

令和 5 年 6 月 27 日現在

機関番号：25405

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2022

課題番号：17K12859

研究課題名（和文）方向性を重視した国際産業クラスターの抽出

研究課題名（英文）Extracting the international industrial clusters with direction

研究代表者

岡本 隼輔 (OKAMOTO, Shunsuke)

尾道市立大学・経済情報学部・准教授

研究者番号：00756182

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、環境拡張型国際産業連関表を用いて、各産業の方向性を残したサプライチェーンネットワークを形成し、環境負荷集約的な国際産業クラスターの検出を行うことで、世界全体でのより低負荷な社会の実現に向けての環境協定や技術協力、R&D等を行う際の政策提言を行うことを目的とした。例えば、日本と台湾における国際貿易ネットワークのクラスター分析を通じて、「台湾の半導体産業」を中心に「日本の携帯電話産業」「日本の液晶素子産業」などが構成要素となり一つの集約的な産業クラスターを形成していることなどがわかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、社会で財・サービスが生産される際に投入される中間財の供給元が、地域や生産物において多様化・複雑化が進んできた現代社会において、産業のまとまりの中で中心的な役割を果たしている部分がどこなのかを明確にできる点で、特に貢献するものである。加えて、特定産業の製品に対する最終需要に起因して生じる複雑な国際サプライチェーンネットワークから排出集約的なクラスターを検出し、当クラスターに属する複数の国、産業を客観的に示すことは、より環境効率の優れた生産システムなどを含む今後の環境マネジメントシステムの構築に向けた実証的な分析から社会に貢献するものである。

研究成果の概要（英文）：This research aimed extracting environmentally-friendly industrial clusters from directed international supply-chain network graph which is made by environmental multi-regional Input-Output table. By extracting the clusters, this research aimed making policy proposal including environmental partnership agreement or R&D for the environmentally-friendly society. In the project, for instance, it is found that there is “semiconductor” industry in Taiwan as the central hub in an intensive cluster which consists of “cellular phones” or “Liquid crystal element” industries in Japan through the supply-chain network between Taiwan and Japan.

研究分野：環境経済学

キーワード：産業クラスター分析 国際貿易 産業連関表 サプライチェーン ネットワーク分析

1. 研究開始当初の背景

過剰な温室効果ガス排出量の削減に関して世界的な問題として取り組むべきものされて久しい。日本国内においても、生産技術の改善による排出量の低減が、国内の経済規模拡大による排出量の増加を一定量相殺するほどにまで低炭素社会に向けた動きがあったことが示されている（ ）。国内でなく世界に目を向けた分析によると、各国の産業構造の変化により世界の CO2 排出量が先進国と途上国の間で大きく異なってきたことも示されている（ ）。こうした排出量の国際的な動きの背景には様々な要因が考えられる。一つは先進国が海外の低い労働費用を求めて工場を途上国に移転するような場合である。この過程により低炭素負荷な生産技術が途上国に移転していくことになり、世界全体でより低炭素負荷な社会へと近づいていくことが期待される。このような過程は複数国間での R&D などで進展するとされており、国際間での環境協定の中に重要な項目として盛り込まれる。複数国間での取り組みをより良いものにするためのアプローチとして、近年、国際的な経済の流れを捉えた環境負荷に関する研究が多くなされている（ ）。これらの研究の中で、国際産業連関表を用いて各国間のサプライチェーンから CO2 排出集約的な産業クラスターを検出する分析も行われ、低炭素負荷な生産プロセスの開発や環境協定に関してどの国や産業が協力して取り組むと効率的なのかについて提言されている（ ）。

ここでの産業クラスターとは、全産業が属する集合において、相対的に高い相互依存関係がある産業から構成される部分集合である。協力する相手国、あるいは産業を特定できるという意味で、産業クラスター分析は非常に有意義であるが、既存の研究では方向性についての視点が欠落している。方向性とは、産業間の経済取引における需要側と供給側に関する方向性である。これが無視されていると、クラスター内での「輸出産業としての農林水産業」と「輸入産業としての農林水産業」との違いを取り扱うことができず、国際間環境協定や協力の下での R&D 等の議論を行う際に、各国の国際競争力や国策を進めている産業について触れられないまま進められることになる。そこで本研究は、世界産業連関表（WIOD,EORA,アジア国際産業連関表等）を用いて方向性を意識した産業クラスター分析を行い、国際間での環境協定や R&D の推進などを行う際に「どの国の」「どの産業が」互いに協力して取り組んでいくことが効率的なのか、について議論していくことが重要である。

