

MMRC
DISCUSSION PAPER SERIES

No. 475


標準化における知識のスピルオーバーの検討：
通信産業に関する特許引用ネットワークの分析

東京大学大学院経済学研究科ものづくり経営研究センター
許 経明

横浜国立大学大学院環境情報学府・研究院
安本 雅典

横浜国立大学大学院環境情報学府
任 認君

2015年8月

 **MONOZUKURI** 東京大学ものづくり経営研究センター
MMRC 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>

**Investigating Knowledge Spillovers under Standardization: The Examination of the
Patent-Citation Networks in the Mobile Telecommunication Industry**

Jing-Ming SHIU

The University of Tokyo

Masanori YASUMOTO

Yokohama National University

Yi-Jun Ren

Yokohama National University

jingmingshiu@gmail.com

yasumo@ynu.ac.jp

dominoren@gmail.com

Abstract: The article attempts to elucidate why incumbent leading standard setters lose their grounds through the knowledge spillovers of architectural knowledge in the surge of standardization. Incumbent leading standard setters (i.e., system manufacturers) are presumed to control innovations and interfirm divisions of labor by managing the architectural knowledge of the whole product system concerned. We conduct the analysis of patent forward citations on essential patents (SEP: Standard Essential Patent), which are declared linked with technology specifications, and proprietary patents in the mobile telecommunication industry. The data shows that by the citations of essential patents from incumbent leading standard setters, semiconductor suppliers attempt to build their proprietary knowledge mainly related to “interface” between telecommunication systems and mobile phones. Also the analysis result reveals that a major semiconductor supplier, Qualcomm, plays as a hub which accelerates the spillovers of architectural knowledge from leading standard setters to other innovators (i.e., semiconductor suppliers and emerging system manufacturers). These findings are expected to expand the debates of standard setters' knowledge management and provide managerial implications for practitioners.

Keywords: standardization, architectural knowledge, standard specifications, essential patents (SEP: Standard Essential Patent), citation, spillover, hub

東京大学大学院経済学研究科ものづくり経営研究センター 許経明

横浜国立大学大学院環境情報学府・研究院 安本雅典

横浜国立大学大学院環境情報学府 任懿君

1. はじめに

本研究では、既存有力企業からコア部品サプライヤーへの技術の主導権¹の移行プロセスを検討するために、既存有力企業のアーキテクチャ知識のスピルオーバーを明らかにする。従来の企業間分業に関する議論では、システム・メーカーのケイパビリティ（能力）は、その「知識」にあると考えられてきた (Conner and Prahalad, 1996; Grant, 1996; Kogut and Zander, 1996; Leonard-Barton, 1992; Nonaka and Takeuchi, 1995)。システム・メーカーはシステムの構成要素間の関係を定めるアーキテクチャについての知識（以下、アーキテクチャ知識）を保持することで、サプライヤー間の分業を調整し(Brusoni and Prencipe, 2001; Brusoni, Prencipe and Pavitt, 2001; Takeishi, 2001; Takeishi, 2002; 武石, 2003)、システムのイノベーションを推進する (Henderson and Clark, 1990; Henderson and Cockburn, 1994)。

このように、企業間分業の調整を可能にするアーキテクチャ知識に、システム・メーカーの能力は見出すことができる²。アーキテクチャ知識を保持することによって、システム・メーカーはサプライヤーとの分業を調整しイノベーションを主導することで、技術の主導権を確保し優位を築いてきたと考えられる。ところが、DVD やパソコンなど、エレクトロニクスや ICT (Information Communication Technology)に関わる産業を中心に、システムの基本アーキテクチャが公開されるようになり、インテルなどの「コア部品サプライヤー」がシステム・メーカーの代わりに企業間分業をコントロールすることが増えている (Shintaku, Ogawa and Yoshimoto, 2006; Tatsumoto, Ogawa, and Fujimoto, 2009)。このように、コア部品サプライヤーがアーキテクチャ知識を持つようになることで、技術の主導権がシステム・メーカーからコア部品サプライヤーに移っている産業が増えている。

技術の主導権がシステム・メーカーからコア部品サプライヤーに移ると、既存のシステム・メーカーは「テクノロジカル・ハザード³」を受けるようになり、生存を脅かされかねない (de Figueiredo and Sturz, 2014)。サプライヤーの技術的な優位性 (technological prowess) によって、

¹ 本研究における技術の主導権とは、システム・メーカーが製品開発を行う際に必要とする問題解決の「権限 (authority: Foss and Foss, 2009)」や「意思決定の権利 (decision rights: Foss, 2011)」を指す。

² アーキテクチャ知識はシステム・メーカー内部の複数部門にまたがる知識であり、短期間には競合他社に模倣され難い。例えば、トヨタ自動車の重量級プロダクト・マネジャー組織では、製品のアーキテクチャに対する知識にもとづいて、設計部門、開発部門、生産部門、販売部門、そしてサプライヤーの間の調整を行い、競争力の高い自動車を開発してきた (Clark and Fujimoto, 1991)。

³ サプライヤーの「技術の主導性」以外に、サプライヤーのバーゲンニング・パワー (Contractor, 1980; Pisano, 1990; Argyres and Liebeskind, 1999)、サプライヤーの知識 (Conner and Prahalad, 1996; Brusoni, Prencipe and Pavitt, 2001)、サプライヤーの能力 (Quinn and Hilmer, 1994; Jacobides and Winter, 2005) がメーカーとサプライヤーの企業間関係に影響を与える可能性があるが、本研究では技術の主導権のみに注目する。

システム・メーカーの将来の技術と量産の機会が左右されるようになるためである (de Figueiredo and Teece, 1996, p. 545)。実際、多くの研究が、「オープン・プラットフォーム (Boudreau, 2010; Boudreau and Hagi, 2009; Eisenmann, Parker and Van Alstyne, 2008; Garud and Kumaraswamy, 1993; Merges, 2008; Parker and Van Alstyne, 2008; West, 2003)」⁴や「プラットフォーム・リーダーシップ (Gawer and Cusumano, 2002; 立本・許・安本, 2008)」に注目して、コア部品サプライヤーの戦略や事業モデルについて検討してきた。しかしながら、システム・メーカーの技術の主導権がいかにコア部品サプライヤーに移転されたのかは十分に理解されていない。

エレクトロニクスや ICT に関わる産業で、コア部品サプライヤーが製品アーキテクチャに対する技術の主導権を獲得するようになったのは、「技術の標準化」が進められてきたことが大きく影響している (Shintaku, Ogawa and Yoshimoto, 2006; Tatsumoto, Ogawa, and Fujimoto, 2009)。標準化が進むなかで、後発システム・メーカーを含むさまざまな企業が外部知識活用を可能にするネットワーク (Argote, McEvily, and Reagans, 2003; Kogut, 2000; Reagans and McEvily, 2003) が生み出されている。) こうしたネットワークの形成にともなって、能力を獲得したコア部品サプライヤーは、企業間ネットワークにおけるハブとしてイノベーションをコントロールし、その利得を確保することができる (プロパティ・ライツ)。このようなプロセスは、技術の標準化によって促進されると考えられる⁵。

知識 (能力) やネットワークの形成のプロセスを問うことは、それが生み出す結果について問うことと同じではない (e.g., Argote, McEvily, and Reagans, 2003; 藤本, 2003; Powell, White, Koput, and Owen-Smith, 1996)。なぜ、どのように標準化が進むなかでコア部品サプライヤーが技術の主導権を確保できるのか、また、コア部品サプライヤーはネットワークの構造にどのように影響を与えるのか。こうした動きに対して、企業 (とくに既存のシステム・メーカー) がどのように戦略的に対応すべきなのかを検討するには、知識の移転による技術の主導権の移行プロセスが明らかにされなくてはならない。

本研究では、標準や特許を通じたコア部品サプライヤーへの知識の蓄積と、それによる企業間ネットワークにおいて、いかに意図せざる知識のスピルオーバー (Fallah and Ibrahim, 2004; Jaffe, Trajtenberg, and Henderson, 1993) が生じるのかを検討する。より具体的には、まずアーキテクチャ知識による技術の主導権についてレビューし、とくに標準化が進むなかでの技術の主導権の確保とその喪失の可能性について論じる。そのうえで、標準化が進むなかでの知識のスピルオ

⁴例えば、Boudreau (2010)の「携帯端末 (handheld device) 産業」の研究では、Palm が携帯端末のソフトウェア (コア部品) である「グラフィカル・ユーザー・インターフェース、オペレーション・システム・カネール、ソフトウェア・ドライバー、アナログ・デバイスの制御ユティリティ」をプラットフォームとしてオープンにするよりは、「ボードレベルの回路設計、工業設計、テストング」というハードウェアを外部企業にオープンにするほうが、携帯端末のモデル・リリース数に貢献していることを明らかにした。また、Garud and Kumaraswamy (1993)のワークステーション産業における Sun 対 Apollo の戦略の研究では、Apollo が製品の非互換性というクローズド戦略を採用していたのに対し、Sun が他社に自社開発の Network File System プロトコルのスペックを開示しながら、自社製の SPARC CPU をライセンスするというオープン戦略をとっていたことが示されている。

⁵標準化が進めば、標準や特許を通じて、企業間にわたる知識の流れのネットワークが形成される。従来の研究では、既存の企業間ネットワークにおける外部の知識へのアクセスを重視し、とくに特定の企業との緊密な関係を通じた知識移転が、企業の能力獲得を促すことに注目してきた (Gulati, Nohria, and Zaheer, 2000; Reagans and McEvily, 2003; Tortoriello, Reagans, and McEvily, 2012)。これに対し、標準や特許を通じた知識移転とそれによる後発企業の能力獲得は、特定の既存の企業間ネットワークに依存せずに、より広く普遍的に生じうる。

ーバーによる技術の主導権の移行について、フレームワークと予測を提示する。続いて、アーキテクチャ知識に関わる標準の仕様（技術規格書）と関連する特許を分析することで、企業間にわたる知識の流れを明らかにする。この結果をふまえ、システム・メーカーの技術の主導権がどのようにコア部品サプライヤーに移転するのか、そのプロセスについて検討を行い、示唆を提示する。

2. 先行研究のレビュー

従来の研究では、システム・メーカーが、コア部品を含むシステムのアーキテクチャを決め、サプライヤー間の分業を調整しながら開発を行うことが前提とされてきた。例えば、自動車メーカーは新しい自動車モデルの仕様や性能を決めてから、まずコア部品であるエンジンやパワートレイン・システムなどを開発している。その際には、自社で開発するエンジンと、各部品サプライヤーが開発するドライブトレイン、センサー、ECU(エンジン・コントロール・ユニット)などとの間で、スケジュール管理、課題への取り組み手順、品質確保の方法、実験の手法、問題発生時への対応などを予め調整しながら開発を進めている。このように、システムのコア・コンセプトに相当するシステムのコア部品が上位技術であり、下位技術である周辺部品を規定する性質を持っている(Clark, 1985; Garud and Kumaraswamy, 1995)。システム・メーカーはこうした性質を持つコア部品を内部化しながら、システムのアーキテクチャに関する知識を保有することで、システム技術全体について主導権を保持してきた。

一方、標準化が進むことで、システムの基本アーキテクチャの公開が進んでいる。標準化は企業間にわたる互換性や相互接続性を促すものであるため、システムの基本アーキテクチャを含む技術の公開を要する。したがって、標準化を推進してきた企業であっても、コア部品を内製化することだけによって技術の主導権を保持できるわけではない。こうした状況においては、むしろオープンで活用が自由な製品全体のアーキテクチャの知識についての権利を保持することで、競合企業／サプライヤーの新規参入と企業間分業をコントロールすることが求められる(David and Greenstein, 1990; Katz and Shapiro, 1986; Merges, 2008; Parker and Van Alstyne, 2008; West, 2003)。すなわち、いかにシステムのアーキテクチャを開放しながら、様々なサプライヤーのアーキテクチャへのアクセスをコントロールするのかが重要である (granting supplier to access to the architecture) (Boudreau, 2010; Boudreau and Hagi, 2009; Carlsson and Stankiewicz, 1999; Eisenmann, Parker and Van Alstyne, 2008; Gawer and Cusumano, 2002; Kende, 1998; von Burg, 2001)⁶。

標準に貢献し技術を公開しながらも、技術の主導権を維持することは可能である。システム・メーカー同士やサプライヤーと標準化を進めるなかで (コンセンサス標準)、標準化を推進する企業は、技術進歩を確認しつつ、自らの技術にもとづいてシステムのアーキテクチャを再定義する。こうして自社技術を標準に反映させることで、そうした技術を用いた自社製品を他社より素早く市場化することができる (Funk, 2002; 2009; Garud and Kumaraswamy, 1993; Mansfield, 1985)⁷。また、標準化に貢献した企業は、関連技術に関する権利 (とくに知財権) を一定条件の

⁶ 例えば、企業は「ライセンス・ポリシー」、「レファレンス・デザイン」などを通じて外部サプライヤーの製品のアーキテクチャをコントロールできる。

⁷ Garud and Kumaraswamy (1993)によると、標準化を推進するシステム・メーカーは“learning by doing”を通じて新しい技術を素早く理解することができる。

もとで確保し、技術進歩や企業間分業を主導することが可能である (Bekkers, 2001; Bekkers, Duysters and Verspagen, 2002, Bekkers, Verspagen and Smits, 2002; Bekkers and West, 2009)。このようにすることで、標準化を推進するシステム・メーカーは、公開すべき知識と自社技術として活かすべき知識 (Blind and Thumm, 2004; West, 2003) という両立し難い知識間のバランスをとりながら、技術の主導権を保持してきたと考えられる。

例えば、移動体通信産業 (Funk, 2002) やワークステーション産業 (Garud and Kumaraswamy, 1993) の研究では、①技術進歩や企業間分業をコントロールし、また②技術進歩に対しいち早くイノベーションを実装し製品化する⁸ことで、競争優位を築くとされてきた。このような試みは、アーキテクチャ知識を保持し管理することによって可能になっていると考えられる。標準化を進めるシステム・メーカーは、システムを標準化することによって、サプライヤーの開発する部品とそれを組み入れる製品との互換性を戦略的に設計することができる (Boudreau and Hagi 2009; Farrell and Saloner, 1992; Katz and Shapiro, 1985; Merges, 2008; Parker and Van Alstyne, 2008)。また、システム・メーカーはシステムのアーキテクチャに関する知識を有することによって、自らのやり方でサプライヤーの部品を他の部品と再統合することも可能である (Davis and Murphy, 2000; Eisenmann, Parker and Van Alstyne, 2008)。

このように、システム・メーカーは、アーキテクチャ知識を保持することで、システムのアーキテクチャの仕様や機能を決める知識 (What to do) とともに、そのシステムのアーキテクチャを実現し製品化するための実装知識 (How to do) をも有している⁹。これらの知識を活かして、システム・メーカーは、技術進歩にともないシステムのアーキテクチャを再定義することができる。このため、いち早く新技術を実装・製品化しながら、こうした知識を持たない競合システム・メーカーやサプライヤーによるイノベーションや参入を制御して、これらの企業との分業をコントロールするようになる。このように、アーキテクチャ知識を保持し管理することで、システム・メーカーは、標準化による基本アーキテクチャのオープン化が進むなかでも技術の主導権を保持してきたと考えられる。

