

資 料

映 画 “ニ ー ル ス ・ ボ ー ア”

映画 “ニールス・ボーア”

(第一部)

今世紀の始めまでは、原子 (atom) は、地球上あるいは宇宙におけるすべての物質の最小単位とみなされており、ギリシヤ語におけるその言葉の意味のとおり “分割し得ない” ものであった。しかしながら、光量子、電子、さらに放射能の発見は、原子は不可分割ではなくて、むしろ、それまで未知であった内部の世界を表わしているものであり、自然の最深部についての知見とより密接な接触を人類にもたらすはずのものであることが明らかになった。

デンマークの科学者ニールス・ボーアは、原子の科学のもっとも偉大な開拓者の一人であり、コペンハーゲンにおける彼の研究所は、多年にわたって原子の謎の研究の中心であった。

以下はニールス・ボーアの生涯の物語である。

フント：

”われわれは新しい物理学が成長しつつあった期間を通じて、20才から30才までの熱狂的な若者たちの集団でした。我々は科学がどのようにしてでき上がるものかを、ニールス・ボーアとともに経験しました。”

ホイーラー：

”もし私がニールス・ボーアを描くただ一つの言葉をとり出さねばならぬとしたら、私は彼を大胆な保守主義者と形容するでしょう。よりよく試された原理をしっかりと保持する、とともに、その適用をほんとうに、その限界まで押し進めることについて大胆であるという意味で保守主義。”

ワイスコップ：

”しかしながら私はニールス・ボーアは真実全世界で第一級の科学者に位置するものと確信しています。私は彼をニュートン、ガリレイ、ダーウィン、マックスウェル、アインシュタインと並べることに、いささかもちゅうちょしないでしよう。”

ワイツェッカー：

”顔はともかく二つの部分に分かれています。上半部には秀でた額があり、そこには底知れぬ思考の強じんさが見られます。また彼の眼はわれわれの誰も見ることができないようなある場所に注がれています。下半部は何と云ったらよいか、たいへん親切なデンマークの裕福な人々の顔でした。”

ニールス・ヘンリック・ダビッド・ボーアは、1885年10月7日、コペンハーゲンに生まれた。母エレンは銀行家、政治家のダビッド・アドラーの娘、父クリスティアンは実験生理学者であり、王立科学アカデミーの会員であった。父が教授職に任命されたとき、一家は医学アカデミーの住宅に移転した。父は興味の対象の広い人だったので、ニールス・ボーアの家庭は、たちまちコペンハーゲンの指導的人物をひきつける文化センターとなった。

学校では、ニールスはフットボールと科学とに等分に時間を振り向けた。彼の科学に対する理解は、しばしば教科書に用意された知識の枠をこえた。ニールスと2才下の弟ハラルドは家庭における哲学的、科学的議論の熱心な聞き手であった。ニールスは哲学に興味をもち、哲学的論文を書くことに魅力を感じた。彼はデンマークの詩人、ポール・マーチン・ムラーの作風に魅せられた。彼がこのんだ文章の一つに次のようなものがある：

”さまざまの場合、人は二個の人間に分離する。
 彼らはいつもおたがいに裏切りあう。
 そして、それを見ているうちに、
 この二人とまったく同一である第三の者が
 混乱し、呆然自失する。”

1903年、ニールスはコペンハーゲン大学に入り、主要分野として物理学をえらんだ。彼は液体噴流の振動をテーマとする論文のコンクールに参加し、王立協会の金メダルを得た。1907年には、彼は最新の発展である相対性理論、X線、および放射能の発見の話に熱中することになった。最近に発見されたばかりの電子は、彼にとって、とりわけ興味のあるものだった。そこで彼は、金属中の電子の理論の批判的検討を博士論文のテーマにえらんだ。

静かに仕事ができるよう、彼はコペンハーゲン郊外に引っ越した。そこで一人の友人が、薬化学者の娘マーガレーテ・ネルントに彼を紹介し、博士論文完成の前に二人は婚約した。

彼の学位論文発表会はちょっとしたセンセーションをひきおこした。聴衆席も通路も満員であった。公式試験官は、デンマーク中の誰一人として、彼の仕事を判定する資格がないと率直に告白した。

奨学金のおかげでボーアはケンブリッジにおいて、電子の発見者であるJ.J.トムソンの下に一年間研究することができた。ボーアは博士論文の英訳をもって行こうと決心した。それはトムソンの理論についての批判的コメントを含んでいた。彼は有名なトムソンに彼の仕事をみとめてもらおうという強い希望をもっていた。

エリック リューディングー：

” ボーアは不幸にしてトムソンと会話らしい会話は全くできませんでした。トムソンは実際ボーアの論文を読む所まで下りてはこなかった、これはボーアにとって大きな失望でした。”

” 私はボーアが微笑しながら次のように言ったのを覚えています： 自分の英語は当時あまり良くなかったので、自分自身を表現できず、唯一つトムソンに言えたのは、「これは正しくありません」ということだけだった。”

トムソンはボーアに研究所のおさだまりの仕事を与えた。ボーアはだんだん不安になってきた。彼は時間を浪費していると感じた。彼がもっとも不幸であったときに、転機が訪れた。彼は有名な物理学者アーネスト・ラザフォードに会ったのである。

