# 仁科芳雄とその時代

目次


| | | |
|---|---|---|
| 第一章 | 仁科芳雄という出来事 | 1 |
| 第二章 | 里庄の仁科家 | 9 |
| 第三章 | 仁科芳雄の少年時代と進路の決定 | 27 |
| 第四章 | 帝大工科大学の仁科芳雄 | 53 |
| 第五章 | 理化学研究所と仁科芳雄の物理への転向 | 85 |
| 第六章 | 仁科芳雄の欧州留学と英独物理学 | 135 |
| 第七章 | コペンハーゲンの物理学と仁科芳雄 | 177 |
| 第八章 | 相補性とクライン＝仁科の式 | 225 |
| 第九章 | 仁科芳雄の帰国と新世代の物理学者たち | 259 |
| 第十章 | 量子力学の伝道者たち | 295 |
| 第十一章 | 仁科研究室創設と「コペンハーゲン精神」の共鳴 | 325 |
| 第十二章 | エックス線から宇宙線・原子核へ | 347 |
| 第十三章 | 仁科研における理論研究の始まり | 373 |
| 第十四章 | 台北と大阪の原子物理学 | 393 |
| 第十五章 | 量子力学の哲学と戦前日本の知識人たち | 413 |
| 第十六章 | ボーアの来日と相補性 | 435 |
| 第十七章 | 学振第一〇小委員会と宇宙線中の新粒子 | 459 |
| 第十八章 | 原子核物理と小サイクロトロン | 491 |
| 第十九章 | 生物・医学研究者としての仁科芳雄 | 525 |
| 第二十章 | 中間子理論と素粒子論グループ：湯川・朝永・坂田と仁科 | 563 |
| 第二十一章 | 六〇インチ・サイクロトロンの建設 | 593 |
| 第二十二章 | 総動員下の学術政策と仁科芳雄 | 623 |
| 第二十三章 | 理研における戦時核エネルギー研究 | 653 |
| 第二十四章 | 原爆投下と被害調査 | 705 |
| 第二十五章 | サイクロトロンの破壊とラジオアイソトープの輸入 | 753 |
| 第二十六章 | 学術体制刷新運動と日本学術会議 | 799 |
| 第二十七章 | 理研所長から科研社長へ | 849 |
| 第二十八章 | 学術外交と死 | 893 |
| 第二十九章 | 仁科芳雄の遺産 | 931 |
| あとがき | | |
| 年譜 | | |

略語

各章の注で繰り返して現れる文献は著者・編者名の後に「前掲注」と記して最初の注番号を記し、他の文献と区別できる程度に記述を省略した。ただし、書簡等の資料にはこの方式を用いていない。
各章ごとに適宜、略記を使用する場合、初出の注に記してある。
それ以外に、本書全体として以下の略語を用いる。略語はボールド体を用いて区別している。

**『書簡集少年時代編』**『仁科芳雄博士書簡集（少年時代編）』（科学振興仁科財団, 1993),
**『書簡集 I』**：中根良平・仁科雄一郎・仁科浩二郎・矢崎裕二・江沢洋編『仁科芳雄往復書簡集 I：現代物理学の開拓　コペンハーゲン時代と理化学研究所・初期　1919－1935』（みすず書房, 2006）.
**『書簡集 II』**中根良平・仁科雄一郎・仁科浩二郎・矢崎裕二・江沢洋編『仁科芳雄往復書簡集 II：現代物理学の開拓　宇宙線・小サイクロトロン・中間子　1936－1939』（みすず書房, 2006）.
**『書簡集 III』**：中根良平・仁科雄一郎・仁科浩二郎・矢崎裕二・江沢洋編『仁科芳雄往復書簡集 III：現代物理学の開拓：大サイクロトロン・ニ号研究・戦後の再出発　1940-1951』（みすず書房, 2007）.
**『書簡集補巻』**：中根良平・仁科雄一郎・仁科浩二郎・矢崎裕二・江沢洋編『仁科芳雄往復書簡集　補巻：現代物理学の開拓　1925-1994』(みすず書房, 2011).
**『折々の便り』**：『仁科芳雄博士生誕 110 年記念欧州留学紀行：折々の便り』（科学振興仁科財団, 2000）.
**『仁科芳雄』**玉木英彦・江沢洋編『仁科芳雄：日本の原子科学の曙』（新装版, みすず書房, 2005）
**『伝記と回想』**：朝永振一郎・玉木英彦『仁科芳雄：電気と回想』（みすず書房, 1952）.
**堀日記 1**：堀健夫『Danmark の巻 (von 14, Aug., 1926 bis 5, Okt, 1926)』北海道大学文書館, 堀健夫関係資料, A003.
**堀日記 2**：堀健夫『Danmark の巻第二 (von 6, Okt., 26 bis 25, Dec, 26)』北海道大学文書館, 堀健夫関係資料, A004.
**横山資料**：理化学研究所 記念史料室, 仁科記念財団旧蔵横山資料. 横山資料は仁科が書いた書簡のカーボン・コピーをとっていたのを秘書の横山すみが整理し、仁科記念財団に保管されていたのを筆者が再発見したものである。従ってすべて手紙の現物ではなく、コピーであるが一々断らない。

NARA: National Archives and Records Administration (College Park, MD).
EOL: Bancroft Library (Berkeley, CA), Ernest O. Lawrence Papers. この文書群はマイクロフィルム化され，コマごとに6桁の番号が付いているので，"EOL #000001"のように参照する。ただし、番号の中にはかすれて見えないものがあり、推定のものもあるので、あくまで検索の補助として見るべきである。

# 第一章　仁科芳雄という出来事・

「環境は人を創り　人は環境を創る。」これは仁科芳雄の言葉である。彼は亡くなる一年すこし前の一九四九年一一月一七日に、弟正道の母校津山中学校に招かれて講演した。そのとき、書を請われてこれを揮毫した[1]。一見ありきたりなこの言葉は、仁科芳雄自身の生涯をよく総括するばかりでなく、本書の目指すものをよく表わしている。環境とはその人の生きた時代、場所、そしてその人を取り巻く他の人たちや物たちであると言えるだろう。この伝記が目指すのは、仁科芳雄をとりまくそのような環境を描き、その環境を通して仁科芳雄を描くことである。その環境を通して仁科は創られ、そして仁科は環境を創るのに大きな作用をした。

仁科芳雄という人物は知られているようで知られていない。今日、仁科芳雄が何者であるかを知っているのは、特定の興味関心をもつ人々に限られるかもしれない。物理を学んだ人であれば、クライン＝仁科の公式によってその名前を記憶しているだろう。物理の歴史に関心があれば、理研における朝永振一郎らの世代を指導した人物として、あるいはサイクロトロンを作った人物として仁科芳雄を知っているかもしれない。日本の近代史に詳しい人は日本の「原爆開発」と言われる、ニ号計画のリーダーとして知っている可能性が高い。仁科の記念切手のことを知っていれば、何よりもラジオアイソトープと仁科を結び付けるかもしれない。占領期の日本史のことを知っていれば、日本の科学の再建、とくに学術会議の創設にかかわり、初代副会長になった人として知っているだろう。

歴史においては多くの人物がほとんど名前も知らずに忘れられている。科学史で大きな役割を果たした人物の多くは、世の中の多くの人々にとって、普段生活する上で特に意識に上ることもない。その中で、記念切手にもなった仁科芳雄という人物はまだ比較的よく知られているほうだろう。しかし、仁科について知っていると思っている人でさえも、実は様々な誤解に基づいて理解している可能性は高い。仁科についてよく言われていることは実は仁科の一面にしか過ぎないことが多いからだ。これは決して人々が無知なのではなく、無理もないのである。仁科は極めて多くの、しかも多様なことをしており、その全体像は容易に捉えられるものではないからだ。さらに、一般によく知られている事柄についても、必ずしも正確に伝えられているわけではなく、そしてその意義もあまりわかりよいものではない。

まず、仁科個人の研究上の業績が分かりやすく抜きん出たものではない。理論物理学者としての仁科芳雄は、確かにクライン＝仁科の公式という、日本の原子物理学の中では初期の重要な業績をあげた。これは教科書に載る種類の業績である。しかし、湯川秀樹や朝永振一郎の仕事ほど大きなものではない。この式を知っているほど物理の素養のある人ならば、今日のＱＥＤの観点からは、この式の導出は単なる計算を遂行する一演習問題にしか見えず、それほど重要視する気になれないかもしれない。実際には、当時はそれほど簡単なものではなかったのだが、いずれにせよこの式だけで仁科の重要性を言うのであれば、

仁科を過小評価することになる。サイクロトロンを作ったことは、確かに日本の科学においても、あるいは世界的にも大きな意義があった。サイクロトロンとしては、仁科の作ったものは、日本で最初であったばかりか、米国の外で最初に成功したものだからだ。また、それによって得られた研究成果は、それほど大きいものではないが、国際的に知られても良い水準のものである。しかし、日本で最初に加速器を作ったのは仁科ではなく、台北帝国大学の荒勝文策である。だが六〇インチの大サイクロトロンについては順調にはいかなかった。さらに「ニ号」計画の指導者としても、これは日本における当時の仁科の位置づけを示すもの以上のものではなく、いわゆる「原爆開発」がまったく成功しなかったことは言うまでもない。しかも後に述べるように、戦時期の仁科の核研究を「原爆開発」としてとらえること自体が実は不適切なのである。ラジオアイソトープの輸入に尽力したが、本書で示すように、これは良く知られていることとはかなり違う歴史があった。学術会議の創設における仁科の役割も、これまでよく知られていたとは言い難い。学術会議の歴史についての研究はまだまだ未開拓なのである。

さらに、これらの比較的目立った業績は、必ずしも仁科自身の活動の中心ではなく、少なくともそのすべてとは程遠いものだった。理論物理学については、一九三〇年代後半にはすでに仁科自身というよりも、仁科グループの理論家たち、とくに朝永を中心とした研究になっていた。原子核物理は仁科の活動の中心であり続け、サイクロトロンの制作に大きな努力を払ったのは確かである。しかし、原子核物理の研究は大型装置を使ったものばかりではなく、宇宙線による研究が大きな柱になっていた。そして、仁科は物理学だけではなく、生物学・医学にも大きな労力を傾け、サイクロトロンの建設も、その研究を目的とする部分が大きい。しかし、これらの研究は目立った成果を上げず、あまりわかりやすい形では記憶されなかった。

さらに、仁科のわかりにくさに輪をかけるのは、その活動の領域がわかりやすく限定されていなかったことである。仁科は生涯にわたって、様々な境界を横断し続けた。仁科は物理学者、とくに原子物理学者だったというのは一応、正しいのだが、その活動は原子物理学にとどまらず、そもそも原子物理学という表現自体が極めてあいまいである。仁科はそもそも電気工学者としての訓練を受け、後から物理学に転向した。それでも理化学研究所における物理学は、工学と密接に関連し続けていた。留学中にまず身に着けた専門性はエックス線分光学であるが、これは物理学だけではなく、化学、工学、そして生物学にも用いられる研究手法である。最初先に述べたように、仁科は生物学や医学にも大きな興味を寄せ、物理の中でも原子核や宇宙線などの原子物理の中心的な分野だけでなく、物性理論にも手を出した。さらに仁科の活動は学術政策や学術行政、さらに学術外交にも向けられた。空間的には、仁科の活動の場所は理研に集中していたが、岡山からの上京、コペンハーゲンなどヨーロッパの長期滞在、そして野外調査や研究合宿、研究集会など、完全に東京・駒込だけで起こったわけではない。理研での活動にしても、それを理解するためには理研だけを見るのでは不十分である。例えば、後々まで直接会うことのなかった米国の

E・ローレンス（Ernest O. Lawrence）らの研究を見る事なしに、仁科らの研究を理解することはできない。このように仁科の研究活動が場所としては理研を中心になされても、国内・国外の様々な場所とつながりがあり、そのつながりは必ずしもわかりやすいものではない。

このような分かりにくさを超えて、この本は仁科芳雄が日本の科学史において極めて重要だったことを示すだろう。仁科一人が、歴史の流れそのものを作りだしたわけではない。しかし、決定的なところで仁科がその歴史の方向を変えるのに大きな役割を果たした。今日の日本において、比較的強力な物理学者の集団が存在し、比較的多くの理論物理学のノーベル賞と、高エネルギー加速器研究所に代表される巨大科学の実験物理学の基盤を持つにいたった。それは日本の科学史だけの出来事というよりは、世界的な科学史上の重要事である。もちろん、この本ではそれが起こった歴史のすべて描くことはできない。しかし、そのことが起るのにもっとも重要な初期の出来事は仁科芳雄が現れたことであったことは示せるように思う。

だが、それを示すとき、本書の主題となるのは、単なる個人としての仁科芳雄ではない。どのような伝記も通常そうであるように、この書もまた、オーソン・スコット・カードの小説の言う意味での「死者のための代弁者」の役割を果たそうとするものである。すなわち、すでに死んで語ることのない死者のために、その者が何ものであったのかをできる限りよく理解して語ろうとすることを目指す[2]。どのような基準においても、仁科芳雄という人物は、記録され、記憶されるに値するだろう。

しかし、仁科に関しては、仁科を理解しようとして仁科個人だけに注視するのは、かえって仁科を理解する妨げになる。仁科芳雄という歴史上の出来事を把握するためには、仁科個人だけではなく、その「環境」に目を向け、そのなかで仁科をとらえなければならないのである。

とりわけ本書は、仁科芳雄個人の「思想」を明らかにしようとするだけのものではない。日本の人文系学問には思想に対する過度の執着が見られ、科学史においてもその傾向は強い。あたかも社会史・制度史でなければ、思想史しかないかのようである。そして、個人の思想のひだに分け入ることが、研究の「深さ」であるかのように錯覚されることすらある。

しかし、このような観点は、学術が自我の確立した個人の思考によって生ずるという偏見に基づいている。二〇世紀以降の学術における研究活動は、思想ではなく、かなり程度、実践の問題であり、とくに自然科学系の学問についてはそうである。その実践は、必ずしも何らかの整合的な思想やイデオロギーに基づいたものではない。その研究者や研究活動を理解するには、どのような思想を持っていたのかのではなく、何をしていたのか、どのような専門性を持っていたのかに注目しなければならない。とりわけ仁科芳雄は思想を語るだけのタイプの人物ではなく、むしろ行動の人だった。仁科はそれなりに文章を残しており、後に述べるように彼の平明な文章を評価する者もいた。また、極めて大量の書簡を

残している。そして、時期によっては特定の思想に傾倒していたことがないわけではない。本書でも、仁科が何を考えていたかを問題にしないわけではない。しかし、仁科の活動はそのような思想に基づいていたのではなく、研究をする上での実践的な条件に基づいていた。その活動を理解するには、どのような思想を持っていたかよりも、何をしていたかに着目しなければならない。何を、どのように語っていたか、ということもまた、彼の思想を述べることではなく、語ること自体を彼の行動の一部としてとらえるべきである。

そのような仁科の実践は、仁科個人だけで完結するものではなく、「環境」、つまり他者や、自然現象や、人工物、その組織や制度などとの関わり合いを通して姿を現し、意義を持つ。あらゆる人間の活動と同様に、仁科のような学者が知識を生み出すことに関わる実践は、何もないところに起ることではないからだ。さらに本書はその「環境」を見ることを通して、この日本における科学の歴史の一部に光を当てることも目指す。仁科という人物を追い、その考えと視線を通して、その時代を追体験しつつ、重畳的に科学とそれを取り巻く社会・文化の発展を見、そしてそれによって仁科という人物を理解し、その意義を把握しようというのである。

歴史を単なる過去の事実の羅列であるかのように見ることも、あるいは法則にしたがった過去の出来事の因果的な記述のように見る事も誤りである。様々な出来事には、それらの出来事を構成する歴史上の人物・事物があり、さらにそれを見る当時の人たちの視線や事物の関係性の網がある。それらの出来事は人々の視線や関係性の網のなかで、その時代における意味を獲得する。そのように様々に与えられる意味の全体が歴史を構成すると考えるとき、歴史は明らかに単なる事実の羅列ではなくなる。それらは決して因果関係や法則性に還元できるようなものでもない。

伝記というジャンルは、このような手法を実現するのに適したジャンルである。なぜなら、そこでは、伝記に対象となる人物を中心にした叙述を可能にし、その人物を中心として、関係性の網を多少なりとも手におえる形で記述することが可能になるからだ。

科学史において伝記というジャンルは、少し前まで、科学史家によって忌諱されてきた。これは科学史の初期においては、科学史的な叙述の多くが科学者の偉人伝のスタイルをとったという過去があるからである。科学史が学問になる過程で、そのような伝記は否定されなければならなかった。さらに学説の発展を追う古いタイプの内的な科学史においては、科学者という個人の役割よりも、学説における概念のダイナミズムが主役であった。そこでは科学者の人間的側面を記述する伝記は主流ではありえなかった。その後に勃興し、科学史の主流となった社会史的なアプローチにおいても、あるいはそこにおいてこそ、科学者という個人の活躍を強調するスタイルの伝記は、厳しく批判されてきた。

しかしながら、ここ数十年の間に、それまでの科学史研究の蓄積を踏まえて、このような批判を乗り越える科学史的な伝記が出現してきた。例えば、その初期のものとして、C・スミス（Crosby Smith）とM・N・ワイズ（M. Norton Wise）による、W・トムソン（William Thomson）、あるいはケルヴィン卿の伝記や、D・キャッシディ（David

Cassidy）の W・ハイゼンベルク（Werner Heisenberg）の伝記が挙げられるだろうし、そのあとには、A・デズモンド（Adrian Desmond）と J・ムーア（James Moore）や、J・ブラウン（Janet Browne）による C・ダーウィン（Charles Darwin）の伝記が挙げられるだろう[3]。これらの新しいタイプの科学史的な伝記の特徴は、科学者を取り巻く、社会的文化的状況、当時の科学の状況を十分に取り込み、その上で、科学者の生活や活動と、科学者の思考の発展と研究上の成果を織り交ぜて描きだすことである。そしてこれらの新しい種類の科学史的伝記は、伝記という形式が実は、科学の内容とその社会的文脈を結び付けるのに極めて有効なジャンルであるということを示すものだった。たとえば、上記のケルヴィン卿の伝記や、ダーウィンの伝記には、彼らの生きた時代の文化や社会や科学についての豊かな記述が、独自の調査のもとに盛り込まれている。キャッシディのハイゼンベルクの伝記は、ハイゼンベルクの個人的な生活・職業上の活動とその社会的、制度的背景の記述が彼の物理学における研究についての記述のなかに見事なバランスで織り込まれている。

さらに革新的なのは、H・ミアレ（Hélène Mialet）による S・ホーキング（Steven Hawking）についての書物である。ミアレは、アクターネットワーク理論で知られる B・ラトゥール（Bruno Latour）の流れをくむ科学人類学者であるが、ホーキングを一種の「企業体」としてとらえて、その機能を分析する。彼の周辺でホーキングの活動を支える人達と機械、たとえば彼の研究を手助けするリサーチ・アシスタントたちや、彼の言語化する装置などの全体が「ホーキング」を構成すると考えるのである[4]。このような観点は、常識的な人間観から逸脱するが、ミアレはホーキングに関してはこのような見方がなりたつことを極めて説得的に示している。

実のところ個人とその外界との境界はそれほど明確なものではない。そのことはまさに仁科が傾倒した N・ボーア（Niels Bohr）の思想が問題にしたことでもある。ボーアは盲人にとって杖が体の一部として外界を認識するのか、それともそれ自体が体のそとの物体であるのか、境界が定かではないことを指摘する。このような発想は、現代の科学哲学にも受け継がれており、例えばK・バラッド（Karen Barad）はボーアの思想を発展させ、M・フーコー（Michel Foucault）の哲学や、フェミニズム哲学を融合させた物質性を重視する興味深い思索を展開しているが、その発想は先のラトゥールの発想とも通じるところが多い[5]。

仁科の活動もまた、多くの弟子や共同研究者、理研などの組織、そして宇宙線、サイクロトロン、ラジオアイソトープといった自然現象や人工物が深く絡みあってなされていた。そこにおいて、仁科個人と、その外部とをばっさりと切り分けてしまうことは、かえって実態から乖離するのである。仁科の言うように、環境と人は相互に創り合うが、はっきりと分かれた二つのものが相互作用するのではなく、両者はむしろ不可分に絡みあう。

このような環境と人の関係は、仁科自身もその研究に深く関わった物理学における場の理論とのアナロジーから考えると分かりやすいかもしれない。粒子が真空の一励起状態で

あるように、人間や他の生物・無生物個体も、環境の一部を構成するあぶくのようなものと考えるのである。その境界は、それを設定し、維持する力が働いて存在する。それは学問分野の分類、たとえば科学と非科学との境界を維持するバウンダリー・ワークに似ている[6]。そのような境界の認知もまた、特定の視点を導入することによって可能になる[7]。

本書が目指すのはそのような観点から仁科について描くような伝記である。仁科の重要性を示すには、彼の物理学について述べるだけでも、あるいは彼の人格、人となりについて述べるだけも、または彼の物理学や社会やその他様々なことについての思想について述べるだけでも不十分なのだ。この伝記はこの両者を融合させようとするものである。

当然ながら、今日書かれるべき科学史の伝記は単なる偉人伝とはなりえない。仁科に関しては、仁科の人生がそもそもそれを可能にしない。本書は、仁科の歴史的重要性を強調し、それを示すが、仁科の人生は「偉大な科学者の成功譚」のような生易しいものではない。彼の人生は失敗と葛藤と挫折で充ちており、それを追体験するのは決して楽しいことではない。仁科の作ったサイクロトロンが占領軍によって破壊されたことは良く知られている。サイクロトロンに限らず、仁科の注いだ多大な努力は実のところ、生きている間にはそれほど実らなかった。それだけではない。仁科は人生の中で様々な葛藤や矛盾に苦しみ続けた。偉人伝というよりも、志半ばにして倒れた人物の悲劇とすら見えてしまうかもしれない。しかし、これもまた部分的な見方である。

日本人の物理学者について、これまで科学史的な伝記が書かれなかったわけではない。とりわけ、一九七三年に出版された板倉聖宣、木村東作、八木江里による『長岡半太郎伝』は、長岡個人だけでなく、彼を取り巻く研究制度についても描いた学術上の価値の高い傑作である。日本の物理学者に関しては、それ以降長い間ほとんどみるべき伝記が書かれなかったが、最近になって、西尾成子による石原純の評伝が現れるなど、本格的な科学史家による日本の物理学者の伝記が現れ始めている。寺田寅彦については前から伝記的な著作があったが、比較的最近も現れている。また仁科の次に現れる世代の物理学者のうち、日本最初期の女性物理学者である湯浅年子や、坂田昌一についても最近伝記が出版されている[8]。長岡、石原、寺田に続いて伝記が書かれるべき重要な物理学者の一人が仁科であることは間違いあるまい。

仁科芳雄の伝記的著作としては、一九五二年に出た『仁科芳雄：伝記と回想』以来、木村毅@ルビ：き@による一九六〇年の山陽新聞の連載、玉木英彦・江沢洋編の『仁科芳雄：日本の原子科学の曙』、玉木英彦らによる子供向けの伝記、井上泉による岡山文庫の写真と伝記、江沢洋によって書簡集に付せられた詳細な解説等、伝記的な著作はいくつか現れており、重要な情報を含むものも多い。しかし、科学史的な伝記としてまとまったものはまだ日本語ではあらわれていない[9]。二〇〇七年に金東源（Dong-Won Kim）による英文の伝記が現れたが、もともと日本語の資料を充分に使っていない上に、物理学および歴史的文脈の理解が浅く、類型的、表層的な記述にとどまっており、さらに新資料の発見によってその役割は英語圏での参照文献以上のものでしかなくなったと思われる[10]。

本書は、これらの先行する著作を出発点としながら、先に述べたような視点からより深く仁科芳雄の実践と環境を理解することを目指そうとするものである。この本の多くの章で、とくに仁科に関することについての記述は、それまで誰も見ていなかった、あるいは顧みられることのなかった資料を使用しており、それぞれ独立した学術論文になりうる内容が多い。この本を執筆する過程で、新たに発見、ないし再発見した資料もあり、とくに仁科記念財団で見出した「横山資料」、すなわち仁科芳雄が書いた書簡の大量のカーボン・コピーはその中で最大のものである。この意味で、本書は専門家向けの研究書としての性格をもつ。それと同時に、多くの先行研究に基づいて、仁科を取り巻く物理学ないし学術研究が置かれた状況の科学史的研究について詳しく述べ、二〇世紀の物理学史と、日本の科学史の入門にもなることを意図している。特に、物理学のテクニカルな内容は最小限にとどめ、数式は一切用いていない。

本書は次のような構成をとる。第二章から第五章は仁科芳雄の形成期に関するものである。まず第二章と第三章で、幼少期から第六高等学校時代を扱い、仁科芳雄の故郷と明治時代の学校文化から、彼の人格的な形成について述べる。第四章と第五章では仁科芳雄の東京帝国大学工科大学時代の学生として電気工学を学ぶ時期から、理科大学の大学院生・理化学研究所の研究者として物理学に転向するまでを描き、なぜ仁科のような原子物理学の学者が電子工学から現れたかを明らかにする。第二部、第六章から第八章は、仁科芳雄のヨーロッパ留学時代、とくにコペンハーゲンでの体験、量子力学の習得、クライン・仁科の公式の導出を扱い、量子物理の研究者としての仁科芳雄の形成を論じる。第三部、第九章から第一六章は、帰国したころの日本の状況と、その後の仁科が日本に量子力学を広め、日本における原子物理学研究の研究者集団を築いていく過程に関するものである。第四部、第一七章から第二一章はその後の仁科を中心とした日本の物理学の発展を描き、とくに仁科芳雄がサイクロトロンを建設し、巨大科学に傾斜していく過程と仁科の生物学・医学研究への参入を扱う。第五部、第二二章から第二四章は、仁科芳雄と国および軍との関わり、仁科芳雄自身のナショナリズムと、彼の二号計画を論じ、原爆投下後の被害調査について述べる。第六部は、第二次大戦後の仁科芳雄の活動、とくに理研と日本の科学界の再建とその国際社会への復帰、そしてそれに仁科芳雄自身が果たした役割を描く。

---

1 『書簡集少年時代編』 p. 182.

2 Card, Orson Scott, *Speaker for the Dead* (Tor Books, 1986) 〔塚本淳二訳『死者の代弁者』(早川文庫, 1990)〕.

3 Smith, Crosbie and M. Norton Wise, *Energy and Empire: A Biographical Study of Lord Kelvin* (Cambridge University Press, 1989); Cassidy, David C., *Uncertainty: The Life and Science of Werner Heisenberg* (Henry Holt and Co., 1993) 〔金子務監訳、伊藤憲二ほか訳『不確実性：ハイゼンベルクの科学と生涯』(白楊社, 1998)〕; Desmond, Adrian and James Moore, *Darwin: The Life of a Tormented Evolutionist* (W. W. Norton & Co., 1994) 〔渡辺政隆訳『ダーウィン：世界を変えたナチュラリストの生涯』(工作舎, 1999)〕; Browne, E. Janet, *Charles Darwin: Voyaging* (Knopf, 1995); E. Janet Browne,

*Charles Darwin: The Power of Place* (Knopf, 2002).

[4] Mialet, Hélène, *Hawking Incorporated: Stephen Hawking and the Anthropology of the Knowing Subject* (University of Chicago Press, 2012) 〔河野純治訳『ホーキング Inc.』(柏書房, 2014)〕.

[5] Barad, Karen, *Meeting the Universe Halfway: Quantum Physics and the Entanglement of Matter and Meaning* (Duke University Press, 2007).

[6] Gieryn, Thomas F., *Cultural Boundaries of Science* (The University of Chicago Press, 1999).

[7] 生物学における環境と個体との関係については, 壹岐朔巳氏との会話から示唆を受けた. 次を参照: 壹岐朔巳「人新世における「個体」概念の変容」(総合研究大学院大学, 先導科学研究科副論文, 2020).

[8] 板倉聖宣, 木村東作, 八木江里『長岡半太郎伝』(朝日新聞社, 1973); 板倉聖宣『長岡半太郎』(朝日新聞社, 1976); 西尾成子『科学ジャーナリズムの先駆者：評伝石原純』(岩波書店, 2011); 小山慶太『寺田寅彦：漱石、レイリー卿と和魂洋才の物理学』(中公新書, 2012); 山崎美和恵『物理学者湯浅年子の肖像：Jusqu'au bout 最後まで徹底的』(梧桐書院, 2009); 西谷正『坂田昌一の生涯: 科学と平和の創造』(鳥影社, 2001).

[9] **『伝記と回想』**;**『仁科芳雄』**; 木村毅「郷土人物伝第一話：仁科芳雄」『山陽新聞』夕刊(1960年5月13日から8月30日まで連載); 玉木英彦・岩城正夫『仁科芳雄』(国土社, 1976); 井上泉・イシイ省三編著『原子物理学の父仁科芳雄』(岡山文庫, 2004); 江沢洋「解説」**『書簡集 III』**, 巻末 pp. 1 -85

[10] Kim, Dong-Won, *Yoshio Nishina: Father of Modern Physics in Japan* (Taylor & Francis, 2007).

# 第二章　里庄の仁科家

仁科芳雄は一八九〇年一二月月六日、現在の岡山県浅口郡里庄町浜中で、仁科存正の四男として生まれた。

仁科が生まれ育った土地と家族から話を始めるのは、伝記ならば当然である。だがそれだけではない。近年の科学史研究は、科学的業績の分析にも、研究者の生活世界や、家族との関係に着目する。たとえば私の師である米国の科学史家 P・ギャリソン（Peter L. Galison）は、特許局でA・アインシュタイン（Albert Einstein）が働き、やがて特殊相対論を構想する間、毎日自宅から職場まで歩く時、方々でベルンの街の時計、とくに電気的に同期された時計を見ながら歩いていたはずであることを指摘している。特殊相対論とは、光速で伝わる信号によって時間を合わせることを根幹とした理論であり、二〇世紀初めのベルンの街とその人工物の景観は、アインシュタインの思考実験の素材を提供していたのだった[1]。

また、科学者も人間であり、家族兄弟があって、家の伝統や兄弟との関わりの中で自己を形成する。伝記においてこれを扱うのは当然であるが、科学史の研究でも家の伝統や家族に着目するものが現れ始めている。たとえばコロンビア大学の科学史家 D・コーエン（Deborah R. Coen）は、一九世紀末から二〇世紀初めのウィーンのエクスナー（Exner）家に着目した。エクスナーは一族から一〇人もの大学教授を出した学者一族であり、その与えた影響は広範で、当時ウィーンにいた著名な学者の多くに及んでいる。動物行動学者のカール・フォン・フリッシュ（Karl von Frisch）は一族（母のマリーがエクスナー家の出身）であり、物理学者フランツ・S・エクスナー（Franz S. Exner）はE・シュレーディンガーをはじめとする多くの物理学者の師で、本書でも後に触れるだろう。コーエンはエクスナー家という一族を焦点に置き、その家族のもつ機能と伝統に着目することによって、世紀転換期のウィーンの芸術・文化、哲学、政治思想、そして科学との絡み合いを描きだしたのだった[2]。

仁科が生まれ育った浜中という土地と仁科家はどのような場所だったのか。後に見るように、仁科にとって、郷里と家族とのつながりは、生涯にわたって重要だった。仁科の生まれ育った環境と、家族との関係は、仁科の学者としての活動に深い影を落とすのである。

## 干拓によって開かれた土地

後に仁科は「僕は岡山の田舎に育った」と書いている[3]。確かに仁科の生まれ育った里庄は、都会ではない。しかし、「田舎」という言葉で言い尽くされるような場所でもない。

浜中の仁科の生家は現在の山陽本線里庄駅から歩いて二〇分ほどのところにある。里庄町は岡山県の中でも西寄りで、倉敷と福山の中間に位置する。その西にある笠岡市を越えると広島県に入り、東側には浅口市が隣接している。里庄は、もとは里見、新庄、浜中の三つに分かれていたのが一九〇五年に合併して、里庄村となり、それが

一九五〇年に町制施行して里庄町となった。仁科の生れた浜中はその里庄のなかでも西のはずれに位置し、笠岡に近い。

里庄町の中心を新庄川が流れている。これはかつて地元では大川と呼ばれた。土砂を大量に含み、河床が上昇した結果、付近の人家の天井よりも高くなったので、天井川と呼ばれる。河床が高いため、用水には使えず、大雨が降れば氾濫し、常に浚渫治水を要するので無用の長物であった[4]。新庄出身の学者・政治家である小川郷太郎は文部大臣にもなった人物で、仁科とならぶ里庄の「郷里の偉人」である。その小川は、一九〇六年から一九一〇年までヨーロッパに留学したあと、母校の新庄小学校で講演して、次のように述べた。「私は子供の時から郷里の山や川を見て育った。だから私は山ははげたもの、川は天井川ときめていたところ、この度の留学で欧州各国の山や川を見ると山は黒々としており、水は川の底を流れておるのであります」[5]。新庄川は笠岡市と里庄町の境界をなす今立川に合流し、今立川は神島付近で笠岡湾に流れ込む。浜中では今立川の東に平行して、井溝川という用水路が低地を流れている。仁科芳雄の生家はこの井溝川のすぐそばにある。

現在の里庄町は海とは接していないが、この地域は海とは切り離せない。瀬戸内海沿岸の多くの場所と同様、浜中を含む笠岡湾周辺、今立側の河口近くには、横島、大島、神島、寄島等、「島」のつく土地や浜中、広浜等、「浜」のつくものが多い。これらはかつて文字通り島や浜であった。長い間の干拓によって、島は陸続きになり、浜は陸に囲まれ、新たにできた平地に人が移り住み、製塩をし、農業をするようになったのである。一般に瀬戸内海は浅瀬が多く、沿岸は干拓事業の適地である。江戸時代、新田開発による実高の増大は藩の経済力の増強に重要だった。領国経営に熱心な藩が干拓に注意を向けたのは当然である。岡山平野や、高梁川周辺ではそれぞれの藩の主導により、とくに大規模な干拓事業が行われた。

浜中を含む笠岡湾周辺の干拓はより規模は小さいが、それでも大きな事業であり、現在に至るまで断続的に行われている。古くは、浜中には僅かな平地しかなく、新庄とともに、大きな島、吉備大島の北西部に位置していた。大島と本土の間の狭い海には船が往来し、倉敷・玉島方面と笠岡を結んでいた。『備中誌』に室町時代の連歌師宗祇の和歌「浜中に立つ白波の影おちて月を分け行く走り船かな」が引用されており、これが浜中の情景を詠んだものだという。仁科芳雄の生家の近く、浜中の役神山という小山に海月庵という寺が建っている。今ではここから海は遠いが、かつては海辺だったのだろう。江戸時代には本州と陸続きになったが、それでも笠岡湾はずっと内陸まで入り込んでいた。浜中は、その笠岡湾の東側に位置し、すぐ南には笠岡市西大島新田に隣接している。笠岡湾の干拓は仁科の時代以降も続き、かつての港が駐車場になっていった[6]。

この地方の干拓が何時から始まったのか、記録は残っていない。ほかの地域でも干拓がなされるようになった鎌倉時代から始まったのではないかと推測される。記録に

は残っていなくとも、地名や、神社にその痕跡を見ることができる。例えば、浜中よりも更に北、今立川を遡り、新庄と接する現在の笠岡市に広浜という地域がある。地名から海に面していたことが示唆されるが、この広浜と新庄の境界近く、たんぼで囲まれた一画に、艮@ルビ：うしとら@神社という、吉備津彦命を祭る古い神社がある。これはいつ建てられたのか不明だが、広浜では浜の明神、新庄では沖の明神と呼ばれ、広浜と新庄に氏子を持ち、当番で祭典を行っている[7]。「艮」を冠する神社はこの地方の各地にある。吉備津彦命とは桃太郎伝説の原型となった吉備の国の征服者である。艮は鬼門の方角を指し、温羅@ルビ：うら@、征服された吉備の前勢力、伝説上の鬼と結びつけられることがある。かつてこの地域が広浜と新庄の人々の協力によって干拓され、その過程で神社のある場所が沖から、浜に変わっていったのだろう。干拓し、海を埋めていくこと自体が、鬼退治のような征服であり、埋められた海の霊を鎮めることが祈願されたのかもしれない。

笠岡湾周辺の干拓の記録が残っているのは江戸時代以降である。江戸時代には笠岡湾周辺は、幾つかの藩と幕府の支配地だった。笠岡湾の西側、現在の笠岡市のあたりは、最初、福山藩水野家一〇万石の支配下にあった。水野家は領国の経営に熱心であり、笠岡湾の初期の干拓事業を進める主体となったが、一六九八年（元禄一一年）に二歳の当主が死去して断絶した。福山には阿部家が入封したが、笠岡はその後幕末まで天領となった。他方、笠岡湾東側にあるのが今の里庄町の地域である。そのうち、東端の里見はかつて口林村と池口村からなり、現在浅口市の一部である南の大島村や寄島村とともに、池田家岡山藩に属し、後にはその支藩である鴨方藩領となった。西側の浜中と新庄（上新庄村と下新庄村に分かれていた）は、摂津国豊嶋郡（現在の大阪府豊中市のあたり）に本拠を置く、一万二千石の外様大名青木氏麻田藩の飛び地だった。藩の領土を越えて干拓事業を行うのは難しい。そのため、笠岡湾の干拓においても、必ずしも地形上もっとも合理的な形で干拓が行われたわけではなかった。江戸時代初期には、吉浜、生江浜、富岡等の干拓が福山藩水野家によってなされた。そのうち一六七四年（延宝二年）に完成した富岡の干拓地は、現在の今立川の西側にあたり、福山藩の領内のみを干拓するために、長い堤防を作ることになった[8]。

笠岡湾の東側では、元禄時代から、鴨方藩によって西大島の新田開発が進められていった。西大島の新田は現在西大島新田と呼ばれているものがあるが、それができる前から新田開発があった。青木領である浜中の付近では、元禄年間に、平井祐仙という人物によって浜中新田が開かれた。平井祐仙の生まれ年は不明であるが、亡くなったのは一七〇七年（宝永四年）九月二五であった。祐仙はもと麻田藩主青木氏の藩医である。引退して、浜中に住んだ。元禄年間に、浜中は山がちで平地が狭く生活に苦しいことを憐れみ、干拓を行って二三町歩(約二三ヘクタール)の土地を拓いたという。その後、平井家は浜中の庄屋を代々務めた[9]。平井祐仙の築いた通称「祐仙土手」は長らく残っていた[10]。昭和に入ってから宅地造成で消滅し、今では記念碑がたてられて

いる。また先ほど言及した海月庵には、子孫によって祐仙を供養する寶篋院塔が立てられた。平井祐仙は、このように浜中の初期の恩人であり、郷土の偉人として伝えられ、記憶された。

一八世紀初めになって、鳥越新兵衛らによる領地を越えた大規模な干拓事業が行われた。これは、一七一三年（正徳三年）に届け出が出され、一七三一年（享保一六年）に完成した。これによって現在、入江新田、西大島新田、そして浜中新田のうち祐仙土手の南に位置する土地がまず拓かれた。三つに名前が分かれているのは、入江新田は笠岡の天領、西大島新田は鴨方藩、そして浜中新田は青木藩に属していたからである。鳥越新兵衛、名は成寿といい、一六七〇年（寛文一〇年）ごろ、現在の岡山県小田郡矢掛町にあった本堀村の庄屋の家に生まれた。大阪で土木業を営み、「尼崎屋」をおこし、尼崎屋新兵衛とも名乗った。大阪商人らの出資を得て、一七一三年（正徳三年）にこの干拓の出願を行ったが、天領、鴨方藩、青木藩の三領にまたがる事業であったので、許可を取るための苦労がたいていでなく、最終的に許可が下りたのは一七二五年（享保一〇年）年三月のことであった。

許可が下りた翌月から工事に取り掛かり、その年の一二月に潮留を行うまでの七ヶ月間、突貫工事を行ったという。工事場に穴銭を山積みし、工事に従事した者には誰にでも掴みどりさせたので、諸国から人夫が競って押しかけ、海岸堤防はみるみるうちに出来上って行ったという話が伝えられている[11]。しかし、現存する当時の記録にはそのことはなく、伝承に過ぎない可能性が高い[12]。いずれにせよ、潮留ののち五年で全ての工事を完了し、総面積五二町（約五二ヘクタール）四七〇石の土地が開かれた[13]。鳥越新兵衛は、庄屋にとりたてられ、入江新田に住み、一七六一年（宝暦一一年）まで生きた。現在でも鳥越新兵衛を讃える記念碑が彼の拓いた土地にいくつか置かれている。

このように浜中を含む笠岡湾周辺地域は、干拓事業が盛んに行われた。土木工事によって環境を変え、人々の生活を豊かにし、土木工事の技術を持つものがその事業を指導し、それによって地位を得、名声を讃えられたのである。そして、その土木工事の遂行が英雄譚として尾ひれをつけて伝えられた。事実はどうあれ、こうして地域に根付いた記憶は、そこに育つ人々の考え方、生き方を形作った。第一章で述べたような「人が環境を作る」という考えは、仁科にとって抽象的なものではなく、生まれたときからの生活世界の実感に基づいているのである。

## 笠岡地方の学問

江戸時代、幕藩体制のために学問は各領内で分散してなされ、その結果、様々な地方に文化の小さな中心地ができていた。岡山県は現在でも教育産業が盛んであるが、江戸時代は、とくに岡山藩は最古の藩校、岡山学校や、庶民のための閑谷学校を持つ

など学問の奨励が著しい。また美作の津山藩では宇田川・箕作家を藩医として、洋学の中心地のひとつとなった。

笠岡周辺も江戸時代末期に学問が盛んだった地域である。仁科家は、この地方の豪族として、その学問の恩恵を受けていた。先に述べたように、現在の里庄のうち、江戸時代、里見村は岡山藩、後にはその支藩である鴨方藩に属した。鴨方には、里庄と隣接する岡山藩の支藩、鴨方藩には西山拙斎がいて欽塾を開き、寛政期のこの地方における朱子学の中心となった[14]水野家の後に福山に入った阿部家は学問を奨励して福山を重要な文化的拠点とした。笠岡からあまり遠くない福山領神辺には、著名な儒者・漢詩人菅茶山の廉塾があった。茶山は本名を菅波晋帥@ルビ：すがなみときのり@といい、神辺の豪農、宿場町神辺の本陣を営む菅波家の分家である。広島の頼杏坪もこの地の文人学者と交わり、後に『日本外史』を著す甥の頼山陽は廉塾の塾頭だった。一八二四年（文政七年）ごろ、頼山陽が仁科家に客として訪れたことがあったらしい。酒癖が悪く、仁科家に残した評判は芳しくなかったが、山陽が書いた屏風が仁科本家に伝わったという[15]。神辺よりさらに近く、笠岡の北の井原@ルビ：いばら@には漢学者の阪谷朗廬がいた。彼は一八五一年に私塾を開き、二年後にこれが郷校・興譲館となった。井原は天領だが、一橋家が領した。一八六五年に一橋慶喜の命で農兵を募集に来た渋沢栄一は阪谷と会って意気投合した[16]。阪谷の息子芳郎は津山の箕作秋坪に学び、後に大蔵大臣、東京市長となる。彼らと仁科家が直接の係わりをもったかわからないが、阪谷芳郎は渋沢の娘と結婚し、その子阪谷希一は株式会社科学研究所の社長として仁科の後を継ぐことになる。

浜中はとくに笠岡に近く、交通の上でも、文化的にも笠岡の影響下にあったと考えられる。笠岡には小さいが良い港があり、船舶が大型化する前はこの地方における交通の要衝であった。現在でも、ここから、瀬戸内海の島々へのフェリーが出ている。また、仁科の時代には、浜中の人たちにとって山陽鉄道の最寄り駅であった。笠岡駅は一八九一年にできたが、里庄駅は一九二〇年まで待たねばならない。浜中から笠岡までは、歩いて三〇分ほどの距離である。これは昔の人にとっては日常的な生活圏内と言ってよいだろう。

天領となった後、幕府は笠岡に陣屋をおき、何人か有能な人物が派遣した。島根県で甘藷の栽培を始めて「いも代官」と呼ばれた井戸正明も一時期代官をしていた。しかしここで重要なのは早川正紀である。彼は、教育熱心な代官で、前に美作国の久世で代官をした時にも領民の教育のために郷校・久世典学館を建てていた。笠岡の第三〇代代官となったときも、領民から建学懇願書が出たのを受けて、一七九八年（寛政一〇年）に庶民のための学校を建て、敬業館と名付けられた。敬業館の最初の教授となった小寺清先@ルビ：こでらきよさき@、号楡園は、笠岡の稲荷社（通称陣屋稲荷）の宮司であった。一七四八年（寛延一年）に生まれ、小寺家に養子となり家職を継いだ。京都で、吉田神道の宗家卜部主親に神道と国学を学んだ後、笠岡に戻り、一

七九三年（寛政五年）に日本書紀全三〇巻の訓点付き版本『校正日本書紀』の出版という偉業を成し遂げた。一九八九（寛政一一年）に病気になって祠官の職を息子に譲ったのち、敬業館が出来て教授となった[17]。

清先には、何人か息子がいたが、一七七〇年（明和七年）に生れた長男清之、号棟園も優れた国学者であり、多くの著作を残している。親と同様、卜部氏に神道・国学を学び、福山藩の市村で教授して、福山における国学を創始した。敬業館は、清先の三男廉之、号葵園が継いだ。明治維新後、その子完之が継いだが、財政難で閉じられた[18]。この学校では、経書、すなわち儒学が教えられたというが、小寺家の学問からして、おそらくは国学思想が含まれたことが想像される。

敬業館の小寺清先と康之の門下には、笠岡領内だけではなく、近隣の村々からも、学問好きが集まり、教えを受けた。浜中も例外ではなく、仁科芳雄の祖父存本と父存正もまた、ここで学問を学んだ。

## 仁科家

浜中村の仁科家の先祖がどこから来たのか不明である。信州安曇郡に、武田信玄の子が継いだ名族仁科家があるが、関係は良く分からない[19]。いずれにせよ、現在でも里庄町とその周辺では、仁科という屋号の商店を多く目にし、仁科家はこの地方に深く根を張った一族であることは間違いない。徳川時代には、この地方の仁科家は、武士階級ではなく、その地の豪農であり、浜中随一の大地主でであった。

一九二七年の『里庄村誌』に最初に現れる仁科姓の人物は一七六五年ごろに池口で生れ、一八三九年まで生きた仁科傳九郎である。傳九郎は豊かでなかったにも関わらず、子どもが男女九人おり、皆分家して一家をなしたという。思いやりに富んで、つねに善行を行い、食べ物が足らずに苦しむ人がいれば、米穀を持ち出して与えることを生涯続けた[20]。この人物が仁科芳雄と縁続きであるのかは定かではないが、子どもが分家して各々一家をなすのは、仁科芳雄の家も同様である。このように長子が全てを相続するのではなく、分家することが可能であったのは、このあたりでは干拓によって土地が増えていったからであろう。また、必ずしも長子相続ではないことは仁科芳雄にとっても重要な意味を持った。これによって子弟のすべてが高い教育を受け、能力に応じて高い期待を受けるが可能になったからである。

先に述べたように、浜中村は平井祐仙以来、平井家が庄屋を務めたが、享保年間に仁科和平太が庄屋となり、嫡男が無かったので弟の仁科小次郎が継ぎ、その後は嫡男の仁科子兵衛（小平）が庄屋を継いだ[21]。その子が仁科芳雄の祖父、仁科存本@ルビ：ありもと@（別名を匡平）である。

## 祖父・仁科存本と塩田開発

仁科存本は一七九四年（寛政六年）三月に生まれた。先に述べたように敬業館で小寺清

先に学んだ。同門に寄島大浦神社の神職、小川屯がいた。仁科家はもともと六條院村の天台宗円珠院の檀家であったのが、存本の時から大浦神社を崇敬するようになったという[22]。浜中の仁科家の墓所は、存本以降、神式であり、塀で囲んで他の墓碑と区画が区切ってある。その後、存本は筑前の亀井南冥の亀井塾で学ぼうと志したが、父母に止められて辞めた[23]。

存本は一八一五年（文化一二年）、二〇歳にして庄屋となった。彼はとりわけ土木事業を得意とし、この地域の河川工事、砂防工事、農業用水路や用水池の築造を手掛けていた。土木工事の名声により、存本は寄島の干拓と製塩業に係ることになった。寄島は、浜中の南にある地域であり、現在は浅口市寄島町となっている。もともとここに島があり、その対岸の本土も含めて寄島の地名がついた。この島も、大規模な干拓事業によって、完全に陸続きになっている。仁科存本の時代には、まだこの島までは干拓が及んでおらず、この島付近の浅瀬に干拓による陸地が伸び始めていた。仁科存本が寄島における干拓に係ったのは、寄島（大島村）の大庄屋原田国之丞の要請によるものらしい。存本は原田の目につくほど、土木の技で知られていたと思われる。原田は存本に海岸が多く農作物の少ない寄島の人達のために、干拓をして、畑をひろげ、塩田を作ってほしいと頼んだ[24]。存本は引き受け、一八三七年（天保八年）に工事に着工した。伝承によると、存本は工事中に訴訟沙汰に巻き込まれてしまった。窪谷郡大高村笹沖の四郎右衛門・九郎右衛門という二人の人物がやってきて、その場所を干拓しようとしていたと申し立てたのである。両者は幕府に訴えて江戸公事となったが、幕府は岡山藩にまかせた。岡山藩は、二〇日のうちに堤防を作れば存本の所有にすると伝えたので、存本は人を集めて日限のうちに完成させてしまったという[25]。この話は根拠がはっきりせず、事実と確認し難い。しかし、このような一種の英雄譚が残るということは、この事がこの地域の人々や仁科家にこのような事として伝えられ、そして記憶されたことを意味する。

この干拓によって開かれた場所は、中新開と呼ばれ、海に近い所は塩田に、陸側は畑となった。寄島は古くから小規模の製塩はなされていたが、存本の干拓と塩田築造以降、大規模な塩の生産地となった。後に明治以降は陸路の鉄道と、海路の水運を通して、全国に販路を持つことになる[26]。

存本は干拓と塩田開発の功績が認められ、一八四二年（天保一三年）、麻田藩から士籍を得、名字帯刀を許された。三八歳のときのことである。このとき同時に、浜中の「代官」となった。代官とは天領に置かれる行政官であるので、これは俗称に過ぎない。麻田藩のためにこの飛び地の内政を仕切ったのであろう。存本は「代官」としても政治手腕に優れ、公正さで名高かった。また、財政にも通じていたらしい。幕末は各藩にとって、様々な出費がかさんでいた。麻田藩も財政難に陥った。存本は藩のために様々な施策を行い、その一つが浜中札と呼ばれる藩札の発行であった。しかし、明治維新のとき、その藩札、浜中札が無効になったので、存本は私財をなげうって、その賠償をした。ある古老の話によると、「多くの人が、毎日浜中札を新しい通貨に換えて貰いたいと押し寄せてきて、棒や、

鍬で表門の扉をたたいた」「しまいには、藩札に関係のない人まで、金を貰いに、おしよせて来だした」という[27]。そのため、仁科家は多くの田畑を失い、没落を始めた。ただし、寄島の塩田は大きな利益を上げていたので、売らなかった。これによって家の復興を期していたのだろう[28]。

一八八四年八月に、台風が通過した時、干拓地の多い岡山県の沿岸部では高潮・海嘯が発生して、大きな被害が出た。たとえば倉敷では五百名を越える死者を出した。そのうち無縁者を葬った場所が千人塚と呼ばれ、碑が置かれて当時の惨状を伝えている。このときの高潮は浅口郡をも襲い、存本の中新開の堤防が決壊した。当時、存本はすでに九〇歳で隠居していたと思われるが、自分の四子、存譲、存仁、存儀、存正を激励して、塩田を復旧したという[29]。一八九〇年まで生きて、九七歳で亡くなった[30]。

存本は備後国深津郡市村（現在の福山市の一部）の庄屋、佐藤定治の娘の於久仁を妻としたが、早く亡くなったため、その実妹千代を後妻とした。師の小寺清之が市村で教えていたことがあるので、そのつながりであろう。この佐藤家と仁科家は関係が深く、繰り返して婚姻関係を結んでいる。また、仁科家はおそらくこの縁戚関係によって市村にも地所を持つようになった[31]。市村は福山藩、譜代の名門阿部氏の領地である。幕末のこの時期には、藩主阿部正弘が老中筆頭として、ペリー来航後の難局に直面し、一八五七年（安政四年）に病没するまで、安政の改革を行った。福山とのつながりによって、仁科家にも国政に関する情報が入っていたかもしれない。

## 仁科存本の息子たち

存本の四人の息子たちは、仁科三家すなわち本家、元屋敷、中屋敷と養子となった阿部家の四家に分かれた。先に述べたように、長男が財産をすべて相続するのではなく、分家して分割相続し、それぞれ一家をなすのが仁科家の伝統だったらしい。

本家は長男存譲@ルビ：ありよし@が継いだ。存譲は一八二〇年（文政三年）三月一八日生れ、敬業館で二代目小寺廉之に学び、後に麻田藩士となったという。存本が亡くなり、芳雄が生れたのと同じ年、一八九〇年一月八日に逝去した[32]。存譲の息子は存之、その息子を克己という。克己の長男泰は、第六高等学校に学び、九州帝国大学大学医学部を大正一三年九月に卒業した。後、満州に勤務していたが、終戦前に病死した。二男存@ルビ：たもつ@は理学博士となり、金属材料を専門として、東北大学教授となった。存と芳雄は後に研究上深いかかわりを持つようになる。

二男存仁（七郎）は一八二七年（文政一〇年）生まれ、中屋敷家を継いだ。中屋敷とは仁科家の屋敷が三軒並んでいたというので、その二件目の屋敷なのであろう。明治天皇が睦仁だから仁と書くのは恐れ多いといって存二と書いていたという[33]。存二も敬業館に学び、後に福山で天海文九郎に砲術を学んだ。大政奉還前には麻田藩の藩士として召抱えられ、海防にあたったが、明治維新後士籍を返上し、後には軍人となった[34]。存二の子藤太郎の代になって、ある者に騙され、殆どの財産を失い、僅かに残っていた納屋と土地もそ

の息子晃の学資にするために売り払ってしまったという。晃は芳雄らから学費の支援を受け、医者になった[35]。

三男存儀は、阿部家に養子となって健吾と名乗った。阿部家は、上新庄村の庄屋であり、仁科家の前に「代官」をしていた名家である。存本の後は阿部家が浜中村の庄屋も兼ねた。阿部健吾は小寺清之に学んで、とくに書と和歌を良くしたという。また一時期私塾を開いて漢学を教えた[36]。

四男存正が、元屋敷家を継いだ。元屋敷というのは、存本が最初いた屋敷を指す。そして、存正こそ、仁科芳雄の父である。彼については後に述べる。

屋敷を分けただけではなく、存本の残した寄島の塩田も仁科三家で分けて、管理していた。重見之雄氏による寄島町役場の記録の調査によれば、寄島には一から一五まで番号のついた塩田があったが、そのうち一から七と、一〇が仁科家の所有だった。一八八四年（明治一七年）の時点で、一から六が存譲、すなわち本家の所有になっており、七と一〇が仁科芳雄の兄、亭作の所有になっている。ただし、一八九二年に、一〇が中屋敷家の藤太郎の所有になり、さらに一九〇六年に一から七が亭作の所有となった[37]。一九〇二年（明治三十五年）付の文書によると、財産の名義を分け、上がった利益と費用については、本家六、中屋敷家・元屋敷家が二ずつとするよう書かれている。そして、寄島の不動産は亭作のものにするよう書かれている。これはおそらく塩田の名義を元屋敷家の仁科亭作のものにして経営をまかせつつ、利益は分配する形にしたのではないかと思われる[38]。

## 仁科の父母と長兄・亭作

仁科芳雄の父、存正は、一八三六年（天保七年）に生れた。彼も存本と同様に敬業館に学んでいる。寄島の干拓をめぐる訴訟のとき、江戸に上京し、その際に剣術の修行をしたという[39]。そのとき、道中同行し、剣術でなく蘭学を学んだのが後に適塾で学ぶ原田一道（磊蔵）だったというが、詳しい記録は残っていない[40]。故郷では、父存本を助けて、農業を行い、毎日、浜中から八キロほど離れた寄島まで歩いて、塩田の見回りをした。

母津禰（またはツネ、常、常子）は、一八四一年（天保一二年）に生まれた。備後国神石@ルビ：じんせき@郡高蓋村の庄屋、大崎嘉兵衛の娘である。嘉兵衛を継いだ息子陸太は、維新後高蓋村の村長になった[41]。一八五九年（安政五年）、津禰一八歳の時、仁科家に嫁入りした。婿在正は二三歳である。大崎家との仁科家との関わりはよく分からない。高蓋村は、神辺のさらに北の山奥にあり、豊前中津家の飛び地であった。あるいは市村の佐藤家と関わりがあったのかもしれない。いずれにせよ、仁科家の家格にふさわしい配偶者は近辺には見つからず、遠くまで求めたということはありそうなことである。松本一によると、津禰は稀に見る賢夫人であったという。裁縫、書道、料理に長じ、少女のころから幾度となく、城主の料理を申しつけられていた、とある[42]。高蓋村が豊前中津、現在の大分にあった大名の飛び地であったことを思うと、頻繁に城主の料理を申しつけられていたことは考えにくい。しかし、書は書簡に残り、確かに美しい筆跡である。芳雄も書道を得

意としたが、幼時より母の教えも受けていたのだろう。

津禰の教育方針について、松本一は「子供たちは常に自由にまかせ、正しい方向さえ示してやれば、それでいい。いたずらに童心に制圧を加えることは、折角のびかけた芽を、霜に会わせるようなものだ」というのが、津禰の持論で、家族の事柄を決めるときにも、子供たちに協議させ、その意見を尊重したと書いている。これについては特に証拠となる文書はないが、九人もの子どもがいる大家族で、しかも芳雄が生れたころには長男はすでに成人しているので、子供の意向を尊重したことはありそうなことである。大家族でありながら、全体として情愛に満ちた家庭を作ることに成功していた。幼いころの芳雄にとっては、母津禰は甘えることのできる存在だった。彼は羊羹が好物で、夜中にどうしても羊羹が食べたいとむずかったことがあった。しかし、当時は羊羹など夜中に入手できるようなものではなかった。津禰は小豆を煮て、砂糖を加え、手製の羊羹もどきをつくった。芳雄がそれを食べて落ち着いてから、わがままを言ってはならぬと諭したという[43]。父が亡くなって後は、兄らが父親代わりにとなったとはいえ、津禰が唯一の親であった。

存正と津禰の夫婦は多産であり、九名の男女を残した。この芳雄の生涯にとって特に重要なのは、芳雄の三名の兄である。なぜなら、彼ら自身の人生経験とその意見が、芳雄のものの考え方や、人生上の選択に大きな影響を与えたように思われるからである。とりわけそれは、これまで触れてきた地域における土木工事による立身という模範と芳雄自身の生き方の間をつなぐものであるように思われる。

長兄亭作は一八七〇年七月二五日に生れた。芳雄とは二〇歳年が離れており、父存正は芳雄が一六歳の時に没したので、その後は、芳雄の父親代わりとなり、芳雄が仁科家を出て活躍するのを励ました。亭作は、存本以来の仁科家の伝統である製塩業を継いだ。先に述べたように、一九〇二年に仁科三家の財産整理を行ったとき寄島の新田が譲渡されて亭作の名義となっており[44]、それ以降、塩の製造販売をする仁科商会の経営者となっていた。中屋敷家の仁科晃は甥にあたるが、亭作のことを「清濁併せ呑むというような、胆力の大きい人であった」と回想している[45]。しかし、次に述べるような事情で、事業に失敗し、塩田を売却してしまった[46]。

なお、亭作の子、嘉治男は芳雄より四歳下の同年代であり、芳雄のことを「芳兄さん」と呼んでいて、芳雄にとっては弟のようなものであった。後に芳雄の後を追って岡山中学に入り、寮で同室になった。戦後に芳雄が科学研究所の社長になったとき、計理課長として手伝っている[47]。

## 発明家・次兄遠平

次兄遠平、またの名を敞弘は一八七二年に生れた。発明家であり、一時期成功して、その半生は立志伝中の人物としてもてはやされたこともあった。以下の記述はその立志伝的な記述を当時の新聞、とくに読売新聞に基づいて記すものである。他の資料で裏付けられる点もあるが、おそらくは遠平自身の誇張が入っており、事実とみなすべきものではない。

しかしながら、遠平の成功が当時世間でどのように語られたかを見ることができる。

遠平は最初、海軍将校を志して二一歳のとき上京して攻玉社に入学したが、四年生のとき兵学校の試験を受けて、身体試験で落とされてしまった。遠平から存正への書簡によると、歯か欠けている上に、虫歯があるので落とされたとある[48]。そこで北海道へ移住して開拓事業にのりだしたが、うまくゆかず、学問を学ぶために札幌農学校農芸伝習科に入学した。札幌農学校は良く知られているように初期には新渡戸稲造や内村鑑三を輩出した当時の有力な高等教育機関であった。その中で農芸伝習科というのは、農学校の正規の学生が入る本科とは別に、一八八七年に設置されたものである。これは北海道の農家の子弟や、開拓民となることが確実である者を対象とし、学資を支給して、二年間の実践的な農業教育を施した。卒業後五年間の職業については北海道長長官の認可が必要であるとされている。遠平はここを一八九四年に卒業したことは確認できる[49]。

その後、北海道の開拓に臨んだがやはり失敗した。ウラジオストックやボンベイに行って事業をしようとしたが失敗した。自暴自棄になって、大酒を飲み、大金を浪費したので、亭作は遠平を勘当してしまったという。以後、湯屋の三助・釜炊き、鉱夫、炭鉱商の番頭、炭鉱の事務長など、様々な職業を転々とした。おそらくその間に炭鉱についての知識を身に付けたのだろう。三二歳になって、北海道の奥地へ炭鉱を探しに行った。そこで無煙炭の炭鉱を見つけ、一攫千金を得たかとおもいきや、送ったサンプルから産出される石炭が実用に適さないことがわかって、落胆した。しかし、後志国赤井川付近、現在の余市郡赤井川村のあたりで採集した珪藻土が製紙の原料となることを知り、王子製紙会社に鑑定を依頼したところ、良質の珪藻土なので、毎月五〇〇トン買い取るという。そこで、喜んで、資本金三万円を得て、五〇〇トンの珪藻土を北海道から東京に運んだ。ところがその珪藻土には不純物があることが分かり、山師とみなされて、契約を破棄されてしまった[50]。

遠平は、最近結婚した終子夫人とともに、珪藻土の大量の在庫を抱えて途方にくれた。そこで「従来の事凡て一種の山気であった」と始めて悟り、これより真面目に頑張ろうと心機一転した。酒煙草をやめ、なんとかその珪藻土を活用する方法を見つけようと、上野図書館に通って理化学書の研究を積んだ。そして、ようやく、その珪藻土を保温材に使うという発想を得、一九〇七年一二月に仁科保温材の特許を得るに至った。それにより、亭作から勘当を許され、仁科商会で保温材を売り出して、毎月七万円以上の利益を上げたという[51]。

さらに遠平は、保温材に加えて、防火材を発明し、自らの名前をもじって「エンペル」と名付けた。当時の新聞は、遠平をもてはやし、「世界を驚かす可き大発明」、「火事は今日限り地球上より無くなる」とまで書き立てた[52]。そして一九〇八年九月二九日の読売新聞は、一〇月一日午前一〇時に三菱原でエンペルの実地試験をすると予告している。これはエンペル剤で作った土蔵と、エンペル剤を塗った防火壁を使い、その廻りに木材を積み重ねて、火をつけ、燃えるかどうか試す、とある[53]。そして、一〇月二日の記事で、その結果を報告している：

@引用@
午後一時よりエンペル土蔵及び防火塀に火を放ちて防火大試験を挙行せしが之は入蔵物品被害の程度を試験する為にて土蔵中には最も火の付き易い紙製小旗数百本と大提灯一張及び紙綿羽根等で製したる雑多の玩具品と発明家夫妻の苦心を記したる我読売新聞とそれから一円札三十枚混ぜ込みて四囲をば数百本の木材にて囲み石油をづぶと注ぎ掛けて点火したるに猛火は見る々々空を焦して三菱原は時ならぬ偉観を呈したり。されど火焔に包まれたる土蔵及び防火塀は貧乏ゆるぎもせず只其表層を損じたるのみなりしが一時間後土蔵の戸を開きて数百本の小旗を取り出しこんなもんだと打ちふりし時は構内構外に打寄せたる数万の観聞人は狂喜の様になりて拍手喝采せり[54]。
@引用おわり@

この公開実験より後に仁科商会が作成したエンペルの宣伝のパンフレットには、エンペルの効用として、以下のことが挙げられている。防火「エンペル」は防火建築材料として最も進歩した、確実有効な塗料である。「エンペル」は防火剤であると同時に、非常に水に強く、給水量はわずかに百分の六に過ぎない。屋根、水槽、水道にも使用すれば、「最も妙」とある。列記された効能は、耐寒、弾力、保存、防響、重量、外観、殺菌と続く。水に強く、「永久的殺菌力」があるので、病院、浴場、便所に応用すれば「頗る衛生的」であるとうたっている。エンペルがそもそも何を成分とするのかは、上に言及された珪藻土を主成分とするのであろうこと以上には書かれていない。パンフレットによれば、「エンペル」粉と「エンペル」液からなり、使用する前にそれをよく練り合わさなければならない[55]。また、先ほどの新聞記事には「エンペル中に含まれたる沃度加里と「ガラクトーゼ」の為めに殺菌瓦斯を放散する期間甚だ永く自然に消毒作用を為す」とある[56]。「ガラクトーゼ」とはガラクトースのドイツ語読みと思われるが、これとヨードカリすなわちヨウ化カリウムと反応してどのような殺菌ガスを放出するのかは不明である。

遠平自身を讃えるのみならず、当時のジャーナリズムは、終子夫人まで、その内助の功を称え、偉人にまつりあげて道徳譚に仕上げた。一九一二年に出た矢野織重編『袖擦百話』というのは古今東西の女性の逸話を集めたもので、そのうちの一話が「仁科遠平氏夫人終子」となっている。おそらく、上記の記事をもとに脚色を加えたのであろう。「常に夫に先き立って自ら労働し、少しも厭ふ気色もなく、千辛万苦の中に至って、有形無形よく夫を援助して終に今日の成功をなさしめたのである」と書く[57]。

## エンペルの失敗と仁科家の没落

残された記録を見る限り、遠平の発明品の科学的根拠は極めて疑わしい。遠平が、このような発明を行うだけの科学的素養を持つことを示すものがない。学会の反応も否定的だった。遠平のこの防火剤とその公開実験は、当時の日本建築学界も関心を寄せ、実験その

ものも建築学界誌に報告されている。その上、一九〇九年には、日本の建築界の重鎮であり、当時建築学会の会長をしていた辰野金吾が「「エンペル」に就いて」という文章を書いている。仁科商会の中村康之助という人物が建築学会の準員（準会員）になっているが、この人物が辰野の所へ行って、エンペルのサンプルを渡し、かつ公開実験を説明して、辰野の意見を聞いたらしい。辰野は、建築の防火は壁の塗装材料のみの問題ではないと考えており、扉や窓等についてはどうなのか、という点や、エンペルを重ねて塗ることによる「肌分かれ」（重ね塗りにより剥離）の可能性について疑問を挙げている。そして実験は派手だが「非科学的」であるとし、「「エンペル」は説明の如く果して有効なるや否やは疑問として今後大いに研究を要する問題なりと信す」と結んでいる[58]。

仁科商会は遠平の発明品によって、一時期成功していたものらしい。しかし、木村毅の「仁科芳雄」や『里庄町誌』によると、「大倉美術館」にエンペルが使用されたところ、ひび割れ水漏れを起こしてしまったために、評判が急速に下がったという[59]。エンペルは水漏れをしないことをうたっているので、これは誇大広告を示すものであった。この大倉美術館というのが倉敷の大原美術館の誤りなのか、それとも東京にある現在の大倉集古館のことなのか、明らかではない。しかし、先ほどの仁科商会の小冊子にエンペルが使用された場所の一覧があり、その一つとして、「大倉邸」というのがあるので、おそらくは一九一七年に出来た大倉集古館のもととなった大倉喜八郎の邸内の私設美術館ではなかったかと思われる。いずれにせよ、この失敗をきっかけに評判を落とし、商業的に大損失を出した。出資していた仁科一族全体に大きな損害を与えたことは間違いない。そのせいか、仁科家の親戚・家族の遠平に対する評価は芳しくない。仁科晃によると、遠平は「発明マニア」であって、「発明しても、それを更に改良して進めていくのでなく、発明したら、全く別のものに熱中する」と思われていたようだ。そして、仁科商会を通して遠平の発明品に投資していた本家と元屋敷家は持っていた田畑の多くに加えてと寄島と松永の塩田も手放さなくてはならなくなったという[60]。これによって仁科家の衰退は決定的になった。

このように遠平は失敗した。それでも遠平は東京に屋敷を構え、東京時代の仁科はそこに寓居することになる。おそらくそれ以上に重要なのは、ここで遠平が提示している人物像、あるいは社会的な成功の追及の仕方が芳雄にとっても一つの選択肢を与えていたことである。明治維新以降、発明家という職業が誕生し、研究開発による新しい産業製品の発明と、その販売による経済的、社会的成功という概念が生れた。仁科遠平は、この明治時代の新しい環境に、故郷において土木工事による成功というモデルを適応させたと言えるように思われる。鳥越新兵衛や、仁科存正が、短期間で干拓工事を終わらせて、彼らの技術の高さと正統性を実証したように、遠平もまた、三菱原の公開実験によってエンペルを実証しようとしたのだった。

## 三兄保夫、姉たちと弟・正道

三男保夫もまた、技術によって身を立てる人生を選んだが、遠平と対照的に目立たない

が、堅実なキャリアを歩んだ。一八八二年に生まれ、もともと小平太といい、前述の佐藤家に後継ぎが生れなかったので、養子になり、佐藤家の先祖から字をとって保夫と改名した。またの名を博正という。しかし、佐藤家に実子が生れるなどの事情により、結局仁科姓に戻ったらしい。保夫は福山中学で学んだあと、東京高等工業学校（現在の東京工業大学）電気科電気機械分科を一九〇八年に卒業し、岐阜県の船津電燈に就職した[61]。三菱工業会社・宇治川水力電気会社を経て、玉川電気軌道に入社した。玉川電気軌道は後の玉川電気鉄道であり、現在の二子玉川と渋谷を結んでいた。しかし、一九一四年にこの会社を辞めたあと[62]、高山にうつり、飛騨電燈に入社した。飛騨電燈は住民平@ルビ：すみみんぺい@によってつくられた電力会社で、一九〇五年に小八賀川に下切発電所を作り、高山町に電力を供給していた。これが飛騨地方における最初の水力発電であり、岐阜県では二番目のものであった。小八賀川は福井を経て日本海へそそぐ神通川の支流である。伊勢湾にそそぐ飛騨川流域は、現在でも水力発電が多くなされているが、当時からこの地方は水力発電の適地として注目され、大正初期から各地に小規模な発電設備が誕生していった。これらは最初、村や組合や会社や自家用の発電機であったが、商業的な電力会社も設立され、それらが次第に大手電力会社に併合されていった[63]。飛騨電燈もまた中部配電、後の中部電力に統合されていくことになる。保夫は後に飛騨高山電気会社技師長取締役となり、発電所三か所を建設したという。これは飛騨電燈をでて、当時多く作られた小規模発電所の建設を請け負う会社を作ったのかもしれない[64]。

年が離れて親に近い亨作や、芳雄が子どもの頃はほとんど仁科家から離れていた遠平と異なり、保夫は芳雄とは年が近く、幼時から遊び相手であった。三人の兄の中では特に親しく、かつ芳雄の良き理解者であったのではないかと思われる。後に見るように、芳雄の性質を見た上で、親身な助言を芳雄に書いて送っている。一九〇九年一二月一三日の手紙は、保夫が堅実を旨としていることを示している：「秩序ある今後の社会に於てはより以上に堅実なる者がつまり優勝者たる訳だろーと思ふ芳さんどー思ふ？」[65]。

芳雄には四名の姉と弟が一人いた。彼らについてはあまり詳しいことが分からない。長女勢伊（別名、喜代）は中屋敷家の藤太郎、次女陸子、または陸は、本家の克己に嫁した。仁科家の者は程度の差こそあれ、和歌を嗜み、例えば芳雄も和歌を残しているが、その中でも陸子は歌人としても知られている。三女の豊@ルビ：とよ@は別名を道子と言い、阿部健吾の息子阿部太郎に嫁した。戦後まで健在で、松本一氏が芳雄の幼少時のことをこの人物に聞いている。四女徳子、または徳@ルビ：とく@は、内田金衛の妻となった。内田家は倉敷の実業家である。倉敷といえば、現在大原美術館や旧大原家住宅で知られ、倉敷紡績を設立した紡績業の大原家や、共に倉敷紡績を起した新田・塩田開発の大橋家が著名であるが、内田家も当時倉敷の金満家の一つであったという。江戸時代は呉服商であり、屋号を尾原屋といった。児島郡尾原村から出たからであろう。現在でも、尾原屋として倉敷本通りに衣料店を営んでいる。内田家はかなりの財力をもっていたらしく、後に留学中の仁科芳雄に援助を与えている[66]。

弟正道は、芳雄と仲がよく、芳雄は兄としてよく面倒を見た。そのことは次章でも触れるだろう。芳雄の後を追って岡山中学を受けたが合格せず、かわりに津山中学に入学した。後に、血族結婚の害を恐れた芳雄の反対にも関わらず、前述した市村の佐藤家に婿養子に出て、佐藤正道と名を変えた。熊本高等工業に進学したが、在学中に夭折した[67]。

## 没落する豪農としての仁科家

日本の科学界における指導者の文化的な型として、武士、侍ということが国外の研究者によって挙げられることがある。武士のイメージが科学における指導者という役割のありかたを規定したという考え方だ。たとえばM・ロウ（Morris F. Low）は、仁科や朝永といった日本の物理学のリーダーたちにそのような考え方を当てはめようとした[68]。しかし、これは「サムライ」のイメージを利用した、オリエンタリズムというべきだろう。たしかに、戦前の日本の科学者には士族階級の出身者は少なくない。しかし、士族階級以外の科学者もおり、たとえ士族であっても所謂武士道的な倫理観は必ずしも彼らの行動を律するものではなったし、武士階級だけがリーダーであったわけではない。

仁科存本は青木藩に藩士にとりたてられ、その息子存譲と存仁も士分を与えられ、存正は剣術を習ったりしているが、それは仁科家の歴史においては幕末に起こった珍事であるにすぎない。仁科家の家業は里庄とその周辺に根差した農業や塩業であり、藩主に仕えることではなかった。そして明治維新後、仁科家の人達の多くは士籍を返上し、平民と名乗っていた。たとえば仁科芳雄も、大学の名簿等には岡山県平民と記載されている。仁科芳雄について、その文化的背景を武士の伝統に求めることは、仁科芳雄の理解には、ほとんど有益でない。

むしろ江戸時代の豊かな農村部において、地域のリーダーであったのは必ずしも武士ではなく、豪農だった。下級武士が主君を戴き、その命令に服するためにしばしば階層的・官僚的な桎梏に縛られるのに対し、豪農は自律的に行動し、学問を身に着け、事業を興す存在であり得た。そして、仁科家のあったこの地域はまさにそのような豪農が活躍しえた場所だった。なぜなら、そのような豪農たちが、干拓事業を興し、人を動かして、土地をひろげたからである。そして干拓で開かれた土地で製塩事業が行われた。それこそ仁科家において存本の時代からなされたことであった。

仁科芳雄が子ども時代を過ごした浜中は、ギャリソンが描く、アインシュタインが特許局勤務時代を過ごしたベルンのような、近代の科学技術の産物、すなわち時計があちこちにあるような場所ではない。もちろん、そこから科学理論が出たわけでもない。しかし、土砂の多い川と遠浅の湾のために、江戸時代以前からの治水・干拓事業、そして拓かれた土地での製塩業が盛んな土地であった。同時に、江戸時代後期には学問の盛んな地方であり、付近に文化人が住み行き交う場所でもあった。そこには平井祐仙や鳥越新兵衛のように、土木事業を用いてその地域に干拓を行い、環境を変え、人々の暮らしを豊かにする人達がいた。塾を開いて学問を進める人達がいた。これらの人々が

拓いた土地、築いた土手などからなる景観自体が、技術によって環境を変えていく人の営みを記録する歴史的な装置となっていた。彼らの偉業は時には誇張されて、碑文に記されて人工物と共に風景となり、伝承として伝えられて人の記憶の一部となった。

仁科家もまたこのような環境の中で、浜中の庄屋として、地域の指導者の地位をもっていた。仁科家は、エクスナー家のような偉大な学者一族ではなく、あるいは後に触れる同じ岡山県の箕作家とも比較にならなかったが、それでも一族のもつ伝統と文化はたしかにあって、仁科兄弟の間にもある程度、共有されていたように見える。仁科家は武士ではないが、平井や鳥越のような地域の指導者の立場にあった。そのなかで、仁科存本は、仁科家を繁栄に導いた偉人であり、見習うべき人物とされた。仁科芳雄の長兄亨作は、「自分達は存本翁を見習って努力してきたが、お前の手本とする人物は、芳雄ぐらいである」と述べていたという[69]。仁科自身にとって、見習うべき人物として存本がいたのは間違いないだろう。

仁科にとって家族は重要な存在であり続けた。母津禰と、三人の兄たちは、仁科が進路を決めるのにあたって重要な指針となった。三人の兄達と、芳雄自身は、みな技術や産業に関係した職業に進んだ。没落しつつある名家において、長兄亨作は製塩事業で、そして後に、遠平の発明を商業化することによって、家を再興しようとしていた。次兄遠平は、発明品によって身を立てようとした。他方、三兄保夫は学校で工学を学び、電気技師となって、会社に勤め、一定の成功を収めた。後に見るように、この三人の兄達は、芳雄の人生の岐路において様々な助言をしたばかりでなく、自らの人生を見本として、芳雄に提示したのである。同時に、家族のなかで自分がもっとも将来を期待されている人間であることは明らかであっただろう。そうして、芳雄は没落した家の再興を自分の責務の一つとして意識するようになる。

---

1 Galison, Peter L., *Einstein's Clocks, Poincaré's Maps* (W. W. Norton, 2003)〔松浦俊輔訳『アインシュタインの時計ポアンカレの地図: 鋳造される時間』(名古屋大学出版会, 2015)〕.
2 Coen, Deborah R., *Vienna in the Age of Uncertainty: Science, Liberalism, & Private Life* (University of Chicago Press, 2010).
3 仁科芳雄「私は何を読んだか：留学時代の回想」『原子力と私』(学風書院, 1950), pp. 224-230, 特に p. 224.
4 岡道夫『里庄村誌』(岡道夫, 1927), p. 26.
5 花田一重@ルビ：いちじゅう@編『里庄町町誌』(里庄町役場, 1951), p. 84; 里庄町誌編集委員会『里庄町誌』(里庄町役場, 1971), p. 390.
6 『井原・笠岡・浅口今昔写真集』(樹林舎, 2014).
7 岡, 前掲注 4, p. 148.
8 笠岡市編『笠岡地方干拓史』(笠岡市, 1959), p. 19-21.
9 里庄町誌編集委員会, 前掲注 5, p. 458.
10 岡, 前掲注 4, p. 33.
11 笠岡市編, 前掲注 8, p. 29.
12 笠岡市史編さん室『笠岡市史』第2巻 (笠岡市, 1989), pp. 454-455.

[13] 笠岡市編, 前掲注 8, p. 29.
[14] 岡山県浅口郡役所編『浅口郡誌』（岡山県浅口郡役所, 1925）, pp. 564-567.
[15] 木村毅「郷土人物伝第一話：仁科芳雄」『山陽新聞』（夕刊 1960 年 5 月 13 日から 8 月 30 日）のうち、第 25 回および 26 回. 以下、この文献は「木村「仁科芳雄」(25)」のように記す.
[16] 渋沢栄一「祝詞」阪谷芳郎編『阪谷朗廬先生五十回忌記念』（阪谷芳郎, 1929） <https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/1210606>, pp. 56-65.
[17] 高田九郎編『笠岡町誌』（岡本文明堂, 1917）, pp. 48-49.
[18] 高田編, 前掲注 17, pp. 40-41.
[19] 北澤繁樹『仁科氏』（東京図書出版会, 2010）.
[20] 岡, 前掲注 4, 前掲 p. 170.
[21] 里庄町誌編集委員会, 前掲注 5, p. 63.
[22] 花田一重「仁科芳雄：卓越せる科学者　真の人格者」『教育時報』17 巻 9 号（1965 年 9 月）: 46-51, 特に p. 48.
[23] 里庄町誌編集委員会, 前掲注 5, p. 468.
[24] 木村「仁科芳雄」(27).
[25] 花田, 前掲注 5, pp. 89-90.
[26] 藤沢晋編『寄島町誌』（寄島町役場, 1966）, p. 129.
[27] 仁科晃「仁科博士の思い出」『高梁川』32 号（1975 年 8 月）:4－19, 特に pp. 10－11.
[28] 岡, 前掲注 4, 176.
[29] 笠岡市編, 前掲注 8,p. 347.
[30] 岡, 前掲注 4, p. 176.
[31] 「仁科家本別三家財産分離に付契約書」（1902 年 6 月 29 日）科学振興仁科財団 仁科会館. 佐藤家と仁科家の関係に関しては,「備中国浅口郡代官の娘ナカの自伝」というウェブサイトに詳しく書かれており, 現在最初の 2 章を見ることができる: <https://geolog.mydns.jp/www.geocities.co.jp/insiki_inhe2/>. これは存本の娘で佐藤家に嫁入りしたナカ（仲）の手記というものである. 出所が不明なので, 信頼性に懸念があるが, 見たところ他の情報との矛盾は見当たらない.
[32] 仁科晃, 前掲注 27, p. 10.
[33] 仁科晃「仁科芳雄博士と私」『岡山県医師会報』400 号（1973 年 10 月）: 22-25, 特に p. 22.
[34] 岡, 前掲注 4, p. 177.
[35] 仁科晃, 前掲注 27, p.  22.
[36] 岡, 前掲注 4, p. 180 頁 ; 花田, 前掲注 5, pp. 59, 92.
[37] 重見之雄『瀬戸内塩田の所有形態』（大明堂, 1993）, pp. 197-199.
[38] 「仁科家本別三家財産分離に付契約書」（1902 年 6 月 29 日）科学振興仁科財団 仁科会館.
[39] 仁科晃, 前掲注 27, p. 6.
[40] 松本一「仁科博士の生い立ち」**『伝記と回想』** pp. 106-130, 特に p. 109; 木村「仁科芳雄」（28）および（29）.
[41] 井上泉・イシイ省三編著『原子物理学の父仁科芳雄』（岡山文庫, 2004）, p. 9 頁.
[42] 松本, 前掲注 40, p. 112.
[43] 松本, 前掲注 40, pp. 112-113.
[44] 「仁科家本別三家財産分離に付契約書」（1902 年 6 月 29 日）科学振興仁科財団 仁科会館.
[45] 仁科晃, 前掲注 33, p. 22.
[46] 重見, 前掲注 37, p. 199.
[47] 仁科嘉治男「叔父・仁科芳雄の思い出」**『仁科芳雄』** pp. 189-199.

[48] 仁科遠平から仁科存正への書簡（1891 年 8 月 1 日） 科学振興仁科財団 仁科会館.
[49] 札幌農学校編『札幌農学校一覧 明治 27-31 年』（札幌農学校, 1897）, pp. 2-3. 読売新聞の記事では明治 29 年の卒業とあるが、誤りと思われる.
[50] 「大発明家の苦心（上）：遠平氏の奮闘的生活」『読売新聞』（朝刊, 1908 年 9 月 30 日）, p. 3.
[51] 「大発明家の苦心（下）：現代の模範的夫人」『読売新聞』（朝刊, 1908 年 10 月 1 日）, p. 3.
[52] 「火事は今日限り地球上より無くなる：エンペル防火剤は世界的大発明」『読売新聞』（朝刊, 1908 年 9 月 29 日）, p. 3.
[53] 「火事は...」, 前掲注 52, p. 3.
[54] 「三菱原の防火試験：「エンペルの」大成功」『読売新聞』（朝刊, 1908 年 10 月 2 日）, p. 3.
[55] 『防火剤エンペル』(仁科商会, 日付無し).
[56] 「火事は...」, 前掲注 52.
[57] 矢野織重編『袖擦百話』（東京滑稽社, 1912）, pp. 118-119.
[58] 辰野金吾「「エンペル」に就いて」『建築学会雑誌』23（1909）: 46.
[59] 木村「仁科芳雄」（34）；里庄町誌編集委員会, 前掲注 5, p. 479.
[60] 仁科晃, 前掲注 27, p. 9.
[61] 東京高等工業学校編『東京高等工業学校一覧 従明治四十二年 至明治四十三年』（東京高等工業学校, 1910）, <https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/813048 >, p. 122.
[62] 仁科博正（保夫）から仁科芳雄（1914 年 4 月 28 日） 科学振興仁科財団 仁科会館.
[63] 中部電気株式会社『飛騨川：流域の文化と電力』（中部電力株式会社, 1979）, pp. 515-526.
[64] 保夫の経歴は完全にはわからないが、以下のものに依った：『東京高等工業学校一覧』；里庄町誌編集委員会, 前掲注 5, p. 484. 玉川電気軌道と飛騨電燈については、前者の卒業生名簿で確認できるので、確かであると思われる.
[65] 仁科保夫から仁科芳雄（1909 年 12 月 13 日）科学振興仁科財団 仁科会館.
[66] 仁科の姉らについては, 喜代, 陸子, 豊, 徳子と標記する.
[67] 仁科晃, 前掲注 27, pp. 9-10.
[68] Low, Morris, *Science and the Building of a New Japan* (Palgrave Macmillan, 2005).
[69] 仁科晃, 前掲注 33, p. 23.

# 第三章　仁科芳雄の少年時代と進路の決定

仁科芳雄は一八九〇年一二月六日に生まれた。仁科の子供時代から、岡山の第六高等学校に進学し、大学での専攻を決めるまでの時期は、仁科の形成期である。この時期を見ることによって、なぜ仁科が大学での専攻を工学、とくに電気工学に決めたのかが明らかになる。前章で示唆したように、彼の兄たちは仁科にその進路の見本を見せていた。仁科の進路はこれらの見本に大きく左右されており、それと同時に、仁科家の経済的な状況があった。この時期の仁科芳雄は、あくまで里庄浜中の仁科家に属する存在である。兄亨作はその点鷹揚で、芳雄がむしろ国家にとって有用な人物となることを期待するのだが、仁科自身は没落する仁科家を再興させることに強い使命感を抱いていた。その中で、学者、すくなくとも純粋に知識を追求するような学者になることはまったく想定の中には入っていなかった。その上、仁科自身、たいていの科目で良い成績をとっており、特定の学問に強い関心を抱くということはなかった。このような背景で、仁科としては、学問を通した立身出世、それによる仁科家の再興を目指して進路を工学分野に定めた。

## 里庄時代

仁科芳雄が生まれた一八九〇年は、その初めに本家の存譲が死に、続いて祖父存本が亡くなった年でもある。仁科は元屋敷家、すなわち仁科存本がいわゆる「代官」をしていたときに住んでいた家に八番目の子として生まれた。大勢の兄や姉や使用人にかわいがられたことだろう。ふだんは「よっさん」などと呼ばれていたようだが、家族の間の書簡などでは博光という名前も用いられた。仁科は、この本屋敷家に高等小学校までずっと住んでいた。このかつての「代官屋敷」は、仁科芳雄博士生家として保存され、現在でも訪れることができる。

仁科芳雄の少年時代について確実にわかっていることはあまり多くない。没後すぐに書かれた松本一の記事は、関係者、とくに存命だった仁科の姉、豊（道子）らの証言をもとに多くの記述をしている[1]。木村毅@ルビ：き@が山陽新聞に連載した「仁科芳雄」も、その当時はまだ生存していた関係者からの情報を得て書かれたもので、現在では得難い内容を含んでいるが、出典が不明であるのが難点である。それ以外に、花田一重@ルビ:いちじゅう@の記事もまた、関係者の証言を使ったものと思われる。

松本氏によれば、芳雄が六，七歳ごろの芳雄について、豊が次のように語っていたという：

@引用@

村で評判の朝起きの早い父が眼をさますと、芳雄はいつもちゃんと起きていました。父は小作地や塩田を朝の散歩がてらに見て廻るのがならはしでしたが、芳雄はいつも

一緒、父の羽織のすそにつかまっていました。そしてある秋の朝、芳雄は「父ちゃん、塩田の水はあんなにたくさんあってもお陽さまに乾くととても少くなって、お釜で煮ると僕でも持てるくらいになる。お米だって、お麦だって、一しょだね。あのお山も野原も田甫や塩田にしなければいけないね」と云っていたそうです。父はその時のことを晩年まで申しておりました。「百ページ読んでも覚えるのはせいぜい十ページだ。それが本当に身についた知識となるのは一ページくらいなものだ。その一ページが、つもりつもって、お前達は一人前になれるのだ」と、芳雄はその一ページが僅かであるとも、努力に対して効果が少いことも、全然気にしないで、幼い日、塩田をみつめて小首をかしげた疑問に一生かかって回答したのだと思います[2]。
@引用終わり@

芳雄にとって、幼少時から製塩事業は身近なものであったのだろう。そして、父から存本の事跡について詳しく聞いたに違いない。さらに、このエピソードは、彼が製塩の営みから人生の教訓を学び取ろうとしていたことを示している。こうした体験を通して、故郷の歴史とその伝統が仁科自身のものの考え方に深く浸透したと思われる。

没落しはじめたとは言え、豪農の旧家に生まれ、芳雄は、使用人に囲まれ、不自由のない子供時代を過ごした。羊羹を欲しがり、家族を困らせたことについては前章で述べた[3]。学校での成績が良かったことは言うまでもない。しかし、必ずしも幸福な少年時代ではなく、蓄膿症に悩まされ、家の外では疎外され、孤独ですらあった。

## 新庄小学校と生石@ルビ：おんじ@高等小学校

仁科芳雄は、一八九七年四月に新庄尋常小学校（現在の里庄西小学校）に入学した。この学校はもと醇成小学といい、明治六年に上新庄、下新庄、浜中の三村が立てたものである。一八九三年に新庄尋常小学校と改称されていた。

芳雄が尋常小学校を終えた一九〇一年に、新庄尋常小学校に高等科が設置され、新庄尋常高等小学校に改称した。その年の卒業生は一八名で、その半分ほどとともに芳雄も高等小学校に進学した。生徒の数が少なかったので、一年と二年、三年と四年をそれぞれ一学級としたという。当時の校長は江原嘉一といい、岡山師範学校の出身で、この地域では貴重な、新しい高等教育を受けた人物だった[4]。

一九〇四年三月に新庄尋常高等小学校は財政難で高等科を廃止してしまい[5]、仁科芳雄や他の高等科の生徒は、里庄に隣接する六條院村（現在の浅口市鴨方町六条院）の生石@ルビ：おんじ@高等小学校に転入した。生石高等小学校は浜中から、往復一〇キロのところにある。この地域で最初にできた小学校である。のちに鉄道大臣になった同郷の小川郷太郎（当時の村山郷太郎）も、少し前に卒業している。芳雄は毎日歩いて通い、翌年三月に卒業した。

この時期は一九〇〇年の小学校令により、四年間の尋常小学校、その後二年または

四年の高等小学校の課程がおかれていた。尋常小学校の生徒の大部分は高等小学校に進学した。中学校に進学するのは、その中のごくわずかなエリートのみである。制度上は高等小学校を二年間でも中学校に進学できたので、一九〇四年二月一八日、芳雄が三年生を終えるころに、保夫から、今年中学校を受けてみては、という書簡がある[6]。だが、実際に受けたのかどうかはわからない。おそらく、とくに急いで受験する必要はないと考えたのではないか。いずれにせよ、芳雄は高等小学校に四年間在籍してから中学に進んだ。

小学校時代を回想して、仁科自身は「一体に自分は特にある方面が得意というのではなく、全体に対して関心をもち、どちらに偏るということもなく中学に入った」[7]と書いているが、これは全ての科目がよくできたということであろう。当時、小学校で学ぶのは、修身、算術、国語の三科目であり、それに操行を加え、四項目に成績がついた。新庄小学校の成績簿は今では火災で失われているが、花田一重が見たとき、一八九一年に卒業した一八名中二人が全甲だった。芳雄はその一人で、その上ずっと級長をしていたという[8]。また、高等小学校についても、芳雄の年に生石高等小学校を卒業したのは男子二八名、女子五名だったというが[9]、芳雄は、学校で一番だったばかりでなく、県内で二名限りという知事賞の赤馬関の硯をもらった[10]。

仁科芳雄がどのような勉強をしていたのかは、あまり定かではない。小学時代は『帝国読本』という読本が使われていたが、高等小学校に入ってからは、富山房の『国民読本』が使われたという。これは坪内雄蔵（逍遥）の隠れた傑作であり、国語教育史上画期的な読本とみなされている[11]。「国語」といっても、文学的な内容だけではない。当時、小学校には理科社会の科目がなく、様々な文章を読むことを通して、様々な知識を得ることも期待されており、歴史、地理、博物学、自然科学、産業技術等の一般教養的な内容が含まれていた。これには、科学史的な読み物も含まれており、望遠鏡についての読み物は芳雄に感銘を与えたという[12]。現在、この教科書の尋常小学校用と、高等小学校用の第六巻が復刻されている。高等小学校用の第六巻を見ると、「海流」「大鳴門」、「火山」等の地学現象や、「五帯と生物」、「奇異なる植物」等の生物学に関するもの、「日射」のような物理・自然現象に関するもの、「蒸気機関の発明」「染料」「軽気球」のような技術・産業に関するもの、そしてニュートンの伝記のような科学史的内容も含まれている[13]。

学校の外で読んだものとして仁科は、子供のころ読んだものはあまり憶えていないとしながら、日露戦争よりも前の頃に博物館の『少年世界』を非常に面白く読んでいたことを回想している。仁科にとってこれが雑誌というものを読む初めての経験だったという[14]。この『少年世界』は当時極めて広く読まれた雑誌である。日露戦争は一九〇四年二月からなので、生石高等小学校に転向する前のことだろう。小学生時代の芳雄がこれから何を読んだのかは定かではないが、都市文化や、西洋文化を全国に広める役割を果たした雑誌であり、彼もそういうものに触れていたのだろう。

小学校のころからすでに成績が良かったばかりでなく、記憶力がきわめて優れていたことに家族は気付いていたようだ。仁科家の女性は和歌を習ったり、琴を弾いたりしていたが、芳雄は母や姉たちが、琴を弾いているのを、見様見真似で覚えてしまい、十歳ごろに「六段の調べ」を弾きこなしていたという。それどころか、姉たちの弾く曲が間違うと、指摘するまでになっていた。そのため、後にボーアが来日したときに琴を弾いてもてなし、晩年には夫人相手に琴を弾じたりなどもした[15]。

小学校の時期に仁科芳雄が覚えた習慣はほかにもあった。一つは背中を掻く癖で、これは小学校に入って虱をうつされ、寝る前に背中がかゆいので母親に掻いてもらっていたためだという。中学にはいっても親しい学友に背中をかいてもらい、晩年になるとその癖は激しくなった。もう一つは、体操の習慣である。父存正は、芳雄の皮膚が弱いことに気付き、彼が小学校三年生のころから、男兄弟で朝、裸になって乾布摩擦、冷水摩擦、冷水浴を始めた。他の兄弟たちは、次々とやめてしまい、芳雄少年と父だけが、最後になったが、この父も参ってしまい、裸で体操だけする事にした。芳雄はこの体操の習慣を続け、それがのちに「親方の我流デンマーク体操」となった[16]。

仁科の人生にとってより大きな事柄は、蓄膿症だった。小学時代、蓄膿症のため、いつも洟をたらし、着物の袖口で洟をふくので、いつも袖口をてからせていた。学校では、洟垂れ小僧として、他の子どもたちにからかわれていたらしい。松本一氏は、中学に入る前にこれを治したとし、木村毅氏と花田一重氏はそれを岡山中学在学中の夏季休暇の間としているが、後者の記述のほうが具体的である[17]。ただし、後の書簡にも鼻の治療についての記述が現れるので、どちらも完治というわけではなかったと思われる。

松本一によると、新庄小学校に通いはじめたころ、すでに仁科の成績は抜群であり、一年生の二学期には三年生の試験を受けるほどだったという。そして、彼を見習えというのが、親が子供をしつけるのによく言われるようになった。成績だけでなく、性格や行いも生徒の模範になるようなものであったとしている[18]。しかし、芳雄の小学時代は、単に明るい面だけではなく、影の面もあった。前述のように他の生徒に洟垂れをからかわれたりするだけでなく、いじめられているのを保夫にたすけてもらったりしたらしい。出身が他の生徒と違っただけでなく、途中で転向しているので、おそらく級友に疎外されただろう。

例えば、木村毅氏のもとに届いた投書に、当時の仁科の同級生を父にもつ人物からのものがあって、次のようにある：

@引用@

仁科博士兄弟は新庄校から、私の父は里見校から、鴨方（生石）高等小学校に入ったのですが、同級生はたいてい農家の子で、手作りの草履（ぞうり）に、ツンツルテンの着物でかよっていたのに、仁科博士は代官の子供だけあって、羽織、はかま、せっ

たをはいた、目立つ服装で通学されたもので、もち物から弁当まで、父などとはちがっていたそうです。
父は里見校のときは、ずばぬけた秀才でいつも首席でしたが、仁科博士と一しょになってからは、とても相手にも何にもなったもんじゃない、まるで段ちがいだったとよく申します。
浜中から学校まで一里もあります。本道を通れば遠いので、みんなあぜ道をつたいます。水があふれてジメジメしている所にくると、みんなは別のかわいたあぜ道にまわり、
「おい、芳っさんは、やっぱりそこを通った方がええよ」
と意地わるをいわれても、それにさからわずに、だまって言われるとおりにしておられたということです。どこか孤立した異分子のようにあつかわれていなさいましたらしゅうございます[19]
@引用終わり@

岡山大学の医学者、小野俊朗の祖父はこのころ一緒に生石高等小学校まで、五キロの田んぼのあぜ道を通っていたという。やはり、通学中にからかっても、「ニコニコと泰然自若で話に乗ってこなかった」ことを回想し、「よっさんは一番かしこかったんじゃが、おとなしいんで、けんか一強ぇーわしがいっつも級長をやっとったんじゃ（よっさんは頭が一番よかったが、おとなしいので、けんかの強い自分がいつも級長をやっていた）」と言っていたという[20]。

すでに書いたように、仁科家は里庄では、没落しはじめたとはいえ、代々庄屋をだした名家であり、そのなかで仁科芳雄は特別な存在として他の子供から見られ、かつ、距離を置かれていたのだろう。それに対して、温厚な芳雄は怒るでもなく、鷹揚に耐えていたように見える。逆に言えば、このころまでは、対等に打ち解けて交流できる相手は、兄弟や親せきの子供たちぐらいしかいなかったであろう。

高等小学校時代までの仁科芳雄は、その地域の名家の子弟として、何不自由ない生活をしていた。家族の仲は良く、両親と大勢の兄と姉にかわいがられていただろう。他方で、その地域の中では、その出自のために疎外されていたようだ。そして、それだけいっそう深く仁科家一族の中で生活し、それだけ深く、仁科家の伝統の中にいただろう。その中で、干拓地や塩田とそれらに象徴される仁科家の過去の事跡は大きな位置を占めていたに違いない。他方で、『少年世界』のような雑誌、そして『国語読本』のような教科書に書かれた文章を通して、少しずつ、外の世界へ眼を開いていった。

## 岡山中学校

生石高等小学校を卒業した一九〇五年四月四日に、芳雄は亭作と「松尾先生」に同行されて岡山中学校を受験した。これはのちの岡山一中、現在の岡山朝日高校である。

「松尾先生」というのは不明だが、後に書簡にも登場するので、おそらく、岡山に在住する、仁科家の知り合いの教員であろう[21]。第六高等学校に松尾哲太郎という図学の教師がいるが、この人物なのかどうかはわからない。岡山中学を選んだのは近い上に良い学校だとみなされていたからだろう。福山も近いので候補であったはずだが、前に言及した手紙で自身福山中学を卒業した保夫は、最近の福山中学は飲酒や男色が非常に流行しているという噂があるので、あまり良くないかもしれないと知らせている[22]。他方、岡山中学は中国地方ではもっとも良い中学と見なされていたので、成績の良い芳雄がここを選ぶのは当然であった。岡山中学を受験と言っても、岡山県では一九〇三年から県立中学では共同で試験と採点を行い、成績順に志望する中学に入学した。これは一九〇一年から始まった高等学校の共通入学試験制度に倣ったとされる[23]。試験科目は、国語解釈、作文、算術科問題で、それぞれ一時間から一時間半で答案を作製する。これに加えて、作文の一部で習字の成績がつけられた[24]。である。算術で失敗したので、芳雄は合格を悲観した。八日に結果が出ると、合格ではあったが、成績はあまりよくなく、入学者百二十五人中三〇番前後だった[25]。

仁科芳雄は一九〇五年四月、故郷を離れて、岡山中学に進学した。当時はまだ里庄駅はできていないので、すでに笠岡まで伸びていた山陽鉄道で笠岡から岡山へ行ったのだろう。岡山中学の後、第六高等学校を一九一四年七月に卒業するまで、主に岡山で暮らすことになる。一九〇五年と言えば科学史上ではアインシュタインの奇跡の年であるが、当時の日本人にとっては日露戦争の二年目の年である。仁科は入学してあまりたたない五月に、日本海海戦の報を聞いたはずだ。

旧制中学は、同年代の男子のごくわずかが進学するエリート中等教育の場所である。他の中等教育機関は職業訓練を施すのに対し、中学校は高等教育のための準備という性格をもつ。岡山中学は一八七四年に創立された温知学校を起源とする。今の岡山朝日高校は、第六高等学校の跡地にあるが、当時の岡山中学は岡山城の郭内にあった。岡山城はその黒い外見から烏城と呼ばれた。天守は戦災で失われ、現在建っているものは、再建されたものであるが、仁科芳雄が入学した頃はもとの天守が残っていた。烏城は岡山中学のシンボルであると同時に、学校が出している雑誌のタイトルにもなっていた。

歴史があるだけではなく、岡山中学は東京の東京中学、熊本の済々黌と並んで、当時日本の三大中学と言われた。一八九九年に第六高等学校が岡山にできてからは、高等学校の中ではそこに進学する者が最も多かったが、地方の中学としては第一高等学校への進学率が高かったという。それだけに、当時でも優れた人材が教員となっていたようだ。一八九八年から一九〇〇年まで、服部綾雄が校長をしていた。服部綾雄は、沼津水野藩の出身で、幼少には沼津兵学校付属学校で学んだ。渡米して神学を学びクリスチャンになった。岡山中学校長などを歴任した後、衆議院議員となる。仁科が入学したとき、岡山中学は次の代の校長、光岡金雄になっていた。光岡は札幌農科大学

の出身で岡山中学の校訓を制定した。校訓は一九〇九年一一月二一日に校旗とともに制定された。これは四か条、「誠実を本とし信義を守るべし」「廉恥を尚び礼譲を重んずべし」「質素を旨とし勤労に服すべし」「剛健の気象を養ひ独立の精神を光岡金雄校長が校訓を定める理由を述べた後、仁科芳雄が生徒代表として、「謹んでこれを服膺すべき旨の誓辞」を述べたという[26]。

また、この時期の岡山中学は英語教育が特に優れていたようで、当時の卒業生には英語が達者になった人物が少なくない。そのころ青木要吉と木畑竹三郎という教師がいた。生徒にとってはよほど怖い教師だったようで、内田百閒はこの二人を「一番物騒に思われた」と回想している。とくに青木の怖さは格別で「夢の中で、恐ろしいものにうなされてゐる様」だったと書いている[27]。青木は同志社を経てイェール大学で博士号を取得し、岡山中学に赴任した。帝大の教員になってもおかしくない学歴である。仁科が入学する二年前の卒業生に、後に政治家・外交官になった鶴見祐輔がいる。青木に学んだ鶴見の英語力は学生時代から伝説的であったという[28]。後に述べるように仁科も青木について回想を書いている[29]。青木は一九〇八年に岡山中学をやめ、実業界に転身することになる[30]。なお、「船成金」として有名な、山本唯三郎は実弟である[31]。仁科が学んだのは木畑であり、良い先生だったことを書いている。さらに五年生になると英国人のイングロットという人物にも教わった[32]。イングロットのことは不明だが、木畑竹三郎もまた中学校の教師にはもったいないと言われた人物で、幾つかの英語参考書を書いている。いずれにせよ、中学時代の教育が幸いしたのか、仁科は語学の勉強を好み、高等学校では英語部に所属したし、留学時代も英語やドイツ語で余り苦労した様子がない。

## 岡山中学時代の仁科芳雄

山と海のもとで家族と使用人に囲まれた生活から、都市の中にある寄宿舎で下級生として過ごす生活への移行は容易ではなかったはずであり、芳雄は最初の一年ぐらいはホームシックにかかっていたようだ。「たいてい家の夢をみます。みたくないので、みまいと思っても、どうにもならないのです。一度家に帰ってくると、一週間くらいは夢をみません、早く正月が来ればいいのにと、日のたつのが待遠しくてなりません。家のことを考えだすと、先生の言われたことを、ふっと忘れることがあります」と書いたという[33]。しかし、仁科はすぐに慣れたらしい。そして、巧みな勉強方法を確立して、勉強とスポーツの両方を見事にこなすようになった。

木村毅氏の記事は、仁科芳雄の下級生だった岡山市北浦在住浮田祐治氏の投書に基づいて、当時、下級生から見た仁科の様子を記録している。仁科は授業が終わって教室から帰ってくると、すぐユニフォームに着替えて、テニスコートへ行き、テニスを始める。そして夕方、下級生が食事をおわったころになって、部屋に戻って、二、三分教科書をめくってから食事を始める。仁科によるとテニスで負けて休んでいる間に、

頭の中で習ったことの復習をし、そこで思いだせなかったことを教科書で確かめるのだという。七時から九時半が夜の勉強時間だったが、その時間には仁科は復習したりすることはなく、数学と英語の予習をした。それも教科書以外の補習書を使わずに、ひたすら教科書ばかりを予習した、という[34]。

このような勉強法が可能だったのは、芳雄が良く注意して講義を聞いて、それをその場で記憶していたからだった。後でまた触れるが、中学を卒業した直後に芳雄が弟正道にあてて書いた書簡に、勉強の仕方についての詳しい記述がある。そこで芳雄が弟に勧めている勉強法は次のようなものだった：

@引用@
前日に翌日のことを豫習して、教室にて注意して聞き、(なるべく教室にて、直ちに憶える様にすべし)、帰りては必ず復習す、此三つをすれば、自ら憶えられるべし。而して一週間の後には、全科につきて大略に復習すべし。これは土曜日の晩か、日曜日の朝にすれば可なり[35]。
@引用終わり@

ただし、正道にあてた書簡通りに芳雄自身がしていたかどうかは必ずしも明らかではない。この書簡では、芳雄は、読書することを強く正道に勧めているのだが、後に中学時代について「その頃は暇さえあれば運動場に出て皆ベースボールやテニスをして遊んでいたので余り読書はしなかった。ただその頃レ・ミゼラブルを面白く読んだ記憶がある。併し学校の教科書、参考書類は一生懸命読んだ」と書いている[36]。そもそもこの書簡自体が、中学を卒業し、高等学校の試験の準備をしているときに仁科が書いたもので「小生は下宿屋の二階にて籠城、受験準備に汲々たる次第に御座候」とあり、普段から勉強しないと、自分のように受験勉強で苦労するよ、と書いているようにも読める。もっともその時、芳雄は無試験で高等学校に進学することになり、受験には苦労しないで済んだ。

いずれにしても、芳雄は目的を自覚しつつ、意識的に勉強法を考え、それによって、単に成績が良いだけの秀才になることを避けようとしていたように見える。それは成功した。彼の勉強法によって、仁科は卒業時には中学始まって以来という優れた成績で卒業した。同時に運動部でも活躍した。芳雄はテニスとボート部に所属して、どちらも熱心に活動していた。テニスでは三年で選手となった。後に海軍少将となる親友の久重一郎と組み、後衛を務めた[37]。五年生になると、高等学校受験のため選手を辞める者もいたが仁科はやめなかった。正道が在学していた津山中学校との対抗戦で、大将組後衛をして、勝利に導いた。兄の保夫が見かねて、選手は止したほうがよい、と書いたほどであった[38]。ボートでは、児島湾から紀州和歌の浦に遠征したり、鳴門海峡を横断したりしたという[39]。要するに、勉強とスポーツの両方で活動し、極めて

健全な中学時代を過ごしたのである。一年生の九月には組長を命じられたとあるので、その時点ですでに成績も良かったのだと思われる[40]。二年生の終わりには全甲であったことを亭作に報告している[41]。

仁科芳雄の中学時代は勉学とスポーツに充実していたが、良いことばかりではなかった。中学に入っても洟垂れは治らず、その原因は蓄膿症であることを知ったので、三年の夏休みに手術を受けた。その時に宿泊したのが、仁科照文堂という文房具店の仁科里次郎のところであった[42]。里次郎は仁科家と近い縁続きというわけではないようだが、浜中の出身で、岡山に出て来た仁科家の者が世話になったようである[43]。当時津山に仁科照文堂という有力な版元があり、少年雑誌『とも』等を発行していた[44]。これとなんらかの関係があったのではないかと思われるが、不明である。手術の結果、洟垂れは治ったが、嗅覚を失った。また、このころから、色覚が正常でないことにも気付き、五年生ごろに病院で検査を受けて確認したようである[45]。これらのことは芳雄の進路選択に影響を及ぼすことになる。

さらに二年生の時に父を失ってしまう。存正は前から糖尿病を患い、糖分を避けるため、牛肉と豆腐ばかりを食べていた。芳雄は親孝行にも毎週土曜日に浜中に見舞に帰り、日曜日の午後に寄宿舎に戻るという生活をしていた。一九〇六年六月四日に、芳雄は寄宿舎で「チチキトクスグカエレ」という電報を受取り、存正はその二日後に亡くなった[46]。

存正が病気になってから仁科家の事業は亭作が引き継いでいた。先に述べたように、遠平の発明、保温材と防火剤エンペルに出資し、一時は成功した。エンペルの試験が行われた一九〇八年には芳雄は四年生であり、一〇月二日付の亭作宛ての書簡で試験成功を喜んでいる[47]。しかし、その後起ったひび割れ・雨漏りで名声を落とし、事業の失敗を引き起こした。いつそれが起ったのかは定かではないが、おそらくあまり後のことではないだろう。

中学校時代の芳雄の成績は、一つ乙を取ったのを除けば全甲であり、岡山中学始まって以来の成績だったという（皮肉にもその乙の科目は物理であった）[48]。芳雄の抜群の成績からすれば中学を卒業した後の進路は明らかであったに違いない。すなわち、高等学校を経て、帝大へという、当時の最高の学歴である。事業の失敗があったにしても、この時点では仁科一族の財産は芳雄の学費を賄うことができないほどになるとは思われていなかっただろう。後に芳雄自身は中学後の進路について回想し「自分は前にも述べた通り偏って好きなものがなく、高校へ進むにも理科を選ぶには大分迷った」と書いている[49]。どの科目もまんべんなくできた仁科芳雄らしい贅沢な悩みであり、実際、どれもできるので特に好みはないという状態は高等学校まで続く。しかし、仁科の回想には書かれていない事情、家庭の事情によって、仁科はだんだんと進路を絞っていくのである。

## 進路問題と肋膜炎

進路をどうするかという問題が書簡上で現れたのは、一九一〇年二月二六日の芳雄から亨作宛ての書簡においてである。この書簡は、岡山中学から亨作あての書状を回送するときに添えられたもので、その書状が進路についての問い合わせと推測した芳雄が自分の意見を述べた。この時点では芳雄は「医科か工科か」と書いている[50]。それに対して、亨作は三月一日付けの書簡で答え、芳雄の考えに賛成しつつ、鼻の病気のことがあるので、工科のほうが良いだろうと答えている。そして工科の見通しについて次のように書いている：「工科も自分の遣り方に依りては随分前途面白き仕事も出来仕事の区域も随分広大の旨に有之候国家に尽す事も自分の遣り方に依りては天晴れ尽す事が出来る次第と存じ候」[51]。興味深いことに同じ書簡で亨作は「国家に尽すが第一の要素なり」と述べ、国に尽くすことを強調している。また、亨作は、第一高等学校より、第六高等学校への進学を希望している。亨作は東京のような誘惑の多い大都市よりも、岡山のほうが落ちついて勉強するのには良いと考えたらしい。

三月の末、芳雄は岡山中学を首席で卒業した後、浜中の実家に帰った。そして今度は保夫が進路についての助言の書簡を送っている。この書簡の内容から、芳雄が、嗅覚の欠乏、軽度の色盲、記憶力が欠乏、の三つを自分の欠点として挙げた上で、芳雄が保夫に助言を求めたものと推測される。保夫は、自らの経験に照らして、電気及び機械工業では差し支えないが、応用科学は嗅覚が必要なこともあり、また染色に行くのは、色盲では不可であるとした上で、記憶力については、「処世上何れの方面にも不便を感ずる事と存じ候へ共医学とか法律学とかに於てよりはサイエンスの方面に於ては比較的差支少なき事かと存居候」と述べ、さらに「かく申せば我田引水かは不知候共御許の脳髄はサイエンスに適して居る事と存じ（御許幼少之頃よりの観察により）候間工科と御決定なされては如何に候也」と書いている[52]。ここで注目すべきなのは、保夫は芳雄のことを幼少より観察した上で「サイエンス」に適していると判断したこと、しかもその上で、工科を進めていることである。年の近い兄である保夫は芳雄の適性を一番よく見ていたのかもしれない。他方で、「サイエンス」として、当然のごとく理科ではなく工科を勧めたのは、当時、まだ「サイエンス」に対する訳語として、「科学」が一般的ではなく、それが「理学」と必ずしも同一視されていなかったことを示している。さらに工学というのは単なる応用ではなく、それ自体が学問と見なされていたこと、彼自身が工科であったことに加えて、おそらく理科では学者か教師程度に進路が限定され、芳雄自身の立身出世にも、国家にとって有為な人物になるのにも適していないという判断があったのではないかと思われる。

このころの制度では中学の卒業が三月であるのに高等学校入学は九月であり、半年ほど空いていた。芳雄は四月ごろから受験準備のため岡山に滞在していた。四月に先に言及した正道への書簡を送っており、入学試験のための準備をしていたことがうかがえる。この書簡は正道に対する実践的なアドバイスだけではなく、この時期の芳雄

の人生観を描いているのだが、これについてはまた後で触れる。五月三一日には母津禰より、進路についての書簡を受取っている。津禰もまた、鼻と目が悪いのであれば、工科が良いだろうと書いている。またこのころ、肋膜炎と診断され、六月初めには岡山の赤沢医院に入院した。肋膜炎は現在、胸膜炎といい、文字通り胸膜の炎症である。つまりこれは症状にすぎず、その病因は多様だった。そして可能な原因の一つは当時非常に恐れられた結核である。だが仁科芳雄の場合、結核等の重い病気ではなかったようだ。仁科はスポーツが得意で、生涯概して健康を維持し、活発に働きながら早く死んだ。しかし、若い時はこの病のために何度か学業を中断されることになる。六月一八日になって、芳雄は六高から無試験での合格通知を受けた。これは中学での成績を考えれば不思議ではない。しかし、そのとき入院していた芳雄にとっては、無試験なのは有難かったであろう。

進路をめぐる相談は続き、六月三〇日には遠平が芳雄に書簡を送っている。遠平もまた工科に賛成している。芳雄の性質を詳しくは知らないので、直ぐには判断がつかないが、と前置きしつつ、「今後の我国進歩の状況」を考えると、「電気機械、電気化学、理科等」が最も有望で、かつ芳雄の身体でも大丈夫だろうと述べている。遠平によれば、これらの学問はみな「深淵なる学理と実験と相俟って将来の我国運発展上最も必要なる学科」であり、芳雄自身のためにも、発展の余地が多いだろうという。

七月末、仁科は退院したが、医師は転地療養を勧めた。そこで、当時の小田郡、現在の笠岡市神島へ行った。ここは浜中とは近く、子供のころからよく海水浴で遊びに来た場所である。八月いっぱいここに滞在した[53]。海辺で静養しながら、進路を熟考したのであろう。高等学校に進学する時点では、どの学科を専攻するかまでは決める必要がなく、工科に進むことさえ決めればよい。家族の皆の賛成を得て、芳雄はそう決め、第六高等学校第二部甲に進学を決めたと思われる。八月末、岡山へ行く直前には浜中に移ったらしく、八月三一日に浜中から東京の亭作へ書簡を書いている。この段階での芳雄の懸念は肋膜炎であり、進路は決していたようだ[54]。

## 弟正道への書簡と仁科の人生観

ここで中学卒業後の四月に芳雄が正道に送った書簡に戻ろう。この書簡で目標とされているのは、単に試験で良い成績をとることではなく「成功」である。上に言及した、読書の勧めも、学校では読み方を教えてくれるだけで、それは親鳥が雛に飛び方を教えるようなものであり、ひな鳥はそれに満足せずに自ら飛んで、食べ物を求め、大いに雄飛すべきである。それには、読み方を教わったら、それを教科書以外の本を読むのに用いるべきである。そうして「自ら人物を作り、未来に天下に雄飛すべき資力とせねばならぬ」と書いている。こういうことをしなければ、「学校の成績はよくても、社会に出てから役に立たぬ」とする。さらに必要なのは身体で、たとえ頭脳があっても体格がだめでは「其頭脳で以て大事をなす事は出来ぬ。必ず事は中途で不成功

に終るものなり」という。ではその成功は何のためかというと、次のように書いている:「貴下も僕も、仁科家を引き起こす責任があるのだから、社会に立って大いに事をなし、大いに活動せねばならぬ身だ」[55]。

読書と、健康に加えて、芳雄が忠告するのは「主義ある人となれ」と言うことである。「人が彼此言うがために、心にもなき事をなし、人がかくすれば己れを悪しく言う故、己の心にそむきて、なすべき事をもなさざるが如きは、これ主義なき人というなり。人は一つ主義というものを作り、己れの日常の行為は、此主義に叶へりや否やを見、此主義に叶はざれは如何に多くの人が己れを謗るも、己れを害するも、生ある限り必ずやり通すべし。」それでは、主義を持つということはなんのためなのか、というと芳雄は次のように書いている:「貴下は宜しく此処に注意して、己が主義を取りて動かざる人となり、天晴頽廃せる仁科家を起す事を勉めよ」[56]。

歴史家E・H・キンモンスは、明治期の青年たちの立身出世意識を分析している。1870 年代の日本で、『西国立志編』、すなわちサミュエル・スマイルズの『セルフ・ヘルプ』が大流行し、その後明治期に、教育を受けて、良い職を得るという立身出世の思想がどのように広まり、そして変化していったのかを描いている[57]。スマイルズの時代には「科学者」(scientist) という言葉は一般的ではなく、スマイルも用いていないし、翻訳でも現れないが、そこで登場する人物のかなりの部分は発明家など、自然科学や工学の知識を得て社会的に上昇する人達だった。

仁科芳雄が正道への手紙で表現していたのは、まさにそのような努力と勉学を通した立身出世の指導であった。ただし、その成功は、「仁科家を起す」ということに向けられている。芳雄は「頽廃した仁科家」と書いており、これはおそらく、明治維新と、より最近では遠平の発明による事業の失敗を指すものだろうと思われる。兄達が失敗した上は、自分と正道が仁科家を再興することを目指すしかないだろう、と書き送っているのだ。中学をスポーツと学業に有意義に過ごし、傑出した成績で卒業した芳雄は第六高等学へ無試験での合格を果たし、そして、工科へ進むという決定をした。その決定には、嗅覚と色覚上の身体的な欠陥の考慮もあり、かつ兄保夫が見た芳雄が「サイエンス」に適しているという認識は確かにあっただろう。それと同時に、工学、とくに電気関係の工学が将来発展するところの大きい領域であり、それによって、芳雄が将来有為の人物となりうるだろうという期待があったに違いない。それは兄亨作においては、国家にとって有用な人物であった。優れた才能をもつ芳雄を仁科家に縛り付けたくないというのが亨作の気持ちだったのだろう。しかし、芳雄自身が正道に書いているように、芳雄にとっては、工学を通した成功は、「頽廃した仁科家を起す」ことが目標であった。

## 第六高等学校

仁科芳雄は一九一〇年九月に第六高等学校に入学した。進学したのは二部甲である。

当時の高等学校は、第一部、第二部、第三部に分かれ、それぞれが文科、理科、医科であり、第二部の甲が工学、乙が理学、丙が農学であった。九月九日に南寮第二室に入寮、翌日体格検査、翌一一日に引見式、一二日に宣誓式、一三日より授業開始である。仁科は無試験で合格を許可されたが、体格検査が条件であった。仁科は肋膜炎にかかっていたが、とくにそれで不合格になることはなかった。

旧制高等学校は、戦前日本に特異なリベラル・アーツのエリート高等教育制度である。中学校を卒業した生徒は高等学校を受験できるが、高等学校の定員が帝国大学の定員とほぼ等しいため高等学校の受験が事実上の帝国大学進学のための登竜門となっていた。第一高等学校が東京、第二が仙台、第三が京都、第四が金沢、第五が熊本、そして仁科の進学した第六高等学校が岡山に置かれた。これに鹿児島の第七高等学校、名古屋の第八高等学校までは、番号のついた高等学校であったので「ナンバースクール」と呼ばれ、もっとも高い権威を誇った。三年間の高等学校教育は、帝国大学における専門教育のための準備という性格が強く、厳格な語学教育が施され、それが現在でいうところのリベラル・アーツ教育に近い性格を持つことになった。同時に、男子のみで、寮生活が主体であることの多い高等学校は、それぞれの高等学校の「校風」、学校文化を発展させた。当然予想されるように、その文化は、若い男性の持ちがちな野蛮な性格、すなわち「バンカラ」を強く帯びたものであった。それは例えば後に述べる「ストーム」のような学校文化に代表される。彼等、同年代で最も高い教育を受けた若者たちは、このような野蛮な学校文化と共存して、教養を重視する特異な学校文化を発展させた。

仁科芳雄の進学した第六高等学校、六高は、岡山の町でも、南東の端、操山のふもとにあって、六稜とも、操稜とも呼ばれた。六高はスポーツに強いことで知られ、文学的・教養主義的な傾向よりも、質実剛健さが勝っていた。

六高の初代の校長酒井佐保@ルビ：すけやす@は帝大理学部の出身で、物理学の教科書を何冊か書いている。小事にこだわらない豪傑肌の人物だったが、全寮主義を主張し、近所の寺を仮の宿舎にしてでも全寮主義を実現しようとした。しかし、生徒数が増えると生徒全員を収容することはできなくなり、新入生のみは原則として全員寮に入るが、二年生と三年生については、希望者から選抜で寮に入ることになった[58]。当時、寮の寄宿舎は、細長い平屋の建物が三棟並んでいた。仁科芳雄は、入学した明治四三年に南寮第二室に入った。他に二年生二名、一年生四名のいる七人部屋である[59]。すぐにいったん病気のために退寮し、外から通ったようだ[60]。しかし、大正二年、三年生のときは、寮にもどり、中寮第六室で過ごした[61]。この環境の中で、仁科は六高の文化に浸かりつつ、同時にそこから一歩距離を置いた視座を持っていたように見える。

六高の文化と言っても中には様々な生徒がいた。当時の学校には「ストーム」という習慣があった。これは学校内外で群れて暴れ騒ぐ行為である。飲酒したり、大声や、

壁や戸を叩いて騒音を立てたりすることを伴うことが多い[62]。現在でも形を変えて、年中行事的な慣習となっている学校もあるが、当時は、生徒や学生が学校側に不満を申し立てる活動であることがあって、窓ガラス等、器物の損壊に及ぶこともあった。一方でこのような暴力行為に熱心に参加する生徒もいれば、他方でこの種の行為を嫌い、乱暴を戒め、規律を唱える生徒もいた。仁科の前年の六高入学者で後に哲学者になった出隆@ルビ：いでたかし@がいる。文学的な感受性の強い出はストームのような野蛮な習慣を嫌悪していた。入学した一九〇九年の九月二五日の日記に、茶話会の後に、ストームの襲来があり、彼は恐怖と悪寒にふるえながら隣りの寝室に隠れていたことが書かれている[63]。

仁科のいたころ、ストーム賛成派と反対派の間の対立が激化したので、次のような取り決めをして妥協したという：

@引用@
一、一切部屋の戸を開けない事
二、兇器をもってガラスをわらぬ事
三、下駄をはかぬ事
四、防禦に水をぶっかける事は勝手次第たる事[64]
@引用おわり@

ここでやってはならないとされたことは、おそらくそれ以前は普通になされていたのだろう。そして、この取り決めは必ずしも後まで守られたわけではないようである。いずれにせよ、仁科芳雄はストームを規制する立場をとったわけである[65]。

生徒のなかでも運動系の部と文芸系の部とでは、文化の違いもあった。六高は前者の傾向の強い高等学校であったと思われるが、先に述べた出隆がいたし、その前には内田栄造、即ち内田百閒がいた。仁科自身は運動部的なものと文化部的なものを兼ね備えていたと思われる。高等学校時代は病気がちだったが、それでもボートは続けていたらしく、六高ボート部の写真に写っている[66]。同時に、英語部に所属していた。英語部は年二回「英語会」を開き、明治四一年の秋から英語劇を演じるようになった。シェークスピア劇、「アントニーとクレオパトラ」や、「ハムレット」等の一部を演じたという。三年生のときは仁科が部の委員を務めた。大正二年から、後にオーストラリアへ渡って日本美術の研究者となったオックスフォード出身のアーサー・サドラーが顧問になって、英語講演会を開いたりした[67]。この時期からシェークスピアに親しみ、欧米の文化に通じていたことは、後に国際的に活躍して友人を得るにあたって重要な準備となったであろう。

第六高等学校の校風は、仁科が入学した一九一〇年九月から、一九一八年二月八日まで校長を務めた金子詮太郎によって形成されたと考えてよい。金子は現代で言うと

ころの管理教育型の教育者である。六稜寮史は「非常によく統一し整頓せられたあまりに画一的傾向に捕はれ生徒はその点に於て或る圧迫を感じないでもなかった」と評して[68]、次のように書いている：

@引用@
金子校長は飽までも自己の力を信じ、自己の持する主義に最後まで忠実な人である。酒井校長には誰も刃向ふ事はできなかったが、金子校長にはその主義のため一部には反対があったであらうが、一方には又心服する人も多くあった（後の三高問題は明かにそれを証明すると思ふ）真正直に自己の主義主張を貫徹するところに金子校長の生命があったと信ずる[69]。
@引用おわり@

そして、入学式のときに金子は次のような抱負を述べたと言う：「六高は学者を作るところでもない。天才をつくるところでもない。唯よく困苦欠乏に耐へる人を作るところである」[70]。このような校長の元に仁科のような学者が育ったのは皮肉なことであるが、「主義を持つ」点で、この時期の仁科との相性は決して悪くなかったのかもしれない。また、困苦欠乏に耐えることは実際仁科も経験することになった。その後、金子は京都の第三高等学校の校長となり、そこで生徒と激しい対立を引き起こした。これについては後に触れることになるだろう。

### 病気療養と文学

質実剛健な校風のなかにありながら、仁科は剛毅一点張りではなかった。高等学校に入る前に肋膜炎で入院したことは述べたが、入学して翌年一九一一年四月ごろに肋膜炎で再び赤沢医院に入院した。その年の九月から、一年間休学してしまう[71]。休学中、芳雄は浜中の実家や寄島の阿部太郎（阿部健吾の息子）の家などで静養した。一九一二年三月に芳雄が久重一郎から受取った書簡から、芳雄がひどく人生に悲観していたことがうかがえる。前章でふれたように久重は、中学時代の親友である。テニスでペアを組んだ上に、テニス部の幹事をともにやった。此のころは江田島の海軍兵学校に進学していた。彼も美しい筆跡の書簡を書き、この後も手紙のやり取りが続いている。仁科自身の書簡は残っていないので、正確に何を悲観していたのか不明であるが、久重は「君の一家上のことは少しも知らないのだが」と書いているので、おそらく病気のことに加えて、実家の家運の衰退に悲観していたのだろうと思われる。また久重は「藤村崇拝」に陥ることを戒めている。藤村とはもちろん、一九〇三年に「哲学的自殺」をした藤村操のことである。久重は仁科の手紙から、かなり危険な兆候を読みとったように見える。久重はともかく講義に出ることを勧め、芳雄もその年の三月、三学期から授業の聴講を始めている[72]。

病気療養中の仁科は、あまり真剣な勉強はできないので、この時期は特に文学に親しんでいたらしい。一九一二年の一月一九日付けの書簡で、この時岡山にいた嘉治男に、『ほととぎす』、あるいはもし品切れなら『早稲田文学』を送るよう頼んでいる[73]。また、木村毅の調査によると、たとえば一九〇八年から一九〇九年に発表された正宗白鳥の「二家族」を読んだという。備前国和気郡穂浪町の網元の家に生まれた正宗白鳥は、岡山・瀬戸内の郷土色の強い作品を書いたが、この「二家族」は仁科芳雄にとって、きわめて馴染み深い話だったはずである。これは岡山の海近くの村にある二つの古い家の物語である。その家は共に沖谷家といい、村の名門だった。歴代庄屋を務めていたという。明治維新後、町村の合併のため「村長も村役場も隣村に奪はれたが、瀬戸浦の境内ではまだ多少の幅が利く。古い広い家屋敷は何となく尊げな感じを村民に起させる。育ちが違ふからか、両家の子供の容貌も外の鼻垂れ小僧とは一目で身分けられる位に違ひ、村の者は誰にでも「坊ちゃん」と呼ばれてゐる。」そして、その小説の主人公は、その「坊っちゃん」の一人、二家族の一つで長男だった。一四歳で高等小学校四年級の首席。そして、もう一つの家には主人公より一つ上の長男がいて、毎日の遊び相手であったという[74]。これはまさに仁科芳雄自身の境遇にそのものであった。

この年一九一二年の七月三〇日に明治天皇が崩御し、大正に元号が代わる。その九月から仁科は高等学校二年生として六高に復帰した。そして一学期の成績は首席だった。

後に仁科は「元来僕の学生時代の読書は教科書、参考書類が主要な部を占めていたのであるが、高校の頃もそれに一番時間をとられた。その頃は遊ぶことが面白くて余り読書はしなかった。これは今となっては惜しいことをしたと思う」と書いている[75]。他方、松本一氏は、おそらく当時の寮生から聞いたのであろう。それによると寮の仁科の机には、国内・国外の文学書や詩歌集、さらに哲学、宗教、美術、体育、生理学の書籍、そして、不如帰、金色夜叉、猿飛佐助、宮本武蔵など古今硬軟多様な書物が積まれていたという[76]。仁科はこのように様々なものを読んでいたが、自らの専門が定まるにつれてほとんどのこらずに忘れたということなのかもしれない。

仁科がほかのものを読んでいなかったかどうかはともかく、当時の教科書は『第六高等学校一覧』を見ることで知る事ができる。修身と国語・漢文、そしてドイツ語を除けば、教科書は大部分英語で書かれていた。しかし、ここではそれについては詳しく述べない。

### 六高中傷事件

文学をたしなむ一方で、仁科は質実剛健をたっとぶ六高の校風のなかにも溶け込んでいた。そのことを示すのが一九一四年五月に起こった大阪朝日新聞の六高中傷事件である。これは仁科芳雄が三年生の時のことで、仁科自身も一定の役割を果たした。

この月の一日に、大阪朝日新聞は次のような記事を掲げたという：

@引用@

岡山市内の一般青年男女の堕落は戦慄すべきものあり岡山警察署は厳重に取締りをなし昨今情状最も重き不良少年数名を拘留し更に学校家庭と連絡して改善に努めんとしつつあるもその腐敗は予想外なり、堕落の原因は色情にして遂に刑法上の罪を犯すもの少からず、目下予審中の十六人組の不良少年を始めとし学生にては中学四年以上のもの及び岡山医専、六高の生徒多く岡山警察署にて厳戒訓諭されたるもの驚くべき数に達せり、而して近来は医専よりも六高生徒の方多く警官の手を煩はし居れる」[77]。

@引用おわり@

スキャンダラスな内容を脚色して読者の注目を集めるのは今でもジャーナリズムで用いられることがあるが、戦前の新聞にはこの種の記事は少なくなかった。当然ながら、この記事は六高生を憤激させ、悔しがらせた。そして、激しい議論を引き起こした。六高性はこれに対して二つの派に分かれた。軟派はこれに無関心な態度をとる派であるが、硬派はあくまで新聞社に取り消し謝罪を要求しようという派であった。そして、六高性の間に「六稜精神」「六稜スピリット」「六高主義」とは何か、ということが激しく議論された[78]。

とくに寮生は先鋭的な硬派であり、翌年卒業した山田真平は「武術道場に全寮友集合し各員熱弁を奮ひ互に意見を吐露したる所満場寂として声なく只両眼に涙露の宿るのみで沈痛悲愴の裡に散会した」と書いている[79]。そして、六高性たちは、これを校風の危機であると見なし、綱紀粛正を求めた。そのために「各組委員会」という組織をつくった。この年の六月の校友会報によると、当時三年生だった仁科も委員であった。そして五月二三日に生徒大会を開催したとき、仁科が開会を宣言し、かつ次の宣言書を朗読したという：

@引用@

世は諒闇の悲愁に包まれ、哀悼の情天下に満ち、嗚咽の声卒土に遍ねし。図らざりき、此時突如誹謗の言我が六稜を犯さんとは。吁々創立以来十有五歳、内剛健の風を養ひ、外柔弱の俗と戦ひ、自ら天下学生の模範を以て任ぜる我等豈慨然として激せざらんや。然れども翻って攷ふるに、今や天下の風潮日に非にして溷濁の流漸く我が清浄の天地を侵さんとす。今にして立ち大に全校の士気を作振し此濁流に抗するの策を講ぜずんば他日臍を噬むとも亦何ぞ及ばん。

由来吉備の天地は動もすれば浮薄の嫌なきを保せず、たとへ世は濁るとも吾等、何為れぞ常に世潮の上に卓立し、極力軽佻の風を排撃し、堅忍自重、黽勉刻苦以て其学徳

を大成し、他日国家有為の材たるを期せざる。嗚呼惕然として吾人が戒心すべきは正に今日に在り、吾人相共に自立発奮、相恪み相誡め、愈心身を錬磨し、益[々]質朴剛健の風を涵養し、以て真摯なる我校風を維持するを力めざる可からず、然らざれば耿たる過去の光輝と燦たる将来との発展とを如何せん。茲に我が六百の校友一同に会し、肝胆を相吐露し一致団結、以て更に校紀の振粛を計り、益々健全なる校風を発揚せんことを宣言す[80]。
@引用終わり@

このように六高生たちは、記事に怒ると同時に、ますます質実剛健な校風を高め、風紀を糺すことで、それに対しよう決意を表明するのである。この文章は温厚な仁科が書いたにしては激越過ぎるように思えるので、他に著者がいたのではないかと推測されるが、いずれにせよ、仁科芳雄は、六高の質実剛健で、厳格な風紀を尊ぶ校風のなかで過ごしただけでなく、その中心にいて指導的な学生の一人でもあった。物理学者になった後も、仁科は新聞記事が不正確なことを書くのに不満を述べるのであるが、それはすでに六高時代から始まっていたのである。ただし、この時は不満を述べるよりはむしろ自らを律することで向かい合おうとした。

## 進路問題再び

この事件よりも少し前、二年生の半ば、一九一三年の二月ごろから、家族との書簡では、芳雄がどの方面に進むかについての話題が議論されるようになった。高等学校は工科であり、芳雄の成績からすれば東京帝国大学に進学できることは確実であったので、問題は東京帝国大学工科大学のどの学科に進学するか、ということであった。しかし、そのためには、大学卒業後の進路をも考慮しないわけにはいかない。この話題について残っている最初の書簡は一九一三年二月八日付で、東京にいる保夫が芳雄へ書いたものである。この書簡では、どの専門分野を選ぶか、という問題については、自分はまだ応えられないとし、それよりも自らの職業についての考えを述べている。保夫は職業を四つに分けているが、これはむしろ芳雄が列挙して尋ねたのに答えているのだろう
一、学者
二、発明家
三、官吏
四、実業家
そして、学者として世に立つには、金銭の問題に冷淡である必要があり、発明家は大きな冒険を敢えてする覚悟が必要で、善良なる山師のようなものであり、官吏・実業家については、人の指導者の才能があれば、これらが最適であろう、として、そして、芳雄については、このうちの第三と第四、すなわち官吏・実業家が適当ではないかと

言う[81]。

その二日後、今度は浜中の亭作から芳雄に書簡が届く。おそらく、芳雄は保夫に書いたのと同じ問い合わせをしたのだと思われるが、四つの選択肢のうち、亭作は遠平の失敗に懲りたのか、「発明家」をまったく問題にしていない。そして、保夫とは逆に、芳雄の素質は実業家に不向き、官吏もあまり感心せず、「学者」にもっとも適していると書いている。ただ、学者にも色々あり、かつ、単なる学者では収入が少ないので、人生の幸福を助ける財源に乏しい点があるかもしれないので、学者と官吏・実業家の中間の月給とりになってはどうか、具体的には、大鉱山の技師や、大会社の技師になれば、芳雄の理想に近い幸福を得るのではないか、という。これは明らかに保夫の職業を念頭においたものだろう。

また少し遅れて五月二二日になって、遠平からやはり学者、官吏、実業家、発明家についての意見が芳雄に送られている。遠平によれば、学者になるには、生活費・研究費が潤沢にないと真正の学者になれないだろう。実業家は面白いと思うが、事業をする前に月給取りになって資金と信用を集める必要があるだろう。官吏は技術家としての範囲が狭く面白くない。最後に発明家については、天性の能力が必要な上、貧苦の境遇を覚悟する必要があり、かつ今後は、科学的な研究に基づいた発明でなければ、生き残るのが難しいだろう、としている[82]。

この後、しばらくの間、残っている書簡には芳雄の進路の問題はでてこない。それよりも重大な問題として、当面の学資の問題が起こっていた。亭作が芳雄に送っていた学資の送付が遅れがちになったのである。おそらく、この時には亭作の事業の経営状態はさらに悪化し、弟たちへ送る仕送りにも不足する程になっていたと思われる。この問題は翌年の春に、仁科本家に援助を受けることに決定するまで解決せず、亭作は送金の遅れを知らせる書簡をいくつも芳雄に送っている。

## 電気工学か、機械工学か、土木工学か

この一九一三年の九月、芳雄が三年生になった。二年次の成績が抜群であったのだろう。この年特待生に選ばれている。特待生は「品行方正学術優等なる生徒」を選ぶ、というもので、前の学年の成績によって校長が選ぶのである。特待生になると、授業料年三五円を払わなくても良い[83]。そして、仁科の進路についての相談がまた始まった。まず東京にいた保夫がこの問題について書いている。おそらく、芳雄が問い合わせてきたのだろう。この段階では、どの学科に行くか、という問題になっていた。保夫は、「自分自身の考えはどうなのか」と問うているので、芳雄は保夫に自分自身の好みを書かなかったようだし、多分、とくに好むところは無かったのだろう。保夫は自分自身も調べてみると言いつつ、芳雄には、芳雄自身の立場をもとにして、兄や「松尾先生」の意見を聞いて参考にすべきだと書いている[84]。続けて、一〇月二日付で東京の遠平からの書簡が来る。遠平は、保夫と相談したうえで、将来金儲けするには、

採鉱、土木がよく、学術的興味からは器械または電気工学が良いだろうという。なお、この書簡で遠平は、芳雄が特待生になったことを祝っている[85]。

その後しばらく、この問題についてのやり取りは残っていない。翌年一九一四年二月、亭作は芳雄の学資については本家から借りることになったと書き、その後に将来の目的について遠平と相談したがどう決定したか尋ねた[86]。さらに同じ月の二八日に、保夫が、東京の会社を辞めて高山に移ることを知らせつつ、大学の学科の選定はどうなったのかを問い合わせている[87]。本家から学資を得ることで、当面の資金問題は解決したが、それは仁科にとっては本家への恩義を負うことになった。

兄達は、芳雄からはっきりとした返事を得られなかったのだろう。五月一四日には、遠平は亭作に書簡を書き、芳雄の進路について意見を述べている。遠平によれば、芳雄本人が好む科を選べば良いのだが、本人は「何れの科にても特に嗜き好みも厭でも無し」という。遠平は、これをもってのほか、とした。高等学校を卒業しようとしているのだから、一定の見識を持つべきはずである。将来の方針について教師や父兄の意見を聞くとは、書物の学問をしているだけで、人間の学問が足りないのではないか、というのであった。そして、亭作から芳雄に良く訓戒してほしいと書いている。その上で、電気、機械、土木、鉱山どれも到達点は一つであるが、学者になるなら機械が良いだろうが、金持ちになるには電気、土木、鉱山どれでも良いだろう、というとしている[88]。

この遠平の書簡を受けて、亭作はその三日後に芳雄に書簡を書き、遠平の書簡を同封している。亭作の意見は、土木が最もよく、第二に機械、第三に電気というものであった。ただし、それはあくまで芳雄がこれを嫌いでなければ、と断っている。この書簡では、亭作は土木を勧める理由をはっきりと書かず、「貴下の身体に適合せる」のは土木であろうと書いている。続いて人間には健康が大事であると書いている。おそらく土木は野外作業が多いので、より健康に良いと考えたのだろう[89]。

芳雄はこれを読んで、亭作のいうようにすることを決め、保夫にそう書いたようだ。同じ年の六月一日付で芳雄宛に書いた書簡で、保夫は芳雄の選択、すなわち、土木、機械、電気という優先順位に賛成を表明している。保夫は、土木は発明の才よりは、人を使う才に富む者に向き、電気は逆に、人を使う才より発明の才に富むものに向き、機械はその中間である、という。その上で「御許には土木が最も宜敷と存候」という。保夫は、芳雄が向いているのは人を使うことであり、むしろ工科より法科のほうが向いているのではないか、とさえいい、工科の中で法科にもっとも近いのは土木なので、やはり土木が良いだろうという。保夫によれば「機器を使ふよりは人を使ふ程愉快な事は無し実に男子の本懐と存候」とまで書いている。ただし、同時に、もし学者になるということであれば、電気が最も新しい学問であって、新発見の余地が多いだろうとも書いている[90]。

しかし、志望学科の届け出は、これらのやりとりの前に済ませなければならなかっ

たようだ。そして、仁科芳雄はすでに電気工学科を志望として届けていたらしい。そこで、六月一二日に、東京帝国大学工科大学にあてて、志望学科を電気工学科から土木工学科に変えるよう、変更願いを出している。しかし、工科大学は競争試験の前は変更できないとして、それを認めなかった[91]。

なお、仁科芳雄の子息、雄一郎によると、仁科が志望を変えた理由は、六高ボート部の先輩ためだという：「その先輩が土木工学科に入学し、父にその学科の面白さを吹込んでいたらしい」[92]。しかし、上の兄達とのやり取りを見る限りでは、芳雄が土木工学を選んだのは、単にそれが面白いということ以上のものであったように見える。

私の推測は次のようなものである。まず、芳雄自身は、どの科目もまんべんなくできるので、進む学科に関して、とくに好みはなかった。しかし、キャリアとして考えたときに、もっとも魅力的な選択肢は、民間の会社に技師として勤務することだった。これは、一九一三年二月一〇日の亭作の書簡にある、芳雄は性質的には学者に向いているのではないかと思われるが、学者は収入が少ないので、学者と実業家の中間としての大会社の技師が良いという考え方に従ったのだろう。他方、電気工学は学問としては発展の余地があるが、金儲けなら土木工学の方が良いと遠平が書いているが、芳雄から見た場合、保夫という電気工学を修めた上で会社に勤務している実例があるので、大きな問題ではなかった。ところが後になって保夫自身に土木工学を進められたので、心が動き、変更の願いをだした。しかし、変更願いが却下され、また学科の違いはそれほど大きな問題ではないと考えられたので、家族会議を再び行った上、とくに土木工学に変更することに固執せず、そのまま電気工学に進学した。

## 仁科家再興と工学という進路

仁科芳雄と同じ年に東京帝国大学工科大学に進学し、土木工学科を選んだ人物に宮本武之輔がいる。大淀昇一は宮本についての詳細な研究で、どのように宮本が土木工学を選ぶに至ったのか明らかにしている。宮本は「工科の内何を専攻したりとて結局に同じ事」としながらも、宮本によれば土木工学は「その扱う所器械にあらず数字にあらず。人を扱う事、これらを扱ふに比して難易懸絶す可きを思へ共わが性格として其処に一倍の興味ある可しと思惟する」という。つまり、保夫が指摘したように宮本もまた土木は人を扱う工学であると考え、そしてそれを選んだのだった[93]。

宮本のこの選択の背景にあるのは、この時点ですでに宮本の関心は学者になることではなく、工学を修めた上で、それを政治経済に用いる「経世家」になることにあったことである。そして実際、宮本は技術官僚としての経歴をたどり、学者よりも技術政策・技術行政に取り組む人物になった[94]。

国レベルの政治・経済を扱う「経世家」を目指し、「官吏」の経歴へ進んで行った宮本に対し、仁科芳雄は、「官吏」への経歴はむしろ避け、民間企業の技師を目指して、進路を決めつつあった。その背景には、どの学科に進むのであれ、最終的な目的は前

章でふれた中学時代のものと同じであったことがあるように見える。仁科雄一郎は、先に引用した文章のあとに次のように書いている：「廃藩置県で没落した仁科家を何とか再興させねばならぬと常々考えていた父は、その当時技術的な専門家となって、目的を果そうと志していた」[95]。

このように、運動も、どの学科もまんべんなくできた若者だった仁科は、まさにそのために、はっきりとした人生の目標を持てずにいた。唯一あるとすれば、没落した仁科家を再興することだった。そして、その目標を達成するために、主に性格的な適性に基づいて、専攻する学科を選ぶことになった。しかし、これは決して仁科が好んで選んだ人生の目標ではなかった。といっても家族が強制したわけではなく、兄亨作はむしろ芳雄に国家に有為な人物となることを願った。むしろ仁科自身が仁科家への恩義を感じて、その再興を目指したのだろう。やがてはこの目標を捨てることになる。それでも仁科は生涯にわたって、家族に対する義務感を持ち続けた。仁科家再興という目標を捨てることができたのは、それよりも大きな責任を引き受けたからであり、人生の最後まで自らの責任を拡大し続けて行ったことを後に見るであろう。

---

1 松本一「仁科博士の生い立ち」**『伝記と回想』** pp. 106-130, 特に pp. 130.
2 松本, 前掲注 1, pp. 110-111.
3 松本, 前掲注 1, pp. 111-112 頁；木村毅「郷土人物伝第一話：仁科芳雄」『山陽新聞』夕刊 1960 年 5 月 13 日から 8 月 30 日, 第 35 回. 以下、この文献は「木村「仁科芳雄」(35)」のように記す.
4 木村「仁科芳雄」(44).
5 里庄町誌編集委員会『里庄町誌』(里庄町役場, 1971), p. 322.
6 仁科保夫から仁科芳雄（1904 年 2 月 18 日）**『書簡集少年時代編』** pp. 9-11.
7 仁科芳雄「私は何を読んだか：留学時代の回想」『原子力と私』(学風書院, 1950), pp. 224-230, 特に p. 224.
8 木村「仁科芳雄」(44)；里庄町誌編集委員会, 前掲, p. 321.
9 木村「仁科芳雄」(62).
10 里庄町誌編集委員会, 前掲注 5, pp. 322-323；木村「仁科芳雄」(62).
11 田近洵一「坪内雄蔵著『国語読本 尋常小学校用』について」『国語読本：尋常小学校用』(富山房, 2012), pp. 587-602.
12 木村「仁科芳雄」(47).
13 坪内逍遥, 阿部正恒『坪内逍遥の国語読本』(バジリコ株式会社, 2006).
14 仁科, 前掲注 7, p. 224.
15 これはおそらく豊（道子）の回想によるものだろう。里庄町誌編集委員会, 前掲注 5, p. 321；松本, 前掲注 1, pp. 116-117.
16 松本, 前掲注 1, pp. 114-116.
17 松本, 前掲注 1, p. 114; 木村「仁科芳雄」(71).
18 松本, 前掲注 1, p. 110.
19 木村「仁科芳雄」(59).
20 小野俊朗「仁科芳雄博士と郷里里庄」『NL だより』415 号（2012 年 7 月）： 1.
21 仁科芳雄から阿曽沼均（1936 年 8 月 15 日）**『書簡集ＩＩ』** pp. 482-483.
22 **『書簡集少年時代編』** p. 9.

[23] 校史編纂室編『岡山朝日高等学校の生い立ち：戦前篇』（岡山県立岡山朝日高等学校, 2004）, pp. 100-101.
[24] 後神@ルビ：ごかん@俊文『旧制岡山中学校史余録』（後神俊文, 2016）, pp. 368-369.
[25] 木村「仁科芳雄」（63）,（64）.
[26] 校史編纂室編, 前掲注 23, p. 116.
[27] 内田栄造『私の先生』（養徳社, 1946）, p. 52.
[28] 上品数馬『広報外交の先駆者：鶴見祐輔 1885 - 1973』（藤原書店, 2011）, p. 44.
[29] 仁科芳雄「棺に這入る用意」森田敬太郎編『青木要吉追憶集』（青木正雄, 1940）, pp. 176-177.
[30] 渡辺慎治編「青木要吉君」『天才乎人才乎 ：現代実業家月旦』（東京堂, 1908）, pp. 304-307.
[31] 本井康弘「同志社人物誌(90) 山本唯三郎 -三十六歌仙をバラ売りした虎大尽-」『同志社時報』118 号（2004）：42-47.
[32] 仁科, 前掲注 7, p. 230.
[33] 松本, 前掲注 1, p. 118.
[34] 木村「仁科芳雄」（87）.
[35] 仁科芳雄から仁科正道（1910 年 4 月 7 日）**『書簡集少年時代編』** pp. 28-40, 特に pp. 30－31.
[36] 仁科, 前掲注 7,p. 225.
[37] 仁科嘉治男「叔父・仁科芳雄の思い出」**『仁科芳雄』** pp. 189-199, 特に p. 192.
[38] 仁科伸彦「仁科芳雄、コペンハーゲンへの道」『日本物理学会誌』47 巻 4 号（1992）： 309-314, p. 309.
[39] 里庄町誌編集委員会, 前掲注 5, pp. 322－323.
[40] 仁科芳雄から仁科亭作（1905 年 9 月 29 日）**『書簡集少年時代編』** p. 16.
[41] 仁科芳雄から仁科亭作（1907 年 3 月 30 日）**『書簡集少年時代編』** p. 18.
[42] 仁科嘉治男, 前掲注 37, p. 192.
[43] 木村「仁科芳雄」（71）. 仁科遠平より仁科芳雄あて書簡（1910 年 6 月 30 日, **『書簡集少年時代編』** p. 53）に「松尾先生及照文堂へよろしく」とある.
[44] 岡谷英明「少年教育雑誌『とも』の研究」『美作女子大学・美作女子大学短期大学部紀要』46 巻(2001): 36-44.
[45] 仁科保夫から仁科芳雄（1910 年 3 月 29 日）**『書簡集少年時代編』** pp. 25-27.
[46] 仁科嘉治男, 前掲注 37, p. 191；仁科亭作から仁科芳雄［電報］（1906 年 6 月 4 日）**『書簡集少年時代編』** p. 17.
[47] 仁科芳雄から仁科亭作（1908 年 10 月 2 日）科学振興仁科財団 仁科会館.
[48] 木村「仁科芳雄」（99）,（100）.
[49] 仁科, 前掲注 7, p. 225.
[50] 仁科芳雄から仁科亭作（1910 年 2 月 26 日）**『書簡集少年時代編』** pp. 19-20.
[51] 仁科亭作から仁科芳雄（1910 年 3 月 10 日）**『書簡集少年時代編』** pp. 21-23.
[52] 仁科保夫から仁科芳雄（1910 年 3 月 29 日）**『書簡集少年時代編』** pp. 25-27.
[53] 仁科伸彦, 前掲注 38, p.309.
[54] 仁科芳雄から仁科亭作（1910 年 8 月 31 日）**『書簡集少年時代編』** pp. 55-57.
[55] 仁科芳雄から仁科正道（1910 年 4 月 7 日）**『書簡集少年時代編』** pp. 28-40, 特に p. 34.
[56] 仁科芳雄から仁科正道（1910 年 4 月 7 日）**『書簡集少年時代編』** pp. 28-40, 特に pp. 38-39.
[57] Kinmonth, Earl H. *The Self-Made Man in Meiji Japanese Thought: From Samurai to Salary Man* (University of California Press, 1981)〔広田照幸・加藤

潤・吉田文・伊藤彰浩・高橋一郎訳『立身出世の社会史 ：サムライからサラリーマンへ』（玉川大学出版部, 1995）〕.

58 小林宏行『六高ものがたり』（岡山文庫, 1993）, p. 44.

59 第六高等學校生徒寮編『六稜寮史』（第六高等學校生徒寮 1925）「寮生名簿」, p. 4.

60 仁科伸彦, 前掲注 38, p. 310.

61 第六高等學校生徒寮編, 前掲注 59,「寮生名簿」, p. 37.

62 Roden, Donald T., *Schooldays in Imperial Japan: A Study in the Culture of a Student Elite* (University of California Press, 1980) 〔森敦監訳『友の憂いに吾は泣く ：旧制高等学校物語』（講談社, 1983）〕.

63 出隆「高校時代の手記」『出隆著作集』6 巻（勁草書房, 1963）pp. 144-193, 特に p. 157.

64 松本, 前掲注 1, pp. 125-126.

65 松本, 前掲注 1, pp. 125-126.

66 『書簡集少年時代編』 p. 122.

67 小野磯二郎編『六稜誌』（第六高等学校校友会, 1925）, pp. 61-67; 田中民人・森田義明編『六稜外史』（旧制高等学校物語 6, 財界評論社, 1965）, pp. 100-101; 『第六高等学校校友会会誌』36 号（1913 年 12 月）, pp. 62-63.

68 第六高等學校生徒寮編, 前掲注 59, p. 147.

69 第六高等學校生徒寮編, 前掲注 59, p. 154.

70 第六高等學校生徒寮編, 前掲注 59, pp. 154-155.

71 このころ遠平から芳雄への書簡に「肋膜炎にて御入院のよし驚入候」という見舞の葉書がある（仁科遠平から仁科芳雄（1911 年 5 月 1 日）**『書簡集少年時代編』** p. 64）. なお、木村毅の「仁科芳雄」は、中学卒業のあとに入院したあと、そのまま休学したように書いているが、休学許可が二年次からであるので、それは事実ではないように思われる: 第六高等学校から仁科芳雄（1911 年 9 月 27 日）**『書簡集少年時代編』** p. 66.

72 久重一郎から仁科芳雄（1912 年 3 月 10 日）**『書簡集少年時代編』** pp. 69-72; 第六高等学校から仁科芳雄（1912 年 3 月 27 日）**『書簡集少年時代編』** p. 73.

73 仁科芳雄から仁科嘉治男（1912 年 1 月 19 日）科学振興仁科財団 仁科会館.

74 正宗白鳥「二家族」『正宗白鳥全集』第一巻（福武書店, 1983）, pp. 364-428, 特に p. 368.

75 仁科, 前掲注 7, p. 225.

76 松本, 前掲注 1, p. 127.

77 第六高等學校生徒寮編, 前掲注 59, p. 182.

78 第六高等學校生徒寮編, 前掲注 59, pp. 182-183.

79 第六高等學校生徒寮編, 前掲注 59, p. 184.

80 「各組委員会報告」『第六高等学校校友会会誌』39 号（1914 年 6 月）: 138-143, 特に pp. 139-140.

81 仁科保夫から仁科芳雄（1913 年 2 月 8 日）**『書簡集少年時代編』** pp. 80-81.

82 仁科遠平から仁科芳雄（1913 年 5 月 22 日）科学振興仁科財団 仁科会館.

83 第六高等学校編『第六高等学校案内、自大正二年至大正三年』（第六高等学校, 1913）, pp. 83, 86-87.

84 仁科保夫から仁科博光（芳雄）（1913 年 9 月 6 日） 科学振興仁科財団 仁科会館.

85 仁科保夫から仁科芳雄（1913 年 10 月 2 日）**『書簡集少年時代編』** p. 91.

86 仁科亨作から仁科芳雄（1914 年 2 月 4 日）科学振興仁科財団 仁科会館.

87 仁科博正（保夫）から仁科芳雄（1914 年 2 月 28 日）科学振興仁科財団 仁科会

館.
[88] 仁科遠平から仁科亨作（1914 年 5 月 14 日）『書簡集少年時代編』 pp. 95-97. なお、この書簡集では芳雄宛と記載されているが誤りである.
[89] 仁科亨作から仁科芳雄（1914 年 5 月 17 日）『書簡集少年時代編』 pp. 99-100.
[90] 仁科博正（保夫）から仁科芳雄（1914 年 6 月 1 日）『書簡集少年時代編』 pp. 105-108.
[91] 仁科保夫から仁科芳雄（1914 年 5 月 28 日）『書簡集少年時代編』 pp. 113-114.
[92] 仁科雄一郎「禍を転じて福となす：父の回想」『Isotope News』（1990 年 12 月）：23-24, p. 23.
[93] 大淀昇一『宮本武之輔と科学技術行政』（東海大学出版会, 1989）, pp. 30-31.
[94] 大淀, 前掲注 93, p. 30.
[95] 仁科雄一郎, 前掲注 92, p. 23.

