

日本 MOT 学会による査読論文 (2010-1)

社会ネットワーク分析による研究開発体制に関する分析 ： DNA チップ事業におけるキヤノンと日立ソフトの比較

The Analysis for Research & Development Systems by the Social Network
Analysis: Comparison Canon with HitachiSoft in DNA Chip Business

太田 啓文 / 元橋 一之
Hirofumi Ota / Kazuyuki Motohashi

要 旨

本稿では、研究者レベルのネットワーク構造の違いや変化に着目して、DNA チップ事業における経営資源で好対照をなすキヤノン、日立ソフトを事例に、インタビュー等で得られた企業の研究開発体制に対する主観的考察を、社会ネットワーク分析により客観的な形で確認する。

ABSTRACT

Much research has been carried out about R&D management such as independent promotion or linkage utilization to be chosen by each enterprise, however the research exploring on an individual basis has not been paid attention completely. In this study, we attempt to make clear the innovation of new technologies which knowledge creation should be indispensable by the patent data-based social network analysis. This report shows the difference of research & development systems as a case of Canon and HitachiSoft, two contrastive companies with resources in DNA chip business, by focusing on the attribute of each engineer and linkage of engineers based on that of each engineer with one another.

キーワード：研究開発体制、社会ネットワーク分析、DNA チップ、特許、事例分析

1. はじめに

自前推進、外部連携活用など個々の企業が選択すべき研究開発マネジメントについては、多くの研究がなされているが、研究者個々のレベルまで粒度を掘り下げた検討は十分にはなされていない。そこで本稿では、代表的な新技術の1つである DNA チップの研究開発を取り上げ、そのための経営資源で好対照をなすキヤノン株式会社（以下、キヤノン）、日立ソフトウェアエンジニアリング株式会社（以下、日立ソフト）を事

例として、2社の研究開発体制の違いを、個々の技術者の属性やその属性に基づく技術者同士のつながりに着目した社会ネットワーク分析により可視化する。

はじめに、キヤノン、日立ソフト2社の企業概要に触れる。キヤノンは1937年に設立された大手精密機器メーカーで、オフィスイメージング機器、コンピュータ周辺機器、ビジネス情報機器などの事務機、カメラ、光学機器等を製造・販売している（キヤノン、2009）。キヤノンでは、撮像技術、電子写真技術、インクジェット技術、露光装置技術、ディスプレイ技術

をコア技術とし、これらのコア技術をベースに新たな製品開発を推進しており、DNA チップ製造技術はインクジェット技術の派生先に位置づけられている（キヤノン, 2008）。キヤノンは、コア技術を基軸として卓越した特許戦略を有する企業として広く知られ（丸山, 2002）、2007年現在まで13年間連続で米国特許出願件数が世界3位以内を記録している（キヤノン, 2009）。

次に、日立ソフトは1970年に設立された大手システムインテグレーターで、セキュリティ、Felica、インタラクティブホワイトボード、衛星画像、電子ドキュメントなど幅広いITソリューションを持つほか、ゲノム解析、プロテオーム解析、トランスクリプトーム解析、メタボローム解析などを支援するライフサイエンスソリューションの提供にも注力している（日立ソフト, 2009）。日立ソフトのライフサイエンス事業は1983年に開始以来、遺伝子配列解析ソフトウェアDNASIS、レーザースキャニングイメージアナライザーFMBIO、DNAチップ研究所等との連携によるバイオチップAceGeneなどのソリューションをこれまで提供している。日立ソフトは2005年現在、DNAチップ販売では、アフィメトリクス・ジャパン、アジレント・テクノロジーの両外資企業に次ぐ国内企業トップの売上規模を有している（株式会社富士経済, 2005）。

ここで、ネットワーク分析の歩みを俯瞰すると、現実世界に存在する様々なネットワークに関する研究は、社会学の分野で古くから行われてきた（松尾, 2006）。実際、社会学では、社会における関係性をグラフ構造で現し、定量的に評価しようという試みがあり、社会ネットワーク論という形で社会における規範・慣行の普及のモデル化等が研究されてきた（馬場・湯川, 2005）。

近年になって、スモールワールド(Watts & Strogatz, 1998) やスケールフリー (Albert & Barabasi, 2002) など知られる複雑ネットワーク理論という新たな分野が認知され、複雑系、統計物理学、経済物理、人工知能などの領域から、大量の研究者がネットワークの構造分析に参入している（安田, 2006）。その動きの1つとして、人同士が形成するネットワークの構造から得られる情報を明らかにする社会ネットワーク分析に関する研究が活発になされている（Freeman, 2004; Burt, 2005; Powell et al., 2005）。また、Webページのハイパーリンク構造や学術論文の共著・引用関係など、実在する様々なネットワークの構造を分析する研究も盛んに行われている（Barabasi et al., 2002; Shibata et al., 2008; Pilkington

& Meredith, 2009; Chang et al., 2009）。

一方、企業間共同研究を通じた知識スピルオーバーを、ネットワーク構造から捉えようとする研究も行われており（Meagher & Rogers, 2004）、企業アライアンスにおけるネットワーク構造が、特許や新製品開発といった知識創造に大きな影響を与えることが示されている（Schilling & Phelps, 2007）。しかしながら、個々の研究者レベルまで粒度を掘り下げ、研究者個々の属性やその属性に基づく研究者同士のつながりに着目した検討はまだ十分にはなされていない。

