

## 【構成員】

センター長・教授(兼):野尻 浩之/教授:淡路 智/准教授:木村 尚次郎/助教:高橋 弘紀、岡田 達典

技術職員:佐々木 嘉信、伏見 和樹

技術補佐員[1名]/事務補佐員[2名]/大学院生[4名]/学部生[1名]

教授(兼):佐々木 孝彦/准教授(兼):野島 勉、木俣 基/助教(兼):茂木 巖、中村慎太郎、木原 工、平田 倫啓

## 【研究成果】

強磁場超伝導材料研究センターは、超伝導材料の開発と評価およびこれを駆使した強磁場超伝導磁石の開発と定常強磁場施設を利用した材料開発と物性研究を推進している。本年度の成果は以下の通り。

- (1) 古河電工と共同で  $\text{REBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$  高温超伝導線材の高性能超伝導接続技術を開発し、これを用いた超伝導コイルと永久電流スイッチからなるシステムの永久電流運転に世界で初めて成功した。本研究により、高温超伝導コイルの永久電流運転時における時間的安定性の起源が明らかになった (**Ref. 1**)。
- (2) 中国科学アカデミー電気工学研究所との共同研究により、高い臨界電流を有する鉄系超伝導線材の 100m までの長尺化に成功し、これを用いた実用サイズのコイルユニットの作製と運転に世界で初めて成功した (**Ref. 2**)。
- (3) 東大十倉グループ、金研塚崎グループ等と共同で、トポロジカル磁気構造体をもつ化合物  $\text{MnGe}$  (Mn:マンガン、Ge:ゲルマニウム) において、強磁場下で巨大な熱電効果を発見し、その機構がトポロジカル磁気構造体である磁気モノポールと反モノポールの対消滅であることを明らかにした。本研究を可能にした高精度の輸送係数の測定は、25T無冷媒超伝導磁石により実現された。 (**Ref. 3**)。
- (4) 弱く結合した反強磁性ダイマー物質  $\text{TlCuCl}_3$  において、磁場誘起マグノンのボース・アインシュタイン凝縮に伴う強誘電分極の発生を見出し、反強磁性ダイマーにおける電気磁気効果の起源を定式化することに成功した。 (**Ref. 4**)。
- (5) 東大有馬グループと共同で、キラルな反磁性体  $\text{CsCuCl}_3$  の強磁場中での分光測定によって、外部磁場に対する光進行方向の反転によって吸収係数が変化する磁気キラル二色性を近赤外領域で観測した。4.2Kで得られた0.3%/Tの磁気キラル二色性の値はこれまで常磁性体で観測された中で最大である。 (**Ref. 5**)。
- (6) 25T 無冷媒超伝導マグネットの本格的な共同利用を開始し、2017 年度は 194 日の運転を行った。様々実験環境の整備も進め、輸送特性・NMR・ESR 等の測定を低温・高圧環境で実施できるようになった。この結果、2017 年度は課題件数 103 件と過去最大になり、海外からの申請も増加した。

**Ref.1** K. Takahashi, T. Hase, S. Awaji, A. Nakai, S. Yamano, S. Mukoyama, H. Sakamoto  
Performance of an HTS Persistent Current System for REBCO Pancake Coil  
IEEE Trans. Appl. Supercond., **28**, 4600104 (2018).

**Ref.2** X. Zhang, H. Oguro, C. Yao, C. Dong, Z. Xu, D. Wang, S. Awaji, K. Watanabe, Y. Ma  
Superconducting Properties of 100-m Class  $\text{Sr}_{0.6}\text{K}_{0.4}\text{Fe}_2\text{As}_2$  Tape and Pancake Coils

IEEE Trans. Appl. Supercond., **27**, 7300705 (2017).

- Ref.3** Y. Fujishiro, N. Kanazawa, T. Shimojima, A. Nakamura, K. Ishizaka, T. Koretsune, R. Arita, A. Miyake, H. Mitamura, K. Akiba, M. Tokunaga, J. Shiogai, S. Kimura, S. Awaji, A. Tsukazaki, A. Kikkawa, Y. Taguchi, Y. Tokura  
Large magneto-thermopower in MnGe with topological spin texture  
Nature Commun. **9**, 408 (2018).
- Ref.4** S. Kimura, K. Kakihata, K. Watanabe, M. Hagiwara and H. Tanaka  
Magnetoelectric effect in the quantum spin gap system TlCuCl<sub>3</sub>  
Phys. Rev. B **95**, 184420 (2017).
- Ref.5** N. Nakagawa, N. Abe, S. Toyoda, S. Kimura, J. Zaccaro, I. Gautier-Luneau, D. Luneau, Y. Kousaka, A. Sera, M. Sera, K. Inoue, J. Akimitsu, Y. Tokunaga and T. Arima  
Magneto-chiral dichroism of CsCuCl<sub>3</sub>  
Phys. Rev. B **96**, 121102R (2017).

#### 【研究計画】

国内で 30 T 級の定常強磁場をユーザーに提供する唯一の施設として、引き続き強磁場コラボラトリの中で定常強磁場分野を牽引し、その役割を果たす。国際的な競争力維持強化するため、25 T 無冷媒超伝導磁石の運用を通して技術的な蓄積を進めるとともに、高温超伝導線材を利用した 30 T 領域の超伝導磁石開発を推進する。具体的には、30 T 超伝導コイルの詳細設計を進め、それに用いる線材やコンポーネントの試験を行う。この中で、国内の超伝導関連企業と連携して、超伝導利用研究の拠点機能を担う。

25 T 無冷媒超伝導磁石を始めとした無冷媒超伝導磁石を利用して、長時間の運転が必要な磁場中材料処理、NMR 等の研究はもとより、高圧などを組み合わせた高度な物質研究を推進する。核燃物質の利用が可能になったことを生かして、新学術領域等の研究プログラムへ対応する試料環境などの整備を進める。また、光測定の高度化によりキラル物質、原子層物質、太陽電池材料などにおける強磁場光物性研究を推進する。

ハイブリッド磁石については、超音波測定をはじめとした新しい測定への対応を引き続き進め、効率的な運用と電力の高度な調整を通して、無冷媒磁石では困難な強磁場領域における研究を推進する。また、水冷磁石の更新のために、新コイルの作製を進める。

施設運営においては、ユーザーグループの組織化と研究のコーディネート機能を高め、優れた研究課題と研究者の集積に努める。また、ユーザーの利用記録などを取得するシステムを導入し、その分析から効率的で効果的な施設利用を行う。

国際活動として、フランスとの Joint Laboratory を形成し、アジア地域での強磁場研究コンソーシアムの構築を通して、海外からのユーザーの利用を進め、国際的なプレゼンスを向上させる。また、海外からの人材を招聘して、センターの国際化を推進し、国際的な広報活動を充実させる。

国内の強磁場施設と連携し、次期学術会議マスタープランのための強磁場分野の長期戦略を策定し、強磁場コラボラトリ課題の統合的な運用の仕組みを立ち上げる。