

前方連関型と後方連関型の産業連関分析の統合フレームワークを用いた ネットワーク解析

Network Analysis by Using an Integrated Framework of Forward and Backward Linkage Input-Output Analysis

○月岡 葵*・加河 茂美**

Aoi Tsukioka, Shigemi Kagawa

1. はじめに

日本は2050年までのカーボンニュートラル実現を宣言し脱炭素化を推進している。カーボンニュートラル実現のためには、国内総CO₂排出量の約25%を占める産業部門からの“CO₂排出量の削減”が重要である[1]。同時に、日本はエネルギー資源・原材料価格高騰により急激な物価高騰に直面している。エネルギー資源の95%以上を輸入に依存する日本の産業構造は輸入コスト高騰の影響を受けやすく、“輸入コスト負担の低減”は今後の日本においても恒常的な課題である[2]。これら二つの問題は化石燃料の使用を通じて密接に関連しており、仮にエネルギー多消費製品のエネルギー効率向上（例えば、製造技術の省エネルギー化）に取り組み化石燃料の使用量を削減すれば、化石燃料由来のCO₂排出量削減と輸入コスト負担低減のメリットが同時に得られる。したがってCO₂排出量と輸入コストの両課題を一つの枠組みで分析することが重要である。

2. 分析方法

まず、既存の後方連関型単位構造モデル[3][4]を参考に均衡価格モデルを変形することで前方連関型単位構造モデルが定式化される。このモデルを用いて輸入資源コストの波及構造は以下のように推計される。

$$\mathbf{V}^h = \text{diag}(\mathbf{e})\mathbf{A}^d \quad (1)$$

ここで、 $\text{diag}(\mathbf{e})$ は各産業に波及する輸入資源 h のコストを示す行ベクトル \mathbf{e} を対角化した正方行列、 \mathbf{A}^d は国産品の投入係数行列を表す。したがって単位構造行列 \mathbf{V}^h は、ある輸入資源 h の価格上昇に起因する国内産業のコスト波及構造を示す。この行列 \mathbf{V}^h を基に産業ネットワークを整理した隣接行列 $\overline{\mathbf{V}}^h$ を作成し、隣接行列 $\overline{\mathbf{V}}^h$ の各要素を全要素の和で除した行列 \mathbf{C} を作成する。行列 \mathbf{C} は各取引のコストの、全コストへの寄与率を明らかにする。

一方、CO₂排出誘発の推計には既存の環境拡張型後方連関型単位構造モデルを用い、以下の式を用いて単位構造行列 \mathbf{U}^g が推計される。

$$\mathbf{U}^g = \text{diag}(\mathbf{q})\mathbf{A}^d\text{diag}(\mathbf{I}^g) \quad (2)$$

* 九州大学経済学府 Faculty of Economics, Kyushu University

〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744 E-mail: tsukioka.aoi.532@s.kyushu-u.ac.jp

** 九州大学経済学研究院

ここで、 $diag(\mathbf{q})$ は部門別 CO₂ 排出原単位ベクトルを対角化した正方行列、 \mathbf{A}^d は国産品の投入係数行列、 \mathbf{l}^g は産業 g の投入構成を示す列ベクトルである。行列 \mathbf{C} と同様に、単位構造行列 \mathbf{U}^g をスケーリングした行列 \mathbf{E} の作成を行い、最終製品 g の誘発 CO₂ 排出に関する各取引の CO₂ 排出量の、全体 CO₂ 排出量への寄与率を評価する。最後に、作成された行列 \mathbf{C} と \mathbf{E} を加重平均した行列 \mathbf{Q} を作成する。これにより、“行列 \mathbf{C} から特定できる、輸入コスト負担の低減策が重要な産業間取引”と“行列 \mathbf{E} から特定できる、CO₂ 排出量の削減策が重要な産業間取引”を別々に評価するのではなく、その両面から影響の大きな産業間取引を識別する。

3. 分析結果

表1は石炭コスト上昇時のコスト負担額と、乗用車の生産に伴う CO₂ 排出量が共に大きい上位15産業間取引を示す。これらの産業では、石炭コスト上昇によるコスト負担が大きく、自身の産業活動に経済的な影響が生じる上に、乗用車の生産により誘発される CO₂ 排出量が大きく、環境負荷を生じさせている。とりわけ「銑鉄」部門と「粗鋼（転炉）」部門の産業間取引が最も大きな寄与率を示している。この産業間取引では、主原料である石炭のコスト上昇が大きな打撃となると同時に、乗用車に用いられる鉄鋼部品の生産のために多くの CO₂ を排出していることが示されている。他にも、鉄鋼部品に関連の強い「石炭製品」部門と「銑鉄」部門の取引や、乗用車の生産に関わる「自動車部品」部門と「事業用発電」部門の取引で影響が大きいことが明らかとなった。

表 1 石炭のコストと乗用車生産に伴う CO₂ 排出量が多い上位 15 産業間取引

順位	部門番号	部門名	部門番号	部門名	各取引の寄与率 (%)
1	141	銑鉄	- 143	粗鋼（転炉）	6.09
2	122	石炭製品	- 141	銑鉄	1.45
3	231	自動車部品	- 263	事業用発電	1.28
4	122	石炭製品	- 264	自家発電	1.06
5	227	乗用車	- 263	事業用発電	1
6	230	自動車用内燃機関	- 263	事業用発電	0.75
7	263	事業用発電	- 264	自家発電	0.73
8	141	銑鉄	- 151	鑄鉄品・鍛工品（鉄）	0.73
9	143	粗鋼（転炉）	- 145	熱間圧延鋼材	0.63
10	26	石炭・原油・天然ガス	- 263	事業用発電	0.54
11	145	熱間圧延鋼材	- 147	冷間仕上鋼材	0.47
12	124	プラスチック製品	- 263	事業用発電	0.46
13	151	鑄鉄品・鍛工品（鉄）	- 263	事業用発電	0.42
14	144	粗鋼（電気炉）	- 263	事業用発電	0.4
15	95	ソーダ工業製品	- 264	自家発電	0.36

4. 結論

以上に示すように、石炭と乗用車の関連性に着目しコストと CO₂ 排出量の影響の重なりを定量化した場合、鉄鋼製品の原材料供給や製品生産に関連する産業間取引で特に大きな影響が生じていることが明らかとなった。本会では様々な輸入資源と最終需要製品の組み合わせについて、コストと CO₂ 排出量の重なった影響を分析し、二つの側面が重ね合わさって大きな影響が生じているような産業間取引を特定し、それらに対して政策提言を行う。

参考文献

- [1]首相官邸（2020）令和 2 年 10 月 26 日第百三回国会における菅内閣総理大臣所信表明演説。
- [2]経済産業省（2022）資源・エネルギー統計年報。
- [3]尾崎巖（1980）三田学会雑誌、73、pp. 720–748。
- [4]Kagawa et al.(2013) *Economic Systems Research*, 25, pp. 265–286。