

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 a global link input-output (GLIO) 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.

食料消費を通じて生じる窒素・リンの環境負荷

食料生産には、私たちの口に入るよりはるかに多くの窒素・リンが肥料投入されている。しかし、大気中の窒素を肥料として使うためには、基本的には多量のエネルギーを使ってアンモニア合成をする必要がある。リン肥料の一次資源であるリン鉱石は世界の限られた地域でしか採れず、一次資源の全量を輸入に頼っている日本にとっては、供給リスクがある。また、硝酸やアンモニア、窒素酸化物などの窒素化合物は大気や水質を、リンは水質を汚染する。世界人口と畜産物需要は増加傾向にあるため、このような窒素・リンによる環境負荷の増大が懸念されている。フットプリント指標は、需要を満たすために製品などのライフサイクル全体を通じて発生するこのような環境負荷を測るものである。本年度は、日本、中国、インド対象に、食料消費に関する窒素・リンのフットプリントを評価した (Fig.1-2)。

Environmental load of nitrogen and phosphorus generated through food consumption

Food production requires much more nitrogen and phosphorus fertilizer input than what enters our mouths. However, in order to use nitrogen in the atmosphere as fertilizer, basically it is necessary to synthesize ammonia using a lot of energy. Phosphorous ore, the primary resource of phosphorus fertilizer, can only be obtained in limited areas of the world, and there is a supply risk for Japan, which relies on imports for all of its primary resources. In addition, nitrogen compounds such as nitric acid, ammonia, and nitrogen oxides pollute air and water quality, and phosphorus contaminates water quality. As the world population and the demand for livestock products increase, there is concern that such environmental impacts of nitrogen and phosphorus will increase. Footprint indicators measure such human pressure to meet demand on the environment throughout the life cycle of products, etc. In this fiscal year, we evaluated the nitrogen and phosphorus footprint of food consumption for Japan, China, and India (Figs.1-2).

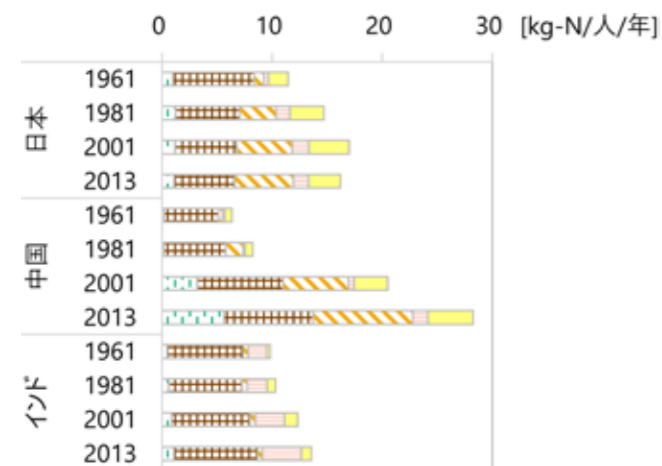


Fig.1 Annual per capita food nitrogen footprints of Japan, China, and India (kg N/capita/year).



Fig.2 Annual per capita food phosphorus footprints of Japan, China, and India (kg P/capita/year).



助教 種田 あずさ
Assistant Professor
Azusa Oita

マテリアルフロー分析 (MFA) を用いた鉄鋼資源循環に伴う合金フロー解析

自動車は鉄鋼材やアルミ等の金属、エンジン、トランスミッション、サスペンションなどの有用部品が多く使用されていることから、使用済自動車及びその有用部品は中古部品として輸出・リユースされたり、素材としてリサイクルされてきた。昨今、欧州の Circular Economy 戦略における資源効率の向上に関する議論が進む中で、リユースの促進、リマニュファクチャリング、アップグレードなどによる製品寿命の延長、そしてリサイクルによる素材回収の最大化という多様な物質循環構築の重要性が再認識されている。従来の素材リサイクルでは、熱力学的な制約で物質の拡散・散逸が不可避である。これに対して、リユースにより製品寿命を伸ばすことは、物質散逸の回避、廃棄物の削減、天然資源・エネルギーの節約に寄与し、加えて、製品や部材に付与された機能を維持して再利用できると期待される。

