

解 説

[目 次]

1 仁科芳雄という人	2	4.8.1 サイクロトロン	
2 物理を選ぶまで	4	4.8.2 トレーサーなど	
2.1 東京帝国大学	8	4.8.3 中性子の遺伝への影響	
2.2 理化学研究所へ	10	4.8.4 対称核分裂など	
3 ヨーロッパ留学	11	4.8.5 $(4n+1)$ 崩壊系列	
3.1 Rutherford の下で	11	4.9 大サイクロトロン	43
3.2 ゲッチンゲンにて	12	5 太平洋戦争	44
3.3 コペンハーゲンにて	15	5.1 科学者と戦争	44
3.3.1 X 線分光による定量		5.2 二号研究	47
3.3.2 Bohr 招聘を提案		5.2.1 前史	
3.3.3 Klein - 仁科の公式		5.2.2 原子爆弾の可能性の日本における研究	
4 仁科研究室	22	5.2.3 热拡散分離	
4.1 量子力学の使徒	22	5.2.4 海軍 - 京都帝大の F 号研究	
4.2 研究室をもつ	23	5.3 広島と長崎	57
4.3 理論研究	24	5.4 敗戦	59
4.4 人工放射能	25	6 戦後の仁科研究室	60
4.5 宇宙線の研究	25	7 研究体制の民主化	62
4.5.1 強度の測定		7.1 科学涉外連絡会	63
4.5.2 湯川粒子		7.2 学術会議	66
4.6 Niels Bohr の来朝	32	7.3 原子力と世界平和	69
4.7 高電圧へ	33	8 株式会社・科学研究所	72
4.7.1 Cockcroft-Walton の加速器			
4.8 小サイクロトロン	34		

1 仁科芳雄という人

20世紀のはじめ、物理学に革命がおこった。基本とする概念が変わり、出発点となる法則が変わった。1905年に始まった相対性理論によって、また1925-1926年に生まれた量子力学によって。

仁科芳雄は、^{[1][2]}1923年から1928年までコペンハーゲンに滞留し、世界の各地から集まつた俊秀たちと量子力学の生みの苦しみをともにした。そこには探求心に燃えた討論と協力の精神が漲っていた。自身もX線解析を通じてN. Bohrの原子構造論に寄与した。またO. Kleinと協力してKlein-仁科の名でよばれる公式を打ち立てたが、それは今日いう公式の導出とはちがっていた。できかけの新物理学には足りないところが多く、その原理を探し探ししながら計算を進めるほかなかつたからである。

仁科は、その生きて動く研究所の空気と経験を日本に持ち帰った。そして、広く伝えた。1928年は昭和3年。日本では研究ということがようやく始まるとしていたときだ。「その時分、新量子力学を理解していた先生は教室には一人もいなかった」と、朝永振一郎は京大での学生時代を回想している。^[33]湯川秀樹も同級だった。後に、二人は前後してノーベル物理学賞に輝く。

「仁科先生のわれわれに与えた印象はまったく強烈であった」と朝永はいう。京都大学が仁科を集中講義に招いたのである。質問したり自分の考えを述べたりした朝永に、仁科は慈父のように応じ、東京に出て一緒に研究しないかと誘う。

集中講義は北大でも行なわれた。電気学会も仁科を招き講演会を開いた。これらに先立つて彼は、量子力学創始の中心人物ともいべきW. HeisenbergとP.A.M. Diracを日本に招き、講演を通訳し、さらに本にまとめて出版し、全国の大学に送っている。まさに量子力学の使徒である。

理化学研究所の仁科研究室にきた朝永は、先生も若者も区別なく遠慮なしに激しく討論するさまに驚く。これがコペンハーゲン流だった。

物理学は、量子力学によって原子の構造や化学結合を解明した後、原子核の

内部へと向かいはじめた。

仁科は2つの問題にぶつかる。第一に経費の膨張。第二には当時の日本の工業水準。加速器や宇宙線の観測装置をつくるべく寄付を集めている中で、彼は科学の啓蒙が必要だと思い知る。それまでと打って変わって新聞記者に話し、雑誌に書き、講演をするようになった。第二の問題は研究者自身の手で解くほのかなかった。最先端の実験装置が作れる会社はなかったので、いちいち実験室で工夫して手作りし、よし作ってくれる会社があっても精密実験に欠かせない予備実験は自前でしなければならなかった。Cockcroft-Walton の加速器に使うガラスの筒を作ることさえ大問題だった。

理研に加速器——サイクロトロン——が完成したのは1937年。これで重陽子を加速してリチウムに当てるとき分解して中性子が飛び出す。それをトリウムのような原子核に当てる放射性にする“人工放射能”的実験、ナトリウムに当てる放射性にし、これを動物や植物に与えて放射性を目印に移動（代謝）を調べる実験もした。中性子を当てるショウジョウバエにおこる突然変異も調べた。ウランに中性子をあてたときの反応は不思議だとされていたが、核分裂発見のニュースが入ると、すぐにその追試も始めている。諸外国の実験が中性子を減速してからウランに当てるとき、ウランは大きさの異なる2つの核に分裂する（非対称核分裂）としていたのに対し、仁科らは速い中性子をウランに当てるときのほとんど等しい2つの核への分裂（対称核分裂）を発見した。

しかし、仁科は満足できなかった。すぐに、ずっと大きなサイクロトロンの建設に向かった。これは困難な仕事だった。研究室総出で1939年に組み立てを終えたものの望んだ性能は出なかった。「小さなサイクロトロンでも有益な研究はできたろうに」と朝永はいう。「先生は小成に安んずることを好まれなかった」。やがて、日本は太平洋戦争に突入する。

大サイクロトロンが16 MeVの陽子ビームを出したのは1944年1月である。時すでに遅く戦局は日本の不利に傾き、資材も不足して実験もままならなかった。

仁科は、大戦中も早くから日本に基礎研究を育てることの大切さを説いて止まなかった。大サイクロトロン建設の一方で宇宙線の実験を拡大、1944年6月には計数管を96本も組み合わせた精密宇宙線計の観測を始めている。

しかし、戦局はいよいよ不利。翌年の3月、東京は大空襲を受ける。仁科研は金沢に疎開。その4月の空襲で理研の七割が消失した。大サイクロトロンが残ったのは奇跡であった。

そして、8月には広島と長崎に原爆が投下された。仁科は大本営からの依頼

に応え、放射能を身に浴びる危険を知りながら広島に現地調査に赴き、原子爆弾であることを確認した。その結果、15日に終戦となる。

それから1ヶ月、仁科はサイクロトロンの使用許可願を占領軍司令部に出し「物理、化学、冶金、生物の研究に限って」認められたが、11月初旬に「生物学および医学に限る」との通達があり、11月末にはサイクロトロンは占領軍によって破壊され東京湾に投棄された。

やがて仁科は理研の所長となり、理研コンツェルンは集中排除法により解体という連合軍司令部の指令を受けると、「理研のような研究所が日本の復興に必要」と主張して株式会社・科学研究所として研究所の再生を果たし、社長に選ばれた。とはいっても、戦後の困難な条件下で社長・仁科の経営は困難を極めた。ペニシリソの生産を軌道にのせたが、国内での生産競争が激化し価格維持が困難となるやストレプトマイシンへの転換を試み、その最中に病を得て1951年1月10日に没した。肝臓癌であった。

2 物理を選ぶまで

仁科芳雄は明治も半ばの1890年12月6日、岡山県里庄^{さとしょう}村浜中（いまの浅口郡里庄町浜中）に、農業兼製塩業を営む仁科存正^{ありまさ}の四男として生まれた。¹9人の子の8番目だった。祖父存本^{くわらもと}は、この土地が池田藩に属した江戸時代、代官をつとめ藩の財政をあずかっていた。芳雄もその屋敷で生まれ、少年時代を過した。

芳雄が生まれたちょうどその頃、日本は近代国家として出発したのである。憲法発布が前年の2月だ。その5月には大阪電燈会社が30 kWの発電機の運転を開始した。日本で初めての電話が東京と横浜の間に開通したのが1890年12月だから、芳雄は日本の電話と一緒に生まれたことになる。

14歳で芳雄は岡山中学に進んだ。家からは汽車でゆく距離だったので学校の寮に入った。その9月に長兄・亭作にあてた手紙がある。

承り候へば御父上様御容体御衰弱の由御心配之御事と御推察申上候
却説^[3]私儀今日組長を命すと掲示有之候間右不敢御一報申上度如斯に

¹ 年の順に：亭作、遠平、キヨ、リク、トヨ、保夫、とく、芳雄、正道。

御座候。

敬拝

その父は翌年6月に亡くなった。

芳雄は1910年3月に中学を卒業。高校入試に備えて岡山に下宿して勉強した。その4月に中学の弟にあてた手紙がある。長いので一部しか引用できないが、

小生は下宿屋の2階にて籠城。受験準備に汲々たる次第に御座候。貴下も此度は既に4年生となりたる事に候へば、愈々努力すべき時は来れるなり。[中略]

試験前等に俄勉強したるは何にもならず、只一時はよく憶え居るも、旬日ならずしてすぐ忘れてしまうものなり。これは小生の経験にて、よく確かめたるところなり。[中略]

前日に翌日のことを予習して、教室にて注意して聞き、帰りては必ず復習す、此の3つをすれば自ずから憶えらるべし。而して1週間の後には、全科につきて大略に復習すべし。[中略] 而してかくしても暇は必ずあるものなれば、学校以外の参考書を読むべし。教科書のみにては、到底十分に修学し得るものに非ず。我等が学校で学ぶは、参考書を読み得るような力を与えて貰うだけなり。

例えて言うと、学校で学ぶのは鳥の幼児が、親に飛ぶように育てて貰う様なもので、既に飛ぶ事が出来るようになったら、自ら飛んで充分に食物を求め、大いに雄飛すべきなり。

この先に「高等学校や大学では、言わば体育の競争のようなものだ。体育のないものは、すぐ敗けてしまう」とあり「僕の様に鼻や目が悪くては役にたたぬ、此れがために頭脳も悪くなるものだ」と書いている。そして、

貴下も僕も、仁科家を引き起す責任があるので、社会に立って大いにことをなし、大いに活動せねばならぬ身だ

という。「僕の様に悪くなってからでは取り返しがつかぬ」。鼻は蓄膿症、眼は色盲であった。

高等学校進学にあたり、将来は医科か工科かと考えていると聞かされた長兄・亭作は「貴方は鼻の病氣があるゆえ先ず工科と定められては」と答えた。母も「成べく医師の方よろしくとは存候へ共」としつつ「鼻目あしくてはさきに困り候へば工科の方もよろしくと存じまいらせ候」と書いてきた。

2さて、中国宋代以後の口語小説によく用いられた。

3里庄町教育委員会は、これを印刷して立志式に配布している。

1910年9月に芳雄は20歳で第六高等学校・理科甲類に入った。旧制六高生は、質実剛健、まことに無邪氣で思想的には幼稚だが純粹そのものだったという。全員が寮に入るきまりで、その寮では「ロー勉」⁴も盛んであった。おそらく1年生のときのものと思われる芳雄の幾何のノートを見よう(図1)。

芳雄はボート部でも活躍した。それが度を過したか、翌年、肋膜炎をわずらい9月から1年間の休学をする。さぞ苦しかったのだろう。友人から「君の手紙を見ると、なんと解釈しても人生を悲観しておるものと見られる」と書いてきている。^[3]

誰しも一度は此の種の問題を考えるものと見える。然し、御考えは宜い加減にして切り上げないと、所謂人生不可解ということになって、藤村氏崇拜とでもいう様になる。[中略]

君は4月から講義を聞きに出ると言っているが、それは極めて宜しいことだと思う。第一無寥をなぐさむるに最も宜い。学校の方でも勿論許すと僕は思う。

休学中ながら、4月から聴講をはじめた。聴講許可は3月27日にでた。そして、9月には2年に進級。その1学期の成績は首席だった。これを祝う3番目の兄・保夫の手紙(1913年2月)はいう。

将来身を立つるの職業に就て従て修むべき専門の学業選択に関し御尋ね相成りしが [中略] 就ては [中略] 職業を大別して左の通り

- | | |
|----|---|
| 職業 | 1. 学者} コノニツハ兄弟分ニシテ学問ト技術ガ最モ必要ニテ
2. 発明家} 処世術俗ニ云フ世才ハ左程マデ必要ニ非ズ
3. 官吏} コノニツハ兄弟分ニシテ学問及ビ技術ノ外ニ処世術
4. 實業家} ヲ必要トスルモノ |
|----|---|

1. 学者として世に立つには金銭の問題には全然冷淡なるを要し
2. 発明家は大なる冒険を敢えてするの覚悟を必要とす。善良なる山師。
3. 4. は大同小異にして人の将たるの才を有する者はこれが最も適當と存候 [中略]

小生の考えにては、御許は第3又は第4が適當では非ざるかと存居るが如何に候や。

⁴ 消灯後ロウソクで勉強すること。

⁵ 藤村操。第一高等学校1年生の1905年5月22日、日光華厳の滝に投身自殺した。遺書に「万有の真相は唯一言にして悉す曰く不可解我この恨を懷いて煩悶終に死を決するに至る」とするして—。

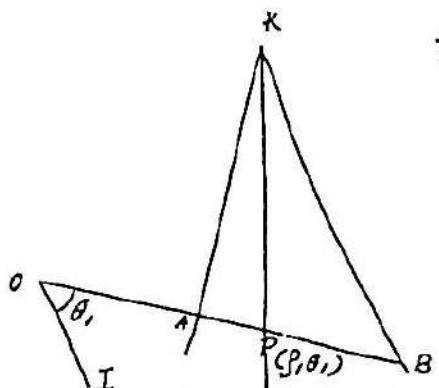
3) A str. line is drawn from a pt.

O, cutting 2 other str. lines

KA, KB in points A, B, and
in the str. line CAB a pt. P is
taken, so that OA, OP, OB are
in H.P.; find the locus of P.

3)

$$\frac{2}{OP} = \frac{1}{OA} + \frac{1}{OB} \quad (A)$$



$$KA \quad \beta(a \cos \theta + b \sin \theta) = 1 \quad (ax+by=1) \quad (1)$$

$$KB \quad \beta(a' \cos \theta + b' \sin \theta) = 1 \quad (\frac{x}{a'} + \frac{y}{b'} = 1) \quad (2)$$

$$OAB \quad \theta = \theta_1 \quad (3)$$

(1) (2) より simultaneous. by = 解くと…

$$OA = \frac{1}{a \cos \theta_1 + b \sin \theta_1},$$

$$OB = \frac{1}{a' \cos \theta_1 + b' \sin \theta_1},$$

$$OP = \rho,$$

より (A) = リテハメル。

$$\frac{2}{\rho} = a \cos \theta_1 + b \sin \theta_1 + a' \cos \theta_1 + b' \sin \theta_1,$$

ρ, θ_1 は直角座標の極形式

$\rho \{a \cos \theta + b \sin \theta\} = \gamma \dots$ str. 1 equation

$$\begin{cases} ax+by=c \\ a'x+b'y=c' \end{cases} \quad (a+a')x + (b+b')y = c+c' \dots 1, 2 \text{ 交点を通る} \dots$$

直線方程式…

$$\frac{2}{\rho} = (a+a') \cos \theta + (b+b') \sin \theta$$

すなはち str. line 1 equation + γ

又 (1) (2) より カンクルハ・キズト・ト・ル・ルocus

KA, KB, 交点を通る

図1：芳雄のノートから問題と解答を取りだして合成した。H.P. は harmonic progression, すなはち調和数列。長さ OA, OP, OB が調和数列をなすとは、これらが上の図の (A) 式の関係にあることをいう。

長兄・亭作は「貴方の素質は「学者」たるが最も適当なり」としつつ、学者は収入が少ないものだから「大鉱山あるいは大会社の技師」はどうかという。次兄・遠平は、

中学時代ならイザ知らず苛しくも一定の見識を備へ居るべき筈の高等学校間際迄も将来の方針に付て教師又は父兄の意見を聞きつつ迷い居る様にては誠に無見識極まる

と書いてきた。^[3] 兄弟なのに三人三様でおもしろい。こうした手紙はなお続く。

6月1日の保夫の手紙から芳雄の志向が固まってきたことが分かる。保夫は「第一志望として土木、次に機械、次に電気の様御申越相成至極結構」と言いつつ土木、機械、電気の選択の基準を示し、もし学者希望なら「電気が最も興味あるべく」と付け加える。「何となれば電気は最も新しき学問にて且つ新発見の余地最も多き事と存候」。

2.1 東京帝国大学

1914年、東京帝国大学工科大学の電気工学科を選び入学もきまったく6月に、芳雄は「家事上の都合により止む無く」土木に「志望学科変更」を願い出た。しかし「競争試験ヲ終リタル後ニアラザレハ之変更ヲ許ササル事ト相成居」との規則により不許可となった。翌年6月、亭作への手紙はいう。

4月休暇に風邪致候以来兎角健康不勝居候ひしが学課多忙のため顧るの暇もなくその方は殆ど忘却の姿にて通学致居候処先月中旬より身体非常に倦怠を覚え勉強苦痛に候まま医師の診断を受け候処身体衰弱せるにより勉強を中止せよとの事にて試験切迫せる際甚だ閉口致候へ共暫時勉強を廃し候ひしに少しほん元氣づき候間又々勉強にとりかかり候しかるに矢張結果面白からづ [後略]。

このとき芳雄は岡山出身の学生たちのための精義塾に住んでいる。次兄・遠平に相談したら「末席にても及第したる方よし」と言われ、その積りで勉強したが「昨今にいたり胸部の痛みさえ加わり医師は勉強せぬ方よからむと申候」という、この手紙は6月7日付。「試験は10日より25日まで」で「その間は

⁶ この年、帝国大学は東京（1886）、京都（1897）、東北（1907）、九州（1910）の四校であった。この後、北海道（1918）、大阪（1931）、名古屋（1939）の順に設立される（括弧内は設立の年）。

普通以上の勉強を要する」から肋膜炎の再発が心配なので「休学と決心致候」という。しかし「未だ熱もなく床にもつかず」、これで休学するのは意気地がないが「三度発病致候はむには最早破滅なりとの事念頭を去らず」取り越し苦労の感もあるが「然し何となく恐ろしき感やみ難遂に休学と致し候」いや、休学した方が「身体のためにも頭のためにも好結果を来すかとも存ぜられ候」。

大学に戻ったのは翌年である。第1学年に留年となった。当時の電気工学科には鯨井恒太郎、鳳秀太郎がいて、前者は無線電信・電話、そしてやがて脚光をあびるラジオを、後者は交流理論、発電機、モーターなどを研究し、後の1927年に『変圧器及誘導電動機』、1933年には『交流整流子電動機』の著作がある。

芳雄は、後年こう語っている。

鳳先生の講義がいちばんおもしろかった。こまごました電気機械の説明はあまりしないで、土台になる事柄を詳しく説明してくれたからだ。

そのためか、卒業論文のテーマは「3相交流と誘導モーターの関係」。実験を甥の嘉治男が手伝った。^[4] そして1918年7月、工科で最優秀の成績で卒業。仁科は28歳になっていた。これに先立ち1月に芝浦製作所で実習、卒業後の入社を誘われたが、亭作にあてた4月の手紙はいう。

電気機械の発達は既に余程その極に至れるやの感有之就ては電氣化學の方面に向はんかと存居候それがためには今一年間余大學院に入りて化學的方面を研究して然る後實務に就かんかと存候。

それには学資がいるが、

毎月50円位は出してやるといふ人これあり候由学校の教師の談に御座候。

遠平らも賛成してくれたといって、亭作の意見を訊ねている。答えは「双手を挙げて賛成」だ。

大學院ニ入ルハ他日向上發展ノタメニモ大イニ利益アルト同時ニ他日海外ニ留学スルニモ大イニ便宜アリ。貴下ノ天職ハ金儲ケヨリハ學術ノ温奥ヲ極メ國家ニ貢献スルニアル也。何卒勇氣ヲ鼓シ奮闘努力ヲ統ケ他日國家ノ柱石トナラレン事ヲ希望致候。

2.2 理化学研究所へ

実際には、仁科は前年にできたばかりの理化学研究所の鯨井研究室の研究生となり電気炉の研究をはじめる。1918年7月10日の入所、その月末に初月給から「粗品及び金子些少」を母、亭作、姉に送っている。「半襟の一つは姉に、甘納豆は腐さらぬよう御注意」と書き添えた。「缶の中に入れて置けば大丈夫と存じ候」。

理研では研究上の必要からか長岡半太郎の研究室に出入りして教えを乞うた。それを長岡は頼もしく思い、東大の理科大学で物理の講義を聴き実験を身につけることを勧めた。「現今物理学は支離滅裂……將に大革命の行はれんとする兆候を現してきた」と書いていた長岡の勧めである。仁科の心を揺さぶらなかつたはずはない。それは雑誌『理学界』への1914年の寄稿であったが、^[6]

ニウトンの力学原則は改革を要し、物質に関する観念は著しく動搖してきたから、物理学の基礎を土台から建て直すに至らずとも、大々的の修繕をせねばならぬことは目前に迫ってきた。即ち学界の維新を喚起する動機は近き将来において驚天動地の勢いをもって襲来すべきは予測せらる

と続く。長岡の念頭には1913年のN. Bohrの論文があつただろう。Bohrは、E. Rutherfordが1911年に原子核を発見して原子の太陽系模型を提唱した後をうけて、そこにM. Planckが1900年に発見していた作用量子を導入し、原子が放射し吸収する光のスペクトルの規則性や元素の周期律が演繹されることを示した。I. Newtonの力学、J.C. Maxwellの電磁気学には原子の内部では成立する部分としない部分があり、作用量子はその境界をマークする役割を負わされた。Bohr理論は、ある種の実験によく一致したが、Newton-Maxwellの理論を部分的につまみ食いし、作用量子の彼岸には自身の推測を接ぎ木する折衷理論であった。^{[7][8]}とはいえ、彼の推測が以後の研究の焦点を定めたという意味で、方法的には画期的な意義をもっていたのである。

仁科は、研究室主任・鯨井の了解を得て、9月に現職のまま物理の大学院に入る。それから2年間、講義も聴き、研究実験もした。

⁷ いまでいう理学部。

3 ヨーロッパ留学

3.1 Rutherford の下で

1921年、仁科は理研の海外留学生としてヨーロッパおよびアメリカに出張を命じられ、まず長岡の紹介で英國はケンブリッジの E. Rutherford のもとに行った。ここでは Geiger 尖端計数管⁸の使用を習い、X線によって電子が跳ね飛ばされる様子を研究した。同じ現象について、電子を跳ね飛ばした X 線の波長の方に着目したのがアメリカの A.H. Compton で、1924年に散乱の際に波長が特徴的なズレを蒙ること（コンプトン効果という）を発見、X線がエネルギーのみならず運動量においても量子性をもつことを明らかにした。

Rutherford は放射能および放射線の研究に巨歩を進めていたので、日本からも次々に留学生が門を叩いている（表1）。仁科が留学した当時には、後に中性子を発見する J. Chadwick もおり、アメリカからは H.D. Smyth、ロシアからは P.L. Kapitza がきていた。Kapitza は、ここで超強磁場や極低温の実験で成果をあげ、後にロシアに呼び戻されて指導的な地位につく。これらの人々との交遊は、Rutherford の指導とともに仁科に大きな影響を与えたであろう。

表1：Rutherford のもとに留学した人々^{[10] [11] [12]}

東：東京帝大、京：京都帝大。括弧内は論文発表の年。ポストは1926年のもの。

大学卒業	留学期間	Rutherford 研での研究	ポスト
木下季吉 東 1902	1907-09	写真乾板による α 線の軌跡の可視化 (1910)	東大教授
石野又吉 京 1907		電子による X 線の散乱 (1917)	京大教授
清水武雄 東 1914		反復して使える霧箱 (1921) ¹⁰ 反復霧箱で見た α 線の飛跡の分岐 (1921)	東大教授
菊池泰二 東 1917	1919-	(留学中に没)	
仁科芳雄 東 1918	1921-22	(ガイガー尖端計数管, (γ 線による電子の叩き出し)	理研

⁸ Geiger-Müller 計数管の前身。

⁹ 第二次大戦中のアメリカにおける原爆研究の『スマイス報告』^[9] で知られる。

¹⁰ [13] に清水-Wilson の放射線軌跡観察装置の写真がある。

^[14] Bohr も 1912 年 3 月から 1916 年にコペンハーゲン大学の教授になるまで 4 年間のほとんどを Rutherford のいたマンチェスターで過した。1913 年には、原子模型の論文草稿が長すぎるという Rutherford の手紙を受け取って、直談判に駆けついている。^{[8][15]}

Rutherford が 1919 年にケンブリッジの Cavendish 研究所に移ってからも Bohr はやってきて、仁科にも会い言葉を交わしている。

仁科は 1922 年 9 月にドイツに渡る。その前にロンドン周辺にある物理実験機器の展示や製造工場を見学し、詳細かつ真剣な記録を残している（仁科日記 3）。「帰国後の研究に備えたのだとは思うが」と後に次男の浩二郎は書いている、「それにくわえて遅れをとっている日本を想い、場合によっては自分で開発製造しようとさえ考えたのではなかろうか」。同時に科学的玩具に興味をもちはじめ、それはドイツに渡ってからも続いたという。

3.2 ゲッチンゲンにて

1922 年 11 月から翌年の 3 月まで、仁科はドイツのゲッchinゲン大学で数学の D. Hilbert や物理の M. Born の講義を聴いた。^[17] Born は正教授として着任 2 年目、W. Pauli が助手だった。Born は質点と剛体の力学にはじまり統計力学・原子構造・量子論におわる 6 科目、3 年周期のコースを始めていた。加えて現代物理特論が週に 2 時間。^[18] そのどれを仁科が聴いたかは分からぬ。Bohr 理論の発展を Born 流にまとめた『原子力学』^[19] が講義されるのは後の 1923/24 年の冬学期になってからだ。

そこに亭作が 10 月 3 日に出した手紙が届く（仁科日記 4）：

御母上様只今午后 10 時安ラカニ永キ御眠リニ就カセラレ候 貴下ヨ
リ送ラレシ美シキ白ノ毛布ヲ 1 枚ハ下ニ敷キ 1 枚ハ上ニ掛ケ少シノ煩悶
モナク誠ニ美シキ御臨終ニ御座候。

これはケンブリッジ宛になっていたから、ドイツに来るまでに時間がかかったのだろう。仁科が義兄・内田金衛に「帰朝致しても只墓碑に淋しく礼拝致するみと思へば一生の楽しみも之無」と書くのは 12 月 1 日である。その妻である姉・内田徳子には 12 月 6 日付でこう書いている：

御母上様もとうとう御なくなり遊ばされ小生も力を落し申候帰朝した

らばと色々望み居候事も水泡に帰し申候。

ゲッチンゲンの記述も、心なしか、哀調を帯びている：

当地は [中略] 田舎で淋しき所に御座候 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 [中略] 每日々々雨が降り閉口致居候 太陽を見る事稀に御座候。

加えて「独乙貨幣が去る 11 月に大暴落してから物価が天井知らずに上昇」

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り申候。

Born は、銀行から金を借りリラに替えてイタリアに旅行した、帰った時にリラの残金の一部で返済が済んでしまったと語っている。^[18]

この頃であろうか、遠平に「物理学は、十分発達し尽くし、これから一生をかけて解決するような問題はないように思う」という趣旨の手紙を出している。^[20] 「もっと重要な事は、日本の科学の水準をドイツのレベル以上に上げることだ。ドイツの科学はドイツの玩具から生まれたのである。日本に帰ったら一生の仕事として玩具の研究をしようと思う」。追いかけて 1 メートル立方くらいの木箱二つにつめた玩具が届き、玩具の専門雑誌も毎月送られてくるようになった。遠平の息子・伸彦は中学生だったが、箱を開くことは父が許さなかった。

仁科が Bohr に留学の希望を書き送るのは 3 月 25 日である（書簡 10）：

先生が約 1 年前にケンブリッジにおいてになったときに、私がキャベンディッシュ研究所で働いていたのを覚えておいででしょうか。当時、私はガイガー計数管を用いて α 線によって励起された β 線を数えておりました。そして光榮にも実験室で先生とお話しすることができました。

私は昨年 9 月にケンブリッジを離れ、この地へドイツ語の勉学のためにやってきました。

ケンブリッジでもお話ししましたように、私はコペンハーゲンで先生の御指導のもとに研究することを熱望しており、先生が私を受け入れて下さったら大変ありがたく、強く恩義を感じるであります。

東京にあります私の勤務先の研究所は、ヨーロッパにおける私の滞在がさらに 2 期を越える事は許可してくれません。従ってコペンハーゲンで何か新しい仕事を始めるのは、賢明とはいえないでしょう。このような状況から、私が現在一番強く願っていますのは、先生のスペクトルと原子構造の理論を詳細に研究することであります。しかし、もしどなた

