

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 20 日現在

機関番号：82101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2015

課題番号：26780138

研究課題名(和文)新規ノンサーベイアプローチによる産業連関表の推定

研究課題名(英文)Simulation of input-output models by novel invertible decomposition approach

研究代表者

森岡 涼子(Morioka, Ryoko)

国立研究開発法人国立環境研究所・資源循環・廃棄物研究センター・研究員

研究者番号：90415323

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,900,000円

研究成果の概要(和文)：産業連関表に対する新たな分解法を提案し、負の値も対象とする拡張を行い、産業連関表と環境データを組み合わせた分析例を提示した。負の値も計算可能にしたことで産業連関表に対する構造分析の精度を上げることができた。日本の温室効果ガス排出量に関する環境データに提案法を適用し、時期を問わず排出量を増加させる方向に効果のあるパラメーターを抽出することができた。また、サプライチェーンの規模を保ったまま排出量減らすパスを提示した。

研究成果の概要(英文)：This study describes a structural decomposition analysis (SDA) of Japanese greenhouse gas (GHG) emissions from 1990-2005, focusing on four linkage structures in the Leontief inverse expressing supply chains. The developed RAS-invariant decomposition was applied to Japanese linked input-output tables for the periods in order to separate the effect of the Leontief inverse on emission changes into each effect of the total linkage, normalized backward linkage, normalized forward linkage and the kernel structure of each linkage. The results of the SDA confirmed that the normalized forward linkage and kernel structure contributed to the rise in GHG emissions, and that the normalized backward linkage constantly increased the emissions in the three five-year periods studied. Some sectors have robust linkage structures with consistently increasing or decreasing emissions, and described the importance of promoting growth in sectors with backward linkages leading to further emission mitigation.

研究分野：情報科学

キーワード：産業連関分析 構造分解分析 計量経済学

1. 研究開始当初の背景

産業連関分析は、分析法が国際的に普及しており、分析ソフトが行政機関や研究者によって公開されている。近年では、環境産業連関分析や生産体制の最適化問題にも用いられるようになり、大規模なデータ収集による公的統計の1つとして、重要性が増している。一方で、産業連関表作成のための財務データ収集は非常にコストが高いため、内生部門に関するデータ収集は5年に1度しか行われない。また、集計コストも高く、専門家が過去にさかのぼって修正を行う作業が数年を要し、その結果5年から8年の遅延をもって公表されている。ここ数年の間にリーマンショックや為替変動など大きな経済変動があり数年前の統計では分析が難しくなったため、産業連関表のリアルタイム性の低さを改善する試みが始まっている。

2. 研究の目的

本研究では、既存の産業連関表と他の統計やデータを組み合わせて、近年や将来の産業連関表の予測を行うための手法を開発する。これにより、産業連関表にリアルタイム性が付加されるとともに、すでに普及している分析法やソフトウェアを用いて将来の施策の経済効果の試算が可能となり、自治体などにおいて産業連関表がより有効に使われていくことにつながると期待できる。

3. 研究の方法

(1) 手法について

申請者がこれまでに開発した、1枚の産業連関表を対象とした情報幾何に基づく直交分解法を、産業連関表の時系列に対する構造分解法に拡張する。また、産業連関表における負の値も扱えるように改良する。

(2) 実問題への適用について

環境データと組み合わせた将来のIO表に関するシミュレーションを行う。日本の1990年から2005年までの接続産業連関表、温室効果ガス(GHG)排出量および環境負荷原単位を用いて、構造分解分析および将来の産業連関表の推定を行う。構造分解分析では、データの各5年間の排出量変化に対する環境原単位、レオンチェフ逆行列の行シェア・列シェア・要素和・構造、最終需要の平均効果を産出する。これにより、GHG排出を増加または減少させる効果のあるパラメータ、各パラメータの経年変化、およびGHG削減を目指した将来の産業連関表が得られる。

