

MMRC
DISCUSSION PAPER SERIES


No. 372

コンセンサス標準に対する
各企業のポジショニングと知識量の関係
—自動車産業における AUTOSAR の事例から—

東京大学ものづくり経営研究センター 特任助教
糸久 正人

横浜国立大学環境情報学府 准教授
安本 雅典

2011年12月

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

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

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

The Relevance of Firms' Knowledge Amount to Their Strategic Positioning to a Consensus Standard: The Case of AUTOSAR in the Global Automobile Industries

Masato ITOHISA
Manufacturing Management Research Center
The University of Tokyo

Masanori YASUMOTO
Graduate School of Environmental and Information Sciences
Yokohama National University

Abstract

The purpose of this paper is to examine how a firm positions itself to a consensus standard. The standardization strategy of firms has drawn more attentions from researchers and practitioners. Antecedents primarily focus on the strategy to be a dominant leader of standardization (e.g., platform leadership). However, a firm's strategic posture, more specifically positioning, toward standardization should depend upon its attributes. Also the benefit from standardization which brings the prosperity of the ecosystem will be limited if various firms each are not allowed to find their positions according to their specific attributes. The difference in firms' attributes should encourage each firm to take a strategic posture different from a dominant strategy to be a standardization leader. The study explores the variety of firms' postures to standardization in the field of ECU (electronic control unit) in the global automobile industries by focusing on each firm's accumulated knowledge amount as a critical attribute. Four archetypes by the commitment (i.e., participation level) to the standardization and the introduction level of the standardized technologies are found to be explicated by "knowledge amount (the quantity of patents)" in the related fields. The result demonstrates that each firm, even a leading incumbent firm, is not necessarily to be a leader of standardization, but rather to choose own position according to its knowledge amount. Also the result shows that firms relatively prominent in knowledge accumulation, mostly the Japanese, are reluctant to make full commitment to the standardization and introduce the standardized technologies while firms with less knowledge are positive to contribute to the standardization and exploit the fruits. In contrast to the case of firms with scarce knowledge which are more likely to exploit the fruits of standardization, relatively large firms with sufficient knowledge are considered to face the dilemma in standardization process. The evidence of the chances for various firms will help both researchers and practitioners contrive a firm's strategic positioning toward standardization.

Keywords: consensus standard, knowledge amount, automotive industry, AUTOSAR

コンセンサス標準に対する 各企業のポジショニングと知識量の関係

自動車産業における AUTOSAR の事例から

糸久 正人

東京大学ものづくり経営研究センター 特任助教

安本 雅典

横浜国立大学環境情報学府 准教授

要約

本論文は、企業がどのようにコンセンサス標準に対してポジジョンをとるかを検討する。企業の標準化戦略がますます注目を浴びてきている。先行研究はもっぱら支配的な標準化のリーダーになるための戦略に注目してきた。だが、企業の標準化への戦略的な態度、より具体的にはポジジョンは、企業自身の特性に依存している。それぞれの企業が独自の特性に応じて自社ポジジョンを決めることができないのであれば、標準化による利益や標準化にもとづくエコシステムの繁栄は限られたものになってしまうだろう。企業間の特徴の相違は、各企業が標準化のリーダーとなるための支配的戦略とは異なった戦略的態度を採るよう促すはずである。本研究は、重要な企業の特徴として各企業に蓄積された知識量に注目して、世界の自動車産業における ECU (electronic control unit) の分野での企業の戦略的態度の多様性を探る。その結果、標準化へのコミットメント(すなわち参加レベル)とその標準の導入度による4つのタイプが見出されたが、それらは関連分野での「知識量(特許数)」によって説明されることが分かった。この結果は、有力既存企業であっても、標準化のリーダーとなる戦略を採用しようとするとは限らず、むしろ自らの知識量に応じてポジジョンを選択することを示している。この結果は、知識量において突出した企業(ほとんど日本企業)は標準化への完全なコミットメントや標準に基づく技術の導入を躊躇している一方、より知識量の少ない企業は標準化に貢献し標準化の成果を活用することに積極的であることを示している。標準化の成果の活用を自由に試みる、知識量の少ない企業とは対照的に、比較的大きく十分な知識量を持つ企業は、標準化の過程でジレンマに直面していると考えられる。多様な企業に機会があるというこうした証拠は、研究者と実務家の両方が、企業の標準化への戦略的ポジジョンを検討する上で参考になると考えられる。

