

社会にインパクトある研究

A. 持続可能環境の実現



A-4 資源が循環する社会の創造

研究・実践集

研究体制



A

レアメタル資源の確保

附属 レアメタル含有放射性物質取扱研究施設

副センター長・施設長 桐島 陽 教授(多元物質科学研究所)

- 放射性物質を含む廃棄物の処理・処分プロセスに関する研究
リーダー:桐島 陽

B

レアメタル一次資源部門

新規鉱石濃縮・分離・製精練プロセスの開発/
放射性元素処理技術の開発

- 省ヘリウム、省電力の室温動作高感度磁気センサの開発
リーダー:安藤 康夫
- 省資源・省エネルギー型レアメタル精製・再生プロセスの開発
リーダー:成島 尚之(センター長)
- 次世代ロボット移動体研究開発プロジェクト
リーダー:吉田 和哉



部門長
朱 清民 教授
(工学研究科)

C

レアメタル・グリーンイノベーション 研究開発センター 研究スキーム

レアメタル低減・ 代替材料開発 部門



部門長
高橋 圭一 教授
(工学研究科)

レアメタル使用量低減技術や
レアメタル代替材料の開発

- 高機能触媒開発によるレアメタル使用量低減
リーダー:高橋 圭一
- 省ヘリウム、省電力の室温動作高感度磁気センサの開発
リーダー:安藤 康夫
- レアメタル問題対応高強度・耐熱構造材料の開発
リーダー:貝沼 亮介
- レアメタル問題対応グリーンエネルギー材料の開発
リーダー:杉本 諭
- グリーンイノベーション研究のための革新的成膜技術の応用
リーダー:小川 和洋(副センター長)
- レアアース/レアメタルフリー化に資する窒化鉄ナノ粒子材料の開発
リーダー:齊藤 伸
- 脱炭素化社会に貢献する集積化パワーエレクトロニクス技術の確立
リーダー:高橋 良和
- スピントロニクス素子の高信頼性及び集積性・省電力性の向上と、スピントロニクス不揮発集積回路による飛躍的省電力化の実現
リーダー:遠藤 哲郎

E

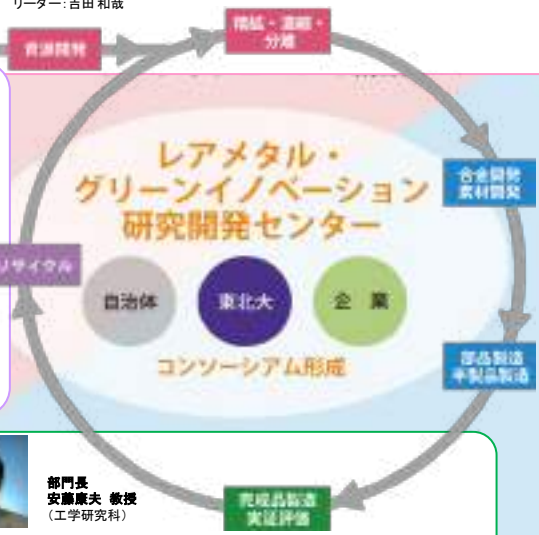
レアメタル再生部門

都市鉱山の活用/未回収レアメタルの革新的かつ省エネルギーリサイクル技術の開発

- レアメタル回収後残渣の有効利用技術の開発
リーダー:久田 直
- 省資源・省エネルギー型レアメタル精製・再生プロセスの開発
リーダー:成島 尚之(センター長)
- 有機物-レアメタル混合廃棄物からの有価資源およびレアメタルの同時回収と実証装置開発
リーダー:渡邊 賢
- 革新的な排水・廃棄物の処理・資源回収システムに関する開発研究
リーダー:李 玉友
- 省ヘリウム、省電力の室温動作高感度磁気センサの開発
リーダー:安藤 康夫



部門長
李 玉友 教授
(工学研究科)



D

クリーンエネルギー 関連デバイス部門

省レアメタル部品や部材を利用した高効率デバイスの開発

- 省ヘリウム、省電力の室温動作高感度磁気センサの開発
リーダー:安藤 康夫
- レアメタル問題対応グリーンエネルギー材料の開発
リーダー:杉本 諭
- 次世代ロボット移動体研究開発プロジェクト
リーダー:吉田 和哉
- リチウム化合物溶液を用いた高効率空調システムの開発
リーダー:小林 光



部門長
安藤 康夫 教授
(工学研究科)

- 省・脱希土類磁石モータの開発
リーダー:中村 健二
- 脱炭素化社会に貢献する集積化パワーエレクトロニクス技術の確立
リーダー:高橋 良和
- スピントロニクス素子の高信頼性及び集積性・省電力性の向上と、スピントロニクス不揮発集積回路による飛躍的省電力化の実現
リーダー:遠藤 哲郎

レアメタル
依存度低減

開発・推進

東北大学 レアメタル・グリーンイノベーション研究開発センター

参考資料等

附属 レアメタル含有放射性物質取扱研究施設



施設長 桐島 陽 教授 (多元物質科学研究所)

【資源確保】

希土類元素やNb、Ta等のレアメタルの一次資源確保は、常に随伴する放射性元素（Th、Uなど）の分離と処理が課題となる。本施設は、レアメタル資源から**放射性元素を分離する技術開発**の指針をえるための基礎研究が行える日本で数少ない施設である。

A-1 放射性物質を含むレアメタル資源のグリーンプロセス開発に関する研究 多元物質科学研究所

本研究ではレアメタルの一次資源確保のためレアメタル含有放射性鉱石の処理技術の開発をおこなう。鉱石中のレアメタルの品位は低く、また、放射性物質を含有しているため、処理に当たってはこれらの挙動や取扱を含めたプロセスの検討が必要となる。鉱石中にはどのように放射性化合物とレアメタル含有されているか、組成分析や構造解析による状態評価を行い、どのような処理方法が適用できるか、本プロジェクトでは**資源、エネルギーおよび環境をも考慮したグリーンプロセスの開発**を検討する。



写真 レアアース鉱石の例
 橙色：レアアース鉱物
 (U, Th含有)
 黒色：鉄チタン鉱物

ウラン、トリウム等放射性物質を含有するレアメタル鉱石について固体化学や溶液化学、放射化学に基づいて化学的挙動や放射能特性を把握するとともに、高温化学反応等乾式プロセスや溶媒抽出等湿式プロセスに関わる実験を行い、それぞれの資源に対する**乾式および湿式を含めた分離プロセスの適用性**を検討している。特に、放射能についてはα線やγ線スペクトルによる定量的な評価を行っている。

A-2 放射性物質を含む廃棄物の処理・処分プロセスに関する研究 多元物質科学研究所 桐島 P J

福島第一原子力発電所(1F)事故では炉心が高温状態になり、燃料-被覆管および被覆管-冷却水の反応進展とともに、溶融し燃料デブリが発生したと考えられている。来るべき1Fデブリの処理・処分に向けて、新たな科学的知見の取得と新しい概念に基づく処理・処分プロセスの研究・開発に取り組んでいる。

