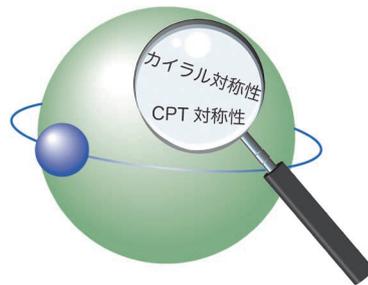


## 対称性を探る虫眼鏡：マイクロラボトリー

一般に、粒子はその反粒子に出会うとすぐさま消滅する。実際、反陽子を物質中に止めると、強い相互作用によりピコ秒以内に消滅してしまう。ところがヘリウム中に止めた場合、反陽子の約3%は寿命が約3マイクロ秒と100万倍近く長い準安定な束縛状態、反陽子ヘリウム原子を形成する。これはヘリウム原子核のまわりに反陽子と電子1個が束縛された系であり、反陽子が物質中で準安定な状態を形成している。

物理学の最も基本的な対称性であるCPT対称性は、粒子と反粒子の質量や寿命が等しいことを要求する。高い精度でCPT対称性を検証できる方法の1つが、陽子 ( $M_p$ ) あるいは反陽子 ( $M_{\bar{p}}$ ) と電子 ( $m_e$ ) の質量比を計測する実験である。 $M_p/m_e$  は11桁の精度で測定されている。一方、反陽子ヘリウム原子が発見された当時、 $M_{\bar{p}}/m_e$  は6桁の精度しかなく、精密な検証には不十分だった。だが近年、レーザーを用いた分光により精度が10桁まで大幅に向上し、 $M_p/m_e$  に迫っている。このように、反陽子ヘリウム原子を小さな実験室、マイクロラボトリーとして利用し、基本的な対称性を検証する研究は、これから大きく進展するだろうと期待されている。



反陽子ヘリウム原子のほかにも、マイクロラボトリーは存在する。電子の代わりに負電荷の粒子、 $\pi^-$ 中間子や $K^-$ 中間子を束縛した原子が研究されており、さらには原子核内部の深くに中間子を束縛した状態も探索されている。これらの中間子を原子核内部を探る窓、つまりプローブとして利用し、分光実験を通して原子核を超高密度のマイクロラボトリーにするのである。

低エネルギー密度の真空とは異なり、エネルギー密度の高い原子核内では、基礎的な対称性が異なっても不思議はない。マイクロラボトリーでの実験を通して、カイラル対称性のような基礎的な対称性や、真空の位相幾何学的な構造を探る研究が進みつつある。