

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もの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 模型における新しい計算を終えて、平本君と一緒に論文を書き上げそれをアメリカの雑誌 (Physical Review) 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 週間後には発表を許可され、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、それからは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 ([2, 3]) 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よう。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 - Jona-Lasinio の論文は、残念ながら、どうみても信用できるとは言えないものであった。実際、カイラル対称性が自発的に破れるという事はなく、彼らが使った近似法のために見かけ上カイラル対称性が破れたように見えたただけであった。物理的には、彼らの模型では真空のカイラル電荷が有限となったのであるが、これが自由場の真空（カイラル電荷はゼロ）とは異なっているという事であったのである。そして、その有限のカイラル電荷を持つ新しい真空の方がカイラル電荷ゼロの真空よりも低くなっている事は事実であるが、カイラル対称性が破れているわけではない。さらに南部達の論文の計算における深刻な間違いは、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、有限のカイラル電荷を持つ真空の方が低くなると言う事を発見したのに、彼らの計算は自由場の真空を基礎に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、Thirring 模型における Bethe 仮設による計算で、有限のカイラル電荷の真空の厳密解が見つかった。この最も難しい模型計算が平本、高橋、本間の 3 氏との共同研究により偶然、完璧に解く事ができ、真空のエネルギーを含めて全てが解析的に求められたのである。このため「対称性の破れ」の物理は一挙に明瞭になった。南部達も使ったし、我々も最初の頃は用いていた Bogoliubov 変換による手法は厳密でない事はすでに知られていたが、それがどの程度の近似法かが明白になったのである。その近似解法だと一見、対称性の破れが起こるように見えただけで、従って「自発的対称性の破れ」に付随してでて来るべきボソンなど、当然、どこにも存在しない事が証明されてしまったのである。

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「凄まじい」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て、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。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。結構信じ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ところがなくなっていき、現実に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ほとんど見られなかったため、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ないものである。これに加えて、西島先生の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つ

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。

これは最近の出来事ではあるが、20数年前に修士を卒業した大木君が、私が退官する前に会いたいと言って研究室に訪ねて来た。彼は昔から物理の理解が異常に深い学生であったが、10年ぶりに再会するなり「以前、一般相対論のチェックをしたら水星の近日点も GPS も観測とは逆に出てしまった。だからあれはおかしいですね」と言い出したのでこちらの方が吃驚した。また、彼は「これは藤田さんが10年前に一般相対論は間違っていると言われたからチェックしてみた事です」とも言っていた。それで最近 Bentham 出版社から出版された本を紹介して解説したところ「ここに来る前と後で物理の景色が激変した」と言ってひどく喜んでくれた。この10年間、一緒に議論する機会はなかった人が物理の全ての内容を即座に理解し、またある意味でそれ以上のコメントをしてくれた事は本当に嬉しい限りである。自分が孤立している事は重々承知をしているが、しかし彼と話をして「科学は多数決で決まてはいけない」と言う当然の事を再確認した次第である。その日はワイン2本を卒研生と3人で飲んだのだが、その途中、大木君が西島先生の「Fields and Particles」の古本を取り出した。電車の中で読んでいたの事であるが、突然「この本あげる」と言ってその卒研生にひょいと渡したのには仰天した。この古本はかなり高価であるが、大木君にとっては、物理を極めて深く理解している4年生の存在が昔の自分自身と重なったからであろうか。

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] Fields and Particles
K. Nishijima, W.A. Benjamin, INC, 1969
- [2] Symmetry and Its Breaking in Quantum Field Theory
T. Fujita, Nova Science Publishers, 2011 (2nd edition)
- [3] Fundamental Problems in Quantum Field Theory
T. Fujita and N. Kanda, Bentham Publishers, 2013
- [4] Bosons after Symmetry Breaking in Quantum Field Theory
T. Fujita, M. Hiramoto and H. Takahashi
Nova Science Publishers, 2009
- [5] New Fundamentals in Fields and Particles
T. Fujita (editor), Transworld Research Network, 2008
- [6] B.W. Parkinson and J.J. Spilker, "Global Positioning System", Progress
in Astronautics and Aeronautics (1996)
- [7] Simon Newcomb, "Tables of the Four Inner Planets", 2nd ed. (Washing-
ton: Bureau of Equipment, Navy Dept., 1898).
- [8] B.G. Bills and R.D. Ray. (1999), " Lunar Orbital Evolution: A Synthesis
of Recent Result