DNAチップの研究開発におけるキヤノンと日立ソフトの研究開発戦略の違いについては、太田・元橋（2009）に詳しい。それによれば、キヤノンは同社の技術資産（Ravenscraft & Scherer, 1987）、技術的専門能力（Christensen, 2006）を経営資源として自前開発を特徴としているのに対し、日立ソフトはマーケティング資産（Montgomery & Hariharan, 1991）、統合能力（Christensen, 2006）を経営資源としてオープンイノベーションを推進しているとされている。本研究では、太田・元橋（2009）の議論を発展させ、研究者レベルのネットワーク構造の違いや変化に着目し、知識創造が不可欠な新規技術のイノベーションを、DNAチップ関連特許データの発明者情報を用いた社会ネットワーク分析により明らかにすることを試みる。

本論文ではまず、先行研究をベースに理論フレームワークを組み立て、キヤノン、日立ソフトの各技術者へのインタビューで得られたファクト等をもとに仮説を導出する。そのうえで、社会ネットワーク分析による仮説の検証を通じて、2社の研究開発体制の違いを明らかにし、そこから得られるインプリケーションを提示していく。

2. 理論フレームワークと仮説

歴史的な研究によれば、20世紀初期のR&D活動は、多くの企業が持つ生産活動の維持、改善のニーズから成長してきた（Candler, 1990）。生産活動は企業独自の部分が多かったため、R&Dに対する投資も企業の枠内に収まっていた。Mowery（1983）は、米国の製造業における企業内研究所の発展を描いたが、その発展は、社外の市場からイノベーションを調達するコストに対する企業内のイノベーションに要するコストの優位性に起因するものだとしている。社内R&Dによって技術基盤を築いてきた企業は、蓄積した知識を活用して新製品を開発する方向に自然に進み、範囲の経済を拡張していった。その結果多くの産業で大規模な専業R&D組織が作られ、官僚的組織構造のもとで企業に固有の知識を脈々と受け継ぐことによ

り、規模の経済による参入障壁を築いていった (Teece, 1986; Chandler, 1990)。

一方、外部テクノロジーの重要性を指摘した先行研究も豊富に残されている。Cohen & Levinthal (1990) は、外部技術を活用できるようにするための社内研究への投資の重要性について論じている。また、Rosenberg & Steinmueller (1988) は、社外の研究開発の成果を吸収できない企業は、深刻な競争劣位に直面することになるとした。こうした流れを受け、Langlois (2003) は、社内外問わず才能ある人材を集結した非階層組織構造のもとで、外部技術によるイノベーションを推進している post Chandler 型企業に言及した。戦略的提携や補完資源を活用するこうした提携ネットワークアプローチは、特に高度な技術が求められるバイオテクノロジーなどの産業でよく見られることが複数報告されている (Powell et al., 1996; Langlois et al., 1996; Bekkers et al., 2002)。

ここで、先行研究を踏まえ、DNA チップの研究開発におけるキヤノンと日立ソフトの研究開発体制に目を向ける。Suzuki & Kodama (2004) によれば、キヤノンは自社のカメラ技術をプリンター/コピー機や半導体製造装置等の開発に次々と転用していることが明らかにされている。キヤノンは、撮像技術、電子写真技術、インクジェット技術、露光装置技術、ディスプレイ技術の 5 技術を自社のコア技術としており、DNA チップ製造技術はインクジェット技術の派生先と位置付けている (キヤノン, 2008)。キヤノンは、実力主義に基づいた終身雇用を掲げ、仮にプロジェクトが中止されても、そのプロジェクトで培われた知識が研究者とともに自社に残り、当初意図していなかった別の領域で活用されるケースを多数生み出している (大藪ら, 2006)。大藪ら (2006) により、キヤノンでは、研究テーマに精通するリーダー的研究者が、いわゆるチャンピオンとして機能し、リーダー的研究者を中心に研究開発プロジェクトを推進していることが示されている。実際、同社の技術者へのインタビューによれば、同社では DNA チップの研究開発においても、バイオだけでなく、機械、光学、情報、化学など、各分野の社内中堅技術者が推進役を担っていることが明らかになっている (太田・元橋, 2009)。

一方、日立ソフトは、DNA チップ製造技術を自社にとっての新規技術と捉え、それまで培ってきたシーケンサー技術と異なるスキルセットを持つ若手技術者の積極採用や、DNA チップの研究開発で著名な外部専門機関との連携を通じて、DNA チップ事業を推進していることが示されている (太田・元橋, 2007; 太田・元橋, 2009; Ota & Motohashi, 2009)。実際、同社の

技術者へのインタビューによれば、同社では、バイオを専門とする製薬会社には所与のいわゆるバイオ研究基盤が確立されていないため、若手技術者が中堅技術者と比較的自由に議論し合い、若手技術者のアイデアを積極登用するような土壌があることが明らかになっている (太田・元橋, 2009)。

