

京都の大学クラスターは地域経済でどのような役割を果たしているか (2) —— 産業連関表からの階層的な地域産業構造の可視化と分析 ——

金光 淳

要 約

産業連関表から、産業連関ネットワークを分析するために「反復スケーリング」という紐帯の結合強度測定の計算方法を提案し、他の有力方法との比較によりその有効性が示される。この方法と杉山の階層的な描画を併用し、産業連関表からのバリューチェーン可視化方法が提案される。これを利用して、京都の階層的な産業連関バリューチェーン・ネットワークが抽出、可視化される。新規提案の24部門分類に基づいた2015年の産業連関表分析から、付加価値が低い川上には「化学工業、石油・石炭関連部門」、「はん用、生業用・業務用機械器具製造」、「(一般)サービス業」などの産業が位置し、付加価値が高い川下には「学術研究、専門技術サービス業、教育、学習支援業」、「公務」、「電子部品・デバイス・電子回路製造業」が位置していることが示される。これらの結果は、大学がクラスターをなす学術産業都市としての京都の産業構造を示唆している。

キーワード: 産業連関表分析, 新産業分類, 社会ネットワーク分析, 反復スケーリング法, 階層描画法, 京都府産業構造, コンソーシアム京都課題調査, オペレーション・リサーチ, 杉山フレームワーク, 情報可視化

1. 産業連関分析の方法

1-1 産業連関表はどのようなものか

産業連関表とは、経済統計の一種であり総務省は「作成対象年次における我が国の経済構造を総体的に明らかにするとともに、経済波及効果分析や各種経済指標の基準改定を行うための基礎資料を提供することを目的に作成しており、一定期間（通常1年間）において、財・サービスが各産業部門間でどのように生産され、販売されたかについて、行列（マトリックス）の形で一覧表にとりまとめたもの」と説明している。それは産業部門の分類次元によって13部門、37部門、107部門、157部門に集計され、経済構造の実際の把握と評価、各種政策の立案の利用されている¹⁾。産業連関表の (ij) 成分は、産業部門 i から j への一定期間内の取引金額を集計し、それ自体地域の各事業所に対する詳細なサーベイに基づいている。通常は都道府県や政令指定都市などの単位で集計・発表される。英語ではInput-output Tableと呼ばれる産業連関表は、近年では環境、エネルギー、資源、国土交通、家系、医療、雇用、観光、歴史分析など様々な領域の研究に応用されている（穴戸、2010）。

1) 都道府県によって集計・公表される部門数は多少異なり、産業基盤の弱い沖縄県の35部門から、強い広島県の45部門まで幅があり、その都道府県で重視する産業を別分類で集計することもある。例えば北海道では畜産業、広島では船舶・同修理産業部門が別集計されている。

表 1-1 京都府 13 部門の産業連関表 (2015 年)

	農林漁業	鉱業	製造業	建設	電力・ガス・商業	金融・保険	不動産	運輸・郵便	情報通信	公務	サービス	分類不明	
農林漁業	1,385,012	22	13,379,638	107,400	0	23,187	0	371	0	2,061	3,640,989	0	
鉱業	394	1,187	1,842,391	559,536	22,538,140	493	64	162	893	18	530	12,707	2,279
製造業	2,041,728	86,698	175,033,369	26,979,988	4,042,479	5,452,047	1,624,149	390,187	10,230,624	3,217,020	2,817,600	63,914,401	595,688
建設	23,743	3,107	852,767	60,737	1,246,968	495,826	133,761	1,510,696	775,989	212,322	574,790	1,498,631	0
電力・ガス・水道	188,743	40,340	13,485,777	524,613	7,207,558	7,157,722	498,070	1,020,552	3,287,599	794,274	1,495,761	19,343,087	81,713
商業	651,056	22,910	24,113,608	5,211,521	1,383,285	1,777,844	296,734	211,840	2,467,418	667,275	608,519	21,910,442	103,951
金融・保険	53,958	34,024	2,934,496	910,512	804,162	2,283,129	2,162,759	9,331,784	1,939,840	304,864	715,671	3,003,439	16,228
不動産	19,632	3,335	729,630	259,229	249,649	3,120,479	640,505	4,090,587	1,170,146	747,692	51,886	4,068,791	216,055
運輸・郵便	567,774	262,763	12,082,295	4,169,362	2,939,778	8,364,502	1,970,067	426,295	6,232,932	1,591,991	2,081,263	12,788,466	967,942
情報通信	39,690	4,664	3,403,182	782,153	1,065,894	6,340,781	3,219,584	577,700	916,431	10,753,348	1,869,636	13,344,628	777,372
公務	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,548,488
サービス	239,059	36,643	19,875,708	9,741,871	5,631,809	15,087,862	6,782,356	4,665,781	11,783,155	9,558,806	7,149,167	41,802,410	611,060
分類不明	41,414	13,017	2,637,113	1,621,240	274,459	1,265,529	290,335	330,076	743,909	148,118	61,141	3,001,182	0

出所) 京都府ホームページよりダウンロード

2015 年の 37 部門京都府産業連関表で対角成分を 0 にして取引高の絶対量を表現すると、図 1-1 のように、奥の「壁に近い」側に高い山がいくつか見出される。この「最も高い山」は、3 鉱業から 22 電力・ガス・熱供給産業への取引金額を表し、最大の取引額であることを意味している。図の手前側の「高い連山」は、コード番号 20 台の産業部門の間で相互取引が盛んに行われ、局所的に不均等な取引構造が存在していることを示している。したがって取引関係から産業部門間の連関性を厳密に測定するためには理論的に工夫された計算を行う必要がある。

経済学的な産業連関分析では、対角成分も考慮され、各産業部門間の需給関係は「投入係数」という指数や逆行列係数などで計算される。また最終需要項目別生産誘発依存度として家計外消費支出、民間消費支出、一般政府消費支出などに対する生産誘発依存度も計算される。これらは経済学的な概念であり、われわれにとってはかなり疎遠な概念であるが、企業業績や人的関係性（役員兼

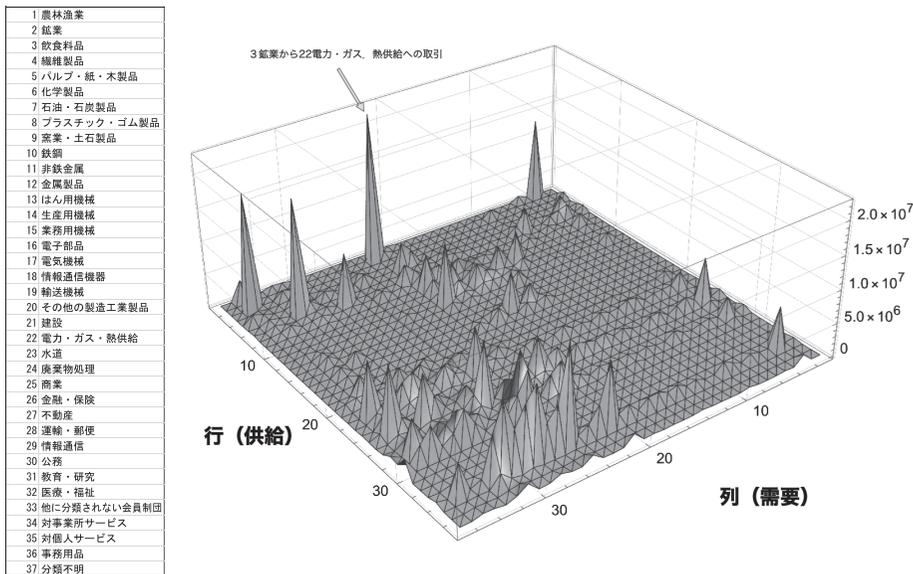


図 1-1 京都府産業連関表 (2015) の 3D プロット

注) 表の行と列の番号は左の産業分類コードに対応している。Mathematica 13.01 で計算，作成。

任関係など)と関連づけられ、企業間レベルで測定されたとしたら、もっと親しみのある研究領域となるであろう。

企業レベルではないものの、地域活性化議論の中で、近年の経済産業省が全国9地域で集計している地域間産業連関分析表が注目され、地域間の詳細な経済依存関係の分析が盛んに行われるようになってきている(浅利・土居, 2016; 山下, 2016; 寺崎, 2018)。これらは地域でのイノベーションの創発に関心のある経営学や経済社会学にとっても極めて関連の深い領域となっていると思われる。また経済統合の進むEUでは国際間の経済依存関係(バリュー・チェーン)を測定する分析も使われており、アジアでもアジア経済研究所が中心となってアジア国際産業連関表分析が行われていることも付け加えておこう(桑森, 2022)。