2. 研究の目的

本研究は、環境拡張型国際産業連関表を用いて、各産業の方向性を残したサプライチェーンネットワークを作成し、CO2 排出集約的な国際産業クラスターの検出を行うことで、世界全体でのより低炭素負荷な社会の実現に向けての環境協定や技術協力、R&D 等を行う際の政策提言を行うことを目的とする。特定産業の製品に対する最終需要に起因して生じる複雑な国際サプライチェーンネットワークから排出集約的なクラスターを検出し、当クラスターに属する複数の国、産業を客観的に示すことで、より環境効率の優れた生産システムなどを含む今後の環境マネジメントシステムの構築に向けた実証的な分析から社会に貢献するものである。

3. 研究の方法

本研究では、国際産業連関表から得られる各国間、各産業間の経済取引データを基に国際サプライチェーンネットワークデータを構築し、各国の最終需要に誘発される直接間接的なCO₂排出量の推計を行うこととした。本研究で重要な点は、サプライチェーンネットワークデータを構築する際に方向性を残す作業である(図1)(図1において丸数字は各産業であり、産業をつなぐ線の値は産業間での取引額を示す)。線形代数学上の理由から、本来方向性が残っている産業連関表の産業間取引データから方向性を除き対称行列にして扱わなければならない。作成された隣接行列に対して、固有値分解法や非負行列因子分解法といったスペクトラルグラフ理論に基づくクラスター分析手法()により、国際サプライチェーンにおけるCO₂排出集約的な国際産業クラスターの抽出を行うこととした。

4. 研究成果

(1) 台湾と日本の貿易に焦点を当てた分析について

EORA と呼ばれる多地域産業連関表を用いて台湾と日本における産業間取引のデータからネットワークを作成し、集約的な産業クラスターの抽出を試みた。分析の結果概略図が図3である。例えば、日本と台湾における国際貿易ネットワークのクラスター分析を通じて、「台湾の半導体産業」を中心にして「日本の携帯電話産業」「日本の液晶素子産業」などが構成要素となり一つの集約的な産業クラスターを形成していることなどがわかった。本研究結果は、尾道市立大学と台湾嘉義大学との合同カンファレンスでの中間報告を通じて研究者から意見をもらい「産業間での中間取引を示す行列を用いて隣接行列を作成してしまうと、サプライチェーンにおいて中間財を供給している2つ上流の産業を分析対象から漏らしてしまう可能性があること」「1つの産業が複数のクラスターに所属できないこと」などが課題として挙げられた。

引用文献

Okamoto, S. (2013). Impacts of growth of a service economy on CO₂ emissions: Japan's case. *Journal of Economic Structures*, 2, 1-21.

Xu, Y., & Dietzenbacher, E. (2014). A structural decomposition analysis of the emissions embodied in trade. *Ecological Economics*, 101, 10-20.

Shironitta, K. (2016). Global structural changes and their implication for territorial CO₂ emissions. *Journal of Economic Structures*, 5, 1-18.

Nansai, K., Nakajima, K., Kagawa, S., Kondo, Y., Suh, S., Shigetomi, Y., & Oshita, Y. (2014). Global flows of critical metals necessary for low-carbon technologies: the case of neodymium, cobalt, and platinum. *Environmental science & technology*, 48(3), 1391-1400.

Moran, D., Kanemoto, K., Jiborn, M., Wood, R., Többen, J., & Seto, K. C. (2018). Carbon footprints of 13 000 cities. *Environmental Research Letters*, 13(6), 064041.

Kagawa, S., Okamoto, S., Suh, S., Kondo, Y., & Nansai, K. (2013). Finding environmentally important industry clusters: Multiway cut approach using nonnegative matrix factorization. *Social Networks*, 35(3), 423-438.

Kagawa, S., Suh, S., Kondo, Y., & Nansai, K. (2013). Identifying environmentally important supply chain clusters in the automobile industry. *Economic Systems Research*, 25(3), 265-286.

