

令和 4 年 6 月 19 日現在

機関番号：32402

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2021

課題番号：16K03648

研究課題名(和文) 多地域産業連関アプローチによる中国の主要貿易相手国が誘発する環境負荷の推計

研究課題名(英文) The role of major trading partners imports in the environmental loads inducement in China: a multi-regional input-output approach

研究代表者

筑井 麻紀子 (Tsukui, Makiko)

東京国際大学・商学部・教授

研究者番号：40275798

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：製造業中心の産業構造の中国で貿易相手国の需要を満たすために廃棄物排出が誘発されている状況を国別産業別に明らかにするため、既存の多地域産業連関表を中国の廃棄物排出・処理・リサイクルについて拡張し、CMRWIOT(China Multi-regional Waste Input-output Table)を推計した。多地域産業連関分析によれば、中国では2007年から2014年の間に廃棄物排出量が倍増し、特に鉱業、金属、エネルギー供給、化学産業での増加が著しい。排出の誘発には建設業の寄与が特に大きく、先進国の主要貿易国以外に、発展途上国を含む非常に多くの国々の誘発への寄与が明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の社会的意義は世界の製造業を支える中国が貿易を通して環境負荷の移転、特に廃棄物の排出を引き受けてきた現状を、多地域産業連関分析により、国別最終需要別環境負荷別に定量的に明らかにした点にある。また、中国の廃棄物の排出が、先進国のみならず広く多くの発展途上国からも誘発されている状況も明らかにできた。これによって中国の廃棄物問題は、中国国内での改善の取り組みと世界的な国際協力の双方が重要であることを示すことができた。学術的意義はこれらの成果を得るための中国の廃棄物排出・処理・リサイクルについて拡張した多地域産業連関表の推計方法の確立と推計が挙げられる。

研究成果の概要(英文)：We estimated the CMRWIOT (China Multi-regional Waste Input-output Table), an extension of the existing multi-regional input-output table (WIOT) for waste generation, treatment, and recycling in China. We have clarified that the final demand imports of China's trading partners, both developed countries and developing countries, induced significant amounts of waste in China, especially in mining, metals, energy supply, and chemical industries, using the CMRWIOT 2007 and 2014. The amount of waste generation in China doubled between 2007 and 2014, and the contribution of the final demand for the construction industry was particularly significant.

研究分野：環境経済学

キーワード：産業連関分析 環境経済学 廃棄物 中国 経済政策 計量経済学 地域間比較研究 国際貿易

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

(1) 中国の急激な経済成長は、深刻な環境問題を伴った。その主要な要因は、国内における固定資本形成と海外に対する輸出である。しかし、そうした環境問題の中で廃棄物に関連する研究、特に貿易相手国の消費者によって引き起こされる消費者責任の観点からなされた研究は少なかった。

(2) 申請者は、これまで産業連関分析により多地域間相互の影響を経済面・環境面で分析する研究を行っており、日中間については日本の最終需要が誘発する廃棄物量が5千万トンもの膨大な量であることを明らかにしていた。しかし、日本以外の中国の主要な貿易相手国の影響については明らかではなかった。こうした影響を明らかにするためには、多国間・多地域間の枠組みによるアプローチを用いた、経済面・環境面からの分析が必要であった。

### 2. 研究の目的

(1) 本研究の目的は、多地域・多国間廃棄物産業連関分析アプローチにより、消費者責任の観点から中国の主要貿易相手国が引き起こす廃棄物の誘発を定量的に明らかにすることである。そのために、中国の産業部門からの廃棄物の排出量・リサイクル量(再利用量)・最終処分対象量を推計し、既存の多地域産業連関表を廃棄物排出・処理・リサイクルについて拡張した、多地域廃棄物産業連関表 CMRWIOT(China Multi-regional Waste Input-output Table)の推計が第1の目的である。

(2) 第2の目的としては、推計した廃棄物産業連関表を用いて、多地域間廃棄物産業連関分析による中国主要貿易相手国の影響を分析し、中国の貿易対象国の最終需要が中国の経済にどのような影響を与え、それに付随して廃棄物排出量・最終処分対象量・GHG 排出量といった環境負荷がどのように誘発されているのかを明らかにする。また複数年の多地域廃棄物産業連関表を比較することにより、構造分解分析(Structural Decomposition Analysis)を行い、時系列的な構造変化の要因や変化を明らかにする。

