

対称性の自発的破れ

基礎からランダウ理論，南部理論，標準模型，ヒッグス粒子まで

菅本晶夫・菅基哲共著，B5判，208頁，本体2315円，サイエンス社



2008年に南部陽一郎先生が、小林誠先生、益川敏英先生とともにノーベル物理学賞を受賞されたとき、テレビのキャスターが「すごい研究らしいのですが…一般人には全く分からないですね」と、まるで、物理学者は浮世離れした仙人のように言っていたことを覚えています。この年は、下村脩先生もノーベル（化学）賞を受賞されたのですが、キャスターは「特別なタンパク質を発見したことで、病気の治療に役立つそうです。こっちは分かりますね。」と言っていました。私はテレビを見ていて、「確かに下村先生の研究は分かりやすいけど、物理学者が変わり者のように言われるのはともかく、南部先生のすごさが全然伝わらないじゃん！」と、とても悔しかったことを今でも覚えています。

「対称性の自発的破れ」について、ヒッグス粒子の解説とともに、一般向けの講演をすることがありますが、紹介できるのはほんのさわりで、南部先生の偉大さについては、「世界中の物理学者から超一流の研究者として尊敬されています」と言うことしかできません。南部先生のすごさを感じるためには、膨大な物理学のベースが必要だからです。ですが、この本のまえがきには「志ある中学生・高校生」でもフォローできると書いてあり、僕はビックリしました。サイエンス社のこのシリーズは、ブルーボックスの本とは違いますから、本当にそんなことが可能なのだろうか。「対称性の自発的破れ」を理解するには、場の理論やゲージ理論の知識が必要でしょう。そのためには、大学の物理学科で学ぶ物理や数学の基礎が不可欠です。しかし、このわずか200ページの本は、数学の初歩「オイラーの公式」からはじまり、最低限必要な数学や物理のツールを端的に説明しながら「一生懸命」教えてくれています。学生に対する大きなやさしさを感じます。本のあとがきには、「この本を読んだ若者の中から、南部先生のような次世代の物理学を牽引するような優れた研究者が現れることを期待する」と書かれていますが、心の底からの言葉だと本を読めば分かります。

本を送って頂いたとき、「いいタイトルの本を書かれたなあ」と思いましたが、忙しくて読めずにいました。その後、書評の依頼を受け、読み始めたらもう止まり

ませんでした。夢中になって読みました。時には、「こうやって教えたらいいか、なるほど」と教師の立場で思ったり、また時には、「ランダウの論文の研ぎすまされた感覚が恐ろしくて目が眩む」とか「ギンツブルグが共著だから怖くない」といった菅本さんの素直な感想に、僕もその論文をじっくり勉強してみようと思ったり。そして、圧巻は、相転移現象をランダウが取り組んだ話にはじまり、ギンツブルグ-ランダウ模型からBCS理論へ、そして、BCS理論を相対論化した南部-ジョナラシーニョ（NJL）模型がカイラル対称性の自発的破れで質量を生み出すこと、質量ゼロの南部-ゴールドストーンボソンが背後にある対称性を保証することを、見事な流れで説明していくところでしょう。さらに、ゲージ化したNJL模型の話では南部理論のハイライトへ至り、著者の熱気が伝わってきます。

BCS理論が発表されて、色々な人が色々な方法でこの理論を発展させていた中、南部先生は2年間、BCS理論に内在する電荷（粒子数）の保存則の破れの問題を、他に影響されずに独自に追求したという話では、南部先生はシュリーファーからどんなことを学んだのかな？とか、どんなことを考えていたのかな？とか、想像してとっても楽しかった！

後半は、標準模型でのヒッグス系（相対論化したギンツブルグ-ランダウ模型）のやさしい解説です。LHCでのヒッグス粒子の発見や実験結果などが分かりやすく書かれています。

南部先生からもっともっと色々教えてもらいたかった。晩年、南部先生から、流体力学に「量子化」条件を課すことで、惑星軌道のボーデの法則を導けることを教えて頂きました。90歳になられてもオリジナルなアイデアを考えて計算しておられることに驚嘆しました。南部先生は私の憧れです。南部先生の「対称性の自発的破れ」の本質が、先生の研究への情熱も含めて、若い世代に伝わり、そして、著者の願いのように新しい研究者が育つといいなと心から思います。

波場直之（島根大学総合理工学部）