


MMRC
DISCUSSION PAPER SERIES

No. 412

複雑性の増大と系列システムの進化：
知識の探索と活用のネットワーク構造

東京大学ものづくり経営研究センター 特任助教
糸久 正人

2012年7月

 MONOZUKURI 東京大学ものづくり経営研究センター
Manufacturing Management Research Center (MMRC)

ディスカッション・ペーパー・シリーズは未定稿を議論を目的として公開しているものである。
引用・複写の際には著者の了解を得られたい。

<http://merc.e.u-tokyo.ac.jp/mmrc/dp/index.html>

Product Complexity and the Evolution of Keiretsu System: Network Structure for Knowledge Exploration and Exploitation

Masato ITOHISA

The University of Tokyo

Email: itohisa@mmrc.e.u-tokyo.ac.jp

Abstract

This paper aims at examining an effective network structure for knowledge exploration and exploitation. Network analysis is conducted with the patent data on automotive control systems, whose complexities are rising rapidly, in the context of Japanese Keiretsu system in 1980s-2000s. The result shows that Toyota Keiretsu in 2000s has the “Ambidextrous Network Structure (ANS)”, which consist of different firms with two different roles; one is a boundary spanner for exploring knowledge outside Keiretsu, and another is a network hub for exploitation knowledge inside Keiretsu.

Keywords:

Knowledge exploration and exploitation, Ambidexterity, Complexity, Keiretsu, Network analysis

複雑性の増大と系列システムの進化： 知識の探索と活用のネットワーク構造

東京大学ものづくり経営研究センター 特任助教

糸久 正人

itohisa@mmrc.e.u-tokyo.ac.jp

要旨：

本稿の目的は、「知識の探索と活用」を効率的に行う企業グループの構造を探ることである。日本自動車産業における系列システムを対象に、複雑化が進展する制御系システムに関して 1980～2000 年代の特許情報を用いてネットワーク分析を行った。その結果、2000 年代のトヨタ系列では、系列外部と連携して探索を中心に行う「バウンダリー・スパナ」、系列内部の取りまとめを行う「ネットワーク・ハブ」の役割が分化した「ANS (Ambidextrous Network Structure)」の構造が見受けられた。

キーワード：

知識の探索と活用、Ambidexterity (両刀使い)、複雑性、系列、ネットワーク分析

1. はじめに

本研究の目的は、知識の探索と活用 (March, 1991) という二律背反の問題に直面して、日本の自動車産業における「系列」の研究ネットワークがどのように進化したのか、という点を探索的に分析することである。

近年、自動車の複雑性はより一層増大している。EV、ハイブリッド等の環境対応、あるいは更なる利便性を求めた自動走行システムなど、新しい技術が求められるばかりでなく、最適な乗り心地やインテグリティを達成するためには、単にそうした技術を寄せ集めればよいというわけではなく、新旧技術の相互調整が必要となる。こうした複雑性にどう対処するかは、多くの自動車メーカーにとって大きな課題となっている (藤本, 2012)。

新しい知識を獲得するためには、従来の「系列」の関係ばかりに留まるのではなく、知識の源泉・学習機会を求めて外部連携の重要性が指摘されている (e.g., Chesbrough, 2003; 真鍋・安本, 2010; Un, Cuervo-Cazurra and Asakawa, 2010)。しかし、その一方で、最適な相互調整を行うためには、組織文化を共有した face to face のコミュニケーションが基本で (Clark and Fujimoto, 1991; 竹田, 2000)、従来にも増して、「系列」の中でのより緊密な内部連携が必要となるかもしれない。

こうした点は、「系列」という企業グループに対して新たな課題を投げかけるように思わ

れる。すなわち、グループ外部との連携を「探索 (exploration)」、グループ内部の連携を「活用 (exploitaion)」と捉えた場合¹⁾、企業グループ全体として、知識の探索と活用を効率的に行うためにはどのようにしたらよいのか、という問題である。March(1991)の研究以降、組織内で探索と活用を効率的に行うための施策については多くの研究者によって議論されてきた (Simsek, 2009)。しかし、それらはいずれも組織レベル、あるいは部署レベルに限定されたもので、「企業グループレベル」にこうした問いを適用した研究はほとんど見受けられない。この点に本稿の新規性を求めることができ、ネットワーク (Gulati, 1998; 近能, 2002)、あるいはエコシステム (Iansiti and Levien, 2004; 相山・高尾, 2011) といった言葉で表現される「企業グループレベル」の競争優位が重視される近年においては、大きなサーチャージギャップとして指摘できる。

本稿の構成は、2 節で系列に関する既存研究をレビューしたうえで本稿の位置づけを明らかにし、探索的分析を実施するための指針となる命題を提示する。次に 3 節で分析対象とデータに関する記述を行い、4 節でネットワーク分析を用いた結果を示す。5 節で進化レベルの違いに関するディスカッションを行った後に、6 節で結論と今後の研究課題を述べる。

