



RIETI Policy Discussion Paper Series 17-P-004

## グローバルな企業ネットワークから見た日本企業の現状

戸堂 康之  
経済産業研究所

柏木 柚香  
早稲田大学



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所

<http://www.rieti.go.jp/jp/>

## グローバルな企業ネットワークから見た日本企業の現状\*

戸堂康之  
早稲田大学

柏木柚香  
早稲田大学

## 要 旨

本稿は、グローバルな企業ネットワークにおける日本企業の特徴を分析する。分析にあたっては、世界のサプライチェーン、資本所有ネットワーク、共同研究（特許共同所有）ネットワークに関する情報を含んだ大規模なデータを用いて、ネットワーク科学の手法を利用し、日本企業を米欧中企業と比較することで、その特徴を明らかにする。本稿の主な結論は、以下の3点である。(1) いずれのグローバル・ネットワークにおいても、日本企業のほとんどはその中心には位置していない。(2) いずれのグローバル・ネットワークにおいても、日本企業同士は密接につながっている一方、日本企業と海外企業、特にグローバル・ネットワークにおける中心的な海外企業とのつながりは少ない。(3) したがって、日本企業の特徴は、グローバルな企業ネットワークにおいて多様性に欠けることであると結論づけられる。よそ者とのつながりを含む多様なネットワークが企業のパフォーマンス向上に結びつくことが見出されていることから、日本企業と海外企業とのつながり構築を支援していく政策（例えば中小企業の海外進出支援、海外 M&A 支援、研究者の国際交流支援、経済連携協定拡充など）が日本の経済成長のために必要であると考えられる。

キーワード：ネットワーク、国際化、中心性、拘束性、クラスター係数

JEL classification: F14, F23, L14

RIETI ポリシー・ディスカッション・ペーパーは、RIETI の研究に関連して作成され、政策をめぐる議論にタイムリーに貢献することを目的としています。論文に述べられている見解は執筆者個人の責任で発表するものであり、所属する組織及び（独）経済産業研究所としての見解を示すものではありません。

\* 本稿は、独立行政法人経済産業研究所におけるプロジェクト「企業の国際・国内ネットワークに関する研究」の成果の一部である。本稿の原案に対して、Petr Matous（シドニー大学）および柳川敬之（東京大学）の各氏、ならびに経済産業研究所ディスカッション・ペーパー検討会の方々から多くの有益なコメントを頂いた。また、本稿は日本学術振興会科研費（No. 25101003）より研究助成を受けている。ここに記して、感謝の意を表したい。

## 1. はじめに

近年、世界の主要な企業を含んだ大規模な企業単位のデータが利用可能となり、生産・資本所有・共同研究などに関するグローバルなネットワークの全体像が明らかとなってきた。本稿は、そのようなデータを利用して、日本企業がグローバル・ネットワークの中に占める位置を明らかにし、それを基に日本企業の経営戦略やそれを支援するための政策について提言することを目的としている。

ネットワーク分析は、経済学研究において重要な分析手法となってきた(Jackson, 2010)。従来の経済学では、財・サービス・資本は開かれた市場で取引され、情報は経済全体で共有されるということを仮定することが標準的だが、現実にはそうではないことも多い。例えば、日本企業の系列関係に象徴されるように、部品の調達市場ではなく、決まった相手と構築するサプライチェーン（生産ネットワーク）によってなされることが多い。新しい知識・技術も、市場ではなく、共同研究ネットワークを通じて得られることがまれではない。このような状況では、企業の業績は自分自身の属性だけではなく、ネットワークを通して直接・間接につながった相手の属性にも依存することになる。したがって、企業の業績をいかに上げていくかを考えるにあたって、その企業がネットワークの中でどのような立ち位置にいるかを分析することは必要不可欠である。

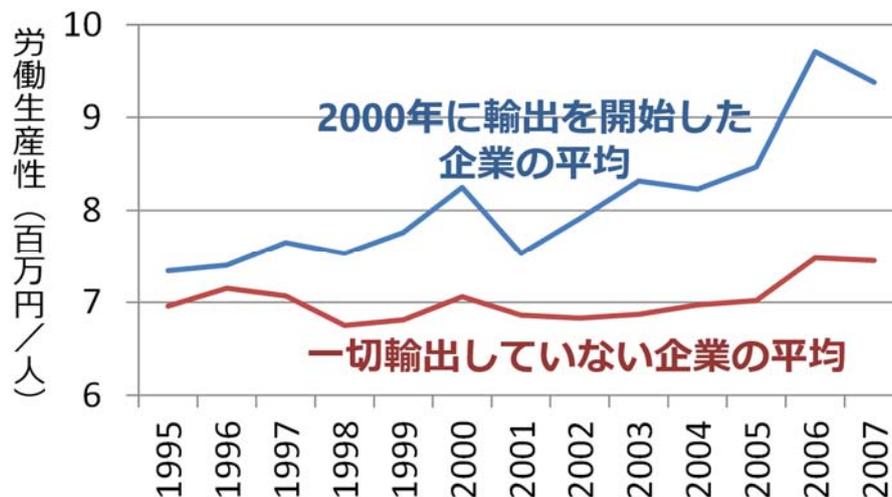
では、どのようなネットワーク構造が企業業績の向上に寄与するのであろうか。ネットワーク科学の理論的・実証的な研究は、多様な人・企業とつながることで新しい知識を吸収することができ、業績の向上につながることを示している。例えば、Granovetter (1973)は求職者にとって有益な情報は親しい友人からではなく、関係のうすい知り合いから得られることが多いことから、よそ者との弱いつながりの方が情報を得るには役に立つと考え、それを「弱いつながりの強み」と表現した。Burt (1992, 2004) は、グループ間の情報波及においてネットワーク内の異なるグループとのつながり（「構造的間隙」）が重要な役割を果たすことを強調し、ある企業内の人間関係を調査して、確かにグループを超えたつながりを持つ人ほど業績が高いことを実証した。これは、身近な人同士は多くの知識や情報を共有しているため視点が似通るのに対し、関係のうすい者とは視点や情報源が異なる可能性がより高くなるため、弱いつながりを多様にもっている能力が向上しやすいからだ。

企業の成長という文脈では、海外の企業や人材というよそ者とのつながりが重要となってくる。国際貿易や対外・対内直接投資を通じた知識の伝播が生産性を向上させることは、Madsen (2007)、Coe and Helpman (1995)、Borensztein et al. (1998)などの世界の国レベルデータの分析によって明らかとなっている。日本の企業レベルデータによる分析でも、輸出や対外・対内投資、海外での研究開発をすることで日本企業の生産性が上昇することは、これまでの多くの研究が明らかにしている(Hijzen et al., 2010; Kimura and Kiyota, 2006; Todo, 2006; Todo and Shimizutani, 2007)。例えば、図1は経済産業省の『企業活動基本調査』を基に、2000年に輸出を開始した企業と1995年から2007年までの間輸出を一切していない企業の労働生産性の平均とを比較したものである(若杉他, 2008)。これによると、輸出企業は輸出開始後に被輸出企業よりも生産性を伸ばしている。これは、輸出企業が海外市場での競争にさらされたことや輸出によって規模が拡大して生産効率が上昇したことなども要因であろうが、海外とのつながりによって新しい知識を吸収したことも大きな要因である

と考えられる<sup>1</sup>。輸入業者による指導によって、輸出企業の技術が向上することを実証した研究もある(Egan and Mody, 1992)。対外直接投資 (FDI) においては、外資企業で技術を身につけた技術者の転職なども知識の伝播の主要因の一つとされている(Fosfuri et al., 2001)。

また、日本においては、海外とまでいかなくとも、サプライチェーンを通じた県外の企業とのつながりが、売上高や特許取得数の増加、災害からの復旧に対して大きく貢献することが明らかとなっている(Todo et al., 2016; Todo et al., 2015)。これもよそ者とのつながりの効果であり、様々な形でよそ者とつながることが企業の成長に資することがわかってきているのである。

図 1：日本における輸出企業と被輸出企業の労働生産性



(出所) 若杉他 (2008)。元データは経済産業省『企業活動基本調査』。

ただし、グループ内の強い絆が無用だというわけではない。信頼関係に基づく強い絆があれば、人や企業は知識・技術を共有しやすい(Durlauf and Fafchamps, 2005)。例えば Centola (2010)は、グループ内で密なネットワークが築かれているとき(つまり、グループ内で皆が皆を知っているとき)、知識や情報の共有はより早く進むことをインターネット上の社会実験によって実証的に示した。これは、複数の知り合いから同じ情報を聞くことで、その情報に対する信頼性が増すためであると考えられる。つまり、知識や情報は、感染症のように1つのつながりがあればすぐに伝播していく(Watts and Strogatz, 1998)というものではないのだ。

さらに、知識が共有されれば、その知識に基づいて新しいイノベーションを起こすことができる。これは例えば、日本の系列関係で、最終メーカーとサプライヤーが長期的な信頼関係を基に共同で新しい部品を効率よく開発することでも示される(Dyer and Nobeoka, 2000)。Rost (2011)はドイツの自動車産業において、ある研究者が特定の研究者と頻繁に共同研究することで業績が向上することを示したが、同時になじみのない研究者とも共同研究するとさらに業績が伸びることも見出した。Phelps (2010)や Tiwana (2008)も同様に、個人・企業間の強い絆とよそ者との弱いつながりの併存が

<sup>1</sup> 図 1 は経年変化を示す単純な図であって、必ずしも因果関係を示すものではない。しかし、例えば Kimura and Kiyota (2006)はより精緻な計量経済学の分析によって、輸出が生産性向上に寄与すると結論づけている。輸出や海外直接投資が生産性に与える効果に関する経済学の文献のまとめについては、Keller and Yeaple (2003)、戸堂 (2011)、清田 (2015)を参照されたい。

