

情報幾何的分解に基づく地方産業連関表の 将来推計

国立環境研究所 森岡 涼子

Ryoko Morioka

National Institute for Environmental Studies, Japan

東京大学大学院新領域創成科学研究科 津田 宏治

Koji Tsuda

Graduate school of frontier sciences,

The University of Tokyo

Abstract

産業連関表は重要な GDP 統計の 1 つであり、各種経済効果の算出などに広く活用されているが、直近のデータが存在せず、現在や将来の施策検討には不十分であるという問題があった。本研究では産業連関表を情報幾何的分解によって周辺和と相互作用に直交分解し、それぞれに既存統計および最新の調査データを反映して再構成することで将来推計する手法を提案する。提案法を鳥取県庁との実証研究にて適用し、2020 年度鳥取県産業連関表の推計および鳥取県経済成長戦略における戦略的推進分野の評価を行った。その結果、戦略的推進分野の 1 つである環境エネルギー産業は他の産業との結びつきが強く、県の想定よりも大きな経済波及効果があることがわかった。産業連関表は経済波及効果の算出以外にも様々な分析に使われている。リアルタイム性の高い産業連関表を低コストで作成できるようになったことで、自治体では従来通りの分析法を適用して将来の施策検討が可能となる。本実証研究により、提案法がデータに基づく行政の一助となる可能性を示すことができた。

1 はじめに

産業連関分析は、国や地域単位で発行される産業連関表をもとに景気状況や経済成長の変遷を計算するものである。産業連関表は、重要な GDP 統計の

買い手 売り手		1 農業 2 鉱業 3 製造業 ⋮	中間需要	最終需要	生産額計
1. 農業 2. 鉱業 3. 製造業	中間投入	内生部門		産出 →	
粗付加価値		投入 ↓			
生産額計					

Figure 1: 産業連関表の内容

1つで、表1のように、産業別に財・サービスの消費や投資および付加価値を集計し、さらに原材料としての中間財の産業間取引についても需要と生産の両面から統計を積み上げたものである[1, 2]。特に中間財の産業間取引の部分は、産業連関表において内生部門と呼ばれ、生産技術や産業構造の情報を含む行列であるが、集計のコストが高いため、5年に1度しか統計が収集されない。そのため、数年をかけて専門家が数値を訂正後、各官公庁や自治体から産業連関表が公表されている。

産業連関分析では、産業連関表とその他の公的統計を組み合わせることにより、経済波及効果を算出したり、行列の縦方向の比率を投入係数構造と呼んで産業の構造を調査したりといった様々な活用が可能であり、国のみならず、地方自治においても分析ソフトウェアが存在し広く活用されている[3]。

地方自治においては、地域の特性を生かした行政を検討するとともに、それが国際的に評価されるモデルとなることが目指されており、変動する経済の下で、従来の常識や直感に頼らず、データに基づく科学的な分析をして政策を評価・確認する重要性が認識されるようになってきた[5, 4]。産業連関表は、財政政策ツールの1つといわれ、どの産業に投資をすればどの程度の生産が誘発されるのかという生産誘発額の算出のほか、雇用分析、中小企業分析、税收分析、環境分析、価格分析など地方自治体において幅広く活用されている[5]。

これまで、産業連関表のリアルタイム性の低さが問題視されつつも、古いデータと割り切って使用されてきた。しかし最近になって、公式な統計の

発表を待たずに推計した産業連関表を用いてリアルタイム性の高い産業連関分析を行う、ノンサーベイ法と呼ばれるアプローチが登場し、全国の産業連関表の投入係数の変化率を都道府県の投入係数に適用することによる推計法などが用いられている [6]。本研究では、新たなノンサーベイ法として、既存の推計の枠組みを壊さずに、推計に新たな調査データやリアルタイム性の高い統計を反映できる推計法を提案する。既存法である RAS 法に基づく構造分解を行い、より新しい情報を反映して再構成することにより、最新データを反映したリアルタイム性の高い産業連関表推計を目指すものである。用途に応じてオーダーメイドの産業連関表が作成されることで、既存の分析手法やソフトウェアを用いて、これまで数値化されていなかった重点産業のインパクトが算出できるようになり、自治体内で眠っていたデータを活用した意思決定が地方行政において広まるきっかけとなることが期待できる。

2 産業連関表推計法

本研究で提案する推計法は、情報幾何的分解により従来法である RAS 法を構造分解分析に対応づけ、データを再構成することにより新しい産業連関表を作成するものである。RAS 法、構造分解分析およびそれらの情報幾何による定式化、およびデータ再構成について述べる。

