

産学公の研究開発ネットワークとイノベーション： 地域新生コンソーシアム研究開発事業を事例として

與倉，豊
東京大学

<https://hdl.handle.net/2324/4763200>

出版情報：Geographical review of Japan series A. 82 (6), pp.521-547, 2009-11-01. The Association of Japanese Geographers

バージョン：

権利関係：© 2009 社団法人日本地理学会



産学公の研究開発ネットワークとイノベーション ——地域新生コンソーシアム研究開発事業を事例として——

與倉 豊 (日本学術振興会特別研究員, 東京大学)

本稿では、産（企業）・学（大学、高等専門学校）・公（公設試験研究機関など）の連携の事例として、経済産業省が実施する「地域新生コンソーシアム研究開発事業」を取り上げ、共同研究開発ネットワークの構造とイノベーションに関する計量的な分析を行った。研究テーマの共有に基づく組織間ネットワーク構造の可視化と指標化を行った結果、次のような知見を得た。まず、地域ブロックごとにネットワーク構造が、共同研究開発先を多く有するコアが複数存在する「分散型」と、コアが限られている「集中型」とに分かれることを確認した。また、共同研究に参加する組織の中心性の高さが、事業化の達成と密接に関わることを明らかにした。さらに、共同研究開発の空間的拡がりの違いを、研究分野別・組織属性別に検討した結果、「ものづくり型」の研究分野ではローカルなアクターが指向されているのに対して、「サイエンス型」の研究分野では、より広域的なネットワークが形成されていること、大学や高等専門学校が遠距離との共同研究開発において中心的役割を担っていることが明らかとなった。

キーワード：研究開発ネットワーク、産学公連携、社会ネットワーク分析、地域新生コンソーシアム研究開発事業

I はじめに

企業および地域経済におけるイノベーションや知識創造の議論において、産業集積（ローカル内）の制度的役割とともに、ローカル外のアクターとの「ネットワーク」の重要性が多くの論者によって指摘されている（Amin and Thrift 1992; Malmberg and Maskell 2002; 山本 2005; 水野 2005 など）。たとえばローカル・ミリュー論（Camagni 1991）や知識のパイプラインの議論（Owen-Smith and Powell 2004）では、ローカルレベルのイノベーションを促進させるものとして、ローカル外からの新しい知識や情報の流入を挙げている。筆者はすでに、組織間関係をはじめとしたさまざまなネットワークをめぐる議論をレビューしているが（與倉 2008）、そこでは今後の経済地理学からのネットワーク研究の方向性として、アクター間の「関係構造」に着目するアプローチの必要性が説かれている。

現在、ネットワーク構造に着目するアプローチとして、グラフ理論から発展した「社会ネットワーク分析」の手法を用いた研究蓄積が進んでいる。

企業間取引関係を対象に、社会ネットワーク分析を援用した既存研究としては、坂田ほか（2006, 2007）や東京大学工学部総合研究機構俯瞰工学研究部門（2008）、杉山ほか（2006）、若林（2006）、中野（2007）などが挙げられる。

坂田ほか（2006, 2007）や東京大学工学部総合研究機構俯瞰工学研究部門（2008）では、全国の地域クラスター（産業クラスター、知識クラスター）から、「同地域・異分野、異なる地域・同分野」の比較ができるよう、いくつか地域を選択した後に、ネットワーク構造を比較分析している。

彼らの分析手法の特徴は、Guimerà et al. (2005) の分析枠組を用いて、地域クラスターに参加するアクターの Hub 機能（ネットワーク内で密度の高い集団（モジュール）において多くの主体と結合してい

る)とConnector機能(ネットワーク内の異なる集団同士をつなぐ役割)を数量化し、算出している点にある。分析の結果、Hub機能とConnector機能がともに高い中核企業の存在が、地域クラスターの成長・成熟に必要となると指摘している。

一方、杉山ほか(2006)では、日本経済新聞社が2004年に発行した、日本の上場企業約3,700社の主要取引先が電子データとして収録されている『企業情報データベース』を用いて、企業間取引関係ネットワークを分析している。現在、社会ネットワーク分析の研究潮流において、ネットワークが達成するパフォーマンスに目を向けたものはそれほど多くないといえる。その中で、彼らの分析のオリジナリティは、企業の構造的優位性を数量化し、さまざまな財務指標との相関関係をみている点にある。分析の結果、企業の構造的優位性と、時価総額との間に正の相関があることを明らかにしている。

若林(2006)は、企業間の長期的取引に基づく信頼関係と組織間ネットワークを計量的に実証している。東北地方の大手電機系企業2社の外注企業協力を対象に、品質管理をめぐる組織間関係を社会ネットワーク分析によって抽出・描写し、信頼性との関連を検討している。また中野(2007)も、東京都大田区に立地する企業5,111社の主要取引先3社までの企業名が明記されたデータを用いて、大規模ネットワークデータを構築し、取引ネットワーク構造がスケールフリー¹⁾の特性を有するという分析結果を得ている。

上記のような既存研究では有形的なモノ・カネのやりとりがなされる企業間の垂直的な取引関係に着目している。これに対して、アクター間の知識フローに基づく水平的な組織間関係に着目し、社会ネットワーク分析を援用した先駆的な研究成果としては、Cantner and Graf(2006)およびGraf(2006)が挙げられる。

彼らは、ドイツのイエナ市における特許の共同出

願関係をもとに、イノベーションを生み出すアクター間のネットワークを分析している。その結果、アクターのネットワークにおける構造的位置の違いが、イエナ市からの退出行動に影響するようになっていくこと、イエナ大学が中心性を増しつつきて、ローカルなアクター間の結合に寄与するようになっていくことを明らかにしている(Cantner and Graf 2006: 470-474; Graf 2006: 103-108)。

以上のような、社会ネットワーク分析を取引関係や知識フローに基づく組織間関係に援用した既存研究は、構造的分析という新しい観点を提供してくれている。しかしながら、それら諸研究では産業集積地域を対象事例としていても、集積の「内」と「外」との関係性について深く議論されることは少なかったといえる²⁾。対して、Giuliani and Bell(2005)では、集積内、集積外といった空間的次元を社会ネットワーク分析に導入している。彼らは、チリのワイン企業集積地域を事例に、認知的位置と吸収能力³⁾を分析枠組に含めた実証研究を行っている。吸収能力を、「産業集積外部の知識を吸収し、波及し、活用する産業集積の能力」と、「企業の中で蓄積され、熟練した人的資源に体化された知識のストックを反映した、企業レベルでの知識の機能」と2種類に分類し定義している(p. 49)。そして、吸収能力の高い企業は産業集積外との知的リンケージを構築する傾向があり、異なる吸収能力を持った企業は、産業集積内で異なる認知的位置を構築するという仮説を立てている(pp. 49-50)。彼らは、インタビュー調査に基づいた企業レベルのデータから、社会ネットワーク分析を用いて、企業の認知的位置を①知識の源泉、②相互交換者、③吸収者、④孤立者の4種類に分け、さらに企業の産業集積内の吸収能力を定量化し⁴⁾、吸収能力と集積外との知的リンケージとの間に強い正の相関があること、またノードの中心性指数と吸収能力との間にも有意な相関があることを明らかにしている。

組織間の知識フローを対象として、経済地理学的観点から社会ネットワーク分析を援用する際には、上記の Giuliani and Bell (2005) のように空間的次元を導入することが不可欠である。そこで本稿では、ローカル外からの情報・知識の流入に関して、Bathelt et al. (2004) で提唱されている集積間の「パイプライン」概念を導入し、新しい知見の導出を試みる。このパイプライン概念は産業集積内に存在する有益な情報を、別の産業集積へと吸い出す際に使われるチャンネルを意味する。しかし、計量的な実証分析でその存在を確かめた研究は、管見の限り見あたらない。知識創造の際に使われる産業集積間のパイプラインを、社会ネットワーク分析を用いて析出・描写し、ネットワーク構造とイノベーションとの関連を考察することが本研究の目的となる。

本稿ではまず、II において本研究で用いる分析データと分析枠組を提示し、共同研究開発ネットワークの構造を日本の地域ブロック別に比較検討する。III ではイノベーションを達成しているネットワークを可視化し、共同研究開発の参加アクターのネットワークにおける構造的位置との関連を考察する。IV では技術分野別および主体の属性別に組織間知識フローの空間的パターンを検討し、V において本研究の成果を振り返り、今後の研究課題を述べる。

II 共同研究開発における主体間関係の構造

現在、Etzkowitz and Leydesdorff (2000) および Etzkowitz (2008) のトリプルヘリックスアプローチ⁵⁾ にみられるように、産（企業）・学（大学、高等専門学校）・公（公設試験研究機関や産業支援機関、商工会議所などの経済団体や NPO 法人など）の連携がイノベーションを促進させる重要な施策として考えられている。社会ネットワーク分析を用いて産学公連携とその成果について計量的に実証し、考察するためには、参加する主体の属性（事業所の名称や所在地）に関する大量ネットワークデータが

必要となる。そこで本章では共同研究開発の参加アクターに関するデータが入手可能である産学公連携の事例として、経済産業省が実施している「地域新生コンソーシアム研究開発事業」を取り上げる。

この地域新生コンソーシアム研究開発事業では、公設試験研究機関や大学が中心となるコンソーシアム（共同研究体制）を形成し、「大学等の技術シーズ・知見を活用して事業化に結びつく製品・サービス等の研究開発」の推進を目指している（文部科学省 2006）。また、公募の際には、参加企業数の3分の2以上が中小企業であることが必要となる「中小企業枠」や、知的クラスター創成事業など他府省の研究開発施策で生まれた技術シーズを活用することが要件となる「他府省連携枠」が設けられている。

本研究では上記の大量ネットワークデータを用いることによって、共同研究開発ネットワークの構造と、その成果に関する計量的な分析を行う。その際には、社会ネットワーク分析を用いて、各アクターの特性別にネットワーク統計量を算出し、構造的位置と研究開発ネットワークが有する特徴を明らかにする。

1. 分析データと分析手法

本研究では、2001 年度から 2007 年度までの地域新生コンソーシアム研究開発事業の採択プロジェクトを分析対象とする。計 911 の採択プロジェクトに参加している研究実施主体は延べ 4,547 を数える。研究実施主体の名称を基に大規模ネットワークデータを構築し、共同研究プロジェクトを介した組織間ネットワークを分析していく。

図 1 は研究プロジェクトと研究実施主体に関する 2 部グラフである。この例では主体 a と b が研究プロジェクト A において、主体 b, c, d が研究プロジェクト B において、主体 c, d, e, f が研究プロジェクト C において、主体 d と f がプロジェクト D の下で、共同研究開発を行っている。以下に説明す

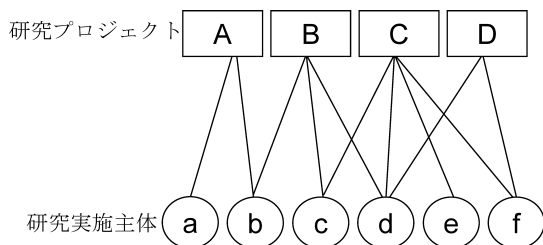


図1 研究プロジェクトと研究実施主体に関する2部グラフ

Fig. 1 Bipartite graph of research projects and actors

るように、この2部グラフから、共通の研究プロジェクトを介した研究実施主体間ネットワークを作成することができる。

まず、研究実施主体を行に、研究プロジェクトを列に対応させて、研究プロジェクトに参加していれば1を、参加していなければ0を成分とする行列 A を作る。

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} A & B & C & D \end{matrix} \\ \begin{matrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \\ f \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix} \end{matrix} \quad (1)$$

研究実施主体間のネットワークを構築するためには、行列 A に、その転置行列 A' を右からかければよい⁶⁾。たとえば、下記の行列の2行3列目の要素は1の値をとるが、これは主体 b と主体 c が一つの同じ研究プロジェクトに参加していることを意味している。一方、4行目6列の要素は2の値をとるが、これは主体 d と f が二つの研究プロジェクトに同時に参加していることを意味する。なお、対角成分の値は各組織が参加する共同研究プロジェクトの総数となる⁷⁾。

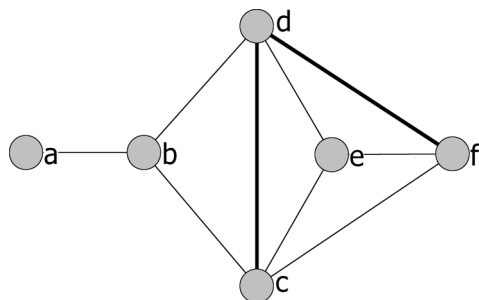


図2 共同研究プロジェクトを介した研究実施主体間ネットワーク

共通の研究プロジェクトへの参加が重複するほど、リンクが太く描かれている。

Fig. 2 Network among actors through joint research projects

$$AA' = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 2 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 2 & 1 & 2 \end{pmatrix} \quad (2)$$

