

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和元年6月24日現在

機関番号：82111

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K16231

研究課題名（和文）双対平坦理論を用いたレアメタル安定供給のための国際資源ネットワーク分析

研究課題名（英文）Trade network analysis in a dually flat space

研究代表者

森岡 涼子（Morioka, Ryoko）

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・農業情報研究センター・主任研究員

研究者番号：90415323

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：過去の国際貿易データをもとに2100年までの世界各国の貿易シナリオデータを構築した。推定貿易データをもとに金属資源別に元素含有量に換算し、各金属の各産出国における採掘量についても予測した。金属の加工度により、温暖化対策シナリオのレベルに応じて経年需要の増加傾向が異なっていた。また少数の産出国に依存している資源は、主要産出国の交代があり、それに伴い日本の貿易相手国も変化することが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

温暖化対策と両立した金属資源利用を実現していくためには各国の動態のみならず、諸外国からの貿易を通じた需要誘発も考慮して将来を見通すことが重要である。本研究では、埋蔵量の限られる金属資源を対象に2100年までの採掘量および貿易量の推定を行った。一部金属資源について予約埋蔵量を超えることが見込まれる年代があり、今後需要が増える鉱石がある一方で対照的に需要が減る派生加工製品があることが示唆された。国際資源循環の結果、特定資源が滞留する地域については、リサイクル技術および資源の水平利用推進の政策が必要であり、温暖化対策と両立する資源循環の在り方を議論する上で本研究の予測結果は有用であると考えられる。

研究成果の概要（英文）：We demonstrated international trade scenarios until 2100 based on past trade statistics. We also calculated mining volume of each producing country based on the metal-content transaction data. Depending on the degree of metal processing, the predicted results showed that the demand trend are different among the level of global warming countermeasure. The results implied the change of Japanese trade partners related to the change of major producing countries in the case of the resources depending on a small number of producing countries.

研究分野：ネットワークモデリング

キーワード：国際貿易 地球温暖化 金属資源

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

近年需要が増しており、今後も高い需要が見込まれる金属資源は、少数の産出国により生産されており、産出国の状況が消費国経済に大きな影響を与える状況にある。金属資源の利用と国際貿易を通じる環境・社会問題との関係は不可分であり、生産国と消費国に介在する金属資源の貿易構造の現況を洞察し、資源貿易の将来変化を見通すことは環境・社会問題の低減に緊要な研究課題である。既存の研究が貿易構造をモデル化する上で見落としてきた最も本質的な問題は、国際貿易には各国の輸入量、輸出量の大きさ(金額や物量)とは独立に、実は各国間の貿易関係を規定している骨格的構造の存在に気づいていないことである。

### 2. 研究の目的

上記の問題を克服する新しい資源貿易構造モデルの開発を行うことを目的とする

### 3. 研究の方法

資源貿易を国・地域をノードとし貿易量をエッジと認識し、その構造をネットワークとして捉えることを始点とし、双対平坦構造に基づく手法を用いて貿易量に依存しないネットワークの骨格的構造を検出する。そして検出した骨格的構造の時系列変化に着目し、骨格的構造自身をモデル化した複合的推計法を提示する。対象とする資源は、新エネルギー技術に不可欠なコバルト、ネオジウム、プラチナを対象とし、エッジとなる貿易量には物量ベース(金属の重量)で推計した1995年から2010年までのデータを用いる。

### 4. 研究成果

個々の品目や特定の資源についての将来推計結果は公開されているが、貿易構造についての将来推計は例がなかった。従来着目されてこなかった貿易ネットワークの骨格構造の変遷とそれに基づくレアメタルの貿易構造の将来像を提示した。貿易を通じた環境・社会問題の管理を科学的に支援することが期待される。

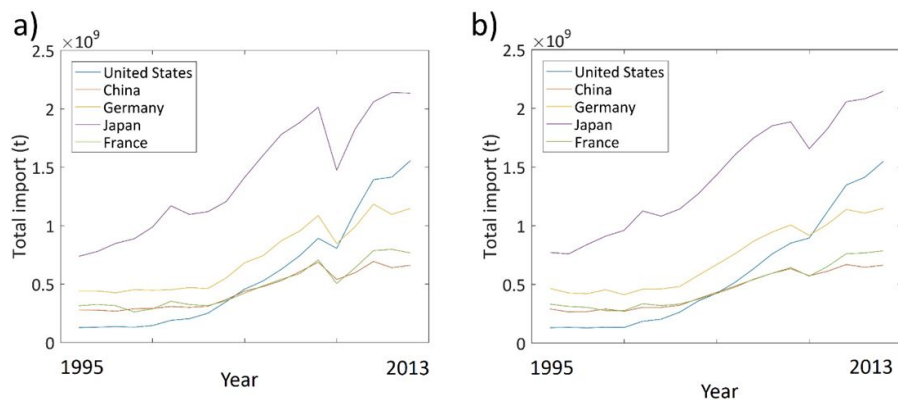


図1：過去の貿易データの再現例：主要国の輸入量の推定結果

#### 貿易物量データに対する予測モデルの構築

過去データを近似する予測モデルを構築した。図1に国際貿易における5つの主要国の輸入量に対する過去データ再現性を示した。図1 a)は実際の過去データ、図1 b)は推定値である。時間遷移の傾向は取り出しつつ過学習を避けた近似となっている。