ビジネス上の業績向上に結び付くことを実証的に見出している。

後で詳細に見るように、日本企業は系列に代表されるような強い絆を持っているが、よそ者、特に外国企業との弱いつながりに欠ける傾向がある。したがって、より多様なつながりを構築する方向での戦略、例えば海外企業との M&A や共同研究、中小企業の海外進出が必要であり、そのために政策的な支援が必要であるというのが、本稿の結論である。

## 2. データ

本稿で使われる企業データは、FactSet Revere 社の LiveData とビューロ・バン・ダイク社の Orbis の 2 つのデータセットによって構築されている。LiveData は、財務情報やウェブ情報などの公開された情報源から抽出した情報を基に構築されており、取引関係の情報を含んでいる。以前は米国企業のデータを中心に集められていたが、最近では、中国や日本、韓国など他の地域の企業についてもデータの収集がなされるようになってきており、カバーされている企業の範囲が広がった。例えば、このデータセットに含まれている企業間取引数は、2010 年には 49,000 であったが、2014 年には 117,000、2015 年には 157,000 となっている。このように急激に増加する企業数は、実際の企業数の増加というよりもむしろ、FactSet Revere 社によるデータのカバレッジの増加を反映していると考えられることから、本稿では経年変化を追わず、最新の 2015 年のデータのみを使用して分析を行う。これには、企業間取引が明らかになっている企業が 57,693 社含まれており、そのうち日本企業は 3,445 社、アメリカ企業 1,0234 社、中国企業 4,690 社、韓国企業 1,572 社、イギリス企業 2,232 社、ドイツ企業 1,300 社である。LiveData は公開情報を基に作成されているため、このデータセットに含まれている企業の多くは上場企業となっている。カバーされている地域が広がったのが最近であることから、このデータセットを用いた先行研究はまだ多くはないが、例えば、Wu (2015) が FactSet データを用いてサプライチェーンにおける各企業の重要度を計算し、それを基に株式ポートフォリオについて分析を行っている。また、Andrade and Chhaochharia (2016)はこのデータセットを活用しソブリン・デフォルトのコストを分析している。

もう一つのデータセット Orbis は、ビューロ・バン・ダイク社によって各国の企業レベルデータを複合し作成されたものである。ビューロ・バン・ダイク社によれば、Orbis は非上場中小企業を含む世界の 2 億社を網羅しており、FactSet と異なり以前から比較的広く学術論文でも使用されている企業データセットである。例えば、Cui and Jiang (2012)は国有企業であることが海外直接投資判断に与える影響について分析している。とりわけ、このデータセットは資本所有についての情報を含んでいるので、これを使って世界の企業の資本所有ネットワークを描くことができる。本稿では 2015 年に購入した Orbis を用いるため、主に 2014 年に収集されたデータを使用した。本稿のサンプルには、他社と資本関係を持つ企業 2,791,179 社が含まれており、企業間資本関係の数は 2,625,832 に上る。他社と資本関係をもつ企業の所在国別内訳は、日本 31,732 社、アメリカ 43,438 社、中国 14,523 社、ドイツ 570,508 社、イギリス 281,149 社である。

さらに、Orbis には特許の所有者に関する情報も含まれているため、企業間の共同研究ネットワークについても分析できる。2011 年から 13 年までに出版され、15 年までに付与された特許のうち、複数の企業・機関で共同所有されているものは世界の特許全体の 3%程度にあたる 45,831 件あり、特許を共同所有する企業数は 29,911 社である。本稿の分析ではこれらの企業を使用する。

### 3. 分析手法

本稿では、各国企業の特徴を明らかにするため、ネットワークの可視化をすると共に、世界全体の企業ネットワークにおける各企業の立ち位置を4つのネットワーク指標を使って表現した。

#### 3.1 ネットワークの可視化

本稿では、企業ネットワークをわかりやすく図示するために Gephi というフリー・ソフトウェアを利用し、そのレイアウト・アルゴリズムとして Jacomy et al. (2014)の ForceAtlas2 を用いた。これは、ノード（本稿では企業）同士は帯電した粒子のように互いに反発しあうが、リンク（企業のつながり）はばねのように互いに引き付けあうよう仮定されたもので、その2力の均衡状態が最終的に達成されるように設計されている。その詳細については付録を参照されたい。

ForceAtlas2 を用いてネットワークを図示すると、直接つながったノードの数（次数：次小節を参照）の多いノード、すなわちハブとなっている企業を中心としてその周りをそのハブとつながった企業が囲むようなクラスター（固まり）が形成される。さらに、クラスター同士はクラスター間のリンクが少ないほど、より引き離されるように描かれる。したがって、この手法で描かれたネットワーク・グラフの中心に位置するのは、より多くの企業とつながっており、さらにそのつながった相手も多くの企業とつながっているような企業であると考えられる。

さらに、ネットワーク分析では、ネットワークを密接につながったサブ・グループ（コミュニティ）に分割することがよく行われるが、本稿でも、Blondel et al. (2008)の Louvin 法を用いて企業をグループ化することを試みた。Louvin 法の詳細については付録に譲るが、基本的にはコミュニティ内のリンクの数がコミュニティ間のリンクの数に比べてできる限り多くなるように、コミュニティを定義するものである。

#### 3.2 ネットワーク指標

グローバル・ネットワークにおける企業の性質を国ごとに比較するため、以下の4つのネットワーク指標の分布を見る。まず、次数（degree）とページランク（PageRank）という指標により、各企業がネットワークにおいてどの程度中心に位置しているかを表す中心性を測った。次数とは、単純につながっている企業の数で定義される。しかし、次数には、ある企業の中心性を測るときにその企業とつながった企業の中心性を考慮に入れていないという欠点がある。つまり、多くの企業とつながっている「求心的」企業とのつながりも、他に全くつながりを持たないような「遠心的」企業とのつながりも、同じ1つのつながりとして見なされているため、中心性の指標としては十分ではない。

そこで、ある企業の中心性を定義するときその企業とつながった企業の中心性を加味するため、ネットワークの隣接行列の固有値の最大値がしばしば用いられる。しかし、この固有値中心性指標は、ネットワーク全体がいくつかの独立したサブネットワークに分けられるような場合には適切でない。なぜなら、その場合には最大のサブネットワーク内の企業を除く全ての企業の固有値中心性が0になってしまうからである。また、固有値中心性は、サプライチェーンや資本所有関係などの

つながりに方向のあるネットワーク(有向ネットワーク)の場合、一意に決まらない可能性がある。こうした問題を乗り越えるため、Page et al. (1999) がページランクという、固有値中心性を拡張した指標を開発した。ページランクは、インターネット上のウェブサイトの重要度(中心性)を評価するのによく用いられている指標である。

また、他の指標として、Burt(1992)の制約指標(constraint)も用いた。Burt(1992,2004)は、グループ間の情報波及においてネットワーク内の異なるグループとのつながりが重要な役割を果たすと主張しており、各ノードが様々なグループとの多様なつながりを持っているかを数量的に表すため、以下のように定義される制約指標という指標を提起した。

$$\sum_j c_{ij} = \sum_j (p_{ij} + \sum_q p_{iq} p_{qj})^2, i \neq q \neq j$$

ただし、 $p_{ij}=1/(\text{ノード } i \text{ の次数})$ で定義される。簡単に言えば、この制約指標は産業集積の度合いを表すのによく用いられるハーフィンダール指標に似ており、少数のノードとしかつながっていないノードでは大きく、多くのノードとつながったノードでは小さい値をとる。さらに、あるノードとつながったノードがさらに多くのノードとつながっていると、制約指標はさらに小さくなる。言い換えれば、制約指標はネットワークにおけるパートナーの多様性の逆数である。

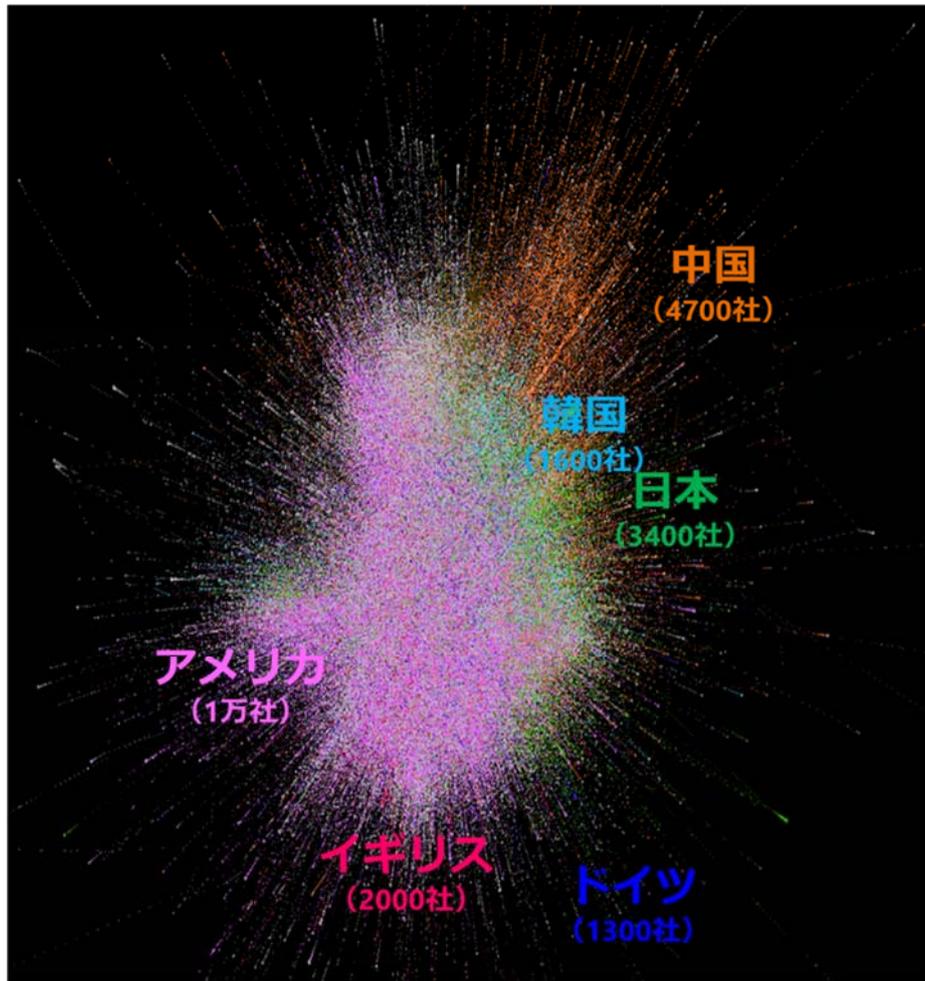
最後に、クラスター係数(cluster coefficient)も計測した。クラスター係数は、各ノードとつながったノード同士がつながっている割合として定義される。例えば、あるノードAがB、C、Dの3つのノードとつながっているとす。もし、B、C、DのうちBとCもつながっているが、BとD、CとDはつながっていないなら、Aのクラスター係数は1/3である。あるノードのクラスター係数が大きいほど、そのノードのパートナー同士もつながっていて、そのノード自身のネットワーク(エゴ・ネットワーク)がクラスターを形成しているといえる。くだけて言えば、クラスター係数が大きいほど、そのノードは互いに強い絆で結ばれたグループを形成しているとみなすことができる。

