



東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻
所・ドドビバ・高谷研究室

准教授 高谷 雄太郎



持続可能な社会を実現する資源・廃棄物処理技術

研究室HP: <https://park.itc.u-tokyo.ac.jp/tokoro-lab/>
連絡先: y-takaya@sys.t.u-tokyo.ac.jp

主な研究テーマ

1. 資源循環・廃棄物利用に関する研究

- ・ (次世代) リチウムイオン電池のリサイクリングプロセス研究
- ・ 廃棄物を利用した坑廃水処理技術

2. 二酸化炭素の利用・固定に関する研究

- ・ 製鉄スラグやコンクリート廃材などの高速炭酸化および再資源化
- ・ 炭酸塩鉱物固着を利用した地盤改良技術

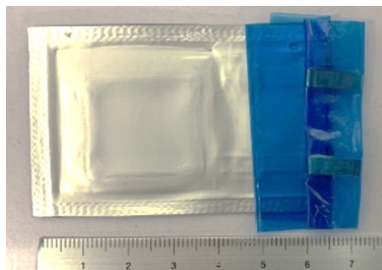
3. フロンティア資源開発に関する研究

- ・ 海底鉱物資源の選鉱手法構築
- ・ マンガンノジュールとレアアース泥の統合開発に関する研究

1. 資源循環・廃棄物利用に関する研究

次世代リチウムイオン電池からの有用金属抽出技術の検討

全固体LiB試作品



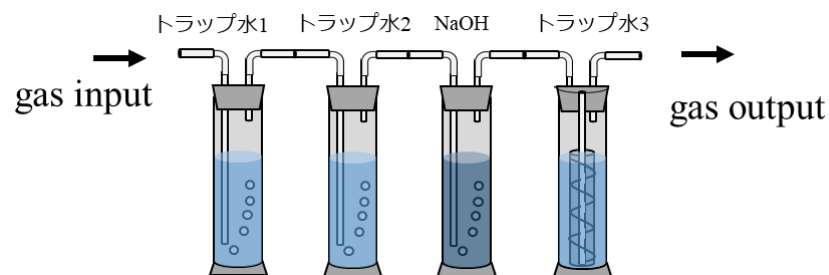
解体



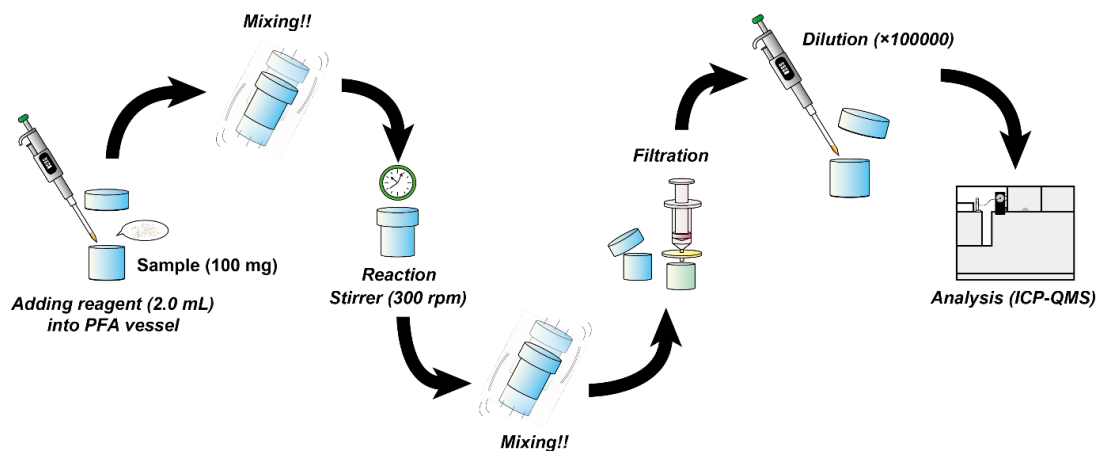
Samples from LIBTEC

LIBTEC : 2019年ノーベル賞受賞者である吉野彰氏が理事長。次世代リチウムイオン電池の研究開発が進められている。

焙焼プロセス



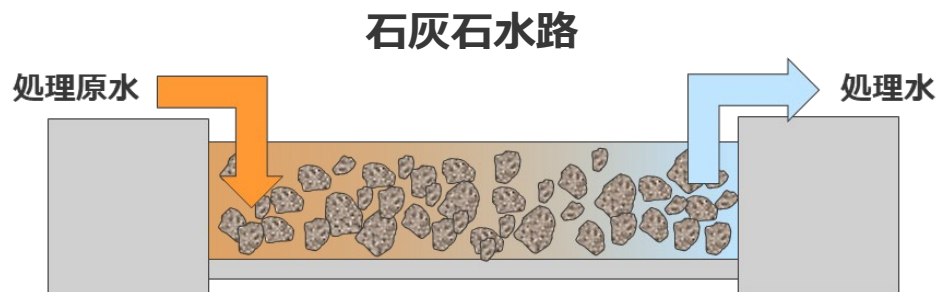
酸抽出プロセス



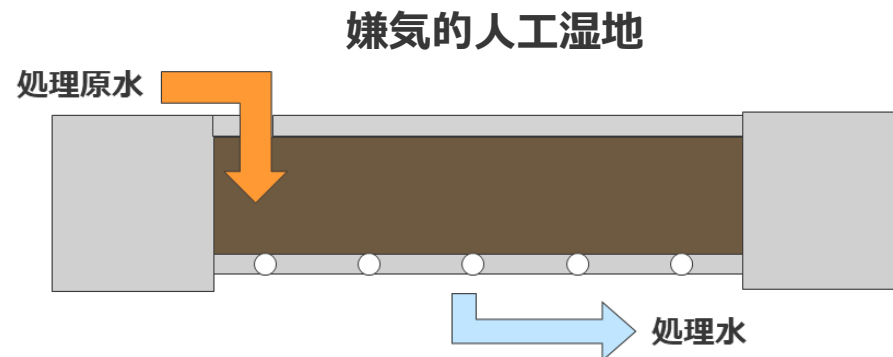
1. 資源循環・廃棄物利用に関する研究

休廃止鉱山から排出される坑廃水処理の課題：高額な処理費用
⇒日常的な管理を必要としない“**パッシブトリートメント**”の導入

パッシブトリートメントの例



重金属元素は、pHの上昇に伴い炭酸塩
