

# 環境調和型バイオテクノロジーによる 汚染浄化と資源回収技術の開発

Development of Environmental Friendly Biotechnologies  
for Pollution Remediation and Resource Recovery



准教授 簡 梅芳  
Associate Professor  
Mei-Fang Chien

当研究室は、生物機能を活かした低コスト・低環境負荷の環境修復技術や資源回収技術の開発と実用化のための研究を行っている。これらの研究は、深刻化している重金属や難分解性有機化合物による土壌・地下水の環境汚染問題の解決あるいは鉱物やエネルギー資源枯渇問題の改善に有効な手法である。以下 2025 年の主な研究活動を紹介する：(1) 植物・微生物システムを用いた土壌・水環境からの有害金属除去と有用金属回収に関する研究、(2) 生物工学的資源循環プロセスの構築に関する研究

The contamination of soil and groundwater by heavy metals and persistent organic pollutants has been a serious environmental issue of global concern. Moreover, the depletion of certain mineral and energy resources is approaching. However, effective pollution removal and resource recovery methods with low environmental burdens have not been successfully developed and therefore remain a challenge. Our target is to develop remediation and resource recovery technologies that reduce costs, energy demands, and environmental loads. Here, we introduce our major scientific activities in 2025: (1) research on removal of toxic metals and recovery of useful metals from soil and water using plant-microbe systems; (2) research on the construction of bioengineering resource recycling processes.

## 植物・微生物システムを用いた土壌・水環境からの 有害金属除去と有用金属回収に関する研究

有害金属ヒ素 (As) やカドミウム (Cd) による土壌・水環境汚染の修復について、実圃場にて As 超蓄積植物モエジマシダの栽培密度による影響およびヒ素除去の最適化に関する検討を行っている (Fig. 1)。また、作物の大豆と Cd 超蓄積植物のハクサンタハザオの混植効果について、圃場とラボ実験にて検証を進めている。有用金属でレアメタルのニッケル (Ni) を蓄積する植物の探索について、ヘビノネゴザ (Fig. 2) やヨモギなど、複数の植物を候補として見出し、土壌中微生物との相互作用による Ni 蓄積の促進にも着目して調査している。

## 生物工学的資源循環プロセスの構築に関する研究

レアメタルの Ni とコバルト (Co) を低濃度・高感度で吸着する機能性酵母の作製およびその機能改善に取り組んでいる (Fig. 3)。また、この機能性酵母を利用した金属回収プロセスの構築に向け、酵母を多孔質材料に固定した金属吸着について検討している。同じくレアメタルのセレン (Se) 含有排水の生物学的処理を図り、セレン



Fig. 1 Group photo after planting *P. vittata* in this year's field

## Research on removal of toxic metals and recovery of useful metals from soil and water using plant-microbe systems

Regarding the removal of arsenic (As) and cadmium (Cd) from contaminated soil or water, we have continued investigating the effects of planting density on As removal by its hyperaccumulator *Pteris vittata* (Fig. 1) and the co-planting effect of soybean and Cd hyperaccumulator *Arabidopsis halleri* ssp. *gemmifera* both in field trials and lab experiments. We have found some candidate plants capable of accumulating rare metal nickel (Ni) (Fig. 2) and are now investigating the potential promotion of Ni uptake through plant-microbe interactions.

## Research on the construction of bioengineering-resource recycling processes

Aiming at the recovery of metal resources through a biological process, we kept studying the preparation of yeast cells capable of adsorbing the rare metals Ni and cobalt (Co) at low concentrations with high sensitivity (Fig. 3). We also investigated metal adsorption using yeast immobilized

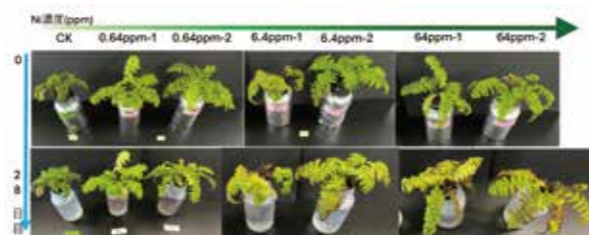


Fig. 2 Photo of *Athyrium yokoscense* during nickel absorption experiment.

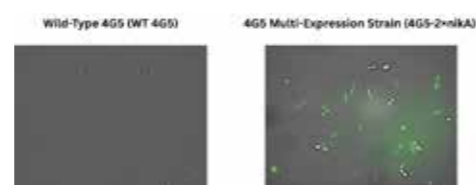


Fig. 3 Photo of fluorescent staining of wild-type (left) and genome-edited (right) yeasts.



