

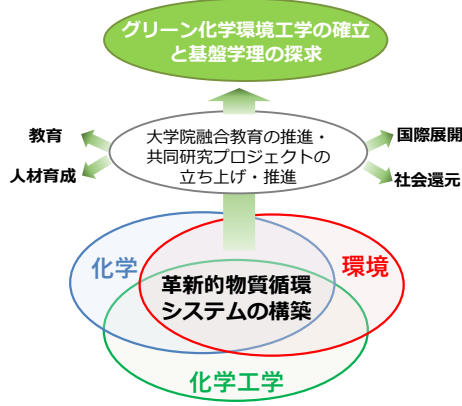
京都大学大学院 工学研究科 高等研究院

革新的物質循環システム工学研究部門

研究部門代表：高岡 昌輝（都市環境工学専攻）

本研究部門の目的と主要構成員

- ▶ 2050年のCN社会実現に向け、現状の物質生産活動を見直し、物質生産から消費、廃棄物処理、再生までを包括的にとらえ、真の意味での省エネルギー、低環境負荷を実現する新たな物質循環システムの構築が必要
- ▶ 物質の新たな生産法を創り出す「化学」の分野と、適切な廃棄物処理・有効利用を追求する「環境」の分野、その両者の実用化を工学の立場から目指す「化学工学」の分野が、緊密に連携し、エネルギーや環境負荷の観点からシステム全体としての最適化に取り組みなければならない。
- ▶ 本研究部門では、各研究・専門分野の融合により、**カーボンニュートラルの要請のもと実現すべき将来の物質循環システムについて議論、共同研究を進め、本研究部門独自の革新的物質循環システムの構築**を目指す。



令和7年度の研究活動及び主な成果

領域1 コバルト系ポリオキソメタレート正孔リザーバーを用いた新規可視光分解系の構築

背景：半導体光触媒を用いた水分解によるH₂製造は理想的な光エネルギー変換技術の一つとして注目

課題：単一光触媒を用いた可視光分解はその困難さゆえに材料限定（精力的に研究が進められている）

狙い：H₂生成用光触媒として知られているSrTiO₃:Rhをモデル材料として、Co系ポリオキソメタレート(POM)を正孔リザーバーとする新規水分解系を構築

RuO₂/Ru/SrTiO₃:Rh光触媒によるH₂生成
 $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$, $SiW_{11}Co^{III} + h\nu \rightarrow SiW_{11}Co^{II}$

SiW₁₁Co^{III}とRuO₂によるO₂生成
 $4SiW_{11}Co^{III} + 2H_2O \rightarrow 4SiW_{11}Co^{II} + O_2 + 4H^+$

領域2 TiO₂/高シリカゼオライトRAOCシステムを用いたスルファメタジン除去における生態毒性の低減と生分解性の向上

背景：スルファメタジンは抗生物質であり、環境中に残留すると生態毒性を及ぼす。RAOC（Rotating Advanced Oxidation Contactor）を用いた処理が有効とされている。

課題：RAOC処理後のスルファメタジンの生態毒性の低減と生分解性の向上

狙い：TiO₂/高シリカゼオライトRAOCシステムを用いて、スルファメタジンの生態毒性を低減し、生分解性を向上させる。

領域3 分子量分布に着目した燃料電池用固体高分子膜の化学劣化シミュレーターの開発

1. 固体高分子膜の化学劣化シミュレーター

2. 加速劣化装置の開発

3. 反応モデル

4. Nafion分子の開裂モデル

5. 分子量分布の変化と速度定数の決定

領域4 下水汚泥処理における嫌気性消化と低温湿式空気酸化の統合

1. 背景

2. 下水汚泥試料

3. 実験条件

4. 結果

5. プロセスフロー

プロジェクトメンバーと5つの領域

- 領域1: 有用化学物質製造
- 領域2: 光エネルギー利用
- 領域3: 水素製造・利用
- 領域4: 脱炭素を指向した廃棄物処理
- 領域5: 全体システム評価

| 氏名 | 所属 | それぞれの担当領域 |
|-------|-----------------------|-----------|
| 高岡 昌輝 | 工学研究科・都市環境工学専攻・教授 | 領域1 領域4 |
| 大下 和徹 | 工学研究科・都市環境工学専攻・准教授 | 領域1 領域4 |
| 原田 浩希 | 工学研究科・都市環境工学専攻・准教授 | 領域1 領域4 |
| 近藤 輝幸 | 工学研究科・物質エネルギー化学専攻・教授 | 領域1 |
| 木村 祐 | 工学研究科・物質エネルギー化学専攻・准教授 | 領域1 |
| 阿部 竜 | 工学研究科・物質エネルギー化学専攻・教授 | 領域2 領域3 |
| 富田 修 | 工学研究科・物質エネルギー化学専攻・助教 | 領域2 領域3 |
| 藤原 拓 | 工学研究科・地球環境学専攻・教授 | 領域2 領域4 |
| 日高 平 | 工学研究科・地球環境学専攻・准教授 | 領域2 領域4 |
| 野村 洋平 | 工学研究科・地球環境学専攻・助教 | 領域2 領域4 |
| 松井 康人 | 環境安全保健機構・教授 | 領域5 |
| 西村 文武 | 工学研究科・都市環境工学専攻・教授 | 領域2 領域5 |
| 竹内 悠 | 工学研究科・都市環境工学専攻・助教 | 領域2 領域5 |
| 河瀬 元明 | 工学研究科・化学工学専攻・教授 | 領域1 領域3 |
| 中川 浩行 | 工学研究科・化学工学専攻・准教授 | 領域1 領域3 |
| 藤田 隆一 | 工学研究科・化学工学専攻・講師 | 領域3 領域4 |

プロジェクト進捗状況

- ▶ これまで、4領域におけるそれぞれの研究を各専攻分野が連携して実施し、一定の成果が得られ、今後継続。
- ▶ 今後より一層の連携を進めるとともに、領域5: 全体システム評価の具体的な評価フレームワークを構築
- ▶ 主催事業1件、共催事業: 1件

プロジェクト実施による外部資金の獲得状況

- ▶ 2024年度 国土交通省下水道応用研究 “消化ガスを利用したex-situ型バイオメタネーションリアクターによる高濃度メタン生成技術の開発”
- ▶ 京都大学、荏原実業、東邦ガス共同研究体
- ▶ 2025年度 科研費基盤研究(A) “高い環境安全性と炭素固定能を備えた下水汚泥バイオ炭の製法及び評価法の確立” 京都大学

高岡昌輝

京都大学大学院工学研究科
都市環境工学専攻 教授

E-mail: takaoka@epsehost.env.kyoto-u.ac.jp

〒615-8540 京都市西京区京都大学桂
TEL: 075-383-3335 FAX: 075-383-3338
HP: http://epsehost.env.kyoto-u.ac.jp