以上の行列をもとに、ネットワーク可視化ソフトウェアである NetDraw⁸⁾ を用いて、図2のようにネットワーク構造を可視化させることができる。本研究では地方経済産業局の管轄地域別⁹⁾に、研究実施主体間ネットワークの構造を可視化させて、比較分析する。

地域新生コンソーシアム研究開発事業では「事業化に直結する実用化技術開発の促進」を重要な目的として挙げている。そこで、事業化に関するデータが入手可能である2001年度から2004年度までの採択プロジェクトの中から、すでに事業化に成功しているものを抽出し、研究開発ネットワークのパフォーマンスを表す指標として用いる¹⁰⁾。さらに、各主体の研究開発拠点の所在地を調査し、ライフサイエンスやナノテクノロジー、情報通信などといった分野別の研究開発ネットワークの地理的な拡がりの違いについて考察する。

表1 地域ブロック別・技術分野別の採択プロジェクト数
Table 1 Number of projects undertaken in each technical field

地域 ブロック	ライフ サイエンス	情報通信	ナノテク・ 材料	製造技術	環境・ エネルギー	融合・横断・ 統合的・新分野	その他	合計
北海道	30 (39)	12 (16)	10 (13)	7 (9)	10 (13)	6 (8)	1 (1)	76 (100)
東北	6 (9)	12 (17)	13 (19)	17 (25)	10 (14)	6 (9)	5 (7)	69 (100)
関東	34 (16)	45 (22)	31 (15)	35 (17)	37 (18)	18 (9)	7 (3)	207 (100)
中部	22 (19)	9 (8)	21 (19)	21 (19)	26 (23)	2 (2)	12 (11)	113 (100)
近畿	41 (25)	17 (11)	38 (24)	21 (13)	31 (19)	7 (4)	6 (4)	161 (100)
中国	7 (9)	8 (10)	17 (22)	13 (16)	20 (25)	5 (6)	9 (11)	79 (100)
四国	12 (19)	6 (10)	10 (16)	11 (18)	13 (21)	1 (2)	9 (15)	62 (100)
九州	18 (14)	17 (14)	23 (18)	26 (21)	28 (22)	3 (2)	10 (8)	125 (100)
沖縄	6 (32)	3 (16)	0 (0)	3 (16)	3 (16)	0 (0)	4 (21)	19 (100)
合計	176 (19)	129 (14)	163 (18)	154 (17)	178 (20)	48 (5)	63 (7)	911 (100)

() 内は地域ブロック別の総プロジェクト数に占める各技術分野の割合(%)。

(2001～2007 年度 経済産業省 地域新生コンソーシアム研究開発事業資料を基に作成)。

2. 地域新生コンソーシアム研究開発事業の研究

分野別・地域別の特徴

本研究で対象とする地域新生コンソーシアム研究開発事業では、各採択プロジェクトを技術分野別に区分している。表1は、「大区分」として定義されている①ライフサイエンス、②情報通信、③ナノテクノロジー・材料、④製造技術、⑤環境・エネルギー、⑥融合・横断・統合的・新分野の革新的技術、といった六つの技術分野区分を用いて、地域ブロック別に採択プロジェクト数を集計したものである¹¹⁾。最も多くのプロジェクト数を有しているのは関東ブロック(計207プロジェクト)であり、近畿、九州、中部、中国、北海道、東北、四国、沖縄と

いった順に続く。

地域ブロック別に採択プロジェクトの技術分野の特徴を述べると、北海道ではライフサイエンス分野の採択数が際立って多く、そのシェアは全地域の平均の2倍ほどとなることがわかる。ライフサイエンス分野の内容は、遺伝子の解析技術から、工業プロセスのバイオ化技術まで多岐にわたっているが、北海道では道内の農水産資源を活用した生産技術に関する研究開発が多い。一方、製造技術や環境・エネルギー分野の採択数は少ない。

東北ブロックでは製造技術分野が最も多く、その割合(25%)は全ブロックの中で最大となる。対してライフサイエンス分野における採択数は少ない。

一方、関東ブロックはすべての分野とも採択プロジェクト数が多くなっているが、中でも特に、情報通信分野が他のブロックと比べて多くなっている。情報通信分野ではソフトウェア技術やデバイス技術のほかに、ネットワークのセキュリティやサービスに関する技術が中心であることから、それら関連企業の集積や、関連学部や研究科を有する大学が多く立地していることが、関東への特化の要因であると考えられる。

一方、中部ブロックは情報通信分野と融合分野の採択数が少ないが、他の分野では全地域の平均とほぼ同じ水準で採用されている。近畿ブロックの特徴としては、ライフサイエンスとナノテク・材料分野に特化していることが挙げられる。これらの分野では、大学に所属する教員がプロジェクトリーダーとなっている場合が多く、共同研究開発において中心的な役割を担っている。

中国ブロックは四国ブロックと同様に際立った特化の傾向は見られないものの、製造技術や環境・エネルギー分野の採択数が比較的多い。九州ブロックでは製造技術分野の総数が関東に次いで多くなっており、融合分野を除いて他の分野でもプロジェクトの採択数が多い。沖縄ブロックでは採択総数は少ないものの、北海道ブロックと同様に、県内の資源を活用したプロジェクトがライフサイエンス分野を中心に見られる。

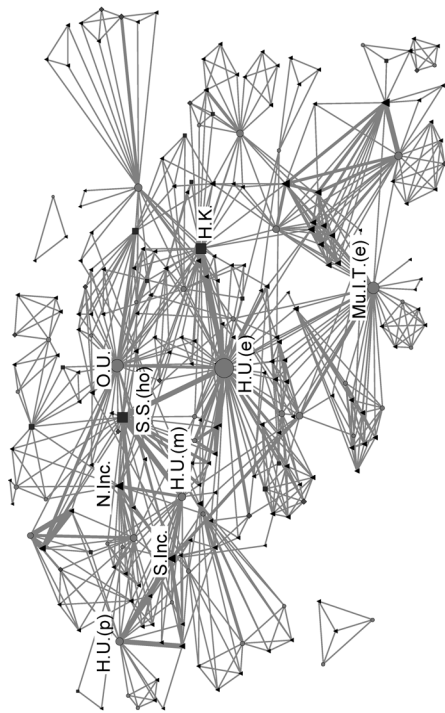
以下では、ライフサイエンス分野に特化した①北海道ブロック、製造技術分野が多い②東北ブロック、情報通信分野が多い③関東ブロック、ライフサイエンスとナノテクノロジー分野が多い④近畿ブロック、特化傾向の見られない⑤中国ブロック、そして製造技術と環境・エネルギー分野が多い⑥九州ブロックの6つの地域ブロック別の研究実施主体間ネットワークの構造を詳しく見ていく。

3. 研究実施主体間の関係構造の地域間比較

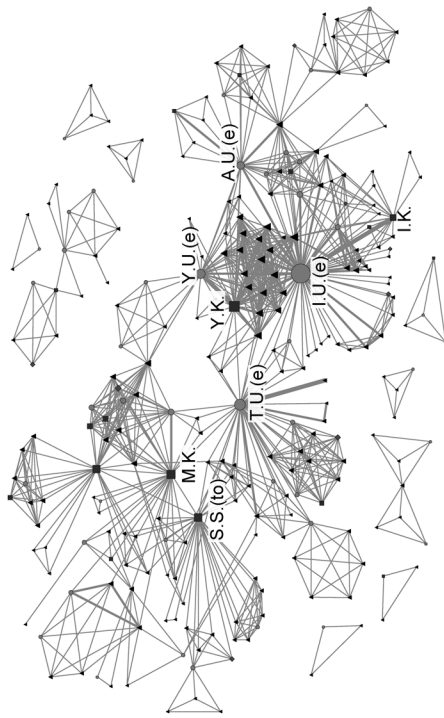
図3はNetDrawを用いて、各地域ブロックの研究実施主体間ネットワークを可視化させたものである。共通の研究プロジェクトへの参加が重複しているほど、リンクが太く描かれている。また各ノードの大きさは次数中心性¹²⁾に比例させている。

図3-aをみると、北海道ブロックでは、大学「H.U.」の工学部が、独立行政法人の「S.S.」の北海道センターや、道立の公設試「H.K.」とともに多くの共同研究を行い、ネットワーク構造において中心に配置され、「ハブ」となっていることがわかる。このH.U.を中心に広がる共同研究開発ネットワークには、北海道ブロックの全245の主体のうち、238もの主体が含まれている。また、日本唯一の獣医農畜産系単科大学である「O.U.」や、工科大学の「Mu.I.T.」も複数の研究プロジェクトに参加し、多くの共同研究相手を有していることがわかる。さらに民間の研究開発機関である「N.Inc.」や「S.Inc.」が、大学「H.U.」の医学部や薬学部とともに共同研究を行っており、次数の高いノードとして目立っている。

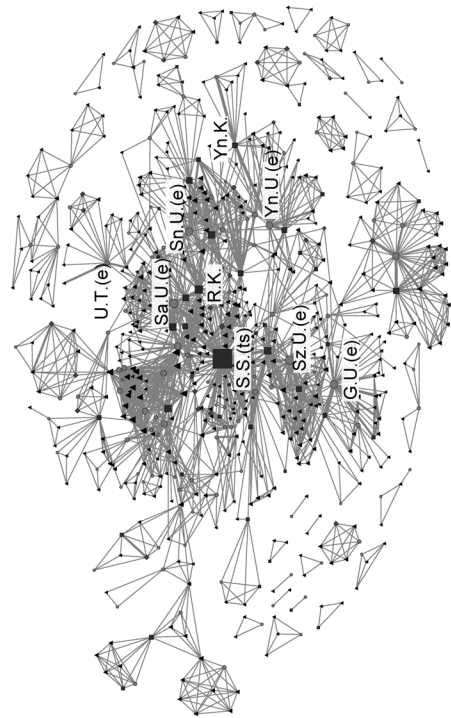
東北ブロックの場合、最大のノード数を含むコンポーネント（直接的もしくは間接的に組織間が繋がっているネットワーク）には215の主体が含まれているが、図3-bを見るとそれが二つのグループに分かれていることがわかる。まず「I.U.」や「A.U.」や「Y.U.」といった大学の工学部と、それぞれの県に立地する公設試が多くのリンクを有し、一つの核となって配置されている。とくに大学「I.U.」が多くの研究プロジェクトに参加し、共同研究相手も東北ブロック内において最大の数となっている。これに対するもう一つのグループが、大学「T.U.」と独立行政法人「S.S.」の東北センターから成るネットワークである。この二つのグループ間のつながりは、大学「I.U.」と「T.U.」間の共同研究が一つ存在するのみである。



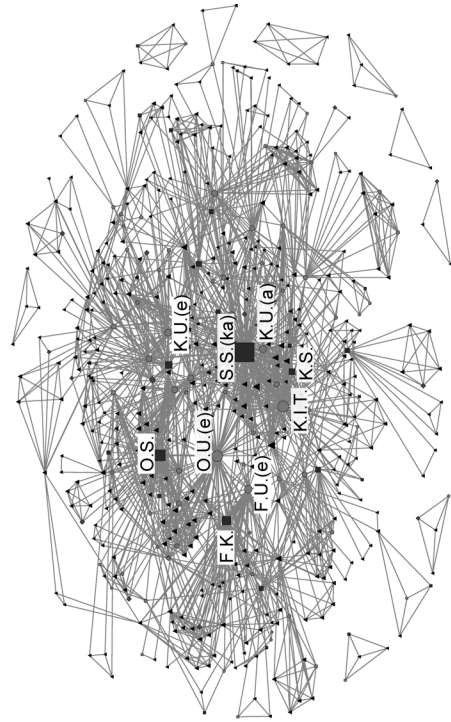
a. 北海道



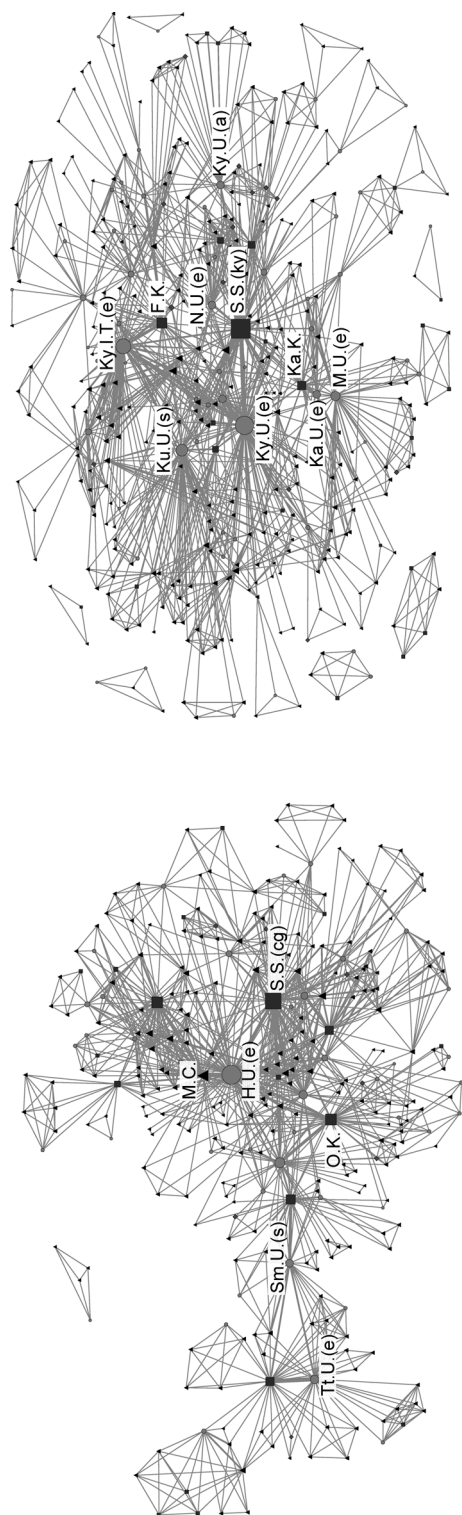
b. 東北



c. 関東



d. 近畿



e. 中国

f. 九州

凡例

▲ 産 ● 学 ■ 公

(a) 農学 (e) 工学 (m) 医学 (p) 薬学 (s) 自然科学
(ho) 北海道 (to) 東北 (ts) 筑波 (ka) 関西 (ch) 中国 (ky) 九州

