47 都道府県地域産業ネットワーク構造の可視化

Visualization of local area industry networks in the 47 prefectures of Japan

村舘　靖之*
Yasuyuki Muradate

目次

１．研究目的と課題設定
２．地域産業ネットワークの可視化アルゴリズム
３．47 都道府県地域産業ネットワークの可視化結果
４．考察
５．まとめと課題

参考文献

* 東京大学大学院情報学環
キーワード　産業連関表、地域産業ネットワーク、可視化

１．研究目的と課題設定

地方産業活性化の観点から、2005 年の 47 都道府県の産業連関表を可視化し、比較・検討することで、日本全国の県勢における地域産業ネットワークの特徴を明らかにし、地域産業振興政策立案の一助とすることが本研究の目的である。具体的には、47 都道府県の全ての産業連関表を 34 部門表ベースに可視化する。

先行研究として産業連関表の可視化を扱ったものに藤原ほか(2012)がある。藤原らの研究はスカイラインチャートの拡張に関するものである。一方、本研究は、SNS のつながりのような産業ネットワークに関する可視化の研究である。

また産業ネットワークの可視化に関する研究として市橋(2001)がある。市橋による研究は、全国産業ネットワークを産業ネットワークグラフという形で可視化している。一方、本研究は、産業ネットワークに隣接行列を使うことで、地域産業ネットワークについてコミュニティ分類を加味した手法で可視化している。

森岡、津田(2011)の研究は、産業連関分析と情報幾何を結びつけたこの分野の最先端の研究である。従来の RAS 法に対して、情報幾何的分解の手法を加えている。森岡らの研究による新手法では、情報幾何の手法を使って、5 年おきの連関表の間を補完し、将来の連関表を推計することができる。森岡らは連関表の可視化の手法としてヒートマップを選択しているが、本研究ではよりわかりやすい可視化手法として、ネットワーク分析を応用した手法を用いている。

鎌田、川合(1988)の研究は可視化のアルゴリズムに関する代表的研究であり、本研究は産業連関表の可視化に鎌田、川合のアルゴリズムを応用している。

従来の産業連関分析とグラフ理論に関する研究はほぼ独立して行われてきた。本研究は、産業連関分析もグラフ理論の可視化研究も、隣接行列の可視化という共通点をもとに、同様の可視化が行えるという視点を付け加え、全ての都道府県の連関表を可視化して、比較することを試みた。

２．地域産業ネットワークの可視化アルゴリズム

H17 年の産業連関表の内生部門（統合大分類、約 34 部門）を取り出し、隣接行列（要素が全てゼロか 1 かの正方行列）に変換する。閾値は 10 億円に設定した。

ここで得られた隣接行列を可視化し、有向ネットワーク図を描く。同時にネットワークにおけるコミュニティを識別する。

Kamada-kawai アルゴリズムと焼きなまし法を使って、ネットワーク図の描画とコミュニティ（最大３）を識別する。焼きなまし法は、エネルギーを最小（Q 値を最大）となるようにコミュニティを識別するアルゴリズムである[1]。

[1] 焼きなまし法の他にも、貪欲法や固有ベクトルに基づく手法などのコミュニティ検出アルゴリズムがプログラミング言語 R とネットワーク分析パッケージ igraph には実装されている。

３．47 都道府県地域産業ネットワークの可視化結果

以下、北海道から沖縄の順に、全ての都道府県地域産業ネットワークの可視化結果を示す。

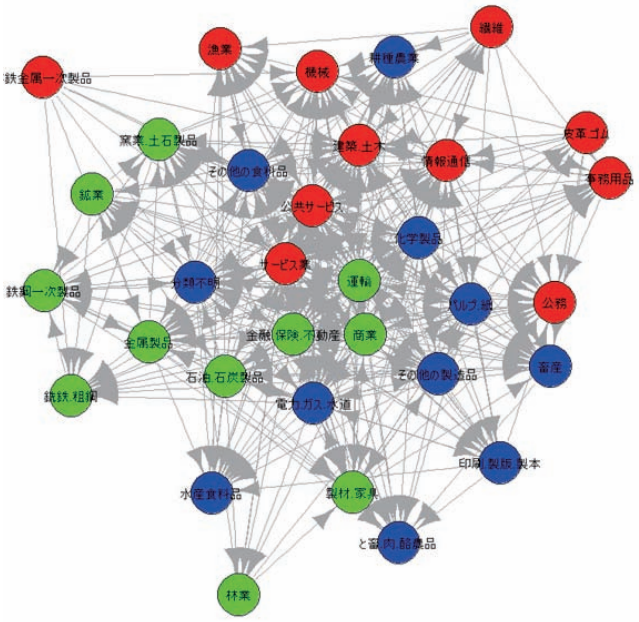

図１．北海道

北海道の特徴は、酪農、畜産や鉱業、石油・石炭製品といった北海道に特有の産業が連関表を通じて、産業分類項目にも表れている点である。

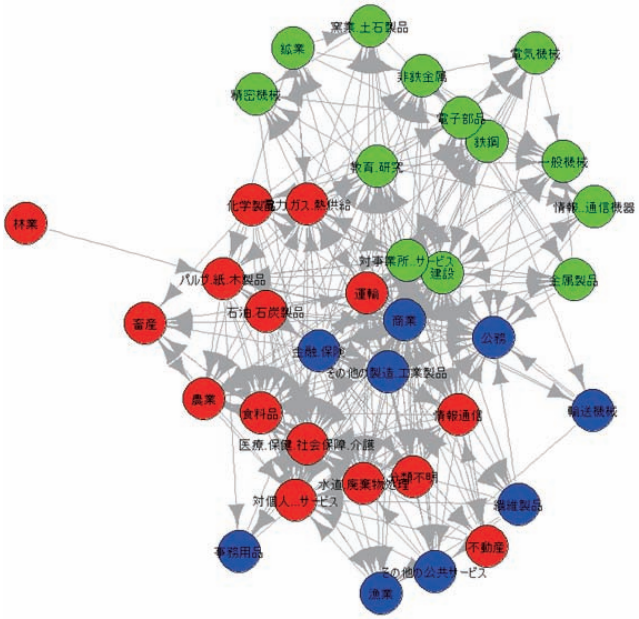

図２．青森県

青森県の特徴は、農業や漁業が他の都道府県と比べて、高い役割を担っている点である。

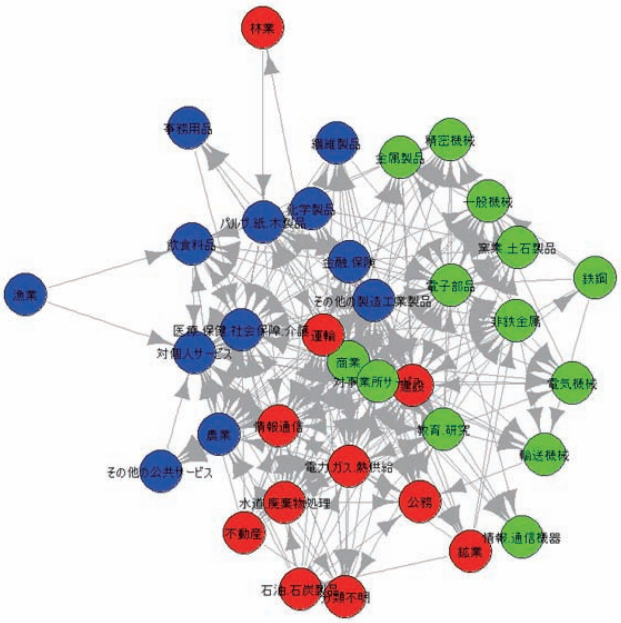

図３．秋田県

秋田県の特徴は、農業の地域における重要性の高さである。

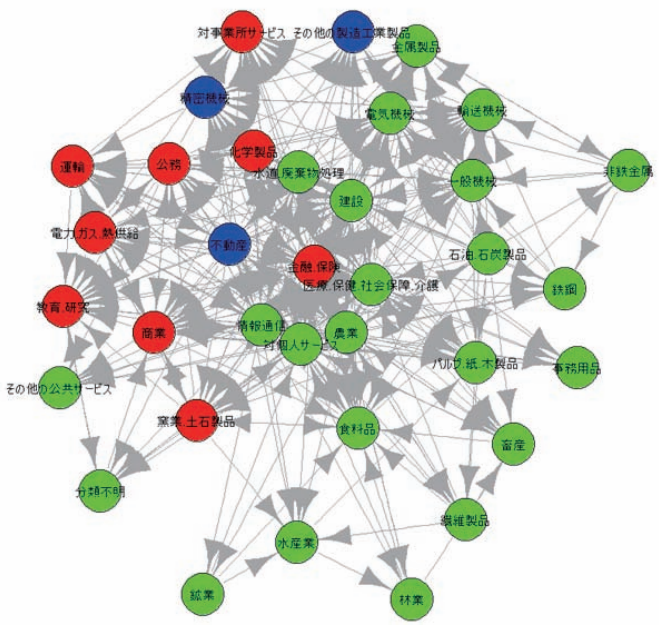

図４．岩手県

岩手県の特徴は農業が産業の中心部に来ていることである。対事業所サービスや運輸といった中心に位置しやすい願業が周縁に来ている。対個人サービスが中心に来ている。医療・保健・社会保障・介護が中心に来ていることから、高齢化が進んでいると読み取れる。水産業も他の県と比べて、盛んである。

