

特集 / 時間の矢とは

“時間の矢” とはなにか

時間は一方向に流れるのか？

仲 滋 文

1. 時を遡る

“1965年のとある夕べ、ファインマンのノーベル賞を祝う晩餐会に一通の電報が届けられた。電報には「私のノートを返してくれないか」と記され、異能の物理学者として知られるスツッケルベルグのサインがあった”。これは、クォーク模型の提唱者であるゲルマンが出元と思われるジョークであるが^{*)}、からかわれているのは陽電子の解釈における優先権である。ファインマンは、1949年の「陽電子論」の中で、陽電子は時を遡る電子であるという解釈を打ち出し^{*)}、電子、陽電子の伝播を逆方向に伸びる線分に対応させて理解することを提案した。この陽電子 = 時を遡る電子の解釈は、既に1942年にスツッケルベルグにより提唱されていたが、その論文はヨーロッパの雑誌に掲載され、しかも英語ではなかったために広く知られなかったのである。

さて、陽電子はディラックが1928年に見出した電子の波動方程式の中に、自然に組み込まれていた反粒子（電子と同じ質量で、電荷が逆符号の

^{*)} ノーベル賞受賞講演によれば、ファインマンは、このアイデアを指導教授であったウィーラーから借用した。ウィーラーは、一つの電子が時空を行き来して絡み合った世界線（軌跡）を同一時刻で切り取った断面に現れる電子が、全世界の電子だと言ってファインマンを面白がらせた。

粒子)の解である。古典電磁気学によると、電子、陽電子のような荷電粒子が静磁場に垂直に進入すると、互いに逆方向に回る円軌道を描く(図1)。いま、仮に電子が時間を逆行したとすれば、速度の向きは逆転して陽電子と同じ向きの軌道を描く。この意味で陽電子は時間を遡る電子の性格を持ち、逆も言える。しかし2つの運動の差は向きのみであり、どちらが順方向に時間の流れる粒子であるかは、図を比較するだけでは結論できない。

1932年、アンダーソンは宇宙線が写真乾板に残す電子と推定される軌跡の中に、地球磁場により逆方向に曲がるものがあることに注目し、陽電子の可能性を考えた。しかし、同じ方向から進入した荷電粒子は電荷の符号が異なれば逆方向に曲がる軌道を描くが、逆方向から進入した荷電粒子であれば、同じ電荷でも軌道は逆の方向に曲がる。アンダーソンの方法は、荷電粒子の進路を厚さ6mmの鉛板で遮ったことである。荷電粒子は、鉛板を通り抜けて運動エネルギーを損失することにより、

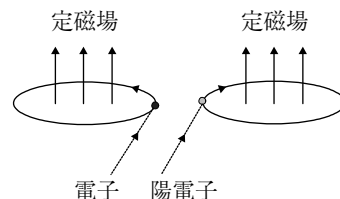


図1 サイクロトロン円運動。