

序 文

素粒子物理学が物理の一分野として、市民権を得たのは、比較的新しい。日本では、この分野の現存の最長老は、湯川秀樹、朝永振一郎両博士で、戦後、私が学生であったころは、40才くらいの両先生と、数えるばかりの人々が、素粒子論を研究していた。1949年に、湯川博士が、ノーベル賞を受賞されたことは、敗戦にうちひしがれた日本人にとって、大きな喜びであった。その業績は、中間子の存在の予言ということであるが、原論文をよむと、素粒子物理学の源がここにあるといつてよいほど、大きな構想が描かれている。要するに、湯川論文のころから、素粒子論という学問が生まれたといつてよからう。

その時代には、素粒子といえば、陽子、中性子、電子、光子、ニュートリノ、それに、中間子だけで、これだけのものが、世の中のすべての物質を形づくっていると考えていた。種類が少ないということが、素粒子こそまさに分割されえない基本粒子で、神様から与えられたようなありがたさをもつ。ところが、その後、宇宙線の実験から、「奇妙な粒子」とよばれる一群の素粒子がみつかり、さらに、加速器がだんだんと大きくなるにつれて、おぼえきれぬほど多くの、共鳴状態とよばれる準素粒子が登場した。いまや、素粒子の種類は、元素の数より多く、こうなってみると、この中のいくつかは、「本当の」素粒子で、他は、その複合粒子にちがいないという考え、つまり、はじめ考えていた素粒子より、もっと基本的なものがあるにち

がないという考えがうかんでくる。現在は、毎日のようにあらわれる新しい共鳴状態をながめている状態であって、まず、それらの整理、分類をする段階であろう。それが、一段落して、より基本的な理論体系が生まれることを期待したい。

素粒子論というと、ギリシアの哲学のように、時間空間から、世の中の万物すべてを支配するもっとも高尚な学問であるかのように思っている人がいる。相対論や、場の理論は、たしかにそういう一面をもっている。けれども本書で述べる素粒子の話は、素粒子の博物学的な面が大部分である。昆虫は足が6本で、クモは8本というような、学問以前の段階にある部分は、素粒子論でも、ずいぶんたくさん残っている。そういう雑多な材料の中から、本質的なものをひろい出して、理論体系にしたて上げるのがわれわれのなすべきことであろう。

そのために、本書は、10年前の素粒子論の教科書とは、まったく内容を異にしている。昔は、素粒子の教科書というのは、場の理論の教科書であった。本書では、自然現象を軸にして話をすすめていることに注意してほしい。素粒子論は、それほど早く、変化している流動的な学問である。

本書は、大阪大学理学部および基礎工学部においておこなった講義をもとにしてつくった。

最後に、学生時代に物理学の基礎を教えてください、今日までいろいろ御指導をいただいた伏見康治、永宮健夫両先生に感謝したい。素粒子論を勉強するようになってから、湯川秀樹、朝永振一郎両先生のもとで、助手をつとめるという幸運を得て、

序

文

3

両先生をはじめ，その周辺のすぐれた先輩の御指導を受けたことを感謝している。

昭和 44 年 6 月

川 口 正 昭

推薦のこ と ば

大阪大学理学部は昭和 8 年に出発し、理化学研究所などでブールされていた人材を集めて出発した。物理教室の初めの 5 人の教授は、塩見研究所からこられた岡谷辰治、浅田常三郎、東京大学理学部からの友近 晋、東北大学からの八木秀次、理化学研究所からの菊池正士の諸先生であった。岡谷先生は初代総長岡半太郎先生の女婿で相対論の専門家であったが、その助教授の位置に、理化学研究所の仁科芳雄研究室で腕をみがいてきた湯川秀樹先生がおられたのであった。坂田昌一さんはその湯川さんに付いていた助手であった。しばらく経ってから、小林稔さんや、武谷三男さんが参加したのである。

私は昭和 9 年に友近先生の研究室に参加すべく、東大から阪大に移ったのである。岡谷、友近の両研究室が理論物理であったから、その合同のコロキウムではじめて湯川、坂田コンビに出遇ったのであった。しばらくしてから、私は菊池さんに誘惑されて、原子核実験のグループにはいって行った。コッククロフトの加速装置をまねたものがあり、それで重水素核反応を使って中性子を出して、中性子に関する実験をやるという、当時としては最先端に行くものであった。

しかし、湯川さんの中間子理論の誕生をまのあたりにすることができたのは、私の生涯の中で一番大きな幸いであったといえるであろう。荷電粒子間の作用が光量子によって媒介されるように、核子間の作用が、“重い量子”によって媒介されるという