# 第四章　帝大工科大学の仁科芳雄

一九一四年九月一日、仁科芳雄は東京帝国大学に進学した。所属は工科大学電気工学科である。これより一九二二年九月の留学まで八年ほど、仁科は主に東京、特に本郷の周辺で過ごした。この東京時代の間に、仁科は電気工学の学生を経て、物理学の実験家となる。

日本を代表する物理学者である仁科がもともとは工学部の出身だったのは一つの謎である。仁科の受けた工学教育と、物理学に転向する過程、およびその時代背景からこの謎を解き明かすのがこの章と次の章の主題である。このような転身が可能だった背景として、この章ではまず仁科が学び、研究をした当時の工学について検討し、二つのことを示す。一つは、当時工学、特に電気工学のような分野が物理学と密接な関係にあった事である。もう一つは、当時の日本の工学教育が、そのような転身を可能にするような学問的に高度なものであった事だ。特に、工学における理論と実践の両方を重視する教育は、仁科のその後の研究において大きな意味を持った。そして、そのような工学教育は日本の近代化の産物であった。この章では、そのような背景と仁科が受けた教育に焦点を当てる。

科学史という研究分野の中で、教育はその重要性に比べて比較的軽視されてきた。しかし、科学の歴史、とくに一九世紀以降の科学の歴史を考える上で、教育は二つの重要な意味を持つ。第一に、ある世代の研究者がその形成期に持った共通の体験は、教育によるところが大きい。ある世代の研究者たちに共通して見られる研究上の実践や、科学、社会等についての考え方を理解するには、その人たちが共通して受けた教育に注目する必要があるのは当然である。伝記を除けば、そのような観点から科学史において教育を見直す手法は、ここ数十年ほどの間にようやく盛んになった[1]。例えば、このアプローチを代表する科学史家に、A・ウォーウィック（Andrew Warwick）という人がいる。彼は、ケンブリッジを出た科学者の数学的な研究スタイルの起源が、彼らがうけた数学トライポスという厳格な数学試験とそれが作りだした教育にあることを示した（数学トライポスについては一五章でまた触れるであろう）[2]。また教育のうち、とくに教科書が学分野の形成に重要な役割を果たすことはすでに一九六〇年代からT・クーン（Thomas Kuhn）が有名な『科学革命の構造』のなかで指摘していた[3]。最近では、量子力学に関してもより系統的に教科書に焦点を当てて研究することもなされるようになった[4]。科学史において教育が重要なもう一つの理由は、一九世紀の終わりから現在に至るまで、研究者の多くの職業が大学の教員だったことである。日常的に行う教育という業務が、科学者の研究活動に何らかの作用を及ぼさなかったはずがない。そして、教育上の需要は科学者の職の供給と結び付いていた。ある研究分野の盛衰は、その分野の職があるかどうかに大きく依存した筈であり、その分野の大学における職は大学教育においてその分野の教育の必要性に依存する。

大学時代の仁科に関して問題になるのは、このうちの最初の点である。工科大学で仁科芳雄がどのような電気工学の教育を受け、仁科の学者としての素養がどのように形成されたのか。そして、とくになぜ仁科が物理学者に転身することが可能だったのか。この章で

は、仁科の大学生時代を描きながら、これらの点について論じる。

## 東京の仁科芳雄と精義塾

東京に移った仁科は、最初、第一高等学校近くの本郷追分（文京区向丘）の香雪軒に下宿した[5]。かつて本郷は下宿屋の町だった。一時五百を数えたという。当時の面影は、その頃もっとも高級だったという本郷館に今でも見ることができる[6]。翌大一九一五年二月頃、岡山県の県人寮、精義塾に入った。精義塾は現存するが、当時は小石川区竹早、今の文京区小石川五丁目にあった。仁科が母にあてた手紙によると、大学まで三〇分、塾生は一三名だった[7]。もともと備前出身の学生四名が下宿に合宿する形で一八九三年に始まった。岡山藩出身の著名な外交官、花房義質を「監督」に仰いで指導を受けた。最初は諸所を転々としたが、旧岡山藩主池田家から土地の提供を受け、一九〇三年、竹早町一一八番地に塾舎を建てるに至った。在塾員は二〇名を定員とし、備前に縁故のあるものとされた。仁科は岡山でも備中出身だが、岡山中学・六高に在籍したので、備前に縁故があると認められたのであろう。入塾者は、厳密な審査を受け、在塾者の全員一致ではじめて入塾を許可された。「塾が新に入塾者を迎ふるは一家にとって養子を迎ふると略ぼ同じ意義であって、その詮衡に最も慎む」とされたのである[8]。塾を出た後、「塾外員」や維持会員として関わり続ける者もいた。例えば、塾員は「先輩訪問」と称して、先輩塾外員を尋ねることが少なからずあった。このように非常に濃密な人間関係を作る寄宿舎だったのである。

仁科が精義塾で生活したのは数カ月にすぎない。しかし、その後も塾外員として出入りし、塾生にも目立つ存在だったようだ。一九一五年から一九一九年まで在塾した香山一男は「仁科芳雄先輩の和服姿も何度も見かけた」と書いている[9]。一九一八年九月には、卒業したばかりの仁科が「物質の組みたて」と題する講演をした。留学から帰国したのは一九二八年の一二月であるが、翌年二月一一日には、精義塾において仁科のために帰朝歓迎会が開かれた。その後も、仁科の日記には、精義塾の新年会に参加したことが書かれている[10]。

仁科に深く関係する人物もまた精義塾に出入りしていた。甥の嘉治男は、尾道中学から一九一五年に上京し、芳雄の紹介で精義塾に入って一九一七年まで在塾している[11]。そのほかにも、たとえば畠山蔵六は仁科の中学校の先輩であり、実業界に進んだが、精義塾の理事として在塾員の「先輩訪問」を頻繁に受けた塾の中心人物の一人だった。仁科芳雄が中学時代に英語を学んだ青木要吉の息子、青木正男も少し前に在塾しており、後に維持会員になった。畠山と青木は、炭鉱業に入って業界の重鎮となる。後に全日空の社長となった岡崎嘉平太も精義塾に在塾し、やはり深く関わっていた。彼は戦後に仁科が科学研究所の社長となったとき、下で働くことになる。このように東京でも精義塾を中心に培われた岡山県人との人脈は、後に仁科の活動が物理学の領域を超えると大きな役割を果たすようになった。物理学の中でも、仁科芳雄の少し後、土井不曇@ルビ：うずみ@も一九二〇年から一九二二年まで精義塾に滞在している。土井は後に物理学者になり、理研で仁科の同

僚となった[12]。

## 病気療養と遠平宅での生活

少年時代と同様、この時期の仁科は病気がちであった。一年生の学年末が近づいた一九一五年四月の休暇中に風邪に罹り、体調を崩した。それでも学期が始まると多忙になり、しばらく体調のことを忘れていたが、五月になってますます辛くなった。診察を受けると、医者は身体が衰弱しているので勉強を中止せよと言う。そこで一時勉強をやめると、やや回復した。回復したといっても、学校から帰った後は、疲労のあまり勉強が出来ない状態であった。これでは試験で良い成績が取れそうもないと、仁科は休学を考えた。相談した在京の兄・遠平は、試験の成績が悪くとも、休学はしないほうが良い、と言う。仁科は無理して勉強をしたが、六月になって胸に痛みを覚えるようになった。肋膜炎の再発を恐れた芳雄は休学を決意した。浜中の母と兄に宛てて次のように苦しい胸の内を書いた。熱もなく床にもつかないのに、休学するのは、誠に意気地のないことだとは思う。しかし、すでに二度肋膜炎を患い、三度目の発病は身の破滅になるだろうとの思いが念頭を去らない。「従而此度の事自分ながら臆病過ぎる事は悟り居り候へ共どうも安心して勉強できず万一の事ありてはと存じ遺憾ながら思ひ切り申候」というのであった[13]。そうして、仁科は試験を諦め、翌年度に一年次をもう一回繰り返すことになった。

仁科の病は肋膜炎だけではなかった。上記の六月の書簡で、高山の兄保夫のもとで静養する積りだが、その前に鼻の症状につき、東京で診察を受けるつもりであることを書いている。そして、八月に嘉治男に宛てた手紙で、七月一四日に入院して翌日手術を受けたこと書いた。診察の結果、手術を受けることにしたのであろう。手術後一昼夜出血が止まらなかった。その次の一昼夜は飲み込んだ血液の嘔吐に苦しめられた。失血状態で全身に苦痛を感じ、ようやく二七日になって退院した。その間一貫目（三.七五キロ）体重を失ったという[14]。

夏期休暇の間、仁科は芝区西久保（虎ノ門のあたり）にある遠平の家に滞在して療養した。おそらく、この年の夏は高山へは行かなかったと思われる。そして九月に新年度が始まっても、遠平宅に寄宿して通学することにした。これは健康不安があるので親族の許にいるのが安心と考えたのだろう。西久保は本郷からやや遠い。現在各国大使館が置かれている地区である。遠平はもともと当時東京の郊外だった渋谷に住んでいた。しかし、息子を鞆絵小学校に入学させるためここに移ったという[15]。これは日本最初の公立小学校である東京府小学第一校を前身とする小学校であった。当時この地区には、著名人の屋敷が多くあった。遠平邸の隣には末松謙澄の広壮な屋敷があった。特に仁科らと接触があった記録がないのは、あまりに格が違いすぎたからであろうか。末松は伊藤博文の女婿で、初期のケンブリッジ留学生の一人である。新聞記者から政治家となって、明治四〇年には子爵になっていた。後半生には歴史家として膨大な資料に基づいた長州を中心とする維新史、『防長回天史』全一二巻を編纂した。仁科が移った頃は第一〇巻に取り組んでいたはずで

ある[16]。遠平は、庭に一屋を建て、「化学研究室」と呼んで、発明家を続けていた。芳雄の部屋は、南側がその庭に面した六畳の部屋だった。大学入学から卒業までと、その後の一年間、ここが仁科の勉強部屋だったという[17]。他に下宿した時期も、遠平はこの部屋を芳雄の勉強部屋にしておいたのであろう。

東京時代の芳雄の生活ぶりは、極めて規律正しいものであったという。後に遠平宅で同居した嘉治男によると、仁科は、毎朝起床後に必ず冷水浴をした。そして、玄関や庭や屋敷前の道路を掃除してから、大学に行ったという[18]。嘉治男が東京に来る前、仁科が送った書簡に運動の方法として、登山、散歩、静座、冷水浴、庭掃除、耕作、体操等を挙げ、これらを「猛烈に規則正しく」行うことを勧めている[19]。仁科自身がその一部を実践していたわけだ。彼は病気がちであったために、人一倍、体調の管理には気を使っていたに違いない。

このように仁科は、東京に移っても、故郷の岡山、そして仁科家との繋がりを緊密に保っていたが、東京は彼にとって新しい環境であった。上京して勉強することを希望していた嘉治男にあてた書簡で、芳雄は「東京は騒がしき所なり勉強すべき所にあらず刺激が多過ぎて心が散漫となり易く候」と書いている[20]。この大正前期の東京は、明治維新以降続けられていた欧化の結果、近代的な都市の様相を示しつつあった。現在よりも自動車は少なく、その代わり鉄道、とくに「市電」と呼ばれた路面電車が縦横に走っていた。すでに市電富坂線が開通していたので、精義塾時代は、本郷三丁目まで市電で通えたはずである。だが、母と長兄に精義塾への転居をしらせた葉書に、通学に三〇分足らず、と書いているので、徒歩に慣れた仁科は歩いて通学したのだろう。彼が主に過ごした本郷、小石川、駒込の辺りには、東京大学、後には東京教育大学や理化学研究所等の教育・研究機関ができていった。新しい西洋建築には瀟洒な煉瓦造りの建物が少なくなかった。殆どは関東大震災と、第二次世界大戦の空襲で失われてしまったが、当時の面影は、一八七六年にできた旧東京医学校本館（現在の東京大学総合研究博物館小石川分館）や、大正五年の東京大学理学部化学東館等に僅かに偲ぶことができる。仁科が東京に移った時、このように西洋化の過程にあった景観を目撃したはずである。それは幕末・明治維新から営々と続けられた日本の近代化が表出した姿の一つであった。そして、仁科が進学した東京帝国大学工科大学、その前身の工部大学校もまたその一つであり、同時にその重要な推進力であった。仁科は嘉治男に東京は勉強すべき場所ではないと書いたが、その騒がしさのなかでも仁科は工学の勉強に打ち込んでいたように見える。

## 世界の工業化と日本の工学

工部大学校の世界史的な意義と、工部大学校における工学について述べるためには、幕末・開国の時期から話を始めなければならない。嘉永六年（一八五三）のM・ペリー（Matthew C. Perry）率いる米国軍艦の来航が、開国、そして明治維新へと至る日本の大

きな転換点であったことは今さら言うまでもあるまい。そして、それは日本の学術にとっても大きな転換点であった。もちろん、開国前の日本にもそれなりに発達した文化・文明があった。初等教育が比較的いきわたり、武士階級はもちろん、庶民、特に商業人口では識字率が高かったと言われている[21]。先の章にあったような干拓・治水事業に代表される土木技術や農業技術などの土着の技術、和算に代表される独自の知識形態も発展していた。文学、絵画、工芸等、芸術分野においても文化が花開いていた。将軍吉宗の時代以降は、長崎の出島を通して、医学や天文学を中心に一定の西洋科学の流入があった。だとしても、一七世紀以降の日本は、ヨーロッパに比べて知的に停滞していたことは否めない。そしてペリーの来航は、その事を如実に日本人に知らしめるものであった。この時、日本が遭遇したのは単なる軍艦ではない。それは欧米の一九世紀の科学と技術、それらがもたらした経済力と軍事力であった。ペリーが将軍家に、蒸気機関車と電信機の模型を贈ったことに示されるように、彼の来航の目的は日本に西洋文明の優位を示し、鎖国を終わらせ、西洋世界が作りつつあった文明と国際秩序に日本を引き入れる事だった。ペリーの来航の結果、長崎、横浜、神戸、新潟が開港し、人と物の交流が発生した。交易だけでなく、交戦もあった。横浜近くで薩摩藩士が英国人を殺傷した生麦事件により、文久三（一八六三）年に薩英戦争が勃発、薩摩藩は英国軍と交戦した。同じく文久三年から翌年にかけて、長州藩は尊王攘夷の強行を試み、下関海峡を通過する欧米艦船を砲撃した。英仏米蘭の四カ国は反撃し、両者は戦闘状態に入った。所謂下関事変である。これらの戦闘により、両藩は欧米諸国の軍事的技術的優位を知り、攘夷の無謀を悟った。和睦交渉と講和を経て、それぞれ英国を中心に西洋諸国との友好関係を深め、西洋の知識の導入、軍事力の西洋化を推進した[22]。こうして、西洋諸国がその植民地と交易圏を拡大し、影響力を広めて行く過程で、日本は新たに成立しつつあった国際秩序の中に半ば強引に、半ば進んで引き込まれた。そこでは西洋世界の立てた新しいルールでの競争があった。その競争は、西洋で発達した知識に基づいた軍事力と経済力の競争である。最悪の場合、その競争に脱落すれば、植民地ないし半植民地に陥ることを、インドや中国の例が示していた。同時に、その競争は、日本国内の競争、幕府や諸藩の間の競争でもあった。生存をかけたこの新しい競争の中で、それに適した知識、西洋の近代科学と技術の導入が試みられた。このような闘争を通した知識の伝播を理解するのに、私は「戦闘圏（battle zone）」という概念を用いることを提唱している[23]。

日本にとって幸運だったのは、欧米諸国で起っていた大きな変革にさほど遅れずに同様の変化を開始できたことであった。そのころは欧米自体が、根本を揺さぶる変革を経験しつつあった。科学的知識や技術的知識が応用され、産業が大きく変わり、一国の経済力・軍事力がそれらの知識と大きく関わるようになった。蒸気機関という強力な動力を得た工場と交通網は、大量生産を実現して社会構造を変化させ、都市と都市の距離を縮め、国を変えていった。その過程を通して、一九世紀の学問は以前の学問とは異なる性質を帯びるようになった。科学知識の生産は、もはや真理探究を理念とした個人や小集団の私的営み

ではなく、国やその他の公共的な団体といった社会制度の中でなされる。それに従事する科学者という職業が確立し、その職業団体が設立され、次世代の科学者が育成される制度が整備されていった。日本の科学史家、広重徹はこのような一九世紀に成立した新しい営みとしての科学を「制度化された科学」と呼ぶ。幕末・明治の日本が導入したのは、この「制度化された科学」であった[24]。日本にとって幸運であったというのは、この変革がそれ以前、西洋に蓄積された知識や伝統のかなりの部分を時代遅れにしたからである。そのため、日本も欧米諸国と比較的同じスタートラインから出発することができた。広重が書いているように、日本はヨーロッパで起こった急激な変化から半世紀ほど遅れたにすぎなかった[25]。

この急激な変化において工学教育は要だった。というのも、この時、欧米で起った重要な変化の一つが、技術者教育と制度化された科学との結合だったからである。ヨーロッパには中世から大学があったが、その教育課程には、リベラル・アーツの意味での技芸があっても、現代の意味での技術（機械的技芸）や工学は無かった。一八世紀終わりから一九世紀、産業革命の進展と並行して、各種技術者の養成のための教育機関が数多く現れ始めた。それがやがて指導的な技術者の養成を目的として、高度に学問化された工学教育が高等教育機関でなされるようになった。その嚆矢は、一七九四年に開校したフランスの理工科大学（エコール・ポリテクニーク）である[26]。ドイツ語圏では、一九世紀初めごろから中等教育レベルの各種技術者教育機関があった。それがフランスの影響を受けつつ、一九世紀後半に工科大学（テヒニッシェ・ホッホシューレ）と呼ばれる高等教育機関に改組されていった。アーヘン、カールスルーエ、グラーツ、ベルリン、ミュンヘンなどに、一八六〇年代から八〇年代にかけて工科大学が設立された[27]。英語圏では、技術者講習所（メカニクス・インスティチュート）と呼ばれる職人養成のための中等教育機関が数多くできていった[28]。一八三〇年頃から高等教育機関における技術教育が始まり、一八四〇年代初めになって、グラスゴー大学とロンドン大学ユニバーシティ・カレッジに工学の教授職が設立された[29]。

## グラスゴー大学の工学

このうち、日本に大きな関わりがあるのは英国グラスゴー大学の伝統である。グラスゴーはランカシャー地方の石炭によって産業革命期に急速な発展をし、帝国第二の都市と言われた。スコットランドでもっとも重要な港湾都市であり、蒸気機関車の主要の生産地であった。進取の気風に満ちたグラスゴーの大学は、英国の高等教育改革の先頭に立っていた。例えば英国で最初に完備した化学実験室を備えたのはグラスゴー大学である[30]。そして、英国で最初に工学、正確には「土木工学及実用機械学」の教授職を設置した。これはビクトリア女王によって創設された欽定教授職であった。その目的は「土木と機械制作の技術のために機械学（メカニカル・サイエンス）の応用を教授すること」とされた[31]。初代のL・ゴードン（Lewis Gordon）は一八四〇年から一八五五年まで務めた。早く引退し

たのは、工学の実践に戻るためだという。その後、海底電信ケーブルの敷設に従事した[32]。

グラスゴー大学工学教授の第二代がW・J・M・ランキン（William J. M. Rankine）である。ランキンは、熱力学に重要な貢献をした物理学者であると同時に、近代工学の父と見なされる。熱力学は蒸気機関と密接な関係のある学問であり、ランキンの物理学上の業績も、蒸気機関への技術的実用性と、熱力学理論への貢献の両方を兼ね備えたものであった。ランキン・サイクルという、蒸気タービンの理想サイクルに名前を残している。工学の教育者としては、工学を理論的な機械学、つまり物理学における力学と、実際的な機械学を調和せることを目指して、学問としての工学の教育を体系化し、数多くの教科書を執筆した[33]。グラスゴー大学では、大学内での理論的な教育と、現場の熟練工の指導による実地教育を組み合わせた教育を目指していた。大学の中で工学教育の立場をプロモートし、同時にグラスゴーの産業界の支援を得るために、「理論と実践の調和」を謳った[34]。

ランキンを継いで、第三代工学教授となるのがジェームズ・トムソン（James Thomson）という物理学者であるが、その弟がW・トムソン（William Thomson）、すなわちケルヴィン卿である。ケルヴィン卿はすでに一八四六年に、グラスゴー大学で自然哲学の教授となっていた。彼は熱力学の体系化、熱力学第二法則の発見を行い、絶対温度の単位に名前を残しているが、研究領域は電磁気学や流体力学、地球物理学にも及んでいた。電気磁気学における研究はM・ファラデー（Michael Faraday）の電磁誘導に数学的表現を与えたもので、それがマクスウェルによる電磁気学の完全な定式化に導いたとされる。また、電気工学の実践にも活躍しており、とくに、大西洋横断海底電信ケーブルの敷設に科学顧問として参加し、技術的問題の解決に中心的な役割を果たした[35]。海底電信ケーブルの敷設によって世界的な電信網を作ることは、全世界に権益が散らばった大英帝国が植民地を維持するのに極めて重要な役割を持っていた。当時、水中のケーブルに不可欠な絶縁物質であった樹脂、ガタ・パーチャはマレーシアの特産であり、マレーシアを支配していた大英帝国は、海底電信網を独占することができた。それによって、競争相手の他の列強諸国に対して優位に立った[36]。明治期の日本の工学と物理学はケルヴィンに負うところが大きい。ケルヴィンの弟子が何名か、工部大学校や東京帝国大学理科大学の教師となっているほか、田中館愛橘等、日本の物理学者でケルヴィンに学んだものもいるからだ。日本の工学と物理学は、ケルヴィンを通じてつながっていたともいえる。ケルヴィンの兄、ジェームズは、ウィリアムの影に隠れてしまっているが、氷の性質や流体力学についての研究があり、グラスゴーに移る前はベルファストで工学教育をしていた[37]。ランキンも、トムソン兄弟も、みな物理学者であると同時に工学の教育・実践をしていた。当時は、工学と物理学の境界は明確ではなかったのである[38]。

## グラスゴーと日本の工業化

グラスゴー大学と日本の工学との関わりは幕末に始まる。文久三年（一八六三）、伊藤俊輔（博文）ら長州藩氏五名は、海軍技術の習得のため英国に密航した。密航の手引きを

したのは、現在でも存続するジャーディン・マセソン商会である。これはスコットランド人W・ジャーディン（William Jardine）とJ・マセソン（James Matheson）が一八三二年に広州に設立し、一八四〇年に香港に根拠を移した。阿片貿易で莫大な利益を挙げ、東アジアで最大の貿易商となった。幕末に倒幕志士達を支援したことで著名なT・グラバー（Thomas Glover）も、もとジャーディン・マセソン商会で働いており、長崎に店を持った後も、ジャーディン・マセソン商会が船を売却する代理人を務めたりなどしていた[39]。横浜開港後、一八五九年に、外国商会としては最も初期に支店を開いていた。伊藤らは、ジェームス・マセソンの甥で、ジャーディン・マセソン商会のロンドン支店を仕切っていたヒュー・マセソン（Hugh Matheson）の世話でロンドンに滞在した。ところが下関事変が勃発し、彼我の国力差を知る伊藤らは長州藩の存亡の危機と考えたであろう。伊藤と井上聞太（馨）は急遽帰国し終戦工作にあたった。英国に残り、勉強を続けた他の三名のうち、山尾庸三は最初、ロンドンで学んでいたが、グラスゴーに移り、ネイピア造船所で働きながら、アンダーソン・カレッジという学校の夜学で学んだ[40]。山尾は明治維新後まで英国に残り、帰国したのは一八七〇年である。

明治維新後、日本が近代国家に転換し、西洋諸国と対等な関係を得るために、西洋の科学・技術に基づいたインフラ、即ち鉄道、電信、燈台が必須であった。その建築には建築技術、西洋諸国と軍事的・経済的に対等になるためには造船・造兵の技術や工業生産の技術、そしてそれを構築するための材料や燃料を供給する鉱山・製鉄技術が必要だった。これらを実現するために工学知識の導入と工学に通じた人材の育成を急がねばならない。そこで、鉱山、製鉄、灯台、鉄道、電信機を整備する国の機関として、工部省が一八七〇年に設立された[41]。現在の虎ノ門あたりにあった旧延岡藩邸内に工学寮が設置されたのはその翌年である。この時期の工部省の「寮」とは宿舎でなく、省内の部局のことだったが、工学寮は、工学知識の移入と人材の育成を担い、カレッジと呼ぶに相応しい。「寮」が廃止された一八七七年に、これが工部大学校と名前を変えることになる。

## 工部大学校（工部寮）のお雇い外国人たち

工部省が設立されると、長州閥が実権を握り、伊藤が工部卿として工部省の長、山尾が工学大丞として工学寮の長となった。伊藤らは工学導入のため、まずお雇い外国人を招聘することを始めた。一九七二年、岩倉使節団の一員としてロンドンにいた伊藤はかつて世話になったヒュー・マセソンに助力を求めた。マセソンは工学寮教師の人選と採用、カリキュラムの策定、必要な書籍備品の調達を引き受け、知人の技術者に相談に行った。その技術者こそ、前述のゴードンである。すでに大学を退いていたゴードンは、ランキンを紹介し、さらにランキンを通してW・トムソンらグラスゴー大学の人達が工学寮創設に関わることになった[42]。ただし、ランキンはマセソンが接触した一八七二年には動けないほど身体が弱っており、その年末に亡くなってしまっている。

こうしてヒュー・マセソンは、ゴードン、ランキン、W・トムソン、それに加えてロン

ドンのユニバーシティ・カレッジの化学者、A・ウィリアムソン（Alexander Williamson）に工学寮設立についての助言を仰いだ。とくにゴードンの学習計画に関するメモが有益だったことを後に彼の未亡人に書き送っているので、カリキュラム策定にもゴードンの意見が盛り込まれたであろう[43]。それ以上に重要だったのは教員の人選、とくに外国人教師を統括する「都検」、すなわち教頭である。校長は日本人、山尾が管理職として就いたので、「都検」が事実上、教育に中心的な役割を担うことになる[44]。ランキンは彼自身の優秀な弟子である当時二四歳の H・ダイアー（Henry Dyer）を推薦し、ゴードンも賛成した。W・トムソンは懐疑的だったが、マセソンはダイアーを都検に採用した[45]。他の教員としては、W・E・エアトン（William Edward Ayrton）が電信および物理学、J・ペリー（John Perry）が土木工学、J・ミルン（John Miln）が鉱山、そして E・ダイヴァース（Edward Divers）が化学の教員として採用された。エアトンについては後に詳しく述べる。ペリーは、エアトンと友人でよく共同研究を行った。もともとジェームズ・トムソンの弟子で、ケルヴィンの助手になった。在日中、方眼紙を多く用いて、グラフ等を描く教育方法を始め、帰国後、ロンドン・シティ同業組合学校が作ったフィンズベリー・テクニカル・カレッジでの教育にも用いた。数学教育の革新を唱えたことや、地球の年代についてのケルヴィンの説を批判したことで知られる。後にロイヤル・カレッジ・オブ・サイエンスの教授になった。これは、現在のインペリアル・カレッジは複数の機関を起源とするが、これはその一つである。その他王立協会会員や、イギリス工学会会長の栄誉も受けた[46]。ミルンは地質学者であり、単に鉱山技術を教えるにとどまらず、地震学の研究を行い、地震学会の創設など、日本の地震学の基礎を敷いた[47]。ダイヴァースは先に言及したウィリアムソンが推薦した人物で、実験化学者として優れた研究をしていた。帝国大学創設後は、理科大学に移り、一八九九年まで日本にいて多くの日本の化学者を育てた[48]。

お雇い外国人教師は、高給で雇用された。工部大輔になった時の山尾の月給が四〇〇円だったのに対し、ダイアーは六六〇円、教師のエアトンですら五〇〇円だった。明治政府は外国人の雇用に多額の国費を費やしたが、必ずしも優れた者ばかりではなかった[49]。しかし工部大学校に関しては英国側の良い協力者と渡英した日本人の準備の結果、幾人ものすぐれた教師を得た。まずダイアーを得たことは、工部大学校にとって幸運だったと言ってよい。彼は教育行政家として優れた手腕を示し、工部大学校における工学教育に真剣に取り組んで、当時最先端と言ってよい工学教育を工部大学校で実現した。彼は、チューリヒの連邦工科大学等、各国の工学教育を参考にして、工部大学校のカリキュラムを作成したという。ランキンの工学教育の思想を受け継ぎ、「学識ある職業」としての技術者を養成するための、学問としての工学を推進した。たとえば、工学教育は、理論と実践のどちらにも偏らず、両者の融合がなされなければならないという考えをもっていた。そこで、理論と実践を交互に教育するサンドイッチ方式と呼ばれるカリキュラムを作成した。また、技術者は教養を備えなければならないとした。その結果、工部大学校は次のような六年間のカリキュラムになった。最初の二年は予科として基礎科目の講義を一年の前半に行い、

後半は講義と製図を習う。次の二年は、専門科と呼び、前半は講義と実験、後半は工部省事業の現場で実習を行う。最後の二年は実地科と呼ばれ、現場での実習に従事するが、半年ごとに実習報告を提出する。このように、理論と実践を組み合わせて、交互に行いつつ、実践の比重を上げていったのだった。授業はもちろん、英語である[50]。

このような教育を行った工部大学校は一九七九年に最初の卒業生二三名を出す。その中には、電気工学の志田林三郎、化学の高峰譲吉、建築の辰野金吾など、錚々たる人物がいた。第五期の田辺朔朗は琵琶湖疏水と蹴上水力発電所で著名であるが、この疏水事業は田辺の工部大学校における卒業論文を実現したものである[51]。仁科の時代でも、工科大学の年配の教授には工部大学校出身者が多くいた。ダイアーの実現した工学教育は、当時の英国においても、高い評価を得た[52]。

工部大学校は、工学教育を行う高等教育機関の設立という新しい世界的傾向をいち早く日本という後進国において実現したものである。ドイツが工科大学を設立し始めたのと同時期である。英国では未だ工学教授職が孤立してあったにすぎなかったのに対し、工部大学校はすでに独立した工科大学であった。当時の世界的な傾向の最先端を行く試みだったのである。若いダイアーは、単にランキンらの思想や、グラスゴーの実践を日本に導入したのではなく、他の事例も参考としながら、日本という当時の学問においては周縁的な場所で新しい試みをした。その上、英国に帰国したのち、その経験を英国での工学教育に生かした。ダイアーの研究者三好信浩は、これを「ブーメラン現象」と呼んだ[53]。

このような現象は、この時期の西洋科学の全世界化が、単に西洋から他の地域に伝播していくという一方向的なプロセスではなく、西洋の科学自体が、その過程を通して変質していったことを示す。この時代の科学の循環的な性質は、植民地科学の研究者、たとえばカピル・ラジらによって指摘され、「知識の環流（circulation）」と呼ばれた[54]。これは全世界的な科学の歴史、いわゆる科学のグローバル・ヒストリーを考える上で重要な論点となっている[55]。

西洋の科学・技術が他の地域に広まりグローバル化する過程で、それ自体が変質しもはや西洋だけのものではなくなっていった。そして、この工部大学校の流れを汲む、東京帝大工科大学で学んだ仁科もまた、このような世界的な知識の環流の中で大きな役割を果たすことになるのである。

## 大正初期の工学と工科大学

仁科が進学した大正初期の工科大学は、明治期の工部大学校とまったく同じままであったわけではない。工部省は一八八〇年に逓信省と農商務省に分割され、一八八六年、工部大学校は東京大学工芸科と統合して、帝国大学工科大学となった。高等学校の三年間の教育が予科に相当する教育を行い、工科大学の年限は三年に短縮された。大正期には、工学に関わる教育研究機関は工科大学だけではなかった。京都帝国大学が一八九七年、東北帝国大学が一九〇七年、九州帝国大学が一九一一年にできていた。理工学分野の学校として

は、一八八一年に東京職工学校（後の東京高等工業学校にして現在の東京工業大学）と東京物理学講習所（現在の東京理科大学）ができた。一八八七年には辰野金吾ら工部大学校の関係者を中心として、工手学校(現在の工学院大学)が設立され、中堅技術者・職工の人材育成を担った。さらに、工学分野の研究所としては、一八九一年に逓信省の電気試験所（現在の産業技術総合研究所）が、一九一〇年に帝国鉄道庁鉄道試験所（現在の鉄道総合技術研究所）ができるなど、国立の技術関係の研究所や、試験機関が出現しつつあった。

世界的にも、科学と社会の関係は新しい段階に入りつつあった。電気や石油をエネルギー源とする第二産業革命が進展するにつれて、電機産業や化学産業が新しい産業の主役として登場した。科学や技術の先端的な研究が、より密接に産業と関わるようになった。それらの研究や、産業に関わる人間には、より高度な専門性が必要となる。その傾向をさらに進めたのは仁科が工科大学に進学した一九一四年にヨーロッパで勃発した戦争であった。第一次世界大戦は、毒ガス、戦車、飛行機、潜水艦が投入された大規模な科学と技術の戦争であり、科学と国家との関係がさらに密接になる一つの契機であった。日本は戦争そのものには殆ど関わらなかったが、戦争によって途絶えたヨーロッパからの製品を代替するために、日本での開発・研究の必要が生じた。このことは、仁科の人生にも深く関わることで、後にまた詳しく述べる。

工学分野における他の研究機関が多く登場してきたとしても、工科大学は、この分野で最も権威のある日本教育研究機関であり続け、工学研究者と技術官僚を育成する機関としての地位は揺るがなかった。そして、ゴードン、ランキン、ケルヴィン以来の工学を物理学や化学と結合させ、学問としての工学を実践的な技術者教育の基礎とし、理論と実践の融合を目指す伝統とは仁科の時代まで生きていたように思われる。とりわけ理論的な側面の重視は、工学の高度化と、成長する他の中堅工学教育機関との差異化のために、より強められたかもしれない。

## 電気工学の学生としての仁科芳雄

すでに述べたように、仁科芳雄は電気工学科に進学したが、これに必然性があったわけではない。東京帝大に進学する時に、土木工学科へ転科することを願い出ていた。その時、大学側の返答は、入学試験の前の転科は認められないという事であった。仁科は結局試験の後も土木工学へ転科せず、電気工学科に進学した。転科を取りやめたのか、それとも認められなかったのかは定かではない[56]。特に好みのない仁科にとっては大きな問題ではなかっただろう。

希望しない学科に進学したというので学業がおろそかになった、ということは全くなかった。この時期の仁科の学業にとっての問題はむしろ先に述べた健康不安だった。しかし、休学から戻ってからの仁科の学業は、極めて順調であった。一九一六年の夏、仁科は飛騨高山の兄のもとですごし、そこで一年次の成績を知って、郷里に報告した。百点満点で九二・四点、四三名中、二番目であった。仁科は母と兄に、試験で大失策したけれど、意外

に良い点が取れた、これも母上の御信心のおかげ、と書き送っている[57]。主席だったのは、後に重水の研究で知られるようになった野口孝重@ルビ：こうじゅう@である[58]。彼は三菱造船に就職したが、その研究所が理研に統合されるとともに、仁科と仲の良い同僚となった。二年目には、仁科は三一名中一位となっていた。そして、卒業時には、卒業した二二名のなかで最優秀の成績をとった。この年、一九一八年は、恩賜の銀時計が授与された最後の年である[59]。仁科はそれを受けた一人であった。工科卒業生総代に選ばれたが、帰郷中のため授与式の予行練習に欠席し、次席の者に総代を譲った[60]。明らかに、仁科は極めて優秀な電気工学の学生であった。

## 日本の電気工学と東京帝大電気工学科

仁科芳雄が電気工学を学んだのが偶然だったとしても、それは仁科の人生を大きく決めたと言ってよいだろう。次章で述べるように電気工学は工学の他の分野に比べてはるかに物理学、とくに原子物理学と深い関係にあったからである。

日本における電気工学の歴史は、電信の導入によって始まった。「テレガラフ」という言葉は幕末にすでに日本語に入っていた。嘉永五年（一八五二）の長崎風説書がドーバー海峡の海底電信ケーブル敷設を報じたときのことだった[61]。広く知られたのは、ペリーの来航時以後である。維新前から幕府・諸藩は、その重要性、特に軍事的重要性に気付いて、研究を始めていた。維新後は工部省の中に電信寮ができた。電信寮に修技場という電信技能者を育成する教育機関ができたが、電信網を建設し、技術的問題を解決するための指導的な技術者の育成は、工学寮（工部大学校）電信科で行われた。工学寮全体の責任者「都検」はダイアーだったが、電気工学に関しては、同じくグラスゴー大学で教育を受けたエアトンが中心となった。ケルヴィン卿の弟子の一人であり、ケルヴィンと同様、物理学者として当時発展しつつあった電気工学に従事した。日本に来る前はインドで電信網の建設に関わっていた。一八七三年に工学寮電信科の教授として招聘され、一八七八年まで日本に滞在した。英国に帰国後、一八七九年にフィンズベリのロンドン・シティ同業組合学校で電気工学を教えた。これは直ぐ後にフィンズベリー・テクニカル・カレッジに改称した。前章で触れたジョン・ペリーもここに加わる。電気工学史家の高橋雄造によれば、この学校は、それ以前からあった電信学校を除けば、英国における電気工学分野の学校教育としては最初期のものであるという。その後、エアトンはこの学校の高等教育部門、セントラル・インスティチューションの教授になった。セントラル・インスティチューションは、ロイヤル・カレッジ・オブ・サイエンスと同様、二〇世紀初めにロンドン大学のインペリアル・カレッジに統合された[62]。これが現在ではロンドン大学から独立し、イギリスを代表する理工系大学の一つとなっている。このように、電気工学においても、日本で御雇外国人による先端的な試みがなされ、その成果が本国で後に実施されるという「ブーメラン現象」が起ったのである[63]。イギリスにもどった後のエアトンの研究についても次章で触れるであろう。

仁科が入学したころ、電気工学はエアトンの時代以上に重要性を増し、最先端の学問の一つとなっていた。大きな学問的な革新がなされつつあると同時に、重要な応用のある学問として、その分野の発明が世界を変えつつあった。かつて人間が使える電源は電池しかなく、例えば電信のような、電池で必要電力をまかなえる電気技術しか実用的でなかった。一九世紀中ごろになって発電機が実用化され、大量の電力を用いる電気装置の使用が可能になった。T・エジソン（Thomas A. Edison）に代表される発明家達によって、照明、熱源、動力等、多様な用途へ電気を応用した機器が発明された。一八八〇年代までに、誘導電動機発明と変圧器の実用化によって、交流電力網の優位が確立し、その後、数一〇年間の間に欧米都市に電力網が構築されていった[64]。並行して、交流技術と交流理論が形成された[65]。その結果、電気工学という学問においても、電信のような通信手段のための電気工学、いわゆる「弱電」よりも、むしろ大容量の電力を交流電力網によって配電し、動力や熱源として供給するための電気工学、いわゆる「強電」が中心となっていた。そこで、大正時代の工科大学電気工学科では強電分野のほうが強かった[66]。しかし、同時に、無線電信の開発が進みつつあり、それに関連する弱電および高周波の分野が成長しつつあった。後に仁科は、当時の電気工学科にいた教員として西健、鯨井恒太郎、鳳秀太郎、渋沢元治、浅野慶輔、山川義太郎を挙げているが[67]、このうち西、鳳、渋沢が強電の専門家であり、浅野、山川の二名が弱電の専門家であった。鯨井は両方にまたがっていて、かつ高周波工学の研究を始め、新設された高周波工学の講座の教授となった[68]。鯨井と無線電信については次章で述べる。卒業生も、強電分野の比率が高かった。一九二三年に卒業した嶋津保次郎によると、卒業生二八名のうち、強電関係者一九名、弱電五名、その他四名であったという[69]。

## 仁科芳雄がうけた電気工学教育

仁科が入学したころ、電気工学科の建物は東大正門から入って左手にあり、赤煉瓦造りの二階建てだった。その建物には中庭があって、昼休みにはその芝生の上で学生がくつろぎ、談笑した[70]。七名程の教員が一二から一五坪ぐらいの部屋に、小さな机と椅子を持ち、所々向きを変えて座っていた[71]。電気工学科は、教員の間の仲が良く、家族的な和気藹々とした雰囲気を他の学科にうらやましがられた[72]。

仁科在籍中の電気工学科における教育は、前章の工部大学校とは大きく異なっていたが、それでもその理念がまだ生きていた。理論的な教育と実践的な訓練を組み合せつつ、学年が上がる毎に後者の比重が大きくなった。仁科が卒業した直後に、工科大学は単位制、すなわち学年によらず必要単位を卒業まで取得すれば卒業できるようになるのだが、それまでは学年制で、学年ごとに履修すべき科目が決まっていた。初年度は、全体の半分弱が講義であった。それぞれの学年は三学期に分かれていた。例えば、一年次最初の学期には、毎週の授業時間は次のようになっていた。「数学」に三時間、「力学」に一時間、「応用力学」に一時間、「熱及熱機関」に三時間、「機構学」に一時間、「機械工作法」に一時間、

「電気及磁気学」に四時間、「電気及磁気測定法」に一時間と、合計一七時間の講義があった。その上で、「機械製図」に一〇時間、「電気及磁気実験」に一〇時間となっている。このように講義では、最初に数学・物理学等に関わる基礎的な学問に重点が置かれ、実習としてはまず電磁気学の実験があり、同時に製図に早くから重点が置かれていたことが分かる。二年目はより応用的な学科が教えられた。「電信及電話」、「発電所設計、電力伝送及分配、電燈及照明」、「発電機電動機及変成器」等である。二年目もやはり製図や、実験が半分ほどの時間を占めていが、実験は「電気工学実験」となっているので、やはりより応用的になったと思われる。また、二年生には「実地演習」があるが、時間は定められていない。三年目は一学期には少し講義があり、製図に一四時間、実験に一二時間となっている。それ以降はまったく授業がなく、その代わり、時間の定められていない「実地演習」と「卒業論文」があった[73]。

電気工学に限らず、当時の工学にとって、製図は基本技能であった。これはエコール・ポリテクニク時代からの伝統である。エコール・ポリテクニクにおいて学問としての工学が教育されたときの一つの柱はG・モンジュ（Gaspard Monge）が導入した画法幾何学であった[74]。その流れをくむ工科大学の教育においても、製図の訓練に重点が置かれた。時間数としては、実験よりは少ないが、それでも授業時間のかなりの割合を占めた。学生は製図を嫌ったらしい。一九一三年に出版された『赤門生活』という当時の東京帝大の学生生活を描いた書物に、「製図は非常に面倒なものである」「一体製図は学生にとって面白い側の仕事ではない」と書かれている[75]。学生はそれぞれ、機械や建築等のある人工物をきめて、それを設計し、その図面を書いたという。学生が作成した図面は、製本され、卒業論文と一緒に提出された。そのため、仁科を含む過去の学生の製図作品が東大工学部電気工学科の図書室に保存されている[76]。

## 実験と実習

また、他の工科大学の学科と同様、電気工学科は、自前の実験室をもっており、学生実験を実施した。様々な種類の電流計や測定器、電気に関する標準器、発電機、蓄電池、電動機、変圧器、無線電信、電話装置、高周波交流発電機などがあり、測定や各種装置の試験をすることができた[77]。これらの装置は、学生が測定の練習をしたり、電磁気学の基礎を教えたりするための道具はあったが、実験的研究をするためのものではなかった。当時すでに電子管や真空管は発明されていたが、学生実験室にあるようなものではなかったのである。出身者の一人は、真空管を鯨井研究室で見せてもらったと回想している[78]。当時、このような装置は電子の振る舞いに関わるという点で、電気工学というよりも、むしろ物理学の領域と見なされたのかもしれない。

実験の指導は教員が自ら行い、助手は長いこと付かなかった[79]。実験室での実習は一応規定があったが、内容の大部分は担当教員に任されていた。従ってどの教官が担当するかによって、実験の内容も、指導の仕方も異なった。たとえば、仁科芳雄の指導教官であっ

た鳳秀太郎が担当の時の学生実験を当時の卒業生は次のように回想している。まず学生が鳳のところへ実験の題目を貰いに行く。鳳は自分の帳面を開いて紙片に実験題目を書きだす。題目はたとえば、「performance of series transformer」（直列変圧器の性能）のようなものであった[80]。他には、例えば遮断機や変圧器に使う絶縁油の耐圧を測定したり、電極材質に何が良いかを調べたりする実験もあった[81]。そして鳳は「先ず voltmeter がいるね」などと言いながら、必要な計器を記入し、また測定範囲も記入する。学生はその紙片を持って助手のところへ行き、必要な機器を借り出して実験を行う。鳳は実験中時々見に来る程度で、とくにその場で指導をしたりはしなかった。しかし、実験の報告には厳格であった。学生は最後には、レポートを書いて実験の正式報告をするのだが、その前にまずはデータを鳳に見てもらい、承認を得なければならない。いい加減なデータを持ち込むと、鳳に「痛い所をつかれる」ので、学生は実験を慎重に行うようになっていった[82]。

二年次、三年次の実地演習は、かつて工部大学校で工部省の事業の現場で実習したことの流れを汲むものであり、戦後の東大工学部でも工場見学という形で残っている。電気工学科の「実習規定」には「実習は学生をして実地の業を執り或は実地工業上の視察を為さしめ以て学理応用の智識を養成するを目的とす」と書かれている[83]。これも、詳しい規定はとくに定められておらず、各学生の関心に応じて、全国の工学の現場、たとえば電気工学関係ならば、発電・配電施設、電気鉄道や、電機製品の製造工場へ行った。とくに後者の場合は、卒業生が働いていることが多く、工科大学の出身者のネットワークが大きな役割を果たして学生を受け入れていた。あるいは安川電機のように、出身者が創業した企業もあった。学生は予め教官と相談し実習計画を立て、かつ終了後は実習した事柄についての詳細な報告を出すことが求められた。実習の時期については、主任教授の具申による学長が定めるとあるが、二年次にはまだ授業が詰まっているので、休暇の間に行くことが多かった。実習期間も定められていないが、『赤門生活』によると、五〇日から七〇日間、工場で過ごしたという[84]。四、五名の学生が同じ場所に行くこともあったが、それぞれが希望する所へ行くので、大勢が集団で行くようなものではなかった。学生にとっては実地で工学の現場を体験する機会であり、同時に工科大学にはない装置を使用した実験等を行うことができた。また、遠隔地を旅行して、見聞を広める修学旅行の役割も果たしていた。単なる見学に終わらず、実験データの収集や、企業でのインターン的な経験をすることもあった[85]。当時の帝大生は、制服・制帽があったが、実習中も制服の着用が義務付けられていた[86]。

工科大学の学生は一年の休みの時などに、実習以外に自発的に旅行し、各地の工業施設を見学することがあった[87]。仁科の場合、三年になる前の一九一七年九月初めに北陸・北関東を七日間旅行し、電気関係の現場を訪れているが、これは実習にしては短期間なので、自発的な見学旅行であろう。まず、当時日本最大の油田だった新潟の新津を起点として、次に群馬の横川地区で、電気鉄道と発電所の建設を見学した。そこは起伏に富んだ地形で多くのトンネルが必要なため、一九一一年に電化されていた。そのあと、仁科は栃木の鬼

怒川流域で五日間を過ごした。まず古川鉱業の最大の銅山である足尾銅山を訪れた。足尾銅山は一九〇七年の騒動で知られている。鉱業は鉄道・電気とならんで明治政府が力を入れた工学分野であり、足尾は工科大学の学生の重要な実習地であったが、仁科はここでは鉱山にある水力発電所を訪れただけで、短い滞在しかしなかった。続いて仁科は、日光に近い細尾にある発電所、そして最後に、鬼怒川発電所を訪れた[88]。

三年生のときには、仁科芳雄は卒業論文の実験データをとるために、帝大内の「煉瓦造りの薄暗い実験室」で甥の嘉治男を助手にしてシンクロナスモーターの測定をした[89]。また、当時の書簡には一九一八年の一月一五日から、毎日七時から午後五時まで芝浦工作所で作業したとある[90]。芝浦工作所は現在の東芝で、浜離宮の隣の芝浦にあった。実習の報告は、卒業論文と一緒に製本されて残っている[91]。仁科がどれだけの期間、芝浦工作所に通ったか明らかでないが、実習の期間は学生によって異なり、一月だったり、数か月に及んだりもした[92]。電気工学科の実験室は、あまり設備が整っていなかったので、学生にとって、企業の現場に行って実験データをとることは非常に重要であった。

卒業論文は、電気工学科で卒業するのには必須だったが、これについては特に規定がさだめられていない。仁科の場合、英文手書き二〇〇頁ほどのものであった。かならずしもオリジナルな研究でなく、総説論文的なものであったり、実験や製作よりも理論的な内容が中心になったりした。実験室が貧弱であったので、実験をしてオリジナルなデータを取れるような環境に無かったのである[93]。仁科の卒業論文については後で詳しく述べる。

週三六時間、そのうち実験と製図が一〇時間という時間はかなりハードなものだったであろう。その上、勤勉な仁科は工科大学の授業だけでなく、文科大学（文学部）で朝七時から八時までフランス語の講義を受けていた[94]。さらに、学生は様々な教科書等を自ら入手して勉強することも多かった。例えば仁科の場合は、図書室に入っては、電気関係の原書を読んだ。一年の時は、ジーンズの『電磁と磁気』を読んだと書いているが、ジェームズ・ジーンズの『電気および磁気の数学的理論』のことであろう。また仁科より少し前の卒業生で、一年生のときに鳳の推薦したＪ．Ｊ．トムソンの『電気と磁気』を読んだと回想している者もいる[95]。他には、仁科は「シュタイン・メッツのものやドイツのアーノルドの電気機械の本などが頭に残っている」と書いているが、C・P・スタインメッツ（Charles Proteus Steinmetz）の交流理論についての本と E・アルノルト(Engelbert Arnold)の直流回路についての本ことであろう[96]。日本語の書物では鳳秀太郎の『交流理論』も印象が深かったと書いている。これらの三冊は、どれも仁科が卒業論文のテーマとした回路理論に関わるものだった。スタインメッツと鳳については後により詳しく触れる。

電気工学に限らず、工科大学では、帝国大学に属する他の大学（現在でいう学部）に比べて、試験が多かった。一九一九年に出た、『赤門だより』という当時の東京帝大の学生生活を諧謔的に描いた本では、法・医・工・文の学生生活を比べて「一学期に一回づつに試験を持って居る工科の学生は一番に学校へ出て居る者です。然し、余り学校の方が忙しくて遊んで居る余裕がないので、此科の学生は最も地味な生活をして居る」[97]と書いてい

る。例えば理科大学や法科大学は一年に一度、医科大学では一年に二度しか試験が無かった。そのため、工科大学では、理科大学等にくらべて、より勤勉な学生生活をすることになった。『赤門生活』によれば、工科大学の試験は、時間の制限がないか、あっても十分に長かった。教授は最初の説明だけして試験の部屋を退出し、その後学生は食事に行ったりその他の用を足したりすることが自由だったという[98]。かつて、試験の前だけ勉強することに批判的だった仁科も、大学時代はやはり試験勉強をする必要があったらしく、浜中の母と長兄にあてた書簡の冒頭に「試験中乱筆御免被下度候」と書くことがあった[99]。もっともこの「試験中」というのは、試験期間のことではなく、試験そのものの最中であったのかもしれない。

このように仁科がいたころの電気工学科の教育は、非常に密度の濃いものであった。その学課内容は、電磁気学を中心として、数学や物理学の講義に加え、基本的な実験と実習、図学のような工学の基本的技能と、工学の現場における実地演習を組合せていた。物理学科の学生と比較して、数学や物理学関係の履修科目が少ないのは否めないが、それでも力学、熱力学、電磁気学の授業があって、物理の基礎を学んだ。そして、当然ながら、実験・実習を通して、電気機械の操作に習熟したはずである。また、図学の実習を通して、図形的・視覚的直観を磨いたであろう。より学問的に高度で、研究に近いことを行ったのは三年次の卒業研究においてであった。

### 鳳秀太郎

仁科芳雄が電気工学で受けた教育は、二年生までは講義と実験・実習が中心であったが、三年生になると卒業論文の執筆の執筆をしなければならない。卒業研究で仁科の指導教官となったのは、鳳秀太郎である。鳳は強電分野、とくに交流回路や、過渡現象といった送電技術の基礎となる現象の理論的研究が専門である。仁科が電気工学科の学生だったころ、鳳はまだ四〇代であったが、日本の電気工学を代表する学者の一人であったと言ってよいだろう。そして、鳳こそ、電気工学の学生としての仁科芳雄にもっとも強い影響を与えた人物だった。

仁科が在学したころ、鳳は電気工学を担当した三人の教授の中で一番若かった。しかし、学科内でもっとも指導的な立場にあった。最年長の電気工学第三講座担当の浅野応輔は無線電信で優れた業績を挙げ、国際的にも著名な工学者であった。しかし逓信省との兼任だったため、学科のなかでの存在は薄く、電信・電話についての講義をするだけだった。もう一人の教授、電気工学第一講座担当の山川義太郎は学科主任になっていたが、さほどの業績がなく、学位も論文ではなく総長の推薦によって得ていた[100]。学生も山川の講義にはあまり感心しなかった[101]。そして、浅野は一九一八年、山川は一九二三年に引退するなど、あまり引退まで時間もなかった。そのため、若輩にも関わらず鳳が学科の中心になっていたとみて良いだろう。その上、電気工学科の若い教員、西健、鯨井恒三郎、渋沢元治、大山松次郎は電気工学科の出身で、多くが鳳の教えを受けた。西が一九一二年に卒業したと

き助手に採用されたのは鳳の支持によるもので、西は仁科が学生のころには助教授になっていた。鯨井は当時助教授で、一九〇七年に卒業後助手になり、一九一二年から一九一五年に外遊していた[102]。一九一七年に、電気工学第四講座の教授となり、高周波工学の担当となった[103]。このうち、次世代のリーダーとなるのは、渋沢元治である。彼は渋沢栄一の甥で、その頃はむしろ逓信省にいて電力行政に深くかかわっていた。体の弱かった鳳は六〇にならずして亡くなるが、それまでは鳳が当時主流であった強電分野を主導していた。

鳳は一八七二年に、堺の老舗の菓子商、駿河屋の主人鳳宗七の息子として生まれた。妹の一人、志ようは、家を出て与謝野鉄幹と結婚し、与謝野晶子と名乗って、日本でもっともよく知られる歌人・詩人のひとりとなった。秀太郎もまた文才があり、和歌と俳句を残して、死後教え子たちが本にまとめ、『白萩』と題して出版した[104]。第三高等学校時代の友人には、「妹は自分より文章がうまい」と言っていた[105]。しかし、晶子は自由奔放で、情熱的、当時の国家主義に反抗的であったのに対し、秀太郎は、謹厳で冷静な学者肌、そして国家に忠実だった。晶子の「柔肌の熱き血潮に触れもみで 寂しからずや道を説く君」は、鉄幹に会う前、近くの寺の住職河野鉄南にあてたものといわれるが、秀太郎も「道を説く」種類の人間であった。結局、兄妹の間はこじれてしまった。学生の一人だった八木秀次の回想によれば、秀太郎は晶子の話を嫌い、学生はその話題を避けたという[106]。晶子は日露戦争のとき、弟にあてた詩「君死に給うことなかれ」を書いて、非愛国的であると非難されたが、秀太郎は、それを償うかのように、『大戦余響』を編んだ[107]。これは、日露戦争に関する様々な文章を集めたものである。その序文で鳳は日露戦争で得られた最大の効果は、「領地にも非ず鉄道にも非ず、我士気に与へたる興奮と国民の自覚なり」として、子どもにもこの戦争のあらましを知るのに便利なように、この本を出したという[108]。そして、所々で鳳自身の文章を添えている。例えば第四節では、旗を振って出征する兵士を送り出す人達について書き、「我将士、命を受けて戦に向ふ。誰かは生還を期せむ。しかして我国民の之を送るや、亦死に赴くの人として之を送るなり。大君の為めに先づ水つくかばね苔むすかばねたらむとする、其幸運に対して祝声を揚ぐるなり」と書いている[109]。これは晶子の「君死に給うことなかれ」の詩を念頭において、それを反駁しようとしたのであろう。

工科大学での鳳は、学者・大学教官らしい風貌と、謹厳な生活態度、気難しい人柄、厳格な指導で学生に知られていた。仁科の三年上の先輩に安川第五郎という人物がいる。九州の炭鉱業で財をなした安川財閥の安川敬一郎の五男である。敬一郎は山川健次郎と共に一九〇九年に明治専門学校を創設し、これが後に九州工業学校となった。日本の物理学史にとって重要なのは、物理学者の桑木彧雄がここに職を得て、着任する前に大学の費用でヨーロッパに留学したことである。このときに、桑木がベルンの特許局時代のアインシュタインと会っているのだ[110]。第五郎は、後に兄清三郎とともに安川電機を創設した。戦後は日本の原子力の推進において産業界のリーダーとなり、原子力研究所理事長や日本原子力発電社長を務めた。彼によれば、ある時二年生が卒業生する三年生のために送別会を企

画し、築地の万安という店で会を催すことにした。万安楼は、黒塗りの塀で囲まれ，広い庭をもつ有名な料亭である。当時の木挽町、今の銀座一丁目に二〇〇〇年頃まであった。学生がこの会の案内を掲示し、地図を示して店の位置を杯の絵で記した。ある授業の後、学生たちが掲示板を見ると、その案内文に次のように書き込まれていた：「君子は酒を以て交はらず、人を率ゐて悪に嚮ふ者を悪む。鳳秀太郎識」[111]。この話は学生に強い印象を与え、語り継がれた[112]。

謹厳ではあっても、鳳は学生思いで教育熱心であった。自ら教科書を書き、毎年の講義で内容を知り尽くしているにも関わらず、講義の度に入念に準備した。仁科の一年後輩の大山松次郎は卒業後、電気工学科に助手・助教授となり、鳳の講義の準備を直接見る様になった。彼によると、鳳は授業の前はいつも、講義ノートを読み返し、時には新たに講義ノートに書き込んでいった。旧友が訪ねてきても、講義の前には準備のために来客を置き去りにして、準備の為に机に戻ったという。これは当時の日本の大学では必ずしも普通ではなかった。鯨井のように、研究に夢中になって講義を忘れるので、学生が実験室に呼びに行かねばならないような教員もいた[113]。こうして、鳳の講義は、学生に強い印象を与え、仁科も含め、学生たちの多くが感銘を受けた[114]。当時の学生たちは、「電気機械はこんなふうに考えれば、エネルギーの変換は容易に理解できるだろう、そして解析できるだろうと懇切に教えられた」と回想している[115]。

その上、鳳は優れた教科書を書いたので、さらに高い教育効果を上げた。「鳳氏交流工学理論階梯」というシリーズがそれである。一九一二年から第一編『交流理論』、第二編『変圧器及誘導電動機』、第三編『波動・振動及避雷』、第四編『交流整流子電動機』と、出版されていった[116]。繰り返し改訂され、版を重ね、例えば第一編『交流理論』は一九四四年までに二〇版が出ている。後で若干、引用するが、これらの教科書は多くの図を用い、かつ平易で明晰であると同時に格調の高い美文調で書かれていた。学生たちは、それを熟読し、鳳の独特の解説の仕方に魅了された。鳳の言い方をまねて、「少しく考うれば明らかならむ」などと言い合い、鳳の指導通りに推理を進めて行くと良く理解できるので「鳳流工学だ」と言って喜んだという[117]。

ある学年の卒業生たちは鳳に心酔して同窓会の名前を鳳雛会と名付けた[118]。また、卒業する学生の就職の世話や、卒業後の学生が仕事の上で直面した技術的な問題の相談に乗ることも熱心であった。例えば、安川第五郎が安川電機を設立した後、しばしば相談に乗っている。感激した安川は後に「先生位に卒業生の前途を思い、各方面に働いて居る吾々の成功を心から祈って居られる先生は他に例はあるまいとすら思う」と書いている[119]。

電気工学の研究者として、鳳は当時の日本における強電分野を指導する立場にあった。今日の日本で、電気工学を学んだ人達の間で、鳳の名前が知られているのは、鳳＝テヴナンの定理によってであろう。これは、複雑な回路があるときに、それと等価な単純な回路に置き換える方法を示すものである。技術者が複雑な回路を解くのに良く用いられる。この定理は、この二〇世紀の初めにフランスのL・C・テヴナン（Léon Charles Thévenin）

をはじめとして、幾人かの電気工学者たちによって発見されていた[120]。鳳は、送電網についての考察から、独立してこの定理を導いていた[121]。ここでは示さないが、この定理は電磁気学のキルヒホッフの定理と重ね合わせの原理から、厳密に導くことができる。実験上の新法則の発見ではなく、電磁気学理論の上での重要な定理というわけでもない。しかし、回路計算に高い工学的有用性を持つ中間レベルの理論であり、典型的な工学的理論と言える。重ね合わせの原理とは、後で電気工学における具体例を説明するが、一つの系を複数の系の単純な和として理解できることである。電気回路においては、重ね合わせの原理が成り立つ現象が多くあるが、重ね合わせの原理は量子力学においても極めて重要な原理であり、やはり電気工学出身のP・A・M・ディラック（Paul A. M. Dirac）がその基礎を定式化するときの基礎原理の一つとなった[122]。

## スタインメッツの交流理論

同時に、鳳がその当時に日本で知られていたのは、スタインメッツの交流理論を日本に導入したことであった[123]。上述の教科書『交流理論』の序文にも「著者ハすたいんめっつ氏著書ノ感化ヲ受ケシコト最多シ」とある[124]。スタインメッツはドイツ生まれで、最初数学の教育を受けた。米国に移住し、ジェネラル・エレクトリック社の研究所で主任顧問技師となった。アメリカにおける初期の産業科学者である。多くの技術者を指導し、アメリカの電機産業の発展に対する貢献は大きい。スタインメッツの伝記を書いた技術史家のR・クライン（Ronald Klein）によれば、彼はエジソンに代表される実地での技能と経験則を重視するタイプのエンジニアとも、あるいは電気工学を電磁気学の応用としてしか見ない物理学者とも異なっていた。N・テスラ（Nicola Tesla）のような、その時代の電気工学のもっとも優れた実践家ですら、作動する機械を作ることで満足することがあった。それに比して、スタインメッツは、「『純粋』物理学者のように」、機械についての一般理論を構築しようとしたという[125]。M・ピュピン（Michael Pupin）のようなマックスウェル理論の理論家は、「凡人がマックスウェルよりもうまくやろうとするのは止めさせたほうが良い」と言って、スタインメッツがマックスウェルの理論を書きかえるのを批判した。それに対して、スタインメッツは、マックスウェルの理論よりも実際の機械とよりうまく接合するような中間レベルの理論を構築しようとしたのだった[126]。

スタインメッツの交流理論とは、交流回路の解析に複素数を導入した理論である。複素数は、実数と虚数の和からなる。実数というのは我々が通常数としている数であり、虚数というのは、その二乗が負の実数となるような数だ。我々がものを測ったり、数えたりするときには、虚数は現れないので、想像上の、架空の数のように思われていた。しかし、数学では極めて重要な役割を果たす。例えば、『博士の愛した数式』で知られるオイラーの等式は、この虚数によって指数関数を三角関数と結びつけるオイラーの公式から導かれる。交流とは、電圧や電流が周期的に入れ替わるような電源である。交流における電流と電圧の関係は、交流回路にコイルやコンデンサーがあるとき、マックスウェル方程式から

導かれる微分方程式や積分方程式で表される。しかし、工学の実践においては微分方程式を一々解くことは避けたい。スタインメッツ以前に、電気工学者は、定常状態の交流なら、微分方程式を使わずに、平面上を回転するベクトルとして図形的に表せることを見いだし、その図形を解析することで必要な解を得ていた[127]。スタインメッツは、このような図形的で直感的な交流理論から出発しつつ、そこに複素数という経験的・実用的な工学とは一見縁遠い数学的概念を導入することによって、図形的な解法を代数計算で置き換え得ることを発見した。これにより、交流回路の解析が遥かに容易になり、それ以降の工学者はスタインメッツの方法を用いるようになった。スタインメッツの理論は、複素数という当時としては高度な数学概念を導入しつつ、実用的に極めて有用で効果的な理論を構築したものであり、上に述べたような、自律的な工学的理論の一つの典型であった[128]。

鳳はスタインメッツの著作を学生に薦め、自著『交流理論』でスタインメッツの理論を日本語で紹介した。鳳は、スタインメッツによる複素数の導入を次のような美文調で称えている：

@引用@
複素数ヲ交流理論ニ用フルコトハ一二学者ノ先チテ発議セシモノニアリシト雖モ、絶大ノ霊腕ヲ振ヒ此利器ヲ操ルコト縦横意ノ如ク、遍ク交流ノ諸問題ニ突入シテ至ル所乱麻ヲ絶チ荊蓁ヲ拓キ、茲ニ交流工学ニ一新紀元ヲ画セシモノハ、実ニすたいんめっつ氏其人ナリトス。或ハ彼ヲ称シテ交流学ノまっくすうぇるト称スル人アリ。亦当レリト謂フベシ。
@引用終わり@

鳳はスタインメッツの理論の日本への導入者であったばかりでなく、スタインメッツと同様、図形的・直感的な理解を重視し、中間レベルの理論を構築するタイプの電気工学者であった。鳳の学生は鳳の著作が「心画」を描くことを強調していることに印象を受けた[129]。機械的な計算によって答えを導き出すのではなく、問題を直感的視覚的に把握し、その意味の理解を重視したのである。例えば『交流理論』の第六章において、鳳は電気回路の「重畳の理」すなわち重ね合わせの原理を説明している。ある電気回路において、二つの起電力（電源）があり、その回路のある点における電流・電圧を知りたいとする。その回路にそれぞれどちらか一つしかない場合のその点における電流・電圧を求めれば、その和が、知りたい電流・電圧となるというのが、重ね合わせの原理である。鳳はまずこれをキルヒホッフの法則から式計算によって導けることを示した。その上で、そのような式を用いないで「明亮ナル心画（mental picture）ニ依テ直チニ了解セムコトヲ力ムベシ」と書いている[130]。このような「心画」を重視する態度は、現実の問題を解かねばならない工学の理論においては、おそらく自然であった。しかし、重要なのはそれだけではない。重ね合わせの原理は、上で述べた鳳＝テヴナンの定理の導出においても鍵となる原理であった[131]。そして、それを使いこなすためには、重ね合わせの原理の直感的把握が有利であっ

たに違いない。さらに、仁科自身が後に良く知る事になるように、重ね合わせの原理は理論物理学においても重要な役割を果たす。これについては後に述べるであろう。

鳳は、スタインメッツが「純粋物理学者」が自然を研究するように、電気機械を研究して、その一般理論を構築しようとしていたことを良く理解していたと思われる。学生に電気工学を教えるとき、電気工学をそのようなものとして教えた。鳳の講義を聞いた学生達は、当時あった参考書『考え方と解き方』をもじって、鳳の講義を「電気機械の考え方と解き方」だと言ったという[132]。仁科は鳳秀太郎を指導教官とし、鳳に代表される電気工学の研究伝統の中に浸かっていた。先にふれたように、大学時代に読んで印象を受けた本は、交流理論の著作であり、当然、鳳の教科書が含まれていた。鳳の授業に感銘をうけ、次のように書いている：「大学の講義では鳳先生の講義が殊に面白かった。というのは先生は物事の物理的意義を把むことを教えられたからである」[133]。このように仁科は工学の分野で学ぶことによって、物理的な描像を描いて研究することを覚えたのである。

## 仁科の卒業研究

卒業研究に仁科が選んだのは、三相交流についての理論的および実験的研究であった。ここでも鳳＝テヴナンの定理と同様、重ね合わせの原理が重要な役割を果たすが、そのついてのテクニカルな内容については、すでに出版した論文に詳しく書いたので、ここではその概要を述べるにとどめたい[134]。交流とは、周期的に大きさと向きが変化する電流である。通常、家庭用電源などで用いられる交流電源は、二つの電極の間で、周期的に向きと大きさが変化する電圧がかかっているので、そこに電気製品を接続すると、その二つの電極の間に、周期的に大きさと向きが変化する電流が流れる。これは単相交流と呼ばれている。三相交流電源では、三つの電極の間で、少しずつずれた周期で、大きさと向きが変わる電圧がかかっている。このような交流電源には幾つかのメリットがある。電力当たりの導線量が小さく、電動機において回転磁界を容易に作ることができる。そのため、主に送電、動力用の配電に用いられる。

仁科芳雄が卒業研究で扱ったのは、三相交流電源に、単相交流用の電気機器（たとえば電動機）を接続したときに、どのような問題が生じるか、ということであった。三相交流に単相交流用の機器を接続すれば、バランスの悪い負荷を与えることになるので、望ましくない効果が発生する。例えば、振動を起こして、不快な音と、機器に対する損傷を引き起こしたり、熱を発生して効率を下げたりする。仁科は、重ね合わせの原理を駆使して、まず多相交流一般についての理論的な考察をした。そしてそれによって、理論的分析方法を確立した。その後に、三相交流について分析を行った。そして実際に実験を行って、その分析を検証したのだった[135]。現在からみるとこの内容には疑問が多いが、最終的に首席で卒業し、銀時計を授与されたところからすると、この卒業論文は高く評価されたのであろう。

## 大学院進学

卒業が近くなった一九一八年三年生の四月ごろから、卒業後の進路についての話題が浜中の家族との書簡に上り始めた。仁科は卒業研究の時に、芝浦工作所で実習をし、指導教官の鳳秀太郎の口利きもあったので、就職も芝浦工作所に内定していた。ところが、四月八日に亨作にあてた書簡で、芳雄は芝浦製作所から仕事をもらう話があるが断ろうと思う、と書いた。このまま就職するのではなく、大学院で「電気化学方面」の「研究」を一年ほどしてから、就職したい、というのであった。亨作に相談する前に、遠平と、訪問していた高山の保夫とはそでに相談して、すでに賛同を得ていた。そのように考えたのは、「電気機械」に関しては、もう既に発展が終わっていてあまり面白いことはないと思われるからであった。大学院に進学したら、学資が必要になるが、それについては、学校の教師から月五〇円位の収入の口があることを言われていることを書いている[136]。

仁科はその「収入の口」を具体的に説明しなかったが、説明が難しかったからだろう。これは当時出来たばかりの、そして日本にはかつてなかった機関である理化学研究所からの収入である。仁科はここで研究生として採用されることになる。研究生には必ずしも給与が出なかったのだが、ここで仁科の書く「学校の教師」、すなわち鯨井の計らいで給与が与えられることになったのであろう。また、ここで仁科が「研究」をしたいと述べていることも注意すべきである。次章で述べるように、今でなされているほど「研究」という行為は、日本ではまだ一般的ではなかった。仁科がここでいう「研究」とは一年ほどのもので、それほど重い意味を持つものではなく、研究所の研究生なので、研究をするのは当然なのだが、そもそも理化学研究所という機関が物理と化学の研究に重点を置いた特異な場所としてできたことを次章で述べる。

これに対する亨作の返事は、不在のため一月ほど遅れたが、「双手を挙げて賛成」というものだった。亨作は、芳雄の目標が高遠であることを称え、目先の利益をとるよりは他日の発展をとることを薦めた。化学方面の研究のために大学院に進学するのは、後に留学する上でも良いだろうと書き、すでに芳雄が留学することを考えている。さらに、「貴下の天職は金儲けよりは学術蘊奥を極め国家に貢献するが確かに適材なり」として、どうか勇気を鼓舞して、奮闘努力を続け、将来国家の柱石となってほしい、と激励している。普段は良く整った手紙を書く亨作だが、この時は興奮していたらしく、所々線を引いて削除して書き直したり、欄外に長い文章を挿入したりしている[137]。才能に満ち溢れながら、何をしていいのかはっきりとしていなかった芳雄が、自らの関心で人生を切り拓こうとしはじめたことが、亨作には嬉しかったのかもしれない。そして、この手紙は、没落しつつある仁科家の再興のために身を立てねばならぬと考える芳雄に、家のことよりも、むしろ学問を極めて、国ためになるようにせよ、という兄からの言葉であった。仁科家か、学問か、芳雄はもうしばらくの間、この二つの間で悩み続けることになる。しかし、この時は理研に就職することに決めた。

なお、仁科が理研に就職を決めたことは鳳を激怒させた。当時の指導教官と学生の関係

からすれば「私に相談もなく勝手に就職先を決めてしまっては困る」ということになった[138]。鳳は面倒見の良い教師であるが、学生が自らの影響下から離れるのを好まなかったらしい。学生に対する支配欲が面倒見のよさの原動力となっていることはよくあることである。この後、仁科と鳳との関係は途絶えてしまった。

この時点で「電気化学」の研究として、仁科が何を考えていたのか、推測のほかない。たとえば、ジェネラル・エレクトリック社のI・ラングミュア（Irving Langmuir）の研究のようなものであったかもしれない。ラングミュアは一九一三年に、不活性気体を電球に封じ込めることで、電球の寿命を飛躍的に永くすることに成功していた。後に、ラングミュアが日本に来日したとき、その講演を仁科自身が翻訳しているのは、このころからの関心のなせる業であったのかもしれない[139]。この時期、確かに通常の電気機械、たとえば発電機や電動機に関しては、一応、創成期の発展は完了しつつあった。そして、電気現象でも電子や分子の電気的振る舞いを詳細に研究し、それを工学的に利用することによって電気工学の新しい可能性が拓けようとしていた。仁科は電気化学にそのような可能性を見たのであろう。

## 仁科にとっての電気工学

いずれにせよ、電気工学から電気化学へ興味を移し、同時に、大学院へ進学して、理化学研究所に入ったことは、仁科が物理学者となる重要な一歩となった。しかし、そのことは、それまで大学三年間の間に電気工学を学んだことが無意味であったことを意味するわけではない。当時の東京帝大工科大学は、工部大学校がランキンやダイアーから受け継いだ学問としての工学の伝統を保ちつつ、理論と実践との融合をはかっていた。その電気工学は、単に電気機械を作り、動かすだけの学問ではなかった。また、物理学や化学等の基礎的な自然科学分野から演繹的に導き出される派生的な学問でもなかった。スタインメッツや、鳳秀太郎に見られるように、電気工学は、電気機械についての学問的探求であった。電気機械は極めて複雑な対象であり、それは自然現象と同様に学問的な探求の対象になるものだった。人工物の研究は工学的有用性を求めつつも、それの基礎とされる自然科学諸分野から演繹される応用ではすまず、自律的な中間レベルの理論を発展させる独自の学問分野となっていた。従って、仁科芳雄にとって、電気工学を学んだこと、特に鳳秀太郎のようなスタイルの電気工学を学んだことは、物理学者になる上で決して無駄な寄り道だったわけではない。むしろ、当時の電気工学から原子物理学へ距離、当時の鳳秀太郎に代表される理論的な電気工学から理論物理学への距離は、遠いものではなかっただろう。しかも、その理論的なアプローチは、鳳が強調したように、「心画」を強調し、視覚的な直感を重視するものであった。さらに、電気工学の教育においては、たとえ理論を専攻しても、実験をし、工学の現場を見学した。そのなかで仁科は、実験・実習において現実を理論的に把握すること、そして理論を研究しながらも、物理的意味を把握することを重視することを学んだであろう。仁科のその後の活動は、これらの教育を十分に生かすものであった。

他方で、電気工学科時代の仁科が主に理論的な訓練を受けたことは、その後の仁科の実験家としての限界も説明するかもしれない。仁科の長年の共同研究者となる竹内柾は、仁科について「理論部門には強く、また総括的な見通しには明るかったと思うのだが、実験装置などのいわゆる職人的な面については不得意だったと思う」と書いている。これは逆に竹内が実験の職人的な達人だったからだろうが、しかし彼が示唆するように後のサイクロトロン建設の不調は仁科のこの面が現れた可能性は否定できない[140]。

スタインメッツが目指し、鳳が日本において継承したような電気工学のあり方、すなわち、機械のような人工物について、科学的に探究し、理論を考察するというやり方は、現在の科学や技術の先端分野で、ごく普通のものになりつつある。先端科学の大部分においては、人間の手が加わらない自然な状態というよりは、極めて人工的な状態が研究の対象となっているからである。たとえば、高エネルギー物理学は巨大な装置によって、極めて不自然な状態を作り出すことを通して自然を探求する。分子生物学の多くの分野においては、自然界に存在しない、あるいは生存し得ない生物が研究のための重要な道具となっている。高エネルギー物理のような分野においては、装置そのものが研究の対象であるわけではないが、その研究が可能になるためには、装置そのものを対象とした研究分野が必要となる。自然現象も、人工物の現象も、ほとんど区別がないのである。後に見るように、仁科芳雄は、日本で加速器科学を準備する役割を果たした。その意味で、スタインメッツや鳳のようなスタイルの工学の伝統は、仁科の後の研究に極めて有効な準備を提供するものであった。

この時期に、電気工学に関わる仕事を出発点にして物理学者なったり、学部時代に電気工学を学んで物理学に転向したりするのは、仁科に特異的な現象というわけではない。後に述べるように原子物理の実験は電気工学と密接な関係があった。若いころに電気工学に興味をもってから実験物理学者になった者にはたとえば後に触れる E・ラザフォード（Ernest Rutherford）がいる。さらに理論物理学でも例えば、アインシュタインがそうである。彼はチューリヒの連邦工科大学の出身であり、彼の特許局時代の仕事は電気工学に関わるもので、子どものころからの電気工学との関わりがあったばかりでなく、特殊相対論自体が、電気工学の技術的問題と密接に結びついていることが指摘されている[141]。もう一人は、仁科自身が後に深い関わりを持つようになる、前述のディラックである。ディラックは、ブリストル大学で電気工学を学んだ後に、ケンブリッジで理論物理学に転向したのだった。ディラックと電気工学との関係については、幾つかの研究がなされている。たとえば、ディラックは、研究過程においては、射影幾何学を用いた草稿を多く残しており、最終結果の論文においては代数的なフォーマットをとっているにも関わらず、思考過程では射影幾何学を用いていることが知られている。射影幾何学は、製図の基礎となる数学であり、この時期の工学者は、射影幾何学に徹底的に鍛えられたはずである[142]。そして、仁科芳雄が成し遂げた最初の理論物理学的研究は、このディラックによる研究と深い関係を持つことになる。

[1] 教育に関する科学史・科学論の総説としては、次のものを見よ：Mody, Cyrus C. M. and David Kaiser, "Scientific Training and the Creation of Scientific Knowledge," pp. 377-402 in Edward J. Hackett et al. eds., *The Handbook of Science and Technology Studies,* 3rd ed. (MIT Press, 2008). また、次の論集も参照：Kaiser, David, ed., *Pedagogy and the Practice of Science: Historical and Contemporary Perspectives* (MIT Press, 2005).

[2] Warwick, Andrew, *Masters of Theory: Cambridge and the Rise of Mathematical Physics* (University of Chicago Press, 2003).

[3] Kuhn, Thomas S., *The Structure of Scientific Revolutions,* 50th Anniversary Edition (University of Chicago Press, 2012) 〔中山茂訳『科学革命の構造』(みすず書房, 1971)〕.

[4] Badino, Massimiliano, and Jaume Navarro, eds., *Research and Pedagogy: A History of Quantum Physics through its Textbooks* (Edition Open Access, 2013); Badino, Massimiliano, "Schooling the Quantum Generations: Textbooks and Quantum Cultures from the 1910s to the 1930s," *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte* 42(4) 2019: 290-306.

[5] 仁科伸彦「仁科芳雄、コペンハーゲンへの道」『日本物理学会誌』47巻4号 (1992): 309-314, 特に p. 311. 仁科の下宿については科学振興仁科財団 仁科会館（里庄町）の仁科の書簡に見ることができる. 次も参照：仁科伸彦「仁科芳雄の高等小学校から大学卒業までの経過」(1991年5月3日) 理化学研究所 記念史料室, 仁科記念財団旧蔵資料.

[6] 高橋幹夫『下宿屋という近代』(住宅総合研究財団, 2007).

[7] 仁科伸彦, 前掲注 5, p. 311.

[8] 精義塾編『精義塾七十五年史』(精義塾, 1968) p. 26.

[9] 精義塾編, 前掲注 8, p. 15.

[10] 仁科芳雄, 日記, 日付不詳, 仁科記念会館（里庄町）.

[11] 精義塾編, 前掲注 8, p. 109; 仁科嘉治男「叔父・仁科芳雄の思い出」『仁科芳雄』pp. 189-199, 特に p. 193.

[12] 土井不曇は、量子論の立場から相対論を批判した物理学者として知られる。土井については次を見よ：吉田省子・高田誠二「反相対論者・土井不曇と大正期物理学界」『科学史研究』第二期 31巻 181号 (1992): 19-26；岡本拓司「アインシュタインが来る：大正11年、土井不曇理学士の恍惚と不安」、『科学技術史』9号 (2006): 67-85.

[13] 仁科芳雄から仁科津禰・仁科亨作 (1915年6月6日)『書簡集少年時代編』pp. 123-128, 特に pp. 125-126.

[14] 仁科芳雄から仁科嘉治男 (1915年8月6日)『書簡集少年時代編』pp. 129-134, 特に p. 132.

[15] 仁科伸彦, 前掲注 5, p. 311.

[16] 金子厚男『末松謙澄と「防長回天史」』(青潮社, 1980).

[17] 仁科伸彦, 前掲注 5, p. 311.

[18] 仁科嘉治男, 前掲注 11, p. 193.

[19] 仁科芳雄から仁科嘉治男（1915年8月6日）『書簡集少年時代編』pp. 129-134, 特に p. 130.

[20] 仁科芳雄から仁科嘉治男（1915年8月6日）『書簡集少年時代編』pp. 129-134, 特に p. 130.

[21] Dore, Ronald P., *Education in Tokugawa Japan* (Routledge & Kegan Paul, 1965) 〔松居弘道訳『江戸時代の教育』(岩波書店, 1970)〕. より最近の研究として：Rubinger, Richard, *Popular Literacy in Early Modern Japan* (University of Hawaii Press, 2007).

[22] 保谷徹『幕末日本と対外戦争の危機：下関戦争の舞台裏』(吉川弘文館, 2010)；石井孝『明治維新と外圧』(吉川弘文館, 1993).

[23] Ito, Kenji, "Modelling the apparent spread of science: Some insights from the history of science in Japan," in David Ludwig, Inkeri Koskinen, Zinhle Mncube, Luana Poliseli, Luis Reyes-Galindo, eds., *Global Epistemologies and Philosophies of Science* (Routledge, 2021), pp. 265-273; Ito, Kenji, "La science <<occidentale>> sous la restauration Meiji: Mimétisme ou appropriation intelligente?" in Kapil Raj and Otto Sibum, eds., *Histoire des sciences et des savoirs : Tome 2, Modernité et globalisation* (Seuil, 2015), pp. 346-365.
[24] 広重徹『科学の社会史：近代日本の科学体制』(中央公論社, 1987), p. 81.
[25] 広重, 前掲 p. 80.
[26] 堀内達夫『フランス技術教育成立史：エコール・ポリテクニークと技術者養成』(多賀出版, 1997)；中村征樹「エコール・ポリテクニクの設立と技術知の再定義：画法幾何学の成立をめぐって」『日仏教育学会年報』5号 (1999): 301-306.
[27] 種田明「ドイツ技術者教育の成立と制度化：工科大学の生成・発展とその社会的地位について」『技術と文明』5巻2号 (1988): 1-28.
[28] Shapin, Steven and Barry Barnes, "Science, Nature and Control: Interpreting Mechanics' Institutes," *Social Studies of Science* 7 (1977): 31-74.
[29] Sviedrys, Romualdas, "The Rise of Physical Sciences at Victorian Cambridge," *Historical Studies in Physical Sciences* 2 (1970): 127-145, on p. 132; Sviedrys, Romualdas, "The Rise of Physical Laboratories in Britain," *Historical Studies in the Physical Sciences* 7 (1976): 405-435, on pp. 406-7.
[30] Sviedrys, "The Rise of Physical Sciences," op. cit. (29), on p. 131.
[31] 坂本賢三『先端技術のゆくえ』(岩波書店, 1987), p. 101.
[32] 坂本, 前掲注 31, p. 104.
[33] 大淀昇一『近代日本の工業立国化と国民形成：技術者運動における工業教育問題の展開』(すずさわ書店, 2009), pp. 48-49.
[34] ランキンの工学思想の背景については、例えば次を見よ：Marsden, Ben, "Engineering Science in Glasgow: Economy, Efficiency and Measurement as Prime Movers in the Differentiation of an Academic Discipline," *The British Journal for the History of Science* 25 (1992): 319-346.
[35] Smith, Crosbie W. and M. Norton Wise, *Energy and Empire: A Biographical Study of Lord Kelvin* (Cambridge University Press, 1989), Ch. 19.
[36] 高橋雄造『電気の歴史：人と技術のものがたり』(東京電機大学出版会, 2011), pp. 101-106.
[37] Thomson, James, *Collected Papers in Physics and Engineering* (University Press, 1912).
[38] Sviedrys, 前掲注 29, "The Rise of Physical Laboratories,", on p. 407.
[39] Blake, Robert, *Jardine Matheson: Traders of the Far East* (Weidenfeld & Nicolson, 1999), p. 163.
[40] 坂本, 前掲注 31, p. 98.
[41] 鈴木淳「工部省の十五年」鈴木淳『工部省とその時代』(山川出版社, 2001), pp. 3-22, 特に p. 3.
[42] 坂本, 前掲注 31, pp. 105-106.
[43] ヒュー・マセソンの書簡は次に出版されている："Letter from Hugh M. Matheson to Miss Gordon, 20th January 1877" in Thomas Constable and David Stevenson, Memoir *of Lewis D. B. Gordon, F. R. S. E.* (Private Circulation, 1877), pp. 186-190. 日本語では次に紹介されている：坂本, 前掲注 31, p. 108.
[44] ただし、最近の研究では、日本側の役割を強調するものもある：和田正法「工部大学校創設再考：工部省による工学寮構想とその実施」『科学史研究』第二期、50巻258号 (2011): 86-96.
[45] 坂本, 前掲注 31, pp. 106-107.

[46] ペリーの生涯全般については：板倉聖宣「ジョン・ペリーの生涯」『数学のたのしみ』20 号 (2000 年 8 月): 111-119; 21 号 (2000 年 10 月): 99-108; 22 号 (2000 年 12 月): 110-119; 23 号 (2001 年 2 月): 91-101. ペリーの数学教育論については： 木下卓司「ジョン・ペリーの数学教育論：「有用性」概念に焦点を当てて」『数学方法学研究』36 巻 (2021): 121-132. ペリーのケルヴィンに対する批判については： Smith and Wise, 前掲注 35, pp. 603-607.

[47] Herbert-Gustar, A. Leslie and Patrick A Nott, *John Milne: Father of Modern Seismology* (Norbury,1980) 〔宇佐美竜夫訳『明治日本を支えた英国人：地震学者ミルン伝』(日本放送出版協会, 1982)〕.

[48] 武智ゆり「ダイヴァース先生とその弟子たち：滞日 26 年, 化学の教育・研究に奮闘」『近代日本の創造史』2 号(2006): 11-20 ； A. S. and Joji Sakurai, "Edward Diverse," *Journal of the Chemical Society, Transactions* 103, 1913, 746-755; Kikuchi, Yoshiyuki, "Cross-National Odyssey of a Chemist: Edward Divers at London, Galway and Tokyo," *History of Science* 50 (168) (2012): 289- 314.

[49] 梅渓昇『お雇い外国人：明治日本の脇役たち』(講談社, 2007, 2011), pp. 237-243.

[50] ダイアーについては、次のものを見よ：三好信浩『ダイアーの日本』(福村出版, 1989). ダイアーと工学寮については：植村正治「明治初期工学教育機関の設立：工学寮について」『社会科学』89 巻 (2010): 21-47. また、工部大学校における教育カリキュラムについては：柿原泰「工部省の技術者養成：電信の事例を中心として」鈴木淳『工部省とその時代』(山川出版社, 2001), pp. 57-82, 特に pp. 64-65. スコットランドとの関わりに焦点をあてたものとして：オリーヴ・チェックランド（加藤詔士・宮田学編訳）『日本の近代化とスコットランド』(玉川大学出版部, 2004).また、ランキンの思想の日本への移入については次も参照：Meade, Ruselle, "Translation of a Discipline: The Fate of Rankine's Engineering Science in Early Meiji-era Japan," *Translator* 17(2), (2011): 211-231.

[51] 村瀬仁市『京の水：琵琶湖疏水に青春を賭けた田辺朔郎の生涯』(人と文化社, 1987); 西川正治郎編『田辺朔郎博士六十年史』(山田忠三, 1924) .

[52] 当時の英国での評価については、たとえば次のようなものがある： "Engineering Education in Japan," *Nature* 16 (1877): 44-45. 英国での工部大学校に対する批判については、上記柿原論文を見よ.

[53] 三好, 前掲注 50, p. 19.

[54] Raj, Kapil, *Relocating Modern Science: Circulation and the Construction of Knowledge in South Asia and Europe, 1650-1900,* Palgrave Macmillan, 2007〔水谷智, 水井万里子, 大澤広晃訳『近代科学のリロケーション：南アジアとヨーロッパにおける知の循環と構築』(名古屋大学出版会, 2016)〕 .

[55] 科学のグローバル・ヒストリーについては、次の雑誌の特集を参照："Focus: Global histories of science," *Isis* 101(1) (2010): 95-158.

[56] 仁科伸彦「仁科芳雄こぼればなし」辻哲夫編『日本の物理学者』(東海大学出版会, 1995), pp. 211-216.

[57] 仁科芳雄から仁科津禰・仁科亨作（1916 年 7 月 8 日への書簡)『書簡集少年時代編』pp. 135-137.

[58] 当時の『東京帝国大学一覧』は、在籍学生の名簿を成績順位順に記したので、誰が首席であったのか見ることができる。

[59] 中野実『東京大学物語』(吉川弘文館, 1999), p. 168.

[60] 仁科芳雄から仁科正道（1916 年 7 月 16 日)『書簡集少年時代編』 pp. 144-146.

[61] 日本科学史学会編『日本科学技術史大系』19 巻（第一法規出版, 1969）, p. 26.

[62] 高橋雄造『電気の歴史：人と技術のものがたり』(東京電機大学出版会, 2011) , p. 149-150; 高橋雄造「エアトンとその周辺：工部大学校お雇い外国人教師についての視点」『技術と文明』7 巻 1 号 (1991): 1-31.

[63] 三好, 前掲注 50, p. 19.
[64] Hughes, Thomas, *Network of Power: Electrification in Western Society, 1880-1930*, (Johns Hopkins Press, 1983)〔市場泰男訳『電力の歴史』(平凡社, 1996)〕.
[65] 高橋『電気の歴史』, 前掲注 62, 6 章.
[66] 浅見義弘「大正時代の実習」東京大学電気電子工学同窓会編『諸先生のおもかげ（第二集）：東大電気工学のあゆみ』(コロナ社, 1984), pp. 15-20, 特に p. 17.この論集は以下**『あゆみ』**と略する.
[67] 仁科芳雄「私は何を読んだか：留学時代の回想」『原子力と私』(学風書院, 1950), pp. 224-230, 特に p. 226.
[68] ただし、このうち鯨井は、電気炉の研究をすると同時に、無線電信や高周波の研究もしており、両方を専門とした。
[69] 嶋津保次郎「学生の頃の思い出」**『あゆみ』** pp. 43-52, 特に p. 51.
[70] 抜山平一「西さんの思ひ出」『西教授の研究と追憶』(西教授記念事業会（代表者大山松次郎), 1948), pp. 37-38, 特に p. 37.
[71] 瀬藤象二「西先生の追憶」『西教授の研究と追憶』(西教授記念事業会（代表者大山松次郎), 1948), pp. 39-42, 特に pp. 39-40.
[72] 利根川守三郎「西健教授を憶ひて」『西教授の研究と追憶』(西教授記念事業会（代表者大山松次郎), 1948), pp. 25-27, 特に pp. 25-26.
[73] 東京帝国大学編『東京帝国大学一覧』大正六年-大正七年 (東京帝国大学, 1918), pp. 194-198.
[74] 中村, 前掲注 26.
[75] 南北社編『赤門生活』(南北社, 1913), pp. 101-103.
[76] 仁科芳雄『実習報告附図』(1918年), 電気工学科図書室, 電気工学科資料番号 908.
[77] 東京帝国大学編, 前掲注 73, p. 226.
[78] 浅見, 前掲注 66, p. 17.
[79] 瀬藤, 前掲注 71, p. 39.
[80] 大山松次郎「鳳先生の教授振り」東京大学工学部電気工学教室内東京大学電気工学科同窓会『諸先生のおもかげ（第一集）：東大電気工学科の生いたち』(オーム社, 1959), pp. 119-127, 特に pp. 120-121.この論集は以下**『生いたち』**と略する.
[81] 馬場粂夫「昔の先生の思い出」**『生いたち』** pp. 84-91, 特に p. 91.
[82] 安川第五郎「諸先生の思い出」**『生いたち』** pp. 99-103, 特に p. 101.
[83] 東京帝国大学編, 前掲注 73, pp. 223-224.
[84] 南北社編, 前掲注 75, p. 104.
[85] 浅見, 前掲注 66, p. 17.
[86] 東京帝国大学編, 前掲注 73, p. 226.
[87] 嶋津, 前掲注 69.
[88] 仁科芳雄から仁科常子（津禰）・亨作（1917年9月9日） 科学振興仁科財団 仁科会館.
[89] 嘉治男は理学部で卒業論文のデータを取るのを手伝ったと回想している。仁科嘉治男, 前掲注 11, p. 193.
[90] 仁科芳雄から仁科常子（津禰）・亨作（1918年1月18日） 科学振興仁科財団 仁科会館.
[91] 仁科芳雄『実習報告』電気工学科図書館, 電気工学科資料番号 907.
[92] 浅見, 前掲注 66；嶋津, 前掲注 69, p. 46. 渋沢元治は 11 カ月かかったという。渋沢元治『五十年の回顧』(渋沢先生著書出版事業会, 1953), p.198.
[93] 浅見, 前掲注 66, p. 20.
[94] 仁科, 前掲注 67, p. 226.
[95] 梶井剛「鳳秀太郎先生の思い出」**『生いたち』** pp. 92-98, 特に p. 92.
[96]

[97] 志摩五郎『赤門だより』（東亜堂 1919）, pp. 44-45.
[98] 南北社編, 前掲注 75, pp. 99-100.
[99] 仁科芳雄から仁科常子（津禰）・亭作（1918年6月2日） 科学振興仁科財団 仁科会館.
[100] 井関九郎『大日本博士録』第五巻, 工学博士之部（発展社, 1930）, p. 61.
[101] 安川, 前掲注 82, p. 100.
[102] 井関, 前掲注 100, p. 260.
[103] 大山, 前掲注 80, p. 119.
[104] 鳳秀太郎『白萩：鳳秀太郎遺吟』（鳳陽一, 1932）.
[105] 高尾直三郎「中野、浅野、山川、鳳先生の思い出」『生いたち』 pp. 56-62, 特に p. 59.
[106] 八木秀次「東大電気工学教授の思い出」『生いたち』 pp. 79-83, 特に p. 83.
[107] 鳳秀太郎『日露戦役話集大戦余響』（博聞館蔵版, 1917）.
[108] 鳳, 前掲注 107, p. 1.
[109] 鳳, 前掲注 107, p. 13.
[110] これについては次を参照：伊藤憲二「『論文』の無い科学者・桑木彧雄（二）：ヨーロッパ留学と相対論」『窮理』2号（2015）：39-47.
[111] 安川, 前掲注 82, p. 102. 同じような話で、ただし場所を、明治から湯島にあるすき焼き等, 牛肉料理を供する料理屋として知られている江知勝と回想しているものもある: 大山, 前掲注 80, p. 121. 同じような事件が複数あったのか, それとも語り継がれるうちに, 細部が変わったのかは定かではない.
[112] 梶井剛「鳳秀太郎先生の思い出」『生いたち』 pp. 92-98, 特に p. 93.
[113] 大山, 前掲注 80, pp. 121-122.
[114] 仁科, 前掲注 67, p. 226；馬場, 前掲注 81, p. 89-90；安川, 前掲注 82, pp. 100-101.
[115] 大山, 前掲注 80, p. 119.
[116] 鳳秀太郎『交流理論』鳳氏交流工学理論階梯第一編（丸善, 1912）；鳳秀太郎『変圧器及誘導電動機』鳳氏交流工学理論階梯第二編（丸善, 1913）；鳳秀太郎『波動振動及避雷』鳳氏交流工学理論階梯第三編（丸善, 1915）；鳳秀太郎『交流整流子電動機』鳳氏交流工学理論階梯第四編（丸善, 1933）.
[117] 大山, 前掲注 80, p. 120.
[118] 嶋津, 前掲注 69, p. 50.
[119] 安川, 前掲注 82, p. 102.
[120] Suchet, Charles, "Léon Charles Thévenin (1957-1926)," *Electrical Engineering* 68 (1949): 843-844.
[121] 鳳秀太郎「送電線の接地と重畳の理」『電気学会雑誌』142巻（1922）：193-198.
[122] 電気工学における重ね合わせの原理と量子力学との関係については次の論文で論じた: Ito, Kenji, "Superposing Dynamos and Electrons: Electrical Engineering and Quantum Physics in the Case of Nishina Yoshio," pp. 183 – 208, in Katzir, Shaul, Christoph Lehner and Jürgen Renn, eds., *Traditions and Transformations in the History of Quantum Physics* (Edition Open Access, 2013).
[123] Steinmetz の日本語表記は, 鳳に従った.
[124] 鳳, 前掲注 116, 『交流理論』, p. 1.
[125] Kline, Ronald R., *Steinmetz: Engineer and Socialist* (The Johns Hopkins University press, 1992), pp. 106, 116.
[126] Kline, 前掲注 125, pp. 110-112.
[127] Kline, 前掲注 125, pp. 38-39.
[128] Steinmetz, Charles Proteus, "Complex Quantities and Their Use in Electrical Engineering," in *Proceedings of the International Electrical Congress* (New York: 1893), 3-53.
[129] 八巻直躬「諸先生の講義ぶり」『生いたち』 pp. 94-98, 特に pp. 97-98.

[130] 鳳, 前掲注 116, 『交流理論』, p.70.
[131] 鳳, 前掲注 121.
[132] 大山, 前掲注 80, p. 119.
[133] 仁科, 前掲注 67, p. 226.
[134] Ito, 前掲注 134.
[135] Yoshio Nishina, *Effects of Unbalanced Single-Phase Loads on Poly-Phase Machinery and Phase Balancing* (B. A. Thesis, Tokyo Imperial University, 1918).
[136] 仁科芳雄から仁科亭作（1918年4月8日）**『書簡集少年時代編』** pp. 138-140.
[137] 仁科亭作から仁科芳雄（1918年5月3日）**『書簡集少年時代編』** pp. 141-143.
[138] 仁科雄一郎「父の回想」『日本物理学会誌』45巻10号（1990）：724-725, 特に p. 724.
[139] 仁科芳雄「Langmuir博士の来朝」『科学』5巻1号（1935）：29-32; アーヴィング・ラングミュア述, 仁科芳雄訳『界面科学』（岩波書店, 1940）.
[140] 竹内柾「まかしばなし3」理化学研究所 記念史料室, 仁科記念財団旧蔵資料.
[141] Pyenson, Lewis, *The Young Einstein: The Advent of Relativity* (Adam Hilger, 1985)〔板垣良一, 勝守真, 佐々木光俊訳)『若きアインシュタイン：相対論の出現』（共立出版, 1988）; Galison, Peter L., *Einstein's Clocks, Poincaré's Maps: Empires of Time*, W. W. Norton, 2003〔松浦俊輔訳『アインシュタインの時計ポアンカレの地図: 鋳造される時間』（名古屋大学出版会, 2015)〕.
[142] Galison, Peter L., "The Suppressed Drawing: Paul Dirac's Hidden Geometry," *Representation* 72 (2000): 145-166.

# 第五章　理化学研究所と仁科芳雄の物理への転向

一九一八年七月一〇日、仁科芳雄は財団法人理化学研究所、いわゆる理研に着任した。身分は研究生である。本人は知る由もないが、これが、仁科芳雄と理研との、生涯に亘る関わりの始まりであった。

理化学研究所に入って数年のうちに、仁科芳雄は電気工学から物理学への転身を果たした。この仁科の転身が本章の主題である。これは、前章で述べたなぜ仁科のような日本を代表する原子物理学の研究者が電子工学から出たのかという問いの考察の後半部分をなすものである。

電気工学から物理学への転向について、後に仁科自身は次のように書いた：

@引用@
大学を卒業してから、僕は理研に入ったのであるが、その時物理をやって見ようと思いだした。というのは当時鳳先生の影響もあって、発電機や電動機の問題が中心となっていたが、この分野では既に略々@ルビ：ほぼ@問題は解決されていたように考えられたので、仕事とをするにはむしろ物理学に未来があるように思ったからである。[1]
@引用おわり@

電気機械の分野は、もはやあまりやることがない、というのは、前章で言及した亭作への書簡にもあった。当時の電気工学者の眼から見ると、発動機や、発電機についての研究、すなわち強電分野の研究は、ほぼ完成しているように見えたかもしれない。他方で、電気現象、とくに物質における電気現象については、未知の部分が多かった。それはやがて電子工学の発展を促すことになるのだが、この時期には、より根源的な学問、物理学や化学の領域であった。実際、前章の亭作あての書簡では、仁科は電気化学の研究を意図することが書かれており、物質と電気の相互作用にかかわる研究の一部であった。同時にこの回想は理研研究生時代の自分自身を完全に研究志向の人間として描いている。これは後知恵で書かれたこととは言え、電気工学であるにせよ、物理学であるにせよ、新たな発展の余地があるかどうかが、仁科にとって進路を決める上で重要だったことは亭作への手紙にも表れていた。

仁科が電気工学の発展に見切りをつけたのは大きな誤りだったが、物理学において大きな発展があると考えたのはまったく正しかった。しかも、それは電気工学とも密接に関連した発展であり、電気工学からの移行は自然に起こりえることだった。そして、物理学におけるこのような発展はあらたなスタート地点を設定し、それまで蓄積の価値を減少させるもので、後発の日本にとってはチャンスだった。このような状況は、他分野からの新規参入者にとっても、可能性を開くものだった。

前章では学部時代の仁科芳雄は鳳秀太郎から電気工学の理論を学び、理論的な研究能力を鍛えていた。そこではそのような電気工学の理論が理論物理とかけ離れたものでないことを述べた。本章が示すのは、仁科の関心の移行が、単なる仁科の個人的な興味や性向の問題ではなく、より大きな学問的、社会的な変化の一部だったことである。ここではこの時代の仁科のいた社会的、学問的環境から、電気工学出身者が原子物理学の研究者となるのを可能にする条件がそろっていたことを論じる。そのために次の三つのことを示す。第一に、仁科が入所した理化学研究所は、当時日本で数少ない、物理学の研究を主に行う場所として誕生し、しかもその背景の一つに電気産業の勃興があった。第二に、二〇世紀初めまでの電気工学の学問内容が電磁気学から原子物理学にいたる物理学と深く関連しており、それは日本でも同様で、仁科の所属した鯨井研がそのような物理学と電気工学との境界領域を対象とする研究室であったこと。第三に、当時、物理学において新たな発展が起ろうとしており、それは電子論という電気工学と密接な関係のある研究枠組みにおいてとらえられていた。その点もまた、日本でもある程度同様であった。そして、このような新たな発展は日本にとってチャンスのはずだった。ただし、日本の物理学における研究は必ずしもそのような新しい発展に対して機敏に反応したわけではなく、そこに工学出身者が新たに参入する余地があった。

## 理化学研究所と日本における「研究」の始まり

財団法人理化学研究所（理研）は、何度かの改組を経て、今は独立行政法人として存続し、日本における科学研究の重要な柱である。現在、埼玉県の和光市に広大なキャンパスを構え、国内にはほかにいくつもの施設を持っている。かつての理研があった駒込の六義園近くの敷地には高層住宅が建っている。その一角に日本アイソトープ協会があり、戦前の建物が一部残って面影を伝えている。財団法人理化学研究所は規模こそ今の独立行政法人より小さかったが、当時日本の科学研究に占める位置は現在よりもむしろ大きかったと言ってよい。物理と化学に関連する多くの分野で、帝国大学ではなく、理研こそが日本における科学研究の中心であった。なぜなら、帝国大学ではあまり研究がなされていなかったからである。

今日の日本では、科学研究の重要性は自明のこととなっている。しかし仁科が大学をでた頃にはまだ必ずしもそうではなかった。後に見るように、仁科芳雄自身が、日本における物理学の研究伝統の確立に大きな役割を果たした一人である。もともと日本には研究という概念が存在しなかった。森鴎外は一九一一年に発表した随筆、「妄想」の中で、「研究」について、そして研究をする「雰囲気」が日本にないことについて触れている。ドイツ語で「研究」を意味するフォルシュンク（Forschung）の概念を明確に言い表す必要性を社会が感じていないのだという。森は当時「研究」という言葉はすでにあったが、ドイツで医学を学び、日本でも自然科学の研究をしようと実験室

に入ったけれど、結局挫折した。彼は日本でいわれている「研究」には満足せず、「研究」なんというぼんやりした語は役にたたない、載籍調べも研究ではないか、と断じた[2]。鴎外にとって、フォルシュンクとは単なる分析や調査、機械的な実験操作や計算の結果得られるデータの羅列ではなかった。明示的には述べていないが、真理を探究し、根源的に新たな知識を生み出す活動であったのだろう。後に触れるような、フンボルト理念における人格の陶冶の作用を期待できるような真理の探究活動を念頭においていたのかもしれない。たしかに、そのような活動は、容易に外国から移入できるものではなかった。

研究とはどういうもので、どうやったら実現できるのか、そもそも日本で研究をすることがどのように正当化されるのか。これは明治以来の日本の研究者や学術行政家の課題の一つであった。鴎外の文章が示唆するように、日本で研究は必ずしも為されていなかったし、そもそもすべきことが自明でなかった。単純に研究を知識の生産だと考えるとしても、明治以降かなりの間、国内における知識の生産よりも、欧米諸国からの知識の輸入のほうが圧倒的に多かった。そして、それはある意味賢明だった。専門的な学術研究で扱われる問題の多くは不要でなくとも不急である。急を要するものについては、とりあえずは、外から知識を移入するほうが、自ら生産するための基盤と環境を作るよりもコストは小さく、手っとりばやい[3]。そのためには日本側ではそのような外国の知識をいち早く吸収して、日本語で紹介する知識人がいれば良いということになる。そのような知識人が学会において権威とみなされる状態は、科学史・科学論も含めて人文社会系の学問では長く続いたが、自然科学においても最初はそうだった[4]。

知識生産の基盤を作るには大きな投資が必要である。しかし、資源を投入したからと言って、自動的に知識生産が出来るわけではない。さらに、新しい知識を生み出すためには、現在ある知識、場合によってはそれに基づいた価値観や社会像が誤りである可能性を認めなければならない。効果的な知識生産のためには、権威主義は少なからず障碍となる。日本の教育システムにおいて主要な役割を果たしていた儒教的な学問観、すなわち師匠が弟子を教えるという学問観では、自然科学における根源的な研究には効果的ではない。逆に言えば、研究を可能にするような文化は、伝統的価値観と鋭く対立する可能性すらあった。そうでなくとも研究が未知の知識を生み出す以上、それは未知の危険を生み出す可能性を常にもっているのである。

しかし、明治以降の日本において、いつも出来あいの知識を導入し、それを実地に応用することのみが良いとされてきたわけでもなく、それしかなされなかったわけでもなかった。自国で研究をせずに、欧米の知識の輸入ばかりすることは日本に対する欧米の文化的・知的優位を認めることでもあった。欧米の知的産物を模倣することは、日本人の自尊心を損なうだけではなく、軍事・産業においても、文化外交においても、不利であった。幕末に結ばれた不平等条約の改正は日本にとっての悲願であり、その

実現のために日本が欧米と対等な文化を持つ国であることを示すための涙ぐましい欧化政策がとられた。鹿鳴館がその象徴であった。そして、学術もまた日本が「一等国」であることを示すための装飾に成りえたし、逆に模倣しかできなければ、欧米と対等であるとは言い難かった[5]。しかし、どのような種類の知識が国内で生産され得たのかについては、分野によって差があった。当然、どれほど新しい根源的な知識が生産されたのかも違っていた。

## 数学と医学における研究の先行

日本で研究が最初に発展したのは数学と医学である。これらの分野では、明治の終わりから大正にかけて先端的な研究に近づくものもの現れていた。医学においては、北里柴三郎や山際勝三郎の研究があった。数学においては、大正時代が日本の数学研究の「開花期」だったと言われる[6]。中でも、一九二〇年の高木貞二による類体論は最先端の研究に貢献するものであった。

なぜ、数学と医学で研究が先行し得たのか。容易に思いつく説明は江戸時代からの伝統である。江戸期の日本の代表的な独自の「科学研究」としてよく言われるのが和算という日本独自の数学の形態であった。また、医学分野は、蘭学・洋学における中心的な学問分野であり、蘭学・洋学の学者はしばしば同時に医者であった。これらの学術的な蓄積、とくに和算の研究が明治期に直接にそれらの分野の確立に有効に働いたことを示すのは難しい。しかし、幕末にいた和算や洋学の従事者がいた為に、彼らの後継者が比較的少ない障碍で明治維新以医学の研究者になることができたことはあった。例えば、大正期の医学研究者で、後に東大総長にもなる長与又郎は、大村藩の医者の家系での出で、曾祖父の代から蘭医であった。とくに、父である洋学者・長与専斎は幕末・明治初期の西洋医学・医療行政導入に活躍した[7]。数学に関しては、幕末・明治初期には、和算と西洋数学は対立しつつ交わっていた。一八五七年に出版された日本における最初期の洋算書『西算速知』を著した福田利軒は、和算家であり、その後も、和算書と洋算書を著しつづけた[8]。明治初期になっても、当時活躍した柳楢悦のように、和算を最初に学んでから西洋数学を学んだ者がいた。さらに、一九七七年に出来た学会、日本数学会社は和算家と洋算家の両方がおり、その年創刊された学会誌『東京数学会社雑誌』は最初縦書き木版刷り和綴じの和算書と同じ体裁をとっていた。内容も、雑多な問題からなり、勿論、和算の問題も含まれていた[9]。学術研究としての和算は衰退し、教育においても一九七二年の学制からすでに洋算が教えられることが定められた。それでも、洋算に詳しい者は多くなく、且つ珠算の実用性は揺るがなかった。和算家は洋算を学び直し、初等・中等教育における数学の教師となった[10]。

それに加えて、それぞれの学問の特質もあった。医学は普遍性の低い学問であり、地域環境や食習慣や身体特性に合わせた知識が必要であった。西洋医学の単純な導入

では不十分であり、独自の研究が不可欠なのである。他方、数学は逆に、高い普遍性を持つために、その知識は文脈に依存することが小さかった。数学における重要な研究が何であるかが比較的明確であり、評価に偏見が入る余地が小さく、重要な研究はただちに国際的に認められ得た。また数学は、研究者によってスタイルの差があるとはいえ、人によっては個人研究が可能であり、特に研究設備に対する投資なく研究が実現できた。

同時に、高い社会的有用性が見込まれる分野は、その研究に資源を投資することの社会的正当性が得られやすかった。人の生死と健康に係る医学の有用性は明らかであり、地域によって大きく左右する医療に関しては独自の研究が必要だった。同様の理由で工学も、そこに投資する正当性は得られやすかった。そこで鳳秀太郎の事例で見たように、工学では比較的早くから独自の研究が現れ始めていた。

## 日本における物理学の研究

日本では医学や数学に比べて、物理学の多くの分野では研究において遅れていた。一九世紀後半の物理において何が重要な新しい知識の生産であるのか、ということを判断するのは容易ではなかった。何よりもこの時期は物理学の完成期であり、新参者が容易に追いつける状況ではなかった。

しかし、日本の地域的孤立が逆に有利に利用でき、しかも実用性の高い成果を見込むことのできた地球物理学的研究は、相対的に早くから世界的な研究成果を挙げることができた。その種の研究は御雇い外国人の時代から始まっており、T・メンデンホール（Thomas C. Mendenhall）はこの分野で研究を始めた。その弟子となった日本の物理学者も当然地球物理学的な研究をした。日本の物理学における初期の研究として、特筆すべきものは木村栄@ルビ：ひさし@のZ項の発見であった。地球の形状についての研究は、地図作成等の軍事的重要性を持ちえた。また地震学も頻発国である日本が研究に有利な分野であり、そして重要な実用的価値を持ちえた。前章でも触れたお雇い外国人の J・ミルン（John Milne）が日本における地震学を創始し、大森房吉らに受け継がれた。それは最初から周縁でなされた科学というより、その分野の最前線であった（その性格は、地震学が地球物理学のなかに取り込まれるときにまた変質せざるをえなかったが）[11]。

それでも、全体として明治期までの物理学の研究にはあまり見るものはなかった。地球物理学上の研究にしても、たとえば木村栄のZ項の発見は、優れた観測技術を示すものではあっても、観測研究にすぎなかった。新たな問いを立てて、それにこたえるようなものではなかった。とくに発展が遅れたのが理論研究であった。後に言及するように、既知の物理的原理を適用して現象に当てはめるのが中心であった。また日本の物理学者が海外の学術雑誌に発表した論文は、留学先での研究や、その日本での延長であることが多く、その研究が伝統として日本に根付くことが起りにくかった。

後に触れるように、日本の物理学者で最初に海外の主要な雑誌に発表したのは村岡範為馳であったが、彼の例がそれに当てはまるように思われる。

## 日本人に研究ができるか

物理学においては、そもそも日本人に研究する能力があるのか、という問いすらあった。これは、現在では奇妙にしか聞こえない。しかし、すでにみたように、森鴎外は日本には「フォルシュンク」の「雰囲気」がないと言っていた。明治期においては、実際に自然科学の研究は西洋人によってのみなされていたことを思えば、これも不思議ではなかった。少し前までは女性に科学研究ができるのかを問う人がいたのと同じことである。

長岡半太郎については後にまた触れるが、仁科の前の世代を代表する物理学者であったと言ってよい。彼は、若い時に、「東洋人は研究ができるのか」という問いを真剣に考えていた。そして、彼は、中国の古典を当り、古代中国において、科学研究の萌芽があったことをもって、東洋人にも科学研究は可能であるという結論に達した。その後、長岡は欧米人に対する極めて強い競争意識をもって、日本においても物理学の研究を実行しようとした[12]。長岡が学生の頃はまだ日本ではお雇い外国人教師が高給を以て迎えられていたころである。能力に変わりはないのに、外国で生まれたという事だけで、待遇に差があったことに憤懣を感じていたことは想像に難くない。

「日本人に科学ができるか」という問いは、明治期だけではなく、第二次世界大戦後までも問い返されている。仁科の弟子である森永晴彦によれば、ほかならぬ仁科がボーアにそれを聞いたというものがいたと言う。それが事実であるという裏付けがないのだが、いずれにせよ森永が一九七〇年代になってもその問いを取り上げる程度には問題であり続けた[13]。

日本人の資質に問題がないとしても、日本で物理学を研究することは、多くの不利を伴った。鴎外の指摘した「雰囲気」以前に、日本では欧米に比べて研究インフラが貧弱で、研究費がほとんどなかった。その点は医学のように財政的に優遇された分野や、数学のように研究費があまりいらない分野に比べて不利であった。そして、地理的に隔絶していたために、情報の入手も、発表もままならなかった。その一つの典型例は、寺田寅彦に見ることができるだろう。寺田寅彦は、科学随筆で著名である。彼の物理学の研究は、学位論文になった尺八の研究や、墨流しの研究等、物理学のメインストリームからはずれた日本風のものであるように見られることが多い、特に仁科と対比的、対立的に描かれることがしばしばあるが、実際には仁科の研究とも交差するところが多い[14]。特に寺田はエックス線結晶学に着目していた。しかし、同時期に研究をしていたブラッグ父子に先を越されてしまった。そのとき寺田はエックス線を発生させる装置を自前で入手できずに、医学部から使わないものを貰ってきて実験したという[15]。

医学、工学、ないし農学に近い分野を除いて、大正の初めまで、自然科学における研究は、主として帝国大学で行われていた。しかし、医学、工学、そして理論系の学問を除けば、その環境は極めて貧弱であった。最初期の化学者である櫻井錠二は、理科大学の状況について次のように述べている。

@引用@
大学の予算には研究費なるものは全然計上せられて居らず唯学生の為に設けられ而して大体に於いて学生の数に応じて各教室に割当てられたる実験費なるものがあったので其の一部を内々で研究の為に使用して居たにすぎないのである・・・大学には研究費の予算が全然ないと居ふのは真に不可解事である[16]。
@引用おわり@

物理学や化学のような研究が可能になるためには、物質的な環境が整備される必要があった。一九一七年三月の理化学研究所の設立は日本の物理学・化学分野における本格的な研究をするための場所を確保するもので、このような状況が変化する現れだった。これは仁科が入所する一年ほどの前のことに過ぎなかったのである。

## 工業化と国立研究所

理化学研究所の設立は突然起こったわけではない。学術研究の価値が自明でないこの時代にこのような場所を作るためには、そのためのコストが正当化される学問的、社会的条件が必要であった。

この背景にあったのは、世界的な産業構造の変化と、それに伴う研究体制の変化である。一九世紀まで英国を中心として、蒸気機関と電信を代表的な技術とした工業の発達と交通・通信の変革が起った。一九世紀の後半からは、化学、電気分野の技術を中心とした変革が社会を変えていった。とくに化学、電気、冶金等の工業が勃興し始めた。その余波は学術研究にも及んだ。そのなかで特に欧米で起こった二つの動きに着目することができる。一つは度量衡の整備に関することである。電磁気現象のような新しい物理現象が産業へ応用されると、その測定のための単位を整備し、高度化する工業に対応した精密分析、精密測定が必要になった。精密な測定には標準の確立が不可欠であった[17]。産業の振興のため、しばしば国家が標準の確立に係った。そのような精密測定と度量衡標準の確立を目的として、国立の物理学研究所が各国に設立された。

中でも一八八七年、ドイツに設立された帝国物理工学研究所は代表的なものである[18]。これは、最初火器の発達に必要な精密工学の振興のための研究所が想定されていた。電機産業のW・ジーメンス（Werner Siemens）が資金と土地を寄付した。所長となったのはH・ヘルムホルツ（Hermann Helmholtz）である。当時六六歳のヘルムホ

ルツは、ベルリン大学教授であり、当時のドイツ語圏を代表する物理学者であった。現在では主に熱力学の第一法則を発見した人物の一人として、熱力学の分野における貢献でもっとも知られる。しかし当時は、音や色についての研究に力を注ぎ、物理現象と生理現象を包括する壮大な視野をもつ統一科学のプログラムを提唱し、推進していた。その影響は物理学だけではなく、生理学、認知心理学に及んでいた。一九世紀の終わりに中央ヨーロッパで活躍した物理学者や生理学者には、ヘルムホルツのプログラムの一翼を担う形で研究を進めた者が少なくない。日本の物理学者では、例えば、音楽理論を研究した田中正平はヘルムホルツのもとで学んだ。後に述べるように、最初色彩の研究をした北尾次郎もヘルムホルツのもとで学位を取得し、長岡半太郎もヘルムホルツのもとに一時滞在している。帝国物理工学研究所は、その業務の一環として光の強度についての測定を行った。これが仁科の研究分野、量子論と関わることになる[19]。同種の研究所として、ドイツに続いて、イギリスが、一九〇〇年に国立物理研究所、一九〇一年にアメリカが国立標準局を設立した[20]。

第二に起こったのは、基礎研究の工業への応用である。一九世紀の終わりごろから、基礎研究の成果で工業的利用と直接の関係をもつものが現れるようになった。また工業における技術や人工物が、基礎研究の発展を刺激した。その点はとくに電気工業や化学工業において顕著であった。例えば有機化学における物質の合成がアニリンに代表される染料という産業的に極めて重要な物質を作りだした。そして、それはドイツのような工業教育の制度化に成功した国によって産業として発展した。化学産業において、とりわけ重要なのは、F・ハーバー（Fritz Haber）による空中窒素の固定である。一八九八年、イギリスの化学者 W・クルックス（William Crookes）は英国科学振興協会の会長講演において、合成肥料の必要性を訴えていた。人口の増大に伴い、有機農法やチリ鉱石等の天然の肥料だけではやがて使いつくして食料の供給がいずれ不可能になると予測したのである。肥料の重要成分の一つは窒素化合物であった。窒素は空気中に大量に存在するが、それを肥料として使える形で取り出す方法はまだなく、化学者がそれを見つけるべきだと主張した。それを一九〇九年頃実現したのがハーバーであった。ハーバーの方法は一九一三年に化学企業ＢＡＳＦの応用化学者 C・ボッシュ（Carl Bosch）によって産業化され、大規模化学工業の時代を開いた[21]。他方、電機産業で代表的であったのが、ジェネラル・エレクトリックのスケネクタディの研究所である。この研究所は、基礎科学として重要であると同時に、産業上のインパクトの大きな研究を生み出した。前章でふれたラングミュアはその中で研究者としてもっとも成功した人物であった。このようにして産業科学者という職業が成立した[22]。

## 日本における国立研究所

日本でも研究所設立の動きが前からなかったわけではない。国家的な標準を管理す

る中央試験検定機関を行政機構の中に持つ必要性は明らかだった。まず暦に関しては気象・天文関係の機関を整理して、一八八八年に東京天文台ができた。度量衡に関しては、中央度量衡器検定所が一九〇三年に設立された。

さらに、電気や化学関係の産業上の必要に対応する各種試験所が設立されていった。例えば電気工業については、電気試験所が一八九一年、化学工業の分野においては、一九〇〇年に工業試験所が設立された。これはもともと化学工業を中心とした産業関係の依頼分析・依頼試験を業務としていた[23]。初代の所長は高山甚太郎で、耐火煉瓦の研究者だった。第二代の所長、高松豊吉が理化学研究所の設立に大きな役割を果たすことになる。これは日本においても電気産業や化学産業が発展していったのに対応したものである。例えば化学産業に関しては、産業界においては、野口遵@ルビ：したがう@が一九〇八年に日本窒素肥料を設立し、事業を拡大していった。野口は帝国大学電気工学科を一八九六年に出ており、仁科の先輩でもある。彼は一九〇六年に鹿児島に小さな電気会社を作ることから出発した。その電力を使って化学工業に進出したのだった。それを元に、後に日本を代表する化学工業の一大コンツェルンを築いた[24]。戦後その水俣工場は重大な公害病を引き起こす。

これらは産業上の試験・検定を主目的とした機関だったが、先に見たように、化学や電気におけるいわゆる「応用」は、基礎研究と密接に関係していた。そこで欧米の例に倣って、これらの基礎研究を行う国家機関の必要性が言われるようになった。一九〇八年三月、当時東京帝国大学の助教授だった実験物理学者・中村清二は、時事新報紙上で「帝国理学研究所」の設立の必要性を提唱した。中村は、富国強兵には商工業を盛んにすることが最良の方策、とし、そのための根本的な方策として「帝国理学研究所」を設立することを提案したのだった。中村によれば、欧米の「一等国」には皆これがあり、またこのような研究所があることは、国の「品位」を高めるものであった。そのような研究所の最初のものとして上述のドイツの帝国物理工学研究所を挙げている。中村は、この研究所設立が設立される時にジーメンスが提出した意見書を訳出し、「真の愛国者」として賞揚した[25]。その上で、「純正科学」の発見は最初何の価値もないように見えるが、後に工業の起源となることを主張した。例としてファラデーの電磁誘導の発見や、合成染料の発明、ガラスの改良による工学工業の発展等をあげた。このような研究所を賄う資金は政府には無理なので、国内の「富豪」に資金を請うている[26]。このような国家的な研究機関の設立において、政府の資金には期待せず、産業界の支援に頼るのはこの時期にはふつうのことであった。当時の国家予算は小さく、大規模な研究を支援できるようなものではなかったのである。

中村の提言は、直ちには広い賛同を得られなかった。しかし、結果的に研究所設立に至る動きは始まっていた。その一つが一九一〇年に設置された生産調査会である。これは不平等条約の改正と関税自主権の獲得後における産業政策の策定を目的としていた。そこで中心になったのは、先にふれた工業試験所の第二代所長であり、化学工

学の分野における第一人者であった高松豊吉であった[27]。生産調査会の一九一二年の答申「工業発達助長ニ関スル件」は様々な内容を含むが、その中に産業のための学術研究の必要性も盛り込まれた[28]。

### 高峰譲吉の演説

続いて、より高い知名度を持つ人物が推進に参加することで、研究所設立は現実味を帯びることになった。一九一三年に、高峰譲吉がアメリカから帰国し、六月二三日、築地精養軒において科学研究所の必要を説く演説を行った。高峰譲吉は、タカジアスターゼやアドレナリンの発明で知られる化学者である。発明をアメリカで事業化し、成功していた。第二章で、仁科遠平とその妻の内助の功についての美談に触れたが、その原型は高峰とその妻の逸話であったかもしれない。それほどに彼の成功は知られていた。高峰は工部大学校の第一期卒業生であり、日本でも人工肥料の製造等の事業を企てたことがあった。そのときから、当時の有力な財閥を率いる渋沢栄一と懇意にしていた。アメリカ南部の旧家の令嬢を妻とし、発見した酵素を使う事業を行うために渡米した。いったん、成功しかけたが、競争者に工場を放火され、失敗した。失意で体を壊し、経済的にも苦境に陥ったが、夫人の内助の功によって立ち直ったと言われた[29]。このような学術上の発見によって事業を興し、国外で成功するという美談は、当時盛んに喧伝された。なお、アメリカで活躍したので、「サムライ化学者」などと言われることがあるが、これもオリエンタリズムの一種であろう。高峰家は代々、町人文化の栄えた越中高岡の町医者の家であった。譲吉の父、精一が蘭学に加えて火薬の調合等の技術を持っていたので、加賀藩に召し抱えられていた[30]。しかし、「サムライ科学者」のような虚像が生れるほどに、当時から今に至るまで、日本の化学者を代表する英雄的人物の一人であった。そして、単なる化学者ではなく、自ら事業を行い、渋沢をはじめとして産業界とつてがあった。

精養軒における演説で、高峰は「国民科学研究所」の設立の必要を主張した。明治以降、日本は発展したが、それはヨーロッパから教わったり、模倣したりした事業が主であった。しかし、それは「面白からぬ」ことであるとした。それだけに甘んずることなく、日本ないし東洋固有の事業を起さなければ、日本の産物を世界に売り広めて、富を吸収することはあり得ない。それには研究と発明、「学理に基礎を置」くことが必要であるとする。そして、そのような研究を行う場所として「国民科学研究所」の設立を主張したのである。中村と同様、高峰も、そのような考えは自分だけのものではなく、欧米に例があることを示した[31]。

高峰は、このような研究所には当時の金額で毎年五〇万円から百万円の費用がかかり、そこでその利子を生みだすのに一千万円から二千万円の基金が必要だとした。これは巨額である。だが彼は言う。これは最新型のドレッドノート艦一隻の費用に過ぎない：

@引用@

而して軍艦は進水式を致しました其日から段々腐朽して十年十五年の後には或は廃艦にならねばなりませぬ。然るに軍艦ならば廃艦になるやうな時期には、若し其金を研究所の設立に費して置きましたらならば、軍艦の廃艦になる時期には必ずニ三の世界的大発明が成立して富を起すの基礎が立つに至るのであります。[32]

@引用終わり@

しかし、精養軒に集った実業家たちは、金額が多すぎるとして尻込みした。基金は、数百万円程度に縮小してしまった。また、「科学研究」一般ではなく、高峰自身も重視していた化学に絞ることになった。渋沢栄一らに加え、櫻井錠二、長井長義、池田菊苗等、学術界・産業界の指導者たちが、設立のために運動した。そうして、「化学研究所」はついに、実現に向かうかと思われた。ところが、その案を議会にかけるべきときに、議会が解散されてしまった。その上、翌一九一四年にヨーロッパで戦争が勃発した。現在我々が第一次世界大戦と呼ぶ戦争である。その結果、研究所どころではなくなってしまった。

## 第一次世界大戦と理研の設立

第一次世界大戦によって国立研究所案はいったんとん挫したが、日本にとっての研究の必要性を決定的にしたのも、その戦争であった。日本は英仏等の連合国側に参戦した。主戦場から離れており直接戦火が及ぶことはなかったが、欧州からの輸入が途絶した。とくに敵国となったドイツの工業製品や医薬品の欠乏は深刻だった。日本が自力でこれらの製品を生産する必要が生じた。さらに、この戦争において化学工業は大きな役割を果たしていた。上述したハーバーとボッシュの空中窒素の固定は、肥料だけではなく、火薬を合成する原料も供給した。さらにハーバーは、新兵器毒ガスの導入にも大きな役割を果たした。化学工業が国家的な重要性を持つことは明らかであった。化学に限ったことではなく、この戦争においては、戦車、飛行機、潜水艦等、先進国の工業化の成果である様々な新兵器が両陣営で投入された。また戦争で補給線が分断されると、必要な軍事物資・生活物資、あるいはその代替物を「科学の力」で作ることが企てられるようになった。すでに第一次世界大戦は「科学の戦争」だった。そこで日本でも科学研究の重視の機運が生じたのである。

このような背景のもとにこの戦争中から戦後にかけて、多くの研究機関が設立された[33]。後に金属研究所となる東北帝国大学の臨時理化学研究所が早くも一九一五年八月に設立された。その他、塩見政次の寄贈による大阪医科大学の塩見理化学研究所、東京帝国大学付属航空研究所などがあげられる[34]。また民間企業においても、研究開発の強化が進められた。さらに、戦後の一九二〇年には、国家的な科学政策機関とし

て、学術研究会議が設立された。これが現在の学術会議の前身であるが、これについては二二章で触れる。

そのような流れの中で、理化学研究所の設立も推進された。すでに一九一五年三月の第二回化学工業調査会において、化学と物理が不可分であることが指摘され、この時から「化学研究所」ではなく、「理化学研究所」となっていた。そして特別委員会が任命されて、具体的な計画が策定された。一九一七年三月の第三七帝国議会には、「理化学を研究し其成績の応用を図ることを目的とする公益法人」の設立と予算配分を定める法律第一六号が可決し、六日に公布された[35]。これを受け、渋沢栄一が総代となって、財団法人理化学研究所設立許可申請書が農商務省に出された。二〇日に許可され、これをもって理研の設立となった[36]。

## 設立当初の理研

一九一七年三月に理研が創立されたといっても、直ちに研究が始まったわけではない。設立時点においては、まだ場所も決まっていなかった。敷地を選定し、駒込の東京府立巣鴨病院跡地の一部を選び、所有していた東京府から一万二千坪を購入した。まず半分を一九一七年一〇月一六日に引渡しをうけ、残りの半分の引渡しは一九一九年八月三一日のことであった。理研は発足以来、東京商業会議所の一室を事務室として使っていた。東京商業会議所は東京商工会議所の前身であり、初代会頭は渋沢栄一が勤めていたので、そのつてであろう。駒込の敷地購入後、その中にある家屋を修繕し、一一月八日に事務室を移転した[37]。建物の建設計画は、その年の七月に結成された「建設会」が立案した。これは建設技師に加え、専門家からなる建設委員と、所長と所員を加えた組織であった。一九一八年から、まず化学の本館と、物理学のうち電気学研究の建物がまず建設された。また良質の水を大量に確保するために深い井戸が掘られた[38]。

既に述べたように建物が出来る前から研究所員は任命され、所属する各大学で研究を始めていた。京都大学の喜多源逸や、東北大学の真島利行のように、遠隔地の研究員は、建物が出来てもそれぞれぞれの大学で研究を続けた。

人が集まり、建物はできても、初期の理化学研究所は、順調とは言い難かった。一つには資金難があった。上記のように、理研は基金の利子で運営するはずであった。理研の設立者たちは、皇室から百万円の下賜金、政府補助金二百万円に加えて、民間から五百万円の寄付を当て込んでいた。しかし、第一次世界大戦後の不況によって、寄付額は目標に遠く届かなかった。他方で初期費用が予定よりずっとかさみ、二五〇万円の基金しか残らなくなった。その上、毎年の費用も百万円ほどかかることが分かった。これでは基金を数年で食いつぶしてしまう。政府から毎年三〇万円の援助を受けることになったが、それでも足りなかった[39]。

さらに、理研の組織や建物によって出来たのは研究を可能にする環境のための基盤

であるに過ぎない。研究が実現するかどうかは、その上に何ができるかが問題である。そのためには、有能な研究管理者と、研究指導者が必要であった。そして、そこで大きな役割を果たすのが、まずは第二代の所長である大河内正敏のような研究管理者であり、そして仁科芳雄のような研究指導者であった。理化学研究所が研究所として軌道にのり始めるのは、仁科がヨーロッパに立った後の一九二一年九月に、大河内正敏が第三代目の所長となってからである。これについては、後に述べるであろう。

ともかくも、理研の設立は、物理と化学の分野の基礎研究がいずれは日本の産業力や軍事力の向上に貢献するはずだ、という見込みの上になされた。しかし、それは必ずしも、研究自体が、有用な製品や技術の開発に向けられることを意味しなかった。むしろ、それまでの数十年間の軍事技術、電気工業や化学工業は、一見基礎的で、自由な研究が、極めてインパクトの大きな産業的な応用を持ちうるということを示していた。その考えのもとに、理化学研究所は、潤沢な研究費を用いて、物理学と化学の基礎研究をする場所を確保したのである。しかも、国とは一応独立した財団法人として、省庁や国立大学の規律に縛られず、研究員は教育義務やその他の雑務を免れた。こうして、日本でも物理学における本格的な研究を可能にするインフラができた。そして、その主要な背景は精密工業、化学工業、電気工業の勃興であり、理研における研究もまた、これらの分野の基礎的な研究に向けられるのは当然であった。理研における物理学部門はかなりの程度工学を志向していた。物理部門の最初の研究員は長岡、大河内、鯨井だったが、鯨井は電気工学、大河内は造兵学を専門とした。長岡は物理学者だが、幅広い専門性をもち、電磁気学は彼の主要な研究分野の一つである。このように電気工学は理研で重要な位置を占めており、仁科の所属した鯨井研がその中心だったのである。

## 工学と物理学の境界領域としての電気学

理研において電気工学が物理学部門のなかに包摂されたことを世界的な文脈から見るために、一九世紀から二〇世紀の初めごろまでの電気をめぐる物理学の歴史について述べておく。日本の物理学における初期の研究は、地球物理学的なものと、電気に関わるものが大きな柱であったが、前者は日本の地理的辺境性を研究上の利点にするものだったのに対し、後者は世界的な潮流だった。

一般に科学と工学の関係に関して、基礎科学での研究成果が応用されたのが工学であるという考え方がある。このような考え方はイノベーションについてのリニア・モデルに基づいていると思われる[40]。実際に、基礎科学の研究成果が応用された工学はあるので、このモデルがまったく成り立たないわけではない。しかし、工学における研究自体が、新しい基礎科学の発展を促すことも少なくない。例えば、蒸気機関は熱力学の応用ではなく、まず蒸気機関が出来てから、熱力学が生まれた。電気工学と物理学の関係はさらに複雑で、一九世紀から二〇世紀の初めまで、電気と磁気に関する

物理学研究と電気工学は複雑に絡みあいながら、相互に発展を促し合った。この過程は、後に原子物理学が発展するための契機でもあり、ここでの記述はその準備も兼ねる。

一九世紀の電磁気学は、大雑把に言って大陸側の遠隔作用論とイギリスの近接作用論に分かれて発展した。まず、大陸側、フランスとドイツでは、ニュートン力学を大成させたP‐S・ラプラス（Pierre-Simon Laplace）らの伝統をひく物理学者たちが、遠隔作用に基づいた物理学の伝統を引き継いでいた。電磁気学では、A‐M・アンペール（André-Marie Ampère）や、それを引き継いだW・ヴェーバー（Wilhelm Weber）やF・ノイマン（Franz Neumann）は、ニュートンの万有引力のような、空間を飛び越えて作用する力と、離散的な粒子から電磁気現象を定式化することを模索していた。このような方法は電気力学と呼ばれた。この方向性は、次に述べるマックスウェルの理論の出現によって近接作用論にいったん道を譲りながらも、ヘルムホルツや、H・ヘルツ（Heinrich Hertz）によって、模索が続けられた[41]。

イギリスでは、一八三一年に電磁誘導を発見したM・ファラデー（Michael Faraday）が、近接作用論に基づいた独自の電磁気学を発展させた。優れた実験家だが、数学的素養のないファラデーは、「力線」という視覚的な描像で電磁気学を定式化しようとした。力線とは、電気の力の働く方向を示す曲線で、それは空間のなかを満たし、力線どうしが相互に作用する。ファラデーにとって力線は根源的な実在で、空間の中にはこれしかなく、全ての物質を力線から説明しようとしていた[42]。

ファラデーの発想を数学的に定式化する試みは幾つかあったが、最終的に成功を収め、さらに発展させたのがJ・C・マックスウェル（James Clerk Maxwell）であった。マックスウェルは、一八五六年から一八六四年にかけて、彼の理論を発展させ、一八七三年に発表された『電気磁気論』（*A Treatise on Electricity and Magnetism*）において集大成した。マックスウェルの立てた方程式自体は、現在のものよりずっと複雑なものであったが、後にO・ヘヴィサイド（Oliver Heaviside）らによって現在の四つの式に整理された。マックスウェルの電磁気学の理論は現在でも大学で教えられる電磁気学の基礎である。しかし、マックスウェルを始め、当時の物理学者たちが、その方程式のもとに想定していた物理的な描像は、今日とは根本的に異なっていた。まず、彼の理論は、あくまで電磁場についての理論であった。場とは、現在では空間のもつ性質のことであるが、マックスウェルの時代には、空間を満たす連続物質、エーテルの性質であった。電場とは、電荷に力を作用する場であり、磁場とは磁石に力を作用する場である。マックスウェルの理論は、光が電磁気の波、電磁波と同じ速度を持つことを示したので、光は電磁波の一種であると考えられた。そこで、当時、光の媒体であると考えられたエーテルは、電磁波の媒体でもある。このエーテルという空間を満たす連続物質を基盤とした、万物の統一理論の模索が当時のイギリスを中心とした理論物理学の重要な目標の一つとなった。マックスウェルの理論は場の理論として完

成していたが、ニュートンが万有引力の本性に対してしたのと同じように、電荷の本性については棚上げしていた[43]。そのため、物質が関わる電磁気現象には謎が残った。例えば、電流のような基本的な現象すら解明されていなかった。それらの謎は、電磁気現象の実用的な利用が追及される過程でまた別の謎を呼んだ。そして、それらの謎が明らかにされていく過程で、新しい物理学を準備されていった。

物理学において電磁気研究が発展する一方で、電気の実用的な応用は、マックスウェル方程式のずっと前から始まっていた。一八〇〇年にイタリアの A・ボルタ（Alessandro Volta）が電池を発見したのが重大な転機であった。それ以前は、ライデン瓶など、今のコンデンサと同じ原理をもつ器具で電気をためていた。ボルタの電池（電堆）によって、より安定した直流電源が得られるようになった。一八三〇年代に、ヴェーバーと数学者 F・ガウス（Friedrich Gauss）が電磁石を用いた電信を開発した。四〇年代には商業的な電信システムが S・モールス（Samuel Morse）らによって構築されていった。ファラデーの電磁誘導を利用する電動機も一八三〇年代に発明されていたが、路面電車やエレベーターに利用されるようになったのは八〇年代、九〇年代まで、すなわち電球の発明によって電力の供給システムが作られるまで待たねばならなかった。

## 電波の研究

一九世紀の後半の電気をめぐっては様々な技術開発と研究があった。その中で主に三つの流れが絡み合って、電気工学を前進させながら、原子物理学の誕生を準備した。第一の流れは、マックスウェル理論の実験的証明と密接にかかわっていた。それは電波についての研究である。すでに述べたように、マックスウェルの理論は電磁波の存在を示唆しており、その存在を示すことはマックスウェル理論を確証するものだった。これはドイツの H・ヘルツ（Heinrich Hertz）によって行われた。ヘルツは一八八七年の実験で、電気回路によって電磁波を作り、それを検知できることを示した。電磁波の発見は、ニュートン力学にとっての海王星の発見、周期律表におけるガリウム等の新元素発見に似ている。既知の現象を理論が説明したのではなく、理論が未知の現象や実在を予言していて、未知の現象があとから見つかったからだ。

ヘルツ自身は電磁波が実用的な価値を持つとは考えず、むしろ電磁波の伝播についての数理物理学的研究を進めた。それは電磁気学の教科書で有名なM・アブラハム（Max Abraham）に引き継がれ、後に述べる電子論の発展とつながった。この研究伝統はさらに、量子論の発展に重要な役割を果たす A・ゾンマーフェルト（Arnold Sommerfeld）に受け継がれた。

電磁波の応用については、一八九一年に、電気工学者協会（Institute of Electrical Engineers）の会長講演で前述のクルックスが、ヘルツの発見した波を無線電信に使うことを予言した。彼の講演は、翌年エッセイとして出版されたが、多くの人は無視

した[44]。それでも少数ながら無線電信の考えを追求した人たちもいた。その中で、イタリア出身の G・マルコーニ（Guglielmo Marconi）が無線電信の実用化に成功した。そして、電磁波の実験的研究の問題も、無線電信の実用化の問題も、ともに様々な実験的、工学的な問題を提起したが、それが物理学における基礎的な研究の前線を広げていくのである。

## 放電現象と無線電話

ヘルツの実験にしても、マルコーニによる無線電信の実用化にしても、重要な役割を占めたのは発振機と検知器であった。電波を送るには、望ましい振動数で振動する回路を作らなければならない。また、電磁波はそのままでは見えないので、それを検知する装置が必要だ。そのどちらの装置にも深くかかわるのが、第二の流れ、放電現象である。

先に述べたように、マックスウェルの電磁気学では電気が流れるという現象ですら、解明されていなかった。金属の導線の中を電流が流れる現象は、いくら顕微鏡で拡大しても、何が起っているのかを見ることはできない。しかし、もしそれを空中に放つことができたら何か分かるかもしれない。空気は通常電気を通さない。電気を通さない物質を絶縁体という。しかし、絶縁体も、高い電圧をかけると、無理やり電気を通すことができる。これを絶縁破壊という。空気の場合、それは放電現象と呼ばれる。放電現象こそは、電気工学者と、物理学者、そして物質の性質を知りたい化学者の関心が集まる現象であった。すでにファラデーが研究を始めていた。マックスウェルも、一八九一年に出た『電気磁気論』の第三版で、電気と気体の性質を知る上で極めて重要であると指摘していた[45]。放電現象には様々な現象があり、そのいくつかは日常身近に見られる。自然界では雷がそうである。電極の間に火花が発生するのもよく見られる放電現象の一つである。一定の条件がそろうと、電極の間にアークと呼ばれる光の弧を描いて、電流が持続的に流れる。これがアーク放電である。電球が普及する前には、特に屋外では、このアーク放電が電気による照明の一つの方法だった。

前章でケルヴィン卿やランキンの学生であったエアトンが工部大学校で物理学と電気工学を教えたことに触れた。英国に戻ったエアトンは、現在のインペリアル・カレッジの前身であるフィンズベリー・カレッジで教えた。帰国後再婚した彼の二人目の妻、ハーサ・エアトン（Hertha M. Ayrton）は、世界で最初の女性電気工学者の一人である。ケンブリッジ大学のガートン・カレッジで数学を学び、当時のケンブリッジは女性には学位を与えなかったので、ロンドン大学から学位を得た。エアトンと結婚すると彼の研究を手伝い、やがて彼女自身電気工学の研究をするようになった。そのうち重要なのが一八九〇年代のアーク放電の研究である。彼女はアーク放電において電流が大きくすると、電圧が小さくとも電流が流れることを発見した。エアトンらはこの実験に基づき、放電現象は見かけ上、負の抵抗を持つとした。抵抗というのは、

通常電流と電圧の比例関係として与えられ、電流が大きければ電圧がそれに比例して大きくなるのだが、アーク放電では逆だというわけである。このことは後に述べるように、発振回路に利用されることになる[46]。

放電現象の研究に新しい領域を開いたのは、H・ガイスラー（Heinrich Geisler）による放電管の発明であった。ガイスラーは、正規の教育を受けた大学の研究者ではなく、ガラス器具の職人である。当時の実験装置にガラス細工は大きな部分を占め、ガラス細工には高度な職人芸が必要であった。そのため熟達したガラス職人は、厚遇されていた。理研でも、ドイツからガラス職人を所長なみの破格の待遇で雇っているし、次章で触れるF・アストン（Francis Aston）も、ガラス細工の達人だった。ガイスラーは、彼の名前が冠せられているポンプの発明でも知られているとおり、低圧技術にもたけていた。一八五七年、ガイスラーは、ガラス管のなかで圧力を下げて放電現象を起こす装置を発明した。すると、アークが発生するかわりに、中の気体が輝く放電が起る[47]。

ガイスラー以降、様々な人たちが、中の現象を明らかにしようとした。その一人が、先に言及したクルックスであった。放電管では、陰極の向かい側のガラスが光を発する。クルックスは、陰極の前に障害物をおくと影ができることを示した。それによって、陰極から何かが陽極に向かってでていることが明らかになり、それが陰極線と名付けられた。

さらに、放電現象は、電波の研究と応用と密接に関係していた。ヘルツが一八八八年に発表した電波についての論文でも、電波を実用化したマルコーニの事業においても、隙間の間に火花を飛ばすことによって電波を発生させていた。放電が起こる瞬間に大きな電流が突然流れだすために、電波が発生する。この電波を発振器として利用したのだった。無線通信の発振器には、なるべく持続して単一の周波数の電波を発振できることが望ましい。その後、この火花発振器には幾つか改良が加えられた。一つは、電極の一つを円盤に多数取りつけて円盤を回転させ、高速で連続して火花が出るようにしたものである。もう一つは、火花発振器に共振回路を組み合わせたものであった。

アーク放電もまた、発振回路に重要な役割をした。上に述べたようにアーク放電は負の抵抗を持つ。当時イギリス支配下にあったアイルランドの物理学者、G・F・フィッツジェラルド（George Francis Fitzgerald）は、現在ではローレンツ・フィッツジェラルド短縮で名前を残しているが、電磁気学を中心に優れた業績を挙げていた。彼は、負の抵抗から、発振回路を作れることを思いついた。理想的な回路では、コンデンサとコイルによって、振動回路になるが、現実の回路では抵抗があるため、減衰振動にしかならない。しかし、負の抵抗によって抵抗を打ち消せば、減衰しない振動回路になる。エアトンの弟子のW・ダデル（William Duddell）は、最初にオシログラフをつくった人物として知られるが、この性質を利用し、実際にアーク放電によって可聴域で持続する電気振動を作る事に成功した。彼は一九〇〇年に、「歌うアーク」を作

って、イギリス国歌を演奏して見せた。デンマークのV・パウルセン（Valdemar Poulsen）は、磁気による録音装置を発明した人物である。彼はアークを空気中でなく水素ガス中で起し、アークに磁場をかけるとより高い周波数を得られることを一九〇七年に発見した。翌年、これを利用して連続的な高周波の電波を発信する発振器を作った[48]。

高周波の伝播を持続的に作ることができれば、無線電話が可能になる。電信であれば、火花による減衰する電波でも良かったが、人の声を伝えるには、可聴域よりも周波数のずっと大きい連続した電場でなければならなかったのである。アークによる高周波技術は米国で発展、改良され、真空管の普及まで無線通信に広く使われた。とくに米国海軍では巨大なパウルセン発振器が作られ、長距離通信に使われた。日本でも、日本無線電信会社が巨大なパウルセン発信器を作った。後に見るように、それに使われた電磁石は、仁科の小サイクロトロンの建設に使われることになる。

## エックス線から放射能と電子へ

放電管と陰極線の研究によって生じたのが第三の流れ、エックス線である。一八九四年にヘルムホルツが没したとき、先に述べた帝国物理工学研究所の所長職の後任者が問題になった。ヴュルツブルク大学のW・レントゲン（Wilhelm Röntgen）が打診されたが、彼は断った。名誉と権威のある地位よりも、大学での研究と教育のほうを好んだのである。翌年、陰極線管を研究していた彼は偶然、それが蛍光物質を塗った紙を光らせることに気付いた。一八九五年のことである。レントゲンは、陰極線管から未知の「線」が発せられると考え、エックス線と名付けた。これは人の目には見えない上に、物質を透過する。この発見は、数年のうちに全世界に広まった。学者の知的好奇心を刺激し、多くの人々の想像をかきたてた。世界中で、多くの物理学者がエックス線の研究を始めた。ある者は新しい「線」の発見を目指した。

日本も例外ではない。発見の翌一八九六年には、水野敏之丞@ルビ：みずのとしのじょう@、丸茂文良、村岡範為馳@ルビ：むらおかはんいち@らが別々にエックス線の追試をした[49]。村岡は、一八八一年にストラスブルク大学で学位を得たが、そのころレントゲンはストラスブルクにいたのである。帰国後、一八九一年に、日本で最初に論文で理学博士号を得た（山川健次郎が先に理学博士となっていたが、それは論文によってではない）。エックス線の発見のころ、第三高等学校の教授であった。さらに、後に下で述べるベクレルの発見の後、ホタルの光の研究から、「さ蛍線」の発見をしたと信じた。しかし、これは実験上のコンタミネーションの結果であることがわかった[50]。

エックス線の研究は、少なくとも二つの重要な物理学の発展を引き起こした。一つは、放射能の発見である。フランスのH・ベクレル（Antoine Henri Becquerel）が、エックス線の正体は蛍光ではないかと考えて、研究を進めていた。蛍光とは物質に光を当て

ると、その物質自体が光を発するようになる現象である。村岡の研究したホタルの光は、実は蛍光ではなく、化学反応によるものでまったく別のものである。ベクレルは蛍光物質であるウランをしらべてみた。ところが彼が驚いたことに、ウランは、光を当てなくても、写真乾板を感光させた。こうして、ベクレルは、ウランが放つ放射線を発見することになり、その結果を一八九六年に発表した。

## 電子の「発見」

もう一つの重要な発見は、電子であった。ケンブリッジのＪ．Ｊ．トムソン（Joseph J. Thomson）は、エックス線の発見をきっかけとして陰極線の研究を始めていた。トムソンについては、後に詳しく触れるであろう。当時、陰極線は何かの微粒子であるか、あるいは波動だと考えられた。トムソンは、それを粒子と考えた。そして、陰極線が電気と磁気によって方向を変えることを発見した。その強度をつりあわせることから、電荷と質量の比を計算した。トムソンはそれを単に粒子（corpuscle）と呼んだ。そして、一八九七年四月にその考えをロイヤル・インスティチューションにおける講演でそれについて述べた[51]。半年後に『フィロソフィカル・マガジン』に詳しい論文を発表した[52]。

この粒子こそ、現在我々が「電子」と呼ぶものに他ならない。だが、それで「トムソンが電子を発見した」と言ってよいほど話は簡単ではない。この時期「電子」が何を意味したかを理解するには、電子をめぐる様々な研究分野を考慮しなければならない。これは物理学における「発見」の複雑性を示す良い実例なので、簡単に述べておく。まずこのことを説明するためには、ファラデーから始める必要がある。彼の研究分野は、電磁気学だけではなかった。彼の初期の研究は化学であり、後には電気化学の分野を切り開いた。とくに重要なのは電気分解において、分解される物質の量と、流れた電気の量が比例関係にあることだ。当時はまだ原子論に対する反対はあったが、もし物質の原子論をとるならば、電気分解の実験は物質に比例する電気にも原子性があることを示唆していた。そうして、電気に原子のような最小単位が存在するはずだという考えが生れた。アイルランドの物理学者Ｇ・Ｊ・ストーニー（George Johnston Stoney）が一八七四年の英国科学振興協会の会合で電気の有限の単位について述べ、一八八一年には、ヘルムホルツがファラデー記念講演で「電気の原子」について述べた[53]。そのような電荷の最小単位、つまり今で言う「電気素量」の意味で、一八九一年にストーニーが「電子（electron）」という言葉を造語したのである[54]。つまり、電荷の最小単位という意味での電子は、トムソン以前から存在していたのである。

さらに荷電粒子を導入して電磁気現象を説明するというアイデアも、トムソン以前から試みられていた。先に述べたように、大陸では電磁気学は遠隔作用による粒子間の相互作用という電気力学のなかで定式化されることが目指されていた。とくにフランスでは、ラプラスの強力な支配のもと、ニュートン力学をモデルにした物理学の構築が目論まれてい

た。フランスのアンペーらは、そのもとでの電磁気気学の理論化を行ったのである。その伝統は、ドイツのヴェーバーにも引き継がれていた。

この遠隔作用論から出発しながら近接作用論を取り入れて、エーテルと荷電粒子の二元論を打ち立てたのがオランダのH・A・ローレンツ（Hendrik A. Lorentz）の一八八二年の論文である。そこではエーテルは通常の物質（可秤量物体と呼ばれた）とは独立の物理的実体であり、かつ、物体の運動に関わらず、静止している。他方、通常の物質は、電気を帯びた小粒子からなるとした。そして、電磁場と荷電粒子の相互作用として、いわゆる、ローレンツ力を導いた。電磁場の媒体たるエーテルを、通常の物質とは異なるものとして切り分けた点で画期的だった[55]。一八九五年には、ローレンツは、ローレンツは、電磁気学を電磁場（当時のエーテル）の理論としてのマックスウェル方程式と、電磁場と荷電粒子の相互作用としてのローレンツ力で定式化する現代的な表現に到達していた。同じころにイギリスのJ・ラーマー（Joseph Larmor）やドイツのE・J・ヴィーヘルト（Emil J. Wiechert）も同じような理論に到達した[56]。

次の段階で重要な役割をするのは分光学である。分光学、すなわち原子の放つ光のスペクトルの研究は、一九世紀の後半に、ドイツのG・キルヒホッフ（Gustav Kirchhoff）とR・W・ブンゼン（Robert W. Bunsen）によって基礎が敷かれた。先に熱輻射、すなわち、固体が種類によらず温度のみ依存して特定の電磁波を発する現象にふれた。それと別に、気体が熱せられた時などに放出するスペクトルがあり、これは、物質の種類に大きく依存する。熱輻射と違って、こちらの電磁波は、極めて限定された波長で起こることが知られていた。熱輻射のスペクトルは、連続スペクトルと呼ばれる。特定の波長に強度のピークのある、緩やかな山をなす。他方、気体が発するスペクトルは、線スペクトルである。特定の波長にだけ明るいたくさんの線として現れる。このようなスペクトルの代表的なものが炎色反応である。燃やした時、物質によって炎が異なることは古くから知られていた。それも、化合物ではなく、その中の元素によって、炎の色が決まるのである。その一つの応用が花火に他ならない。キルヒホッフとブンゼンは、これを用いて一八六〇年代初めに新元素セシウムとルビジウムを発見した。元素によってどのような波長の光を放つか、ということは、その後次第に精密に測定され、スペクトル線に規則性があるように思われるようになった。J・J・バルマー（Johann Jakob Balmer）はバーゼルの女子学校の数学教師であったが、線スペクトルの規則性の探求に憑かれ、一八八五年、六〇歳の時、水素原子の線スペクトルを表す式を見出した。彼はそれぞれの波長の逆数が、二つの整数の逆数を自乗し、その差に定数をかけて得られることを示したのである。その後、その他の元素についても成り立つような式が追及され、一九〇〇年にJ・リュードベリ（Johannes Rydberg）がすべての元素におけるすべての線スペクトルを表す一般式を発表した。しかし、なぜそのような関係が成り立つのかについては、依然として謎だった。これは後に、量子論の発展に大きな意味を持つようになる。

光に対して磁場の与える影響についてはすでにファラデーが研究を始めていた。ローレンツの助手であったP・ゼーマン（Pieter Zeeman）は、ナトリムを電磁石の間において、そのスペクトルを見た。すると、スペクトルが線ではなく、広がって見えることを観察した。さらに実験を続け、適切な条件のもとで、スペクトル線が二重、三重、あるいはそれ以上に分裂することを見出した。これがゼーマン効果と呼ばれる、磁場によってスペクトルが変化する現象の発見の始まりだった。ゼーマンはその結果を一八九六年に発表した[57]。

ローレンツは、彼の電磁場と荷電粒子（この時点では「イオン」と呼んでいた）についての理論に基づいて、ゼーマン効果に理論的な説明を与えた。光の放出がイオンの振動によって起るという仮定のもとに、磁場の影響によって、スペクトルがどう変化するかを導き、それが観察と一致したのであった[58]。そこからゼーマンは、その「イオン」の質量と電荷の比を求め、一八九七年の六月に発表した[59]。これによって、ローレンツの理論における「イオン」は理論的な存在から、実験的な証明を伴う存在物となった。ただし、翌年、他の研究者たちがゼーマンの発見したのとは異なるスペクトルの分裂の仕方があることを発見した。これはローレンツの理論では説明できず、異常ゼーマン効果と呼ばれ、その解決はずっと後まで持ち越されることになる[60]。いずれにせよ、ゼーマンとローレンツは、今でいうところの電子の存在を示す実験結果と理論をすでに発表していたのである。

トムソンが陰極線を荷電粒子であることを示した後、彼はその粒子の帯びる電荷が、ローレンツやラーマーの粒子の電荷とおおよそ等しいことも見出していた。しかしトムソンは電子とは呼ばなかった。それはトムソンが自分の粒子は総ての物質の構成要素であると考えたのに対し、あくまで電子という言葉は電荷の最小単位として用い、概念的に区別しようとしたからだと言われている[61]。しかし、ストーニーの弟子にして甥のフィッツジェラルドは負の「電子」をトムソンの粒子と同じものと見し、それが一般的になった。そして、ローレンツは、トムソンの粒子を電子として自分の理論にとりこんだ。こうして、ローレンツやラーマーの理論は、電子論と呼ばれることになった。これが電子が「発見」された過程である。

## 真空管

電子の発見により、電気工学も新しい段階に入った。例えば、その一つは、真空管の開発である。それは電気現象のもっともありふれた応用である照明から始まった。一八七九年にエジソンが炭化した日本の竹をフィラメントに使って、電球を長寿命化した。しかしエジソンが重要なのは電力を都市に供給して、電灯を個人の照明に使えるように事業化したことである。他方で、その品質、とくに寿命を高めることを追及した。エジソンは、時間がたつと、電球が黒く煤けることを見出していた。それをきっかけに、電球の中に電極を置くと、フィラメントと電極の間に一方高だけ電流が流れることを発見した。これをエジソン効果といい、一八八三年にエジソンはこれで特

許をとっている。しかし、エジソン自身は、この現象を詳しく調べるには物理学の素養が欠けていた。電子が発見されると、エジソン効果も放電と同様、電子の流れによって説明されるようになった。熱によってフィラメントから電子が離れ、電界によって、電子が他方の電極に流れたのである。この現象は、マルコーニの顧問技師だった、フレミングによって、利用され、一九〇四年に二極真空管となった。一九〇六年にそれがL・ド・フォレスト（Lee de Forest）によって三極真空管に改良された[62]。

こうして、電磁気学と電気工学は、相互に絡み合いながら、無線、放電現象、エックス線を生成する技術を生み出し、その過程で、電子を見出すとともに、放射能を発見した。そして、これらの技術や発見は、一方で電気工学の基礎技術を生み出すとともに、その後に原子物理学が発展する重要な基礎となるのである。

## 日本における無線工学と鯨井恒太郎

日本の電気工学者たちは、電磁気学の基礎理論にこそ貢献しなかったが、とくに無線に関する電気工学の発展には追随していた。仁科芳雄が師事した鯨井恒太郎はそのなかの中心的な人物の一人であった。鯨井は一八八四年生まれであるので年齢としては仁科より六歳年上に過ぎない。仁科より六年先輩で鯨井のグループにいた電気工学者、西健が鯨井を評して「著しく独創的であると共に、又甚だ先端的とも云ほうか、寧ろ時代に先走って居ることであった。これが為め当時に於ては却ってその真価が認められず、その儘世人の記憶から次第に影を薄くして終に消え去る憾があった」[63]と書いている。鯨井は東京帝大卒業後、逓信省電気試験所に勤務した。そこで、一つ年上の鳥潟右一のもとで無線通信の研究をした。鳥潟は鉱石検波器の発明者の一人であり、若くして日本におけるこの分野の第一人者になった[64]。鉱石検波器とは、天然鉱石に金属針を接触させたものである。これが整流作用もつこと、すなわち電流が一方向しか流れないので、交流を直流に変えることができることは一八七四年にK・F・ブラウン(Karl F. Braun)が発見していた[65]。電波を受信すると、振動する電流を起す。そこから信号を取り出すには、整流作用で一方向の電流にしなければならない。鉱石検波器を用いて、ラジオの電波を受信するのが鉱石ラジオである。鉱石検波器の性能は、どの鉱石を使うかに依存するが、鯨井は小坂銅山の銅硫化物の鉱石が良好であることを発見した。

鳥潟や鯨井の名前をさらに著名にしたのは、その後の発明、無線電話のための発振器であった。鯨井が電気試験所に勤務したころ、同僚の村尾栞がダデルの「歌うアーク」を実験し、鳥潟や鯨井を刺激した。鳥潟は横山英太郎と北村政治郎とともに、間隙放電と共振回路を利用した無線電話機を開発し、一九一二年に成功した。これは三人の頭文字をとってＴＹＫ無線電話と名付けられた。パウルゼンと比べて、大容量の電源なしに無線電話を可能にする優れた発明であった。同じ時期、電気試験所を離れて東大に移っていた鯨井は独立して、持続して高周波を作りだす装置を開発していた。

アークないし火花の放電を利用するのであるが、高速で回転する円盤状に電極を刻んでおくことによって、全体としては持続的な発振となるようにしたのである。これらの方式自体は、彼らのオリジナルではなく、例えばアメリカのR・A・フェッセンデン(Reginald A. Fessenden)は一九〇〇年には、回転式火花放電で無線電話に成功していた[66]。しかし、鳥潟、鯨井らの仕事は日本のこの方面の技術開発がすでに世界的水準に達していることを示していた。これらの功績によって彼ら四名は一九一六年に学士院賞を受けた。

理化学研究所に移ってから、鯨井の研究課題は電気炉であったが、後に絶縁体の研究に変わり、「繊維質電気絶縁材料の諸性質と湿度との関係」に取り掛かった[67]。ここからアルミ酸化被膜の研究に発展し、鯨井の研究室からアルマイトの発見がなされるに至った。アルマイトはアルミ製品の耐久性を大きく高める非常に実用的な表面加工技術である。典型的にはアルミの弁当箱に使われた。これはピストンリングやビタミンと並んで理研における代表的な発明品・製品の一つであり、理研に大きな収入をもたらした。また無線通信の研究の延長として、光通信や暗号通信の研究も手掛けていた[68]。鳥潟が一九二三年に夭逝した後は、無線通信の大御所であった。もっとも、彼も一九三五年に、五二歳の若さで亡くなってしまう[69]。

## 理化学研究所の仁科

仁科が理化学研究所の研究生となった一九一八年に戻ろう。当面の間、仁科の研究の場所は、東京帝大だった。彼は同時に工科大学で鯨井恒太郎の大学院生にもなったのである[70]。大学院という制度は、日本では一八八六年の帝国大学令の時点ですでに存在したが、現在の大学院制度とは大きく異なる。当時の指導的な化学者・櫻井錠二は「大学院なるものが殆ど空名に過ぎない」と書いた[71]。「空名」とは辛らつであるが、当時の大学院にはとくにカリキュラムはなく、修了して学位を取得するわけでもなかった。年限も二年に限られていた。博士号を取得する者は戦前にも増えて行ったが、それは論文博士であり、大学院は博士号の取得のための課程としては機能していなかった[72]。ただ、大学院生は大学に籍を得て施設を使うことができた。年限通り、仁科は一九一九年度まで在籍している[73]。

理研入所を機に仁科芳雄は次兄遠平から自立し、本郷の下宿屋、新泉館に越した。本郷を選んだことは仕事場が東大だったからだろう。理研の敷地は駒込に決まっていたが、仁科が着任した時には建物はまだ建設中だった。理研の研究員はみな、それぞれの所属する大学で研究をしたのである。建物が出来た後も必ずしも研究員らが駒込で研究したわけではない。東京在住でない研究員らは、それぞれ所属の大学で研究した。その意味では、理研は助成機関のようなものでもあった。仁科の場合、本郷の東京帝国大学工科大学（後の工学部）で研究することになる。また後に述べるように物理の勉強を始めていたので、理科大学（理学部）へも通った。下宿から大学へ歩き、

工科大学で実験をし、理科大学で講義を聞く毎日だったであろう。理研の電気工学のための建物である物理第一号館は一九一九年に建物が完成し、翌一九二〇年の八月に設備の設置が終わった。ただし、これは当時の言い方で、後に四号館と呼ばれるようになる。九月になって最初に移ったのが仁科の所属していた鯨井の電気絶縁材料研究室であった[74]。またこの九月一日付で仁科は研究員補に昇格し、留学を命じられている[75]。これから留学に出た翌年四月までは、駒込に通っていたかもしれない。

入所した一九一八年七月末に、仁科は実家の兄・亨作や、母・津禰に書簡を送って、初任給を得たことを報告した。月給が少なく誠に恥ずかしいが、衷心を汲み取ってほしいと書いて、金子と半襟・甘納豆を送った[76]。初任給は月五〇円、一九二〇年四月からは八〇円、八月に研究員補となってからは一〇〇円であった[77]。仁科は月給が少ないと書いているが、仁科より五年遅れて理研の研究生となった仁田勇によると、その時には、研究生・助手の初任給が八〇円で、帝国大学の助手よりはるかに高かったという。ただし、当時のその貨幣価値は「イギリス生地の仮縫付き誂えで背広が一着できる程度」であったとも書いている[78]。なお、理研の規定では研究生は必ずしも有給ではなく、主任研究員の裁量で給与額が決められた。ただ、この時点では理研は主任研究員制度がとられていないので、どのように給与額が決まったのか定かではない。

## 鯨井研における仁科の研究

仁科芳雄が鯨井の下に来た一九一八年には、無線通信の研究に一段落を付けた鯨井が理研の研究員となって、新しいテーマを手掛けていたころであった。但し、この時期の鯨井は病気がちで、仁科は鯨井自身よりも、六年先輩の西健や三年先輩の瀬藤象二ら、研究員補たちからより直接の指導を受けたかもしれない。なお、西も瀬藤もその年の電気工学科の首席卒業者である。このころの仁科の研究は工学的なものである。鯨井の下での東京帝大の大学院生としての研究テーマは「電気炉」であり、理研の最初の年、一九一八年の理研での研究題目は「高温度に関する研究」というものであった。これは四月に亨作にあてて書いた手紙にあった電気化学とは直接結びつかない上に、後者は鯨井の研究テーマとも直接関係ないので、やや奇妙である。高温下の金属は、むしろ別の研究グループ、大河内正敏の研究テーマであった。大河内は造兵学、すなわち兵器についての工学が専門である。彼はそれに物理学を導入することを試みていた[79]。高温での金属の性質という問題は当然、銃砲において重要な問題となる。彼については後に述べるであろう。いずれにせよ、この年の仁科の研究は、学生実験の延長のようなものであり、実験技術の習得が主眼であったように見える。理研の報告書によれば、仁科は五つの小題目を上げている。一つは「熱分析法の練習」で、鋼の熱分析、とくにA〇変態について研究したという。磁力をかけると強く磁力を帯びる性質を強磁性というが、A〇変態とは、高温においてその性質を失うことである。二つ目は「合金の真空加熱」で、これは真空中で金属を加熱すると融ける前に、気体

になる（昇華する）ことを実験したものである。第三と第四は「熱膨張計」と「弾性率計」で、これはそれぞれの計器のアイデアを述べているが、必要な材料がないので製作には至っていないと書いている。最後の研究テーマは「高温度における耐火物質の物理的性質の研究」であった。これは確かに電気炉にも密接に関係した研究テーマである。しかし、同時に、仁科遠平の耐火塗料の事業を想起せざるをえない。仁科芳雄としても兄のした事業に関して研究する事は興味があったに違いない。但し、この年に耐火物質の研究をしていたのは仁科だけは無い。研究生の磯部甫というものが「耐火材料に関する研究」という題目を掲げている。そして、仁科は「尚ほ日浅くして未だ報告すべき結果を得るに至らず」と書いているのに対して、磯部も同じようなことを書いているので共同研究をしていたのかもしれない[80]。

二年目、一九一九年度になると、仁科は鯨井らが行っていた絶縁体研究の一翼を担い、研究の方向性もよりはっきりとしたものとなる。鯨井は「電気絶縁材料に関する研究」という大きな研究題目を掲げていた。そのなかの四つの小さな題目の一つに「電界に於ける誘電体上の電荷蓄積に関する研究」というのがあり、瀬藤そして助手の生武菊太郎と共に仁科が担当していた。当時の理研における助手は、後の大学における助手と異なり、テクニシャンのような立場であったと思われる。また仁科自身の研究題目として「電場に於ける誘電体並に絶縁せる導体上の電荷蓄積に関する」研究というのがあった。これらは同じ研究であろう。電界と電場は同じもので、工学系では電界といい、理学系では電場という。この時期の仁科は物理学に深入りし始めていて、電場と書いたのだろう。これは先に触れた西健の研究課題の一部であった。西は、理研ができた年から当時まで研究員補で、鯨井グループにいた。そして、一九一八年度の事業報告に「電界に於ける誘電体上の電荷蓄積に関する研究」という題目を掲げていた[81]。しかし、西は一九二〇年から二年間、留学に行ってしまう[82]。仁科が西の研究テーマを引き継いだのは、留学中の代理という性格が強かったと思われる。すでにガッタパーチャに触れたが、電気工学において電流を意図通りに流すために、絶縁体の性質を知ることは極めて重要であった。誘電体は、絶縁体であるが、外部から電場（電界）をかけると、分極、すなわち、その物質の一方にプラスの電荷、反対側にマイナスの電荷が現れる。その電荷は、電場をなくせば消える。しかし、強い電場をかけると誘電体の分極が残り、絶縁された導体に、電荷が蓄積されていく現象があった。電荷があまりに蓄積されると、高圧の電位を作り出して、絶縁破壊を起してしまうので電気工学上、大きな問題であった[83]。

この年のもう一つの研究テーマは「電気炉の力率に関する研究」だった。これは前年度の電気炉に関する関心を継続している。力率交流回路における効率のことである。電源の見かけの電力（皮相電力）は電圧と電流の積であるが、交流回路では必ずしも、その電力が消費されるわけではない。例えば、コイルやコンデンサだけの回路では、電力の消費はない。実際に消費される電力の割合を力率という。仁科は工学部冶金教

室の一〇〇ｋｗ電気炉を使い、オシログラフを用いてその特性を調べ、力率を測定した。当時、オシログラフには幾つかの種類があったが、西健が一九一九年に発表した論文で扱っているオシログラフが機械式であり、A-E・ブロンデル(André-Eugène Blondel)の理論が言及されている。おそらく仁科が使ったのもジーメンス＝ブロンデルの機械式オシログラフであったと思われる[84]。これは電磁石で鏡を振動させ、その反射する光線を回転する写真乾板にあてて、感光させることによって、波形を映しだすのである[85]。具体的な研究成果は不明であるが、仁科は電気炉における力率不良の原因を追究し、その原因を解明し得たと信じていると書いている[86]。

その次の年、一九二〇年には、鯨井の率いる研究グループの掲げた大きな研究題目は「電気絶縁材料に関する研究」だった。グループには研究員の鯨井と研究員補に昇格した仁科のほか、瀬藤と助手三名がいた。瀬藤は鯨井が病気中にその授業を引き受けて仁科を教えてもいた[87]。後に鯨井の没後にその研究室を受け継ぐことになる。西が帰国して、研究を継続しているが、仁科も上記の誘電体の研究を継続しており、電気炉のほうはなくなっている。そして、電荷蓄積の現象について、「慨性的原因」は明らかにしたが、数量的関係の詳細については多くの実験結果に俟たねばならない、としている[88]。他方、西のほうは「電荷蓄積の原因については尚未だ決定的判断を下すに足るべき材料を得ざれとも空気中のイオンが最も重大なる影響を当うべきことを示し、電界中のコロナの発生せる場合に於て蓄積量が著しく大なる事実を明らかにした」とある[89]。「慨性的原因」を明らかにしたというのは、詳細は不明であるが、おそらく仁科の勇み足であろう。誘電体の性質が完全に明らかになるのは、量子力学が必要であった。

大学院生・理研研究生時代の仁科芳雄は、このように鯨井のもとで電気工学的な研究をした。それは、本格的な研究というよりも、実験技術を身につけるための、教育的なものであったと思われる。そして、電気工学と言っても、極めて実験物理学と隣接した研究であり、実験物理学の研究の準備となるものであった。

## 二〇世紀初頭の物理学

仁科が勉強を始めたころ、物理学は新たな発展をしている最中だった。その少し前、仁科芳雄が生まれた一九世紀末から二〇世紀始めにかけて、ヨーロッパの物理学研究は統一に向っているように思われた。一六八七年にニュートンが『プリンキピア（自然哲学の数学的原理)』を著し、力学の基礎を敷いたが、その時、力学によって説明できない現象は、彼が一七〇四年に出した『光学』において扱われた。それらはニュートン力学にとって未解決の課題であった。そのなかで代表的なのが光と熱である。一九世紀の終わりには、これらも力学によって解明されたかのように見えた。前章に述べたように、光はマックスウェルの理論によって電磁波の波動として理解され、そして、その波動の媒体として、エーテルの理論が提唱された。電磁現象は、エーテルと

荷電粒子からなるローレンツの電子論によって、統一的に説明できるように見えた。

もう一つ一九世紀の物理学において重要な発展は熱についての理論である。熱こそは、工業化の進展とともに最初に発展を促された研究分野であった。蒸気機関の理解から、熱力学が発展した。そして、まず気体の熱に関して、これもマックスウェルによって、気体分子の運動による理論が発展された。そして、それがオーストリアのL・ボルツマン（Ludwig Boltzmann）や米国の W・ギッブズ（Willard Gibbs）によって、統計力学として確立された。

この状況は、一九〇〇年の W・トムソン、すなわちケルヴィン卿が行ったロイヤル・インスティチューションにおける講演が端的に表していたとされている。彼は、四月二七日の講演において、力学理論は今や美しく晴れあがり、熱も光も運動の一容態であることを示しているとした。前述のように、光も熱もそれぞれ、エーテルと分子運動の力学的理論によって理解できるからである。そして彼は、青空はただ二つの雲によって遮られていると述べた。一つは、エーテルと物体の相対運動に関する困難である。光の速度で波動を伝える媒体は、極めて固いはずであった。それなら地球はなぜそのような堅い物質の中を通ることができるか。もう一つは、マックスウェル＝ボルツマンの気体分子運動論における等分配則に関わるものであった。これはもともとJ・ウォーターソン（John J. Waterson）が提唱した考えで、現代風にいうとエネルギーが自由度ごとに均等に配分されるというものである。これは一応、力学的理論から基礎づけることができ、また統計力学の重要な基礎となる法則でもあった。しかし、ケルヴィン卿は実験結果にはそれからずれるものがあることを指摘していた[90]。

もし、そのまま物理学が完成に向っていたら、日本の物理学者の活躍する余地はほとんどなかっただろう。それまでの研究の蓄積のある欧米の物理学者に対抗するのは困難だからである。しかし、実際にはそのようにならなかった。一九世紀に完成されたかのように見えた物理学の枠組みは根底から覆すことになった。その結果、まったく新しい物理学理論の枠組みが誕生した。

## 電子論と相対論

物理学における新たな発展はともにローレンツらが発展させた電子についての理論、電子論と深い関係にあった。電子論は、物質を電子、すなわち電気的粒子からなると見なして、それと電磁場、というよりもその媒体であるエーテルから、物質と電磁気にかかわるすべての現象を説明しようという理論だった。当初、これは原子論、分子論を、電磁気現象まで統一することが期待された[91]。その集大成であるローレンツの『電子論』は一九〇六年のコロンビア大学の講演であるが、それが一九一六年になっても再版されたように、その頃まで物理学の最先端だったのである[92]。これは物質と電磁場を包含する統一理論であったが、物質と電磁場ないしエーテルとの関係にはまだ謎が残っていた。その一つが W・トムソンの挙げたエーテルの中での物質の運動の問題だった。

この問題はアインシュタインが一九〇五年に提唱した特殊相対性理論によって解決が与えられた。これはエーテル理論を不要なものとし、時空概念を覆した。

この相対論は、先に述べた電子についての研究、電子論から生まれたものである。ローレンツ以降、電子論の枠組みのなかで様々な理論が構築されていた。そこでは電子の本性もまた、理論的な研究の対象であった。その中で前述のアブラハムは、電子をもまた電磁気学な枠内で説明する理論を提唱した。アブラハムは、球形に電荷が分布する電子を考えることによって、電磁気学的に安定な電子のモデルを構築したのである。これは物質も含めて電気学によって統一的に説明できる画期的な理論だった。それに対して、ローレンツは、運動方向に伸縮する電子の模型を提案した。これはマイケルソン＝モーリーの実験を説明するためのもので、ローレンツの理論によれば、運動する物体は、運動報告に収縮するはずであった。この収縮は、ローレンツ収縮と呼ばれ、今でも名前を残している。このローレンツの収縮を別の観点から、導出したのがアインシュタインであった。最初、アインシュタインの相対性理論は、同時性や、時空間の概念の根源的な修正をもたらすものとは認識されず、ローレンツの理論に類するものとして受け取られた。それほど、当時の物理学界の論争は、電子論を中心としていたのである[93]。

## 量子論

もう一つは、このケルヴィンの講演の直後に発展が始まった量子論である。これはケルヴィンの指摘していたエネルギー等配分則の成立しない事例と深く関係しており、統計力学の基礎を見直すことから始まった。同時に、相対論と同様、物質と電磁場との関係の問題でもあり、電子論と深い関係にあった。ローレンツらの電子論は、物質と電磁場を包含する統一理論であるが、多くの粒子からなると思われる現実の物質と電磁場との相互作用はまだよく分かっていなかった。そのような現象の一つが、熱輻射である。物質はその材質によらず、温度によって特定のスペクトル分布をもつ光（電磁波）を発する。実験家たちがこのスペクトル分布のデータを蓄積する間、理論家たちは、統計力学を使ってこの分布を説明しようとした。

まず一八九六年に、そのころF・パッシェン（Friedrich Paschen）が経験的に導いた分布式と一致する式を、W・ヴィーン（Wilhelm Wien）が導いた。しかし、実験技術が向上するにつれて、その分布式が実験と一致しなくなった。一八九九年、後に述べるO・ルンマー（Otto Lummer）とE・プリングスハイム（Ernst Pringsheim）は、可視光領域でヴィーンの式が実験とずれることを示した。ヘルムホルツの後任としてベルリン大学の理論物理学教授であったM・プランク（Max Planck）は、一八九〇年代から熱輻射の研究をしていたが、一九〇〇年にヴィーンの式が実験と合わないことを知り、ボルツマンの理論を用いて新しい分布式を導きだした。この時のプランクの推論と真意は、現在でも歴史家の間で決着がついていない。ボルツマンの確率的な理論を適用するのに、場合の数を求めることが必要であった。その計算のため

に、「エネルギー要素」なるものを導入し、それがある定数ｈと物質側に想定された振動子の振動数νとの積であると仮定した。その結果得られた式は、実験結果と一致した。この「エネルギー要素」なるものの導入によって、プランクはエネルギーが本質的にとびとびの値をとる事を考えていたのか、それとも、単に特定の振動子がとびとびの値のエネルギーをとる事を考えていたのかは定かではない。たとえば、『科学革命の構造』の著者として有名なトーマス・クーンはこの段階ではプランクはエネルギー自体の不連続性を考えていなかったと主張している[94]。いずれにせよ、実験的検証をともなった、新しい発展が起る一つのきっかけであったことは間違いない。

プランクの仕事を引き継ぎ、明瞭に量子の概念を導入したのがアインシュタインであった。彼は一九〇五年の論文の一つで、ｈの意味をさらに明確にすることになる。電磁波を粒子とみなし、その離散的なエネルギーがｈν（νは電磁波の振動数）で与えられるとしたのである。アインシュタインはこの光量子説を導入することによって、光電効果を説明することができた。光電効果とは、物質に光をあてたときに電子が放出される現象である。電子が放出されるかどうか、あるいはその放出された電子がどのぐらいのエネルギーを持つかが、物質に当てる光の強さには依存せず、あてる光の振動数に依存するのだった。この光量子説は、特殊相対性理論と同じ年に発表された。ある意味ではより衝撃的であった。というのも、相対性理論は、たしかにエーテルという、当時の物理学の基本概念を解消し、時空間概念を根源から揺さぶるものであった。しかし、当初は、ローレンツの理論のエレガントな再定式化に見えないこともなかった。他方、光量子論で主張された光の粒子性は、そのときの物理学の常識に正面から挑戦するものだったからである。光については、波動説と粒子説が昔からあった。ニュートンが粒子説を唱え、ニュートン力学を発展したフランスのラプラスとその後継者たちが、粒子説に基づいた光の理論を発展させていたが、フレネルらによって、光が波動しか持ちえない性質、すなわち干渉することを示した。干渉とは、波動が位相によって打ち消し合ったり、強めあったりすることである。さらにマックスウェルの理論とその検証によって、光が電磁場の波であることは疑いの余地がなく、光の粒子説と波動説をめぐる論争には、決着がついたと思われていた。アインシュタインの理論は、実験的に確証されたとみられた事実と概念的に矛盾する考えに基づいていたのである。当然、光量子論をめぐって激しい論争が巻き起こった。

## 相対論と量子論の受容

仁科が理研に入った一九一八年頃には、相対論の発展はほぼ一段落ついていた。一九一五年から一九一六年に一般相対論が提唱され、ほぼアインシュタイン一人の手で、相対論の基礎が敷かれた。翌年一九一九年に有名なエディントンによる日食を利用した水星の近日点移動の観測がなされ、実験的な検証においても決着がつくと同時に、アインシュタインは一般の人々にも名前が知られる存在となった[95]。

それに対して、この時点では、量子論はまだ決着には程遠かった。量子論を物理学

における中心的な課題として認知したのは、一九一一年の第一回ソルヴェイ会議である。これはベルギーの実業家E・ソルヴェイ（Ernest Solvay）の後援で、世界の最も著名な物理学者と化学者を招待する国際学会であった。その第一回が「放射と量子」だった。その後、一五章で述べるように、一九一二年から一九一三年の原子構造論が一つのブレークスルーとなった。また先に触れたアインシュタインによる光量子論の研究も進展していた。しかし、光量子論については、決定的とみなされる実験は一九二三年のことであり、それ以前は有力な物理学者の間で合意が得られていたわけではなかった。いずれにせよ、これらの研究はヨーロッパにおける戦争のために、中断されていた。一九一八年のヨーロッパの物理学は大戦のもたらした中断と破壊から立ち直ろうとしている時だったのである。

このように相対論と量子論という、理論物理学における二つの進展を二〇世紀初頭の物理学における大きな革新と見るのは一般的である。しかしこのような歴史叙述は、かなりの程度後知恵に依存するところが大きいことに注意しなければならない。なぜなら、そもそも理論物理学が実験物理学に対等以上の地位を占めるようになるのはこの時期の発展から生じた帰結の一つだからであって、最初から理論物理学というジャンルが存在して、そこに革命がおこったわけではないからである[96]。もともと、物理学は、実験物理学が本流であり、物理学者はしばしば理論と実験の両方を行った。この発展の状況は、国によって異なり、イギリスとドイツ語圏で大きな違いがある。イギリスでは、六章に述べる数学トライポスの伝統が、ケンブリッジ出身の物理学者を数理的な傾向に偏らせはしていたが、他方で強力な実験物理学の伝統が築かれつつあった。そうだとしても、どの国にて、物理学のどの領域にいるかによって、その発展のとらえ方は様々であり、相対論と量子論をもって断絶と見るのは理論に偏った見方である。さらに、相対論や量子論を重要な発展と見た物理学者が現在、より記憶されているという、一種の生存者バイアスがあることも間違いない。とはいえ、相対論と量子論を物理学における大きな発展として受け止める物理学者はいたし、日本にも少なからずいたことは後に見るであろう。

### 原子物理における実験手法の革新

相対論と量子論という発展から実験物理に目を向けると、そこでも大きな変革が生まれつつあったことがわかる。理論物理学の変革をもたらすような実験的研究だけではなく、物理的世界像の構成要素を変えるような実験的研究が世紀の変わり目に出現したのである。それは極微の構成要素の発見であった。一九世紀末には、著名な物理学者でさえ原子の実在を疑うものもあった。それが一九世紀終わりから、二〇世紀前半まで、物理的実在として、さまざまな粒子が発見されていった。理論的な枠組みだけではなく、極微の世界の構成要素についての知識が大きな変革を遂げ、それは主として実験物理学が主導したのである。前章に述べたように、その初期のものがエック

ス線、電子、そして放射線であった。

その背景はすでに述べた電気工学の発展であった。より直接には、それに関連した産業の発達によってもたらされた精密測定の技術の発展であった。とくに、量子論誕生の一つのきっかけは、先に触れたベルリンの帝国物理工学研究所における光の精密測定である。当時の冶金工学の発展によって、高温の金属の温度をそれが発する光から測定する技術の開発が促された。物質はその材質によらず、温度によって特定の光（電磁波）を発する。外からの光を反射しない物質を想定したとき、それが発する電磁波を黒体輻射という。これを発見したのが、先に触れたドイツ帝国物理学工学研究所のルンマーだった。ヴィーンの式からのずれはこのような産業と結びついた研究の成果だったのである。

この時期の実験物理学は新しい物理的実体を発見しただけではない。新しい実験手法を開発し、次の時代の実験物理学を準備した。例えば、一八九六年に C・T・R・ウィルソン（Charles Thomson Rees Wilson）が発明した霧箱がその例である。霧箱は物理学というよりも、気象学の研究のため、人工で霧を発生させるために作られた。しかし、これが荷電粒子の軌跡を可視化することが分かったため、後に述べる E・ラザフォード（Ernest Rutherford）のグループのもとで検出器として開発され、後の原子物理学において強力な武器となった[97]。

第二章でも言及した P・L・ギャリソンは物理学の発展はこのように、理論における発展だけではなく、実験における発展、装置開発における発展の三層があることを指摘した。それぞれの発展は、相互に絡みあうが、それぞれの層における大きなブレークスルーは必ずしも同時に起こるわけではない。この意味で、理論的に大きな断絶が起っているときでも、実験的な発展では連続していることもある。これは科学の非連続的な発展を科学革命と名付け、その前後では、理論も実験も非連続であると観たクーンの科学革命の考えが必ずしも妥当ではないことがあることを示唆している[98]。また、それらの発展の相互作用が、物理学の中に限定されるわけでもなく、電気工学等、他の分野が大きく関わることがあることも、前章で見た通りである。

### 大正期の日本の物理学

それでは日本ではどうであったか。初期の日本の物理学を理解するには、まず、物理学と工学との分業に着目することが重要であろう。日本が科学における後進国であって、自然哲学的な関心が欠如したために、より実用的な関心が強く、そのために、物理学が工学的な色彩を帯びる様になったと考えられることがある。このような考え方の前提は、自然についての基礎的、純粋理学的な真理を探究するのが、理学であり、そうして得られたそれ自体としては、実用性をもたない知識を、実際に役に立つ知識にし、とくに人工物等を作るのに用いるのが工学である、ということであろう。このような認識は、比較的人口に膾炙されているかもしれない。しかし、このような学問

観は、理学的知識がどのように獲得されるのかを見過ごしている可能性がある。人工物に用いることのできるような理学的知識はとくに、それを得るための手段は、しばしば人工物であり、観察の対象となるのは、文字通りの自然現象だけではなく、人工的につくられた現象である。そのような人工的に作られた現象を通して研究を進めるのが、実験的方法にほかならない。

確かに、物理的研究の伝統のない日本において、その活動の社会的正当性を得るために、実用的な価値を唱えることが効果的、ないしは必要でさえあったということはありうることである。しかし、それは決して、無理に実用的な題材を選ばなければならなかった、ということではない。なぜなら、当時の世界的な状況において、最も興味深い発展は、実験物理学によってもたらされた人工的な現象だったからである。人工的な現象は、研究対象として新しいだけでなく、実験室の閉鎖的な環境で行われ、比較的制御可能だという大きな利点を持つ。当然、人工的な現象は、人工物と密接な関係をもつ。そのような人工的な現象とそれに対応する人工物の代表的なものが、熱現象と熱機関であり、また電気現象と電気機械であった。

このような状況は、一七世紀ごろのヨーロッパでF・ベーコン（Francis Bacon）とその後継者たちによって方法論として打ち立てられた実験という研究手法と結びついていた。実験は研究しやすい自然現象を人工的に引き起こし、それを通して、通常では見えにくい自然のなかの秩序を見出そうとする。

物理学では特に一九世紀になると、人工的に作られた現象を通して得られた知識が、人工物にただちに使われるような密接な相互作用が確立された。電気現象がその典型である。そして、日本に導入されたのは、そのような理学と工学であった。

## 日本の物理学の出発点

ここで日本の物理学の歴史を振り返ってみよう。電気工学と同様、物理学もまた日本に存在しなかった学問であった。ただし、関連する知識がまったくなかったわけではない。戦国時代には、弾道学の芽生えがあり、それが力学に発展する可能性もあった[99]。また、江戸時代の蘭学・洋学の中で、医学ほどでないにせよ、物理学の移入も行われた。例えば、志筑忠雄の『暦星新書』は、ニュートン力学や天文学理論を導入していた[100]。しかし、物理学の本格的な導入は一九世紀に入ってから、とくにペリー来航以降である。その時期に盛んになった西欧の軍事技術や医学等の実用的な学問の導入と並行して、それらの学問の基礎として物理学は認識され、初等的な物理学の知識は広められた。たとえば、幕末の長崎海軍伝習所においても、航海技術の教育の一環として、数学に加えて物理学が教えられた。明治期には、福沢諭吉ら啓蒙主義的知識人が物理学を諸学の基礎と認めて、一般書を著し、「窮理熱」といわれる物理学的知識の流行さえもあった。

明治維新のころには、物理学者という職業がそれほど確立していたわけではない。

八木江里によると、当時物理学に関係した人たちについて六つのカテゴリーを考えることができる。八木は『物理学学術語字書』という物理学における専門用語に日本語の訳語を定めた辞書を編纂するための「訳語会」に注目し、そこに集まった三九名を、六つのグループに分けたのである。最初の二つのグループは、英語圏またはドイツ語圏に留学して、物理学を学んだ人達である。菊池大麓、山川健次郎、櫻井錠二らが第一のグループに含まれる（ただし、菊池と櫻井は専門がそれぞれ数学と化学であった）。第二のグループには、北尾次郎、飯盛挺造、村岡範為馳らである。第三のグループは、フランス語によって物理を学んだ人達で、寺尾寿、中村精男らがいた。もともと、幕府はフランスとの関係が強く、その時期からフランス語を学んだ者たちがいた。東京大学の前身である東京開成学校でも、フランス語を学んだ者たちがおり、彼等の多くが物理学科進学を希望したので、仏語物理学科が作られたほどであった。第四のグループは、それに対して英語物理学科で学んだ人達であり、田中館愛橘らが含まれる。第五のグループは、伝統的洋学者で、福沢諭吉の弟子であった後藤牧太がいた。第六のグループは、工部大学校の電信学科出身者等、物理学分野以外の学者たちである。前章で見たように、彼らも英語を用いて物理学を学んだ。このうち、最初日本の物理学の主流を占めるようになったのは、第一のグループと第四のグループ、すなわち英語で物理学を学んだ人達であった。第二のグループには、優れた研究をする者もいたが、医学部や農学部などに職を得た。第三のグループは、寺尾寿のように、天文学等、物理学以外の分野の研究者になった。また仏語物理学科の卒業生は明治一四年に東京物理学講習所を設立した。これは東京理科大学の前身である。第五のグループは、在野にあって、物理学の啓蒙家の役割を果たした[101]。

英米の流れをくむ物理学が主流となったのは、英米の物理を学んだ教員が大学の主流になったからである。工学が工部大学校を中心とし、英語で教育が行われていたことはすでに述べた。物理学を始めとする理学は、幕府天文方の蛮書和解御用を源流とする大学南校、改名して東京開成学校で教えられることになった。すなわち、江戸時代の洋学の伝統から出発した。東京開成学校は、一八七七年に東京医学校と合併して、東京大学となった。さらに一八八六年に、東京大学は工部大学校を吸収し、帝国大学となり、一八九七年に、京都帝国大学が設立され、ここでも物理学教えられるようになった。さらに、一九〇七年に、東北帝国大学が設立され、ここも物理学の重要な拠点となった。

## 日本の初期の物理学者たち

日本の最初の物理学者たちは、お雇い外国人たちである。その一人はすでに述べたエアトンだった。東京大学の理学部のお雇い外国人教師のうち、物理学に関わったのは、T・メンデンホール（Thomas C. Mendenhall）とJ・ユーイング（James A. Ewing）であった。このうちメンデンホールは地球物理学的な研究を行い、それは先

に触れたように、日本における重要な研究伝統となった。ユーイングはケルヴィンと共に働いたことがある。機械工学が専門であったが、日本では磁気についての研究と地球物理学的な研究を行った。とくに磁気ヒステリシスの研究が重要である。「ヒステリシス」という言葉はユーイングが日本で書いた一八八一〇年の日本語論文で初めて使われた。これは履歴効果とも呼ばれる。鉄のような物質に磁界をかけるとそれ自体が磁石になる。これを磁化という。かける磁界を零から増加させていくと、鉄は磁力をもち、やがてあるところでそれ以上強い磁界を持たなくなる。そこから磁界を弱めていくと、増えたようには磁力が減らずに、磁界が零になっても、鉄の磁力が残る。このように、鉄の磁化は、磁界のみで決まるのではなく、それ以前にどのような履歴を経たのかに依存するのである。磁気についての研究は、ユーイングの後継者、C・G・ノット（Cargill G. Knott）に引き継がれた。磁気の研究は、日本における物理学の伝統の一つとなったが、地球物理学的な研究か、材料科学的な研究になりがちであった。ユーイング自身が、イギリスに帰国して後、磁気についての分子理論を構築し、本多光太郎ら日本の物理学者が信奉したが、この時点では、磁気の物理学の理論的な探求にはまだ早すぎた。メンデンホールは理学を専攻していたが、地球物理学のような応用的な分野が専門であった。

東京大学で最初に物理学の教員となった日本人は、山川健次郎である。彼はアメリカに留学を命じられ、そこで物理学を学ぶことを選んだ。山川が後に書いているところによると、「どうしても日本を盛にしなければならぬが、それには政治をよくしなければならぬ。然るに政治をよくするには社会をよくしなければならぬ。社会をよくするには社会学の研究が必要である。社会学の研究には生物学並にその他の自然科学の研究が必要である。就中国を富まし兵を強くするには物理化学が盛んにならなければならんと考へて、物理学を学ぶことに決心した」[102]。ところが、留学先のシェフィールド理学学校は工学教育機関であり、物理学の教育を受けることができなかった。そこで、その素養になるものということで土木工学を選んだ[103]。しかし、「国を富まし兵を強くする」学問としての物理学が目的である以上、むしろ、それは工学とほとんど区別のつかないものであっただろう。いずれにせよ、山川は教育者・学術行政家であり、研究には特に見るべきものはない。仁科が東京帝国大学にいたころ、総長を務めており、直接教育研究にはかかわっていなかっただろう。

二番目の物理学の教授は田中館愛橘である。田中館は、最初工部大学校に入ろうとしたが、そこで教えられていることが灯台を建てる等の技術的な知識・技能であることを知った。儒教的な教育に染まっていた若き田中館は、そのような瑣末なことは、国家の重大事ではないとして、開成学校に進学することを選んだ[104]。田中館は、ユーイングとメンデンホールの研究を受け継ぎ、とくに地球物理学的な研究伝統の基礎を敷いた。また、度量衡の制定に関しても重要な役割をした。しかし、一九〇四年、日露戦争の時に、陸軍の気球の研究に関わって以来、日本の航空技術の開発に深くかか

わることになる。仁科が大学院生になった年にはすでに名誉教授であり、教育の第一線からは退いていた。しかし、その年は、同時に、東京帝国大学に付属研究所として航空研究所が出来た年でもあった。そして、航空研究所は、工科大学の教官と、理科大学の教官が兼任していた。物理学者が直接に関わり出した技術的分野の一つであったのである。ただし、この分野に仁科自身が関与するのはずっと後で、大学院生時代の仁科は田中館とはほとんど接触はなかった。

このように初期の日本の物理学においては、英米派が東大のポストを占めていたが、世界的には多くの学問分野において、ドイツ語圏がもっとも活発な研究の場所となっていた。とくに医学はその傾向が強く、日本の医学者はドイツに留学するのが当然であった。物理学においても、ドイツ語圏に研究の中心が移りつつあった。それを反映するかのように、当時の日本の物理学においては、むしろ東大物理にいなかったドイツ留学組の実力が際立っていた。その代表は田中館と同時代の北尾次郎である。彼は、ヘルムホルツのもとに長く留学し、ベルリン大学で学位を取得していた。その時のテーマはロイコスコープという色盲を測定する装置であった。帰国後、農学部（東京農林学校）の教授となった。彼の研究で特筆すべきなのは、数理気象学の研究である。台風についての流体力学的な研究を行い、この分野での先駆者となった。また別のドイツ留学組に前章で言及した村岡範為馳がいる。彼は一八七八年から当時ドイツのストラスブルクに留学し、レントゲンらのもとで博士号をとって帰国した。さらに日本でも最初の論文博士となっている。彼の学位論文は、炭素の伝導性に関するもので、白熱電灯という実用的な問題に関わる基礎研究であった。この研究や、その他幾つかの研究をドイツにおける物理学の重要な雑誌である『アナーレン・デア・フュジーク』に掲載している。帰国後は、東京大学の医学部の教授になった。帰国後の研究としては、魔鏡の研究が有名であり、これについても『アナーレン・デア・フュジーク』に論文を発表した。また、エックス線の研究を手がけたことについても、すでに述べた。しかしながら、北尾や村岡は東大物理の職を得られず、後継者の育成には不適な位置にあった。

この時期の日本の物理学が、英独仏と分れて争ったことは不毛なことであった。しかし、その次に現れた長岡半太郎は、英語圏と独語圏の両方における物理学の伝統を引き継いだ。そればかりか、実験と理論の両方に通じ、当時の日本において、抜群の生産性と研究の質の高さをもつ物理学研究者だった。仁科が理研に入ったころの日本では、物理学の頂点にあったと言ってよい。そして、理化学研究所の物理学のボスでもあり、この時期仁科芳雄がもっとも強く影響を受けた人物である。長岡の業績は多岐にわたる。若い時はノットの研究を引き継いで磁歪の実験的研究をテーマにした。これは鉄やニッケルなどの金属が磁化されるとねじれる現象である。一八九〇年に英国の一流誌『フィロソフィカル・マガジン』に発表していた。翌年帝大の助教授、三年後には、博士号を得て、ベルリンやウィーンに留学した。留学中は数理物理学を中

心に学びながら、各地の実験室を視察した。また、ドイツに偏ることを避け、夏季休暇を利用して英国の大学を訪れたり、学会に参加したりしている[105]。一八九六年帰国の年に、ベルリンでエックス線発見の知らせを聞いていた。

帰国後、磁歪の研究や、地球物理学的な研究を続けたが、一九〇三年頃から数理物理学的な研究に転じた。このころから、日本でも電子についての関心が増大したのである。その成果が一九〇三年に学会発表され、翌年論文となった土星型原子模型であった[106]。これは日本では過大評価される傾向があるにせよ、当時の日本のなかでは突出した研究であるとは言えるだろう。長岡は原子のモデルとして、正の電荷を帯びた粒子の周りを電子が同じ角速度で回っているというものを考えたのであった。その上、原子のスペクトル（後述）や、原子から放出されるベータ線もこのモデルで説明しようと試みた。中央に質量が集中しているという原子のモデルはすでにJ・ペラン（Jean Perrin）によって考えられていた[107]。また、このモデルとスペクトルやベータ線との関係を考えながらも、実験的に検証することはしなかった。さらに、理論的にもここからとくに生産的な発展はなかった[108]。

このように長岡の土星モデルは物理学の歴史を変えたとは言い難いが、分光学から原子構造を考えるという視点は卓見であり、数理モデルから物理的考察を行う研究は当時の日本の水準を超えていた。その後、長岡は東北帝国大学の創設に関わって、一九一〇年にヨーロッパ視察旅行に出、非常に精力的に各地の研究施設をめぐっている[109]。他にも、長岡は留学時にも、あるいは後に一九二五年ごろにも欧米の研究施設を回って記録をのこした[110]。このようにヨーロッパの物理学の状況をよく把握していた長岡は電子論や原子物理学に関心を持ち、その発展を追っていた。自らも貢献しつつあった原子構造の解明の鍵が、分光学にあることを見越して、その研究をしていた。

長岡の後、実験物理の分野では中村清二や寺田寅彦がいた。中村は田中館の弟子である。地球物理学的な研究を引き継ぐと同時に、音響や光学に関する研究も行った。例えば、鳴竜、不知火、魔鏡などの研究である。中村は東京帝国大学における実験物理学の教育において重要な役割を果たした。「鉄の台はこんにゃくと思え」「一期一会」等、実験物理学の方法を日本的に解釈し、教育していた。しかし、仁科は中村とはあまり接点が無かったように思われる。寺田寅彦は、随筆を通して、この時期の日本でもっとも著名な物理学者の一人となった。研究においては、医科大学からエックス線装置を借りてエックス線の研究をやりかけたが、W・H・ブラッグ（William Henry Bragg Bragg）とL・ブラッグ（Lawrence Bragg）の父子に先をこされ、諦めてしまった。その代わりに地球物理学的な現象や、日本独自の人工物や自然現象を対象とした研究を行った。もともと学位論文が尺八についての音響学的な研究であった[111]。しかし、寺田のエックス線研究は西川正治に引継がれ、日本の原子物理学の重要な基礎となった。また、寺田の後継者である中谷宇吉郎の研究は仁科とも深く関わり、中谷の研究室の出身者が何人も仁科のもとで研究した。これについてはまた後にふれるで

あろう。

## 日本における理論物理学

理論物理学に関しては、長岡の後に現れたのは、東北大学の石原純、愛知啓一、京都大学の玉城嘉十郎、そして東大の田丸卓郎であった。このなかで、東北大学の石原純が抜きんでていた。この時期、ヨーロッパにおける理論物理学をもっともよく追随し、独自の研究をしていた日本の物理学者は彼であった。石原の研究は、当時の量子論と相対論の発展を踏まえたもので、かつ、彼の量子条件は、オリジナルな研究であった。しかし、彼の研究はヨーロッパの研究者にあまり知られることなく、結局は、物理学の発展に大きく寄与するに至らなかった。石原の事例は、日本の物理学者の研究能力がたとえあったとして、かつ、ヨーロッパの研究動向に沿ったものであっても、国際的な研究者コミュニティにインパクトを与えないことがあることを示している。その上、一九二一年に、恋愛事件により、東北大学を辞職してしまう。その後、科学啓蒙家・科学ジャーナリストとして非常に大きな役割を果たす。石原については本書でもなんどもふれることになる[112]。

石原以外の理論物理学者のうち、玉城嘉十郎は相対性理論を専門とした。後に、湯川秀樹と朝永振一郎が彼を指導教官とするのだが、研究としてはとくに見るべきものを生み出さなかった。相対論に取り組みながら、彼の論文は、単なる式変形を出るものではなく、新しい物理的内容を含まなかった。田丸や愛知は、それぞれ有能な数理物理学者であった。共に、古典物理学を下にして、多様な現象を数理的に解き明かす種類の研究を行った。とくに愛知は当時の日本の典型的な数理物理学者であったように思われる。彼は、長岡や石原を除けば、理論物理学者として当時もっとも多産であった。しかし、彼の研究は、石原がしたような、相対論や、量子論のような、当時現れつつあった物理学理論の原理的な探求をするものではなかった。また、たとえば長岡が原子モデルでしたような、未知の物理的実体の理論的な解明を目指すものでもなった。むしろ、既知の理論的枠組みに依拠して、さまざまな自然現象を、数理的に解析するものであった。そのため、愛知の研究対象となった自然現象はひろい範囲に及んでいた[113]。

理論物理学という概念は、日本ではかなり初期からあった。理論という言葉も古い言葉で、実験に対する理論という言い方は常になされた。それは物理に限らず、すでに見たように、工学においても、理論というのはあったわけである。そして、東京帝国大学の物理学科は一時期、理論物理学と実験物理学の一時期、理論物理学科と実験物理学科に分かれたことがあった。これは、その時期の東京帝国大学は単位制導入以前で、原則全科目が必修であったために分けざるを得なかったからである。後に単位制が導入されると、実験と理論の両方を学ぶことは必須であるとして、ふたたび統合された。しかし、研究者として、何をもって理論物理学における研究として妥当と認

めるか、というのは、それほど確固としたものがあったわけでもない。一方で、既存の理論的な枠組みの中で、現象の数理的な解析を行う種類の研究もあれば、既存の理論を修正し、新しい理論を提案して、既存の理論では説明できない実験や観察を考察するものもあった。長岡の土星型原子モデルのような業績は、土星型モデルという新しい物理的実体を考えながらも、古典的な理論枠組みに留まっている点で、その中間にあったといえるだろう。他方で、ラザフォードの原子モデルの研究にあるように、原子モデルの研究は、理論物理学者の独占物ではなく、長岡も、ラザフォードも、実験と理論の両方を行うタイプの物理学者であった。また、その後の長岡も、理論だけに専念したのではなく、原子物理学の研究のための分光学を続けた。そのなかで長岡の原子モデルは、あくまでスペキュレーションに基づいた数理的なモデルであり、実験的な根拠を欠いていた点で、後で現れたラザフォードの原子モデルに比べて格段に見劣りがした。長岡もおそらくそれは理解し、実験的な根拠を求めるべきことは分かっていた。そして、分光学にそれを求めた見通しは後からみると妥当であった。だが、その間に、物理学の研究は、原子模型を超えて先に進んでしまった[114]。

高等な数学を用い、精緻な数理的な解析を行う種類の理論物理学は、愛知で終わったわけではなく、その後の世代にも受け継がれたと言ってよい。概して、日本の理論物理学者のほうがむしろヨーロッパの理論物理学者よりも、厳格な数学の訓練を受けていたと言えるように思われる。しかし、あまりに数理的な解析に重点を置いたために、物理的な内容の探究に弱点があった。長岡の研究ですら、数理をもてあそんだだけのものと、見られてしまったことさえあった。しかし、このような種類の理論物理学にはそれなりの強みがあり、数学の得意な日本の理論物理学者たちは、大量の計算をものともせずにやりとげる事ができ、高度な数学の道具を使いこなすことができた。しかしながら、数理的な解析のみを重視することは、二〇世紀初めの新しい理論物理学の流れ、とくに量子論や相対論のような概念的に新しい事柄を吸収するには適していなかった。

## 日本における電子論

電気工学と原子物理学との間の密接な関係は、すくなくとも理念的には日本でも同様であった。二〇世紀の初めに、日本の物理学者たちがヨーロッパの物理学を追随するなかで、電気現象と物質を含む最先端の理論として電子論が取り上げられ、紹介された。そして、原子についての物理学は、まず電子についての物理学とみなされた[115]。

「電子論」について、もっとも初期に日本に紹介した代表的な人物は桑木彧雄である。しかも、桑木の場合、その電子論の紹介が相対論の日本への紹介を伴っていた。すでに一九〇六年の「絶対運動論」において、当時の物理学の中心的な問題を運動の相対性・絶対性にあることを着眼していた。一九〇七年の「電子ノ形状ニ就イテ」においては、上記のアブラハムやローレンツらの電子についての理論を紹介した。あく

まで電子論の枠組みにおいてであるが、アインシュタインの特殊相対論についても、簡単に言及している。

桑木の後に、電子論を日本に導入した人物として代表的なのは先にも述べた水野敏之丞である。水野は一八九七年に京都帝国大学が設立されると助教授になった。水野は、物理学者であるが、『無線電信電話論』、『理論電気学』など、電気に関わる著作が多い。幾つもの教科書や一般向けの書籍を出しているが、代表的なのは一九一二年に出版された『電子論』であった[116]。この時点ではすでに、光量子説、特殊相対論、そして原子模型も現れており、それらがすべて『電子論』の枠組みのなかで紹介されているのである。『電子論』の最後の章「総論」は、水野が電子論をどのように歴史的に位置付けているか示している。水野にとっては、電子論は原子論を「転覆」するものであった：「電気学の最近の進歩は洵に顕著なるもので斯く確乎不抜とまで称せられた原子説も電子の発見によつて忽ち根底を転覆され茲に革新的有力なる物質観が厳然として現はるるに至つた。」[117]

このように、水野にとっては、電子論は原子論に置かわる物理理論であった。そして、その革新がどのように起こったかを次のように描いている：

@引用@
一方に於てはゼーマンがローレンツの予言した効果を実測して電子の存在を確かめ一方に於てはタムソン等は真空管内に於て電子の存在を明にしたが越一年又一方に於ては女豪傑キュリーはラヂユムを発見して、それから電子が迸出すると云ふことを確証し僅か二三年の短日月間に三面挟撃によつて物質の最終極である難攻不落であると考へた彼のアトムの本城を奪略し終にアトムのアトムなる電子が現存すると云ふ一大事実を啓発して茲に凱歌を奏した[118]。
@引用終わり@

水野によれば、「電子は自然界の覇王」で「到る所盛に活動」[119]しており、「吾人の肉眼心目に触るる物質及之に附随する諸現象は帰する所皆電子に在らざるは無し、そうすると天下は如何にも電子の天下である」[120]というのであった。このような文体で書かれた水野の『電子論』は当時非常に人気が高かったようだ。確認できるだけでも一九二三年の第六版まで出ている。

水野より後、一九二七年になっても『電子論』と銘打った教科書的な書物が現れている。著者は東北帝国大学の三枝彦雄である。この時点では、ボーアの原子模型までが含まれていた。しかしこの本もローレンツの『電子論』が中核をなしていた。彼は電子論がローレンツによって完成されたとし、とくにローレンツの一八九五年論文がすべての電磁気現象を説明することを可能にして、電子論の基礎を確立したものとしている[121]。興味深いことに、三枝は、一九三一年に、上記の『電子論』の続編として、

『新電子論』を著した。その中に量子力学や量子統計（フェルミ・ディラック統計）を含めている[122]。この時点でも、「電子」を中心とした書籍が成り立っていたのである。その後は、電子の金属中の振る舞に焦点を置いた「金属電子論」などに「電子論」という表現が残ることになった。

二〇世紀始めの日本では、一般向けの解説書また、電子の話題を中心とするものがいくつも現れた。電子は、物質を成り立たせる極微の粒子であったと同時に、身近に起こる電気現象を説明するものでもあったからである。例えば水野は、『電子之活動』という『電子論』よりもややくだけた書を一九一八年に出している[123]。ほかならぬ長岡半太郎も、一九一二年に『現今の電気学』という書籍を著しており、その最後の章に「ローレンツ氏の電子論」と「相対律」について解説していた[124]。さらに興味深いのは、愛知敬一である。彼は次章で述べるように、長岡の次の世代の数理物理学者であるが、一九二三年に『電子の自叙伝』という一般向けの書を出している[125]。これは、電子自らがその発見の経緯や、電気現象のなかでの役割を語るという本であるが、之は実はその十年ほど前にC・ギブソン（Charles Gibson）という一般向け科学書を多数書いた人物の著書の翻案である[126]。

このように、一九一〇年代、仁科が理化学研究所に入所したころまでに、物理学においては電子論が話題としては大きく取り上げられていた。それはとくに相対論などの最新の物理学の発展を幅広い読者に説明するときに、それらの発展を包括的にまとめる便利な枠組みになっていた。そして、その際に電子が説明する現象の多くは電気工学に関わるものだった。このように、電気についての学問として、電子工学と物理学は地続きだったのである。ただし、だからといってそれらの新たな発展が電気工学との密接な関係において研究されたわけではまだなかった。それはまさに仁科が理研に入所したころから始まったのであり、その典型が次章で述べる菊池泰二であり、そして後の仁科自身だった。

### 大正期の東京帝国大学の物理学

理研にはいった仁科は先にみたようにまず鯨井のもとで電気工学的な研究を続けていた。しかし、物理学にも関心をもった仁科は長岡に話をしに会いに行った。長岡は仁科に「物理の講義をきいてはどうか」と言ったという。そして、長岡の研究室でも実験をし、東京帝大で物理や数学の講義を聞くようになった。こうした生活を一九一八年から一九二一年まで続けた結果、「物理に一生を委ねることになった」と書いている[127]。

仁科のこの記述を文字通りには受け取ることは出来ない。なぜなら、留学中の仁科はまだ進路に迷っており、物理に一生を委ねる決意があったとは見えないからである。このことは後に述べるであろう。しかし、そうであったにしても、この時期に仁科が理科大学で物理学の勉強を始めたことは間違いない。長岡が物理の講義を聞くことを

仁科にすすめたのは、仁科の電気工学の研究が物理学によって基礎づけられ、新たな発展をすることを期待したのではないかと思われる。当時の物理学における電子論の位置を考えれば、それは当然であった。

東京帝大で仁科がどのような物理学を学んだのか、現在からわかることは多くない。仁科が大学院生だった時期、東京帝国大学理科大学には、物理学関係の講座は、物理学講座が三つ、理論物理学講座が二つ、航空物理学講座が一つ、そして、仁科がいる間に、放射能作学講座が創設された。二年目の一九一九年で言うならば、理論物理学第一講座は長岡、理論物理学第二講座は田丸卓郎、物理学第一講座は中村清二、第二講座は、佐野静雄と藤教篤の分担、第三講座は寺田寅彦、航空物理学講座は寺沢寛一、放射能作学講座は木下季吉が担当していた。また、高嶺俊夫と西川正治が当時講師だった（高嶺は京都大学の助教授でもあった）[128]。高嶺や西川は、それぞれ分光学とエックス線研究における日本のリーダーとなり、理研における仁科の同僚・共同研究者となった。

仁科が後に印象に残ったとして書いているのは、物理では寺田寅彦、佐野静雄、田丸卓郎、長岡半太郎の講義であり、数学では、坂井栄太郎、中川銓吉、藤沢利喜太郎、吉江琢兒の講義であった。仁科が大学院生をしていた一九一八年度から一九一九年度は理論物理学科と実験物理学科に分かれていたのが物理学科に統合されるなど、制度の改変が起った時であった。佐野静雄は応用数学、田丸卓郎は力学の教科書があるので、おそらくそれらの科目を担当したのであろう。田丸は、熊本にあった第五高等学校時代の寺田の師でもあり、寺田はその時の授業について「田丸先生の追憶」に生き生きと描いている。田丸は次章でも述べるI・トドハンター（Isaac Todhunter）の教科書を使っており、数理的傾向の強い教育をしていたことがわかる[129]。当時の物理学科のカリキュラムは、数学、力学を基礎として、熱力学、電磁気学、流体力学等を含んでいた。それに加えて、放射学というのがあり、これが今でいう、放射線物理学であろう。また特別講義というものがあって、その中に「相対律及万有引力論、電子論、量子論」というのがあった[130]。長岡や寺田の担当科目は様々な可能性があるので分からないが、この科目は長岡が担当していたと思われる。

いずれにせよこのような物理学の講義を受けていくうちに、仁科はより物理学にひかれていったと推測される。これは物理学がそれまで仁科の研究していた電気工学からかけ離れたものでなく、連続していた上に、電気工学上の現象に対する深い理解をもたらすように可能性があるように見えたからだろう。

### 仁科の物理学への転身再考

ここで、なぜ仁科のような日本を代表する原子物理学者が電子工学から出たのかという問題にもどる。それに対するこの章の答えは、電気工学から原子物理学の研究者が出現する条件が仁科の若い時の学問的状況と日本の学界に出現していた、というこ

とである。

第一に、日本において物理学の研究の場所が出現していた。しかもそれは当時の産業構造の世界的な変化、とくに電機産業と化学産業の発展を背景としていた。それらの産業と物理学や化学などの研究分野との結びつきが物理学研究の物質的、社会的基盤を形成し始めていた。これは世界的な変化であり、その典型はドイツの帝国物理化学研究所である。仁科が物理学に転身したときには、日本においてもそのような機関が現れ始めており、ほかならぬ理化学研究がその代表だった。まさにそのような場所に仁科は着任したのであり、しかもそれは電気工学を研究していたからこそ、鯨井のような研究者に採用されたのだった。

第二に、世界的な電気工学と原子物理学の状況において、その二つの分野がすでに相互に発展を促し続けていた。電気についての研究が進めば、それは工学的な応用と同時、原子に関わる基礎的な課題を提起した。さらに、この時期の原子物理学者が対象としたのは、いわゆる無垢な「自然」」ではなく、人工物になりつつあったということである。電気回路、放電管、エックス線等の最新の技術を用いた人工物を扱っていたのだ。「自然」に近いものといえば、せいぜい、ウラニウムの鉱石であろう。言い換えれば、この時期に原子物理学を研究するには、そのような人工物に取り囲まれていること、そのような人工物に興味があることが極めて望ましいことだった。そういった電気工学的関心は、原子物理学への関心への基盤となり、実験的探求のための基礎にもなったのだった。これらの産業の重要な基礎をなす電気工学は物理学における電磁気学と絡み合いながら発展し、その過程で重要な技術を生み出すと同時に、電子の概念などを発展させて、原子物理学の発展を準備した。これは日本においても同様で、日本の物理学者も積極的に電気学的な研究、とくに無線の研究にかかわっていた。彼らは物理学の新たな発展と見られた電子論の研究に参加こそしなかったが、これに注目し、それについての書籍は複数現れた。

第三に、このような発展の結果、物理学において極めて大きな変化が起りつつあったことである。それは相対論と量子論だが、どちらも電子論、すなわち物質と電磁場の関係についての理論と深い関係にあった。その意味で、電気工学の研究はそれらの物理学の新しい発展と地続きであり、電気工学を深める過程で、これらの発展への研究に足を踏み込むのは不自然なことではなかった。そして、仁科は長岡半太郎という当時の日本の最高の物理学者の指導を理研で受けることによって、そのような方向へ向かうことのできる状況にいたのである。

物理学の新たな発展は、日本の物理学者にとって欧米の物理学に追いつくチャンスであったが、当時いた日本の物理学者、とくに理論物理学者たちは数理的な手法に偏りすぎていて、そのチャンスを十分に生かせる状況になかった。既存の理論を数理的に洗練させて現象を解明することと、既存の理論の枠組みでは収まらない現象に直面して、新たな理論を構築することは別の研究の営みである。後者には高度な数理より

も別の技能がより適合していた。

工学と理学の再結合は、新たな状況において一つの突破口を開く可能性があった。日本ではしばしば「科学技術」という言葉で言われているように、科学と技術、理学と工学が一体化されたり、混同されていたりしたと言われることが多く、理学と工学の再結合という言い方は奇異に思われるかもしれない。もとより日本における工学と理学の関係は複雑であり、一言で言いあらわせるものではないが、前章で見たように、日本では工学は当初から高い優先性をもって専門化され、教育研究機関が設置されていた。東京大学において、工学部は当初から現在にいたるまで理学部よりはるかに規模が大きく、高い権威を持ち、政府とも関係が深い。工科大学出身者は官庁や大企業に就職していたのに対し、理科大学の卒業生の多くは中学校の教師となっていた。理科大学・理学部の教員は、比較的少ない予算で研究をしなければならなかった。

ところが、仁科が大学を卒業したころ、日本にも理研のような組織が現れはじめた。工学的な電気の研究が発展することを通して、研究のテーマを理学的な電気の研究に提供し、理学的な電気の研究が、それを有効に用いて工学にもインパクトを与えるような基礎的な研究を行い、それによって十分な研究資源を保証される、というような関係は、日本ではこの時期になってようやく活発になり始めたのである。このことは、工学分野から理学分野へ人が移動したり、理学分野の研究者が工学部で教えたりするようなことが起ってさらに活発になりはじめた。その典型的な例が次章で述べる菊池泰二のように物理出身の研究者が真空管の研究をすることであり、そして仁科ように工学部出身の研究者が原子物理学の研究をすることであった。そして、このような研究者に対して理研が場所を提供した。理研の物理部の人員は工学系研究者がむしろ多数であり、とりわけ電気工学に大きな重点が置かれていた。理学と工学の再結合という言葉で意味したいのはこのような状況である。

この状況のなかで、仁科がうけた電気工学の教育は、物理学の研究者となるにあたって、決して無用ではなかった。理論と実験の両方に通じていた長岡であったが、実験に関しては禁欲的なところがあった。高価な材料や、複雑な装置によって成果を出すのではなく、簡素な実験を工夫して巧みに用いることによって大きな成果をあげることを目指していた。ラザフォードの実験室を訪れたときも、装置が意外に簡素であることに感心していた。これは、日本における当時の物理学の状況において、高価な装置を用いることができないという外形的な制約があり、その中で如何に成果を挙げるのかが長岡にとっての重要な関心事だったからであろう。実際、ラザフォードは、簡素な実験装置を、それもしばしば廃品を活用して、巧みな実験をすることに長けていた。しかし、簡素な実験装置といっても、工業化の先進国であるイギリスやドイツと日本とでは入手可能な装置と材料に大きな違いがあった。ラザフォードの世代においても、すでに実験装置を開発すること、特にそれを産業と密接に協力しながらすることが実験物理の研究に重要な位置を占めるようになっていたことは次章で見るだろ

う。コックロフトに代表されるように、彼の弟子たちにおいては装置開発の比重はさらに高まることになる。こうした中で、簡素な装置に固執することは、ヨーロッパでの発展と競争する上で良い結果をもたらさなかった。

また、前章で述べたように、仁科は工学的における理論的な訓練を受け、しかもそれは「心画」、すなわちメンタル・イメージを重視するような種類のものだった。それは理論物理学においても、物理的意味を考える態度を保持するのに役に立っただろう。このことは数理に溺れるかのような同時期における日本の理論物理学の実践と対照的である。

結局のところ、仁科は工学と物理学の交雑の産物である。それは必ずしも成功を保証されるものではない。工学を勉強すれば、物理に革新をもたらせる、というような決定論が成り立たないのはもちろんである。しかし、この章で示した電気工学の研究と二〇世紀初頭の新しい物理学との非常に深い関係は、仁科のような電気工学の出身の研究者が新しい物理学の研究に成功することが、まったく不思議なことではなかったことを示すのに十分だろう。そして次章に見るように、物理学と電気工学との交流は、仁科に限ったことでなく、日本に限ったことでもなかった。

後に一九二八年に仁科芳雄が留学から帰国したとき、長兄亨作は帰朝歓迎会を催した。亨作は、日本では電気学はまだ幼稚であるが、将来は大いに発展する、芳雄は電気についての学問を研究している、と述べたという[131]。この時点では、芳雄ははっきりと物理に転向していたので、電気工学を研究していたわけではない。しかし、電気についての学問という認識自体はまったくの誤りというわけではなかった。むしろ、芳雄自身が家族にそう説明していたのかもしれない。というのも、そのころも芳雄の研究の中心は電子であり続けたからである。

---

1 仁科芳雄「私は何を読んだか：留学時代の回想」『原子力と私』（学風書院, 1950）, pp. 224-230, 特に pp. 226-227.