Burt(1992,2004)は、あるノードの制約指標が大きい(多様性が低い)ほど、またそのエゴネットワークがクラスター化されているほど、そのノードとそれにつながったノードのもつ情報が似通っていて、互いから学べるものが少なくなると主張している。これは、Granovetter(1973)の主張する「弱い繋がり」の強み」と同様の議論である。

#### 4. グローバル・サプライチェーン

FactSet Revere社のLiveDataをもとに特定した世界57,693社のサプライチェーンの特徴を明らかにするため、第3.1節の手法でネットワーク全体を可視化した。図1に、その均衡状態のグラフが示されている。日本、アメリカ、中国、イギリス、韓国、ドイツの企業(含まれている企業数順)をその所在国毎にそれぞれ緑、ピンク、オレンジ、赤、水色、青で色分けしている。アメリカ、イギリス、ドイツの企業はグラフの大部分でよく交じり合っていることから、欧米企業はグローバル・サプライチェーンにおいて互いに強くつながりあっていることがわかる。

図 1: 世界の主要企業のサプライチェーン (2015 年)

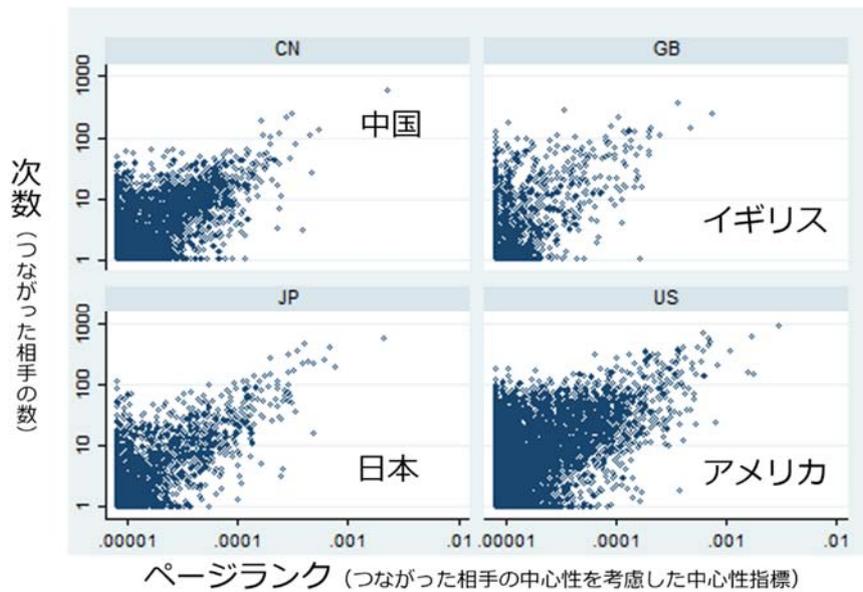


(注) 各点は企業を表しており、各線は企業間サプライチェーンリンクを表している。中国、ドイツ、日本、韓国、アメリカ、イギリス以外の国の企業は灰色で表されている。  
(出所) FactSet Revere 社の LiveData により筆者作成。

一方で、日本の企業は、一部アメリカやイギリス、ドイツの企業とのつながりが見られるものの、多くはピンクと赤と青が混じった中心部から離れたところに位置している。したがって、欧米諸国と比べ、日本企業を中心としたクラスターに属する企業が多いことがわかる。また、韓国企業も同様の傾向が見られる。中国企業は日本企業や韓国企業と比べてもさらに周辺に位置しており、外国企業とのつながりが弱く、主に中国企業のみからなるクラスターを形成していることが見て取れる。

国ごとのネットワークの特徴をより詳細にみるため、4つのネットワーク指標（次数、ページランク、制約指標、クラスター係数）の値を日本、アメリカ、イギリス、中国それぞれについて計算した。図2は中心性指標である次数とページランクに関する散布図を示している。この図から、日本には中心性が世界トップレベルの企業もあるものの、アメリカ企業に比べると日本企業は全体としては中心性が低いことがわかる。中国企業と比較しても、日本企業はページランクでは劣っている。これは、図1で見たように中国企業が必ずしも他国の企業とは多くのつながりを持っていない反面、世界のサプライチェーンの中心にいる世界的企業とはつながっていることの影響であると考えられる。

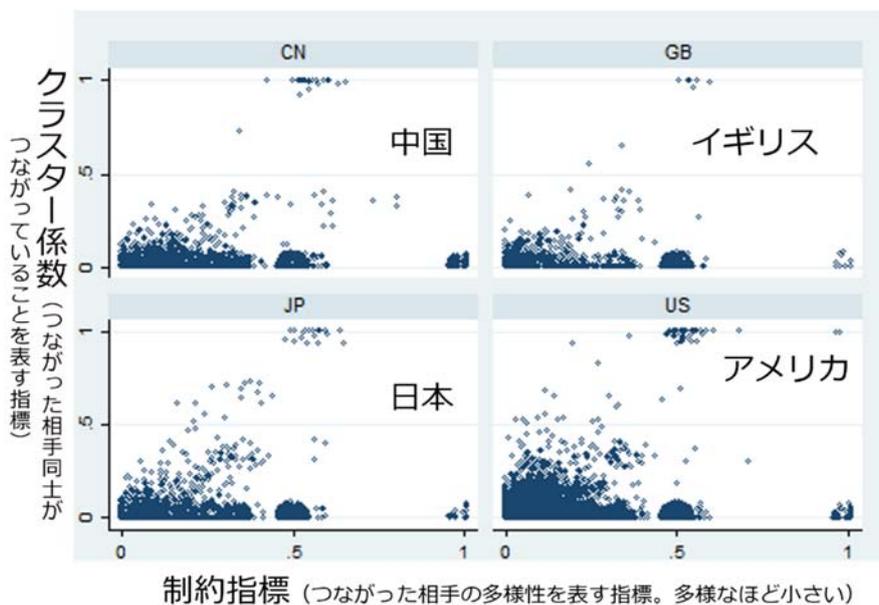
図2: サプライチェーンにおける中心性 (2015年)



(出所) FactSet Revere 社の LiveData より筆者作成。

図3は、制約指標とクラスター係数に関する散布図である。これを見ると、アメリカでは制約指標が低いにもかかわらずクラスター係数が比較的高い企業、すなわちグループ内の強い絆とよそ者との多様なつながりとを併せ持った企業が多く存在していることがわかる。反面、日本、中国、イギリスではそのような企業は少ない。第1節で述べたように、強い絆とよそ者との弱いつながりの両方を持つ場合に、企業や個人はよりイノベティブになることが実証されている。その意味で、アメリカ企業のこの特徴は、アメリカ経済のイノベーション力の高さの要因を示唆するものである。

図3: サプライチェーンにおける多様性 (2015年)



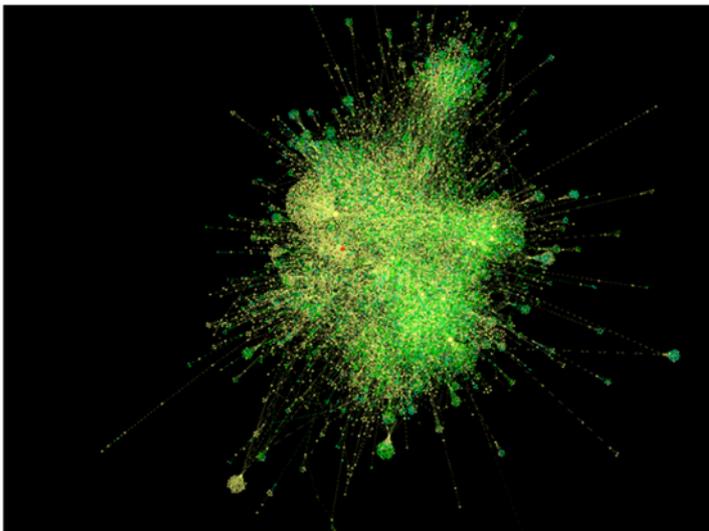
(出所) FactSet Revere 社の LiveData より筆者作成。

次に、サプライチェーンにおける企業の国際化について、より詳細に見てみよう。図4には、日本、アメリカ、中国それぞれについて、国内企業とそれらと直接サプライチェーンでつながった外国企業（外国に立地する企業と定義され、日系企業を含む）のネットワークを示したものである。黄色と緑のノードはそれぞれ国内企業、海外企業を表している。LiveData では、中央政府はその名前から特定することができ、赤のノードは中央政府を表している。各ノードは次数が大きいものほどノードサイズが大きくなるように描かれている。

