

|              |                                                                                                                                             |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title        | 関東甲信越広域経済圏における大規模地域クラスターの分析                                                                                                                 |
| Author(s)    | 森, 純一郎; 梶川, 裕矢; 坂田, 一郎                                                                                                                      |
| Citation     | 年次学術大会講演要旨集, 24: 30-35                                                                                                                      |
| Issue Date   | 2009-10-24                                                                                                                                  |
| Type         | Conference Paper                                                                                                                            |
| Text version | publisher                                                                                                                                   |
| URL          | <a href="http://hdl.handle.net/10119/8572">http://hdl.handle.net/10119/8572</a>                                                             |
| Rights       | 本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management. |
| Description  | 一般講演要旨                                                                                                                                      |

# 関東甲信越広域経済圏における大規模地域クラスターの分析

○森純一郎, 梶川裕矢, 坂田一郎 (東京大学)

## 要旨

本研究では、従来の地域クラスター分析を発展させ、中小企業を中心とした広域経済圏のクラスターのネットワーク分析を行う。対象としては、中小企業の厚い集積が見られる関東・甲信越広域経済圏を対象とする。対象地域における中小企業等の間の取引情報を元にネットワークを構築し、中心性分析によるハブ企業、コネクタ企業の特定、クラスタリングによる企業グループやネットワークの溝の特定、クラスターの可視化などの分析を行う。分析により大規模地域クラスターの全体構造および域内の各都県の企業のネットワーク特性について明らかにし、中小企業連携施策の投入効果に関して議論する。

## 1. はじめに

ネットワークと地域力の関係は、理論的にどのように整理できるのであろうか。坂田ほか(2006)によれば、信頼感と互恵的な意識が内包され、適切なアーキテクチャを持ったネットワークの存在は、2つのメカニズムを通じて、地域のイノベーション力を高める。第一は、情報・知識のスピルオーバーを早め、また、その流通量を増やすことである。流通が活発になれば、異なる情報・知識の融合や濃縮の確率も高くなる。また、スピードや量に加え、流れる情報・知識の多様性も重要である。流れる情報等の幅が広いほど、創造性とそれによって生じる革新的な事業の創出力が高まると考えられる。この点に関し、Lester&Piore(2004)は、アメリカのような先進国経済において、創造性の真の源泉となる能力とは、組織の壁や知識・文化的な領域の壁を超えて、異質な人々と共存、交流する能力を意味すると述べている。メカニズムの第二は、組織やセクターを超えた共同事業を容易にすることである。情報や知識の恒常的な流動が存在し、それへのアクセスが可能な状態となっていれば、自社に不足し外部調達を必要としている資源の存在場所や利用状況を容易に特定できる。また、情報、知識の流動を通じて、産業が革新する方向性の共有と信頼感の醸成が出来ていれば、外部資源の獲得、協働に向けた取引コストを下げることに繋がる。

従来の地域クラスター分析においては、札幌、長野、浜松、広島・岡山、福岡、沖縄といった政令市—3県までの地理的範囲の地域・中小企業等を対象に分析を行ってきた(坂田, 2009)。本研究では、新規に、従来の地域クラスター分析を発展させ、中小企業を中心とした広域経済圏のクラスターのネットワーク分析を行う。対象としては、中小企業の厚い集積が見られ、また、サプライチェーンの川上から川下まで各段階を幅広く含む関東・甲信越広域経済圏を対象とする。従来の研究との関係では、幾つかの地域クラスター(従来対象)とそれらをつなぐ取引の全体像を分析対象とすることとなる。対象地域における中小企業等の間の取引情報を元にネットワークを構築し、中心性分析によるハブ企業、コネクタ企業の特定、クラスタリングによる企業グループやネットワークの溝の特定、クラスターの可視化などの分析を行い広域経済圏の全体構造を明らかにする。また、中小企業が対象地域においてどのようにネットワークに組み込まれているか、どこに溝が存在するのか等のネットワーク特性について明らかにし、中小企業連携施策の投入効果に関して議論する。