2 森鴎外「妄想」『三田文学』2巻4号（1911年4月1日）：162-177, 特に pp. 166-167.これは前号からの続編である：森鴎外「妄想」『三田文学』2巻3号（1911年3月1日）：147-158 （次に再録：『森鴎外全集 第八巻』（岩波書店, 1972）, pp. 195-217）.

3 Bartholomew, James, *The Formation of Science in Japan: Building a Research Tradition* (Yale University Press, 1989).

4 物理学においては、本書の19章に登場する竹内時男がその良い例である。次の論文も参照：伊藤憲二「竹内時男と人工放射性食塩事件：1940年代初めの科学スキャンダル」『科学史研究』57巻288号 (2019): 266-283.

5 日本における研究の開始の問題については、次に論じた: Ito, Kenji, "The Question of Research in Prewar Japanese Physics," pp. 193-210, in David G. Wittner and Philip C. Brown, eds., *Science, Technology, and Medicine in the Modern Japanese Empire* (Routledge, 2016).

6 「日本の数学１００年史」編集委員会『日本の数学百年史』上（岩波書店, 1983）, p. 237.

7 小川鼎三・酒井シヅ（校注）『松本順自伝・長与専斎自伝』（平凡社, 1980）；長與博士記

念會『長與又郎傳』(日新書院, 1944).
[8] 大矢真一（編）『江戸科学古典叢書２０ 西算速知／洋算用法』(恒和出版, 1979）.
[9] 伴野雄三・青沼恵美「東京数学会社雑誌（明治１０年１１月～１１年１０月）について」『日本物理学会誌』32巻(1977): 871-873.
[10] 「日本の数学１００年史」編集委員会編, 前掲注 6, pp. 61-63.
[11] 金凡性『明治・大正の日本の地震学：「ローカル・サイエンス」を超えて』(東京大学出版会, 2007).
[12] 板倉ほか, 前掲注 70, pp. 39-44.
[13] 森永晴彦「日本人にも科学ができるか？」『自然』31巻1号(1976)：52-58.
[14] 仁科芳雄と寺田学派の関係については次に書いた：伊藤憲二「仁科芳雄と日独青年物理学者たち（四）：渡邊慧と寺田物理学（後編）」『窮理』19号（2021）：58-67.
[15] 小山慶太『寺田寅彦：漱石、レイリー卿と和魂洋才の物理学』(中公新書, 2012）.
[16] 櫻井錠二『思出の数々』(九和会, 1940）, pp. 18-19.
[17] 精密測定と標準の確立の関係については、次を見よ：Wise, M. Norton, "Introduction," pp. 3-16 in M. Norton Wise, ed., *The Value of Precision* (Princeton University Press, 1994), on pp. 8-9.
[18] Cahan, David, *An Institute for an Empire: The Physikalisch-Technische Reichsanstalt, 1871-1918* (Cambridge University Press, 1989).
[19] 天野清「国立物理工学研究所設立の歴史」『科学史論』(日本科学社, 1949), pp. 125-139; 小長谷大介『熱輻射実験と量子概念の誕生（北海道大学出版会, 2012）.
[20] 橋本毅彦『＜標準＞の哲学：スタンダード・テクノロジーの三〇〇年』(講談社, 2000）, pp. 119-120, 160.
[21] Hager, Thomas, *The Alchemy of Air: A Jewish Genius, a Doomed Tycoon, and the Scientific Discovery That Fed the World But Fueled the Rise of Hitler* (Broadway Books, 2008)〔渡会圭子訳『大気を変える錬金術: ハーバー, ボッシュと化学の世紀』(新装版, みすず書房 2017)〕.
[22] Wise, George, "A New Role for Professional Scientists in Industry: Industrial Research at General Electric, 1900-1916," *Technology and Culture* 21 (1980):408-429.
[23] 工業技術庁東京工業試験所編『東京工業試験所五十年史』(東京工業試験所, 1951）；工業技術庁東京工業試験所編『東京工業試験所六十年史』(工業技術庁東京工業試験所, 1960）.
[24] 高梨光司/編『野口遵翁追懐録』(野口遵翁追懐録編纂会, 1952)
[25] 中村清二「帝国理学研究所設立の必要」『生活・科学・教育』(河出書房, 1938）, pp. 1938, 特に p. 21.
[26] 中村, 前掲注 25, p. 28; 板倉聖宣・八木江里「理化学研究所の設立期における科学研究体制(1): 理化学研究所の歴史(1)」『科学史研究』41号（1951）：5-12.
[27] 鴨居武編『工学博士高松豊吉伝』(化学工業時報社, 1932）.
[28] 「工業ノ發達助長ニ關スル件」生産調査会編『生産調査会録事. 第3回 其ノ2』(生産調査会, 1913）, pp. 22-68, 特に p. 35.
[29] 飯沼信子『高峰譲吉とその妻』(新人物往来社, 1993）, p. 84.
[30] 飯沼和正・菅野富夫『高峰譲吉の生涯：アドレナリン発見の真実』(朝日新聞社, 2000）.
[31] 高峰譲吉「国民科学研究所設立に就て」鴨居, 前掲注 27 , pp. 293-301, 特に pp. 294-295.
[32] 高峰, 前掲注 31, p. 297.
[33] 広重徹『科学の社会史：近代日本の科学体制』(中央公論社, 1973）, pp. 88-92.；沢井実『近代日本の研究開発体制』(名古屋大学出版会, 2012）.
[34] 芝哲夫「塩見理化学研究所小史」『大阪大学史紀要』3号（1983）：31-43; 東京大学百年

史編集委員会編「宇宙航空研究所」『東京大学百年史 部局史四』（東京大学出版会, 1987）, pp. 871-1013, 特に pp. 877-878.
[35] 水谷清「設立の経過、並に現況」『理化学研究所彙報』1巻（1922）：80.
[36] 『財団法人理化学研究所新会社設立に伴ふ参考資料』(1946)
[37] 理化学研究所編『財団法人理化学研究所第一回（大正六年度）事業報告書』（理化学研究所, 1918）, p. 13.
[38] 理化学研究所編『財団法人理化学研究所第ニ回（大正七年度）事業報告書』（理化学研究所, 1919）, pp. 26-27.
[39] 板倉聖宣「理化学研究所の設立期における科学研究体制(2): 理化學研究所の歴史(Ⅰ)」『科学史研究』42号（1957）：22-28, on pp. 26-27
[40] イノベーションのリニア・モデルについては、例えば次を見よ：Godin, Benoît, "The Linear Model of Innovation: The Historical Construction of an Analytical Framework," *Science, Technology & Human Values* 31 (2006): 639-667.
[41] 広重徹「電磁場の理論の成立」西尾成子編『相対論の形成』（広重徹科学史論文集 1, みすず書房, 1980）, pp. 1-33；広重徹「電気力学を進めた人たち：アンペールとノイマンの場合」西尾成子編『相対論の形成』（広重徹科学史論文集 1, みすず書房, 1980）, pp. 34-48.
[42] 広重徹『物理学史ⅠⅠ』（培風館, 1968）, p. 24.
[43] 広重徹「古典電磁気学と相対性理論：板倉氏の科学方法論への批判をかねて」西尾成子編『相対論の形成』（広重徹科学史論文集 1, みすず書房, 1980）, pp. 61-75.
[44] Hong, Sungook, *Wireless: From Marconi's Black-Box to the Audion* (MIT Press, 2001), pp. 9-12.
[45] Navarro, Jaume, *A History of the Electron: J. J. and G. P. Thomson* (Cambridge University Press, 2012), p. 44.
[46] Hong, 前掲注 44, pp. 161-163.
[47] 岡村総吾編『電子管の歴史：エレクトロニクスの生い立ち』（オーム社, 1987）, pp. 2-3.
[48] Hong, 前掲注 44, pp. 163-165.
[49] 今市正義・原三正「本邦におけるX線の初期実験：日本放射線技術史考Ⅰ」『科学史研究』16号（1950）：23-32.
[50] 板倉聖宣『科学と社会』（季節社, 1971）, p. 58.
[51] Thomson, J. J. "Cathode Rays," *The Electrician*, 39 (1897), 104 （次に再録：*Proceedings of the Royal Institution* (April 30, 1898): 1-14; Davis, E. A. and I. J. Falconer, *J. J. Thomson and the Discovery of the Electron* (CRC Press, 1997), pp. 139-152）.
[52] Thomson, J. J. "Cathode Rays," *Philosophical Magazine* 44 (1897): 296-314 (次に再録： Davis and Falconer, 前掲注 51, pp. 153-171). これに関する歴史記述としては次を見よ：Davis and Falconer, 前掲注 51, pp. 122-132.
[53] Stoney, George J., "On the Physical Units of Nature,' *Scientific Proceedings of the Royal Dublin Society*, New Series, 3 (1881-1883): 51-50, on p. 54; Helmholtz, Herman von, "On the Modern Development of Faraday's Conception of Electricity," *Journal of the Chemical Society* 39(1881): 277-304, on p. 290.
[54] Stoney, George J., "On the Cause of Double Lines and Equidistant Satellites in the Spectra of Gases," *Scientific Transactions of the Royal Dublin Society*, 2nd Series, 4 (1888-1892): 563-608, on p. 583; Arabatzis, Theodore, *Representing Electrons: A Biographical Approach to Theoretical Entities* (University of Chicago Press, 2006), on pp. 70-74.
[55] 広重徹「ローレンツ電子論の形成と電磁場概念の確立」西尾成子編『相対論の形成』（広重徹科学史論文集 1, みすず書房, 1980）, pp. 96-143.
[56] 広重徹「世紀交代期における電磁理論」西尾成子編『相対論の形成』（広重徹科学史論

文集 1, みすず書房, 1980）, pp. 150-196.
[57] Zeeman, Pieter, "On the Influence of Magnetism on the Nature of the Light Emitted by a Substance," pt. 1, *Communication from the Physical Laboratory at the University of Leiden*, 33 (1896): 1-8; Arabatzis, Theodore "The Discovery of the Zeeman Effect: A Case Study of the Interplay Between Theory and Experiment," Studies in the History and Philosophy of Science, 23, 1992: 365-388.
[58] Lorentz, Hendrik, A., "Versuch einer Theorie der elektrischen und optischen Erscheinungen in bewegten Körpern," pp. 1-137 in *H. A. Lorentz Collected Papers,* vol. 5, pp. 1-137.
[59] Zeeman, Pieter, " Doublet and Triplets in the Spectrum Produced by External Magnetic forces," *Philosophical Magazine* 44 (1898): 55-60, 255-259〔斎藤幸江訳「外部磁気力によって生じるスペクトルの２重線と３重線」『電子』(物理学古典論文叢書 8,東海大学出版会, 1969), pp. 47-62〕.
[60] Mehra, Jagdish and Helmut Rechenberg, *The Historical Development of Quantum Theory,* vol. 1 (Springer, 1982), p. 447; Weaire, D. and S. O'Connor, "Unfulfilled Renown: Thomas Preston (1860-1900) and the Anomalous Zeeman Effect," *Annals of Science* 44 (1987): 617-644.
[61] Davis and Falconer, 前掲注 51, p. 133.
[62] 岡村, 前掲注 47.
[63] 故鯨井恒太郎教授記念事業委員会編『鯨井教授の研究と発明』(故鯨井恒太郎教授記念事業委員会, 1936）, 巻頭文.
[64] 小林謙三編『鳥潟博士を憶ふ』(故鳥潟博士追悼会有志, 1937）；伊藤憲二「菊池泰二と真空管（二）：真空管と物理学」『窮理』12 号（2019）：45-53.
[65] 若井登・高橋雄造編著『てれこむノ夜明ケ：黎明期の本邦電気通信史』(電気通信振興会, 1994）, p. 138.
[66] Belrose, J.S. "Reginald Aubrey Fessenden and the Birth of Wireless Telephony," *IEEE Antennas and Propagation Magazine* 44(2) (2002): 38-47.
[67] 故鯨井恒太郎教授記念事業委員会, 前掲注 63, p. 155.
[68] 阪本捷房「鯨井先生の思い出」『諸先生のおもかげ（第二集）東大電気工学科のあゆみ』(東京大学電気・電子工学科同窓会, 1983）, pp. 62-68.
[69] 故鯨井恒太郎教授記念事業委員会, 前掲注 63, p. 155.
[70] 板倉らは、仁科が物理に転向して理学部の大学院に入ったとするが、理学部の大学院に入ったという形跡は見当たらない：板倉聖宣・木村東作・八木江里『長岡半太郎伝』(朝日新聞社, 1973）, p. 441. 大正七年の時点では東京帝国大学に理学部は存在せず, 理科大学等の各科大学が学部という名称をとるのは翌年の帝国大学令改正によってであるが, それは別にしても仁科は大正八年度まで工学部大学院に在籍したが, 理学部大学院生の名簿に仁科の名前は見当たらない.
[71] 櫻井, 前掲注 16, pp. 18-19.
[72] 潮木守一「日本における大学院教育と研究組織」バートン・クラーク編『大学院教育の研究』(東信堂, 1999）, pp. 409-441, 特に pp. 409-416.
[73] 「学生生徒姓名」東京帝国大学編『東京帝国大学一覧. 従大正八年至大正九年』(東京帝国大学, 1920）, 付録, 特に p. 4.
[74] 理化学研究所編『財団法人理化学研究所第四回（大正九年度）事業報告書』(理化学研究所, 1921）, p. 32.
[75] 理化学研究所記念史料室所蔵の人事書類（無題）による. この書類は仁科の理研着任以降の所属, 職名, 給与が記されており, 仁科の経歴に関する原資料である. 今後これは「理研仁科人事記録」として言及する.
[76] 仁科芳雄から仁科亨作（1918 年 7 月 31 日）**『書簡集少年時代編』** pp. 147-149.
[77] 理研仁科人事記録, 理化学研究所記念史料室. **『書簡集 I』** p. 14,注 a も参照.

[78] 仁田勇『流れの中に：科学者の回想』（東京化学同人, 1973）pp. 169-170.
[79] 齊藤憲『大河内正敏：科学・技術に生涯をかけた男』（日本経済評論社, 2009）, pp. 34-38.
[80] 理化学研究所, 前掲注 37, p. 24.
[81] 理化学研究所, 前掲注 38, p. 15.
[82] 石黒美種「西先生の思い出」『『諸先生のおもかげ（第二集）東大電気工学科のあゆみ』（東京大学電気・電子工学科同窓会, 1983）, pp. 56-61, 特に p. 57.
[83] 西健『高電圧工学（前編）』（オーム社, 1941）, pp. 89-90.
[84] Nishi, Takeshi, "On the Accuracy of an Oscillograph," 電気学会雑誌 39 巻 377 号 (1919): 855-869.
[85] 清水与七郎『電気時期測定法並測定器具』中巻（裳華房, 1917-1918）, pp. 910-912.
[86] 理化学研究所編『財団法人理化学研究所第三回回（大正八年度）事業報告』（理化学研究所, 1919）, p. 23.
[87] 「石井, 瀬藤」理化学研究所記念史料室, 仁科記念財団旧蔵資料.
[88] 理化学研究所, 前掲注 74, pp. 10-11.
[89] 理化学研究所, 前掲注 74, p. 10.
[90] Lord Kelvin, "Nineteenth Century Clouds over the Dynamical Theory of Heat and Light," *Philosophical Magazine*, Series 6, 2(7) (1901): 1-40.
[91] Lorentz, Hendrik A., *The Theory of Electrons, and Its Applications to the Phenomena of Light and Radiant Heat: A Course of Lectures Delivered in Columbia University, New York, in March and April 1906* (2nd ed., Teubner and Sichert, 1916)〔広重徹訳『電子論』（物理科学の古典 6, 東海大学出版会, 1973）, 邦訳 p. 11.
[92] Lorentz, 前掲注 91. また, この訳者解説を見よ(次に再録：広重徹「ローレンツ『電子論』とその歴史的背景」西尾成子編『広重徹科学史論文集 2 原子構造論史』（みすず書房, 1981）, pp. 168-186).
[93] Staley, Richard, *Einstein's Generation: The Origins of the Relativity Revolution* (University of Chicago Press, 2008).
[94] Thomas Kuhn, *Black-Body Theory and the Quantum Discontinuity, 1894-1912*, with a New Afterword (University of Chicago Press, 1978, 1987).
[95] Stanley, Matthew, Einstein's War: How Relativity Triumphed Amid the Vicious Nationalism of World War I (Dutton, 2019). エディントンの観測の日本における報道については次を見よ: 伊藤憲二「竹内時男とアインシュタイン」『現代思想』（2019 年 8 月）: 192-206, 特に p. 198.
[96] これについては、例えば、次を見よ：Staley, Richard, "On the Co-Creation of Classical and Modern Physics," *Isis* 96 (2005): 530-558.
[97] Galison, Peter L., *Image and Logic: A Material Culture of Microphysics* (University of Chicago Press, 1997), Ch. 2.
[98] Galison, 前掲注 97, Ch. 9.
[99] 板倉聖宣・中村邦光・板倉玲子『日本における科学研究の萌芽と挫折：近世日本科学史の謎解き』（仮説社, 1990）.
[100] 松尾龍之介『長崎蘭学の巨人：志筑忠雄とその時代』（弦書房, 2007）.
[101] 八木江里「日本最初の物理学者たち：明治初期の物理学の状態」辻哲夫編『物理学史研究：その一断面』（東海大学出版会, 1976）, pp. 118-139.
[102] 山川健次郎（武蔵高等学校校友会編）『山川老先生六十年前外遊の思出』（武蔵高等学校校友会, 1931）, pp. 15-16.
[103] 山川, 前掲注 102, pp. 37-18.
[104] 中村清二『田中館愛橘先生』（中央公論社, 1943）.
[105] 板倉ほか, 前掲注 70, p. 184.
[106] Nagaoka, H, "Kinetics of a System of Particles Illustrating the Line and the Band

Spectrum and the Phenomena of Radioactivity," *Philosophical Magazine* (6), 7 (1904): 445-455.

[107] Perrin, Jean, "Les hypotheses moleculaires," *Review scientifique* 15 (1901): 449-461.

[108] 広重徹・西尾成子「ボーアの原子構造論の起源」『科学史研究』71号(1964): 97-108（次に再録：西尾成子編『広重徹科学史論文集2 原子構造論史』（みすず書房, 1981）, pp. 7-27）.

[109] 長岡半太郎（秦皖梅・伊藤和行編）「欧洲物理学実験場巡覧記」『科学哲学科学史研究』14巻（2020）：69-84; Badash, Lawrence, "Nagaoka to Rutherford, 22 February 1911," *Physics Today* 20 (April 1967): 55-60; Carazza, Bruno and Helge Kragh, "An Oriental in Europe: Nagaoka, Righi, and the State of Physics 1910," *Historia Scientiarum,* no. 41 (1991): 37-44.

[110] 長岡半太郎「物理学実験回覧記」『東洋学芸雑誌』14巻(1897): 11-15, 57-62, 102-106, 159-164, 260-264; 長岡半太郎「欧米物理学実験室視察談（大正十四年十二月廿六日第五回学術講演会筆記）」『理化学研究所彙報』5巻（1926）：214-236;長岡半太郎「欧米物理学実験室視察談」『理化学研究所彙報』8巻（1928）：234-259, 379-400.

[111] 小山, 前掲注 15.

[112] 西尾成子『科学ジャーナリズムの先駆者：評伝石原純』（岩波書店, 2011）.

[113] Ito, Kenji, *Making Sense of Ryoshiron: Introduction of Quantum Mechanics into Japan, 1920-1940* (Ph.D. dissertation, Harvard University, 2002). 愛知については次も参照：伊藤憲二「愛知敬一と『電子の自叙伝』（一）：吾輩は電子である」『窮理』5号（2016）：31-44; 伊藤憲二「愛知敬一と『電子の自叙伝』（二）:チャールズ・ギブソンのこと」『窮理』6号（2017）：33-42; 伊藤憲二「愛知敬一と『電子の自叙伝』（三）:エーテルと電子」『窮理』 7号(2017): 40-47.

[114] Ito, 前掲注 113.

[115] 以下、日本における電子論については、次を参照：Ito, Kenji, "'Electron Theory' and the Emergence of Atomic Physics in Japan," *Science in Context* 31(3) (2018): 293 – 320.

[116] 水野の『電子論』については次も参照：伊藤憲二「水野敏之丞と『電子論』（一）：著者と文体」『窮理』8号(2017): 46-53; 伊藤憲二「水野敏之丞と『電子論』（二）：電気学と電子論」『窮理』9号(2018): 46-53; 伊藤憲二「水野敏之丞と『電子論』（三）:電子論と「富国強兵」」『窮理』10号(2018): 42-49; Ito, op. cit. (115).

[117] 水野敏之丞『電子論』（丸善, 1912）, p. 322.

[118] 水野, 前掲注 117, p. 324.

[119] 水野, 前掲注 117, p. 334.

[120] 水野, 前掲注 117, p. 335.

[121] 三枝彦雄『電子論』（内田老鶴圃, 1927）, p. 1.

[122] 三枝彦雄『新電子論』（内田老鶴圃, 1931）.

[123] 水野敏之丞『電子ノ活動』（丸善, 1918）.

[124] 長岡半太郎『現今の電気学』（弘道館, 1912）.

[125] 愛知敬一『電子の自叙傳：通俗電気講話』（裳華房, 1923）.

[126] : Gibson, Charles R., *Autobiography of an Electron, Wherein the Scientific Ideas of the Present Time Are Explained in an Interesting and Novel Fashion* (J. B. Lippincott, 1911). これについては次に書いた：伊藤憲二「愛知敬一と『電子の自叙伝』（一）：吾輩は電子である」『窮理』5号（2016）：31-44; 伊藤憲二「愛知敬一と『電子の自叙伝』（二）：チャールズ・ギブソンのこと」『窮理』6号（2017）：33-42; 伊藤憲二「愛知敬一と『電子の自叙伝』（三）:エーテルと電子」『窮理』7号（2017）：40-47. また, 最近の科学史研究において「電子の伝記」という形式で電子についての歴史を著す書がある：Arabatzis, Theodore, *Representing Electrons: A Biographical Approach to Theoretical Entities* (University of Chicago Press, 2006).

[127] 仁科, 前掲注 1, p. 227.

128 東京帝国大学編『東京帝国大学一覧 従大正八年 至大正九年』（東京帝国大学, 1920）, pp. 301-305.
129 寺田寅彦「田丸先生の追憶」『寺田寅彦全集 第一巻』（岩波書店, 1996）, pp. 205-214.
130 東京帝国大学, 前掲注 128, pp. 314-316.
131 仁科晃「仁科博士の思い出」『高梁川』32号（1975年8月）:4－19, 特に p. 8.

# 第六章　仁科芳雄の欧州留学と英独物理学

仁科芳雄は、一九二〇年八月一日付で研究員補に昇格するとともに海外留学を命じられた。当時において留学は生涯の一大事であった。仁科家においては、芳雄の留学に反対はあり得なかっただろう。前述のように、長兄亨作は大学卒業前からすでに、芳雄の留学を視野に入れていた。むしろ、学者としての出世コースに乗ったことを家族としては喜んでいたに違いない。

留学は重要な知識導入の手段である。知識は、それ自体が自立して存在しえない。書物のようなメディアに記録されていたり、装置や製品のような人工物に内包されたり、あるいは人の中に存在する。知識の拡散・巡回とは、そのように知識が物体化した人や物の移動であった。日本が外国の学問を導入する仕方はいくつかあった。一つは、それ以前もあった書物の輸入である。書物は大量の情報を運び、効率的に知識を伝える。

しかし、それだけでは、十分ではない。全ての知識が言語化されるわけではないからである。例えば、どのように知識を生み出し、使い、そして伝えるのかは、知識生産において必須であったが、それは必ずしも容易には得られなかった。また、それぞれ当然の事となっている事柄は、言語化されないことが多い。そのような知識の習得のためには、直接、その知識をもつ者と接触し、その環境に身を置くことが必要であった。この種の知識は「暗黙知」と呼ばれている[1]。暗黙知の概念はしばしば神秘化され、誇大に扱われる危険がある。しかし、肉体的な感覚に基づいた技能的な知識があることは間違いない[2]。それは文字情報に還元することは不可能ではなくとも困難なことがある。実験に限らず理論でもそれは起こる[3]。本質的に文字にあらわせるかどうか、という問題を問うまでもない。まだ書物になっていない、印刷されていない知識は大量にあった。

この種の知識が動くためには物が動くだけでは十分ではない。人が動かなくてはならなかった。知識の移動と巡回とは、物だけではなく、人の移動からも見ることができる。それには大きくわけて二つあり得た。一つは、そのような知識をもつ外国人を日本に連れてきて、教師とすることである。前章でも触れた御雇い外国人教師がそれである。このやり方は明治政府が始めたわけではなく、幕府が長崎に開いた海軍伝習所から始まっていた[4]。

もう一つのやり方は日本から人を派遣して、海外で研究状況を視察し、研究の仕方を学ばせることである。人を送るには使節団と留学があった。使節団の派遣は幕末から始まっていたが、一八七一年から一八七三年に岩倉具視の率いたものがもっとも大規模なものであった。政府首脳を含む百余名の大使節団が、欧米の文明の視察をした[5]。それに対して、数か月から数年にわたって国外の大学において学ぶ形をとったのが留学である。前章で述べたように、日本では大学院が博士号取得課程として機能しておらず、研究者育成は博士号取得とは直接関係ないまま様々な形でなされたが、その一つの典型が留学である。これはそもそも日本にはほとんど研究者がいなかった時代には当然のことであった。つまり、留学が当時の日本では、研究者養成の機能を果たす大学院教育のようなものであり、主要

な研究者の多くは留学によって研究者として育った。これが変わり、日本国内でも高度な研究者育成が可能になるのは仁科の次の世代からであり、その変化に仁科も寄与することになる。

仁科は、当時の物理学者としては例外的に長期にわたって留学した人物である。それはまた、仁科自身が世界的な物理学の研究者となるプロセスの一部でもあった。留学のとき、仁科はすでに三〇歳になっていた。六〇年の彼の生涯において、この時すでに人生の半ばを過ごしていたのである。この時、彼はまだ自分が何者になるかを知らなかった。まだ何ら研究を達成していなかったばかりか、研究テーマも定まらず、何を目指すかも、定かではなかった。しかし、留学で始まる彼の後半生は極めて密度の高いものになった。

この章と次の二章は留学中の仁科が物理学者としての研究領域を定め、国際的な物理学者として自己を確立するプロセスについて論じる。この章ではまず、当時の留学の位置づけ、とくに仁科より前に留学した物理学者の体験について論じることから始める。そして、コペンハーゲンに行くまでの仁科の留学中に滞在したケンブリッジとゲッチンゲンの物理学の歴史に触れて、当時の原子物理学と量子論の研究状況に触れる。

## 初期の日本の留学生たち

留学といっても、様々な形態があった。現在では珍しくない学位取得を目的とした長期の留学は、滞在期間・費用が大きく、公費ではなかなか可能ではなかった。しばしば見られたのは、教官ポスト着任予定者が、その前に一、二年程度の留学をしたのである。その場合、すでに大学を卒業しているので、改めて学士号を目指す必要もなかった。また、留学は常に成功したわけでもなかった。明治初期はとくに各省庁で留学生を送りだし、その質は玉石混交だった。留学生の全てが学業に専念したわけではなかった。留学生の質の低下と費用の増大を懸念した明治政府はいったん一八七三年末、とくに優れている者を除いて留学生を呼び戻すことを決めたほどである[6]。たとえ、優秀な成績を留学先で修めても、帰国後、日本でそれを生かせたとは限らなかった。たとえば津田梅子は一八八九年からの二回目の留学のとき、T・H・モーガン（Thomas H. Morgan）のもとで生物学を学び、モーガンから高く評価されたが、日本では生物学の研究者になる道はなく、英語教育者なった[7]。

初期の最も成功した留学生の一人が菊池大麓である。菊池は、津山藩の蘭学者、箕作秋坪の次男である。箕作は菊池姓であったが、蘭学の大家箕作阮甫の婿養子となった。箕作・菊池一族は、医学、理学、法学などの様々な分野で多くの学者を輩出し、また優秀な学者を婿養子として、一大学者家系を形成した。産業界や政界の重要人物になっている者もいる。これは第二章で触れたエクスナー家を思い起こさせるが、もっと規模が大きかった。長岡半太郎もこの一族の女婿であり、仁科に関わる人物で菊池一族につながる者は少なくない。菊池大麓は幼くして蕃書調所で英語を学び、一一歳で渡英した。明治維新後、大学南校で英語を教えた後、再び英国に留学して、ケンブリッジ大学で学んだ。数学を専

攻し、極めて優秀な成績で卒業した[8]。帰国後、若くして東京大学教授となったが、研究者よりもむしろ学術行政家として活躍した。帝国大学総長と文部大臣を歴任し、男爵に封ぜられた。理化学研究所の初代所長でもある。

日本人で最初に物理学の教授となった山川健次郎も、一八七一年一月、わずか一七歳のとき渡米した。山川の出身は、会津藩の家老の家柄である。白虎隊に編入され、若松城の籠城に加わって生き延びた。維新後、東京で苦学した。松前、会津、庄内各藩から人を選んで留学させることになって山川が選ばれた。北海道開拓使の事実上のトップである次官の黒田清隆が北海道開拓には北国出身者が良かろうというのであった。米国で山川は中学校に入学してから、一八七二年にイエール大学の姉妹校であるシェフィールド理学校に進んだ。イエールが古典語を基礎にして文学や理学を教える四年制リベラル・アーツ大学であるのに対し、シェフィールドのほうは三年制の工学教育機関であった。しかし、山川は危うく学業を終えることができなかった。先に述べたように、明治政府は留学生を呼び戻すことを決め、一八七四年に山川にも日本に戻るように伝えられた。修了するまで残りたいと思ったが学費がない。ところが同級生の伯母が金持ちで、その援助を受けることができた。一八七五年に学士号を得て帰国し、翌年東京開成学校（東京大学の前身の一つ）の職についた[9]。

少年期を幕末の会津で育った山川にとって留学は異文化との荒々しい接触だった。服装を整えるのにまず苦労せざるをえなかった。東京で洋服や靴を調達したが、アメリカについてみると、同じような服を着ているものは誰もおらず、あまりに不格好なので早々に別のものを新調せざるを得なかった。日本で白い靴を入手したが、これも誰も穿いているものはおらず、ブカブカな上、目だって仕方なかった[10]。食事にも苦労し、船中の食事が口にあわずに食べられずにいたので、医者に食べるように命じられた。カレーライスが出てきたとき、ルーは食べる気になれないので、杏の砂糖漬けを分けてもらって、それで白米だけを食べたという。さらに、アメリカでは風呂に入れなくて困った。上流階級でなければ自宅に風呂などなく、風呂屋はニューヘイブンに一軒だけしかなかったという。山川は我慢できずに週に一度か二度、風呂に入りに行った。しかし、アメリカの学問に関しては、早くから敬意を持った。アメリカに向かう船中で、すぐに日本へ向かう便と行き交うので手紙を送りたい者は書いておくようにと言われたという。太平洋の真中でそんなことができるのかと半信半疑だったが、実際に予定通り、逆方向の船が現れた。山川は「彼らの学問というものは偉いものだ、到底日本の敵う所でない、向うの学問は深遠なものである」と思った[11]。

山川に限らず、初期の日本の代表的な物理学者たちは、皆どこかに留学していた。特に、大学のポストに就く前に数年間官費留学の機会を与えられることが多かった。欧州であれば、英国、ドイツ、またはフランスが選択肢としてあった。例えば、田中館愛橘は、英国に留学し、ケルヴィン卿に師事した。前章でふれたように、長岡半太郎はドイツ語圏、ベルリンとウィーンに留学した。長岡はノットという英国の物理学者との共同研究か

ら出発していたことも述べたが、論文も英語で書いていた。それがドイツへ留学したのは、当時ドイツに物理学の中心が移りつつあることを認識していた。さらに一九一〇年にもヨーロッパ滞在した。東北帝国大学設立準備にあたって最新の物理学の状況を把握するためのものであった。従って、一カ所に留まって勉強や研究するのではなく、各地の研究機関を訪問して回った。前章で述べたようにこの時の長岡は極めて精力的で、英独のみならず、イタリア、オーストリア、スイスの多くの物理学者たちを訪問して回った[12]。この時、彼が自分の見聞をラザフォードに書いて送っているが、それはラザフォードから見ても有用なヨーロッパの物理学の「鳥瞰図」であった[13]。

日本の物理学者の中で初期に比較的長期間国外に滞在したのが、北尾次郎である。北尾がベルリンのヘルムホルツのもとに留学し、博士号を取得したことは前章に述べた。しかしながら、これらの初期の例外を除けば、長岡以降はむしろ複数の言語を習得し、複数の国を回ってそれぞれの国の研究を見てくるのが多くなっていったように思われる。採用予定者や、すでに採用された者が長くて二年程度滞在、複数の国、それも場合によっては、ヨーロッパと北米の両方に行くことが多くなっていったように思われる。後に触れるように、仁科の場合も、当初の予定は数年で戻るはずであり、あれだけ長期間滞在したのはこの時期では珍しい。

ケンブリッジへの日本人留学生の研究をしている小山騰は、留学における「矛盾」について書いている。留学による西洋学問の習得は、明治期においては切実に日本の存亡がかかっていると感じられた。それは単に、新たに出来た明治政府の存続の問題ではなく、民族、文化としての日本の存続であった。とくに必死で学問をした者達たちはそのような強い使命感を抱いていたと思われる。しかし、自然科学を含めて西洋の学問は、異文化であった。その学問を習得することは、その異文化の中に浸りきることを意味した。そこでしばしば留学生は矛盾した行為を強いられ、アイデンティティの危機に直面することになる。他国に対して自国の文化の独自性を主張し、その存続を助けるためには、自文化に対する強烈な自負と誇りを持ちつつ、同時に他国の文化にも同化しなければならないからである。このような矛盾のなかで、初期の留学経験者は一方の極にバランスを崩すことがありえた。それはとくに、長期の留学者においてそうであった。例えば、小山は、菊池大麓が、ケンブリッジでイギリスのジェントルマンとなる教育を受け、そのなかで成功しながらも、日本に帰って後、国粋的な傾向を強めていったことを指摘している[14]。

## 理化学研究所の留学制度と菊池泰二

帝国大学が教官予定者を留学に出していたのと同様に、理化学研究所も、若手の研究員補を研究員の候補として留学に送り出していた。理研では、主任研究員が大学の教授に、研究員が助教授、研究員補が講師に対応すると見てよいであろう。仁科の前、物理では西川正治、高嶺俊夫、そして菊池泰二らが留学した。彼らは東京帝大や京都帝大の教員であり、同時に理研の研究員や研究員補であった。西川は、結晶学やエックス線分光学を専門

とし、その分野の日本における第一人者となる。仁科とも深い関わりを持つことになるので後でも触れるであろう。高嶺は、分光学者である。彼は仁科に先んじてボーアのもとに赴いた物理学者の一人だった。最初、京都大学の助教授としてシュタルク効果の研究で成果を挙げていた。一九一八年に理研に移り、すぐにアメリカへ留学した。一九二一年に帰国して東京大学の助教授にもなった。翌年、今度はヨーロッパに留学し、一年ほど滞在して主にコペンハーゲンのボーアのもとで研究をした。その後、ボーアと長く親交を続けた。当然、仁科とも様々なところで交わることになる。

菊池泰二は真空管を専門とし、まさに前章で述べたような物理学と電気工学の境界領域の研究者である。彼の場合は仁科と逆に、実験物理出身でありながら、真空管という電気工学的分野の研究に志した。彼は先ほどの菊池大麓の次男である。後に物理学者になる菊池正士は彼の弟であり、仁科のもとで研究をする鳩山道夫は甥にあたる。菊池家では長男が夭折したので、一九一七年に大麓が逝くと、次男の泰二が男爵位を継いだ。東京帝国大学で実験物理を学び、成績は学科で首席であり、将来を期待されていた。一九一七年に卒業後、逓信局技手となり、前章でも触れた電気試験所の鳥潟右一のもとで無線電信における真空管の研究をした。一九一八年の理研創設とともに、研究生となって三極真空管の研究を続けた。当時、ド・フォレストによって発明された三極真空管の無線受信器への応用が進められていたときであった[15]。彼はすでに東大の助教授になっていたが一九一九年に研究員補となり、九月にケンブリッジに留学した。後に述べるように、この年Ｊ・Ｊ・トムソン（Joseph J. Thomson）が引退し、Ｅ・ラザフォード（Ernest Rutherford）がキャベンディッシュ研究所の教授（所長）となっていた。その六月に長岡はラザフォードに着任を祝う書簡を送っているが、同時に菊池を紹介している。長岡は菊池を「ケンブリッジに送る」と書き、九月の終わりに到着するが、可能ならキャベンディッシュ研究所に入れたい、という。これまで東大からマンチェスター時代のラザフォードに日本人留学生と比べ、「科学的能力」にずば抜けていると評価し、「あなたの親切な指導」を受けられれば、日本の指導的な物理学者になることは疑いの余地がないと手放しで大きな期待を寄せている[16]。ラザフォードはキャベンディッシュで強力な原子核物理の研究グループを形成しようとしていた。真空管の研究をするのに、その分野の開発で先頭に立っていた米国ではなく、英国のケンブリッジを選んだのは父親の足跡をたどったのかもしれない。しかし、長岡がラザフォードのグループに将来性を見て、菊池に薦めたこともあり得るだろう。

ラザフォードはキャベンディッシュに菊池泰二を受け入れた。菊池は、直接にはＦ・アストン（Francis Aston）と共に研究をした。アストンは最初在野の研究者で、ガラス細工など、優れた実験技術・装置製作技術を身に着けてケンブリッジに職を得た。放電管の研究から出発し、アストン暗部と呼ばれる、放電管の黒い部分を発見した。一九一〇年にＪ・Ｊ・トムソンの助手となって陰極線管の研究をした。磁場や電場をかけて陰極線を曲げて、質量と電荷の比を得る方法に着想を得たのか、戦後、質量分析器の研究を始めた[17]。一九一九年にその最初の報告をし、一九二二年にノーベル化学賞を受賞することにな

る。質量分析器は後の仁科の研究とも関わりがあるが、それに加えてアストンは後に一七章で触れる斜里山の日食観測のために来日し、そこでも仁科や日本の物理学者たちと会う。

真空管の研究を手掛けてきた菊池が放電管の権威であるアストンのもとで研究することはごく自然なことだった。菊池が来た時、アストンは質量分析器の改良に忙しかったと思われるが、菊池とともに放電管の研究をした。菊池がテーマとしたのは、ネオンやヘリウムなどの気体を封入した放電管に現れる縞の観測である。その移動速度を温度等の様々な条件のもとで測定したのだった[18]。その研究はラザフォードも賞賛している[19]。菊池泰二がラザフォードのもとで研究成果を上げて日本に帰国していたら、ケンブリッジの伝統をひく原子物理学が日本に導入されていたかもしれない。しかし彼は研究中に病気になり、二か月の闘病の後、一九二〇年三月二日に死んでしまう[20]。菊池泰二が死んだことを知って、長岡半太郎の息子の一人、治男によると、長岡は「天は我を見捨てたか」と叫び、治男に「泰二が死んでなぜおまえのようなものが生きているか」と言ったという[21]。

## 仁科芳雄の旅立ち

菊池泰二の死によって理研が送ることのできる留学生に一人欠員が生じた。そこで選ばれたのが当時研究生であった仁科芳雄であった。理由は定かではない。工学部を首席で卒業した秀才であったことに加えて、研究テーマが電気工学と物理学に関わったために、菊池泰二の死で空いた穴を埋めるのに適材と思われたのかもしれない。理研の理事会は、一九二〇年五月四日の第三一回理事会で、まず仁科他三名の研究生を八月一日付で研究員補とすることにし、六月一四日の第三二回理事会で、「仁科研究員補を二カ年間海外に留学せしむること」としている[22]。

一九二一年三月二三日付で、仁科は留学の挨拶の印刷したはがきを出している。四月二日に東京を発ち、五日午前一一時に神戸から日本郵船の北野丸にて、マルセイユを目指す旅に立った。当時日本郵船は、週に二便、欧州航路に船を出していた。北野丸は、日本郵船の欧州航路を担った大型客船の一つで、賀茂丸級と言われる八千トンほどの船であった。日本郵船の欧州便には一〇隻ほどの客船があるのだが、数年後に一九二二年にアインシュタインが来日したときもこの北野丸に乗り、途中でノーベル賞受賞の知らせを受けたのもこの船上でのことであった。日本郵船の欧州便は、横浜から神戸を経由して、マルセイユについた後、ジブラルタル海峡を通過して、ロンドン、アントワープへ行く。仁科の最初の目的地はロンドンであるので、そのまま船でロンドンまで行っても良さそうなものであるが、仁科はマルセイユで下船した。フランスを通過してロンドンへ行くほうが早かったのかもしれない。

当時、ヨーロッパと日本の間を移動するにはスエズ運河経由の船旅が普通であった。これは最終目的地にもよるが、一月半ほどかかる。シベリア鉄道経由の移動も可能であり、例えば長岡半太郎は一九一〇年と一九三一年の旅行では鉄道を利用した。鉄道の旅行は船

旅より短い期間、二週間程度で日本からヨーロッパに到着できるがあまり快適ではない。列車の外の気候は厳しく、風景は単調で観光の楽しみもなかった。長岡は、一九三一の旅行のとき道中記を書いているが、一九一〇年に最初にこの経路をとったときは一月だった。雪以外に見るものがなくて退屈に苦しみ、零下四四度まで下がったので皮のコートがなければ生命の危険があるというありさまだった。長岡はこれに比べれば日本は天国だと書いている。ただし、その時の食事はご馳走で、食べ飽きるほどだった。一九三一年に二度目にシベリア鉄道で旅したについては、長岡はその食事を「土百姓料理」と形容している。どうしても喉を通らず、無理に食べても胸がむかむかする。しかも値段も安くない。そこで長岡は、シベリア鉄道を利用するときは食料品携帯でキャラバン生活をしなければならず、これが七日間続くので非常に苦しいと書いていた[23]。食事が悪くなったのはおそらく革命のためだろう。仁科の渡欧の時は、ロシア革命後の状況でシベリア鉄道が使えなかったかもしれない。一九二二年まで日本はシベリア出兵をしており、その後もソ連のビザを取るのは容易ではなかったのである。

もう一つの可能性はアメリカ経由の旅であった。船でシアトルかサンフランシスコへ行き、そこから列車でニューヨークへ行って、欧州へ渡るのである。寄り道をしなければこのほうが全体の日数はやや短くできるが、北米を鉄道で縦断するには五日ほどかかり、これも船旅ほど快適ではない。ただし、米国を訪問できる利点があり、実際仁科も帰途はこの経路を逆にたどって米国各地の研究機関を訪問している。

神戸港での出港は、仁科にとっては家族との辛い別れでもあった。横浜ではなく、神戸から出航したのは、家族が見送りに行きやすかったからではないかと思われる。息子の浩二郎によれば、彼はそのときのことを次のように語ったという：「出航に際して親族の人は総出で見送りに来てくれた。船が岸壁から離れて港の出口まできた頃には、お前たちのお祖母さんの姿は本当に小さく見えるだけになってしまった。もう見送りの人も少なくなったその桟橋でいつまでもいつまでも手を振っていたよ。」[24]

北野丸の航路は、マラッカ海峡からインド洋を経て、スエズ運河から地中海に入り、欧州まで行くというものだった。一月半ほどの船旅の間、途中各地の港に寄港した。寄港地では一泊して、翌日遅く出航することが多く、乗客は短いながら観光を楽しむことができた。留学中、仁科はかなりの頻度で、姉が嫁入りした倉敷の内田金衛のもとに絵葉書を送っている。これは倉敷で大原家と並ぶ金満家である内田家から留学中の学資の援助を受けていたからのようだ[25]。このおかげで、留学中の仁科の足取りが非常によく分かる。後に弟子の一人が回想するところによると、仁科は極めて旅行好きだった。ヨーロッパでも、極めて頻繁に観光旅行に出かけている。当時の日本人で欧州まで旅行できるのは一握りにすぎなかった。仁科は内田の代わりのように、あちこちを見聞して回り、報告する義務を感じたのであろう。出航後、最初の絵はがきは早くも翌朝門司に寄港した時に送っている。一泊して日本を離れた。九日に上海に到着し、また絵葉書を送った。そこで友人宅に二晩寄宿し、一一日香港へ向かったという。その先は、逆方向をたどったアインシュタイ

ンの船中日記によれば、一日ほどで香港に着いたであろう[26]。香港から六日ほどでシンガポールに至ったはずである。シンガポールと香港の間で、アインシュタインは台風に遭遇し、船が大きく揺れたことを書いているが仁科の時はどうだったであろうか。そこから五日ほどでスリランカのコロンボに達する。コロンボからは一〇日ほどでアラビア海と紅海を経て、スエズ運河に到る。砂漠の中の運河を航海して、その北端のエジプトの港町ポートサイドに寄港したはずである。ポートサイドからクレタ島の南を通り、シチリア島北部の火山島ストロンボリ島のそばを経て、五日ほどでマルセイユである。こうして仁科は一月半の航海の後、マルセイユには五月一七日に到着した。その晩夜行で発って、翌日朝にパリに到着した。一九二一年五月一八日、パリについた仁科芳雄は翌日内田金衛にシャンゼリゼ通りの絵葉書を送り、数日のうちにロンドンへ行くと書いている。そうして、仁科のヨーロッパでの最初の滞在地ロンドンに到着した。

## 英国の仁科芳雄

一九二一年五月下旬にロンドンに着いた仁科芳雄は一〇月まで五カ月ほど滞在した。当時、ロンドンは世界最大の都市である。単にイングランドの首都ではなく、日の沈まない版図を持つ大英帝国の首都を兼ねた。この年、大戦後の英国の外交政策を討議するため、大英帝国の自治領・植民地の代表がロンドンに集まり、日英同盟の更新問題を検討している。ロンドンの町にはすでに地下鉄が縦横に走り、赤い二階建てのバスが往来していた。一八五一年の第一回万国博覧会のときに建てられた建造物、とりわけ後に焼失した水晶宮がまだ残っていた。

この時期のロンドン滞在での仁科の活動は定かではない。おそらく、まずは英語の勉強に精を出していただろう。仁科は語学習得に強い関心を持っていた。後述するように、翌年にロンドンに戻った時には英語学校で学んでいたので、最初到着したときに同じことをしていた可能性が高い。後に、姉内田徳子に宛てた書簡でも、英語を話すことにかけては、日本で一年かかる程度のことが、ロンドンでは一ケ月で習うことができる、と書いている[27]。

仁科はイギリス滞在中、よく観劇をした。これもイギリスの文化を知り、教養を身につけると同時に、生きた英語を習う努力の一環だったのだろう。上記の徳子に宛てた書簡に、英国に一五ヶ月も滞在したが、芝居を見ても時々話しが分からないところもある、ただし、大体の筋は分る、という[28]。八月八日の葉書では、ストラトフォード・アポン・エイヴォンへ旅行したことを書いている。W・シェイクスピア（William Shakespeare）の生家を訪れて、遺物や著書を見物した[29]。これは仁科がシェイクスピア等、演劇に興味があったことを示している。その興味のため、危険な目にさえあった。後に息子・浩二郎に語ったところによると、滞在先、おそらくロンドンに、野外劇場があって、入場料を払わなくても、柵によじり付けば観劇ができたという。ある時仁科がそうしていると、うっか

り足を滑らせた。腕が柵に付き刺さり、背の低い仁科は柵にぶら下がる形になった。その時に、周囲の人達が助けにきて、親切に手当をしてくれたという[30]。

同時に、初めてのヨーロッパ滞在で、各地の見聞を広めていた。特に夏によく旅行したことが、内田家に送った絵葉書から伺える。とは言っても、観光旅行ではなく、研究上の視察の意味合いが大きかったと思われる。後に姉の内田徳子に宛てた書簡で、「見物的旅行は最小限に止め居り候」とある。彼の旅行は「大学の実験室を見学するとか工場を見るとか、大学の先生又は工場の技師に会って話をするとか」が殆ど全部を占めていると書いている[31]。とくに、この年の九月には、ひと月かけて英国北部を回った。これは工学部出身者らしい工業的な関心もあっただろう。九月三日にニューカッスルを訪れ、ここにはアームストロングの工場があると書いている。その後、光学関係の学会に出席するため、エディンバラに一週間ほど滞在している。一五日には、グラスゴーを訪ね、一週間ほど滞在した。そこから、マンチェスターに行った。九月二九日には、有名なネオゴシック建築の市庁舎の絵葉書を内田家に送っている。マンチェスターはイギリスの工業の中心地に他ならない。「煙霧の甚だしき事驚くべく昼尚暗しの感有之候」と伝え、次は工業都市シェフィールドへ行くと書いている[32]。学会や工場の視察の合間に、観光もした。二二日、グラスゴーからマンチェスターへの途上、湖水地方の景勝地ケズィックに寄っている。英国の箱根とも云うべき処」と書いて、内田家に美しい風景の写真の絵葉書を送った[33]。

## ケンブリッジ大学の物理学

一九二一年の一〇月、仁科はケンブリッジへ移った。菊池泰二の後を継ぐ形で留学した仁科としては、自然な選択だった。ケンブリッジ大学は、一三世紀創立のヨーロッパ最古の大学の一つである。緑多いキャンパスと、中央を流れるケム川、旧い建築が中世からの伝統を今に伝えている。仁科は「学校町にて勉強にはよろしき処」と書いていた[34]。また、ケンブリッジのカレッジの仕組みや伝統に興味をひかれたようだ。仁科はカレッジを「日本の高等学校の寄宿舎と講義室とを合併した様」なものだと見た[35]。彼はエマニュエル・カレッジに所属したが、部屋がなかったので町に下宿した。それでも夕食はカレッジのダイニング・ホールでとった。夕食後はガウンと角帽着用で歩く規則で、反すると五円ほど罰金をとられた。「その他罰金制裁沢山有之甚だ面白く御座候」と書いている[36]。

ケンブリッジは、中世に起源をもつヨーロッパの大学の一つであり、とくに自然科学研究において現代でも最も成功しつづけている大学である。他ならぬニュートンがこの大学のルーカス教授職に就いていた。それ以来、多くの科学者がここで教育をうけ、教職につき、研究を行った。とはいえ、時代の変化、学術研究の変化とともに、大学の役割も変化する。すでにみたように、一九世紀には新しい高等教育機関や、研究機関が現れた。それらは、しばしば工業化によってもたらされた新しい産業と密接な関係をもっていた。ケンブリッジはオックスフォードと並んでイギリスのエリート層の教育を担う教育機関であり、結果として学者も生み出したが、新しい産業との関係という点では、すこし遅れるこ

とになる。一九世紀半ばの英国において指導的な物理学者だったケルヴィン卿は、出身校のケンブリッジではなく、グラスゴーで教えていた。

もともとケンブリッジの科学研究の強みは、ニュートンの打ちたてた伝統に比較的忠実な数理物理学的な研究にあった。一九世紀のケンブリッジの卒業試験では、数学トライポスという厳格な数学の試験が課された。トライポスは数学だけではなく、自然科学トライポス等もあったが、古典学と数学、特に数学の試験が大きな権威を持った。数学と言っても、数理物理学を含んでいた。例えば、ニュートン力学に基づく天文学的な問題などが典型的である。これにはW・ヒューエル（William Whewell）の影響があったと言われる。ヒューエルは、「サイエンティスト」という言葉を造語した哲学者である。ケンブリッジのトリニティ・カレッジのマスターでもあった。一九世紀のケンブリッジはカレッジの連合体という性格が強く、大学本部よりも、カレッジのほうが蓄積した財産をもちはるかに優位にあった。中でもルーカス教授職をもつトリニティは最も富裕で有力なカレッジであり、現在でもそうである。ヒューエルは、「演繹的科学」を標榜したが、若い学生にとって論理的に演繹する能力こそ重要と考え、数学を重視したのだった。数学トライポスはその成績上位者（ラングラー）となること、特に最上位者（シニア・ラングラー）となることが非常な名誉とされた。上位者は新聞で報道され、どの進路に進むにせよ、大きな助けになった。そのため、専攻分野を問わず、ケンブリッジの学生達は、数学の技能を磨いた。トライポスの試験準備を専門とするプロの家庭教師が現れ、有能なチューターはひっぱりだこになった。中でも有名なのは、E・ラウス（Edward Routh）である。彼は現在では、制御理論における安定判別法で知られているが、同じ年に卒業したマックスウェルを次位に抑えて、シニア・ラングラーとなった。ケンブリッジのカレッジでフェローをしつつ、同時に数学の個人教師を引き受けていた。個人教師と言っても、個別につきっきりで指導するのではなく、問題を与えて、その回答を添削するのであった。彼のもとで多くのラングラー、シニア・ラングラーが育った[37]。

数学的問題を課して知力を測るという考えは、チューターの特訓でその成績を上げることができてしまう時点で破綻していた。実際、シニア・ラングラーは必ずしも学者として成功したわけではない。しかし、このような教育の結果生み出された人材は、高度で洗練された数学と、長い複雑な計算に基づいた自然現象の数理的解明に長けていた。そして、ケンブリッジを中心に、高い数理的な技能に基づいた物理学研究が推進された。マックスウェルの著、『電気磁気論（*Treatise on Electricity and Magnetism*）』は難解で知られるが、ケンブリッジのそのような教育環境において使用されることを念頭に書かれたためであった[38]。

他方で、数学トライポスの結果、数理的方法に極端に偏る弊害もあった。その結果、実験や工学との結びつきが弱まることもあり得た。その極端な例はI・トドハンター（Isaac Todhunter）に見ることができる。トドハンターは数学者であり、ラウスの教師のひとりであった。現在では、数学史書の著者としてしか記憶されていない。しかし、当

時は多くの数学の教科書を著し、大きな影響力をもっていた。明治初期の日本でも彼の書がかなりの数翻訳されている。トドハンターは上述のヒューエルの伝記を著し、演繹的方法の重視を賞揚した。そして、教育における実験の使用には批判的であった。例えば次のように言ったという：「学生は事実をその眼でみることによっていっそう強い印象をもち、さらに確信するようになる。私はそうあってはいけないと思うが。また学生がその指導教師—学識あり何一つ非難されるような欠点のないりっぱな人格をもち円熟した知識の普通人であろう—の言うことを信用しないとすれば、そんな学生の疑惑は、不合理なものであり、事実を正しく評価する力の不足を、またこれから教育をうけようとする科学の方面での成功にとっての致命的な欠陥を、示すものである。」[39]

このような観点からは、実験と理論を結びつけるような物理学は困難であっただろう。さらに、熱や電気に関する現象において、物理学と工学が結合することも難しかったに違いない。グラスゴーでは、ケルヴィンやランキンのもとに、物理学と工学が共存していたのに対して、ケンブリッジでは必ずしもそうではなかったのである。ケンブリッジに限らず、理論に秀でたアカデミックな物理学者と、より実践的な技術者との対立、すなわち理論家と実践家との対立はあった。当時発展しつつあった物理学が実用的な価値を持つことは認めながら、その主導権をどちらが握るかという対立があった。この対立は、電磁気学の応用である無線電信においてもっとも先鋭な形をとっていた。マックスウェルの後を継いでその理論を発展させた人達はマックスウェル主義者（Maxwellians）と呼ばれる。前に述べたように、マックスウェルの理論は、電磁現象に統一的な説明を与えただけでなく、電磁場の存在を予言していた。しかし、その存在を実証したのは、ドイツの物理学者H・ヘルツ（Heinrich Hertz）であった。これはイギリスのマックスウェル主義者にとって屈辱的なことであった。その上、電磁波を実用化するのに成功したのは、イタリア出身の技術者G・マルコーニ（Guglielmo Marconi）だった。マルコーニは英国に移って無線電信の会社を作ったが、マックスウェル主義者の物理学者と鋭く対立することになる。その一人、O・ロッジ（Oliver Lodge）は無線電信の先取権をめぐって訴訟さえ起こした[40]。

## キャベンディッシュ研究所とJ・J・トムソン

物理学が極端な数理化によって実験から離れたとき、電気現象の研究において工学に遅れを取ることになったというのは、当時の仁科の位置づけを考える上でも示唆的である。ただし仁科がケンブリッジに到着する頃までには、ケンブリッジでも実験物理学が再建され、それが数理物理学の伝統とも結合して、実験と理論の両方においても有力な研究拠点になっていた。その基礎は、一九世紀後半に設立されたキャベンディッシュ研究所によってもたらされた。

キャベンディッシュ研究所ができたのは次のような経緯である。一八六八年のこと、数学トライポスに熱、電気、磁気の問題を加えることになった。そこで数学トライポスや自

然科学トライポスの受験者のために、それらの分野の講義をする教授職の創設が決まった。同時に、その講義での教育用の使用を主な目的とした実験室が付設されることも決められた。そのための資金は、学長（Chancellor）であるデボンシャー公爵、すなわちW・キャベンディッシュ（William Cavendish）が寄付した。学長といっても名誉職である。教授職には、当時イギリスでもっとも著名な物理学者、W・トムソン、続いてドイツの指導的物理学者H・ヘルムホルツが打診されたが、断れた。そして、三番目の候補者、マックスウェルが受諾し、着任した。こうして一八七二年に実験室とそれの所長（director）である教授職が設立された。これがW・キャベンディッシュと、その先祖である偉大な実験家、H・キャベンディッシュ（Henry Cavendish）にちなんでキャベンディッシュ研究所（Cavendish Laboratory）と呼ばれるようになった[41]。

キャベンディッシュ研究所は、実験を導入したばかりでなく、産業界との結びつきも強かった[42]。この意味で、前章で述べた、二〇世紀初めに各国で設立された国立研究所の先駆的な形態という性格も持っていたと言える。そして、この結びつきは、後の原子核物理研究における発展に決定的な重要性を持つことになる[43]。

ケンブリッジの物理学が飛躍するのは、第三代のキャベンディッシュ研究所所長のＪ・Ｊ・トムソン(J. J. Thomson)によるところが大きい。トムソンは、マンチェスターの出身で、その地の多くの若者と同様、最初は技術者になろうとした。この点は仁科に似ている。しかし、当時技術者になる近道であった徒弟修業の口がなかった。そこで両親は彼をオウェンズ・カレッジという学校に入れた。これはマンチェスター大学の前身の一つである。中等教育機関であるが、イートンなどの名門パブリック・スクールと違って、自然科学や技術教育に重点を置いた。トムソンが入学したころ、その卒業生がシニア・ラングラーになって、多いに名声を高めていた。ケンブリッジに進学すると、トムソンもラウスの指導を得て、数学重視の教育を受けた。数学トライポスでは、J・ラーマー（Joseph Larmar）に敗れて、第二位だった。ラーマーは後にルーカス教授職を継ぎ、五章で触れたように電子論に貢献することになる。オウェンズ・カレッジの教育もあって、トムソンは実験も重視した。ただし、実験技術はあまり高くなかったようだ。一八八四年に四〇にならぬ若さでキャベンディッシュ研究所の所長に就任した。折よく、次の年にケンブリッジはそれまでの方針を変え、卒業生でない研究者が研究生としてケンブリッジに滞在して研究できるようになった[44]。トムソンは若い物理学者たちに門戸を開いてキャベンディッシュに集めた。彼らを育て、協力しながら重要な実験的な研究を成し遂げた。後にN・ボーア（Niels Bohr）が、彼のもとで研究しようとして、失望することになるのだが、少なくとも若いときのトムソンは研究所を運営し、研究グループを率いて、若い才能を育てることに長けていた[45]。

## ラザフォード

トムソンの弟子の中でもっとも重要であり、仁科にも深い関わりがあるのはE・ラザフォード（Ernest Rutherford）である。電気工学から物理学に入った点で、ラザフォードはトムソン以上に仁科に似ている。彼はニュージーランドで生まれ、農場で育った。地元のカンタベリー・カレッジで高等教育を受けた。当時、ヘルツによって発見されて間もない電波に興味をもち、電波検出器の発明をした。前にふれたように一八九二年に化学者W・クルックスが無線電信の可能性を予言し、おおむね無視されたが、各地に幾人か可能性を追求する者が現れており、ラザフォードもその一人だったのである。しかし、ニュージーランドに留まっていては、いかに才能を秘めていても、学校の先生で終っていただろう。運よく、奨学金を得て、国外で研究することが可能になった。最初、電波の発見者であるドイツのH・ヘルツのもとで研究しようと思ったが、ヘルツは若くして亡くなってしまった。そこで、折よく門戸開放を始めたケンブリッジに行くことにし、トムソンのもとでキャベンディッシュ研究所の研究生となった。最初、電波検知器の研究を続けた。一八九六年一月に将来の配偶者にあてた手紙で、「もし一〇マイル先で感知できるような効果を得られれば、多分、それからかなりの金儲けができる」と書いている[46]。しかし、J・J・トムソンを経由してラザフォードのもくろみを知ったケルヴィン卿は、その事業には初期投資に一〇万ポンドかかるだろうと伝えたらしい。いったん諦めたラザフォードはその年の四月に当時発見されたばかりのエックス線の研究をトムソンと行うようになった。ところが九月にはマルコーニの無線電信の成功を聞くことになる[47]。

ラザフォードはJ・J・トムソンと共に、エックス線を空気にあてると、空気が電気を通す性質を持つことを発見していた[48]。前に述べたように、空気は絶縁体であり、放電が起こる高い電圧をかけなければ電気を通さない。エックス線を空気にあてると、なぜ電気を通すのか。トムソンらは、エックス線によって空気が移動できる荷電粒子、すなわちイオンになるためだと考えた。もし、ベクレルの発見した放射線がエックス線と同じであるなら、それもまた空気をイオン化させるはずである。ところがトムソンとラザフォードは、ベクレルの発見した放射線にはイオン化するものと、イオン化しないものがあることを発見した。ラザフォードはそれぞれアルファ線とベータ線と名付けた[49]。それ以来、ラザフォードはアルファ線の研究を続けた。他方で、すでに述べたようにトムソンのほうはエックス線の研究を続けた。

ラザフォードはトムソンのもとで優れた業績を挙げていたが、この時期のケンブリッジでは非出身者が職を得るのは困難だった。そこで、一八九八年にモントリオールのマギル大学の教授職についた。マギル大学は気前の良いパトロンを得て、よく設備の整った物理学の実験室を備えていた。ここでラザフォードはF・ソディ（Frederic Soddy）や、O・ハーン（Otto Hahn）のような化学者をチームに引き込んだ。ラザフォードはトムソンと同様、研究者として卓越していたばかりでなく、共同研究を率いて成果を挙げつつ、若手研究者を育成することに優れていた。彼はソディと共にトリウムを研究し、放射性崩壊、

すなわち、元素が放射能を発して別の元素に変わる現象を発見した。アルファ線の正体にも大きく近づいた。トムソンが電子にしたように、アルファ線に強力な電気をかけて軌道を曲げることを示して、それが粒子であることを確かめた。その実験によって、もしアルファ粒子の電荷が水素原子（正確には原子核）の電荷と同じなら（実際には同じではない）、その質量は水素の二倍だということまで分かった[50]。

一九〇七年にラザフォードは、マンチェスター大学へ移った。当時マンチェスターは、極めて設備の良く整った物理学の実験室をもっていたからである。ここでラザフォードはドイツから来たH・ガイガー（Hans Geiger）を助手にし、アルファ粒子の研究を続けた。荷電粒子が蛍光物質に衝突すると、光を発する。これをシンチレーションという。そこで、アルファ粒子が蛍光板に当って、光るのを数えれば、蛍光板に衝突したアルファ粒子の数が分る。それとアルファ粒子によって流れた電流が分かれば、アルファ粒子一つあたりの電荷が定まる。こうして、ラザフォードとガイガーは、アルファ粒子はヘリウム原子から正の電荷を二つ加えたものであることを明らかにした[51]。

さらに、一九〇八年、ラザフォードはガイガーと共に、現在ガイガー・カウンターと呼ばれるものへ導く装置の開発をした。これは、アルファ線が気体をイオン化する性質を利用していた。気体の入ったガラス管に電圧をかけ、アルファ粒子を入れると、中の気体がイオン化され、電気が流れる。この電気が流れる回数を数えることによって、入ってきたアルファ粒子の数が分かる。一つ当たりに流れる電流が一定なら電流の量を測定することで粒子の数が分かる。シンチレーションを観察するには、低倍率の顕微鏡をのぞいて、発光を一つ一つ数えなければならない。これは根気と神経を要する作業なので、電気的に計測できるのは、大きな実験技術上の前進だった。さらに、一つのシンチレーションが一つの粒子に対応することも、これで確かめることができた。ただし、この頃のラザフォードらは簡単なシンチレーション法を用いることを好んだ[52]。新しい装置には一つ問題があって、それは放射線源がまったくなくとも、感応してしまうことであり、まずその謎が解かれなければならなかった。それについては後に述べるであろう。これを改良した装置、ガイガー＝ミュラー管は後の仁科の研究にとっても重要であり、彼のグループはこの装置を自作するのに大きな労力を払うことになる。

ここでとりあえず重要なのは、この装置を改良する過程でラザフォードらは重要な問題に気づいたことである。まず、気体にアルファ粒子が入ったときに流れる電流が一定しないことに気づき、様々な試みをしながら、ラザフォードらはそれを管の中に入ったアルファ粒子が向きを変えるために、イオン化する気体の量が一定しないためであると考えるようになった。そして、それは管の入り口の雲母によってアルファ粒子が散乱するのだと考えた。しかし、それは彼にとって奇妙に思われた。というのも、電気をかけて軌道を曲げる実験から、アルファ粒子は極めて高速で運動していることが分かっていたからだ。アルファ粒子は簡単に軌道を曲げられるようなものとは思われなかった。そこで、原子と衝突したアルファ粒子がどのように向きを変えるのか調べるために、極めて薄く伸ばした金の

膜にアルファ線をあてた。すると、大部分は金の膜を通過するのだが、軌道を変えるものもあることがわかった。それどころか、アルファ粒子が反対方向に跳ね返されたりするものもあることが分かった[53]。

いったい何が起こっているのか。自然現象に関して「モデル」をつくって考える、というのはどちらかといえば、大陸よりも、イギリスの科学者がよく行うことであった。当時、原子については、およそ二つのモデルが考えられていた。一つは英国で主流であったケルヴィンや、J・J・トムソンの考え方で、質量が広がったモデルであった、例えばJ・J・トムソンのモデルは、後にプラム・プディングと呼ばれるようになったものである。プディングとは日本語の「プリン」の語源であるが、英国では穀物・牛乳・卵等を原料とし、加熱して作られた様々なデザートを幅広く指し、種類が多い。日本でいうプリンは、カスタード・プディングというプディングの一種類に過ぎない。プラム・プディングというのは、甘い生地に乾したプラムが混ざったクリスマスの食べ物で、むしろブドウパンのようなものを想像したほうが良い。原子は、プラム・プディングのようにある程度の大きさに広がった正電荷があって、そのなかにマイナスの電荷をもった粒子、すなわち電子(プラム)が配置されているというわけある。トムソンは、原子の質量は電子からきていると考えた。電子はランダムに混ざっているわけではなく、均等に配置され、リングを形成していると見なされた。物理学と化学を近づけようとしていたトムソンは、それによって原子の化学的性質を説明することを目論んでいた[54]。

もう一つの原子についての考えは、質量が小さく集中しているというものである。これは、J・ペランの原子理論や、長岡半太郎の土星型原子模型がそれにあたる。上記の実験からラザフォードも、金の原子においては、その質量の大部分が小さな点に集中していると考えた。原子とは、その大部分の質料をもち、正の電荷をもつ原子核と、その周りをまわっている負の電荷をもつ電子からなると考えた。正の電荷と負の電荷は互いに引きよせ合うので、それが求心力として働いて、円運動をするわけである。星と惑星の間に重力という引力が働いて、円運動（一般には楕円運動）するのと同じことだ。さらに、原子核の正電荷は、元素によって異なる。これは電子の電荷の大きさ（電気素量）の整数倍であり、その数が原子番号と等しい。例えば水素なら一であり、ヘリウムなら二である。これがラザフォードの原子模型であった[55]。

## ボーアの原子模型

しかし、この原子模型は、重大な欠陥があった。負の電荷をもつ粒子が正の電荷をもつ粒子の周りをまわっていれば、それは電磁波を発するはずであり、そして、電磁波はエネルギーをもつので、エネルギーを出しながら、原子はエネルギーを失って、だんだん電子の軌道は小さくなっていくはずなのである。この難点を解決する方法を示したのが、一九一一年からマンチェスターのラザフォードのもとにいた、そして仁科と深いかかわりを持つことになるデンマークのN・ボーア（Niels Bohr）であった。彼の理論物理学者として

の仕事は前章で述べたローレンツの電子論から出発していた。彼の学位論文はローレンツの電子論を金属に適用して、統計力学的に扱い、電磁気的および熱的な性質を説明しようとするものである。ただし、その結論の一つは、金属の磁性については、当時の電子論からは説明できない、というものであった[56]。この否定的結論は、重要であった。新たな理論的飛躍が必要であることを示しているからだ。

その後、ボーアの関心は、原子における電子の配置から、原子の化学的性質を考えることであった。そこで最初キャベンディッシュのトムソンのもとへ行った。上に書いたように、トムソンは自分の原子模型において電子の配置によって化学的性質を説明しようとしていたのであえる。しかし、トムソンはボーアには関心を示さなかった。失望したボーアは一九一二年にマンチェスターのラザフォードのもとに移った。そこで、ボーアは、トムソンの関心を引き継ぎつつ、ラザフォードの原子模型にプランクの導入した作用量子の概念を適用した。ボーアは一九一二年七月にマンチェスターを去る前にラザフォードに論文を示し、コペンハーゲンに戻って助教授に着任してから論文を書き上げた。そして翌年、一九一三年に、彼の原子構造論に関する三部作の論文を発表した。

ラザフォードの原子模型の問題に対して、ボーアの用いた解決は、当時の常識を破るものであった。ラザフォードの模型では、電子が原子核の周りの軌道上にある状態は、遠くにある電子よりエネルギーが低い状態にある。負の電荷をもつ電子と、正の電荷をもつ原子核は引き寄せあうからである。原子核の周りにエネルギーのくぼみがあり、その中に電子が落ち込んでいる周回しているわけだ。電子がそのエネルギーのくぼみに落ちると、エネルギーが減る分放出されることになる。ボーアはそれが電磁波として放出されるとし、そのエネルギーは、電磁波の振動数と作用量子の積の整数倍であるとした。そして、放出される電磁波の振動数は、電子が落ち着いた先の軌道が持つ振動数の半分であると仮定した。この二つの仮定から、通常の力学と電磁気学によって、電子の取り得る軌道と、それぞれのエネルギーの低さが与えられた整数と、原子核の電荷から決まることになる。ボーアはこうして得られた軌道では、それぞれ電子は電磁波を放出しないと仮定した。電磁波を出すのは、ある軌道（または無限遠）から電子がより低い軌道に落ち込むときだけで、そのときの電磁波の振動数は、アインシュタインが光量子について与えた関係で得られる。

なぜボーアがおいた仮定が成り立つのかはこの時点では誰も説明できなかった。先に述べた電磁波を放出してエネルギーを失うはずであるという問題に対する直接の解決にもなっていない。それまでの力学と電磁気学の立場からは、受け入れがたいものだった。しかしながら、ボーアの理論は、線スペクトルの経験則を良く説明したからである。ボーアの理論は、バルマーの式がなぜ成り立つのかを明らかにした。ボーアの前提によれば、ある量子数の電子軌道からそれよりエネルギーの低い他の量子数の電子軌道に電子が飛び移るときに、電磁波が放出される。したがっていくらの波長の電磁波が放出されるかは、最初と最後の電子軌道がもつ二つの量子数と、その原子の原子量（それは原子の電荷に対応す

る）で決まるわけだ。そして、水素のスペクトルに関しては、ボーアの理論は完全な成功を収めた。英国科学振興協会の参加者たちも、ボーアの理論が最終的な理論ではないにしても、そこに真実が含まれていることは認めざるを得なかった。そして、このときから、それぞれの元素のスペクトルについての研究、すなわち分光学の研究が物理学の最先端に重要な位置を占めるようになった。分光学こそが原子の構造とそれを律する法則を明らかにする実験的方法を与えると思われたのである。

## モーズリーとエックス線

同時期の重要な研究は、マンチェスター時代のラザフォードの弟子H・モーズリー（Henry Moseley）のエックス線の研究である。エックス線の正体は最初分らなかったわけだが、一八九六年からすでにそれが電磁波の一種ではないかという推測はなされていた。しかし、ようやく一九一二年になって確認された。波には、回折という性質がある。これは障害物があるとその後ろに周り込んで伝わるという性質である。また干渉という性質がある。これは、波が重なると、山と谷によって強めあったり、弱め会ったりすることである。このため、規則的に障害物が配置されていると、特定の波長の波は、特定の方向に進むときに強めあい、特定の方向では打ち消し合ってしまう。そのような規則的に障害物を配置したものを回折格子と呼ぶ。回折格子は、可視光に関して、プリズムのような働きをする。波長によって、光が曲がる方向が異なるからである。ところで、結晶というのは、規則的に分子や原子が配置されているので、回折格子のような役割をするとみる事ができる。ただし、その間隔が非常に小さいので、可視光では回折格子にならない。それではエックス線ではどうなるかを理論的に考察し、実験して、実際に回折が起る事を示したのがドイツのM・フォン・ラウエ（Max von Laue）らの研究であった。その直後に、ブラッグ父子が、結晶を回折格子として用いるエックス線分光器を作り上げた。このエックス線分光のテクニックを直ちに適用したのがモーズリーであった。彼は、ラザフォードすら驚かすほどの実験の巧者であった。マンチェスターからオックスフォードに移ったのち、物質に陰極線を当てたときに放出されるエックス線のスペクトルを調べ、その最も明るい線の波長が、その物質の原子番号と関係していることを発見し、簡単な数式で表した。それ以前は、原子番号は元素を軽い順につけた番号に過ぎなかったのである[57]。

モーズリーの研究はボーアの原子模型とは独立の実験研究であった。しかし、彼の発見した関係がボーアの理論から導かれることは一九一四年のうちに理解された。物質に陰極線をあてると、原子核に近い電子が跳ね飛ばされることがありうる。その空席になった電子の軌道に、外から電子が落ち込むと、その分のエネルギーが電磁波として放出される。そのエネルギーは、ボーアの理論によれば原子核の電荷の自乗に比例する。また、放出される電磁波の振動数はそのエネルギーに比例する。そこで電荷の大きい原子では、振動数の大きい電磁波すなわちエックス線を放出する。ここで原子核の電荷が、原子番号と電気素量（電子一つあたりの電荷の量）に等しいとすれば、モーズリーの見出した結果が得ら

れるのだった。こうして、原子番号はその元素の原子核が持つ電荷の大きさを表していることが明らかになった。さらに、エックス線を用いたモーズリーの分析方法は、後に述べるようにG・ヘヴェシー（George Hevesy）とD．コスター(Dirk Coster)に引き継がれ、そして、それを仁科が引き継ぐことになる。

その後、ラザフォードは、英国の物理学界における地位を高めていった。一九一四年に勃発した第一次世界大戦は、英国の科学にも大きな変化を与えた。ケンブリッジの若い科学者たちの多くが戦場に士官として出兵し、そして死んでいった。モーズリーもその一人であった。ラザフォードら、指導的な科学者たちは、戦時研究に参加した。ナショナリズムの激化とともに、科学界もまた、敵味方に分かれた。戦争の後、ラザフォードは英国物理学界の指導者であることは明らかだった。ソディ、ハーン、ボーアに加え、ヘベシー、等々の錚々たる科学者たちが、ラザフォードの門下で育った。一九一九年にトムソンが引退した後、当然のようにラザフォードがキャベンディッシュ研究所の所長職を継いだ。菊池泰二がキャベンディッシュに赴いたのはこの時であった。

## キャベンディッシュ研究所の仁科芳雄

仁科芳雄がケンブリッジに到着した一九二一年は、ラザフォードがキャベンディッシュ研究所の所長になって二年ほどになる。キャベンディッシュのラザフォードは、さらに強力な研究グループを形成していた。弟子の中核となったのは、マンチェスターでラザフォードの学生だったJ・チャドウィック（James Chadwick）である。チャドウィックは、ドイツに戻ったH・ガイガーのもとで研究しているうちに第一次世界大戦が起り、収容所で過ごした。戦後ケンブリッジにやって来て一九二一年に学位を取得し、一一月にフェローとなった。ラザフォードのもとで、チャドウィックは、新入りの研究者に実験技術の入門コースを授ける役割をした[58]。

仁科が来る前に、日本の清水武雄がラザフォードのもとにいた。そして、C．T．R．ウィルソン（Charles T. R. Wilson）が発明した霧箱の研究をしていた。清水は当時、一九一七年に発足した塩見理化学研究所の物理学部部長であり、その費用でその年に先ず米国、続いて英国に留学したのであった[59]。清水は一九二一年に帰国しているので、仁科が来る前にはいなくなっていたと思われる[60]。ラザフォードがその後を引き継がせたのは大学を卒業したばかりのP・M・S・ブラケット（Patrick M. S. Blackett）であった。ブラケットは、大戦中水兵として参戦していたが、戦後海軍を離れてケンブリッジに学んだのである。ブラケットは霧箱の研究を続け、その成果は仁科の研究とも縁の深いものとなる。これについては後にまた触れるだろう[61]。

この時期におけるラザフォードのグループにはもう一人の重要人物がいた。P・カピッツァ（Pyotr Kapitsa）である。彼も一九二一年にキャベンディッシュ研究所に加わった。彼は、優れた実験物理学者であり、とくに低温物理学に大きな貢献をした。ラザフォードのグループの中でも特に大がかりな実験装置を使い始めたのは彼であった。その上、

「カピッツァ・クラブ」と名付けられた研究会を主催し、若い物理学者を中心にした活発な研究グループを形成した。このグループは理論家を含み、ケンブリッジにおける量子力学の研究の中心となった。しかし、仁科芳雄はカピッツァ・クラブの最初の会合が開かれた一九二二年一〇月一七日より前にケンブリッジを離れているので、このサークルのなかに入ることはなかった[62]。

仁科は、当時の事を回想して、チャドウィックやカピッツァの他、ヘンリー・D・スマイス(Henry DeWolf Smyth)と一緒に研究したと書いている[63]。スマイスは米国人である。一九二一年にプリンストンでカール・T・コンプトン（Karl T. Compton）のもとで学位を取得した後、キャベンディッシュに来たのだった。そして二年後にケンブリッジで二つめの博士号を取得している。スマイスも（そしてK・コンプトンも）、ずっと後になって、仁科の人生と再び交わることになる。

ラザフォードの弟子たちは九三〇年代になって華々しい成果を挙げることになるが、一九二〇年代の彼らの研究は、比較的地道な実験で、来るべき時代の準備であった。ラザフォードの中心的なテーマは、マンチェスターのころから行っていた原子核の人工壊変の研究であった。アルファ線を軽い元素にぶつけたときに、発生する粒子が水素の原子核と同じものであることを突き止め、それを陽子(proton)と名付けた。さらに、それによって、元の原子が別の化学的性質を持つことを明らかにした。チャドウィックやブラケットの研究は、この研究のための検出装置を開発するところから始まっていたのだった[64]。

それに対して、仁科の研究は、やや離れたところにあったように思われる。後に一九二三年三月にボーアに書いた書簡では、そのころボーアが来た時、「ガンマ線で励起されたベータ線をガイガー・カウンターで数えていた」（“I was counting [beta]-rays excited by gamma-rays by means of Geiger’s counter”）と書いている[65]。ベータ線とガンマ線は通常、放射線、すなわち原子核反応によって放出されるもので、ラザフォードによって命名された。その実体が電子と電磁波であることはこの時点では分かっていた。ここでは仁科は、単に電子線とエックス線のことを指していたのだろう。すなわち、これはエックス線による電子の散乱、後に仁科自身が回想しているように、「コンプトン効果」と名付けられる現象である[66]。後で述べるように、一九二二年にカール・コンプトンの弟、アーサー・コンプトン（Arthur Compton）によって見出され、光量子説の決定的な証拠となった[67]。

キャベンディッシュ研究所は、トムソンの時代からエックス線を用いた研究で大きな成果を挙げていた。しかしそれが主流であったのは過去のことであった。むしろ、エックス線を扱って成果を挙げていたのは、ブラッグ父子であった。父ヘンリー・ブラッグ（Henry Bragg）は、ロンドンの王立科学研究所にいた。ウィリアム・L・ブラッグ（William L.Bragg）は、ラザフォードの後を襲って、マンチェスター大学にいた。とはいえ、彼等の研究は、結晶構造の解析であり、仁科の興味とは必ずしも一致しなかったのかもしれない。コンプトン自身が一九二〇年までキャベンディッシュに滞在して、ガンマ

線による電子の散乱の実験的・理論的研究をしているので、それを引き継ぐものであったかもしれない。しかし、エックス線の実験を始めたばかりの仁科が、卓越した実験家だったコンプトンに敵うはずもなかった[68]。また、ブラケットが後に回想したところでは、ラザフォードのグループはずっと後までガイガー・カウンターを用いなかった。ブラケットによれば、ラザフォードのグループの主要な実験手法は、アルファ線がシンチレーションを起すのを低倍率の顕微鏡を観察することであった[69]。仁科は実際に使っていたので、ブラケットの記憶は誤りであるが、逆に言えば、仁科はそれだけ主流から外れていたのかもしれない。

仁科が来た頃には、数学トライポスの伝統は、もはや影響力をかなりの程度失っていた。仁科よりも少し後、一九二五年の七月、長岡半太郎が名誉学位を受けたときにケンブリッジに滞在し、ケンブリッジではすでにトドハンターの名前が忘れさられ、肖像すら掛けられていないのを見出した。そして、数学の難問で学生を悩ます悪習が廃れて、独創性を評価するようになったと喜んでいる[70]。特にラザフォードは、理論家に対して辛辣であり、実験を重視した。ラザフォードは原子モデルに関しては理論的考察をしたが、それは決して彼が普段やっていることではなかったのである。「理論家は記号を弄ぶだけだが、キャベンディッシュの我々は自然の本当の真実を暴きだす」と言っていたという[71]。ラザフォードらの手を実際に動かして研究する実験物理学者達のグループは、数理的な扱いに一定の理解を示しつつも、工学的な手法を駆使して研究をすすめた。彼らの多くは工学教育を受けていた。その上、無線電信の趣味をもち、ケンブリッジで無線通信のサークルをつくって交流していた[72]。仁科は強電が専門であって、無線電信を専門にしていたわけではないが、電気工学の教育を受けた者として、比較的居心地のよい環境であったに違いない。

しかし、この時期の仁科はまだあまり成果を挙げたとは言えない。菊池泰二と異なり、仁科はキャベンディッシュ滞在中の研究で論文を出すにいたらなかった。しかし、この時点の仁科は知る由もなかったが、その後の研究にとって重要なことを学んでいた。エックス線の研究技術を身に着けたことは、後にコペンハーゲンにおける研究の基礎になっただろうし、何よりも後に理論的研究を行うことになるコンプトン効果の実験をしていたのである。

仁科は一九二二年の八月半ばまでキャベンディッシュ研究所に滞在し、その後、ロンドンに戻った。そこで、ビザを取得してからドイツに移ることになる。留学中、仁科は物理学だけでなく、語学の習得も重視していた。九月の日記に、ロンドン英語学校（London School of English）で授業を受けていたことが書かれている[73]。前述したように仁科は中学時代から英語は得意、高等学校からは外国人教師にも習っていた。しかし、留学には実用的な英語能力が必要だった。特に、口頭での英語力がなくてはならない。このロンドン英語学校は今でもあり、イギリスでもっとも古い語学学校である。一九一二年にオックスフォード通り三一九番地に創設された。語学学校と言っても、初期のころは、一対一か

少人数教育の形をとっていた。仁科はトーマス（Thomas）という英語教師について、『ネーション』（Nation）という本を読んだらしい[74]。

英国での研究は、仁科にとってあまり満足のいくものではなかっただろう。その時期に兄遠平にあてた書簡に、物理学はもう十分発達しているので、一生をかけるような問題はもうないだろうとし、より重要なのは、日本の科学をドイツの水準に引き上げることだと書いたという。そして、ドイツの科学はドイツの玩具から生まれたので、日本に帰ったら玩具の研究を一生の仕事にしようとするつもりであると述べた[75]。実際、ロンドン滞在は、測定機器の会社の陳列室や工場を見学し、無線展覧会を見学したりするなど、科学的ないし技術的人工物に興味をもっていたが日記から読み取ることができる[76]。また九月八日のエントリーには「大英帝国玩具協会で玩具はやはりドイツにかなわぬとの話．階下の玩具陳列室を見る．私は無線玩具を作ってみようかと思う．殊に無線操縦玩具がよいと思う」と書いている[77]。さらに、仁科は遠平の家に宛てて、一メートル立方の木箱二つに玩具を送りだしていた。また、玩具の専門雑誌も届くようになった[78]。

電気工学から転向したときも、すでに電気工学はやりつくされていたように感じていた。物理でも同じように感じたわけである。後知恵をもってすれば、仁科はどちらでも大いに誤っていた。しかし、どちらの分野でも、興味ある問題はすでに解かれてしまった。あるいはすでに誰かが手を付けていて、仁科自身が入りこむ余地がなかったように感じられたということはあったかもしれない。そして、この時点の仁科芳雄にとって、物理学の研究者として生きることが唯一の選択肢ではなかった。当時、仁科家は財政的に苦しい状態にあり、仁科芳雄も留学費用に関して内田家から援助を受けていた[79]。学者として成功しても、仁科家の再興に寄与し、内田家に恩を返す可能性は低いであろう。兄の保夫のように技術者になる道や、遠平のように研究をしつつ発明をし、事業をする道は、まだ選択肢にあった。その中で、科学玩具というのは、突飛なように見えて、良い選択であったかもしれない。日本の科学水準の向上に貢献しつつ、事業を成功させて、仁科家の再興をおも成し遂げる可能性があったからである。

ケンブリッジの物理学は、仁科を物理学者への道へ強く進めるものではなかったが、仁科の進路を決定づける一つのきっかけを含んでいた。仁科の滞在中にボーアがケンブリッジを訪れたのである。仁科が後に書いているところによると、これは一九二二年三月のことであった[80]。後に、甥の仁科伸彦が、科学玩具の研究をするつもりだったのに、なぜコペンハーゲンへ行ったのか聞いたところ、仁科は「ボーア先生の講演会を聴きに行ったが、その内容は難しいというようなものではなく、全くわからなかった」と答えた[81]。後に同僚になった木村健二郎にも「かつてボーア先生の講演を聞いたが、茫然としてその真意をつかみにくい点があり、ぜひ一度この先生ととり組んでみたいという気力がわきおこった」という[82]。そしてその時、すでにボーアに、コペンハーゲンへ赴く希望を伝えていたようだ[83]。「わからない」ということは、少なくとも、仁科にとって未知の領域があ

る、ということである。そして、その「わからない」ことが仁科を後に仁科をコペンハーゲンに引き寄せ、物理に引き付けることになる。

しかし、まず英国の次に行くのはドイツである。これは、ヨーロッパに留学して物理学を学ぶものとしては当然の選択であった。おそらく、最初から、二年間の留学の間、英、独、米の三国に行くことにしていたと思われる。それと同時に、優れた玩具を生産するドイツは、科学玩具の研究のためにも行くべき場所であった。

## ドイツの科学

一九二二年九月、仁科芳雄はイギリスを立ち、ドイツへ向った。最初の滞在地ベルリンには一一月まで滞在した。先に述べたように当時のドイツの物理学における位置からすれば、留学者がドイツに向かうのは当然なのだが、後にボーアにあてた書簡では、ドイツには、ドイツ語の勉強に来たと書いている。ドイツの物理学にそれほど心が引かれていたわけでもなかったかのようだ[84]。いずれにせよ、ロンドンに滞在したときと同様、ドイツに到着後はまずドイツ語の習得を目指しただろう。

一九世紀以来、ヨーロッパの中でもドイツは科学の先進国の一つである。とはいえドイツとは少し前まで国というより地域の名称でしかなかった。ナポレオン戦争の後、いわゆるウィーン体制で、初めて三五の領邦国家がゆるやかに繋がったドイツ連邦ができたのが一八一五年のことであった。中央政府ができたのは、一八七一年にプロイセン国王を皇帝とした連邦国家、ドイツ帝国が生れた時である。ドイツとオーストリア・ハンガリー帝国は、中央ヨーロッパに大きな人口を抱える広大なドイツ語圏を形成した。領邦国家の多くにはそれぞれ古くからの大学があった。以前から多くの領邦国家は文化の高さを競いあい、ドイツ語圏は様々な分野に優れた文化を生み出した。統一から程遠い一八世紀後半において既にドイツはゲーテ、シラー、カントらに代表される文学や哲学の黄金時代を経験していた。

一九世紀初めに、ベルリン大学が創設されるとき、言語学者で、プロイセンの教育部門の長であったW・フンボルト（Wilhelm Humboldt）が大きな役割を果たした。フンボルトの大学についての理念、いわゆるフンボルト理念の一部は、現在でも多くの大学の在り方に見る事ができる。その中心的な考えは「研究と教育の統一」であった。フンボルト自身の言葉では、「大学教師はもはや単なる教師ではなく、学生も単なる学習者ではない。学生は自ら研究を実行し、教授はその研究を指導し支援する」というものである[85]。フンボルトのこの考え方は、新人文主義の延長にあった。新人文主義とは、この時期フンボルトが中心となって唱導した教育上の立場である。彼等は読書等の学問、とくにギリシャやローマの古典語の習得と、その読書を通して、人格を陶冶することができると考えた。これは、例えばケンブリッジにおける数理物理学による教育や、エコール・ポリテクニックにおける技術的な専門技能の教育とは対極をなす。この考え方に基づいて、ドイツ語圏では古典的ギムナジウムがエリート中等教育の中核となり、古典語が厳しく教えられた。フン

ボルトの大学についての理念は、古典教育のかわりに、真理の探究、すなわち研究(Forschung)がそのような人格陶冶の役割を果たすであろうというものである。このような学問と人格との結び付きを端的に表わす言葉がビルドゥンク（Bildung）であった。それは日本では、「教養」と訳される。このような考えの日本的な変形物として、大正期に教養主義が盛んになった。研究と人格を結び付ける考え方は形を変えて、仁科自身も抱いた。後にそのことについて述べるであろう。

フンボルトのような考えかたは一九世紀の間ゆっくりと広まった。それは必ずしもフンボルトが起源だったわけではなく、フンボルトの名前と結び付けられたのは二〇世紀に入ってからである[86]。しかし、「教育と研究」の融合という理念は、ある種の学問分野の教育手法として、比較的早く実践され、広まった。一つは、古典学や歴史学等におけるゼミナールである。ゼミナールはもともと牧師や学校教師の養成学校のことであったが、一九世に入るころに厳格な学問的訓練の場所という意味にも使われるようになった。古典学や歴史学では、ゼミナールはテキストを厳密に解釈する訓練をする場所となった。直ぐに必要な文献を参照できるように、ゼミナール室には多くの書籍が備え付けられていた。一九世紀の間に、ドイツ語圏の大学では自然科学分野を含む様々なゼミナールが設けられるようになっていった。とは言っても、それらは必ずしも教育と研究の融合を目指したものばかりではなく、中等教育教員の養成のための訓練の性格を帯びているものもあった[87]。

もう一つがギーセン大学におけるJ・フォン・リービッヒ（Justus von Liebig）の実験室における化学教育である。リービッヒが作った教育システムは、現在大学における実験教育のさきがけといえる。まず学生は注意深く設計された実習を通して化学分析の手法を身につける。次に、教授の指導のもと、その手法を用いて、オリジナルな研究を行う。最後に、その研究に基づいて論文にまとめる。大学はその論文に基づいて、学位を授与する。この仕組みはまず、薬剤師の育成に有効だったが、やがて当時の化学の研究と、化学関係の人材の要請によく適合し、ギーセンのリービッヒのもとに多くの学生が集まった[88]。

このような実験技術を備えた研究人材の育成は、研究開発を主導する人材や、技術者を教育する人材の要請を満たすものだった。工業化においては最初、ドイツはイギリスより遅れていた。しかし、前に述べたように、工科大学（テヒニッシェ・ホッホシューレ Technische Hochschule）という技術者人材の育成のための高等教育機関を作り出した。それが厚い技術者層を生み出した。それと同時に、これらの教育機関で教えるための人材も必要になった。これらの高等教育機関における科学・技術分野の人材育成とそれと結び付いて行われた研究は、ドイツの研究水準を押し上げ、ドイツは化学産業や電気産業に優位に立つことになった。

物理学においても、リービッヒの教育法が取り入れられた。同時に、教育需要が高まるにつれて、教員ポストが増大した。各大学に物理学の教授職が一つしかない状況では、理論と実験の両方を一人の教授が教えざるをえず、そしてしばしば物理学者は両方に

関心をもった。しかし、一九世紀の間、一人以上の教授を大学が持つようになっていった。とくに一八七〇年以降、プロイセンの大学では、物理学の正教授(Ordinarius)に加えて、員外教授（Extraordinarius）のポストをつくることがなされるようになった。その場合、正教授は、その大学の所有する高価な実験装置を管理する立場にあることが多く、従って、実験を行うことができた。他方、員外教授は、正教授と研究テーマが相補的であるような人事であることが多く、且つ、実験装置を持たないので、理論物理学を研究することが多くなった[89]。理論物理学の職にユダヤ人が多かったのも、それが物理学の本流ではなかったからである。ドイツにおける理論物理学の重要な起源の一つは、ケーニヒスベルク大学のF・ノイマン（Franz Neumann）のゼミナールである。そこでノイマンは、ゼミナールという教育方法を数理物理学に適用したのであった。そこから初期の理論物理学者の幾人かが育った[90]。やがて、理論物理学と実験物理学それぞれ高度化し、一人の物理学者が両方に通じることが困難になって分業するようになった。そして、相対論と量子論の発展を契機として、むしろ理論物理学者のほうが物理学を先導するとみられるようになった。

第一次大戦とその敗北はドイツの科学者にとっても痛手だった。この戦争では科学者が戦時研究に動員され、両陣営で多くの科学者が戦争に協力した。前に言及した化学者ハーバーが毒ガスの開発と使用の中心人物だった。物理学者は、電気工学、音響学や、空気力学の応用で活躍した。戦後は敗戦国の立場にあって、ドイツの物理学者は一時、国際的に孤立した。

戦後、ドイツ語圏では、ワイマール文化と呼ばれる特異な文化が花開いた[91]。そのなかで物理学などの自然科学もその文化とは無縁ではありえなかった。物理学史家P・フォーマン（Paul Forman）は、ワイマール文化と後に量子力学において支配的になる物理学における非因果性の考えを結び付けることを主張した。彼によれば、この時期のドイツ語圏における反知性主義的な風潮に対し、物理学者たちが通俗講演等を通して同調し、その結果、反知性主義的な風潮に受け入れられやすい非因果的な考えを取り入れたというのである。フォーマンが例として挙げているのが、後にふれるマックス・ボルンであった[92]。この時代の文化が直接に量子力学における非因果性の概念の形成に寄与したかどうかについては、M・N・ワイズ（M. Norton Wise）が批判するように[93]、立証することは困難であろう。これについては、九章においてまた論じる。しかし、それが物理学者たちの研究の中身を大きく変えるほどのものであったかはともかく、この時期のドイツ語圏では物理学者さえも無視できないような特異な文化が存在していたことは間違いない。それは芸術においても、学問においても、古典的な枠組みから脱し、革命的な変化を求めるような文化だった[94]。

仁科が最初滞在したベルリンにおける物理学研究の中心の一つは、ベルリン大学（現在のフンボルト大学ベルリン）である。かつてここには、ヘルムホルツやキルヒホッフがいた。仁科がいたころには、ベルリン大学にM・プランク（Max Planck）やアインシュタイ

ンがいた。アインシュタインは、この年の一一月に、日本への旅立とうとしていた。しかし仁科はベルリン大学にあまり関わらなかった可能性が高い。彼はフンボルト大学があるベルリンの中心部ではなく、シャルロッテンブルクと呼ばれる地区に滞在した。シャルロッテンブルク宮殿に近い高級アパートが立ち並ぶ地域に下宿していた。少し歩いたところに、ベルリン工科大学と帝国物理工学研究所があった。この時期の仁科にとっては、むしろこちらのほうに関心があったということはありうることである。

帝国物理工学研究所(Physikalische Technisch Reichsanstalt, ＰＴＲ）が理研のモデルの一つであったことは前に言及した。かつてはヘルムホルツが所長を務め、量子論の実験的な基礎となる精密測定実験を行っていた。この研究所において測定されたことの一つは、前章で触れた熱輻射であった。熱輻射の研究が産業に重要だったのは、製鉄等の金属産業と密接な関係があったからである。熱輻射の研究において、その発する電磁波のスペクトルは、温度のみに依存して、物質に依存しないことが発見されていた。そこで、熱輻射を測定すれば、その物質の温度を知ることができる。温度計を使うことのできないような高温の物質には、このような形で温度を測ることは有益であった。比較的低い温度では、波長の長い赤い光のところにスペクトルのピークがあり、温度が高くなると、青白くなっていく。この頃重要であったのは、例えば冶金学であった。高温に熱せられた金属の温度を測定するに、熱輻射の利用が有用であることは想像に難くなかった。このような産業への利用を念頭に、熱輻射のスペクトルを精密に測定することが追及された[95]。

この時期、仁科はベルリンに留まっていたわけではなく他の都市も訪れている。例えば、一〇月五日にニュルンベルクを訪問した[96]。これは、仁科の旅行好きのなせる技で、たんなる観光旅行だったかもしれない。しかし、この時期の仁科の関心、すなわち、玩具に対する関心を考えると、この旅行には、当時の世界的な玩具産業の中心地だったニュルンベルクに関心があった可能性は高い。ニュルンベルクは、かつてはミニチュア料理器具や、いわゆる鉛の兵隊で親しまれる鋳物に彩色したミニチュアのフィギュア、テディベアの原型になった熊の人形、そのほか、伝統的な木製の玩具で著名であった。ドイツのみならず世界的なおもちゃの生産地だったのである。二〇世紀初めは、それらの伝統的な玩具から、ブリキにリソグラフ印刷して、機械的に型を打ち出した大量生産の玩具に移行しはじめ、さらに、物質文化の変化に対応して、玩具のテーマも、機械や乗り物が多く取り入れられていった。そうした過程で作られていった玩具には、蒸気機関や、醸造装置のような稼働可能な機械の玩具もあった。これらの玩具が持つ教育上の効果に仁科は関心をもったに違いない。

## ゲッチンゲン大学

一九二二年の一一月、仁科芳雄はゲッチンゲンに移った。これはイギリスでも、ロンドンにしばらく滞在してから、ケンブリッジに移ったのと似ている。ゲッチンゲンは、いわゆるロマンチック街道の都市のひとつである。当時はベルリンから鉄道で七時間ほどかか

った。重厚な石づくりや色とりどりのレンガ造り、そして、木枠のかわいらしい建物、装飾的な破風づくりの建物など、個性的で美しい建物が多く立ち並び、緑の多い、魅力的な中世的大学都市の面影を今でもとどめている。昔の城壁は、大部分取り壊されて町を取り囲む環状の丘となり、緑多い散歩道となっている。その南の外側に、仁科は下宿していた。シュテルンヴァルテすなわち天文台の先のシュテルン通りをシラー通りまで行ったところにある。天文台はガウスら著名な科学者ゆかりの場所で、歴史と緑の豊かな魅力的な地区といってよい。その時期には、黄葉した木の葉も散り、すでに日が短くなっていただろう。ベルリンからの絵葉書では、「ゲッチンゲンと申す田舎に来り勉強致す積り」と書いた。インフレで混乱した大都会ベルリンから逃げ出して、落ち着いて勉強できることを期待していたに違いない。

ゲッチンゲンはケンブリッジと同様、小さな町でありながら、ドイツ屈指の大学町であった。学生の数が多く、当時ドイツの中ではベルリン工科大学に次いだ。住人の多くは大学関係者であった。とくに数学と物理学に優れた。かつては、四章で触れたガウスやW・ヴェーバーがいた。アインシュタインの師であったH・ミンコフスキー（Hermann Minkowski）が晩年を過ごしたのもゲッチンゲンである。エルランゲン・プログラムで知られ、前時代のゲッチンゲンの数学を率いていたF・クライン（Felix Klein）は引退していたが存命だった。当時ゲッチンゲンには世界的な数学の指導者であるD・ヒルベルト（David Hilbert）がおり、この年六〇歳だった。弟子で三〇代のR・クーラント（Richard Courant）が二年前に教授として着任し、ゲッチンゲンにおける数学者グループの新しいリーダーとして頭角をあらわしつつあった。またこの年には、おそらく物理学者にとっては二〇世紀で最も重要な数学者の一人であるE・ネーター（Emmy Noether）が員外教授になった。ただし、女性であったために、無給である。クーラントとヒルベルトは、一九二四年に物理学のための数学の教科書を著した。『数理物理学の方法』である[97]。この本は、あたかも予言するかのように、すぐに誕生する量子力学に必要な数学の良い解説書になっていた。そのため、多くの物理学者と物理学の学生に歓迎され、繰り返し改訂され、各国語に訳された。ヒルベルトは、数学を公理的に再構成するプログラムを提唱し、推進していたが、同じように物理学の公理化も目指していた。公理化とは、ある領域の真なる命題のすべてを少数の自明な前提と、推論規則から導けるように構成することである。原子物理学に関して、この目標は、ゲッチンゲンを中心に、M・ボルン（Max Born）やその次の世代の理論物理学者たち、特にJ・フォン・ノイマン（John von Neumann）によって追及されることになる[98]。また、ゲッチンゲンで学んだ数学者の一人で、クーラントの親しい友人にハラル・ボーア（Harald Bohr）がいた。ニールス・ボーアの弟である。自身有能な数学者であった彼は、ゲッチンゲンの数学者や物理学者にいかに自分の兄が自分と比べ物にならないほど優れているかを伝えていた。

ゲッチンゲンは物理学の重要な研究拠点だった。三つの講座があり、ボルン、J・フランク（James Frank）、ロベルト・ポール（Robert Pohl）という三人の優れた物理学者が協

力して研究をしていた。このうち量子力学の歴史において重要なボルンとフランクは、クーラントと同じ年一九二一年にゲッチンゲンの教授となっていた。それぞれ理論家と実験家であるが、これだけの超一流の物理学者が二人、同じ大学の教授でいるというのは、ドイツでも多い事でなかった。ポールはこの二人ほど知られていないが、一九二〇年から教授になっており、優れた実験家、教育者であり、固体物理学など幾つかの分野で大きな影響を残している。

ボルンはゲッチンゲンで学位を取得しており、そのあとベルリンやフランクフルトを経て、ゲッチンゲンに戻ってきたのだった。ちょうど仁科がゲッチンゲンに移ったころ、ゲッチンゲンは量子物理学の理論的発展の中心地となる時期であった。ボルンの許には、助手として、W・パウリ（Wolfgang Pauli）が前の年の一〇月からいたが、一九二二年五月にハンブルクに去っていた[99]。パウリはミュンヘンのA・ゾンマーフェルト（Arnold Sommerfeld）のもとで学んだ。相対論の論文をアインシュタインに称賛された上、二〇歳そこそこにして、相対論についての円熟した総説を書いた。これは現在でも相対論の教科書として通用している[100]。パウリの才能に目をつけたボルンは、彼を私費助手としてゲッチンゲンに招いたのだった。助手を雇用する費用はアメリカのH・ゴールドマン（Henry Goldman）が負担していた。ゴールドマン・サックスの創設者のひとりである[101]。ゲッチンゲンでは、ボルンと共同研究しながら、博士号取得のための研究をすすめていた。テーマはボーアの理論を水素分子に適用することだった。前章で述べたように、ボーアの原子モデルは、水素原子には良く当てはまった。パウリはそれを水素分子に適用し、ボーアの理論が成り立たないことを示すものであった。パウリは一九二二年五月に仕上げ、投稿した[102]。パウリは、この時は仁科が来る前に去ってしまうが、後にコペンハーゲンで知り合い、さらに仁科はハンブルクのパウリの許で学ぶことになる。

## ボーア祭りと量子論

仁科が逃したのはパウリとの邂逅だけではなかった。彼がゲッチンゲンに来る数か月前の一九二二年六月に、ボーアがゲッチンゲンを訪れ、六晩に渉って、講義を行った。これは「ボーア祭」(Bohrfestspiele)と呼ばれる。なお、この講演のための資金は、P・ウォルフスケール（Paul Wolfskehl）が遺贈した懸賞金の利子から得られたものである[103]。この金持ちの数学愛好家は一九〇八年に亡くなったが、一〇万マルクをゲッチンゲンの王立協会に贈り、フェルマーの最終定理の証明者への懸賞金とするよう遺言した。彼はかつて恋煩いで自殺しようとした直前に、フェルマーの定理についてのE・E・クンマー（Ernst E. Kummer）の書を読んで、生きる希望をよみがえらせたという[104]。懸賞金は、ずっと後、一九九七年にA・ワイルズ（Andrew Wiles）が獲得することになるが、それまではゲッチンゲン王立協会が懸賞金の利子を使うことができた。この連続講演の聴衆には、パウリ、ゾンマーフェルト、A・ランデ（Alfred Lande）、W・ハイゼンベルク（Werner Heisenberg）ら、ゲッチンゲンの外からの参加者もいた。さらにパウリの回想によれば、

後に仁科と共同研究をする当時ボーアの助手だったO・クライン（Oskar Klein）も訪れていた[105]。

ボーアがこの時期にドイツに訪れることは、ドイツの物理学者の孤立を和らげるという、政治的な意味があった。次章で述べるように、ボーアは研究の国際協力の熱心な唱導者である。当時、戦勝国側の科学者にあったドイツの科学者に対するボイコットに対抗するものだった。同時に、ボーアにとって、ミュンヘンを中心としたドイツでの量子論の発展は、大きな意義があった。下に述べるように、ゾンマーフェルトらの研究はボーアの原子理論の重要な発展だったからである。同時にそれは、ボーアが目指す対応論的な研究方法とは、異なるものだった。結果としてこの「ボーア祭」は、ミュンヘンのゾンマーフェルトのグループと、ゲッチンゲン、コペンハーゲンのグループが接触し、交流したことに大きな意義があった。

## ゾンマーフェルトとその学派

ここでゾンマーフェルトについて述べておく必要がある。滞欧中の仁科が直接ゾンマーフェルトに会った形跡はないのだが、ミュンヘンにおけるゾンマーフェルトの学派は、ボーアの原子模型発表後の発展を語るのに欠かすことはできず、その門下の理論物理学者には日本の研究者と深いかかわりを持つものが少なくない。ゾンマーフェルトはもともとケーニヒスベルクで博士号を取得した。しかし助手としてゲッチンゲンに赴任し、クラインの薫陶を受けて、数理物理学者として成長した。その後、アーヘン工科大学にいる間に、『数理科学百巻全書』の編集者として、ドイツの主要な理論物理学者としての地位を確立した。一九〇〇年からミュンヘンの教授職にあったレントゲンは、一九〇五年に理論物理学の教授職を創設することに成功し、ゾンマーフェルトを招いた。彼は助手のP・デバイ（Peter Debye）とともに着任し、ミュンヘンは理論物理学の重要な中心地のひとつとなった。一九〇八年にはプランクの弟子だったラウエが教授資格論文（ハビリタチオン）執筆のためにやってきた。ドイツでは、博士号を取得した後に、教授資格を得なければ教員になれないのである。ラウエは、教授資格を得て、そのままミュンヘンで私講師となった。私講師とは、ドイツの大学の制度で、若手の教員が授業を開講して、学生から直接受講料を徴収する身分である。レントゲンを同僚にもったゾンマーフェルトは、もともと研究したこともあるエックス線にさらに踏み込むことになった。先にラウエが、エックス線を回折格子として使うことを思いつき、エックス線分光学を拓いたことにふれたが、これもゾンマーフェルトのもとでの仕事である。その後、エックス線と分光学は、ゾンマーフェルトの学派における主要なテーマとなった。一九一三年には、P・レーナルト（Philipp Lenard）の助手から、ミュンヘン工科大学の助手となったW・コッセル（Walther Kossel）がゾンマーフェルトのグループに加わった[106]。

ボーアの原子模型が現れると、ゾンマーフェルトはすぐにそれを分光学の理論的研究に適用した。それによって、ゾンマーフェルトと彼のもとにやってきた若い物理学者たち

は、第一次世界大戦中におけるドイツにおける理論物理学発展の中心となった。同じく、南ドイツのチュービンゲンにいた実験家のF・パッシェン（Friedrich Paschen）とE・バック（Ernst Back）が、彼等のための分光学的なデータを与えた。ゾンマーフェルトのグループは、得られた分光学的なデータから規則性を見出し、それを「量子数」を導入することで理論的に説明するという方法で、次々と成果を挙げていった。水素原子などの線スペクトルは、実は単に線だけからなるわけではなく、線が細かく分裂している。その細かな構造、いわゆる微細構造がある。一九一五年にゾンマーフェルトは、ボーアの量子条件を一般化し、原子模型の電子の軌道を円軌道だけではなく、楕円軌道も量子論的に扱えるようにした。さらに電子の質量の相対論効果を取り入れることによって、微細構造を説明し、翌年、その論文が発表された[107]。ゾンマーフェルトの結果は、翌年、パッシェンが測定して確認した。また電場のもとでのスペクトルの変化（シュタルク効果）や、磁場のもとでのスペクトルの変化（ゼーマン効果）も、同じようなやりかたで説明することが試みられた。そうして、原子の中で電子のもつ軌道には、さまざまなものがあることが分かっていった。ボーアの最初の理論では一種類の量子数があり、それが電子のエネルギーに対応していた。ゾンマーフェルトは相対論的な考察から第二の量子数を導入したのであった[108]。

その後、ゾンマーフェルトは、シュタルク効果の問題を、弟子のロシア人P・エプシュタイン（Paul Epstein）の教授資格論文のテーマとすると同時に、ゲッチンゲンの同僚だったK・シュヴァルツシルト（Karl Schwarzschild）にゆだねた。シュヴァルツシルトは、戦争が始まったときすでに四〇代だったが、それでも入隊した。ゾンマーフェルトは従軍中の彼と頻繁に文通して連絡を取っていた。シュタルク効果とは、電場をかけた時に、スペクトル線が分裂して観察される現象である。一九一三年にヨハネス・シュタルクによって発見されていたエプシュタインとシュヴァルツシルトはゾンマーフェルトの理論を用いて、一九一六年に独立にこの問題を解決した。シュヴァルツシルトは、従軍中に天疱瘡という稀な難病にかかって苦しんでいたが、この問題を解いたばかりか、同じころアインシュタインの一般相対性理論における重力方程式の解、いわゆるシュヴァルツシルト解を導いた。これらは、一九一六年五月に亡くなったシュヴァルツシルトの白鳥の歌となった[109]。

シュタルク効果に続いて、ゾンマーフェルトのグループは、前章で触れたゼーマン効果を量子論的に説明しようとすることに着手した。これはゾンマーフェルトとデバイによって一九一六年にある程度、成し遂げられた[110]。これにより、第三の量子数が導入された。また同じ年に、コッセルは、モーズリーの理論とボーアの原子模型に基づき、元素の化学的性質から、各元素における電子の配置を決めていった。これは後にボーアによって発展されることになり、仁科も部分的に関わる。

ゾンマーフェルトは、以上のような発展についての講義を一九一六年から翌年にかけて行い、それをもとに彼の学派の知見を総合して、『原子構造とスペクトル線』と題する書

を書きあげた。この書は最初一九一九年に出版され、その後、量子論の進展とともに改訂されていった。この書は原子物理学者の「バイブル」と呼ばれ、英語や日本語を含めて、各国語に翻訳された[111]。ゾンマーフェルト自身は、「量子の教皇」と呼ばれさえした[112]。

ゼーマン効果のうち、ゾンマーフェルトとデバイが説明できなかった部分は、前章で触れた異常ゼーマン効果と呼ばれるものである。第一次大戦後の一九二〇年に発表した論文で、ゾンマーフェルトは第四の量子数、「内部量子数」を加えて、これを記述する事ができた。しかし、これで問題が終わったわけではなかった。それまでの三つの量子数は、古典論に対応し、物理的意味を示すことができた。しかし、この四番目の量子数についてはそれができなかったのである。チュービンゲンの実験家や、弟子のA・ランデがこの問題に取り組んだが、解決できなかった。そして、これはこの時期における量子論の難題の一つとして残った。

一九一九年の北欧への講演旅行で、ゾンマーフェルトはコペンハーゲンを訪れ、ボーアと親しく討論した。ボーアは、ゾンマーフェルトのグループの仕事を吸収して発展させ、それは一九二〇年の「線スペクトルの量子論について」に結実した[113]。この論文についてはまた触れるであろう。

## ボーアとパウリ、ハイゼンベルクとの邂逅

一九二二年、ゲッチンゲンにおける「ボーア祭」の前から、ボーアはゾンマーフェルトから、パウリやハイゼンベルクのことを聞き、彼等の研究も知っていたが、初めて直接会った。この時のボーアの講演は、聴衆に極めて強い印象を残した。ボーアは、基本的なことから話しはじめ、スペクトルや化学的性質から、それぞれの元素において、原子核の周りに電子がどう配置されているかについて論じた。ボーアはうわの空で歩き廻りながら、特徴的な小声でぶつぶつと喋った。聴衆はなんとか聞きとろうと緊張して、魔術にかけられたように聞き入った。フントは次のように書いている：「単純なスペクトルを解釈したあと、周期律表の中における元素の位置をもとにして、原子の構造に関する彼の壮大な展望へと進んでいった。それは多くの点で謎に満ちており、いつも正しく理解されるとは限らなかった」[114]。講義の途中、ゾンマーフェルトが「私のところに、これを信じない学生がいます！」と言って、ハイゼンベルクを従えて前に進み出、五分間の討論が始まった。ハイゼンベルクの回想によると、ボーアはいくらか不安になったようにどもりがちに答えた[115]。ボーアが黒板のほうを向くと、今度はボルンが「私にもこれを信じない学生がいます！」と言い、パウリが爪を噛みながら立ちあがった。なみの学生は、原子物理学はハイゼンベルクやパウリのような天才のやるもので、自分達には無理だと諦めた[116]。だが、ボーアの講義は、この後、量子論の発展で活躍するボルン、パウリ、ハイゼンベルク、フントらに強い印象を与えた。フントは、ボーアの考えのほうが「より徹底的で開かれていて、拘束がより少ないように思われた」と書いている。次章でのべるコペンハーゲン流のやり方で、討論は講義室では終わらなかった。ボーアは講義の後、ハイゼンベルクをハイ

ベルクの丘へ散歩に誘い、二人はハイゼンベルクの批判について語り合った。「この散歩は、私のそれ以後の学問的生長にとって最も強い影響を与えたものであった。あるいは、むしろ私の学問的生長はこの散歩を機会に、ようやく始まったのだといった方がさらに適当かも知れない」と後にハイゼンベルクは書いている[117]。ボルンもまた、それ以降量子論の問題にさらに深く入っていった。

ゾンマーフェルトの学派はパウリやハイゼンベルクのほかにも、優秀な理論物理学者を輩出しつづけた[118]。W・ハイトラー(Walter Heitler)、G・ヴェンツェル（Gregor Wentzel）やH・ベーテ（Hans Bethe）らの名前を挙げることができる。とくにベーテは仁科の下に集った日本の理論家にとってももっとも手ごわいライバルの一人となる。後に述べるように日本にやってきたO・ラポルテ（Otto Laporte）もゾンマーフェルトのもとで学位を得た。

しかし、このころから、理論物理学の研究の中心は、ゲッチンゲンとコペンハーゲンに移っていった。後にハイゼンベルクは、ゾンマーフェルトとボルンを比較している。彼によれば、ゾンマーフェルトのもとでは、特定の問題を解くこと、そのための「トリック」を学んだ。それに対して、ボルンは公理的な観点からより根源点に問題を扱うことを学んだという[119]。そのことは、量子力学の成立にとって決定的に重要になる。

ボーア祭の後、一九二二年の冬学期に、ゾンマーフェルトはウィスコンシン大学マディソン校に客員教授として招かれた。その間に彼は四人の学生をゲッチンゲンへ送りこんだ。ハイゼンベルクもその一人である。一九二二年一〇月にゲッチンゲンに移ったので、仁科が来た時にはすでにいたわけだが、仁科と接触した形跡はない。初めて家族からも友人からも離れたハイゼンベルクは、ゲッチンゲンの暗く長い冬の日々をさみしく、憂鬱にすごした。その分、一人で物理学に打ち込んだ[120]。ボルンはハイゼンベルクの才能を認め、パウリに続いて、彼を私設秘書にした。ハイゼンベルクはボルンを助けて、量子論における摂動論を模索した。摂動論とは、方程式を厳密に解けないときに、系統的に近似解を求める方法の一つである。ニュートン力学ではすでに三体問題の厳密解が一般には得られないことが知られていた。例えば、太陽の周りを地球が回っているだけであるなら、ニュートン方程式の厳密解を得ることができる。しかし、その上にもう一つの天体、たとえば金星があれば、厳密解は得られないのである。そのような場合、例えば、地球と太陽だけの解と、金星と太陽だけの解を求めた上で、金星と地球の相互作用がその解にどのような変化をもたらすかについての近似解をまず求めることが考えられる。そして、その一次近似で得られた地球と金星の運動から、さらにその相互作用を求め、それによって二次近似を得ることができる。それを繰り返すことによって、いくらでも高い近似で解を得ることができるわけだ。ところで、原子物理学においても、大部分の対象は水素原子のような二体問題ではなく、たとえば原子核と多数の電子からなるような多体問題である。そこでボルンは、摂動論が複雑な原子を量子論で扱うための鍵になるのではないかと考えたので

あった。実際、摂動論は量子力学にとって強力な武器であることが判明し、この後の理論物理学で主要な位置を占めるようになる。

ボルンは一九二三年の冬学期に量子論についての講義を行った。それは一九二五年に『原子力学講義』（*Vorlesungen über Atommechanik*）として出版された。このころすでにボルンは「量子力学」（Quantenmechanik）という言葉を用いており、量子論についての力学がどのようなものであるかを論じたのである[121]。量子力学の誕生は目前であった。

## ゲッチンゲンの仁科芳雄

仁科はボルンの「原子力学講義」の前にゲッチンゲンを去っているが、滞在中にボルンのほかの講義には出席していた。後に、ボルンの息子、グスタフ・ボルン（Gustav Born）が占領軍の軍医として日本に訪れたとき、父親から話を聞いていたらしく、仁科に会いに行っている。これについてはまた後に触れる。このように顔見知りであったが、この時点では仁科は理論物理学の発展については、あまり関与していなかった。このころはまだ彼の関心は、実験物理学に向いていただろう。

ゲッチンゲンの実験物理学を代表したのはフランクである。フランクは、ゲッチンゲンに来る前に、ベルリンのカイザー・ヴィルヘルム研究所にいた。一九一四年、そこでグスタフ・ヘルツ（Gustav Hertz）と共同研究をしていた。ヘルツは電磁波を実証したハインリッヒ・ヘルツの甥である。彼らはガラス管に二つの電極とその間にグリッドを入れ、低気圧の水銀蒸気で満たした。一方の電極とグリッドの間に電圧をかけ、それによって電子が加速されるようにした。大きな電圧をかければ、その分、電子は大きなエネルギーを持つ。電子は、グリッドの先のもう一つの電極は、グリッドよりやや低い電位にし、グリッドを通過した電子がある程度の運動エネルギーをもっていないとそこまで到達できないようにした。その電極に流れる電流から、到達した電子の数が分かる。電圧を零から上げて行くと、大きなエネルギーをもつ電子が増え、次第に流れる量も増大する。ところが、ある電圧に達すると、大きく流れる量が減少する。そこからさらにまた電圧を上げると、同じように電流は増大するが、先ほどの倍の電圧でまた大きく電流が減少する。フランクらは、これを電子が水銀原子と非弾性衝突するからだと考えた。非弾性衝突とは、衝突したとき、一方または両方の状態が変わってしまうような衝突である。サッカーボールが二つ衝突しても、それぞれの状態はあまり変わっていないと考えられるが、サッカーボールを花瓶にぶつけたら、花瓶のほうは粉々になる。これが非弾性衝突の例である。エネルギーの小さい電子は、水銀原子と衝突しても、その原子の性質自体を変えることなく、弾くだけである。すなわち弾性衝突する。それによって、電子のほうは大きくエネルギーを失わないので、電流に影響はあまりない。しかし、ある大きさより大きなエネルギーを電子が持つと、その電子は原子の状態を変え、その分、エネルギーは原子に吸収される。これが非弾性衝突である。これによって、電子はエネルギーを大きく失う。そのため、多くの電子が他方の電極まで到達することができなくなる。フランクらは、その状態の変化は水銀

原子のイオン化であると考えた。同時に、このときに光電効果の逆の現象が起っていると考えた。そこで、電子のエネルギーが光に転換されているとして、それに対応する光が実際に出ていることも確かめた[122]。

ところが、後になってボーアがこれは彼の原子模型を実証するものとなっていることを指摘した。十分に大きなエネルギーもつ電子が衝突したとき、水銀原子の一番外にある軌道上の電子が跳ね飛ばされる。空席になった軌道にほかの電子が落ち込むと、落ち込んだ分のエネルギーに対応した電磁波が放出される。その電磁波の波長は、ボーアの理論で求めることができる。それは先に観察された放出された電磁波の波長と一致していた。さらに、フランクらは彼等が最初考えたようなイオン化が起っていないことも確認した。これらの研究は一九一九年に発表された[123]。この仕事で彼等は仁科の訪問から二年後の一九二五年にノーベル賞を受けることになる。

仁科は当然、フランク＝ヘルツの実験のことは知っていた。仁科の日記によれば、一九二三年の三月に、仁科はフランクの実験室を訪問している。気体のイオン化と解離によるスペクトル線から原子構造を研究しようとしているものだと仁科は理解している。上記のフランク＝ヘルツの実験に比べれば、細部を調べる実験であり、人を驚かすほどのものではなさそうだと日記に記している[124]。

実験物理のもう一つの教授職にいたポールであった。彼はベルリン工科大学のルーベンスのもとで学位を取得し、第一次大戦前は、エックス線の研究をしていた。ゲッチンゲン時代からは、固体物理学の研究を始め、とくに半導体研究の先駆者となる。仁科は、やはり一九二三年三月にポールの実験室を訪れている。機械的な装置から光学装置まで、様々な良く整えられていることに驚いている。ここで仁科は、現在ニュートンのゆりかごと呼ばれる装置に眼をつけて興味を示している。これは糸で吊った金属の球が接して一列に並んでいて、端の球を持ち上げて列にぶつけると、弾性衝突によってその振動が他方の端に伝わり、全体として振動するものである。今日では博物館の売店などでよく見かけるが、仁科には珍しかったらしく、日記では図を書いて説明している。これは今では科学玩具ないし置物と見られているが、仁科の記述によれば、衝突の瞬間に電流が流れることを利用して、百分の一秒まで測る事のできる装置であるという[125]。

ゲッチンゲンは当時のドイツでは、物理学においてもっとも評価の高い大学だったと言ってよい。一九二六年にヨーロッパの研究機関を評価するために訪れたアメリカの物理学者A・トラウブリッジ（Augustus Trowbridge）は、ボルンとフランクを擁するゲッチンゲン大学の物理学をベルリン大学よりも高く評価している[126]。仁科にとって、ゲッチンゲンの滞在は、当時の最先端の理論と実験物理を学ぶ機会となり得たかもしれない[127]。しかし、ゲッチンゲンの滞在は、おそらく仁科の生涯でもっとも陰鬱な日々であった。実はゲッチンゲンに移ってすぐに母津禰の訃報を受けていたのである。

## 母・津禰の死

神戸の埠頭で仁科が旅立つのを見送ってほどなくして、津禰は中風で臥した。母親想いの仁科は、よく見舞の品を送った。費用を節約したり、現地での汽車や汽船の等級を一級下げたりして、それを賄ったという[128]。当時、理研からは、必要な旅行に、特定の等級に応じた費用が支給されたのである。

フランクやポールの実験室を訪れる前の年、一九二二年一一月一二日にゲッチンゲンの中心部のヴェーンダー通りで食事して、夜下宿に帰った仁科は、浜中から三通の手紙を受け取った。一通は九月三〇日付けの亨作からのもので、医師の診断によれば母は衰弱し、数日のうちに亡くなるだろうというものであった。続いて一〇月三日付けの手紙を開けると、それも兄からのもので、その日の津禰の死を伝えるものであった。「貴下より送られし美しき白の毛布を一枚は下に敷き一枚は上に掛け少しの煩悶もなく誠に美しき御臨終に御座候」とあった。仁科はその日の日記に、「毛布の所を読み涙潸々として止め得ず」と書き、「余の一生の望みの半ばは去れり」と嘆いた。そして、翌日返信に、「断腸の思致し如何にも残念至極に在候。数々の望みも水泡に帰し申候」と書いた[129]。

仁科にとって、母の死は、重大な転機だった。それまでは、人生の目的が、浜中の家の再興をなしとげ母を喜ばせることであった。そのための苦しい勉強であった。しかし、母の死によって、それがすべて「水泡に帰し」たのであった。かつて、仁科は弟にあてた手紙で、自分達が没落した仁科家の再興を担うことを書いていた。しかし、仁科にとって仁科家、あるいは日本そのものと自らを繋ぐ最も強い紐帯である母が没したのであった。もはや、仁科家の再興ということが仁科にとっての最優先事項ではなくなったとしても不思議ではない。そのことは、母の死によって、仁科は、人生において何か別のことをする自由を得た。後に息子浩二郎に「お前達のお祖母さんが亡くなって、俺の考えが変わった。もう日本へ急いで帰ることはないと思うようになった」と語ったという[130]。しかし、その「別のこと」がなんであるかは、まだ明らかではなかった。

母を亡くしたからと言って、留学を中断して日本に帰るわけにもいかない。仁科はゲッチンゲンでしばらく勉強を続けた。先に述べたように、翌年の三月にはフランクやポールの実験室を訪問もした。しかし、その生活は愉快なものではなかった。仁科の沈痛な気持ちを反映するかのように、ゲッチンゲンの冬は暗鬱であった。前にハイゼンベルクが一人で憂鬱な冬を過ごしたことに触れたが、仁科にとってはそれを上回るものがあっただろう。一二月六日に姉内田とくに当てて仁科は次のように書いている：

「田舎にて淋しき所に御座候　此頃は日が非常に短く朝八時の講義は電燈をつけて致候　晩は三時半か四時頃には薄暗く相成申候此頃は毎日〃雨が降り閉口致居候　太陽を見る事稀に御座候」[131]。

気候に加えさらに悪いのが経済・社会情勢だった。年が明けた一九二三年にドイツはハイパーインフレの頂点を迎えるのである。マルクは急速に価値を失った。金が送金される間に価値をさげ、それを銀行で入手してから市場に行くまでにまた価値が下がると言われ

たのがこの時期である。ドイツの市民たちは、自分たちの生涯をかけた貯金が蒸発するのになす術もなかった。仁科も後に、当時のドイツは極度のインフレーションに困窮していて住みにくかったのをそこから去った離れた理由として書いている[132]。仁科は日本から資金を得ているので、マルクが下がっても経済的には都合がよかったはずである。しかし、物質的価値の消滅は、一般的な価値観の消滅と社会的混乱をもたらし、それは少数者に対する迫害となった。姉の徳子に宛てた手紙は、当時数少ない東洋人であった仁科がそれを肌で感じざるを得なかったことを示唆している：

@引用@
独乙は生活費は英国に比べれば非常に安く御座候　然し独乙貨幣が去る十一月に大暴落致候てよりは凡ての物価が天上〔ママ〕知らずに上昇致居候又外国人に対する人気も次第に悪くなり外国人からは出来るだけ金を貪る様に相成申候[133]。
@引用終わり@

仁科はともかく、その学期の終わりまで、ドイツで勉強をした。しかし、明らかにドイツからは逃げ出したかった。

## ボーアへの手紙とコペンハーゲンへの旅立ち

翌年の一九二三年三月二五日に、ボーアに書簡を書き、研究生として滞在を許してくれるように打診した。仁科は、前年にボーアがケンブリッジを訪れたときに既に会っていた。後にコペンハーゲンで仁科と親しくした化学者の木村健二郎によると、仁科がコペンハーゲンに行くことにしたのはやはりボーアに魅かれたからだという。仁科はイギリスかドイツでボーアの講演を聞いていた。しかし、「茫漠としてその真意をつかみにくい点があり、ぜひ一度この先生ととり組んでみたいという気力がわきおこった」と言ったという[134]。ボーアにあてた書簡で、仁科は、留学費用はあと二学期分しかないと書いている。これは理研からの留学期限のことであろう。なので、何か新しい研究に着手するのは賢明ではないだろう、むしろあなたの原子模型とスペクトルの理論を詳しく学びたい、と書いている。おそらく仁科が聞いた講演でボーアが原子模型やスペクトルの理論をについて話し、それが「茫漠」としていたのだろう。同時に仁科は、誰か実験や計算の助手が必要なら、喜んでやりますと申し出た[135]。この段階でも、仁科ははっきりとした研究テーマをもってコペンハーゲンで研究したいわけではなかった。むしろ、残された短い留学期間の間に、コペンハーゲンで吸収できることを吸収したいということであったのだろう。ここには、なるべく留学期間を有効に使って勉強しようという仁科の律儀な態度は見てとることができる。しかし、物理学の研究に情熱を示しているわけではなかった。

ボーアはなかなか手紙の返事を書かないことで知られている[136]。しかし、仁科の願いに対して、ボーアは直ぐに返事を書いて快諾した。二九日付けの書簡では、仁科をよく覚え

ている、喜んで理論的な問題を議論する、理論的ならびに実験的研究を手伝ってくれるというのは有り難い、と書いている。仁科は四月四日に返信して感謝した。一つだけ、コペンハーゲンの宿泊場所として、ドイツ語を話す家庭のもとに滞在したいと伝えた。仁科はドイツ語よりも英語のほうが得意だったはずである。語学に熱心な仁科は、ドイツ語の習得にまだ満足できず、コペンハーゲンでもドイツ語の練習ができる環境を望んだのだろう[137]。

留学した日本の学者のすべてが後に重要な研究者として名前を残しているわけではない。菊池泰二はあまりにも才能があったために、若くして死んでも辛うじて名前が残っているが、それでも弟の菊池正士に比べれば知る人は少なく、残した仕事も僅かである。留学中に死亡しないまでも、学問に挫折したものがいても、彼らのことはあまり残らないので、後世の人間に記憶されない。前章でふれた森林太郎も、帰国後に自然科学の研究を志したが挫折してしまった。仁科の留学は英国、ドイツにおいてはおよそ順調とは言い難く、仁科自身も、物理学の研究よりも科学玩具の発明と事業化を夢見ていた。その意味で、このままでは物理学研究者とならない人生を選んでいた可能性は極めて高かった。こうして、仁科は一九二三年四月にドイツ滞在を終えて、ヨーロッパ滞在の仕上げの積りでコペンハーゲンに向かった。この時、コペンハーゲンの滞在が五年に及び、そこでまた人生の転機が訪れようとは想像もしなかったに違いない。

---

1 Polanyi, Michael, *The Tacit Dimension* (Routledge, 1966)〔佐藤敬三訳『暗黙知の次元：言語から非言語へ』(紀伊國屋書店, 1980)〕; Collins, H. M., "The TEA Set: Tacit Knowledge and Scientific Networks," *Science Studies* 4 (1974): 165-186.
2 Ferguson, Eugene S., *Engineering and the Mind's Eye* (MIT Press, 1992)〔藤原良樹・砂田久吉訳『技術屋の心眼』(平凡社, 2009)〕.
3 Kaiser, David, Kenji Ito, and Karl Hall, "Spreading the tools of theory: Feynman diagrams in the USA, Japan, and the Soviet Union," *Social Studies of Science* 34(6) (2004): 879-922.
4 藤井哲博『長崎海軍伝習所：十九世紀東西文化の接点』(中公新書, 1991).
5 田中彰・高田誠二編『『米欧回覧実記』の学際的研究』(北海道大学図書刊行会, 1993); 高田誠二『維新の科学精神：『米欧回覧実記』の見た産業技術』(朝日選書, 1995).
6 『学制百年』
<https://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/others/detail/1317601.htm>
7 古川安『津田梅子：科学への道, 大学の夢』(東京大学出版会, 近刊).
8 小山騰『破天荒＜明治留学生＞列伝』(講談社, 1999).
9 男爵山川先生記念会編『男爵山川先生伝』(岩波書店, 1940).
10 山川健次郎「初期留学時代の米国」故山川男爵記念会編『男爵山川先生遺稿』(故山川男爵記念会, 1937), pp. 73-75, 特に p. 74.
11 山川健次郎『山川老先生六十年前外遊の思出』(武蔵高等学校校友会, 1931).
12 長岡半太郎（秦皖梅・伊藤和行編）「欧洲物理学実験場巡覧記」『科学哲学科学史研究』14巻（2020）: 69-84.
13 Badash, Lawrence, "Nagaoka to Rutherford, 22 February 1911," *Physics Today* 20 (April 1967): 55-60; Carazza, Bruno and Helge Kragh, "An Oriental in Europe: Nagaoka, Righi, and the State of Physics 1910," *Historia Scientiarum* (41) (1991): 37-

44.
[14] 小山, 前掲注 8, pp. 249-258.
[15] 菊池の真空管研究とその背景については次を見よ：伊藤憲二「菊池泰二と真空管（一）：若き物理学者の死」『窮理』11 号（2018）：46-53; 伊藤憲二「菊池泰二と真空管（二）：真空管と物理学」『窮理』12 号（2019）：45-53; 伊藤憲二「菊池泰二と真空管（三）：ダイナトロンとプライオトロン」『窮理』13 号（2019）：50-61.
[16] 伊藤,「菊池泰司と真空管（一）」, 前掲注 15.
[17] Hughes, Jeff, "Making Isotopes Matter: Francis Aston and the Mass-Spectrograph," *Dynamis* 29 (2009): 131-165.
[18] Aston, Francis and Taiji Kikuchi, "Moving Striations in Neon and Helium," *Proceedings of the Royal Society of London, Series A* 98 (1920):50–56; Kikuchi, Taiji, "On the Moving Striations in a Neon Tube," *Proceedings of the Royal Society of London, Series A* 99 (1921): 257–261.
[19] R., E., "Obituary: Baron T. Kikuchi," Nature 107, 83-84. 署名の "E. R." は Ernest Rutherford とみなしてよいであろう.
[20] 前掲注 19; 伊藤, 前掲注 15,「菊池泰司と真空管（一）」.
[21] 長岡治男「温容なる微笑」谷川安孝編『つきあい：湯川博士還暦記念文集』（講談社, 1968）, pp. 211-216, 特に p. 212.
[22] 「第三十二回理事会議事録」理化学研究所 記念史料室.
[23] 長岡半太郎「シベリアの風物」『随筆』（改造社, 1936）, pp. 314-326, 特に pp. 316-318, 320-321.
[24] 仁科浩二郎「父芳雄の留学生活」**『仁科芳雄』** pp. 266-272, 特に p. 266.
[25] 仁科芳雄から内田金衛・徳子（徳）（1921 年 8 月 28 日）**『折々の便り』** 6 頁。
[26] 『アインシュタイン日本見聞録』（相田みつを美術館特別展図録）2005.
[27] 仁科芳雄から内田徳子（1923 年 6 月 23）**『書簡集 I』** pp. 19-25, 特に p. 20.
[28] 仁科芳雄から内田徳子（1923 年 6 月 23）**『書簡集 I』** pp. 19-25, 特に p. 21.
[29] 仁科芳雄から内田金衛（1921 年 8 月 8 日）**『折々のたより』** p. 7.
[30] 仁科浩二郎, 前掲注 24, p. 268.
[31] 仁科芳雄から内田徳子（1923 年 6 月 23）**『書簡集 I』** pp. 19-25, 特に p. 22.
[32] 仁科芳雄から内田金衛（1921 年 9 月 29 日）**『折々のたより』** p. 7.
[33] 仁科芳雄から内田金衛（1921 年 9 月 22 日）**『折々のたより』** p. 32.
[34] 仁科芳雄から内田金衛（1921 年 11 月 1 日）**『折々のたより』** p. 34.
[35] 仁科芳雄から内田金衛（192 年 12 月 13 日）**『折々のたより』** p. 36.
[36] 仁科芳雄から内田金衛（1921 年 11 月 1 日）**『折々のたより』** p. 34.
[37] 小山, 前掲注 8, 3 章.
[38] Warwick, Andrew, *Masters of Theory: Cambridge and the Rise of Mathematical Physics* (University of Chicago Press, 2003).
[39] Crowther, J. G., *British Scientists of the Twentieth Century* (routledge & Kegan Paul, 1952)〔金関義則他訳『二十世紀の科学者』（みすず書房, 1957）〕, 邦訳 p. 13.
[40] Hong, Sungook, *Wireless: From Marconi's Black-Box to the Audion* (MIT Press, 2001).
[41] Kim, Dong-Won, *Leadership and Creativity: A History of the Cavendish Laboratory, 1871-1919* (Kluwer Academic, 2002), pp. 4-6.
[42] Schaffer, Simon, "Late Victorian Metrology and its Instrumentation: A Manufactory of Ohms," in Robert Bud and S. Cozzens, eds., *Invisible Connections: Instruments, Institutions and Science* (SPIE Optical Engineering Press, 1992), pp. 23-56; Schaffer, Simon, "Accurate Measurement is an English Science," in M. Norton Wise, ed., *The Values of Precision* (Princeton University Press, 1995), pp. 135-172.

[43] Hughes, Jeff, "Plasticine and Valves: Industry, Instrumentation and the Emergence of Nuclear Physics," in Jean-Paul Guadillière and Ilana Löwy, eds., *The Invisible Industrialist: Manufactures and the Production of Scientific Knowledge* (MacMillan Press, 1998), pp. 58-101.
[44] Kim, 前掲注 41, pp. 96-98.
[45] Navarro, Jaume, *A History of the Electron: J. J. and G. P. Thomson* (Cambridge University Press, 2012); Kim, 前掲注 41.
[46] Eve, A. S., *Rutherford* (Cambridge University Press, 1939), p. 22 (Quoted in Hong, 前掲注 40, p. 2). また、次も参照：Campbell, John, *Rutherford: Scientist Supreme* (AAS Publications, 1999), p. 218.
[47] Hong, 前掲注 40, p.15-16.
[48] Thomson, J. J., and Ernest Rutherford, "On the Passage of Electricity through Gases Exposed to Röntgen Rays," *Philosophical Magazine* (Series 5) 42 (1896): 392-407.
[49] ラザフォードの研究は，彼がカナダに移ってから発表された：Rutherford, Ernst, "Uranium Radiation and the Electrical Conduction Produced by It," *Philosophical Magazine* 47 (1899): 109-163.
[50] Rutherford, Ernest, "The Magnetic and Electric Deviation of the Easily Absorbed Rays from Radium," *Philosophical Magazine*, Series 6, 5 (1903): 177-187.
[51] Rutherford, Ernest and Hans Geiger, "The Charge and the Nature of the $\alpha$-Particle," *Proceedings of the Royal Society of London, A* 81 (1908): 162-173.
[52] Trenn, Thaddeus J., "The Geiger-Müller Counter of 1928," *Annals of Science* 43 (1986): 111-135, 特に pp. 117-118.
[53] Pais, Abraham, *Inward Bound: Of Matter and Forces in the Physical World* (Clarendon Press, 1986): 188-189; Galison, Peter L., *Image and Logic: A Material Culture of Microphysics* (University of Chicago Press, 1997), pp. 438-439; Heilbron, John L., *Ernest Rutherford: And the Explosion of Atoms* (Oxford University Press, 2003)〔梨本治男訳『アーネスト・ラザフォード：原子の宇宙の核心へ』(大月書店, 2009)〕, 邦訳 pp. 86-88.
[54] Navarro, 前掲注 45.
[55] Pais, 前掲注 53, pp. 188-193.
[56] Bohr, Niels, *Studier over Metallernes Elektrontheori* (I Kommission hos V. Thaning & Appel, 1911)〔西尾成子訳「金属電子論の研究」『金属電子論』(東海大学出版会, 1969), pp. 103－229〕.
[57] Pais, 前掲注 53, pp.228-230.
[58] Brown, Andrew, *The Neutron and the Bomb: A Biography of James Chadwick*, (Oxford University Press, 1997), p. 55.
[59] 芝哲夫「塩見理化学研究所小史」『大阪大学史紀要』3巻（1983）：31-43.
[60] Hughes, Jeffrey A., *Radioactivists: Community, Controversy and the Rise of Nuclear Physics,* Ph. D. Thesis, (Cambridge University, 1993) <https://doi.org/10.17863/CAM.43377>, pp. 68-73.
[61] Galison, 前掲注 53, pp. 118-119; Nye, Mary Jo, *Blackett: Physics, War, and Politics in the Twentieth Century* (Harvard University Press, 2004), p. 44.
[62] カピッツァ・クラブについては次を参照： Boag, J. W., P. E. Rubinin, D. Shoenberg, *Kapitza in Cambridge and Moscow: Life and Letters of a Russian Physicist* (North-Holland, 1990), pp. 40-45, 特に p. 40.
[63] 仁科芳雄「私は何を読んだか：留学時代の回想」『原子力と私』(学風書院, 1950), pp. 224-230, 特に p. 227.
[64] ラザフォードのグループの原子核研究については次を見よ：Hughes, 前掲注 60.
[65] 仁科芳雄から Niels Bohr（1923年3月25日）**『書簡集 I』** pp. 17-18（原文は次を見よ：**NKZ** 21, p. 1）.

[66] 仁科, 前掲注 63, p. 227.
[67] Wheaton, Bruce R., *Tiger and Shark: Empirical Roots of Wave-Particle Dualism* (Cambridge University Press, 1983).
[68] Roger H. Stuewer, *The Compton Effect: Turning Point in Physics* (Science History Publications, 1975).
[69] Blackett, P. M. S., "The Old Days of the Cavendish," *Rivista del Nuovo Cimento*, 1(Numero Special) (1969): pp. XXXII-XXXIX, on p. XXXV.
[70] 長岡半太郎「一週間の剣橋大学寄宿舎生活」『随筆』（改造社, 1936）, pp. 283-308, 特に pp. 288-289.
[71] Blackett, 前掲注 69, p. XXXVII.
[72] Hughes, 前掲注 60, Chapter 4; Hughes, Jeff, "A Portrait of the Scientist as a Young Ham: Wireless, Modernity and Interwar Nuclear Physics," in Robert Bud, Paul Greenhalgh, Frank James and Morag Shiach, eds., *Being Modern: The Cultural Impact of Science in the Early Twentieth Century* (UCL Press, 2018), pp. 245-273.
[73] 「仁科芳雄日記（抄）（ロンドン）1022/09/04-09/08」**『書簡集 I』** pp. 7-10, 特に p. 7.
[74] 「仁科芳雄日記（抄）（ロンドン）1022/09/04-09/08」**『書簡集 I』** pp. 7-10, 特に p. 8.
[75] 仁科伸彦「仁科芳雄, コペンハーゲンへの道」『日本物理学会誌』 47 巻 4 号(1992): 309-314, 特に p. 312.
[76] 「仁科芳雄日記（抄）（ロンドン）1022/09/04-09/08」**『書簡集 I』** pp. 7-10, 特に p. 10.
[77] 仁科伸彦, 前掲注 80, p. 312.
[78] 仁科伸彦, 前掲注 80, pp. 312-313.
[79] 仁科浩二郎, 前掲注 24, p. 268.
[80] 仁科芳雄「Niels Bohr」『岩波講座物理学１．Ｂ．学者伝記』岩波書店、1939 年。
[81] 仁科伸彦, 前掲注 80, p. 313.
[82] 木村健二郎「コペンハーゲンの仁科博士」**『仁科芳雄』**, pp. 33-45, 特に p. 35.
[83] 仁科芳雄から Niels Bohr（1923 年 3 月 25 日）**『書簡集 I』** pp. 17-18.
[84] 仁科芳雄から Niels Bohr（1923 年 3 月 25 日）**『書簡集 I』** pp. 17-18.
[85] Anderson, Robert D., *European Universities from the Enlightenment to 1914* (Oxford University Press 2004)〔安原義仁・橋本伸也訳『近代ヨーロッパ大学史：啓蒙期から一九一四年まで』（昭和堂、2012）〕, 邦訳 p. 60.
[86] Anderson, 前掲注 85, 邦訳 p. 55.
[87] Olesko, Kathryn M., "On Institutes, Investigations, and Scientific Training," in W. Coleman and F. L. Holmes, eds., *The Investigative Enterprise: Experimental Physiology in Nineteenth Century Medicine,* University of California Press, 1988), pp. 295-332.
[88] Farrar, W. V., "Science and the German University System, 1790-1850)," in Maurice Crossland, ed., *The Emergence of Science in Western Europe* (Science History Publications, 1976), pp. 179-191.
[89] Jungnickel, Christa and Russell McCormmach, *Intellectual Mastery of Nature: Theoretical Physics from Ohm to Einstein* Vol 2. The Now Mighty Theoretical Physics, 1870-1925 (University of Chicago Press, 1986), Ch. 15.
[90] Olesko, Kathryn M., *Physics as a Calling: Discipline and Practice in Königsberg Seminar for Physics* (Cornell University Press, 1991).
[91] Gay, Peter, *Weimar Culture* (Harper & Row, 1968)〔亀島庸一訳『ワイマール文化』（みすず書房, 1999）.
[92] Forman, Paul, "Weimar Culture, Causality, and Quantum Theory: Adaptation by German Physicists and Mathematicians to a Hostile Environment," *Historical Studies in the Physical Sciences* 3 (1971): 1-115. 1971 ; Forman, Paul, "Kausalität, Anschaullichkeit, and Individualität, or How Cultural Values Prescribed the Character and Lessons Ascribed to Quantum Mechanics," in Nico Stehr and Volker Meja, eds.,

*Society and Knowledge* (Transaction Books, 1984), pp 333-347.
[93] Wise, M. Norton, "Forman Reformed, Again," in Cathryn Carson, Alexei Kjevnikov, and Helmuth Trischler, eds., *Weimar Culture and Quantum Mechanics: Selected Papers by Paul Forman and Contemporary Perspectives on the Forman Thesis* (World Scientific, 2010), pp. 415-433.
[94] Feuer, Lewis Samuel, *Einstein and the Generations of Science* (Basic Books, 1974)〔村上陽一郎・大谷隆昶・成定薫訳『アインシュタインと科学革命：世代論的・社会心理学的アプローチ』(法政大学出版局, 1991). この著作の主張を支持するものではないが, 当時の文化の叙述としては有用である.
[95] 小長谷大介『熱輻射実験と量子概念の誕生』(北海道大学出版会, 2012).
[96] 仁科芳雄から内田金衛（1922年10月5日）『折々の便り』p. 40.
[97] Courant, Richard and David Hilbert, *Methoden der mathematicschen Physik* (Springer, 1924).
[98] Rowe, David E., "'Jewish Mathematics' at Göttingen in the Era of Felix Klein," *Isis* 77 (1986): 422-449; Rowe, David E., "Klein, Hilbert, and the Göttingen Mathematical Tradition," *Osiris*, Series 2, 5 (1989): 186-213; Reid, Constance, *Hilbert* (Springer, 1970)〔彌永健一訳『ヒルベルト：現代数学の巨匠』(岩波現代文庫, 2010)；Reid, Consntance, *Courant in Göttingen and New York: The Story of an Improbable Mathematician* (Springer, 1976)〔加藤瑞枝訳『クーラント：数学界の不死鳥』(岩波書店、1978)〕；Rowe, David E., *Emmy Noether: Mathematician Extraordinaire* (Springer, 2021)；Auguste Dick (translated by H. I. Blocker), *Emmy Noether,* 1982-1935 (Birkhäuser, 1981)；Neumann, Johnann v., *Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik* (Springer, 1932)〔井上健・広重徹・恒藤敏彦訳『量子力学の数学的基礎』(新装版, みすず書房 2021)〕.
[99] Enz, Charles P., *No Time to Be Brief: A Scientific Biography of Wolfgang Pauli* (Oxford, 2013), p. 75.
[100] Pauli, Wolfgang, *Relativitätstheorie* (B. G. Teubner, 1921)〔内山龍雄訳『相対性理論』(ちくま学芸文庫、2007)〕.
[101] Enz, 前掲注 99, p. 76.
[102] Pauli, Wolfgang, "Über das Modell des Wasserstoffmolekuelions," *Annalen der Physik,* Series 4, 68 (1922): 177-240.
[103] Mehra and Rechenberg, 前掲注 62, pp. 278-280..
[104] Singh, Simon, *Fermat's Last Theorem: The Story of a Riddle That Confounded the World's Greatest Minds for 358 Years* (Fourth Estate, 1997)〔青木薫訳『フェルマーの最終定理：ピュタゴラスに始まり、ワイルズが証明するまで』(新潮社, 2000), pp. 159-163; Barner, Klaus, "Paul Wolfskehl and the Wolfskehl Prize," *Notices of American Mathematical Society* 44(10) (1997): 1294-1303. (https://www.ams.org/notices/199710/barner.pdf).
[105] Pauli, Wolfgang, "Remarks on the History of the Exclusion Principle," *Science* 103 (1946): 213-215.
[106] Eckert, Michael, *Die Atomphysiker: Eine Geschichte der theoretischen Physik am Beispiel der Sommerfeldschule* (Springer, 1993)〔金子正嗣訳『原子理論の社会史：ゾンマーフェルトとその学派を巡って』(海鳴社、2012)〕.
[107] Sommerfeld, Arnold, "Zur Quantentheorie der Spektrallinien," *Annalen der Physik,* Series 4, 51 (1916): 1-94, 125-167〔及川浩訳「スペクトル線の量子論」物理学史研究刊行会編『前期量子論』(東海大学出版会, 1970), pp. 53-188.
[108] Sommerfeld, 前掲注 107; Eckert, 前掲注 106.
[109] Eckert, 前掲注 106.
[110] Sommerfeld, Arnold, "Zur Theorie der Zeemaneffektes der Wasserstofflinien, mit einem Anhang über den Starkeffekt," *Physikalische Zeitschrift* 17 (1916): 491-507;

Debye, Peter, "Quantenhypothese und Zeeman-Effekt," *Nachrichten von der Königl. Gesellschacht der Wissenschaften zu Göttingen, Mathematisch-physikalische Klasse* (1916): 142-153; Peter Debye, "Quantenhypothese und Zeeman-Effekt," *Physikalische Zeitschrif* 17 (1916): 507-512.

[111] Eckert, 前掲注 106.

[112] Eckert, Michael, *Arnold Sommerfeld: Science, Life and Turbulent Times 1868-1951* (Springer, 2013).

[113] Bohr, Niels, "On the Quantum Theory of Line-Spectra," *D. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skr., Naturvid. Og. Mathem. Afd.* 8. [IV], 1, (1918): 1-100 〔荒牧正也・及川浩訳「線スペクトルの量子論について」物理学史研究刊行会編『前期量子論』(東海大学出版会, 1970), pp. 189-304〕.

