

## 〈文献紹介〉

# 量子力学誕生50年を期して1976, 1977年度に刊行された若干の 著作について

後 藤 邦 夫

### 1. はじめに

現在、物理学者にとってはもちろん、化学者や一部の生物学者にとっても、量子力学の習得は日常的な研究活動の前提として欠かすことのできないものになっている。それも単に知識として知っているというだけでは不十分であって、いわばひとつの道具として使えなければならないのである。その意味では、量子力学は、何らかの特別に深遠な秘儀的学問では全くなくなったといえる。毎年毎年、わが国だけでも何千人かの学生が一応は量子力学を学習しているはずである。

しかし、量子力学に対する人びとの理解がかなり限られたものであることも事実である。この点は、古典物理学と対比すれば当然であるが、同様に20世紀の革命的理論とされている相対性理論の場合を考えるとさらに興味がある。われわれは今日、相対性理論を古典論の中にふくめているが、すくなくとも今世紀の初頭にあっては、相対論の出現は、思想の世界からさらに日常性の世界にまで大きなインパクトを与えたのであった。さらに、ある程度の通俗化をとめないながら、一般の人びとの関心をもひくことになったのである。相対性理論に関する啓蒙書は今日でも大量に出版されており、数学や物理学に対してそれ

ほどの知識をもっていない人びとの間にも多くの読者をもっている。4次元時空、時計のパラドクスその他、人びとの想像力をかき立てるような話題もすくなくない。しかし、量子力学についてはそのようなことはほとんどない。不確定性原理や粒子・波動の二重性といった一見奇抜な話についても、いわゆる啓蒙書の範囲内では正確な記述はまず不可能であるといってよい。\*

その理由はいろいろと考えられる。たとえば：

- (1) 量子力学は、ミクロな世界に対して成立つものであるから、われわれの日常的な感覚の世界では、知覚はもちろん観察も実験も困難な対象のふるまいが問題になるのである。いわば、非日常的世界が対象となっているために、人びとの関心をひくことがすくない。
- (2) 量子力学の定式化は、かなり高度な数学の枠組の中ではじめて可能である。そして、そこにあらわれる物理学的概念も、きわめて非直観的な性格をもっており、現実の事象と対応させるには、ある種の「哲学的」な手続きが必要である。その手続きを一応のみこんで慣れるためには、現実と直接には対応しない概念——たとえば、量子力学における「状態」など——を正確につかむことが必要である。
- (3) 量子力学は、古典的な物理学とは大きくことなった「パラダイム」上の存在である。Bohrの「相補性」、すなわち古典物理学においては同時に可能であった、対象の「時空的記述」と「因果的記述」とがミクロな世界では同時にはおこなわれえず、「相補的」な関係にある、というBohrの主張はたしかにある意味ではパラダイムの転換であるといってよい。そこで、物理学的事実に対する量子力学的記述の正当性については全くの同意見でありながら、それを「古い」パラダイムにもとずいて理解しようとしたEinsteinが最後までBohrとの論争を続けようとしたわけである。多くの人びとは、

---

\* 朝永振一郎『量子力学の世界像』に収められた「光子の裁判」は、数少ない成功例であるといえるかもしれない。しかし、そのたくみな説明に対して拍手しうるのは、量子力学の基礎についてかなり頭をなましたことのある人びとであろう。

## <文献紹介>

Einstein以上に、無意識的に古いパラダイムのもとにあるわけであるから、彼らにとって量子力学に対する理解はさらに困難なものとなる。

- (4) 量子力学は果たして完結した体系であろうか、という疑問が執拗に表明されている。相対論的量子力学や、場の量子論が未完結の体系であるかもしれない、ということ、および、素粒子を対象とする力学が量子力学より一歩進んだ別個の理論体系に属するかもしれない、という点ではかなりひろい意見の一致がある。しかし、有限自由度の系に対する非相対論的量子力学の定式化はまことに完備したものである、というのも多数意見である。それにもかかわらず、(3)のパラダイムの問題との関連において、量子力学が自己完結的な体系ではない、という考え方も根づよい。その最大の根拠は、古くから「観測問題」として知られる難問の存在である。この問題は、ミクロな対象に関する量子力学的記述というものは、最終的には人間による認識とつなげられなければならない、ということに最大の根拠をもっている。われわれ人間の認識活動は、古典物理学が成立つ領域でおこなわれているのであるから、(1)でも簡単に述べた問題は、大げさにいうと、2つの異質のパラダイムの間の接点を具体的な物理学のことばのみで表現する、というものになるわけである。そして、この種のテーマほど、当面、「哲学」を要求するものはない。