かが実験あるいは理論計算で助手を欲しいと思っておられるなら、喜んでその仕事をいたしましょう。

これには早い返事をと書き、また自分の属する理化学研究所には高嶺博士もいると付け加えている。高嶺俊夫は1915年に東大の大学院を終えて京大助教授となり、原子にかけた電場のスペクトルへの影響（Stark効果）を研究して世界に知られていた。Bohrのもとには1921年の3月から7月まで滞在している。

後年「あれほど玩具の研究を考えていたのに、なぜ」と訊ねた伸彦に仁科は答えた。「Bohr先生の講演を聴きに行ったが、それは難しいというようなものではなく、まったく分からなかった。^[20]だから……」。木村健二郎は仁科から「Bohr先生の講演に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」という表現で聞いた^[21]という。その前には気力が落ちていたということか？ いずれも、どこでその講演があったのかは不明としている。伸彦は「あちらでは日本の50銭銀貨くらいの聴講料で、どんなに偉い人の話でも聴ける」と言われたことは記憶している。1922年はBohrが「原子構造および原子から出る輻射の研究」に対してノーベル賞を受けた年である。講演の機会は多かったにちがいない。

それにしても、Bohr理論への関心が突然に生じたとは考えにくい。関心は早くからあったのだろう。後年、子息に「母が亡くなって考えが^[16]変わった。もう日本に急いで帰る必要はないと考えるようになった」と語った由。それでも、なお逡巡はあって、Bohrへの手紙もゲッチンゲンを去る間際に出すことになった。Bohrの返事は滞在先のベルリンに転送されている。「先生の研究所で勉強できることになり、大喜びです」という返事は4月4日付である（書簡12）。

ベルリンで済ませねばならない用事が少々残っております。それが済み次第、直ちに御地へ向けて出発いたします。

それから、入国査証に関するご配慮、大変、ありがとうございます。
しかし、その取得に関しましては全く困難はないと思っています。一つだけ、望んでおりますのは、コペンハーゲンでの宿泊場所のことで、ドイツ語を話す家庭に滞在したいのです。

3.3 コペンハーゲンにて

仁科は1923年4月10日からBohrの理論物理学研究所で研究を始めた。^[2]

この研究所は1921年、コペンハーゲン大学に設立された。Bohrが理論物理学の教授に着任したとき行なった提案が5年目に実ったのだ。その背景には、民間からも寄付をすれば実現が可能になり、早められるだろうとして友人たちがつくった委員会の活動があった。その寄付8万クローネは、ちょうど研究所の土地代になった。建物はBohrの立てた予算ではできず、増額をくりかえして結局38万9000クローネを要した。^[15]

Bohrはコペンハーゲン精神を研究所に漲らせた。世界の各地から集まつた若くて楽天的で冗談好き、しかも熱狂的な人々の中で、彼は一人の対等な人間として行動し、話し、生活して、旧来の絆にとらわれない自由な、攻撃的な精神をもつて自然の最深の謎に迫つた。Bohrは、しばしば言った。「あまりに深刻であるため冗談でしか言えないような問題があるものだ」。^[22]

1920-1930年の間の客員の表を見ると、しめて16カ国、61人。日本人を主に、代表的な外国人も加えて滞在期間をグラフにした(図2)。^[15]

外国人の招聘を可能にしたのは、一つにはRask-Ørsted財団の支援である。^[16]この財団は、1918年に第一次世界大戦が終わったとき、デンマーク政府が、国際関係の修復につとめることこそ中立を通した国の責務であるとして、西インド諸島を売却して設けた基金500万クローネによって設立した。外国人のデンマークにおける研究、およびデンマーク人の海外における講演、デンマークにおける研究の外国語による出版、国際会議などの支援を目的とした。外国人への支援は2年間までと定められていたが、Bohrの熱心な説得がしばしば延長を可能にした。たとえばG.von Hevesyの存在は実際、研究所の活動に不可欠で滞在は6年間におよんだ。仁科も、この財団の援助を受ける。

加えてビール会社カールスベリの財団も援助をした。H.Kramersの10年に近い滞在は、これによる。国外からの寄付もある。1924年の研究所の拡張にはRockefeller財団から25万クローネ(4万ドル)がきた。Bohrははじめ2

11 1965年、Bohrの生誕80年を記念してNiels Bohr研究所と改名された。

12 Rasmus Christian Rask(1787-1832)とHans Christian Ørsted(1777-1851)の名に因む。前者は比較言語学の創始者として知られる。インド-ヨーロッパ語族の諸言語の関係を明かにした。後者は電流の磁気作用の発見で知られる物理学者。

	1921年	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	生没年	国籍
クラマース						—							1894-1952	オランダ
クライン						—	—	—	—	—	—	—	1894-1977	スウェーデン
高嶺俊夫	—				—								1885-1959	
パウリ		—											1900-1958	オーストリア
仁科芳雄			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1890-1951	
スレーター				—									1900-1976	アメリカ
ハイゼンベルグ				—	—	—	—	—					1901-1976	ドイツ
木村健二郎					—	—	—	—					1896-1988	
杉浦義勝						—	—	—					1895-1960	
ディラック							—	—					1902-1984	イギリス
青山新一							—	—					1882-1959	
堀健夫							—	—					1899-1994	
ラビ								—					1898-1988	アメリカ
福田光治									—				1887-1970	
ガモフ									—	—	—	—	1904-1968	ソ連
ランダウ										—	—	—	1908-1968	ソ連

図2: Bohr研究所における滞在期間. Kramersは1916年から, Kleinは1918年からBohrの助手をつとめた. [15]をもとに作成.

万ドルを申請したが、それでは収まるまいという財団の注意にしたがい金額欄は空白にして申請書を出したのだった。この寄付は、研究所拡張後の諸経費を——アメリカからの研究者への援助は別として——デンマーク政府が負担することを条件としていた。政府は、これに応えて年間予算を50パーセント増し2万4500クローネ(研究と教育に1万8000クローネ)¹³としたが、その支出は実際には困難であった。^[15]

3.3.1 X線分光による定量

仁科が入ったのは、Bohrがノーベル賞・受賞講演で彼の原子構造論に基づ

13 スタッフの人事費は含まないらしい。研究所の拡張に伴いスタッフを2名増した(それまでもカールスベリ財団からの資金で雇用していた)。

く新元素ハフニウムの発見を発表した後で、研究所は同じ元素の発見を主張していたフランスの研究者の実験は誤認だとして争っていた。新元素はジルコニウムからの化学的分離が困難だった。研究所にはX線分光の大家 D. Coster が着任しており、^[24] 化学的分離はせず X 線スペクトルの強さから新元素の量を知る方法を思いついた。^[25] が、しばしば解釈に苦しむ結果がでるのだった。この問題を仁科は新しい工夫で解決した。単独で行なった実験であったが、Coster の方法の欠点を指摘する形になるので連名で発表している。こうして仁科は X 線の実験で業績をあげてゆく。Bohr は仁科の勤勉に驚いていた。「実験だから毎日々々夜おそくまで続けることができるのだろうか。理論ではとてもできない」。

1926 年、仁科は X 線分光学の化学への応用の実験室主任となる。翌年にかけて木村健二郎および青山新一と化学結合による X 線吸収スペクトルの変化を研究。このころから「この実験がすんだら理論方面の仕事に移るつもりだ」と洩らし、その準備を始めていた。

むべなるかな。研究所は量子力学の誕生で急に騒々しくなっていた。日付入りの克明なノートが大量に残っている。^[26] 以下、() 内のカタカナの文は仁科のもの、〔 〕内は堀 健夫の回想による ([] 内は筆者による)。

1924 年

x 月 x 日 Heisenberg の講義 [内容は量子力学の着想を報じた論文と同じ]

1926 年

10 月 4 日 Schrödinger 「波動力学の基礎」 [まず Bohr が挨拶に立ち「波動力学は量子論に画期的な進歩をもたらし……」と述べ、すばらしい、見事だという賛辞を何度もくりかえした。]

10 月 5 日 Schrödinger, 研究所でコロキュウム。[波動関数の物理的意味につき Bohr, Heisenberg らとの間に激しい質疑応答が行なわれた。]

x 月 x 日 Schrödinger の第 3 論文 [を読む]。[疑問を記し、Heisenberg の考え方の方がよいとしている。]

x 月 x 日 Schrödinger の第 4 論文 [を読む]。Madelung [を読む]。[後者は波動関数の物理的意味に関する一つの提案である。]

12 月 10 日 Hund 「置換対称性」 吾人ハ He 原子ノ方 [Heisenberg の論文] ヨリ常ニ 2 ツノ解アルヲ知レリ。一ツハ対称、一ツハ反対称ナ固有関数ヲ有ス。自然ニハコノ両方ハ出ズシテ只一方ノミ也。何トナレバ、ソレヲトレバ、Pauli の禁制に一致ス。(何故ニ反対称ガ自然ニ出ルカワカラヌ) ……

12月14日 Heisenberg「複雑ナ原子ニオケル共鳴」[波動関数の対称性]
1927年

1月26日 Dirac「非可換代数」電磁気ヲ扱ッテ成功。シカシ電磁力学ハ扱イ得ザリキ。相対論的アツカイモナシ得ズ。[ここで電磁力学とは光の放出・吸収を扱う電磁気学。それを含めるよう量子力学を広げる試み。このあと討論の記録。]

$N_1, N_2 \dots$ ラ量子数トトリ得ル理由…… [仁科の考察か?] 初メハコレヲ光量子ノ数トシタリ。然シ上記ニテコレヲ作用変数 J ト同様ニ用イタリ。而シテ $J = nh$ ト古典量子論ニテナシタルト同様ニ N ラモ量子数ニ比例スルモノトシ、或ハ N ハ整数ナル故、直チニコレヲ量子数トトッテヨシ。

3月28日 Heisenberg「量子力学の直観的内容」

電子ノ位置ノ観測 —— ガンマ線顕微鏡、光電効果

光量子、コンプトン効果ニテ電子ノ速度カワル。位置と速度トハ同時ニハ観測サレヌ

速度ハ ドップラー効果ニテ測定デキル。長イ波長ヲツカエバ コンプトン効果ナシ。然シ位置ハ ワカラヌ

[不確定性原理の初めての報告。討論の記録が長い。延々10ページ (!)。Heisenberg の印刷された論文には「Bohr 教授から本質的な点の見落としを注意された」とある。]

3.3.2 Bohr 招聘を提案

1928年1月、仁科はドイツのハンブルク大学を訪問。Pauli や W. Gordon (イギリス) に会い、また I.I. Rabi (アメリカ) と「量子論による X 線吸収係数」の論文を書く。東京の長岡に、

本来ならば今頃は最早帰朝の途に有之べき筈に御座候へ共、Bohr の新説並に Quanten-Elektrodynamik [量子電磁力学] の方を勉強するため今尚滞欧仕居り候。本年秋頃には愈々帰朝、拝眉致し得る事と、今より相樂しみ居り申候

と書いたのも、ここからである (書簡 56)。続けて Bohr の相補性の考えを「極めて深みのあるもの」であると述べて詳しく説明し、量子電磁力学については輻射場のみの場合は Pauli-Jordan 理論を概括、物質が共存する場合は、

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 relativistische Quantentheorie (Mehrkörper の) [(多体の) 相対論的量子論] と連関致し居り、一方を解けば他は当然

解かるるものと存ぜられ候

という。これが論文になり投稿されるのは翌年の3月である。仁科は耳を立てている。

次に Magnetelektron の問題 [電子は磁石との問題] これあり候。これを新しき Quantentheorie [量子論] 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、これ亦早晚発表せらるる事と存候。

こうして「Quantentheorie の大勢を申上げたるわけに御座候が」、実は、この手紙を書く理由は別にある、と言う。Bohr は 1929 年の夏には南アフリカ大英協会に、1930 年にはアメリカに招聘され講演に行く。これは Bohr が数日前ハンブルクを訪れた際の雑談の折りに聞いたことだが、これを機会に東洋諸国を巡歴視察したいと思っているようなので、

此機を利用して同教授を日本にも招聘して講演を聴いては如何哉と存候

と提案。「教授にその意志を尋ね候処、招聘すれば承諾せらるるものと推察致候」と述べ、予想される講演の内容は、

Quantentheorie の生れたる始めより今日の実を結ぶに至れる経路とその内容とを述べ、而して上記の新説を明にせらるる事と存候。

そして、Bohr 教授を招いて講演を聴くことは日本の物理に有益だといい、理由として

1. 日本の物理界が刺戟を受けて直接の利益あるのみならず
2. Kopenhagen は Quantentheorie 殊に Atomtheorie [原子の理論] に於ける Mecca とせられ居り候。従って目下の新進の欧州並に米国の物理学者は大抵一度必ず Kopenhagen に来て洗礼を受け居り候。
[中略] Bohr 教授と日本の物理学者とが接近するといふ事は将来の日本の物理学を欧米に紹介しその親善を増し進歩を早める上に於て間接の利益ある事と存ぜられ候。

Bohr の日本での講義が実現するのは——子息の海難事故もあって——1937 年 4 月になる。それまで、表 2 に見るとおり招聘が相次いでいる。Heisenberg 以降は、みな仁科の知己である。

表 2：物理学者の招聘

滞日期間	講演の場所	招聘
A. Einstein 1922/11/17 - 12/29	慶應大, 神田青年会館, 東大, 仙台市公会堂, 名古屋市国技館, 京都市公会堂, 大阪中央公会堂, 大阪基督教青年会館, 福岡市大博劇場	改造社
O. Laporte 1927, 1933, 1937	理研	理研
G.H. Dieke 1928	理研	理研
A. Sommerfeld 1928/12	東大	
R. Gurney 1929	理研	理研
W. Heisenberg 1929/8/30, 2週間	理研, 東大	啓明会
P.A.M. Dirac 1929/9 1935/6/19	理研, 東大 東大	同上
G. Hevesy 1931/3/19 - 4/8	理研	理研
I. Langmuir 1934/11/2 - 12/1	明治生命講堂など, 東大, 東京放送局	電気学会
E. Beck 1935/6	東大	
N. Bohr 1937/4 - 5	東大, 理研, 学振 (一般講演), 東北大, 京大, 阪大	

3.3.3 Klein - 仁科の公式

Klein (スウェーデン) は 1918 年から仁科が Bohr の研究所にくる前の年まで研究所で働いていた。その年に彼はミシガン大学に職を得た。彼と仁科の個人的な接触は 1927 年に始まる。コペンハーゲン北方の田舎町で家族と夏を過ごしていた Klein を仁科が訪ねたのだ。R. de L. Kronig も一緒だった。理論物理が話題になり、仁科は最新の発展についていろいろ質問した。最後に「発展の裏側まで見えてきた」と言ったのを Klein は覚えている。^[27]

その年の暮、Bohr は「相補性」に関してドイツ語で書いた論文の英訳を Klein と仁科に依頼した。10 月にイタリアのコモ湖畔の会議で発表した論文^[28]だ。

年が明けて仁科がハンブルクに出かけたことは既に述べた。3 月はじめにコペンハーゲンに戻ると、ケンブリッジに Dirac を訪ねていた Klein もちょうど帰ってきたところだった。自然、Dirac が発表したばかりの電子に対する相対論的波動方程式が話題になる。ちょうど短期滞在にきた Gordon も居あわ

せた。Klein と Gordon が独立に研究した電子による X 線の散乱を Dirac の新しい方程式で調べ直さなければ、という話になったとき、Gordon が「これは芳雄に打ってつけの問題ではないか」とドイツ語で言った。「そのとおり」と Klein。

そこで、仁科は Dirac の論文を読み始めた。やがて Dirac が研究所にやってきた、「論文に符号の間違いをみつけました」と仁科がいうと「でも結果は正しいですよ」と Dirac は応え、こんなやりとりになった。「では、間違いが二度あるにちがいない」「いや、偶数回としか言えませんね」。^[29]

この話の前半は、どうやら違うらしい。L.M. Brown と H. Rechenberg は、仁科がコペンハーゲンに戻る前に滞在していたハンブルクから 1928 年 2 月に Dirac に「君の新理論で Compton 効果を計算したい」と書き送り、別刷を請求しているという。^[30] そういえば、仁科は書簡 57 で Bohr に Dirac の論文について種々書き送っている。Klein の思い出には、仁科が自分のことをはっきり言わなかっただための思い違いがあるかもしれない。

夏休みがきて、Klein と仁科は田舎町に移り、懸案の計算を始めた。複雑な計算だったので各自の家で別々に計算し、答えが合ったら先に進むことにした。Dirac 理論は出たばかりで、問題の立て方からして考えねばならないところもあり、なかなかの大仕事だった。仁科の計算ノートが残っており、解読されている。^[31]

研究所に戻った仁科は、単独で（偏った光による二重散乱について）計算を補った。10 月にコペンハーゲンを去り、パリ、ロンドンを経てアメリカに渡り、各地の研究所を訪問した（文書 71）。サンフランシスコから船出して、横浜に着いたのは 12 月 21 日であった。彼の計算の結果は論文として投稿してあったが、校正までの間に、Bohr の指示で若い C. Møller が仁科の残していった計算の一部始終をチェックし小さな誤りを一つ見つけた。それを仁科に知らせた 12 月 2 日付の手紙がある（書簡 73）。

Klein と協同の仕事についても、まだ Dirac 理論から電子の自転をどう読みとるかについて議論が続いており、新理論の受容の難しさが察せられる。こうして得られた電子による X 線の散乱確率の式は、ソヴィエトの D.V. Skobelzyn が彼の行なっていた実験と比較し、在来の諸理論よりよく合うことを知らせてきた（書簡 60-64）。この式は Klein - 仁科の公式として、原子物理学で広く用いられることになる。

4 仁科研究室

仁科芳雄は、^{[1][2][32]} 1923年から5年半コペンハーゲンに滞留し、世界の各地から集まつた俊秀たちと量子力学の生みの苦しみをともにした。

仁科は、その経験とコペンハーゲン精神といわれる研究所の空気とを日本に持ち帰った。1928年12月21日に帰国し、理化学研究所にもどって、1929年2月15日、所属が長岡半太郎研究室に決定された。研究テーマは「量子力学とその応用」である。

2月23日、親友・名和 武の妹、美枝と結婚する（書簡84、86等を参照）。

4.1 量子力学の使徒

当時、日本では研究ということがようやく始まろうとしていた、「その時分、新量子力学を理解していた先生は大学には一人もいなかった」と、朝永振一郎^[33]は京大での学生時代を回想している。湯川秀樹^[34]も同級だった。

仁科は量子力学を日本に移植するために大車輪で働く。

まず、1929年9月に Heisenberg と Dirac を日本に招き講演を全国の興味ある人々に公開（書簡124），講義録^[35]を翻訳・編集して全国の大学に配った（書簡237，238，241）。

1929年3月14日には、電気学会が仁科を招き「量子論と因果律について」^[37]講演会を開いた。

1930年5月には木村正路の招きに応じて京大で3週間にわたる量子力学の集中講義をした（書簡199，203）。これを聴いた朝永は「先生のわれわれに与えた印象はまったく強烈であった」といっている。「その講義は物理的肉付けと哲学的背景をたっぷりもつていて、今までもやもやとしていたものが、それを聞いたとたんに明確になるといったものであった」。大先生を前に「何度かのためらいの後、そして大変な決心の末」質問したり自分の考えを述べたりした朝永に、仁科は慈父のように応じ、いったん理研に帰ってから、東京に出て一緒に研究しないかと誘うのだった。^[38]

9月には北大でも集中講義をし（書簡 216, 1933, 1934 年にもくりかえす（書簡 266）。1931 年 3 月には、コペンハーゲンにおける X 線解析の同僚 G. von Hevesy を講演に招く（文書 195, 198）。4 月からは東京文理科大学で量子論の講義をはじめる。

1931 年にはまた、岩波書店が雑誌『科学』を創刊、仁科も 1934 年からは石原 純編集主任、富山小太郎、彌永昌吉ら編集陣に加わることになるが、活発に寄稿する^[39]（文書 320, 337）。稻沼瑞穂は述べている：仁科芳雄博士は帰朝して理研に研究室をもたれた頃から『科学』には大きな関心を寄せられ、量子論、量子力学の発展を解説して、この難解な物理学の意味の一般への理解ということに意識的に努力してきた。博士は本誌の執筆者として大きな存在であったばかりでなく、湯川、朝永をはじめとして多くの新進の学者たちに、その研究や最近の進歩のあとを『科学』誌上に解説させることに非常に骨折られた。^[40]

仁科は、まさに量子力学の、いや現代物理学の使徒であった。

4.2 研究室をもつ

朝永は、1932 年 5 月（書簡 260 に 3 月上京と書いてあるが風邪のため遅れたらしい）、仁科に誘われて試しに理化学研究所の仁科研究室にきて、先生も若者も区別なく遠慮なしに激しく討論するさまに驚く。試験期間の 3 カ月が過ぎて正式に理研に入所するかどうか決めるときが近づくと、朝永は東京の生きのいい若者たちの雰囲気に圧倒され心身ともに自信がもてず、いったんは京都に戻るが、9 月には意を決して上京、嘱託となる。

その前年 7 月には理研に仁科研究室が創設されていた。共同研究者となる嵯峨根遼吉は、長岡半太郎の五男だが、1929 年 3 月に東京帝大を卒業して大学院に入り、1931 年 6 月に理研の研究生になっている。竹内 栎は、もっと早く、2 月に「1 年くらい来てごらんなさい」と言われ、手当では出ないが「授業料なしで大学よりもっとよいところに入れた感じ」だった。4 月には研究生となった。このとき仁科はまだ長岡研所属で X 線の実験をするつもりだった。竹内は、仁科の文理科大学における量子論の講義を聴いている。M. Born の *Vorlesungen über Atommechanik*（和訳は [19]）が種本だった由。

物理学は、量子力学によって原子の構造や化学結合を解明した後、原子核の内部へと向かい始めた。原子核のように微小なものを調べるには、石を——いや陽子や中性子といった粒子を勢いよく投げつけて何が起こるか見るのである。

粒子は跳ね返ってくることもある。勢いがよければ原子核を破壊することもある。こうした研究には粒子に勢いをつける加速器が使われる。地球には天から宇宙線が降り注いでいて、これは高速の粒子だから、そのまま原子核との衝突の研究に使えるが、衝突を見る装置は必要である。

仁科の関心も原子核物理に向かう。1931年の仁科研の出発のときの研究テーマは①量子論、②原子核の研究、③X線分光学による原子および分子の研究、④分光学による化学分析とその応用であったが、翌年、③④がなくなり⑤宇宙線の研究、⑥高速度陽子線の発生が加わった。

1931年3月に来日した Hevesy から放射線を測る Geiger-Müller 計数管の存在を聞いて、さっそく嵯峨根と竹内に試作させた。^{[41][42]} 計数には、掌に入る大きさの指押し型計数器を右手に、左手にストップウォッチをもってスピーカーがポンポンと音を出す回数を数えていた。そのうちに工作係が計数記録器をつくれてきたが、使いにくかった。この装置で、台風が通過したとき宇宙線の5分毎の計数が気圧の低下とともに減少し、気圧がもどったとき計数ももどることに気づき仁科に報告したが、そのままになってしまい残念だったと竹内はメモに書いている。^[43] その後は、電話の度数計を嵯峨根が見つけてきて使った（書簡239の注a）。

この頃、やはり宇宙線を測るために霧箱もつくっている。直径15cmのチャンバーで、まわりにアルマイト被覆の電線を巻いて水冷にしたヘルムホルツ・コイルを置いて、空芯で2000～3000ガウスぐらい出した。設計やテストに1932年まで1年くらいかかった。霧箱写真のシャッターを Geiger-Müller 計数管と連動させる装置ができたのは1932年の終わり頃である（書簡309の注c、書簡312）。

4.3 理論研究

1932年は発見の年であった。まずイギリスの J. Chadwick により中性子が発見され、Heisenberg は原子核は中性子と陽子からなるという説をとなえ、原子核を覆っていた霧を吹き払った。仁科は宇宙線は中性子ではないかという考えもあって、中性子の陽子による散乱を朝永と計算した（書簡310）。

湯川は中性子や陽子（核子と総称）を結びつけて原子核をつくる力（核力）の原因として核子間の電子の交換を考え、問題を解きあぐねていたが、4月にその学会講演を聴いた仁科は、電子の代わりにボース統計にしたがう粒子

を考えたらどうかと注意した。これが後の湯川の中間子論への重要な示唆になる。^[44]

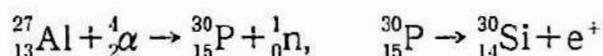
やがて、アメリカの C.D. Anderson と S.H. Neddermeyer が宇宙線の中に陽電子を発見する（文書 320）。調べてみると理研で撮った霧箱写真にも陰陽電子の対創成が写っていた。1 点を通る同じ大きさの円軌道が 2 つ写っていたが、2 つの電子が散乱反跳した始点^[45]と終点が偶然同じ位置にきたのだと思って、それ以上の追求はしなかったのだ（[46] の II. p. 10）。

仁科は、この陽電子が Dirac が相対論的な波動方程式によって予言していた反電子であることを確かめたいと考えた。宇宙線が非常にエネルギーの高い γ 線を含むとしよう。Dirac 理論によても、これが直接に陰陽の電子対を作ることはエネルギー・運動量の保存が禁止するが（2 つの光子が出会えばよいが、その確率は小さい）、大気の原子核が介在して余分の運動量を吸収すれば電子対の創成がおこることを仁科・朝永・坂田昌一は指摘し、その確率を計算した（文書 320 の注 b、書簡 332 と注 a）。続いて重い荷電粒子による創成の場合を朝永、小林 稔と計算した（書簡 388 の注 c）。外国の計算と踵を接する計算であった。これらの論文は W. Heitler の教科書が諸家の論文と並べて引用している。^[47]

J.D. Cockcroft と E.T.S. Watson が 125 kV で加速した陽子により原子核を破壊して驚かせたのも 1932 年であった（書簡 338）。

4.4 人工放射能

1934 年には I. Curie と F. Joliot の人工放射能の論文が出た。^[48] 放射性のポロニウムからの α 粒子をアルミニウムに当てるところ



がおこって陽電子を出す放射能が生まれる。仁科と嵯峨根は、この陽電子のエネルギー・スペクトルは通常の β 崩壊における陰電子のものと違うのではないかと考え、宇宙線用の霧箱に磁場をかけて測定をはじめた。^[50]

4.5 宇宙線の研究

1932 年に設立された学術振興会（書簡 333 の注 a）に、1934 年 1 月、宇宙線

研究の第10小委員会（書簡488の注a）ができて、委員長は岡田武松、委員には寺田寅彦・西川正治・木下正雄・石本巳四雄・仁科芳雄が名を連ねる。仁科は幹事となり、宇宙線研究にはすみがつく。理研の木下正雄研究室から石井千尋（東大、1929卒）がきて電離箱の製作をはじめ、1935年1月には北大の中谷宇吉郎研究室で放電現象を霧箱で研究していた山崎文男（東大、1931卒）が、4月には東大新卒の浅野芳弘が加わった。

4.5.1 強度の測定

1935年にはCompton型宇宙線計（図3）を製作し目視によって宇宙線強度を観測し徹夜で記録をとった。^[52]この器械で4月には箱根山で観測（書簡399）、8月には自動記録装置をつけて（図4）富士山で観測した。3月にはドイツからSteinke型宇宙線計が輸入され、理研で強度の連続観測に用いられた。しかし不便があって独自の電離箱がつくられた。その頃、H.V. NeherがNeher型宇宙線計をもって来日、非常に便利な器械なのでさっそく注文した。

1936年には北海道における皆既日食の機会に、仁科型（図5）と到着したばかりのNeher型宇宙線計を用い斜里岳頂上付近で宇宙線強度を観測し、日食の影響がないことを確認した（書簡466, 475, 478, 479, 483, 485, 486, 489）。關戸彌太郎（1935年、北大卒）が採用され観測に参加している。

8月には清水トンネル内で観測、水深相当800mにも宇宙線がきていることを確かめた（書簡502, 507）。^[54]これは「地殻300mを貫き意外の爆発現象」として大きく新聞に報じられた。^[55]爆発というのは宇宙線が写真乾板の原子核にあたって破碎し破片が飛び散る現象である。「外国では地下30mくらいまでは爆発現象が認められているが、このように深いところでは初めてだ」とある。

12月にはNeher型宇宙線計を飛行機に載せ高度7000mまでの宇宙線を観測、この高さでは強度が地上の100倍であることを知った（書簡529, 530, 532, 697）。

1937年には、学振・第10小委員会が仁科型宇宙線計を豊原・東京・富士山・阿里山・パラオに配置して同時観測を行ない、外国とのデータ交換もして研究することを決めた。この年4月より1938年3月まで、日本郵船・豪州航路（横浜-メルボルン間）の北野丸にNeher型宇宙線計を積んで精密な緯度効果の研究をはじめた（書簡610, 666, 713, 文書1050）。すでに1936年にCompton, Millikan-Neherはそれぞれ宇宙線の緯度効果を研究していたが、精度を欠いていたのである。この年、石井が応召した（書簡666, 674, 683, 695, 696）。

