

特集／面白い発想 [物理編]

## 面白い発想とすごい発想

藤川 和男

物理学における「面白い発想」を考えるというのが与えられた課題である。面白い発想というのは何かを考えると、一般的に物理学に関係した日常現象等においてこのような面白い見方とか考え方があるのか、という観点からの考察がまず考えられる。他方、物理で（とくに研究者の仲間）面白い発想という場合には、すごい物理的な発見につながる発想を意味する場合も多い。今回の特集でも、このような多様な観点からの「面白い発想」が記述されるだろう。

私は、最近 CPT 対称性というものについて考察する機会があり、この話題に関係した日本人のすごい一連の発想について記したい。ここで C というのは粒子と反粒子の置き換えを意味する。例えば、電子と陽電子の置き換えを意味する。次に、P はこの世界と鏡の中に映った世界を置き換えることを意味し、いわゆるパリティを意味する。最後の T は過去と未来を置き換える、いわゆる時間反転と言われるものを示す。特殊相対性理論の世界である 4 次元ミンコウスキー空間は、空間の各点では P と T に関して対称なように構成されている。このような純粋に時空間の対称性に、どうして C という粒子と反粒子を置き換える変換が顔を出すのかというと、これは負のエネルギーを持つ粒子の存在という現象に関係している。一般に特殊相対性理論に従う理論では負のエネルギーを持つ

粒子の存在を避けることができない。この負のエネルギーを持つ粒子は時間軸の負の方向に向かって運動すると考えると、正のエネルギーを持つ反粒子が時間軸の正の方向に向かって運動するのと同様であることが示され、このことが「反粒子」の存在を予言することになる。この負のエネルギー粒子が時間軸の負の方向に走れば、通常の正のエネルギーを持つ反粒子と理解できるという見方は、まさしく「面白い発想」であり「すごい発想」であるが、この見方はファインマン (R. Feynman) 等により強調された。これら 3 つの変換あるいは置き換えを組み合わせたものが CPT 変換あるいは CPT 対称性と呼ばれるものである。

CPT 対称性と呼ばれるものの一番重要な性質は、通常の特相対性理論に従う場の理論（量子力学の相対論的なバージョン）では、ごく自然な仮定だけから、一般に理論は CPT 不変であることが結論される。この帰結として、粒子には必ず反粒子が伴われており、しかも両者の質量が完全に等しいということが結論される。これは、CPT 定理として知られており、パウリ (W. Pauli) とカリューダース (G. Lüders) により定式化された。このように時空間の対称性の考察から粒子と反粒子の質量等についての非常に強い制約が得られるのは、文字通り「面白い発想」であり「すごい発想」でもある。最近一部の研究者の間では、こ