## 2. データと分析手法

関東・甲信越広域経済圏の企業データとして以下のものづくりに関連した業種を対象として、計30,661社の企業概要ファイルを帝国データバンクから取得した。これらの企業をネットワーク中のノードとして扱う。企業概要ファイルには企業ごとに仕入先上位5社および販売先上位5社が含まれており、これら仕入先と販売先情報から企業間の取引関係をネットワーク中のリンクとして扱う。

繊維工業、繊維製品製造、木材・木製品製造、家具・装備品製造、パルプ・紙製造、出版・印刷業、化学工業、石油石炭製品製造、ゴム製品製造、皮革・同製品製造、窯業・土石製品製造、鉄・非鉄金属製造、金属製品製造、一般機械器具製造、電気機械器具製造、輸送機械製造、精密・医療機械製造その他製造

なお、ネットワーク分析においてはネットワークの最大連結成分を対象としているため、データに存在していても、最大連結成分中の企業と取引関係を持たない企業（取引関係を持たない企業、取引関係があっても対象地域外や対象業種外との取引のみを持つような企業）は分析の対象には含まれない。本研究におけるネットワーク分析においては以下の3段階の分析手法を併用する。図1に手法の概要を示す。

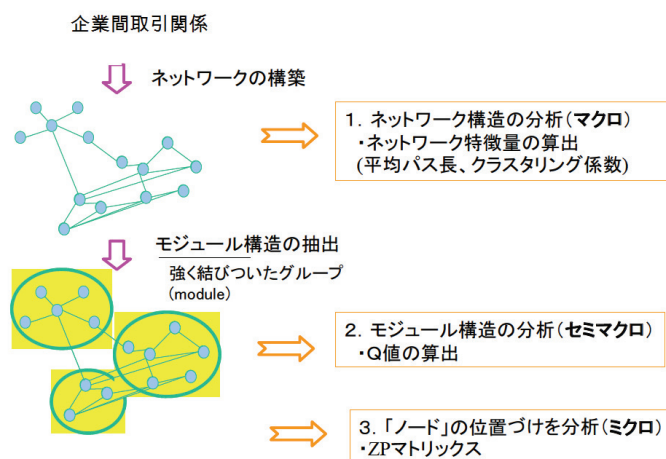


図1：ネットワーク分析手法の概要

## 全体の構造分析

最初に、ネットワーク分析で一般に用いられるクラスタリング係数(C)および平均パス長(L)を計算する。これらの指標はネットワークのスモールワールド性(Watts, 1998)を測るのに用いられる。スモールワールド性を持つネットワークは平均パス長がランダムネットワークと同程度にあるにもかかわらず、クラスタリング係数が高いという特性を持つ。平均パス長の短さは、遠距離交流にとっては好都合である。また、クラスタリング係数が高いことは、近距離交流に優れていることを示し、スモールワールド性を持つネットワークは、近距離・遠距離の双方の交流に優れていると考えられる。

## モジュールの分析

クラスタリング係数および平均パス長は、ネットワークの平均的な姿を把握するための指標である。一方、ネットワークの内部には、リンクの密度の差異があり、リンクの密度が高くなる部分的な凝集(これを我々は「モジュール」と呼ぶ)が存在する。リンクの密度の差異を捉える指標として、モジュラリティ-Q(Newman, 2004)を用いる。Qが示すものは、

[モジュール内でのノード間にリンクが存在する確率の実測値] - [ランダムネットワークと仮定した場合のモジュール内におけるリンクの割合の理論値]

である。各モジュール内におけるリンクの量が多く強くグループ化される一方、モジュール間を比較的粗い密度のリンクが結んでいる場合、この値は大きくなる。この値が一定の閾値を超えると、独立したモジュール化構造があると評価できる。ノードが多数モジュールに分かれてばらばらな状態から、 $\Delta Q$ がプラスとなる限りモジュールの連結を進め、 $\Delta Q$ がマイナスとなる直前で連結を止めてQの最大値 $Q_{max}$ を計算する。この $Q_{max}$ となる時点におけるモジュールが、ネットワークのリンク密度に基づく潜在的なグループである。