彼等が会う一年前、ラザフォードは画期的な発見をなしとげていた。つまり、原子の全質量は事実上、小さな正電荷をもつ核に集中していること、そして電子がそのまわりを、惑星が太陽のまわりを運行するごとく運動しているということを見出したのである。ラザフォードはボーアに、マンチェスターの自分の研究室で仕事をするよう勧めた。ラザフォードの原子模型は多くの人から批判をうけていたが、ボーアはこの模型が正しいことを確信していた。しかしながら、ボーアは古典物理学の法則は適当でないことを、明らかに見抜いたのである。原子の世界は宇宙と比較することはできなかった。

友人たちの驚きをよそに、ボーアは美しいケンブリッジを去り、工業都市マンチェスターに行くことに決めた。マンチェスターで、ボーアは原子物理学における何人かの偉大な人物に出会った：ヘンリー・モーズリー、ハンス・ガイガー、親密な友人となったハンガリア人 ジョージ・ヘヴェシーといった人たちである。

リューディングー：

” ボーアはなんらかの新しい革命的なアイデアを導入しなければならぬと考えました。そして、この状況において、彼はプランクとアインシュタインのアイデアのいくつかに基づいて、それを組み立てることができ、これをラザフォードの原子模型と結びつけました。”

1911年の始め、ラザフォードの研究室ですごすことのできた最後の4ヶ月の間に、ニールス・ボーアは夜を日について仕事をし、原子が何故安定であるのか、電子が原子核のまわりをどのように運動するのかを発見した。仮に彼の理論が正しいとすると、それは古典物理学とは決定的な断絶を必要とするであろう。ボーアは弟に次のように書き送っている：「私はたった今、原子の構造について、ほんの少し、真実の小片になりそうな事を見つけたように思います。」

ワイスコップ：

”これは、いわゆるボーアの原子模型が提唱された時期でした。この模型は、以前は、まったく理解できなかった原子の性質を説明する試験的なものでした。この試験的やりかたでさえも、おどろくべき成功をもたらしました。これは水素原子やほかの原子のスペクトルを完全に定量的に説明することができました。ボーアはいわゆる周期律表を説明することができました、つまり各種元素の性質を、非常に論理的というわけではないが、一種の直感的方法で説明することができました。”

リューディンガー：

”ボーアの第一仮説では、原子のある種の状態 — 定常状態 — を仮定しました。その時分までには説明できなかった理由で、電子は、この定常状態では電磁波を放出しません。一方原子は光のごとき放射線を確かに放出することが分かっています。そこでボーアの第二仮説は、従来信じられていたものとはまったく異なるメカニズムで光の放出がおこるとしています。軌道運動をしている電子によって光が放出されるのではなく、一つの定常状態から他の定常状態への遷移によって光が放出されるのです。それで、光の振動数 — 光の色 — は、電子の公転運動の周期によってではなく、これら定常状態間のエネルギーの差をプランクの定数で割ったものできまります。”

ボーアはこの遷移を量子飛躍と呼んだ。

ボーアはコペンハーゲンに戻って、この理論の詳細な詰めをおこなった。彼はマーガレーテと結婚し、大学の講師に任命された。ところでラザフォードは、ボーアに帰ってきて欲しいと望んだ。ボーアは世界大戦中であったにもかかわらず、マーガレーテとともにイギリスへ向かった。ラザフォードはボーアにずっと滞在するよう説得を試みたが、ボーアはデンマークに帰ることを希望した。

ボーアは雄大な計画をもっていた。彼自身の原子物理学研究所をもちたかったのである。友人たちの援助と各種財団の補助金によって、建物は1921年完成した。

彼の最初の協力者は外国から来た。友人ジョージ・ヘヴェシーはハンガリーから、スヴァイン・ロスランドはノルウェーから、オスカー・クラインはスウェーデンから、ジェームス・フランクはドイツから、またハンス・クラマースはオランダからやって来た。ジョージ・ヘヴェシーとディーク・コスターは、存在が想像されていたが発見されていなかった72番元素を同定し、コペンハーゲンのラテン名であるハフニアに因んでハフニウムと命名した。

1922年ボーアはノーベル賞を受賞した。この時期までに彼は原子の構造と原子核のまわりの電子の運動を記述してきた。しかしながら、量子飛躍の間にいったい何がおこるのかは、いまだに分からなかったのである。

原子物理学のもう一つの中心であるゲッチンゲンで、ボーア・フェスティバルとよばれる会合が催された。ボーアはそこで自分の新しい学説をめぐって7日間話をさせられた。

フント：

” 私が最初にニールス・ボーアに会ったのは1922年でした。ボーアは2週間の連続講義に招かれたのです。多くの物理学者が外国から参加しました。ゾンマーフェルトは、若いブロンドのハイゼンベルクをともなってミュンヘンからやってきました。ハイゼンベルクはまるで中学生のようにみえました。彼は討論に参加し、非常に明確な質問をしました。彼はボーアの言った事すべてには賛成できなかったのもので、そのことを発言しました。そこでボーアは彼をゲッチンゲン近くの丘の散歩に連れて行きました。ハイゼンベルクはそこで、ボーアが物理学に対してもっている自由な、より哲学的なアプローチを学んだのです。”

ワイスコップ：

” 量子力学が発展した1924年から、ほぼ1930年までの期間は、今では「物理学の黄金の年」と呼ばれています。実際、科学におけるまったくまれな革命の一つであり、この時期に物の考え方が完全に転換してしまったと私は思っています。”

まさきにやらねばならない問題は量子飛躍の謎を解くことだった。物理学者ウォルフガング・パウリはオーストリアから来た。まったく若かったウエルナー・ハイゼンベルクはドイツから来た。従来の理論は原子を説明することはできなかった。まったく新しい宇宙がいま、まさに征服されようとしていた。