一般に産業連関表の利点と欠点としては、以下が挙げられる。

1) 利点として、都道府県・市レベルに至るまで経済の動向を産業別に詳細に集計し、財・サービスの「購入→生産→販売」という連鎖的を表しているので「阪神が優勝したときの大阪経済への波及効果」などの経済波及効果も測定できる²⁾。観光経済学では「観光イベント」の経済波及効果の予測が求められる。

2) 欠点としては、集計に多大の手間がかかり、数年を要するために、ほぼ5～6年後にしか結果がわからず、現状の評価に利用するには大きな制約があることが挙げられる。コロナ禍で一瞬にして観光業が大幅に縮小したように、突発的な感染症やウクライナ戦争などに代表される国際紛争などによって、突如として大きな産業構造の変化を被ることを考えると、タイムラグの大きいこのデータを使用することの有効性は損なわれつつあるとも言える³⁾。ただし、集計分類が元々は細かくない産業部門周期では産業部門間のパターンや反応係数などは比較的頑健であると仮定できるかもしれない。

近年、「つながり」の科学としてのネットワーク科学が登場し(Newman, 2018)、経済学、経営学、社会学の垣根を超えて、ネットワーク分析的な産業連関分析が登場している(Tsekeris, 2017)。これらは需給関係のダイナミズムに焦点を当てた正統派経済学の枠組みとは大きく異なる。ここでは取引関係の関係性が重視され、産業部門間の依存関係を「紐帯の強度」として解釈し、ネットワーク構造に焦点を当てている点に特徴がある。ここではネットワーク・トポロジー、ノードやエッジの分布、ネットワーク・モチーフ構造、コミュニティやサブ・グループ構造、中心性、推移性、階層性、同類結合性、構造的空隙などが細かく探索される。経営学、経済学の分野でも経済(経営)パフォーマンスも含め、特許数などの他の変数と関連づけられ分析されることが多い(金光, 2011,

2) 関西大学名誉教授の宮本勝浩による経済効果の試算は関西のマスコミで大きく取り上げられることで有名である。

3) これを補うために、予算的な制約のある小規模な自治体などでは、サーベイによらない推計方法を利用したノン・サーベイ法が利用されることがある(寺崎, 2018)。

2014, 2018)。部門間の関係性＝「つながり」を測定するためには、一般的には対角成分を除き、例えば当該産業部門の取引額の他の産業部門に対する行和（列和）に対する「相対的シェア」を求める。紐帯の形成には、閾値を設定して二項化する必要がある。そのため、この作業は「恣意的」とならざるを得ないという欠点もある。上の図でもみたように、小規模取引の産業部門と大規模取引の産業が偏在する場合、相対値を求める際にも、産業部門との取引額間の規模をコントロールし、標準的な値で計算されるべきである。そこで、最初にそのような計算方法のいくつかを検討してみよう。

1-2 Zスコア法

静岡県は缶詰、受験添削業からプラモデル、製紙工業から楽器、オートバイまで多様な産業を有し、近年工業出荷額が全国第3位に躍進している工業県で、産業連関分析が盛んである。静岡大学の上野・斉藤・沖本（2016）は、標準化の方法として、以下のような方法を提案している。彼らのモデルでは、「ある産業 i から j への取引高は i の総供給量と j の総需要に比例する」という帰無仮説を設定し、実際の取引高と仮説の期待値との差で標準化する。これを彼らは「Zスコア法」と名づけている⁴⁾。

いま E_{ij} を産業 i から j への取引高、 E_{ji} は産業 j から i への取引高、 N は産業部門数であり、

$$A_i = \sum_{j=1}^N (E_{ij} + E_{ji}) \quad (1)$$

は産業 i の全取引量である。つまり、ここでは取引の方向性は無向化されることになる。

$$L = \sum_{i=1}^N A_i \quad (2)$$

は全産業での総需要量（総供給量）である。

このとき産業 i の取引率は、以下となる。

$$P_i = A_i / L \quad (3)$$

産業 i から j への供給量と需要率に基づく仮説の取引量は、

$$F_{ij} = L \times P_i \times P_j \quad (4)$$

4) Zスコアは、本来の意味では各値の平均からの差を標準偏差で除したものである。ここでは標準値で除しているという意味で使用していると思われるが、ややミスリーディングな表現であることは否めない。

産業 i から j への取引高の「Zスコア」

$$Z_{ij} = \frac{E_{ij} + E_{ji} - L \times P_i \times P_j}{\sqrt{L \times P_i \times P_j \times (1 - P_i \times P_j)}} = \frac{E_{ij} + E_{ji} - F_{ij}}{\sqrt{F_{ij} \times (1 - P_i \times P_j)}} \quad (5)$$

で求めるとする。

このような成分からなる行列を「Zスコア行列」と呼ぶと、これは $N \times N$ の重みつき行列である。標準化により、帰無仮説を棄却できる程度に有意な違いがあるものとして産業部門間の連関度＝結合度が測定できることになる。例えば、5%レベルで有意な紐帯の強さを抽出したい場合は、閾値 α を2に設定して二項化すれば産業連関の有意な結合強度のネットワークが得られることになる。これは多くの「恣意的」な尺度とは異なり、「統計理論」に基づいて紐帯強度を測定している点で「厳密な」尺度である。上野らの方法ではさらにZスコア行列の段階で非類似度を求め、全域最小木で可視化する方法を提案している⁵⁾。この方法によって、やや複雑すぎる部門間のネットワークを最小限の縮約構造で可視化できるので、非常に便利である。静岡県でこれを求めたものが図1-2である。ここでは、輸送機械や飲食料品、鉄鋼産業など核となる産業部門から関連産業部門が放射状に連結している様子が見事に表現されている。

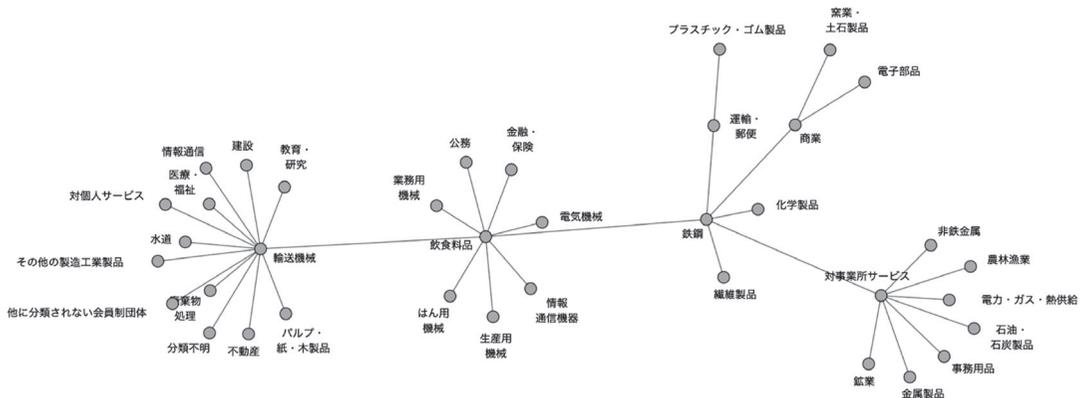


図1-2 2015年の静岡県37部門の産業連関表による全域最小木

注) Mathematica 13.01 で計算

しかし他方で、この方法は、本来方向がある取引関係の方向性を捨象しているため、詳細な産業構造分析ができないという欠点を抱えている。ダイグラフを扱えないために分析方法の種類が限られてしまい、川上から川下からまでの階層取引構造が確定できない。

5) 最小全域木 (Minimum Spanning Tree : MST) は、グラフ理論における木 (閉路を持たないグラフ) のうち、グラフのすべての点とそのグラフを構成する辺の一部のみで構成される木である。最小全域木とは、重みがあるグラフにおいて、そのような全域木のうち最小の総和コストで構成される全域木である。これは経営工学などにおいて最短経路問題などの解決に使用される。

1-3 反復スケーリング法

前節で検討したZスコア法の欠点を補正しつつ、Zスコア法を補完できるような方法として「反復スケーリング法」という方法を提案する。反復スケーリング法は、ログリニアモデルをフィットさせるための計算方法として使用されてきた (Darroch and Ratcliff, 1972)。簡単に要約すれば、行と列のプロファイルを極限まで収束させる計算法である (図 1-3)。

- 1) 対角成分 (同じ部門の取引額) は 0 とし産業連関表のような正方行列のみを考える。
- 2) まず、各成分を各行和で除するという操作を行う RowScale と名づける。
- 3) 次に、各成分を各列和で除するという操作を行う ColumnScale と名づける。
- 4) RowScale と ColumnScale を反復的に繰り返し、収束させる。
- 5) 閾値を平均値に設定する。それは部門の数を N とした場合 $1/N=(N-1)/N (N-1)$ で計算される。

