

1/23/2005

インタビュー @ Iwanami, 11/15/2004
物理は楽観主義で
——アインシュタインとの出会いからの半世紀

南部陽一郎
シカゴ大学名誉教授(ご専門お願いします)

聞き手 和達三樹
東京大学(物性基礎論, 統計力学)

アインシュタインと同じ車で

和達——本日はお出でいただきありがとうございます。

南部——こちらこそ光栄です。

和達——2005年は、アインシュタイン「奇跡の年」と言われる1905年から100年というわけで、最初にアインシュタインについてお聞きしたいと思えます。先生はアインシュタインに会われたことがありますね。

南部——あります。私は1952年から2年間、プリンストン高等研究所で過ごしました。アインシュタインは1930年代からアメリカに「亡命」して、高等研究所に招聘され、所員になっていました。それで、アインシュタインに会うチャンスがあったのです。

1952年の秋に、私はプリンストン高等研究所のメンバーとして招聘されました。プリンストンは小さな町で、研究所は郊外にあり、町からは歩いて10～20分です。最初の1年は、歩いて15分ほどのところに下宿していました。歩いて行くこともありましたが、町の中心から毎朝相乗りの車を出してくれるので、主にそれで通っていました。アインシュタインの家は、私の下宿から確か5～6軒先で、アインシュタインもよくそのバスを利用していました。だから、その時に会うわけです。5～6人の相乗りの小さな車と一緒に乗ってです(図1)。そういうチャンスがあったわけです。

プリンストンの研究所の周りには、林とか森がありまして、そこで散歩をしました。その時に、アインシュタインが散歩をしているのにもよく出会いました。ゲーデルという有名な数学者がアインシュタインと非常に仲がよかったです。2人が並んで散歩をしているのを見かけたことも覚えています。

和達——パイスの書いた本によると、アインシュタインが食事のために研究所から家に帰るのに、よく歩くのに付き合ったとあります。歩けるぐらいの距離だったのですね。

南部——ええ、歩いて10分か15分ぐらいだったでしょう。町からプリンストンに行くには、マーサー・ストリートを通るのですが、その途中に彼の家がありました。

実はそれだけではなくて、私は実際に彼と面会したこともあるのです。当時、アインシュタインの助手兼秘書役をしていたのがブルリア・カフマンという方で、ご存知でしょうか、オンサガーの弟子です。

和達——南部先生は非常に初期の頃に2次元イジング模型の解法の仕事をされ

ていましたけれども、それで有名なカフマンですか？

南部——そうです。

和達——女性ですね。

南部——ええ。オンサガーの有名なイジング模型の論文は、確か戦争中に
出たはずですが、それが戦後になって日本にも知られてきて、久保研究室で久保
亮五さんが熱心に取り上げられました。私は東大の嘱託をしていて、~~久保研~~
~~究室の学生と一緒にそれを勉強したのです~~。私の研究室は久保先生の隣で、
そこに3年間ぐらい寝泊まりしていました。すぐ隣が久保先生の学生のたまり
場でした。それで、オンサガーの理論を知って、勉強していたのです。

ました。

~~実はもう1人~~、余談になるかもしれませんが、イワタギイチ(?)さんはご存
知ですか。

岩田義一

和達——学生の頃に名前は聞きました。

南部——彼がまた何でもよく知っていて、彼からはいろいろなことを習いま
した。彼も以前にイジングモデルに凝っていた~~そう~~で、イジング模型を習い
ました。それを勉強した結果、数学的に非常に見事なので、自分なりの解法
を考えた。それが私の最初の仕事なのです。

和達——カフマン女史もその仕事をしておられた？

南部——同じようにイジング模型に関する論文を書いた。その関係で、日本
にいるあいだから連絡を取り合っていました。それで、プリンストンに行っ
た時に、アインシュタインに会いたいと彼女に頼み込んだのです。快くアレ
ンジしてくれて、30分ほど彼と話をしました。

あとで聞いたことですが、当時の所長のオッペンハイマーは、アイ
ンシュタインのところに押しかけて邪魔してはいけないというおふれを出し
ていたらしいのです。僕はそんなおふれがあることは知りませんでした。カ
フマンが手配してくれたからすぐ行ったわけです。オッペンハイマーはあと
でこのことを聞いて、だいぶ感情を害したと人づてに聞きました。

アインシュタインに会いたかった理由の1つは、私が東大の嘱託をしていた
頃、内職としてアインシュタインの随筆‘OUT OF MY LATER YEARS’を翻訳し
たことがあったからです。中村誠太郎さんと哲学者の市井三郎との共訳で、
物理の一部を私が分担しました。それが『晩年に想う』という題で日本で出
版されました。

和達——どこの出版社からですか。

日本評論社

南部——最初は朝倉書店だったと思います。次に講談社に移って、小さな文
庫本になりました。今は絶版になっています。

それを持って行って、あわよくば彼の署名をもらいたいという下心があっ
たわけです。実際に署名をもらいましたね。

和達——アインシュタインは、‘TIME’に世紀の人と言われたように、単な
る物理学者のみならず、社会現象に近いものを引き起こすような人でした。
日本に来たときの歓迎を含めてですね。人間的な温かみを感じさせるからな
のでしょうか。

南部——私は、なぜあれほどアインシュタインがもてはやされたのか、実は
あの頃は分からなかったのです。もちろん、アインシュタインに会いにいっ
て、人間的といいますか、そういう感じを受けました。実際にどういう話を
したかを話しましょうか。

アインシュタインが語ったこと

南部——最初に私が何をしているか少し申しました。私がやっていたのは非常に小さなことで、ボーム・パイNZのいわゆるプラズマの理論というものがあリ、それをもっと精密化して、多体問題に応用する。例えば原子核の核力の問題は、分からないことがいろいろあったので、それを調~~べ~~ようと思っていました、そういうことを彼に話したのですが、もちろんアインシュタインはそんなことには興味もないし、どういう問題かも分からなかっただろうと思います。

(解決)

そのあとで、自分がどういうことに興味を持っているかをアインシュタイン自ら言い出したわけです。有名な話ですけれども、アインシュタインは量子力学を認めようとしなかった。そのことを説明して、「空の月をごらん下さい。月が位置と運動量を同時に持っていないなんていうことは考えられるか」と、そういう論理なのですね。

和達——パイスの本『神は老獺にして…』にもそのことが書いてありますね。

南部——そうです。一番初めに同じことが書いてあります。

和達——それと同時に、自分らが見ていない時に月があるかないかを疑うだろうか。月がないと思う人がいるのだろうか、とか。

南部——それと非常に同じような論理です。われわれの世代はもちろん量子力学を習って、不確定性原理が正しいかを今さら考える必要はないとまで思っています。だから、アインシュタインにそう言われても、ただ黙って拝聴しているだけでした。それで大体会話は終わったわけです。

和達——アインシュタインと量子力学について大変興味深いエピソードです。ある意味でアインシュタインは歴史の生き証人であって、量子力学がどんどん成功する中で、真剣に考え込んでいるのですね。