2.1 従来の推計法: RAS 法

産業連関表の内生部門は5年に1度集計される。一方で内生部門の行和と列和の情報は、統計収集のコストが内生部門内訳に比べて低く、地方自治体では毎年度の県民経済計算を産業ベースで部門分けしなおすことにより、近似値を毎年得ることができる。そこで、前年の内生部門と当該年の行和と列和を元に、当該年の産業連関表の推定を行う RAS 法が広く使われている [7, 8]。RAS 法は、行列を任意の行和・列和に合致するように変換する。この問題は ‘matrix balancing’ や ‘biproportional fitting’ と呼ばれ、マクロ経済以外に交通流量予測などの研究でも取り組まれている [9, 10]。RAS 法は以下の2つのステップを収束するまで交互に繰り返す。

1. 各行に係数を掛けて、与えられた行和に合わせる
2. 各列に係数を掛けて、与えられた列和に合わせる

産業連関表においては、全ての産業の産出商品構成比を一定とする商品ベース仮定と、商品の産業構成比を一定とする産業ベース仮定の両方なるべく

満たすバランス点を求めていることに対応し、後述するように非線形の射影となっている。

2.2 産業連関分析における構造分解分析

産業連関分析の目的の1つは、産業構造の変遷を考察することである。その産業構造は、構造分解分析と呼ばれる、産業連関表の行列を分解する手法によって算出される[11]。構造分解分析では、産業連関表の時間変化を、行和列和が表す規模と産業間構造の情報に分解する。これは、経済学において政策の効果や地域の変遷を調べる際に、規模の成長と構造変化を別々に考察するためである。規模とは、生産額や産出額といった生産と需要を結ぶ取引額であり、構造とは生産技術の発展に伴い置換されていく材料の比率や生産効率を表す。RAS法において、行列を調整する条件である行和と列和は規模の情報であるため、RAS法に準じた構造分解法が提案されている[11]。数理的には、行和や列和が表す各産業セクターの生産規模と構造情報を直交分解できることが望ましい。本研究では、RAS法に基づく直交分解をするため、情報幾何に基づいた分解とその応用としての新規産業連関表推定法を提案する。

2.3 情報幾何に基づく構造分解

産業連関表の空間を、行和列和（以下、周辺和とする）の規模と産業構造の空間に分解するため、双対座標、混合座標を導入し、直交分解を行う。

まず、産業連関表内生部門の列を積み上げてベクトルにし、 a とする。内生部門の行と列の産業セクター数を n とする。 x の要素数は $N = n^2$ である。

基底 $\{b_i\}_{i=1}^N$ を一次独立なベクトルの集合として、 C_i を i 行の要素がすべて1で他の要素はすべてゼロ $n \times n$ 行列とし、以下のように定義すると、

$$b_1 = \mathbf{1}, \quad b_i = \text{vec}(C_{i-1}), \quad i = 2, \dots, n,$$

$$b_i = \text{vec}(C'_{i-n}), \quad i = n+1, \dots, 2n-1,$$

となり、最初の $2n-1$ 個のベクトルについて、 $a^\top b_i$ は周辺和に対応する。

情報幾何では、 a を相互に双対な2つの座標系、 m 座標系と e 座標系で表現する[12]。 m 座標系を

$$\eta = B'a \quad (1)$$

とする。 B は $\{b_i\}_{i=1}^N$ を列とする行列である。 η の最初の $2n-1$ 個の要素 η^A とすると、これは周辺和に対応する。また残りの要素を η^B とする。一方で、 e 座標系 θ を

$$\theta = B^{-1} \log a \quad (2)$$

と定義する. θ についても η 同様に, 最初の $2n-1$ 個の要素とそれ以外に切断し, θ^A と θ^B を定義する. さらに, これらを用いて混合座標系 $\xi = (\eta^A, \theta^B)$ を導入する.

次に, 異なる産業連関表の距離を考える. 2つの産業連関表のベクトルがあるとき, その Kullback-Leibler(KL) divergence は

$$D(\mathbf{p}, \mathbf{q}) = \sum_{i=1}^N p_i \log q_i - p_i \log p_i - p_i + q_i$$

である. ここで, 一般に任意の 1 点 x が与えられて多様体 S への写像を考えるとき, KL divergence は非対称であるため, 以下 2 種類の射影が存在する [12].

- e 射影: $\mathbf{q}^* = \operatorname{argmin}_{\mathbf{q} \in S} D(\mathbf{q}, \mathbf{x})$
- m 射影: $\mathbf{q}^* = \operatorname{argmin}_{\mathbf{q} \in S} D(\mathbf{x}, \mathbf{q})$

ここで, 従来法である RAS 法は KL divergence を最小化する e 射影であることが証明されている [13].

