

## 閑話休題 1 : 小泉のラウエの斑点

高校生の頃、私は物理が苦手であった。試験をしても常に不出来であったし、そればかりか、物理が面白いと思っただけでなかった。今となつてはその原因がわからないでもない。高校の物理は現象を教える事はしてもその現象が何故起こるのかの原因を教える事は出来ないのである。例えば、地球が太陽の周りを周回しているが、それが楕円軌道であり、ほとんど平面上を周回しているという事を教える事は出来る。しかし、何故、軌道が楕円であり、運動が平面になるのかという事に疑問を持ったら、それは高校の物理では教える事が出来ないのである。

人によって、現象を学ぶ事が楽しいと思うタイプとその現象が起こる原因に興味を持つタイプと分かれてしまう事はよくある事である。勿論、そのどちらが良いかという問題ではない。しかしながら、ある種の天才は現象そのものに興味を持ち、その現象を自分で再現してみたいと思うようである。日立フェローである小泉英明氏(以下、小泉と呼ばせてもらう)は、その天才の中でも、最も凄みのある天才である。私はその天才に引きずられて物理の世界にのめり込んだと自分では思っている。

大学1年の頃、小泉と私は仲の良い友達となり、駒場寮の食堂でよく一緒に昼食やら夕食を食べたものである。私は浜松の田舎者であり下宿していたが、小泉は東京の良家のお坊ちゃんそのものであった。よく音楽の話になったが、彼はショパンを自分で演奏し、ショパンが音楽の中心であったが、私はもっぱらバッハのみで演奏ときたらオルガンでバッハのトッカータとフーガ二短調がぎりぎりで弾ける程度であった。従って、むしろ聞く方が専門であり、よく音楽そのものの議論(口論?)になったものである。

1年生の10月のある日、小泉の家に遊びに行った。世田谷の上馬にある豪邸でグランドピアノが3台もあるという家であった。着いてすぐに彼の部屋に案内された。ところが小泉は押入れの中に入っていて「藤田、ちょっと待って」と言ったので、自分はぼんやりと座布団に座っていた。その内に小泉が出てきて、興奮気味に3 cm 四方くらいの小さな「セロハン」の様なものを取り出して私に見せてくれた。「藤田、これをよく見てくれ。薄い小さな白い斑

点が見えるだろう。これがラウエの斑点だよ。」一体、ラウエの斑点とは何なのか？その当時、自分には知る由もない。これは X 線を結晶にあてると X 線が干渉して斑点を示すのである。「どうやって写真を撮ったの？」と言う質問に、小泉はいとも簡単な調子で説明してくれた。「秋葉原に行って不要になったネオンサイン用のトランスを貰ってきた。それで 100 ボルトを変換して高電圧を作り、それを真空管にかけて X 線を出したのだよ。ほとんどの真空管は駄目になってしまったが、生き延びるやつもあるんだ。ただ一番苦労したのは結晶をどうやって薄く出来るかなのだが。実はこれは菊池正士の本に書いてある。」

もはや、何も言う事はなかった。数日後、駒場のキャンパスで小泉に聞いた。「どうして、ラウエの斑点の事がわかったの？」それに対して一冊の本を取り出して「これに書いてある」と言うのだが、さらっと見てみたが、自分には全く理解できない本であった。

どうも小泉は物理の現象を直ちに捉えてしまう事が出来るらしい。おまけにそれをすべて自分で再現したいと思い、それがほとんどすべて自分で出来るという事である。それに加えて、物理のみならず、自然現象を理解するための直観力は並外れて優れているのであろうと思う。これは最近の事だが、小泉が「飛行機が浮力により空を飛ぶ時、我々はこの原因としてベルヌーイの定理により翼の上と下の空気の流れの差によって浮力が生じているのであると教わってきたが、これはおかしいね。何故かと言うに、飛行機は逆にひっくり返っても十分飛んでいる。あれは、翼を上下に向ける操作が基本的だね」と説明したので吃驚したが、確かにその通りであり、ベルヌーイの定理自体は勿論正しいが、しかし流体力学をもう少ししっかり理解しなくてはならないと思ったものである。

大学を卒業した後の小泉の活躍ぶりはここでは省略するが、一つだけ話しておきたい。それは、小泉が大学を卒業して 3, 4 年後の事だが、彼は当時社会問題になっていた「髪の毛中の水銀」の量を Zeeman 分裂を使って測定する手法を開発した事である。この事はノーベル賞候補に上っているが確かに十分その価値はあると思う。水銀原子のエネルギーが磁場をかければ Zeeman 分裂する事は恐らくはどの実験家もわかっていた事と思われるが、そのエネルギーが他の分子の Zeeman 分裂の影響なしに測定できるという事を発見したのは凄い事である。特に、偏光させた電磁波を使う事により、スピン磁気量子数の保存則を利用した絶対測定に近い形で水銀の量を測る装置を開発した事は偉大としか言いようがない。この実験を彼は週末土・日に会社に出かけて実験をしたというのだから、これはもう天才しか出来ない事である。

その小泉とは、テニスをしながら色々な事を議論しているのであるが、その内の重要な問題の一つに青少年の教育問題がある。彼は中高生への理科教育問題を議論している委員会のメンバーであり、例によって、様々な模擬実験を提案している。しかしながら、実は理科教育に限らず、人文系の教育でも問題は深刻である。「理科離れ」と言う事がよく言われるが、現実には「文学離れ」でもあり、基礎的で時間がかかり、一見楽しくは見えない教養・学問が敬遠されているのが現状である。

この問題をどのように解決して行けるのであろうか？教育に「ベスト」な方法は存在しないが、現在の日本の教育では、中高生から大学での学問研究に行く過程において、その「中間的な教育」がかなり抜けていると思われる。どうしても大学受験が中心であり、これは教育の観点からすれば、非常にいびつな事になっている。教育は基本的には「人」であり、この「中間的な教育」を実現して行くための一つの方法に、博士号を持つ人材を大量に高校の先生に採用してゆく道筋を作る事であろう。博士課程において初めて研究の難しさを体験するわけであり、この事を経験した教員を増やす事が大学以前の教育でもどうしても必要である。この時、博士号を持つ高校の先生には教える時間数の軽減を保証するべきであろう。さらには、博士号を取得した場合、自動的に高校の先生として教壇に立てるようにするべきである。但し、その場合、授業の教授法を訓練する一定期間を必ず設けるべきである。実は、これは大学の先生に対しても「授業の教授法訓練」はいずれ義務にするべきであると思っている。あまりにも授業の下手な先生が多すぎるのである。授業をする上で最も重要な事は、「学生」が理解できる事であるという当然の事が守られていない。ただ単純に講義をしているのでは、自分の知識を伝える事さえ出来ないものである。さらには、講義の準備にはどんなに頑張ってもやりすぎる事はない程大変であり、この事をきちんと認識する事が重要なのである。