開発・推進

東北大学 レアメタル・グリーンイノベーション研究開発センター 附属 レアメタル含有放射性物質取扱研究施設

参考資料等

放射性物質含有レアメタル資源のグリーンプロセス開発



写真 希土類鉱石

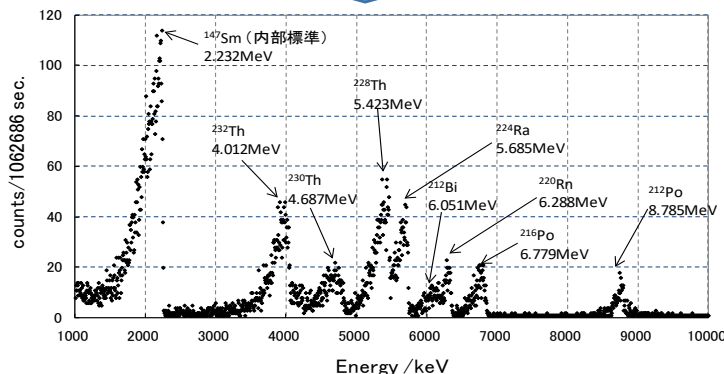


図 希土類鉱石の α 線スペクトル

鉱石等に存在する放射核種の評価

・レアメタル資源

→ウラン、トリウム等放射性物質含有

・放射性物質

→放射線 (α 線、 γ 線) 計測による評価

・資源プロセス開発

→乾式・湿式分離プロセスの適用性検討

・放射性物質の分離・除去

→固体化学・溶液化学に基づく分離

→放射化学に基づく放射能特性評価

資源、エネルギーおよび環境を考慮したグリーンプロセスの開発

開発・推進

東北大学多元物質科学研究所

参考資料等

桐島 陽, 佐藤修彰, 「放射性核種に着目した希土類鉱石処理プロセスの検討」, 金属, Vol.86, No.11, (2016), 968-973.

I. レアメタル一次資源部門

新規鉱石濃縮・分離・製精錬プロセスの開発／放射性元素処理技術の開発 部門長 朱 鴻民 教授（工学研究科）



【資源開発/精鉱・濃縮・分離】

レアメタルの一次資源確保のため、**鉱石の濃縮・分離・精鉱工程における新規プロセス**や**放射性元素処理技術の開発**を行い、同時にこれらの研究における人材育成も行う。

B-1 省資源・省エネルギー型レアメタル精製・再生プロセスの開発

工学研究科 成島 P J

本研究プロジェクトでは、レアメタルの一次資源確保を目的として、**省資源・省エネルギー型の新規な製錬・精製プロセス**と、**未回収レアメタルの再生プロセスの確立**を目指す。すなわち、金属元素のフロー＆ストック分析や熱力学・状態図データベース構築を通して、レアメタル製造プロセスに関する総合的な研究開発を行う。



D-2 省ヘリウム、省電力の室温動作高感度磁気センサの開発

工学研究科 安藤 P J

スピン流を用いたトンネル磁気抵抗デバイスをセンサ素子とした、室温で動作する磁場検出装置の開発を行う。近接計測による空間分解能の向上、**液体ヘリウムフリー化による、省資源、省電力**に寄与することが期待できる。これにより、高度医療社会に向けた、安価で高性能な心磁計、脳磁計などの医療機器の飛躍的普及を図る。

D-3 次世代ロボット移動体研究開発プロジェクト

工学研究科 吉田 P J

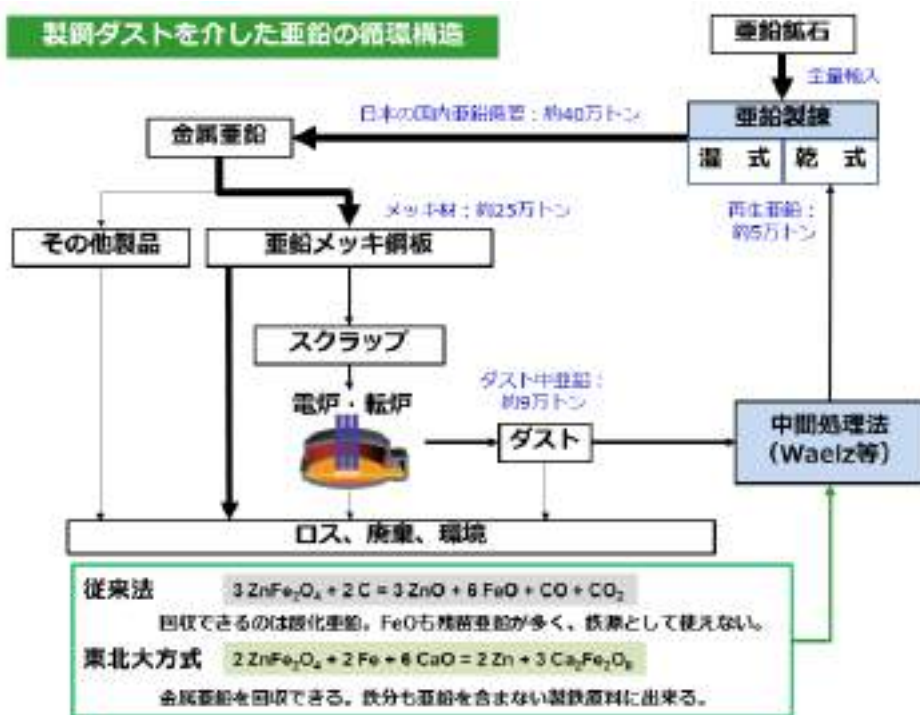
本プロジェクトでは、レアメタルに関連する次世代ロボット技術、具体的には、(1)**レアメタル精錬プラント点検用のロボット技術**、(2)レアメタル消費者である電気自動車の自動運転技術、(3)**レアメタル探査に資するロボット技術**、(4)グリーンイノベーションに資するロボット技術の研究開発を進めています。

開発・推進

東北大学 レアメタル・グリーンイノベーション研究開発センター 一次資源部門

参考資料等

世界オンリーワンの亜鉛リサイクル技術



- 電気炉製鋼ダストは、ほぼ唯一の亜鉛リサイクル源
 - 先進国では、ほぼ同じ方式で電気炉ダストから亜鉛を回収しているが、極めて非効率であり、ダスト中の鉄も再資源化されていない
 - 東北大方式では、亜鉛を金属として、鉄を製鉄原料として回収できる
- 世界オンリーワンのダストリサイクル技術を完成させる