したがって、DNA チップを自社コア技術の転用先と捉えるキヤノンは、Chandler モデルに基づき、コア技術に精通する自社の中堅技術者が中核を担う官僚的組織構造 (Teece, 1986; Chandler, 1990) で DNA チップ事業を推進しているものと考えられる。一方、DNA チップを新規技術の適用先と捉える日立ソフトは、post Chandler 型企業として、新規に採用した若手技術者や外部専門機関の技術者が中核を担う非階層組織構造 (Langlois, 2003) で DNA チップ事業を推進しているものと考えられる。以降、人的資源管理において一般的に用いられる表現として、官僚的組織構造 (Teece, 1986; Chandler, 1990) をピラミッド構造、非階層組織構造 (Langlois, 2003) をフラット構造と呼ぶこととする。本稿では、太田・元橋 (2009) のスコープを技術者個々のつながりが可視化されるレベルまで掘り下げ、社内および社外各技術者の発明者ネットワークへの寄与を明確に区別して議論を展開するため、以下の 2 つの仮説を提示する。

仮説 1: 自社コア技術の転用に際しては、ピラミッド構造の発明者ネットワークが現れるのに対し、自社にとっての新規技術の活用の際には、フラット構造の発明者ネットワークが現れる。

仮説 2: 自社にとっての新規技術の活用の際には、自社コア技術を転用する場合と比べて、外部技術者による発明者ネットワーク形成への寄与が大きい。

3. 特許データ分析による仮説検証

工業所有権情報・研修館 (2002) による DNA チップ関連技術検索 FI (=C12N15/00F+G01N37/00,102) に基づき、出願年ベースで 2004 年末までの公開特許を抽出後、全件解読し、ノイズを除去したデータ (計 1,694 件) を調査対象データとした。出願人分布を調べたところ、キヤノンは 126 件、日立ソフトは 68 件の出願があった。キヤノンの特許件数は自ら DNA チップを製造・開発している企業の中で首位であり、日立ソフトはオリンパスに次いで 3 位であった。すなわち、異なる経営資源を持つ 2 社の比較は、DNA チップ関連特許件数が国内首位のキヤノンと、DNA チップ販売売上が国内企業首位の日立ソフトとの比較とい

うヴィヴィッドなコントラストを有する。

2004年時点で2社の出願件数の占有率が20%を超える発明者をコア技術者と定義したところ、表1に示すとおりキヤノンは3名、また表2に示すとおり日立ソフトはキヤノンのおよそ4倍の13名が該当した。ここで、占有率の算出にあたっては、複数の発明者による出願を重複してカウントしているが、2社の技術者へのインタビューにより、キヤノン、日立ソフトともに、社内の特許出願における慣行として、どこまでの貢献内容を発明者として含めるかという基準がほぼ同等であることを確認しており、コア技術者の定義には影響を及ぼさないものと考えられる。また、2社の技術者へのインタビューから各コア技術者のキャリアが明らかになっている。具体的には、DNAチップ関連出願特許において、各コア技術者の各出願年時点での役職を尋ね、担当者を若手、主任以上を中堅、と定義した。すなわち、同一人物でもキャリア分類が若手から中堅へ変更になる可能性があるが、2社の全コア技術者において対象出願年におけるキャリア変更該当者はいなかった。上記の定義に基づくキャリア分類の結果から、日立ソフトのコア技術者の半数以上を若手が占めていることがわかった。なお、ここでは、個人情報保護の観点から、発明者を特定し得る個人名の掲載は避け、キヤノンの発明者については「C-n (nは出願件数の占有率の順位)」、日立ソフトの発明者については「H-n (同左)」というIDを付与することとした。

表1および表2から、まず、日立ソフトはキヤノンと比べて集団的に事業を推進しており、かつ若手人材を積極登用していることが示され、太田・元橋(2007); 太田・元橋(2009); Ota & Motohashi(2009)の報告と整合的であることがわかる。

① DNAチップ事業の推進体制

仮説1: 自社コア技術の転用に際しては、ピラミッド構造の発明者ネットワークが現れるのに対し、自社にとっての新規技術の活用の際には、フラット構造の発明者ネットワークが現れる。

(1) 発明者ネットワークポロジ観察による定性分析

特許出願における個々の発明者の連携を経年で追うことで、2社の研究開発体制の違いをミクロに捉えることとした。分析対象データを出願年単位で区切り、発明者ネットワークの経年変化を調べ、キヤノン、日立ソフトのネットワークポロジ形成の違いを、コア技術者と外部発明者に着目して分析した。ここでは、コア技術者のみIDを示し、共同出願先の外部機関名をあわせて明記した。なお、矢印は筆頭発明者からそ

表1 キヤノンのコア技術者

発明者	出願件数	占有率	キャリア
C-1	71	56.3%	中堅
C-2	53	42.1%	若手
C-3	37	29.4%	中堅

表2 日立ソフトのコア技術者

発明者	出願件数	占有率	キャリア
H-1	46	67.6%	中堅
H-2	41	60.3%	若手
H-3	29	42.6%	中堅
H-4	21	30.9%	若手
H-5	20	29.4%	中堅
H-6	19	27.9%	若手
H-7	18	26.5%	中堅
H-8	18	26.5%	若手
H-9	16	23.5%	中堅
H-10	16	23.5%	若手
H-11	14	20.6%	若手
H-12	14	20.6%	若手
H-13	14	20.6%	中堅

