

<研究ノート>

技術の多様性、統合能力、及びアーキテクチャ・コントロール：コンセンサス標準の下でのイノベーションの有効性の影響の検討

横浜国立大学大学院 環境情報学府 博士課程後期

王 尚可

横浜国立大学大学院 環境情報研究院

安本 雅典

Technological Diversity, Integration Capabilities and Architectural Control: The Influence of Effectiveness of Innovations under Consensus-based Standardization

Wang, Shangke

Graduate School of Environment and Information Sciences, Yokohama National University

Masanori YASUMOTO

Yokohama National University

要約

本研究では、コンセンサス標準下で、技術の多様性、統合能力、及びアーキテクチャ・コントロールが、いかにイノベーションの有効性に影響するのかについて検討した。より具体的には、移動体通信分野を対象に標準の技術仕様に関して宣言される標準必須特許 (SEP: standard essential patent) と独自特許 (Non-SEP) の分析を通じて、企業の技術の多様性、統合能力、及びアーキテクチャ・コントロールによって、企業がいかに産業やシステムに影響を与えられる被引用件数の多い技術 (有効なイノベーション) を生み出す知識を構築しているのかを明らかにした。その結果、技術の多様性、統合能力、及びアーキテクチャ・コントロールはイノベーションの有効性に対して重要であることが明らかになった。ただし、多様な技術を持っているだけでなく、適度に技術を統合する能力が必要である。特にコンセンサス標準の下では、自社の技術を統合する能力より、システム全体にわたって技術を統合してコントロールするアーキテクチャの知識が、有効なイノベーションを生み出すうえでより重要となってくる。こうした発見は、標準化の推進企業の知識マネジメントについての議論を拡張するとともに、実践的な示唆を提供すると期待される。

キーワード：技術の多様性、統合能力、アーキテクチャ・コントロール、イノベーションの有効性

ABSTRACT

In this study, we attempt to examine how technological diversity, integration capabilities and architecture control influence the effectiveness of innovation under consensus-based standardization. More specifically, through the analysis of standard essential patents (SEPs) and proprietary patents (Non-SEPs), which are declared on standard technical specifications in the mobile communication sector, we explore how firms shape knowledge to create frequently cited technologies (effective innovations) by the diversity of technology, integration capabilities and architecture control. As a result, we find that technological diversity, integration capabilities, and architectural control are important for the effectiveness of innovation. Yet the capabilities to moderately integrate technologies are necessary when a firm has various technologies. Particularly under a consensus standard, the architectural knowledge to integrate and control overall technologies of the system is more important for effective innovations. These findings are expected to extend discussion on the knowledge management of companies promoting standardization and provide practical suggestions.

Keywords: integrative capabilities, architectural control, technological diversity, effectiveness of innovations

1. はじめに

技術や製品のシステムの複雑化にともない、すべての知識を自社で開発することが難しくなっている。このため、企業の枠を越えた知識のオープン化が進展している (West, Sater, Vanhaverbeke, and Chensbrough, 2014)。しかしながら、企業内外にわたって技術を効果的にマネジメントし、イノベーションに結びつけることは容易ではない。企業内の限られた範囲での緊密な技術の結合だけでは変化への柔軟

な対応ができず、「能力の硬直性」 (core rigidities : Leonard-Barton, 1995) や「能力の罠」 (competency trap : Levitt and March, 1988) に陥る恐れがある。イノベーションを実現するには、関連する幅広い技術を外部から学習することが求められる (Katila and Ahuja, 2001; Rosenkopf and Nerkar, 2001)。特に、単に新しい技術を実現するだけでなく、広く様々な企業によって活用され影響力のある有効なイノベーション (effective innovation) を実現する場合には、多様な技

術を活用する必要がある (Yayavaram and Ahuja, 2008)。

だが、新技術を獲得しても、自社の既存の技術と上手く組み合わせることができなければ、効果的にイノベーションを実現することはできない。イノベーションを促進するには、様々な技術を組み合わせて統合する能力が求められる (Katila and Ahujia, 2002)。王・安本・吉岡 (2019) は、自社内外にわたってコア技術のみならず周縁技術を学習することで、企業は自社内の知識の多様性や密度のレベルを向上させる傾向にあることを示している。イノベーションの実現には企業外部の多様な技術を学習することだけではなく、企業内の様々な技術とそれを統合する能力が必要である。一方で、企業内に止まらず企業間で技術が分散して開発されている場合、広く活用される影響力のある有効なイノベーションには企業の枠を越えた技術の統合が求められるはずである。企業の枠を越えてシステム全体にわたって様々な技術を統合しなければ、そのようなイノベーションは生み出されないと考えられるからである。では、企業間で技術開発のオープン化が進んでいる状況下では、どのような知識によってどのように有効なイノベーションは生み出されているのだろうか。

本稿では、この問題について企業内の様々な技術とともに、そうした技術の統合能力や企業内外にわたって技術をコントロールする能力に注目して検討する。より具体的には、本研究では、コンセンサス標準下で企業間にわたる技術のオープン化が進んでいる移動体通信分野を対象に、技術の多様性、統合能力、及びアーキテクチャ・コントロールについて、イノベーションの有効性への影響を明らかにすることを試みる。

こうした検討を通じて、技術の企業間でのオープン化の下で、企業がいかに知識の構築を効果的に進めることが可能なのかを明らかにする。まず、第2節では先行研究のレビューにより既存研究の課題を示し、本研究で検討する課題を提示する。第3節では計算方法と変数を示し、第4節でデータにもとづく事例の検討を行う。最後に、第5節で分析結果をまとめて考察を行うとともに、本研究の限界や今後の課題について述べる。

2. 先行研究のレビュー

企業が競争優位を築くうえでは、企業内外にわたってシステムの様々な技術やコンポーネントを統合す

るアーキテクチャ知識が重要である (Takeishi, 2002)。特に企業間の協調による標準化の下で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は、企業には、自社内の既存の技術を統合する知識だけではなく、産業全体にわたるシステムのアーキテクチャについての知識が必要になる。そうした知識を持つことで、企業は自社の枠を越えて技術やコンポーネントを統合し、システムの技術をコントロールしその進歩を方向づけることができるからである (Baldwin and Woodard, 2009)。

こうしたアーキテクチャについての知識がなければ、産業や技術システムに影響を与える有効なイノベーションを実現することは難しいはずである。この点をふまえて、以下、イノベーションとの関係に注目しながら、技術の多様性、統合能力、及びアーキテクチャ・コントロールの概念について確認してみる。

2.1 技術の多様性

企業は、複数の製品市場で潜在的に応用可能な知識を蓄積し、それを独自の能力に結合させることで優れたイノベーションを生み出す。多角化した企業は、その技術の多様性によって単一セグメントの企業よりもより多くの価値を生み出し、技術の多様性を増すにつれて業績を向上させる。また、無形資産への投資が多く広く応用可能な多様な知識を持つ企業は、技術の多様性に乏しく範囲の経済を生み出し難い企業よりも優れた業績をあげている (Miller, 2006)。

Garcia-Vega (2006) は、1995 年から 2000 年までの期間について、ヨーロッパの企業を対象に、技術の多様性が R&D の強み (R&D intensity) と特許の数量に正の影響を与えることを明らかにしている。Nesta and Saviotti (2005) も技術の多様性は特許の数量に正の影響があることを示している。Katila and Ahujia (2002) は技術を探索する時に、知識の深さとともに、知識の範囲の広さもイノベーションに重要であることを明らかにしている。さらに、Rosenkopf and Nerkar (2001) は、組織や技術分野の境界を越える幅広い技術の探索が重要であることを示している。

ただし、イノベーションには組織内外の多様な技術の統合が必要であるが、それは容易なことではない。Henderson and Cockburn (1996) によると、限られた狭い範囲に技術開発を集中させている企業と同様に、

