

サプライチェーンを通じた資源利用と関連するリスクの可視化

Resource logistic approach to visualize supply chain risks behind resource use



教授 松八重 一代
Professor
Kazuyo Matsubae

新興国の人口増大ならびに経済成長に伴う鉱物資源需要、先進国におけるグリーンエコノミーを実現するための革新技術を支える希少資源需要はそれぞれ増大傾向にある。世界有数のレアメタル消費国である我が国は、消費・生産活動を支える多くの一次資源の調達を海外に依存している。資源供給の上流における様々な地政学的リスクは経済活動に対してしばしば大きな影響をもたらすことは知られているものの、サプライチェーンを通じた資源の流れの定量化、関連するリスクの可視化は、リスク情報の抽出方法が未確立であること、マテリアルフロー情報が不足していること等々、課題が多いのが現状である。本研究分野では、これらの課題を解決し、資源利用に関わるサプライチェーンリスク情報を集約的・戦略的に管理する基盤構築を目指す。

With the increased global concerns about resources and environmental constraints in recent years, the role of mining, as a constituent of social responsibility associated with resource extraction and usage, is becoming increasingly important in science, technology, and innovation policy. Under increasing public and shareholders' concerns of social and environmental sustainability, the fabrication industries require careful attention owing to their own risks related to the resources and materials that are used in their products and services. The material flow analysis (MFA) tool and input-output technique provide useful perspectives and valuable evidence for avoiding or minimizing the social and environmental risks related to the demand of resources. We analyzed the risk-weighted flow by combining the resource logistics database and Input Output model. The estimated results shed light on how resource logistics prepare policy makers and R&D engineers to confront the risks behind resource usage and how the information should be shared among stakeholders.

製造産業をふくめた反応性窒素フロー分析および産業連関分析

窒素は肥料として食料生産量の増加に大きく貢献するだけでなく、身の回りのあらゆるモノに含まれている。窒素を含む物質(窒素化合物)は私たちの生活に大きな恩恵をもたらす半面、大気中の窒素を利用しやすい形態(反応性窒素)に変えるためには大量のエネルギーを消費する。また硝酸やアンモニア、窒素酸化物の形で環境に排出されれば、大気や水質を汚染する。反応性窒素の生産から環境排出までの流れや需要の変化を追うことは、供給量のコントロールによる反応性窒素製造におけるエネルギー消費の削減や、将来的に環境に排出されるであろう反応性窒素のポテンシャルを考えるうえで重要である。本年度は日本における産業を含めた反応性窒素のマテリアルフロー分析および産業連関分析を行った (Fig.1-2)。

[受賞] 片桐究、溝口修史、松八重一代、長坂徹也、
日本 LCA 学会論文賞 (日本 LCA 学会) 2020 年 3 月 10 日

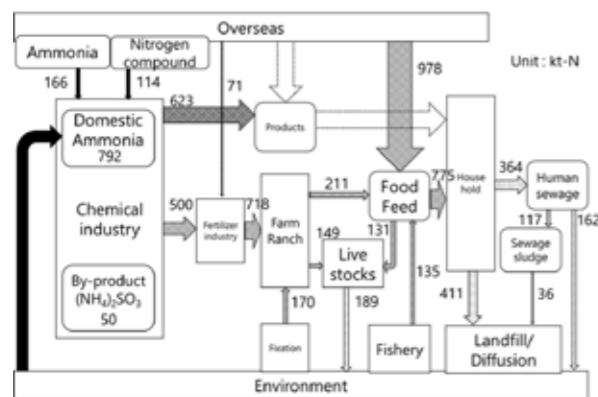


Fig.1 Reactive nitrogen flow map in Japan (2011)

Material flow analysis and IO analysis of reactive nitrogen

Nitrogen is an essential element for food production, and nitrogen compounds significantly benefit our everyday lives. However, the process of fixing nitrogen into reactive nitrogen consumes a significant amount of energy. Furthermore, emissions such as nitric acid, ammonia, and nitrogen oxide pollute the atmosphere and hydrosphere. Given these factors, evaluating the flow of reactive nitrogen from production processes and identifying the reactive nitrogen demand created by industrial activities are essential to improving the management of nitrogen related environmental issues. We conducted a reactive nitrogen flow analysis of the Japanese economy and an input-output analysis of reactive nitrogen in Japanese industries. (Figs.1-2).

[Award]
K. Katagiri, M. Mizoguchi, K. Matsubae, T. Nagasaka, The ILCAJ Best Paper Award, (ILCJA) 10 Mar. 2020

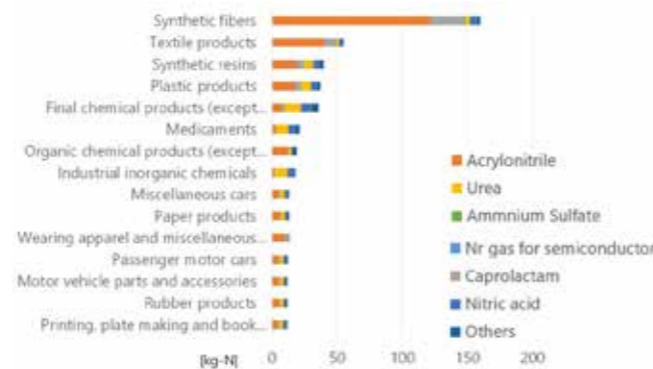


Fig.2 Top 10 industries with NH₃ originated Nr derived by final demand in manufacturing industry