## ノードの分析

個々のノードの分析にはネットワーク分析に一般に用いられる次数中心性(Degree)、近接中心性(Closeness)、媒介中心性(Betweenness)といった中心性指標(Freeman, 1988)を用いる。これらの指標は様々な観点からノードのネットワーク中における中心性を表したものである。これらの中心性指標に加えて、モジュールの内外におけるノードの役割を決定するためにZ, P指標(Guimera, 2005)を用いる。Z値は、当該ノードが、自身が含まれるモジュール内でどの程度よく結合しているのかを表し、P値は、当該ノードが持つリンクが複数のモジュールにどの程度、分散しているのかどうかを表す。直観的には、Z値は、それが属するモジュール内でどの程度、重要な位置づけを持っているのか、相対的な程度を表し、P値は、モジュール間をどの程度、よく繋いでいるのか又はそれが属するモジュールにどの程度、リンクが閉じているのかを表している。Z, P指標をそれぞれ縦軸、横軸としてノードを座標軸にプロットしたときに、上方に行くほど、当該ノードが、自身が含まれるモジュール内で他のノードと

よく結合していることを示し、右側に行くほど、多数のモジュールにリンクが分散しており、モジュールの間をつなぐ機能が低いことを表す。

### 3. 分析結果と考察

#### 全体の構造分析

表 1 に関東甲信越地域クラスターの全体構造を表す指標を示す。従来の地域クラスター分析の例として大阪、近畿、および北九州地域の同指標を示す。これらの地域はいずれも近距離交流、遠距離交流ともに優れているスモールワールドの性質を持つ。従来の地域クラスターに比べると関東甲信越地域クラスターは構成するノード数は 3-9 倍という大規模なネットワークにかかわらず、平均パス長は短く、かつクラスタリング係数が高く従来の地域クラスターと同様にスモールワールドの性質を示している。我々はスモールワールド性を持つネットワークが存在する地域経済圏は知識産業の高い成長を可能にすることを示しており（坂田, 200）、広域な経済圏である関東甲信越地域においても大規模な知識産業の成長が期待される。

表1：関東甲信越地域クラスターの全体構造

| 地域クラスター               | ノード数   | リンク数   | クラスタリング係数       | 平均パス長          |
|-----------------------|--------|--------|-----------------|----------------|
| 関東甲信越<br>(ランダムネットワーク) | 27,418 | 70,725 | 0.05<br>(0.001) | 4.86<br>(4.94) |
| 大阪                    | 8,834  | 43,092 | 0.04            | 4.60           |
| 近畿                    | 5,437  | 25,310 | 0.05            | 4.54           |
| 北九州                   | 3,272  | 13,420 | 0.05            | 4.66           |

