

エヌエフ基金研究開発奨励賞を受賞して

凝縮系物性研究部門 井手上研究室 助教 田中 未羽子

このたび、エヌエフ基金研究開発奨励賞を受賞いたしました。この賞はエヌエフ基金に審査され、革新性と独創性が高くかつ科学や技術の進歩・発展に役立つ研究開発に対して授与されるものです。共同研究者であるマサチューセッツ工科大学の Joel I-J Wang さんと William D. Oliver 先生、井手上先生、井手上研のスタッフ・学生の皆様、物性研内外で一緒に研究をしてくださっている方々、クリーンルームや低温設備の技術員の方々など多くの人に支えられてこのような名誉ある賞を頂けたことに、心より感謝申し上げます。

今回受賞対象となった研究は「超伝導マイクロ波共振器と原子層超伝導体の結合デバイスを用いた新奇超伝導機構の発見」です。

私は物理がとても好きで、その面白さは多様な現象が物質の詳細を問わず普遍的に表れることにあると思っています。特に多体電子系が織りなす非自明な集団現象が起こる系—超伝導体、強相関係、量子ホール系など—は非常に美しいと思います。

このような美しい現象を見るための実験手法はこれまで数多く確立されてきました。しかし、実験家としては「今までよりもっと直接的な測定で、より明確に見る方法がないか」と常に考えたいものです。デバイス構造や実験方法を工夫することでこれまで誰も測れなかったもの、測ろうとしなかったものを見ることにこそロマンを感じます。

今回の研究ではこれまで測定が困難だった「原子数層の超伝導体の超流動スティッフネス」を、超伝導マイクロ波共振器と原子層物質の結合系を作ることではじめて測定しました。それによって量子幾何効果によって増強される超伝導という現象の直接的な証拠を得ました。

超伝導状態では DC 電気抵抗はゼロになりますが、電子の質量に起因する慣性のために AC 電気伝導はインダクタンスで記述されます。この性質は超流動スティッフネスと呼ばれ、クーパー対密度や有効質量といった微視的状态を反映する物理量として、超伝導研究に広く利用されてきました。

グラフェンなど 2 次元原子層物質では、次元性と積層の自由度に起因して 3 次元物質では実現しない新奇な物性が次々と発見されています。特に 2 枚のグラフェンを捻って積層すると超伝導が発現することは大きな注目を集め、従来とは異なる量子幾何効果が不可欠な超伝導機構が理論的に予想されてきました。

しかし、原子層は極めて薄く体積も小さいため、従来の手法では慣性インダクタンスの測定が実現できませんでした。応募者は超伝導量子デバイスと原子層を結合させたハイブリッドデバイスを用いた新しい精密マイクロ波応答測定手法を開発し、原子数層超伝導体における慣性インダクタンス測定に初めて成功しました。その結果、電子状態の量子幾何学的性質によって超伝導が発現するという新しい原理を実証しました。

現在、この実験手法を発展させさらなる新現象の開拓を進めたり、新しい実験手法の開拓を行ったり、井手上研究室はじめ共同研究者の皆様と研究に邁進しています。時間やリソースに対して大量にやりたいことがあり、研究に没頭して実験結果に一喜一憂する毎日はある意味青春時代かもしれませぬ。「真に新しい物理は新しい系や実験手法から始まる」という信念のもと、今後も物理の美しさをよりよく見る方法を全力で模索したいと思います。