複数の技術にわたる、複雑なシステムのアーキテクチャ知識は容易に模倣されないはずであり、技術の主導権も保持できるはずである。すなわち、システムのアーキテクチャを開示しても、技術や外部のサプライヤーの市場参入をコントロールし続けることは可能である。だが、多くの産業で、技術の主導権は、既存の有力システム・メーカーからコア部品サプライヤーへ移りつつある。このような状況は、システム・メーカーは標準化を通じて競争力を得ているという多くの研究の主張 (e.g., Bekkers, 2001; Bekkers, Duysters and Verspagen, 2002, Bekkers, Verspagen and Smits, 2002; ; Bekkers and West, 2009; Funk, 2002 ; 2009) とは矛盾している。では、コア部品サブ

⁸ システム・メーカーはオープンなシステムのアーキテクチャについて製品化のための実装方法をソリューションとしてライセンスしたり (Pisano, 2006; Teece, 1986; 2006)、標準化を進めるなかで、実装知識を自社の製品開発に活かしつつ、そうした知識を関連サプライヤーがソリューションとして提供するに任せる (安本・糸久, 2014) こともある。このように標準化された技術の実装の面でも、新興企業や補完的なサプライヤーの市場参入のスピードをコントロールすることも可能であると考えられてきた。

⁹ Vincenti (1990) によると、製品開発に従事するエンジニアの知識は、“knowing that”と“knowing how”によって分けられる。“knowing that”とはエンジニアは明文化ができる規範的な知識 (prescriptive knowledge) を持つことを意味している。それに対して、“knowing how”とはエンジニアは規範的な知識と明文化ができない知識 (tacit knowledge) 両方を有することを意味している。また、彼は製品開発に従事するエンジニアが保有するこれらの2種類の知識を“engineering knowledge”と呼んでいる。そうした知識の保有程度が、製品開発の各段階における問題解決のスピードを左右すると考えられる。

ライヤーはどのようにシステム・メーカーと同様のアーキテクチャ知識を獲得できたのだろうか、またそれに関わる知識は、どのように後発システム・メーカーにスピルオーバーしたのだろうか。

3. 分析フレームワーク

標準化を推進するシステム・メーカーは、技術規格書の提案により、システムの基本仕様を公開することになる。例えば、移動体通信産業では、Nokia、Ericsson、Motorola といった有力なシステム・メーカーが、コアネットワーク、基地局、そして携帯電話端末などの通信システムの仕様や機能に関する技術規格書を、3GPP (Third Generation Partnership Project) や ETSI (European Telecommunications Standards Institute) といった標準化団体に提案し公開してきた。このようにして技術規格書が公開されれば、コア部品サプライヤーや後発システム・メーカーに活用されることになり、フリーライダーされかねない。実際、European Commission (2014, p.28)では、「…標準化に関わる情報は複数企業の製品のイノベーションに欠かせないものであると同時に、外部性やスピルオーバーの問題も引き起こす」と指摘されている。

こうした状況に対し、システム・メーカーは関連する技術についての独自特許の一部を、標準の仕様（技術規格書）に関わる必須特許として宣言することで、フリーライダーを防止し、権利を守ろうとしてきた。必須特許とは企業が ETSI のような標準化団体に対して宣言するものであり、標準化への貢献への見返りとして、標準技術の開発企業の関連技術についての権利を一定条件 (FRAND : Fair, Reasonable, and Non-Discriminatory) で認めるものである。必須特許は標準の実用化に際し不可欠とみなされるため、この権利を保持していれば、製品や技術の進歩に影響を与えることができるとともに、当該技術によるライセンス収入や事業の保護を期待できる¹⁰。

しかしながら、技術を必須特許（および独自特許）として保有することはできるものの、専有することは難しい (e.g., Blind and Thumm, 2004 ; David and Greenstein, 1990)。法的な権利として技術を守るための特許も、技術情報の公開を前提とする以上、知識の流出を招く可能性がある。特許権によって守られてはいても、他社の技術・製品開発の参考となり、広く活用される可能性が高まるからである。これまでの研究でも、標準に関わる特許引用によって既存システム・メーカーから後発システム・メーカーへの知識の流れが生じ、後発システム・メーカーの能力獲得に結びついていることが示されてきた (He, Lim and Wong, 2006; Leiponen, 2008; Kang and Motohashi, 2015)。このような知識のスピルオーバーは、既存の有力システム・メーカーの優位を覆す可能性がある。

以上のように個々の技術規格書と必須特許が公開されていても、必須特許の宣言による技術規格書の間関係が複雑であれば、システムのアーキテクチャ知識でも複雑であると考えられる。技術規格書は、製品システムの知識要素 (knowledge elements) の種類を表す。企業が必須特許を複数

¹⁰ 日欧の移動体通信産業や自動車産業の企業7社の知財/標準化関連部門ディレクター/マネージャーとの意見交換による (2013年各月、2014年10月、12月)。ただし、国・地域、産業、企業により特許出願の狙いや戦略は異なっている (例えば日本企業や移動体通信を含む ICT 企業は特許出願に積極的な傾向がある等)。なお、特許にはロイヤリティ収入をもたらす面もあるが、自動車産業 (とくに日本) をはじめ技術や事業を保護する面をより強調する企業は少なくない。

の技術規格書にわたって宣言していれば、その企業における知識要素間の関係は緊密であると考えてよい¹¹。その場合には、コア部品サプライヤーがアーキテクチャ知識を吸収することは困難である。なぜなら、複数の技術や構成要素間の関係を定め、技術の実装を可能にするアーキテクチャ知識は、暗黙的に保持されていたり、ノウハウとして秘匿化されている場合も少なくないからである。下の図1の左側のように、標準化を推進してきた有力システム・メーカーが、複数の技術規格書間にわたる必須特許を確保し、複雑な知識のネットワークを保持している場合、そのアーキテクチャ知識は流出し難いと予想される (Shiu and Yasumoto, 2015)。このようなアーキテクチャ知識は、個々の技術の仕様や特許を参照／引用するだけでは容易に獲得できない。そうであれば、技術規格書や必須特許が公開されていても、システム・メーカーは技術の主導権を保持し続けることができるはずである。

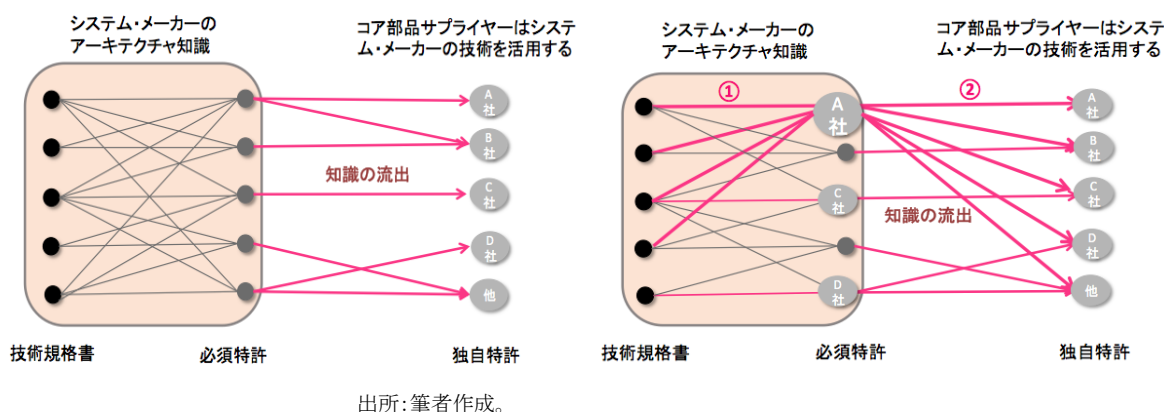


図 1. 分析のフレームワーク

では、技術規格書や必須特許を通じて、どのようにシステムのアーキテクチャ知識のスピルオーバーは生じるのだろうか。先に述べたように、コア部品サプライヤーは技術規格書や必須特許の技術情報を用いることによって、自社の製品開発や技術開発に活かすことができる。システムのアーキテクチャの技術を活用するには、二つのルートがあると考えられる(図 1 の右側)。まず、①標準化したシステム・メーカーの技術規格書に記載される技術仕様を活用(参照)して、必須特許を宣言することである。また、②システム・メーカーの必須特許を引用して、独自特許を申請することも可能である。

①の動きが進むと、コア部品サプライヤーが必須特許宣言を行うことにより知識が開示されるようになる。その結果、②の動きが進み、コア部品サプライヤーはさらにその知識を引用し、独自特許を数多く申請するようになる。とくに、特定企業により①の動きが積極的に推し進められると、その企業に知識は集約され必須特許として開示されるようになる。開示された必須

¹¹ Yayavaram and Ahuja (2008)によると、企業の知識構造 (knowledge structure) はネットワークで表すことができる。ネットワークにおける紐帯 (tie) は個々の知識要素 (knowledge elements) 間の関係性を示しており、企業の知識構造を表現している。その関係性が濃密であるほど、個々の知識は相互に関連し合い、企業の知識構造は複雑であると言える。こうした観点から、彼らは 1984 年から 1994 年までの世界半導体産業の特許がどれほどの USPTO の特許分類に対応していたのかを計算し、企業の知識構造 (knowledge structure) を分析した。Fleming and Sorenson (2001)も同じ手法を使用し、ノード (technology classes) と紐帯 (特許) によって知識のネットワークを分析した。これらの研究をふまえ、本研究では、ノード (技術規格書) と紐帯 (必須特許) によって企業の知識のネットワークを分析することで、標準化における企業の戦略的意図を読み取れると考える。

特許を手掛かりにすれば、後発システム・メーカーやコア部品サプライヤーは知識のサーチ・コストを抑えることができるので、その特定企業から知識を吸収するようになると考えられる。こうしたコア部品サプライヤーの行動による知識の流れ①と知識の流れ②が、システム・メーカーからのアーキテクチャ知識のスピルオーバーに結びつくと予想される。

以上の点をふまえ、本研究では、まず、技術規格書と必須特許との関連に注目し、標準化のもとで、どのように既存の有力システム・メーカーが製品のアーキテクチャ知識を保有しているのかを説明する。そのうえで、とくにコア部品サプライヤーが、どのような技術規格書に関わる必須特許を活用して、どのような独自特許を獲得してきたのかを検討する。このような知識獲得のルートに注目して、複数の技術規格書にわたるシステム・メーカーのアーキテクチャ知識のスピルオーバーを検討することで、既存の有力システム・メーカーの技術の主導権の低下のプロセスは検討できると考えられる。

4. サンプルとデータ

4.1 サンプル

本研究では、分析対象に移動体通信システムを選定した。移動体通信システムのアーキテクチャは、コアネットワークが複数の基地局をカバーして、その基地局が複数の携帯電話を管理する「セルラー・アーキテクチャ」となっている。このアーキテクチャが 1G、2G、3G という通信技術の進歩の中で標準化され、オープンなシステムのアーキテクチャのドミナント・デザインとして公開されている (Davis, 1988; Davies, 1996; Steinbock, 2002)¹²。本研究では、コアネットワーク、基地局、そして携帯電話といった通信システムの開発に従事するシステム・メーカーである Nokia、Ericsson、Motorola と、携帯電話端末の開発に欠かすことのできないコア部品サプライヤーとの間の知識の流れを検討する。

Nokia、Ericsson、Motorola をシステム・メーカーとして選定した理由は、1990 年代初期から、これらのシステム・メーカーは通信産業の中で 2G GSM から 3G UMTS の複雑な通信システム¹³の技術を主導していたからである。その結果、1998 年には、Nokia、Ericsson、Motorola によるコアネットワークと基地局の世界マーケットシェアはそれぞれ 12%、29%、12%となっていた。携帯電話端末においても、この 3 社による世界マーケットシェアはそれぞれ 22.5%、15.1%、19.5%を占めていた¹⁴。ところが、2005 年以降、後発の携帯電話端末メーカーの急速な成長に脅かされるようになった。

もう1つの理由は、1990 年 4 月 4 日から 2012 年 10 月 2 日まで技術規格書の提案数と必須特許件数について、Nokia、Ericsson、Motorola の占める割合が高いことによる (Shiu and Yasumoto, 2015)。これらのシステム・メーカーは、こうした技術規格書と必須特許によって技術進歩と新たな企業の参入をコントロールしてきたと考えられる。これらのシステム・メーカーのシェアの高さは、その結果である。このように、Nokia、Ericsson、Motorola は通信システムに関わるアーキテクチャ知識を保有することで技術の主導権を保持してきたと考えられ、これらのシステム・メーカーは本研究の問題意識に適している。

¹² 1980 年代の 1G のアナログ通信技術は「セルラー・アーキテクチャ」という通信システムのアーキテクチャであり AT&T によって開発された。1979 年に、AT&T はアメリカのシカゴで 1G のアナログ通信技術の運行試験を行い始めた。1983 年の 12 月に、Motorola も「セルラー・アーキテクチャ」という通信システムのアーキテクチャのもとでの運行試験の結果を用いて 1G のアナログ通信サービスを開始した。

¹³ 例えば、Davies (1996)、Davies (1999)、Davies and Brady (2000)、Hobday (1995)、Hobday (1998)、Hobday (2001)、Miller, Hobday, Leroux-Demers and Olleros (1995)は、通信システムを CoPS (Complex Product System) と考えている。

¹⁴ 引用文献：Shiu and Yasumoto (2015) http://merc.e.u-tokyo.ac.jp/mmrc/dp/pdf/MMRC465_2015.pdf

一方、本研究において Qualcomm、Freescale、Infineon、Texas Instruments、Mediatek、Spreadtrum という 6 社の半導体サプライヤーを、コア部品サプライヤーとして選定した。理由は、これらのサプライヤーが技術進歩と新たな企業の参入をコントロールし技術の主導権を握るようになっているためであるが、より具体的には以下の 2 点が指摘できる。まず、2009 年における、Mediatek、Qualcomm、Texas Instruments、Infineon は携帯電話端末のベースバンドチップセットの世界マーケット・シェア(出荷量)が 23%、22%、18%、9%と大きく、さらに Freescale と Spreadtrum のマーケット・シェアを合わせると、これら 6 社のコア部品サプライヤーによつての全世界の約 8 割の携帯電話端末のベースバンド・チップセットが提供されていたことによる¹⁵。

もう 1 つの理由は、1990 年代の後半から、この 6 社が携帯電話端末の心臓部にあたるコア部品(ベースバンド・チップセットとプロトコル・スタック)を外販することによつて、後発の携帯電話端末メーカーは複雑な通信システムに関する知識を持たなくても、短期間に世界主要な国の通信環境で使える携帯電話端末を開発できるようになったためである(許・今井, 2010)。その結果、2005 年以降、Nokia、Ericsson、Motorola は、後発の携帯電話端末メーカーの急速な成長に脅かされるようになった。Nokia、Ericsson、Motorola の携帯電話端末事業部は、それぞれ 2013 年 9 月に Microsoft に、2011 年 10 月に Sony に、2011 年 8 月に Google に吸収された。その後、2014 年第三四半期における世界の携帯電話端末のスマートフォン市場では、首位の Samsung が 23.8%、二位の Apple が 12.0%、三位の小米が 5.3%、四位の Lenovo が 5.2%のマーケットを獲得している¹⁶。これらの企業は、コア部品サプライヤーのコア部品を用いて端末を提供しており、コア部品サプライヤーが技術の主導権を握るようになると予想される。この 6 社のコア部品サプライヤーは Nokia、Ericsson、Motorola の技術の主導権を相対的に低下させていたと考えられ、本研究の問題意識に適している。なお、本研究では、比較対照も可能なように、コア部品サプライヤーに加えて、後発の有力携帯電話端末メーカー、Samsung、LG、Apple、Huawei についても、Nokia、Ericsson、Motorola からの一連の知識の流れを検討する。