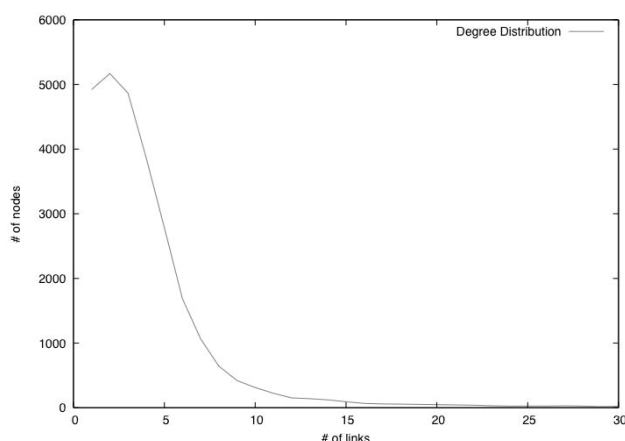


図 2：関東甲信越地域クラスターの次数分布

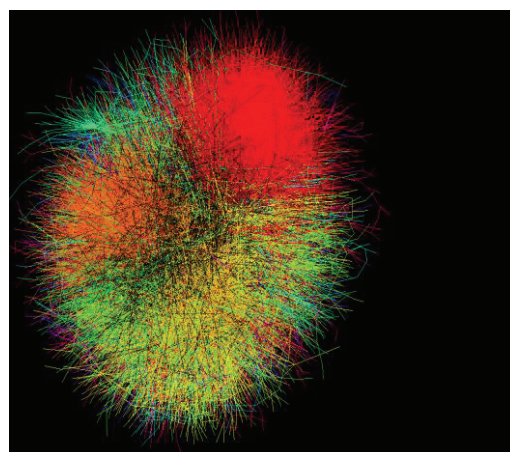


図 3：関東甲信越地域のモジュール

表2：関東甲信越地域クラスターの  
主なモジュールのノード数

| モジュール | ノード数  |
|-------|-------|
| #1    | 5,403 |
| #2    | 5,212 |
| #3    | 5,077 |
| #4    | 3,304 |
| #5    | 2,376 |
| #6    | 1,764 |
| #7    | 779   |
| #8    | 733   |
| #9    | 403   |
| #10   | 372   |

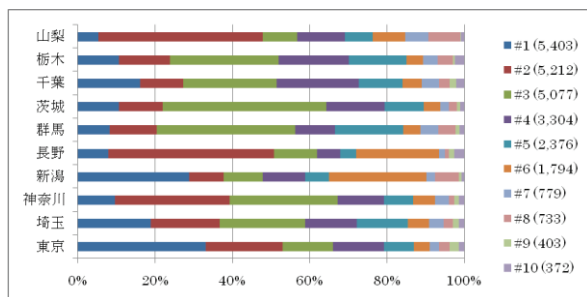


図 4：都県ごとのモジュールの分布

#### モジュールの分析

図 2 は関東甲信越地域クラスターのリンク数の分布を示している。同クラスターでは 1 ノードあたり平均 5.159 がリンク存在し、多くのノードが 1-3 のリンクを持つ一方で、20 を超えるリンクを持つハブノードも存在する。これらのハブノードを中心としたクラスター内の密な構造をクラスタリングによ

り抽出した結果、モジュラリティQは0.56131で最大となり、108のモジュールが得られた。図3は関東甲信越地域クラスターのモジュールを色分けし可視化したものである。また、表2にノード数を多く含む上位10のモジュールのノード数を示す。モジュール#1-3は、それぞれ5,000を超えるノードからなっており関東甲信越地域クラスターにおける大きなモジュール群を形成していることがわかる。これらのモジュール群は図3における赤、橙、黄に対応している。

ノード数が1,000を超える#1から#6の主要なモジュールの特徴をとらえるため、さらに各モジュールのクラスタリングを行いサブモジュールの抽出を行った。表3は抽出されたサブモジュールを示している。

各サブモジュールは、そこに含まれる企業の業種および所在地情報に基づき特徴づけられる。例えば、モジュール群#1は印刷・出版・製本、モジュール群#2は電子・半導体部品製造、モジュール群#3は自動車・機械部品製造にそれぞれ関連していることがわかる。このように、各モジュール群では関連した事業を行う企業群の連携が表れており、関東甲信越地域クラスターが縦割りの企業系列を超えた横連携のアーキテクチャを持っていることがわかる。