ワイスコップ：

”この時期ボーアは原子をいかに取り扱うべきか、いかに理解すべきかの最初のアイデアをあたえただけではなく、それ以後も彼は常に量子力学発展の指導者でした。量子力学はいまや原子を見る基本的な方法であり、これは19世紀あるいはそれ以前の旧物理学とはまったく異なる革命的な方法であります。”

若い物理学者が、いまだにつきとめられていない問題の深部を、よく考えようとすると、決まって目まいを感じるとこぼした時、ボーアは次のように答えた：

「量子の問題を考えると目まいしないですむという事は、本当はまるでわかっていない証拠です」。

数学の天才 ハイゼンベルクは視覚的概念を放棄した。しかし、ボーアはオーストリアの物理学者アービン・シュレーディンガーの発表した論文を読んだ。シュレーディンガーは、電子は波動と見なされねばならぬと信じていた。ボーアはシュレーディンガーをコペンハーゲンに招待した。波動であると同時に粒子でもあるということ——これはハイゼンベルクとボーアの間には断絶をもたらさんばかりの重大さをもつパラドクスであった。

フント：

”量子力学の問題に対するボーアとハイゼンベルクの態度の間には若干の違いがありました。ボーアは波動像の中により多くの真実性を見たのでした。”

ボーアはこれについて考えるべく、ノルウェーヘスキューに出かけた。帰る時までには、彼は一つの説明を見出していた。解答は相補性原理のなかにあった。原子の世界における法則は、ある一つだけの像を用いて説明できるものではなかったのである。

ワイスコップ：

”彼は相補性の話しをするのが好きでした。私のいいたいのは、毎晩、あるいは科学上の討論の最中においてすら、お気に入りの相補性に戻ってしまうのだということです。その上、彼は相補性を物理以外の問題、人間生活あるいは人間の問題にまであてはめるのでした。”

ワイツェッカー：

”私の考えでは、彼の基本線は、我々が`いわば言語の中をフラフラしているようなものだということです。我々は言語に依存しています。しかも言語は限界をもった表現の方法でありますから、多くの場合、ある事柄を、びたり一意的に言い表すことは不可能です。人は二つの異なった言葉、つまり相互に矛盾するけれども、完全な叙述をなすためには、どちらも必要とされる二つの異なった概念を使用しなければならないのです。”

ワイスコップ：

”彼がいつも言っていたように、真実と明瞭さの間には相補性があるのです。ドイツ語の場合は、これは Wahrheit と Klarheit と韻をふむものになっています。これはまことに典型的な相補性であります。彼は言います：「もし貴方が何事かを言おうとする――もし実際に真実を言おうとするならば、貴方は明瞭さを保つことはできない。何故ならば真実は非常にこみいったものだから。」”

電子の流れが二つの孔のあるスクリーンにむけて発射されると、最初はあたかも電子がでたらめに打ちあたるかのように見える。しかし次第に干渉の模様が出現する。電子が粒子であるか、それとも波動であるかを言うことは不可能である。我々は確率で満足せねばならない。

原子の法則 ―量子力学― に関する決定的な討論が、ブラッセルにおけるソルベール会議でおこなわれた。アインシュタインはボーアの説明に満足しなかった。彼は宇宙を支配する法則と原子の法則とが、偶然の左右するものであり得るとは信じなかった。「神様がサイコロを振ることはあるまい」と、彼は冗談めかして言った。そこでボーアは「我々には世界をどう動かすかを神様に命令することはできません」と答えた。

ワイツェッカー：

”アインシュタインは言いました：「私は空間と時間における真実の正確な図がほしいのです。ところが、量子力学はこのような図を描いてはくれない」。そこでボーアは言いました：「問題は、私がそのような図を持っているかどうかではなく、私は何を知ることができるかです。量子論は私が何を知ることができるかを示します。私はそのような図を知ることにはできないので、それを導入しないのです」。”

二人の物理学者は基本的な哲学的立場において一致せず、了解には達しなかった。この時期までにボーアの原子理論はほとんどの科学者社会に受け入れられつつあったが、ボーアにとっては、アインシュタインがこの理論を論破することができるかどうかは依然として重要であった。毎日、アインシュタインは新しい反証

を作り出した。そして、ボーアは、翌朝にはアインシュタインの批判を論破することができるよう、毎夜ホテルで仕事をしなければならなかった。

アインシュタインは不満足のままであったけれども、それ以上の反論を作り出すことができなくなった。そして、ボーアの量子力学は将来のすべての原子物理学の基礎となった。コペンハーゲンは原子研究の中心となり、ハイゼンベルク言うところの「コペンハーゲン精神」を経験するために、全世界から科学者がボーアの研究所を訪れた。