### 3. 研究の方法

(1) CMRWIOT の 2014 年版の推計に適した表を選定するために、既存の多地域産業連関表(WIOD, OECD-ICIO, Eora, GTAP 等)を比較した。そして、中国環境統計年鑑、中国統計年鑑をはじめとする統計資料から、中国の産業部門別廃棄物排出量、リサイクル量を多地域産業連関表の部門について推計した。これらの統計資料はそれぞれ部門分類が異なるため、中国の産業部門別廃棄物排出量を多地域産業連関表の部門に合わせて按分する際には、中国の産業部門別生産額の比を用いた。また、貿易統計により中国に関する廃棄物資源流入量及び流出量の推計し、GHG 排出量については、3EID(Nansai et al., 2008, 2019)と Shan et al. (2018)を参照して推計した。これらの推計結果を用いて、中国主要貿易国を中心とした多地域間産業連関表を拡張し、財・サービス部門と廃棄物排出量・リサイクル量・最終処分対象量を付け加えた表を作成した。

(2) 2007 年日中廃棄物産業連関表(基盤研究(C)課題番号23510051「日本中国間の資源循環に注目した日中廃棄物産業連関分析」の研究プロジェクトで推計)のベース表を2007年経済産業省日中産業連関表から多地域産業連関表(WIOD)に置き換え、CMRWIOT の 2007 年版を推計した。

(3) 最終需要貿易を通じた中国への廃棄物排出の推計に当たっては多地域間廃棄物産業連関分析を採用し、CMRWIOT の 2007 年版と 2014 年版の比較については、構造分解分析を採用し、最終需要か技術変化かどちらがより中国の廃棄物排出に影響を与えたかを分析した。

### 4. 研究成果

本研究で得られた成果は大きく4つに分けられる。第1は、既存の多地域産業連関表(WIOD)を中国の廃棄物排出・処理・リサイクルについて拡張した CMRWIOT の 2007 年版と 2014 年版の推計、第2は CMRWIOT を用いた多地域産業連関分析による日中の貿易影響の推計(Tsukui et al., 2021)、第3は CMRWIOT の 2007 年版と 2014 年版を用いた構造分解分析、第4は中国におけるアスベストの採掘・使用・貿易の影響評価である。

(1) 国際産業連関表 WIOD をベース表に採用し、2007 年および 2014 年の CMRWIOT(China Multi-regional

Waste Input-output Table)の推計を行った。中国の廃棄物排出量は兩年の間に約2倍に増加し、2014年の中国の廃棄物処理対象量は約32億トンに上った。特に鉱業、金属、エネルギー供給、化学といった産業部門において著しく廃棄物排出量が増加していることが明らかになった。また、この推計を通して、中国の廃棄物統計が発展の余地があることが明らかになった。例えば、日本の統計から得られる産業廃棄物は26分類に分けることができるが、中国の場合、中国環境統計年鑑から得られる廃棄物分類は1種類のみであり、製造業部門に限られている。Tsukui et al. (2021)で日中の協力による中国の廃棄物統計の改善について提言を行った。

(2) CMRWIOTの2007年版と2014年版を用いて、中国の貿易相手国の最終需要がどのように中国における廃棄物排出を誘発しているかを明らかにした。まず、分析手法を確立するために、日中地域間廃棄物産業連関表を中国を中心とした多地域間廃棄物産業連関表に発展させるための研究(Tsukui and Kagatsume, 2017)を行った。次に、CMRWIOT 2014により多地域産業連関分析より、まず日本による廃棄物排出の誘発について明らかにした(Tsukui et al., 2021)。中国から日本への最終消費財の輸入は、中国で膨大な廃棄物発生を誘発する一方、日本での廃棄物誘発はごくわずかであった。中国から日本への最終需要財の輸出が中国にとって経済的に大きな利益をもたらすとしても、誘発される廃棄物発生に対処するための中国のコストは、輸出の価値を高めるには大きすぎると考えられる。

(3) 次に、中国の貿易相手国の最終需要による誘発効果を推計したところ、中国の廃棄物排出の約16%が貿易による誘発であることが明らかになった。特に建設業による廃棄物誘発が著しく、貿易相手国としては米国の最終需要が最も誘発に寄与しているものの、非常に多くの国々が誘発に起因している状況である。これらの研究成果により、世界の工場として製造業中心の産業構造を持つ中国が貿易相手国の需要を満たすために廃棄物排出が誘発されている現状が、国別産業別に明らかにしたものである。また、2007年と2014年のCMRWIOTを用いて構造分解分析を行った(Tsukui, 2022)。この研究成果については引き続き国際学会誌への論文投稿を目指す予定である。

(4) アスベストは工業原料として優れた性質を持つため、20世紀以降使用が急増したが、深刻な健康被害が指摘されるにつれ、1989年にはWHOから禁止の勧告が出されており、先進国を中心に多くの国々がアスベストの禁止・削減に取り組んでいる。しかし、中国はいまだにアスベストの採掘を続けており、アスベスト含有製品の生産・使用・貿易量も世界で上位を占めている。特に、アスベスト含有製品の生産のため多くのアスベストを輸入している点の特徴である。中国の鉱業は廃棄物排出量が最も多い産業部門の一つであり、本研究課題におけるCMRWIOTの鉱業部門の推計を通じて鉱業データを調べる中で、中国におけるアスベスト採掘に着目することができた。しかし、アスベストに着目した研究のためには、CMRWIOTのベース表としたWIODではカザフスタンのような他の主要なアスベスト生産国をカバーしていなかったため、OECDの国際産業連関表(OECD-ICIO)をベースに国別の鉱物アスベストとアスベスト含有製品のフローを推計し、2022年度からの基盤研究(C)22K05940の研究プロジェクトの基盤となる知見が得られた。また、推計に当たっては、アスベストやアスベスト含有製品の貿易取引について、松村敦子研究分担者の助言と協力を得た。