表3：関東甲信越地域クラスターの各モジュールの特徴

| モジュール | 業種特徴    | 地域特徴   | ノード数  |
|-------|---------|--------|-------|
| #1-1  | 印刷業     | 東京     | 1,192 |
| #1-2  | 印刷インク   | 東京     | 805   |
| #1-3  | 薬品・化粧品  | 東京     | 606   |
| #1-4  | 用紙・段ボール | 東京     | 565   |
| #1-5  | 印刷業     | 新潟     | 531   |
| #1-6  | 印刷業     | 東京     | 514   |
| #1-7  | 印刷業     | 東京     | 457   |
| #2-1  | 光学機器    | 東京     | 623   |
| #2-2  | 電子部品    | 長野     | 484   |
| #2-3  | 無線通信    | 東京     | 460   |
| #2-4  | 接続切換部品  | 長野     | 448   |
| #2-5  | 半導体・回路  | 長野     | 447   |
| #2-6  | 半導体・回路  | 東京     | 427   |
| #2-7  | 電気音響機器  | 東京     | 392   |
| #3-1  | 自動車製造   | 神奈川、群馬 | 769   |
| #3-2  | 自動車製造   | 東京     | 685   |
| #3-3  | 日立系列    | 茨城     | 683   |
| #3-4  | 製鉄      | 東京     | 520   |
| #3-5  | 機械      | 東京     | 515   |
| #3-6  | アルミ     | 東京     | 334   |
| #3-7  | 内燃機関    | 東京     | 311   |
| #4-1  | セメント    | 東京     | 436   |
| #4-2  | 石油化学    | 東京     | 337   |
| #4-3  | 電線・ケーブル | 東京     | 278   |
| #4-4  | —       | 東京     | 213   |
| #4-5  | —       | 栃木     | 188   |
| #4-6  | プラスチック  | 東京     | 164   |
| #4-7  | —       | 東京     | 164   |
| #5-1  | 建築用金属   | 東京、埼玉  | 277   |
| #5-2  | 家具      | 東京、群馬  | 201   |
| #5-3  | 工業用樹脂   | 神奈川    | 149   |
| #5-4  | 金属プレス   | 群馬     | 126   |
| #5-5  | —       | 東京     | 123   |
| #5-6  | 事務民生機器  | 東京     | 111   |
| #5-7  | 冷凍機空調   | 東京     | 92    |
| #6-1  | 金属工作    | 新潟     | 203   |
| #6-2  | 精密機械    | 長野     | 198   |
| #6-3  | 金属加工    | 新潟     | 127   |
| #6-4  | 金属加工    | 東京     | 108   |
| #6-5  | —       | —      | 79    |
| #6-6  | —       | —      | 78    |
| #6-7  | —       | —      | 69    |

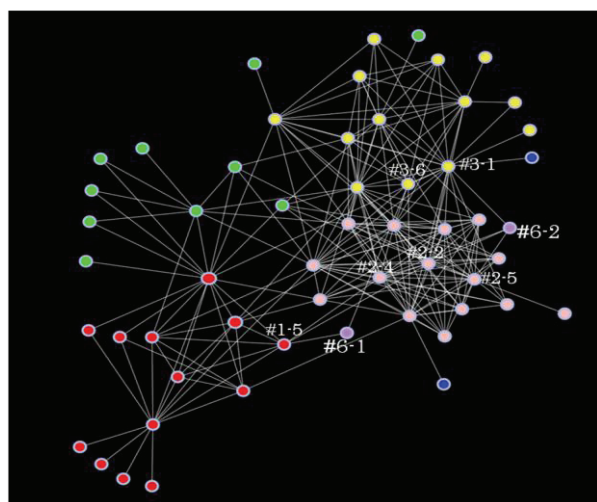


図5：関東甲信越地域クラスターの各モジュール間の構造

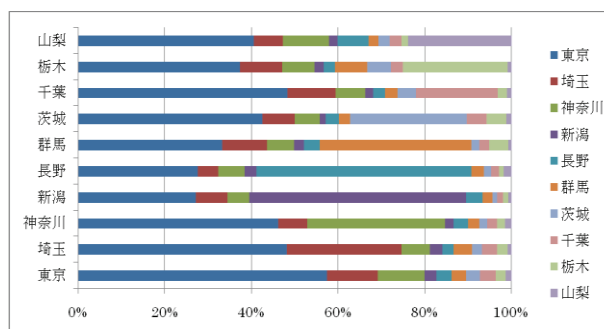


図6：都県の間リンク数の分布

各モジュール内の企業の所在地は、モジュール内で県境を越えた広域的なネットワークが形成されているのか、それとも県規模の地理的範囲でのグループ化がみられるのかどうかを示す。多くのモジュールは東京を中心に企業所在地が分布していることがわかる。一方で、モジュール群#1における新潟、モジュール群#2における長野、モジュール群#6における新潟、長野のように新潟、長野を企業所在地とする企業が特徴的に含まれるモジュールが存在する。図4は関東甲信越地域における都県ごとのモジュールの分布を示している。新潟、長野ともにモジュール群#6（金属・機械加工関連）に含まれる企業が多く存在することがわかる。特にモジュール群#6のサブモジュールであるモジュール#6-1は多くが新潟を所在地とする金属加工関連の企業からなり、モジュール#6-2は多くが長野を所在地とする精密機械製造関連の企業からなっているなど、それぞれの県を特徴づけるモジュールである。