ワイスコップ：

”私は、ここ、この場所に来て、これらの国際的群衆全員に会いました。私は科学がほんとうに国際的事業であるという考え方を始めて知りました。ここには、あらゆる国、ロシア、アメリカ、ドイツ、イギリス、そしてイタリア、から来た若者がいました。これらの人々が皆ボーアをとりかこんでいたのです。そしてボーアは彼等を興味深いやり方で指導しました。もちろんボーアは彼等の中で第一の人物でしたが、彼は他の人々と同じように生活し、話をしました。ここでは、ボーアは若者の熱狂的な集団にとりかこまれていました。この陽気な集団は強い興味と喜びをもっていました。私はこのような活発な雰囲気、つまりすべての因習的きずなどとは無縁で、喜びと洞察の精神をもって、自然の秘密の最深部に浸透する、このような熱狂的雰囲気をこれまで見たことがありません。私は、彼等がいつも冗談、実際の冗談、を言っていたことを覚えています。我々はいつも楽しかった。最初のうち私はこれに少しばかり抵抗を感じました。私にはこれがまったく理解できなかったので、ボーアに話しました。ボーアはいつも新人に対しては、最初差し向かいで話をしたものです。私は次のように話しました：「ここはすばらしい所です。しかし皆さんはなぜ、結局の所は非常に重大な事柄について、あれほどいつも冗談を言っているのでしょうか」。すると、この時ボーアは次のような驚くべき見解を述べました。彼はこのように言ったのです：「それらの事柄はあまりにも重大なので、それについては冗談以外は言うことができないほど重大なことなのです」。

ロシア・アメリカの物理学者ジョージ・ガモフは研究所の冗談製造人だった。彼はボーアの漫画を作ったが、そのなかではボーアはミッキー・マウスとして描かれていた。

ホイーラー：

”研究所の仕事は冒険でした。毎日が何か新しいことの浮かび上がって来る可能性そのものでした。討論において誰も反応を示さないと、ボーアは自ら反応を演出したものでした。ボーアはテニスのワンマン・ゲームそっくりのことを演じました。

「事柄は、このようなものだと考えられるかもしれない。しかし、もしそう
 だったら、結果は、これこれになる。しかし、そうすると、このような結果
 を生ずる。ところで、これは真実だと分かっている事とはまったくちがう。
 したがって、何かが悪いのだ。だから、我々は引き返さなくてはならない」。
 今言ったような具合に、テニス・ボールをコートのごちらの側から反対側へ打ちこんでお
 いては、すぐさま急いで反対側へ行って打ち返すのです。”

ほとんど毎年の秋、前もって同意を得ているという先触れらしきものもなく、
 国際会議がひらかれた。その際ポーアはいつも問題を出席者の予期せぬ方向に、
 もって行こうと試みた。

フント：

” そのころ我々は言っていたものです。ポーアは一つの言語、ポーア語、をもっ
 ていると。この言語は 3種類の方言をもっています。つまり、デンマーク方言、イギリス
 方言、ドイツ方言です。デンマーク方言は理解が容易ではありませんでした。”

ワイツェッカー：

” ポーアについてたいへん困ることは、彼は話す事の必要性を感じてはいました
 が、同時に言語というものを信頼していなかったということでした。我々はいつも言っ
 ていました：「ポーアは講師として話を始めるときに、音響学、文法、さらに論理学のすべ
 ての法則を忘れてしまう」。彼は我々が何度も聞いたことを話すのですが、自分が今言っ
 ているのと同じ明瞭さで話すのは始めてだと考えます。そして、話が非常に重要なことに
 及ぶと、自分の手を口の前にもってゆくの、まるで誰もが理解できないようにするた
 めにやっているかの如く。彼はその目的でやっているつもりはないようでしたが、我々に
 は、それが目的であるかのように感じられました。”

ポーアは彼の生活を科学ならびに協力者にささげ続けた。友人たちは討論を
 続けるために、また一緒に楽しむために、ポーアの家庭で、またティスビレにある
 夏の別荘でポーアに会った。

ワイスコップ：

”それは典型的なボーアです。彼は力と活動力と情熱の巨人でした。そしてこれは伝染性のものでした。彼と接することになった誰もが彼の活動力の幾分かを授かりました。”

ボーアは共同研究にふさわしい人々を選ぶとなると、天賦の特殊な直感力をもって、彼等自身の成長に合わせて仕事を始めさせた。研究所と関連をもつことになった人々の多くは、後に科学に対する大きな貢献をし、物理学のみならず、生物学また化学におけるノーベル賞を受けたのである。

ワイスコップ：

ボーアにはたいへん興味ある仕事のやり方がありました。彼はいつもある人、我々は仲間うちで「犠牲」と言っていました。これを選びました。その「犠牲」は一日中ボーアとともに座っていなければなりません。9時には遅刻せずに行っていて、彼とまさに生活を共にすることになります。時にはボーアの住むカールスベリまで行き、そこで座っていなければなりません。ボーアはテーブルのまわりを歩きまわり、彼のアイデアを議論します。そしてそれを書き下ろすのを手伝わせるのでした。彼の思考は、内容に形をつけようと試みる時になされたのです。そこで私は興味深いエピソードを一つ覚えています。私はボーアと仕事をしていました。夕方6時になり、私は帰宅せねばなりませんでしたが、ボーアはまだ私と議論したい問題をもっていました。それで、彼は私と一緒にもっとも近い市電の駅にでかけました。それは「カールスベリ6番」でしたが、

— そこで私は覚えています — 我々はその間ずっと話しつづけていました。市電が来て止まり、私はステップに乗りましたが、ボーアはまだ話しつづけていました。所で、ご存知のとおり。市民はボーアをたいへんよく知っています。彼は有名な人物、かつコペンハーゲンでは非常に尊敬を受けている人物ですので、電車はまさしく待ったのです。誰も一言も言いませんでした。電車はボーアと私が議論を終えるまで待ちました。そこで私は車内に入り、ボーアは帰宅しました。そして人々は私をめずらしい人間であるかのように眺めました。”

