

特集／モノポールの謎

巻頭言

荒船 次郎

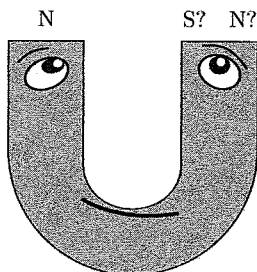
新粒子の予言と発見は物理学の大きな魅力で、発展のためにも重要である。昨年ノーベル物理学賞で話題となったヒッグス粒子もその種の粒子の一つだが、1964年の予言から半世紀を経て発見された。その一方、モノポールと呼ばれる新粒子は1931年に天才物理学者ディラック (Dirac) が予言して以来、さらに長い間未発見である。しかしこの粒子は大変魅力的で理論的に豊かな内容を秘めているため、未発見であっても、物理学の理論家と実験家を絶えず刺激し続け、素粒子物理学を進展させただけでなく、最近では、物性物理学にもディラックのモノポールに類似した性質を持ったモノポールの準粒子の存在が予想され、また、物理学と数学の境界でも、モノポール解について興

味ある研究が行われているようである。

この謎に満ちたモノポールは、通常の磁石がすべて北を向く N 極と逆を向く S 極の両方の極を持つのに対し、一方の N 極 (または S 極) だけを持つ。

その第一の魅力は、これさえあれば、電子の電荷と陽子の電荷が、符号は逆だが、大きさは等しいのはなぜか、より一般には、電荷の比は常に整数比であるのはなぜか、という大問題が説明できることである。電荷の量子化が導かれるその美しさに、もし自然がモノポール概念を利用しなかったら私は驚くだろう、とディラックは述べている。この説明は、当時できたばかりの量子力学のゲージ理論に対するディラックの深い理解と洞察がなければできなかった仕事であろう。あるいはディラックのモノポール理論によって、ゲージ理論の理解がより深まったと言っても過言ではない。

もう一つの魅力は、1974年に提案されたトフフット (t'Hooft) とポリヤコフ (Polyakov) によるモノポール理論にある。これにより、素粒子の大統一理論にはモノポールがソリトン (孤立した波からできる複合粒子) として必然的に存在することが判明した。数学的には乱暴な短い言葉で言えば、ディラックのモノポールは、もしそれがあれば電荷が整数比になることが示せるのに対し、逆に、大統一理論は、もし大統一理論が電荷の比を必



通常の磁石は常に N 極と S 極の対だが、N 極だけ (あるいは S 極だけ) の磁石がモノポールである。未発見だが、モノポールは物理学者や数学者をその不思議な魅力で刺激し続ける。