

『熱エネルギーの質を考える』

明治大学 理工学部 機械情報工学科
川南研究室

大学および研究室の概要

明治大学は1881年（明治14年）、フランス法学を教授する明治法律学校として創立されました。2021年には創立140周年を迎え、建学の精神「権利自由、独立自治」に基づき、自由と自治の精神を養うことを大学の理念としています。キャンパスは東京都内に三箇所、神奈川県川崎市に一箇所あり、私が勤務する神奈川県の生田キャンパスでは、約17ヘクタールのゆったりとした敷地内に理工学部と農学部の約8000人の学生が学んでいます。

明治大学では、ワンマンラボの形態で研究室を運営するため、新任の教員が着任するたびに新しい研究室が誕生します。私が主宰するエネルギーシステム研究室は、2017年4月に私の着任と同時に開設された研究室であり、現在（2023年6月時点）7年目の運営年度に入っています。着任時は学部生1名と私の2名で研究室をスタートしましたが、その後順調に大学院の学生も増え、現在は学部4年生10名、大学院博士前期課程9名、博士後期課程1名の学生が在籍し、“熱エネルギーの質を高める”をキーワードに、固体冷媒ヒートポンプ、蓄熱、エネルギーハーベスティングなど、様々なテーマの研究に励んでいます。

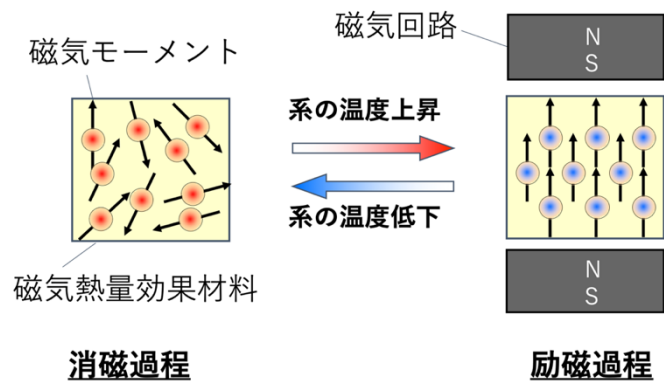
固体冷媒ヒートポンプに関する研究は、私の研究経歴の中では比較的新しいものですが、その基礎現象のおもしろさ、および実機展開が強く望まれる分野であることから、現在、最も力を注いでいる分野です。また、潜熱蓄熱に関する研究は私のライフワークでもあり、現在は、固液相変化の諸現象のみならず、磁気相転移や絶縁体－金属相転移などにも着目し、それらの諸現象の解明および相変化に伴う物性の評価に関する検討も行っています。研究室の最新情報はホームページ (<https://mueslab.jp>) に随時掲載していますので、ご来訪頂けると幸いです。



研究室旅行でメンバーと共に

磁気ヒートポンプに関する研究

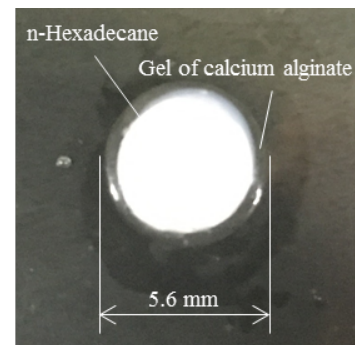
近年の地球規模の気温上昇や、コロナウイルス感染拡大によって示された新しい生活様式の実践のため、冷凍空調技術の需要はますます高まりつつあります。また、計算機の高速化や電子機器の高密度実装化のためには、高性能な冷却技術は必須であり、これまでになかった新たな冷却技術の開発が求められています。本研究で対象とする磁気ヒートポンプ技術は、ガス冷媒を用いない高効率の固体冷媒ヒートポンプ技術です。本研究室では、磁気ヒートポンプ技術に関して、磁気熱量効果材料の選定、蓄熱再生器の構造設計、システム評価に関する研究を推進し、電子機器等の高度冷却技術への展開を見据えた、固体冷媒磁気ヒートポンプデバイスの実用化を目指した検討を行っています。



磁気熱量効果の概念図

潜熱蓄熱媒体に関する研究

流動性を持つ潜熱蓄熱物質（Phase Change Material: PCM）は、固液相変化の際に生じる潜熱を用いて高密度蓄熱を行える上、高い熱交換性能をもつという特徴があります。流動性を備えた潜熱蓄熱物質として、氷スラリーや相変化エマルジョン、マイクロカプセルの研究などが進められています。本研究室では、“スタティック型ではない”という意味の流動性を有する潜熱蓄熱材として、新たに粒径が数 mm サイズのゲル状のシェルを有するソフトカプセルを提案し、その潜熱輸送特性について検討を行っています。



ソフトカプセル型 PCM

本研究で提案するソフトカプセル型 PCM の特長に、潜熱を利用した大きな蓄熱密度に加え、水などの液相中に分散させることによる高い流動性が挙げられる点があります。さらに、それを展開させ、内包物質を PCM ではない他の材料に置き換えることにより、ソフトカプセル化技術の新たな機能性熱媒体への応用にもチャレンジしています。