

特集 / マクロ世界の量子論

マクロな量子の世界への誘い

上 田 正 仁

1. はじめに：総論にかえて

量子論は 1980 年代以降、ミクロからメソスコピック、そしてマクロな世界へとその適用範囲を急速に拡大してきた。また、その過程で、量子論の様々なパラドックスが量子論の予言が正しいという方向で実験的に決着がつきつつある。その最たる例がアスペによるベルの不等式の破れの実験である。これによりある場所での行為が、力学的な影響が及ばない離れた場所に影響を与え得ることが実証された¹⁾。量子論のもう一つの有名なパラドックスにシュレーディンガーの猫のパラドックスがある。これは、量子論をマクロな世界に適用すると、生きた猫と死んだ猫の重ね合わせの状態が存在するといった我々の直感と鋭く対立する結論が必然的に導かれるというものである。

巨視的な量子系を実現しそれを制御しようという研究は、量子情報処理への応用の可能性に刺激されて、ここ数年著しい進歩を遂げつつある。猫のパラドックスについても、近い将来実験的に明確な答が出そうな状況である。本特集号では、マクロな量子系の研究の様々な側面を、それぞれの分野の第一人者の方々に紹介していただいている。これらの記事は以前の研究に対する示唆に富むコメントだけでなく、第一線で活躍されている研究

者ならではの最新のトピックスや実験データが含まれている。

栗原氏による「マクロな量子トンネリングとコヒーレンス」では、プランク定数をゼロにすることによって量子が古典に移行するという単純なドグマでは捉えきれない量子と古典の微妙な関係を、巨視的変数のトンネル効果に焦点を当てて紹介されている。特に、量子と古典の境界を散逸による相転移が峻別するという例が紹介されている。また、シュレーディンガーの猫状態に関する実験の現状と、マクロな量子コヒーレンスを考える上で本質的となる永久電流の減衰の問題について議論されている。

中村氏による「超伝導量子ビット」では、超伝導量子ビットの基礎の解説から始めて、実験の現状が簡潔にまとめられている。更に、超伝導量子計算機の実現へ向けた今後の課題として、デコヒーレンス、集積化、量子ゲートの構成、初期化および読み出しに関する各々の問題についての詳細な分析がなされている。更に、超伝導量子ビットが量子力学の世界にどのようなパラダイムシフトをもたらしたか、またその将来の展望についてユーモアを交えた考察がなされている。

高柳氏による「メソスコピック超伝導の魅力」では、超伝導体と常伝導体を接合させた場合に現れる超伝導近接効果の研究の現状についてわかりや