南部——執拗にですね。

和達——歴史というのは不思議なもので、1935年に書いたアインシュタイン・ポドルスキー・ローゼンの論文（EPR論文）が、実は今はやりの量子情報などの発端となっている。ベルの不等式まで含めてですね。アインシュタインの議論は、量子力学に対する理解が間違っていたというわけではないのですけれど、何十年か経ったいまになると、なんだかアインシュタインが時限爆弾をしかけていなくなったような感じです。

南部——それは言えますね。

和達——パイスの『神は老獺にして…』を読むと驚くのは、アインシュタインは量子力学について、ほかのことより100倍は考えたかもしれないと言っている。だから、本当に考えていたのですね。月の比喩も素朴なものではない。

南部——もちろんそうです。

和達——量子力学は違っているのではなくて、不完全ではないかというのが、EPR論文のタイトルですね。いろいろ哲学的な言葉があいだに入りますけれど。

いまでは技術の進歩によって、観測問題のように机上の議論だけではな

く、量子力学の基礎まで実験的に検証できる時代になり、アインシュタインがいろいろ悩んでいたことがもう一度検証されるようになった。今のところ、量子力学は正しいというのが答えなのですから、彼が生きていたらどのように考えるか聞いてみたいですね。

南部——そうですね。量子力学をどう解釈するか、私も実はよく分からないのです。解釈問題は確かにどうしても残っているわけで、アインシュタインがそれを問題にしていたのはもちろん正しいことです。

プリンストンでの日々

和達——アインシュタインも含めて、当時のプリンストンはどのような雰囲気だったのでしょうか。

南部——私が行ったのは1952年ですから、戦争が終わってからまだ7年しか経っていませんでした。当時の日本の経済状態は実にみじめなものでした。私は3年間東大で寝起きしなくてはならなかったわけですから。

和達——アメリカへはやはり船で行かれたのですか。

南部——船です。船が一番安いので、それでもあの頃の値段で、船底ではありませんでしたけれど、水面ぐらいのところの2等で、400ドルかかりました。今のお金にすると10倍以上にあたるでしょうね。

和達——若い人は分からないでしょうけど、1ドルが360円で手に入ったかどうかという時代ですね。その頃の給料は1万円になるかならないかでしょう。

南部——もし飛行機で行けばその倍はかかりましたね。

それで行ったプリンストンは、まるで天国のようなところでした。私の前にまずカワダ(?)さんが呼ばれて、その次に朝永振一郎さんが呼ばれ、私は4番目だったと思います。朝永さんが行かれた時に、今の筑波大学の前身である文理大が本郷にあって、朝永さんはそこのお弟子さんたちにいろいろな手紙を書いてこられました。その中身を今も覚えていますけれども、「私は天国に島流しに遭ったようだ」と。プリンストンは小さな町ですから、車がなければ他所にはどこにも行けない。朝永さんは1人で行かれて、車の運転はされないし、どうにもならなくて島流しに遭った感じがしたのだと思います。

和達——先生は？

南部——楽しい、本当に楽しい時でした。朝永さんは人との交流があまり上手でなかったのかもしれませんが、われわれ若い連中は、あそこに集まった人たちとすぐに仲良くなりました。アメリカ国内やヨーロッパなど世界中から来ていて、みんな同じぐらいの歳で、プリンストンで毎日ワイワイやっていた。だから非常に楽しい時代であつたし、その一面、白状しますけれども、競争がものすごく激しい時代でもありました。みんな新進気鋭の連中ですからね。

私は、その時には、ボーム-パイNZの理論を応用して核力の問題を解決するということを考えていたのですけれども、それは結局は失敗に終わりました。プリンストンに2年間いて、その問題を解決することができなかった。それで、私はちょっとノイローゼになりました。周りに偉い人がいる中で、自分は何もできなかったと。そういう意味では非常に憂鬱な時代でした。

そのころプリンストンにはどういう人がいたかといいますと、まず、パウ

湯川

少年とも最初は

~~私自身について~~ 彼の思ひ及しは悪くなかった ~~と~~ 思います。 5

リです。パウリは所員ではありませんでしたけれど、時々やって来る。戦時中にもあそこに来たことがあったらしく、私が行ったときにもたまたまパウリがいました。

所員とは

それからアブラハム・ Pais. Pais はヨーロッパから亡命して、物理でもいろいろいい仕事をしましたが、そのあとは、先程から出てくるアインシュタインの伝記とか、ボーアの伝記などで有名になりました。

それからダイソンがいました。ご存知のように、朝永、シュウィンガー、ファインマンのあとで、数学的な繰り込みの法則を完成した人です。

とリー

ヤンもいました。リーとパリティの非保存を提言した有名な人ですね。 ~~そ~~ (にち)

三人で

と、バンホーベ、統計物理で有名な人で、セルンの所長になった人です。

あとは、オーストリアから来たワルター・ティリング。お父さんのハンス・ティリングは原子核のほうで有名な学者でした。息子は学位を取ったばかりでした。

私のような短
時間のメンバー
としては

やはり学位をとったばかりでヨーロッパから来た ~~ケレーン~~ (Källén) (?) もいました。非常に鼻息の荒い人で、数学的に厳密な繰り込みの法則というようなことをやっていて、自らパウリの後継者を自認していました。いつもパウリと一緒にプリンストンの研究所の周りを散歩しているのを見かけました。

和達一本で読むと、パウリという人は大変意地悪で、いろいろなアイデアをつぶしていたということですけど、このころには？

でも竟に悪
だとは思
いません。

南部一同じです。ただ、私も彼とは非常に仲良くなったのです。それには理由がありました。私がまだ日本にいたときに、朝永さんのグループで QED の仕事を始めて、木下東一郎さんと論文を1つ書きました。それがどうもパウリのお気に召したらしいのですね。パウリは私の名前を知っていました。特に話しかけたことはありませんでしたけれど、プリンストンには木下さんも一緒に行ったのです。

パウリについては、非常に怖い思い出があります。パウリが癇癇を起こしたらどうなるかという……。

それは Pais がセミナーをやっていたときです。そのころはまだハドロンの対称性を模索していて、最後に SUSY というのがあったのですが、その前の時代です。それでそのときは Pais が SUSY に基づく対称性の話をしたわけですね。パウリは講師のすぐ前に座る。オッペンハイマーが座長で向かいに座っている。Pais が話を進めると、パウリは首を横に振り始めた。これは昔から知られていることですけども、パウリは大体は首を縦に振って、それで居眠りを半分しているような格好で話を聞いている。ところが、何か気に入らないことがあると、首を横に振り始める。それをやったら危険信号なのです。

SU(3)

ある

陽に

Pais のセミナーで彼がこれをやり始めた。ブツブツ独り言を言う。

"Pais, it is nonsense. You'd better stop it." その声がだんだん大きくなる。Pais も気にして、"Professor Pauli, please listen to me to the end." と言った。パウリは "No, no. You'd better stop it." で、突然、躍り上がったんです。それで、Pais の胸ぐらをつかんで、"You stop it!" って。