高度に多様な技術を手掛けている企業は、技術開発の生産性が逆に低いとされる。多様な技術の開発はコストを増し、複数の技術間にわたって技術の信頼性を保つことが難しい。また、技術の多様性と特許の引用件数の関係も逆 U-shape となることが知られている (Dindarog˘lu, 2017)。技術の多様性は技術イノベーションにより多くの選択をもたらすが (Nesta and Saviotti, 2005; Katila and Ahujia, 2002; Rosenkopf and Nerkar, 2001)、多様な技術の探索は、コスト高く、学習時間を要するため、かえって生産性を低下させ、イノベーションにマイナスの影響を与えるのである (Henderson and Cockburn, 1996; Dindarog˘lu, 2017)。

2.2 統合能力

近年、技術や製品のシステムは複雑になっている。複雑なシステムの技術と知識は体系的な性質 (systemic nature) を持ち、そのイノベーションの成否は、相互に関連し依存し合っている多様な技術的貢献をいかに統合にするかに依存している (Bekkers and Martinelli, 2012)。企業の技術ベースをネットワークと見なす場合、カップリングは 2 つ技術要素間の結合または関係と見なすことができる (たとえば、問題を解決する際に、組織の意思決定者は、二つ技術要素を一緒に検討することで決定を行う場合がある) (Yayavaram and Ahuja, 2008)。こうした既存の技術の組み合わせを探索することで、有効なイノベーションが可能になる。発明のプロセスでは、そうした技術探索の範囲は技術間の相互関連の程度が影響される (Fleming and Sorenson, 2004)。

技術の量と技術の多様性は企業の技術イノベーションの基盤であるが、それらは企業が保有するすべての知識ではない。企業の持つ知識によって統合能力は異なってくる。同じ技術構成の技術ベースを持つ企業間でも、その統合能力の変化により、自らの技術を実際に使用する能力は変わってくる。新しい技術を加えなくても、既存の技術を組み合わせることで、組織は学ぶことができる。このため、Yayavaram and Ahuja(2008) は、企業が異なる統合能力 (異なる技術が結合されているか、互いに隔離されている構造) を保有する場合には、企業間のイノベーションの能力が全く異なることを示している。

2.3 アーキテクチャ・コントロール

複雑なシステムを構成する複数の技術の開発速度

が不均一で、それらの技術間の相互依存性が予測できなければ、技術間の不均衡が引き起こされる。こうした不均衡に対処するために、企業は自社事業の技術の枠を越えた幅広い知識を保有する必要がある (Brusoni, Prencipe, and Pavitt, 2001)。

複雑なシステムの多様な技術について、1 社だけで対応するのは難しい。ただし、複雑化したシステムをより管理しやすいコンポーネントに分解することで、企業がそれぞれのコンポーネント毎の狭い範囲の作業に集中できるようになれば (Arikan and Schilling, 2011)、複雑なシステムの技術にも対応することができるようになる。コンポーネント間の分離可能性 (モジュラ性) が、作業の容易さまたは有効性を左右する (Baldwin and Clark, 1997; Schilling, 2000)。企業は、システムのアーキテクチャの設定によって、コンポーネント間のバランスをコントロールできる (Yayavaram and Ahuja, 2008)。このため、技術の複雑化にともない、システムのアーキテクチャを工夫することで、企業はコンポーネント間の協調能力を向上させようと試みている。

高度に分離できるシステムでも、システムの多様な技術やコンポーネントを統合してコントロールするアーキテクチャの知識は、1 つの (または少数の) 企業に高度に集中する可能性がある (Brusoni, Prencipe, and Pavitt, 2001)。アーキテクチャ・コントロールはシステム・コンポーネント (またはコンポーネント・セット) の設計を決定またはコントロールする能力と定義される (Woodard, 2008)。すなわち、コンポーネントの機能割り当てとコンポーネント間の接続性をコントロールする能力である (Woodard and West, 2009)。例えば、1960 年代と 70 年代のメインフレーム・コンピューターの System/360 シリーズの時代、IBM は主導的なアーキテクチャの所有者であり、他企業は IBM の規格を採用しなければならなかった。このため、IBM は圧倒的な競争優位を獲得した。しかし、PC の場合、IBM は PC の技術やコンポーネントをコントロールする上でポイント (アーキテクチャ・コントロール・ポイント) となる、ソフトウェアの OS とマイクロプロセッサを Microsoft と Intel に移管したため、Microsoft と Intel が大きな市場を獲得し、主導権を握ることになった (Ferguson and Morris, 1993)。

アーキテクチャ・コントロールは企業の競争優位と市場獲得を左右する重要な要因である。技術間も

しくはコンポーネント間の統合の仕方を決めるアーキテクチャやインターフェースを決定したりコントロールすることができれば、企業は技術システムや産業の発展の方向に影響を与えることができる。したがって、企業のアーキテクチャ・コントロールの能力は、技術の発達に影響を与える有効なイノベーションに正の影響を与えると考えられる。

2.4 課題

本研究では、企業間にわたって協調による技術の標準化が進むことで高度にコンポーネント間の分離が進んでいる分野について、いかに企業が有効なイノベーションを生み出すことができるのかについて検討する。

以上の先行研究をふまえると、標準化の下で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は、企業の保有する技術の多様性のみならず、それらを統合する能力やコントロールする能力も、有効なイノベーションを生み出すうえで重要であると考えられる。しかしながら、企業における技

術の数量や多様性ととも、統合能力やアーキテクチャ知識が、どのように産業や技術の発達を左右する有効なイノベーションに結びつくのか、それらの影響については十分に明らかにされていない。

2.5 分析の枠組みと方法

これまでの検討をふまえると、技術の多様性、統合能力、及びアーキテクチャ・コントロールは有効なイノベーションに影響を与えると予想される。本研究では、まず①技術の多様性、統合能力、及びアーキテクチャ・コントロールといった変数の測定と算出について検討し、これらの経時的変化を明らかにする。そのうえで、②技術の多様性、統合能力、及びアーキテクチャ・コントロールのイノベーションの有効性への影響を、回帰分析によって明らかにする。分析においては、技術の多様性と統合能力、及びアーキテクチャ・コントロールの交互作用項についても、有効なイノベーションへの影響を検討する。

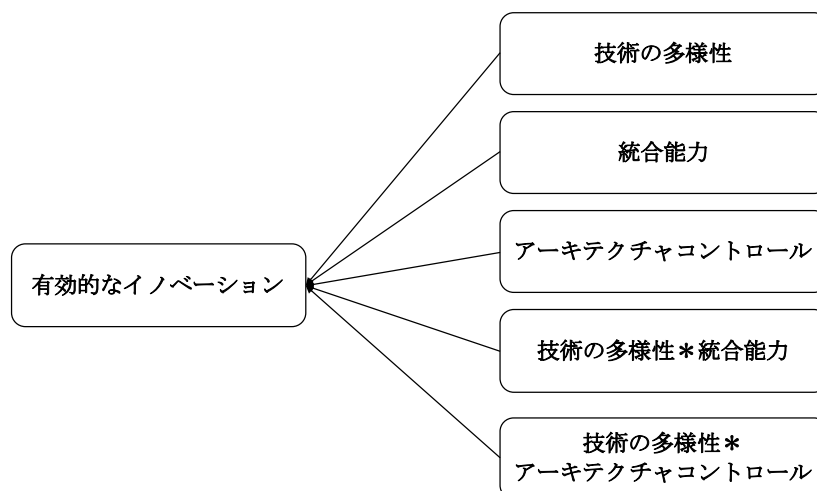


図1 分析の枠組

3. サンプルとデータ

3.1 サンプル

本研究では、分析対象として移動体通信分野を選択し、標準の技術仕様、必須特許、及び独自特許のデータを検討した。移動体通信分野のシステムが複雑であっても、標準の技術仕様と関連する必須特許によって技術情報が広く公開、共有されている (Shapiro and Varian, 1999)。