キーワード：コンセンサス標準、知識量、自動車産業、AUTOSAR

1. はじめに

本報告の目的は、複数企業が参加するコンソーシアムによる業界標準（以下、コンセンサス標準と呼ぶ: Farrell & Saloner, 1988; 新宅・江藤, 2008; Weiss & Cargill, 1992）の形成過程における各社の戦略行動を捉えるフレームワークを提示し、さらに各企業がそのようなポジションに位置取る決定要因を知識量の観点から探索的に分析することである。

近年、複雑化の増大に伴う R&D 費用の外部化を狙いとして、企業間の合意によって標準化領域を設定するというコンセンサス標準の役割が、欧州企業を中心により一層重視されつつある (Leiponen, 2008; Slowak & Itohisa, 2011, 徳田他, 2011; 立本, 2011; West, 2007)。コンセンサス標準とは複数企業のコンソーシアムによって形成される標準で¹、標準の形成から実装に至るまで強力なリーダー企業がすべてを決定するというわけではなく、標準化領域にかかわる OEM（完成品メーカー）、サプライヤー、ツールベンダーなど様々なプレーヤーが、それぞれの立場から標準の制定に参加している。このようなコンセンサス標準は、ネットワーク外部性 (Katz & Shapiro, 1985) とそれにもとづく市場の拡大・確保のために用いられるが (Katz & Shapiro, 1994; Shapiro & Varian, 1998 ; 立本, 2011)、より実務的には、増大する複雑性に対処するため、ライバル企業同士で標準化領域を設定するために用いられることも多い (e.g., Farrell & Saloner, 1988; Greenstein & Stango, 2007; 立本・小川, 2010 ; 徳田他, 2011)。

このような場合、必ずしもネットワーク外部性を前提とした「勝者総取り (winner takes all)」が想定されるわけではなく、「コンセンサス」が得られた枠組において、立場の違いによりそれぞれの競争優位の源泉を見出していくことになる (糸久, 2011; Slowak & Itohisa, 2011 ; 丸川・安本, 2010 ; 安本, 2011)。こうした状況は、オープンイノベーションに関する研究 (Chesbrough, 2006; Chesbrough et al, 2006) やエコシステムに関する研究 (Iansiti & Levien, 2004) においても、多様な事例を通じて指摘されている。

しかしながら、既存研究においては、標準化とネットワーク外部性はセットで議論されることが多く、インテルのような標準化の盟主（典型的にはプラットフォームリーダー）に注目されることがほとんどであった (e.g., Gawer, 2009; Gawer & Cusumano, 2002; 小川, 2009 ; 立本他, 2009)。同時に、こうした有力企業について、基本特許のライセンス収入、自らの技術と他社の提供する補完財とのいち早い適合、自社技術の価値を高める関連イノベーションの促進といった、標準化を担うことで得られる利点や価値の獲得の仕方が詳細に検討されてきた (e.g., Boudreau, 2008; Leiponen, 2008; Parker & Van Alstyne, 2008; Simcoe, 2006; West, 2003; 2006 ; 2007)。いずれにせよ、標準化を推進する企業以外にはあまり注意が払われてこなかったと言える。「勝者総取り」を前提としなければ、外部知識を活用するオープンイノベーションの議論と同様、標準の成果のみを活用する企業が台頭したり、あるいは既存の環境で競争優位を發揮している有力企業が標準化から不利益を被

¹ コンセンサス標準においても既存の有力企業が主導するという見解もありうるが、以下に示すように、とくにネットワーク外部性よりも複雑性の削減に重点を置いている場合には、必ずしも既存の有力企業が標準化の主導者となるとは限らない。

ったりすることもあるかもしれない。

とくに新興企業に有利か、既存の有力企業に有利かといった、標準化と競争上のインパクトとの関連については十分に検討されてこなかった。例えば、携帯電話産業の GSM（第二世代）の通信規格の標準化が進む 1990 年代前半までの時期には、携帯電話産業では市場におけるポジションについても技術蓄積（関連特許）についても、モトローラが有力既存企業であった（Dittrich & Duysters, 2007; Funk, 2001; He et al., 2006）。これに対し、ノキアやエリクソンは GSM の標準化とともに台頭したわけであるが、標準の更なる成熟化とともに、今度は韓国や台湾のメーカーをはじめとする新興企業も有力プレーヤーとして躍り出るようになった（丸川・安本, 2010 ; 安本, 2011）。