れ以外の発明者に対して引かれているが、本稿では入次数、出次数といった次数には着目していないので、以降の分析において矢印の向きは考慮していない。

図1は、キヤノンの発明者ネットワークポロジの経年変化のうち1998年、2001年、2004年の各年を抽出のうえ示したものである。

図1によると、キヤノンの最初の出願年である1998年にコア技術者3名が発明者ネットワークを形成しているが、その後2004年時点までコア技術者は3名のまま増えていない。1998年にコア技術者3名で形成されたネットワークは、2004年にかけて年々発明者が加わることでより成長しているが、それはネットワークを拡張するような成長ではなく、直接コア技術者とつながる発明者が増大する傾向が強い。その結果、コア技術者を中核とするスター構造の発明者ネットワークを形成している。また2004年時点で、外部発明者は全発明者66名のうち、わずか2名にすぎない。2001年以降、コア技術者が形成するネットワークと分断された別の発明者ネットワークが出現し成長するとともに、単独出願する技術者も2004年時点で17名まで増加しているが、これらの技術者による

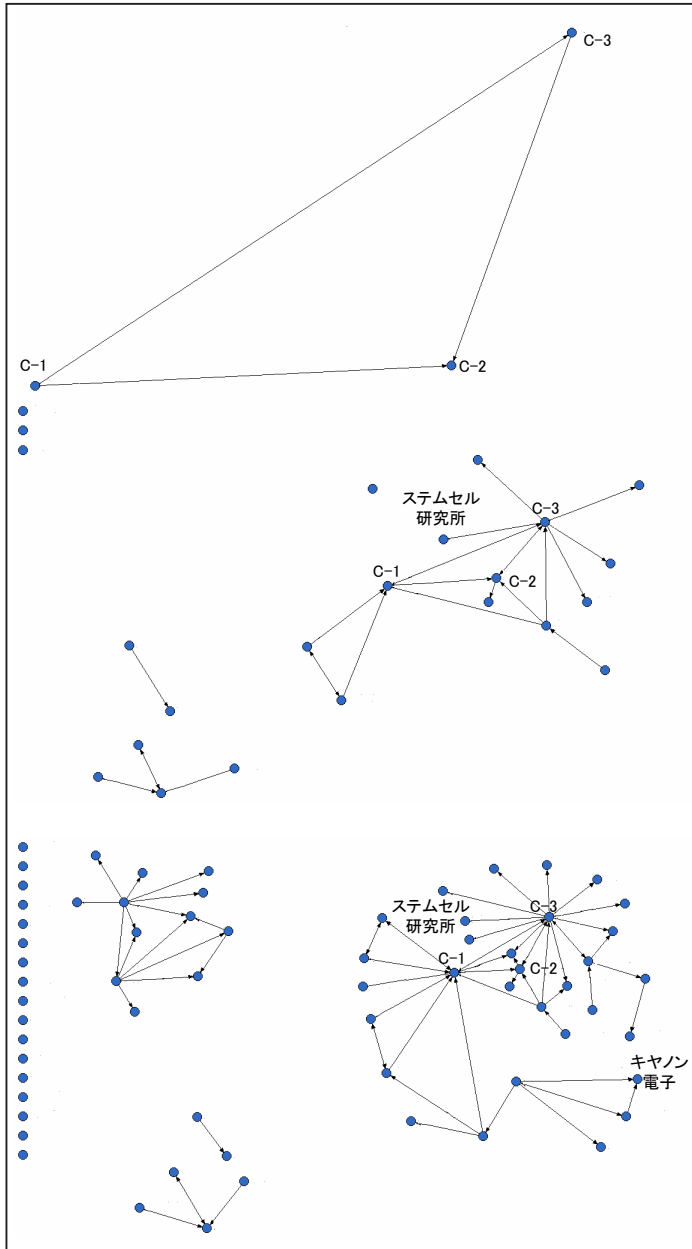


図1 キヤノンの発明者ネットワークポロジの経年変化 (1998,2001,2004)

出願件数は一様に少なく、キヤノン全体の出願特許への寄与は小さい。このようなキヤノン発明者ネットワーク形成の特徴については、後ほど詳しく述べる。以上より、キヤノンでは、DNA チップ事業開始時のごく少数のコア技術者を中核としたピラミッド構造というよりもむしろスター構造で、事業を推進していることが示された。

一方、図2は、日立ソフトの発明者ネットワークポロジの経年変化のうち1997年、2001年、2004年の各年を抽出のうえ示したものである。

これによれば、日立ソフトの最初の出願年である1997年に2名だったコア技術者が、2001年には13名まで増加している。また2004年時点で、全発明者68名のうち、21名を外部発明者が占めている。具体