以上のような理由が相互に密接な関係をもっていることは明らかである。また、これらの理由、とくに(3)と(4)としてとりあげた事情は、量子力学に関する科学史的研究の重要性を示すものである。それらは単なる歴史的事情の解明ということにとどまらない、現実的な意味をもつことになるわけである。

したがって、成立後半世紀の年月は、一方で量子力学のパラダイム化の過程であったと同時に、そのパラダイムの意味について、とくに古典物理学のパラダイムとの関連においてたえず問い直されてきた時期でもあるわけである。

本稿は、1976、77年度に量子力学成立50年を期して刊行されたいくつかの論文集や雑誌の特集について紹介することを目的とするが、そのさい、以上のよ

うな点にとくに留意することにしたい。

## 2. 50年の出発点について

量子力学成立の時点をどこにおくか、ということですのでいくらかの異なる見解がありうる。相対性理論は Einstein という天才的人物の活動の所産であって、その成立の年代は、たとえば、特殊相対性理論に関する最初の論文の刊行（1905年）として確定できる。万有引力論のような古い問題でさえ、『自然哲学の数学的原理』の初版の発行年とするか、それとも、その執筆前に Halley のケンブリッジ訪問のさいに Newton によって明示されたときか、それとも、逆2乗力の存在を導いたそれ以前の論文をふくめるか、のちがいはあっても、おおむね特定できる。しかし、量子力学の場合は、複数の人物がそれぞれ異ったモチーフにしたがって同一の結果に接近しつつあったといえるので、異った見方というのが、単なる年代確定の問題にとどまらない、解釈上の立場のちがいというものをもあらわすことになるのである。

すなわち：

- (1) 1924年の L. de Broglie の物質波に関する短い論文に重要性を認める立場がある。物質波という観点は、量子力学の理論体系そのものとは別であるが、量子力学に固有の物質像をはじめて明示したものとして評価されるわけである。
- (2) 1925年の W. Heisenberg による行列力学の提出を重視する立場。たしかに、量子力学に固有の理論的骨格、哲学的解釈の特異性などの多くは行列力学の中にほとんど存在している。したがって、これこそは真正の量子力学であるといえることができる。しかし、当時の行列力学は、今日の量子力学の体系のかなり限定された1表現（定常状態のエネルギー固有値問題を解くための Heisenberg 表示）であり、多様な問題を解決するための一般的で、しかも使いやすい形式には達していない。
- (3) したがって、E. Schrödinger による波動力学の建設の年（1926年）こそ

## <文献紹介>

が重要であるという意見が成立つ。たしかに、量子力学が利用可能な手段としてひろく用いられるについては、当時は、波動力学の形式によるほかはなかったのであるから、この年から、現実的な物理学の大変化が開始されたというのも不合理ではない。

(4) 1927～8年にかけて、Heisenberg の形式と Schrödinger の形式とが同一のものであることを示す多くの研究がなされた。これらの研究 (Schrödinger, Dirac, Jordan らによる) によって、体系としての量子力学が成立したということもできる。

(5) 形式が一応でき上がり、実用において成果をあげたにもかかわらず、基本的な諸概念について不分明な点を多くのことしていた量子力学について、ひとつの新たなパラダイムとしての性格を押し出して、難点の克服へ向ったのは、N. Bohr の Como-Lecture\* である。その意味で、パラダイムとしての量子力学、ということを考えるならば、1928年が重要である。

いずれにせよ、1924～1928年というのは近代物理学史のみならず、科学史全体の中でも稀なかがやかしい時期であったことはたしかである。その中で、量子力学の成立については、(2)をとるのが多数意見であり、ときに(4)が見られるとあってよい。しかし、後に見るように、事実上(1)をとる人びとも少くない。その理由として、de Broglie が、Heisenberg や Bohr ら、俗に Copenhagen 学派とよばれる正統派とは異なる流れを代表する人物であったということに注意する必要がある。すなわち、この非正統派にとって、前節の(3)や(4)の問題はとくに切実なのであり、現在の量子力学とその正統的解釈を歴史的に相対化したという欲求もまたもっとも高いのである。事実、de Broglie を記念する形で書かれた論文の中には、因果的解釈、二重解の理論などの非正統的理論への言及が少くないのである。