[114] Hund, Friedrich, *Geschichte der Quantentheorie* (Bibliographisches Institut, 1967) 〔山崎和夫訳『量子論の歴史』(講談社, 1978), 邦訳 pp. 117-123, 特に p. 118.

[115] Heisenberg, Werner, *Der Teil und das Ganze : Gespräche im Umkreis der Atomphysik* (R. Piper, 1969) 〔山崎和夫訳『部分と全体：私の生涯の偉大な出会いと対話』(みすず書房, 1974)〕 邦訳 p. 63.

[116] Arthur Robert von Hippel, *Life in Times of Turbulent Transitions: The Autobiography of Arthur Robert von Hippel,* (http://www.mrs.org/von-hippel-autobiography/) on p. 45.

[117] Heisenberg, 前掲注 115, 邦訳 p. 63.

[118] Seth, Suman, *Crafting the Quantum: Arnold Sommerfeld and the Practice of Theory, 1890-1926* (MIT Press, 2010): Eckert, 前掲注 106.

[119] "Interview with Dr. Werner Heisenberg by Thomas S. Kuhn" (February 7, 1963), http://www.aip.org/history/ohilist/4661_2.html

[120] Cassidy, *Uncertainty: The Life and Science of Werner Heisenberg* (W. H. Freeman and Company, 1992), p. 139.

[121] Born, Max, *Vorlesungen ueber Atommechanik,* Volume I (Springer, 1925) 〔土井不曇・金光正道・芝亀吉訳『原子力学』(岩波書店, 1935)〕, 邦訳 p. 123.

[122] Frank, James, and Gustav Hertz, "Über Zusammenstöße zwischen Elektronen und Molekülen des Quecksilberdampfes und die Ionisierungsspannung desselben," *Verh. Dtsch. Phys. Ges.* 16(1914): 457–467.

[123] Frank, James, and Gustav Hertz, "Die Bestätigung der Bohrschen Atomtheorie im optischen Spektrum durch Untersuchungen der unelastischen Zusammenstösse langsamer Elektronen mit Gasmolekülen," *Physikalische Zeitschrift* 20 (1919): 132-143.

[124] 「仁科芳雄日記（抄）（ゲッチンゲン, ドイツ）1923/03/01-03/14」**『書簡集 I』** pp. 15-17-10, 特に p. 15.

[125] 「仁科芳雄日記（抄）（ゲッチンゲン, ドイツ）1923/03/01-03/14」**『書簡集 I』** pp. 15-17-10, 特に p.16.

[126] Augustus Trowbridge, 8 June 1926, summary report, GEB Collection, box 9, folder log 2, 167-168. 以下に引用: Greenspan, Nancy Thorndike, *The End of the Certain World: The Life and Science of Max Born: The Nobel Physicist who Ignited the Quantum Revolution* (Basic Books, 2005), p. 127.

[127] Mehra, Jagdish, and H. Rechenberg, *The Historical Development of Quantum Mechanics. Volume 1. The Quantum Theory of Planck, Einstien, Bohr and Sommerfeld: Its Foundation and the Rise of Its Difficulties, 1900-1925* (Springer, 1982).

[128] 仁科嘉治男「叔父・仁科芳雄の思い出」**『仁科芳雄』** p. 192.

[129] 「仁科芳雄日記（抄）（ゲッチンゲン, ドイツ）1922/11/12」**『書簡集 I』** pp. 10-12, 特に pp. 10-11.

[130] 仁科浩二郎, 前掲注 24, p. 268.

131 仁科芳雄から内田とく子（徳子）（1922年12月6日）『書簡集少年時代編』, pp. 153-154, 特に p. 153.
132 仁科, 前掲注 63, p. 228.
133 仁科芳雄から内田とく子（徳子）（1922年12月6日）『書簡集少年時代編』, pp. 153-154, 特に p. 154.
134 木村, 前掲注 82, p. 35.
135 仁科芳雄から Niels Bohr（1923年3月25日）『書簡集 I』pp. 17-18 (NMZ, No. 21, p. 1).
136 Rozental, Stefan, *Niels Bohr: Memoirs of a Working Relationship* (Christian Eilers, 1998), p. 12.
137 仁科芳雄から内田徳子（1923年6月6日）『書簡集 I』, pp. 19-24, 特に p. 20.

# 第七章　コペンハーゲンの物理学と仁科芳雄

一九二三年四月一〇日、仁科芳雄はコペンハーゲンに到着した。仁科の時代でも、今でも、日本からデンマークへ留学するものは少ない。多くの者は、イギリス、ドイツ、あるいはアメリカへ行くのである。デンマークは小国であり、大学も研究者も少ないからだ。それでも、一部の分野で世界的な研究者が現れることもあり、T・ブラーエ（Tycho Brahe）やH・C・エルステッド（Hans Christian Ørsted）など、科学史上おなじみのデンマーク人もいる。日本からの最初期の留学者の一人はほかならぬ野口英世であるが、これも彼の研究テーマの第一人者がデンマークにいたからだ。一九〇四年から一九〇五年のことで、当時、アメリカに留学していた野口は、T・マドセン（Thorvald Madsen）の血清研究所に滞在した。庇護者のS・フレックスナー（Simon Flexner）のすすめだったのである[1]。

仁科の留学はそれから二〇年近く後になる。原子物理学に関心のある仁科にとって、ケンブリッジ、ゲッチンゲンの後に、コペンハーゲンを訪問するのは、極めて自然なことであった。ここにボーアの研究所があったからである。とはいえ、ここに来る時、ヨーロッパ各地の物理学の中心地を行脚して視察する滞在先の一つに過ぎなかった。三月に書いたボーアへの手紙では理研が留学期間の延長を許可しないだろうから、新たな研究を始めるのは賢明でないだろうと書いた[2]。六月六日に姉内田徳子に宛てた長い書簡に、コペンハーゲンには八月末ごろまでは確実に滞在する、場合によっては一〇月ごろまたは一一月頃まで滞在するかもしれないと書いている[3]。とりあえず数カ月しか滞在しないつもりだったのだ。

しかし、仁科のコペンハーゲン滞在は長く延びた。一九二七年の夏まで滞在し、さらにその冬にもまた戻ることになる。前章で述べたように、仁科は英国滞在中に、研究者よりも、科学玩具の製造を志していた。ところがドイツ滞在中に母の死を知り、あらゆる将来の計画を考えなおすことになった。そして、コペンハーゲン滞在中に、本気で物理学に取り組むようになった。

この間に何が起こったのか。仁科が学び、身に着けたのは何か、というのがこの章の主題である。

これに関して、仁科がコペンハーゲンで量子力学を学んで日本に持ち帰ったと考えられることがあるが、これは正確ではない。仁科が系統的に量子力学を学んだのはハンブルクだったからである。仁科が「コペンハーゲン精神」を身に着けて、日本に持ち込んだという書き方がされることもある。これは基本的には正しい。しかし、その「精神」という言

葉はあまりにもあいまいである。何よりも問題なのは、この種の言説、つまりコペンハーゲンで学んだ何かを日本に持ち込んだという言説は、しばしばそれによってその後の仁科の活動をすべて説明できるかのように主張されることだ。それは逆に言えば、コペンハーゲンにいた別の研究者、たとえば杉浦も、仁科と同様重要だったはずだ、という倒錯した形をとることもある。

本書ではコペンハーゲンに比較的長期間いたということだけが、仁科の形成にとって決定的だったという見方はとらない。それでも、それが仁科にとって物理学の研究に打ち込み、特に理論物理に視野を開く重要な契機だったことは間違いない。前章で述べた母の死の後にコペンハーゲンに滞在するという偶然が重ならなければ、仁科は物理学者になっていたかも定かではない。しかし、それは単にコペンハーゲンにいた、ということだけで言いあらわせるものではなく、この時期に起ったことをより正確にとらえる必要がある。それは「コペンハーゲン精神」と呼ばれるものが一体何だったのかということも含む。

この章では、ボーアおよび彼のグループの研究活動、仁科芳雄のコペンハーゲンにおける滞在と研究を描きながら、この「精神」を科学史における実践論的な研究の観点から再解釈し、それをもとに仁科がコペンハーゲンで学んだことをとらえなおすことを試みる[4]。

## ボーアと前期量子論

ボーアについては前章でも登場した。仁科芳雄の人生にとって、もっとも大きな位置を占めた人物の一人である。いうまでもなく二〇世紀を代表する物理学者の一人であり、日本語でも幾つか伝記的な著作があって、比較的よく知られているであろう[5]。

ボーアは一八八五年、コペンハーゲン大学の医学教授、クリスチャン・ボーア（Christian Bohr）の長男として生まれた。仁科より五歳年長である。生れたのはコペンハーゲンの中心部、クリスチャンボー宮殿の掘に面した通りにある母方のアドラー家の邸宅だった。ニールスと弟のハラルはコペンハーゲン大学医学部の建物で育った。中に階段教室を備えた大きな建物で、現在は医学史博物館となって保存されており、容易に見学することができる。デンマークの大学組織は、イギリス式やフランス式であるよりも、ドイツ式に似ている。当時ドイツ文化圏では、教員の住居が職場の建物にあるのは良くあることだった。場所はデンマーク王室の暮らすアマリエンボー宮殿に近い。中学・高校は、数ブロック先の港湾地区ニューハウンの学校で学んだ。コペンハーゲン大学に進学し、ここで学位を取得した。前に触れたように、ローレンツの電子論の延長上にある事であった。その後、マンチェスターにいたラザフォードのもとで研究を進め、一九一三年の量子論的原子模型の理論で知られるようになった事も述べた。この研究により、ボーアは仁科がコペンハーゲンを訪れる前年、一九二二年にノーベル賞を受賞していた。

ボーアが物理学の歴史において重要なのは、彼の手がけた研究だけではない。強力な研究グループを育て、指導したためでもある。コペンハーゲンに滞在した若い物理学者たちが、後に物理学の重要な指導者となっていた。この点で仁科自身によく似ている。

前章でふれたように、ボーアの原子模型以降、原子物理学の理論的発展は、ミュンヘンのゾンマーフェルト、ゲッチンゲンのボルン、コペンハーゲンのボーアのそれぞれが率いる三つのグループが中心になった。その中で、前章で述べたゾンマーフェルトのグループが最初先頭を走っていた。一九二〇年代初めから、ゲッチンゲンとコペンハーゲンが台頭した。そのなかで、ゲッチンゲンが来るべき量子力学の数学的フォーマリズムを準備したのに対し、コペンハーゲンでは、量子論をめぐる概念的検討が進められた。そのコペンハーゲンの研究グループにおいて、共同研究の中心になったのが「コペンハーゲン精神」と呼ばれる何ものかである。そして、仁科芳雄はしばしばこの「コペンハーゲン精神」を日本に持ち込んだ人物として語られる。この仁科が持ちこんだとされるものが何であったのか、あるいは何と考えるべきであるのかがこの本の重要なテーマの一つである。この章ではまず、コペンハーゲンのボーアの研究所における「コペンハーゲン精神」がなんであったのかを考える。

一九二三年までの量子論の中心にあったのはボーアの原子模型であった。これは分光学の経験則に物理的な基礎を与え、元素の化学的性質を説明する途を拓いていた。しかし、同時に新たな困難を生み出した。第一に、量子条件そのものの物理的根拠がまったく明らかではなかった。それ自体では、現象を救うためのアドホックな仮定に近かった。その上、電子がある軌道から次の軌道に飛び移るということが一体何を意味するのかも不明であった。飛び移る間に電子は一体、どういう状態にあるというのか。このような根源的な謎を解けないまま、当時の物理学者は手探りで考察を進めなければならなかった。

このような状況で、ボーアのもつ資質、曖昧さ、不完全さを許容する能力は有効だった。他方、そのため、ボーアの書く文章は、極めて不明瞭なものとなった。これは特殊相対論の時のアインシュタインと対照的である。その時アインシュタインは、否定しがたい基本原理から出発し、明晰な論理によって、革新的な理論を構築したのだった。他方、ボーアは、書くことよりも対話によって物理学を切り拓いた。曖昧で、不完全な理論を、さまざまな若い物理学との討論を通して、共同でまとまった理論へ導いていったのである。

ボーア模型後、発展の鍵の一つはボーアが提唱した「対応原理」であった。彼自身がこの言葉を使ったのは一九二三年になってからのことである。現在、対応原理というと、量子力学で得られた関係が、量子数が無限大、あるいはプランク定数が零の時、古典力学と一致することを指すことが多い。しかしこれは完全に現代的な定式化である。ボーアが提唱した対応原理は、むしろ発見法的な道具で、しかも後の量子力学へ導くものだった。確実な概念的基盤や理論的枠組みの無い不確かな時期に、量子論的な推論を進めていくのに用いられた。これには少々、歴史的な説明を要する。

対応原理の契機となったのは、一九一七年のアインシュタインの理論である。アインシュタインはしばしば量子力学の敵対者のように語られるが、実際には一九〇五年の光量子論発表後も、量子論の発展に重要な研究を続けていた。彼はある気体において、分子が離散的なエネルギーの値をとり、そのエネルギーの相対的な頻度が統計力学に従うと仮定した。その上で、電子があるエネルギーの状態から別のエネルギーの状態へ変化する確率を仮定し、それらの確率の関係から放出されるエネルギーの分布式、すなわちプランクの式を簡単に導いたのだった[6]。アインシュタインはこのように電子がある状態から別の状態へ移動することを確率過程と見なした。後に彼は量子力学における確率概念に対して強硬に反対することになる。しかし、皮肉にも量子論に確率を導入する重要なきっかけはアインシュタイン自身がもたらしたものだった。

アインシュタインの論文に続き、翌年一九一八年にボーアは「線スペクトルの量子論」と題する論文の第一部を発表した。これは四部からなる長大な論文として構想され、この時には第二部まで発表された。しかし、第三部はようやく二年後に不完全なまま発表され、第四部は発表されなかった。この第一部で述べられた考えが一九二〇年に対応原理と呼ばれることになる[7]。まず、ボーアは自由度一の系や、複数の自由度のある周期系について、量子数が大きい領域では、量子論によって求められる振動数と、古典論によってもとめられる振動数が近いものになることを示した[8]。そこで彼はここからスペクトル線の強度についても同じことが成り立つはずだと考えた。

古典論では、電磁波の放出は、電子が振動することによって起る。電子が原子核の周りのある軌道をとるとき、一般に、その電子の運動は様々な振動運動の重ね合わせと見なせる。数学的には、電子の軌道を三角関数の和に分解することに等しい。大抵の周期関数は、異なる振動数と振幅をもつ無限個の三角関数の和として表わすことができる。これをフーリエ展開といい、それぞれの振幅をフーリエ係数という。フーリエ展開されると、その電子の定常状態は、様々な振動数をもつ単振動（三角関数で表わされる振動）の重ね合わせとして書ける。そこで、古典論に従うとそれらの振動数をもった電磁波の重ねあわせが放出されるのが観察されるはずである。ただし、重ね合わせといっても、それらの異なる振動数の電磁波がすべて同じ強度を持つわけではない。特定の振動数をもつ電磁波の強度はそれぞれのフーリエ係数の自乗で与えられる[9]。

ところがアインシュタインによれば、量子論では電磁波は光量子として放出される。ある振動数におけるスペクトルの強度は、放出された光量子の数に比例する。強度の強い光というのは、たくさんの光量子からなる光であり、個々の光量子がもつエネルギーの大きさはその振動数（あるいはその逆数に比例する波長）で決まる。もし光量子の放出が確率で与えられるならば、それは光量子が放出される数に比例するので、その確率が放出される電磁波の強度を与えることになる。

古典論と量子論の間に、量子数を無限大にした時に一致するような関係があるはずだというのがボーアのもともとの発想だった。そうだとしたら、電子の軌道をフーリエ展開し

たとき、その特定の振動数の成分に関して、そのフーリエ係数と、その振動数の光量子が放出される確率との間にも密接な関係があるはずである[10]。これが対応原理の基本的な考えであった。

ボーア模型では、それぞれの軌道における電子の安定性を仮定し、電子がある軌道から他の軌道へ移動するとき、どのような波長の電磁波が放出されるかを研究する手掛かりを与えた。しかし、電子がどのようにある軌道から別の軌道へ移動するのかは分からなかった。対応原理は、古典論との対応の前提のもとに、その確率を求める理論的方法を与えるものである。そして、その確率は原理的にはスペクトル線の強度として、観察データと照合できる。仁科自身も実際に観測に関わった。そして仁科が苦労したように、実際にはスペクトル線の強度の観測は簡単ではない。それでも、確率が零であるような場合、すなわち電子の移動が禁じられているような場合に関しては、強度の定量測定なしに明白なデータが得られた。このような形で、対応原理はボーアのグループにおいて理論的な研究を進める重要な手掛かりとなった。

## ボーアの研究所

一九一七年に、ボーアはコペンハーゲン大学理論物理学講座の担当となり、同年に大学理論物理学研究所(Universitetets Institute for Teoretisk Fysik)の新設が決まった。これが現在のニールス・ボーア研究所である。一九一九年に建物の竣工の予定だったが、ボーアは自分の論文に執拗に修正を施すのと同じことを建物の図面に対して行ったらしい。さらに戦後のインフレのため、財政的な困難も生じていた。一九二一年にようやく研究所の建物が完成して、三月三日に開所した。ボーアの研究所は次第に拡張していくが、最初は建物一つだけであった。その建物は、半地下一階、地上三階からなる。地下にあったのは洗濯部屋の外、物理実験室と工作室、分光器室などである。仁科らが実験をしたのはここであろう。一階に大講堂、図書室、理論家の居室と化学実験室があった。ボーアと助手のオフィスもここにあり、玄関から階段を半階上がったすぐ左手がボーアのオフィス、右が助手のオフィスだった。初期は二階がボーア一家の住居になっていた。三階は、屋根裏部屋で従業員の住居や客のための部屋があった[11]。例えば、ハイゼンベルクは一九二六年に滞在したときは、ここに泊っていた[12]。

ボーアの研究所は先に述べたように、コペンハーゲンの中心からやや外れたところにあった。前に面しているのはブライダムスヴァイ通りである。交通量はあまり無いが、幅の広い通りである。場所は市の中心部からは北側の地区、エスタブロ（Østerbro、文字通りには東地区）と呼ばれる地域だ。中心部からはやや距離があるが、現在では比較的裕福な住宅地帯となっている。背後には、フェレドパルケン（Faelledparken）という広大な公園があり、天気の良い日には日光浴をする人や、スポーツをする人たちでにぎわう。研究所にとってもこの公園は重要な役割を果たしていた。物理学者にとって、散歩しながら物理学の議論をするのに格好の場所だったからだ[13]。またその近くには古くからあるスタジ

ウムがあり、かつてサッカーの選手だったボーアにはなじみ深い場所である。西に隣接しているのは、リングスホスピタルという病院である。現在ではヘリポートを備えた近代的な大病院であるが、最初はボーアの研究所と同じような建物がいくつあっただけだった。東にすこし行くと三本の道が交わって中央が三角形になっている交差点があり、これはトリアングレンと呼ばれている。トリアングレンは、一九五〇年代にコペンハーゲンに滞在した坂田昌一の日記にも頻出するが、その周囲に飲食店や銀行、その他の店舗があって賑やかな場所になっている[14]。当時は映画館もここにあった。

ボーアは研究所ができる前の一九一九年から研究者を集め始めた。H・A・クラマース（Henrik A. Kramers）がボーアの助手のポジションについた。クラマースはオランダ出身である。修士号を一九一六年に取得した後、国外で研究を続けようとした。しかし戦争中だったため、中立国のデンマークへ来たのだった。ボーアのもとで博士論文のための研究をし、一九一九年にライデンで学位を取得する。クラマースは、ボーアとともに対応原理の理論を発展させ一般化することを試みた。彼は、ボーアの「反響板」として、議論の相手となった。極めて精力的な物理学者で、コペンハーゲンに若い物理学者が集まるようになると、彼らのリーダー役を務めた[15]。また、ベツィ・シュルツ（Betty Schultz）もこの時からボーアの秘書となった[16]。シュルツは長く秘書を務め、仁科も世話になる。

次第に、ボーアの研究所に世界各地からの若い物理学者が集まるようになった。一九二〇年から一九三〇年の間に留学した一三カ国六三名のうち、最も多かった国は米国の一四名であった。当時、米国では急速に物理学が成長していた。すでに二〇世紀の初めには、最も物理学者の多い国は米国だったのである。特に、第一次世界大戦後の世界において、若い研究者をヨーロッパに派遣する仕組みが整っていた。米国に続くのがドイツの一〇名であった。日本からの留学者も多く、ドイツに次いで七名いる。さらに、地理的に近い北欧や、オランダからの物理学者も比較的多い[17]。

コペンハーゲンを訪れた若い物理学者たちが滞在したのは、大抵トリアングレン周辺のアパートメントに住む個人が営む下宿屋であった。パリなど、ヨーロッパの都市によくあるように、コペンハーゲンの都市部の表通りに面した建物は大抵五階か六階建である。一階は店舗でも、二階より上はアパートメントになっていた。たとえば、ボーアの研究所の研究者たちがよく利用したヘーヴェ（Miss Have)嬢の下宿屋はトリアングレンにあった。これはG・ガモフ（George Gamow）が発見し、オランダのL・ローゼンフェルト、ソ連のL・ランダウ（Lev Landau）、日本の有山兼孝が滞在した[18]。トリアングレンと、そこに至る大通りには商店があって賑やかだが、その裏通りに入ると閑静な住宅街となっている。五、六階建の大きなアパートメントが多いが、庭のある一軒家も見られる。仁科芳雄や、堀健夫が下宿したのは大通りから一歩、入ったところにあるグスタフ・アドルフ通りのアパートメントであった[19]。また、著名な物理学者が下宿したことで知られるモー夫人（Fru Maar)も、トリアングレンの南東にある通りに居を構えていた[20]。モー夫人は、農科大学教授の未亡人で、ドイツ語ができるので、ハイゼンベルク、P・ヨルダン（Pascual

Jordan）、F・ブロッホ（Felix Bloch）、L・マイトナー（Lise Meitner）らドイツ語圏の物理学者たちが泊った。ほかにL・ローゼンフェルト（Léon Rosenfeld）、P・エーレンフェスト（Paul Ehrenfest）、そして仁科と共同研究をすることになるO・クライン（Oskar Klein）らが下宿したことがある。このあたりは、研究所まで歩いて一〇分ほどで行ける場所にある。

しかし、誰もが近くに住んでいたわけではない。ディラックは、コペンハーゲン中央駅の近くに滞在していたという。ヨーロッパの都市の中央駅は、必ずしも都市の中心部に作られるわけではなく、あまり風紀・治安の良くない場所に隣接することも多い。当時のことは分からないが、現在のコペンハーゲンもそうである。研究所まで三〇分ほど歩き、しかも昼食は下宿でとっていたので二往復しなければならない。しかし、途中運河沿いの道を通るので、散歩としては悪くは無かったかもしれない[21]。次の章で述べるように、仁科芳雄も最初は、研究所からだいぶ離れたコンゲンス・ニュートウの辺りや、フレデリクスベアというコペンハーゲン市に囲まれた別の自治体に住んだことがあった。またボーア自身が一九三二年以降住んでいたのも、フレデリクスベアに近いベルビュ地区のカールスベア名誉の家だった。ここは現在もカールスバーグ（デンマーク語では「カールスベア」という発音に近い）のビール工場があるところである。「名誉の家」はカールスバーグの創業者である、J・C・ヤコブセン(Jacob Christian Jacobsen)が建てた。このカールスベア名誉の家というのは、国家的な偉人に対して、カールスベア財団が提供するものである。現在は、カールスベア・アカデミーの建物となっているが、カールスベアのビール工場のもっとも古い建物（現在、ビール工場の展示施設になっている）の南側にあり、庭園からフェンス越しに見ることができる。

ボーアの研究所にはこのように世界各国から多くの研究者が集まり、集団的な理論物理学の研究スタイルを身につけて、世界各地の研究センターに広めていった。仁科芳雄もその一人に他ならない。次章に述べるが、他に二〇年代の日本人滞在者に最も早くから居た高峰俊夫の他、木村健二郎、杉浦義勝、堀健夫、青山新一、福田光治らの名前を挙げることができる。三〇年代には金子五郎、有山兼孝らが滞在した。また、これは戦後のことであるが、坂田昌一も戦後にコペンハーゲンを訪れてからは、第二の故郷と呼び、ヨーロッパに行くたびに寄った[22]。

## コペンハーゲン精神

これらの日本人物理学者の中でも、特に仁科芳雄はしばしばボーアの研究所から「コペンハーゲン精神」を日本に持ち込んだと言われる。しかし、「コペンハーゲン精神」とは何だろうか。日本における科学についての議論で、「精神」（spirit）が論じられるのは、珍しいことではない。エルヴィン・ベルツは、日本における西洋医学の教育に大きな役割を果たしたドイツの医学者である。一九〇五年、滞在五周年を記念したパーティにおいて、当時文部大臣だった菊池大麓を始め日本の学術界の重鎮を前に、苦言を述べた。ベ

ルツは、日本では西洋科学がまるで毎年一定のものを生み出す機械のようなものに誤解されているのではないか、と言ったのである。機械であれば、西洋から輸入すれば済むことである。しかし、ヨーロッパから日本に来た学者たちが努力していたのは、古代ギリシャから現代までの偉大の科学者たちの精神を日本に移植し、それを日本人自身のものとすることであった。ところが多くの日本人は、その精神を学ぶことよりも、その精神から得られた最新の成果だけを引き継ぐだけで満足している、とベルツは言うのである[23]。

日本の科学史家の中でも、ベルツの言葉を引用しながら、日本における西洋科学の移入が表面的であり、その思想的起源、その「精神」を置き去りにしていることを指摘している者もいる。例えば、渡辺正男は、日本が取り入れそこなった科学の「精神」としてキリスト教を強調している[24]。日本が西洋科学と共にキリスト教を導入しなかったのは事実であるにせよ、それが一九世紀の文脈で「科学の精神」と言えるか、あるいはそれがベルツの念頭においた「科学の精神」であるかは疑問である。それ以上に、科学について語るのに、「精神」のような曖昧な言葉でもって終るのは、やや奇妙なことである。しかし、「科学の精神」ないし「科学的精神」という言葉は、ベルツ以降も日本で科学が語られるときに、しばしば用いられることになる。

曖昧さという点において、「コペンハーゲン精神」という言葉も例外ではなく、実際に多義的に用いられている。例えば、ハイゼンベルクは、コペンハーゲンのグループを代表する一人であり、当然、「コペンハーゲン精神」が何であるのか、分かっていた人物であったと考えられるだろう。彼は一九三〇年に後にもふれる『量子論の物理的原理』（邦訳では『量子論の物理的基礎』）という量子力学の入門書を書いたが、その序文で「量子論のコペンハーゲン精神」が現代の原子物理学の前発展を指導したのであり、この書がその拡散にいくらかでも貢献するのであれば、この書の目的は果たされると思うむねを書いている[25]。しかし、この書は量子論の基礎的な原理について入門書であり、あくまで物理学の本なのである。

「コペンハーゲン精神」が何であるかについては、科学史家の間でも、はっきりしない。物理学史家J・ハイルブロン（John Heilbron）は、「コペンハーゲン精神の最初期の伝道者たち」という著名な論文を書いているが、そのなかで「伝道」されているのは、量子力学をどのように理解するかということ、すなわちいわゆる「コペンハーゲン解釈」であった。これは、ハイゼンベルクが『量子論の物理的諸原理』で語った意味での「コペンハーゲン精神」に即したものである。ところがハイルブロンは、さらに「コペンハーゲン精神」を集団的な哲学的妄想であり、量子力学には不必要な付け足しで、科学的に必要というより、熱心な伝道者によって広められたかのように書く[26]。他方で、ボーア史料室（Niels Bohr Archives）に長年勤めた歴史家F・オーセルー（Finn Aaserud）は、「コペンハーゲン精神」という言葉を「研究の雰囲気やスタイル」であり、「自由で堅苦しくないこと」が特徴で、ボーアを中心とした討論と共同研究からなるものだとしている[27]。

おそらく生産的であるのは、「コペンハーゲン精神」という言葉で指すものが何であったのかということよりも、コペンハーゲンにおけるボーアのグループが、どのような組織文化をもって物理学の研究を行っていたのかについて考えることであろう。第一章に述べたように、少し前から、科学史の研究は研究者が実際にどのように研究を実践するのかという観点に着目するようになってきた。このような実践論の観点から、「コペンハーゲン精神」として語られるものが何なのかを分析することができるはずである。ここでは、特に、そこで重要だったものとして、二つの点に注目する。それは一つには、物理学の研究の価値と動機に関すること、もう一つは、共同研究に関することである。

## 研究活動と遊びの融合としてのコペンハーゲン精神

第一の点は、研究活動と遊びとの融合である。それはコペンハーゲンの物理学者が、研究がなぜ重要と考え、それに打ち込むのかに関わる。物理学研究への動機については、アインシュタインがプランクを称えた文章で次のように書いている：「科学の殿堂には多様な側面があり、そこにいる人達も、そこへ彼らを導いた動機も実に様々である。自分達の知力の優越性に喜びを感じて、科学に熱中する者は多い。彼らにとって科学は自らにふさわしいスポーツであり、それに生き生きとした体験と野心の充足をもたらすべきものである。科学の殿堂には、彼らの頭脳の成果をその祭壇に捧げて、純粋に実利的な目的だけを達成しようとする者も多い。神が天使を遣わせて、この二つの範疇に属する者たちを科学の殿堂から追い払ってしまったら、憂慮すべきほど空になってしまうだろうが、それでも現在と過去の何名かの者が中に残るであろう」[28]。アインシュタインは、プランクを科学の殿堂に許される者と考えたわけだが、おそらく自分自身も許される者の中に数えただろう。他方で、科学をスポーツとして楽しむ者を否定的に考えた。

ボーアの研究所では、若い物理学者たちがまさにテニスや、卓球や、チェスといったスポーツやゲームを楽しみつつ、同時にそれらを楽しむのと同じように、科学研究を行った。そのことは決して彼らが物理学の研究に真剣でなかったということを意味しない。物理学の研究そのものに純粋に喜びと、価値を見いだしていた。その意味で、物理学の研究のもたらす知識や真理に価値を見いだすよりも、より物理学に熱中していた。その熱中には、多分に遊び心が混じっていた。楽しいので、熱中するのは当然である。彼等にとって、物理学の研究は当然重要であった。しかしながら、その価値は、それが有用な応用をもたらすからでもなく、物理学の知識が、たとえば「真理」というような、それ自体の内在的価値あるものを生み出すからではなかった。物理の研究をうまくやること自体が、彼らにとって価値のあることであり、ちょうどスポーツやゲームで競争して、勝利することを目指すように、研究を競いつつ、協力しながら進めること自体が楽しい営みなのであったと考えられるのである。

ボーア自身、遊びを楽しむ精神が旺盛だった。例えば、ローゼンフェルトは、ボーア自身がたわいのない作業に熱中していた様子を記している。ボーアが水の表面張力について

の研究をしていたとき、水のジェットを作るために、ガラス管を融かす必要があった。この作業があまりに楽しかったので、ボーアはもとの目的を忘れて、炎にガラス管を通すことを何時間も続けたという[29]。ガモフはボーアの別の側面を記している。あるとき帰り道に、セメントのブロックできた銀行の建物があった。建物の角は、ブロックの間に足を掛けられるぐらいの隙間があった。オランダから来たH・カシミア（Hendrik B. G. Casimir）は、熟練した登山家で、その隙間を使って、三階の高さまで登ってしまった。ボーアは、さほど山登りが得意ではなかったが、カシミアと張り合って、二階の高さまで登った。ボーア夫人やカシミアやガモフがはらはらしながら見守る中、銃をホルスターに装備した警官が二人、道をやってきた。一人が見上げて、もう一人に、「ああ、なんだ、ボーア先生だ」と言って、立ち去った[30]。デンマークの警官にとってはボーアの奇行は見慣れた風景だったらしい。

ガモフによれば、理論物理学者たちにとっては、夜が静かでもっとも仕事がはかどる時間であるが、ボーアはしばしば彼らの研究を中断して、とても疲れたのでハリウッドの西部劇を見に行きたいと言いだした。なぜ一人で行かないかというと、誰かに映画の話の筋を説明してもらう必要があったからである。しかしながら、ガモフによれば、ボーアの理論物理学の能力は映画に関しても発揮された。彼はなぜ映画の中で悪漢が先に拳銃を抜くのに、いつも主人公のほうが早く引き金を引いて、悪漢を殺すのかについての理論を立てた。彼によれば、これは心理学的な問題で、悪漢は、いつ拳銃を抜くのか考えなければならず、それが彼の行動を妨げる。それに対して、主人公のほうは、悪漢の動作に対して、反射的に行動するので、そのほうが早いというのである。ガモフらは同意しなかった。翌日ガモフは、玩具屋へ行って、二挺の拳銃と西部劇風のホルスターを買った。そして、ボーアの理論を実験にかけてみた。すると、主人公の役割をしたボーアが、彼の弟子たちを皆撃ち殺してしまった[31]。

ボーアのもとに来た若い物理学者たちの遊び心は、ボーア以上であった。オーストリアのオットー・フリッシュは、リーゼ・マイトナーの甥であり共同研究者である。彼は一九三〇年代後半にコペンハーゲン滞在し、その当時の逸話を書いている。ある日、チェコの物理学者、G・プラツェック（George Placzek）が研究所のトイレを中から錠をかけて、トイレの窓からでてしまった。その結果、研究所の人たちは、別の階へ行って用を足さねばならなくなった。スイスの物理学者、F・ブロッホ（Felix Bloch）がトイレの窓までよじ登って、内から開けるまで不便を耐え忍ばねばならなかった。研究所の近くに、コペンハーゲンを囲むようにして、三つの細長い湖がある。あるとき、プラツェックとカシミアは、カシミアがこの湖を泳ぎ渡って近道をできるか賭けをした。カシミアは泳ぎきって賭けに勝ったが、翌日オランダに帰るカシミアを駅で皆が見送ったとき、カシミアはディナー・スーツを着ていた。乾いた服がそれしかなかったからだった[32]。

フリッシュは、なぜ科学者はこういう子供っぽいいたずらで時間を潰しがちなのだろうか、と問うている。彼の答えはこうだ：「科学者と子どもは、一つ共通点がある。それは

好奇心をもっていることだ。良い科学者であるためには、子ども時代のこの特徴を保っていなければならない。ただ、一つの特徴だけを維持するのは容易ではないかもしれない。科学者は子どものように好奇心が旺盛でなければならない。そこで、科学者が他の子どもの特徴からも成長しきれていないのを無理からぬことかもしれない」[33]。勿論、すべての科学者が子供っぽいわけではない。しかし、フリッシュのいうように、子供っぽさと好奇心が同居することは実際にあるだろう。

フリッシュの説明に部分的に同意しつつ、カシミアは別の理由を挙げた。物理学の研究、特に理論物理学の研究は非常な集中力を使うので、休息時にはなるべく真面目な思考を避けなければならないことを理由として挙げた上で、さらにもう一つの理由を挙げている。量子力学の誕生によって多くのことが解明されようとしていることで、若い物理学者たちは過去の学問の在り方に非常に批判的になっていた。それがことさらに反抗的で、社会慣習を無視した行為に走らせたというのであった[34]。カシミア自身が子供っぽい行為の当事者であるので、少なくとも彼自身については当てはまる可能性の高い説明だと言えるだろう。

いずれにせよ物理学者の遊び心は、研究上の探求心・好奇心と同居していた。そして、好奇心を伴った遊び心は、研究上の生産性と創造性と結び付き得るものであった。研究者の研究に対するモチベーションの源泉はさまざまでありうる。それは、名声への欲求かもしれないし、義務感にかられてのこともありうるかもしれない。アインシュタインが言うような真理への敬虔な奉仕に動機づけられているかもしれない。そのような動機で研究に励むことはありうるだろう。しかし、遊び心に発した熱中は、より負担が軽く、自然に若い学者を研究に打ち込ませる。その上、これは発想の飛躍を可能にする点で、創造性を高めることがあり得る。なぜなら、発想を飛躍させること自体、一つの遊びになりうるからだ。

ボーアのグループは、様々な活動をして、楽しんだが、物理に関係するものもあれば、関係しないものもあった。一〇年に一度、ボーアの誕生日を記念して *Journal of Jocular Physics*（『冗談物理学誌』）という雑誌もどきが発行された[35]。仁科が去った後であるが、一九三一年のこの機会には、ボーアのグループに関わりのある物理学者たちを主人公にし、当時の物理学の題材を用いて、ゲーテの『ファウスト』をパロディにした風刺劇が書かれた。シンポジウムの後に上演され、『冗談物理学』誌に掲載された[36]。これは後に、朝永振一郎によって翻訳され、雑誌『自然』に発表された[37]。朝永にとって、こういった悪ふざけは大いに共感するところがあったのだろう。

研究所の図書室には卓球台が置かれていた。読書する人の傍らで、しばしば卓球が戦われた[38]。ボーア自身も参加することもあり、しかもかなり強かったらしい。後に卓球台は地下室に移されたが、それでも頻繁に使用された。亀淵迪が研究所の物理学者に会いに来た時、秘書に「先生はいま講義中だから、一時間ほど卓球でもやっていて、その後で出直して下さい」と言われたという[39]。一九五〇年代に二年間ボーアの研究所で過ごした亀淵

迪は「仕事（研究）と遊びとが渾然一体として行われていた」と書いている。「仕事の中へ遊びが介入するかと思えば、遊びはしばしば仕事へと移行する。時と所とを択ばずに、両者をともに楽しむのである」[40]。

研究が遊びであり、良い成果を出すことがその遊びのルールであった。その事は、それ以外の社会的な決まりごとはあまり重要な意味を持たないということでもあった。「明晰に、真直ぐに考える能力だけで、人間が判断される」[41]からである。新しく研究所に来た人には、ボーアのグループでは、礼儀作法が欠けているように思われた。ワイスコップが初めて訪れたとき、討論のなかに入り込んできたジョークに驚いた。彼には、それが敬意を欠いていることを示すもののように思われたからである。ボーアにそのことを言うと、ボーアは次のような有名な言葉を述べた。「余りにも深刻なので、それについて冗談をいうことぐらいしかできない事柄というのもあるのだよ（There are things that are so serious that you can only joke about them.）」[42]

## 協力の重視

第二の点は共同研究の重視である。コペンハーゲンの物理学者の多くは、共同研究がボーアのグループの重要な側面であったことを証言している。一九三〇年代にボーアの助手として働いていたＳ・ローゼンタール（Stefan Rozental）は、ボーアにとって協力が人生に対する彼の態度にとって根源的な要素をなしていたことを述べている[43]。Ｖ・ワイスコップ（Victor Weisskopf）も、共同研究がボーアにとって深い意味をもっていたと書く。ボーアによれば、科学は「人間の協力の最も進んだ形の一つ」であり、したがって、科学はより良い相互関係へと人間を導くはずなのだった[44]。

ボーアが若い物理学者の育成をするのに共同作業を通して行ったのは当然であった。朝、ボーアはその日の予定を入れるために、共同研究の相手に電話をかけた。それはいつも、「もしお時間があって、宜しければ、お会いしたいと思いますが」と言って始まり、時間と場所を言うのであった。ローゼンタールによると、ボーアは助手に対してさえ命令を与えることはなく、常に同意によってものごとを進めるのだった。研究所の他のメンバーに対しては、さらに緩やかなルールを適用した。ガモフによれば、「研究所の仕事は大変、容易で単純だった。誰もがやりたいことをやれば良く、来たい時に来て、帰りたい時に帰れば良かった」[45]。

ボーアは協力を尊重しただけでなく、そもそも人と一緒に仕事をする事を好んでいた。ローゼンタールによれば、ボーアは自分で書くことを嫌がった。考えることと書くことを同時にするのは彼にとっては困難だったという[46]。それ以上に、ボーアはつねに共鳴板となって、一緒に議論する相手が必要であった[47]。そこで、誰かいつも一人「犠牲」となって、ボーアの考えを書きとる助手を務めた[48]。その助手は、一切臆せずに、正直かつ無遠慮に、意見・疑問・提案を述べなければならなかった。ワイスコップによれば、一九二二年から、一九三〇年までの間、ボーアが一人だけで書いた論文は一本も無かった。ボーア

はいつも、協力して仕事をした。世界でもっとも才能があって、元気の良い物理学者たちを自分の周りに集め、育てることが、彼の最大の強みであった[49]。例えば、一九二四年の九月にボーアの研究所にやってきたハイゼンベルクは次のように書いている：「始めから、ボーアと、その最も近い協力者（助手のクラマース、そして私自身）との間で、緊密な共同研究がすすめられた。われわれの中の二人、あるいは三人同時、の間での議論がやがて、研究プログラムの一つの決まった点にむけられるようになった。それらの議論は、私にとって、日々のもっとも重要な―ゼミナールや講義より重要な―部分であった」[50]

ボーアは、どんな思いつきや、中途半端な発言にも、寛容で、そこから討論を発展させることができた[51]。同時にしつこい議論家でもあった。亀淵によると、相手の説を完全に理解し、そして自説を相手に十分納得してもらうまで止めることがなかった。それも自分の考えを押し付けるのではなく、ボーア流に丁重に自説を説得するのであった。「いったんボーアに掴まるとなかなか解放されず、自分の仕事ができなくて困る」とかつての協力者は口をそろえてこぼしたという[52]。しかし、ボーアは相手の考えを強く否定することは極力避けた。「あなたが思っているよりもずっと私達の考えは一致しているのです(We agree much more than you think)」というのがボーア流の不同意の表わし方であった[53]。

協力型手法は、物理学の研究を進めるのに、極めて有効であった。ローゼンタールによれば、ボーアが繰り返し指摘したことに、彼自身も含めて、個人が一人で成し遂げることはがいかに僅かであり、十分に協力することを通してはじめて、非常に大きな進歩が可能になるということがあった[54]。とりわけ、原子物理の分野が急速に進歩しているときには、研究者が会って、意見を交換することが非常に重要だった。というのも、論文が出版されるのを待っていては、すでに次の進展が始まっていて、遅すぎるからである[55]。

ボーアの共同研究を好むやり方は、研究所全体に伝染し、それが普通の研究スタイルとなった。共同研究を通して、研究所は一つの集合的な有機体となった。研究者は何をしても良かったが、自由だからといって、研究者たちが孤立してバラバラに研究をしていたわけではない。ロバートソンによると、「やることが原稿を書くことであれ、研究の方向性を計画することであれ、あるいは、手紙を書くことであっても、その時問題となっていることは、いつも、集団的な手法が取られた」[56]。堀健夫によれば、研究所の特徴は、「顔触れの豪勢さ」ではなく、「これらの学者の協力的精神が異常に旺盛であったこと」としている：「真摯な討論と自由な意見の交換が、それぞれの学者にベストを尽くす気分を引き起こし、単独では得られないインスピレーションを獲得させたのである。時には誰が一番問題の解決に貢献したか決めることが出来なかった。その時作用したのは個人的能力を超越した集団的創造力である」[57]。亀淵迪によると、「研究所という共同体が一つの大きな家族のように感じられ、その一員であるとの意識が、私の研究や生活の支えになっていた」という[58]。

さらにボーアのグループにおいて、研究における共同ということには、いくつかの異なる次元が存在した。理論家の間の協力、理論家と実験家の間の協力、国際協力、そして、

物理と他分野との協力である。ボーアの研究所は、実験家と理論家の間の協力も目指していた。ローゼンフェルトによると、ボーアは理論と実験の両方ができた[59]。ボーアは、もともと手が器用で、工作が得意だった。二一歳で書いた最初の論文は、液体の表面張力に関するものであった。ボーアの研究所は理論物理学研究と名付けられていたが、理論と実験の両方を行うことを目指していた。理論研究と実験研究の両方が同じ指導者のもとに協力し合うことがボーア自身の理想だった[60]。新研究所設置のためにボーアがコペンハーゲン大学に提出した申請書に、すでに実験装置のための資金が請求されていた。最近の理論物理学は実験に大きく依存しなければならないので、理論と実験の協力が不可欠というのが理由であった[61]。

理論家と理論家の間の協力としては、後に述べるクラインと仁科との間の共同研究が一つの典型である。これについては後に詳しく述べるだろう。理論家の間では、両者が、不得意な面を補い合うことができるし、アイデアを出し合うことができた。さらに、長い計算が必要なとき、独立に計算して、相互にチェックすることがよくなされた。ただし、うまくいかないこともあった。例えば、一九章で触れるボーアとクラマースがアメリカの物理学者J・スレーター（John Slater）と共著で出した論文は、量子力学の成立に大きな役割を果たす重要な論文であるが、スレーターはこの論文には不満であった。

後で触れるG・ヘヴェシー（George Hevesy）とD・コスター（Dirk Coster）の研究は、実験家と実験家の間の共同研究であると同時に、異なる分野の研究者の強力でもあった。化学者であるヘヴェシーと、エックス線研究者のコスターが、それぞれ実験の実験技能を提供し合う事で彼等の研究は可能になった。その上、ヘヴェシーは、放射性同位体をトレーサーとして用いる手法を開発し、それによって、生物学者との共同研究も為されるようになった[62]。

研究における協力ということは、今日では普通になされていて、特別珍しいことではない。研究テーマによっては複数の専門性や技能を要することがあり、その場合には共同研究によってしか研究を推進できないからだ。しかし、学術研究は基本的に競争的であるので、研究における協力と競争はつねに緊張関係の中にあり、協力ということは自然に実現するものではない。ボーアのやりかたは、研究における協力を実現する一つの初期の方法だった。

## 物理学における「コペンハーゲン精神」の実践

この二つの価値観の軸、すなわち、物理学への遊び心に満ちた熱中と、共同作業の重視は、相互に強化し合うものであった。協力型研究手法は、研究を孤独な作業ではなく、仲間同士で、和気あいあいとする仕事にできたからである。共同研究を通して、それぞれの研究に対する価値観を強化し合い、そのような研究におけるパーフォーマンスだけが大きな価値を持つような価値観を共有する共同体を維持することに貢献した。物理学への遊び

心に満ちた熱中と、協働型研究スタイルが融合したとき、物理学の研究はチーム・スポーツのようになった。同じような熱中と、競争と、そして協力を伴っていた。

研究における協働の一つの形は、自由な討論であったが、それは極めて形式張らない雰囲気のなかで行われた。研究所の活動のうち、実験は実験室でなされ、次章で述べるようにボーアが実験室に出向いて討論をしたが、理論物理学の討論はまず、コロキアムやセミナーでなされた。研究所では、コロキアムやセミナーが盛んに開かれた。コロキアムは、予め案内が出されることもあったが、何の案内もなく開かれることもあった。突然、予期せぬ来訪者が研究所に寄ったり、新たに届いた出版物のなかに興味深い記事が見つかったりすると、開かれたのである。セミナーは、研究所の講堂で週に一回開かれた[63]。そのときは、発表者の話があり、その後討論に入った。しかし、聴衆は、発表者の話をいつでも中断して、質問したり、批判的なコメントをしたりしても良かった。ボーア自身、しばしば発表者の話に割り込んでコメントした。ローゼンタールによると、ボーアのコメントは、まったく発表者の目を、まったく考えもしなかった観点に開かせるものだったという[64]。討論は、インフォーマルな雰囲気のなか、特に時間制限もなく続けられた。激しい、真剣な議論に、しばしば、ユーモラスなコメントや、聴衆からの爆笑が混ざった[65]。

レフ・ランダウ(Lev Landau)は、ロシアの生んだ偉大な理論物理学者であるが、若い彼がボーアの研究所に来たとき、不躾さで知られていた。例えば、アインシュタインの講演に対して、「今、アインシュタイン教授が言ったことは、それほどばかなことではない」とコメントしたほどである[66]。彼にとっては形式張らないボーアの研究所は居心地が良かったに違いない。ボーアの研究所の講堂で開かれるコロキアムは非常にざっくばらんとした討論をする場所であった。あるとき、ボーアの話に飽きたランダウが、講堂の長椅子に横になってしまった。彼はその姿勢のまま、ボーアに向って身振り手振りをしながら議論を続けた。ボーアは、ランダウの上に体をまげて、何とか彼が間違っていることを説得しようとがんばった。これを目撃したフリッシュは次のように書いている：「これが聴衆の前で学術的な議論をするには、ずいぶん変わったやり方だということに、どちらも気付いていないようだった。六年間、ドイツのかなり伝統的な雰囲気の中で過ごした後のことで、このような形式張らない作法に慣れるのに、すこし時間がかかった」[67]。

討論はコロキアムの時に講堂においてのみ為されたのではない。研究所には食堂があって、パン、バター、ジャムと紅茶のランチを５オーレ（Øre）、すなわちクローネの百分の五で食べることができた。ローゼンタールによれば、食堂こそ、ボーアの研究所でもっとも重要な仕事場であるという者もいた。それというのも、食堂は、情報や経験を交換するのに、理想的な場所だったからである。困難な状況にあるときに、良い助言を聞くことのできる場所であり、どのような方向に研究を進めるべきか討論する場所でもあった[68]。

研究所ではパーティも頻繁に開かれた。亀淵は二年間滞在したが、ボーア邸には六回、研究所全体のパーティが五回、研究員たちが相互に開くパーティがほとんど週末ごとにあったという。「パーティでは物理の議論がまったく当り前のように行われ、物理を解しな

い同伴者の存在などは顧慮されない。議論に文字どおり終始したパーティすらあった。…つまるところ、パーティもまた、研究所公認の業務形態の一つだったのである」[69]。

ボーアの自宅、特に一九三二年から移った「名誉の家」や、ティスヴィレの山荘も、インフォーマルな討論をする場所になった。ティスヴィレというのは、コペンハーゲンのあるシェラン島の北にある海岸の保養地である。ボーアは一九二四年にすこし海から離れた林の中に別荘を手にいれた。ボーアの息子のハンスによれば、夏休みここに行く時、ほとんどいつも研究協力者と一緒だったという[70]。さらにボーアは研究所の物理学者たちは良く、ボーア家に食事に招いた。その結果、ボーア家の子供たちは、長く滞在する物理学者たちを良く知るようになった。「われわれの子供の頃の思い出は種々の国籍のたくさんの「おじさん達」、なかでもクラマースおじさん、クラインおじさん、ヘヴェシーおじさん、仁科おじさん、ハイゼンベルクおじさん達に結びついている。父は彼等をうちへよく連れてきた。彼等はまた夏になるとティスヴィ[レ]のわれわれのところへ出かけて来た。そして研究の合間にわれわれのゲームやスポーツに加わった」[71]。

これは仁科がすでに去った一九三二年からのことであるが、ボーア家の住んだ「名誉の家」は美術品で飾られた広大な邸宅であり、維持費用もカールスベア財団の負担であった。そこでボーア家は、容易にパーティを開くことができた。家の裏には広い公園もあり、隣接して温室や植物園もあった。フリッシュは次のようにその時のことを書いている：

「夕食の後、我々はボーアを囲んですわった。床に座る者もいた。そして、ボーアがパイプにタバコを詰め、彼が喋るのを聞いた。…私は、ソクラテスが生き返ったようだ、と感じた。もの柔らかに我々に難問を投げつけ、それぞれの主張を一段と高い次元に持ち上げた。時には、自分自身気付かなかったような知恵の満ちた考えを我々の中から引き出しもしたが、もちろん、我々自身がその考えをもっていたわけではないのである。我々の会話は、遺伝学から宗教、政治から現代美術にまで及んだ。ボーアがいつも正しかったというわけではない。しかし、彼の言う事は思考を刺激し、決してどうでもいいことはなかった。何度私は、プラトン的な対話の精神に酔いしれて、コペンハーゲンの町を自転車で帰ったことであろう。」[72]

ボーアの研究所が作ったこのような環境は、優れた才能を持つ若い学者がその能力をのびのびと発揮するのに適していた。それは特に理論物理学における研究グループ運営のお手本となった。古い理論の枠組みが限界に達し、確固たる地盤が失われている物理学の変革期においては、若い学者の斬新なアイデアこそ、新地平を切り開く可能性があった。集団での自由な討論は、様々なアイデアを出し合い、検討し合うのに適していた。そして実際に、二〇年代の後半に、新しい物理学を生みだすのに多大な貢献をすることを次章で述べるであろう。

「コペンハーゲン精神」という曖昧な言葉で言われるものは、このような集団的な研究のやり方であったと考えることができるだろう。外見や礼儀作法を気に掛けない。学問を

遊びであるかのように楽しむ。しかし、けっして遊び半分ではなく、むしろそれに真剣に没入する。それを個人でするのではなく、集団で行う。その際に、活発な議論をし、上下関係を顧慮することなく遠慮なく発言し、批判し合う。このように研究を進める集団文化は、現在でも物理学に関係した分野でも良く見られる。ボーアの研究所だけがこのような集団文化の起源であったわけではない。学生がはめをはずすのは、ヨーロッパの大学で珍しいことではない。ケンブリッジでも、ミュンヘンでも、ゲッチンゲンでも、若い物理学者たちが集まる所には、同じような活気ある議論と遊び心に満ちた共同作業があったかもしれない。すこし遅れて、ローマにE・フェルミ（Enrico Fermi）がつくったヴィア・パニスペルナの研究所のグループも似たような集団文化を持っていたであろう[73]。そうだとしても、ボーアの研究所が一つの重要な源流であったことは間違いないであろう。第一次世界大戦時で交戦した双方の国々に開かれ、英語を通用語として用いることで様々な国を出身とする研究者が立ち寄ることができた。特に、それは仁科芳雄を媒介として、日本の物理学にとって重要な源流となった。ただし、それは単純に「精神」を持ち換えて、移し入れるというようなものではなかったことは後に述べる。

## 「コペンハーゲン精神」の背景

この時期、コペンハーゲンに若い物理学者たちが集まったのは、デンマークの地政学的な位置づけによるところも大きい。デンマークは小国であるが、もともとは北欧の強国であった。内村鑑三の『デンマルク国の話』で知られるように、一九世紀にプロイセンとの戦争で国土の多くを失ってしまった。二〇世紀には国際政治に大きな影響を与える国ではなかった。しかし文化的にも、地理的にも、ドイツと英国という、当時の科学技術における最先進国間の中間地点にあった。両者の強みを結合するのに都合のよい場所に位置していたのである。第一次世界大戦後、戦勝国と敗戦国との間のわだかまりは科学界にも残っていた。国際科学者コミュニティにおいても、ドイツやオーストリアの科学者を排除しようとする力は存在した[74]。前章でふれたように、ドイツ語圏の科学者は孤立しがちであり、彼らの研究と英仏語圏の研究が隔絶してしまう危険があった。そうしたなかで、北欧諸国や、オランダ、ベルギーは、両者の間を媒介して、国際協力を推進する役割を果たした。ボーアの研究所もその一例である。それは英語圏、ドイツ語圏を含めて、世界各地の若い研究者が集まって物理学の研究をするのに良い環境を作り出した。

そうした中で、ボーアは、国際的な共同研究を支持した。一九二一年にすでにコペンハーゲン大学の学長オットー・ジェスペルセンがボーアのグループにおける国際的な共同研究を称えていた[75]。ボーアは自分が小さな国にいることを幸運だと考えていた。ナショナリスティックなプライドにも、一国で充足しているという幻想にもとらわれずに、ドイツとイギリスの伝統の出会う場所となれたからである[76]。すでに見たように、ボーアの原子模型自体が、プランクやアインシュタインらによって代表されるドイツ語圏の理論物理学の伝統と、トムソンやラザフォードの原子物理学の融合であった。さらに、第一次世界大

戦後、戦勝国の側にはドイツの科学者と関係を断とうとする動きがあった。例えば、前に触れた当時の物理・化学の最も重要な科学者が招かれたソルヴェイ会議も、第一次大戦後の二回は、ドイツの科学者は招かれなかった。その二回のソルヴェイ会議で、ボーアが出席を断っているのは、それに対する抗議であると見られる。そして、前章のゲッチンゲンにおけるボーア祭でみたように、第一次大戦後に孤立しがちであったドイツの科学界に、ボーアは積極的に交流した。

ボーアの研究所にとって幸運なことに、そのような国際協力を支える経済環境ができつつあった。第一次大戦後の国際協調へ貢献を求める理想主義的な動きのなかで、一九一九年にデンマーク政府は、ラスク＝エルステッド財団(Rask-Ørsted Fondet)を設立した。これはデンマークの誇る二人の学者、文献学者のR・ラスク（Rasmus Rask）と物理学者H・C・エルステッド(Hans Christian Ørsted)を記念して名付けられた。その目的はデンマークと他の国との間の学術関係を促進することであった。二五万クローネを基金として、その利子で、特に外国で研究するデンマーク人の学生や、デンマークで研究する外国人の学生を援助したり、学会への旅費や、外国語での出版を援助したりするための資金を提供した。この資金のために、ボーアは、外国の若い物理学者を研究所によぶことができた。この仕組みは、ロックフェラーの資金に支えられたアメリカの国際教育委員会（International Education Board）のモデルとなった[77]。すでに述べたように、米国から大勢の研究者がボーアの研究所を訪れたが、国際教育委員会はその重要な資金源だった。また、後に述べるように仁科もまた、ラスク＝エルステッド財団の恩恵を大いに受けたのだった。先に述べたように、ボーアの研究所はもともと、理論と実験を両輪とするもので、その設立資金はその考えに基づいて請求されていた。ただし、実際には理論物理と実験物理を融合させることは必ずしもうまくいかなかった。そのため、ボーアは二〇年代になると、理論と実験との融合から、理論的討論に基づいた方法へと転換せざるを得なかった。しかし、一九三〇年になって再び、理論と実験との統一を目指すようになり、特に理論物理学と実験生物学を結び付けようとするようになった。そしてその時にはアメリカのロックフェラー財団の資金に助けられた[78]。

## コペンハーゲンでの仁科芳雄の生活

一九二三年五月一〇日に仁科が内田家に宛てて書いた絵葉書にはコンゲンス・ニュートウの広場の写真があり、仁科はこの近所の二階に下宿していたと書いている[79]。コンゲンス・ニュートウは「王様の新しい広場」という意味である。文字通り広大な広場があり、周囲には劇場や格式ある旅館、オテル・アングラテール等の立派な建物、コペンハーゲン最古のパブが並んでいる。コペンハーゲン中心部にある歩行者天国ストロイエの東端にあって、賑やかな港町ニューハウンに接する。研究所までは二キロ半、歩いて三〇分ほどの

ところである。仁科も歩くのを苦にしていたとは思えない。先のディラックのように歩いて通っていたのかもしれない。

その後、仁科はフレデリクスベア駅の近くに下宿した。農芸化学・栄養化学研究者の近藤金助の下宿先に転がりこんだのである。フレデリクスベアには現在地下鉄が走っているが、仁科の頃は地上に列車が通っていた。駅から遠くないが、閑静な住宅地にある一軒家である。前章でふれたように、フレデリクスベアは、コペンハーゲンに囲まれているが、独立した自治体だ。研究所からはコンゲンス・ニュートウよりさらに遠く、三キロ半程ある。緑が多く、一軒家も多い。南側にコペンハーゲンの動物園や、広大なフレデリクスベア公園がある。さらに触れコペンハーゲンへの境を超えたあたりにカルルスベア（カールスバーグ）のビール工場がある。ボーアの「名誉の家」はこのあたりにあった。

仁科と同居した近藤金助はこのとき北海道帝国大学助教授だった。彼は辻村みちよの北大時代の恩師であったことを記しておこう。辻村は当時日本では数少なかった女性科学者の一人である。仁科が留学したころ、辻村も理研にいた。所属は鈴木梅太郎の研究室である。一九三二年に辻村は緑茶の研究で日本最初の女性農学博士となった。もともと東京女子高等師範（現在のお茶の水女子大学）で保井コノに学び、高等女学校や女子師範学校で教えていた。しかし、保井のような研究者になりたいと思い、一九二〇年に職を辞して、北海道帝国大学の無給副手になった。女性であったため正規の学生になれなかったからである。最初の研究テーマは蚕の栄養だった。その辻村の直接の指導をしたのが、近藤だったのである[80]。近藤は、一九二三年設立見込みの京都帝国大学農学部の農芸化学教授予定者となり、その前年から留学を命じられていたのだった。ビール工場近くにあるカルルスベア研究所のS・P・L・セーレンセン（Søren Peder Lauritz Sørensen）のもとで研究していた。セーレンセンは、たんぱく質の専門家である。多くの業績があるが、特にpH（ペーハー）の概念を確立したことで知られている。当時カルルスベア研究所は、世界的なたんぱく質研究の中心地だったのだ。仁科がデンマークに来たとき、近藤はコペンハーゲンにいた数少ない日本人の一人であった。ある日、予告なしに仁科が訪ねて来たという。その後、近藤が去るまで一年ほど、共に暮らした。家主は技師で、若いころアジアで仕事して資産をなした。バンコクに市電を敷設したという。自身電気工学の教育を受け、兄保夫が電気鉄道会社にいたこともある仁科とは話が合っただろう。二人は、その大きな建物の二階に下宿していたが、朝晩の食事は階下で家主の家族と共にした。その食堂のテーブルは日光より持ち帰った桜の木で作ったもので、一〇人掛けの見事なものだったという[81]。

一九二四年に近藤が去って、仁科は研究所に近いグスタフ・アドルフ通りに越した。先に述べたように、大通りからすこし道に入った閑静な住宅街にある大きな集合住宅の中のアパートメントである。一九二五年五月にコペンハーゲンに到着した木村健二郎が、仁科は研究所の近くに下宿していたと書いているのは、この場所のことであろう。堀健夫も、一九二六年九月に到着したとき、仁科に世話をしてもらって、同じ下宿に滞在することになった。ここでも朝夕は下宿で食事し、昼食は、下宿から「スモーブロー」という、パンの上に具を乗せたデンマーク伝統のオープンサンドイッチを持ち込んで食べていた[82]。研究に疲れると、仁科は前述した研究所裏の公園、フェレドパルケンなどで散歩した[83]。

ゲッチンゲン時代の暗鬱さはコペンハーゲンに滞在中に霧消し、仁科の気持ちは晴れていった。デンマークはドイツよりもさらに北に位置するのだが、住人は親切で暖かだった。この時期の仁科を回想する記録は、いかに彼が快活で、親切だったかを述べている。上記の堀もそうだ。木村も到着したとき、仁科に世話になったことを書いている。当時、コペンハーゲンにいる日本人は少なく、仁科はその中でも長く滞在して、デンマーク語も比較的出来た。ボーアの研究所についた木村は、ボーアとヘヴェシーに迎えられ、そして呼ばれた仁科が「例のニコニコした顔」で現れたことを回想している。そして、仁科は木村と一緒に町を歩きまわって、木村の下宿先を見つけたのだった。感謝する木村に「なあに、わたしがいなければデンマーク人がやってくれますよ」と言った[84]。

仁科が言うように、デンマーク人が概して親切であったばかりでなく、中には、特別に日本人に好意を持つ人たちもいた。これがなぜなのかはよく分からない。堀が到着したとき、仁科は日本人ひいきの銀行員、ヘスト氏がいるという銀行に連れていった。ある日本人が期限の切れたパスポートを持って入国しようとしたのを、運動して通してやったのが縁だという[85]。また自宅に研究所の日本人たちを招く人たちもいた。ヘスト氏もそうであった。クヌートセン夫人という人も、パーティに仁科や堀らを招いた。彼女の娘はデカンショ節を歌ってみせた。以前に来た北里研究所の小林という人に教わったらしい[86]。デカンショ節はもと兵庫県篠山の民謡であるが、学生たちの間で流行っていた[87]。その小林から教わったのか、「デカンショ」とはデカルト、カント、ショーペンハウエルを一緒にしたものだと言って堀を面白がらせた[88]。またタールビッツァーという人はコペンハーゲンに住むドイツ人であるが、この人も大変な日本人好きだった。欧米ではクリスマスは家族が集まる祝日であるが、仁科や堀らをクリスマスの晩餐に招待した。主人のみならず、客までが皆相互に贈り物をし合うのを見て、花を持ってきただけの仁科らは大いに恐縮した[89]。

仁科がコペンハーゲンにやってきた一九二三年には、ボーアの下にはまだ先に述べた若い物理学者たちの多くはまだコペンハーゲンにやって来ていなかった。彼等が来た後も、仁科はかなり年長者である。もともと若い時から、悪ふざけを好むたちではない。一緒に羽目をはずすことは無かっただろう。しかし、日本人の研究者が増えるに従って、彼らの間で遊びに行くことが多くなった。仁科の滞在の間に、日本人の学者がコペンハーゲンに集まり、その数はボーアの研究所に滞在した者の中のかなりの割合を占めるようになった。高嶺俊夫についてはすでに何度か言及したが、東大および理研の分光学者である。仁科が訪れる前すでに一九二一年に一度コペンハーゲンに来ていたが、一九二五年の四月から一一月にも滞在した。木村健二郎は、東京大学の化学者で、すでに触れたように一九二五年の五月にコペンハーゲンに到着し、一九二七年の四月までいた。杉浦義勝も理化学研究所の長岡半太郎の許で分光学を研究していた。一九二五年の一一月から一九二七年の四月までコペンハーゲンにいた。その間に量子力学を学び、日本人としては最初の理論家となった。特に、ハイトラーとロンドンと並んで、水素分子の結合を量子力学で説明した理論で知られる。堀健夫は京都大学の木村正路の下で学んだ分光学者である。第三高等学校で物理の講師をし、一九二四年に朝永振一郎と湯川秀樹の物理の教師でもあった。翌年、朝永の父、京都大学の哲学教授、朝永三十郎の娘静子と結婚した[90]。つまり朝永には義兄にあたる。そして旅順工科大学教授の辞令を受け、妊娠中の妻をその実家に残して留学したのだった。彼はしばらくドイツのチュービンゲンに滞在した後、一九二六年八月半ばに一度コペンハーゲンを訪れたが、スェーデンのM・ジーグバーン（Karl Manne Georg Siegbahn）の許へしばらく行った。ジーグバーンはエックス線分光学の第一人者であり、仁科とも関わることになる。九月よりコペンハーゲンに長期滞在を始め、翌年の四月までいた。研究面では、コペンハーゲン滞在中に水素原子のバンドスペクトルについての極めて重要な研究を行ったことが注目される[91]。青山新一は東北大学化学研究室の助教授であった。彼は一九二六年の九月、堀より数日遅れてコペンハーゲンに到着し翌年の三月まで滞在した。コペンハーゲンでは、仁科らの向いの建物に下宿し、食事は最初仁科らの下宿でとっていた。コペンハーゲンの後、オランダのK・オンネス（Heike Kamerlingh Onnes）の許で低温物理学を学んだ[92]。

彼ら日本人研究者達は運動を兼ねて、日曜日には郊外に出て散歩することにした。おおよその場所だけ決め、鉄道で出かけて駅からあても無く歩き、十分歩いたら駅を探して帰るという気ままな散歩の仕方だった。時にはディラックとボーア、そしてボーアの息子が散歩しているのにばったり会ったりすることもあった[93]。何度か、デンマークの誇る遊園

地、チボリに連れだって行ったりもした[94]。平日の晩も、研究から離れ、娯楽や見物の時であった。日本人研究者たちは連れだって音楽会や、映画や、演劇や、オペラを見に行ったのである。音楽会では、音楽に詳しい木村が「講釈」をするのが常であった。ベートーベンの四重奏を続けた演奏会があって、彼等は毎晩のように通って聞きに行った。ボーアらが好んで西部劇を見に行ったように、日本人たちも映画館へしばしば行っている。トリアングレンにも映画館があり、また中央駅の近くにもあった。一九二六年の一〇月二八日に、仁科の誘いで『ベン・ハー』を観に行き、堀は感銘したことを日記に記している[95]。これはF・ニブロ（Fred Niblo）監督による一九二五年のサイレント映画で、当時としては、大がかりなスペクタル大作であったらしい。有名な一九五九年版『ベン・ハー』の監督となったW・ワイラー（William Wyler）が助監督を務めていた。同じ年の一二月二日には、デンマークの総選挙があって、仁科らは見物に出かけた。投票日の晩一〇時頃から市役所前の広場で結果が公表されるのを、市民が聞きに集まる。仁科らは勿論投票権はないのだが、それを見物に行ったのだ。広場にはぎっしり人が集まり、開票が進むごとに、二つの新聞社がスピーカーで知らせ、かつ表示板で得票を示す。得票が発表される毎に、群衆は大歓声を上げる。それが二時から三時頃まで続くのだという。堀は「政治に興味を持ってる国民、選挙が忽ち自分たちの利害関係に影響してくる国民、日本とは大分趣の違った所が多い」と日記に書いている[96]。一二月六日は仁科の誕生日、翌七日が堀の誕生日だというので、七日に日本人研究者や旅行者七名と下宿の主人らとで宴会を開いた。後に触れるように、極めて勤勉であったが、同時に夜の外出は率先して行ったようだ。堀は、妻子を日本に残し、研究時間も限られているので、研究に打ち込みたかったらしい。仁科の誘いがあまりに頻繁すぎると思ったが、断りはしなかった[97]。

仁科は日本人だけで孤立していたわけではなかった。人間関係においいても、研究においても、仁科はボーアの研究所に良くとけ込んだ。仁科はボーアの研究所のコロキアムやセミナーに積極的に参加した。例えば、次章で述べるクラインとの共同研究をコロキアムで発表した。いわゆるクライン＝仁科の公式の導出である。黒板に彼が最終的な公式を書いたところ、聴衆の一人が、論文の原稿にある式と、符号が一つ違っていることを指摘した。仁科は、「原稿の符号は確かに正しい。黒板では、私はどこかで一カ所、符号を付け間違えたに違いない」と答えた。それに対して、ディラックが「奇数箇所！」とコメントした[98]。後に仁科はコペンハーゲン時代に「近づきになった」著名な物理学者として、クラマース、ハイゼンベルク、パウリ、ヨルダン、クライン、ディラック、ダーウィン、フ

ァウラー、ハウトスミット、ガモフを挙げている[99]。その後、彼らとの間に交わした書簡も少なくない。

仁科の息子の一人、仁科浩二郎は、当時パリにいた仁科の友人、名和武から、仁科が周囲の人々から尊敬されていたことがすぐ分ったと言ったことを書いている。なぜ、仁科がそのような親しい付き合いをできたのかについて、仁科浩二郎は、「信義上の行動や言動を大変大切にしたこと」と「誠におおらかであったこと」を理由として推測している[100]。これは、ボーアの妻、マルグレーテ・ボーア（Margrethe Bohr）が、「その暖かい誠実な人柄は彼といっしょにいるとき、その機会をいつも特別のものとし、私たちは彼と話をすることを大切にしました。後に彼との会話は、よく私たちの心に蘇ってまいりました。…彼がここを去ったとき、非常なさびしさを感じました」[101]と書いていることと一致する。また、次章で触れるようにハンブルクで仁科と共同研究をしたI・I・ラビ(Isidor I. Rabi)も、「仁科は実に誠実な男だった」と言ったと小泉賢吉郎が書いている[102]。仁科の評判が良かったのは物理学者の間だけではなかった。堀は、コペンハーゲンで仁科と共に下宿したが、最初下宿の女主人と折り合いが悪く、冷たくあしらわれていた。ところが、彼女とその娘は、仁科に対しては「仁科さん無くては夜も日もあけない」ありさまで、旅行から帰れば駅まで迎えに行く程であった[103]。仁科もまた、下宿の女主人に親切で、彼女が旅行から帰る時、体調が悪いのをおして迎えに行き、そのために風邪で寝込んだりしたことがあった。

仁科は研究所に集まった他の若い物理学者たちのような悪ふざけや遊びごとはしなかったが、会話で人を楽しませることには長けていた。H・ホルスト（Henry Holst）は、デンマークの生んだ偉大なヴァイオリニストであるが、彼の妻エルゼは、デンマークの物理学者で、仁科と同じころボーアの許に滞在し、仁科とも共同研究をしたS・ウェルナー（Sven Werner）の妹だった。戦後、東京芸術大学の客員教授となったホルストと共に来日したとき、エルゼは仁科浩一郎に「貴方のお父さんは、いつも自分の失敗をこだわらずに披歴するので、話していて楽しかった」と言ったという。神戸からマルセーユへの航海での失敗について次のように語った。「船の食堂で料理を注文する際、父はメニューの上の方から順番に注文するものだと思っていた。ところが、そのうちこれはおかしいと気付いた。注文するたびに出てくるのは、いつまで経ってもスープばかりだったからである」[104]。

仁科を始め、日本人の学者たちは、ボーア一家と親しく交際していた。ボーア家は単身で研究所に滞在している研究者をしばしばボーア邸に招いた。マルグレーテ・ボーアは次

のように回想している：「私たちの四人の息子は、彼らにとって"不思議な"容貌の非常に親切な訪問者に、いつもとても興味をもっていました。特に仁科さんと杉浦さんは親切で、いつも子供たちのゲームの相手をしてくれました。仁科さんが研究所にきたとき、長男のクリスティアンは七、八歳でしたが、彼らは大の仲良しになりました。クリスマスイブの日、日本の学者も私たちのパーティに加わり、いっしょにクリスマスツリーの周りを廻って踊りました。彼らは子供たちの相手になって、新しい汽車やおもちゃを組立てるのを手伝い、子供たちは大喜びで、彼らを新しいおじさんのように思いました。夏に私たちが避暑地の別荘にいたときは、日曜日などを彼らとともに過ごし、浜辺や森の中をいっしょに散歩しました」[105]。仁科については、前章でもボーアの息子ハンスも書いているが、後に物理学者になった別の息子、オーア・ボーア(Aage Bohr)が「個人的には彼が私の両親の家で、われわれ子供たちに非常に親切で人気のあった"おじさん"であったというイメージをいまなおもっています」と書いている[106]。

堀健夫は日記の中で一九二六年一二月二五日にボーア家に招待されたことについて書いている。研究所からは日本人の研究者、仁科、堀、杉浦、木村のほか、ディラックとS・ロスランド（Svein Rosseland）がいた。後は、ボーア家の家族と親戚で、あわせて二〇人以上の集まりだった。ロスランドは、ノルウェーの理論物理学者で、天文物理学で知られる。早くからボーアの研究所に来ていた。様々な分野の研究をする多彩な人で、気象学も研究したことがあって、藤原咲平の名前を知っていて堀を驚かした。参加者はクリスマスの御馳走を食べた後、クリスマスツリーを囲んで踊ったり、子供の芝居を見たりした。ボーアもまた、幅広い関心があることを見せて、堀は驚いている。ツタンカーメンの墳墓発掘の話しや、アンデルセンなどのおとぎ話の話しをしたというのである[107]。

### エックス線分光学に没頭する日々

仁科も様々なことに興味を持ったが、それでも研究があくまで生活の中心であった。コペンハーゲン時代の仁科に極めて勤勉だったという。特に最初の数年はそうであったに違いない。夕食を下宿で食べた後また研究所に戻ることもあった。研究所から遠いフレデリクスベアに下宿していた頃もそうであった[108]。毎日、日曜も、夜おそくまで実験し、何時帰ったのか、近藤に分からないほどであった。近藤は、夕食のあとに二度ほど実験室を見せてもらったが、ヘヴェシーも夕がたおそくまで仕事をしていたという。ボーアの研究所で一緒に仕事した木村健二郎も、仁科が毎夜のように、深夜研究所の柵を乗り越えて帰っているのを目撃していた。仁科は建物の鍵はもっていたが、門の鍵は持っていなかったのである。ボーアも驚いて、「よく続くものだ。実験だからそんなに続けて夜おそくまでや

ることができるのだろうか？理論ではとってもそうはいかない」と言った[109]。上に書いたように、一九二六年頃には、腰を据えたのか、体調にも気を使い、休みや気晴らしにも時間を取るようになっていた。

息子の仁科浩二郎は、「父にしてみれば、滞欧研究生活中で最も充実し、研究者として楽しい時期ではなかったかと思う」と述べている。「俺は勉強が面白くて面白くて、結婚をせずに一生研究を続けようと考えたことがある」と仁科は語ったが、浩二郎が推測したように、それは間違いなくデンマーク時代のことだろう。研究に打ち込んだ結果、仁科の滞在は次第に引きのばされていった。とうとう一九二五年の手紙で「出来るだけ長く当地に滞在して学問の根底を極めたい」と書くまでになった。前出した中学時代の友人、畠山蔵六が語ったところによると、「好きな女でもできたんじゃないか、誰か行って様子をみてこい」という話まで出たと仁科浩二郎が書いている[110]。その心配は、いわれのないことではなかった。物理学者にして物理学史家であるアブラハム・パイスは、コペンハーゲンに長く滞在した若い男性の物理学者の多くがデンマークの女性と結婚したことを書いている。クラマース、クライン、ヘヴェシー、そしてパイス自身もそうであった[111]。しかし、仁科の場合、研究に打ち込んだあまりのことであったと見るのが正しいであろう。そして、堰を切ったように、研究成果を挙げていった。

仁科がコペンハーゲン時代に行っていた研究はまず実験的なものである。仁科はおそらく、ボーアから直接、テーマを与えられて仕事をしたであろう。ボーアは理論家であるが、すでに述べたように手先が器用で、実験研究の経験もあった。その上、実験研究の文献も良く見ており、実験研究の指導も十分できた。新しい実験家が来ると、ボーアはその関心や経験を聞いた上で、彼が興味深いと考えるテーマを示唆した。仁科が具体的にどのような体験をしたのか記録が残っていないが、堀健夫の場合から推測することができる。

堀は、九月一日にコペンハーゲンに到着し、三日に研究所へボーアに挨拶に行って、自分の書いた論文を贈呈した。それは一九二六年に出たばかりで、臭素のスペクトルの微細構造を回折格子で調べるものであった。堀が研究の相談をしたいと言うと、今は手がふさがっているから午後、自分から下に行くとボーアは答えた。そして、午後、実験室にいる堀のところへ、ボーアがやって行く。あなたは回折格子を用いた経験があるのですね、それでは面白い問題があります、といってテーマを与えた。それはアルカリ金属のうちにリチウムだけが微細構造を持っているのはなぜかという問題であった。そして、その問題を解くための実験的課題を与えた。その後、実験をする堀の許へ、しばしばボーアはやってきて、示唆した文献についての意見を聞いたり、実験の進捗を聞いたり、実験装置を除き

込んだり、得られたスペクトルの写真を見たりするのだった。研究が遅れていると見ると「それは結構（That's nice）」と言ってから「急いでやりたまえ」と言う。「うまくいかない」と堀が言うと「そのうち結果が出ますよ」と言う。実験結果が出る段階になると、一日に三回も実験室へやってきてまだ出ないか、と聞く熱心さであった。良い結果が出ると「素晴らしい！（Marvelous!）」を連発する。時には、他の研究者、例えばハイゼンベルクを連れてやってきては、得られた実験結果を見て、堀の前で討論を始めた。また、ある時は、自分の子供を連れて実験室にやってくることもあった。堀に対しては、九月初めに、予定していた別の研究者が都合でやって来られなくなったので、ウェルナーとの共同研究を代わりにするように指示した。これは堀にとっても良い研究の機会であったと同時にウェルナーとの友情の始まりだった[112]。

このように、研究指導者が毎日実験室にやってきて進捗を聞くのは、珍しいことではなく、日本でもおそらくすでにこの時点で大きな違いは無かっただろう。ボーアが違うのは、常に褒めることであった。堀はボーアが、「誰のやった仕事でも非常に面白く very nice と讃辞を与へられる。日本に居た時 Prof.達から受けた批評とは雲泥の差である」と書いている[113]。堀は、しばしば自分の師である京都大学の木村正路とボーアを比較しているが、仁科や杉浦のように長岡半太郎のもとから来た物理学者たちにとっても、ボーアとの対比は顕著であっただろう。

仁科の場合、どのようにテーマが当たえられていったのか、詳細は定かではない。前章で触れた一九二三年三月のボーア宛書簡にあるように、コペンハーゲンで仁科が学びたかったのはボーアの原子模型と分光学だった。彼はケンブリッジ時代にエックス線の扱いに経験を積んでおり、運の良い事にこの方面の研究は、まさにコペンハーゲンでちょうど重要な進展を示していた。当時ボーアの研究所ではヘヴェシーとコスターの研究が実験部門の花形であった。彼らはボーアの理論を化学研究の強力な武器に変えつつあった。その一つの成果が仁科の来る前年に成し遂げた原子番号七二番の新元素の発見である。この元素が原子番号四〇のジルコニウムと似た化学的性質を持つことはすでに予想されていたが、ボーアは、自らの原子模型とその他の経験的事実に基づいて、この元素の性質をジルコニウムに近いと予測した[114]。それを手がかりにして、ヘヴェシーとコスターは、ジルコニウムの鉱石から新元素を分離した。そこで彼らは化学の伝統的な分離方法である結晶分離に加えて、エックス線分析を用いた。モーズリーが示したように、特定の元素は、特定のエックス線スペクトルをもつので、エックス線スペクトルから、ある試料にどのような元素が含まれているかを調べることができるのだ。新元素は、デンマークの古名にちなんでハ

フニウムと命名された。新元素の発見の知らせは、折よくボーアがノーベル賞受賞講演のときに言及し、直ちに広く広まった。

コスターとヘヴェシーの研究は、新元素を発見し、確認する強力な方法を見いだしたと同時に、新元素をめぐる先取権論争の嵐の中心となった。スイスの化学者、J・マリニャック（Jean Marignac）がスウェーデンのイッテルビー鉱山の鉱石から、新元素、イッテルビウムを発見したのが一八七八年のことである。ところが、これには実は別の元素が含まれていた。この鉱石を調べて、フランスのG・ユルバン（Georges Urbain）とオーストリアのC・アウアー・フォン・ヴェルスバッハ（Carl Auer von Welsbach）が独立に、原子番号七〇番と七一番の元素と彼等が考えたものを分離して一九〇七年に発表した。ユルバンは、七一番の元素をルテティウム、ヴェルスバッハはカシオペイウムと名付けた。この時点での先取権は、一九〇九年の国際原子量委員会で、ユルバンに与えられた。七一番の元素は、彼の命名通り、ルテティウムと名付けられた。一九一一年、ユルバンは同じ試料から第三の元素を分離し、原子番号七二の元素と考えて、セルティウムと名付けた。これはこの時には新元素と認められなかった。第一次大戦後になって、ユルバンは、M・ド＝ブロイ（Maurice de Broglie）の助手であったA・ドーヴィリェ（Alexandre Dauvillier）の協力を得て、モーズリーの開発したエックス線分光学を使った。これにより一九二二年にセルティウムが新元素であることを示し、それは広く受け入れられた。しかし、七二番元素がイットリビウムに近いことを信じなかったコスターとヘヴェシーは、その結果を信用しなかった。そして一九二三年一月に、ジルコニウム鉱石から、七二番元素に対応するエックス線スペクトルを得て、新元素の発見を発表した。ユルバンらは、コスターらの発見したものは彼らがすでに発見していたセルティウムにすぎないと批判し、先取権論争が発生した[115]。

この争いの準備を通して、ヘヴェシーとコスターはハフニウムに関する研究を急速に進めた。同時に、ユルバンらの研究、特にドーヴィリェのエックス線分析がいかに粗雑であったか明らかになった。セルティウムのエックス線スペクトルは、ドーヴィリェ以外の研究者の目には、原子番号七二に対応するものとは認め難いものだった。それどころか、そのスペクトル写真が、元素番号七一番のルテティウムと一致した。つまり、ユルバンらが七二番元素だと思ったものは実は彼等が一九〇七年に分離した筈の七一番の元素だったのだ。だとしたら、一九〇七年の時点でユルバンは七一番元素を分離していなかったことになる。他方でヴェルスバッハのサンプルからは、確かに七一番元素を分離していることを確かめることができた。そこで、一九二四年にドイツ原子量委員会は、七一番元素をルテ

ティウムではなく、ヴェルスバッハの命名に従ってカシオペイウムと呼ぶことを決めた[116]。

こうして、七二番元素をめぐる先取権論争は、第一次世界大戦での戦勝国と敗戦国との間で二陣営に分かれ、怨念の争いの色彩さえ帯びた。中立国オランダ出身のコスターにとっては理不尽なことである。ユルバンの側の証拠が脆弱であったにも関わらず、七二番元素がハフニウムと呼ばれることが国際的に認められたのはようやく一九三〇年になってからであった。しかし、七一番元素については、ヴェルスバッハの先取権は認められず、現在に至るまでルテティウムと呼ばれている[117]。ヘヴェシーは自分とコスターにノーベル賞が与えられることを期待したがそれは起こらなかった。ヘヴェシーは後にノーベル賞を受賞するが、それはハフニウムの発見ではなく放射性同位体を用いたトレーサー法によってであった。コスターにはノーベル賞が与えられることがなかった。

おそらく仁科の関心から、この分野の研究が適しているとボーアが判断したのだろう。仁科はまず、ボーア理論に基づく、エックス線分光学の研究に従事することになった。ハフニウムの発見以降、コペンハーゲンはエックス線分光学による微量元素研究の中心地となっていたのである。仁科がコペンハーゲンに到着した一九二三年にはまだコスターがいた。コスターは、アムステルダム生まれで、仁科と同様、最初は電気工学者としての訓練を受けた。その後、ルント大学のジーグバーンのもとでエックス線分光学の研究をした。なお、コスターは核分裂を発見するL・マイトナーと出会い、生涯の友人となって、後にマイトナーの命を救うめぐりあわせとなる[118]。ルント大学での研究で一九二二年にライデン大学で博士号を取得した。その年の九月から一九二三年の九月までボーアのもとに滞在している[119]。後の手紙に書いているように、仁科にとってコスターはエックス線分光学の師であった[120]。

コスターがオランダに帰国した後、仁科は後を継いで研究所におけるエックス線分光分析業務を担った。当時まだ周期律表の空席があって、原子番号四三、六一、七五、八五、八七の元素は見つかっていなかった。ヴェルスバッハら化学者が、ボーアの研究所に試料を送って、エックス線分光学による確認を依頼していた。コスターの後は、仁科がその試験業務を担当したのである[121]。ヘヴェシーはコスターが去った後も、一九二六年九月までコペンハーゲンに滞在し、仁科の良き相談相手となった。

コペンハーゲンに到着した仁科は最初、コスター、ウェルナーと共同研究をすることから始めた。共に実験することでエックス線分光学の技能を身につけていった。最初に着手したのは、原子番号五七のランタンから七二のハフニウムまでのうち、九つの元素を取り

上げ、その吸収スペクトルのL系列を観測するである。L系列とは、エックス線スペクトル系列に付けられた名前である。ボーアの原子模型以降、L系列スペクトルとは、電子軌道のうちL殻に分類されるものによって放出または吸収されるスペクトルと理解されるようになった。前に触れたように、ボーアの原子模型では、電子が原子の中で特定の軌道を取る。それを主量子数で分類した時に、原子核に近い方、すなわちよりエネルギーの低い方から、スペクトル系列のK、L、M、...に対応することが分かった。そこでそれらの電子軌道はK殻，L殻、M殻、と名付けられた。ある物質中の電子を一つの軌道から他の軌道に押し上げるエネルギーをもつエックス線は、その物質に吸収されやすい。そのときのエックス線のエネルギーによって、それぞれの電子軌道のエネルギー準位（エネルギーの高さ）が分かる

同一九二三年にボーアとコスターが発表した論文で、広い範囲の元素について、エックス線のスペクトルが調べられていた。それらのスペクトルから、電子の軌道それぞれが持つエネルギー準位が求められた。そして、ボーアが理論的に導いたように、エネルギー準位の平方根を縦軸に、原子番号を横軸にしてプロットすると、軌道ごとにきれいな直線を描いた[122]。

しかし、バリウム（原子番号五六）からタングステン（原子番号七四）までは、興味深い性質を持つのにも関わらず、その論文では実測されておらず、内挿によってスペクトルが推測されていた。原子番号五七のランタンから、七一番のルテティウム（カシオペイウム）までは、ランタノイドと言われる。ランタノイドと、二一番のスカンジウム、三九番のイットリウムを合わせて希土類元素といい、化学的に非常に似通った性質をもっていた。これらの放出スペクトルについてはすでに測定されていたので、仁科らは吸収スペクトルを調べたのである。それによって、L殻の電子軌道が持つエネルギーの大きさを測定し、ボーアの理論の傍証とすることであった。仁科らは、これらの元素を含む化合物の飽和溶液を作り、それを薄葉紙にしみこませて、エックス線の経路に置いた。それを通過したエックス線を結晶で回折させ、写真乾板にスペクトルを撮影した。これによって吸収が起る波長を調べた。それはボーアらの内挿した値とよく一致していた。この論文は一九二三年八月一三日に受理されているので、コペンハーゲン到着後、仁科は直ちに実験に取り掛かり、論文を書き上げたのであろう[123]。仁科は急速にエックス線分光学の実験技術を身につけていったのである。

## 長びく滞在とその資金

一九二三年六月六日に家族に宛てた手紙に、八月末まで滞在する、場合によっては一〇月ごろまで滞在するかもしれないと書き、帰国予定は一九二四年六月初めだとした。これは先ほどのコスター、ウェルナーとの共同研究の論文が書けたらコペンハーゲンを去るつもりだったのであろう。しかし、八月八日には、帰国予定は変わらないがヨーロッパ滞在は一一月まで伸ばすかもしれないことを書き送った。これは次に述べるように、夏から秋にかけてヨーロッパを回る計画を立てたのだろうと思われる[124]。八月二五日付けで姉内田徳子に宛てて、コペンハーゲンのシンボルの一つでもある動物園の象、タイから輸入したインド象のエレンが写った絵葉書を送った。そこに別便で自分の宛先を書いた封筒を送ったことを書き、もし阿部家に嫁いだ姉の豊も必要なら分けてあげてほしいと書いている[125]。外国の宛名を書けない姉たちが自分に書簡を送るのに、宛先を書いた封筒を多数送ったのである。これは直ぐ去るのであれば不要なことであり、の時点では、まだコペンハーゲンにしばらく滞在するつもりだった。

日本では一九二三年九月一日に関東大震災が起っていた。小泉賢吉郎はこのことから、すぐに日本に帰るのが無意味だと判断したのではないかとし、仁科からボーアに滞在の延長を相談したか、あるいはボーアが仁科のことを思ってそれを提案したのだろうと推測している[126]。たしかに、ボーアは震災直後の九月一一日に、仁科のためにラスク＝エルステッド財団理事会にあてて、二五〇〇クローネの奨学金を申請する書簡を書いている。二五〇〇クローネというのは、当時、研究員が半年滞在するのに要する費用である。堀健夫がその日記に、下宿の家賃が一月二〇〇クローネで、コペンハーゲンの物価の高い事を考えれば決して高くはないと書いている[127]。少なくとも、これだけでは一年分の生活費にはまったく足りなかっただろう。その書簡には、次のようなことが書かれていた。仁科博士は四月から研究所に滞在しており、日本から奨学金を得て、一年間ここに滞在するつもりでいる。しかし、日本における大地震の後、彼の奨学金が維持されるか、極めて疑わしくなってきた。そのため、他に生計を立てる途がなければ、日本に帰らざるを得なくなるかもしれない。仁科博士はコスター、ヴェルナーとエックス線吸収スペクトルについての研究を完成して、重要な成果を挙げ、コスターが去って後は一人でそれに続く研究を行っており、もし仁科博士がその研究を完成する前に帰らなければならなくなるとしたら残念である、等のことが書かれていた[128]。この時、仁科はまだ学位を得ていないので、博士というのは正しくない。また震災によって理研からの送金が途切れたという事実はない。おそらく小泉の言うように、この申請は仁科に同情したボーアが、彼のためにやや誇張して書いたのだろう。なお、小泉は仁科がこれによって五〇〇〇クローネを得たとしているが、研

究所の史料室の記録を見る限り、この年仁科は奨学金を獲得出来なかったと思われる。ニールス・ボーア・アーカイブズに残された資料に、一九二三年に関しては、二月にヘヴェシーが五〇〇〇クローネ、パウリが二五〇〇クローネ申請して、五月に採択されたことが書かれているが、仁科については申請したことしか記録されていないからである。いずれにせよ、ボーアの手紙が示しているように、仁科の研究は継続中であった。そして、震災よりも研究を継続することが、コペンハーゲン滞在を伸ばした主要な要因だったように思われる。

ボーアはこの秋から、米国訪問に旅立った[129]。アメリカへ発つ前に、仁科に研究の示唆を与えた。前に、ボーアとコスターが一九二三年に発表した論文で、広い範囲の元素のエックス線スペクトルを調べ、それと原子番号との関係を論じていたことに触れた。ボーアは仁科にエックス線スペクトルをより正確に求めてほしい、それにはどうすべきか示してほしいと言ったという[130]。上記のラスク＝エルステッド財団に宛てた書簡でいう仁科が始めた研究というのは、このことを指しているのであろう。この仕事は先に述べた最初の論文の延長上にあるもので、より多くの元素についてより精密な測定をするものだった。仁科はこれを丹念に行い、非常に時間をかけることになる。

九月の中ごろから一〇月までは、仁科は盛んに旅行をした。まず、学会出席と観光を兼ねて、ドイツとオーストリアを旅行した。九月半ばにライン川下りをしてボンへ行き、二〇日にはオーストリアのインスブルックを訪れ、九月二六日頃には学会出席のためデュッセルドルフに数日滞在し、コペンハーゲンに戻った。九月末に再び旅行に出、二八日にはスウェーデンのゴーテブルクで博覧会を見、一〇月一日にはノルウェーの首都クリスチャニア（現在のオスロ）に行った。そこからベルゲンに向、フィヨルドを見物し、一〇月五日にクリスチャニアへ戻った[131]。一〇月一一日にクラマースがボーアにあてて、仁科が他の二人の日本人学者とともにノルウェーとスウェーデンへ休暇を過ごしに行ったことを書き、「彼はそれに価すると思います」と報告している[132]。夏までの仁科のがんばりがそれほど印象的だったのだろう。仁科は一〇月一〇日頃には、ウプサラのジーグバーンの研究所を訪れた。前に触れたがジーグバーンは、コスターの師であり、エックス線分光学の最高権威の一人である。その研究所はエックス線分光学者にとっては聖地にも等しい場所だった。ジーグバーンは、研究所を見せただけでなく、仁科にスウェーデンの「正餐」を御馳走し、雨天の中、駅まで送って、仁科を感激させた[133]。

一〇月末にコペンハーゲンに戻った仁科はボーアに与えられた課題に取りかかった。コスターと連絡をとり、その相談を始めた[134]。コスターは九月にコペンハーゲンを去って、

そのころロンドンにいたが、北ホラント州の州都、ハーレムに移ることになっていた。しかし、一一月末から仁科は再び旅行を始めた。親戚であるパリの静間知次を訪ね、彼が帰国するのにマルセーユまで送るのが主目的だったが、その途中で研究者を訪問し、各地を旅行した。静間知次は仁科の兄の夫人、つまり義姉の姪と結婚した[135]。どの兄なのか良く分からないのだが、遠平か保夫だと思われる。この静間夫人、仁科の義姉の姪は、茨城県知事などを歴任した官吏、大塚貢の三女だった。大塚の次女たつゑは、官吏・坂田幹太に嫁した。その間に長男として生まれたのが後の理論物理学者、坂田昌一である。坂田の弟、良次は数学者となるが、この静間夫妻の養子となった[136]。静間知次は、陸軍将校として長くヨーロッパに滞在し、この時はパリの日本大使館付き武官であった。仁科はまずオランダとベルギーに一週間ほど滞在した。ハーレムでコスターの家に泊った。研究のことを相談したに違いない。クラマースに宛てた書簡で「絵に描いたようなオランダの景色を見たり、有名な物理学者に会い実験室を見学したり、すばらしい日々でした」と書いているが、他にどの物理学者と会ったのかは書いていない[137]。その後、一二月二日にブリュッセルに寄って一泊し、翌日にパリに着く予定だと内田家に絵葉書を送っている。一二月四日に郷里に宛てて、「東京地方の大震災は五十年百年毎に繰返さなければならないとは、実に日本人は不幸な国民です．震災の復興はどうなっていますか．帰国は、多少遅れるかもしれません．実は今の仕事は、なかなか時間をとる仕事で、しかもコペンハーゲンに滞在する事が私にとって非常に大切なことが分かりました．できるだけ長く当地に滞在する予定です．来年五、六月ころの帰国予定でしたが多少長引くかもしれません」という内容の手紙を送ったという[138]。震災のことを気に掛けながらも、やはり研究のために、滞在を伸ばしていることが分かる。理研からは一二月二五日に帰朝費用として二一一〇円が送られているのだが、仁科には帰国するつもりはなかった[139]。パリに着いてから送った上記のクラマースの書簡によれば、親戚が一二月五日にパリを発って日本に帰るので、マルセーユに同行し、そのついでにイタリアを見物に行くというのであった。ただし、上記の書簡の日付が一〇日であり日付に誤認があると思われる。ともかく、仁科は一八日にパリを発ち、そののち二三日にニース、二八日にローマ、翌年一月六日に、フロレンスとピサ、七日にボロニア、翌日から一〇日までベニス、一二日にミラノ、翌日スイスに入国し、一四日にベルン、一八日にモンブランのフランス側山麓へ行き、一八日にシャモニー、二〇日にスイスに戻ってミュレン、二六日にフランスのストラスブルクを訪れている[140]。

コペンハーゲンに帰ってから、ボーアから与えられた課題に再び取りかかったのだろう。そして、それが思ったより困難であることに気付いたに違いない。二月一二日に郷里

に宛てた手紙に、「五、六月ころの帰国は困難と思います」と書いているという[141]。実際、その仕事が一段落して、発表にこぎつけたのは一九二五年になってからであった。その論文で仁科は原子番号五〇番のスズから七四番のタングステンまでのエネルギー準位について、吸収スペクトルからより精密な値を測定した。それもあくまで研究は継続中であると断っていた[142]。

一九二四年九月一六日に内田徳子に宛てた絵葉書に、理研より留学延期の許可を得たので、まだしばらく帰国しないと書いている[143]。仁科は一九二一年に理研から留学費として一五二一円二九銭受取り、その後一九二四年九月まで月三六〇円うけとっていたのだが、それ以降記録がないという。おそらく、理研より留学延期の許可が得たと同時に、一九二三年末に帰朝費用として送金された分を滞在費に使うように指示されたのだろうという[144]。

一九二四年九月三〇日にボーアは仁科のために再びラスク＝エルステッド財団に二五〇〇クローネの申請をしている。ボーアは、次のように書いていた。仁科博士は理研からの資金で滞在しているが、この年の末にそれが切れてしまう。これまで仁科博士はエックス線の吸収スペクトルについての実験的研究をしてきたが、それは研究所でなされている原子構造の理論的研究と密接に関連するものである。滞在の初期に、コスター、ヴェルナーと共同で重い元素の吸収スペクトルについての研究を行い、それ以来エックス線スペクトルの系統的な研究に従事している。これらの研究は原子論に重要な成果をもたらした。しかし重要な結果が期待できるより大きな系統的研究を完成させる前に、仁科博士の資金が切れてしまう。それゆえ、仁科博士が滞在を続けることができるように、資金が与えられることが極めて重要である[145]。理研からの資金が切れてしまうというのは正確ではなく、ここでもボーアは、最大限の努力をして、仁科にラスク＝エルステッド財団からの資金を獲得させようとしている。そして、その努力は実り、一二月一八日に仁科に二五〇〇クローネ与える書簡が来た[146]。

## エックス線定量分析

一九二四年一〇月一四日には、「まだ一年くらいは帰国しないつもりです。今帰国しては、せっかくやりかけた仕事が無駄になります。今はちょっと動けません」と書いているという[147]。これは上記のエネルギー準位の測定にまだ時間が必要だったからであろうと思われるが、同時にまた別の研究を始めていたからかもしれない。その前日に、仁科はヘヴェシーに宛てて、エックス線の化学分析の仕事を始めている事を報告しているからだ。仁科が行ったのは、コスターによって開発されたエックス線定量分析法の検証である。上に

述べたように、ハフニウムはジルコニウムと似た性質を持ち、化学的に分離するのは困難を極めた。エックス線分光学によって、定性的にハフニウムの存在を示すことはできたが、コスターは、さらに存在する量も分かるようにできないかと考えた。コスターは原子番号七三のタンタルという物質を試料に加え、それに陰極線を当てて、エックス線を発生させた。そして電子が特定の軌道間を移るときのエックス線の強度から、ハフニウムの存在量の比率が分かるはずであった。実際には、スペクトル線の間の強度の比を実験的に得るのは難しいので、「バランス法」という手法を用いる。加えるタンタルの量を次々と変えてエックス線を調べ、比較するスペクトル線の強度が一致する量を求めるのである。コスターの方法の前提は、対応するスペクトル線の強度が、調べたい元素の原子の数と比例することであった。原子の放出スペクトルは、元素によらず同じ構造をしており、例えばＬα１のような名前がそれぞれのスペクトル線についている。このことは、ボーアの原子模型で考えれば容易に理解できる。軌道間を電子が移動することにスペクトル線が対応するからである。

しかし、コスターの方法には、信頼性に疑問が生じていた。例えば、ハフニウムの濃度が上昇しているはずの時にも、それが測定にかからなかったりしたという。そこで仁科は、次のようにしてコスターの方法を検証した。ハフニウムの比率が既知の二酸化ハフニウムと、二酸化ジルコニウムとの混合物に、タンタルの化合物等をハフニウムと原子の数で同じ量加えた試料を三種類用意した。一つは、二酸化タンタル、二つ目は五酸化タンタル、三つめは二酸化タンタルと三酸化カシオペイウムを加えた。カシオペイウムは、先に述べたように、現在でいうところのルテティウムである。コペンハーゲンではヴェルスバッハの命名に従い、カシオペイウムと呼んでいたのである。仁科は、三種類の混合物に陰極線を当て、放出されるエックス線スペクトルのうち、Ｌα１という線に注目して強度を調べた。

当時、スペクトル線の強度を調べるのは簡単ではない。仁科はコスターの用いた方法を踏襲した。ジーグバーンの開発したタイプのエックス線分光計を用いて、まずスペクトルを写真乾板に四五分照射して撮影する。そして、写真乾板上のスペクトル線の太さをモル型マイクロ光度計で測定する[148]。モル型マイクロ光度計というのは微少な光線の強度を測る装置である。写真乾板に光を照射し、その透過した光を熱電対にあてて、その温度上昇によって光の強度を測るのである。熱電対というのは、異なる二つの金属を接触させ、それぞれから導線を引いたものである。金属はその中で温度差があると起電力を生じる。しかし、同じ金属で回路を作っても、その起電力は打ち消し合うので、電流が発生すること

はない。ところが、その起電力は金属の種類によって異なるので、異なる金属を対にするとその差の電圧が発生する。その電圧によって温度変化を測定するわけである。当時、すでに光電現象は理解されていたので、それを利用して光の強度を測定することも出来た筈であったが、まだ測定に使えるほど確立された方法ではなかったのであろう。それに対して、熱電対による温度測定は、すでに十分に成熟した測定方法であった。また、エックス線の電離作用を用いて、直接エックス線の強度を測定する装置も開発されつつあった。前に触れたガイガーミュラー管も、電離作用によって発生する電流を測定して、放射線を検知する装置の一つである。しかし、これはまだ信頼できるとは思われていなかったのであろう[149]。なお、上記のバランス法を用いる場合には、強度の大きさをほぼ等しいと肉眼で見定めることは比較的容易だったので、日常的には必ずしも光度計を用いなかった[150]。

そうして得られた結果を見ると、第一の試料のスペクトルではハフニウムとタンタルの対応するスペクトル線の強度がほぼ等しかったが、第二、第三の試料では、ハフニウムが二倍半強い強度を示した。さらに、こうして得られたスペクトル線の強度は、陰極線の電圧や、照射時間等他の条件を変えても大きな変化はなく、安定したものだった。つまり、混合物質の中にある元素のエックス線の相対的な強度は、元素の原子の数だけでは決まらない。その化学的な組成にも依存するのだった。それならば、予め調べたい元素と加える物質の化学組成、その場合の相対的な強度が分かっていれば、それで補正することによってエックス線の強度から定量分析が可能になる。例えば、ハフニウムが二酸化ハフニウムの状態で存在する試料に、五酸化タンタルを用いて、コスターの用いたバランス法で同じ強度のエックス線スペクトルが得られれば、ハフニウムは加えたタンタルの二倍半の量存在することが分かるわけである。また、もとの試料に他の物質が混在する場合には、それに応じたスペクトル強度を予め調べておけば、対処することができる。さらに、この方法では対応するスペクトル線の強度を比較する必要もない。コスターは対応するスペクトル線の強度が等しいはずだと考えたが、その前提がすでに成り立たないのである。しかもタンタルとハフニウムの場合、Lα1線は写真乾板上でニ・一ミリメートル離れており、その両方のスペクトル線が同様に感光するように分光計を設定するのは簡単ではなく、そこで誤差が発生する可能性が高い。そのかわりに、対応していないが、より近接したスペクトル線を用いれば、比較は容易になる。そこでヘヴェシーと、T・ヤンツェン(Thal Jantzen)が、この方法を実際に用いて測定をした。彼らは比較するスペクトル線として、ハフニウムのLβ1に対して、カシオペイウムのLβ2を選んだ。これらは、写真乾板上で

０・一六ミリメートルしか離れていなかった。この方法で得られた結果は、化学分析等で得られた結果とよく一致した[151]。

この研究は仁科の行ったものであったが、発表を躊躇した。一九二四年一〇月二四日にヘヴェシーに宛てた書簡で、「いま直ぐには発表できません」と書いている。なぜなら、これはコスターの研究を批判することになるからだった。そこで、コスターが何か発表しないのであれば、自分は発表する気はない、という。そして、コスターがこの方法について発表した後でも、自分の研究について発表すべきなのか分からない、と。御存知のとおり、私にエックス線分光器に関する知識を授けてくれたのはコスター博士なのです、と仁科は言うのであった[152]。とは言え、得られた実験結果はなるべく早く発表する必要があった。さもなければ、誰か別の者が同じことを発見して、コスターを批判するだろう。そこで仁科はヘヴェシーに、コスターと連絡をとってどうするか決めてもらうよう頼んだ。他方で、仁科のほうはボーアと相談した[153]。一一月二八日に再びヘヴェシーに宛てて、仁科はコスターから一〇月末に手紙が来たことを報告した。コスターは、「誰かがハッキリした提案をするまで、むしろ待ちたい」というのだった[154]。それに対してヘヴェシーは二二日に返事を書いた。その内容は残っていないが、コスターと仁科が連名で論文を発表することをすすめるものだったと推測できる。仁科は同意し、コスターに同意するかどうか、尋ねる書簡を書く、としている[155]。コスターは同意したのであろう。その結果、この研究は、仁科がコスターの助力を得て執筆し、コスターを第一著者として、共著で発表することになった。仁科が二月六日にコスターに宛てた書簡によれば、すでにこのとき印刷中で、間もなくゲラ刷りが届く、と書いているので、一月に投稿したのであろう。この論文は『ケミカル・ニュース』という雑誌の一九二五年三月六日号に発表された。仁科が開発したこの方法は、エックス線だけでなく可視光の分光分析にも応用され、分光学的な定量分析の手法として広く使われるようになった[156]。

次に行った研究は、エックス線の相対強度の測定の問題である。これはインドのＢ・Ｂ・レイ（Bidu Bhusan Ray）と共同研究だった。上記の研究でも、エックス線の相対強度の測定が重要であったが、この研究では仁科はことなる波長の相対強度の測定の問題に取り組んだ。写真乾板の波長依存は、短い波長の領域のみだったので、Ｋ系列には用いることはできても、Ｌ，Ｍ系列には、使えなかった。そこで、仁科とレイは、より波長の長い領域の感度曲線を求めようとした。仁科とレイは、鉄、コバルト、ニッケルと銅に陰極線をあてて、エックス線を発生させ、それぞれスペクトルを写真乾板に撮影し、上記のようにモル型マイクロ光度計で、スペクトル線の感光を測定した。そして、ロスランドが導い

たエックス線の強度についての理論式と比較して、写真乾板の波長依存を測定しようとしたのだった。一九二五年の七月一七日にヘヴェシーにあてた手紙で「例の強度に関する件」に触れ、レイがここを離れる前にけりをつけなければなりません、と書いている。レイがコペンハーゲンを去るとすれば、おそらく九月だろうとあるので、この時期に仁科がこの研究に取り組んでいたとわかる[157]。実際にレイは九月に去った[158]ので、そこで研究は「けりがついた」ことになったのだろう。

この一九二五年の九月に、ボーアがラスク＝エルステッド財団にあてて、仁科の滞在費のために二五〇〇クローネの申請書を書いている。ボーアは次のように書く。仁科博士は、去年、半年分の助成を受け、優れた技術をもって、一九二四年九月三〇日の申請書に書いた重い元素の吸収エックス線スペクトルについての系統的な研究を完成させた。その上、エックス線スペクトルの強度の比率についての研究を開始し、その結果は最近の原子構造についての理論に関わる極めて興味深いものとなると思われる。この研究が継続するためには、申請額が仁科博士に与えられて、もう半年この国に滞在できるようにすることが極めて重要である[159]。後者の研究は、レイとのものであろう。この年も、この申請は認められて、一九二五年一二月五日の書簡で、ラスク＝エルステッド財団は、仁科に二五〇〇クローネが与えられることを伝えた[160]。

レイとの研究についての報告は一九二六年一月の『ネイチャー』に発表された[161]。ただし、これは短い予備的な報告で、エックス線のスペクトルの相対強度のデータを伴うものではなかった。これが発表されて間もない一九二六年二月二六日に、ボーアはまたラスク＝エルステッド財団に宛てて、今度には仁科のために一年分の滞在費、五〇〇〇クローネを申請した。ボーアは次のように書いた。昨年後半に、仁科博士はレイ博士と協力して、一九二五年の申請書で言及したエックス線スペクトルの強度比率の問題に取り組んだ。今までのところ予備的な研究で得られた成果が『ネイチャー』に発表されただけであるが、この研究の継続には、かなりの作業が必要である。仁科博士はこの研究を研究所の研究者たちと協力して継続することに熱意を抱いている。申請した助成金が彼に与えられ、仁科博士がもう一年の滞在を続けることができれば、彼のすぐれた技術と経験により、それは極めて望ましいことになろう[162]。このときもまた申請書は採択され、仁科には五千クローネが与えられることになった。しかし、このテーマの研究は完成しなかった。後にボーアが「懸案の方法はたいへん扱いにくいものであったために、完全に期待どおりの成果は得られなかった」書いている[163]。おそらく、上記の方法が見込みのないものとして、放棄されたのだろう。なお、仁科は一月二六日に、五〇〇〇クローネの半額分を受領した旨の手

紙を書いている。残りの半額の小切手はその年の夏に仁科に渡されるはずであったが、手違いで翌年の夏、仁科が研究所を去ったに渡されることになった[164]。

他に、一九二五年にボーアが仁科に与えた研究テーマには、ウラン鉱石をエックス線分光学で調べて、ウランよりも重い元素を見つけようとするものがあった。ボーア自身は、新元素を発見して、周期律表の空席を埋めることには、関心がなかった。ハフニウムをめぐる先取権論争でこりごりしていたのかもしれない。しかし、原子番号の大きな元素のエックス線スペクトルは、原子模型についての重要な情報になるので、関心があった。特に、ボーアの関心は、原子番号の大きな元素の基底状態（エネルギーのもっとも低い状態）において、電子がどのように軌道を埋めていくかにあった。すでに述べたように、ボーアとゾンマーフェルトの原子模型では、電子は原子核の周りの軌道をとるが、その軌道は、主量子数と方向量子数で指定される。方向量子数は、０から３まであるが、それに対応する軌道はｓ、ｐ、ｄ、ｆと名付けられている。そこで例えば主量子数５で方向量子数が３の軌道は５ｆ軌道という。水素原子の場合、主量子数がエネルギーを決めるのだが、電子の数が一つ出ない場合、方向量子数もエネルギーに影響するため、主量子数が小さいほうから電子が軌道を埋めていくとは限らない。たとえば、原子番号三六番のクリプトンで、４ｄまで埋まったあとは、次に三七番のルビジウムでは、もう一つの電子は４ｆではなく５ｓ軌道を取り、五八番のセリウムになって初めて４ｆ軌道の電子が現れる。同様に五四番のクセノンでは５ｄまで埋まったあと、五五番のセシウムでは５ｆを空席にしたまま、もう一つの電子は６ｓ軌道をとる。ボーアの関心は、それでは最初に５ｆ軌道をとる電子が現れる元素は何か、というものであった。そこで仁科はウラン鉱石をエックス線分光学で調べて、九三番、九四番の元素のスペクトルが得られないか実験しようとしたのである。そうして得られたスペクトルにおいて、電子が５ｆ軌道をとっている可能性があるからだ。他方、ボーアは、当時にコペンハーゲンに来ていた杉浦義勝にそれを理論的に求めることを命じた。杉浦の計算の結果は、九五番からということであった。それでは九二番のウランのあたりを探しても見込みがないだろうと考え、仁科は実験を中止した[165]。原子番号九三の元素は、後の仁科の研究とも多いに関わり、まず人工的に生成されたが、一九五〇年代になって自然界にも微量存在することが分かることになる。

一九二六年九月一七日から二六日にかけて、仁科はドイツ自然科学者医者協会（Gesselschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, GDNÄ）の年会に出席するためデュッセルドルフへ出かけた。これは、一八二二年に設立されたドイツでもっとも古い学会の一つである。これについては、二六章でまた触れるであろう。ここで仁科が何を発表した

のか不明なのだが、ハイゼンベルクがシュレーディンガーの理論を批判するのを目撃している。物理的意味が分からない、というものだったらしい[166]。

## コペンハーゲンの日本人グループによる共同研究

前述したように、一九二五年頃から、日本人の研究者が増え、一九二六年には五人を数えるに至った。一緒に遊びに出かけるだけでなく、木村、仁科、青山は共同研究も行った。彼らは、カリウム、塩素、硫黄について、異なる化学結合の状態においてエックス線の吸収スペクトルを測定し、化学結合がエックス線スペクトルにどのような影響を与えるかを考察したのだった[167]。もともとボーアの原子モデルは、元素の化学的性質についての考察を重要な出発点としており、原子のもつ電子が化学結合と深い関係にあることはすでに推測されていた。上に述べたように、仁科自身、放出エックス線の強度が原子だけではなく、化学組成にも依存することを発見していたのだった。ボーアの原子モデルから考えても、化学結合の状態によって、原子核の周りを回る電子の状態が変化することは想像できた。その変化はスペクトル線にも現れるはずなので、スペクトル線を精密に測定すれば、そこから電子の状態の変化を考察できるはずだった。木村によれば、実験は青山らが行い、一九二七年にかたがついたが、その理論的解釈の部分は仁科が執筆した。そして仁科は、「この実験がすめば一応実験的な仕事をやめて、理論方面の研究に移るつもりだ」と言っていたという[168]。次章で述べるように、仁科が「理論方面の研究」に関心を持つのは不思議ではなかった。この時期、まさにコペンハーゲンを中心として、量子力学の誕生という、大きな理論的進歩があったからである。同時に、この時期には、帰国に向けて準備し始めた。理研あての事務連絡に、一月九日に「本年は帰国の計画をたてます」、四月二十日に「今年中に帰国のつもりで仕事を急いでいます」と書いている[169]。前に述べたように、高嶺は一九二五年の終わりにはすでにいなかったし、一九二七年の四月には、堀、杉浦、青木、木村がコペンハーゲンを去ってしまったのである。堀がコペンハーゲンを去るとき、ウェルナーと分かれの挨拶を交わした。その時、ウェルナーは仁科について、外国人向けの資金を同じ人に何年も続けて出すことは、例外中の例外で、これ以上仁科に出すことは難しいのだ、ということを言った。しかし、仁科はあまりにもコペンハーゲンで幸福そうなので、なかなか本人に言えないのだと言う。「仁科君自身の為めに言ったって、早く日本に帰って結婚でもするのが一番なんだが、仁科君が日本へ帰る気が無いんだとすると困ったものだ、何とかして日本へ帰る様にする方法はないかな」、などと言うのだった。当時、ウェルナーは婚約者と近く結婚する予定で、新居を決めて、堀にも自慢したばかりであった。その幸福の絶頂にあって、仁科も結婚すればいいなどと思ったのであ

ろう。仁科はウェルナーに日本では科学の研究をすることが出来ない、と言ったらしく、堀に、ほんとですか、そんなことは無いでしょう、と言ったという[170]。

コペンハーゲンに滞在中、仁科はしばしば日本について、否定的なことを堀に漏らしていた。仁科は「「日本といふ所は住みにくいところですよ。だいたい人間そのものがいやな奴ばかりだ」などと言っていたという[171]。また、前述のようにタールビッツァーがクリスマスに招待してくれた時、この親日派のドイツ人が日本に行きたいと言うのに、仁科は「日本へ来てもいい物が無」い、などというのだった[172]。堀は仁科の日本嫌いに驚き、日本が嫌いだからこそ、外国に五年も六年もいるのだと考えた。日本に新妻と赤子が待っている堀は、仁科が両親を亡くし、帰るべきスイート・ホームを持っていないことが大きいのだろうとおも思った[173]。堀の推測は、彼自身の境遇からのバイアスが大きいとはいえ、間違ってはいなかったかもしれない。仁科は、両親、特に母親が亡くなっていたからこそ、日本とのしがらみを断ち切って、学問に専念できたのだろう。しかし、堀自身が書いているように、仁科はめったに他人の悪口を言う事が無かった。それだけに、これほど日本や日本人の悪口を言うのは意外である。それほどまでに日本の学問的状況への絶望が深かったのだろう。そのことは、日本への帰国の時期にまた現れることになる。

## コペンハーゲンを離れる

仁科は、一九二七年の夏に、ついにコペンハーゲンを去る決心をした。七月二四日にクラマースにあてた手紙で八月一日頃コペンハーゲンを立ってドイツとフランスへ行き、年末にはヨーロッパを去ることを告げている[174]。その後、アメリカを回って翌年に日本に帰ることを考えたのだろう。この時、仁科がコペンハーゲンを去ることに決めたのは、幾つかの理由があったと思われる。他の日本人が去ってしまったことは一つの理由だったかもしれない。小泉賢吉郎は奨学金が切れたことと、ボーアの健康状態を挙げている。ラビが九月初めにコペンハーゲンを訪れたとき、ボーアが健康を損ねて指導できる状態ではなかったというのである[175]。次の章で述べるように、この時期、ボーアらは量子力学の解釈をめぐる激しい討論で消耗しきっていた時期であるのは間違いない。ただし、ラビは、むしろR・クローニッヒ（Ralph Kronig）に悪く言われて、ボーアに追い出されて、ハンブルクに送られたという印象も持っているようである[176]。クローニッヒはドイツ人だが、アメリカで学び、ラビと同様、コロンビア大学で学位を取った。スピン概念を初期に考えた物理学者である。アメリカで良い経験をしなかったので、アメリカの物理学者のことを悪く言うのだとラビは考えた。しかし、おそらくこの時期のボーアは若い物理学者の指導よりも、量子力学の解釈の問題に集中したかった一方で、ラビにとってはハンブルクのパウリ

のもとに行くほうが良いと考えたのだろう。前章で述べた相対論の教科書でも見られるように、パウリは出現しつつある分野の大量の文献を読みこなし、それらを整理して体系的に述べる能力が若い時から異様なほど発達していた。この時点での量子力学を体系的に学ぶのには、ボーアよりもパウリのほうがはるかに良い教師なのは間違いない。いずれにせよ、仁科に関しては、上述のように七月に既にドイツとフランスに行くことを告げている。したがって、この時期にボーアが病気だったからではないだろう。次章で述べるように、ボーアはこの後、コモで相補性の考えを述べることになるのである。またこれも次章で触れるように、ハンブルクに行くことの優先順位はあまり高くなかった。ハンブルクに行くために、コペンハーゲンを去ったとは考えにくい。前に触れたウェルナーが述べたような事情、つまり仁科に何年も続けて資金を与えるのは例外中の例外だということが仁科にも伝わっていたに違いない。義理固い仁科としては、これ以上、ボーアに世話になるべきではないと考えたのではなかろうか。また、帰国をいつまでも先延ばしすることは出来ないとも考えたに違いない。そして、ヨーロッパを去る前に、コペンハーゲン以外の土地で吸収できるものを吸収することを既に決めていたのではないだろうか。

## 仁科にとってのコペンハーゲン

何れにせよ、仁科は八月三日にコペンハーゲンを去った[177]。去ってから二週間ほどして、パリから仁科はボーアに書簡を書き、礼を述べた：「あなたと奥様のお蔭で、今までコペンハーゲンで実に興味深い、有意義な何年かを過ごすことが出来たことに、私は心からお礼を申し上げます。とりわけデンマークを離れる直前にチスビッレで過ごした一週間は、とても楽しいものでした。あなたの研究所に関わって体験したいくつもの出来事は、これからの私の生涯を通じて影響をおよぼし続けるでしょう。これらはすべて、楽しい思い出として私の中に生き続けるでありましょう」[178]。

仁科芳雄はかつて物理学を「一生の仕事とするに足りないと」言っていた。そのままでは、物理学をやめ、他の目標を見つけていたかもしれない。科学玩具の製造を志したが、それは事業を起こして立身出世し、衰退した仁科家を再興するという子供時代からの価値観にもよくあった人生設計だっただろう。そんな中、ゲッチンゲン滞在中に母を亡くし、人生の目標の多くを失った。そして何を言っているのかよくわからないという理由でボーアに興味をもってコペンハーゲンを訪れた。ところが、仁科は、コペンハーゲン滞在中に、物理学の研究に目覚めた。それどころが、それを人生の目標と定めるようになった。それは下に見るように、まずはエックス線分光学による化学分析の研究であった。しか

し、そこから仁科の関心は、量子力学の理論的研究に広がり、最先端の理論研究に貢献するまでに至る。

かつて遠平がもらしたように、仁科は様々なことがまんべんなくできたかわりに、特定の一つのことをやりたいという意欲がなかった。工科に進んでも、電気でも土木でも彼にとっては最初大差がなかった。物理にきめても、「一生の仕事とするに足りない」とした。しかし、ようやくコペンハーゲン滞在中に、物理に一生をかける覚悟を決めたように見える。このとき既に仁科は三〇台の半ばであった。そして、我々は彼には残り四半世紀ほどしか残されていないことを知っている。しかし、その残りの四半世紀に仁科が成し遂げたことは、日本の物理学の歴史を大きく変えることになった。

仁科にとって、このコペンハーゲンの滞在は大きな意味をもっていた。同じように、原子物理学の課題に取り組む人たちの間にいて、その情熱と才気にふれて、そのような研究に取り組むことを、価値ある目標として共有することが出来た。すなわち、仁科にとって、コペンハーゲン精神とは、物理学の研究をする精神であり、その精神に文字通り感化されたと言って良い。そして、それは仁科を通じて、日本にも伝染したのである。コペンハーゲンに滞在した仁科芳雄は、単に長期間滞在しただけではなく、おそらく日本人の中ではもっとも深く前章で記したようなコペンハーゲンの雰囲気のなかに溶け込んでいた。

だが、それは単なる感化に留まらない。研究者の集団をどのように運営すれば、彼等の能力を生かし、集団としてすぐれた研究成果を生み出すことができるか。コペンハーゲンに居る間に、仁科は研究グループのリーダーとしての手本をボーアに見たに違いない。そして、それは彼が日本に帰ったときに生かされることになる。だが、仁科のコペンハーゲン滞在は、これで終わりではなかった。

---

1 中山茂『野口英世』（朝日選書, 2013）, pp. 115-121.
2 仁科芳雄から Niels Bohr（1923 年 3 月 25 日）**『書簡集 I』** pp. 17-18.
3 仁科芳雄から内田徳子（1923 年 6 月 6 日）**『書簡集 I 』** pp. 19-24, 特に pp. 22-23.
4 これに関しては, 次の論文にも概要を書いた: 伊藤憲二「量子力学が導いた新しい風」『日本物理学会誌』71 巻 8 号（2016）: 558-562.
5 Moore, Ruth E. Niels Bohr: The Man, His Science, & the World They Changed (Knopf, 1966)〔藤岡由夫訳『ニールス・ボーア：世界を変えた科学者』（河出書房, 1968)〕; 西尾成子『現代物理学の父ニールス・ボーア：開かれた研究所から開かれた世界へ』（中公新書, 1993）; Pais, Abraham, *Niels Bohr's Time* (Clarendon Press, 1991)〔西尾成子・今野宏之・山口雄仁訳）『ニールス・ボーアの時代：物理学・哲学・国家』（みすず書房, 2007)〕.
6 Einstein, Albert, "Strahlung-Emission und -Absorption nach der Quantentheorie" *Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft* 18 (1916): 318-328〔上川友好訳「量子論による輻射の放出と吸収」物理学史研究刊行会編『光量子論』（東海大学出

版会, 1969）, pp. 91-98;；谷川安孝訳「量子論による輻射の放出と吸収」『アインシュタイン選集 I』（共立出版, 1971）, pp. 151-157〕；Einstein, Albert, "Quantentheorie der Strahlung," *Mitteilungen der Physikalischen Gesellschaft Zürich* 16 (1916): 47-62. または: Einstein, Albert, "Zur Quantentheorie der Strahlung," *Physikalische Zeitshrift* 18 (1917): 121-128 〔上川友好訳「輻射の量子論」物理学史研究刊行会編『光量子論』（東海大学出版会, 1969）, pp. 99-115; 谷川安孝訳「輻射の量子論について」『アインシュタイン選集 I』（共立出版, 1971）, pp. 158-173〕.

[7] Bohr, Niels, "Über die Serienspektra der Elemente," *Zeitschrift für Physik* 2 (1920): 423-469, 特に p. 429.

[8] Bohr, Niels, "On the Quantum Theory of Line-Spectra," *D. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skr., Naturvid. og. Mathem. Afd.* 8. [IV], 1, (1918): 1-100 〔荒牧正也・及川浩訳「線スペクトルの量子論について」物理学史研究刊行会編『前期量子論』（東海大学出版会, 1970）, pp. 189-304〕

[9] Bohr, 前掲注 8, 邦訳 p. 225.

[10] Bohr, 前掲注 8, 邦訳 p. 227.

[11] Robertson, Peter, *The Early Years: The Niels Bohr Institute 1921-1930* (Akademisk Forlag, 1979), pp. 30-43.

[12] Heisenberg, Werner, *Der Teil und das Ganze: Gespräche im Umkreis der Atomphysik* (R. Piper, 1969) 〔山崎和夫訳『部分と全体：私の生涯の偉大な出会いと対話』（みすず書房, 1974)〕, 邦訳 p. 124.

[13] 亀淵迪「ニールス・ボーア先生のこと（一）：理論物理学研究所」『図書』（2005 年 10 月）, pp. 19-25, 特に p. 23.

[14] 坂田昌一『坂田昌一コペンハーゲン日記：ボーアとアンデルセンの国で』（近代科学社, 2011）.

[15] Dresden, Max, *H. A. Kramers: Between Tradition and Revolution* (Springer, 1987).

[16] Robertson, 前掲注 11, p. 35.

[17] Robertson, 前掲注 11, p. 35.

[18] L. R. [Léon Rosenfeld], "Miss Margrethe Have: In Memoriam," *Nuclear Physics* 31 (1962): 689; Casimir, Hendrik, "Landau," in *Haphazard Reality: Half a Century of Science* (Harper & Row, 1983), pp. 104-116〔佐々木力ほか編訳「若き日のランダウ：コペンハーゲン時代の思い出」『物理学者ランダウ：スターリン体制への反逆』（みすず書房, 2004)〕, 邦訳 pp. 117-138, 特に p. 119.

[19] 「堀健夫日記（抄）」**『書簡集 I』** pp. 58-61.

[20] "Interview with Betty Schultz," by Aage Petersen and Paul Forman (1963 年 5 月 17 日) (http://www.aip.org/history/ohilist/4866.html).

[21] Farmelo, Graham, *The Strangest Man: The Hidden Life of Paul Dirac, Quantum Genius* (Faber and Faber, 2009) 〔吉田三知世訳『量子の海、ディラックの深淵：天才物理学者の華々しき業績と寡黙なる生涯』（早川書房, 2010）, p. 144.

[22] 坂田, 前掲注 14.

[23] Bälz, Toku, ed., *Das Leben eines deutschen Arztes im erwachenden Japan: Tagebücher, Briefe, Berichte* (J. Engelhorns Nachf., 1930) 〔菅沼竜太郎訳『ベルツの日記』上・下（岩波文庫, 1979)〕, 邦訳上巻 pp. 238-239.

[24] Watanabe, Masao, "Science across the Pacific: American-Japanese Scientific and Cultural Contacts in the Late Nineteenth Century," *Japanese Studies in the History of Science*, no. 9 (1970): 115-136.

[25] Heisenberg, Werner, *Physikalischen Prinzipien der Quantentheorie* (S. Hirzel, 1930) 〔玉木英彦・遠藤眞二・小出正一郎『量子論の物理的基礎』（みすず書房, 1954)〕, 序.

[26] Heilbron, John, "Earliest Missionaries of the Copenhagen Spirit," in Edna Ullmann-Margalit, ed., *Science in Reflection*, vol. 110 of *Boston Studies in the Philosophy of*

*Science* (Kluwer Academic Publishers, 1988), pp. 201-233.
[27] Aaserud, Finn, *Redirecting Science: Niels Bohr, Philanthropy, and the Rise of Nuclear Physics*, Cambridge University Press, 1990 〔矢崎裕二訳『科学の曲がり角：ニールス・ボーア研究所 ロックフェラー財団 核物理学の誕生』(みすず書房, 2016)〕.
[28] 1918 年のマックス・プランク生誕 60 年を記念するベルリン物理学会におけるスピーチ（Einstein, Albert, "Prinzipien der Forschung: Rede zum 60. Geburtstag von Max Planck," Carl Seelig, ed., *Albert Einstein: Mein Weltbild* (reprint, Ullstein, 2019), pp. 119-122. 日本語訳は筆者による。
[29] Rosenfeld, Léon, *Niels Bohr: An Essay Dedicated to Him on the Occasion of His Sixtieth Birthday, October 7, 1945* (Second ed., corrected, North-Holland, 1961), p. 19.
[30] Gamow, George, *Thirty Years That Shook Physics: Story of Quantum Theory,* (Doubleday, 1966).
[31] Gamow, 前掲注 30, pp. 55-56.
[32] Frisch, Otto R., *What Little I Remember* (Cambridge University Press, 1979), pp. 85-86.
[33] Frisch, 前掲注 32, pp. 85-86.
[34] Casimir, 前掲注 18, pp. 125-126.
[35] Beller, Mara, "Jocular Commemorations: The Copenhagen Spirit," *Osiris* 14 (1999): 252-273; Bohr, Hans, "My Father," in Stefan Rozental, ed., *Niels Bohr: His Life and Work as Seen by His Friends and Colleagues* (North-Holland, 1968), pp. 325-339 〔豊田利幸訳「父について」『ニールス・ボーア』(岩波書店, 1970) , pp. 397-414〕; 亀淵迪「コペンハーゲン・ファウスト：ニールス・ボーア研究所と冗談物理（一）」『図書』711 号（2008 年 6 月）：20-25.
[36] Gamow, 前掲注 30, pp. 167-218.
[37]「史劇『ファウスト』風中性子誕生の前夜」『自然』(1971 年 3 月増刊)：266-281 (『朝永振一郎著作集 8 量子力学的世界像』(新装版, みすず書房, 2001) , pp. 207-247 に再録) .
[38] Frisch, 前掲注 32, p. 90.
[39] 亀淵, 前掲注 13, p. 24.
[40] 亀淵迪「ニールス・ボーア先生のこと（二）：コペンハーゲン精神」『図書』675 号、(2005 年 7 月) , pp. 14-19, 特に p. 14.
[41] Frisch, 前掲注 32, p. 101.
[42] Weisskopf, Victor, "Niels Bohr, the Quantum and the World," in *Physics in the Twentieth Century: Selected Essays* (MIT Press, 1974), pp. 52-65, 特に p. 55.
[43] Rozental, Stefan, *Niels Bohr: Memoirs of a Working Relationship* (Christian Ejlers, 1998), p. 118.
[44] Weisskopf, Victor F., "Niels Bohr and International Scientific Collaboration," in Rozental, 前掲注 35, pp. 261-265〔豊田利幸訳「ニールス・ボーアと科学の国際協力」『ニールス・ボーア』, pp. 313-319〕, 邦訳 p. 319.
[45] Gamow, 前掲注 30, p. 55.
[46] Rozental, 前掲注 43, p. 34.
[47] Rozental, 前掲注 43, p. 37.
[48] Weisskopf, 前掲注 42, p. 61.
[49] Weisskopf, 前掲注 42, p. 55.
[50] Heisenberg, Werner, "Quantum Theory and Its Interpretation," in Rozental, 前掲注 35, pp. 94-108 〔豊田利幸訳「量子論とその解釈」『ニールス・ボーア』pp. 106-125〕邦訳 p. 111.
[51] Rozental, 前掲注 43, p. 37.
[52] 亀淵, 前掲注 40, p. 16.

[53] Beller, Maller, *Quantum Dialogue* (University of Chicago Press, 1999), p. 310; *Journal of Jocular Physics*, III (October 7, 1955): epigraph.
[54] Rozental, 前掲注 43, p. 118.
[55] Robertson, 前掲注 11, pp. 135-136.
[56] R Robertson, 前掲注 11, p. 134.
[57] 堀健夫「ボーア・グループとコペンハーゲン精神」**『仁科芳雄』**, pp. 46-54, 特に pp. 50-51.
[58] 亀淵, 前掲注 40, p. 14.
[59] Rosenfeld, 前掲注 29, p. 6.
[60] Rozental, 前掲注 43, p. 15.
[61] Aaserud, 前掲注 27.
[62] Aaserud, 前掲注 27.
[63] Robertson, 前掲注 11, p. 135.
[64] Rozental, 前掲注 43, p. 21.
[65] Robertson, 前掲注 11, p. 135.
[66] Frisch, 前掲注 32, p. 36.
[67] Frisch, 前掲注 32, p. 101. コペンハーゲン時代のランダウについては次も参照：Casimir, 前掲注 18.
[68] Rozental, 前掲注 43, p. 21.
[69] 亀淵, 前掲注 40, p. 18.
[70] Bohr, Hans, 前掲注 35, 邦訳 p. 406.
[71] Bohr, Hans, 前掲注 35, 邦訳 p. 410.
[72] Frisch, 前掲注 32, p. 92.
[73] Fermi, Laura, *Atoms in the Family: My Life with Enrico Fermi* (University of Chicago Press, 1954)〔崎川範行訳『フェルミの生涯：原子力の父』〔法政大学出版局, 1966〕.
[74] これに関する事例は枚挙に暇がないが、次章で述べる新元素の先取権論争が一つの例である：Krag, Helge, "Anatomy of a Priority Conflict: The Case of Element 72," *Centaurus* 23(1980): 275-301.
[75] Robertson, 前掲注 11, p. 9.
[76] Rosenfeld, 前掲注 29, p. 6.
[77] Robertson, 前掲注 11, pp. 49-50.
[78] Aaserud, 前掲注 27.
[79] 仁科芳雄から内田金衛（1923年5月10日）**『折々の便り』** p. 47.
[80] お茶の水女子大学ジェンダー研究センター『辻村みちよ資料目録』（お茶の水女子大学ジェンダー研究センター, 2003）, p. 4.
[81] 清水榮「仁科芳雄先生と近藤金助先生：７０年前のエピソード、コペンハーゲンにて」『Isotope News』（1990年12月）：30-33.
[82] 木村健二郎「コペンハーゲンの仁科博士」**『仁科芳雄』** pp. 33-45, 特に pp. 42-43；堀健夫「堀健夫日記（抄）」**『書簡集Ⅰ』** pp. 58-61.
[83] 仁科芳雄から N. Bohr（1929年4月6日）**『書簡集Ⅰ』** pp. 122-123.
[84] 木村, 前掲注 82, pp. 37-38.
[85] **堀日記 1**, 1926年9月2日付エントリー。
[86] 定かではないが、小林六造ではないかと思われる。
[87] 前川澄夫『デカンショ節考』（丹波古陶館、1981）.
[88] **堀日記 2**, 1926年11月17日付エントリー.
[89] **堀日記 2** 1926年12月24日付エントリー.

[90] 「志津子」とも書く。
[91] Hori, Takeo, "Über die Analyse des Wasserstoffbandenspektrums in äußersten Ultraviolett," *Zeitschrift für Physik 44* (1927): 834-854; Gearhart, Clayton A., "'Astonishing Success' and 'Bitter Disappointment': The Specific Heat of Hydrogen in Quantum Theory," *Archives for the History of Exact Sciences* 64 (2010): 113-202.
[92] 滞在時期は、Robertson, 前掲注 11, pp. 156-159 による。
[93] **堀日記 2**, 1926 年 10 月 17 日付エントリー.
[94] **堀日記 1**, 1926 年 8 月 14 日および 9 月 11 日付エントリー. 堀は 8 月に一度コペンハーゲンを訪れた後，北欧へ行き，9 月にコペンハーゲンに戻って長期滞在した.
[95] **堀日記 2**, 1926 年 10 月 28 日付エントリー.
[96] **堀日記 2**, 1926 年 12 月 2 日付エントリー.
[97] **堀日記 2**, 1926 年 12 月 13 日付エントリー.
[98] Gamow, 前掲注 30, 121.
[99] 仁科芳雄「私は何を読んだか：留学時代の回想」『原子力と私』（学風書院, 1950）, pp. 224-230, 特に p. 229 頁. なお，仁科は「ガウスミッツ」と表記している.
[100] 仁科浩二郎「父芳雄の留学生活」**『仁科芳雄』** pp. 266-272, 特に p. 271.
[101] マルガレーテ・ボーア「日常の生活」**『仁科芳雄』** pp. 202-208, 特に p. 203.
[102] 小泉賢吉郎「ヨーロッパ留学時代の仁科芳雄：理論物理学の先達の軌跡」『自然』（1976 年 11 月号）：58-67, p. 67.
[103] **堀日記 1**, 1926 年 9 月 26 日付エントリー.
[104] 仁科浩二郎, 前掲注 100, p. 272.
[105] マルガレーテ・ボーア, 前掲注 101, p. 203.
[106] オーア・ボーア「仁科さんと父の回想」**『仁科芳雄』** pp. 200-201, 特に p. 200.
[107] **堀日記 1**, 1926 年 12 月 25 日付エントリー.
[108] 清水, 前掲注 81, p. 32.
[109] 清水, 前掲注 81, p. 32；木村, 前掲注 82, p. 41-42.
[110] 仁科浩二郎, 前掲注 100, p. 270.
[111] Pais, Abraham, "Glimpses of Oskar Klein as Scientist and Thinker," Ulf Lindström, ed., *Proceedings of the Symposium: The Oskar Klein Centenary, 19-21 September 1994, Stockholm, Sweden,* (World Scientific, 1995), pp. 1-21, 特に p. 8; ヘヴェシーについては次を参照: Levi, Hilde, *George de Hevesy* (Rhodes, 1985), p. 59; Niese, Siegfried, *Georg von Hevesy: 1885-1966: Wissenschaftler ohne Grenzen* (Principal, 2009).
[112] **堀日記 1**, 1926 年 12 月 8 日付エントリー.
[113] **堀日記 1**, 1926 年 12 月 8 日付エントリー.
[114] ボーアが未知の元素の化学的性質をどれだけ理論的に導くことが出来たかについては、歴史家の議論の対象となっているが，ここでは触れない.
[115] Kragh, 前掲注 74.
[116] Kragh, 前掲注 74.
[117] Kragh, 前掲注 74.
[118] 後にユダヤ人のマイトナーがドイツを脱出する手助けをすることになる: Sime, Ruth Lewin, *Lise Meitner: A Life in Physics* (California University Press, 1996), pp. 203-206.
[119] Robertson, 前掲注 11, p. 156.
[120] 仁科芳雄から G. Hevesy（1924 年 10 月 24 日）**『書簡集 I』** pp. 31-33, 特に p. 32.
[121] 木村,前掲注 82, p. 43.
[122] Bohr, Niels, and Dirk Coster, "Röntgenspektren und periodisches System der Elemente," *Zeitschrift für Physik* 12 (1923): 342-347.

123 Coster, Dirk, Yoshio Nishina, and Sven Werner, "Röntgenspektroskopie: Über die Absorptionsspektren in der L-Serie der Elemente La(57) bis Hf(72)," *Zeitschrift für Physik* 18 (1923): 207-211.
124 仁科伸彦「仁科芳雄、コペンハーゲンへの道」『日本物理学会誌』 47巻4号（1992）：309-314, 特にp. 313.
125 『折々』、51頁.
126 小泉, 前掲注102, p. 63.
127 「堀健夫日記（抄）」『**書簡集Ⅰ**』pp. 58-61, 特にp. 58.
128 Niels Bohrから Rask-Ørsted Fondet（1923年9月11日）, Niels Bohr Archives.
129 Moore, 前掲注5, 邦訳p. 97-98.
130 仁科芳雄からD. Coster（1923年10月30日）『**書簡集Ⅰ**』p. 27-28.
131 『**折々の便り**』p. 51-58.
132 H.A.クラマースからN. Bohr（1923年10月11日）『**書簡集Ⅰ**』p. 24-25.
133 仁科芳雄からM. Siegbahn（1923年10月13日）『**書簡集Ⅰ**』p. 26.
134 仁科芳雄からD. Coster（1923年10月30日）『**書簡集Ⅰ**』p. 27-28.
135 仁科芳雄からH. A. Kramers（1923年12月10日）『**書簡集Ⅰ**』pp. 29-30, 特にp. 29注c.
136 静間良次「一科学者の若き日の思い出：兄坂田昌一の思想形成とその背景」『自然』（1971年7月）：40-46, 特にpp. 43-44.
137 仁科芳雄からH. A. Kramers（1923年12月10日）『**書簡集Ⅰ**』pp. 29-30, 特にp. 9.
138 仁科伸彦, 前掲注124, p. 313.
139 仁科芳雄から内田徳子（1923年6月6日）『**書簡集Ⅰ**』pp. 19-24, 特にpp. 23-24注d.
140 『**折々の便り**』pp. 59-71.
141 仁科伸彦, 前掲注124, p. 313.
142 Nishina, Yoshio, "On the L-absorption Spectra of the Elements from Sn (50) to W (74) and their Relation to the Atomic Constitution," *Philosophical Magazine,* Series 6, 49 (1925): 520-537.
143 仁科芳雄から内田徳子（1924年9月16日）『**折々の便り**』p. 72.
144 仁科芳雄から内田徳子（1923年6月6日）『**書簡集Ⅰ**』pp. 19-24, 特にpp. 23-24注d.
145 Niels Bohrから Rask-Ørsted Fondet（1924年9月30日）, Niels Bohr Archives.
146 Rask-Ørsted Fondetから Niels Bohr（1924年12月18日）, Niels Bohr Archives.
147 仁科伸彦, 前掲注124, pp. 313-314.
148 Coster, Dirk, and Yoshio Nishina, "On the Quantitative Chemical Analysis by Means of X-ray Spectrum," *The Chemistry News* 136 (125): 149-152, 特にp. 149.
149 Moll, W. J. H., "A New Registering Microphotometer," *Proceedings of Physical Society of London* 33 (1923): 207; 高橋喜久雄『X線物理実験法』（丸善株式会社, 1941）, pp. 138-139 ; Plaskett, H. H., "A Moll-type microphotometer and its performance," *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 95 (1934): 160-179.
150 木村健二郎「ハフニウムの発見とX線分光分析の創始」『化学史研究』6巻(1977): 1-5, 特にp. 5.
151 Coster and Nishina, 前掲注148, pp. 150-151.
152 仁科芳雄からG. Hevesy（1924年10月24日）『**書簡集Ⅰ**』pp. 31-33.
153 仁科芳雄からG. Hevesy（1924年10月24日）『**書簡集Ⅰ**』pp. 31-33.
154 仁科芳雄からG. Hevesy（1924年11月18日）『**書簡集Ⅰ**』pp. 33-34.

[155] 仁科芳雄から G. Hevesy（1924年11月29日）『書簡集 I』pp. 35-36.
[156] 木村，前掲注 82, p. 39.
[157] 仁科芳雄から G. Hevesy（1925年7月17日）『書簡集 I』pp. 42-44，特に p. 44.
[158] Robertson，前掲注 11, p. 158.
[159] Niels Bohr から Rask-Ørsted Fondet（1925年9月30日），Niels Bohr Archives.
[160] Rask-Ørsted Fondet から Niels Bohr（1924年12月15日），Niels Bohr Archives.
[161] Nishina, Yoshio, and B. B. Ray, "Relative Intensity of X-ray Lines," *Nature* 117 (1926): 120-121.
[162] Niels Bohr から Rask-Ørsted Fondet（1926年2月26日），Niels Bohr Archives.
[163]「コペンハーゲン理論物理学研究所 証明書」（1928年10月26日）『書簡集 I』pp. 96-98，特に p. 97.
[164] N. Bohr から仁科芳雄（1927年8月27日）『書簡集 I』pp. 66-67；仁科芳雄から N. Bohr（1927年9月1日）『書簡集 I』pp. 68-69；N. Bohr から仁科芳雄（1927年9月6日）『書簡集 I』p. 70.
[165] 木村，前掲注 82, p. 44-45.
[166] 堀日記 1, 1926年9月21日付エントリー.
[167] Aoyama, S, K. Kimura, und Y. Nishina, "Die Abhängigkeit der Röntgenabsorptionspektren von der chemischen Bindung," *Zeitschrift für Physik* 44 (1927): 810-833.
[168] 木村，前掲注 82, p. 40.
[169] 仁科伸彦，前掲注 124，pp. 314.
[170]堀健夫『Abreise von Dänemark wieder nach Detschland Tübingen の巻（von 19, April, 1927 bis 8, Juni, 1927』北海道大学文書館，堀健夫関係資料，A006，1927年4月28日付エントリー.
[171] 堀日記 1, 1926年10月17日付エントリー.
[172] 堀日記 1, 1926年12月24日付エントリー.
[173] 堀日記 1, 1926年10月17日付エントリー.
[174] 仁科芳雄からH. A. Kramers（1927年7月24日）『書簡集 I』pp. 64-65.
[175] 小泉，前掲注 102，p. 64.
[176] Rigden, John S., *Rabi: Scientist and Citizen* (Harvard University Press, 1987), p. 59.
[177] 仁科芳雄から S. A. Goudsmit（1927年9月1日）『書簡集 I』pp. 67-68.
[178] 仁科芳雄から N. Bohr（1927年8月16日）『書簡集 I』pp. 65-66，特に p. 66.

第八章　相補性とクライン＝仁科の式

仁科が地道な実験的研究を続けている間、量子論は重大な転機を迎えていた。その激変の中心地の一つがコペンハーゲンだった。仁科もそれを目撃していたと思われる。実験研究をしながら、理論的な発展も追い、研究所でなされた理論上の議論も聞いていた[1]。その過程で仁科は理論物理学者、それも新しい物理理論、量子物理学の先端的な研究を行う理論物理学者に成長していった。この章では、コペンハーゲンにおける理論物理学の発展をなるべく仁科や堀らの日本人物理学者の視点から辿る。

一九二三年から一九二五年の初めまでの期間は、量子論の発展における「危機の時代」と言われる。仁科自身後に次のように書いた：「その頃はボーアの「半古典的量子論」がちょうど行詰まりを来たし、それに対して色々と打開策が講じられていた時であった」[2]。ボーア、ゾンマーフェルトらによって発展された初期の量子論が行き詰まり、その様々な問題が表面化したのである。理論物理学者たちは、様々な基本的な前提が成り立たないのではないかという不安に襲われた。たとえばW・パウリは、異常ゼーマン効果の説明に悩み、この現象には、力学的には説明できないなんらかの拘束が働いているのではないかと考えた。M・ボルンに至っては、量子論に関わったことを後悔さえし始めた。光に関しても、アインシュタインの導入した光量子理論と、古典的な電磁波の理論との根源的な対立は、未だに解消されないままであった。その対立が解消されないままでは、当然ながらボーアとゾンマーフェルトの原子理論における電磁波の放出過程も解明されるはずがなかった。

仁科はこの危機の時代をほぼコペンハーゲンで過ごした。本章では、まず量子力学が誕生するまでの過程を描く。それを背景として、仁科が理論物理学にその専門性を広げ、量子力学の発展に加わって行ったことについて述べる。

## コンプトン効果からＢＫＳ理論へ

ボーアの学派にとって、この危機の時代が始まる一つのきっかけは、前述した一九二二年のA・コンプトン（Arthur H. Compton）の実験であった。コンプトンは一九一六年にプリンストンで学位を取得した後、ミネソタ大学に職を得たが、翌年、電機メーカーのウェスティングハウスに雇用されて、電灯部門の研究者となった。そこでコンプトンは電子の散乱の実験研究と理論構築を続けた。コンプトンは、電子はリング状をしているという電子モデルの理論を追求していたのである。一九一九年に奨学金を得て、ウェスティングハウスを去り、キャベンディッシュ研究所のラザフォードのもとへ行き、一年ほど滞在した。その後、セント・ルイスのワシントン大学で、研究を続けていた。コンプトンは電子をエックス線で散乱させると、エックス線の波長が一部長くなることを発見したのである。そして、これはアインシュタインの光量子論によってしか説明されないと考えた。ア

インシュタインの光量子論によれば、エックス線などの電磁波の波長は、エネルギーや運動量に対応し、それらが大きいほど小さくなる。光量子が静止状態にある電子に衝突すれば、もともと持っていたエネルギーを電子に分け与えた分、光量子のエネルギーは減少する。したがって波長は長くなる。コンプトンは、この結果を一二月初めにシカゴで開かれたアメリカ物理学会の年会で発表し、二週間後に『フィジカル・レビュー』誌に論文を投稿した[3]。

コンプトンの発見、すなわち現在でいう「コンプトン効果」は、最初懐疑的に受け止められた。しかし、ほぼ同時期にゾンマーフェルトの助手で、チューリヒの連邦工科大学に移っていたP・デバイ（Peter Debye）が同じ発見をした。さらに、ボーテやウィルソンらの観測もコンプトンの実験を支持した。その結果、翌年には受け入れられていった。その実験の解釈に関しても、多くの物理学者は光量子論の決定的な証拠と見なすようになった。しかし、コペンハーゲンではそうではなかった。ボーアは光量子論に反対し続けたのである。ボーアにとっては光の波動説は反駁し難い考えであった。干渉現象など、観測事実に直接支持されているからである。

その中で、一九二四年に二つの大胆なアイデアが導入された。一つは、J・スレーター（John C. Slater）による「仮想場」のアイデアである。スレーターは米国の新しい世代を代表する理論物理学者といえる。一九〇〇年に生まれ、一九二三年にハーバード大学のP・ブリッジマン（Percy Bridgman）のもとで博士号を取得していた。学位論文の研究は実験物理学上の研究であったが、ハーバードではE・ケンブル（Edwin C. Kemble）のもとで量子論を学んでいた。奨学金を得て、ヨーロッパに留学し、一九二三年、ケンブリッジ滞在中に、「仮想場」のアイデアを思いついた。七章で、アインシュタインが状態の変化と光量子の放出に確率の概念を導入して、プランクの分布式を導いたことを述べた。その確率的な状態変化の概念を引きついで、ボーアが対応原理を定式化したのであった。スレーターは、ボーアの原子模型とアインシュタインの確率的な光量子の放出の理論を調和させることを考えた。そのために、原子同士がお互いに通信し合うような場として仮想場を考え、それによって原子から光量子が放出され、原子において電子がある軌道から他の軌道へ移る確率が決まるとした。スレーターは、その考えをクラマースに送った。そして、スレーター自身、一二月下旬にコペンハーゲンを訪れて、ボーアとクラマースに自分の理論を語った[4]。

ボーアとクラマースはスレーターのアイデアに強い興味をもった。三人は、コペンハーゲンで討論した。ボーアのすすめで、スレーターは自分のアイデアを説明する短い記事を『ネイチャー』誌へ送った[5]。他方、ボーアとクラマースは早くも一月末に共著論文を書き上げた。これは英語と独語で五月には印刷物になっていた。これはボーア・クラマース・スレーターの共著となっているが、書いたのはクラマースとボーアであり、もともとのスレーターの考えとは重要な点で異なっていた。まず、ボーアとクラマースは、彼等はアインシュタインの光量子の考えをまだ認めておらず、スレーターの「仮想場」の考えを光の

波動論を維持するのに使えると考えたのだった。そこで彼等の理論では、アインシュタインの光量子の考えは排除され、あくまで電磁波が原子から放出されるものとされた。そして電磁波が放出されるかどうかは、仮想場によって確率的に決まるので、因果性が成り立たない。その上、ある原子が電磁波を放出するのと対応して、他の原子が電磁波を吸収するとは限らないので、エネルギーも保存されない。吸収放出の確率は仮想場によって制御されるので、平均的にのみ保存される[6]。

ボーア、クラマース、スレーターの理論はＢＫＳ理論と呼ばれ、注目を浴びた。ボーアのような著名な物理学者が、エネルギー保存則と因果性を放棄したのである。当然ながら、多くの反対者が現れた。もっとも強力な反対者はアインシュタインその人であった。ボーアらの理論の非因果的な側面を嫌ったのが一つの理由であったが、それにとどまらず、理論の難点をいくつも指摘した。アインシュタインと話したパウリも反対に回った。しかし、それを最終的に葬り去ったのは、翌年一九二五年の春の、Ｗ・ボーテ（Walther Bothe）とガイガーの実験であった。ボーテは、プランクのもとで学位を取った後、一九一三年にベルリンの帝国物理化学研究所で、ガイガーの助手になった。優れた実験物理学者で、この時期の核物理学に多大の貢献をした[7]。彼らは、エネルギー保存則が個々の過程で成り立っていることを開発中の計数管を用いた同時計数法で示したのである[8]。この実験手法については、後にも述べるであろう。ボーアはそれでも光量子論は受け入れなかったが、ボーア・クラマース・スレーターの理論は撤回せざるを得なかった。

一九二四年に提案されたもう一つの大胆なアイデアは、物質波である。これはコペンハーゲンのグループの外、フランスのルイ・ド＝ブロイ（Louis de Broglie）によって提案された。アインシュタインがそれまで波動だと思われていた光を粒子として扱ったのと逆に、ド＝ブロイは、それまで粒子として扱われていた電子などの物質を波動として扱ったのである。そして、粒子の性質であるエネルギーや運動量と、波動の性質である振動数や波長との関係を置き、それによって、ボーアの量子条件を簡単に導くことができた。波であるとすれば、軌道の円周の長さが、波長の整数倍でなければ、周回してきた波と干渉して打ち消し合ってしまう。そこから、ボーアの原子モデルで示されたように、電子が特定の軌道のみ取りうることを示すことができるのだった。

## ハイゼンベルクと量子力学

ＢＫＳ理論を生み出したコペンハーゲンの研究の流れから新しい地平を切り開いたのがハイゼンベルクであった。前に触れたように、彼はボーアに誘われて一九二四年の九月から翌年の四月まで、最初のコペンハーゲン滞在をした。この間に、クラマースとともに仕事をして、クラマースが発展させていた分散理論（光に対する原子の応答の理論）に重要な貢献をした。五月に新学期が始まるとともにゲッチンゲンのボルンのもとに戻ったのち、おなじ方法を用いて、水素原子のスペクトル線の強度に対する式を求めようとした。それはうまくいかなかったが、その問題に取り組む中で、彼は原子の中での電子の軌道を

問題にするのではなく、振動数と、スペクトル線の強度の全体が軌道の代用になるという考えを確信するに至った。この時の原子物理学の状態は、波動性、粒子性ということ自体、あるいは位置・時間の概念や、エネルギー・運動量の概念自体についての再検討を要することを明らかであった。そのときのヒントの一つは、一九〇五年のアインシュタインの特殊相対論における発想であった。そのときアインシュタインは、時間や長さを、それらがどのように測定されるかによって定義したのだった。ハイゼンベルクは、同じように、量子力学の基礎を観測可能な量の間の関係におくことを考えた。この考え自体は、マッハの哲学を知っている物理学者にとってはなんら新しいものではなかった。ボルンや、パウリや、ヨルダンらが同じようなことをすでに述べていた。ハイゼンベルクが新しかったのは、ボーアの対応原理から出発したことであった。先に、対応原理において、粒子の位置のフーリエ係数が、ある量子状態へ移る確率を与えることに触れた。そのような確率は、例えばスペクトル線の強度として観測可能である。それに対して、粒子の位置は、厳密には観測可能とはかぎらない。そこで、それを先のフーリエ係数の数列として考える。ハイゼンベルクは、高調波といういいかたをしているが、ある物理量、たとえば物体の位置を表す物理量、座標を、様々な波の重なり合いとして理解し、それぞれの波を表す振幅の組として理解しようというのである。空間の中のどこかに粒子があるという描像をあきらめ、変わりに位置という物理量を数の列や、表で置き換えることを考えたのだった。電子の軌道は直接観測できない。それに対して、振動数とスペクトル線の強度は、原理的には直接観測することができる（実際には、仁科が苦労したように、簡単ではないとしても）。それでは、位置に対応する量子論的な量についての計算規則はどうなるだろうか。ハイゼンベルクは、その量の自乗をどのように計算すれば良いのかを、分光学における経験的な規則を元に考察したのだった。さらにこの理論を水素原子に適用しようとしたが複雑すぎた。そこで、より簡単な物理系として、非調和振動子を考えた。調和振動子とは、例えば、フックの法則に従うバネの運動のように、つり合いの位置からのずれに比例した力でつりあいの位置へ向かう力が働くような振動系である。非調和振動子とは、つりあいの位置へ戻る力が働くが、その大きさがずれと比例しない場合である。例えば、ずれの自乗に比例する力もかかるようなものが考えられる。これは調和振動子より複雑だが、水素元素よりずっと扱いやすかった[9]。

一九二五年の五月末、ハイゼンベルクは枯葉熱に罹り、ボルンから休暇を得て、北海のヘルゴラント島へ行った。これは赤い岩で覆われたドイツ領の小島である。ここでハイゼンベルクは、観測可能な量だけを扱う物理理論で、何がボーア＝ゾンマーフェルトの量子条件の代わりになるか考え、答えを得た。そして、それに基づく理論においてエネルギー保存則が成立することを確かめ、自分の理論が数学的に首尾一貫していることを確信した[10]。ハイゼンベルクはその考えを論文に書き、七月初めにボルンに見せて、出版に価するかどうか尋ねた[11]。

ボルンはハイゼンベルクの論文に感心した。ただちに、それを出版のために『ツァイトシュリフト・フュア・フュジーク』誌に送った。その後でボルンは、ハイゼンベルクが見出した計算規則に従う量が数学で「行列」と呼ばれているものであることに気づいた[12]。そして、もう一人の弟子、P・ヨルダン（Pascual Jordan）と二人で、ハイゼンベルクの理論を行列で定式化したものを九月までに書いた[13]。行列とは、二次元に配置された数の表であるが、その間で和や積が定義されている。行列を用いると、ハイゼンベルクの理論は極めてすっきりと表現することができた。とくに、ハイゼンベルクが見出した量子条件の式は、交換関係と呼ばれる式であらわされた。通常の量は掛算の順序を替えても、大きさは変わらない。掛算の順序にこだわることに意味が無いのはそのためである。ところが、行列では掛算の順序を入れ替えたものの差は必ずしも零にならない。とくに、座標と運動量の積の順序を入れ替えたものの差がプランク定数に比例する有限の量になる。これが交換関係であり、量子力学の基本的な式の一つである[14]。

ハイゼンベルクは夏の間、各地を訪れ、自らの新しい理論について話し、討論した。七月二八日にケンブリッジのカピッツァ・クラブで講演した[15]。このとき、ケンブリッジの理論物理学者で、ラザフォードの女婿であるファウラーが出席していた。講演の後、ファウラーは、ハイゼンベルクから第一論文の校正刷りを受取って九月に自分の学生であるP・A・M・ディラック（Paul A. M. Dirac）に見せた。ディラックは、理論物理学を研究していたが、カピッツァ・クラブのメンバーではなかったので、出席していなかったのである[16]。ハイゼンベルクの論文を読んだディラックは、自ら研究を進め、上記のボルンとヨルダンの理論と同様の結果を独立に導きだした[17]。

さらにハイゼンベルクは数週間コペンハーゲンも訪れ、ボーアらと討論した[18]。ボルンは、ハイゼンベルクとヨルダンの三人の共著で、行列に基づき、摂動理論を含む量子力学の基本的な枠組みを定式化する論文に取り組んだ。ハイゼンベルクはコペンハーゲン等に滞在して手紙をやり取りしていたが、一〇月に論文を仕上げるときにゲッチンゲンに戻った[19]。これが「三者論文」と呼ばれ、量子力学はこのときにほぼ定式化された[20]。この理論を彼らは単に「量子力学」と呼んだが、行列に基づいているので、もう一つ現れることになる量子力学の定式化と対比して、「行列力学」と呼ばれるようになった。この理論は、たとえばパウリによって水素原子の問題に適用され、実験現象を導くことができることが示された[21]。

前章で触れたように、仁科芳雄は一九二五年の九月九日に故郷にあてて「なるべく当地に長く滞在して私のほうの学問の根底を究めて帰るつもりです」「帰国の日も確実には言えません」[22]と書いていた。一九二五年の夏はハイゼンベルクがコペンハーゲンに滞在し、ボーアらと討論していたときである。仁科もなんらかの形で新しい理論の誕生の知らせを聞く機会があったに違いない。これを理解するまでは帰国すべきではないと考えたのかもしれない。

そうしているうちに、ハイゼンベルク自身がコペンハーゲンの職に就くことになった。一九二五年末にクラマースがユトレヒト大学に職を得て、彼が占めていたコペンハーゲン大学講師(Lektor)兼研究所の助手というポストが空くことになった[23]。ボーアはハイゼンベルクにこの職に着く気があるか訊ね、ハイゼンベルクは肯定的に答えたのである。しかし同時に彼は、ライプチヒ大学から採用を提示され、その交渉をしつつ、ボルンやクーラントにどうすべきか相談した。ボルンとクーラントはコペンハーゲンに行くことを強く勧めた。ハイゼンベルクならばあとで大学の職に就けることは間違いなく、それよりもボーアのもとで仕事をする機会を優先すべきだというのだった。この後ハイゼンベルクは四月にベルリンで、アインシュタイン、ラウエ、ネルンスト等、錚々たる学者たちの前で講義をした。そして彼等もまた一致してコペンハーゲンへ行くことを勧めた[24]。こうしてハイゼンベルクは一九二六年の五月にコペンハーゲンに着任した。

仁科芳雄が残したコペンハーゲン時代のノートにハイゼンベルクの講義のノートがある。日付は不明だが、一九二六年六月一六日付けのS・A・ハウトスミット（Samuel A. Goudsmit）への書簡で、ハイゼンベルクがコペンハーゲンで量子力学の講義をしたことを書いている[25]。おそらくハイゼンベルクが着任後に講義をしたのを筆記したのだろう。このノートには、主にハイゼンベルクが量子力学について書いた最初の論文の内容が記されているが、行列の概念も使われている。古典論では座標をフーリエ変換して表わす。量子論では、そのフーリエ級数の組みが座標を著すことになる。それでは、その座標を自乗したものはどう計算されるか。その計算規則を求める過程を講義したものであった。また、同じノートに、座標と運動量の交換関係が求められていた[26]。このような量子力学の発展に触れて、仁科が無関心でいたことはあり得ない。上記の書簡でも、ハウトスミットの「新量子力学」に興味を示し、すでにふれたように、木村健二郎らとの共同研究のときも、それが終わったら理論の研究へ移ることをほのめかしていた。

量子力学の成立と並行して、ローレンツの電子論以来の懸案であった異常ゼーマン効果の謎も一応解かれることになった。オランダのG・ウーレンベック（George Uhlenbeck）とハウトスミットが、電子が自転、すなわちスピンしていると考えたのだった。パウリのように哲学的により洗練されていた物理学者は力学的にこの問題を解くことができないと考え、電子のようなものが自転しているという素朴な描像に強く反発した[27]。しかし、実際に自転しているかはともかくとして、電子のスピンという考え方は急速に受け入れられていった。

## 波動力学とシュレーディンガーのコペンハーゲン訪問

ハイゼンベルクと競合する理論がほどなくして現れていた。波動力学である。オーストリアの物理学者、エルヴィン・シュレーディンガーは、量子現象を、特定の方程式を満たす波動関数の問題として理解できることを示した。シュレーディンガーは、ド＝ブロイの物質波の理論から出発して、電子を波動とみなし、それについての微分方程式、波動方程

式を、古典力学や、幾何光学との類推から導いた。そして、その波動関数を時間についての成分と、空間についての成分に分解できるとき、空間についての成分は、固有値問題となることを示した。固有値問題は現在では行列について、固有値、固有ベクトルを求めるのが高校数学で登場するが、同じように、微分などを含む作用素が関数に作用する時、特定の関数に関しては、それが作用したものが元の関数の複素数倍で表せることがある。その場合、その関数が固有関数であり、その複素数が固有値である。シュレーディンガーの波動方程式においては、固有値がエネルギーとなる。従って、その固有値問題を解くことで、その波動方程式のあらわす物理的系のエネルギーとそれに対応する波動関数を求めることができる。

シュレーディンガーの波動力学と、ハイゼンベルクらの行列力学とは、二つの競合する理論となったが、多くの物理学者は波動力学を好んだ。数学的には、行列よりも、波動の方が扱いやすかった。連続関数の微分方程式を解くことに関しては、物理数学において長い蓄積があり、多くの理論物理学者はそちらのほうには熟練していた。行列はハイゼンベルクが知らず、数学に秀でたボルンも直ぐには気付かなかったように、物理学者にはなじみが薄かった。その上、波動は、物理的な実体として、遥かに慣れ親しまれていた。そのため、量子論をめぐる概念的な困難までも、シュレーディンガーの波動によって解消するかのように見えた。

この後の発展を仁科は「量子力学が多くの理論物理学者の手によって決河の勢をもって完成せられて行った」と回想している[28]。「その頃の英、米、独等の物理学の雑誌にはそういう極めて重要な論文が載っており、新号が着くのを待って非常な興味をもって熟読した」という。そして上記のハイゼンベルクの論文が掲載された『ツァイトシュリフト・フュア・フィジーク』誌や、シュレーディンガーの論文の載った『アナーレン・デア・フィジーク』誌を読んだときの感銘は忘れられないと回想している[29]。

一九二六年の後半には、ボーアの研究所でもシュレーディンガーの理論が重要な関心の焦点となった。O・クラインが九月九日の午後に「シュレーディンガーの理論について」という題でコロキアムを開いた[30]。クラインはスェーデン出身で、ボーアの研究所の古参の一人である。しばらくアメリカにいたのが帰ってきたのだった。コロキアムは一日では終わらずに、翌日も続けられることになった。その一〇日には、さらに四日後の朝九時からまたクラインがコロキアムを開くことが決まった[31]。今度はシュレーディンガーの理論とハイゼンベルクの理論について話しをした[32]。それでもまだ終わらなかったらしく、一六日にその続きをした[33]。このように、研究所に滞在中の理論家が、発表された理論についてのレビューを行ったり、コロキアムのその場の議論によって次回のコロキアムの内容と日程を決めたりしたものらしい。

先に触れたように、一七日から二六日にかけて、仁科はデュッセルドルフの学会へ出かけたが、その間もコロキアムが開かれた。二二日には前述のファウラーが、「化学定数」という題で話した。二七日には、ファウラーが再びコロキアムを開き、アインシュタイン

の統計力学について話した[34]。

一〇月一日に、ハイゼンベルクがヘリウム原子のスペクトルについてのコロキアムを開いた。これは彼が六月に発表した「量子力学における多体問題と共鳴」と題する論文に基づくものであった[35]。ハイゼンベルクは、競争相手であるシュレーディンガーの理論に激しく反発し、何度か攻撃を加えた。これはその一つである。複数の電子をもつヘリウム原子のスペクトルから、電子についての多体問題で用いる統計性、とくにそれとボーズ・アインシュタイン統計について考察し、それがシュレーディンガーの唱えるような直観的な描像を許さないことを示そうとするものであった。後に、フェルミ・ディラック統計に考え方に発展する最初の一歩の一つであったと言える。堀の日記によると、ボーアはおおいに褒め、ファウラーも盛んに口出しをした。また、この時ディラックも出席していた。彼は九月からコペンハーゲンにいたのである。寡黙で知られる彼だが、堀は「これも中々しゃべる」と書いている。それに対して、日本からの研究者はほとんど議論に入れなかったようだ。堀にとってはこの話は計算が難しく中々理解できなかった。堀は「日本人の数は沢山で影は皆うすい。何の口出しも出来ないのが無さけない。（中略）理論は遂に吾々日本人の頭には適当しない代物か？」などと書いている[36]。

それでも、仁科たちは理論を学ぶことを諦めなかった。仁科はその晩堀の部屋にやってきて、波動力学について様々な議論をした。仁科は、光の干渉や、彼自身が深く関わった交流理論における重ね合わせの原理の考え方を用いながら、波動力学における波動の重ね合わせの物理的意義を理解しようと苦闘していた[37]。

ハイゼンベルクは日本人研究者たちに強い印象を与えたようだ。堀は九月一日に研究所を訪れた時すでに、ハイゼンベルクに会っていた。若々しい姿を見て最初「職工」かと思ったという。一〇月三日の晩に、ハイゼンベルクらが下宿しているモー夫人が研究所の人達を招待したところ、訪れたのは、ハイゼンベルク、ウェルナー、フォスター、ディラックのほか、日本人が杉浦、木村、仁科、青山、堀であった。ハイゼンベルクはピアノの演奏を披露し、堀はその多才ぶりに驚いた[38]。

一九二六年の一〇月四日と五日には、シュレーディンガー自身がコペンハーゲンで講義を行った。このときに、仁科や堀健夫も出席した。仁科は講義ノートを残している。第一回の講義は、四日、コペンハーゲン工科大学の講堂で行われた。おそらく、これはやや一般向けの講演だったのだろう。シュレーディンガーは、波動方程式の導出について語った。

四日にシュレーディンガーが講義した後、宴会が開かれた。シュレーディンガーが他の人が席に着かないうちに食事を始めたのを見て、堀は驚いた「いやはや超越しとる」。その翌日、昼食時に、杉浦、仁科と、シュレーディンガーの理論について討論した[39]。

第二回の講義は、その日三時からのボーアの研究所のコロキアムとして行われた。そこでシュレーディンガーは波動関数の意味についてより踏み込んで説明した。波動関数の自乗の意味として、通常の空間における電荷の空間的分布として考えるか、点電荷の集まり

を考えて、その分布を著すモデルを考えるという二つの解釈を挙げた。堀によれば、この波動関数の物理的意味について、ボーアやハイゼンベルクとの間に激しい質疑応答が交わされたという。とくに、ボーアは、シュレーディンガーの考えを認めず、しつこく食い下がったのである。ボーアの発音が悪いために、シュレーディンガーがボーアの質問の要点を得られず、「旗色が悪い」と見た。討論は六時まで続いたという[40]。

堀は、このような科学上の歴史的会合に出席したことを非常な光栄に思う、と書いている[41]。仁科にとっても同じであっただろう。しかし、ハイゼンベルクが書いているところによれば、シュレーディンガーとボーアとの論戦のうち、彼らが目撃したのはその一部分であった。討論はシュレーディンガーがコペンハーゲンの駅に着いた時からすでに始まっていたのである。しかもシュレーディンガーはボーアの住居に泊っていたため、滞在中は昼夜を分かたず議論は続いた。ハイゼンベルクは「普段ボーアは人との交際においては特に気をつかい、親切な人であったが、このときは彼の話し相手に対して一歩もゆずらず、ほんのわずかな不明確さをも絶対に許さない、ほとんど狂信者のような仮借ない態度だった」と書いている[42]。激しい討論の末、シュレーディンガーは体調を崩し、寝込んでしまった。そこでボーアは、彼を見舞うのだが、そこでも議論が始まってしまう。「しかしあなたはそれでも・・・のことを理解しなければならない」と枕元で言うのであった[43]。

## 量子力学の確率解釈と不確定性関係

シュレーディンガーの訪問の後、パウリはハイゼンベルクにあてた一〇月一九日付の書簡で、波動関数の統計的解釈を述べている。これより以前、一九二六年の六月から七月にかけて、マックス・ボルンが波動関数の確率的解釈を提唱していた。彼は、シュレーディンガーの波動力学における波動関数が、確率分布を与えるものと考えたのである。これは現在の量子力学で一般的な考えであるが、ボルンの定式化は、現在のものとはやや異なっていた。もともと、ボルンの論文の発想は、衝突過程を量子論的に扱うものであった。ボルンは行列力学ではそれはできないと考え、波動力学を使った。そして、ある波動関数について、それをエネルギー固有関数の組で展開したときの係数の二乗をその固有関数に状態が変化する確率であると考えた[44]。それに対してパウリは、この書簡のなかで波動関数の自乗が確率を表わすこと、すなわち波動関数の確率解釈の現代的な表現を述べたのである[45]。

一九二六年の一〇月ごろ、シュレーディンガーがコペンハーゲンから去った後は、変換理論の発展と、量子力学の基礎について討論が続いた。ディラックは、まず一〇月一五日にコロキアムを開き、「量子力学」という題で話した。これは、この夏に彼が投稿した「量子力学について」という論文に基づくものであろう。これは先に触れた電子が複数ある系についての結果をハイゼンベルクとは独立に得たものだった[46]。一一月一日にハイゼンベルクが、彼の揺動現象の理論についてのコロキアムを開いた。これはその頃書き上げたばかりの「揺動現象と量子力学」という論文[47]に基づくもので、シュレーディンガーの

理論への攻撃の一つである。ハイゼンベルクの立場は、量子力学は彼自身による行列を用いた定式化によってすでに完成されており、シュレーディンガーの理論は不要であると同時に、連続論を用いている点に概念的に問題があるというものであった。そして、ハイゼンベルクにとっては、ボルンやパウリによって提案された波動関数の確率的解釈も、行列による定式化に含まれている、というのだった。それを示すために、揺動現象に量子力学を適用し、アインシュタインの光量子論がすでに得ていた結果と同じ確率論的な結果が得た。これは、シュレーディンガーの理論がハイゼンベルクの理論に包含される可能性を示すもので、両者の同等性を示す変換理論の先駆けでもあった。

変換理論は、ディラックとヨルダンによって独立に作られていった。一一月一二日、ディラックは「量子力学の一般変換理論について」というタイトルでコロキアムを開いた。これはこの日だけで終わらず、週末をはさんで一五日に続きを話した。これによって、シュレーディンガーの理論とハイゼンベルクの理論は、同じ理論の別の表現にすぎないことが明らかになった。仁科、杉浦、堀らは、衝撃をうけたらしく、コロキアムの後の晩にその内容について話しこんだ。とくに堀は、理論の勉強をする必要を痛感するに至った[48]。

研究所のコロキアムは、量子力学の基礎的な問題だけではなく、その理論的応用の課題を扱うものもあった。例えば一〇月二二日には、波動力学を用いてコンプトン効果を扱うことがテーマだった。これは発表者がはっきりしないが、おそらくクラインだっただろう[49]。他にフントや、ハイトラーなどがこの時期発表している。また一一月二三日には、杉浦が話した。発音が日本人式だったり、杉浦への質問の答えをハイゼンベルクやディラックが代わりにするということがあったりしたが、まず無難に終わった、と堀は書いている[50]。杉浦は、日本人の物理学者の中では、この時期理論の理解で最も先を行っていたと言ってよいだろう。堀が見たところの杉浦は、意気軒昂としていて、気焔を吐いていた[51]。

こうして、一九二六年の暮れには、二つの理論が登場してしまった問題は解決され、量子力学の理論的枠組はほぼ完成していた。そして、分子結合やスペクトル、量子統計などへの発展も始まっていた。多くの物理学者にとっては、後はその理論を数学的に展開していけばよいように思えた。

しかし、ボーアは同意しなかった。ボーアは量子力学の数学的なスキームがあって、それによって答えを計算できるだけでは満足しなかった。量子論にある様々なパラドックスに関して、数学的なスキームはなんらか本質的な解決を与えるものではないと考えたのである。ボーアはさまざまなパラドックスを繰り出した。たとえば、いわゆる二重スリットの実験に対応するものがその一つである。ついたてに二つの穴をあけ、そこに電子線を当てる。ついたての向こう側に蛍光板があると、そこに縞状の模様が見られる。それでは、もし電子線の強度を十分に小さくし、電子が一個しか通らないようにしたらどういう結果が得られるだろうか。ボーアはこのように物理的な事例を想定して、答えが計算なしに得られるまで理解しなければ満足しなかった。自分の量子力学ですでに理論は完成している

と考えたハイゼンベルクとボーアは激しく討論した。ハイゼンベルクもまた、研究所の中で寝泊まりしていたので、討論は夜半まで及ぶこともあった[52]。

二人は同意に至らないまま、冬に至った。ボーアは、ノルウェーへスキーに行ってしまった。コペンハーゲンに残されたハイゼンベルクは一人で問題を熟考した。前に彼が量子力学の基本的な着想を得たときは、ある時点での粒子の位置というような頭に描けるような直観的描像を諦め、物理量を数の組みという抽象的な数学的実体に帰するということをしたのだった。しかし、そのような数学的なスキームではボーアを納得させることができなかった。そこでハイゼンベルクは、行列力学において位置の概念を再定義したように、直観的な理解を再定義することを考えた。ハイゼンベルクはそれを「あらゆる簡単な場合において、ある物理的理論のあらゆる実験的帰結を定性的に考えることができるとき、同時に理論の適用が決して内的な矛盾を含まないと知ったとき」と考えた。これはボーアにどう言えば、納得させられるかを念頭に置いたものであろう。同時にこれは波動力学に対抗するものであった。なぜなら、波動力学において、量子力学は一見空間上の波動として、直観的に理解できるかのように見えるからだ。空間に伝わる波動を思い浮かべることは確かに容易だ。しかし、そのシュレーディンガーの波動は、ボルンやパウリが示したように、あくまで確率をあらわすものであり、しかも実空間の波動ではない。二つの粒子からなる物理系については、シュレーディンガーの波動関数は六次元位相空間の波動なのである。従って、波動力学がイメージしやすく思えるのは錯覚にすぎない。他方、ハイゼンベルクの想定した「直観的理解」においては、空間の中の現象としてイメージできることは必ずしも要求しない。彼としては、行列力学の中で一見生じるかのような概念的矛盾が実は生じていないことを示せばよい[53]。

