

平成 29 年度 TIA 連携プログラム探索推進事業「かけはし」 調査研究報告書(公開版)

【研究題目】 「つくばー柏一本郷 超伝導かけはしプロジェクト」

【整理番号】

TK17-017

【代表機関】 NIMS

【調査研究代表者(氏名、連絡先 TEL & Mail)】

寺嶋太一、029-863-5510、TERASHIMA.Taichi@nims.go.jp

【TIA 内連携機関：連携機関代表者】

産総研：伊豫 彰、筑波大：門脇 和男、KEK：中尾 裕則、東大：芝内 孝禎

【TIA 外連携機関】

【報告書作成者】 寺嶋太一

【報告書作成年月日】 2018年3月30日

【連携推進(具体的な連携推進活動内容とその活動の効果等)】

- ・ 連携 5 機関の参画者、関係者のメーリングリストを立ち上げ、情報交換を行った。
- ・ 2017年9月13日に連携 5 機関の参画者、関係者の顔合わせ会合を実施した。調査研究の主テーマである 1144 型鉄系超伝導体について、産総研参画者より現状報告を受けた後、物性評価のための連携について議論した。
- ・ 2018年3月26、27日に NIMS において、超伝導体の開発、評価をテーマにワークショップを開催した。連携 5 機関の参画者、関係者による 1144 型鉄系超伝導体の単結晶育成、評価に関する講演だけでなく、外部の基礎超伝導研究者にも講演を依頼し、また公募して、口頭講演 27 件、ポスター発表 14 件が行われた。参加人数 54 名で盛んな議論が行われた。下記ワークショップホームページにて講演概要集が閲覧可能。

<https://sites.google.com/view/tia-sc-workshop>

【調査研究内容(実験等中心に背景・課題と実行された課題解決の内容と結果)】

- ・ 産総研と NIMS が連携して 1144 型鉄系超伝導体の単結晶合成を行った。具体的には、Ta 管に単結晶の原料となる CaAs, KAs, Fe₂As, FeAs を入れて、NIMS が保有する技術と装置を用いて溶接封入した。さらに、その Ta 管を産総研において石英管に真空封入し、電気炉で徐冷することにより(FeAs フラックス)、CaKFe₄As₄ や EuRbFe₄As₄ などの単結晶育成を行った。得られた単結晶試料について、産総研、東大の連携で、臨界電流密度やピンニング特性の計測を行った。粒子線照射効果についても研究した。また、KEK において構造解析が進行中である。更に、産総研において新たな 1144 型鉄系超伝導体の類縁超伝導物質を発見した。

本連携による成果に関する主要な学会発表、論文発表は下記の通り。

「1144 型鉄系超伝導体 $AeAFe_4As_4$ ($A = K, Rb, Cs, Ae = Ca, Sr, Eu$) の単結晶育成」、伊豫彰他、日本物理学会、第 73 回年次大会、2018 年 3 月 22 日。

「1144 型鉄系超伝導体 $AeAFe_4As_4$ ($A = K, Rb, Cs, Ae = Ca, Sr, Eu$) 単結晶の物性評価」、石田茂之他、日本物理学会、第 73 回年次大会、2018 年 3 月 22 日。

「CaKFe₄As₄ における臨界電流密度に対する粒子線照射効果」、為ヶ井強他、日本物理学会、第 73 回年次大会、2018 年 3 月 23 日。

“Effects of swift-particle irradiation on $\text{CaKFe}_4\text{As}_4$ single crystals”, T. Tamegai et al., APS March meeting, March 6, 2018.

“Superconductivity on Hole-Doping Side of $(\text{La}_{0.5-x}\text{Na}_{0.5+x})\text{Fe}_2\text{As}_2$ ”, A. Iyo *et al.*, J. Am. Chem. Soc., **140** (2018) 369–374.

“Superconductivity in a New 1144-Type Family of $(\text{La}, \text{Na})\text{AFe}_4\text{As}_4$ ($A = \text{Rb}$ or Cs)”, K. Kawashima *et al.*, J. Phys. Chem. Lett., **9** (2018) 868–873.

・東大より大学院生および学部生計2名が合計17回産総研に通い、産総研参画者の協力で今まで報告例のない $\text{Ba}_{1-x}\text{Rb}_x\text{Fe}_2\text{As}_2$ の単結晶作製に成功し、ネマティシティの研究を開始した。本連携による成果はワークショップおよび物理学会シンポジウムにおいて発表し、また学生の卒業論文の内容ともなった。更に研究を進めて論文とする。

「鉄系および銅酸化物におけるネマティック感受率」、芝内孝禎、日本物理学会、第73回年次大会領域8シンポジウム「超伝導体における新奇な対称性の破れ」、2018年3月24日。

「 $\text{Ba}_{1-x}\text{Rb}_x\text{Fe}_2\text{As}_2$ 単結晶作製とネマティシティ」、石田浩祐他、つくば-柏-本郷 超伝導かけはしプロジェクト ワークショップ(1)、2018年3月26日。

【今後の活動予定】

・本連携により1144型鉄系超伝導体の単結晶合成に成功したが、その評価はまだ端緒にすぎずであり、今後も5機関連携して研究を進める。また、産総研においては類縁超伝導体の発見、あるいは新たに単結晶化に成功するなどしており、それらについてもあわせて研究を進めていく。

・資金獲得については、参画者各人の資金獲得努力の他、東大、産総研の参画者が連携した研究課題を申請中である。今後も可能な限り連携して資金獲得を目指す。

・ワークショップについては次年度も開催する。

以上。