開発・推進

東北大学未来科学技術共同研究センター 開発研究部 長坂研究室 協働企業：豊栄商会

参考資料等

T. Nagasaka, K. Yamaguchi, H. Mizuno, S. Koide: PCT/JP2017/14868, April 11, 2017

Ⅱ. レアメタル低減・代替材料開発部門

レアメタル使用量低減技術やレアメタル代替材料の開発

部門長 富重 圭一 教授（工学研究科）

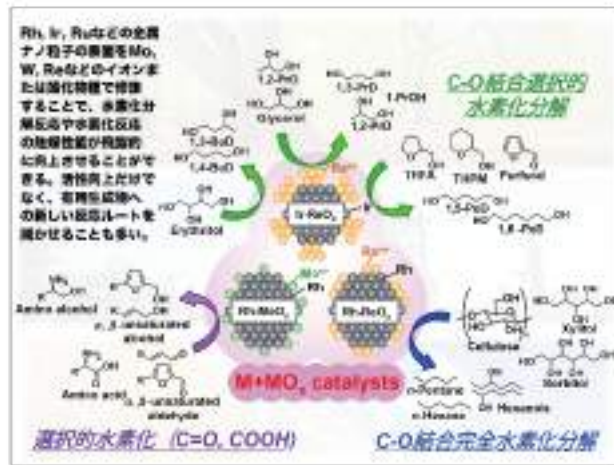


【合金開発・素材開発/部品製造・半製品製造】

レアメタル使用量低減や代替を可能にする金属、セラミックス、有機物質、およびこれらを複合化した**素材を開発**し、レアメタルに過度に依存しないデバイスやシステムの設計・構築への貢献を目指す。

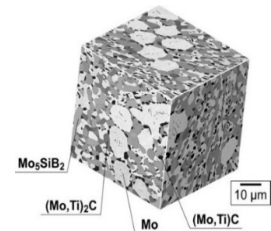
C-1 高機能触媒開発によるレアメタル使用量低減 工学研究科 富重 P J

石油化学およびバイオマス等次世代資源の化学において、レアメタルを使用する固体触媒は不可欠となっている。本プロジェクトでは、高度に設計された金属微粒子および担体酸化物粒子を活用し、レアメタル使用量を飛躍的に低減ないしはレアメタルを代替する**革新的高性能触媒**の開発を行う。



C-2 レアメタル問題対応高強度・耐熱構造材料の開発 工学研究科 貝沼 P J

本研究プロジェクトは、橋梁・船舶・自動車用強度材料や発電タービン・ジェットエンジン用耐熱合金などにおいて、レアメタルに過度に依存しない**高性能構造用材料の開発**を目的とする。具体的には、主に合金状態図に立脚した組織制御により、高強度鉄鋼材料、形状記憶材料、制振材料、高温耐熱材料などの開発を目指す。



C-3 レアメタル問題対応クリーンエネルギー材料の開発 工学研究科 杉本 P J

本研究プロジェクトでは、永久磁石、**燃料電池**、**二次電池**、太陽電池、固体電解質等の**エネルギー変換に関する機能性材料**において、レアメタル利用量の低減、代替材料の開発を行なってモータ、HEV、EV等のグリーンエネルギー関連デバイス・システムの高性能化に寄与し、我が国の未来を担う基幹産業の発展に貢献する。

コアシェル構造化→Pt使用量削減



省レアメタル全固体型リチウム電池

開発・推進

東北大学 レアメタル・グリーンイノベーション研究開発センター レアメタル低減・代替材料開発部門

参考資料等

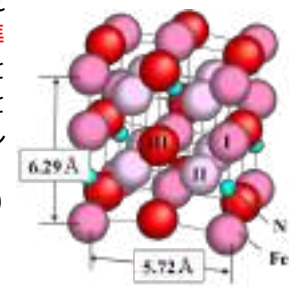
Ⅱ. レアメタル低減・代替材料開発部門

レアメタル使用量低減技術やレアメタル代替材料の開発

部門長 富重 圭一 教授 (工学研究科)



C-4	レアメタル低減・代替のための革新的成膜技術の応用 工学研究科 小川 P J
<p>火力発電プラントや航空機等で使用される高温保安部材に対し、革新的成膜技術ならび高品位皮膜の開発を行い、レアメタル低減・代替を図るとともに、部材の飛躍的な長寿命化を実現する。さらに、成膜を応用した高効率燃料電池、太陽光発電の開発にも挑戦していく。</p>	

C-5	レアアース/レアメタルフリー化に資する窒化鉄ナノ粒子材料の開発 工学研究科 齊藤 P J
<p>資源リスクに脅かされない至極ありふれた元素である鉄と窒素から構成される準安定強磁性窒化鉄相の磁石バルク体化を目指し、各種構造・磁気特性評価技術を駆使し、ナノ粒子合成からそれらのバルク成型技術まで一貫した新たなボトムアップ型プロセスを構築することにより新規磁石用材料の創製を図る。</p> 	

D-1	省エネルギー / 省レアメタル磁性薄膜デバイス・システムの開発 工学研究科 佐橋 P J
<p>現行の磁界を用いて書き込みを行うHDDに代わって、酸化物電気磁気材料を用いた新規な電界操作磁気記録を提唱しその原理検証に取り組む。酸化物磁性材料の使用による既存のHDDで使われていたPtなどのレアメタル消費の低減と電界制御・新規記録メカニズムによる低電力・大容量記録へ挑戦する。</p>	

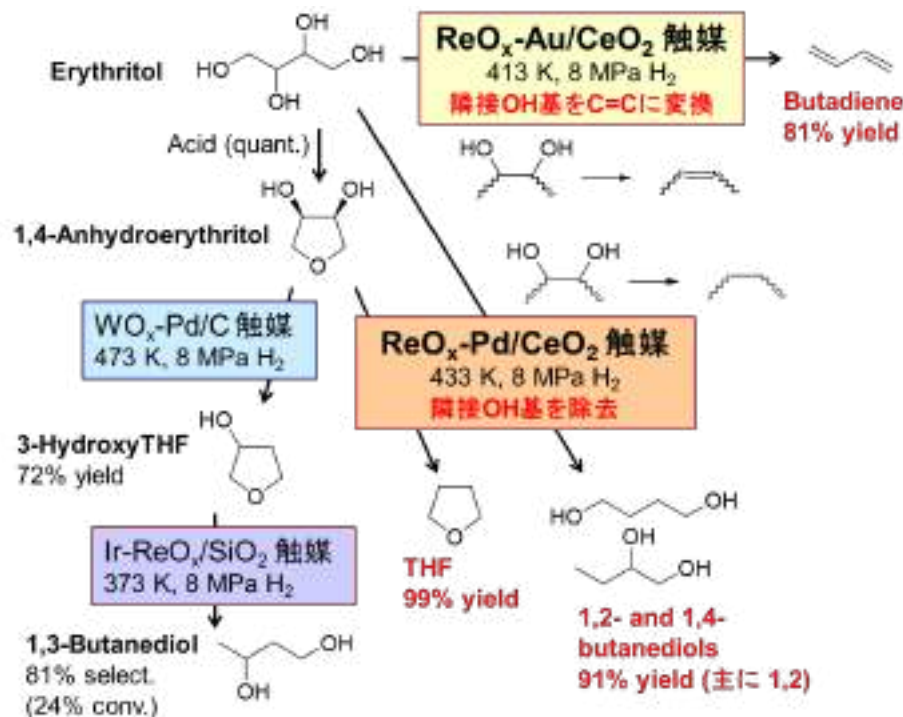
D-2	省ヘリウム、省電力の室温動作高感度磁気センサの開発 工学研究科 安藤 P J
<p>スピン流を用いたトンネル磁気抵抗デバイスをセンサ素子とした、室温で動作する磁場検出装置の開発を行う。近接計測による空間分解能の向上、液体ヘリウムフリー化による、省資源、省電力に寄与することが期待できる。これにより、高度医療社会に向けた、安価で高性能な心磁計、脳磁計などの医療機器の飛躍的普及を図る。</p>	