図3 研究実施主体間ネットワークの総括図
(2001～2007年度 経産省 地域新生コンソーシアム研究開発事業資料を基に作成).
Fig. 3 Structure of R&D networks

一方、関東ブロックの場合には、独立行政法人「S.S.」のつくばセンターが圧倒的に多くの共同研究相手を持ってネットワークのハブとなり、巨大コンポーネントがつくられていることがわかる（図3-c）。すなわち、全686ある主体のうち、547もの主体が直接もしくは間接的に、共同研究開発ネットワークにおいてつながっている。そして、「Sa.U.」や「Sz.U.」、「G.U.」、「Sn.U.」といった関東の地方国立大学の工学部が「S.S.」の周辺に位置しており、多くの主体と共同研究開発を行っている様子がわかる。

近畿ブロックでは、独立行政法人「S.S.」の関西センターが最も多くの共同研究相手を有している。また、大学「O.U.」や「F.U.」の工学部、「K.U.」の工学部と農学部に加えて、京都に立地する工科系大学である「K.I.T.」が次数中心性の高いノードとして目立っている（図3-d）。またそれらの大学が、「K.S.」や「O.S.」および「F.K.」といった県の公設試とともに複数の共通したプロジェクトに参加し、研究開発において強固な連携を築いていることも見て取れる。なお、最大のノード数を含むコンポーネントには、関西ブロックの全528主体のうち496主体が含まれており、「S.S.」や大学をハブとした巨大ネットワークが形成されている。

中国ブロックの場合には、独立行政法人「S.S.」の中国センターと、「H.U.」の工学部とともに、広島県に立地する大手自動車メーカー「M.C.」が多くの共同研究相手を有するノードとして目立ち、密なネットワークを形成している（図3-e）。一方、ネットワーク構造の周辺には、大学「Tt.U.」や「Sm.U.」が配置されている。そして、それらノードはネットワーク構造の核を形成している「S.S.」や「H.U.」と共同研究を行っていないことがわかる。

最後に、九州ブロックの場合には、「S.S.」の九州センターと、福岡県に立地する国立大学「Ky.U.」の工学部が次数中心性が大きく、ネットワーク構造の

中央に配置されている（図3-f）。また両者は複数のプロジェクトに共通して参加しており、太いリンクでつながれている。そのほか、福岡県の工科系大学である「Ky.I.T.」が福岡県立の公設試とともに共同研究を行っていたり、「Ku.U.」や「Ka.U.」「M.U.」といった九州の他県の国立大学が共同研究相手を多く有していることがわかる。

このように研究開発ネットワークの関係構造には地域的な差異がみられるが、東北、中国、九州といった地域ブロックに共通する特徴として、共同研究開発相手を多く有しているコア（核）が複数存在しており、「分散 decentralized」型なネットワーク形態をとっていることが挙げられる。一方、北海道、関東、近畿ではネットワークの関係構造においてコアとなるアクターが限定的であり、「集中 concentrated」型なネットワーク形態であるといえる¹³⁾。

分散型のネットワークでは、参加アクターは複数のコアと結びつくことにより、研究開発に関わる多様な情報を入手することができる。ただし、コア同士の構造的な位置が離れていると、同時に複数のコアと結びつくことが困難になると考えられる。一方、集中型の場合には、ネットワーク構造においてコアに近い位置に配置されているアクターほど、コアから迅速に情報を受け取ることができる。対して、構造的に周辺の（peripheral）な位置にあるアクターは、情報源となるコアにたどり着くまでに多くのリンクをたどる必要があり、情報伝達の面で不利益を受けると考えられる。

表2にはUcinet¹⁴⁾を用いて算出した研究実施主体間ネットワークの統計量をすべての地域ブロック別に記している。産・学・公といった主体の属性別に次数中心性の大きさを見てみると、北海道を除いた地域ブロックでは、公が最も多くの共同研究開発先を有し、次いで学、産の順となっている。いずれの地域においても産の次数中心性は、5~7の値であるが、学や公では地域ごとに大きな差が見られる。

表2 地域ブロック別の研究実施主体間ネットワークの統計量
Table 2 Descriptive statistics of the R&D network

	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄
ノード数	245	261	686	369	528	302	220	381	65
リンク数	1794	2098	4818	2620	4192	2594	1686	2888	358
「産」の次数中心性	5.92	6.93	5.85	5.89	6.19	6.72	6.02	5.67	5.02
「学」の次数中心性	12.47	10.72	8.67	9.43	13.53	13.43	11.13	13.63	6.07
「公」の次数中心性	9.44	14.24	14.88	14.50	20.84	21.21	17.56	15.67	7.00
総コンポーネント数	3	10	32	10	9	2	6	7	8
ノードを10以上含む コンポーネント数	1	2	2	1	1	1	1	1	2
最大コンポーネント に含まれるノード数	238	215	547	336	496	298	203	357	32

(2001～2007 年度 経済産業省 地域新生コンソーシアム研究開発事業資料を基に作成)。

北海道では、学が公よりも共同研究開発先を有しており、知識・情報の域内の循環のハブとなっている。沖縄は学と公ともに共同研究開発相手が少ない。近畿と中国では、学と公ともに次数中心性が他ブロックと比べて大きく、1組織当たりの参加プロジェクト数が多いことを表している。

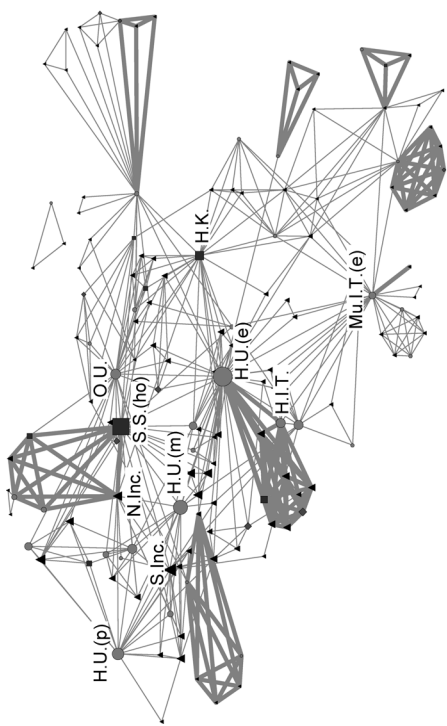
またすべての地域ブロックが、一つもしくは二つの大規模なコンポーネントを有している。沖縄を除いて、すべてのノードのうち8割以上が一つのコンポーネントに属している。その中でも北海道や中国では、その割合がかなり高く、また総コンポーネント数も2～3と少ないことから、各主体同士が密接につながり、知識フローにおいて断裂¹⁵⁾がないネットワークが形成されていることがわかる。

III 主体間関係構造とイノベーションとの関連性

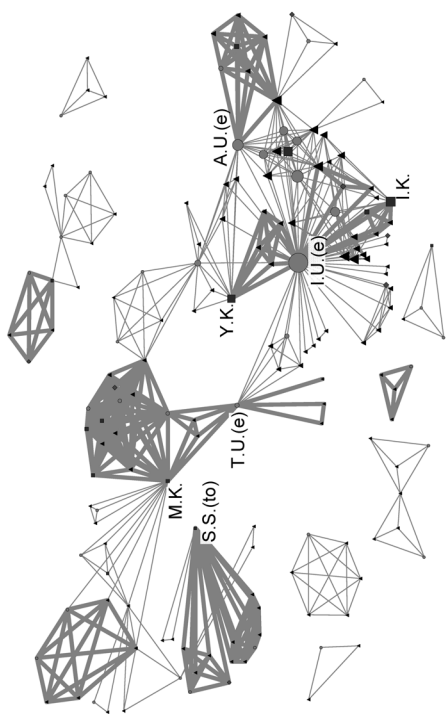
本研究では共同研究開発におけるイノベーションの事例として「事業化」を取り上げる。2001年から2004年度まで、地域新生コンソーシアム研究開発事業では558のプロジェクトが採択されており、その中で事業化に成功しているものは108プロジェクトを数える。本研究ではブロック別に、ネットワーク構造の中で事業化に成功したものを抽出し、リンク

を太く描いて可視化させている(図4)。またその際には、ノードの大きさをボナチッチ中心性¹⁶⁾に比例させている。ボナチッチ中心性とは、次数中心性の高いノードとのリンクをより重視する観点から算出される中心性指標の一つであり、ボナチッチ中心性が高いことは、共同研究相手を多く有したノードとのリンクを有していることを意味する。

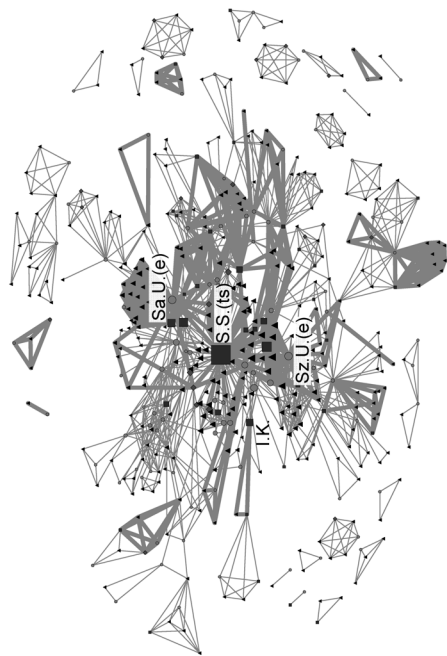
北海道ブロックでは、大学「H.U.」の工学部と独立行政法人「S.S.」の北海道センターのボナチッチ中心性の値が大きい(図4-a)ことから、「H.U.」の工学部と「S.S.」が北海道ブロックの研究開発において、知識や情報の好循環の鍵を握っているアクターであることが示唆される。一方、事業化達成の面から見ると、「H.U.」や「S.S.」は多くの研究プロジェクトに参加しているものの、それぞれ一つのプロジェクトのみが成功しており、多くのプロジェクトにおいて事業化が未達成であることがわかる。また、「H.U.」の医学部や薬学部、「O.U.」といったボナチッチ中心性が高いノードも事業化できていない。むしろ、ネットワーク構造において周辺に位置するボナチッチ中心性の小さいノードが参加している研究プロジェクトの方が、事業化を達成できていることが見てとれる。



