

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名：鉄ニクタイト系層状超伝導体の電子状態相図の完成

2. 研究代表者名及び主たる研究参加者名（研究機関名・職名は研究参加期間終了時点）：

研究代表者

神原 陽一（慶應義塾大学理工学部物理情報工学科・専任講師）

3. 研究実施概要

本研究課題では、本研究では鉄ニクタイト系層状超伝導体の電子磁気状態相図の完成と超伝導線材の開発に関する研究を実施した。具体的には、同一試料に対する空間的・エネルギー的に様々なスケールでの結晶構造評価、電気測定、磁気測定、元素選択的な内部磁場測定を行った。その結果として、単相・均一組成の試料合成方法を確立し、 $\text{SmFeAsO}_{1-x}\text{F}_x$ の電子磁気状態相図を完成した。また、 $\text{SmFeAsO}_{1-x}\text{F}_x$ を *ex-situ* PIT 法により線材化し、輸送臨界電流密度(Transport J_c) $\sim 4000\text{A}/\text{cm}^2$ のデバイスの作製に成功した。さらには、超伝導を示す $\text{SmFeAsO}_{1-x}\text{F}_x$ の Fe-As 結合の格子の局所的な歪みの温度依存性や光学コヒーレントフォノンの時間分解測定によるキャリア・フォノンの相互作用による正のチャープの存在を $\text{A}_{1g}(\text{Sm})$ モードについて確認するなどの成果を得た。

4. 事後評価結果

4-1. 研究の達成状況及び得られた研究成果

本研究課題では、次のような成果が得られた。

① $\text{SmFeAsO}_{1-x}\text{F}_x$ の電子・磁気状態相図の確定

$\text{SmFeAsO}_{1-x}\text{F}_x$ の電子・磁気状態相図の確定については、 $\text{SmFeAsO}_{1-x}\text{F}_x$ の結晶と磁性の電子状態相図を作成した。非ドープの SmFeAsO は 144K 以下で反強磁性体であり、Fe あたり $0.34\mu_B$ の磁気モーメントを示すことが明らかにした。 $\text{SmFeAsO}_{1-x}\text{F}_x$ における超伝導と Fe の反強磁性磁気格子と超伝導相は共存しない。

② $\text{SmFeAsO}_{1-x}\text{F}_x$ を使用した超伝導線材の作製

$\text{SmFeAsO}_{1-x}\text{F}_x$ を使用した超伝導線材の作製については、 $\text{SmFeAsO}_{1-x}\text{F}_x$ の超伝導線材を *ex situ* Powder in tube 法(合成された超伝導粉末を加工しやすいシース材に入れた後、圧延、線引きを施しケーブル状にする方法)により作製した。反応性固相バインダー法と名付けた手法を導入し 4.2K で臨界電流密度 $4000\text{A}/\text{cm}^2$ を記録した。

③ 鉄系超伝導体 $\text{SmFeAsO}_{1-x}\text{F}_x$ の線材化に必要なシース材の検討

鉄系超伝導体 $\text{SmFeAsO}_{1-x}\text{F}_x$ の線材化に必要なシース材の検討については、鉄系高温超伝導体 $\text{SmFeAsO}_{1-x}\text{F}_x$ を超伝導線材として応用する際に最適なシース材(脆い超伝導体の周囲を加工の容易な金属で覆う Powder in tube 法で使用する金属材料)を調べ、 1000°C の熱処理下では銅がシース材として有力な候補であることを明らかにした。

4-2. 総合的評価

鉄系超伝導体の発見者の一人として、今のところ最高の臨界温度を示している $\text{SmFeAsO}_{1-x}\text{F}_x$ の電子・磁気状態相図を解明し、さらには線材化の道を切り開くとの意欲は高く評価したい。特に、新物質の発見者として初期に得られた物質合成のノウハウなどを広く他の研究に伝えて行ったことは、鉄系超伝導材料研究の底上げに大きく貢献したものと考える。この一環として、 $\text{SmFeAsO}_{1-x}\text{F}_x$ の PIT 法による線材化にも NIMS など他の

研究グループと協力して取り組んでいるが、是非、材料研究者としての広い知識と深い洞察力により、線材化研究などの応用研究の指針となる研究成果をあげて行くことを期待したい。

なお老婆心ながら、後学のために敢えて付言すると、プロジェクトとは一般には、申請課題に対しての研究を委託されたものであることを銘記して研究を進めて欲しい。