4.2 データ

先に見たように、本研究では、移動体通信システムに関わるシステム・メーカーのアーキテクチャ知識に注目することで、技術の主導権の移り変わりおよび知識のスピルオーバーを検討する。Nokia、Ericsson、Motorola は、移動体通信アーキテクチャを技術規格書と必須特許として外部の企業に開示している。後発携帯電話端末メーカーとコア部品サプライヤーが Nokia、Ericsson、Motorola の移動体通信システムに関する技術規格書と必須特許を用いることによつて、自社の製品開発や技術開発に活かすことができる。技術規格書はアーキテクチャの基本仕様を開示するものであり、必須特許にはアーキテクチャの管理や実装に関する技術情報が含まれていると考えられる。したがって、後発携帯電話端末メーカーとコア部品サプライヤーがいかに技術規格書と必須特許を活用するのかを観察することによつて、移動体通信産業における企業間の知識の流れを明らかにできると予想される¹⁷。

¹⁵ Freescale と Spreadtrum のマーケットシェアは 9%以下であると推測できる (引用：http://www.digitimes.com.tw/tw/rpt/rpt_show.asp?v=20101130-584#ixzz1TNoBduEp)。

¹⁶ 引用文献：<http://www.chinatimes.com/newspapers/20141031000069-260202>。

¹⁷ 技術規格書と必須特許は ETSI と 3GPP によつて公開されている (Bekkers, Duysters and Verspagen, 2002; Bekkers and Liotard, 1999; Bekkers, Verspagen and Smits, 2002)。なお、移動体通信システムのアーキテクチャの実装に関する知識に関しては、暗黙的に保持されていたり、ノウハウとして秘匿化されている場合も少なくない。このように実装に関する知識を直接測定するのは容易ではない。こうした問題はあつたものの、企業がある分野(技術分類)で一定の特許の申請を行つていれば、少なくとも

本研究では、3GPPのウェブ・サイトから1988年4月から2009年12月までの2G GSMと3G UMTSについて合計 6,243 件の技術規格書¹⁸を取得した。また、ETSI のウェブ・サイトから 1990 年 4 月から 2012 年 10 月までの 2G GSMと3G UMTS 合計 16,493 件の必須特許(企業が自社のアメリカとヨーロッパの特許をETSIに宣言していたもの)も取得した¹⁹。そのうえで、知識の流れ①を明らかにするために、必須特許に記載された技術規格書の情報にもとづき、16,493 件の必須特許を 6,243 件の技術規格書にマッピングし、移動体通信システムのアーキテクチャの中での必須特許の位置づけを分類した。

こうした作業のために、台湾系携帯電話開発・生産委託サプライヤー (Original Design Manufacturing) の 5 人のソフトウェア・エンジニアと 7 人のハードウェア・エンジニアの協力を得て、それぞれの技術規格書が 1) 通信サービス、技術課題、およびプラン(Service and Technical Issues, Requirements and Plans)、2) コアネットワーク(Core Network and Intra Fixed Network)、3) 通信手順(Air Interface)、4) 携帯電話端末(Mobile Phone)、および 5) セキュリティ・暗号化(Security Algorithm)といった通信システムのアーキテクチャの中で、どのようなカテゴリーに含まれるのかを下記の表 1 のように分類した²⁰。なお、本研究では通信産業の標準化活動における技術規格書の情報をより正確に把握するために、技術に関する資料とレポート、雑誌や新聞記事などの二次データも参照した²¹。

もその分野については技術を実装し製品化する際に不可欠な知識やノウハウを保持している可能性が高いと考えられる。このように、特許は、実装知識そのものを厳密に表すわけではないものの、「実装を可能にする関連知識」の保有レベルを把握するうえで、有力な指標となりうると考えられる




¹⁸ 3GPP は 1998 年に ETSI から標準化の遂行業務を引き継ぎ、2000 年から標準化組織として正式に運営を開始した。本研究では、3GPP の管理している 2G GSM と 3G UMTS の技術規格書のデータベース (http://www.3gpp.org/ftp/Information/Databases/Spec_Status/3GPP-Spec-Status.zip) を使用した。また、3GPP の技術規格書の管理者 John M Meredith に、全ての技術規格書はデータベースに十分に収納されているというデータベースの信頼性と有効性を e-mail で確認した。

¹⁹ 本研究は ETSI に必須特許として宣言されたグローバル特許のデータベースから、2012 年 12 月にダウンロードを行った (<http://ipr.etsi.org/searchIPRD.aspx>)。ダウンロードされたデータは、1990 年 4 月 4 日から 2012 年 10 月 2 日までの合計 64,228 件である。本研究では、Qualcomm の主導で成立した 3GPP 2 (Third Generation Partnership Project 2) の 3G CDMA2000 の標準化を分析対象から除外した。3G UMTS は 2G GSM の後にも最も大きく利用されている通信の世界標準であるが、3G CDMA2000 はそうではないからである。例えば、2008 年に、世界約 88%の通信システムの導入数は 2G GSM と 3G UMTS である (Bekkers, Bongard and Nuvolari, 2009)。また、2G GSM と 3G UMTS の技術規格書の管理は 1998 年に ETSI から 3GPP に移転された (Hillebrand, 2002)。この意味では、2G GSM と 3G UMTS のデータが整備されており網羅性も高いと考えられる。なお、本稿は、計算上の便宜で 2G GSM、2.5G GPRS、2.75G Edge を“2G GSM”、3G WCDMA、3.5G HSDPA、3.75G HSUPA を“3G UMTS”としてデータの集計を行った。また、本研究では記録上で異なる企業名は 1 つの企業としてカウントした。例えば、Nokia UK Ltd, Nokia Siemens Networks, Nokia Corporation, Nokia Japan Ltd, Nokia Mobile Phones, Nokia Research Center, Nokia Communications, and Nokia Telecommunication Inc. は“Nokia”としてカウントした。

²⁰ 技術規格書が、通信システムのアーキテクチャの中で 2 つ以上の分類に属する場合は、該当技術規格書が通信システムのアーキテクチャのなかで最も適しているものに分類した。技術規格書に対する 3GPP の分類や技術資料などを参照することにより、企業が通信システムのアーキテクチャの仕様や性能を決める際には、おもに通信サービスや技術課題やプラン、コアネットワーク、通信手順、携帯電話、セキュリティ (暗号化) という 5 つのカテゴリーを考慮していることが判明した。また、分析の便宜上のために、本研究ではこのような 5 つのカテゴリーの通信システムのアーキテクチャを選定した。なお、基地局に関する多くの技術規格書は非公開であるため、分析の便宜上、技術的類似性が高い通信手順のカテゴリーに含めて集計した。

²¹ 本研究では、“Third Generation Partnership Project: 3GPP Working Procedures (http://www.3gpp.org/ftp/Information/Working_Procedures/3GPP_WP.pdf)”と“3GPP TR 21.900 V7.2.0 (2006-06) (<http://www.qtc.jp/3GPP/Specs/21900-720.pdf>)”を参照し、標準化活動における技術規格書の策定のプロセスも検討した。

表 1. 技術規格書の分類

Telecommunication System	Specification Categories	2G series	3G series
Service & Technical Issues, Requirements and Plans	"Requirements", "Service aspects ("stage 1")", "Technical realization ("stage 2")", "Programme management", "LTE (Evolved UTRA) and LTE-Advanced radio technology", "General information (long defunct)".	00,01,02,03,10,41,42,43,50,	21,22,23,30,36
	"Signalling protocols ("stage 3") -(RSS-CN)", "Signalling protocols ("stage 3") - intra-fixed-network".	08,09,48,49	28,29
	"Signalling protocols ("stage 3") - user equipment to network", "Radio aspects", "CODECs", "Data", "OAM&P and Charging", "Multiple radio access technology aspects".	04,05,06,07,12,44,45,46,52	24,25,26,27,32,37
	"Subscriber Identity Module (SIM / USIM), IC Cards. Test specs", "UE and (U)SIM test specifications".	11,51	31,34
Security Algorithms	"Security aspects", "Security algorithms (3)".	55	33,35

出所: Shiu and Yasumoto (2015).

知識の流れ②を検討する際、独自特許による必須特許の被引用(パテント・フォワード・サイテーション)のデータを収集した。パテント・フォワード・サイテーションは、企業間の知識の流れを検討するための代表的な方法である(Jaffe and Trajtenberg, 2002; Jaffe, Trajtenberg and Henderson, 1993)²²。本研究では、EPO(欧州特許庁)のEspacenetのパテント・データ・ベースから6社のコア部品サプライヤー²³と4社の後発携帯電話端末メーカー²⁴の215,649件のアメリカ特許と75,464件のヨーロッパの独自特許を期間限定せずに全抽出した²⁵。なお、これら10社の独自特許の申請日(Application Date)とETSIに宣言された必須特許の宣言日(Declared Date)にもとづいて、アメリカの必須特許の被引用21,010件、ヨーロッパの必須特許の被引用643件、合計21,653件のパテント・フォワード・サイテーションのデータを生成した²⁶。これにより、「Nokia、Ericsson、Motorolaから6社のコア部品サプライヤーへの知識の流れ」と、「Nokia、Ericsson、Motorolaから4社の後発携帯電話メーカーへの知識の流れ」の共通点や相違点を

²² パテント・フォワード・サイテーションの追跡によって、企業間の知識の流れを確認した研究には、他にも Fleming and Sorenson (2001), Harhoff, Scherer and Vopel (2003)などがある。本研究ではコア部品サプライヤーの特許に引用されたパテントについてのバックワード・サイテーションを分析していない。その理由は、ETSIに申告された企業の必須特許からの知識の流出にフォーカスしているためである。また、ETSIに申告された企業の必須特許についてのパテント・フォワード・サイテーションの分析は、企業の必須特許の経済価値を示すことができるためでもある。

²³ <http://www.epo.org/searching/free/espacenet.html>

²⁴ Samsung、LG、Apple、Huaweiの独自特許については、Synergytek社のサーチ・エンジンでのキーワードで抽出した(<http://synergytek.com.tw/blog/products/jpr-search-analysis/matheo-patent/>)。

²⁵ この10社の独自特許の申請日は必須特許のデータのなかで最も新しい2012年10月の必須特許の宣言日を超えている。なお、Bekkers and West (2009)の通信システムに関するIPC(International Patent Classification: G01S1, G01S5, H01Q21, H01Q3, H04B, H04J, H04K1, H04L, H04M, H04N1またはH04Q)を使って、通信システムに関わる独自特許の件数を検討すると、合計は43,860件となる(全独自特許の中で約13%を占めている)。

²⁶ もう1つの理由は、Espacenetの特許のデータベースでは、特許のアプリケーション・ナンバー(申請番号)とパブリケーション・ナンバー(公開番号)は同じサイテーションのデータを使用しているからである

(<http://www.ambercite.com/index.php/amberblog/entry/how-many-forward-citations-does-the-microsoft-touchscreen-patent-us8077153-have-and-why-does-it-matter>)。

理解できるようになる。

5. ケース・スタディ

5.1 移動体通信システムに関するアーキテクチャ知識

企業のアーキテクチャ知識を解明するには、各社の技術規格書と必須特許の関係を知る必要がある。Shiu and Yasumoto (2015)によると、1988年4月から2009年12月までの2G GSMと3G UMTSの6,243件の技術規格書は、2,248件の共通の技術規格書から派生したものである²⁷。これらの技術規格書の策定は2G GSMから3G UMTSまでの移動体通信システムの仕様の変化を意味している。コア部品サプライヤーや後発携帯電話メーカーはこれらの技術規格書をベースにして製品開発を行う。一方、標準化の推進企業はこれらの技術規格書を公開しても、それに対応する必須特許の申請によって移動体通信システムの技術の使用をコントロールしている。このように、各社における技術規格書と必須特許の運用は、移動体通信システムに関するアーキテクチャ知識を反映していると考えられる。

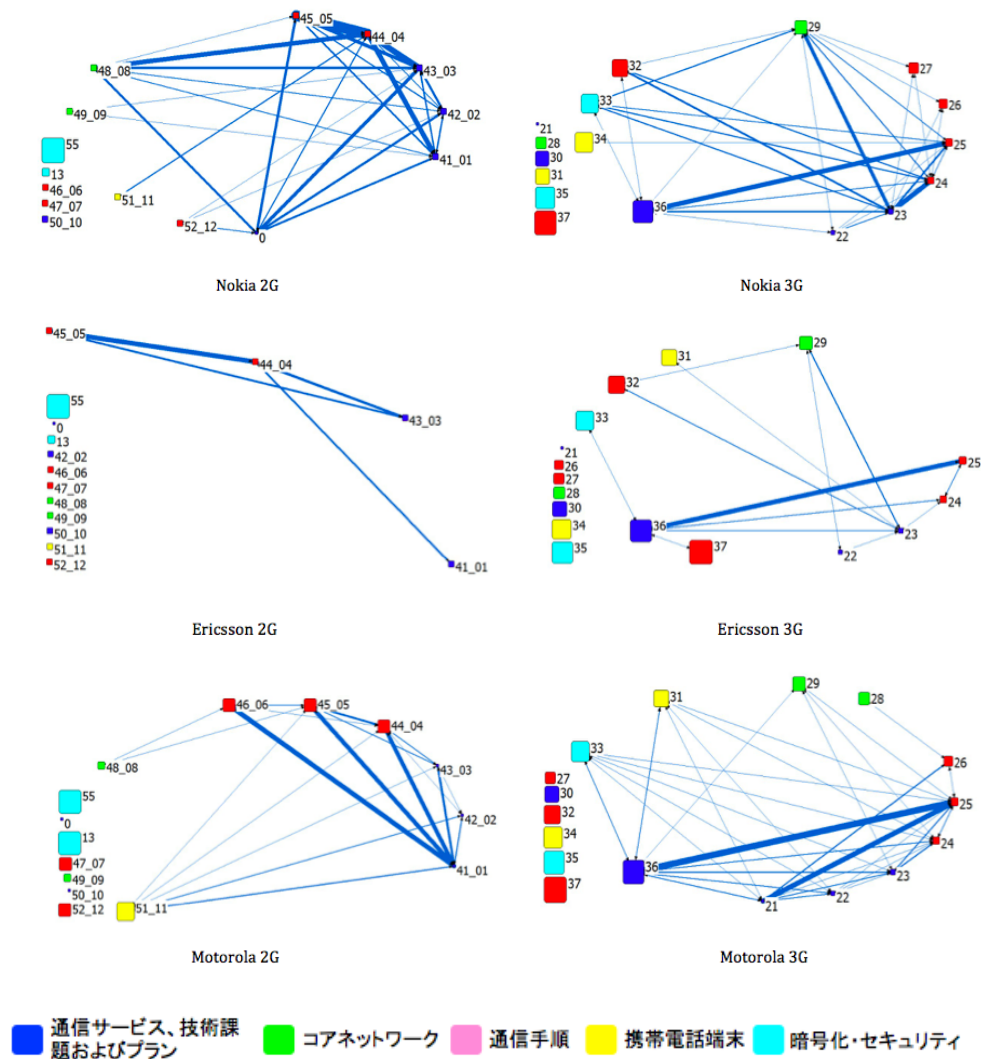
ここでは、技術規格書のデータに加えて、1990年4月4日から2012年10月2日までの期間の64,228件の必須特許の宣言資料を使用し、技術規格書間の「密度」と技術規格書のカテゴリ（ノード）の「中心値」を、ネットワーク・ツール UCInet の“Density”と“Degree Centrality”によって計算した。企業の必須特許の宣言による技術規格書間の「密度」が高ければ、その企業は他社より移動体通信システムに関するアーキテクチャを広範囲にコントロールしており、その企業のアーキテクチャ知識は複雑であると考えられる。一方、ある企業における技術規格書のカテゴリの「中心値」がわかれば、その企業の複雑なアーキテクチャ知識のなかでもっとも重要な知識の種類がわかる。