移動体通信分野は、標準化が重要となる複雑なシステムとして、これまでに多くの研究で取り上げら

れてきた。そのなかで、多くの企業が関わる複雑なシステムの技術の開発と標準化に関連して、技術や産業の発達と企業の優位についての多くのことが明らかにされてきた。

本研究では、移動体通信システムに関わる技術仕様と必須特許のデータを用いて、知識ネットワークの複雑性を明らかにする。標準の技術仕様と必須特許は ETSI と 3GPP によって公開されている (Bekkers, Duysters, and Verspagen, 2002; Bekkers and Liotard, 1999)。

ETSI のウェブサイトより、1990 年 4 月から 2016 年 12 月までの期間で、移動体通信分野について合計 50,214 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 に必須特許宣言していたもの）を取得した。そのうえで、欧州の通信分野の国際標準化団体である ETSI への必須特許宣言が多い 20 社を選んだ。これらの企業の必須特許件数の合計は 44,845 件であり、必須特許の特許・シェアは 89% である（必須特許件数の概要については付図 1 参照）。本研究では、この 20 社のデータを使用して分析を行った。このデータから、各企業の各年のデータをそれぞれ一サンプルとして 234 サンプルを得て分析に用いた。企業により参入時期（必須特許の宣言時期）が異なるためサンプル数は異なっており、このサンプル数となっている。

また、期間中に同一の必須特許であっても、複数の技術仕様を参照して、それらに対する必須特許宣言を行っている場合は少なくない。そこで、本研究では、必須特許そのもののデータではなく「必須特許宣言」のデータを用いることにした。3.2.2 で見るように（表 1）、選択した 20 社は全ての必須特許宣言件数では 90% 以上を占めており、11, 13, 30 シリーズと 10, 50 シリーズ以外の全ての標準の技術仕様のシリーズに対して必須特許を宣言している。また、半分以上の標準の技術仕様のシリーズについて、上記の 20 社の必須特許宣言数が 50% 以上を占めている。このため、本研究で選択した 20 社のデータは移動体通信分野の必須特許に関するデータを代表していると考えられる。

3.2 変数

3.2.1 被説明変数

・イノベーションの有効性

既存の研究では、特許価値の指標として特許の被引用件数が注目されてきた (Trajtenberg, 1990; Albert, Avery, Narin, and McAllister, 1991; Harhoff, Narin, Frederic, Scherer, and Vopel, 1999)。特許の引用は技術のイノベーションを促進する。例えば、He, Lim, and Wong (2006) は新興企業が他社引用と自己引用を組み合わせて、技術力を向上させてきたことを示している。また、必須特許 (SEP) や独自特許の引用についてのデータを用いて、いかに企業の能力構築が進むのかも検討されてきた (Bekkers and Martinelli, 2012; Kang and Motohashi, 2015)。

したがって、本研究では、必須特許の他社による被引用件数を用いて、イノベーションの有効性をとらえる。なお、新しい特許ほど将来の被引用件数がカウントされないため、被引用件数が少なく見積もられる傾向にある (Hall, Jaffe, and Trajtenberg, 2001)。こうしたデータ切断の問題 (truncation problem) を考慮して、本研究の分析では、他社による被引用件数のデータとして、各企業の必須特許に対する他社による全ての被引用件数を、同時期の全企業の必須特許に対する他社による被引用件数の平均値で割った値（各企業の他社による被引用件数 / 同時期の対象企業の他社による全ての被引用件数の平均値）を用いることにした。

3.2.2 説明変数

・技術の多様性

第三世代 (3G) 向けの移動体通信システムの標準の技術仕様を検討するために、1998 年には、各国の標準化団体の協力によって、3GPP (Third Generation Partnership Project) が設立された。3G については通信に関する国際機関である ITU (国際電気通信連合) によって、公的に世界の技術標準の統一が図られた (丸川・安本, 2010)。3GPP が ITU に提案した標準の技術仕様は、表 1 のように分類できる。

技術の多様性については、この必須特許宣言において参照されている技術仕様のシリーズの数を用いて検討する。3GPP では 50 以上の標準の技術仕様のシリーズを定義している。計算の簡便化のため、2G GSM の比較的新しい技術仕様 (Rel.4 and later : 41 ~ 52 シリーズと 13 シリーズ) は、技術的に同シリーズである、以前の技術仕様 (before Rel.4 : 00 ~ 13 シリーズ) と合わせて集計した (例えば、41-01 シリーズ)。また、38 シリーズは 5G 以降の技術仕様のシリーズであるため除去した。その結果、本研究では、表 1 にあるように 4G までの 32 の技術仕様のシリーズについてのデータを用いることにした。なお、回帰分析は技術の多様性は log を用いた。

・技術の統合能力

先行研究によって、企業の技術ベースをネットワークと見なす場合、カップリングは 2 つの技術要素間の結合または関係と見なすことができる。密度は、ネットワークの全ノード間の可能な関係数に占める実際に観察される関係数の割合である。密度が高け

表 1 標準の技術仕様別の必須特許の宣言数

技術仕様のシリーズ	3 G UMTS 4 G LTE (Rel. 99以 降)	全企業のSEPに おける技術仕 様に関する宣 言数 (A)	上位20社の SEPにおける 技術仕様に関 する宣言数 (B)	上位20社の占 める割合 (B/A)	2 G GSM	全企業のSEPに おける技術仕 様に関する宣 言数 (C)	上位20社の SEPにおける 技術仕様に関 する宣言数 (D)	上位20社の占 める割合 (D/C)
General Information	—	—	—	—	00シリーズ	116	69	59%
Requirements	21シリーズ	1705	1674	98%	01、41シ リーズ	1070	986	92%
Service Aspects (stage1)	22シリーズ	1376	1334	97%	02、42シ リーズ	1277	1213	95%
Technical Realization (stage2)	23シリーズ	15173	14065	93%	03、43シ リーズ	972	694	71%
Signaling Protocols (stage3): User Equipment to Network	24シリーズ	6870	6328	92%	04、44シ リーズ	2321	2108	91%
Radio Aspects	25シリーズ	31141	28450	91%	05、45シ リーズ	1839	1785	97%
CODECs	26シリーズ	5760	4924	85%	06、46シ リーズ	186	183	98%
Data	27シリーズ	69	66	96%	07、47シ リーズ	2	2	100%
Signaling Protocols (stage3): RSS-CN and OAM &P and Charging (Overflow from 32 - Range)	28シリーズ	380	375	99%	08、48シ リーズ	248	230	93%
Signaling Protocols (stage3): Infra-Fixed- Network	29シリーズ	1994	1899	95%	09、49シ リーズ	50	49	98%
Programme Management	30シリーズ	0	0	0%	10、50シ リーズ	0	0	0%
Subscriber Identity Module (SIM/USIM), IC Cards Test Specs.	31シリーズ	385	315	82%	11、51シ リーズ	69	38	55%
OAM&P and Charging	32シリーズ	1816	1470	81%	12、52シ リーズ	2	2	100%
Access Requirements and Test Specs.	—				13シリーズ	0	0	0%
Security Aspects	33シリーズ	2615	1734	66%	—			
UE and (U)SIM Test Specs.	34シリーズ	57	47	82%	—			
Security Algorithms	35シリーズ	3	3	100%	55シリーズ	30	0	0%
LTE, LTE-Advanced, LTE-Advanced Pro radio Technology	36シリーズ	93282	86043	92%	—	—	—	—
Multiple Radio Access Technology Aspects	37シリーズ	588	516	88%	—	—	—	—
Radio Technology beyond LTE	38シリーズ				—	—	—	—
合計		163214	149243	91%		8066	7290	90%

* 分類は <https://www.3gpp.org/specifications/specification-numbering> にもとづく。

計算の簡便化のため、2G GSM の比較的新しい技術仕様 (Rel.4 and later : 41 以降のシリーズと 13 シリーズ) は、以前の技術仕様 (before Rel.4 : 00 から 13 シリーズ) は合わせて集計している。

