

# 再生可能エネルギー事業の 地域経済効果汎用モデル

石川 良文<sup>1</sup>

<sup>1</sup>正会員 南山大学教授 総合政策学部 (〒466-8673 名古屋市昭和区山里町 18)

E-mail:yishi@ps.nanzan-u.ac.jp

再生可能エネルギーの導入においては、その導入地域においてどのくらいの経済効果がもたらされるかの関心が高い。経済効果を分析するための手法としては、産業連関分析が有効であるが、分析対象地域を対象とした産業連関表は一般に入手し難く、これまで簡便なノンサーベイ法による表の作成が、費用と労力のかかるサーベイ法による作成が必要とされていた。本研究で提案する地域経済効果分析モデルは、任意の地域を対象とした経済効果の分析が可能な SFLQ 型の汎用モデルであり、再生可能エネルギーの特性に合わせた詳細な部門設定が可能であるため、地域の産業構造を十分考慮した分析が可能である。

**Key Words:** input-output analysis, renewable energy, regional economic effects

## 1. はじめに

世界的な脱炭素社会の実現に向けて、再生可能エネルギーの導入が各国で進んでいる。また、地方の経済が停滞する日本では、地域経済循環を高めつつゼロカーボンシティを目指す地域において、再生可能エネルギーの導入が加速しており、ゼロカーボンシティを宣言している自治体は、2021年4月現在で370自治体に上る。

ゼロカーボンシティを目指す地方自治体において着実に再生可能エネルギーを導入するためには、環境影響と共に地域に与える経済効果を分析し、事業を進めるための合意形成を図っていく必要がある。しかしながら、日本の基礎自治体のような小地域においては、その効果を分析する手法の開発が途上であり、特に地域経済循環の観点から経済波及効果を分析することは困難であった。

再生可能エネルギー導入のような地域政策の効果を分析する方法としては、これまで地域産業連関モデルの適用が一般的であった。しかし、地域産業連関分析の伝統的な方法では、まず分析対象地域の産業連関表を準備する必要があるが、現在日本で公式に整備されている産業連関表は、都道府県か一部の市町村のみであり、約1700の自治体で任意に産業連関分析を適用できる状況にはない。このような状況から、波及効果まで分析できる産業連関分析を諦め、代替的なアプローチとして地域付加価値分析アプローチを適用する研究もある。しかし、このような方法は実用的な方法としての有用性は認めら

れるが、あくまで簡易的な分析手法であり、経済インパクトの直接効果の分析方法としてみるべきであろう。

産業連関モデルは、特に再生可能エネルギーの種類によってその投入要素が異なることを考慮することができ、産業連関表が整備されている国では、産業連関表と再生可能エネルギーの投入産出構造が分かれば、比較的容易に分析することができる。実際世界の多くの国々では国レベルの産業連関表が整備されており、経済効果を分析する基盤が整っており、これまでドイツでは Hillebrand et al. (2006)<sup>1)</sup>、Lehr et al. (2012)<sup>2)</sup>、オランダでは、Bulavskaya & Reynes (2018)<sup>3)</sup>、米国では Wei et al. (2010)<sup>4)</sup>、Garrett-Peltier (2017)<sup>5)</sup>、オーストラリアでは、Malik et al. (2014)<sup>6)</sup>などで適用されている。また、日本では2011年表まで日本を9地域に分割した産業連関表が整備されていたことから、石川・中村・松本 (2012)<sup>7)</sup>では東北地域の再生可能エネルギー導入が地域経済とCO2削減に及ぼす効果を分析している。

これらの状況を踏まえ、本研究では再生可能エネルギーの地域経済波及効果を分析可能な汎用的な地域間産業連関モデルを提案する。このモデルを用いることによって、地域産業連関表が準備されていない地域であっても、当該地域の効果とそれ以外の地域の効果を分析することが可能である。また、モデルの構築にあたっては、直接的な雇用者所得の増加効果が、更に消費に回り経済効果を喚起する消費内生モデルとするが、所得の発生と帰着の関係及び消費地の選択を考慮する2地域間モデルと

して提案する。これにより再生可能エネルギーが導入される当該地域の経済効果のみならず、他地域（その他日本）の経済効果も同時に分析でき、更に地域経済効果を高めるための政策の検討に用いることができる。

