

---

**岡山大学 大学院自然科学研究科 産業創成工学専攻 金研究室**  
**Okayama University, Graduate School of Natural Science and Technology, Department of**  
**Electrical and Communication Engineering, Kim Laboratory**

---

(1) 研究室スタッフ

金 錫範教授, 学生 23 名 (M2: 8 名、M1: 8 名、B4: 7 名)

(2) 研究室の簡単な紹介

岡山大学の超電導応用研究室は、故村瀬先生が2001年に東北大学から岡山大学に赴任してから始まっており、初期の頃にはNb<sub>3</sub>Al線材の安定性問題やBi系高温超電導線材の交流損失などの研究が行われました。その後、2003年にソウル大学から金助教授が赴任してからは超電導アクチュエータなど超電導応用機器の開発も行われるようになりました。村瀬先生の定年退職と学科再編などを経て、現在は金教授と20名を越える学生たちが次世代高温超電導線材で構成される超電導回転機やNMR/MRI用マグネットの開発を行うと同時に、高温超電導バルク体を用いるNMR Relaxometry装置や非接触回転機器など主に超電導応用機器開発に関する研究を幅広く行っています。

(3) 特徴ある装置

テープ状の次世代高温超電導線材を回転機などへ応用する際には、使用線材の臨界電流密度の磁場強度と角度および温度依存性について正確に把握する必要があります。また、高温超電導バルク体によるNMR Relaxometry装置などでは、バルク体に磁場を捕捉させるための超電導マグネットが必要となります。当研究室では、室温ボアの内径が100 mmで最大10 Tの磁場印加が可能な超電導マグネットを現有しており、試料ステージ温度を4 Kまで調節できるL字型伝導冷却装置を製作し、図1のように90度傾けた超電導マグネットに様々な形状の試料を取り付けた試料ステージ部を挿入して次世代高温超電導線材の臨界特性や小型試験コイルのクエンチ試験、そして高温超電導バルク体の着磁実験などを行っております。そして、3次元超電導アクチュエータの駆動用の電源や3次元磁場分布を自動で測定するための高性能x-y-zステージなど研究に必要なハードとソフト装置を学生たちが自作することでエンジニアとして必要な知識と経験などを培っております。



図1 10 T級超電導マグネットと4 K級L字型伝導冷却試験装置

(4) これまでの成果・最近のトピックス

当初はMagnetic Drug Delivery System (MDDS) 用として研究を始めた3次元超電導アクチュエータは、途中から空間的に隔てた環境における遠隔操作が可能な運搬用のアクチュエータとして研究開発を行っています。開発する超電導アクチュエータは、移動子である高温超電導バルク体と固定子である平面配列された電磁石群で構成されており、固定子から3次元的な磁場分布を発生させ、特定の磁場分布が捕捉されている移動子を鉛直方向・水平方向へ移動及び回転を可能としています。現在は、床走行に加え、壁走行と床走行から壁走行への動作特性について検討しています。

核磁気共鳴 (Nuclear Magnetic Resonance : NMR) 分光法はタンパク質の機能・構造解析に有効なツールとして注目され、装置の性能向上が進められており、装置の高磁場化が進められる一方で装置の大型化、高コスト化により個人が手軽に使用できる装置とは言えないのが現状であります。そこで、NMR装置の小型化、低コスト化を目的として液体窒素運転のNMR Relaxometry装置の開発を目指した研究を行なっています。開発するNMR

Relaxometry装置の磁場強度は1.5 T (64 MHz)であり、磁場の空間均一度は150 ppm/cm<sup>3</sup>です。このNMR Relaxometry装置用のマグネットとして2種類のマグネットを開発中です。

一つ目は、リング形状の高温超電導バルク体を積層したマグネットであり、液体窒素温度で1.5 Tの磁場強度は容易に得られるものの、150 ppm/cm<sup>3</sup>の磁場均一度を実現させるために様々な工夫を行い、数値解析では目標値を達成しまして、実証実験の段階にきております。二つ目は、新しく開発された超電導接合技術を用いた次世代高温超電導線材による永久電流モードのNMR Relaxometry用マグネットであり、超電導接合部の超電導特性評価とマグネットの最適設計および試験コイルによる検討などを行っています。

その他、風力発電機や大型船舶用の超電導回転機に使用される高温超電導マグネットの過渡安定性向上と小型化のための新しい概念のマグネットや半導体用のSpin Coaterや製薬用のMixerとして用いるための非接触型回転機を開発しており、最近はMDDSやMagnetic Targeting Systemに適用するための磁場のON/OFFスイッチングと磁場増幅が可能な装置の開発を行っています。

#### (5) 連絡先・ホームページアドレス等

〒700-8530岡山県岡山市北区津島中3-1-1

岡山大学 大学院自然科学研究科 産業創成工学専攻 金 錫範

Tel & Fax: 086-251-8116 & 086-251-8110

Email: kim@ec.okayama-u.ac.jp

<http://www.ase.ec.okayama-u.ac.jp/>