

## 持続的な資源循環システムの構築を目指して

### Constructing sustainable resource recycling systems

DOWA 寄附講座は環境科学研究科と DOWA ホールディングス株式会社の包括的共同研究契約のもと 2004 年に開設した。2023 年度より、環境資源循環学講座として、環境政策・影響評価学分野、環境プロセス学分野、環境政策実装学分野の 3 研究分野構成にすることで資源循環により注力している。2024 年 9 月 4 日に、東北大学大学院環境科学研究科 DOWA ホールディングス寄附講座開設 20 周年記念シンポジウムが開催された。各分野の教員が、それぞれの取り組みを講演した。

- 環境政策・影響評価学分野 教授 松八重 一代「鉱物資源サプライチェーンリスク最小化に向けた LCA 研究の発展」
- 環境プロセス学分野 教授 亀田 知人「機能性材料を用いた環境浄化技術の開発」
- 環境政策実装学分野 准教授 齋藤 優子「環境政策実装へ向けた資源循環研究」

The DOWA Holdings Co., Ltd.-sponsored laboratory was inaugurated in FY2004 under the endowed division of the Graduate School of Environmental Studies. Starting this year, we focus more on resource circulation by organizing our research into three research fields: environmental policy/impact assessment, environmental process, and environmental policy implementation. On September 4, 2024, a symposium was held to commemorate the 20th anniversary of the establishment of the DOWA Holdings Endowed Division of the Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University. Faculty members from each field gave presentations on their respective efforts:

- Environmental policy and impact assessment, Prof. Kazuyo Matsubae  
 “Advances in LCA research to minimize risks in mineral resource supply chains”
- Environmental process science, Prof. Tomohito Kameda  
 “Development of environmental purification technology using functional materials”
- Environmental policy implementation, Assoc. Prof. Yuko Saito  
 “Resource circulation research toward environmental policy implementation”

#### 環境政策・影響評価学分野

サプライチェーンのグローバル化に伴い、人権、労働、環境、文化などの社会課題が顕在化している。資源サプライチェーンにおいて直接的または間接的に制約される可能性のあるリスク要因に基づいた戦略的な資源管理は重要な課題である。私たちのグループは、衛星画像解析に基づいて、鉱山活動に関連する環境攪乱を評価し、低炭素技術導入のトレードオフを明らかにするための高度な技術を開発した。

#### 環境プロセス学分野

亀田研究室では、アニオン交換能を有する Mg-Al 系層状複水酸化物 (Mg-Al LDH) をベースにした市販吸着剤 ABL と ABLm

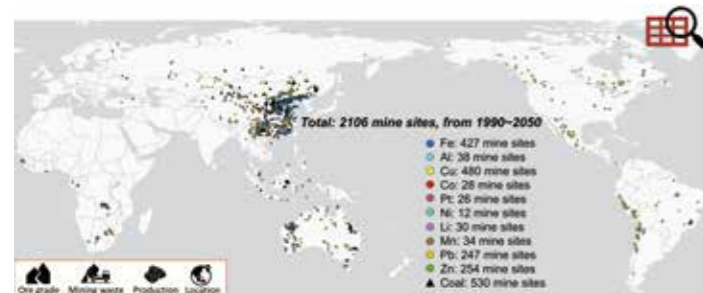


Fig. 1 Establishment of a global mine site-specific database for the assessment of environmental disturbances induced by mineral consumption.

#### Environmental Policy and Impact Assessment

With the globalization of the supply chain, social issues related to human rights, labor, the environment, and culture have become more apparent. Strategic resource management based on risk factors that can be directly or indirectly constrained in resource supply chains is an important issue. Based on satellite imagery analysis, our group developed advanced technology to evaluate the environmental disturbances related to mining activity and shed light on the trade-offs of the introduction of low-carbon technologies.

#### Environmental Process Science

The Kameda Lab has been working on the development of a technology to reduce low concentrations of Se(VI) (about 500 ppb) in actual



Fig. 2 Adsorption Mechanism of Se(VI) in industrial wastewater by ABL & ABLm.