---

\* Como 湖畔で開かれた Volta 100 年祭における講演 “Quantum Postulate and the Recent Development of Atomic Theory” はその後、さまざまな国の学術雑誌、単行本等に転載された。

### 3. 1976～7に年度刊行された論文集について

以下では、1974～5年に準備されて1976～77年に刊行された若干の論文集をあげる。この種の論文集の中には、当然次のような内容のものがふくめられている。

- (1) 量子力学の成立当時の状況を対象とする科学史的論文
- (2) 正統派の観点からの解説的論文
- (3) 哲学的解釈や量子力学の特異な命題論理的構造を扱った論文
- (4) 非正統派的立場からの批判的考察、再解釈の可能性等を扱った論文
- (5) 今日の物理学における重要課題についての執筆者自身による研究を量子力学一般の問題にひきつけて書かれた論文
- (6) 執筆者自身の研究論文の寄稿

この種の論文集はともすれば、(5)、(6)が中心になる、文字どおりの記念論文集となる可能性が少くないのであるが、執筆者の中に、de Broglie その他、非正統派の見解をもつ人びと、あるいはそれと関係のある人びとが含まれている場合には、(1)～(4)の論文も比較的多くふくまれるようになり、内容も、個々の論文に対する評価あるいは賛否は別として、興味あるものとなる。そのような点に留意した上で、以下で主要な書物とその内容を示す。

I Flato et al (ed.): *Quantum Mechanics, Determinism, Causality, and Particles*; Reidel Pub. 1976 x+252 p. p.

Louis de Broglie のパイオニア・ワークである物質波の着想を扱った1924年の学位論文の50周年を記念して集められた16篇の論文からなる。すなわち、

1. D. Bohm / On the Creation of a Deeper Insight into What May Underlie Quantum Physical Law
2. J. S. Bell / The Measurement Theory of Everett and de Broglie's Pilot Wave
3. M. Flato / Quantum Mechanics and Determinism

## <文献紹介>

4. E. P. Wigner / On Hidden Variables and Quantum Mechanical Probabilities
5. S. J. Freedman, R. A. Holt, and C. Papaliolis / Experimental Status of Hidden Variable Theories
6. J. Géra / Pre-Quantum Mechanics. Introduction to Models with Hidden Variables
7. C. Piron / On the Foundation of Quantum Physics
8. B. Mieluik / Quantum Logic: Is it Necessarily Orthocomplemented?
9. Z. Maric and DJ. Živanović / The Stochastic Interpretation of Quantum Mechanics and the Theory of Measurement.
10. D. Blochintsev / Statistical Ensembles in Quantum Mechanics
11. S. Watanabe / Conditional Probability in Wave Mechanics
12. R. L. Anderson and J. G. Nagel / Classical Electrodynamics in Terms of a Direct Interparticle Hamiltonian
13. T. Takabayasi / Theory of One-Dimensional Relativistic Elastic Continuum for the Model of Particles and Resonances
14. J. Géhéniau / On the Photon Theory of L. de Broglie
15. M. A. Tonnelat / From the Photon to the Graviton and to a General Theory of Corpuscular Waves
16. J. P. Vigiér / Possible Implications of de Broglie's Wave-Mechanical Theory of Photon Behaviour

以上の論文の多くは、正統派の立場から見ればやや風がわりなものが多い。これは、よく知られているように、de Broglie その人が量子力学の登場直後に古典論的解釈に傾いた Pilot-Wave の理論や二重解の理論を唱導したからである。このような考え方は、de Broglie 自身が1928年の Solvay 会議で Pauli から正統派からきびしく批判され、また Bohr を中心とする Copenhagen 学派の

解釈が確立したこともあって、一旦は後退した。しかし、それらは1952年のBohmの一論文を機に、再び復活したのであった。当時、de Broglieは直ちに、Bohmの新理論がかつて彼自身が展開した、Pilot-Waveの理論にはかならないことを主張し、あわせて、正統派の理論的支柱のひとつであった、「von Neumannの証明」——量子力学に固有の統計的 Aussage においては、その基底となる何らかの Hidden Variable はありえないということの証明——に対して、それが特定の解釈と結びついた数学的公理系による理論の構成を前提としているかぎり、いわゆる論点先取の誤りにおちいつているのではないかと批判したのであった。