さらに、アプリケーション分野の比重が高まり OS の標準化が進むと、ノキアをはじめとする既存有力企業ではなく、グーグルやその提携・採用企業のコンソーシアム（OHA: Open Handset Alliance による Android）が飛躍的な成長を遂げている。新しい標準を主導するだけでなく、それに追随したり、追随しながら異なる分野で標準化を主導することでも、新興企業が既存有力企業のポジションを奪うことは十分ありうると言える。

こうした事例からも分かるように、複数企業のコンソーシアムによって決定されるコンセンサス標準においては、立場や背景の違いを考慮した企業レベルでの分析が重要となる。しかし、コンセンサス標準については企業レベルの競争戦略と明確に関連付けた議論は少なく、あってもプラットフォームリーダーのような一部の有力企業と関連付けたものが見られるだけである。コンセンサス標準に関わる様々な企業にとって有効な戦略の指針を得るには、それぞれの立場や背景を考える必要があるだろう。

そこで、本稿では、そのような標準化戦略を考える第一歩として、コンセンサス標準に対する各企業のポジショニングを捉えるフレームワークを提示する。そして、ポジショニングを決定するひとつの要因として、「知識量」に着目し、両者の関係を探索的に分析することが本稿の目的である。具体的な観察対象としては、自動車産業における車載ソフトウェアのコンセンサス標準「AUTOSAR」（後述）に着目する。最後に、この AUTOSAR の事例から得られた分析結果を踏まえて、より抽象化した議論を行うために、コンセンサス標準形成メカニズムのモデル化を試みる。

2. 既存研究レビュー

標準化の効果については、複雑性を削減すること、ネットワーク外部性により全体として経済厚生を高めることなどが指摘されている。このうちとくにネットワーク外部性との関係で標準化は検討されることが多かった。だがシステムの複雑化に対する対応という意味でも標準化は大きな効果を持っている。複雑化が進めば、いかに知識量の多い大企業でも一社では対応が困難となってくる。こうした状況では、いずれの企業も複雑化に対処しきれなくなるので、差別化に結び付かない共通部分を標準化し、その分だけ複雑性を削減する動きが活発化する。

この標準化による複雑性の削減の影響を検討した実証研究は乏しく、どのような企業が有利であったり不利となるかはよく分かっていない。既存有力企業は既存の知識量の蓄積と外部の標準化の動きとの間でジレンマを抱えることになる恐れがあるが、その一方で、知識量の乏しい中小企業が標準化の流れを活かして台頭してくる可能性もある。

標準化は一定の規格に沿った技術の企業間にわたる開発や流通を促すことが指摘されている (Arora et al., 2001 ; Gambardella et al., 2007)。この意味で、標準化は、オープンなイノベーションのための環境を整備する役割を果たしている (Chesbrough, 2006; Iansiti & Levien, 2004; 徳田他, 2011)。これは、競争上必ずしも優位ではないと考えられてきた中小企業にとっても、活躍の機会が広がることを意味している。標準化を通じて技術や知識の開発や流通が促されれば、経営資源に乏しい企業であっても、上手く外部資源を媒介・活用したり、不足している技術や知識を補完的に提供したりすることで、活躍の機会が広げられることを意味するからである (Chesbrough, 2003; He et al., 2006; 真鍋・安本, 2010; Teece, 1986)。

こうした企業ごとの違いが予想され、個々の企業にとってはそうした違いが死活問題であるにもかかわらず、標準化に関する議論の多くは、その一般的な経済的厚生上の政策的意義 (標準化のあり方によって全体としてどれだけ経済的厚生が高まるか) や、国家や企業が標準化を主導することの利点とそのため戦略をもっぱら論じてきた (e.g., Leiponen, 2008 ; 小川, 2009 ; 立本, 2011; 徳田他, 2011)。

これらに対し、企業レベルに焦点を当てて、標準化を含むオープンな環境下での様々なビジネスモデルや戦略を検討している一連の議論がある (e.g., Chesbrough, 2006; Iansiti & Levien, 2004)。これらの議論では、標準化に絞って企業戦略を検討しているわけではないものの、標準化等によって整備されたオープンな環境の下では、様々な立場の企業がそれぞれ活躍できることに注目している。すなわち、標準化を主導するわけではなくても、標準化等を通じて形成されるオープン環境によって事業機会は増大すると考えているのである。

