



表題がなかなか良い。訂正又コメントはp.8とp.11の2ヶ所です。

南部 1/8/99

南部陽一郎が語る 日本物理学の青春時代

太平洋戦争とそれに続く敗戦は、日本にとってもっとも苦しい時代だった。しかしそうした苛酷な状況を経たにもかかわらず、理論物理学の分野では、2つの研究グループが華々しい成果を上げた

南部陽一郎 (シカゴ大学) / L.M.ブラウン (ノースウエスタン大学)

理研の近くの、皆川進先生のなんとか焼け残った豪勢な屋敷で開かれたのが、最後のセミナーとなった。議題は電子シャワー理論だった。そのお宅が4月に焼けてしまい、その上研究室まで大きな被害を受けて、私たちのセミナーも続けるのが難しくなった。6月になって、研究所は小諸の近くにある村に移転した。その研究所には、私を含めて4人の物理学生が住み込んでいた。そのうち、宮島龍興さんも村に引っ越してきた。ここでの研究生活は、その後1945年の末まで続いた。

早川幸男(天体物理学者)

がしなかった。彼には「果たして東洋人に科学が修得できるのだろうか」という疑念があったからだ。しかし中国の科学史を研究するにつれ、中国にも輝かしい科学の歴史があることを知って、ようやく長岡にも「日本人にも出来るかも知れない」という確信が生まれた。

1903年に、長岡は「土星型原子模型」と呼ばれる原子モデルを考え出した。これは小さな原子核の周りを、ちょうど土星の輪のように電子がリング上に囲んでいるものだが、こうしたモデルを発表したのは長岡が世界最初だった。この後1911年になって、ケンブリッジ大学キャベンディッシュ研究所のラザフォード(Ernest Rutherford)が原子核を発見する。

日清戦争(1895年)、日露戦争(1905)、そして第一次世界大戦での勝利によって、日本が近代科学技術の習得に成功したことが証明された。大会社はこぞって研究機関を設立し、そして1917年には東京に、理化学研究所(「理研」)が半官半民の財団法人として設立された。元来、理研は産業界への技術的援

つかのまの平安 1942年1月、東京大学物理学部305研究室で読書する著者の南部陽一郎。この直後南部は徴兵される。終戦後南部は、3年の間この研究室に住み込むことになる。両隣の研究室にも、戦災で家を失い空腹を抱えた科学者たちが住み込んでいた。

1935年から1955年にかけて、日本にも未解決の理論物理学上の問題に没頭する人たちがいた。彼らは量子力学を独学で修得して量子論的電磁力学を構築し、さらに新しい粒子の存在を予測した。

しかし、この時代の彼らの生活は波乱に満ちていた。戦災で家を失い、いつも空腹に悩まされていた。しかし彼らにとって苦難の連続だったこの時期こそ、日本の科学にとっては最も輝かしい時期だったといえる。戦争に負けて人々は打ちひしがれ、自信を失っていたが、そんな中でノーベル賞受賞者が出たことは計り知れないほど大きな希望となった。

そもそも科学的手法を日本人が知ったのは、この時代からすれば、ほんの数十年前のことだった。それを考えれば、このノーベル賞受賞は大変な快挙だったと言えるだろう。ペリー提督の乗った黒船に開国を迫られた江戸幕府が、200年間の長い鎖国を解いたのは

1854年のことだった。その時日本の指導者たちは、近代的技術なしでは軍事力を強化できないことをはっきりと悟った。少数の武士集団が1866年に将軍に退位を促し、そしてそれまでは飾りに過ぎなかった天皇の地位を復活させた。

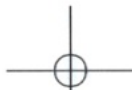
明治新政府はドイツやフランス、英国、米国などに若い学生を送り込み、言語、科学、工学技術、医学などを学ばせた。そして東京と京都を初めとする諸都市に、西洋風の大学を創設した。

長岡半太郎は、日本の物理学者としては草分けのひとりである。長岡の父親は武士階級の間人で、息子にはもっぱら書道や漢文を教えていた。ところがこの父親が、外遊したついでに大量の英語の教科書を買って運んできた。そして半太郎に対し「今まで誤った学問を教えてきた」と言って詫言したのである。

しかし大学に入学した当時の長岡は、物理学を専攻することにあまり気乗り

品名
折数
色
DIP 製版課 製版者

COURTESY OF YOSHIRO NAMBU





品名
折数
色
DIP
製版課
製版者

た





助を目的として設立された機関だったが、基礎科学の分野でも大きな業績を上げた。

当時理研の若手研究員のひとりだった仁科芳雄が海外派遣されたのは1919

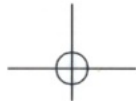
年のことだった。英国やドイツを6ヶ月にわたって旅行し、コペンハーゲンのボーア (Niels Bohr) のもとに6年間滞在した。ここで仁科は、クライン (Oskar Klein) と協力して光子 (光の

量子) に関する公式を発表した。これは光子と電子が衝突する際の断面積を計算するものである。この反応は、現在量子電磁力学と呼ばれる電磁波の量子論を作るために基本的な問題であっ