ハイゼンベルクの思考の鍵となったのは、一年前のアインシュタインとの会話だったという。アインシュタインは、ハイゼンベルクの行列力学における発想、すなわち観測可能な量から理論を組み立てるということを批判して、「理論があってはじめて、何を人が観測できるかといいうことが決まります」と言ったのだった。後に科学哲学者の言う、観測の理論負荷性を先取りする洞察である。ハイゼンベルクはアインシュタインのこの発想に従って、問題を転回することを試みた。すなわち、自然を理論でどう記述できるか考えるのではなく、理論に適合するように自然が働くのだと考えたのである。ある理論によって観察できることと、できないことが決まるのであれば、たとえその理論が観察できないところで概念的矛盾を示していても、その矛盾は、自然とは無関係の見かけのものに過ぎない。それでは、量子力学によれば、何がどこまで観測可能なのか[54]。

ハイゼンベルクは一九二七年二月二三日にパウリに宛てた書簡で、この問いに答えている。ハイゼンベルクが出発したのは、ディラックとヨルダンによって展開された変換理論であった。そこからハイゼンベルクは位置と運動量の不正確さの間に両者の積がプランク定数程度であることを示した。これがハイゼンベルクによる不確定性関係の最初の導出であった。その年に発表された論文において、ハイゼンベルクは、変換理論に基づく理論的

な導出をした上で、思考実験でその物理的意味を考察した。これが有名なガンマ線顕微鏡である。顕微鏡で位置を測定する精度は、その時に用いる光の波長より精密にならない。そこで、正確に位置を測定するには、なるべく波長の短い電磁波、たとえばガンマ線を用いる必要がある。しかし、波長が短ければ短いほど、ガンマ線は大きなエネルギーと運動量を持つので、コンプトン効果で電子を跳ね飛ばし、電子の運動量はそれだけ不確定になる[55]。

こうして、ハイゼンベルクは、位置と運動量を同時に正確に測定することには限界があることから、あたかも両者が厳密に決まるかのような観点から量子力学に発生する概念的矛盾は実際には存在しないと見なせると主張した。ハイゼンベルクは、この事情を相対性理論におけるアインシュタインの同時性の議論になぞらえた。相対論は、同時性を光による測定によって定義した。ニュートン力学での習慣に従って、そのような測定に依存しない同時性があるかのように考えると、相対性理論は矛盾に満ちているように感じられる。しかし、そもそもそのような同時性自体があり得ないので、そのような矛盾も実際にはないのである。

ハイゼンベルクの考えを知った他の物理学者は賛成と反対に分かれた。パウリはハイゼンベルクのアイデアに大賛成であった。もともと解釈をめぐる論争に距離をおいていたディラックは、冷淡であった。しかし、最大の反対者はボーアであった。

三月一八日ころにボーアはノルウェーから帰り、ハイゼンベルクから、不確定性関係についての論文の原稿を見せられた。その後、両者の間に激しい会話と、感情的な行き違いまでもが起った。戻って数日後にボーアはハイゼンベルクにその論文は正しくないから発表すべきでないとまで言った。当事者の記憶が定かではないのだが、ハイゼンベルクの不確定性関係論文は『ツァイトシュリフト・フュア・フュジーク』誌に三月二三日に受理されている。おそらくボーアが内容について同意する前に、パウリが論文を支持していることを理由にして、ハイゼンベルクはボーアの了承を得て提出したものと思われる。そしてハイゼンベルクとボーアはその後激しい討論をした[56]。

仁科は、ハイゼンベルクとボーアの討論を目撃し、ノートに記録している。それによると、三月二八日にハイゼンベルクは不確定性関係論文について講演した。そこでは、電子の位置の観測についてのガンマ線顕微鏡について書かれている。ここでボーアは、ハイゼンベルクの不確定性関係の導出に疑義を述べている。さらに四月一日付で、ボーアによるハイゼンベルクの論文についての討論のノートがあり、そこで、さらに詳しくハイゼンベルクの論文を検討している。日付のないノートには「ハイゼンベルクの論文は間違いだらけ也」という記述があり、ボーアが明確に反対していたことが分かる[57]。ボーアにとっては、不確定性関係は、量子論の本質的特徴である波動粒子の二重性から導かれるものであって、ハイゼンベルクの行ったような思考実験では不満だということだったと思われる。両者議論の末、一応の同意に達し、ハイゼンベルクは「校正時補遺」をつけて論文を出版した。四月にボーアがハイゼンベルクの論文の校正刷りをアインシュタインに送ったとき

には、ハイゼンベルクの論文に対して、肯定的に書いていた。しかし、ハイゼンベルクが不確定性関係を導くのに、波動力学を用いず、量子力学の数学的スキームから試みたのに対し、ボーアは波動粒子の二重性から概念的に不確定性関係を捉えようとした。この対立は、解消されなかったように見える。とはいえ、ボーアとしてはハイゼンベルクに反対しても、不確定性関係そのものに反対する理由はなかった。そして、それをどう理解するかに、ボーアの思考は向かうことになる。

## 仁科芳雄と量子力学

前章で仁科が木村健二郎らと共同研究していたことについて触れたが、その時から木村に自分はもうこれで実験をやめる、「理論のことをやって国へ帰りたい」と言っていたという[58]。木村は一九二七年四月に帰国するのでそれ以前のことである。このころまでに、コロキアム等を通して仁科は量子力学への関心を掻き立てられたが、その発展にまだ追いついていなかったようだ。一九二七年六月一一日にディラックに宛てた手紙で、ディラックが論文の別刷りを送ってくれたことに感謝している。「この論文は見事で、目を見張るばかりです。ただし私は未だ、あの内容を完全に理解した訳ではありません。あなたの論文を読むたびにいつも思うのですが、あなたは私がこれから学ばねばならないことを既に沢山、身につけておられます」と書き、ディラックのもとで物理を学びたいという希望を述べている。「私に物理を教えるということは、あなたにとって時間の浪費であるかもしれません。でも、もしあなたが気にせずにこの私の希望に応じてくださるなら、心から感謝致します」。この時、仁科の予定は七月一日にコペンハーゲンを離れたのち、ドイツとフランスで言語を学び、英国で短期間の滞在をし、その後米国を経て日本に帰ろうというものであった[59]。ディラックはおそらく承諾しなかったと思われる。

O・クライン（Oskar Klein）の回想によれば、この夏、コペンハーゲンの北で休暇を過ごしていたクライン一家に仁科が会いに来たという。クラインについては、後にまた触れるが、ボーアの助手をつとめたこともあるスエーデン出身の理論物理学者で、仁科と重要な共同研究をすることになる。デンマークの女性と結婚したので、休暇はよくデンマークの田舎で過ごしたのである。このとき、話題になったのは理論物理学のことであった。「仁科は私に最新の発展についていろいろ質問しましたが、最後に理論物理学の発展の「裏側まで見え始めた」といってくれました。実際、彼は当時すでに理論物理学の基礎を確実に修得していましたが、しかし量子力学の最新の発展についてはまだ十分ではなかったように思いました」とクラインは書く[60]。

前の章で述べたように、この夏、一九二七年八月三日、仁科芳雄はコペンハーゲンを去った。この後、まずドイツで一〇日ほど過ごした後、パリへ赴いた。そこで、八月一六日にボーアにあてて前章で触れた書簡を書いた。ここでボーアに感謝すると同時に、このころもっぱらフランス語を勉強していると書いている。そして、ハンブルクでパウリに会っ

たことを報告し、この夏にこの語学学習がはかどったら冬にハンブルクに行き、理論をパウリから学んでもよいと思っているとも書いている[61]。

パリの滞在は、研究というよりもフランス語の習得が目的であった。語学の習得に熱心な仁科は、フランス語も覚えようとしたのである。九月初めにはフランス語の良い教師を訪ねて、英仏海峡のフランス側の村、ベルギーとの国境に近い小村ベルグで過ごしている。しかし、語学が得意な仁科でも、フランス語のようにドイツ語とも英語とも大きく異なる言語の習得は容易ではなかったようだ。

## コモにおける国際会議と相補性

同じ九月にはコモにおける国際会議に出席した。コモはイタリアのミラノに近い湖のほとりの風光明美で知られる地である。電池の原型である電堆で知られるA・ヴォルタ（Alessandro Volta）の生誕の地でもある。ここでヴォルタ死後百年記念して会議が開かれたのだった。そこでニールス・ボーアが「最近の原子物理学の発展」という講演をした。これはボーアが彼の「相補性」の考えを最初に発表するものであった。ボーアの相補性の考えは、特徴的に曖昧であり、また次第に変化するのだが、コモで発表されたときのときの考えはおおよそ次のようなものである[62]。

ボーアが着目したのは、原子物理学においては、「時空間的記述」と「因果的記述」の両方を同時に実現できない、ということであった。ここでボーアのいう「時空間的記述」と「因果的記述」とは、具体的には、時空間座標による記述と運動量やエネルギーによる記述を指している。但し、ボーアは、それよりも一般的な議論を目指していたために、「時空間的記述」「因果的記述」という表現を用いたと思われるが、ここではそれには立ち入らない。例えば、光という現象は、古典的な電磁気学によって、時間と共に空間を伝播する波として記述されていた。ところが光電現象のような光と物質が相互作用する現象においては、アインシュタインが示したような光量子によって記述されなければならなかった。物質（電子）についても同様であった。電子が一つの粒子であることは疑いがないように思われた。しかし、ド・ブローイの理論が示したように、電子についても、波の重ね合わせのような性質があるように思われた。

これにも関わらず、ボーアによれば、実験装置の解釈は古典的な概念、時空間的な記述と因果的な記述に依存している。我々は古典論の世界に住んでおり、古典的な概念によってしか、実験で起こる現象を理解し、人に伝えることはできない。粒子であると同時に波であるような実体を我々は想像することはできないのである。現象を理解するには、常にどちらかで考えなければならない。

古典物理学においては、時空間的な記述と、因果的な記述を同時に実現することができた。しかし、原子物理学では、それはできなくなった。ボーアはそれが原子過程における「本質的な不連続性、あるいはむしろ不可分性」のためだと考えた。これはつまりプランク定数が零ではない、ということである。ボーアにとってこれは動かし難い経験的な事実

であった。そのため、原子物理学では時空間的な記述と因果的な記述を同時に実現することは諦めなければならない。

「それゆえ」とボーアは結論する。「量子論のまさに本性から時空間座標と因果性の要請…を記述の相補的であっても排他的な特徴であって、それぞれ観測の定義の理想化を象徴するものと見なさざるを得なくなるのです」[63]

コモの会議には多くの著名な物理学者が参加したため、ボーアが新しい考えを出したことを広める良い機会となった。しかし、それはボーアの考えが受けいれられたということを意味しなかった。ボーアはあまり良い講演者でなかった上に、分かりやすい考え方でもなく、そもそも物理的な意義も明白ではなかった。後にこの講演を基にした論文が『ネイチャー』誌に発表された後でも、事情は同じであった。当時ゲッチンゲンにいたローゼンフェルトによれば、すでにボルンが波動関数の統計的解釈によって述べたことを重々しく言い換えただけだと受け取られた。E・ウィグナー（Eugene Wigner）はボーアの講演によって量子力学についての考えを誰も変える気になったものはいなかっただろうと言ったが、これが一般的な考え方であっただろう[64]。

ボーアの考えが「正しい」ものと見なされるようになったのは、翌月、一九二七年一〇月のソルヴェイ会議のときだろう。ソルヴェイ会議は、当時のもっとも重要な原子物理学者たちが招待された国際会議であった。その時と、その次のソルヴェイ会議で、ボーアとアインシュタインが華々しい討論をし、そこでアインシュタインとからの量子力学に対する攻撃にボーアは打ち勝つことができたからだ。アインシュタインが不確定性関係を破るような事象を思考実験で示そうとしたのに対し、ボーアは実際には不確定関係が破られていないことを示した[65]。しかし、それはもちろん、ボーアの相補性の考えが理解された上で受け入れられたことを意味するものではない。単に、量子力学に対する攻撃が失敗したために、量子力学の支持者であるボーアの考えもまた正しいだろうと見なされたにすぎない。

しかし、仁科は、他の多くの物理学者たちと異なっていた。ボーアの相補性は彼に深い感銘を与えた。次の触れるように、この年のクリスマスをコペンハーゲンで過ごした仁科は、相補性にさらに深く関わるようになる。すこし後、翌年一九二八年一月に長岡半太郎に当てた書簡で、相補性の考えに就いて述べ、是非ボーアを日本に呼ぶべきだと薦めた。仁科は次のように書いた：

@引用@
前記のボーアの新説は極めて深みのあるものに御座候。Strahlen 並び Materie の Partikeltheorie(Lichtquanten & Elektron)と Wellentheorie とは矛盾するものに非ずして相補するもの(komplementär)なる事を示し、両説共に事物の半面のみを表はしたる抽象説に過ぎざる事を高調するものに御座候[66]
@引用終わり@

哲学的な傾向を余り見せなかった仁科であるが、ボーアの相補性に関しては別であった。仁科の相補性への関心は後々まで続くことになる。

コモの会議から戻った仁科芳雄は、パリでしばらくフランス語の勉強を続けた。しかし、一〇月までには諦めてしまった。ボーアに書いた書簡に「フランス語について言えば、私がこれまでに知っていていた言語とは異なる系統に属するこの言語を消化するには2カ月では足りないというのが結論です」というのである。もともとフランス語の勉強が進んだら、冬にハンブルクへ行くつもりだったが、それでもパウリのもとへ行って理論を学ぶことにした。パリを一〇月二五日ごろに立って、途中でヘヴェシーらを訪ねてから、一一月の初めにハンブルクに到着した[67]。当初は、三ヶ月ほどだけ滞在するつもりだった。しかし、一二月一七にハウトスミットにあてた書簡によれば、そのころには学期末、すなわち一九二八年三月末まで滞在するつもりになっていた[68]。

## ハンブルク大学

ハンブルク大学は、現在Sバーンで中央駅から一つ先のダムトーア駅に隣接している。ドーム状の構造をもつ大学本館は、戦前の建物で正面には、大学のモットー「研究、教育、教養」（Die Forschung, Die Lehre, Die Bildung）が書かれている。この建物は第二次世界大戦を生き延びたが、周りの建物の多くが空襲で破壊された。大学の建物の大部分は新しい。ハンブルク大学は一九一九年に設立された比較的新しい大学であるが、急速に重要な大学となった。特に、心理学者のW・シュテルン（William Stern）、美術史家のA・ヴァ―ルブルク（Aby Warburg）、哲学者のE・カッシーラ（Ernst Cassirer）等、ユダヤ人の優れた科学者や知識人が集結していた。物理学者のO・シュテルン（Otto Stern）とパウリもまたユダヤ人であった。そのために、一九三〇年代にナチスの台頭に伴って、多くの教員が去ることになった[69]。教員のみならず、一九二九年に亡くなったヴァ―ルブルクの収集したコレクションもまた、ナチスを避けてイギリスに移された。

仁科が行ったころ、ハンブルクにはまだ強力な物理学のグループがあった。W・レンツ（Wilhelm Lenz）が理論物理学の正教授である。レンツは、ゾンマーフェルトの弟子だった。一九一一年にミュンヘンで学位を取得し、第一次世界大戦に従軍した後、ゾンマーフェルトと共同研究して多くの書簡を残している[70]。一九二一年にハンブルク大学の理論物理学正教授に任命された。同じ年に、パウリはレンツの助手となっていたが、翌年からは、コペンハーゲンに二年間滞在していたのだった。レンツはパウリをはじめ、前出のヨルダン、A・ウンゼルト（Albrecht Unsöld）らを助手にもち、ハンブルクに有力な理論物理学の拠点を作っていた。専門は固体物理学の理論研究である。彼の指導した学生の中には、E・イジング（Ernst Ising）がいた。レンツのもと、有名なイジング・モデルを研究して、一九二四年の学位論文で発表していた。

また、当時ハンブルクには、W・ゴルドン（Walter Gordon）がいた。プランクのもとで学位をとったが、この時期、ハンブルクで教授資格を取ろうとしていた。この少し前、一九二六年に、シュレーディンガーの波動力学をコンプトン効果に適用して考察する中で、相対論的な波動方程式を導いていた[71]。クラインも独立して同様の方程式を導いたので、クライン=ゴルドン方程式と呼ばれる[72]。クライン＝ゴルドン方程式は、相対論的な方程式であったが、幾つかの困難を抱えていた。一つは、負の確率を与えるような解が出てしまうこと、もう一つは、負のエネルギーをもつ解が出てしまうことであった。

仁科は大学近くのベネッケ通り（Beneckestrasse）二二番地のマックス・ツッテルマン夫人の下宿に滞在した[73]。今はこの通りは存在しない。その場所はいくつかのホテルを挟んで、現在のハンブルク大学の北部キャンパス敷地内にあり、アレンデ広場（Allende Platz）とよばれる場所のあたりである。ここにはグリンデル地区(Grindelvierter)と呼ばれたユダヤ人の居住地区があった。ベネッケ通りの一番地は、グリンデル通りとベネッケ通りの交差点になっており、ここには現在、映画館や大学の建物がある。もともとユダヤ人コミュニティのための建物があったが、空襲で破壊された。大学の建物は戦後に再建されたもので、現在、ナチス時代にこの地区のユダヤ人たちはティレージェンシュタットに送られたことを書いた銘板がある。仁科が下宿していた家の人たちもまた、おそらくはユダヤ人であり、強制収容所に送られたのかもしれない。

ハンブルクにいた物理学者たち、レンツ、パウリやシュテルン、ゴルドン、そして後述するＩ・Ｉ・ラビ（Isidor I. Rabi）らとともに仁科は毎日昼食を大学の近くのホテル・エスプラナードでとった。このホテルは仁科の下宿にも近く、現在でも残っている。その食卓ではボーアの相補性、ディラックの相対論的電子論をはじめ、あらゆる社会上の問題が討論された。午後一時ころから食事を始めて、終えるのが三時になったのもよくあったという[74]。つまりはコペンハーゲン時代と同様に過ごしたのだった。

ずっと後になって、仁科自身は、なぜハンブルクへ移ったのか思い出せない、あるいはパウリが当時量子電磁力学の論文を書いていたので、その勉強をするつもりだったのかもしれないと書いている[75]。量子電磁気学とは、電磁気学を量子論的に扱う理論である。ハイゼンベルクやシュレーディンガーの理論によって、一応量子力学の基礎が打ち立てられたが、まだ問題がすべて解けたわけではなかった。その一つが光量子論の問題である。量子力学では、光、すなわち電磁場は、あくまで方程式に付けくわえられる場として導入されるだけで、それ自体が量子論的に扱われたわけではなかった。電磁気自体をどのように量子論的に扱うかが、量子物理学者たちの次の課題の一つとなったのである。この方向の発展は、いわゆる第二量子化という手法によって、場の量子論の道が開け、それがやがて量子電気力学（ＱＥＤ）として発展した。仁科自身の弟子である朝永振一郎が主要な貢献者の一人となる。この時期は、ハイゼンベルク、パウリやヨルダンによって進められ、すぐにディラックの理論によってその基礎が敷かれようとするときであった。上に述べたように、八月一六日にパリからボーアにあてた書簡で、今度の冬にハンブルクに行って、理

論をパウリから学んでもよいと考えていることを書いた。その手紙では、パウリと会ったときに、彼からパウリとヨルダンが量子電気力学で成功を収め、「自由空間に関する限り空間と時間を同等に扱うことができたそうです」と聞いたことを書いている[76]。一一月九日、ハンブルクについてから一週間ほどの時にも、クラマース夫妻に宛てた書簡にパウリの「方法について学ぶ」ために来たと書いているのも、量子電磁気学のことを指しているかもしれない[77]。二月程後、翌年一月二七日に長岡に宛てた書簡で、次のような意味のことを書いている：「量子電気力学は、光のみの場合は、パウリとヨルダンがすでに完成させ、次か、その次の『ツァイトシュリフト・フュア・フィジーク』にのります。これには空間と時間の変数が対称的に入り、全体は不変になります。しかし、光と物質が共存する場合は、パウリとハイゼンベルクが研究中ですが、まだ完成しておりません。これはもちろん、（多体の）相対論的量子論と関連しており、一方が解ければ、他方が解けるものと思われます」[78]。このころには、すでにパウリ、ヨルダン、ハイゼンベルクらの量子電磁気学の研究は概要を知っていたのだろう。それでも、三月一日、ハンブルクを去る日になって、ヨルダンに書簡を送り、「量子力学における波動と粒子についての貴方の論文と量子電磁気学の論文、それぞれの別刷りをお送りくださいませんか？」と聞いている。パウリは別刷りをすべてヨルダンに送ってので、手元に無かったのだった[79]。おそらく仁科は図書室の雑誌で読んでいたが、手元に欲しかったのだろう。当時はコピー機も無かったので、図書館に雑誌があっても、論文をじっくり読むのには著者から別刷りを入手する必要があったのである。

量子電磁気学と同時に、パウリのもとで仁科は量子力学を系統的に学び直すことになった。コペンハーゲンで量子力学の理論的発展もみていた仁科にとっても、パウリのもとで量子力学を学ぶのは良い事であったに違いない。パウリは仁科よりも一〇歳年下である。若くして相対論のすぐれた総説を書いたことにも示されたように、大量の文献を整理して、系統的に述べる能力にたけていた。この時期に仁科が残したノートには、パウリの講義や、セミナーのことが記録されている。そこでは最新の量子力学の解釈をめぐる問題にまで触れられていた。

ハンブルクで、仁科はアメリカの物理学者イシドール・I・ラビと知り合う。彼も最初コペンハーゲンへ行ったが、ハンブルクでパウリに学ぶために来ていたのである。ラビと仁科は、共同で理論研究をし、仁科が行った最初の理論物理の研究となった。これはエックス線の「真の」質量吸収係数を量子力学に基づいて計算したものである。質量吸収係数とは、吸収係数を密度で割ったものを指す。エックス線の放出において、連続エックス線と特性エックス線があったが、それに対応して、エックス線の吸収においても、電子をある軌道から別の軌道に変えることによって生じる吸収と、熱等の発生によって生じる吸収がある。「真の」質量吸収係数とは、質量吸収係数のうち、原子のなかで電子が軌道を変えてエックス線を吸収することによる部分である。上に述べたように、水素原子についてはパウリが行列力学を用いた解を得ていたので、同じ計算を適用できると仮定して真の質

量吸収係数を理論的に計算することができた[80]。仁科とラビは、その式を用いて、十三の元素について理論値と観測値を比較した。軽い元素ほど、またK系列よりL系列のほうが計算値と観測値がずれることを示し、不一致の原因がスピンや相対論的効果を無視したことではなく、水素と同じと近似したことにあることを考察した。仁科は、この結果を二月四日および五日にゲッチンゲンで開かれた低ザクセン地方学会で発表し、その内容は、ドイツ物理学会紀要に掲載された[81]。ラビはアメリカにもどった後、コロンビア大学に職を得て、実験物理学者として活躍した。原子核の磁気モーメントを測定する核磁気共鳴法を開発し、一九四四年にノーベル賞を得ることになる。科学行政家としても活躍し、戦後日本を訪れて仁科と再会した。これについてはまた後に触れるであろう。

## コペンハーゲンにおけるクリスマス休暇と相補性論文

ハンブルクからコペンハーゲンへ行くには海を渡らなければならないが、それほど遠くはない。仁科がコペンハーゲンを離れたとき、コペンハーゲンにもどることは希望ではあったけれど、確定ではなかったに違いない。しかし、この冬のクリスマスは、コペンハーゲンで過ごした。この時、仁科とクラインは、ボーアから相補性についてのドイツ語の論文を英語に訳すように頼まれた。クラインは「仁科が両国語をじつに上手にマスターしていることに感心しました」と書いている[82]。コペンハーゲン滞在中、クラインと仁科は、ボーアの論文を理解するために討論を重ねた[83]。ボーアは、コモにおける講演のための原稿は、英語で書いたのであるが、それを敷衍した論文は、まずドイツ語で書いた。これはコモの講演のときに参加したパウリがボーアに共感し、その後に二人で討論を重ねたためであると思われる。クラインと仁科は、討論を重ねながらそのドイツ語の原稿を英訳したのであった。仁科の残した手稿の中に、この相補性論文の英訳作業に関わるものが多く残されている。なお、先に引用した長岡半太郎への書簡は、一九二八年一月のもので、翻訳作業の余韻が残るなか書かれたのであろう[84]。

仁科がハンブルクにいる間、ディラックが再び理論物理学における新たな突破口を開いた。電子についての相対論的な方程式を導いたのである。前に、クライン=ゴルドン方程式では負の確率が出てしまうことに触れた。ディラックはより一般的に、相対論的な方程式の場合でも、解となる波動関数の物理的な意味を明らかにするには、シュレーディンガー方程式と同じような形をしていればよいと考えた。そこで、波動関数として四つの成分を持つものを考え、ある適当な形をした四×四の行列を導入して、クライン＝ゴードンの方程式と同値だが、シュレーディンガー方程式と同様の形をした方程式を立てた。その結果、負の確率の問題を解消することができたばかりでなく、電子のスピンを方程式から導くことが出来たのである[85]。これは重要な発展であった。

仁科は先に述べた一月二七日付長岡宛ての書簡で、「次に、磁気的電子の問題があります。これを新しい量子論にいかにとりいれるかが大問題です。聞くところによると、ディラックがこれに成功したそうです。これも近いうちに発表されることと思います」という

意味のことを書いた[86]。この時には、ディラックの論文の内容を伝え聞くだけだったのだろう。一九二八年二月一九日にボーアに宛てた手紙で、ディラックの最近の論文は、「当地では大変な興奮を巻きおこしています」と書いている。また、ゴルドンがそこから「ゾンマーフェルトの公式」を導いたことも書いている[87]。これはゾンマーフェルトの微細構造についての式のことであろう。ゾンマーフェルトがまったく別の形で導いた式が、ディラックの方程式から得られたことはその理論の信憑性を高める上で大きな効果があった[88]。そして、二月二五日に、ディラックに宛てて、別刷りを送るように頼んでいる。「あなたの新理論によってコンプトン効果の計算をしたいのです」とあり、この時点ですでにディラックの理論を用いてコンプトン効果の研究をすることを考えていたことを示している[89]。仁科が手紙を書いた翌日に、ディラックから別刷りが送られてきた。翌日絵葉書を送って「おかげで時間を節約できます」と感謝している[90]。

パウリは、仁科が出席した一九二七年から翌年にかけての学期を最後として、スイスの連邦工科大学に移ってしまう。仁科は一二月にはそのことを予想していた[91]。一月に長岡にあてた書簡で、「当地のパウリは、来学期よりチューリッヒのデバイの後任の教授として赴任することと決まりました。そこで私は三月ころより再びコペンハーゲンに移り、一、二カ月、理論研究をする計画です」と書いている[92]。二月一〇日のディラック宛ての書簡によると、仁科は最初、次の学期にはケンブリッジのディラックのもとに行くことを考えていた。しかし、まずコペンハーゲンに行くことに決めた[93]。一月の末ボーアがハンブルクに立寄ったときに話しをしたので考えを変えたと思われる。パウリの許で量子力学を学んだ仁科は、ボーアに誘われて理論研究への意欲を持ったのであろう。ハンブルクに滞在する間、仁科は量子力学を一通りマスターしていただろう。ラビとともに理論的な研究を発表していた。しかし、その研究は理論物理学の先端的な問題とは言い難かった。理論式を用いて計算を遂行するものであっても、物理的な問題の理論的な洞察を要するものではなかった。コペンハーゲンに戻ったとき、仁科はより先端的な問題に取り組む準備はできていたに違いない。むしろ一月にボーアと会ってコペンハーゲンに行くことを決めたとき、コペンハーゲンこそ、そのような問題に取り組むのに良い場所だと考えたのかもしれない。

こうして、一九二八年の三月一日に、仁科はハンブルクを去った。ロストークに立寄ってF・フント(Friedrich Hund)を訪問した後、三月四日頃、仁科芳雄はコペンハーゲンに戻った[94]。

## コペンハーゲン滞在とクライン＝仁科の式

そのころ、クラインは、ケンブリッジでディラックに会ってコペンハーゲン帰ってきたところであった。クラインはクラマースに続いて、二番目にボーアのもとにきた物理学者である。クラマースがコペンハーゲンを去った後、ハイゼンベルクがその後を襲ったことを述べた。しかし、ハイゼンベルクは強い個性の持ち主であり、クラマースのようなボー

アの反響板の役割をするのに適していなかった。その役割はクラインが担うことになった。この時期も、クラインはボーアの助手という立場にあったが、すでに多くの業績があった。クライン＝ゴルドンの方程式についてはすでに触れた。クラインは仁科のことを「量子力学の初心者（beginner）」と回想している[95]。クラインはすでに実績を挙げた理論家であり、実験物理についてはともかく、量子力学の理論研究に関しては、仁科も初心者と言われてもしかたなかったであろう。

また、ハンブルクからW・ゴルドンもコペンハーゲンに来ていた。ゴルドンも、クラインもコンプトン効果の研究を以前していたので、ディラックの理論によってコンプトン散乱がどのようになるか興味をもっていた。コンプトン散乱についてはすでに触れたように電子にエックス線を当てる散乱現象である。そのとき、出て来るエックス線と電子の性質が、エックス線を光量子として考えると説明できるのがコンプトン効果であった。

先に述べたようにディラックが一九二八年の論文において、相対論的な電子論を展開していた。もともと量子力学は、ハイゼンベルクのものであれ、シュレーディンガーのものであれ、相対論を取りこんでいなかった。ディラックの理論は、電子についての相対論と両立するような理論を作る試みであった。ところが興味深いことに、ディラックの理論は、それまであとから付与されていた電子のスピンいう性質を方程式から導きだすことができる、という副産物を伴っていた。しかし、その一方で、負のエネルギーをもつ解があることも分かってしまった。このうち、負のエネルギーをもつ解については、一九三〇年になってそれが正の電荷をもつ電子、すなわち陽電子の存在を意味するものとして理解され、後に実験的にその存在が証明されることになる。しかし、それよりもまず、ディラックの理論がどれだけ実験とあっているのかについての研究が必要であった。電子に関する基本的な現象は、電子と光（電磁波）との相互作用、すなわちコンプトン散乱である。そこで、コンプトン散乱をディラックの理論を用いて計算するとどのような結果が出て来るのかということは、ディラックの理論に関心のある者にとっては自然な問題であり、注目を集めていたに違いない。とくにハンブルクではゴルドンがコンプトン効果の研究をしており、仁科はゴルドンから示唆を受けていたかもしれない。ゴルドンは、この時期書簡を交わしてディラックと討論しており、彼自身関心はあっただろう。すでに触れたように仁科が二月にディラックに宛てた手紙で、コンプトン効果の計算をすることを考えており、論文を読む前から、仁科自身がコンプトン効果に着眼していた。すでに仁科は重要な理論的問題を見分けることが出来たのである。またクラインも、ちょうどケンブリッジを訪問し、ディラックと親しく意見を交わしたばかりであった。

クラインは次のように回想している。「あるときゴルドンと仁科と私の三人で立ち話をしましたが、そのときゴルドンがドイツ語で「これは仁科氏にうってつけの問題かもしれない」といい、私はそれを自分で手がけようと思っていたのですが、すぐに同意したことを覚えています。」[96]。クラインはそれまでに、仁科はディラックの論文を注意深く読んでいたようだとしている[97]。仁科は、ディラックの論文を二月末に送るように依頼し、二

六日に受取っているのでそれまでに読んでいたのであろう。ディラックの論文を読むことも、その理論を用いてコンプトン効果を計算することもコペンハーゲンに来る前から考えていたので、クラインに誘われて始めたわけではないのは、上に述べた通りである。いずれにせよ、仁科はこの時、非常に注意深く読んでいたようだ。クラインによれば、この時、仁科はディラックの論文に符号の誤りがあるのを見つけ、それをディラックに指摘したところ、ディラックは「結果は正しい」と言った。仁科は「では二つあやまりがあるにちがいません」と言うと、ディラックは「偶数個のあやまりといわなければなりませんね」と返したという[98]。ただし、すでに言及したように、仁科が後にクライン＝仁科の式についてコロキアムで発表したときに、仁科の犯した誤りについて、ディラックが同じことを言っているので、どちらかの記憶違いかもしれない。

こうしてクラインと仁科は問題に取り掛かった。クラインは最初、仁科に仕事をまかせ、自分は指導するだけのつもりでいた[99]。しかし、問題は予想以上に困難だった。ディラック方程式を解き、その意味を解釈する確立された方法がなかったからである。三ヶ月経った六月一四日に、仁科がライデンにいたディラックに宛てた手紙に、ディラックがライデンを発つまえに会いに行くことはできない、クラインと行っている仕事が終わっていないから、と書いている[100]。やがて研究所の夏休みが始まり、クラインは、家族でフュン（Fyn）島の田舎町ルーネボー（Lundeborg）へ行くことになった[101]。クラインの妻がデンマーク人であるので、そのつながりで休暇のための帰るのだろう。クラインによれば、その時までに仁科は「問題を解くための一般的な準備をするのが精一杯」であったという。そこで彼は、仁科に、フュン島でいっしょにやってみようと提案した。仁科は賛成し、クラインの妻は近所に部屋を見つけた[102]。

こうして、クラインと仁科の共同作業がはじまった。これは数週間の「かなりきつい仕事」であった。骨の折れる作業の合間に、仁科はクラインの子供や親類の人たちと親しくなり、楽しい休暇でもあった。主な仕事は、クラインの家で一緒にやった。しかし、途中で長い代数的な計算をしなければならなんかった。コンプトン効果の導出には、多くの項を足し合わせなければならなかったのである。そこで計算上のミスをしないために、計算はそれぞれの家で別々に行った。そして、それぞれの計算結果を照合して、一致したときに、計算が正しかったものとして先に進んだのである[103]。この方法は、日本で仁科のグループが理論研究を進めるのに重要となる。

七月六日にクラインがボーアに宛てた手紙によれば、最初の草稿を書き始め、直ぐに終わる予定だった[104]。仁科は八月初めにコペンハーゲンに戻った。八月三日付けで、まず『ネイチャー』にのせる短報を書きあげた。しかし、八日、おそらくまだ休暇をとっていたボーアへ宛てて「われわれの仕事はまだ、はっきりとした形をとるにいたっていません」と書いている。クラインがその月の半ばか末にやってきたら、もう一度、最初からやり直して、九月中に研究を完成させ、九月終わりか十月初めに発つ、という計画であった[105]。

彼らのとり組んだ問題は、簡単なものではなかった。第一に計算が恐ろしく煩雑だった。ディラックの理論は行列力学やよりもさらに数学的に新しく、さらに計算方法が確立していなかったためである。ディラックは、自分の方程式を導くために、ある行列を導入してクライン＝ゴルドン方程式を分解したのだが、その過程で波動関数はスピノールと呼ばれる四つの成分をもつ、まったく新しい数学的実体として表わされることになった。

実際に観測される値の平均値の理論的な予測のことを期待値という。非相対論的な量子論では、期待値は一般に、行列のトレース、すなわち対角要素の和として与えられる。これは同じ時期にノイマンが、量子力学の数学的基礎づけを進める過程で定式化されていた。そこでノイマンは、統計演算子という行列を導入した。物理量の期待値は、その物理量を表す行列にこの統計演算子を乗じてから、そのトレース、すなわち行列の対角成分の和を取ればよいことを見いだしたのである。ところで、一般に複数の行列の積は、その掛け算の順序に依存する。通常の数の場合、掛算の順序を変えても、結果は同じであり、順序にこだわることにまったく意味がない。ところが行列の場合、そうはいかないのである。これを行列の非可換性という。しかし、有限次元の行列については、積のトレースは、積の順序を変えても変わらない。量子力学の行列は無限行列であるので、それほど簡単にはいかない。しかし、ディラックの理論でも、期待値の計算をトレースの形で定式化できることが後に分った。そして、ディラックの導入した行列とトレースの間に成り立つ様々な恒等式を利用することで、行列成分の計算をする前に式を大幅に簡略にすることが出来る。当然ながら、クラインと仁科はそれを知らなかった。そのため、一つ一つの計算をすべて実行しなければならなかった。

計算をさらに複雑にしたのは、クラインと仁科が半古典的な方法を用いたことであった。先に触れたように、ディラックの理論では波動関数に相応するものとしてスピノールが導入されていた。たとえディラックの導入した方程式を解いても、そこから実際に観測にかかる量を計算する仕方がまだ不確かであった。前にも触れたがコンプトン効果とは、電磁波によって電子が散乱される現象である。クラインと仁科が求めたかったのは、その現象の結果放出される電磁波の性質である。すなわち、どのような波長の電磁波が、どの方向に、どれだけの強度で出てくるか、ということであった。それを求めるのに、クラインと仁科は次のような手続きをとった。まず、静止している電子がある状態に電磁波を照射することを考える。電磁波をあてられた電子は、運動を始めるはずである。これはディラックの理論を用いて、電子がどのように変化するかを求めることができる。電子が動いている状態というのは、電流が流れている状態に相当する。電流が発生する電磁波は、古典的な電磁気学の式によって求めることができる。そこで、ディラックの式の解から、電流を表わす式を作り、それを古典的電磁気学の公式にいれれば、発生する電磁波が得られるはずである。

当時すでに、電磁場を量子論的に扱う方法、いわゆる場の量子化の方法が開発され、他ならぬディラックによって基礎が敷かれていた。量子電磁気学を追っており、コロキアム

でディラックの話しを聞いている仁科はそれを知っていた。しかし、クラインと仁科は、ディラックの方法を用いる代わりに、このような半古典的な方法をとったのである。クラインと仁科がなぜ半古典的な方法を取ったのかについては、クライン＝仁科について詳しく研究している矢崎裕二が議論しており、その理由の一つに、クラインはもともとクライン＝ゴルドンの方程式を導出したときも、同じような方法でコンプトン効果の計算をしていたことを挙げている[106]。

クラインと仁科にとって計算の煩雑さよりも深刻な問題は、期待値を求める手続きが確立していないことであった。先に述べたように、クラインと仁科が導きだそうとしたのは、静止した電子に電磁波をあてた時に、どの方向に、どの波長の電磁波がどれだけの強度で出てくるか、ということであった。静止状態の電子は、スピンの方向に関して、二つの状態がある。さらに電磁波が当ったとき、静止状態にある電子は、一定の確率で別の状態に変化する。そこで、上の問題に答えるには、最初の状態における二つの可能性と、変化した後の状態におけるすべての可能性について、放出される電磁波の平均値を取ることであった。最初の状態に関しては、スピンが上向きの状態と下向きの状態を考えればよいので簡単だった。しかし、最後の状態、すなわち電子が静止していない状態については、どのように考えればよいのか、当時は明らかではなかった。この問題は、仁科がコペンハーゲンを去ってからも、書簡で討論が続いた。最終的には、クラインが導入した方法で、問題が解かれた。矢崎が書いているように、クラインと仁科は単に長い計算を遂行しただけではなく、ディラックの理論から物理的に意味のある値を引き出すのに苦闘したのである[107]。

クラインとの共同作業の他に、仁科は単独で、コンプトン効果の時に、電子との衝突後に外に出る電磁波の偏光についての理論的研究も進めた。電磁波は横波であるので、特定の方向に振動が偏ることがある。これを偏光という。コンプトン散乱によって、偏光状態がどう変化するかについては、クラインと仁科の理論では、それ以前の理論とは異なる結果が出た。これは、実験によってクラインと仁科の理論の検証ができることに他ならない。そこで仁科は、これについて詳しく調べたのであった。これはクライン＝仁科の式以上に煩雑な計算を要する問題であった。こちらのほうは、一九二八年の九月末月に予備的な報告をネイチャーに送った[108]。

クラインと仁科の研究は、すぐに大きな反響を呼んだ。新しい理論に基づいて、実験で検証できる結果を導きだしたからである。一一月、ロンドン王立協会年会において、当時会長だったラザフォードが会長演説のなかで、クラインと仁科の研究を最近の発展の一つとして取り上げるほどだった。彼は、幾つかの理論によって異なる観測結果が予測されていることを指摘し、精密な観測が望ましいことを呼びかけた[109]。クラインと仁科の結果は、すぐに実験的に検証され、正しいことが示された。そうしてディラックの理論はどうやら正しいらしいということが分かった。負のエネルギーの解が出るにも関わらず、であ

る。そこで、この問題を何とか対処する必要があった。その解法が陽電子であり、その予言と予測は、一九三〇年代の原子物理学の展開において重要な要素を為すことになる。

日本の物理学においてクラインと仁科の研究は重要な第一歩であった。量子力学成立以降、日本人の成し遂げた一級の仕事の一つだったからである。おそらくそれ以上に重要だったのは、クラインとの共同研究を通して、仁科が理論物理学の共同研究の仕方を身に付けたことであった。これは後の日本の物理学にとって非常に重要であった。理論物理学の成果を出すためには、しばしば複雑な計算を遂行しなければならない。しかし、計算が複雑であればあるほど、しばしば計算間違いを犯すことになる。そこで共同研究者が独立に計算を行い、それを後で付き合わせた。それによって、単純な誤りを検知し、自信をもって先に進むことができる。しかし、おそらく仁科にとってそれ以上に重要だったのは、クラインとともに理論物理学の研究を遂行することであったに違いない。なぜなら仁科自身にとって、これは理論物理学の初めての研究であり、量子力学も学んだばかりであった。一人であったならば、容易に誤った方向に行く危険が大きかった。クラインを共同研究者にすることによって、自信をもって研究を進めることができたであろう。

## ヨーロッパ滞在の終り

最後にこの重要な仕事を成し遂げた仁科は、とうとうコペンハーゲンを去ることになった。去ったのは一〇月七日頃と思われる[110]。仁科はまずパリに寄っている。一〇月二一日にパリからボーアに書簡を送り、感謝を述べた。しかし、この時は非常にネガティブな内容を含んでいた。長い間滞在しながら、あまり成果を上げられなかったことを書いたのである。「私の能力が足りないために、このような長期の滞在にもかかわらず物理学において何の価値のある仕事を達成できませんでした。それについて考えれば考えるほど、私は先生への感謝の念を強くし、先生のお蔭があったからこそ、このような長期間の滞在が可能だったのだと思います」「いよいよ私がヨーロッパに「さよなら」を言う時がきました。ここで私は収穫のない7年半を過ごしたのです。この年月は、男子の生涯にとっては短い時間ではありません」[111]。

この手紙は、先に仁科が一度コペンハーゲンを離れたときの書簡と著しい対照をなしている。仁科がコペンハーゲン滞在中に成し遂げたことは、決して乏しい業績ではなく、ましてや収穫がないということはなかった。特にクライン＝仁科の公式の導出は、長岡半太郎を含むそれ以前の日本人物理学者と比較して、誰よりも重要な業績を上げたと言う事ができるだろう。しかし、ハンブルクで量子力学を学んだあとの仁科は、コペンハーゲンの他の物理学者と比べて、十分な成果を上げることができなかったと感じていたのかもしれない。特に、自分より一〇歳若い、パウリ、ハイゼンベルク、ディラックの仕事に比べて、自らの研究が後塵を拝するものに過ぎないと感じていたとしても不思議ではない。また、理論研究に取り組むのが余りに遅れたことも後悔していたかもしれない。

ボーアは仁科の悲観的な書簡に驚いたのであろう。ボーアにしては迅速に長い文書のついた返事を一〇月二六日に書いた。仁科は二五日にロンドンに行っており、そこでボーアの書簡を受取っている[112]。「科学者はだれもしも、自分の能力が僅かなものでしかないことを思い知らされ、落ち込む時があります。しかし、あなたの場合は、終始ほとんどあなたの自身のイニシアティヴでなされた稔り多い仕事を振り返ることができるでしょう」[113]。ボーアは、仁科が職や助成を得るのに役立つようにと、彼がコペンハーゲンに滞在中に成し遂げた研究業績についての「証明書」を同封した。「当研究所に長期にわたって滞在された仁科博士が研究所を去られるにあたって、博士の公表された研究業績と、この期間になされた科学研究と研鑽をとおして身につけられた博士の資質と経験について小職の高い評価を表明することはたいへ喜ばしいことであります」という書き出しで始まるこの「証明書」は、いわば当時の推薦状に等しいものであろう[114]。本書でこれまで述べてきたコペンハーゲンとハンブルクでの仁科の活動を詳細に記述し、評価するものであった。ボーアがいかに良く仁科の研究をよく把握し、高く評価して期待していたかが分かる。最後にボーアは「X線の実験に関して広い経験を有する仁科博士がその方面の研究において積極的な役割を果たす機会が得られることは、きわめて望ましいことであります。そしてまた原子物理学の分野における理論的研究に関して、彼の申し分のない資質は、将来の実り多い研究を十分に期待させるものであります」と結んでいる[115]。

イギリスに来たのは、アメリカへ渡る船に乗るためだけではなく、前々から書いていたように、ディラックに会うのが一つの目的だっただろう。二五日にロンドンで書いたディラック宛ての手紙で、月曜日丸一日居られるように、二八日午後にケンブリッジに行くと書いている。三時二五分ロンドン発の汽車で、四時五〇分にケンブリッジに到着するという。「もしこの計画に反対がありましたら、どうかお知らせください」、「お会いするのを楽しみにしています」と書いている[116]。この時に、仁科はディラックとクラインとの共同研究の話をしたに違いない。同時に、日本へ招待することについても話した。ディラックは、翌年四月と五月に、アメリカのウィスコンシン大学マディソン校へ客員教授として量子力学の講義をするよう招待されており、その帰りに日本によってはどうかというのである。なお、このときディラックを呼び寄せたのがチャールズ・E・メンデンホール(Charles E. Mendenhall)であった[117]。メンデンホールはお雇い外国人教師として日本で物理学を教えたT・E・メンデンホールの息子であり、子供の頃に日本にいた。彼は父を呼び寄せた日本に習うかのように、ヨーロッパから著名な物理学者を呼び寄せた。ボルン、デバイ、ファウラー、フランク、ローレンツ、シュレーディンガー、ヴェンツェルがその中に含まれる[118]。

ケンブリッジでディラックと会った仁科は、三〇日夕方にサウザンプトンからイギリスを離れて、フランスのル・アーヴルへ行った[119]。そこで翌日アメリカ行きの汽船、ロシャンボー号に乗った。船が出る三〇分前に、仁科はヨーロッパ最後の手紙をボーアに書いた。仁科は恐縮したに違いない。「私がこの前、差し上げた手紙のためにこのような長い

文書を書いていただくことになって、申し訳なく思います。きっと非常な時間を必要とされたに違いなく、それ故になおのこと、感謝の気持ちでいっぱいです」[120]。仁科にとってはボーアの証明書は実際的な価値を持つものでない可能性が高かった。すでに理研に職を約束されていたし、日本で研究助成を得る際に、このような文書が有効な可能性は低かったからである。しかも「先生が私の永年の努力を買って下さった」ことには感謝しながら、仁科が自分の研究に対する低い評価を変えることはなかった。「残念ながら、その努力は僅かな収穫しか挙げなかったと私は思っております」[121]。それでも、この証明書は仁科にとって大きな意味をもっていた。「この証明書を私は誰にも見せずに大切に保存することに致しましょう。これを見れば私はいつでも先生の研究所で過ごした年月を思い出し、どんな落胆の中にあっても常に元気づけられるでありましょう」[122]。

## 米国訪問と帰国

ロシャンボー号は、フランスの汽船会社ＣＧＴ（コンパニー・ジェネラル・トランスアトランティック）の客船であり、ル・アーヴルとニューヨーク間を運航する。途中、一一月三日に、ディラックに宛てて、ケンブリッジでの歓待を感謝する手紙を書いている：「お蔭さまで、ケンブリッジ短いケンブリッジ訪問をとても楽しめました。あまりにも短い訪問でしたが」。そしてニューヨーク到着は六日という[123]。この後一二月五日にサンフランシスコを出港して日本に向うまで、仁科は精力的にアメリカ各地の物理学研究の拠点を訪れ、またヨーロッパ時代の知人と再会している。一一月の中旬までは東部の大学や研究所、国立標準局、ジョンズ・ホプキンス大学、ペンシルバニア大学、プリンストン大学、コロンビア大学、ベル研、ハーバード大学、ジェネラル・エレクトリック研究所等を訪れ、多くの物理学者や関連する研究者と面会している。その中にはM・A・チューヴ（Merle A. Tuve）、R・W・ウッド（Robert W. Wood）、H・ユーリー（Harold Urey）、W・スワン（William F. G. Swann）K・コンプトン（Karl T. Compton）、P・モース（Philip M. Morse） H・スマイス（Henry DeWolf Smythe）、E・コンドン（Edward Condon）、L・ジャーマー（Lester H. Germer）、ブリッジマン、スレイター、ケンブル、I・ラングミュア（Irving Langmuir）等に会っている。二三日に、中部へ移動してナイアガラの滝を訪れたあと、トロント大学、ミシガン大学、シカゴ大学等を訪問し、ハウトスミット、D・デニッソン（David M. Dennison）、G・ウーレンベック（George E. Uhlenbeck）、A・コンプトンらに会った。二八日、カリフォルニアへ向けて移動を開始し、砂漠を越えて三〇日にグランドキャニオンを見物した。一二月は、カルフォルニア工科大学、ウィルソン天文台、スタンフォード大学、カリフォルニア大学を訪れ、L・ポーリング（Linus Pauling）、F・ツヴィッキー（Fritz Zwicky）、R・ミリカン（Robert Millican）、C・D・アンダーソン（Carl D. Anderson）、R・バージ（Raymond Birge）らに会った[124]。

仁科の米国滞在は、各地の研究所の訪問と視察であって、長期滞在して研究を行う性格のものではなかった。しかしながら、この時に仁科がアメリカを訪問したことは、仁科の帰国後の物理学研究を少なからず方向づけたのではないかと思われる。一九二〇年代終わりのアメリカは、もはや科学における後進国ではなかった。依然として、若い研究者をドイツやイギリスに送りだして勉強させていたが、物理学においてはすでに独自の研究を行う状態にあった。とりわけ実験物理学において強い競争力をもっていた。相対性理論の誕生において重要だったマイケルソン＝モーレーの実験も、光量子論を確証したコンプトン効果の実験も、アメリカの物理学者によってなされていたのである[125]。留学の後期に理論研究を覚えたが、もともと実験家であり、しかも技術者として教育を受けていた仁科にとってアメリカ各地にある実験室の訪問はとりわけ重要であっただろう。なお帰国後の仁科の研究において極めて重要になるE・ローレンス（Ernest Lawrence）には会っていなかった。彼はこの年カリフォルニア大学に着任したばかりであった[126]。しかし、ローレンスの研究を生み出すようなアメリカの物理学界の状況はよく理解したに違いない。

一二月五日、仁科は日本郵船の旧式汽船天祥丸に乗船し、サンフランシスコを発った。一一日にホノルルを経て、二一日、横浜に到着した[127]。こうして八年近くに及ぶ留学を終えた。仁科は一〇日に船上で三八歳の誕生日を迎えたばかりであった。

---

1 N. ボーア「コペンハーゲン理論物理学研究所　証明書」（1928年10月28日）『**書簡集I**』p. 96-98, 特にp. 97.

2 仁科芳雄「私は何を読んだか：留学時代の回想」『原子力と私』（学風書院, 1950）, pp. 224-230, 特にp. 228.

3 Compton, Arthur H., "The Spectrum of Secondary X-Rays," *Physical Review* 19 (1922): 267-268; Stuewer, Roger H. *The Compton Effect: Turning Point in Physics* (Science History Publications, 1975).

4 Stolzenburg, Klaus, "Introduction," *Niels Bohr Collected Works. Volume 5. The Emergence of Quantum Mechanics (Mainly 1924-1926), Volume I* (North-Holland, 1984), pp. 3-96.

5 Slater, John C. "Radiation and Atoms," *Nature 113* (1924): 307-308.

6 Bohr, Niels Henrik A. Kramers, and John C. Slater, "The Quantum Theory of Radiation," *Philosophical Magazine* 47 (1924): 785-802; Bohr, Niels Henrik A. Kramers, and John C. Slater, "Über die Quantentheorie der Strahlung," *Zeitschrift für Physik*, 24 (1924): 69-87. BKS理論については次を見よ：Hendry, John, „Bohr-Kramers-Slater: A Virtual Theory of Virtual Oscillators and Its Role in the History of Quantum Mechanics," *Centaurus* 25(2) (2007):189 – 221; Hendry, John, *The Creation of Quantum Mechanics and the Bohr-Pauli Dialogue* (Reidel, 1984)〔並木美喜雄監修・宜野座光昭・中里弘道訳『量子力学はこうして生まれた』（丸善, 1992）〕, 邦訳 pp. 65-70.

7 Segrè, Emilio, *From X-Rays to Quarks: Modern Physicists and Their Discoveries* (W. H. Freeman, 1980)〔久保亮五・矢崎裕二訳『X線からクォークまで：２０世紀の物理学者たち』（みすず書房, 1982）〕, 邦訳 pp. 235-237.

8 Bothe, Walther, and Hans Geiger, "Ein Weg zur experimentellen Nachprüfung der Theorie von Bohr, Kramers und Slater," *Zeitschrift für Physik* 26 (1924), 44; Galison, Peter L. *Image and Logic: A Material Culture of Microhistory* (University of Chicago Press, 1997), pp. 440-441.

[9] Heisenberg, Werner, *Der Teil und das Ganze : Gespräche im Umkreis der Atomphysik* (R. Piper, 1969)〔山崎和夫訳『部分と全体：私の生涯の偉大な出会いと対話』(みすず書房, 1974)〕, 邦訳 pp. 98-99.
[10] Heisenberg, 前掲注 9, 邦訳 pp. 100-101.
[11] Born, Max, *My Life: Recollections of a Nobel Laureate,* (Charles Scribner's Sons, 1975), p. 216.
[12] Born, 前掲注 11, p. 217.
[13] Born, Max, and Pascual Jordan, *"Zur Quantenmechanik," Zeitschrift für Physik*, 34 (1925): 858-888.
[14] Born and Jordan, 前掲注 13.
[15] Van der Waerden, B. L., *Sources of Quantum Mechanics* (Reprint, Dover, 1967, 2007), p. 41.
[16] Interview with P. A. M. Dirac by Thomas S. Kuhn and Eugene Paul Wigner (April 1, 1962) (http://www.aip.org/history/ohilist/4575_1.html, last accessed April 16, 2014).
[17] P. A. M. Dirac, "The Fundamental Equations of Quantum Mechanics," *Proceedings of Royal Society,* A109 (1926): 642-653.
[18] Heisenberg, Werner, "Quantum Theory and Its Interpretation," in Rozental, 前掲注**エラー! ブックマークが定義されていません。**, pp. 94-108〔豊田利幸訳「量子論とその解釈」『ニールス・ボーア』pp. 106-125〕邦訳 p. 114.
[19] Cassidy, David, *Uncertainty: Life and Science of Werner Heisenberg* (W. H. Freeman, 1992)〔金子務監訳・伊藤憲二ほか訳『不確定性：ハイゼンベルクの科学と生涯』(白揚社, 1998)〕, 邦訳 p. 217.
[20] Born, Max, Werner Heisenberg, and Pascual Jordan, "Zur Quantenmechanik II," *Zeitschrift für Physik* 35 (1925): 557-615.
[21] Pauli, Wolfgang, "Über das Wasserstoffspektrum vom Standpunkt der neuen quantenmechanik,"*Zeitschrift für Physik,* 35 (1926): 336-363.
[22] 仁科伸彦「仁科芳雄、コペンハーゲンへの道」『日本物理学会誌』47 巻 (1992): 309-314, 特に p. 314.
[23] "Lektor"は教授に次ぐ地位であると思われるので,「助教授」と訳されることもある.
[24] Cassidy, 前掲注 19, 邦訳 pp. 227-229.
[25] 仁科芳雄から S. A. Goudsmit (1926 年 5 月 16 日)**『書簡集 I 』** pp. 52-53.
[26] 江沢洋「量子力学の現場で学ぶ」『日本物理学会誌』45 巻 10 号(1990): 744-751, 特に pp. 744-745.
[27] Serwer, Daniel, "Unmechanischer Zwang: Pauli, Heisenberg, and the Rejection of the Mechanical Atom, 1923-1925," *Historical Studies in the Physical Sciences* 8 (1977): 189-256.
Vol. 8 (1977), pp. 189-256 (68 pages)
[28] 仁科, 前掲注 2, p. 228.
[29] 仁科, 前掲注 2, p. 228.
[30] **堀日記 1**, 1926 年 9 月 9 日付エントリー.
[31] **堀日記 1**, 1926 年 9 月 10 日付エントリー.
[32] **堀日記 1**, 1926 年 9 月 14 日付エントリー.
[33] **堀日記 1**, 1926 年 9 月 16 日付エントリー.
[34] **堀日記 1**, 1926 年 9 月 23 日および 27 日付エントリー.
[35] Heisenberg, Werner, "Mehrkörperproblem und Resonanz in der Quantenmechanik," *Zeitschrift für Physik* 38 (1926): 411-426.
[36] **堀日記 1**, 1926 年 10 月 2 日付エントリー.
[37] **堀日記 1**, 1926 年 10 月 2 日付エントリー.
[38] 「堀健夫日記 (抄)」**『書簡集 I 』** pp. 58-61.

[39] 「堀健夫日記（抄）」『書簡集Ⅰ』pp. 58-61, 特に 61 頁.
[40] 「堀健夫日記（抄）」『書簡集Ⅰ』pp. 58-61.
[41] 「堀健夫日記（抄）」『書簡集Ⅰ』pp. 58-61, 特に p. 60.
[42] Heisenberg, 前掲注 9, 邦訳 p. 120.
[43] Heisenberg, 前掲注 9, 邦訳 p. 124.
[44] Born, Max., "Zur Quantenmechanik der Stossvorgänge," *Zeitschrift für Physik* 37 (1926): 863-867; Born, Max, "Quantenmechanik der Stossvorgänge," *Zeitschrift für Physik* 38 (1926): 803-827.
[45] W. Pauli から W. Heisenberg （1926 年 10 月 19 日）, in Herman, Armin, Karl von Meyenn, and Victor F. Weisskopf, eds., *Wolfgang Pauli, Wissenschaftlicher Briefwechsel mit Bohr, Einstein, Heisenberg, u. a., Band I:1919-1929* (Springer, 1979), pp. 340-349, 特に p. 347. これについての分析は次を見よ：Hendry, 前掲注 5, *The Creation of Quantum Mechanics,* 邦訳 pp. 122-129; Beller, Mara, *Quantum Dialogue: The Making of a Revolution* (University of Chicago Press, 1999), pp. 80-81.
[46] Dirac, P. A. M., "On the theory of Quantum Mechanics," *Proceedings of Royal Society* A112 (1926): 661-677.
[47] Heisenberg, Werner, "Schwankungserscheinungen und Quantenmechanik," *Zeitschrift für Physik* 40 (1927): 501-506.
[48] 堀日記 1, 1926 年 11 月 15 日付エントリー.
[49] 堀日記 1, 1926 年 10 月 22 日付エントリー.
[50] 堀日記 1, 1926 年 11 月 23 日付エントリー.
[51] 堀日記 1, 1926 年 10 月 13 日, 30 日付エントリー.
[52] Heisenberg, 前掲注 9, 邦訳 pp. 124-126; Beller, 前掲注 45.
[53] Heisenberg, 前掲注 9, 邦訳 p. 126
[54] Heisenberg, 前掲注 9, 邦訳 pp. 126-127.
[55] W. Pauli から W. Heisenberg (1927 年 2 月 23 日), in Herman, Armin, Karl von Meyenn, and Victor F. Weisskopf, eds., *Wolfgang Pauli, Wissenschaftlicher Briefwechsel mit Bohr, Einstein, Heisenberg, u. a., Band I:1919-1929* (Springer, 1979), pp. 376-38; Hendry, 前掲注 5, *The Creation of Quantum Mechanics,* 邦訳 pp. 146-149.
[56] Beller, 前掲注 45, pp. 138-141; Hendry, 前掲注 5, *The Creation of Quantum Mechanics,* 邦訳 pp. 150-164.
[57] 江沢, 前掲注 26, p. 747.
[58] 木村健二郎・藤岡由夫「対談 仁科さんとの出会い」木村健二郎先生記念誌編集委員会編『遠き峯々：木村健二郎 その時代』（木村健二郎先生記念誌編集委員会, 1990）, pp. 30-41, 特に p. 33.
[59] 仁科芳雄から P．A．M．Dirac（1927 年 6 月 11 日）『書簡集補巻』pp. 11-12.
[60] O・クライン「研究の日々」『仁科芳雄』p. 93-97, 特に pp. 93-94.
[61] 仁科芳雄から N. Bohr（1927 年 8 月 16 日）『書簡集 I』p. 65-66.
[62] ここでの記述は、ボーアのコモ講演に最も近いと思われる次の文献による： Bohr, Niels, "Quantum Postulate and the Recent Development of Atomic Theory," unpublished manuscript included in a letter from Bohr to Darwin of 16 Oct. 1927, reproduced in Jørgen Kalckar, ed., *Bohr Collected Works*, vol. 6 (North-Holland, 1985), pp. [89]-[98].
[63] Bohr, 前掲注 62.
[64] Jammer, Max, *The Philosophy of Quantum Mechanics: The Interpretations of Quantum Mechanics in Historical Perspective* (John Wiley & Sons, 1974) 〔井上健訳『量子力学の哲学』（紀伊國屋書店, 1983）〕, 邦訳上巻 p. 112.
[65] Bohr, Niels, "Discussion with Einstein on Epistemological Problems in Atomic Physics," in Paul A. Schilpp, ed., *Albert Einstein: Philosopher-Scientist* (Open Court.

1949), pp. 199-241〔井上健訳「原子物理学における認識論的諸問題にかんするアインシュタインとの討論」『原子理論と自然記述』(みすず書房, 1990), pp. 186-245 ; 年 ; 山本義隆編訳「原子物理学における認識論上の諸問題をめぐるアインシュタインとの討論」『ニールス・ボーア論文集（1）：因果性と相補性』(岩波書店、1999), pp. 209-272].

66 仁科芳雄から長岡半太郎（1928年1月27日）**『書簡集 I』** pp. 76-79.

67 仁科がハンブルクに到着した日付はあいまいだが、11月9日のクラマース夫妻宛の書簡に一週間ほど前、11月11日のボーア宛の書簡に二週間前、ハウスミットあての書簡には11月とあり、11月初めだと結論できる：仁科芳雄からH. A. Kramers夫妻（1927年11月9日）**『書簡集 I』** pp. 71-72; 仁科芳雄からN. Bohr（1927年11月11日）**『書簡集 I』** pp. 72-73; 仁科芳雄からS. A. Goudsmit（1927年12月17日）**『書簡集 I』** pp. 75-76.

68 仁科芳雄からS. A. Goudsmit（1927年12月17日）**『書簡集 I 』** pp. 75-76.

69 Renneberg, Monika, "La physique à l'université de Hambourg de 1933 à 1945," Josiane Olff-Nathan, ed., *La science sous le Troisième Reich* (Seuil, 1992), pp. 133-148〔宇京頼三訳「一九三三―一九四五年のハンブルク大学の物理学」『第三帝国下の科学:ナチズムの犠牲者か、加担者か』(法政大学出版局, 1996)〕, 邦訳 pp. 129-145; Renneberg, Monika, "Di Physik und die physikalischen Institute an der Hamburger Universität im 'Dritten Reich'," in Eckart Krause, Ludwig Huber, Holger Fischer, eds., *Hochschulalltag im "Dritten Reich" : die Hamburger Universität 1933-1945* (D. Reimer, 1991), Teil 3, pp. 1097-1113.

70 Eckert, Michael, *Die Atomphysiker: Eine Geschichte der theoretischen Physik am Beispiel der Sommerfeldschule* (Springer, 1993)〔金子正嗣訳『原子理論の社会史：ゾンマーフェルトとその学派を巡って』(海鳴社、2012)〕.

71 Gordon, Walter, "Der Comptoneffekt nach der Schrödingerschen Theorie," *Zeitschrift für Physik* 40 (1926): 117-133.

72 Klein, Oskar, "Elektrodynamik und Wellenmechanik vom Standpunkt des Korrespondenzprinzips," *Zeitschrift für Physik* 41 (1927): 407-442.

73 Max Zutterman夫人から仁科芳雄（1929年4月25日）, 理化学研究所 記念史料室, 3号館資料, 目録番号390.

74 仁科芳雄「Hamburg (1927)以来」『科学』19巻7号（1949年7月）: 7.

75 仁科, 前掲注74.

76 仁科芳雄からN. Bohr（1927年8月16日）**『書簡集 I 』** p. 65-66.

77 仁科芳雄からH. A. Kramers夫妻（1927年11月9日）**『書簡集 I 』** p. 71-72.

78 仁科芳雄から長岡半太郎（1928年1月27日）**『書簡集 I 』** p. 76-79, 特にp. 77. 原文は次の通り：「Quantenelektrodynamik は只 Strahlen のみの場合は、Pauli と Jordan とがこれを完成して、次号かその次かの Zeitsfhrift f. Physik には出る事と存候。これには Raum と Zait の変数が symmetrisch に入り居り、全部が Invariante になり居り候。然し Strahlen と Materie とが共存する場合のものは目下 Pauli と Heisenberg とがこれを研究中に候へ共、今尚完成致し不申候。これは当然 relativetische Quantentheorie (Mehrkörper の) と関連致し居り、一方を解けば他は当然解かるるものと存ぜられ候」

79 Jordan, Pascual, "Über Wellen und Korpuskeln in der Quantenmechanik," *Zeitschrift für Physik* 45 (1927): 766-775; Jordan, Pascual, and Wolfgang Pauli, "Zur Quantenelektrodynamik ladungsfreier Felder," *Zeitschrift für Physik* 47 (1928): 151-173.

80 エックス線の吸収については, その後の二月一六日にパウリが行った講義にあったらしく, 仁科によるノートにその記述がある：「仁科芳雄のノート Pauli（ハンブルク大学）の講義（部分）」（1928年2月16日）**『書簡集補巻』** pp. 13-15.

81 Nishina, Yoshio, and I. I. Rabi, "Der wahre Absorptionskoeffizient der Röntgenstrahlen nach der Quantentheorie," *Verhandlungen der Deutschen*

*Physikalischen Gesellschaft* 9 (1928):6-9.
[82] クライン, 前掲注 60, p. 94.
[83] 江沢, 前掲注 26, p. 749.
[84] Ito, Kenji, "Early Japanese Reactions to the Interpretation of Quantum Mechanics, 1927–1943," Olival Freire et al. eds., *Oxford Handbook of the History of Interpretation of Quantum Physics* (Oxford University Press, forthcoming), ch. 27.
[85] Dirac, P. A. M., "The Quantum Theory of the Electron I, II," *Proceedings of the Royal Society of London* 117 (1928): 610-628; 118 (1928): 351-361.
[86] 仁科芳雄から長岡半太郎（1928年1月27日）『**書簡集Ⅰ**』p. 76-79, 特にp. 77頁. 原文は次の通り：「次にMagnetelektronの問題これあり候. これを新しきQuantentheorieには如何に取り入るべきかは大問題に御座候. 聞く所によればDiracがこれに成功したる由. これ亦早晩発表せらるる事と存候」.
[87] 仁科芳雄からN. Bohr（1928年2月19日）『**書簡集Ⅰ**』p. 80.
[88] Kragh, Helge, *Dirac: Scientific Biography* (Cambridge University Press, 1990), p. 63.
[89] 仁科芳雄からP. A. M. Dirac（1928年2月25日）『**書簡集補巻**』p. 15-16.
[90] 仁科芳雄からP. A. M. Dirac（1928年2月26日）, Florida State University Archives, Paul A. M. Dirac Papers, Folder: "General Correspondence 1928/1-1928/6."
[91] 仁科芳雄からS. A. Goudsmit（1927年12月17日）『**書簡集Ⅰ**』pp. 75-76.
[92] 仁科芳雄から長岡半太郎（1928年1月27日）『**書簡集Ⅰ**』pp. 76-79. 原文は次の通り：「当地のPauliは来学期よりZürichのDebyeの跡へ教授として赴任する事と決まり候. 従って私は三月頃より再びコペンハーゲンに移り、一、二カ月間理論研究の計画に御座候」.
[93] 仁科芳雄からP. A. M. Dirac（1928年2月10日）『**書簡集補巻**』pp. 12-13.
[94] 仁科芳雄からP. A. M. Dirac（1927年6月11日）『**書簡集補巻**』pp. 11-12; 仁科芳雄からN. Bohr（1928年2月19日）『**書簡集Ⅰ**』pp. 80-81.
[95] Interview of Oskar Klein by J. L. Heilbron and L. Rosenfeld on 1963 February 28, Niels Bohr Library & Archives, American Institute of Physics, College Park, MD USA, <www.aip.org/history-programs/niels-bohr-library/oral-histories/4709-4>.
[96] クライン, 前掲注 60, p. 94.
[97] Interview of Oskar Klein by J. L. Heilbron and L. Rosenfeld on 1963 February 28, Niels Bohr Library & Archives, American Institute of Physics, College Park, MD USA, <www.aip.org/history-programs/niels-bohr-library/oral-histories/4709-4>.
[98] クライン, 前掲注 60, p. 95.
[99] Interview of Oskar Klein by J. L. Heilbron and L. Rosenfeld on 1963 February 28, Niels Bohr Library & Archives, American Institute of Physics, College Park, MD USA, <www.aip.org/history-programs/niels-bohr-library/oral-histories/4709-4>.
[100] 仁科芳雄からP. A. M. Dirac（1928年6月14日）『**書簡集補巻**』pp. 16-17.
[101] Ekspong, Gösta, "Oskar Klein and Yoshio Nishina," Masuo Suzuki and Ryogo Kubo, eds., *Evolutionary Trends in the Physical Sciences: Proceedings of the Yoshio Nishina Centennial Symposium, Tokyo, Japan, December 5-7, 1990* (Springer, 1991), pp. 25-34, 特にp. 29.
[102] クライン, 前掲注 60, p. 96.
[103] クライン, 前掲注 60, p. 96.
[104] O. Kleinから N. Bohr（1928年7月6日）, Niels Bohr Archives, Bohr Scientific Correspondence, 13, 1.
[105] 仁科芳雄からN. Bohr（1928年8月8日）『**書簡集Ⅰ**』pp. 81-83.
[106] Klein, Oskar, "Elektrodynamik und Wellenmechnik vom Standpunkt des Korrespondenzprinzips," *Zeitschrift für Physik* 41 (1927): 407-442 ; 矢崎裕二「Klein-仁科の公式導入の過程（Ⅰ）」『科学史研究』31巻(1992): 81-91; 「(Ⅱ)」129-137, 特に

pp.133-135.
[107] 矢崎, 前掲注 106.
[108] 仁科芳雄から P. A. M. Dirac（1928 年 3 月 10 日）, Florida State University Archives, Paul A. M. Dirac Papers, Folder: "General Correspondence, 1928/7-1928/12."
[109] Rutherford, Ernest, "Address of the President, Sir Ernest Rutherford, O. M., at the Anniversary Meeting, November 30, 1928," *Proceedings of the Royal Society of London*, A122 (1929): 1-23, 特に p. 15.
[110] 次の書簡に、「ちょうど 2 週間前にコペンハーゲンを離れました」とあるからである：仁科芳雄から N. Bohr 夫妻（1928 年 10 月 21 日）**『書簡集 I 』** pp. 94-95.
[111] 仁科芳雄から N. Bohr 夫妻（1928 年 10 月 21 日）**『書簡集 I 』** pp. 94-95.
[112] 仁科芳雄から P. A. M. Dirac（1928 年 10 月 25 日）, Florida State University Archives, Paul A. M. Dirac Papers, Folder: "General Correspondence, 1928/7-1928/12."
[113] N. Bohr から仁科芳雄（1928 年 10 月 26 日）**『書簡集 I 』** pp. 95-96.
[114] 「証明書」**『書簡集 I 』** p. 94-98, 特に p. 94.
[115] 「証明書」**『書簡集 I 』** p. 94-98、特に p. 98.
[116] 仁科芳雄から P. A. M. Dirac（1928 年 10 月 25 日）, Florida State University Archives, Paul A. M. Dirac Papers, General Correspondence, 1928/7-1928/12.
[117] C. E. Mendenhall から P. A. M. Dirac（1928 年 10 月 26 日）, Florida State University Archives, Paul A. M. Dirac Papers, Folder, "General Correspondence, 1928/7-/1928/12."
[118] Van Vleck, J. H. "Biographical Memoir of Charles Elwood Mendenhall, 1872-1935," *National Academy of Sciences Biographical Memoires,* First Series, XVIII (1936): (http://www.nasonline.org/publications/biographical-memoirs/memoir-pdfs/mendenhall-charles.pdf).
[119] 仁科芳雄から P. A. M. Dirac（1928 年 10 月 25 日）, Florida State University Archives, Paul A. M. Dirac Papers, Folder: "General Correspondence, 1928/7-1928/12."
[120] 仁科芳雄から N. Bohr（1928 年 10 月 31 日）**『書簡集 I 』** pp. 101-102, 特に p. 101.
[121] 仁科芳雄から N. Bohr（1928 年 10 月 31 日）**『書簡集 I 』** pp. 101-102, 特に p. 101.
[122] 仁科芳雄から N. Bohr（1928 年 10 月 31 日）**『書簡集 I 』** pp. 101-102, 特に p. 101.
[123] 仁科芳雄から P. A. M: Dirac（1928 年 11 月 3 日）, Florida State University Archives, Paul A. M. Dirac Papers, Folder: "General Correspondence, 1928/7-1928/12."
[124] 「仁科芳雄日記抜粋（滞米メモ）」（1928 年 11 月 12 日から 12 月 5 日）**『書簡集 I』** pp. 102-103.
[125] Sopka, Katherine R., *Quantum Physics in America: The Years through 1935* (Tomash Publishers, 1988).
[126] Heilbron, John H., and Robert W. Seidel, *Lawrence and His Laboratory: A History of the Lawrence Berkeley Laboratory* (University of California Press, 1990).
[127] 帰国日については次による：理研仁科人事記録, 理化学研究所記念史料室（五章参照）. 『仁科芳雄』の年譜も 12 月 21 日としている. 帰国日については次で議論されている：勝木渥「日本における量子力学の曙：仁科芳雄の帰国」『日本物理学会誌』45 巻 10 号 pp. 752-754, 特に p. 754. 米国に渡航中のディラックへの書簡で、すでに仁科は 12 月 21 日以降の住所として理研の住所を書いている：仁科芳雄から P. A. M: Dirac（1928 年 11 月 3 日）, Florida State University Archives, Dirac Papers, Folder: "General Correspondence, 1928/7-1928/12." さらに, 12 月 10 日, 天祥丸船上でハウトスミットに書いた手紙でも 10 日ほど後に日本に着くことを書いている: 仁科芳雄から S. A. Goudsmit（1928 年 12 月 10 日）**『書簡集 I 』** p. 109.

# 第九章　仁科芳雄の帰国と新世代の物理学者たち

一九二八年一二月二一日、仁科芳雄は横浜に到着した[1]。八年近い外遊の後の帰国であった。久しぶりの母国に仁科は強い違和感を味わったに違いない。その間、仁科も変わり、日本も変わったからである。仁科は長いヨーロッパ生活の間に欧化し、その間に日本、特に関東地方が変わった。

関東地方を変えたのは、震災である。仁科は翌一九二九年四月一日にヘヴェシーに宛てて書いた。「あまりに変わったので、場所によっては、まったくそこに気づかないほどです」[2]。関東大震災は、日本の近代化にとって一つの転機であった。その役割は、欧州における第一次世界大戦に似ている。大戦はヨーロッパにとって長い一九世紀の終わりだった。同じように、関東大震災は、日本、少なくとも関東地方では、遅く始まった一九世紀の終わりだった。同時に、仁科自身も変った。彼にとって、東京の風景だけでなく、日本の風習は奇異なものとなった。

日本の変化は震災による物理的な変化だけではなかった。物理学を取り巻く状況も変化し、それは震災と無関係ではなかった。物理学、特に理論物理学に対して、より好ましい環境が日本に形成されつつあった。それは理論物理学を好意的に見るような価値観の出現という文化的な条件であると同時に、理化学研究所の整備と発展という制度的な条件でもあった。何よりも重要なのは、ちょうど仁科が帰国したころに、若い優秀な物理学者が日本に育ち始めていた上に、仁科が専門とする新しい物理学、量子物理学に対して興味を抱き始めていたことだった。本章では、帰国後の仁科が体験した日本の変化のうち、特に理研と物理学、およびそれらを取り巻く文化に焦点を当てる。これは仁科の活動にとっても重要な背景となるものである。

## 帰国後の日々

帰国後、仁科は二カ月ほど極めて多忙な時を過ごした。研究はもちろんのこと、海外の友人に手紙を書く時間もなかった。筆まめで義理がたい仁科には珍しいことである。ボーアにすら、帰国後最初に書いたのは、翌年二月一九日だった。四月になると、ヘヴェシーら、他の研究者にも手紙を書いた。それらの手紙から、帰国後の仁科の状況を伺い知ることができる。彼が多忙だった理由の一つは、仁科家の親族内に累積した課題の処理だった。仁科は母親の死によって仁科家の外に人生の目的を置くことができるようになったが、それでも親族に対する義理が消滅したわけではなく、義理堅い仁科はそれを放置することはできなかっただろう。仁科は詳細を明かしていないが、八年近い不在の間に積み重なり、「課題は課題を生んで際限のない」ことになった[3]。そのために信じがたいほどの時間を要したと書いている[4]。おそらく、仁科家の財産の管理や、親族の縁談に関わる事であろう。仁科元屋敷家の家長は長兄亨作であるが、このころ既に六〇に近い。当時としては最高の教育を受け、郷里の偉人たる道を歩み出していた壮年の仁科に、仁科三家に関わる

様々な問題の解決が期待されたとしても不思議はない。そして、留学中に内田家を始めとする親類縁者から支援を受けた仁科は、期待された役割を果たすほかなかった。

もう一つ、仁科の時間を奪ったのは帰朝報告や、帰朝歓迎会であった。ボーアの研究所で何をし、何を学んだのかを、語ることを求められた。親族（仁科中屋敷家）の仁科晃は、一九二九年一月五日に、里庄で亭作が開いた帰朝歓迎会のことを書いている。前に触れたように、亭作が「電気学は現在は幼稚であるが、将来は大いに発展する」と述べたのも、その席上であった[5]。亭作はさらに次のように言った。「芳雄は電気についての学問を研究しています。芳雄に大成して貰ったならば、自分は思い残すことなく、いつ死んでも宜しい。皆さんの芳雄に対する御援助をお願いします」[6]。晃によると、歓迎会の翌日、東京に戻る芳雄は、亭作に両手を畳の上につき、頭を深く下げて別れの挨拶をした[7]。晃は芳雄の礼儀正しさに感銘しているが、これも「積み重なった借り」に対するものであったのかもしれない。

東京に帰った仁科は、翌二月一一日に、精義塾で「予餞会兼仁科芳雄氏帰朝歓迎会」に出席した[8]。その翌月三月一四日には、電気学会の主催する「中野初子先生第五回記念講演会」において、「量子論ト因果律ニ就テ」という題で講演を行った。これは量子論の基礎についての議論を紹介すると共に、ボーアの研究所の様子を述べたもので、また後に触れるであろう[9]。

仁科が帰国後忙殺された第三の理由は結婚であった。仁科が東京に到着するや否や、縁談が持ち上がったのである。そして早くも二月二三日に結婚することになった。後にヘヴェシーに書いたように、仁科自身日本に着いた時そんなに短時間で結婚する事になるとは思いもよらなかった[10]。しかも、結婚相手とは生まれて以来三回しか会っていない。結婚の四日前、ボーアに宛てて「これは私の人生で経験したことのない、まったく危険な実験です」と仁科は書く。「そして実に奇妙なことに、誰でもがこの行動を当然のこととして受け入れており、これが向う見ずの冒険だということに気づかないらしいのです」[11]。長い留学の間に、仁科自身も変っていた。もはや、このような日本の慣習を当然とは感じなかったのである。しかし、それでもそれに従うことを否まなかった。「これは確かに古い方式の結婚でありまして、最近ではこのような、思慮に欠ける行動をとる人は日本でさえ、あまりありません」。しかし「私がそのような行動をとるのは十分な理由があってのこと」だという[12]。

仁科が結婚した相手は名和武の妹、美枝である。名和武についてははすでに触れた。東京帝大電気工学科卒の海軍技術将校であった。仁科と同じ年に入学したが、休学しなかったので一年先に卒業し、海軍技術将校となった。一九二三年の夏から二四年の秋までフランスで大使館に勤務していた時期もあって、留学中も接触していた。仁科は彼を親友であるとしているが、電気工学科在学中からの付き合いであろう。武の父、又八郎は、横須賀鎮守府司令官で海軍大将であったが、前年一九二八年に亡くなっていた。武は、後に潜水艦用蓄電池の開発で重要な役割を果たすことになる[13]。

仁科が述べている結婚する「十分な理由」とは正確なところ何であったのか定かではない。例えば、上記のボーアにあてた書簡で次のように書いている。「日本ではヨーロッパでのやり方と正反対の習慣があります。たとえば、右から左へ読むということです。今回の古い結婚の方式も、もう一つの例といえましょう。コペンハーゲンでは愛が結婚の前提であるのに対し、私の場合は順序を逆転することを期待されているのです」[14]。仁科はそれでもこれに反抗しようとはしなかった。「私はこの期待が満たされるように真剣になっており、それが現在の唯一の願いなのです」[15]。さらに、一月ほど後にヘヴェシーに宛てた手紙では、世界各国どころか、各家系でさえも独特の習慣と伝統を持つという一般論をから始めて、「私は結局、日本で生まれた人間ですから、私の生家や友達からの助言によって、日本での親友の妹と結婚することに決め」たというのであった[16]。

このぼやかした表現から推測するに、第一にそれは仁科家における彼自身の立場に関わることであったように思われる。前に触れたように、少年時代の仁科は、仁科家の再興という使命を意識していた。しかし、四月三〇日に、ボーアの秘書ベティ・シュルツは、仁科に、以前に考えていたように、二、三年のうちに戻ってくるつもりか、と聞いている[17]。また、すでに述べたように、仁科は日本の研究環境に関して、極めて悲観的な考えをもっていた。四月一〇日に、コペンハーゲンから宛てた葉書の中で、R・クローニヒが「もう日本は改善したかね？」と書いていている[18]。帰国するまでは、日本にもどったら、その研究環境を改善することを考えつつ、場合によってはまたヨーロッパにもどることも考えていたかもしれない。しかし、帰国後の二ヶ月半の間に、仁科はそれを諦め、日本に根を下ろす決意をしたのだろう。仁科はなんらかの形で、そうしなければならないという「借り」を意識し、同時に、日本における自分が果たすべき重要な役割を認識したのではないだろうか。その立場からすれば、たとえ彼自身がいかに望もうとも、再び国外に移って研究者となることはできなかった。むしろ、日本に根を下ろさなければならなかった。もちろん、日本に根を下ろすことと、結婚することとは本来別問題である。しかし、当時は結婚により「身を固める」ことがまだ社会的通念だった時代だった。このことは、七章で見た堀健夫の言葉を思い起こさせる。コペンハーゲンの仁科は、日本にはいいものがない、人間もいやな奴ばかりだとこぼしていた。それに対して、堀は、「帰るべきスイートホーム」がないからそんなことを言うのだろうと考えた。仁科が相談した友人たちのなかに堀が含まれていたか定かではない。それでも、仁科が日本を肯定的に捉え、日本で物理学者として活躍するために、日本で家庭を持つことが必須だという堀の発想を共有するものはいたに違いない。おそらく仁科もそのような考えを持つに至ったのだろう。そして、必要とあらば、このような環境に適応することはやぶさかではなかった。彼自身、「私の日常生活で日本の環境に適応することでは、たいへんうまくいっています。新しい環境に対して、私はかなり柔軟な適応能力をもっていますから」と書いている[19]。二ヶ月の間に、仁科は日本の環境に適応できる自信がついたに違いない。

いずれにせよ、帰国した仁科は、様々な雑時に加えて、結婚して、新たに家を借りて家庭を作るということまでしなければならなかった。それは仁科にとって新しい経験であった。それでも、四月にボーアに宛てた書簡では、仁科は結婚生活に至極満足していると書いている[20]。何よりも、仁科は、日本とその科学に深く関与するようになった。コペンハーゲン時代に堀が聞いたような日本の悪口をこの後の仁科から聞くことはない。ただし、美枝との結婚は結果的には失敗であり、後には別居して暮らすことが多くなった。ただし、二人の間の子供、雄一郎と浩二郎を仁科は溺愛し、そのことは特に戦争中に子供たちが疎開したときの手紙によく表れている。

歴史研究者を名乗る者の中には歴史上の人物についての週刊誌的なゴシップや誇張したスキャンダルを作り上げて読者の興味を引く者もいるが、私はそれをするつもりはない。本書の主題はあくまで仁科の学術活動であり、必要以上に彼の私生活には踏み込まない。上記のボーア宛の書簡も、通常、文書館において取扱注意が必要な個人的なものとして扱われるべきものであり、関係者によってすでに出版されていなければ、私も取り上げることに躊躇しただろう。しかし、仁科の結婚問題は帰国後の仁科の状況をよく表している。ここで仁科は与えられた環境に一種の諦観をもって順応し、そのなかで最大限の努力をしようとした。このような態度は、仁科の個人生活だけでなく、学術活動においても繰り返し現れることになる。

## 大河内改革の後の理化学研究所

私的には家庭を築く一方で、職業的には仁科は理化学研究所へ復帰した。仁科は留学を命じられたとき研究員補であり、在欧中の一九二一年一〇月一〇日に研究員に任命されていた。外遊中は手当として月一五〇円が支給されていたが、一九二九年一月付けで、月俸が二五〇円となり、二月一五日に所属は長岡研究室と決まった[21]。後に述べるが、仁科の外遊中、理研は研究室制度を採ったので、所属研究室を定める必要が生じたのである。鯨井恒太郎は一九二五年に亡くなっていたが、その流れを汲むものとして、西健研究室と瀬藤象二研究室があった。しかし、この時点では仁科の研究は電気工学よりも原子物理学であることは明らかだったので、長岡研の所属となったのだろう。

仁科の留学の間、理研もまた、東京と同様、大きな変貌を遂げた。仁科が旅立った年、一九二一年の九月に、大河内正敏が第三代所長として就任した。大河内正敏は理研研究員であると同時に、東京帝大工学部の教授であった。造兵学、すなわち軍事技術の専門家である。一八七八年、旧大多喜藩藩主大河内正質の長男として生まれた。造兵学者としては一九〇七年に火兵学会を設立し、日本の造兵学の近代化に尽くした。その関心は、造兵学の学問的基礎としての精密工学や、材料科学に向かっていった。それと同時に、造兵学の産業的基盤として重化学工業が発達する必要性を認識し、産業論、経営論へも関心を広げていた[22]。理研の所長となった大河内は、自らが研究者としてどのような環境が研究者を

強く動機づけ、研究成果を上げることを可能にするかよく理解すると同時に、そのような環境を可能にするような経営のための手腕もあった。

大河内の行った理研の改革で重要なのは主任研究員制度である。最初、理研は物理部と化学部に分かれ、それぞれに部長がいて、その下に研究員がいた。部長は長岡半太郎と桜井譲二である。つまり、それぞれの分野が一人の大ボスの下に指導される体制だったのである。その二人のもと、物理部と化学部が対立し、ことごとに激しく議論をした。会議は両者の闘争の場となり、研究者は研究に専念できなかった。着任時四三歳の大河内にとっては、両者は学界の長老であり、大先輩に当たるので、押さえることは難しい[23]。

そこで大河内が導入したのが一九二二年の主任研究員制度導入だった。彼は物理部と化学部を廃止し、代わりに多数の、対等な主任研究員をおいて、独立の研究室を主宰するものとした。各研究室はそれぞれ予算を配分され、その予算の使途は主任研究員に一任されていた。物品に多く使うことも、人件費に多く使うことも自由であることが明記されていた[24]。また、雇用した研究者の給与も、主任研究員が給与規定の範囲内で自由に決めることができた。大学よりも高い給与を与えて引き抜くこともできた。他に職を持っているので給与が要らないが、理研の研究環境が欲しいという者を、無給で雇用し、研究させることもできた[25]。「財団法人理化学研究所研究生規定」では、研究生は無給となっているが、手当を支給することも可能だとされていた。各研究室の人員の構成にも、それぞれの研究テーマに最適な形をとることが出来た。大学の講座制、すなわち、教授の下に助教授、助手がいて、その数を簡単に変えることができない制度に比べて、はるかに柔軟な仕組みになっていた。研究員には研究員会議の了承が必要だっただけで、主任研究員が研究室内の人事権をもっていた。主任研究員は、研究成果にのみ責任を持てばよかった。

このような制度は日本ではそれ以前に例はなかった。これは物理部と化学部のボスの権力を消滅させ、研究所の運営は所長が大きな責任を引き受けることになる。同時に物理部と化学部自体が消滅して、両者の対立もなくなった。そればかりではない。それぞれの研究室が自立性を持った結果、派閥を作って争うよりも、それぞれの理想的な研究を求めるようになった[26]。

大河内は毎年春、四月から五月に研究員会議を開くことを始めた。そこでは人事と予算が決めるのである。研究員の推薦した研究員候補に対し、研究員が投票し、三分の二の賛成により、研究者となることが認められた[27]。予算については、各研究室の前年度決算と、次年度予算が審議された。各研究室の予算はおおよそ同じであったが、研究成果の上がった研究室には予算が増額されることもあった。しかし、予算はあっても無きが如くであった。その年度の予算を超過して研究費を使っても、それは帳消しになる。「研究に使う金は大体知れたものである。また使い過ぎたにしてもその位の費用は何とかしてやろう」というのが大河内の考えであったらしい[28]。したがって、予算についての審議は三〇分ほどで終わるほどだった[29]。大河内はいつも、「研究費は充分用意があるから、研究者はそういうことを心配せずに存分に研究を進めていただき度い」と述べた。それに対し

て、長岡や鈴木ら、年長の研究員たちが、「経理上の心配を一身に引受けられる所長の御労苦に対して研究者一同深く感謝する」と述べるのが常だったという[30]。

予算だけではない。大河内は、研究者が研究を円滑に進めるために、様々な配慮をした。理研には、当時としては優れた設備が整っていた。各室に交流・直流の電源が備わっていた上に、高周波交流などの特殊な電源も取れるようになっていた。ガス、水道のみならず、圧搾空気も出るようになっていた。液体空気も常に貯蔵されて何時でも使えるようになっていた。化学薬品や、真空管のような各種器具、その他消耗品も倉庫に貯蔵されていた。入手するには、伝票一枚切っておけばよく、後で研究室ごとに清算された[31]。これは実験家にとって非常な便宜であった。朝永のような理論家もノートや、紙、鉛筆を手に入れるのに使った[32]。また、理研内に工作工場があり、精密工作機械を揃えてあって、実験装置を新たに作るのに使うことができた。外部から物品を購入する場合にも、主任の認印で買えるようになっており、入札・見積等は必要なかった[33]。物品を購入するとき、大河内は、値段を気にせず、良いものを選ぶことを推奨した。一九二三年に真島正市研究室に入った辻二郎は、高価なニコル・プリズムを使用したいと思った。ニコル・プリズムとは、方解石の複屈折を利用して、直線偏光を得るプリズムである。辻がおそるおそる購入の伺いをしたところ、大河内は「買うなら、いま日本で買えるいちばん良いものを買え」と言って驚かした[34]。大河内は常に事務職員に「研究者が何か買って呉れと申出た時はできるだけ早く買ってやって呉れ。気の乗った時にすぐやらせることが研究能率に非常に影響する」と言っていたという[35]。

大河内は、研究員の福利厚生にも配慮した。その一つは昼食であった。大河内は、所内に食堂を設置することにし、化学者の和田猪三郎にその料理人として軍艦に勤めていた腕の良い賄い担当の予備役下士を探させた。和田は、懇意の海軍軍人、南郷次郎に話して、横須賀から予備役下士が来ることになった。こうして理研の研究者たちは、一緒に食事をとることができるようになった。最初は一号館の二階が食堂になった。後に、二号館四階や、三菱造船研究所の所長住宅が食堂として用いられていた[36]。後には、丼によそった米飯と香の物か、コッペパンを炊事場から食事を各建物へ人数分運ぶようになった[37]。この点はボーアの研究所において食堂が最も重要な場所とみなされていたのと似ている。これについては後に詳しく述べるであろう。

大河内は、所員の娯楽にも配慮した。二号館が出来たころ、所内に立派なテニスコートを作った。コート開きにトーナメントが開催され、所長自身が嬉々として出場した。相手になったのは、飯盛里安であった。飯盛は書く。「リクリエーションということに対する所長の心構えが窺われて所内一同実に和気藹々たるものであった」[38]。大河内は研究者のリクリエーションに対して寛容であった。所員は九時から五時までが勤務であり、テニスは正午から一時までの昼休みか、退勤時間の五時以降にするべきはずであったが、仕事時間にテニスをする人もいた。それに対して、大河内は、一日みっちり勉強したらあと一日うんと遊ぶのもよいだろう、と言ってかばった[39]。

このようにして大河内が作った理研の環境は、研究者にとって極めて良いものであった。次章で触れるように、一九三一年に理研の仁科研究室に入った朝永振一郎は、後に理研のことを「科学者の自由な楽園」と書いている。彼が入ったとき、その自由な雰囲気に驚いた。「実に何もかもがのびのびとしている」と回想している[40]。

しかし、このような理研の環境は、財政的な裏付けなしには実現不可能であった。もともと設立時に理研は思うように寄付金が集まらず、財政的に厳しい時期が続いた。その上大河内は研究費に制限をつけず、研究者に贅沢に研究費を使わせ、高価な物品を買わせた。これを続ければ、基金の利子でまかなえず、そのままでは基金を食いつぶしていくことは必至であった。

これに対して大河内は、基金の利益に頼らず、活発な研究活動の成果として得られた理研での発見・発明を特許として譲渡、あるいは自ら商業化、産業化することによって、研究費をまかなうことを目指した。そして、商業化・産業化するための会社を次々と設立し、理研産業団を形成していった[41]。大河内はこれを「科学主義工業」と唱えた。大河内の言う「科学主義」とは、現在通常用いられている意味とは異なる。科学的な工業、科学を利用した工業を目指すのではなく、科学を発展させるための工業なのである。大河内は、科学研究の成果を工業的に商品化し、その収益を科学に還元することによって、科学の発展を発展させること考えた。科学が主である点で、科学主義なのである。財団法人である理研は本来営利活動をする組織ではなく、寄付金等によって運営されることが想定されていた。財団法人でありながら製品を作って販売することに関わることは、実際、戦後に問題視されるのだが、科学主義はそれを正当化する論理でもあった。

例えば、理研の事業の中で、もっとも大きな成功を収めたのはビタミンAの商品化であった。これは最初三共製薬がすることになっていたが、三年かかるというので、大河内は理研でやることにした。その結果、四か月でできてしまった。商品化後の反響は絶大であり、当時の金額で年間一〇〇万円の売り上げを出した。結果として、これが理研の財政を助けることになった[42]。

大河内の改革によって、理研は極めて生産的な研究機関に姿を変えつつあった。理研が日本における科学研究にとって重要な役割を果たしたのは、単に研究費が潤沢であったからだけではない。理研が風通しの良いオープンな組織であったために、大学の壁を越えた情報の交換や共同研究を促進することが出来た。すでに述べたように、各地の大学に在職したまま理研に所属する研究者が少なからずおり、彼らを通して、大学の垣根を突き破ることができた。当時の日本の大学は、相互に学閥として競争する面があり、相互交流は必ずしも盛んではなかったのである。その上、理研の行事の多くは、他大学の研究者に開かれていた。仁科は理研のこのような性格を活用し、国内の研究者のネットワークを形成することになる。

すでに述べたように、理研の研究生や研究員という身分は、当時の物理・化学分野の若手研究者にとって垂涎のエリートコースであった。大学より研究環境が優れていた上に、

給与も良かったからである。一九二三年に研究生となった仁田勇が得ていた給与が帝国大学の助手の倍だったことについてはすでに述べた。理研の若い研究者の中には一種の特権意識すら持つものも現れたらしい。数学者の岡潔は、ある京都大学の助手から聞いた話として次のようなことを書いている。理研へ行って助手たちに質問すると、質問に答えないで、「我々の俸給は外の助手の倍位はあるよ」「我々はただテニスさえしておればよいのだ」「君もそんなことはやめてテニスを稽古したまえ」などと言われたという（だれもがそうだったわけではなく、そんな中、当時助手だった中谷宇吉郎はちゃんと質問に答えてくれたと書いている）[43]。仁田勇のように、民間の機関であることを好ましく思う若い研究者もいた。「大正デモクラシーの時代を経験したせいか、理研が官製のお役所でないのが、私にはうれしかった。それに、所長の大河内先生が何となく、若さとエネルギーと理想を象徴されているようで頼もしかった。それに主任研究員の主だった多くの方が、大体欧州留学の期を同じくしておられ、その間に何か人間的、同志的な結び付きがありそうにも推量された。とにかく、当時の理研は、すぐれたブレーンの集団として活動しはじめていたわけである。のちの寺田寅彦が冗談に「もし理研が謀反を起したら面白いだろうな」といったという[44]。

ただ、理研は民間の研究機関であったので、就職先として、不安がられることはあった。例えば藤岡由夫は、一九二五年に大学卒業する前から、理研に研究生として就職した。しかし、世話になった哲学者の山本良吉から、彼が教頭をした武蔵高校に誘われた。藤岡の父、藤岡作太郎は若くして亡くなった国文学者であったが、石川の第四高等中学校（後の第四高等学校）で山本良吉と西田幾多郎と同級生であった。作太郎が死んだとき由夫は八歳で、山本と西田は熱心に彼の面倒を見た。西田が藤岡の母に説得して武蔵高校に就職させようとしたことさえあった。武蔵高校は当時七年制高等学校であり、旧制中学と旧制高等学校の一貫教育をしていた。校長は山川健次郎だったが、多忙な山川に代わって山本が実際の長だったのである。旧制高校の教員は学者の最初の職として悪くはない。私立とは言え、根津財閥が背後にあって、それなりに安定した組織だったと言えるだろう。しかし、研究者を目指していた藤岡はより研究環境の良い理研にとどまり、武蔵高校では一九二六年に非常勤講師から非常勤講師を務めるだけに終わった[45]。

仁科が帝大教授にならなかったことに関して、大学の保守性、特に新しい学問に対する無理解を示すものとする誤解がある。しかし、当時の日本の学術制度からすれば仁科が大学教授職に就かなかったのはまったく不思議ではない。研究分野にもよるが、研究志向の人間にとって、理研は日本のどの大学よりも良い環境にあった。仁科は後に述べるように北大や阪大に職を得る機会があったが断っている。これは家族の事情もあったが、研究をする上で理研のほうが良い環境だったことが大きいだろう。また、彼は留学前に誓約書を書いて、帰国後も「永ク職務ヲ奉スル覚悟」を述べており、義理堅い仁科はそれを守ったのかもしれない[46]。理研の研究員のまま大学教授になることは可能であったが、多忙になって後の仁科は大学教授の職務まで引き受ける気にはなれなかっただろう。ただ、大学、

特に東京帝大の物理学科との結びつきが弱いことが、研究室メンバーのリクルートに少なからぬ困難を引き起こすことになった。

## 理研の物質的環境

仁科が留学している間に、理研の建物も大きく変わっていた。仁科が理研に入所した一九一八年は、駒込の本部にはまだ建物はなく、仁科自身も、最初東大工学部に通って実験をしていた。仁科が出国した一九二一年の初めには、電気学研究館（後の四号館）はすでに完成し、研究がおこなわれていたことはすでに述べた。また、化学部の一号館（後の一号館）も完成していた。これはカイザー・ヴィルヘルム協会の物理化学電気研究所をモデルにしたという。カイザー・ヴィルヘルム協会の物理化学電気研究所は前に触れたハーバーが主宰し、後にフリッツ・ハーバー研究所と名前を変えてダーレムに現存している。ここに留学した田丸節郎が中心となって化学部の一号館を設計したのだった。田丸節郎は仁科も学んだ東大の物理学教授、田丸卓郎の弟である。建物の設計に優れていたらしく、彼の設計した鎌倉の自宅は国の有形文化財に登録されて現存している。理研のこの建物も、二階建てL字型をした化粧煉瓦作りの白い美しい建物で、正面玄関の上だけ三階があった[47]。この玄関が理研の表玄関であり、来客用とされた。所員は裏の通用口に靴箱があって入ったのである[48]。中には、鈴木梅太郎、真島利行ら、化学の研究室があり、その他化学実験のための設備や、図書室、物品係があった。また、上に触れたように最初この二階に食堂があって、大河内もここで昼食をとっていた[49]。他方で、物理学部一号館（後の二号館）はまだ着工すらしていなかった。これは東京府からの土地の譲渡が遅れた上に、物理の部長たる長岡半太郎が外遊に出ていたためであった[50]。長岡は一九二〇年の八月一一日に出国し、一二月二八日に帰国した[51]。長岡の帰国後、後の三号館が一九二二年二月に竣工した。翌年二月に内部設備が完成し、長岡、高峰、西川らがここに研究室を置いた。それ以前は東大で実験をしていたのであった[52]。

仁科が帰国したころには、すでに物理部と化学部の区別はなく、主な建物には通しで番号がついていて、二一号館まであった。ただし、正面より左が奇数、右が偶数と定められていたので、一三号館以降は奇数番号の建物しかない。物理部と化学部の区別はなくても、研究分野によって必要な設備が異なるので建物は分野によって分かれていた。物理で最初にできた旧物理一号館、すなわち電気学研究館は四号館となった。仁科の帰国時には、鯨井研を引きついた瀬藤研や、仁科の先輩である西健の研究室があったのがここである。五号館より後は、様々な工場や作業場などの施設がおかれた。

仁科が新たに部屋をもった三号館は、装飾のない殺風景な二階建ての鉄筋コンクリートの建物であった。仁田勇は西川研にいたのでここで仕事をしたが、「一番汚いみすぼらしい建物」であったといい、西山誠二郎によると地下に倉庫があったためにいつも臭かったという[53]。長方形の床の中央に廊下があり、その両側に部屋が並ぶだけの単純な構造をしていた。手洗いも貧弱であった。実験台は、腰かけたら高すぎるので、常に立って作業し

なければならないように作られていた。このようになったのは、最初物理部長であった長岡が、物理の建物は必要最低限のものがあれば良いと考えたためである。研究、特に彼の行う分光学の実験的研究の効率を第一義に考えて設計した[54]。

物理学の本館である二号館は三階建て鉄筋コンクリートの建物で、震災後に竣工した。二号館ができると古参の研究員はここにうつった。物理の研究室に加え、事務室、図書室、講堂や食堂があった。理研の正門の正面にあり、理研の本館といえばこれであった。五号館以降の建物は、工作室等、研究補助のための施設が置かれた。

## アインシュタインの来日と相対論の衝撃

仁科がヨーロッパに滞在している間に起こった出来事で重要なのは、理研の改革のほかにもう二つある。一つはアインシュタインの来日であり、もう一つは関東大震災である。

アインシュタインは一九二二年一一月一七日に神戸港に到着し、一二月二九日に門司港から離日するまで、各地を訪れて講演をした。アインシュタインの滞在は二カ月に満たない短いものであるが、それが当時の日本の文化、特に自然科学をめぐる文化に大きなインパクトを与えた。東北大学を離職していた石原純がアインシュタインの解説や通訳をし、アインシュタインの講演やその他の来日中の活動は、新聞等で広く報道された。招待した改造社は、当時広く流通した雑誌『改造』の出版社であり、当然、雑誌でも、盛んにアインシュタイン関係の催しものと出版物を宣伝した。この関心の盛り上がりに応じて、他の出版物も、アインシュタインを盛んに取り上げ、一種のアインシュタイン・ブーム状態となった[55]。後に取り上げる竹内時男も、このときに科学ジャーナリストとして位置を確立した[56]。一九一九年にA・エディントン（Arthur Eddington）らによる一般相対論の検証をする日食観測がなされ、それによって第一次世界大戦後の世界で高まったアインシュタインの名声は、アインシュタイン個人だけではなく、理論物理学一般の社会的地位を上げるのに大きな貢献をした[57]。日本の場合、アインシュタインの来日によって、それと近いことが起ったと言ってよいであろう。

アインシュタインの来日は、大きく新聞で報道され、『改造』は勿論のこと、多くの雑誌に関連記事が書かれた。相対論は、理解する者が世界に八人しかいない深遠な理論などと書かれ、それでかえって多くの人々の関心を引いた。相対論は、科学界における「革命」として伝えられた。例えば、当時長岡半太郎のもとで大学院生をしていた鈴木昭という物理学者がいた。彼にとって、アインシュタインの講演は、たんなる科学理論の解説以上のものであった。当時大学院生といえば、若手物理学者とみなされた。そこで鈴木は、アインシュタインが専門家向けに行った講義に出席を許された。そればかりでなく、アインシュタインの論文そのものを読んでいた。味わうようによく読みながら、鈴木はアインシュタインの理論に詩を感じたという。アインシュタインの微分方程式の媒介する世界のようなものがある。それが詩と共通する世界でのように感じられたというのだ。そして、鈴木はそこに非常な魅力を覚えた[58]

アインシュタインの来日と相対論の流行は、幾人かの若者の人生を変えた。例えば後に雪の研究で知られることになる物理学者の中谷宇吉郎がそうだ。彼はこのとき第四高等学校の三年生であった。同級生の桃谷嘉四郎は、アインシュタインの来日によって、物理学を志す学生が十数名に達したと書いている。桃谷も中谷もそうだった。最初、高等学校理科乙類に入ったときは、医者か植物を専攻する積りでいた。しかし、アインシュタインの影響もあって物理に転向した。もっとも、卒業時には、多くの者が考え直して、物理学志望は中谷と桃屋の二人だけになった[59]。後に京都大学で量子力学を勉強し始める田村松平はこのころ熊本の第七高等学校の学生であったが、アインシュタインの講義を聞く機会があった。それをきっかけとして、石原純の相対論についての著作や、彼が翻訳した改造社版アインシュタイン全集を読み始めた[60]。朝永振一郎は、このとき中学五年生であったが、アインシュタイン来日がきっかけで物理に惹き付けられた。「何もわからぬのにジャーナリズムはいろいろと書きたて、なまいきな中学生もそれに刺激されて、なんにもわからぬのに石原純先生の本などを手にしたりした。時間空間の相対性、四次元の世界、非ユークリッド幾何の世界、そんな神秘的なことが、このなまいきな中学生を魅了した。物理学というものは何と不思議な世界を持って居ることよ、こういう世界のことを研究する学問はどんなにすばらしいものであろうかと思われた」[61]。

周囲に流されることの少ない湯川秀樹は、最初アインシュタインにあまり関心を示さなかった。当時中学四年生の湯川は、まだ物理学よりも数学に関心をもっていた。それでも、田辺元の『最近の自然科学』を読んで、「量子論」という言葉に触れ、神秘的な魅力を感じ始めていた。田辺元は西田幾多郎と並び称される京都学派の代表的な哲学者であるが、この書のなかで、田辺は最近の物理学、相対論や量子論についての哲学を論じたのである。

しかし、アインシュタインの名前は印象的な形で湯川の心に焼き付けられた。四年生のとき、物理実験を同級生の工藤信一良（しんいちろう）と行ったとき、湯川は熱心に取り組んだ。「私の潜在意識は、理論物理学に向って、徐々に活動を開始しつつあったのかも知れない」と湯川は書く。実験はうまくいった。その時突然、工藤が「小川君はアインシュタインのようになるだろう」と言ったという。そのとき湯川は何のことだかわからなかった。自分が理論物理学者になるとは思っていなかったからである。「アインシュタイン博士は、私からは余りにもかけはなれた偉大な存在であった。工藤君の言葉は、現実とは何の関係もないように思われた。それにもかかわらず、工藤君の一言は私の舟を取りまいている氷に、目に見えぬひびを入らせたようであった」[62]。

アインシュタインの来日は、他分野の学問を志す若者が物理学に視野を開くきっかけにもなった。仁田勇は、当時東京帝国大学化学科の二年生であった。東京帝大（震災で焼失した八角講堂で行われた）や、芝三田の慶応大学講堂におけるアインシュタインの講義を聞いた。仁田は「講演の内容にこれまでにない感銘を覚えた。同時に有名な石原博士の風貌謦咳に接することもできた」と書いている。彼は化学の学生だったにもかかわらず、石

原の『相対性原理』[63]を読んで勉強し始めた。これが後に量子論を学ぶのに役立つことになった[64]

## 関東大震災と大正モダニズム

アインシュタインは日本の学界と社会を揺るがしたが、文字通り日本国土を揺るがしたのは、その翌一九二三年の関東大震災であった。震災は関東地方を中心に、社会の不安定さを一層推し進めた。『東京震災録』によると死者九万を越え、行方不明は一万を越えたという。東京・横浜で六割以上の家屋が焼失した[65]。関東大震災の物理的な喪失は同時に精神的な衝撃を伴った。これは明治の終焉、日本における「長い一九世紀」の終焉であった。例えば永井荷風は書く。「江戸文化の名残、烟@ルビ：けむり@となりぬ。明治の文化また灰とはなりぬ」[66]。さらに、近代文明そのものの限界と脆さと捉え、その崩壊を感じる者さえいた。例えば、ドイツ文学者の手塚富雄はこのときのことを回想して、次のように書く。「私たちはいままで、私たちを守り、私たちを利する文明の絶対的な威力を信じていた」。ところが、「ところがわれわれの過信していたその文明の威力われわれの懸命な態度がいかに薄弱な基礎のうえに立っているものにすぎなかったかを、いまわれわれは一朝にして思い知らされたのだ。すべては壊滅しうるものであり、安定しているものはなにもなかった」[67]。

震災後、新しい文化が生まれた。内務大臣後藤新平のもとで実施された震災後の復興事業により、東京と周辺の外観は大きく変わった。焼失区域の約九割で区画整理がされた[68]。震災は郊外の都市化を促進し、新しい建築・都市化は、都市的生活様式、都市文化を形成し、モダニズムの物理的基盤となった[69]。それは「モガ」「モボ」の出現に体現された。それぞれ「モダン・ガール」「モダンボーイ」の略である。大宅壮一は、一九二九に彼が「モダン・ガール」の元祖と見なした「A夫人」について次のように書く。「明るくて、朗らかで、感覚的で、理智的で、技巧的で、野生的で、複雑で、単純で、率直」[70]。彼女は断髪して、西洋人的な外見を持ち、技巧をこらしてその外見を飾る。そればかりか言葉も振る舞いも技巧的で、言葉は鋭い理知を発する。その半面、「ときにはヴァルガーで、ときにはバーバリスチックでさえある」という[71]。そのような率直で野性的な側面は、「モダン・ガール」の政治的側面と無関係ではなかった。清沢冽@ルビ：きよし@は、「モダン・ガール」を「婦人反逆の第一声」であるとした[72]。彼によれば、「その頬紅、厚化粧は、『従順』『内助』といった規法から抜け出た婦人が、近代社会の刺激に訴うる姿である。よくても悪くても、それは因習の日本、伝統の日本に、生まれねばならぬ反抗力であり、約束である」というのだ[73]。

文化潮流としての大正モダニズムは、近代の最も強力な産物である科学・技術とも無関係ではいられなかった。むしろ、それらを文化の中に取り込もうとした。例えば、雑誌『新青年』に典型的に現われた。『新青年』は、大正九年（一九二〇）に創刊され、もともと農村の青年を読者に想定した大正文化に批判的な雑誌として出発した。しかし、関東

大震災を経て、都市文化を代表する雑誌に変貌した[74]。当時編集局にいた横溝正史は一九二七年に「新青年」とは英語にすると「モダン・ボオイ」であると書いている[75]。

このようなモダニズムの文化は科学とは無縁ではなかった。それ自体科学と結びついていたばかりでなく、若い科学者もまたその中で成長したのである。

この『新青年』には科学読物が多く掲載された。文学研究者の関井光夫はその背景に科学万能のロマンティシズムがあったことを指摘する[76]。読物だけでなく『新青年』は、新しい文学のジャンルとして探偵小説と科学小説を育てた雑誌であった。科学小説は勿論、探偵小説もまた、科学と深い関係にあった。そのことをはっきりと述べたのが『新青年』を代表する作家の一人、夢野久作である。彼は、『ドグラ・マグラ』以外の主要作品を『新青年』紙上に発表した。震災の時、新聞記者であった彼は、東京の惨状を直接見て回り、「日本人の堕落時代」を予感したという[77]。『新青年』において探偵小説というジャンルの誕生に寄与した彼は、多くの探偵小説論を書いた。一九三五年に彼は次のように書く。「探偵小説は、嘗て流行していたあらゆる種類の文芸の中から進化し生まれた、より新しい、より深い、より痛い文芸であった。一切の芸術の伝統精神と形式から離脱して、人間の心理を一層深くアケスケに抉り付け、分析し、劇薬化し、毒薬化し、更に進んで原子化し、電子化までして行くための芸術界の鬼っ子であった。芸術の神を冒涜する事を専門とする反逆芸術であった」[78]。彼によれば、科学は、神と道徳に反逆し、「すべての尊いもの、美しいもの、不思議なもの」を信じず、それを「電子の作用に過ぎない事を計数の上で嘲笑」する。その点で、科学者は「探偵趣味」の持ち主であった。そして夢野によれば、探偵小説とは、そのような科学の作用を科学が生み出す社会機構自体に当てはめる[79]。それによって、「古来人類が作って来た各種の文化の中で最も醜悪低劣な」科学文明の外観を破り、その奥底にある「昆虫のような人間性」を暴露する。つまり、人類が「唯物文化」から「唯心文化」へ転向する過渡期の内省の産物だというのであった[80]。

都市生活をする東京や京都の学生たちはこのような文化の中にいた。必ずしもこれに直ちに同化したわけではないが、それでも明治期とは別の学校文化を発展させた。天下国家を語るのではなく、個人の事柄に内面化していった。その一つが所謂「「人格主義」の流行である。これは阿部次郎が、一九二一年に提唱した。阿部は当時の学生に広く読まれた小説『三太郎の日記』の著者である。阿部は、「人格主義」を「少なくとも人間の生活に関する限り、人格の成長と発展とをもって至上の価値となし、この第一義の価値との連関において、他のあらゆる価値の意義と等級とを定めて行こうとするものである」と定義している[81]。

そのような関心の内面化は、蘇峰や鳩山が示唆するように、一方で社会の安定により、国家の政治を議論する必要が一端うすれたこともあったに違いない。同時にそれは、「学生」という存在の社会における位置の変化でもあった。大正期に中等教育が大拡張した。も中学校卒業生は一八九五年にはわずか一一七〇名だったのが、一九一五年には二〇八五二名になった。これは深刻な受験競争をもたらし、社会問題化した[82]。中学卒業生を収容

するために、文部省は高等教育を拡張し、高等教育機関が大拡張し、とくに私学が正式の大学となっていった。その結果、学生数は十年間に六倍にもなった[83]。このことは学生という存在の希少価値が大きく減少したことを意味する。その上、第一次世界大戦後の不況は、学生の就職難を引き起こした。その中で、学生はもはや社会の要となることを期待される有望な未来をもった存在というよりは、将来の定まらない不安な存在に変質した。この状況は、ピエール・ブルデューの分析した、フランスの一九六八年のいわゆる五月革命の前の時期に似ている[84]。

この結果、学生は、将来の国家の枢要となる選良としてではなくなった。それどころか、二〇年代の終わりから、大学卒業者の就職状況は極めて悪化していった。一九二八年四月に大宅壮一は、「知識的自由労働者」という文章を著し、「知識階級」の価値の大暴落を指摘している。自由労働者とは日雇い労働者である。その中にかなりの高等教育機関の卒業者や中退者がいるというのだ[85]。

学士の就職難は三〇年代に入ってさらに悪化することになる。そのことは文学作品にも現われた。その一つが田宮虎彦の「菊坂」である。これは昭和八年に東京帝大国文学科に進学した田宮の自伝的回想と見ることができるだろう。菊坂とは本郷にある坂で、主人公の下宿が近くにあった。主人公は、希望のない学生生活を次のように書く。「早く大学を出てえらい人になっておくれ、そればかりお母さんは毎日神様にお祈りしているのだよ、そう書いてある母の手紙を私はよみかえすたびに、大学を出てもえらい人なんかに到底なれはしなくなっている現実の世の中を、いつも歯軋りして憎んだ。縁故も何もない、生きてゆくよすがもないものには仕事などあたえられるはずのないことが、痛いほどに私にはわかっていた。十年前なら、まだ大学を出たことが仕事を得る手段になっただろう。だが、そんな時期はとっくにすぎてしまっていた」[86]。

このような社会状況の中で、学生は将来の指導者層・支配者層に上ることは約束されず、もはや自らを国家のエリートとは見ることができなくなった。そのような自己認識は、学生を反抗に駆り立てた。まず学校当局に対する反抗が始まり、やがては、政治運動に参加するようになっていった。教育史研究者の伊藤彰浩によると、学校騒動は一九二一年ごろから増加し、一九三〇年ごろにピークに達する。当時の『東京朝日新聞』は「あたかも学校騒動時代が現出したかの奇観」と書いたという[87]。騒動の原因は、自治要求、学生の処分、教育や経営方針に関する不満、そして政治問題であった。学生たちは、集会を開いて学校に要求を提出し、交渉が決裂すれば同盟休校、寮に籠城をして、文部省、マスコミ、父母、卒業生へのアピール活動をした[88]。

初期の学校騒動は、まだ政治的な色彩は薄かった。そこにはまだエリートとしての自己認識すら残っていたかもしれない。しかし、学生の活動は次第に政治運動も含むようになっていった。学生運動の一つの集約点となったのが、新人会である。「新人」という言葉が示唆するように、これは「モボ」「モガ」の政治的な転化物であった。その設立は一九一八年であり、当初は、大正デモクラシーの中で吉野作造に影響を受けた東京帝大の学生

らが、社会思想の啓蒙活動をする団体であった。しかし一九二〇年代に左翼団体に傾斜していった。新人会は、各大学にサークルとして「社会科学研究会」すなわち社研を作った。一九二二年に、社研の連合体として、日本学生連合会、すなわち学連が結成された。これらは、大学においてマルクス主義を学び、学生運動を行い、政治活動家を育成する組織として機能した[89]。秘密裏に第一次日本共産党が結成されたのも一九二二年の事である。

## 湯川と朝永

朝永振一郎や湯川秀樹のような学生は、必ずしも学校騒動には、直接関与しなかった。特に湯川秀樹は、当時の日本の文化的・社会的状況から超然としたところがあった。しかし、それでも学校騒動は身近な出来事であった。湯川がまだ旧制中学の四年生であったころ、京都の第三高等学校で学校騒動があった。これは学校騒動としてはごく初期のものである。もともと第三高等学校は、第二代校長の折田彦一のもと、自由な校風で知られていた。しかし一九一〇年に赴任した第三代の金子銓太郎は、これを改めようとした。金子については、前に触れたが、仁科芳雄のいた第六高等学校の校長で、その校風を作り出すのに大きな貢献をした人物である。仁科の時代の六高では金子の統制主義は評価されていた。しかし、大正期の京都では、生徒の反発を引き起こした。金子は軍隊のように校規を適用し、無届欠席を厳禁して、規定以上の欠席をしたものは落第するとした[90]。さらに、一九二一年になって、金子は山内晋郷ら、三高で長年教鞭をとった七名の教授を馘首した。これらの教員は、始業のベルがなるとまず、悠々とタバコに火をつけ、一服する。一本吸ってから腰を上げて教室に行く。授業の学問的水準は高かったが、三〇分ぐらいで終わりにし、その後は自分達の若いころの話に始めて、「メートルをあげる」といった有様だった。彼らは学生には絶大な人気があったが、管理主義者の金子校長は好ましく見なかった[91]。学生の反発は、その年の入学式で爆発した。その入学式に新入生として臨んだ桑原武夫によると、校長が壇上に立って、式辞を述べ始めると、上級生たちが一斉にやじりはじめ、足ぶみをするので、生徒は何も聞きとれなかったという。そして、入学式の日から校長排斥を求めるストライキが始まったのだった[92]。「恩師のため」という大義名分を得た学生は、卒業生や教員の支持を得て、世間の同情も受けた。結局、文科省は金子を更迭し、折田時代の卒業生、森外三郎を校長に据えた。

七人の教授が罷免され、それに対して抗議運動がおこるというのは、二つの先例があった。ひとつはドイツのゲッチンゲン大学でのことである。一八三七年に国王に抗議書を出した七名の教授が罷免された。この七名は「ゲッチンゲンの七人」と呼ばれ、中には童話で有名なグリム兄弟も含まれていた。学生の抗議運動がおこったが、彼らの免職が取り消されることはなかった。もう一つは、一九一三年の沢柳事件である。当時京都帝国大学総長だった沢柳政太郎は、七名の教授を罷免しようとして辞表を提出させた。中には物理学者で、日本における最初期のエックス線の研究で知られる村岡範為馳もいた。しかし、教

官側は抵抗した。学生ばかりか、当時の文部大臣も、教官側を支持したため、七名の教授は辞表を撤回し、沢柳のほうが辞職した。三高の学生は、この沢柳事件のことは意識にあったに違いない。

このとき湯川（当時小川）秀樹の兄、茂樹（後の貝塚茂樹）が三高に在学していた。彼は上級生たちとストに参加し、家に帰らなかった。心配した父、小川琢次は三高を訪れて茂樹と会おうとした。琢次は、地質学者であり、京都帝大の教授である。湯川は父に同行した。琢次は、三高に入ろうとしたが校門で止められて、結局会えなかった。湯川自身は、ストライキには関心を持たなかったし、あまり意味を理解していなかったようだと回想している[93]。湯川はその翌年三高に入学した。

湯川や朝永も、政治にさほど関心を持たなかったし、政治体制の権力者を打倒するような革命的運動に参加するようなことはなかった。しかし、古いものを捨て、年長者や師を必ずしも敬わない文化には無縁ではなかった。注意を内面へ、学問へ向けた彼らも、学問においては新しいものを求め、教師たちの教えることに必ずしも満足できなかった。アインシュタインの物理学も、彼らにとっては革命的に新しい理論であり、それが彼らを魅了したのである。五章で相対論や量子論を「革命」として捉えることは科学史の観点からは留保をつけなければならないことにふれた。しかし、その一方で、歴史上の人物の中にはそれらを革命的な理論と捉えたものもいたこと、そしてそのように捉えられたこと自体が歴史において重要な役割を果たしたことも事実なのである。

騒動の後進学した朝永や湯川は、森校長のもと、三高の自由な校風を楽しむことが出来た。特に大正一四（一九二五）年、彼らが三年生の時、力学の教師は堀健夫であった。すでに触れたように、堀は朝永の姉の夫である。旅順工科大学に赴任が決まって、翌年からヨーロッパに留学に出た。コペンハーゲンで仁科と会うのはその時のことだ。一九二五年には堀は大学を出て三年後のことで、第三高等学校の講師になっていた。その年、たまたま外遊に出た物理学の教授、森総之助の代わりに力学を担当したのだった。森の書いた教科書『力学』を用いながら、その読解は自習を中心とし、授業では予め与えた演習問題を解かせることに重点を置くという形を取った[94]。その合間、学生に求められて、彼自身の研究や実験の話をした。さらに、分光学の専門家であった堀は、新しい原子物理学、特に量子論の発展を知っていた。一九二四年に発表されたルイ・ド・ブロイの物質波の理論や、その年に発表されたばかりの行列力学の話をした[95]。電子が波動であるという考えがあること、またマトリックス力学という「とてつもない新しい理論があるということ」に朝永は感銘を受けた[96]。朝永の若々しい心には、堀の話から古いものに対する反抗心も芽生えた。堀は、自分の先生たちの悪口を盛んに言った。マトリックス力学や波動力学が出てきたという話をし、「こういうものわかる先生は京都大学には一人もおらん」と言った[97]。若々しい堀の言葉から、朝永は「いま日本の大学でやっている物理などは、もはや古くさくてだめだ」と察した[98]。

朝永は一九二六年に三高を卒業し、京都帝国大学に進学した。大学に入れば新しい物理学を学ぶことが出来ると期待していたに違いない。しかし、その期待は裏切られた。朝永は書く。「実験室はうすぎたなく、ほこりにまみれた古めかしい機械で、ほそぼそとやっているらしい古くさい実験、理論の講義は無味乾燥な数式の氾濫。それを一つ一つノートにうつしとっていく退屈な作業。あんなに神秘的に思われた相対論もここでは物理的肉付けも哲学的な深遠な考察も全くもたない、ただの数式のいじくりまわしにすぎない。電子が波動性を持っているとか、マトリックス力学というような、若いものの好奇心を極度にかきたてるような話は一かけらも出てこない」[99]。

他方、湯川はすでに触れたように最初数学のほうにより関心があった。しかし田辺元の『科学概論』や『最近の自然哲学』のような哲学書を熱心に読むうちに、物理学へ傾斜していった。高等学校の三年ぐらいのころに物理をやることに決めると、地質学者である父、小川正孝に相談した。父は気鋭の物理学者だから相談に行けと、堀健夫を紹介した。また兄の友人だった西田外彦にも相談に行った。二人とも大体同じような本を紹介したので、それらを分っても分からなくても、がむしゃらに読むことを大学一、二年まで続けた。ある日、丸善の京都支店でフリッツ・ライヘ(Fritz Reiche) の『量子論』を購入した。これはもともと一九二一年にドイツ語で出た本が英訳されたものである[100]。ライヘは雑誌『ナトゥーアヴィッセンシャフテン』で活躍していた書き手だった。これは文字通り、「自然科学」という意味だが、当時ドイツにおける自然科学の代表的な総合学術雑誌で、英国の『ネイチャー』に対応する。ライヘは研究者としては見るべき業績はないが、このような総合科学雑誌に専門外の研究者向けの記事を書くことに熟達していた。この本『量子論』もまた、その雑誌に書いた記事が元になっていた。極めて平易に書かれた初期の量子力学の書籍である。ただちに英訳されたことから分る通り、広く読まれていた[101]。しかし、当時まだ高等学校の湯川には完全には理解することが出来なかった。それでも、いやむしろ分らないこそ、その本を面白いと思った。「それまでに読んだ、どの小説よりも面白かった」という[102]。

湯川は朝永と同じ一九二六年に京都帝大物理学科に進学した。大学に入ってすぐに、長岡半太郎の講演、「物理学の今昔」を聞き、非常な感銘を受けた。「二十世紀のはじめに、量子論が現われて以来の二十数年間、物理学は大きな変革をとげようとする途中にある、という意味の言葉が、私の胸に強く響いた。当時先生は、すでに六十歳前後であったろう。しかし私は、青年学徒のような先生の若々しい情熱にうたれた」[103]。その後間もなく、湯川はマックス・ボルンの本、『原子力学の諸問題』（*Probleme der Atomdynamik*）を読んだ[104]。これは一九二五年から翌年にかけてボルンがマサチューセッツ工科大学で行った講義を元にした『原子力学の諸問題』(Problems of Atom Dynamics)のドイツ語版である。黒い表紙の二百頁に満たない、A五判の本だが、ハイゼンベルクやボルンによって発展させられた行列による量子力学についての書物である。湯川は書く。「ボルンには、出来たばかりの、いや、まだ急速に生長しつつある新しい量子論の概要が、要領よくまと

められていた。私にとっては、新しい量子論は難解ではあったが、すばらしい魅力があった」[105]。そこには「相当ラディカルなこと」が書いてあるのを見出した。例えば、時空は離散的ではなかろうかとか、すべてが不連続ではないかとかいうのであった。「僕は大いに感心して一時は何もかも不連続ならよかろうと思ったりした」という。若い湯川の知的好奇心を多いに刺激したに違いない[106]。ついで、ディラックの初期の論文を読んだ。これはｑ－数の概念を導入して量子力学を代数的に構成するものである。ｑ－数というのは、ｃ－数と対になる概念で、ｃ－数（すなわち古典的な数）は通常の数であるのに対し、ｑ－数は特定の演算規則に従う。この概念の導入の仕方が独特で、この論文は、この時期誰もが理解するのに困難を感じた。湯川も全く分からなかった。「わからないので腹が立ってきた」と書いている。そこでシュレーディンガーの本を読んだ。これは『波動力学論文集』（*Abhandlungen zur Wellenmechanik*）であろう。シュレーディンガーの波動力学の原論文をまとめたもので、一九二七年に出版されていた[107]。この本はよく分かった。「非常に教祖的な書き方で説得力がある」と湯川は思った。そこで「ボルンの徹底した不連続論」から「シュレーディンガーの徹底した連続論」に変節してしまった[108]。

湯川は朝永ほどあからさまに書かないが、明らかに彼が量子論を学んだのは、大学の講義ではなかった。当時理論物理学の講義をしたのは、玉城嘉十郎である。湯川も朝永も、玉城の研究室に所属した。玉城は研究者としては相対論を専門としたが、これといった業績はない。湯川は玉城を「古典力学、あるいはそれの延長としての相対性理論の、完成された美しさを愛する人のようであった。当時まだ荒けずりの、なまなましい量子論は、先生の趣味に合わないようであった」と評している[109]。

## 玉城研究室の四人

そうは言っても、京都大学の理論物理学者は玉城しかいないので、湯川も朝永も、玉城のもとで卒業研究をした。当時玉城研究室には学生だけでなく、卒業して何年かなる人たちが一〇人ほど集まっていた。玉城は自身が指導しないかわり、彼等に好きに勉強をさせていた。湯川は当時の玉城研究室を「梁山泊」のような場所だったと書いている[110]。中央政府に反抗した梁山泊の豪傑たちと同じく、玉城研究室の若者たちは日本の学会の主流に反抗することを恐れなかった。

その中で量子力学に興味を持った四人の若者が独自に勉強をし始めた。湯川、朝永のほかに、一年上の西田外彦と山村松平がいた。朝永は、この二人が、「この野心的なモダンボーイの大将であった」と書いている[111]。

西田は著名な哲学者西田幾多郎の息子である。次男であるが、長男謙は、一九二〇年に亡くなっていた。一九二二年に京都帝大に「物理を主に学修するもの」として入学した。しかしその夏に、哲学や文学に専攻を変えることを考えた。父・幾多郎は、それをいさめる書簡を送った。幾多郎は書く。「物理化学という如き仕事は今日の学問発達から見て非常に面白い学問であると思う。最近の物理学の進歩は化学の領分に及ぶべく、開拓すべき

余地は非常に広いと思う」[112]。幾多郎は当時の物理学の発展には良く注意を払っていたのである。このことについては、また後に触れるであろう。外彦は、物理学を学び続け、一九二六年に卒業後、玉城研究室に残り、湯川、朝永らと量子力学の勉強をした。後、一九二九年に甲南高校に職を得て、その後も幾多郎にとって現代物理学に関することの相談役になった。

田村もアインシュタインの来日に触発された一人だった。彼が量子論を知ったのは、高校三年のことである。水野敏之丞の『相対原律』を読んで相対論の勉強をしていたが、その序文に、ゾンマーフェルトの『原子構造とスペクトル線』が名著として言及されていた。そこで名古屋の丸善で英訳を入手して読んだ。また同級の奥正雄にも言われて量子論をやらねばと考えた。一九二四年に京都帝大に「物理学を学修するもの」として進学した。大学では、相対論の勉強の延長で、ワイルの『空間、時間、物質』を読み、翻訳した。当時の大学生にとってはかなり難度の高い書物だったはずである。一九二七年大学を卒業して研究室に残り、玉城に相談したところ、木村正路に相談するように言われた。木村は熱輻射論講座の担当であり、玉城は研究テーマを木村から横取りする形になることを恐れたのである。しかし、木村は病気で入院していたので、結局木村のところへは行かなかった。西田と二人で量子論を勉強しようとしたが、何をしたら良いのか分からない。そこで、『物理学ハンドブック』（*Handbuch der Physik*）を片端から読むということを始めた。ドイツの『物理学ハンドブック』とは、物理学の百科全書のようなもので、多くの巻からなって物理学の全分野を網羅するような教科書のシリーズである。それぞれの巻がかなり分厚い。何度か版が変わっているが、この時期であればH・ガイガー（Hans Geiger）とK・シール（Karl Scheel）が編纂したものの第一版であろう。二〇巻ほどからなる。それを片端から読むというのだからむちゃな勉強法である。湯川が、自分の印象では、田村がだいたい最も難しい本を読む、「ぼくらはあれはかなわん」と書いている通り、田村は難しい本や大部の本を選ぶ傾向があった[113]。西田は五回程で来なくなり、仕方なく田村は一人で続けた。そうしたところに湯川・朝永が玉城研究室に加わった[114]。

田村が勉強を始めた頃は、まだ量子論の危機の時代であり、ヨーロッパにおいても、量子論の理解が困難であった。しかし、湯川や朝永の頃には、量子力学が誕生し、量子論の勉強はよりやりやすくなっていた。玉城は助けにならなかったが、田村ら先輩に助言を得ることもできた。ただし、二人とも、田村と違って読みやすい本から出発し、順を追って難しい本に挑戦した。

朝永は大学三年になって量子力学を勉強しようとした。やはり何を読んで良いのか分からない。そこで湯川がボルンの本を持っているのを見て、ドイツに注文した。その後、田村に相談にいったら、最初から行列力学は無理かもしれない、シュレーディンガーから入るのが良いだろう、というので、上述の本、『波動力学論文集』を示した[115]。朝永はおそらく、最初は原論文を読もうとしたのだろう。しかし、ハイゼンベルクの論文には「往生した」といい[116]、ディラックのｑ－数には、「読んだときには涙が出てきた」と書いてい

る。「感心してではなくて、どうしてこうみんなのわかることがおれにはわからんおだろうかと」というのだ[117]。しかも、それら量子力学の論文は、前期量子論で直面していた困難について書いているのだが、それもあまり知らないので苦労した。さらに、数学に関しても、シュレーディンガーの理論で必要な固有値問題を知らず、クーラン＝ヒルベルトの本を三年生の夏に一人で読んで勉強しなければならなかった[118]。すでに湯川はこの本を卒業していたので、朝永は追いつこうと必死だった[119]。

一九二八年には、前述のディラックの相対論的電子論が発表された。これは湯川に大きな衝撃を与えた。そして彼は、ディラックの理論についての卒業論文を書いた。朝永もまた、大学三年のとき、量子力学をテーマに選んだ。「新しものずきという、若気のいたりから」「身のほども知らず、新量子力学の勉強をやってみようと思いたった」という[120]。

京都帝国大学でも、この六月から７月にかけて荒木俊馬@ルビ：としま@が量子力学の講義をした。荒木は一九二三年に京大理学部を「主に宇宙物理を学修するもの」として卒業した[121]。その後、京都帝国大学理学部助教授になって、ドイツに留学し、日本に帰ってきたところであった。当時、朝永と湯川は三年生であり、荒木は、彼等熱心な学生の要望に答えて、講義をすることに決めたらしい[122]。湯川と朝永は、荒木の講義は名調子の非常に印象の強い名講義で「大いにアジられた」と回想している。また湯川はその内容がヨルダンの記事によるものだったとも述べている[123]。荒木はこの年の一月から京大天文台の雑誌の雑誌『天界』にヨルダンの「新量子力学の発展」と題する記事を翻訳して連載しており、この内容に即したものであったらしい。これは一九二七年の『ナトゥーアヴィッセンシャフテン』誌に二つに分けて掲載された総説である。ハイゼンベルク、ディラック、シュレーディンガーによるそれぞれの量子力学の定式化を専門外の自然科学者向けに書いたもので、ボルンによる波動関数の統計的解釈までの発展を述べている[124]。

朝永や湯川は、翌年に大学を卒業したが、就職先もないまま、玉城嘉十郎のもとで無給副手として残った。彼らの時期には、すでに物理出身者の就職は厳しくなっていた。朝永は後に次のように述べている：「不況もあるけれども、だいたいそのころの日本のインダストリーは、物理出なんかいらなかったんですよ。工科というのは非常に学生が多くて、希望者も多かったが、物理というのは出たってどこも雇ってくれない。物理に入ってくるのはそれを承知の連中だった」[125]。そこで最初から卒業後、二、三年遊ぶつもりだったという。給料も無いが、仕事があるわけでもない。机と椅子をもらって、ただ研究を続ければよかった。湯川は玉城の研究室では大学院生は取らない習慣だったと書いているが、副手が大学院生の役割をしていたのだろう。大学院生と違って授業料を払わずに大学に籍を置くことができ、何か仕事をしなければいけないわけでもなかった。

湯川や朝永にとって、シュレーディンガーの波動力学は行列力学よりも分りやすかったが、疑問点がないわけではなかった。波動力学における波動を表す波動関数には、複数の粒子がある場合、それぞれの粒子の座標が変数として入る。例えば、ヘリウム原子のような二つの電子からなる系においては、それぞれの座標が変数になるので、六つの変数がは

いる。このことは、波動関数が三次元の実空間の波動ではなく、六次元の空間の波動であることを意味する。朝永は、これが湯川には気に入らなかった事を回想している。湯川は、二つの粒子の問題を三次元の空間で二つの波が重なっているとして解けるはずだと考えた。そして、ヘリウムの場合、核の電磁場と一つの電子の電荷密度による電磁場を重ね合せて、それでもうひとつの電子を解いてみせた。朝永に割によくあうと説明した[126]

大学を卒業するころのある日[127]、湯川が興奮して朝永のところにやってきて、「こういう論文がある」と言った。それはヨルダンとクラインの第二量子化の論文であった[128]。シュレーディンガーの理論では、波動関数は通常の数である。行列のように、掛け算の順序によって、値が違ったりはしない。ディラックは、シュレーディンガーの波動関数自体を量子化、すなわち、通常の数ではなく、行列のような演算子（ディラックのいうところのq数）に置き換えることを思いついた。そのような操作を加えることによって、実空間の波動として波動関数を表した。これを第二量子化という。ディラックはその波動関数であらわされる粒子がボース統計に従うことを示した。

ボース統計とは、ボース粒子が従う統計である。統計力学では、異なる状態一つ一つに、確率を割り振り、エネルギー等の物理量の統計的な分布を求める。そこで、どのように異なる状態を区別するかが、統計分布を左右する。古典的な統計力学では、二つの同じ種類の粒子を入れかえた状態は、別の状態としてカウントして統計を考えなければならない。インドの物理学者S・N・ボース（Satyendra Nath Bose）は、光量子に関しては、二つの光量子を入れ替えたものを同じ状態として扱って、統計力学的な計算をすると、プランク分布が導かれることを見出した。ボースは一九二四年にアインシュタインにその草稿を送り、アインシュタインはドイツ語に訳して発表した[129]。そのため、これはボース・アインシュタイン統計とも呼ばれる。量子力学においては、ボース統計に従う粒子は、粒子を入れ替えた波動関数の符号が変化しないという性質で表される。それに対して、フェルミ粒子は、粒子を入れ替えると符号が反転する。ボース粒子の代表的なものは光子であり、フェルミ粒子は電子や陽子である。

湯川が見て興奮した論文の中で、ヨルダンとクラインは、第二量子化の考えを相互作用がある系に適用して、シュレーディンガーの理論と同じ結果を得ることができることを示した。この第二量子化こそは、場の量子論の基本的な考えであり、その後の素粒子論はこの考えに基づくのであった[130]。

湯川はさらにそれに続くヨルダンとウィグナーの論文を読んだ。この論文では、波動関数の量子化の仕方を変えることによって、フェルミ粒子を扱うことを可能したものである。湯川は朝永にこの論文を見せて、「これでいいんだ、これでいいんだ」と言い、朝永も「なるほどそれならよさそうだ」と思った。彼らは、この二つの論文に「感心し、またびっくりもした」。これが、「中間子論、素粒子論への糸口」であった[131]。湯川の気持ちも、これで吹っ切れ、卒業後の研究の方向にも迷いが無くなった[132]。

## 東京の若手物理学者たち

このように京都では、玉城研究室の若手たちが、量子力学を独自に勉強し始めていたが、関東でも同様に若い研究者が独自に量子力学を勉強し始めた。京都帝大に比べて、東京帝大の物理では、量子論はまだ教えられていたと言ってよい。他ならぬ長岡半太郎が「量子論」と題する授業を担当していた。しかし、若い物理学者はそれでは十分ではないと感じていた。

藤岡由夫についてはすでに言及した。四一歳で夭逝した、東大の国文学の助教授、藤岡作太郎（東圃）の子である。幼くして父を失ったので、早く学問を修めようと、中学四年にして高等学校へ進学した。第一次世界大戦後の「理工科的ムード」のなかで、なんとなく理科を選んだという[133]。高校のとき、田辺元の『最近の自然科学』を読み、強い印象を受けた。高校三年の時、「この本を懐に、荒川放水路のあたりを散歩して、私は物理学をやることをきめた」という[134]。田辺の本を読んだのは、藤岡にとって伯父のようなものである西田の影響もあったかもしれない。しかし湯川も読んでいたように、当時良く読まれた書でもあった。藤岡は一九二二年に東京帝大物理学科に進学したが、そこでの学生生活に失望した。一つには、すぐに起った震災のためだった。物理学科の建物は使えず、講義はバラックの建物で行われた。バラックの建物は、冬は寒く、夏は暑く、快適でない。雨が降れば雨の音で講義が聞こえない。それ以上に、物理学科の科目が大部分、古い学問で占められていたことが不満であった。「その頃は量子力学の発展以前の時代で、学問的にまことにジメジメした時代であった」と書いている。例えば、理論物理の教授は佐野静雄だったが、典型的な古典的理論物理学者であった。彼は「クォンタムは嫌いです。一部クラシックを使い、一部否定しているから」と言ったという[135]。これは当っていないこともないが、このような理由でえり好みしていては新しい物理学の出現に対応することはできない。

東大では、長岡半太郎が量子論の授業を担当していたが、長岡は一九二六年に退官していた。長岡の後を継いで量子論の授業を担当したのが坂井卓三であった。坂井は、理論物理学者であるが、熱力学の担当であり、おそらくは暫定的な措置だったと思われる。坂井の授業は一九二八の四月に開始された[136]。その内容は、一九三〇年には、岩波講座「物理と化学」の一冊として発表された[137]。また、少し後になってなされた講義ノートが、学生として履修した水野善右衛門によって残されている。坂井の講義の内容については後でも触れるが、当時の重要な量子力学関係の論文をまとめたもので、良質の授業であったと思われる。この時期に東大物理を出た学生は、これによって量子力学を学んだだろう。しかし、坂井自身はこの分野の研究を行っていなかった。さらに言えば、量子力学が新しい物理の重要な基礎であるという認識は、この当時の物理学科に希薄だったように思われる。

その状況はかなり続いたらしい。例えば、一九三三年に卒業した伏見康治はそのような印象を受けた。伏見の時代には、物理学科と数学科が同居する新しい建物ができていた。伏見は一九三二年に、物理学科の図書室でアンダーソンの陽電子の発見についての論文を

読み衝撃を受けた[138]。後に述べるように、一九三二年は原子物理の奇跡の年と言われ、多くの発見・発明が相次いだのである。しかし、伏見は次のように書く。「そのような歴史的激動期の最中に自分たちが置かれているのだという意識は私には極めて乏しかった。それは私自身の性格や好みにもよるが、もっと大きな原因は当時の東大物理教室の、現代物理学に対する不感症によるのではなかったかと思う」[139]。

当時東大の物理学科には、長岡半太郎はすでに引退して居なかったが、原子物理分野では、木下季吉と清水武雄という優れた実験家がいた。二人ともラザフォードのもとに留学し、それぞれ原子核乾板と霧箱という検出装置の発展に貢献しており、ラザフォードの書いた教科書にも名前が載っていた。しかし、二人とも日本に帰ってからは目立った業績がなく、弟子も育たなかった。理論では、酒井佐明が量子力学の講義をした。伏見は、二年生の時に聴講したが、行列式の数学ばかりであったので、非常に失望して、二回だけで辞めてしまった[140]。三年生のとき、卒業研究として、前半は落合麒一郎、後半は坂井卓三に指導を受けた。落合からは、分子に電子を照射したときの散乱波を求めるという課題を与えられた。これは当時としてはかなり高度な量子力学的問題である。当然厳密解は求まらないが、近似の条件は与えられていない。伏見は、入射電子の運動量が大きいという条件で近似して、計算を行った[141]。坂井は上で触れたように、一九三〇年に優れた教科書を著し、量子力学の講義も授業も担当していた。ところが、彼が与えた問題は、海から潜水艦が浮上するときの海面の盛り上がりを求めるという流体力学の問題だった。量子力学の問題を期待していた伏見は多いに失望した[142]。

若い物理学者たちの不満は、教授の教える物理学が最新の物理学でなかったことだけではない。藤岡より少し前に卒業した鈴木昭は、一九二五年には大学院生であった。当時東京帝大の物理学科では、学科の「コロキューム」があり、東京周辺に住む卒業生も参加していた。しかし、鈴木らはしだいにコロキアムに飽き足らなくなってきた。鈴木によると、「やり方も通り一ぺんになったり、あるいは会社の宣伝みたいなものも入ったり」、「質問だって、内容的にも真剣な討論ではなくて、何かいい加減な質問だとか、あるいは、グラフのその横軸は何ですか、というような質問だったり」というのだった[143]。さらに、彼らには大学の権威主義に対する反発もあった。寺田が嫌った物理教室における権威主義を、卒業した若い物理学者たちがうすうす感じるようになった。それは決して個人を、例えば物理教室の頂点にいた長岡に対する反発というようなものではなく、長岡のような人物を権威として持ち上げてしまう教室全体の雰囲気のようなものであったらしい[144]。つまり、「古い物理学」をやっていることだけではなく、そのやり方も彼には不満であった。通り一片の説明や、いいかげんな質問ではなく、真剣な討論をしたかった。そのためには、新しい物理学に関心を示さない教授では不足であった。長岡のように、新しい物理学を貪欲に摂取した者も、彼にまとわりつく権威のために、若い研究者がのびのびと議論するためには不向きであった。

藤岡は一九二五年に卒業したが、卒業前から理研の研究生になり、そこでは原子物理学の研究がなされていることを見出した。当時、長岡、高嶺、西川らがいたのである。そして、藤岡や中谷宇吉郎、その他同じころに理研に入ったものが中心となって、理研で輪講会を始めた[145]。彼らは、自分たちで活発に討論をし、遠慮会釈なくディスカッションをやろう、としたのである[146]。この勉強会、「物理学輪講会」は、一九二六年三月一八日、理化学研究所の一室で始まった[147]。彼等は、毎週木曜日に新しい物理学の論文を持ちまわりで紹介し合い、討論した。大部分の参加者は、大部分若い研究者であった。中心になったのは、土井不曇、金光正道、芝亀吉、鈴木昭、中谷宇吉郎、藤岡由夫の六名であった。仁田勇は、最初に言い出したのは、藤岡だろうというが、定かなことは分からない[148]。最初の会に参加したのは、この他に寺田寅彦、西川正治、福田光治、木内政蔵、佐々木次郎、仁田勇であった。後には、高嶺俊夫、清水武雄、菊池正士、坪井忠二、富山小太郎、須賀太郎、谷安正、柿沼宇作も参加したことがあった[149]。

若手の中の最年長はすでに触れた土井不曇である。一九二〇年に東京帝大物理学科を卒業した。次には一九二二年卒業の金光正道、芝亀吉、鈴木昭らで、彼等は当時大学院生であった。そのうち鈴木は一九二四年に浦和高校の講師にもなっており、一九二六年の三月には工学部力学教室で演習を担当していた[150]。中谷宇吉郎と藤岡由夫は一九二五年卒で、理研の助手になっていた。佐々木次郎と仁田勇@ルビ：にったいさむ@は化学科の出身で、それぞれ一九二二年と一九二三年に卒業した。ただし、仁田は卒業後、理研の西川研究室に入り、エックス線結晶解析を結晶化学に応用して、極めて有力な学派を作った。福田光治だけは京都大学の出身で、一九一八年に物理学科を卒業した後、理研の研究員となっていた。これらが常連であった。他に、一九二六年卒業の菊池正士と坪井忠二がいた。菊池は数年後に理研で著名な陰極線の干渉実験を行い、後に仁田とともに大阪大学に着任して重要な核物理学のリーダーとなる。坪井は、日本を代表する地球物理学者となった。

他に六人、年配の物理学者が加わっていた。寺田寅彦、西川正治、木内政蔵、高嶺俊夫、清水武雄、柿沼宇作である。寺田、西川とも東京帝国大学の物理の教授であり、理化学研究所の主任研究員であった。そのうち、寺田は最初から参加し、かなり深く関わり、この輪講会を「豪傑の輪講会」と呼んだ[151]。高嶺、清水についてはすでに触れた。柿沼は電気工学出身の理論物理学者であるが、独特の理論を発展させていた。高嶺、清水は、鈴木昭、須賀太郎は言及しておらず、仁田勇のみが回想しており、柿沼は須賀のみが言及しているので、あまり深く関わらなかったと思われる。

年配の学者がほかにいなかったのは、このグループのメンバーが他の者を排除したからである。朝永が藤岡から聞いたところによると、自由に、遠慮会釈なく討論するための空気を守るために、どういう人を入れるかについての規則があったらしい。後から人が入ってくるときに、紙に○×を書いて、投票して入会を決めることにした[152]。「とにかく大学のお偉い先生方は駄目だ」ということで若い者だけやることにした。ただし若くなくとも、「選考によって入会を許可することがあるべし」という規則を作ったという[153]。「東

大教授などで年をとった人は、学問的によさそうな人たちだけ招く」ということであった。そこで、そして実際に投票で落とされた者もいた。藤岡は「若気のいたりでずいぶん失礼なこともしたようだ」と回想している。六〇年代になって中谷宇吉郎は、「当時の藤岡君は、いまのゼンガクレンのような勢だった」と言ったという[154]。

こうして集まった若者たちは、自由に討論して新しい物理学を勉強したかっただけで、量子力学を勉強するつもりで輪講会を始めたわけではない。ところが、ちょうどその時期、量子力学の論文が次々と出版されていた。ハイゼンベルクの量子力学の論文を最初に、ボルン、ヨルダンの行列力学の論文が現れた。藤岡によると、マトリックスと言われても彼らには何のことなのかさっぱりわからず、慌ててそれについて書いてある数学の本を探すような有様だったという[155]。さらに、ド・ブロイの物質波の論文に続いて、シュレーディンガーの波動力学の論文が伝わってきた。また、ディラックのq数による難解な量子力学の定式化の論文も届いた。最初のうちは、ボーア理論のうち、実験と合わない部分を修正するだけのものであるように思えた。しかし、やがて、これらの理論がまったく新しい理論体系であることがだんだんと分かってきた。藤岡は、自力ではとても全体像を把握することはできないように感じたという[156]。

仁田勇は次のように書く。「ボーアの理論のもつ不満足さは以来、物理学者の間に大きな問題となって来ていた。ところがこんなところへ新しい力学が誕生したのであるから、理研の物理学輪講会の物理学者たちに与えたインパクトは絶大なものであった。皆は激しい情熱をもって、これと取り組み、その空気は私にとっても刺激にみちたものであった」[157]。

仁田自身は化学が専門であり、その頃はまだ必ずしも量子力学のことはよく分からなかったが、非常に熱っぽい輪講会で、討論が夜遅くまで行われたことを述べている[158]。

新しい物理学の出現を目の当たりにした物理学輪講会のメンバーたちはそれを日本に紹介する義務を感じた[159]。そこで量子力学に関する原論文をとりあげて、それの翻案をした。その中には、ハイゼンベルク、シュレーディンガー、ボルンらの論文が含まれる。彼らの翻訳は、厳密な逐語訳というよりは、物理的内容を書いたもので、輪講の雰囲気を伝えている。これをまとめたものは、二巻本となって一九二七年一月付けで岩波書店より出版された[160]。

## 量子力学と科学出版

当時岩波は創業一〇年ほどの神田の新進出版社であった。創業者岩波茂雄はもと哲学を専攻し、思想書を多く出していたが、自然科学知識の普及も念願としていた[161]。『こころ』や『漱石全集』の出版によって夏目漱石と密接な関係にあった岩波茂雄は、その弟子、寺田寅彦を自然科学分野の意見を仰ぐことが多く、その死後も遺影が岩波書店の彼の部屋に掲げられていたという[162]。この書が岩波書店から出たのはそのつながりであろう。この本の編集に関わった渡辺良吉も、寺田の口添えだったと回想している[163]。

この本は、ある程度読まれた。例えば、朝永は「私なんかはこれを大事な教科書として、本屋に買いにいったことを覚えています」と書いている[164]。時期は定かではないが、おそらく大学を出る前、行列力学や波動力学を勉強していた時期であろう。

量子力学の理論を早く学び始めた若い物理学者たちの全てが、量子力学に強い関心を示したわけではなかった。当時、日本における数理物理学の重要なスクールの一つは、一九二五年に設置された東京帝大工学部の数学力学研究室であった。主宰したのは、一九二八年に名著『自然科学者のための数学概論』を著した寺沢寛一である。この研究室では、群論、複素解析、特殊関数論、数値解析等の高度に数理的な技法を用いて理論物理学を扱うことに特徴があった[165]。ここから、山内恭彦、小谷正男、犬井鉄郎、友近晋、永宮健夫、今井功、伏見康治といった重要な数理物学の研究者が現れている。山内や友近は、菊池や坪井と同学年である。一九二六年に物理学科を出た山内は、数学力学研究室に職を得て、新刊の雑誌をすぐに読むことできた。その中で、量子力学の誕生に接した。いた。彼は、量子力学の出現にあまり強い印象を受けなかった。これは山内が前期量子論の発展をよく知っていた上に、群論等の高度な数学に習熟していたからであった。山内は学部時代にマボルンの『原子力学』（*Atommechanik*）を読んで、対応原理を良く理解していたという。これはボルンの『原子力学講義』（*Vorlesungen über Atommechanik*）であろう[166]。この本の第一巻は量子力学が生まれる直前に出版され、その当時の状況、特にボーアやゾンマーフェルトによる量子論を良くまとめていた[167]。

このような背景から、山内にとってハイゼンベルクの最初の量子力学論文（行列力学論文）はこれらの前期量子論の自然な発展であるように見えた。また高木貞治の授業によって行列の事も知っていた。そのため、ボルン、ハイゼンベルク、ヨルダンの三者論文も、数学に関して困難を感じることもなく読めてしまった。他方、クーラン＝ヒルベルト等から、固有値問題についても知っており、シュレーディンガーの波動力学を読んでも、「きれいな方法でうまくやっているという感じはもったんですが、それが画期的な意味があるということはなかなかわからなかった」という[168]。より高度な数学の素養と、背景知識を持っていた山内よりも、それらを比較的欠いていた朝永のほうが、量子力学に強い衝撃を受け、そしてそれに深く没入したのである。これは一つには、山内自身がすでに工学部の教員として教育に参加したことがあった。その立場から、「未知の分野を模索する物理プロパーの問題よりも、どちらかというと確立された理論を既知の物理の諸問題に適用する、数理物理学的な問題を研究題目に選ぶように心掛けた」という[169]。他方、朝永や湯川は、京大の無給副手という立場で、自由にテーマを選ぶことができた。朝永や湯川ほど量子力学の次の発展にコミットしなかったとはいえ、この数学力学研究室もまた、次世代の物理学者を生み出す重要なグループとなった。次章で述べるように、小谷や犬井は、ディラックとハイゼンベルクが来日して講演したとき、その講演録の校正に協力している。そして、後に理研のコロキアムには常連として毎回参加するようになった[170]。

誕生したばかりの量子力学が日本の出版物に現われたのは、上記の『物理学文献集』だけではない。竹内時男は、東京高等工業学校（のちの東工大）の教員であったが、一種の科学ジャーナリストとして、最新の物理学を紹介する文章を多く書いた。物理学の新しい動きを見つけて、すばやく文章にするのが得意であった。例えば、相対論については、『書換えられたる物理学』を一九二〇年に、量子論については『量子論』を一九二二年に出版している[171]。量子力学についても、一九二七年に『新量子力学及新波動力学』と題する書物を出した[172]。これは竹内自身の行った講演に基づくものも含まれているが、大部分は、欧米で出版された論文や記事、特に一般向けの記事に大きく依拠した文章であり、ほとんど翻案に近いものがある。竹内の書籍はおそらく量子力学の内容を十分に咀嚼して紹介したものではなく、竹内自身は、量子力学を用いて理論的研究をする素養はまったくなかっただろう。それでも、シュレーディンガーの論文や、ボルンの講演に基づいて、量子力学が紹介されており、日本で最も早い紹介の一つであったことは違いない。そして、これに刺激を受けた学生はいた。伏見康治は、東京高校二年のときに、同級生の渡辺慧が、「小脇に、竹内時男訳編『波動力学論叢』をかかえて颯爽と歩いていた」のを見ている。波動力学という言葉も知らなかった伏見に強い印象を与えた[173]。

一九二七年九月には『日本数学物理学会誌』が創刊され、東京帝大の理学部に編集部が置かれた。これは日本数学物理学会の和文誌であり、オリジナル研究よりも、研究の紹介に重点が置かれた。その最初の巻の論文紹介では、量子力学の原論文、ハイゼンベルクの最初の論文、ボルン、ヨルダンによる行列力学の論文、ハイゼンベルクが加わった三者論文、ド・ブロイが物質波の考えを述べた学位論文、シュレーディンガーによる波動力学に関する論文（ただし最初のものではなく、『フィジカル・レビュー』に書いたもの）等、量子力学の基本的な考えを含む論文が紹介されていた。紹介したのは、落合麒一郎、山内恭彦、竹内時男、木内政蔵といった人達である[174]

## 時代背景と新物理学

このように仁科芳雄が留学している間に、日本では新しい世代の物理学者たちが育ちつつあった。大正期に青少年時代を過ごしたこれら日本の若者たちは、仁科芳雄の世代とは異なった感性の持ち主であった。彼らにとっては、西洋的なもの、現代的なもの、新しいものは仁科の世代の日本人よりも、より身近で自然に受け入れられるものであった。そして、新しい物理学、すなわち量子力学は、そのような新しく、現代的なものとして、彼らに受け入れられた。彼らにとっては幕末と明治維新は過去の出来事であった。文化的には、大正期の日本に花開いたモダニズムを文学、美術、映画、建築から吸収した。政治的には、学校騒動の盛んな時期に高等学校時代を過ごし、権威に対する反抗の文化を身近なものしていた。

ある時代の文化と科学との関係は、科学史において古いと同時に新しいテーマである。巨視的な歴史的文脈から、ある事象を説明することは、科学史だけではなく、歴史学にお

ける一つの野心であると言ってよい。第六章でふれたように、米国の科学史家P・フォーマンは、物理学における非因果性の導入を量子力学による理論的な帰結というよりも、量子力学成立以前の文化的状況から説明しようとした。彼によれば、戦間期のドイツ語圏には、反知性主義的な考えが蔓延していた。それは一つには第一次世界大戦によってもたらされたもので、理性主義や進歩主義に対する絶望感があった。そのような文化的な状況に対して、物理学者は様々な機会に向き合わなければならなかった。大学教員として、物理学者は文化を担う者の一員であり、広い層に向けて講演をして、物理学の営みを説明し、正当化しなければならなかった。そのような一般向けの講演で聴衆に歓迎されるためには、聴衆が気にいる話をしなければならない。そのような制度的仕組みを通して、物理学者は反知性主義的な文化的状況に屈服したとフォーマンは言う。そして、そのときに放棄されたのが合理主義の要だった因果性であった。物理学にも非因果性があるということで、物理学者は、反知性主義的な聴衆にもより受け入れられる。フォーマンはこのようにして、物理学者は量子力学以前から非因果性を放棄し始めたのだというのであった[175]。

同じように、L・フォイヤー（Lewis Feuer）は、相対論と量子論という、二〇世紀初めの「科学革命」の起源を当時のヨーロッパの社会に求めようとする。そこでフォイヤーは世代論的アプローチを取り、それらの新しい学問の創造を世代間の葛藤に求める。フォイヤーは文化という表現を取らないが、実質的に当時の世代ごとの文化について語っていると言ってよいだろう。その意味で、この章で述べたような日本の状況と似ている。しかし、フェイヤーにおいて興味深いのは、単純に革命的な文化をもつ新しい世代が新しい科学を生みだしたのではなく、世代間の異なる文化の相克に創造性を見ていることである。また、原著のタイトルには「科学革命」という言葉は無いが、第三章は「科学革命」の議論をしており、そこでT・クーン（Thomas Kuhn）の科学革命と一線を画している。特に政治における「革命」と「科学革命」を明白に区別し、連続性と非連続性の相補性を見ている点が、前に触れたギャリソンの主張を予兆しており興味深い。他方で、フォーマンとちがって物理学史家ではないフォイヤーは、当時の物理学の状況にはほとんど注意を払っていないために、物理学史的な記述には著しく説得力を欠く。科学的な発展よりも、もっぱら社会的背景から直接的に科学の変化を説明しようとする傾向はむしろフォーマン以上なのだが、物理学の内容を把握していない[176]。

今日、フォイヤーはもちろん、フォーマンの主張をそのまま受け入れる物理学史家は少ないであろう[177]。一般に、ある文化の存在から、特定の科学理論や、特定のスタイルの科学的営為を説明することは、一見もっともらしく聞こえても、厳密な検証に堪えないものが多い。その点、フォーマンは、文化が科学上の考えに直接作用するようなメカニズム（たとえば一般向け講演）を見つけ出そうとした点で、優れている。しかし、実際には文化と科学との間の関係は、フォーマンが考えたほど簡単なものではない。特に非因果性の導入は、非常に複雑な歴史的経緯があり、ワイマール文化だけで説明しきれるようなものではない。フォーマンが例として挙げている物理学者に関しては、限定的に当てはまる可

能性はまだ残されているが、彼らは量子論・量子力学の歴史におけるごく少数の登場人物に過ぎず、彼らによって代表させることはできない。フォイヤーの主張は、フォーマンよりもさらに大雑把であり、文化と科学の間の表層的な類似点を指摘したに過ぎない。

「文化」という概念自体、極めて問題の大きいものとなりつつある。それを敢えて維持し、科学と文化との間の関係を語るというならば、せめて「ワイマール文化」という大きなくくりを避けることは不可欠である。それはおそらく日本の科学史においても同様である。「日本文化」という言葉は空虚であり、それをもって日本の科学の歴史について何かを説明することはできない。だが、ある社会的歴史的状況の中に、限定された集団が、特定の文化を生み出したり、受容したりしたことは、言う事はできる。そのような文化と科学に関わる集団の持っていた文化との関係について言うこともできる[178]。

このような限定された意味において「文化」を考えるとき、それはある事象を説明するというよりは、ある事象を特徴づけ、理解するための記述の一部分となる。したがって、フォーマンの考えたような文化から科学を説明するメカニズムを無理に考える必要はない。他方で、ワイマール文化における一般向け講演のようなことは、一部の物理学者が実際に行っていたことであり、それはそれで当時の物理学者の営為として記述に取り込むべきなのである。

さらに文化は必ずしも、[影響」することによって歴史上の人物に作用するわけではないことに注意すべきである。フォーマンやフォイヤーの議論の枠組みは、ある時代、地域にある文化があって、その文化がその時代・地域の人々に「影響」し、特定の行動を取らせた、というものである。このような見方は、M・ノートン・ワイズによって批判された。それに対して、ワイズが提案するのは、文化資源という考え方である。ワイズによれば文化は資源という形で存在していて、歴史上の人物はそれを主体的に使うものだというのである。その場合、ある時代・場所における文化は多様なばかりでなく、それが常に歴史上の人物の行動を左右するとは限らない。従って、文化資源によって歴史上の事象を説明することはできないが、それは事象を理解する上で必要なことがらである[179]。

ワイズの文化資源の描像は、歴史上の人物の主体性を過大に評価する危険があるのは確かである。文化的影響ということが常に成り立つわけではないが、常に成り立たないわけでもなく、それによって理解したほうが良いことも起こり得るからだ。実際に歴史において起こっているのは、文化的影響と文化資源の利用という二つの極の間にあるどこかの中間点であろう。しかし、そのどこであるかは個別事例によって異なる。その意味で、文化的影響による説明ということは成り立ちえない。

それではこの章で述べた事例において、科学と文化はどのような関係にあったのか。一九二〇年代半ばの東京帝大と京都帝大において、物理学を中心とした一部の若い研究者の間で、古い物理学にあき足らず、新しい学問を学ぼうとするような文化があった。他方で、同時期に、文学や関連する領域で、主に若い人に受け入れられた文化運動として、モダニズムがあった。そして、一部の物理学研究者においてみられる若者文化が、より広い

社会において存在したその若者文化と共通項を持っていた。それは一方が他方に「影響」したことあっただろうし、また資源として利用したこともあっただろう。しかし、それ以上に、共通する社会的状況があって、それが文化を作り出すときに、研究者に対しては特定の現われ方をしたというべきであったように見える。若い物理学者たちは、同じ震災後・高等教育拡張後の社会的状況に置かれたが、他の人たちとは別の活動をし、彼ら特定の状況や、出来ごとがあった。例えば、アインシュタインの来日という事件は、他の人よりもより大きく作用していた。文学や芸術運動をする人達とは、物理学者は異なる活動や、蓄積と発展があった。つまり、科学的活動を文化の相において捉えたときに、東京や京都において量子力学を勉強し始めた若い研究者たちの文化は、その時期の社会的状況が生み出した日本の多様で、不均一な文化の一つの現われであり、それは当時同時期に現れた他の文化との相互作用しつつ出現したと考えられる。

## 仁科と新世代の物理学者たち

このように大正期に青少年時代を過ごした日本の若者たちは、仁科の世代とは、異なった文化に接触していた。当時を代表するジャーナリストである徳富蘇峰（猪一郎）は次のように書く。「翻って大正時代の青年を見れば、恰も金持三代目の若旦那に似たり」[180]。明治期の青年と比べて、大正期の青年は、日本という国の前途を心配せずともよい。だから彼らはとてものんきでいられるのだ、というのだ。また、政治家の鳩山一郎は、明治期の終わりごろから、英雄時代の次に凡人時代が訪れたとしている。国運が上昇し、社会が安定することによって、「人間の型」が小さくなっていったというのである[181]。このような世代論的なとらえ方自体があまりに画一的で、物理学者のような人たちにそのまま当てはまると考えるべきではないだろう。さらに、これらのことが言われたのは明治の終わりから大正の初めのことで、大正期を通して青年が単にのんきであったり、凡人であったりしたわけではない。大正期は決して社会が安定し続けたわけではないのである。すでに述べたように、第一世界大戦は、直接に日本に戦火が及ばなかったとしても、日本の産業と学術を変化させつつあった。しかし、少なくともこうした中で、新しい世代の人たちは国の前途よりも、自らの興味関心を優先して、物理学のような学問に興味を持つことが可能になりつつあった。アインシュタインの来日はそれを確かに後押ししたし、就職難問題もまた、若者が大学に長くとどまることを促した。こうして、仁科の帰国前から東京にも、京都にも、日本の若い物理学徒たちは新しい物理学を学ぶ意欲を持って、自ら動きだしていた。彼らは、古い物理学と年長の物理学者たちの多くにあき足らず、当時最新の量子物理学を学ぼうとした。そして、彼らが将来研究する場所として理研が大河内の改革のもとに成功を収めつつあった。

しかし、いくら意欲があっても、あるいは研究機関が整備されつつあっても、独学では新しい分野の学問の研究をするようになれるとは限らない。量子力学の原論文を読み、翻訳することは、理論を学ぶことに過ぎない。必ずしも、そこから直ちに研究が出来るわけ

ではなかった。紙に書かれたものを読んで理論を学ぶことは出来ても、そこから創造的な研究に跳躍することは難しく、例えば湯川のようなごく一部の人間しか達成できなかった。研究成果を上げるためには、その分野の研究をしようという意欲だけではなく、分野の全体像と研究動向を把握し、それに基づいて若い研究者の研究を指導できる人物が必要であった。若い物理学者たちに同情的な年長の物理学者はいたが、最前線の物理学研究に関して研究指導をするのには力不足だった。ちょうどそこに仁科芳雄が帰国したのである。

---

1 帰国日の根拠については前章参照.
2 仁科芳雄から G. Hevesy（1929年4月1日）『書簡集Ⅰ』pp. 120-122.
3 仁科芳雄から G. Hevesy（1929年4月1日）『書簡集Ⅰ』pp. 120-122.
4 仁科芳雄から N. Bohr（1929年2月19日）『書簡集Ⅰ』pp. 116-118.
5 仁科晃「仁科芳雄博士と私」『岡山県医師会報』400号（1973年10月）：22-25, 特に p. 22.
6 仁科晃,「仁科芳雄博士の思い出」『高梁川』32号（1975年8月）：4-19, 特に p. 8.
7 仁科晃, 前掲注 5, p. 23.
8 精義塾編『精義塾七十五年史』（精義塾, 1968）, p. 34.
9 仁科芳雄「量子論と因果律に就て 附Ｂｏｈｒ研究所の話」『電気学会雑誌』49巻（1929）：1331-1345.
10 仁科芳雄から G. Hevesy（1929年4月1日）『書簡集Ⅰ』pp. 120-122, 特に p. 121.
11 仁科芳雄から N. Bohr（1929年2月19日）『書簡集Ⅰ』pp. 116-118.
12 仁科芳雄から N. Bohr（1929年2月19日）『書簡集Ⅰ』pp. 116-118.
13 名和の生涯については次を見よ：名和武追想録刊行会編『名和武追想録』（名和武追想録刊行会,1973）.
14 仁科芳雄から N. Bohr 夫妻（1929年2月19日）『書簡集Ⅰ』pp. 116-118, 特に p. 117.
15 仁科芳雄から N. Bohr 夫妻（1929年2月19日）『書簡集Ⅰ』pp. 116-118, 特に p. 117.
16 仁科芳雄から G. Hevesy（1929年4月1日）『書簡集Ⅰ』pp. 120-122, 121.
17 B. Schultz から仁科芳雄（1929年4月30日）『書簡集Ⅰ』pp. 134-136.
18 O. Klein, G. Klein, S. Rosseland, A. Kronig, P. Jordan, W. Pauli から仁科芳雄（1929年4月10日）『書簡集Ⅰ』pp. 125-126, 特に p. 125.
19 仁科芳雄から G. Hevesy（1929年4月1日）『書簡集Ⅰ』pp. 120-122, 121.
20 仁科芳雄から N. Bohr（1929年4月6日）『書簡集Ⅰ』pp. 122-123.
21 理研仁科人事記録, 理化学研究所記念史料室.
22 大河内記念会『大河内正敏：人とその事業』（日刊工業新聞社, 1954）；齊藤憲『大河内正敏：科学・技術に生涯をかけた男』（日本経済評論社, 2009）.
23 大河内記念会編, 前掲注 22, p. 66.
24 例えば理化学研究所編『昭和二年財団法人理化学研究所案内』（理化学研究所, 1927）p. 16.
25大河内記念会事務局『大河内賞』（日刊工業新聞社, 1965）, p. 51.
26 大河内記念会編, 前掲注 22, p. 66.
27 和田猪三郎「大河内先生の憶い出」大河内記念会編, 前掲注 22, pp. 84-88, 特に p. 87.
28 大河内記念会編, 前掲注 22, p. 68.
29 朝永振一郎「科学者の自由な楽園」『朝永振一郎著作集1 鳥獣戯画』（新装版, みすず書房, 2001）, pp. 224-235, 特に pp. 226-227.

[30] 大河内記念会編, 前掲注 22, pp. 68-69.
[31] 大河内記念会編, 前掲注 22, p. 67.
[32] 朝永, 前掲注 29, pp. 224-225.
[33] 大河内記念会編, 前掲注 22, pp. 67-68.
[34] 大河内記念会事務局, 前掲注 25, p. 45.
[35] 大河内記念会編, 前掲注 22, pp. 67-68.
[36] 和田, 前掲注 27, p. 86.
[37] 佐藤清「工作係一代記」(特集「理化学研究所 60 年のあゆみ」),『自然』33 巻 13 号 (1978) : 141-152, 特に p. 143; 竹内柾「朝永さんと私」松井巻之助編『回想の朝永振一郎』(みすず書房, 1980) , pp. 160-166, 特に p. 161; 竹内柾「仁科研究室物語」『仁科芳雄』pp. 209-222, 特に p. 216.
[38] 飯盛里安「初対面から二十四年」河内記念会編, 前掲注 22, pp. 89-93, 特に p. 91.
[39] 和田, 前掲注 27, pp. 85-86.
[40] 朝永, 前掲注 29, p. 224.
[41] 斎藤憲『新興コンツェルン理研の研究 : 大河内正敏と理研産業団』(時潮社, 1987).
[42] 飯田茂次ほか (座談会)「化学者の創り出したモノ : 理研ビタミンから合成酒まで」(特集「理化学研究所 60 年のあゆみ」),『自然』33 巻 13 号 (1978) : 28-37, 特に pp. 30-32.
[43] 岡潔「中谷さんの思い出」樋口敬二監修『中谷宇吉郎雪の物語』(中谷宇吉郎雪の科学館, 1994) , pp. 126-128, 特に pp. 126-127.
[44] 仁田勇『流れの中に : 一科学者の回想』(東京化学同人, 1973) , pp. 173-174. 仁田は中谷宇吉郎か藤岡由夫が言ったこととして記憶している.
[45] 藤岡由夫「西田さんの想い出」下村寅太郎編『西田幾多郎 : 同時代の証言』(岩波書店, 1971) , pp. 218-221.
[46] 仁科芳雄「誓約書」(1922 年 3 月 19 日) 理化学研究所, 記念史料室.
[47] 林太郎「理研一号館」(特集「理化学研究所 60 年のあゆみ」),『自然』33 巻 13 号 (1978) : 80-83, 特に p. 80.
[48] 佐々木次郎ほか (座談会)「理化学研究所の原風景 : 大正末期から終戦まで」特集「理化学研究所 60 年のあゆみ」),『自然』33 巻 13 号 (1978) : 20-27, 特に pp. 20-21.
[49] 飯田ほか, 前掲注 42, p. 28.
[50] 理化学研究所編『財団法人理化学研究所第三回 (大正八年度) 事業報告書』(理化学研究所, c1921) , p. 36; 理化学研究所編『財団法人理化学研究所第四回 (大正九年度) 事業報告書』(理化学研究所, 1921) , pp. 32-33.
[51] 板倉聖宣, 木村東作, 八木江里『長岡半太郎伝』(朝日新聞社, 1973) , p. 449.
[52] 板倉ほか, 前掲注 51, p. 439.
[53] 佐々木ほか, 前掲注 48, p. 21.
[54] 板倉ほか, 前掲注 51, p. 439.
[55] 金子勉『アインシュタイン・ショック』(河出書房, 1991) .
[56] 伊藤憲二「竹内時男とアインシュタイン」『現代思想』(2019 年 8 月) : 192-206.
[57] Stanley, Matthew, *Einstein's War: How Relativity Triumphed Amid the Vicious Nationalism of World War I* (Dutton, 2019).
[58] 勝木渥『量子力学の曙光の中で』(星林社, 1991) , p. 69.
[59] 桃谷嘉四郎「高校, 大学時代の中谷君」樋口敬二監修『中谷宇吉郎雪の物語』(中谷宇吉郎雪の科学館, 1994) , pp. 131-133, 特に p. 131.
[60] 金子, 前掲注 55, 2 巻, p. 220.
[61] 朝永振一郎「仁科先生の温情に泣く」『自然』17 巻 10 号 (1962) : 44-47, 特に p. 47 (以下に再録 :『自然』26 巻 4 号 (1971) : 262-265;『朝永振一郎著作集 1 鳥獣戯画』(新装版, みすず書房, 2001) , pp. 193-202) .