つかまばかりの格好で

和達――……

南部――それで、Pais はびっくりしちゃった。オッペンハイマーは座長で

しょう。だからみんなに “Please ^{calm down.} ~~come back~~. We need ^a ~~the~~ chairman.” と言って、それでまあ収まったわけですが、セミナーは終わってしまいました。

間違っただけでもない

和達——人間性溢れる時代でもあったのですね。いまの学会では、「右辺をどう計算しますか？」とかいうような質問はありますが、そのような迫力のある話はほとんどありません。パウリの有名な言葉に、「この理論は間違っただけでもない」というのがありますね。くだらないということの1つの表現でしょうが。

南部——実はあとになって、私も同じようなことをやってしまったのです。

プリンストンから2年後に、シカゴ大学に移りました。フェルミが亡くなる直前で、分散理論 (dispersion theory) という数学的な理論を、~~ゴールドバーガー~~ という人が始めて、その中心がシカゴ大学にあった。私もそれに参加していろいろな論文を書きました。

ゴールドバーガー
(Goldberger)

私は、~~タンガロソのレクチャー~~ (?) で、~~グリーン関数は一般的に分散公式で表せるという主張をして、その分散公式の作り方を書いた論文を「フィジカル・レビュー・レターズ」に出しました。~~ 実は、あとで気が付いたら、それは全くのでたらめというか、そんなことは不可能だと分かったんです。自分で発見してがっかりしましたが、ほかの人たちも分かっただろうと思います。とにかくその論文が出て、プリンストンにも伝わったわけです。

パウリは、プリンストンからバークレーの大学に移って、そこで1958年に亡くなったと思いますが、バークレーに行く途中にシカゴに寄ったのです。~~ゴールドバーガー~~ (?) がまだいたときですから、1954-55年頃です。ゴールドバーガー (?) が、彼の家でパウリのためにパーティーを開いて、私も行きました。そうするとパウリが先に来ていて、私が入ってくるのを見るなり、“Oh! Here comes the famous Nambu.” と皮肉を言われたことがありました。

和達——この間違っただけでもないというのは、本当にある意味で真理をとらえた言葉ですね。

南部——私の書いた論文はまさにそういうものだったのです。

和達——いまは論文はいくつでもあります、お互いの批判までも含めて、物理学者の人間的部分が感じられないようになってきたということはありませんね。

南部——もう1つパウリに関する話があります。アインシュタインも統一場の理論をやっていましたが、それとはまた違ったもので、ハイゼンベルグの統一場の理論というのがありました。パウリは最初はそれに乗って一緒に仕事をしたのですが、あとで幻滅を感じて手を切り、逆にこんなのはだめだと批判を始めた。実際にだめなのですが。

ところが、1950年代に、ハイゼンベルグの統一場の理論が注目されるようになったのです。1950年 ~~51年~~ に、セルンの国際会議でハイゼンベルグが講演をした。彼が演壇から降りると、パウリが立ち上がって演壇に立って、「あの理論は全然でたらめで間違いだ」とこき下ろした。その次にハイゼンベル

1960

グが立ち上がって、それに対する答えをする。それで2~3回やりとりがありました。非常に面白かったですね。政党の立会演説と同じです。これは論文集に載っていますから見れば分かりますけれども、非常に印象的でした。

素粒子論と物性論

和達——先生はシカゴ大学に移られて、非常に多くの優れたお仕事をされました。いま南部-ゴールドストーン・ボソンと呼ばれている対称性の破れによって生じる粒子に関するご研究は、1960年から61年ごろから論文が出始まりますが、素粒子論はもっと前から考えておられたのでしょうか。

南部——そうですね。

和達——私は統計力学をやっているのですが、物性と非常に共通性のあることに南部先生は注目されておられたなということを感じるのですが、それは言い過ぎでしょうか。

南部——いや、実際にそうなのでしょうね。私は東大を出ましたから、東大はそのころは物性論が主流を占めていて、物性論に関する素養が自然とできていたのだと思います。

和達——そのころの東大物理というと山内恭彦先生がいらした？

南部——いえ、山内先生は私のときにはまだおられませんでした。統計力学ですとサカイタクジウ(?)先生、原子核のほうは落合●●先生がいらして実験が主でした。

物性論の小谷正雄先生

鹿井一郎

坂井卓三

理論

れまげん

そのころの素粒子は原子核物理とはあまり分離しておらず、素粒子論自体が非常に新しい学問で、いわば湯川さんが始めたようなものでした。したがって京都が中心で、東大にはなかったのです。理研の仁科研究室にいた朝永さんと東大の有志4~5人——そのうちの1人が京都の林忠四郎と同級生だったのですが——が素粒子論をやりたいといって、落合先生が引き受け役になってくださいました。それから、ときどき文理大に仁科セミナーを聞きに行ったりしていました。

後に京大に後つみ

そのあと、小谷正男先生の弟子の久保亮五さんが優秀な人で、その影響を受けて物性論の理論を深めようということにもなりました。私は多体問題に非常に興味を持ちました。

一方で、湯川グループの影響も受けました。東京では、朝永さん以外にも、湯川グループの武谷三男さんが東大に出入りしてくれました。東大の助手をしていた中村誠太郎さんが京大出身で湯川さんの弟子で、そこに武谷さんがよく来られたのです。私は彼らといろいろ話をして、武谷さんの考え方とか、湯川さんのやり方というものの薫陶を受けました。

和達——最後は荷電対称性の破れにつながって、素粒子の模型としても標準モデルへと発展するお仕事になるのですけれども、その辺のいきさつをお願いします。

南部——シカゴへは、ポスドクとして、大阪市大から休暇をとって行っている格好でした。最初は、先程お話ししましたように、~~ゴールド・バランガー~~(?)のグループに加わって、分散理論など数学的な問題に取り組みました。一方で、多体問題にも興味を持っていました。超伝導の理論、超流動の理論です。われわれの理論の一番年輩のボスは~~ダレ・ゴールド~~ ウェンツェルで、ハイ

ゴールドバーガー

パインズを訪ねたとき サイツ、バーティーンなどにも会いました。 8

ゼンベルグの同年代の人です。彼も多体問題に興味を持っていて、例えばフィリップ・アンダーソンに非常に高く買われていました。私もアンダーソンに紹介されたことがあります。

それから、もう一つ、日本にいた時代から手掛けていたボーム・パインズの理論をもっと精密にして、多体系の問題に応用するというのも考えていましたから、パインズとも知り合いになりました。パインズはシカゴの近くのイリノイ大学にいました。1957年だったと思うのですが、パインズの学生であったシュリーファーをウェンツェルが呼んでセミナーをしました。そこで初めてBCS理論なるものの紹介を聞いたのです。まだ論文にならないときです。

最初に気になったのは、彼の理論がゲージ対称性を破っていることでした。超伝導は電磁気の問題で、そういう問題に対してゲージ対称性を破る理論というのは、本当に信用できるかどうか、疑問になったわけです。もちろん、その理論がいろいろな超伝導現象をみごとに説明しているのは認めざるを得ない。だから、どこが悪いのだろうかと考え始めた。