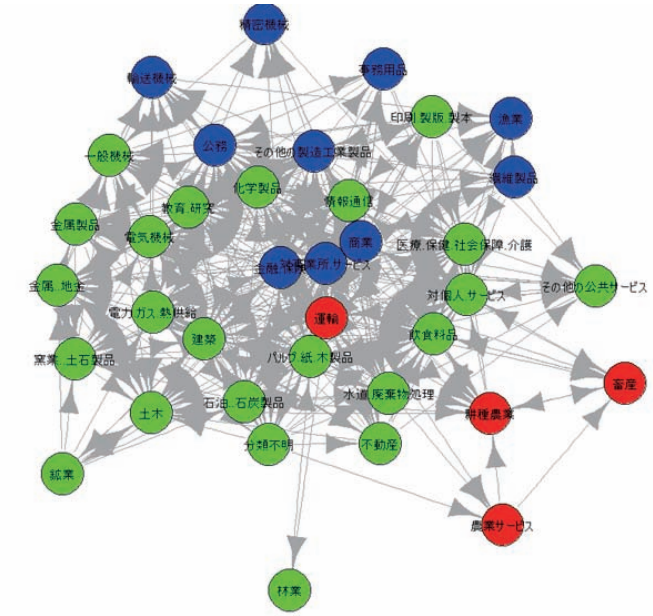

図５．　宮城県

宮城県も農業県であり、耕種農業、農業サービス、漁業、畜産といった産業が、目立っている。これらの産業は、非農業県であれば、農林水産業で一括りにされる。

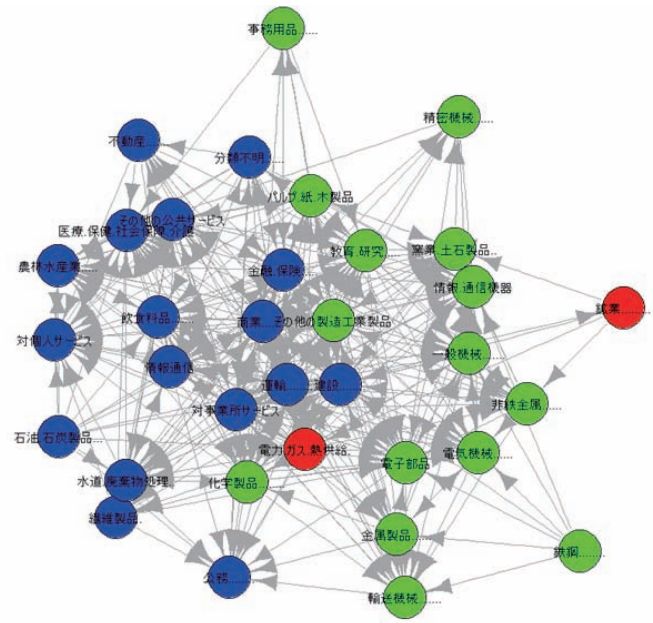

図６．　山形県

山形県の特徴は、他の東北の県と比べて、農林水産業と一括りに分類されている点からも、比較的産業化が進んでいる。電子部品、情報通信機器、一般機械がネットワークのほぼ中心と周縁の間に位置している。通常、情報通信機器（＝デバイス）は周縁に位置しやすいので、他県よりもデバイス産業が盛んであることが読み取れる。

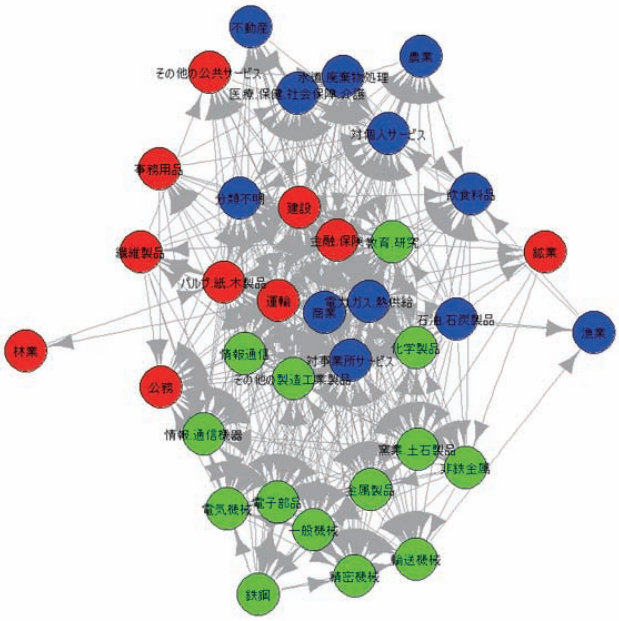

図 7.　福島県

福島県の産業の中心には、電力・ガス・熱供給が位置している。また農業と漁業、林業も独立して分類されていて、中でも農業の矢印（他産業との取引）は多い。

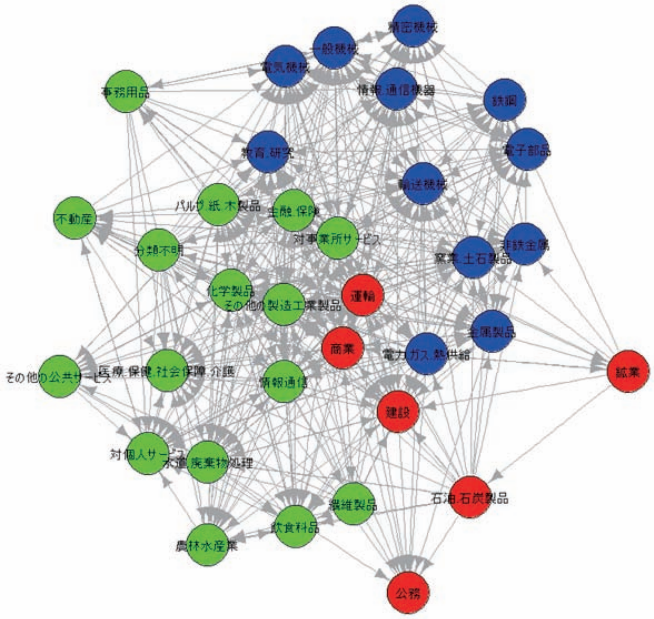

図 8.　栃木県

栃木県の特徴はダイヤモンド型ネットワークで、どの産業も孤立することなく、他の産業と多くの矢印で結ばれている。情報通信機器（デバイス）や電子部品はネットワークの周縁近くに位置しているものの、他産業との取引は多い。

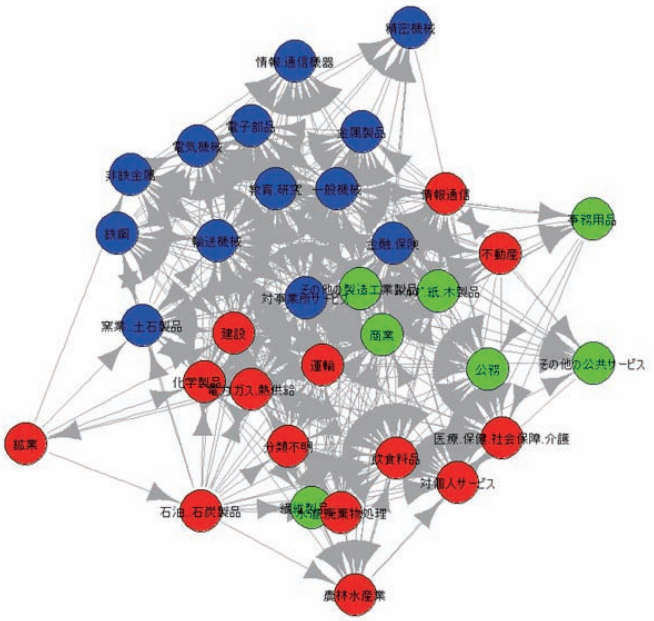

図９．　群馬県

群馬県の産業の特徴は、公務がわりと中心と周縁の間の中間部に来ていることだ。また運輸が中心に立地していることから、交通の要所で、媒介的な産業を中心に経済活動が行われていることが示唆される。