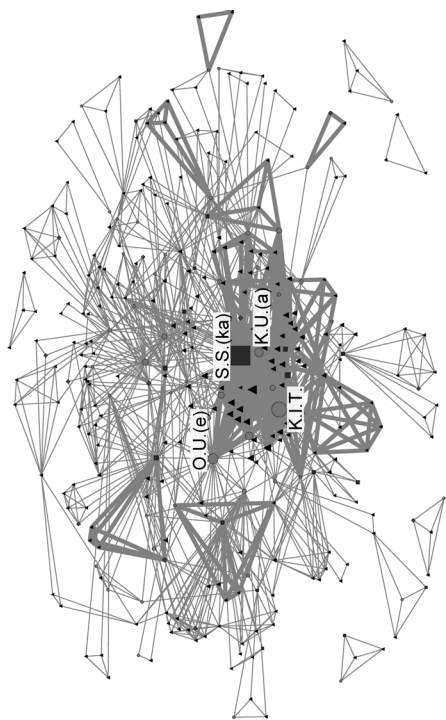
a. 北海道



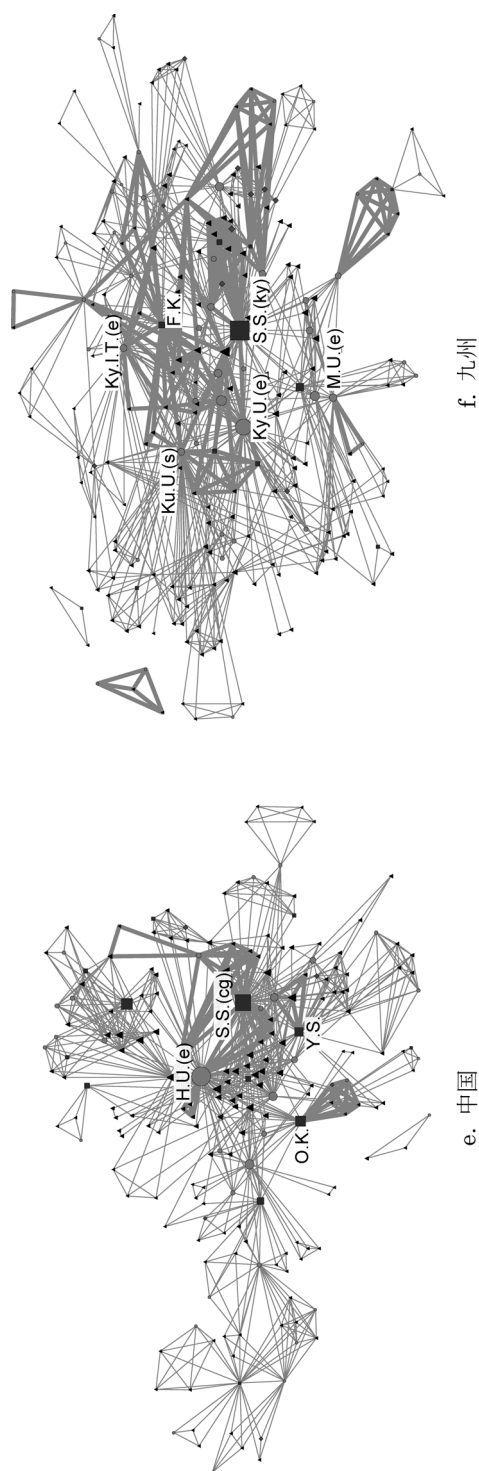
b. 東北



c. 関東



d. 近畿



凡例

▲ 産 ● 学 ■ 公

(a) 農学 (e) 工学 (m) 医学 (p) 薬学 (s) 自然科学

(ho) 北海道 (to) 東北 (ts) 筑波 (ka) 関西 (ch) 中国 (ky) 九州

図4 事業化達成ネットワークの総括図

(2001～2004年度 経済産業省 地域新生コンソーシアム研究開発事業資料を基に作成)。

Fig. 4 Structure of R&D innovation networks

東北ブロックの場合は、大学「I.U.」のボナッチ中心性の高さが際だっている（図4-b）。その一方で、次数中心性の高い「S.S.」や「T.U.」ではボナッチ中心性の値は小さい。また、事業化達成度合いとボナッチ中心性の関連はさほどなく、「S.S.」や「T.U.」といった、ボナッチ中心性は低い、次数中心性は高いアクターが参加している研究プロジェクトが、事業化の面で成功を収めていることがわかる。

一方、関東ブロックの場合、「S.S.」が最もボナッチ中心性が高いノードである。図4-cを見ると、ボナッチ中心性が高いノードが、事業化を達成していることがわかる。同様の傾向は、近畿ブロックの場合にも当てはまる。図4-dでは、「S.S.」の関西センターのほか、ボナッチ中心性が高い大学として「O.U.」の工学部や、「K.U.」の農学部、工科大学「K.I.T.」が挙げられるが、それら主体が複数のプロジェクトに参加し、かつ事業化に成功していることがわかる。

中国ブロックの場合、ボナッチ中心性が高い「S.S.」や「H.U.」が事業化を達成しているネットワークに参加している（図4-e）。一方で、それらノードと関わりのないノードはボナッチ中心性が低く、また事業化が未達成であることがわかる。

九州ブロックでは、次数中心性の高いノードが、ボナッチ中心性の値も大きくなっている（図4-f）。

また高いボナッチ中心性の値を示すノードの多くが、事業化を達成しているプロジェクトに参加していることがわかる。しかしながら、「S.S.」の九州センターに次いで高いボナッチ中心性を示す大学「Ky.U.」の工学部では、一つも事業化を達成できていない。

事業化を達成したプロジェクトと未達成のプロジェクトとの間で、参加する主体のボナッチ中心性の値に有意な差があるかについて、Mann-WhitneyのU検定を用いて検討した結果を表3に示した。表を見ると中国ブロックでは10%水準で、沖縄ブロックでは5%水準で、関東ブロックと近畿ブロックでは1%水準で、事業化達成しているネットワークに参加するノードの方がボナッチ中心性の値が有意に高いことが明らかになった。そのような地域ブロックでは、知識や情報の好循環の鍵となる、ボナッチ中心性の高い主体が事業化に対してポジティブな影響を与えるように機能している。すなわち、研究開発ネットワークにおいて、情報や知識の吸収者かつ発信者となるアクターの存在が、事業化の必要条件となる。

また、ネットワーク構造において周辺的な位置にあるノードが事業化を達成できていない場合には、ボナッチ中心性の高いノードを共同研究プロジェクトに参加させることによって、知識フローの効率化を図ることが課題となる。

表3 事業化達成と未達成ネットワークにおける参加主体のボナッチ中心性の比較

Table 3 Mann-Whitney U-test for the Bonacich centrality of actors in industrialized projects and nonindustrialized projects

	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄
事業化達成・ノード数	42	77	157	60	81	31	19	69	11
事業化達成・平均ランク	71.6	103.16	359.19	125.03	308.12	172.2	77.37	171.3	31.27
事業化未達成・ノード数	179	148	475	218	411	259	139	307	35
事業化未達成・平均ランク	120.25	118.12	302.39	143.48	234.36	142.3	79.79	192.4	21.06
Mann-Whitney の U	2104	4940	30584.5	5671.5	11654.5	3188	1280	9407	107
p 値 (両側)	0.000	0.098	0.001	0.114	0.000	0.061	0.828	0.146	0.027

(2001～2004 年 経済産業省 地域新生コンソーシアム研究開発事業資料を基に作成)。

なお、四国ブロックでは、事業化達成と未達成プロジェクトとの間でボナッチ中心性の値に有意な差があるとはいえなかった。一方、北海道ブロックの場合には1%水準で、東北ブロックの場合には10%水準で事業化しているプロジェクトに参加する主体ほどボナッチ中心性が有意に低いという結果を得た。これは北海道ブロックの場合、ボナッチ中心性の高いノードが複数のプロジェクトに参加しているものの、その中で事業化を達成したプロジェクトが少ないことを反映している。また東北ブロックの場合、ボナッチ中心性が低いアクターが参加しているプロジェクトの方がより多く事業化を達成していることが要因である。なお、同様の傾向は p 値が高いものの、中部ブロックや九州ブロックにおいても当てはまる。

ここで、研究開発の成果に関わる知的財産権を他組織に移転したために、事業化に含まれていないという可能性も考えられるので、ボナッチ中心性の高さが事業化の阻害要因になっていると一概に言うことはできない。ただし、これらの地域では周辺的な位置に属しながら事業化を達成しているノードと、ボナッチ中心性が高いノードとの間に、構造的隔たりや多くのリンクをたどる必要性があり、情報伝達の効率性が悪い点を指摘できる。今後は、研究開発相手の組み替えや整理により、研究開発ネットワークを再組織化することが課題になると考えられる。

IV 共同研究開発ネットワークの地理的な拡がり

本章では、2001年度から2007年度までの採択研究プロジェクトをⅡで挙げた六つの技術分野（①ライフサイエンス、②情報通信、③ナノテクノロジー・材料、④製造技術、⑤環境・エネルギー、⑥融合・横断・統合的・新分野の革新的技術）に分けて、研究開発ネットワークの空間的拡がりを検討する。その際には、GISを用いて研究実施主体間ネッ

トワークを地図化している。さらに都道府県別に主体間関係を再集計し、NetDrawを用いて都道府県間の結合関係を図化している。なお、ノードの大きさは、各都道府県「内」の研究開発における主体間関係数に、またリンクの太さは、各都道府県「間」の研究開発における主体間関係数に、それぞれ比例させている。

まず、ライフサイエンス分野では、北海道、関東、関西、九州北部において100 km未満の研究開発が卓越していることがわかる（図5-a）。これは北海道の場合には、道内の農水産資源を利用する研究開発プロジェクトが多いことが要因である。また関東では特に東京都と、千葉県および神奈川県との間で、関西では大阪府と京都府との間で、そして北部九州では福岡県と、佐賀県および熊本県との間での結びつきが強い（図5-b）。また中部では愛知県や富山県において県内の共同研究開発が多く、かつ東京都との結びつきが強いことがわかる。

システム開発やソフトウェア開発が中心の情報通信分野の場合には、100 km未満の研究開発が国内全国に分散的に存在しており、低コストで知識・情報の交換が可能な情報通信分野の特徴が現れている（図6-a）。そのような中で、北海道が一つの極となり、道内における共同研究開発の多さが際だっている（図6-b）。また、東京都と、北海道および東北とが強く結びつき、遠距離間の共同研究開発が卓越していることがわかる。

10⁻⁹ mというナノスケールを取り扱う技術分野であるナノテクノロジー・材料分野では、世界的にも著名な科学者らが所属している大学が、地理的に近接した企業や公設試のみならず、地理的に遠く離れたアクターとの共同研究に参加している（図7-a）。すなわち、大阪府や長野県、愛知県、広島県が、域内における主体間関係が多く、都道府県間のネットワークも発達している（図7-b）。

金型や機械系の加工技術が中心の製造技術分野で

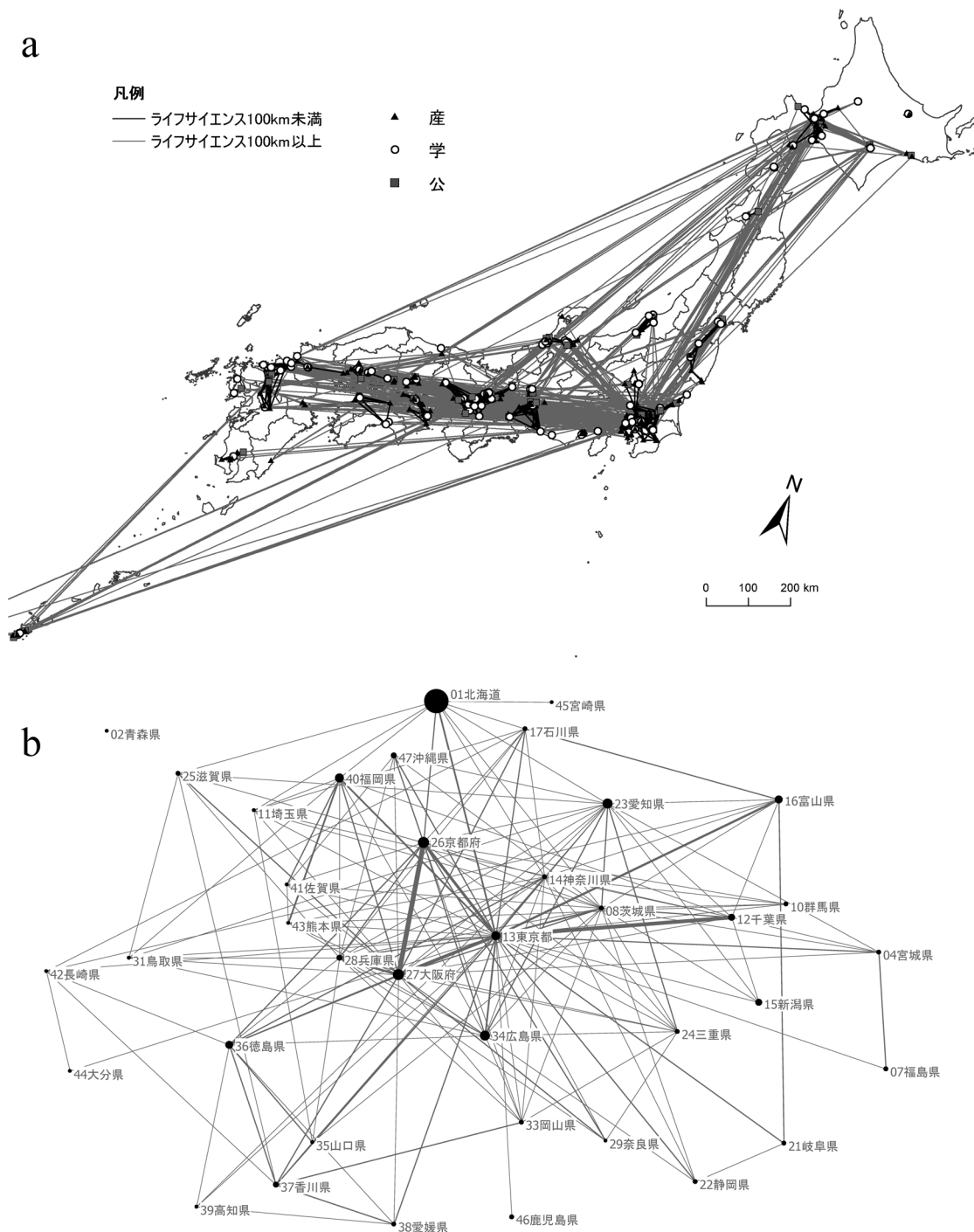


図5 ライフサイエンス分野における研究実施主体間ネットワーク (a) と都道府県間結合 (b)
(2001~2007 年度 経済産業省 地域新生コンソーシアム研究開発事業資料を基に作成)。