COURTESY OF MICHIKI KONUMA, BY PERMISSION OF MRS. SUMI YUKAWA

品名
折数
色
DIP 製版課 製版者





た。

1928年に帰国した仁科は、ボーアのもとで身につけた「コペンハーゲン精神」を日本でも積極的に実践する。コペンハーゲン精神というのは、近代的な問題や方法に関する知識を得るだけではない。古い枠組みにとらわれず、誰もがのびのびと自分の考えを述べることでできるという、それまでの日本の大学で非常に強かった権威主義とは好対照を成す研究環境も意味した。

ハイゼンベルク(Werner K. Heisenberg)や、ディラック (Paul A. M. Dirac) といった大物学者たちも 1929年に日本を訪れ、畏敬の念にあふれた学生や日本人の教職員たちを前で連続講演をした。

ハイゼンベルクの講義を熱心に聴いている学生たちの中に、朝永振一郎の姿もあった。当時この大研究者ハイゼンベルクの講義を理解することのできた学生は、朝永を含めてほんの数人だったろう。そのころの朝永は、大学を卒業して1年半たらずだったが、すでに量子力学の論文を原書で読みこなしながら独学していた。

ハイゼンベルクの最後の講義があった日、長岡半太郎は日本の学生たちに対して「ハイゼンベルク博士やディラック博士は20代ですすでに新しい理論を発見していたというのに、それに比べて日本の学生は、情けないことに講義内容をノートに一所懸命書き写しているだけではないか」といって叱責した。後になって朝永はこの時のことを、「長

岡先生にあれほど叱咤激励されても、当時の私にはどうする術もありませんでした」と述べている。

武士の子息たち

しかし結局は朝永も、高校、大学と同級だった湯川秀樹と同じ道を歩むことになる。朝永と湯川は、「父親が外遊経験を持つ学者」という共通点をもつ。朝永の父親は西洋哲学の教授で、湯川の父親は地質学者だった。また両家とも武士階級の出という点も同じだ。湯川は、小学校に入学する前からすでに武士である母方の祖父から儒教の古典を学んでいた。

後になって湯川が老荘哲学の書物に触れる機会があったとき、聖賢たちの物事を探求する姿勢が、近代科学の研究精神と似通っていることに気付く。一方、朝永は、アインシュタインが1922年に来日したことで物理学に興味をもち始め、そのころから一般向けの科学書などを読むようになった。

朝永と湯川とは、1929年に京都大学から学位を受けた。しかしその頃世界はすでに大恐慌に突入していて、就職先も無く、2人はそのまま京都大学に無給の副手として残った。ここで2人は新しい物理学をお互いに教えあいながら各々独立した研究課題に取り組んで行くことになる。後に湯川が当時を振り返って、「不景気が学者を作った」と語っている。

1932年に朝永は、仁科芳雄が率いる理研の研究グループに入る。一方湯川は、大阪大学に移り、そこで当時最も難しいと思われていた問題に取り組みはじめた(小学校1年生の頃の湯川を教えていた教師は、湯川を評して「非常に強い自我意識をもっていて意志が強固である」と書いている)。

その難問の1つは、有名な「無限大の自己エネルギー問題」である。電子はたえず光子を放出したり再吸収した

りして自分自身に電磁力を及ぼすために、それによる電磁的なエネルギーが余分な質量となって現れる。しかし計算の結果ではこれが無限大になってしまい、実際の電子が一定の有限な質量をもっていることと矛盾する、というのがその問題である。

湯川は当時この問題に関してほとんど成果を得ることが出来なかったが、その後約20年の間、何人かの世界中の優秀な学者たちがこの問題に取り組むことになる。後に湯川は当時を述懐して、「毎日、新しいアイデアを考え出し、それをその日のうちに自分で壊していた。夕方家路について、鴨川を越えるときは、絶望的な気持ちになった」と述べている

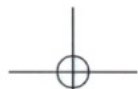
そのあげく湯川は、これよりやや易しいと思われる問題に取り組むことにした。陽子と中性子の間に働く核力の問題である。ハイゼンベルクは、この力は陽子と中性子の間で電子を交換し、電荷が入れ替わることによって生ずると提唱していた。しかし電子は1/2の固有角運動量、つまりスピンをもつので、ハイゼンベルクのこの考えは量子力学の基礎原理である角運動量保存の法則に反していた。

電子と光子に関する古典的な法則を書き替えたばかりで勢いに乗っていたハイゼンベルクやボーアなどの科学者たちは、量子力学の考え方もまた、捨てるのにやぶさかではなかった。そして陽子と中性子がまったく新しい独自の規則に従っていると考えた。しかし不幸にしてハイゼンベルクのモデルによる予測でも、核力の及ぶ範囲は200倍も長すぎた。

湯川は、力の範囲がそれを運ぶ素粒子の質量に逆比例して変化することに気がついた。例えば電磁力の作用する範囲は無敵大だが、それは電磁場で力を媒介する量子が質量のない光子だからだ。その一方で核力は、その作用範

学者一家 1912年頃、京都の家に集まった小川秀樹(左から2人目)と兄弟たち。成人して秀樹は、妻方の性「湯川」を名乗った。秀樹はノーベル物理学賞を受け、兄の貝塚茂樹(写真左)は中国史家となった。環樹(同左から3人目)は中国文学の教授、また芳樹は冶金学の教授となった。