Okamoto, S. (2015). Analyzing instability of industrial clustering techniques. *Environmental Economics and Policy Studies*, 17, 389-406.

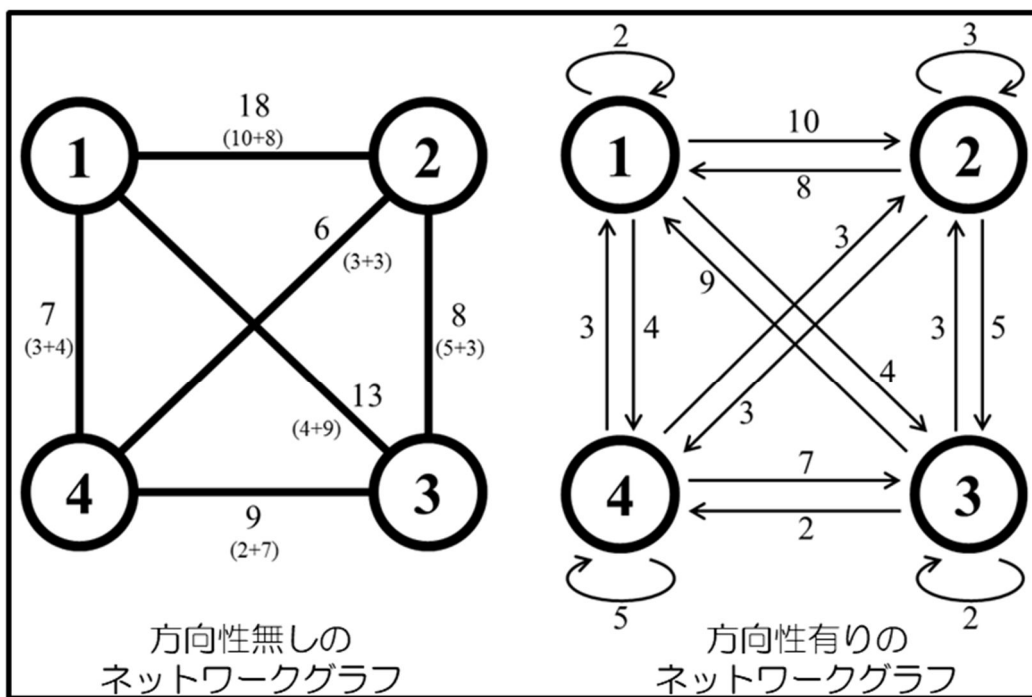


図1 サプライチェーンネットワークにおける方向性のイメージ

直接間接的なCO₂排出量に関するサプライチェーンネットワークデータの構築

$$\mathbf{B}^{j_r^*} = \text{diag}(\boldsymbol{\alpha})(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \mathbf{f}^{j_r^*}$$

$\mathbf{B}^{j_r^*}$: r 国の産業 j^* の最終需要に起因するライフサイクルCO₂排出行列

\mathbf{A} : (i, j) 要素が、 r 国の産業 i から s 国の産業 j への投入係数を示す投入係数行列

\mathbf{I} : 単位行列

$\boldsymbol{\alpha}$: 国別産業別CO₂排出係数ベクトル

$\mathbf{f}^{j_r^*}$: $(n(r-1) + j^*)$ 番目の要素に r 国の産業 j^* の最終需要が入ったベクトル

$\text{diag}()$: 行列の対角化

i, j : $i, j = 1:n$ (n : 産業部門の数)

r : $r = 1:R$ (R : 対象国の数)

方向性を残した隣接行列の作成

$$\tilde{\mathbf{B}}^{j_r^*} = \begin{bmatrix} \mathbf{0} & \mathbf{B}^{j_r^*} \\ \mathbf{B}^{j_r^* \prime} & \mathbf{0} \end{bmatrix}$$

$\tilde{\mathbf{B}}^{j_r^*}$: r 国の産業 j^* の最終需要に起因するライフサイクルCO₂排出行列

(供給産業と需要産業を区別)