開発・推進

東北大学 レアメタル・グリーンイノベーション研究開発センター レアメタル低減・代替材料開発部門

参考資料等

バイオマス誘導各種C4化学製品の製造技術



- 化学原料のナフサからシェールガス等へのシフトによりC4供給がタイトに
- 発酵で高効率で生産できるエリスリトールを各種C4製品に変換する触媒を開発
- JST・ALCAプロジェクトで発酵研究・実用化プロセス研究と共同実施

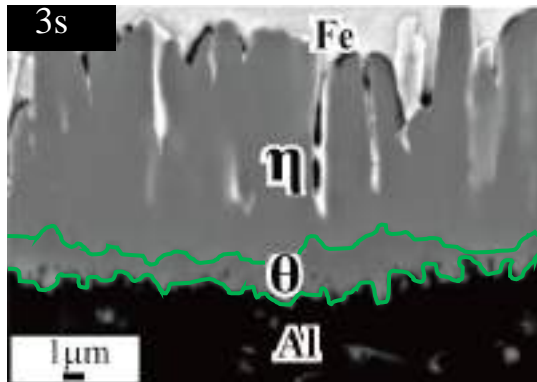
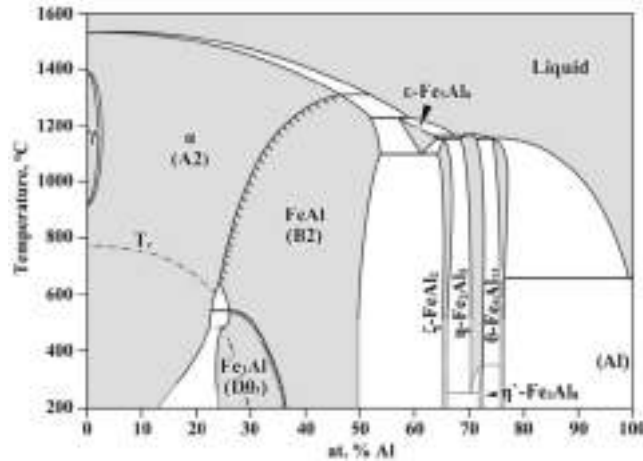
開発・推進

東北大学工学研究科富重研究室・株式会社ダイセル

参考資料等

N. Ota et al., Hydrodeoxygenation of Vicinal OH Groups over Heterogeneous Rhenium Catalyst Promoted by Palladium and Ceria Support. *Angew. Chem. Int. Ed.*, **2015**, 54, 1897-1900.
 S. Tazawa et al., Deoxydehydration with Molecular Hydrogen over Ceria-Supported Rhenium Catalyst with Gold Promoter. *ACS Catal.*, **2016**, 6, 6393-6397.

Alコーティング鋼に関する基礎研究



- Alコーティングで重要なAl過剰側の2元系状態図を精密に決定¹⁾
 - Fe/Al拡散対を作製し、Fe-Al化合物層の成長速度を決定
 - コーティングやクラッド材の接合強度に重要な影響を与えるη相の形態や濃度分布を調査
- η相の凹凸組織の起源を解明し、高強度界面の組織制御を目指す

開発・推進

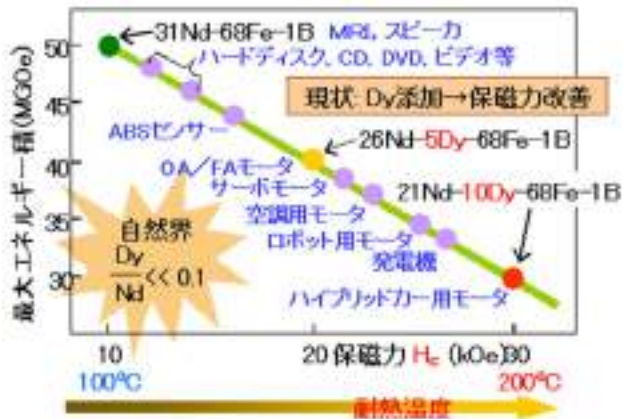
東北大学 工学研究科 金属フロンティア工学専攻 貝沼研究室

参考資料等

1) K. Han, I. Ohnuma, R. Kainuma, J. Alloys and Compounds, 668 (2016) 97-106

レアメタル問題対応クリーンエネルギー材料の開発

Dyフリー高性能ネオジム磁石



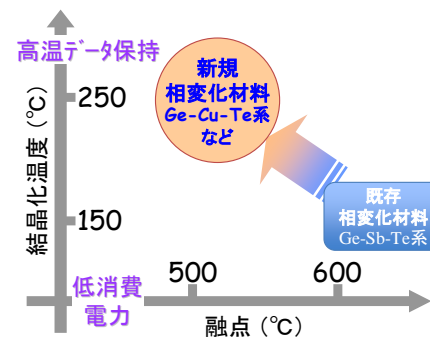
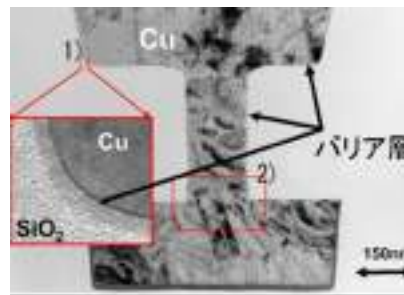
Dyはほぼ100%
中国に依存



省Dy、Dy代替
技術が必須



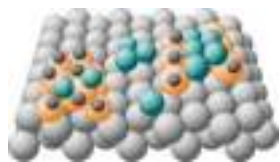
省レアメタル半導体・記憶デバイス



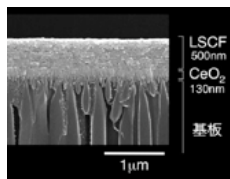
高性能・安価な配線・メモリ材料

省レアメタル燃料電池・蓄電池

コアシェル構造化
→Pt使用量削減



レアメタルフリー
低温作動型SOFC



省レアメタル全固体型リチウム電池

自動車・材料・エネルギー関連企業
(愛知製鋼・大同特殊鋼・日本電気硝子・トヨタ自動車)

