

特集／素粒子像の探究

## 現代の素粒子像

湯川・朝永から弦理論まで

米谷 民明

2006-7年は、日本が生んだ二人の大理論物理学者、朝永振一郎と湯川秀樹の生誕100年という節目の年である。本特集号は、この二人が大きな役割を果たした素粒子論の発展に焦点を当てる。他の解説に先立ち、湯川・朝永の業績の背景から始めて弦理論までに至る進展を概観しよう。若い読者にも親しみやすいように、50歳代の素粒子論研究者（弦理）に、研究者を目指す大学院生（物部）と、高校のときから素粒子に興味を持っていた大学1年生（真）が質問する形式で話を進める。

### 1. 素粒子論の始まり

弦：物部君、前に君と哲家さんと3人で量子論と相対論の統一、弦理論について話をして以来だね。

物：6年前の話は私にとって素粒子論に進むきっかけになりました。大学院に進学して3年目ですが、素粒子論の奥の深さがやっとわかりかけてきたような気がしています。では、早速始めましょう。真君は「素粒子」というとまず何を思い浮かべますか。

真：やはり、クォークとかニュートリノかな。

物：湯川や朝永が若い時代は、もちろんクォークは知られていませんでしたが、ニュートリノ（中性微子）は1931年にパウリがベータ崩壊の説明

のために予言していたものでした。

弦：現代的な意味での素粒子論の始まりは、電子が発見された19世紀終盤まで遡るべきですが、今日は1930年代から始めます。湯川の間接子論にとって重要なのは、1931年のチャドウィックによる中性子の発見です。1920年代の後半に量子力学が完成して、次の大きな問題は原子核の理解だったわけですが、中性子の発見によって原子核が、陽子と中性子（この2つを合わせて核子と呼ぶ）からなっていることが明確になりました。その段階での「素粒子」は、電子、陽子、中性子、それに光子を加えた4種でした。

物：1932年には、電子の反粒子である陽電子が発見されてますね。真君は反粒子って知ってる？

真：Y先生の量子論入門講義の余談で、量子論と相対論を組み合わせると必ずすべての粒子には、質量が同じで電荷などの量子数の符号が逆の粒子が存在しなければならないという話が印象に残っています。反粒子って、もとの粒子が時間の逆方向に時空を運動したものとみなせるんですね。

物：そうそう。僕もその話を1年のとき聞いて興奮したのを覚えています。今日の話とも関係します。湯川にとって中性子が大事というのは、陽子と中性子が何故原子核のような小さな領域に閉じ込められていられるのかという、「核力」の問題が明確になったということですね。