図5は関東甲信越地域クラスターの主要な各モジュールの間の構造を示している。図中においてノードはモジュールに対応し、モジュールごとに色分けされている。また、モジュール間に少なくとも20のリンクが存在すればモジュール間にリンクを張っている。新潟の金属加工モジュール#6-1は、モジュール#1-5（新潟の印刷関連の企業）およびモジュール#3-6（アルミ関連の企業）とつながっているもののモジュール群#2（電子・半導体部品製造）やモジュール群#3（自動車・機械部品製造）といった本来つながりのあるべきモジュール群とつながりが疎である。また、長野の精密機械製造モジュール#6-2は、モジュール群#3（自動車・機械部品製造）の主要モジュールであるモジュール#3-1（自動車製造）とつながっている一方で、モジュール#2-2（長野の電子部品製造）、モジュール#2-5（長野の半導体・回路製造）など自県内でのつながりが密である。図6は、関東甲信越地域クラスターにおける都県間のリンク数の分布を示したものである。新潟と長野が特徴的に他県へのリンクよりも自県内にリンクを多く持つことがわかる。つまり、関東甲信越地域クラスターにおいては長野および新潟と他都県のつながりについて地域ネットワークキングにより改善の余地があることを示している。

## ノードの分析およびネットワーキング施策の展開

表 4: コンソーシアム参加企業の中心性

|                     | 次数中心性     | 媒介中心性 | 距離中心性 |
|---------------------|-----------|-------|-------|
| 倉敷機械                | 13        | 0.030 | 4.89  |
| マコー                 | 7         | 0.013 | 5.54  |
| オリオン機械              | 24        | 0.024 | 5.41  |
| 興和ゴム工業              | 5         | 0.005 | 6.32  |
| コンソーシアム参加企業<br>(平均) | 21.7<br>8 | 0.001 | 4.53  |

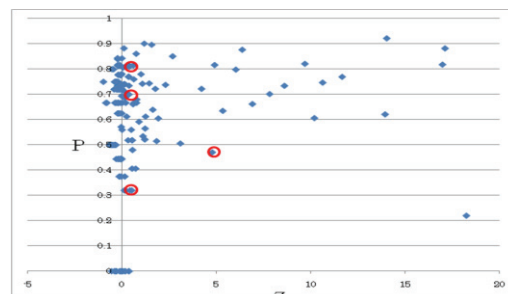


図 7: コンソーシアム参加企業のZP分布

モジュール分析により明らかになった関東甲信越地域クラスターにおける長野および新潟と他都県間のネットワークの谷について、どのような地域ネットワーキング施策を展開すべきであろうか。ここで、施策の例として、地域新生コンソーシアム研究開発事業を考えることにする。地域新生コンソーシアム研究開発事業は、地域において新産業・新事業を創出し、地域経済の活性化を図るため、中小企業を中心とする地域における産学官の強固な共同研究体制（地域新生コンソーシアム）を組むことにより、実用化に向けた高度な研究開発を行う地域ネットワーキング施策である。具体的なコンソーシアム参加企業として、先のモジュール分析を受け、モジュール#6-1 から倉敷機械およびマコー、モジュール#6-2 からオリオン機械および興和ゴム工業を対象にノード分析をおこなった。表 4 はこれらコンソーシアム参加企業の個別のネットワーク中心性およびコンソーシアム参加企業全体のネットワーク中心性の平均を示している。また、図 7 はコンソーシアム参加企業のZP分布を示しており、図中の赤丸はモジュール#6-1・#6-2 のコンソーシアム参加企業を示している。他のコンソーシアム参加企業に比べるとモジュール#6-1・#6-2 のコンソーシアム参加企業は距離中心性が低いことがわかる。また、他のコンソーシアム参加企業に比べるとモジュール#6-1・#6-2 のコンソーシアム参加企業はZ（モジュール内における中心性）が低いこともわかる。このことから、モジュール#6-1・#6-2 のコンソーシアム参加企業について

