

持続可能な物質循環を目指した環境経済工学研究

Ecomaterial design and process engineering toward sustainable material cycle

教授 長坂 徹也
Professor
Tetsuya Nagasaka



The objectives of our research subjects are the design of eco-material processing for base-metal production, waste treatment and artificial resource development with the minimum energy consumption, resource input and environmental load. Some research projects include the design of eco-material, material/substance flow analysis and its management, development of new index of sustainability. We are now trying to establish new academic area by combining "Material Process Engineering" and "Environmental Economics" to solve environmental problems based on the concept of "Industrial Ecology".

当分野では環境親和型素材製造・資源再生プロセス (EcoMaterial Processing : EMP)、マテリアルフロー分析 (Material Flow Analysis: MFA)、ライフサイクルアセスメント (Life Cycle Assessment: LCA) の3本柱を中心とした物質循環のための環境経済工学の研究を進めている。

リン資源循環モデルの開発

リンは窒素・カリウムと並んで植物の三大栄養素として知られており、食料生産には欠かせない元素である。近年の人口増加に伴う食料生産のためのリン酸肥料の増加や、バイオエタノール生産量の増加によるリン資源の需給は世界的に逼迫しているが、原料であるリン鉱石は世界の一部の地域に偏在しているため、リンの戦略資源化が懸念される。そのため、リン資源の持続可能な供給のためにリンの新しい有効利用や回収技術の開発促進が望まれている。本研究ではリン資源の有効活用のために、マテリアルフロー分析(MFA)や廃棄物産業連関マテリアルフロー分析(WIO-MFA)の手法等を用いて、国内に流通するリンの量や化学形態を調べ、どの部門・製品にリンの回収・再資源化の可能性があるかを明らかにし、国内リン資源の循環シナリオを提示することを目的としている。

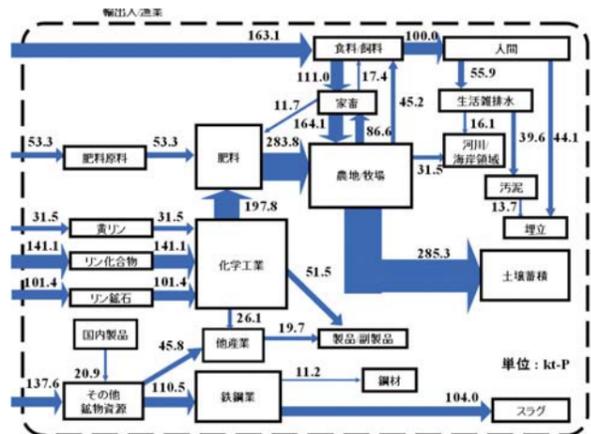


Fig.1 Material flow of phosphorus in Japan (2005).

磁気分離法／炭素熱還元法による電気炉ダストからの亜鉛回収

年間約50万トン発生すると推計されている電気炉ダストは、通常約20%の亜鉛を含んでおり、ダストを介した年間排出亜鉛量は約10万トンと見積もられる。現状ではこのうち約6万トンが主にWaelz法によって回収されており、唯一無二の亜鉛リサイクルルートとして機能している。しかしながら、Waelz法は炭素熱還元法でありながら、回収される亜鉛は酸化亜鉛ZnOであり、ダスト中のハロゲン類が高濃度で混入するため、再加熱等の後処理が必要である。そのため、Waelz法のエネルギー効率は劣悪であり、世界的に問題視されている。本研究ではこれまでに、ダストに石灰を当量添加し1000℃程度の空气中で加熱することによって、主成分のZnFe₂O₄をZnOとCa₂Fe₂O₅に転化できることを示した。すなわち非炭素熱還元法でもZnOを生成することができ、処理後に磁気分離操作によってZnOを回収できることを示した。

この研究過程において、ダストに石灰を加えて熱処理すると、ZnFe₂O₄とCaOとの反応が進行すると同時に、ハロゲン類や鉛、カドミウム等の共存重金属が優先的に蒸発し、処理後にはほぼZnOとCa₂Fe₂O₅の二相のみからなる生成物が得られ

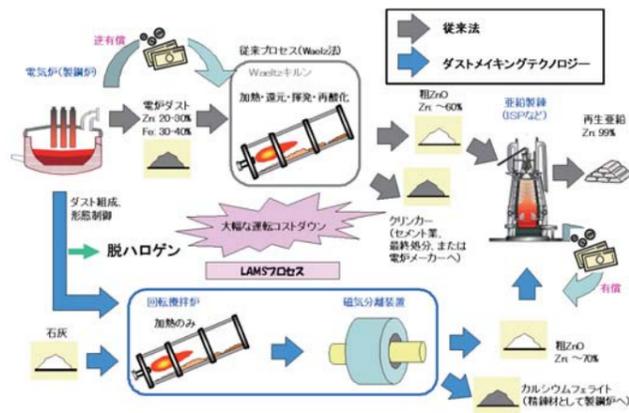


Fig.2 Proposed system for zinc recovery from EAF dust.