#### 構築した予測モデルによる貿易量将来推計

5つの温暖化シナリオに基づき、将来の貿易量をすべての品目について推計した。図2は日本の貿易量の過去データおよび将来推計の結果を示す。世界人口動態が転換期を迎えるのに伴い、貿易量増加傾向も飽和してくることを示唆している。

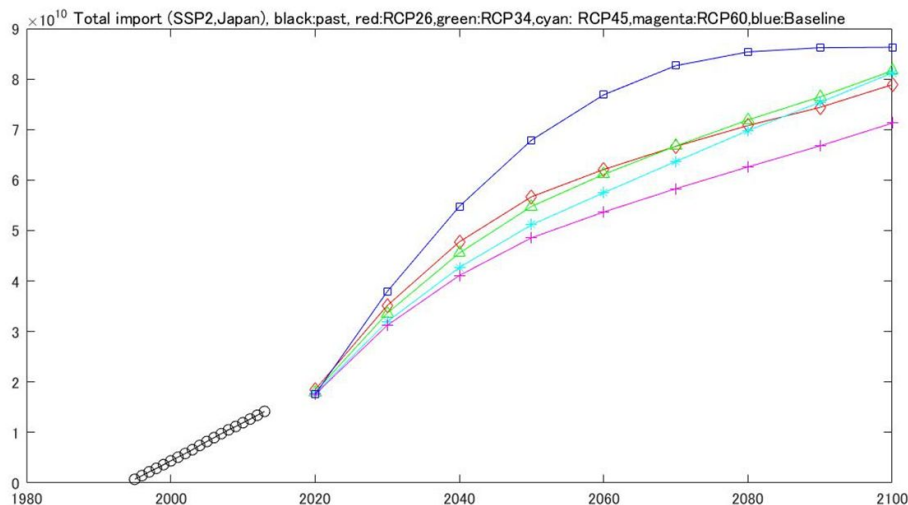


図2 日本の貿易量推定結果 (縦軸: 貿易量(t), 横軸: 年)

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)

Ryoko Morioka, Koji Tsuda, Keisuke Nansai, Role of linkage structures in supply chain for managing greenhouse gas emissions, *Journal of Economic Structures*, 7, 2018, pp.1-21(査読あり).

〔学会発表〕(計 6 件)

Ryoko Morioka, Koji Tsuda, Kenichi Nakajima, Keisuke Nansai, Regional estimates of direct material input and resource mobility based on RCPs, 第14回日本LCA学会研究発表会, 2019.

Ryoko Morioka, Koji Tsuda, Kenichi Nakajima, Keisuke Nansai, Mining and trade of metals until 2100 associated with greenhouse gas concentration scenarios, *Ecobalance 2018*, 2018.

森岡涼子、津田宏治、中島謙一、南斉規介, 温室効果ガス削減目標に準じた金属資源の国際貿易推計, 第13回日本LCA学会研究発表会, 2018.

Ryoko Morioka, Koji Tsuda, Kenichi Nakajima, Keisuke Nansai, Global resource flows in trade by future socio-economic scenarios, *4th International Conference on Final Sinks*, 2017.

森岡涼子、津田宏治、中島謙一、南斉規介, 低炭素社会シナリオに応じた国際資源フローの将来推計手法の開発, 第12回日本LCA学会研究発表会, 2017

Ryoko Morioka, Koji Tsuda, Kenichi Nakajima, Keisuke Nansai, Prediction of international trade statistics based on GDP scenarios, *Ecobalance 2016*, 2016.

〔図書〕(計 1 件)

Ryoko Morioka, Yumiko Motomura, Reiko Gotoh, Koji Tsuda, Osamu Sudoh, Input-output analysis based on information-geometric decomposition from the perspectives of cyber physical system, *Information Technology and Social Evolution*, 2016, pp.1-17.

〔産業財産権〕  
出願状況（計 件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年：  
国内外の別：

取得状況（計 件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号（8桁）：

### (2) 研究協力者

研究協力者氏名：南齊 規介

ローマ字氏名：Nansai Keisuke

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。