統計収集のされた既知の産業連関表を $\mathbf{a}_1 : (\eta_1^A, \theta_1^B)$ とし, それとは異なる産業連関表 $\mathbf{a}_2 : (\eta_2^A, \theta_2^B)$ の周辺和を条件として, RAS 法によって $\mathbf{a}_1$ から $\mathbf{a}_2$ の規模を満たす表を計算する操作 R は,

$$\mathbf{a}_3 = R(\mathbf{a}_1, \eta_2^A),$$

となる. ここで, RAS 法が e 射影であることから, 以下の一般化ピタゴラスの定理が成り立ち, 直交分解を考えることができる [12].

$$D(\mathbf{a}_2, \mathbf{a}_1) = D(\mathbf{a}_2, \mathbf{a}_3) + D(\mathbf{a}_3, \mathbf{a}_1).$$

右辺の項はそれぞれ, 周辺和と構造に対応する. この直交分解に基づくと, RAS 法は周辺和のみを変更する操作であるため, 構造と呼ばれる量は, RAS 不変量に対応する. RAS 不変量を θ 座標系で考えると, 対数空間において産業連関表ベクトル $\mathbf{a}$ を以下のように分解したとき

$$\log \mathbf{a} = \mathbf{B}_1 \theta^A + \mathbf{B}_2 \theta^B, \quad (3)$$

右辺第 2 項が RAS 不変量に対応する. ここで $\mathbf{B}_1$ は基底の列ベクトル $\mathbf{b}_1, \dots, \mathbf{b}_{2n-1}$ からなり, $\mathbf{B}_2$ は残りの基底である. ここでこの分解を, RAS 不変量とそれ

と直交する空間に分けるものとするため、 B_2 と B_1 の成分はお互いに直交している必要があり、以下のようなになる

$$b'_k b_l = 0, \quad k = 1, \dots, 2n-1, \quad l = 2n, \dots, N.$$

RAS 法によって周辺和のみ変更されることにより生成される空間を V_r とする

$$V_r = \{v \mid v = \log R(a, s) - \log a, \quad a, s \in \mathfrak{R}_+\}.$$

ここで、 R は RAS による変換である。これは基底 $b_1, \dots, b_{2n-1}$ により張られる空間 V

$$V = \{v \mid v = \beta_1 b_1 + \dots + \beta_{2n-1} b_{2n-1}, \quad \beta_i \in \mathfrak{R}, i = 1, \dots, 2n-1\}$$

と等しい。 V と直交する補空間を U とすると

$$U = \{u \mid u'v = 0, v \in V\},$$

となり、これは B_2 によって張られる空間と等しい。したがって、産業連関表ベクトル a から U への射影空間 V を考えることにより、RAS 不変量 θ^B の各要素は、列を積みなおして戻した行列の成分で表記しなおすと

$$\begin{aligned} \gamma_{ij} := & \log a_{ij} - \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \log a_{ik} - \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \log a_{kj} \\ & + \frac{1}{n^2} \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n \log a_{kl} \end{aligned} \quad (4)$$

となる。このベクトル γ を成分とする行列が、 a を積み直した元の産業連関表固有の RAS 不変量であり、厳密に定義された”産業構造”である。以下、これを産業間の”相互作用行列”と呼ぶことにする。相互作用行列は、RAS 不変量に対応する量のうち、行と列の両方向に関して、0 中心に平均化した行列となっている。

2.4 構造分解に基づく新規データの再構成

産業連関表を、周辺和と相互作用行列に直交分解することを考えてきたが、以下のように様々な周辺和と相互作用行列を組み合わせ、産業連関表を再構成することも可能である。

$$a_{new} = R(\exp(\gamma_{any}), \eta_{any}^A). \quad (5)$$

3 鳥取県経済における実証研究

上記構造分解法は、日本の産業連関表に適用したところ、戦後日本経済の産業構造の変化を取り出すのに有効であった[14]。そこで本研究では、鳥取県庁の協力の下、構造分解に基づく新規産業連関表の推定を実証研究の形で進めた。

鳥取県庁をはじめ地方自治体では、県の産業連関表を5年おきに発行しており、経済波及効果などの産出に活用している。国の産業連関表同様に、発行にコストがかかるため、数年以上前の産業連関表が最新であり、ここ数年の間の経済ショックの影響を考慮に入れた、現在や未来の施策を検討することが難しいことが問題となっている。地域の産業連関表の場合、1企業の再編がリーマンショックと同程度のインパクトを持つこともあり、データのリアルタイム性の高さが重要である。一方で、地域単位であるがゆえに、現状を調査して最新のデータを得ることも可能である。そこで、産業連関表以外の自治体内の統計データも活用して産業連関表の再構成を行うとともに、自治体で検討されている新規施策について独自に産業セクターを定義した、サイズを拡大した産業連関表の推計を行った。