鉱物・水酸化物として沈殿・除去



重金属元素は、硫酸還元菌の働きによ
り硫化物として沈殿・除去

パッシブトリートメントへの廃棄物の利用検討

酸性坑廃水の中和処理への利用

コンクリートスラッジ



硫酸還元菌の“エサ”として利用

米ぬか

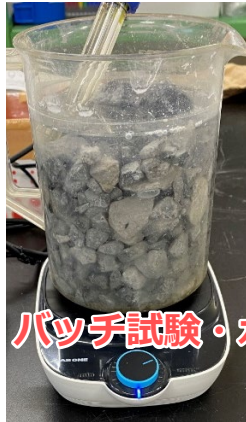


もみ殻



1. 資源循環・廃棄物利用に関する研究

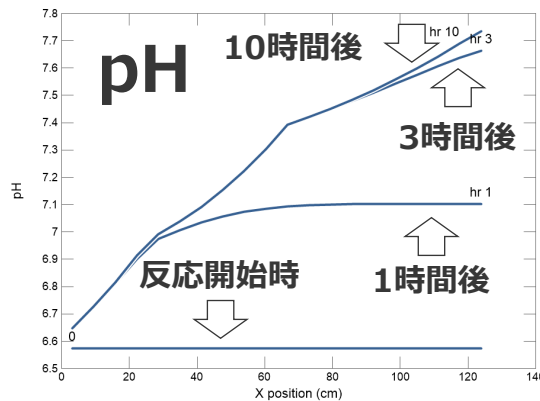
パッシブトリートメントへの廃棄物 (コンクリートスラッジ) の利用検討



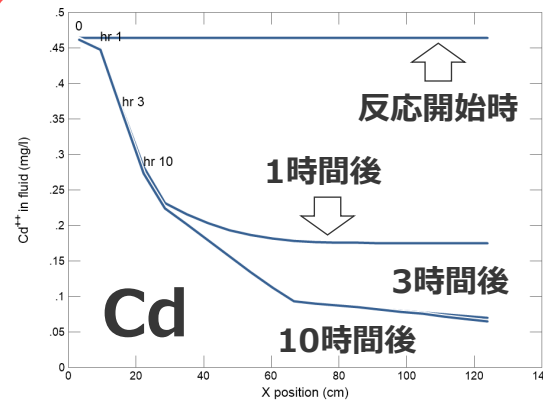
重金属元素の沈殿鉱物種特定

中和剤表面に析出した鉄 (左)、銅 (右) の沈殿物

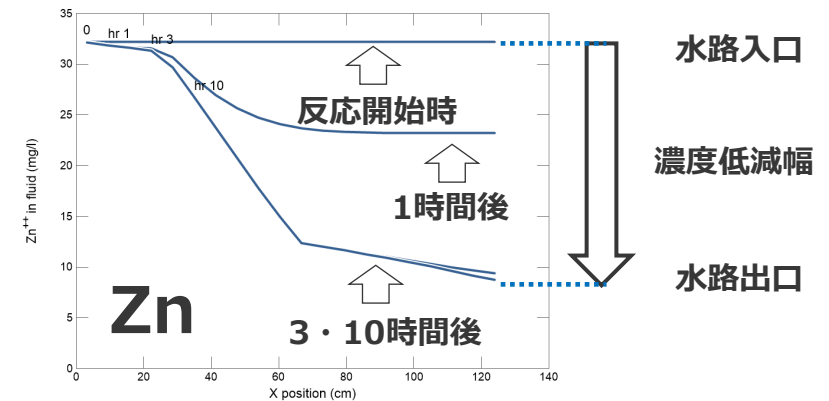
反応移送シミュレーションによる水路中重金属元素の挙動予測



水路入口からの距離



水路入口からの距離