本研究では、自動車のエンジンに着目し、エンジンに使われる特殊鋼及びその合金元素の散逸量・散逸経路を明らかにするとともに、部品リユースによる物質の散逸量削減への効果、さらにエンジンとして使い続ける可能性を議論することを目的としている。

分析に際して、廃棄物産業連関分析 (WIO) に基づく動態的 MFA モデル (MaTrace モデル) を応用し、連続的なリサイクルループにおいて、時間の経過に伴う複数の製品における物質の遷移と組成を可視化した (Fig.3)。

【受賞】
張政陽 (博士後期課程 2 年) Best Student Oral Presentation Award, Sino-Japan Symposium for Industrial Ecology, 2018 年 11 月 30 日 (Fig.4)

Material flow analysis (MFA) on alloying elements in steel

The automobile is made of a wide variety of metals such as steel and aluminum and many useful parts such as engine and chassis. When an automobile reaches the end of its service life, these parts are often reused as spare parts, and the metals that make up an automobile are recovered and recycled to high levels. Nowadays, as discussions on improving resource efficiency are one of the staple focuses of the circular economy strategies in the EU, the importance of creating systems to increase the diversified circulation of materials across multiple levels of modern products has been gaining more recognition. Such needs call for promoting direct reuse; extending products' service lives through better quality of repair, remanufacturing, and upgrades; and recycling materials. However, materials are still inevitably diffused and lost during conventional material recycling due greatly to the principals of thermodynamic restrictions. In contrast, it is expected that extending product lifespans through strategies that are focused more on reuse could help avoid material dissipation and waste generation and could save natural resources and energy and preserve the functions originally given to the parts and their components.

In this study, we focus on automobile engines and consider the impact of their reuse by quantifying the loss of alloying elements in engines being recycled in Japan and by estimating the impacts of reuse on material loss reduction and product life extension. To achieve this, we applied the MaTrace model, which is an input-output analysis-based model for dynamic MFA, to visualize the transition in the composition of the stock of materials among products over time during successive rounds of recycling (Fig.3).

[Award]
Zhengyang Zhang (D2), Best Student Oral Presentation Award, Sino-Japan Symposium for Industrial Ecology, 30 Nov. 2018 (Fig.4)

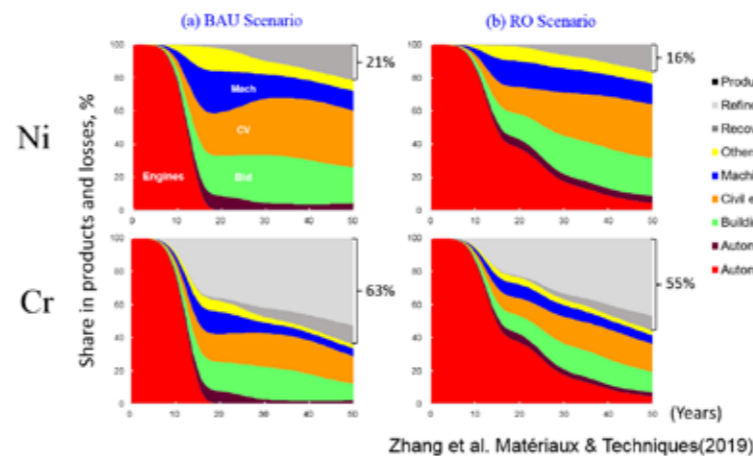


Fig.3 Transition in the composition of the stocks and losses of Ni, Cr in 50 years



Fig.4 Awarded Presentation at Sino-Japan Symposium for Industrial Ecology, Xiamen, China