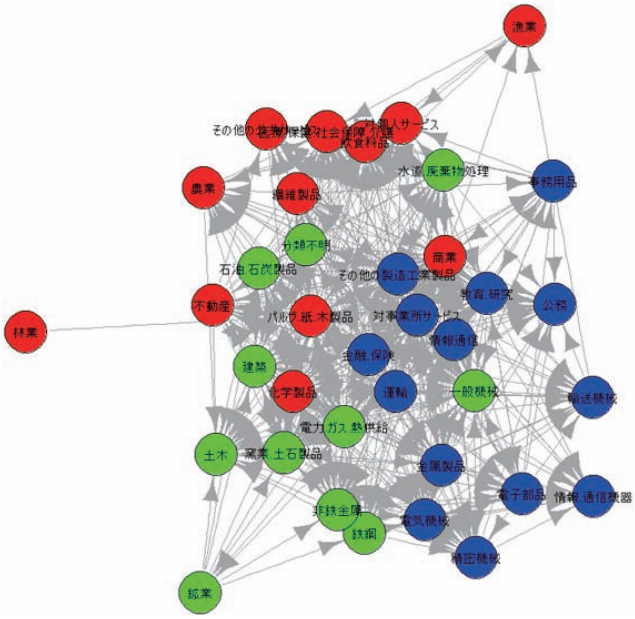

図１０．　茨城県

茨城県は関東地方の中では比較的東北地方に近い産業立地で、農業、林業、漁業の地位が高い。電力・ガス・熱供給も比較的中心に来ている。

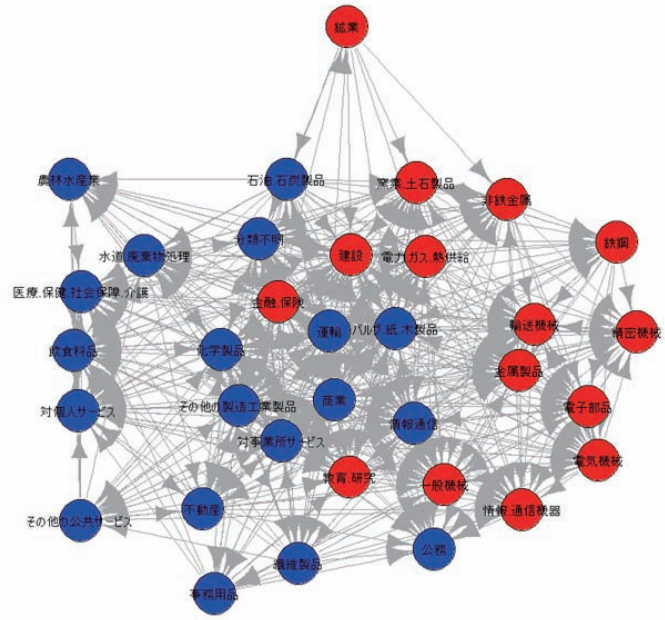

図１１．　埼玉県

埼玉県の特徴は、化学製品や、パルプ・紙・木製品が中心に立地していることだ。医療・保健・社会保障・介護が周縁に位置している。比較的若い県という印象を受ける。

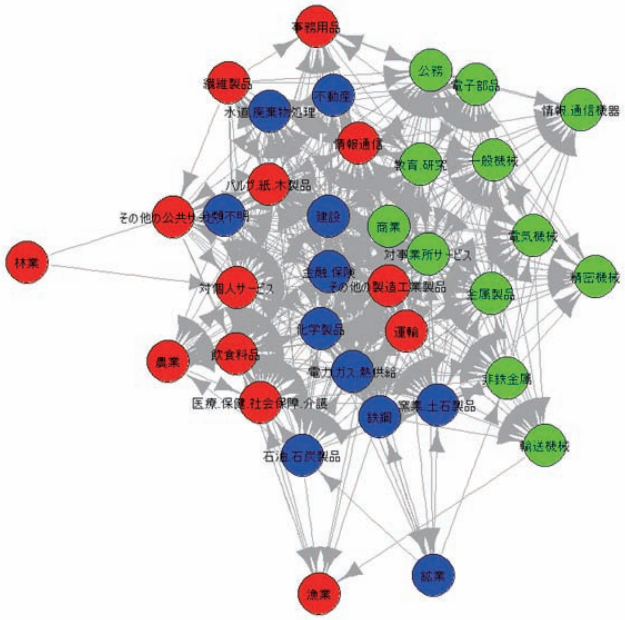

図１２．　千葉県

千葉県の特徴は、茨城県に近い。つまり農業、林業、漁業の地位が、他の関東の県よりも高い。鉄鋼も比較的中心よりに位置している。

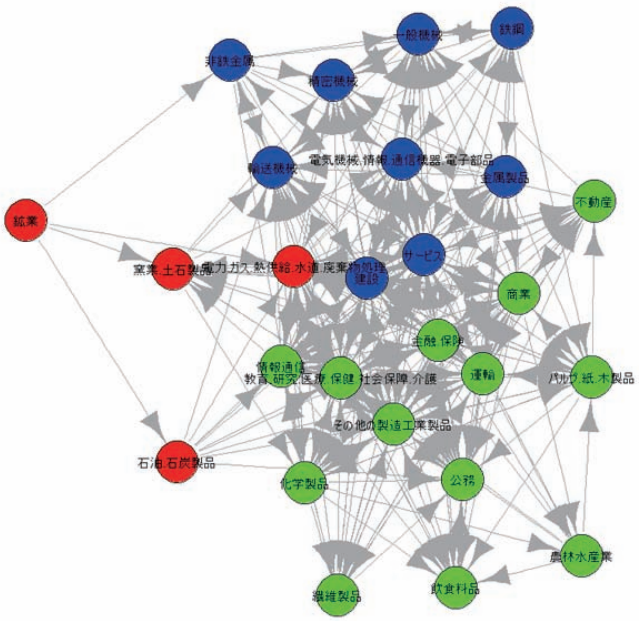

図１３．　東京都

東京都の特徴は、サービス化と工業化の進展である。医療・保健・社会保障・介護が中心に位置している。情報通信や教育・研究の地位も高い。

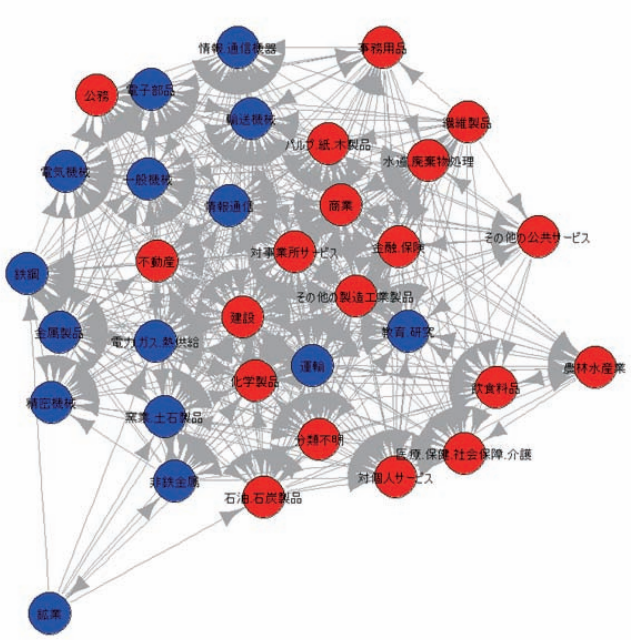

図１４．　神奈川県

神奈川県の特徴は、産業化が進展していることだ。取引のネットワークも密である。不動業の地位が高い。情報通信機器は周縁に位置しているものの、矢印の本数が多い。

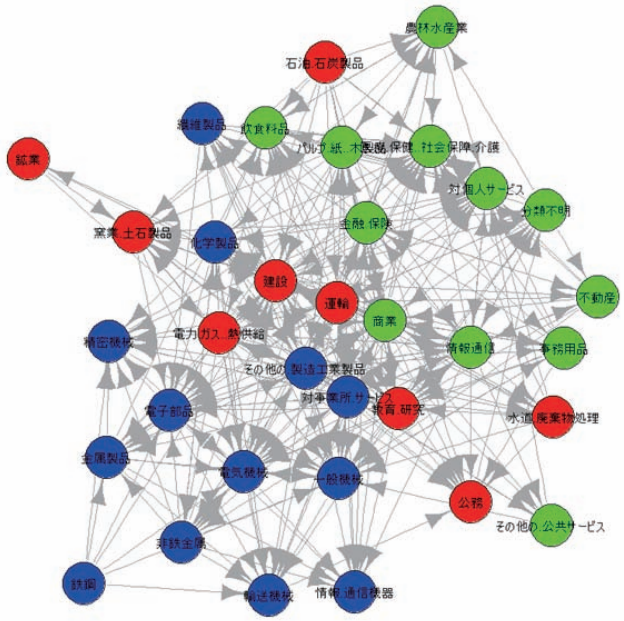

図１５．　山梨県

山梨県の特徴は、ネットワークが若干粗であることだ。神奈川県と比べると、明らかに矢印の密度が小さい。建設業の地位が高い。産業のバランスはよいが、若干地方型の産業立地である。

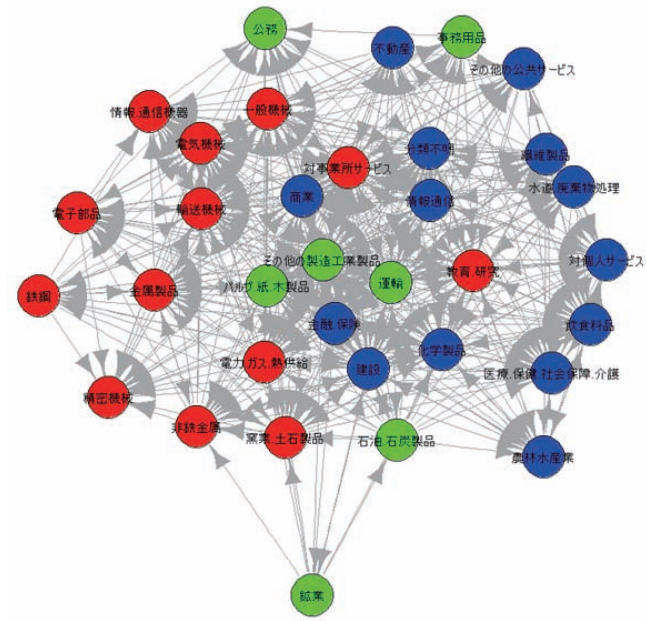

図１６．　静岡県

静岡県の特徴は、パルプ・紙・木製品や教育・研究が中心に位置していることだ。医療・保健・社会保障・介護は周縁に位置しているものの、取引の矢印の本数は大きい。

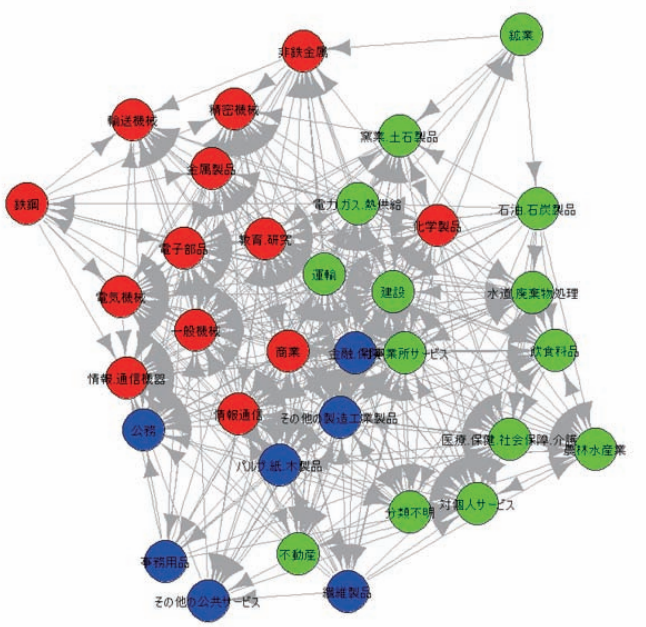

図１７．　長野県

長野県の特徴は、情報通信機器、電気機械、電子部品、一般機械などにある。比較的工業化が進んでいる県である。

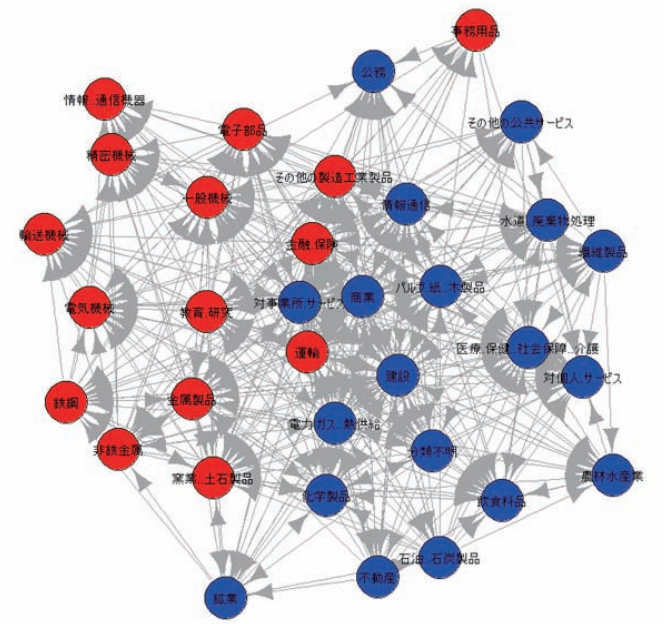

図１８．　新潟県

新潟県の特徴は、電力・ガス・熱供給が比較的中心に位置していることや、医療・保健・社会保障・介護が周縁より若干中心よりに位置しており、さらに矢印の本数も多いことだ。