$\mathbf{0}$: 全ての要素が0から成る行列

$()'$: 行列の転置

スペクトラルグラフ理論に基づいたクラスター分析によるCO₂集約的な産業クラスターの抽出

図2 国際サプライチェーンネットワークから方向性を意識した産業クラスター抽出の全体像

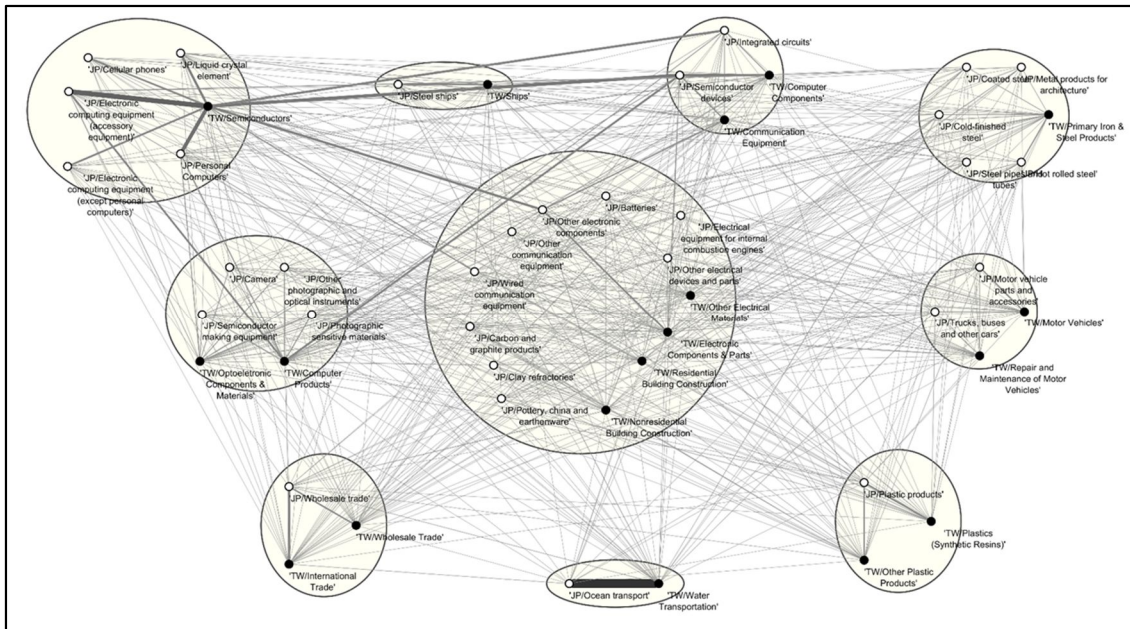


図3. 台湾と日本の貿易ネットワークから抽出した産業クラスター

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Kayoko Shironitta, Shunsuke Okamoto, Shigemi Kagawa	4. 巻 -
2. 論文標題 Cross-country analysis of relationship between material input structures and consumption-based CO2 emissions	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Environmental Economics and Policy Studies	6. 最初と最後の頁 1-22
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s10018-019-00241-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Hidemichi Fujii, Shunsuke Okamoto, Shigemi Kagawa, Shunsuke Managi	4. 巻 12(12)
2. 論文標題 Decomposition of toxicity emission changes on the demand and supply sides: empirical study of the US industrial sector	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Environmental Research Letters	6. 最初と最後の頁 1-12
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1088/issn.1748-9326	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

1. 著者名 Shunsuke Okamoto	4. 巻 17(3)
2. 論文標題 Industrial clusters extracted from the trade network between Taiwan and Japan	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 尾道市立大学経済情報論集	6. 最初と最後の頁 23-38
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.18899/kei.1703.03	査読の有無 無
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 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 岡本隼輔, 藤井秀道, 加河茂美
2. 発表標題 NAFTA圏内産業における化学物質排出量のクラスター分析
3. 学会等名 日本LCA学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡本隼輔, 藤井秀道, 加河茂美
2. 発表標題 MRIOを用いた毒性化学物質排出の純排出移転分析
3. 学会等名 環太平洋産業連関分析学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shunsuke Okamoto
2. 発表標題 Industrial clusters extracted from the trade network between Taiwan and Japan
3. 学会等名 OCU-NCYU Mini Conference on Economics and Management (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小野雄也, Alvin Christopher, 岡本隼輔, 伊坪徳宏, 沖大幹
2. 発表標題 多地域間産業連関表を用いた世界の生物多様性損失の推計
3. 学会等名 日本LCA学会
4. 発表年 2017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
---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------