2年ほど考えて 3~4年やって気が付いたのは、超伝導の中には質量のゼロのような集団モードがあって、それが電荷の保存を分担していて、それでそのモードも質量に加えると全体としては電荷保存が破れていないということが分かったのです。そのゼロモードというのがいわゆるヒッグズ場です。集団モードは質量がゼロではなくて、電磁場のいわゆるクーロン場と結合して、結果としては質量のあるプラズマになってしまうわけです。これで論文を書きました。ただ、そのときに気が付いたのは、いわゆる一般的な問題として、対称性が破られるという考え方です。例としては、スピンウェーブ(スピン波)、それから、固体の中を伝わる音波。それらも集団モードです。南部・ゴールドストンのモードです。

論文の中にそうしたことも一緒に書いておけば良かったのでしょうかけれども、朝永さんが言っていたことが頭の中にありました。1つの論文にいろいろなアイデアをたくさん並べるのは良くない、1つ1つ別にして書きなさいという教訓です。だからこれはまた次の論文にしようと考えました。シカゴの同僚にも聞きましたけれど、みんな一向に興味を持ってくれない。それで、対称性、BCSの考えを素粒子論に応用するほうが先決問題だろうと思ひまして、物性の方はおあずけにしておいたのです。

和達——最初の発表は1960年ごろでしょうか。

南部——確か1959年のキエフでのロチェスター会議です。トーシェックがニュートリノ・カイラリティの講義をして、そのあとで私がやっていることの一応の紹介をしました。それが最初です。そのあと、ローマからポストドクとしてイオナラシニオが私のところに来ました。結局は彼と大きな論文を書くのですが、その前に、ペンシルバニア大学(?)での会議に彼を送って発表させました。シカゴ近郊の大学が毎年持ち回りで行っていた理論物理の会議でした。その年、私は息子の病気が非常に心配で出られなかったのです。アメリカではそれが最初の発表でした。そこでのプリプリントが出回ってすぐあとで、それを引用する形でゴールドストンの論文が出ました。

和達——ヒッグスはもう少しあとですか？

南部——2~3年あとだと思います。

私の見方とほかの人の解釈は違うかもしれませんが、私は先程も言ったよ

バーティーン

南部・ゴールドストン

このモードは

コメントして

言語学

バーティーン

(Purdue)

アンダーソン

すなわち

か

うにBCS理論に電磁場が~~あつて~~、ゲージ場があつて、そのために質量ゼロのモードが実は質量があるプラズマになるということは分かっていた。だから、質量が出るのは当たり前だと思っていたわけです。よく考えれば、クーロン場というのは縦波の部分だし、横波もBCSの理論では質量が出てくるわけで、別に新しいことではないかと思っていました。アンダーソンや、ヒッグス、~~アンダーソン~~、ブラウトという人たちが、ゲージ場と結合すると~~■~~になるという論文を書いた。

質量のあるゲージ場

(南部・ゴールドストーンモード)

あとで考えると、対称性が破れているのはよく知っていましたが、ゲージ場の~~■~~の理論についてはあまり知らなかった。本気で勉強しなかったのです。よく勉強していたら、すぐに~~ヒッグス~~記述の方向に移ったのだと思う。

ヒッグスに5の)

それからもう一つ、今思い出したのですが、同じ私とイオナラシニオの論文で、パイオン(パイ粒子)が出てきて対称性が破れるというのが出てくる。それで、そのモデルで私のやった部分で計算すると、パイオンのモード以外に~~パイオンモード~~(?)といま言われているものが出てくる。それはもともと質量があるわけです。南部・ゴールドストーン・ボソンはフェイズモードと言われている、ヒッグズモードはアンブリテュードモードという名前が付いている。そういうモードが一堂に出てくる。それから、その質量ですが、ヒッグズモードの質量は、いまの場合は核子ですけれども、フェルミオンの質量の2倍になる。それが自動的に出てくるわけです。だからそれは相当一般的な弱い結合の極限ですけれども、BCSのほうに当てはめていけば、BCSの型の理論の中でもアンブリテュードモードがかかることが言えるはずなんです。

方法

ヒッグスモード
ヒッグスモード

私はそのころは物性論はやめてしていましたから、そういうことには気が付かなかったのです。それであとになって、70年代、80年代になってから、実際に超伝導の中でヒッグズモードが見つかった。2倍になっているのです、リアルギャップというのが、

破れた現象だと
言えます。

やヘリウム3の超伝導

その質量が電子のギャップ・パラメータの
超伝導では

色とひもの導入

和達——1960年代の前半から、今の言葉で言うと「カラー」のお仕事をされるようになった背景にはどのような経緯があったのでしょうか。

カイラル対称性の破れのために

南部——私の研究した対称性の破れというのは、核子の質量が大きくなって、同時にパイメゾン(パイ中間子)が存在するというのを原理的に説明する理論でした。まだクオーク模型が出る前のことです。私の理論のあとにもなく、SU(3)の対称模型が出ました。ゲルマン、ネーマン、日本では池田峰夫、小川修三、大貫義郎、山口嘉夫など、いろいろな人が考えを出しました。それに続いて今度は、1963年だったと思いますけれども(1964年?)、クオークの組み合わせでそういうものが出ることをゲルマンとツイイクが言って、対称性の問題は一応解決したとなったわけです。実は、私にはまだ気に入らないところがあった。

必然的に
現れる

と前後して

クオーク模型を使ってハドロンを作るには、クオークという電荷が3分の1の粒子が3つ集まるというのですけれども、そのときにクオークがフェルミ統計ではなくてボース統計につながるようになって作らないとならない。それは初めから分かっていたわけで、それが気に入らなかった。ゲルマン自身の論

従って

理論

坂田・武谷

文を見ますと、クォークというものは、実体かもしれないが、ひょっとしたら単なる数学的な記号に過ぎないかもしれないと、どちらとでもとれるようにお茶を濁して書いている。私はもともと武谷さんの哲学の影響を非常に受けていますから、現象の背後には実体がなければならないと思っている。ですから、フェルミ統計は量子場から出てくるので、そうでないとおかしい、これをいかにして救うかを考えたのです。

そのあいだに気が付いたのは、ハドロンの中にもう1つ量子数を増やして、~~その~~、いまで言うニュートリノのほうに統計の問題を押し付けてしまおうという考え方です。初めは恐る恐るやっていましたが、最後に数学的に非常にすっきりしたきれいな理論が出るということが分かった。そのプリプリントを出しましたら、シカゴ大学のまだ学生だった~~ヤン~~が群論的なところをすっきりきれいにしてくれた。それで本当の論文は2人の共著で出したのです。それがいわゆるヤンモデルです。ハン・南部モデルです。

ミラフェーズ大の学生だったハン

ところで、私たちの年代にとっては、素粒子の数は非常に限られたもの~~であって~~、それを増やしていくことには抵抗がありました。ディラックは、「素粒子の数は2つでも多過ぎる、2つあるのだったら3つがあってもよいかもしれない」と言ったらいいんです。だから、彼がディラック方程式を立てたときに、彼の頭の中には素粒子は1つしかないという概念があった。それを最初に破ったのはパウリです。必要に迫られてニュートリノを導入した。その次に湯川さんが中間子を導入した。その当時はそれらが素粒子だと思っていたわけですが、あとになってみたら、中間子とか核子はクォークの複合体となった。そのころには実験的に新しいハドロンが見つかりましたけれども、本当の素粒子というのを増やすことには、何となく抵抗がありました。