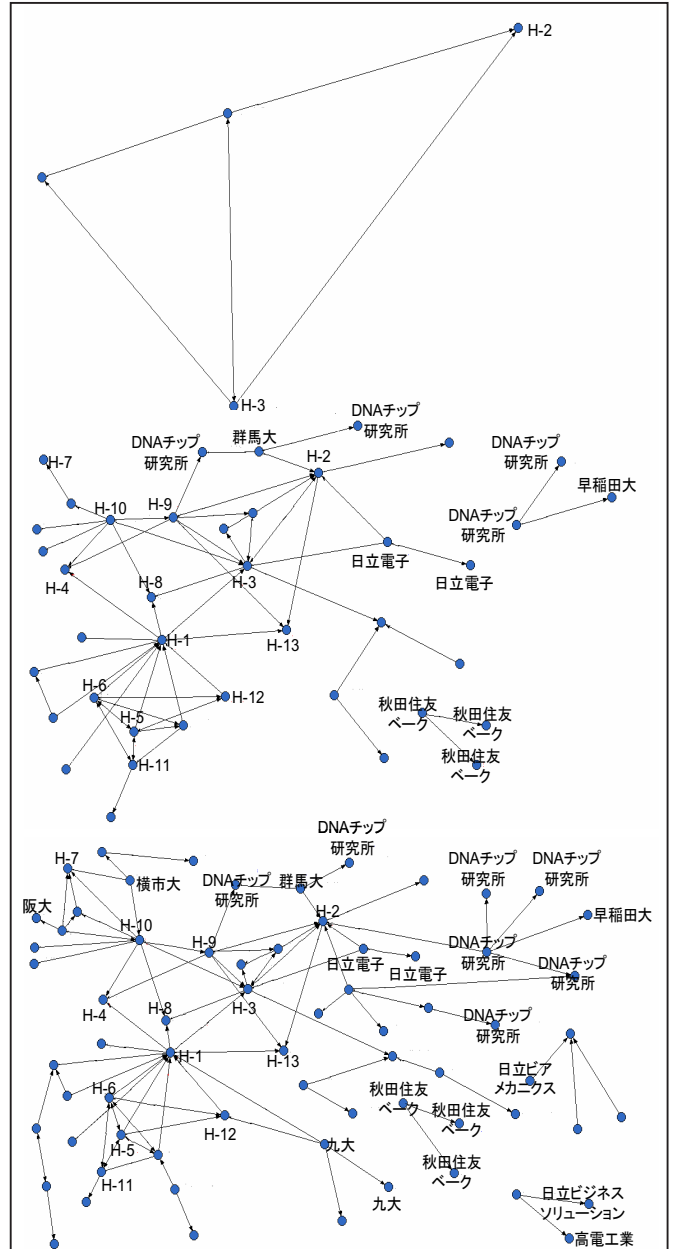


図2 日立ソフトの発明者ネットワークポロジの経年変化 (1997,2001,2004)

的に見てみると、すでに2001年時点で2004年時点と同数の13名のコア技術者が存在している一方、外部発明者は2001年時点では11名で、2004年時点の21名まで増加し続けている。また、2001年時点では、切り離されたネットワーク群だったDNAチップ研究所技術者らのネットワークが、2004年時点ではコア技術者H-2とつながる新たなDNAチップ研究所技術者の出現により接続されている。これは、コア技術者と接続する外部発明者が、別の外部技術者との結節点となり、結果としてコア技術者を中心とするフラット構造の発明者ネットワーク形成に寄与していることを示す1例である。日立ソフトのこうした発明者ネットワーク形成の特徴については、後ほど詳述する。なお、コア技術者と外部技術者との接続を具体的にみると、コア技

術者 H-2 と DNA チップ研究所や日立電子ならびに群馬大、コア技術者 H-10 と阪大および横浜市立大、コア技術者 H-12 と九大などがある。これらのコア技術者 H-2、H-10、H-12 は表 2 に示すとおりいずれも若手技術者であり、若手技術者が DNA チップ開発における情報ソースである外部専門機関との関係において橋渡し役の多くを担っていることがうかがえる。以上より日立ソフトでは、自社若手技術者を中核としたフラット構造で事業を推進していることが示された。

(2) 発明者ネットワークの集中度に基づく定量分析

ミクロレベルでの 2 社の研究開発体制の違いを定量的に捉えるため、ネットワークの集中度に基づく比較を行った。ここでは、連結対象である点をすべて同等に扱ってしまう次数中心性の短所を補い（安田, 2006）、ページランクという Google の基礎的アルゴリズムにも用いられている固有ベクトル中心性（松尾, 2006）に着目した。固有ベクトル中心性では、中心性の高い人との関係は、中心性の低い人との関係よりも、連結相手の中心性を高くする（安田, 2006）。したがって、固有ベクトル中心性の高い人に連なる人がフラット構造的に増えれば、それだけ固有ベクトル中心性による集中度が上昇する。反対に、ネットワークの拡張が、固有ベクトル中心性の高い人と直接つながるスター構造的拡張に留まっていると、全体として固有ベクトル中心性の値の均衡・平準化を招き、結果的に固有ベクトル中心性による集中度は低下する。

図 3 によると、特に 2001 年以降の 2 社の結果に特徴的な差が見られる。キヤノンと比べて 2001 年以降も日立ソフトの集中度の値が低下せずほぼ保たれたのは、ネットワークトポロジーで見たように、コア技術者に連なる発明者の数が年を追うごとにフラット構造的に増大することにより、構造中心（安田, 2006）にいるコア技術者らの固有ベクトル中心性の値がさらに上昇したことによるものと考えられる。一方、キヤノンは 2001 年以降、コア技術者によるネットワークの拡張がフラット構造的にならず、コア技術者と直接つながるスター構造的拡張に概ね留まっているため、コア技術者の固有ベクトル中心性の値とコア技術者に連なる他の技術者の固有ベクトル中心性の値が均衡・平準化し、集中度の値が低下する結果となったと考えられる。

ここまでの分析で、キヤノンと日立ソフトの発明者ネットワーク形成の違いは示されたので、さらに日立ソフトの若手技術者の寄与を定量的に捉えるため、若手コア技術者の有無を分類して、固有ベクトル中心性による集中度を調べた。