れば高いほど、そのネットワークでは広くノード間に関係がある。技術の統合能力の値は、企業が持っているノード（技術仕様）間の紐帯の総計に対する、実際に観察される紐帯（特許）数の合計の割合を計算することによって得られる (Hanneman and Riddle, 2005)。 t を企業における実際の技術仕様の連結数、 n_i を各企業が保有している技術仕様数とする (i = 各企業) と、以下の式から算出することができる。企業が保有している技術仕様を相互に緊密に組み合わせている場合には、密度が高く技術統合能力が強いと

考えられる。

$$Density\ 1 = \frac{t}{C_{n_i}^2} = \frac{2t}{n(n-1)}$$

・アーキテクチャ・コントロール

技術要素間の相互の関連が深ければ、技術の構造は複雑になる。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っており、企業はそれらの移动通信分野のシステムレベルの知識を構築していると考えられる。アーキテクチャ・コントロールの値は、移動体通信システム全体にわたって考えうる

全てのノード（技術仕様のシリーズ）間の紐帯の総計に対する、実際に各企業について観察される紐帯（特許）数の合計の割合を計算することによって得られる (Hanneman and Riddle, 2005)。t を実際の技術仕様の連結数, N をシステムに関わるすべての技術仕様数 (N=32) とすると、以下の式から算出することができる。

$$Density\ 2 = \frac{t}{C_N^2} = \frac{2t}{N(N-1)}$$

企業の必須特許の宣言による技術仕様間の「密度」が高ければ、その企業は企業の枠を越えてシステム全体にわたって複数の技術仕様間にわたる広範な知識を蓄積しており、移動体通信システムの技術システム（特にアーキテクチャ）をコントロールできる可能性がある（許・安本・任、2015）

3.2.3 コントロール変数およびダミー変数

・コントロール変数

－必須特許の量

企業のイノベーションに関わる知識の量を測るために、必須特許件数を用いる。Kang and

Motohashi(2015) は、標準必須特許を宣告するうえでは、標準策定会議への参加、イノベーションの経験などが重要であることを示している。したがって、必須特許件数には関連した知識の量が反映されていると考えられる。

必須特許件数は時期による変動があるため、各企業の必須特許件数を同時期の全ての企業の必須特許件数の平均値で割った値（各企業の必須特許件数 / 同時期の全企業の必須特許件数の平均値）を用いることにした。

－規模

企業間の規模の違いが与える影響をコントロールするために、相対規模を考慮した。本変数はアニュアルレポートやプレスリリースで公表された売上高を使用した。回帰分析では、売上高は log を用いた。

－企業年齢

企業の存続年数によって強固になると考えられる経験的なルーティンの強さを測るために、それぞれ企業年齢を用いた。回帰分析では、企業年齢は log を用いた。

・ダミー変数

－ビジネスモデル

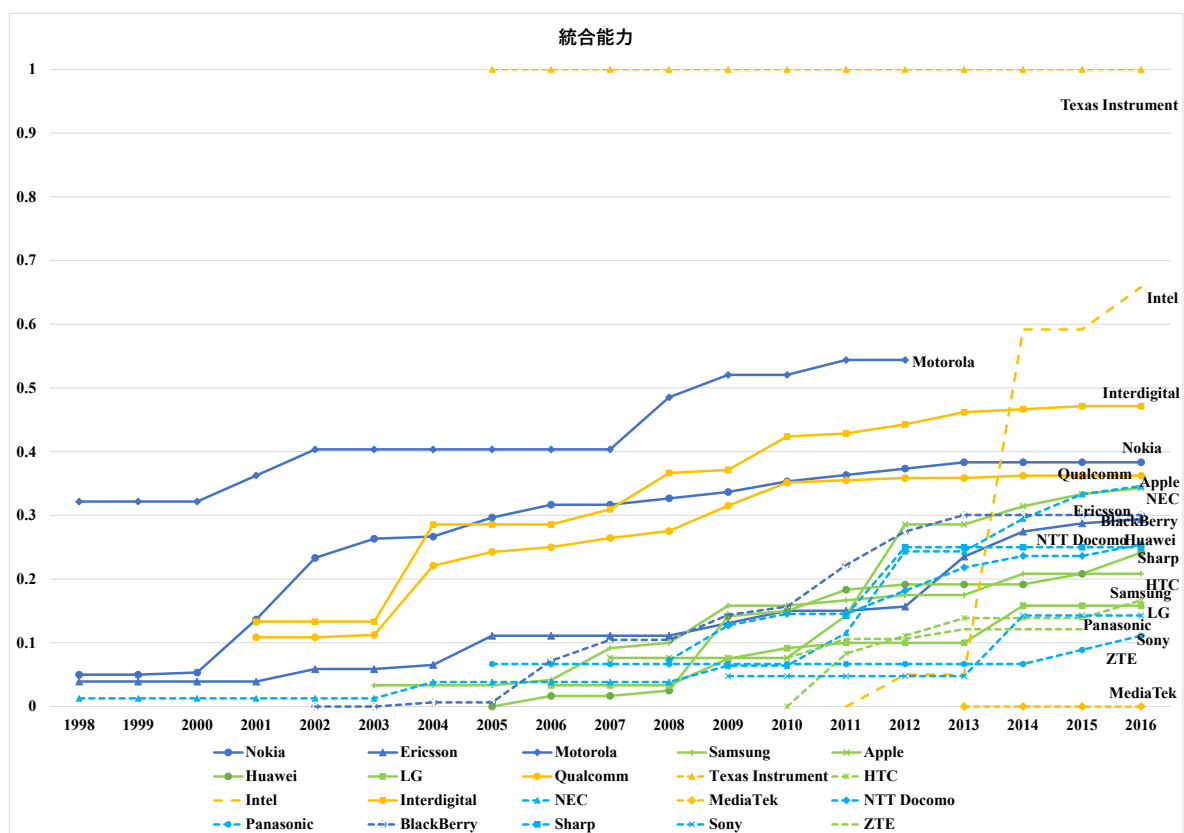


図2 技術の統合能力

コア部品を得意する IC 企業と端末やインフラの機器のシステム・メーカーとでは、技術構成やその蓄積の仕方が違うと考えられる。こうした相違を確認するために、システム・メーカー：1、IC 企業：0 とする、ビジネスモデルをダミーを変数として用いた。

－時期ダミー

時期による影響を確認するため、年毎の時期ダミーを加えた。

4. 分析と結果

4.1 技術多様性

各企業の SEP の技術の仕様数は増加していることから（付図 2 参照）、各企業の技術の多様性は増していると考えられる。Qualcomm や InterDigital といったライセンス収入が多く特許戦略を重視する企業以外では、先発企業 (MNE: Motorola, Nokia, Ericsson) の技術の仕様数が多いことが分かる。すなわち、先発企業、Qualcomm、InterDigital は技術の多様性が高いと言える。一方、Texas Instruments と MediaTek といった半導体専門企業と新興企業 (HTC, ZTE, Sony など)

は技術の多様性が低い。

4.2 技術の統合能力

図 2 を見ると、MNE や Qualcomm、InterDigital は技術の多様性のみならず、技術統合能力を高めていることが分かる。Intel は 2013 年から技術の種類を増加しながら、統合能力も強めている。しかし、技術の多様性が低い企業である Texas Instrument の技術の統合能力が高くなっている。これらは、多様な技術をあまり持ってない企業では、自社内の技術の組み合わせの数が少ないため、自社内の技術であればうまく統合できることを示している。

4.3 アーキテクチャ・コントロール

図 3 では、各企業はアーキテクチャ・コントロールを伸ばしていることが分かる。特に技術の多様性が高いと考えられる MNE や Qualcomm、InterDigital は顕著にアーキテクチャ・コントロールを高めていることが分かる。Intel は、2013 年以降、アーキテクチャ・コントロールを急速に高めている。