図2は、その結果である。青色、緑色、紫色、黄色、空色のノードはそれぞれ「通信サービス、技術課題、およびプラン」、「コアネットワーク」、「通信手順」、「携帯電話端末」、および「セキュリティ・暗号化」に関する技術規格書を表している。一方、ノードの間の青色の線は必須特許を表している。必須特許は複数の技術規格書に対応しているため、ノードのサイズと線の幅はその技術規格書に対応する必須特許の件数を反映したものである。なお、図2においてNokia、Ericsson、Motorolaの左側に独立した形で表示しているノードは、必須特許が特定の技術規格書のみに対応して宣言されていることを意味する。2G GSMと3G UMTSの間では違いがあるが、Nokia、Ericsson、Motorolaの各社における技術規格書間の密度は高いとわかった²⁸。各企業は移動体通信システムに関わる複数の技術規格書間において必須特許を広く宣言しており、移動体通信システムのアーキテクチャをコントロールしている。その背後には、各企業の保有する複雑なアーキテクチャ知識があると考えられる²⁹。

²⁷ 例えば、Nokiaは“TS 02.16 International Mobile Station Equipment Identities (IMEI)”という技術規格書のもとで2G GSMから2.5G GPRSに技術を発展させている。

²⁸ 2G GSMの場合は、Nokia、Ericsson、Motorolaの技術規格書間の密度(density)は、それぞれ0.257、0.038、0.181であり、3G UMTSの場合は、それぞれ0.228、0.096、0.243である。これらの値は技術規格書と必須特許の対応関係をUCInetの“One Mode”と“Binary”で変換して求めたものである。

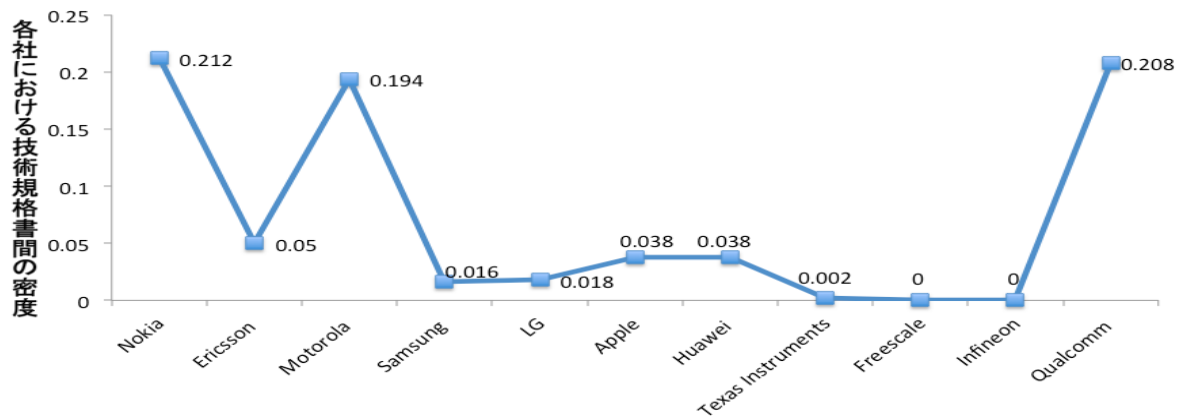
²⁹ Samsung、LG、Apple、Huaweiの技術規格書間の密度にも同じ傾向があることを確認した(Appendix 図A参照)。



出所:筆者作成。

図 2. Nokia、Ericsson、Motorola における技術規格書間のネットワーク

下の図 3 では、Nokia、Ericsson、Motorola、コア部品サプライヤー6 社、そして後発携帯電話端末メーカー4 社の技術規格書間(2G GSM と 3G UMTS の合計)の密度を表している。コア部品サプライヤーである Mediatek と Spreadtrum は必須特許を宣言していないため、ここでの分析対象から外した。Freescale と Infineon の必須特許の宣言件数は少なく、これらの企業における技術規格書間の密度はほぼゼロに等しい。Nokia、Ericsson、Motorola の密度はそれぞれ 0.212、0.05、0.194 となり、Samsung の 0.016、LG の 0.018、Apple の 0.038、Huawei の 0.038、Texas Instruments の 0.002 より高くなっている。ただし、Qualcomm の密度は 0.208 であり、Nokia の密度の 0.212 に続いている。したがって、Nokia、Ericsson、Motorola、そして Qualcomm は、後発携帯電話端末メーカーやその他の半導体サプライヤーより、移動体通信システムに関わる複数の技術規格書間にわたって広く必須特許を宣言しており、移動体通信システムのアーキテクチャをコントロールしている。また、Qualcomm も Nokia、Ericsson、Motorola と同様の複雑なアーキテクチャ知識を保有していると考えられる。



出所:筆者作成。

図 3. Nokia、Ericsson、Motorola と後発携帯電話端末メーカー、コア部品サプライヤーにおける技術規格書間の密度³⁰

次に、UCInet (“Degree Centrality”)を使用することによって、これらの企業において、必須特許の宣言が多くなされている技術規格書のカテゴリを明らかにする³¹。なお、分析上の便宜で各技術規格書の中心値を、表 1 の「通信サービス、技術課題、およびプラン」、「コアネットワーク」、「通信手順」、「携帯電話端末」、「セキュリティ・暗号化」というカテゴリ別にそれぞれ合計した³²。表 2 に示されているように、各社の技術規格書間のネットワークにおいて、「通信サービス、技術課題、およびプラン」と「通信手順」に関連する技術規格書の中心値が、他の技術規格書の中心値より高くなっている。Nokia、Ericsson、Motorola は移動体通信システムの全般に関して必須特許を広く宣言すると同時に、移動体通信システムに接続するためのインターフェースの技術(「通信サービス、技術課題、およびプラン」と「通信手順」)を強くコントロールしていると考えられる。これらは、Nokia、Ericsson、Motorola の複雑なアーキテクチャ知識のなかでもっとも重要な知識である。

³⁰ 元のデータについては Appendix 表 A 参照。

³¹ ここでの技術規格書の中心値の計算は、まず企業の必須特許の宣言による技術規格書間の対応関係のデータを UCInet で One Mode データを変換した。次は、UCInet の “Network / Centrality and Power / Degree (Old)” を使用して計算した。

³² 元のデータについては Appendix 表 B 参照。

表 2. Nokia、Ericsson、Motorola と後発携帯電話端末メーカー、コア部品サプライヤーにおける技術規格書の中心値

移動体通信システムの技術規格書のカテゴリ	Nokia	Ericsson	Motorola	Samsung	LG	Apple	Huawei	Qualcomm	Texas Instruments	Freescale	Infineon
通信サービス、技術課題、およびプラン	14751	4518	46936	3585	7123	6282	1333	84319	605	736	23
コアネットワーク	2847	249	217	6	0	10	166	9035	0	0	0
通信手順	16699	1879	11303	6000	4422	1100	362	148769	408	0	31
携帯電話端末	80	6	506	8	0	3	0	164	0	0	0
セキュリティ・暗号化	1454	34	330	7	0	29	114	798	0	0	0
注)これらの値は2G GSMと3G UMTSの技術規格書と必須特許(アメリカとヨーロッパ)の対応関係のデータで計算した。 注)MediatekとSpreadtrumは必須特許の宣言がないため、分析対象から外した。											

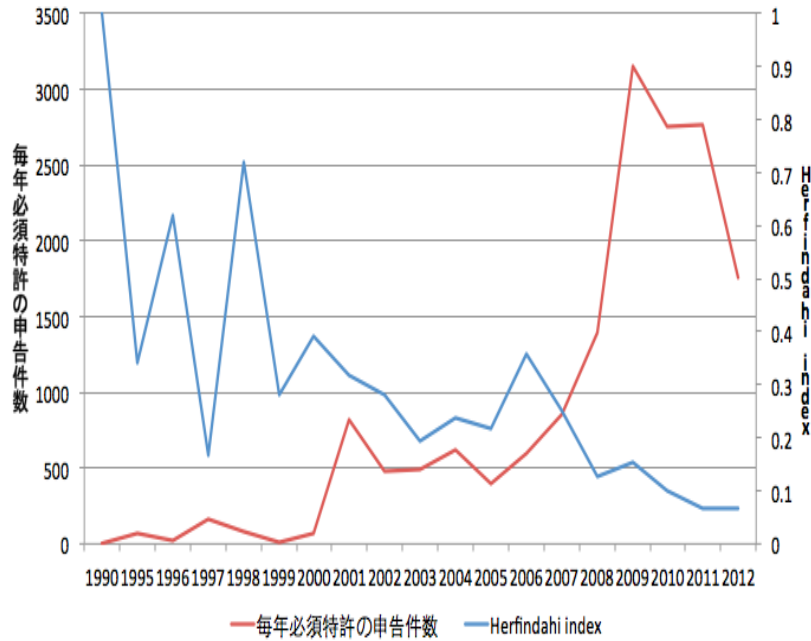
出所:筆者作成。

ところが、表 2 では、Qualcomm の「通信サービス、技術課題、およびプラン」と「通信手順」に関連する技術規格書の中心値が 84,319 と 148,769 であり、Nokia の 5.72 倍と 8.9 倍となっている。この意味で、Nokia、Ericsson、Motorola と比べ、Qualcomm は移動体通信システムに接続するためのインターフェースの技術(「通信サービス、技術課題、およびプラン」と「通信手順」)をより強くコントロールしており、インターフェースに関する知識をもっとも豊富に保有していると言える。

5.2 技術規格書にもとづく必須特許宣言の傾向

以上に示したように、Nokia、Ericsson、Motorola は、独自特許を必須特許として数多く宣言することにより、移動体通信システムのアーキテクチャをコントロールできていた。しかし、図 4 のように、2000 年以降、標準化を推進してきたシステム・メーカー以外の企業の必須特許の宣言件数が増加している。また、2005 年から 2009 年までの期間に、毎年の必須特許の宣言件数は、359 件から 3,154 件へと 8.79 倍に増加している。

このような状況の中で、特定企業による必須特許宣言の集中度 (Herfindahi Index) は、2005 年の 0.22 から 2006 年の 0.36 に上昇したものの、年々低下する一方であった。つまり、90 年代の初期から Nokia、Ericsson、Motorola などの特定の企業を中心に必須特許宣言がなされてきたが、2000 年代以降は、必須特許の宣言は特定の企業以外の数多くの企業によって宣言されるようになってきているのである。2005 年以降、移動体通信システムの標準化が進むなかで、必須特許の全件数のうち、Nokia、Ericsson、Motorola によって宣言された必須特許の割合は減少してきている。実際には、各企業の必須特許の宣言件数は、Qualcomm が首位の 3,020 件、Nokia が 2 位の 2,051 件、LG は 3 位の 1,548 件、Samsung は 4 位の 1,347 件、Ericsson が 5 位の 1,162 件、Interdigital が 6 位の 965 件、Motorola が 7 位の 833 件、NTT Docomo が 8 位の 616 件、Huawei が 9 位の 557 件、そして Panasonic が 10 位の 462 件となっている。



出所: ETSI のデータより筆者作成。

図 4. 必須特許の宣言件数の推移と必須特許宣言の集中度

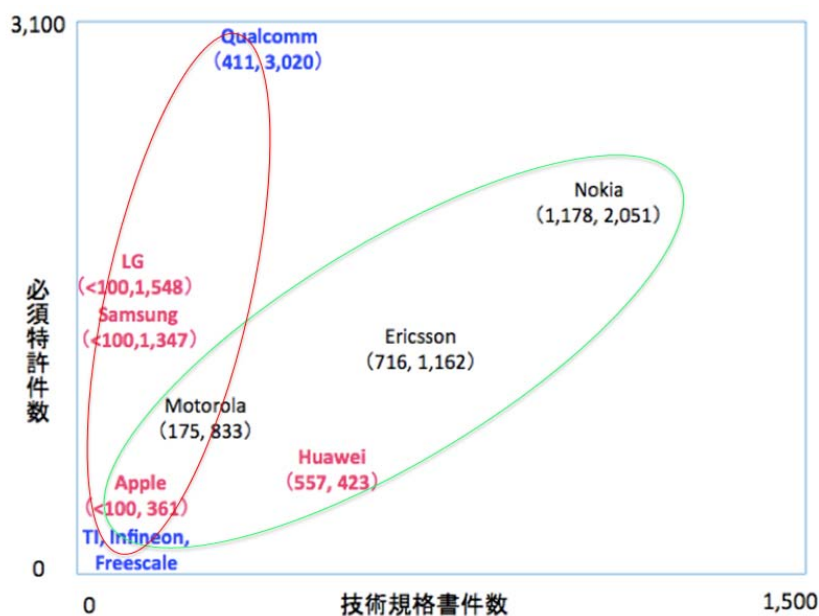
こうした Nokia、Ericsson、Motorola 以外の企業による必須特許の宣言には、1 つの大きな特徴がある。それは、後発携帯電話メーカーとコア部品サプライヤーは技術規格書の策定件数が少ないにもかかわらず、多くの必須特許宣言を行っているということである。図 5 のように、Nokia、Ericsson、Motorola はそれぞれ、1178 件、716 件、175 件の技術規格書を策定しているのに対し、Qualcomm は 423 件の技術規格書しか策定していない。また、各社の技術規格書の策定件数に対する必須特許の宣言件数の比率は、Nokia が 1.74 倍、Ericsson が 1.62 倍、Motorola が 1.13 倍であるのに対して、Qualcomm では約 7.35 倍に達し、Samsung が 13.47 倍、LG が 15.48 倍、Apple が 3.61 倍、Huawei が 0.76 倍に達している³³。

技術規格書の策定により企業は通信システムの技術の発展を主導することができる (Bekkers and Martinelli, 2010)。また、通信システムの仕様などの技術情報は完全に技術規格書に記述されるわけではなく、その技術規格書を策定した企業のみが知る暗黙知も存在する (Funk, 2002)。このような状況のなかで、技術進歩とともに技術規格書に機能の追加や改定をすることによって、企業は長期の技術上の発展を主導できる (Leiponen, 2008; Leiponen and Bar, 2008; Shiu and Yasumoto, 2015)。したがって、企業は自ら技術規格書を策定しながら、自社の技術を必須特許として宣言することで、移動体通信システムのアーキテクチャを自主的にコントロールすることができると思われる。

このように、Nokia、Ericsson、Motorola は技術規格書の策定と必須特許の宣言によって、移

³³ その他のコア部品サプライヤーについては、Freescale が 34 件、Infineon が 13 件、Texas Instruments が 230 件の必須特許を宣言していた。Mediatek と Spreadtrum は、技術規格書を策定しておらず必須特許も宣言していなかった。なお、Samsung、LG、Apple の技術規格書の策定件数は 100 件以下であるため、各社の技術規格書の策定件数に対する必須特許の宣言件数の比率はより大きい。元データは Appendix 表 C 参照。