のが湯川さんの出発点であった。光量子を英語で light quantum というが、light は光と同時に軽いという形容詞でもある。湯川さんが新しい、仮定的粒子を heavy quantum とよんだのは、自然であった。中間子 meson という名は、だいぶ経ってから、ボーアがつけたものである。つまりこの仮説粒子の静止質量は、光量子のように零でもなければ、電子の質量よりも大きくなければならなかったが、しかし核子よりは軽くなければならなかったので、中間の静止質量の粒子という意味が適当とされたのであった。これは核力の伝達距離からきまるのである。

湯川さんの理論は、時勢を抜いて先に出ていたものであったから、昭和 10 年のコロキウムで湯川さんのお話をうけたまわった時に、その真価を、つまりその後の発展の可能性を理解していたとは、いえない。私は自分が実験でとりあつかっている重陽子が、陽子と中性子とから成るとして、その間の核力を適当に仮定してどんな波動関数になるかを知る方が、眼前の急務であり、実際そのような計算のいくつかをやってみた。核力の伝達距離が十分小さいとすると、それ以上の細かい関数形は、波動関数に影響がないことを発見したのはその産物であった。幸か不幸か、ほとんど同じ計算を、ナチに追われてイギリスに行ったベーテとハイトラーとがやって発表してしまったので、私の計算は永久に日の目を見ないことになったが。

しかし亡命中とはいえ、ベーテやハイトラーという一流の人たちが、核力を現象的に捕える段階に止っていたとき、湯川さんは、その一段階先の仕事に手をつけていたのであるから、たいしたものであった。しかし当時は仮説は仮説であった。核力の

もつ現象論的な性質のいくつかを説明するものではあったが、その核力の性質というのもわかったような、わからないような、はっきりしないものであった。中間子論が物理になったのは、いうまでもなく、宇宙線の中にそれと思われる粒子が発見されてからのことである。湯川さんは自身もこの発見があってから、特に理研仁科研究室でそれとおぼしき粒子の写真が、一宮虎雄さんらによってとられてから、中間子論完成のために組織的な努力をされるようになったのである。

素粒子論ははじめは貧弱な実験的手がかりの中で、むしろ自然哲学として出発したのである。実験というのも数が少なく、データはあやふやであったから、理論を実験に合わせるというようなことはたいして意味がなく、むしろ実験のもたらす定性的な画像を、全体としてどうとらえるかという方がたいせつな時代であった。中間子論 30 周年を数年前に祝ってしまった今日では、事情がまるで変わっている。大加速器の開発建造によって、素粒子の実験的研究は、精緻で広汎なものになり、理論家たちは冥想によって形而上学をもてあそぶことはできなくなった。個々の細かい曲線の起伏を計算で裏付けるとい仕事に忙しく追いまわされているというべきか、理論と実験との密接不可分の共同作業の中で、日々素粒子に関する知見が増して行くというべきか。川口さんはその現状の素粒子論をできるだけ近道して読者に展開して見せてくれた。こんなに小さな本の中に、よくもこんなに圧縮した、大事な知識を盛りこめたものだと感嘆する。この本はもちろんただ楽しませるために書かれたものではなく、これから素粒子論を本格的に勉強しようとする

る、そういう姿勢をもった読者に、できるだけ早く物理の現場に案内しようという意図で書かれたものである。私は、この本の読者が早くこの段階を卒業されて、次の本質的な段階、30何年前湯川さんが果したと同じ性格の、大展望を打ち開くような理論を生み出されることを、心ひそかに期待したい。

戦後の荒廃した、目標を失った暮しの中で、湯川さんがノーベル賞をもらったことは、どんなに素晴らしいことであつたであろう。これで文化国家として立って行こうとした国民、特に戦後の若い世代に、明るい希望の燭光が高々とかがげられたことになる。こうして天下の秀才たちの多くが、理論物理学、特に素粒子論の分野に集まってきた。川口さんはそういう秀才の中の一人で、その後多く人が素粒子論研究の陣営から脱落していったが、最後まで、このむずかしい研究分野にとどまった少数の一人であつた。

この文章を書いている日の新聞に、オーストラリアのある学者が、コーク（クォーク）らしいものを発見したという記事がのっている。これを発見したら、ノーベル賞はまちがいないといわれている仮説的粒子である。そのコークとはいったい何だ、それを知りたいと思う人はこの川口さんの本を読むのがよい。もっとも、巻末のコークの章に到達するのには、1カ月はかかるだろうけれども。

1969 年 6 月

伏見 康治