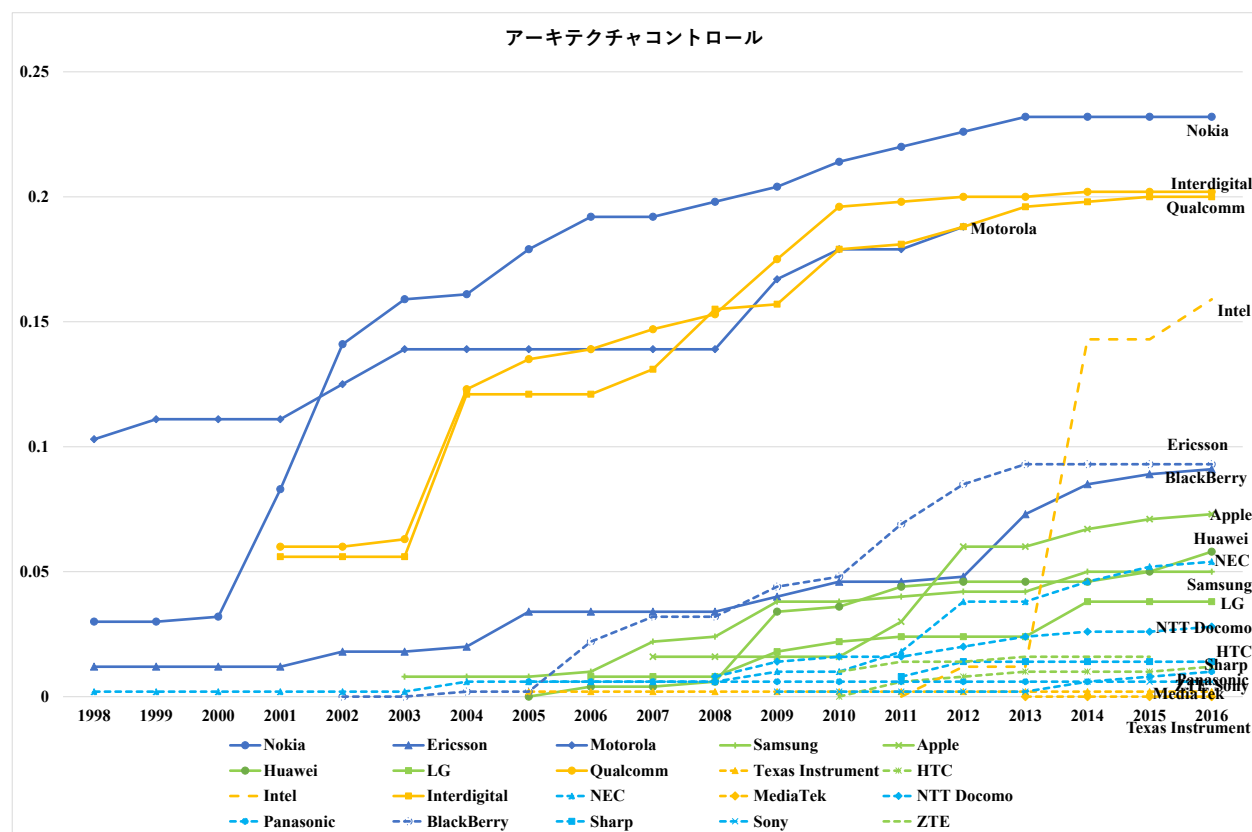


図 3 アーキテクチャ・コントロール

図5では、技術の多様性と統合能力、及びアーキテクチャ・コントロールとを関連づけて検討してみる。図4a)からは、アーキテクチャ・コントロールが強い企業は技術の多様性も高いことが分かる。技術の多様性とアーキテクチャ・コントロールは正

アーキテクチャコンサルタントロール

仕様数

2016,Nokia
2013
2010
2016,Qualcomm
2010
2013
2016,InterDigital
2012,Motorola
2010
2013
2016,Intel
2010
2016,Ericsson
2013
2016,Apple
2013
2016,Huawei
2010
2016,Samsung
2016,LG
2011
1998
1998
2008
2010
2010
2007
2016,NTT Docomo
2013
2010
2013
2016,NEC
2013
2010
2013
2016,Intel
2010
2016,Ericsson
2013
2016,Apple
2013
2016,Huawei
2010
2016,Samsung
2016,LG
2011
1998
1998
2008
2010
2010
2007
2016,NTT Docomo
2013
2010
2013
2016,NEC
2013
2010
2013
2016,Intel
2010
2016,Ericsson
2013
2016,Apple
2013
2016,Huawei
2010
2016,Samsung
2016,LG

Ericsson
Motorola
Nokia
Qualcomm
InterDigital
Apple
Huawei
Samsung
LG
Intel
NEC
NTT DOCOMO

Figure 1 is a line graph illustrating the evolution of the integrated capability of various mobile phone manufacturers from 2001 to 2016. The X-axis represents the number of employees (in thousands), ranging from 0 to 30. The Y-axis represents the integrated capability, ranging from 0 to 0.7. The graph tracks the growth of 11 companies: Ericsson, Motorola, Nokia, Qualcomm, InterDigital, Apple, Huawei, Samsung, LG, Intel, NEC, and NTT DOCOMO. Most companies show a positive correlation between employee count and integrated capability, with Intel showing the steepest growth and reaching the highest capability level by 2016.

Company	Year	Employees (thousands)	Integrated Capability
Ericsson	2001	11	0.11
Ericsson	2004	15	0.15
Ericsson	2007	18	0.20
Ericsson	2010	21	0.25
Ericsson	2013	24	0.30
Ericsson	2016	27	0.35
Motorola	2001	11	0.11
Motorola	2004	15	0.15
Motorola	2007	18	0.20
Motorola	2010	21	0.25
Motorola	2013	24	0.30
Motorola	2016	27	0.35
Nokia	2001	11	0.11
Nokia	2004	15	0.15
Nokia	2007	18	0.20
Nokia	2010	21	0.25
Nokia	2013	24	0.30
Nokia	2016	27	0.35
Qualcomm	2001	11	0.11
Qualcomm	2004	15	0.15
Qualcomm	2007	18	0.20
Qualcomm	2010	21	0.25
Qualcomm	2013	24	0.30
Qualcomm	2016	27	0.35
InterDigital	2001	11	0.11
InterDigital	2004	15	0.15
InterDigital	2007	18	0.20
InterDigital	2010	21	0.25
InterDigital	2013	24	0.30
InterDigital	2016	27	0.35
Apple	2001	11	0.11
Apple	2004	15	0.15
Apple	2007	18	0.20
Apple	2010	21	0.25
Apple	2013	24	0.30
Apple	2016	27	0.35
Huawei	2001	11	0.11
Huawei	2004	15	0.15
Huawei	2007	18	0.20
Huawei	2010	21	0.25
Huawei	2013	24	0.30
Huawei	2016	27	0.35
Samsung	2001	11	0.11
Samsung	2004	15	0.15
Samsung	2007	18	0.20
Samsung	2010	21	0.25
Samsung	2013	24	0.30
Samsung	2016	27	0.35
LG	2001	11	0.11
LG	2004	15	0.15
LG	2007	18	0.20
LG	2010	21	0.25
LG	2013	24	0.30
LG	2016	27	0.35
Intel	2001	11	0.11
Intel	2004	15	0.15
Intel	2007	18	0.20
Intel	2010	21	0.25
Intel	2013	24	0.30
Intel	2016	27	0.35
NEC	2001	11	0.11
NEC	2004	15	0.15
NEC	2007	18	0.20
NEC	2010	21	0.25
NEC	2013	24	0.30
NEC	2016	27	0.35
NTT DOCOMO	2001	11	0.11
NTT DOCOMO	2004	15	0.15
NTT DOCOMO	2007	18	0.20
NTT DOCOMO	2010	21	0.25
NTT DOCOMO	2013	24	0.30
NTT DOCOMO	2016	27	0.35

図4 技術の多様性と統合能力とアーキテクチャ・コントロールとの関係

ただし、図 4b) は、図 4a) と異なり、相互の関係にばらつきが見られ、統合能力が高い企業でも技術の種類が少ない場合があることを示している。統合能力は自社が持っている技術の組み合わせの能力である。企業内の技術の多様性が低い場合には少ない技術仕様間の結びつきを高めやすいため、統合能力が高くなることがある。