標準化をはじめとした条件が整うことでオープン化が進めば、外部知識の探索と活用の戦略は重要な課題となってくる (Dittrich & Duysters, 2007; Vanhaverbeke, 2006)。知識の探索と活用については、新しい知識の拡張のための探索と、既存知識の強化のための活用の二側面が注目されてきた (March, 1991; McGrath, 2001)。標準化の進む中では、標準化されていく新たな技術・知識を探索し、一方で自社のものを含め既存のものとなった技術や知識を上手く活用していくという一見両立困難な課題に対処していく必要がある (Benner & Tushman, 2003)。だが、標準化という大きな環境の変化にあって、何がそれぞれの企業の探索や活用を促す要因や条件となるのかについては十分に検討されているとは言えない。

個々の企業がそれぞれの発展の中で身につけた何らかの特徴を持つ以上、それに応じて企業の標準化に対する対応は大きく変わってくる可能性がある。すなわち、背景や立場に

応じて、標準化に関わる技術や知識の探索と活用をどう進めるのか、より具体的には他の企業やコンソーシアムにどう対応するのかは大きく変わってくると考えられるのである。

各企業の保持する資源、とくに関連分野についての知識量が企業の戦略に影響することは広く指摘されてきた。企業の進化経路は、蓄積した資源に影響されることが知られている（藤本, 1997）。これは、蓄積した資源としての知識量がどの程度あるのかによって、各企業の外部知識への関心、そして探索や活用の仕方は変わってくる可能性があることを示唆している。実際、オープンイノベーションをはじめとした実証研究では、知識量が比較的豊富に必要な技術や知識の多くを自前で賄える大企業に比べ、そうした資源を十分に持たない中小企業のほうが、外部の技術や知識の探索・活用に積極的であることが示される傾向にある（真鍋・安本, 2011）。

以上の点を考慮すると、技術や知識の企業間での流通を促すと考えられる標準化に対し、企業は自社の蓄積している知識量に応じた対応を採ると考えられる。すなわち、知識量の大小に応じて、企業は探索・活用を組み合わせ、標準化に対応しようとする予測できる。

3. 標準化形成過程における4つのポジショニングと知識の関係

コンセンサス標準においては、企業間コンソーシアムが標準化を推進するリーダー的役割を担うわけであるが、そのコンソーシアム内においても、通常、コアメンバーから周辺メンバーに至るまで、標準化形成に対する参与のレベルは様々である。一方、コアメンバーであったとしても、コンソーシアムの成果である標準を実際に組織内に導入するかどうかは別問題となる。なぜなら、通常、標準はある企業、ある製品のためにカスタマイズされたものより単独のパフォーマンスは劣ると考えられるからである。

実際、コンセンサス標準を含む標準化の利点としては、単独製品のパフォーマンスよりも、むしろ互換性（調整コストの削減）、ネットワーク外部性、規模の経済によるコスト上のメリットの可能性（e.g., Greenstein & Stango, 2007 ; Katz & Shapiro, 1986; 1994; Langlois & Robertson, 1992; Shapiro & Varian, 1998 ; Stango, 2004 ; 山田, 2008）といった要因が挙げられる傾向が強い。筆者らが行った後述する車載ソフトウェアの標準「AUTOSAR」に関する予備的な調査でも、某 ECU サプライヤーのマネジャーから、将来的なコスト上の利点を視野に入れつつ、「AUTOSAR コンソーシアムには標準化の動向を監視するために参加している」という証言を得ている²。

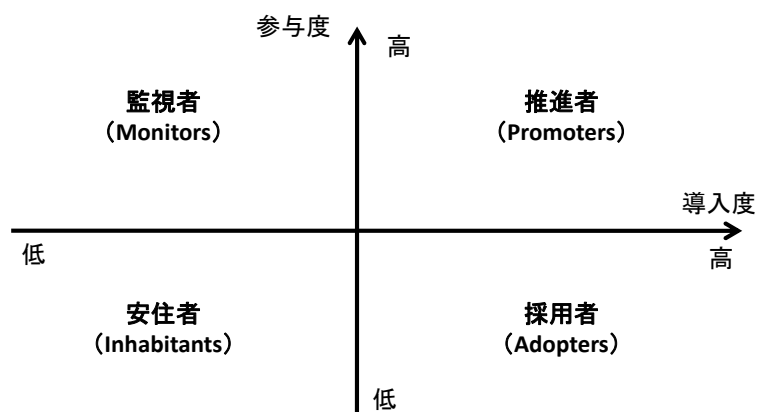
本研究は、どの企業にも当てはまるコストや効率上の効果から離れ、各企業の標準化に対するポジショニングの決定要因を検討する。各企業の標準化への関与の仕方は、標準化の一般的帰結よりも、むしろ各社の持つ要因や条件に影響されると考えられる。筆者らは標準形成過程における各企業のポジショニングを分類するフレームワークとして、標準化コンソーシアムへの「参与度（participation）」と、その成果である標準の組織内への「導

