
(4) 東京大学 大学院総合文化研究科 広域科学専攻関連基礎科学系 前田研究室
Maeda Laboratory, Department of Basic Science, the University of Tokyo

(1) 研究室スタッフ(2015.10.9 現在)

教授:前田京剛、助教:今井良宗、博士研究員:鍋島冬樹(学振PD)、秘書1名
学生5名(岡田達典(D3)、修士課程:3名、学部4年生:1名)

(2) 研究の戦略

私どもの研究グループは、上記のように規模の小さい研究グループですが、量子凝縮現象、特に、超伝導現象について、(i) 新奇超伝導体の開発、(ii) 新奇超伝導体の超伝導発現機構解明、(iii) 超伝導状態の新奇現象の研究、(iv) 新奇超伝導体の応用を意識した研究 のいずれの側面の実験的研究も過去に手掛けてきましたが、中でも、(ii)、(iii) に重きをおいて研究活動を展開しています。手法的には、マイクロ波-テラヘルツ波領域の複素電気伝導度を、バルク単結晶、エピタキシャル薄膜、粉体などあらゆる試料に対して寒剤中で低温まで評価することをコアに据えています。

(3) 特色ある装置

マイクロ波からテラヘルツ領域という幅広い周波数領域に渡って、室温から低温まで、様々な形状の試料に対して、複素電気伝導度を測定することを可能とするために、複数の装置を保有しています。それらは全て、歴代の研究室の卒業生が自作したもので、マイクロ波空洞共振器(測定周波数は空洞の大きさに依存しますので、いくつかの周波数に対応するため複数の共振器があります)、マイクロ波ブロードバンド法、時間領域分光法を用いたテラヘルツ伝導度測定システムなどがあります。最近、低温環境下でも、局所的な複素電気伝導度を高感度で測定することができる走査型マイクロ波顕微鏡を開発しました(図1)。また、パルスレーザー堆積法による成膜システムを使って、高品質な薄膜試料の作製にも力を入れています。

(4) これまでの成果

最近、行ってきた研究を抜粋して、以下に記述します。

[A: 交流伝導度に現れる超伝導ゆらぎ測定による電子相図の研究] (La,Sr)₂CuO₄系で周波数を連続的に変化させながら超伝導ゆらぎを精密に測定しました。幅広いドーピング領域の試料に対して得られた結果に基づいて、電子相図を実験的に決定し、その相図と適合する理論モデルを絞り込みました。

[B: 高品質鉄カルコゲナイド超伝導体薄膜の作製] “トピックス”において、この研究に関する解説記事がありますので、是非ご覧ください。

[C: 鉄系超伝導体の磁束フローの研究] 鉄系超伝導体で初めて、且つ、系統的に磁束フロー抵抗を測定し、磁束フロー抵抗が多ギャップ超伝導体としての超伝導ギャップの構造を色濃く反映したものであることを示しました。さらに、磁束フロー抵抗の磁場依存性と、超流体密度の温度依存性とを組み合わせることで、超伝導ギャップの構造を定量的に評価できることも明らかにしました。

[D: 低温で動作可能な走査型マイクロ波顕微鏡の開発]: 現代の物質科学では物性をナノレベルの空間分解能で測定する技術が重要性を増しています。我々のグループでは、局所的な複素電気伝導度を評価するために、走査トンネル顕微鏡(STM)をベースとし、高感度で低温環境でも動作可能な走査型マイクロ波顕微鏡(SMM)を開発しました(空間分解能200 nm)。この装置を使って、メゾスケールの不均質性が報告されている鉄カルコゲナイド超伝導体 $K_xFe_ySe_2$ において、金属相と半導体相の網状相分離を 200 nmの空間分解能で観測することに成功しました(図1)。

詳しくは、ホームページをぜひご覧ください。

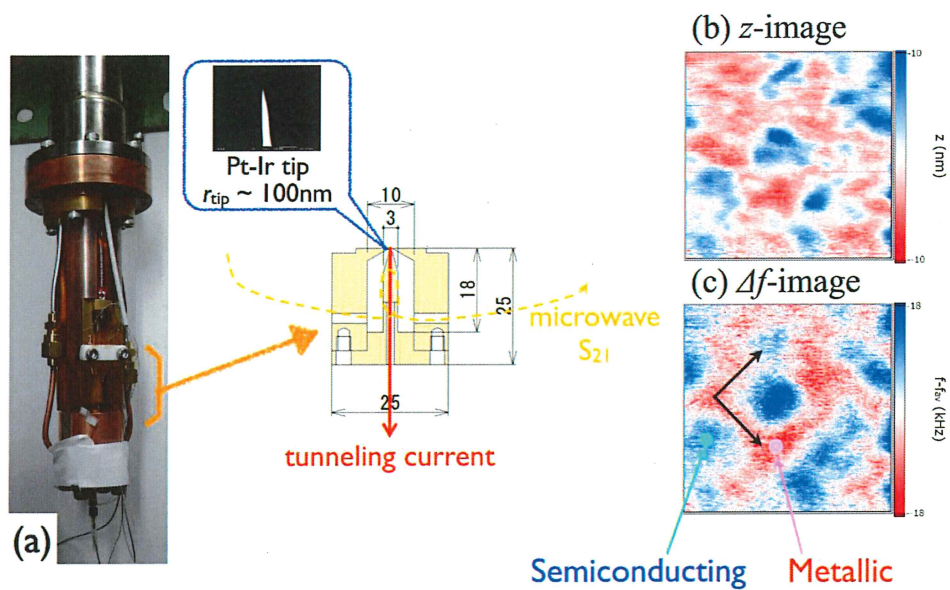


図1 (a)マイクロ波顕微鏡の核心部, および, 本装置によって得られた鉄カルコゲナド超伝導体 $K_xFe_ySe_2$ の(b)トポグラフィ像 と (c)電気伝導度分布。

(5) 連絡先, ホームページ URL

〒153-8902 東京都目黒区駒場 3-8-1

東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻相関基礎科学系 前田研究室

前田 京剛 (まえだ あつたか)

E-mail: cmaeda@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

研究室ホームページ URL: <http://maeda3.c.u-tokyo.ac.jp>