小・中・高校生の教育に関しては、その目標はおのずと大学教育とは異なっている。小・中学生に対しては基本的な事を叩き込む事が最重要であり、従って単純計算を繰り返し行う事やまた様々な基本的な事柄を徹底して覚えさせる事が大切である。それに対して高校生の場合は、考える基礎を与える事が重要になる。その意味では、現在の入試システムはあまり良くない事は明らかである。特に、センター入試のような4択の問題は避けるべきであり、これは大学人の怠慢とも関係している。各大学が自分で問題を作り、採点するシステムに戻すべきである。この場合、勿論全ては記述式の問題にするべきである。ただ、問題自体は過去に同じ問題がでてそのような事を問題にするべきではない。似たような問題で十分なのである。記述式にしたら同じ問題でも解答は必

ず個人によって異なってくるし、それこそが重要なのである。このような記述式の問題にする場合、全ての大学が一斉にしないと成り立たないシステムである。これは明らかで、受験生は必ず簡単な方を受験したがるからである。

実はこれと関連して、最も深刻な問題は、大学が平均的に出来る学生を常に欲しがっているという事である。ところが大学では、その個人の良い点を伸ばすことが最も重要になる事は明らかである。平均点が高いという事はその中に非常に良い点も含まれているかも知れないが、同時に平均点が低い学生のうちで特別に良い点を持っている学生もかなり多い事も事実なのである。ここでこわい事は、平均点が80点の学生と85点の学生の間に才能的な意味での差があると思込んでいる人々が多いという事である。この矛盾点をどう解決したら良いのであろうか？個人の良い点を伸ばす事が大学教育の原点であるが、自分にはその解決法は残念ながらわかっていない。

大学での教育では、その個人の良さを如何に伸ばして行くかが最大の課題であるが、しかし同時に各個人に日本人としての教養をつける事も非常に重要なことである。物理学の講義の時に、必ず「物理の勉強も大事だが、同じくらい本を読む事が大切である」と常に言って来たのであるが、かなり多くの学生がこの事に対してまじめに捉えている。雑談として学生に話している事ではあるが、「源氏物語」を読む必要性を具体例をあげて説明している。これは初めてドイツに渡った冬にハイデルベルグでのある研究者が開いたパーティで起こった事であるが、2人の研究者の奥さんが別々に「源氏物語」のかなり細かい内容について質問してきたのである。これに対して「自分は源氏物語を読んでないのでわかりませんと言えますか？」と学生に問い掛けるのだが、この問いかけは、予想以上に学生にインパクトを与えているようである。

源氏とは直接関係はないのだが、大学での教養課程がかなり軽視されているのが現状であり、これは非常に心配である。これは、大学教育を「改革」してきた責任者達自身の教養レベルが近年では昔と比べて著しく低下している事によっている。教養のない「学者」にとっては、大学での一般教養は不要に映ってしまうのであろう。今後、大学での教養課程を充実させる事が急務である。教養のない人が研究者になっても、本当に重要な研究発展は期待できない。それは学問は人間の文化の一部であるからで、それ自身が独立して存在するべきものではない事によっている。ただ単なる偶然の発見は勿論可能であると思うが、学問の真の発展はその学問が人間文化の中でどのような位置であるかをしっかり把握して初めて可能になるものである事は言うまでもない。

大学での教育に限らないが、教える事は「はきだす事」である。従って、はき出す事が出来るためには常に供給し続けなければならない。すなわち、教育

者は常に勉強していないと「もぬけの殻」になってしまうのである。大学ではこれが顕著に現れている。研究していない先生は教える事さえ出来なくなるのである。言い換えれば、教えていても研究をしていない先生は学生にとって全く魅力のない木偶の坊になっているのである。そして、この事を学生は割合敏感にわかっているのであるが、残念ながら教えている当人は予想以上にわからない場合が大半であり、これは一種の「(悲)喜劇」となっている。この当然の事をしっかり理解して常に努力を怠らない事は大学人にとって必要最低限の仕事なのである。



## 閑話休題 2 : 西島和彦先生との議論

Heisenberg がアイソスピンという概念を初めて導入したのであるが、それは陽子と中性子の質量が非常に近い事によっているのである。これは、素粒子を量子数で分類するという意味で非常に重要な仕事であった。さらに、この量子数の概念を拡張して、ストレンジネスという量子数を導入したのが西島先生である。この仕事がいかに重要であるかは、説明するまでもない事である。しかしながら、西島先生の本当の凄さは場の理論に対する理解の深さである。特に「Fields and Particles」の教科書は今でも内容が大変新鮮であり、また物理を深く理解されていることが良く分かる本である。その西島先生にして頂いた講演会について、以下に再現して行きたい。

2006年11月10日に西島先生が日大理工学部に来られて学生向けの「お話」をされた。実は、この一般的なお話を先生にして頂いたのには私なりの理由があった。昔、私が大学3年生の頃、朝永振一郎先生が東大理学部物理教室に来られて「お話」をされた。その時、朝永先生が何を話されたのか私には全くわからなかったし覚えてはいない。しかし、その時の夕暮れの雰囲気は今でも良く覚えているし、また朝永先生の人間としての格調の高さも忘れる事が出来ない。そしてそのような機会を若い人達に設ける事が大切であると考えたが、今現在、その朝永先生と同じ役割をする事が出来るのは、理論物理では西島先生しかありえない。それで少し無理を言って西島先生に「お話」をしていただくようお願いした。先生も直ちに引き受けてくれたが、一つ条件をつけられた。それは「お話」の講演会がインフォーマルである事である。それであまり大げさな宣伝はしないで、純粹に学生・院生用に講演会を設定した。その結果、およそ80名程の学生・院生が1号館133教室に集まり、私としては丁度良いくらいの講演会になったと思っていた。

その時に先生はストレンジネスを発見するに至った苦労話をまじえて、1950年代当時の日本の理論物理の状況をお話しされた。特に当時は、朝永グループによる量子電磁力学の繰り込み理論が最も流行していたのであるが、しかし先生はその流行を避けて新しい研究を行った事を話された。その講演の後、質問コーナーを設けたところ、沢山の質問が主に学生から出てきた。

感銘を受けたのは、そのどの様な質問に対しても、先生は非常に丁寧に答えられていた事である。例えば、学生が「先生が文化勲章を貰われた時に、天皇陛下はどの様な御様子であったのでしょうか？」と言う物理とは無関係な質問に対しても「天皇陛下は御自分のお立ちになられる場所を良く心得ていられてとても感心しました」と答えられていた。話の内容だけではなく、その人でなければ伝えられない極めて重要なものがあると言う事を先生の講演からしみじみと感じ取る事が出来、この講演会をしていただいた事は若い学生諸君にとってやはり非常に有意義であったと強く思った次第である。

講演会の後、我々の研究室で行われる「飲み会」に先生も出席して頂く事ができた。当時5号館6階にある通称「サロン」と言う部屋で6時から飲み会を行った。食べ物は寿司、飲み物はワイン。院生と卒業生10名程が参加した。まずは各若手が自己紹介をしてから、飲みながらの物理の議論になった。先生は話し上手であるとともに、聞き上手でもあった。昔、先生はヨーロッパのある所で会議の後のパーティーに出席された。その時のパーティーの席で、両隣に座られた人が Heisenberg と Bethe であったと言っておられたが、皆、啞然として、しばらく次の質問が出てこなかったものである。