2. 既存研究レビュー

(1) 系列のオープン化と本稿の位置づけ

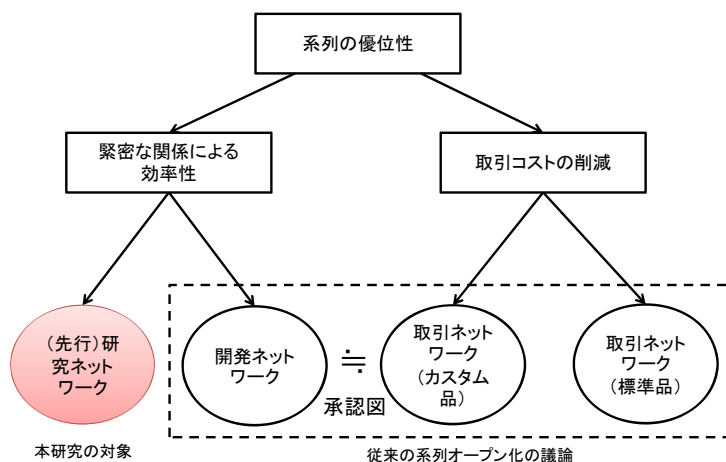
完成車メーカーとサプライヤーの緊密な関係の特徴とする「系列」は、日本自動車産業の競争優位の源泉と言われてきた。その要因は様々であるが、大きくは「信頼 (Trust)」をベースとした互惠主義により「取引コスト」削減メカニズムとして機能すること (e.g., Dyer, 1997; Sako and Helper, 1998; 若林, 2006)、あるいは両者の緊密な関係をベースに情報共有が進展し、迅速なオペレーションが可能となること (e.g., Clark and Fujimoto, 1991; Dyer and Nobeoka, 2000; 河野, 2009) に区分することができる。すなわち、企業間取引、共同開発という 2 つの側面から、系列システムの優位性は議論されてきた。

しかし、2000 年代以降、こうした「系列」は徐々にオープン化してきていると言われていいる (Ahmadjian and Lincoln, 2001; Dow, McGuire and Yoshikawa, 2011; 木村, 2011)。換言すれば、「系列」は解体され、その優位性の多くは失われたとも解釈できる²⁾。ここで素朴な疑問として、競争優位の源泉である「系列」がオープン化しているにも関わらず、なぜ日本の完成車メーカーは依然として国際的な競争優位を誇っているだろうか。日本の完成車メーカーは、ハイブリッド、EV などの次世代環境技術、カーナビゲーション等の情報通信などの分野において、数多くの新たなイノベーションを実現している。さらに、自動車としての高いインテグリティも保っており、実際、米国『Consumer Reports』誌の 2012 年ランキングでは、10 個のカテゴリー中、7 個のカテゴリーで日本車が No.1 を獲得している。そうした要因を、取引関係からではなく、研究開発の側面から「系列」の新たな競争優位の源泉を分析することが本稿の目的である。

従来の系列オープン化の議論は、取引コストの削減 (Williamson, 1975) という大きな

理論的ストリームに載って議論されているために、それに引きずられて取引ネットワークの分析にばかり注力されてきたように思われる。また、実証面でも IRC 社が取引データを公開しているために、これを使って系列のオープン化を議論している研究が散見される (e.g., Ahmadjian and Lincoln, 2001, 近能, 2002)。浅沼 (1997) の承認図方式の議論を採用すれば、承認図取引の多い、日本の自動車産業では、取引ネットワークとそれに付随する開発ネットワークはほぼ同じになる可能性も高い。しかし、研究開発における「系列」独自の競争優位の源泉を探るためには、取引ネットワーク・開発ネットワークの上流である、研究ネットワークにも着目して分析する必要があるだろう (図 1)。すなわち、新たなイノベーションを取り入れつつ、自動車というインテグリティを求められる製品を開発するために、「系列」という企業グループがどのように進化してきたのか、という構造面から新たな競争優位の源泉を明らかにする。

図 1 本稿の観察対象：系列の研究ネットワーク



(2) 企業グループレベルの探索と活用

複雑性の増大という問題に直面し、企業グループは新しい技術を獲得するために、外部資源を活用する。こうしたオープン・イノベーションの考え方は、技術の不確実性が高い現代においては、有用な戦略的方向性と考えられている (Chesbrough, 2003; 真鍋・安本, 2010)。また、NIH 症候群 (Katz and Allen, 1982) に陥らないためにも、外部との連携は重視されるべきである。その際に、各企業の背景を踏まえて、どのような外部パートナーと連携するのか、という点は比較的新しいトピックとして指摘である。例えば、新技術に関する R&D 費用の分担を企図した「ライバルグループとの連携」(Ahmadjian and Lincoln, 2001; 糸久・安本, 2011)、他産業からの学習、およびベストプラクティスの移管を企図した「他産業との連携」(藤本, 2012)、イノベーションの媒介者として機能する「大学・研究機関との連携」(Baba, Shichijo and Sedita, 2009; Lissoni, 2010) などが既存研究では議論されてきた。以上のことから、以下の命題 1 を提示する。

命題 1：製品の複雑性が増大すると、企業グループは他のグループとの連携を強化する。

命題 1a：ライバルグループとの連携を強化する。

命題 1b：他産業との連携を強化する。

命題 1c：大学・研究機関との連携を強化する。

自動車のように多くの市場でインテグリティが求められる製品の場合、単に新しい技術を外部から取り入れただけでなく、各技術間のすり合わせが必要となる（Clark and Fujimoto, 1991; 藤本, 2012）。そして、インテグラルな製品を開発する場合には、完成車メーカーを中心に、関連する組織の間での緊密なコミュニケーションを行うことが重要となる（Baldwin and Clark, 2000）。また、メカ・エレ・ソフトといった異なる領域の技術融合（Kodama, 1991）が求められる場合、単に完成車メーカーとサプライヤーという縦の連携ばかりでなく、サプライヤー同士の横の連携もより一層重要となるだろう（Lazzarini, Claro and Mesquita, 2008）。以上のことから、以下の命題 2 を提示する。

