

資源・物質循環型社会の実現を目指して

Aiming for a Resource Circulation Society



教授 吉岡 敏明
Professor
Toshiaki Yoshioka



准教授 熊谷 将吾
Associate Professor
Shogo Kumagai



准教授 齋藤 優子
Associate Professor
Yuko Saito

当研究室は、資源・物質循環型社会の実現を目指し廃棄物・排水・排ガスの新しい化学リサイクルプロセスや処理プロセスの開発を行っている。例えば、種々プラスチック、木質バイオマス、金属、添加剤等が複雑に複合化された高分子廃棄物のリサイクルは極めて困難である。そこで、難リサイクル性の高分子廃棄物に様々な化学的アプローチを駆使することで、天然資源を代替する資源に転換するプロセスの開発を行っている。また、排水や排ガスの中には資源として有用な化合物が含まれたまま排出されているものがあり、排水や排ガスに含まれる有用な化合物を粘土化合物を用いて選択的に回収している。粘土化合物は再生して再利用する循環型の排水・排ガスの浄化プロセスを開発している。

In our laboratory, with the goal to realize a resource circulation society, we are developing novel chemical recycling processes for solid wastes as well as treatment methods for discharged water and gas. For example, the recycling of polymer waste has been known to be extremely difficult due to the complex combinations of different kinds of plastics, woody biomasses, metals, or additives. Therefore, with a variety of chemical approaches, we are developing the processes to convert polymeric wastes into useful resources that could replace natural resources. In addition, waste water and gas are discharged containing many valuable compounds. We selectively recover these useful substances by clay materials. In addition, we are developing eco-recycling processes to regenerate and reuse the clay materials.

研究テーマ

- ・プラスチックの持続可能な資源循環と海洋流出制御に向けたシステム構築に関する総合的研究 (Fig. 1)
- ・環境インパクト低減に向けたハロゲン制御技術の体系化 (Fig. 2)
- ・動静脈産業連携による建廃プラリサイクルプロセスの開発 (Fig. 3)
- ・共熱分解シナジー効果制御による有機炭素資源利用高度化 (Fig. 4)
- ・熱分解法によるプラスチック、バイオマス、ゴム、石油資源等有機炭素資源の化学原料化
- ・太陽電池モジュール封止材の紫外線劣化解析
- ・フッ素系樹脂に対する湿式脱フッ素処理の評価
- ・廃電子基板に含まれる臭素系難燃剤の湿式脱臭素処理
- ・乳酸吸着材を用いた培地再生処理
- ・層状複水酸化物による酸性排ガス処理
- ・高比表面積層状複水酸化物の合成とアニオンの吸着特性
- ・ $Ti_xZr_{1-x}O_2$ の表面塩基点を利用した吸着剤としての機能化
- ・層状複水酸化物及び Ti, Zr, Ce 酸化物による CO_2 の選択的吸着および吸着後材料からの有用化学品合成の反応系の開発

Research topics

- ・ Comprehensive study on the system development of plastics for sustainable resource circulation and control of leakage into the ocean (Fig. 1)
- ・ Systematization of halogen control technologies toward environmental impact reduction (Fig. 2)
- ・ Selective adsorption of CO_2 using layered double hydroxides/oxides and reaction system development of useful chemical synthesis from adsorbed material (Fig. 3)
- ・ Highly efficient utilization of carbon resources by controlling pyrolytic synergistic interactions during co-pyrolysis (Fig. 4)
- ・ Chemical feedstock recovery through the pyrolysis of plastics, biomass, rubber, and crude oil
- ・ Study the characterization of the UV aging of the PV module encapsulant
- ・ Evaluation of the wet defluorination process applied to fluoropolymers
- ・ Debromination of brominated flame retardants in waste printed-circuit boards
- ・ Study of lactic acid adsorption for culture medium treatment
- ・ Treatment of acidic exhaust gas with layered double hydroxide
- ・ Synthesis of layered double oxides with high specific surface area and anion adsorption properties
- ・ Functionalization of $Ti_xZr_{1-x}O_2$ as an adsorbent using surface base sites

◇ 受賞 (計 11 件)