4. 研究成果

(1) 手法の改良

情報幾何の直交葉層化に基づく、産業連関表の直交分解法を拡張し、時系列の分解、および負の値にも対応した。負の値の含有率は現在数パーセントにとどまっており、負の値も計算に取り入れたことによる計算精度の向上は1~2桁となり、GHG排出量(単位:百万円)の構造分解において、小数点以下4桁の精度の達成につながった。

(2) 構造分解分析の精度向上

本研究で用いる直交分解法は、これまで産業連関表推定に用いられてきたRAS法に基づくものであり、行列をRAS法が変更する周辺と、RAS不変量に分解するものである。この分解法を産業連関表の構造分解分析に適用すると、内生部門や投入係数の微分に対応する項を独立な項に分解して正確に足し合わせることができるため、分析の精度を上げることができた。

(3) 日本の過去データに対する構造分解分析

構造分解分析によって得られた全体的な傾向

GHG排出量を、環境原単位、レオンチェフ逆行列の行シェア・列シェア・要素和・構造、最終需要の6つのパラメータの平均効果に分解した。行シェアと列シェアは、和を一定としてみたときの産業構成のシェアであり、1単位需要があったときに各期間の産業構成がGHG増加あるいは減少の方向に変化しているかをみている。したがって、行シェアは感応度の各部門の相対的な大きさに対応し、列シェアは影響度の各部門の相対的な大きさに対応する。1990年から1995年、および1995年から2000年の期間では、6つのパラメータの中で最終需要の効果が最も大きい。2000年から2005年の間では原単位の効果が最大であった。レオンチェフ逆行列の列シェアと最終需要はすべての期間で1より大きく、GHG排出量の増加方向へ寄与していた。レオンチェフ逆行列の要素和は、行および列のシェアが含む効果が、中間需要全体でどれだけ増幅されるかを表す。今回の分析データにおいては、すべての期間で1より小さく、列シェアやカーネル構造が増加傾向に傾いている影響の一部を常に吸収し、GHG排出量の減少方向へ寄与していた。

構造分解分析による期間ごとの傾向

上記以外のパラメータは期間によって寄与の方向が異なっていた。1990-1995年と1995-2000年を比較すると、GHG排出量は減少しているが、分解前のレオンチェフ逆行列の効果は増加傾向を示していた。さらに構成要素ごとにみると、行シェアとカーネル構造は減少傾向から増加傾向へ転じている。1995-2000年と2000-2005年を比較すると、

GHG 排出量も分解前のレオンチェフ逆行列の効果も減少傾向にある。しかし、サプライチェーンの構造は両期間において増加傾向にある。構造は1990年から2005年までの間に、減少傾向から増加傾向に転じて、GHG 排出量を増やす傾向をさらに強めている。これは、GHG 排出量はこの15年間に於いて減少傾向にあった一方で、構造はGHG 排出量を押し上げる方向に変わっていることを示唆する。1995-2000年の行シェアは、他の期間と異なり、増加傾向を示していた。シェアを高めた主な産業は、事業用発電、情報サービス、金融、移動電気通信、卸売り、電気通信（除移動電気通信）、自家発電であった。一方で、シェアを低めた主な産業は、石油製品、分類不明、その他の電子部品、不動産賃貸業、小売であった。

列シェアは全期間で増加傾向にあった。それぞれの期間で列シェアが増えた上位3セクターは、1990-1995年：液晶素子、合板、その他の輸送機械、1995-2000年：その他の船舶、武器、タービン、2000-2005年：インターネット付随サービス、自動車車体、分類不明であった。インターネット付随サービスと分類不明の部門以外は、炭素消費を必須とするセクターであり、これらの部門のシェア拡大がGHG 排出量増加傾向と関連している可能性がある。また、2000年から2005年までのGHG 排出量変化は1.0043倍と増加しているが、レオンチェフ逆行列の効果は、行シェア、列シェア、構造、要素和の効果を掛け合わせて0.9354となり、減少方向となっている。その内訳をみると、行シェアの減少方向への効果が0.9094と大きい。