[62] 湯川秀樹『旅人：ある物理学者の回想』（朝日新聞社, 1958）, pp. 140-142.
[63] 石原純『相対性原理』（岩波書店, 1922）.
[64] 仁田, 前掲注 44, pp. 154-155.
[65] 東京市編『東京震災録』前輯（東京市, 1926）pp. 39-40.
[66] 永井荷風「震災」『偏奇館吟草』（筑摩書房, 1948）, pp. 57-59, 特に p. 58.
[67] 手塚富雄『一青年の思想の歩み』（講談社, 1966）, pp. 81-82.
[68] 越沢明『東京の都市計画』（岩波新書, 1991）p. 62.
[69] 山野晴雄「関東大震災後の社会情勢」金原左門編『大正デモクラシー』（吉川弘文館, 1994）, pp. 201-224, 特に p. 201.
[70] 大宅壮一「百パーセント・モガ」『大宅壮一全集 第2巻』（英潮社、1981）, pp. 10-17.
[71] 大宅, 前掲注 70, pp. 10-17.
[72] 清沢冽『モダン・ガール』（金星堂, 1926）, p. 203.
[73] 清沢, 前掲注 72, p. 213.
[74] 川崎賢子「『新青年』の誕生とその時代」『新青年』研究会編『『新青年』読本』（作品社, 1988）, pp. 4-7.
[75] 『新青年』研究会編『『新青年』読本』（作品社, 1988）, p. 78.
[76] 関井光夫「科学万能のロマンティシズム」『新青年』研究会編, 前掲注 75, pp. 32-35.
[77] 堀切直人『大正幻滅』（リブロポート, 1992）, p. 158.
[78] 夢野久作「甲賀三郎氏に答う」『夢野久作全集 7』（三一書房, 1970）, pp. 369-373, 特に p. 371.
[79] 夢野, 前掲注 78, p. 372.
[80] 夢野久作「探偵小説の新使命」『夢野久作全集 7』（三一書房, 1970）, pp. 365-368, 特に p. 368.
[81] 阿部次郎「人格主義」『阿部次郎全集 第6巻』（角川書店, 1961）, pp.5-324.
[82] 竹内洋『日本の近代 14 学歴貴族の栄光と挫折』（中央公論新社, 1999）, pp. 100-103.
[83] 日本近代教育史事典編集委員会編『日本近代教育史事典』（平凡社, 1971）.
[84] Bourdieu, Pierre, *Homo Academicus* (Editions de Minuit, 1984)〔石崎晴巳・東松秀雄訳『ホモ・アカデミクス』（藤原書店, 1997)〕.
[85] 大宅壮一「知識的自由労働者について」『大宅壮一全集 第2巻』（英潮社、1981）, pp. 84-90.
[86] 田宮虎彦「菊坂」『田宮虎彦作品集 第三巻』（光文社, 1956）, pp. 126-160, 特に p. 147.
[87] 伊藤彰浩『戦間期日本の高等教育』（玉川大学出版部, 1999）, p. 140.
[88] 伊藤, 前掲注 87, pp. 145-155.『戦間期日本の高等教育』145-155.
[89] Smith, Henry DeWitt., *Japan's First Student Radicals* (Harvard University Press, 1972)〔松尾尊兌・森史子訳『新人会の研究：日本の学生運動の源流』（東京大学出版会, 1978)〕.
[90] 住谷悦治・高桑末秀・小倉襄二『日本学生社会運動史 ： 京都を中心に』（同志社大学出版部, 1953）, p. 105.
[91] 桑原武夫「森外三郎先生のこと：よき時代のよき教育者」『桑原武夫全集、第四巻』（朝日新聞社, 1968）, pp. 33-47, 特に p. 36.
[92] 桑原, 前掲注 91, p. 36.
[93] 湯川秀樹『旅人：ある物理学者の回想』（朝日新聞社, 1958）, pp. 161-162.
[94] 堀の用いたのはおそらく次の教科書だと思われる：森總之助『力学』（第10版, 丸善, 1924）.
[95] 堀健夫「学生時代の「振ちゃん」」伊藤大介編『追想朝永振一郎』（中央公論社, 1981）,

pp. 58-66, 特に pp. 59-60.
[96] 朝永, 前掲注 61, p. 262.
[97] 朝永振一郎「量子力学の曙」『朝永振一郎著作集 11　量子力学と私』(新装版, みすず書房, 2002), pp. 63-95, 特に p. 81.
[98] 朝永, 前掲注 61, p. 262.
[99] 朝永, 前掲注 61, p. 262.
[100] Reiche, Fritz, *Die Quantentheorie, ihr Ursprung und Entwicklung* (Springer, 1921).
[101] Gearhart, Clayton A., "Fritz Reiche's 1921 Quantum Theory Textbook," Massimilliano Badino and Jaume Navarro, eds., *Research and Pedagogy: A History of Quantum Physics through its Textbooks* (Edition Open Access, 2013), pp. 101-116.
[102] 湯川, 前掲注 93, p. 197.
[103] 湯川, 前掲注 93, p. 209.
[104] 朝永振一郎, 湯川秀樹, 豊田利幸（対談）「二人が学生だったころ」『朝永振一郎著作集 10 量子電気力学の発展』(新装版, みすず書房, 2001), pp. 223-260, 特に pp. 237-238.
[105] 湯川, 前掲注 93, p. 220.
[106] 田村松平、朝永振一郎、湯川秀樹、井上健（座談会）「日本における素粒子論の黎明」『朝永振一郎著作集 10 量子電気力学の発展』(新装版, みすず書房, 2001), pp. 112-133, 特に p. 118.
[107] Schrödinger, Erwin, *Abhandlungen zur Wellenmechanik* (Barth, 1927).
[108] 田村ほか, 前掲注 106, p. 120.
[109] 湯川, 前掲注 93, p. 215.
[110] 湯川, 前掲注 93, p. 224.
[111] 朝永, 前掲注 61, p. 263.
[112] 上田久『続 祖父西田幾多郎』(南窓社, 1983), p. 76. 現代仮名遣いに直した.
[113] 田村ほか, 前掲注 106, p. 119.
[114] 田村ほか, 前掲注 106, p. 115.
[115] 田村ほか, 前掲注 106, p. 119.
[116] 朝永振一郎「量子力学と私」日本物理学会編『日本の物理学史（上）歴史回想編』(東海大学出版会, 1978), pp. 617-655, 特に p. 618 (次にも採録：『朝永振一郎著作集 11 量子力学と私』(新装版, みすず書房, 2002), pp. 6-61).
[117] 田村ほか, 前掲注 106, p. 121.
[118] 朝永, 前掲注 116, pp. 618-619.
[119] 朝永ほか, 前掲注 104, pp. 232-233.
[120] 朝永, 前掲注 61, pp. 262-263.
[121] 京都帝国大学編『京都帝国大学一覧自大正十二年 至大正十三年』(京都帝国大学, 1924), p. 584.
[122] Ozawa, Takeshi, "On the Initial Reception of Quantum Mechanics in Japan, 1925-1928," *Historia Scientiarum* 19 (2009): 29-42, 特に p. 35.
[123] 朝永ほか, 前掲注 104, pp. 246-247.
[124] Jordan, Pascual, "Die Entwicklung der neuen Quantenmechanik," *Naturwissenschaften* 15 (1927): 614-623; "Schluss," 636-649 の翻訳. ペ・ヨルダン「新量子力学の発展（1）」『天界』82号（1928年1月）：3-8；「(2)」83号（1928年2月）：62-73；「(3)」84号（1928年3月）：111-115；「(4)」85号（1928年4月）：179-185；「(5)」86号（1928年5月）：215-225；「(6)」87号（1928年6月）：265-277.
[125] 朝永振一郎「対談 科学の意味」『朝永振一郎著作集 2 物理学と私』(新装版, みすず書房, 2001), pp. 336-350, 特に pp. 342-343.
[126] 朝永, 前掲注 116, p. 572.
[127] 湯川秀樹「素粒子論研究の思い出」日本物理学会編『日本の物理学史（上）歴史回想

編』（東海大学出版会, 1978）, pp. 571-584, 特に p. 572.
[128] Jordan, Pascual, and Oskar Klein, "Zum Mehrkörperproblem der Quantentheorie," *Zeitschrift für Physik* 45 (1927): 751-765.
[129] Bose, [Satyendra Nath,] "Plancks Gesetz und Lichtquantenhypothese," *Zeitschrift für Physik* 26 (1924): 178-181.
[130] Jordan and Klein, 前掲注 128.
[131] 朝永, 前掲注 116, pp. 621-622.
[132] 湯川, 前掲注 127, p. 572.
[133] 藤岡由夫『科学者休むに似たるか』（講談社, 1969）, p. 115.
[134] 藤岡, 前掲注 133, p. 158.
[135] 藤岡, 前掲注 133, p. 77.
[136] 有山兼孝「量子論５０年の回想」『科学史研究』21 巻 2 号（1952）：1-9.
[137] 坂井卓三『量子論』（岩波講座物理学及び化学, 岩波書店, 1930）.
[138] 伏見康治『時代の証言：原子科学者の昭和史』（同文書院, 1989）, p. 1.
[139] 伏見, 前掲注 138, p. 9.
[140] 伏見, 前掲注 138, p. 14.
[141] 伏見, 前掲注 138, p. 14.
[142] 伏見, 前掲注 138, p. 15.
[143] 勝木渥『量子力学の曙光の中で：「物理学輪講会」組織者の一人鈴木昭先生に聴く』（星林社, 1991）, p. 70.
[144] 勝木, 前掲注 143, pp. 79-80.
[145] 藤岡, 前掲注 133, p. 78.
[146] 勝木, 前掲注 143, p. 70.
[147] 勝木渥「量子力学前夜の日本」『数理科学』（1984 年 10 月）：6-10.
[148] 朝永振一郎「日本における量子力学の成立」『朝永振一郎著作集 11 量子力学と私』（新装版, みすず書房, 2002）, pp. 96-115, 特に p. 103.
[149] 勝木, 前掲注 143, p. 18.
[150] 勝木, 前掲注 143, p. 84.
[151] 勝木, 前掲注 143, p. 74.
[152] 勝木, 前掲注 143, p. 75.
[153] 朝永, 前掲注 97, p. 83.
[154] 藤岡, 前掲注 133, p. 78.
[155] 藤岡, 前掲注 133, p. 78.
[156] 藤岡, 前掲注 133, p. 79.
[157] 仁田, 前掲注 44, p. 187.
[158] 朝永, 前掲注 148, p. 103.
[159] 藤岡, 前掲注 133, p. 79.
[160] 物理学輪講会同人編『物理学文献抄第一輯』（岩波書店, 1927）；物理学輪講会同人編『物理学文献抄第二輯』（岩波書店, 1928）.
[161] 安倍能成『岩波茂雄傳』（岩波書店, 1957）, p. 153.
[162] 安倍, 前掲注 161, p. 154.
[163] 勝木, 前掲注 143, p. 19.
[164] 朝永, 前掲注 97, p. 84.
[165] 山内恭彦「原子衝突の日本での発芽」『日本物理学会誌』32 巻（1977）：272-273, 特に p. 272.
[166] Born, Max, *Vorlesungen über Atommechanik, Ester Band,* (Springer, 1925).
[167] Giulini, Domenico, "Max Born's *Vorlesungen über Atommechanik, Erster Band*," in Massimilliano Badino and Jaume Navarro eds., *Research and Pedagogy: A History of*

*Quantum Physics through Its Textbooks* (Edition Open Access, 2013), pp. 207-229.
168 西島和彦, 山口嘉夫, 朝永振一郎, 山内恭彦「座談会・量子力学の衝撃と体験」(別冊数理科学)『量子力学：誕生から６０年』(サイエンス社, 1984) , pp. 11-22, 特に p. 11-12.
169 山内, 前掲注 165, p. 272.
170 朝永, 前掲注 148, p. 113.
171 竹内時男『書換えられたる物理学』(内田老鶴圃, 1920)；竹内時男『量子論』(内田老鶴圃, 1922).
172 竹内時男『新量子力学及新波動力学論叢』(大鐙閣, 1927).
173 伏見, 前掲注 138, p. 19.
174 『日本数学物理学会誌』1 巻第 1 号 (1927)：76-125.
175 Forman, Paul, "Weimar Culture, Causality, and Quantum Theory: Adaptation by German Physicists and Mathematicians to a Hostile Environment," *Historical Studies in the Physical Sciences* 3 (1971): 1-115. 1971 ； Forman, Paul, "Kausalität, Anschaullichkeit, and Individualität, or How Cultural Values Prescribed the Character and Lessons Ascribed to Quantum Mechanics," in Nico Stehr and Volker Meja, eds., *Society and Knowledge* (Transaction Books, 1984), pp 333-347.
176 Feuer, Lewis Samuel, *Einstein and the Generations of Science* (Basic Books, 1974) 〔村上陽一郎・大谷隆昶・成定薫訳『アインシュタインと科学革命：世代論的・社会心理学的アプローチ』(法政大学出版局, 1991)〕.
177 Wise, M. Norton, "Forman Reformed, Again," in Cathryn Carson, Alexei Kjevnikov, and Helmuth Trischler, eds., *Weimar Culture and Quantum Mechanics: Selected Papers by Paul Forman and Contemporary Perspectives on the Forman Thesis* (World Scientific, 2010), pp. 415-433.
178 科学史における文化の問題については次の論集を見よ：Keller, Evelyn Fox, and Karine Chemla, eds., *Cultures without Culturalism: The Making of Scientific Knowledge* (Duke University Press, 2017).
179 Wise, M. Norton, "Forman Reformed, Again," in Cathryn Carson, Alexei Kojevnikov, and Helmuth Trischler, eds., *Weimar Culture and Quantum Mechanics: Selected Papers by Paul Forman and Contemporary Perspectives on the Forman Thesis* (World Scientific, 2010), pp. 415-433.
180 徳富猪一郎『大正の青年と帝国の前途』(民友社, 1916) , p. 4.
181 鳩山一郎『私の自叙伝』(改造社, 1951) , p. 235.

# 第一〇章　量子力学の伝道者たち

前章で仁科芳雄の帰国前から、量子力学の論文や書籍を独自に読み始めた若い物理学者たちが東京と京都にいたことについて述べた。論文や書籍といった、紙の上に書かれた文字、数式、グラフ等を通して、量子力学を学ぶ段階の次は、人を通して、量子力学を学ぶことであった。論文や書籍を読んで理論や実験結果についての知識を身に着けても、そこから物理学の発展に寄与できるような研究を行うのは必ずしも容易ではないからである。そのためには、まだ知られていないことについて、適切な方法を用いて、学術的に有意義な結果を得なければならないが、何が適切な方法であり、何が学術的に有意義な結果であるのか、そしてそうして得られた結果をどこに、どのように発表するものなのか、といったことは論文や書籍を読むだけで体得するには特殊な才能が必要である。そもそも、研究は新たな知見を生み出すことである以上、未知の事柄であり、何を読んでもそれについて書かれているはずがないのだ。

第六章で、新たな知識を導入するのに人を介する方法として、人を送ることと、人を呼び寄せることがあったことを述べた。当時、留学して新しい物理学を学ぶことができた者は少数であり、大部分の人たちは日本に来る人を介することになる。この時点ではそれは外国出身の学者だけではなく、留学した日本人学者もいた。そこでは仁科も大きな役割を果たしたが、彼が量子力学を日本に紹介した最初の人物だったわけではない。本章では、仁科も含めて、日本において量子力学を広める役割を果たした人達の活動を描く。特に、仁科はその過程で重要な研究者を自らのグループに加えることになった。

## 高峰俊夫とラポルテ

仁科以前によく外国の研究者を招聘したのは、高嶺俊夫であった。高嶺についてはすでに何度か言及した。分光学者であり、原子物理学とは関係が深い。仁科より前からコペンハーゲンに行っていた。前章でふれた藤岡由夫の師でもある。高嶺の父、高嶺秀夫は会津藩の藩士で、白虎隊の一員だったが年少のため切腹を免れた。典型的な士族の出自である。しかし高峰の人柄は侍のステレオタイプとは程遠い。非の打ちどころのないハイカラ紳士、穏やかで、上品で、気が弱かったという[1]。弟子の藤岡が次のように書いたほどであった。「私と話していても、私は新取の気性でグングン進んで物を言う。先生は何も言えずあとじさりしてしまう。とうとう最後には室から逃げ出し、あとで先生から私にわびを入れてこられ、こちらの方が大恐縮している」[2]。

高嶺は、海外で研究することを好み、研究室を空けることが多かった。海外で最新の分光学機器を入手すると共に、知り合った分光学分野の若い学者をよく日本に招聘した。たとえば、G・ディーケ（Gerhard H. Dieke）や、O・ラポルテ（Otto Laporte）がそうであった。ディーケはドイツ生まれのオランダ人である。一九二七年に日本に訪れ、高嶺のもとでヘリウムの分子スペクトルの研究をした。

ラポルテもドイツ生まれでミュンヘンのゾンマーフェルトのもとで学んだ。分光学を専門とし、一九二四年に学位を取得すると、米国国際教育委員会の助成によって米国国立標準局でポスドク研究員となった。高嶺はこのころにラポルテに会っていたらしい。ラポルテは二年後の一九二六年にミシガン大学の助教授になったが、その翌年、高嶺は彼を日本に半年間招待した。そして一九二八年二月に日本に到着し、数か月京都大学の木村正路の許に滞在した後、理研の高嶺研究室で研究を続けた[3]。日本文化、特に古美術に魅せられたラポルテは、親日家となった。しかし、米国から招待を受けたゾンマーフェルトにミュンヘン大学での代講を頼まれ、滞在を短縮してシベリア鉄道でミュンヘンに駆け付けた。一九三五年に米国に帰化したのち、一九三三年、一九三七年にも来日し、さらに戦後はアメリカのサイエンス・アタッシェとして日本にきた。日本語にたんのうで俳句を詠むほどだったという[4]。

彼が最初に京都に滞在した時、当時三年生の湯川秀樹が彼の講義を聞いた。主に分光学の話であったが、量子力学も含まれていた。これが湯川にとって量子力学を比較的系統的に聞いた最初だったという[5]。藤岡由夫はディーケやラポルテと一緒に研究し、交友した。ディーケは仁科の師でもあったフローニンゲンのコスターのもとに移った。そして藤岡も後に述べるハイゼンベルクと同じ便でヨーロッパに旅立ち、そのグループに加わることになる[6]。

## 杉浦義勝

ラポルテの来日よりも前、一九二八年の一月五日に、杉浦義勝が帰国していた。杉浦についてはすでに触れた。コペンハーゲンで量子力学を学んだ日本人物理学者の一人である。理論家としては、仁科よりも先輩だった。水素分子の量子力学的理論についての重要な仕事をしていたように、量子力学をマスターした優れた理論家だった。日本に帰国し、長岡研究室の研究員となった。そして理論よりも、原子物理学の実験的な研究に従事したように見える。後にコッククロフト・ウォルトン装置を用いて、仁科や西川らよりは、より小規模な原子核実験を行うことになる。杉浦は仁科ほど重要な役割を果たしたとは言い難いが、理研の原子物理学グループの重要なメンバーの一人であった。研究指導もした。例えば、皆川理@ルビ：みながわ　おさむ@は最初仁科研にいたが、仁科と意見が合わず、仁科研から長岡研へ移った[7]。そこで杉浦の指導を受けた皆川は、特に宇宙線の分野で指導的な研究者となった。長岡研へ移ったといっても研究室の垣根は低い。交友上でも研究上でも皆川は仁科のグループと深い関係を保ち、共同研究が行われた。

日本数学物理学会が一九二八年四月一日から三日にかけて創立五〇周年を記念する年会を理研で開いた。その年会で杉浦義勝は二日にわたって「新量子力学とその応用」と題する記念講演を行っている。杉浦の講演は、翌年の『数学物理学会誌』第二巻一号附録に掲載された。七〇頁以上になる量子力学の基礎を通覧するものであった。前半ではボーアの原子模型から始めて、ハイゼンベルク等の行列力学と、シュレーディンガーの波動力学を

解説し、ボルンの波動関数の統計的解釈を採用しつつ、ノイマンのヒルベルト空間を導入した量子力学の一般理論を記述している。後半では、実験で検証できるような事象への量子力学の応用として、水素原子、ヘリウム原子のスペクトル、分子スペクトル、衝突問題の理論、コンプトン効果や熱イオン放出、常磁性を扱っていた。これらは量子力学の定式化、精緻化と、個別の問題への応用であった。ディラックの相対論的電子論や、その後の発展は含まれていない[8]。

杉浦の講演はかなり体系的な量子力学の講義となっており、その記事は日本語で書かれた量子力学についての最初の体系的な記述といってよいだろう。また、数物学会の特別講演であり、東京周辺の多くの物理学者が出席したはずである。当時まだ大学生だった武藤俊之助は「旧理化学研究所の大講堂の前の方の席は先生方や諸先輩によって占められているので、われわれ学生は後の席で小さくなって聴講したものである」と書いている[9]。

しかし、杉浦の講演はさほど大きな影響を及ぼさなかった。武藤によれば、杉浦の講義は、入門者に向けて量子力学を分りやすく説くというようなものではなかった。精力的な杉浦は、非常な速度で講義を進め、数多くの文献を黒板に書いていった。武藤自身は、まだ予備知識が不足していて理解できなかった。そればかりでなく、これほど多くの文献を読んで理解しなければ、研究ができないのか、と憂鬱になってしまった[10]。武藤はこの後物性理論の研究を志向するので、杉浦の研究とは比較的親和性が高かったはずである。それにも関わらず、この時の杉浦は若い物理学者を刺激し、量子力学の研究に鼓舞するのには成功しなかった。後に見るように、むしろこの時期の物性物理の理論家に大きな影響を与えたのは、ハイゼンベルクが来日して行った講演であった。

文章になった杉浦の講演は、文献を幅広く押さえていて有益だったと思われる。しかし、そこでも未知の事が急速に明らかになりつつある興奮よりも、むしろわからないことに対する嘆きが強調されている。例えば、新量子力学でも、古典力学と同じく、光の放射のメカニズムは明らかでない、として、「新量子力学的電子論」も一般相対性原理的量子力学も完成していないので、「マックスウェルの理論の生みの苦しみは現今に於いても痛切に感じない訳には行かない」というのである。そして次のように結ぶ。「不解の問題の残る間は再び革命の来るのを予想出来る次第で、真理への奮闘を希ってやまない」[11]。実際、一般相対論的量子力学等、まだ解かれない問題が多いという杉浦の見込みはまったく正しいのだが、急速に様々な問題が解かれて行ったこの時期に生みの苦しみを強調したのは杉浦自身の研究上の苦闘を正直に述べたのかもしれない。そして、すでに興味をもつ物理学者に取り組むべき問題を指し示す役割を果たすこともありえただろう。しかし、まだ関心の定まらぬ若い物理学者を量子力学に惹きつけるには適していなかっただろうし、後で触れるような、量子力学が良くわからなくて苦しんでいたり、不安だったりした若い物理学徒たちにとってあまり助けにならない。後の仁科の講演やこの時期の他の欧米からの訪問者の講演に比べると、杉浦の与えた感化をあまり大きく評価することはできない。

## ゾンマーフェルトの来日

杉浦の講演の有難みが薄かった理由の一つは、その年の暮に、量子力学の建設者たちの師匠にあたるドイツ物理学の大御所が日本に来て講演したことであったかもしれない。仁科が帰国する直前、ゾンマーフェルトが来日したのである。

ゾンマーフェルトの来日は、量子物理学の分野の指導的な研究者の最初のものである。これについては、小澤健志の研究がある。小澤によれば、彼が日本に来たのは、ゾンマーフェルト自身の動機によるもので、日本側が招待したものではなかった。理研や京大が講演の時にかなりの額の謝金を出し、滞在費はそれでまかなわれたと思われるが、日本に来る旅費は日本から出たわけではない。なぜ、ゾンマーフェルトが日本に来たいと思ったのかは明らかでない。しかし、米国に招待されたときに、欧米の外で、目立った物理学上の業績を上げつつあるインドと日本を訪れたいと思ったとしても、それほど不思議ではないかもしれない。また、特にゾンマーフェルトはインドにはラマンのもと数カ月滞在しているので、日本はインドとアメリカの中継地点だったのであろう。また、先に述べたように、日本にゾンマーフェルトが信頼する弟子のラポルテがいたことも日本へ興味を持った理由だった可能性がある。ゾンマーフェルトは、世界一周旅行の財源として、ドイツ学術扶助会(Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft)に旅費を申請することにし、そのために、理研の高嶺にあてて、招待状を送ってほしいと依頼した。当時、高嶺のところにラポルテがいたからであろう。ドイツ学術扶助会は、第一次大戦後のドイツで、学術振興のために作られた財団である[12]。この財団は、現在みられる研究資金授与機関の原形ともいうべきもので、第一次大戦後のインフレによって苦境に陥ったドイツの科学を救うため、地域、学問、党派を超えて作られた組織であった。プロイセンの元文部大臣、F・シュミット＝オット（Friedrich Schmidt-Ott）が代表者になったが、ベルリン・アカデミーの書記長だったM・プランクやF・ハーバーが極めて大きな役割を果たした。ドイツ中央政府、産業界に加えて、アメリカのロックフェラー財団など海外からの援助がこの組織を経て分配された。日本の星一も多額の寄付をしている。プランクは、中央委員会に加えて、星基金運用委員会とドイツの電気産業からの寄付を運用する電気物理学委員会に所属し、特に後者の助成金をボルン、アインシュタイン、ゾンマーフェルトとその弟子たちに配分することで、原子物理学へ大きく貢献した[13]。これより四年前の一九二四年F・ハーバーが星一に招かれて来日したが、ハーバーが招聘を受けた目的の一つはドイツ学術扶助会幹部として、星に謝意を尽すためだった[14]。

ゾンマーフェルトは、インドからシンガポール、上海を経て、一九二八年一一月三〇日に日本郵船長崎丸で長崎に、翌日に神戸に上陸し、神戸から夜行で一二月二日に東京に到着した。ゾンマーフェルトは観光旅行の他は、東京と京都に滞在し、東京帝大と京都帝大で講演をした。その足取りはこの時期の日記に記載されており、小澤健志が毎日の行動をおおよそ明らかにしている[15]。しかし、ここではその細部に立ち入ることは不要であろ

う。ゾンマーフェルトは、東京では四日間講義をした上、一般向け講演を二回行った。京都では、その二回の一般向け講演のみ行った。

東京でのゾンマーフェルトの講義は、一二月五、六、七、一九日の四日間行われた。場所は東京帝大法学部講堂である。使用言語は英語だった。菊池正士と藤岡由夫が講堂の前のほうに坐っていると、寺沢寛一に「二人でノートをとってくれ」と頼まれてしまった。しかし、藤岡にとってゾンマーフェルトの講演は極めて分りにくかった。ドイツ語なまりの英語であったうえに、話が要約されていて、ついていくのが難しい。菊池にとってもそうであったらしい。貴族的な菊池はすぐに諦め、「おい俺はやめたよ、頼むよ」と言って、藤岡に押しつけてしまった。幸い、藤岡はゾンマーフェルトが書いた『波動力学的補遺』の校正刷りを理研で見ることができた。これは『原子構造とスペクトル線』の続編として書かれたものである。講演の内容はこれに基づいていたのであった[16]。藤岡の記録は翌年、『日本数学物理学会誌』創刊号に掲載された[17]。前章で述べたように、このころから日本数学物理学会は和文の雑誌を出版し、寺沢がその編集に当っていたのである。

藤岡の記録によると、講義は「波動力学と電子論の諸問題（Selected Problems on Wave Mechanics and Theory of Electron）」という題で、それぞれ一日ごとに、「波動力学の基礎的問題」、「電子の本性について」、「光電効果の理論」、「金属の電子論」の四部からなっていた。第一部は、シュレーディンガーの波動力学を解説し、水素原子や、遷移過程を論じたものである。第二部は、ディラックの相対論的電子論を導入するものである。第三部では、光電効果を、波動力学を用いて論じている。第四部は、金属における電子の振る舞いをフェルミ・ディラック統計によって扱っている[18]。

一般講演の一回目は一二月八日に東京の日本工業倶楽部において、「最近二十年間に於ける原子の物理學の發達」と題して行われた。この内容は翌年一月の『東洋学芸雑誌』に掲載された[19]。一五日の京都帝大法学部東大講堂でも、同じタイトルで講演がなされた。京都では朝永がこれを聴いており、原子構造とスペクトル線について話をした。ゾンマーフェルトは、スライドでボーア模型を示し、竹の棒で指しながら、電子がその円軌道をぐるぐる回って、一つの円軌道から他の円軌道へ落ちると、光が出る、という話をした。そうしながら、段々と後ろの方へ下がっていた。そしてとうとう教壇から落ちてしまった。それを前のほうに座っていた玉城嘉十郎が抱きとめた。ゾンマーフェルトは、「今、私が落ちたように電子も落ちる」と言って、聴衆を笑わせた[20]。

もう一つの一般向け講演は、京都では一二日、東京では一八日に東大工学部新大講堂でなされた。東大での講演のタイトルは「バネの共鳴現象（Resonance Phenomenon of Springs）」となっている[21]。これも京都で朝永が聴いていた。これは二つの振動からなる系の共鳴現象を扱った。ばねに大きさのある錘が付いているとき、ばねは上下の振動と、ねじれの振動という二つの振動が可能である。もし、これら二つの振動の周期が等しいとき、二つの振動は共鳴する。例えば、最初上下の振動だけだったとすると、それは次第に減衰して、ねじれの振動が大きく。ねじれの振動だけになると、こんどはそれが減衰し

て、上下の振動が大きくなっていく[22]。ゾンマーフェルトは、バネの装置を見せて、実際にそうなっていることを示した。そして、解析力学を用い、方程式を解いて導いた。それぞれの振動の座標を置いて、ハミルトニアンにそれぞれの振動の項と、両者の相互作用の項を入れ、微分方程式を立てて、解けば、共鳴を起こす解が得られる。質疑応答では、聴衆にいた佐々木申二という化学者が、そのメカニズムはどうなっているのか、という質問した。ゾンマーフェルトは、最初「解くと、そうなる」と答えたが、質問者は、さらに「解くと多分そうなることはわかるけれども、物理的にそれをどう考えたらよいのか」と聞いた。すこし考えてゾンマーフェルトは、次のように答えた。「ここへ来て、あんたちょっと振り子を引っ張ってごらん。そうすると、ちょっとこう回るような気がするだろう」[23]。

朝永はこのやりとりに感心した。半世紀近く後に回想していう。「よく学生に雑誌を読ませて輪講なんかをするときに、答が出ましたというわけですね。それで『どういうわけで、どういう意味で、そういう答が出たんだ』と聞いて、ときどきやっつけることがあるんです。そうすると『先生、解いたらこう出ました』と答える。しかし、本当はそれでは答にならないんです」。日本の理論物理学者たちは、「式を解いたら答が出た、それでもうよいんだ」と考える傾向が強すぎるのではないかと朝永はいうのである[24]。数学的操作に満足せず、物理的意味を問う朝永の態度は、このころから形成され始めていたのであろう。それは、当時の日本の数理に偏った理論物理学からは重要な乖離であった。

藤岡と菊池が苦労したように、ゾンマーフェルトの英語の講義はあまり分りやすくなかった。それでも、ゾンマーフェルトの来日は、若い物理学者たちにも強い印象を与えた。有山兼孝は、当時東京帝大物理学科を卒業し、大学院に進学して一年たったところだった。有山は、三年生の卒業研究のときに田丸卓郎に相談に行ったが、古典力学の専門家である田丸から、「スペクトルとか原子とか、そっちの大事なことを勉強したがいい」と言われ、他の教師にも量子力学の勉強を進められていた。そこで、量子力学を勉強するつもりで大学院に進学した。その有山にとって、ゾンマーフェルトの講演は、紙の上で勉強しつつあった量子力学に生身の肉体を与えるものであった。「これで、量子力学に対する親近感が初めて植えつけられたわけであります。ただもう論文、雑誌を見ているだけで、何か借りものの勉強をしているみたいな気が随分していたわけですけれども、実際に大先輩がそういうものをいろいろと話して聞かせる、実地にやっておられる方が話して聞かせるという事で、大変な親近感を覚えました」[25]。ゾンマーフェルトは一二月二一日に横浜で乗船し、ホノルルへ向けて旅発った。この帰国の船の上で、滞日中杉浦義勝との会話で考えた問題が後の仁科研の物理学者たちにとっても重要な意味を持つことになるのだが、それについては一三章で述べるであろう[26]。

ゾンマーフェルトの後に日本に来た外国人物理学者としてR・ガーネイ(Ronald Gurney)がいる。これは一九二九年のことで、理研の西川正治研究室の招待である。ケンブリッジ出身のアルファ線の研究者であり、霧箱実験をした。一九二八年に、プリンストンにいるとき、

E・コンドン(Edward Condon)とともに原子核からのアルファ線の放出の量子力学的な理論を提唱した。これはガモフによるものが有名であるが、それと独立して行っていた。アルファ粒子が原子核の中でポテンシャルの壁に囲まれているものと考えると、古典物理学ではアルファ粒子はポテンシャルの壁にさえぎられて、外に出ることができない。ところが量子力学を適用すると、その壁をすり抜けて外に出ることが可能になる。これはトンネル効果と名付けられ、量子力学を原子核現象に適用する初めての理論的な試みであった[27]。日本では、研究室は異なったが、藤岡由夫が親しく交友した[28]。実験家であるが、上記のように理論にも詳しく、一九三四年に量子力学の教科書を出す程であった。その教科書は『図解量子力学』として日本語にも翻訳されている[29]。

## ハイゼンベルクとディラックの招聘計画

ゾンマーフェルトの出国と入れ替わるように仁科が横浜に到着した[30]。著名な物理学者を日本に呼ぶことは、ヨーロッパを去る前から仁科も考えていた。何よりもボーアを呼びたかったに違いない。すでに言及した長岡に宛てた書簡でも、それに言及していた。またハイゼンベルクやディラックに会ったときに、日本に来る可能性について話していた。当時、アメリカは、ヨーロッパから多くの物理学者を呼び、時には客員教員として長期にわたって滞在させていた。アメリカ滞在中、これを実際に多く目にしていただろう。そして、仁科はヨーロッパから学者を呼ぶ際の費用、特に謝礼の相場について問い合わせているという[31]。後にハイゼンベルクとディラックの講演を出版した『量子論諸問題』の緒言で、仁科は日本の地理的な孤立が学問の進歩に遅れる要因の一つではないかとし、外国から学者を招聘することの重要性を述べた。最近の米国物理学が進展するのをフォローしている者ならば、思い当たることが多いだろうと書いている[32]。これは仁科自身の思いであったに違いない。

ボーアの招聘はなかなか実現しなかったが、ハイゼンベルクとディラックの来日は早々と実現した。これはたまたま一九二九年に二人とも、アメリカに招待されていたからだった。ハイゼンベルクはシカゴ大学に、ディラックはウィスコンシン大学マディソン校に招聘されていた。上に触れたように、二人とも、その前に大きな研究成果を上げたばかりであった。ハイゼンベルクは、強磁性体の理論と、場の量子論、ディラックは相対論的電子論に加えて、フェルミ・ディラック統計の仕事をしていた。息抜きに観光しながら、それらの成果について講演するのには良い時期だった。同時に、アメリカの学生に量子力学を教えることは、彼らの最初の書籍を準備するのに良かったに違いない。数年後にハイゼンベルクは『量子論の物理学的基礎』、ディラックは『量子力学』を出版するのである。どちらも極めて影響力の大きな量子力学の教科書的著作となった。それらの著作は、日本の物理学者にとっても大きな意味を持つので、また述べるであろう。

ハイゼンベルクとディラックは、同世代の最も優れた理論物理学者として、互いに敬愛し、仲が良かった。ハイゼンベルクは、一九二八年の二月一三日にライプチヒからディラ

ックへ書いた書簡で、翌年の春から秋にシカゴに居るであろうことを知らせたときに、「シカゴで六カ月あなたと一緒に仕事できたらうれしい」「もしあなたがシカゴに行くなら私もかならず行く」と書いている。さらに、日本、インド、あるいは中国を経て、ヨーロッパに行くことを提案している[33]。日本に行くことは、仁科に言われて、すでにこの時点から考えていた。ディラックがマディソンに行くことが決まったのは何時なのか定かではないが、翌年の一月二三日にハイゼンベルクがディラックに「あなたがアメリカに行くことを聞いて大変うれしい。あちらで何度かお会いすることになると思います」と書いているので、一九二八年の終わりごろのことだろう。彼らがなぜ日本にまで来ることにしたのか、ゾンマーフェルトの場合と同様、明らかではない。後にハイゼンベルクは、二人が日本に行くことにしたことにつて、当時自分達が「若くて、計画好きだったので」と書いている[34]。同時に、そしておそらくゾンマーフェルトと同様に、彼らは自分たちが作り出した新しい物理学を世界の他の地域に広めたいと考えていたのかもしれない。さらに、すでに知人であった仁科が直接会って来日を誘ったことも要因であったかもしれない。

ディラックとは、ヨーロッパを去る直前に会ったときに、仁科がすでに来日の可能性について相談した。アメリカを去る二日前の一九二八年一二月三日に、パサデナからディラックに書簡を送り、招聘が実現できるかどうかわからないが、帰国後、幾人かの人に相談することを知らせている[35]。それに対して、ディラックは一九日に返事を書いて、アメリカでの予定を知らせた。決まっているのは四月と五月にマディソンに滞在することだけだが、六月と七月はアメリカに留まりたく、また一〇月一〇日頃までにはケンブリッジに戻らなければならない。従って、八月の末と九月の前半がもっとも好都合である。ただし、もしシベリア鉄道を経由するのであれば、九月半ばまで滞在できるかもしれない、というのであった[36]。

おそらくこの書簡への返事と思われる手紙の下書きを仁科は残している。ディラックは一九二九年八月末から九月前半という日程で訪日を提案していたらしい。それに対し、そのころでも日本はまだ暑い。都会にもいられないし、観光にも向いていないので、不適切であると答えた。また、日本滞在費とヨーロッパに直接帰る費用との一等料金の旅費の差額を支払う。ただ、その滞在費と謝礼のための財源がまだ確保できていないと書いている。この下書きは、おそらく日本で書いたのだろう。そして、送られることはなかった[37]。

上記の手紙に仁科が返事を書くのは、四月二〇日になってからであった。返事が遅れたのは、一つは多忙であったからであろうが、手紙にあるように、もう一つはそれまで招聘の財源のあてがなかったためだだろう。逆にいえば、この時には、そのあてがついたのである。帰国して長岡にあって、ディラックの手紙のことを話したとあり、その長岡が次に述べるように啓明会に持ちかけた。旅費の見込みがついたので、この手紙は正式の申し入れであった。仁科は、旅費の差額と日本における二週間の滞在費用の合計六五〇ドルを支払うことを申し出た。また、滞在中に四、五回の講義をしてほしいと依頼していた[38]。仁

科は同じ日付でハイゼンベルクにも書簡を送り、ほぼ同内容の申し出をした。この時点では二人とも、シベリア鉄道経由でヨーロッパに帰る旅程となっていた[39]。

ディラックは四月終わりにハイゼンベルクをシカゴに訪ね、そのときに日本行きの相談をした。この時点で、二人は仁科の誘いを受けることにしたのであろう。サンフランシスコからホノルル経由で一緒に横浜へ行くことに決めた。ディラックは五月一一日に仁科宛てに手紙を書いて、このことを伝えた。日本で講演することも賛成し、二週間強の滞在を希望した。また、シベリア鉄道についての情報を仁科に聞き、ハイゼンベルクはインド経由で帰国する積りのことも知らせた[40]。

仁科からハイゼンベルクとディラックの来日について相談を受けた長岡は非常に協力的だった。彼は啓明会という団体に話を持ちかけた。この団体は、一九一八年に設立された、日本でも初期の民間助成財団である。赤星鉄馬という人物が父弥之助の遺志を受けて百万円を寄贈してできた。赤星弥之助は薩摩の金貸しで、アームストロング砲の取引で財をなしていた。薩摩藩で編暦をした磯永孫四郎の子として生まれ、養子して赤星姓となったのである。弥之助の実の兄が磯永彦輔、改名して長沢鼎である。長沢は十三の時、藩命でイギリスに密航して留学した一人であり、後にカリフォルニアに渡って、ワイン王となった。赤星鉄馬は、イエール大学に留学し、父から巨額の仕送りを受けて優雅な生活をした。長沢を通したコネクションもあったに違いない。鉄馬はアメリカの上流社会に交わって、その文化を身に付けた。帰国してからは、泰昌銀行のオーナーとなり、頭取になった。しかし、鉄馬は、実業家としてよりも、文化事業や趣味の分野にその名が良く知られている。牧場を経営し、乗馬、狩猟を良くしたが、特に釣り人として知られる。現在からみればまるで褒められる行為ではないが、一九二五年、最初にブラックバスを芦ノ湖に放流したのが彼である[41]。

赤星鉄馬は牧野伸顕に公益事業を行うことを条件にその使途を一任し、牧野はこれを基金として、一九一八年八月八日平山成信とともに啓明会を設立した[42]。牧野は大久保利通の息子である。国際経験が豊富で文部大臣等の閣僚経験があった。一九二五年に内大臣となり、昭和天皇の信任が厚かった[43]。後には仁科とも深く関わることになる。平山は元官僚であり、この頃は貴族院議員となっていた。「本会寄付行為」の第三条に、この会の事業として、「特殊の研究、調査、著作を助成し及発明発見を奨励すること」、「必要に依り本会自から専門家に依嘱して前項の事業を為すこと」、「外国に於ける同種の事業を紹介し又は著作を反訳すること」、「本会の目的遂行の為め必要なる講演を開き又は出版を為すこと」が挙げられている。一九三二年の時点で、牧野は顧問、理事長は平山、常務理事は鶴見左吉雄であった。鶴見は貿易に関する著書もある経済学者であるが、農商務省の役人であり、後に次官となる。数年して彼が理事長となった。他に啓明会では大河内正敏も理事の一人であり、長岡半太郎は評議員、さらに鳳秀太郎が委員を務めるなど、仁科と関係の深い人物や理研関係者が多く関わっていた[44]。

ハイゼンベルクとディラックの来日費用を啓明会が出すことに決まるのは、仁科が彼らに招へいの手紙を出すより後のことである。長岡は啓明会の笠森傳繁と電車で会ったときにこの話を持ち出したらしい。笠森は経済学者でこのころ駒澤大学の教授であった。常務理事の鶴見と同じく石川の出身で、その推挙によって設立の頃から啓明会の事務に関わっていた[45]。この後も深く関わり、後に、常務理事、理事長となる[46]。四月二七日に笠森から鶴見が賛成であること、ただし総額二五〇〇円を越えぬようにという知らせを受けている。さらに笠森は、六月三日に、理事会で承認されたと連絡した[47]。仁科は六月一一日に、ディラックとはハイゼンベルクに手紙を書き、長岡の申請により、啓明会の援助を受けることになっていることを知らせた[48]。

一九二九年の四月末頃までには、ハイゼンベルクとディラックは訪日をほぼ決めていた。五月一一日の仁科宛ての手紙にディラックが書いているように、そのころディラックがマディソンから、シカゴのハイゼンベルクを訪れている。二人はプレジデント・タフト号で渡航することに決めた。五月二四日の書簡で、ハイゼンベルクは、自分が日本への船便を予約すると書いている[49]。しかし、六月になって彼は、プレジデント・タフト号が満席で予約できないことを知らせ、日本郵船の新陽丸という汽船を予約した[50]。ハイゼンベルクは何度もディラックに書簡を書き、船賃は一〇〇ドルほどであること、日本の客船で良いかと尋ねている。ディラックから返事を得られなかったので、七月五日に再び書簡を書き、同じことを聞いた。ディラックは気にしなかったらしい[51]。さらにハイゼンベルクは一一日に、また書簡を書き、日本の査証が必要であることを告げた。また、自分はカリフォルニアで講演する予定で、また途中でイェローストーン国立公園に行くつもりだけれど、あなたも来ますか、と聞いている。続いて七月一九日と八月一日の書簡で、ディラックがまず夜行電車でシカゴに移動してハイゼンベルクと合流し、そこで夕食を食べることをきめた[52]。

他方、ディラックは、仁科と文通し、日本からの帰路のシベリア鉄道の手配を相談していた。仁科は七月一六日の書簡で、ロシアと中国の国境の緊張状態を伝え、ロシアが中国との国境を閉ざす可能性を知らせた。しかし、満州経由で旅行できなくても、ウラジオストックまで船で行き、そこからシベリア鉄道を使う経路があることを伝えた[53]。さらに、三〇日の書簡で、ロシア・中国間の緊張状態は変わらないが、ウラジオストック経由の鉄道で帰るなら問題はないと書いている[54]。

来日の費用は啓明会から得られたが、十分ではなかった。ハイゼンベルクとディラックに合わせて一三〇〇ドル払うと仁科はすでに約束していたが、これだけですでに日本円で二八六〇円になった。その上、仁科の見積もりでは、彼らの観光に七〇〇円から八〇〇円ほどかかるはずであった。二人を日光、箱根、富士五湖、鎌倉、東京市内の観劇に連れていきたいというのが仁科の考えだったのである。長岡への手紙で「折角遠来の客に何等のもてなしをせぬ事は帰って悪印象を残し結果面白からず。就ては折角の招聘も九仞の功を一簣に虧くの憾みこれある事と存候」と書いている[55]。折角、遠くから来て貰ったのだか

ら、歓待しなければ、かえって悪印象を与えて、よくないことになるではないか、というのである。

そこで仁科は、不足分を理研から出すことを大河内所長に相談した。大河内は、理研で出すことは出来る。ただし、啓明会が招待した二人を理研が横取りするようであってはよくない。そこで、理研が不足分を支出することを、啓明会が理研に依頼するようにしてもらえないか、ということであった。仁科は下浦の長岡に手紙を書いて、そのことを啓明会の笠森に書面で依頼してほしいと頼んだ[56]。この手紙は、日付が不明だが、夏に書かれたものだろう。長岡は三浦半島の下浦に別荘を持っており、夏は家族を連れて一月半ほど過ごすのである[57]。長岡は仁科、杉浦宛てに八月二日に返事を書き、大河内は評議員なのだから、笠森が帰京してから面談するのが良いだろう、としている[58]。この問題は、仁科は苦慮したようだ。理研の飯盛里安にも相談したが、飯盛もまた、笠森が帰京してから面談するのが良いという[59]。この交渉がどう進んだのか、記録はない。結果として、ハイゼンベルクとディラックの講演会は、啓明会主催、理研後援という形で告知された。したがって、円満に解決したのではないかと思われる。日本ではこういったことまで、相互の面子を立てることに気を使わなければならない。仁科にとっては日本の学界の窮屈さを知る機会であっただろう。

招聘の準備の一方で、仁科は聴衆がハイゼンベルクとディラックの来日に用意できているように心を砕いた。仁科は若い物理学者たちを集めて、ディラックとハイゼンベルクの論文を読む勉強会を開いた。有山兼孝は一九二九年の四月から東工大の助手となっていたが、彼も参加した。彼の回想によると、これは四月ごろから始めたらしい。手書きの謄写版刷りの文献集を作成して、皆で読んだのである。場所は理研や東大で、参加者その周辺の若い人達だった。犬井鉄郎によれば、三、四〇人いたという。週に一度ぐらい会って、論文を片端から読んでいくというものであった。武藤俊之助によれば、ディラックの論文を年代順に輪読していったという。ディラックの電子論に注目する一方で、ハイゼンベルクの研究にはあまり注意を払わなかったらしい[60]。取り上げられた論文の中には、たとえばディラックの最新の論文、「多電子系の量子力学」があった。これは難しく皆が読めないというので、当時、大学を卒業したばかりの小谷正雄が呼ばれて発表した[61]。当時すでに小谷の有能さは目立っていたらしい。

勉強会に加えて、仁科はハイゼンベルクとディラックの来日および講演会を広く周知した。来日の直前、八月二五日に出た『東洋学芸雑誌』九月号に文章を載せ、ハイゼンベルクとディラックの業績を詳しく紹介した[62]。また、八月二〇日には、講演会の案内状が、啓明会理事長・平山成信と理研所長・大河内正敏の名で、全国の大学に送られた[63]。京都大学の分光学者、木村正路は堀健夫の師であり、理研の研究員でもあったが、彼のもとにも案内状が届いた。木村から仁科にあてた書簡に「京都の教室より数名状況致し聴講致す可く候」とあったという。朝永振一郎もその一人であった[64]。このような講演会を理研だけ、あるいは東京だけで独占せずに公開し、全国の研究者を誘うのは、朝永によれば画期

的なことであった。前述のゾンマーフェルトや杉浦の講演は、東京で行われた時、地方へ案内が送られることが無かったという。朝永は「当時それぞれの大学は実に閉鎖的であり、その壁を破って日本の物理学界の風通しをよくしたのは、理化学研究所あってはじめてできたこと」だとしている[65]。確かに、理研のような組織だからこそ、大学の垣根を超えることができたのであろう。啓明会から支援を受けた以上、理研だけで独占するということはあり得なかったと思われるが、仁科の意図が最新の量子力学の研究を日本に伝えることであった以上、全国の研究者を招待するのはむしろ当然であったかもしれない。

## ディラックとハイゼンベルクの講演

ディラックとハイゼンベルクは、おそらくイェローストーン国立公園を訪問したあと、カリフォルニアに到着し、八月一三日、カルフォルニア大学バークレー校で講演した。翌日一四日に日本に向けて出港した。二〇日にまずホノルルに到着し、そして八月三〇日に日本に到着した。彼らはまず東京で、九月二日から七日の六日間にわたって、それぞれ四つの題で講演した。三日は、一般向け講演として、理研二号館講堂で行われたが、他の講演は東大文学部二九番講義室で行われた。初日の講演の前、大河内の挨拶の後、長岡が歓迎の辞を述べた[66]。当時、ちょうどグラーフ・ツェッペリン号が日本を訪れて、人々の喝さいを博していたが、科学者がそれ以上に興奮したニュースは、ハイゼンベルクとディラックの来日のニュースであったと長岡はいう。「新しい学説を直接その創始者の口から聞く人は、誰しも深い尊敬の念と格調とともに深く印象づけられます。そうした講義はヨーロッパやアメリカではしばしば行われますが、この極東では、科学の最先端を走る学者と個人的に接触する機会は極めて少ないのです」。そして、二人の来日とその講演に対する強い期待を述べる。「その講義は、この国の各地から集まった聴衆が熱心に聴くでありましょう。新しい量子論は、まだ極東に深く根を下ろしてはいませんが、その重要性が聴衆に深く印象づけられるでしょう」[67]。同時に、長岡は若い研究者達に苦言と叱咤をすることも忘れなかった。「［ハイゼンベルクとディラックが］これほどの若年で理論物理学の未踏の道に踏み出したことは賛嘆すべきです。日本の大部分の学生たちは試験のために詰め込み勉強をし講義ノートを手探りしています。それだけが将来への階段であるかのようです。傑出した物理学者の示したお手本に習おうとする者は一人もいません。しかし、人生の花からいかに豊かな研究の実りが生まれるかを考えれば、学生たちも自身の研究に強い衝動を感じずにはいないでしょう」[68]。この長岡の歓迎の辞は、それなりに若い世代を刺激したに違いない。半世紀程後に、朝永は次のように回想している。「たんに先生方が糟粕をなめているだけでなく、学生たちも、ただ先生の講義をノートに取って、それを暗記するだけである。こういうハイゼンベルクやディラックのように、まだ［中略］若い人がこういう大変に新しい理論を発見した。それと較べると、わが国の状況は……」[69]。

朝永だけでなく、仁科もこの長岡の叱咤は気にとめたと見える。後にハイゼンベルクとディラックの講演をまとめた『量子論諸問題』の緒言に次のように書いた。「筆者は往々

にして吾国の或る部門の科学者が欧米先進者の糟粕を嘗めるに過ぎぬと云う非難を聞くが、思うに吾が学界が地理的関係上其進歩の潮流に乗り後れると云う事も亦是が一因をなすものではなかろうか」[70]。これは長岡に対する仁科の精いっぱいの反論であろう。

前章に見たように、日本の若い物理学者たちは、決して試験勉強だけをしていたわけではなかった。自ら勉強会を組織し、試験と無関係に、講義で扱われたことを越えて、勉強をしていた。むしろその前の世代よりも積極的に、新しい物理学を学ぼうとした。その意味で、長岡の記述は不当である。たしかに、ハイゼンベルクやディラックのように、新しい物理学の研究を始めた者はまだいなかったのは事実であった。しかし、それは若い物理学者達の責任に帰すべきことではない。日本の孤立という地理的要因が大きい。それだからこそ、若い人を叱咤激励するだけでなく、若い研究者が成長するような条件を作るべきなのである。仁科はおそらくそう思ったのであろう。

ハイゼンベルクとディラックが選んだ題目は、どれも当時の研究の最前線を伝えるもので、大部分は彼らのオリジナルな研究であった。初日の九月二日にハイゼンベルクは電気伝導の理論について講義した。これだけはハイゼンベルク自身の仕事ではない。ライプチヒにおける彼の助手であるブロッホの理論で、量子力学的に金属内の電子の運動を扱うものである。金属のような物質では、原子が格子状に配置されるので、周期的な境界条件を与える。このような条件で波動関数を解くと、電子の取りうるエネルギーは、とびとびの特定の値ではなく、幅、即ちバンドをもっていることが示される。これが金属内における自由電子を理解するための基礎となった。ディラックは、「量子統計学の基礎」という題で講演した。これは、同じ題名の論文の内容で、ノイマンが始めた密度行列による量子力学の統計的扱いを進めて、古典的な統計力学と量子力学的な統計力学の類似性を示した。

二日目の九月三日は、理研で行われた一般向け講演である。ハイゼンベルクは「不確定性関係と量子論の物理的原理」という題で講演した。これは、シカゴで行った量子力学の講義、そして直ぐに『量子論の物理的原理』というタイトルで発表されることになる著書の概要を講義したものであった。不確定性関係などの量子力学の概念的な基礎について論じたものであった。ディラックは『重ね合わせの原理と二次元調和振動子』という題で講演した。これはディラックが準備しつつあった量子力学の教科書における最初の章につながる内容であった。

三日目および四日目のハイゼンベルクの講演、「量子論における遅延ポテンシャル」とは、パウリとの共著で苦労して書いたばかりの論文、「波動場の量子運動学について」に書かれた内容である。これについては前にふれたが、電磁場と電子場を量子化し、量子電気力学の基礎となるものである。ディラックは、「多電子系の量子力学」という講演をした。これもディラックが最近発表した論文の内容で、多数の電子からなる系に関するものである。そのような系は通常群論を用いて考察され、ウィグナー等によって研究された。これに対し、ディラックは順列演算子を導入し、それによって多数の電子からなる系を扱えることを示した。

五日目および六日目には、ハイゼンベルクは強磁性の理論について講演した。これもハイゼンベルクの最近の仕事である。強磁性とは一度磁場におくと、磁場の外でも磁性を持つ性質を言う。特定の物質がそのような性質を持ち、鉄が典型的である。ハイゼンベルクはこれを電子のスピンに起因するものとして、群論を用いて多電子系の量子力学を解くことによって導いた。ディラックは「電子の相対論的理論」について講演した。これについてはすでに述べた通りである。東京での講演の後、九月八日に日光へ行き、その後、京都帝国大学へ行って講演をした[71]。

ハイゼンベルクとディラックの講演は、アインシュタインほどの大きな騒ぎをもたらさなかったが、高度な内容にも関わらず、その講演会は数百名の聴衆が講堂をあふれる盛況だったという[72]。日本の物理学にとって大きな意義を持った。仁科自身が「極めて時宜に適した有意義の挙」と書いているように[73]、絶妙のタイミングであった。量子力学の基礎が完成してその応用が始まり、かつ場の量子論へ発展しようとしていた。まさにそのときに、その最先端の研究者が二人、しかも最新の研究成果を講演したのである。ちょうどまさに日本の若手物理学者たちが飛躍のための準備をしていた時であった。この二人の講演は、特に若い世代の物理学へ大きなインパクトを与えた。彼らはまずこの二人の若さに驚いた。朝永は書く。「いかにも若いので、まずそれに驚きました。ハイゼンベルクは一九二五年には二十四歳だったかな。ですから二九年には二十八歳ですか。二十八歳というと、まだ学生みたいな恰好をしているわけです。まず、その若さに驚いたものです」[74]。犬井鉄郎は、この二人を次のように描写している。「満面紅潮し、ハチキレるような元気に満ちた量子力学の創始者たるこの青年教授と、身は中世紀のナイトのようなクラシィックな姿に包まれ乍ら論文毎に学界に旋風を巻き起す鬼才」。数日後、東京にツェッペリン号が姿を現す日、犬井たちは大学図書館の屋上からそれを待っていた。当時、東大の図書館は、震災後再建されて間もなく、東大でも高い建物だったのだろう。ハイゼンベルクも、図書館の屋上に行き、その中でも一段高くなった突出しの上に身を乗り出して、楽しげに面白がった。ェッペリンが頭上近く近づいて来ると、すこしでも高いところはないものかと見回して、ほんのすこしばかり高くなっている石の上に延び上がった。そして、バランスをとりながら、「グラーフ・ツェッペリン！」（ツェッペリン伯爵！）」と叫んだ[75]。

さらに印象的であったのは、自分達とあまり年の違わないこの二人が、自分達の先生よりも物理学者としてはるかに優れていることであった。曽禰武によると、この時長岡は「ハイゼンベルグ先生」と言ったという。曽禰は磁性についての優れた研究をした先駆的な実験物理学者である。一八八七年に明治期の著名な建築家、曽禰達蔵と、高橋是清の妹、兼子の息子として生まれた。曽根達蔵は、唐津で高橋是清に英語を学んでいたのである。曽根武の妹は前章でふれた化学者、仁田勇に嫁している。彼は東北帝大金属材料研究所で、本多光太郎のもと研究成果を上げた。しかし、病で研究から退き、立教大学教授となっていた[76]。かねがね長岡は「なにか偉い仕事をしたら、弟子に対してもおれは先生と

いう」と言っていたという。長岡が「ハイゼンベルク先生」と言うのを聞いた時、曽禰は「とうとう言ったな」と思った[77]。

当然ながら、深い印象を与えたのは、ハイゼンベルクとディラックの若さだけではない。彼らの講演内容は、若い物理学者のその後の発展にとって重要な意味を持った。朝永は啓明会が主催した東京での講演会に出席していた。朝永は次のように回想している。「京都と云う田舎から東京に出てきて、長岡半太郎先生だとか、仁科先生とか杉浦先生だというえらいかたがの姿を見、また見るからに頭のよさそうな東大出の秀才たちの間で圧倒された気持になりながら、ぼくはうしろのほうの席にこっそりと隠れるように座って講演を聞いていたのです。そこに京都の三高を経て東大の物理を出た高校でのぼくの先輩が一人いて、あれが仁科先生だ、あそこにいるのが仁科先生のコロキウムにしょっちゅう出て量子力学の勉強をしている小谷（正雄）とか犬井（鉄郎）とかいう連中だ、きみもあの連中と知り合いになっておけ、などと言われても、そのときは尻込みするばかりでした」[78]。ディラックとハイゼンベルクの講演は、論文が出たばかりであったり、あるいはまだ執筆中であったりする内容で、当時としては最先端のものであった。しかし、朝永にとって、彼らの話はとてもうまくまとめられていて、明晰だった[79]。彼はすでにハイゼンベルクやディラックの最先端の講演を聞いて理解できるまでになっており、そのことを自覚しはじめていた。

武藤俊之助はこのころ大学を卒業し、理研に就職したばかりであった。彼はハイゼンベルクの強磁性と電気伝導の講義に強い感動を受けた。前述のように、ディラックの論文を主に読んでいたので、ブロッホの論文も、ハイゼンベルクの強磁性の論文も読んでいなかっただけに、講演の印象は強烈であった。講演後、研究室にもどって、原論文を繰り返し読みふけったという。そして、その時固体電子論の研究に踏み出す決意をした[80]。有山兼孝は、仁科の通訳が巧みだったので、非常によく分ったと回想している。ハイゼンベルクとディラックの論文を読み、その講演を聞くことで、有山は二つのことを考えた。一つは、ディラックの相対論的な量子力学の講演を聞いて、自分でも真似出来そうだ、ということであった。当時、有山は数学的な素養を持っており、ディラックの話を聞いて、「若いけれど自分でも真似できなくもないんじゃないか、こりゃ面白そうだ」と思った[81]。有山のこの感想は、若さゆえの錯覚であったかもしれない。しかし、このような自分でもできそうだという感覚こそが、日本の若い物理学者が独自の研究をするために重要であった。しかし、有山はディラックの真似をする方向には進まなかった。この講演を聞いて、もう一つ有山が考えたのは、より具体的な研究テーマであった。彼はハイゼンベルグの電気伝導と強磁性についての講演を聞き、それぞれ納得して良く理解した。だが、同じような物質についての理論が、まったく別の方法で扱われていることに疑問を抱いた。そして、これを一つに融合するような理論体系があるはずであると考え、そのことをずっと考え続けた。さらに、金属物理に関して、日本は本多光太郎らによる実験的研究が大きな成果を上げているのに、理論ではほとんど何もなされていない。「日本になじみのない方面

を勉強するのは物理の進歩のセンターから、その頃ヨーロッパでしたから、そこから遠く離れている日本では大変やりにくそうである。あんまり日進月歩ではやりにくそうである。少しゆっくりやってもあんまり遅れを取らないというような分野でやった方が今としては適当なんじゃなかろうか」。そう考え、量子電気力学よりも、むしろ金属物理関係のことを考えようと思うようになった[82]。

このように、ハイゼンベルクとディラックの講義は、日本の若い物理学者に強烈な印象をもたらした。研究の最前線の内容が、自分たちとあまり年の変わらない若い物理学者によって語られ、しかもそれが理解できたのである。この経験は、自らと物理学の研究の最前線との距離と方向を測る上で重要であった。そして、それは同時に彼らを発奮させ、研究に駆り立てたであろう。

仁科はハイゼンベルクとディラックの講演会を多くの研究者に開いたため、日本の物理学者、特に若い物理学者たちが相互に知り合う機会になった。大学を出たばかりでまだ小心な朝永は、部屋の後ろのほうから見ていただけであったが、講演の司会をする仁科を見た。また、仁科が藤岡由夫をハイゼンベルクに紹介し、握手するのを目撃した。これも、三高出身で東大物理にいた先輩が藤岡の名前を教えてくれたからであった[83]。また、小谷は何か質問し、ハイゼンベルクは小谷のことをクレバーだとほめたという。朝永は小谷のことを非常な秀才として聞いていたが、彼を見たのも初めてで、小柄な人という印象を受けた[84]。藤岡と有山は、この講演会が一つのきっかけとなって、この後間もなく、ハイゼンベルクのいるライプチヒに行くことになった。朝永も後にハイゼンベルクの許へ行くことになるのだが、この時は想像すらしなかっただろう。藤岡は、横浜から門司へ行ったハイゼンベルクに合流し、同じ船でヨーロッパへ渡った。ディラックは、ハイゼンベルクより長く滞在し、予定通りシベリア鉄道を使ってロシアを訪れてから、イギリスに帰った。

講演の後も、仁科はハイゼンベルクとディラックの来日が大きなインパクトを残すように努めた。仁科はまず、理研の紀要『理化学研究所彙報』に「量子物理学に関するハイゼンベルク及びディラック両博士の講演の要旨（第一報）」をのせた[85]。第二報は結局出されず、一九三一年に啓明会紀要の一一号として、ハイゼンベルクとディラックの講演を収録した『量子論諸問題』が出版された。この緒言にはすでに言及したが、「筆者をして同講演の内容を記述せしめられるのは一層其効果を大ならしめんとするものであらうか」と、この出版物の意図を書いている[86]。仁科芳雄訳述となっているが、小谷と犬井に協力を感謝しているので、彼ら若手も動員されたのであろう。仁科は、京大、東大、東北大、北大、九大、台北大、塩見理研など、各地の大学や研究機関にこの出版物を希望する者の名を問い合わせ、普及をはかった。玉木英彦は全部で一五〇部以上配布されたと推測している[87]。同時に、仁科は各地の量子論に興味をもつ研究者の存在を把握することになった[88]。また、台北帝国大学の荒勝文策のように、これをきっかけに、自らの近況や、自分の研究を知らせる者もいた。当時彼は分光学的な研究をしていたが、講演集の送付を感謝

し、「近代物理の空気をこの熱帯地に植付き置候」と書いている[89]。数年後に、彼は台北で原子核物理学の重要な仕事を成し遂げるが、それについては二五章で述べるであろう。

## 杉浦義勝の一九三〇年京都講演

京都にいる物理学者にとって、次に重要だったのは、翌一九三〇年に行われた杉浦義勝の講義であった。これは木村正路の招待で実現した。朝永は杉浦の講演を「そのころ世界の大勢から完全に取り残されていた保守的な京大の先生がたも、量子論といった新しい物理が燎原の火のご特に世界中に拡がっている事情を見ては、何とかせねばならないという空気が出てきた」[90]と解釈している。最初量子論を嫌っていた木村のことを言っているのだろう。木村は前にもふれたが京都大学の教授で、理研の主任研究員でもあったので、杉浦とは同僚でもあった。招待のための財源は京都大学から出ていたと思われる[91]。

しかし、東京での講演と同様、京都における杉浦の講演は、朝永らにとってあまり教育的なものではなかった。杉浦は、黒板の端から端まで届くような長い式を書いた。コンフルエント・ハイパージオメトリック・ファンクションという、特殊関数を用いるものであった。そして、自分の研究の話をした。朝永は「あまりに専門的でさっぱりわけがわからなかった」と書いている[92]。湯川にとっても、杉浦の講義は、あまり良い印象を与えるものではなかった。「杉浦義勝さんの講義もあったが、話がものすごく速く、それに問題を出すでしょう。ぼくには問題なんかを出すのが気にくわない」[93]。

杉浦は朝永と湯川が量子力学を勉強していることを知って、やる気があるならテーマを出そうと申し出た。当時朝永は、どの方向に進むか迷っていた。量子力学の理論は完成し、原子の問題は解かれていた。分子の問題も、物理というよりは化学の領域に移っていた。残った問題は物性論、原子核、相対論的量子力学ぐらいと思われたが、朝永はどれにするか決めかねていたのである。そこで杉浦からもらうテーマをきっかけにして、どれにするか決めようと思った。湯川はもう原子核や相対論的量子論に進む積りであったようだが、それでもともかく聞いてみようと、二人で杉浦のもとへ行った[94]。

杉浦が朝永に与えた問題はハイトラー＝ロンドンの理論をナトリウム分子に適用するものであった。ハイトラー＝ロンドンの理論は、水素分子を解く理論である。分子の量子力学的な扱いとしては、原子価結合法と、分子軌道法の二つの方法がある。原子軌道法とは、分子を構成する原子の軌道に電子があるものとして、波動関数を組立てる方法である。それに対して、分子軌道法では、分子のまわりの軌道に電子があると考える。ハイトラーとロンドンの理論は、このうち原子価結合法と呼ばれるようになったものを切り拓いた研究であり、もっとも単純な分子、すなわち水素分子の結合をその考えで解くものである。これは杉浦が重要な貢献をしたテーマであった。朝永はすでに分子には興味を失っていた。しかし、他人の論文を読んでいるよりも、「つまらなくても何か自分でやってみるほうが薬になる」と思って、やってみることにした。しかし、やってみると数値計算ばか

りで、あまり勉強になりそうもない。「味気ないことおびただしい」と後に回想している。しかも、様々な問題が現れて、計算がうまくいかなかった[95]。

また、これとは別に、水酸化ナトリウムのスペクトルから波動関数を求めるという課題も与えられたらしい。実測したスペクトル系列から面積を求め、それからポテンシャルを出して、波動関数を求めようとしたという。面積を測るのに、プラニメータという道具を使ったが、結局、方眼紙のます目を数えたほうが良かった[96]。

他方、杉浦が湯川に与えたテーマは、ベルゲン・ディビス（Bergen Davis）の実験を理論的に説明せよ、というものであった。ディビスは、コロンビア大学の実験物理学者である。彼はポロニウムを線源として、アルファ線のビームを真空中に作りだし、その真空管内に、電子に電圧をかけて加速して、アルファ線と電子線との相互作用を調べた。アルファ粒子はヘリウムの原子核であり、電気素量二の正電荷もっている。電子は電気素量一の負電荷もっているので、電子はアルファ粒子の軌道に吸収されるだろうとディビスは考えた。アルファ線を磁場に通すと、電荷によってアルファ粒子が曲がる角度が違う。そのアルファ粒子を蛍光スクリーンにあてると、シンチレーション現象を起こして光を放つ。そのシンチレーションの回数を数えれば、どれだけの割合でアルファ粒子が電子を吸収したのか分る。ディビスらが発見したと信じたのは、電子の速度がアルファ線と同じときに吸収のピークがあること、さらに、電子とアルファ粒子の速度の差が、ボーア模型における電子が持つ速度と同じときにピークがあることだった。ボーア模型では、電子は軌道により、とびとびの速度をもつように、この実験でも吸収のピークがとびとびの値になるというのであった。これを理論的に説明せよ、という課題を与えられたのだった。しかし朝永と湯川は、「詳細をしらべてみると、どうもあやしい。どう考えても何か間違った実験らしい」と思った[97]。

実際これは間違った実験であった。その事は、四章でも触れたラングミュアによって示された。ラングミュアは、ディビスの実験室へ行き、実験を行ったバーンズと一緒に測定をした。ラングミュアはバーンズに知らせずに、電子にかける電圧を変えた。ところがバーンズは、かけたはずだと考えた電圧に対応するシンチレーションを観測したのである。ラングミュアは、その結果をすぐには公表しなかったが、ボーアに長い手紙を送り、そのことをこの実験を再現しようとする研究者に知らせるように依頼したという[98]。このことは、朝永らは仁科から知らされることになる。

結局のところ、杉浦は湯川や朝永に対して教師としてはあまり効果的ではなかった。杉浦はハイトラー＝ロンドン法の展開に重要な研究をしたが、若い研究者を引き付けるような物理学の理解をもっていなかったと思われる。これは原子核物理を志向した朝永や湯川に対してだけではなく、物性物理を志向した武藤らにとってもおそらくハイゼンベルクの講演のほうがはるかに魅力的だった。

## ヘヴェシー

ハイゼンベルクとディラックの招聘には成功したが、仁科にとって日本にもっとも呼びたい学者は言うまでもなく、ボーアであった。仁科はこの一九三〇年にボーアを日本に招く計画を立てていた。そして、長岡がそのために金策に動いていた[99]。しかし、ボーアの多忙のために実現せず、翌年一九三一年に先送られた。一九三〇年七月には、その旅費を集めるため、仁科、高嶺、杉浦、木村、青山、堀、福田光治の連名で醵金運動を始めた[100]。しかし、種々の事情の為にさらに先送りが続き、ようやく一九三七年に実現した。これについては後に述べるであろう。

翌年一九三一年の三月には、G・ヘヴェシーが来日した。ヘヴェシーもまたアメリカ滞在の機会を利用して、その帰路日本に立ち寄るよう仁科が持ちかけたのである。来日の財源は明らかではないが、日本側からは三〇〇〇円払ったらしい[101]。これはハイゼンベルクとディラックに払った額とほぼ同じであり、ヘヴェシー夫妻二人分の日本を経由するのに必要な旅費の差額に相当するであろう。ヘヴェシーは理研、東京帝大、京都帝大で、三月二三日から四月二日にかけて、八回講演をした。内容は、ハフニウムの発見やアイソトープの分離やその応用、エックス線分光学による定量分析などであった[102]。

## 一九三一年の仁科京都講演

一九三一年の四月に、仁科自身が京都に来て講演をした。これも木村が呼んだのである。木村は最初、仁科に一九三〇年度に講演に来るよう依頼したが、一一月の時点で予算が足りなくなったらしい。杉浦と同程度の謝礼を支払えないので、四月の年度初めに来てほしいと書いている。仁科は直ぐに了承した[103]。

仁科は楽友会館を宿舎として三週間滞在し、集中講義をした。このとき、京都帝大の無給副手であった朝永、湯川（当時小川）だけでなく、学生だった坂田昌一、小林稔、武谷三男らも出席した。皆、後に仁科研理論班の主要人物となる人たちである。坂田は物理の学生であっただけでなく、仁科とは親類だった。坂田の大叔母にあたる勝恵が、仁科遠平に嫁していたという[104]。前に遠平の妻として、新聞記事に終子のことが書かれていたことに言及した。勝恵は後妻と思われるが、詳しいことは分らない。いずれにせよ、坂田はこの中で仁科とは顔見知りであったという[105]。そして、仁科も坂田宛の書簡では「昌一」と、下の名前を用いている。

仁科の特別講義は、一九三〇年に出版されたハイゼンベルクの『量子論の物理的基礎』に基づくものであった[106]。ハイゼンベルクはこの本をいち早く仁科に送っていた。仁科はハイゼンベルクらの来日のことを思い出しながら読み、早速講義に使ったのである[107]。杉浦の講演と違って、仁科の講演は、彼自身の研究ではなかったわけだ。しかし、ハイゼンベルクのこの本は、量子力学を概念的に把握するための本として、極めてよく書かれた教育的な本であった。すでに触れたように、これはハイゼンベルクが来日前にシカゴで行った講義に基づいていた。いわば、この講義を通して、京都の若い物理学者たちはアメリカ

の学生の水準に追いついたのである。朝永は書く。「その講義は物理的肉づけと哲学的背景をたっぷりもったものであって、今までもやもやとしていたことがらもそれを聞いたとたんに明確になる、といったようなものであった」[108]。

すでに述べたように、その頃までに朝永や湯川はすでに量子力学の基礎についての論文はよく読んでいた。その過程で彼らが困難を感じたのは、量子力学の概念的問題、たとえば波動と粒子の二重性のようなことをどう考えるか、ということであった。そういった問題は、前章でふれたボルンやゾンマーフェルトの本には書かれていなかった。このような問題に対する回答の一つは、ハイゼンベルクが一九二七年に発表した、不確定性関係についての論文で与えられた。しかし、朝永はこれを理解するのに困難を覚えた。ハイゼンベルクの論文で、不確定性ということが言われているけれど、不確定性という以上は、確定したものがその背後にあるはずではないか。その何物かは、粒子か波動のどちらかとしか考えられない。しかし、ハイゼンベルクは、それが何であるのかを書いていない、というのであった。また、ハイゼンベルクは、ガンマ線顕微鏡の思考実験で、観測をすると制御不可能な（unkontrolierbar）な影響が対象に働く、としている。ということは制御されるべき何ものかの行動があるはずではないか。ところが、ハイゼンベルクは、その何ものかが何であるのか書いていない。そうした疑問のために、考えが行きづまってしまった、というのであった。[109]

さらに、ボルンによる波動関数の確率解釈や、ディラックの変換理論によるその一般化というのがあった。これは朝永をかえって混乱させた。古典的には、統計的な確率というのは、アンサンブルという概念に基づく。これは一九世紀の終わりにマックスウェル、ボルツマン、ギブズらによって導入された考えで、ある系の取りうる状態を集めた仮想的な集合のことである[110]。古典的な統計力学はそのような仮想的な集合を前提した上で、その内のある条件を満たす系の仮想的な集合の確率を考察する。朝永は、量子力学における確率も、そのような古典的な統計力学と同じようなものに思えてならない、というのであった。そのため、一度ならず、「どうしておれは量子力学なんていう、こんなわけのわからないものをやろうと思ったんだろうかと、大変後悔した」という[111]。

一九三〇年になると、上記のハイゼンベルクの本も現われ、不確定性関係をどう考えるかも、朝永には分った気がし始めていた。しかし、コペンハーゲンから帰った仁科の口から直接それを聞くことは、論文を読むのとは違う、深い印象を与えた。朝永はいう。「私たち、自分ではわかったつもりでいても、はたして本当にわかっているのかどうか、最終的な自信をうるにはもうあと一歩というところにいた。仁科さんの講義をきいて、やはりあれでよかったんだという、最後の裏付けが得られたような感じがしました」[112]。

仁科の講義以上に重要であったのは、その後のディスカッションであった。講義は別室で夜遅くまで行われたという[113]。この時に朝永はコペンハーゲン流のディスカッションの洗礼を受けたと言ってよいだろう。木村正路は、「電子がジャンプするときに光がでるというだけでは、どうも光のでるメカニズムがさっぱりわからんじゃないか」と批判したと

いう。朝永は、自分が分らなくて困っていたことは、先生がたも分らず困っていたのか、と安心した[114]。

講義は分ったが、講義する時の仁科は近づき難かった。極めて無愛想で、冗談など言わない。講義を聞くだけでなくて、質問をしたかったが、気の弱い朝永は最初言い出せなかった[115]。しかし、朝永もやがて質問するようになった。その場の討論の空気がそうさせたと朝永は思った。やっと思いで質問をしたところ、仁科は親切に答え、「ぼくのような青二才」の意見も聞いてくれたと朝永は喜んだ[116]。それはおそらく最初のころのことだろう。坂田の回想では、湯川と朝永は一番質問したという[117]。朝永は、坂田が仁科に引き合わせたのがきっかけだったとも書いているが[118]、坂田は、朝永と湯川に最初に会ったのは、偶然彼が仁科のところに教えを受けに行った時だったと書いているので[119]、朝永の記憶違いであろう。ともかくも、こうして、朝永と湯川は仁科と話をするようになった。仁科は「晩飯でも食べませんか」と誘って、三人は話し込んだ。朝永は、仁科は個人的に話をすると非常に愛想がよく、「ニコニコしてこわくない」、非常に気さくな人であることを知った[120]。

ある夕食のとき、朝永と湯川は、杉浦から与えられた課題の話をした。仁科は、ベルゲン・ディビスの実験ははっきりと間違いであることが分ったことを言った。「シンチレーションを使う実験では実験する人の心理が実験結果にあらわれることがよくある」と言ったという。仁科はキャベンディッシュでシンチレーションを数える研究をしたので、そう言えるだけの経験があった。そしてボーアを通してか、あるいは直接ラングミュアから、ディビスらの実験のシンチレーションが測定者の見た幻影であることを知っていたのだろう[121]。仁科は、アメリカ滞在中にラングミュアに会っており、後にラングミュアが日本を訪れたときも、彼の講演を翻訳して発表している。

朝永に対しては、杉浦が与えた問題よりも面白いことがたくさんあると言った。そして、クラインから最近もらった手紙をみせた。その手紙は、ボーアが原子核のなかで量子力学が成り立たないと言っていることを伝えていたという。量子力学は、観測が対象に及ぼす作用をプランク定数より小さくできないという考えを取り入れている。その点で古典力学より進んでいる。しかし、観測装置それ自体が陽子や電子でできている。そこで、観測操作に何か原理的な制限があらわれるだろう。だから、核内で電子は個性を失うだろう、というのが仁科によるとボーアの考えであった[122]。当時まだ学生だった坂田昌一は、仁科、湯川、朝永と共にした夕食のときに、何の話をしているか良く分からなかった。しかし、主題が原子核の問題であったこと、湯川が原子核には「原子のスペクトルのように都合のよいものがないので困る」と言ったことを記憶している[123]。これが朝永の記憶している夜のことであったのか定かではない。いずれにせよ、この三名の会話は、原子核の問題に向けられていたのは確かであろう。

仁科に引き寄せられたのは、湯川と朝永だけではなかった。先に触れたように、坂田昌一はもともと仁科の親族だが、この時から仁科と深く関わるようになった。仁科の講演

は、学生向けでなく、自分は全く分からなかったと坂田は書いている[124]。しかし、仁科の京都滞在は、坂田にとって仁科に直接教えを受けるよい機会であった。ある日曜日、仁科と連れ立って、宇治川ライン下りに行くことになった。坂田の他に、数学科一年生の山梨進一が加わった。山梨は、父勝之進が海軍大将で、仁科夫妻の仲人だった。坂田はさらに、当時学生だった小林稔を誘った。小林は浪速高校の出身であり、甲南高校の出身の坂田と同様、同じ高校の出身者がいないので、二人はよく話をしたのである。小林は実験が好きでなく、理論物理をしたかったので、仁科と話をしたがっていた。四人は、京津電車をへて石山寺まで行った。そこから宇治川を下りつつ、仁科と話をした。これをきっかけに、坂田と小林は量子力学の勉強を始めた。そして後に二人とも理研の仁科のもとに加わった[125]

このように、この時の仁科との邂逅は朝永ら若い物理学者にとって重大な転機となった。朝永は書く。「仁科先生の滞在は一ヶ月ほどであったと思う。しかしその短い間に先生のわれわれに与えた印象は、全く強烈であった」[126]。

## その後の仁科の講演と講義

仁科が講演をしたのは、京都大学だけではなかった。この時期の仁科は、あちこちで講義をしていた。一九三〇年四月から三年間、毎週東京文理科大学で講義をしていた[127]。同じ年に理研で行われた工業化学学会三二八回常会講演、「現今の物理学より見たる化学」では、陽子と電子からなる原子核について触れた上で、原子における電子配列について説明し、分子結合等について説明した[128]。一九三一年の五月には、電気学会東京支部における第五回電気工学専門講習会で、「原子並びに分子構造論」という講演をした。これは五〇頁ほどの予稿として、同じ年の七月に出版された。これも原子における電子配置から出発して、分子について述べたもので、量子力学については詳しく述べることを避けている。分子構造論といっても、ハイトラーとロンドンの理論を簡単に紹介しているに過ぎず、むしろ原子核についての当時の最新の（中性子発見以前の）考えを紹介している点で注目される[129]。

一九三一年九月には北大で三週間の集中講義をした。これは中谷宇吉郎が呼んだものである。聞きたいのは教員の側であったが、表向きは学生への特別講義という形をとったという。これもハイゼンベルクの本に基づいて講義をした[130]。この時の聴衆の一人に、当時北大の教員で、戦後の学術体制刷新運動の中心となり、後に東大総長となる茅誠司がいた。茅は一〇月に仁科に宛てた書簡で、「浅学の身ながら幾分量子論の真髄が奈辺にあるか判った様な気がいたします」と書いている。なお、この時には、講義だけではなく、北大の理論物理の教授に仁科を招く話が出たらしい。仁科は家族の意向を理由に断ったが、中谷も茅も、北大の理論物理の教授として「北海道の物理教室を活気づけ」るのには、仁科以外には適任者を思いつかず、諦められなかった。そこで、北大で理論物理・応用数学の研究をしていた池田芳郎が、上京して長岡半太郎に候補者を相談することとなった[131]。

池田は、北海道の出身である。一九二〇年に東京帝大物理学科を卒業し、九大の桑木彧雄のもとで講師を務めた。一九二二年から二年の留学ののち、北海道大学に着任していた[132]。桑木とともに、初期に相対論を紹介した人物のひとりでもある。おそらくこのときに長岡に紹介されて、梅田魁が一九三二年から理論物理担当の助教授として北大に着任することになった。この時、梅田は東京文理科大学にいた。仁科研に嘱託として所属するのは一九三六年からで、後に述べるように多くの書簡をやり取りしている。

梅田が北大で理論物理学を教えるようになっても、まだ北大は仁科に講演をさせたかったらしい。池田は翌三二年にも、再び仁科に集中講義を依頼し[133]、三三年、三四にも仁科は北海道を訪れている。仁科がB・シュルツ（Betty Schultz）に書いたところによると、一日二、三時間の講義を二週間続けるということを一九三三年六月に行い、九月にまた同じことをするのだという[134]。また、一九三六年には、後述するように斜里山で日食時の宇宙線観測を行い、その帰りに札幌へ行って講義をした。この時は後に述べる横須賀での実験等で多忙であり、最初は「講義をする様な纏った事は只今の多忙な小生として不可能です」等の理由で辞退しようとした。それでもどうしてもというならば、一週間滞在するが、まとまった講義はできないと書いていた[135]。しかし、結局、講義を引き受けてしまったものらしい[136]。ヘヴェシーは一九三三年の書簡で、北海道にまで量子力学を教えに行く熱意をたたえ、「昔、聖パウロが福音を伝えに行った時の情熱を彷彿とさせます」と書いている。仁科自身がまぎれもなく量子力学の伝道者であった[137]。

来日する研究者のために滞在を手配し、講演を準備し、原稿を執筆するために、仁科は多忙を余儀なくされた。この時期の書簡の幾つかで、そのために研究が進まないとこぼしている。たとえば、上記の京都での集中講義に関しても、その直前にボーアに宛てて書いた一九三一年四月二四日付の書簡で、「その間、またもや自分自身のための研究ができないことになります」と書いている。北大での集中講義についても、七月二日の高嶺に宛てた手紙で「次から次へと用事が出来て勉強したい事又すべき事は沢山あっても少しも出来ません」と書いた[138]。このように一九三一年は仁科にとって極めて多忙だった。その結果であろう、一九三二年の一一月末に病気になってしまった。翌年一月ごろまで約六週間入院し、病院で新年とクリスマスを過ごした。入院の後も数か月、体調がすぐれなかった[139]。

## 人的接触によって伝えられたもの

前章で、日本の若い物理学者たちが量子力学を勉強し始めたことを述べた。しかし、彼らはあくまで日本に輸入されてきた文献を通して量子力学を学んだのだった。それは紙の上での知識に過ぎなかった。この章で描いたのはその次の段階、すなわち人を通して量子力学を学ぶ段階である。一九二八年から一九二九年にかけて、日本の研究者たちは、直接に量子力学の第一線の研究者達と接触したのである。ゾンマーフェルト、ハイゼンベルク、ディラック、仁科、杉浦といった人達は、程度の差こそあれ、量子力学の形成とその

発展に寄与し、実際に研究を成し遂げた人達であった。短時間ながら、彼らと直接接触したことは、日本の若い物理学者たちにとって極めて強い刺激となり、彼らが独自の研究をしていくきっかけとなった。

科学論には「暗黙知」という考え方がある。これは六章でも触れたが、言語化することが困難で、直接の人的接触によって初めて伝達されるような種類の知識のことを指す。もともとは、マイケル・ポラニーが提唱した概念である。後にH・コリンズ（Harry Collins）が定式化しなおした。コリンズが指摘したのは、実験や、実験装置の製作において、文献だけでは伝わらない内容があるということである。ある研究チームによって実施された実験を別の研究チームが再現するのに、文献だけではなかなかうまくいかない。しかし、最初の研究チームからもう一つの研究チームに人が行って指導することによって、うまく元の実験が再現されることがあるというのだ[140]。

もともとポラニーが暗黙知として想定されたものは、明示化されえないがために、言語化が不可能か、極めて困難なものであった。しかし、そのような神秘的なものを考えるまでもなく、言語では表現が難しい技能的な知識は確かにある。それは行為によって明示的に示すことはできるけれど、言語では表現しにくいか、表現することができても、伝わりにくい。

日本への量子力学の伝播に関しても同じようなことが言えるだろう。ヨーロッパにおいて、量子力学を研究している学者や、仁科や杉浦のようにヨーロッパで量子力学を学んだ学者から直接、量子力学について説明するのを聞くことは、印刷された論文を読むこととは異なる。実際に量子力学を理解している人を前にして、それと質疑応答をしながら理解を深めることができるからだ。

しかし、そこで伝えられたものを「暗黙知」と呼ぶことは、おそらくあまり有益ではない。そもそも「暗黙知」というのは、問題の多い概念である。そう呼ぶことによって伝えられた中身がより明らかになるわけではない。むしろ神秘化してしまう危険すらある。重要なのは、伝えられた中身である。しかし、実際に何が伝えられたのかについて、一言で言う事はできないであろう。それは受け手によってそれぞれ異なるに違いないからだ。少なくとも朝永の場合、これらの接触によって、彼自身の量子力学の理解が誤っていなかったことの自信を深めることができた。また、北大で仁科の講義を聞いた茅は「量子論の真髄」のありかが分った気がしたと言った。人を介しての知識の伝達は、書物を介するのとはやはり違うのである。しかし、その中身はあまりにも個人的な体験であるために、明らかにするすべがない。

だが、実のところ、これは分らないのが当然なのである。この段階での人的接触によって伝えられたものは、量子力学の個人的な理解だった。それ自体は、量子力学に基づいた研究の実践とは別である。この分野に日本に研究者集団が成立し研究活動が発展するためには次の段階を待たねばならなかった。そして、重要なのは、研究という実践の伝播であった。その実践は個人の認知とは別の次元のものである。個々人の認知が異なっても、集

団としてはおおよそ同じ実践を行うことがありうるからだ。そして、個人的なものではなく、集団的なものであったがために、内容を見ることができる。これについては次章でまた論じるであろう。

---

1 藤岡由夫編 『高嶺俊夫と分光学』(応用光学研究所, 1964).
2 藤岡由夫『科学者休むに似たるか』(講談社, 1969) , p. 160.
3 Laporte, Otto, "My Recollections of Takamine," 藤岡編, 前掲注 1, pp. 386-389.
4 藤岡, 前掲注 2, pp. 83-84; Crane, H. R. and D. M. Dennison, "Otto Laporte, 1902-1971," *National Academy of Sciences, Biographical Memoir* (1979): 269-285 < http://www.nasonline.org/publications/biographical-memoirs/memoir-pdfs/laporte-otto.pdf>.
5 田村松平・朝永振一郎・湯川秀樹・井上健 (座談会)「日本における素粒子論の黎明」『朝永振一郎著作集 10 量子電気力学の発展』(新装版, みすず書房, 2001) , pp. 112-133, 特に p. 118.
6 藤岡編, 前掲注 1, p. 24.
7 小林稔「皆川さんを悼む」皆川理先生追想録編集委員会 (編)『追想録　皆川理先生と宇宙線』(皆川理先生追想録編集委員会, 1995) , pp. 62-63, 特に p.63.
8 杉浦義勝「新量子力学と其応用」『日本数学物理学会誌』2 巻 1 号 (1928) ,付録 pp. 14-88.
9 武藤俊之助「日本における固体電子論の草分けの頃：旧理化学研究所在職時代の自伝的話を主として」『物性』(1973 年 1 月): 1-8, 特に p. 1.
10 武藤, 前掲注 9, p. 1.
11 杉浦, 前掲注 8, p. 88..
12 "Notgemeischaft"の日本語訳は定まっていない. ドイツ語の "Not"は助けが必要な状況のことを指すので, 英語では "Emergency Association"などと訳され、「ドイツ学術緊急協会」が一つの可能性である. 初期の日本語表記と思われる次の文献では「独逸相扶会」となっている：田丸節郎『ハーバー博士講演集』(岩波書店, 1931) . ここではこの団体の後身であるドイツ研究振興協会 (Deutsche Forschungsgemeinschaft, DFG) の訳語に従う: 「DFG の歩み」< https://www.dfg.de/jp/dfg_profil/historie_dfg/index.html>.
13 Heilbron, John L., *The Dilemmas of an Upright Man: Max Planck as Spokesman for German Science* (University of California Press, 1986) 〔村岡晋一訳『マックス・プランクの生涯：ドイツ物理学のディレンマ』(法政大学出版局, 2000)〕, 邦訳 pp. 96-99.
14 ハーバーと日本の関係については次を見よ：宮田親平『毒ガス開発の父ハーバー 愛国心を裏切られた科学者 』 (朝日選書, 2007), pp. 3-18, 171-190. ハーバー自身の日本についての記述は次を見よ：.
15 Ozawa, Takashi, "Arnold Sommerfelds Aufenthalt in Japan," *Historia Scientiarum* 15 (1) (2005): 44-65.
16 藤岡由夫「目的に向ってまっすぐに」『菊池正士業績と追想』(菊池記念事業会編集委員会, 1978) , pp. 127-131; 藤岡, 前掲注 2, p. 80; Sommerfeld, Arnold, *Atombau und Spektrallinien: Wellenmechanischer Ergänzungband* (Friedrich Vieweweg & Sohn, 1929).
17 「A. Sommerfeld 教授講演大要」『日本数学物理学会誌』2 巻(1928-1929): 89-140.
18 「A. Sommerfeld 教授講演大要」, 前掲注 17.
19 ゾンマーフェルド［ママ］「最近二十年間に於ける原子の物理學の發達」『東洋学芸雑誌』45 巻 1 号 (1929) ：44-50.
20 朝永振一郎「量子力学の曙」『朝永振一郎著作集 11 量子力学と私』(新装版, みすず書

房, 2002）, pp. 63-95, 特に p.86.
[21] Ozawa, 前掲注 15.
[22] 朝永, 前掲注 20, pp. 86-87.
[23] 朝永, 前掲注 20, p. 87.
[24] 朝永, 前掲注 20, pp. 87-88.
[25] 有山兼孝「物性論における一連の問題」『物性研究』29 巻 2 号（1977）：53-68, 特に p. 55.
[26] Michael Eckert, *Arnold Sommerfeld: Science Life and Turbulent Times 1868-1951*, Springer, 2013, on pp. 329-431.
[27] Kragh, Helge, *Quantum Generations: A History of Physics in the Twentieth Century* (Princeton University Press, 2002)〔有賀暢迪・稲葉肇ほか訳『20 世紀物理学史』（名古屋大学出版会, 2015)〕, 邦訳上 pp. 230-231.
[28] 藤岡, 前掲注 2, pp. 101-102.
[29] Gurney, Ronald, *Elementary Quantum Mechanics*, (Cambridge University Press, 1934)〔日下部智訳『図解量子力学』（河出書房, 1946)〕. 翻訳は原著第 2 版に基く.この翻訳が出版された事情については次を参照: 藤岡, 前掲注 2, p. 102.
[30] 前章で述べたように, 仁科の帰国が 12 月 21 日であるとすれば, ゾンマーフェルト出航と同じ日である.
[31] 玉木英彦「世界の学界に窓を開く」**『仁科芳雄』** pp. 81-90.
[32] 仁科芳雄「緒言」『量子論諸問題』（啓明会, 1932）, pp. 3-4, 特に p. 3.
[33] W. Heisenberg から P. A. M. Dirac （1928 年 2 月 13 日）Florida State University Archives, Paul A. M. Dirac Papers, Folder: "General Correspondence 1/1929-6/1929." 次にも全文引用: Laurie M. Brown and Helmut Rechenberg, "Paul Dirac and Werner Heisenberg: a partnership in science," in Behram N. Kursunoglu & Eugene P. Wigner, *Reminiscences about a Great Physicist: Paul Adrien Maurice Dirac*(Cambridge University Press, 1987), pp. 117-162, 特に pp. 133-134.
[34] Heisenberg, Werner, "Erinnerungen," in *The Yoshio Fujioka Commemorative Issue*, (The Institute for Optical Research, Tokyo University of Education, 1967), pp. 359-360, 特に p. 359.
[35] 仁科芳雄から P. A. M. Dirac（1928 年 12 月 3 日）Florida State University Archives, Paul A. M. Dirac Papers, Folder: "General Correspondence 1/1929-6/1929"〔邦訳 **『書簡集補巻』** pp. 17-18〕. なお、書簡集では「私は今や、実際にそれを実現できる、と信じています」とあるが, 原文は "I do not know whether it can be realized"である. 以下, 特に問題ない限り, 原文は言及しない.
[36] P. A. M. Dirac から仁科芳雄（1928 年 12 月 29 日）**『書簡集 I』** p. 109.
[37] 仁科芳雄から P. A. M. Dirac［下書き］（日付なし）**『書簡集 I 』** p. 110.
[38] 仁科芳雄から P. A. M. Dirac（1929 年 4 月 20 日）**『書簡集 I 』** pp. 127-128.
[39] 仁科芳雄からW. Heisenberg（1929 年 4 月 20 日）**『書簡集 I 』** pp. 128-130.
[40] P. A. M. Dirac から仁科芳雄（1929 年 5 月 11 日）**『書簡集 I 』** pp. 138-139.
[41] 福原毅「赤星鉄馬伝」赤馬鉄馬（福原毅編）『ブラックバッス』（イーハトーヴ出版, 1996）, pp. 169-181.
[42] 桜井錠二遺稿『思出の数々』（九和会, 1940）, p. 78.
[43] 茶谷誠一『牧野伸顕』（吉川弘文館, 2013）.
[44] 「本会寄付行為」『量子論諸問題』（啓明会, 1932）, 付録 pp. 1-14, 特に p. 1.
[45] 笠森傳繁「私の履歴書」『駒沢大学商経学会研究論集』4 巻 (1963): 188-193, 特に p. 192
[46] 古谷芳雄「財団法人啓明会と笠森伝繁先生」故笠森伝繁先生記念録刊行委員会編『故笠森伝繁先生記念録』（故笠森伝繁先生記念録刊行委員会, 1971）, pp. 12-65.

47 笠森傳繁から長岡半太郎（1929年4月27日）『書簡集Ⅰ』pp. 133-134;；笠森傳繁から長岡半太郎（1929年6月3日）『書簡集Ⅰ』p. 140.
48 仁科芳雄から P. A. M. Dirac（1929年6月11日）『書簡集Ⅰ』pp. 142-143;仁科芳雄から W. Heisenberg（1929年6月11日）『書簡集Ⅰ』p. 143.
49 W. Heisenberg から P. A. M. Dirac (1929年5月24日) Florida State University Archives, Paul A. M. Dirac Papers, Folder: "General Correspondence 1/1929-6/1929."
50 ハイゼンベルクは"Shinyo Maru"と書いている: W. Heisenberg から P. A. M. Dirac（1929年7月11日）Florida State University Archives, Paul A. M. Dirac Papers, Folder: "General Correspondence 7/1929-12/1929." また『書簡集Ⅰ』における仁科からハイゼンベルクへの書簡の翻訳では「新陽丸」となっている：仁科芳雄から W. Heisenberg（1929年5月10日）『書簡集Ⅰ』pp. 137-138. 他方で、ハイゼンベルクとディラックの来日を伝える新聞記事では春洋丸となっている：「物理学回の鬼才　ハ・デ両氏の講演：我国の専門家を前に二日から六日間続講」『帝国大学新聞』（1929年9月9日）, p. 2. どちらもサンフランシスコ航路の当時実在の汽船であるが，ここでは新陽丸を採用する.
51 W. Heisenberg から P. A. M. Dirac（1929年7月5日）Florida State University Archives, Paul A. M. Dirac Papers, Folder: "General Correspondence 7/1929-12/1929."
52 W. Heisenberg から P. A. M. Dirac（1929年7月5日）Florida State University Archives, Paul A. M. Dirac Papers, Folder: "General Correspondence 7/1929-12/1929"; W. Heisenberg から P. A. M. Dirac（1929年7月19日）Florida State University Archives, Paul A. M. Dirac Papers, Folder: "General Correspondence 7/1929-12/1929."; W. Heisenberg から P. A. M. Dirac（1929年8月1日）Florida State University Archives, Paul A. M. Dirac Papers, Folder: "General Correspondence 7/1929-12/1929."
53 仁科芳雄から P. A. M. Dirac（1929年7月16日）『書簡集Ⅰ』pp. 151-152.
54 仁科芳雄から P. A. M. Dirac（1929年7月30日）『書簡集Ⅰ』p. 156.
55 仁科芳雄から長岡半太郎（日付不明）『書簡集Ⅰ』pp. 157-158.
56 仁科芳雄から長岡半太郎（日付不明）『書簡集Ⅰ』pp. 157-158.
57 嵯峨根遼吉「一分の隙もないハイカラ紳士」藤岡由夫編『高嶺俊夫と分光学』（応用光学研究所, 1964）, pp. 305-307, 特に p. 305.
58 長岡半太郎から仁科芳雄（1929年8月2日）『書簡集Ⅰ』p. 159.
59 飯盛里安から仁科芳雄、（1929年8月7日）『書簡集Ⅰ』pp. 159-160.
60 武藤, 前掲注 9, pp. 2-4.
61 有山, 前掲注 25, p. 56；勝木渥「物性研究史聞き書きノート（その1）」『数理科学』365号（1993）：69-81, 特に p. 78.
62 仁科芳雄「ハイゼンベルク（W. Heisenberg）とディラック（P. A. M. Dirac）との量子物理学樹立に於ける業績」『東洋学芸雑誌』45巻9号(557号): 604-619. これは10月に『理化学研究所彙報』にも出版された: 仁科芳雄「ハイゼンベルク（W. Heisenberg）とディラック（P. A. M. Dirac）との量子物理学樹立に於ける業績」『理化学研究所彙報』8輯10号（1929）：859-867.
63 「Heisenberg, Dirac 講演会案内状」（1929年8月20日）『書簡集Ⅰ』p. 162.
64 玉木英彦「世界の学界に窓を開く」『仁科芳雄』pp. 81-90, 特に p. 84.
65 朝永振一郎「日本における量子力学の成立」『朝永振一郎著作集 11 量子力学と私』（新装版, みすず書房, 2002）, pp. 96-115, 特に p. 111.
66 「Heisenberg, Dirac 講演日程（帝大新聞記事）」（1929年9月9日）『書簡集Ⅰ』pp. 165-166.
67 「長岡半太郎（東京帝大）Heisenberg と Dirac の講演に際し歓迎の辞」（1929年9月2日）『書簡集Ⅰ』pp. 163-165, 特に p. 164.
68 「長岡半太郎（東京帝大）Heisenberg と Dirac の講演に際し歓迎の辞」（1929年9月

2日）『**書簡集 I**』pp. 163-165, 特に p. 164.
69 朝永, 前掲注 20, p. 94. ただし, 朝永は講演の最後に長岡が挨拶したと回想している.
70 仁科, 前掲注 32, p. 3. 現代仮名遣いに直した.
71 Brown and Rechenberg, 前掲注 33, p. 139.
72 勝木渥『曽禰武：忘れられた物理学者』（績文堂出版, 2007）, p. 52.
73 仁科, 前掲注 32, p. 3.
74 朝永, 前掲注 20, p. 89.
75 犬井鉄郎が岩波講座『物理学』の月報第 10 号（1939 年 9 月）に書いているらしい. 勝木, 前掲注 72, p. 207. ディラックによるとハイゼンベルクは寺の屋根に上って, 頂上で片足立ちをして見せたりもしたという: Cassidy, David, *Uncertainty: Life and Science of Werner Heisenberg* (W. H. Freeman, 1992)〔金子務監訳・伊藤憲二ほか訳『不確定性：ハイゼンベルクの科学と生涯』（白揚社, 1998）〕, 邦訳 p. 276.
76 勝木, 前掲注 72, p. 207.
77 勝木, 前掲注 72, p. 207.
78 朝永振一郎『スピンはめぐる：成熟期の量子力学』（中央公論社, 1974）, pp. 341-342（朝永振一郎「『スピンはめぐる』最終講義：付け足しと思い出ばなし」『朝永振一郎著作集 10 量子電気力学の発展』（新装版, みすず書房, 2001）, pp. 190-222 に再録）.
79 朝永, 前掲注 20, pp. 89-90.
80 勝木, 前掲注 72, p. 208.
81 有山, 前掲注 9, p. 56.
82 勝木, 前掲注 72, p. 208.
83 朝永振一郎「計画オンチ：藤岡さんの思い出」『朝永振一郎著作集 2 物理学と私』（新装版, みすず書房, 2002）, pp. 277-282, 特に p. 277.
84 朝永, 前掲注 20, pp. 89-90.
85 仁科芳雄「雑録：量子物理学に関するハイゼンベルク及びディラック両博士の講演の要旨（第一報）」『理化学研究所彙報』9 輯 1 号（1930）: 55-68.
86『量子論諸問題』（啓明会, 1932）, p. 86.
87 玉木, 前掲注 64.
88 例えば、浅田恒三郎から仁科芳雄（1931 年 9 月 18 日）『**書簡集 I**』pp. 243-244; 京都帝国大学理学部から仁科芳雄（1931 年 9 月 18 日）『**書簡集 I**』p. 244;片山正夫から仁科芳雄（1931 年 10 月 27 日）『**書簡集 I**』pp. 253-254.
89 荒勝文策から仁科芳雄（1931 年 9 月 25 日）『**書簡集 I**』pp. 246-247.
90 朝永, 前掲注 78, pp. 343-344.
91 木村は仁科宛ての書簡で杉浦に大学から謝礼を払ったことを推測させる文章を書いている: 木村正路から仁科芳雄（1930 年 11 月 5 日）『**書簡集 I**』pp. 202-203.
92 朝永, 前掲注 78, p. 345.
93 田村ほか, 前掲注 5, p. 129.
94 朝永, 前掲注 78, pp. 344-345.
95 朝永, 前掲注 78, p. 345.
96 田村ほか, 前掲注 5, pp. 129-130.
97 朝永, 前掲注 78, p. 346.
98 Langmuir, Irving, and Robert N. Hall, "Pathological Science: Certain Symptoms Seen in Studies of 'N Rays' and Other Elusive Phenomena Characterize 'the Science of Things That Aren't So,'" *Physics Today* 42 (10) (October 1989): 36-48.
99 仁科芳雄から N. Bohr（1929 年 11 月 25 日）『**書簡集 I**』p. 174.
100 「仁科芳雄ほか 6 名連名　Bohr 招聘のための醵金募集」（1930 年 7 月 10 日）『**書簡集**

Ⅰ』pp. 196-197.
101 G. Hevesy から仁科芳雄（1930年1月9日）『**書簡集Ⅰ**』pp. 181-182.
102 「Hevesy 来日講演日程の案内」（1931年3月23日）『**書簡集Ⅰ**』pp. 216-217; 仁科芳雄「ヘヴェシー教授　学術講演要旨」『理化学研究所彙報』10巻7号（1931）：616-623.
103 木村正路から仁科芳雄（1930年11月5日）『**書簡集Ⅰ**』pp. 201-203；木村正路から仁科芳雄（1930年11月30日）『**書簡集Ⅰ**』p. 203.
104 西谷正『坂田昌一の生涯：科学と平和の創造』（鳥影社, 2011）, p. 344.
105 坂田昌一「中間子理論研究の回顧」湯川秀樹・坂田昌一・武谷三男『真理の場にたちて』（毎日新聞社, 1951）, p. 33-92, 特に p. 41.
106 Heisenberg, Werner, *Die Physikalischen Prinzipien der Quantentheorie* （Hirzel, 1930）〔玉木英彦・遠藤真二・小出昭一郎訳）『量子論の物理的基礎』（みすず書房, 1954）〕.
107 仁科芳雄から W. Heisenberg（1931年［月日不明］]『**書簡集Ⅰ**』pp. 224-225.
108 朝永振一郎「仁科先生の温情に泣く」『自然』17巻10号（1962）：44-47,　特に p. 46（以下に再録：『自然』26巻4号（1971）：262-265;『朝永振一郎著作集1　鳥獣戯画』（新装版, みすず書房, 2001）, pp. 193-202）.
109 朝永, 前掲注 65, p. 107.
110 ギブズ自身におけるアンサンブル概念については、次を見よ：稲葉肇「ギブズのカノニカル・アンサンブル：何に支えられたモデルだったのか」『科学哲学科学史研究』2号 (2008): 87-99.
111 朝永, 前掲注 65, pp. 107-108.
112 朝永振一郎「量子力学と私」日本物理学会編『日本の物理学史（上）歴史回想編』（東海大学出版会, 1978）, pp. 617-655, 特に p. 629 （次にも採録：『朝永振一郎著作集11　量子力学と私』（新装版, みすず書房, 2001）, pp. 6-61）.
113 坂田, 前掲注 105, pp. 41-42.
114 朝永, 前掲注 112, p. 629.
115 朝永振一郎「対談 科学の意味」『朝永振一郎著作集2 物理学と私』（新装版, みすず書房, 2001）, pp. 336-350, 特に p. 344.
116 朝永, 前掲注 78, p. 346.
117 坂田, 前掲注 105, p. 41.
118 朝永, 前掲注 115, p. 344.
119 坂田, 前掲注 105, p. 42.
120 朝永, 前掲注 115, p. 344.
121 朝永, 前掲注 78, pp. 346-347.
122 朝永, 前掲注 78, p. 347. このクラインの手紙は現存していないが、それに対する返事である可能性がある手紙を仁科が一月一五日に書いている。ただし、この書簡で仁科が言及しているのは、相対論的量子論の困難についてであり、理論に「画期的な進歩が必要」であることと、クラインが述べているボーアの見解がその困難の基を示していると思うと述べている：仁科芳雄からクラインへ（1931年1月15日）『**書簡集Ⅰ**』pp. 207-209.
123 坂田, 前掲注 105, p. 42.
124 坂田, 前掲注 105, p. 41.
125 坂田, 前掲注 105, pp. 42-43.
126 朝永, 前掲注 108, p. 264.
127 仁科芳雄から高嶺俊夫（1931年7月2日）『**書簡集Ⅰ**』pp. 232-233.
128 仁科芳雄「現今の物理学より見たる化学」『工業化学雑誌』34巻3号（1931）：322-334.

129　仁科芳雄「原子並に分子構造論」電気学会編『電気に関する物理学最近の諸相』（電気学会, 1931）, pp. 123-176.
130 中谷宇吉郎から仁科芳雄（1931年6月30日）**『書簡集Ⅰ』** pp. 230-231.
131 茅誠司から仁科芳雄（1931年10月6日）**『書簡集Ⅰ』** pp. 248-249.
132 八鍬功「池田芳郎先生を悼む」『日本物理学会誌』47巻（1992）：491-492.
133 池田芳郎から仁科芳雄（1932年4月18日）**『書簡集Ⅰ』** pp. 260－261；池田芳郎から仁科芳雄（1932年6月6日）**『書簡集Ⅰ』** p. 262.
134 仁科芳雄から B. Schultz（1933年7月18日）**『書簡集Ⅰ』** pp. 314-316；茅誠司から仁科芳雄（1933年9月28日）**『書簡集Ⅰ』** pp. 324-325.；池田芳郎から仁科芳雄（1934年6月7日）**『書簡集Ⅰ』** p. 340.
135 仁科芳雄から梅田魁（1936年5月17日）**『書簡集補巻』** pp. 74-75, 特に p. 74.
136 仁科芳雄から仁科美枝子（1936年6月24日）**『書簡集補巻』** pp. 83-84, 特に p. 84.
137 G. Hevesy から仁科芳雄への書簡（1933年8月4日）**『書簡集Ⅰ』** pp. 319-321, 特に p. 320.
138 仁科芳雄から高嶺俊夫（1931年7月2日）**『書簡集Ⅰ』** pp. 232-233.
139 仁科芳雄からローレンスへ（1932年4月30日）**『書簡集Ⅰ』** p. 261; 仁科芳雄から B. Schultz（1932年11月6日）**『書簡集Ⅰ』** p. 272-273.
140 Polanyi, Michael, *The Tacit Dimension* (Routledge, 1966)〔佐藤敬三訳『暗黙知の次元：言語から非言語へ』（紀伊國屋書店, 1980）〕; Collins, H. M., "The TEA Set: Tacit Knowledge and Scientific Networks," *Science Studies* 4 (1974): 165-186.

## 第一一章　仁科研究室創設と「コペンハーゲン精神」の共鳴

一九三一年七月一日、仁科芳雄は、理化学研究所主任研究員となった。主任研究員としては最年少であったが、クライン＝仁科の式は、世界的な業績であり、昇進するのに十分と見なされたとして不思議はない。前年一九三〇年には、一一月二一日付で、東京帝国大学から理学博士の学位も取得していた。学位論文の題目は「錫ヨリたんぐすてんニ至ル諸元素ノ吸収すぺくとる並ニ其ノ原子構造トノ関係ニ就イテ」である。これは前に触れた留学中の分光学的な研究であった。理化学研究所における主任研究員は大学における教授に相当する。第九章で述べたように、大河内が行った理化学研究所の改革の一つは、主任研究員を置いたことであった。主任研究員は研究室を主宰し、非常に高い自律性をもって研究をすることができるようになった。仁科は遂に研究者として独り立ちしたのである。

しかし最初仁科は主任研究員になったことを喜ばなかった。まず、研究費の少ないことをこぼしていた。仁科研ができたとき、新設費として四五〇〇円を受け取ったが、少し装置を買うと千円、二千円とかかる。そのうえ、当時、理研はあまり財政的に気前がよくなかったらしい。所長からの「時節柄倹約する様に」という命令を伝えられた。二、三年は何もできないだろうと最初からあきらめ、「まあ出来るだけの事をして其後は金がなければ休止する外ありません」と達観していた[1]。

研究室を主宰すれば、その運営のために時間を取られる。前章でみたように、仁科は自分の研究のための時間がないことを嘆いていた。主任研究員になれば状況が更に悪化するように思われたのだろう。着任翌日の七月二日、仁科は高嶺俊夫宛に手紙を送っているが、そこで自分の研究室をもったことについても「これは私自身の勉強の為めには却って妨害となるにすぎません」と書いた[2]。この時期の仁科はあまりの多忙のために、研究やその為の勉強ができず、極めて悲観的になり、ほとんど投げやりになっていたようにすら見える。「生きるも死ぬも運命で、滔々たる時代の流れに流されて墓の中へはいって了うのだと思へば、研究室が新設され様が講演で忙しかろうが、些々たる出来事の様に思われます。そしてどんなにアセッテもモガイテもそうする事それ自身が既に運命であると思って居ます」とまで書いていた[3]。

それでも仁科は、同じ書簡で「後進者の為め」であることがせめてもの慰め、とも書いた[4]。独立した研究室を持てば、本格的に若い物理学者の指導ができるからである。その結果は仁科の予想以上であった。その上、仁科自身の研究もまた、若い研究者たちの協力を得て、新たに発展するようになった。一年後の一九三二年七月には、デニソンにあてた書簡で、そろそろ研究を始められそうだと感じていることを書いている。「自分自身の研究室をもち、少数ながら協力者を得たから」というのが理由であった[5]。

仁科自身の研究という言い方は語弊があるかもしれない。なぜなら、仁科だけの研究ではなく、仁科にひきいられたグループの研究が発展したからである。コペンハーゲンで仁科は個人で研究をする研究者から、共同で研究を進める研究者になっていた。それが理研

では集団的な研究を指導する研究者に変った。そして、優秀な後進を得て、彼らと共に研究を進めることが出来るようになった。結果として、仁科が独立した研究室を持ったことは、その後の日本の物理学にとって大きな意味を持つことになる。

七章で、仁科が日本は住みにくく、いいものがない、人間もいやな奴ばかりだとこぼしていたことを述べた。これほど日本の人間を嫌っていたのに、日本に帰ると包容力の大きい研究指導者となって、大きな研究グループを作ったのは不思議である。一つには、仁科は尊敬するボーアを模範としてふるまったのだろう。それと同時に先の手紙にも見られるようなある種のあきらめがあったように見える。人間に関しても、その他の事柄にかんしても、期待を低くおいて諦観すれば、それに対して反発し、絶望する必要もなく、少しでも良い状況や良い人間の価値を尊重し、そこから事態を少しでもましにするように努力できる。この後も、仁科は様々な挫折や失望を経験するが、根源的なあきらめがあったために、かえって挫けずに立ち直れたように思われる。

九章で触れたように、仁科芳雄の帰国以前に、日本の若い物理学者たちが量子力学を勉強し始めていた。この点を指摘して勝木渥は、仁科が量子力学を日本に持ち込んだわけではないことを述べている[6]。この主張は、量子力学というものをその理論的中身としてとらえるならば正しい。しかし、それだけで量子力学に基づいた研究が日本で始まったわけではなかった。仁科の日本における活動の前に、若い研究者達の行った原論文や、初期の教科書の読解、そして、ゾンマーフェルト、杉浦、ディラック、ハイゼンベルクら、量子力学に基づいた研究をしていた研究者たちの講演があった。つまり、その当時の日本ではすでに量子力学の知識を得ようとすれば、得ることができたのである。それに加えて、仁科がやったこと、仁科が日本に持ち込んだものは何なのか。

仁科の帰国以降、仁科研究室を中心として、理研、さらに日本の各地に、量子力学以後の原子物理学と関連分野の研究を行うのに良い環境が形成されていった。その環境は、単なる量子力学の学習ではない。それらの分野の研究基盤を形成するようなものであった。仁科の果たした役割は、そのような研究のための環境を作り、そして研究を主導したことである。その点で、日本の物理学の発展において時代を画するものであった。

すでに触れたように、仁科の役割はしばしば「コペンハーゲン精神」を導入したという形で表現される。精神という言葉で表現されるその何ものかは、定かではなく、人によって異なることにも触れた。それは例えば研究所のなかにある雰囲気や、その構成員で共有される態度や気質のようなもの、あるいは組織で共有される組織文化のようなものと考えられたりする。しかし、そのような漠然としたものの実体を考えるためには、実際にその場で何がなされ、どのような環境が作られたのかを見なければならない。

この章では、まず仁科が作った研究環境と、そこでなされた研究活動の特徴に焦点を当てる。とくに、コペンハーゲンのボーアのグループとの比較に注意を払うであろう。仁科研における具体的な研究内容については、次章以降で述べる。

## 最初の研究室員たち

仁科研は、小さい規模から出発し、大きく成長していった。最初の年度は予算もなかった。人もあまりいなかった。仁科研究室は、既存の研究室を受け継いだわけではなく、新しく創設された研究室だったからである。次章で述べるように仁科のほか研究室員は嵯峨根遼吉、吉田早苗、竹内柾の三名という、つつましい規模で出発した。この年の『理化学研究所案内』によると、そのうち吉田は西川研でも研究題目の従事者に入っており、しかも翌年の『案内』には仁科研の中に挙げられていないので、事実上二人というべきかもしれない。人が居ないのではじめは部屋も少なかった。仁科研は最初、理研三号館の二階に部屋を持った。狭い主任室と、廊下の向いにその倍ぐらいの大きさの実験室があっただけである。この建物には、仁科のほかに石田、西川、高嶺、木下、長岡の研究室があった[7]。西川研は、二号館に移ったのだが、もといた部屋に、菊池正士が入って実験をし、有名な雲母の電子回折実験をした。新しい研究室なので、実験室にはほとんど何もなく、実験用の机が置いてあるぐらいであった。実験をするために装置を揃えていかなければならなかった。そして、装置は研究者自ら設計したり、場合によっては製作したりするのである。その廊下には、電話が取り付けてあって、仁科もここから電話をした。まだ無名の仁科は、「仁丹の仁に、更科の科」と自分の名前を説明した[8]。

しかし、仁科研は次第に成長していった。前章で見たように、量子力学という新しい物理学は、若い研究者を引き付け初めていた。仁科研は当時発展しつつあった量子力学以降の原子物理学を研究するのに日本でもっともよい場所となり、極めて優秀な若手が次々と加わった。

翌一九三二年は原子物理学にとって極めて重要な年であるが、それについては後に述べる。この年には最初の理論家、朝永振一郎が仁科研に加わった。前章に述べたように、朝永は仁科とは京都で面識を得ていた。仁科は朝永に手紙を書いて、理研に入ることを誘ったのだった。これについては一三章で述べる。朝永には、一号館の図書室の裏、雑誌のバックナンバーを置く、倉庫のような部屋に机が与えられた[9]。

一九三三年には、坂田昌一、天木敏夫、杉本朝雄、新間啓三が加わった。坂田は仁科の集中講義を聞いた翌年、一九三二年に大学三年生になった。その年、湯川が京都大学の講師となり、量子力学の講義を担当した。坂田と小林稔の二人が、湯川の授業の熱心な出席者であった[10]。坂田は玉城のもとで卒業研究をすることになったが、湯川になにをしたらいいか聞いた。湯川は、ハイゼンベルクの原子核理論についての論文を読ませた。坂田はこの論文に感激した。三五年後に彼が述べたところに、その後三五年間の研究生活を支えたのは、その時の感激だったという[11]。そして、「原子核ノ理論ニ就テ」と題する卒業論文を書いた[12]。卒業後、一九三三年の四月に理研の研究生になった。坂田は、朝永と同じ部屋で仕事をしたと思われる。杉本、天木、新間は実験家である。実験室のスペースが足りないので、杉本は東大で実験を続けた。新間は、三号館の実験室で実験をしたが、天木は理研職員宿舎の空家に装置を製作した[13]。理化学研究所案内にある木造平屋七坪の建物

がこれにあたると思われる[14]。同じ年に、三菱造船の研究所が理研に合併された。その研究員は理研の所属となり、建物が二三号館となった。これは現在、アイソトープ協会の建物として現存している。地上三階、半地下一階の大きな建物である。この建物の西端に半地下室があり、そこが原子核実験室となって、新聞はここに移った。朝永と坂田も、この二階の一室にうつり、ここが仁科研理論班の部屋となった。坂田は、一九三四年に大阪帝国大学が創立され、湯川が招聘されると、湯川のもとへ移ってしまったが、一九三五年に小林稔が仁科研に加わった。同じ年に理論では東大から玉木英彦も仁科研に入った。二人は理論家であるので、朝永と同じく二三号館二階で仕事をした[15]。また、この年には後に述べるように仁科研究室と西川研究室によって原子核研究室が創設され、そのための研究棟が建てられた。これは一九三七年に完成した。二九号館、三一号館、三三号館、三七号館、三九号館の六棟の主に鉄筋平屋の建物からなる[16]。そのうち、二九号館には会議室が設けられ、仁科研のメンバー全員が集まる場所となった。ここがセミナーや食堂の場所にもなった[17]。仁科自身も三七号館に居室を移した[18]。この建物は最近まで現存し、仁科の居室も保存されていた。

## コロキアムと食堂

仁科研は理論と実験の両方の分野で数人から出発したが、このようにその規模を次第に拡張していった。創設して三年後の一九三四年には一〇名、六年後には三〇名を越え、その三年後の一九四〇年には五六名に、一九四三年には一〇九名に達した[19]。仁科研の所属ではなかった藤岡由夫も書いているように、仁科研は理研の一つの中心となっていった[20]。

研究室の規模が増大するだけでなく、それの作り出す研究環境もまた、当時の研究に適合して発展した。それはコペンハーゲンのボーアの研究所と似たものであった。もともと自由な理研のなかでも、とりわけ自由で活発であり、同時に討論と協力を重視した研究活動を行い、同時に、遊びと研究の間を行き来しつつ、熱心に研究に取り組んだのである。

その研究活動の中心になったのは、コロキアムや、セミナーであった。コロキアムは、最初一号館最上階のらせん階段のあった部屋で週に一回開かれていた[21]。これは外部に解放され、仁科研、長岡研、西川研、高嶺研や、理研の他の研究室に加えて、東大など理研の外の研究者も集まった。原子物理学関係の紹介することを目的としていたが、実験と理論両面にわたった。これは前に述べた物理学輪講会とは別であるが、その延長のような性格があったと見てよいかもしれない。さらに原子物理学だけではなく、物性論、磁性、エックス線の話題も取り上げられた。西川正治や、杉浦義勝も参加していた。西川はよく居眠りをし、杉浦はパイプの掃除ばかりしていたという[22]。

最初のころ、仁科は極めて文献を良く読んでおり、コロキウムというのは仁科が自分の読んだ文献を話して聞かせる場であった。例えば、ボーアによる量子力学の観測問題についての本を仁科が読んできて三回連続で説明したりした。ただし、これは若い物理学者たちの関心を引かなかった[23]。それが一九三四年に玉木英彦が入所したころから、担当者を決めて、発表するようになった。このコロキウムは一九三六年頃まで続いたと思われる[24]。

朝永振一郎は、理研には毎週一回ぐらい「輪講会」があったと書いている。藤岡が、一号館の中二階の一室で、仁科が中心になって行った輪講会があったと書いているのはそれのことであろう。場所も、頻度も違うので、上のコロキアムとは別のものであろう[25]。輪講会とは、順番に当番になって最新の雑誌を読んで紹介し合うものである。ボーアの研究所では訪問した研究者が研究内容を話すセミナーが中心であったが、日本ではそれが出来るほど研究者の数がなかった。しかし、一九三〇年代の初めは、とくに実験物理において急激な展開があった時期であった。藤岡は「かつての学界が理論物理の洪水に押し流されたように、この時は原子核、宇宙線に関する新しい実験の論文があとからあとから押し寄せてくる」と書いた[26]。そのため、最新の雑誌の内容を知って皆興奮し、討論は非常に熱っぽいものになった[27] これについては後に詳しくのべるであろう。

このような輪講会やその他のセミナーは、上記の一号館のらせん階段の下の部屋や中二階の部屋などで行われた。朝永ら理論班の部屋が二三号館に移った後は、その建物の一室、そして二九号館が出来た後はその会議室も用いられた。また、一九三〇年代には、三号館の二階で西川研が毎週談話会・会食を開き、そこには長岡研の杉浦義勝も参加していた。ここでも遠慮のない活発な討論がなされていた。参加した三宅静雄は、「この研究室で率直に意見や疑問や批判をぶつけ合うディスカッションの方法をおぼえた」と書いている[28]。

食堂が重要な議論の場となることも、ボーアの研究所と同様であった。前に書いたように、大河内は昼食を作らせるために、調理人を雇っていた。竹内によると、好みに応じて、コッペパン一個か、丼一杯の米飯と漬物が支給されていたという。おかずは各自、自分で用意したわけである。仁科研の最初期には、きまった食事の場所がなかった。入所当時、竹内は吉田早苗と一緒に、西川研究室で昼食を食べていた。彼らが実験をしていた二号館二階にある西川研の実験室が、西川研の輪講や食事の場所になっていた。そこでは菊池正士を含め、一〇名程の研究者がいた[29]。ここは西川食堂と呼ばれた。

後には、仁科研の研究者たちは、高嶺研の研究室に行って食事するようになった。竹内によると一九三一年七月から嵯峨根と一緒に高嶺研の須賀太郎の部屋へ行って食事していたという[30]。一高時代、須賀が嵯峨根の弓道部の先輩だったためであるらしい[31]。須賀の他、富山小太郎と藤岡由夫がその部屋の住人であった。藤岡は最初のころは居なかったが。朝永も、仁科研と高嶺研の若い研究者たちが、須賀たちの部屋に行って食事したり、お茶をしたりして、「とりとめもない雑談」をしたことを回想している。「この部屋にはごたごたした雑物を入れた戸だなや、半分こわれかかったり、はらわたの出た椅子などがあり、おせじにもきれいな部屋とはいえない風景でしたが、そこでの集まりはなかなか楽しいものでした」[32]。また、高嶺研では、週に一度、高嶺が研究室員たちと食事を共にし、これを「御前食事」と呼んだ。これには何時も仁科が招かれた。そして、その後には輪講が行われた[33]。

二九号館の会議室が使えるようになってからは、仁科研の研究員はそこで昼食をとっていた。そのころのことだと思われるが、杉本正雄が一時期仁科研にいて、杉本朝雄とともに嵯峨根の指導を受けていた。杉本は機械工学を専門とし、戦後指導的な研究者となるが、最初物理を専門にしていた。彼は仁科研時代の一日を次のように回想している。

@引用@
朝の10時近くに出勤すると、ガネさんをはじめ元気な人達はまっ白な運動着でテニスを盛んに楽しんでいる。それがすんで実験室で準備しているとすぐ昼食になる。昼食は私達のような新参者が交代で賄所からお鉢と鍋を運んで来て、研究室の中の臨時の食堂で、おかずを皿に分けて準備するのである。
準備が出来ると、仁科先生を中心にして研究室全員数名が食事をするのであるが、食事中から食事がすんで2時頃まで、その日の新聞記事のこと、新しい学界の出来事など、種々雑多な話題で喧々ごうごう、実に賑やかに過ごすのである。この光景は今でも忘れられない。実に愉快でした。それから実験にかかるのですが、夕刻の7時過ぎになると、必ず仁科先生が廻って来る。先生が帰ると、とたんに腹がへるので、焼いた握り飯をたべる。この握り飯は昼食の余ったのを私達が握って、夏でも腐らないように焼いて醤油をつけておいたものでした[34]。
@引用終わり@

理研を研究に適した場所にした雰囲気のうち重要なのは、その自由さであった。その自由さに強い印象を受けた朝永振一郎は、理研のことを「科学者たちの自由な楽園」と呼んだ。その場合の自由というのは、義務や規則がないということである。しかしそれは、仁科が研究室を持つ前から存在していた。しかし、仁科自身がその自由さを体現していた。仁科の秘書を長く務めた横山すみは、「仁科先生の人の使い方というか研究組織は全く自由」だったと書いている。「どこへ遊びにいってもかまわない」というのだった[35]。

このような自由な組織において、若い研究者は自由に研究をすることができ、遠慮なく議論することができた。そのことは仁科自身の議論好きによってさらに助長された。仁科は極めて議論好きであり、それは度が越すほどであった。後に述べるように、仁科はいつも遅い時間に朝永の居室に現れては、議論を始めた。また、仁科と朝永はよく図書室へ行って、一緒に雑誌を見たが、見ているうちに議論を始めてしまった。そのために、後に国会図書館に勤務した化学者、桂井富之助に「ここは図書館だから静粛にして下さい」とたしなめられた[36]。武谷三男が仁科研に加わったのは一九四一年の四月のことで少し後のことになる。そのころには仁科は理論から遠ざかり、理論班は朝永が指導をしていた。しかし、仁科も議論に加わることもあった。「討論になると、昼すぎから夕食抜きで十時ごろまでぶっ続けに、若い研究員を相手にむきになって『そんなことがあるか。どうしてそうなるんだ』といった調子でやられる。たいへんな人だなあと思ったものだ」[37]。

当然、セミナーも活発な議論の場所となった。理研のセミナーは、一九三二年に理研に入所した朝永に強い印象を与えた。「理化学研究所で驚いたことは、その全く自由な空気である。先生たちも若いものも、お互いに全然遠慮なく討論するそのありさまである。それからまた東京の連中の頭の回転の早いことである。ゼミナールはこの遠慮のない、血のめぐりの早い連中の全く形式も儀礼も無視した討論で生き生きと進んでいく。中でも菊池正士さんとか藤岡由夫さんとかいう駿才は、無遠慮さにおいてその雄たるものであった。また、この二人の、外遊から帰って来たての何か新鮮な

ふんいきは大変に印象的であった。」[38]。

九章で述べたように、以前の日本の若い物理学者たちは、帝国大学のコロキアムにうんざりしていた。真剣な討論がそこには欠けており、権威主義がはびこっていた。ところが、理研ではそのようなことがなかったというのである。インフォーマルな雰囲気の中で、無遠慮な質疑や、活発な討論が行われていた。仁科は当時の日本の原子物理学者としては世界的な「権威者」であったはずである。しかし、長岡と違って、権威者として振舞うことで、若い研究者たちの討論を阻害することはなかった。それでありながら、研究の発展の見透しが確かで、若い研究者たちを良く指導することができた。

昼食も、活発で、遠慮のない議論の場所であった。これもすこし後のことであるが、武谷三男が一九四〇年代初めのころの様子を生き生きと描いている。そのころには仁科研は新しくできた二九号館の会議室で食事をしていた。彼によると、「昼食は食堂に皆集って、ガヤガヤと議論しながら食べ」たという。「ここでは、あらゆることが話題にのぼった。大学のように沈滞した、封建的な、重苦しい雰囲気はみじんもなかった。のびのびと、上下の別もあまりなく勝手なことをいい合った。みんなエチケットなしで口が悪いことがむしろ歓迎されるのであった。研究を実際に進めていると、研究以外のことによってはくをつけておどす必要はないから、このように活発な雰囲気が生まれるのだということを知った」[39]。ここでもまた研究をする能力だけが問題となる世界が出来ていたのだった。

このような歯に衣を着せぬ討論は外の人達の目には特異に映った。自然の編集者であった小倉真美は、「口の悪い秀才の集まりなので、私は仁科研究室に入る前に、深呼吸をして扉を開けたことが多い」と書いている[40]。仁科研の研究員ではないが、朝永が書いているように、菊池や藤岡は、その口の悪さを外部の研究者、それも大物にも向けた。木村正路は、以前に触れたように堀健夫の師であり、京都の実験物理学の大ボスであった。その木村に対して藤岡が批判を向けることがあった。東北大学の本多光太郎はいうまでもなく、金属や磁性の物理学の大家であった。その本多に対して、菊池が厳しく批判したことがあった。木村は、「どうも洋行帰りの若ものたちの鼻息が荒うて」と苦笑していたという[41]。

口の悪さは決して外部の大物だけでなく、仁科自身に向けられることがあった。それも、ずっと後になって仁科が日本の物理学の重要な指導者になってからでさえもそうだった。山口嘉夫は戦後すぐ、大学三年生のころ朝永を訪問し、さらに仁科研のコロキアムに何度か参加したことがあった。

@引用@
先輩たちは 自由奔放に云いあつていた。礼儀もクソもない（世間一般や東大の礼儀正しくおだやかな輪講、コロキウムに比べ ると)乱暴な激論と云へようか。僕は目をパチクリした。[42]
@引用終わり@

とくに山口が驚いたのは、自分でも知っているようなことを仁科が分からなかったことである。仁科は真面目に、率直に聞き、出席者があっさりと説明したのに納得しなかった。別の出席者がさらに説明した。それでも納得しなかったらしく、さらに別の出席者は「オヤカタに説明していると時間がか

かつて、ゼミが進まないから、オヤカタなんか無視してさっさと先へ進め」というのであった。山口はこれを仁科がコペンハーゲンのボーアのもとから持ち帰った「新風(Kopenhagen Geist)」だと後で聞かされ、彼自身この流儀を一生押し通すようになったという[43]。生前の山口を知る人は、彼が実際、彼流のその「流儀」を押し通し、とりわけ歯に衣を着せない率直な物言いを常にしていたことを知っているだろう。その点で、必ずしも人に好かれなかったが、後に物理学会会長など、日本の物理学界のなかで重要な位置を占めることになる。のような「流儀」を押し通す人物を要職に受け入れる文化が日本の物理学の中にあったのだろう。

口が悪いこと、遠慮がないことは、仁科研内部の人間関係の悪化をもたらさなかった。むしろ協力的方法が仁科研究室の重要な要素であったのはボーアの研究室と同様であった。この点では、仁科研究室は、協力的というよりも、集団的というのに近いと言って良いかもしれない。具体的にどのような集団的な研究をしたのかについては、後に詳しく述べる。小林稔は、仁科研のことを「当時としては例をみないありがたい雰囲気が自然に出来上がっていた」場所と書いている。仁科研のメンバーは、のびのびとして和やかな集団を作り、研究以外のことでは皆が対等に振舞い、新しく来たものには温かく配慮したという[44]。日本に帰国してから、仁科の研究は常に共同研究であった。仁科だけではない。仁科研究室でなされた研究の大部分は、共同研究であり、書かれた論文の大部分は共著論文として書かれた。共著論文は現代ではまったく珍しくなく、大規模加速器研究では五〇〇〇名の共著者からなる論文が書かれることもある。しかし、当時としてはこのことは必ずしも普通ではなかった。のちに触れるように、朝永もまた、仁科がボーアの研究所から持ちこんだ方法は、ある種の集団的な物理学研究の方法だと理解していた。

その集団は協力すると同時に、競争する集団でもあった。 とりわけ、その競争は国外のライバルに向けられた。競争といっても、生き残りをかけた深刻なものではなく、チームスポーツのように楽しむ競争であった。竹内は次のように回想している。「あの当時は楽しかった。『フィジカル・レビュー』がくる、開いてみると向うでも同じことをやっている。「郵便に必要な二週間おれたちは遅れているだけだ」というので、とても楽しかった。追い越すことはできなかったけれども……。」[45]

ただし、このような口が悪く、規則のない環境は、男性だけからなるマッチョな集団の文化でもあることをよく示している。そこでは、物理の能力の弱さ、批判に傷つく心の弱さはまったく許容されていなかった。それによって排除された人間がいたという証拠があるわけではない。そもそも、そういう人達がいたとしても、記録そのものが残りにくい。このような文化の陰の側面は今後の課題であろう。

## 課外活動とあだ名

ボーアの研究所の若い物理学者たちが、物理学以外の活動にも共に興じたように、仁科のグループの物理学者たちも、様々な活動をした。ボーアの研究所と同様に、遊びと研究が混然一体となっていたのである。初期のころ、仁科が熱心だったのはテニスである。仁科と共に実験をした西川研の吉田早苗は、仁科のテニスの「お相手」を務めることになった。テニスをしない若い人たちは、昼休みに野球やサッカーをしたりした[46]。

仁科らはコペンハーゲンにいたころ、週末にはよく郊外を散歩したことを述べた。また、ボーアも若い研究者とよく散歩して話をし、ハイゼンベルクとゲッチンゲンで会ったときも、散歩して議論をしたことも述べた。仁科自身が、そのような経験を日本の若い物理学者たちに語っていた。おそらく、仁科は日本でも同じことをしようとしただと、藤岡や朝永は推測している[47]。実際、朝永と小林も、夕食後よく散歩をしたが、町中を歩くしかなかった[48]。都内からはコペンハーゲンほど気軽に森の中を散歩に行けなかった。仁科も、ボーアにあてた手紙で、次のように書いている。「特に私は、フェレズパークとランゲライエが懐かしいです。それに相当するような場所はこの研究所の近くにはないからです。あそこでは、研究に疲れたときにとても楽しい散歩ができました」[49]。

散歩の代わり、仁科らは時々ピクニックをした。これは、別に仁科研だからというわけではなく、当時の人々の典型的な娯楽の一つであった。毎週というわけではなかったと思われるが、仁科研の所員は、西川研、高嶺研の所員とともにピクニックへ行って親睦を深めた。竹内柾は、高峰研の須賀に連れられて、近郊の山へよく行って山歩きの技能を叩き込まれた[50]。嵯峨根もまた、登山が趣味の一つであった。藤岡由夫の帰国後は、高嶺研の藤岡、富山、須賀は、仁科研究室員とよくピクニックへ行ったという[51]。一九三六年一一月、箱根の足柄峠で撮影した写真には、富士山を背景に仁科、朝永、藤岡、小林、竹内、玉木、有山、新開、須賀、富山などが写っている。箱根以外には、矢崎為一の親戚のいる甲府へもよく行ったという[52]。また、理論班は夏によく避暑地へ行って仕事をしたが、これについてはまた一三章で述べる。

映画を共に見に行ったことも、ボーアの研究所と同じであった。朝永が入所した一九三二年頃には、仁科はもうテニスをやっていなかったが、このころはまだ多忙でなく、皆で映画を観に行くことはしていた。例えば、「丹下左膳」を観に言ったという。また、坂田が大阪大学へ移るときの送別には、藤原釜足の映画「只野凡児」を観にいった[53]。また新劇や寄席を見に行ったり、ビールを飲みに行ったりすることもあった[54]。富山が新劇通で、築地小劇場、築地座、創作座、文学座などに通っており、朝永も感化されて新劇に行くようになった[55]。寄席は江戸っ子の竹内が朝永を連れていった。朝永はこれにも大きく感化され、寄席の話術を身につけるようになった。ビールは、銀座二丁目にあったカフェー・キリンに毎週のように飲みに行ったという[56]。いつも行くのは須賀と富山で、嵯峨根、黒田、藤岡、朝永が加わることもあった[57]。

理研の研究者の中には碁をするものもいた。朝永や仁科はあまりやらなかったが、西川は強かったという。ハイゼンベルクとディラックが来日したとき、彼らも日本へ渡る船の上で碁を覚えたらしい。日本滞在中も、帰国してからも碁を打った。ディラックは碁を研究し、数学者 M・ニューマン (Maxwell Newman) が発明したという、碁盤の端と端がつながる碁をやりはじめた。彼は一九三五年にふたたび来日したが、仁科らが当時研究していた宇宙線の話をしても、興味を示さず、碁を打ってばかりいたという。あるとき、仁科が朝永と一緒に滞在先の帝国ホテルにディラックに会いに行くと、朝永はまったく碁をうたないというので、仁科が相手をすることになった。先手の仁科は、天元にまず黒石を置いた。その後、ディラックが打つごとに、それと対照的な位置に自分の石を置いた。これは豊臣秀吉が使った手であるという。ディラックはあきらめてしまった。仁科だけでなく、皆川、杉浦、西川といった人達もディラックの碁の相手をさせられた。ニューマン式の碁は最初勝手

が違ったので、日本人は負けていたが、段々と勝つようになった。そのなかで碁の強い西川だけは負けなかったという[58]。

理研の若い研究者たちはお互いにあだ名をつけ、あだ名で呼びあった。これは、コペンハーゲンの物理学者たちにはなかったことである。坂田の送別会に「只野凡児」を観に行ったのは、それが坂田のあだ名だったからだ。そのころ新聞に「只野凡児」という漫画が掲載されていた。その主人公は坂田と同じく黒ぶち眼鏡をしており顔が坂田に良く似ていた。それだけでなく、表情までが良く似ていた。坂田は時々、額にしわを寄せて、眉を上下した。これがマンガの只野凡児とそっくりだったというのである。そこで、理研の若い研究者の中のあだ名をつけるのがうまい者坂田を「凡児さん」と名付け、それがすっかり定着してしまった。坂田に限らず、仁科研や、周囲の研究者の多くにはあだ名がつけられた。仁科自身は、若い研究者の間では「親方」と呼ばれた。もっとも最初のころは、「パイパン」と呼ばれていたらしい。顔が白くて角張っていたからであった[59]。竹内柾は「ゲタヤ」であった。これは高嶺研の岩間と杉浦がつけた。名前の「柾」が柾目の柾であり、柾目の木材は下駄に使うからということと、竹内が当時の研究者には珍しく、町人階級の出身であったためだという[60]。朝永は「シャコさん」だった。皆で鮨を食べに行ったとき、富山小太郎がシャコを見て、朝永に良く似ていると言ったのがきっかけであった[61]。富山自身は、「タンクさん」と呼ばれた。富山は朝永によると「浅沼稲二郎さんを小柄にしたような姿」で、「どっしりとした」風貌をしていた[62]。そして、議論の最中、椅子を前後にぎしぎしとうごかして、椅子を数日で壊してしまう。そこでタンクとあだ名がつけられたらしい[63]。福田信之は心臓が強いので「ヘルツ」、木越邦彦は、その青白くひょろひょろとした外見から、「青大将」、または「大将」と呼ばれた。湯川秀樹を「神主さん」と呼ぶものもいたらしいが、これは風貌からだろう。宮島友喜雄は「かぼちゃ」というあだ名が付けられたらしいが、理由はわからない。山崎文男が「ドンチャン」と呼ばれたが、これは新聞の漫画からとられた。武見太郎は「プーチン」だったが、これは「ラスプーチン」から来ている。杉本朝雄が「げじ」だったが、これは杉本が真空の漏れロウでふさぐとき、ロウをぬる刷毛の毛があちこちに付き、げじげじのようだったために付けられた。杉本正雄が「大げじ」とあだ名を付けられたのは、姓が同じだったからだろう。名前から来たあだ名も多い。小林稔は「ヒネルさん」と呼ばれた。これは名が「捻」と近いので付けたのではないかと思われるが、物理学者の山口嘉夫は、ある物理的説明(ベクトル中間子のスピンの反転の説明)をするとき、体を捻って示したからだとしている[64]。山口自身は、イニシアルから「YY(ワイワイ)さん」と呼ばれ、本人もそう署名することがあった。仁科研にいた時期は短いので、その後に付いたあだ名の可能性が高いが、それを継承する文化のなかでつけられたということは言えるだろう。玉木英彦は、名前から「エイボコ」と呼ばれた。「ボコ」というのは「彦」がなまったのだという。嵯峨根は単に「サガネさん」、あるいは先の木下正雄の文章にあるように、縮めて「ガネさん」と呼ばれた[65]。渡辺慧は「ケーさん」と呼ばれた。これも名前を「ケイ」と読んだものだろう。下村福太郎は「福ちゃん」、田島英三は「タンちゃん」、金子粂太郎は「くめさん」、武谷三男は「タケミツ」であった。あだ名を使うのは必ずしも若い研究者だけではなく、仁科自身も使い、本名を忘れるほどであった。ある時、木越が竹内のことを本名でいうと、仁科はしばらく考えてから「ああゲタヤか」と言ったという[66]。

集団内でのみ通用するあだ名は、帰属意識と結束を高め、相互の距離を縮めたであろう。それ

はインフォーマルで、遠慮のない議論を促進し、かつそれによって悪感情が生じるのを防いだと思われる。

## 仁科研における「コペンハーゲン・ガイスト」

このようにして、仁科は、ボーアの研究所でのやり方、すなわち自由で堅苦しくない雰囲気と、討論を多く取り入れた共同研究を自分の研究室でほぼ再現した。そのことは仁科周辺の研究者の間に、かなり自覚的に把握されていた。とりわけ、朝永振一郎がそうであった。朝永は仁科のやったことを次のように総括している:「先生によって我々にもたらされたものは、学問的な発見よりも、サイクロトロンよりも、もっと貴重なものである。先生はわれわれの間に物理学的研究の近代的な方法に対する自覚をもたらされた」[67]。ここで朝永の言う近代的な方法とは、巨大な装置と組織を作る研究の方法である。しかし、仁科は同様に、理論物理学に対しても近代的な方法をもたらしたと言ってよいだろう。そしてその方法は、朝永や坂田らに引き継がれ、実際に理論物理学における研究を生みだして行った。

朝永は、このような集団的な研究方法は仁科がボーアから受け継いだものであると考えていた。「コペンハーゲン・ガイスト」とは、そういった集団的な研究の主体となるものであった。朝永はこの「ガイスト」というドイツ語は、日本語でいう「精神」と違うことを強調した。それはむしろヘーゲルのいう意味でのガイストだという。それは集団の中で、個人の間に漂っている超個人的なもの、様々な人々の意見の間に生まれてくるものであった。そして個人ではなく、このような「ガイスト」が研究の主体にすらなってきたというのであった[68]。たとえば、量子力学が出来る前でも、コペンハーゲンには論理的に定式化されていない感覚みたいなものがあって、対応原理等を用いることで問題を解けてしまうことがあったとして、朝永は、その精神が漂う場所のなかで個人が大きく成長すると考えた[69]。そして、戦後、朝永ら物理学者たちが物理学を研究する場所を作る時念頭に置いたのは、そのような精神の漂う場所を作ることであった[70]。

## 仁科の協力者たちとライプチヒ留学組

このような環境は個人で作れるはずがない。そして、理研における原子物理学の研究環境は、仁科だけが一から作ったわけではなかった。もともと理化学研究所には、仁科の研究と近いテーマの研究者が少なくなかった。長岡やその研究室のメンバー、とくに杉浦義勝は言うまでもない。他に、物理では高峰俊夫や、西川正治、石田義雄がおり、化学では飯盛里安がいて、それぞれ研究室を主宰しつつ、そのメンバーは仁科研にも出入りしていた。高嶺はすでに度々登場しているが、分光学の専門家であり、分光学こそは、量子力学を準備した実験物理学の分野であった。西川はエックス線の研究者であり、これもまた実験物理学の中で原子物理学と密接に関係していた。高嶺研究室には、藤岡由夫、富山小太郎、西川研究室には、菊池正士、仁田勇といった、当時の日本の若手実験物理学や化学の俊英がいた。その中で、菊池正士は菊池泰二の弟であるが、前章で述べたように一九二八

年、二六歳にして、すでに電子の波動性を示す有名な実験を行い、世界的な名声を得ていた。石田義雄はミリカンのもとで学び、学位を取得した実験物理学者である。彼の研究室には土井不曇、武藤俊之助といった量子力学に関心のある若手がいた。飯盛里安はソディのもとで学んだ放射化学の専門家であり、当然ながら、原子物理学と深い関係にあった。当時、理研では研究室間の垣根が低くかった。仁科のグループは、研究でも遊びでも、これらの研究者と密接に交流した。藤岡、菊池、仁田、土井は、九章で述べた物理学輪講会の中心メンバーでもあった。

仁科以外にも、欧米に留学し、そこでの研究のやりかたを身につけて帰ってきた物理学者が少なからずいた。長岡、杉浦、高嶺、西川、石田らについては言うまでも無い。この時期、特に重要なのは、ちょうどこのころ帰国したばかりの若手、菊池正士と藤岡由夫である。仁科研とこれらの研究室は協力しつつ、理化学研究量子力学以後の物理学の研究に適した環境を形成していった。それはボーアがコペンハーゲンの研究所に作ったのと似た点を含んでいた。

すでに触れたように、菊池と藤岡は、ライプツヒのハイゼンベルクのもとに留学していた。ハイゼンベルクは、アメリカと日本を訪れる前に、ライプツヒの正教授職に採用されていたのである。そこで彼は、強力な理論物理学のグループを作る事に力を注ぎ、優れた若い研究者が集まっていた。

菊池は一九二九年の一月からドイツに行っていた。ハイゼンベルクとディラックの来日の時には、日本に居なかったのだった。当時、ドイツは実験研究をするのが困難な状況にあり、菊池はもっぱら理論研究を行った。まずゲッチンゲンに滞在し、ボルンのグループに入って研究をした。ノルドハイムという理論物理学者と、「量子統計力学における力学的基礎方程式」という論文を書いている。翌一九三〇年の春に、ライプチヒのハイゼンベルクのもとへ移った[71]。

藤岡由夫は前章で述べたように、藤岡は一九二九年の九月に、ハイゼンベルクと同じ船でヨーロッパに渡った。最初にオランダのフローニンゲン大学へ行った。ここでは、コスターが強力な分光学の研究グループを率いており、少し前まで高嶺研にいたディーケもいた。また九章で触れた仁田勇もいた。ディーケが去ったあと、藤岡はその後任、クローニヒの指導を受けた。クローニヒは、コペンハーゲンにいた仁科の知り合いでもあるが、電子のスピンの概念が提唱される前に、その先駆的なアイデアを発表していた。翌一九三〇年の五月、藤岡はライプチヒのハイゼンベルクのもとに移った。

当時、ライプチヒには日本からは、藤岡、菊池に加え、木内政蔵、酒井佐明、水島三一郎がいた。木内はシュタルク効果の研究で知られる。当時東京大学の教授となっていた。酒井は寺沢門下の数理物理学者である。水島は、化学者であり、ハイゼンベルクよりもむしろデバイのもとにいたと言って良いだろう。当時既に東大理学部助教授であった。一九三一年に帰国し、一九三四年に理研の片山正夫研究室に所属した。といっても、片山の研究室は東大にあったので、水島も理研に通ったわけではない。水島は後に教授となり、その門下からは有力な化学者が多数輩出した[72]。おそらく彼もまたライプチヒの経験を後進の育成に生かしたのであろう。

藤岡も菊池も実験家であるが、当時ドイツは極めて経済状況が悪く、外国人が実験を出来るよう

な状況ではなかった。そこで、二人はドイツでは理論を学び、理論的な研究をすることになった。ライプチヒでは、仁科が経験したコペンハーゲンにおける研究方法と似たもの、すなわち集団による真剣な研究と遊びの融合を目撃することになった。ハイゼンベルクは、週に二回、基礎的な内容と特別なトピックについて、八時から十時まで講義した。その後から正午までが面会の時間で、会いたい人は、列を作って並んでハイゼンベルクと面談した[73]。

ライプチヒの物理学者グループで重要な日は、火曜日であった。この日は、午後二時から理論のセミナーがあった。毎学期、一つのテーマについて、毎週参加者が交代で話をし、「徹底的な討論」をした。菊池正士も、指名されて、話をしたことがあったという。菊池はすでにドイツに習熟しており、原稿なしで話をすることができた[74]。セミナーは五時ごろに終わり、お茶を飲んだ。これはハイゼンベルクが提供した。六時から七時まで、実験物理学者も含めたコロキアムがあった。当時、ライプチヒには、ピーター・デバイの率いる実験物理学の有力なグループがあったのである。毎週教授、助教授のだれかが一人、最近の話題について話した。九時になると、理論家は、卓球やチェスをしてあそんだ。ハイゼンベルクやディラックが、来日したときに憶えて、ドイツに持ち帰った碁をするものもいた。ハイゼンベルクも卓球をしたが、誰かと物理の話をしていることも多かった。菊池は、卓球も、碁もよく出来て活躍した[75]。こうして過ごした結果、家に帰るのはいつも十二時過ぎになったという[76]。

このように、コペンハーゲン同様、遊びと研究が一体になったやり方で、ライプチヒのグループは、自然と学問をする空気を醸成した。藤岡は書く。「素直な討論がいつも行われ、最先端の学問が非常に議論されていた。学生は基礎的の勉強をしながらも、学問の中心問題がどこにあるか、どのようなことが行われているかを、常に耳で聞くことができる。固苦しい気持でなくとも、平易に身につけることができる。このような雰囲気の中におれば、少し才能のある学生ならばよい仕事ができるのはあたりまえであると思った」[77]。藤岡は最初、量子力学の勉強をするだけの積りであったが、この雰囲気の中、ハイゼンベルクのもとで理論的研究をするようになった。ライプチヒに滞在した二年間の間に、「学問のしかたも少し覚えた気がする」と書いている[78]。

藤岡はライプツッヒにおけるセミナーの様子を、大河内に報告している。「このライプチヒには(か)つて理研において招聘下されしハイゼンベルク氏あり、・・・ゼミナールにおける議論等によって啓発されることもなかなかに多く、事実一流の学者が集まった地に於いて最も尊きは、その学問的雰囲気と申す可く・・・議論も研究もきわめて自然に円滑に進められ、そこに一種の雰囲気がかもされる感あるいは誠に羨ましくもあり、かつ学ぶ可き点と存ぜられ候・・・理論物理のゼミナールの人員が20人あまり、うち大部分が外国人に御座候。皆ビールを飲みつつ、甚だ気に勉学致し居り候。・・・唯、勤勉なる点においては、事実日本人のほうが数等上の様感ぜられ候。」[79]

こうして、菊池正士は一九三一年五月に帰国した[80]。藤岡は米国を経由し、コロンビア大学でユーリーが重水素の分離をしているのを見た。カリフォルニア工科大学ではアンダーソンが宇宙線の霧箱写真を取るのを見た。彼は一九三二年七月に帰国し、理研に復帰した。一番喜んで外遊中の話を聞いたのは仁科であったという[81]。藤岡はその一〇月には東京文理科大学に職をえたが、理研のセミナーやコロキアムには出席し続けた。菊池は、一九三三年に大阪帝国大学講師に、翌一九三四年九月に教授になって、大阪に移るまで理研にいた。このように、菊池と藤岡は、仁科と

は別に、ハイゼンベルク経由でコペンハーゲン流の物理学のやりかたを継承し、理研に伝えていたのである。

## 仁科と「コペンハーゲン・ガイスト」

前に引いた文章で、朝永は理研の自由で、活発な雰囲気を、菊池と藤岡に帰している。彼らの存在は間違いなく大きかったに違いない。しかし、菊池や、藤岡、そして他の若い物理学者たちがそのようにふるまうことを容易にする環境を作るのに決定的な役割をしたのは仁科であっただろう。例えば坂田昌一が書いているように[82]、仁科が朝永のいう「コペンハーゲン・ガイスト」を伝えるのに、決定だったことには疑いはない。仁科はおそらく意識的にボーアの研究所のやり方を取り入れ、同じような雰囲気を作ろうとした。前に、留学した学者が、留学先の恩師に感化され、そっくりふるまうことについて述べた。仁科もまたボーアに感化された。仁科があまりにボーアとそっくりにふるまうので、堀健夫は仁科のことを「ミニ・ボーア」と呼んでいた。両者を良く知っている彼ならではの表現である。小林稔もまた、仁科がコペンハーゲンにおけるボーアのやりかたを導入したものと理解した。仁科自身が、小林らに、コペンハーゲンでの体験を語ったのであろう。小林は書く。「八カ年にわたる長年の滞欧生活の経験、とくにコペンハーゲンでニールス・ボーア教授を慕って集った俊秀たちが醸し出していた雰囲気などから、そのような研究室の運営の仕方をわが国にも移し入れようという先生の強い念願があったためであろうと推察されるのである」[83]。

しかし、それは単にコペンハーゲンにおけるやり方をそのまま日本に持ち込んだわけではなかった。すでに見たように、理研は独自の研究環境を形成しつつあり、その中で仁科も仁科研の研究環境を作らなければならなかった。重要なのは、学術的な内容において同じような研究活動を実現することであり、同じ作法に従うことではない。たとえば、遠慮のない討論のできるインフォーマルな研究者集団を形成するのに、日本ではあだ名で呼び合うことは効果的であった。これはコペンハーゲンでなされていたわけではないが、それをすることによって、同じようにインフォーマルで遠慮のない討論を日本で実現することを助けた。

また、コペンハーゲンのボーアのグループと仁科のグループとの間には重要な相異がいくつかあった。おそらく最も顕著なのは、前者が極めて国際的であったのに対して、仁科のグループは大部分が日本の研究者のグループだったことである。この点は日本の地理的状況からすればやむを得ないことであった。それでも国際化する可能性がまったくないわけではなかった。とくに一九三〇年代のドイツから外国に職を求めるユダヤ系の物理学者が多くいた。当時ドイツにいた化学者、堀内寿郎については二六章で再びふれるが、彼は一九三三年にハイトラーから仁科宛の手紙を日本語に翻訳して送るように頼まれた。その内容はハイトラーをはじめとしてノルトハイム、ロンドン、テラー、ベーテ、ブロッホ、クーンらユダヤ系物理学者の苦境を知らせ、誰か一人でも日本で研究する機会を得られないだろうかというものだったという[84]。その手紙に関して仁科がどうしたのか不明だが、

仁科はボーアの来訪の資金集めにすら苦労している状態であり、とてもそれ以外の研究者を呼ぶ余力はなかっただろう。ボーアには外国の研究者を援助する助成機関があり、また米国などにボーアのとに研究者を送る助成機関があったが、仁科にはそのようなものがない。二〇章で述べるドイツとの交換留学制度がそれにもっとも近いもので、それによってようやく欧州からの研究者を一人長期受け入れることができたのだった。しかし、後に述べるようにその時に財政的裏付けなしに来日した研究者もおり、非常に苦労することになった。

これと関連するのは言語の問題である。ボーアの研究所では、通用語としてボーアにとって母国語でない言語、とくに英語が用いられた。仁科のようにデンマーク語を覚えた研究者もいたが、滞在期間数年ではデンマーク語をマスターするのはよほどの語学達者でなければできない。それに対して、仁科のグループで用いられた言語は日本語だった。日本の若手研究者には、語学のよくできる者もいたがすべてがそうだというわけではなく、もし通用語が外国語だったとしたら、まったく異なるグループ・ダイナミクスを持つことになっただろう。日本語ならば参加できるという研究者も、外国語では議論から外れることもありえた。ほとんど日本人しかいない環境ならば日本語を使うのは当然である。しかし、当然ながら、これではボーアのグループのような国際化はあり得なかった。

## 知識生産の実践の伝播・受容

仁科の研究室が原子物理学の研究を推進し、かつ上記のような人材を産むことが出来たのは、たまたまそのときに、仁科の専門分野に関心のある若い研究者が多くおり、仁科が長期滞在したコペンハーゲンにおけるボーアの研究所でなされたやりかたをうまく移植し、かつ理研にそのような移植を可能にする条件があったからだ。すでに述べたように、当時量子力学が完成したばかりで、新しい物好きの意欲的な若い物理学者たちが、その勉強を独自に行っていたが、それを指導する能力のある教師が欠けていた[85]。そこに仁科が帰ってきたわけである。そして、帰って三年足らずで仁科は理研の主任研究員となり、能力のある若い研究者を集めて、研究に専念させることが可能になった。大学と違って、理研は研究をする場所だったからできたことである。そして、仁科だけではなく、同じ方向性を持った研究指導者（長岡、西川、杉浦、高峰ら）がおり、その下の若い研究者たちが相互に協力し合う環境が出来ていた。

同時に重要なことは、当時が物理学の変革期だったことだ。量子力学の誕生と、一九三〇年代の原子物理学の急速な発展は、物理学の研究に根源的な変革をもたらし、それによって後発国である日本の不利はむしろ減少することになった。それゆえに、若い物理学者たちは、物理学の長い蓄積を詳しく学ぶことなく、いち早く最前線の研究、すなわち不知なる不知を知ることに飛び込むことができた。古典物理学の爛熟期であったならば、古典物理学の長い伝統を踏まえなければ、第一線の研究に加わることが出来なかったのだが、量子力学の出現は、古典物理学の蓄積をいったんリセットし、新たなスタートラインを設定したのである。そして、量子力学の出現だけにとどまらず、さらに三〇年代初めにもまた、新しいスタートラインが敷かれた[86]。

これについて、朝永は次のように書いている。「明治の頃から日本は外国の連中に追いつくのに、非常に骨を折っていたのですが、なかなかうまくゆかなかった。それが新しい量子力学ができて、やっと追いつく機会をつかんだ」[87]。しかも、彼らにとって、さらに幸運だったのは、一九三二年に、また新たなスタートラインが置かれたことである。それについてはまた後に述べるであろう。

この環境のなかで、仁科は重要な役割を果たすだけの経験と素質をもっていた。仁科は研究指導者として極めて包容力が大きく、同時に理研の組織が様々な研究者の参加を可能にし、研究室の成長を促した。すでに述べたように、東大の研究者たち、たとえば小谷や犬井といった人達も、仁科の研究室に参加していた。理研内部の関連する研究室、特に西川、高嶺、長岡らの研究室も、仁科の研究室と密接な関係にあった。さらに仁科は分野にあまりこだわらなかった。仁科自身、電気工学の出身であり、最初の弟子である竹内は化学工学出身であった。後には、仁科自身が生物学に深く入りこむようになった。

さらに仁科によるテーマ選定は的確であり、先々の発展をよく見越していた。このことは、朝永や竹内も述べている。次章以降で述べるように、仁科の選んだ研究領域は、世界的な物理学の発展に即するものであった。それも、後から素早く追いついていたというよりは、仁科自身がかなり先の発展を予測していた。他方で、仁科は大きな目標に到達しようとしていたがために、竹内や朝永ら、弟子たちは次々と要求をこなさなければならなかった[88]。朝永は回想している。「とにかく先生はでかいことが好きだったね。今になってみると、ちっともでかくないあたりまえのことだったんだけれども、当時の僕らからみると、何だかバカにでかいことばかし考えておられるので向うみずの山師みたいな感じがした」[89]。

このようにして、理研において「コペンハーゲン・ガイスト」が作りだされた。朝永は、それを紙に書かれたり、文字になって定式化されたりし得ないものと考えていた[90]。前章で触れたように、言語によって伝えることが困難で、直接人的に接触することによって伝わる種類の知識のことを暗黙知ということがある[91]。同様なことは理論的な技能についても存在しうる。D・カイザー（David Kaiser）、K・ホール（Karl Hall）と私は、ファインマン・ダイアグラムのアメリカ国内と、ロシア、日本への伝播について調べ、ファインマン・ダイアグラムを使うことがそのような技能的知識の性質を持つことを示した[92]。

その意味で、量子力学を用いて、理論的、実験的研究を行うこともまた、紙の上での知識だけでは伝わりにくい、技能的な知識であったと考えることができるだろう。しかしながら、それは暗黙知、技能的な知識なので、人を媒介しなければ、伝わらなかった、というほど簡単なものではない。仁科が帰国する前の、若い物理学者たちの量子力学の独学が、まったく意味を持たなかったかといえば、決してそのようなことはないからである。むしろ、彼らが自主的に量子力学を勉強しはじめていなければ、仁科の帰国も、実りをもたらさなかっただろう。

暗黙知という枠組みよりも、より洗練され、この場合、より妥当と思われるのは、コンテクストの再現という概念である。これは、たとえば、S・シェイピン（Steven Shapin）とS・シャファー（Simon Schaffer）の『リヴァイアサンと空気ポンプ』という

記念碑的な著書のなかで示されている。十七世紀に空気ポンプというのは多大の資源を要する、当時の「ビッグ・サイエンス」であった。そして、それは製作するのが極めて難しい装置でもあった。シェイピンとシャファーは、この書の中で、この装置を再現するのに、この装置の基盤となる、社会的、文化的、技術的コンテクストをまず再現することが重要であることに着目するのである[93]。

## 知識生産の伝播の共鳴モデル

この点に踏まえつつ、私自身は、日本への量子力学への伝播を一種の共鳴現象のようなものとして理解することを提案している[94]。前の章で、ゾンマーフェルトが一九二八年に来日した時、東大における講演で力学における共鳴現象を扱ったことについて触れた。共鳴現象に関してより知られているのは、音さの間の共鳴であろう。同じ固有振動数をもつ音さを二つ近くにおき、一つを鳴らすと、もう一つの音さが次第に振動し始める。この場合、一つの音さから、もう一つの音さへ、振動が伝わったのである。しかし、特定の振動数の振動という現象が伝わるためには、もう一つの音さのほうにも、その振動が起る条件が備わっていなければならない。その場合、振動を伝えたのは空気という媒体であるが、それはあくまで振動が伝わるための一つのきっかけに過ぎないのである。このような共鳴の発想に基づく科学的活動の伝播を考えることができると思われるのである。共鳴を起こしうるような社会的、技術的、文化的な状況が形成されたときに、ある媒介がトリガーとなって、共鳴を起こす、というわけだ[95]。

このモデルのメリットは二つある。一つは、科学はあくまで科学的実践としてとらえられ、何か同一のもの、つまり認知内容や技能などがある場所から他の場所へ移動するという見方を避けることができるということである。何か同一の「知」を受け取ることによって、同じ研究実践をするというモデルは、根拠がない上にその同じ「知」だけを純粋に取り出すことができないので検証もできない。もう一つは、必ずしも、コンテクストが再現される必要はない、ということだ。同じ科学的実践を再現できるようなコンテクストであるならば、別のものであっても良いのである。むしろ、次のような状況もあるかもしれない。コンテクストのうち、研究者たちにはどうにもならない部分と、彼らの力の及ぶ部分がある。そのうち、どうにもならない部分がもとのコンテクストと違った場合としよう。その場合に同じ科学活動を再現するには、むしろ彼らの力の及ぶ部分もまたもとのコンテクストとは違ったもののほうが良いことがありうるかもしれない。

このことを日本における量子力学の移入に当てはめると、次のようになるだろう。仁科が量子力学を研究するための技能知そのものをコペンハーゲンで習得して、それを日本の研究者に伝えたというわけではない。仁科が帰国する前の日本には、すでに量子力学の研究がなされるための環境が出来つつあった。仁科は、ヨーロッパにおける量子力学の研究を実際に体験した人間として、その環境をさらに良好なものにすると同時に、その研究を実施することができた。そのことは、仁科がヨーロッパにおける環境そのものを移植した

というわけではない。理研におけるあだ名の慣習のことを思い出してほしい。そのような習慣それ自体が量子力学の研究を可能にするわけではないし、そもそもその習慣はコペンハーゲンにはなかったが、コペンハーゲンでなされていたような科学活動を再現するのにはあったほうが良かったのである。

---

1 仁科芳雄から高嶺俊夫（1931 年 8 月 10 日）『**書簡集 I**』pp. 240-241.
2 仁科芳雄から高嶺俊夫（1931 年 7 月 2 日）『**書簡集 I**』pp. 232-233.
3 仁科芳雄から高嶺俊夫、（1931 年 8 月 10 日）『**書簡集 I**』pp. 240-241. 現代的仮名遣いに直した。
4 仁科芳雄から高嶺俊夫（1931 年 7 月 7 日）『**書簡集 I**』pp. 232-233.
5 仁科芳雄から D. M. Dennison（1932 年 7 月 11 日）『**書簡集 I**』pp. 264-265.
6 勝木渥「日本における量子力学の曙：仁科芳雄の帰国前」『日本物理学会誌』45 巻（1990）：752-754.
7 理化学研究所編『昭和六年 財団法人理化学研究所案内』（理化学研究所, 1931）.
8 竹内柾「仁科研究室物語」『**仁科芳雄**』pp. 209-222, 特に p. 213.
9 竹内, 前掲注 8, p. 213.
10 湯川秀樹『旅人：ある物理学者の回想』（朝日新聞社, 1958）, p. 259.
11 西谷正『坂田昌一の生涯：科学と平和の創造』（鳥影社, 2011）, p. 31; 坂田昌一「私の自然観」『原子物理学入門』（勁草書房, 1972）, p. 129.
12 西谷, 前掲注 11, pp. 31-49.
13 竹内, 前掲注 8, p. 213.
14 理化学研究所編『昭和九年 財団法人理化学研究所案内』（理化学研究所, 1934）, p. 31.
15 竹内, 前掲注 8, pp. 214-215.
16 理化学研究所『昭和一二年 財団法人理化学研究所案内』（理化学研究所, 1937）, pp. 30, 33.
17 竹内, 前掲注 8, p. 218.
18 朝永振一郎ほか（座談会）「仁科先生を偲んで」『朝永振一郎著作集 6 開かれた研究所と指導者たち』（新装版, みすず書房, 2001）, pp. 57-93, 特に p. 87（初出は『自然』6 巻 4 号（1951）：64-79.
19 各年の『財団法人理化学研究所案内』による.
20 藤岡由夫『科学者休むに似たるか』（講談社, 1969）p. 83.
21 小林稔「回想：理研時代を中心に」松井巻之助編『回想の朝永振一郎』（みすず書房, 1980）, pp. 174-182, 特に p. 177；朝永ほか, 前掲注 18, p. 60.
22 朝永ほか, 前掲注 18, p. 60.
23 朝永ほか, 前掲注 18, pp. 60-61.
24 小林稔「理論研究」『**仁科芳雄**』pp. 98-103, 特に p. 101.
25 藤岡, 前掲注 20, p. 86.
26 藤岡, 前掲注 20, p. 86.
27 朝永振一郎「研究生活の思い出」『朝永振一郎著作集 2 物理学と私』（新装版, みすず書房, 2001）, pp. 299-321, 特に p. 302-303.
28 三宅静雄「良き時代の旧理研」（特集「理化学研究所 60 年のあゆみ」),『自然』33 巻 13 号（1978）：92-94, 特に p. 93.
29 竹内, 前掲注 8, p. 216.
30 竹内, 前掲注 8, p. 217.
31 須賀太郎「スポーツの旧友嵯峨根君」嵯峨根遼吉記念文集出版会編『嵯峨根遼吉記念文集』（嵯峨根遼吉記念文集出版会, 1981）, pp. 286-288, 特に p. 286-287.

[32] 朝永振一郎「富山さんの思い出」『朝永振一郎著作集 2 物理学と私』(新装版, みすず書房, 2001), pp. 253-259, 特に pp. 253-254.
[33] 竹内, 前掲注 8, p. 217.
[34] 杉本正雄「嵯峨根遼吉先生を偲んで」嵯峨根遼吉記念文集出版会編『嵯峨根遼吉記念文集』(嵯峨根遼吉記念文集出版会, 1981), pp. 305-307, 特に p. 306.
[35] 読売新聞社編『昭和史の天皇 4』(読売新聞社, 1968), p. 89 (横山すみの回想).
[36] 朝永ほか, 前掲注 18, pp. 68-69.
[37] 読売新聞社編, 前掲注 35、p. 164(武谷三男の回想).
[38] 朝永振一郎「仁科先生の温情に泣く」『自然』17 巻 10 号 (1962) : 44-47, 特に p. 46 (以下に再録 :『自然』26 巻 4 号 (1971) : 262-265;『朝永振一郎著作集 1 鳥獣戯画』(新装版, みすず書房, 2001), pp. 193-202).
[39] 武谷三男「素粒子論グループの形成 : 私の目で見た」湯川秀樹・坂田昌一・武谷三男『真理の場にたちて』(毎日新聞社, 1951), pp. 93-289, 特に pp. 187-188 (湯川秀樹・坂田唱一・武谷三男『素粒子の探求』(勁草書房, 1965) に再録).
[40] 小倉真美「先生の生活と意見」『自然』(仁科芳雄・湯川秀樹・朝永振一郎・坂田昌一 (総集録 300 号記念))『自然』26 巻 4 号 (1971 年 3 月増刊) : 307-308, 特に p. 308.
[41] 朝永振一郎「計画オンチ : 藤岡さんの思い出」『朝永振一郎著作集 2 物理学と私』(新装版, みすず書房, 2001), pp. 277-282, 特に p. 279.
[42] 山口嘉夫「僕の理研への思ひ」(2004 年 4 月 14 日), 学術文化同友会 : アルスの会, 山口嘉夫文庫, <https://watanaby.files.wordpress.com/2013/03/yyt-12m.pdf>, pp. 2-3.
[43] 山口, 前掲注 42, p. 3.
[44] 小林, 前掲注 21, pp. 175-176.
[45] 朝永ほか, 前掲注 18, p. 65.
[46] 竹内柾「仁科研の初めのころ」(特集「理化学研究所 60 年のあゆみ」),『自然』33 巻 13 号 (1978) : 84-86, 特に p. 86.
[47] 朝永振一郎・藤岡由夫「対談 理研時代の思い出」『朝永振一郎著作集 6 開かれた研究所と指導者たち』(新装版, みすず書房, 2001), pp. 183-221, 特に pp. 189-190.
[48] 小林, 前掲注 21, p. 180.
[49] 仁科芳雄から N. Bohr (1929 年 4 月 6 日)『書簡集 I』pp. 122-123, 特に p. 123.
[50] 竹内, 前掲注 46, p. 86.
[51] 竹内, 前掲注 8, p. 217.
[52] 朝永・藤岡, 前掲注 47, pp. 189-190.
[53] 朝永ほか, 前掲注 18, pp. 58-59.
[54] 竹内, 前掲注 46, p. 86.
[55] 竹内柾「朝永さんと私」松井巻之助編『回想の朝永振一郎』(みすず書房, 1980), pp. 160-166, 特に pp. 161-162; 朝永, 前掲注 32, pp. 254-255.
[56] 竹内, 前掲注 55, pp. 161-162.
[57] 竹内, 前掲注 46, p. 86.
[58] 朝永・藤岡, 前掲注 47, pp. 191-194.
[59] 朝永ほか, 前掲注 18, p. 84.
[60] 竹内, 前掲注 46, p. 86.
[61] 小林稔「理研時代の朝永さん」伊藤大介編『追想朝永振一郎』(中央公論社、1981), pp. 67-86, 特に p. 72.
[62] 朝永, 前掲注 32, p. 256.
[63] 小林, 前掲注 61, pp. 72-73; 伏見康治『時代の証言 : 原子科学者の昭和史』(同文書院, 1989), p. 27.

64 山口嘉夫「私説：理研と理論物理」(2004年2月17日), 学術文化同友会：アルスの会, 山口嘉夫文庫, < https://watanaby.files.wordpress.com/2013/03/yyt-11m.pdf>, p. 7.
65 杉本, 前掲注 34, pp. 305-307.
66 木越邦彦「私のＲＩ歴書：ウラン研究から年代測定まで」『Isotope News』713号（2013年9月）：14-19, 特にp. 15; 読売新聞社編, 前掲注 35、p. 89(横山すみの回想）.
67 朝永振一郎「仁科先生」『仁科芳雄』pp. 3-7, 特にp. 7.
68 朝永振一郎ほか「座談 基礎物理学研究所をめぐって」『朝永振一郎著作集6 開かれた研究所と指導者たち』(新装版, みすず書房, 2002), pp. 244-280, 特にp. 246-247.
69 朝永振一郎「共同利用研究所設立の精神」『朝永振一郎著作集6 開かれた研究所と指導者たち』(新装版, みすず書房, 2002), pp. 244-280, 特にp. 6.
70 朝永, 前掲注 69, p. 7.
71 藤岡由夫「目的に向ってまっすぐに」『菊池正士業績と追想』(菊池記念事業会編集委員会, 1978), pp. 127-131, 特にp. 129-130.
72 馬場宏明・坪井正道・田隅三生『回想の水島研究室：科学昭和史の一断面』（共立出版株式会社, 1990）.
73 藤岡, 前掲注 20, p. 220;藤岡, 前掲注 71, p. 130.
74 藤岡, 前掲注 71, p. 130.
75 藤岡, 前掲注 71, p. 130.
76 藤岡, 前掲注 20, p. 220.
77 藤岡由夫「ドイツの大学今昔物語:学閥のこと」『科学者と人生』(講談社, 1964), pp. 206-218, 特にp. 215.
78 藤岡, 前掲注 20, pp. 219-220.
79 朝永振一郎「量子力学と私」日本物理学会編『日本の物理学史（上）歴史回想編』（東海大学出版会, 1978）, pp. 617-655, 特にp. 649 （次にも採録：『朝永振一郎著作集 11 量子力学と私』（新装版, みすず書房, 2001）, pp. 6-61）.
80 「略歴」『菊池正士：業績と追想』（菊池記念事業会編集委員会, 1978）, pp. 90-92.
81 藤岡, 前掲注 20, pp. 85-86.
82 坂田昌一「中間子理論研究の回顧」湯川ほか, 前掲注 39, pp. 33-92, 特にpp. 74-75.
83 小林, 前掲注 21, pp. 175-176.
84 杉山滋郎「堀内壽郎の欧州留学：量子力学・重水素・ナチス台頭（2）」『窮理』16号（2020）：40-46.
85 勝木, 前掲注 6, pp. 752-754.
86 この発想は次の文献に負う：高林武彦『ヴァリエテ：物理・ひと・言葉』（みすず書房, 1998）.
87 朝永, 前掲注 79, pp. 643-644.
88 朝永ほか, 前掲注 18, p. 69.
89 朝永ほか, 前掲注 18, p. 71.
90 田村松平・朝永振一郎・湯川秀樹・井上健「座談 日本における素粒子論の黎明」『朝永振一郎著作集 10 量子電気力学の発展』（新装版, みすず書房, 2001）, pp. 112-133, 特にp. 128 （初出は『科学』37巻7号（1967）：388-395）.
91 Polanyi, Michael, *The Tacit Dimension* (Routledge, 1966) 〔佐藤敬三訳『暗黙知の次元：言語から非言語へ』（紀伊國屋書店, 1980)〕; Collins, H. M., "The TEA Set: Tacit Knowledge and Scientific Networks," *Science Studies* 4 (1974): 165-186.
92 Kaiser, David, Kenji Ito, Karl Hall, "Spreading the Tools of Theory: Feynman Diagrams in the USA, Japan, and the Soviet Union," *Social Studies of Science* 34(6):

(2004): 879-922.

[93] Shapin, Steven and Simon Schaffer, *Leviathan and the Air-Pump: Hobbes, Boyle, and the Experimental Life* (Princeton University Press, 2011)〔柴田和宏・坂本邦暢訳『リヴァイアサンと空気ポンプ: ホッブズ、ボイル、実験的生活』(名古屋大学出版会, 2016)〕.

[94] Ito, Kenji, *Making Sense of Ryoshiron: Introduction of Quantum Mechanics into Japan, 1920-1940* (Ph.D. dissertation, Harvard University, 2002); Ito, Kenji, "The Geist in the Institute: Production of Quantum Theorists in Prewar Japan," in David Kaiser, ed., *Pedagogy and the Practice of Science: Historical and Contemporary Perspectives* (MIT Press, 2005), pp. 151-184.

[95] Ito, Kenji, "Modelling the apparent spread of science: Some insights from the history of science in Japan," in David Ludwig, Inkeri Koskinen, Zinhle Mncube, Luana Poliseli, Luis Reyes-Galindo, eds., *Global Epistemologies and Philosophies of Science* (Routledge, 2021), pp. 265-273.

