

# 資源とCO<sub>2</sub>の循環をより効率的に。 同時に環境浄化も

Efficiently cycling resources and CO<sub>2</sub>,  
for a cleaner environment



教授 飯塚 淳  
Professor  
Atsushi Iizuka



助教 何 星融  
Assistant Professor  
Hsing-Jung Ho

本分野では、環境化学工学をベースとし、資源の生産、利用、リサイクルや処分等の様々な段階を幅広く対象として、持続可能な社会の形成に必要とされる資源循環および脱炭素化システムに関する研究を行っている。具体的には、塩基性の材料（副産物や廃棄物、鉱物等）を利用した二酸化炭素の炭酸塩鉱物化による固定化・有効利用技術、鉱物系材料や電気透析技術を利用した効率的な水処理に関する研究、各種の廃棄物や付随する環境負荷元素の最終処分方法の開発等の研究を幅広く推進している。炭酸塩鉱物化技術については、二酸化炭素排出削減量の算出方法論の確立に向けた研究にも取り組んでいる。

Based on environmental chemical engineering, our group is conducting research on resource circulation and decarbonization systems required for the establishment of a sustainable society, covering a wide range of resource production, utilization, recycling, and disposal. Specifically, our group is developing carbon capture, utilization, and storage (CCUS) technologies via mineral carbonation of alkaline materials (i.e., byproducts, waste, and minerals), investigating novel mineral materials and innovative electrodialysis techniques for effective water treatment, striving to develop final disposal methods for various waste, and accompanying environmentally hazardous substances. For mineral carbonation technology, our group is also working on establishing accounting methods for CO<sub>2</sub> emissions reduction.

## 研究分野の創設

資源循環・環境応用学分野は2023年に新しく創設された研究分野である。特に、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)や資源の循環、各種の環境浄化技術に関する研究活動に取り組んでいる。

## 炭酸塩鉱物化によるCO<sub>2</sub>の有効利用

本分野では、塩基性副産物/廃棄物中の塩基性のカルシウム/マグネシウム化合物を利用して、CO<sub>2</sub>を安定な炭酸塩に転換する炭酸塩鉱物化技術について広く研究を行っている。地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム(SATREPS)による南アフリカ共和国との共同研究を推進している(2020-2026年度)。2024年には2回の相手国への渡航を行った。炭酸塩鉱物化のためのパイロットプラントを含む各種機器の供与と設置は、ほぼ終了しており、相手国での研究活動が活発化している。また、連続式での効率的な炭酸塩鉱物化反応の達成を目指した特殊形状の反応流路の開発に関する基礎的な検討も、科研費(2023-2025年度)の支援を受けて進めている。また、NEDO GI基金の支援を受けた技術開発も実施中である。炭酸塩鉱物化技術については、共同研究で計3件の論文(Abdul et al., 2024a, 2024b, Ho et al., 2024)を出版した。

## Establishment of the laboratory

The laboratory of Resource Circulation and Environmental Applications was established in 2023. In particular, it is engaged in research activities related to resources and CO<sub>2</sub> circulation, as well as various environmental purification technologies.

## Mineral carbon capture and utilization

In this lab, we conduct mineral carbon capture and utilization via mineral carbonation technology, which utilizes alkali calcium and magnesium compounds in alkaline byproducts/wastes in order to convert CO<sub>2</sub> gas into stable carbonates. Joint research with the Republic of South Africa is being executed (FY2020-2026) under the Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development (SATREPS). Two trips were made to the partner country in 2024. The provision and installation of various equipment, including a pilot plant for mineral carbonation, was almost completed, and the research activities in the partner country have intensified. In addition, fundamental research on the development of a specially shaped reaction channel to achieve efficient mineral carbonation in a continuous system is also underway with the support from a Grants-in-Aid for Scientific Research (FY2023-2025).