アメリカと中国のグラフでは、緑色のノードと黄色のノードがまんべんなく混ざり合っていることから、両国では多くの企業がグローバルなサプライチェーンに組み込まれていることがわかる。しかし、日本の場合は左上方に黄色1色となった企業群が見える。これは、日本には外国とのつながりが希薄な企業クラスターがそれなりの規模で存在していることを示唆している。

図4: サプライチェーンの国際化 (2015年)

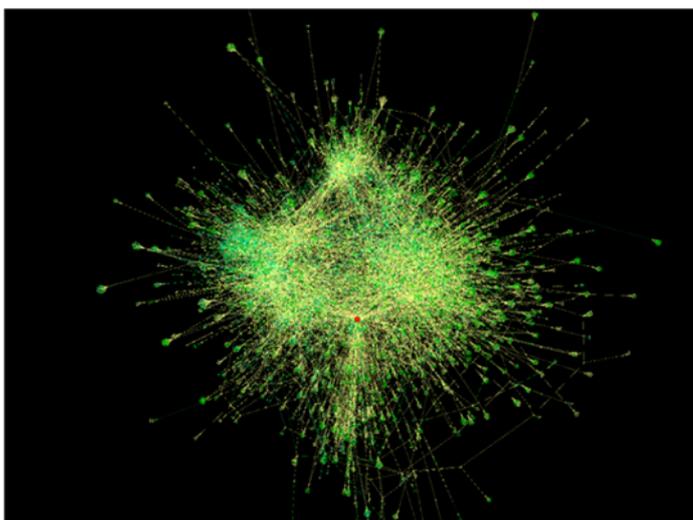
A: 日本



B: アメリカ



C: 中国

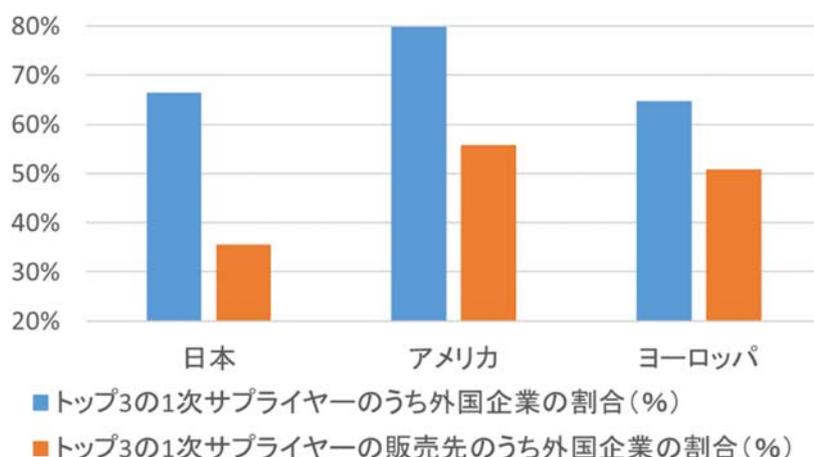


(注) それぞれのグラフでは、国内企業と直接取引のある海外企業が示されている。黄色のノードが国内企業、緑色が海外企業であり、赤色は当該国の中央政府を表している。

(出所) FactSet Revere 社の LiveData により筆者作成。

さらに、特に自動車産業のサプライチェーンの国際化について焦点を当ててみよう。図5の青い棒グラフは日米欧のトップ3の自動車メーカーの1次サプライヤーのうち外国企業の割合を示している。これを見ると、日米欧ともに70%前後であり、それほど大きな差はない。しかし、オレンジ色の棒で示されたトップ3の1次サプライヤーの販売先うちの外国企業の割合を見ると、日本は35%程度で、欧米が50%を超えているのに比べると低い。これは、日本の最終メーカーはすでに国際化が進んでいるものの、サプライヤーは国内の系列関係にとらわれて、海外メーカーに対して部品を供給できていないことを示唆している。

図5：日米欧トップ3自動車メーカーのサプライチェーンの国際化（2015年）

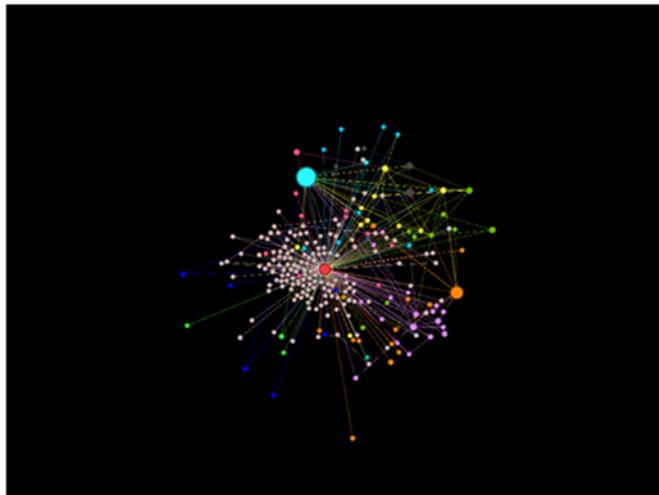


(出所) FactSet Revere 社の LiveData により筆者作成。

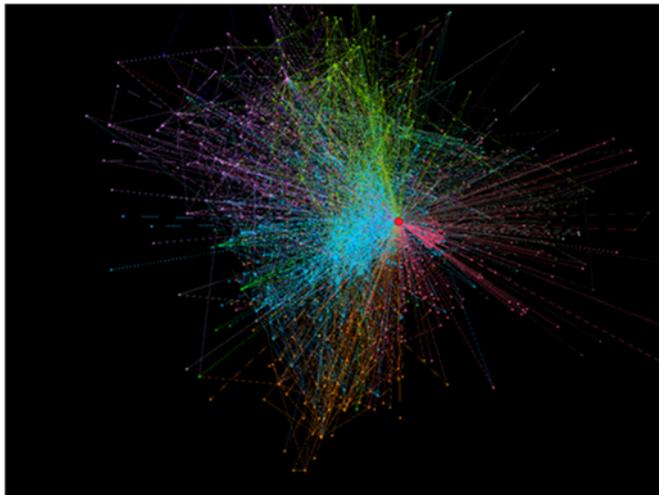
次に、サプライチェーンにおける政府の役割について分析を試みる。図4の日本のサプライチェーンをもう一度見てみると、国際化していない黄色の日本企業群の一角に赤色で示された中央政府があることがわかる。このような傾向は日本に特徴的であり、米中では国内企業と外国企業がまじりあった中に政府が位置している。さらに別の手法で、サプライチェーンにおける日本政府の特徴を浮き彫りにしてみよう。まず、第3.1節で説明した Louvain 法を利用して、ネットワークでつながった企業をいくつかのコミュニティ（サブ・グループ）に分割する。次に、政府のエゴ・ネットワーク、すなわち政府と直接つながった企業からなる政府のサブ・ネットワークにおいて、企業をコミュニティごとに色分けして表示する。つまり、ノードの各色はそのノードが属するコミュニティを表しており、異なる色で塗られたノードは異なるコミュニティに含まれる。それを日米中について表したのが図6である。中央の赤いノードは日米中それぞれにおける中央政府である。これを見ると、日本政府はピンク色のコミュニティに属する企業とのつながりが中心で、政府とつながった企業に多様性が少ない。それに対して、米中では政府が様々な色の企業とつながりを持っている。日本政府と同じコミュニティに属する企業の内訳をみてみると、91%が国内企業である。主要各国の中でもこの値は特に高く、例えば、アメリカではこの割合は68%、中国では58%であり、日本に比べ他国では中央政府が多くの海外企業とつながっている。つまり、他国に比べて日本政府は限られた国内企業から物品・サービスを調達し、それらの企業は国際化せずに政府調達に依存していることが示唆される。

図6：サプライチェーンにおける政府のエゴ・ネットワーク（2015年）

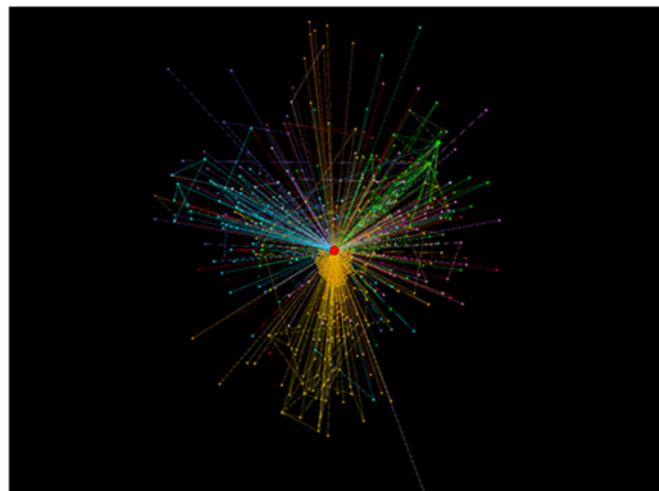
A：日本



B：アメリカ



C：中国



（出所） FactSet Revere 社の LiveData により筆者作成。

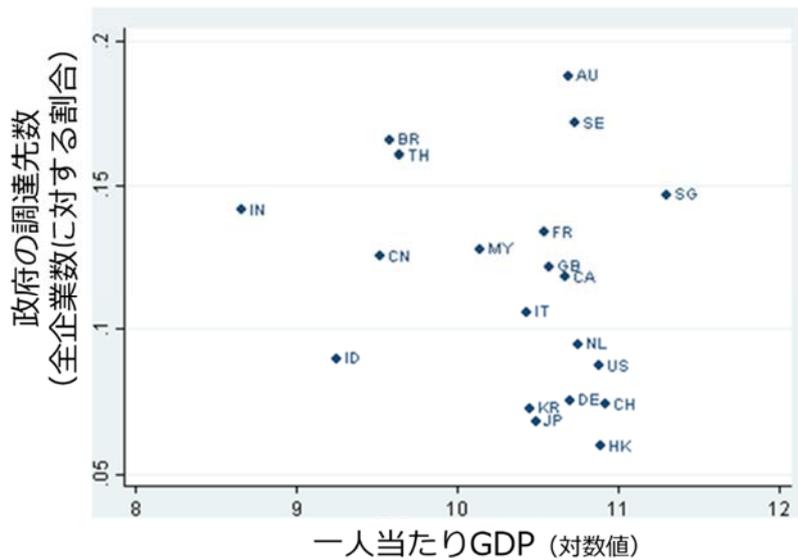
さらに、サプライチェーンにおける政府の役割をより多くの国について概観するため、LiveData に含まれる企業数で上位を占める 20 か国<sup>2</sup>について、全企業数で標準化した各国政府の次数もしく