## 2. 汎用型 2 地域間産業連関モデル

### (1) 基本モデル

再生可能エネルギー導入の効果を分析するための汎用モデルは、石川（2019）<sup>8)</sup>で開発された小地域-その他全国の 2 地域間産業連関モデルをベースとする。このモデルは、全国各所で行われる基礎自治体レベルの地域政策の経済効果を分析するための汎用モデルである。詳細は石川（2019）に譲るが、財・サービスの地域間フィードバック効果の他、所得・消費の地域間移動（取引）を考慮したモデルであり、2 地域の財・サービスの需給バランス式と所得バランス式及び消費関数から導出される。

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ X_2 \\ Y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} [I - (I - M_1)A_{11}] & -c_1(I - C_{21} - C_{w1}) & -A_{12} & -c_2C_{12} \\ -D_{11}V_1 & I & -D_{21}V_2 & 0 \\ -A_{21} & -c_1C_{21} & [I - (I - M_2)A_{22}] & -c_2(I - C_{12} - C_{w2}) \\ -D_{12}V_1 & 0 & -D_{22}V_2 & I \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} I - N_1 - M_1 & 0 & N_2 & 0 \\ 0 & I & 0 & 0 \\ N_1 & 0 & I - N_2 - M_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F_{D1} \\ F_{D2} \\ F_{D1} \\ F_{D2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} E_1 \\ 0 \\ E_2 \\ 0 \end{bmatrix}$$

ここで、

$X_r$  : r 地域の生産額ベクトル

$A_r$  : r 地域の地域内投入係数行列

$A_s$  : r s 地域間の地域間投入係数行列

$N_r$  : 地域 r の移入係数行列

$M_r$  : r 地域の輸入係数行列

$E_r$  : 地域 r の輸出係数行列

$C_s$  : 地域 r から地域 s の消費係数行列

$Y_r$  : r 地域の所得額ベクトル

$D_s$  : 地域 r から地域 s への通勤率行列

$V_r$  : 地域 r の雇用者所得率

$F_{Dr}$  : 地域 r の外生所得ベクトル

$c_r$  : 地域 r の消費性向

$F_{\alpha r}$  : 地域 r における家計消費支出以外の最終需要ベクトル

### (2) 地域供給係数の推計手法

式(1)において、どの地域でも適用可能な汎用モデルとするためには、地域内投入係数を全国の投入係数と地域供給係数から推計することが必要である。本研究では、この地域供給係数の推計モデルとして以下の通り SFLQ 法を適用する。

$$a_{ij}^r = \beta_{ij} \cdot a_{ij}^n \quad (2)$$

$a_{ij}^r$  : 地域 r の地域内投入係数       $a_{ij}^n$  : 全国の投入係数  
 $\beta_{ij}$  : 地域供給係数

$$SLQ_i = \frac{Q_i^r / \sum_i Q_i^r}{Q_i^n / \sum_i Q_i^n} = \frac{Q_i^r}{Q_i^n} \cdot \frac{\sum_i Q_i^n}{\sum_i Q_i^r} \quad (3)$$

$$CILQ_{ij} = \frac{Q_i^r / Q_j^r}{Q_i^n / Q_j^n} = \frac{SLQ_i}{SLQ_j} \quad (4)$$

$Q_i^r$  : 地域 r の i 産業生産額

$Q_i^n$  : 全国の i 産業生産額

$SLQ_i$  : Simple Location Quotient

$CILQ_{ij}$  : Cross-Industry Location Quotient

$$\begin{cases} SFLQ_{ij} = CILQ_{ij} \cdot \lambda_j & \text{For } i \neq j \\ SFLQ_{ij} = SLQ_i \cdot \lambda_j & \text{For } i = j \end{cases} \quad (5)$$

$$\lambda_j = \left[ \log_2 \left( 1 + \frac{\sum_i Q_i^r}{\sum_i Q_i^n} \right) \right]^{\delta_j} \quad (6)$$

$$a_{ij}^r = \begin{cases} a_{ij}^n & \text{if } SFLQ_{ij} \geq 1 \\ SFLQ_{ij} \cdot a_{ij}^n & \text{if } SFLQ_{ij} < 1 \end{cases} \quad (7)$$

$SFLQ_{ij}$  : 産業別の Flegg's Location Quotient

$\lambda_j$  : j 部門修正係数

(1) なお、SFLQ の適用にあたってはパラメータ  $\delta_j$  を推定する必要があるが、日本の 47 都道府県の産業連関表のデータを用いて推計している。推計された  $\delta$  は 86 部門で推計されており、従って少なくとも 86 部門といった詳細部門での経済効果分析が可能である。推計された  $\delta$  の平均値は 0.254 と Flegg らの推計値に近く、産業部門別の値は 0~0.67 となった。