3.1 背景：鳥取県経済再生成長戦略

鳥取県では、経済変動の中での県経済成長を後押しするため、2010年に鳥取県経済成長戦略を策定した[16]。成長戦略は実施しながら改訂し戦略を随時追加しており、現在は鳥取県経済再生成長戦略へと改訂されている[17]。この成長戦略においては、図2に示すように環境・医療・経済分野における新規技術開発および分野横断型産業の創出を目指しており、特に以下の6つは戦略的推進分野と位置づけられ、それぞれの分野育成のためのインフラ・技術開発・人材育成を促進する計画および2020年までの目標生産額・目標雇用者数・目標付加価値率などが設定されている。

- 環境エネルギー
- 次世代デバイス
- バイオ・食品関連産業
- 健康・福祉サービス関連産業
- まちなかビジネス
- コミュニティビジネス

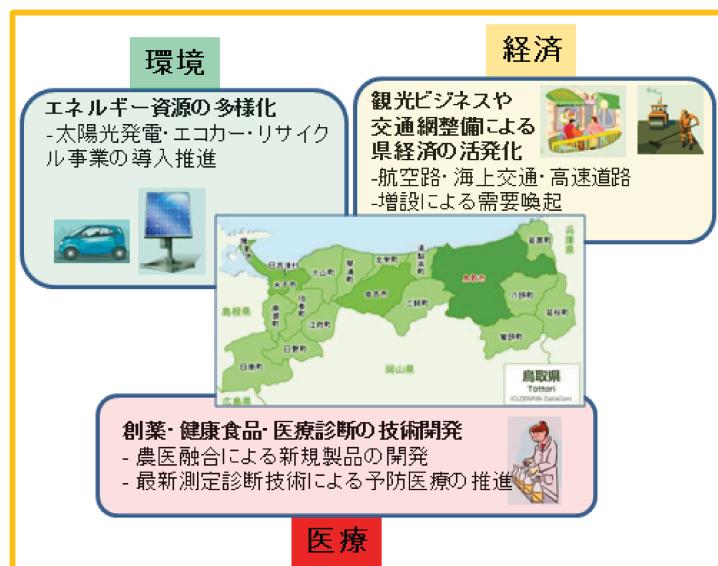


Figure 2: 県成長戦略における戦略的推進分野

今回の実証研究では、これら6つの戦略的推進分野を産業連関表における新規産業セクターとして既存の産業分類に追加し、2020年の鳥取県産業連関表の推定をした。このことにより、鳥取県が推進する成長戦略の経済波及効果を定量的に評価・予測することで、同戦略の適切な推進に寄与することを目指した。

3.2 将来推計のための統計および調査データ

2020年産業連関表作成にあたり、すでに公開されている過去の産業連関表のほか、近年の別の統計や新規に設置する戦略的推進分野に関する調査データを収集した。以下の4つのデータを集計・調整後推計に用いた。

1. 産業連関表

最新の産業連関表である2005年産業連関表を用いた。2005年の産業分類は36部門であったが、県民経済計算の分類との照合が不可能な‘事務用品’と‘分類不明’の2つの産業セクターは省いた。したがって、推計に用いた内生部門は34x34の行列となる。鳥取県産業連関表には108部門のデータも存在するが、推計時に組み合わせて用いる県民経済計算の産業分類は108部門に対応しないこと、および調査データの産業

分類調整の精度とコストのつりあう分類数を吟味した結果、36部門の産業連関表を用いた。

2. 県民経済計算

産業連関表とは別に、県民経済計算という統計が公表されている。県民経済計算には大掛かりな集計を要する中間需要の概念がなく産業ごとの生産額の統計であるため、産業連関表よりも公表が早い。推計実施時に最新であった2009年度鳥取県県民経済計算の統計を、産業連関表の産業分類にそって集計しなおしたデータを使用した。産業連関表と県民経済計算は、年度と年の違い、運輸や商業などに関する定義が異なるため、概念調整および部門調整を行った。県民経済計算は、公表時には概ね15部門（製造業は36部門相当）に統合されるが、集計時は36部門に相当するレベルで扱われている。農業と第2次産業と商業については、工業統計などの一次統計をもとに、他の産業については、内閣府経済社会総合研究所の国民経済計算の経済活動別暦年全国値データを年度転換のうえ、経済センサスの従業者数対全国比を元に按分し、データを作成した。

3. GDP ベースの潜在成長率

各都道府県ごとの経済成長率は、地域や地方ごとに推計結果が出版されている。今回2009年から2020年までの毎年のGDP潜在成長率は、中国地方の統計を元に0.34%と設定した[15]。