品名
折数
色
DIP 製版課 製版者





囲が原子核の内部に限られており、それを媒介するのも電子の200倍もの質量をもつ素粒子なのだ。また湯川は、核素粒子には角運動を保存するために「0」あるいは「1」のスピンの必要なことも発見した。

1935年に湯川は独自のものとしては初めての論文の中でこの考えを発表した。日本数学物理学会の学会誌に載せられたこの論文は英語で発表されたにもかかわらず、その後2年あまりの間ほとんど評価されることがなかった。新しい粒子の存在を予測する湯川の理論は非常に大胆なもので、「物事を説明するのに、不必要に仮定を積み重ねてはならない」という原則に反するものだった。

1937年になって、カリフォルニア技術研究所のアンダーソン (Carl D. Anderson) とネダーマイヤー (Seth H. Neddermeyer) が、湯川が彼の理論の中で予言した粒子にほぼ適合する質量をもつ、電荷を帯びた素粒子を宇宙線の軌跡の中で発見した。しかしその宇宙線はずっと高い大気中で吸収されてしまわず、海面の高さで出現した。つまり湯川が予言したよりも100倍も長生きした。

その頃朝永は、仁科と共同で量子電磁気学の研究を進めていた。1937年にはライプチヒ大学にハイゼンベルクのもとを訪ね、そこで2年間核力の研究

をした。ちょうど湯川も有名なベルギーのソルヴェイ会議に出席する途中だった。しかし残念ながらこの会議は中止となり、2人とも慌ててヨーロッパを離れることになる。2人が出会ったのは、日本に引き上げる船の上だった。

第二次世界大戦の勃発により、量子力学の黄金時代は突然終局を迎えた。それまでドイツのゲッチンゲン大学などヨーロッパに集中していた新しい物理学の創始者たちも、世界中に散り散りになり、米国に落ち着く者もかなり多かった。そうした中で、ハイゼンベルクはドイツに残ることになった数少ない学者のひとりだった。そして少なくとも戦争勃発当初は、量子力学の一般化理論である「場の量子理論」についての研究を続けており、朝永とも手紙のやりとりをしていた。

前代未聞の大戦争

日本が参戦した1941年までに、湯川は京都大学の教授になっていたが、彼の教え子や共同研究者の中にも過激な思想をもつ者がいた。坂田昌一と武谷三男である。当時の知識人の間では、マルクス主義思想が大きな影響力を持っており、彼らはこの思想を帝国政府の軍国政策に対抗する唯一の道だと信じていた。

運の悪いことに、マルクス主義の雑誌「世界文化」に書いた武谷の一文が

官憲の目に触れて、彼は検挙された。武谷は1938年に6ヶ月間拘置されたが、仁科の取りなしもあって、湯川の監督下におくことを条件に釈放された。こうした時勢ではあったが、湯川自身は物理学だけに興味を示しており、政治的な意見を述べることはほとんどなかったようだ。しかし政治に急進的な人々を自分の研究室で世話することも決して拒まなかった。

そうした中で坂田や武谷らは、「三段階理論」と呼ばれるマルクス哲学的な科学論を発展させていった。ここである研究者が、まったく新しい説明不能な現象を発見したとする。その研究者は、まずその現象の詳細を研究して一定の法則性を見つけだそうとするだろう。次に研究者は、定性的なモデルを考え出して、そのパターンを説明しようとする。そして最後にそうしたモデルを組み込んだ精密な数学的理論を構築するに到る。しかし、そのうちにまた新しい発見が発生するので、上記のような過程が再び繰り返されることになる。つまり結果的には、科学の歴史はらせん状に迂回しながらも、常に発展して行くことになるというのがこの理論の主旨である。この考え方は、著者(南部)を含めて、当時の若い物理学者たちに大きな影響を与えた。

さて太平洋戦争の最中にも、研究者たちは物理学の研究を続けていた。1942年に、坂田昌一と井上健は、アンダーソンとネダーマイヤーは湯川の発見した素粒子を見たのではなく、それよりも軽い粒子、現在では μ (ミュー)

