

資源・物質循環型社会の実現を目指して

Aimed on the realization of a resources-material recycling society



教授 吉岡 敏明
Professor
Toshiaki Yoshioka



准教授 亀田 知人
Associate Professor
Tomohito Kameda



助教 熊谷 将吾
Assistant Professor
Shogo Kumagai



特任助教 齋藤 優子
Assistant Professor
Yuko Saito

当研究室は、資源・物質循環型社会の実現を目指し、環境保全技術の研究・開発を行っている。例えば、高分子系廃棄物を付加価値の高い化学原料に転換する化学リサイクルプロセス、塩化揮発法により焼却灰から重金属等の忌避物質を除去して資源化するプロセス、粘土化合物を用いた環境負荷となる排水・排ガス中の無機及び有機物質の除去および排水からの選択的レアメタル回収、錯形成物質およびイオン会体を用いた放射性 Cs 汚染水および土壌の浄化プロセス等に注目している。

Our laboratory is engaged in the research and development of environmental preservation technologies to realize recycling of materials and resources recycling in society. For example, we are focusing on a chemical recycling process for converting polymer wastes such as plastics into highly value-added chemical feedstocks, a process for recovering heavy metals from incinerated fly ash using chloride volatilization, a process for removal of inorganic and organic substances from wastewater and exhaust gas and for selective recovery of rare metals from wastewater using clay minerals, and a process for radioactive Cs-contaminated water and soil purification using complex-forming substances and ionic association.

塩化揮発法による焼却飛灰からの重金属除去

焼却飛灰中に高濃度で含まれる重金属は、焼却灰の有効利用のために除去する必要がある一方、これら重金属の資源価値は高い。塩化揮発法は、金属を比較的低沸点な金属塩化物として揮発させる手法であり、揮発速度や沸点の違いを利用した金属回収を可能とする。今年度は、塩化ビニル (PVC) 廃棄物の有効活用を想定し、PVC を塩素化剤として灰組成の異なる様々な焼却飛灰に対し塩化揮発を行い、PVC の添加効果と含有成分の影響を調査した。(Fig.1)

太陽光パネル用封止材に用いられるエチレン-酢酸ビニル共重合体の紫外線劣化

太陽光発電は大幅に導入が進み、近い将来に太陽光パネルの大量の廃棄が見込まれる。最終的な廃棄の前段階として、使用を可能な限り長くしリユースも適切に行い可能な限り廃棄を抑制する事が重要であり、そのためには個々のパネルの劣化を把握し、その寿命、残存価値等を適切に評価する必要がある。今年度は封止材 (エチレン-酢酸ビニル共重合体: EVA) に着目し、紫外線照射強度および温度制御下において EVA を劣化させ、加速劣化中の発生ガス分析および劣化 EVA の熱分解解析により EVA の劣化挙動を検討した。(Fig.2)

Heavy metal removal from fly ash by chloride volatilization

While highly concentrated heavy metals contained in fly ash have to be removed for efficient use and environmental preservation, those metals usually show a high resource value. Chloride volatilization is an approach that enables volatilization of metals at low boiling point and recovers them efficiently using differences in volatilization rates and boiling points. This year, Polyvinyl chloride was used as the chlorination agent for several kinds of fly ash, which consist of different elemental compositions. The effects of PVC addition and the elemental composition of the fly ash on the heavy metal volatilization were investigated (Fig.1).

Ultraviolet deterioration of ethylene-vinyl acetate used as encapsulant in photovoltaic modules

The introduction of photovoltaics has significantly increased, and large-scale disposal of solar panels is expected in the near future. In the pre-final disposal stage, it is important to use solar panels as long as possible, reuse them appropriately, and suppress disposal as much as possible. Therefore, it is necessary to properly evaluate the value of used panels. This year, we focused on the encapsulant (ethylene-vinyl acetate; EVA). EVA was degraded under intensity- and temperature-controlled UV irradiation.

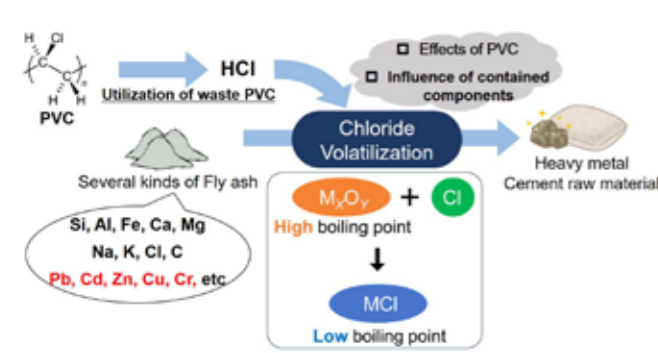


Fig.1 Chloride volatilization using PVC as a chlorination agent.