その後、先生がいかに厳しい先生であったかを示すために私が学部4年生の時に西島先生のゼミに所属していた時の話をした。当時、Klein - Gordon 方程式の導出の所で、私が「何故ルートの中に  $\nabla^2$  を入れて量子化してはいけないのですか」と質問したところ、先生は「そんな事は自分で考えなさい」と言われて仕方なく自分で考えたのだが、結局良くわからなかったものです、という昔話をした。それに対して西島先生は驚くべきコメントをなされた。「それは私がわからなかったからだよ」と。一瞬、院生の方が驚きを通り越して沈黙し、そして次に皆、その正直さにむしろ完全に気を吞まれていた。

続いて、その当時、私が悩んでいた「ベクトルポテンシャルは何故実関数で良いのか」という事を議論した。場が実関数だとその状態は自由粒子として存在できない事を意味している。これに対して先生はゲージ場は観測量ではないから良いのではないかという事を言われ、我々もそうであると思っていると言う事で一致した。その後、院生の一人が実スカラー場は物理的に存在出来ないのではないかという我々の研究室がこの2年ほど研究している問題を提起した。これに対して先生は即座に基本粒子としてのスカラー場は存在しないと切り切ったのだが、Higgs ボソンを探索している人達が聞いたなら動転しそうなコメントであった。そして、この点においても我々の研究室と考えは全く一致していた。

その他いろいろな事を議論し続けた。常にワインを飲みながら…。先生の

お酒の強さにも皆、仰天した。様々なお話の中で、物理の議論だけではないもので、私に対する励ましの一つと思われるコメントをここに紹介して置きたい。我々はこの数年、新しい仕事がなかなか論文として雑誌に発表する事が出来なくて、その意味では意気消沈する事が続いていた。その事に関係していると思われるのだが、先生は仕事の評価に関して次のようなコメントをなされた。それはまず Fermi の例を出されて、Fermi の弱い相互作用の論文は結局のところ雑誌に発表される事はなかったと説明された。つまりは、新しいアイデアの論文は簡単には論文として受け入れられるはずがないという事である。「仕事の評価は多数決だから本当に新しい事や、常識を覆す考え方が人々に簡単に受け入れられるはずがない。しかしその事は気にする事ではない」と言われた。

6時頃から飲み会を始めて、実は8時頃に少し心配になり、遅くなってしまっは申し訳ないが大丈夫だろうかと思っていた。しかし、先生は悠然とワインを飲みながら議論に加わっておられた。8時半になってもそして9時になっても、依然として悠々とワインを飲んでおられた。しかしさすがに自分としても9時半になった段階で、先生に申し上げた。「先生、9時半になりましたが大丈夫でしょうか？勿論我々の方は全く問題ないのですが」と。その時、先生が言われた言葉を恐らく一生忘れない。先生は「何だ、もうこんな時間か。物理ばかり議論していたので酒が醒めてしまった」……

この稿を書いている途中で西島先生が急逝された。全く思いもよらぬ事であった。これまで30年間近く、折に触れて私は先生に物理の議論をしていただいたのであるが、特にこの3年間ほどは先生にしばしばメールにより、物理上の考え方をお教え頂いた。それは自分に取って言葉に表せないほど重要でありプラスになっていた。

そして、自分が2008年の10月に先生に送ったメールが先生への最後のメールとなった。残念ながらそのメールに対するご返事をいただく事はかなわなかったが、これまで、何時でもどんな時でもすぐに返事を頂きその人柄を心から尊敬していたし、自分には物理上でも最も信頼している先生であった。結果的に先生からの最後のメールとなった2008年4月のメールと自分が先生に書いた2008年10月のメールをここに転載しようと思う。

To: "Takehisa Fujita" <\*\*\*\*\*@phys.cst.nihon-u.ac.jp>

Subject: Re: 重力論文について

Date: Wed, 16 Apr 2008 11:04:29

藤田 丈久様

早速お見舞いのメールを有難うございました。また素晴らしいお花をお送り頂き感謝致しております。早く藤田さんにお目にかかって議論が出来るようになることを願っております。先ずは御礼まで。

西島 和彦

To: "Kazuhiko Nishijima" <\*\*\*\*\*@gmail.com >

Sent: Monday, October 10 2008 6:16 PM

Subject: QED の繰り込みについて

西島先生へ

その後、体力の方は少しずつ回復されているものと拝察していますが、こちらは新しい学期も始まり学生が次々と質問してくる日常に戻っています。このところ、QED の繰り込み理論が結局最も信頼できる理論であるという事から、繰り込みをチェックしてきました。私はどうしても vacuum polarization がわからなくて色々な角度から理解しようとあれこれ考えてきたのですが、't Hooft の次元正則化はとんでもない間違いをしている事がわかり、かなりショックを受けています。vacuum polarization の計算で次元正則化を用いると 2 次発散項が消えるのですが、私にはそれがどうしてもわかりませんでした。ところが中身を良く調べてみると、4 を  $4 - \epsilon$  にする事は log 発散項の処理には有効なのですが 2 次発散項には意味がなく、数学の公式を間違えて使ったために 2 次発散項が消えていた事が分かりました。やはり 2 次発散項は手で消すしかなかったわけで、これにより vacuum polarization は繰り込みには入れてはいけないものであるという確信を持ちました。主要項が 2 次発散するからといって既にゲージを固定して場を量子化したのに、計算した項がゲージ不変を破るから消すというのはやはり無理があると思っていました。

それで、vacuum polarization の有限項が水素原子の hyperfine 分裂にどの程度効くのか計算した所、むしろ実験と逆の方向に出てしまい、実験は vacuum polarization が不要である事を示していました。それで色々考えたのですが、結局、運動方程式により見る事が重要である事が分かりました。S-行列の方法だとどうしても非物理的なグラフも計算してしまいますが、運動方程式だとそれは無く、実際 vacuum polarization の寄与は存在しない事が分かりました。フェルミオンの自己エネルギーと vertex 補正は問題なく理解されるので、これで QED の繰り込みが私なりにすっきりした形で理解でき、嬉しい限りです。これにより、電荷は繰り込みを受けなく、従って繰り込み群は初めから無かったことになり、これもすっきりしました。それにしても QED の繰り込みが私なりに良く理解できた事は嬉しいのですが、かなり大きな影響が考えられ、それについてどうしたらいいのかと考え込んでいます。

先生が体力をしっかりと回復された折には、是非議論して頂きたいと思っています。宜しくお願いします。尚、第ゼロ次での vacuum polarization の論文をお送りしています。

日大理工、藤田丈久



## 閑話休題 3 : Max-Planck 研究所での大陸浪人

1970年代半ばに、私は3年間 Max-Planck 研究所にポストドクトラルフェローとして滞在し、研究活動に専念した。当時、日本に定職がなくてヨーロッパの国々で研究生活を送っている人達は「大陸浪人」と呼ばれていたが、私もその内の一人であった。