先入観念があった

観念

また一方で、クォークの電荷が3分の1か3分の2で、整数でないというのはどうも不自然だと受け止められ、実験的に見つける努力が続けられていました。だが、1970年代にはまだ出て来ていなかった。そういう不自然さがあつたので、3種類の色を導入すれば、整数の3の組み合わせで平均として分数になるというモデルを提唱したわけです。

1970年代まで

次に、3つのクォークを結び付ける力は何かと考えますと、結局、新しいゲージ場があつて、それが非常に強い力で結び付けるんだということになる。それがSU(3)の対称性もゲージ場にあるということになったわけですね。そのころは、ゲージ場のいわゆる非可換ゲージ場は、初めにリ-とヤンが言い出したことですけれども、実際にどう扱っていいのが分かっていたなかった。例えば、Faddeev-Popovのゴースト場という技術が出る前でしたから、ただ言葉でゲージ場があるんだろうと仮定するだけで、詳しい計算はできないのです。それでもSU(3)の色~~のバランス~~を担ったゲージ場~~であれば~~、簡単な過程で、つまりクーロン場のような力でそれが色に比例する力を持っていると仮定したわけです。色の名は青でも赤でも何でもよく、とにかく同じ割合で混ぜればいわゆる白色の状態になればいい。とりあえずハドロンは一番エネルギーが低い安定なもので、それがわれわれが見ているものというわけです。

色です

(ハドロン内)

実は同じ頃にそういう量子数を増やすということを考える人はほかにもありまして、グリーンバーグは私より先にいわゆるパラトア系(?)ということをやっていましたし、タフケリーゼも私と似たような導入をして説明しようと

ハロー統計

電子、陽子
1手か
中子生
が
発見されたときどの量子数
が

クォークモデルで基本的量子数がきまり、

11

していました。日本でも量子数を増やして対称性も増やすという考え方の論文は出ていました。

和達——現代の素粒子論でもう1つ重要なひも理論との関係をお聞きしたいと思うのですが。

南部——色付きの~~ひも~~に対してはほとんど何も反響がなかったですね。そういうものは必要がないとみんな考えたのでしょう。ゲルマンのクォークモデルで量子数を規定すればハドロンの現象の解釈がすべてできるという立場だったのでしょうね。原理的な問題として統計に引っかかるということはあまり気にしなかったのだと思います。

1960年代の情勢は、ハドロンの分類は~~エスエスエー・イコールモデル~~で語られていた。レジャ軌道に従ってスピンと質量が決まるという理論です。それからもう1つ発展して、双対性という問題が持ち出されました。少し哲学的な問題ですが、あらゆる粒子はお互いの複合体であると、ブートストラップの理論ですが、実験的にも検証されました。

レジャ軌道というのは、実験的に、質量の2乗とスピンをプロットして直線的になる。そういう現象を数式で表すものに、ベネチアの公式が~~ありま~~
す。

実は私はその前に、ハドロンの共鳴状態がどんどん見つかったから、それらを統一的に全部引くくめて記述することを考えていました。そのために、ローレンツ群の無限次元表現というものを考えました。~~ジェアップ(?)~~ という人が30年代から数学的な問題として取り上げていたもので、私もそれを1年間勉強してみました。その練習問題の1つとして、無限次元の波動方程式を作りました。そうしたら、水素原子のレベルは無限にあるわけですが、それに似たスペクトルが自動的に出てきた。それが共鳴して、本当のハドロンのレベルを作るような方程式はないかと探し始めました。実は、マヨラナという人が、以前にディラック方程式の~~データ~~で同じことをしていたと後から知りました。

バルトや~~アブロンセザ~~ルも同じことを私と同時にやり出して、競争になったのですが、最後になって、無限次元方程式は場の理論にはなれないということが分かった。つまり、結局非局所場で、~~これはできない~~ と、私は断念したわけなのです。そのころにベネチアの公式(?)が
出てきて、それを見て気を取り直して、もしベネチアの方程式(?)が正しいとすれば、その背後にどういう物理があるのだろうということを考えた。

まず最初に、~~ベネチア~~の方程式(?)はいろいろな共鳴状態が無数にあるけれども、その公式をブライト・ウィグナーの証明式の和として書き直そうとやってみた。私のところに来た~~マシュー・フットン~~というポスドクと一緒にやりました。しばらくして、大体物理的に満足なものが得られた。そのすぐ後に、~~ベネチア~~の公式(?)をさらに拡張した~~トバリエルセン~~の式というものが出ました。これは朝永さんの弟子で片腕だった~~トウベン・ハイメ~~の~~エヨバ~~さんが学生のニールセンと一緒に出した式です。

で、それを何とかブライト・ウィグナーの式に落として書こうといじくっているうちに気が付いたのは、調和振動子のオペレーターを使ってそれができると。それで、その調和振動子の性質は、ちょうどひもの振動と同じようなもので、背後にひもがあると気が付いたんです。

ディラックなど

ベネチア

ICPをぶ壊したり、
いろんな困った
ことが起る。

公式

結果

木庭・ニール

オペレーター

それで
その後

フランプトン

ベネチア

木庭=郎
さんが
ユー・ペン
ハーゲンで

更に超対称性を入れた
スーパーストリングでは10次元

理論は

いわゆるカルーザ・グラインの
多次元空間理論は知って
いたのですが。

和達——気付いたときは、発見したという喜びがありましたか？

南部——そうですね。ただそのときはまだ完全ではありませんでした。4次元の調和振動子ではだめで、少なくとも5次元、6次元にしないと……。しかし、そのころは多次元なんて誰もやっていたなくて、~~不自然な~~と思いました。

和達——今は10次元とかなってきていますが。

南部——ひもの理論を進めていくと数学的な破綻が起きます。すでに皆さんご存知のように、26次元でないと世界が数学的にコンシステントにならな~~い~~。

ということになってきた。だから結局は、ハドロンのひも理論は、1973～74年頃までに大体もうだめだということが分かったんです。それで、QCDに吸収されて、その一面としてひも理論が成り立つということになってしまったわけ
をとらえに

和達——いわゆる南部-後藤の公式の後藤鉄男さんのお仕事とはどうつながるのですか。

南部——後藤さんは個人的には知らない人だったのです。ひもの考えが出たあとで、私はそれを拡張して本当のハドロンに使用しようとして努力したのですが、少くとも5次元か6次元にしないとうまくいかない。そのころに、コペンハーゲンで講義をするために原稿を作って送った中に書いておいたのが、いわゆる南部-後藤の公式です。講義だから気軽に書けばと、線の代わりに面とするとどうかと書いた。