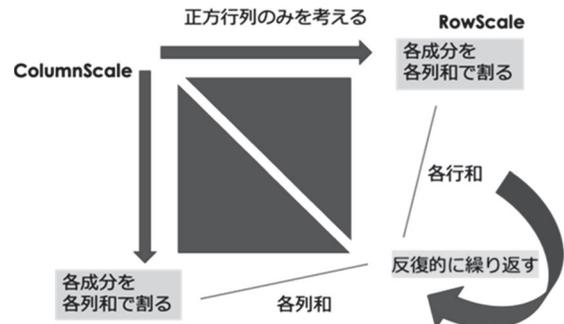


図 1-3 反復スケーリングの概要

以下で示すように平均値による閾値設定は、恣意的な面はあるものの、ヒューリスティックな妥当性がある。これを簡単に説明しよう。

まず、図 1-4 のように、先の Zスコアで得られた 5% 有意な結合強度を閾値として二項化し 37 ノードからなるネットワークを誘導しておく。次に提案の「反復スケーリング法」によって誘導されたネットワークに対してその密度を求め「Zスコア法」によって誘導されたネットワークの密度を 46 各都道府県 (HP から入手できない石川県以外は除いた) で比較する (図 1-5)。

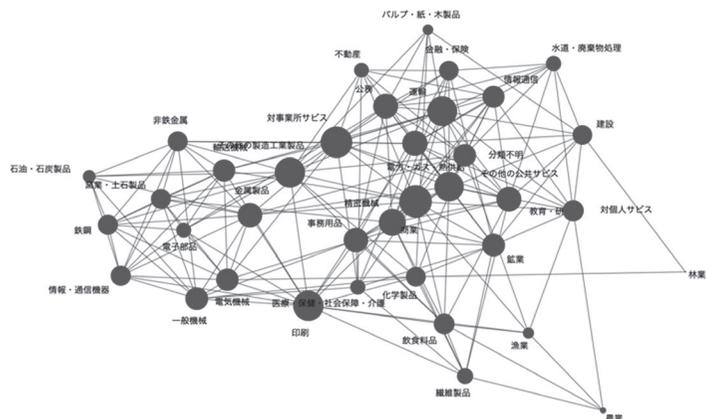


図 1-4 静岡県の Zスコア誘導ネットワーク (2015)

注) ノードの大きさはページランク中心性の大きさを表す。Mathematica 13.01 で計算, 作成。

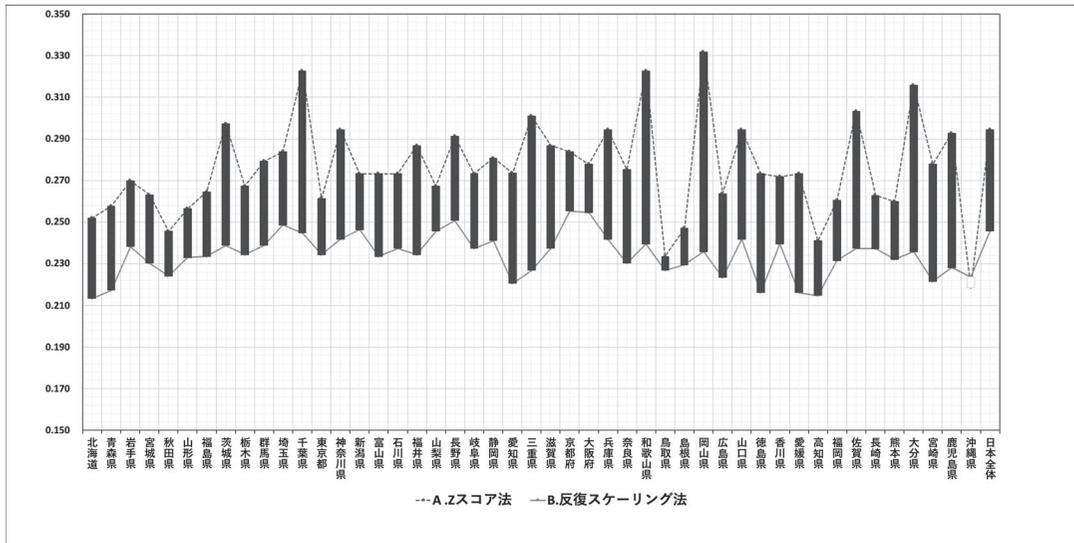


図 1-5 2つの方法によるグローバル・ネットワークの密度比較 1

部門数が若干異なるので、都道府県間の比較はあまり意味がないが、沖縄を除く 45 府県（と全国）で Zスコア法によって得られたグローバル・ネットワーク密度は、反復スケーリング法で得られたそれよりも、ほぼ全般に高いことがわかる（しかも沖縄では両者の差はわずかである）。特徴的なのは、反復スケーリング法で誘導されたネットワークの密度のレンジは極めて低く、0.213～0.255 の狭い範囲で安定した値をとっていることである。また両者の平均差は 0.07 ほどに過ぎない（表 1-2）。これは反復スケーリング法では有向グラフの密度であるため、密度は一般にかなり小さくなりやすいことを考慮すると意外な結果である。この点は尺度としての「感度の悪さ」とも解釈できるが、他方でレンジが狭いという意味で安定した尺度であることは、都道府県の間でのネットワーク・トポロジーの違いを比較する上では有利な尺度だと言えよう。というのは、密度をコントロールした上で産業部門間のネットワーク構造（トポロジー）を比較することの妥当性を保証するからである（坂田ら，2005）。以下の論文ではこの性格を存分に利用した分析を行う。

表 1-2 両方法によるグローバル・ネットワーク密度比較 2

	A.Zスコア法	B.反復スケーリング法	A-B
最小密度	0.218	0.213	-0.005
最大密度	0.332	0.255	0.096
レンジ	0.113	0.042	0.071
平均密度	0.276	0.234	0.043

1-4 反復スケーリング法による階層構造の抽出

反復スケーリング法によって得られた結果が有向グラフであることは、ネットワーク分析の可能性を広げることに貢献する。その一つとして階層的描画法を適用して産業連関の階層的な構造、川上から川下までのバリューチェーンを抽出できることを示す。

階層構造は、layered graph と呼ばれ、世界的にも有名な工学者である杉本公造らとそのフレームワーク（しばしば「杉山フレームワーク」と呼ばれる）を提案し、これに依拠するアルゴリズムが改良されてきた。彼らは、可読性の高いグラフィックを生成するためのいくつかの「美的基準」を次のように提案している（Sugiyama, Tagawa, and Toga, 1981）。

1. 全ての辺をできるだけ一方向に向け；
2. 辺の長さをできるだけ短くする；
3. 全ての階層に頂点を一様に配置する；
4. 辺の交差をできるだけ少なくする；
5. 辺をなるべく直線に保つ，である。

図 1-6 で要約されるように、これらは有向グラフにおける (1) 閉路 (=いくつかの辺が相互に連なって1つの輪を形成しているグラフ) 除去；(2) 階層割当；(3) 交差削減；(4) 座標割当の4ステップの手順によって近似解法を使用して最適化し解いていく（尾上, 2018）。この分野のアルゴリズム研究には伝統的に日本人研究者の功績が大きい（三末・杉山, 1989; Sugiyama and Misue, 1991）。階層的描画方法は、情報学的発想から開発され、実際に図的思考を支援するツールとして教育的にも使われているほか、ソフトウェア・モジュールの依存関係、家系図や論文の引用関係などの可視化に使用される。さらに経営学的にも（また社会的にも）ブランド連想ネットワークなどにも応用できる可能性がある。

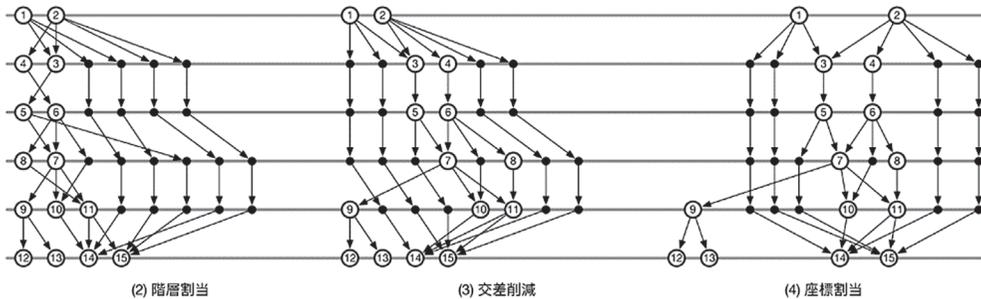


図 1-6 杉山フレームワークの図解

出所) 尾上 (2018) からの転用

この論文の課題である産業連関表分析の文脈では、理論上では上流に位置する産業が最も付加価値の低い産業部門を配置し、下流に位置する産業部門が最も付加価値の高い産業部門として配置する方法を提供すると期待できる。これによって他県との差別化戦略も明確化できる。しかし、すぐ下で見ると、これが成り立つためには閾値の厳密な設定問題以前に、産業分類のカテゴリーのグルーピングをいかに「上手く」行うかという「実践知」に依存している部分も大きいだろう。これは人々のカテゴリーによる差異に注目する社会学的研究方法と基本的には同じである。しかし、