当時、Heidelberg にある Max-Planck 研究所の原子核理論グループは活気あふれる研究者で一杯であった。一つには Heidelberg 大学も原子核理論グループを持ち、基本的には一つのグループとしてセミナーや共同研究をしていた事にもよっている。それと Weidenmüller という理論グループのリーダーが物理なら何でも正確に理解していて、恐らくは当時の原子核理論では世界で最も優れた理論物理学者であった事にもよっている。従って、そこにどうしても優秀な人材が集まってくる事になる。結局、研究所で一番大切な事はリーダーの「人となり」であるが、これはどこでも今でも変わらないものである。Heidelberg における原子核理論グループのセミナーは、Philosophenweg (哲学の道) の坂を上ったところにある、もとは貴族の館を改良した研究所の一室で毎週月曜日に行われた。セミナーの時間は喋る時間が1時間、議論を含めても必ず1時間半で終わる事が規則であった。セミナーが長くなりそうだと誰かが立ち上がって、講演者の主張をはっきりさせ、セミナーを終了させる事がよく起こったものである。ドイツでは若手研究者がこの Heidelberg 大学でのセミナーで失敗すると職を取れないとよく言われたものである。私も半年ほどしてそこでセミナーを行った。しかし、そのセミナーの後、Weidenmüller を車に乗せて一緒に家に帰ったその帰りの車の中で、彼は突然「お前のセミナーを批判していいか」と言い始めたのである。それからほとんど耳を覆いたくなるような厳しいコメントを次々に発せられた。その時はまだ、プレゼンテーションの重要性に気づいていなかったのであるが、それから暫くたってから、今度は共同研究者である Heidelberg 大学の Hüfner がやはり自分のセミナーを批判して、あれではどうしようもないから練習しろと言う事になった。

そしてある日の午後、4人の研究者の前でセミナーの練習会を行った。彼らの批判の鋭さは普段の議論でよく知っていたが、それにしても滅茶苦茶に叱責されたものである。例えば、何かの図なり式なりを出したら、それが何を意味しているのかしっかり説明しろと厳しく言われたものである。ともかく2時間半くらいの練習会に自分は完全に打ちのめされていたのである。その日の夜、Hüfner が家に電話してきた。「今日は厳しくコメントしたが、それはお前のプレゼンテーションの技術を批判したのであって、人間性を批判したわけでは無いから、混同しないように」と。この Hüfner とは毎週火曜日に議論する事になっていたのであるが、ある時(それは木曜日であったが)どうしても研究上議論したいと思い彼に電話して議論出来るか聞いた時があった。この時、「明日、2年生への力学の講義があるので、その準備で今日は議論できない」との答えが返ってきて仰天したものである。さらには、Heidelberg 大学で行われる大学院の講義では、どの先生方も非常に良い講義をしてくれて、結構、研究者達もその講義に出席していたものである。自分にとっては、このプレゼンテーションに対する重要性の問題は、その後日大で講義をする時になって、非常にプラスになっている事は疑い得ないものである。少なくとも、講義の準備を胃が痛くなるほど懸命にするとする事が当然であるとして、これまで実行できた事は確かな事である。

その Max-Planck 研究所において、最も強く感じた事は、「良い仕事をするには体力である」という事である。最初の頃は、彼らは肉を食っていて、日本人は米を食っているからこの違いか? などと思ったくらいである。実際には、「食」ではなくて、何らかの形で体力をつけるという事である。むしろ持続できる体力が大切である。物理はわかるわからないはデジタルである。つまり、わかるが1だとするとわからないはゼロ。その中間は存在しないのである。従って、かなりわかったと思われるところで研究を停止すると、次の日はやはりゼロから出発する事になる。Max-Planck 研究所での研究者を見て、その研究に対する集中力と持続力には、本当にびっくりしたものである。研究所での昼食は常に十数名がテーブルを囲んで一緒に食事をした。ドイツは、少なくとも当時は、食文化がない国であるという印象を強く持っていた。美味しいのはパンとチーズとソーセージ。それとワインとビールである。その研究所での昼食会で良く議論して印象的だった事に「教育費」の問題がある。ドイツでは大学まで教育費は一切かからない。それどころか、大学院では院生に給与に対応するものが支払われる。その代わり、院生は何らかの形で大学または研究所で働く事が義務づけられる。例えば、大学では演習のクラスを必ず一つは担当するとか、研究所ではコンピュータの管理を任せられるとか。日本では「受益者負

担」といって、大学生も授業料を払うべきであると言う事になっているので、自分もその理屈を主張した。しかし、この議論は簡単に粉碎された。それは社会のシステムに依存している。ドイツでは社会保障がしっかりしていて、老後は国が面倒を見る事になっている。その代わり、税金はべら棒である。従って、若い人達を育てるのは国の責任であると言う事である。一方において、日本は長い間、老後は各「家」が見ていた。つまり、家社会である。それが突然老後は国が見ると言う事になったわけであり、若い人達を国が育てると言う意識はまだ無いのである。いずれは、そのようになって行くべきであると思うが、まだまだ難しい気がする。

Max-Planck 研究所はドイツにおける基礎研究の中心を担っている。ほとんど全ての分野で Max-Planck 研究所がどこかにあり、研究費は国が出し、しかしその研究費の分配は研究者が行っているというシステムを採用していて、基礎研究ではあらゆる分野で世界をリードしていると言われている。その研究所全体を統括している Max-Planck Gesellschaft (MPG) の重要メンバーの一員に、ある時 Weidenmüller が加わっていた事がある。この時、最も印象的な一種の「事件」が起こった。Weidenmüller がその MPG の No. 2 に推されてしまったのである。彼は1週間悩んで結局それを引き受けなかったのである。それは彼が物理の研究を選んだ事に対応している。それでは、MPG の No. 2 は何をする人なのか？責任感が強い Weidenmüller がひどく悩んだ理由は聞いて見て良くわかった。それは、Max-Planck 研究所全体の中で、次に何処の研究所をつぶすかを決定する役であるとの事である。国として新しい研究をサポートして行くためには新しい研究所を作る必要がある。しかしそれは同時に古い研究所をつぶして行かない限り、不可能な事である。この当然な事を科学者がしっかりやってゆこうとしている事に、自分は最も大きな感銘を受けたものである。今の日本の科学研究の状況を見るにおいて、これまである研究所をつぶすなどとは、とても考えられない事である。しかし、研究所の使命は常にはつきりしていて、その使命や目的が不明瞭になった時は、研究所の使命を終わらなければならない。この最も大切な研究所の新陳代謝をどうやって行うのかは、現代日本の科学研究の最も重要で緊急な課題である。しかし、一方において、研究の領域にも、一種の「市場原理」的な発想を入れようとしている感じがしてならない。これは、最悪の考え方であり、将来の研究と研究者を完全につぶしてしまいかねない危険なものである。研究によって「お金」が儲かる事はあり得ない。長期的に見て、その研究がある分野を教えるような指導原理を生み出す可能性はあったとしても、それが「お金」に結びつく事を考えていたら、科学の進歩はない。