#### <引用文献>

Nansai, K., Moriguchi, Y., & Touno, S. (2008). Embodied Energy and Emission Intensity Data for Japan Using Input-Output Tables. Retrieved June 20, 2018, from <http://www.cger.nies.go.jp/publications/report/d031>.

Nansai, K., Moriguchi, Y., & Touno, S. (2019). Embodied Energy and Emission Intensity Data for Japan Using Input-Output Tables; Embodied environmental intensities on the producer's price basis for 2015. Retrieved November 22, 2019, from [https://www.cger.nies.go.jp/publications/report/d031/jpn/datafile/download/2015/2015IOT\\_excl\\_int.xlsx](https://www.cger.nies.go.jp/publications/report/d031/jpn/datafile/download/2015/2015IOT_excl_int.xlsx).

Shan, Y., Guan, D., Zheng, H., Ou, J., Li, Y., Meng, J., Mi, Z., Liu, Z., & Zhang, Q. (2018). Data Descriptor: China CO2 emission accounts 1997–2015, Scientific Data, Retrieved January 16, 2018, from <https://www.nature.com/articles/sdata2017201>.

その他は、「5. 主な発表論文等」に掲載。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Makiko Tsukui and Masaru Kagatsume	4. 巻 6
2. 論文標題 Repercussion effects of consumption by Chinese, Taiwanese, and Korean tourists in Kyoto: using a regional waste input-output approach	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Economic Structures	6. 最初と最後の頁 1-18
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s40008-017-0099-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Tsukui Makiko, Lin Chen, Ji Kaiyan, Lang Xiaoliang	4. 巻 -
2. 論文標題 The true cost of trade among neighbors: the role of Japanese imports in waste generation in China	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Economic Systems Research	6. 最初と最後の頁 1~24
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1080/09535314.2021.1971947	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計10件（うち招待講演 0件/うち国際学会 6件）

1. 発表者名 筑井麻紀子
2. 発表標題 先進国によるアスベスト採掘誘発の国際産業連関分析
3. 学会等名 第16回(2020年度)日本LCA学会研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 筑井麻紀子
2. 発表標題 アスベスト・フローと影響の把握に国際産業連関分析をどのように適用すべきか
3. 学会等名 環太平洋産業連関分析学会第30回(2019年度)全国大会 九州大学伊都キャンパス
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Makiko Tsukui
2. 発表標題 Mining Waste induced in China by its trading partners: a multi-regional input-output approach
3. 学会等名 The 13th EcoBalance 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Makiko Tsukui
2. 発表標題 Necessity of tracking international asbestos flows using input-output analysis
3. 学会等名 The 3rd International Conference on Economic Structures (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Makiko Tsukui
2. 発表標題 The waste footprint embodied in international trade between China and Japan: a multi-regional input-output approach
3. 学会等名 Pan-Pacific Association of Input-Output Studies The 28th Conference
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Makiko Tsukui and Chen Lin
2. 発表標題 Waste generation embodied in international trade between China and Japan : China-Japan WIO Analysis
3. 学会等名 24th International Input-Output Conference (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Makiko Tsukui, Shigemi Kagawa, Yasushi Kondo, Ryoji Hasegawa
2. 発表標題 The Economic and Environmental Effects of Consumption by East-Asian Tourists in Kyoto: a Multi-regional Waste Input-Output Approach
3. 学会等名 EcoBalance 2016 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Makiko Tsukui, Chen Lin
2. 発表標題 The landfill waste footprint embodied in international trade between China and Japan assessed by China-Japan interregional waste input-output analysis
3. 学会等名 27th PAPA10S 2016 Conference (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Makiko Tsukui
2. 発表標題 Measuring the waste footprint of China's trading partners: a multi-regional waste input-output approach
3. 学会等名 The 6th International Conference on Economic Structures in Hotel Plumm Yokohama, Kanagawa, Japan (国際学会) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 筑井麻紀子
2. 発表標題 日中貿易の波及効果をもたらす環境問題 日中廃棄物産業連関分析2007年-2014年
3. 学会等名 環太平洋産業連関分析学会 第32回(2021年度) 全国大会(中野サンプラザ)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担 者	松村 敦子  (Matsumura Atsuko)  (60209608)	東京国際大学・経済学部・教授    (32402)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------