研究所における次の追求は、核の構造を明らかにすることであった。ボーアは液体噴流の振動に関する仕事をしていた時に得た経験を利用した。彼は核が液滴に似た特性をもっているかも知れぬことを示唆した。必要だったものは、核のより詳細な研究を可能にする巨大、複雑な装置だった。陽子加速のための100万ボルトの高電圧発生器とサイクロトロンが研究所内に建設された。これらの装置によって、一つの元素を他の元素に転換することが可能だったのである。錬金術師の古代の夢が真実となったのではあるが、物理学者の興味は核反応にあった。

ワイスコッフ°:

”我々は原子の量子力学で学んだものを、核の量子力学に適用することができました。それは、はるかに小さい寸法、かつはるかに高いエネルギーにおける一種の繰り返しの作業でした。そしてこの発展が核分裂の発見を導いたのです。”

ヨーロッパには不安の徴候があった。ナチスがドイツを掌握した。ナチスの人種法(ユダヤ人弾圧の法律)がすべての人々を激怒させつつあった。またこれは、ボーアの国際的協力と開かれた心という考え方はまったく逆の方向のものであった。彼の母方からいえば、彼自身ユダヤの家系に属していた。それで彼はユダヤ系科学者がドイツから出国するのを助けた。ヘヴェシーは研究所にもどった。さらにボーアはハンブルクの非常に若い科学者オットー・ロベルト・フリッシュを呼び寄せた。ドイツがオーストリアを併合したときに、ベルリンでオットー・ハーン、F.ストラスマンと一緒に仕事をしていたオーストリアの原子物理学者リーゼ・マイトナーはスウェーデンに逃れた。彼女の甥オットー・フリッシュはスウェーデンの彼女を訪れた。その後、ハーンとストラスマンが成功しなかった実験と一緒に続け、ともかくもウランの核分裂を実現、かつ証明した。核が液滴の形をとる可能性があることはボーアのアイディアであり、これが彼等に説明を与えた。ボーアはプリンストン大学に向けてまさに出発しようとしている時に、この良いニュースを聞いた。

エリク ボーア:

”この旅は若者には魅力のあるものでした。兄弟たちのおの一人が、両親と旅行する機会をもつというのが、私の両親の意志でした。それで兄弟たちはそれぞれそれを実現させました。1939年に、その春に私の番が来ました。私は1938年にちょうど大学生になったばかりでした。もちろん私は自分でこの旅行の準備をしました。そして両親にとっては便利な付添人でした。なぜなら私はタイピングの課程をとっていたし、下宿生活でスーツケースに物を詰め合わせる方法も教育されていたので、衣類をあまりしわをつけずにしまえました。私はこの旅行では、スーツケースの詰め合わせもせねばならず、秘書、助手、友人、かつ息子でした。我々の出発直前、フリッシュが来て、マイトナーの核分裂のアイディアを父に知らせました。父はすぐに話が分かって、いままで我々は何とも愚かなことだったと言い、このニュースを携えて出発しました。”

ホイラー:

”ボーアは量子論の講義をするためにプリンストンに来るつもりでした。誰もがそれを待ち望んでいました。なぜなら、それによって我々は量子の問題について、ボーアとアインシュタインの間に何等かの合意ができるだろうと希望していたからです。ボーアがコペンハーゲンを出発しプリンストンに向かう直前に、核分裂発見のニュースを知らさ

れただろうとは誰も知りませんでした。”

エリク ボーア：

”これらの日々は父にとってたいへん苦勞の多いものでした。なぜなら、今や核分裂について仕事を始めなければならなかったからです。それとともに父はまた正当な権利のある人々の功績が保証されるための努力を始めました。それは、マイトナーとフリッシュが、この件に関する彼等のアイディアに対して当然もつべき権利を得られなくなりはないか心配になったからです。”

オットー・フリッシュは核分裂についての最初の試みをコペンハーゲンで行い、ボーアに知らせた。

ホイラー：

”我々の仕事は、核が二つに割れるということが如何にしておこり得るか、またその確率がエネルギーにどう依存するかということに関連していました。ボーアがつぎつぎともちだす考えはすばらしいものでした。彼は最初に、一つの見方で考え、つづいてもう一つの見方で考えました。こうして、我々はほとんど毎日若干の時間を共に過ごしました。しばしば彼は結論を目立つ言葉で述べて書きとらせようとしていました。黒板に向かって、彼はチョークが指の間でつぶれて破片が床におちる程の力をこめて書こうとしました。原子核の分割を表現するのに「fission」より良いと思われる言葉を、あらゆる辞書で調べ上げるべく、夜遅く Fine Hall 内の階段を、最上階にある図書室まで一緒にかけのぼったことを、私は思い出すことができます。結局は「fission」ということばのままにしておくことにきめたのですが。”

ホイラー：

”1939年 3月16日、ボーアは雪の朝、朝食のあと、ローゼンフェルトには一言も言わず、プリンストン大学のキャンパスを歩いていました。彼は朝食のときローゼンフェルトには「解けた、解けた」と告げてありましたが、Fine Hall に着いて黒板に核分裂の説明を図で書くまでは一言も言いませんでした。さてまた、形式的にはアインシュタインに属する部屋で、核の連鎖反応を作る方法についてのアイディアをもっていたユージン・ウィグナー、レオ・シラード、それにテラー、私自身、ボーアの非公式会議が行われました。その時にボーアが、賛意を表しつつ、次のように言ったのを覚えています：「イエス、もしウラン 235をウラン 238から分離することができるとすれば、原理的には爆弾を作ることは可能でしょう。しかし、そうするには、一国の総力を必要とすることになりましょう」。もちろん、爆弾のアイディアは多分に漠然としたものでした。爆弾のアイディアはまえからもあったものです。H.G.Wells は、第二次世界大戦の