- 省レアメタル機能性材料により他国への資源依存度を低減
- 省エネルギー、環境問題への貢献
- 国内材料産業の強化

開発・推進

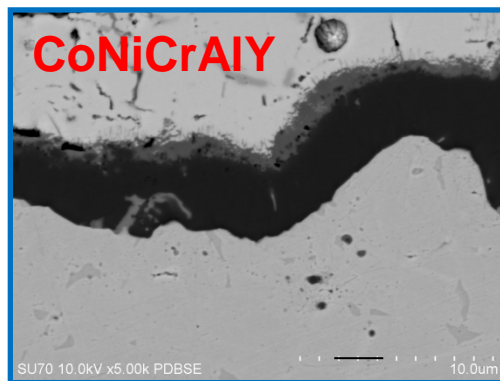
東北大学

工学研究科
環境科学研究科

杉本研究室・須藤研究室・高村研究室
和田山研究室

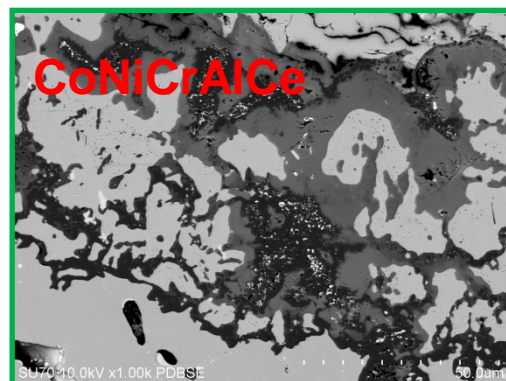
参考資料等

コーティングの耐久性を飛躍的に向上させる新技術



高温酸化物

Cross-sectional SEM image of TBC with CoNiCrAlY aged for 100 hours at 1100°C.



厚い高温酸化物層

Cross-sectional SEM image of TBC with CoNiCrAl-Ce aged for 100 hours at 1100°C.

Ce等添加

- これまでコーティングの耐久性を低下させると考えられていた高温酸化物層を積極的に利用.
- 高温酸化の生成によりセラミックコーティングの耐久性が飛躍的に向上. 特に, 耐はく離特性が従来材の2-3倍に.
- はく離の発生し難いコーティングを提供
→ 航空機やガスタービンの高効率化を可能にし, 省エネおよび地球温暖化ガス低減に貢献.

開発・推進

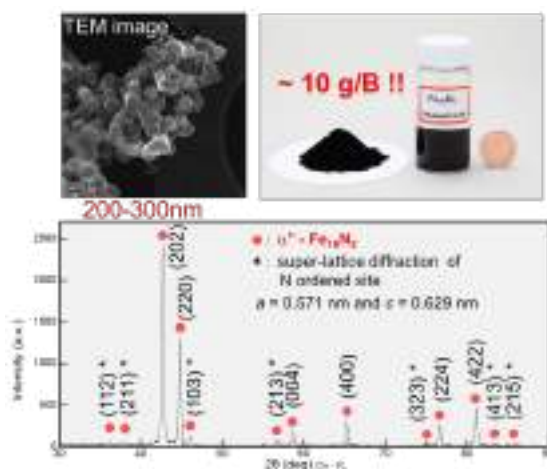
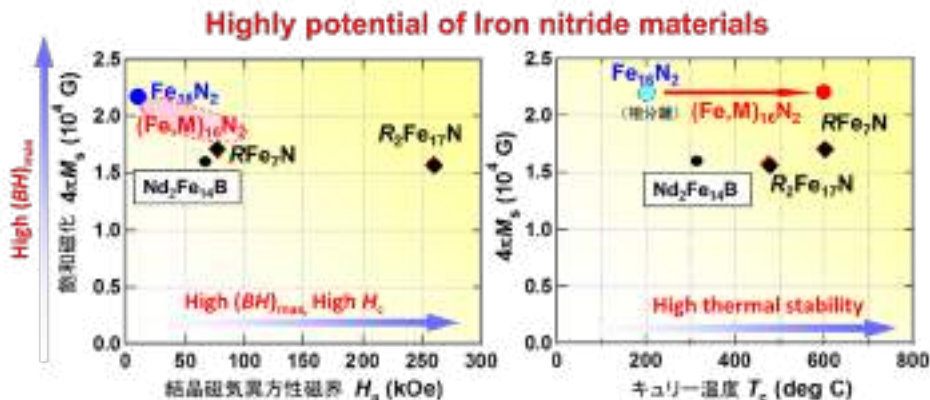
東北大学 工学研究科 小川研究室

参考資料等

小川和洋ら, 熱遮蔽被膜被覆部材、熱遮蔽被膜の製造方法およびボンドコート用粉末, 特開2017-14573

小川和洋ら, 熱遮蔽被膜の形成方法および熱遮蔽被膜被覆部材, 特開2014-37579

レアース/レアメタルフリー化に資する 窒化鉄ナノ粒子材料の開発



- 強磁性窒化鉄のナノ粒子化技術、単相化技術の開発
 - 表面修飾技術、バルク化技術の開発への研究展開が可能に
 - 永久磁石材料、高周波材料、ナノバイオ材料など、多岐にわたる応用展開が可能に
- ボトムアップ型の新たな磁性複合材料の実現！！

開発・推進

東北大学 工学研究科 齊藤(伸)研究室

参考資料等

T. Ogawa et al., *Appl. Phys. Exp.* **6** (7), 073007 (2013), M. Tobise et al., *J. Magn. Soc. Jpn.*, **41**, 58 (2017).

Ⅲ. クリーンエネルギー関連デバイス部門



省レアメタル部品や部材を利用した高効率デバイスの開発

部門長 安藤 康夫 教授（工学研究科）

【完成品製造・実証評価】

省レアメタル部品、部材を利用した**高効率・省レアメタルモータ、次世代自動車**の開発などの研究を行い、省エネルギーと低炭素社会実現に貢献する。

D-1	省エネルギー／省レアメタル磁性薄膜デバイス・システムの開発 工学研究科 佐橋 P J
<p>現行の磁界を用いて書き込みを行う HDD に代わって、酸化物電気磁気材料を用いた新規な電界操作磁気記録を提唱しその原理検証に取り組む。酸化物磁性材料の使用による既存の HDD で使われていた Pt などのレアメタル消費の低減と電界制御・新規記録メカニズムによる低電力・大容量記録へ挑戦する。</p> <div data-bbox="608 556 898 949" style="text-align: center;"> <p>電気磁気効果</p> </div>	

D-2	省ヘリウム、省電力の室温動作高感度磁気センサの開発 工学研究科 安藤 P J
<p>スピン流を用いたトンネル磁気抵抗デバイスをセンサ素子とした、室温で動作する磁場検出装置の開発を行う。近接計測による空間分解能の向上、液体ヘリウムフリー化による、省資源、省電力に寄与することが期待できる。これにより、高度医療社会に向けた、安価で高性能な心磁計、脳磁計などの医療機器の飛躍的普及を図る。</p> <div data-bbox="1449 592 1767 935" style="text-align: right;"> </div>	

開発・推進

東北大学 レアメタル・グリーンイノベーション研究開発センター クリーンエネルギー関連デバイス部門

参考資料等

Ⅲ. クリーンエネルギー関連デバイス部門

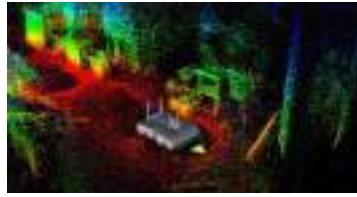
省レアメタル部品や部材を利用した高効率デバイスの開発

部門長 安藤 康夫 教授 (工学研究科)