4.5 回帰分析の結果

表 2 回帰分析の結果

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	Model 7
コントロール変数							
企業の規模	0.029(0.034)		0.032(0.031)	0.027(0.033)	0.027(0.034)	0.027(0.032)	0.026(0.031)
企業の年数	0.481(0.104) ***		0.425(0.101) ***	0.463(0.109) ***	0.445(0.105) ***	0.454(0.098) ***	0.400(0.105) ***
必須特許件数	0.962(0.031) ***		0.855(0.043) ***	0.854(0.045) ***	0.930(0.034) ***	0.818(0.040) ***	0.816(0.038) ***
ダミー変数							
ビジネスモデル	-0.145(0.075) *		-0.026(0.096)	-0.036(0.100)	-0.093(0.079)	-0.073(0.072)	-0.026(0.091)
1999	-0.003(0.288)			-0.009(0.273)	-0.006(0.286)	-0.008(0.271)	-0.010(0.264)
2000	-0.006(0.288)			-0.012(0.273)	-0.009(0.286)	-0.012(0.271)	-0.013(0.264)
2001	0.075(0.264)			0.074(0.251)	0.071(0.262)	0.047(0.249)	0.072(0.242)
2002	-0.089(0.264)			-0.099(0.251)	*-0.101(0.262)	-0.132(0.249)	-0.112(0.242)
2003	0.102(0.251)			0.067(0.238)	0.090(0.249)	0.056(0.236)	0.051(0.230)
2004	0.097(0.251)			0.042(0.239)	0.065(0.249)	0.003(0.237)	-0.001(0.230)
2005	0.024(0.242)			0.005(0.230)	-0.005(0.241)	-0.032(0.228)	-0.046(0.222)
2006	0.102(0.237)			0.105(0.226)	0.075(0.235)	0.050(0.223)	0.030(0.217)
2007	0.107(0.234)			0.113(0.224)	0.077(0.233)	0.053(0.221)	0.033(0.215)
2008	0.119(0.233)			0.120(0.222)	0.088(0.231)	0.064(0.219)	0.038(0.214)
2009	0.108(0.231)			0.098(0.221)	0.066(0.230)	0.037(0.218)	0.011(0.213)
2010	0.063(0.230)			0.053(0.219)	0.017(0.229)	-0.009(0.216)	-0.045(0.212)
2011	0.134(0.226)			0.123(0.216)	0.090(0.225)	0.069(0.213)	0.036(0.208)
2012	0.129(0.226)			0.119(0.216)	0.071(0.226)	0.049(0.213)	0.018(0.208)
2013	0.135(0.226)			0.141(0.216)	0.086(0.226)	0.075(0.213)	0.049(0.208)
2014	0.107(0.226)			0.101(0.217)	0.038(0.227)	0.025(0.213)	0.002(0.208)
2015	0.101(0.226)			0.093(0.217)	0.030(0.227)	0.017(0.213)	-0.006(0.208)
2016	0.104(0.226)			0.092(0.218)	0.027(0.227)	0.013(0.213)	-0.009(0.208)
説明変数							
仕様数		0.460(0.205) *	-0.228(0.134) †	-0.254(0.142) †			
アーキテクチャコントロール		9.830(1.086) ***	3.438(0.691) ***	3.554(0.723) ***			
統合能力		-0.397(0.225) †	-0.085(0.142)	-0.135(0.155)			
交互作用項							
仕様数* 統合能力 仕様数*					0.390(0.183) *		0.035(0.150)
アーキテクチャコントロール						2.144(0.401) ***	16.115(2.484) ***
R2乗	0.858	0.564	0.872	0.874	0.861	0.875	0.882
調整済みR2乗	0.843	0.558	0.868	0.859	0.846	0.861	0.869
F	57.950 ***	99.128 ***	220.515 ***	57.900 ***	56.548 ***	63.909 ***	65.139 ***

† p<0.10, * p<0.05, ** p<0.01, ***p<0.001.

まず、Model 2 は、技術の多様性、アーキテクチャ・コントロールは他社による被引用件数に正の影響をあたえることを示している。Model 3 と Model 4 ではコントロール変数とダミー変数を加えたが、これらの Model からアーキテクチャ・コントロールは 0.1% 有意水準で正であることが分かる。

一方で、企業内の技術の多様性や統合能力は貢献しておらず、むしろ負の影響を与えている。特に統合能力は、必ずしも有意性は高くないものの、いずれの Model においても他社による被引用件数に負の影響を与える傾向がある。また、Model 3 と Model 4 では、企業の年数と必須特許件数を加えると、技術の多様性の有効なイノベーションへの影響がマイナスに変わっている。必須特許件数と技術の多様性(仕

表 2 は回帰分析の分析結果である（変数間の相関係数については巻末付表 1 参照）。表 2 の各 Model の VIF を計算した結果、Model 6 以外の Model では最大の VIF は 5.499 であった。この値は一般に多重共線性が発生していると考えられる基準値の 10 よりも十分に小さいために、本分析では当該リスクは少ないと考えることができる。F 値はすべて有意であるから、回帰式は統計的に意味があると考えられる。

様数) には高い相関がある（相関係数 0.67）。これは、企業の技術イノベーション経験や知識の蓄積の多寡によって、技術の多様性のイノベーションの有効性への影響が変わってくることを示唆しており、注意を要する。

多様な技術を保有している場合には、その統合にコストと時間がかかる。多様な技術の組み合わせの能力への要求も強くなる。このため、多様な技術を持っているだけでは、企業は有効なイノベーションを促進することは難しい。これに対し、以上の分析結果では、企業内の技術の統合能力は有意な影響を与えておらず、アーキテクチャ・コントロールのみがシステム全体の技術やコンポーネント知識をうまく結合する能力として貢献している。企業内の技術

の多様性や自社内の既存の技術を統合する能力よりも、産業全体にわたるシステムの技術やコンポーネント知識を組み合わせるアーキテクチャ・コントロールの能力を持っている場合に、有効なイノベーションは促進される傾向にあると考えられる。

また、技術の多様性とアーキテクチャ・コントロールの交互作用項は他社による被引用件数に正の影響を与えている。Model 5では技術の多様性と統合能力の交互作用項は有意ではないが、Model 6では当該交互作用項は0.1%有意水準で正の値を示している（ただしModel 6のVIFは高いため再検討の余地がある）。この交互作用項について検討すると、多様性が増すと、低アーキテクチャ・コントロールの効果は低く、高アーキテクチャ・コントロールの効果が正に高くなることが分かった（付図3）。以上の分析結果は、企業は多様な技術を保有するとともに、アーキテクチャ・コントロールの能力を保有することで、システム全体の技術やコンポーネント知識をうまく統合できるほど、有効なイノベーションを生み出す傾向にあることを示唆している。

5. ディスカッションと結論

本節では前節の結果を踏まえ、イノベーションの有効性に対して、企業の保有する技術の多様性、統合能力及びアーキテクチャ・コントロールがいかに貢献するのかについて検討した。本論文から得られる示唆は以下の三点である。

1つ目は、有効なイノベーションに対して、技術の多様性だけではなく、技術の統合能力やアーキテクチャ・コントロールの能力が必要であるということである。Nesta and Saviotti (2005) や Katila and Ahujia(2002) が指摘するように、広い範囲の探索はイノベーションにとって重要である。

2つ目は、技術イノベーションは知識の組み合わせから生じるが(Fleming, 2001)、企業内の技術の統合能力だけではイノベーションは難しいということである。自社内のすべての技術を統合できれば統合能力は高くなるが、それだけでは新しいイノベーションを生み出すことは難しい。これは、標準化により企業間にわたって技術の開発が分散して行われている状況下では、有効なイノベーションの創出には企業外の技術を活用できる余地が必要であることを意味する。すなわち、企業内の既存技術の統合を適度に抑えながら、企業の保有する技術の枠を越えてシ