はるか以前に、ある種の爆弾が戦争において決め手になったという小説を書いています。その上奇妙なことには、信じられぬ程の先見の明ですが、その爆弾の材料はウランだったので。”

ボーアがデンマークに帰る前に第二次世界大戦が勃発した。ボーアはアメリカでの仕事の申し出を受けたが帰国を希望した。

(第二部)

ボーアは帰国したが、そのとき研究所は無人であった。外国人研究者は戦争が始まったためにほとんど去っていた。戦争で毒ガスが使われるおそれがあり、ボーアは彼の研究所を利用して被害者の手当のための設備をつくらせた。

1940年4月9日、デンマークはドイツ軍に占領された。ボーアはデンマーク政府に要求してドイツのユダヤ人圧迫の法律を拒否させた。彼の親しい友人ハイゼンベルクはドイツを離れなかった。カール・フリードリヒ、ワイツェッカーとともに、彼はドイツの原子爆弾研究にたずさわっていた。1941年に、ワイツェッカーとハイゼンベルクはコペンハーゲンに来て、講演をした。そしてハイゼンベルクはボーアを訪問した。

ワイツェッカー：

“われわれはドイツで原子力の研究をしていました。われわれは1941年当時は、爆弾製造の可能性はごくすくないとみていました。しかし、計画はしており、戦争の終り頃には可能になりそうなことを知っていました。そこで、戦時中に両方の側の物理学者たちのあいだで爆弾をつくらぬことに同意するある種の協定をつくるのが重要と感じられました。しかしわれわれは、たとえばアメリカの物理学者と接触することは全く不可能でした。このようなことについてある種の協定に達しうるのは、世界中でニールス・ボーアただ1人であるというので、われわれはコペンハーゲンに行くことにしました。”

ゴウイング：

“そうです、ボーアはハイゼンベルクと会ったことについて話しました。夜おそく、タクシーを待つあいだ、House of Honorのホールで、帰宅する車が来るまで。ホールのまんなかで、ボーアはひどく興奮してぐるぐるあるきまわりながら、ハイゼンベルクとの話しあいを思い出して話しました。”

ワイツェッカー：

“ハイゼンベルクは会談から帰ってきて言いました。『完全な失敗だったと思う。』どうして？とわたしがきくと『たいへん用心ぶかく原子力の問題について話を始めたのだが、わたしが何の話をしているかがついにわかったとき、原子爆弾をつくる可能性の話だとわかったとき、ボーアはたいへんビックリしてしまって、話しをきくことができなくなってしまい、本当にわたしが言いたかったことは、一つも言えずじまいだった。』と言いました。”

ゴウイング：

“たいへんビックリ、そのときだけでなく、ボーアはその後もずっとビックリしています。ハイゼンベルクの言ったことの自己矛盾に、そしてまた戦後によくあるウソ八百の言

われかたに。たとえばロバート・ユンクの有名な本「千の太陽よりも明るく」に書いてある、この訪問のことをハイゼンベルクを平和主義者として、かれが実際に、「もしすべての科学者が原子爆弾をつくらないと協定したら」と言ったとか、ハイゼンベルクはたいへん道徳的な両親に育てられたので戦争のために働くはずはないとか、の話は本当とは思えません。”

ワイツェッカー：

“ボーアは決して理解しなかった、その会談でハイゼンベルクが本当は何をしようと思っていたのかを一生わからずじまいだったとわたしは思います。ボーアはたぶんこう思ったのでしょう。ハイゼンベルクはボーアに対してうそをつくまいとした、われわれが原子爆弾をつくらうとしていることを告げようとしたのだと思ったのでしょう。しかしこれはハイゼンベルクが実際に言いたかったことと正反対でした。”

カギのなかにかくしたメッセージでボーアはイギリスに行って原子爆弾計画で仕事をするようにと招待された。

パイエルス：

“ニールス・ボーアはジョン・ウィーラーと一緒に核分裂の物理のきわめて良い記述を与え、それによると、天然ウランでは爆弾はつくれないことがわかって、だれも一安心していました。しかし、わたくしと一緒にバーミンガム大学に来ていて核分裂の実験をしていたフリッシュが、ある日わたくしに、もしだれかがアイソトープ分離をしたウランの大量を供給するならば、何がおこるかを話しました。かれは研究の結果、いままで漠然と数トン程度であろうと思われていたのよりもずっと小さい臨界質量をもつだろう、実際にそれを数キログラムであり、また爆発はきわめて強力なものとなろうと結論したのです。これが兵器問題へのわれわれの関心のはじまりでした。もちろんわれわれはドイツがさきにつくるかも知れないことをたいへんおそれました。それでイギリス政府に計画推進をうながしたのです。”

しかしボーアは招待をことわった。かれは原子爆弾の生産は技術的に実行できるとは考えなかった。かれは、この重大な時期にデンマークにとどまることを義務と感じていた。

1943年、ドイツの占領に対する反抗が始まった。ドイツ軍は戒厳令を布告し、ユダヤ人圧迫の法律をデンマークにも適用するにいたった。数日のあいだにデンマーク在住のユダヤ人はスウェーデンにのがれた。ボーア一家も逃げねばならなかった。スウェーデンからボーアと息子のオーゲとはイギリスに飛行機でのがれた。ボーアの逃亡後、