² 2011年10月5日：日系 ECU サプライヤーのソフトウェアマネジャーへの取材。

入度 (implementation)」という 2 軸により、以下の 4 つのポジショニングを提示する (図 1)。特許の保持・供与が標準化コンソーシアムへの参加度に関連することは部分的に検証されている (Gandal et al., 2007)。だが、その組織内への導入についてはまだ十分な検討は行われていない。標準等による外部の知識を活かした実装は各企業の課題であり (e.g., Chesbrough & Appleyard, 2007; Greenstein & Stango, 2007; Iansiti & Levien, 2004; West, 2007; 安本, 2011)、その前提としての導入度は企業の標準化への対応を理解する上では不可欠である。

第一のポジショニングは、(参加度：高)・(導入度：高) の「推進者 (promoters)」である。彼らは標準化コンソーシアムをリードし、かつそこから出てきた成果をいち早く社内の組織に展開するグループである。第二は、(参加度：高)・(導入度：低) の「監視者 (monitors)」である。彼らは標準化コンソーシアムの内部に入りつつも、そこから得られた成果は積極的に活用しないグループである。第三は、(参加度：低)・(導入度：高) の「採用者 (adopters)」である。彼らは標準化コンソーシアムの活動にはあまり積極的に関与しないものの、そこから得られた成果は推進者と同様、いち早く活用するグループである。第四は、(参加度：低)・(導入度：低) の「安住者 (inhabitants)」である。彼らは基本的には標準化コンソーシアムの活動には関与しないし、標準の成果も活用しないグループである。

図 1 標準形成過程におけるポジショニング



既存研究においては関連領域の知識量が少ない企業ほど、外部の知識を採用する可能性 (Chesbrough et al., 2006) や、積極的に標準を形成したり活用したいとする傾向 (Grindley, 1995; Teece, 1986) が示唆されているように、外部化による R&D 費用削減が標準化への取組を促していることは確かである。しかしながら、標準化をリードするためには、ある一定以上の知識が必要なこともまた事実である。すなわち、競争領域、標準化領域といったアーキテクチャの切り分けのためのアーキテクチャルな知識 (Henderson & Clark, 1990) を含め、対象領域全体に対する一定以上の知識を有する企業でなければ難しい (e.g., Gawer, 2009; Gawer & Cusumano, 2002)。

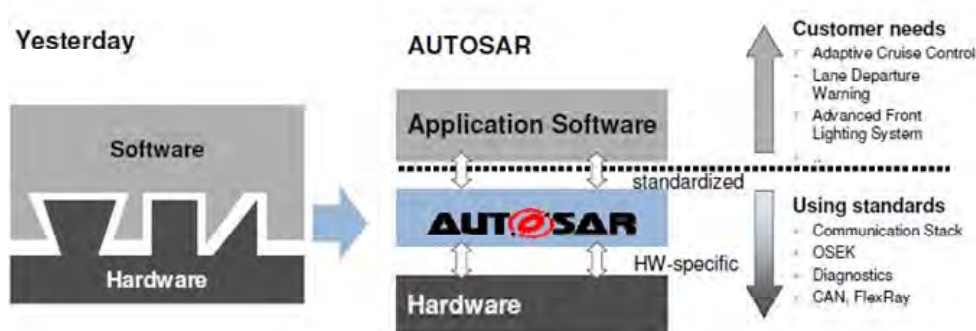
その一方で、知識を多く有している企業は、標準化領域を設定して、R&D 費用を外部化することにメリットをあまり感じないだろう。なぜなら、そのような標準化領域に関する知識はすべて、その企業にとっての埋没費用 (sunk cost) となってしまう、単純に考えれば比較優位の観点からも不利益を被ることとなるからである。