<sup>2</sup> 台湾は企業数上位 20 位以内に入るが、World Bank の World Development Indicators に含まれていないため、台湾

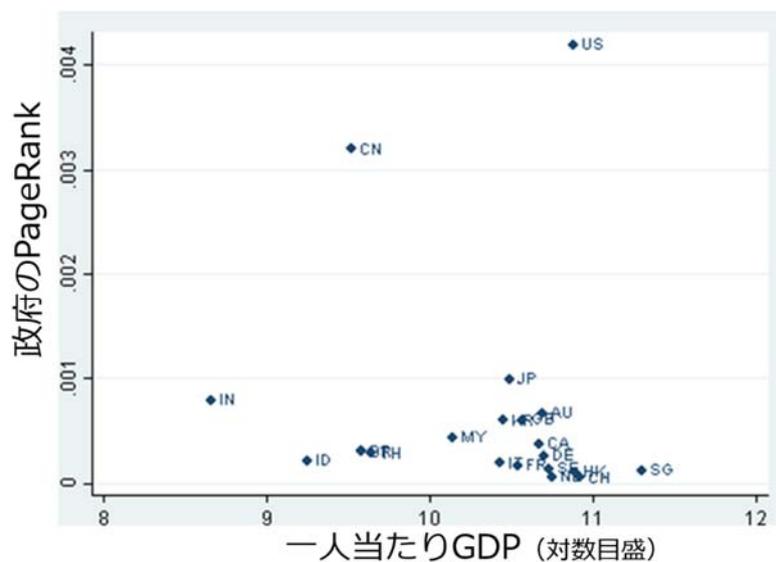
はページランクと一人当たり実質 GDP との関係性を散布図に描いた (図 7)。日本 (JP) 政府の中心性は低いが、中国 (CN)、インド (IN)、ブラジル (BR)、タイ (TH) といった新興国においては、中央政府の次数中心性が比較的高く、新興国のサプライチェーンにおいて政府が重要な役割を果たしていることを示唆している。特に、中国政府は多くの世界の中心的な企業とつながっている。また、アメリカ (US) 政府のページランクは非常に高く、アメリカ政府は世界の中心的な企業とつながっていることがわかる。

図 7：サプライチェーンにおける政府の中心性と一人当たり GDP

A：次数



B：ページランク



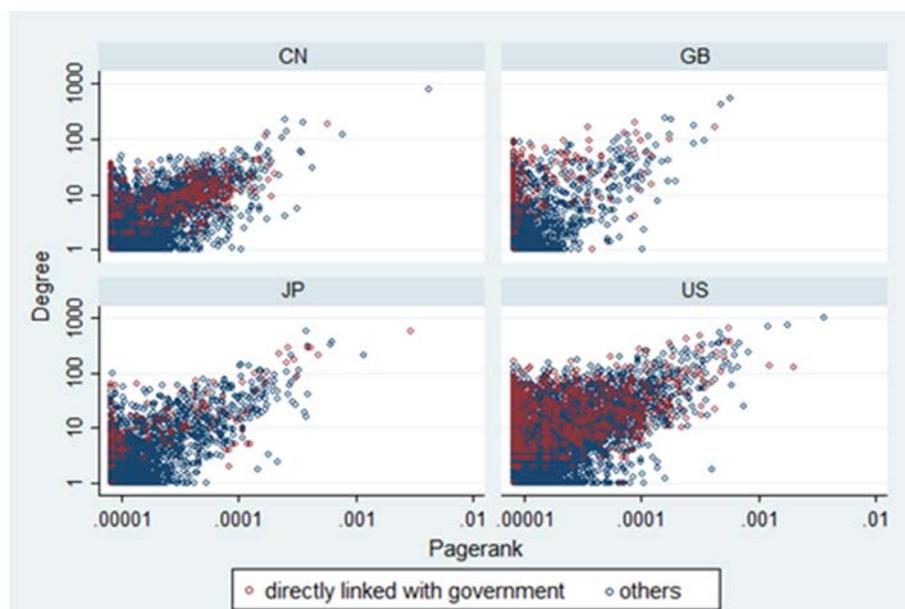
(出所) 一人当たり GDP は、World Bank の World Development Indicators による購買力平価調整済みの実質値 (ドル) である。中心性指標は FactSet Revere 社の LiveData により筆者が作成したもの。

を除き 21 位の国を含めた 20 か国について散布図を描いた。

なお、このようにサプライチェーンにおける政府の存在感の差をみてくると、図2においてページランクが高く次数の低い中国企業が少なからず存在していることについて、別の解釈がありうる。つまり、これらの企業は中心性の高い中国政府とつながっているがゆえにページランクが高くなっている「政府関係企業」群であって、世界の重要な企業とつながっていることを示唆しているわけではないかもしれない。そこで、図2において中央政府の直接の取引先企業を赤く色づけして描きなおしたものを図8として示した。これによると、ページランクが高く次数の低い企業群のうち赤く塗られているものが多くないことから、「中国企業は必ずしも多くの企業とつながっているわけではないが、世界の重要な企業とつながっている」という我々の解釈は妥当であると考えられる。反面、日本については次数が比較的高くてもページランクが小さい赤い点が多く、日本では政府とつながった企業が世界の中心的な企業とはつながっていないことが再確認できる。

以上のことから、日本企業は平均的には必ずしも国際化が遅れているわけではないものの、特に最終メーカー以外において、サプライチェーンの上流や政府調達に依存した企業など国際化が進んでいない企業が一定程度存在していると結論づけられる。

図8：サプライチェーンにおいて政府とつながった企業の中心性



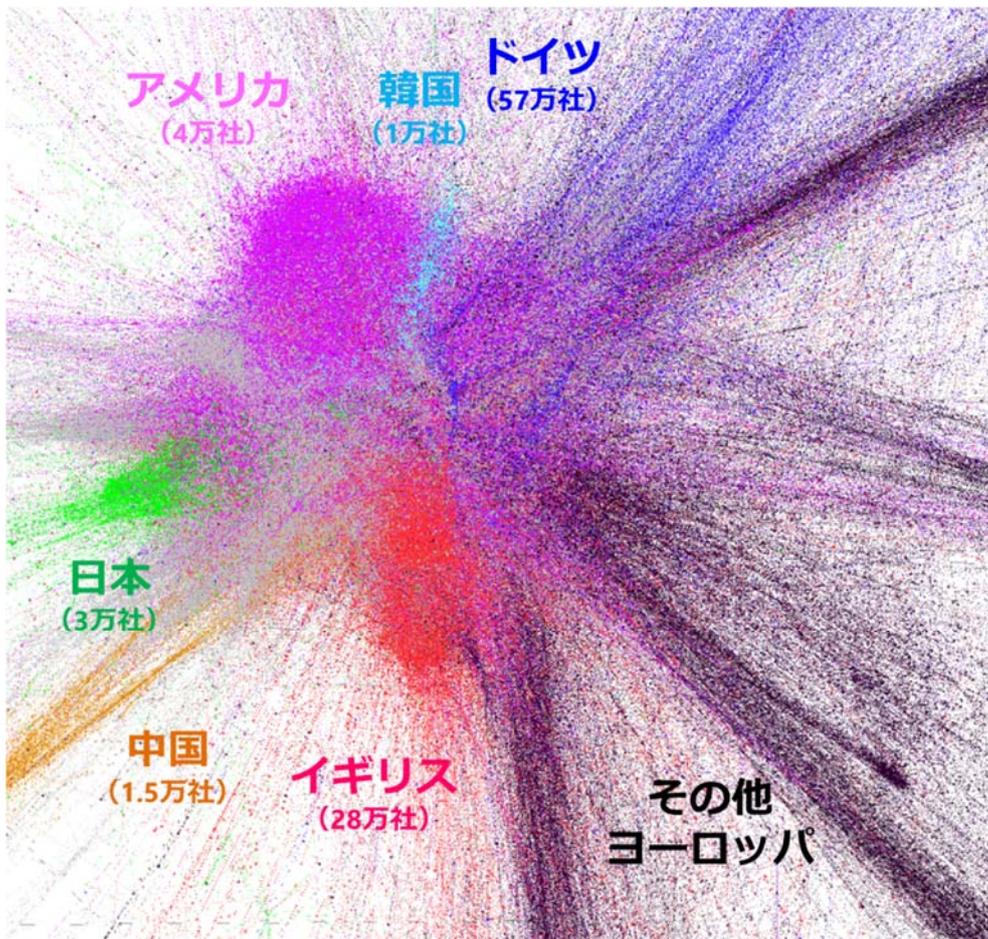
(注) 赤い点は政府と直接つながった企業を、青い点はその他の企業を表す。

(出所) FactSet Revere 社の LiveData により筆者作成。

## 5. 世界の資本所有ネットワーク

次に、世界企業の資本（株式）所有ネットワークを分析する。第2節で述べた通り、ここで使用するデータには約300万社、300万の企業関係が含まれている。このネットワークの中核部を描いたのが図9である。