今日のところ、この de Broglie 的構想は実を結んでいないし、この方向を支持する研究者の努力にもかかわらず事態は大きくは変わらないと評者は考えている。しかし、このような非正統派の試みは、今日の量子力学に対する一層明瞭な理解をおこなうためには大きな価値がある。理論にたえずつきまとう「哲学の霧」を可能なかぎり払拭し、その上で最後に残される明確な哲学的根拠をとり出す、という仕事は、この理論を正しく理解しようとする個人にとっても、量子力学を超える新理論体系を模索する学界全体にとっても必要なことだからである。

この論文等の最初の5つは、上記の意味での Hidden Variable Theory に関係している。大方の筆者は、評者と同じく、de Broglie の問題提起の意義を認めるが、彼の Hidden Variable Theory そのものが、将来のより完全な理論とはつながらないといった穏健な立場であるように見える。かつてのように、Pauli ばりの呵責ない批判と、Copenhagen 派の「観念論哲学」に対するイデオロギー的攻撃がぶつかりあう、といった事態からは脱却したようである。20年あまり前、この研究領域にはじめて足をふみこんだ評者にとっても「時」のもつ意味が感じられる。

1は、Bohm の最近の見解の表明である。彼とそのグループはいわゆる Local Hidden Variable の立場から Non-Local の立場に移ることによって年



## <文献紹介>

来のアイデアを生かそうとしているようである。2, 3, 4は、穏健な批判的観点での Hidden Variable の取扱いであるが、2は、Everett の特異な解釈、すなわち、Many World Interpretation と de Broglie や Bohm の Causal Interpretation が、後者における「軌道群の描像」を通じて関係づけられることにもとづく興味ある考察である。3で Flato が、Hidden Variable Theory の将来性に対しては否定的な態度をとりながら、正統派がよりどころとしているような “No-Go Theorem” は自然研究そのものと両立し難いとしているのが注目される。6は、古典論の範囲で、基底に何らかの Hidden Variable をふくむ階層をもっているような理論の構造を一般的に扱ったものとして興味がある。

7と8は、いわゆる量子論理を扱ったものである。対象に関する量子力学的 Aussage が2値の命題論理の枠外にあることは30年代のはじめから、Birkhoff, von Neumann によって注意されていたことである。40年代には H. Reichenbach, Fèvrier らによる多値論理学の導入をうながし、他方では、Bayse-Keynes 的確率論解釈や Carnap の帰納論理などとの関連が注目されるようになっている。そして、論理そのものを Boole 束の拡張という観点から見なおし、そこから量子力学的世界認識の特異な構造にせまろうというところみかなされるようになった。このように高度に Sophisticated な研究については、評者はなお follow するのに汲々たる有様であって、積極的にある判断をなす段階ではない。

9は、量子力学の Stochastic Interpretation として知られる一連の研究に属する。50年代にはひとつの近似的手法であった Wigner の位相空間分布関数の枠組によるものであったが、Bopp らの仕事を経て、特異な性質をもった確率過程として量子過程を描き出す、という方向になっている。10は、Blochintsev の20年来の主張の開陳である。11も、9, 10と同じく確率論的側面をとりあげているが、量子力学における確率が、Joint Probability と Conditional Probability の扱いにおいて、anormalous であるという de Broglie の問題提起の意味をうけとめた上で、正統的な立場での解釈が成立することを示したも

のといえる。

12と13は、直接的に量子力学の基礎や歴史を扱ったものではなく、それぞれの筆者にとって関心ある今日の物理学上の問題を扱ったといえる。前者は、場の量子論で多大の成果をあげた Feynman 理論の古典的対応物である電磁場の遠隔作用論による定式化 (Wheeler-Feynman 理論) を Hamiltonian を明示的に用いた正準形式で書くという問題である。後者は、この数年間の重要な話題である、hadron の質量とその共鳴状態のエネルギー値を説明する群論的研究に対してひとつの具体的な描像を与えるところみである。Takabayasi は、はやくから、Causal Interpretation や Stochastic Interpretation のさいに用いられる量子力学の Reformulation ととりくんでいたことでも知られている。そのさいの彼の立場はむしろ正統派的であったが、種々の Reformulation を詳細に追求することを通じて素粒子の Model の問題へ進んでいったわけである。

