

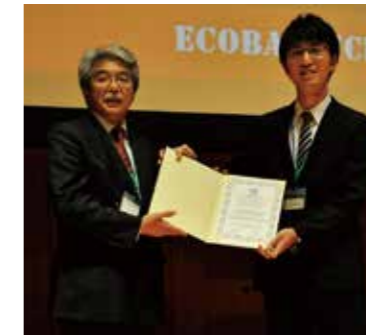
持続可能な物質循環を目指した環境経済工学研究

Ecomaterial design and process engineering toward sustainable material cycle

教授 長坂 徹也
Professor
Tetsuya Nagasaka



准教授
松八重 一代
Associate Professor
Kazuyo Matsubae



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".

電気炉におけるダスト吹き込み技術の開発

電気炉製鋼法は鉄鋼スクラップのリサイクルルートとして不可欠なプロセスである。しかしながら、この電炉製鋼過程においては、EAF ダストと呼ばれる微粒子物質が電炉鋼1トンあたり10～20kg生成する。日本国内における電気炉鋼生産量は年間約3000万トンであるため、国内だけでも年間約50万トンものEAF ダストが発生していると推計される。EAF ダストは亜鉛鉱石より多くの亜鉛を含んでおり、亜鉛の唯一のリサイクルルートとして利用されているが、現状では、EAF ダストの処理プロセスは亜鉛の存在形態等の問題から非効率的なものとなっている。そこで、EAF ダストを資源として利用するために、ダストが発生する段階で、何らかの操作を加えることを検討した。本研究では、電炉製鋼過程において、EAF ダストを炉内に吹き込むことで、亜鉛濃度が高いダストを得るとともに、中間処理へ送るダスト量を減らすという、ダスト吹き込み技術の開発を行った。(図1)

ELV スクラップに随伴する合金元素フロー解析

鉄鋼生産では様々な合金元素が用いられており、特に国家備蓄対象7鋼種の国内需要のうち、約85%が特殊鋼材の生産に用いられている。これらの鋼材が組み込まれた製品は寿命を迎えると、スクラップとして電気炉に投入され、再び鉄鋼生産プロセスに戻ってくる。しかし、この鉄スクラップ利用から、スクラップに随伴する合金元素の散逸、もしくは意図しない混入が懸念される。したがって、レアメタル資源の持続的な管理やコンタミソースの観点からも、鉄鋼製品に随伴する合金元素の把握や適切な処理を行うことが重要となる。本研究は国内における特殊鋼材使用量の約55%を占めている、廃自動車(End of Life Vehicle; ELV)由来の鉄スクラップに着目し、随伴する合金元素量の推計や、合金元素の有効利用に向けたシステムの提案を目的としている。ワゴンタイプの軽自動車(1996年式)をサンプルとして精緻解体を行い、解体した各部品に随伴する合金元素量をハンドヘルド蛍光X線分析計により分析した。また、合金元素の中でも特にCr, Mn, Niに着目し、



図1 電気炉におけるダスト吹き込み技術

電気炉プロセスで再資源化される解体ガラ、排気処理装置、足回り部品の鉄スクラップ中合金元素量の推計を行った。図2に、サンプルの3部品に随伴する合金元素量を示す。随伴合金元素量を見ると、Crは0.13%、Mnは0.19%、Niは0.004%しか随伴していないことがわかった。また各合金元素量を見ると、Crの流入源は排気処理装置において使用されているステンレス鋼、Mnはボディの構造骨格部品や足回り部品であることがわかった。