図 9: 世界企業の資本所有ネットワーク (2014 年)

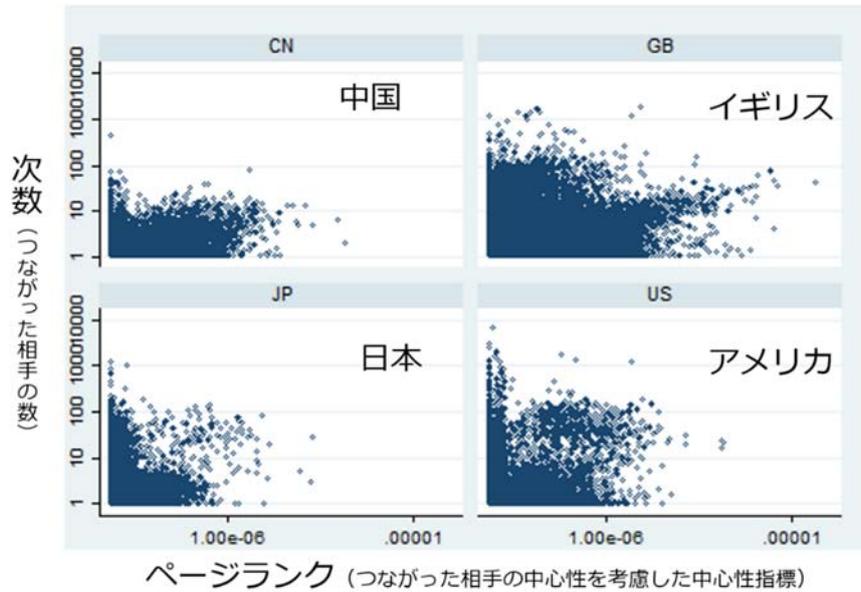


(注) 各点は企業を表しており、各線は企業間の資本所有を表している。中国、ドイツ、日本、韓国、アメリカ、イギリス以外の国の企業は灰色で表されている。  
(出所) ビューロ・パン・ダイク社の Orbis により筆者作成。

サプライチェーンを表す図 1 に比べると、多くの国際化していない中小零細企業が含まれているために、図 9 の方が各色のノードが混じりあっておらず、国ごとに分かれてクラスターを形成していることがはっきり見える。ただし、ネットワークの中心では、やはりアメリカ企業 (ピンク)、イギリス企業 (赤)、ドイツ企業 (青) が混在しており、欧米企業がつながりながらグローバル資本ネットワークの中心に位置していることがわかる。いくつかの日本企業 (緑) はアメリカ企業と交わりつつ中心付近に位置しているが、多くは周辺領域に日本企業だけのクラスターを形成しており、日本企業の多くは資本所有面で国際化していないことがわかる。実際、日本企業の投資先のうち 74% は日本企業であり、アメリカ企業の場合は 35% であるのにくらべると、国内投資が際立って多い。

さらに、中心性についての散布図を図 10 に示す。これによると、日本はアメリカ、イギリス企業にくらべて中心性指標の大きな企業が少ない。中国とくらべても、特にページランクが大きい企業が少ない。図 9 でも中国企業については欧米企業と交わった企業が一定程度の大きさを持ったクラスターを構成しているものの、日本企業についてはそのような企業は少数が点在しているとどまっている。これは日本企業が中国企業とくらべてもページランクが小さい、つまり世界の中心的な企業とつながっていないことと整合的である。

図 10：資本所有ネットワークにおける中心性（2014 年）

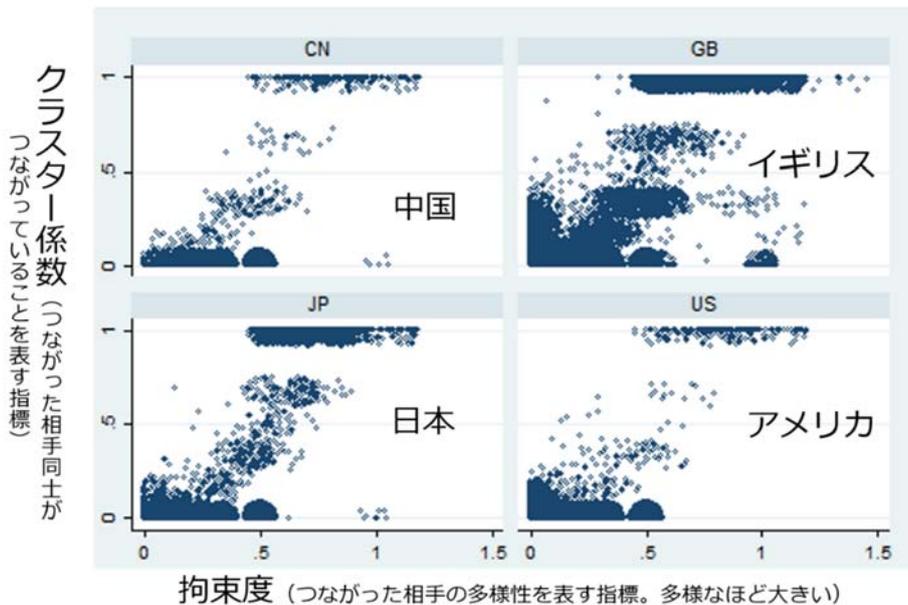


(出所) ビューロ・パン・ダイク社の Orbis により筆者作成。

また、制約指標とクラスター係数に関する散布図を図 11 に示す。イギリスやアメリカでは、制約指標が小さくクラスター係数が比較的高い企業、つまり密なつながりと多様なつながりの両方を持つ企業が多い。それに対して、日本ではそのような企業は少なく、クラスター係数が 1 に近い、すなわちグループ内の密なつながりのみを持った企業が非常に多く存在している。これは、日本企業同士が株式を持ち合うことが多いことを反映していると考えられる。

つまり、日本企業の投資はあくまでも国内企業向けが中心で、世界のネットワークにおける中心的な海外企業への株式投資が十分になされていない。

図 11：資本所有ネットワークにおける多様性（2014 年）



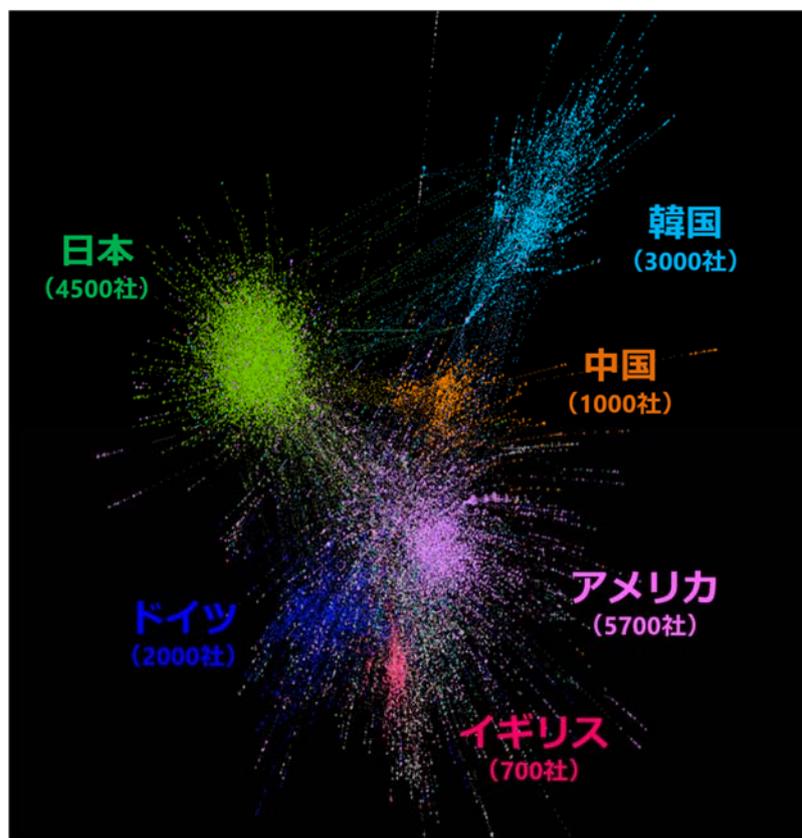
(出所) ビューロ・パン・ダイク社の Orbis により筆者作成。

## 6. 共同研究ネットワーク

最後に、特許の共同所有によって示される企業間の共同研究ネットワークについて分析を行う。特許の共同所有と共同研究は必ずしも一致するものではないが、共同研究によらない特許の共同所有の場合でも、企業間で知識や技術のやり取りが行われている可能性は高く、ここでは共同研究ネットワークととらえることとする。