ステム全体に関わる多様な技術を統合することが求められることを示唆している。

3つ目は、企業の枠を越えて幅広く技術をコントロールできる知識を保有していれば、イノベーションの有効性を高めることができる可能性があるということである。アーキテクチャ・コントロールの能力を高めるためには、多様な大量の知識が必要である。企業は複数の技術仕様間にわたる広範な知識を大量に蓄積しており、移動体通信システムの技術システム（特にアーキテクチャ）をコントロールできる可能性がある（許・安本・任、2015）。これに加えて、本研究の成果は、企業が保有する技術の多様性だけでなく、企業間にわたって様々な技術を統合する技術の知識基盤がイノベーションにとって重要であることを示している。企業の枠を越えてアーキテクチャの知識によって技術やコンポーネントをコントロールする能力を持つことで、企業はシステムの技術の発達を方向づける有効なイノベーションを生み出すことができると考えられる。

一方で、企業が実現しているアーキテクチャ・コントロールによって、産業や技術の発達の方向性はどのように影響されるだろうか。企業は様々な技術との繋がりを中心となるコア技術を開発、保有して、アーキテクチャ・コントロールを実現するとされてきた(Woodard, 2008)。企業はコア技術を中心に産業や分野の数多くの技術を獲得しながら、そうした多様な技術にわたる組み合わせ能力を構築してアーキテクチャ・コントロールを実現する。そうしたコントロールが産業や技術の発達の方向性に、どのような影響を与えるのかについては、今後の検討課題であろう。

最後に、本研究の限界について指摘しておきたい。本研究の成果は理論的には一定の汎用性を持つと考えられるものの、本研究の実証では移動体通信分野以外の産業・分野間にわたる一般化がなされていないという限界がある。今後は、他産業・分野を含む比較検討を進め、一般化を図ることに加え、高度に分離できる産業だけではなく、部分的に分離する産業（自動車産業など）を含めた統計的な分析や検証を行う必要があるだろう。部分的に分離する分野では、企業は多く技術を持っていることが必要である。その状況で、アーキテクチャ・コントロールは有効なイノベーションへの影響が異なると考えられる。

脚注

- 1) 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。
- 2) 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 (<http://ipr.etsi.org/searchIPRD.aspx>) から、2018 年 03 月にダウンロードを行った。なお、本稿は、計算を簡便化するため、2G GSM、2.5G GPRS、および 2.75G EDGE を“2G GSM”、3G UMTS、3G WCDMA、3.5G HSDPA、および 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 と Nokia Telecommunication Inc. は“Nokia”としてカウントした。
- 3) <https://www.3gpp.org/specifications/specification-numbering>

参考文献

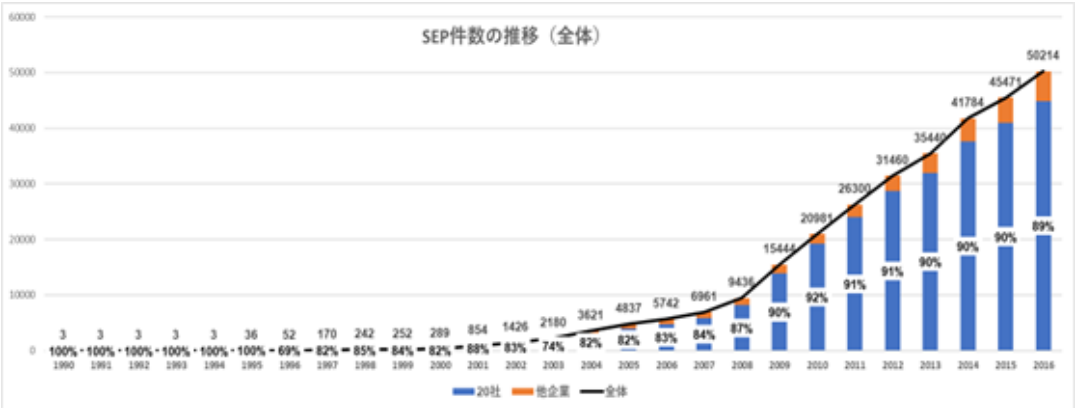
- Albert, M. B., Avery, D., Narin, F., and McAllister, P. (1991). Direct validation of citation counts as indicators of industrially important patents, *Research Policy*, 20(3) 251-259.
- Arikan, A.T., and Schilling, M.A. (2011). Structure and governance in industrial districts: implications for competitive advantage, *Journal of Management Studies*, 48, 772-803.
- Baldwin, C. Y., and Clark, K. B. (1997). Managing in an age of modularity, *Harvard Business Review*, 75, 84-93.
- Bekkers, R., Duysters, G., and Verspagen, B. (2002). Intellectual property rights, strategic technology agreements and market structure: The case of GSM, *Research Policy*, 31(7), 1141-1161.
- Bekkers, R., and I. Liotard. (1998). European standards on mobile communications: the tense relation between standards and intellectual property rights, Internal Research Mimeo, Eindhoven University of Technology.
- Bekkers, R., and Martinelli, A. (2012). Knowledge positions in high-tech markets: Trajectories, standards, strategies and true innovators, *Technological Forecasting and Social Change*, 79(7), 1192-1216.
- Brusoni, S., Prencipe, A., and 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.
- Dindaroğlu, B. (2017). Determinants of patent quality in U.S. manufacturing: technological diversity, appropriability, and firm size, *The Journal of Technology Transfer*, 43, 1083-1106.
- Fleming, L. (2001). Recombinant uncertainty in technological search, *Management Science*, 47(1), 117-132.
- Fleming, L. and Sorenson, O. (2004). Science as a map in technological search, *Strategic Management Journal*, 25, 909-928.
- Ferguson, C. H., and Morris, C. R. (1993). *Computer Wars: How the West Can Win in a Post-IBM World*, Times Books (reprinted as *Computer Wars: The Post-IBM World*, Beard Books, 2003).
- Garcia-Vega, M. (2006). Does technological diversification promote innovation? : An empirical analysis for European firms., *Research Policy*, 35, 230-246.
- Hall, B. H., Jaffe, A., and Trajtenberg, M. (2001) The NBER patent citations data file: Lessons, insights and methodological tools, *NBER Working Paper*, No. 8498.
- Hanneman, R. A. and Riddle, M. (2005). *Introduction to social network methods*, University of California, Riverside, CA (published in digital form at <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/>).
- Harhoff, D., Narin, F., Frederic, N., Scherer, M., and Vopel, K. (1999). Citation frequency and the value of patented inventions, *Review of Economics and Statistics*, 81(3), 511-515.
- Henderson, R. M., and Cockburn, I. M. (1996). Scale, scope and spillovers: The determinants of research productivity in drug discovery, *The RAND Journal of Economics*, 27(1), 32-59.
- Kang, B. and Motohashi, K. (2015). Essential intellectual property rights and inventors' involvement in standardization, *Research Policy*, 44(2), 483-492.
- Katila, R. and Ahuja, G. (2002). Something old, something