命題 2：複雑性が増大すると、企業グループはグループ内の連携を強化する。

命題 2a：完成車メーカーとサプライヤーの連携を強化する。

命題 2b：サプライヤー間の連携を強化する。

知識の探索と活用を効率的に行う場合、もっとも一般的な施策は役割分担のために組織構造を切り分けることである（Tushman and O'Reilly, 1996）。なぜなら、「探索を行う組織」と「活用を行う組織」の効率的なオペレーション、インセンティブ、組織能力、組織文化などは大きく異なるからである（Benner and Tushman, 2003）。従来は組織レベルあるいは部署レベルで議論されてきた「知識の探索と活用」を効率的に行う「Ambidexterity（両刀使い）」の概念を、系列という企業グループのレベルに応用すれば、企業グループ内の役割分担として、グループ外に新しい知識を求めて探索を中心に行う企業（バウンダリー・スパナと呼ぶ）と、グループ内で知識の活用の中心となるような企業（ネットワーク・ハブと呼ぶ）に役割分化するものと考えられる。そうした企業が有機的に連携し合うことにより、グループ全体としての「Ambidexterity」が実現できると考える。また、ある程度、企業規模が大きくなれば、ひとつの企業が 2 つの役割を担う中心企業（キーストーンと呼ぶ）も出現するだろう。以上のことから、以下の命題 3 を提示する。

命題 3：複雑性が増大すると、企業グループ内で探索と活用の役割を担う企業が分化する。

命題 3a：外部との連携を主に担う「バウンダリー・スパナ」が出現する。

命題 3b：内部との連携を主に担う「ネットワーク・ハブ」が出現する。

命題 3c：両方の役割を担う「キーストーン」が出現する。

こうした考え方は、機密性の高い暗黙的なノウハウを獲得する強い結合のネットワークと、付加的な新しい知識を幅広く入手する冗長性のないネットワークの両方のメリットを

活かした「ハイブリッド型のネットワーク構造（近能, 2002）」と構造的には近い形態をとるだろう。しかし、本稿では、製品複雑化との関係で外部連携の必要性を論じた点、および企業グループ内において役割分担の必要性を論じた点に、理論的な新規性を見出すことができる。

3. 方法とデータ

上記の命題を探索的に分析するために、共同特許データを用いてネットワーク分析（使用ソフトウェア：Netminer 4.0）を行った。観察対象としては、近年、急速に複雑性が進展する自動車の制御システムを選択する。自動車の制御系システムとは、センサ、ECU（Electric Control Unit）、アクチュエータ（ブレーキ、エンジンなど）から構成される一連のシステムで、エンジン噴射の電子制御、電動ステアリング、レーンキープシステム、など新しい機能が次々に増加されると同時に、最適な走行性能を求めて、近年は各 ECU 同士で協調制御を行うというインテグリティが重視される。すなわち、ブレーキに連動して、エンジン噴射の制御やサスペンション制御の最適値が変動する。このような複雑性に対処するために、系列は知識の探索と活用を同時に行う必要があり、本稿のリサーチクエスチョンを探索的に分析する上で最適の事例であると考えられる。

具体的なデータとしては、エンジン制御、ブレーキ制御、シフト制御、ステアリング制御、サスペンション制御に関する日本の特許情報を 1980 年～2010 年にわたって収集した。そして、10 年ごとに合算したデータの内訳は、1980 年代は合計 3,002 件（内、共同特許は 324 件）、1990 年代は合計 3,851 件（内、共同特許は 274 件）、2000 年代は合計 37,679 件（内、共同特許は 3,167 件）となっている。このうち、今回は共同特許情報を主に用いて、どのメーカーとどのメーカーが共同研究を行っているのか、という研究ネットワークの操作化指標とした。具体的には、出願人 1 がトヨタ、出願人 2 がデンソーの場合、後述する企業リストの 1 mode マトリクスに 1 をカウントし、出願人が 3 人以上の場合は、各 3 つの組み合わせに関して同様に 1 をカウントした。

マトリクス上の企業は 2000 年代の出願者ベースに抽出した。まず 2000 年代に特許を出願しているすべての企業/個人を特定し（1,835 ノード）、今回の日本自動車産業における系列の制御系システムに関する主要企業には関係しないプレーヤーを除外した。具体的には、ダイムラー、BMW などの海外 OEM、ブリヂストン、東海ゴム等の素材メーカー、特許数が 10 件以下のプレーヤー（ただし、大学・研究機関は除く）を除き、残り 111 ノードに絞られた。

次に、これら 111 ノードに対して、各ノードの分類（OEM、サプライヤー、エンジニアリングメーカー、大学、研究所）、および系列（トヨタ系、ホンダ系、日産系、マツダ系、三菱系、独立、電気、研究機関、海外サプライヤー）を筆者が各 HP やフィールドワークを通じて整理しタグ付けを行った（表 1）。

表 1 系列グループの区分

トヨタ系	トヨタ、ダイハツ、日野、デンソー、アイシン精機、アイシンAW、ジェイテクト、アドヴィックス、東海理化、富士通テン、豊田自動織機、豊田合成、愛三工業、トヨタ車体、豊田中央研究所、日本部品総合研究所、エクオスリサーチ
ホンダ系	ホンダ、ケーヒン、ホンダエレシス、日信、ショーワ、日本精機、日本プラスト、ミツバ、ホンダロックス
日産系	UDトラックス、日立オートモティブ、カルソニックカンセイ、富士機工、ジヤトコ、日立カーエンジニアリング
三菱系	三菱自工、三菱電機、三菱自動車エンジニアリング、三菱ふそう
マツダ系	マツダ、ダイキョーニシカワ、デルタ工業
独立系	スズキ、富士重工、いすゞ、川崎重工、ヤマハ、カヤバ、アルプス、オムロン、日本精工、NOK、ニッキ、ミクニ、NTN、トランスロン、ダイヤモンド電機、パナソニック、イノアック、矢崎、日本特殊陶業、住友電工、住友電気、オートネットワーク研究所
外資系	Bosch、Continental、Visteon、Wabco、Motrola、Delphi、Knorr-Bremse、ZF、GKN、Seamens、GE
電気系 (含む重電)	日立製作所、三菱重工、セイコーエプソン、東芝、シャープ、IHI、ソニー、富士通
建機・農機	ヤンマー、クボタ、井関農機、日立建機、小松、三菱農機、国産電機、神崎高級工機、コベルコ建機、TCM、イートン、住友建機
研究機関	東京大学、神戸大学、大阪大学、九州工業大学、早稲田大学、電気通信大学、奈良先端技術大学、広島大学、筑波大学、産総研、生産技術研究奨励会、名古屋産業科学研究所、MIT、レクセル大学、ツインファ大学