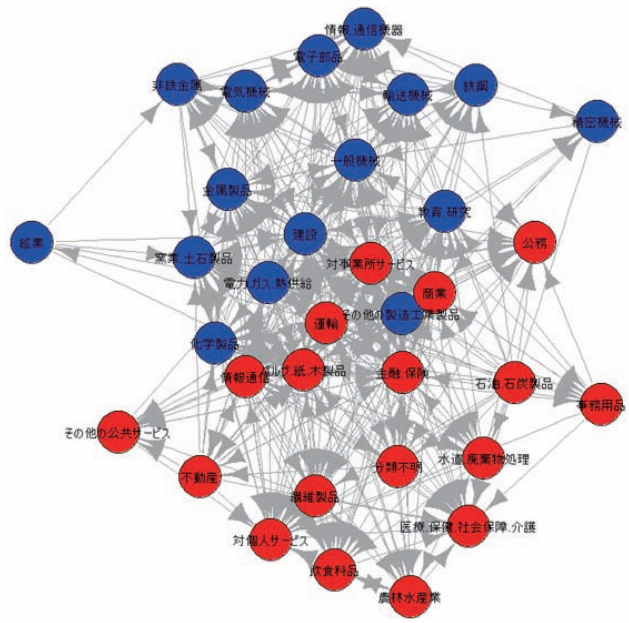

図１９．　岐阜県

岐阜県の特徴は比較的工業化が進んだ県である。電力・ガス・熱供給が中心に寄っている。運輸・対事業所サービス、商業が中心に位置していることから、交通の要所で、媒介的な産業がさかんなことが伺える。

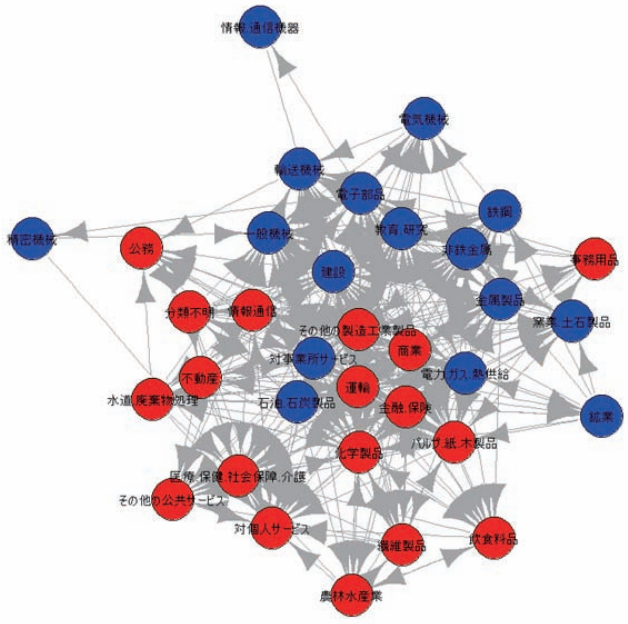

図２０．　富山県

富山県の特徴は、医療・保健・社会保障・介護がやや周縁に位置しているものの、矢印が多いことだ。電力・ガス・熱供給も比較的中心よりに位置している。

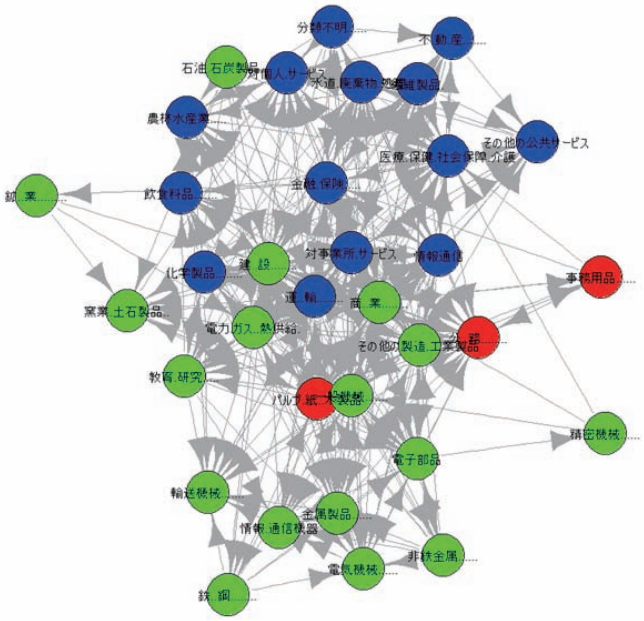

図２１．　石川県

石川県の特徴は、医療・保健・社会保障・介護が周縁よりであるが、他産業とのつながりが大きいことだ。高齢化が進んでいるが、何らかの施策が機能していることが伺える。電力・ガス・熱供給も、比較的中心に位置している。

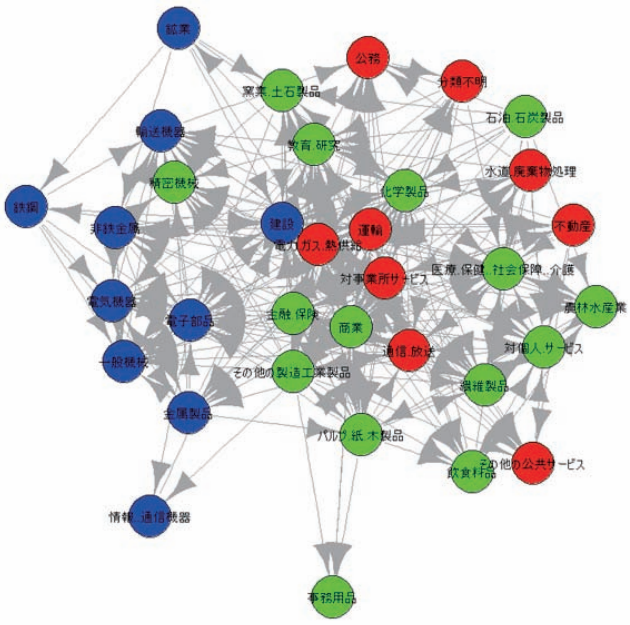

図２２．　福井県

福井県の特徴は、電力・ガス・熱供給が中心に位置していることだ。建設業もほぼその隣で中心に位置している。医療・保健・社会保障・介護も中心と周縁の間に位置しており、他産業との取引の矢印も多い。高齢化が進んでいるが、何らかの施策を打って、成功している可能性が高い。

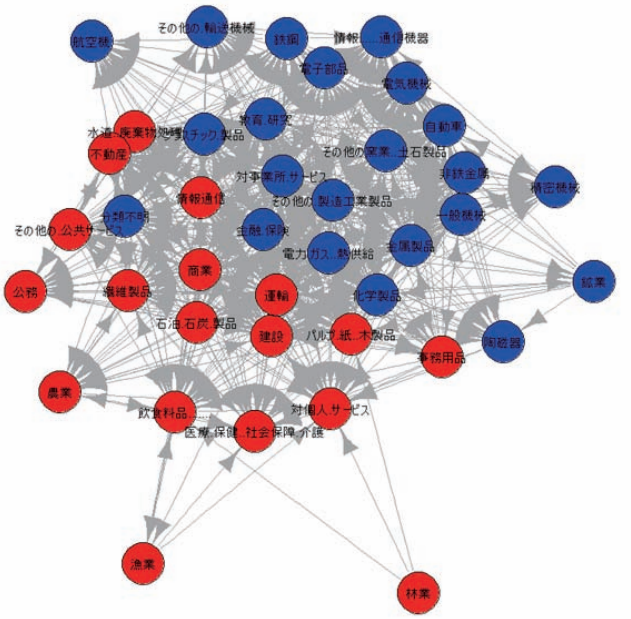

図２３．　愛知県

愛知県の特徴は、農業、林業、漁業がそれぞれ独立して分類されていることや、航空機、自動車、陶磁器が分類されている点だ。自動車はやや周縁に位置しており、金融・保険、電力・ガス・熱供給、運輸などが中心に位置していることは、「自動車産業」中心と思われる愛知県であっても、実際はサービス産業が中心的な意味を持っていることだ。

