

特集 / スピンはさらにめぐる

## はじめに

藤川 和男

自転する電子という描像は、歴史的にはコンプトン (Compton) が巨視的な物体の磁性の考察から、電子は固有の回転をしておりそれに伴う磁気的な性質の反映として強磁性を理解するのが通常観察されている磁性の自然な説明を与えると指摘したときが最初とされている。しかし、スピン (固有角運動量) という概念は量子力学に特有のものであり、その本当の意味での誕生は量子力学の誕生およびそれをういた原子・分子の分光学的な研究に基づいている。原子・分子のスペクトルの考察からパウリ (Pauli) が排他律を導いたのは 1925 年の初めであり、その実体的な説明として、ガウシュミット (Goudsmit) とウーレンベック (Uhlenbeck) が電子の固有回転およびスピン  $1/2$  を提案したのは 1925 年の 9 月のことであった。提案当時はこの考えはあまり評判が良くなく、二人は先生であったエーレンフェスト (Ehrenfest) にあの論文を取り下げたいと申し出たとき、エーレンフェストは「あの論文は既に雑誌に送付した。君達は充分若いだからバカなことをしても許される」と言ったと伝えられている。クローニツヒ (Kronig) も、ガウシュミットとウーレンベックに先立ち、スピンの考えに達していたがパウリの冷たい対応で発表を諦めたと言われている。このような量子力学の誕生とスピンの提案は本特集でも説明される (町田)。スピンの実体的な理解という意味では、当時

も現在もあまり大差ないと言える。スピンがどのような運動に結びついているかは知られていない。しかし、数学的には、回転群の 2 価表現として非常にきれいに定式化できる。一般的なスピンという意味では、光子はスピン 1 を持っており、電子のみならず全ての素粒子は固有の角運動量 (スピン) を持っていることが知られている (中西)。物理学にとって最も本質的なことは、スピンと統計の定理と呼ばれるものが存在することである。すなわち、スピンが整数の粒子はボース粒子と呼ばれ半整数の粒子はフェルミ粒子と呼ばれ、統計的な性質は全然異なる (藤川)。スピン半整数の粒子は例外無くパウリの排他律に従う。本特集では、スピンがもたらす多くの物理的な興味ある現象とかアイデアを取り上げる (田崎、江澤、押川、坂井) と同時に、時空の基本的な構造と結びついた考察も与えられる (小玉)。事実、物性物理学の最近の主要な話題である量子ホール効果および高温超伝導においてはスピンが基本的な働きをしていると考えられている。また素粒子論における超対称性もスピンを抜きにしては考えられない。スピンに関しては朝永振一郎による『スピンはめぐる』(中央公論社) という名著があるが、スピンは現在においてもこれからも、物理学における興味の中心であり続けられる。

(ふじかわ・かずお, 東京大学大学院理学系研究科)