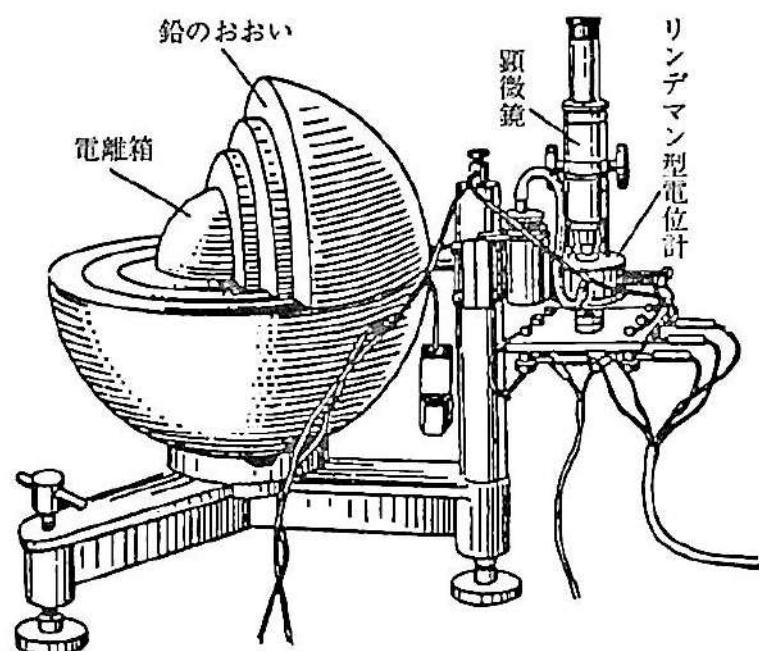


図3：電離箱は中空の鉄の球（直径7cm）で、放射線が通ったときイオン化されやすいようにアルゴンを詰め気圧を高めてある。そして地面からくる放射線の影響を除くために鉛で覆っている。電離箱のなかでおこった電離をリングマン電位計ではかる。[51], pp. 157-159より。

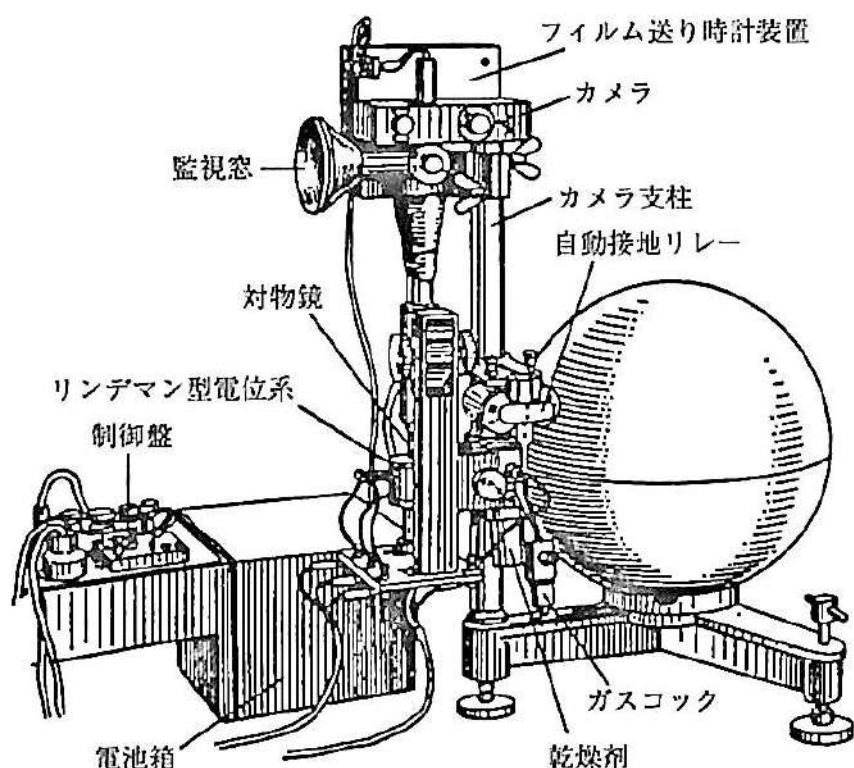


図4：リングマン型電位計の示度を顕微鏡で読むかわりに、写真フィルムの上に自動記録するようにした。[51], pp. 157-159より。

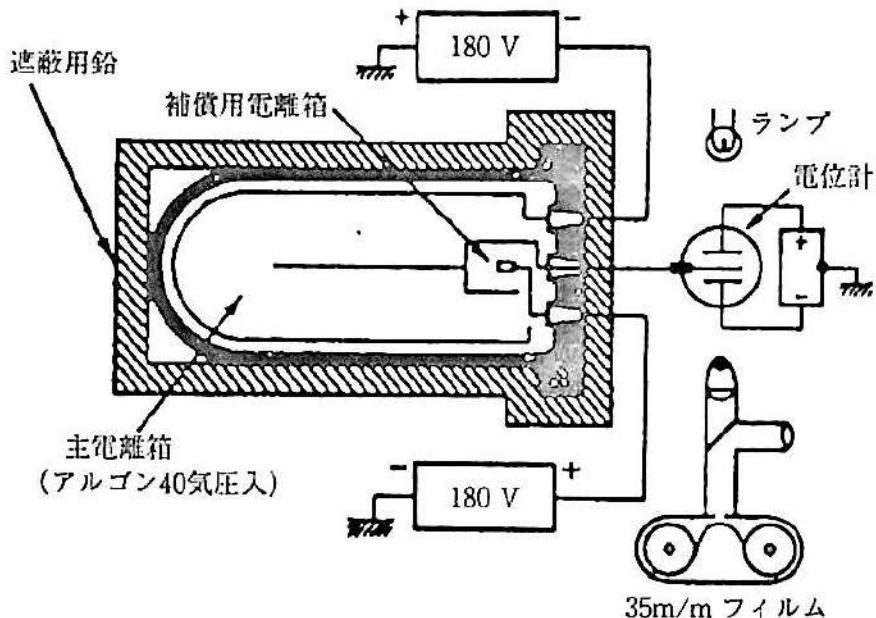


図5：仁科型宇宙線計。宇宙線粒子は、地表付近では 1cm^2 に 1 分間に 1 個くらいで、電離箱が小さいと、長時間の平均をとらないかぎり計数の揺らぎが大きい。そこで電離箱を $22l$ まで大きくした。また、観測精度を上げるために計数の平均値と相殺した値を読むように補償用の小電離箱を組み込んだ。[51], pp.159-160 より。

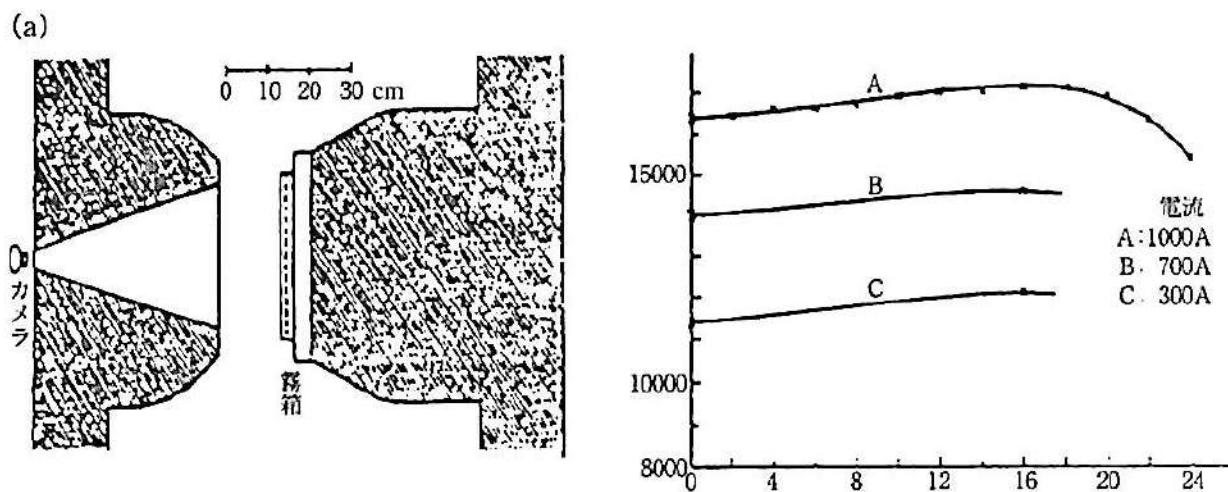
699, 701, 732, 746, 749, 756, 779, 804). 除隊は 1940 年になる (書簡 995).

1938 年の 4 月から翌年の 3 月まではシャトル航路の平安丸で観測した (文書 1050). この年、關戸が応召したが即日帰郷となつた (書簡 734).

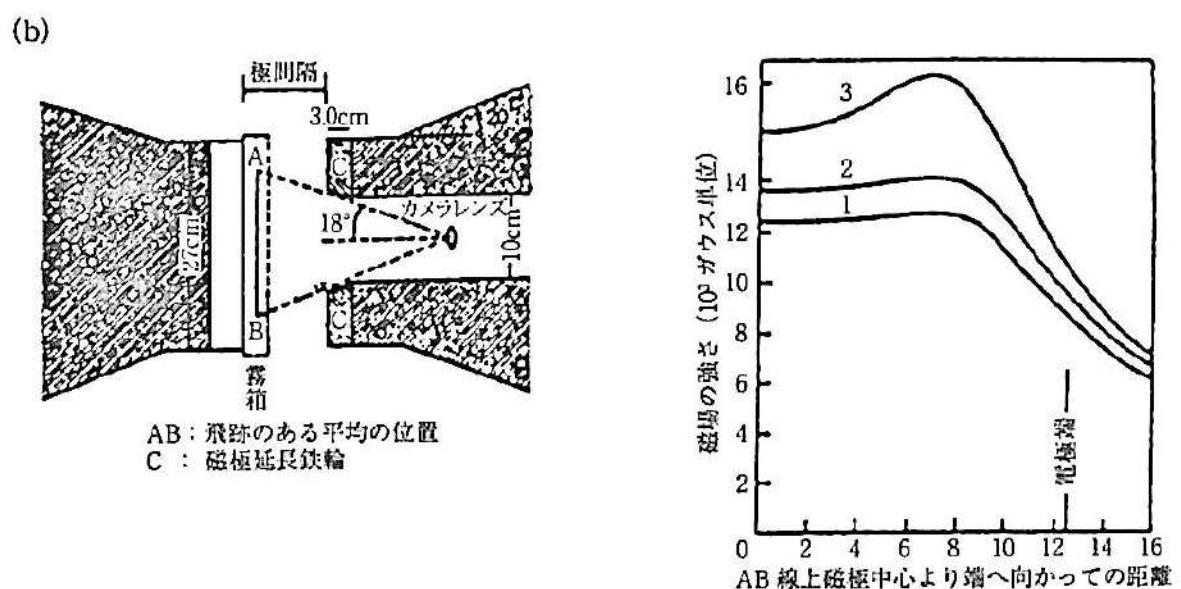
4.5.2 湯川粒子

少しく遡るが、1934 年、P.M.S. Blackett の論文を見て、仁科は彼のよりも大きな霧箱をつくろうと考えた。^[56] 霧箱写真の腕を見込んで北大から招んだ山崎は石井の電離箱つくりに動員されたので、霧箱つくりは竹内の仕事になった。

霧箱は当時入手できる最大のガラス円筒ということで直径 40 cm にきまつた。その設計は過去の経験から容易であったが、問題はこれに磁場をかける大電磁石の磁極の形であった。一様な磁場を得るには平面の磁極面を向き合わせればよいが、そうすると霧箱内の写真をとるのに鏡をつかう必要が生じ、磁極間に鏡を入れると極間の距離が大きくなってしまう。そこで霧箱の面をカメラが見込むように磁極に円錐形の孔をあけることにし (図 6 (a)), それでも霧箱の面内で磁場が一様になるように磁極の形をモデル実験で試行錯誤で定めた。



左図の点線の位置（飛跡の平均位置）における磁場の強さ及び一様性



1 : C を取除き 10cm の穴に鉄を詰めて右側に孔がない場合（電流 55A）
 極間隔 15cm 2 : 右側面に 10cm の
 穴がある場合、C を取除き 極間隔 10cm
 の場合（電流 60A） 3 : 右側極に 10
 cm の穴がある場合、C を取付け 極間隔
 5cm の場合（電流 63A）

図 6：(a) 理化学研究所仁科研究室の電磁石、(b) Blackett の電磁石、[57], pp. 36-37 より。

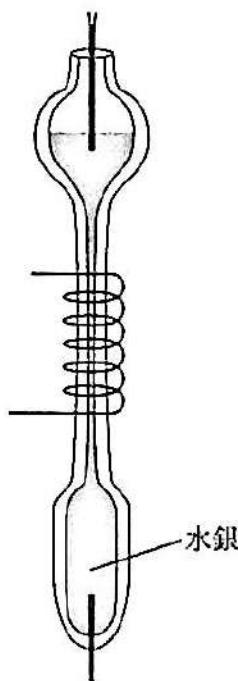


図7：霧箱の照明に用いる光源。毛細管内の水銀をニクロム線で加熱して蒸気をつくり放電する。
[57] より。

Blackett のもの（図6 (b)）より一様な磁場が得られた。

Compton が大きな霧箱をつくったというニュースがあり、闇志を燃やしたが（書簡 516），しかし磁場の強さは予定値に達しなかった（書簡 518）。

次の問題は霧箱の照明であった。小型の霧箱では、はじめ石英毛細管にわずかの水銀を封入した放電管を用いた。強い光は出るが、数回の放電で石英管に亀裂が入ってしまうのだった。そこで、一端開放の毛細管に水銀を入れニクロム線で加熱して蒸気をつくり放電させる方式になった（図7）。さらにコンデンサーの放電ではなく、交流の 2000 V（3000 V だったか、と竹内）変圧器の 2 次側につなぎ、電流は 100 V の 1 次側のサーキット・ブレーカーで切ることにしたので、放電がずっと長くでき^[57]た。これは仁科が Blackett に手紙を書いて教わった方^[58]式だ（書簡 326）。しかし、大型の霧箱の光源には弱すぎた。仁科は探照燈を借用してきたが、これも明るさが足りなかった（書簡 455）。この問題は、反射鏡を変えて光源から鏡を見る立体角を大きくすることで解決した。放電管の光源で十分の明るさが得られた。

最後の問題は電磁石の電源で、500 V, 1200 A が必要だった（書簡 518, [46] の II. p. 36）。はじめ大井町の省線（現在の JR）の変電所に行ったが、終電車から始発までの数時間しか利用できない。結局、仁科の義兄である海軍の名和武を通じて横須賀・海軍工廠・二次電池工場にある潜水艦の蓄電池充電用の直流発電機を使わせてもらうことにした。名和は工場長だった。

電磁石を搬入したのは 1936 年 6 月 12 日である（書簡 480）。この 4 月に一宮虎雄が実験に加わっていた。二次電池工場は 1936 年 7 月 1 日に電池実験部となり、村瀬造兵大佐が部長に着任、名和造兵大佐は工務主任となった。1937 年 12 月 1 日から名和氏が部長になる。

この霧箱は宇宙線のエネルギー・スペクトルを求めるために作ったのである。1937 年 3 月までに撮影した写真はかなりの数だったが、曲率が測定できる飛跡は 240 本。この頃に出た Blackett の論文には 800 本の飛跡を測ったとあった。仁科は、理研所長・大河内の名で海軍工廠に研究期間の延長を願い出る（書簡 590）。

延長が認められた頃、霧箱に鉛の板を入れて宇宙線粒子のエネルギー損失を

Lawrence は「今度の問題は政府から総長に通達がきているので如何ともしようがないけれど」と言って自分は席をはずし大体を弟子たちに任せた。行く先々で矢崎と渡邊は歓待された（書簡 1009, 1011, 1013, 1014, 1021）。東京の実験の報告は賞賛をもって迎えられた。ただ、はじめはもらえるかに見えた設計図は結局はもらえないことになった（書簡 1036, 1038）。しかし、東京の大サイクロotron をどう直すべきかは十分に教えてもらうことができたのである。

改造の要点は次の 3 つであった：

1. 電磁石の磁極間隔が広すぎて磁場の均一部分の半径が小さすぎた。
2. イオン加速箱の真空ポンプの排気速度が不足で加速箱内の真空度がよくなかった。
3. D にかける高周波電圧が十分に上がらなかった。

3 についていえば、加速箱 D (ディー) に電圧を供給するのに $\lambda/4$ 共振回路を用いるように改造した。それは厚さ 0.3 mm の銅板を直径 15 cm に巻いた円筒で、発振波長の約 $1/4$ 、すなわち 7 m の長さをもつ（図 12）。

5 太平洋戦争

5.1 科学者と戦争

1941 年 12 月 8 日、日本は米英両国に宣戦を布告、太平洋戦争を始めた。仁科は、その直前、彼の監修の下に創刊された雑誌『図解科学』（中央公論社）12 月号に「刊行のことば」を書いて、こう述べていた（文書 1100 およびその注を参照）。

独ソ開戦に端を発した国際情勢の一段の緊迫は、最近に至って極東に於て重大な形態を執るに至りました。即ち我国と仏印との共同防衛の締結と、これに対する米・英・蔣・蘭印の資金凍結による我国に向っての包囲的経済圧迫とあります。[中略]

この場合に当って我々は祖先伝来の大和魂に充分信頼してよいし、忠君愛国の至誠に於ては世界のどの国に対しても劣らないといふ自信は確固たるものであります。[中略] 然しそれだけで今日の高度国防国家は

見ると硬・軟の成分が判別できるという C.D. Anderson の論文が出た。それを知つてか知らずか、仁科でも霧箱に鉛の板を入れ、エネルギー損失を測つて粒子の質量をきめる試みが行なわれるようになった。鉛の中での飛程は粒子の質量に敏感なので、粒子の飛程 R とエネルギー（実際は運動量、 $H\rho$ ）の関係を質量 m ごとにグラフにしておけば、実験から質量がきめられる。そのようなグラフを小林 稔がつくった。座標軸を m と $H\rho$ にして R ごとに描いたグラフが文書 652 にある。

この実験から質量が陽子の $1/7 \sim 1/6$ の粒子が発見されたのは 8 月であった（書簡 616）。この質量は、湯川が存在を予言していた粒子の質量 $200 \times$ （電子の質量）に極めて近い。これは湯川粒子が実際に存在することの証拠であろう。仁科は、さっそく湯川に知らせ、あわせて湯川理論の意義を強調した（書簡 617）。坂田にも、ドイツにいる朝永にも知らせた（書簡 619, 649）。

これより早く S.H. Neddermeyer-C.D. Anderson および J.C. Street-E.C. Stevenson が宇宙線の中に新粒子を発見と発表していたが、その質量については電子と陽子の質量の中間というだけであった。仁科らは質量を $1/7 \sim 1/6$ と決定することができたのである。仁科は新粒子の発見の論文を Anderson と Street に送った（書簡 685, 686）。そして *Phys. Rev.* の Letter に送ったが、Letter には長すぎるといって、8 月 28 日の受理であったが本論文として 12 月 1 日号にまわされた。その間に仁科は編集部に電報を打つて粒子の質量を陽子の $1/10$ に訂正したが、印刷では $1/7 \sim 1/10$ とされた。現在の値を言えば $1/8.9$ である。仁科らの測定は非常に精度がよい。

湯川は、仁科の発見より早く、7 月 5 日受理の論文で Street-Stevenson, Neddermeyer-Anderson の発見した粒子は自分が予言していたものに違いないと指摘した。E.C.G. Stückelberg も同じ意見だった。

J.R. Oppenheimer と R. Serber は湯川理論を否定はしないものの核力の飽和性や核子の磁気モーメントなど問題が残っていることを指摘した。仁科は「然シソウ何モカモ一時ニ解ケルモノデハナイ」と言って湯川を励まし（書簡 617）、「アナタノ理論ノ帰結ニツイテ、又吾々ノ実験ト理論トノ関聯並ニ論文等ニ就イテ、オ互ニヨク話シ合ッテ出来ルダケ吾国ニ於ケル理論並ニ実験ノ方ノ収穫ヲ多クスルタメニ、一度会合シテ討議ヲ行ッテハドウデショウカ」と呼びかけた（書簡 623）。この会は 8 月 19 日に開かれ（書簡 636）、やがて日本全国の学者が集う「中間子討論会」に発展する。

なお、Stückelberg は湯川に先を越されたと言い、湯川の大学に来る可能性を打診してきた（書簡 600）。仁科も湯川も日本には外国人のための奨学金はない

いと答えるほかなかった（書簡 615, 622）。そういえば、1933年のことだが、Hitler のユダヤ人追放にあって W. Heitler が日本に来る可能性を打診してきたときも（書簡 302）受け入れはできなかった。ナチに抵抗してドイツの大学を追われた W. Kroll は（書簡 474, 487, 579, 707）短期間受け入れたものの（書簡 550, 593, 660），永住の機会は与えることができなかった（書簡 527）。

1937 年 7 月 7 日の深夜、北京郊外の盧溝橋で起こした日本軍と中国軍との衝突から日中戦争がはじまった。1931 年 9 月 18 日に満州事変がはじまって以来、一時は和平が成り立つかに見えましたが小競り合いは続いていたのだ。^[66]

4.6 Niels Bohr の来朝

仁科が帰国前、長岡半太郎に「Bohr を日本に招いては」と提案したことは、すでに述べた。いつ正式の招待状が出されたかはわからないが、仁科が Bohr 夫妻に「来年、先生ご夫妻が当地に来られるのを皆、楽しみしております」と書いたのは帰国後も間もない 1929 年 2 月 19 日であった（書簡 84）。それから Bohr の多忙と長男の不慮の死があって延期が重ねられ（書簡 150, 173, 207, 345, 368），ついに 1937 年に実現した。^[67]

Bohr は夫人と次男 Hans を伴って 4 月 15 日、横浜に着いた。

講演は、4 月 19, 20, 28 日が一般講演で、東京帝大法学院 25 番教室に千名の聴衆を迎えて行なわれた。仁科芳雄が通訳した。空洞輻射から説き起こして原子の発光、重水素の発見、原子核の構造と反応（液滴モデル）によよんだ。そして、相補性を説明して、しめくくった。相補性は科学の他の分野にも見られる。たとえば、心理学において感覚の主体と対象とがはっきり分けられないことは物理的現象と観測器械の関係に似ている。そのために入ってくる不確定性が意思の自由であると Bohr は言った。

長与東京帝大総長は、閉会の辞で「これまで帝大で開かれた講演会で、かくも終始変わらぬ熱心な多数の聴講者があったことはなかった」と述べた。^[68]

4 月 21 日から 28 日までは、間に 3 日の休みをはさんで（そのうち 1 日は風邪のため）、理学部 2 号館の講堂で専門家のために通訳なしで講義された。Bohr は、まず波動性と粒子性の話からはじめて不確定性関係を導く思考実験について述べた。なかでも、Bohr が 1930 年の Solvay 会議で時間とエネルギーの間の不確定性関係を一般相対性理論を用いて導き Einstein をやっつけた話は、概要こそ日本にも伝わっていたが、詳しい内容は初耳だったといわれる。^[69] これ

らの例が示すとおり、量子力学の特徴は作用量子の存在による限界を認めて現象と観測機械を分ける点にあるので、因果律の否定とか非決定性とかいうのは適切ではなく、相補性の観点から見る必要がある。

次に散乱の問題。Ramsauer 効果、トンネル効果から相対論的な Klein のパラドックスにいたる。高速の電子が核にあたって γ 線を出すことは、立場を変えれば高速で走る核が電子にあたるとも見られ、そのとき核の電場は電磁波の重ねあわせと見られるから、その電子による散乱は Klein - 仁科の式で扱える。こうして電子が輻射をだせば、それは陰陽電子の対創成をおこすだろう。輻射と対創成のネズミ算で宇宙線のシャワーが理解できる。ここで Bohr は Heitler-Bhabha, Carlson-Oppenheimer の仕事のみ引用して仁科・朝永らの仕事に言及していない。Klein のパラドックスが解け、シャワーの理論ができるて量子電磁力学の難点の大部分は消えたが、電子の自己エネルギーの発散はなお問題である。これは L. Rosenfeld とともに考えた電場の測定の限界と関係があり、電場の扱い方に根本的な欠陥があるのだろう。ここで Bohr は再び原子核による中性子の散乱にもどり、液滴モデルについて述べて講義を閉じた。^[71]

この後、Bohr は 5 月 3 日に東北帝大で、10 日には京都帝大で「原子論における因果律」について、12 日には大阪帝大で「原子論」と題して講演した。その間、5 月 6 日には東京の如水会館で学術振興会と科学知識普及会共催的一般講演会が行なわれた。^[72]

4.7 高電圧へ

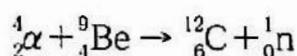
1932 年の 4,5 月頃、工作係から van de Graaf の静電高圧起電装置がもちこまれた ([46] の I. p. 46)。はじめは 60 万 V くらい出たと思われたが、まもなく湿気ではたらかなくなり実験は中止になった。次に碍子の耐圧試験用の衝撃高圧発生器 (Impulse generator, 書簡 321, 330, 338) も利用された。1934 年 5 月の理研・学術講演会に仁科・嵯峨根・新聞啓三・皆川 理の「衝撃電圧により加速した陽子を用い原子核を破壊し、Wilson 霧箱により検出する」という報告がある。この前に数学物理学会の年会で報告され、続報が 1934 年 11 月の学術講演会でなされている。これらの講演会には、仁科研から「陽電子に関する問題」「Wilson 霧箱による宇宙線の研究」「中性子の吸収」「陽電子の吸収」^[73]

¹⁴ この Bohr と Einstein の論争の内容は 1949 年の [70] まで公刊されなかったのだろう。

「誘導陽電子放射能」などの発表が並んでいる。

超高電圧をもとめて、ついには雷を利用しに赤城か日光に行く気はないかと竹内は仁科に言われ御勘弁ねがったと書いている ([46] の I. p. 48)。

西川正治は X 線による結晶解析を専門にしてきたが、1933 年には原子核に関心を移していた。その年、理研で研究をともにしてきた仁田 勇が大阪大学に赴任するとき、自分はもう X 線解析はやらないから君の方でよろしくと言ったという。^[75] 1934 年にロンドンの万国物理学協会 (International Union of Physics, 現在の IUPAP) 総会に出席した帰り、西川は 12 月 3 日にローマ大学の E. Fermi の研究室に寄った。減速した中性子による原子核反応の実験を見て、大げさな装置なしにアイデアだけで進められていることに深く感銘、仁科に知らせた (書簡 382)。Fermi はラジウム Ra の崩壊で生ずるエマネーション (Rn のこと) の出す α 線をたとえればベリリウムに当てる



によって生ずる中性子で実験したのである。

西川は 1935 年 2 月 23 日に帰国して直ちに中川重雄や木村一治らとパラフィンによる中性子の減速、ヨードによる遅い中性子の共鳴吸収などの実験をした。

4.7.1 Cockcroft-Walton の加速器

1935 年、理研に西川・仁科研究室の共同で原子核実験室が創設され、サイクロトロンと Cockcroft-Walton 加速器の計画が本格化した。

^[76] Cockcroft の加速器は西川研が主に担当、1 MeV を目標に建設をはじめ ([42] の p. 141, 書簡 338 の注 b), 人工放射能、核分裂、 γ 線による電子対創成などの実験が行なわれた。木村一治は、物質の結晶状態によって遅い中性子の散乱断面積が変わることを見いだし、橋口隆吉と金属加工の研究をした。^{[75][77]}

4.8 小サイクロトロン

4.8.1 サイクロトロン

E.O. Lawrence がサイクロトロンを発明したのは 1932 年である。^[78] 2 つの半月型の加速箱 D を向き合わせに真空の箱に入れ、これに垂直に磁場をかける

