

研究室紹介

九州工業大学工学部 総合システム工学科 美藤研究室 (高圧物性)

はじめに

九州工業大学は、1909年に、私立明治専門学校として開校し、1921年の官立明治専門学校、1944年の官立明治工業専門学校を経て、1949年に国立九州工業大学として設置された長い歴史を持ちます。工学部のある戸畑キャンパスは、JR小倉駅より電車で約5分の九州工大前駅から徒歩10分ほどと、交通の便の良いところにあります。また、工学部の他にも、情報工学部（飯塚キャンパス）、生命体工学研究科（若松キャンパス）があります。

研究室とメンバー紹介

私たちの指導教員は、美藤 正樹 教授と今年度から新しく着任なさった田中 将嗣 助教の2人です。また、研究支援員として高木 精志 名誉教授が週に一度お見えになられます。学生は、社会人博士後期課程3年生が1名、博士前期課程2年生が1名、博士前期課程1年生が3名、学部生が5名の総計13人で研究室が構成されています。

全体の活動は、週に一度のゼミです。各自が一週間に何かしら実験を行い、結果を解析し、それについて美藤先生とディスカッションを行います。また、年に数回、研究室全体の飲み会が行われ、日頃の疲れを癒やすとともに研究室内の親睦を深めます。

研究紹介

私たちの研究室では主に、ダイヤモンドアンビルセルを用いた、高圧力下での磁気測定を行っています。また、高圧力下での利用を前提に設計された、超伝導量子干渉素子(SQUID)を用いたコイル振動型磁束計の立ち上げも行っています。磁性体の高圧力実験では、 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 磁石の保持力の圧力変化や、固体酸素の磁気転移追跡、そして、有機ラジカル強磁性体の強磁性転移温度の世界記録更新が主な研究テーマです。また、超伝導体では、銅酸化物超伝導体の一軸圧縮実験やBCS型超伝導体の強ひずみ材の静水圧力実験が主な研究内容です。高圧力実験以外にも、キラル磁性体やキラル液晶などの研究も行っています。また、田中先生による、高温・高圧力を用いた、新規超伝導体の合成に関する研究も行っ



写真1 研究室メンバー



写真2 mDAC (CuBe製(左), Ti合金製(右))



写真3 SQUID 磁束計のある実験室

ています。

ここでは、高圧力下磁気測定の手法に関して紹介していききたいと思います。

・市販の SQUID 磁束計を用いた高圧力下磁化率測定

私たちの研究室では、超小型ダイヤモンドアンビルセル (miniature DAC; mDAC) を使用し、Quantum Design 社製の SQUID 磁束計 MPMS と組み合わせて高圧力下における磁化率を測定しています。2 台の MPMS を使用していますが、MPMS で使用するヘリウムについては、一度回収タンクに集められ、Quantum Design 社製の液体ヘリウム再凝縮装置 ATL で再凝縮し、週に一度トランスファーすることで、365 日連続稼働を実現しています。mDAC には CuBe 製のものと Ti 合金製のものがあり、基本的には CuBe 製のものを用いて測定を行います。高圧力下における磁気ヒステリシスを測定したい場合には磁気信号の均一性に優れた Ti 合金製のものを使います。交流磁化率測定用にセラミックスを用いた mDAC も開発中です。測定領域としては 1.8~400 K, 0~30 GPa, 0~7 T の範囲において直流・交流磁化率測定を行うことができます。mDAC のセッティングには少々慣れが必要で、10 GPa より高い圧力を発生させるのはなかなか難しいですが、一年も実験をやっていれば 10 GPa 以上の圧力を定常的に発生させることができます。

・SQUID を用いたコイル振動型磁束計による高圧力下磁気測定

コイル振動型磁束計では、DAC 中の測定試料近傍に配置した検出コイルを振動させ、試料からの磁化の磁束をロックイン検出します。この測定方法のパイオニアである石塚 守 先生 (元大阪大学) のお力をお借りしながら技術開発を行っています。前述の mDAC と MPMS を組み合わせた測定の場合に比べ、磁化率レベルで 2 桁増しの測定感度を実現することができます。これを用いることで、100 K までの温度領域において 100 GPa を超える高圧力下で磁気測定を実現できます。上記の mDAC に比べてセッティングが非常に難しいため、学生だけで実験することはなく、美藤先生と高木先生と一緒に実験されています。

での温度領域において 100 GPa を超える高圧力下で磁気測定を実現できます。上記の mDAC に比べてセッティングが非常に難しいため、学生だけで実験することはなく、美藤先生と高木先生と一緒に実験されています。

最近の研究論文

- [1] M. Mito, K. Ogata, H. Goto, K. Tsuruta, K. Nakamura, H. Deguchi, T. Horide, K. Matsumoto, T. Tajiri, H. Hara, T. Ozaki, H. Takeya, Y. Takano: *Phys. Rev. B*, **95**, 645032 (2017), “Uniaxial strain effects on Re-doped Hg-1223 cuprate superconductors”.
- [2] K. Lekin, K. Ogata, A. Maclean, A. Mailman, S.M. Winter, A. Assoud, M. Mito, J.S. Tse, S. Desgreniers, N. Hirao, P.A. Dubef, R.T. Oakley: *Chem. Commun.*, **52**, 13877 (2016), “Pushing TC to 27.5 K in a Heavy Atom Radical Ferromagnet”.
- [3] M. Mito, H. Goto, K. Nagai, K. Tsuruta, H. Deguchi, T. Tajiri, K. Konishi: *J. Appl. Phys.*, **118**, 145901 (2015), “High pressure effects on isotropic Nd₂Fe₁₄B magnet accompanying change in coercive field”.

最後に

北九州にお越しの際は、ぜひ九州工業大学にお立ち寄りください。そして、当研究室に興味を持たれた方は、ぜひご連絡ください。お待ちしております。

連絡先

〒804-8550

福岡県北九州市戸畑区仙水町 1-1

九州工業大学大学院 工学研究院 基礎科学研究系
量子物理学部門

美藤 正樹

Tel&Fax : 093-884-3286

E-mail : mitoh@mns.kyutech.ac.jp (美藤)

URL : <http://www.quanta.kyutech.ac.jp/mito/>

〈博士前期課程 1 年 : 大隈 理央 記す〉