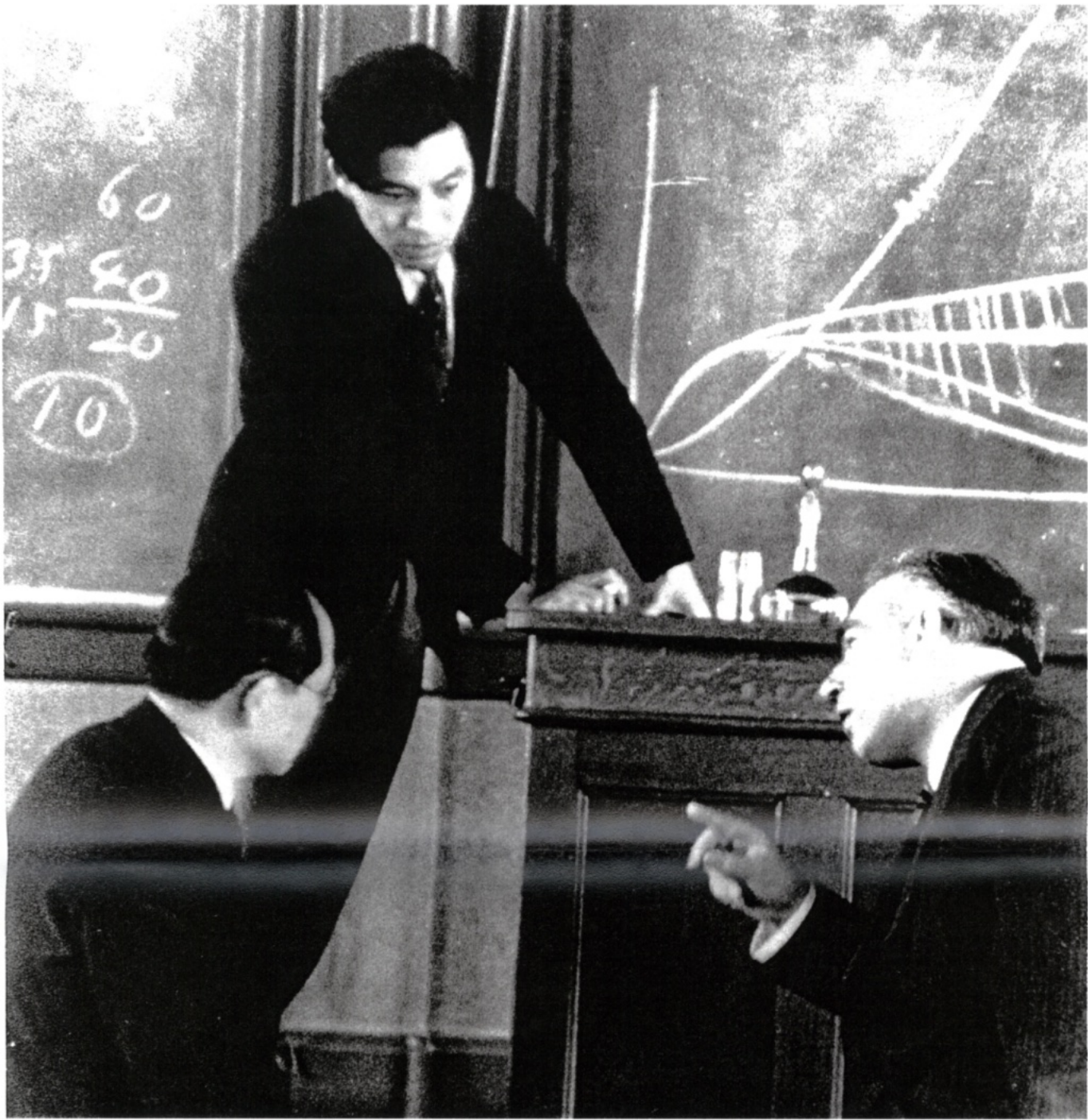
NISHINA MEMORIAL FOUNDATION, COURTESY OF HIROSHI EZAWA



理研の若い研究者たち 1936年、理研の物理学者仲間が富士山を見に行く。朝永振一郎は、前列の左から3人目。この多くの業績を上げたグループの中で「ボス」と呼ばれた仁科芳雄は、前列の右から3人目。



品名
折数
色
DIP 製版課 製版者



品名
折数
色
DIP 製版課 製版者

偉大な物理学者を迎えて 1937年4月に、来日したボーア（右）と語り合う仁科と菊池正士（立っている人物）。仁科はコペンハーゲンのボーア

のもとをすでに1920年代初めに訪れており、その後もヨーロッパの科学者たちとの連絡を保っていた。菊池は電子波に関する初期の研究で実験を担当していた。

中間子と呼ばれている粒子を見たに違いないと示唆した。

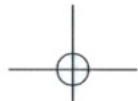
これは、湯川の提唱した粒子、つまり π （パイ）中間子が崩壊した結果発生するものだというのだ。2人はこの理論を、物理学の問題を議論するため

に定期的集まっていた非公式の「メソソクラブ」で発表し、日本語の科学雑誌でも公表した。

こうした状況の中、湯川は1週間に1日の割合で軍需関連の仕事をしてきた。しかし具体的な研究内容について

は一切他言せず、ただ軍事関連の研究所への行き帰りに『源氏物語』を読んでいると、もらしたことがあるのみだった。

一方、当時東京文理科大学（現在の筑波大学）の教授になっていた朝永は、





湯川よりもずっと深く軍需産業に関わっていた。朝永は東京大学の小谷正雄と共に、強力マグネトロン発振機構の理論にも着手していた。マグネトロンはレーダーシステムに使用される電磁波発生装置であった。

ハイゼンベルクも、知り合いの潜水艦艦長に託して、自分が新しく考案した量子の相互反応を記述する方法に関する論文を朝永に送っていた。これは波動の伝播に関する一般論でもあり、朝永はただちにこれをレーダー波の導波管の場合に応用した。