4. 県庁内調査データ

新規に設置する産業セクターである、戦略的推進分野の6セクターについて、鳥取県庁内で調査をしていただき、産業連関表推計および経済波及効果試算に必要な以下の項目のデータを頂いた。新規産業セクターは、既存産業の組み合わせである。その組み合わせの定義を産業連関表の投入・産出の2方向について調べるため、以下の項目を元にデータを作成した。また、2020年の新規産業の付加価値・生産額推計を行うにあたり、これらの他に、日本エネルギー経済研究所・みずほコーポレート銀行および中小企業診断士協会広島県支部の公表資料を用いた。各企業のプライベートデータを含むため、データ項目・調査法の設定を共同で行い、数値データの1次集計は鳥取県庁に担当していただいた。

- 各新規産業による、生産に伴う部材の、2020年時点での産業別、県内外別の調達額

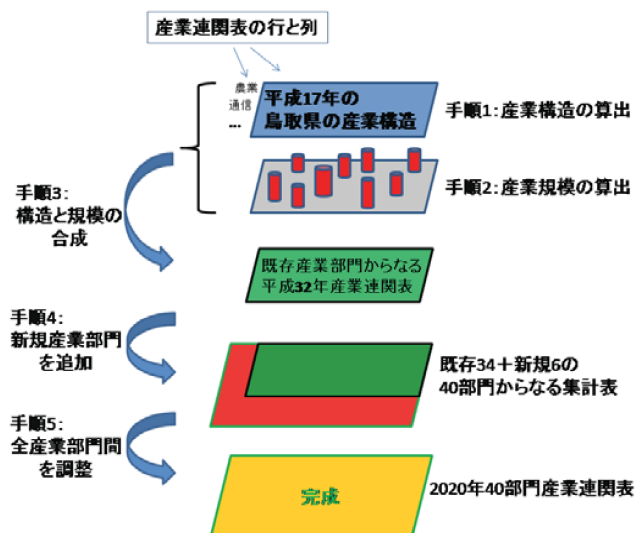


Figure 3: 産業連関表推計の手順

既存 34 産業部門と新規 6 産業部門の計 40 産業部門について、新規産業における生産活動において県内外別にどの産業から何万円調達するのかを調べた。新規 6 部門に関する産業連関表の列方向の構造情報を含む。

- 各新規産業による生産品（サービス）の、2020 年時点での産業別、県内外別の需要額

上記と同じ 40 産業部門について、新規産業の生産品の需要に関して県内外別にどの産業に何万円需要があるのかを調べた。新規 6 部門に関する産業連関表の行方向の構造情報を含む。

- 各新規産業の 2020 年時点での売上額および生産額
取引先の産業セクター別に該当する企業や組織の売上・生産額を集計した。産業連関表における規模の情報であり、表作成後の経済波及効果試算のときにも使用する。

3.3 推計手順

推計の流れを図 3 に示す。

図が示すように、推計は 5 つの手順から成る。

1. 産業構造の算出

2005 年産業連関表より、構造分解によって式 (4) で得られる相互作用行列を算出する。これは鳥取県の地域特徴を表す県固有の産業構造であり、この時点では最新の 2005 年の数値を鑄型として用いるが、最後の手順にて更新される。

2. 産業規模の算出

2009 年度県民経済計算により各産業の内生部門計および生産額計が得られる。それらを潜在成長率をもとに、2020 年の規模に拡大する。県民経済計算には列方向の内生部門計は含まれないため、産業連関表の行和の比（投入係数構造）をもとに列方向の内生部門計を算出する。これにより、2020 年の既存産業部門の周辺和が得られる。

3. 構造と規模の合成

手順 1 と 2 によりえられた、構造と規模を式 (5) によって合成し、産業連関表を再構築する。この手順により、既存 34 産業部門の 2020 年産業連関表ができる。

4. 新規産業部門を追加

県庁内調査データを集計し、新規の戦略的推進分野の産業部門 6 つの行と列を追加する。新規産業部門については将来の産業間取引情報のためデータの欠損や矛盾が多く、この時点では会計表として、行和・列和の条件は満たしていない。また、新規産業部門は既存産業の組み合わせで定義されるが、付加価値や生産額は、成長戦略を実施しなかった場合と比べた時の、さらなる成長分のデータであるため、既存 34 産業部門の 2020 年産業連関表とは別に生産額の欄を追加する形式となる。

5. 全産業部門間を調整

40 部門に拡大した集計表に対し、RAS 法をかけることにより、内生部門が周辺和制約を満たすように調整する。全産業部門に対し、生産物の各セクターからの需要バランスの変化（代替変化と呼ばれる）と材料比率（加工度）が同時に更新され、2020 年産業連関表が完成する。

4 結果

最新の 2005 年産業連関表を規模と構造に分解し、2020 年の予測値に更新して、さらに新しい産業部門を追加した 2020 年鳥取県産業連関表を作成した。推定した産業連関表自体を鳥取県庁の担当の方々に確認していただいたほか、