第一二章　エックス線から宇宙線・原子核へ

日本における仁科のグループの研究活動はまず実験物理学において始まった。帰国した仁科は実験物理、とくにエックス線化学分析の研究を続けるつもりだった[1]。これはエックス線そのものというよりも、その化学研究への応用のための研究という性格が強い。ところが仁科研が独立するころから、その活動は宇宙線・原子核の研究へ大きく舵を切ることになった。この章では、初期の仁科研における実験物理学研究を見ながら、どのようにして宇宙線・原子核へ向かっていったのかを見る。

## 最初の実験グループ：吉田早苗と竹内柾

仁科が最初に一緒に実験を始めたのは吉田早苗である。吉田はもともと東京帝大の化学の学生であった。一九二八年に吉田は三年生となったとき、師の片山正夫は卒業研究を仁田勇のもとでするよう言った。仁田は化学が専門であるが、九章で述べた最初期に量子力学を勉強しはじめた研究者たちの一人である。理研の西川正治のもとでエックス線を用いた化学分析の研究に従事していた。こうして吉田も、理研の西川研で実験するようになった。翌年三月に卒業の後、西川は吉田を研究生に受け入れた。そして、ジークバーンの真空分光器を使い、過去の研究の再現実験をすることから始めるように指示した[2]。波長の長いエックス線は空気に吸収されるので、その領域を調べるには真空分光器が必要なのである。

やがて、吉田の仕事は、二次エックス線の分析に移った。レントゲンがエックス線を発見したとき、電子を物質に当ててそこからエックス線が発生したのだった。そして、そのエックス線は物質ごとに特有のスペクトルを持つので、そのスペクトルから物質を知ることができる。ただし、エックス線スペクトルは原子だけで決まるのではなく、原子がどのような化学状態にあるかによっても左右される。仁科が木村らと行った研究は、それを調べるものである。すなわち、同じ元素でも、異なる物質と結晶状態にあれば、電子の状態が変わるので、エックス線も異なる。そこで、エックス線を調べることによって、物質の状態を調べることができる。しかし、電子を照射すると照射された物質の化学的状態は破壊されてしまうことがある。それに対して、吉田がやったのは電子を直接試料に照射するのではなく、X線を照射することによって発生する二次エックス線（あるいは蛍光エックス線）のスペクトルを調べることであった。こちらのほうは、エックス線のエネルギーを抑えれば、化学的状態を破壊せずにすむ。これは蛍光エックス線分析といい、現在でも用いられる方法である[3]。そうしているうちに仁科が帰国した。仁科はコペンハーゲンで木村らと行った研究から、自然と吉田の仕事に興味を持って、彼の実験室にやって来て、一緒に仕事をするようになった。

続いて竹内柾が仁科のもとに来た。竹内が理研に着任したのは、一九三一年の四月九日で、これも仁科研が創立される前のことである。竹内は東京高等工業学校、いわゆる高工

をその最後の年に卒業した。この学校は竹内が在学中の一九二九年に大学に昇格し、東京工業大学と名前を変える。東京工業大学、東工大は現在では日本を代表する理工系大学であるが、当時の高工は中堅技術者の養成機関であり、帝大と異なって中学校から高等学校を経ずに進学する。竹内はそこで応用化学を学んだ。高等学校に行かずに高工に進学したのは、すぐに化学を学びたかったからだという。高等学校に行けば、化学以外科目も勉強せねばならず、試験科目も多かった。その上、当時高等学校から帝国大学というのは、金持ちや名家の子弟、学問好きの行くものだと感じていた。東京の商家の出身である竹内には、自分の行くべきところには思えなかったというのだった[4]。竹内はこのような階級的な格差をこの後も経験し続けることになる。しかし竹内の学力は傑出しており、高工で特待生に選ばれるほどの成績だった。講義は面白くなかったと書いているのは、物足りなかったのだろう。また、竹内は最初期のラジオ少年でもあり、化学だけでなく電気工学も実践していた。子供のころからラジオ製作に興味をもって、近所の技術者に教わっていた。日本でラジオ放送が始まったのは一九二五年であるが、それ以前から無線ファンむけの雑誌はあって、最初期の濱地常康の『ラヂオ』が創刊されたのが一九二二年、戦後も続いた『無線と実験』は一九二四年のことである[5]。ドイツ語は好きで、中野ゼミナールの夜間部に習いに行くほどだった。三年生のとき、図書館でシュレーディンガーの波動力学の本を見つけて面白そうだと思い、物理の教師に聞きに行った。よりやさしい本を紹介してもらったが歯が立たなかった。それでもそのとき「原子構造論」に関心を持った[6]。

後に竹内はこの「原子構造論」への関心から、理研の名前を聞いたのだろうと回想している。三年生の九月、教師と進路を相談するときに理研に興味を示したらしい。そのため、翌一九三一年の一月末、中学時代の恩師、青木芳彦から飯盛里安に紹介された。飯盛は、化学者で、理研の主任研究員であった。F・ソディーに学んで、日本で放射化学を創始した。竹内に自分の研究室はすでに満室だが、仁科芳雄が若い人を欲しがっているので紹介しよう、と言った。竹内は一週間ほどして再び訪れ、仁科に紹介された。仁科のほうではすでに長岡と話をつけていた。まだ長岡研究室の所属だったので、人事は長岡に諮らなければならなかったのである。長岡は、まず一年ほど来てごらんなさい、と言う。こうして竹内の理研入りが決まった。竹内の身分が正式のもとなったのは四月九日のことである。といっても翌年四月に月五〇円もらうようになるまでは、給料は出なかった[7]。京大における無給副手と同様の待遇だった。給与は出ないが、研究者となる訓練を受けた。「授業料なしで大学よりもっとよいところに入れた」と竹内は思った[8]。

竹内が理研に最初来た頃、これからエックス線管などを設計して作ると仁科は言った。だから実験は半年くらい先になるかも知れない。まず本や論文を読んで勉強をせよ、と図書室の人に竹内を紹介した。三月になると、仁科は竹内を吉田早苗に紹介し、吉田のもとでエックス線の勉強をさせた。竹内は学校のほうはもう暇だったので、理研二号館二階の吉田の部屋に通い始めた。吉田の部屋は、菊池正士が有名な陰極線の波動性を示す実験、いわゆる菊池パターンの実験をしたところであった。その部屋には既にエックス線管も、

分光器もあり、竹内はその保守を担当した[9]。仁科は仁科で、まだ本格的な実験にもとりかかれず、吉田とよくテニスをしていた[10]。

当時の理研でテニスが盛んだったことに触れておこう。職員は昼休みしかテニスをすることが許されないので、研究者は昼休みを職員に譲って、それ以外の時間にテニスをした。実験装置を走らせて結果が出るまでテニスをするものもいれば、昼はもっぱらテニスをして過ごし夜実験する者もいた。主任研究員会議で、仕事時間にテニスをするのが問題になったことがあった。寺田寅彦は彼らを弁護して次のように言ったという。「この連中の実験は、気温や振動の関係から昼間できないことがある。恒温室や除振室がないので、日が暮れて、気温が一定になったときや、終電が通ってから実験することが多いようである」[11]。実際、当時理研の正面を市電が通っており、かなりの振動があった。例えば、高嶺研究室で長時間のスペクトル撮影をするときは終電が過ぎてから始めたという[12]。

吉田がテニスをしている間、竹内は一人でエックス線管の番をした。その傍ら、実験室に置いてあった『実験物理学ハンドブック』の「レントゲン線」の巻をひもといた[13]。一月も過ごすと、実験に慣れ、エックス線のこと、装置のことがよく理解できてきた。しかし五月、六月ごろ、疲労感や、気分の悪さを感じるようになった。後に竹内は、このころ相当なエックス線を浴びていたのだろうと回想している。当時は、エックス線の健康被害については、あまり自覚的ではなかった。それでも夏になると要領を覚えて、装置に付き切りではなく、別の部屋で読書しながら保守するようになった[14]。

このようにして仁科のグループは、電気工学出身のボスのもとで、化学出身の吉田と竹内によってまずスタートしたのである。この時点での仁科の研究は原子核ではなく、エックス線解析を化学研究に応用する方向、たとえば後の仁田勇のような研究になる可能性が多分にあった。

## 嵯峨根遼吉とガイガー＝ミュラー管

仁科研に最初に加わった物理出身の研究者は一九三一年の六月に来た嵯峨根遼吉である。彼は長岡半太郎の五男だが、長岡の他の息子らが工学分野に進む中、ひとり物理に進んだ。一九二九年三月に東大を卒業し、二年間大学院生をしたのち、理研および東大の研究生となったのである。彼は東大で木下季吉と、清水武雄に学んでいた。ともにラザフォードのもとに学び、木下は原子核乾板、清水は霧箱というように、原子核物理学における粒子の検出装置についての研究経験を持っていた。彼らに学んだ嵯峨根は原子核実験に関しては、むしろ仁科以上に経験を積んでいたかもしれない。

この時点で嵯峨根が仁科研に加わったことは大きな意味を持っていた。一九三一年の五月における電気学会東京支部の講演で、仁科はすでに原子核の問題に関する多大な興味を示している。当時からすれば、量子力学によって原子構造が解明された後の物理学上の課題として、原子よりより大きなもの、すなわち分子を扱うか、あるいは原子の内部構造、すなわち原子核を扱うか、という二つの方向が見えたのは自然である。そのうち、原子核

については、仁科はキャベンディッシュに滞在して、ラザフォードのグループの原子核実験については以前からよく知っていたはずである。ラザフォードによるアルファ線によって原子核を破壊し、陽子を放出させる一九一九年の実験は、留学前のことであり、それを引き継いだラザフォードのグループの研究も見ていたに違いない。それがコペンハーゲン時代に知り合ったガモフらによって、量子力学的な説明が与えられたのには、感銘を受けたであろう。また仁科は、ガモフと同様の仕事をしたコンドンとガーネイにも、一九二八年のアメリカ訪問の際に会っているので、彼らからも話を聞いたはずである[15]。一九三一年の電気学会における講演の最後に、まさにこのような原子核究の発展について述べた。さらに「原子核の創造」と称して、宇宙線が原子核の創生と関係のあることを示唆して終わっている[16]。また同じ年の講演、「現今の物理学より見たる化学」でも、最後の原子番号の順番と質量数の順番が必ずしも一致しないことに触れ、「将来理論が発達すれば原子核の構造も恰度核外の電子配列の様に説明せらるべきである」「合成原子量も理論的に計算して求め得る様にするといふのが理論物理学の目指す処である」と述べた[17]。仁科はエックス線の研究をしていても、エックス線を化学分析に応用するだけでは飽き足らず、宇宙線や原子核に手を出したかったのであろう。そこに原子核に関心を持つ嵯峨根が研究室に入ったのだった。これは仁科にとっても非常に良いタイミングだったことが翌年判明する。

一九三一年七月に、仁科研究室が独立したとき、仁科は竹内、嵯峨根に加えて、吉田も誘ったが、あまり「積極的に動くことをしない」という吉田は、誘いを受けず西川研に留まったという。一九三一年の『理化学研究所案内』には、吉田は西川研と仁科研の両方の研究題目に名前を連ねているが、所属としては西川研のつもりだったのだろう[18]。

こうして、仁科研は、嵯峨根と竹内の二人の研究生を研究室員として出発した。竹内は吉田の部屋でエックス線の実験を続けた。嵯峨根は、前に触れた三号館の仁科主任室前にあった実験室で装置の制作を始めた。理研で嵯峨根が取り掛かったのはガイガー＝ミュラー管であった。ガイガー＝ミュラー管は構造としては簡単である。金属管の中心軸に金属線を通して、それぞれ陰極と陽極とし、密封して中を減圧し、適当な電位差をかけたものである。中の気体が荷電粒子や電磁波によって電離されると雪崩現象を起こして、一瞬電圧が流れ、スピーカーにつなげば音を鳴らす。しかし、その雪崩現象は複雑であり、この時点ではその仕組みはよくわかっていなかった。

## 宇宙線

仁科と嵯峨根がガイガー＝ミュラー管の制作に乗り出したのは、宇宙線の研究を始めるためであった。宇宙線は二〇世紀の初めにその存在が推測されていた。最初に気づいたのは、六章で触れた霧箱の発明者であるC・T・R・ウィルソンである。ウィルソンは気象台に勤務し、気象現象の研究のために霧箱を制作した。どのように水蒸気が凝結して水滴になるかを研究しようとしたのである。イオンについての研究が盛んであり、またエックス

線が発見されたときでもあった。その過程で、過飽和した蒸気の中を電離作用のある放射線（荷電粒子や、エックス線）が通過すると、その経路で水蒸気が水滴に凝結し、可視化されることを発見した。ウィルソンは長い時間をかけて、霧箱を完成させた[19]。その過程で、放射線を当てなくても、密閉し、絶縁しても、電離現象が起こることを見出した。そこでウィルソンは、空気自体が原因なのではないかと考えた[20]。これが空からくる未知の放射線が原因であることを実証したのはオーストリアの学者、Ｖ・Ｆ・ヘス（Victor F. Hess）である。一九一一年から一九一二年にかけて、ヘスは、電離箱を気球に乗せて、高い高度では、より大きな電離作用が得られることを見出し、この未知の放射線が宇宙起源であることを示した[21]。電離箱とは、密封した容器に高圧気体を詰め、中に電極を入れて、壁と電極との間に高圧電位をかけ、容器内の電離によって発生する電荷を電気計によって測定できるようにしたものである。箱といっても、高圧気体を入れるので、容器は通常、球形ないし、ボンベ型をしている。電離箱を用いて宇宙線強度を測定する装置を宇宙線計という。これについては、またのちに述べるであろう。なお、ウィルソンは霧箱で宇宙線の飛跡をとらえたわけではなく、それをはじめにしたのは、レニングラード工科大学のＤ・スコベルツィン(Dmitry Skobeltzyn)で、一九二七年のことである[22]。また彼は霧箱に一様な磁場をかけて、円形の飛跡を撮影するのを始めた[23]。荷電粒子が磁界中を運動すれば、円軌道を描く。その軌道半径から、その粒子の性質の一部がわかるわけである。スコベルツィンはその後コンプトン散乱を霧箱で調べる研究もしていた。これはクライン＝仁科の式に対して初期の実験的検証を与えるもので、仁科とも文通していた[24]。

宇宙から来ることは分かったが、その本性はまだ不明だった。Ｒ・Ａ・ミリカン（Robert A. Millikan）らは宇宙線を高エネルギーの光だと考えた。それに対して、Ａ・Ｈ・コンプトンは荷電粒子であると考えた。両陣営は激しく論争したが、ガイガー＝ミュラー管を用いた画期的な研究によって一応の決着がついた。そもそもガイガー＝ミュラー管の存在自体、宇宙線と切り離すことができない。六章で触れたように、ガイガーとラザフォードがガイガー＝ミュラー管の原型を開発する過程で、放射線源がなくても感応してしまうことに触れた。この問題は一九二八年まで解決しなかった。そのころキール大学に移っていたガイガーのもとでこの装置を改良していた助手のＷ・ミュラー（Walter M. M. Müller）が、その原因が宇宙線にあることに気づいて解決された。これによってこの装置はガイガー＝ミュラー管となり、非常に感度と信頼性が高い装置として認知されたばかりでなく、宇宙線研究の重要な手段となった[25]。

八章でボーテとガイガーが同時計数法によって熱輻射の個々の過程でエネルギー保存則が成り立ち、それが統計的にしかなり立たないとするＢＫＳ理論を反証したことに触れた。宇宙線が粒子であることは、そのボーテとＷ・コールヘルスター（Werner Kolhörster）がガイガー＝ミュラー管による同時計数法で示した。彼らは、二つのガイガー＝ミュラー管の間に物質を置いて、宇宙線の透過係数を導いた。それによって宇宙線は極めて透過力が強く、ガンマ線では説明できないこと、得られた透過計数が、それが荷電

粒子の場合に予想されるものと一致することを示したのだった。この結果は一九二八年から一九二九年に発表された[26]。ボーテはこれによって一九五四年にノーベル賞を受賞した。彼は写真フィルムを動かして記録することで計数の同時性を測定したが、翌年には、イタリアのB・ロッシ（Bruno Rossi）がこれと論理回路を組み合わせ、電気回路による同時計数を可能にした[27]。これは宇宙線分野における極めて強力な研究手段となり、さらに他の分野でも使われるようになった。

## 仁科研における宇宙線研究の始まり

仁科らがガイガー＝ミュラー管に制作にとりかかり、宇宙線の研究に向かったのはこのような研究状況のもとであった。のちに仁科のもとで宇宙線の研究をすることになる石井千尋は、ボーテとコールヘルスターの論文が出た一九二九年には学生であり、東大の物理のコロキアムで木下季吉がこれを紹介するのを聞くと同時に、卒業研究のためにその論文を与えられた[28]。そして、仁科が帰国して間もなく、理研のコロキアムでもまた仁科が取り上げたのという[29]。竹内は、仁科から「竹内君、君は化学出だが、何をやっても同じだから、宇宙線をやりたまえ」と言われたという[30]。仁科にとって出身分野が物理であるか化学であるかは大きな問題ではなかったらしい。

荷電粒子であるらしいことはわかっても、どの荷電粒子なのか。宇宙線の正体はまだ謎であった。そもそも、ボーテとコールヘルスターが示したのは、彼らの手段によって観測された宇宙線が荷電粒子であることに過ぎないからである。宇宙線が単一種類のもので構成されている保証はなく、ボーテとコールヘルスターが観測した宇宙線が宇宙から来た放射線そのもの、一次宇宙線であるかどうかも分からなかった。宇宙線の中に様々な性質を持つものが混在している可能性があるうえに、地表において観測される宇宙線は、一次宇宙線が大気中で物質と相互作用を起こして発生したものである可能性もあったからである。

宇宙線はまた、原子核物理の現象であると同時に、地球物理学的な現象であった。このことは、彼らが宇宙線の研究に向かった動機の一つであったかもしれない。荷電粒子であれば地磁気の影響を受け、宇宙から降り注ぐので、気象現象や緯度の影響を受けることが予想された。そうであれば世界各地の異なる場所で異なった現象が観測される可能性があり、日本での観測が独自の成果を出す見込みがあった。さらにこの時期の宇宙線実験は、他の原子核実験と比べて、放射線源や、大掛かりな高圧電源装置が必要ではないので、取り掛かりやすいように思われたかもしれない。とはいえ、当時宇宙線の研究はまだそれほど注目を浴びておらず、一九三一年の時点でこれに目を付けたのは慧眼であった。おそらく、仁科らは、最初、ボーテらの実験と同様のことから出発するつもりで、ガイガー＝ミュラー管の制作を始めたのであろう。

仁科は一九三一年の九月ごろまではエックス線の研究を続けるつもりでいたらしい。エックス管を自ら設計し、竹内に制作させる予定だった。しかし一〇月になると、エックス

線の研究は中止し、宇宙線の研究に集中することにした。竹内は三号館の仁科研の実験室にうつり、嵯峨根のもとでガイガー＝ミュラー管の制作に従事することになった。こうしてまず小型のガイガー＝ミュラー管を作成した。これは日本で最初のものであったらしい[31]。直径約二センチ、長さ約五センチの鋼管の両端を絶縁体であるエボナイトでふさぎ、中心にピアノ線を張って、中を低圧にした。ピアノ線と鋼管の間に適当な高圧電位をかける。放射線が管を通過すると、低圧気体に電離を引き起こすと、発生したイオンがピアノ線に引き付けられそれがまた電離作用を起こしてイオンを発生させる雪崩現象を引き起こす。その結果、電流がピアノ線と鋼管の間に流れる。計数管として作動するためには、放射線がくると必ず放電を起こし、かつ、起こった後、放電が長く持続せずにすぐ止まることが必要であった。かける電圧が高すぎると、持続して雪崩現象が起こってしまう。低すぎると、電離作用があまり起こらない。ラジウムなどの安定した放射線源を用いて電圧を変えて計数して、計数が平らになるところが、計数管が作動する電圧の範囲であり、その範囲の広さがガイガー＝ミュラー管の性能を決めた。当時は、その電圧が決まる条件についての詳しい機構はわかっていなかったので、嵯峨根はその工夫のために苦心をした。嵯峨根の小型ガイガー＝ミュラー管ができると、大型のものを何種類か作るのが竹内の仕事になった。竹内はいくつか作ったが、手探りにならざるを得なかった[32]。

嵯峨根や竹内がガイガー＝ミュラー管を制作している間、仁科は計数記録器を設計し、工作係に作らせた。これはもともと、ドイツから取り寄せることを検討していた。『フュジカリッシェン・ツァイトシュリフト』（*Physikalischen Zeitshrift*）に載ったキールの機械技師、W・フォス(W. Voss)による「電子の計数法による記録装置」という文章を読んで、ヴォスに手紙を出し、機械とその値段について問い合わせをしていた[33]。しかし、おそらく値段で折り合いがつかなかったのであろう。仁科は自分で製作した。この機械は郵便局で書留に番号をつけるナンバーリング・マシンの中心部分を使い、一定時間ごとに自動的に電報用のテープに数字を印字するというものであった。機械工学的によくできた仕掛けであったが、仁科は電気工学のなかでも強電分野の出身である。動作させるのにかなりの電力が必要で、ガイガー＝ミュラー管からの信号を増幅させなければならなかった。大きな電力を使うのは、電気的に敏感な実験には使い良いものではない。そのため、あまり利用することはなく終わってしまった[34]。

## 仁科研における霧箱制作

ガイガー＝ミュラー管を作成する一方で、嵯峨根は霧箱の制作に向かっていた。霧箱は上で述べたように、過飽和状態の蒸気を作り出す必要がある。そのためには水蒸気と気体の混合物を急速に膨張させる。宇宙線は上から飛来するので、上下方向の飛跡を撮影できるようにしてあるのが望ましい。嵯峨根は、それまで霧箱の底が上下に動いていたのを、左右に動くようにし、バネをつかって、ピストンが急速に動くようにした。一九三二年には霧箱ができていて、宇宙線を撮影できるようになった。その年の七月には、藤岡由夫が

ヨーロッパからアメリカ経由でかえってきた。アメリカでカリフォルニア工科大のカール・D・アンダーソン(Carl D. Anderson)と会っていた。アンダーソンはミリカンの弟子で、霧箱実験で成果を上げていた。藤岡はアンダーソンが霧箱写真を撮るのを見た。「アンダーソンが盛んにパチパチやっていた。そのとき、かってにやっていると、たまに入る、三十七回に一回のわりで入る」と言う。また、霧箱写真のなかに「えたいのしれないものがある」というのも藤岡は聞いていた。彼は帰国して仁科にその話をした。前章でふれたように、留学中の話を藤岡から一番喜んで聞いたのは仁科だったのである。仁科は、やはりパチパチと宇宙線の霧箱写真をとっている竹内に、アンダーソンは三七回だよ、と言った[35]。

つまり、この時点では、アンダーソンも仁科らも、むやみに霧箱写真を撮り、ランダムに入ってくる宇宙線がたまたま写るのを撮ろうとしたのである。効率よく写真を撮るためには、宇宙線が来たときのみ自動的に撮影できればよい。過飽和状態にするには、霧箱を拡張させて中の気体を膨張させる必要があった。そのような装置を最初に開発したのが清水武雄である。六章で、仁科がケンブリッジを訪れる前に、清水がキャベンディッシュで研究していたことに触れた。清水は一九二一年に霧箱を自動的に繰り返しゆっくり拡張し、連続的に過飽和状態を保つ機構を考案していた[36]。清水がキャベンディッシュを去った後、ラザフォードはP・M・S・ブラケット(Patrick M. S. Blackett) にその仕事を引き継がせたについても述べた。ブラケットは、アンダーソンと並んで、日本の宇宙線研究者にとって最も手ごわいライバルであり、この後何度も苦杯を飲まされると同時に、重要な導き手にもなった。ブラケットは清水の装置を改良し、霧箱を繰り返し拡張する代わりに、バネで急速に膨張させて自動的に写真を撮る機構にした[37]。

宇宙線が来たときのみ自動的に霧箱で撮影するには、同時係数法で宇宙線を検知し、ロッシの方法で電気信号に変えて、ブラケットの方法で自動的に急速に霧箱を拡張させ、照明を当てて、シャッターを開放してあるカメラに撮れば良い。キャベンディッシュでブラケットが清水の仕事を受け継ぐ一方で、日本では嵯峨根がそれを受けついだといえる[38]。さらに仁科らは、電磁石で霧箱に磁場をかけることもした。一九三二年の半ばには、工作係がこの装置を作りあげていた。しかし、写真を撮るための光源に嵯峨根は苦労した。細いタングステン線を蓄電池の放電で瞬間的に蒸発させたり、高圧水銀灯をつかったりしたが、結局、水銀蒸気に瞬間的に強い電流を流すことで解決した。これは最初、相当な電力を使ったらしい。下の階で当時まだ木下正雄の研究室にいた石井千尋が実験していると、実験室の直流電源が切れるほどであった[39]。それが直っても、撮影のたびに「どすん、どすん」という音がして、大砲を撃っているかのようであったという。霧箱を拡張させるのに、強いバネで引っ張らねばならないからであった[40]。その年の終わりから翌年にかけて、ガイガー＝ミュラー管で作動し、磁場をかけて撮影できるようになっていた[41]。

## 核内電子の謎と中性子

仁科研でのこの研究は、世界的な研究の前線へもう一歩のところまで来ていた。ここで、一九三一年から一九三二年にかけての世界的な原子核物理学の発展に目を転じなければならない。この時期には原子核物理学の重要な発見や、技術的な進歩が相次いでいた。そのため一九三二年は原子核物理学の「奇跡の年」と呼ばれる。この時期以前の原子核についての支配的な見解は、原子核は陽子と電子からなるというものであった。これは前に述べたJ・J・トムソンの原子モデルを、そのまま原子核に適用したものともいえる。原子核の質量数が原子核の電気素量の数よりも大きいということは知られていた。そこで質量数の数だけ陽子があり、さらに核内に電子があって、全体として電荷の数のつじつまを合わせた。すでに述べた仁科の一九三一年の講演でも、原子核は陽子と電子からなるものとしており、原子核の質量数はそのまま陽子の数Pであって、それに対して原子核の電気量Zであるので、N＝P－Zだけの電子が核内に存在しなくてはならない、としている[42]。

しかし、原子核の中に電子が存在することは、理論上いくつかの問題を引き起こした。いったいどのような力が電子を原子核の中に閉じ込めておけるのか不明であった。また、スピンや統計性の問題があった。たとえば分光学的な実験から、窒素原子はスピンが１であることが示されていた。しかし、核内電子の考えからすると、窒素原子核は陽子十四個と、電子七個からなるはずである。陽子と電子はそれぞれスピンが１／２なので、全体ではスピンが１／２になるはずだ。このような理論的な困難を抱えながらも、当時確認されていた素粒子が陽子と電子だけであったのでやむをえなかった。これだけの理由で新たな粒子を考えるのは、この時期の物理学者にとって大胆すぎた。新しい粒子の存在を認めるためには、それが理論的に現象を整合的に説明するだけではなく、その存在が顕著な形でとらえられる実験が現れなければならない。これはこの後何度も繰り返される。そうした状況で、一九二〇年にラザフォードは、陽子と電子からなる粒子を中性子として提案していた[43]。しかしこれは素粒子ではなく、複合粒子である。しかし、複合粒子としても中性子はだれも観測できずにいた。

中性子の発見の端緒は、一九二八年のボーテとH・ベッカー（Herbert Becker）の実験である。彼らはベリリウムにアルファ線を照射すると、透過性の強い放射線が発生することを発見し、それを強力なガンマ線と考えた。パリのF・ジョリオ（Frédéric Joliot）とI・キュリー（Irène Joliot-Curie）は、この放射線をパラフィンにあてると陽子を弾き出すことを発見し、一九三一年の初めに発表した。この放射線がガンマ線だとすると信じがたいことであった。ガンマ線やエックス線が電子を弾くのはすでにおなじみのコンプトン効果であるが、陽子は電子よりずっと質量が大きいからである。ラザフォードのグループでチャドウィックがジョリオらの研究を報告したとき、ラザフォードが「そんなことは信じられん」と言ったというのは有名である[44]。チャドウィックは、ラザフォードのグループにいて、中性子の考えに馴染んでいたばかりか、それを作り出す実験を以前に試み

ていた。そして、出てくる放射線を中性子であると考え、実験でそれを示した[45]。これがいわゆる中性子の発見である。

ただし、チャドウィックも、他の多くの研究者も、最初、この中性子はラザフォードの意味での中性子、すなわち電子と陽子の複合体であると考えた。中性子が素粒子であると広く認められるのには、数年を要した[46]。この中性子の「発見」は、前に述べた電子の「発見」と同様、科学の歴史において「発見」というものが一度きりのものではなく、時間のかかるプロセスであり、そして一人ではなく複数、場合によって多数の人達がそのプロセスのなかにかかわることを示している。これもまた、この後何度も繰り返されることになる。

また、中性子の「発見」によって、ただちに核内電子の問題が消滅したわけではないことにも注意しなければならない。チャドウィックを初めとして、この中性子をラザフォードの意味での複合粒子で考えた者が多かったし、そもそも、後で述べるハイゼンベルクの理論も、核の内部に電子があるのかないのかについてはっきりとした立場をとらずに理論化を試みるものだった[47]。後に湯川が原子核の問題に取り組んだとき、まず取りあげたのは核内電子の問題だった。

たとえ核内電子の問題を棚上げし、なんらかの中性子の存在を認めるならば、その中性子と陽子からなる原子核を一つにまとめている力は一体何なのかという問題は残る。そして中性子と陽子からなる原子核の構造や、その間に働く力についての研究が推進されていった。この研究は日本の物理学者にとっても重要であり、次章でも述べるであろう。

理論家には難題が残ったが、実験家にとっては、とりあえず中性子は新しい強力な実験手法を可能にするものであった。ラザフォード以来、原子核にアルファ粒子や陽子をぶつけるという実験法があった。しかし、どちらも正の電荷を帯びており、原子核もまた正の電荷を帯びているので反発し合う。そのため原子核に陽子をぶつけるには大きなエネルギーを与えなければならない。ところが中性子は文字通り電気的に中性である。そのため、中性子線を物質に当てると、より低いエネルギーで原子核の壊変を引き起こすことができる。むしろ、低速のほうが透過せずに、原子核に吸収される。これによって、ローマのエンリコ・フェルミのグループは、多大の成果を上げることになる。

一九三二年の七月一一日、仁科はコペンハーゲン時代の旧友であるミシガン大学のデニソンに宛てて、「私はケンブリッジのキャベンディッシュ研究所が最近、原子核の問題で得た実験結果に強い関心を持っています。この努力をさらに推し進めれば、おそらく新しい理論の発見に向けた強いインパクトを与えるだろう、と思われませんか？」と書いている[48]。これは、おそらくチャドウィックによる中性子の発見のことを指しているのであろう。その後、原子核研究が仁科の研究の柱となるなかで、当然ながら中性子に大きな関心を抱き続け、仁科研の研究のなかで大きな位置を占めるようになった。

## 重水と陽電子

同じころに発表されたもう一つの重要な発見は一九三一年のH・ユーリー(Harold Urey)による重水素の発見である。ユーリーはアメリカの物理学者であるが、一九二四年ごろコペンハーゲンにいて当時から仁科とも面識があった。一九二八年にアメリカ訪問時にジョンズ・ホプキンス大学でも会っている[49]。重水素は、原子核実験や原子力技術の開発に重要な役割を果たすことになる。日本では、理研の隣にあった三菱造船研究所で、野田孝重が一九三二年に研究を始めていた。野田は四章でふれたように東京帝大電気工学科で仁科と同期であり、主席を競った秀才であった。翌一九三三年、三菱造船は経営難のため研究所を閉鎖し、理研に寄付した。野田はそのまま理研に移籍することに決め、主任研究員となって野口研究室を持った。この野口が後にサイクロトロンをつかった実験のために仁科に重水を供給することになる。ただし、ノルウェイのノシュク・ヒドロ（Norsk Hydro）社が大量生産に成功しており、一九三七年にボーアやヘヴェシーのあっせんによって仁科もそこから購入できるようになってやめてしまった[50]。そのほかに次章で述べる台北帝国大学の荒勝文策のもとで、助教授の太田頼常が製造を始めていた[51]。

この時期の仁科にとって、中性子や重水素以上に重大であったのは陽電子の発見であった。すでに述べたように、ディラックの電子理論は、負のエネルギーを持つ解があり、それが正の電荷をもつ電子として理解できることが一九三〇年にはわかっていた。しかし、この段階ではこの正の電子は理論的な存在であり、必ずしもその実在が信じられていたわけではなかった。一九三二年に、先に触れたアンダーソンは、一千枚に及ぶ宇宙線の霧箱写真を撮り、それを一年間かけて解析した結果、正の電荷をもち、陽子よりも質量の小さい粒子の軌跡を見つけた。飛跡の濃さからは陽子ではなく、電子の質量を持つことが分かり、その曲がり方から正の電荷をもつと考えたのである。但し、同じ飛跡について、粒子が下から入ったならば、それは負の電子を持つと考えられる。最初アンダーソンはその考えに傾き、ミリカンはそれを聞くと宇宙線が下から来ることはめったにないと批判して、激しい論争になった。そこでアンダーソンは霧箱の中に鉛の遮蔽板を入れて、粒子がどちらから来たのか明かになるようにした[52]。この遮蔽版を入れるという発想がのちに重要な役割を果たすことになる。結果を確信すると、彼はまず『サイエンス』誌に短い論文を投稿した[53]

同じころ、ブラケットとG・オッキアリーニ（Giuseppe Occhialini）が同様の結果を得ていた。このとき、ブラケットとオッキアリーニが用いたのが、ガイガー＝ミュラー管によって粒子が入射したときに自動的に霧箱写真を撮影する装置であった。オッキアリーニはロッシの弟子であり、同時係数法と電気回路を結び付ける技術をキャベンディッシュにもたらしていた。彼らは論文をアンダーソンよりも早く投稿したが掲載が遅れた[54]。この論文の後、アンダーソンも詳しく論文を発表し、そこでは粒子のことを陽電子（ポジトロン）と呼んだ[55]。これらの実験家たちは、最初発見をディラックの理論と結び付けて考えなかったが、この一連の研究の結果、ディラックの理論はさらなる傍証を得た。翌年に

開かれたソルヴェイ会議は、陽電子の発見を認め、広める良い機会となった[56]。同時に、宇宙線研究は原子核物理学の重要な研究手法として脚光を浴び、この分野の論文数が大きく増えた[57]。

仁科らの宇宙線研究の開始は、このブームの到来よりわずかに先んじていた。そして、ブラケットらの装置とまさに同じ原理の装置を、仁科研で嵯峨根らが独立に作っていたのだった。一九三二年に朝永振一郎が図書室で雑誌を読んでいると、嵯峨根が「やられちゃったよ」と言った。彼は『ネイチャー』に載ったブラケットの短報を見せた。ブラケットは嵯峨根とまったく同じ着想を持っていて、しかもすでに装置を作りあげ、興味深い現象をたくさん発見してしまったと言った。朝永は嵯峨根の残念そうな顔つきをずっと後まで忘れられなかった[58]。朝永自身もまた、同じような思いをしてきたからであろう。

ブラケットに先を越されたことについては、一九三三年五月五日に、仁科がヘヴェシーに宛てた書簡で書いている[59]。さらに、同じ月の一五日にブラケットにあてて書いた手紙の下書きが残っている。仁科はブラケットとオッキアリーニの論文について、自分にとっては特に興味のある論文だったと書き、自分達がすでに一年以上、全く同じ問題に、原理的には同じ方法で取り組んでいたというのだった。そして、ブラケットの『ネイチャー』論文が発表された時、同様の装置を建設途中だったこと、「しかし種々の事情から、その建設作業はとても遅くしか進行しません。間もなく何らかの写真が撮れるでしょう」と知らせた[60]。

仁科は上の手紙でブラケットに霧箱の照明の問題について問い合わせている。竹内は、一九三二年末か一九三三年初めに、撮影ができるようになったと書いているが、おそらく照明の問題をクリアすることでようやく鮮明な写真が撮れるようになったのであろう。仁科は七月一八日付のブラケットにあてた書簡下書きで、コンデンサー放電を水銀ランプの中で行うことでかなりよい写真が撮れるようになったことを報告し、さらにブラケットが照明の仕方を教えてくれたことを感謝し、それを試してみると書いている[61]。それが功を奏したのか、一一月に宇宙線飛跡をきれいに撮影するのに成功したと、翌年三月のボーアにあてた書簡で書いている[62]。写真は撮れるようになったが、ブラケットにすでに先をこされて発表されてしまっていた。そのうえ、撮影された飛跡がほとんど一直線で、エネルギーを測ることができなかった。大きなエネルギーの宇宙線粒子のエネルギーを測るためには、それが円運動するだけの強い、均一な磁場をかけるか、大きな霧箱を作る必要があったが、仁科研の装置はそれには十分ではなかった。ここで霧箱による宇宙線の観測はいったん挫折することになる[63]。

嵯峨根と竹内の初期の写真には、一枚に多数の円形の飛跡が写っているものや、直線の飛跡と、霧箱の縁でその左右の円形の飛跡が写っているものもあったがあまり注意を払わず、「何とうまく電子は（原子核）に衝突・反跳するものよ」と感心したりなどした[64]。前者は、宇宙線のシャワーであり、後者は電子の対生成であることが後になってわかった[65]。アンダーソンが鉛を入れて電子が下から走っているのではなく、陽電子であることを

同定できたことについて朝永は竹内に、「そこなんだよ……。おかしいと思って、鉛を入れてみるということが肝要だったんだ。鉛を入れてみようとすると考えると考えないとが天下わけ目だ」といった[66]。同じ霧箱写真の飛跡を見て新たな解釈をし、新たな実験を編み出して検証する。この点で、仁科のグループの実験家たちはアンダーソンらにまだ敵わなかった。

## 高電圧装置と加速器の発明

宇宙線研究にいったん挫折しても、それ以外の実験手法が出現しつつあった。まさにこのころ、実験装置の革新が起り始めた。原子核の研究をするためには、原子核反応を起こさねばならない。人工的に原子核反応を起こすには、荷電粒子を加速して、大きなエネルギーで粒子を原子核に衝突させ、人工的に原子核反応を起こす方法が考えられた。こうして、より大きなエネルギーを得ることによって、新しい、未知の物理現象を人工的に引き起こし、それによってその背後にある物理法則を明らかにしていくという、現在の高エネルギー物理学に至る発展のレールが敷かれた。

高電圧を作る装置はテスラ・コイルや、後に触れる衝撃高電圧発生装置等、もともといくつかあった。しかし、より大きなエネルギーを安定して作るための装置が、この時期に主に三つ考案された。まず、一九三一年に、アメリカのR・ファン・デ・グラーフ（Robert van de Graaf）が、彼の名前の冠せられた装置を発表した。これは、電荷をベルトで移動して機械的に一つの電極に蓄積し、それによって高電圧を作り出す装置である。

同じころ、アメリカのE・ローレンス（Ernest O. Lawrence）が、サイクロトロンを発明した。これは、一定の磁場の中で荷電粒子を加速させるものである。ローレンツ力により、磁場が一定であれば、荷電粒子は一定の周期で磁場の中を円運動する。加速すると、半径のみが大きくなる。これも試作品は一九三一年にできた。これについては後に詳しく述べるであろう。

一九三二年には、キャベンディッシュ研究所のJ・コッククロフト（John Cockcroft）とE・ウォルトン（Ernest Walton）の論文が発表された。コッククロフトらは一九二九年にすでにその装置の最初のものを作っていた。前章で述べたガモフらのトンネル効果に関する研究から、あるエネルギーをもった粒子が原子核に入りこむ確率を導くことができたので、コッククロフトらは陽子を衝突させるのであれば、三〇万ボルトもあれば、十分であることを認識していた。また、高い電圧を一瞬得るよりも、より低い電圧を定常的に得るほうが良いとして、整流器を用いた電気回路を作った。整流器には、手製のケネトロンを用いた。ケネトロンとは二極真空管の整流器であるが、特に高電圧に耐えるように電極の配置が設計されている[67]。コッククロフトらはこの装置を用いてまず二八万ボルトの電圧を達成し、この結果を一九三〇年に発表した[68]。そののち、これを改良して七〇万ボ

ルトを生成する装置を作った。これで陽子を加速し、質量数四のリチウムに衝突させ、二つのアルファ粒子となるのを示した[69]。

この装置の作成にあたっては、マンチェスターのメトロポリタン＝ヴィッカース電機会社の協力を得ていた。コッククロフトもまた工学出身の物理学者である。彼はマンチェスター工業学校（Manchester College of Technology）の出身であり、卒業後ここで電気技師見習いとして働いてから、ケンブリッジ大学で学んだのだった。メトロポリタン・ヴィッカースは、もともとウェスティングハウスによって設立された電機会社であったが、ヴィッカース社に買収され、その事業は航空機や、電車の車体にまで及んでいた。ヴィッカース社は一八二八年、シェフィールドに製鉄会社として創設され、造船業や航空産業に進出し、当時イギリスを代表する重工業の企業となっていた。日本の戦艦、三笠もここで建造されている。メトロポリタン・ヴィッカース社に関して、物理学の歴史にとって、とくに日本の物理学者にとってとりわけ重要なのだが、あまり知られていないのはセシル・R・バーチ（Cecil R. Burch）の発明である[70]。バーチは、同じくメトロポリタン・ヴィッカース社の研究者であったライランド・デイビスとともに誘導加熱技術（ＩＨ）の研究をし、長岡の理論を用いて、誘導加熱の本を書いていた[71]。あるとき、電気技術者たちがプレスボードを持ってきて、バーチに真空中でこれに変圧器油を充填してほしいと頼んだ。プレスボードとは、繊維を高圧で圧縮して固めた板である。変圧器部門では、様々な絶縁方法を開発していたのだった。バーチは化学にも強かったのでこのような依頼を受けたのだった。しかし、これはばかげた注文であった。真空中では変圧器油は蒸発してしまうからである。バーチはともかく実験してみたところ、蒸留の結果、極めて低い蒸気圧を持つ（つまり極めて高い真空でも蒸発しない）成分が残った。彼はこれをアピエゾン油と名付けた[72]。そして、これを使って油拡散ポンプと、高真空に優れた密閉材であるアピエゾンＱコンパウンドを作った。それまでは真空ポンプとしてはＩ・ラングミュア（Irving Langmuir）によって開発された水銀拡散ポンプが主に使われていた。アピエゾン油を使った油拡散ポンプはより真空度を上げることができた[73]。これらもまたキャベンディッシュ研究の研究者に市場よりも先んじて提供され、コッククロフトらの成功に多大な貢献をした[74]。

このようにメトロポリタン＝ヴィッカース社は、コッククロフトや、すぐ後に述べるＴ・Ｅ・アリボーン(Thomas E. Allibone)らを通してキャベンディッシュ研究所の物理学者たちと強いつながりを持ち、その研究を支援した[75]。仁科は留学中にメトロポリタン＝ヴィッカースの研究主任であるＡ・Ｐ・Ｍ・フレミング(Arthur P. M. Fleming)のもとを訪れていて旧知の仲でもあった[76]。

キャベンディッシュ研究所における原子核実験においてアピエゾン油と並んで重要な物質であるプラスティシンもある意味、工業生産物であるが、こちらのほうは文房具店で購入できるありふれた物質だった。原子核実験においては、真空度を維持するために隙間や孔をふさぐ密封材が極めて重要である。物理学者たちは市販の封蝋を用いたり、ゴムやワ

セリンやパラフィンを調合して自ら作ったりなどしていた。しかし、結局、原子核実験における密封材に最適であるとして使われるようになったのはこのプラスティシンだった。これは一八九七年にバース美術・デザイン学校の校長であるW・ハーバット（William Harbutt)が、美術学生が造形の勉強のために作った。彼は一九〇〇年にこれを商品化し、広めた。珪藻土などの粉末をワセリンなどの油で練り、色や香りをつけたりした一種の油粘土である。子供の粘土遊び、クレイアニメーションや、モデル実験に用いられた。コッククロフトの時代のイギリスではすでに簡単に手にはいったのであろう[77]。

## 仁科研における大型装置の建設

これらの宇宙線・原子核物理における相次ぐ発見と、実験手法の発展は、仁科研とその周辺の物理学者たちを刺激せずにはおられなかった。仁科自身が翌年これらの発見を解説する記事を雑誌『科学』に書いている[78]。若い物理学者たちが読み、討論した雑誌論文が、欧米の原子物理学研究の急速な発展を伝え、当時、理研における物理学のセミナーは熱気と興奮に満ちたものとなった。そして、この時点で仁科研究室がすでに宇宙線観測に乗り出していたことは、原子核物理学の新しい発展に伍していくために僥倖であった。原子核実験に舵を切ったことは、仁科の意識的な判断であったに違いない。第一に、嵯峨根のような若い研究者の関心が向いていたのは、そちらの分野であった。その上、当時の理論的な発展と密接な関係を持つのは、原子核・宇宙線であり、エックス線分析ではなかった。おそらく仁科自身としては、熟練していたエックス線分析のほうが研究しやすかっただろう。しかし、ボーアが作ったような理論研究と実験研究が相互に協力する研究グループを作るのに適しているのは、原子核・宇宙線であった。同時に、原子核実験のような分野は、仁科のような電気工学、とくに強電分野の電気工学の出身者にとって、なじみがあった。電気工学者はすでに、発電機、モーター、発信機などで、相当な大きさと出力をもつ装置を扱う経験をしていたからである。普通の物理学者は、そのような装置を通常扱わない時代であった[79]。

仁科研究室における原子核実験は、一九三二年ごろ始まった。この年の四月ごろにヴァン・デ・グラーフ装置が工作室から実験室に持ち込まれた。これは六〇センチほどの中空のアルミ球が、高さ二メートル、直径一〇センチの陶器でできた筒の上に置かれている。その筒の下の台座と、球の中にプーリーがあって絹のベルトがかかっており、モーターで筒の中をベルトが回る。ベルトを電極に通し、帯電させ、その電荷がモーターでアルミ球に運ばれて溜まるという仕掛けである。同じ装置を二つならべて、その間に高圧電位を発生させた。高さ二メートルというのは、ヴァン・デ・グラーフ装置としてはかなり小さいほうである。最初はうまく動いて、二つの球を三〇センチほど離しても火花が発生し、六百キロボルトほどの電圧を達成したとみられた。しかし、六月ごろになると湿気のため、電荷が漏れてしまい、火花も飛ばなくなった。改良もうまくいかず、開発は中止された[80]。

仁科は最初、超高電圧を起こすために、雷を利用することも考えたらしい。竹内に、雷を利用しに赤城や日光へ行く気はないかと聞いたという。竹内は「御勘弁願います」と辞退した[81]。仁科はあきらめたらしい。

資金に関しては、仁科は一九三四年度から一九三五年度に学術振興会から「原子核の破壊並びに合成に関する研究」という題目で、一万円および七千円の助成を受けている。学術振興会については一六章で述べるが、現在でも日本のもっとも重要な研究費授与機関である。ここで仁科が助成を受けたのは第四常置委員会（数学、物理学、天文学、地球物理学）の研究課題の一つとしてである。当初二年間で二万円の申請をしたところ、二年に分かれて減額して支給された[82]。一七章で述べるように、後に仁科は学術振興会に設けられた第一〇小委員会のもとで宇宙線、後には原子核の研究の中心となるが、このようにまず一九三四年から第一〇小委員会の外でも助成を受けていたのである。

コッククロフト＝ウォルトンの論文は理研の輪講会で取り上げられ、日本の物理学者の間で話題になった。巧妙な仕組みで、ヴァン・デ・グラーフ装置のような大掛かりな機械的な部分がない。これなら自分たちでも作れそうだと日本の研究者も思った[83]。また、コッククロフトらは、ガモフの理論に基づき、一五万ボルトでもかなりの元素の原子核を壊変することができるという予測を示していた。日本の研究者にとっては、一〇〇万ボルトに満たない電圧で、原子核を壊すことができたことが意外でもあったという[84]。

これに触発されて一九三三年以降、日本でもコッククロフト＝ウォルトン装置や、衝撃高電圧発生装置の制作が試みられた。とくにコッククロフト＝ウォルトン装置は、理研のあちこちの研究室で作り始めたらしく、長岡研で杉浦が、高峰研で藤岡が作ろうとしたらしい[85]。仁科も、一九三三年から精力的に原子核実験のために動きだした。一九三三年の四月に杉本朝雄、夏に新間啓三が仁科研に加わり、仁科研の実験家は厚みを増していた。二人とも、仁科の死まで理研（および科研）で仁科のもとにいることになる。大学を出たばかりの杉本は仁科のことをよく知らず、仁科芳雄という名前から瀟洒な紳士を連想したが、会うと「意外にも頭が大きく背の低い肥った牛の如きたくましい感じのする無口の研究者」で、後から仁科がすでに世界的な業績を上げていることを知った[86]。彼らはまず、嵯峨根とともに水素イオン、すなわち陽子線源の制作を始めた。水素を封入した管に放電を起こし、陽子線を発生させる装置である。これはウィーンが原型を考案し、ラザフォードのもとでM・オリファント（Mark Oliphant）が改良したもので、コッククロフトらはこれを陽子線源として用いた。

衝撃高電圧装置（インパルス・ジェネレーター）とは、コッククロフト＝ウォルトン装置よりも前からあったもので、コンデンサーを組み合わせることで、直流電源から一瞬だけ高電圧を作りだす装置である。これは雷などによって起こる突然の高電圧の影響をあらかじめ調べるため、電力関係の分野で使われていた。コッククロフトとウォルトンは、この方法も検討したが高電圧が得られても不安定で、一瞬しか持続しないので、原子核実験には不適切であるとし、選択しなかった[87]。これに関し、仁科は一九三三年一月二八日の

『ネイチャー』に載ったトーマス・E・アリボーン(Thomas E. Allibone)らによる論文に注目した。アリボーンは、メトロポリタン・ヴィッカースの電気工学者であったが、シェフィールド大学で学び、博士号を取得した。一九二七年に奨学金を得て、ケンブリッジのラザフォードのもとで研究生となった。もともと、電気回路で高圧を作る装置は、彼がラザフォードに提案し、作り始めていたのだった[88]。アリボーンの論文は、三百万ボルトの衝撃高電圧装置についてのものであった[89]。仁科は、メトロポリタン・ヴィッカースのフレミングに宛てて、その装置の値段を問い合わせた[90]。仁科は留学中にフレミングを訪問しており、旧知の仲であった。また、ベルリンのGeneral Electric社にも衝撃高電圧発生装置の値段を問い合わせている[91]。ドイツの会社に問い合わせたのは、A・ブラッシュ（Brasch, Arno）とF・ランゲ（Fritz Lange）の論文に言及されていたからである[92]。

しかし、結局、外国から購入することはやめたらしい。三月の手紙で、通貨の価値が五分の二になったことを書いているので、それが原因だろう[93]。そして、この年の五月にヘヴェシーに宛てた書簡でも、「唯一、感じている困難は、われわれの通貨の評価下落です。どんな実験用機器も外国から購入するのがほとんど不可能になっており、すべて日本で製作させねばなりません」というのだった[94]。そこで国内の企業に制作を依頼することにしたのだろう。仁科らは日立製作所に衝撃高電圧発生装置の見学に行き、樹を立てたところに放電させるのを見た[95]。また鶴見の芝浦製作所にも見学に行った[96]。当時芝浦製作所は、鶴見に工場や研究所を持っていた。研究所はよく設備が整っており、高電圧実験室もあって、一二〇キロボルトの衝撃発生器があった[97]。仁科は芝浦製作所の一色貞三@ルビ：いっしき・さだぞう@に、文献（おそらく上述のブラッシュらのもの）を送り、設計と見積りを依頼していた[98]。一色は高電圧、とくに雷電とその防止を専門とする電気工学者であり、「衝撃發生器の特性及び避雷器の衝撃試験に就て」という論文を出したばかりであった[99]。嵯峨根、新間、皆川理が、二三号館の地下実験室につくり、一九三三年の秋には完成した。四〇万ボルトの電圧がえられた。しかし、やはり衝撃高電圧発生装置は原子核実験には不向きで、うまくいかなかった[100]。

嵯峨根らはかわりに通常の高電圧発生装置を使った。これは普通に変圧器を用いて、一〇万ボルトの電圧を作るものである[101]。そのころまでには既に水銀拡散ポンプに代わって、先に述べたアピアゾン油を用いたオイル拡散ポンプが導入され、真空度を高めることができたのが進歩であった。また、イオン源にはオリファント＝ラザフォード装置を採用した[102]。これにより陽子を高電圧装置で加速し、リチウムに照射して、発生するアルファ粒子を霧箱で測定するという実験を行った。九時から夜半過ぎまで作業をする日々が続いた。そうして一九三四年春の終わりに、深夜二時まで取り組んだ末、リチウムから放射状に飛び出した無数のアルファ線の飛跡を観測した[103]。

## コッククロフト＝ウォルトン装置と「魔法の妙薬」

その間にも仁科らはコッククロフト＝ウォルトン装置にも取り組んでいた。一九三三年の一月一三日に前述のフレミングに手紙を書き、コッククロフトらが使ったコンデンサーや、真空容器の接合部の密閉用パテ、接合部に使ったというプラシスティシン、そしてメトロポリタン・ヴィッカース社製としてコッククロフトらの一九三〇年の論文に出ている油拡散ポンプについて問い合わせた[104]。彼らの装置には四〇〇キロボルトに耐えるコンデンサーが使われていたが、仁科にとってはそのようなコンデンサーは聞いたことがなかったのである。仁科はそれがメトロポリタン・ヴィッカース社製だと考えたのだった。また、装置の密閉は、日本の物理学者たちが、コッククロフトらの論文を読んでもっとも不思議に思ったことであった。すなわち、コッククロフトらの論文には、すべての接合部には、プラスティシンが外からつけられて気密をたもたれ、塔の末端には特別のパテ状のコンパウンドが用いられたとあった。さらに油拡散ポンプにはアピエゾン油という油が使われていた。これらは一体なんなのか、というのが実験物理学者たちの興味を引いたのだった[105]。とくにアピエゾン油やそれから作られたパテ状コンパウンドは、日本の実験家にとっては「ガマの油」、「魔法の妙薬」に思えた[106]。彼らは真空を高めることや、真空漏れには苦労していたからである。

さらに仁科は同じ月の一九三三年一月二一日にコッククロフトにも手紙を書き、コンデンサーとプラスティシンについて問い合わせた。コンデンサーは、コッククロフトら自身が作ったのか、どこかの会社に作らせたのか、というのが最初の質問であった。もう一つは、コッククロフトらが装置の接合部に使った「プラスティシン」というものは、どこで購入できるのか、というものであった[107]。フレミングは二月一九日付で返信したらしいが、その手紙は残っていない。プラスティシンについてそこで説明した可能性があるが、コッククロフトにとってはありふれた物質だったはずで、どう説明したのか興味が引かれるところである。仁科はそれに対する三月二〇日付の返信で、高電圧コンデンサーは購入できないが、もっと安いコンデンサーはないかと尋ねている[108]。また、油拡散オイルに使う油、すなわちアピエゾン油についての情報も得て、販売先のアジア石油会社（Asiatic Petroleum）に問い合わせた[109]。こうしてアピエゾン油を入手したが、インド洋を経て船便で送られてくるので一か月半かかった[110]。そしている間に、コッククロフトからの返信も来たらしく、彼の情報を得て、仁科は三月二二日に、イギリスのマイカナイト・アンド・インシュレーターズ（Micanite & Insulators）社に問い合わせ、高耐電圧のコンデンサーの価格一覧表を請求した。また、同じ日にドイツのメイロフスキー(Meirowski）社にもカタログを請求した[111]。

しかし、理研でコッククロフト＝ウォルトン装置ができるのは一九三〇年代後半になってからである。このように仁科のグループがもたついている間に、台北帝国大学の荒勝文作が一九三四年にコッククロフト・ウォルトン型の加速器を作ってしまった。これがアジ

アにおける最初の加速器であると言われている。これについては一四章で述べるであろう。

## 仁科研におけるサイクロトロン開発の始まり

荒勝に先を越された仁科らは、より大型の装置を計画しつつ、サイクロトロンにもっとも力を注ぐことになる。もともと、仁科はサイクロトロンには早くから目をつけていた。一九三一年の一二月五日に、ローレンスがサイクロトロンの概要を書いた論文のアブストラクトを仁科に送っている。そして、より詳細な論文が発表されたらその別刷りを送ると約束している[112]。すでに述べたように、仁科はこの時期、病気で入院していた。ようやく翌年、四月二〇日になって返信の下書きを書いた。そこでは「あなたの研究には大変、興味をもちました。実験の詳しい解説文を発表なさったら、その別刷を送って下さると本当に有難いのです。首を長くして待っています」というのであった[113]。

その後一九三三年の四月頃には、仁科研は他の方式と平行してサイクロトロンの準備を始めていた。四月一八日付の手紙で、東京電気の宗正路は、仁科からの問い合わせに対する返答として、ＳＮ一六七という高周波発信管を紹介している[114]。仁科はすぐに返答したらしいが、それは残っておらず、その返答に答えた二〇日の書簡で、宗は、ローレンスの論文を引きながら[115]、ＳＮ一六七で見積もりを出すことを提案している[116]。ＳＮ一六七は、日本無線電信株式会社と日本電気が共同で一九二九年に開発した国産の高周波発信管である。当時、日本の無線技術者の間では、国産の無線発信機を作ることが悲願であり、商工省から奨励金を受けてＳＮ一六七が開発された[117]。これが開発された時点においては、短波送信管としては世界最大出力を誇った[118]。その成果がさっそく、サイクロトロンに利用されたのである。しかし、サイクロトロンの建設が本格化するのには数年待たなければならない。それも含め、一九三五年以降の展開については後に述べるであろう。

## 原子核物理学への転向と奇跡の年

このように仁科研が原子核物理学に転じたのは一九三二年以降のことではない。宇宙線研究に関しては、それより先んじていた。そればかりか、一九三二年の重要な発見の一部に、かなり近いところまで研究が進んでいた。その時点ででは研究成果は実らなかったが、そこまで迫っていたからこそ、一九三二年以降の発展に歩調を合わせることができたのである。仁科はエックス線を化学に応用する研究に向かう可能性もあったが、嵯峨根が加わったころからもともと関心があったと思われる原子核や宇宙線の研究に大きく舵を切ったのだと思われる。

その中で仁科が宇宙線に目を付けたのは、日本という地理的な不利を、強みに転化させる可能性に着目したのではないかと思われる。半ば地球物理学的な現象である宇宙線の研究において、日本での観測がユニークなデータを提供できるかもしれなかったからだ。

しかし、宇宙線研究から出発しながら、大型装置によって高電圧を発生させるような原子核実験に転じたのは、仁科の出身を考えれば自然であった。仁科はもともと強電分野電気工学で訓練を受けたのであり、大出力の巨大な装置は珍しいものではなかった。仁科にとっては、このような研究手法こそが自らの強みを生かせるものと思われたのだろう。しかし、このような研究にはそれまでとは規模の異なる資金や資材が必要であった。そのために、仁科は様々な努力を強いられた。

いずれにせよ、仁科研の設立の直後に、原子核物理学において急速な進歩が起こったことは、幸運なことであった。量子力学が新たな時代を開き、スタートラインを引き直した。日本の物理学者は十九世紀までの物理学における蓄積のなさが不利だったが、新たなスタートラインによってその不利が和らげられた。それと同じように、この時もまた、新しいスタートラインが原子核物理学に引かれたのである。仁科はその新しいスタートラインに比較的遅れずに競争に参加することができた。この点で、彼はよく将来を見越した方向性を選んでいた。新しい方法を様々に試みながら、この時点ではあまり成果を上げていたとは言えないが、仁科の選択は、長期的には日本の物理学にとって大きな意味を持つものであった。

仁科自身が実験家であったこともあり、仁科研究室は、まず実験分野で成長した。そこで発展しはじめた研究も、大部分共同研究であり、その意味で前章に述べたような集団的な研究方法が用いられた。しかし、集団的な研究方法が真価を発揮するのは、もう少し後のことである。一九三五年以降、原子核実験が大型化することによって、仁科研の実験研究は、ますます集団的な性格を深めることになった。これについては後に述べるであろう。

---

1 竹内柾「むかしばなし 3」理化学研究所 記念史料室, 仁科記念財団旧蔵資料, p. 29.
2 吉田早苗「不肖の弟子」西川先生記念会編『西川正治先生：人と業績』(非売品, 西川先生記念会, 1982), pp. 198-200, 特に p. 198.
3 吉田, 前掲注 2, p. 198.
4 竹内, 前掲注 1, pp. 1-2.
5 高橋雄造『ラジオの歴史：工作の＜文化＞と電子工業のあゆみ』(法政大学出版局, 2011).
6 竹内, 前掲注 1, pp. 16, 20, 23.
7 竹内柾「仁科研の初めのころ」(特集「理化学研究所 60 年のあゆみ」),『自然』33 巻 13 号 (1978) : 84-86, 特に p. 86.
8 竹内, 前掲注 1, p. 28.
9 竹内, 前掲注 1, pp. 30-31.
10 朝永振一郎ほか (座談会)「仁科先生を偲んで」『朝永振一郎著作集 6 開かれた研究所と指導者たち』(新装版, みすず書房, 2001), pp. 57-93, 特に p. 87 (初出は『自然』6 巻 4 号 (1951) : 64-79).
11 佐々木次郎ほか (座談会)「理化学研究所の原風景：大正末期から終戦まで」(特集「理化学研究所 60 年のあゆみ」),『自然』33 巻 13 号 (1978) : 20-27, 特に p. 22.
12 佐々木ほか, 前掲注 11, 特に p. 22.

[13] おそらく次のものではないかと思われる：Lindh, Axel E., *Röntgenspektroskopie* (Handbuch der Experimentalphysik / herausgegeben von W. Wien und F. Harms, Bd. 24, T. 2) (Akademische Verlagsgesellschaft, 1930).
[14] 竹内, 前掲注 1, p. 31.
[15] たとえば次を参照：「仁科芳雄滞米日記抜粋（渡米メモ） 1928/11/12-12/05」**『書簡集 I』** pp. 102-103; R. W. Gurney から仁科芳雄（1928 年 12 月 25 日）**『書簡集 I』** p. 111.
[16] 仁科芳雄「原子並に分子構造論」電気学会編『電気に関する物理学最近の諸相』（電気学会, 1931）, pp. 123-176.
[17] 仁科芳雄「現今の物理学より見たる化学」『工業化学雑誌』34 巻 3 号（1931）：322-334, 特に p. 334.
[18] 吉田, 前掲注 2, p. 198; ; 理化学研究所『昭和六年度 財団法人理化学研究所案内』（理化学研究所, 1931）, pp. 48-49.
[19] Galison, Peter L., *Image and Logic: A Material Culture of Microphysics* (University of Chicago Press, 1997), pp. 73-117.
[20] Wilson, C. T. R., "On the Leakage of Electricity through Dust-Free Air," *Proceedings of the Cambridge Philosophical Society* 11 (1900): 32; Wilson, C. T. R., "On the Ionisation of Atmospheric Air," *Proceedings of Royal Society of London* 68 (1901): 151-161.
[21] Steinmaurer, R., "Erinnerungen an V. F. Hess, den Entdecker der Kosmischen Strahlung, und an die ersten Jahre des Betribes des Hafelekar-Labors," in Yataro Sekido and Harry Elliot, *Early History of Cosmic Ray Studies: Personal R3eminiscences with Old Photographs* (D. Reidel, 1985), pp. 17-31.
[22] Дмитрий Скобельцын は Dmitri Skobelzyn または Dmitry Skobeltzyn と書かれる．本文では Dmitry Skobeltzyn を採用するが，文献注においては元の文献の通りに表記し，ファーストネームが頭文字のみの場合，ドイツ語文献であれば Dmitri とする．
[23] Skobelzyn, Dmitri, "Über eine neue Art sehr schneller β-Strahlen," *Zeitschrift für Physik* 34 (1927): 354, 54 (1929): 686-702; Skobeltzyn, Dmitry, "The Early Stage of Cosmic-Ray Particle Research," in Laurie M. Brown and Lillian Hoddeson, *The Birth of Particle Physics* (Cambridge University Press, 1986), pp. 111-119〔村山喬訳「宇宙線研究の黎明」早川幸男監訳『素粒子物理学の誕生』（講談社, 1986）, pp. 113-121〕.
[24] D. Skobelzyn から J. C. Jacobsen（1928 年 9 月 6 日）**『書簡集 I』** pp. 83-85 ; D. Skobelzyn から J. C. Jacobsen（1928 年 9 月 10 日）**『書簡集 I』** pp. 85-89 ; D. Skobelzyn から仁科芳雄（1928 年 10 月 2 日）**『書簡集 I』** pp. 89-93.
[25] Galison, 前掲注 19, pp. 439-440.
[26] Bothe, Walter, and Werner Kohlhörster, "Eine neue Methode für Absorptionsmessungen an sekundären β-Strahlen," *Die Naturwissenschaften* 16 (1928): 1045; Bothe, Walter, and Werner Kohlhörster, "Das Wesen der Höhenstrahlung," *Zeitschrift für Physik* 56 (1929): 751-777.
[27] Rossi, Bruno, "Arcetri, 1928-1932," pp. 53-73 in Yataro Sekido and Harry Elliot, *Early History of Cosmic Ray Studies: Personal R3eminiscences with Old Photographs* (D. Reidel, 1985), pp. 17-32; Galison, 前掲注 19, pp. 441-445.
[28] 石井千尋「宇宙線と仁科先生と私の関連年表（石井の応召までの分）」理化学研究所 記念史料室, 仁科記念財団旧蔵資料.
[29] 朝永振一郎ほか（座談会）「仁科芳雄先生と核物理の発展：仁科芳雄先生の十周年を迎えて」『朝永振一郎著作集 6 開かれた研究所と指導者たち』（新装版, みすず書房, 2001）, pp. 94-151, 特に p. 97（石井千尋の発言）.
[30] 朝永ほか, 前掲注 29, p. 96.
[31] 竹内, 前掲注 1, p. 35 ; 竹内柾「仁科研究室・宇宙線・霧箱」『物理学会誌』45 巻 10 号 (1990): 730-732, 特に p. 730.

[32] 竹内, 前掲注 1, p. 43.
[33] 仁科芳雄から W. Voss（1931 年 9 月 1 日）『書簡集 I』p. 242-243；W. Voss から仁科芳雄（1931 年 10 月 20 日）『書簡集 I』p. 252-253；仁科芳雄から W. Voss（1931 年 10 月 31 日）『書簡集 I』p. 256.
[34] 竹内, 前掲注 1, p. 45；天木敏夫・竹内柾・田島英三・宮本梧楼・山崎文男（座談会）「原子核研究：理研時代を中心として」嵯峨根遼吉記念文集出版会編『嵯峨根遼吉記念文集』（嵯峨根遼吉記念文集出版会, 1981）, pp. 125-158, 特に p. 130.
[35] 藤岡由夫『科学者休むに似たるか』（講談社, 1969）, pp. 85-100, 特に pp. 85-86；朝永振一郎・藤岡由夫（対談）「理研時代の思い出」朝永振一郎著作集 6 開かれた研究所と指導者たち』）（新装版, みすず書房, 2001）, pp. 183-221, 特に pp. 186-187.
[36] Shimizu, Takeo, "A Reciprocating Expansion Apparatus for Detecting Ionising Rays," *Proceedings of the Royal Society of London* Series A 99 (1921): 425-431; Hughes, Jeffrey. A., *Radioactivists: Community, Controversy and the Rise of Nuclear Physics,* Ph. D. Thesis, (Cambridge University, 1993) <https://doi.org/10.17863/CAM.43377>, pp. 68-73.
[37] Blackett, P. M. S., "On the Analysis of Alpha-Ray Photographs," *Proceedings of Royal Society of London* A 102 (1922): 294-318. ブラケットについては次も参照： Blackett, P. M. S., "The Old Days of the Cavendish," *Rivista del Nuovo Cimento*, 1(Numero Special) (1969): pp. XXXII-XXXIX; Galison, 前掲注 19, pp. 118-119; Nye, Mary Jo, *Blackett: Physics, War, and Politics in the Twentieth Century* (Harvard University Press, 2004), p. 44.
[38] 竹内柾「仁科研究室初期の嵯峨根さん」嵯峨根遼吉記念文集出版会編『嵯峨根遼吉記念文集』（嵯峨根遼吉記念文集出版会, 1981）, pp. 290-294, p. 291.
[39] 石井千尋「嵯峨根君についての思い出」嵯峨根遼吉記念文集出版会編『嵯峨根遼吉記念文集』（嵯峨根遼吉記念文集出版会, 1981）, pp. 289-290, p. 289.
[40] 朝永ほか, 前掲注 29, p. 99.
[41] 竹内柾「霧箱による宇宙線の研究」『仁科芳雄』pp. 104-118, 特に p. 104；竹内, 前掲注 38, p. 291.
[42] 仁科, 前掲注 16, p. 164.
[43] Rutherford, Ernest, "Bakerian Lecture: Nuclear Constitution of Atoms," *Proceedings of Royal Society of London A*, 97 (1920): 374-400.
[44] Segrè, Emilio, *From X-Rays to Quarks: Modern Physicists and Their Discoveries* (W. H. Freeman, 1980)〔久保亮五・矢崎裕二訳『X 線からクォークまで：２０世紀の物理学者たち』（みすず書房, 1982)〕, 邦訳 p. 242.
[45] Chadwick, James, "Possible Existence of a Neutron," *Nature* 219 (1932): 312; Chadwick, James, "The Existence of a Neutron," *Proceedings of Royal Society of London* A 136 (1932):, 692-708〔木村一治訳「中性子の存在」『中性子の発見と研究』（大日本出版株式会社, 1950）, pp. 39-60〕.
[46] Kragh, Helge, *Quantum Generations: A History of Physics in the Twentieth Century* (Princeton University Press, 2002)〔有賀暢迪・稲葉肇ほか訳『20 世紀物理学史』（名古屋大学出版会, 2015)〕, 邦訳上 pp. 251-252.
[47] Stuewer, Roger H., "The Nuclear Electron Hypothesis," in William R. Shea, ed., *Otto Hahn and the Rise of Nuclear Physics* (Reidel, 1983), pp. 19-67.
[48] 仁科芳雄から D. M. Dennison（1932 年 7 月 11 日）『書簡集 I』pp. 264-266, 特に p. 265.
[49] 「仁科芳雄滞米日記抜粋（渡米メモ） 1928/11/12-12/05」『書簡集 I』pp. 102-103;；仁科芳雄「科学行脚」『心』3 巻 6 号（1950 年 6 月）：1-8, 特に pp. 1-2.
[50] 野口孝重「重水の思い出」特集「理化学研究所 60 年のあゆみ」),『自然』33 巻 13 号（1978）：96 - 97; 杉山滋郎『重水とトリチウムの社会史：歴史を左右してきた水素のな

かま』（インプレス R&D, 2021）, pp. 9-17; N. Bohr から Norsk Hydro-Elektrisk （1937年8月25日）**『書簡集 II』** p. 615; G. Hevesy から仁科芳雄（1937年9月7日）**『書簡集 II』** pp. 632-633; 仁科芳雄から N. Bohr （1937年10月3日）**『書簡集 II』** pp. 641-642; 仁科芳雄から G. Hevesy（1937年10月3日）**『書簡集』** pp. 642-643.

[51] 清水榮・金子務「証言・原子物理学草創期」『現代思想』（1996年5月）：192-212, 特に p. 195.

[52] Anderson, Carl D., and Herbert L. Anderson, "Unraveling the Particle Content of Cosmic Rays," in Laurie M. Brown and Lillian Hoddeson, *The Birth of Particle Physics* (Cambridge University Press, 1986), pp. 131-154〔村山喬訳「宇宙線研究の解明」早川幸男監訳『素粒子物理学の誕生』（講談社, 1986）, pp. 122-145〕, 特に pp. 130-131.

[53] Anderson, Carl D., "The Apparent Existence of Easily Deflectable Positives," *Science* 76(1932): 328-329.

[54] Blackett, P. M. S., and G. P. S. Occhialini, "Some Photographs of the Tracks of Penetrating Radiation," *Proceedings of Royal Society of London,* A 139 (1933), 699-727.

[55] Anderson, Carl D., "The Positive Electron," *Physical Review* 43 (1933): 491-494.

[56] *Structure et propriétés des noyeaux atomiques, rapports et discussions du 7me Conseil de Physique Solvay, 1933* (Gathier-Villars, 1934).

[57] Kragh, 前掲注 46, 邦訳上 pp. 251-252.

[58] 朝永振一郎「原子核時代の思い出：「核物理学事始」時代の先人たち」『朝永振一郎著作集 6 開かれた研究所と指導者たち』（新装版, みすず書房, 2001）, pp. 17-43, 特に pp. 35-36.

[59] 仁科芳雄から G. Hevesy（1933年5月5日）**『書簡集 I』** pp. 296-298.

[60] 仁科芳雄から P. M. S. Blackett（1933年5月15日）**『書簡集 I』** p. 305.

[61] 仁科芳雄から P. M. S. Blackett [下書き]（1933年7月18日）**『書簡集 I』** p. 316.

[62] 仁科芳雄から N. Bohr（1934年3月21日）**『書簡集 I』** pp. 333-337, 特に p. 336.

[63] 竹内, 前掲注 41, p. 106.

[64] 朝永ほか, 前掲注 10, p. 64.

[65] 竹内, 前掲注 41, p. 105.

[66] 朝永ほか, 前掲注 10, pp. 64-65.

[67] 谷安正編『実験技術ポケットブック』（山海堂, 1950）, pp. 342-344.

[68] Cockcroft, James D., and E. T. S. Walton, "Experiments with High Velocity Positive Ions," *Proceedings of the Royal Society* A 129 (1930): 477-489.

[69] Cockcroft, James D., and E. T. S. Walton, "Experiments with High Velocity Positive Ions I: Further Developments in the Method of Obtaining High Velocity Positive Ions," *Proceedings of the Royal Society* A 136 (1932): 619-630; Cockcroft, J. D. and E. T. S. Walton, "Experiments with High Velocity Positive Ions II: The Disintegration of Elements by High Velocity Protons," *Proceedings of the Royal Society* A 137 (1932): 229-242.

[70] William Burch と書かれることもあるがこれは Burch の通称が Bill だったことによる誤解である.

[71] Burch, Cecil R. and N. Ryland Davis, "On the quantitative Theory of Induction heating," *Philosophical Magazine*, Series 6, 1 (4) (1926): 768-783; Burch, Cecil R., N. Ryland Davis, *An Introduction to the theory of Eddy-Current Heating* (E. Benn, 1928).

[72] Allibone, Thomas E., "Cecil Reginald Burch, 12 May 1901-19 July 1983," *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society* 30 (1984): 2-42.

[73]. Burch, Cecil Reginald, "Some Experiments on Vacuum Distillation," *Proceeding of the Royal Society* A 123 (1929): 271-283.

[74] Cockcroft and Walton, 前掲注 68, p. 483.

[75] 日野川静枝『サイクロトロンから原爆へ：核時代の起源を探る』（績文堂, 2009）, pp. 76-82.

[76] 仁科芳雄から A. P. M Fleming（1933年1月13日）『書簡集 I』pp. 275-276. メトロポリタン＝ヴィッカースとフレミングについては次の文献を参照： Jackson, Veronica M., *Metropolitan-Vickers: Arthur Fleming's Influence on the Origins and Evolution of Apprentice Training and Technical Education, with Particular Reference to Female College and Student Apprentices between 1945-1967,* Ph. D. Thesis, Manchester Metropolitan University, 2016. なお、仁科は1922年9月にロンドンでフレミングの講演を聞いた書いているが、これはJ・A・ フレミング（John A. Fleming）ではないかと思われる: 仁科雄一郎「禍を転じて福となす：父の回想」『Isotope News』（1990年12月）: 23-24, 特に p. 22.

[77] Hughes, Jeff, "Plasticine and Valves: Industry, Instrumentation and the Emergence of Nuclear Physics," in Jean-Paul Guadillière and Ilana Löwy, eds., *The Invisible Industrialist: Manufactures and the Production of Scientific Knowledge* (MacMillan Press, 1998), pp. 58-101, 特に p. 61.

[78] 仁科芳雄「原子核物理最近の進展Ⅰ」『科学』3巻1号（1933）：12-19；「Ⅱ」2号: 60-64；「陽電子の発見Ⅰ」7号: 291-284；「Ⅱ」8号: 343－349

[79] 朝永振一郎ほか（座談会）「仁科先生と核物理学の発展：仁科先生の十周年を迎えて」『朝永振一郎著作集 6 開かれた研究所と指導者たち』（新装版, みすず書房, 2001）, 94-151, 特に p. 100.

[80] 竹内, 前掲注 1, pp. 46-47.

[81] 竹内, 前掲注 1, p. 48.

[82] 上坪宏道「理研の加速器：1910年代から現在まで（その2）」『加速器』2巻3号（2005）：370-378；日本学術振興会学術部編『昭和9年度後期事業報告』（日本学術振興会, 1935）, p. 46.

[83] 朝永, 前掲注 58, p. 26.

[84] 朝永, 前掲注 79, p. 107.

[85] 伏見康治『時代の証言：原子科学者の昭和史』（同文書院,1988）, p. 28.

[86] 杉本朝雄「仁科先生を偲ぶ」『動力』 1巻1号（1951年3月）：50-53, 特に p. 50.

[87] Cockcroft and Walton, 前掲注 68, p.

[88] Lawrence, Peter J., "Thomas Edward Allibone. 11 November 1903 –9 September 2003," *Biographical Memoirs of Fellows of Royal Society* 54 (2008): 3-30; Allibone, T. E., *Rutherford: The Father of Nuclear Energy* (Manchester University Press, 1973), pp. 13-14.

[89] Allibone, T. E., F. S. Edwards & D. B. Mckenzie, "A New Impulse Generator for Three Million Volts," *Nature* 131 (1933): 129-130.

[90] 仁科芳雄から A. P. M. Fleming（1933年3月20日）『書簡集 I』pp. 282-283.

[91] 仁科芳雄から General Electric Co.（ 1933年3月22日）『書簡集 I』pp. 284-285.

[92] Brasch, Arno, and Fritz Lange, "Experimentell-techynische Vorbereitungen zur Atomzertrummerung mittels hoher elektrischer Spannungen," *Zeitschrift für Physik,* 70 (1931):10-37.

[93] 仁科芳雄から E. Pollard（1933年3月20日）『書簡集 I』pp. 281-282；仁科芳雄から A. P. M. Fleming（1933年3月20日）『書簡集 I』pp. 282-283.

[94] 仁科芳雄から G. Hevesy（1933年5月5日）『書簡集 I』pp. 296-298, 特に p. 297.

[95] 竹内, 前掲注 1, p. 48.

[96] 竹内, 前掲注 38, p. 292.

[97] 一色貞三「株式会社芝浦製作所研究所（Ⅰ）」『科学』3巻4号（1933）：164-166.

[98] 一色貞三から仁科芳雄（1933年6月5日）『書簡集 I』p. 309；一色貞三から仁科芳雄（1933年7月17日）『書簡集 I』pp. 311-312；一色貞三から仁科芳雄（1933年10月3日）『書簡集 I』p. 326.

[99]一色貞三「衝撃發生器の特性及び避雷器の衝撃試験に就て」『電氣學會雜誌』48巻

（1928）：977-1027.

100 皆川理「スポーツ万能の嵯峨根さん」嵯峨根遼吉記念文集出版会編『嵯峨根遼吉記念論文集』（嵯峨根遼吉記念文集出版会, 1971）, pp. 301-305, 特に p. 303；仁科芳雄・嵯峨根遼吉・新間啓三・皆川理「原子核の人工変換」『日本学術協会報告』10 巻（1935）：909-910.

101 上坪宏道「理研の加速器：1910 年代から現在まで（その２）」『加速器』2 巻 3 号（2005）：370-378. ただし、上坪はこのときの加速器を「衝撃電圧直流加速器」としている.

102 上坪宏道「理研の加速器：1910 年代から現在まで（その２）」『加速器』2 巻 3 号（2005）： 370-378.

103 皆川, 前掲注 100, pp. 303-304.

104 仁科芳雄から A. P. M Fleming（1933 年 1 月 13 日）**『書簡集 I』** pp. 275-276.

105 朝永, 前掲注 58, p. 27；藤岡, 前掲注 35, p. 86.

106 朝永振一郎「原子核物理における日英の交流」『朝永振一郎著作集 10 量子電気力学の発展』（新装版, みすず書房, 2001）, pp. 170-189, 特に p. 174.

107 仁科芳雄から J. D. Cockcroft（1933 年 1 月 21 日）**『書簡集 I』** pp. 276-277.

108 仁科芳雄から A. P. M. Fleming（1933 年 3 月 20 日）**『書簡集 I』** pp. 282-283.

109 仁科芳雄から Asiatic Petroleum Co. Ltd （1933 年 3 月 20 日）**『書簡集 I』** p. 283.

110 朝永, 前掲注 58, p. 28.

111 仁科芳雄から Micanite & Insulators Co. Ltd （1933 年 3 月 22 日）**『書簡集 I』** p. 284；仁科芳雄から Meirowski & Co. （1933 年 3 月 22 日）**『書簡集 I』** p. 284.

112 E. O. Lawrence から仁科芳雄（1931 年 12 月 6 日）**『書簡集 I』** pp. 256-257. この書簡でローレンスは次の論文のアブストラクトを仁科に送り, より詳細な論文を執筆中で, 後に別刷りを送ると書いている：Lawrence, Ernest Orlando, and Niels E. Edlefsen. “On the Production of High Speed Protons,” *Science* 72 (1930): 376-377.

113 仁科芳雄から E. O. Lawrence[下書き] （1932 年 4 月 20 日）**『書簡集 I』** p. 261.

114 宗正路から仁科芳雄（1933 年 4 月 18 日）**『書簡集 I』** pp. 289-290.

115 Lawrence, E. O., and D. H. Sloan, “The Production of Heavy High Speed Ions without the Use of High Voltage,” *Physical Review* 38 (1931): 2021-2032. 宋はこの論文を挙げているのだが, これが提案しているのはサイクロトロンではなく, 線形加速器である.

116 宗正路から仁科芳雄（1933 年 4 月 20 日）**『書簡集 I』** pp. 290-291.

117 日野川, 前掲注 75, pp. 49-51.

118 今岡賀雄「２０－４０Ｋｗ短波波長送信機」『マツダ研究時報』6 巻 2 号（1931）：171-194, 特に p. 187.

## 第一三章　仁科研における理論研究の始まり

一一章で述べたような集団的な研究方式は、実験だけではなく、理論物理学にも効果を発揮した。これはボーアの研究所でなされたことを考えれば当然に見えよう。そして、このことが日本に及ぼした影響は小さくない。

五章で、日本の理論物理学には数理物理学的な傾向が支配的であったことに触れた。既知の物理的原理に基づいて、より精緻で高度な数理的解析をするのが、理論物理学の主流であった。場合によっては、それは長い計算を遂行することが主眼となった。理論物理学がこのようなものである限り、そこでは集団での討論ということは、重要ではない。計算を一人で遂行できるならば、一人で研究することができた。

量子力学の創成期は、このような理論物理学の通用しない時期であった。そもそも物理学の原理的な基礎が定かではなかったのである。そのなかで古典力学との対応と実験結果を導きの糸としてうまく辻褄合わせをしなければならなかった。計算や、高度の数学を使わないわけではなかったが、それだけでは問題は解けなかった。むしろ概念的な分析を徹底することが必要だった。そのような状況においては討論という方法が有効であった。さらに、日本に限って言えば、高度な数学を身に着けた理論物理学出身者よりも、心的な描像を構築することを重視する教育を受けた仁科のような工学出身者のほうが、その概念的な把握に向いている面もあった。

仁科研究室ができた一九三〇年代初頭は、量子力学の創成期と幾分事情が違っていた。量子力学の基礎は完成していた。それに基づいた長大な計算が必要になっていた。しかし、コペンハーゲンの物理学者たちはこれに対しても共同作業の方法を取り入れていた。仁科がクラインとともにコンプトン効果をディラックの相対論的電子論によって計算したときもそうだった。そのときは、概念的な問題についての討論もなかったわけではないが、長大な計算を協力して行うのに共同的な方法が有用であった。それでも、彼らの仕事の時点では、ディラック理論の解釈に関して未解決の点があり、そのため彼らはまさに対応論的な議論を用いたのではあった。

仁科研究室が出来た後も、長大な計算を遂行する必要はあり、それを共同して行うことの有用性はあった。同時に、原理的、概念的問題は様々な形で残っていた。とくに前章で述べた一九三二年前後の原子核物理学の急速な発展は、物理理論のさらなる根源的な発展を促しているようにも見えた。それは当時の物理学者にとっては一九二五年ごろの発展の再来をさえ期待させるものだった。このようなわけで、一一章で述べたような、集団的な方法は、当時の原子物理学の研究は依然として有効であったし、とくにそれは日本の若い物理学者たちの多くにとって魅力的なものでもあった。

## 仁科研理論グループの始まり

とはいっても、仁科研究室の理論班は最初から集団であったわけではなかった。仁科研究室ができた時には、理論研究ができたのは仁科自身だけである。彼は自分の研究室を実験研究だけにするつもりはなかった。むしろ、コペンハーゲンで学んだことをボーアに倣って日本でもやろうとするならば、理論のグループを作るのは当然であった。例え実験に重点を置くとしても、他のグループに先を越されたり、無駄な実験をしたりしないためには、どのような実験が理論的に重要であり、理論的に予測される現象が制作可能な実験装置で観測可能かどうかなどの事柄について理論家の助けが必要であった。従って、若い理論家をリクルートしなければならない。

仁科は一九三二年の初めに、朝永振一郎に手紙を書いて、東京に来て自分と仕事をしてみるつもりはないかと誘った。朝永には、それは自分の力にあまる仕事のように思えた。能力に自信がなく、田舎で余生を送ろうかと本気で考えていた朝永にとって、理研とは「天下の俊才が雲のようにあつまっている」ところに見えた。そんな「日本最高の場所で、世界的な先生がたにお応えできるような能力があるだろうか」。彼にはとうてい自分が仲間に入れそうに思えなかった[1]。他方で、折角なので、行ってみたいという気持ちもあった。そのことを仁科に書いて送った。仁科は、「とにかく試験的に二、三ヶ月のつもりで来てごらん」と答えた。杉浦に貰った問題の計算をやっても良いし、もっと面白い仕事もある。どうするかはその後、決めれば良い、というのであった[2]。

朝永は理研に行くことに決めると、そう玉城嘉十郎に告げた。ところすぐ賛成してくれるだろうという予想に反して、「大変むずかしい理屈」を言って反対し、朝永を困らせたという[3]。おそらく仁科はこれをうけて、玉城へ手紙を送り、朝永と坂田について問い合わせたようだ。玉城が二月一六日送った返事が残っている。玉城は、朝永については、仁科のもとで指導をうけることは本人にとっても良いことであり、喜んでいると答えた。坂田については、本人の希望を聞き、話し合ってみたいと書いた[4]。朝永はその二日後に、正式の許可が得られたので、三月に上京すると仁科に書いた[5]。体の弱い朝永はインフルエンザに罹り、上京は取りやめた。その後も熱が下がらず、ようやく五月はじめになって東京へ赴いた[6]。

到着した朝永を東京はしとしと雨の降る天候で迎えた。朝永は理研近くの平和館という下宿屋の六畳の部屋に落ち着いた。仁科研究室は、前述の通り仁科の居室と実験室があっただけである。そこで朝永は雑誌のバックナンバーをしまう物置のような狭い部屋の一角に机をあてがわれた[7]。竹内柾は、本館（一号館）の講堂の裏ではなかったかと回想している[8]。当初仁科研では理論家は朝永と仁科だけであったので、朝永は一人でそこに閉じこもる羽目になった。昼でも時にねずみが現れ、「黒い丸い目で不思議そうに妙な新参者をながめ」ていた[9]。仁科は普段は別の建物にいて、一日一回朝永の部屋に行き「どうなりましたか」と研究の進捗を聞き、指示や注意を与えた。時には、朝永の健康の心配などもした。当初誰も知り合いのいない朝永は、昼食もコッペパンをその部屋に持ち帰って一人で

食べた。「帰るときパンの残りを机の下に置いておくと、夜の間に例のねずみがきれいにかたづけてくれた」。後に朝永は「ねずみたち」という随筆を書いて、ねずみに少なからぬ愛着を示すが、このころW・ディズニー（Walt Disney）さながらに、ねずみを友としながら、研究も少しずつ進んでいった[10]。

約束の数カ月がたって、朝永は残るかどうか決めなければならなかった。朝永の理研入りについては、朝永の親族家族の間でも話があがったらしい。朝永の父三十郎は、身内の物理学者である堀健夫に相談した。当時旅順工科大学にいた堀にとって理研は日本の学界の中心である。しかも理論物理を志望する朝永にとって、京都の状況はあまり好ましくないことも知っていた。そこで堀は理研へ就職することは朝永にとって非常に良いことであると考えていた。堀はそのような相談をしたことを、七月一七日に仁科に書き送った。そして、自分が三高で力学を教えたが、その後独学であれほど現代の物理学を自分のものにしたことから考えて、仁科が育てるだけの頭脳が十分あると伝えた[11]。玉城も七月一七日に仁科に手紙を送り、仁科の朝永に対する指導に感謝し、朝永が理研で助手となることに賛意を表している[12]

仁科としても、朝永を採用することに異論はなかった。そのころ仁科が「どうです、ずっとこっちにいませんか」と聞くと、朝永は「みんなすばらしい人ばかりで、僕なんかとても、ついて行けそうにないのです」と答えた。仁科は「なに見かけほどではないよ、大した連中じゃないよ」、「君なら大丈夫だ」と言ったという[13]。朝永は、一旦京都に帰って考えることを希望し、仁科は了承した。京都には帰ったが、心の中ではすでにすでに決心していたと朝永は回想している。家具も夜具も平和館に置いたままにしていたからである。そして、正式に理研の研究生として就職し、九月に平和館に戻った[14]。

## 中性子の理論

一九三二年の五月に朝永が来てすぐに、仁科は朝永にナトリウム分子の計算がどうなっているかたずねた。京都で会った時、朝永は仁科に、杉浦義勝から与えられたこの課題に取り組んでいることを話していたからである。朝永は、おかしな結果がでてそのままになっていると答えた。仁科は、それなら、それよりも中性子について計算してほしいことがあると言って、中性子が何か、詳しく説明をした。前章で述べたように、中性子はこのころ発見されたばかりのことである。仁科が朝永に頼んだのは中性子が物質を通過するときに物質を励起したりイオン化したりする断面積を計算してほしいというものであった。先に述べたように仁科は宇宙線を中性子ではないかと考えた時期があり、その実験と比較するための計算であったらしい[15]。これは後に述べるハイゼンベルクの原子核理論の前であり、中性子が物質中の電子や陽子との電気的な相互作用を問題にするものである。坂田によると、一年後に彼が加わる頃に、朝永は仁科とともに中性子陽子散乱と、後で触れる重水素についての計算を終えていたというので、その一年間はその研究をしていたものとみられる[16]。中性子についての仕事は、仁科、梅田魁、朝永を著者として、「中性子の散乱

及び吸収について」という題目で一九三二年一一月の理研講演会で発表された。これは詳しいことは不明であるが、中性子の磁気能率と電気双極子を仮定して、電子との衝突を計算したものらしい[17]。ベーテとパイエルスが発表した仕事とかぶっていたという[18]。梅田魁はこの後も仁科と密接に研究を続け、物性理論に取り組むようになるが、一九三六年に嘱託となるまで正式には仁科研のメンバーではない。朝永によると、ライプチヒのハイゼンベルクのもとに留学するので、

## 坂田昌一の着任と電子・陽電子の理論

一九三三年には、坂田昌一が加わり、仁科研の理論班は三名になった。坂田は着任すると、朝永のいた物置のような狭い部屋に同室し、一緒に仕事をするようになった。坂田はすでに述べたように仁科の親族であり、京都大学の学生のころに仁科の講義を聴いていた。理研で理論物理学を研究していたのは二人だけではなかった。理研の他の研究室にも量子力学を勉強する若手がいた。例えば、石田義雄研究室の武藤俊之助がその一人であった。すでにディラックとハイゼンベルクの来日の時に、小谷正雄が手伝ったように、彼や犬井鉄郎、永宮健夫ら、東大の物性物理学の理論家を志す若い研究者が、理研のセミナーに出入りしていた[19]。彼らの関心は当然量子力学に向けられたのである。

前章でふれた一九三二年の原子核物理の発見は実験上の発見であるが、朝永のような理論物理学者にも大きな刺激を与えていた。この時期、仁科研では、朝永も実験物理学者と混ざって最近の研究論文を読み、討論していた。実験家は自前の研究装置を作って、海外の研究水準に追いつこうとしたが、理論家は新しい実験結果、とくに新しく発見された粒子や現象の本性を明らかにしようと研究意欲を燃やしたのである[20]。

とりあえずは、中性子や重水素に加えて、電子や陽電子の生成や消滅を計算することが仁科研の理論グループの主要な課題でであった。もともと仁科はディラックの電子論に基づいた研究をしており、彼の実験グループも宇宙線を研究しているので、自然なことであった。前章で述べたように、一九三二年にカール・アンダーソンは宇宙線の霧箱写真に、ディラックの陽電子らしきものをとらえたことについては前章で述べた。その写真に写った粒子は、確かに陽電子のもつべき性質と一致していた。一様な磁場の中を荷電粒子が通過すると、その粒子は、円軌道を描く。その円の半径は、その粒子の電荷と質量の比で決まる。アンダーソンの霧箱写真は、電子と同じ軌跡を、ただし反対方向に描く粒子を捉えていた。他に同様の粒子が理論的に予測されていない状態で、これをディラックが予言した陽電子と考えるのは、自然なことである。しかし、この粒子がディラックの理論における陽電子と一致するためには、他に確認すべきことがあった。その一つが陽電子の発生確率であった。ディラックの理論によれば、宇宙線の中のガンマ線、すなわちエネルギーの高い電磁波は、電子と陽電子を生成できる。もし、その生成の確率を計算することができ、その確率が観測結果と一致すれば、アンダーソンの発見した粒子がディラックの理論における陽電子であることを更に確認することができる。

## 御殿場・東山荘の研究合宿

一九三三年の七月、夏休み前の帰宅時間の直前に、雑誌を抱えて仁科が朝永と坂田の部屋へやって来た。仁科は、夕方に訪れては、朝永と夕食も忘れて議論をするのが常であった。この時も非常に議論をして、ディラックの空孔理論を用いて、朝永に陽電子の生成確率の計算をすることを提案した[21]。

ディラックは、ディラック方程式に続いて、場の量子論の基礎となる生成・消滅演算子を導入することで、このような計算をするための理論的土台を作っていた。しかし、朝永はもちろん、クラインや仁科も苦労したように、ディラックの論文の記述はそっけなく理論的な骨格を示すだけであった。ディラック自身は、視覚的、幾何学的な描像を描きつつ研究していたのだが、論文ではそのような内容はそぎ落として書いた。読者がそこから物理的な意味をもった計算結果を導きだすのが容易ではない。朝永は最初、どこから手をつけてよいのか分らないほどであった。仁科と討論を重ねることで、計算の方針をなんとか立てることができたという。そのときの方針というのは、クーロン場におけるディラック方程式を放物線座標で解くというものであったと思われる。方針は立ったが、うまく行くかまったく自信がない[22]。

そうするうちに夏休みになった。仁科と朝永は、欧米の研究者に先を越されないために、休み返上で、この計算をすることにした。しかし冷房のない時代のことである。東京では暑すぎた。そこで御殿場の東山荘というＹＭＣＡのホステルで仕事することにし、坂田も加わることになった[23]。費用は、仁科がポケットマネーから出したらしい[24]。

東山荘は現存し、今日も営業を続けている。御殿場乙女峠のふもとにあって、富士山の良く見える山荘である。良く繁った檜林に囲まれ、芝生の前庭があった。坂田は四，五日遅れて到着し、仁科は別に宿をとった。朝永はこの山荘の裸電球の粗末な一室に計算用紙と鉛筆と参考書をもちこみ、まず一人で夜を過ごした。東山荘には勉強室というのがあり、朝永は毎日午前中そこで仕事をした[25]。坂田も一緒に計算したと思われるが、坂田はそれよりも前述のパウリによる相対論の本を読んで勉強していたという。朝永と対等に計算をするには、まだ卒業したばかりの坂田には荷が重かったのかもしれない。離れに泊っていた仁科は時々やってきて仕事の進み具合をみた。また、朝永らの記憶によれば、仁科はタイプライターを持ちこんで、何やら新しい仕事を始めようとしていたらしい[26]。

朝永の計算は難航した。方針は立てておいたものの、うまくいきそうになかった。何度も行き詰まり、朝永はとても駄目だと思った。何日か成果を上げることなく過ごした後、彼は計算式の一部の項は、省略しても結果が大きく変らないことに気付いた。そして、それらの項を無視すればうまくいうように思った。朝永は仁科にこれを話した。仁科は、「それはいい考えだ、是非その方法で計算を進めてみるように」と励ました[27]。後に、朝永は「結局スフェリカル座標でやって、級数の近似でまとまった」と言っているので、同時に、放物線座標から、球（スフェリカル）座標へ、方針を変えたと思われる[28]。

新たな計算の方針が決まると、朝永が持参した参考書が役にたたないとわかった。そこで彼は一度東京に帰り、必要な本をリュックサックに一杯に詰め、本の重みに苦しみながら、御殿場に持ち込んだ。朝永は新たな参考書を見ながら、毎日計算を続けた。最初は手の付けようがないほど複雑な数式だった。それが不思議なくらい、綺麗で簡単な形にまとまっていった。夏休みが終わるころには、計算の目途を付けることができた。後は、順調に進めることができるという所まで到達し、朝永は大いに満足して東京に帰った[29]。

東山荘では、仕事もうまくいったが、朝永は坂田とともに、そこでの滞在も大いに楽しんだ。毎朝四時頃から、ヒグラシや鶯が鳴き始め、朝永の目を覚ました。彼は早起きして、朝もやのなか、一人散歩に出掛け、朝食前に乙女峠まで行くこともあった。朝もやが晴れると、朝焼けを浴びた赤富士が中腹に雲を纏いながら姿を表すこともあった[30]。仕事は午前で切り上げ、午後は遊んだ。前庭の芝生で、東山荘にとまっている若い男女とクロッケーやソフトボールをしたりした。当時東山荘には、大学を卒業したばかりの若い男女が滞在していた。理研の片山正夫研究室にいた若い化学者の東健一もその一人だった。「東山荘に久野家、秋山家などのいろいろな家族が滞在中で、私はその人たちで同年に近い方々とクロケットで夢中でした」と彼は書いている。「久野家、秋山とも二人ずつの美しい少女がおりましたし、それ以外にも美しく気持のほがらかな人たちが居りましたので、東山荘は一つの楽しい社会でした」[31]。特に、坂田は朝永の手伝いに来ただけで、重圧を感じずにクロッケーに興じることができた[32]。クロッケーは、日本のゲートボールの原型となった球技である。芝生の上においた四つのボールを、スティックで打って、フープ（ゲートボールにおけるゲート）を通過させる。スポーツマンとは程遠い朝永や坂田は運動神経に自信がなかったが、地面に静止したボールを打つクロッケーなら楽しむことができた[33]。夕食後も、中学生や女学生たちを集めて、ゲーム遊びをした。日曜日は一日仕事を休み、たべものを用意して、若い男女と一緒に山や谷にピクニックへ行った[34]。あるとき、谷川にピクニックへ行ったが、賄いの人に作ってもらった握り飯が大きすぎた。不器用な坂田は、かぶりついて顔や手をご飯粒だらけにしてもてあまし、それを見て皆で大喜びした[35]。

## ゾンマーフェルト学派との競争

朝永は満足して東京に帰ってきた。彼にとっては初めて重要な仕事を成し遂げられるという自信を得た。しかし、その自信は長続きしなかった。朝永らが論文をまとめる前に、欧米の学者らが次々と同じ問題についての論文を発表したのである。とりわけ重要なのが、H・ベーテ（Hans Bethe）、W・ハイトラー(Walter Heitler)、F・サウター（Fritz Sauter）といったゾンマーフェルト門下の理論家たちだった。彼らは、ディラック理論を用いて、運動する電子が物質中に制止をかけられるときに発する電磁波を計算した。実はこの問題は制動輻射と呼ばれ、エックス線の発見以来、物理学の重要な課題であった。ゾンマーフェルトがこの問題に真剣に取り組むようになったきっかけは、彼が一九

二八年末に日本に来た時に、日光の観光をしながら案内役の杉浦義勝と会話したことであった[36]。この問題を考えながら日本からアメリカへの船旅の時間を過ごし、ゾンマーフェルトはこれを「太平洋問題」と呼び、アメリカでの講演でその成果を発表し始めた[37]。ベーテとハイトラーの結果はベーテ＝ハイトラーの公式と呼ばれる。ゾンマーフェルトの弟子たちはこれを受け継いでいたのである。ベーテとハイトラーは、この公式を若干いじるだけで、陽電子と電子の対生成や、対消滅の式も導いてしまったのである[38]。

彼らの仕事は、朝永らの計算よりはるかに優れていた。より完璧、巧妙、徹底的だった。朝永は打ちのめされた。「こうなってみると、あれしきの成果に得意になっていた自分のつまらなさが骨身にしみて感じられる。自分のような非力のものが、いくら精根をかたむけて何かやってみても、結局それぐらいのことは、もっとえらい学者がどこかでやってしまうのだ。そうなってみると、自分の存在に一体、何の意味があるのであろう。自分のようなものはいてもいなくても、学問の進歩に何の影響も与えないのではないか」[39]。

しかし、絶望してばかりもいられない。気を紛らわすつもりで、ともかく関連ある仕事を続けた。しかし、それも結果が出るころには、外国で先に発表されてしまった。こういうことを一年ほど続け、朝永は疲労困憊した。翌一九三四年の夏も朝永は東山荘へ出かけていった。今度は仕事をせずに、朝から晩まで遊んでみたら、元気が出るかもしれない、というのであった。しかし、仕事がなければないで、気が滅入るばかりであった[40]。

## 原子核の理論と交換力

ディラック理論による計算が行き詰まるなかで、より大きな比重を占めるようになったのは平行して進められていた原子核の理論的研究であった。一九三二年は実験的発見の年だけでなく、ハイゼンベルクによる原子核理論が出たはじめた年でもある。中性子の発見後、ハイゼンベルクは直ちにそれを取り入れた原子核の理論を作り、三部からなる論文を発表したが、その最初の二部は一九三二年内に出版されている。これはその後の原子核分野における理論研究の枠組みとなる画期的なものであった。ハイゼンベルクは、原子核の理論を原子核の構造の問題と、中性子や陽子の内部構造の問題に分け、前者は量子力学で解くことを考える一方で、後者については将来の物理学が解明するものとした。一一章で述べたように坂田昌一は三年生の卒業研究のときに、湯川に言われて出たばかりのこの論文を読み、深く感銘したのだが、後にこれを物理学の発展が原子核物理と素粒子論に分かれる分水嶺だった書いている[41]。この論文では、原子核内部での、陽子や中性子の間の間に働く力、すなわち核力については、分子における共有結合との類推でなんらかの交換力が働くものとしながら、それら核子の内部構造を問題とすることを避けて核力の問題を考えようとした。

交換力は一九二七年にハイトラーとロンドンが水素分子の結合を量子力学的に説明するときに導入したもので、量子物理学者にはおなじみのものである。水素分子には二つの原子核と二つの電子があるが、電子は相互に区別できないので、系を表す波動関数には二つ

の可能性がある。すなわち電子を入れ替えても同じ、つまり対称状態か、符号が変る、つまり反対称状態でなければならない。この前提で系のポテンシャルエネルギーを核間距離の関数として求めたとき、ある極小値を持てばそれが水素分子の結合エネルギーであり、その距離が原子核間の距離である。実際には、ハイトラーとロンドンはこの計算を遂行せずに、下限を見積るだけにとどまった[42]。この計算をやり遂げて、結合エネルギーを計算したのはほかならぬ杉浦義勝であった[43]。仁科研における初期の理論的課題のうち、二つまでが杉浦もその淵源に関わっていたのである。今日、この理論で電子を入れ替えた波動関数は単なる二つの状態の重ね合わせと見なされるが、この段階では波動関数の重ね合わせの物理的解釈は確定しておらず、ハイトラーとロンドンは二つの状態が振動している、つまり二つの原子核が二つの電子を実際に交換し、それが分子を結合していると考えた[41]。

実はハイトラーとロンドンの理論もハイゼンベルクの別の論文[45]のアイデアに負うところが大きいのだが、今度はハイゼンベルクがハイトラーらのアイデアを原子核に用い、核力も同じように説明しようと試みた。この時点でも、中性子が素粒子なのか、それとも陽子と電子からなる複合粒子なのかという問題は残っていた。しかし、もし中性子が陽子と電子からなるとすると、現時点での物理学では説明がつかない。中性子も陽子もフェルミオンなので、電子がボゾンでなければならないことになるからである。ハイゼンベルクは実際に核子が電子を相互に交換し、それによって交換力が発生しているという描像をもっていたと考えられ、とくに最初の第一、第二論文ではその傾向が濃厚である[46]。しかし、原子核の内部のことは量子力学の適用範囲外であろうと考えて、核内電子の問題を避け、陽子と中性子を同じ粒子で、ある新しい量子量が異なる二つの状態としてとらえ、それによって対称、反対称状態の波動関数を立てて、結合エネルギーなど、原子核についての様々な性質を導くことができた[47]。この新しい物理量は、これがスピンと似た性質を持つことに気づいたE・ウィグナー(Eugene Wigner)によって一九三七年にアイソスピンと名付けられることになる[48]。つまり、ハイゼンベルクの導いた核力は、アイソスピンを交換するような核力だった。

仁科が朝永に最初に与えた課題が中性子と物質との相互作用であったが、まず朝永が扱ったのは通過する物質とのクーロン力による相互作用であったことを述べた。しかし、ハイゼンベルクの論文を読んだ後には、むしろ核力との相互作用のほうが大きいのではないかと考えるようになった。しかも一九三三年に坂田が加わった。彼は京大の学生だったころ、先輩の湯川の示唆で上記のハイゼンベルクによる原子核理論の論文を読んで、卒業論文を書いていた。武谷によると、そこには「新しい物理学の進展は、原子核の新しい素材から開かれてゆくべきもので、形式的な追及には新しいものを期待できるものではない」ということが書かれていたという[49]。朝永は、ちょうどユーリーによる重水素の発見があったので、ハイゼンベルクの理論を用いて重水素を扱うことによって核力の性質について研究することが重要であると考えて、方針を転換した[50]。一般に物理学ではまずなるべく

単純な事例で問題を解く戦略が用いられることが多い。重水素は陽子と中性子からなるので、核力を研究するのにはもっとも単純な系である。重水素についての最初の研究は、一九三三年五月の理研講演会で発表された。朝永らは、中性子と陽子の衝突によって重水素核ができる過程を計算し、ハイゼンベルクの力だけでは不十分であることを示した[51]。

一八章で詳しく触れるが、一九三四年に西川がフェルミの遅い中性子の実験を仁科に手紙で知らせ、理研の研究者たちはその現象に注目することになった。前章で触れたように速度の遅い中性子のほうが物質に衝突して、原子核壊変を起こしやすい。朝永はそれを理論的に説明しようとしたが、結合エネルギーをどのような形にしても出てこなかった。しかし、朝永はあるときハイゼンベルクの交換力に加えて、マヨラナ力を考慮すると、入射する中性子と共鳴するエネルギー準位が出てくることに気づいた。マヨラナ力とは、イタリアの理論物理学者E・マヨラナ（Ettore Majorana）が一九三三年に提唱した概念である。マヨラナはフェルミの弟子であるが、この年ハイゼンベルクの下で研究していた。ハイゼンベルク理論の描像では、中性子と陽子が電荷を持った粒子（おそらくは電子）を交換することによって結合力が発生する。電荷を持った粒子が交換されれば、陽子と中性子が入れ替わるのだが、マヨラナはこれを陽子と中間子が場所を交換するものとして、そこからマヨラナ力と呼ばれる核力を導いた[52]。この交換力はハイゼンベルクの核力と異なり、アイソスピンと電荷を交換するものである。

朝永はマヨラナ力を考慮した理論をたてて、弾性散乱の場合にはうまくいくことを示した。朝永はこの成果に得意になり、玉木英彦とともの計算を進め、一九三五年まで順次成果を理研講演会等で発表していった。しかし、仁科が忙しいために論文の発表がおくれ、その間にベーテとR・パイエルス（Rudolf Peierls）がほぼ同じ結果を発表してしまった[53]。朝永らはすこし遅れて短い論文を発表した[54]。

## 仁科研理論グループの成長

朝永は内心で葛藤しながら、次第に大きくなっていく仁科研究室理論グループのリーダーに成長していった。一九三四年、坂田が新設の大阪帝国大学に移った後、玉木英彦と小林稔が加わった。小林稔については先に触れた。坂田の紹介で、仁科が京都に来たときに会ったのだが、理研に来ることになったのも、坂田が推薦したからだという[55]。一九三六年には、物性理論の有山兼孝と梅田魁が加わり、翌年には坂田昌一が再び研究生になると同時に、尾崎正治が嘱託になった。坂田は、阪大に所属したま、理研にも属したのである。一九三九年には湯川秀樹もやはり阪大に所属したまま、仁科研究室の嘱託になった。翌年には荒木源太郎が研究生、渡邊慧、宮島龍興が嘱託に、さらにその翌年には、谷川安孝が嘱託、武谷三男が研究生として加わった。一九四二年に、全平水が研究生、井上健、中村誠太郎が嘱託になった。一九四三年には、中村誠太郎、久世寛信、釜澤捨男、田地隆夫が嘱託になり、理論だけで二一名を数えるに至った。小林稔の見たところでは、朝永の内心の苦しみとは裏腹に、仁科研は、「のびのびとした和やかな集団」であった。研究以

外のことでは対等に振舞い、新しく来たものには、先輩が温かく接し、気を配る雰囲気ができていたという[56]。このような雰囲気の形成に仁科と朝永が大きな役割をはたしていたことは間違いない。

これらのメンバーは、最初、実験グループと合同で原子物理学のコロキウムを開いていたことは、一一章で述べた通りである。さらに、理研の他の研究室や、東京近辺の大学その他の研究機関から仁科研に出入りしていた者もいたので、もっと大きなグループであった。最初、朝永は、このグループの活発な討論に圧倒され、「借りてこられた猫のように」おとなしくして、隅の方で小さくなっていた。しかし、次第に朝永の能力は認められ、その発言は信頼され、傾聴されるようになった。ある人がコロキアムで論文を発表したあと、口の悪い参加者の一人が「この論文は面白そうだからこのつぎ朝永さんに始めからやり直してもらおうや」と言うまでになった[57]。

とりわけ、一九三五年、仁科研が加速器の建設にとりかかり、宇宙線実験も軌道にのり始めた後は、仁科はこれら原子核実験と宇宙線実験に大部分の時間を取られるようになった。そこで、仁科は、理論グループを朝永に任せることにした。朝永は態度を改めざるを得なかった。

@引用
こうなってくると、もはや自分は無用者なのかどうか、などとハムレットみたいなせりふを言っているわけにはいかない。有用であろうが無用であろうが、また、空虚感があろうがなかろうが、研究室みんなの車が動き出したのに自分の車だけまごまごしているわけにはいかない[58]。
@引用終わり

仁科研の理論班では、次のような研究方法が取られた。まず仁科と朝永が合議して、研究の方針を決める。朝永がそれをさらに検討し、研究の見透しを付ける。そうして、坂田、小林、玉木といった仁科研究室の理論家と共同で具体的な計算を進めた。この部分の作業は、対等な共同研究ということになっていた。その共同研究では、仁科がクラインとともに行った研究のやりかたが導入されていた。共同研究者は計算を並行して行い、毎日その結果を突き合わせた。こうすれば、複雑な計算を進めるときに、誤りを犯したときにそれを見つける可能性が高い。そして、独立して行った計算が一致すれば、おそらく正しいものとして、安心して次に進めた。これは同時に、大学を出たばかりであった後進の育成を兼ねたものであった。朝永の指導は懇切丁寧で、協力者のペースに合わせて計算を進め、毎日、手取り足取り指導をした。協力者に選ばれた後進は、励まされて能力を伸ばした。その結果、坂田、小林、玉木らも、朝永と対等に共同研究ができる研究者に成長していった[59]。そればかりか、彼ら自身が他大学に移ると同じ方法を広めていった。

## 理論家の日常

小林稔は朝永と同じ平和館に下宿したので、二人は一日中一緒にいることになった[60]。少しのちに、竹内柾も平和館に下宿したが、実験を担当した竹内は夜まで仕事をすることが多く、生活が違っていた。平和館の女主人は、文部省の役人だった夫を五〇半ばで亡くし、子供を養い生計を立てる途を見つけねばならなかった。そこで自宅と貸家にしていた隣家、蔦に覆われた古ぼけた建物を改築して下宿屋兼宿屋を始めたのである[61]。小林によると、素人宿のような家庭的な趣のある宿だったという。女主人と女中のほか、学校に助手として務める娘が仕事の後に手伝っていた[62]。朝永はその二階南側の六畳間に入り、小林はその隣に部屋を取った。竹内は一階の四畳半の部屋に入った。下宿代は一畳あたり二円、朝食代一月六円であった[63]。食堂や洗面所はもちろん共用である。朝永は殺風景な部屋だったと書いているが、彼が部屋にはほとんど物を置かなかったからでもあった。とくに仕事を部屋に持ち込まず、ファーブル昆虫記や、ルナールの博物誌、堀辰雄の軽井沢もの、画集など、仕事に関係ない軽い読み物を置いた[64]。床の間には、父三十郎の同僚、西田幾多郎の揮毫した「悉く書を信ずるは、書無きに如かず」という軸が掛けられていた[65]。

朝永と小林は、下宿に帰って夕食をとるのが常だった。下宿の夕食は不味かったらしい。夕食後、研究所に戻って研究を続けたこともあったが、よく散歩にも出かけた。着流しに下駄といういでたちで、時には遠くまで歩いた。疲れると、上野や神田の喫茶店で、雑談した。小林の部屋で雑談することもあった[66]。冬には、長火鉢の置いてあった玄関脇の茶の間に暖を取りに行った。女主人の出す渋茶をすすりながら、四方山話に興じて、部屋の片隅で和裁をしていた下宿屋の娘を楽しませた[67]。朝永らは、碁や将棋などの遊び事もせず、タバコも吸わなかったが、酒は飲んだ。理研の合成ウイスキーを一晩で大方あけてしまうこともあった[68]。日曜日には、朝永と小林は連れ立ってハイキングに出かけたり、寄席へ行ったりもした。いつも顔を合わせるので、互いの顔を見るのがいやになってケンカをしたりもしたが、一人が出かけて居なくなるとさびしくなったりもする仲であった[69]。

下宿の部屋で夜、朝永と小林が雑談していると、遅くまで仕事をしていた竹内がやってきて、理論屋は羨ましいなあ、俺たち実験屋はずい分こき使われる、大体、親方は理論屋に甘すぎる、などと、半ば冗談に愚痴をこぼすこともあった[70]。優れた着想が研究の質を左右する理論家の場合、長時間にわたる労働よりも、充分な休息を取った上で、最善のコンディションで集中的に仕事をする方が、仕事の効率も良かったであろう。とはいえ、朝永は、頭の片隅では物理のことを考え続けていたのかもしれない。夜は仕事から離れることにしていたにしても、雑談には物理の話が入ることもあった[71]。

## ディラック『量子力学』の翻訳

仁科たちは、研究だけではなく、書籍の翻訳もまた共同で行った。これは研究と言うよりも、量子力学の普及活動であるが、講演はともかく、翻訳は研究室メンバーによって協力しておこなったのである。若手の教育も兼ねていたのかもしれない。

仁科研の創設以前から、仁科はハイゼンベルクとディラックの著書の翻訳を日本で刊行することを目論んでいた。ディラックの量子力学の教科書は一九三〇年に初版が出た。この本の翻訳を最初に志したのは土井不曇であった。早くから量子論に関心を持ち、九章で触れた物理学輪講会において、量子力学を学び始めた若い物理学者たちの一人であった。その前に、アインシュタインが来日する直前、当時長岡のもとで大学院生だった土井は、電子論・量子論の立場から相対性理論に対する反対を述べ、勇名を馳せてしまった[72]。五章で日本では電子論を紹介する文献は現れていても、それに取り組む研究者がいなかったことについて述べたが、土井はヨーロッパから十年以上遅れて現れたその一例だったと言えるだろう。

すでに述べたように岡山県出身者である土井は、精義塾の関係者でもあり、仁科とは以前からの知り合いである。一九二二年一二月一〇日、ゲッチンゲンにいた仁科は、土井からの手紙に返事を書いたらしく、その下書きが残っている。土井の手紙の内容は不明だが、仁科は反相対論のことにふれ、二年間の沈黙という事態に土井が陥ったことに対して同情を示した。そして、二年間の間に「更に深く真理の道を辿って行けば、決してその沈黙は無駄ではなかろう」と慰めている[73]。一九二二年一二月といえば、東大でのアインシュタインの特別講義のおりに、土井が直接質疑し、自説を述べた一一月二七日、二八日より、わずか後のことである[74]。おそらく、土井の反相対論に激怒した長岡が、土井に二年間の沈黙を命じたのだろう。

一九三一年四月頃と思われる書簡において、仁科はディラックに、前年に出版された彼の教科書を翻訳することについて問い合わせた。それによると、友人の土井が仁科に連名で翻訳することを提案したというのであった[75]。四月二二日付の返信で、ディラックは快諾し、英語版の正誤表を送ると約束した[76]。仁科は出版元、クラレンドン・プレスとやりとりして、六月には合意に達した[77]。そこでディラックは七月に正誤表を送ったが、一年程後に第二版が出ることを知らせた。特にディラックは第一章を初心者にもわかりやすいように、書き換えるつもりでいた。そこで、もし翻訳に時間がかかるのであれば、第二版の変更箇所を反映できるように、出版を遅らせたほうが良いかもしれない、というのであった[78]。そこで仁科は、第二版が出るまで翻訳を延期することにした[79]。

ディラックは一九三二年の春には改訂版が出来ると言っていたのだが、一九三四年までずれ込んだ。彼は原稿が印刷に回った段階で仁科に手紙を書き、まだ翻訳するつもりがあるか尋ねている。一二月一七日に仁科は返事を書いて、翻訳することに決めたことを述べた。出版元のクラレンドン・プレスは、三月八日付の手紙とともに、新版を一部送った[80]。

おそらくこの手紙が到着するのとほぼ同じころ、一九三五年四月三日に、プリンストンの高等研究所にいたディラックから、六月に日本を訪問したいという電報が届いた[81]。ディラックは六月一九日に浅間丸で到着し、数週間滞在した。その間、たまたま日本に来ていたG・ベックとともに、六月二四日に東大で、二五日に理研で講演した。それぞれ陽電子の理論と量子電気力学について話した[82]。しかし、一一章で述べたように、このときディラックは碁を打ってばかりいたという[83]。

## 北軽井沢の翻訳合宿

ディラックが出国した後の一九三五年の夏に、仁科のグループは翻訳に取りかかった。今度は、北軽井沢の法政大学村で合宿して翻訳することになった。法政大学村も現存する。これはもともと法政大学学長、松室致が、自分の所有していた広大な土地を法政大学の教員に安く分譲して始まった。岩波茂雄が自ら別荘を購入すると同時に、知り合いの学者や文化人に宣伝したため、法政大学関係者に限らず、当時の多くの文化人がここに別荘を持った。とくに岩波は哲学者を多く引き込んだが、科学にも強い関心を持っていた彼は仁科も誘ったのだった[84]。仁科らがここにいる間も、近くの別荘に、小説家の野上弥生子が滞在していた。野上の夫、野上豊一郎（とよいちろう）は、同じく漱石門下で、英文学者・能楽の研究者であるが、法政大学の教授であり、理事だったのである。もっとも豊一郎は、法政騒動と呼ばれる学内の派閥抗争の中心人物で、このとき法政大学を辞任したばかりだった[85]。それでも野上弥生子は法政大学村の村長のようだったという。

仁科は家族と一緒に貸別荘に泊り、朝永、小林、玉木はバンガローに泊った。「鳥籠別荘」などと呼ばれた、ごく小さな建物である。朝永らは、ディラックをもじって彼らのバンガローを「自楽荘」と名付けた。若者たちの気ままな生活を見て野上弥生子は、「自堕落荘」のほうが似合っているだろうと笑った[86]。

とはいえ、ディラックの本の翻訳は簡単ではない。朝永らの生活は次のようなものだった。朝起きると、牛乳屋が牛乳とパンを持ってきた。彼らは机を庭に出して、朝食をした。朝永は、ここでも朝よく散歩に行った。時には朝食前に谷へ下りて、木を拾ってきて、我流の生け花にし、目を覚ました玉木を唖然とさせた。午前中は、分担して下訳を作った。昼食は、前日に注文した出前を食べた。どこから資金が出たのか、うなぎ、鯉こく、鳥わさといった、かなり良いものを食べたらしい。午後に下訳を読み合わせた。その上で、夜に清書し、最後に仁科に見てもらう、という予定であった。しかし、読み合わせのときに、激しい議論になった。それぞれ翻訳は初めての経験であったうえに、文体の好みが異なり、容易に同意しなかった。朝永が小林の下訳に「その訳し方は大阪弁だ」と言うと、小林は「そっちこそ京都弁だ」とやり返した[87]。その上、この年の夏は、軽井沢は天気が悪く、毎日雨が続いた。若い三人は小さな部屋に閉じ込められて不快を募らせ、口論が絶えなかった。優雅な避暑とは程遠い、重労働であった[88]。

しかし、まったく楽しみがなかったわけではなかった。朝永らは、一つの章が終わった次の日と、日曜日は休みを取ることにした。法政大学村にはサービスセンターというものがあって、食堂兼喫茶店、売店、浴場、娯楽室などがあった。そこへ行って卓球をしたり、風呂に入ったりした。また、たまたま休みの日が晴天になると、ビールやワインとつまみを買って山の上や牧場へピクニックに出かけた。見晴らしのいいところで鳥の鳴き声を聞きながら、三人で酒を飲んだ。日暮れには、山の間に夕日が沈むのを飽きずに眺めた。浅間山は、ちょうど活動期に入っていて、噴煙を噴き上げ、そこに上から稲妻が走るのを見ることもあった。そうした景色を見て、翻訳の疲れとお互いの不和を癒した[89]。

訳文は仁科が最終的に朱を入れるはずだったが、彼がタッチしたのは第一章だけだったらしい。軽井沢で仁科が何をしていたのか、定かではない。九月初めに、最後の二章を残したところで翻訳作業を打ち切り、朝永らは旅行に去った[90]。その後、作業を続け、仁科は翌年一九三六年二月一一日に仁科はディラックに書簡を送って翻訳が一通り終了したことを知らせた。同じ手紙で、ロシア語版に追加された補章「近似的方法」の翻訳を追加することを提案すると同時に日本語版への序文を依頼した。ディラックは三月二五日に返事をして、「近似的方法」の翻訳に同意し、日本語版への序文を送った[91]。仁科らは五月初めまでには追加分の翻訳も終了し[92]、翻訳はこの年のうちに岩波書店から出版された[93]。

ディラックの本は、日本の物理学の学生が量子力学を学ぶ上で、極めて大きな役割を果たすことになった。垣花秀武は後に国際原子力機関の次長となる核化学者であるが、彼が東大化学科の学生のとき、おそらく一九四〇年代の初めごろ、山手線で混んで座れなかったので、立ったままこの本を読んでいた。すると座っていた「中老の紳士」が、「君はよいものを読んでいるね、ここへ座りたまえ」と言うのだった。あとで垣花はそれが仁科であることを知った。その後彼は仁科のもとに出入りするようになり、二三章で述べる研究の手伝いもするようになったという[94]。

## ハイゼンベルクの『量子論の物理的原理』

ハイゼンベルクの『量子論の物理的原理』の翻訳を思い立ったのも仁科自身であった。しかし、この翻訳は仁科自身が実現することは出来なかった。先に述べたように、仁科はいち早くこの書をハイゼンベルクから入手し、京都大学における講義に使用していた。京都から帰った直後に、仁科がハイゼンベルクへあてた書簡の下書きが残っている。そこで仁科は本を送ってくれたことの礼を述べ、京都大学における講義で使用したことを報告した。この本が量子力学の物理的原理を明確に論じた優れたものであることを賞賛し、聴衆から、この本を日本語に翻訳してはどうかという提案を受けたことを知らせた。そして、ハイゼンベルクが同意してくれるなら、自分が責任を負って正確に翻訳すると書いた[95]。六月一五日の仁科への返信で、ハイゼンベルクは同意を伝え、出版元であるヒルツェル社の同意が必要であることを知らせた[96]。仁科はヒルツェル社と交渉し、ディラックの著書の翻訳に関するクラレンドン・プレスが示した条件のある書簡を送った。ヒルツェル社

は、同じ条件で翻訳権を譲渡することに同意した[97]。しかし、日本側の出版社は、ディラックの本と同じ条件というのに対し難色を示した。ハイゼンベルクの本は、ディラックの本と比べて半分程度の厚さしかないというのが理由であった[98]。それ以上に、仁科はあまりにも忙しくなりすぎていた。ヒルツェル社からの書簡は八月末に受け取ったが、すでに述べたように九月には北大に講義に行かねばならず、ようやく一〇月末になって返事を書いた。そこでは、八月から「種々の用事が増えて時間がなくなり、翻訳に手をつけられるか決めかねていた」と書いている。現在でも、いつ自由になるか見込みが立たないというのであった。そして、翻訳を始めないほうが適切であると判断し、ヒルツェルの申し出を断ってしまった[99]。このようなわけで、仁科はハイゼンベルクの著書を翻訳することはなくなった。この本が『量子論の物理的基礎』として翻訳されるのは、仁科の没後のことで、訳者の一人は仁科の弟子である玉木英彦であった[100]。

## 仁科研理論グループの成果

仁科・朝永らの理論グループは、一九三二年以降の原子核物理の理論研究を日本で進める中心となった。仁科らは一九三六年までに、理論物理学において六本の欧文論文と二本の和文論文を発表した。どれも国内の雑誌で、仁科が筆頭著者、朝永が次席著者である。最初の二本の論文は仁科と朝永だけで書いたが、それ以降は坂田、玉木、小林が第三著者になった。仁科が理論物理の論文を書いたのは、この時期が最後で、それ以降は著者になっていない。一本を除いてすべて電子に関する論文で、電子・陽電子の対生成・対消滅に関するものが六本、電子の負エネルギーに関するものが一本、中性子と陽子の相互作用に関するものが一本である[101]。

これらの研究は当時の最先端の問題に取り組んだもので、それ以前の日本の理論物理学よりはるかに前進していると言えるだろう。しかし、このグループはかならずしも大成功だったというわけではない。朝永の不満は、論文を仕上げても、仁科がなかなか発表してくれないことであった。次第に多忙になっていた仁科は、ただちに論文を直して投稿する余裕がなくなっていた。そのために、プライオリティを外国の学者に奪われることが何度もあったという[102]。朝永は湯川への書簡で、仁科が論文を書きあげてくれないことに苦情を書いた[103]。朝永らは、仁科から離れて独立しなければならない時期に近づいていた。その大きなきっかけの一つは、一九三七年の朝永のドイツへの留学である。しかし、その前に、朝永の良く知る人物が日本における理論物理学の最初のブレークスルーを成し遂げた。大阪帝国大学で一見、鳴かず飛ばずに見えた湯川秀樹の仕事である。

---

1 朝永振一郎「仁科先生の温情に泣く」『自然』17巻10号（1962）：44-47, 特にp. 46（以下に再録：『自然』26巻4号（1971）：262-265;『朝永振一郎著作集1 鳥獣戯画』（新装版, みすず書房, 2001）, pp. 193-202）.

[2] 朝永振一郎『スピンはめぐる：成熟期の量子力学』（中央公論社, 1974）, pp. 347-348（朝永振一郎「『スピンはめぐる』最終講義：付け足しと思い出ばなし」『朝永振一郎著作集 10 量子電気力学の発展』（新装版, みすず書房, 2001）, pp. 190-222 に再録）.
[3] 田村松平・朝永振一郎・湯川秀樹・井上健「座談　日本における素粒子論の黎明」『朝永振一郎著作集 10 量子電気力学の発展』（新装版, みすず書房, 2001）, pp. 112-133, 特に p. 130.
[4] 玉城嘉十郎から仁科芳雄（1932 年 2 月 16 日）**『書簡集 I』** pp. 258-259.
[5] 朝永振一郎から仁科芳雄（1932 年 2 月 18 日）**『書簡集 I』** pp. 260-261.
[6] 朝永振一郎「思い出ばなし」『朝永振一郎著作集 1 鳥獣戯画』（新装版, みすず書房, 2001）, pp. 203-223, 特に p. 204.
[7] 朝永, 前掲注 6, p. 204.
[8] 竹内柾「仁科研究室物語」**『仁科芳雄』** p. 213.
[9] 朝永, 前掲注 6, p. 204.
[10] 朝永, 前掲注 6, p. 204；朝永振一郎「ねずみたち」『朝永振一郎著作集 1 鳥獣戯画』（新装版, みすず書房, 2001）, pp. 172-177.
[11] 堀健夫から仁科芳雄（1932 年 7 月 8 日）**『書簡集 I』** pp. 263-264.
[12] 玉城嘉十郎から仁科芳雄、1932 年 7 月 7 日、**『書簡集 I』** p. 269.
[13] 朝永, 前掲注 1, p. 26；朝永, 前掲注 6.
[14] 朝永, 前掲注 6.
[15] 朝永, 前掲注 2, p. 348.
[16] 坂田昌一「中間子理論研究の回顧」湯川秀樹・坂田昌一・武谷三男『真理の場に立ちて』（毎日新聞社, 1951）, pp. 33-92, 特に p. 64（湯川秀樹ほか『素粒子の探求：真理の場に立ちて』（勁草書房, 1965）に再録）.
[17] 武谷三男「素粒子論グループの形成」湯川ほか, 前掲注 16, pp. 93-289, 特に p. 128.
[18] 朝永振一郎ほか（座談会）「仁科先生を偲んで」『朝永振一郎著作集 6 開かれた研究所と指導者たち』（新装版, みすず書房, 2001）, pp. 57-93, 特に p. 87（初出は『自然』6 巻 4 号（1951）：64-79）.
[19] 朝永, 前掲注 6, p. 214.
[20] 朝永, 前掲注 6, p. 208.
[21] 朝永ほか, 前掲注 18, pp. 61, 65.
[22] 朝永ほか, 前掲注 18, p. 66.
[23] 朝永, 前掲注 6, pp. 208-209.
[24] 朝永ほか, 前掲注 18, p. 66.
[25] 朝永振一郎「坂田君のこと」『朝永振一郎著作集 2 物理学と私』（新装版, みすず書房, 2001）, pp. 240-247, 特に p. 242.
[26] 朝永ほか, 前掲注 18, p. 66.
[27] 朝永ほか, 前掲注 18, p. 66.
[28] 朝永ほか, 前掲注 18, p. 66.
[29] 朝永, 前掲注 6, pp. 210-211.
[30] 朝永, 前掲注 6, p. 211.
[31] 東健一から江沢洋（1990 年月日不明）**『書簡集 I』** pp. 356-357.
[32] 坂田, 前掲注 16, p. 65.
[33] 朝永, 前掲注 25, p. 243.
[34] 朝永, 前掲注 6, p. 212.
[35] 朝永, 前掲注 25, pp. 243-244.
[36] Ozawa, Takashi, "Arnold Sommerfelds Aufenthalt in Japan," *Historia Scientiarum*

15 (1) (2005): 44-65.

[37] Eckert, Michael, *Arnold Sommerfeld: Science Life and Turbulent Times 1868-1951* (Springer, 2013), pp. 329-431.

[38] 小林稔「理論研究」『仁科芳雄』pp. 98-103, 特にp. 99；坂田, 前掲注 16, p. 66；Heitler, Walter, and Fritz Sauter, "Stopping of Fast Particles with Emission of Radiation and the Birth of Positive Electrons," *Nature* 132(1933): 892-892; Bethe, Hans, and Walter Heitler, "On the Stopping of Fast Particles and on the Creation of Positive Electrons," *Proceedings of the Royal Society of London* A 146 (1934): 83-112.

[39] 朝永, 前掲注 6, p. 212.

[40] 朝永, 前掲注 6, pp. 212-213.

[41] 坂田, 前掲注 16, p. 52.

[42] Heitler, Walter, and Fritz London, "Wechselwirkung neutraler Atome und homöpolare Bindung nach den Quantenmechanik," *Zeitschrift für Physik* 44 (1927): 455-472.

[43] Sugiura, Yoshikatsu, "Über die Eigenschaften des Wasserstoffmoleküls im Grundzustande," *Zeitschrift für Physik* 45 (1927): 484-492.

[44] Carson, Cathryn, "The Peculiar Notion of Exchange Forces-I: Origins in Quantum Mechanics, 1926-1928," *Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 27 (1996): 23-45.

[45] Heisenberg, Werner, "Mehrkörperproblem und Resonanz in der Quantenmechanik," *Zeitschrift für Physik* 38 (1926): 411-426.

[46] Carson, Cathryn, "The Peculiar Notion of Exchange Forces-II: From Nuclear Forces to QED, 1929-1950," *Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 27 (1996): 99-131.

[47] Heisenberg, Werner, "Über den Bau der Atomkerne. I," *Zeitschrift für Physik,* 77 (1932): 1-11; "II," 78 (1932): 156-164; "III," 80 (1933): 587-596.

[48] Wigner, Eugene, "On the Consequences of the Symmetry of the Nuclear Hamiltonian on the Spectroscopy of Nuclei," *Physical Review* 51(2) (1937): 106-119.

[49] 武谷, 前掲注 17, pp. 128-129.

[50] 朝永, 前掲注 2, p. 349-450.

[51] 武谷, 前掲注 17, pp. 120-121.

[52] Majorana, Ettore, "Über die Kerntheorie," *Zeitschrift für Physik* 82 (1933): 137-145.

[53] 朝永, 前掲注 2, p. 351; Bethe, Hans, and Rudolf Peierls, "Quantum Theory of the Diplon," *Proceedings of the Royal Society* A 148 (1935): 146-156.

[54] Nishina, Yoshio, Sin-itiro Tomonaga, and Hidehiko Tamaki, "A Note on the Interaction of the Neutron and the Proton," *Scientific papers of Institue of Phiscal and Chemical Research* 30 (1936): 61-69.

[55] 小林稔「回想-理研時代を中心に」松井巻之助編『回想の朝永振一郎』（みすず書房, 1980）, pp. 174-182, 特にp. 174.

[56] 小林, 前掲注 55, pp. 175-176.

[57] 小林, 前掲注 55, pp. 177-178.

[58] 朝永, 前掲注 6, p. 215.

[59] 小林, 前掲注 55, p. 178；小林, 前掲注 38, p. 99；小林稔「理研時代の朝永さん」伊藤大介編『追想朝永振一郎』（中央公論社、1981), pp. 67-86, 特にpp. 69-70.

[60] 朝永, 前掲注 6, p. 206.

61 河辺喜美子「思い出」松井巻之助編『回想の朝永振一郎』（みすず書房, 1980）, pp. 183-185, 特にp. 183.
62 河辺, 前掲注 61, pp. 183-184.
63 竹内柾「朝永さんと私」松井巻之助編『回想の朝永振一郎』（みすず書房, 1980）, pp. 160-166, 特にp. 162.
64 小林, 前掲注 55, p. 179.
65 竹内, 前掲注 63, p. 162.
66 小林, 前掲注 55, pp. 179-180.
67 河辺, 前掲注 61, p. 184.
68 小林, 前掲注 55, p. 180.
69 朝永, 前掲注 6, pp. 206-207.
70 小林, 前掲注 55, p. 179.
71 小林, 前掲注 55, p. 180.
72 吉田省子・高田誠二「反相対論者・土井不曇と大正期物理科学界」『科学史研究』31 (181) (1992): 19-26; 金子勉『アインシュタイン・ショック』（河出書房新社, 1981）,2 巻, pp. 190-197.
73 仁科芳雄から土井不曇[下書き]（1922 年 12 月 10 日）**『書簡集 I』** pp. 12-13.
74 金子, 前掲注 72, 2 巻, p. 194-195.
75 仁科芳雄から P. A. M. Dirac（日付不明）**『書簡集 I』** pp. 218-219.
76 P. A. M. Dirac から仁科芳雄（1931 年 4 月 22 日）**『書簡集 I』** p. 219.
77 仁科芳雄から Clarendon Press（1931 年 6 月 14 日）**『書簡集 I』** p. 228.
78 P. A. M. Dirac から仁科芳雄（1931 年 7 月 10 日）**『書簡集 I』** p. 234.
79 仁科芳雄から P. A. M. Dirac（1931 年 8 月 10 日）**『書簡集 I』** p. 239.
80 P. A. M. Dirac から仁科芳雄（1934 年 10 月 6 日）**『書簡集 I』** pp. 354-355 ; 仁科芳雄から P. A. M. Dirac（1934 年 12 月 17 日）**『書簡集 I』** 365 ; Clarendon Press から仁科芳雄への書簡（1935 年 3 月 8 日）**『書簡集 I』** 374-375.
81 P. A. M. Dirac から仁科芳雄（1935 年 4 月 3 日）**『書簡集 I』** p. 375.
82 仁科芳雄「Dirac, Beck 両教授講演会（I）」『科学』5 巻 8 号（1935 年 8 月）: 359-361.
83 朝永振一郎・藤岡由夫「対談 理研時代の思い出」『朝永振一郎著作集 6 開かれた研究所と指導者たち』（新装版, みすず書房, 2001）, pp. 183-221, 特に pp. 191-194.
84 野上弥生子「朝永さんと北軽」松井巻之助編『回想の朝永振一郎』（みすず書房, 1980）, pp. 186-193, 特に p. 186.
85 宮永孝「昭和八、九年の「法政騒動」」『社会志林』59(4) (2013): 200-179 <http://hdl.handle.net/10114/7956>.
86 野上, 前掲注 84, p. 187.
87 朝永ほか, 前掲注 18, p. 68.
88 朝永ほか, 前掲注 18, pp. 67-68.
89 朝永, 前掲注 6, pp. 219-220.
90 仁科芳雄から藤岡由夫（1935 年 9 月 8 日）**『書簡集 I』** p. 382.
91 仁科芳雄から P. A. M. Dirac（1936 年 2 月 11 日）**『書簡集 II』** p. 418 ; P. A. M. Dirac から仁科芳雄（1936 年 3 月 25 日）**『書簡集 II』** pp. 424-425.
92 仁科芳雄から P. A. M. Dirac（1936 年 5 月 5 日）**『書簡集 II』** p. 441.
93 Dirac, P. A. M., *The Principles of Quantum Mechanics* (Clarendon Press 1930) 〔仁科芳雄・朝永振一郎・小林稔・玉木英彦訳『量子力学』（岩波書店, 1936)〕.
94 垣花秀武「仁科芳雄先生のこと：(付)生涯と業績」『学際』 9 号（2003）: 80-85, 特に

p. 80. また，次の匿名記事にも同内容のことが書かれており,垣花によるものであろう：「仁科芳雄博士の死」『世紀』25号（1951）：50-52.

[95] 仁科芳雄から W. Heisenberg[下書き]（1931年月日不明）『書簡集 I』pp. 224-225.

[96] W. Heisenberg 仁科芳雄（1931年6月15日）『書簡集 I』p. 229.

[97] S. Hirzel から仁科芳雄（1931年7月25日）『書簡集 I』p. 237.

[98] 仁科芳雄から S. Hirzel[下書き]（1931年9月1日）『書簡集 I』p. 234.

[99] 仁科芳雄から S. Hirzel（1931年10月30日）『書簡集 I』p. 255.

[100] Heisenberg, Werner, *Die Physikalischen Prinzipien der Quantentheorie* (Hirzel, 1930)〔玉木英彦・遠藤真二・小出昭一郎訳）『量子論の物理的基礎』（みすず書房, 1954)〕。

[101] Nishina, Yoshio, and Sin-itiro Tomonaga, "On the Creation of Positive and negative Electrons," *Proceedings of the Physico-Mathematical Society of Japan,* Series 3, 15 (1933): 248-249; Nishina, Yoshio, and Sin-itiro Tomonaga, "On the Negative Energy Electrons," *Japanese Journal of Physics* 9 (1934): 35-40; Nishina, Yoshio, Sin-itiro Tomonaga, and Sōichi Sakata, "On the Photo-Electric Creation of Positive and Negative Electrons," *Supplement of the Scientific Papers of the Institute of Physical and Chemical Research* 17(1934): 1-5; Nishina, Yoshio, Sin-itiro Tomonaga, and Minoru Kobayasi, "On the Creation of Positive and Negative Electrons by Heavy Charged Particles," *Scientific Papers of the Institute of Physical and Chemical Research* 27(1935): 137-177; Nishina, Yoshio, Sin-itiro Tomoanga, and Hidehiko Tamaki, "A Note on the Interaction of the Neutron and the Proton," *Scientific Papers of the Institute of Physical and Chemical Research* 30(1936): 61-69; 仁科芳雄・朝永振一郎・玉木英彦「陰陽電子消滅の確率」『日本学術協会報告』10巻（1935）：910－913; 仁科芳雄・朝永振一郎「物質粒子による陰陽電子の創生」『日本学術協会報告』10巻（1935）：913-916.

[102] 朝永，前掲注 6, p. 217-218.

[103] 朝永振一郎から湯川秀樹（1935年1月23日）『書簡集 I』pp. 368-370.

# 第一四章　台北と大阪の原子物理学

前章でみたように、理研では仁科研を中心に量子力学を導入し、原子物理学の理論と実験的研究を進めていた。このような研究は、一九三〇年代を通して、日本の他の場所でも始められていた。その代表的なものが台北帝国大学と大阪帝国大学である。これらの大学における物理学の発展は、それぞれ個別の研究に値するものであり、本書では深く立ち入らない。しかし、仁科の活動が全国的なものとなる過程において、その重要な背景となるので、この章で少し述べておく必要がある。また、それぞれの大学における研究の助成金獲得に仁科が多少貢献していたことが手紙から分かる。それと合わせて、一九三〇年代半ばの原子核物理の発展についても触れておく。

これらの大学が新しい分野の研究の中心になったのは、戦前日本の研究システムの構造に原因があった。帝国大学は、当時の日本の物理学にとって重要な研究者のポストを確保し、将来の研究者を育成する場所だった。ただし、研究環境としては理化学研究所に比べて劣っていたことはすでに述べた通りである。もう一つの問題は、教員の定員が固定されていたことだ。そのため、新しい分野が発展したときにそれに対応することが難しかった。ある分野の専門家をいったん雇用すれば、その研究者が退職するまでそのポストに残ることになる。革新的な発展が起こって新しい分野が勃興しても、その分野の研究者を新たに採用するわけにいかず、現在いる教員が退職するまで、待たねばならないのである。その上、退職した教員の後任が同じ講座の助教授であることは普通に起こった。しかし、新しい大学ができれば、新しい分野の教員を採用できた。さらに、帝国大学の教授予定者は、二年間の海外留学を命ぜられることがよくあった。彼らは欧米に滞在して、新しい学問を学ぶことができた。その結果、新しい分野の専門家は、新しくできた帝国大学に雇用されることが多くなる。しかも留学して最新の成果を身に着けるので、新しい大学こそ日本における新分野の研究の中心となることが多くなった。二〇世紀の初めの日本で、相対論や量子論の研究において日本で最先端であったのは、一九〇七年に出来た東北帝国大学であった。同じようにして、量子力学成立以降の若い研究者は一九二八年に設立された台北帝国大学や、一九三一年に設立された大阪帝国大学に職を得た。京都帝国大学で世代交代が起こるまでは日本の大学の中ではこの二つの大学で原子核物理学の最先端の研究が行われた。

日本の帝国大学は、東京、京都、東北、九州、北海道と、最初の五校はいわゆる内地に創立されたが、そのあとに作られたのは京城帝国大学と台北帝国大学、どちらも日本が国外に獲得した植民地に作られた。このうち京城帝国大学に理工学部が設立されたのは一九四一年だったので、朝鮮半島において理工系の代表的な教育機関は一九二二年の旅順工科大学だった。それに対して台北帝国大学では最初から理農学部が置かれていた。文字通り農業との関係に重点が置かれたので、生物系の学問が中心だったが、物理学講座もあった。農業に重点が置かれていたのは、製糖が台湾の重要な産業だったからだろう。

近代科学と植民地主義・帝国主義が密接に絡み合っていたのは日本に限ったことではない。植民地経営には高度な学問が必要であり、植民地資源の活用は新たな研究を刺激した。植民地で得られた知識や資源の中には、「西洋科学」と称せられるものの発展に重要な寄与をしたものも少なくない。同時に、植民地住民の支配・教化のために、教育研究機関は帝国主義の末端としての機能を持ちえた。現代日本における社会の仕組みの中には植民地でまず実施されたものがあるのと同様に、先端的な研究がまず植民地でなされても不思議ではなかった。

## 台北帝国大学と荒勝文策

台湾に大学を創設する考えは、大蔵省の官僚阪谷芳郎の提議から始まったとされる。すでに述べたように阪谷は仁科の郷里に近い井原をルーツとし、渋沢栄一の女婿である。その長男・希一は後に理研とも深いかかわりを持つことになる[1]。大学設立が決まったのは、一九二四年九月に台湾総督に着任した伊沢多喜男のもとでのことだった。一九二五年には大学創設費が計上され、大学設立会議が開かれた。一九二六年に伊沢の後任となった上山清之進は大学創設を引き継いだ。教授を確保するために、教授予定者を「在外研究員」として欧米留学に派遣した。その一人が荒勝文策であった[2]。

荒勝文策は、一九一八年に京都帝国大学を卒業し、一九二二年から一九二六年まで甲南高校の教授だった。坂田昌一はこのとき荒勝に学んでいる。その後、台北高等農林学校教授となった。在外研究員となると、一九二六年六月から一九二八年の一〇月まで、シベリア鉄道経由でヨーロッパへ留学した。中でも、ベルリン大学、チューリヒの連邦工科大学、そしてケンブリッジのキャベンディッシュ研究所に滞在し、米国周りで帰国した[3]。

一九二八年一二月より台北帝国大学に着任して、最初分光学の研究をした。また、エックス線の研究もしていたらしく、エックス線照射によるサトウキビの品種改良にも協力したという。一九二九年一〇月に京都大学で量子論の特別講義も行っていた。杉浦と仁科の前のことである[4]。その後、一九三一年に仁科に書いた手紙によると、水素ガスに放電を起こしたときに発生する連続スペクトルについての研究をしていた[5]。水素の入った電極のない放電管にコイルを巻き、コンデンサーにためた電荷を一挙に放電した。そこで発生したスペクトルをしらべたのである。

ところが、一九三二年の初めにこれをやめてしまった。というのもコッククロフトとウォルトンの研究を知ったからである。荒勝は「これはまさに科学の大革命だ」と言い、助教授の太田頼常、助手の木村毅一とともに、その再現実験に取り組んだ[6]。一九三二年に陽子の実験を始めていたらしいが、「昔やった陽極線の縁で」とあり、おそらく分光学的研究に使っていた上記の水素放電管を改良して陽子線源を作ったのではないかと思われる。「優勢なプロトンだけは得られる」と書いているので、陽子線源は極めてうまくいっていたのであろう[7]。また、霧箱や、ガイガー＝ミュラー管を作成し、太田は電気分解で重水素を濃縮した。

台北には、原子核実験に一つ地の利があった。台北の近くの北投は温泉地であるが、そこで産出される鉱石は放射性をもち、ラジウムやポロニウムを含んでいた。荒勝はこれからポロニウムを抽出した[8]。ポロニウムは強力なアルファ線源であった[9]。同時に、台湾における製糖産業との結びつきによって製糖会社から資金援助を得ることができた。京都大学での荒勝の弟子だった清水栄によると台湾製糖の黒田が資金を出したという[10]。

荒勝らは、コッククロフト＝ウォルトン装置の制作に、学術振興会からの資金の援助を受けた。荒勝は一九三三年九月三日に仁科にあてた書簡で、研究の進捗を報告した。この段階ではおそらく通常の高電圧装置を使ったのであろう。一〇万ボルト程度まではできるようになっていた。そして、学術振興会にコンデンサーと絶縁装置のための費用を補助してもらうよう、願い出たことを知らせた。荒勝は台電のもつ五〇万ボルトの変圧器を使い、整流器とコンデンサーを使って、努力したいというのであった。そして仁科に、「何卒一つ御援助御好意を御願ひします」と書き、差し当たり四千円ほどの援助をして、第一弾の二十五万ボルトの装置を完成させてほしい、「台湾でも亦やれる様さして下さい」と頼んでいる[11]。仁科がどのような貢献をしたのか定かではないが、荒勝の研究課題「「プロトン」衝撃に依る原子変転に関する物理の研究」は第四常置委員会（数学、物理学、天文学、地球物理学）の支援する研究課題となった[12]。

清水栄の証言によれば、荒勝は住友電線のＯＦコンデンサーを入手したという。ＯＦ式とは、oil-filled、「油入り」ということである。これはもともとミラノのピレリ社の主任技師であったＬ・エマニュエリ（Luigi Emanueli）が一九二四年に高圧電線のために開発した技術であった。電線の絶縁体に絶縁油を使い、油圧を調整することで、温度の変化等に対して安定した絶縁特性を保ち、高電圧でも放電を防ぐようにしたものである。この技術は現在でも高電圧線に使われている。住友電線は、ピレリ社と契約して技術導入したが、同じ技術をコンデンサーに応用して、大容量のコンデンサーの開発を目指した。そして、一九三一年に世界最初のＯＦ式コンデンサーを試作し、翌年には製品化していた[13]。荒勝は、日本で開発された、当時最先端の技術に目をつけて、さっそく採用したのである。また、絶縁碍子も京都の松風工業@ルビ：しょうふうこうぎょう@で作って台湾へ輸送したという[14]。

荒勝は一九三三年一一月には「原子は人工によりて変転す」という講演をし、当時の宇宙線研究と、ヴァン・デ・グラーフ装置、コッククロフト・ウォルトン装置、サイクロトロン等の原子核物理学の発展を概説している。そして、陽子を加速する手段を得たことで必ずしや研究が進展するであろうとし、「さすれば、天に輝く太陽の起元も空に瞬く無数の星の生成状況も、宇宙に存在する一切の物質成生、天地創造の状況をも一歩一歩あきらかに」するであろうという。「一切の秘密の鍵は、只暗い研究室に閉ぢ籠る自然科学者の手にあるのでありまして、いづれは其の人の手によって扉は開かれ、光明はつけられるものと信ずるのであります。…殊に、日本人と名のつく民族によって、人類の此種の光栄を全世界に感ぜしめるような偉大な業績を致さんことを望み、人間の祈念塔を、この民族に

よって建てたいと切に希望する次第であります」と結んでいる[15]。これはすでにコッククロフト＝ウォルトン装置の制作にとりかかっていた荒勝自身の抱負であったに違いない。

翌年一九三四年の九月一〇日に、荒勝は仁科に書簡を送り、援助を受けてから準備を進め、注文したコンデンサー等が届いたら、実験を実施できるまでになっていることを報告した。用いている陽子管がラザフォード型の放電管であることも書いている。そして、近いうちに、原子破壊のデモンストレーションができるという[16]。そして、二五日に、荒勝らはコッククロフトとウォルトンの実験の再現、すなわち陽子によるリチウムの破壊に成功した。これがアジアにおける最初の加速器による原子核実験であった[17]。数年後に、荒勝は京都帝国大学に移り、そこに湯川を招いて理研と阪大に続く、有力な原子核物理の研究グループを形成することになる。それについてはまた後に述べるであろう。

## 大阪帝国大学

大阪帝国大学は一九三一年に創立された。大阪には官立の大阪工業大学に加えて、府立大阪医科大学や、地元の寄付によって設立され、医科大学に委託された塩見理化学研究所があった。地元からの強い要望と、資金提供により、これらの基盤のもとに帝国大学が設立されることになった。地元で阪大設立運動の中心人物となった者の一人は、大阪合同紡績役員の坂田幹太@ルビ：さかたみきた@、すなわち坂田昌一の父である[18]。坂田はもともとも山口の出身で、官僚として愛知県知事や高松市長などを務めたが、御影に住んで、大阪の財界に入った[19]。当時、大阪は勃興する日本の紡績産業の中にあって、世界的な貿易拠点となっていた。坂田幹太はその顔役の一人だったのである。

総長は長岡半太郎がなった。長岡は東京帝大を一九二七年に引退していたが、理研の研究員であり、自身を何よりも研究者と考えていた長岡は、研究に専念するつもりでいた。以前、東北大設立のとき、理学部長の話があったが、当時の東大総長浜尾新の遺留によって東大にとどまったことがあった。それ以来、大学の総長という職の困難さを痛感して、「総長嫌忌病」とさえ称するほどであった。しかし、長岡は阪大設立運動に深く関与していた。設立運動の中心人物である医科大学学長の楠本栄三郎は長岡と同じ大村藩の士族で、父親の代からの知り合いであった上に、娘が長岡の二男正男と結婚していた[20]。その上、長岡は塩見理研に深くかかわり、弟子を送り込んでいた。このようなつながりから、長岡自身、阪大設立運動を強く支持し、地元の長岡に対する人気も高かった。最初、地元は阪大総長に楠本を希望し、文相は文部省のＯＢを推して対立していた。そこで長岡の総長就任が和解案として浮上したのである。阪大設立運動の側としては、長岡が総長予定者になれば、設立が円滑に進むと考え、長岡に総長就任を強く要望した。文部省も長岡を適任と考え、文相自ら長岡のもとに赴いて説得に当たった。新聞記者も長岡を追いまわし、総長となることを求めた。新聞記者は長岡の談話を曲解して、総長予定者を引き受けたと号外を出してしまい、さらに文部省が長岡以外の者を総長に任命したら、大阪で不穏な事

態が発生するという密告があった。とうとう長岡も折れて、総長を引き受けることにした[21]。

息子の長岡治男によると、総長にさせられた長岡は、激怒して家族に当たり散らしたという。「おれを牢屋に入れた」「鉄道のキップ切りよりもひどい！こんなふうに人をしやがって！」などと言った[22]。しかし、怒りが静まると、大阪には良い学者がくると言って、湯川や菊池の名前を挙げた。特に湯川には期待を抱いていた。菊池は親戚であり、治男も知っていたが、湯川は知らなかった。湯川というのはそれほどの秀才かと聞くと、「文部省の定めたような学科が万偏なくできる様な秀才が何になる、湯川は京都の小川の倅でな、オリジナリティーがある、これが大事だ、規則通りの老人の型にはまった人間じゃない」と言ったという[23]。

## 菊池正士とそのグループ

菊池正士に長岡が大きな期待をかけたのは当然であった。長岡の妻は菊池家の出身であり、菊池泰二・正士兄弟とは親戚であることは述べた。泰二は実験物理学者として大きく期待されながらケンブリッジで客死したが、弟の正士も優れた実験物理学者であった。理論に強い実験家である菊池は電子の波動性についての理論を知り、その波動性を示す実験をするために理研に移って、雲母による電子回折の実験を行ったのが一九二八年、菊池が二六歳ごろのことである。これはC・ディヴィソン（Clinton J. Davisson）とL・ジャーマー（Lester H. Germer）の実験、およびG・P・トムソン（George P. Thomson）による実験と並んで、電子の波動性を示す初期の実験の一つであり、影響力の大きなものであった。とくに、ディヴィソンとトムソンが一九三七年にノーベル賞を受けたのちは、菊池の仕事は当時の日本の実験物理学においてもっともノーベル賞に近かった仕事とみなされた。また、ちょうど一九二八年に日本を訪れたゾンマーフェルトを感激させるなど[24]、国際的にも良く知られていた。日本の物理学の花形的存在であったと言って間違いない。日本人離れした大柄で美丈夫のスポーツマンであり、使用人のいる男爵家で育って、人に仕事をさせるのに慣れた生まれつきのリーダーであった。学界、財界、政府とのパイプも太く政治力や集金力があった。理論にも詳しく、研究の大局を見通すことができた。他方で決して他人任せのボンボンではなく、自ら手を動かして実験をした。菊池はいつも油だらけの実験衣を着て、草履をはいて実験室におり、装置を夜稼働させるときは夜勤も厭わなかった[25]。

九章で述べたように、菊池は藤岡由夫とともに、ライプツッヒに留学した。そこでは着任したばかりのハイゼンベルクが、原子物理学の強力な研究グループを形成しつつあり、藤岡とともに、その集団的な研究方法を学んだ。一九三一年に帰国し、理研の西川研究室に戻ったが、朝永が理研に着任したばかりのころ、菊池と藤岡は、遠慮のない討論で強い印象を与えたこともすでに述べた。そして、理研の研究員のまま一九三三年に阪大に着任した。

菊池と湯川が阪大に勤務し始めたのがいつなのか、正確なところは良くわからない。一九三三年には二人とも講師になっていた。ほかに篠原健一が講師、奥田毅が助手になっていた[26]。阪大理学部もこの年から最初の学生を受け入れた。建物は建設中だったので、医学部の建物や阪大の前身であった塩見理化学研究所の建物に部屋を間借りしていた。ただし、湯川と菊池も、すぐに阪大に通っていたわけではなかったと思われる。湯川は結婚して湯川姓になり、兵庫県西宮の苦楽園という、新たに開発された高級住宅地に住んでいた。一九三三年にはまだ京大講師を兼任しており、阪大には時々行くだけであった。菊池も理研で仕事を続け、まだ阪大に頻繁に来ていたわけではなかった[27]。彼らが阪大で研究活動を始めるのは一九三四年からである。湯川は講師のままであるが、菊池は教授になっていた。坂田が赴任して湯川のもとに助手として来たのもこの年であった。他に助手としては、渡瀬譲、伏見康治、青木寛夫も加わっていた[28]。理学部の建物ができたのもこの年の五月である。なお、長岡も理学部の建物ができたことをもって潮時と判断し、腎石を患ったことを口実に総長を辞任してしまった[29]。

阪大理学部の新しい建物は大阪中之島のビル街にあって、半地下一階地上三階の装飾のない建物が山の字型に配置されていた。コッククロフト＝ウォルトン装置を建設するため、半地下と一階がぶち抜きになるなど、菊池の原子核実験に配慮した設計だった。町中にあって誰でも自由に玄関を通って学内に入って来られる雰囲気があり、そのため盗難も多かったが、だからといって出入りを厳しくすることもなかった[30]。

阪大理学部の物理学科主任は電気工学の八木秀次であった。この人選も長岡の考えであった。当時の物理学の発展は、最先端の工学、とくに電気工学によるところが大きく、かつ物理学もまた電気工学などの分野に貢献し得た。とくに大阪のような産業都市の大学にはそのような物理学科がふさわしいと考えたのだろう。無線電信の研究で世界的に知られる上に、優れた弟子を多く育て、その上大阪の出身でもあった。ほかの教授は、菊池のほか岡谷辰治（ときはる）、浅田常三郎、友近晋である。岡谷と浅田は、ともに長岡門下で、阪大の前身の一つである塩見理化学研究所に居たのが、そのまま阪大の教授になった。岡谷は長岡の女婿でもあり、ベルギーのド・ドンデのもとに留学した相対論が専門の理論物理学者であった。浅田常三郎は、水銀灯で知られる実験物理学者である。長岡半太郎の水銀還金実験に関わった過程で、水銀灯の研究を進めた。もともと堺の出身である上に、産業と物理学をつなげるのにうってつけの人物で、浅田門下から、優れた技術者や実験物理学者が輩出した。ソニーの盛田昭夫もその一人である。また、彼の助手の奥田毅は、質量分析器を作成した。浅田と奥田は後に仁科の仕事ともかかわることになる。友近晋は寺沢寛一門下の数理物理学者で、流体力学が専門である。流体力学もまた、造船や航空などの分野で産業との結びつきが予想される分野であった。ただし、彼は最初のころイギリスのG・I・テイラー（Geoffrey I. Taylor）のもとに留学に行っていた[31]。

菊池研究室は、阪大理学部のなかでも別格で、コッククロフト＝ウォルトン装置に加え、二講座分スペースと人員が配置されるなど、特別扱いされていた。八木が物理学科主

任であったことも、菊池研究室にとっては都合がよかった。原子核実験には最新の電子工学が必要であり、八木研究室には、マグネトロンの研究で知られる岡部金次郎や、後に無線通信技術、特にテレビ技術に大きな役割を果たす林竜雄がいて、菊池研の研究者は彼らの助けを得ることができた[32]。菊池研には、山口太三郎が助教授、中川重雄が講師でいたほか、助手の青木（後の熊谷）寛夫、若槻哲雄、伊藤順吉、渡瀬譲、すこし後に山口省太郎、小田稔といった、後の日本の原子核物理と関連分野を担う若手や学生が加わった。菊池と意見が合わなくなった中川が仲たがいして理研に戻ってしまうと、菊池は伏見康治を自分の研究室に誘った。伏見は友近晋のもとに講師として来ていたが、友近が留学中だった。彼はノイマンの『量子力学の数学的基礎』が大学時代の愛読書という理論家である[33]。その上、阪大の統計力学の講義を、無謀にも本人もよくわからないカラテオドリの公理主義的熱力学に基づいて行うほどだった[34]。突然の実験への転向の誘いに戸惑ったが、昼間実験して、夜理論をやればよいと考え、留学中の友近の了承を求めた。友近は、後任を見つけるという条件のもとで了解したので、伏見は後任に今井功@ルビ：いまいいさお@を推薦して、菊池研へ移った[35]。

## 菊池研における中性子研究とコッククロフト＝ウォルトン装置

初期の菊池研での中心テーマは、中性子であった。菊池研では、中性子を発生させるのに重水を放電して重水素の核、すなわち重陽子を放出させる。それを加速して、凍らせた重水のターゲットに衝突させる。それによって中性子を得て、中性子の性質を調べようというのであった[36]。重水はノルウェイのノシュク・ヒドロ（Norsk Hydro）社から購入し、電気分解して、重水素ガスを作った[37]。

重陽子を加速するために、菊池研はコッククロフト＝ウォルトン装置を作った。コッククロフトらの論文に基づいて、まず芝浦製作所に作らせたが、そのままでは使えなかった。最大の問題は、電圧が十分に上がらないことであった。六〇万ボルトまで得られるはずが、三五万ボルトにしかならなかった。この問題は青木（後の熊谷）寛夫が担当した。青木はすぐれた実験家であり、この後も日本の加速器の制作に中心的な役割を果たすことになる。彼はその問題を解くためにモデルを作って実験し、コンデンサーの容量を大きくすれば解決することを見出した。そこで菊池は大阪の住友電線製造所（住友電工の前身）がＯＦ式新型大容量コンデンサーの試作に成功していることを知って発注した[38]。ＯＦ式コンデンサーは荒勝が使ったのと同じである。菊池は予算の裏付けなくすぐに発注し、後から金策をしたという[39]。これは服部報公会の助成金でまかなったようだ。一九三四年三月九日に、仁科にあてて、服部報公会の通知を感謝し、「高圧の方はコンデンサーの補給に使ふのでもう注文がしてありますのでどうなることかと実は心配して居りました」と書いている。一九三四年から仁科は服部報公会の常任委員として申請書の審査に当たっていたのである[40]。

日本の特殊事情のために、コッククロフトらの装置をそのままコピーするだけではすまない部分もあった。加速する粒子を発生させるための放電管が高圧側に電力を供給することが必要であった。その方法の一つは、絶縁トランスを用いることであるが、高圧側にあるため、大電圧に耐えるものが必要になる。コッククロフトらはそのような絶縁トランスは大きすぎ、高価すぎるとして、用いることを避けた。その代わりに、地上においたモーターを絶縁ベルトで回して、そのベルトで高圧側の発電機を回すという方法を思いつき、木綿のロープを用いて成功した[41]。菊池らも最初、同じことをしようとして、菊池の妻が木綿の布で縫ったベルトを使ったがうまくいかなかった。日本は湿度が高いので、絶縁がよくないのである。そこで菊池は芝浦製作所に高性能の絶縁トランスを作らせた[42]。

また、コッククロフトらのものに改良点を加え、より使いやすいものにしようとした。コッククロフト＝ウォルトン装置では、整流器にケノトロンが用いられていることは述べた。ケノトロンは熱電子を利用した真空管であるので、陰極側のフィラメントに電気を通して温度を上げる必要がある。コッククロフトらは蓄電池で電力を供給したが、菊池らはここでも絶縁トランスを使って、主電源から電力を供給できるようにした。全体として、菊池らのほうがコッククロフトらよりも贅沢なことをしていた。ケノトロンも、コッククロフトらは自作していたのだが、菊池は市販品を購入した。高価な高性能コンデンサーや絶縁変圧器についても、躊躇せずに外注して作らせてしまった。このようにして、実験に直接かかわる部分以外は外注し、本質的なところに注意を集中しようとしたのであろう。それは潤沢な資金援助があって可能だった[43]。

装置が組み立てられ、最初にビームが出たとき、菊池は大喜びした。当時、三階に部屋を持っていた渡瀬譲のところへ、階段を駆け上って、嬉しそうな顔をしながら、息を弾ませながら「渡瀬君、見に来給え！光っているんだ」と言った。そして、すぐにまた実験室へ駆け降りて行ったという[44]。

## 人工放射能と遅い中性子

阪大でコッククロフト＝ウォルトン装置の建設が進む中、世界の原子核物理学はその進歩を止めなかった。一二章でイレーヌ・キュリーとフレデリック・ジョリオが中性子の現象を観察していながら、それをガンマ線と考えて中性子の発見を逃したことに触れた。しかし二年後一九三四年の一月、重要な発見を発表して名誉を挽回した。アルミニウムにポロニウム試料から放射線を照射すると、ポロニウムを取り除いたあとでも、放射性を帯び続けることを発見したのである。キュリーらは化学的に新たに生成された物質を分離し、それがリンの放射性同位体であることを突き止めた。この現象は人工放射能と呼ばれ、放射線を浴びた物質が放射性物質に代わることを示した最初の実験となった[45]。キュリーらはポロニウム、すなわちアルファ線によってこの現象を起こしたが、別の粒子を照射することで、人工放射能を引き起こすことが直後に試みられた。例えばコッククロフトらは陽子を彼らの装置で加速して炭素に当てることによって、人工放射能を得た[46]。

その中でイタリアのE・フェルミ（Enrico Fermi）のグループは、三月には中性子を用いて人工放射能を作り出した。彼らはラドンとベリリウムを反応させて中性子源線源とした。ラドンは気体の放射性物質であり、アルファ線源として用いることができる。ラジウムが崩壊して出来るので、ラジウム・エマナチオンとも呼ばれる。半減期の長いラジウムから採取できるため、ラジウムさえあればそこから半永久的に入手できた。この中性子によってフェルミらは人工放射能を引き起こした。中性子線はアルファ線や、陽子線よりもわずかしか得られないが、原子核と電気的に反発しないので、より反応させやすい。とくに、原子番号の大きく正の電荷も大きい原子核に対してより有効であった[47]。

しかも、フェルミの発見はこれで終わらなかった。そのことは印刷物ではなく、口コミで日本に伝わった。一九三四年の暮れ、コッククロフト＝ウォルトン装置の調整はまだ終わっていないが、なんとか中性子を発生できるようになっていたころのことである。その頃、大阪を訪れていたアメリカのある若い研究者が、ローマでフェルミのやっている実験のことを知らせたのだった。それによるとフェルミらは水やパラフィンなど、水素原子核を多く含んだ物質で中性子を減速させてから、ターゲットに当てると、核反応をずっと起こしやすくなるのを見出したというのである。そこで、青木と伏見はパラフィンを薬屋から入手して装置のまわりに積み上げた。そうすると、実際計数管はずっと多くの反応を観測した[48]。

やがて、フェルミの最初の論文は『ラ・リチェルカ・シエンチフィカ』というイタリアの雑誌に掲載された[49]。できたばかりの大学である阪大には蔵書はもちろん、購読雑誌も少なかったらしく、この雑誌はなかった。伏見は東京に帰省したとき、東大で借りて読むことができた。町の本屋で買った粗末なイタリア語の辞書を使って、この論文を読んだ[50]。菊池らはただちにこれらの情報に基いて遅い中性子を用いた研究を始めたと思われる。予備的な実験の成果を翌年一九三五年には発表している[51]。

なお、同じころに菊池の師である西川正治も、遅い中性子に注目していた。西川の場合、人づてではなく、そのときローマにいたのであった。彼は国際純粋及び応用物理学連盟（International Union of Pure and Applied Physics）の第四回総会に出席するためロンドンへ行ったあと、ヨーロッパ各地を訪問したのである。そして一九三四年一二月三日にローマのフェルミを訪ねた。フェルミは多忙で会えなかったので、代わりにE・セグレ（Emilio Segrè）が案内し、遅い中性子の実験について教わり、上記のフェルミの論文別刷を貰った。非常に感心した西川はセグレに長岡と仁科にもその別刷りを送るように依頼したうえ、その日のうちに仁科に長い書簡を書いてフェルミらの実験を詳しく報告した[52]。帰国後、西川は自らその実験を試みることになる。理研でもフェルミのグループがイタリア語で発表した一連の論文は注目され、一九三五年から一九三六年の『理化学研究所彙報』の雑録に訳文が掲載されている。これについては後に触れるだろう。

阪大では、一九三五年にはコッククロフト＝ウォルトン装置で安定して中性子を発生させ、実験ができるまでになっていた。得られた中性子は、最初は銀にあてて放射性にし、

その半減期を測ったりした[53]。中性子を減速して、様々な物質との反応を調べる実験はフェルミが先行していたが、フェルミが中性子源に用いたのは先に述べたようにラドンとベリリウムである。菊池らはコッククロフト・ウォルトン装置を用いて、フェルミと違うことをすることを目指した。新たな放射性同位体を作るのではなく、様々な核が中性子を捕獲するときに発生するガンマ線を測定し、それに法則性を見つけようというのであった。ちょうど、モーズリーがエックス線によって原子の電子配置について法則性を見出したように、同じことを原子核について目指したのである。ラドンはガンマ線を放出するので、ランドを中性子源に使うときガンマ線の測定はできない。そこを菊池は突いて、ターゲットの核が中性子を捕獲したときに発生するガンマ線を測定することにしたのだった。ガンマ線の強度を測定するには同時計測法を用いた。これはボーテが宇宙線に対して用いたのと同じ方法である。二つのガイガー＝ミュラー管を用い、ガンマ線が両方を通過したときだけカウントするように電気回路を組む。その間に吸収物質を入れて、その物質の厚さを変えて透過するかを見て、エネルギーを測るのである。その成果は一九三五年から一九三六年に発表されていった。しかし、この段階では法則性を明らかにするに至らなかった[54]。

## 菊池研における宇宙線研究とサイクロトロン

菊池研では中性子と平行して宇宙線の研究を進めていた[55]。そこで焦点となったのはシャワーである。宇宙線のシャワーとは、一つの宇宙線が物質に衝突して、多数の宇宙線を発生させる現象である。もともとスコベルツィンの最初の霧箱写真が四本のシャワーをとらえており、ハイゼンベルクが着目して、それについての理論研究を始めていた[56]。しかし、その直後にブラケットとオッキリアーニが今でいう陽電子を発見すると同時に、二〇本のシャワーを見出していた。陽電子によって、シャワーの性質はまったく新たに考え直さなければならなかった。その後、シャワーの実験研究は、ロッシが多くの成果を上げていた。シャワーの起こる頻度と、物質の厚さの間には一定の関係があり、ロッシ曲線と言う。薄い時は厚くするほど増大するが、ある厚さを越えると減少していく。菊池研では、渡瀬譲が担当した。渡瀬はもともと八木秀次の助手として音響の研究をしていたが、八木の勧めもあって菊池研へ移った。建物の屋上に観測室を作り、様々な材質と厚さの金属板の下に、三本のガイガー＝ミュラー管をおいて、同時計測法でシャワーの発生を観測した。上に一本、下に二本、ガイガー＝ミュラー管があるときに、同時に三本が宇宙線を観測すれば、複数の宇宙線が同時に発生していることがわかるわけである。一九三〇年に初めて同時計測に成功すると、菊池と渡瀬は嬉しさのあまり、スピーカーのボリュームを上げて、ボンボンと音を鳴り響かせた[57]。最初の実験では、渡瀬らはシャワーを発生する物質の上に水槽をおいて、水の量を変化させ、それによるロッシ曲線の変化を調べた。その結果、シャワーを引き起こす宇宙線は水によく吸収されること、水によってロッシ曲線は変化しないことを見出した。続いて、シャワーが一度のプロセスで起こるのか、連続的な

プロセスで起こるのか、という問題を解くための研究を始めた。もしシャワーが一度のプロセスで起こるならば、シャワーを起こす物質が十分薄いとき、厚さに比例した頻度で起こるはずである。これについてはＪ・Ｅ・モーガンとＷ・Ｍ・ニールセンが、厚さが倍になると倍以上に頻度が増大することを示していた[58]。渡瀬らは、計数管が二本または五本のときは直線的に頻度が増加し、三本、四本のときは、モーガンらの示したような頻度の増加の仕方をすることを見出した[59]。そのため、渡瀬と菊池は、シャワーは一度の過程で発生すると考えた。ボーアが来日したときに、そのように説明したが、ボーアは「それはおかしいですね」といって、アンダーソンのもとで見た霧箱写真では連続的なプロセスで発生することが示されていたといった。あるいは、すでにバーバらのカスケード理論のことも知っていたかもしれない。いずれにせよ、渡瀬らの実験は誤りであることが分かった[60]。

菊池研はコッククロフト＝ウォルトン装置に続いて、サイクロトロンの建設も始めた。理研における仁科と西川のサイクロトロン建設については後に触れるが、菊池研では、一九三六年ごろから始まり、一九三八年に完成した。担当したのは伊藤順吉である。六〇センチの磁石を用い、五ＭｅＶの内部ビームを得られた。それによって軽い元素の放射性同位体を作り、そのベータ線とガンマ線のスペクトルを測定した。ベータ線のスペクトル測定は霧箱ではなく、そのために大型のベータ線スペクトロメーターを作った。それによって、質量数二四のナトリウムの精密なベータ線スペクトルを測定し、フェルミの導いた分布に従うことを示した[61]。

## 湯川研究室

阪大では、原子核実験において菊池正士という日本の物理学に中でも、期待の星だったといえる存在が強力なグループを率いていたのに対して、理論分野は相対的に貧弱であるように見えた。上に触れたように理論物理の教授は流体力学の友近と相対論の岡谷であった。岡谷は量子力学に否定的であった。あるとき黒板にΨと書いて「これで宇宙があらわされるなんていう紳士がいる」と揶揄した[62]。湯川は最初、講師に過ぎなかった。独立して研究室をもっていたが、形式上、岡谷の講座に属した。湯川にとってはあまり居心地の良い環境でなかったに違いない。しかも、阪大理学部の教員は大部分東大系の学者であり、その多くが長岡の弟子か孫弟子であった。湯川は例外的な存在である。そのうえ、湯川は最初しばらくあまり生産的ではなかった。学科主任の八木は湯川に満足しなかった。もともと、彼は朝永に目をつけていたのだが、理研に行ってしまったので湯川にしたという[63]。そして、湯川を呼びつけて叱りつけたこともあった[64]。

湯川研究室は、理学部の北翼の一階、一番奥の端から二番目の狭い部屋であった。窓は、中央翼の建物に面し、日当たりも風通しも悪く、窓下には中庭のボイラー室の汚い屋根が見えていて、眺めも悪かった。壁には実験室用の配電があり、入口に衝立、壁ぎわに

書棚、窓に向かって湯川と坂田の机が書類整理箱を隔てて並び、中央に名がテーブルと椅子があった[65]。

内向的な湯川は、一人で研究を進めるタイプの研究者であった。それに対して、もともと坂田は気さくで人懐っこい性格の持ち主である。それ以上に、坂田は仁科と朝永のもとで一年間研究生をして、集団的な理論物理学の方法を身につけていた。坂田自身、仁科にもっと影響を受けていると言っていたという[66]。内山龍雄は学生のころ、湯川と坂田の研究室を訪れたときの経験を書いている。内山がノックをすると、机にうつむいて仕事をしていた二人はドアの方を向く。湯川は「何しにきたか」といわんばかりの不機嫌な顔を見せ、来訪者に非常に嫌な印象を与えた。坂田はちょっとびっくりしたように額に皺をよせながら、それでも微笑を湛えた愛想のよい顔を見せた。後に武谷三男は、坂田のことを「共同研究に人を組織する天才」と評した。誰も彼に反発を感じさせず、自分を隠すことなく人と一致した雰囲気を作り上げることができるというのであった[67]。武谷がこれを述べたのは一九五一年のことであるが、その後の坂田グループの活躍は武谷の評を十分に裏付けていると言えるだろう。

湯川と坂田は次第に理論物理学のグループを作っていった。一九三六年に大阪大学に入学した谷川安孝は三年の卒業研究の指導教官に湯川を選んだ。文献を読んだ後に、計算の手伝いをすることになったが、そのやり方は仁科研と同様であった。湯川が方針を決め、それに基づいて坂田が計算をする。谷川は坂田のファイルを借りて、筆者し、独立に計算する。それで二人の計算を比較するわけである。坂田のファイルには、記号や使用する計算公式まで書いてあるので、谷川の仕事は楽であった。それでも、計算の結果が一致しないこともあった。そういうときは湯川が傍らで二人の計算結果を心配そうな顔をして見ていた。やっとそれぞれの間違いがわかって計算結果が一致すると「よかった。よかった」と嬉しそうな声で言った[68]。

湯川研のメンバーがまだ少ない初期のころ、重要だったのはむしろ菊池研との交流であった。彼らの研究の日々は、理研の仁科研を中心としたグループと似ていた。湯川研のメンバーは、湯川と坂田の居室の向かいにある部屋で菊池研と一緒に昼食をとり、その場所はおそらく理研の「西川食堂」に倣って「菊池食堂」と呼ばれた。食堂と言っても、もちろん実験室である。実験用の大きなテーブルもおいてあって、そこで一緒に食事ができた。有毒ガスなどを扱うためのドラフトの設備があって食事に良い環境だったのか疑わしいが、逆に物理学実験ならば食事をしても実験結果へのコンタミネーションの懸念がなかったかもしれない。一九三八年ごろに、菊池食堂で昼食をともにしたのは、菊池研からは、菊池正士のほか、伏見康治、青木寛夫、若槻哲雄、伊藤順吉、武田栄一、山口省太郎らがおり、湯川研からは、湯川秀樹のほか、坂田昌一、小林稔、谷山安孝らがいた。食べ物は大学近くの丸子食堂というところから丼物などを取った。湯川や坂田は小食で、大食いすると頭の働きが鈍るとばかりに、きつねうどん一杯ですませていた[69]。

食事のあとは、囲碁や将棋をして遊ぶのが習慣であった。菊池と湯川はいつも静かに碁を

打った。若い研究者たちは、わいわい騒ぎながら将棋を指した。湯川は碁が強く、負けず嫌いの菊池は、碁の先生について修行した。他方、坂田は若い人たちに混ざって将棋をした。将棋は山口太三郎が強かった。あまりにも熱心に打ち込むあまり、次第に将棋の時間が長くなって、とうとう三時のお茶の時間まで将棋をするようになった。そこで菊池は一時的に正午の将棋を禁止しなければならなくなった。食事だけでなく、外に行くこともあった。谷川は、坂田や小林と昼休みによく朝日ビルの千疋屋へ行き、コーヒーやケーキを御馳走してもらったという[70]。

湯川は単に菊池研と一緒に食事をしていただけではない。菊池研のセミナーに参加して、意見や情報を交換し、時には実験家たちの提起する課題を研究したりもした。原子核変換、中性子の重陽子による散乱、ガンマ線計数管の能率などがそれである[71]。さらに湯川や坂田は実験家と同じ服装をすることを好み、後に述べるミュー粒子の発見までは白衣を着ていたという[72]。

菊池の実験室に出入りしていたがために、湯川や坂田が受けた災難もあった。菊池食堂にはドラフトがあるので、普段は危険物を扱うこともあった。すでに述べたように原子核実験では真空度を保つことが重要であり、阪大では蜜蝋と松脂とワセリンを混合したものを密封材に使っていた。あるとき山口太三郎がこの混合をしているとそれに引火してしまった。驚いた山口は叫び声を上げ、慌てて水をかけた。そこへ、叫び声を聴いた湯川と坂田がその部屋に飛び込んできた。水をかけられた蜜蝋は爆発を起こし、湯川と坂田はその爆風を受けてしまった。坂田は数日間阪大病院に入院し、湯川は数日の間、顔と手に包帯をしていたという[73]。一九三六年七月八日に、仁科は坂田にやけどの見舞いの手紙を書いているが、おそらくこの時のことであろう[74]。

## 中間子理論

大阪大学の理論物理学にとって、さらに日本の理論物理学コミュニティにとって重要だったのは、この時期に湯川が画期的な仕事を成し遂げたことである。いかにして湯川がこのような研究を成し遂げたのか、という問題は歴史家にとって重要であり、興味深い問題である。なぜなら、湯川はあまりにも突然に出現したように見えるからだ。朝永ら、仁科のもとに集まった物理学者たちについては、仁科がヨーロッパの物理学を伝えたという言い方をできるかもしれない。しかし、湯川に関しては一見してほとんど孤立して研究を行い、留学もしないうちに一級の仕事を成し遂げたのである。しかし、これは本書とは別に扱われるべきことで、ごく簡単に述べるにとどめたい。

一九三二年のチャドウィックによる中性子の発見以降、原子核を一つにしている力が何なのかということは当時の原子核物理学における重要課題の一つであった。前章でハイゼンベルクの原子核理論で示された交換力では十分でないことを朝永らが示していたことに触れた。このころまだ京大で講師をしていた湯川もハイゼンベルクの論文に注目し、『数物学会誌』に詳しい紹介記事を書いている[75]。湯川の残した文書には、ハイゼンベルクの

論文の第二報を全文書き写し、それにコメントを加えたものがある。そこで湯川は核内の電子の存在を否定することに疑問を示し、「核を構成する単位粒子の間の相互作用がもっと明らかにされぬ限り、この論文の程度の漠然たる推論で満足する他ないであらう」と書いている[76]。湯川はおそらく直ちにこの問題に取り組み、一九三三年四月二日から三日にかけて東北大学で行われた数物学会年会において、「核内電子の問題に関する一考察」という講演を行った。その中で湯川は「電子が陽子と中性子との間の相互作用の仲介者であって、核内に於いては電子は一種の場の如く作用する」と考え、その電子についての方程式を解けば中性子と陽子との間の相互作用がわかるはずであるとした。これはクーロン力において光子（湯川のいう輻射）の果たす役割を電子に置き換えて考えたもので、後の湯川の表現によれば、中性子と陽子が電子をキャッチボールするというのである。そして、光子と異なり電子には有限の質量があるので、その相互作用は距離とともに急激に減少すると予測した[77]。

湯川はこの時の自分の発表には自信がなかった。というのも彼のアイデアには重大な欠陥があったからである。中性子も陽子もフェルミオンであり、フェルミ統計に従う。その場合、その両者の間を行き来する粒子はボーズ統計に従わなければならないが、電子はフェルミオンであった。聴衆の中にいた仁科芳雄は、この欠陥をついて湯川を批判するのではなく、ボーズ統計に従う電子を考えてはどうか、という建設的な助言をした。これは大胆な発想である。というのも、ボーズ統計に従う電子というのは、これまで見つかったことがない。しかも仁科もよく知っているはずのディラックの理論からすればあり得ないからだ。この時点ではそこまで大胆になれなかった湯川は、既知の粒子で理論を救うことを考え続けた[78]。

なお、東北大学での学会は、湯川の職業上の転機でもあった。この時に大阪帝国大学理学部学部長の八木英次と会い、それがきっかけで大阪大学に移ることになったからである。湯川は少し前に結婚し住居は大阪に移っていた。そして、京都大学での講義はその年度の間は続け、阪大に拠点を移したのは一九三四年四月になって阪大理学部の建物ができてからである。

仙台での学会の後、一九三四年にフェルミがベータ崩壊の理論を発表した。ベータ崩壊とは、原子核がベータ線、すなわち電子を放出して崩壊する現象であるが、中性子が発見された後は、中性子が電子を放出して陽子になると考えることができた。ところが、そのように考えると前後でのエネルギーが釣り合わないことが分かった。この問題は原子核物理学の危機としてとらえられ、ボーアはエネルギー保存則が原子核ではなりたたないのではないかという説を唱えるほどであった。しかし、一九三一年にパウリは未知の粒子の存在を仮定することで、ベータ崩壊におけるエネルギー保存則を救うことを提唱していた。これを引き継ぎ、フェルミは、一九三四年ベータ崩壊を中性子、陽子、電子、と未知の粒子（いまでいうところのニュートリノ）という四つの粒子がかかわるものとして理論を提唱したのだった[79]。

この時もフェルミの論文は最初イタリアの雑誌に発表されたが、その雑誌は阪大にはなかった。前に、遅い中性子の論文を伏見が東大で借りて読んだことについて述べたが、ベータ崩壊の論文も、伏見が入手し、坂田と湯川に渡した。五月六日の日記に湯川はそれを読んだことを書いている。そして六月二日に菊池研のコロキウムで発表した[80]。彼はその内容に非常に感動したという[81]。フェルミの理論の後、中性子と陽子が電子をやり取りすることによって、両者の間の力を説明できるのではないかと思われた。それはソ連のタムとイワネンコによって計算されたが、結果は原子核の結合を説明するのにはあまりに弱い力にしかならないということだった[82]。

## 湯川理論と仁科

フェルミのベータ崩壊の理論を知った後は、ニュートリノをやり取りする可能性を考え始めたが、それについてもすぐに否定的な研究が現れていた。この時点でようやく湯川は、既知の粒子で説明を試みることはやめることを考え始めた。そして逆の発想をした。核力を説明するのには、どのような粒子でなければならないかを考えたのである。とくにその到達距離が短いことに着目した。その結果は、電子の二百倍の質量を持つ粒子であった。それではなぜ、これが発見されないのか、という問題になる。答えは、この粒子を作るには大きなエネルギーが必要だからで、そのような加速器は当時まだなかったからであった。このことを菊池研究室の談話会で話した。そして、まずは数学物理学会の大阪支部の例会、つぎに一九三四年一一月一七日に、東大で開かれた東京本部の例会で発表した。あまり好評ではなかったが、仁科は湯川を励まし、湯川はそれを日記にも記している[83]。湯川は一一月末までに妻の助けを借りて英語の論文を作成し、翌年数学物理学会の英文誌に発表した[84]。これが中間子を提唱した論文である。

なお、東京での講演の時湯川は講演だけして東京に帰ったわけではなく、一四日に東京に到着してまず理研を訪れ、講演前日の一六日には、朝永・小林とともに手賀沼へピクニックに行っている。この年の数物学会の年会は四月に東京であったが、その時も理研を訪問して仁科の案内で仁科研を見学し、一三章で述べた霧箱などを見た[85]。湯川は後により緊密に仁科研のメンバーと共同研究をし、仁科研のメンバーにもなるが、それ以前から仁科研とは密接に交流していたのである。朝永と違い、湯川は仁科から直接の教えを受ける機会はそれほど多くはなかった。それでも、一九三一年の京都大学における講義に加えて、このときの激励は湯川に強い印象を残し、仁科を師とみなすようになった。一九三五年に大阪で数学物理学会の年会があったとき、理研から来た仁科らのグループを湯川は大阪駅まで見送って礼を尽くした[86]。

後年、湯川がノーベル賞をとった後に一時帰国した際の座談会で、仁科が「よく湯川君の先生といわれるが、そうじゃないというと、ケンソンだといわれる。私は何時の日かこれをはっきりさせたいと思っていた。今日がチャンスだ」と言った。それに対して湯川は

「いや、たしかに私の先生ですよ」と答えた[87]。仁科自身は湯川を弟子だとは思っていなかったが、湯川は仁科を師だと思っていたのである。

日本で湯川の理論が認められるためにも、仁科の理解は重要であった。一九三七年にボーアが日本を訪れたとき、仁科が湯川を紹介し、湯川の中間子理論のことを言うと、君は新粒子が好きか、と湯川に言ったことはよく知られている[88]。ましてや日本国内では、無名の若手の発表した大胆な理論を受け入れる素地はあまりなかった。その中で仁科や朝永、そして湯川のグループ内にいた坂田や武谷が新理論を支持した。彼らが支持したことは次第に効果を表していった。大阪の年会で湯川に初めて会った藤岡由夫は、そのころ岩波の『科学』に新しい論文を紹介する役をしていた。そこで湯川の論文を紹介すべきか、朝永に意見を聞いたところ、朝永が湯川の研究の価値を保証し、藤岡は安心して紹介することができた[89]。こうして、湯川の理論の支持は広まり、さらにそれに基づいた理論的発展のための全国的な研究集団が形成されていった。この後の発展については二〇章で述べるであろう.