Fig. 5 R&D networks (a) and cohesion among prefectures (b) in life science technology

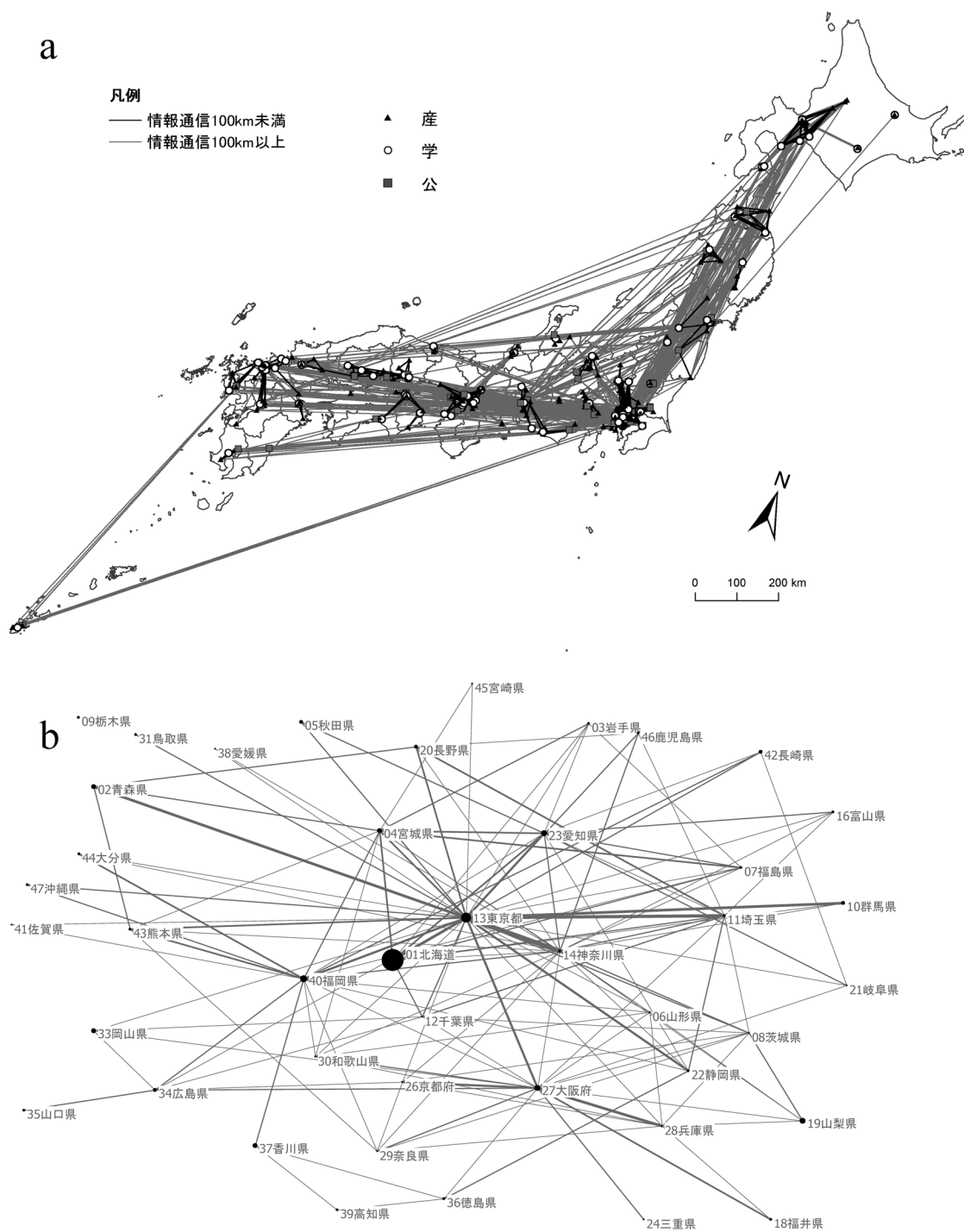


図6 情報通信分野における研究実施主体間ネットワーク (a) と都道府県間結合 (b)
 (2001~2007 年度 経済産業省 地域新生コンソーシアム研究開発事業資料を基に作成).
 Fig. 6 R&D networks (a) and cohesion among prefectures (b) in information and communication technology

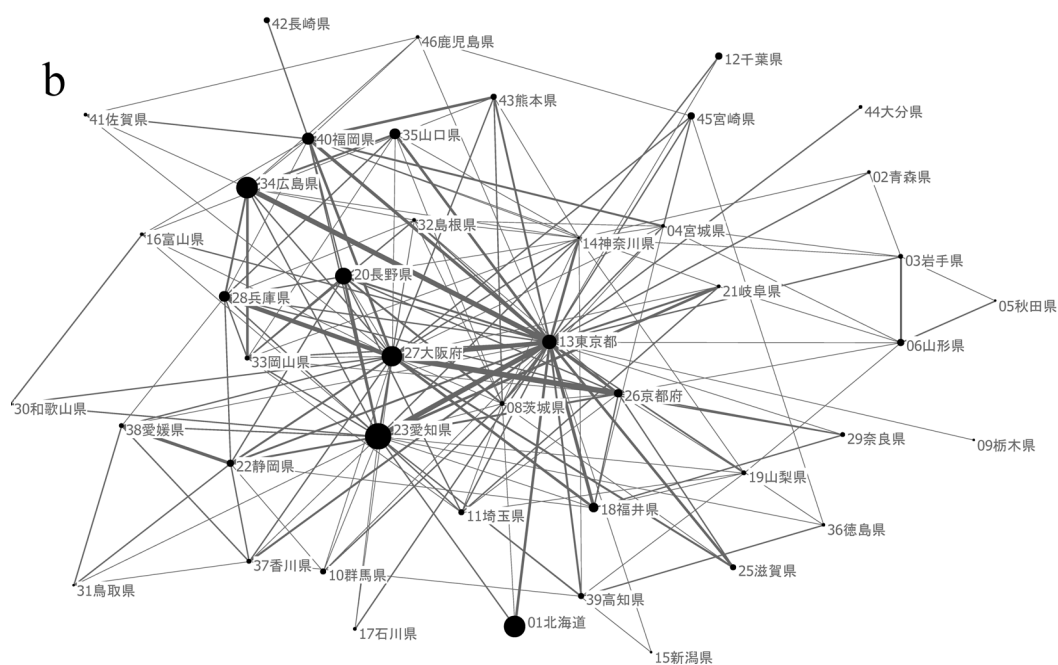
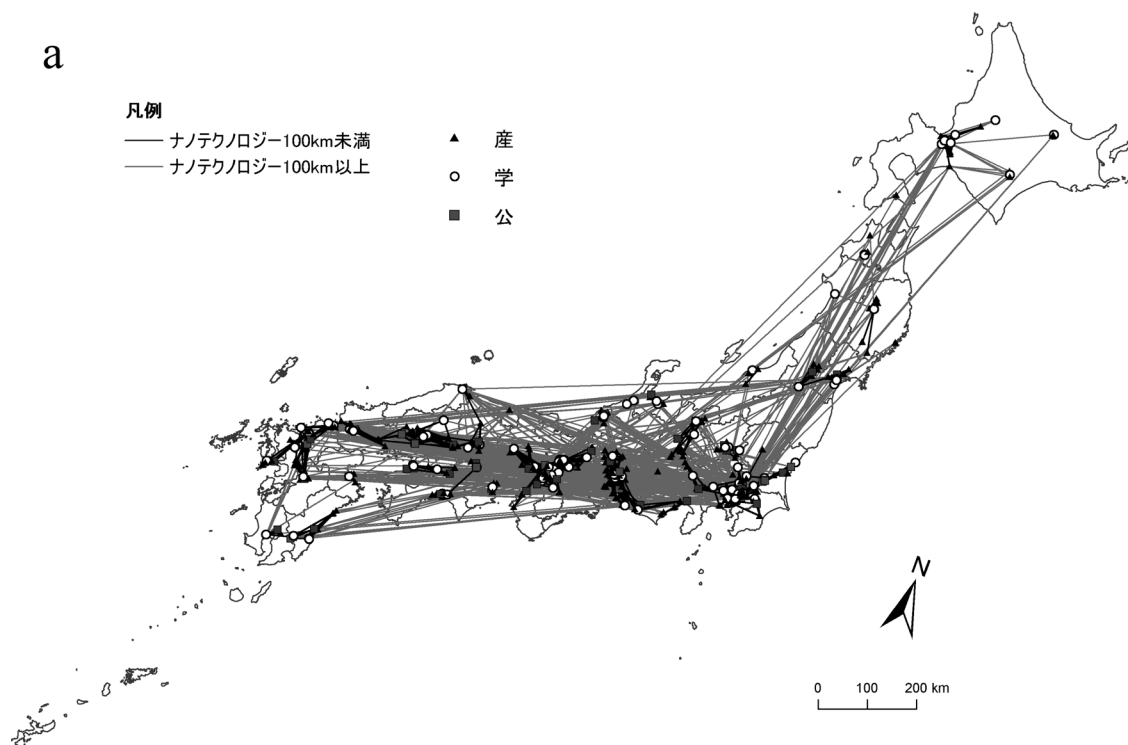


図7 ナノテクノロジー・材料分野における研究実施主体間ネットワーク (a) と都道府県間結合 (b)
(2001~2007年度 経済産業省 地域新生コンソーシアム研究開発事業資料を基に作成)。

