

岡部研究室

【未来材料：チタン・レアメタル】

生産技術研究所 持続型エネルギー・材料統合研究センター

Integrated Research Center for Sustainable Energy and Materials

マテリアル工学専攻

循環資源工学・レアメタルプロセス工学

<http://okabe.iis.u-tokyo.ac.jp>

レアメタルを“コモンメタル”に!!

岡部研究室では、「未来材料：チタン・レアメタル」をキーワードに、レアメタルの新しい製錬プロセス、および廃棄物中のレアメタルの環境調和型リサイクルプロセスの研究開発に取り組んでいます。レアメタルのプロセス技術のイノベーションを目指し、社会に貢献していきます。

Ti のアップグレードリサイクル

航空宇宙産業
→ 高比強度



海上構造物
高耐食性

羽田空港D滑走路には、1000 トンのチタンが使用されている。

ボーイング787では、機体重量の約14%をチタンが占める。

ボロンシチ
スポンジチ
溶解
(VAR, EBM, PAM)

Ti イングロット
加工

Ti 製品

20-20% 低品位スポンジ Ti
90-80% 切屑くずなどのTi のスクラップ

貴金属のリサイクル技術

白金族金属 (PGMs)



自動車用触媒
白金 (Pt),
パラジウム (Pd),
ロジウム (Rh)
の主な用途

金 (Au)



プリント基板 (PCBs)
PC 等の PCB スクラップ中の金は、スクラップ全体の価値の大部分を占めます。

天然資源に対して、自動車用触媒には白金族金属が1000倍もの濃度で、PCBスクラップには金が10倍もの濃度で存在しています (都市鉱山)。

合金化やめっき

PGMs (M)
触媒層
(Au, Cu, Co)
基板

蒸気や水溶液による処理

M-R, R

物理選別

- 磁力選別
- 浮遊選別
- 渦電流選別

PGMs (M) 回収率 < 1%

Transport by land and/or sea

Expected route

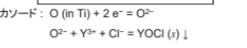
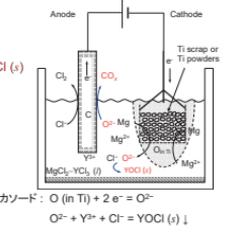
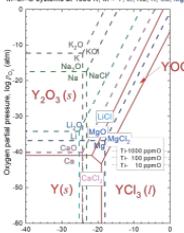
Physical concentration at scrap collecting sites > 99%

Extraction/refining at refinery > 99%

Transport by air < 1%

Ti イングロットの加工工程で発生する Ti スクラップは、高濃度の酸素と純物質に汚染されており、イングロットへのリサイクルが困難です。

M-O systems at 1300 K, M = Y, U, Na, K, Ca, Mg



イットリウム (Y) やホルミウム (Ho) などの希土金属を用いて、Ti スクラップから酸素を効率的に除去し、鉱石からの一次生産品よりも純度の高い Ti に「アップグレードリサイクル」する新しいプロセスを開発しました。

極低酸素 Ti 焼結体製造プロセス

Temperature: 1300 K

NaCl-KCl (l)

Y³⁺

Y₂O₃ (s) or YOCl (s)

Y合金

Ti green

電極

Before

After in Y₂O₃/YOCl₂ eq.

20 μm

20 μm

極低酸素ポテンシャル条件下で Ti 粉末の焼結反応が進行することを実証しました。

将来、本プロセスを用いることで、低価格の Ti 粉末から低酸素濃度で高品質な Ti 製品を効率的に製造できると期待できます。

無電解めっき処理やFeCl₃蒸気による化学処理によって、スクラップ中の貴金属が含まれる箇所に選択的に磁性を付与し、磁気選別技術を用いて容易に貴金属を濃縮可能な技術を開発しています。従来スクラップの集荷地から製錬所まで海路や陸路で輸送していたところを、本技術によって、空路での輸送を可能とすることで時間的コストの大幅削減を図ります。これにより、世界中からスクラップが日本に集まり処理される新しいビジネススキームの構築が期待されます。

Auを含むスクラップ

ナトリウム (Na)

Naと合金化 (Na-Au)

溶融塩に溶解 (Na⁺ + Au⁺)

Cu など

アノード

電解

カソード

Au

☆ Na 消費ゼロ

☆ 排ガゼロ

☆ 廃液ゼロ

Auを含むスクラップとNaの合金

カソード: $nNa^+ + ne^- = nNa$

アノード: $Au^+ + e^- = Au + n e^-$

Au を Na などの活性金属と合金化させると、溶融塩中に Au が陰イオン (アノイオン) として溶解します。この現象と溶融塩電解を組み合わせた「アノード電析」を用いて、スクラップから Au を選択的に分離・回収できることを実証しました。