表を用いて戦略的成長分野の経済波及効果を算出することにより、新規産業の経済的インパクトの比較を行った。

4.1 推定した産業連関表による経済波及効果の算出

産業連関表において、内生部門と粗付加価値の欄をあわせて列和を1にしたものを投入係数とよび A とする。経済波及効果を知りたい産業の需要額ベクトル f を用いて、次のように経済波及効果額 X を計算することができる

$$X = (I - A)^{-1}f.$$

輸移入を内生的に扱ったモデルの方が高い精度が期待できるが、県単位では輸移入の1次データが存在しないため、輸移入自体を推計することは困難であった。そこで、産業連関表を作成する際の県庁内調査データにおいて、「県内調達率」「県内需要額」を調査することにより、県を closed economy と想定したときの県内で循環する原料調達・生産額に対応する値を算出している。そのため、この県内経済波及効果の計算においては、輸移入を別に扱うことなく、近似値を算出している。ここで、 $L = (I - A)^{-1}$ とし、 L の各成分を l_{ij} とする。第 j 部門の影響力係数を E_j 、第 i 部門の感応度係数を R_i とすると影響力係数と感応度係数はそれぞれ以下のように定義される

$$E_j = \frac{\sum_{i=1}^n l_{ij}}{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n l_{ij}},$$

$$R_i = \frac{\sum_{j=1}^n l_{ij}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n l_{ij}}.$$

影響力係数は、第 j 部門に1単位の需要があったときに、それがすべての産業に与える効果を表している。この係数が1より大きければ、第 j 部門は全部門の平均より影響力が大きく、1より小さければ、平均より影響力が小さいことになる。同様に、感応度係数は、第 i 部門に1単位の需要があったときに、各産業から受ける影響の大きさを表している。この係数が1より大きければ、平均より感応度が大きく、1より小さければ平均より感応度が小さいことになる。

推定した産業連関表と、鳥取県庁の新規産業需要額データをもとに、戦略的推進分野の6部門の経済波及効果を算出した結果が表1である。推定した産業連関表に基づいて算出した経済波及効果額は、県庁が目標としていた額よりも、多少大きな値となっている。理由は2つ考えられる。1つは、推計時に GDP 潜在成長率を資料に基づき 0.34% と設定したが、近年連続してマ

Table 1: 新産業連関表に基づく経済成長戦略の経済波及効果.

戦略的推進分野	県庁目標額	予測額
環境エネルギー	260 億円	401 億円
次世代デバイス	70 億円	101 億円
バイオ・食品関連産業	160 億円	190 億円
健康・福祉サービス関連産業	50 億円	80 億円
まちなかビジネス	10 億円	20 億円
コミュニティビジネス	40 億円	68 億円

Table 2: 戦略的推進分野の影響力係数と感応度係数.

推進分野	影響力係数	感応度係数
環境エネルギー	0.83	0.94
次世代デバイス	0.74	0.54
バイオ・食品	0.59	0.71
健康・福祉	0.96	0.50
まちなか	0.87	0.49
コミュニティビジネス	0.71	0.49

イナス成長であったことをうけて県はこれよりも小さく見積もっていることである。もう1つの理由は、2020年についての調査データにおける欠損データを補間して新産業連関表は作られているため、その表に基づく波及額は、各産業について積み上げて試算している県庁目標額には含まれない産業間の相乗効果を含んでいることである。ここ10年の経済成長率を保って2020年になった場合、成長戦略の経済波及効果は概ね期待通りであるという結果になった。環境エネルギー産業は、県の想定より141億円上回る経済波及効果となった。図4は環境エネルギー産業からの経済波及効果額の大きかった10の産業セクターの、経済波及効果額を示したものである。環境エネルギー産業は、電気機械および電子部品と関わりをもつエコカーと、対事業所サービスと関連する太陽光発電、および商業・教育・研究と関連のあるリサイクルビジネスから構成されるセクターである。また、販路面では、輸送や商業と関連性が高い。このように幅広い産業セクターと関わりをもつセクターは、経済循環効果が高く、想定より大きな経済波及効果を生む可能性があるといえる。

表2は戦略的推進分野の影響力・感応度係数の計算結果である。戦略的推進分野の他産業との間の影響力・感応度係数は1未満であり、他の既存産業と比べて、経済波及効果における産業間の関わりが薄いことがわかる。新産

