

特集／保存則とは何か

保存則とは何か？

米 谷 民 明

1. 序論：なぜ保存則か

本特集号では、「保存則」という観点から現代物理学の一側面を読者とともに展望してみたい。まずはじめに、そもそも、なぜ保存則なのか。読者の多くにとって、エネルギーや運動量の保存などについては、物理学の基本的な法則の一部としてすでに馴染み深いものであろう。この二つに加えて角運動量の保存則を正しく理解していれば、日常観察する一見複雑に見える物理現象についてもたいてい大筋としては説明ができる。例えば、強く回転している独楽を回転軸を斜めにして床においても倒れずに回転し続けるが、それがなぜ可能かを読者は考えたことがあるだろうか。これは基本的には角運動量保存から理解できる。その意味で、保存則は大変「役に立つ」ものである。

なぜ役に立つのかと言うと、これらの保存則は、非常に普遍的に成立しているからだ。つまり、対象とする個々の系ごとの性質というより、運動の法則や力の法則にその根拠があるものだからだ。実際には、独楽の回転軸が斜めのとき、独楽の角運動量は重力によって変化していてそれがいわゆる首振り運動（歳差運動）になるのだが、もし地球の角運動量と合わせたものを考えると実は全体としては保存している。同じことは、運動量の保

存則についても言える。私が地面から飛び上がると、私の体の運動量は変化している。しかし、地球の運動量と合わせたものは保存している。つまり、運動量保存により地球の運動量も私の体の運動量とちょうど同じ強さで逆向きに变化しているが、地球の質量は体の質量に比べて無限大と言えるから影響は無視できる。ここで注目してほしいのは、私の体にしろ、地球にしろ、粒子の集合として考えれば恐ろしく複雑なものであるにもかかわらず、これらの保存則は厳密に成立している事実である。これは保存則が有用である最大の理由であると同時に、物理の基本法則の特徴として、いくら強調しても強調したりないくらい重要な性質である。

現代物理の発展の歴史をたどると、保存則が様々な側面において欠かせない役割を果たしてきたことがわかる。新たな法則の探求や、より深い自然界の階層構造の探求において常に重大な意味を持っている。もし、エネルギー、運動量、角運動量などの基本保存則を捨ててしまえば、そのような探求の拠り所が失われてしまったであろう。古典物理学から量子論への移行期について学んだことがあれば、様々な局面（ボーアの原子構造論、アインシュタインの光子量子仮説、光電効果、コンプトン効果など）において保存則が果たした役割を納得できるだろう。相対性理論の場合でも、誰でも知っている粒子の静止エネルギーの式 $E = mc^2$ が意味を