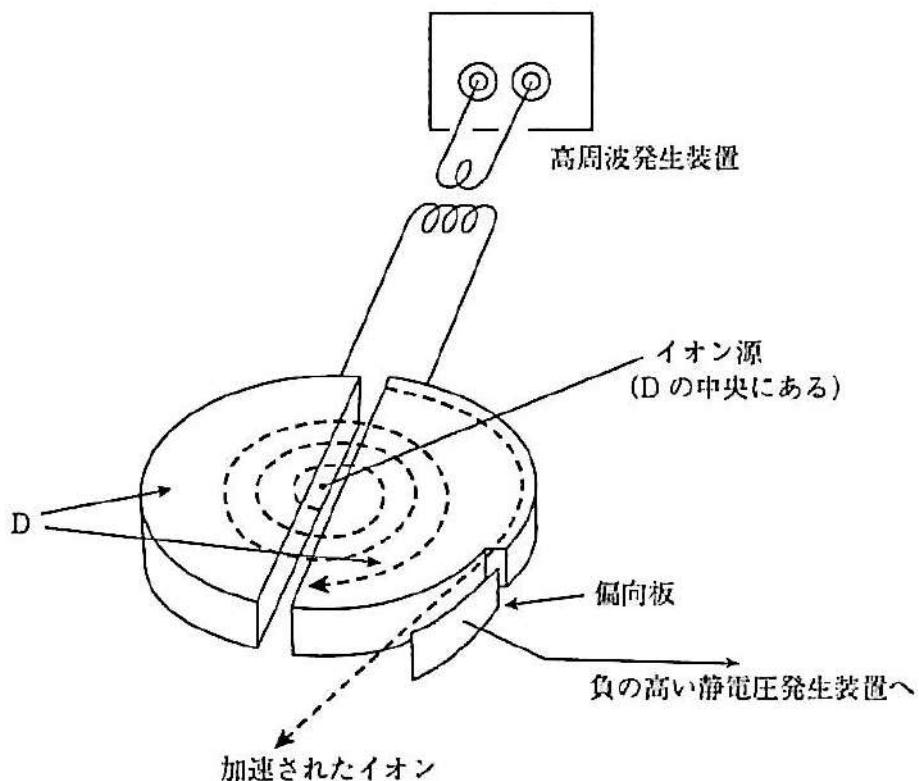


図8：サイクロトロンの原理。点線は粒子の軌道。粒子のエネルギーが上がるにつれて、その平方根に比例して軌道半径が大きくなる。十分にエネルギーが上がり軌道半径が大きくなつたところで偏向版により粒子を外に引き出す。[79] より。

と荷電粒子は D の中で円運動する。その周期が磁場の強さで決まり一定なので、その周期の高周波を 2 つの D の間にかけると円運動する荷電粒子が隣の D に移るとき常に加速される。こうして何回も加速をくりかえして高エネルギーの粒子を得るのがサイクロトロンである(図8)。粒子のエネルギーが大きくなると軌道半径も大きくなるから、大きな D と大きな電磁石が必要になる。^[80] Lawrence は 1932 年に直 径 56 cm の D で陽子を 1.22 MeV¹⁵まで加速した。Lawrence は仁科に——文献 [78] も送ったが——この論文も送っている(書簡 256)。このとき彼は直 径 114 cm の D をもつサイクロトロンの建設をはじめている。

理研の原子核研究室は 1935 年 10 月、サイクロトロン建設の準備のため矢崎為一を E.O. Lawrence の研究室(カリフォルニア州バークレー)に短期留学させた(書簡 419, 426)。少し早く 7 月に嵯峨根遼吉もアメリカに着いており(書簡 406)、バークレーのサイクロトロンについて刻々に仁科に知らせた(書簡 411 から多数)。矢崎は Lawrence のサイクロトロンの寸法をとって仁科に知らせている(書簡 419)。また、仁科に「サイクロトロンの設計図を描いて Law-

rence に相談したらよかろう」という嵯峨根の考え方を伝え、嵯峨根が加速箱 D として直径 60 cm を考えていると Lawrence に言ったら「もう出来る出来ないの問題ではないから、予め大きいのを計画しておいた方がよい」という答えだったと書き添えている（書簡 423）。1936 年 7 月には Lawrence のところの Cooksey がアメリカの諸大学に送った「サイクロトロン製作上の注意事項」を嵯峨根ももらい、仁科と大阪の菊池に送っている（書簡 495）。

嵯峨根も矢崎も三井の寄付が得られるか危惧しているが（書簡 423, 424），三井報恩会から原子転換の目的のため 15 万円が寄付された。日本無線電信株式会社からは対米通信に使っていた Paulsen アーク用電磁石の寄付があって、サイクロトロンの建設は順調に進み、1937 年 2 月末に真空の試験にこぎつけ（書簡 573, 574），4 月 3 日の朝ビームを出し、4 月 4 日に中性子を出した（書簡 587）。電磁石の重さはコイルを含めて 23 ton，D の直径は 56 cm で、重水素核 d を 3 MeV まで加速した。中性子 n は、たとえば $^6\text{Li} + \text{d} \rightarrow ^7\text{Be} + \text{n}$ でつくる（図 9）。

この完成の 2 ヵ月後、1937 年 5 月 31 日に学振の第 10 小委は原子核・宇宙線第 10 小委に拡大され、委員長は長岡半太郎に替わり、委員に理研の杉浦義勝と京大の荒勝文策を加えた。長岡は演説して、こう述べている：

このサイクロトロンは 3 MeV を出すにすぎないから、すべての元素につき試験するには不十分である。それゆえ本委員会では縁故ある宇宙線の小委員会に、さらに原子転換試験の部を新設し、積立金 11 万円をさき、大なるサイクロトロンを製作し 10 MeV を超ゆる器械を新設し、あらゆる元素にこれを適用する計画を立てた。理研に寄付された無電会社の発電機を利用し、また試験費として東京電燈会社より寄付された 10 万円をこれにあつることとした。

以後、ここで計画された 10 MeV を超えるサイクロトロンを「大」を冠してよび、理研にできた 3 MeV のものには「小」を冠することにする。長岡の演説で注目されるのは、いまでいう共同利用が鼓吹されていることである。この理研の姿勢は Heisenberg-Dirac の講演のときにも見た：

固よりこの方面を研究せらるる科学者医学者の便宜を謀り、相当の学識経験等ある人は來たりて試験し得るやうになっている故、理研のみの人の用に供するのでは決してない。これ諸君のよろしく御理解あらんことを希望するのである。

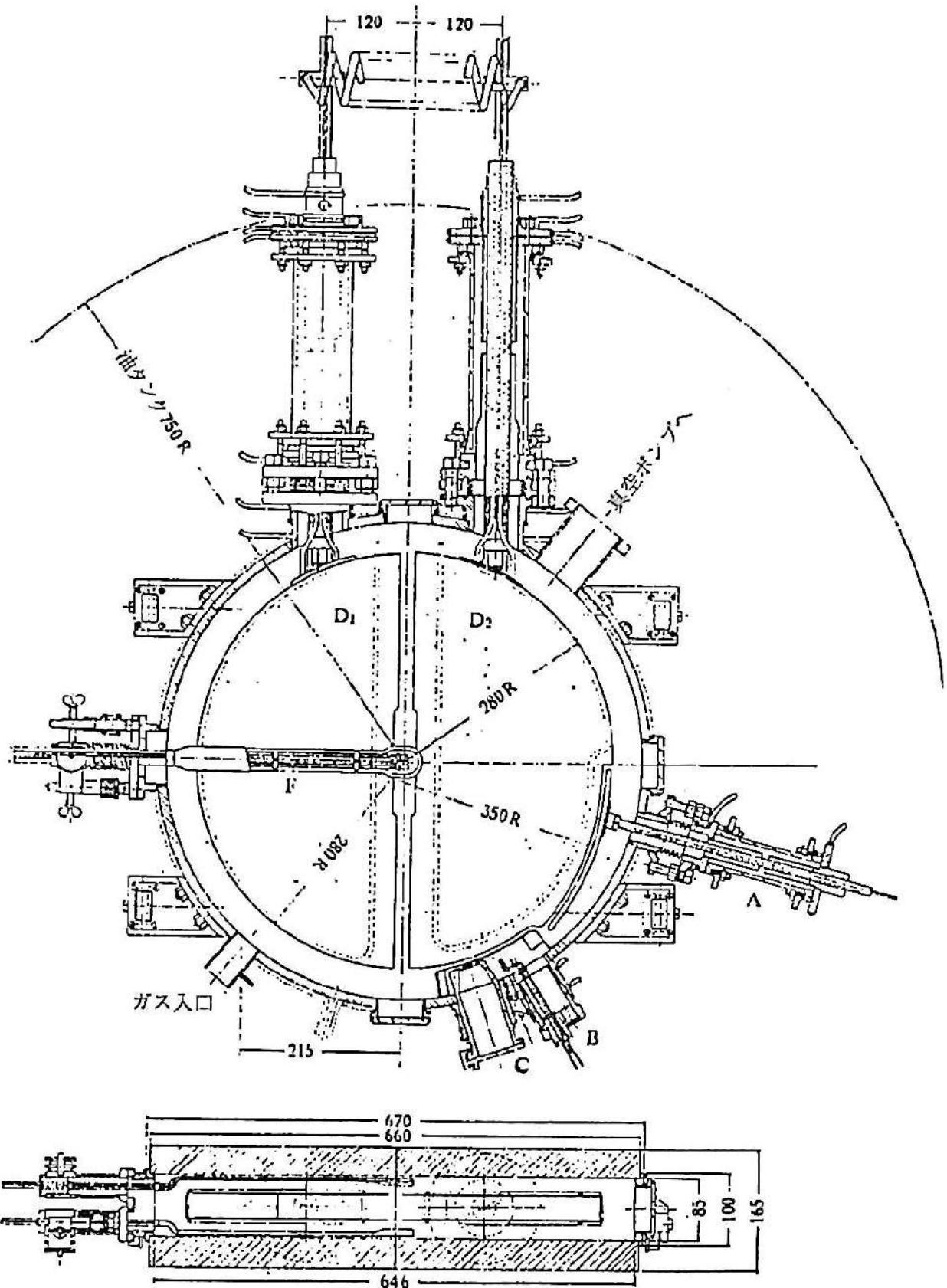


図9：小サイクロトロン。（上）上から見たところ。上に突き出している角で加速箱D (D_1 , D_2) に高周波電圧をかける。斜め右上に向いているパイプは真空ポンプにつながれる。左に突き出しているパイプから加速するイオンをDの中心に供給する。右に突き出している角で偏向板（図8を参照）に電圧をかける。（下）Dを横から見たところ。数字の単位はmm. [79] の(a) より。

仁科は大サイクロトロンの建設を早くから考え、小サイクロトロンはその建設のための小手試しくらいに思っていた。

4.8.2 トレーサーなど

小サイクロトロンが中性子ビームを出すと、すぐに仁科は原子核実験室の村地孝一（東北大生物学科 1935 年卒、1937 年に西川研究室に入る）^[83] に生物に当てて見るよう指示した。村地は東大医学部放射線科の中泉正徳教授の援助のもとハツカネズミに対する中性子の作用を調べた。仁科は医学者との共同研究が実ったことを Bohr に知らせ、別刷を送っている（書簡 643）。Bohr からは折り返し激励の手紙がきたという。

サイクロトロンは、また放射性同位元素をつくることに用いられた。トレーサーとして利用するためで、帝国女子医学薬学専門学校・生理学教室の森 信胤が 1936 年から理研にきて準備していた。仁科は、さらに東大理学部・植物学科の柴田桂太に依頼して大学院生の中山弘美を 1937 年 5 月から嘱託にした。^[86]

トレーサーというのは、たとえば岩塩にサイクロトロンからの重水素核 d のビームを当てて $^{23}\text{Na} + \text{d} \rightarrow ^{24}\text{Na} + \text{p}$ でつくった放射性のナトリウム ^{24}Na を植物の根から吸収させると、そのナトリウムが植物の中でどこにきたかが放射能を測ることで分かるというもの。Hevesy が 1923 年にはじめた。中山と森の論文を掲げておく。その題から内容も推定されるだろう。なお、中山と共に著の論文のある中村 浩は、論文の完成を目前にして応召した（書簡 1010）。

東大の植物学科を 1920 年に出て細胞学の教授になっていた篠遠喜人はサイクロトロンからの重水素をソバの乾燥種子にあて、あるいはアサの乾燥種子を 12 時間、水につけて中性子をあてて（書簡 792），それらの発芽、成長、形態を調べ、そのどれにも異常が現れることを見た（書簡 56）。さらに佐藤重平を加えて細胞学的な影響も調べた（書簡 894, 915）。中性子の細胞分裂に対する影響を生態観察により動的に捉える試みもなされた。樹木の種子に対する中性子の影響の研究は他に例がない。^[90]
^[91]
^[92]
^[93]

光合成におよぼす中性子の影響も調べられた。^[94]

4.8.3 中性子の遺伝への影響

東京府立高等学校の教授であった森脇大五郎は 1939 年の 4 月ころ理研の嘱託となり、ショウジョウバエに中性子をあてて（書簡 792）遺伝への影響を調

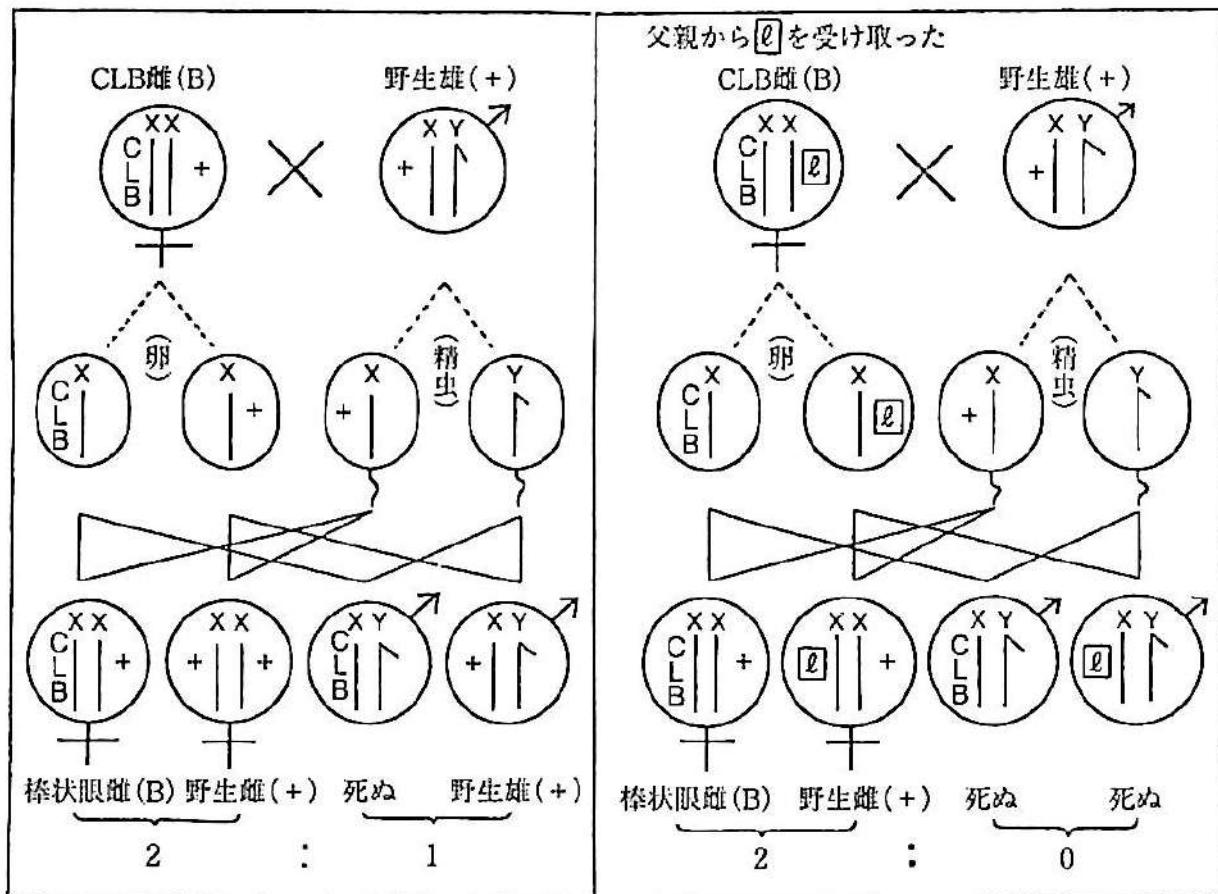


図 10: CLB 染色体をもつ雌と通常の雄の交配。雌:雄の性比が 2:1 になる。[97] の (b) より。

図 11: CLB と伴性致死因子をもつ雌と通常の雄の交配。雄が生まれない。[97] の (b) より。

[95]
べた。

こうしたのだ。まず、X 染色体として CLB という特別な染色体をもつ雌を用意する。

この雌は複眼が棒状の形をしている。これに通常の雄を交配すると図 10 に示すように雌:雄の性比が 2:1 になる。

いま調べようとする雄に中性子照射をする。その結果、雄の染色体が突然変異して致死遺伝子 l が生ずるとしよう。これを CLB の雌と交配すると、生まれる子供のうち CLB 染色体をもつ雄は死ぬ。CLB 染色体をもつ雌が、もう一つの染色体に致死遺伝子 l をもつ場合に、この雌と通常の雄と交配すると生まれる子供のうち雄は CLB 染色体をもつか、致死遺伝子 l をもつかになるから(図 11)，ともに死ぬ。つまり雄は生まれないのである。

実際には雄に中性子を照射しても突然変異がおこるとは限らないし、おこっても雌の遺伝子に移るとはかぎらないので、雄は生まれるが、突然変異がまっ

表3：中性子によっておこる突然変異の割合 ([96] (b) をもとに作成)

試した雌の数	雄を生まなか った雌の数	雄の突然変異の 割合 r	当てた中性子の 線量 I	r/I
524	0	0	0	—
36	5	0.139	16	0.0087
349	19	0.055	6	0.0092

たくおこらない場合に比べれば少なくなる。どれだけ少ないか、から突然変異のおこる割合が知れるのである。

仁科・森脇は、雄のショウジョウバエに中性子を当て、幼生および蛹より成虫のほうが影響を受けやすいこと、突然変異の割合は当てた中性子の線量にはほぼ比例することは、先人の結果のとおりであったが（表3）、同じ線量（生成イオン数）で比べると中性子の影響はX線より少ないという点は否定も肯定もできなかった（書簡883, 885）。

当時、宇宙線が突然変異の原因になっているかが問題とされ、いくつかの実験が行なわれていたが、結論は定かでなかった。仁科・森脇は対照実験として宇宙線が地上の1/3000から1/4000とされていた清水トンネル内の実験所に恒温器をおきショウジョウバエを20日のあいだ飼育した（書簡913, 916, 932）。突然変異の割合は0.00061であった。これに比較すべき宇宙線がある場合の値がはっきりしないので、宇宙線の効果について結論は出せないとしている。宇宙線が鉛を通過するときおこすシャワーの効果を見るため、飼育箱を鉛で囲むこともした（書簡921）。

仁科と鶴見三三らはインフルエンザ・ヴィールスの鼻腔内接種により発症斃死したマウスの肺を滅菌乳鉢内で生理的食塩水で10%に薄めた上で中性子を照射して、マウスの鼻腔内に接種した（書簡1019, 1022）。照射量が増すと、マウスに対する感染力が指数関数的に減退することを見いだした。

仁科芳雄は「生物学のあらゆる分野の人々が胸襟を開いて切磋琢磨しなければならん」といって、毎月曜日にコロキュームを開くことにした。それは1940年2月から1942年6月まで約40回におよんだ（[85] のp. 159）。

4.8.4 対称核分裂など

小サイクロotronが完成したとき、仁科研の核物理グループは、まず放射性同位元素をつくり β 線のエネルギー・スペクトルを磁場をかけた霧箱で測っ

[99] た。また、大サイクロトロンをつくる片手間に、小サイクロトロンをつかって中性子捕獲で放射性同位元素ができる断面積を軽い元素から次々にビスマスあたりまで測った。外国でも、こうしたシステムティックな実験はなく、続けていたら原子核の殻構造にゆきついたかもしれない。

実は、ウランにも中性子を当ててみたのである。Fermi は、当時は最も原子番号の高い原子核であったウランに中性子を当てると、原子番号がもっと先の“超ウラン元素”ができる可能性があるという論文をだした。これにはフランスの F. Joliot-Curie と I. Curie, ドイツの L. Meitner と O. Hahn, F. Strassmann がとびついた。日本の仁科らもとびついたのだ。

ウランに中性子を当ててできる物質はバリウムを担体にして沈殿させることができた。この物質は周期律表からみてラジウムであるに違いないが、しかしラジウムならもつはずの α 放射能がない。本書の編者の一人である中根良平は、仁科研の天木敏夫が α に敏感な検出器をつくったと語っていたのを記憶している。しかし、 α は検出されなかったのである。不思議だ、不思議だと言っていたのは Joliot-Curie たちも Meitner たちも同じだった。

1939 年も暮のこと、Hahn と Strassmann はウランに中性子を当てたとき、ほかならぬバリウムができているという証拠をつかんだ。これはウランの原子核がほぼ真二つに割れたことを意味するだろう。^[101] L. Meitner と O.R. Frisch は Bohr の原子核の液滴モデルによる物理的考察をして、核分裂が可能なことを論じ、このとき中程度の重さの原子核が 100 MeV 程度のエネルギーで放出されること、それらは電荷が大きいため空気中でも数 mm 程度の飛程をもつにすぎないことを示した。また、Bohr は遅い中性子で分裂するのは ^{235}U であると論じた。^{[101][102]}

そう言われてみると、仁科たちにも思い当たることがあった。ウランに中性子を当てたとき電離箱に大きなパルスが現れたことがある。ウランが分裂して大きな電荷をもつ破片が大きな速度で飛び出したことを、それは示していたのだ。なぜそこに思いいたらなかったのか、悔しい限りであった。

Hahn たちは、遅い中性子によるウランの分裂で ^{139}Ba , ^{140}La , ^{88}Kr が生ずることを見たが、これは ^{235}U が大きさの異なる 2 つの核に分裂することを意味する。いわゆる非対称核分裂である。

仁科らは核分裂発見のニュースが入ると、すぐにその実験も始めたが、減速した中性子を当てるのではなく、小サイクロトロンからの 3 MeV の重陽子をリチウムに当てて得る速い中性子をそのままウランに当てたところ ^{111}Ag , ^{112}Ag や ^{115}Cd , ^{117}In , ^{112}Pd ができた。核分裂したのが ^{235}U だとすれば、これは

ほぼ等しい大きさの 2 つの核への分裂となる。対称核分裂の発見！

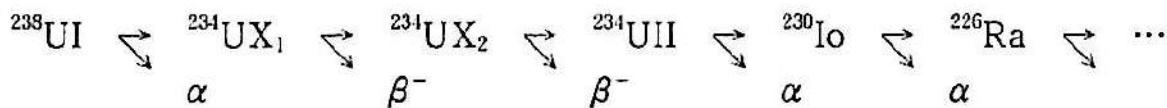
彼らは、対称核分裂が重陽子をベリリウムに当ててつくった遅い中性子でも、減速した中性子でもおこらないことを注意している。^[103]

1940 年末にアメリカを訪れた矢崎為一らは、各地でこの実験——および次に述べる $(4n+1)$ 系列の実験——の報告をもとめられ、賞賛された（書簡 1009, 1014, 1021）。1989 年に来日した G.T. Seaborg は「1940 年に私と E. Segrè が研究を進めていた 17 MeV の中性子によるウランの対称核分裂は、同じ年のもっと早い時期に日本の仁科、木村らによって発見されていたのだった」と語った。^[101]

4.8.5 $(4n+1)$ 崩壊系列

ウランに中性子を当てて核分裂生成物を注意深く除いた後に半減期 6.5 日の β 放射能が残った。これは ^{237}U であろう（今日、これは確立されている）。

放射性元素は α 崩壊（質量数が崩壊ごとにだけ減る）するか β 崩壊するかである。したがって、 ^{238}U からはじまる崩壊系列は



のように質量数が $4n+2$ ($n=57, 56, \dots$) で表され、ウラン系列とよばれる。この他に $4n+3$ のアクチニウム系列、 $4n$ のトリウム系列が知られていた。Fermi が ^{233}Th を発見してから $4n+1$ 系列が探求されてきたが、仁科らの ^{237}U の発見は、この系列を 1 つ前に伸ばすものであった。^[105]^[106]

$^{237}_{92}\text{U}$ は β^- 崩壊をするので $^{237}_{93}\text{X}$ ができているはずである。仁科と木村は、これは化学的には周期律表で直上にくる ${}_{75}\text{Re}$ と同じ性質をもつと考え、 $^{237}_{92}\text{U}$ の崩壊生成物を Re と一緒に（Re を担体として）化学処理して取り出そうとしたが、失敗した。 ${}_{92}\text{U}$ が電子配置 $(5f)^\nu(6s)^2(6p)^\mu(6d)^\mu(7s)^2$ ($\nu=0, 2, 3, \dots, 14$; $\mu=0, 1, 2$) をもつアクチノイド元素であることに気づかなかったのである。93 番元素 X は 1940 年に E. McMillan と P.H. Ebelson によって発見され、ネプツニウム Np と名づけられた。

なお、 ^{237}U 発見にいたる研究で磨いた分析の腕は、後日のことになるが、1954 年 3 月 1 日のビキニ環礁における米軍の水素爆弾実験によって被曝した第五福竜丸の調査に生かされた。同船に積もった降下物の中に ^{237}U を同定し、しかも意外に多量であることを東大の木村健二郎のグループと京大の清水 栄

のグループが見いだしたのだ。^[107] ^{235}U が対称核分裂した ^{103}Ru も灰の中から世界にさきがけて発見した。^[108] ^{237}U が多かったという日本の分析を知って J. Rotblat は、この爆弾が核分裂性の（恐らく Pu を含む）芯を重水素化リチウムでくるみ、その外側を ^{238}U でくるんだ、今日のいわゆる 3F 構造 (fission-fusion-fission) をもつと推定した。^[109]

4.9 大サイクロトロン

仁科は小サイクロトロンは小手調べだといい、核物理の若い所員は実験を続けたかったのだが、大サイクロトロンの建設に向かわせた。これは困難な仕事だった。まず電磁石用の磁気的特性のよい鉄 200 トンはアメリカから買うほかなかった。^[110] 核物理研究室総出で 1939 年に組み立てを終えたものの望んだ性能は出なかった。小サイクロトロンの建設が順調だったので、それを単に大きくするだけの設計をしたのが誤りであった。

「小さなサイクロトロンでも有益な研究はできたろうに」と朝永はいう。「先生は小成に安んずることを好まれなかった」。^[112] いや、前にも述べたように、これが学振の第 10 委員会の方針でもあったのだ。やがて、日本は太平洋戦争に突入する。

その前夜、1940 年 9 月に仁科は Lawrence に助言を頼み、矢崎為一と渡邊扶夫の 2 人を送る。

しかし、アメリカは、すでに原爆の開発研究に向けてゆっくりだが動き出していた。Einstein が F.D. Roosevelt 大統領に原子爆弾の可能性とドイツの動きを指摘する手紙を送ったのは 1939 年 8 月 20 日であった。その手紙が大統領に届いたのは 10 月 11 日である。大統領は直ちに行動をおこしウラン諮問委員会を任命した。その最初の会合は、1939 年 10 月 21 日に L. Szilard, E. Fermi, E. P. Wigner, E. Teller を招いて開かれた。Szilard らは、重要な科学上の情報を含む論文の発表を禁止するよう全力をあげるべきだと提案していた。^[113] 1940 年 6 月には、V. Bush を委員長とする国防調査委員会が創設され、ウラン諮問委員会はその傘下に入った。^[114] いつから秘密のヴェールが原子核研究を覆うようになったのか、正確な日付は分からぬが、矢崎と渡邊がアメリカに向かったとき、すでに Lawrence は彼らに会えない立場になっていたようである（書簡 1005 とその注 a、書簡 1037 を参照）。

それでも、Lawrence は必要な助言はしてくれた。書簡 1002 にあるように、

Lawrence は「今度の問題は政府から総長に通達がきているので如何ともしようがないけれど」と言って自分は席をはずし大体を弟子たちに任せた。行く先々で矢崎と渡邊は歓待された（書簡 1009, 1011, 1013, 1014, 1021）。東京の実験の報告は賞賛をもって迎えられた。ただ、はじめはもらえるかに見えた設計図は結局はもらえないことになった（書簡 1036, 1038）。しかし、東京の大サイクロトロンをどう直すべきかは十分に教えてもらうことができたのである。

改造の要点は次の 3 つであった：^[79]

1. 電磁石の磁極間隔が広すぎて磁場の均一部分の半径が小さすぎた。
2. イオン加速箱の真空ポンプの排気速度が不足で加速箱内の真空度がよくなかった。
3. D にかける高周波電圧が十分に上がらなかった。

3 についていえば、加速箱 D（ディー）に電圧を供給するのに $\lambda/4$ 共振回路を用いるように改造した。それは厚さ 0.3 mm の銅板を直径 15 cm に巻いた円筒で、発振波長の約 $1/4$ 、すなわち 7 m の長さをもつ（図 12）。

5 太平洋戦争

5.1 科学者と戦争

1941 年 12 月 8 日、日本は米英両国に宣戦を布告、太平洋戦争を始めた。仁科は、その直前、彼の監修の下に創刊された雑誌『図解科学』（中央公論社）12 月号に「刊行のことば」を書いて、こう述べていた（文書 1100 およびその注を参照）。

独ソ開戦に端を発した国際情勢の一段の緊迫は、最近に至って極東に於て重大な形態を執るに至りました。即ち我国と仏印との共同防衛の締結と、これに対する米・英・蔣・蘭印の資金凍結による我国に向っての包囲的経済圧迫とであります。[中略]

この場合に当って我々は祖先伝来の大和魂に充分信頼してよいし、忠君愛国の至誠に於ては世界のどの国に対しても劣らないといふ自信は確固たるものであります。[中略] 然しそれだけで今日の高度国防国家は