D-3 次世代ロボット移動体研究開発プロジェクト 工学研究科 吉田 P J

本プロジェクトでは、レアメタルに関連する次世代ロボット技術、具体的には、(1)レアメタル精錬プラント点検用のロボット技術、(2)レアメタル消費者である電気自動車の自動運転技術、(3)レアメタル探査に資するロボット技術、(4)グリーンイノベーションに資するロボット技術の研究開発を進めています。



点検・探査ロボットのための環境認識技術

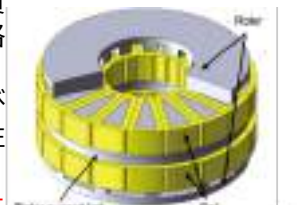
D-4 リチウム化合物溶液を用いた高効率空調システムの開発 工学研究科 小林 P J

本プロジェクトは、リチウム化合物溶液をデシカント材に用いた、空調の省エネルギー化に寄与する除湿空調システムの開発に取り組みます。液体デシカントの採用に当たり、溶液の汚れ防止、飛散・漏洩防止、廃棄時の抜取等、安全で無駄のない溶液の管理に配慮した、小型で使い易いマルチ型システムの実現を目指します。



D-5 省・脱希土類磁石モータの開発 工学研究科 中村 P J

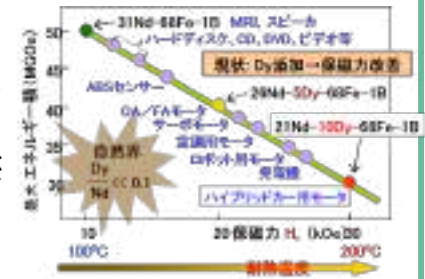
希土類磁石モータは、他のモータと比較してトルク密度や効率が高いが、資源の偏在によって常に供給不安と価格高騰のリスクを抱えている。本プロジェクトでは、代替磁石の活用、並びに磁石不要のリラクタンスモータの性能向上などにより従来の希土類磁石モータ並みの性能を有する省・脱希土類磁石モータの開発を目指す。



75%Nd系レア型P10-55RE-9

C-3 レアメタル問題対応クリーンエネルギー材料の開発 工学研究科 杉本 P J

本研究プロジェクトでは、永久磁石、燃料電池、二次電池、太陽電池、固体電解質等のエネルギー変換に関する機能性材料において、レアメタル利用量の低減、代替材料の開発を行なってモータ、HEV、EV等のグリーンエネルギー関連デバイス・システムの高性能化に寄与し、我が国の未来を担う基幹産業の発展に貢献する。



省Dyネオジム磁石の開発

開発・推進

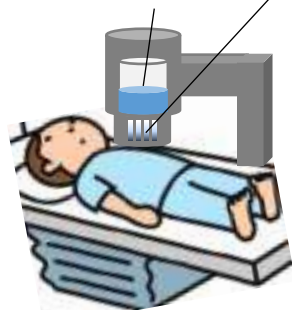
東北大学 レアメタル・グリーンイノベーション研究開発センター クリーンエネルギー関連デバイス部門

参考資料等

室温動作の超高感度生体磁気センサ開発

素子冷却用の
液体He

超伝導を用いた
磁気センサ



従来の装置

- 大型・固定
- コスト大（冷却必要）
- 特殊なシールド要

- トンネル磁気抵抗（TMR）効果を利用した磁気センサの高感度化を達成
- TMR磁気センサ素子の集積化による低ノイズ化技術を開発
- 微小な生体信号を低ノイズで処理するための回路技術を開発

- ・ 液体ヘリウムフリーで心臓や脳の微弱な磁気信号を検出
- ・ 特殊なシールドルームが不要で、運動時や長時間の計測が可能
- ・ 認知症・脳梗塞の予防，脳の機能解明など，将来的に幅広い応用が期待

室温動作のTMR
磁気センサ



開発中の装置

- 小型・ウェアラブル
- コスト小（冷却不要）
- 特殊なシールド不要

開発・推進

東北大学 工学研究科 安藤研究室

参考資料等

東北大学プレスリリース，2015年7月21日および2017年5月22日

ImPACT-TRCとの連携による レアメタル関連ロボットの性能評価



屋内フィールド



屋外フィールド

- レアメタル関連ロボット群に対する明確な評価軸の開発を目的として、評価フィールドの開発と評価試験を実施しています
- ロボットの性能・安全に対する標準化を通じて、レアメタルのサプライチェーン構築に貢献します
- この取り組みは内閣府革新的研究開発推進プログラム（ImPACT）タフ・ロボティクス・チャレンジとの連携により実施しています

開発・推進

東北大学 情報科学研究科 田所研究室
(次世代ロボット移動体研究開発プロジェクト)

参考資料等

ImPACT-TRC Webサイト, <http://www.jst.go.jp/impact/program/07.html>

プラント点検用ロボットの研究開発



- 本プロジェクトでは、レアメタルに関連する次世代ロボット技術の研究開発を進めています。
- レアメタル精錬プラントや石油プラントなどにおいて自動点検を行うことが可能な自律型移動ロボット（左図）の開発を行いました。
- 平常時のプラント点検業務のコスト削減や、緊急時における調査にて活躍が期待されます。

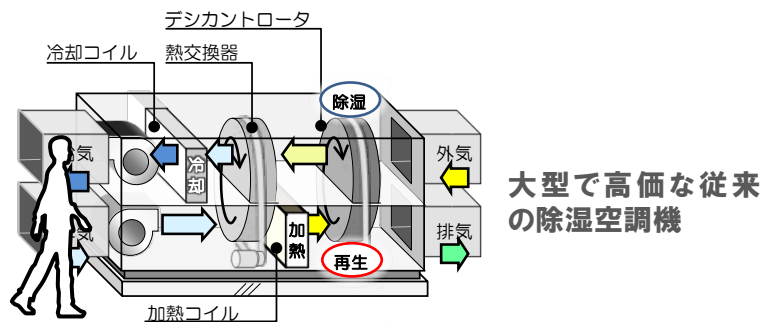
開発・推進

東北大学 未来科学技術共同研究センター 永谷研究室
(次世代ロボット移動体研究開発プロジェクト)

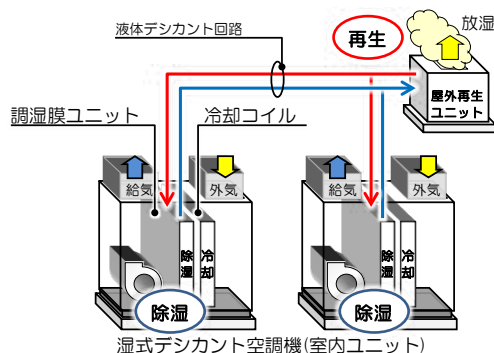
参考資料等

遠藤 大輔, 幸村 貴臣, 鈴木 大貴, 山内 元貴, 永谷 圭司, 小柳 栄次, 上光 隆義, 宮重 正幸, "ARGOS チャレンジに向けたロボット開発と実証実験を兼ねた第 1 回コンペティション", 日本ロボット学会誌, Volume 35, Issue 2, pp. 37-48, (2017)