産業のカテゴリ化については経済学や経営学では社会理論のような多様な理論が不足しており、融通の効かない官僚的、行政的な区分けが存続している可能性もあろう。そもそも 37 分類は、どの程度の分別力のある分析を可能にするのだろうか。

これを検証するために、37 部門集計の産業連関表を公表している 28 都府県について反復スケールリング法で二項化した方法でどのような階層構造が得られるかを比較した。表 1-3 では最川上産業に位置する産業部門と最川下産業に位置する産業部門をそれぞれ確定した。

最川上産業では対事業所サービス部門、分類不明、金属製品が圧倒的に多く、また最川下産業では公務、個人サービスや農林漁業、鉱業などのパターンが多い。農林漁業は多くの都府県で最川下産業に位置する場合が多い。多くの都府県で農林漁業は産品として重視されているので、バリューチェーンとしては最川下産業に位置することは不思議ではない。

この点から、都府県間で大きな差別的特徴は見出すことができない「感度の悪さ」と考えることもできるが、北関東の 3 県、東京都、大阪府、兵庫県などではユニークな最川下産業を確定していることを考慮すれば、そのような判断は早計だろう。

反面、工業県である静岡県と、決して工業県とは言えない香川県の最川下産業は対事業所サービス部門と鉱業であり、両者を峻別できないのは大きな問題である (図 1-7)。また京都府も公務と農林漁業が最川下産業であることしか示されていないことは決して「腑に落ちない」であろう。もっと中間に位置する産業部門にも注目する必要があるかもしれない。

実は 37 のセクター数であっても可視化するのは複雑過ぎる。可視化自体が重要であれば、Zスコア法のように MST に落とし込む方法の方が、かえってメリットは高いかもしれない。また、それを補完するために、凝集的な部分をクラスター化しつつ、ノードを階層的に配置するハイブリッドな方法で対処することもできるだろう。コミュニティ分解の中で階層的描画法を使用する例がこれである。

表 1-3 37 部門分類の都府県の階層的産業構造の要約

県コード	都府県	最川上産業部門	最川下産業部門
8	茨城県	輸送・郵便業 対事務所サービス	公務 農林漁業 輸送機械
9	栃木県	金属製品 対事務所サービス	公務 業務用機械 輸送機械
10	群馬県	分類不明 対事務所サービス 金属製品	公務 情報通信機
11	埼玉県	対事務所サービス 不動産 分類不明	対個人サービス 鉱業 公務 鉱業
12	千葉県	対事務所サービス 分類不明	対個人サービス 公務
13	東京都	運輸・郵便業 金属製品 分類不明	パルプ・紙・木製品 窯業・土石製品 電子部品
14	神奈川県	金属製品 対事務所サービス 運輸・郵便業 不動産	対個人サービス 公務 鉱業
15	新潟県	輸送・郵便業 対事務所サービス	公務 農林漁業 対個人サービス 鉱業
16	富山県	対事務所サービス 不動産 分類不明	パルプ・紙・木製品 農林漁業 電子部品 医療・福祉
17	石川県	対事務所サービス プラスティック、ゴム 分類不明	パルプ・紙・木製品 鉱業
18	福井県	対事務所サービス 不動産 分類不明	鉱業 公務
19	山梨県	対事務所サービス 不動産 分類不明	公務 農林漁業
20	長野県	対事務所サービス 不動産 金属製品	対個人サービス 農林漁業
21	岐阜県	対事務所サービス 不動産 金属製品	対個人サービス 農林漁業
22	静岡県	対事務所サービス 不動産 運輸・郵便業 金属製品	対個人サービス 鉱業
25	滋賀県	対事務所サービス 不動産 分類不明 運輸・郵便業	対個人サービス 農林漁業
26	京都府	対事務所サービス プラスティック、ゴム 分類不明	公務 農林漁業
27	大阪府	分類不明 水道 対事務所サービス	パルプ・紙・木製品
28	兵庫県	対事務所サービス プラスティック、ゴム 分類不明	鉱業 公務 建設
30	和歌山県	対事務所サービス 不動産 金属製品 分類不明	電子部品 窯業・土石製品 対個人サービス
33	岡山県	対事務所サービス 不動産 金属製品 分類不明	対個人サービス 農林漁業
35	山口県	対事務所サービス 不動産 金属製品 分類不明	対個人サービス パルプ・紙・木製品
36	徳島県	対事務所サービス プラスティック、ゴム 分類不明 金属製品	商業 対人サービス
37	香川県	対事務所サービス プラスティック、ゴム 金属製品	対個人サービス 鉱業
38	愛媛県	対事務所サービス プラスティック、ゴム 分類不明 金属製品	商業 対個人サービス
41	佐賀県	対事務所サービス 分類不明 金属製品	対個人サービス 電子部品
43	熊本県	対事務所サービス プラスティック、ゴム 分類不明 金属製品	農林漁業 医療・福祉 公務
45	宮崎県	対事務所サービス 金属製品 分類不明 パルプ・紙・木製品	林業 公務

図 1-8 は、補完的な試みとして、コミュニティ分解の中で階層的描画法を実行した例である。ここでは香川県の階層構造と静岡県のそれは十分に分別されており、地理的にも多様性がある工業県の静岡県では 4 つのクラスターに分割され、より複雑な産業構造が抽出されているが、商都高松を擁するとは言え工業的基盤は弱い香川県では、3 つのクラスターからなる産業構造が見出された。しかしながら、本来の目的である分別的な階層的バリューチェーンを可視化するためには、産業分類の数ある程度減らして再統合する工夫も必要となろう。次章ではこの問題に取り組んでみよう。

