

# 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 亀田 知人  
Associate Professor  
Tomohito Kameda



准教授 齋藤 優子  
Associate Professor  
Yuko Saito



助教 熊谷 将吾  
Assistant Professor  
Shogo Kumagai

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価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)
- ・層状複水酸化物及び Ti, Zr, Ce 酸化物による CO<sub>2</sub> 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 (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
- ・使用済みハーネスの被覆樹脂および銅のリサイクルに向けた剥離技術の開発
- ・太陽電池モジュール封止材の紫外線劣化解析
- ・含塩素樹脂の塩素循環に向けた電気透析プロセスの開発
- ・廃電子基板に含まれる臭素系難燃剤の湿式脱臭素処理直鎖及び環状スルホン酸で修飾された層状複水酸化物の合成とフェノール類の吸着特性
- ・Ti<sub>x</sub>Zr<sub>(1-x)</sub>O<sub>2</sub> の表面塩基点を利用した吸着剤としての機能化
- ・乳酸吸着剤を用いた培地再生処理
- ・高比表面積層状複酸化物の合成とアニオンの吸着特性

## 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<sub>2</sub> 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 the control of pyrolytic synergistic interactions during co-pyrolysis (Fig.4)
- ・Chemical feedstock recovery through pyrolysis of plastics, biomass, rubber, and crude oil
- ・Material separation from thin cables in used wire harness by combined physical and chemical processes
- ・Study on the characterization of the UV aging of PV module encapsulant
- ・Development of an electro dialysis process for chlorine cycling of chlorine-containing resins
- ・Debromination of brominated flame retardants in waste printed-circuit boards
- ・Synthesis of linear and cyclic sulfonic-acid-modified layered double hydroxides and their adsorption properties
- ・Functionalization of Ti<sub>x</sub>Zr<sub>(1-x)</sub>O<sub>2</sub> as an adsorbent using surface base sites
- ・Study of lactic acid adsorption for culture medium treatment
- ・Synthesis of layered double oxides with high specific surface area and anion adsorption properties



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

## ◇ 受賞 (計 13 件)

- ・令和 4 年度文部科学大臣表彰若手科学者賞 (熊谷将吾)
- ・一般社団法人廃棄物資源循環学会奨励賞 (齋藤優子)
- ・11th International Symposium on Feedstock Recycling of Polymeric Materials 2022 The Best Oral Presentation Award (森田, 謝勝禹) The Best Poster Award (部珠沢)
- ・無機マテリアル学会第 145 回学術講演会優秀公演奨励賞 (楊心怡)
- ・第 4 回環境化学討論会 優秀賞 (森田宜典)
- ・第 33 回廃棄物資源循環学会研究発表会 (梁川治暉)
- ・第 9 回高分子学会グリーンケミストリー研究会シンポジウム、第 23 回プラスチックリサイクル科学研究会討論会合同発表会 最優秀発表賞 (東口亮太)、優秀発表賞 (平野由夏)
- ・第 13 回廃棄物資源循環学会東北支部、第 9 回日本水環境学会東北支部合同研究発表会 優秀発表賞 (安達若菜, 高梨樹)
- ・令和 4 年度化学系学協会東北大会 優秀ポスター賞 (下村亘)

## ◇ 実施中のプロジェクト (計 18 件)

### 科研費 5 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 等) 5 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)  
 「大気中 CO<sub>2</sub> を利用可能な統合化固定・反応系 (quad-C system) の開発」NEDO ムーンショット型研究開発事業 (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

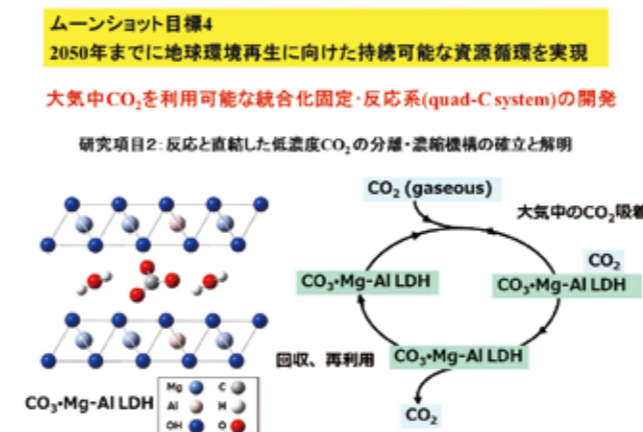


Fig.3 Establishment of a low-concentration CO<sub>2</sub> separation/concentration process using Mg-Al layered double hydroxide

## ◇ 基調・招待講演 (計 24 件)

- ・Ideas and strategies for making plastic a sustainable material (OECD Workshop on Flexible Food Grade Packing-Economic, Regulatory or Technical Barriers to Sustainable Design from Chemicals Perspective) (吉岡敏明)
- ・資源循環戦略を支えるケミカルリサイクルとバイオプラスチックの新技术展覧 (食品ニューテクノロジー研究会) (吉岡敏明)
- ・Environmental purification technology applying layered double hydroxide (令和4年度化学系学協会東北大会) (亀田知人)
- ・Adsorption of lactate and ammonia by layered double hydroxide and zeolite (6th International Conference on Catalysis and Chemical Engineering) (亀田知人)
- ・Characterization of engineered plastics using pyrolysis-GC/MS (International Online Analytical Science Conference Advances & Recent Trends in Analytical Science) (熊谷将吾)
- ・Potential of pyrolytic synergistic interactions during co-pyrolysis of plastic, biomass, and petroleum (23rd edition of the International Conference on Analytical and Applied Pyrolysis) (熊谷将吾)
- ・プラスチック資源循環と持続可能な社会の実現に向けて (環境あきた県民フォーラム) (齋藤優子)

## ◇ 査読付き原著論文 (計 15 報)

### および 著書・総説・解説 (計 4 報)

- ・Exhaust gas treatment using MnO<sub>2</sub>/Mg-Al layered double hydroxide: Assessment of its mixed gas removal performance and regeneration, T. Kameda, Y. Takahashi, S. Kumagai, Y. Saito, S. Fujita, I. Itou, T. Han, T. Yoshioka, *Chemical Engineering Research and Design*, **431**, 134030 (2022)
- ・Improving levoglucosan and hydrocarbon production through gas-phase synergy during cellulose and polyolefin co-pyrolysis S. Xie, C. Ma, S. Kumagai, Y. Takahashi, T. Kameda, Y. Saito, T. Yoshioka, *Sustainable Energy & Fuels*, **6**, 1469 (2022)
- ・プラスチックリサイクルの現状と将来展望 齋藤優子, 吉岡敏明, 熊谷将吾, 油空圧技術 766. Vol.61. No.6 2022年6月

## 「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