助教 韓 凝  
Assistant Professor  
Ning Han

学術研究員 井上 千弘  
JSPS 外国人特別研究員 Suproakash Koner  
客員研究員 K Zamminson  
技術補佐員 山本 麻理, 青木 静, 岡本 悦世, 山岸 由起  
事務補佐員 工藤 悦子

還元微生物の探索と特徴解析を行っている。なお、生物利用による製錬過程に伴う環境負荷とコストを低減することを図り、湿式製錬中の生物学的鉄酸化工程を分子生態学的手法にて解析し、活性化するための制御方針を提案している。また、木質バイオマス灰から有害金属・有用金属を分離・抽出して利用する研究を継続している。

## 受賞・登用

### Thiti Jittayasotorn (D3)

・バイオテクノロジー・バイオプロセス・構造生物学の進展に関する国際会議 優秀ポスター賞 受賞 (Fig. 4)

### 池ノ上正樹 (B4)

・資源・素材学会 東北支部 秋季大会/第 18 回若手の会 優秀ポスター賞 (銅賞) 受賞

## 学会発表、その他活動

2月に井上教授の最終講義 (Fig. 5) に合わせ、国際シンポジウム「持続可能な資源利用のための環境生物工学研究」を開催した。3月に韓助教と簡准教授が農芸化学会にポスター発表、6月に博士研究員の Koner が Recycle 2025 (インド) に口頭発表、7月に Jittayasotorn (当時 D2)、Liu (当時 D1) が環境バイオテクノロジー学会に口頭とポスター発表、9月に Alam (当時 M1) と韓助教が日本微生物学会にポスター発表、Zamminson 研究員と簡准教授が資源素材学会に口頭とポスター発表、12月に D3 Jittayasotorn が ICABS 2025 (インド) にポスター発表を行った。簡准教授は6月に Recycle 2025 (インド) に招待基調講演 (Fig. 6)、7月に微生物ウィーク 2025 (東京) に招待講演、9月にインドネシアの University Brawijaya の客員教授に招聘され講義を実施した。JST インド若手科学頭脳循環プログラムに採択され、5-12月にインド工科大学グワハティ校博士課程の Zamminson を受入れて共同研究を行った。9月に指導教官の Ajay 教授が本学に訪問し、同大学と当研究科の部局間協定を締結する運びとなった。COLABS としてフィンランド Tampere University 修士課程の M3 長谷川さんを 10月から受入れている。

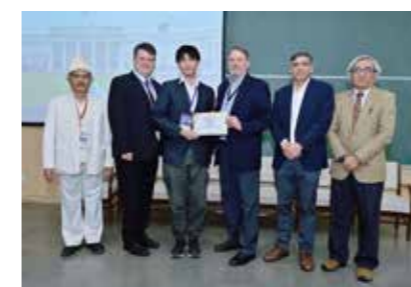


Fig. 4 Photo of Mr. Jittayasotorn winning the best poster award in ICABS2025.



Fig. 5 Photo of Prof. Inoue's last lecture.



Group Photo

on porous material to construct a metal recovery biomaterial. We also pursue biological treatment of wastewater containing rare-metal selenium (Se) by conducting research that involves seeking selenium-reducing bacteria and analyzing their characteristics. We aim to reduce the environmental impact and costs associated with smelting processes through biological utilization. We analyze the biological iron oxidation process during hydrometallurgical smelting using molecular ecological methods and propose control strategies to activate it. Furthermore, as a joint research project with the Graduate School of Agricultural Science and a company, we continue research on separating and extracting harmful metals and useful metals from woody biomass ash for sustainable utilization.

## Awards and appointments

### Mr. Jittayasotorn (D3)

・International Conference on Advances in Biotechnology, Bioprocessing, and Structural Biology (ICABS 2025), Best poster award (Fig.4)

### Mr. Ikenoue (B4)

・Tohoku branch of the Mining and Materials Processing Institute of Japan, Excellent poster award

## Presentations in conferences and other activities

We held an international symposium titled "Environmental and Bioengineering Research for Sustainable Resource Availability" in Feb. coinciding with Professor Inoue's final lecture (Fig. 5). Dr. Koner gave an oral presentation at Recycle 2025 (India) in Jun. Mr. Jittayasotorn (D2) and Ms. Liu (D1) gave oral and poster presentations at JSEB (Sapporo) in Jul. Mr. Alam (M1) and Assist. Prof. Han gave a poster presentation in JSME (Tokyo) in Sep. Mr. Zamminson and Assoc. Prof. Chien gave oral and poster presentations in MMIJ (Sapporo) in Sep. Assoc. Prof. Chien delivered an invited keynote lecture at Recycle 2025 (India) in Jun. (Fig. 6) and an invited speech at Microbes Week 2025 (Tokyo) in Jul. and delivered lectures for University Brawijaya, Indonesia, as an adjunct prof. in Sep. We hosted Mr. Zamminson and his supervisor from IITG for the JST LOTUS program from May to Dec. This visit led to the signing of an MOU between IITG and GSES. We started hosting Ms. Sara from Tampere University, Finland, for the COLABS program in Oct.



Fig. 6 Photo of Assoc. Prof. Chien delivering a keynote speech at Recycle2025