教授 吉岡 敏明 Professor Toshiaki Yoshioka  
 教授 松八重 一代 Professor Kazuyo Matsubae  
 教授 中谷 友樹 Professor Tomoki Nakaya  
 教授 高橋 英志 Professor Hideyuki Takahashi  
 教授 亀田 知人 Professor Tomohito Kameda  
 教授 バラチャンドラン ジャヤデワン Professor Balachandran Jeyadevan  
 教授 白鳥 寿一 Professor Toshikazu Shiratori  
 教授 飛田 実 Professor Minoru Tobita



准教授 齋藤 優子 Associate Professor Yuko Saito  
 准教授 簡 梅芳 Associate Professor Mei-Fang Chien  
 准教授 吉村 雅仁 Associate Professor Masahito Yoshimura

(ABL+ 鉄粉) を用いて、様々なカチオン及びアニオンが % オーダーで含まれる、実廃水中の低濃度 (約 500 ppb) の Se(VI) を、環境排出基準である 100 ppb 以下にする技術開発の研究に取り組んでいる。ABLm は ABL よりも、Se(VI) の吸着能力が優れていた。ABLm に含まれる鉄粉が、Se(VI)(SeO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) を Se(IV)(SeO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) に還元することで電荷密度が増加し、他のアニオンとの吸着競争反応に打ち勝つことができたためと考えられる。これらの研究成果は以下の学会で発表し、研究担当院生が研究科長賞 (DOWA 賞) を受賞した。

Selenate Adsorption from Wastewater using Chloride-type Mg-Al Layered Double Hydroxides, Panupong Wethangkaboworn, Masahito Yoshimura, Goro Nishikori, Toru Nishiyama, Tomohito Kameda, 東北大学大学院環境科学研究科第 6 回環境科学討論会, 仙台 [2024.10.25]

亀田教授は、「Updated Science-Wide Author Databases of Standardized Citation Indicators (Career-long data) (2024 年 8 月更新版)」に基づき、環境科学分野で世界の上位 2% の科学者としてランクインした。

#### 環境政策実装学分野

この分野では、今後の課題となるリサイクル資源を対象として研究を行っている。今後の大量発生が見込まれる使用済み太陽光パネルについては、回収スキームと技術の両面から、効率的なリユース・リサイクルについての研究や実証事業を実施している。急速に普及が進むリチウムイオン電池については、車載用などの大型機器、小型家電などの小型機器の両方について、資源性やリサイクル技術に関する研究を実施している。太陽光パネルのバックシートなどに使われるフッ素樹脂や、電子基板などに難燃剤として含まれる臭素など、ハロゲン循環の観点から、効率的な分離除去や有効利用方法を研究している。全国でいち早く製品プラスチックの一括回収に乗り出した仙台市においては実証事業に参画し研究を推進するなど、プラスチック資源循環のあり方について、官学共同の取組を進めている。また、EU など諸外国の循環経済の制度動向を研究し、我が国における今後のあり方への提言を目指している。



Fig. 3 Demonstration project to perform various tests on the secondary use of different types of solar panels at the rooftop of Tohoku University.

wastewater, which contains high concentrations of various cations and anions, to below the environmental standard of 100 ppb using commercial adsorbents ABL and ABLm (ABL + iron powder) based on Mg-Al layered double hydroxides (Mg-Al LDH) having anion exchange capacity. ABLm has a better adsorption capacity for Se(VI) than ABL because the iron powder in ABLm reduces Se(VI) (SeO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) to Se(IV) (SeO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) and was able to overcome the competitive adsorption reaction with other anions. These research results were presented at the following conferences, and the graduate student in charge of the research received the Dean's Award (DOWA Award).

Selenate Adsorption from Wastewater using Chloride-type Mg-Al Layered Double Hydroxides, Panupong Wethangkaboworn, Masahito Yoshimura, Goro Nishikori, Toru Nishiyama, Tomohito Kameda, Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, 6th Environmental Science Symposium, Sendai [2024.10.25]

Prof. Kameda has been recognized as one of the world's top 2% scientists in Environmental Science, as per the August 2024 update of the “Updated Science-Wide Author Databases of Standardized Citation Indicators (Career-long data).”

#### Environmental Policy Implementation Studies

In this field we are conducting research on recycled resources, which will be an issue in the future. For used solar panels, which are expected to be generated in large quantities in the future, research and demonstration projects are being conducted on efficient reuse and recycling in terms of both collection schemes and technologies. For lithium-ion batteries, which are rapidly gaining popularity, research is being conducted on resourcefulness and recycling technologies for both large devices such as those used in automobiles and small devices such as those used in small household appliances. Efficient separation and removal and effective utilization methods are being studied from the perspective of halogen recycling, including fluoropolymers used in solar panel back sheets and other products, and bromine contained as a flame retardant in electronic circuit boards and other products. In Sendai City, which was one of the first cities in Japan to start combined collection of plastic goods waste, is promoting joint government-academic efforts on how to recycle plastic resources. We also study institutional trends in the circular economy in the EU and other countries, with the aim of making proposals for the future of the circular economy in Japan.