以上のような考察から、本報告では、4つのポジショニングと知識量の関係を前提に、両者の関係について探索的に分析を行う。

4. 分析対象

本研究の分析対象とするのは、自動車における車載ソフトウェアの標準化「AUTOSAR」である。AUTOSAR とは「AUTomotive Open System Architecture」の略で、複雑化する自動車制御の車載ソフトウェアに関して、OS (Operation System) を含む BSW (Basic Software) の部分を標準化しようというグローバルなコンセンサス標準の動きである (徳田, 2008; 徳田他, 2011)。自動車は車種ごとに部品のすり合わせを必要とするインテグラル製品の典型で (Clark & Fujimoto, 1991)、とくに日本の各自動車メーカーはそれぞれ独自の ECU サプライヤー (トヨタ系のデンソー、ホンダ系のケーヒンなど) を有している。こうした製品特性にも関わらず、2003年に BOSCH、Continental、BMW、Daimler などが中心となって発足した AUTOSAR には、現在、世界各国の自動車メーカー、ECU サプライヤー、半導体ベンダー、ソフトウェアベンダーなど 153 社が参画し (2011年 11月現在)、コンセンサス形成のために尽力している。以上のことから、分析対象としてコンセンサス標準「AUTOSAR」に参画する各社の行動を分析することは、本研究目的を達成する上で、最適な事例であると考えられる。

図 2 AUTOSAR のアーキテクチャ



注：AUTOSAR の構造上のポイントは、RTE (Run Time Environment) と呼ばれるミドルウェアで、アプリケーションレイヤーと BSW (Basic Software) を分割することである。そして、BSW には、Communication Stack、OSEK (OS)、CAN、FlexRay などの個別の標準を用いることで開発工数の低減を狙っている。

5. データ

今回は AUTOSAR のメンバーの中でも、競争領域と標準化領域の切り分けに直接関係す

る「自動車メーカー」および「ECU サプライヤー」に限定し、ECU サプライヤー13 社から自社および取引関係のある自動車メーカーのデータを収集した。ちなみに、その他のツールベンダーや半導体サプライヤーは、標準化形成過程の中で自社のビジネスを積極的に展開しようとしており、だいたいが「採用者」に位置づけられる。

(1) 被説明変数

被説明変数は、標準化に対する各企業のポジショニングである。一つ目の軸である「参加度」は AUTOSAR のメンバーシップに関する公開データを用いた。通常、コンセンサス標準の場合、標準策定の貢献度に応じてメンバーシップに差がつけられている。このメンバーシップに従い、AUTOSAR について、①コアパートナー、②プレミアムメンバー、③アソシエイトメンバーという分類になっている。そこで、コアメンバー:4 点、プレミアムメンバー:3 点、アソシエイトメンバー:2 点、非メンバー:1 点という形で操作化した。

次に、二つ目の軸である AUTOSAR の実際の「導入度」はフィールド調査からデータを収集した。2010 年 10 月～2011 年 2 月にかけて、日本国内の ECU サプライヤー13 社（内 2 社は外資系の日本支社）に対して、質問票調査を実施した。具体的に収集したデータは、サプライヤーに関しては AUTOSAR ツールの導入度、自動車メーカーに関しては実際に取引関係のサプライヤーから AUTOSAR が調達要件に含まれているのか、という指標で、これに基づき各社の AUTOSAR 導入度を操作化した（表 1 参照）。

なお、各サプライヤーから得た自動車メーカーおよびシステムサプライヤーに関するデータは表 2 の通りである。フィールド調査から得られたデータの信頼性は、回答者と直接対面式による確認によって担保した (Clark & Fujimoto, 1991)。さらに、そのようにしてプロットした図を用いて、AUTOSAR スポークスパーソン、複数の欧州自動車メーカー、欧州 ECU サプライヤーの AUTOSAR 推進担当マネジャー、半導体サプライヤー、ツールベンダーなどにもトライアングレーションを行い、更に日本自動車メーカーのソフトウェア担当マネジャー3 名、ソフトウェアベンダーマネジャー1 名、研究者 2 名からなるチームで検討し、ロバスト性のチェックを行った。