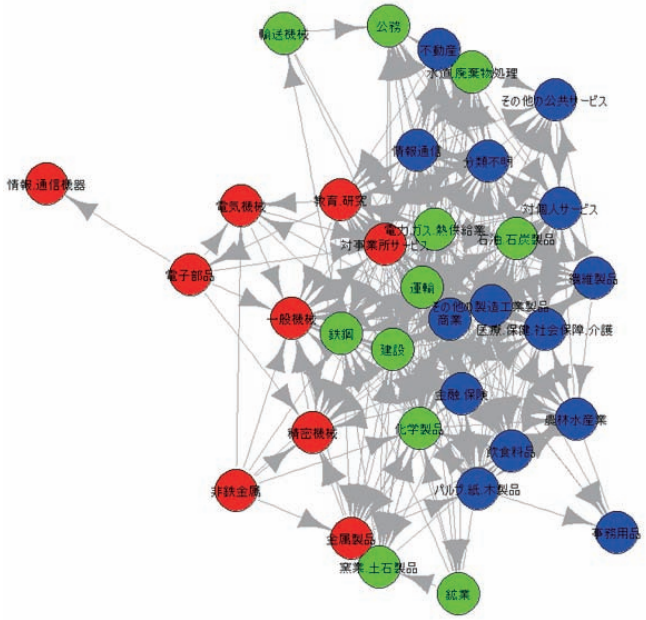

図２４．　和歌山県

和歌山県は、中心近くに建設業や商業、運輸、鉄鋼が来ている。建設、商業、運輸、対事業所サービスはどこの県でも中心にきやすい傾向がある。

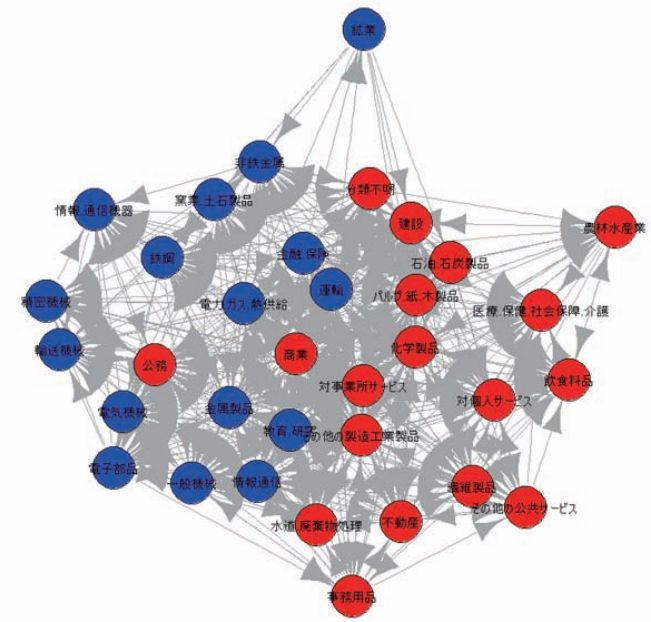

図２５．　大阪府

大阪府の特徴は、情報通信機器や電子部品、精密機械、輸送機械が周縁に来ているものの矢印が多いことだ。製造業とネットワークの中心にある商業や運輸業が象徴的である。

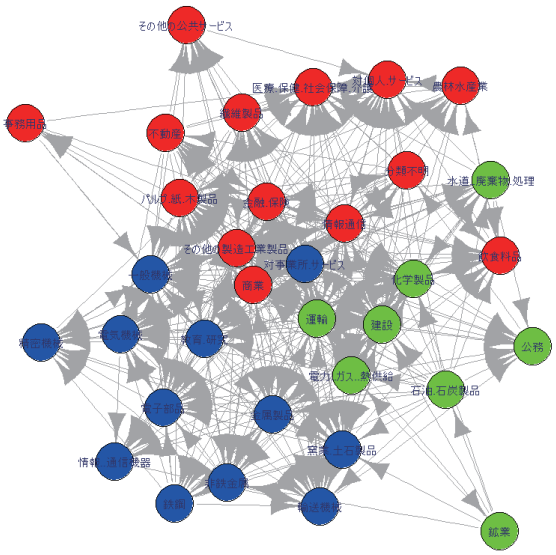

図２６．　滋賀県

滋賀県の特徴はダイヤモンド型で、鉱業や事務用品を除けば、ほぼネットワークが張り巡らされている。

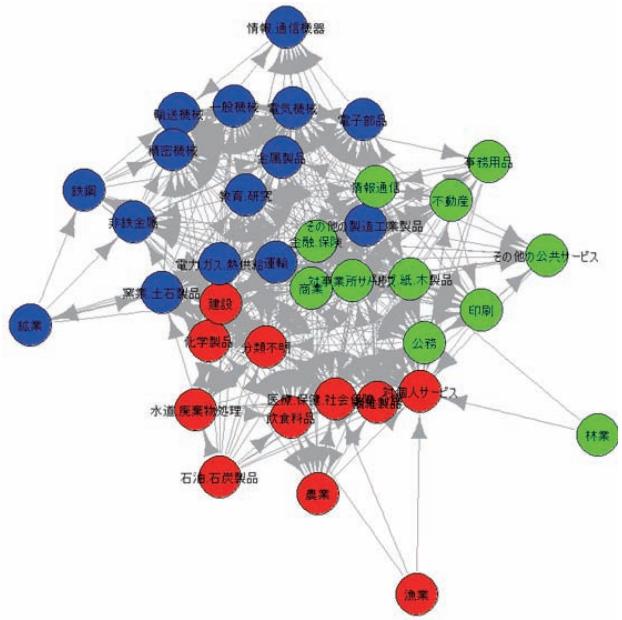

図２７．　京都府

京都府の特徴は、農業、林業、漁業が独立して分類されていることと、印刷業が現れていること、電力・ガス・熱供給が比較的中心に来ていることだ。

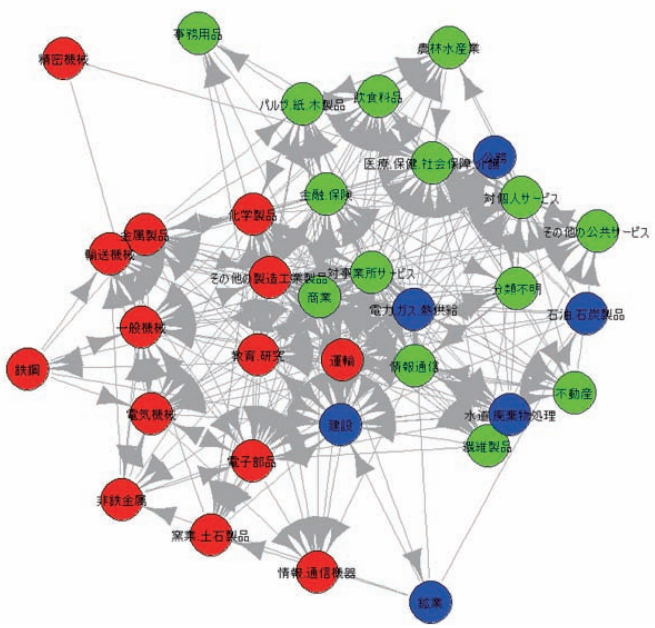

図２８．　奈良県

奈良県の特徴は、ややネットワークが粗なところにある。基本的には工業化は進んでいるが、対個人サービス業が周縁に立地しているように、まだ経済のサービス化の余地はある。

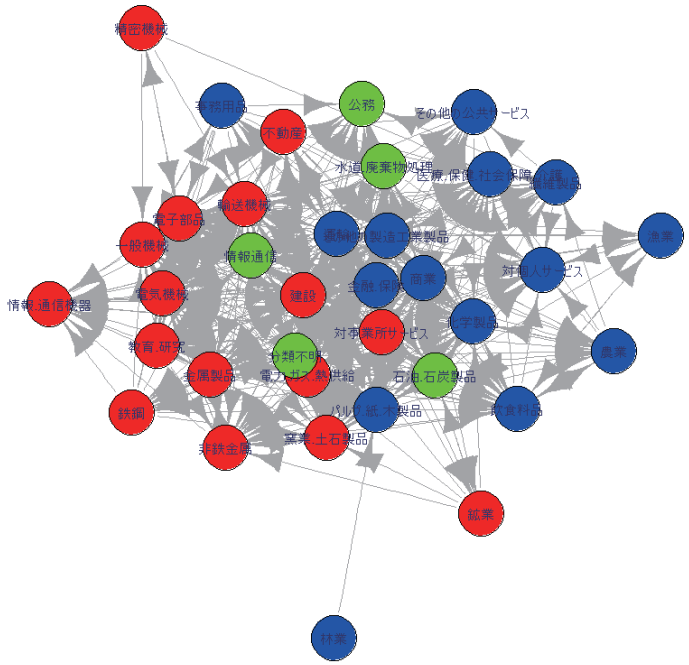

図２９．三重県

三重県の特徴は、農業、林業、漁業が独立して分類されている点である。また孤立気味の林業と精密機械、鉱業を除くとネットワークは密である。

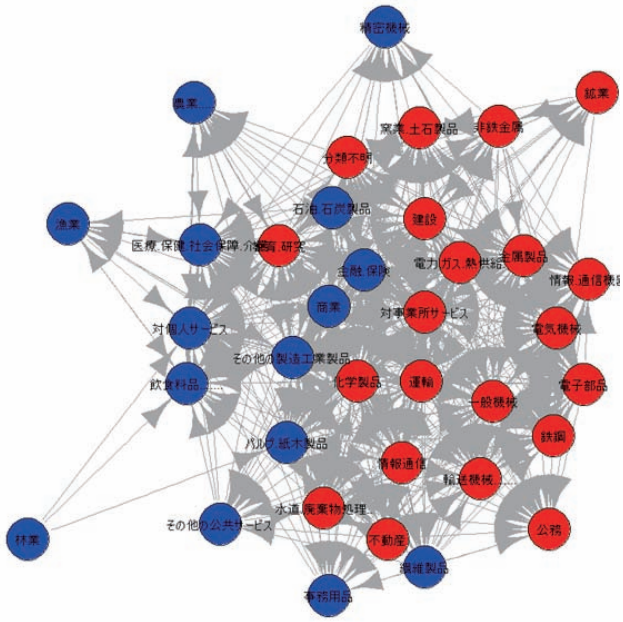

図３０．　兵庫県

兵庫県の特徴は、極めて密なネットワークである。産業化が進んでおり、なおかつ第一次、第二次、第三次産業のバランスもよいことをうかがわせる。農業、林業、漁業がネットワークの周縁に位置し、孤立気味である。精密機械や事務用品、鉱業、公務も同じ傾向にある。しかし、この特徴はどこの県でも同様である。