それと同時に朝永は、以前湯川が投げ出していた「自己エネルギー」の問題にも取り組んでいた。その手段として彼は、素粒子たちがどんな高速度で相互作用している場合にも使えるような記述法をみいだした。これはディラックの「多時間理論」と言われるものの拡張で、個々の粒子にその位置と時間の両方を指定して、完全に相対論的な記述をするものである。彼はこれを「超多時間理論」と呼んだ。この理論は1943年に理研の学会誌上で発表され、後に量子電気力学の枠組みとして威力を発揮することになる。

この頃になると、ほとんどの学生たちは学徒動員されていた。南部は、陸軍のレーダー部門の研究者として配属された。当時陸軍と海軍は互いに激しく競い合っていて、多くの研究部門において両者は重複して研究を行っていた。研究材料は乏しく、使用している技術もかなり前時代的なものだった。

陸軍では移動式レーダーシステムをまだ開発できないでいた。一度など南部は、7~8cm角のパーマロイ磁石(ニッケル-鉄合金の磁性材料)を1つ手渡され、「これで何とか空中から潜水艦を探知する方法を考えてくれ」と言われたことさえあった。また南部は、海軍で研究していた朝永の導波管に関する上述の秘密論文を盗んでくるように指令されたこともあった。南部はこんなことに無頓着なある教授を訪問して任務を達成した(M.M.カジー「世界の科学者」日経サイエンス1995年4月号)。

ここで興味深いのは、過去における日本の技術的功績には、岡部金次郎の設計した非常に優秀なマグネトロンや、八木秀次と宇田晋太郎が1925年に発明した「八木アンテナ」(屋上のテレビアンテナ)などのように、現在でも役に

立っているものが多い点である。日本の軍部がこの八木アンテナの重要性を知ったのは、押収したイギリスのマニュアルからだった。

東京近郊にいた若い物理学者たちは、戦時中もできる限り研究を続けていた。朝永も含め東京大学の教授たちは、日曜日ごとに彼らのために特別講義をした。1944年に、学生のうち何人か(この中には、本稿の頭書きの筆者である早川幸男も含まれている)が戦争のための研究から解放されて大学に戻った。しかし生活は苦しかった。学生の中には家が戦災で焼けたものもあり、また徴兵で召集された者もいた。中には、召集されるちょうど前日に家が焼けてしまった者もいたらしい。会合の場所は幾度となく変更を余儀なくされた。元々体の弱かった朝永は、寝床の中から学生にいろいろと指図をすることもあった。

その頃仁科は、「原子爆弾の製造が可能かどうか」を調査するよう陸軍から命令を受けており、1943年には「時間と資金さえあれば原子爆弾の製造は可能である」という結論に到達している。また仁科は、竹内証という若い宇宙線物理学者に、原子爆弾の製造に必要なウラン235を分離する装置を作るよう依頼している。

こうした計画は、戦争が終わったと



YOICHIRO Nambu

渡米した日本の研究者たち 1953年頃、ニューヨーク州ロチェスターで撮影されたスナップ写真。ファイマン(後列左から2人目)と共に数人の日本人研究者が写っている。小柴昌俊(後列左端)は、後に岐阜県神岡にある有名な「カミオカンデ」施設を創った。他の各名も優れた理論物理学者になった。ファイマンの右隣は、高橋康(カナダ・アルバータ大学)。この写真を撮ったのは、南部(前列中央)だが、写真の腕前は、彼の物理学の才能に比べてかなり見劣りするようだ。



品名
折数
色
DIP 製版課 製版者

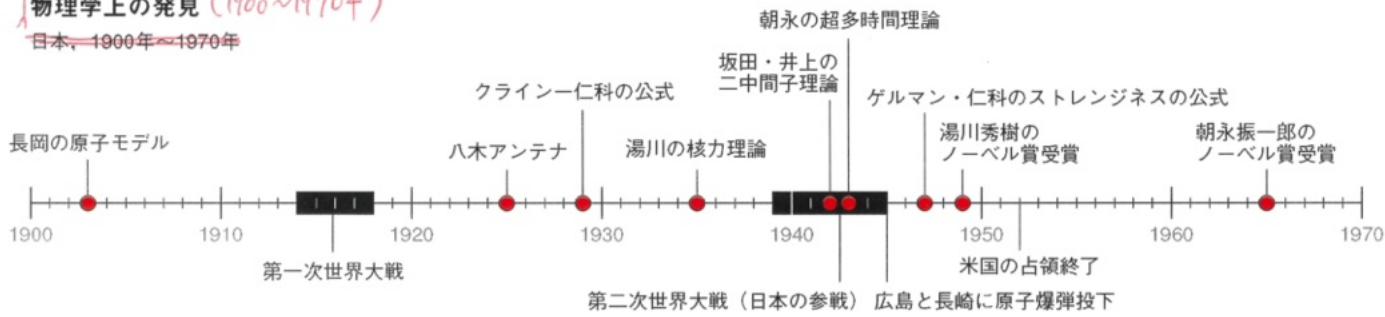




日本の

物理学上の発見 (1900~1970年)

日本、1900年~1970年



きに物理学研究を続行させるための助けになると仁科は考えたようだ。また再度投獄された武谷もこの問題に取り組むよう強要された。成功する見込みがまったくないことをすでに知っていた武谷は、これに協力することもさほど苦にならなかったようだ。