注：各区分に関しては、完成車メーカーA社の部課長クラス5名とのディスカッションを通じて妥当性を確認した（2012年5月31日）。

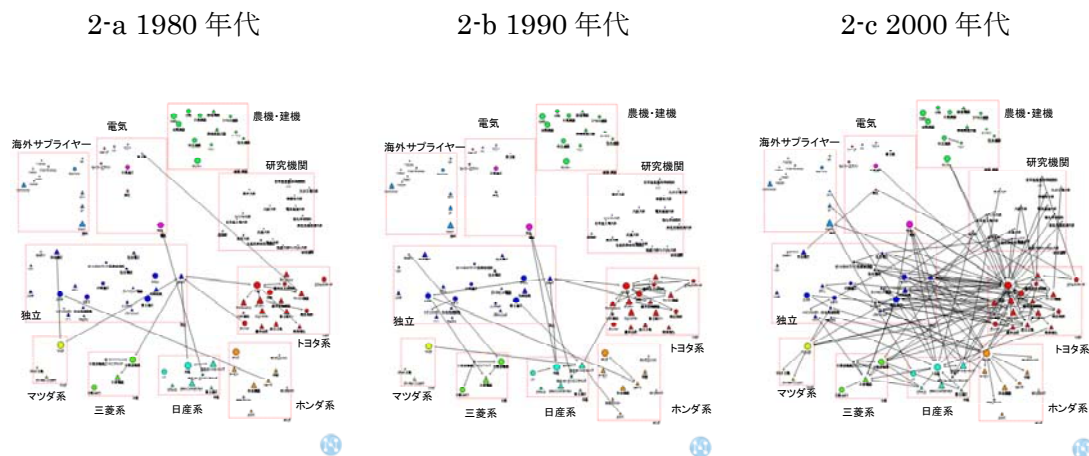
4. 分析結果

(1) ネットワークの概要

3期間のネットワーク全体の比較を行うと、まず全体の紐帯の数 (# of links) は80年代：29本、90年代：53本、00年代：237本と大幅に増加し、ひとつのノードあたりの平均紐帯数 (average degree) も各0.261本、0.477本、2.135本となっている。それに伴い、ネットワークの密度 (density) も0.002、0.004、0.019と上昇している。また、inclusivenessを見ると、111ノードのうち、2000年代には76.6%の企業が他の企業と連携していることが分かり、孤立しているノード (# of isolate) はわずか26しか観察されない (図2、表2)。

以上のことから、全体的な傾向として、系列グループの研究ネットワークは、1980-2000年代と時代を追うごとに密に進化してきていると判断できる。

図2 自動車における制御系システムの研究ネットワーク



注1：ノードの大きさは単独特許も含む各企業の特許数を表す。
 注2：1980年代、1990年代の各ノードも2000年代の主要ノードをもとに固定している。したがって、中には80、90年代において特許を有していない企業も存在する。
 注3：ユニシア、トキコなどの合併した企業は、合併後の名称（この場合は日立AMS）に統一して標記している。

表2 1990～2000年代における研究ネットワークの特徴

	# of Links	Density	Average Degree	Inclusiveness	# of isolate
00年代	237	0.019	2.135	0.766	26
90年代	53	0.004	0.477	0.270	81
80年代	29	0.002	0.261	0.198	89

注：Inclusiveness = (紐帯を有するノード数) / (全ノード数)

(2) 系列内外の連携強化

それでは、各系列の特徴に関して表3をもとにみていこう。まず、「外部連携の強化（知識の探索）」に関して目立つのは、トヨタ系は他のすべてのグループと主導的に連携を行っている点である。特に強い関係にあるのが、三菱系(0.059)、独立(0.048)、研究機関(0.046)である一方、ホンダ系(0.013)との連携は相対的に少ない。次に、日産系は自らR&Dを主導するというよりは、セカンダリーとして他の多くのグループと連携している。中でも、三菱系、電気系との連携が目立つ。また、ホンダ系、三菱系は、他の系列グループと比較して、相対的に孤立性が高い。2000年代に入って特徴的な点は、大学や研究機関との連携が見受けられるようになった。

次に、「内部連携の強化（知識の活用）」という点を見てみると、90年代から00年代にかけて、各系列とも系列内の連携を大幅に強化してきている。両時期のネットワーク密度を比較すると、例えば、トヨタ系は0.096→0.276、ホンダ系は0.028→0.111、日産系は0.095→0.262となっている。ただし、ホンダ系、日産系は、OEMとサプライヤーとの連携に限定されており、サプライヤー同士の連携が観察されるのはトヨタ系のみである。

以上のように、全体的な傾向としては、製品の複雑性が増大したことで、系列グループは外部連携を強化すると同時に、内部連携も強化していることが確認された。しかし、系列ごとに違いが見受けられた。この点に関しては、ディスカッションで取り上げる。

表3 系列内・系列間のインタラクション (Block Density Matrix)

00年代		Secondary									
	トヨタ	ホンダ	マツダ	三菱	建機・農機	日産	海外	独立	研究機関	電気	
P r i m a r y	トヨタ	0.276	0.013	0.039	0.059		0.034	0.005	0.048	0.046	0.022
	ホンダ	0.007	0.111				0.016	0.010	0.015		
	マツダ	0.020		0.500					0.030	0.019	
	三菱				0.583		0.036		0.023	0.014	
	建機・農機	0.010				0.015					
	日産	0.008	0.016		0.179		0.262	0.013	0.019	0.024	
	海外	0.005					0.026				
	独立	0.043	0.015		0.011		0.013		0.022	0.010	0.006
	研究機関	0.010			0.014				0.005		
	電気	0.015	0.014				0.054		0.006		