Fig. 7 R&D networks (a) and cohesion among prefectures (b) in nanotechnology

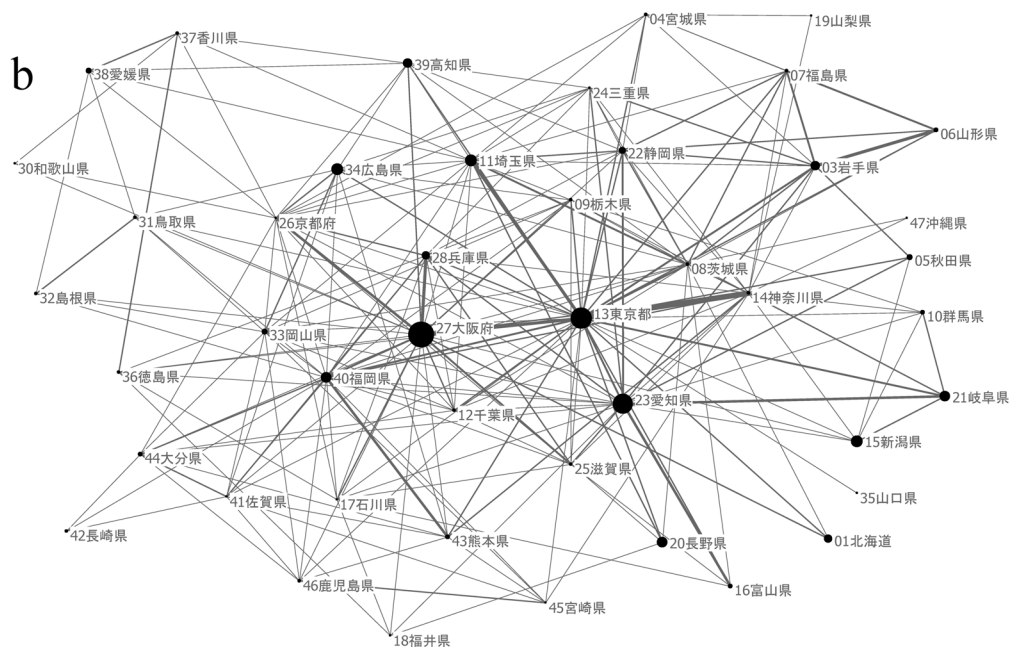
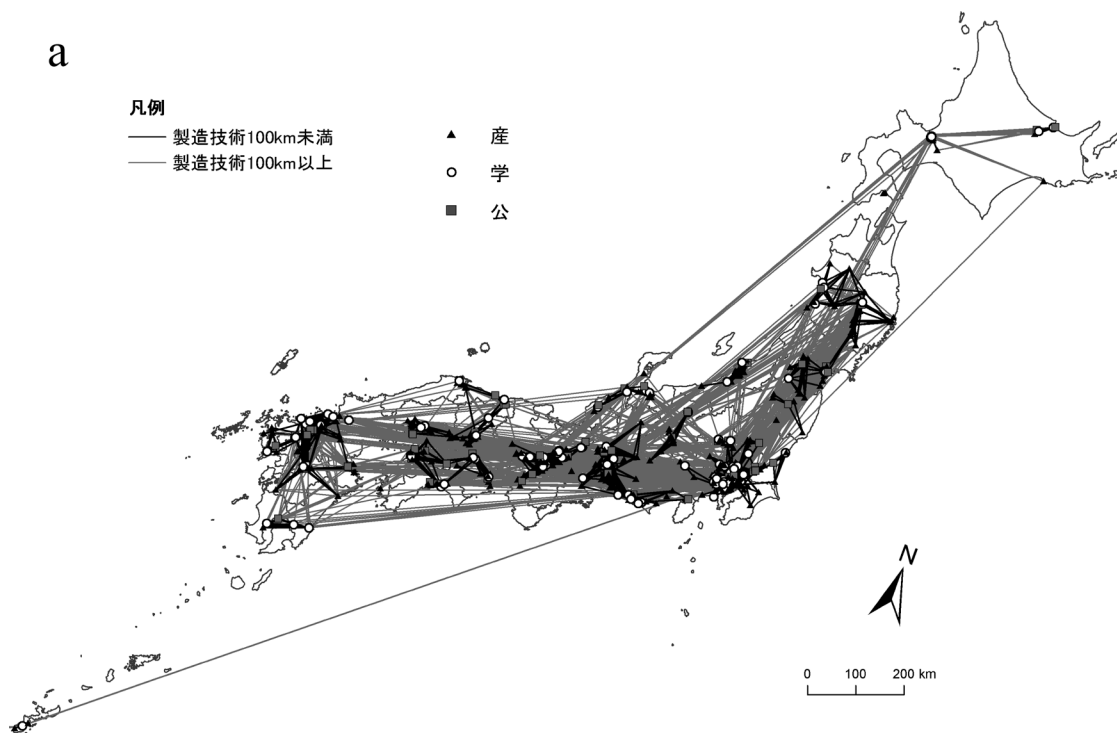


図8 製造技術分野における研究実施主体間ネットワーク (a) と都道府県間結合 (b)
 (2001~2007 年度 経済産業省 地域新生コンソーシアム研究開発事業資料を基に作成).
 Fig. 8 R&D networks (a) and cohesion among prefectures (b) in manufacturing technology

は、関東、中京、関西、北部九州といった地域における共同研究開発の多さが目立つ（図8）。また100 km未満の共同研究開発が他分野と比べて多くなっており、ローカルなアクターが指向される傾向にある。これは部品間の緊密な相互調整が必要となる「擦り合わせ」（藤本 2003）の重要性や、物流コストの抑制、またイノベーションの多くが、既存の知識の応用を中心とした漸進的なものであること¹⁷⁾などが要因として考えられる。

環境・エネルギー分野では100 km未満の研究開発が集中している地域が全国的に分散しているが、なかでも関東、中京、関西、北部九州の共同研究開発の多さが目立つ（図9-a）。また図9-bをみると、北海道、愛知県、福岡県が大きなノードとして現れ、東京都とも強く結ばれていることがわかる。また沖縄県内の共同研究開発の多さも特徴的である。

最後に、融合・横断・統合的・新分野の革新的技術では、研究開発の拠点が局地的に存在し、拠点間のネットワークも発達していることがわかる（図10-a）。北海道が最も域内の研究開発が多く、鳥取県や長崎県といった他の研究プロジェクトではあまり目立たない県が大きなノードとして現れるのが特徴である（図10-b）。

図11は、2001年度から2007年度までにおける、技術分野ごとの距離帯別の共同研究開発距離の割合を示したものである。図11から製造技術分野と、それ以外の五つの分野とでは、大きく特徴が異なっていることがわかる。すなわち、すべての分野において100 km未満のネットワークのシェアが5割を超えているが、特に製造技術分野において、その割合が大きい。また、製造技術分野において500 km以上離れた研究開発ネットワークが占める割合は、他の5分野と比べてかなり小さい。このことは、製造技術分野における研究開発が、工学的知識や実践的技術を中心とした「ものづくり」的なものであり、共同研究開発において地理的に遠く離れた研究開発

先が持つ、オンリーワンの技術の必要性が、科学的知識に基づく「サイエンス」型の他分野と比べて、小さいことを示唆していると解釈できる。

一方、環境・エネルギーや、情報通信分野では、500 km以上の研究開発ネットワークの割合が卓越しており、製造技術分野の場合と異なり、高度な技術や専門的知識を求めて、地理的に遠く離れた主体が志向されていることがわかる。

図12は主体の属性ごとの二者間（産－産、学－学、公－公、産－学、産－公、学－公）の距離帯別の研究開発割合を示したものである。まず、「学－学」間の共同研究開発の5割以上が100 kmを超えており、500 km以上の距離を有する共同研究も2割に迫るほどあることがわかる。一方、「産－学」間も500 km以上離れた共同研究が多くなっているが、「学－学」と比べて100 km未満の共同研究開発が多い点が特徴的である。これに対して、「公」を含んだ共同研究開発は総じて近距離のものが多く、500 km以上離れた遠距離間の共同研究開発が少なくなっている。したがって、地域新生コンソーシアム研究開発事業の共同研究開発では、域内の知識フローは、「公」を中心に「産」と「学」が共に参加してネットワークが形成されているが、域外からの情報・知識の流入は主に、「学」と一部の「産」が中心的な役割を果たしていると考えられる。

以上の成果をもとに、図13では技術分野の違い（ものづくり型・サイエンス型）とネットワーク構造の違い（分散型・集中型）に従って、共同研究開発ネットワークをモデル化している。

ものづくり型・分散型の共同研究開発は、空間的に集中する傾向にあり、東北や九州ブロックにおいて当てはまる。参加主体の多くは同じ集積内に立地することによって相互学習を行っている。その際に、多くの共同研究開発相手を有してコアを形成しているアクターは、地方国立大学や県もしくは国の公設試験研究機関である。コアとコアとの間にリンクが

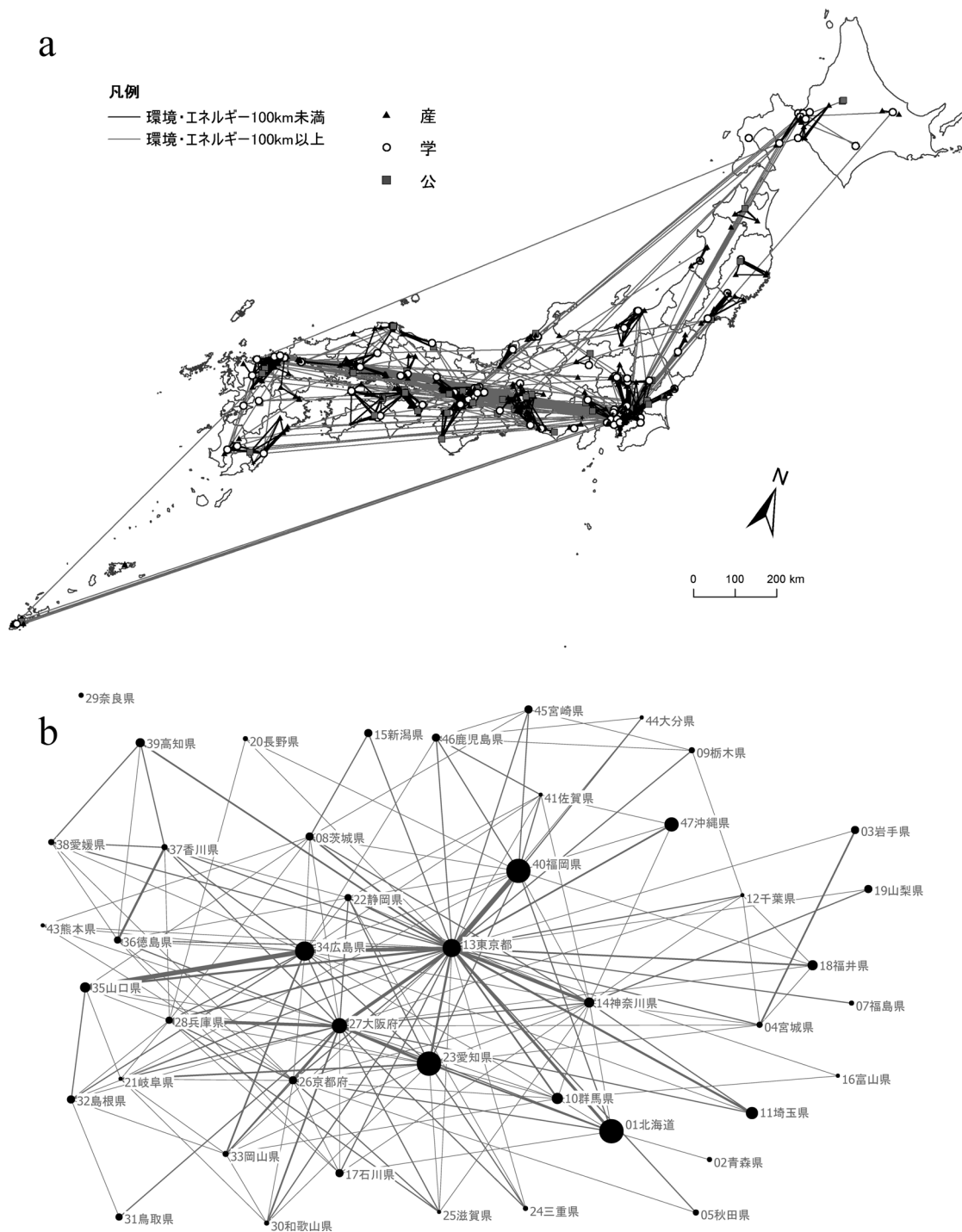


図9 環境・エネルギー分野における研究実施主体間ネットワーク (a) と都道府県間結合 (b)
(2001～2007 年度 経済産業省 地域新生コンソーシアム研究開発事業資料を基に作成)。

Fig. 9 R&D networks (a) and cohesion among prefectures (b) in environment and energy technology