もう一つ、MPG で重要な事として印象に残った事は、国から予算が来た時、MPG の研究者自身がお金の分配を決めているという事である。この時、Weidenmüller の話だと、科学系と文化系でその分配の比率が固定されていて、その当時は常に 4 対 1 であるという事であった。これには、非常に驚いたものである。たとえ国からの予算が削減された年度でも、当時のドイツでは常に文科系の研究の重要さを認識しており、それをしっかりサポートして行くと言うことである。日本においても、研究所の体制が正常になったら、基礎研究は原則として研究所で行われるべきである。大学はその研究所と連携しながら研究を遂行してゆくという体制が最も効率的であり、この体制を早く作るべきである。現在、日本が使っている科学研究費は膨大である。しかしながら、大半は科研費として研究者にばら撒かれている。どこの大学も今や科研費を取るための「科研費講座」を開いている。それは科研費の採択が科研費用の作文の巧拙に大きく作用されている現実を皆が見ているからである。実際、科研費の採用決定をしている研究者達が誰であったとしても、採択の現状をみれば、このように研究費をばら撒くような方法はなるべく早く改めてゆくべきである。科研費のみならず、現在の研究所自体においても結果主義に偏りすぎている気がしてならない。研究において結果をある程度求められることはこれは当然である。しかし、それもバランスの問題であり、結果主義に陥ると研究の成果はおよそその研究者達の能力とは程遠いものしか、実現されない事は明白である。研究費の分配は基本的には公平に行う事がベストである。東大の研究者が優れた業績を出すと思うのは幻想である。地方の国立大学も同じように研究費をしっかりと分配して、その中で運良く良い仕事をした研究者に特別な研究費を手当てして行けば良い。

ところで、この研究所の名前 Max Planck は、科学史上非常に重要な功績を残した人物である事は、良く知られている。それは量子仮説である。すなわち、「光子のエネルギーはある単位 ( $\hbar$ ) をもとにしたもの ( $\hbar\omega$ ) の整数倍になっているべきである」という仮説である。エネルギーに最小単位が存在するという事は、1900年当時は勿論実験的に知られている事ではなかった。この仮説により、黒体輻射の観測事実が見事に説明されたわけであるが、Planck 本人はこの仮説は何かの近似であろうと最後まで信じていた様である。それに対して、アインシュタインはこの光量子仮説をその5年後には採用して、光電効果を見事に説明したのである。この事を見てもアインシュタインが新しい理論にすばやく反応して、それを他の現象に応用する抜群のセンスを持っていた事を示しているし、この光電効果の理論模型がその後の物理学に与えた影響は計り知れないくらい大きい。しかしながら、この光量子仮説に関して言えば、

むしろ Planck の方が物理を良く考えそして理解していたのではないかと考えられる。当時、量子力学がまだ発見されていなく、量子という概念は物理屋の理解を超えていた。この事は、逆にアインシュタインはその当時の物理を深く理解していたのではない事を示している。現代の我々理論物理屋に求められている事は、アインシュタインのような冒険心ではなく、しっかり物理を出来るだけ深く理解する努力であるとしみじみと思うものである。それは、時代に応じて自然科学に対する対応の仕方は当然変化すべきであると言う事と関係している。物理学はすでに十分成熟していてアインシュタインの時代ではなく、余程深く考えてゆかないと、新しい理論の進歩とその理解は難しいものになっている。



## 閑話休題 4 : テニスの上達法

研究で良い仕事をするためには、どうしても体力をつける事が必須条件となるが、その体力をつけるためには何か運動をする事が必要である。Max-Planck 研究所においては、数人の若手研究者が毎週火曜日の夕方集まって、近くの体育館でバスケットボールの練習試合を行ったものである。自分も必ず参加したが、しかしながら自分はずいぶん一度もあのバスケットの中にボールを入れる事は出来なかった。

その後方針を転換して、もっぱらテニスをする事にした。テニスは大学院の博士課程の時に始めたのだが、このスポーツがこれ程までに自分に合っているとは夢にも思わなかったのである。今は毎週2, 3回はテニスをしているが、これは確かに体力の維持には打って付けであると思われる。

ここでは、身体能力の劣る我々物理屋のためのテニス上達法を書き留めて行きたい。テニスは不思議なスポーツでもある。私の連れ合いとは結婚以来30年以上ずっと一緒にテニスをしてきたのであるが、ここに来て50歳後半になってから、突然テニスがうまくなってきたのである。彼女はどんなにひいき目に見ても、運動神経は平均以下である。これを称して運動神経はマイナスであると私は言って来たのであるが、本人はゼロである(平均である)と主張はしている。10年位前に理工学部のテニス部の学生に「ちょっと女房にサーブの打ち方を教えてあげてよ」と頼んだところ、当時、JOP ランキング150位くらいになっていたその若者は喜んで教えてくれた。しかし、30分位たってから「ボールにラケットがあたりませんねー」と言って両者ともに練習を諦めたのである。

その彼女が2年前に突然ボレーが非常に上手に出来るようになったのである。ある時、2人でボレーボレーの練習をしていたのだが、ラリーが確かに十分長く(2, 30回)続いていたのである。それを遠くから見ていたテニスコーチである三宅さんが、「誰かと思ったら弓子さんだったのね」と言って、本人をひどく喜ばせてくれたものである。実際、私が一緒にテニスをしている三宅さんは、全日本ベテランランキング上位を持つ本当のプロであるが、その彼女が女房のボレーをみて吃驚したのである。

何故、この様な事がテニスでは起こりうるのでしょうか？その理由は簡単である。テニスは道具を使うスポーツであるから、その道具を使いこなす器用さを持っていればたとえ運動神経が悪くても、十分上手くなりうるという事である。そして、この道具(ラケット)を使いこなすある種の「感覚」が身につくとその時に突然上手くなるという事である。尤も、この事は即、試合に勝つと言う事にはつながらない。実際、試合における勝ち負けは、ほとんどが身体能力で決ってしまうので、技術があってもなかなか勝てないものである。しかしながら、結局は、試合の勝ち負けとは無関係に、技術を高めてゆく事そのものが、この上ない喜びである事がわかるものである。

### (1) フォアハンドのストローク

テニスの基本はどうしてもストロークになる。バックハンド、フォアハンド共に重要である事は明らかである。しかし、まずはフォアハンドのストロークを安定してしっかり打てる事が大切になる。ところが、フォアハンドのストロークをミスしないでしっかり安定して打つ事は予想以上に難しいものなのである。それは明らかで、フォアハンドの場合、打つ事における自由度が大きすぎて、色々な打ち方が可能であり、従って、ちょっとしたズレがどうしても出てしまうのである。

そこで、それでは安定したフォアハンドのストロークはどの様に打てるのかと言う事が誰にとっても問題になる。そして、その答えはやはり力学的に考える必要があるのである。まず、最も重要な事としては、「ラケットの軌道はどの様にしたら安定するのか？」と言う問題を解決する事である。つまり、何回振っても同じような軌道にラケットが行くためには、どうしたら良いのだろうか？その答えは簡単である。ラケットを持っている腕の脇をまずしっかり締めること。この脇があいているとどうしてもラケットの位置が一定せず、さらには振りの力がラケットの先に伝わってくれないのである。次に、ラケットを振る時には、基本的には腰の回転で行う。つまり、体の上半身をしっかりとひねって、それでラケットを振るのである。この時、腕の振りは最小限にする事。この方法と反対の打ち方としては、腰は回転しないで腕だけで振るものである。結構沢山のテニスプレーヤーはこの腕の振りだけでボールを打っているので、フォアハンドのストロークはなかなか安定はしてくれないのである。この腰の回転のエネルギーをラケットに伝えるためには、腕の振りが腰の回転に巻きついてくる様な感覚でラケットを振る必要はある。物理的には当然の事ではあるが、腰の回転よりも早く腕を振ってしまうと、回転のエネルギーは全くラケッ