海の向こうの米国では、原爆製造のための「マンハッタン計画」が着々と進んでいた。この計画に動員された男女は総計15万人に上り、優秀な頭脳を集めることはもちろん、投資した資金も20億ドルに上っていた。一方そのころの日本は、何とも惨めな状況であった。学生たちは、ウラン235の分離に使用する6フッ化ウランを作るには砂糖が必要と知り、自分たちが配給で受け取ったなけなしの砂糖を使っていたという。

またこれとは別に海軍でも、1943年に原子爆弾の研究を開始したが、その規模も小さくまた時期も遅すぎた。戦争が終わるまでにこうした日本の原子爆弾計画が製造し得たのは、ほんの小さな、切手ほどの大きさのウラニウムの一片だけであった。しかもその一片のウラニウムも濃縮された状態ではなかった。

そして遂に、^リ広島と長崎に原爆が投下された。カリフォルニア大学バークレー校のアルバレス(Luis W. Alvarez)は、~~2個目の爆弾を長崎に投下した爆撃機に搭乗していた。この爆撃機には、爆発の激しさを計測するためのマイク~~

ロフォンが3基配備されていた^{(2) 2/15}この3基の計測装置に、アルバレスは2枚の複写をとった手紙を巻き付けていた。この手紙は、アルバレスがバークレー校の同僚であるモリスン(Philip Morrison)やサーバー(Robert Serber)と一緒に書いたもので、宛名は長岡の息子で、仁科の研究グループの一員である嵯峨根遼吉となっていた。

嵯峨根は、実験家として2年間バークレーのカリフォルニア大学に滞在して⁽⁷⁾量子物理学の研究に使用する巨大なサイクロトロンについて学んだことがある。そこで嵯峨根はこの3人の米国人と知り合い、そして今彼らは、この新型爆弾の性質に関する情報を嵯峨根に知らせようと手紙に託したのだ。この手紙は憲兵隊によって回収されたが、嵯峨根がそれを知ったのは戦後のことだった。

平和と空襲

1945年8月に降伏してから、日本は7年間米国の占領下におかれた。マッカーサー將軍の率いる占領軍政権の下、政府は大学改革にも着手し、教育システムの民主化とその規模の拡大をはかった。しかし原子力や核実験に関係のある分野は基本的に全面禁止となった。当時日本にあったサイクロトロンは、すべて解体され海中投棄されてしまった。占領軍が日本の原子爆弾開発を怖れたからである。

しかしそんな心配をするまでもなく、

日本の経済には実験や研究を支援する余裕など無かった。朝永は、家族と共に研究所住まいをしていたが、その研究所でさえ空襲のため半壊状態だった。また南部は、東京大学の研究助手として着任したあと、3年の間研究室に寝泊まりしていた。寝るときには、自分の研究机の上にごさを敷いて横になり、着るものは、洋服が何もなかったのでも軍服を着ていた。南部の周りの部屋もみな同じような状態で、その1つにはある教授がなんと一家全員で住み込んでいた。

誰もが食料を調達するのに必死だった。南部は時には東京の魚市場まで出かけて、鯛を見つけてくることもあった。しかし冷蔵庫がないので、魚はすぐに悪臭を放った。そして週末には郊外まで足を伸ばす。そこで農家を歩き回って、もらえるものは何でももらってくるのである。

南部の研究室には、他にも何人か物理学者仲間がいた。木庭二郎は、文理科大学の朝永の研究グループで自己エネルギーの問題と取り組んでいた。また仲間の中には、小谷と彼の助手である久保亮五の指導の下で、固体や液体(現在では物性物理学と呼ばれている)の研究を専門にしている者もいた。久保亮五は、後に統計力学の分野で多くの業績をあげて有名になる。若い研究者たちは互いに知識を交換しあい、また占領軍の設立した図書館に通って、海外から到着した雑誌を読みながら熟

日経サイエンス1999年3月号

63

→ 広島に爆撃に随行した。

→ 2個目の爆弾を長崎に投下し、爆撃機には

コメカ: これは Ms. Mukerjee からの報告に基づいて訂正しました。

品名
折数
色
DIP 製版課 製版者



心に研究を続けた

坂田は当時名古屋大学の物理学部にいたが、戦災のため彼の学部は郊外の小学校に仮住まいをしていた。その坂田が、1946年の学会で電子の無限大の自己エネルギーの問題を解決するのに、電子の中で電磁気力と未知の力とが釣りあっているという考えを提案した。

ちょうどこの頃、プリンストン高等研究所の Pais (Abraham Pais) も同じような方法を提案していた。その手法自体には欠陥もあったが、これがきっかけとなって朝永の研究グループは無限大の自己エネルギーの問題を処理する方法を発見した。現在「くりこみ理論」として知られているものである。。これは一口で言えば、電磁力による自己エネルギーが何であっても、元からある質量にくりこんだ全体が実際の有限な質量として観測されると考えて差し支えないということである。この結果は湯川自身が1946年に創刊した英語の科学雑誌 **Progress of Theoretical Physics** で発表された。1947年の9月に朝永は、**Newsweek** 誌で驚くべき実験結果を知ることになる。