## 3. 再生可能エネルギー導入の効果分析手法

### (1) 再生エネルギー部門の設定

基本モデルの産業部門は、86 部門で設定されている。この部門設定では電力は 1 部門であるが、様々な再生可能エネルギーの導入効果を分析するため、電力部門を原子力発電、火力発電などの他、水力発電、太陽光発電、風力発電、地熱発電、バイオマス発電など表 1 に示す 19 部門に分割した。更に再生可能エネルギーのメンテナンス活動を考慮するために、自動車整備・機械修理部門をメガソーラ、風力発電を含む機械修理 4 部門に分割した。

従って再生可能エネルギー導入の効果を分析するための地域間産業連関システムの部門数は 107 部門となる。

## (2) 効果分析の方法

本研究では、モデル式 (1) により産業別生産額、所得額などの経済効果の他、部門別生産額あたり CO2 排出量を推計する。

表 1 電力部門の設定

|                           |
|---------------------------|
| 4601 事業用原子力発電             |
| 4602 事業用火力発電              |
| 4603 事業用水力及びその他の発電 (除、別掲) |
| 4604 太陽光発電 (住宅設置用)        |
| 4605 太陽光発電 (メガソーラー)       |
| 4606 陸上風力発電               |
| 4606A 着床式洋上風力発電           |
| 4606B 中小水力発電              |
| 4607 大規模地熱発電              |
| 4607A バイナリー地熱発電           |
| 4607B 木質バイオ_A級タイプ発電       |
| 4607C 木質バイオ_B級タイプ発電       |
| 4607D 木質バイオ_C級タイプ発電       |
| 4607E 生ごみメタン発酵ガス化発電       |
| 4607F 下水メタン発酵ガス化発電        |
| 4607G 家畜糞尿メタン発酵ガス化発電      |
| 4607H 大都市廃棄物焼却施設発電        |
| 4607I 地方中核都市廃棄物焼却施設発電     |
| 4613 送配電事業                |

- of renewable energy in Germany”, *Energy Policy*, 47:358–364. 2012.
- 3) Bulavskaya, T., & Reynes, F. “Job creation and economic impact of renewable energy in the Netherlands”, *Renewable Energy*, 119:528–538. 2018.
  - 4) Wei, M., Patadia, S., & Kammen, D. M. “Putting renewables and energy efficiency to work: How many jobs can the clean energy industry generate in the US?”, *Energy Policy*, 38(2):919–931.,2010.
  - 5) Garrett-Peltier, H. “Green versus brown: Comparing the employment impacts of energy efficiency, renewable energy, and fossil fuels using an input-output model”, *Economic Modelling*, 61:439–447. 2017.
  - 6) Malik, A., Lenzen, M., Neves, R., & Dietzenbacher, E. “Simulating the impact of new industries on the economy: The case of bio-refining in Australia”, *Ecological Economics*, 107:84–93, 2014.
  - 7) 石川良文・中村良平・松本明:東北地域における再生可能エネルギー導入の経済効果：地域間産業連関表による太陽光発電・風力発電導入の分析、RIETI discussion paper series, 12-P-014,2012.
  - 8) 石川良文:地方創生政策の効果分析のための汎用型地域間産業連関モデル、RIETI discussion paper series, 19-J-062,2019.

## 4. まとめ

本研究では、石川 (2019) をベースとした汎用的な 2 地域間産業連関モデルに再生可能エネルギー部門を組み込み、地域における再生可能エネルギー導入効果を経済効果と温室効果ガス削減効果の両面から同時に分析する手法を示した。これまで地域を対象とした再生可能エネルギー導入効果を産業連関分析の枠組みで分析しようとする試みは少なかったが、この手法を適用することにより日本の市町村といった小地域レベルでかつ当該市町村以外のその他全国といった 2 地域での分析ができる。また、従業者の居住地域をシナリオとして与えることにより、地域内居住の経済効果の変化を分析することが可能である。

なお、本モデルを用いたケーススタディは発表時に譲る。

## 参考文献

- 1) Hillebrand, B., Buttermann, H. G., Behringer, J. M., & Bleuel, M. : “The expansion of renewable energies and employment effects in Germany”, *Energy Policy*, 34(18):3484–3494. 2006.
- 2) Lehr, U., Lutz, C., & Edler, D. “Green jobs? Economic impacts