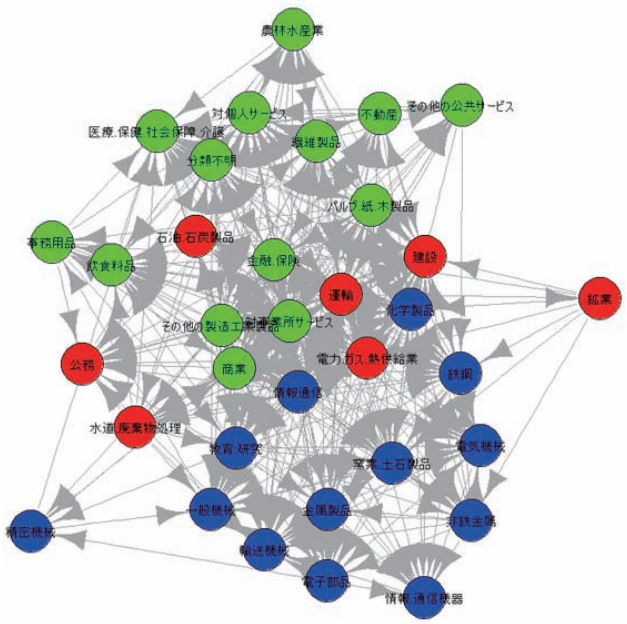

図３１．　岡山県

岡山県の特徴は、密なネットワークと、商業、運輸、対事業所サービスに代表される、交通の要所の媒介的な産業の立地である。

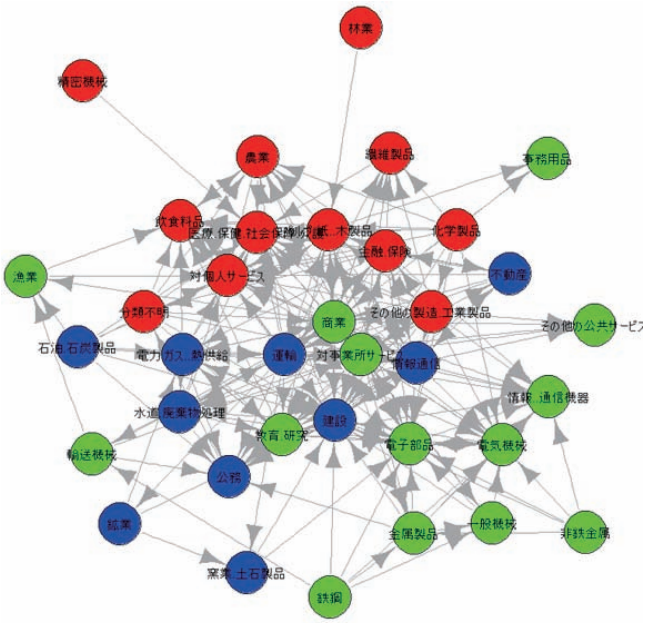

図３２．　鳥取県

鳥取県の特徴は、農業、漁業のウェートの大きさや電子部品、電気機械、情報通信機器に代表される製造業のウェートの大きさである。また公務や教育・研究の地位が高いことも指摘できる。

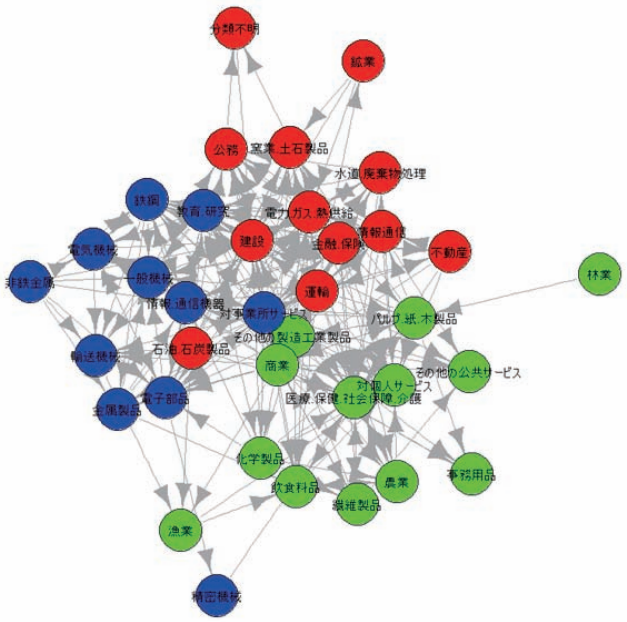

図３３．　島根県

島根県の特徴は、農業、漁業、林業のウェートの高さと、情報通信機器が中心に来ていることだ。情報通信機器は他県では周縁に立地して孤立していることが多いため、特徴の一つである。

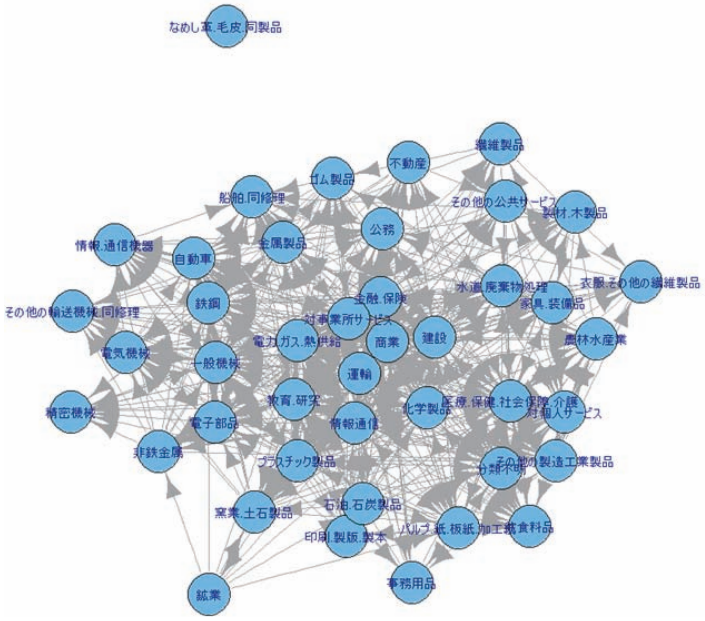

図３４．　広島県

広島県は密なダイヤモンド型ネットワークである。なめし革、毛皮、陶製品が孤立しているため、コミュニティが検出できなかった。船舶・同修理、その他の輸送機械・同修理も特徴的である。他県と比べて、産業連関表に力を入れ、独自の産業分類を加えていることが読み取れる。また農林水産業や医療・保健・社会保障・介護の地位が他県より高く、医療・保健・社会保障・介護に政策的に力を入れていることが予想される。

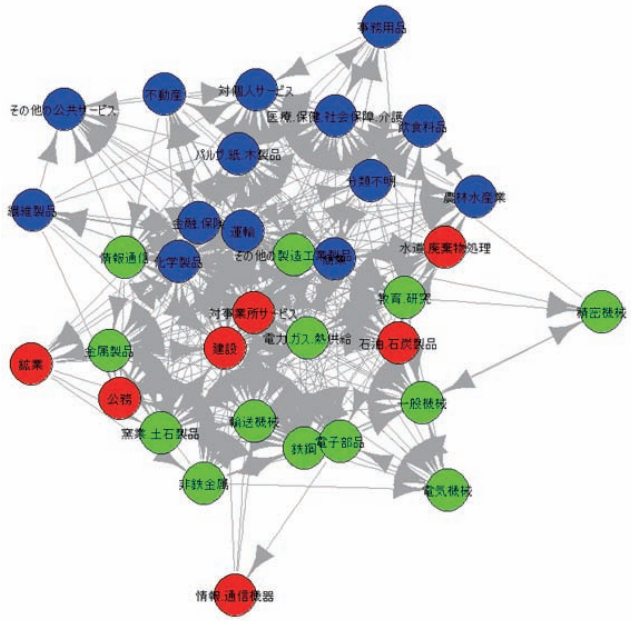

図３５．　山口県

山口県のネットワークは星型で、周縁に来ている産業のネットワークが弱くなっており、全体的にネットワークは粗い。電力・ガス・熱供給は比較的中心に来ている。

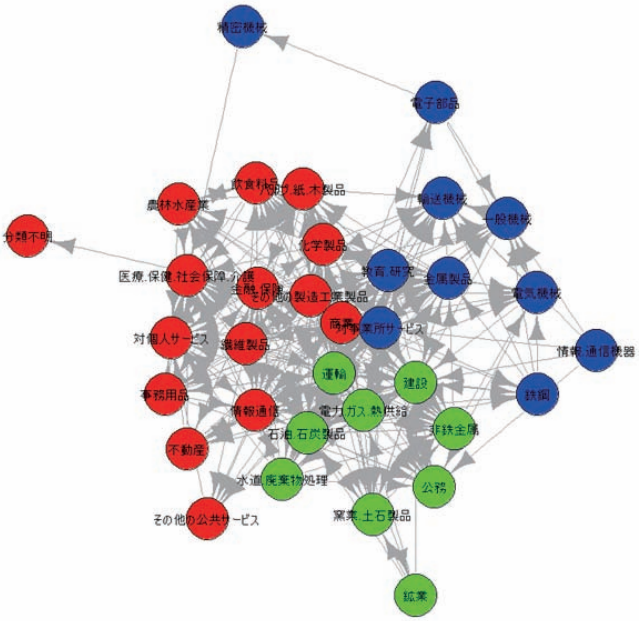

図３６．香川県

香川県の特徴は分類不明や鉱業といった周縁にきやすい産業を除けば、ネットワークは密で、そこそこ工業化が進んだ県であることだ。

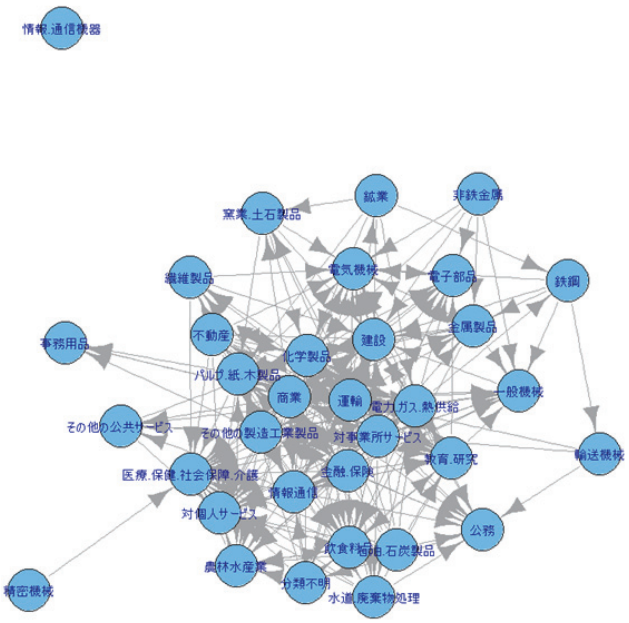

図３７．　徳島県

徳島県の特徴は、情報通信機器が完全に孤立していることと、精密機械が孤立していることをのぞけば、ほぼダイヤモンド型である。情報通信機器は他県との取引があるかもしれないが、自県では他産業とのつながりは希薄である。