構造分解分析において、レオンチェフ逆行列の効果は最終需要などに比べて小さいため、中間需要が着目される機会は少ないが、分解して分析すると、投入と産出の効果の違いがよく観察できる。産業連関分析において産業構造や経済波及効果を算出する際、内生部門についてはゴッシュ逆行列よりも、レオンチェフ逆行列が用いられることが多い。行シェアと列シェアは、増減方向への効果と、効果の大きさの両方について、期間による差があるため、行と列の両方の情報を落とさずに分析することで、レオンチェフ逆行列のみを用いた分析よりも、時期による生産活動の環境負荷の違いを明瞭にできる可能性がある。

GHG 排出量減少を実現する産業連関表の推定

カーネル構造は常にGHG 排出量を増やす方向に変化し続けていた。カーネル構造を変えてRAS法を適用することで、行和・列和を変えずに行列を変更することができる。これは、需要と供給を変えずに構造を変えるシミュレーションを可能にする。そこで、5年前のカーネル構造を用いてGHG 排出量を計算したとき、GHG 排出量がどのくらい削減されたかを計算した。1995,2000年については、

0.5%から1%程度の差となっているが、2005年には26%もの差を生んでいる。最終需要や内生部門計などの経済活動の規模を一切変えずに構造が変わっただけで、GHG 排出量の増加幅はかなり変化する可能性を示している。

レオンチェフ逆行列は投入係数に戻ることができるため、シミュレーションの結果は投入係数や取引額表に変換することができる。今の取引額表と、カーネル構造を置換して得られたレオンチェフ逆行列から作った取引額表を比較することにより、今の需要と供給を変えずに構造を変えることによるGHG 排出量減少を目指す、経済の在り方を検討することが可能である。今まで直接関連付けられていなかった、内生部門の各成分とGHG 排出量の関係が明らかになることで、最終需要を減らさずに環境に配慮する新しい仕組みを作っていくことができるだろう。ここでは、レオンチェフ逆行列を分解して得られるカーネル構造を置換し、レオンチェフ逆行列を再構築するシミュレーションを行った。カーネル構造以外のパラメータについてもシミュレーションを行い、それを取引額表に変換することができる。したがって、本手法はノンサーベイ法へのさらなる応用が期待される。

産業部門ごとのGHG 排出量への効果

レオンチェフ逆行列の行シェアおよび列シェアについて、1産業部門のみ変化したときを想定した構造分解分析を行った。この分析においては、効果の値が1より大きい産業は、GHG 排出を増やす方向に寄与し続けており、1より小さい産業は、GHG 排出を減らす方向に寄与し続けていることになる。行シェアが寄与した部門は、サプライチェーンに影響をうけてGHG 排出量を増減している産業であり、列シェアが寄与した部門は、サプライチェーンに影響を与える形で行シェアが寄与した部門は、販売のプロセスに改善の余地がある可能性が高い。特に販売後の商品・サービスに関して、製品の長期利用、リサイクル、廃品回収などを促進することで、GHG 排出量の増加傾向を弱めることが期待される。長期利用などを推進しつつ経済規模を保つためには、付加価値の高い製品を開発することが重要となる。GHG 排出量を押し上げている産業として抽出された不動産賃貸業については、環境に配慮した建築物修復を検討することも一策として考えられる。これら行シェアが寄与した3部門は、1995-2000年の間にその部門自体のシェアも増加していた。つまり、この期間はシェアの増加がGHG 排出を押し上げていることが示唆される。列シェアが寄与した部門は、生産プロセス上流に改善の余地があることが示唆される。低炭素材料への置き換えや、生産過程における使用エネルギーの転換などの検討により、GHG 排出量を押し上げる効果が緩和される可能性がある。抽