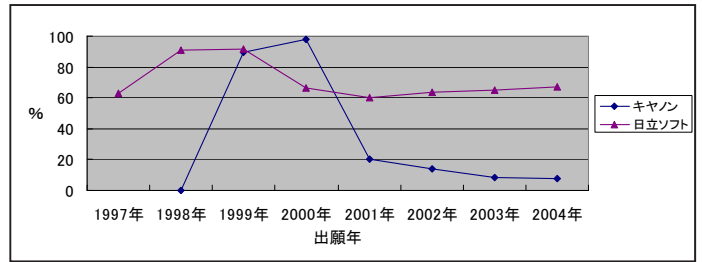


図 3 固有ベクトル中心性による集中度の経年変化

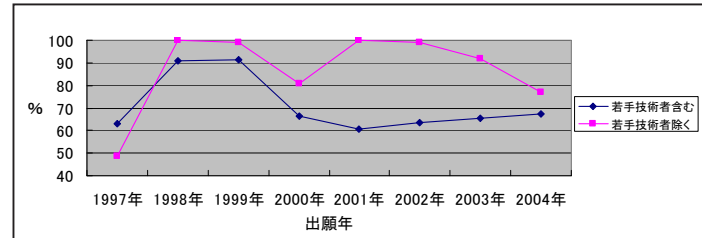


図 4 日立ソフトの固有ベクトル中心性による集中度の経年変化（若手コア技術者有無による分類）

図 4 によると、ほぼ一貫してどの出願年においても、若手コア技術者を除いた場合のほうが、固有ベクトル中心性による集中度が大きいことがわかる。コア技術者は、発明者ネットワークの構造中心（安田, 2006）にあたるため、固有ベクトル中心性の値が大きい。したがって、早期から中堅コア技術者と同数規模存在している若手コア技術者を除くことにより、その分中堅コア技術者の固有ベクトル中心性の値が高まり、結果的に固有ベクトル中心性による集中度が上昇したと考えられる。これは、若手コア技術者が日立ソフトの発明者ネットワーク形成に及ぼしている影響の大きさを示すものであり、日立ソフトの若手技術者による発明者ネットワークの寄与が定量的にも大きいことが示された。

以上、(1) および (2) から、DNA チップの開発において、自社コア技術を転用するキヤノンでは、DNA チップ事業開始時からの自社中堅技術者を中核とするピラミッド構造というよりもむしろスター構造の発明者ネットワークが現れるのに対し、自社にとっての新規技術を活用する日立ソフトでは、自社若手技術者を中核とするフラット構造の発明者ネットワークが現れることが示され、仮説 1 は部分的に支持された。

② DNA チップ事業推進における外部専門機関の役割
 仮説 2：自社にとっての新規技術の活用の際には、自社コア技術を転用する場合と比べて、外部技術者による発明者ネットワーク形成への寄与が大きい。

(1) 発明者ネットワークトポロジー観察による定性分析
 図 1 および図 2 で見たとおり、日立ソフトとキヤノ

ンの全発明者数はほぼ等しいにもかかわらず、日立ソフトにはキヤノンのおよそ7倍もの外部発明者が存在し、フラット構造の発明者ネットワーク形成の一翼を担っている。キヤノンでは、2004年時点の全発明者66名のうち、外部発明者は2名に過ぎず、仮にこの2名が欠けたとしても発明者ネットワークへの影響は限定的であると考えられる。一方、日立ソフトでは、2004年時点の全発明者68名のうち、外部発明者が21名を占めており、連携する外部機関は多様である。すなわち、日立ソフトでは、DNAチップ開発に関する研究開発を推進するために、様々な外部機関の知見・ノウハウ等の取り込みを重視していることがうかがえる。また前述のとおり、コア技術者につながる外部発明者が、さらに別の外部技術者につながることで、コア技術者が形成するネットワークのフラット構造的拡張に寄与しているケースが存在することから、キヤノンと比べて、日立ソフトのDNAチップ事業における外部発明者の発明者ネットワーク形成への寄与が大きいことがわかる。

(2) 発明者ネットワークの集中度に基づく定量分析

発明者ネットワーク形成における外部技術者の寄与を定量的に捉えるため、外部連携の有無を分類して、2社の固有ベクトル中心性による集中度を比較することとした。それによると、図5のとおり、キヤノンは外部発明者の存在がわずかなため、ほとんどグラフに変化が見られない。

一方、図6のとおり、日立ソフトは2001年を境にして、外部連携を除いた場合と外部連携を含む場合と

で、固有ベクトル中心性による集中度の値の大小が入れ替わっていることがわかる。

日立ソフトでは2001年までは外部発明者数は限定的で、固有ベクトル中心性の高い人を構造中心(安田, 2006)とするスター構造的拡張に概ね留まっているため、全体として固有ベクトル中心性の値の均衡・平準化を招き、結果的に外部連携を含む場合のほうが固有ベクトル中心性による集中度が低下した。一方、外部発明者が急増する2001年以降は、外部発明者による発明者ネットワークをフラット構造的に拡張する作用が大きくなることで、ネットワークの構造中心(安田, 2006)にいるコア技術者らの固有ベクトル中心性の値がさらに上昇し、外部連携を除いた場合よりも、固有ベクトル中心性による集中度の値を保つ結果となったと考えられる。したがって、キヤノンと比べて日立ソフトでは、外部技術者による発明者ネットワーク形成への寄与が定量的にも大きいことが示された。