この実験はコロンビア大学のラム (Willis E. Lamb) とレザフォード (Robert C. Retherford) が行ったものであった。水素原子中の電子は、いくつかの量子状態をとり得るが、そのうち2つの状態は従来からまったく同じエネルギーを持っていると考えられていた。ところが実際には、ほんのわずかではあるが持っているエネルギーに差があることが分かったのである。

この発見が報告されるとすぐに、コーネル大学のベーテがこのエネルギーのずれ、いわゆる「ラム・シフト」の非相対論的な計算を発表した。「ラム・シフト」の原因は、電子が原子内を運動する際に、無限の自己エネルギーが有限だけ変化するからである。朝永は、学生らと協力してすぐに自己エネルギー

のくりこみを正しく考慮することによって相対論的に厳密な結果を得ることが出来た。

朝永らの研究は、ほとんど同じ頃にハーバード大学のシュウィンガー (Julian S. Schwinger) の行った研究結果と酷似していた。後に朝永とシュウィンガーは個人的な経歴の上でもお互いに非常によく似ていることに気付く。この2人は共にレーダーを研究した経験があり、また戦時中は波動とマグネトロンの研究で軍に協力していた。そして両名とも、この問題を解くのにハイゼンベルクの理論を使った。さらに朝永とシュウィンガーの名前にも共通点があった。「振一郎」の「振」と、「Schwinger」の「schwing」が、物理学の基本概念のひとつである（実験には欠かすことの出来ない）「振動」を意味するからだ。

1965年には、朝永とシュウィンガーにファイマン (Richard Feynman) を加えた3人が、量子電気力学を発展させた功績でノーベル物理学賞を受けた。なおこの時ファイマンは、時間が逆向きな電子などという独特な概念を用いていたが、プリンストン高等研究所のダイソン (Freeman Dyson) が、この方法も朝永やシュウィンガーの手法と同等であることを示した。

ラムシフトが報告されたのとはほぼ同じ頃、英国のある研究グループが、高い山の上で宇宙線に曝した写真乾板で π 中間子が崩壊して μ 中間子になるのを発見した。この発見によって、井上、坂田、湯川らの理論が正しいことが見事に証明された。

大発見のあとの騒ぎが治まると、この湯川の発見が、自然界の力に関する非常に深遠な原理を示すものであることが、次第に明らかになってきた。つまり力是一般に、整数のスピン（完全な回転）をもち、またその質量が到達距離を決定するような粒子によって伝

AD1/3

品名
折数
色
DIP 製版課 製版者





COURTESY OF SHUNGO KIKUCHI

自宅でポーズを取る朝永振一郎 このやや憂いをおびた写真は1960年に撮影されたもの。朝永はこの5年後に、量子電磁力学上の「無限大の自己

エネルギー」問題を解決した功績で、他の学者らと共にノーベル物理学賞を受けた。その考えは第二次大戦中に発見したものだ。

品名
折数
色
DIP 製版課 製版者

達されるものである。その上さらに、必要に応じて新しい粒子の存在を仮定するという湯川の方法が、その後も驚くほどの成功をもたらすことになる。こうして20世紀半ばで人類は、それまでもその存在は予言されていたものの誰も発見できなかった粒子、つまり原子内に存在する素粒子を多数発見するに至った。

1947年になると、「ストレンジ(奇妙な)」と呼ばれるほどの、不思議な粒子が発見された。ごくまれにしか見られないものであるが、現れるときには2つ1組で現れ、その上寿命が異常に長いのである。そのうちに、カリフォルニア工科大学のゲルマン(Murray Gell-

Mann)と大阪市立大学の西島和彦と中野董夫がそれぞれ独立にこれらの粒子がもつ特性の規則性を発見した。これは「ストレンジネス」と呼ばれる様々な量子の性質だ(このパターンに気付くことが、上に述べた三段階理論の第1段階である)。

その後坂田とその弟子たちは、こうして発見された様々な粒子を分類する研究を活発に行い、ゲルマンのクォーク・モデルの先駆けとなる仮説を立てた。(この坂田モデルやクォーク・モデルが第2段階であり、現在の高エネルギー物理学は、粒子と力のより精密な理論、いわゆる「標準モデル」によって、第3段階とってよいところにま

で到達している。)

この間日本の物理学者らは、あの忌まわしい原子爆弾を製造した米国の物理学者たちとの関係を次第に改善しつつあった。もちろん米国人に対する感情には複雑なものがあった。東京の絨毯爆撃や広島と長崎での大量殺戮は、戦争反対を唱えていた日本人たちにとっても大きな衝撃を与えていたのだ。その一方で米国の占領政策は、その自由民主化政策も手伝って比較的好意的なものを受け取られていた。しかし何と云っても、両国の物理学者同士を近づけたのは、彼らの共通に持っていた科学に対するつきない興味だったろう。





品名
折数
色
DIP 製版課 製版者

和解

ダイソンの述懐によると、ペーテが初めて茶色の粗末な紙に印刷された雑誌 ^{イギリス} **Progress of Theoretical Physics** の創刊号を受け取ったのは、1948年のことだった。第2号には朝永の書いた記事があり、そこにシュウィンガー理論の中心概念が含まれていた。