- ・ 廃棄物資源循環学会奨励賞 (熊谷将吾)
- ・ 2023 Spring Scientific Conference by Korea Society of Waste Management : Award for Excellent Poster Presentation (高梨樹)
- ・ 第 10 回高分子学会 GC 研究会シンポジウム・第 24 回 FSRJ 研究討論会合同研究発表会 : 最優秀発表賞 (小田陸)、優秀発表賞 (安達若菜)
- ・ FALLING WALLS LAB SENDAI : 2nd PLACE (Emmanuel Awosu Ikechukwu)
- ・ International Symposium on Feedstock Recycling of Polymeric Materials 2023 : Best Presentation Award (小田陸、安達若菜、山口颯斗、Miranti Budi Kusumawati)
- ・ 無機マテリアル学会 第 147 回学術講演会 : 講演奨励賞、優秀賞 (高梨樹、Valentina Podolinnia)

◇ 基調・招待講演 (計 14 件)

- ・ 動静脈連携を志向したプラスチックリサイクル研究開発事例 近畿化学協会 重合工学会 令和 4 年度 重合工学レクチャーシリーズ No.9 「プラスチックのケミカルリサイクル」 (吉岡敏明)
- ・ 炭素循環をめざした動静脈連携と石油化学 工場のカーボンニュートラル化 (CO_2 分離回収・資源化コンソーシアム 第 6 回講演会) (吉岡敏明)
- ・ プラスチックリサイクルにおける機器分析の役割 (JASIS 2023) (熊谷将吾)

◇ 査読付き原著論文 (計 12 報)

- および 著書・総説・解説 (計 4 報)
- ・ A novel strategy for rapid identification of pyrolytic synergy and prediction of product yield: Insight into co-pyrolysis of ylan and polyethylene, S. Xie, S. Kumagai, N. Takahashi, T. Kameda, Y. Saito and T. Yoshioka, *Chemical Engineering Journal*, 453, 139958 (2023).
 - ・ Host-guest interactions in biocompatible anion-intercalated Mg-Al layered double hydroxides and their influence on L-lactate uptake, V. Podolinnia, T. Kameda, F. Kitagawa, S. Kumagai, Y. Saito, M. Kondo, Y. Jimbo and T. Yoshioka, *Nano-Structures & Nano-Objects*, 35, 100984 (2023).
 - ・ 熱分解法によるプラスチックのケミカルリサイクルが繋ぐ動静脈連携 吉岡敏明, 熊谷将吾, POLYMERS 高分子 Vol. 72 2023年1月
 - ・ カーボンニュートラルを目指す最新の触媒技術 熊谷将吾, 吉岡敏明, 触媒, 65, 76-83, 2023年4月

◇ 実施中のプロジェクト (計 20 件)

科研費 4 件

「環境インパクト低減に向けたハロゲン制御技術の体系化」 基盤研究 (S) (Fig.1) 等

受託研究 (NEDO・ERCA・JST 等) 6 件

「プラスチック資源循環の展開とバイオ素材導入のための技術開発」 ERCA 戦略的研究開発 (I) (Fig.2)
 「サーキュラーエコノミーに向けた動静脈連携による建廃プラリサイクルプロセスの開発」 戦略的イノベーション創造プログラム (Fig.3)
 「共熱分解シナジー効果制御による有機炭素資源利用高度化」 JST 創発的研究支援事業 (Fig.4) 等

その他共同研究等 計 8 件

◇ 国際会議運営

・ 2023年11月6日~8日: International Symposium on Feedstock Recycling of Polymeric Materials 2023 (ISFR2023)を仙台国際ホテルで開催。実行委員会として会議を企画・運営。



Fig. 1 Systematization of halogen control technologies toward environmental impact reduction



Fig. 2 Comprehensive study on the system development of plastics for sustainable resource circulation and control of leakage into the ocean



Fig. 3 Schematic illustration of carbon circulation system achieved by collaborating with arterial and venous industries.

「共熱分解シナジー効果”制御”」



Fig. 4 Highly efficient utilization of carbon resources by the control of pyrolytic synergistic interactions during co-pyrolysis