

鉄セレン系超伝導及び母物質の STM/STS と BJTS によるギャップ分光

広島大学総合科学研究科

浴野稔一、杉本 暁

鉄セレンテルル化合物 $\text{Fe}(\text{Se},\text{Te})$ 超伝導体 ($T_c < 15 \text{ K}$) は比較的単純な積層結晶構造を有し、鉄系高温超伝導の電子状態を解明する上でも鍵となる物質である。この結晶は良好な劈開性を示し安定した表面が得られることから、走査トンネル顕微鏡/分光(STM/STS)等による表面敏感な観測にとって最適であると考えられる。本研究においてはSTM/STSによる測定に加えてBreak JunctionによるSIS接合トンネル分光測定(BJTS)も行っており、 $\text{Fe}(\text{Se},\text{Te})$ の電子状態に関する相補的な情報を得ている。

試料は二重石英管 self-flux 法により合成した単結晶 $\text{FeSe}_x\text{Te}_{1-x}$ ($x < 0.5$) を用いた。STM/STS 観測は Pt/Ir 研磨探針を用い、極低温(温度 $T \sim 3.8 \text{ K}$)及び超高真空(圧力 $P \sim 10^{-8} \text{ Pa}$) 中で劈開して得た単結晶清浄表面に対して、 $T > 5 \text{ K}$ 、 $P \sim 10^{-8} \text{ Pa}$ の環境のもとで行った。BJTS においては単結晶を $T \sim 4 \text{ K}$ で破断する事から固有清浄接合界面を得ることが可能である。

STM表面原子配列の観測から、幅広い組成域の表面でのTe(明斑点)、Se(暗斑点)、過剰鉄(輝斑点)の分布比率がEPMAによる組成比とほぼ等しく、これらの原子が結晶中に均質に分布している、即ちSTM原子像がバルク組成を反映している事が明らかとなった。なお過剰鉄近傍では局所仕事関数が顕著に大きい。

ギャップ測定に関しては、BJTSにより主に3種類の超伝導ギャップ ($2\Delta \sim 2.5 - 8 \text{ meV}$) が得られ、いずれもBCS状態密度の形を持つ。このギャップ値分布はARPESの結果と一致する。STSではこの程度のギャップ構造も観測しているものの、分布は幅広く局所的には $2\Delta \sim 40 \text{ meV}$ にまで及んでいる。なお、この大きさのギャップ構造はBJTSにより約70Kで消失する事実を明らかにした。高バイアス電圧領域でのSTSからは、全ての超伝導組成において約200 - 400 meVのギャップ的構造が存在する事実が明らかとなった。これは数 nm 程度以下の広がりをもつ過剰鉄の分布に相関し、ギャップ形成と何らかの関連があると考えられる。

母物質 FeTe のSTM観測では、 a 軸の2倍及び基本周期をもつ縞状配列構造が得られているが、前者は FeTe の磁気秩序構造と類似しており過剰鉄付着による探針の磁化による起源等も提案されている。本研究ではSTSコンダクタンスマップから、縞状構造のピークをとる原子サイトはバイアス電圧によって変化し、これらのサイトの入れ替わりやクロスオーバー等で周期構造が変化することを明らかにした。これらの特徴的なエネルギースケールは磁気構造相転移温度 $T_s = 72 \text{ K} \sim 6-7 \text{ meV}$ と対応しており、それらとの関連も考えられる。

- [1] T. Ekino, A. Sugimoto, A.M. Gabovich, Low Temp. Phys. 39, 265 (2013).
- [2] A. Sugimoto, T. Ekino, A.M. Gabovich, Phys. Rev B 90, 224503 (2014).
- [3] A. Sugimoto, Y. Saki, K. Nagasaka, T. Ekino, Physica C 518, 23 (2015).
- [4] T. Ekino, K. Nagasaka, Y. Sakai, A. Sugimoto, A.M. Gabovich, Physics Procedia 65, 65 (2015).