90年代		Secondary									
	トヨタ	ホンダ	マツダ	三菱	建機・農機	日産	海外	独立	研究機関	電気	
P r i m a r y	トヨタ	0.096					0.008		0.003		
	ホンダ		0.028				0.016				
	マツダ						0.048				
	三菱				0.333						
	建機・農機										
	日産	0.008					0.095		0.006	0.018	
	海外										
	独立	0.005	0.005		0.023		0.013		0.004		
	研究機関										
	電気						0.018				

80年代		Secondary									
	トヨタ	ホンダ	マツダ	三菱	建機・農機	日産	海外	独立	研究機関	電気	
P r i m a r y	トヨタ	0.044							0.005	0.007	
	ホンダ								0.005		
	マツダ								0.030		
	三菱				0.250				0.011		
	建機・農機										
	日産						0.048		0.006		
	海外										
	独立	0.003	0.005		0.011						
	研究機関										
	電気						0.018				

注1：1列目の企業は上位出願者、1行目の企業は下位出願者を表す。したがって、表を横に見れば1列目の各企業が主体的に行っている研究を意味し、縦に見れば1行目の企業が従属的に行っている研究を意味する。

注2：より精密には、共同特許数に応じた重み付けが必要であるが、0~1の密度の意味がなくなってしまうために、今回はこの情報を捨象した。






(3) 系列内の役割分担

系列内の役割分担を定量的に把握するために、系列ごとの「Brokerage 分析」を行った³⁾。系列内でネットワーク・ハブとなる「Coordinator (以下 C と略)」、外部の研究に参加する「Gatekeeper (以下 G と略)」、自ら共同研究を主催する「Representative (以下 R と略)」という2つのバウンダリー・スパナを想定し、系列ごとにその関係を分析した。この他、今回の分析では直接使用しないが、グループ外部にあってグループ内の企業を媒介する「Itinerant (Consultant)」、異なるグループ間の企業を外部から媒介する「Liaison」という役割も考えられる。

まずホンダ系の研究ネットワーク (表4) では、グループ内外の連携はホンダのみがキーストーンとして探索と活用、両方の役割を担っており (C=13、G=35、R=15)、グループ






内でサプライヤー同士の連携は見受けられない。唯一、ケーヒンのみ R=1 がカウントされるだけで、探索と活用の分化は観察されない。研究ネットワークは、ホンダを中心に各サプライヤーとの間に組織される「中央集権的」なネットワーク構造を有している。

表4 ホンダ系グループ内の役割分化

	Coordinator 	Gatekeeper 	Representative 	Itinerant (consultant) 	Liaison 	Total
						—
ホンダ	13	35	15	7	25	95
ケーヒン	0	0	1	0	0	1
ホンダエレス	0	0	0	0	0	0
日産	0	0	0	0	0	0
ホンダロック	0	0	0	0	0	0
ショーワ	0	0	0	0	0	0
日本精機	0	0	0	0	0	0
ミツバ	0	0	0	0	0	0
日本プラスト	0	0	0	0	0	0

次に、日産系の研究ネットワーク（表5）は、基本的にはホンダと同様、グループ内外の連携は日産を中心に行っている（C=16、G=19、R=24）。しかし、それと同時に、日産のメインサプライヤーである日立 AMS も外部との連携を担当しており（C=2、G=5、R=6）、知識の探索と活用の両方を主導する日産に対して、日立 AMS が探索の役割を一部分担している「双頭型」と解釈できる。

表5 日産系グループ内の役割分化

	Coordinator 	Gatekeeper 	Representative 	Itinerant (consultant) 	Liaison 	Total
						—
日産	16	19	24	1	21	81
UD	0	1	0	0	0	1
カルソニックカンセイ	0	0	0	0	0	0
日立オートモティブ	2	5	6	0	8	21
ジャスコ	0	0	2	0	0	2
日立カーエンジニアリング	0	1	0	0	0	1
富士機工	0	0	2	0	0	2

最後に、トヨタ系の研究ネットワーク（表6）は、他の企業グループと異なり、グループ内外に非常に密なネットワークを有しているという特徴を持っている。知識の探索と活用の両面に対して大きな役割を担っているトヨタ（C=167、G=170、R=244）に加えて、メインサプライヤーのデンソー（C=60、G=29、R=48）、研究機関の豊田中央研究所（C=7、G=0、R=7）あたりがキーストーンとして活躍している。さらに、どちらかと言えばグループ内の連携を中心に行うアイシン精機（C=7、G=0、R=6）、アイシン AW（C=9、G=0、R=4）、富士通テン（C=4、G=0、R=0）と、グループ外の連携を中心に行うジェイテクト（C=3、G=7、R=6）、アドヴィックス（C=5、G=8、R=26）といったように、役割の分化が進んでいる。

表6 トヨタ系グループ内の役割分化

	Coordinator	Gatekeeper	Representative	Itinerant (consultant)	Liaison	Total
						—
トヨタ	167	170	244	45	147	773
デンソー	60	29	48	1	14	152
アイシン精機	7	0	6	0	0	13
アイシンAW	9	0	4	0	0	13
ジェイテクト	3	7	6	0	3	19
アドヴィックス	5	8	26	4	6	49
豊田自動織機	3	2	8	0	1	14
豊田中央研究所	7	0	7	0	0	14
エコオスリサーチ	0	0	2	0	0	2
部品総研	0	0	0	0	0	0
東海理化	0	0	1	0	0	1
日野	0	0	0	1	1	2
ダイハツ	3	2	6	2	0	13
富士通テン	4	0	0	0	0	4
愛三工業	4	4	7	1	1	17
豊田合成	0	1	3	0	1	5
トヨタ車体	1	5	1	2	0	9