ドイツ軍は研究所を占領した。おそらく自国の原子爆弾製造に利用し得るような情報を発見しようと思ったのであろう。戦争で破壊されたロンドンで、ボーアは原子爆弾の仕事が強力に遂行されつつあるアメリカへ行くよう頼まれた。

ゴウイング:

“イギリスとアメリカのあいだには一時ある程度の協力関係がありましたが、アメリカ人は自分だけで万事やれると考え、イギリス人の参加を好まず、イギリス人を閉め出そうとしました。イギリス人は原子力プロジェクトがいかに重要かを知っており、ドイツ空軍の爆撃下にあるイギリスで、動員力不足になやみつつ自国内で遂行することはできず、アメリカのプロジェクトに入れてもらわねばならないことを知っていたので、かれらはたいへん危機感をもちました。1943年8月ケベック会談でチャーチルが強引にルーズベルトに要求した結果、やっとイギリス人はアメリカのプロジェクトに参加を許されたのでした。それで、ボーアが1943年にイギリスに来たとき、それはいわばイギリス人にとって重要な切り札でした。アインシュタインとならぶ世界的大学者ニールス・ボーアがアメリカにおけるイギリス人チームの一員となるわけだからです。これは、アメリカ人との交渉の際に大きな力となるものでした。”

ロスアラモスで、ボーアはかれの古くからの共同研究者や友人が大ぜい原子爆弾の研究にたずさわっているのにおどろいた。

ワイスコップ:

“ロスアラモスにおける大きなイベントの一つはニールス・ボーアを迎えた日でした。ニールス・ボーアは息子のオーゲを伴って到着しました。かれらは偽名をつかっていました。ニールス・ボーアはニコラス・ベーカー、息子はジム・ベーカーを名のっていました。そしてわれわれはみな、かれのことをアンクル・ニックとよびました。”

パイエルス:

“当局者、ことに原子力プロジェクトの責任者グローブス将軍にはいろいろ心配がありました。もしニールス・ボーアがロスアラモスに来ていることが知れわたると、人々はそこで何がおこなわれているかを推察するかもしれないからです。”

ボーアは、原子爆弾が事実となる日を思いうかべた。しかしボーアが気をもんだのは、そのような爆弾が戦後にのこす遠く及ぶ影響についてであった。

ワイスコップ:

“軍事的な準備のこの重苦しい雰囲気なかで、ボーアの存在はある種の救いでした。”

かれは、これはおそろしい事ではあるけれども、大きな希望にもなり得ること、そのような武器の開発の結果、将来は戦争ができなくなる可能性もあるということを、われわれに説明しました。”

パイエルス：

“かれは一般的相談役としてこまかい仕事はしませんでした。計画の進行に興味をもち、人々も自分らがいま何をしているかをかれに説明することを好みました。そしてかれは、いくつかの場合、まったく実際的な有益な示唆をしたと、わたしは思っています。”

一生のあいだボーアはいつも公開性と国際的科学協力で熱心だった。かれは、原子力の解放は影響甚大な見通しをもつものであるから原子力の使用の制御は全世界の共通の課題であるべきだと考えた。

ワイスコップ：

“もちろん、かれは政治的問題に関する発言を慎重にする必要がありました。一つには外国人だからであり、もう一つは、問題がデリケートできわどい性質だからです。そこでわれわれは、ボーアをいれなくて、いくつかの小グループで、話しあいをしました。それは当局に白い眼で見られました。われわれはひたすら仕事をして、政治とか将来計画とかに触れるべきではないというのが当局の考えでした。しかし、われわれには、あきらかにその種の議論をする必要もあったし、また実際それをやりました。そして、そういう問題について考えるための機会と、資料をわれわれに提供したのは、いつもきまってボーアでした。”

ボーアは自分の関心事をホワイトハウスでルーズベルトに話した。ボーアは、戦争がすんだあとで原子兵器競争がおこるのをふせぐために、いまのうちにロシアをプロジェクトの仲間に入れるべきであると考えていた。

ゴウイング：

“ロシアのプロジェクトは1942年に、ある若い、ごく若いロシアの物理学者のイニシヤチブの結果、始まりました。かれは自発核分裂の大発見をし、それに対してスターリン賞を得ようと思いました。しかしスターリン賞の候補になるためには、その発見が西欧諸国でもよく評価されていることを証明する必要があります。そこでかれは図書館に行ってアメリカやイギリスの物理の雑誌にすっかり目を通したところ、核物理に関する論文が一つもないことを発見しました。このことからかれは原子力プロジェクトが進行中であるにちがいないと確信しました。そしてかれはスターリンに、ほかの人はだれもきいてくれない

のでスターリンに手紙を書きました。それがロシアのプロジェクトのきっかけでした。”

ルーズベルトはボーアの考えを完全に評価して、かれをロンドンに送ってチャーチルと会談させた。けれどもチャーチルの態度はガッカリさせるものだった。かれはロシア人に情報を与えることをきらった。