表 1 導入度の操作化

尺度	操作化の定義	
	4	OEM
SUP		子会社などを独立させてSW/ツールの普及に努めている。
3	OEM	将来、AUTOSARを納入条件に指定
	SUP	複数のツールを評価/検討し、自発的に組織内で活用している。
2	OEM	AUTOSARを納入条件に指定する可能性あり
	SUP	複数のツールを評価/検討している。あるいは、メーカーなどの指定により、どれか一つのツールを導入している。
1	OEM	AUTOSARの対応予定なし
	SUP	ツールは導入していない。

注：自動車メーカーとサプライヤーの操作化の定義は同じではないが、相互の相関性は自動車メーカーのソフトウェアマネジャー3名、ソフトウェアベンダーマネジャー1名、研究者2名からなるチームにより検討された。

表 2 データ収集の対応表

	JO1	JO2	JO3	JO4	JO5	JO6	JO7	UO1	UO2	EO1	EO2	EO3	EO4	EO5	EO6	EO7	EO8	KO1	JSS1	JSS2	JSS3	JSS4	
JS1	○		○				○	○						○								○	
JS2				○	○	○	○															○	
JS3			○																				
JS4	○					○	○																
JS5	○				○		○		○			○											
JS6			○																○	○			
JS7			○																				
JS8			○		○		○											○					○
JS9			○					○	○	○	○	○	○				○						
JS10		○	○					○															○
JS11	○	○		○						○	○				○	○	○						
ES1	○	○		○																			
ES2			○																				
ES3																							

注1：最初のアルファベットは国（J：日本、U：アメリカ、E：欧州、K：韓国）を表す。また、2（～3）番目のアルファベットは分類（O：OEM（自動車メーカー）、S：サプライヤー、SS：システムサプライヤー）を表す。

注2：○はサプライヤーと自動車メーカーもしくはシステムサプライヤーの間に取引関係があり、かつAUTOSARの調達要件に関するデータを得られた情報源を示している。

注3：ES3社からは守秘義務の関係で、ES3社の情報のみを得た。

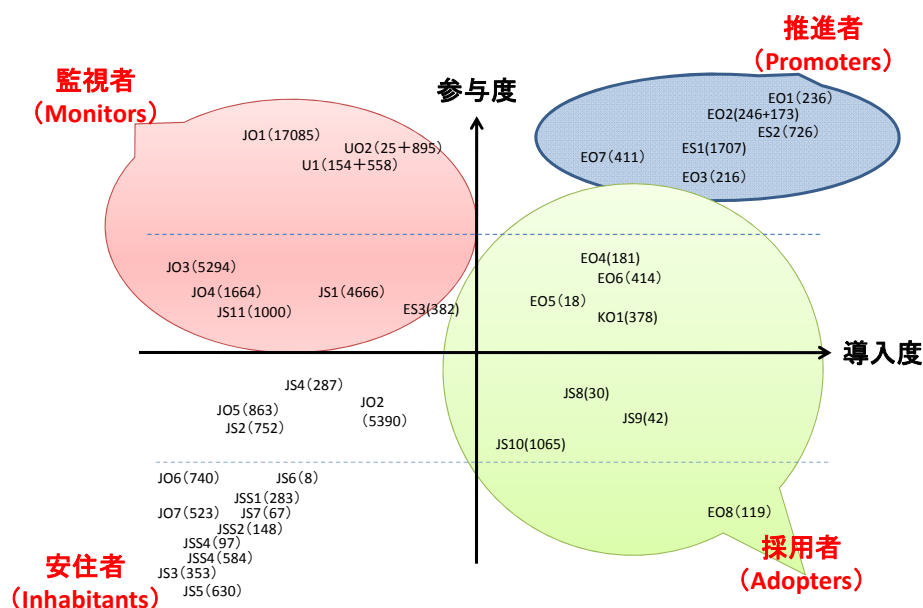
（2）説明変数

標準化に対するポジショニングを決定するのは様々な要因が想定されるが、本研究では上述した理由により「知識量」との関係を探索的に分析する。知識量は、AUTOSARの対象領域である自動車制御系システムに関する各社の特許数で操作化した。具体的には、日本と欧州の特許はIPC F02D等「エンジン制御」、IPC B60T8等「ブレーキ制御」、IPC B60K等「シフト制御」、IPC B62D 6等「ステアリング制御」、IPC B60G 17等「サスペンション制御」、米国の特許はUSC 123等「エンジン制御」、USC 74・USC 280等「車体制御」に関して、2005年～2010年を抽出期間として特許データを収集した。そして、当該領域におけるこれらの企業の特許数をカウントすることにより、各企業の特許数＝知識量として操作化した。特許数の合計は79,003件に上る。