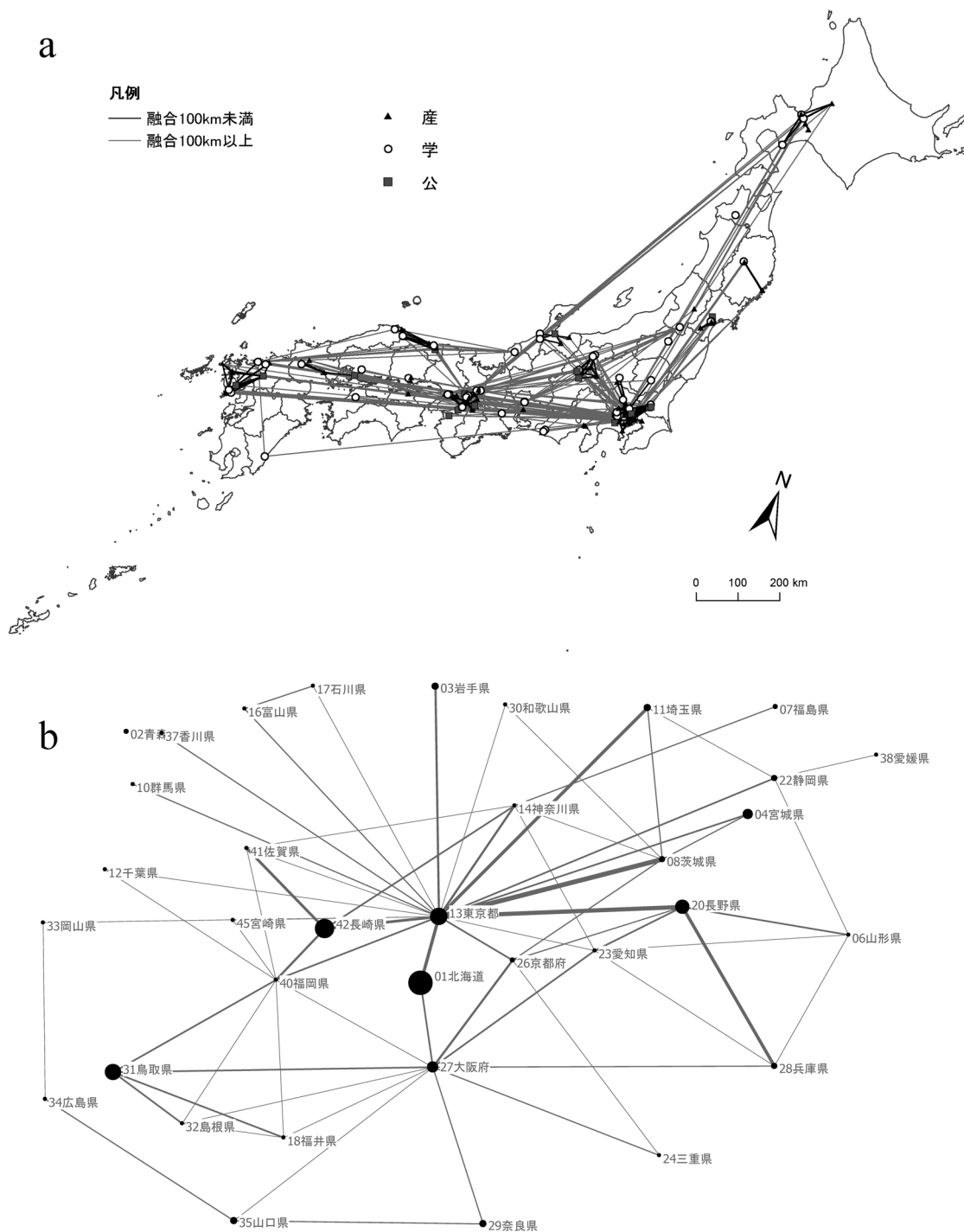


図10 融合・横断・統合的・新分野の革新的技術における研究実施主体間ネットワーク (a)と都道府県間結合 (b)
(2001~2007年度 経済産業省 地域新生コンソーシアム研究開発事業資料を基に作成)。

Fig. 10 R&D networks (a) and cohesion among prefectures (b) in cross-cutting technology

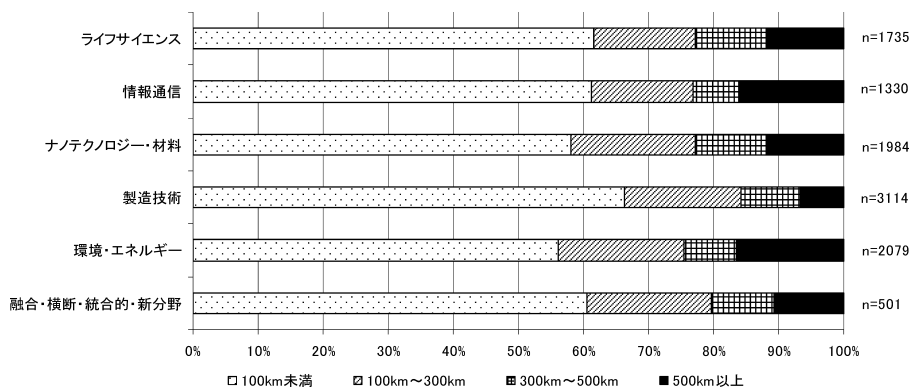


図 11 技術分野ごとの距離帯別の研究開発の割合
(2001～2007 年度 経済産業省 地域新生コンソーシアム研究開発事業資料を基に作成).
Fig. 11 Ratio of R&D depending on distance in each technical field

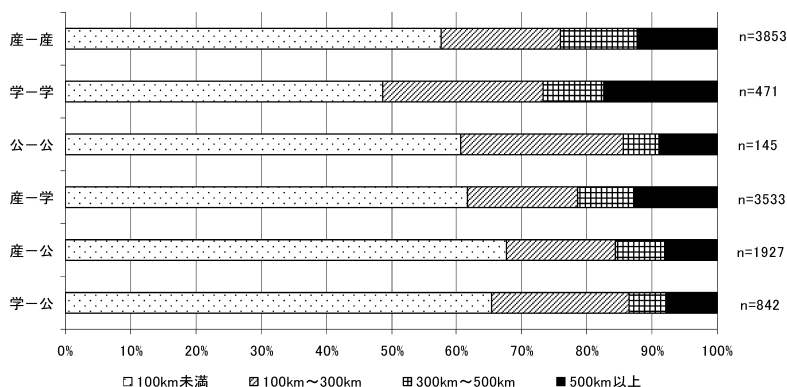


図 12 主体属性別・距離帯別の研究開発の割合
(2001～2007 年度 経済産業省 地域新生コンソーシアム研究開発事業資料を基に作成).
Fig. 12 Ratio of R&D depending on distance between pairs of actors

なく、複数のコンポーネントに分かれる場合には、知識フローに断裂（構造的空隙）が生じ、事業化に結びつかない可能性がある。

これに対して、関東や近畿ブロックの製造技術分野で見られるものづくり型・集中型の共同研究開発では、一部の限られた大学や公設試が域内におけるネットワークのハブとなり、共同研究開発において重要な役割を果たす。ただし、そのようなハブと共同研究を行わず、関係構造において周辺に位置するアクターは、事業化の達成数が少ないといった課題

がある。

サイエンス型・分散型ネットワークとサイエンス型・集中型ネットワークでは、域内連携だけでなく、域外の知識資源がイノベーションにとって重要となる。中国や九州ブロックで見られるようなサイエンス型・分散型のネットワークでは、域内で共同研究開発が完結せず、域外の大学や企業の参加が多くなる。一方、県の公設試験研究機関は域内における大学や企業とのネットワーク形成において中心的な役割を果たすことになる。

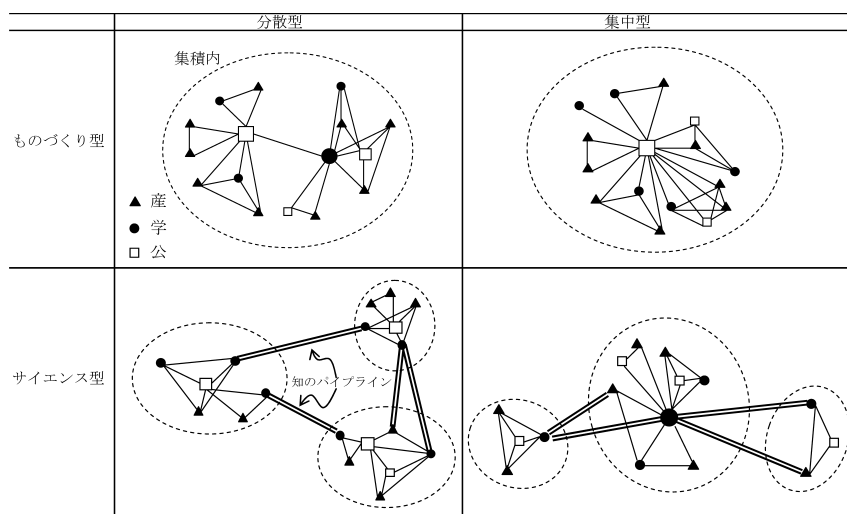


図 13 地域新生コンソーシアム研究開発事業における共同研究開発の概念図
Fig. 13 Model of R&D network in the Consortium R&D Project for Regional Revitalization

サイエンス型・集中型の共同研究開発では、北海道や関東、近畿ブロックで見られる。一部の限られた産業集積内の大学が共同研究開発の中心となり、域外の大学や企業との共同研究開発を行っている。そのような研究開発ネットワークにおいてコアとなる大学は、域外のアクターとの「知識のパイプライン」を通じて、域外の新しい知識や情報をローカル内へと流入させている。

V おわりに

本稿では、地域新生コンソーシアム研究開発事業を事例として、共同研究開発に関する大量データベースを構築し、社会ネットワーク分析の手法を用いて、主体間関係構造の可視化とネットワーク統計量の算出を行った。そして、それらの成果をもとに、共同研究開発ネットワークが示すパフォーマンスとの関連を考察した。本研究の成果をまとめると以下のようなになる。

第 1 に、NetDraw を用いた可視化と、Ucinet を用いたネットワーク指標の算出によって、地域ブロックごとに共同研究開発ネットワーク構造の違い

を明らかにした。北海道ブロックでは大学「H.U.」をハブとしたネットワークが発達しているが、他の地域ブロックでは独立行政法人「S.S.」や都道府県の公設試験研究機関が各大学よりも概して次数中心性が高く、多くの共同研究開発相手を有していた。またいずれの地域ブロックでも、大多数の主体が参加する共同研究開発の巨大なコンポーネントが確認されたが、共同研究開発における関係構造の特徴として、①共同研究開発相手を多く有したアクターが複数存在する「分散型」と、②一部のアクターに限定される「集中型」のネットワークとに分かれることを示した。

第 2 に、ネットワーク構造においてどのような位置にいる主体がイノベーションの達成に影響を与えるのかを分析するために、地域新生コンソーシアム研究開発事業における事業化に関するデータをもとに、ボナチッチ中心性と呼ばれるネットワーク統計量を算出し、知識や情報の好循環の鍵となるアクターを同定した。分析の結果、関東、近畿、中国、沖縄といった地域ブロックでは、共同研究開発ネットワークが良いパフォーマンスを達成させるために

は、ボナッチ中心性の値が高い大学や公設試験研究機関の存在が必要条件の一つとなることを示した。一方、東北、中部、四国、九州といった地域ブロックでは、事業化達成ネットワークと事業化未達成ネットワークとの間で、ボナッチ中心性の大きさに有意な差が見られなかった。また北海道ブロックでは、ボナッチ中心性が高い大学が参加する研究プロジェクトでの事業化達成が少なく、ボナッチ中心性の値の小さいアクターが参加するネットワークほど事業化を達成できているという結果を得た。これら地域では周辺的な位置にある事業化を達成したノードと、ボナッチ中心性の高いノードとの情報伝達が効率的になるように、ネットワークを再組織化することが必要になると考えられる。

第3に、地域新生コンソーシアム研究開発事業の採択プロジェクトを六つの技術分野に分けて、GISとNetDrawを用いて共同研究開発ネットワークを可視化した結果、製造技術のような「ものづくり型」と、他の「サイエンス型」との間に空間的拡がりが大きく異なることを明らかにした。また、主体の属性別・距離帯別の研究開発を検討した結果、知識フローやネットワーク形成において主体が果たす役割が異なっていることを示した。すなわち、域内の知識・情報の循環において公設試験研究機関が中心となる一方で、域外からの知識・情報の流入に関しては、大学や高等専門学校といった主体が集積間の「パイプライン」を構築していることが示唆された。

以上の成果を踏まえた上で、今後の課題を述べる。まず、知識フローにおけるパイプライン概念で鍵となるグローバルな観点の導入である(Bathelt et al. 2004; Owen-Smith and Powell 2004)。本研究の分析枠組はグローバル企業間の技術提携や資本関係、さらには都市間結合の分析へと応用することが可能である。主体間の関係構造に着目して、集積内・集積間・国家間の重層的な研究開発ネットワークの存在を検証していくことが求められよう。

さらに、「産業クラスター計画(経済産業省)」や「知的クラスター創成事業(文部科学省)」、「地域結集型研究開発プログラム(科学技術振興機構)」といった他の科学技術振興事業を対象とした分析の可能性である。地域新生コンソーシアム研究開発事業を対象とした本分析では、データの制約上、共同研究開発ネットワークが生み出すイノベーションを、事業化の達成でもってとらえたが、特許出願や論文発表、商品化、起業化といったアウトプットもネットワークが生み出すイノベーションの一種として考えられる。それらイノベーションに関連したデータは、上記に挙げた科学技術振興事業において入手可能であり、本研究の枠組を援用することによって、さらなる政策的含意を提示することが期待できる。

本研究で採り上げたプロジェクトベースの共同研究開発ネットワークは、アクター間の関係性が制度的に定まっており、「フォーマル」な形態をとるものである(與倉 2008: 49-50)。これに対して、産業集積内におけるコンフェレンス、見本市、勉強会、研究会といったものへの参加リストを用いて、組織間の「インフォーマル」な知識交換の分析も進めていく必要がある¹⁸⁾。それは、ローカル内で流通する何気ない会話や噂が、信頼や相互学習を促進させるという「バズ」概念(Storper and Venables 2004)に関する計量的な実証分析と位置づけられよう。