粒子の世界線

ひもの世界面

ところが、私はコペンハーゲンには行けなくなってしまったのです。家族をカリフォルニアの家へ送ってからヨーロッパに行こうと思ってドライブしている途中、ユタ州の砂漠で自動車が壊れてしまった。もともと調子があまり良くない車でしたが、他の車に脇から追い越されたとき、くそっと思って抜き返そうとしたら、冷却パイプがポンとはずれて、それでおしまい。砂漠の中で修理するのに3日間を要したので、飛行機に間に合わなくなってしまいました。それで正式の論文にはならずじまいでした。

和達——何も出なかったのですか。

南部——ええ。後になって非常にありがたいことに、私の書いたものを引用してくれるようになりましたが、それはほとんど誰も見たことがないでしょうね。

和達——探そうと思って一生懸命見たことがあります。見つからなかったです。

南部——私の論文集の中には入っていますよ。

標準モデルで満足できるか

和達——先生のお仕事をいろいろ伺って来ましたが、それがどのように生かされて発展してきたのかを含めて、現在の物理学をどのように考えておられるかお聞きしたいと思います。

南部——現在はいわゆる標準モデルが完成した時代です。完成したという意味は、正しい理論、精密な理論であるということです。精密というのは、計算して出るものが実際に実験的に検証されるということです。私が非常に影響を受けた武谷・坂田の考え方によれば、いわゆる武谷の第3段階に相当するものです。つまり、1つの理論体系が完成して、それでそれまでに知られてい

ビッグス・セクター

る現象を精密に記述できるような段階です。ただ、~~もちろん~~本当に正しいということが完全に検証されたわけではありません。まだ~~チークスペクター(?)~~という部分が検証されていないとか、ニュートリノの性質についても、最近はっきり分かってきたことは、初めに仮定したものよりは少しはみ出しているとか、いろいろな問題があります。

それから、標準モデルは本当には満足なものでないということは、初めから自覚されています。それも含めるようなもっと完全な理論がその背後になくなくてはならない。大統一の理論、~~超対称性の理論~~というものを~~手に入れた~~に拡張し、それをやらなければいけないということは言われていまして、それに対する研究もすでに30年以上続いています。

その一方で、天文学・宇宙物理のほうでめざましい技術的な進歩が行われて、新しい現象が見つかっています。大統一の理論、~~相対性理論~~から予期されるような現象以外の新しいものが見つかっています。そういう意味でも、その次のまた新しい第1段階が始まるような時代が来るのだという予感があります。

今までの宇宙論

私が主にたずさわった1950~70年代は、素粒子の黄金時代だったと思います。私がそのころに研究できたとは、本当に幸いなことで、運が良かった。そして、実は新しい黄金時代が、宇宙物理・天体物理の方面からすでに新たに始まっている。それがいま現在の状態ではないかと私は思っています。和達——実験室系ではどうですか。

南部——かつての黄金時代と同じようなことがこれからできるわけではなく、もう少し時間がかかるでしょう。技術的にも、理論的にも大変な進歩がありましたけれども、すべてが非常に複雑になってきています。実験も理論も、素粒子に関しては、ビッグサイエンスになってしまったように思えます。1人でコツコツとやる時代ではなくて、大勢の人によるグループの仕事の時代になった。だから時間もかかるし、お金もかかる。たくさんの人がそれに関与できて良い反面、1人で全部をやるわけにはいかない時代になっていると思います。

しかし、私にはいつも坂田さんから強調されていたことが頭に残っていて、いまでも通用すると思うことがあります。それは、時代的な感覚ということです。つまり、いま現在の情勢は、どういう段階で、どういう地点であるのか。将来どういうふうに進んでいくのかを自覚している必要があるということです。

和達——ひも理論まで含めて、最近の理論はどのようにお考えでしょうか。南部——非常に数学的にきれいな理論であって、それに重力場も含めることができるという意味では有望で、そこには正しいことがあるに違いないと私は思います。標準モデルというのは今のところの1つの枠組みです。場の量子論という枠組みの中の特定の理論です。どれが本当の自然を抽出するものなのかはまだ分かっていません。ダークマターとかダークエネルギーのような新しく見つかったものが自然に説明できるモデルが、これから作られていくでしょう。

標準理論

楽観主義のすすめ

場の理論とか、スーパーストリングの理論というものが

枠組みの中で

和達——物理学に限らず社会全体が予測しにくい難しい時代になって来ていると思います。

南部ーそうですね。これからどうすればいいかということは、物理の性格が私の時代とはだいぶ変わってきましたから、私には言う資格はないと思うのですが、先入観をできる限りなくして現実を見つめて、それで対処していく以外に方法はないと思います。↑先入観に囚われると、~~私みたいな~~間違っただけのこともやりますね。先入観が助けになることもあることはあるのですけれど……。ある程度、哲学というものもあった方がいい場合がありますが、逆にそれで足を引っ張られることもありました。だから、創造的な活動というのは、こうしなければならないとか言うべきではないと思っています。

和達—アインシュタインのような物理の巨人たちの時代と比べて、いま先生が言われたようなビッグサイエンスの時代では、若者が希望を持つのは難しいのかなという気がしています。インターネットを使えば、プレプリントサーバーをはじめ、誰もが情報をすぐに得られる。昔でしたら、プレプリントは船便で届いて、それをもっているのは教授だけで、学生にはなかなか見る機会もなく、「フィジカル・レビュー・レターズ」を見ることも限定されていたかもしれない。その意味では、非常に平等な時代になったのですけれども、個人というものをどう出していけるのかは難しくなったのではないかと思います。

南部「参加できる人の数が増えたのは幸いだと言ってよいでしょう。日本だけでなく世界中で仕事ができる。その意味でも多くの人が満足感を得られる。ビッグサイエンスに関与できれば満足感があると思いますけれど、

ただ、本当に1人1人の独特のアイディアが出るかどうかですね。例えば、ヨーロッパでは、シュトケ~~■~~~~■~~プ(?)という人が、湯川さんと同じようなアイディアを出したけれど、例のパウリによってつぶされてしまったという話があります。日本は孤立していたおかげで独創的なことができたという面はあると思います。朝永さんにしても、戦争中にコツコツと始められたわけですね。朝永さんに自信があるのは、悠々と研究をするタイプの人で、ゆっくりと時間をかけて考え方を作ったからです。それが戦後になって、世界中の人がワッと集まって研究を進めるようになると、1つの小さなグループではとても太刀打ちできないようになってしまった。

和達——いまの大学院生の生活を見ているともう情報は溢れんばかりにあります。

南部——あり過ぎます。

和達——例えば量子力学の教科書では、昔はランダウを読んで、あとは自分で考えればよろしいということでした。いまは下手をすると何百という教科書があります。情報に流されないように、自分自身の考えをどう育てていくのか、自己管理がしっかりできていないと、読むべき文献ばかりがどんどん増えてしまう。

南部——それについて、私がいつも考えていることがあります。私は自分でものを考える習慣が昔から付いていて、本を読むことはあまり得意ではないのです。しかしそれではだめで、やっぱり本は読まなくては行けない。しかし、時間には限りがありますから、読むのと考えるのと、どういうバランス