(4) 小括

命題 1~3 と、2000 年代におけるホンダ系、日産系、トヨタ系で観察されたネットワーク構造を比較すると表 7 のようになる。命題 1b の他産業以外、すべての命題が観察されたのはトヨタ系のみであった。特に、ホンダ系、日産系と比較した場合の大きな違いとしては、大学・研究機関との連携が多くみられること、サプライヤー同士の連携がなされていること、グループ内部の連携を担当するネットワーク・ハブが存在することである

表 7 各命題と 2000 年代における研究ネットワークの整合性

命題		ホンダ系	日産系	トヨタ系
P1: 外部連携の強化	P1a: 他系列グループとの連携強化	△	○	○
	P1b: 他産業との連携強化 (注: ただし電気産業に限る)	△	○	△
	P1c: 大学・研究機関との連携強化	×	△	○
P2: 内部連携の強化	P2a: OEMとサプライヤーの連携強化	○	○	○
	P2b: サプライヤー同士の連携強化	×	×	○
P3: ネットワーク構造上の Ambidexterity	P3a: 外部との連携を主に担当する「バウダリースパナー」が出現	×	○	○
	P3b: 内部との連携を主に担当する「ネットワークハブ」の出現	×	×	○
	P3c: 両方の役割を担当する「キーストーン」が出現	○	○	○
特許数 (2000年代合計)	OEM(ホンダ、日産、トヨタ)	2,724	3,543	9,741
	サプライヤー(ケーヒン、日立AMS、デンソー)	170	639	2,518

注: 上記評価に関しては、2 つの異なる系列に属する完成車メーカー、およびサプライヤーのいずれもマネージャークラスに妥当性の確認を行った (2012 年 6~7 月)。

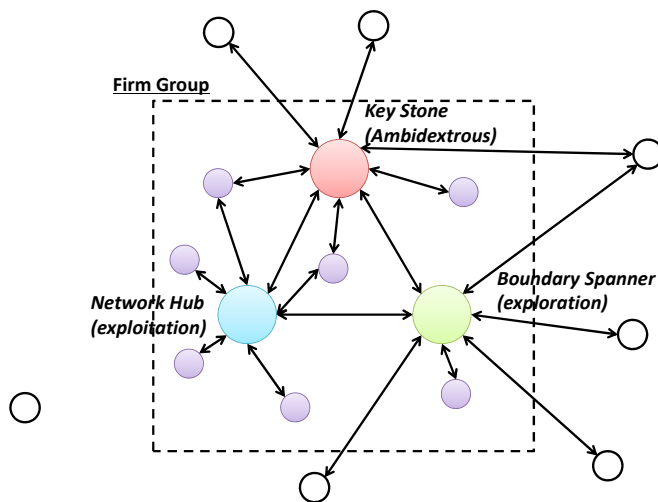
5. ディスカッション

(1) ANS (Ambidextrous Network Structure)

複雑性が増大する中で、製品としてのインテグリティが求められる場合、ひとつの効率的なネットワーク構造として、本稿では ANS (Ambidextrous Network Structure) という概念を提示したい (図 3)。これは直接的には命題 1~3 から導かれるものであるが、複雑性が飛躍的に増大する自動車産業における制御系技術の研究ネットワークの進化に着目したところ、2000 年代のトヨタでは、こうした ANS の構造が観察された。すなわち、知識の探索と活用を効率的に行うために、両方の役割を担うキーストーンを中心に、企業グループ外との連携 (知識の探索) を主に担当するバウンダリー・スパナ、企業グループ内との連携 (知識の活用) を主に担当するネットワーク・ハブから構成されるネットワーク構造である。

企業規模も異なるために、一概にパフォーマンスを比較することは難しいが、特許という観点では、トヨタ系はトヨタ：9,741 件、デンソー：2,518 件と、他のホンダ系 (ホンダ：2,724 件、ケーヒン：170 件)、日産系 (日産：3,543 件、日立 AMS：639 件) を大きく上回っている。また、定性的な観点からも、トヨタ系はハイブリッドなどの新技術にいち早く着手し、さらに 2012 年『Consumer Report』誌の 10 個のカテゴリの中で、5 つのカテゴリにおいて No.1 の評価を獲得している。

図 3 Ambidextrous Network Structure の概念図



(2) 系列ごとのネットワーク構造の違い

しかしながら、各系列ともに、自動車の複雑化およびインテグリティの確保という意味では、同様の環境に直面しつつも、系列ごとに進化の違いが見受けられた。その点を分析するために、ホンダおよび日立 AMS にインタビュー調査を行った。その結果、以下のような証言を得た。

「外部に新しい知識を求めるようなサプライヤーを育成したい」（2012年5月：ホンダのECU開発担当マネジャー）

「日産はリバイバルプランで系列との関係をいったん清算したが、近年はシステムの複雑化の影響により、関係を再び強化しようとしている。」（2011年9月：日立AMSのR&Dマネジャー）

すなわち、ホンダ系は知識の探索も活用も本田技術研究所中心に行われており、同社に非常に負荷のかかる状況に置かれている。そうした中、外部とのつながりを持って新たな知識の探索を行うようなサプライヤーの育成は大きな課題となっている。一方、日産系は、日産リバイバルプランで、系列サプライヤーとの関係をいったん清算したが、近年の制御系システムの複雑化に起因して、少なくとも研究開発に関しては緊密な関係への揺り戻しが起きているという。

