

＜研究室紹介＞

岩手大学工学部マテリアル工学科 藤代・内藤研究室

Department of Materials Science and Engineering, Iwate University
Fujishiro-Naito Laboratory

1) 研究室の概略

岩手大学工学部マテリアル工学科の藤代・内藤研究室は、藤代博之教授と内藤智之助教の教員2名と、学部卒業生8名、博士前期課程大学院生6名が現在在籍し、機能性酸化物材料、特に超伝導材料の開発、評価技術、及び応用技術の研究を行っています。マテリアル工学科の性格上、配属学生には必ず材料作製のセンスを身につけさせ、将来様々な材料を扱うことが出来る研究者・技術者の育成を心がけています。

2) 研究の特徴と最近の研究成果

2-1 低温における熱伝導率、熱拡散率、熱膨張率の精密測定

超伝導材料や種々の低温材料(金属、セラミックス、有機化合物)の、極低温(8～300 K)・強磁場(0～10 T)下における熱的安定性や侵入熱評価・設計に必要な熱物性値(熱伝導率、熱拡散率、熱膨張率、接触熱抵抗など)の精密測定を行うノウハウと装置を有しています [1]。これらの正確な熱的特性評価を行える研究機関が国内では少なく、国内外の低温・超伝導研究グループや企業との共同研究を実施しています。これまでの成果の1つである「バルク超伝導体の熱的特性のデータベース」を公開しています [2]。

2-2 GdBCO バルク超伝導体の着磁とバルク磁石の産業応用

REBaCuO系超伝導バルク(RE: 希土類元素またはY)は、REBa₂Cu₃O₇ (RE123) 超伝導体の疑似単結晶中に磁束ピン止め中心となる非超伝導相 RE₂BaCuO₅ (RE211) やAgなどの第2相粒子が微細分散した複合材料であり、磁束を捕捉させることでNd-Fe-B磁石の10倍以上強力な超伝導バルク磁石を実現できます。超伝導バルクを磁化(着磁)する方法には、一般的な磁場中冷却着磁法(FCM)の他に、パルス着磁法(PFM)があり、本研究室ではPFM法による着磁メカニズムの解明と捕捉磁場の向上について研究を行ってきました。その結果、PFMにおける温度上昇の低減が捕捉磁場を向上させるカギであることが明らかになり、バルク温度 T_s と印加磁場 B_{ex} を最適化する2段階着磁法(MMPSC法)を提案し、2005年にGdBaCuO系バルク(直径45 mm, 厚さ20 mm)表面で $B_T=5.20$ TのPFMでは世界最高の捕捉磁場を実現しました [3]。さらにPFMの着磁現象をシミュレーションにより再現し、磁束侵入と温度変化の関係を明らかにしてきました [4]。また、真空容器表面で2 T以上の磁場を発生する複数個のバルク磁石装置を開発し、環境浄化用磁気分離、ドラッグデリバリーシステム(DDS)、有機半導体薄膜の液相成長などの応用研究に活用しています。

2-3 MgB₂ バルクの作製と捕捉磁場及び磁場シールド特性

2000年に発見された金属系超伝導体 MgB₂は、主に線材への応用が盛んに研究されていますが、本研究室ではコヒーレンス長が長い利点を生かして焼結体多結晶バルクを様々な方法で作製し、強磁場の捕捉を研究しています。独自のMgB₂作製法としてカプセル法を提案し [5]、2013年9月現在で、FCM法により直径38 mmのバルクで、1.77 T (at 16 K) の磁場捕捉を達成しています。また、高圧合成(HIP法)により26 mmのバルクにおいて、2.51 T (at 17 K)を達成しました。ピン止め中心の導入により、さらなる捕捉磁場と磁気シールド特性の向上を目指しています。PFMによるMgB₂バルクに対する着磁の研究も進展しており、将来の液体水素社会で実現できるレアアースフリーの風力発電機への応用を目指しています。

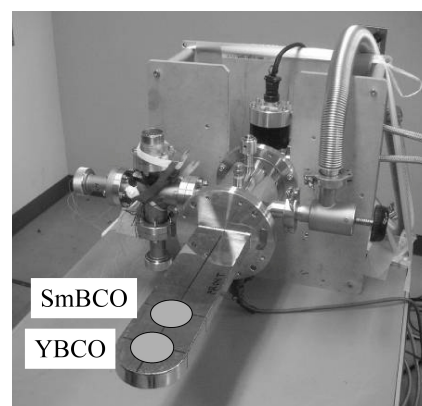


図 卓上型2連超伝導バルク磁石装置

2-4 REBCO 系超伝導線材の熱的評価

Bi2223系やY系超伝導線材の実用化のための熱伝導率、熱拡散率、熱膨張率の評価を企業との共同研究で行っています [6]。これらの線材は超伝導体の結晶異方性と構造の異方性のために、熱的特性も異方性が大きく、各方向の物性値を正しく評価することは応用上重要であり、超伝導機器の設計に貢献しています。

3) 連絡先、ホームページアドレス

〒020-8551 盛岡市上田 4 丁目 3-5

岩手大学工学部マテリアル工学科

教授 藤代 博之

E-mail: fujishiro@iwate-u.ac.jp TEL: 019-621-6363

URL: <http://ikebehp.mat.iwate-u.ac.jp/>

4) 代表的な論文・解説と関連サイト

[1] 藤代博之ほか、低温工学, **28** (1993), 533

[2] <http://ikebehp.mat.iwate-u.ac.jp/database.html>

[3] H. Fujishiro, T. Tateiwa, A. Fujiwara, T. Oka and H. Hayashi, Physica C 445-448 (2006) 334

[4] H. Fujishiro and T. Naito, Supercond. Sci. Technol. 23 (2010) 105021

[5] T. Naito, T. Sasaki and H. Fujishiro, Supercond. Sci. Technol. 25 (2012) 095012

[6] T. Naito, H. Fujishiro and Y. Yamada, Physica C **470** (2010) 1397