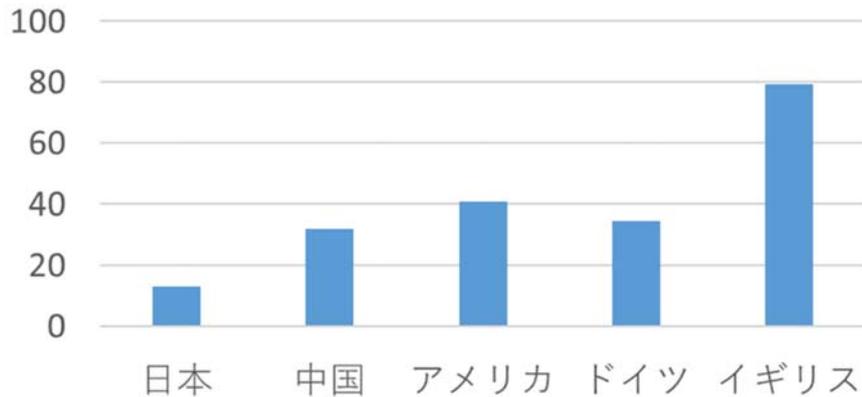
図 12 は、世界の共同研究ネットワークを表している。この図から、サプライチェーン（図 1）や資本所有ネットワーク（図 9）にくらべると、共同研究ネットワークは国ごとにクラスターとなる傾向が顕著で、国際的な共同研究はまだまだ少ないことがわかる。とは言え、日本企業の国際化は他国とくらべて特に貧弱である。欧米の企業がネットワークの中心ではいくぶん交わっており、中国企業もアメリカ企業と交わり始めているのにくらべると、日本企業のクラスターは中心からかなり外れたところに独立している。図 13 によると、日本企業の特許共同所有相手のうち外国企業はわずか 13% であり、イギリスの 80%、アメリカの 40% はおろか、中国の 32% とくらべても相当に低い。中国企業は 2005-07 年のデータでは世界の共同研究ネットワーク（紙幅の関係で図は省略）にほとんど姿を見せないが、6 年後の 2011-13 年のデータではアメリカ企業を主としたクラスターが存在する、ネットワークの中心付近にクラスターを形成していることは特筆すべきである。それにくらべて、日本企業は 2005-07 年時点でも 2011-13 年時点と同様に国内的なクラスターを形成しており、あまり変化が認められない。

図 12：世界企業の共同研究ネットワーク（2011-13 年）



(出所) ビューロ・バン・ダイク社の Orbis により筆者作成。

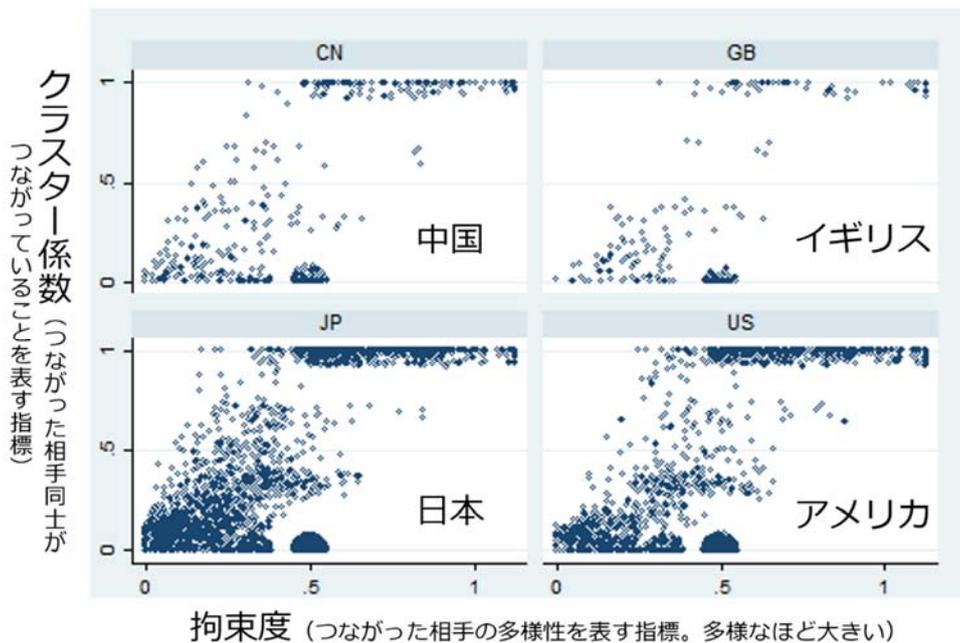
図 13：特許共同所有相手の外国企業のシェア（%）



(出所) ビューロ・バン・ダイク社の Orbis により筆者作成。

ただし、図 14 に示されるように、日本企業は制約指標が小さい傾向も見られる。これは、国際的には共同研究をさほど行っていないものの、国内では多様な相手と共同研究を行っていることを示唆している。国内に多様な研究パートナーを確保することで、多様な知識や技術を利用することができているために、研究面で国際化しておらず新しい知識が流入しにくいというデメリットを多少なりとも緩和しているのかもしれない。

図 14：共同研究ネットワークにおける多様性（2011-13 年）



(出所) ビューロ・バン・ダイク社の Orbis により筆者作成。

## 7. 結論と政策提言

本稿は、グローバルなサプライチェーン、資本所有ネットワーク、特許所有ネットワークに注目し、国際化を含む日本企業の特徴を、欧米や中国と比較しながら分析した。その結果、日本企業はサプライチェーン、資本所有ネットワーク、特許所有ネットワークのいずれにおいても、国内で密なつながりはもっているが、世界の企業と十分につながれていないことが示された。

第 1 節で述べたように、企業が効率的に知識を吸収してイノベーションを起こしていくためには、グループ内での強い絆（密なつながり）とよそ者との弱いつながりを併せ持った多様なつながりが必要である。その意味で、日本企業は特に海外企業というよそ者とのつながりに欠け、それが日本経済の停滞の一因となっている可能性がある。

とはいえ、海外企業をはじめとするよそ者とのつながりの構築には物理的・心理的に大きな費用がかかる。さらに、費用をかけてよそ者とのつながりを構築して新しい知識を得ても、それは往々にして様々な経路で他社に波及してしまう。となると、企業は自ら費用をかけてつながりを構築するよりも、他社の構築したつながりにフリーライドしようとするために、よそ者とのつながりは十分に構築されないことが多い。経済学的に言えば、ネットワークからの受益プロセスに外部性があるために市場の失敗がおきて、市場経済におけるネットワークは最適なレベルを下回るということになる。したがって、政府が介入してよそ者とのネットワークの構築を支援することが社会全体の利益となる。

したがって、日本政府は企業の国際化を促進するような政策をより積極的に行う必要がある。特に必要かつ有効であると思われる分野は以下の 3 点である。まず第 1 に、図 5 で示されるように、中小のサプライヤーの製品の輸出が進んでいない。しかし、日本のトップメーカーに部品を供給しているサプライヤーは技術的には十分海外メーカーとの取引が可能はずである。このように潜在的に海外市場での競争力がありながら海外に出ていない企業が日本に多数存在することはこれまでも示されており(若杉隆平 et al., 2008)、「臥龍企業」と称されている(戸堂康之, 2011)。これまでは、日本的な系列関係のしぼりのために、国内サプライヤーの海外との取引は進まなかった。しかし、日本のメーカーはすでに系列を超えて海外サプライヤーからの部品調達を増やしており(図 5)、系列関係は崩れ始めている(Matous and Todo, 2015)。したがって、国内サプライヤーも生き残りのために、系列にとらわれずに海外メーカーを含む多くの企業と積極的に取引を行っていかねばならない。このようなよそ者とのつながりは、国内サプライヤーに新しい知識や情報をもたらし、生産性の向上に寄与すると考えられる。

したがって、中小企業に対する海外進出支援が必要だ。例えば、海外市場の情報提供、海外展示会参加やインターネットによるビジネスマッチングなどに対する支援によって、すでに十分に技術レベルの高い中小の臥龍サプライヤーは比較的容易に海外メーカーとの取引を始めることができるはずだ。むろん、これらの施策はすでに日本貿易振興機構(JETRO)や自治体、企業団体などが行っているが、これらの施策をより使いやすく効率的な形で発展させていかねばならない。

第 2 に、図 9 および 10 で示されるように、日本企業による海外企業、特にグローバル・ネットワークの中心に位置する企業に対する資本投資が十分でない。グローバル・ネットワークの中心に位置する企業は多くの知識や情報を持っていると考えられるため、これらのグローバル企業に投資することで、直接的な利益だけではなく多くの知識や情報も日本に流入するはずだ。2015 年には日

本企業による海外 M&A の金額が過去最高の 11 兆円となり、日本の対外直接投資額は GDP の 3.2% と OECD 諸国の 2.8% を上回っている (World Bank の World Development Indicators)。つまり、量的には必ずしも日本の海外投資が十分でないわけではない。しかし、グローバル経済の中心的な企業に対する投資が少ないという点で、質的に問題がある。

このような海外企業に対する M&A は、事前のデューデリジェンスにおいて海外企業の価値を正確に査定することが難しいことが大きな障壁となっている。むしろ、このような査定技術は一義的には各企業の責任において磨かれるべきものであるが、デューデリジェンスに関する知識を企業が共有し、切磋琢磨する場を政府が提供することもあってしかるべきであろう。

第 3 に、図 12 および 13 で示されるように、海外企業との共同研究が十分でない。情報技術 (IT) や人工知能 (AI) が発展するとともに経済におけるイノベーションの重要性が増している。また、電気自動車や自動運転技術などに代表されるように、これまでの技術分野の垣根を超えた協業がイノベーションにおいて重要となってきている。そのためには、多様な海外企業との共同研究が必要となるが、日本企業にはそれが決定的に欠けており、今後は多くの資源を海外の企業や研究機関との共同研究に投入する必要がある。

しかし、海外企業との共同研究についても、海外企業の研究活動に関する情報が不足しているという問題がある。さらに、共同研究を開始するには、顔の見える関係によって信頼関係を築く必要がある。これらの問題は、研究者が国際学会に参加することで解決されることが多い。したがって、企業研究者を含めた研究者の国際学会参加に対する支援や日本での国際学会開催に対する支援などの政策が有効である。