最後に、本稿のIVでは都道府県レベルで共同研究開発ネットワークの再集計を行い、域内、域外関係を検討したが、経済的まとまりとしては、都道府県レベルより小さい空間スケールの方がふさわしい。今後の研究の方向性としては広域市町村圏を用いて、域内、域外ネットワークを集計・数量化し、それらを説明変数として用いたイノベーションの要因分析が考えられる。

本研究で用いた地域新生コンソーシアム研究開発事業における採択プロジェクトの事業化達成度合いと技術分

野に関するデータは、経済産業省の担当者の方から提供して頂きました。また本稿の作成にあたり、東京大学総合文化研究科の松原 宏先生に大変お世話になりました。ここに記して感謝の意を表します。なお、本研究の遂行にあたり、平成 20 年度科学研究費補助金（特別研究員奨励費）を使用した。また本稿は東京大学総合文化研究科に提出した博士論文の一部を修正・加筆したものであり、内容の骨子については 2008 年度日本地理学会秋季学術大会（於：岩手大学）で発表した。

（投稿 2008 年 11 月 28 日）

（受理 2009 年 5 月 9 日）

注

- 1) 一部のノードのみが多くのアクターとの関係性を有し、ネットワークの核となるハブが存在する構造を指す。
- 2) 一方、日本の経済地理学では、小田（2005）によって、岩手県北上地域を事例に「域内」と「域外」に焦点を置いた、企業間の受発注連関構造に関する先駆的な研究成果が得られている。
- 3) 吸収能力は、もともと Cohen and Levinthal（1990）が用いた概念であり、情報を同化しデザインや開発、生産、マーケティングのための知識を得る能力と定義される（Nooteboom 2006；Nooteboom et al. 2007）。
- 4) ①各企業の技術をもつ人員の数と、その人員の教育水準、②専門的なスタッフの経験（産業にたずさわっている期間と、他の企業で雇用されていた数）、③企業の実験活動の頻度を用いて、主成分分析によって数量化している（Giuliali and Bell 2005：53）。
- 5) なお、*Research Policy* の 2006 年 35 巻 10 号において知識ベースのイノベーションシステムとトリプルヘリックスアプローチに関する特集号が組まれている。
- 6) 転置行列 A' は、行列 A の行と列を入れ替えることによりできる行列である。また式（2）のような主体間の関係を表す行列を隣接行列と呼ぶ。
- 7) なお、ネットワークの統計指標を算出する際には、すべての対角成分を 0 に変換した行列を用いている。
- 8) NetDraw はネットワークの描画機能に特化したフリーウェアであり、画素単位でノードの位置調整やフルカラー表示ができること、描画データをテキストエディタで編集可能なプログラムファイルとして保存することができることなどを特徴として挙げることができる（林 2007：59）。なお、ネットワーク可視化ツールの概要に関しては、斉藤（2007）と林（2007）が詳しい。
- 9) 本稿の分析対象は、①北海道、②東北、③関東、④中部、⑤近畿、⑥中国、⑦四国、⑧九州の各地方経済産業局と、⑨沖縄総合事務局である。
- 10) このように本稿では「事業化」を共同研究開発による

イノベーションの 1 つの現れとしてとらえているが、「事業化していないこと」と「イノベーションを達成していないこと」とは同義でない点に留意する必要がある。また専門分野によっては、事業化を達成するまでに長い期間を要するものもあり、本研究の分析期間では把握できない可能性がある。なお、知的財産権を他組織に移転したものについても補足できない。

- 11) なお、採択年度の違いによって、技術分野の名称が多少異なっている。本稿では 2007 年度の専門分野の定義に合わせて過去の技術分野を修正して集計している。
- 12) 次数中心性とは、ネットワーク内において各アクターが有する総リンク数によって測られる中心性指標の一種である。本研究における次数中心性の値は、各アクターの共同研究開発におけるパートナーの総数を意味する。
- 13) 本稿で用いる集中・分散概念はネットワークの関係構造に由来するものであり、地理的な集中・分散概念とは異なっている。
- 14) Ucinet とは、中心性や標準媒介性、コンポーネント数の特定など、ネットワーク関連の記述統計量を算出することが可能なソフトウェアである。また Ucinet にはクラスター分析や回帰分析などの多変量解析機能も備わっている（林 2007：59）。
- 15) なお Burt（1992）は、このような情報交換の関係性が欠落しているグループ間のギャップを「構造的空隙」と名づけている。
- 16) 安田（2001）や金光（2003）では、ボナッチ中心性の算出方法や概要についての詳しい解説がなされている。
- 17) なお、Asheim and Gertler（2005）や Asheim et al.（2007）では産業のイノベーションプロセスが、業種ごとに異なる特定の「知識ベース」に依存すると議論しており、統合知、分析知、表象知といった知識区分を提示している。そして、専門化した工作機械を使用する機械業や造船業といった統合知ベースの産業の場合には、具体的なノウハウや技能、実践的技術といった暗黙知が中心となり（Asheim et al. 2007：661）、ローカルな協働の傾向が強く、地理的近接性の効果が大きい（Moodysson et al. 2008：1052）と指摘している。
- 18) Temporary Cluster という用語が英語圏の経済地理学において注目を集めており、そこでは暫定的に集合することにより相互学習や知識交換が促進されることが主張されている（Maskell et al. 2006；Bathelt and Schuldt 2008；Torre 2008 など）。

文 献

小田宏信 2005.『現代日本の機械工業集積——ME 技術革新期・グローバル化期における空間動態』古今書院。

- 金光 淳 2003.『社会ネットワーク分析の基礎：社会的関係資本にむけて』勁草書房.
- 斉藤和巳 2007.『ウェブサイエンス入門：インターネットの構造を解き明かす』NTT 出版.
- 坂田一郎・梶川裕矢・武田善行・柴田尚樹・橋本正洋・松島克守 2006. 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. RIETI Discussion Paper Series 06-J-055: 1–28.
- 坂田一郎・梶川裕矢・武田善行・橋本正洋・柴田尚樹・松島克守 2007. 地域クラスターのネットワーク形成のダイナミクス——12 地域・分野のネットワーク・アーキテクチャの比較分析. RIETI Discussion Paper Series 07-J-023: 1–41.
- 杉山浩平・本田 治・大崎博之・今瀬 真 2006. ネットワーク分析手法による日本企業間の取引関係ネットワークの構造分析. 社会情報学研究 11(2): 45–56.
- 相馬 亘 2005. 経済における複雑系ネットワーク——日本の経済ネットワークは特殊か? 人工知能学会誌 20: 289–295.
- 東京大学工学部総合研究機構情報工学研究部門 2008.『科学技術連携施策群の効果的・効率的な推進 地域イノベーションの構造分析と施策効果 (地域クラスターのネットワーク構造分析)』(文部科学省委託業務).
- 中野 勉 2007. 巨大産業集積の統合メカニズムについての考察——社会ネットワーク分析からのアプローチ. 組織科学 40(3): 55–65.
- 林 幸雄編著 2007.『ネットワーク科学の道具箱——つながりに隠れた現象をひとつとく』近代科学社.
- 藤本隆宏 2003.『能力構築競争——日本の自動車産業はなぜ強いのか』中央公論新社.
- 水野真彦 2005. イノベーションの地理学の動向と課題——知識, ネットワーク, 近接性. 経済地理学年報 51: 205–224.
- 文部科学省 2006.『平成 18 年度知的クラスター創成事業パンフレット (日本語版)』.
- 安田 雪 2001.『実践ネットワーク分析——関係を解く理論と技法』新曜社.
- 山本健児 2005.『産業集積の経済地理学』法政大学出版局.
- 與倉 豊 2008. 経済地理学および関連諸分野におけるネットワークをめぐる議論. 経済地理学年報 54: 40–62.
- 若林直樹 2006.『日本企業のネットワークと信頼——企業間関係の新しい経済社会学的分析』有斐閣.
- Amin, A. and Thrift, N. 1992. Neo-Marshallian nodes in global networks. *International Journal of Urban and Regional Research* 16: 571–587.
- Asheim, B. T. and Gertler, M. S. 2005. The geography of innovation: Regional innovation systems. In *The Oxford handbook of innovation*, ed. J. Fagerberg, D. C. Mowery and R. R. Nelson, 291–317. Oxford: Oxford University Press.
- Asheim, B., Coenen, L. and Vang, J. 2007. Face-to-face, buzz, and knowledge bases: Sociospatial implications for learning, innovation, and innovation policy. *Environment and Planning C: Government and Policy* 25: 655–670.
- Bathelt, H. and Schuldt, N. 2008. Between luminaires and meat grinders: International trade fairs as temporary clusters. *Regional Studies* 42: 853–868.
- Bathelt, H., Malmberg, A. and Maskell, P. 2004. Clusters and knowledge: Local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation. *Progress in Human Geography* 28: 31–56.
- Burt, R. S. 1992. Structural holes: The social structure of competition. Cambridge: Harvard University Press.
- バート, R. S. 著, 安田 雪 訳 2006.『競争の社会的構造——構造的空間の理論』新曜社.
- Camagni, R. ed. 1991. *Innovation networks: Spatial perspectives*. London: Belhaven Press.
- Cantner, U. and Graf, H. 2006. The network of innovators in Jena: An application of social network analysis. *Research Policy* 35: 463–480.
- Cohen, W. M. and Levinthal, D. A. 1990. Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly* 35: 128–152.
- Etzkowitz, H. 2008. *The triple helix: University-industry-government innovation in action*. London: Routledge.
- Etzkowitz, H. and Leydesdorff, L. 2000. The dynamics of innovation: From national systems and “Mode 2” to a triple helix of university-industry-government relations. *Research Policy* 29: 109–123.
- Giuliani, E. and Bell, M. 2005. The micro-determinants of meso-level learning and innovation: Evidence from a Chilean wine cluster. *Research Policy* 34: 47–68.
- Graf, H. 2006. *Networks in the innovation process: Local and regional interactions*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Guimerà, R., Mossa, S., Turttschi, A. and Amaral, L.A.N. 2005. The worldwide air transportation network: Anomalous centrality, community structure, and cities’ global roles. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 102: 7794–7799.
- Malmberg, A. and Maskell, P. 2002. The elusive concept of localization economies: Towards a knowledge-based

- theory of spatial clustering. *Environment and Planning A* 34: 429–449.
- Maskell, P., Bathelt, H. and Malmberg, A. 2006. Building global knowledge pipelines: The role of temporary clusters. *European Planning Studies* 14: 997–1013.
- Moodysson, J., Coenen, L. and Asheim, B. 2008. Explaining spatial patterns of innovation: analytical and synthetic modes of knowledge creation in the Medicon Valley life-science cluster. *Environment and Planning A* 40: 1040–1056.
- Nooteboom, B. 2006. Innovation, learning and cluster dynamics. In *Clusters and regional development: Critical reflections and explorations*, ed. B. Asheim, P. Cooke and R. Martin, 137–163. London and New York: Routledge.
- Nooteboom, B., Haverbeke, W. V., Duysters, G., Gilsing, V. and van den Oord, A. 2007. Optimal cognitive distance and absorptive capacity. *Research Policy* 36: 1016–1034.
- Owen-Smith, J. and Powell, W. W. 2004. Knowledge networks as channels and conduits: The effects of spillovers in the Boston Biotechnology Community. *Organization Science* 19: 549–583.
- Storper, M. and Venables, A. J. 2004. Buzz: Face-to-face contact and the urban economy. *Journal of Economic Geography* 4: 351–370.
- Torre, A. 2008. On the role played by temporary geographical proximity in knowledge transmission. *Regional Studies* 42: 869–889.

Geographical Review of Japan Series A **82**-6 521–547 2009

Innovation and R&D Networks among Industry, Academia, and the Public Sector: A Consortium R&D Project for Regional Revitalization

YOKURA Yutaka (JSPS Research Fellow, University of Tokyo)

This paper focuses on the structure and spatial pattern of R&D networks in Japan and considers the case of the Consortium R&D Project for Regional Revitalization. It applies social network analysis to the structure and innovation of joint research projects.

By making the structure visible and calculating the network indices, the following findings were obtained. First, the structure of regional blocks is divided into two types. One is the “decentralized type,” i.e., a multicore structure with many joint research units. The other is the “concentrated type,” with a limited number of cores. Second, the value of centrality is closely related to innovation. Third, this paper argues that the ratio of R&D depends on the range of distance in each technical field and the distance between actors. Spatiality is considerably different depending on whether the technical field is manufacturing based or science based. In addition, some universities and technical colleges play a critical role in long-distance joint research.

Key words: R&D network, industry–academia–public sector collaboration, social network analysis, Consortium R&D Project for Regional Revitalization