あとの3つの論文は、Fusion によって光子をニュートリノの複合粒子と考える、というかつての de Broglie の着想と関連している。もちろん、この着想は今日の物理学では支持されえない。しかし、Fusion の方法は de Broglie のみの独創ではないが、その後、高スピン粒子の波動方程式を見いだす問題、群の拡大による複合粒子の記述など、多方面で用いられている。また、一般的にあって、基本 Fermion から各種の粒子をつくり出すという考え方は、今日の高エネルギー物理学の理論の一角を占めているのである。Tonnelat 女史らの論文は de Broglie の本来の非正統的着想につきすぎているくらいはある。

いづれにせよ、物質波の提唱そのものが、当時の正統的研究からややはずれておこなわれたことがこの論文集全体の性格にも反映しているといえる。

II J. L. Lopes and M. Paty (ed): *Quantum Mechanics, a Half Century Later*; Reidel Pub. 1977, x+310 p.p.

<文献紹介>

1974年に Strasbourg の Louis Pasteur 大学で開かれた、量子力学の50年を記念するコロキウムの記録である。フランスで、しかも de Broglie の業績をたたえるという趣向をもかねていたためか、さきの文献とよく似た傾向をもつ。収められた論文もある意味ではよく似ている。

1. J. A. Wheeler / Include the Observer in the Wave Function?
2. A. Frenkel / On the Possible Connections between Quantum Mechanics and Gravitation
3. J. M. Jauch / The Quantum Probability Calculus
4. G. Castinelli and E. G. Bertrametti / Quantum Logics and Ideal Measurement of the First Kind
5. C. Piron / A First Lecture on Quantum Mechanics
6. S. P. Shushurin / Essay on the Development of the Statistical Theory of the Calculus of Probability
7. M. Mugur-Schächter / The Quantum Mechanical One System Formalism, Joint Probabilities and Locality
8. B. D'Espagnat / On Propositions and Physical Systems
9. J-M. Lévy-Leblond / Toward a Proper Quantum Theory
10. D. Bohm and B. Hiley / On the Intuitive Understanding of Non-locality as Implied by Quantum Theory
11. R. Lestienne / Four Ideas of David Bohm on the Relationship between Quantum Mechanics and Relativity
12. R. Daudel / The Role of Quantum Mechanics in the Set-up of a Mathematical Government among Molecular Populations
13. G. Lochak / Hidden Parameters, Hidden Probabilities
14. M. Paty / The Recent Attempts to Verify Quantum Mechanics
15. M. Laméhi-Rachti and Mittig / Spin Correlation Measurement in Proton-Proton Scattering and Comparison with the Theories of the

Local Hidden Variables

1は、Wheelerらしい気宇壮大な論文で、量子力学的状態をあらわす波動関数として、「宇宙全体」を対象とするものを考えると、必然的にその内部に「観測者」の状態がふくまれることを利用して、量子論に関するアポリアを解くいとぐちにしようとするもの。2は、ハンガリーの F. Károlyházy の1974年の研究の紹介で、重力をも考慮に入れると、量子力学が超ミクロ領域で Causal or Stochastic Interpretation を許すものになりうる、といった話。もともと Blochintzev のアイデアであったと評者には思われる。3から9まではかなり形式的な話で、量子論理、確率計算の量子論における anomaly、公理論的完成化の問題などがふくまれている。

10, 11は Bohm の考え方として知られるものの展開と説明である。すでに述べたところと重複する。

12はむしろ普通の論文である。

13は、Hidden Variable Theory の立場での Lochak による解説で、14と15は、実験によって Hidden Parameter の問題、Einstein-Podolsky-Rosen のパラドクスをめぐる問題などを説明するところみの解説である。正統派の解釈以外はほとんど教えられて来なかった日本の研究者にとっては、このような実験が今なおおこなわれていることに奇異の念をいだくにちがいない。この辺の問題には後に立ちもどるであろう。

III W. C. Price and S. S. Chissick (ed): *The Uncertainty Principle and Foundations of Quantum Mechanics*, John Wiley & Sons 1977. xvii+563 p. p.