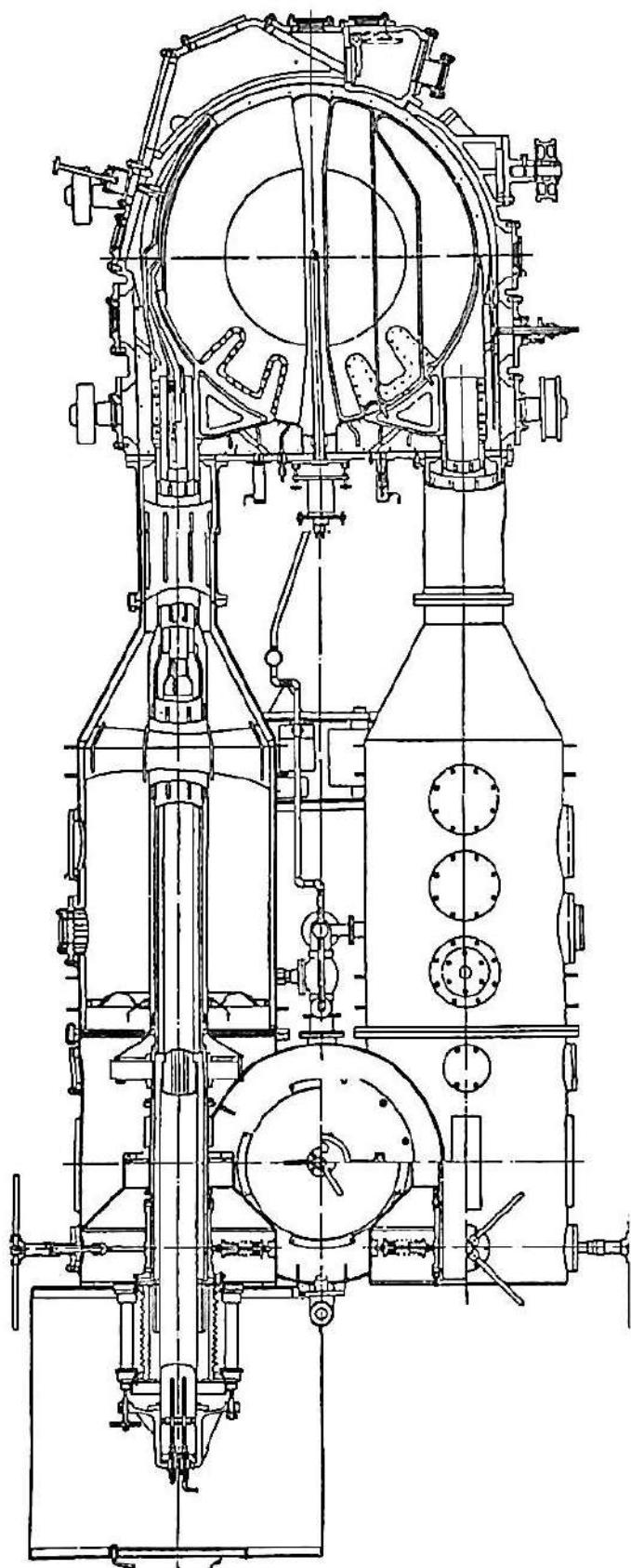


図 12：大サイクロトロン。上端にある円形のものが D、そこから下に伸びている 2 本の太い管は D に高周波を供給する $\lambda/4$ 共鳴器である。[79] (b) より。

完成せられ、戦へば必ず勝つでありますか。又、東亜共栄圏の資源を以てよく自給自足を確立し得るのでありますか。今日の科学、技術の高度に発達した列国の軍備と文化を見、次いで我国の此方面の進歩の程度を顧みます時、我々は科学、技術の面に対して渾身の努力を傾注せねばならぬことを痛感するのであります。

国民の科学的水準を高めることが最も基礎的であって、そのために『図解科学』を創刊するのだといっている。

開戦の直後には、『改造』、1942年1月号にこう書いた：

ハワイ海戦に於いて、更にマレイ沖海戦において我が海軍航空部隊の立てた、古今未曾有の赫々たる武勲は全く国民を眩惑し去ったのである。それがために此緒戦に於て国民は多少戦勝に陶酔した傾きがありはしないであろうか。〔中略〕殊に米国に於ては「若し日本と戦はば最初は負けるであろうが、豊富なる物資に物言はせて、結局勝つ迄戦い得る」といふのが戦前からの一般の常識なのである。英國も同様であって〔後略〕。

今日の赫々たる武勲は、皇軍将兵の伝統的日本魂と、平素の猛烈かつ正鵠なる訓練と、これに加ふるに海軍の技術陣の充実が一体となって始めて達成せられたのである〔中略〕。

一国の技術はその背景に科学をもっている。一体をなす科学技術が今度の海戦には重大な役を務めていることを国民は忘れてはならない。

大サイクロotronが 16 MeV 相当の陽子ビームを出したのは 1944 年 1 月。
時すでに遅く戦局は日本の不利に傾き、実験もままならなかった。^[79]

仁科は、上に一例を見たとおり大戦中も早くから日本に基礎研究を育てるとの大切さを説いて止まなかった。科学におけるアメリカの優位も率直に述べたから（たとえば文書 963），当時の軍や政府筋は問題としたかもしれない。1942 年には仁科の評論集『科学と人』（中央公論社）の広告がでたが刊行されなかった（書簡 1100 の注 a）。彼は大サイクロotron建設の一方で宇宙線の実験を拡大、1944 年 6 月には計数管 96 本をもつ精密宇宙線計で観測を始めている。

しかし、戦局はいよいよ不利。1944 年 11 月 24 日、東京はマリアナ諸島を基地とする重爆撃機 B29 約 70 機による初空襲を受ける。仁科のサイクロトロンにかける執念は実験日誌（文書 1148）に明らかである。

翌年の 3 月には大空襲。仁科研は金沢に疎開。そこを 5 月に視察した仁科は、季節に因んでその会を薰風会と名づけ、自然の美を楽しむ心の余裕が大切と力説した。しかし、7 月の会合では色紙への揮毫を坂田昌一から乞われて「本来空」と書く。これを見た關戸彌太郎は「親方は死ぬんじゃないか」と洟らした。^[117]

坂田は言っている、「先生も虚無的になっておられたのでしょうか。仕事はできないし、家は焼かれるし……」。

その4月13日深夜からの空襲で理研の7割が焼失していた。仁科の家も焼かれた。サイクロトロンが残ったのは奇跡であった（山崎日記1161）。

5.2 ニ号研究

ニ号研究とは仁科研究室で行なわれた原子爆弾の開発研究である。^[119]それを述べるため歴史をさかのぼる。

5.2.1 前史

ウランの中性子による核分裂が発見されたのは1938年の暮であった。O. HahnとF. Strassmannはウランに中性子を当てたときバリウムができていることを見いだし、かつての共同研究者で、ナチス・ドイツの人種差別政策のためスウェーデンに亡命していたL. Meitnerに知らせた。彼女は甥のO. Frischと討論し、Bohrの原子核の液滴モデルにもとづいてウランの原子核が大きさのほぼ等しい2つの原子核に分裂したのだと結論し、Bohrに知らせた。

ドイツに占領されていたデンマークを逃れて1939年1月からBohrがアメリカに来たこともある、核分裂のニュースはたちまち広がり、多くの実験をよびおこした。その中で²³⁵Uは特に遅い（パラフィンで減速した）中性子でよく分裂するが、²³⁸Uは速い（減速しない）中性子でしか分裂しないことが確認された。

²³⁵Uは遅い中性子によって $1/(中性子の速さ)$ に比例する断面積で核分裂し、2ないし3個の中性子を出すことも見いだされた。^[122]日本でも荒勝文策らが中性子の平均数は2.6という実験結果をだした。これはBohr-Wheelerの理論ともよく一致する。

核分裂に伴って複数の中性子が放出されることは連鎖反応の可能性を示唆する。早く1933年に、L. Szilardは中性子による衝撃で分裂し複数の中性子を出す元素があれば連鎖反応でエネルギーが取り出せるというアイデアを得て1934年に特許をとり、1934年に英國海軍に譲り渡したという。また、Bohr

16 荒勝には γ 線による核分裂を示した先駆的な実験もある。^[124]

17 その年、Rutherfordは原子力の工業的規模の開放は絵空事だと断言した。^[127] Szilardは、これに刺激されたのだった。

研究所の C. Møller は核分裂の知らせを受けて直ぐ中性子の発生とそれによる連鎖反応の可能性を考えたという。^[128]

ウランの連鎖反応による爆弾の可能性は、アメリカでは Einstein が Szilard に促されて 1939 年 8 月 20 日に F.D. Roosevelt 大統領にこれを指摘する書簡を書き、ドイツがその開発研究をしていると警告した。これに応えて大統領は「ウラン諮問委員会」を設置し速やかな報告をもとめた。しかし、動きは遅かった。1940 年 2 月に Szilard は、Einstein に A. Sachs 宛ての書簡を書いてもらい、それを大統領に見せることを考えた。その結果、7 月には国防研究委員会が作られ、その下にウラン諮問委員会を改組したウラン委員会をおくことになった。しかし、国防研究委員会の委員長となった V. Bush は、あとで議会に報告する際に問題となるという理由で、外国生まれの科学者を委員会から排除した。Fermi や Szilard たちはウラン濃縮の研究からは排除され、天然ウランの原子炉の研究のみが許された。^[113]^[114]

フランスでは、1939 年に F. Perrin が連鎖反応の臨界量という概念を打ち出した。ウランの量がこれより少ないと、核分裂にともなう中性子が他のウラン核に衝突する前に外に出てしまい核分裂をおこさないので、連鎖反応が維持されない。Perrin は、天然ウランの中での連鎖反応に対して、中性子を速い・遅いの 2 群にわけて近似で臨界量を計算する方法を示した。^[129]^[130]

イギリスでは、R. Peierls が、やはり天然ウラン爆弾を考え、臨界量を計算した。^[131]

高濃縮ウランを用いる原子爆弾の構想は 1940 年の Frisch-Peierls メモにはじまる。Peierls も Frisch もナチス・ドイツの人種政策に追わられてドイツからイギリスに亡命してきたのである。彼らは戦争初期には軍事上重要な仕事につくことはできず、そのためウランの問題に向かったのだった。彼らは、工業的に入手可能な量の材料を用いて ^{235}U 爆弾がつくれる可能性があるとイギリス政府に上申した。政府は、これをアメリカ政府に知らせた。ここで初めて外国生まれの科学者の研究の重要なことが政府に認められた。^[132]

5.2.2 原子爆弾の可能性の日本における研究

1940 年も半ばを過ぎた頃というが、陸軍航空技術研究所の所長であった安田武雄中将は、新宿から研究所のあった立川への通勤列車の中で Y 博士を伴った仁科芳雄から「原子爆弾の製造に関する実験研究に着手する用意がある」と告げられた。^[133]

Y博士とは矢崎為一であろうか。

安田は、仁科の生まれた里庄に近い岡山市の出身で、東京帝大の電気を出たところも同じ、早くから仁科や仁科研の若い学者を研究室に呼んで話を聴いていたという。たとえば矢崎は1940年の9月から11月までアメリカに行って(書簡1000から断続的に1021まで)帰ってきたとき「原子物理学の現状」について話し、同時に「アメリカではHahnらの核分裂の発見以来ウランの輸出を禁止した。原子問題で何かやっているにちがいない」と言った。^[131]

仁科の話をきいた安田は、1940年の4月、部下の鈴木辰三郎に「原子爆弾の可能性」の調査を命じた。鈴木は1933年に陸軍士官学校を出て砲工学校で技術を勉強、1937年4月から委託学生として東大の西川正治の下でX線を研究、嵯峨根の講義も聴いた。

鈴木は、嵯峨根に相談、いろいろ計算もして、10月に「原子爆弾は出現の可能性がある。ウラン鉱石は、わが国にも埋蔵されている可能性がある」と考え、

これが完成の暁にはその利用価値莫大なるに鑑み、研究を実施すること必要にして、民間の研究所または会社等において小規模に実施することなく軍が強力に支持して研究せしむる必要あり

との判決に達した^[18](陸軍航空技術本部報告)。これに基づき、1941年6月^[19]陸軍航空技術本部長は研究を理化学研究所に委託し、かつ放射性同位元素を基礎研究に利用するため、まずプロトン・サイクロトロンを稼動させるよう要請した。^[133]
安田はこう書いている。

[外国からの] 情報は全々入ってこない。完成し得るものとすれば、先鞭をつけるのは、恐らく米国であろう。いざとなれば、どんな思い切ったことでも強行する米国のことだから、あるいはとっくにそれを完成して、ただ一撃、直ちにわが方の息の根を止めるべき好機をねらっているのかも知れない。これに反し、わが方では短期間に研究を完結することは、まずおぼつかない。

それかといって彼が原爆攻撃に出てきた場合、よしわれに報復攻撃の力はないとしても、せめて原爆の正体をつかむ位の準備がなくてはならぬ。さればどんなに、当面緊急の課題が山積重畳していると、原爆の研究だけは是が非でも遂行しよう。

18 陸軍用語で「結論」のこと。

19 [133]による。[134]は、鈴木の記憶として4月だといっている。

安田は、すぐ続けて「かくて研究は第2段階の過程に入るのである」と書いているので、この引用文は後述の第1段階の研究が終わった後の感慨であるかもしれない。

1941年12月8日、日本は米英両国に宣戦を布告、太平洋戦争をはじめた。

物理懇談会 ここで海軍の動きをはさむ。1942年6月、仁科と海軍技術研究所の伊藤庸二中佐の話し合いで（書簡1125）物理懇談会が発足、「核物理の海軍技術に応用の可能性ありや」を研究するため（B研究という）、7月8日から毎月1回の会合をもつことになった（書簡1126、1127）。集められたのは：

技研電気研究部長、部員数名；理研 長岡半太郎、仁科芳雄；東大
西川正治、嵯峨根遼吉、水島三一郎〔化学〕、日野寿一〔医学〕；阪大
浅田常三郎、菊池正士；東北大 渡辺寧、仁科存；東京芝浦電気
マツダ支社 田中正道

目標も討議も原子爆弾を第一義としたというが、会の出発のときに書かれたと思われる「研究の目標」の中に次の言葉も見える：

原子核物理ノ研究ハ国家的事業ニ属ス。〔中略〕ソノ応用ノ最高目標
ハ核破壊ニヨル原子機関即チ巨大ナル動力ノ発生ニアリ。研究完成
ノ暁ニハ軍艦其他大型機械ノ優秀ナル原動力トシテノ利用は最モ注
目セラルベキモノナレドモ、其實現ハ近キ将来ニ於テハ望ミ薄ナリ。
シカレドモ実現ノ可能性ハ皆無ニアラザルヲ以テ、帝國海軍トシテ
モコレガ研究ノ萌芽ヲ積極的ニ育成援助スルタメノ立案ヲナスモノ
トス。

また次のようにもいわれている：

原子核物理ハ、其研究ノ過程ニ於ケル副産物的応用ニ於テモ、軍事的
利用価値アルモノ尠カラズ。核崩壊現象ノ研究ト並行的ニ、是等ノ応用
ヲモ研究スペキモノトス。

これに属する「成果の期待」には人工ラジウムの医学的応用、夜光塗料、中性子による合金の研究検査、電気絶縁材料の検査があげられている。

研究会は1943年3月6日まで十数回行なわれた。その結論は：

- (a) 原子爆弾は明らかにできるはずである。
- (b) 問題は、米英両国が今次の戦争に間に合わせ得るや否や、日本
が先んじて作り得るや否やである。

- (c) 日本にはウランの原鉱石がない。朝鮮はいささか有望であるが、未開発である。日本占領下の地域では、ビルマが最も有望である。
 - (d) 米国と雖も今次の戦争に於ては、おそらく原子力活用を実現することは困難ならむ。
 - (e) 強力電波の利用は原子爆弾よりは実現性が多い。
- (e) について言えば、海軍技術研究所では 1937 年には磁電管の発信機構が相当明瞭になり、十数種が研究的には完成していた。そこに物理懇談会の示唆がでて研究は大出力磁電管に向かい、1942 年 10 月には三鷹に海軍技術研究所の分室がつくられ、^[136] 1943 年 6 月には静岡県島田市に実験所が開かれた。

大阪帝大の菊池正士は、1942 年 12 月 17 日には伊藤庸二に「ウラン問題の研究計画」を提出していたが（書簡 1133），戦争終結前に爆弾がつくれる見込みはないとして、1943 年暮には東京目黒の海軍技術研究所でレーダーの研究をはじめ、島田には弟子の渡瀬 譲を投入し飛行機に照射してエンジンを止める強力な電磁波の発生を研究させた。^[137]

原子爆弾の研究は、すでに述べたとおり陸軍では理化学研究所と協同して推進していた。「これと対立して海軍が研究を開始しようとする意思は毛頭なかった」と伊藤庸二は書いている。「ただ調査だけは改めて為し、結果を以って陸軍との協議に入ろうとする考えであった」。

ニ号研究 安田航空技術研究所長から理研の大河内所長に原爆研究が正式に依頼されたのは、前に述べたとおり 1941 年 6 月であったが、何故か仁科が竹内 祯に原爆研究を指示するのは 1942 年 12 月 22 日である。最初は宮本梧楼のスパイラル型質量分析器 S.O.S を用いて ^{235}U の分離を試みよといわれたが、東大との間で一悶着おこった（竹内メモ 1134）。

年が明けて 1943 年 1 月 15 日にはウランの濃縮度と臨界量の関係をだす計算法を玉木英彦が講義、^[140] 数値は竹内がだして 2 月 28 日に報告した。10% 濃縮で 11 kg（半径 21 cm ほどの球）、5% 濃縮で 32 kg（半径 23 cm ほどの球）であった。^[141]

3 月 17 日には同位体分離の方法が検討された。拡散法は、フッ素に反応しない隔膜が短時日にはできない。超遠心分離法は 500 m/s の周辺速度をもつ回転が必要で、それに耐える材料の入手が困難、機械的にも難しい。質量分析法は可能性があるが、イオン源が問題。熱拡散法（後述）は、装置に動く部分がなく電気的にも簡単。しかし、六フッ化ウラン UF_6 分子の分子間力が不明だ

から、どの程度、どのような分離をするのか予想できないのが欠点だ。3月19日には、^[141]当面の方針が仁科によって次のように与えられた：

- a. 数百^{キログラム}の處理の問題は予備実験終了後のこととする。
- b. とりあえず5mの分離塔を4本たて熱拡散がうまくゆくか試験する。
- c. 爆発現象となるかどうかは実験できめる。理論の ρ, ν は当面 Perin の値を用いる [ここで、 ρ は中性子がウランによる吸収を逃れる確率、 ν は²³⁵U の核分裂で発生する中性子数の平均値である]。

4月には、仁科は東京陸軍第二造兵廠で彼らのウラン問題への理解を聞かされている（文書1138）。

5月には仁科から報告を安田中将に提出した。²⁰ 安田は航空総監兼航空本部長になっていた。その報告はいう：

1. ウラニウム原子核分裂によるエネルギー利用の可能性は多分にあり。
2. その利用のためには最小限^{[133][134]}²³⁵U を10%に濃縮せるウラニウム約10kgを必要とす。この最小量より得られるエネルギーは黄色火薬約18000トンの爆発によるものに相当す。
3. 銅は弗素に対して400°Cにおいてほぼ安定なるも弗化ウランに対して実験を行い検討するを要す。

ここで銅がでてくるのは、²³⁵U の分離のための熱拡散塔を銅でつくることが考えられていたからである。

ここまでが安田のいう第1段階の研究である。

この報告を受けた安田は、すぐに航空本部の総務課長・川島虎之輔大佐に研究の強力な推進を命じ、予算・資材など最優先に航空本部から斡旋することにした。^[142] 仁科研究室の二号研究のはじまりである。²¹ 普通なら外部への研究委託は航空技術研究所を通すものだが、これは戦争を通じて唯一の航空本部の直轄研究となった。そして扱いは「最高機密」である。そのため問題にぶつかっても仲間と相談できることになったと竹内は嘆いている。

仁科は1943年3月8日、財団法人・国防理工学園が4月1日からはじめる

20 [134] は仁科の報告を鈴木が受け取り安田に伝えたとし、[133] は第6陸軍航空技術研究所長N少将が6月に安田に報告したとしている。

21 これに対し [133] は航空本部長から理研所長に研究を委託したのは1943年9月だったとしている。これは、しかし1943年7月に資材の配給を受けるため航空本部に竹内が出頭していること [141] を考えると、遅すぎのではないか。

電波科学専門学校の校長を引き受け、1945年9月の辞任まで続けた。物理だけ見ても、教授に富山小太郎、武谷三男、福田信之、講師に竹内²² 桢、田島英三、中村誠太郎、宮島龍興をもつ意気の高い学校であった。

仁科は、また4月1日付で運輸通信省・通信院に新設された電波局の局長に任せられた。^[143] 電波兵器の立ち遅れを挽回すること、輻輳してきた電波の管理をすることなどが課題であった。

7月6日には、仁科は東京陸軍第二造兵廠においてウランの利用の見通しを説明している（文書1139）。彼がいうには「発動機に利用するにはまったく新しい構造を要するので直ちに実用化はできない。爆弾とするのは、爆発に1/20ないし1/30秒を必要とするので、そのあいだウランを飛散しないように保持しておく強力なポンベを要し、その重量が甚大となるから適当でない」。仁科は、爆弾としても遅い中性子による²³⁵Uの分裂を考えている。彼の見解は安田への上記の報告1、2とかなり違う。

このとき仁科は「ウランの研究に関し航空技術研究所から研究委託の希望があり、東京陸軍第二造兵廠からも研究委託があること」を述べた。

これに対し航空本部は「完成すれば必要な個所での利用は随意であり、要は能率的に一日も早く研究を完成させることだ」といい、仁科は「航空本部一本として受託するのが好都合だ」と答えた。

5.2.3 热拡散分離

ニ号研究の実験室は6月22日に理研に新設の49号館（6間×8間の2階建て、木造モルタル塗り、第I巻、口絵の理研の写真を参照）に移り、竹内は²³⁵UF₆の分離^[144]のための熱拡散分離塔の建設にかかる。熱拡散塔はW.H. Furryの理論とA.O. Nierの実験を頼りに設計したという。その主体となる純銅のパイプは2重構造で、内側に長さ5m、内径4.6cm、肉厚2mmのパイプをおき、これと2mmの間隔をおいて外側に肉厚2mmのパイプをすっぽりかぶせる（図13）。内側のパイプは内径4.4cmのものも用意した。これらは矢崎の知人の世話で入手できた。しかし、すでに戦局は逼迫し、次に述べる温水循環用のモーターなど付属品の入手はままならなかった。

内側のパイプの中を電熱ニクロム線（鉄管に入れた）で約400°Cに熱し、外側のパイプと鉄のタンクの間に水を入れて60°Cに保つ（UF₆は60°Cで気体にな^[145]）。

²² 1945年8月の敗戦に伴って清水の航空科学専門学校と合併し東海科学専門学校となつた。

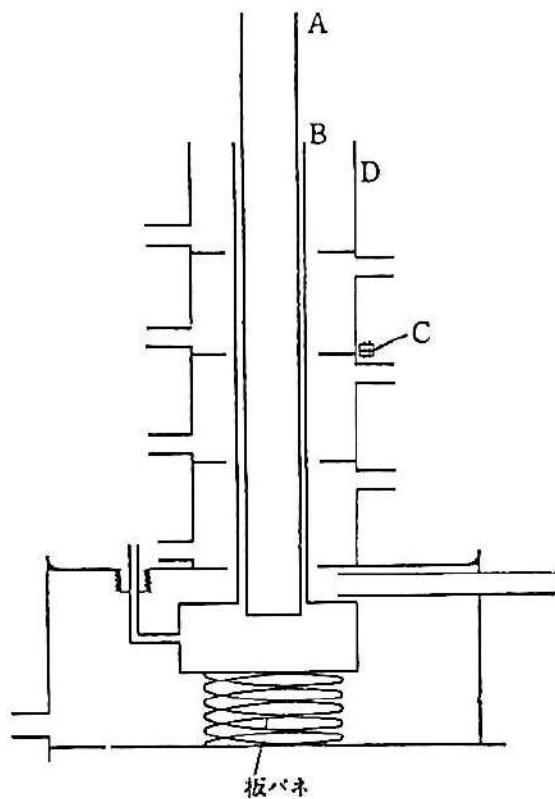


図13：熱拡散塔。A, B が内側、外側のパイプ。D は鉄のタンク。[147] より。この本の図には $b=180\phi$, $a=400\phi$ というキャプションがついているが、どこの直徑かわからない。

る)。内側と外側のパイプの間に UF_6 を入れると軽い $^{235}\text{UF}_6$ は熱い側に、重い $^{238}\text{UF}_6$ は冷たい側に集まり(熱拡散)，同時に對流がおこって軽い $^{235}\text{UF}_6$ は上に、重い $^{238}\text{UF}_6$ は下に集まるはずであった。しかし、 UF_6 ガスの性質がわからないので、内側と外側のパイプの間隔など装置のパラメタに自信があったわけではない。熱い側に軽い ^{235}U が集まることも確実ではなかった。

[146] の Furry-Jones-Onsager 論文によれば、分子間力が $1/r^n$ に比例するとき(r は分子間の距離) $n > 5$ なら熱い側に軽い分子が集まるが、 $n < 5$ だと反対になるという。

大阪帝大では武田栄一が熱拡散による塩素やアルゴンの同位体分離の実験をしていた。それを参考にするため竹内は大阪に行っている。なぜ武田氏を理研の実験に引き込まないのかと考え竹内は運動してみたが、仁科に熱意なく、武田も気乗りしないようであった。

1944年3月12日、熱拡散塔は完成。ちょうど UF_6 をつくっていた木越邦彦も実験に事欠かぬ程度の大量生産ができるようになっていた(文書 1147 の第

2項). 航空本部から若い10人の将校が応援にきて実験の陣容も整った。²³⁾

そこで、UF₆を入れる前にアルゴンガスを入れて⁴⁰Ar (99.60%) と³⁶Ar (0.34%) の分離ができるか試してみた。実は、最初はアルゴンガスが純粋でなくArとN₂の分離になった。これは成功した。しかし、純粋のArで試したら答えは「否」であった。この装置はUF₆の分離のために設計したものだからArでうまくいかなくても仕方がないと考えた。1944年5月27日から仁科研に派遣されてきていた鈴木辰三郎中佐の意向もあり、アルゴンなどに時間を使わないで早くウランで試験しようということになった。^[153]

この年の6月15日から長距離重爆撃機B29による日本本土への爆撃が始まった。

最初の目標は北九州市の八幡製鉄所だった。同じ日、アメリカ軍はマリアナ諸島のサイパン島に上陸した。

7月14日、木越がUF₆を170gもってきた。これは60°Cで気体になる。UF₆は7月17, 8日ごろ分離塔に入れ、銅パイプをとりまく鉄のタンクに入れた水の温度を60°Cに上げ、2本の銅パイプの間の空気を上から抜いてゆく。7月20日にはUF₆はガスになって分離塔に入っていった。しかし、分離塔内のガスの圧力が上がらなかった(文書1147の第3項)。

9月13日、仁科は決戦兵器の研究に専念する必要から電波局長を退く。^[154]

仁科は、11月17日に東京陸軍第二造兵廠において仁科研の研究状況について説明させられている(書簡1147)。

秋になると疎開がはじまり、UF₆の合成をしていた木越らは軍の指示で山形の(旧制)山形高校の理科教室に移った。^{[155][156]}

東京に残った竹内はいろいろとやり方を変えて実験をくりかえし、いよいよ分離できているかどうかテストしてみようということになったのは11月10日だった。

テストは質量分析器を用いて行なう予定であったが、資材不足で分析器は間に合わず、サイクロトロンで中性子を当てて²³⁵Uを核分裂させ、そうしてできる核のβ放射能を測ることにした。もしそれが平常値より強ければ²³⁵Uの割合が平常値より多くなっている証拠になる。山崎文男が実験したところ結果は「否」だった。

そこで分離塔内のUF₆の対流が乱流になっているのではないかと疑い、テ

23 [133] は調子がちがう：仁科主任研究員以下、資材難を克服してよく研究に努力せるも研究は予定より約1ヵ年間遅延するのやむなきに至れり。ここにおいて陸軍航空本部技術部長は航本長隸下の現役将校12名を理研に派遣し [後略]。

ストしたが、層流であった。

11月24日にはサイパン島からのB29が東京を初爆撃した。鈴木辰三郎によれば「多分1944年の終わりだったと思うが、撃墜したアメリカの爆撃機B29がもっていた東京の地図に重要目標として理研が示されていた。そこで航空本部から勧告が出され大阪帝大にも分離塔をつくろうということになった」。住友金属の尼崎工場で分離塔をつくり分離をネオンNeで試し良好な成績を収めたという。これを阪大に据え付けたが²⁴ 1945年3月12日に大阪は大空襲をうけ電気も水道も止まつたので、実験は中止となつた。^[156] 鈴木は、あきらめず住友金属の尼崎工場に分離塔をつくった。^[157]