以上のことから、大きな進化の方向性としては、ホンダ系、日産系ともに、ANSに向かう方向性を見せている。したがって、こうした系列ごとのネットワーク構造の違いは、長期的な適応過程における進化の違いであるように思われる。しかし、例えば、EVなどのように自動車のアーキテクチャが大幅に変化した場合、必ずしもANSが最適な形態は限らない可能性がある。むしろ知識の探索のために外部との連携を中心に置き、内部連携は緩やかになされる「The loosely coupled organization (Orton and Weick, 1990)」のような企業グループ形態が望まれるかもしれない。すなわち、各企業が新しい知識を求めて外部と連携し、そのようにして得た知識は、コンポーネント間のインタフェースが標準化されているために、比較的すり合わせが少なくとも製品としてまとまるようなパソコン産業などと似たエコシステムである。従来の企業レベルの *Ambidexterity* とパフォーマンスに関する一部の議論では、環境条件とのコンティンジェントな関係が指摘されているように (e.g., Lin, Yang and Demirkan, 2007; Simsek, 2009)、企業グループレベルでも、こうした関係は十分に想定できる。

6. 結論

本稿では、日本自動車産業の系列グループを対象に、複雑性が増大する制御系システムの共同特許データを用いてネットワーク分析を行うことで、1980年代、1990年代、2000年代を通じて、各系列の研究ネットワークがどのように進化したのか、という点を探索的に分析した。その結果、系列外に新しい知識を求める「探索」と、系列内で知識をまとめる「活用」を効率的に行う企業グループのひとつの形態として、ANS (*Ambidextrous Network Structure*) という概念を提示した。これは、新しい知識を求めてグループ外との連携を活発に担当するバウンダリー・スパナ、既存の知識を活用するためにグループ内の連携の中心となるネットワーク・ハブ、そして両方の役割を演じるキーストーンから構成される企業グループである。従来は組織レベルで議論されてきた役割分担という考え方

(Benner and Tushman, 2003; Tushman and O'Reilly, 1996) を企業グループレベルに応用した点に、本稿の学術的な新規性を求めることができる。

こうした議論は、系列という強く結びついた企業グループに対して、複雑性に対処するための進化の方向性を提示するばかりでなく、より緩やかな提携相手を探るときのひとつの指針となり得るだろう。例えば、国内ネットワークを有している企業は、海外ネットワークを有している企業と提携したり、革新的な技術を有した中小企業はネットワーク・ハブと提携したり、自社の組織能力を活かしたエコシステム内でのポジショニングが明確となる。

ただし、本稿には次のような限界も指摘である。まず、すべての共同研究が共同特許に具現されるわけでない。しかし、総体的にこのような関係を見るには、特許分析以外ないのも事実である。実際、既存研究でも、共同特許データは研究ネットワークの代理指標として操作化されており (e.g., Gauvin, 1995; 中馬, 2011)、全体像をつかむ目的での探索的研究においては十分に有用なものであると判断する。また、今回は、企業グループ外との連携を「探索」、企業グループ内の連携を「活用」と操作化した。実際には、必ずしもそうとは限らない場合もありうるだろう。すなわち、企業グループ外に「活用」のために連携を行っているというようなケースも想定できる。さらに、Burgelman(1991)などが論じているような、コンテキストに応じた *Ambidexterity* の側面に着目すれば、異なる全体像が浮き彫りになるかもしれない。例えば、技術領域の違い、あるいは研究から生産準備に至るプロセスの違いといったコンテキストにより、その役割を器用に変化させる企業もあるだろう。そうした点は、定性的なケース分析等で補強する必要がある。

注釈

1) March (1991) では、「探索」は *search, variation, risk taking, experimentation, play, flexibility, discovery, innovation*、「活用」は *refinement, choice, production, efficiency, selection, implementation, exaction* という言葉によって想起されるものという緩やかなイメージしか与えていない。すなわち、探索と活用という概念は、組織内における二律背反性する問題を想起する糸口として、各研究者によって比較的自由に操作化されており、その要諦は、活用にばかり目が行きがち組織 (Levinthal and March, 1993) に対して、両者のバランスをとることがマネジメント上の課題となる (Schulze, 2009)。そういった意味で、系列内外の連携には、特に組織文化的な意味合いにおいて二律背反性が存在し、「探索と活用」の問題として操作化可能な事象であると考えられる。実際、Sidhu, Commandeur and Volberda(2007)では、探索と活用を *nonlocal-local search* として操作化している。

2) 「系列」という概念は、しばしば完成車とサプライヤーの一体一の関係想起する場合もあるが、自動車メーカーの複数調達、部品サプライヤーの複数供給といったオープン化の傾向は以前から指摘されていた。そうした中、特に象徴的な出来事として、「日産リバイバルプラン」以降、「系列」のオープン化が大きく取り上げられるようになり、事実、多対多の取引関係が観察されるようになった (近能, 2002)。

3) 通常、Brokerage 分析はモノ、カネ、情報などの「流れ」に着目した有向グラフの分析手法である。共

同研究という意味ではこのような「流れ」は存在しないが、今回のネットワーク分析では、矢印の元が上位出願者、矢印の先が下位出願者という分類を行うために、有向グラフで分析した。すなわち、共同研究において、どちらがその研究を主催しているのか、という点を層別している。