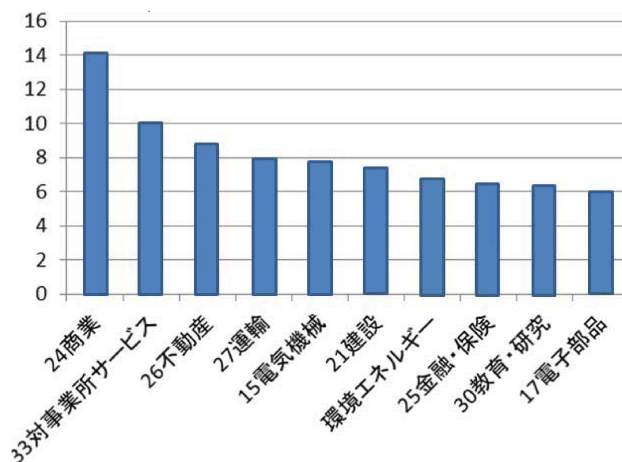


Figure 4: 環境エネルギー分野の経済波及効果（縦軸:経済波及効果額 (億円), 横軸:産業セクター)

業発展のためには、既存産業との連携が重要であり、戦略的推進分野をさらに後押しするためには、現在の施策内容に加え、既存産業との連携を強める産業領域の検討が必要であることが示唆された。

推定した産業連関表は、東京大学情報学環須藤修教授らおよび鳥取県庁にご活用いただき、各々の戦略的推進分野に関する、さらなる経済波及効果額詳細の考察を行った。この経済波及効果試算の詳細および推定した2020年鳥取県産業連関表は、鳥取県庁のWebサイト上で外部公表しており、説明資料とともに、以下のサイトにて公開している。

<http://www.pref.tottori.lg.jp/211611.htm>

5 議論

本研究では、産業連関表に対しRAS法に基づく構造分解を行い、分解値に基づき将来推計をしている。この構造分解の手法も、また分解後再構成することによる予測法も、産業連関分析の分野において他に例がない。

5.1 産業連関表推計の基礎となる構造分解の有用性

産業連関表は、産業対産業の2次の相互作用の情報を含む。また、会計表であるため行和と列和に制約を持つ。周辺和の調整に用いられているRAS法は、アルゴリズムがシンプルであるため、経済分野で、アルゴリズムそのも

のを取り上げた数理的議論がなされることが少ない。しかし、RAS法が固定している量を数理的に定式化して求めると、産業間の相互作用である産業構造に対応した。現在の産業連関分析では、産業連関表の列方向の取引額の比率を投入係数構造とよび、その変遷を見ることで国や地域の構造変化が考察されている。本研究における相互作用行列は、投入係数構造からさらに列の規模情報を除き、産業構造を浮き彫りにしたものであり、今後の構造分析の精度を上げていくことが期待できる。

5.2 構造再構成による産業連関表推定の利点

構造分解をして過去のデータを分析した例はあるが、分解後、再構成をするやり方での予測法はこれまで存在しなかった。既存のノンサーベイ法[6]のように最近のトレンドをもとに外挿する場合、産業構造という、産業間の関わり合いの時間発展を考慮に入れられないという欠点がある。それに対し、本研究で提案する再構成に基づく推計法は、地域性を表現する産業構造と経済成長を表す規模を個別に調整可能であるため、より地域独自の産業間取引を反映したオーダーメイドの産業連関表の作成が可能となる。

また、産業連関表推計においては、インフレや貨幣価値の変化が推計を難しくするという問題がある。産業連関表において産業単位の平均値の変化率によって調整される価格変動や貨幣価値の変動は、提案法においては、規模情報に完全に含まれるため、産業構造と価格変動の情報を完全に分離することができる。このことにより、生産技術などの産業構造に関わる施策と価格調整に関わる施策を分けて検討することが可能となる。今回の実証研究では、環境関連技術や医療の新規技術など、生産技術にフォーカスした施策に着目した分析を行った。諸外国との間の為替相場の影響などの地域単位での努力が難しい問題と、地域において技術を育成することにより地域経済の発展を目指す問題を分離できるアプローチは、今後重要になるだろう。

提案した推計法は、国際的に普及しているRAS法に基づく推計法であり、これまでRAS法が適用されてきた推計の改良に役立つと期待できる。今回は独自の調査データを反映し産業部門数を増やして推定することで、注目する新規産業部門の経済波及効果を計算できるように拡張することができた。自治体内に蓄積して活用されていないデータを積極的に活用し、RAS法によって低コストに産業連関表推計を行うことができる事例を示したことで、産業連関分析ユーザーが諦めてきたリアルタイム性が改善されていく可能性がある。

5.3 今後の展望

現在の地方自治体にとっての産業連関表は、多大なコストをかけて作成し、県のデータとして公表しているが、データのリアルタイム性の低さから、将来の施策検討には参考程度の活用にとどまってきた。しかし、今回産業連関表を施策検討に積極的に使う試みをしたことにより、自治体にとってもメリットがあることを見出すことができた。自治体内では、医療、福祉、環境、建設など施策のカテゴリーによって担当が異なり、それぞれの部署が目標額や県内調達目標などを設定している。今回の試みにおいて全産業セクターの生産取引を集計した際、その重複や矛盾、データ欠損などが初めて見えてきた。たとえば、ある施策が成長させようとしている産業分野は、別の部署が成長させようとする産業分野によって縮小するという関係にあったとしても、個別に検討されるため、気がつかないのである。産業連関表は、closed economyを想定した元で、全検討施策について調整した解の1つを与える。県経済全体の成長を目指すためには、施策検討段階でマクロ統計を推計することは有用で、見落としていた取引の循環関係や、総生産額に矛盾するような非現実的な生産見込みに気がつくなどのメリットがある。

