

資源とCO₂の循環をより効率的に。 同時に環境浄化も

Efficiently cycling resources and CO₂,
for a cleaner environment



教授 飯塚 淳
Professor
Atsushi Iizuka

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 electrochemical 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 CO₂ emissions reduction.

研究分野の創設

資源循環・環境応用学分野は2023年4月に新しく創設された研究分野である。特に、二酸化炭素(CO₂)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CO₂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、CO₂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)。2023年には計3回の相手国への渡航を行った。2023年には、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がほぼ終了し、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



Fig. 1 Demolished concrete in Africa

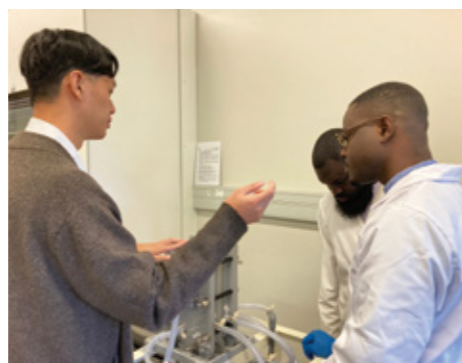


Fig. 2 Technical guidance in the SATREPS project



Fig. 3 Calcium carbonate produced by mineral carbonation technology

Establishment of the laboratory

The laboratory of Resource Circulation and Environmental Applications was established in April 2023. In particular, it is engaged in research activities related to resources and CO₂ circulation, as well as various environmental purification technologies.

Mineral carbon capture and utilization

In this lab, mineral carbon capture and utilization via mineral carbonation technology, which utilizes alkali calcium and magnesium compounds in alkaline byproducts/wastes to convert CO₂ 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). Three trips were made to the partner country in 2023. 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 Grant-in-aid for Scientific Research (FY2023-2025).



助教 何 星融
Assistant Professor
Hsing-Jung Ho

開発も実施中である。炭酸塩鉱物化技術に関する既存の研究のまとめも行っており、2023年には計4報のReview論文(Zajac et al., 2023, Abdul et al., 2023, Ho et al., 2023a, 2023b)を出版した。

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雑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。2023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。

リン資源の循環に向けた基礎研究も行っている。2023年には、鉄鋼産業への適用を念頭に置き、水中のリン酸の除去と濃縮にバイポーラ膜電気透析法を適用した結果についての論文(Iizuka et al., 2023)を発表した。

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。

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。2023年には、コンクリート系の副産物を酸性坑廃水の中和処理に用いることを検討し、その成果について論文(Ho et al., 2023c)を発表した。また、亜鉛を含有する酸性廃水の処理に関する論文(Ho and Iizuka, 2023)も発表した。

ヒ素の安定的な最終処分のためのスコロダイトの合成に関する基礎研究も共同で実施している。2023年には電気化学的な検討の成果(Adachi et al., 2023)が発表された。

半導体産業から排出されるリン酸やフッ素を含有した廃水の処理に関する研究成果も論文として発表した(Ho et al., 2023d)。

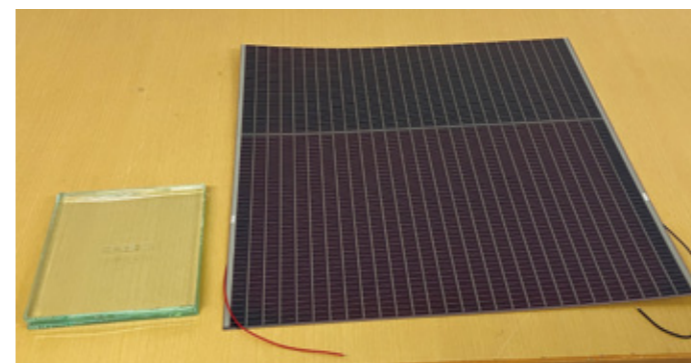


Fig. 4 Target composite materials for high-voltage pulse liberation



Fig. 5 Acid mine drainage

Furthermore, technology development supported by the NEDO GI (Green Innovation) fund is in progress. Existing research on mineral carbonation technology was also summarized, with four total review papers published in 2023 (Zajac et al., 2023; Abdul et al., 2023; Ho et al., 2023a, 2023b).

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 2023, research on the effective treatment of composite materials and the recovery of resin by high-voltage pulse liberation was supported by the Environment Research and Technology Development Fund (FY2023-2024). Fundamental research for the circulation of phosphorus resources was also conducted; in 2023, a paper (Iizuka et al., 2023) published the results of the application of bipolar membrane electrochemical for the removal and concentration of phosphoric acid in solution, with a view to its application in the steel industry. 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.

Research activities on environmental remediation

Research on the treatment of acid mine drainage from abandoned mines is ongoing. In 2023, the study of byproduct generated by the concrete industry was utilized as a novel neutralizer for acid mine drainage treatment, and the results were published (Ho et al., 2023c). In addition, a study on the treatment of zinc-containing acid mine drainage was also published (Ho and Iizuka, 2023). Fundamental research on the synthesis of scorodite for the stable final disposal of arsenic was also conducted as joint research; in 2023, the result of an electrochemical investigation was published (Adachi et al., 2023). Research on the removal of fluoride and phosphate from semiconductor wastewater was also published in a paper (Ho et al., 2023d).