

渦糸ダイナミクスの STM 測定と H-T 相図

豊田理化学研究所

西田信彦

走査トンネル分光顕微鏡法は 10T 以上の高磁場中で量子渦を実空間測定できる唯一の方法で、第 2 種超伝導体の渦糸芯における準粒子量子束縛状態のエネルギー離散順位も観測されている[4,7]。超伝導を理解する強力な研究手法である。我々は、高磁場 15T、0.18K の極低温下ではたらく、エネルギー分解能 $30 \mu\text{eV}$ 、空間分解能 0.05nm、xy ドリフト 0.1nm/day の超安定な STM/STS を開発、製作し、量子渦糸研究を中心に種々の第 2 種超伝導体の研究を行ってきた[1-8]。この高安定な極低温高磁場 STM を用いて渦糸ダイナミクス研究を行った。STM 渦糸ダイナミクス研究、(1) 高速走査 STM 法、(2) 固定点 STM 法の二つの手法について話す。

STM 探針の走査を高速で行うことにより 100-200 個程度の量子渦糸の運動を直接動画として観測することができる[6]。我々はきれいな第 2 種超伝導体 $\text{YNi}_2\text{B}_2\text{C}$ の 0.45K の極低温における磁化過程を高速走査 STM により動画として測定することに成功した。渦糸集団運動において、渦糸バンドル、渦糸格子の刃状転位の運動等をはじめ観測することに成功し、一渦糸スケール測定から H-T 相図を調べることができた。

高速走査によって測定できる渦糸運動の速さは、走査の速さに限界があるため 1nm 以下に限られる。高安定な極低温高磁場 STM を用い、超伝導体の表面のある 1 点に STM 探針を固定してトンネル電流または STM 針の高さ(V_z)を連続測定することにより、渦糸運動を今までより 3 桁速い渦糸運動の測定を行う新手法について紹介する。この手法を用いた 14.5T 中で磁場冷却した $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_x$ の 4.2K 下の非平衡状態の渦糸クリープによる磁気緩和、クリーンな $\text{YNi}_2\text{B}_2\text{C}$ 中の渦糸運動について述べる予定。

- [1] S. Kaneko, et al.: Physica C298 (1998) 105-114.
- [2] Hideaki Sakata, et al: Phys Rev. Lett. 31 (2000) 1583-1586.
- [3] Ken Matsuba et al.: J. Phys. Soc. Jpn. 72 (2003) 2153-2156.
- [4] Hitoshi Nishimori et al: J. Phys. Soc. Jpn. 73 (2004) 3247-3250.
- [5] Ken Matsuba, et al.: J. Phys. Soc. Jpn., 76 (2007) 063704.
- [6] Kazuharu Uchiyama, et al : Physica C 470 (2010) S795-S796.
- [7] Shin-ichi Kaneko, et al: J. Phys. Soc. Jpn. 81, (2012) 063001.
- [8] Shunsuke Yoshizawa et al.: J. Phys. Soc. Jpn. 82 (2013) 083706.