

Hybrid 産業連関表による東日本大震災前後のエネルギー需給の構造解析

Structural decomposition analysis on the energy supply and use before and after the Great East Japan earthquake using a hybrid input-output table

○上田 達己*

UEDA Tatsuki

1. はじめに

2011 年の東日本大震災や 2008 年のリーマンショック前後の経済・技術環境の変化を受けて、我が国のエネルギー需給構造は大きく変化した。このような変化を、単にエネルギー統計量の変動で追うだけでなく、その要因にまで遡って検討することは、脱炭素社会に向けた今後の我が国のエネルギーシステムを展望する上で有用である。そこで、本報告は、この変化を Hybrid 産業連関表を用いた構造解析 (SDA; Structural Decomposition Analysis) によって技術と最終需要の 2 つの効果 (要因) に分解し、考察することを目的とする。

2. 研究の方法

Hybrid 産業連関表とは、エネルギー (供給・転換) 行部門を物理エネルギー単位 (TJ) で、その他の (非エネルギー) 行部門を金額単位 (百万円) で表記した産業連関表のことである (図 1)。エネルギー行部門を国のエネルギーバランス表から、非エネルギー行部門を国の接続産業連関表 (2005~11~15年) から作表した。内生部門は、1次エネルギー7部門、2次エネルギー14部門、非エネルギー36部門からなる。

| | | 需要部門 | | | | | | 国内生産 |
|------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|
| | | 中間需要 | | | 最終需要 | | | |
| | | 1次エネルギー | 2次エネルギー | 非エネルギー | 国内需要 | 輸出 | 輸入 | |
| 供給部門 | 1次エネルギー | Z^{11} | Z^{12} | Z^{13} | y^{11} | y^{12} | y^{13} | x^1 |
| | 2次エネルギー | Z^{21} | Z^{22} | Z^{23} | y^{21} | y^{22} | y^{23} | x^2 |
| | 非エネルギー | Z^{31} | Z^{32} | Z^{33} | y^{31} | y^{32} | y^{33} | x^3 |
| | 付加価値 | V^1 | V^2 | V^3 | | | | |
| 国内生産 | | x^1 | x^2 | x^3 | | | | |

図 1 Hybrid 産業連関表の概念図

Schematic diagram of a hybrid input-output table

注) 網掛けの部分エネルギー単位で、その他を金額単位で表記する。

この表を用いた分析により、エネルギーの生産 (1次エネ) → 転換 (2次エネ) → 最終消費 (非エネ財) へとつながるエネルギー需給構造を、エネルギー保存則にのっとって分析することが可能となる。また、エネルギーの買い手による価格の違いに左右されない分析ができる。以下では、Miller and Blair (2009) に基づき、一部拡張した方法で分析する。

ある財の生産に伴うエネルギー需給のフロー

を図 2 に示す。この図に則ったエネルギー収支は(1)式で表される。これを変形して、ある財の単位の生産に直接・間接に必要なエネルギー量を表す行列 α が求められる ((2)式)。

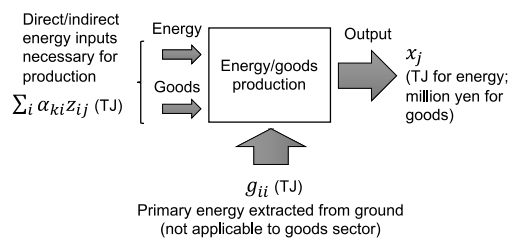


図 2 エネルギーモデルの概念図

Schematic diagram of the energy model

* 農研機構 農村工学研究部門 Institute for Rural Engineering, NARO
 キーワード: 産業経済計画, 環境影響評価

$$\alpha \hat{x} = \alpha Z + G \quad \Leftrightarrow \quad \alpha(I - A)\hat{x} = G \quad (1)$$

$$\alpha = G(\hat{x})^{-1}(I - A)^{-1} = G(\hat{x})^{-1}L \quad (2)$$

$\alpha = [\alpha_{ki}]$:財*i*の単位量の生産に直接・間接に必要なエネルギー*k*の量 ($m \times n$)。 *m*:エネルギー部門数 (21)、*n*:全部門数 (57)。 \hat{x} :財*i*の生産量*x_i*を要素とする対角行列 ($n \times n$)。 $Z = [z_{ij}]$:財*j*の生産に直接必要な中間投入財*i*の量 ($n \times n$)。 G :エネルギー部門*i*に投入される1次エネルギー量を対角要素*g_{ii}*に配し、他の要素がゼロの行列 ($m \times n$)。 $A = Z(\hat{x})^{-1}$:投入係数行列 ($n \times n$)。 $L = (I - A)^{-1}$:レオンチェフ逆行列 ($n \times n$; 輸入外生型)。