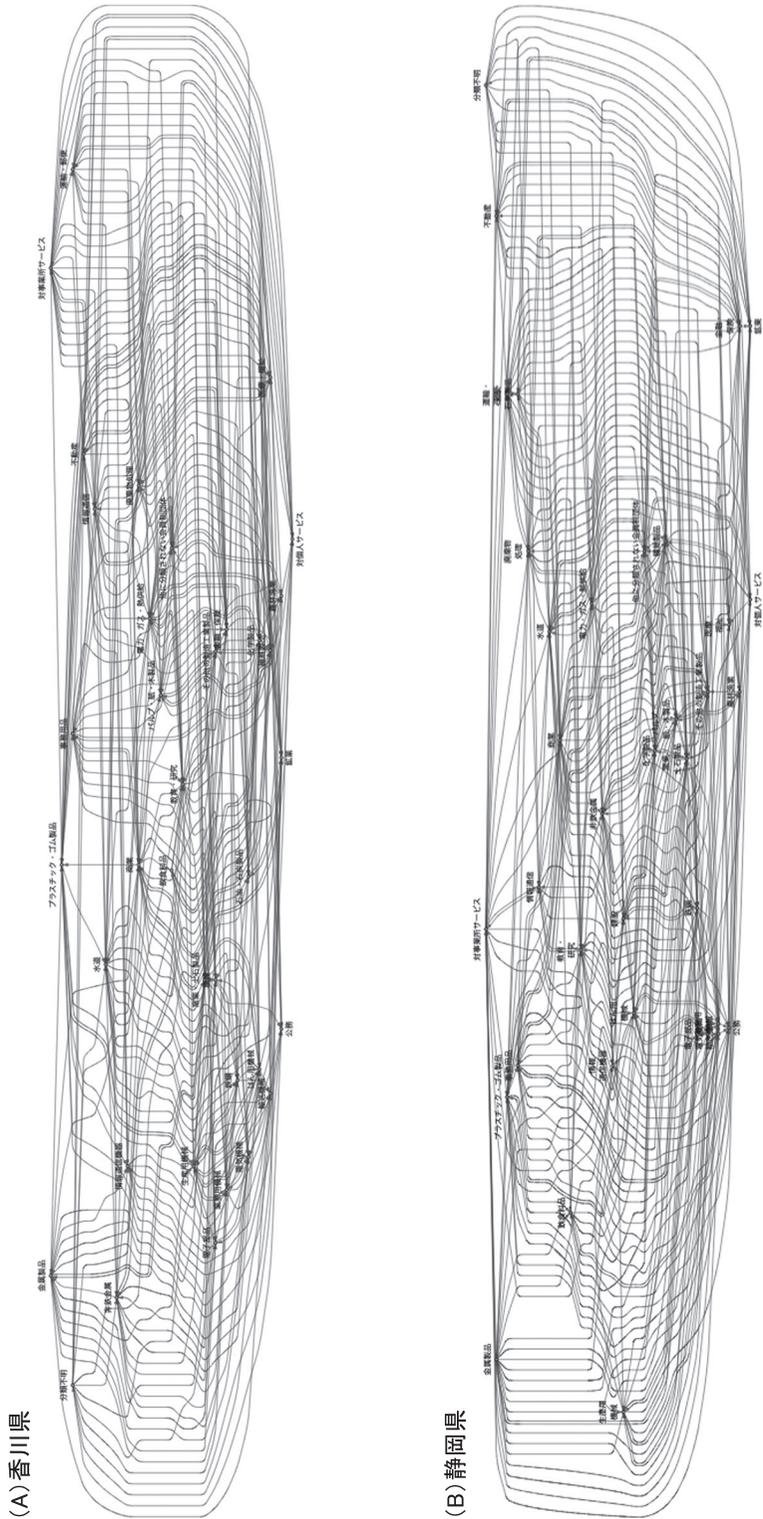
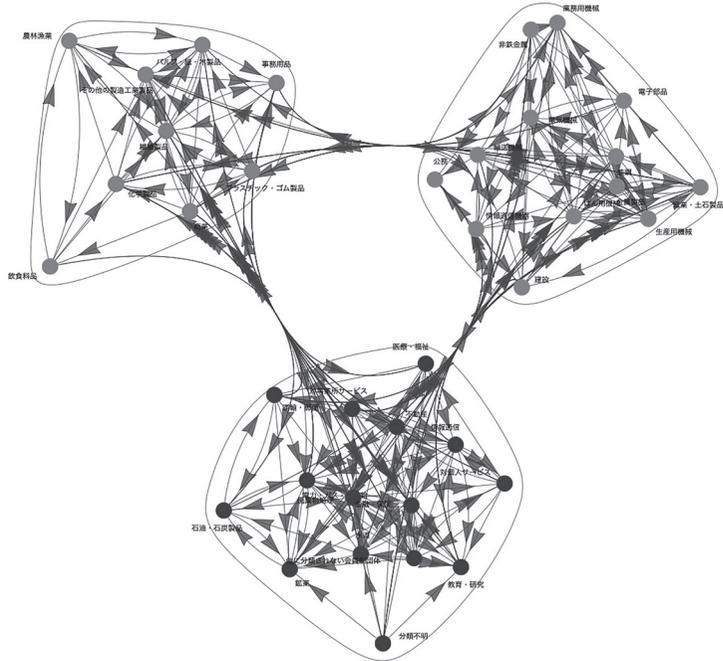


図 1-7 階層ネットワークの比較

注) Mathematica 13.01 で計算,作成.イメージだけで,産業部門名は詳細に表示していない.

A) 香川県



B) 静岡県

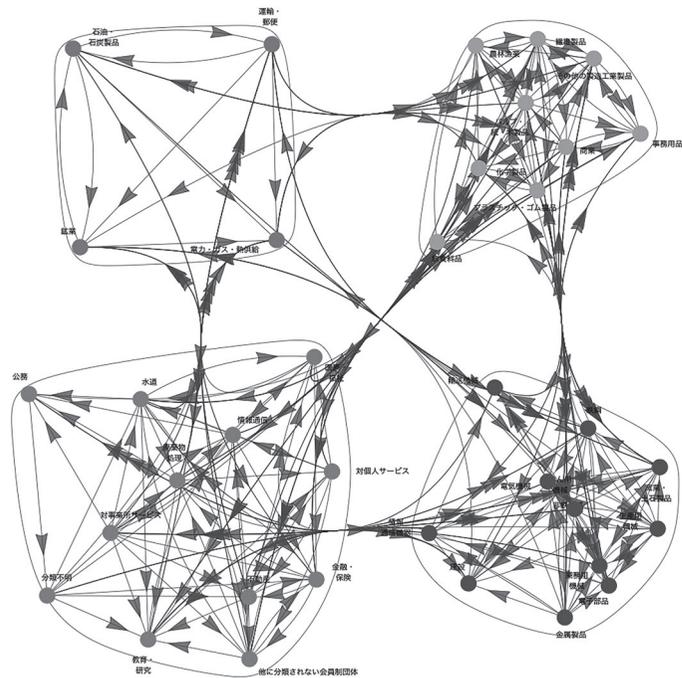


図 1-8 階層的なコミュニティ構造の比較

注) Mathematica 13.01 で計算, 作成. イメージだけで, 産業部門名は詳細に表示してない.

2. 京都府の産業構造はどのようになっているか：24 分類の提案

この論文は社団法人コンソーシアム京都の課題研究の一部であり、各大学から文部科学省に報告される産業別就職関係のデータを集計している。ところが、文科省の産業別分類は総務省の採用する産業分類とは若干異なる 29 部門の産業分類方式である。それは、

{A 農業林業; B 漁業; C 鉱業, 採石業, 砂利採取業; D 建設業; E1 食料品, 飲料など; E2 繊維工業; E3 印刷, 同関連業; E4 化学工業, 石油・石炭関連; E5 鉄鋼業, 非鉄金属・金属製品製造; E6 はん用, 生業用・業務用機械器具製造; E7 電子部品・デバイス・電子回路製造業; E8 電気・情報通信機械器具製造; E9 輸送用機械器具製造; E10 その他製造業; F 電気・ガス・熱供給・水道業; G 情報通信業; H 運輸業, 郵便業; I 卸売業・小売業; J 金融, 保険業; K 不動産業, 物品賃貸業; L 学術研究, 専門技術サービス業; M 宿泊業, 飲食サービス業; O 教育, 学習支援業; P 医療, 福祉; Q 複合サービス事業; R サービス業 (他に分類されないもの); S 公務; 上記以外のもの}

という分類スキームを採用している。文科省の分類は、製造業を 10 部門にコンパクトに集約しているのが特徴である。反面、農業林業と漁業を細かく分け、さらに文部科学省の関心の高い「学術研究, 専門技術サービス業」と「教育, 学習支援業」を分けており、やや冗長である。他方、総務省の産業分類では、

{農林漁業, 鉱業, 飲食料品, 繊維製品, パルプ・紙・木製品, 化学製品, 石油・石炭製品, プラスチック・ゴム製品, 窯業・土石製品, 鉄鋼, 非鉄金属, 金属製品, はん用機械, 生産用機械, 業務用機械, 電子部品, 電気機械, 情報通信機器, 輸送機械, その他の製造工業製品, 建設, 電力・ガス・熱供給, 水道, 廃棄物処理, 商業, 金融・保険, 不動産, 運輸・郵便, 情報通信, 公務, 教育・研究, 医療・福祉, 他に分類されない会員制団体, 対事業所サービス, 対個人サービス, 事務用品, 分類不明}

と、さらに細かい分類になっている。特に「廃棄物処理」「他に分類されない会員制団体」「事務用品」など、明らかに冗長ではないかとも思える項目も別項目で分類されている⁶⁾。そこで、この2つの体系を上手く両立させるような、29 項目より少ない新分類体系を構築する必要がある (図 2-1)。この作業は、産業分類の縮小的再統合のために極めて都合のよい作業となるだろう。

6) 詳しい事情は明確ではないものの、同和政策なども絡んだ「何らかの政策的な配慮」のためと推察できる。しかし「廃棄物処理」を 37 部門の一つの項目にすることは、持続可能性を意識した「環境保護産業」の保護育成の観点からは現代的な意義を有するかもしれない。

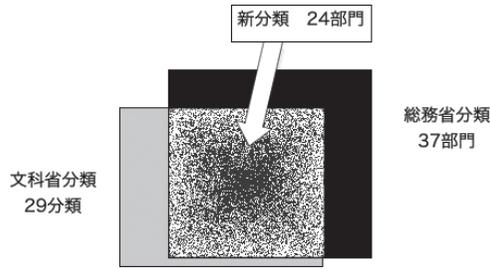


図 2-1 産業連関表の新分類のための枠組

図 2-2 では、真ん中に新たな提案する産業部門分類を示している。ここでは製造業に関しては概ね文部科学省の分類方式を採用したが、「学術研究、専門技術サービス業」と「教育、学習支援業」は統合した。その結果、「窯業・土石製品」は其他製造業に「プラスチック・ゴム製品」は「化学工業、石油・石炭関連」に統合された。