リチウム化合物溶液を用いた高効率 除湿空調システムの開発



新除湿ユニット
システムの開発



- 喫緊の課題である建築の省エネ化
→省エネへの貢献が期待されながら、大型、高価で一般ビルに導入が進まない除湿空調
- 除湿機構自体の見直し
→リチウム化合物溶液による除湿・再生機構
→溶液の回路で除湿部と再生部を分離
→再生部の集約と除湿部の小型分散化
- 除湿空調機の縮小と性能向上
→導入しやすいシステムを実現
→性能及び制御性の向上
→建築の省エネ化に貢献

開発・推進

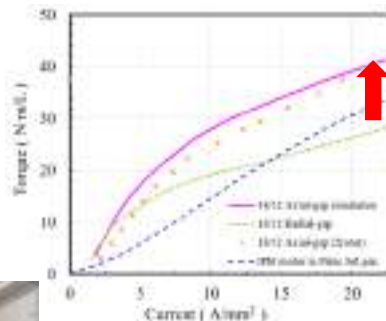
東北大学 工学研究科 都市・建築学専攻 サステナブル環境構成学分野 小林研究室

参考資料等

アキシアルギャップ型SRモータの開発



アキシアルギャップ構造によりHV用レアアース磁石モータ並みのトルクを実現



インホイールモータとして使用することにより安価な高性能EVの実現へ

- 小型・大トルクの希土類フリーモータを開発
- アキシアルギャップ構造により希土類磁石モータ並みのトルク密度を実現
- 希土類フリーなので安価・安定に大量生産可能
- 磁石レスなので無負荷時の誘起電圧がなく高温環境でも駆動可
→インホイール電気自動車に使用可

開発・推進

東北大学 工学研究科 中村研究室

参考資料等

小野友己, 中村健二, 一ノ倉理, アキシアルギャップ型SRモータの構成に関する基礎的検討, 日本磁気学会誌, 35-2, 106-111 (2011)

時田 崇広, 後藤 博樹, 一ノ倉 理, 軸方向電磁カリブル低減によるアキシアルギャップ型SRモータの振動・騒音低減に関する検討, 電気学会論文誌D, 136-4, 248-253 (2016)

IV. レアメタル再生部門

都市鉱山の活用／未回収レアメタルの革新的かつ省エネルギーリサイクル技術の開発

部門長 久田 真 教授（工学研究科）



【リサイクル】

都市鉱山を積極的に活用し、未回収レアメタルを省エネルギーで分離・精製できる革新的**リサイクル技術**の開発を行う。

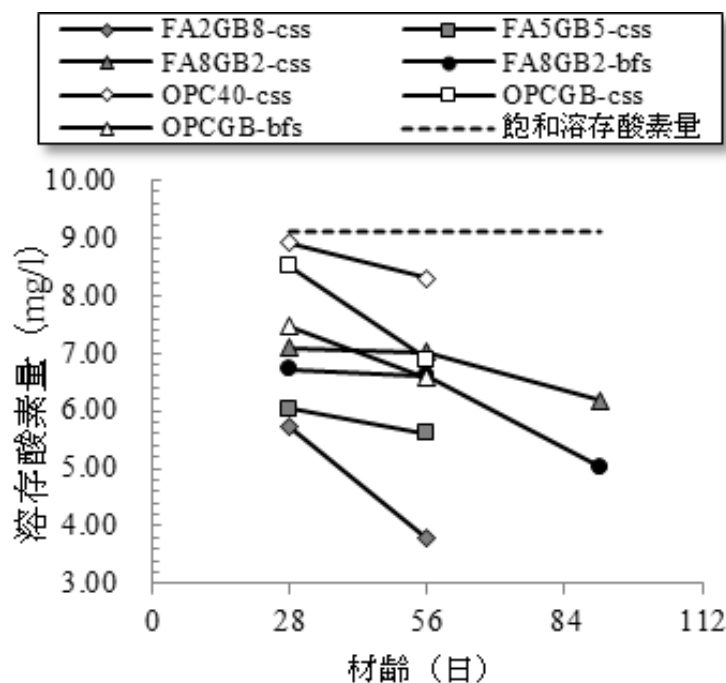
E-1	レアメタル回収後残渣の有効利用技術の開発 工学研究科 久田 P J	<p>本研究プロジェクトでは、高炉スラグなどのベースメタルの製造過程で副産される残渣を用いたコンクリートの製造技術や、災害廃棄物（がれき）の活用過程で開発された各種技術を応用することで、レアメタルの回収過程で副産される残渣の有効利用技術を確立することを目指します。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="707 446 923 586"> </div> <div data-bbox="743 589 900 614"> <p>スラグ形態残渣</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="739 622 906 753"> </div> <div data-bbox="739 755 894 779"> <p>セメント固体化</p> </div> </div>	<td data-bbox="967 354 1054 439">E-2</td> <td data-bbox="1054 354 1808 439"> 有機物—レアメタル混合廃棄物からの有価資源およびレアメタルの同時回収と実証装置開発 工学研究科 渡邊 P J </td> <td data-bbox="967 439 1808 796"> <p>水熱反応条件の最適化により有機物—レアメタル混合廃棄物からそれぞれを回収するための技術ならびに実証装置を開発する。本研究では、実用化に資する装置を開発することを念頭に、装置材料、反応に及ぼす攪拌などの物理的影響の検討と併せて、反応場の環境をモニタリング・コントロールする方法を開発する。</p> <div data-bbox="1522 446 1765 765"> </div> </td>	E-2	有機物—レアメタル混合廃棄物からの有価資源およびレアメタルの同時回収と実証装置開発 工学研究科 渡邊 P J	<p>水熱反応条件の最適化により有機物—レアメタル混合廃棄物からそれぞれを回収するための技術ならびに実証装置を開発する。本研究では、実用化に資する装置を開発することを念頭に、装置材料、反応に及ぼす攪拌などの物理的影響の検討と併せて、反応場の環境をモニタリング・コントロールする方法を開発する。</p> <div data-bbox="1522 446 1765 765"> </div>
E-3	廃水中のレアメタルの濃縮・回収技術の開発 工学研究科 李・西村 P J	<p>レアメタルの生産、加工・利用およびリサイクルの各プロセスにおいて廃水が発生する。本プロジェクトは環境保全と資源循環の観点から廃水に含まれるレアメタルの挙動を把握し、バイオマスによる金属イオンの濃縮・吸着条件および機能性環境微生物を用いたレアメタルの回収技術を研究する。</p> <div data-bbox="556 1036 923 1158"> </div>	<td data-bbox="967 815 1054 901">B-1</td> <td data-bbox="1054 815 1808 901"> 省資源・省エネルギー型レアメタル精製・再生プロセスの開発 工学研究科 成島 P J </td> <td data-bbox="967 901 1808 1175"> <p>本研究プロジェクトでは、レアメタルの一次資源確保を目的として、省資源・省エネルギー型の新規な製錬・精製プロセスと、未回収レアメタルの再生プロセスの確立を目指す。すなわち、金属元素のフロー&ストック分析や熱力学・状態図データベース構築を通して、レアメタル製造プロセスに関する総合的な研究開発を行う。</p> </td>	B-1	省資源・省エネルギー型レアメタル精製・再生プロセスの開発 工学研究科 成島 P J	<p>本研究プロジェクトでは、レアメタルの一次資源確保を目的として、省資源・省エネルギー型の新規な製錬・精製プロセスと、未回収レアメタルの再生プロセスの確立を目指す。すなわち、金属元素のフロー&ストック分析や熱力学・状態図データベース構築を通して、レアメタル製造プロセスに関する総合的な研究開発を行う。</p>