以上、(1) および (2) から、DNAチップの開発において、自社にとっての新規技術を活用する日立ソフトでは、自社コア技術を転用するキヤノンと比べて、外部技術者による発明者ネットワーク形成への寄与が大きいことが示され、仮説2は支持された。

4. おわりに

本論文では、知識創造が不可欠な新規技術のイノベーションを、特許データの発明者情報を用いた社会ネットワーク分析により明らかにすることを試みた。発明者ネットワークトポロジー観察による定性分析、および発明者ネットワークの集中度に基づく定量分析の結果から、キヤノンは、DNAチップ事業開始時のごく少数のコア技術者が中核となって、スター構造のネットワークを形成することにより事業を推進していることが示された。一方、日立ソフトは、外部機関の技術者や社内若手などの知見・ノウハウを積極的に取り込んで、フラット構造のネットワークを形成することにより事業を推進していることが明らかとなった。

キヤノンの発明者ネットワークは、コア技術者3名が構造中心(安田, 2006)であり、この3名の誰か一人でも欠くこととなれば、発明者ネットワークに多大な影響が出ることは明らかである。なぜなら、多くの発明者が別の発明者を介することなくコア技術者と直接つながるスター構造のネットワークとなっており、ひとたびコア技術者との紐帯が分断されれば迂回できず、コア技術者以外の発明者は孤立点となってしまふからである。

一方、日立ソフトの発明者ネットワークは、コア技術者13名が構造中心(安田, 2006)である点はキヤ

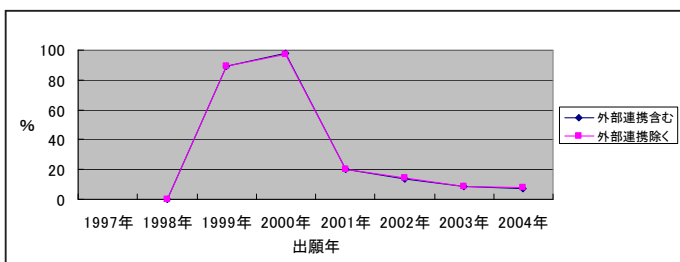


図5 キヤノンの固有ベクトル中心性による集中度の経年変化 (若手コア技術者有無による分類)

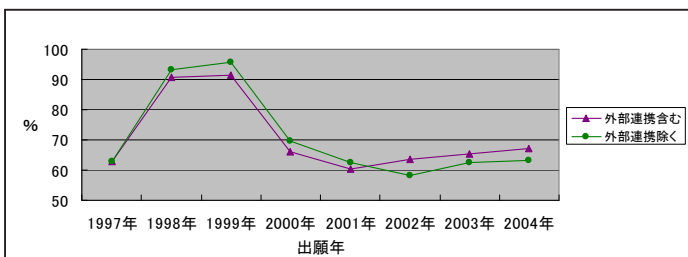


図6 日立ソフトの固有ベクトル中心性による集中度の経年変化 (外部連携有無による分類)

ノンと同様だが、仮にそのうちの誰かが欠けても、他の迂回路を通じてそれ以外の発明者同士がつながることができる可能性が高い。もちろん、コア技術者が欠けるケースとそうでない発明者が欠けるケースとでは、発明者ネットワークに及ぼす影響度合いに違いはあるものの、すぐに発明者ネットワーク全体の崩壊につながることは考えにくい。したがって、社会ネットワーク分析を通じて、人的資源管理の面からみた2社の研究開発体制の強度の違いが可視化された。

以上の結果は、技術資産 (Ravenscraft & Scherer, 1987)、技術的専門能力 (Christensen, 2006) を経営資源とするキヤノンと、マーケティング資産 (Montgomery & Hariharan, 1991)、統合能力 (Christensen, 2006) を経営資源とする日立ソフトについて、対照的な経営資源を持つ2社の研究開発体制の違いを、個々の技術者に着目したミクロレベルにおいて示す結果ということができる。

終わりに、本研究で取り上げたキヤノンや日立ソフトは、それぞれ自社コア技術の転用、自社にとっての新規技術の活用、という属性を備えた企業の一事例に過ぎないので、提示した仮説がどれだけ普遍的に成立するかについては、本研究の結果のみから判断することは出来ない。本論文は、提示仮説の普遍的な証明そのものではなく、そのためのツールとして固有ベクトル中心性指標が有用であることを示唆するものであることを付記しておく。

(おおた ひろふみ、もとはし かずゆき)

《参考文献》

1. Albert, R and Barabasi, A.L (2002) "Statistical mechanics of complex networks," *Review of Modern Physics*, Vol.74, pp.47-97.
2. 馬場靖憲・湯川抗 (2005) 「クラスターのシステム論アプローチ—ネットワーク分析の適用可能性—」『研究技術計画』Vol.20, No.3, pp.205-210.
3. Barabasi, A.L, Jeong, H, Neda, Z, Ravasz, E, Schubert, A and Viesek, T (2002) "Evolution of the social network of scientific collaborations," *PHYSICA A*, Vol.311, pp.590-614.
4. Bekkers, R, Duysters, G and Verspagen, B (2002) "Intellectual property rights, strategic technology agreements and market structure: The case of GSM," *Research Policy*, Vol.33, No.3, pp.531-549.