次に、接続産業連関表の基準年である2005、2011、2015年の各年において、国内最終需要の総額ベクトル*f*を満たす財の生産に伴うエネルギー消費量*q*を(3)式で求める。さらに、ある2つの年 (*t₀*, *t₁*) の間の*q*の変化量を、SDAによって技術 (各産業の技術構造 α の変化) と最終需要 (家計等の各財に対する需要*f*の変化) の2つの効果に分解する ((4)式)。

$$q = \alpha f \quad (3)$$

$$\Delta q = \Delta \alpha \frac{1}{2}(f_0 + f_1) + \frac{1}{2}(\alpha_0 + \alpha_1)\Delta f \quad (4)$$

q: 最終需要ベクトル*f* ($n \times 1$) を満たすための財の生産に伴う直接・間接エネルギー消費量 ($m \times 1$)。

3. 分析結果と考察

1次エネルギー消費に関して、技術効果による原油・原子力から天然ガスへのシフト、および最終需要効果による原油消費の減少がみられた (図3)。また、2次エネルギー消費に関して、多くの化石燃料の減少に対し、都市ガスと自家発電の増加がみられた (図4)。

技術効果によるエネルギー消費の変化は、各エネルギーの相対価格の変化、震災後の系統電力の供給制約や省エネルギーに対する取り組みの拡大などが主な原因と考えられた。一方で、最終需要効果による変化は、リーマンショックや震災による経済状況の悪化による減少 (2005~2011年) や震災後の経済の回復による増加 (2011~2015年) が主な原因と考えられた。

全期間 (2005~2015年) を総合すると、技術効果、最終需要効果ともに、明らかなエネルギー消費量の減少に寄与し、とりわけ前者の貢献の方が大きかった。

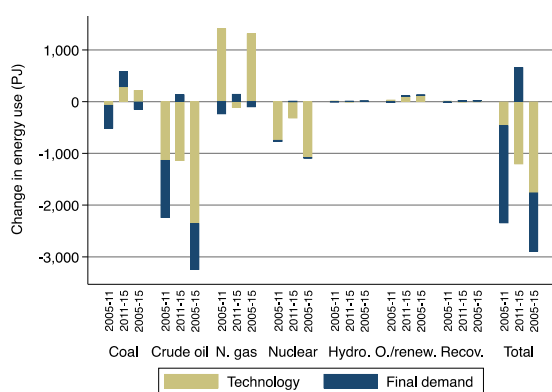


図3 1次エネルギー消費量変動のSDA
SDA on changes in primary energy consumptions

注) エネルギー種 (左から) 石炭、原油、天然ガス、原子力、水力、その他再エネ、未活用エネ (廃棄物焼却エネ回収等)

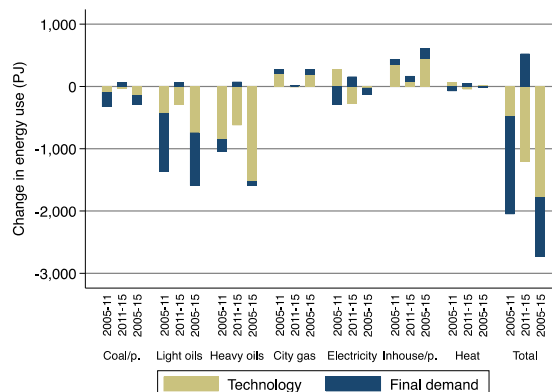


図4 2次エネルギー消費量変動のSDA
SDA on changes in secondary energy consumptions

注) エネルギー種 (左から) 石炭製品、軽質油等 (ガソリン、ジェット燃料、灯油、軽油、ナフサ、LPG)、重質油等 (A重油、B/C重油、他石油製品)、都市ガス、電力、自家発電、熱

引用文献: Miller RE, Blair PD (2009) Input-output analysis: Foundations and extensions, 2nd edition. Cambridge University Press, Cambridge.