ゴウイング：

“それはチャーチルにとって悪い日の一つだったと思います。あきらかに彼はたいへん機嫌がわるかった。ニールス・ボーアの思い出によると、その会見はチャーウェルというチャーチルの最高科学顧問であり、個人的にも大の親友であった人との口論のすえおこなわれたもので、チャーチルはなかなかウンとは言わなかったのです。ボーアはあるとき語りましたが、チャーチルは『貴下に命令する、軍艦については話しをしないこと！』と言ったのだそうです。ボーアとの会談はきつと最後までこの調子だったのでしょう。チャーチルは実際、話をきかず、ボーアをきらいました。ボーアの温和で、ほんやりした哲学的表現と、聞きとりにくいささやきごえは、チャーチルにアピールするたぐいのものではありませんでした。チャーチルは、なにごとでも紙1枚に書くことができ、きわめて簡潔に話すことができるよう、つねに望んでいました。会談が成功するはずはなかったと言えます。”

ボーアはアメリカに帰り、ルーズベルトをたずねた。ルーズベルトは自分自身でチャーチルといちばん早い機会にその問題を話しあおうと言った。ロス・アラモスの科学者たちの関心はいよいよ高まった。

パイエルス：

“政治家や軍事的指導者にこの新兵器がどんなものか、そのもたらす結果はどのようなかを精密にわからせることは、あまり重要ではないと考えていました。オッペンハイマーのような人物がかれらと接触しておこなうことを知っており、それらのことの説明をかれにまかせ、そして政治的指導者たちは、責任ある決定をしてくれるだろうと信頼していました。それはすこしばかり的はずれのようなものでした。”

ロシアの科学者カピツァがボーアをロシアに招待する手紙を書いた。その手紙のことをチャーチルは知っていたうえに、いまやボーアはロシアの科学者、ことにカピツァと原子力問題で接触するように提案している。ルーズベルトとの秘密会談で、チャーチルは、ボーアにカピツァから送ってきたその手紙を証拠として、ボーアをスパイとして告発した。

ゴウイング:

“ロシアの科学者から手紙をもらったということだけなのに、チャーチルはボアがたいへんな犯罪をおかそうとしており、実際、禁固されるべきものでさえあり得ると言いました。これはボアのチャーチルとのインタビューの不幸な物語における不幸な一コマでした。しかしそれ以上のことはおこりませんでした。それで終わりでした。なぜなら、ボアは決して不名誉なことは何ひとつ、していなかったからです。”

ルーズベルトが死に、トルーマンが大統領になった。原子爆弾プロジェクトは、トルーマン自身もあまり知らないほど、嚴重に秘密にされていた。トルーマンはルーズベルトがボアと会談したことも知らなかった。ドイツが降伏した後、トルーマン、チャーチルおよびスターリンはポツダムで会談し、日本との戦争の継続を議論した。この会合の最中にトルーマンは最初の原子爆弾が爆発実験に成功した報せを受けた。チャーチルと話した後で、かれはロシア人に対して、アメリカはいまや強力な爆弾をもち、それを日本に対して使うことができるとだけ、漠然としたことばで伝えた。しかしスターリンはもっとよく知っていた。

ゴウイング:

“ロシアに亡命したクラウス・フックスは1941年にイギリスのプロジェクトに加わり、ロス・アラモスにイギリスチームの一員として赴き、ロス・アラモスではたいへん重要な人物でした。1943年おそく、かれは知っているかぎりのたくさんの方の情報をロシア人に伝えていたのでした。”

1945年8月6日、ヒロシマに原子爆弾がおとされた。その8月の末に、ニールス・ボアはデンマークに帰った。研究所とかれのデンマーク人の同僚は、かれの帰りを待っていた。かれは新しい日々の生活に復帰した。科学研究が続けられた。しかし世界は戦争によって、原子爆弾によって変貌した。原子力に関する国際協力を達成しようというボアの企ては失敗した。しかしかれは新しくつくられた国連に希望を託した。国際協力と原子爆弾の相互査察にむけての仕事をにつづけた。ことに、国連への公開状でかれは原子力が使われる時代に人類が直面している重大な問題と大きな責任とを指摘した。

ゴウイング:

“その公開状が1950年に発表されたのは、朝鮮戦争のときであり、冷戦がひどくなっていて、その発表にこれ以上不向きな瞬間はあり得ないときでした。そのために、公開状は、年とった科学者の混乱した思いつきのように見なされる傾きがありました。しかしそれは

もっとはるかに冷静な判断によるものでした。”

ワイスコップ:

“ボーアはCERNその他の巨大な研究所で大規模におこなわれる大科学を必要とみていました。それはかれのライフワークの継続であるからです。かれは、大規模であるだけでなく、国際的規模であることが必要だと考えていました。科学は国籍や政治のかべをすべて乗り越えるものだからです。ニールス・ボーアが死んだとき、一つの時代が終わりました。かれは現代科学の偉大な創始者であり、そしてかれの死はある点でかれの一生を象徴していました。その死は活動のただなかで起こりました。ある会合の座長をつとめて帰宅し、自宅でパーティが予定されていて、そのまえに休息のために横たわり、そのまま目をさまさないで死んでしまったのです。何という生であり、何という死であることでしょうか。”

ゴウイング:

“国連への公開状の内容は、きわめて実地的なものであり、またきわめて理想主義的なものでもあります。実際的という点では、かれは原子兵器について実際におきたたくさんの事を予見しました。かれは原子爆弾を予見し、ついで水素爆弾、化学兵器、生物学兵器がつくられることや、通信や工学における革命がおこることを予見しました。そして、かれは、一国がある秘密を長年にわたって保持することなど不可能になりつつあることを、よく知っていたのだとわたくしは思います。”

東京都文京区本駒込二丁目28番45号 (〒113)

財団法人 仁科記念財団

電話 03 (946) 7111 (代表)

昭和63年6月 (200)