開発・推進

東北大学 レアメタル・グリーンイノベーション研究開発センター レアメタル再生部門

参考資料等

高炉スラグ細骨材を用いたアルカリ活性材料の鉄筋腐食抑制効果について



- 産業副産物である高炉スラグ微粉末やフライアッシュを有効利活用してコンクリートの代替材となり得るアルカリ活性材料を作製
- アルカリ活性材料の細孔溶液の溶存酸素量が経時的に消費されることを確認。アルカリ活性材料内の鉄筋の腐食が始まった場合でも、貧酸素状態になって鉄筋の腐食の進行が抑制される可能性を見出した。

研究組織：久田 真（教授），皆川 浩（准教授），宮本 慎太郎（准教授），連絡先：022-795-7427
共同研究：JFEスチール

開発・推進

東北大学工学研究科久田研究プロジェクト（レアメタル回収後残渣の建設材料としての活用技術の開発）

参考資料等

橋雄飛, 皆川浩, 田恵太, 宮本慎太郎, 久田真: 高炉スラグ細骨材の磨鉢処理がモルタルの遮塩性と小片試験により評価される凍結融解抵抗性に及ぼす影響, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, 21, 255-260

水熱酸浸出によるリチウム電池正極材料の 環境調和型リサイクルプロセスの開発

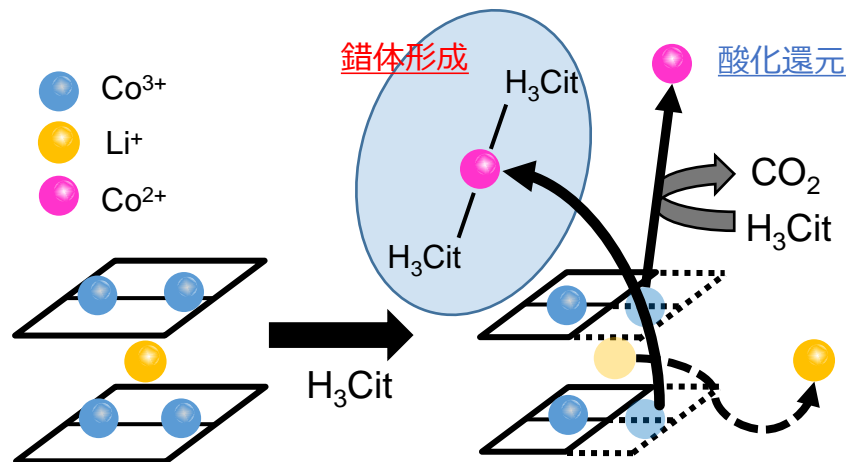


Fig. クエン酸(H₃Cit)を用いたLiCoO₂の酸浸出

- Li、CoおよびNiの完全回収を達成する環境調和型リサイクルプロセス
- 有機酸をプロトン供給源、還元剤、および配位子として作用する浸出剤として利用
- リチウム電池増産体制に備えた高効率・低コストの資源循環システムの構築を目指す

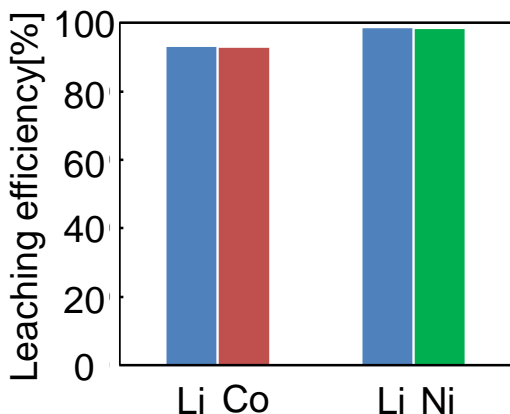


Fig. LiCoO₂, LiNiO₂の酸浸出
(175°C, 30 min, H₃Cit : 0.4 M)



Fig. 反応溶液の様子
(左: LiCoO₂, 右: LiNiO₂)

開発・推進

東北大学大学院 工学研究科 附属超臨界溶媒工学研究センター
レアメタル・グリーンイノベーション研究開発センター・レアメタル再生部門

参考資料等

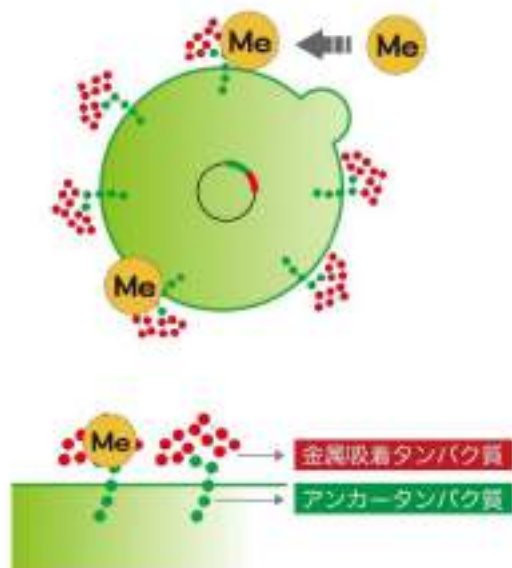
渡邊他、硫酸、硝酸およびクエン酸を用いたコバルト酸リチウムの水熱酸浸出、化学工学論文集、in press.

廃水中のレアメタルの濃縮・回収技術の開発

■ バイオソープション：金属タンパク質を利用した回収技術

バイオアーミング

▶ アンカーおよび金属吸着タンパク質を融合発現
細胞表面に結合された金属吸着タンパク質で吸着



- 任意の金属吸着タンパク質を利用可能
選択特異的な回収が可能
- 細胞表面での金属イオン吸着
吸着速度が早い
- 吸着作用は細胞代謝に依存しない
死滅細胞でも利用可能
- 吸着後の金属イオン回収が容易
細胞の再利用可能

低濃度に広く存在している金属を微生物を使って濃縮することで
資源回収コストを削減することができる

開発・推進

東北大学大学院工学研究科土木工学専攻 李・西村プロジェクト

参考資料等