湯川理論の展開には、多くの計算のための人手が必要だった。そのために菊池・湯川研のメンバーも増えていった。坂田が着任したころから、武谷三男が時々阪大を訪れるようになっていた。武谷は京大卒業後、無給副手をし、中学校の時間講師や家庭教師をして生活を支えていた[90]。薄暗くなった菊池食堂の黒板でよく湯川、坂田と激しく討論をしているのが見かけられたという[91]。一九三八年には、理研から小林稔が移ってきた。さらに、前出の谷川安孝をはじめ、すでに大学を卒業していた岡山大介や朝鮮出身の斐在黙が加わった。

このようにして、日本の原子物理の研究は全国にいくつもの拠点を持つに至った。その過程は日本で量子力学の研究が始まった状況と似ている。それは決して、仁科研が唯一の起点となって、そこから広まっていったというだけのものではない。一般に、知識の伝播は、一つの点からカスケードのように広まっていくものばかりとは限らず、ある活動に刺激をうけながらも、同時多発的に活動が発生することによって起る。それゆえ、私は知識の伝播を共鳴現象のアナロジーで考えるのである。仁科とは別に、一九三〇年代始めの日本には、すでに原子物理学が発展する芽が日本のあちこちにあった。荒勝、菊池、湯川らは、仁科の直系の弟子ではない。とくに湯川は、留学もせず、当時日本でもっとも重要な理論研究を成し遂げてしまった。日本の物理学における特異点であるかのようだ。しかし、湯川の仕事すらも、湯川個人の孤立した研究だけの成果だったわけではない。湯川の仕事は大阪大学における菊池研や、仁科研から異動した坂田との緊密な接触のもとでなされ、さらには形成されつつあった日本の原子物理研究者集団のなかでなされていた。その意味で、共同的な性格をまったく持っていなかったわけではないのである。そして、湯川の仕事自体が、多くの共同作業を生み出していった。湯川だけでなく、荒勝、菊池に関しても、彼らの活動が発展し、日本に広がり、根を張る過程において、仁科自身や、坂田、

小林といった仁科の弟子たちは大きな役割を果たした。いわば仁科は、決定的な触媒として作用したのである。

---

1 阪谷親子については次を見よ：阪谷芳直『三代の系譜』（みすず書房, 1979）.
2 李恒全「台北帝国大学成立史に関する一考察」『神戸大学発達科学部研究紀要』14(1)（2006）：45-54. なお、荒勝については次を参照: 政池明『荒勝文策と原子核物理学の黎明』（京都大学出版会, 2018）.
3 政池, 前掲注 2, pp. 10-14.
4 京都帝国大学編『京都帝国大学史』（京都帝国大学, 1943）.
5 荒勝文策から仁科芳雄（1931 年 9 月 25 日）**『書簡集 I』** pp. 246-247.
6 木村毅一『アトムのひとりごと』（丸善, 1982）, pp. 167-168.
7 荒勝文作から仁科芳雄（1933 年 9 月 3 日）**『書簡集 I』** pp. 321-322.
8 木村, 前掲注 6, pp. 169.
9 政池, 前掲注 2, pp. 25-27.
10 清水榮・金子努「証言・原子物理学創草期」『現代思想』（1996 年 5 月）：192-212, 特に p. 194; 政池, 前掲注 2, pp. 25-27. 「黒田」というのは黒田秀博と思われる。もしそうだとすれば, 台湾製糖ではなく鹽水港製糖か、大日本製糖であろう.
11 荒勝文策から仁科芳雄（1933 年 9 月 3 日）**『書簡集 I』** pp. 321-323.
12 『日本学術振興会年報第一号 昭和七年十二月至同九年三月』（日本学術振興会, 1935）, p. 19.
13 村岡隆・松本義明「電力用コンデンサの歴史：そのコンパクト化と低ロス化の歩み」『日新電機技報』55 巻 2 号（2010）：43-55.
14 清水・金子, 前掲注 10, p. 194.
15 荒勝文策「原子は人工によりて転変す」『記念講演集 第二輯』（台北帝国大学, 1933）, pp. 37-78, 特に p. 78.
16 荒勝文策から仁科芳雄（1934 年 9 月 10 日）**『書簡集 I』** pp. 349-340.
17 政池, 前掲注 2, pp. 14-25.
18 三谷裕康「大阪大学の道程：大阪大学略史」『大阪大学史紀要』2 号（1982）：13-29, 特に p. 22.
19 静間良次「一科学者の若き日の思い出：兄 坂田昌一の思想形成とその背景」『自然』（1971 年 7 月号）：40-46, 特に p. 43.
20 池辺常刀「理研時代の長岡先生」『自然科学と博物館』31 巻 5/6 号（1964）：77-88.
21 長岡半太郎「総長就業と廃業」『随筆』（改造社, 1936）, pp. 408-455.
22 長岡治男「父半太郎を語る」『自然科学と博物館』30 巻（1963）：18-28.
23 長岡治男「温容なる微笑」谷川安孝編『つきあい：湯川博士還暦記念論文集』（講談社, 1968）, pp. 211-216, 特に p. 212.
24 藤岡由夫「目標に向ってまっすぐに」菊池記念事業会編集委員会編『菊池正士：業績と追想』（菊池記念事業会編集委員会, 1978）, pp. 127-131, 特に p. 128.
25 小田稔『青い星を追って：私の履歴書』（日経サイエンス社, 1990）, p. 19.
26 大阪帝国大学編『大阪帝国大学一覧　昭和八年度』（大阪帝国大学, 1933）, p. 117.
27 渡瀬譲「先生と宇宙線研究を中心に」菊池記念事業会編集委員会編『菊池正士：業績と追想』（菊池記念事業会編集委員会, 1978）, pp. 148-153, 特に p. 148.
28 大阪帝国大学編『大阪帝国大学一覧　昭和九年度』（大阪帝国大学, 1934）, p. 118.
29 長岡, 前掲注 21.
30 谷川安孝「ある時代」谷川編, 前掲注 23, pp. 141–164, 特に p. 143.
31 伏見康治『時代の証言：原子物理学者の昭和史』（同文書院, 1988）, p. 38.

[32] 熊谷寛夫『実験に生きる』(中央公論社, 1974), p. 60.
[33] 伏見, 前掲注 31, pp. 34-35.
[34] 伏見康治「罪深き青春の記」『伏見康治著作集 8 私の研究遍歴』(みすず書房, 1988), pp. 11-35, 特に p. 24-25
[35] 伏見, 前掲注 31, pp. 52-53.
[36] 熊谷, 前掲注 32, pp. 73, 84.
[37] 伏見, 前掲注 31, p. 49.
[38] 熊谷, 前掲注 32, pp. 52-53. 熊谷は住友電工と書いているが, この時点ではまだその前身の住友電線製造所である.
[39] 熊谷, 前掲注 32, pp. 52-53.
[40] 菊池正士から仁科芳雄 (1934 年 3 月 9 日)『**書簡集 I**』pp. 332-333.
[41] Cockcroft, James D., and E. T. S. Walton, "Experiments with High Velocity Positive Ions.(I) Further Developments in the Method of Obtaining High Velocity Positive Ions," *Proceedings of the Royal Society* A 136 (1932): 619-630, 特に p. 627.
[42] 熊谷, 前掲注 32, pp. 54-55.
[43] 熊谷, 前掲注 32, p. 51.
[44] 渡瀬, 前掲注 27, p. 151.
[45] Joliot, Frédéric, and Irène Curie, "Artificial Production of a New Kind of Radio-Element," *Nature* 133 (1934): 201-202.
[46] Cockcroft, James D., G. W. Gilbert, E. T. S. Walton, "Production of Induced Radioactivity by High Velocity Protons," *Nature* 133 (1934): 328.
[47] Fermi, Enrico, "Radioacttività prodotta da bombardamento di neutron," *Il Nuvo Cimento,* 11 (1934): 429-441 〔玉木英彦訳「中性子衝撃による人工放射能」木村一治・玉木英彦編『中性子の発見と研究』(大日本出版株式会社, 1950), pp. 68-87〕.
[48] 伏見, 前掲注 34, p. 30; 伏見, 前掲注 31, p. 70.
[49] Ferm, Enrico, Eduardo Amaldi, Bruno Pontecorvo, Franco Rasetti, and Emilio Segrè, "Azione di sostanze idrogenate sulla radioattività provocata dai neutroni," *La Ricerta Scientifica* 2 (1934): 282〔玉木英彦訳 「中性子による人工放射能に対する水素化合物の作用」木村一治・玉木英彦編『中性子の発見と研究』(大日本出版株式会社, 1950), pp. 88-91)〕.
[50] 伏見, 前掲注 31, pp. 70-75 ; 伏見, 前掲注 34, pp. 30-31.
[51] Kikuchi, Seishi, Shigeo Nakagawa, Hiroo Aoki, and Kōdi Husimi, "A Note on Some Preliminary Experiments with Neutron Produced by the Bombaardment of Deuton with Deuton," *Proceedings of Physico-Mathematical Society of Japan* 17 (1935): 189-193.
[52] 西川正治から仁科芳雄 (1934 年 12 月 3 日)『**書簡集 I**』pp. 362-364 (西川先生記念会編『西川正治先生 : 人と業績』(西川先生記念会, 1982), pp. 57-59 にも収録).
[53] 熊谷, 前掲注 32, p. 55 ; 伏見, 前掲注 34, p. 29.
[54] Kikuchi, Seishi, Kōdi Husimi, Hiroo Aoki, "Excitation of γ-Rays by Neutron IV" *Proceedings of the Physico-Mathematical Society of Japan,* Series 3,18(1936): 188-209.
[55] 広重徹は第二次世界大戦の終了まで日本の宇宙線実験研究は理研仁科研究室に限られていたとしているが, これは明らかに誤りである: 広重徹「日本における核物理学の発展」『科学と歴史』(みすず書房, 1965, 1970) : 207-231, 特に p. 215.
[56] Heisenberg, Werner, "Theoretische Ueberlegungen zur Höhenstrahlung," *Annalen der Physik* 13 (1932): 430-452.
[57] 渡瀬, 前掲注 27, p. 148.
[58] Morgan, J. E., and W. M. Nielsen, "Cosmic-Ray Shower Production and Absorption in Various Materials," *Physical Review* 50 (1936): 882- 889.
[59] Watase, Yuzuru, and Seishi Kikuchi, "An Investigation on the Cosmic Ray Shower,"

*Proceedings of Physico-Mathematical Society of Japan* 18 (1936): 210-224; Watase, Yuzuru, "Cosmic Ray Showers," *Nature* 139 (1937): 671-672; Watase, Yuzuru, "Counter Experiments on the Mechanism of Shower Production," *Proceedings of the Physico-Mathematical Society of Japan*, Series 3, 19 (1937): 749-756.

60 渡瀬, 前掲注 27, p. 152.

61 Kikuchi, Seishi, Yuzuru Watase, Junkichi Itoh, Eiichi Takeda and Seitaro Yamaguchi, "Beta-Ray Spectrum of $^{13}N$," *Proceedings of Physico-Mathematical Society of Japan*, Series 3, 21 (1939): 52-58.

62 内山龍雄「阪大教授湯川博士」谷川編, 前掲注 23, pp. 165-171, 特に p. 170.

63 谷川, 前掲注 30, p. 164.

64 内山, 前掲注 62, p. 169.

65 谷川, 前掲注 30, pp. 148-149.

66 静間, 前掲注 19.

67 武谷三男「素粒子論グループの形成」湯川秀樹・坂田昌一・武谷三男『真理の場に立ちて』毎日新聞社、1951、93-289, 165（湯川秀樹・坂田昌一・武谷三男『素粒子の探求』勁草書房、1965 に再録）。

68 谷川, 前掲注 30, p. 157.

69 内山, 前掲注 62, p. 168；谷川, 前掲注 30, pp. 158-160；伏見, 前掲注 34, p. 28.

70 伏見, 前掲注 34, p. 27；谷川, 前掲注 30, pp. 158-160.

71 坂田昌一「中間子理論研究の回顧」湯川秀樹・坂田昌一・武谷三男『真理の場に立ちて』毎日新聞社、1951、33-92, 66（湯川秀樹・坂田昌一・武谷三男『素粒子の探求』勁草書房、1965 に再録）.

72 熊谷, 前掲注 32, pp. 62-63.

73 菊池正士「湯川さんの災難」谷川編, 前掲注 23, pp. 63-65, 特に p. 64. 菊池はこの時期を「昭和十五、六年の頃」「メソンの出るより少し前」と矛盾したことを書いている. なお、当時助手だった奥田は、一九三六年六月の日食の時のことだったと書いている. パラフィンを溶かすために火にかけたまま, 屋上へ日食を見にいってしまったところ引火し, 湯川と坂田が消火のため水をかけてやけどしたというのである: 奥田毅『私の物理年代記』（内田老鶴圃, 2001）, p. 60.

74 仁科芳雄から坂田昌一（1936 年 7 月 8 日）**『書簡集補巻』** p. 88.

75 湯川秀樹「W. Heisenberg: *Über den Bau der Atomkerne.*」『日本数学物理学会誌』7 巻（1933）：195-205.

76 小沼道二「Heisenberg の原子核構造理論の日本数学物理学会誌への詳細な紹介と 1933 年の学会講演「核内電子の問題に対する一考察」」（2011 年）<https://www2.yukawa.kyoto-u.ac.jp/~yhal.oj/index_files/HeisenbergNuclearStructure.pdf>.

77 湯川秀樹「核内電子の問題に対する一考察」『日本数学物理学会誌』7 巻（1933）：131.

78 湯川秀樹『旅人』（朝日新聞社, 1958）, pp. 270-271.

79 Fermi, Enrico, "Tentativo di una teoria dellémisssione dei raggi 'beta,' *La Ricerca Scientifica* 4 (1933): 491-495; Fermi, Enrico "Tentativo di una Teoria Dei Raggi ß," *Il Nuovo Cimento* 11 (1934): 1-19; Fermi, Enrico "Versuch einer Theorie der ß-Strahlen. I," *Zeitschrift für Physik*, 88 (1934): 161-177.

80 小沼通二編『湯川秀樹日記：昭和九年：中間子への道』（朝日新聞社, 2007）, pp. 84-86, 93

81 坂田, 前掲注 71, p. 55.

82 Tamm, Igor, "Exchange Forces between Neutrons and Protons, and Fermi's Theory," *Nature* 133 (1934): 981; Iwanenko, Dimitri, "Interaction of Neutrons and Protons," *Nature* 133 (1934): 981-982.

83 湯川, 前掲注 78, pp. 280-281; 小沼編, 前掲注 80, p. 158.

[84] Yukawa, Hideki, "On the Interaction of Elementary Particles I," *Proceedings of the Physco-Mathematical Society in Japan,* Series 3, 17 (1935): 48-57.
[85] 小沼編, 前掲注 80, pp. 68, 156-157.
[86] 藤岡由夫「湯川さんに初めて会った頃の話し」谷川編, 前掲注 23, pp. 71-73, 特に p. 71.
[87] 「湯川博士を囲んで・上」『朝日新聞』(東京朝刊, 1950年8月13日), p. 1.
[88] 田村松平、朝永振一郎、湯川秀樹、井上健「座談 日本における素粒子論の黎明」『朝永振一郎著作集 10 量子電気力学の発展』(新装版, みすず書房, 2001), pp. 112-133, 特に p. 131.
[89] 藤岡, 前掲注 86, p. 71.
[90] 武谷, 前掲注 67, p. 134.
[91] 谷川, 前掲注 30, p. 152.

# 第一五章　量子力学の哲学と戦前日本の知識人たち

量子力学が誕生するときの苦難の一つは、その物理的意味の解明であった。そして、それこそがまさにボーアやハイゼンベルクら、コペンハーゲンの物理学者たちが中心的な役割を果たした事柄であった。その後も、量子力学は多くの概念的な困難を抱えてきた。物理理論として、その困難は具体的な問題を生じないにも関わらず、それが提示する世界観はあまりにも非直感的であり続けた。その点で、量子力学の概念的基礎の問題は多くの哲学的議論を引き起こした。

その議論に深くコミットし、ボーアの相補性の議論と発表にも関与した仁科がそれに関心を持たないはずがなかった。仁科以前に、量子力学の解釈に対する関心が日本になかったわけではない。前に触れた坂井卓三の量子力学の教科書は、一九三〇年に書かれたもので、世界的にも初期の教科書であるが、量子力学の物理的意味についての議論に多くの紙数を割き、ハイゼンベルクの不確定性関係や、ボーアの相補性の考えをすでに紹介していた。そのような紹介は、物理学の教科書や、講義といった物理学の学生・研究者を対象にした媒体にとどまっていなかった。量子力学を一般向けに解説する際に、その概念的な説明が入らないはずもなかった。さらに、量子力学の基礎の問題は物理学者でない者たちの関心を引く程度には深刻であり、重大であった。そして、何よりも、この時期の日本には、そのような問題について書き、論じる媒体が急速に成長していた。

序論に述べたように、過去の学者の書いたもの、とくに出版された書籍や論説を読み、そこから彼らの「思想」をたどるという学問は、私にとっては過去のものである。その思想の対象が量子力学であっても同じことだ。実のところ、日本の知識人による量子力学の哲学をめぐる主張は、それ自体として価値があるかどうかは疑問である。ここで行いたいのは、彼らの思想自体を改めて掘り起こすことではない。それよりも彼らが量子力学の哲学について考え、それについての言説を発表したという行為を浮かび上がらせ、その動機や帰結を当時の文脈のなかで理解することである。このように量子力学の哲学という話題が、様々な分野の知識人の言論行為が交わる場所となったことに注目し、その中に仁科がどのように位置づけられるか、ということがこの章の主題である[1]。

## 量子力学の哲学をめぐる五つのグループ

日本で一九二〇年代から三〇年代にかけて、量子力学の基礎についての問題を論じた人たちは、およそ次の五つのグループに分けることができる。第一のグループは、物理学の研究者たちである。彼らにとって、量子力学の哲学そのものに興味があったというよりは、その物理的理解のために、概念的な問題の議論が必要であった。仁科のように、そのような問題が盛んに論じられた時期をヨーロッパで過ごした者にとっては、明らかに無視できる問題ではなかった。他方で、初期の量子力学の導入者にとっても、 その概念的な理解から入るということがありえた。そのことはしばしば、教育的な目的を持つもので、

教科書的な記述が、不確定性関係や、相補性のような考えを通時的に扱うことがあった。第二のグループは、物理学の研究者のうち、特殊な、ごく小さなグループである。彼等は、寺田寅彦の伝統を引き、物理学の材料を用いて、随筆を書くことを良くした。いわば、文人科学者とでもいうべき人達である。彼等にとっては、とくに相補性の問題は科学随筆の良い材料となった。第三のグループは科学ジャーナリストのグループである。物理学者と若干重なる者もいるが、必ずしも職業的に物理学をするものではなかった。彼らは、物理学の発展をタイムリーに、広い読者に向けて伝えることを生業とした。その中には、石原純のようにかつて物理学の研究者だった者もいたし、竹内時男のように、物理学の教授職についていたものもいた。量子力学の哲学的な基礎の問題は、とくに一九三五年前後には、時事的な話題となる要素があったのである。第四と第五のグループは、一九二〇年代から一九三〇年代に、哲学思想分野、とくに科学の哲学で活躍し、大きな影響力を持った二つのグループである。彼等の関心は、物理学の研究ではなく、哲学・思想的な含意であり、かならずしも時事的な話題にのみ反応するのではなかった。一つは、京都学派の哲学者たちである。とくに科学哲学において中心的な役割を果たしたのは田邊元であった。後年には、西田幾多郎も量子力学には強い関心を示すようになった。もう一つは、マルクス主義の思想家達である。彼らは哲学上の立場としては、京都学派の哲学者たちと対立し、量子力学をめぐる問題に関しても積極的に発言した。

これらの五つのグループは、必ずしもはっきりと分けられるものではなく、一人の人物が、複数のグループの性質を持つこともあった。その意味で、これは量子力学の哲学に関わった日本の知識人の分類法を述べたものではない。むしろ、そのような問題を論じるのに、どのような視点や、立場があったかを述べるものである。とりわけ強調すべきなのは、日本の知識人が量子力学の哲学的含意に対してとった反応は決して一様ではなかったことだ。それぞれの基盤とする知識や、概念枠組み、さらに職業によって、多様な反応をした。そして、その概念枠組みは、決して純日本的なものではなく、当時移入されたヨーロッパの哲学や思想からなりたっていた。ただし、移入ということは、それ自体、選択的であり、それが独特の日本的知的基盤を作っていた。

## 量子力学の哲学が論じられた場所

量子力学、より一般に自然科学について上記のような人たちが論じる場所は、学校における授業、講演会、著書、教科書があったが、この時期に重要性を増したのは、科学雑誌や、科学関係の記事を載せる様々な雑誌の誕生であった。もともと日本には一八八一年に創刊された『東洋学芸雑誌』が全分野を網羅する科学雑誌としてあり、さらに一九〇四年に『理学界』が創刊されていた。どちらも、研究者向けの総合学術雑誌であり、とくに『東洋学芸雑誌』は、イギリスの『ネイチャー』、ドイツの『ナトゥーアヴィッセンシャフテン』に相応するものであった。それが一九一〇年以降になると、『現代の科学』（一九一二年）、『科学と文芸』（一九一四年）、『理科教育』（一九一七年）、『子供と科

学』（一九一七年）、『少年科学』（一九一七年）、『科学画報』（一九一九年）、『科学雑誌』（一九二〇年）、『科学知識』（一九二一年）、『子供の科学』（一九二四年）、『自然科学』（一九二六年）、『物理科学の進歩』（一九二六年）、『科学』（一九三一年）、『総合科学』（一九三五年）、『科学ペン』（一九三六年）というように、子供向け、一般向けを含む様々な科学雑誌が登場した[2]。さらに、『哲学研究』（一九一七年）、『改造』（一九一八年）、『我等』（一九一八年）、『思想』（一九二一年）、『唯物論研究』（一九三三年）、『世界文化』（一九三五年）、『知性』（一九三八年）等の思想誌や一般雑誌もまた自然科学を話題とする記事を掲載し、量子力学に関連する記事が発表された。

科学雑誌の増加は、科学者や、その他、科学について文章を書く知識人に執筆機会を与え、いくつかの異なるジャンルの成長を促した。一つは、もちろん、科学ジャーナリズムであり、科学上の新しい発展を伝える種類の文章である。それに加えて、科学についての哲学的な文章や、科学史的な文章や、科学者の伝記なども書かれていった。さらに、科学者によるエッセイ・随筆が書かれるようになった。

一九二〇年代の終わりから一九三〇年代の初めにかけて、量子力学の哲学的問題、概念的基礎の問題についてまず論じ始めたのは、科学ジャーナリストと物理学の研究者、特に若い研究者たちであった。そして、とくに量子力学に関して最初に関心を引き付けたのは因果律の問題であった。

科学ジャーナリストとして量子力学の基礎についての記事を最も早く書いた一人は石原純である。彼は当時、日本における物理学分野の一般向けの文章を書いた人物として最も大きな存在であった。オリジナルな研究をする能力をもった理論物理学者であったが、仁科が留学中に恋愛事件によって東北帝国大学を辞職していたことは前に触れた。アインシュタインが来日したときは、中心的な役割を果たし、相対性理論の解説者として活躍した。量子論に関する記事も多く書いていた。一九一〇年代半ばごろから、田邊元や、桑木彧雄とのやり取りを通して、物理学をめぐる思想的・哲学的問題にも関心を持つようになっていた[3]。

量子力学の基礎的な問題に関して石原が関心を払ったのもやはり因果律の問題であった。もともと石原は、量子力学以前から因果律の問題に関心をもっており、一九二五年に出版された『科学の根本問題』も、「物質現象に於ける因果則」という章で始めている[4]。一九二七年には一般向けの雑誌である『太陽』に「量子論の本質」という記事を書き、前期量子論と、ハイゼンベルク、シュレーディンガーの新しい量子論を紹介したうえで、量子論においては古典的な意味での因果律が成り立たない可能性を指摘していた[5]。

石原以外の物理学者では、栗原嘉名芽が一九二七年に「最近の物理学と因果律」という記事を書いた。彼は、一九二三年に東大物理学科を卒業したばかりの若い物理学者である。音響学を専門とし、東京高等商船教授となった[6]。その記事で栗原はハイゼンベルクやヨルダンの量子力学における非因果性の考えを紹介した。そして、彼自身は本質的な非決

定性は科学的要請として不満足であり、自分は悪案でプランクに倣って自然の郷法則性を信じるものであると述べ、「合法性と偶然性の融合」こそが今後解かれるべき問題であるとした[7]。栗原が依拠しているヨルダンの文章は同じ年に岡邦雄や、竹内時男が翻訳している[8]。翌年に、栗原とは同期で、東京帝大助教授になっていた落合麒一郎が「新原子力学」という記事を書いて、ボルンの確率解釈やハイゼンベルクの不確定性関係を紹介した。電子の位置は確率的にしか答えられないが、それは不確定性関係によるとして、それでは因果律はどうなるかというと、一つの電子についてはなりたたないが、多数の電子の平均を考えれば、「予断を許される」。そして、われわれの観測するものはただ一つの電子ではなくて、多くのものの統計的現象であるので、その意味で因果律は成り立つとした[9]。この両者の反応は、量子力学において、因果律が喪失されることについてのものであり、それに対して、何らかの形で因果律を保持しようと論じるものであった。

## 仁科芳雄と量子力学の基礎

量子力学の基礎について日本で早くから論じた物理学者としては、仁科芳雄自身がそのもっとも重要な例である。一九章で述べたように、彼はコモの会議に出席し、その後の相補性論文の翻訳にかかわっていたため、量子力学の基礎の問題には通じており、関心も深かった。一九二七年の冬にパウリのセミナーに参加したことを述べたが、その一一月二七日付のノートに、因果性と時空間的記述は相補的である（「Kauzalität ト Raumzeitbeschreibung トハ Komplentarisch 也）」とある。また、翌一九二八年一月二八日付の長岡半太郎宛の書簡で、ボーアの相補性の議論を「極めて深みのあるもの」と書いていることは前に述べた[10]。

仁科は、帰国後直後に、何度かボーアの相補性について語っている。帰国早々の一九二九年三月一四日に電気学会の第五回中野初子記念講演会において行った「量子論と因果律に就て」という講演については、すでに一〇章で触れた。この講演は東京帝大の電気工学の教授であった中野初子の記念奨学資金を用いて、電気工学の基礎である科学についての半通俗的講演を毎年開くというものである。第一回は一九二二年に開催され、長岡半太郎が「相対性原理の梗概」と題して行っていた[11]。この講演で仁科が依拠しているのは、ボーアの論文、「量子要請と原子論の最近の発展」である[12]。これはまさに仁科が翻訳に関与した論文であり、当然、その内容についてよく知っていた。この講演は、電気学会の会員、すなわち主に電気工学者を対象にしたものであり、当然ながら、聴衆は最近の物理学の発展に通じていなかった。講演を依頼した渋澤元治は、よく解るように話をせよと仁科に頼み、仁科は極力かみ砕いて話した。仁科の講演は、量子論の初期から初めて、光と物質の波動粒子の二重性が実験的に示されるまでの歴史的経緯を述べたうえで、それがボーアの相補性の考えで理解されることを、上記の論文に即して述べたものである。粒子性と、波動性という一見矛盾して見えるものは、一方が表れているときには、他方が姿を隠し、「此の両方が相補して、完全な一つの体系を形成」するものであると相補性の考えを

説明した。ただし「相補性」という言葉は用いていない（そもそも complementarity の訳語として、相補性と言う言葉はまだ使われていなかった）。その説明にあたって、波束（「波動堆」と書いているが）から、ハイゼンベルクの不確定性関係に相当するものを導出し、ガンマ線顕微鏡の思考実験などを紹介した[13]。

翌年に仁科が理科教育学会の一三周年記念講演を行い、その内容が一九三一年に『理科教育』誌に出版されている。これは「光と物質の相似と相異」と題するもので、それらについて説明しつつ、波動・粒子二重性に関して、相補性の概念を適用している。すなわち、波動性と粒子性は、一つの実験に於いて同時に現れるのではなく、「或る事情の下には波動性のみを表はし他の問題に於いては粒子性のみを示すもので、従って此両性を有する事は何等の矛盾でなく、此両者が合して是等のものの本性を構成する」とし、これを「半面表示性」と言っている。これがこの時点で仁科が相補性にあてた訳語であろう[14]。

なお、コモの会議には、仁科のほかにもう一人日本人が出席していた。桑木彧雄である。日本で最初に相対論を紹介し、後に科学史に転向する彼は、物理学をめぐる哲学的問題に深い関心を持っていた。量子力学についても、波動力学を紹介する記事を書いている[15]。しかし、少なくともこの時点ではボーアの議論にはあまり関心を示していない。一年後に、このときの訪欧記を書き、コモの会議については量子力学が主要な話題で、ボーアの講演があって、それが『ナトゥーアヴィッセンシャフテン』誌に発表されたことに触れているが、内容には踏み込んでいない[16]。一九三三年になって、桑木は『唯物論研究』に「量子論の発達」と題する記事を書き、不確定性関係を紹介して、「因果律が覆された」としている。また、行列力学の不連続性と波動力学の連続性について、「ボーアはこれは盾の両面の如く、相補ふもので、矛盾するものでないと説」いたと相補性を説明している。ただし、不確定性関係を「生物学や、自由意志の問題に関連させて論ずるものも多いが、或る人は、量子論は建築中であるからその建築場へ「無用の者入るべからざらず」特に哲学者の入り込むのは禁物であるなどと云ってゐる」とも書いており、量子力学の議論をこの段階で哲学的な議論に結び付けることには、消極的であった[17]。このように、桑木は量子力学についてはあまり多くを語っていない。

## 坂井卓三の講義と教科書

量子力学の基礎についての関心は、一つには教育上の理由があった。量子力学の教授法には様々な方法があり得たし、現在でもいくつかのスタイルがあるが、その一つは概念的な理解のために、量子力学の基礎についての議論を正面から取り扱うというものであった。この時期の日本では、前に言及した坂井卓三のものがその典型である。彼は一九二八年に長岡半太郎が東京帝大を退官してから、助教授として量子論を担当していた。すでに触れたように、彼は量子力学を専門としていたわけではなく、電磁気、熱力学、流体力学等の数理物理学が専門であったが、量子論の授業を担当し、講義をすると同時に教科書的な書籍や、量子力学についての雑誌記事を比較的早く書いた。坂井の最初の教科書、「量

子論」は一九三〇年一二月に、岩波講座「物理学及び化学」の一冊として出された。二〇〇頁足らずの短いものであるが、当時の量子力学の最新の研究や、教科書に依拠している。言及された教科書の中には、ゾンマーフェルトの『原子構造とスペクトル線』の『波動力学的補遺』や、ヘルマン・ワイルの難解な『群論と量子力学』をはじめ、同じ年に出版されたディラックの『量子力学』教科書やハイゼンベルクの『量子論の物理的基礎』も含まれる。ただし、この本は教科書よりも、前期量子論から量子力学までの原論文によるところが大きく、おおよそ歴史的変遷をたどっており、前半は前期量子論、後半は量子力学以降となっている。後半も、ほぼ歴史的推移をたどって、行列力学（この本ではハイゼンベルクらの言い方に従って、「量子力学」と書かれている）から始まって、初期の変換理論、行列要素の確率的意味づけ、波動力学、波動関数の物理的意味といった内容になっている。その最後の節が「ハイゼンベルクの不決定関係式とボーアの補足関係」と題されている。この「補足関係」が、坂井による相補性の訳語である。そこでボーアの述べていることとして、次のように書いている。量子論において電子の位置を測定しようとすると、観測装置と観測対象との相互作用が対象に匹敵するほどの大きさになるために、観測する方法の影響を無視できない。「換言すれば、体系を時間―空間的に定義しようとするならば、そこに必ず任意性が入って来る。例えば電子の位置と運動量との決定は［不確定性関係］の範囲内に於てのみ決まる故に、体系の状態は観測の方法によって常に同一には決まって来ない。従って昔の意味に於けるが如き因果的関係は時間―空間的記述に於ては成立しない。若し因果的関係を成立させようとするならば、体系は外部から何の作用も受けない閉じた体系とする他は無いのであるが、この様な体系については我々は観測によって何事も知る事がない」として、これを「時間―空間的記述と因果的記述の補足関係」としている。他方で、また「ボーアによれば、波動的性質と粒子的性質とは同一の自然現象を記述する二つの様式なのであって、互いに矛盾するものでは無く補足関係にあるものなので」とも書く[18]。また、坂井は一九三五年に『量子力学序論』という教科書を出版し、そこでも不確定性関係や相補性、因果律や決定論についてかなりの頁数を割いて議論している[19]。

量子力学の基礎に関する哲学的問題を含む教科書は坂井によるものに限ったことではない。ほかには一九三三年に出版された早川康弌の『初等量子力学』や、岩波講座数学の『量子論』を挙げることができる。早川の教科書は、全七章のうち第五章が「量子力学と哲学」となっており、不確定性関係について詳しい議論をして、哲学的意義を論じた。そして、不確定性関係は観測不能の問題ではなく、物質や現象の本質に関する問題で、電子の位置や運動量の値といった量が厳密な意味を持たないことを示すという立場を表明している[20]。岩波講座数学の「量子論」は、全三章のうち第三章が「量子力学ノ基礎」であり、そこで不確定性関係と因果性の問題についての議論や、ボーアの相補性の考えが書かれている[21]。

このように、この時期、仁科や坂井は、それぞれ当時の物理学の発展を追う過程で、原典に即して、不確定性関係や相補性について理解し、それらについて書き、話していた。しかし、彼らが相補性や関連する量子力学の基礎について言及したにしても、その影響は物理学者に対してはほとんどなかったと思われる。仁科の弟子たちは、この時期には量子力学そのものを習得し、物理学の研究をするのに忙しく、哲学的な問題には関心をはらうどころではなかった。一九三四年ごろに、一度仁科がボーアとローゼンフェルトの測定の理論についてコロキアムで三回続けて話すことがあった。その準備のために、仁科は朝永振一郎や玉木英彦と一緒に、ボーアとローゼンフェルトの論文を読んだ[22]。この論文は、一九三四年一月二六日付の書簡とともにボーアが仁科に送ったものである[23]。仁科は八月二日になってボーアの秘書のベティ・シュルツに、もう二部これを自分に送るように書店に手配してほしいと依頼している[24]。おそらく仁科は翌年に予定されていたボーア来日の準備としてこれを読もうとし、朝永と玉木のために追加分を依頼したのだろう。しかし、朝永や玉木にとって、これはひどく退屈な経験だった。一緒に読んだといっても、仁科はただドイツ語のテキストを読み上げるだけであった。玉木は居眠りばかりして、「ツーシュタント」（状態）というドイツ語の発音が「チュースタンド」と聞こえた。朝永も眠くて本の行が二重に見えるようになり、便所に行っている間だけが気が休まる時だったと言うほどだった[25]。なお、同じ文献を湯川秀樹が中間子理論を発表する直前に読んでいることが日記からわかる。日記から見る限り、湯川は朝永らよりはるかに熱心に取り組んだようである[26]。

また、坂井も東大における講義に関しては、どれだけ不確定性関係や、相補性について話していたのかは、疑問である。一九三八年ごろにとられた水野善右衛門による坂井の講義のノートが残っているが、これにはそれらの事項が含まれておらず、少なくともこの時点では坂井は不確定性関係や相補性については議論していなかったとわかる。

## 量子力学と科学随筆

量子力学の基礎についてのもう一つの媒体となったのは、科学的随筆の分野である。科学者による随筆は、科学雑誌が増加する以前からあった。もともと、石原純のように、科学者であると同時に文学に深くかかわる例は少なくなかった。代表的な例が寺田寅彦である。寺田に代表される文人科学者というべき存在は、科学を題材にした文学的な文章を書くことがあった。そのような随筆は、科学の内容を伝えることを主眼とした科学記事とは一線を画するものである。

例えば、寺田は一九二二年一二月、ちょうどアインシュタインが来日していたころの『改造』に、「相対性原理側面観」という随筆を書いている。ここで寺田が書いているのは相対論の一般向け解説ではない。それよりも、相対論を理解するのはどういうことかということであった。そして寺田は、科学知識の価値を評価するためには、科学知識をもつだけでは不十分であると主張する。ちょうど、外国に行って初めて自分の母国を本当に知

ることができるように、科学もまた、科学でないもの、とくに形而上学や認識論との関係において批判的に評価することで、はじめて本当に理解することができるというのであった。そこから寺田はニュートン自身がニュートン力学を理解していなかったというパラドックスを引き出す。なぜなら、ニュートンの法則は、アインシュタインの相対論が現れて初めて理解できるということになるからだ。同じようにして、アインシュタインもまた、相対論を理解できないということになる。他方で、物理学の理論としての相対論は、理解するのは難しい。だが、音楽の素人でもベートーベンの音楽を楽しむことができるように、誰にでも相対論を味わうことは可能であり、そしてそうすることは決して悪いことではない、と寺田はいう[27]。このように、寺田にとっては、科学に対して審美的な態度を持ち込み、その観点から科学を論じることは自然なことであった。

寺田は量子論やボーアの思想も随筆の題材にしていた。一九二九年一月に『改造』に書いた「化物の進化」がその例である。寺田は「化物」は、人間文化の進歩の中で発明・創作された作品の中で最もすぐれた傑作であり、「人間と自然の接触から生まれた正嫡子」であると讃える。ここでいう化け物とは、自然界の不可解な現象を説明するのに考えだされた化け物、例えば雷様や鎌鼬のことだ。寺田によれば、化物は科学、宗教、芸術の三つの世界にかかわるという。そして、化物による自然現象の説明も、自然科学による自然現象の説明も、同じことだというのだ。雷電現象を説明するのに雷様という化物をもってするのも、空中電気をもってするのも同じことで、化物の名前が変わっただけにすぎない。空中電気による説明でも、未知の神秘なるものが依然として残り続ける。それはやがて別の化物にとって代わられ、永久に連鎖し続ける。化物を見た者がないように、原子・電子を見た者はないではないか。だから、もし昔の化物が実在でないなら、今の電子や原子も実在ではなくて結局一種の化物である。このように科学の進歩によって、化物が解消されるわけではなく、深化される。このように科学の進歩とは、化物の進化だというわけだ[28]。

そしてこの随筆の最後でボーアに言及する。ボーアが物理学の根本に横たわるある矛盾を論じて、「この矛盾を解きうるまでにわれわれ人間の頭はまだ進んでいないだろう」という意味の事を言ったという。寺田は、これが彼の「化物」の存在を許す言葉ではないかと考える[29]。

寺田が聞いたボーアの言葉は、具体的に何を指しているのか不明である。しかし、量子論における根源的な矛盾を指しているのであれば、相補性か、それに関する考えを聞いたものであろう。このように、文人科学者にとっては、量子力学の根源的な問題は随筆の題材になりえた。とくにボーアの考えは、寺田にとっては、随筆を書くための神秘的な世界を可能にするものでさえありえたのである。

## 因果律と科学ジャーナリズム

一九三〇年代に入ると、量子力学をめぐる因果律の問題はさらに関心を集めた。そして、これに関する外国の論者の記事が翻訳ないし抄訳されて、発表された。そのなかには、A・エディントン（Arthur Eddington）やP・ヨルダン（Pascual Jordan）などが含まれる[30]。エディントンは一般相対論を検証する水星の近日点移動の観測で有名な天文学者であるが、現代物理学についての一般向けの著作を多く書き、かなり癖の強い解釈を加えた[31]。もともと、決定論には好意的ではなかったが、量子力学によって「決定論は理論物理学から衰萎してしまった」とし、新しい物理学における「不決定論」の説明にハイゼンベルクの不確定性関係を援用する。さらに物理的不決定論から、「心的不決定論」を論じ、新しい物理学は、心的現象の不決定性に扉を開くものだとするが、同時に、原子レベルでの不定性は小さいので、人間の運動にはほとんど影響がないはずだともする[32]。彼の「量子力学と生物学及び心理学の根本問題」は、エディントンの考えをさらに進めて、有機体の本質を、原子レベルでの量子力学的揺らぎを増幅するものだとし、それによって生命現象の非決定性と、さらに心的現象の非決定性、すなわち自由意志を説明しようとした[33]。

一九三一年に岩波書店の『科学』が創刊され、石原が編集長になった。その後、『科学』は自然科学の総合雑誌として、非常に大きな影響力を持つことになる。当然ながら、量子力学や原子物理学も重要な話題だった。石原は自ら、「不確定性原理について」という記事を書き、ハイゼンベルクの不確定性関係と、ボーアの相補性について論じた。電子の波動性と粒子性は「矛盾するものではなくて、寧ろ互いに補足する所のものである」と書いて相補性の考えを紹介している。ただし、ただちに不確定性関係の話に移り、「それが因果律の放棄を強要するものとして今日喧しく議論されてゐる」と述べている。そして「従来の意味に於ける因果律」は成立しないが、日常経験における物理法則に関しては、それに外れる確率が小さいので、因果律を救うことがむしろ当然であるとした[34]。また、上記のエディントンの「決定論の凋落」やヨルダンの量子力学と生物学及び心理学の根本問題」は、石原が編集長である『科学』に抄訳が掲載された。訳者が明記されていないが、石原が翻訳したのではないかと思われる。

石原と同様の見解は、一九三四年の菅井準一の「因果律に関する諸問題」にも見ることができる。彼は量子力学における不確定性関係などについて述べて、「原理的な力学的因果律の否定」を認めながらも、日常世界において成り立つ「旧時物理学」の因果律も、「不確定性原理」の特別な場合として包含されているとして、対立した二つの法則が統一されているとした[35]。このような見解は一九三二年の保田栄の「因果律に関する一考察」にも見ることができる[36]。石原をはじめとするこれらの見解は、相対論の理解の仕方を量子論にも当てはめたものであるといえるだろう。相対論で言われていることは日常の経験とは反するが、日常の経験においてなりたつニュートン力学は、光速よりもずっと速度が小さい領域でなりたつものとして相対論に包含される。これと同じように、日常経験と量

子論が反するように思われるのも、日常経験で成り立つ法則が、プランク定数よりもずっと大きなスケールで成り立つ近似として量子論に包含されるというわけである。

石原とならんでこの時期多産だった科学ジャーナリストは竹内時男である。彼についてはすでに前に触れた。一九一八年に東京帝国大学実験物理学科を卒業し、東京高等工業学校の教授となっていた。彼は相対論、量子論、量子力学に関する多くの記事、翻訳、著書を書き、新しい話題をいち早く日本に紹介した。他方で、彼自身の研究にみるべきものはない。その意味で、高等教育機関に職を持ちながらも、研究者としてよりは、科学ジャーナリストとして活躍したと言ってよいであろう。石原と違って、竹内の記事や著書は内容を消化しているとは言えず、しばしば外国の記事の翻案であった。そして、ややセンセーショナルに脚色する傾向があった。一九三二年に、「嵐の中なる新物理学」という記事を書き、ハイゼンベルク、プランク、ボーア、シュレーディンガーらの考えと思われるものを、出典を示さずに継ぎ合わせて書いている。「ハイゼンベルクは位置の不確定度と運動量の不確定度との積はhの格位に在るとした。でこの両種の不確定度は或意味に於て補輒的である」と不確定性関係と相補性を紹介し、プランクの言葉を引きつつ「前世紀に於ては、物理学は、自然科学の中でも最も成熟したものであったが、今日は、嵐と動乱の時期に入った」と書いている[37]。翌年にはさらに、「自然科学の非常時」という文章を書き、「物理学が思想的変転」を迎えていることを論じている。その理由の最大のものは厳格なる因果律が否定されたことであるという。ハイゼンベルクの「不確定性原理」をガンマ線顕微鏡の思考実験から紹介し、ミクロな非因果性が有機体によってマクロに拡大されて自由意志が可能になるとした。これはヨルダンの議論であるが、ヨルダンの名前を挙げていない[38]。

## 量子力学と日本の哲学者たち

このように、一九三〇年代の初めごろまでは、勃興した科学ジャーナリズムを通して、量子力学の基礎に関する問題は、まず主に因果律の不成立の問題が注目され、ハイゼンベルク不確定性関係が取り上げられた。しかし、一九三三年ごろから哲学者たちによるボーアの議論への関心から、物理学における主観と客観の問題も焦点となっていった。

当時、日本の哲学者たちが量子力学の提示する哲学的な問題に関心を持ったのは自然であった。この時期、日本の哲学界には二つの対立する大きなグループがあった。一つは京都学派の哲学者たちであり、もう一つはマルクス主義思想家たちであった。

京都学派の哲学といっても、学問的にも、政治的にも多様であるが、その中心は京都帝国大学の西田幾多郎と田邊元であった。マルクス主義者と比べれば、彼らは観念論、あるいはそれに近いとみなされ、政治的にも右寄り、伝統主義的であることが多かった。それはとくに、一九四〇年代に顕著になっていく。西田や田邊が扱った主題は多岐にわたるが、彼らは科学哲学に大きな関心を抱き、特に田邊は相対論や量子論についても積極的に哲学の題材にしていた。その中でも一九一五年に出版された『最近の自然科学』は、相対

論、量子論を含む、新しい自然科学の発展を紹介しながら、その哲学的議論をするもので、自然科学の一般書の役割を果たし、極めて広く読まれていた[39]。

一九三〇年代にはマルクス主義は日本の科学論・科学哲学に強い影響力を持っていた。エンゲルスの『自然弁証法』とレーニンの『唯物論と経験批判論』が一九三〇年前後に翻訳されていた[40]。坂田昌一も、学生のころから『自然弁証法』を愛読し、その訳者の加藤正の家が近くにあって、よく行っていたという[41]。科学史においても、一九三一年にロンドンで開かれた国際科学史学会におけるソ連からの研究者の発表をまとめた論集が翌年には翻訳された。『岐路に立つ自然科学』と題されたこの論集は、B・ヘッセン（Boris Hessen）によるニュートン力学の社会的起源についての論考を含んでいた。この論考は、科学史における社会的分析の嚆矢として有名であり、唯物史観の科学論への適用として理解された[42]。科学論の分野においては、戸坂潤が一九二九年に『科学方法論』、一九三五年に『科学論』を表し、とくに後者は極めて広く読まれていた。戸坂はもともと京都大学で田邊らに学んだが、京都学派とは鋭く対立する立場になった。岡邦雄は桑木彧雄の弟子であるが、マルクス主義に傾倒し、物理学を中心として多くの科学史的著作を著した。戸坂や岡が中心となって一九三二年に作った唯物論研究会はマルクス主義者のみならず、石原純や、寺田寅彦なども参加し、その機関紙『唯物論研究』は当時の科学論に関する議論の重要な媒体となった。そこで集積された知見はや議論は膨大であり、ここに参集した論者たちは、日本における科学史科学論の淵源の一つであったといる。唯物論研究会は関東の学者が中心であったが、関西では美学者の中井正一が中心となって、『世界文化』という雑誌を刊行、武谷三男らが自然科学に関する論考を寄稿した。

## 田邊元の『新物理学と自然弁証法』

量子力学をめぐるマルクス主義哲学者と京都学派哲学者の論争は、一九三三年の田邊の文章、『新物理学と自然弁証法』で始まった。そこで田邊は、相対論と量子力学という新しい物理理論が、マルクス主義者の唱える自然弁証法を真っ向から批判したのであった。そして、その議論にボーアの考えを用いたのである。田邊はハイゼンベルクの不確定性関係（「不定性原理」と彼は呼んだ）に言及しながら、それを単に因果律の否定を意味するだけのものではなく、現象と観測手段、さらに客観と主観の区別の困難を明らかにするものだという。そして、それを示すものとしてハイゼンベルクのガンマ線顕微鏡の思考実験に言及し、さらに、ボーアが一九二九年の『ナトゥーアヴィッセンシャフテン』に発表した「作用量子と自然記述」という論考に基づき、ボーアが述べた盲人の杖の喩えを紹介する[43]。盲人にとって、杖はふつうに触れている限り、客観である。しかし、盲人が杖で他のものを探るとき、それは観測手段として、主観に属することになる。そこで田邊は「新量子論の革命的意義」を、「物理学的存在に於ける主観客観の交錯を、微視的なる電子の非連続的量子現象に就いて確認したこと」であるとする。これをボーアに倣って「反対的交互性」と呼ぶ[44]。さらに田邊はこれを弁証法的に解釈し、自己に属する主観と、それの

反対者である物理的存在なる客観との間の総合というヘーゲルの意味での弁証法的な構造としてとらえた。しかし、この弁証法は、エンゲルスによる自然弁証法で言われているような物質的自然自体の弁証法ではなく、物質的自然と精神的意識両者の間の弁証法である。田邊はこれを自然弁証法と区別して、「自然の弁証法」と呼び、新しい物理学が示すこの「自然の弁証法」はむしろ自然弁証法が成り立たないことを示すと結論した[45]。

## マルクス主義科学論による田邊批判

これに対してマルクス主義の立場に立つ哲学者はただちに反論した。唯物論研究会のメンバーである長井一男はその年の一〇月に、郷一という筆名で、田邊と同じ題名の論考を『唯物論研究』誌に発表し、田邊の論文を批判した。長井によれば、正しい自然観は自然弁証法であり、それは発見されたが、「階級的性質の故に」ブルジョア学者からは嫌悪または黙殺をもって迎えられ、そのため物理学的観念論は存在し続けた。それでも一部の良心的ブルジョア哲学者は自然弁証法に対して無関心ではありえなくなる。ただし、彼らの「階級的根拠」ゆえにそれを正しく理解しえず、先鋭化する階級対立の中で、反動的ブロックの一環をなす。田邊の上記の論文はその典型的一形態であるとする。長井の批判は田邊の相対論についての議論にも及ぶが、ここでは量子論に関するものについて述べるにとどめる。彼は不確定性関係が何によって「惹起」されるかを問う。田邊においては、それは観測における主観と客観の「交互作用」によってであった。それに対して長井は、量子論における電子や光の二重性は、我々から独立に存在する物質の客観的性質であるとし、不確定性関係は我々とは独立に存在する客観的関係であって、電子と光自身の性質以外の何物によっても「惹起」されない、とする。そして田邊の主張を「豊富な弁証法の単なる一方面、主観客観の弁証法を孤立化し一面的に誇張する観念論」であると批判する。その観念論は「自然、物質から出発せず、精神、思惟から出発し、後者を第一義的」としている点で観念論だというのである。そして長井はこのような田邊の立場を彼のブルジョア的階級制」に起因するものとして位置づけようとする。このように田邊を批判するなかで、長井は間接的にボーアとハイゼンベルクを批判している。すなわち、田邊は「ハイゼンベルク、ボーア等の観念論的解説」の追随者であるというのであった[46]。

少し後になるが、一九三六年に武谷三男が谷一夫のペンネームで「自然の弁証法（量子力学に就て）」と題する記事を書き、やはり田邊を批判した。当時彼は京都帝国大学の物理学科を二年前に卒業し、京大の無給助手を務めていた。彼が阪大の湯川研究室に出入りしていたことは前章で触れた。武谷は学生のころ田邊の量子論解釈に「全面的に傾倒」していたが、物理学を知るにつれて、田邊が現代物理学について論じたものは全くの誤りであり、実際の物理学に全く役に立たない議論であると考えるようになった[47]。武谷のこの一九三六年論文は後の有名な三段階論の萌芽を含む点で注目に値し、後に、羽仁五郎はこの論考を「ニウトンの“プリンキピア”などをつぐものであり、そして、ある意味においては、マルクスの“資本論”などにくらべらるべきもの」とまで称揚している[48]。それは

ともかく、武谷の田邊に対する批判の主旨は長井とあまり変わらない。武谷は量子力学においては波動関数が本質的なのであり、波動性、粒子性、確率はその本質が現れる現象であるに過ぎないとした。観測によって状態が決定されるのは主観の作用ではなく、量子力学という物質の法則に従うものであるという。したがって、主観の作用が不確定性関係を引き起こすわけではない。またノイマンの理論を念頭において、観察者と対象の切れ目はどこにおいても同一の結果を得られることを指摘するが、これをむしろ観測における作用が物質の法則に根拠があるのであって、主観と客観を同一視しているのではないことを含意するものとしてとらえている。したがって、田邊の言うような主観と客観との弁証法のようなものを量子力学は含意しているわけではないということになる。さらに武谷は、弁証法は対立を神秘化して弁証法的だということではなく、「対立を統一において具体的に確然として把持する事」であるとして、田邊の弁証法の理解をも批判した[49]。戦後に武谷は「私は特に現代物理学を中心に正しい基礎づけをすることを分担しました。その一つの理由はファッショ的神秘思想が、しばしば量子力学をひき合いに出して、人々をだまそうとしたからです」と書いている[50]。武谷は田邊をこのようなものとして批判したのであろう。

それ以外にも、この時期に量子力学について書かれたものには、ボーアやハイゼンベルクに対して真向から批判するものもあった。例えば、林健蔵の「新量子論と物質模像の一面性」がそれである。林によれば、新しい量子論の「物質模造」も一面的、暫定的、相対的であるのに、ボーアやハイゼンベルクといった「新量子論者」たちはそれを絶対視し、そこから「愚劣な観念論」を引き出しているというのであった。そして、不確定性関係、非決定論、相補性について批判的に検討した。たとえば、相補性（林は「補足性」と書くが）を「甲理論の説明困難な事実は乙理論が容易に説明し得、逆に乙理論の説明困難な事実は、甲理論が容易に説明し得ること」として、これはある理論は常に一面的である以上、研究途上にそうであることは正しいとする。しかし、「新量子論者」たちは、「因果的・空間的描述をなさんとすれば、どうしてもかの旧波動説と粒子説との補足的な二理論に到達しなければならない」とする。それに対して林は、第一にそれが観念論に導くこと、第二に、因果的空間的描述の説明範囲が将来拡大されないとは限らない、という二点から批判している[51]。第二の点は、ボーアの議論の前提に疑問を投げかけるもので、林はすぐ後に書いた「空間と時間は存在しない」やうになったか」でさらに論じた[52]。林の議論は、長井一男が一九三五年に『唯物論研究』で好意的に取り上げつつ、批判しているので、ある程度は読まれたように思われる[53]。

量子力学をめぐる問題は、一九三五年ごろまで以上の二つの点、すなわち因果性の問題と、主観・客観の問題、そしてそれに基づく唯物論と観念論の問題をめぐって議論された。当時の科学雑誌や、哲学、思想誌を中心に、様々な論者が議論に参加した。当時の自然科学をめぐる哲学的な問題としては、著名な知識人を巻き込み、かなり広く議論されたものの一つであったと思われる。とくに石原純が『科学』の編集者として、多くの記事を

書いたことが大きい。このような状況は、一九三五年に『科学』に掲載されたM. E.と署名する人物による次の文章が示唆している。「最近自然科学特に物理学理論の発展に伴って科学上の基礎概念—科学的実在、時間、空間、因果律等—が新しく変革を迫られ、科学論家はもとより、一般哲学者や文学者達が専門でない新聞や雑誌に迄も、これ等に関連のある種々な問題に就いて論じ、混戦乱闘を続けてゐることは周知の如くである。」[54]

上記の文章は、一九三五年一〇月の『思想』の特集号に対して書かれたものである。これは、自然科学についての哲学を特集したもので、田邊、石原を含む様々な論者が寄稿した。量子力学だけがテーマであったわけではないが、石原、田邊に加えて、数名の著者が量子力学に関する因果性と、主観・客観の問題を扱い、さらに数名が関連する問題に言及した。仁科芳雄もまた、その一人であった。仁科は「量子論に於ける客観と因果律」と題する論考を寄稿して、量子論を概説したうえで、ハイゼンベルクの不確定性関係とボーアの相補性を説明した。ただし、仁科はここでは「半面性」という言葉を使っている。それに基づいて因果性と客観性について語った。すなわち、仁科によれば、量子論では古典論にない仮定を導入せざるをえず、しかも量子論の支配する「顕微鏡的」世界を、原子分子の無数の集合体からなる世界から抽象された古典論的概念によって「帰一的」に表すことは不可能である。ところが我々の実験は古典的概念によって行うしかない。そこで、量子現象を表している量子論の数式を我々の経験によって解釈しようとすると、「其半面を表現するにとどまる」というわけである。「従って場合に応じて吾々の脳裡に描く像は異なったものとならざるを得ない。恰度群盲が象の只一部分に触れ、過去の経験に照らしてこれを理解して居る事に似て居る」というのであった。仁科は、観測対象と非観測対象の区別が行い得ない状況が量子論ではあることを指摘し、「一言にして言へば主観と客観とが完全に分離し得ない」と述べている。また因果性については、時空間的記述と因果的記述が同時には実現できないことを述べた[55]。

なお、この仁科の文章に対して、同じ特集にも寄稿している哲学者の佐藤信衛が、翌年五月の『改造』に「哲学と自然科学」という文章を書いて論評している。佐藤の文章は、雑然と多岐にわたる論点を述べているが、「主観と客観とが完全に分離し得ない」という点は明確に批判している[56]。それに対して仁科は六月号で「哲学と自然科学」という文章で返しているが、予期以上に理解されている一方で、相互の理解の距離を感じていることを述べている。そのうえで、佐藤の疑問に答えるべきであろうけれど、それはおそらく疑問と誤解を増すばかりで、他に果たすべき義務が山積しているので、事実上それはできない。いつか直接に話をしてそれを発表するのがよいのではないかと提案した[57]。

一九三五年のこの思想の特集号には、田邊元が「古代哲学の質量概念と現代物理学」と題する論考を書いて、以前の自然弁証法に対する批判を撤回してしまった。この論考の後半では、田邊はディラックの量子力学の教科書を援用しながら、量子論において彼が弁証法的な構造と見たものは、主観と客観との間のものではなく、客観的自然の中での弁証法であるとした。そして、観察を主観の作用とみたのは、自らの観念論的偏見による誤解だ

ったと認め、ボーアらの解釈を主観主義に偏ったものだったとして、そのような物理学者たちの解釈に影響されたものだったとした。このように、田邊は、仁科とむしろ対立する立場を示したのだった[58]。

## アインシュタイン＝ポドルスキー＝ローゼンの論文

この特集号が出てすぐに、量子力学の基礎をめぐる論争は新たな局面に入った。アインシュタイン、B・ポドルスキー（Boris Podolsky）、N・ローゼン（Nathan Rosen）の共著による量子力学批判の論文、いわゆるＥＰＲの論文の発表である。アインシュタインが量子力学に不満であり、たびたび批判したことはよく知られており、この本でもすでに触れた。しかし、アインシュタインとボーアとの討論は一九二七年と一九三〇年のソルヴェイ会議で行われ、これを直接見聞きすることができたのは限られた人々であった。それぞれの会議の報告は一九二八年と一九三二年に出版されたが、アインシュタインとボーアの論争はその一部しか含まれていなかった[59]。その全貌が明らかになるのは一九四九年のボーアによる記述によってである。初期のアインシュタインの伝記を書いたＰ・フランク（Philipp Frank）は、アインシュタインが量子力学に反対していたことを知ったのは一九二九年のことだったと書いている。日本では、桑木彧雄がアインシュタインから直接量子力学についての意見を聞いていた。アインシュタインは桑木に「ハイゼンベルクのいふ自然の不精密はつまり観測の不精密であり、見方は面白きも自分はタイルネーメンせぬ」言い、ハイゼンベルク流の認識論よりも、シュレーディンガー波動関数の意味がまだ不明でもそちらのほうを好むと言った[60]。しかし、これもそれほど明確な反対ではなく、この時点ではアインシュタインの反対は日本ではほとんど知られていなかったであろう。

ソルヴェイ会議での討論では、アインシュタインの攻撃は、不確定性関係が成り立たない思考実験を組み立てることにあった。それに対して、ＥＰＲの論文で問題にしたのは、量子力学が科学的実在の完全な記述であるか、ということであった。まず物理的実在を次のように定義した。もし系を攪乱することなしに、ある物理量の値を確率一で予言することができたら、その物理量に対応する物理的実在の要素が存在する。その上で、次のような思考実験を考えた。二つの物理系が最初相互作用し、そのあと十分距離が離されたとする。そうすると、一方の物理系の運動量または座標を他方の物理系を攪乱することなしに測定することが可能なはずである。ところが、運動量保存則から、一方の運動量を測定することで、他方の運動量も決まる。そこで、一方の系の座標を測定し、他方の系の運動量を測定すれば、座標を決めたほうの運動量もそれによって確定する。すなわち、その系の座標と運動量は実在の要素を持つ。ところが、量子力学は、その系の運動量と座標を確実に求めることができない。それ故、量子力学は実在の完全な記述ではないと結論する[61]。

これに対して、ボーアはすぐに反論した。彼はＥＰＲ論文によって与えられている実在の定義が恣意的であると主張した。ボーアによれば、一度相互作用した二つの系は、離されて物理的相互作用があり得なくなったとしても、「測定の条件」に対する影響はあるの

だとした。ＥＰＲの論文は、それぞれの系の運動量と座標が、測定の前から最初から決まっているものとしているが、ボーアは実際に測定されるまでは、それらは決まっているわけではないとした。すなわち、アインシュタインらは、物理系が最初から特定の物理量の値が決まっているとした点ですでに間違いであり、量子力学に関してはそうなっていないというのである。このように、ＥＰＲ論文における実在の定義がそもそも妥当でないとすれば、量子力学がそれを満たさなくても、問題ではない。ボーアは、実在についての記述を可能な限り尽している点で、量子力学は完全であると主張した[62]。

## 新たなボーア＝アインシュタイン論争への日本での反響

アインシュタインとボーアという、著名な物理学者が『フィジカル・レビュー』というアメリカで最も重要なアメリカのジャーナルでこのような論争を繰り広げたので、日本でも、物理学者はもちろん、科学ジャーナリストや哲学者の関心を引かずにはいられなかった。石原純は早くも一九三五年の一〇月に発表した「偶然論と自然科学」という論考において、ＥＰＲ論文をめぐるやり取りを紹介している。石原はＥＰＲの議論を紹介したうえで、理論の完全性が物理学者にとって考察の題目となり得るとしながらも、「しかし我々にはここでは、もっと一般的に量子現象に対して因果関係が認識されるかどうかと云う問題の方が明らかに重要であり、且つ興味がある」としている。この時点の石原にとって、あくまで量子力学の基礎的な問題は因果律の問題であった。そして、ボーアの反論を紹介し、「要するに、アインシュタインの立場はどこまでも古典物理学的である」と述べ、量子力学において確定した値が得られないのは、客観的事実なのであって、「何等の理論の罪でもない」。むしろ、それらの量を物理的実在の要素であるとして、それらの数値を確定できるような理論を求めるのは、事実からの背離である。量子力学はむしろこの事実を正直に取り入れ、物理的量の数値を確定できないことで「不完全な理論」となる。しかし、その不完全さは決して弱点ではなく、むしろ「事実の真相に触れるもの」と見るべきだというのであった。そして「物理的実在なるものは因果律に従はねばならないとすることも一つの仮定に過ぎない」として、この論文の後半では因果律の否定が何によってなされるのか、という議論をし、厳密な因果性は成り立たないが、確率的合法則性はあるという議論に落ちついている[63]。

しかし、石原が翌一一月に『科学知識』誌上に発表した記事では、ボーアの反論が実在認識についての考えを改めることを要請するものであることを指摘した。これは「現代科学界の最高論争・物理的実在の本質」と題され、ＥＰＲの論争における物理的実在と理論の完全性の問題に焦点を当てたものであった。そして、石原はボーアの反論を紹介し、「要するに量子論は、我々の実在認識の方法に於ける一つの根本的変革を示してゐるので、そこにもはや従来の唯物論的仮定をその儘応用して得られないのも之に依る」としている[64]。

翌一九三六年二月には、藤岡由夫が『科学』に「量子力学に対するEinsteinの疑義と之に対するBohrの解説」という記事を書いて、この論争を紹介した。藤岡はすでに何度か登場しているが、当時三三歳であり、理研から東京文理科大学に移って助教授になっていた。『科学』をはじめとする科学雑誌に多くの記事やエッセイを書いた物理学者の一人である。藤岡の記事は、それぞれの議論の忠実な紹介であり、ここではこれ以上論じない。

この論争に強い関心を抱き、詳しく紹介したのが武谷三男である。彼は谷一夫の署名で、『世界文化』の一九三五年一一月に「物理学界の話題」と題して、ＥＰＲの論文と、それに対するボーアの反論を紹介した。この時点ではボーアの反論はまだ『フィジカル・レビュー』に出ていなかったが、ボーアはその概要を『ネイチャー』の短報として書いていたのである。ここでは武谷はアインシュタインに批判的であった。「古来自然科学が大きな飛躍をなす毎にそれは人々の心を震撼さし、その進歩に携はった学者をも過去に取り残して行く」として、「一昔前のマッハ主義者」、今は「自生的機械的唯物論」であるアインシュタインは、「斯くの如く量子力学と矛盾し量子力学から取残される」と辛らつである。そしてＥＰＲの議論を紹介したうえで、「一九一三年に量子理論を原子に導入し輝かしい成功を修め、その後の原子物理学に多大の貢献をなし、多くの優れた物理学者を教育し指導し原子物理学の中心人物となって居るコペンハーゲンのボーア」とボーアを持ち上げて、彼が反駁していることを述べた。ここでは武谷は完全にボーアに好意的である。この文章の最後に武谷はアインシュタインとボーアの間になされた空想上の対話を書いている。そのなかでボーアは次のように述べる。「あなたの考への誤はあなたがモニストで正確な世界の像が一つしかも一つ、しかないと信ずるからだ。然るに世界は二重である。あなたは実在を二つの鏡を通して見ない。二重なのは見る人にある。世界は全体としてジキル博士とハイド氏の原型なのだから、恣意と確定、因果と偶然の両方を選ぶのは間違いだ。両者は同一実在の半分づつだ。両方同時に知る事は出来ない。それは同一球面が外からは凸、うちからは凹に見える様なものだ」。これは相補性に対する武谷の理解と考えてよいであろう。そして、これに対してもここでは肯定的だった[65]。

翌一九三六年、武谷はやはり谷一夫のペンネームで『世界文化』の一月号に「ボーア、アインシュタインを教ふ」という記事を書いた。これは『フィジカル・レビュー』に載ったボーアの反論を説明したものである。記事の題が示唆するように、武谷はボーアを支持するものであった。しかし、ここではボーアに対しても警戒を示す。「ボーアの通俗的解説の主観主義」「ボーア等の使ふ言葉には余程の注意が必要で、直ちに哲学の言葉と考へる所に又哲学者の悲喜劇が起こる」[66]。前に述べた田邊への批判はこの後に書かれたもので、ボーアへの警戒はその批判への先駆けであろう。一九三七年にはさらに辛辣なボーア批判をするのであるが、それについては次章で述べる。いずれにせよ武谷はＥＰＲの論文をめぐるやり取りには大きな関心をもち、ＥＰＲの論文とボーアの反論の翻訳をして、一九三七年の二月と八月の『哲学雑誌』に発表するほどであった[67]。

アインシュタインの名前は一九二二年の来日以来、日本人にとってなじみ深い名前であった。アインシュタインとボーアという当時の物理学界における二人の巨人たちが交わした論争は、科学ジャーナリストにとって明らかなニュースバリューがあった。それゆえ、石原がやったように、「科学界の最高論争」として扱われることになる。他方で、武谷の立場は複雑であり、揺れ動いているように見える。マルクス主義者としては、ボーアの考えの「観念論的」な側面に気が付かないわけにはいかなかった。しかし、同時に物理学者として、量子力学を否定できる立場にはなかった。武谷自身、量子力学を用いた研究を進めていく立場にあった。

## 量子力学の哲学と仁科

日本の物理学は、量子力学の基礎に対する関心が低かったことで知られる。朝永ら、若い理論家については、そのような問題よりも、実際に解けて論文を書ける問題に関心が向けられるのは当然であった。私は日本の大学で卒業論文をボーア＝アインシュタイン論争について書き、修士論文をコペンハーゲン解釈について書いたのだが、物理学の知り合いからは量子力学の基礎のような問題は引退した物理学者のやるものと何度も言われただけでなく、科学史の研究者からも、量子力学の解釈のような問題は大部分の物理学者にとっては関心事ではないと言われた（これは歴史家の態度として問題があると思うが）。このような見方は、大きく代わりつつある。物理学においても、量子情報分野の成長によって、量子力学の基礎の問題は大きくクローズアップされるようになった[68]。このことは日本においてもある程度言うことができる。実際には、日本でも量子力学の基礎は決して引退した物理学者の道楽だけではなく、実際に研究する物理学者はずっといた。その最も重要な成果が二〇〇三年の小澤正直による小澤の不等式である。そして、本章が示すのは、それ以前から、というよりも、日本の物理学者たちが量子力学を研究し始める、まさにその最初から、量子力学の基礎は重要な問題関心だった。ほかならぬ仁科芳雄が最初から深い関心を持っており、坂井のように東大で次世代の物理学者を教育する立場にある物理学者が、その授業や教科書で、不確定性関係や相補性を大きく取り上げていたのだった。さらにこういったことは物理学者の内部だけでなく、哲学者や科学ジャーナリストも取り上げ、より幅広い読者に向けて書かれた。その背景には、科学雑誌の増加や、京都学派の哲学者たちと、マルクス主義者たちとの論争があったのである。

そして、日本におけるこの問題に対する関心は、ＥＰＲの論文をめぐる論争で終わったわけではなかった。この数年後に、量子力学の基礎の問題は日本の知識人たちにさらになじみ深いものとなり、科学ジャーナリストたちにとって、一層ニュースバリューを持つものとなる。それは一九三七年のニールス・ボーアの来日によって起こった。次章ではボーアの来日と、それが日本に与えたインパクトについて見る。

---

[1] この章および次章の内容については、部分的には次の文献でも論じた：Ito, Kenji,

*Making Sense of Ryōshiron (Quantum Theory): Introduction of Quantum Physics into Japan, 1920-1940* (Harvard University, Ph. D. Dissertation, 2002); Ito, Kenji, "Early Japanese Reactions to the Interpretation of Quantum Mechanics, 1927–1943," Olival Freire Junior, et al., eds., *Oxford Handbook of the History of Quantum Interpretations* (Oxford University Press, forthcoming).

[2] 高田誠二「科学雑誌の戦前と戦後」『日本物理学会誌』51 巻 3 号（1996）：189-193.

[3] 西尾成子『科学ジャーナリストの先駆者：評伝石原純』（岩波書店, 2011）.

[4] 石原純『科学の根本問題』（興学会出版部, 1925）.

[5] 石原純「量子論の本質」『太陽』33 巻 11 号（1927）：64-86.

[6] 守田栄「追悼文：栗原嘉名芽先生」『日本音響学会誌』46 巻 8 号（1990）：603-604,

[7] 栗原嘉名芽「最近の物理学と因果律」『東洋学芸雑誌』43 巻 9 号（533 号）（1927）：501-506.

[8] Jordan, Pascual (trans. By Robert Oppenheimer), "Philosophical Foundations of Quantum Theory," *Nature* 119 (1927): 566-569 〔岡邦雄訳「量子論の哲学的基礎」『東洋学芸雑誌』43 巻 6 号（530 号）(1927): 357-364；竹内時男「量子論の哲学的基礎」『新量子力学及新波動力学論叢』（大鐙閣蔵版, 1927）pp. 125-138〕.

[9] 落合麒一郎「新原子力学」『理科教育』11 巻 6 号（1928）：19-25.

[10] 仁科芳雄から長岡半太郎（1928 年 1 月 27 日）**『書簡集 I 』** pp. 76-79.

[11] 長岡半太郎「相対性原理の梗概」『電気学会雑誌』42 巻（1922）：635-652.

[12] Bohr, Niels, "The Quantum Postulate and the Recent Development of Atomic Theory," *Nature* 121 (1928): 580-590.

[13] 仁科芳雄「量子論と因果律に就て 附 Bohr 研究所の話」『電気学会雑誌』49 巻（1929）：1331-1345, 特に p. 1337.

[14] 仁科芳雄「光と物質の相似と相異（一）」『理科教育』14 巻 4 号（1931）：18-26；「光と物質の相似と相異（二）」『理科教育』14 巻 5 号（1931 年）：22-31, 28-29.

[15] 桑木彧雄「新波動力学の原理」『東洋学芸雑誌』43 巻 1 号（527 号）（1927）：129-134.

[16] 桑木彧雄「再遊雑記（一）」『東洋学芸雑誌』44 巻 9 号（545 号）（1928）： 702-704

[17] 桑木彧雄「量子論の発達」『唯物論研究』3 号（1933 年 1 月）：4-11.

[18] 坂井卓三『量子論』（岩波講座 物理学及び化学 物理学ＶＩＩＩ.D, 岩波書店, 1930）, pp. 185-189.

[19] 坂井卓三『量子力学序論』（大日本気象学会, 1935）, pp. 4-52.

[20] 早川康弋『初等量子力学』（裳華房, 1933）.

[21] 『岩波講座数学 量子論』（岩波書店, 1933）.

[22] これは次の論文と思われる： Bohr, Niels and Léon Rosenfeld, "Zur Frage der Messbarkeit der elektromagnetischen Feldgrössen", Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab. Skrifter. Naturvidenskabelig og Matematisk Afdeling 12(8), reprinted in Jørgen Kalckar, ed., *Niels Bohr Collected Works. Vol. 7: Foundations of Quantum Physics II (1933–1958),* (North-Holland, 1996), pp. 57-121〔Aage Petersen (trans.)： "On the Question of the Measurability of electromagnetic Field Quantities," in *Selected Papers by Léon Rosenfeld,* edited by Robert S. Cohen and John J. Stachel, (North-Holland, 1933), 357-400〕. この論文の歴史的意義については次のものを参照：Darrigol, Olivier, "Cohérence et complétude de la mécanique quantique: l'example de Bohr-Rosenfeld," *Revue d'histore des Science* 154 (1991): 137-79.

[23] N. Bohr から仁科芳雄（1934 年 1 月 26 日）『書簡集 I 』pp. 330-332.

[24] 仁科芳雄から B. Schultz（1934 年 8 月 2 日）『書簡集 I 』pp. 345-347.

[25] 朝永振一郎ほか「座談 仁科先生を偲んで」『朝永振一郎著作集 6 開かれた研究所と指導者たち』（新装版, みすず書房, 2001）, pp. 57-93, 特に pp. 60-61.

[26] 小沼通二編『湯川秀樹日記：昭和九年：中間子への道』（朝日新聞社, 2007）, pp. 106-111.

[27] 寺田寅彦「相対性原理側面観」『寺田寅彦全集 5』（岩波書店, 1997）, pp. 99-111.
[28] 寺田寅彦「化物の進化」『寺田寅彦全集 2』（岩波書店, 1997）, pp. 35-50.
[29] 寺田, 前掲注 28.
[30] Eddington, Arthur, "Decline of Determinism," *Nature* 129 (1932):233-40〔抄訳者不詳「決定論の凋落」『科学』2 巻 6 号（1932）：231-234；「決定論の凋落（続）」『科学』2 巻 7 号、(1932)：276-280〕. Jeans, James H., *The Mysterious Universe* (Cambridge University Press, 1930)〔山村清訳『物理学の宇宙像：神秘の宇宙』（恒星社厚生閣, 1932）；鈴木敬信訳『神秘な宇宙』（岩波書店, 1938)〕; Jeans, James H., *New Background of Science* (Cambridge University Press, 1933)〔賀川豊彦・中村獅雄訳『科学の新背景』（恒星社, 1939)〕; P. Jordan「量子力学と生物学及び心理学の根本問題（I）」『科学』3 巻 1 号（1933）：9-11;「(II)」2 号: 57-59.
[31] エディントンの伝記としては次を見よ: Stanley, Matthew, *Practical Mystic: Religion, Science, and A. S. Eddington* (University of Chicago Press, 2007).
[32] Eddington, "Decline," 前掲注 30.
[33] ヨルダンはさらに波動関数からテレパシーを説明しようともした: Jordan, Pascual , *Anschauliche Quantentheori: Eine Einführung in die moderne Auffassung der Quantenerscheinungen* (Springer, 1936). Jordan については次の研究を参照：Wise, M. Norton, "Pascual Jordan: Quantum Mechanics, Psychology, National Socialism," in Mark Walker and Monika Renneberg, ed., *Science, Technology and National Socialism* (Cambridge University Press, 1933), pp. 224-254; Beyler, Richard, "From Positivism to Organicism: Pascual Jrodan's Interpretation of Modern Physics in Cultural Context," (Ph. D. Dissertation, Harvard University, 1996); Beyler, Richard, "Targeting the Organism: The Scientific and Cultural Context of Pascual Jordan's Quantum Biology, 1932-1947," *Isis* 87 (1996): 248-273.
[34] 石原純「不確定性原理について」『科学』1 巻 7 号（1931）：313-315.
[35] 菅井準一「因果律に関する諸問題」『理想』46 号（1934 年 3 月）：68-79.
[36] 保田栄「因果律に関する一考察」『日本学術協会報告』7 巻 1 号（1932）：6-11.
[37] 竹内時男「嵐の中なる新物理学」『科学知識』12 巻 1 号（1932）：54-56.
[38] 竹内時男「自然科学の非常時」『改造』15 巻 1 号（1933）：246-250.
[39] 田邊元『最近の自然科学』（岩波書店, 1915）.
[40] Engels, Friedrich, *Dialektik der Natur* (Архив К. Маркса и Ф. Энгельса, Государственное издательство, 1925)〔加藤正・加古祐二郎訳『自然弁証法』（岩波書店、1929-32)〕; Ленин, Владимир. И., Материализм и эмпириокритицизм (Звено, 1909)〔佐野文夫訳『唯物論と経験批判論』（岩波書店, 1930-31)〕.
[41] 静間良次「一科学者の若き日の思い出：兄坂田昌一の思想形成とその背景」『自然』26 巻 8 号（1971）：40-46.
[42] *Science at the Cross Roads: Papers Presented to the International Congress of the History of Science and Technology Held in London from June 9th to July 3rd, 1931, by the Delegates of the U. S. S. R.*, reprint, 1931 (Frank Cass, 1971)〔プロレタリア科学研究所・産業労働調査所訳『新興自然科学論叢』（希望閣, 1932）；唯物論研究会訳『岐路に立つ自然科学』（大畑書店, 1934)〕.
[43] Bohr, Niels, "Wirkungsquantum und Naturbeschreibung," *Die Naturwissenschaften*, 17 (1929): 483-486.〔井上健訳「作用量子と自然記述」『原子理論と自然記述』（みすず書房, 1990）, pp. 103-112; 山本義隆訳「作用量子と自然の記述」『ニールス・ボーア論文集 1：因果性と相補性』（岩波書店, 1999）, pp. 65-76〕.
[44] ボーアは上記論文で相補性よりも、相反性(Reziprozität) のほうが適切かもしれないと述べている.
[45] 田邊元「新物理学と自然弁証法」『改造』15 巻 4 号（1933）：80-96.

46 郷一（長井一男）「新物理学と自然弁証法：田邊元博士の同題論文の批判」『唯物論研究』12号、1933年10月、33-58.
47 武谷三男「現代物理学と認識論」『自然科学』（1946年7月）（以下に再録：武谷三男『弁証法の諸問題：科学・技術・芸術論文集』（理学社, 1946）, pp. 24-39; 武谷三男『弁証法の諸問題：武谷三男著作集1』（勁草書房, 1968）, pp. 22-35. ここでは著作集版を参照する）.
48 羽仁五郎・武谷三男・坂田昌一「自然の発見」坂田昌一編「原子物理入門：科学と現代』（勁草書房, 1972）：191-206, 特にp. 204（初出；岩波講座「哲学」第六巻、1968年）.
49 谷一夫（武谷三男）、「自然の弁証法（量子力学に就て）」『世界文化』2巻15号（1936年6月）：2-11（以下に再録：武谷三男『弁証法の諸問題：武谷三男著作集1』（勁草書房, 1968）, pp. 36-48）.
50 武谷三男『弁証法の諸問題：科学・技術・芸術論文集』（理学社, 1946）、はしがき（以下に再録：武谷三男『弁証法の諸問題：武谷三男著作集1』（勁草書房, 1968）, pp. 3-8. ここでは著作集版を参照する）.
51 林健蔵「新量子論と物質模像の一面性」『学士会月報』553号（1934）：7-16.
52 林健蔵「「空間と時間は存在しない」やうになったか」『学士会月報』558号（1934年）：15-21；559号（1934）：23-28；560号（1934）：36-43.
53 郷一（長井一男）「量子力学と認識論：早川氏の著書及び林氏の論文を中心として」『唯物論研究』27号（1935年3月）：81-89.
54 M. E.「自然科学と哲学：“思想”10月特集号を読む-」『科学』5巻11号（1935）：489-491.
55 仁科芳雄「量子論に於ける客観と因果性」『思想』161号（1935年10月）：451-474.
56 佐藤信衛「哲学と自然科学：専門の内外」『改造』18巻5号（1936）：29-42.
57 仁科芳雄「哲学と自然科学」『改造』18巻6号（1936）：208.
58 田邊元「古代哲学の質料概念と現代物理学：自然弁証法への一着眼点」『思想』161号（1935年10月）：395-441.
59 *Electrons et photons: Rapports et discussions cinquième conseil de physique tenue à Bruxelles du 24 au 29 Octobre 1927 sous les auspices de l'Institut International de Physique Solvay* (Gauthier-Villars, 1928); *Les magnêtisme: Rapports et discussions du sixième conseil de physique sous les auspices de l'Institut International de Physique Sovay* (Gauthier-Villars, 1932); Bohr, Niels, "Discussion with Einstein on Epistemological Problems in Atomic Physics," in P. A. Schilpp ed., *Albert Einstein: Philosopher-Scientist,*(La Salle: Open Court, 1949), pp. 199-241〔井上健訳「原子物理学における認識論的諸問題に関するアインシュタインとの討論」『原子理論と自然記述』（みすず書房, 1990）, pp. 186-245; 山本義隆訳「原子物理学における認識論上の諸問題をめぐるアインシュタインとの討論」『ニールス・ボーア論文集1：因果性と相補性』（岩波文庫, 1999）, pp. 209-272〕.
60 桑木彧雄「再遊雑記（二）」『東洋学芸雑誌』第548号（1928年12月）：886-890, 特にp. 887.
61 Einstein, Albert, Boris Podolsky, and Nathan Rosen, "Can Quantum Mechanical Description of the Reality Be Considered Complete?" *Physical Review* 47 (1935): 777-780〔谷川安孝訳「物理的実在についての量子力学的記述は完全であると考えることができるであろうか」『アインシュタイン選集I』（共立出版, 1971）, pp. 184-194〕. なお, この論文を執筆したのはアインシュタインではなくローゼンであり, アインシュタインはこの論文の書き方に必ずしも満足ではなかったという. 次の文献を参照: Fine, Arthur, *Shaky Game: Einstein, realism and the Quantum Theory* (University of Chicago Press, 1996)〔町田茂訳『シェイキーゲーム：アインシュタインと量子の世界』（丸善株式会社,

1992)〕.

[62] Bohr, Niels, "Can Quantum Mechanical Description of the Reality Be Considered Complete?" *Physical Review* 48 (1935): 797-802 〔山本義隆「物理的実在の量子力学的記述は完全と考えうるのか？」『ニールス・ボーア論文集Ⅰ：因果性と相補性』(岩波文庫, 1999), pp. 101-119.

[63] 石原純「偶然論と自然科学」『日本評論』』10 巻 10 号（1935）：42-54, 特に p. 44.

[64] 石原純「現代科学界の最高論争：物理的実在の本質」『科学知識』15 巻 11 号（1935）：559-561, 特に p. 561.

[65] 谷一夫「物理学界の話題」『世界文化』1 巻 11 号（1935）：24-28, 特に p. 27.

[66] 谷一夫「ボーア、アインシュタインを教ふ」『世界文化』2 巻 14 号（1936）：53-54.

[67] アインシュタイン他（武谷三男訳）「量子力学に於ける観測に就いて」『哲学研究』22 巻 251 号（1937 年 2 月）：168-188；ニールス・ボーア（武谷三男）「原子論に於ける因果律：物理的実在の量子力学的記述は完全と考へられ得るか？」『哲学研究』22 巻 257 号（1937）：808-819.

[68] Kaiser, David, *How the Hippies Saved Physics: Science, Counterculture, and the Quantum Revival* (W. W. Norton, 2011).

# 第二九章　ボーアの来日と相補性

仁科は滞欧中からボーアを日本に呼ぶことを考えていた。ハイゼンベルクやディラックの来日が決まる前からのことだ。ハイゼンベルクとディラックの来日はすぐに実現しが、ボーアについては簡単には進まなかった。日本を訪れる意志はあったが、ボーアは研究所の所長として、はるかに重い責務を負っていたからである。ボーアの来日を実現するまで、仁科は一〇年近く粘り強い努力と忍耐を続けなければならなかった[1]。

ボーアの来日は一九二二年のアインシュタイン来日ほどの大きな衝撃を日本に与えなかった。すでにみたように、量子力学はすでに日本で学ばれ、研究が進んでいた。日本におけるもっとも先端的な研究である湯川の理論に対してボーアはそれを励ますよりも、冷や水をかけた。ただ、日本において彼の考え、すなわち相補性を一時的に広める役割をした。当時の科学雑誌等が、相補性についての記事を載せた。日本の知識人たちに相補性に対する関心を多少引き起こした。

おそらく、より重要であったのは仁科によってボーアの来日は、資金集めをし、多くの困難を乗り越えて事業を実施する経験となったことである。これは第一〇章で述べた一九二九年のディラックとハイゼンベルクの来日でもある程度、経験したことであったが、ボーアの来日においてはより多くの困難に直面し、資金集めも難航した。この経験は仁科自身の研究における資金集と大型プロジェクト実施を準備するものであったと言える。そのような大型プロジェクトはボーアの来日時にはすでに始まっていたが、ボーア招聘の準備はそのずっと前から始まっていたのである。のちに仁科は自らを「高等小間使い」と自嘲するが、このような裏方のオーガナイザーとしての役割を本格的に引き受け始めたのだった。

## 最初の計画

一九二八年一月二七日にハンブルクから長岡に書いた書簡については前に触れたが、そこですでに仁科はボーア招聘の具体的な計画を提案していた。ボーアはその時点で一九三〇年一月から三月にかけてパサデナのカリフォルニア工科大学に招かれていた。その前年の夏に南アメリカで開かれる英国科学振興協会に招待される見込みでもあった。ボーアはその機会を利用してインド、中国、日本を回る大旅行を考えていた。仁科は、日本に招待すればボーアは来日して講演してくれるだろうというのである[2]。その年の暮れに帰国した仁科は公私ともに忙しい日々を過ごしたが、翌一九二九年四月六日にボーアに当てた書簡で、もうすぐ桜が満開になること、ちょうど一年後に、「先生がこちらにおいでになり、私たちの春を楽しんで下さるのです」と書いて期待を膨らませている。そして、長岡が滞在費に一万円は確保できるであろうこと、ボーアには一か月と言わず、なるべく長く滞在してほしいことを伝えた[3]。九日に山口喜三郎から長岡に書簡があり、「物理学の泰斗」招へいの件について趣意書を受け取ったとある[4]。これは、ボーア招聘の費用についての件で

あろうと思われるが、ディラックとハイゼンベルクの件かもしれない。山口喜三郎は、東京電気の社長だが、後に芝浦製作所の会長も兼ね、やがて両者を合併して東芝を作る人物である。苦労して独学して身を立て、留学の機会を得て、ジョンズ・ホプキンス大学で学位を得た[5]。長岡は実業家としては学問に理解のある人物と見込んだのであろう。しかし、長岡は山口からはボーア招へいの援助を得られなかったと思われる。

その後、仁科はハイゼンベルクとディラックの招聘とその他の業務に忙殺され、しばらくボーアに連絡を取れずにいた。ようやく一九二九年一一月二五日に書簡を書いて、米国および日本への旅行の時期を大雑把でよいので教えてほしいと問い合わせた[6]。それに対してボーアは一二月二六日に返信し、一九二九年の間、あまりにも多忙だったので、一九三〇年のアメリカと日本への旅行も延期せざるをえないことを伝えた。この時期ボーアは、相補性の考えを発展させ、それについて講演し、プランクの記念論集に前章で触れた「作用量子と自然の記述」を寄稿したり、大学の年報にそれをさらに敷衍した「原子理論と自然の記述」という論文を書いたりすることに没頭していた[7]。そして、一九三一年の春に日本を訪れることを提案し、日本では量子論の基本的問題について講演したいと述べた。またボーアは、「原子理論と自然の記述」を一部仁科に送った[8]。この論文でボーアは相補性の概念を一般化し、心理学のみならず生命現象にも適用した。「原子理論と自然の記述」というのは一九三一年にボーアが出版した相補性についての論考を集めた論文集のタイトルにもなった[9]。仁科はこれに触発される形で、相補性を一般化し、心理学や生物学にも適用するようになった。それは例えば一九三六年の経済倶楽部における講演にも現れている[10]。

## 資金集めの開始と来日の延期

仁科は、翌一九三〇年一月二二日に返事を書き、旅行の延期を了解した[11]。この年の夏から仁科はボーア招へいのための資金集めを本格的に始めたらしい。年内を支払い期限として、拠金募集を始めた[12]。しかし、ボーアは八月四日に仁科に書簡を書き、研究と大学の責務のために一九三一年は長期旅行ができないこと、そのため再び訪米と訪日を一九三二年に延期せざるを得ないことを知らせた[13]。一九三一年の五月終わりから六月にかけて、長岡半太郎が国際無線科学連合(Union Radio Scientific Internationale, URSI)の総会に出席するためにコペンハーゲンに滞在することになった。これは、国際科学会議（International Council of Scientific Unions, ICSU）の傘下にある国際学会連合の一つで、無線に関する様々な分野を含む。総会は三年に一回開催かれるが、この年は五月二七日から六月六日まで、コペンハーゲンで開かれた。すでに述べたように、長岡は創立された大阪帝国大学の総長となった。五月初めにその開学式に出席して、ただちにシベリア鉄道経由で欧州へ旅立ったのである。五月二二日、長岡はコペンハーゲンに移動する前、ベルリンからボーアに電話し、ボーアは長岡と会うことを申し出た[14]。彼らは会議の後、六月八日に会い、長岡はその日のうちに仁科に書簡を書いて、ボーアの意向を知らせた。

ボーアは、現在大学で改革があり、来年行けるかどうかわからないが、二年後なら確実に行ける。来年にするかどうかは、九月にロンドンで決めると言ったという[15]。その後長岡はケンブリッジ等に滞在した後、シベリア経由で帰るつもりだったのだが、満州事変の勃発でそれができなくなり、アメリカ経由で一九三一年の年末に日本に帰った[16]。仁科も研究室を持って忙しくなったうえに、その年の一一月から一九三二年にかけて病気になり、ボーアと仁科の間の連絡はしばらく途絶えた。一九三二年の来日の取りやめについての書簡は残っていない。ボーアはヨーロッパにいた長岡に伝え、それを仁科が口頭で聞いたのかもしれない。

いずれにせよ、仁科は一九三三年にボーアが来日とすると理解したのだろう。一九三二年一一月六日になって、ボーアと秘書のシュルツに書簡を送り、来日の予定について問い合わせた[17]。これにはボーアも、シュルツもずっと返事を書かなかった。翌一九三四年三月二六日に、ヘヴェシーからの手紙に、ボーアがその年の夏にシカゴへ行く予定らしいとあった[18]。さらに仁科は、アメリカの雑誌に、ボーアがアメリカを訪問する予定であるが書かれているのを見たらしい。そこで、四月七日に、アメリカへ行く機会に日本を訪問する意図があるかどうかボーアに問い合わせた[19]。しかし、ボーアは、その手紙が届く前、四月一九日にアメリカへ旅立っていた。シュルツが仁科の手紙に答え、ボーアがボルティモア、フィラデルフィア、オハイオ、パサデナ、アンナーバー、シカゴで講演して、九月にコペンハーゲンにもどり、研究所出身者の集まりに出席する予定であることを伝えた。そして、ボーアが一九三五年に日本を訪問し、そのときには長男のクリスチャンを同行させる意向を持っていることを伝えた。ボーアは自分で仁科に伝えるつもりでいたが、忙しさのあまり手紙を書けずにいたらしい。「教授はしばしば手紙を書くと言っていますが、実際のところどうかはあなたも御存知のとおりです」とシュルツは書く[20]。

ボーアからの連絡がないうちに、七月になって仁科はガモフから問い合わせをうけた。ボーアは八月に日本へ行くのか、そうならば、その帰りにボーアをロシアに招きたい、というのであった。これによって仁科らはボーアの来日を再検討することになった。ボーアが九月に帰るのであれば、日本に来ても滞在する時間は短い。そのうえ、八月の日本は暑くて訪れるには良い季節ではない。そこで、仁科と長岡は、ボーアがゆっくり滞在できるときに改めての呼ぶのがよいと考えた。そして、シュルツに再び書簡を送り、一九三五年にボーアらが本当に日本に来るのか尋ねた[21]。

一九三四年一月二六日になって、ボーアはようやく仁科に書簡を送り、前の年に日本に行けなくなった理由を述べた。シカゴの万国博覧会に合わせて開かれた学会に公式代表として参加しなければならなかったという。しかし、もうこの件も、研究所の拡充も終わったので、一九三五年の春に日本を訪問することを希望した。そして、ボーアは妻のマルガレーテ、息子のクリスチャンも連れていきたいと書いた。クリスチャンは、物理学を志望しているので、秘書として連れて、講義を手伝わせようというのであった[22]。これに対して仁科は一九三四年の三月二一日にボーアに当てて長い返事を書き、ボーア夫妻とクリス

チャンが来日するという計画を歓迎して、旅行に関するこまごまとした連絡をした。日本を訪れるには桜の季節である四月初めから五月終わりが最適であることを述べ、日本までの経路にどのような選択肢があるか説明した。さらに、前に書いたように、ボーアの招聘に一万円を用意する約束をしたが、日本の貨幣価値は以前の半分ほどになり、一万円では五百ポンドにしかならず、三人分の旅費には足らない、したがって、用意する金額を増額するつもりであるが、どこまで増額できるかわからない、と書いた[23]。

## さらなる資金集めとボーア家の不幸

こうして仁科は金策に走ることになった。長岡を筆頭とし、大河内正敏、本多光太郎、片山正夫、木村正路、寺沢寛一、寺田寅彦、西川正治、飯盛里安、高嶺俊夫、木内政蔵、小野澄之助、木下正雄、石田義雄、清水武雄といった日本の物理学と周辺分野を代表する研究者の連盟で、三井報恩会に助成金を申請した。申請の趣意書によると、その時点で三井と三菱から三五〇〇円ずつの援助を受けることになっていたが、ボーアの招聘には二万円かかるので、三井報恩会に全額支出を希望するというのであった[24]。三井報恩会はこの年に三井合名会社の寄付で設立された一種の博愛財団である。当時三井を事実上動かしていた池田成彬（しげあき）が設立し、米山梅吉がその理事長となった。「国運の伸長に緊要の影響を及ぼす事業でありながら、多大の犠牲を忍ばなくては之を発達せしめることが困難である」事業を助成するもので、その中には「緊切なる文化事業の学術的研究並に工業的実験」というのがあった[25]。三井報恩会については一八章でもまた詳しく述べるであろう。米山は長岡に書面を送り、報恩会にはあまり適当ではないが、三井家のほうに引き受けるように頼んだという。そこで長岡は三井家と交渉することにした。九月七日には、長岡は見通しがついたと判断し、仁科はボーアにあてて、総額二万円を提供できることを書いた[26]。

しかし、仁科らが金策に奔走している間に、ボーア家を不幸が襲った。七月一日から二日にかけて、ボーアは友人たちとノルウェイへヨットで出かけたが、同行したクリスチャンが波にさらわれてしまったのである。ひと月ほどして遺体が発見された。シュルツは七月五日に手紙を書いて仁科に知らせた[27]。仁科は八月はじめごろにそれを受け取り、すぐにボーア夫妻に哀悼の手紙を書いて、日本への旅行が彼らにとって慰めになることを望んだ[28]。しかし、ボーアたちは旅行をキャンセルした。このような時期に子どもたちを残していくことができないというのが理由だった。その代わり、二年後の一九三七年に来日することを提案した。そしてクリスチャンの代わりに次男のハンスを連れていくというのであった。ハンスは一九三六年に大学へ行き、原子物理学を専攻するつもりでいるので、ボーアの助手として講義の準備を手伝わせようというのであった[29]。

ボーア家の不幸によって日本側では金策の猶予が二年生じたが、それでもなかなか資金は集まらなかった。ボーアに二万円を提供すると約束したにも関わらず、一九三六年の暮れになってもまだその額は確保できなかったのである。その後、三井に一万円の申請をす

ることになったらしく、三菱にも一万円を申請しようと申請書の準備を始めた。さらにボーアに渡す二万円以外の費用や、三菱・三井が不調である場合に備えて、原田積善会にも申請をすることにした[30]。結局、三井と三菱からは七千円に減額されたので、仁科はさらに住友に六千円申請した[31]。住友でも半額に減額されたので、仁科は再び奔走して、逸見（へんみ）製作所、日本電気工業会社、伊藤竹之助から千円を得た[32]。逸見製作所は計算尺の世界的なメーカー[33]、日本電気工業会社は、森矗昶（もり・のぶてる）が社長を務める会社で、昭和電工の前身の一つ、伊藤竹之助は伊藤忠商事の二代目である。ボーア到着の前の月になってようやく金策がついたのであった。

このころには仁科も、ボーア来日の準備で疲れ切ったのだろう。ボーアが来日する直前、三月三一日に、ケンブリッジに行っていた嵯峨根遼吉にあてて、次のように愚痴をこぼしている。「ボーアサンガ此１５日ニ着キマス。忙シイノデ閉口デス。準備ノ中デ一番困ルノハ日本人ノ文句ノ多イ事デス。」[34]

## ボーアの横浜到着

今回は幸いにして、ボーアのほうには何も支障は起こらなかった。ボーアらは二月にコペンハーゲンを立ち、三月にアメリカに滞在した後、日本郵船の浅間丸で四月一五日に横浜に到着した。港には、仁科をはじめ、高嶺や、福田光治らが、家族とともにボーアらを迎えた。

ボーアにとって不幸なことに、同じ船でボーア以上の著名人が来日した。ヘレン・ケラーである。日本の新聞は、ケラーの到着と、日本で活動を詳しく報道した。その結果、ボーアの存在は隠れてしまった。そもそも、ボーアの仕事を説明するのは簡単ではなかった。量子論は相対論ほど、人々の想像力をかきたてる性質のものではなく、その中におけるボーアの役割も、一言で説明できるものではない。そのうえ、ボーアの外見は写真映りの良いアインシュタインと比べるべくもなかった。朝日新聞は、ケラーの写真入りの大きな記事の下にボーアの小さな記事を載せ、さらにボーアは「物理学の泰斗とは思へぬ平凡な風采」とまで書いた[35]。結果として、ボーアの来日時には、アインシュタインが一九二二年に来日したときのような大きな反響は起こらなかった。

メディアにおける反響は小さかったが、学界、とくに物理学界ではそうではなかった。科学雑誌には関連する記事が現れた。来日の前の一九三六年四月に、仁科は『科学知識』に「ニールス・ボーア」と題する記事を書いて、ボーアの半生と業績を紹介した。もちろん、ここには次の年に来日する予定であることが書かれていた。とはいえ、この時点でも仁科は本当に来日するのか確信が持てなかったらしく、「どうか我国物理学会の為に其実現されることを冀って止まない」と書いている[36]。一一月には、『哲学雑誌』にボーアの『原子理論と自然記述』の紹介が書かれた[37]。天野清が「量子論解釈の変遷とその文献」を書き始めたのは一九三六年のことであったが、相補性を扱う第二編もボーアの来日と一致していた[38]。ボーアの到着後は、東京帝大で発行されていた週刊の帝国大学新聞が滞日

中のボーアの動静を毎号で伝えた。大阪毎日新聞は東京帝大におけるボーアの講演の記録を掲載し、科学雑誌はボーアについての記事や、講演の記録を載せた。例えば、仁科芳雄が一九三七年四月号の『科学』に、「Niels Bohr 教授の来朝に際して」という記事を書き、武谷三男が「ニールス・ボーア教授の諸業績に就て」を『世界文化』の五月号に書き、石原純が『科学画報』の六月号に「来朝せる碩学ボーア博士とその原子理論」を書いた[39]。

## ボーアの講演とアインシュタイン＝ボーア論争

滞日中、ボーアは数多くの講演をこなした。まず四月一九日から二七日まで、二二日、二五日を除く八日間の連続講演が東京帝国大学で予定されていた。ただし、二四日はボーアが風邪をひいてとりやめになり、実施されたのは七回である。このうち、最初の二回と最後の一回は一般講演として午後四時から法学部二五番教室で開かれ、ボーアが最初英語で三十分話し、それを仁科が日本で話し、次にボーアが四五分英語で話したあと、それを仁科が日本語に訳して話すというものであった。仁科がその場で訳したわけでなく、前日にボーアがハンスに口述筆記させ、あらかじめそれを仁科が読んでいたのである。三回目から六回目までは専門的講演として、理学部二号館講堂で午前一〇時から通訳なしで行われた[40]。

東京帝大における連続講演は、藤岡由夫が大阪毎日新聞で報告した[41]。うえに、後に『科学』に詳しい記事を執筆しているので、内容を知ることができる[42]。講演の一部はQ．L．Z．と名乗る匿名の著者によっても伝えられた[43]。これらの記録によって、内容を知ることができる。最初の一九日は、ボーア模型に至る原子構造論の発展をたどるものであった。第二回、二〇日は、原子核構造論であり、初歩から始め、前年に発表したボーアの液滴モデルの話をした。

二一日から専門的講義に移り、その最初は量子力学の基礎で、波動粒子二重性、不確定性関係、そして相補性が扱われた[44]。藤岡らの記録や残っている写真から、このときボーアはアインシュタインとの討論において論じた内容について述べたことがわかる。すでに述べたように、アインシュタインはソルヴェイ会議において、位置と運動量を不確定性関係よりも精密に測定できるような実験状況を示して、不確定性関係が成り立たないことを示そうとした。ボーアはそれに対して、一つ一つ、不確定性関係が成り立っていることを示したのだった。例えば、二重スリットの実験がその例である。量子力学では、粒子は波動性を持つので、ある線源とその粒子を検知するスクリーンとの間に二つスリットのある隔壁を置くと、スクリーンには干渉縞の上に粒子が検知される。一九二七年の第五回ソルヴェイ会議の時、アインシュタインが次のような疑問を投げかけた。線源と二つのスリットのある隔壁の間に一つのスリットのある隔壁を置くことを考える。このスリットを通しても干渉縞は観測されるはずである。ただし、隔壁のスリットの部分を可動にし、それによって粒子と隔壁との間の運動量のやり取りを測定できるようにする。それによって、粒

子のそののちの経路、とくに二番目の隔壁でどちらのスリットを通ったのかを知ることができる、というのがアインシュタインの指摘であった。干渉縞は、粒子が波動的性質をもつものとして、両方のスリットを通ったと考えることによって説明されるので、どちらかを通ったことが確定できるということは重大な困難を引き起こす。これに対して、ボーアは第一の隔壁で運度量のやり取りを測定し、どちらの経路を通ったか明らかにしようとすると、それによってスリットの位置の不確定性を引き起こす。そして、そのスリットの位置の不確定性はおよそ干渉縞と同程度であることを簡単な計算で示した。つまり、このとき干渉縞は観察されないのである[45]。

もう一つ有名なのが相対論を利用した思考実験である。これは一九三〇年の第六回ソルヴェイ会議における討論であった。アインシュタインは次のようにすれば、ある光子の放出の時間と、エネルギーを任意の精度で測定できると主張した。時計仕掛けのシャッターのついた箱に光子を閉じ込め、箱全体の重さをはかることができるようにする。そうすると、シャッターを開く時間をいくらでも狭めることができるので、光子の放出の時間を任意の精度で決めることができる。同時に、箱全体の重さをはかることによって、放出された光子のエネルギーも任意の精度で求めることができる。これに対してボーアは、具体的にバネばかりによって箱の重量を測定する過程を考えた。箱は光子が放出された後、質量を失い、新たなつり合いの位置に移動する。その位置を測定することによって、新たな質量を求めることになる。ただし、この時にその位置を測定する精度によって、不確定性関係に応じた運動量の不確定性が発生する。その運動量は新たなつり合いの位置に到達するまでに箱が重力から受ける力の力積に等しいこと、さらに、箱が重力方向に移動することによって生じる時間の遅れという一般相対論の効果を考慮に入れて、やはり時間とエネルギーの間に不確定性関係が成り立つことを示した[46]。

これらの思考実験をめぐるアインシュタインとボーアのやり取りは、後にボーアが「原子物理学における認識論上の諸問題をめぐるアインシュタインとの討論」として出版することになる。これはアインシュタインの攻撃に対して、ボーアが巧みに量子力学のコペンハーゲン解釈の正しさを示したものだと通常受け取られている。しかし、ボーアにとって重要だったのは、このような思考実験がまさに彼の相補性の基本的な考え、すなわち相互に排他的な異なる実験装置の配置によって、相補的な記述の一方が得られるということを例証しているからである。たとえば、二重スリットの実験は典型的に、実験配置をどう選ぶかによって、現象が粒子の側面と、波動の側面の記述を与えることを示している。二一日のボーアの講演は、このような内容を扱うものだったと思われる。残された写真には、ボーアが丹念に描いたバネばかりに乗せられた光子箱の写真も写っている。

## 相補性

藤岡によると、この講義でボーアは、量子力学に関して因果律の否定や非決定論という言い方をするのは誤解を招きやすい、むしろ量子力学の特徴を言い表すには相補性という

言葉を用いるのが望ましいと言ったという。ただし、相補性というのは「二つの量が同時には決して正確に測り得ない」ことを意味するのだという[47]。また、ボーアはノイマンも批判した。一九三二年に出版されたノイマンの『量子力学の数学的基礎』は日本でもすでに読まれていたが、その中でノイマンは最後の章を測定過程の分析にあて、波束の収縮が測定過程のどの段階におこるとみなしても、同一の結果を与えることを示していた[48]。それに対してボーアは、ノイマンの数学的記述は現象と測定装置とを切り離しえない点で危険があるとした[49]。すでに触れたように、測定装置が古典論で記述されるべきというのがボーアの立場で、測定対象と測定装置の境界をどこにおいてもよいというノイマンの立場とは相いれないのであった。

二三日は量子力学の基礎を数式化する話をした。シュレーディンガーの波動力学やハイゼンベルクの行列力学などの話である。二四日はキャンセルし、二六日は散乱理論の話をした。原子核に関する観測可能な現象の多くは散乱の問題として表すことができ、ほかならぬクライン＝仁科の式もその一つである。ボルンの確率解釈ももともと散乱を確率で表現するものであった。散乱の問題は、粒子があるポテンシャルに入射したときに、ある状態で外にでる確率を求めるものである。古典的にはクーロン場における散乱はラザフォードの散乱式で与えられる。量子力学的には複雑な式になるが、粒子の速度が小さい極限でラザフォードの式と一致することが分かる。ボーアは、クーロン場以外の中心力でラザフォードの式が成り立つかどうか調べ、次元解析からクーロン場の時しか成り立たないことを示した。また、粒子がポテンシャルの壁に当たった時の振る舞いも散乱の一種である。これは、光学における屈折・反射現象に似ている。ボーアは、量子力学においてはガモフのトンネル効果の理論が示したように、ポテンシャルの山を越えることが可能であることを述べた。さらに、相対論的量子力学ではより奇妙なことが起こる。ディラックの理論によれば、負のエネルギー状態をもつ電子が存在し得る。そのため、ポテンシャルが急激に大きくなるようなところでは、正のエネルギー状態をもつ電子が、負のエネルギー状態に変わってしまう確率が大きくなる。これを発見したオスカー・クラインにちなんでクラインのパラドックスという。ボーアは、ディラックがこの困難を避けるために、負のエネルギー状態は電子で満たされているという考えを出したことを述べた。パウリの排他律のために、すでにある電子が占めている状態へ、他の電子が遷移することはできないことを利用するのである[50]。

二七日に原子核の問題を講義した。その中には、宇宙線のシャワーの問題や、液滴モデルの専門的な講義に加え、最後に量子力学の限界と量子電磁力学に就いての見通しについて述べた。宇宙線のシャワーの問題は、二七章で述べたように、阪大の菊池研で扱っていた問題である。ボーアは、ハイトラー、バーバ、カールソン、オッペンハイマーらによって、宇宙線のシャワーが多重過程によって起こる理論が提案され、その理論はアンダーソンらの実験結果と一致していることを述べた[51]。これは菊池らの主張と真っ向から対立する。ボーアと菊池が長い間討論をしたというのは、この時のことであったかもしれない。

また、この日はボーアが原子核の液滴モデルについての詳しい説明を行った。液滴モデルの研究はボーアがＦ・カルカー（Fritz Kalckar）とともに行ったばかりのもので、この年に出る共著論文で発表される。また、日本に来る前、アメリカにおける国際会議でも、これについてボーアは話している。文字通り、ボーアにとっては最新の研究成果であり、この後の原子核物理学の発展、とくに核分裂の理論にとって重要な意味を持つ。この段階でのボーアの理論はレイリー卿による液滴の振動の分析を原子核に適用するもので、原子核による中性子の放出は液滴の蒸発として類推された。ボーアとカルカーは、原子核の振動を考察することで、実験とよく一致する理論を得た[52]。

二八日の講義は再び一般向けの講義であり、相補性の考えを量子力学以に応用する話であった。とくに生物学や心理学への相補性の応用について話した。この問題についてはすでに述べたように、ボーアは一九二九年の「原子理論と自然の記述」においてはじめていた。しかし、生命の問題に相補性を本格的に適用し始めるのは一九三三年の「光と生命」からである。この講演では、まず量子力学の特徴は相補性であって、非因果性ではなく、したがって、量子力学の非因果性が直接生命や、自由意思と関係しているという見方が誤解であると述べた。そのうえで、生命現象は物理・化学現象とは異なった現れ方をし、物理学・化学の法則で無理に理解しようとして有機体に擾乱を与える実験をすれば有機体を殺してしまう。その意味で、生命現象は、物理・化学の法則と相補的であるとした。これは決して、生命現象が物理学の法則、たとえば熱力学の第二法則に反することがあるというわけではなく、生物の特徴を必ずしも物理や化学の規則性から説明すべきではないということである。それでも、物理学や化学の方法が生物現象の解明に役立たないというわけではなく、一例としてヘヴェシーによるトレーサー法を挙げた。続いて心理学については、量子現象における観測に似て、心理的体験を分析すると、体験自体が変わってしまうことを話した。さらに、人種の問題についても同様なことが起こることを述べた。ある国民はそれぞれの特性を持つが、ある国民の一人が他の国民の特性を観察分析すると、自己の偏見を失って、その特性を変化させる。この変化なく、他の国民を理解することはできないが、これもまた観察が自己を変える例であるという[53]。

月末にボーアは理研に行って、そこの研究者と討論をしたが、その記録は残っていない。これがもっとも有益だったという。理研でとられた写真から、これには菊池正士も参加していたことがわかる。

## 日本各地におけるボーアの講演

五月初めにボーアらと仁科や高嶺とともに東北大へ行った。そこでの講演の内容は原子核に関するものであったといい、おそらく液滴モデルの話であったと思われるが、具体的な内容はわからない。東京に帰ってから、如水会館において、一般向けの講演をした。これは、仁科が翻訳し、雑誌『科学知識』に「原子」と題して、出版した。その記事からスライドを多用した視覚的なものであったことがわかる。ボーアは多くの霧箱写真、ラウエ

斑点、スペクトル写真、原子模型の図を見せた。内容の大部分は原子構造論である。しかし、最後の説は「補足性」と題し、相補性の考えに半頁ほど費やして説明している。ボーアは「量子論に於ける事態は決して矛盾ではなく、違った種類の実験に応じて異った種類の規則性が現はれるといふ事なのであります」と相補性を説明し、「この国でも生の異る局面が体験せられました。例へば戦場にある武士と僧侶とは互に補足的な生の局面を示して居ります」などと言った[54]。

その後、五月初めに関西へ行くのだが、マレガレーテは日本に来ながら、富士山を見ないで帰るのは考えられないという。仁科はボーア一家を連れて熱海で下車し、そこから自動車で十国峠を経て箱根・宮ノ下の富士屋ホテルで一泊し、沼津に出て汽車で京都へ向かうという経路を採ることにした。十国峠を経るのは、その途中で富士山を見ることを期待してのことであった。ところが当日は横浜を通過するころから大雨になり、熱海ではなく国府津で下車して箱根に直行することになった。夕方、ホテルに着くころには雨は上がったので、自動車で長尾峠へ行った。夕日も富士も雲に隠れていたが、富士山の裾野が見え出したので、黄昏のなかで待った。雲も山も区別がつかなくなるほど暗くなってもボーアらは動こうとしない。仁科があのあたりが頂上だというと、そのままボーアたちは暗くなってお互いの顔が見えなくなるまで立っていた。ホテルで一泊し、翌日は見事に晴れ上がり、長尾峠のトンネルを抜けると正面に富士山が大きく見え、ボーアらは歓声を上げた[55]。

五月一〇日に京都帝大で「原子論における因果律」という講演をした。これは武谷によると、ボーアによるＥＰＲに対する返答と同様の内容だったという。仁科が通訳をした。また、この夜に京都大学が晩餐会を開き、食事の後に田邊をはじめとする京都大学の哲学者たちがボーアと話しをした。そのとき田邊は主観と客観の区別についての問題（”problemet subjekt/objekt skelnen”）に興味を示し、ボーアはデンマークから上述の「光と生命」を送る約束をした。また、晩餐会にはそのほかに京都大学に着任したばかりの荒勝文策や、玉城嘉十郎も来ていたという。そして、理学部長の松山基範が、ボーアらが写真より想像したより実際の富士山がはるかに美しいことを知ったのと同じように、彼等日本人科学者たちも、想像していたよりもボーアがはるかに偉大な人間であることを理解したと言った。それに対して、ボーアは、ここでも主観と客観を切り離すことが難しいこと、自分と日本とを切り離すことが難しく、自分のもとにいた日本の科学者たちに負うところが大きいことを述べた。さらに仁科によると次のように述べたという。

@引用@

自分は京都に来る途中幸運にも富士山を見ることが出来た。而かも前の晩に雲に包まれて見た景色と翌日の雄麗な姿とは、富士の二つの complementary aspects （相補的な面）である。そしてこれ等の景色を眺めて居る時、自分と富士山との間にハッキリと区画を引くことは困難である[56]。

@引用終わり@

このテーブルスピーチは相補性の説明としてはあまりわかりやすくないかもしれない。自分と富士山との間の区画について、仁科は「主観と客観との区別の出来ない忘我の境」のことだとしている[57]。これは富士山を眺めるときのボーアの様子をみてそう思ったのだが、おそらく仁科はボーアの意図を汲みきれていない。ボーアは雲に隠れた富士山と、隠れていない富士山の間の相補性を言う。これらは確かに、量子力学における時空間的記述と因果的記述のように排他的である。しかし、雲に隠れた富士山も富士山の一つの側面だというときの「富士山」とは、「富士山そのもの」ではなく、ボーアらが眺めるときに成立する富士山の風景なのである。そのような意味で、富士山とその観測者との間に明瞭な境界を置くことが不可能になる。また当時にボーアは自分を富士山に喩えた松山の称賛に対して、その「偉大さ」が自分だけのものでなく、例えば日本の物理学者たちも貢献していること、ちょうど富士山が多様な側面を見せるように、自分はその一つの側面にしか過ぎないと答えようとしたのではないだろうか。

翌々日一二日に大阪帝大で「原子核」という講演をし、その後九州帝大で同じタイトルの講演をしたあと、門司から中国へ立った。

ボーアは小さい声でもごもごとしゃべることがあり、必ずしも講演の名手というわけではない。しかし、日本での講演はかなりうまくいったと思われる。講演におけるボーアの熱心さは多くの人を感動させた。日本での講演に限ったことではないが、ボーアは講演のたびに周到な用意をした。あらかじめ会場の下調べをし、開始時間の二時間前から講堂で考えを練り[58]、講演の前に黒板で丁寧に図を書いた。そして、午前一〇時から四時過ぎまで、昼飯も食べずにずっと質問に応じた[59]。

聴衆に対するボーアの印象は強く、研究者たちに大きな刺激を与えた。武谷のように、ボーアに批判的な人物でさえ、次のように書いている。ボーアは「各大学で熱心な講演やディスカッションを行ひ多大の刺激を残して行った。お役所仕事化してゐる大学にも一抹の活気が数日間あらはれた様である。特に、物理教室の人たちよりも哲学者の方がより量子物理学に関心を持ってゐる京都に於て、「原子論に於ける因果律」といふ題で講演が行はれ’広い京大法経第一教室も立錐の余地もない程の熱心な聴衆がボーア教授の熱心で親切な講演を聴いた」[60]。そしてボーアの来日は日本の科学ジャーナリズムをも刺激せずにはいなかった。すでに見たように講演筆記や、ボーアの紹介が種々の雑誌に掲載され、一般向けの講演には多くの聴衆が集まったのであった。

おそらく仁科にとって重要であったのは、日本の物理学についてのボーアの感想であった。オーア・ボーアはニールスの四男で、ボーアの後を継いで物理学者・ボーア研究所所長になり、ノーベル賞も受賞したが、ボーアが日本への旅行に関して話したことを記している。そのころ、ボーアは相補性の概念を生物学や心理学に適用しようとしていたが、それに関連して、異民族文化間の関係を考えることにも非常に熱中していた。「父は本能に

よる行動様式と理性による行動様式の間の相補性をいつも強調し、人間文化は身体的遺伝にまったく無関係な伝統のセットであるとみなし、それはまったく異なった自然環境に植え付けることの可能な花と比較すべきものであると考えていました。人間のもつ異なった諸文化は、その一つに含まれている理想と偏見のセットが、他の一つに含まれているそれと相容れないことがあるという意味で、父はそれらを互いに相補的なものとして特徴づけることを好みました」。そして、時には次のようなことを冗談でよく言ったという。「東洋人は西洋人の文化ではなく彼ら自身の独特の文化をもっているが、この事実はまったく運命のいたずらにすぎないと、ほんの少しでも考える西洋人があれば、その人はもはや本当の西洋人ではない。なぜなら、その西洋人は、善悪は別として、彼を西洋人たらしめている諸偏見の中のあるものを失ってしまったからである、と」[61]。これがつまり、上記に述べたボーアの主張、すなわち、ある国民が他の国民を理解しようとすることによって、その特性を変えてしまうことの一例であろう。

そして来日中、ボーアはこのような考えを講演や会話で述べたという。旅行が終わりに近くなったある時、仁科がボーアのところにやってきて次のようなことを述べた。「私は仲間の科学者たちと、異なった文化間の関係に関するあなたの意見について議論していたのですが、私たちは率直にいって、第一にあなたの意見に非常に懐疑的でした。文化間の相違はあなたが示唆した相違よりももっと大きいと確信しているように思ったのです。ところが、あなたとの会話のなかから、私たちが今まで話し合ったことのないある事柄が明らかになりました。それは、私たちすべてが、誰に話すともなく、日本人は科学では西洋人にとても及ばないのではないかという恐れを密かに抱いていたことです」。そして仁科は言った。「しかし、あなたの話しぶりから、私たちにも科学で一流になれるチャンスがまだ残されているのではないか、と感じるようになりました」。ボーアはこれを聞いて深く感動したという。そして、のちに息子のオーアにこの話をするときに、すぐ後に日本の次の世代の物理学者たちが成し遂げた業績によって、この点が見事に立証されたと付け加えるのだった[62]。

## 日本における相補性の議論の盛り上がり

ボーアの来日は、アインシュタインの来日ほどの広い衝撃をもたらさなかったが、彼の相補性の考えはこの機会に広く論じられるようになった。一九三八年一一月に発表された「相補性理論」において仁科が「今日相補性が科学乃至は哲学方面に於て，一般に注目を受けるやうになったことは、当然来るべきものが来たと云って好いであらう」[63]と書いている。一般的な読者の関心の増大は科学ジャーナリズムにおける需要の増大となり、それがこの分野の作家たちの執筆意欲を引き起こしたであろうと考えられる。ただし、相補性の考えが関心を持たれ、それについて論じられるようになったからと言って、必ずしもそれを誰もが支持したというわけではなかった。以下で，一九三七年からの数年間に，相補性がどのように論じられたかについて述べる。相補性に対して同情的であったのは，仁

科，田辺，藤岡，そして天野清を挙げることができ，それに対して批判的であった者として，武谷と富山をとりあげる。

仁科は以前から相補性については書いていたが、ボーアの来日にあたって、相補性についてより頻繁に書くようになった。仁科はある座談会でボーアとは何者か、ボーアの考えは哲学観、世界観、人生観に関して画期的なのかと聞かれ、相対性原理の影響から類推し、同じようなことが相補性についてもあるだろうと答えた[64]。

仁科芳雄は一九三七年の「Niels Bohr 教授の来朝に際して」で，ボーアの「補足性」に言及している。仁科によるとボーアはハイゼンベルクが不確定性関係を導いたころ、同様の問題を考察していてその根拠を「一層明快にし」、「古典的概念を用ひて現象を表現する限り、不確定性原理は免れ得ない事を強調」し、更に波動粒子二重性の生じる理由を明らかにした。それは仁科によれば我々の物理的概念が巨視的な手段を通して形成されるからだというのであった。ただし、これは同じ実験で同時に起こるものではなく、一方が現れるときは他方が隠れる。このようなことは量子論で一般的なことである、とし、これからボーアは量子論のことを「補足論」と名付けたと書く。これは「量子論に於ける表現が半面的であって、其半分宛を合せ得る極限が古典論となる」という意味だという。さらに「補足性」の生物学及び心理学における応用に言及して、「これは他日実を結ぶものであらうと考へられる」と述べている[65]。

一九三八年八月に、仁科は「廿世紀思想」というシリーズの一巻、『自然科学思想』に四〇ページの論考を寄せ、量子力学の思想について詳しく論じた。ここで仁科は初めて「相補性」という言葉を使い始める。相補性の説明は、それまでと大きな違いはない。すなわち、我々の概念は古典論の成り立つ体系に関する現象に基づいて形成されたものである。そのため、古典論に従わない量子現象は古典概念で理解することは困難であり、その半面をのみ捉えて、古典概念を適用するしかない。そして、量子論の特徴として、一つの半面が現れるときは、他の半面が現れることはない。これが量子論の「半面性」であり、この事態を表現するために、量子論を「相補性理論」と唱えたという[66]。

そして不確定性関係をガンマ線顕微鏡の分析を通して論じて、観測の主体たるガンマ線顕微鏡と電子の間に、エネルギー運動量の交換が必要であり、その交換はプランク定数のために一定以上小さくできない。さらに、ガンマ線は量子領域の実在であるために、その運動を因果的に定めることはできず、波動であらわされる確率でしか与えられない。この状況を量的にあらわしたのがハイゼンベルクの不確定性関係であるとした[67]。このような測定の分析から，ここでもまた主観と客観の非分離の問題に言及している。「量子論に於ては上述の通り、観測体並に被観測体の有する力学的の量に截然たる区別を付け得ないから、此両者を完全に切り離すことは不可能である. これは学術の他の領域に於ける主観と客観との不可分の問題と極めてよく類似している」[68]。ここでは量子論を他の領域に適用することについて、「物理学の領域に於て、互いに矛盾すると考へられた事実が、相補性の概念によって極めて自然に説明せられたと同様に、他の領域に於ける問題が、相補性の

見地から包括的の解釈を加へることにより、其理解を深め、無益の論争を避け、依て学術の進歩を促すことが出来る」として、生物学上の問題、心理学上の問題、などについて述べている。あるいは「精神文化と科学文化とは或る意味に於て相補の関係にある。そして一方に偏した発達は円満な文化とは云へない」と述べている。この論点は数年後に興味深い形で繰り返されることになる。そして「かやうに量子論なる無機物の領域に於て得られた成果が、他の広き範囲に影響を及ほすのは、其人類文化上に於ける基礎の深さを示すものである」と結んでいる[69]。

一九三八年の一一月には、『科学知識』誌上において「相補性理論」特集が編まれた。仁科はそこで「相補性理論」という記事を寄せ、同様のことを短く書いている。仁科はそのなかで、「今日相補性が科学乃至は哲学方面に於て、一般に注目を受けるやうになったことは、当然来るべきものが来たと云って好いであらう」と述べ、量子力学を相対性理論に対する「相補性理論」とし、量子論における相補性と、他の領域における相補性の説明を与えている[70]。この特集には、林髞が「生理学の相補性」、三枝博音が「哲学の相補性」、賀川豊彦が「神学の相補性」、板垣鷹穂が「芸術学の一特質：相補性に関連して—」という記事を寄稿した[71]。

## 田邊元と相補性

日本の哲学者の中でボーアの来日後、ボーアの相補性に対してもっとも活発に発言したのは田邊元である。彼はすでに述べたように哲学者としてはもっとも早くからボーア·の思想に着目し、すでに「交互性」の概念を取り上げていた。京都におけるボーアの講演にも出席し、それに触発される形で、相補性を中心に量子力学の哲学について盛んに書き始めた。一九三五年の論文でいったん、以前の立場を撤回し、ボーアに対して批判的な態度を示したが、ボーアの来日以降、再びボーアの相補性の考えを盛んに取り入れるようになった。そして、相補性についての最初の論文、「自然の弁証法」と同様に、田邊の相補性理解はあくまで弁証法の枠組みによるものであった。

田邊は、すでに『科学』の一九三七年四月増刊号、「自然科学的世界像」特集号に寄稿した「世界観と世界像」という文章において、ヨルダンの著書『直観的量子論(*Anschaliche Quantentheorie*)』における相補性の生物学への応用の議論を紹介しながら、「排他的相互補足性」について論じている[72]。この論文は科学的世界観と世界像についての戸坂潤の議論に応えたものだと思われるが、それについてはここでは論じない[73]。これが書かれたのは、ボーアの講演を聞く前のことであろう。

田邊がボーアについて正面から扱うのは、同じ年の七月に発表した「量子論の哲学的意味」においてである。この論文の前半で「原子理論と自然の記述」を紹介し、ところどころ来日時のボーアの言葉をひきながら、相補性について詳しく論じ、後半でそれに基づいて彼自身の哲学を展開している。なお、この論文は「相補性」という訳語を使い始めた最初のものであると思われる。この論文の特徴は、相補性を弁証法の枠組みから解釈しよう

としている点である。それは田邊の「相反的相補性は正に弁証法的対立の統一以外の何ものでもない」という表現に集約される。ただし、田邊はまたボーアの相補性が十分に「具体的でない」ともし、それ自体が新しい課題を提出したものとしてとらえている[74]。

この論文でも主観と客観の問題は重要なテーマとなっている。前章で一九三五年の論文で、田邊は量子力学の主観的解釈を撤回し、ボーアの「通俗的説明」を主観主義的なものとみなしていたことを述べたが、この論文では量子力学が物理学の認識に主観性をもたらすという主張に制限が加えられなえければならないという立場をとりつつ、それをむしろボーアに依拠して論じている。すながち、ボーアにおいても相互作用をするのは精神と対象なのではなく、観測装置と観測対象なのであり、装置は精神が自由にきめるわけではない。田邊によれば、そこにあるのは主観と客観の中間体であり、その両者の統一は弁証法的になされるものなのである[75]。

この田邊の文章は極めて分かりにくく、特に後半部分は段落の切れ目なく思考を書き連ねたという性格のものであるが、田邊自身が相補性の理解に困難を覚えていたことを比較的正直に述べている。「ボーアの相補性に就いて説く所は、勿論私の知識の欠乏と理解力の不足とに因ることではあるが、必ずしも理解し易きものではない」、「「ボーアが前述の論文集に相補性は相応原理に就いて説く所は言簡にして意深く、理解に容易でない。私は今次氏の説く所を聴いて始めて其意味を自分なりに掴むことが出来た。門外漢たる私の理解は依然として不十分であり、到底氏の深き考を正しく解することは出来ないと思ふけれども」と、田邊自身、相補性の理解に困難を覚えていることを述べている[76]。

## 藤岡由夫の「妖気」

仁科や田邊と並んで、ボーアの来日後に相補性について多く書いたのは藤岡由夫である。すでに述べたように、彼はボーアの講演録を書いて、ボーアの発言を詳しく記録していた。ボーアの来日後、藤岡が書いた量子力学の基礎に関する文章はおそらく一九三八年五月に発表された「量子力学の基礎的概念」であろう。ここで彼は「位置と運動量とは，互いに同時には決して正確に知りえる筈のない量で，一方を正確に知れば他方は全く判らなくなる。此の関係を言ふのに位置及び運動量は互いに補足的であると言ふ」と書き、「量の補足性即ち不確定原理」という言い方をしており，このときの藤岡にとっては相補性と不確定性原理の間には区別がなかったことがわかる[77]。一九三八年一二月に発表された『現代の物理学』は量子力学と相対論の入門的な教科書であるが，そこで藤岡は相補胜についてもより包括的な解説を与えている。 そこでは一方で不確定性関係と同じものとしての「量の相補性」について語りながら，他方でより一般的な概念としての相補性について述べ，またＥＰＲの議論とボーアの反論にも一つのセクションを書いている[78]。これは教科書において量子力学の基礎の問題が扱われた例の一つと言える。しかしより興味深いのは一九三九年二月藤岡が発表した「妖気」である。これは寺田の文人科学者の伝統において相補性が扱われた例といえる。ここで藤岡は相補性を用いて「妖気」というものを

考えようというのである。藤岡の母が病気にかかったとき、彼の友人で物理学者のN（おそらく中谷宇吉郎）が、前に病床に妖気の漂うのを感じた、といった。それは寺田寅彦が死ぬ前に見舞ったとき感じたものと同じものだった。だが、その妖気をもはや感じないので、安心であるというのであった。藤岡は、物理学者であるNが「妖気」の存在を信じているということから、「妖気」なるものをうまく説明できないかと考える。病気が人間の身体におよぼすさまざまな変化があるはずであり、それには、人間の目によって総合的にとらえられるものがあるに違いない。「一見してどこと区別されなくとも何となく自然の健康の状態と異なったものがあり、それが妖気と感ぜられる原因となるやうなことも、まだまだあるに相違ない」と考える[79]。

つまり、藤岡は「妖気」なるものは存在するが、それは神秘的なものが存在するわけではないと主張する。現在の自然科学において根本的なのは、物理学と化学であって、生命現象といえども、これらに反する事はありえない。しかし、すべての生命現象の法則的記述が物理学および化学的方法によってできるとはかぎらない。そして、「物理学的，化学的の方法のみよって生命現象が判るかどうか，無機物の合成によって生命ある物体が出来るかどうかといふ様な事に就いて，私は何も確信を以て言ひ得るものではない。唯近頃物理学上に発展した相補性原理は，此の問題に何等かの解決の手がかりを与へるものの様で，此の原理の事を考へる時に，「妖気」の上に光明がゆらゆらと漂ふ様な気がするのである」と述べ[80]、量子力学における相補性について説明する。もっとも彼が相補性原理として述べているのは、不確定性関係のことであるが。さらに、彼は、「多くの科学の法則は物理法則を範型として出来て居る。そして通常は勿論古典物理学の法則によって居る。しかし乍ら，他の科学で取り扱はれる現象に於ても，その要素的な過程に於て物理学の作用量子の存在に似たものがある場合には，それに関する法則はむしろ量子力学の法則に似た，ものが適用されるべきであらう·此の様なものの一例として生命現象を対象とする科学が数えられる事は，夙にホーアによって指摘されて居る」として、ボーアの生命現象に関する相補性の議論を紹介している。こうして、「ここにも物理学的化学的の方法と，生命現象とは相補的の関係にある事が示されるのである」という。そして「作用量子の存在は，事実として受け取られるべきものであって，それを考に入れた理論体系が量子力学である.同じ様に生命の要素の存在も亦事実として受け取られるべきものである.そして物理学における量子力学が発達したやうに，生命の要素をとり入れた広い科学が発達するかもしれないと思ふのは，単なる空想であらうか」と結んでいる[81]。

藤岡のこの文章は、何かを論証しようとするものではない。「妖気」が相補性によって説明できるという主張をするというよりは、「妖気」に絡めて相補性、とくに生命現象と物理化学現象の相補性について述べ、未来の発展について漠然とした感想を書いている。このように、文人科学者の伝統においては、相補性は科学的随筆の題材を与えるものとなりえた。

## 相補性に対する批判

ボーアの相補性の考えにかならずしも賛成しなかった人たちもいた。すでに述べたように、武谷三男は量子力学の基礎の問題には極めて強い注意を向け、ＥＰＲの論文とボーアの反論を一九三七年に訳していた。そこではボーアに対して非常に好意的な序文を書いたのだが、彼が同じ年の五月に谷一夫の筆名で，『世界文化』に書いた「ニールス・ボーア教授の諸業績に就て」では、ボーアについても、相補性についても極めて批判的であった。ボーアについては「一九一三年有名な原子論を出して後は論文によってよりも寧ろ世界の学者を指導する事によって量子物理学に貢献した」と、ボーア模型の提出以降の論文をまるで評価していない。そして「彼の極めて漠然とした所が，各物理学者の相談相手としてすぐれてゐる一つの原因であらう」と厳しい[82]。相補性については，「ボーア教授が量子力学の性格を論ずる時，自家特性の「補足性」なる言葉を使ふ，之は哲学上の概念でも自然科学の概念でもないといったもので，量子論をボーア教授が自分で解釈したり説明したりする時に使ふだけの無根拠な、単に現象論的な言葉にすぎない。特に生命の問題や心理学に類推として飛び出して行くから警戒しなければならない。のみならす、物理学内部でも甚だ危険である」とこき下ろしている。武谷によれば、法則性（レギュラリティ）が本質的であり、確率，不確定，同時に位置と運動量を持たない事，等は表面の事に過ぎない。相補性はそれに対して「立体的な対象を立体的に把へ得ないで，平面上に投影し，固定化した、謂わば弁証法を非弁証法化したもの」、「量子論や諸現実の豊富な内容を平面化し化石化せしめる麻酔剤として働くもの」ということになる[83]。

マルクス主義者たちによるボーアに対する批判は、武谷によるもので終わってしまった。かれらは、唯物論の観点からボーアに対する批判をしてもよかったはずであるが、それは起こらなかった。一九三七年七月七日に盧溝橋事件が勃発し、日本が日中戦争にのめり込んでいく中、左翼知識人に対する弾圧は強化され、マルクス主義者たちは出版活動が維持できなくなっていった。一九三七年一二月に岡邦雄と戸坂潤は執筆禁止を言い渡され、唯物論研究会は一九三八年二月一三日に解散していた。その後、岡や戸坂らは『学芸』という雑誌を発行していたが、一九三八年一一月二九日に、唯物論研究会のメンバー三五名が治安維持法違反で検挙された[84]。『世界文化』も主要メンバーが一九三七年に検挙されて終刊していた。武谷自身も、一九三八年九月に検挙された[85]。こうして、マルクス主義者は相補性どころではなく、彼等の批判は沈黙させられた。

ボーアに対して批判的だったのはマルクス主義者だけではなかった。富山小太郎の批判はより物理学者の観点からのものであるが、武谷とおおよそ軌を一にしている。富山が理研にいて、「タンク」のあだ名を得たことについてはすでに述べた。富山は一九三三年から量子力学の観測に関する論文を発表し[86]、量子力学的な時間に関する論文を発表しているが[87]、この時期からはコペンハーゲン解釈に対する批判を述べるようになり，とくにボーアの相補性を批判する。一九三九年四月に発表された「量子論に於ける古典的なるもの」がボーア批判の最初期のものであった。その批判の鍵となるのがこの量子論における

古典論の言葉が不必要性だという主張だった。これは富山に限らず、相補性に反対した、あるいは無関心だった、多くの物理学者、たとえば武谷も含めて、に共通の考え方であったと思われるが、富山にとくにはっきりと現れているように思われる。「古典的な言葉による外、何事も人間の清神に謝に理解出来ないと主張する」というボーアの主張について、その真意を次の様に推測している「即ち量子力学に於ても、古典物理学に於けると同様、位置運動量等は理論構成上極めて重要な概念となってゐる。これらの量を一般に定義するにはこれらが如何にして測定されるかを示さなければならない。つまり或程度迄具体的な観測奨置主観測方法とを示す必要がある。然るに量子力学の理論の結果と実験的結果を比較する際、例へば位置座標の与へられた粒子として細隙を通過した粒子を採用する。即ち量子力学に於ても、諸量の測定方法は古典物理学に於けると同様の方法を採用するので若し然らずとすれば、例へば位置なる概念によって何を意味するかが不明瞭になるであらうから測定装置は古典物理学によって処理出来るものでなければならない」[88]

富山のボーアに対する批判は、この点を突き、必ずしも古典的な概念を用いる必要はないというものである。「新しい物理学にはそれに相応しい新しい言葉があり、新しい内容は新しい言葉をもって最も適切されるものと私は信ずる」「数学の物理学に対する関係は、単に実験と比較すべき結果を求めるための手段といふ様な表面的なものに止まらず、その内容を表はすのに欠くべからざる言となって居るのである。強ひてこれらのものを避けようとすれば、極めて迂遠なる方法による而も拙劣な形でその内容を表はし得るに揚ぎないであらう。量子論に於ても、波動関数、演算子等を使用することにより、古典理論の否定——不確定性原理、不正確等——乃至修正の形に於てでなく、新物理学の内容を直接に簡明に更に最も適切に表はし得るものと信ぜられる。」ようするに波動関数であらわせばよいということである。このような立場は相補性のような考え方をとくに批判しないが、受け入れもしない物理学者の間には広く共有されていったものと思われる。

## 量子力学の哲学と日本

このように、一九三〇年代の後半に日本の知識人の間で相補性への関心が高まったが、これは決して日本人に相補性ととくに親和性があったからではなく、日本で科学ジャーナリズムが成熟し、科学についての様々な議論が出版される土壌があるところに、ボーアの来日というきっかけがあったからである。その結果、日本の知識人が量子力学について論じる中心的な話題は因果律の問題から一気に相補性の問題となった。

しかしだからといって、相補性の考え方が日本の物理学者や知識人にとってわかりやすかったわけでも、受け入れやすかったわけでもなかった。田邊がいうように、日本で相補性に関心を持った人たちにとって、相補性の考えは難解だった。武谷や富山のように、それを受け入れなかった者もいた。そして、多くの物理学者は相補性のことを特に考えることなく、物理学の研究を進めていった。

ずっと後になって、ボーアのもとで研究をしたL・ローゼンフェルト（Léon Rosenfeld）が、湯川秀樹に「日本の物理学者は西洋の物理学者と同様に相補性の考え方に慣れ、それに馴染むのに同じ困難を経験するか」と尋ねた。湯川は、「いいえ、ボーアの議論は私達にはいつもまったく明白です」と答えた。ローゼンフェルトが驚くと、湯川は微笑しながら、「よろしいですか、日本にいる私達はアリストテレスに毒されていないのです」と言った[89]。湯川と同じように、ハイゼンベルクもまた、「この前の大戦以来、日本からもたらされた理論物理学への大きな科学的貢献は、極東の伝統における哲学的思想と量子論の哲学的実体の間に、なんらかの関係があることを示しているのではあるまいか。今世紀の初め頃にヨーロッパでまだ広く行われていた素朴な唯物論的な思考法を通ってこなかった人達の方が、量子論的なリアリティの概念に適応することがかえって容易であるかもしれない」と述べている[90]。どれだけローゼンフェルトが正確に記憶しているかはともかく、湯川ならば言いそうなことではある。しかし、実際には、日本の物理学者にとっても、相補性の考えは自明ではなく、そして多くの者は馴染みさえしなかった。田邊のような仏教思想に詳しい哲学者にとってもボーアの思想は難解だった。そして、相補性について考えた者たちも、アリストテレスに毒されていないどころか、多くの日本の哲学者・思想家は、カント、ヘーゲル、マルクスといったヨーロッパの哲学的伝統の中で考えたのである。

むしろ、この点に関しては、まさにボーアが訪日中に述べたことのほうが妥当であるように思われる。異なった集団が異なった文化を持つのは遺伝的に決定されているというよりも、様々な偶然の帰結にすぎず、まったく異なった自然環境に植え付けることの可能な花のようなものであるボーアが考えていたことを先に述べた。そして、仁科らがボーアの話から受け取ったように、文化の相違は乗越えられないほど大きいものではない。日本の物理学者が量子力学以降の物理学の発展において急速に貢献できるようになったのは、もともと彼等が文化的にそれに向いていたからではなく、様々な偶然的条件が量子力学の研究という活動を日本に植え付け、それを成長させることを可能にしていたからだと見るべきだろう。

しかし、ボーアの接ぎ木の喩えもまた、文字通りに受け取るわけにはいかないだろう。量子力学という新しい物理学とその思想が植え付けられた昭和前期の日本は決してヨーロッパとまったく異なった自然環境ではなかったからである。すでにみたように、仁科が量子力学の研究を始めるにあたって、すでに理研を中心としてその研究に適した環境ができつつあった。日本の知識人たちが量子力学の哲学に接触したときも、彼らがそれを理解するときの概念的基盤となったのは、弁証法哲学やマルクス主義といった、ヨーロッパか日本にすでに入っていて浸透していた思想の上であった。日本の知的状況はそのような外来思想と、科学ジャーナリズムや、科学教育の上に作り上げられ、もちろん、ヨーロッパにおけるものと同じであったわけではなく、独自の状況を作り出していた。しかし、その独

自性は決して、湯川やハイゼンベルクが示唆したような、日本ないし東洋固有の思想のようなものではなかったのである。

---

1 この章の内容については、部分的には次の文献でも論じた：Ito, Kenji, *Making Sense of Ryōshiron (Quantum Theory): Introduction of Quantum Physics into Japan, 1920-1940* (Harvard University, Ph. D. Dissertation, 2002); Ito, Kenji, "Early Japanese Reactions to the Interpretation of Quantum Mechanics, 1927–1943," Olival Freire Junior, et al., eds., *Oxford Handbook of the History of Quantum Interpretations* (Oxford University Press, forthcoming).
2 仁科芳雄から長岡半太郎（1928年1月27日）**『書簡集 I』** pp. 76-79.
3 仁科芳雄から N. Bohr（1929年4月6日）**『書簡集 I』** pp. 122-123.
4 山口喜三郎から長岡半太郎（1929年4月9日）**『書簡集 I』** pp. 124-125.
5 山口喜三郎傳編纂委員会編『山口喜三郎傳』（東京芝浦電気株式会社, 1950）.
6 仁科芳雄から N. Bohr（1929年11月25日）**『書簡集 I』** p. 174.
7 B. Schultz から仁科芳雄（1929年12月20日）**『書簡集 I』** pp. 176-177.
8 N. Bohr から仁科芳雄（1929年12月26日）**『書簡集 I』** p. 178.
9 Bohr, Niels, *Atomtheorie und Naturbeschreibung* (Springer, 1931).
10 仁科芳雄『最近に於ける物理学の発展』経済倶楽部講演第百十輯（経済倶楽部, 1936）.
11 仁科芳雄から N. Bohr（1930年1月22日）**『書簡集 I』** pp. 187-188.
12 仁科芳雄ほか6名連名「Bohr 招聘のための醵金募集」（1930年7月10日）**『書簡集 I』** pp. 196-197.
13 N. Bohr から仁科芳雄（1930年8月4日）**『書簡集 I』** pp. 197-198.
14 仁科芳雄から N. Bohr（1931年4月24日）**『書簡集 I』** p. 220；N. Bohr から長岡半太郎（1931年5月22日）**『書簡集 I』** p. 222；N. Bohr から仁科芳雄（1931年5月22日）**『書簡集 I』** pp. 222-223.
15 長岡半太郎から仁科芳雄（1931年6月8日）**『書簡集 I』** pp. 225-226.
16 長岡半太郎から仁科芳雄（1931年10月20日）**『書簡集 I』** pp. 251-252.
17 仁科芳雄から N. Bohr（1932年11月6日）**『書簡集 I』** pp. 271-272；仁科芳雄から B. Schultz（1932年11月6日）**『書簡集 I』** pp. 272-273.
18 G. Hevesy から仁科芳雄（1933年3月26日）**『書簡集 I』** pp. 285-287.
19 仁科芳雄から N. Bohr（1933年4月7日）**『書簡集 I』** pp. 288-289.
20 B. Schultz から仁科芳雄（1933年4月26日）**『書簡集 I』** pp. 292-294.
21 仁科芳雄から B. Schultz（1933年7月18日）**『書簡集 I』** pp. 314-316.
22 N. Bohr から仁科芳雄（1934年1月26日）**『書簡集 I』** pp. 330-332.
23 仁科からボ-アへ、1934年3月21日）**『書簡集 I』** pp. 333-336.
24 「Bohr 教授招聘費申請趣意書」（1934年7月）**『書簡集 I』** pp. 340-342.
25 「財団法人　三井報恩会設立趣旨」1934年9月15日）『書簡集補』pp. 29-32.
26 米山梅吉から長岡半太郎（1934年8月9日）**『書簡集 I』** pp. 347-348；長岡半太郎から仁科芳雄（1934年8月10日）**『書簡集 I』** p. 348；仁科芳雄から N. Bohr（1934年9月7日）**『書簡集 I』** p. 349.
27 B. Schultz から仁科芳雄（1934年7月5日）**『書簡集 I』** pp. 342-343.
28 仁科芳雄から N. Bohr 夫妻（1934年8月2日）**『書簡集 I』** pp. 344-345.
29 N. Bohr から仁科芳雄（1934年9月13日）**『書簡集 I』** p. 350；N. Bohr から仁科芳雄（1936年2月8日）**『書簡集 II』** pp. 417-418.
30 仁科芳雄から本多光太郎（1936年12月17日）**『書簡集 II』** p. 513；仁科芳雄から本多光太郎（1936年12月26日）**『書簡集 II』** p. 516；仁科芳雄から原田積善会（1937年1

月 5 日）『書簡集 II』p. 517.
31 仁科芳雄から八木秀次（1937 年 3 月 3 日）『書簡集 II』pp. 554-555.
32 仁科芳雄から木村正路（1937 年 3 月 28 日）『書簡集 II』p. 559.
33 宮崎治助「世界の舞台に於ける国産計算尺」『精密機械』1 巻 1 号（1933 年 10 月）：10-12.
34 仁科芳雄から嵯峨根遼吉（1937 年 3 月 31 日）『書簡集 II』pp. 562-564.
35 「同じ屋根の下に：物理学のボーア博士」『朝日新聞』（東京朝刊, 1937 年 4 月 16 日）, p. 11.
36 仁科芳雄「ニールス・ボーア：一九二二年物理章」『科学知識』16 巻 4 号（1936 年 4 月）：75-77.
37 鶴田真次郎「N. Bohr: 原子理論と自然記述」『哲学雑誌』51 巻 597 号（1936 年 11 月）：77-84.
38 天野清「「量子論解釈の変遷とその文献（ＩＩ）」『日本数学物理学会誌』11 巻 1 号（1937）：58-71.
39 仁科芳雄「Niels Bohr 教授の来朝に際して」『科学』7 巻 5 号（1937 年 4 月）：207-210；谷一夫（武谷三男）「ニールス・ボーア教授の諸業績に就て」『世界文化』3 巻 29 号（1937 年 5 月）：38-40；石原純「来朝せる碩学ボーア博士とその原子理論」『科学画報』26 巻 6 号（1937 年 6 月）：9-14.
40 長島要一『ニールス・ボーアは日本で何を見たか：量子力学の巨人、一九三七年の講演旅行』（平凡社, 2013）.
41 『大阪毎日新聞』の記事は次に再録：藤岡由夫「ボーア教授の講演」『物理学ノート』（河出書房, 1942）, pp. 126-141.
42 藤岡由夫「ボーア教授の講演(I)」『科学』7 巻 7 号（1937）：278-281; 「(II)」8 号:323-327 （藤岡由夫「ボーア教授の講演の筆記」藤岡由夫『物理学ノート』（河出書房, 1942）, pp. 142-174 に再録）.
43Q.L.Z., 「ニールス・ボーア教授の講演」『東京物理学校雑誌』46 巻（547 号）（1937）：301-308.
44 藤岡はこの時点では「補足性」という言葉を用いた。ただし)『物理学ノート』に再録したときに、相補性にあらためている。
45 藤岡, 前掲注 42, pp. 279-280；Bohr, Niels, “Discussion with Einstein on Epistemological Problems in Atomic Physics,” in P. A. Schilpp ed., Albert Einstein: Philosopher-Scientist,(La Salle: Open Court, 1949), pp. 199-241〔井上健訳「原子物理学における認識論的諸問題に関するアインシュタインとの討論」『原子理論と自然記述』（みすず書房, 1990）, pp. 186-245; 山本義隆訳「原子物理学における認識論上の諸問題をめぐるアインシュタインとの討論」『ニールス・ボーア論文集 1 ：因果性と相補性』（岩波文庫, 1999）, pp. 209-272〕.
46 藤岡, 前掲注 42, pp. 280-281；Bohr, 前掲注 45, 邦訳 pp. 239-240.
47 藤岡, 前掲注 41, p. 133；藤岡, 前掲注 42, p. 156.
48 Neumann, Johann von, *Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik* (Springer, 1932)〔井上健・広重徹・恒藤敏彦訳『量子力学の数学的基礎』（みすず書房, 1957）.
49 藤岡, 前掲注 41, p. 133.
50 藤岡, 前掲注 42, pp. 163-164.
51 藤岡, 前掲注 42, pp. 164-165.
52 Bohr, Niels, and Fritz Kalckar, *On the Transmutation of Atomic Nuclei by Impact of Material Particles 1. General Theoretical Remarks*, Det Kgl. Danske videnskabernes Selskab. Mathematisk-fysiske Meddelelser, XIV, 10, (Levin & Munksgaard, 1937).
53 藤岡, 前掲注 45, pp. 171-174；.L.Z、「ニールス・ボーア教授の講演」『東京物理学校

雑誌』46、1937、301-308.
[54] 仁科芳雄「ニールス・ボーア」『科学知識』7 巻（1937）：207-210.
[55] 仁科芳雄「Bohr さんと富士」『岩波講座物理学　月報』4 号（1939）：3-6, 特に pp. 4-5.
[56] 仁科, 前掲注 55, p. 5. また次も参照: Hans Bohr's Diary in Japan, 1937, p. 57, Niels Bohr Archives; 長島, 前掲注 40, p. 215；Bohr, Hans, "My Father," in Stefan Rozental, ed., *Niels Bohr: His Life and Work as Seen by His Friends and Colleagues* (North-Holland, 1968), pp. 325-339〔豊田利幸訳「父について」『ニールス・ボーア』（岩波書店, 1970）, pp. 397-414〕, 邦訳 p. 412.
[57] 仁科, 前掲注 55, p. 5.
[58] 竹内時男「ボーア博士の講演」『理論応用　物理と化学』1 巻 6 号（1937 年 6 月）：60-61.
[59] 長岡半太郎「ボーア教授を紹介する」『科学知識』17 巻 7 号（1937 年 7 月）：822-823.
[60] 谷, 前掲注 39.
[61] オーア・ボーア（小泉賢吉郎訳）「仁科さんと父の回想」『仁科芳雄』（新装版, みすず書房, 2005）, pp. 200-201.
[62] オーア・ボーア, 前掲注 61.
[63] 仁科芳雄「相補性理論」『科学知識』18 巻 11 号（1938 年 11 月）：14-17.
[64] 仁科芳雄・石原純・浦本政三郎・隈部一雄・山本忠興（座談会）「科学および科学文明を語る」『日本評論』12 巻 5 号（1937）：191-223, 特に p. 223.
[65] 仁科芳雄「Niels Bohr 教授の来朝に際して」『科学』7 巻 5 号、1937 年 4 月、207-210.
[66] 仁科芳雄「量子論」『自然科学思想(廿世紀思想第 9 巻)』（河出書房, 1938）, pp. 101-140, 特に pp. 105-106.
[67] 仁科, 前掲注 66, pp. 126-127.
[68] 仁科, 前掲注 66, p. 132.
[69] 仁科, 前掲注 66, p. 136.
[70] 仁科, 前掲注 63.
[71] 『科学知識』18 巻 11 号（1938）：14-33.
[72] 田辺元「世界観と世界像」『科学』7 巻 5 号（1937 年 4 月）：181-186, 特に p. 184.
[73] 戸坂潤『科学論』（三笠書房, 1935）, pp. 98-101.
[74] 田邊元「量子論の哲学的意味」『思想』181 号（1937 年 7 月）：723-751（1-29）, 特に p. 741（19）.
[75] 田邊, 前掲注 74, p. 743（21）.
[76] 田邊, 前掲注 74, p. 735（13）.
[77] 藤岡由夫「量子力学の基礎的概念」『信濃教育』609 号（1938 年 5 月）：5-15.
[78] 藤岡由夫『現代の物理学』（岩波書店, 1938）.
[79] 藤岡由夫「妖気」『思想』139 号（1939 年 2 月）：283-289, 特に p. 285.
[80] 藤岡, 前掲注 79, pp. 286-287.
[81] 藤岡, 前掲注 79, p. 289.
[82] 谷, 前掲注 39, p. 38.
[83] 谷, 前掲注 82, pp. 39-40.
[84] 『季刊・唯物論研究』編集部編『証言・唯物論研究会事件と天皇制』（新泉社, 1989）.
[85] 武谷三男「素粒子論グループの形成：私の目で見た」湯川秀樹・坂田昌一・武谷三男『真理の場にたちて』（毎日新聞社, 1951）, pp. 93-289, 特に p. 172.
[86] 富山小太郎「量子論に於ける測定の問題」『唯物論研究』4 号（1933 年 2 月）：15-28.
[87] 富山小太郎「量子論に於ける可逆性、非可逆性の問題に就て」『科学』6 巻 3 号（1936 年 3 月）：125-127.
[88] 富山小太郎「量子論に於ける古典的なるもの」『科学』9 巻 4 号（1960 年 4 月）：156-

158, 特に p. 156..

[89] Rosenfeld, Leon, "Niels Bohr's Contribution to Epistemology," *Physics Today* 16 (1960): 47-54.

[90] Heisenberg, Werner, *Physics and Philosophy* (Harper 1958) 〔河野伊三郎・富山小太郎訳『現代物理学の思想』(みすず書房, 1959) , p. 210.

# 第一七章　学振第一〇小委員会と宇宙線中の新粒子

一九三二年の陽電子の発見によって、宇宙線研究は一躍脚光を浴びることになった。それまでは宇宙から来る、透過性が高くて、我々の体も突き抜けていく奇妙なものという位置づけだったのが、新粒子発見の重要な研究対象となったのである。宇宙線にはまだ多くの謎が残り、物理学の最前線であり続けた。米国ではコンプトンとミリカンという、米国を代表する二人の実験物理学者がそれぞれ強力なグループを率いて競い合い、英国ではブラケット、ドイツ語圏ではボーテ、コールヘルスター、ヘスら、イタリアではロッシ、ソ連ではスコベルツィン、フランスではP・オージェ（Pierre Auger）らのグループが成果をあげつつあった。すでに研究を行っていたハイゼンベルクに加え、ハイトラー、ベーテ、H・バーバ（Homi J. Bhabha）、R・オッペンハイマー（Robert J. Oppenheimer）ら、優れた理論家も宇宙線の観測に着目し、理論研究に取り組んだ。

日本でも、仁科のグループは、大阪大学のグループと並んで、世界的な宇宙線研究の競争に参加した。一二章に述べたように、仁科らは研究室発足当初から宇宙線研究のためにガイガー＝ミュラー管の製作を始めた。一九三二年には霧箱が完成し、宇宙線の撮影をできるようになっていた。しかし、ブラケットとオッキアリーニの研究に先を越された上に、高速粒子を曲げる強力な電磁石を作れる見込みがなく、一九三三年の夏ごろから霧箱による研究は中断していた

それでも、仁科達は宇宙線の研究を諦めたわけではなかった。むしろ、一九三〇年代の後半に、宇宙線研究は仁科研究室の活動の重要な柱となり、それが仁科の研究グループを拡大し、大規模化する原動力の一つとなった。宇宙線は、加速器を用いて人工的に高いエネルギーの粒子を作るのに比べて、自然界の高エネルギー粒子を利用するので、比較的安価に実験でき、「貧乏人の実験室」と言われた[1]。それでも観測の精緻化に伴って比較的大きな検出器の必要が生じ、大規模化していった。さらに、宇宙線研究は、原子核物理学の研究であるとともに、天文学や気象学と類似した観測科学であり、観測場所によって観測結果が左右される地球物理学的な側面ももっていた。そのため、実験室のみならず、野外でも観測する中間的な実験物理学の領域である。その結果、仁科研究の実験家グループは、野外観測の経験をも積むことになると同時に、その研究活動は国内の各地に広がり、同時に国際共同研究に参加することになった。さらに、宇宙線研究は気象学と関係が深いため、気象学等地球物理学とも連携していった。

仁科は一九三三年四月号の『科学』に「宇宙線の本体に就いて」という論考を発表し、当時の宇宙線に関する問題関心を述べている。一二章でふれたように、地上で観測される宇宙線については、それが荷電粒子であることには決着がついていたが、そもそも宇宙から大気に入ってくる最初の宇宙線、すなわち一次宇宙線の正体が何であるのかについてはまだ不明であった。仁科はすでにその時から宇宙線は単一のものではないだろうとしている。それと同時に、一次宇宙線の正体の問題は、困難であるだけでなく、物理学的意義は

むしろ宇宙線と物質との相互作用を解明することに見た[2]。この時期の宇宙線の問題は、このような宇宙線の本性とはなにかという問題と、宇宙線が引き起こす現象から物理学そのものを推し進めるという二つ課題が絡みあって進展していく。

## 学振第一〇小委員会

仁科研のみならず、日本の宇宙線・原子核の研究にとって重大な転機となったのは、一九三四年一月二九日に発足した日本学術振興会第一〇小委員会（宇宙線）であった。学術振興会、学振は、現在に至るまで日本のもっとも重要な研究費授与機関である。昭和天皇の下賜金により、一九三二年、財団法人として設立された。学術振興会には一二の専門分野に分かれた常任委員会が設置され、個人研究も助成を受けた。一二章で仁科が第四常置委員会のもとで一九三四年から年一万円の助成を受けていたことに触れた。しかし当時の学振の特徴は「綜合研究」の推進であり、次第にこの比重が大きくなっていった。これは特定分野の個人の研究者や、研究室が個別に研究するのではなく、多様な分野の多くの研究者が協力して、大型の研究プロジェクトを推進することを目指すものである。一つの綜合研究に対して、常置委員会の下の小委員会、あるいは常置委員会をまたがる特別委員会が置かれた。このような大きな研究プロジェクトは、特定の分野の学問的推進ではなく、より実用的な、とくに当時の日本の国家経営に密接な関係を持つテーマが多かった。テーマに当時としては大きな金額の研究費が与えられた。例えば、初期の研究テーマは、満州国の資源、災害、航空燃料等といったもので、植民地経営や、軍事研究と関わりをもっていた[3]。

第一〇小委員会は宇宙線の研究をそのような国家的枢要性を持つ綜合研究として推進しようというものであった。その目的は「宇宙線の本質並に発生機構を明らかにし、併せて之れが地球上の諸現象に及ぼす影響を究めんとする」ことであって、そのために、「日本及び其の附近の地点に於ける宇宙線強度の連続同時観測を行ひ、之れと気象、地球磁気、K－H電離層等地球物理学的現象並に天体運行との関連を求め、更に海外諸外国と連絡を保ち、地球上の宇宙線強度分布を知」る、と規定された[4]。この小委員会が一九三四年一月二九日に正式に設立されたとき、委員長は中央気象台長の岡田武松、委員は地震研究所所長の石本巳四雄、木下正雄、仁科芳雄、寺田寅彦であり、五月に西川正治が加わった。仁科はその中でも研究主任となり、最初の数年はこの小委員会の実際の研究活動を一手に引受けていた。

寺田寅彦は一九三五年一二月に逝去したので、小委員会にはほとんど寄与していないが、宇宙線が寺田の関心を引くものであったことは間違いない。それは宇宙線が原子核物理と地球物理学が交差する分野であったことだけではない。寺田はすでに一九三三年に、「宇宙線」と題する美しい随筆を書いている。そこで寺田は宇宙線を、科学が進めば新たな不思議が生れる例として書いている。強大な貫通力を持って日々人間の脳髄を貫いているのだから、その微弱な電離作用が我々の脳髄に影響されないとも限らないと述べ、それ

は空想に過ぎないが、「ともかくわれわれが金城鉄壁と頼みにしている頭蓋骨を日常不断に貫通する弾丸があって、しかもほんの近ごろまではだれ一人夢にもそれを知らずにいたというだけは確かな事実なのである。しかもその弾丸の本性はまだだれにもわからないのである」と書き、「科学はやはり不思議を殺すものでなくて、不思議を生み出すものである」と結んでいる[5]。すなわち、宇宙線は寺田が多くの随筆で繰り返す主題を体現するものであった。寺田自身はすぐに亡くなってしまったが、弟子の中谷宇吉郎の研究室から、仁科のもとで宇宙線研究を行う若い研究者たちが現れた。

## 日本における宇宙線研究の社会的背景

第一〇小委員会にとって大きな意味をもっていたのは、寺田以上に岡田武松の存在であった。科学史家の広重徹は、おそらく彼のもっとも著名な論文の中で、この第一〇小委員会の社会的背景を論じている。他の多くの綜合研究が軍事や植民地経営と関連していたのに、なぜ、宇宙線のようなアカデミックな課題に大きな額が配分されたのか、というのである。それに対して、広重は、宇宙線の研究が高層気象の研究に有用であると考えられたからではないかと推測した。特に委員長となった岡田武松は、気象現象の理解には高層気象の理解が不可欠であり、そのための新しいアプローチの一つとして宇宙線の研究に注目していた。気象学の研究は、一般に軍事的に重要であり、とくに高層気象の理解は当時重要性を増していた航空機にとって必須であった。広重はこのような宇宙線研究と高層気象学の結びつきが第一〇小委員会の設立を好ましいものとする社会的背景をなしていたとするのである[6]。

これが正しければ、日本においても、宇宙線研究のような基礎的な研究でさえ、軍事的な動機によって資金が出て実現されたことを示すもので非常に興味深い。しかし私はこの広重説は疑わしいと考えている[7]。実の所、第一〇小委員会の設立をめぐる議論は残っておらず、実際にどのように正当化されたのかは定かではない。気象現象と宇宙線の関係については、気圧が宇宙線強度に影響することは早くから知られていた。しかし、気圧は地表で測ることができるので、宇宙線によって気圧が分かっても、それによって気象学に貢献することはなかった。一般向けの宇宙線についての解説では、仁科は一貫して宇宙線研究を基礎的な学問とし、実用的な価値があるように述べることはなかった。後に触れる気温効果が解明されるまでは、宇宙線と気象現象との関連に言及することはなく、しかも気温効果に言及しても、それによって宇宙線研究の実用性を主張しなかった。気温効果は宇宙線研究が実際に気象学に貢献しうることを示したが、関戸弥太郎のような物理学者はそれを意外だったと述べている[8]。そしてそのころには、第一〇小委員会は改組されて、宇宙線と原子核の二本柱となり、岡田や地震学者の石本は小委員会から離れて、代わりに長岡が委員長になるのである。また、広重は仁科がまだそれほど政治力を持っておらず、岡田が小委員会設立の中心人物であったように書くが、荒勝の事例にみるように仁科はすでに学振にかなりの影響力を持っていたようにも思われる。たとえ仁科自身の力が十分でなかっ

たとしても、彼を支援した大河内や長岡は学振の理事だった。小委員会の活動も、気象学が宇宙線研究から得る以上に、宇宙線研究が気象台のネットワークを最大限に利用した。小委員会の構成は仁科が宇宙線研究をするのに都合の良い人選となっており、そのなかで岡田が最も年長であり、有力者であるので委員長に担がれたのではなかろうか。上記の小委員会の目的に見るように、その目的は一義的には宇宙線の本質と発生機構を明らかにするものであった。第一〇小委員会でなされた多くの研究は学術的なもので、とりわけ外国との研究競争が強い動機となると同時に、正当化の議論に用いられた。宇宙線の分野では、日本の学者が国際的な競争に参加できるように思われたのである。しかし、岡田ら気象学者が宇宙線に期待するところがあったのはあり得ることであり、そのような期待が学振において宇宙線研究への支持を取り付けるのに有利に働いたことはあったかもしれない。その上で、仁科が原子核物理学において資金を得ることができたのは、むしろ宇宙線だけではなく、サイクロトロン建設も考慮する必要があり、これについては次の章で述べるであろう。

どのような社会的背景が作用したにせよ、第一〇小委員会によって豊富な資金が得られたことは間違いない。同時に、この時期から仁科はいくつかの民間財団から資金を得ることができた。それが日本の宇宙線分野の発展に大きく寄与した。同時に、第一〇小委員会によって宇宙線研究が推進されたことによって、仁科のグループの研究活動が他の研究グループや研究分野との共同研究の性格を強めていくことにもなった。それによって、彼らの研究が原子核物理だけではなく、地球物理学へ広がっていった。そして、気象台や地震研究所の全国的な観測網や観測技術は、宇宙線の研究にとって極めて都合のよい足場を提供するものであった。

第一〇小委員会の設立は、すでに一九三三年の秋には見込まれており、そのころから仁科や理研の関係する研究室は、宇宙線の研究に向けて準備を進めていた。そのころ石井千尋は、東工大教授・理研研究員の木下正雄のもとで超音波の研究をしていたが、一一月一八日、木村は石井に仁科のもとで宇宙線の研究をすることを持ちかけた。石井は最初、仁科のやっているような難しいことはできそうもないと言った。木下は、難しいことは仁科や朝永がやってくれるから、君は機械をかついで山へ登ったり、海へ入ったりすればいい、と言うので引受けたという[9]。こうして石井が仁科研における宇宙線研究の主要メンバーの一人となった[10]。石井は翌一九三四年の一二月に正式に仁科研に所属を変える。その役割は宇宙線計による観測を率いるもので、科研における学振第一〇小委員会の実質的な研究活動はその時から始まった。

## 宇宙線の理論的背景と第一〇小委員会の活動

宇宙線の理論に関する「難しいこと」は朝永らが担当であったが、一九三四年はそれに関して重要な展開があった。一三章で、今でいうところの制動輻射の問題に朝永が取り組み、この年に現れたベーテとハイトラーの仕事に打ち負かされたことについて述べた。こ