年が明けて1945年1月12日、分離実験について理研で討議が行なわれ、ArとN₂の混合ガスでもう一度、分離を確かめることになった。これは分離した。

そこで再びUF₆の分離作業を続けたが、4月13日夜の大空襲で49号館も分離塔も焼けてしまった。小サイクロトロンも犠牲になり、大サイクロトロンだけが奇跡的に残った（山崎日記1161）。^[158]

別においてあった分離作業ずみのサンプルを5月10日にも検査したが、分離は認められなかつた。放射能が平常値より強いとしても測定誤差の範囲内だったので（山崎日記1161）。

中根良平は、こう考えている。熱拡散塔の内部を耐食処理せず、ただ真空にしてUF₆を導入したため、UF₆が銅と反応して分解し、固体の四フッ化ウランUF₄などになつたのだろう。その結果、いくらUF₆を導入しても圧は上がりないし、UF₄や生成したフッ化銅（II）CuF₂などが熱拡散塔の壁に付着して熱拡散過程や対流作用を阻害し、同位体分離作用が全く行なわれなかつたのである。中根は、つけ加えてこう言っている。通常ならば、ここから本当の研究がはじまり、試行錯誤して後やっと成果を得るはずであるが、肝心の熱拡散塔が焼失してしまつて再実験もできなかつた。^[159]

木越は疎開した山形でUF₆をつくり続けた。一方で、ウラン探しも精力的に行なわれていた。^[160] 竹内は実験を続けるなら山形でと言つたが、仁科は佐治淑夫に金沢に分離塔を建てろと指示した。坂田民雄、橋高重義と行くには行つたが、もはや資材が手に入らず建設は進まなかつた。竹内は目黒の海軍技術研究所に行って電波兵器の研究をした。この頃になると航空本部にも研究中止の声

24 [133] はいう：理研においては設備貧弱にして分離塔もわずか1個に過ぎざるを以て各種条件に対する結果を求めるため、阪大理学部に既存の分離塔3本、新設4本を設置研究することとし [後略]。

もおこってきた。^[162]

5.2.4 海軍－京都帝大のF号研究

陸軍のプロジェクトとは別に、海軍は1942年^[163]の10月すみに京都帝大の荒勝文策に原爆研究を依頼していた。F号研究である。ウランの同位体分離に遠心分離法を用いる計画だったが、ウラン鉱石が手に入らないという理由で中止になった。^[162]

日本の原子爆弾研究を、そして日本の科学と社会の交渉を外国人がどう見ていて、それを示す文献を2つだけあげておこう。一方の筆者J.W. Dowerは日本に关心の深い歴史家で、『敗北を抱きしめて』(三浦陽一・高杉忠明・田代泰子訳、岩波書店、2001)で知られる。

5.3 広島と長崎

8月6日の朝、広島にB29が3機きて、そのうちの1機が強力な新型爆弾を投下した。大本営では、8月7日、参謀本部第2部長・有末精三中将を団長とし陸軍省、航空本部の技術将校に仁科芳雄を加えた調査団を広島に派遣したが、飛行機の不具合のため途中から引き返した。仁科もいったん研究所にもどり、玉木に置手紙(書簡1166)を残して翌8日、午後3時に再び飛び立った。有末団長以下30名と軍医学校からの4名に仁科という大所帯になっていた。^[165]

仁科は、最初の日の出発前に新聞記者から「アメリカの大統領Trumanが広島に原子爆弾を落としたと声明した。それはTNT火薬2万トンの威力をもつ」と聞かされ、本当に原子爆弾かもしれないを感じていた。この2万トンという数字が研究室で玉木が試算したウランの臨界量による値と一致していたからである。

大本営調査団は夕方、広島に着いて上空を旋回したとき被害の大きさに驚いた。着陸して人々の話を聴き、また宇品の船舶司令部の馬場英雄少将から情報を得て、大本営に第一報を電報で送った：(1) これは特殊爆弾である、(2) 热傷に備える必要がある、(3) 詳細は仁科の今後の調査を待つ。

仁科は、これがもし原子爆弾なら、それが発するX線・γ線によってレントゲン・フィルムが感光しているはずであり、これは普通の爆弾ではあり得ないと指摘、日赤病院に保管してあったフィルムの感光を確かめた。ただ、その現

像が8日にできたか9日になったかは、はっきりしない。10日には大本営調査団による陸海軍合同の研究会議が開かれ、原子爆弾と結論した。その根拠は、被害の大きさに加えて (a) 日赤病院保管のフィルムの感光、(b) 爆心地付近の土砂に放射能があること、^{[166][167]} (c) 人々の白血球の著しい減少であった。仁科は、銅、石塊、植物などを参謀本部を通して理研に送り、放射能を測らせた（文書1168）。

九州帝大の篠原健一の研究室には、7日の夕方、西部軍司令部の笹井少佐と水野中尉が来訪し「新聞の入手した情報によると6日朝8時15分に広島に2機の米軍機が現れ爆弾2発を投下した。それらは空中で爆発したが、非常に強力で、コンクリートの建物の一部を除いて全市が壊滅した」と話した（米軍機は3機で爆弾は1発だった）。「これは原子爆弾かとも言われるが、原子爆弾とは一体どのようなものか？」篠原は8日の朝、4発の爆発音を聞いた。広島の爆発音が福岡までとどいたのかと考えて、音速から計算してみたら時刻は合っていた。4発の音が聞こえたのは、山などの反射のせいであろう。

翌8日、篠原は水野中尉らと広島に向かったが、他に知らせて欲しくないような空気だったので誰も連れず測定器ももたずだった。広島はとうてい正視できない有様だった。

10日には仁科も出席していた大本営の会議に出席した。ちょうど海軍の火薬の専門家が講義中で「この爆弾は白紫色の強烈な光を出す。われわれの実験によるとアルミニウムを過酸化水素のなかで燃やしたときと同じだ。あの爆弾はこれの類で原子爆弾ではない」と述べた。仁科は篠原の方を向いて「原子爆弾だよ」とささやいた。^[168]

その前日、8月9日には長崎に原爆が落とされていた。航空本部は8月12日、三重県にいた鈴木辰三郎に「広島に行き仁科に会って一緒に長崎にゆけ」と命じた。同じ日の夜、村地孝一・玉木英彦・木村一治は測定器を携えて軍医学校の御園生教官とともに広島に向かった。^[169]

鈴木は13日、宇品で仁科に会い、14日に長崎に飛んだ。長崎の被害は広島とだいたい似ているが、長崎の方がひどい。たとえば煙突は、広島ではあまり倒れていないが長崎では残っている方が少ない。瓦などの熔けている範囲も広島の1.6倍におよんでいる。アメリカの報道によると、長崎の爆弾はプルトニウムを用いたのだ。^[167]

仁科は、8月15日には午前11時に大阪府の八尾飛行場に着き、案内の鈴木中佐と別れ、そこで終戦の詔勅を聴く。

実は、大本営調査団の8月8日夕刻の報告を受けた内閣書記官長・迫水久常

は総理大臣・鈴木貫太郎（海軍大将）に報告、総理は「明朝、閣議を開いて自分から終戦の意思を表明するから、その用意をせよ」と命じた。^[170]

その日の深夜というか、8月9日の午前3時頃、ソ連の対日宣戦布告を知られる。

8月9日夜の（天皇陛下を迎えての）御前会議で終戦（ポツダム宣言の受諾）が決まった。

5.4 敗戦

1945年8月15日に戦闘は停止（山崎日記1169）、9月2日に東京湾に浮かぶ戦艦ミズーリ上で日本は降伏文書に署名した。9月8日から日比谷で連合軍司令部（GHQ）の最高司令官（SCAP）、参謀部（G1-G4）が執務を開始した。

広島と長崎の放射能測定は終戦の後も占領軍の協力を得て続けられた（書簡^{[168][171]}1211, 1214-1223）。学術研究会議には原子爆弾災害調査研究委員会がつくられた。1945年9月14日の委員会では、仁科が次の報告をした：

原子爆弾の爆発により生じた放射能が長期にわたり人畜に害を与えるような報告、意見の発表があったが、事実は違って、現地における放射能強度は爆発後1週間ないし10日をへたる後は全く無害とみられる程度である。

別の報告は言う：

爆心から1km以内では農作物は枯れ死にし、1~2kmでも甘藷などの新生芽では畸形が多く見られる。2km以上になると比較的よく回復している。爆心地でも爆発後4日めに試験的に蒔いたそば、その後に蒔いた白菜、大根の生育も正常である。

広島および長崎における原子爆弾による中性子や γ 線の線量は綿密に推定され、2005年までの研究の結果がDS02として公表されている。^[173]

記録映画「広島・長崎における原子爆弾の影響」は日本映画社によって9月中旬から撮影され全長3万5000フィートにおよんだ。途中で占領軍にフィルムが押収され、監修GHQ、製作は合衆国戦略爆撃調査団ということで撮影が再開された。全体を19巻に編集、上映時間2時間45分におよぶ。それがまた占領軍によって接収された。1967年、日本政府に通達され、そのうち1セッ

トがいったん仁科記念財団に渡されたが、それを財団は文部科学省に納めた。^[175] その映画からの「採録」が、なるべく製作時の原型のまま記録に収められている。原爆災害の記録には、これらのほか文献もあり、これは1970年代までの研究結果も含んでいる。1987年には日米合同の「原爆線量再評価検討委員会」^[176] は広島と長崎の原爆の放射線量の大幅修正を報告した。^[177]

6 戦後の仁科研究室

敗戦が決まって、1945年8月21日、仁科研で研究室の方向を決める相談がなされた（山崎日記1169）。

仁科は生物学への転換を提案。農作物の飛躍的な増産、国民体位の向上が必要だし、もともと生物科学に物理的方法を導入することは必要なことだというのだった。武谷三男は医学の方面に協力するのはよいことだと言った。

山崎は疑問をだした。いま一般の人が物理学を重要視しているというのに転向するはどうか。後進の指導を考えても、物理に残りたい。朝永は、原子核エネルギーの利用によって新しい企てが次々に現れるだろう。それを指をくわえて見ているのは残念至極だといった。

^[178] 朝永は、後に回想している：みんなが食うや食わずでいるときに、アカデミックな研究に熱中していてよいかどうかという空気があった。仁科さんにも、そういう考えがあったようで、理研で光合成のセミナーなどやって、ぼくも一時は本気になって、素粒子論はしばらくやめて光合成で食糧増産に貢献しようと考えたことがある。

中根は、このセミナーには仁科研のほとんどすべての物理学者が参加して壯観であったと書いている。^[179]

^[180] 1945年9月に日本にきた科学情報調査団のK.T. Comptonは、ウランから²³⁵Uを分離し、あるいは他の放射性不安定元素の大量分離を目的とする研究、開発でなければ、核物理の研究は許可してよいとGHQに報告した（書簡1174）。

仁科は、大サイクロotronを利用して放射性物質あるいは中性子をつくり、植物の光合成、遺伝学、医学、化学、冶金学の研究をしたいとして、研究課題の詳しいリストを添えてD. MacArthurに許可を申請した（書簡1179、1180）。許可は、すぐ出た（書簡1181-1184）。

ところが10月末に、許可は「生物学や医学の分野」の研究に限るとの知らせがあり（書簡1187），追いかけて「原子力エネルギーの研究およびこれに関連したすべての研究活動は許されない」，原子力エネルギーおよびこれに関連する施設を押収，研究者は拘留すべしという指令がワシントンからMacArthurにきた（書簡1188）。仁科も、新聞によればサイクロトロンの使用範囲は制限された由だがと文部省に伺いをだしている（書簡1191）。11月19日になって研究停止の命令がきた（書簡1193）。

そこへサイクロトロンの破壊がくる（書簡1192，1194）。11月24～28日である。理研の大，小のサイクロトロンは，仁科の抗議にもかかわらず占領軍の手で撤去され東京湾に投棄された（文書1196，1197）。京都帝大，大阪帝大のサイクロトロンも破壊された（文書1196）。これに対する批判がアメリカ国内でもおこり，MacArthurは弁明をだした（文書1200）。陸軍長官Pattersonも破壊を誤りと認めた（文書1208）。

仁科は，トレーサーに放射性同位体を使うことをあきらめ，安定同位体¹³C,¹⁵Nを濃縮して使おうと考えた。1947年から農林省の委託も得て中根良平が重窒素の濃縮の研究をはじめ（仁科のメモ1206とその注aを参照），濃縮度測定のための質量分析計の製作を杉本朝雄が担当した。

同時に仁科は，終戦連絡事務局の職員と協議して声明（文書1209）を同事務局に向けて書いた。すなわち，12月20日の次の声明である：

サイクロトロンの破壊がPatterson陸軍長官の言うように誤った命令によるのであれば，私は次のとおり要望する：

1. 破壊されたサイクロトロンの完全な復旧
2. 後記のような生物学と医学の研究に必要な放射性物質のアメリカからの輸入認可

上記の要望を然るべく考慮されたいとアメリカ合衆国に要求することを終戦連絡中央事務局に求めたい。

ここに「後記の」とされているのは仁科の手書きメモ（文書1210）に相当するものと思われる。要するに，オークリッジの原子炉ができる放射性同位体を日本でも使えるようにしてほしいということだ。

この声明は，しかし，終戦連絡中央事務局が各方面に対する影響を考えて占領軍総司令部には提出しなかった。

12月12日にMacArthur宛てに仁科が書いた同趣旨の書簡1205も最高司令官には届かなかったが，経済科学局・科学技術課の一職員に渡されたとい

う。

仁科は、アメリカ人に会う機会には常に放射性同位体が必要だと訴えた。

放射性同位体の輸入は1950年4月になって実現する（書簡1377とその注を参照）。アメリカ哲学会が費用600ドルを負担してくれた（書簡1307, 1346）。

わが国の原子核研究はGHQの厳重な管理下におかれた。研究課題はすべてH.C. Kelly博士の許可を要したし、研究結果は半年報告書として提出しなければならなかった。これは学術研究会議・原子核研究班の主な仕事であり、また同班は中性子や同位体に関する研究を——原子核エネルギーに直接の関係がなくても——しないことを申し合わせていた。1947年11月、研究班はKelly^[185]を招いて原子核研究に関する意向を聞いた。彼が言うには、

理論の研究や大学の教授項目に制限を加えるつもりはないが原子核実験には多少の制限がある。しかし、自分の見解では、現在、日本の科学研究を制限しているのは占領軍よりも日本の経済事情である。学生が現在の状況に不案内で原子核の実験研究のほうにこないとすれば、それは教授の責任である。

仁科の死後になるが、1951年5月にLawrenceがひょっこり来日して、わが国の原子核物理学者たちと懇談した。席上、彼は理研に小サイクロトロンに用いたのと同じ電磁石の鉄心が残っていることを聞き、小サイクロトロンを建設して物理、化学、生物学、医学に応用することを示唆した。これによって、日本の原子核実験物理学者の間にもやもやしていたサイクロトロン再建の機運にはっきりした方向が与えられた。学術会議の原子核研究連絡委員会の議を経て科研と阪大に建設がきまり（文書1418）、京大と東北大でも計画が進められた。

7 研究体制の民主化

再び時代を大きくさかのぼる。

戦争が終わると物理の研究者の間にも民主化の要求がもどってきた。1946年1月12日には民主主義科学者協会が創立された。記録が手元にある例といえば、名古屋帝大の理学部には1946年2月23日に職員組合ができた。3月28日には坂田昌一が名大の物理教室・教室談話会でJ.D. Bernalの『科学の社会

的機能』を紹介した。「研究室の合理的な運営のためには教授の独裁するシステムではなく研究室会議によって民主的にすべきだ」という提案で、教室の民主化の空気をかきたてた」と高林武彦は書いている。その高林は4月はじめに上京して東京帝大理学部物理の久保亮五らから「東大理学部職員に寄す」という名大理学部職員組合のメッセージが反響を呼んだことを聞かされている。^[187] 4月末の日本物理学会第1回年会では、全国大学および研究所職員組合連合結成準備会・物理学関係者集会が、そのころ文部省が進めていた研究体制の民主化(後述)は、第一線の科学技術者のなんら関知しない、民主主義に反するものだという非難声明を採択し、当面の目的達成のために学術制度研究会をつくることをきめた。^[188]

7.1 科学渉外連絡会

1945年11月に東京の理研、大阪帝大、京都帝大のサイクロotronが破壊され海中に投棄されると、米国の学界にも非難の声があがり、それに対応するためGHQ付きの物理学者として1946年1月10日、経済科学局にH.C. KellyとG. Foxが着任した。彼らは日本の軍事研究の実態調査と科学研究体制の民主化をも任務としていた。

日本には研究を取り仕切る機関として帝国学士院と学術研究会議(次の書簡とその注を参照: 344, 801, 844, 858, 1012, 1121, 1146, 1149)、学術振興会(次の書簡とその注を参照: 333, 348, 506, 839, 927)があった。

最も早く声をあげたのは高野岩三郎で1945年10月12日、学士院の改革案をだした。しかし、それに応えてつくられた院制度調査委員会が骨抜きにした。高野は統計学者として東大教授であったが、筋金入りのリベラリストといわれる社会運動家でもあった。

1946年2月26日、学士院はあらためて改革案を出し、学術研究会議も3月14日にだしたので、文部省が仲介案をつくり、9月から10月にかけて学士院と学術研究会議、学術振興会の折衝が続いたが、これが学界の声を聞こうとしないことに批判の声があがった。物理学会での意見については、すでに述べた。^[189]

一方、Kellyは1946年2月18日から戦時研究の調査を行った北海道帝大で

²⁵ 日本数学物理学会は、いったん解散し数学会と分かれた後、この学会で日本物理学会の創立総会を開いた^[188]。書簡551の注dを参照。

理学部化学科の堀内壽郎に会って意気投合した。堀内は Kelly に「学術体制の改革について相談するなら、学界のお偉方ではなく、視野の広いアクティヴな研究者と話し合え。自分が紹介しよう」といったのだ。^[190]

仁科は、科学が戦争のために用いられることのないように連合軍総司令官が日本の科学者に毎月研究報告の提出をもとめているけれど、これは研究の実態を伝えるのに十分ではないとして、GHQ と日本側から代表をだし、その下に専門分科会をおいて連絡に当たらせるという案を 3 月 20 日に提出した。このような連絡機関の必要性を仁科は痛切に感じていたものと思われる（書簡 1180, 1194, 1236, 1238, 1240, 1242, 1254 を参照）。この提案によって、Kelly の考えている科学者グループの仕事には研究体制の民主化の上に GHQ との連絡が加わった。

堀内は友人の東京帝大理学部の植物学者・田宮 博を Kelly に紹介、Kelly は早速、田宮に会って改革を討議するため科学者を組織することを委託した。堀内は、北海道帝大から東北帝大を経て東京帝大に移っていた茅 誠司を田宮に紹介、さらに茅の同僚である嵯峨根遼吉を巻き込んだ。彼らは、Kelly と接触しつつ（文書 1230 の注 a）全国の科学者にはたらきかけた。Kelly 自身も動いた（書簡 1235）。

彼らは 1946 年 6 月 5, 6 日に科学涉外連絡会の準備会議を開いた（計画案 1244）。GHQ の経済科学局・科学技術課課長の J.W. O'Brien が挨拶している（文書 1246）。この挨拶と議事録（文書 1245, 1247）で見るかぎり GHQ と科学者の連絡機関が主に考えられている。挨拶の中ほどに「日本の科学と科学者の民主組織へ、この小さな始まりが最終的に成長するだろう」という言葉はあるけれど。

会議の第 2 日（文書 1247）に涉外連絡会のメンバーの選び方が議論された。仁科は公開選挙を主張したが、出席者の多くが反対し、準備会のメンバーによる選出に落ち着いた。そしてメンバーを選び幹事などもきめた。仁科と龜山直人は顧問になった。龜山直人は仁科と同年の 1890 年生まれ、応用化学の東大教授で、螢・燐光体の研究に対して 1945 年の学士院賞を受けている。

涉外連絡会は、6 月 26 日に①連合軍進駐により研究に直接支障を來したことはないか、②GHQ に要求・懇請したいことはないかというアンケートを行なった。

科学涉外連絡会（SL）の第 1 回総会は 1946 年 7 月 9 日に開かれた。Kelly は特に発言をもとめ、ここでは明示的に「諸君の任務は学術体制の改革にある」と述べた。「現段階こそ理想的な体制を実現する絶好の機会です。これは

どこまでも日本人自身の問題なのです」。^[191] SLは新体制について討議を重ねた。

9月28日、Kellyは3団体代表、文部省、SLを招き改革案の提示をもとめた。その後、学術研究会議は改組について総会を開いて(書簡1261)学士院の案をのみ、学士院は新学士院の構成案を練っていた。SLは11月に案を公表した。

11月27日、Kellyは、さきの諸団体を集め、3団体の改革は学界の一部の動きにすぎないときめつけ、今後の進行はSLが主導権をとるように申し渡した。その結果、改組準備委員会は解散した。そこで、文部省の肝煎りで学術研究体制世話人会がつくられた。文部省が法・文・経・理・工・農・医の各分野から東京在住の数人ずつを選んで3団体の承認を得て世話人とした。その後、官庁・民間団体から人を加えて総勢44名となった(世話人のリストは[192])。学士院関係は一人もおらず、SLからは7名が入っていた。これに対して、とかくの評のある人が入っているなどの批判があった。

十数回の会合の後、1947年4月2日に世話人会は学術体制刷新委員会・委員の選出方法を決定(文書1273)、GHQの承認を得た上で各学協会に選挙の実施を依頼した。

委員はさきの法・文……の7分野に総合(自然)科学を加えた8分野からそれぞれ一定数を選ぶのだが、その方法は部門ごとに適当に定める。理学部門は10に分けた分野ごとに3重選挙をする。すなわち、各学会で適当な方法で第1次選定人を選び、これが推薦した候補の中から選挙で第2次選定人を選ぶ。第2次選定人は互選により刷新委員会委員を選ぶ。渡辺慧は、^{[193][194]}多重選挙では必然的にボスが選ばれる、選挙=民主化ではないといって批判した。この頃の展開は文書1274にまとめられている。物理学会の第1次選定人のリストが[195]にある。

1947年8月25、26日、学術体制刷新委員(名簿は[192])会の初会合が開かれ兼重寛九郎委員長、尾高朝雄・茅誠司副委員長を選んだ。片山哲首相が出席し、政府は委員会の刷新案に最善の敬意をはらうと約束した。制度上は私的なものにすぎない体制刷新委員会に対する、これは公的な支持であった。9月17日の第2回の会合でKellyはアメリカからの(第1次)^[196]学術顧問団の助言として次のことを述べた:

1. 日本の再建のためにも品位のためにも全国的な学術体制が必要である。
2. 日本の科学者たちは日本に特有の技術的諸問題を解決する能力をも

っているが、それを發揮するためには、より大きな自由が必要である。

3. 日本における科学の討議は自然科学から社会および人文科学を含み全分野にわたるものとして行なわれねばならない。
4. 新たな学術体制のもつ任務と責任は3団体が担いうるものより大きい。
5. 一大刷新が必要である。
6. 全国的な学会のない分野がある。全国的な専門学会を組織することを薦める。

7.2 学術会議

学術体制刷新委員会は8回の会合をもち（各回の報告、[198]），1948年3月末，①全国の科学者により民主的に直接選挙された7部門，210名からなり，内閣総理府に属する日本学術会議を設立すること，②科学を行政に反映させるため総理府に科学技術行政協議会をおくこと，をきめた。

この②は、科学者が行政に直接に関与すべきだとする理工系と、敗戦前に弾圧された痛い経験から「政治行政の影響からできるだけインディペンデント」であろうとした文系の主張がぶつかりあった結果の産物である。協議会に総合企画的な機能をもたせようとした理工系の主張は通らず、極めて限定された事項のみ扱い、しかも審議・決議するだけで執行せず、その答申は政府を拘束しないという但し書きまでついた。①については、学術会議の所管は「行政機構の改革に即応して将来より適当な官庁に移管してもよい」という了解条件が付加された。これは「文部省の改組と睨み合わせて、その含みは微妙」とされている。^[199] また刷新委員会案では「一定事項について政府は学術会議に諮問しなければならない」となっていたが、これを占領軍は憲法違反だとし「諮問できる」に改めさせた。また原案では「学術会議に地方支部をおく」ことになっていたが、占領軍が地方機関の国庫負担に反対したため削除された。^[200]

刷新委員会の案は1948年3月末に総理大臣に提出された。それに先立つ2月10日に片山内閣は総辞職に追い込まれていた。次期の首相に衆議院は芦田均を、参議院は吉田茂を指名したが、3月10日に芦田均内閣が成立した。

この間、3月1日に理化学研究所は株式会社・科学研究所として再発足、仁科芳雄は社長となった（書簡1284の注b, 1285の注a, 本解説の8節）。

日本学術会議法案は6月30日、内閣から第二国会に提出された。学術会議は総理府に属することとされた。法案は、若干の字句の修正があつただけで衆議院・参議院を通過し7月10日に公布された。その前文は次のように宣言している：

日本学術会議は、科学が文化国家の基礎であるという確信に立って、科学者の総意の下に、わが国の平和的復興、人類社会の福祉に貢献し、世界の学界と提携して学術の進歩に寄与することを使命とし、ここに設立される。

廣重 徹は書いている^[202]：

学界行政にかぎれば、学術会議への一元化はたしかに実現した。学士院は完全に権力を奪われ、その会員選定権まで一時は学術会議が握った。その後、1956年に学士院は学術会議から独立の機関となり会員選出権を取りもどすが、失った学界支配力はもどらなかった。学術会議は文部省科学研究費の配分²⁶国際組織との連絡などの決定権をもつことで、学界政治の中心に立つことになった。

学術会議会員が選挙によって現役研究者と結びついていることは、学会政治の中心としての学術会議の地位を補強する。学問研究が公共の資金・施設に頼ることが大きくなるにつれ、右のような権限をもつ学術会議は、全国研究者の集約という点でも近代化の推進力となつた。

第二次学術顧問団は1948年11月28日に到着し、3週間滞在して各地の大学、研究所を訪問した。^[203]そのなかに仁科の1927年ハンブルク以来の友人 I.I. Rabi がいた。^[204]

学術会議は1948年12月に選挙を行ない、1949年1月20日の第1回総会をもって発足した。

会長、副会長は、議論の末、候補者なし・被推薦者なしの直接選挙で選ぶことになり、それぞれ龜山直人および仁科芳雄（自然科学）、我妻栄（人文・社会科学）に決まった。

仁科が副会長になったというニュースを見たオランダの（というより Bohr の研究所の先輩）H.A. Kramers から喜びの手紙がきた（書簡 1313）。Kramers は国際純粹・応用物理連合の会長になっており、日本に学術会議ができたといふ

26 広重が書いているように、当時は科学研究費の配分審査員を推薦するのは（学会の意見をもとに）学術会議であり、その配分の基本方針を答申するのも学術会議であった。しかし、その後、移管が徐々に進み、現在ではほとんど学術振興会に移った。

知らせを受けたのである。

科学技術行政協議会 (STAC) は、その設置を定める法律の案を総理庁官房審議室が作成し、1948年秋に成案を得、第3国会に提出したが審議未了となり、第4国会で成立、1948年12月20日に公布された。26名の委員は学識経験者と関係官吏を同数とし、前者は学術会議の推薦を尊重して任命、後者には科学技術行政の直接担当者よりも各省庁の行政全体に責任と権限をもつ次官をあてることになった。会長には総理大臣、副会長は国務大臣から選ぶ。

これは審議機関であるから、各省の総合調整を行なうことはできないが、必要な具体的な措置を審議し結果を総理大臣に報告する。総理大臣は会長であり、各省の次官を委員としているので、この会の審議の結果は実質的にはそのまま最高の国家意思の決定となることが期待される。^[205]

STAC事務局の報告書には「学術会議会員が3名欠員となっている」としか書いてないが、STACの委員に学術会議から推薦されたのに政府が任命を拒んだ者があった。^[206] 第1回の協議会は1949年3月30日に開かれた。審議については〔205〕を参照。

1949年10月の学術会議・第4回総会では、仁科副会長の提案によって「原子力に対する国際管理の確立の要請」が声明された。すなわち

日本学術会議は、平和を熱愛する。原子爆弾の被害を目撃したわれわれ科学者は、国際情勢の現状にかんがみ、原子力に対する有効なる国際管理の確立を要請する。

冒頭の一文は亀山会長が加えた。^[207] 折りしも1949年9月23日、Truman米大統領はソ連の初めての原爆実験の事実を公表、ソ連のタス通信も原爆の保有を報道した。