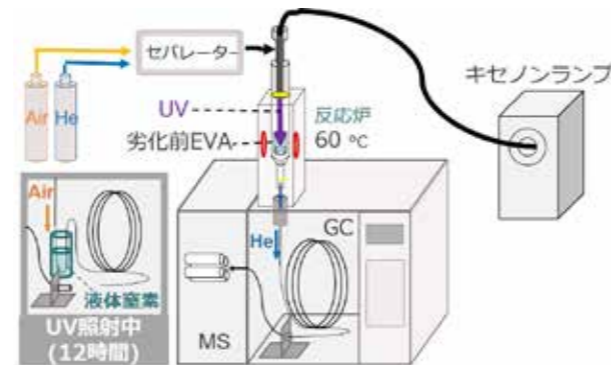


Fig.2 UV/Py-GC/MS system

水相からイオン会体相への Cs および Sr の同時抽出

福島第一原発では、地下水の流入により放射性 Cs および Sr を含む汚染水が発生しているため、浄化処理が続いている。現在行われている吸着剤を用いた処理では、大量の二次廃棄物が発生するという問題がある。本研究では、Cs および Sr を捕捉した後に、有機カチオンおよび有機アニオンを用いて、小体積のイオン会体相へ Cs および Sr を同時に抽出する手法について検討した。(Fig.3)

MnO₂/Mg-Al 系層状複水酸化物を用いた酸性ガス処理

ごみ焼却に伴い発生する酸性排ガス (HCl, SO_x, NO_x) は消石灰および触媒脱硝により処理される。しかし飛灰の埋立処理による埋立地の短命化が問題である。CO₃ 型 Mg-Al LDH は HCl、SO_x 処理が可能であり、アニオン交換能を有するため酸性ガス処理後の再生、再利用に期待ができる。本研究では NO 処理に向けた MnO₂/Mg-Al LDH の合成と酸性ガスの同時処理、循環処理を検討した。(Fig.4)

Analyses of gases generated during the accelerated degradation and the thermal decomposition of the degraded EVA were performed (Fig.2).

Simultaneous extraction of Cs and Sr from water phase to ion associate phase

At the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant, the purification treatment continues because the contaminated water containing radioactive Cs and Sr is generated by the inflow of groundwater. We studied methods to extract Cs and Sr simultaneously into a small volume of ion associate phase using organic cations and organic anions after trapping the Cs and Sr (Fig.3).

Treatment of acid gas by MnO₂/Mg-Al layered double hydroxide

Acid gases (HCl, SO_x, NO_x) produced by waste incineration are treated by Ca(OH)₂ and catalyst denitration, which shortens the lifespans of landfill sites. In this study, MnO₂/Mg-Al LDH (which is CO₃-type Mg-Al LDH combined with MnO₂) was synthesized and used for the simultaneous treatment of NO, HCl, SO_x, and their recycling processes (Fig.4).

プロジェクト採択・受賞

- ・NEDO 先導研究「プラスチックの化学原料化再生プロセス開発 (研究代表者: 吉岡敏明教授)」採択
- ・環境大臣表彰 / 吉岡敏明教授
- ・日本エネルギー学会奨励賞 / 熊谷将吾助教
- ・廃棄物資源循環学会 / Excellent Presentation at International Hybrid Session / 陸嘉麒 (D2)
- ・Korea Society of Waste Management / Award for Excellent Poster Presentation / 西山雄也 (M2)
- ・2019 isCEBT / The Outstanding Oral Presentation Award in Environmental Technology / 池田大地 (M2)

招待・基調講演

- ・吉岡敏明教授: 世界 5 カ国 (独、英、中、米、日) 化学会国際化学サミット Chemical Sciences and Society Summit において、基調講演 "Integration of arterial and venous industries & promotion of chemical recycling"、さらに BBC ライブパネルディスカッションパネラーとしてライブ出演 (2019.11.11)
- ・亀田知人准教授: 2019 Joint Symposium on Advanced Functional Materials, "Uptake of heavy metal ions from an aqueous solution by layered double hydroxides modified with EDTA and organic acid anions" (2019.10.28)
- ・熊谷将吾助教: 1st International Symposium on Analytical and Applied Pyrolysis in the Asia, "Pyrolysis for Feedstock recycling of plastic wastes" (2019.12.12)

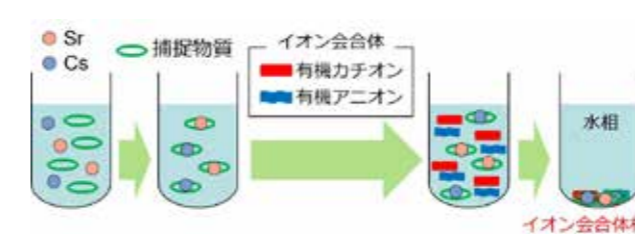


Fig.3 Cesium and strontium extraction flow

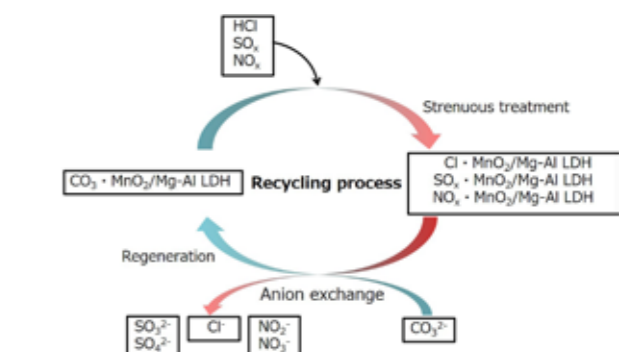


Fig.4 Treatment of acid gas by MnO₂/Mg-Al LDH