動体通信システムのアーキテクチャをコントロールしていると考えられる。それに対して、Qualcomm、Samsung、LG、Apple は技術規格書を活かし、自社の独自特許を必須特許として宣言することで、移動体通信システムのアーキテクチャをコントロールしようと試みている³⁴。とくに、Qualcomm は技術規格書を最も活用し、Nokia の約 1.5 倍の必須特許を宣言しており、実質的には移動体通信システムのアーキテクチャをコントロールしていると言っても過言ではない³⁵。



出所:ETSI と3GPP のデータより筆者作成。

図 5. 主要企業の技術規格書の策定件数と必須特許の宣言件数

5.3 技術規格書、必須特許、独自特許間の知識の流れ

ここでは、後発携帯電話端末メーカーやコア部品サプライヤーは、①技術規格書を活用することと、②必須特許を活用することによって知識を獲得することを検討する。①と②について 4.2 のデータを使用し、知識の流れ①と知識の流れ②との関連を説明する³⁶。技術規格書と必須特許の関係(知識の流れ①)については、先に述べた分析対象である、後発携帯電話端末メーカー4社とコ

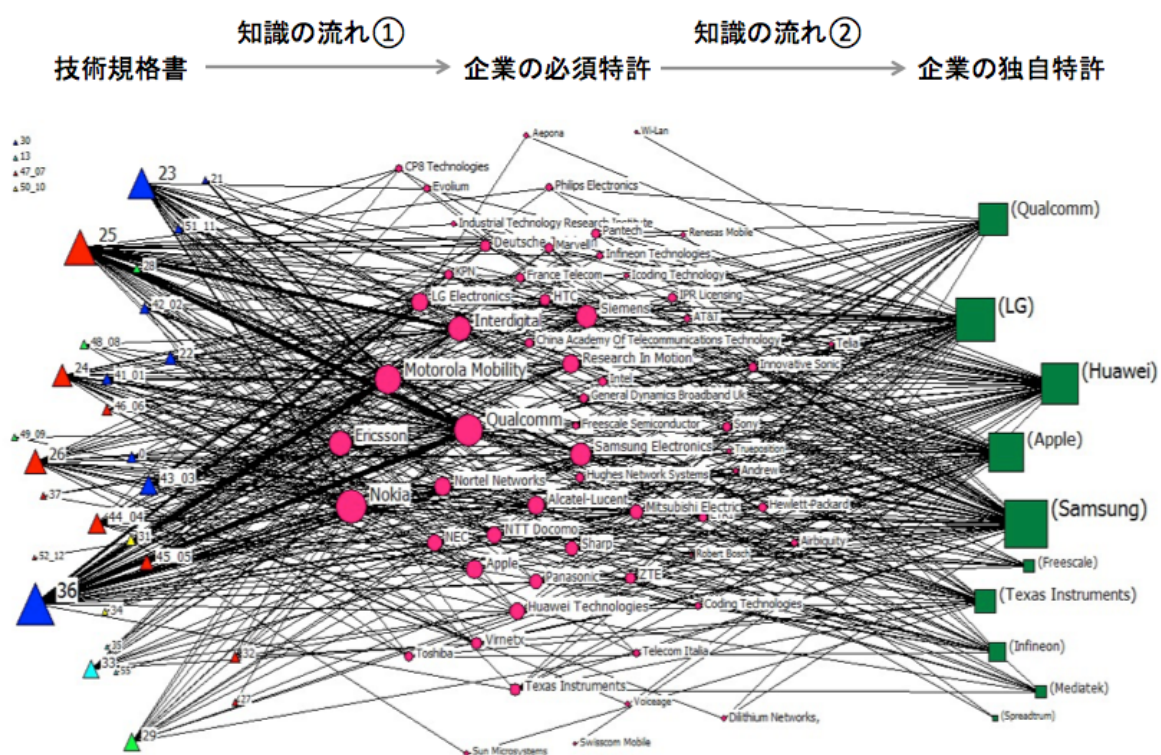
³⁴ Qualcomm などは必須特許を宣言し始めた 2000 年は、3G UMTS の技術規格書の策定が開始された時期になる。また、Qualcomm などの必須特許の宣言件数が 2005 年から年々増加しているが、この時期は 3G UMTS の技術規格書の改定や修正の程度が減少していた時期と重なっている (Appendix 図 C 参照)。Qualcomm と Nokia などの企業の間では、移動体通信の必須特許に関する訴訟が 2000 年に入ってから頻発した。その結果、Nokia などの必須特許に対抗するために、Qualcomm が 2005 年ごろから大量の必須特許を必須宣言しはじめたという事情もある (Goodman and Myers, 2005; Martin and Meyer, 2006)。Qualcomm がどのように標準化活動に関わったのかをより正確に分析する必要があるが、今後の課題とする。

³⁵ Qualcomm は Nokia と同程度の技術規格書間のネットワークを持っている。Appendix 図 D 参照。

³⁶ パテント・サイテーションで分析する際に、必須特許の宣言年が独自特許の申請年との関係を考慮しなければならない。本研究は知識の流れ②が知識の流れ①によって影響されると考えられるため、独自特許の申請年が必須特許の宣言年の後であるかどうかをコントロールする必要がある。コア部品サプライヤー6社による、Nokia、Ericsson、Motorola の3社の必須特許からの総引用件数のうち、必須特許の宣言年の前後一年以内の引用件数は約 32%に達している。その必須特許の宣言年の前後三年の間には、その数値が 59%まで上昇する。いずれにせよ、コア部品サプライヤーが、標準化を進める企業の必須特許の宣言年の以前と以後のどちらで引用して新しい独自特許として申請するのかが、今後の課題として考慮する必要がある。

コア部品サプライヤー6社に引用された必須特許に限定した。また、その限定した必須特許と技術規格書との関係をダブルカウンティングしないように、対応関係を一回のみを計算した。例えば、必須特許が二回引用されても、該当必須特許と技術規格書との本来の対応関係のみを計算した。一方、必須特許から独自特許への引用関係(知識の流れ②)については、上記の必須特許と後発携帯電話端末メーカー4社とコア部品サプライヤー6社の独自特許を検討した。

下記の図6は、技術規格書から必須特許までの知識の流れ①と、必須特許から独自特許までの知識の流れ②の全体をネットワーク図にしたものである。右側の10個の□のノードは、コア部品サプライヤー6社と後発携帯電話メーカー4社を示している。また、□のノードのサイズは各企業の必須特許の引用件数の総数を表しており、スクエア・ノードが大きければ大きいほど、各企業の必須特許の引用件数が多いことを意味する。○のノードは企業の自社のヨーロッパとアメリカの独自特許を用いて、必須特許を宣言していた61社の企業である。△のノードは技術規格書を表している。青色、緑色、紫色、黄色、空色は、それぞれ「通信サービス、技術課題、およびプラン」、「コアネットワーク」、「通信手順」、「携帯電話端末」、「セキュリティ・暗号化」に関する技術規格書を表している。また、ノード間をつなぐ線の幅が太いほど、技術規格書と必須特許の対応件数(知識の流れ①)や必須特許と独自特許のフォワード・パテント・サイテーション件数(知識の流れ②)が強いことを示している。例えば、Qualcommの必須特許は複数の技術規格書に対して宣言されているが、とくに25シリーズや36シリーズの技術規格書に対して多くの必須特許宣言がなされている。



出所:ETSIとEspacenetのデータベースより、UCInetのNetDrawを用いて作成。

図6. 技術規格書、企業の必須特許、企業の独自特許の間のネットワーク

まず、知識の流れ①と知識の流れ②の密度を、ネットワーク・ツール UCInet の“Density”によって計算した。表3のように、技術規格書と必須特許の関係ネットワーク（知識の流れ①）の密度は1990年から1997年に0.107となり、2012年には0.169になった。一方、必須特許と独自特許の引用関係ネットワーク（知識の流れ②）の密度は、1990年から1997年に0.308となり、2012年には0.537になった。必須特許から独自特許への引用関係（知識の流れ②）は、技術規格書と必須特許の関係（知識の流れ①）とともに増加している。このように、1990年から2012年までの間に移動体通信技術の標準化が進むなかで、知識の流れ①が成立し、知識の流れ②が促されたことを示唆している。5.1で示したように、本来 Nokia、Ericsson、Motorola が知識の流れ①をコントロールしているはずであるが、知識の流れ②を促すわけではない。知識の流れ②が促されているのは、Qualcommのような企業が知識の流れ①と知識の流れ②を繋ぐ役を果たしていることによる。

表3. 知識の流れ①と知識の流れ②のネットワークの密度

技術規格書と必須特許の対応関係(知識の流れ①)						
	1990-199	1990-200	1990-200	1990-200	1990-200	1990-201
	7	0	3	6	9	2
Density	0.107	0.099	0.155	0.166	0.169	0.169
Standard Deviation	0.309	0.298	0.362	0.372	0.375	0.375
Average Degree	3.409	3.161	4.975	5.327	5.422	5.405
必須特許と独自特許の引用関係(知識の流れ②)						
	1990-199	1990-200	1990-200	1990-200	1990-200	1990-201
	7	0	3	6	9	2
Density	0.308	0.345	0.43	0.439	0.506	0.537
Standard Deviation	0.462	0.475	0.495	0.496	0.5	0.499
Average Degree	3.083	3.45	4.3	4.395	5.063	5.371
注) 知識の流れ①②の“Density”、“Standard Deviation”、“Average Degree”は「技術規格書と必須特許」の対応関係と「必須特許と独自特許」の引用関係のデータを UCInet の“Cohesion”、“Density”で計算した値である。						

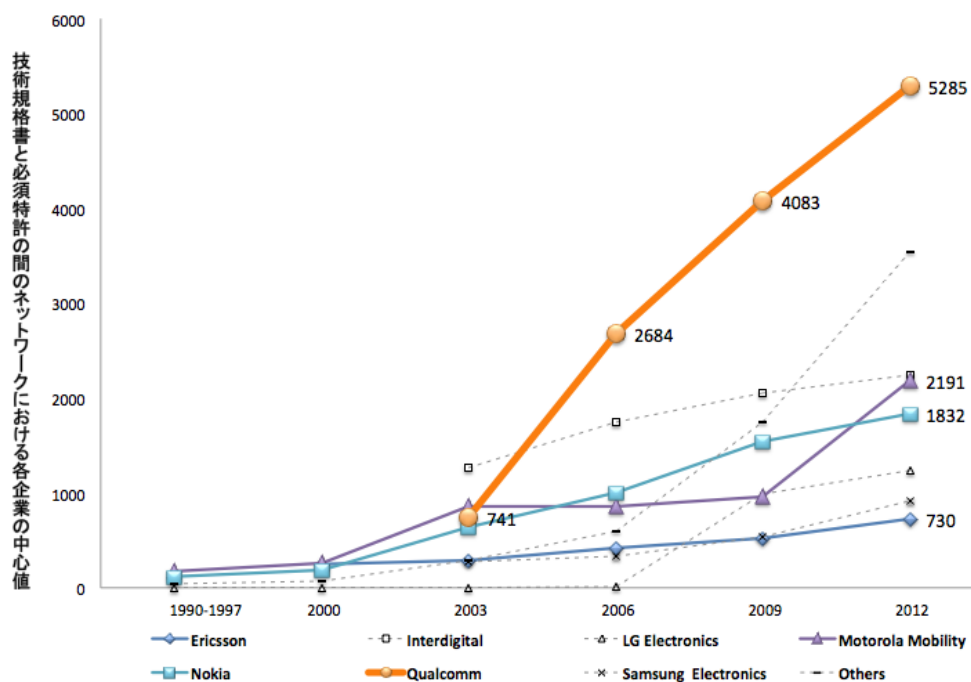
出所:UCInetを用いて算出。

下記の図7、図8はその結果を示している³⁷。ここでは、UCInetの“Degree Centrality”で知識の流れ①と知識の流れ②について、それぞれの中心値を計算し、上位7社についての結果を

³⁷ 分析結果の数字は、Appendixの表D参照。

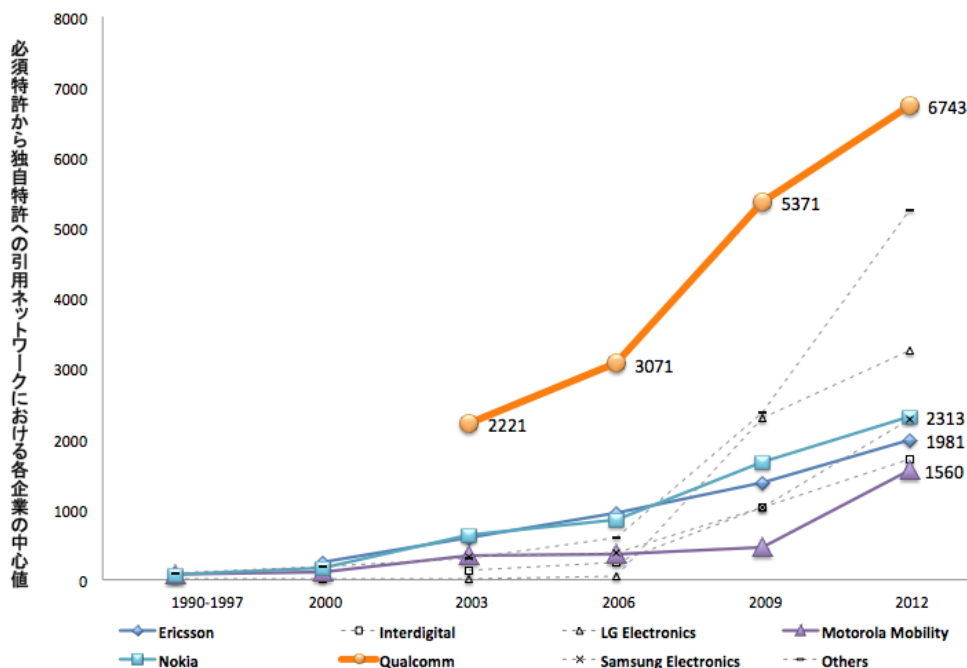
示した。知識の流れ①と知識の流れ②の中心値がともに高い場合、その企業は技術規格書に対して多くの必須特許を宣言していると同時に、後発携帯電話端末メーカーとコア部品サプライヤーにも数多く引用されていることを示している。

例えば、1990年から2003年までの間に、知識の流れ①と知識の流れ②のそれぞれにおいて Nokia、Ericsson、Motorola の中心値が高くなっている。これらの企業は技術規格書に対して多くの必須特許を宣言すると同時に、その必須特許も後発携帯電話端末メーカーとコア部品サプライヤーに数多く引用されている。しかし、2003年以後になると、知識の流れ①と知識の流れ②のそれぞれにおいて、Samsung、LG、そして Qualcomm の中心値が高くなり、とくに Qualcomm の中心値は Nokia、Ericsson、Motorola の中心値を上回りはじめた。2012年には、知識の流れ①と知識の流れ②のそれぞれにおいて、Qualcomm の中心値は Nokia、Ericsson、Motorola の中心値を大きく凌ぎ、Nokia の約 2.9 倍に達している。この意味では、Qualcomm は Nokia、Ericsson、Motorola に比べ、技術規格書に対してより多くの必須特許を宣言することによって、移動体通信システムのアーキテクチャをコントロールすると予想される。同時に、Qualcomm の必須特許に記載されている知識も後発携帯電話端末メーカーとコア部品サプライヤーに多く活用されている。つまり、Qualcomm は技術の主導権を保持するようになった反面、知識のスピルオーバーも促していると言える。