参考文献

- Ahmadjian, C. L. and J. Lincoln (2001) “Keiretsu, governance, and learning: Case studies in change from the Japanese automobile industry,” *Organization Science*, Vol. 12, No. 6, pp. 683-701.
- 浅沼万里（菊谷達弥編）（1997）『日本の企業組織革新的適応のメカニズム：長期取引関係の構造と機能』東洋経済新報社。
- Baba, Y., N. Shichijo and S. Sedita (2009) “How do collaborations with universities affect firms’ innovative performance? The role of “Pasteur scientists” in the advanced materials field,” *Research Policy*, Vol.38, No. 5, pp. 756-764.
- Baldwin, C. Y. and K. B. Clark (2000) *Design Rules: The Power of Modularity*, MIT Press.
- Benner, M. J. and M. L. Tushman (2003) “Exploitation, exploration, and process management: The productivity dilemma revisited,” *Academy of Management Review*, Vol. 28, No. 2, pp. 238-256.
- Burgelman, R. A. (1991) “Intraorganizational ecology of strategy making and organizational adaptation: theory and field research,” *Organization Science*, Vol. 2, No.3, pp. 239-262.
- Chesbrough, H. (2003) *Open Innovation*, Harvard Business School Press.
- 中馬宏之（2011）「半導体産業における国際競争力低下要因を探る：ネット分析の視点から」IIR Working Paper, No. 11-08.
- Clark, K. B., and T. Fujimoto (1991) *Product development performance: Strategy, organization, and management in the world auto industry*, Harvard Business School Press.
- Dow, S., J. McGuire and T. Yoshikawa (2011) “Disaggregating the group effect : Vertical and horizontal keiretsu in changing economic times,” *Asia Pacific Journal of Management*, Vol. 28, No. 2, pp. 299-323.
- Dyer J. (1997) “Effective interfirm collaboration: how firms minimize transaction costs and maximize transaction value,” *Strategic Management Journal*, Vol. 18, No. 7, pp. 535-556.
- Dyer J. and K. Nobeoka (2000) “Creating and managing a high performance knowledge-sharing network: The Toyota case,” *Strategic Management Journal*, Special Issue 21, pp. 345-367.
- 藤本隆宏（2012）『ものづくりからの復活：円高・震災に現場は負けない』日本経済新聞出版社。
- Gauvin, S. (1995) “Networks of innovators: Evidence from Canadian patents,” *Group Decision and Negotiation*, Vol. 4, No. 5, pp. 411-428.
- Gulati, R. (1998) “Alliances and networks,” *Strategic Management Journal*, Vol. 19, No. 4, pp. 293-317.
- Iansiti, M. and R. Levien (2004) *The Keystone Advantage: What the New Dynamics of Business Ecosystems Mean for Strategy, Innovation, and Sustainability*, Harvard Business School Press.
- 糸久正人・安本雅典（2011）「コンセンサス標準に対する各企業のポジショニングと知識量の関係：自動車

- 産業における AUTOSAR の事例から」 MMRC Discussion Paper Series, No. 372.
- Katz, R. and T. J. Allen (1982) “Investigating the Not Invented Here (NIH) Syndrome: A look at the performance, tenure, and competition patterns of 50 R & D project groups,” *R & D Management*, Vol. 12, No.1, pp. 7-19.
- 河野英子 (2009) 「ゲストエンジニア：企業間ネットワークにおける知識移転と創出のメカニズム」『研究技術計画』第 24 巻第 2 号, pp. 155-162.
- 木村泰三 (2011) 「自動車メーカーのサプライヤ関係に関する理論的再検討」『横浜国際社会科学研究所』第 16 巻第 2 号, pp. 47-62.
- 近能善範 (2002) 「自動車部品取引のネットワーク構造とサプライヤーの資源・能力構築」東京大学経済学研究科博士論文.
- Lissoni, F. (2010) “Academic inventors as brokers,” *Research Policy*, Vol. 39, No. 7, pp. 843-857.
- 真鍋誠司・安本雅典 (2010) 「オープン・イノベーションの諸相」『研究技術計画』第 25 巻第 1 号, pp. 8-35.
- March, J. G. (1991) “Exploration and exploitation in organizational learning,” *Organization Science*, Vol. 2, No. 1, pp. 71-88.
- Orton, J. D. and K. E. Weick (1990) “Loosely coupled systems: A reconceptualization,” *Academy of Management Review*, No. 15, Vol. 2, pp. 203-223.
- 梶山泰生・高尾義明 (2011) 「エコシステムのマネジメント論：エコシステムの境界とそのマネジメント」『組織科学』第 45 巻第 1 号, pp4-16.
- Lazzarini, S. G., D. P. Claro and L. F. Mesquita (2008) “Buyer–supplier and supplier–supplier alliances: Do they reinforce or undermine one another?” *Journal of Management Studies*, Vol. 45, No. 3, pp. 561-584.
- Levinthal, D. A. and J. G. March (1993) “The myopia of learning,” *Strategic Management Journal*, Vol. 14, Special Issue, pp. 95-112.
- Lin, Z., H. Yang and I. Demirkan (2007) “The performance consequences of ambidexterity in strategic alliance formations: Empirical investigation and computational theorizing,” *Management Science*, Vol. 53, No. 10, pp. 1645-1658.
- Sako, M. and S. Helper (1998) “Determinants of trust in supplier relations: Evidence from the automotive industry in Japan and the United States,” *Journal of Economic Behavior and Organization*, No. 34, Vol. 3, pp. 387-417.
- Sidhu, J. S., H. R. Commandeur and H. W. Volberda (2007) “The multifaceted nature of exploration and exploitation: Value of supply, demand, and spatial search for innovation,” *Organization Science*, Vol. 18, No. 1, pp. 20-38.
- Simsek, Z. (2009) “Organizational ambidexterity: Towards a multilevel understanding,” *Journal of Management Studies*, Vol. 64, No. 4, pp. 597-624.
- Schulze, P. (2009) *Balancing exploitation and exploration: Organizational antecedents and performance effects of innovation strategies*, Gabler.

竹田陽子 (2000) 『プロダクト・リアライゼーション戦略：3次元情報技術が製品開発組織に与える影響』
白桃書房.

Tushman, M. L. and C. A. O'Reilly (1996) "Ambidextrous organizations: Managing evolutionary and
revolutionary change," *California Management Review*, Vol. 38, No. 4, pp. 8-30.

Un, C. A., A. Cuervo-Cazurra and K. Asakawa (2010) "R&D collaborations and product innovation,"
Journal of Product Innovation Management, Vol. 27, No. 5, pp. 673-689.

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.

Williamson, O. (1975) *Markets and Hierarchies*, Free Press.