また、書籍の分担執筆を2件(Ho and Iizuka, 2024a, 2024b)行った。さらに、海水を利用した炭酸塩鉱物化技術に関する基礎的な検討も開始した。塩水(Brine)を対象とした資源循環に関するReview論文(Lee et al., 2024)も出版した。

## 資源循環に関する研究

選択的な破碎手法である高電圧パルス破碎技術を利用した複合材料の処理に関する研究も継続的に行っている。これまでに各種の太陽光発電パネルを対象とした研究を実施してきた。2024年には、環境研究総合推進費の支援を受け、「高電圧パルス破碎を利用した複合材料の効率的処理と樹脂の回収」(2023-2024年度)に関する研究を行い、合わせガラスのようなガラスと樹脂の複合材料の効率的リサイクルのための研究を実施した。

また、原子炉廃止措置基盤研究センター(CFReND)の一員として廃炉に資するための廃棄物の有効活用のための検討も実施した。

環境研究総合推進費の支援を受けて行った共同研究の成果の一部をまとめた、リチウムイオン電池の電解液成分の揮発挙動を検討した論文(Iizuka and Shibata, 2021)に対し、資源・素材学会第49回「論文賞」を共同で受賞した。

## その他の環境浄化に関する研究

旧廃止鉱山等から発生する酸性坑廃水の処理に関する取り組みも継続的に行っている。2024年には、酸性坑廃水処理に関わる二酸化炭素排出に関する研究を開始した。

何助教の「半導体産業廃水を対象とした効率的処理・資源循環技術」に関する研究テーマが、東北大学はばたく若手支援事業事務局のはばたく若手支援事業に採択された。本研究では、廃棄物資源化を通じて、産業横断の資源循環への貢献を目指している。機能性鉱物材料を用いた半導体廃水処理に関する研究も開始した。また、産業廃棄物を原料とした多孔性ジオポリマーを環境浄化材料として開発する研究を開始した。

Furthermore, technology development supported by the NEDO GI (Green Innovation) fund is in progress. For mineral carbonation technology, a total of three papers (Abdul et al., 2024a, 2024b, Ho et al., 2024) were published. In addition, two book chapters were written (Ho and Iizuka, 2024a, 2024b). In addition, fundamental research on mineral carbonation using seawater was initiated. A review on resource circulation for desalination brine was also published (Lee et al., 2024).

## Research activities on resource circulation

Research on the treatment of complex materials through the high-voltage pulse crushing technique also continues. Thus far, the research has been conducted on various types of solar panels. In 2024, the Environment Research and Technology Development Fund (FY2023-2024) supported research on the effective treatment of composite materials and the recovery of resin by high-voltage pulse liberation.

Also, as a member of the Center for Fundamental Research on Nuclear Decommissioning (CFReND), the effective utilization of relative wastes to contribute to decommissioning was conducted.

The paper of mass spectrometric study on the volatilization behavior of electrolyte solvents of lithium-ion batteries (Iizuka and Shibata, 2021) was awarded the 49th best paper from the Mining and Materials Processing Institute of Japan (MMIJ), which is part of the results of joint research supported by the Environment Research and Technology Development Fund.

## Research activities on environmental remediation

Research on the treatment of acid mine drainage from abandoned mines is ongoing. In 2024, the study on acid mine drainage with an assessment of associated CO<sub>2</sub> emissions was initiated.

The research topic on efficient treatment and resource circulation technology for semiconductor industrial wastewater has been adopted by HABATAKU Young Researchers Support Program, Tohoku University. This research aims to realize cross-industry resource circulation through various waste recycling. The use of functional mineral materials on semiconductor wastewater has also been initiated. In addition, the development of porous geopolymer prepared from industrial waste as an environmental remediation material was initiated.



Fig. 1 Demolished concrete in Africa



Fig. 2 Technical guidance in the SATREPS project



Fig. 3 Calcium carbonate produced by mineral carbonation technology

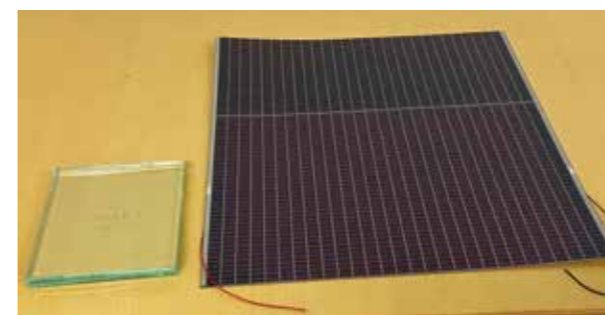


Fig. 4 Target composite materials for high-voltage pulse liberation



Fig. 5 Acid mine drainage