出所:筆者作成。

図 7. 知識の流れ①における各企業を中心値(累積ベース)



出所:筆者作成。

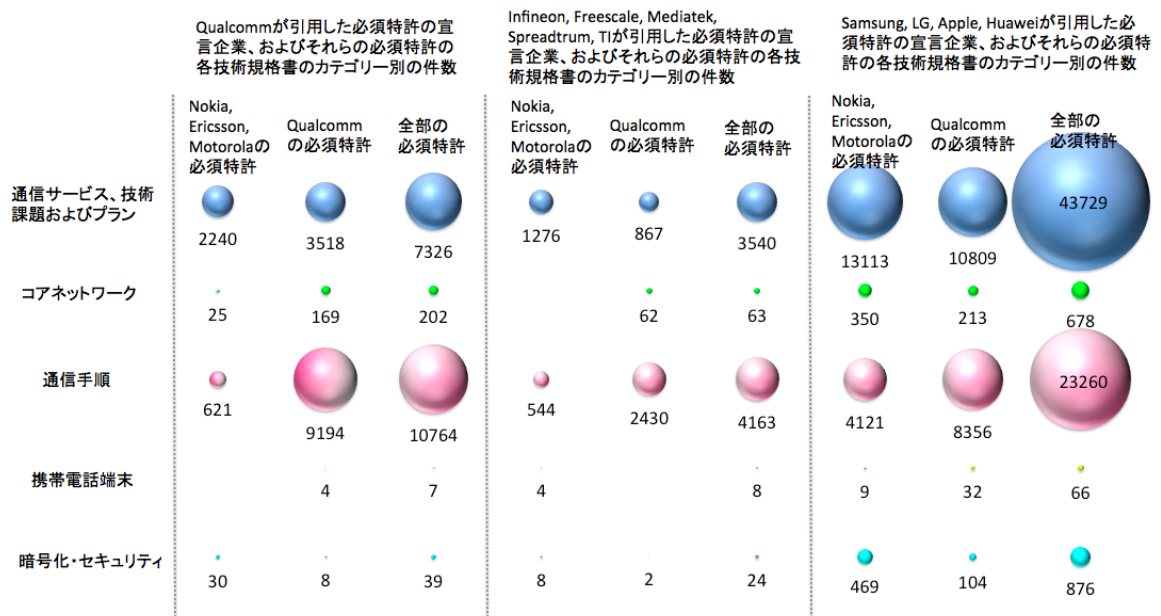
図 8. 知識の流れ②における各企業を中心値(累積ベース)

最後に、上記の分析結果をふまえて、知識の流れ①と知識の流れ②の間において、どのような種類の知識のスピルオーバーが Qualcomm によって促されたのかを検討する。ここでは、後発携帯電話端末メーカーとコア部品サプライヤーが引用した必須特許の宣言企業別の件数、およびそれらの必須特許の各技術規格書のカテゴリ別の件数を計算した。図 9 のように、後発携帯電話端末メーカーとコア部品サプライヤーの引用した必須特許は、おもに「通信サービス、技術課題、およびプラン」と「通信手順」に対応している³⁸。とくに、後発携帯電話端末メーカーとコア部品サプライヤーが、数多く引用している Qualcomm の必須特許も「通信サービス、技術課題、およびプラン」と「通信手順」に対応していることがわかった。

以上のように、「通信サービス、技術課題、およびプラン」と「通信手順」の技術規格書に対して、Qualcomm は独自特許を必須特許として大量に宣言している。その結果、「通信サービス、技術課題、およびプラン」と「通信手順」に関する知識が Qualcomm によって開示されるようになっている。後発携帯電話端末メーカーとコア部品サプライヤーはこうした複雑なアーキテクチャ知識のなかでもっとも重要な知識を活用することで、さらに、通信技術の進歩に対応した通信技術を開発し、独自特許を申請している。こうして、後発携帯電話端末メーカーとコア部品サプライヤーはおもに Qualcomm を通じて知識を獲得できている。こうした意図せざ

³⁸ Qualcomm が自己引用している必須特許は「通信手順」により対応している。一方、Nokia、Ericsson、Motorola から引用している必須特許は「通信サービス、技術課題およびプラン」により対応している。Qualcomm が自己引用していた必須特許のうち、「通信手順」と「通信サービス、技術課題、およびプラン」の技術規格書に対応するものの比率は、Qualcomm の必須特許と技術規格書の総対応件数のうち、約 71.31%と約 27.29%であった。一方、Qualcomm が Nokia、Ericsson、Motorola から引用していた必須特許のうち、「通信手順」と「通信サービス、技術課題、およびプラン」の技術規格書に対応した比率は、Nokia、Ericsson、Motorola の必須特許と技術規格書の総対応件数のうち、約 21.30%と約 76.82%であった。

る知識のスピルオーバーによって、Nokia、Ericsson、Motorola は移動体通信システムのアーキテクチャに関する技術の主導権を継続的に保有することが困難になったと考えられる。



出所: ETSIと3GPPとEspacenetのデータベースより筆者作成。

図9. 各企業が引用した必須特許の宣言企業、およびそれらの必須特許の各技術規格書のカテゴリ別の件数

6. ディスカッション

企業は、知財権によって自社の製品や技術の専有性 (appropriability) を維持することで、優位を築くことができるとされてきた (Pisano, 2006; Teece, 1986; 2006)。標準化によるシステムのアーキテクチャのオープン化が進められている場合に関しても、システム・メーカーは技術規格書を策定し、その技術規格書に対応するように自社の独自特許を必須特許として宣言することで、技術に対して一定の権利を確保することができる。しかしながら、標準化が進めば、技術を自社のみで専有することで技術の主導権を保つことは難しい。システム・メーカーの標準に関わる独自技術は必須特許化されても、後発企業が利用可能な、FRAND ライセンス条件のもとで保護されるに止まり、しかも特許化されたことによって技術情報は公開される。参入を試みる後発の製品メーカーやコア部品サプライヤーは、標準化を推進するシステム・メーカーの重要な必須特許を引用して、知識を蓄積しやすい環境にある。

本研究の成果は、移動体通信産業の技術の標準化において、システム・メーカーの技術の主導権がいかに部品サプライヤーに移行したのか、またそれによる知識のスピルオーバーがどのように発生したのかを示している。標準化に関する議論では、知財権による技術の専有性と公開性に注目して検討がなされてきた(e.g., Bekkers et al., 2002; Blind and Thumm, 2004; West, 2003)。これに対し、本研究の成果は、標準の技術規格書のみならず、専有性を守るはずの必須特許(および特許)の引用がスピルオーバーを促すことを示唆しており、専有性/公開性によっては知識や技術の主導権の保持や移転は理解が難しいことを示唆している。

これまでも、個々の技術(とくに特許)の引用によって、いかに後発企業の知識獲得(能力構築)が進むのかが検討されている(e.g., Bekkers and Martinelli, 2009; He, Lim and Wong, 2006; Kang and Motohashi, 2015)。だが、個々の技術を引用し活用するだけでは技術の主導権の獲得は生じ難い。本研究の分析対象である移動体通信産業では、Nokia などのシステム・メーカーは通信技術の進歩とともに、絶えず技術規格書と必須特許を更新し、通信システムと携帯電話端末との繋がりをコントロールしてきた。システム・メーカーはこうして技術規格書と必須特許を関連づけて重要な技術間をネットワーク状につなぐアーキテクチャ知識を保持することで(Shiu and Yasumoto, 2015)、標準化を主導しながらオープンなシステムの基本アーキテクチャに対する技術の主導権を保っていた。

こうした状況に対し、Qualcomm は既存の移動体通信システムの「通信サービス、技術課題およびプラン」と「通信手順」の仕様(技術規格書)に関して、大量に必須特許を宣言していた。その結果、後発携帯電話端末メーカーやコア部品サプライヤーは、Nokia、Ericsson、Motorola よりも Qualcomm から「通信サービス、技術課題およびプラン」と「通信手順」に関する必須特許を数多く引用し、それぞれ独自に技術開発できるようになった。後発携帯電話端末メーカーや他のコア部品サプライヤーは Qualcomm の必須特許に依存しており、この意味では Qualcomm に技術の主導権が移ったとすることができる。コア部品のプラットフォームのシェアでは Qualcomm は先に指摘したように 22%であり、また競合となるコア部品サプライヤーも Qualcomm の必須特許に依存しているから、コア部品の供給だけを通じて Qualcomm が技術の主導権を確保できたとは言いがたい(同様のシェアでも必須特許をほとんど申請しておらず、引用されていない企業が大部分である)。Qualcomm はコア部品の供給以上に、技術の集約と引用の面で他企業に影響を与えている、知識のハブなのである。

このように、標準化が進みシステムのアーキテクチャのオープン化が進んでいる場合、知識移転による技術の活用や普及は、一様に進むのではなく、Qualcomm のような特定のハブとなる企業を通じて行われている。知識の流れはネットワークの構造に影響されるが、とくに異なるプレーヤー間や知識プール間の知識の流れをつなぎ、ブリッジやハブとなるプレーヤーの存在が知識移転を促すことが知られている(Reagans and McEvily, 2003; Tortoriello, Ray Reagans, Bill McEvily, 2012; Venkatraman and Lee, 2004)。こうしたプレーヤーは、そのネットワーク上のポジションにより、分散した知識をまとめて、そうした知識へのアクセスを提供することで、リーダーシップやパフォーマンスを発揮するとされてきた(Dhanaraj and Parkhe, 2004; Tsai, 2001; Zaheer and Bell, 2005)。

本研究の成果はこうした既存研究の知見を支持すると同時に、Qualcomm のような有力なコア部品サプライヤーは単に個々の技術についての知識移転を促すだけでなく、アーキテクチャ知識のような複雑な知識の移転を促進することを示唆している。ここでの分析では、Qualcomm のような有力なコア部品サプライヤーが、「通信サービス、技術課題およびプラン」と「通信手順」を中心に技術間をつなぐアーキテクチャ知識について、後発携帯電話端末メーカーや他のコア部品サプライヤーへの知識のスピルオーバーを促していた。こうした有力なコア部品サプライヤーの必須特許を手掛かりに、他のコア部品サプライヤーとその半導体を用いる後発の携帯電話端末メーカーは、標準技術を実装し製品化するうえで必要な知識を獲得するようになったと考えられる。Qualcomm のようなハブが技術の主導権を獲得できたのは、コア部品サプライヤーであったからというよりは、こうした事情による。

一方で、Qualcomm のようなコア部品サプライヤーは、既存システム・メーカーから他のコア部品サプライヤーや後発システム・メーカーへの知識の流れを促すネットワークを形作りながら、ハブとしてのネットワーク上のポジションを築いていた。その結果として、後発企業への知識の移転をもたらすネットワークが構築され、技術の主導権は移り変わっている。こうした結果は、知識移転による各企業の能力獲得とともに企業間ネットワークが形成されるなかで (Kogut, 2000)、技術の主導権がダイナミックに変動することを意味している。そのなかで企業が技術の主導権を維持・確保できるかどうかについては、別途、その企業の知識のハブとしての能力獲得や戦略を問うていく必要があるだろう。

7. 結論

本研究は、Nokia などの既存の有力システム・メーカーから後発携帯電話端末メーカーにコア部品サプライヤーを通じた知識のスピルオーバーが発生したプロセスを明らかにした。既存の有力システム・メーカーにより標準化された知識(技術規格書)に対し、Qualcomm のような特定のコア部品サプライヤーが必須特許を宣言している。こうした必須特許が、さらに後発携帯電話端末メーカーと他のコア部品サプライヤーに活用され、これらの企業によって独自特許が申請されるようになってきている。これらのプロセスは、Qualcomm のような特定のコア部品サプライヤーが大きなブリッジもしくはハブとなり、知識移転のネットワークが形成されてきたことを示している。

従来の研究では、特許化による技術の専有に企業の優位の源泉を見出し (Pisano, 2006; Teece, 1986; 2006)、そうした技術の専有と標準化による技術の公開とのトレードオフが検討されてきた (e.g., Blind and Thumm, 2004; West, 2003)。しかしながら、以上の結果は、技術の専有によって企業の優位を保障するはずの特許化も、標準化と同様に知識のスピルオーバーを促し、イノベーターの台頭を招くことを示している。こうした成果は、個々の技術を専有して保護するために、ある時点で「何を標準化／特許化すべきか」を問うのではなく、むしろアーキテクチャ知識を保持し主導権を保持するために、中長期の時間軸に沿って「何を標準化／特許化しないか」を問う必要があることを示唆していると考えられる。

無論、さらに検討を要すべき課題も残されている。まず、知識の移転や能力の構築をより詳しく検討するには、各企業の特徴や背景とともに、標準化や知財に関する戦略を検討する必要がある。なぜなら、標準化や特許化に関する傾向 (Blind and Thumm, 2004) や知財の蓄積などの

企業の背景（糸久・安本、2011）によって、戦略やそれともなう知識の移転や能力の構築のあり方は異なってくる可能性があるからである。したがって、例えば、数ある企業の中で、なぜ Qualcomm がハブとなり技術の主導権を得ることになったのかといった課題は、企業間の傾向や背景を別途比較検討する必要がある。さらに、標準に関わる仕様、特許、および実装に関わる知識との関係をはじめ、企業の知識の構造はまだ十分に確認されていない。標準に関わる仕様や特許は、どこまで実装に関わる知識を反映しているのだろうか。こうした課題は、今後データ分析とともに、インタビュー調査を通じて検証する必要がある。

こうした課題はあるにせよ、本研究の成果は、知識の流れに関わるネットワークを手掛かりに、技術の主導権及び企業間分業に関する検討を発展させられることを示している。垂直統合から水平分業へといった産業構造の変化に注目し、コア部品サプライヤーの事業戦略やビジネス・モデルが、いかに上手く機能しているのかを示す研究は少なくない。これに対し、以上の成果は、知識（能力）の獲得・保持の面から、標準化によりオープン化が進むなかで、システム・メーカーやコア部品サプライヤーをはじめとする企業が、それぞれ、どのような知識をどのように獲得、蓄積、保持（保護）すべきかについて、一定の示唆を提供していると考えられる。

標準化が進んでいる状況では、システム・メーカーは、外部のコア部品サプライヤーによって技術の主導権を奪われる可能性がある。標準化によりアーキテクチャに関わる知識がオープン化されている状況において、技術の主導権を構築し維持するためには、標準の仕様、必須特許、独自特許、およびそれ以外のノウハウ的な実装のための知識にわたる、多面的なアーキテクチャ知識の管理を考える必要がある。こうした課題について、知識の移転と蓄積を促すネットワークについて明らかにし、企業間分業における知識管理の議論を拡張できたことは、本研究の貢献と言えるだろう。

【参考文献】

- Argote, L., McEvily, B. & Reagans, R. (2003). Managing knowledge in organizations: An integrative framework and review of emerging themes. *Management Science*, 49(4), 571–582.
- Argyres, N. S. & Liebeskind, J. P. (1999). Contractual commitments, bargaining power, and governance inseparability: Incorporating history into transaction cost theory. *Academy of Management Review*, 24(1), 49-63.
- Asanuma, B. (1988). Japanese manufacturer-supplier relationships in international perspective: The automobile case. *Working Paper*, 8, Faculty of Economics, Kyoto University.
- Baldwin, C. Y., & Clark, K. B. (2000). *Design rules: The power of modularity*. Mit Press.
- Bastian M., Heymann S., & Jacomy M. (2009). Gephi: An open source software for exploring and manipulating networks. *International AAAI Conference on Weblogs and Social Media*. (<http://www.aaai.org/ocs/index.php/ICWSM/09/paper/view/154>).
- Bekkers, R. (2001). *Mobile telecommunications standards: GSM, UMTS, TETRA, and ERMES*. Artech House.
- Bekkers, R., Bongard, R., & Nuvolari, A. (2009). Essential patents in industry standards: The case of UMTS. *Proceedings of the 6th international conference on Standardization and Innovation in*