文科省29分類	新分類24部門	産業連関37分類
1 A農業林業	1 農林漁業	1 農林漁業
2 B漁業		2 鉱業
3 C鉱業、採石業、砂利採取業	2 鉱業	3 飲食料品
4 D建設業	3 建設業	4 繊維製品
5 E1 食料品、飲料など	4 飲食料品	5 パルプ・紙・木製品
6 E2 繊維工業	5 繊維工業	6 化学製品
7 E3 印刷、同関連業	6 印刷、同関連業	7 石油・石炭製品
8 E4 化学工業、石油・石炭関連	7 化学工業、石油・石炭関連	8 プラスチック・ゴム製品
9 E5 鉄鋼業、非鉄金属・金属製品製造	8 鉄鋼業、非鉄金属・金属製品製造	9 窯業・土石製品
10 E6 はん用、生業用・業務用機械器具製造	9 はん用、生業用・業務用機械器具製造	10 鉄鋼
11 E7 電子部品・デバイス・電子回路製造業	10 電子部品・デバイス・電子回路製造業	11 非鉄金属
12 E8 電気・情報通信機械器具製造	11 電気・情報通信機械器具製造	12 金属製品
13 E9 輸送用機械器具製造	12 輸送用機械器具製造	13 はん用機械
14 E10 その他製造業	13 その他製造業	14 生産用機械
15 F電気・ガス・熱供給・水道業	14 電気・ガス・熱供給・水道業	15 業務用機械
16 G情報通信業	15 情報通信業	16 電子部品
17 H運輸業、郵便業	16 運輸業、郵便業	17 電気機械
18 I卸売業・小売業	17 卸売業・小売業	18 情報通信機器
19 J金融、保険業	18 金融、保険業	19 輸送機械
20 K不動産業、物品賃貸業	19 不動産業、物品賃貸業	20 その他製造工業製品
21 L学術研究、専門技術サービス業	20 学術研究、専門技術サービス業、教育、学習支援業	21 建設
22 M宿泊業、飲食サービス業		22 電力・ガス・熱供給
23 N生活関連サービス業、娯楽業		23 水道
24 O教育、学習支援業		24 廃棄物処理
25 P医療、福祉	21 医療、福祉	25 商業
26 Q総合サービス事業		26 金融・保険
27 Rサービス業（他に分類されないもの）	22 サービス業	27 不動産
28 S公務	23 公務	28 運輸・郵便
29 上記以外のもの	24 上記以外のもの	29 情報通信
		30 公務
		31 教育・研究
		32 医療・福祉
		33 他に分類されない会員制団体
		34 対事業所サービス
		35 対個人サービス
		36 事務用品
		37 分類不明

図 2-2 文科省分類 29 と総務省産業連関 37 分類と新 24 分類の対応関係

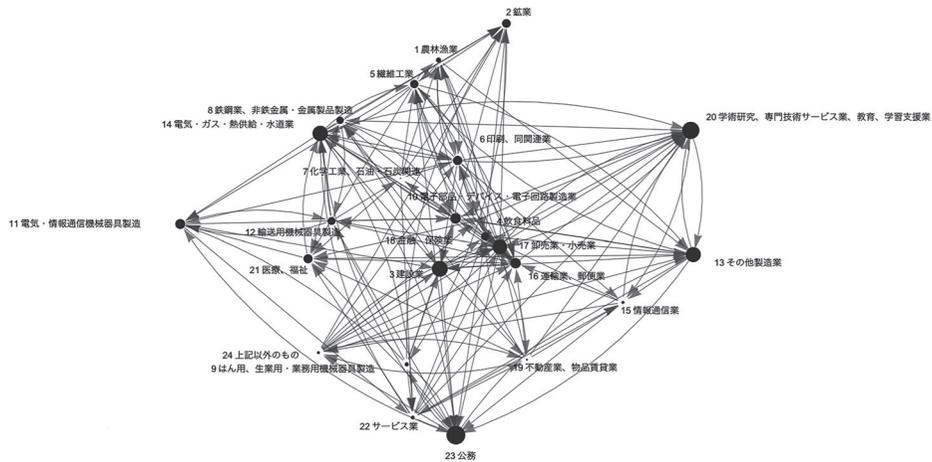


図 2-3 反復スケーリング法による有向ネットワーク

注) 点の大きさはページランク中心性の大きさを示す. Mathematica 13.01 で計算, 作成.

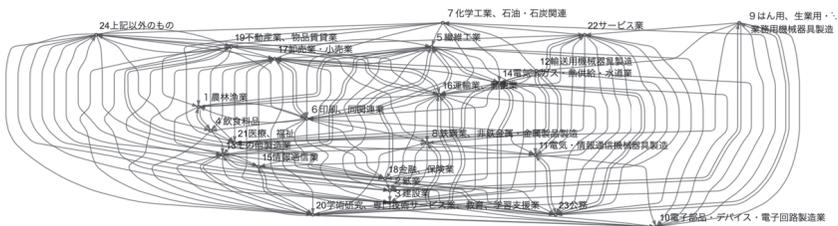
24 部門は { 1 農林漁業, 2 鉱業, 3 建設業, 4 飲食料品, 5 繊維工業, 6 印刷, 同関連業, 7 化学工業, 石油・石炭関連, 8 鉄鋼業, 非鉄金属・金属製品製造, 9 はん用, 生業用・業務用機械器具製造, 10 電子部品・デバイス・電子回路製造業, 11 電気・情報通信機械器具製造, 12 輸送用機械器具製造, 13 その他製造業, 14 電気・ガス・熱供給・水道業, 15 情報通信業, 16 運輸業, 郵便業, 17 卸売業・小売業, 18 金融, 保険業, 19 不動産業, 物品賃貸業, 20 学術研究, 専門技術サービス業, 教育, 学習支援業, 21 医療, 福祉, 22 サービス業, 23 公務, 24 上記以外のもの } である. この新分類を使って 2015 年の京都府の産業連関表を再集計し, 反復スケーリング法で有向の産業連関ネットワーク (図 2-3) の中心性の分析は公務や研究・教育部門の卓越性を示している (表 2-1).

表 2-1 24 部門の産業連ネットワークの各種中心性と構造的制約

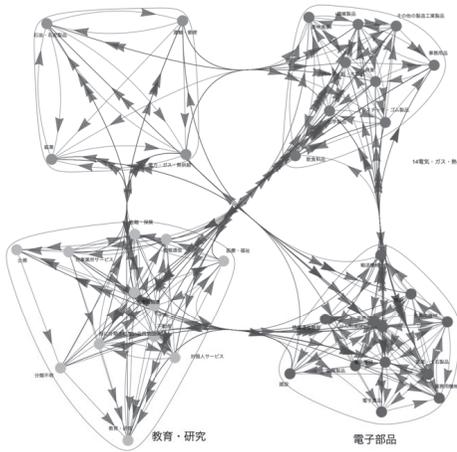
産業	入次数	出次数	媒介中心性	ページランク	統合中心性	放射中心性	構造的制約
1 農林漁業	6	4	5.7094	0.295679	0.76087	0.717391	0.30281
2 鉱業	8	2	10.0016	0.406198	0.815217	0.630435	0.220624
3 建設業	8	5	27.2076	0.573603	0.836957	0.771739	0.197993
4 飲食料品	4	4	2.88194	0.226123	0.684783	0.717391	0.293143
5 繊維工業	7	11	24.9645	0.388314	0.793478	0.869565	0.206176
6 印刷、同関連業	8	9	26.8309	0.409647	0.804348	0.826087	0.204442
7 化学工業、石油・石炭関連	2	8	15.7353	0.263747	0.630435	0.826087	0.221552
8 鉄鋼業、非鉄金属・金属製品製造	5	6	15.1575	0.426631	0.76087	0.782609	0.237497
9 はん用、生業用・業務用機械器具製造	2	7	12.0113	0.348117	0.684783	0.782609	0.250723
10 電子部品・デバイス・電子回路製造業	8	3	24.7327	0.499366	0.836957	0.684783	0.222374
11 電気・情報通信機械器具製造	6	5	14.4644	0.465509	0.804348	0.75	0.235077
12 輸送用機械器具製造	5	6	18.2076	0.421832	0.76087	0.782609	0.247754
13 その他製造業	7	8	34.1016	0.525461	0.793478	0.826087	0.20356
14 電気・ガス・熱供給・水道業	8	10	37.2221	0.603905	0.836957	0.858696	0.194179
15 情報通信業	5	5	6.61587	0.297628	0.771739	0.782609	0.2633
16 運輸業、郵便業	10	9	33.4492	0.554949	0.847826	0.826087	0.193324
17 卸売業・小売業	9	10	35.6862	0.423506	0.815217	0.836957	0.192411
18 金融、保険業	8	6	11.7877	0.374895	0.815217	0.793478	0.23014
19 不動産業、物品賃貸業	4	8	8.7969	0.269364	0.728261	0.804348	0.243016
20 学術研究、専門技術サービス業、教育、学習支援業	11	6	26.0092	0.577782	0.858696	0.782609	0.204262
21 医療、福祉	8	3	8.71218	0.356938	0.826087	0.706522	0.213401
22 サービス業	5	9	23.2619	0.319093	0.75	0.836957	0.203481
23 公務	11	5	38.3109	0.664603	0.869565	0.771739	0.199632
24 上記以外のもの	4	10	15.1418	0.307111	0.728261	0.847826	0.228006