トには伝わっていないことになっている。一旦腰の回転で打つ打ち方を会得すると、その後は色々なバリエーションを考えて行けばよい。しかし、大切な事は腰の回転でラケットの軌道をきちんと安定させ、ボールを常に体の正面で取れるようにする事である。従って、通常のスロークラリーでボールをしっかりコントロールして相手に返すためには打つ瞬間にベースラインと直角の方向に自分の体の正面を持って行く事が必要になる。これは、体をうまくさばく事に対応している。この時、顔を少し左に向けてボールをしっかり見る事が大切である。ボールを打つ時は、左肩で打つ感じで入って行く事を忘れてはならない。このボールを打つ事で最も大切な事は、ボールが地面にぶつかりバウンドする時に、すでにボールを打つ全ての準備を完了しているという事である。実はこれが意外と難しく、ちょっと油断するとボールを遅れて打つ事になる。この場合、順回転がうまくかかったボールを打つ事が難しくなるのである。いずれにせよ、これらの事をきちんと実行できるように練習して、後は高価なラケット(?)を使えば必ず上達するものと確信している。

## (2) バックハンドのスローク(スライス)

バックハンドスロークでスライスを打つ事は、体の態勢が必ずしも楽なものとはならないために、技術的にはかなり難しくなる。しかし、一度マスターしてしまえば、今度はかなり安定してミスの少ないショットが打てるようになるものである。それは当然で、打ち方に自由度があまり無いため、常に同じような打ち方になるからである。バックハンドをより強く打つために「両手打ち」を開発した人達は確かに凄いとは思いますが、しかし、シングルハンドのバックハンドスライスも実は十分、合理的に打つ事が出来るものである。

バックハンドスライスをきちんと打つためのポイントは、まずボールを打つ時に自分の体が真横になる事である。この点では、フォアハンドスロークの場合と体の向きが丁度逆になっている。テニスでは相手のボールがどこに来るのかを何時も見えていなくてはならないので、一般には、自分の体が相手を真正面に見るように立ちたくなるものであり、これがいわゆるオープンスタンスである。しかしながら、これではバックハンドスライスを打つ事は出来ない。まずは体の位置を90度左回りに回転するのである。そうすると、ボールは常に自分の右手から来る事になる。バックハンドスライスはこの時、ボールを自分の直ぐ前で打つ感じになるのである。ここで、ラケットを握っている右手の手の甲を見る感じで構える。ラケットの先は左肩に乗せるくらいに引き、ボールが来たら右肩で打つような感じでラケットをボールにぶつけて行く。この時、

最も大切な事は右手の肘が少しでも良いから曲がっている事である。バックハンドスライスの場合、まず体を回転をして次に肘を伸ばして最後に手首をひねり、これら全ての回転エネルギーをラケットの先に伝えて、そのラケットでボールをしっかりと打てば良いのである。最後に、エネルギーをラケットの先に伝えるために、ラケットをしっかりと握って締める必要がある。そうすれば、いずれバックハンドスライスがしっかりと打てるようになると思われる。最初はボールを打つ時に、ネットをやっと超えるくらいのつもりで打ってゆけばよい。いずれ、力を入れなくてもしっかりとベースラインに届くスライスボールが打てるようになると思えるようになるものと確信できるものである。

### (3) バックハンドのストローク(ドライブスピン)

バックハンドストロークでドライブスピンのボールを打つ事は打つ前の体の入れ方に強く依存している。いわゆる片手バックハンドと言われている打ち方は、最初の始動の体勢さえしっかり出来ればそれ程難しいものではない。しかし打つ前にいくつか準備が必要である。まず第1にラケットの握りであり、これはかなり薄く握る必要がある。フォアのグリップと丁度逆になる握りとなる。第2にラケットヘッドを必ず下げる事である。これはフォアの場合と同じで、ラケットの先がほとんど地面にくっつく程だらんとさせれば良い。第3に、打つ前に右肩を必ず入れる必要がある。この右肩を入れる作業が身体能力が乏しい我々物理屋にはかなり大変な準備作業となる事が、このドライブスピンのボールを打つ事の難点である。しかし、準備さえきちりして行けば、この打ち方は予想以上に楽である。特に相手方から速いボールが来た時に対処するには、スライスより楽な場合が多い。しかし、この時どうしても準備が遅くなりがちであり、この問題を解決する事がこのドライブスピンでバックハンドストロークを安定して打つための条件になる。まずは最初の練習として、ネットを少し越える程度のゆるい山なりのボールを打つ練習をして行けばいずれ感覚がつかめてくるものである。しっかり感覚がつかめた後、片手バックハンドで腰の回転がうまく使えてそのエネルギーをラケットに伝えられたら、人によってはフォアでのボールよりも速いボールが打てる可能性がかなりある。これは、刀の居合のスピードを見てもわかるように片手バックハンドの打ち方はかなり合理性があるという事である。

#### (4) スピンサーブ

テニスを長くやっていて何時も不思議に思う事は、サーブの難しさである。ストロークは相手のボールが強かったり変なスピンの掛かっていたりすると、やはり返球はそれなりに難しくなる。しかし、サーブは全て自分で行うので相手方の影響は全く無いのである。しかし、誰にとってもサーブは難しいものである。ある意味での理由ははっきりしていて、狭いサービスエリアに速いボールを打ち込む事は、原理的に矛盾するために難しいのである。ボールが速ければどうしても遠くまでいってしまうし、ゆるければ相手に強打されてしまうし。力学的にはスピンを強く掛ければ確かにボールの弾道が弧をえがく様になり、狭いサービスエリアに入る確率が高くなるのであるが、その分スピードは無くなる。この矛盾はどう解決できるのだろうか？実はこの問題で随分悩まされたが、ある日ドイツ人のテニスプレイヤーである Boris Becker のサーブのビデオを見て、その矛盾を彼が解決している事がわかり、非常に驚いたのである。彼は、セカンドサーブでは、ボールの右上を強烈に叩いているのである。回転を強くかけ、しかしボールのスピードは失わないためには「ボールをこする」のではなく、「ボールを叩く」必要があるという事である。実際、この事を実行してみたところ、考えられないくらいの回転がかかり、しかもそれ程スピードは落ちない事がわかったのである。さらに、ボールは急速に落下して、確かに相手のサービスエリアにしっかり入ってくれるのである。ボールの落下は、勿論二つの理由による。すなわち、重力による落下と流体力学的な圧力の影響である。今、議論しているのは、当然回転による流体力学的なものである。ここで、回転をしっかりかけるには、ラケットの握り方にもかなり影響される事に注意が必要である。握りはフォアハンドの場合の握りと逆で、相当薄く握る事。もう一つ重要な事は、トスの位置であるが、これは一つにはあまり高くは上げない事、それとなるべく自分の体の方近くにあげる事である。スピンサーブを打つためには、どうしてもボールの上側(右上)を叩く必要がある。この時、トスでボールを高く上げてしまうと、ボールが落下してきたところの上を叩く必要があり、これは原理的にかなり難しい事になってしまうのである。しかし、トスをした時、ボールが上がってくる所かまたはとまったそのボールの上を叩く事はそれ程難しい事ではないのである。そして最後に、ボールをできるだけ強く叩く事である。実はこれがかなり難しくて一種のコツがある。最も重要な事は手首の使い方である。ラケットをぐう握りでしっかり握り、手首だけでラケットを振る練習をする事が大切である。この時、手首の返しは手首を少し捻るような感じがかえす事になる。と言うか、それ以外は手