准教授
松八重一代
Associate Professor
Kazuyo Matsubae



助教
平木 岳人
Assistant Professor
Takehito Hiraki



ることが判明した。現在は、この生成物の磁気分離処理による酸化亜鉛の濃化と、生成物と炭材を混合して約1000℃に加熱し、発生蒸気を急冷させることによる金属亜鉛回収を試みている。

トランプ元素の混入を考慮した鉄資源循環分析用産業連関モデルの構築

近年、鉄鋼材料やIT関連製品などの材料および製品の高機能・高品位化に伴うレアメタルの需要環境の変化から、レアメタルに関しては、3Rはもとより、備蓄促進や代替技術の開発が国家規模で志向されている。様々な分野で利用されているレアメタルは、特に鉄鋼産業において、2005年には1485千トン投入されており、この量はレアメタルの国内消費量の約95%を占めている。これらのレアメタルは主に特殊鋼材の生産に用いられ、近年わが国においてその生産量は増加傾向にある。従って、鉄鋼産業において持続可能な生産をしていくためにはレアメタルの安定供給が必要不可欠であり、今後の戦略的な運用が重要視されている。そこで本研究では、鉄鋼産業に随伴するレアメタルのフローを明らかにすることで、レアメタルの有効利用法を見出すことを目的としている。フロー情報を明らかにすることで、将来的に発生する老廃スクラップ中ほどの程度レアメタルが含まれるのか、リサイクルを通してそれがどこに向かうのかを定量的に明らかにす

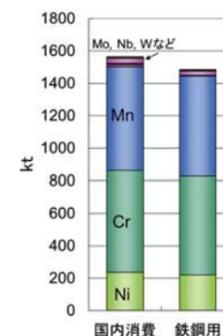


Fig.3 Domestic demand of rare metal.

ELVスクラップを部品ごとに解体・分別し成分に応じてリサイクル

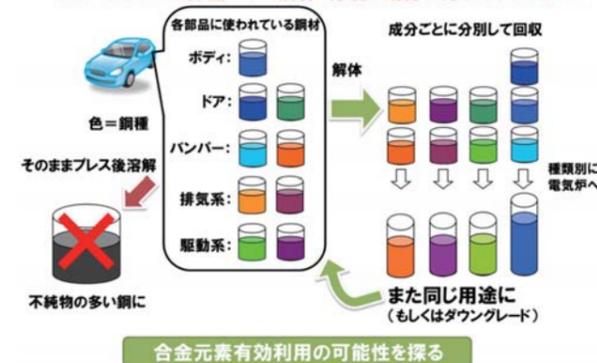


Fig.4 Image of scrap sorting system.

る事ができる。この情報を用いて、老廃スクラップをレアメタル成分別に分け、最適なリサイクルを行うスクラップソーティングシステムを提案して行く。現在まで得られた結果では、廃自動車スクラップをボディ類とそれ以外に分別した後にそれぞれ電気炉における高張力鋼とはね鋼製造に用いることでレアメタルの一次投入量の削減が期待できることが明らかとなった。

現在進行中のその他の課題

- ・めっき汚泥からのリン回収技術開発
- ・ステンレススラグからのクロム回収法の開発
- ・地域特性を考慮した低質排熱利用法の開発
- ・アルミドロス残渣からのアンモニアと水酸化アルミニウムのコプロダクション



受賞

- ❖今野広祐君 (M2) が日本鉄鋼協会第160回秋季講演大会学生ポスターセッションにて、努力賞を受賞しました。(2010年9月)
- ❖今野広祐君 (M2) が第9回磁気力制御・磁場応用夏の学校において、優秀ポスター賞を受賞しました。(2010年11月)
- ❖松八重准教授が石田記念財団研究奨励賞を受賞しました。(2010年12月)
- ❖長坂教授が2010 International Forum on Green Industry Developmentにて講演され、その様子が現地(台湾)で報道されました。(上写真参照)