図2-4 (A) は、24 部門の階層的産業連関構造を表現したものであるが、37 部門分類のそれとは異なり、ある程度「納得できる」結果が得られていると思われる。ここでは最上流には化学工業、石油・石炭関連部門、はん用、生業用・業務用機械器具製造、(一般) サービス業などが位置し、中間には運輸業、郵便業、電気・ガス・熱供給・水道業、卸売業・小売業、同関連業と情報通信業などが位置する。その少し下流には電気・情報通信機械器具製造、情報通信業などが、そして最も付加価値の高い最下流には学術研究、専門技術サービス業、教育、学習支援業、公務、電子部品・デバイス・電子回路製造業が位置している。これらから、大学がクラスターをなす学術産業都市としての京都の産業構造が読み取れるかもしれない。実は図2-4 (B) で表されているように、この構図は37 部門の階層的なコミュニティ分解でもすでに可視化されており、研究・教育を最下位とする左側クラスターと電子部品を最下位とする右側クラスターが左右で分割されているのである。これに対して、図2-4 (C) のように24 部門の階層的コミュニティ分解では、やや異なった分割内容を与えているものの、その構図は大きくは異なる。

(A) 杉山フレームワークによるバリューチェーンの階層的描画(24 分類)



(B) 階層的コミュニティ分解(37 分類)



(C) 階層的コミュニティ分解(24 分類)

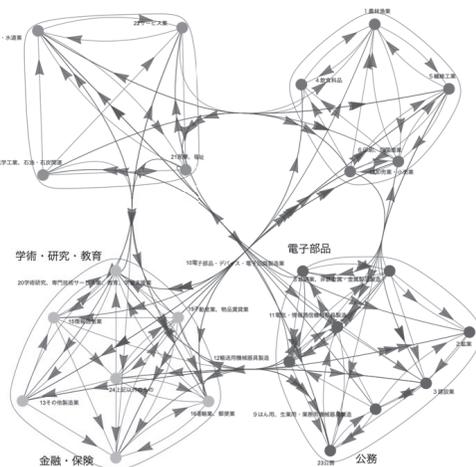


図2-4 京都府の階層的ネットワーク

注) Mathematica 13.01 で計算,作成.

まとめと今後の課題

この論文では、大学法人コンソーシアム京都の課題研究として、京都府の階層的な産業部門間構造の可視化と分析のために、経済部門間の紐帯強度を標準化する反復スケーリング法を提案した、また、いわゆる「杉山フレームワーク」と反復スケーリング法を併用する方法を探索した。このとき大学人材を産業別に分類した学校調査との整合性を求め、セクター数を24に縮約する新産業分類も提案された。

これら方法を使った階層的な産業連関構造の可視化と解析により、**電子部品を中核としたハイテク産業都市であり、大学がクラスター化することで教育・研究関連産業が他の産業分野と固有の強度の関係を持つ京都の産業構造を描き出すことに成功している**と言える。しかし、これは、規模的には取引額が決して多くない教育・研究関連産業が、セクター数の縮減によって「特別項目」化し、相対的に存在感が増すという大きな「恩恵」を受けた可能性もある⁷⁾。いずれにしても**大学発のベンチャーが求められている昨今、教育・研究セクターに焦点を当てた産業連関分析は重要性が増してくる**ことは間違いなく(忽那, 2022; 各務, 2021)、そのような役割をリードすべき大学法人コンソーシアム京都が存在する京都府の産業連関分析でなされたこの研究が、そのような方向の先駆けとなれば幸いである。

実は、バリューチェーンと同値のサプライチェーン・マネジメントの研究において「上流度指数」、**「下流度指数」**という興味深い指標が考案されている。Antràsら(2012)は、米国の産業連関表を用い分析し、**鉱業・採石業が高い上流度指数を示し、食品関連産業が高い下流度指数を示していた**ことを明らかにしている。桑森(2022)は、アジアにおける国際サプライチェーンにおいて「上流度指数」「下流度指数」を測定している。この2つの指標は日本の階層的な産業部門間構造分析にも適用可能であろう。

さらに喫緊の課題としては、ここで得られた産業連関構造データを大学に対して収集した産業別大学人材輩出データ、大学の産業別知財データ、大学の産業別共同研究データと関連させて準因果的な解析を行うことである。また階層の中間層に注目し、階層的な産業連関構造を測定するための指標の開発も課題である。より根本的課題としては、国の経済統計収集方法、おそらくDX化の進展にも関わるが、取引データのタイムラグを縮めるための効率的で高速なデータ収集方法に関する検討が進められてもいいだろう。

7) 日本最大の愛知県の工業県である愛知県の産業連関構造では37部門ではなく43部門の産業連関表が使用されている。最下流には公務、対人サービスのほか、取引額の大きい特別分類の航空機産業が位置していることは興味深い。