を取るのかがいつも悩みの種だったわけです。ほかの人の書いたものを読むと、そこからアイデアが出てくることは非常に多い。それについていつも思っているのは論語です。孔子の言葉で、「学びて思わざれば、すなわち罔し。思いて学ばざれば、すなわち殆うし」と。つまり、情報を得ているばかりでは、本当にものが分かったとは言えない。自分で考えているばかりでも、独りよがりになるからこれは危ういと。そういうことなのです。これは、自分の悩みにうまく合致していて、私の好きな言葉です。

和達——日本の最近のいわゆる「ゆとり教育」は、学ばずに自分だけで考えなさいと言っているようなものです。多分日本人は、学んでばかりで考えないということの反省に則ってやったのでしょけれども、やっぱりバランスでしようかね。

南部——論語には、もう1つありまして、「これを知る者はこれを好む者に如かず。これを好む者はこれを楽しむ者に如かず」。これもいい言葉だと思います。本当に好きでないとだめなのです。

和達——アインシュタインがそうだったかどうかは分かりませんが、私が知っている限りでは、南部先生まで含めて、ある意味で楽観主義ですね。慎重でなければいけないこともあるけれども、やっぱりどこかで自分自身前進する部分が必要です。この問題は自分には解けない、または難し過ぎる、答えがないかもしれないとばかり思っていたら、見つからないのです。

南部——そうです。

和達——自分だったらこう考える、またはこう解決するという自分なりの思考、さらに問題に対して答えがあるはずだという楽観主義がないと先に進めない。そのような部分が、だんだん少なくなり過ぎている感じがしているのです。これは決して若者だけに対する批判ではなく、物理学全体にも関係しているかもしれません。

南部——皆が究極的にはそれを解こうとしているような物理の非常に大きな問題があります。例えば、私が昔から非常に興味を持っているのは、質量はどうして出てきたかという問題です。それは今でも解けませんし、実際に解けるかどうか知りません。そういう問題は、正攻法でいくら考えても、なかなか進むものではありません。ただ、もっと小さい問題、身近な問題でも、発想が湧くとか、人の論文を読んで気が付くとか、思いがけない進展はあるものです。正攻法で必ずしも解けないことでも、少しずつほかから切り崩していくということはあると思います。小さな問題でも、解くことで満足感が得られたり、自信が芽生えたりします。だから、大きな問題はいつでも心にかけていて、小さい問題を解いて喜びを得て、そのうちに大きな問題も解けるようになってくるのだと信じる。やはり楽観主義でいくということでしょうか。

和達——問題によって、1~3年かかるもの、5~10年かかるもの、そして一生考えるものがあります。質量とは何か、時間とは何かとか、一生を賭けても自分が考えたい問題を持っていないと、スケールが小さくなるというか、自分自身の思考が狭くなると、学生には言っています。

それから、1年でできる問題か、5~6年で解ける問題かの識別ができないと、研究は非常に進みにくいですね。1年で解ける問題ばかりを30年やっても、面白い結果にはならないのだけれども……。

南部――それもバランスの問題ですね。

和達――その辺の感覚は、偉い先生を見て、何となく学ぶべきことなのではないでしょうか。

南部――それはそうかもしれませんが、偉い先生に囚われ過ぎるのもまた(笑)。

和達――南部先生の勉強のスタイルは、主題で選んで論文を読む場合と、著者で選んで読む場合と……

南部――両方ですが、著者を見て、こういう人が出しているなら一度は読もうと思うことはあります。

和達――私たちの世代は、ランダウの論文をみんな読んでみようとか、久保亮五先生の論文を全部読もうとか、そういうことをやったものです。そうすると、「あ、この論文はこういう意味で書いたのか」などということが分かる気がするのです。1人の著者からゆっくり学ぶと、分かった感じがすることがあります。

南部――それはありましたね。例えばランダウの論文など、非常に読みにくいし難しいけれども勉強しました。いまは情報が多くなり過ぎているせい

か、例えばひもの理論にしても、とてもとても読み切れません。

和達――プレプリントサーバーに載っているものを、何らかの方針を持って自分自身でコントロールしないと。

南部――論文にはそれぞれ意味があるわけですが、本当に後に残る論文は非常に少ない。それを見分けることが非常に大事です。私の場合は、まず題目を見て、人を見て、近頃流行しているアイディアはどれかと見て、という具合です。

和達――国際会議も非常に多いです。昔もロチェスター会議などありましたけれど、それほど多くはなかった。いまは、同じサブジェクトで1年間に5回も10回もどこかしらで会議が行われているという感じですね。

南部――それには、レビューノートというのがありまして、いままでどういうことをやっていたかというのをサマライズしてくれています。

面白いことをしよう

和達――日本でこの10年ほどよく言われる言葉に「理科離れ」というのがあります。中高等学校から大学の一部まで入れて、理科を勉強する人が少なくなってきたという現象があるとされています。私の感じとしては、本当に基礎的な学問を勉強しようという人の数はそれほど変わってもいないし、レベルも変わっていないと思っています。アメリカの若者はどうでしょうか。

南部――そのように言われるのは日本だけではないと思います。情報が多過ぎることの反映でしょうか。何でも簡単に説明してもらえるので、自分で1つの問題をじっくりと考える余裕もなく、そういう意欲もわいてこない。

私たちのころは世の中は簡単で、夢が多かった。こういうことをやってみたいという希望があった。すぐにはできなくても、夢を追いかけていくのが楽しかったのです。例えば、小さな例でいうと、時計を分解して、また組み立てる。車も構造が非常に簡単だったので、安い部品を買ってきて、発火装置のタイミングを変えてみたりした。そういうことをするのが楽しみだった

わけです。

和達——いまの車は電子回路で制御されていて……。

南部——壊れたら、ディーラーに自動車を持っていっても、部品を取り替える以外に方法がないわけですね。

和達——ブラックボックスが多くなって、学校で習う原理の部分と、実際に行われているものとの差が非常に大きくなっているといえるかもしれません。人間的部分が欠けているというか。

南部——ラジオも自分で組み立てましたね。真空管すらなかったころで、^{うちに真空管をこすか”ちがつたので”} 鉱石ラジオを自分で作って楽しんでいたわけです。それで甲子園の野球を聞いて感激したこともありました。自分で何でも作って、何がどういう原理になっているか分かって、それをすぐさま応用して別のものを作る。シカゴに行ってから、息子と一緒にレーザーを組み立てたりしていました、~~レーザーを発光させてみたりして……~~。

このごろはすべてできあいで、チップを入れるだけでできてしまうから、中にどういう作用があるかはブラックボックスで分からない。直そうとしても到底不可能です。自分の手でやるような仕事の楽しみがなくなった。だから、その意味でも理科離れが進んできたのかもしれないですね。

和達——計算機を使った研究で、すごい量の計算をとりあえず2週間くらい続けると、それなりの論文が書ける。そういうのを見ていると、「何が楽しいの？」なんて言いたくなります。

南部——とにかく1つの結果が出ることで面白いと思ってやる人もあるでしょう。実は私がプリンストンへ行ったときに、フォン・ノイマンがいまして、ENIACという計算機で計算をしていました。

