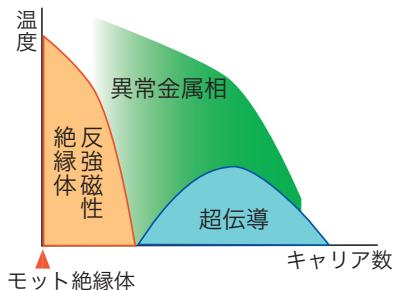


銅酸化物高温超伝導体：30年来の未解決問題

銅酸化物高温超伝導体は30年前に発見された。当初、超伝導転移温度が30 K ($\text{La}_{2-x}\text{Ba}_x\text{CuO}_4$) や90 K ($\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$) と、既知の超伝導体に比べ高いことが注目された。それまで超伝導状態を記述するのに有効と考えられてきたBCS理論では、電子・格子相互作用を起源とする超伝導の転移温度は高くてもせいぜい30 K程度であると考えられていたため、この結果は驚くべきことであった。これらの物質群に共通の特徴として、(1) 結晶構造に銅と酸素からなる2次元面 (CuO_2 面) を有し、この面に対して「適切な量」のキャリアを導入することにより超伝導が発現する、(2) キャリアの導入されない物質は反強磁性モット絶縁体である、などがあげられる。

当時まで、転移温度の高い超伝導は「よい金属」つまりは「キャリアの数が十分に多く、3次元的なフェルミ面をもち、近くに磁気秩序相(電子が局在化する相)がない金属」で発現するものと思われてきた。しかし、上記の銅酸化物超伝導体はそれらの直感をすべて裏切るものであった。加えて、キャリア濃度が低い領域では、超伝導転移温度より高い温度領域の金属状態で異常な物性が観測される。[1] 電子間散乱によって生じる電気抵抗が、温度に比例す



る異常な温度依存性をもつ、[2] 金属中のスピンゆらぎが顕著に抑制される、[3] 微視的スケールで電子状態が不均一になる傾向が観測されるなど、通常の金属

理論では理解できない数々の異常が観測されている。これらは伝導電子とスピンの相関に起源をもつと考えられる。しかし、さまざまなアプローチが試みられているものの、すべての実験結果を矛盾なく理解できる段階に到達しているとはいえない。

銅酸化物高温超伝導は単に転移温度が高い、という定量的問題以上に、電子のもつ遍歴性と局在性、モット絶縁体へのキャリアドーピングの物理、キャリア数制御による量子相転移(ゼロ温度での相転移)など、固体物性論における根本的な未解決問題を提示し続けている。物性分野の「難問中の難問」なのである。