

量子力学の不思議を実験的に検証する

量子力学を学んでいくと、さまざまな仮説、解釈、要請に遭遇する。それらを不思議だなと思いつつも先に進み、数理体系の華麗さや予言力のすばらしさを知っていくうちに、当初の不思議は心の奥にしまい込まれてしまう。量子力学が成立したころは、「不思議な仮説」の検証はどれも難問であったが、1世紀にもわたる取り組みによって検証できるようになってきた。

電子や中性子にとどまらず、原子や分子、さらにそのクラスターでも波動性を示すことは、これらの粒子ビームの回折・干渉の実験で明らかであり、疑う余地はない。それでも1989年に外村彰らが行った2重スリット実験による電子1粒子の干渉や、1997年のケターレらによる2つの冷却原子団の自由落下における多粒子系での干渉のように、波動性が干渉パターンとして直接的に示されてしまうと感動を禁じえない。

また、ハイゼンベルクのガンマ線顕微鏡という思考実験で最初に紹介されることの多い不確定性原理は、小澤正直によって精密化され、その新しい定式化は2012年に中性子スピン測定実験で確かめられた。また、時間とエネルギー

の間の不確定性関係は、原子や原子核の励起状態の寿命と放出エネルギー幅の関係そのものとしてよく知られている。トンネル効果も、それを利用した検出器や顕微鏡が実用化されているほどであり、問題が残っているとしたら理論と実験の精度の比較くらいである。

最後に残された未解決問題は、1935年にアインシュタイン、ポドルスキー、ローゼンが提起したEPRパラドックスに代表される「観測問題」であろう。このパラドックスはベルの不等式によって、局所实在性が正しいかという問題に還元され、実験で検証できることが示された。そして1982年、レーザーで励起した原子からの発光を観測したアスペの実験によって、局所实在性が否定され、量子もつれ(エンタングルメント)が実証されることになった。

次なる目標は、「波束の収縮」を理解することであろう。近年めざましく発展している量子情報理論と実験の進展によって、射影仮説、つまり波束の収束ではなく、観測するたびに世界が分岐するというエベレットの多世界解釈に収斂するかもしれないが、議論は分かれている。

誌編集委員会