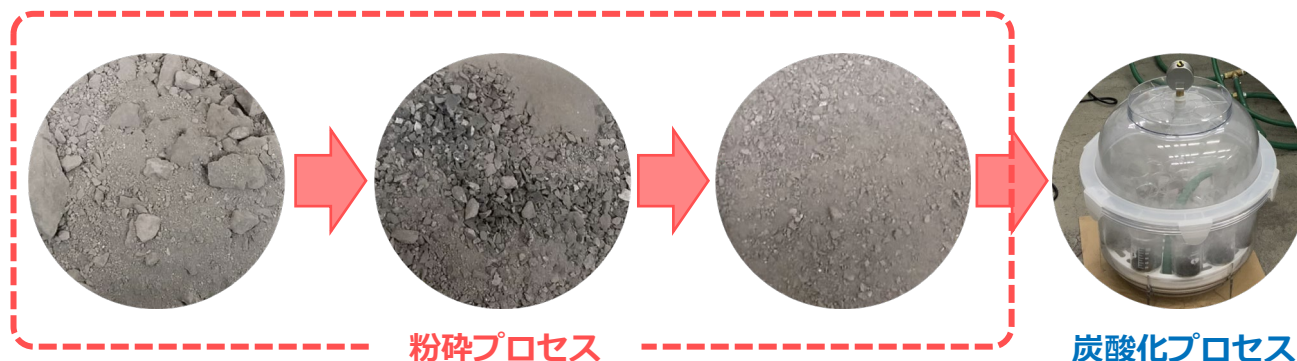
水路入口からの距離

高い重金属金属除去率

2. 二酸化炭素利用・固定に関する研究

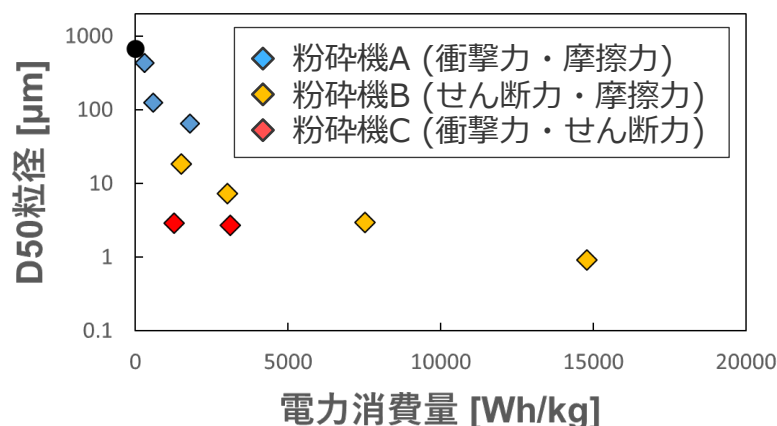
炭酸化による鉄鋼スラグの骨材・再資源化

骨材化後の炭酸化は骨材劣化をまねくため、完全な炭酸化が必要
高い効率での炭酸化を可能とするプロセス研究が必須

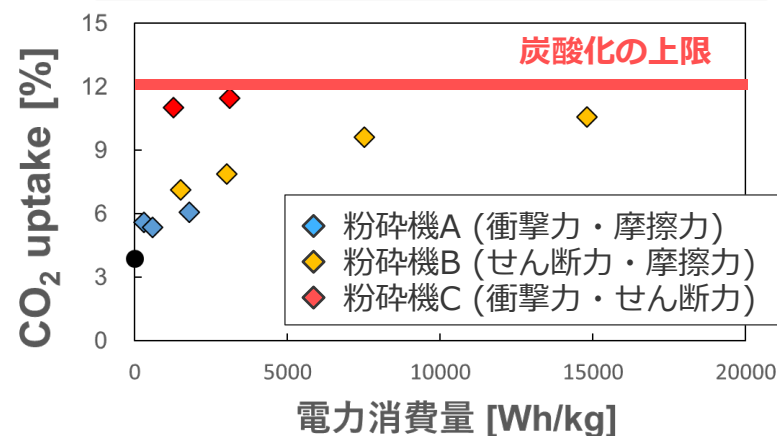


粉砕消費電力量・炭酸化割合・カーボンクレジットを指標として、最適な粉砕機器・条件を選定

粉砕機消費電力と粉砕後粒度の比較



粉砕機消費電力と粉砕試料の炭酸化割合



⇒エネルギー効率および炭酸化効率の観点から最適な粉砕手法を決定する

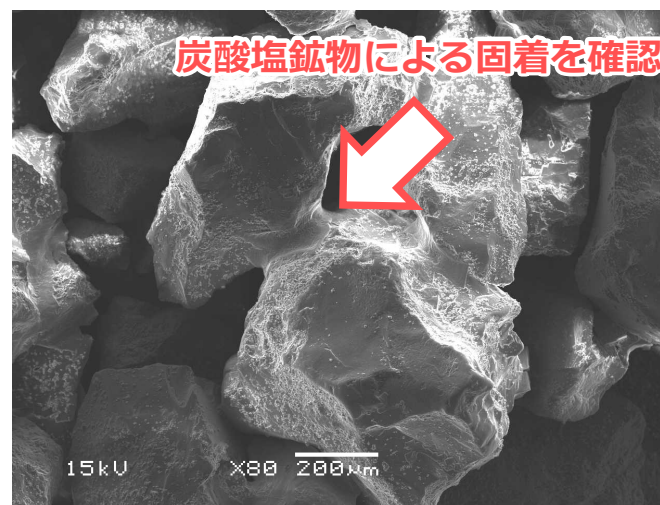
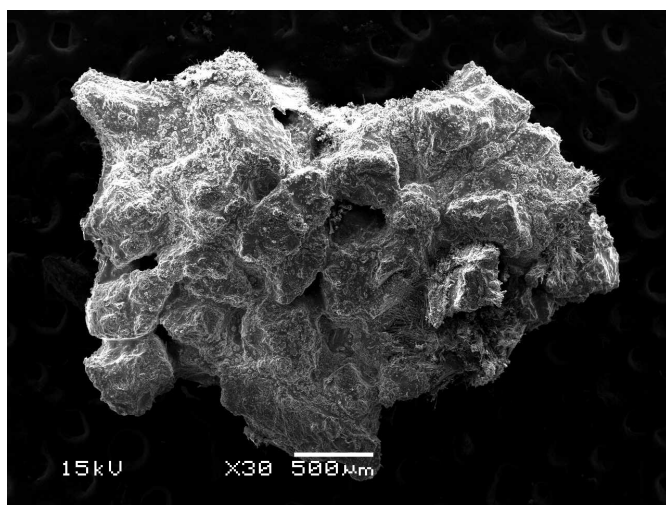
2. 二酸化炭素利用・固定に関する研究

