

# 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



教授 齋藤 優子  
Professor (兼務)  
Yuko Saito



准教授 熊谷 将吾  
Associate Professor  
Shogo Kumagai



助教 斯琴 高娃  
Assistant Professor  
Borjigin Siqingaowa



助教 バントン パチヤ  
Assistant Professor  
Patchiya Phanthong

当研究室は、資源・物質循環型社会の実現を目指し高分子廃棄物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、高分子劣化機構に関する研究、上記のようなケミカルプロセス開発を支援する新しい分析・評価手法の開発にも取り組んでいる。

In our laboratory, with the goal to realize a resource circulation society, we are developing novel chemical recycling processes for polymer waste. 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, we are working on the development of environmental purification technologies, research into the mechanisms of polymer degradation, and the development of new analytical and evaluation methods to support the development of the above chemical processes.

## 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. 2)
- ・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. 3)
- ・湿式膨潤剥離法による廃電線の被覆樹脂および銅線の高度剥離技術の開発 (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
- ・含ハロゲンプラスチックの脱ハロゲン処理および有効利用技術の開発
- ・高分子化学原料転換技術の高度化に資する熱分解 - 気相誘導体化-GC/MS 法の開発
- ・湿式膨潤剥離法による廃電線の被覆樹脂および銅線の高度剥離技術の開発
- ・プラスチックの熱分解生成物特性に及ぼす熱・剪断処理の影響
- ・プラスチックの熱分解生成物に含まれる含ハロゲン化合物の高感度分析手法の開発
- ・製品プラスチックリサイクルにおける添加剤の影響評価

## 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)
- ・Schematic illustration of carbon circulation system achieved by collaborating with arterial and venous industries. (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
- ・Study on the characterization of the UV aging of PV module encapsulant
- ・Evaluation of wet defluorination process applied to fluoropolymers
- ・Debromination of brominated flame retardants in waste printed-circuit boards
- ・Development of a pyrolysis-gas phase derivatization-GC/MS method to advance technology for high-performance conversion of polymer chemical raw materials
- ・High-purity Cu and PVC coating recovery from waste wire harness by PVC swelling followed by bench-scale milling

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

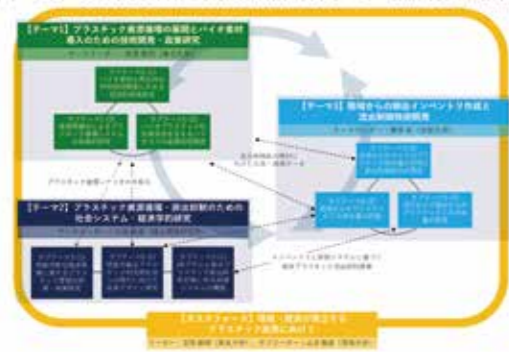


Fig. 1 Comprehensive study on the system development of plastics for sustainable resource circulation and control of leakage into the ocean

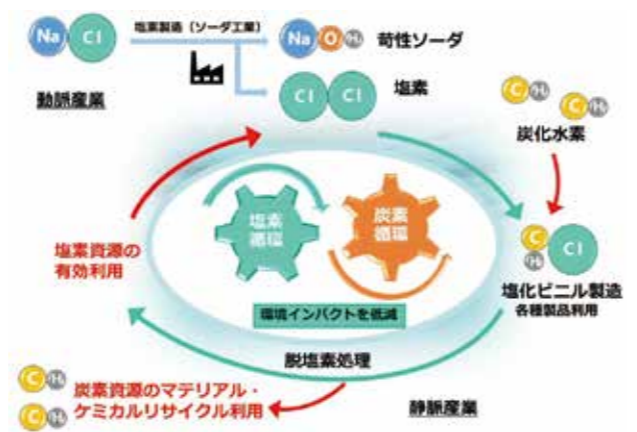


Fig. 2 Schematic illustration of a chlorine and carbon circulation system achieved through collaboration between arterial and venous industries.