- Information Technology*, 22-36.
- Bekkers, R., Duysters, G., & Verspagen, B. (2002). Intellectual property rights, strategic technology agreements and market structure: The case of GSM. *Research Policy*, 31(7), 1141-1161.
- Bekkers, R. & Liotard, I. (1999). The tense relation between mobile telecommunications standards and IPR. *European Intellectual Property Review*, 3, 110-126.
- Bekkers, R. & Martinelli, A. (2010). The interplay between standardization and technological change: A study on wireless technologies, technological trajectories, and essential patent claims. *Opening up innovation: strategy, organization and technology of DRUID summer conference at Imperial college London business school*.
- Bekkers, R. & West, J. (2009). The limits to IPR standardization policies as evidenced by strategic patenting in UMTS. *Telecommunications Policy*, 33, 80-97.
- Bekkers, R., Verspagen, B. & Smits, J. (2002). Intellectual property rights and standardization: The case of GSM. *Telecommunications Policy*, 26, 171-188.
- Blind, K. & Thumm, N. (2004) Interrelation between patenting and standardization strategies: Empirical evidence and policy implications. *Research Policy*, 33, 1583-1598.
- Boudreau, K. (2010). Open platform strategies and innovation: Granting access vs. devolving control. *Management Science*, 56(10), 1849-1872.
- Boudreau, K. & Hagiu, A. (2009). Platform rules: Multi-sided platforms as regulators. In Gawer, A. (Ed.), *Platforms, markets and innovation*. (pp. 163-191) Edward Elgar, London.
- Brusoni, S. & Prencipe, A. (2001). Managing knowledge in loosely coupled networks: Exploring the links between product and knowledge dynamics. *Journal of Management Studies*, 38(7), 1019-1035.
- Brusoni, S., Prencipe, A., & Pavitt, K. (2001). Knowledge specialization, organizational coupling, and the boundaries of the firm: why do firms know more than they make? *Administrative science quarterly*, 46(4), 597-621.
- Carlsson, B. & Stankiewicz, R. (1999). On the nature, function and composition of technological systems. In Hanusch, H. (Ed.), *The Legacy of Joseph A. Schumpeter, vol. 1, Intellectual Legacies in Modern Economics, vol 4*. (pp. 488-513) Elgar, Cheltenham, UK/Northampton, Mass.
- Christensen, C. M., Verlinden, M., & Westerman, G. (2002). Disruption, disintegration and the dissipation of differentiability. *Industrial and Corporate Change*, 11(5), 955-993.
- Clark, K. B. (1985). The interactions of design hierarchies and market concepts in technology evolution. *Research Policy*, 14, 235-251.
- Clark, K. B., & Fujimoto, T. (1991). *Product development performance: Strategy, organization, and management in the world auto industry*, Harvard Business Review Press.
- Conner, K. R., & Prahalad, C. K. (1996). A resource-based theory of the firm: Knowledge versus opportunism. *Organization Science*, 7(5), 477-501.
- Contractor, F. J. & Ra, W. (2002). How knowledge attributes influence alliance governance choices: A theory development note. *Journal of International Management*, 8(1), 11-27.
- Dahanaraj, C. & Parkhe, A. (2006) Orchestrating innovation networks. *Academy of Management Review*,

- 31(3), 659–669.
- David, P. A. & Greenstein, S. (1990). The economics of compatibility standards: An introduction to recent research 1. *Economics of Innovation and New Technology*, 1(1-2), 3-41.
- Davies, A. (1996). Innovation in large technical systems: The case of telecommunications. *Industrial and Corporate Change*, 5(4), 1143-1180.
- Davies, A. (1999). Innovation and competitiveness in complex product systems: The case of mobile phone systems. In Bastos, M. I. & Mitter, S. (Eds.), *Europe and developing countries in the globalized information economy: Employment and distance education*. UNU/INTECH studies in new technology and development, Routledge.
- Davies, A. & Brady, T. (2000). Organizational capabilities and learning in complex product systems: Towards repeatable solutions. *Research Policy*, 29(7-8), 931-953.
- Davis, J. H. (1988). Cellular mobile telephone services. In Guile, B. R. and Quinn, J. B. (Eds.), *Managing innovation: Cases from the services industries* (pp.144-164). Washington, DC: National Academy Press.
- Davis, S. J. & Murphy, K. M. (2000). A competitive perspective on internet explorer. *American Economic Review*, 184-187.
- de Figueiredo, J. M. & Silverman, B. S. (2012). Firm survival and industry evolution in vertically related populations. *Management Science*, 58(9), 1632-1650.
- de Figueiredo, J. M. & Teece, D. J. (1996). Mitigating procurement hazards in the context of innovation. *Industrial and Corporate Change*, 5(2), 537-559.
- Dyer, J. H. & Nobeoka, K. (2000). Creating and managing a high performance knowledge-sharing network: The Toyota case. *Strategic Management Journal*, 21, 345-367.
- Eisenmann, T. R., Parker, G., & Van Alstyne, M. W. (2008). Opening platforms: How, when and why? *Working Paper*, 09-030, Harvard Business Review.
- European Commission (2014). Patents and standards: A modern framework for IPR-based standardization, European Union.
- Farrell, J. & Saloner, G. (1992). Converters, compatibility, and the control of interfaces. *The Journal of Industrial Economics*, 9-35.

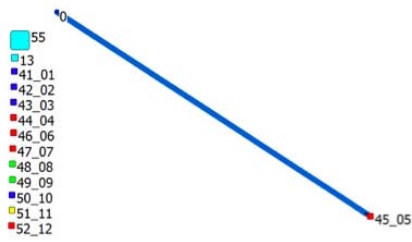
- Farrell, J. & Weiser, P. J. (2003). Modularity, vertical integration, and open access policies: Towards a convergence of antitrust and regulation in the internet age. *Harvard Journal of Law and Technology*, 17(1), 86-134.
- Fleming, L. & Sorenson, O. (2001). Technology as a complex adaptive system: Evidence from patent data. *Research Policy*, 30(7), 1019-1039.
- Foss, N. J. (2011). Knowledge governance: Meaning, origins and implications. In Grandori, A. (Ed.), *Handbook of Economic Organization: Integrating economic and organization theory* (pp. 62-81). Elgar Original Reference.
- Foss, K. & Foss, N. J. (2009). Managerial authority when knowledge is distributed: A knowledge governance perspective. In Foss, N. J. & Michailova, S. (Eds.), *Knowledge governance: Processes and perspectives* (pp. 108-137). Oxford University Press.
- 藤本隆宏 (2003) 『能力構築競争』, 中央公論新社.
- 藤本隆宏, 西口敏宏, 伊藤秀史 (1997) 『サプライヤー・システム』, 有斐閣.
- Funk, J. L. (2002). *Global competition between and within standards*. Palgrave Macmillan.
- Funk, J. L. (2009). The co-evolution of technology and methods of standard setting: the case of the mobile phone industry. *Journal of Evolutionary Economics*, 19(1), 73-93.
- Garrard, G. A. (1998). *Cellular communications: Worldwide market development*. Norwood, MA: Artech House.
- Garud, R. & Kumaraswamy, A. (1993). Changing competitive dynamics in network industries: An exploration of Sun Microsystems' open systems strategy. *Strategic Management Journal*, 14, 351-369.
- Garud, R. & Kumaraswamy, A. (1995). Technological and organizational designs for realizing economies of substitution. *Strategic Management Journal*, 16(1), 93-109.
- Gawer, A. & Cusumano, M. A. (2002). *Platform leadership: How Intel, Microsoft, and Cisco drive industry innovation*. Boston: Harvard Business School Press.
- Goodman, D. & Myers, R. A. (2005). 3G cellular standards and patents. *Wireless Networks, Communications and Mobile Computing, 2005 International Conference on (Vol. 1, pp. 415-420)*, IEEE.
- Grant, R. M. (1996). Toward a knowledge based theory of the firm. *Strategic Management Journal*, 17(2), 109-122.
- Gulati, R., Nohria, N., & Zaheer, A. (2000) Strategic networks. *Strategic Management Journal*, 21, 203-215.
- Harhoff, D., Scherer, F. M., & Vopel, K. (2003). Citations, family size, opposition, and the value of patent rights. *Research Policy*, 32(8), 1343-1363.
- He, Z. L., Lim, K., & Wong, P. K. (2006). Entry and competitive dynamics in the mobile telecommunications market. *Research Policy*, 35(8), 1147-1165.
- Henderson, R. M. & Clark, K. B. (1990). Architectural innovation: The reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms. *Administrative Science Quarterly*, 9-30.
- Hillebrand, F. (2002). *GSM and UMTS: The creation of global mobile communication*, Jhon Wiley and

- Sons.
- Hobday, M. (1995). East Asian latecomer firms: Learning the technology of electronics. *World Development*, 23(7), 1171-1193.
- Hobday, M. (1998). Product complexity, innovation, and industrial organization. *Research Policy*, 26, 689-710.
- Hobday, M. (2001). The electronics industries of the Asia-Pacific: Exploiting international production networks for economic development. *Asia-Pacific Economic Literature*, 15(1), 13-29.
- Iansiti, M. (1997). *Technology integration: Making critical choices in a western electric show and convention*, Harvard Business Review Press, Boston, MA.
- Iansiti, M. (1998). *Technology integration: Making critical choice in a dynamic world*. Harvard Business School Press.
- Iansiti, M. (1999). How the incumbent can win: Managing technological transitions in the semiconductor industry. *Management Science*, 46(2), 169-185.
- 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. MMRC Discussion Paper Series, 372.
- Jacobides, M. G. & Winter, S. G. (2005). The co-evolution of capabilities and transaction costs: explaining the institutional structure of production. *Strategic Management Journal*, 26(5), 395-413.
- Jaffe, A. B., Trajtenberg, M., & Henderson, R. (1993). Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations. *Quarterly Journal of Economics*, 108(3), 577.
- Jaffe, A. B. & Trajtenberg, M. (2002). *Patents, citations, and innovations: A window on the knowledge economy*. MIT Press, Cambridge, MA.
- Kang, B. & Motohashi, K. Essential intellectual property rights and inventorsts: explaining the institutional s*Research Policy*, 44(2), 483-492.
- Katz, M. & Shapiro, C. (1985). Network externalities, competition, and compatibility. *American Economic Review*, 75, 424-440.
- Katz, M. L. & Shapiro, C. (1986). Technology adoption in the presence of network externalities. *The Journal of Political Economy*, 822-841.
- Kende, M. (1998). Profitability under an open versus a closed system. *Journal of Economics & Management Strategy*, 7(2), 307.
- Kogut, B. (2000) The network as knowledge: Generative rules and the emergence of structure. *Strategic Management Journal*, 21, 405-425.
- Kogut, B. & Zander, U. (1996). What firms do? Coordination, identity, and learning. *Organization Science*, 7(5), 502-518.
- 許経明・今井健一 (2010) 「携帯電話産業における垂直分業の推進者:IC メーカーとデザイン・ハウス」丸川知雄, 安本雅典編著『携帯電話産業の進化プロセス:日本はなぜ孤立したのか』, 有斐閣.
- Langlois, R. N. (2002). Modularity in technology and organization. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 49, 19-37.
- Leiponen, A. (2008). Competing through cooperation: The organization of standard setting in wireless

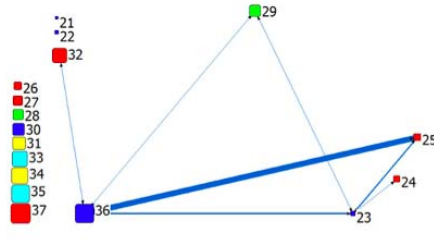
- telecommunications. *Management Science*, 54(11), 1904-1919.
- Leiponen, A. & Bar, T. (2008). Collaboration and networking in cooperative standard setting. *Paper presented at the 25th DRUID Celebration Conference*, Copenhagen June 17 - 20, 2008.
- Leonard-Barton, D. (1992). Core capabilities and core rigidities: A paradox in managing new product development. *Strategic Management Journal*, 13, 111-125.
- Mansfield, E. (1985). How rapidly does new industrial technology leak out? *Journal of Industrial Economics*, 34, 217-223.
- Martin, D. L. & Meyer, D. C. (2006). Patent counting, a misleading index of patent value: A critique of Goodman & Myers and its uses, SSRN working paper, 16-25.
- Merges, R. (2008). IP rights and technological platforms. *Working paper*, Berkeley Center for Law and Technology, University of California, Berkeley.
- Miller, R., Hobday, M., Leroux-Demers, T., & Olleros, X. (1995). Innovation in complex system industries: The case of flight simulators. *Industrial and Corporate Change*, 4(2), 363-400.
- Nonaka, I. & Takeuchi, H. (1995). *The knowledge-creating company*, Oxford University Press, New York, NY.
- Parker, G. & van Alstyne, M. (2008). Managing platform ecosystems. *Proceedings*, 53, ICIS.
- Pisano, G.P. (1990). The R&D boundaries of the Firm: An empirical analysis. *Administrative Science Quarterly*, 35 (1), 153-176.
- Pisano, G. (2006). Profiting from innovation and the intellectual property revolution. *Research Policy*, 35(8), 1122-1130.
- Powell, W. W., White, D. R., Koput, K. W., & Owen-Smith, J. (2005) Network dynamics and field evolution: The growth of interorganizational collaboration in the life sciences, *American Journal of Sociology*, 110(4), 1132-1205.
- Reagans, R. & McEvily, B. (2003) Network structure and knowledge transfer: The effects of cohesion and range. *Administrative Science Quarterly*, 48, 240-267.
- Shintaku, J., Ogawa, K., & Yoshimoto, T. (2006). Architecture-based approaches to international standardization and evolution of business models. *International standardization as a strategic tool: Commended*.
- Shiu, J. M. & Yasumoto, M. (2015). Investigating firms' knowledge management in the standardization: The analysis of technology specification-declared essential patent networks on telecommunication industry. *MMRC DISCUSSION PAPER SERIES*, 465. http://merc.e.u-tokyo.ac.jp/mmrc/dp/pdf/MMRC465_2015.pdf.
- Steinbock, D. (2002). *Wireless Horizon*. AMACOM.
- Stuerz, R. (2014). Evolution and firm survival in vertically related populations: The case of the German piano industry. *Max Planck Institute for Innovation & Competition Research Paper*, (14-04).
- Takeishi, A. (2001). Bridging inter- and intra-firm boundaries: management of supplier involvement in automobile product development. *Strategic Management Journal*, 22(5), 403-433.
- Takeishi, A. (2002). Knowledge partitioning in the interfirm division of labor: The case of automotive

- product development. *Organization Science*, 13(3), 321-338.
- 武石彰 (2003) 『分業と競争: 競争優位のアウトソーシング・マネジメント』 有斐閣.
- 立本博文・許経明・安本雅典 (2008). 知識と企業の境界の調整とモジュラリティの構築: パソコン産業における技術プラットフォーム開発の事例. *組織科学*, 42(2), 19-32.
- Tatsumoto, H., Ogawa, K., & Fujimoto, T. (2009). Platforms and the international division of labor: A case study on Intel labor: The case of automotive product. in Annabelle Gawer (ed.) *Platform, Markets and Innovation*, Edward Elgar.
- Teece, D. J. (1986). Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy. *Research Policy*, 15(6), 285-305.
- Teece, D. J. (2006). Reflections on profiting from innovation. *Research Policy*, 35(8), 1131-1146.
- Tortoriello, M., Reagans, R., & McEvily, B. (2012) Bridging the knowledge gap: The influence of strong ties, network cohesion, and network range on the transfer of knowledge between organizational units. *Organization Science*, 23(4), 1024-1039.
- Tsai, A. (2001). Knowledge transfer in intraorganizational networks: Effects of network position and absorptive capacity on business unit innovation and performance. *Academy of Management Journal*, 44(5), 996-1004.
- Venkatraman, N. & Lee, C.H. (2004) Preferential linkage and network evolution: A conceptual model and empirical test in the U.S. video game sector. *Academy of Management Journal*, 47(6), 876-892.
- Vincenti, W.G., (1990). *What engineers know and how they know It, analytical studies from aeronautical history*. John Hopkins Univ. Press, Baltimore.
- von Burg, U. (2001). *The triumph of ethernet: technological communities and the battle for the LAN standard*. Stanford University Press.
- West, J. (2003). How open is open enough? Melding proprietary and open source platform strategies. *Research Policy*, 32, 1259-1285.
- Yayavaram S. and Ahuja G. (2008). Decomposability in knoweldge structures and its impact on the usefulness of inventions and knowledge-base malleability. *Administrative Science Quarterly*, 53, 333-362.
- 安本雅典・糸久正人 (2014). 標準化にともなう企業推移と技術普及: 車載エレクトロニクスに関する実装知識の担い手の役割. *技術マネジメント研究*, 13, 3-19.
- Zaheer, A. and Bell, G. G. (2005) Benefiting form network position: Firm capabilities, structural holes, and performance. *Strategic Management Journal*, 26, 809-825.