首に負担が掛かってしまうのである。ラケットをぐう握りで持って手首でどうやったら打てるかを実験してみれば自然と手首を少し捻るような打ち方になるはずである。そして、後はボールをいかに強打するかである。この「強打」こそが、最も重要なのだが、これは身体能力の低い我々物理屋にとってはどうしても難しい作業である事がこのスピンスーブの打ち方の難点である。しかし、このスピンスーブが出来ると、バウンドした後に、ラケットの握り具合に応じてボールの跳ね方が変わってくると言う利点がある。これは極めて重要で、サーバー本人は握りを変えている事を知っているのであるが、レシーバーはそれにほとんど気がつかないので、結構レシーブのミスショットが出てしまう事になるのである。

サービスに限らずスピニングがテニスでは予想以上に重要であるが、これは物理的には明らかであろう。テニスのボールは基本的にいって表面にしか質量がないので、全エネルギーの内、回転エネルギーの比率が野球の硬式球などより大きなものになっているのである。従って、強く回転（自転）しているボールはラケットをあてるだけだとはじかれてしまう事になる。これはスピニングボールはちょっと目ではその回転度合いが正確にはわからない事にもよっている。

#### (5) 手首の返し

手首を使う事はあまりにも微妙な問題を含んでいるため、余程注意して取り扱わないと混乱する難しさがある。しかし、どうにもならないくらいの重要性を含んでいる。フォアのストロークで軸の回転を主力にしてラケットを振る事が最も重要である事には変わりない。逆に言えば、この軸の回転がしっかりしていないうちに手首の返しを使うとコントロールが悪くなり、ボールの行き先が一定しなくなる。テニスの基本がコントロールである限り、フォアのストロークの打ち方においては、軸の回転が主力である事がしっかり理解できた後に、この手首の返しの事が可能になる。それでは、どうしたらうまくドライブ回転のボールがしっかり打てるのであろうか？これは、ラケットがボールにあたる瞬間の問題になる。当たる瞬間かそれよりちょっと前ぐらいに手首をうまく返すのである。こればかりは、感覚の問題であり、言葉で書きつくすことは出来ない。一番わかり易いのは、手首を使わない場合と、使う場合を一緒にやって見せてもらう事であると思う。全く同じ打ち方で手首の返しを使う場合とそうでない場合の違いは、ベースラインから相手コートのベースラインまで打ったとき、大雑把に言って1m程度のボールの伸び方の差に現れてくると考えられる。これはかなり大きな差であるとも言える。従って、最後に手首をう

まく返すフォアの打ち方を習得すると、かなり強くボールを打ってもしっかりベースラインの手前に落下するボールを打つ事が出来て、テニスが飛躍的に楽しくなるものである事は間違いない。

#### (6) ボールコントロール

どの球技においても、結局最も重要な事はボールのコントロールである事は、試合を経験した者には明らかである。しかしながら、このボールコントロールが予想以上に難しいのである。それは、恐らくは、このボールコントロールには、一種特別な「コツ」が必要である事と関係していると思われる。テニスにおいて、もし10 cm 四方のボールコントロールがあったら、試合はめったな事では負けないくらい強い事になる。

それではどうしたら正確なボールコントロールが可能であろうか？ここではフォアのストロークを中心にして、検討して見たい。腰の回転でボールを打つ事の重要性はすでに述べたが、このボールコントロールはこれだけでは十分ではない。ボールを叩く瞬間とその直後が問題なのである。まず、ボールの方向であるが、これは、自分が打ちたい方向に出来るだけ長くラケットを持ってゆきながら打つと言う事で、大方のベクトルの向きを決定する事ができる。それでは、そのボールをベースライにきちんと落とすにはどうしたら良いのであろうか？これこそが最も難しい問題である。基本的にはラケットを打つ瞬間に締める（振りを止める感覚）その締め方の感覚を覚える事である。例えば、全く締めないでそのまま振り切ってしまうと、ボールが何処に落ちるのかの保証はない。この微妙な瞬間的な締め方こそが、ボールコントロールを可能にしてくれるのである。さらに言えば、このボールコントロールをする上で最も重要な働きをするのは、右手人差し指の第2関節あたりである。この点が丁度ラケットに接触しているのであるが、基本的なボールコントロールは全てこの人差し指の第2関節が主力になっている。しかし、これは解説しても難しいので、自分でやってみるしか他に方法はないと思われる。

#### (7) 足の動き

最終的に、腰の回転を主力としてボールを打つ事が出来るようになっても、常に安定したフォアのショットを打つ事が出来るとは限らない。ここで最も重要になるのは足の運び方である。ボールがバウンドする場所を大雑把で良いからすばやく特定し、バウンドした時にはそのボールをすでに打てる体制を作る

事が最も重要であることは間違いない。この時、どうやったら右足にうまく体重の一部を寄せられるかが勝負であろう。どの程度の体重を右足に寄せたらベストかは、恐らく人それぞれに異なるものと思われる。この感覚さえつかめればフォアのストロークをしっかりとコントロールしてミスなく打てる事が可能になり、フォアのストロークの精度が著しく向上するものである。

## 閑話休題 5 : 物理は 50 歳台から

自分は学部生の頃も院生の頃もそしてその後の研究者になってからも、物理の勉強をやたらめったらやって来たと思う。それは物理を理解する事がひどく楽しかった事が一番大きな理由であると思う。しかしながら、物理を少しわかり始めたのは実は 50 歳台になってからである。それまでの理解は今の状態と比べると冷や汗が出るほどレベルが低い物である事が自分にはわかっている。物理はそれだけ難しいと言う事である。

21 世紀になって、これまでの研究スタイルを少し変えて、場の理論により束縛状態をしっかりと理解できないものかと思うようになり、最も簡単な 2 次元の場の理論を研究し始めた。特に、Thirring 模型は非常に面白い模型で、最初は恐らく QED の単純化した模型として Thirring により発表されたのであろうが、実際にはそれ自体が場の理論の模型として物理的に意味があり、特にカイラル対称性の観点から面白い事がわかったのである。2002 年の 6 月、この Thirring 模型における計算を終えて、論文をアメリカの雑誌に投稿した。フェルミオンが有限質量を持つ場合の Thirring 模型においては、有限質量のボソンが 1 個存在すると言う証明をした論文であった。この論文に対して、投稿後 5 日後にはレフリーから直接コメントが来て、論文の発表は許可するが 1 個参考文献を入れる事という条件が付けられた。そのレフリーはオーストリアの大学の先生であるが、我々も直ちにその引用すべき論文を読み始め、同時にその論文を引用した新しい論文を投稿した。そしてこの論文はそのまま 2 週間後には発表され、自分の論文の中では最も短い時間で発表された論文になった。