1925年に Heisenberg が行列力学の着想を出してから50年たったことを記念して集められた論文を収める。同じく Heisenberg の名を冠する不確定性原理

## <文献紹介>

も標題となっている。4部, 25の論文が入っている。

### Part 1. Quantum Uncertainty Description

1. W. Heisenberg / Remarks on the Origin of the Relations of Uncertainty
2. G. Reece / In Praise of Uncertainty
3. J. Rayski and J. M. Rayski Jr. / On the Meaning of the Time-Energy Uncertainty Relation
4. E. Recami / A Time Operator and the Time-Energy Uncertainty Relation
5. E. W. R. Rapp / Quantum Theory of the Natural Space-Time Units
6. C. J. S. Clarke / Uncertain Cosmology
7. V. V. Kuryshkin / Uncertainty Principle and the Problems of Joint Coordinate-Momentum Probability Density in Quantum Mechanics

### Part 2. Measurement Theory

8. L. Lanz / The Problem of Measurement in Quantum Mechanics
9. Y. A. Rylov / The Correspondence Principle and Measurability of Physical Quantities in Quantum Mechanics
10. J. J. Stawianowski / Uncertainty, Correspondence and Quasiclassical Compatibility
11. G. Ludwig / A Theoretical Description of Single Microsystems
12. T. S. Santhanam / Quantum Mechanics of Bounded Operators

### Part 3. Formal Quantum Theory

13. S. P. Gudder / Four Approaches to Axiomatic Quantum Mechanics
14. W. Stenger / Intermediate Problems for Eigenvalues in Quantum

Theory

15. K. Kraus / Position Observables of the Photon
16. E. Recami and R. Mignani / A New Approach and Experimental Outlook on Magnetic Monopoles
17. W. Rühl and B. C. Yunn / Problems in Conformally Covariant Quantum Field Theory
18. L. Streit / The Construction of Quantum Field Theories
19. G. Feldman / Classical Electromagnetic and Gravitational Field Theories as Limits of Massive Quantum Theories
20. C. C. J. Roothaan and J. H. Dietrich / Relativistic Electromagnetic Interaction without Quantum Electrodynamics

Part 4. Applied Quantum Mechanics

21. H. M. van Horn / The Uncertainty Principle and the Structure of White Dwarfs
22. M. A. Ratner, J. R. Sabin and S. B. Trickey / Applications of Model Hamiltonians to the Electron Dynamics of Organic Charge Transfer Salts
23. P. H. Hodgson / Alpha Clustering in Nuclei
24. L. J. Tassie / Commutation Relations, Hydrodynamics and Inelastic Scattering by Atomic Nuclei
25. D. Bohm / Heisenberg's Contribution to Physics

編者がイギリスの研究者であって、de Broglieのような特定の大家の「顔を立てる」必要がないこと、Heisenberg がむしろ正統派であり、しかもその枠内である程度「哲学的」であること、といった事情がこの論文集に反映しており、さきにとりあげた2つの論文集のように、あえて非正統派の立場を押し出す

## ＜文献紹介＞

ような傾向は見られない。しかし、通常の正統派の研究者ならばあえて手を出すことをためらうような、いわば、いわくつきの問題を扱ったものが多いことが特徴的である。その意味では、Heisenberg と同じく、「正統派内の異端」的な書物といえるかもしれない。

第1部には、時間・エネルギーの不確定性やいわゆる4次元量子化を扱ったものが多くふくまれている。量子力学の本来の形はガリレイ不変であって、これを相対論的に共変な形式に拡張することは容易ではない。形式的にはある程度可能でも、物理的には支持できないことが次々におこってくる。(別のいい方をすれば、物理的に意味のある結果を導き出すために形式が満たしていなければならぬ条件がやぶれてくる。)時間という、もともと変数ではなくパラメーターにすぎない量にかかわる不確定性をどのように扱うか、というのは、1930年頃からの問題のひとつであった。正統派は、どこまでも時間・エネルギーの不確定性を物理的考察によって結果的に導びかれるものとみなすが、その中から、時間を力学変数としてとらえる可能性も追求されてくるわけである。

同様のことは、第2部の観測問題に関する論文についてもいえる。Lanz の論文が典型的に示していることであるが、観測問題を Bohr や von Neumann のような正統派とも、また Hidden Variable をもち出す非正統派とも異り、「巨視的測定装置を扱う量子力学的多体問題」に帰着させようという立場の筆者が少くない。このような研究をかつて具体的に推進した Ludwig は、ここでは、独自の Ensemble Theory の中での個別システムの理論に関する論文を寄せている。

第3部の Formal Theory は、きわめて包括的に、理論の公理論的構成を概観した Gudder の報告につづき、量子力学や場の量子論の基礎に横たわる形式上の難問題についてのすぐれた総合報告となっている。