Imoni BBQ party

日本におけるエンジン用鋼材の動的マテリアルフロー分析

自動車用エンジンには鋼材やアルミ等の金属、シリンダーヘッド・ブロック、クランクシャフト、バルブなどの有用部品が多く含まれており、現代社会において良くリユース・リサイクルされる製品の代表である。一方、従来の素材リサイクルでは、熱力学的な制約で物質や製品機能の損失は不可避である。対して、リユースやリマニュファクチャリング、リペア、リファービッシュなどの促進は、製品寿命を延長することで、物質や機能の保持に有効な手段であると考えられている。本研究では、エンジンに含まれる鋼材に着目し、リサイクルと比較したリユース・リマニュファクチャリングの導入による資源循環経路の経時変化の解析、または物質・機能の損失回避効果の定量化を実施した。分析結果に基づき、現実の産業構造に基づく物質フローと整合を取りつつ、実行可能な選択肢の中からこれら手段の最適な組み合わせと優先順位を定めることが可能となった (Fig.3)。

[受賞] 張政陽 (博士後期課程 3 年) 優秀ポスター発表、
第 1 回環境科学討論会、2019 年 6 月 28 日 (Fig.4)

インドネシアにおける石炭鉱山の土地修復活動のインベントリ分析

土地修復活動は鉱山採掘を行った後、閉山前の環境回復を目的として行われるものであり、責任ある資源調達を拡大する上でますます重要な活動となってきている。ここでは、インドネシアにおける石炭鉱山を事例としたインベントリ分析を行った。分析の結果、土地修復には費用がかかるが、その後修復される森林が吸収する二酸化炭素を市場価格に換算すると、そのコストに対して 2.5 倍の便益があることも明らかになった。

[学会発表] Imam Eko Setiawan and Kazuyo Matsubae,
ISIE 2019, Tsinghua University, 8-11, July, 2019 (Fig.5)

Dynamic material flow analysis of the steel cycle in engines in Japan

Automobile engines are made of a variety of metals such as steel and aluminum, and they include many useful parts such as cylinder blocks, crank shafts, and valves. When they reach the end of their service lives, these parts are often reused, and the metals are recycled as secondary materials. However, the engine's original materials and functions are still inevitably lost during conventional material recycling processes due largely to the principles of thermodynamic restrictions. In contrast, direct reuse, remanufacturing, repair, and refurbishment approaches that are focused more on extending product lifetimes could help reduce these material and functional losses. In this study, we focused on steel used in engines to identify major changes in the material flow in Japan over time by comparing engine recycling with reuse and remanufacturing and quantifying the impacts of reuse and remanufacturing on material and functional loss reduction. Our outcomes help to create the best combination of individual approaches from feasible options consistent with the materials flow based on the actual industrial structure (Fig.3).

[Award]
Zhengyang Zhang (D3) Best Poster Award, 1st Academic Forum on environmental studies, 28 Jun. 2019 (Fig.4)

Inventory analysis of land rehabilitation at a coal mining site in Indonesia

Mining reclamation and rehabilitation activities, as part of mining operations, commonly progress through an excavation or production stage that lasts throughout the mine's lifetime, even after the mine is closed and decommissioned. Our study examined the process of reclamation and rehabilitation through a case study on primary coal mining in Indonesia. We found that the benefits of rehabilitation activities were roughly 2.5 times the mine's emission costs.

[Poster presentation]
Imam Eko Setiawan and Kazuyo Matsubae, ISIE 2019, Beijing, 8-11 July 2019 (Fig.5)

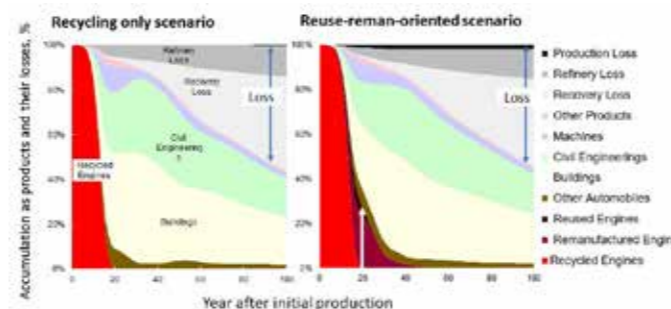


Fig.3 Transition in the composition of the stocks of steel



Fig.4 Best poster award (Zhengyang Zhang (D3))

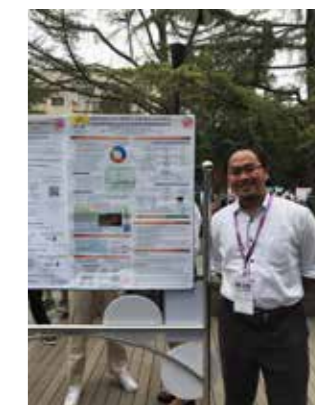


Fig.5 Poster presentation in ISIE2019 at Tsinghua University, China (Imam Eko Setiawan (M2))