1950年4月の第6回総会では「戦争を目的とする科学の研究には絶対従わない決意」を表明する声明がなされた。この声明には「内外の情勢の推移を見るに、ヨーロッパでは、今年を戦争と平和の決戦の年であると規定して警告を発しているように、日本の科学者も再び戦争の危機を感じざるを得ない情勢にたち至っている」という一文が含まれていたのだが、討論の中で削除された。1950年6月には朝鮮戦争が始まり、7月8日にGHQのMacArthur最高司令官は吉田²⁷茂首相に国家警察予備隊（7万5000人）の創設と海上保安庁の8000

²⁷ 仁科芳雄の甥、嘉治男は語る：吉田茂氏は、叔父とはよほど馬があつたらしく、民主自由党（1948年3月15日に結党）の初代総裁となり、総選挙で衆議院議員に立候補されたとき、公私多忙な叔父が珍しくも応援演説のため高知県の選挙区に行ったことが1,

人増員を指令した（書簡 1409 とその注 d を参照）。

これが後の自衛隊の卵である。

この総会の直前、学術会議会長・亀山と 2 人の副会長・仁科と我妻は全米科学アカデミーの招きで 1950 年 3 月 4 日から 4 月 3 日まで滞米、研究機関や大学を訪問した。仁科にとっては旧友に久しぶりに再会する機会でもあった（書簡 1354, 1355, 1357, 1358, 1362）。

7.3 原子力と世界平和

敗戦のときに戻る。広島と長崎の惨害を見て仁科が受けた印象は強烈であった。仁科の評論活動は原子爆弾と世界平和の問題をめぐって、にわかに活発化する。^[166] 評論の多くは彼の『原子力と私』^[167] に収録されている。

その初めは 1946 年 3 月の「原子爆弾」で、広島・長崎の被害を詳しく報告した後、原子爆弾の国際管理が国際連合においても議論されていることを述べている。国際連合は、第二次大戦中の 1943 年 10 月に連合国側によって「戦後できるだけ早く世界の平和と安全を維持するための国際機関を設立する必要がある」とされ、数次の会議の後 1945 年 10 月に憲章が発効して成立した。第 1 回の総会は 1946 年 3 月に開かれた。

1946 年 5 月の「日本再建と科学」^[211] にいたって仁科は、

原子爆弾の今後の発達は恐らく戦争を地球上より駆逐するに至るであろう。然らざれば人類の退歩、文化の破滅を招来することとなるからである

という認識を示す。これが広島と長崎を自分の目で見た仁科の考え方の基調となる。続けて、

我が国は最近発表せられた改正憲法の草案²⁸にも見られる通り、国家と

2 度あり、同氏が首相にとなってから後も深い交友関係が続きました。箱根における首相の週末休養の際、叔父は再三招かれて懇談したそうです^[208]。

2 人を結びつけたのは武見太郎である。武見^[209]は吉田と姻戚関係にあり、仁科研究室で働いていた。仁科は第 2 次吉田内閣で文部大臣に擬せられた^[210]。文部大臣は天野貞祐になったが、仁科は安倍能成、和辻哲郎、長谷川如是閑らとともに文教審議会委員となった。

²⁸ 1946 年 3 月 6 日、政府は憲法改正草案要綱（主権在民、天皇は国民統合の象徴、戦争放棄）を発表した。

して戦争を否定しこれを放棄することを決意した。これは正に太平洋戦争で得られた最大の収穫といわねばならぬ

という。現実の問題としても、日本には戦争をする能力がない。何はさておき、原子爆弾を1個も作り得ないのである。必要なウランは産出しない。たとえウランがあったとしても、わが国の技術・経済が原子爆弾製造の能力をもつ見込みは到底ないからである。したがって、戦争が始まれば、日本は側杖そばつえを食って原子爆弾の惨害を被る以外には何の収得もない。憲法に戦争放棄を制定するのは、人道上はもちろんのこと、利害関係からも当然のこととしなければならない。

仁科は、言う——萬世太平の国是をとっている日本にとって、科学の興隆は現在、生活を安定させ世界平和に貢献する以外の何物でもない。もちろん将来、産業の回復した後に見込みのある研究で、その根を枯らさぬようにしておく必要のあるものは、細々ながら研究を続けるべきであろう。長期の準備を要する研究も可能な範囲で行なうべきである。

産業と科学の再建が急務であるが、それには全国の科学者の組合を組織して待遇の改善を政治に要求する必要がある。組合ができれば、これを通して科学者の政治的訓練もできる。従来の科学者は、とかく道具として使われがちであった。科学者に重大な影響をおよぼす政策を定めるような場合には、科学者は組合内において十分の論議を尽くし、まとまった意見を政党を通して政府に実行させることができる。

組合は、わが国の科学者の意見を外国に対しても発表し、外国の同様な組織と密接な連絡をとることもできる。これによって国際間の平和の増進にも多大の貢献ができる。これは今後、外交の有力な一翼をなすにいたるであろう——。

こうした考えが、先に述べた学術会議の設立への仁科の情熱を支えていたのである。

これは「組織の力」^[212]でさらに増幅される。

1946年4月の「原子力の管理」では、仁科は「広島・長崎を見て戦争はするものではない、戦争はとめねばと思った」とくりかえし、原子爆弾はあれば一時は戦争の抑止になるが結局は使われて惨事を招き、なければ戦争を招くというディレンマに陥っていることを指摘、原子力の管理が必要だと結論する。

1945年12月の米英ソの三国外相会談で科学情報の交換、原子エネルギーの和平利用の保証、大量破壊兵器の排除、原爆管理協定違反を防ぐ有効な措置の必要なことが合意されたのはよいが、米国のBarns国務長官は国連の原子力委

員会は米国が自発的に提供する情報以上には利用できない、米国は拒否権を発動するといっている。この情況で平和を維持するには、科学技術者が不戦同盟を組むよりほかに道はない」と仁科はいう。

仁科は、「原子爆弾」を^[167] [166]に収録するとき 1946 年 6 月に開かれた国連原子力委員会の第 1 回会議のことを書き加えた。この会議で米国の B.M. Baruch は原子力の国際管理機構を提案した。この機構にウラン、トリウムの採掘・管理・供給の権利を与え、米国は原子爆弾の秘密もすべて与え、保有する原子爆弾はすべて廃棄し、以後は製造しない、武器として原子力を利用することは許さないとした。そして、原子爆弾の問題に関するかぎり強國の拒否権を認めないとする。この最後の点にソ連は反対した。国連の原則に合わないとするのだった。

米ソの不一致は 1947 年にも続く。「原子力問題」は米ソの管理案を改めて詳細に述べ、検討している。

1947 年 5 月 3 日に日本の新憲法が施行された。

1948 年には「残虐な戦争防止のために」で平和のための世論の喚起が、また「原子力と平和」では人の心に平和を愛する熱情をおこさせることが必要だといい、「原子爆弾で戦争の勝敗は決まるか」は破壊力の強い武器は使わないに限るといって戦争防止のための科学者の連帯と民衆レベルの国際交流を訴えている。^[215] 1949 年 1 月の「科学と平和」は物質文化への貢献を願う科学研究が戦争を残虐にするというディレンマを指摘し、特に科学者は平和運動に積極的に参加すべきだという。

この 1949 年の 7 月に国連の国際原子力委員会は「大国間に協定の基礎ができるまで」活動を停止することをきめた。

9 月 23 日、米国の Truman 大統領はソ連が原子爆弾の実験をした事実をつかんだと公表し、追いかけて 25 日、ソ連のタス通信が原爆の保有を報道した。米国による原子爆弾の独占は意外に早く崩れ、原子力問題は新しい段階に入ったのである。日本学術会議は、仁科副会長の提案を受けて「原子力に対する有効な国際管理の確立を要請する」声明をだした。仁科は、さらに「原子力問題の新段階」を書いて国際管理を行なうべしと大衆が声を大にして叫ぶ必要があるとした。

1950 年に入ると、仁科の「国際平和の基礎」は、わが国は憲法によって戦争の放棄を宣言したが、この決意の有効実施は多くの国が同様の決意をしたとき初めて可能となるのであるから、わが国は国際道義の向上に責任をもつたと指摘する。また、今日のわが国には「わが国が戦争を始めたという罪」を忘

れがちの人があるとも指摘する。この罪を償うには、常に犯した罪を忘れず、どんな犠牲をはらってでも国際道義の確立に挺身することであると仁科はいう：

すべての国民の努力を結集し、類なき国民の勤勉をもって敗戦後の窮迫した国内の態勢を整え、国外に対しては謙譲と正義の念をもって接するならば、これが国際道義を高揚する道であり、国際間に一陣の清風を送るものであって、まさにわが国の罪を償うものである。

この 1950 年の 4 月に学術会議は「戦争を目的とする科学の研究には絶対に従わない」ことを声明、6 月には Bohr が国連に公開状を送り原子力の国際管理と情報の公開が緊急に必要であると述べた。^[221] 1951 年 9 月 8 日、48 カ国と日本との間に対日平和条約が調印された。ソ連、チェコ、ポーランドは新しい戦争のための条約であるとして調印を拒否した。

1954 年 3 月 1 日には米国がビキニ環礁で水素爆弾の実験をした。日本の衆議院は 4 月 1 日に原子力の国際管理をもとめる決議をし、参議院も 5 日にこれを追った。

4 月 3 日には、日本としては最初の原子力予算を含む 1954 年度予算が成立了。

1956 年 9 月 20 日に、ようやく国際原子力機関が創立総会を開き、1957 年 7 月にウィーンに設置された。これは①全世界における原子力の平和利用を援助し、②それが軍事目的に転用されないよう主要原子力施設の設計審査や核燃料の数量確認、記録維持、立ち入り査察などを実施する。

仁科は、これらに先立つ 1951 年 1 月 10 日に他界していた。

8 株式会社・科学研究所

仁科は 1946 年 11 月 11 日、理研の所長に選ばれ、理研コンツェルンは集中排除法により解体という連合軍司令部の指令を受けると「理研のような研究所が日本の復興に必要」と主張して株式会社・科学研究所としての再生を果たした。^[222] とはいっても、戦後の困難な条件下で社長・仁科の経営は困難を極めた。ここまで前にも述べた。

GHQがサイクロトロンを破壊したとき、仁科は安定同位体をトレーサーに用いることを考えた。理研時代の1947年から農林省の経費を用いて¹⁵Nの濃縮、¹⁵N化合物の生産、質量分析器の製作の研究が中根良平、杉本朝雄らによってはじめられ、科学研究所に引き継がれた。1951年にわが国で最初の¹⁵Nがごく少量できて、これをトレーサーとする水稻生理の研究が東大の三井進午教授の手でなされた。¹⁵Nの生産量が増えた1952年には、土耕鉢試験で¹⁵Nラベルの窒素肥料吸収の研究がはじまった。これは科研が特殊法人・理研となってからも続けられ、1964年には国際原子力機関がわが国の¹⁵N圃場試験法を世界各國に普及し研究を推進するまでになった。^[179]

戦後の日本の復興にとって鉄は不可欠であった。仁科は、交流のあった尼崎製鋼の平社長から「酸素を大量に使う製鋼をアメリカが始まっている」と聞いた。その酸素を安価につくるため、仁科らは低圧でも空気が液化できるというP. Kapitzaの方法を試みて成功した。空気が液化できれば分別蒸留によって酸素が得られる。

玉木英彦はソ連の文献に通じておりKapitza方式を仁科に伝えた。仁科は日比谷のCIE図書館(書簡1263の注b)でKapitza方式に触れている論文を見つけ、仁科・辻・海老原・黒田・大山の研究室が協同で開発研究をした。空気が液化したのは2年半後の1949年6月6日であった。^[223]

仁科は、また科学研究所でペニシリリンの生産を軌道にのせた。培養設備としては2tonタンク3基と6tonタンク3基で合計わずか24トンにすぎないのに、明治製薬、協和発酵等の10ton, 20tonという大タンクを多数もつメーカーに対抗して生産高も断然リードした。^[224]それは理研の優れた研究者たちと彼等の共同研究を生かした技術による。ペニシリリンの旋光性を利用した独自の検定法は、誤差が小さいことから出荷の水増しを不要にし、またタンク培養の宿敵である雑菌の検知にも力を發揮した。^[225]真空技術は凍結乾燥に生かされ、理研のペニシリリンは長持ちするという評判をとった。こうして科研は日本のペニシリリンのトップ・メーカーの地位を確保していた。

それは約2年間しか続かなかった。やがて多数のメーカーが乱立しダンピングがはじまって採算がとれなくなったのだ。仁科はストレプトマイシンや水虫の薬など他社が目をつけていない薬品への転換を試みた。ストレプトマイシンは、アメリカのMerck社が特許をおさえていたが、仁科はライセンス契約に応じなかつた。契約を結べば契約金が会社の経営を圧迫するからといふのだ。

²⁹ 出荷後の検定でペニシリリンの濃度が小さいことがわかると、その分だけ量を多くする必要があるので、あらかじめ多めに出荷することが行なわれていた。

た。科研は特許の網ををかいくぐる形で生産に成功、1950年9月には東京の十条に生産工場を完成させ、6 ton のタンク 3 基で量産をはじめたが、それから間もなく仁科は病を得て 1951 年 1 月 10 日に没した。肝臓癌であった。^{[1][2][22]}

酸素の製造も、ようやく軌道にのりだしたところだった。仁科の死後、科研では上記の酸素製造装置のプラント化に成功、1953 年 5 月には酸素を毎時 500 m³ つくる機械を八幡製鉄所に納入、これを皮切りにこの機械は工業復興の原動力の一つになっていった。その頃、日立製作所から技術提携の申し出があり、科研は特許を提供した。

上に述べたように、逼迫した財政事情を担って門出したばかりの新研究会社が、当面従事すべき業種として何を採用すべきか、それを意志決定するに当っては、仁科はそれまでの基礎研究で得た思考を延長し、浮かんでくる応用技術の展望に賭けた。まさに常々力説して止まなかった基礎研究の潜在的可能性を信じ、これまでに基礎研究の腕を磨いてきた旧理研の技術・研究陣に信頼をおいた動きであった。

ひるがえって新会社の財政事情を推測するに、敗戦当時の荒廃した社会で経済的に切羽詰った産業界が、この新会社の研究開発の行為に対して大らかな見識をもっていたとは思えない。すなわち、この新会社が画期的技術を開発すべくその計画を立案しても、それがもたらす将来の可能性をたやすく信じて融資してくれたとは、われわれ部外者でも考えにくい。

このような状況の中、しかも戦後の混乱した世間で、仁科が財界・産業界に働きかけ奮闘できたのは、彼が欧州からの帰国後 15 年余に培った社会的信望と、産業界からの経済面に限らない支援の故ではなかったか、と思われる。

さらにこの間、彼の努力を偏見なく評価し、科学者がもつべき社会的使命感を強調し、研究開発の経済効果に関して欧米的な通念を紹介して展望を与える、彼を応援したのは、コペンハーゲン時代から友好関係を結んでいた欧米の科学者、あるいは占領下の日本で知り合った米国の科学者たちであった。これらの科学者たちは、当時にすれば例外的に優れた仁科の語学力ならびに表現力を介して意志を通じ合い、仁科に親しみを抱いて自由に考えを述べあった。

かくしてこの間、仁科は愛して止まなかった研究生活を投げ打ち、新研究会社の経営の役に進んでタッチし、この会社の財政的な基盤を確立しようと努力したが、志半ばにして病に倒れ、力尽きたのである。

参考文献

- [1]『仁科芳雄——伝記と回想』朝永振一郎・玉木英彦編, みすず書房 (1952).
- [2]『仁科芳雄——日本の原子科学の曙』玉木英彦・江沢 洋編, みすず書房 (1991).
- [3]『仁科芳雄博士書簡集』科学振興仁科財団編 (1993).
- [4]仁科嘉治男「叔父・仁科芳雄の思い出」, 所収 [2], pp. 189-199.
- [5]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」, 科学史研究, nos. 41-42 (1957), 板倉聖宣『科学と社会』, 季節社 (1971), pp. 239-280; 広重 徹『科学の社会史』, 中央公論社 (1973), pp. 117-130; 広田鋼蔵『明治の化学者——その抗争と苦渋』, 東京化学同人 (1988), pp. 171-214; 湯浅光朝『科学五十年』, 時事通信社 (1952), pp. 180-192. 湯浅は1942年現在の理研の研究室と慶章のリストを載せて いる。
- [6]長岡半太郎「過渡時代にある物理学」, 理学界, 1914年7月号; 所収 [10], p. 375.
- [7]L. Rosenfeld and E. Rüdinger「決定的な年月 1911-1918年」, 所収 [14].
- [8]L. Rosenfeld「ボーア原子模型の成立」, 江沢 洋訳, 自然, 1968年4, 5, 6月号.
- [9]H.D. Smyth『原子爆弾の完成』, 杉本朝雄・田島英三・川崎栄一訳, 岩波書店 (1951).
- [10]板倉聖宣・木村東作・八木江里『長岡半太郎伝』, 朝日新聞社 (1973).
- [11]『日本科学技術史大系 13』日本科学史学会編, 第一法規出版 (1970).
- [12]江沢 洋『現代物理学』, 朝倉書店 (1997).
- [13]W. Bragg「物とは何か」, 『世界教養全集 29』, 三宅泰雄訳, 平凡社 (1961).
- [14]『ニールス・ボーア——その友と同僚より見た生涯と業績』S. Rozental 編, 豊田利幸訳, 岩波書店 (1970).
- [15]P. Robertson, *The Early Years: The Niels Bohr Institute 1921-1930*, Akademisk Forlag (1979); C. Møller「コペンハーゲン理論物理学研究所の歴史並びに現状」, 豊田利幸訳注, 自然, 1953年12月号.
- [16]仁科浩二郎「父芳雄の留学生活」, 所収 [2], pp. 266-272.
- [17]小泉賢吉郎「ヨーロッパ留学時代の仁科芳雄」, 自然, 1976年11月号.
- [18]M. Born, *My Life: Recollections of a Nobel Laureate*, Taylor & Francis (1978).
- [19]M. Born『原子力学』, 土井不憂・金光正道・芝 龜吉訳, 岩波書店 (1935).
- [20]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 (1992) 309.
- [21]木村健二郎「コペンハーゲンの仁科博士」, 所収 [2].
- [22]木村健二郎・堀 健夫・玉木英彦「ボーア記念談話会」, 理研OB会報, 第22号 (1986) 2-15; 堀 健夫「ボーア・グループとコペンハーゲン精神」, 所収 [2], pp. 46-54.
- [23]V. Weiskopf「ニールス・ボーアと科学の国際協力」, 所収 [14].
- [24]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 no. 6 (1977) 1-5.
- [25]江沢 洋「理論——量子力学形成の現場で学ぶ」, 日本物理学会誌 45 (1990) 744-751.
大量的ノートからの抜書き.
- [26]堀 健夫「量子力学の搖籃期とコペンハーゲンの思い出」, 日本物理学会誌 32 (1977) 788.

- [27] O. Klein 「仁科芳雄の想い出」, 小泉賢吉郎訳, 自然, 1975年10月号;「研究の日々」として [2] にも収録。
- [28] N. Bohr 「量子仮説と原子理論の最近の発展」,『因果性と相補性』(Niels Bohr 論文集1), 山本義隆訳, 岩波書店 (1999), pp. 19-64.
- [29] 矢崎論文 [31] の (I), 注 20.
- [30] L.M. Brown and H. Rechenberg, *Paul Dirac and Werner Heisenberg: a partnership in science*; B.N. Kursunoglu and E.P. Wigner ed, *Paul Adrien Maurice Dirac: Reminiscences about a great physicist*, Cambridge Univ. Press (1987), pp. 117-162.特に, p. 138.
- [31] 矢崎裕二「Klein - 仁科の公式の導出の過程 (I) (II)」, 科学史研究, 第Ⅱ期, 31 (1992) 81, 129.
- [32] 菅井準一「仁科芳雄」,『二十世紀を動かした人々 3——自然の謎に挑む』, 講談社 (1963).
- [33] 朝永振一郎「わが師わが友」,『朝永振一郎著作集 1』, みすず書房 (1981), p. 196.
- [34] 湯川秀樹・朝永振一郎・豊田利幸「二人が学生だったころ」,『朝永振一郎著作集 10』, みすず書房 (1985), pp. 223-260;『湯川秀樹著作集』別巻, 岩波書店 (1990), pp. 331-361.
- [35] 仁科芳雄「ハイゼンベルクとディラックとの量子物理学樹立に於ける業績」, 東洋学芸雑誌 45 (1929) 604-619 (9月号).
- [36] 『量子論諸問題——ハイゼンベルク・ディラック講演』仁科芳雄訳述, 啓明会 (1931).
- [37] 仁科芳雄「量子論と因果律について, 附 Bohr 研究所の話」, 電気学会雑誌 49, no. 497 (1929), 1331-1345.
- [38] 朝永振一郎『量子力学と私』江沢 洋編, 岩波書店 (1997), p. 45; [33], p. 200.
- [39] 仁科芳雄「原子核物理最近の発展」, 科学 3 (1933) 12, 60;「宇宙線の本体」, 科学 3 (1933) 138.
- [40] 稲沼瑞穂「科学 20 年のあゆみ」, 科学 20 (1950) 5月号, 卷頭.
- [41] 飯森里安「対談: 敗戦とともに葬られたニ号研究の顛末 その (1)」, *Researcher* 研究と開発 (PR 企画社), no. 14, 1970年11月号, pp. 8-31, 特に p. 16.
- [42] 『嵯峨根遼吉記念文集』嵯峨根遼吉記念文集出版会, pp. 128-130.
- [43] 竹内 振『仁科研究室覚え書 I』(私的なメモ), pp. 44-45.
- [44] 湯川秀樹『旅人——ある物理学者の回想』, 角川文庫 (1960), p. 225.
- [45] 竹内 振「霧箱による宇宙線の研究」, 所収 [2], pp. 104-111.
- [46] 竹内 振『仁科研究室覚え書 I』(私的なメモ).
- [47] W. Heitler, *Quantum Theory of Radiation*, 2nd ed. Oxford (1935), p. 197, p. 203.
- [48] J.D. Cockcroft and E.T.S. Watson, Experiments with High Velocity Positive Ions. II: The Disintegration of Elements by High Velocity Protons, *Proc. Roy. Soc. A* 137 (1932) 229-242.
- [49] F. Joliot and I. Curie, *Compte Rendus Acad. Sci. Paris* 198 (1934) 254.
- [50] Y. Nishina, R. Sagane, M. Takeuchi and R. Tomita, Energy Spectrum of Positrons from Radiophosphorus $\frac{31}{30}P$ (Activated Aluminum), *Sci. Pap. Inst. Phys.-Chem. Res.* 25 (1934).
- [51] 石井千尋「宇宙線研究 20 年」, 仁科記念財団編『原子時代の科学』, 大日本図書 (1959).
- [52] この小節は次によるところが多い: 宮崎友喜雄「科研における宇宙線研究」, 科研宇宙線実験報告 I, no. 1 (1952) 2-45.

- [53] Y. Nishina, C. Ishii, Y. Asano and Y. Sekido, Measurements of Cosmic-Rays during the Solar Eclipse of June 19, 1936, *Jap. J. Astro. Geophys.* 14 (1937) 265-275.
- [54] Y. Nishina and C. Ishii, A Cosmic-Ray Burst at a Depth Equivalent to 800 m of Water, *Nature* 138 (1936) 721.
- [55] 東京朝日新聞, 1936年9月4日.
- [56] P.M.S. Blackett, *Proc. Roy. Soc.* 159 (1937) 1.
- [57] 竹内 振『仁科研究室覚え書 II』, p. 11.
- [58] [46], p. 33.
- [59] S.H. Neddermeyer and C.D. Anderson, Note on the Nature of Cosmic-Ray Particles, *Phys. Rev.* 51 (1937) 884-886.
- [60] 竹内 振「中間子の30年に想う」, 科学 35 (1965) 170; 「仁科研究室・宇宙線・霧箱」, 日本物理学会誌 45 (1990) 730-732.
- [61] J.C. Street and E.C. Stevenson, *Phys. Rev.* 51 (1937) 1005.
- [62] Y. Nishina, M. Takeuchi and T. Ichimiya, On the Nature of Cosmic-Ray Particles, *Phys. Rev.* 52 (1937) 1198-1199.
- [63] H. Yukawa, On a Possible Interpretation of the Penetrating Component of the Cosmic Rays, *Proc. Phys.-Math. Soc.* 19 (1937) 712-713.
- [64] E.C.G. Stückelberg, On the Existence of Heavy Electrons, *Phys. Rev.* 52 (1937) 41-42.
- [65] J.R. Oppenheimer and R. Serber, *Phys. Rev.* 51 (1937) 1113.
- [66] [77], p. 23以下に当時の理研の様子が活写されている。反戦運動に参画して特高警察に逮捕された者も理研には問題なく受け入れられた。
- [67] 仁科芳雄「Niels Bohr 教授の来日に際して」, 科学 7 (1937) 207-210.
- [68] 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; 「ボーア教授の講演の筆記」, *ibid.*, pp. 142-174; 科学 7 (1937) 278, 323.
- [69] N. Bohr 他『アインシュタインとの論争』, 林 一訳, 東京図書 (1969), pp. 32-37; 江沢 洋『量子と場』, ダイヤモンド社 (1976), pp. 71-74.
- [70] P.A. Schilpp ed. *Albert Einstein: Philosopher and Scientist*, Library of Living Philosophers Inc. (1949); 4th Printing, Cambridge (1988).
- [71] 『伏見康治著作集 4』, みすず書房 (1987), pp. 175-188.
- [72] N. Bohr「原子」, 仁科芳雄訳述, 科学知識 17, 1937年3月号, 長岡半太郎の「ボーア教授を紹介する」や学術振興会理事・海軍中将 波多野貞夫, 科学知識普及会・理事長井上仁吉の挨拶が続いている。
- [73] R.J. van de Graaf, *Phys. Rev.* 38 (1931) 1919.
- [74] 仁科芳雄・嵯峨根遼吉・新間啓三・皆川 理「陽子による原子核の破壊」, 日本数学物理学会誌 8 (1934) 125.
- [75] 『西川正治先生 人と業績』西川先生記念会編 (1982), pp. 95-96.
- [76] [71], pp. 123-124.
- [77] 木村一治『核と共に50年』, 築地書館 (1990), pp. 24-35.
- [78] E.O. Lawrence and N. Edlefsen, *Science* 72 (1930) 376-377; E.O. Lawrence, ノーベル賞受賞講演 (1939), 『ノーベル賞講演 物理学 6』, 中村誠太郎・小沼通二編, 講談社 (1978).
- [79] (a) Y. Nishina, T. Yasaki and S. Watanabe, The Installation of A Cyclotron, *Sci. Pap. I.P.C.R.*, 34 (1938) 1658-1668.
 (b) 新間啓三・山崎文男・杉本朝雄・田島英三「六十吋(大型)サイクロトロン」建

- 設報告、科学研究所報告（旧 理化学研究所彙報）第 27 輯第 3 号（1951），仁科芳雄博士追悼特集号，pp. 64-80.
- [80] E.O. Lawrence and S. Livingston, The Production of Light Ions without the Use of High Voltages, *Phys. Rev.* 40 (1932) 19-35.
- [81] 森脇大五郎「仁科先生と放射線生物学」，所収 [2]，p. 155；『遺伝学ノート——ショウジョウウバエと私』，学会出版センター（1988）。
- [82] [10]，p. 593.
- [83] 村地孝一・中山弘美「サイクロトロンと生物学および医学」，科学知識 1941 年 1 月号。
- [84] 1937 年 6 月 17 日の第 31 回・理研・学術講演会において早速「中性子を廿日鼠に照射し脾臓（中泉正徳・村地孝一）および精糸細胞（中泉正徳・山村好雄）におこった変化の顕微鏡的所見を供覧する」という発表が行なわれている。サイクロトロンに関しては他に矢崎為一・渡邊扶生による講演があるが、述べられている梗概は主として磁場の励起回路についてで、物理的な内容はわからない。中泉らの論文は：M. Nakaizumi, K. Murati and Y. Yamamura, *Nature* 140 (1937) 359; M. Nakaizumi and K. Murati, *Sci. Pap. Inst. Phys.-Chem. Res* 34 (1938) 357.
- [85] 森脇大五郎「仁科先生と放射線生物学」，所収 [2]，pp. 154-163.
- [86] 玉木英彦「仁科博士とサイクロトロンと RI トレーサーの生物学への応用」，*Isotope News* no. 438 (1990) 14-16; 中山弘美・藤岡由夫「対談 RI トレーサーの生物学への応用初期の頃」，*Isotope News* no. 438 (1990) 17-22.
- [87] G. Hevesy, The Absorption and Translocation of Lead by Plants, *J. Biochem.* 17 (1923) 433.
- [88] 中山弘美「トレーサーと植物生理の研究」，所収 [2]，pp. 135-153; Y. Nishina and H. Nakayama, On Absorption and Translocation of Sodium in the Plant, *Sci. Pap. Inst. Phys.-Chem. Res.* 34 (1938) 1635-1642; 仁科芳雄・中村 浩・中山弘美，光合成に及ぼす中性子の影響，理研彙報 19 (1940) 151-154; Y. Nishina, I. Iimori, H. Kubo and H. Nakayama, The Exchange Reaction between Gaseous and Combined Nitrogen, *J. Chem. Phys.* 9 (1941) 371-376.
- [89] 森 信胤「人工放射能性 Natrium, 燐ヲ指示トシテ行ヒタル生理学的実験」，日本生理学雑誌 4 (1938) 153, 154；「人工放射能性物質とその生物学的利用に就て」，日本生理学評論 1 (1941) 100-141.
- [90] 仁科芳雄・篠遠喜人「植物に及ぼす中性子の影響 I. そばとあさとに於ける異常」，理研彙報 18 (1939) 771-734.
- [91] Y. Nishina, Y. Sinoto and D. Sato, Effects of Fast Neutrons upon Plants, II. Abnormal Behaviour of Mitosis in *Vicia faba*, *Cytologia* 10 (1940) 406-421; III. Cytological Observations on the Abnormal Forms of *Fagopyrum* and *Cannabia*, *Cytologia* 10 (1940) 458-465. [Mitosis: 細胞の有糸分裂, *Vicia*: ソラマメ, *Fagopyrum*: ソバ, *Cannabia*: アサ].
- [92] 仁科芳雄・和田文吾「生体分裂細胞に及ぼす中性子の影響」，理研彙報 21 (1942) 1264-1268.
- [93] 仁科芳雄・佐藤敬二「中性子の林木種子に及ぼす影響」，日本林学会誌 25 (1943) 313-322.
- [94] 仁科芳雄・中村 浩・中山弘美「光合成に及ぼす中性子の影響」，理研彙報 19 (1940) 1343-1347.
- [95] 森脇大五郎・村地孝一・佐藤重平「仁科先生の思い出（鼎談）——放射線遺伝学を中心として」，遺伝 5 (1951) 109-120.