出された産業部門は、行シェアと列シェア全体からみたときには目立たなかった部門で、1 産業部門ごとに構造分解分析をやることにより効果が見えるようになった産業である。影響度係数や感応度係数などに基づく従来のアプローチでは、行シェアと列シェアと GHG 排出量との関連を分析するのが困難であったが、このようなシェアを分解値とする構造分解分析によって効果の大きい産業をリストアップすることができた。一方で、GHG 排出量減少に行シェアが寄与した部門は、商品・サービスの販売に関する部門構成が低炭素傾向を生んでいると考えられる。

今後の展望

本研究では、情報幾何的分解を産業連関分析における構造分解分析に対応するために拡張し、環境データの1つである GHG 排出量に対する構造分解分析を行った。今回の構造分解分析の結果、従来研究で言われてきたように最終需要が GHG 排出量を増やす傾向が最も高かった。しかし、レオンチェフ逆行列をさらに分解したところ、時期によっては行シェアや構造の寄与が大きいこと、列シェアは恒常的に増加方向であることがわかった。このことから、最終需要以外の複数のパラメータを動かすことにより、最終需要の効果を上回り、かつ実現可能性の高い方策を検討できるかもしれないことが示唆される。当然ながら、行列の行和の総和と列和の総和は等しい。レオンチェフ逆行列の行シェアと列シェアの効果を見るためには、行和の大きさ (= 列和の大きさ) とは独立な量としてシェアの項を取り出す必要がある。本研究はその独立な量を初めて導出し、応用例を示した。これまでの構造分解分析で、環境負荷軽減のために中間需要を変化させると、中間産物を含む生産物の流通が減ることが多く、技術改善による環境負荷軽減と経済発展は両立が難しいとされてきた。国際的な GHG 排出量削減への取り組みは、経済的動機がないと進展しないことが多い。中国は今後も現在の化石燃料消費を保つことを前提とした自国の経済成長は見込めないため環境政策に乗り出し、アメリカはシェールガス産出により現在より経済成長が見込めるようになったため排出量削減に取り組む姿勢を見せるようになった。産業連関分析の強みの一つは、一国の分析のみならず、国際的な分析も可能なことである。本研究における提案手法により、レオンチェフ逆行列の行や列のシェアの効果の変化が、産業間の影響の度合いを変化させ、財・サービスの流通量を減らさずに環境負荷を減らす結果につながるケースは、数値シミュレーション上ありえる。経済状況も含めた現実的な条件を制約とした、環境負荷軽減のための最適パラメータの検討に、この分解法は役立つだろう。本論文では、提案する分解法をレオンチェフ逆行列に適用したが、この手法は RAS 法に

よる投入係数の推計にも適用することができる。今回のシミュレーションにより、これまでの研究では固定されていた構造パラメータは GHG 排出量に大きく影響することが分かった。提案法を応用して構造パラメータを可変としたノンサーベイ法を構築することにより、投入係数や GHG 排出量の将来推計の精度を上げることが期待できる。

(4) ソフトウェアの配布

全国都道府県間産業連関表の推計を遂行している京都大学東野研究室山下裕也氏に計算プログラムを提供した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 1 件)

森岡涼子, 津田宏治, 情報幾何的分解に基づく地方産業連関表の将来推計, 京都大学数理解析研究所講究録, 査読なし, vol. 1916, 2014, pp.85-102.

(他 査読中)

[学会発表](計 1 件)

Morioka R, Tsuda K, Evaluation of Tottori economic growth strategies based on a forecasted input-output table of the year 2020, 22nd IIOA Conference 2014 Lisbon(Portugal).

[図書](計 1 件)

Morioka R, Motomura Y, Gotoh R, Tsua K, Sudoh O, Springer-Verlag, Information Technogoty and Social Evolution, (査読あり, 分担執筆, to appear)

[産業財産権]

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

森岡涼子 (MORIOKA, Ryoko)

国立研究開発法人 国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター 特別研究員

研究者番号: 90415323

(2) 研究協力者

南斉規介 (NANSAI, Keisuke)

国立研究開発法人 国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター 室長

研究者番号: 80391134