和達——電子計算機の第1号ですね。

南部——フォン・ノイマンに聞いた話では、データを使って過去の天気予報をやって、実際の天気と比較していました。アメリカの東海岸で暴風雨が起きたのが、予報ではプリンストンになったのが、実際に起きたのはニューヨークの北のほうだったとか、そういう話がありました。天気予報は、あれからどれくらい進歩したのでしょうか。

和達——いろいろなモデルを作って計算するというのを、力学系の人によくやりますね。

南部——大事なのは、背後の目的を考えているのかどうかですね。

和達——いまの感覚ですと、人のやらないことをゆっくりやっているのは、賢い人生ではないのでしょうか。

南部——そうですね。そうだと思います。

和達——何百人何千人の人間が超ひも理論を研究していて、自分はそのうちの何百分の1、何千分の1である、というのは大変難しい人生ですね。

新しいアインシュタインは出るか

南部——実験でも同じです。何百人で取り組む大きなプロジェクトで、10年間ただの一兵卒で仕事をする。本当のリーダーはその中の1人です。その他大勢は、ちゃんとした物理屋ではあるけれども、一兵卒の役割をしなければならない。しかも、10年やって何も正解が出なかったらどうなるか。

たくさんの人が関与したわけではありませんでしたが、モノポール探しが一時流行しました。非常にいろいろないいアイデアが生まれましたが、~~4年~~やって何も出てこなかった。陽子の崩壊も、今のところは何も見つかっていない。

だから、自然がわれわれに非常に好意的で、実験すればすぐに検証できた黄金時代は終わってしまって、そのあとは何かどうも自然が意地悪をしているとしか思えないんですけれど……。

和達—アインシュタインは、「神は老獺にして」と言ったけれども、その次がありまして、「だけど、意地悪ではない」と。

南部—意地悪かも(笑)。とても不思議なのは、強い力と弱い力との座標系が少しずれているという、小林・益川の理論ですね。あれも何か神様の、意地悪とは言えないけれども、設計違いをして……(笑)。

和達—神様の計算違い？

南部—そういう可能性もないとはいえないと思うのです。自然がすべて論理的、合理的であるということは、最近の実際の現象を見ていると、必ずしも言えないのかなと。

和達—20世紀の前半は、相対論と量子論で物理学に革命が起きたといえるでしょう。それまではニュートンから250年とか300年の時間がかかった。そのような経験を物理学者がまた望むのは、ずる過ぎるという意見もある一方で、ひょっとすると、われわれは次の革命のもうかなり近くまで何か来ているかもしれない。そこまで楽観的でなくてもよろしいのですが……。

南部—楽観的でないと先に進めません。

ニュートンの力学は物理の本当の発端で大革命でした。その次に本当の革命というとマクスウェル。そのあいの200年は、数学的に深められただけであったと言っても過言ではないと思います。本当に新しいことはなかった。今は量子力学が出て、相対論も出て、それからまた200年ぐらいは、いまの状態が続くのもかもしれません。

和達—今回、アインシュタインの伝記など色々なものを読んでいて非常に不思議だったのは、アインシュタインは素粒子物理に途中で興味がなくなるんですね。根源的な重力とか量子論には興味を持っていたかもしれないけれども、素粒子にいろいろなものが出てくると、彼のコンタクトがなくなるのです。

南部—なくなりますね。初めから興味を持っていた光子は別として、やはり力のほうに興味があった。つまり、アインシュタインの方程式 $E=mc^2$ は、左側が■■で、右側は別々の場です。これは非常にバランスが取れていないと、彼はいつも言っていた。左辺は非常に幾何学的なアイデアで美しい原理から出ているけれども、右辺は非常に汚くて何も原理がない。そういう不平を言っているわけです。だから右のほうは取り上げることをしなかったのではないかと思います。

和達—パイスの本に、プリンストンでパイスが粒子の話をしていたら、アインシュタインがセミナー室に入ってきたので非常に驚いたと書いてありました。パイスは彼が聞きに来るはずがない、何の間違いだと思ったのです。近くにいた人がそれほど驚くぐらいに関心がなかったのでしょうか。

南部—いずれにしても、一般的な原理の問題に取り組んでいたのですね。

電場

それ以外の

重力場の方程式は

型 理論家 型

ディラックにもその傾向がありました。ストレンジ粒子とかミューオンといったものが出てきたときにも、そんなことは全然何も知らなかったのです。理論・原理問題に集中すれば、現象論的なものには実際に興味もないし、ついてもいけないということになるのではないかと思います。

私の持論ですけれども、~~学者~~の態度を、湯川~~マダー~~、~~アインシュタイン~~^型 ~~マダー~~、ディラック~~マダー~~の3つに分類します。湯川~~マダー~~は、われわれが今やっているように、実際の問題があって、現象を見て、その現象を何とか説明するために仮説を作って、新しい粒子を導入する。

アインシュタインはそうではなくて、まず原理から出発する。例えば~~時間~~^{等価原理}、~~空間~~とか、拡張された相対性などを原理化して理論を立て、それから自由空間をどう手に入れるかを考える。つまり、~~上から下に時間をかけないで~~^{天下り式で}いく。~~の性質を予言する。~~

ディラック~~マダー~~^型は、アインシュタインよりも少し極端というか、まず数学的な美しさから推理して、自然がこれを採用しないはずはないという態度をとります。その流れが今でもあって、いわゆる超対称性などは非常に数学的で、美しい理論だから、実際正しいに違いないと。そういう立場・考え方です。それに魅せられて、たくさんの人が追いかけています。

和達——3つともおのこの成功をしていますね。

南部——そうなのです。どれがいいということではありません。

和達——自分がどれに適しているかを考えて、楽しめる手法を使うということでしょうか。

南部——自分のやれることしかできないというのが、私の個人的な考え方です。ランプポスト・フィジックスという話があります。街灯の下で物理ということ。昔の暗い町で、警官がパトロールしていると、街灯の下に1人の男がいて下を一生懸命探している。警官が「おまえ、何を探しているんだ」と聞くと「お金を落としたから探している」と言う。「ここで落としたのか？」と聞くと「どこで落としたかは知らないけれども、ここしか明かりがないから、ここで探しているんだ」と。そういうことなんですね。実際にどこにあるかは分からないけれど、自分のやれることはこれだけだということです。そういう面は確かにあります。いくら頑張っても、自分でできることしかできない。

和達——時代的なものもあるでしょうね。私が若い時に好きだった~~アイスコフ~~⁷という人が言ったのは、「20年早く生まれていたら、私が量子力学を発見しただろう」(笑)。それなら私が「100年前に生まれていたら相対論を発見しただろう」と言っても……。

南部——なるほどね。ただ、新しい感覚の人が違う発想で始めれば、また違ったことになるのではないかと私は思います。必ずしも過去に囚われる必要はないので、大体にして人間は楽観的であるべきだというのが私の考えです。

和達——新しいものが見えている若者が成長してくるのでしょう。われわれにはどう見ても先までは見えないけれども、若者の一部には、その先が見えているかもしれないですね。

南部——そうです。そういう意味では、新しいアインシュタインが出るかもしれない(笑)。