## ◇ 受賞 (計 11 件)

- ・PYROASIA 2025 : Distinguished Researcher Award (吉岡敏明)
- ・PYROASIA 2025 : Best Thesis Award (Shao Zhuze)
- ・PYROASIA 2025 : Best Oral Presentation Award (Miranti Budi Kusumawati)
- ・公益社団法人自動車技術会 大学院研究奨励賞 (源田健太郎)
- ・第 16 回廃棄物資源循環学会東北支部&第 12 回日本水環境学会東北支部合同研究発表会 : 優秀発表賞 (Konstantin Heck)
- ・第 12 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 26 回 FSRJ 研究討論会合同研究発表会 : 優秀発表賞 (菅野慧)
- ・第 36 回廃棄物資源循環学会研究発表会 : 優秀講演賞 (石川時)
- ・令和 7 年度化学系学会東北大会 : 優秀ポスター賞 (Francisco Fraulein)
- ・第 30 回高分子分析討論会 : 優秀講演賞 (山内涼太郎)
- ・The 11th 3R International Scientific Conference on Material Cycles and Waste Management (3RINCs 2025) : Excellent Research Award for Oral Presentation (石川時、矢嶋大輝)

## ◇ 実施中のプロジェクト (計 20 件)

### 科研費 2 件

「高分子化学原料転換技術の高度化に資する熱分解 - 気相誘導体化-GC/MS 法の開発」 基盤研究 (B) 等

### 受託研究 (JST・NEDO・ERCA 等) 7 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)
- 「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
- 「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 創発等

## 「共熱分解シナジー効果“制御”」



Fig. 3 Highly efficient utilization of carbon resources by the control of pyrolytic synergistic interactions during co-pyrolysis

## ◇ 基調・招待講演 (計 20 件)

- ・プラスチックリサイクルにおける化学プロセスの役割 (高分子ナノテクノロジー研究会講座) (吉岡敏明)
- ・物質循環と循環経済におけるプラスチックリサイクルの役割 (日本学術会議公開シンポジウム)(吉岡敏明)
- ・Co-Pyrolysis of Plastics, Biomass, and Petroleum: Recent Advances and Current Developments (PYROASIA 2025) (熊谷将吾)
- ・Regeneration of Polyolefin structure towards the next generation of plastic circular economy (The 21<sup>st</sup> Asian Workshop on Polymer Processing) (Patchiya Phanthong)

## ◇ 査読付き原著論文 (計 7 報)

- ・Chemical Feedstock Recovery Through Plastic Pyrolysis: Challenges and Perspectives Toward a Circular Economy Shogo Kumagai, Kazuki Fujiwara, Toru Nishiyama, Yuko Saito, Toshiaki Yoshioka *ChemSusChem*, 2025, 00, e202500210 (2025).
- ・Impact of Temperature and Residence Time on the Recovery of Isoprene through Pyrolysis of Polyisoprene Rubber Emmanuel Awosu, Yuka Hirano, Shogo Kumagai, Marino Itoda, Akira Okuno, Seiichi Tahara, Masahiro Hojo, Yuko Saito, Toshiaki Yoshioka *ACS Sustainable Resource Management*, 2, 1319-1327 (2025).
- ・Chemical recycling in the future of plastics management Shogo Kumagai, Katrina M. Knauer, George W. Huber, Catharina R. Bening *Cell Reports Sustainability*, 2(8), 100465 (2025).
- ・Experimental and ReaxFF MD study on the thermo-oxidative behavior of polyether ether ketone Chuan Ma, Guoqing Huang, Shogo Kumagai, Masumi Sato, Yuko Saito, Atsushi Watanabe, Chuichi Watanabe, Norio Teramae, Toshiaki Yoshioka, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 190, 107141 (2025).

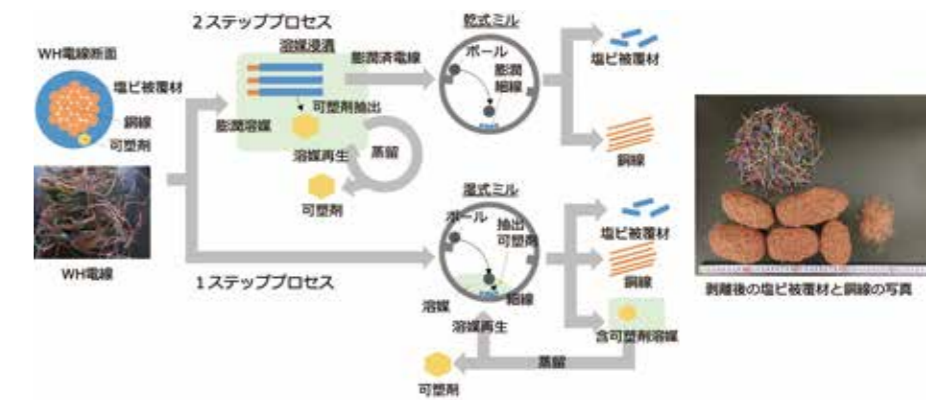


Fig. 4 High-purity PVC and copper recovery via the developed dry and wet milling processes