炭酸塩鉱物の固着を利用した地盤改良技術の構築

■ 炭酸塩鉱物を利用するメリット

- ・セメント由来の六価クロム溶出がない
- ・粘土鉱物や有機物による形成阻害を受けにくい
- ・CO₂の有効利用につながる

室内実験で、構成鉱物の溶解と炭酸塩鉱物の再沈澱を再現



最大で300 kN/m²を超える地盤強度を発現
(※一般的な戸建て住宅の建設に必要な強度の10倍程度)
→実用化に向けた取り組みが必要

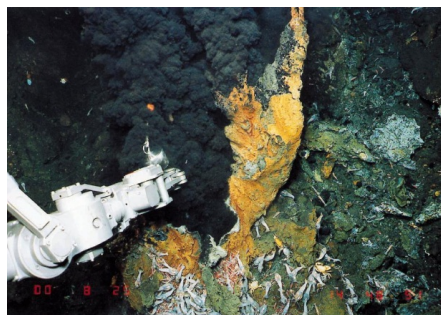
3. フロンティア資源開発に関する研究

海底鉱物資源の選鉱・製錬技術構築

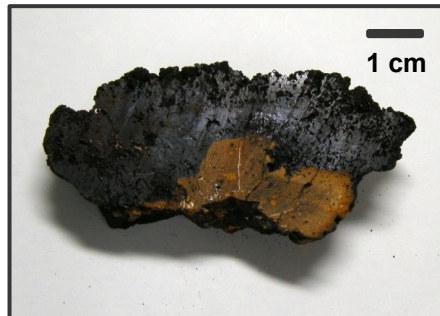
地球深部探査船「ちきゅう」



有人潜水調査船「しんかい6500」



海底熱水硫化物鉱床



コバルトリッチクラスト



マンガンノジュール



レアアース泥

3. フロンティア資源開発に関する研究：レアアース泥の選鉱手法

ハイドロサイクロンを用いたレアアース濃集鉱物（生物源リン酸カルシウム）の選択的回収

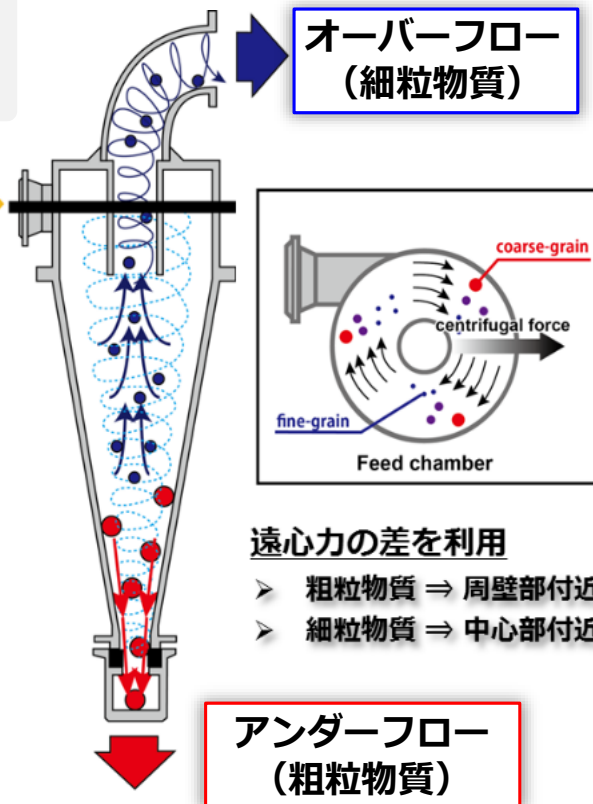
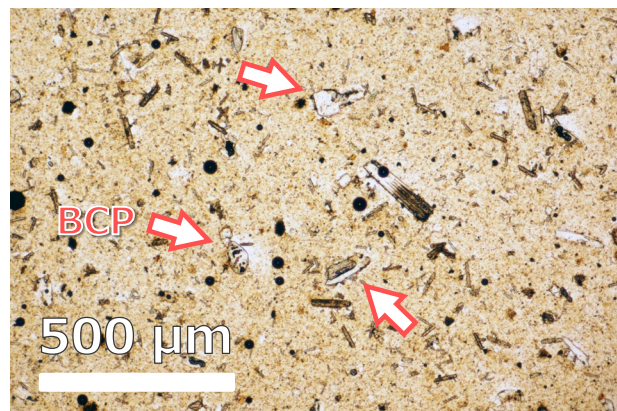


生物源リン酸
カルシウム (BCP)

