

## 小林さんのすごさと 本物を見抜く目

### 坂東昌子 愛知大学名誉教授

坂東昌子(ばんどう・まさこ)  
京都大学で博士号を取得。湯川研究室で小林・益川両氏と研究をともにし、「超対称非線形表現」(坂東・蔵本・益川・上原)の論文は益川氏との共著。1987年に愛知大学教養部教授、2008年から名誉教授。専門は素粒子論、非線形物理。女性研究者の社会貢献をめざす活動にも尽力。2006年に日本物理学会長、その後日本物理学会キャリア支援センター長(2008年9月まで)。



### 小林さんの強烈な印象

小林・益川(KM)理論が実験で検証されたのは2002年秋でした。私はこの年のノーベル賞受賞を予想して、授業などで特別に解説をしたものです。

小林さんのことでよく覚えているのは、KM理論を出した後のエピソードです。正月明けに、「論文書かないわけにはいかないので、正月に書いた」と1本の論文を出してきました。それは、第2種超伝導を素粒子に応用したものでした。超伝導といえば、南部陽一郎先生が対称性という視点から透徹した論理を組み立てられ、その上にカイラル対称性の自発的破れという形で持ち込まれたのは有名です。これは、今回のノーベル賞にもつながりました。

南部理論は、私が修士1年のころ、仲間に教えてもらってその新鮮さに魅せられ、すぐランダウのゼミを始めたので、強烈な印象がありました。でも、第2種超伝導? 私は、小林さんが物性の興味深い現象からその概念を素粒子論の弦模型に導入して論文をさりげなく作ってしまったのに、びっくりしました。私はKM理論より、この方を強烈に覚えています。

### 理論が生まれた背景

KM理論が生まれたのには、2つの背景があります。1つは、1960年後半から押し寄せていた新しい流れをすばやく評価できた2人のセンスです。当時、大抵の平凡な研究者(私もですが)は、次々と現れるおびただしい数の新粒子をどう理解するかに四苦八苦していました。しかし、1967年のワインバーグ・サラム(WS)、1971年のト・フーフトの仕事を理解した小林・益川は、統一理論への道を確認します。ただ、1971年にWS理論の予言した中性カレントが発見されるまでは、半信半疑だったとも思います。発見前に益川さんが、「WS理論はきれいだけど、自然はこれを選ばなかったんだねえ」と残念そうに言っていたのを思い出します。

2つめの背景は、名古屋模型で培った物質観です。ノーベル賞報告には「3つのクォークを6つにした」とありますが、名古屋では2つのニュートリノ(e、 $\mu$ )が見つかった1962年ころから、4つはあると思っていたのです(原・牧の4元模型)。しかも、丹生潔先生が1971年には4番目のチャーム(当時 $\chi$ 粒子)を発見していました。つまり2世代を確認していたのです。ですから2世

代を3世代にするのにそれほど抵抗がなかったのです。

### 本物を見抜く目

今回、KM論文を読み直し、ノーベル賞委員会のレビュー「Broken Symmetry」を読んで、いくつか気付いたことがあります。

KM論文は、CPの破れを自然に入れるためにどうすればいいか、それを形式論理で尽くせるだけ尽くすことが大切だと教えてくれます。すべての可能性を論理的に尽くして、最後に本命(と私は思っているのですが)の3世代模型が出てくるのです。

また、この論文がここまで評価されたのは、菅原寛孝さんの貢献も大きかったと思います。多くの研究者が「新粒子なんて…」という中で、KM論文の価値を見抜き海外で紹介した菅原さんの見識眼に尊敬の念を禁じえません。ノーベル賞委員会のレビューには、本当にすごいところと日本の伝統が書かれていないと思いました。

大切なのは、流行だけを追うことでもないし、流行を無視することでもありません。流行の中にある本物を見抜く目です。このことを若い人たちにわかってほしいと思います。

### 京都大学時代

小林 誠さんが「6種のクォークの存在を予言するCP対称性の破れの起源の発見」で、益川敏英さんとともに2008年のノーベル物理学賞を受賞しました。小林さんとは一緒に研究し、共著論文もあるので、とくに嬉しいです。

私はノーベル賞の対象となった小林・益川理論が誕生するころ、同じ時期に京都大学物理学教室に在籍していました。先見の明がなかったのか、当時お二人から「クォークが6種類なければならない」という話を聞いてもあまりインパクトを感じませんでした。私は素粒子の研究者ではなかったのですが、お二人の師である坂田昌一先生の無限階層論を信奉しており、クォークは当然無限に存在するはずと考えていたからです。お二人には、「クォークの種類って、無限にあるはずでしょ」と申し上げた記憶があります。

### 3番目のニュートリノ

私は1974年ころ、佐藤文隆さんと、宇宙論的、天体物理的観測データを使って

素粒子の質量や寿命に制限を付ける研究を進めていました。1976年、スタンフォード大学の線形加速器センターで、質量の大きい3番目のレプトンの存在が示されました。当然3番目のニュートリノも存在するはずで、レプトンは6種類あることとなります。レプトンとクォークの対応を考えるなら、これは小林・益川理論のクォークが6種類あるという予言をサポートするものです。

小林さんと私は、この3番目のニュートリノについて宇宙論的、天体物理的議論から質量や寿命に制限が付けられるはずだと考え、共同研究を始めました。また、さらに新たなニュートリノがあるとすれば、その種類数についても制限が付けられるはずだと考えました。もっとも、共著論文を書いたときは「タウ」レプトンという名前はついていなかったため、翌1977年に発表した論文では「heavy lepton neutrinos」となっています。

このニュートリノの崩壊寿命は、小林さんがニュートリノ間の混合を考え計算しました。これと、①宇宙の密度と年齢からの制限、②宇宙初期のヘリウム合成量からの制限、

③マイクロ波宇宙背景放射のプランク分布からずれないことからの制限、などを考え総合的に質量、寿命、種類数について制限を付けたのです。

ほとんど同時期に、私たちとは独立にB. W. LeeとS. Weinbergによって、①の制限を使って、3番目のニュートリノが安定で崩壊を考えない場合についての制限が示されました。今日、LeeとWeinbergの論文の一部として含まれていることです。

今日、何か新たな仮想的粒子を考えたと、宇宙論、天体物理学からその寿命や質量に制限を付けることは常識的になされます。私たちの論文は、そのような議論を始めた先駆的論文だと自負しています。

小林さんは、常に沈着、何事も深く物事を詰めて考える方です。今後も素粒子の研究についてはもちろん、宇宙との境界領域の研究についても高所からご助言をいただきたいと考えています。

## 素粒子と 宇宙論の架け橋

### 佐藤勝彦

東京大学大学院理学系研究科教授

佐藤勝彦(さとう・かつひこ)

京都大学で博士号を取得。専門は宇宙物理学で、インフレーション宇宙論の提唱をはじめとして、宇宙論における世界的なリーダーとなっている。学生時代から小林・益川両氏とは交流があり、小林氏とはニュートリノの共同研究がある。1982年に東京大学助教授、90年に同教授、2007年から数物連携宇宙研究機構主任研究員を兼ねる。