ところが、彼らレフリーの論文を読み始めて、その内容が示している事実に仰天し、そして直ぐに我々自身の計算を行った。その結果、驚きのレベルを超えてしまう事実がわかってしまったのである。それは、これまで自分を含めて誰も疑った事のない問題、すなわち、自発的対称性の破れの理論を否定する計算結果が出ていたのである。先のレフリー達はその結果に対して、何とかこれまでの南部さん達の理論と整合性を取るため、様々な言い訳をして、自分達の計算がまだどこか不十分であるという事を主張していたのである。しかしながら、我々の計算結果は彼らよりもはるかに精密で正確であるので、計算結果が

正しい事は明らかであった。すなわち、南部 - Goldstone の定理がどこか間違っていると言う事である。これは大変な事になったと自分でも驚き、それからそれこそ狂ったように調べ、計算しそして考え続けたものである。

詳しい事はすべて場の理論の教科書に書いておいたので、そちらを参考にして貰う事にして、結果だけを簡単にお話したい。南部 - Goldstone の定理は数学の定理であるが、これを自然界に当てはめる事は出来ないと言う事である。この理由は簡単で、自然界にフィットするには様々な条件をクリアする必要があり、Goldstone の定理はそれらを満たしてはいなかったのである。特に南部さん達の論文における質量の無いボソンに関する計算は、残念ながら、かなりひいきめに見てもやはり信用できるとは言えないものであった。しかし、カイラル対称性が自発的に破れるという主張は正しく、場の理論の真空はカイラル対称性を破った方が低くなっている事は事実である。しかしながら、南部さん達の論文の計算における一つの深刻な間違いは、ボソンを計算する時のフェルミオンの真空の取り方に関する問題であった。折角、対称性が破れた真空の方が低くなるという事を発見したのに、彼らの計算は対称性が破れていない元の真空を基礎として行われているのである。場の理論においては、真空を正しく選ぶという事は最も重要である。それはその状態から次々と他の励起状態を作っていくからである。このため、真空が正しくないと、非物理的な状態 (Goldstone ボソン) を予言してしまうのである。その後の我々の計算で、カイラル対称性がある Thirring 模型において厳密解が見つかり、しかも真空のエネルギーを含めて全てが解析的に求められたために、対称性の破れの物理は一挙に明瞭になった。南部さん達も使ったし、我々も最初の頃は用いていた Bogoliubov 変換による手法は実は厳密ではなくて近似であったのだが、その近似解法による対称性の破れは、描像としては正しいがその自発的対称性の破れに付随してでて来るべきボソンは、全く存在しない事が証明されてしまったのである。Bogoliubov 変換による手法では有限質量のボソンが現われる可能性を示唆していたのだが、これは近似法からくる誤りである事がわかったのである。

これらの事をベースにして場の理論における様々な問題を検証したところ、あちらこちらにほころびが見つかり、ある時期は一時呆然としてしまったものである。しかしながら、人々が信じている理論を批判すれば、それに対して、「教科書を読みなさい」という同じオーム返しのような批判のコメントが常に洪水のように戻って来るし、そうかといって、そのままにして置くわけにはいかないし…。それ以上に深刻なのは、その物理の分野で物理上の業績としての「既得権」を持っている研究者達の反応である。これは「すさまじい」のレ

ベルを超えるものであった。確かに、この本で議論しているように、一般相対論が間違っている、その代わりに新しい重力理論が作られた事は若い研究者にはやるべき事が増えて面白い事に違いないが、しかし、例えばブラックホールの物理で名をあげた人達はその業績がゼロになるわけであり、難しい問題をはらんでいる事は確かである。しかしながら、物理は自然を理解する学問であり、それ以上の事もそれ以下の事も人間が出来るものではない。いずれにせよ、これまで物理の研究が楽しくて楽しくて仕方が無いという状態だったのに、この時ばかりは多少がっかりしたり、情けなかつたりしたものである。結構信頼していた物理屋がとんでもない事を言って来たりで、さすがにその頃は人と議論する事さえ疎ましく思われたものである。この問題の最も大きな原因は素粒子物理の理論屋にある気がしてならない。確かに素粒子論は常に時代の最先端を学ぶ学問である事は事実である。しかし、だからといってその研究者が学問を深く理解しているかということそうはなっていない、現実とは全く逆の現象になっている。すなわち余程しっかり謙虚に勉強している研究者でない限り、素粒子論研究者は一般的に言って基本的な物理の理解がかなり浅いものである。この原因として、70年代以降これまでの素粒子論の専門家は現象(実験事実)をしっかり捉えて理解するという努力を怠ってきた物理屋が大半である事によっていると思われる。この事は、80年代以降、素粒子物理における実験的な進展があまりみられなかったため、ある種の閉塞感があった事とも関係しているかも知れない。

このように、様々な状況における八方塞がりのときに、自分が一番支えられたのは、やはり自分の研究室の院生諸君であった。私の研究室に来た日大理工物理の院生のレベルの高さには、何度も驚かされたものである。物理の理解が正確であるばかりか、やはり物理そのものをしっかり理解したいという情熱にあふれた人達が自分の所に学生として来たのであった。これは本当に幸運としか言いようが無いのである。これに加えて、西島先生のような様々なコメントと励ましは大きかったものである。自分が大学院進学の際に、西島先生の研究室を選ばないで原子核理論に行った時、「何で来なかったのだ・・・」と言われて以来ずっと、何だかんだと随分と先生にお世話になってきたが、この時期数年間の物理学上でのサポートは、言葉では表せないほどの大きな意味を自分には持っていたのである。特に、自分の書いた教科書の内容と重力理論の論文に対して、非常に貴重なコメントをして頂き、また想像を遥かに超えた励ましをして頂いたのである。その意味では、これまで、物理を深く考え、正確に理解している人が自分の身近におられた事は、この上ない幸運であったと思う。

冒頭に書いたように、自分は物理の理解とその研究に膨大な時間を注ぎ込ん

できた。それが可能であった事は本当に恵まれていると思う。最近の若手研究者を見ると多くが共働きである。そして子供の面倒を見る事は勿論両者が行う事になる。現実を見る限り、その若手研究者達は研究に割くべき時間が大幅に削られている気がする。共に働く限りは他に方法は無いとは思ふ。しかしながら、これでトップレベルの研究が出来るかどうか難しい問題である。少なくとも、やたらめったら勉強している人達に対抗できるかと言えば、やはり答えはほとんど不可能という事になるだろう。その意味で、自分の研究がこの様に高いレベルで出来た事は、明らかに一人でやれた事ではなく、連れ合いと二人で一緒にやってきたから可能であったと断言できるものである。その意味で、非常に辛い言い方ではあるが、研究者にとっても、共に働く事の功罪をしっかりと認識する事が重要である気がしてならない。

## 関連図書

- [1] J.D. Bjorken and S.D. Drell, "Relativistic Quantum Mechanics",  
(McGraw-Hill Book Company, 1964)
- [2] K. Nishijima, "Fields and Particles" , (W.A. Benjamin,INC)
- [3] T. Fujita, "Symmetry and Its Breaking in Quantum Field Theory",  
(2nd edition, Nova Science Publishers, 2011)
- [4] A. Einstein, "The foundation of the general theory of relativity", Annalen  
Phys. **49** (1916), 769