ダイソンは、「戦後の廃墟と混乱の中で、朝永はどうかこうか日本の理論物理学研究の伝統を維持していた。しかもある意味では、当時世界でも最も先進的なことをやっていた。朝永は黙々と研究を続け、新しい量子電気力学の基礎を築いた。しかもシュウィンガーより5年も前に、コロンビア大学の実験からの援助も受けずに。これは私たちにとってなんとも言いようのないほど不思議なことに思えた。」と述べている。

当時プリンストン高等研究所の所長だったオッペンハイマー (J. Robert Oppenheimer) は、湯川を自分の研究所に招待した。湯川はそこで1年を過ごし、コロンビア大学でもう1年過ごし、1949年にはノーベル賞を受賞している。朝永もプリンストンを訪れたが、その環境を非常に研究意欲をそそるものだと感じたようだ。しかし朝永の場合はホームシックにかかり、学生のひとりに「何だか天国に島流しにされているような気分です」と書き送っている。1年後に朝永は帰国したが、ここで朝永は1次元的な運動をする粒子の理論を発表した。これは現在ストリング (ひも又は弦) の理論の研究者たちに、大いに役立っているものだ。

1950年代の初めからは、日本の若い研究者たちも米国を訪れるようになり、その中には南部のように長期滞在する者もいた。こうした頭脳流出の傾向を出来るだけ緩和しようと、彼らは国内の同僚たちとのつながりを保つことに努めた。そうした方策の1つは、非公

式の会報「素粒子論研究」に最近の消息を送ることだった。そしてそのようなニュースはメソソクラブの跡を継いで共同研究の場となったいろいろな研究会の席上で読み上げられたものである。

1953年には、湯川が京都に新しくできた研究所の所長となった。これは現在の「湯川基礎物理学研究所」である。またその年には東京と京都で、湯川と朝永が主催者となって国際理論物理学会議が開かれた。この会議には、諸外国から55人もの物理学者が参加し、その中にはオッペンハイマーもいた。オッペンハイマーは美しい瀬戸内海を観光したいと希望したらしいが、湯川がやめておくよう勧めたらしい。というのは、瀬戸内の観光ルートには当然広島街が含まれることになり、それはオッペンハイマーにとってかなりのショックだろうと気を遣ったのである。湯川と朝永は、その人生のほとんどを抽象的な理論に没頭することで過ごしてきた。しかしこの当時から反核運動の分野でも活動するようになって、いくつ核廃絶の嘆願書に署名している。

1959年には、当時まだ東京大学博士

課程の学生だった江崎玲於奈は、半導体の量子行動について卒論を書いていた。これは後になってトランジスタの開発に結びつくことになる。この業績によって江崎は、1973年に日本で3人目のノーベル物理学賞受賞者となった。なお、ギエヴァー (Ivar Giaever) およびジョセフソン (Brian D. Josephson) も江崎と同時にこの賞を受けた。「日本にとって最悪の時期に、なぜ理論物理学の分野では最も創造的な仕事が続出したのか」といった疑問は当然出てくるだろう。戦争の恐怖から逃れるために、不安を抱えた頭脳が純粋な理論の世界に自己を投入したのかも知れない。それとも、戦争によって外界との接触が少なくなり、かえって独自性が刺激されたのかも知れない。

確かに戦争によって、教師や上司に対する忠誠といった伝統的な封建主義スタイルは一時的に壊れたようだ。それで物理学者たちは、自由に自分の考えを発展させることが出来たのかもしれない。それともこの時期は、一切の説明を受け付けられないような、日本にとって非常に特殊な時期だったのかも知れない。

(編者印談)

著者 Laurie M. Brown / Yoichiro Nambu

ブラウンと南部は、日本の物理学の歴史に関して共同作業をすることが多い。ブラウンは、ノースウエスタン大学物理学部の名誉教授で、過去20年間、物理学の歴史に強い関心を抱いており、この分野ではすでに8冊の本を共著も含め出版している。南部はシカゴ大学の特別教授であり、素粒子理論の分野でいくつか重要な概念を発表し、ウォルフ賞、ディラック・メダル、米国家科学勲章、日本政府からの文化勲章など数多くの賞を受けている。南部は過去にも、**Scientific American** 誌上でクォークの閉じ込めに関する解説を書いている。

原論文

Physicists in Wartime Japan (SCIENTIFIC AMERICAN December 1998)

関連図書・文献

"TABIBITO" (THE TRAVELER). Hideki Yukawa. Translated by L. Brown and R. Yoshida. World Scientific, 1982.
 PROCEEDINGS OF THE JAPAN-USA COLLABORATIVE WORKSHOPS ON THE HISTORY OF PARTICLE THEORY IN JAPAN, 1935-1960.
 Edited by Laurie M. Brown et al. Yukawa Hall Archival Library; Research Institute for Fundamental Physics, Kyoto University, May 1988.



2xニ上: 日本版のためには "Tabibito" の原本「旅人」(発行社?) と「量子力学と我」朝永振一郎, 江沢洋編 (みすず書房 1997?) とを入手してほしいか。