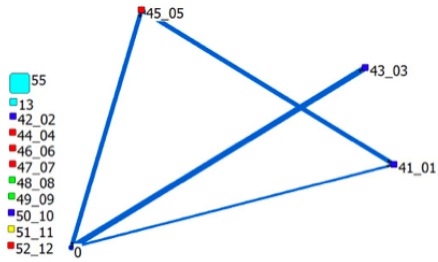
【Appendix】



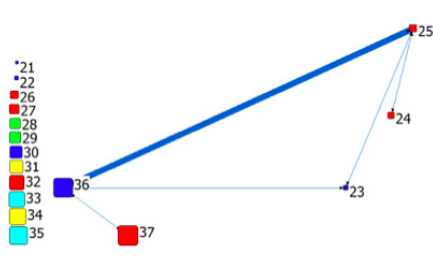
Samsung 2G



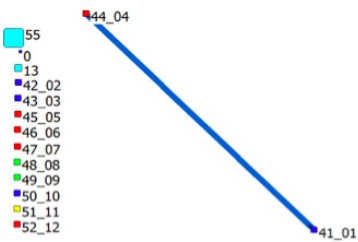
Samsung 3G



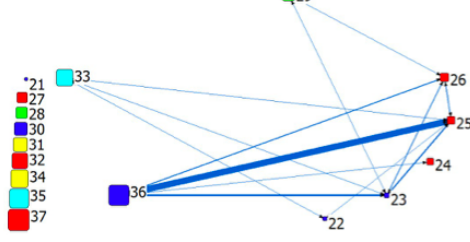
LG 2G



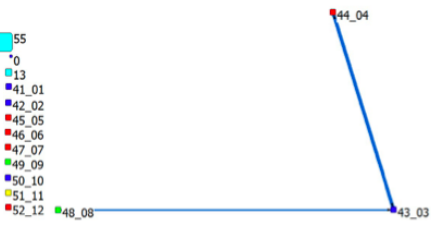
LG 3G



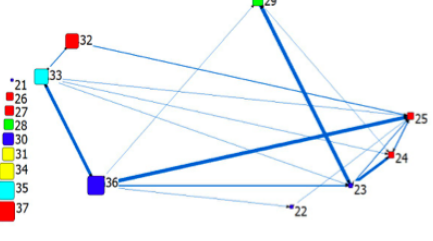
Apple 2G



Apple 3G



Huawei 2G



Huawei 3G

	Samsung	Samsung	LG	LG	Apple	Apple	Huawei	Huawei
	2G	3G	2G	3G	2G	3G	2G	3G
Density	0.01	0.051	0.038	0.037	0.01	0.096	0.019	0.118
Standard Deviation	0.097	0.221	0.191	0.188	0.097	0.294	0.137	0.322
Average Degree	0.133	0.824	0.533	0.588	0.133	1.529	0.267	1.882

注)これらの値は、技術規格書と必須特許の対応関係を UCInet の“One Mode”と“Binary”で変換して求めたものである。

出所:筆者作成。

図 A. 後発携帯電話メーカーにおける技術規格書間の密度

表 A. Nokia、Ericsson、Motorola と後発携帯電話端末メーカー、コア部品サプライヤーにおける技術規格書間の密度

	Nokia	Ericsson	Motorola	Samsung	LG	Apple	Huawei	Texas Instruments	Freescalar	Infinion	Qualcomm
Density	0.212	0.05	0.194	0.016	0.018	0.038	0.038	0.002	0	0	0.208
Standard Deviation	0.409	0.219	0.395	0.126	0.133	0.192	0.192	0.045	0	0	0.406
Average Degree	6.563	1.563	6	0.5	0.563	1.188	1.188	0.063	0	0	6.438
注)これらの値は、2G GSMと3G UMTSの技術規格書と必須特許(アメリカとヨーロッパのみ)の関係を UCInetの“One Mode”と“Binary”で変換して計算したものである。											

表 B. Nokia、Ericsson、Motorola と後発携帯電話端末メーカー、コア部品サプライヤーにおける技術規格書の各シリーズの中心値

技術規格書のシリーズ番号	Ericsson	Motorola	Nokia	Apple	Huawei	LG	Samsung	Qualcomm	Freescalar	Infinion	Texas Instruments
21	0	12093	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	9	451	313	21	5	0	0	7482	0	0	0
23	705	1672	7756	273	505	18	206	20433	0	3	0
24	181	780	3230	13	100	8	39	16278	0	2	0
25	900	7942	3742	687	145	4337	5951	97711	0	29	408
26	123	672	4830	392	7	0	6	13937	0	0	0
27	0	0	76	0	0	0	0	0	0	0	0
28	32	68	4	0	0	0	0	12	0	0	0
29	217	120	2255	10	154	0	6	3152	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	6	344	0	3	0	0	0	80	0	0	0
32	67	0	1463	0	60	0	2	552	0	0	0

33	34	330	1452	29	114	0	7	798	0	0	0
34	0	0	48	0	0	0	8	60	0	0	0
35	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
36	3692	20086	4851	5976	790	6997	3358	40646	736	20	605
37	6	0	0	2	0	2	0	16	0	0	0
55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	21	344	0	0	54	21	150	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41_01	68	12029	306	6	0	24	0	988	0	0	0
42_02	0	202	475	6	4	0	0	13754	0	0	0
43_03	44	382	706	0	29	30	0	866	0	0	0
44_04	529	611	2051	6	46	0	0	12506	0	0	0
45_05	73	723	1030	0	4	48	2	6425	0	0	0
46_06	0	575	257	0	0	27	0	1344	0	0	0
47_07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48_08	0	29	564	0	12	0	0	3519	0	0	0
49_09	0	0	24	0	0	0	0	2352	0	0	0
50_10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51_11	0	162	32	0	0	0	0	24	0	0	0
52_12	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0

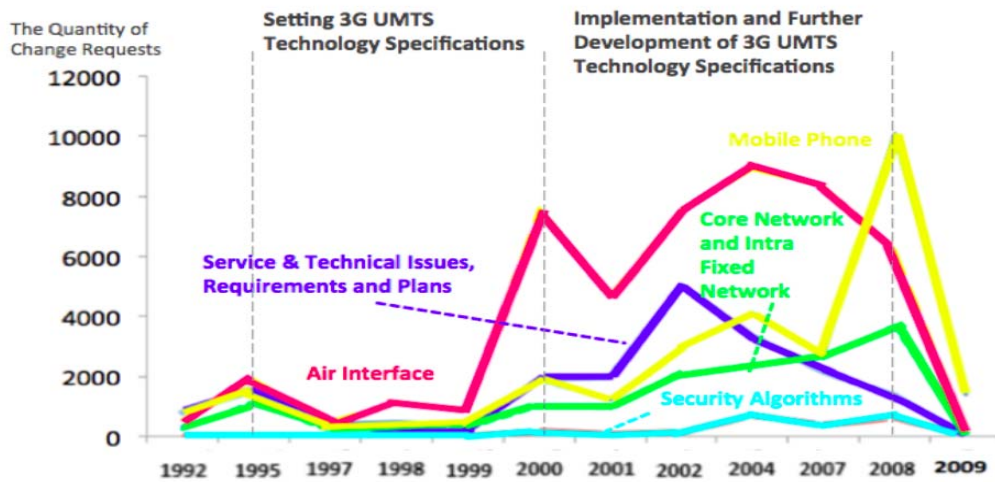
注)ここでの技術規格書の中心値の計算では、まず企業の必須特許の宣言による技術規格書間の対応関係のデータを UCInet で One Mode に変換した。次は、UCInet の“Network / Centrality and Power / Degree (Old)”を使用して計算した。

表 C. 企業の 2G GSM と 3G UMTS の技術規格書の策定件数

Rank	2G GSM Technology Specification		3G UMTS Technology Specification		2G GSM and 3G UMTS Technology Specification	
	Standard Setter	Technology Specifications	Standard Setter	Technology Specifications	Standard Setter	Technology Specifications
1	Nokia	370	Nokia	808	Nokia	1178
2	Qualcomm	317	Ericsson	612	Ericsson	716
3	ETSI	238	Alcatel-Lucent	377	Huawei	423
4	Ericsson	104	Huawei	366	Qualcomm	411
5	RIM	97	Vodafone	303	ETSI	393
6	Motorola	94	ETSI	155	Alcatel-Lucent	392
7	Vodafone	81	China Mobile Com. Corporation	103	Vodafone	384
8	SOURCE COM	77	NEC	96	RIM	189
9	KTF	72	Qualcomm	94	Motorola	175
10	Nortel	71	RIM	92	SOURCE COM	119
11	Huawei	57	Motorola	81	Deutsche Telekom AG	114
12	Deutsche Telekom AG	36	Deutsche Telekom AG	78	Nortel	107
13	France Telecom	34	DoCoMo	61	NEC	107
14	Gemalto N.V.	27	T-Mobile	46	China Mobile Com. Corporation	104
Notices	Others (36 Firms)	216	Others (73 Firms)	716	Others (95 Firms)	1067
	Unknown Firm Name Specs	192	Unknown Firm Name Specs	166	Unknown Firm Name Specs	358
					Unknown Series Specs	6
	Total	2083	Total	4154	Total	6243

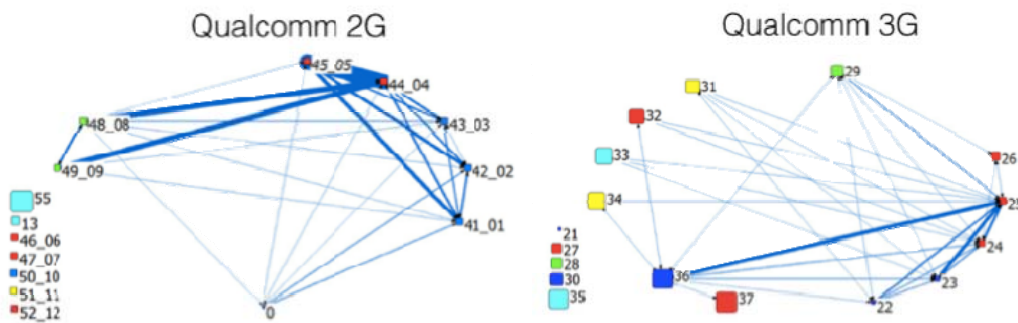
Specifications are classified into 2G and 3G by specification numbering of 3GPP (<http://www.3gpp.org/specification-numbering>).
3G and beyond / GSM (R99 and later) include 21-37 series; GSM only (Rel-4 and later) include 41-46, 48-52 and 55series; GSM only (before Rel-4) include 00-12 series.
Source download from http://www.3gpp.org/ftp/Information/Databases/Spec_Status/3GPP-Spec-Status.zip, 2009/12/20. The database contains 6243 2G and 3G specifications (Technical Specification and Technical Report) which started from 1988/4/15 to 2009/12.

出所: Shiu and Yasumoto (2015).



出所:Shiu and Yasumoto (2015).

図 C. 2G GSM と 3G UMTS 技術規格書の改訂件数の推移



出所:筆者作成。

図 D. Qualcomm における技術規格書間のネットワーク³⁹

表 D. 必須特許を介した技術規格書と独自特許との関係の推移 (知識の流れ①と知識の流れ②)における中心値の推移)

³⁹ これらの値は技術規格書と必須特許の元データを UCInet の “One mode” と “Binary” で変換して計算したものである。Qualcomm 2G の “density”、“standard deviation”、“average degree”はそれぞれ 0.238、0.426、3.333 であり、Qualcomm 3G の “density”、“standard deviation”、“average degree” はそれぞれ 0.228、0.42、3.647 である。

知識の流れ①						
(技術規格書と必須特許の間のネットワークにおける各企業を中心値)						
	1990-1997	1990-2000	1990-2003	1990-2006	1990-2009	1990-2012
Ericsson		249	292	425	523	730
Interdigital			1262	1749	2053	2235
LG Electronics	3	3	3	19	989	1233
Motorola Mobility	174	263	851	861	961	2191
Nokia	118	184	642	1006	1548	1832
Qualcomm			741	2684	4083	5285
Samsung Electronics			268	337	531	918
Others	42	67	295	596	1742	3546
知識の流れ②						
(必須特許から独自特許への引用ネットワークにおける各企業を中心値)						
Ericsson		251	600	951	1382	1981
Interdigital			133	253	1024	1709
LG Electronics	6	6	19	49	2296	3262
Motorola Mobility	77	107	344	357	470	1560
Nokia	76	173	635	844	1663	2313
Qualcomm			2221	3071	5371	6743
Samsung Electronics			331	391	1031	2271
Others	94	183	303	588	2371	5253
<p>注 1) 技術規格書と必須特許の関係(知識の流れ①)については、後発携帯電話端末メーカー4社とコア部品サプライヤー6社に引用された必須特許に限定した。また、その限定した必須特許と技術規格書との関係をダブルカウンティングしないように、対応関係を一回のみを計算した。例えば、必須特許が二回引用されても、該当必須特許と技術規格書との本来の対応関係のみを計算した。一方、必須特許から独自特許への引用関係(知識の流れ②)については、上記の必須特許と後発携帯電話端末メーカー4社とコア部品サプライヤー6社の独自特許を検討した。</p> <p>注 2) 知識の流れ①と知識の流れ②の中心値については UCInet の“Network / Centrality and Power / Degree (Old)”を使用して計算した。</p>						

出所:筆者作成。

*本研究は、2015年度文部科学省科学研究費・基盤研究（B）および挑戦的萌芽研究（代表者：安本雅典）による成果の一部である。