一方で、産業連関表のような産業単位の視点だけでは行政には不十分であり、中小企業データと組み合わせた分析が必要となる。しかし、それらを組み合わせた分析は非常に限定された条件でしか実現していない。本研究で用いた構造分解法は、高次の相互作用を次数ごとに分解するものであり、産業連関表が含む、産業ごとの経済成長への寄与と、産業間相互作用の経済成長への寄与を個別に議論することを可能にする。企業単位の分析を、産業ごとの経済成長のモデリングに組み込むことにより、産業連関表と企業データを組み合わせた分析法の発展につながると期待できる。

また、産業連関表は、経済波及効果算出のほかに、各種最適化問題にも使われている。将来推計ができるようになったことで、環境問題対策など近年の課題への解決と地域経済成長を両立する政策の検討がより現実的になったといえる。

6 おわりに

本研究では、過去の産業連関表に情報幾何的分解を適用することで、1次の情報である規模と2次の情報である構造に直交分解し、将来の情報に更新して再構成することで、将来の産業連関表の推計を行った。産業連関分析は、分析法の情報は広く共有されているが、産業連関表の作成法については、膨大な集計データを専門家が調整しているということが知られているのみで、

公開されている情報が少なく、統計公表を待つことが当たり前とされてきた。しかし、数値計算を活用した低コストの産業連関表推計法ができたことで、オーダーメイドの産業連関表を用いて将来の施策効果を定量化できるようになった。数値データが行政のすべてを決めるわけではないが、定量して比較するという科学的なアプローチが積極的に使用されていくきっかけとなると考えている。

謝辞

本研究は、最先端研究開発支援プログラム「超巨大データベース時代に向けた最高速データベースエンジンの開発と当該エンジンを核とする戦略的社会サービスの実証・評価」の助成を受けたものである。また、鳥取県庁職員の皆様、特に商工労働部および統計課の方々には、データ提供や成果公表に関し全面的にご協力いただいた。ここに感謝いたします。

References

- [1] Miller, R.E. and Blair, P.D.: Input-Output analysis, Cambridge University Press, Cambridge(2009)
- [2] 渡邊隆俊: 地方経済の産業連関分析, 成文堂 (2010)
- [3] 藤川清史: 産業連関分析入門, 日本評論社 (2005)
- [4] 平松守彦: 地方自立への政策と戦略, 東洋経済新報社 (2006)
- [5] 安田秀穂: 自治体の経済波及効果の算出, 学陽書房 (2008)
- [6] 丸山佐和子: ノンサーベイ・アプローチによる投入係数推計と検証, Technical Report 21, Osaka Prefectural Government(2009)
- [7] 独立行政法人 経済産業研究所: 産業連関表の推計方法の変更点, www.rieti.go.jp/jp/database/JIP2010/data/03-1_modification.pdf(2010)
- [8] Stone, R.: Input-Output and National Accounts, Paris, OECD(1961)
- [9] Ireland, C.T. and Kullback S.: Contingency tables with given marginals, *Biometrika*, Vol.55, pp.179-188(1968)

- [10] Bregman, L.M.:Proof of convergence of Sheleikhovskii's method for a problem with transportation constraints, *USSR Computational Mathematics and Mathematical Physics*, Vol.1, pp.191-204(1967)
- [11] Linden, J. A. and Dietzenbacher, E.:The determinants of structural change in European Union: new application of RAS, *Environment and Planning A* Vol.32, pp. 2205-2229(2000)
- [12] Amari, S.and Nagaoka, H.: *Methods of Information Geometry*, Oxford University Press, Oxford(2000)
- [13] Censor, Y. and Zenios, S.A.:*Parallel Optimization*, Oxford University Press(1997)
- [14] 森岡涼子, 津田宏治: 産業連関表の情報幾何, 電子情報通信学会技術報告, pp.161-167(2011)
- [15] ちゅうごく産業創造センター:平成 22 年度調査報告書 (2011)
- [16] 鳥 取 県 庁:鳥 取 県 庁 成 長 戦 略 に つ い て ,
<http://www.pref.tottori.lg.jp/130739.htm>
- [17] 鳥 取 県 庁:鳥 取 県 経 済 再 生 成 長 戦 略 (平 成 25 年 4 月 改 訂)
<http://www.pref.tottori.lg.jp/211611.htm>