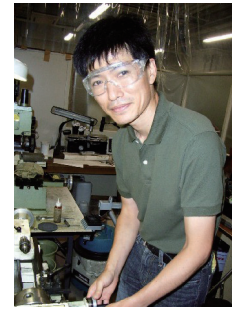


分光イメージング走査型トンネル顕微鏡による トポロジカル絶縁体の研究

花栗 哲郎 / 理化学研究所 高木磁性研究室 専任研究員



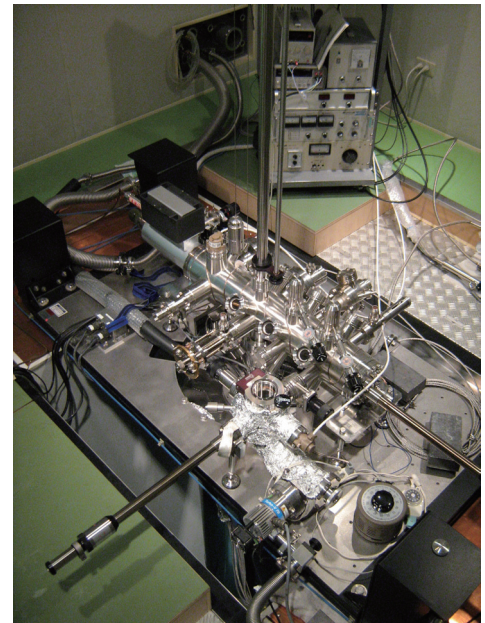
はなぐり・てつお

東京都出身。東北大学で学位取得。東京大学勤務を経て理化学研究所でSTMを使った研究に従事。近々、物性計測のプロ集団を目指す新チームを立ち上げ予定。趣味は、実験、自転車、山、居酒屋一人酒。

走査型トンネル顕微鏡 (STM) は、表面の構造を原子分解能で調べることができるだけでなく、サブ meV のエネルギー分解能で「電子状態の地図」を作成することが可能な、強力なツールです。実際の STM 実験には、様々な高度な技術が要求され、「実験おたく」を自認する私にとって大変魅力的な手法です。この 10 年ほど、超高真空極低温強磁場という多重極限環境で動作する超高安定な STM の開発と応用に従事し (図)、主に、高温超伝導体の超伝導ギャップの研究を行ってきました。本新学術領域研究では、これまで培った STM 技術を利用して、トポロジカル絶縁体表面のディラック電子の性質を調べています。

電子系に磁場を印加すると、ランダウ量子化によって、電子の取りうるエネルギーは離散化されます (ランダウ準位)。通常、ランダウ準位のエネルギーは磁場に比例しますが、ディラック電子では最低エネルギーの準位は磁場に依存せず、その他の準位は磁場の平方根に比例することが期待されます。我々は、典型的なトポロジカル絶縁体である Bi_2Se_3 の表面ディラック電子のランダウ量子化をトンネル分光で調べ、これらの特徴をとらえたほか、ランダウ準位の空間分布を描き出すことにも成功しました。さらに、最近、 $\text{Sb}_2\text{Te}_2\text{Se}$ の最低ランダウ準位が、わずかに磁場依存性を持っていることを発見しました。この異常は、電子スピンと磁場の相互作用、すなわちゼーマン効果によるものです。ランダウ準位に対するゼーマン効果はグラフェンでも見つかっていますが、この場合は上向きと下向きのスピンをもつ 2 種類のディラック電子があるために、ランダウ準位は磁場で分裂します。一方、 $\text{Sb}_2\text{Te}_2\text{Se}$ では準位の分裂は観測されず、磁場とともに準位エネルギーは単調にシフトしました。この結果は、トポロジカル絶縁体表面のディラック電子にはスピン縮退が無いことを明確に示しています。

今後、ディラック電子の磁場中での性質の研究に加え、不純物効果や、超伝導体や強磁性体との接合界面の電子状態の研究を展開していきたいと考えています。



図：開発した多重極限走査型トンネル顕微鏡