脊椎動物の歯や骨の
主要構成成分。粗粒
であり、レアアース
を高濃度で含有する。

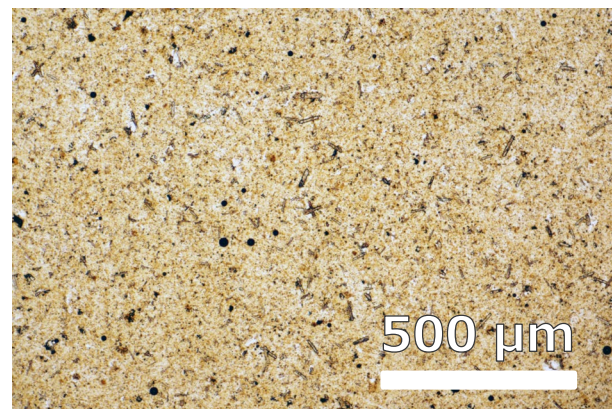
試料
導入

オリジナルサンプル



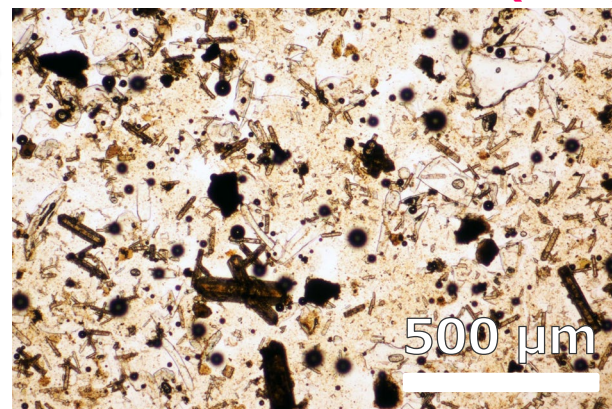
遠心力の差を利用

- 粗粒物質 ⇒ 周壁部付近
- 細粒物質 ⇒ 中心部付近



オーバーフローサンプル (細粒)

アンダーフローサンプル (粗粒)



3. フロンティア資源開発：ノジュールとレアアース泥の統合開発

「マンガノジュールと レアアース泥の統合開発」

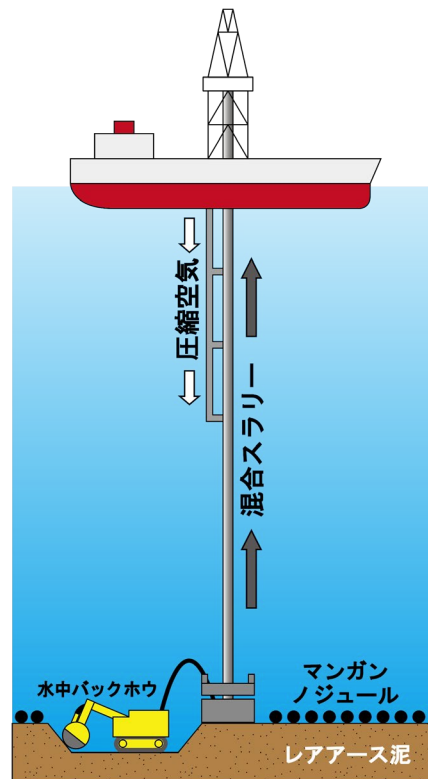
南鳥島南方海域において確認された
マンガノジュールとレアアース泥分布域の重複



さらに、マンガノジュール分布域では
レアアース泥が海底面下の
浅い位置（～5 m以浅）に存在することを確認

⇒ 両者を共通のシステムで
回収することは可能か？

レアアース泥開発システムに マンガノジュールを組み込む



統合開発を実現する技術

- レアアース泥とマンガノジュールを採取・粉砕し、スラリー（泥水）を作成
⇒ ノジュールの粉砕特性把握と最適粉砕手法の決定
- 混合スラリーとしてエアリフトによる揚泥を実施
⇒ 混合スラリーの物性把握と、ノジュールの最適粉砕粒度の決定
- 混合スラリーから目的元素を抽出・回収
⇒ 混合スラリーを対象とする選鉱手法（ノジュール岩片とBCPの分離）、製錬手法の構築

粉砕、分離、抽出といった、選鉱・製錬分野の
“分離する”技術で世界初の海底鉱物資源開発という
大きなブレイクスルーを生み出す

質問等がありましたら下記までご連絡下さい.
y-takaya@sys.t.u-tokyo.ac.jp

研究内容・業績については以下を参照ください
研究室HP: <https://park.itc.u-tokyo.ac.jp/tokoro-lab/>
researchmap: <https://researchmap.jp/y-takaya>