最後に、より包括的には 2 国間および多国間の経済連携協定 (EPA) をより積極的に結んでいくことが必要だ。近年の EPA は自由貿易協定だけではなく、海外直接投資に対する規制を緩和する規定や知的財産権保護を強化する規定を含んでいることが多く、海外投資や海外との共同研究の促進に効果的だ。日本はこのような EPA を 2 国間でも多国間でも締結していかなければならないが、そのためには日本も農産物の貿易を含めてより自由化していくことが求められよう。

これらの政策によって、日本企業がより積極的にかつ有効に海外とのつながりを作るための投資を行い、よりイノベティブになることを期待したい。近年、イギリスが EU 離脱を決議し、トランプ米大統領が環太平洋戦略的経済連携協定 (TPP) 離脱を宣言し、米企業 (アメリカに立地する外国企業を含め) の海外展開を阻止しようとするなど、世界経済において閉鎖主義・保護主義的な動きがみられる。しかし、歴史が示すように、閉鎖主義・保護主義は社会や経済に破滅的な帰結をもたらす。1930 年代に世界経済が閉鎖的になってブロック経済化することで、第 2 次世界大戦に突入していった。1950 年代、60 年代には、ラテンアメリカが貿易規制で産業育成をしようとして逆に経済停滞に陥り、その後通貨危機・金融危機を頻発させた。グローバル経済における主要国である英米が閉鎖主義・保護主義に傾いている現在、日本政府がこの流れに竿を差し、よりオープンでイノベティブなグローバル経済を構築することは、世界に対する責務でもあるとも言えよう。

## 付録：ネットワークの可視化の手法

FortAtlas2 によるネットワーク・グラフの描写手法を説明する。この手法では、ノード同士は反発しあうが、リンクは引き付けあうよう仮定されており、その2力の均衡状態が最終的に達成されるように設計されている。2力の厳密な定義は以下の通りである。リンクで結ばれた2つのノード  $n_1$  と  $n_2$  の引力  $F_a(n_1, n_2)$  は2点のユークリッド距離にリンク  $e$  のウェイトをかけたもの

$$F_a(n_1, n_2) = w(e)^{\delta} d(n_1, n_2)$$

として定義される。 $\delta$  はリンクのウェイトの影響の大きさを調整する変数である。本稿では、リンク  $e$  のウェイトは次数を基にし、 $\delta$  は1に設定した。一方、2つのノード間の反発力  $F_r(n_1, n_2)$  は、以下の通りそれぞれノードの次数に1を足したものを掛け合わせ、2つのノードの距離で割ったものとして以下のように定義される。

$$F_r(n_1, n_2) = k_r(Wu)/d(n_1, n_2)$$

$k_r$  はグラフ全体のサイズを決める係数である。

Gephi において ForceAtlas2 を利用するときには、まず初期状態としてノードがランダムに固まりをなして配置される。その状態から、上で述べたような引力と斥力が働くため、ノードは徐々に移動して、動きのない定常均衡に収束していく。ただし、一般的には定常均衡が複数あると考えられ、最終的に得られるネットワーク・グラフが初期状態に依存し変化してしまうという欠点がある。しかし、本稿の分析では、複数回の試行により図が大きく変わることはないことを確認している。

次に、Blondel et al. (2008) の Louvin 法によるコミュニティ分割の手法を説明する。コミュニティに分割する際に問題となるのが、どのような分割法が最適かということであるが、Louvin 法ではその基準としてモジュラリティを利用する。モジュラリティとは、あるネットワークにおいてノードがコミュニティに分割されているとき、コミュニティ内のリンクの数とコミュニティ間のリンクの数とを比較した数字であり、 $Q = \sum_i (e_{ii} - (\sum_j e_{ij})^2)$  と定義される。ここで、 $e_{ij}$  はコミュニティ  $i$  に含まれるノードとコミュニティ  $j$  に含まれるノードを結ぶすべてのリンクの数のネットワーク内の全リンク数に対するシェアである。したがって、 $e_{ii}$  はコミュニティ内のリンク数のシェアを表す。つまり、モジュラリティ  $Q$  は、コミュニティ内のリンクの数がコミュニティ間のリンクの数に比べてどの程度多いかを表しており、このモジュラリティが最大になるようにコミュニティを抽出する。その際に、まずランダムにノードを選択し、モジュラリティが最大となるように、そのノードとつながったノードの部分集合を1つのコミュニティとして定義する。この作業を繰り返すことで、モジュラリティが最大となるようなコミュニティ抽出の仕方を探索していくのが Louvin 法であり、コミュニティ抽出において計算速度及び精度の両面において現時点では最も優れているとして最も広く用いられている手法である。

## 参考文献

- Andrade, S.C., and Chhaochharia, V., 2016. The costs of sovereign default: Evidence from the stock market. SSRN.
- Blondel, V.D., Guillaume, J.-L., Lambiotte, R., and Lefebvre, E., 2008. Fast unfolding of communities in large networks. *Journal of statistical mechanics: theory and experiment* 2008, P10008.
- Borensztein, E., De Gregorio, J., and Lee, J.-W., 1998. How does foreign direct investment affect economic growth? *Journal of International Economics* 45, 115-135.
- Burt, R.S., 1992. *Structural holes: The social structure of competition*. Harvard University Press, Cambridge.
- Burt, R.S., 2004. Structural holes and good ideas. *American Journal of Sociology* 110, 349-399.
- Centola, D., 2010. The spread of behavior in an online social network experiment. *Science* 329, 1194-1197.
- Coe, D.T., and Helpman, E., 1995. International r&d spillovers. *European Economic Review* 39, 859-887.
- Cui, L., and Jiang, F., 2012. State ownership effect on firms' FDI ownership decisions under institutional pressure: A study of chinese outward-investing firms. *Journal of International Business Studies* 43, 264-284.
- Durlauf, S.N., and Fafchamps, M., 2005. Social capital, in: Aghion, P., Durlauf, S.N. (Eds.), *Handbook of economic growth*. Elsevier B.V., Amsterdam.
- Dyer, J., and Nobeoka, K., 2000. Creating and managing a high performance knowledge-sharing network: The toyota case. *Strategic Management Journal* 21, 345-367.
- Egan, M.L., and Mody, A., 1992. Buyer-seller links in export development. *World Development* 20, 321-334.
- Fosfuri, A., Motta, M., and Rønde, T., 2001. Foreign direct investment and spillovers through workers' mobility. *Journal of International Economics* 53, 205-222.
- Granovetter, M.S., 1973. The strength of weak ties. *American Journal of Sociology* 78, 1360-1380.
- Hijzen, A., Inui, T., and Todo, Y., 2010. Does offshoring pay? Firm-level evidence from Japan. *Economic Inquiry* 48, 880-895.
- Jackson, M.O., 2010. *Social and economic networks*. Princeton University Press.
- Jacomy, M., Venturini, T., Heymann, S., and Bastian, M., 2014. Forceatlas2, a continuous graph layout algorithm for handy network visualization designed for the gephi software. *PloS one* 9, e98679.
- Keller, W., and Yeaple, S.R., 2003. Multinational enterprises, international trade, and productivity growth: Firm-level evidence from the united states. *National Bureau of Economic Research Working Paper Series No. 9504*.
- Kimura, F., and Kiyota, K., 2006. Exports, FDI, and productivity: Dynamic evidence from Japanese firms. *Review of World Economics* 142, 695-719.
- Madsen, J.B., 2007. Technology spillover through trade and tfp convergence: 135 years of evidence for the oecd countries. *Journal of International Economics* 72, 464-480.

- Matous, P., and Todo, Y., 2015. "Dissolve the keiretsu, or die": A longitudinal study of disintermediation in the Japanese automobile manufacturing supply networks. RIETI Discussion Paper, No. 15-E-039.
- Page, L., Brin, S., Motwani, R., and Winograd, T., 1999. The pagerank citation ranking: Bringing order to the web. Technical Report, Stanford InfoLab, No.
- Phelps, C.C., 2010. A longitudinal study of the influence of alliance network structure and composition on firm exploratory innovation. *Academy of Management Journal* 53, 890-913.
- Rost, K., 2011. The strength of strong ties in the creation of innovation. *Research Policy* 40, 588-604.
- Tiwana, A., 2008. Do bridging ties complement strong ties? An empirical examination of alliance ambidexterity. *Strategic Management Journal* 29, 251-272.
- Todo, Y., 2006. Knowledge spillovers from foreign direct investment in R&D: Evidence from Japanese firm-level data. *Journal of Asian Economics* 17, 996-1013.
- Todo, Y., Matous, P., and Inoue, H., 2016. The strength of long ties and the weakness of strong ties: Knowledge diffusion through supply chain networks. *Research Policy* 45, 1890-1906.
- Todo, Y., Nakajima, K., and Matous, P., 2015. How do supply chain networks affect the resilience of firms to natural disasters? Evidence from the Great East Japan earthquake. *Journal of Regional Science* 55, 209-229.
- Todo, Y., and Shimizutani, S., 2007. Overseas R&D activities and home productivity growth: Evidence from Japanese firm-level data. *Journal of Industrial Economics*.
- Watts, D.J., and Strogatz, S.H., 1998. Collective dynamics of 'small-world' networks. *Nature* 393, 440-442.
- Wu, L., 2015. Centrality of the supply chain network SSRN.
- 戸堂康之, 2011. 日本経済の底力—臥龍が目覚めるとき—. 中央公論新社.
- 若杉隆平, 戸堂康之, 佐藤仁志, 西岡修一郎, 松浦寿幸, 伊藤萬里, and 田中鮎夢, 2008. 国際化する日本企業の実像-企業レベルデータに基づく分析. 経済産業研究所ディスカッション・ペーパー (RIETI-DP), No. 08-J-046.