添付資料：新24分類による2015年の京都府産業連関表

産業分類	1農林漁業	2鉱業	3建設業	4飲食料品	5繊維工業	印刷、同梱物	7化学工業、石油同梱物	8鉄鋼業、非鉄金属、炭鉱	9非鉄金属、炭鉱	10電子部品・デバイス・電子回路	11電気・情報通信機器	12輸送用機械器具製造	13その他製造	14電気・ガス・熱供給・水道業	15情報通信業	16運輸業、郵便業	17卸売業、小売業	18金融、保険業	19不動産業	20学術研究、専門技術サービス業	21医療、福祉	22サービス業	23娯楽	24上記以外のもの
1農林漁業	1,356,612	22	107,400	12,360,995	79,281	730,557	54,699	160	0	0	0	2	154,084	0	0	0	23,187	0	371	250,362	41,399	2,919,228	2,081	0
2鉱業	394	1,157	593,536	27,638	7,613	29,026	222,580	375,777	3,488	5,725	2,562	6,394	1,160,852	22,538,140	18	893	483	64	152	6,676	1,301	4,730	530	2,719
3建設業	23,743	3,107	60,737	52,528	27,191	51,603	124,694	131,516	127,284	83,139	33,721	133,957	1,246,988	0	0	0	23,460	0	0	661,000	122,129	392,806	574,790	0
4飲食料品	850,894	0	589	16,040,075	29,887	38,137	208,888	14	0	0	0	0	67,195	0	0	0	23,460	0	0	661,000	122,129	17,605,081	17,792	31,552
5繊維工業	48,899	3,830	312,707	85,056	2,053,623	84,139	59,338	38,999	89,946	128,995	79,981	57,607	332,053	17,351	48,750	131,253	711,904	82,423	4,259	63,796	395,990	778,054	227,746	5,255
6印刷、同梱物	274,445	2,073	4,079,547	2,469,742	98,580	5,370,991	400,541	100,259	144,005	211,948	288,610	73,655	138,477	877,321	377,729	1,314,128	244,682	74,119	1,016,690	734,849	1,161,682	82,296	12,332	
7化学工業、石油同梱物	800,009	48,595	3,014,398	3,734,440	1,461,512	1,287,819	15,467,719	978,475	1,849,206	1,218,115	2,607,868	2,411,898	4,892,146	3,253,703	238,499	8,072,037	1,232,406	183,300	167,139	2,315,866	10,052,936	3,491,118	757,975	316,202
8鉄鋼業、非鉄金属、炭鉱	14,996	21,438	12,234,158	1,506,000	27,293	276,617	498,288	12,757,468	9,279,275	2,432,999	5,732,681	5,791,435	832,823	52,749	33,267	198,847	456,211	6,379	531,42	41,081	223,533	525,867	245,902	150,239
9非鉄金属、炭鉱	6,720	4,730	773,104	276	0	13,834	86,696	38,112	9,285,743	168,038	259,887	646,106	154,477	121,205	11,007	14,428	161,652	633	0	0	1,481,387	2,287,077	174,988	0
10電子部品・デバイス・電子回路	4	21	29,572	245	16	257	128	12,450	3,996,694	6,151,125	6,615,364	511,549	297,574	532	55,862	382	4,413	2,438	0	246,175	495	1,137,130	108,216	0
11電気・情報通信機器	1,157	293	954,818	31,005	80	1,550	1,343	6,889	1,512,201	868,898	2,798,178	2,044,138	12,806	3,298	19,091	26,577	851,322	8,212	13,013	78,354	13,505	779,192	178,009	11,689
12輸送用機械器具製造	22,398	50	0	0	0	0	0	0	12,612	0	0	0	21,315,279	0	0	1,156,851	0	0	6,613	0	2,557,885	268,096	0	
13その他製造	42,236	5,666	5,581,085	1,424,185	188,755	232,081	326,430	294,486	791,687	1,364,699	562,239	259,890	3,615,152	457,104	1,933,188	379,540	1,462,709	1,086,022	78,515	3,470,180	979,885	2,546,921	756,746	67,940
14電気・ガス・熱供給・水道業	168,743	40,340	524,613	2,469,277	6,665,577	5,660,222	1,523,729	1,911,820	1,719,847	1,326,405	613,577	1,278,536	1,930,007	2,207,558	784,274	3,257,589	7,157,722	468,070	1,020,552	4,984,911	3,464,617	10,893,559	1,495,761	81,713
15情報通信業	39,690	4,664	782,153	612,503	55,994	114,537	380,704	193,952	720,288	303,411	545,227	155,265	271,301	1,068,894	10,753,248	916,431	6,340,781	3,219,564	577,700	4,614,659	1,659,243	7,071,526	1,868,636	777,272
16運輸業、郵便業	597,774	292,763	4,189,382	2,886,611	299,388	735,106	878,005	890,036	1,458,817	577,866	835,143	831,069	2,717,382	2,939,778	1,591,991	6,292,932	8,364,502	1,970,087	425,295	3,902,600	2,065,182	7,203,384	2,081,253	697,942
17卸売業、小売業	691,095	22,910	5,211,521	6,687,047	720,763	1,634,139	2,002,534	1,415,015	2,789,488	1,292,300	1,865,816	2,444,367	3,382,130	1,363,295	697,275	2,467,418	1,777,844	266,734	211,840	6,811,872	12,298,695	608,519	103,951	
18金融、保険業	93,998	34,024	910,512	802,198	167,071	137,382	144,211	225,192	925,195	147,948	215,757	186,042	383,540	864,132	304,864	1,939,840	2,253,129	2,182,759	9,331,794	554,510	797,478	1,691,451	715,671	16,225
19不動産業、物品賃貸業	19,632	3,335	299,239	163,666	27,074	26,491	75,468	56,592	193,779	32,393	90,093	39,384	81,843	249,649	117,146	1,170,146	640,505	4,000,587	869,700	1,462,167	1,706,924	51,885	216,955	
20学術研究、専門技術サービス業	727	234	16,442	24,961	407	21,199	8,705	7,522	27,780	38,189	44,138	13,890	269,614	192,056	35,831	12,206	188	182	188	182	12,843	84,001	61,223	1,023
21医療、福祉	3,090	0	36	0	0	21	149	2	0	0	0	0	142	927	17,955	100,005	1,685	3,357	417	1,379	1,499,109	4,482	640	9,904
22サービス業	292,292	36,469	8,733,393	6,448,042	341,609	427,154	1,648,200	1,019,764	2,541,629	1,473,664	1,935,098	1,692,199	2,865,101	5,569,973	9,271,236	11,468,094	15,000,246	6,746,793	4,665,176	11,583,682	8,598,981	19,737,391	7,142,404	599,933
23娯楽	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24上記以外のもの	41,414	13,017	1,581,240	1,327,646	27,691	122,502	64,150	157,789	372,718	28,856	78,330	130,424	327,004	274,469	148,118	743,909	1,265,529	290,335	330,076	1,560,344	552,089	688,749	61,141	0

謝辞

この研究はコンソーシアム京都の課題研究（課題番号 W2006P）であり、公益財団法人コンソーシアム京都から支援を受けた。コンソーシアム京都の職員の野村広道（大谷大学派遣）さんにはデータの提供、調査の依頼などで大変お世話になった。ここで感謝の意を表したい。また学務に追われているにも関わらず時間を割いて回答してくださった関係大学の職員の皆様にも感謝したい。

参考文献

- Antràs, P., Davin C, T. Fally, and R. Hillberry. (2012). "Measuring the Upstream-ness of Production and Trade Flows." *American Economic Review: Papers & Proceedings 2012*, vol.102 (3), 412-416.
- 浅利一郎・土居英二. (2016). 『地域間産業連関表分析の理論と実際』 日本評論社.
- Darroch, J.N. and D. Ratcliff. (1972). "Generalized Iterative Scaling for Log-Linear Models." *The Annals of Mathematical Statistics*, vol.5, 1470-1480.
- 各務茂夫. (2021). 「大学発ベンチャー—20年間の進展と今後の課題」『一橋ビジネスレビュー（特集 スタートアップが未来を変える）』, 2021 冬号, 56-71.
- 金光 淳. (2011). 「経営・ネットワーク理論」, 稲葉陽二・大守 隆・近藤克則・宮田加久子・矢野聡・吉野諒三編『ソーシャル・キャピタルのフロンティア—その到達点と可能性—』ミネルヴァ書房, 81-108.
- 金光 淳. (2014). 稲葉陽二・大守隆・金光 淳・近藤克則・辻中豊・露口健司・山内直人・吉野諒三編『ソーシャルキャピタル「きずな」の科学とは何か』ミネルヴァ書房, 127-152.
- 金光 淳編著. (2018). 『ソーシャルキャピタルと経営：企業と社会をつなぐネットワークの探究』ミネルヴァ書房.
- 忽那憲治編著. (2020). 『大学発ベンチャー創出のエコシステム』中央経済社.
- 桑森 啓. (2022). 「アジアにおける国際サプライチェーンの構築—上流度・下流度の測定—」 桑森 啓編. 『アジア国際産業連関表—延長推計と国際生産ネットワーク分析への応用』 IDE-JETRO, 56-71.
- 三末和男・杉山公造. (1989). 「図的思考支援を目的とした複合グラフの階層的描画法について」. 『情報処理学会論文誌』, vol.30, 1324-1334.
- Newman, M. (2018). *Networks 2nd Edition*. Oxford University Press.
- 尾上洋介. (2018). 「階層グラフの可視化」. 『オペレーションズ・リサーチ』, vol.63, 20-26.
- 坂田一郎・梶川裕矢・柴田尚樹・松島克守・小島拓哉. (2005). 「地域経済圏の成長にとって最適な地域ネットワークとは—スモールワールド・ネットワークの視点による4地域クラスターの比較分析」. 『一橋ビジネスレビュー』, 2005 冬号, 1882-195.
- 穴戸駿太郎編. (2010). 『産業連関表分析ハンドブック』 東洋経済新報社.
- Sugiyama, K, S. Tagawa and M. Toda. (1981). "Methods for visual understanding of hierarchical system structures," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, vol. 11, 109-125.
- Sugiyama K. and K. Misue. (1991). "Visualization of structural information: Automatic drawing of compound digraphs," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, vol. 21, 876-892.

寺崎友芳. (2018). 「ノンサーベイ法による小地域産業連関表の作成と誤差の測定—宮津市産業連関表を用いた生産波及効果の事例—」. 『京都産業大学経済学レビュー』, No.5, 1-39.

Tsekeris, T. (2017). "Network analysis of inter-sectoral relationships and key sectors in the Greek economy." *Journal of Economic Interaction and Coordination*, vol. 12, 413–435.

上野雅史・斉藤和巳・沖本まどか. (2016). 「ネットワーク分析を用いた産業連関表の可視化による主要取引関係の抽出」. 『行動計量学』, vol.85, 197-205.

山下隆之編著. (2016). 『地域経済分析ハンドブック—静岡モデルから学ぶ地方創生』 晃洋書房.

What Role Does a Cluster of Kyoto Universities Play in the Regional Economy? : Visualization and Detection of Hierarchical Industrial Structure of Kyoto Prefecture

Jun KANAMITSU

ABSTRACT

In Kyoto, a cluster of universities play a key role in the regional economy. With a help of network analysis tools and hierarchical graph drawing techniques known as “Sugiyama Framework,” we visualize and detect a hierarchical structure among Kyoto industries based on input-output tables collected in 2015. We discover that the R&D and university education sector is positioned at the downstream along with the electrical devices industry, the key industry in Kyoto. A new framework for merging the traditional 37 industrial categories into 24 is also proposed, which enables us to do correlation/quasi-causal analyses on science-technology-university linkages by industrial sector.