は他のモジュールのハブとなっている企業とのネットワーキングにより距離中心性を高め、また当該モジュールのハブとなるようなネットワークキングによりZを高めることが必要である。具体的には、長野および新潟県においては、関東甲信越地域クラスターの核となる東京の企業の県内支店と連携を高めることにより中央とのつながりを強化していくことが考えられる。これらのネットワーキングが総じて先に見た長野および新潟と他都県とのネットワークの谷を解消していくと考える。

#### 4. おわりに

本研究では、従来の地域クラスター分析を発展させ、中小企業を中心とした広域経済圏のクラスターのネットワーク分析を行った。対象としては、中小企業の厚い集積が見られる関東・甲信越広域経済圏を対象とする。対象地域における中小企業等の間の取引情報を元にネットワークを構築し、中心性分析によるハブ企業、コネクタ企業の特典、クラスタリングによる企業グループやネットワークの溝の特典、クラスターの可視化などの分析を行った。

その結果、関東甲信越地域クラスターの全体構造として、従来の地域クラスターに比べると関東甲信越地域クラスターは構成するノード数は3-9倍という大規模なネットワークにかかわらず、平均パス長は短く、かつクラスタリング係数が高いスモールワールドの性質を示していることを確認した。スモールワールド性を持つネットワークが存在する地域経済圏は知識産業の高い成長を可能にすることが示されており、広域な経済圏である関東甲信越地域においても大規模な知識産業の成長が期待される。

モジュール分析においては、各モジュールの業種特性により関東甲信越地域クラスターにおいて関連した事業を行う企業群の連携を確認するとともに、縦割りの企業系列を超えた横連携のアーキテクチャを明らかにした。また、各モジュールの地域特性により関東甲信越地域クラスターにおける長野および新潟と他都県に存在するネットワークの谷について明らかにするとともに、ノード分析においてどのような企業間連携促進の施策がそのような谷をネットワーキングしうるかについて中心性やZP分布といったモジュール内の個々の企業のネットワーク特性に基づき議論した。

今後は、本研究で得られた知見に基づき、さまざまな企業間連携促進施策についてネットワーク特性に基づきその投入効果に関する分析を行い、地域クラスター政策展開に対する提言、個別の地域・中小企業政策の客観的評価・改善点の提案、その他、政策形成に必要な知的リソースを提供する予定である。

#### (謝辞)

本研究は、中小企業基盤整備機構と共同研究の一貫として実施したものである。

#### (参考文献)

- [1] 坂田一郎・梶川裕矢・武田善行・柴田尚樹・橋本正洋・松島克守, 地域クラスター・ネットワークの構造分析—Small-World Networks 化した関西医療及び九州半導体産業ネットワーク, 経済産業研究所 Discussion Paper Series 06-J-055 (2006)
- [2] R.K. Lester & M.J. Piore, Innovation The Missing Dimension(邦訳「イノベーション—曖昧さとの対話による企業革新」), Harvard University Press (2004)
- [3] 坂田一郎, 梶川裕矢, 「ネットワークを通して見る地域の経済構造—スモールワールドの発見」一橋ビジネスレビュー57巻3号 66-79 (2009)
- [4] D. Watts and S. Strogatz: Collective dynamics of small-world networks, Nature, Vol. 393, 1998
- [5] M. Newman: Fast algorithm for detecting community structure in networks. *Phys. Rev. E*, 69, 2004
- [6] L. C. Freeman: Computer programs in social network analysis. *Connections*. 11, 26-31, 1988
- [7] R. Guimera, L. A. N. Amaral: Functional cartography of complex metabolic networks, Nature, Vol. 433, 2005