それらは「一風変わった問題」というよりも、今日の量子力学の基礎的な部分に残されている、形式的ではあるが重要な未解決の難問といってよいものである。具体的に量子力学を使って現実の問題を解くためにはかならずしもそれ

らは必要ではないという意見がありうる。しかし、それらの中には、素粒子論や場の量子論の研究と関連しているものもすくなくないのである。

このような傾向に対して、わが国でも、同様の趣旨の論文集が計画され発行されてきた。たとえば、

Ⅳ 科学 Vol. 46 No. 1 1976年1月 岩波書店 特集：量子力学50年

Ⅴ 数理科学 1977年11月号 サイエンス社 特集：量子力学

Ⅵ 江沢・恒藤編『量子物理学の展望』—50年の歴史に立って— 上・下  
1977, 78年 岩波書店

がそれである。(ⅥにはⅣの論文が収録されている)

これらについての内容上の紹介は容易に入手しうるものであるので省略するが、次のことを注意しておく。

これらに収められた論文の中で、Ⅰ～Ⅲと共通の性格をもっているのは、Ⅴの高林論文と、Ⅵの「第Ⅳ部 量子力学の諸問題」に収められた若干の論文だけである。それ以外は、正統派の観点を受容した上での研究分野毎の学説史的記述か、当面の諸問題の総合報告である。それらが、とくに研究者にとってきわめて有用であることはたしかである。しかし、それらは、おおむねⅠやⅡに収められた論文のような型やぶりの面白さを欠いている。どちらかといえば「ソツのない」仕事になっているのである。de Broglie 一派の珍奇な理論にはついていけないと考える人びと——実は評者もそのひとりである——にとっても、彼らの知的冒険心を認めないわけにはゆかない。正統派の Copenhagen 学派の解釈における Bohr の相補性にせよ、また、von Neumann らの Prinzip vom Psychophysikalischen Parallelismus にせよ、その奇怪さは相当のものであると



## <文献紹介>

いってよい。そこで評者は、20年あまり前の大学院学生時代、来日した J-L. Destouches, P. Fèvrier 両氏と、たまたま高林教授が滞仏中で不在であったため、長時間にわたって対応したときのことを思い出す。彼らは、自分たちの Descartes 以来の知的伝統が、量子力学のような奇妙な理論を簡単に理解するのを妨げているのだ、とむしろ誇らしげに語っていた。それは今にして思えば、文化の他の領域におけるのと同様、日本人が、道具としての量子力学を易々と受容して「物理学の高度成長」をとげたことに対する皮肉であったのかもしれない。フランスの理論物理学は全体として立ちおくれており、ただ、古典論に固執する de Broglie 一派のかわった研究において目立つ、という印象を当時もわれわれはもっていたのであるけれども。

最後に、直接には量子力学の50年を扱ったものではないが、次の文献をあげておく。

### VII *History of Twentieth Century Physics*, Academic Prers 1977

ix+457 p.p.

これはイタリア物理学会が Enrico Fermi の名を冠して毎年おこなっている国際的な「学校」の1972年度の記録である。20世紀物理学の通史ではなく、量子論史を中心とした、かなり個性的な講演を集めたもので、アメリカの有力な物理学史専門家、M. J. Klein や J. L. Heilbron の歴史的研究のほか、量子力学生成期の異才のひとり Dirac の *Recollections of an exciting era* と題する回想、Amaldi, Casimir, Weisskopf といった、すぐれた脇役たちの回想がある。興味あることに、かつては「まちがった実験研究」の代表として教えられてきた Ehrenhaft の Subelectron を扱った G. Holton の論文と Dirac のコメントがついている。

Fractional Charge が見つかったという彼の研究はかつて一笑に付されていたが、最近の quark (素粒子の基本粒子として Gell-Mann らが提唱し、Joyce

の *Finegan's Wake* の中からこの奇妙な名称をとったもの) さがしとの関連で注目されているわけである。ここにも、西欧の科学における「異端的研究」に対する態度がうかがわれるように思われるのである。

(了)

付 記

純然たる歴史的研究にあたるものはとりあげなかった。しかし、高林武彦『量子論の発展史』(中央公論社, 1977)は重要である。これについては、評者は、日本科学史学会の欧文誌 *Japanese Studies in the History of Science* No. 16 (1977) pp. 150~153 で Review をおこなったのであえて重複するのを避けた。