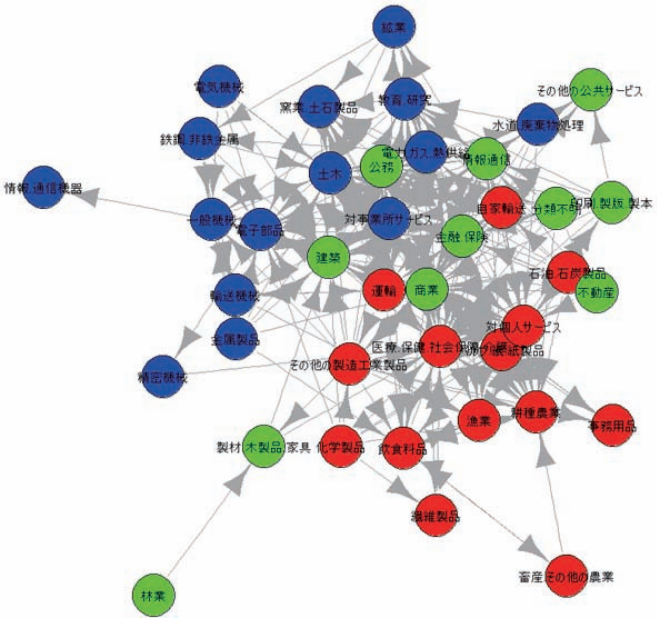

図３８．　高知県

高知県は産業分類に独自の項目が多く、連関表作成に力を入れている県であることが読み取れる。耕種農業、畜産・その他の農業、印刷・製版・製本、自家輸送など特徴的である。
基本的には第一次産業のウェートが高い県であることが読み取れる。

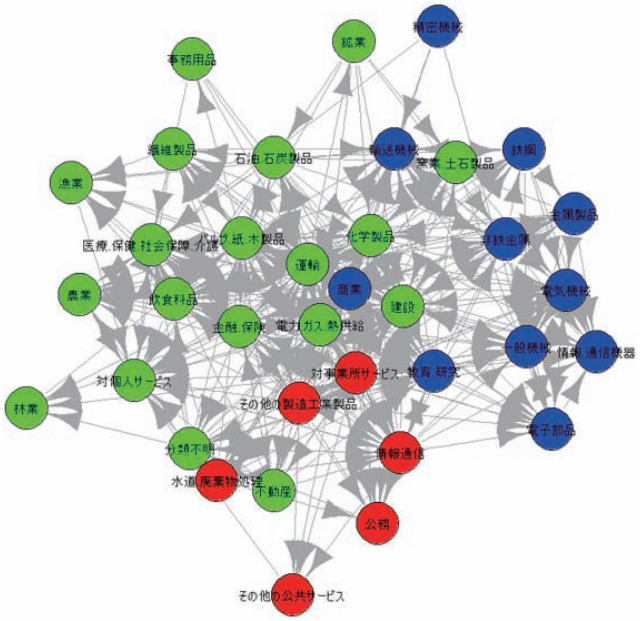

図３９．　愛媛県

愛媛県の特徴は、第一次産業のウェートが高く、農業、林業、漁業、どれも周縁に位置しているものの矢印が多く、孤立していない。また電力・ガス・熱供給が中心に位置している。

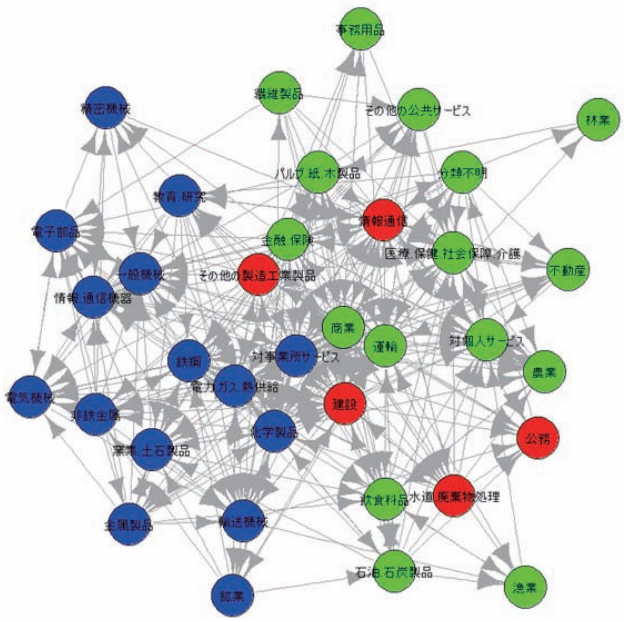

図４０．　大分県

大分県のネットワークは星型で、ネットワークは密であるが、周縁のネットワークはダイヤモンド型ほどはタイトではない。農業、漁業、林業のウェートが大きいが、これらの産業は周縁に位置している。

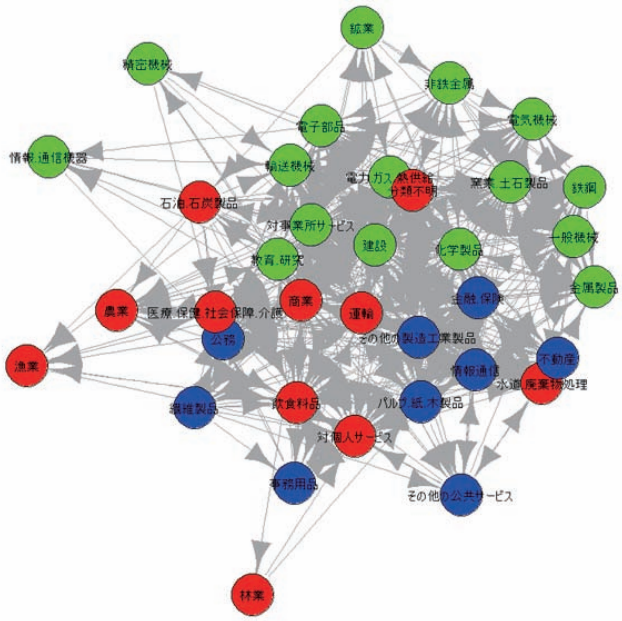

図４１．　福岡県

福岡県の特徴は密なネットワークである。また一次産業のウェートが大きい。医療・保健・社会保障・介護の位置が中心よりで、高齢化問題に対して何らかの施策を打っている県であることが読み取れる。