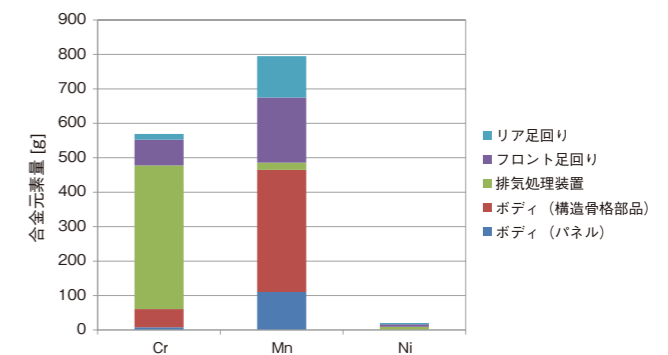


図2 自動車スクラップに随伴する合金元素量

農作物消費に伴うリン資源の国際フロー解析

リンは、植物の生長に欠かすことのできない元素であり、主に農業分野で肥料として用いられている。また、農業分野での利用量に比べると少量であるが、工業分野でも幅広く利用されている元素である。将来的にリン資源は、世界的な人口増加による食料の増産とバイオ燃料の需要の増加により、その需要が増加していくことは確実であるといわれている。

リン資源の現状に着目してみると、リン鉱石の耐用年数(埋蔵量/採掘量)は50～150年程度であるといわれている。その主な産出国は、中国、アメリカ、モロッコ、ロシアなどであり、その四か国で世界のリン鉱石産出量の七割以上を占めていることから、リン資源の一部地域への偏在性がわかる。近年ではリンの戦略資源化による価格の高騰や産出国による囲い込みが見受けられ、リン資源の持続的で安定な供給への関心が世界的に高まっている。

このような背景から、本研究では以下の二つのことを目的としている。一つ目は、主に食料分野に着目した商品の消費に伴い消費されるリン量(直接消費量)、商品の生産のために投入され、生産国で歩留り落ちしているリン量(間接消費量)

をそれぞれ推計し、それをもとに各商品のバーチャルリン(直接消費量+間接消費量)を算出する。バーチャルリンは各商品のリン資源への依存度を示す指標となる。(図3)

二つ目は、バーチャルリンの算出結果とGLIO(Global Link Input-Output)モデルを結合させた分析を行う。GLIOモデルとは日本の産業連関表と貿易統計を結合させることで産業連関分析を海外のサプライチェーンも考慮して行うことができる手法である。最終的に、各国間におけるリンの物質フロー分析、各国のバーチャルリン消費量の算出、リン資源の消費に関するシナリオ分析などの結果から、リンの安定的な利用に関する考察を行った。

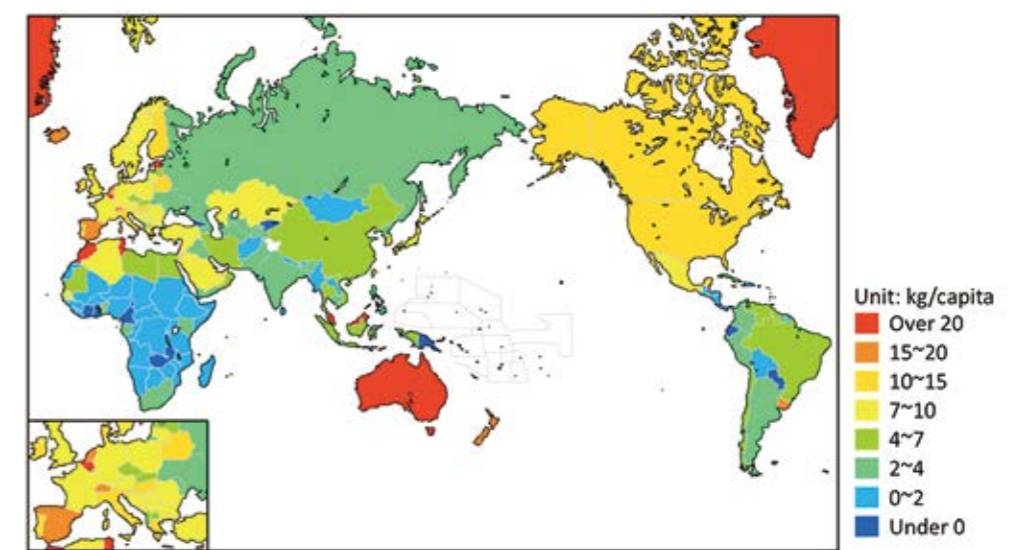


図3 各国の一人当たりバーチャルリン消費量