- new: A longitudinal study of search behavior and new product introduction, *Academy of Management Journal*, 45(6), 1183-1194.
- Leonard-Barton, D. (1995). A dual methodology for case studies: Synergistic use of a longitudinal single site with replicated multiple sites, G. P. Huber and A. H. van de Ven (eds), *Longitudinal Field Research Methods: Studying Processes of Organizational Change* 38- 64. Thousand Oaks, CA.
- Levitt, B., and J. G. March (1988). *Organizational learning*. *Annual Review of Sociology*, 14, 319-340.
- 丸川知雄・安本雅典編 (2010).『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 .
- Miller, D. J. (2006). Technological diversity, related diversification, and firm performance, *Strategic Management Journal*, 27, 601- 619.
- Nesta, L., and Saviotti, P. P. (2005). Coherence of the knowledge base and the firm's innovative performance: Evidence from the U.S. pharmaceutical industry, *The Journal of Industrial Economics*, 53(1), 123- 142.
- Rosenkopf, L., and Nerkar, A. (2001). Beyond local search: boundary-spanning, exploration, and impact in the optical disk industry, *Strategic Management Journal* 22(4), 287-306.
- Schilling, M. A. (2000). Toward a general modular systems theory and its application to inter-firm product modularity, *Academy of Management Review*, 25, 312- 34.
- Shapiro, C. and Varian, H. R. (1999). *Information Rules: A Strategic Guide to The Network Economy*, Harvard Business School Press Boston MA.
- 許経明・安本雅典・任懿君 (2015).「標準化における技術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」『東京大学ものづくり経営研究センター MMRC Discussion Pape Series』, No. 475.
- Takeishi, A. (2002). Knowledge partitioning in the interfirm division of labor: The case of automotive product development, *Organization Science*, 13(3), 321-338.
- Trajtenberg, M. (1990). A penny for your quotes: Patent citations and the value of innovations, *RAND Journal of Economics*, 21(1), 172-189.
- 王尚可・安本雅典・吉岡（小林） 徹 (2019).「コンセンサス標準下でイノベーションの有効性を向上させる知識の構築の研究：移動体通信産業における標準必須特許の引用ネットワークの分析」『技術マネジメント研究』 18, 41- 62.
- West, J., Salter, A., Vanhaverbeke, W., and Chesbrough, H. (2014). Open innovation: The next decade, *Research Policy*, 43(5), 805-811.
- Woodard, C.J. (2008). Architectural control points. In Vaishnavi V and Baskerville R. (eds.) *Proceeding of Third Design Science Research in Information Systems and Technology*. Georgia State University, Atlanta.
- Woodard, C. J. and West, J.(2009). Architectural dualities in complex systems: Components, interfaces, technologies and organizations, *Research Collection School of Information Systems*, Paper 822.
- Yayavaram, S., and Ahuja, G. (2008). Decomposability in knowledge structures and its impact on the usefulness of inventions and knowledgebase malleability, *Administrative Science Quarterly*, 53, 333-362.

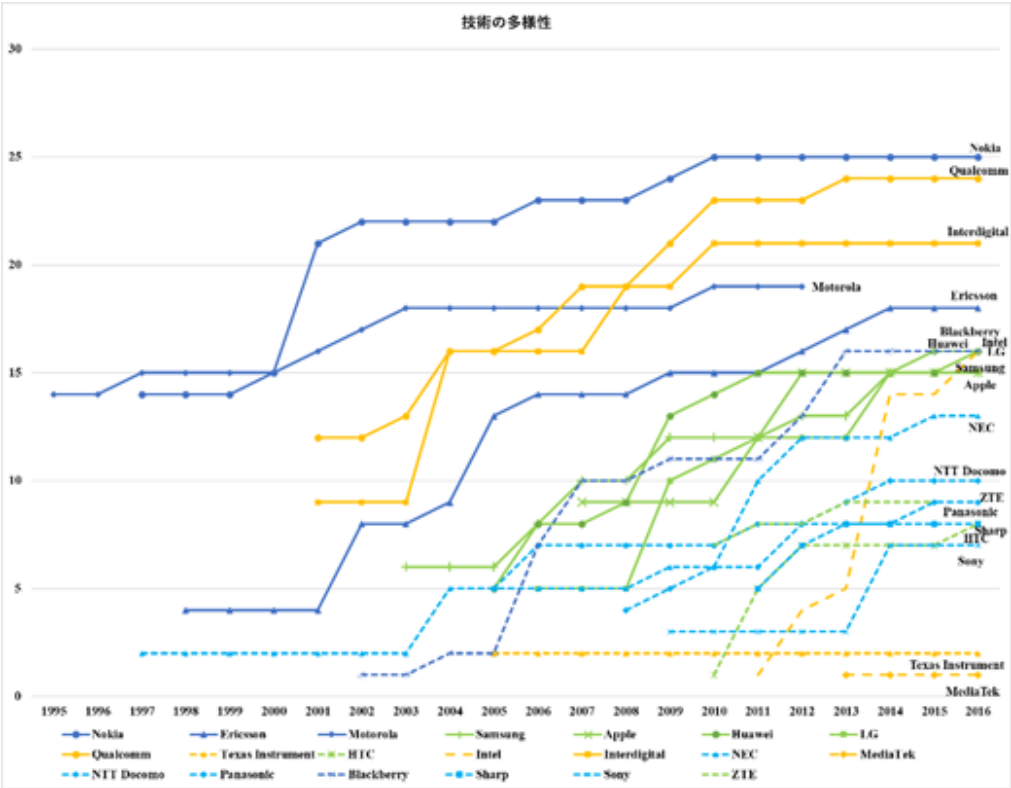
付録

付表 1 変数間の相関係数表

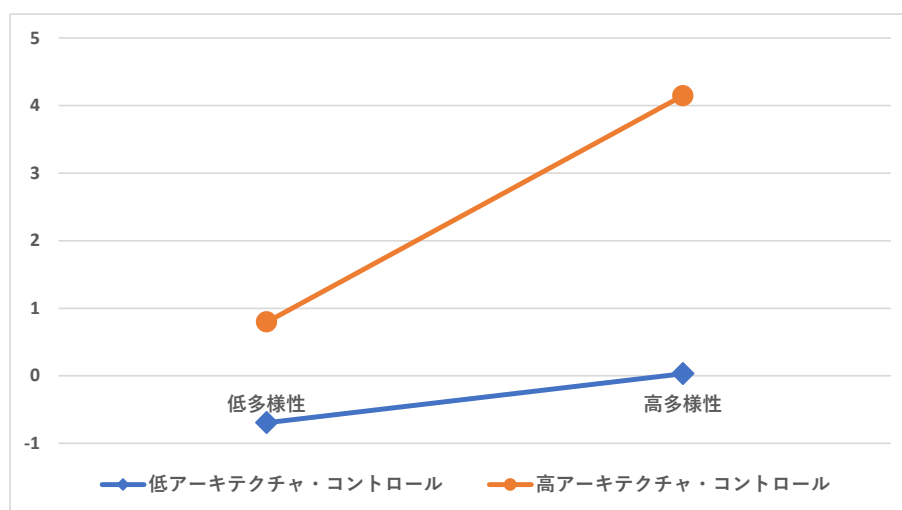
	度数	平均値	標準偏差	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Net sales	234	65046.236	222853.911											
1 規模 log(Net sales)	234	4.2144604	0.8921443	1										
Firm Age	234	67.636752	41.1762736											
2 企業年齢 log(Firm Age)	234	1.7372046	0.29821982	.202**	1									
3 ダミービジネスモデル	234	0.7692308	0.42222821	.406**	.370**	1								
4 イノベーションの有効性 補正済みの他社被引用	234	1	1.02901419	-.163*	.286**	-.181**	1							
5 必須特許の量 補正済みのSEPs	234	1.0117924	0.94624552	-.219**	.193*	-.206**	.917**	1						
仕様数	234	11.606838	6.62283378											
6 技術の多様性 log(仕様数)	234	0.9629542	0.33973057	-0.0876	0.11463	0.11073	.627**	.668**	1					
7 アーキテクチャ・コントロール	234	0.0613282	0.06860549	-.208**	0.08302	-.289**	.735**	.712**	.731**	1				
8 統合能力	234	0.2326413	0.22621833	-0.1199	0.05174	-.506**	.151*	0.10629	0.04316	.354**	1			
9 技術の多様性*統合能力	234	0.2273254	0.18698125	-.175**	0.07341	-.340**	.518**	.503**	.626**	.872**	.676**	1		
10 技術の多様性 * アーキテクチャ・コントロール (中心化)	234	0.0146752	0.01780744	-.154*	0.11964	-.382**	.602**	.505**	.179**	.759**	.394**	.609**	1	
11 技術の多様性 * アーキテクチャ・コントロール	234	0.0760117	0.0932021	-.199**	0.09998	-.282**	.753**	.721**	.712**	.997**	.352**	.858**	.794**	1



付図 1 必須特許件数の推移



付図 2 技術の多様性の推移



付図 3 技術の多様性とアーキテクチャ・コントロールの交互作用効果