

## 研究室紹介

東京工業大学 科学技術創成研究院 先端原子力研究所  
加藤研究室  
加藤之貴・高須大輝



加藤研 All Stars

### 1. 研究室の概要

今年度の高須助教が着任し、現在は学生が12名、研究員4名、スタッフ2名で賑やかに過ごしている。本研究室は2002年に本学旧原子炉工学研究所にて開設されて以来、当時の吉澤善男教授、劉醇一助教、そして現在までの60余名の卒業生、スタッフの貢献が今の礎となっている。

研究テーマは主に化学反応を活用した熱エネルギーの有効利用技術開発を通じた社会の低炭素化への貢献である。2016年の日本の最終エネルギー消費13.3 EJ/yのうち電力は26%であり、それ以外の74% (9.9 EJ/y) は熱エネルギーとして利用されている。日本は2050年に炭素排出削減80%を公約している。よって、量的に低炭素社会を実現するには電力の低炭素化のみならず、熱システムの低炭素化が必要である。そこで本研究室では熱エネルギー有効利用に必要な革新的な要素技術、熱エネルギーシステム構築を検討している。電気の利用は製造、輸送、貯蔵、利用に至る技術要素の開発が良く進んでいる。一方、熱エネルギーシステムの要素技術は未成熟であり、熱利用の高度化には貯蔵(蓄熱)、輸送、変換技術の確立が必要である。今後、低炭素化に向け一次エネルギーの非化石化が必要であり、代替候補は再生可能エネルギー(再エネ)および世界的には原子力エネルギー(核熱)である。前者の負荷変動吸収は重要な研究テーマである。後者は量的に十分で、安定的な供給が可能であり、国際的には選択肢として一定の評価を得ている。現在、原子力は発電利用が主であるが、低炭素社会を実現するため核熱の電力以外の利用(核熱多目的利用)が必要である。これらの課題解決のために化学工学を基礎とした新たな熱エネルギー利用技術を検討している。

### 2. 研究内容

「世界に冠たる研究による社会貢献」を標榜し、他に類の無い研究テーマの設定とその実現に向けて研究を進めている。熱エネルギー利用のため以下の3系を主に研究している。

#### (1) 熱エネルギー貯蔵(化学蓄熱・ケミカルヒートポンプ)

熱エネルギーの高密度、長期間の貯蔵を目指し化学反応を用いた化学蓄熱を研究している。蓄熱のための化学蓄熱材料は、製品製造と異なり、目的の蓄熱温度、操作条件に適合するよう材料合成をおこなっている。さらに熱システ

ムとしては高速の蓄熱、放熱実現のため伝熱律速を克服する必要がある材料、反応器パッケージの伝熱促進を検討している。化学蓄熱はケミカルヒートポンプとして蓄熱温度より高温での出力(昇温)また冷熱発生が可能である。蓄熱の対象は電気自動車室内空調向けの100℃以下の冷暖房から、高温太陽熱貯蔵の1000℃までと広域である。

#### (2) 熱エネルギー物質変換(水素透過膜)

燃料改質水素製造の高度化のため、金属支持水素透過膜の開発を進めている。水素透過膜を用いた高純度・収率水素製造を目指し従来の数10 μmオーダーのパラジウム膜を1 μmオーダーに薄膜化し、金属支持体をその後形成する逆ビルドアップ法の開発をおこなっており、低コストかつ高水素透過率の膜開発の実現を目指している。

#### (3) 熱エネルギーキャリア(炭素循環エネルギーシステム)

産業プロセスから発生する二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)を回収し、非化石エネルギーを用いて還元し炭素資源化し、循環再利用する、能動的炭素循環エネルギーシステム(ACRES, Active Carbon Recycling Energy System)の開発を進めている。製鉄プロセスを主対象に固体酸化物形電気分解セルによるCO<sub>2</sub>からの一酸化炭素(CO)製造を実証し、CO再循環プロセスの評価をおこなっている。一次エネルギーとして変動再エネや原子力、特に高温ガス炉の可能性を検討している。

### 3. 研究室ライフ

研究室活動は学生各自の主体性に任せており、コアタイムは設定していない。研究テーマは各学生によって異なり、困難も様々であるが皆で協力して果敢に困難に挑戦し克服している。なお、所属学生の全員が基準年限または短縮して修了し、各界で活躍していることが研究室主宰者の一番の喜びである。本研究室では海外からの研究者や留学生を受け入れており、望めば日常的に英語に触れることができる。実際、国際学会や留学に行く学生も少なくない。研究室旅行は年数回、山、海へと出かけ、毎年幹事学生のユニークな企画を皆で楽しんでいる。研究室メンバーと一期一会の貴重な日々を共にできることに感謝している。引き続き皆様より研究に対してご指導ご鞭撻を頂ければ幸いです。