

特集／相対論的思考法のすすめ

## 相対性理論帝国主義の勃興

早田 次郎

アインシュタインは、相対性理論によって、時間と空間の概念に革命を起こした。ここで、相対性理論とは、特殊相対性理論と一般相対性理論の両方を指す。特殊相対性理論は、相対性原理と光速一定の2つの原理に基づいている。単純な原理から、同時刻の相対性、時間の遅れ、ローレンツ収縮といった常識からは想像もつかないような結論が導かれる。アインシュタインは、誰にでも共通な「絶対的な時間」という常識を捨て去ることで時空という新しい概念に我々を導いたのである。アインシュタインは、観測できるものだけを基礎にすることを重視した。この態度は量子力学にも影響を与えた。皮肉なことにアインシュタイン自身は量子力学に対して最期まで否定的であった。一方、一般相対性理論は等価原理に基礎を置いている。その帰結もまた、時空のさざ波である重力波やブラックホールといった常識はずれなものばかりである。一般相対性理論では、固定された時間や空間という常識が捨て去られ、動的な時空という描像が創出された。歴史のいたづらか、アインシュタインの重力理論である一般相対性理論は、量子力学との相性が悪い。実際、未だに、誰もが納得するような量子重力理論は存在しない。

すべての物理学は、時間と空間の存在に基礎を置いている。したがって、相対性理論以前の物理学が、相対性理論によって書き換えられ、その後の物理学も相対性理論の影響を受けるようになったことは当然である。それゆえ、“相対論的力学”、

“相対論的量子力学”のように、“相対論的”という言葉をつけて、非相対論的な力学や量子力学と区別することがある。しかし、相対性理論と電磁気学については、相対論的電磁気学とは言わない。電磁気学はもともと、相対論的だからである。このあたりの事情は「相対論と電磁気学」を読むとよくわかる。アインシュタイン以前には、時空という立場から電磁気学を理解した人がいなかったのである。このように相対論的思考法の典型は、時空という幾何学的観点から物理を捉えるところにある。もちろん、相対性理論は、電磁気学におけるように、単に時空という観点の違いを与えるだけではない。一般に、“相対論的”なものとして見えてくる物理現象に定性的な違いが生まれる。例えば、“相対論的量子力学”の場合、量子力学に特殊相対性理論を適用することで、反粒子という新しい概念が生まれた。これが場の量子論へと発展し、高エネルギー物理学の基礎をなしている。重力波の初検出で話題となった一般相対性理論は“相対論的重力理論”とみなせて、ここでもブラックホールなどの新しい概念が生まれた。このように相対性理論は現代物理学を理解する要であると考えられる。

本特集のテーマは、「相対論的思考法のすすめ」である。相対論的思考法といっても、人によって様々な捉え方があるだろう。この特集は、素粒子論、重力理論、宇宙物理学、原子核理論、物性理論というように、幅広い分野の研究者が執筆して