5. Burt, R.S (2005) *Brokerage and Closure*, Oxford University Press.
6. Chandler, A.D (1990) "Scale and Scope: The Dynamics of Industrial Enterprise," Harvard University Press.
7. Chang, S.B, Lai, K.K and Chang, S.M (2009) "Exploring technology diffusion and classification of business methods: Using the patent citation network," *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.76, No.1, pp.107-117.
8. Cohen, W.M and Levinthal, D.A (1990) "Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation," *Administrative Science Quarterly*, Vol.35, pp.128-152.
9. Freeman, L (2004) *The Development of Social Network Analysis*, Empirical Press.
10. <http://canon.jp/> (2009年4月4日 11:00)
11. <http://hitachisoft.jp/> (2009年4月4日 12:00)
12. 株式会社富士経済 東京マーケティング本部(2005) 『2005 バイオビジネス市場』, 株式会社富士経済 .
13. キヤノン株式会社 (2008) 『CANON TECHNOLOGY HIGHLIGHTS 2008』 .
14. Christensen, J.F (2006) "Whither Core Competency for the Large Corporation in an Open Innovation World?," *Open Innovation; Researching a New Paradigm*, Oxford Press.
15. Langlois, R.N (2003) "The Vanishing Hand: The Changing Dynamics of Industrial Capitalism," *Industrial and Corporate Change*, Vol.12, No.2, pp.351-385.
16. Langlois, R.N and Mowery, D.C (1996) "The federal government role in the development of the U.S. software industry," *The International Computer Software Industry: A Comparative Study of Industry Evolution and Structure*, Oxford University Press.
17. 丸山儀一 (2002) 『キヤノン特許部隊』, 光文社 .

18. 松尾豊 (2006) 「Web2.0 時代の個人とコラボレーション」『情報処理』47 巻 11 号, pp.1229-1236.
19. Meagher, K and Rogers, M (2004) "Network density and R&D spillovers," *Journal of Economic Behavior & Organization*, Vol.53, pp.237-260.
20. Montgomery, C.A and Hariharan, S (1991) "Diversified Expansion in Large Established Firms," *Journal of Economic Behavior and Organization*, January, pp.71-89.
21. Mowery, D.C, (1983) "The relationship between intrafirm and contractual forms of industrial research in American manufacturing, 1900-1940," *Explorations in Economic History*, Vol.20, pp.351-374.
22. 大藪恵美・児玉充・谷地弘安・野中郁次郎 (2006) 『イノベーションの実践理論』, 白桃書房 .
23. 太田啓文・元橋一之 (2007) 「IT 企業の R&D 部門技術者によるバイオ事業推進に必要な知識の蓄積および流通」『2008 年度組織学会年次大会 報告要旨集』 pp.39-50.
24. 太田啓文・元橋一之 (2009.9, 投稿中) 「企業の経営資源とそれに対応する開発戦略：キヤノンと日立ソフットの DNA チップ事業を事例として」
25. Ota, H and Motohashi, K (2009.12, posted) "Accumulation and Circulation of the Knowledge Needed for Biotech Business Promotion by Engineers of R&D Section in an IT Enterprise: The Case of Hitachi Software Co., Ltd.," *Technological Forecasting & Social Change*.
26. Powell, W.W, White, D.R, Koput, K.W and Owen-smith, J (2005) "Network Dynamics and Field Evolution," *American Journal of Sociology*, Vol.110, No.4, pp.1132-1205.
27. Pilkington, A and Meredith, J (2009) "The evolution of the intellectual structure of operations management – 1980-2006: A citation/co-citation analysis," *Journal of Operation Management*, Vol.27, No.3, pp.185-202.
28. Powell, W.W., Koput, K.W and Doerr, L.S (1996) "Interorganizational Collaboration and the Locus of Innovation: Networks of Learning in Biotechnology," *Administrative Science Quarterly*.
29. Ravenscraft, D.J and Scherer, F.M (1987) "Mergers, Sell-Offs, and Economic Efficiency," Washington, DC: The Brookings Institution.
30. Rosenberg, N and Steinmueller W.E (1988) "Why are Americans Such Poor Imitators?," *The American Economic Review*, Vol.78, Issue 2, pp.229-234.
31. Schilling, M.A and Phelps, C.C (2007) "Interfirm collaboration networks: the impact of small world connectivity on firm innovation," *Management Science*, Vol.53, pp.1113-1126.
32. Shibata, N, Kajiwara, Y, Takeda, Y and Matsushima, K (2008) "Detecting emerging research fronts based on topological measures in citation networks of scientific publications," *Technovation*, Vol.28, No.11, pp.758-775.
33. Suzuki, J, and Kodama, F (2004) "Technological diversity of persistent innovators in Japan: Two case studies of large Japanese firms," *Research Policy*, Vol.33, No.3, pp.531-549.
34. Teece, D.J (1986) "Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy," *Research Policy*, Vol.15, No.6, pp.285-305.
35. Watts, D.J. and Strogatz, S.H (1998) "Collective dynamics of 'small-world' networks," *Nature (London)*, Vol.393, pp.440-442.
36. 安田雪 (2004) 『人脈づくりの科学』, 日本経済新聞社 .
37. 安田雪 (2006) 「探索的ネットワーク分析—超領域的探求のための標準手順の提案—」『研究 技術 計画』 Vol.21, No.2, pp.156-163.
38. 安田雪 (2006) 『実践ネットワーク分析』, 新曜社 .