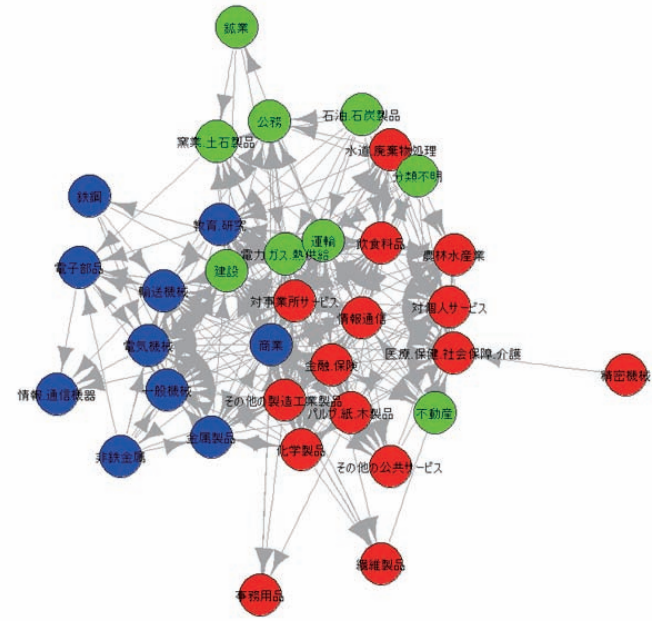

図４２．佐賀県

佐賀県の特徴は、精密機械、事務用品、繊維製品、鉱業を除けば、密なネットワークである。工業化も進んでいることが読み取れる。

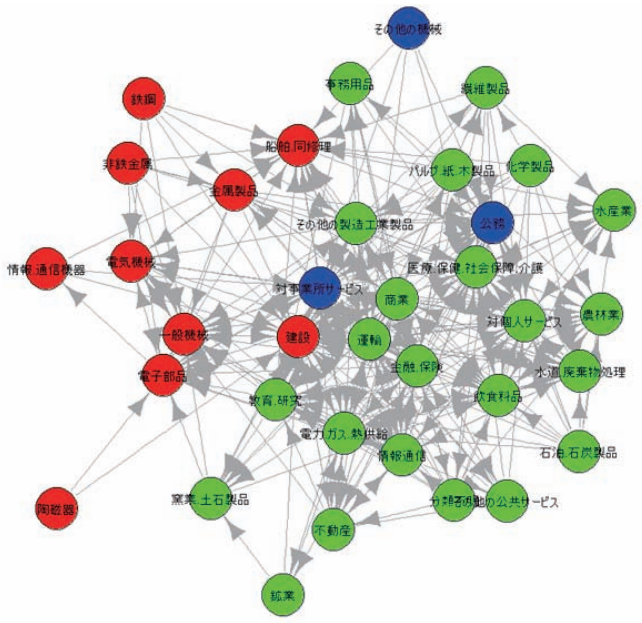

図４３．　長崎県

長崎県の特徴は、陶磁器、船舶・同修理である。船舶・同修理は中核的な地位を占めている。農林業、水産業も純粋な工業県よりは盛んである。

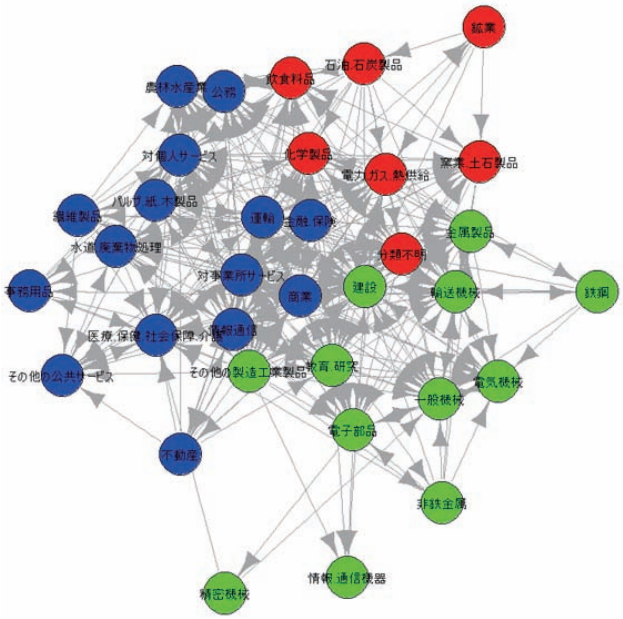

図４４．　熊本県

熊本県の特徴は、医療・保健・社会保障・介護がやや中心よりで、矢印の本数も多いことだ。農林水産業は矢印の本数は多いものの、周縁に位置している。

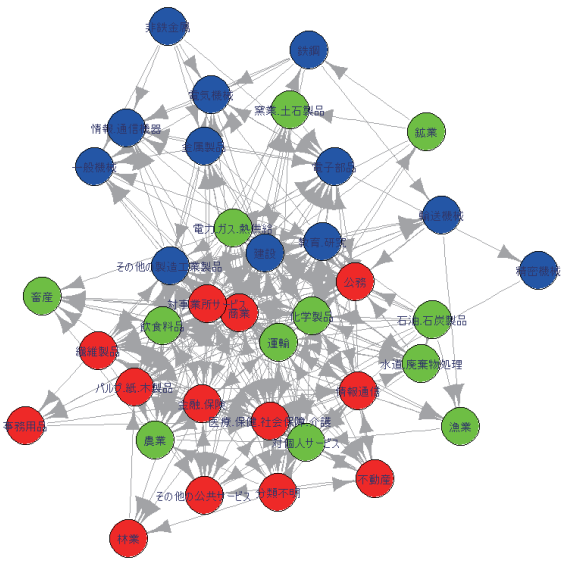

図４５．　宮崎県

宮崎県の特徴は、農業がやや中心よりに来ていることと、畜産が独立して分類されていることだ。

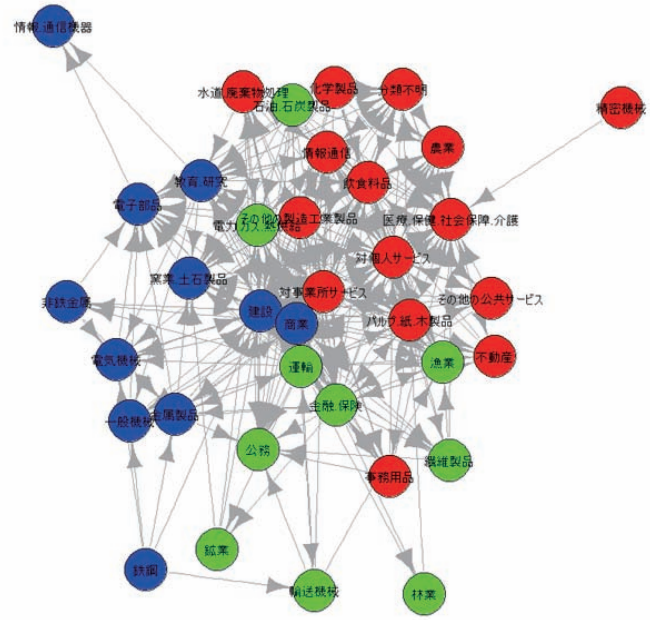

図４６．　鹿児島県

鹿児島県の特徴は農業、林業、漁業がウェートが大きく、また漁業に関しては特に中心寄りである。

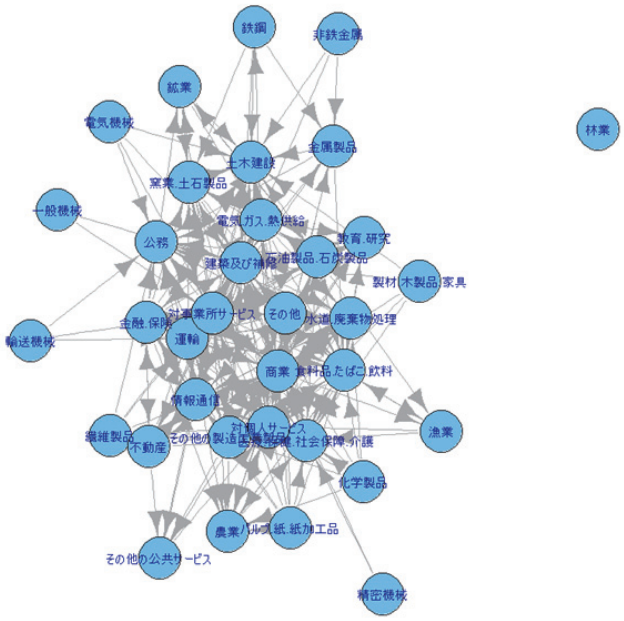

図４７．　沖縄県

沖縄県の特徴は、林業が孤立していることや公務が中心に来ていることである。対個人サービスが中心よりであり、サービス産業と第一次産業が盛んなことがわかる。

以上で４７都道府県の全ての連関表を可視化し、可視化したネットワーク図から読み取れることを簡単に記した。次章では、考察をまとめたい。

４．考察

H17 年の産業連関表の内生部門（統合大分類、約 34 部門）を全ての都道府県で可視化した結果、コミュニティ分類不能、２コミュニティ、３コミュニティの３パターンに分類できることがわかった。分類不能のケースでは、沖縄県の林業のように孤立している産業（１０億円以上の取引が他の産業とない産業）が存在すると、コミュニティが焼きなまし法では分類不能になってしまう。２コミュニティと３コミュニティの構造は、可視できるパターンからは、どのような理由で、２つのコミュティないし３つのコミュニティに分かれるのか、判別不能である。第一次産業、第二次産業、第三次産業という一般的な分類方法とも、このコミュニティの分類結果は異なっている。約 34 部門の産業の焼きなまし法のコミュニティ分類の観察結果では、２コミュニティ構造の都道府県は、神奈川、愛知、埼玉県など工業化・産業化が進み経済が発達した圏域で観察される。一方、３コミュニティ構造の都道府県は、地方圏に分類される郊外型の圏域で多く観察される。たとえば東北地方や北海道、さらに九州地方は、全て３コミュニティ構造である。

焼きなまし法は他のコミュニティ検出アルゴリズムと比べると計算時間がかかる反面、検出精度は高い分類手法とされる。閾値を変更することで、もっとネットワークの網目が細かくなる可能性は否定できないが、10 億円という閾値は、グラフの見やすさを試行錯誤で追求した結果、導かれた数値である。

産業連関表の一般的な構造を可視化パターンから追っていくと、まず中心に位置する産業は商業、対事業所サービス、運輸などの媒介的な産業である。またネットワークの周縁に位置しやすい産業としては、農林水産業や鉱業、情報通信機器（デバイス）など、産業連関表における分類番号では若い番号に位置する産業が目立っている。資源を自然から収奪する産業（環境と縁が深い産業）ほど周縁に位置する。たとえば、ネットワークの中心に位置しやすい産業、商業、対事業所サービス、運輸などの媒介的な産業をセンター産業と呼び、ネットワークの周縁に位置しやすい産業、農林水産業、鉱業、情報通信機器産業などをコーナー産業と呼び、さらに分析を加えることも可能である。

その地域の取引において中核的な位置を占める産業ほど、ネットワークの中心に立地している。たとえば、２００５年時点で原子力発電所のある福島県や福井県では、電力・エネルギー産業は中心に位置している。

産業連関表の可視化例では、ダイヤモンド型や星型が観察されることがあった。全ての産業が満遍なく繋がっている場合、ダイヤモンド型に近づく。一方、ダイヤモンド型から周縁部のネットワークを間引くと、星型に近づく。全ての産業が連関している密なダイヤモンド型は望ましい。

地方創生、地域経済の活性化のために求められる視点を鳥取県の産業連関表（図３２）の可視化例をもとに、言及しておく。鳥取県では、商業、対事業所サービス、運輸といった中心に位置しやすい媒介産業の他、建設業や情報通信産業が中心に位置している。これらの産業が基幹産業であり、逆に、精密機械や林業は、周縁に位置している。基本的に、地域振興を図るためには、デバイス産業（精密機械）に力を入れることは、地域産業ネットワークの可視化例を見る限り、あまり望まし

い政策とはいえないだろう。もっともこの連関表は現在から約９年前の経済の実態をあらわしているので、産業連関表の可視化だけでは、政策立案に資することはできない。しかし、地域の産業構造の骨組みは、2005 年時点の可視化例でも、維持されている。

５．まとめと課題

４７都道府県の産業連関表を全て可視化して比較した。中心産業と周縁産業に産業が分類でき、またコミュニティは最大３種類まで判別できた。

今後の課題としては、可視化の手法を工夫し、もっと見やすくすることや、政令指定都市の連関表への適用、焼きなまし法の産業連関分析的な意味付けを見出すことが挙げられる[2]。

また今回は産業連関表をもとに、産業間の取引ネットワークを可視化したが、今後は企業間の取引データをもとに企業間の取引ネットワークを可視化する研究が爆発的に増加することが予想される。そのためには、中小企業を含んだ域内の全企業の取引データが必要になる[3]。必然的にビッグデータ分析が、経済の可視化の分野でも政策立案のために行われることが予想できる。

参考文献

市橋勝(2001)「連関構造による地域産業ネットワークの把握」地域経済研究(12), 29-53.

鎌田富久、川合慧(1988)「一般的な情報の視覚化モデル」情報処理学会第 37 回全国大会講演論文集、昭和 63 年後期(3), 1663-1664.

中小企業庁(2014)『中小企業白書』.

藤原丈史, 櫻井尚子, 吉澤康介, 三宅修平, 鄭澤宇, 高翔, 山崎和子(2012)「産業連関表の可視化について」日本計算機統計学会大会論文集 (26), 133-134.

森岡涼子、津田宏治(2011)「産業連関表の情報幾何」電子情報通信学会技術研究報告. IBISML, 情報論的学習理論と機械学習 110(476), 161-167.

[2] 貪欲法というコミュニティ検出アルゴリズムであれば、産業のクラスター（デンドログラム）とコミュニティの対応関係がはっきりし、似た者産業でコミュニティを形成していると説明できるが、焼きなまし法だと、産業コミュニティのネットワーク上の意味があっても、経済的な意味が説明しがたい。

[3] 中小企業庁(2014)第 4 部第 3 章 pp.533-545 では、産業花火図やコネクターハブ企業という概念を用いて可視化する新手法が取り上げられている。

Abstract:
In this research paper, we try to visualize All Japanese Prefecture's Input-Output Tables in order to analyze the character of Local Area Industry Network. By using kamada-kawai algorithm and Simulated Annealing method, we visualize 47 Prefecture's Input-Output Tables and we show one or two or three community industrial structures.
In further research, local area trading network of each firm level is required.

Key Words: Input-Output Tables, Local Area Industry Network, Visualization.