

ライフサイクル評価学分野 Life Cycle Assessment

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



准教授
松八重(横山) 一代
Associate Professor
Kazuyo Matsubae-Yokoyama



助教
平木 岳人
Assistant Professor
Takehito Hiraki



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" based on the concept of "Industrial Ecology" to solve environmental problems.

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。

仙台市における森林資源ストック推計

森林には木材の供給、二酸化炭素の吸収、土砂流出の防止など様々な機能があるが、このような機能を発揮するには間伐や、枝打ち等の適切な森林管理が必要である。既存の森林資源を有効に利用するためには、具体的に、どこに、どのような樹種が、どのような林齢(年齢)で、どのくらいの材積で存在しており、将来的に間伐材として供給可能であるのかを把握する必要がある。人工杉林に着目し、その間伐材を有効に利用するため、整備したGISデータを用いて利用可能な間伐材の推計を行った。利用可能であると考えられる杉の間伐材は広く散在しているが、東北部の一部の山間地などでは集中して存在しており、また間伐材積の合計は

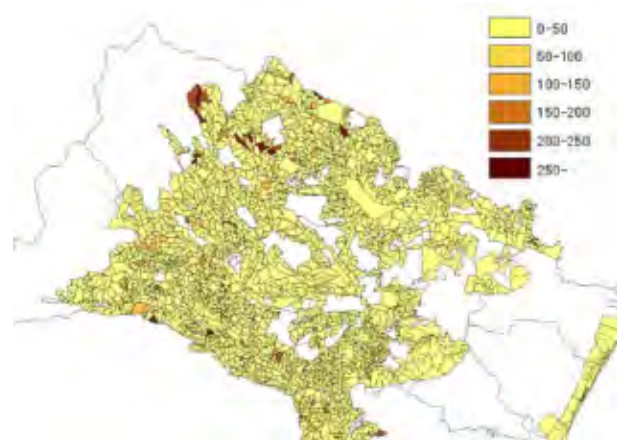


Fig. Distribution of thinning wood volume in Sendai city (2008)

よそ2万m³となり、これを化石燃料代替資源として利用することが出来れば、林材の積極的活用により国内林業が活性化し、さらに二酸化炭素の排出削減も期待できる。

電気炉ダストからの金属亜鉛製造プロセス

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、電炉ダストに石灰を当量添加し1000℃程度の空気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

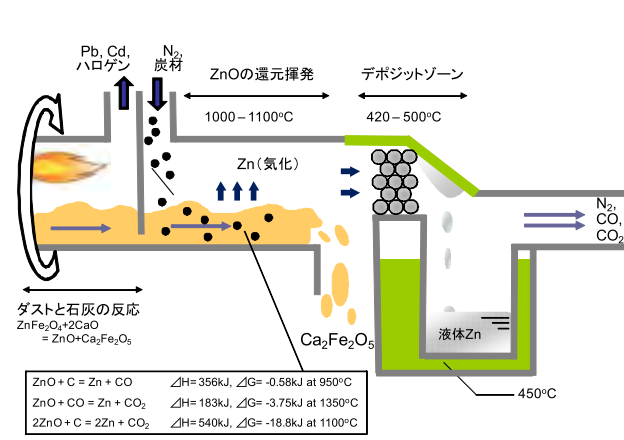


Fig. Liquid zinc production system from EAF dust

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ることが判明した。現在は、この生成物に炭材を混合して約1000℃に加熱し、凝縮ゾーンにて発生蒸気から金属亜鉛回収を試みている。もし液体としてデポジットさせることができるならば、最終的に金属亜鉛インゴットとして回収できる可能性がある。

ドロスメイキングテクノロジー

アルミニウムのリサイクル(溶解)時に不可避に発生するドロスは、主成分である酸化アルミニウム (Al₂O₃) の他にアンモニアガス発生の原因となる窒化物 (AlN) を含んでいることから、前処理を必要とした後に管理型埋め立て処理されている。

しかしながら、一方でAlNはアンモニアの原料として捉えることができる。すなわちAlの溶解条件次第では、AlN含有率の高いドロスをアンモニア資源として回収可能である。これまで除去の対象であったAlNを積極的に合成する逆転の発想から、本研究では、Al溶解炉内のN₂ガス分圧を上げ、従来ドロスの主成分である酸化アルミニウム (Al₂O₃) の発生を抑制し、AlNが主成分となるドロスの合成に取り組んでいる。合成したドロスをアルカリ水溶液で加水分解反応させることで、AlN由来の「アンモニア」、ドロス回収時に混入するメタルAl由来の「水素」、水溶液から析出する「水酸化アルミニウム (Al(OH)₃)」を製造できる。さらに、酸化アルミニウムの減少により埋め立て処理量を大幅に削減できるため、埋め立て処理場枯渇抑制など環境負荷の低減が大いに期待できる。(右図: アルミニウムのリサイクルを中心とした水素・アンモニア・水酸化アルミニウム製造システム)

現在進行中のその他の課題

- 鉄鋼材合金元素フローを反映したWIO-MFAモデルの開発
- 新エネルギーとしての家畜系バイオマスの利用
- 石灰灰からの環境規制物質溶出防止技術の開発、
- 製鋼スラグの再生及び発生量極小化プロセスの開発
- リンのマテリアルフロー分析

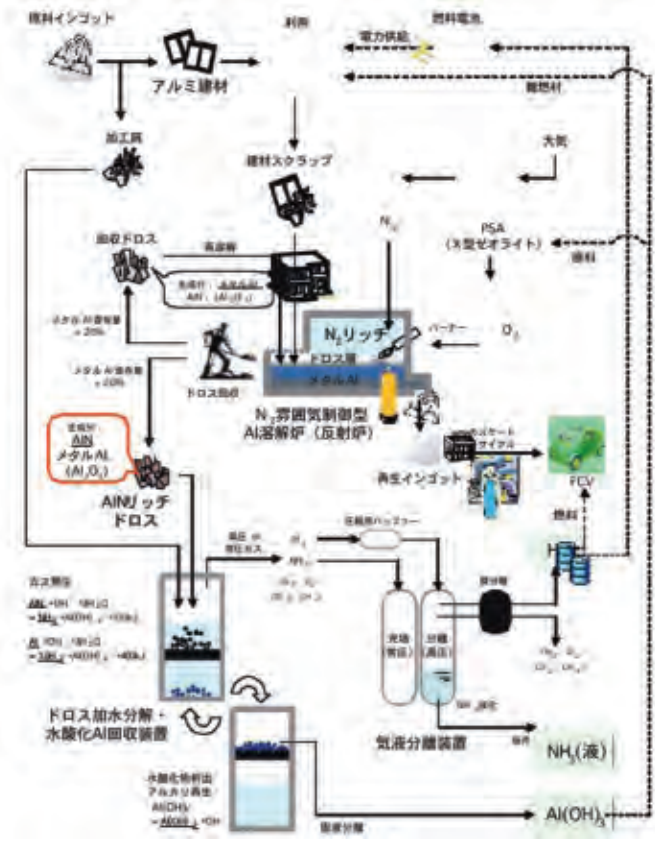


Fig. H₂, NH₃ and Al(OH)₃ production system from dross

特筆すべき業績

- 松八重一代准教授、長坂徹也教授らが日本鉄鋼協会澤村論文賞を受賞いたしました。(2009年3月)
- 入江章太君(M2)らが9th International Conference on ECOMATERIALSにてBest Poster Awardを受賞いたしました。(2009年11月)
- 平木岳人助教らが廃棄物資源循環学会東北支部第2回研究発表会にて優秀講演賞を受賞いたしました。(2009年11月)