- [96] (a) 仁科芳雄・森脇大五郎「サイクロトロンよりの中性子を照射して生じた猩々蟻の伴性突然変異」、遺伝学会雑誌 15 (1939) 248-250; (b) Y. Nishina and D. Moriwaki, Sex-linked Mutations of *Drosophila melanogaster* Induced by Neutron Radiations from a Cyclotron, *Sci. Pap. Inst. Phys.-Chem. Res.* 36 (1939) 419-425; II, *Sci. Pap. Inst. Phys.-Chem. Res.* 38 (1941) 371-376; 森脇大五郎「中性子と猩々蟻遺伝学」、科学 10 (1940) 294-299.
- [97] 森脇大五郎 (a) 「宇宙線と自然突然変異」、科学知識、1940年9月号; (b) 「宇宙線と猩々蟻の自然突然変異」、科学知識、1941年1月号。
- [98] 仁科芳雄・鶴見三三・村地孝一・渡辺進三・阿部春男「中性子のインフルエンザ・ウィルスに及ぼす影響」、理研彙報 20 (1941) 479-488.
- [99] 仁科芳雄・天木敏夫・新間啓三・杉本朝雄・矢崎為一・山崎文男・渡邊扶生「 β 線スペクトル」、第32回・理研・学術講演会・講演 (1937年12月16日)。この日、サイクロトロン関係の他の講演は生物についてのものばかりである: 中性子を照射した廿日鼠の肺臓における琳巴球破壊顆粒の消長 (中泉正徳・村地孝一), 植物におけるナトリウムの吸収 (仁科芳雄・中山弘美), 動物におけるナトリウムの新陳代謝 (仁科芳雄・森信胤)。
- [100] 山崎文男・藤岡由夫「仁科研究室にはいってから」、所収 [2], pp. 226-243. 特に, pp. 229-230, pp. 232-233. いろいろの元素の人工放射能については、第34回・理研・学術講演会 (1938年12月3日) に天木敏夫・山崎文男・新間啓三・嵯峨根遼吉・小島昌治・宮本橋楼・井川正雄の4つの発表が並び、第33回から続く仁科芳雄・木村健二郎・井川正雄・矢崎為一の「中性子によるトリウムの人工放射能」がある。第35回 (1939年6月14日) には嵯峨根・宮本・小島・井川による1つだけになり、第36回 (1939年12月13日) には0となる。仁科らの関心はトリウム (第35回) およびウラン (第36回) の核分裂に移る。
- [101] O. Hahn und F. Strassmann, Über den Nachweis und das Verhalten bei der Bestrahlung des Urans mittels Neutronen entstehenden Erdalkalimetalle, *Naturwiss.* 27 (1939) 11-15; 89; 165; L. Meitner and O.R. Frisch, Disintegration of Uranium by Neutron: A New Type of Nuclear Reaction, *Nature* 143 (1939) 239-240; N. Bohr and J.A. Wheeler, The Mechanism of Nuclear Fission. *Phys. Rev.* 56 (1939) 426.
- [102] 鳩山道夫「中性子の衝撃による原子核分裂」、理研彙報 18 (1939) 424-435, 489-495, 693-709; 玉木英彦・皆川理「中性子衝撃による重い原子核の分裂」、日本数学物理学会誌 13 (1939) 277-293; 皆川理・玉木英彦, [同じ題] 日本数学物理学会誌 14 (1940) 106-121.
- [103] Y. Nishina, T. Yasaki, H. Ezoe, K. Kimura and M. Ikawa, Fission Products of Uranium produced by Fast Neutrons, *Nature* 146 (1940) 24; Y. Nishina, T. Yasaki, K. Kimura and M. Ikawa, [the same title], *Phys. Rev.* 58 (1940) 660-661.
- [104] 斎藤信房「仁科芳雄とアイソトープ」、所収 [2], pp. 128-134. 特に pp. 129-130.
- [105] E. Fermi, E. Amaldi, O.D'Agostino, B. Pontecorvo, F. Rasetti and E. Segrè, *Proc. Roy. Soc. A* 149 (1935) 522.
- [106] A.V. Grosse, E.T. Booth and J.R. Dunning, The Fourth ($4n+1$) Radioactive Series, *Phys. Rev.* 59 (1941) 322-323.
- [107] M. Ichibashi, T. Shigematsu, T. Ishida, S. Okada, T. Nishi, H. Takahashi, C. Matsumoto, S. Shimizu, T. Hyodo, F. Hirayama and S. Okamoto, Radiochemical Analysis of the Bikini Ashes, Paper VII, *Bull. of the Inst. for Chem. Res. Kyoto Univ.*,

- Suppl. Issue, "The Radioactive Dust from the Nuclear Detonation," Nov. 1954, pp. 29-59; Y. Nishiwaki, Bikini Ash, *Atomic Scientists Journal* 4 (1954) 97; 村上悠紀雄「ビキニ灰の分析——死の灰の核種決定」, 学術月報 7 (1955) 603;『日本科学技術史大系 13』日本科学史学会編, 第一法規出版 (1970), pp. 575.
- [108] 木村健二郎「第五福竜丸に降った放射能の灰」, 科学 24 (1954) 300-301.
- [109] この Rotblat の推論は Cockcroft によって公表が抑えられ、遅れて J. Rotblat, The Hydrogen-Uranium Bomb, *Atomic Scientists Journal* 4 (1955) 224-228 に発表された。この推論は普通アメリカの新聞記者に帰せられているが、その背後にある物語については J. Rotblat 「バグウォッシュ会議の誕生」, パリティ, 2002 年 2 月号に対する著者の補足および訳者・小沼通二による解説「水爆構造の解明」を見よ。
- [110] 田島英三「理研のサイクロトロン物語」, 日本物理学会誌 45 (1990) 734.
- [111] 仁科雄一郎「父の感じた日本の後進性」, 所収 [2].
- [112] 「仁科先生」, 「研究生活の思い出」, 『朝永振一郎著作集 2』, みすず書房 (1982).
- [113] 『アインシュタイン平和書簡 2』 O. Nathan, H. Norden 編, 金子敏男訳, みすず書房 (1975), pp. 351-358.
- [114] 山崎正勝・日野川静枝編著『原爆はこうして開発された』, 青木書店 (1990), p. 15.
- [115] 広告, 図解科学, 1942 年 6 月号, 「国防を論じ、憂国の至情全編に漲る。発売日を待たれよ」という、おそらく雑誌などに書いた評論を集めたものだったろう。刊行されなかった理由は分からぬ。
- [116] 三浦 功『轍』(自伝並びに遺稿) (1997 年 11 月), pp. 53-54.
- [117] 『朝永振一郎著作集 6』, みすず書房 (1982), p. 86.
- [118] 山崎文男「空襲の思い出」, 理研 OB 会報 no. 7 (1978 年 9 月);「空襲下共同生活の 1 年」, 自然, 1979 年 10 月号。
- [119] 「敗戦とともに葬られたニ号研究の顛末」, 飯盛里安・岸本 康, *Researcher* no. 14 (1971) 18-30; 中根良平・岸本 康, *ibid.*, no. 15 (1971) 18-30; D. Shapley, Nuclear Weapons History: Japan's Wartime Bomb Projects Revealed, *Science* 199 (1978) 152-157; J.W. Dower, Science, Society, and the Japanese Atomic-Bomb Project During World War Two, *Bull. Concerned Asian Scholars*, Apr.-June (1978) 41-54; 深井佑造「原子力開発史: 中性子連鎖反応実現への遙かな道——終戦前日本の原子力研究の史実を中心にして」, 日本原子力学会誌 39 (1997) 549-557; 山崎正勝「理研の『原子爆弾』ひとつの幻想——『完全燃焼構想』」, 技術文化論叢 no. 3 (2000) 25-32; 山崎正勝「理研の『ウラニウム爆弾』構想: 第二次世界大戦期の日本の核兵器研究」, 科学史研究 40 (2001) 87-96.
- [120] P. Reife, *Lise Meitner and the Dawn of the Nuclear Age*, Birkhäuser (1999), Chap. IX.
- [121] A.O. Nier, E.T. Booth, J.R. Dunnings and A.V. Grosse, Further Experiments on Fission of Separated Uranium Isotopes, *Phys. Rev.* 57 (1940) 748; *ibid.* 57 (1940) 546.
- [122] H.v Halban, Jr., F. Joliot and L. Kowarski, *Nature* 143 (1939), 680; H.L. Anderson, E. Fermi and L. Szilard, *Phys. Rev.* 56 (1939) 284; W. H. Zinn and L. Szilard, *Phys. Rev.* 56 (1939) 619; G.V. Droste and H. Reddemann, *Naturwiss.* 27 (1939) 371.
- [123] T. Hagiwara, *Rev. Phys. Chem. Jap.* 13, no. 145 (1949).
- [124] B. Arakatsu, Y. Uemura, M. Sonoda, S. Shimizu, K. Kimura and K. Muraoka, Photo-Fission of Uranium and Thorium Produced by the γ -Rays of Lithium and Fluorine Bombarded with High Speed Protons, *Proc. Phys.-Math. Soc. Jap.* 23 (1941) 440-445; B. Arakatsu, M. Sonoda, Y. Uemura and S. Shimizu, The Range of the Photo-

- to-fission-fragments of Uranium Produced by the γ -ray of Lithium Bombarded with Protons, *Proc. Phys.-Math. Soc. Jap.* 23 (1941) 633–637.
- [125] N. Bohr and J. A. Wheeler, The Mechanism of Nuclear Fission, *Phys. Rev.* 56 (1939) 426–450.
- [126] L. Szilard『シラードの証言』, 伏見康治・伏見 諭訳, みすず書房 (1982), p. 20.
- [127] E. Rutherford, *Nature* 132 (1933) 432–433.
- [128] O.R. Frisch 「興味は原子核に集中している」, 所収 [14], p. 179.
- [129] F. Perrin, Calcul relatif aux conditions éventuelles de transmutation en chaîne de l'uranium, *Compte Rendus* 208 (1939) 1394–1396.
- [130] F. Perrin, Calcul relatif aux conditions éventuelles de transmutation en chaîne de l'uranium, *Compte Rendus* 208 (1939) 1573–1575.
- [131] R. Peierls, Critical Conditions in Neutron Multiplication, *Proc. Cambr. Phil. Soc.* 35 (1939) 610–615.
- [132] [126], p. 188.
- [133] 安田武雄「原子爆弾製造に関する研究の回顧」, 原子力工業, 1955年7月号. 後半の「研究経過」は鈴木辰三郎の筆になる.
- [134] 『昭和史の天皇 4』, 読売新聞社 (1968), p. 78.
- [135] 伊藤麻二ほか編著『機密兵器の全貌』, 興洋社 (1952), pp. 160–168.
- [136] [135] の pp. 168–172.
- [137] 伏見康治「菊池正士先生略歴」, 『菊池正士 略歴と追憶』, 菊池記念事業会編集委員会 (1978), pp. 111–112; 浅野卯一郎「勢号研究の思い出」, 自然, 1950年12月号.
- [138] [135] の p. 166.
- [139] 書簡 1134 の注 b を参照.
- [140] 深井佑造「旧軍委託『ニ号研究』における臨界計算」, 技術文化論叢 no. 3 (2000) 1–24; 山崎正勝「理研の原子爆弾, 一つの幻想——『完全燃焼』」, *ibid.*, pp. 25–32; 山崎正勝・深井佑造・里見志朗「東京陸軍第二造兵廠に対する仁科芳雄の報告」, *ibid.*, pp. 53–69; 深井佑三「'2'という数詞に辿り着いた研究——“ニ号研究”における臨界方程式の再現」, プレプリント (2006).
- [141] 竹内 桢「ウラン爆弾研究昔話」, 技術史, 第3号 (2002), 日本科学史学会・技術史分科会.
- [142] [134], p. 83.
- [143] 科学時事, 科学 14 (1939) 198; 週刊毎日 1944年4月23日号, 5月7日号.
- [144] 常石敬一「理研におけるウラン分離の試み」, 日本物理学会誌 45 (1990), 820–825.
- [145] 『日本科学技術史大系 13』日本科学史学会編, 第一法規出版 (1970), pp. 444–471.
- [146] [145] による, W. H. Furry, R. C. Jones and L. Onsager, On the Theory of Isotope Separation by Thermal Diffusion, *Phys. Rev.* 55 (1939) 1083–1095.
A.O. Nier, The Coefficients of Thermal Diffusion of Methane, *Phys. Rev.* 56 (1939) 1009–1013.

竹内 桢『仁科研究室覚え書 IV』p. 29 には「資料」として次の文献が記されている：
Furry and Jones, *Phys. Rev.* 55 (1939) 1083; Jones, *Phys. Rev.* 59 (1941) 101; W. Krasny-Ergen, Separation of Uranium Isotopes, *Nature* 145 (1940) 742.

竹内の分離塔のパラメタは, Furry-Jones-Onsager に従って計算したという Krasny-Ergen のものに近い. 内側の円筒の外径 4 cm, 外側の円筒との間隔 1.34 mm, 円筒の長さ 10 m. 内側の円筒の温度は 60°C, 外側は 393°C. 実験によれば 440°C でも六フッ化ウランは分解しなかった.

上端の溜めに 5 g の六フッ化ウランが入っているものとすれば緩和時間は 80 日で、 ^{235}U の割合は自然状態の 6.7 倍になっているはずだという。ただし、六フッ化ウラン（密度 ρ ）の拡散係数 D と粘性係数 η は推定値 $D \sim 0.05 \text{ cm}^2/\text{s}$, $1.4 \eta/\rho = D$ を用いている。分離塔は 1939 年 8 月に建設をはじめたが、政治的状況のため中止したと書いている。1939 年 9 月 1 日にドイツ軍がポーランドに侵入し第二次世界大戦がはじまった。Krasny-Ergen はストックホルム大学に属する。スウェーデンは世界大戦がはじまるとき中立を宣言したが、親ナチス政策をとるフィンランド、ノルウェーに行くドイツ軍の国内通過を許すなど柔軟な態度をとった。

- [147] [145] の p. 449 より。
- [148] [134], pp. 97–101.
- [149] [145] の p. 459.
- [150] 伏見康治『時代の証言——原子科学者の昭和史』、同文書院（1989）、pp. 162–166; [71], pp. 33–25.
- [151] K. Clusius und G. Dickel, Neues Verfahren zur Gasentmischung und Isotopen trennung, *Naturwiss.* 26 (1938) 546; Zur Trennung der Chlorisotope, *ibid.* 27 (1939) 148; Das Trennrohrverfahren bei Flüssigkeiten, *ibid.* 27 (1939) 148–149; Isolierung des leichten Chlorisotops mit dem Atomgewicht 34.979 im Trennrohr, *ibid.* 27 (1939) 487; Das Trennrohr, *Zs. f. Phys. Chem.* 44B (1939) I, 394–450, II, 451–473.
- [152] 武田栄一「熱拡散による同位体の分離」、日本数学物理学会誌 14 (1940) 159–184.
- [153] 竹内 権『仁科研究室覚え書 IV』、p. 46; [145] の p. 449.
- [154] 科学時事、科学 14 (1944) 367.
- [155] [153], p. 46.
- [156] [134] の pp. 156–157, p. 160, p. 211; 福井崇時「理研二号研究阪大分室について」、技術文化論叢 no. 7 (2004) 40–53.
- [157] 鈴木辰三郎「日本原爆計画」、『新編 私の昭和史 II』東京 12 チャンネル社会教養部編、学芸書林 (1974), p. 120.
- [158] [134], pp. 137–140. ここには空襲は 4 月 13 日とされているが、山崎日記 1161 によれば 4 月 14 日である。
- [159] 中根良平「仁科芳雄先生と同位体分離」、所収 [2], pp. 171–172.
- [160] [134], pp. 141–160, 211. 時期的には少し前になるだろうが、1944 年に「触媒を使う」名目でドイツから 1 ton のウランを潜水艦で日本に運ばせた。しかし、潜水艦は途中で攻撃を受け日本には到着しなかった。[144] 参照。
- [161] [134], p. 210, p. 208.
- [162] [134], pp. 183–206.
- [163] 深井佑造「原子力開発史——旧海軍委託『F 研究』における臨界計算法の開発」、日本原子力学会誌 41 (1999) 657–658.
- [164] J.W. Dower, Science, Society, and the Japanese Atomic-Bomb Project During World War Two, *Bull. Concerned Asian Scholars*, April-June 1978, 41–54; D. Shapley, Nuclear Weapons History. Japan's Wartime Bomb Project Revealed, *Science* 199 (1978) 152–157.
- [165] 『原子爆弾——広島・長崎の写真と記録』仁科記念財団編、光風社書店 (1973). 本節の記述は主としてこれによる。
- [166] 仁科芳雄『原子力と私』、仁科芳雄博士遺稿集、学風書院 (1950).
- [167] 仁科芳雄「原子爆弾」、世界、1946 年 3 月号。同誌 1946 年 8 月号に訂正がある。
- [168] 篠原健一「原子爆弾災害調査の思い出」(上) (下)、*Isotope News*, 1986 年 8, 9 月号。

- [169] [77], pp. 49-100 の記述は 2 度めの広島行きおよび長崎の分を含んでいるが、生々しい。
- [170] 迫水久常「終戦の真相」正論、2001 年 9 月号。
- [171] 『原子爆弾災害調査報告集』日本学術会議・原子爆弾災害調査報告書刊行委員会編、日本学術振興会（1953）。
- [172] 朝日新聞、1945 年 9 月 16 日、朝刊。
- [173] R.W. Young and G.D. Kerr, *Reassessment of the Atomic Bomb Radiation Dosimetry for Hiroshima and Nagasaki: Dosimetry System 2002, Report of the Joint US-Japan Working Group*, Radiation Effects Research Foundation, A Cooperative Japan-United States Research Organization (2005); 葉佐井博己・星 正治・柴田誠一・今中哲二『広島・長崎原爆放射線量新評価システム DS02 に関する専門研究会報告書、2004 年 7 月 29-30 日開催』、京都大学原子炉実験所 (2005)。
- [174] 加納竜一・水野 驥『ヒロシマ二十年』、弘文堂 (1965)。
- [175] 「“幻の原爆映画”が帰ってくる、22 年ぶり、今月中に」「問題は扱い、所有権、公開・非公開では両論」、毎日新聞、1967 年 8 月 3 日、朝刊。
 その経緯 (<http://www.n-eigashinsha.jp/rekishi-genbaku.html> による)：1945 年 9 月 14 日 撮影開始、12 月 17 日 GHQ から映画フィルム提出命令、1946 年 改めて米軍監視下に制作開始、1946 年 3 月「原子爆弾の効果 広島・長崎」19 卷完成、GHQ に編集後のフィルム、未使用分のフィルムを提出、日本映画社は 19 卷の素材となる映像約 3 時間分を別途保存、1967 年 アメリカ国務省から文部省に「原子爆弾の効果 広島・長崎」19 卷返還、宮地文部省学術局長は「あまり残酷なシーンがあれば公開しにくい」、文部省が日本語訳をつける、1968 年「広島・長崎における原爆の影響」医学用、一般用の 2 種をつくる、1968 年 4 月 20 日「広島・長崎における原爆の影響」を広島市役所内で上映、同日 NHK 教育テレビ・中国放送・広島テレビが時間をずらして放送。次の文献も参照：中根良平「原爆被爆調査と原爆映画 II —原爆映画は何故全面公開されなかったか」、*Isotope News*, 2000 年 8 月号。なお、<http://www.eibunren.or.jp/SF/shortfilm-3-2.html> の III, 2 「占領軍による原爆映画の没収」も参照。
- [176] [165] および『広島・長崎の原爆災害』広島市・長崎市 原爆災害誌編集委員会編、岩波書店 (1979)。
- [177] 「原爆の放射線量大幅修正の報告、中性子線は 1/10、ガンマ線は 2~3.5 倍増、甘すぎた？ 現行の被爆基準」、毎日新聞、1987 年 7 月 9 日、朝刊。
- [178] 『朝永振一郎著作集 6』、みすず書房 (1982), p. 149.
- [179] [159] および西垣 晋「重窒素¹⁵N 利用の思い出」、*Isotope News*, no. 220 (1972) 1.
- [180] [196] の pp. 40-44.
- [181] H. Yoshikawa and J. Kauffman, *Science has No National Borders*, The MIT Press の "The Destruction of the Cyclotron", pp. 5-9. および "The Response of U.S. Scientists", pp. 9-12. サイクロトロン破壊に対する米科学者の批判・抗議がいかに米国内で膨れ上がり、扱われ、処理されたかは、さまざまの回顧談で語られているが、本書は冷静で、このサイズの本としては詳しい。
 この [181] は後出の [190] の英訳を基にしているというが、新しく書き下ろされたと言ったほうがよいようである。
- [182] 中山 茂「科学者をめぐる事件ノート——ハリー・ケリーとサイクロトロン破壊事件」、科学朝日、1987 年 9 月号；小沼通二・高田容士夫「理研サイクロトロンの破壊 (1945) について」、日本物理学会誌 46 (1991) 496-497；山崎正勝「GHQ 資料から見たサイクロトロンの破壊」、科学史研究 34 (1995) 24-26；仁科浩二郎「サイクロトロン破壊前後の経緯と仁科芳雄の欧米科学者に対する意識」、*Isotope News* no. 545 (1999)。

- [183] 仁科芳雄「ラジオアイソトープが輸入されるまで」, 科学 20 (1950) 163; [166], pp. 121-126; 木村健二郎「人工放射性アイソトープ(同位体)の初入荷に際して」, 科学 20 (1950) pp. 262-263; 木村健二郎「輸入後の1年をかえりみて」, 科学 21 (1951) 233-234; 山崎文男「物理学関係の研究」, *ibid.*, 234-235; 斎藤信房「化学研究への応用」, *ibid.*, 235-237; 三井進午「農学研究への応用」, *ibid.*, 237-238; 吉川春寿「生物学、医学に対するトレーサーとしての応用」, *ibid.*, 238-241; 篠 弘毅「治療への応用ならびに健康管理」, *ibid.*, 241-243.
 山崎文男「あれから20年」, *Isotope News*, No. 189 (1970) 1-2; 木村健二郎「本邦初入荷」, *ibid.*, 2-3; 三井進午「RIの輸入と農学研究」, *ibid.*, 3-4; 藤森速水「RIの医学的利用の回顧」, *ibid.*, 4-5; 「始めてRIが入荷した頃」, *ibid.*, 5, 12.
- [184] 小沼通二・高田容士夫「日本の原子核研究に就いての第二次世界大戦後の占領軍政策」, 科学史研究 31 (1992) 138-146.
- [185] 杉本朝雄「サイクロotronの再建」, 科学 23 (1953) 323-327; 書簡 1418.
- [186] 高林武彦『一物理学者の想い』, 日本評論社 (2000), p. 181.
- [187] 坂田昌一『科学者と社会』(論集2), 岩波書店 (1972), 特に第Ⅰ章.
- [188] 科学 16 (1946) 188-192.
- [189] 広重徹『科学の社会史』(下), 岩波現代文庫 (2002), pp. 119-120.
- [190] 吉川秀夫『科学は国境を越えて』, 三田出版会 (1987), pp. 30-62.
- [191] 松浦一「日本学術会議十年の歩み」, 自然, 1959年1月号: [189] の pp. 121-122.
- [192] 金閃義則「学術体制の刷新」, 自然, 1947年11月号.
- [193] 服部静夫「学術体制改革案の矛盾」, 自然, 1947年4月号巻頭.
- [194] 渡辺慧「科学活動の再建をめぐって」, 自然, 1947年12月号.
- [195] 日本物理学会誌 1 (1946). この巻は1号のみである.
- [196] B.C. Dees『科学技術基礎づくり』, 河出書房新社 (2003), pp. 196-206. 米国(第1次)学術顧問団. 日本における学術体制の刷新を評価するため米国科学アカデミーから6名が顧問団として招待され, 1947年7月19日から8月28日まで滞在した. その報告書の公表は表立っては1948年3月23日までGHQに承認されなかった.
- [197] 「学術体制刷新委員会へのH.C. Kelly博士の挨拶」, 科学 18 (1948) 31-32.
- [198] 科学 18 (1948) nos. 1-3 の各号は刷新委員会の会議の様子を伝えている.
- [199] [198] の no. 3, pp. 139-140.
- [200] [189], pp. 127-137; [190], pp. 82-86; [196] の第8章.
- [201] 「学術体制刷新委員会から内閣総理大臣へ答申した新体制案」, 科学 18 (1948) 181-186.
- [202] [189] の pp. 140-145.
- [203] [196], pp. 208-216. Rabiは日本の科学関係者を2, 3年という限られた期間アメリカに行かせること, いくつかの「基地研究所」を援助することを提案した. 後者は実際にに行なわれなかった.
- [204] 仁科芳雄「Hamburg (1927)以来」, 科学 19 (1949) 295; 矢崎為一「ノーベル賞のラビ博士を日本に迎えて」, 塔, 1949年2月号.
- [205] 『科学技術行政協議会について』科学技術行政協議会事務局 (1949年12月). 第1回の会議から10ヶ月を経たのを機会につくられた報告書である.
- [206] 『日本学術会議25年史』日本学術会議編 (1974), p. 11.
- [207] [206], pp. 15-16.
- [208] [4], p. 197.
- [209] 武見太郎『私の履歴書』, 日本経済新聞社 (1984).
- [210] 朝日新聞, 1948年10月17日, 朝刊.

- [211] 「日本再建と科学」, 自然, 1946年5月号(創刊号); [166], pp. 136-154.
- [212] 「組織の力」, 所収 [166], pp. 175-177.
- [213] 「原子力の管理」, 改造, 1946年4月号; [166], pp. 45-61.
- [214] 「原子力問題」, 世界, 1947年1月号; [166], pp. 62-91.
- [215] 「残酷な戦争防止のために——平和に対する世論の喚起」, 読書新聞, 1948年6月2日.
- [216] 「原子力と平和」, 読売新聞, 1948年8月1日; [166], pp. 100-105.
- [217] 「原子爆弾で戦争の勝敗は決まるか」, 民論, 1948年10月号.
- [218] 「科学と平和」, 心, 1949年1月号.
- [219] 「原子力問題の新段階」, 心, 1950年1月号, [166], pp. 117-129.
- [220] 「国際平和の基礎」, 教育手帖, 1950年1月号, [166], pp. 162-170.
- [221] N. Bohr「国連への公開状」(1950年6月9日), 玉木英彦ほか訳・解説, Publication No. 29, 仁科記念財団; [14], pp. 415-433; 自然, 1951年1月号.
なお, アメリカにおける原子力の国内および国際管理について軍部に対抗した闘いの報告がある: A.K. Smyth『危険と希望——アメリカの科学者運動: 1945-1947』, 広重徹訳, みすず書房 (1968).
- [222] 玉木英彦「科学研究所と仁科芳雄先生」, 所収 [2], pp. 244-261.
- [223] 伏見康治・菅沼純一「戦後の理研復興と液体酸素プロジェクト」, 理研ニュース, 2000年9月号.
- [224] [4], pp. 197-198.
- [225] 岡野真治「わたしの仁科研究室」, 所収 [2], pp. 180-183.