6. 結果

上記で収集した AUTOSAR に関わる各企業の標準化形成に対する「参加度」、実際の組織内への標準の「導入度」のデータを用いて各企業のポジショニングをマッピングしたのが図 3 である³。また、括弧内の数字は当該企業が保有する特許数を示している。以下では各ポジショニングの特徴について論じる。

図 3 AUTOSAR における各企業のポジショニング



注 1：最初のアルファベットは国（J：日本、U：アメリカ、E：欧州、K：韓国）を表す。また、2（～3）番目のアルファベットは分類（O：OEM（自動車メーカー）、S：サプライヤー、SS：システムサプライヤー）を表す。

注 2：各企業のポジションに差があるのは、下記企業の担当者に確認をする際に、他社と比べてどうかという点で確認をしてもらい微調整したためである。

注 3：推進者の領域が定義よりも狭いのは、インタビュー調査を通じて、実際の「推進者」に近いのは、参加度 4、導入度 3 以上の企業であると判断したためである。

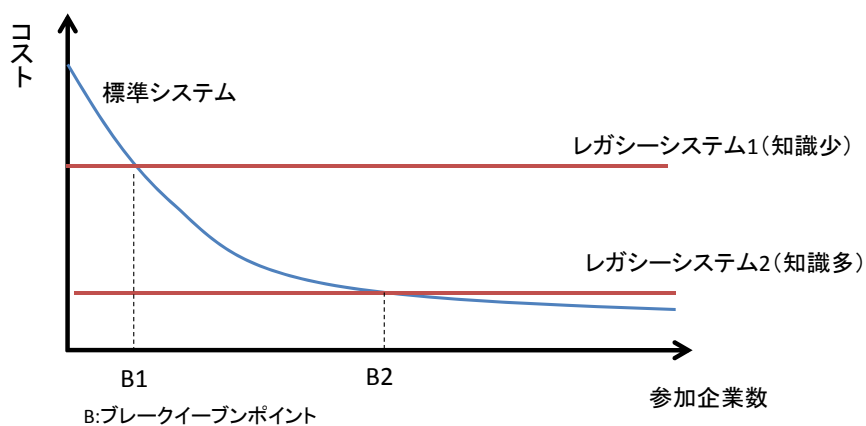
（1）推進者 (Promoters)

推進者の特徴は、当該分野において「中程度の知識」を持つ企業群である（平均特許数：619 件）。具体的には、ES1、ES2 といった欧州のサプライヤーを中心に、欧州系の自動車メーカー群によって構成されている。AUTOSAR の前身は EAST-EEA と呼ばれる EUREKA/ITEA の R&D コンソーシアムから派生しており、そこでの基本的な狙いは、複雑化する ECU ソフトウェアに対してどのように対処すればよいのか、といったものであった。その答えのひとつが上記のアプリケーション、ミドルウェア、BSW という 3 層構造への切り分けであった。こうした取り組みにもとづき、推進者は高い知識を持つ企業群には

³ より厳密には、4～1 点の数値データをもとに各企業をプロットしているため、4×4 の同じセルの中の企業は 1 点の上に集中するが、本研究では各企業を実際に訪問し、各担当マネジャーとディスカッションを行うことにより、各セルの中での位置取りを調整している。

単独ではかなわないために、BSW を標準化領域とすることで規模の経済のメリット、および先行者利益を享受しようとしている。図 4 はこうした状況を概念的に図示したものである。標準システムは、参加企業が増加すれば増加するほど、その分、R&D 費用を外部化できるようになるのでコストは低減する一方、参加企業が増えなければ冗長性を有しているために、かえってコスト高となってしまう。知識量が多い企業は、すでに多くの知識を有しているがゆえ、新たな ECU を開発しようと思った場合、相対的に低いコストで開発することが可能となる（図 4 のレガシーシステム 2）。その反面、知識量の少ない企業は、相対的な開発コストが高くなる（図 4 のレガシーシステム 1）。例えば、知識量が多い企業は差分開発が可能であるが、新興企業が自分たちで一から現在のような複雑な ECU を開発しようとするれば、膨大な開発コストがかかってしまうだろう。したがって、知識量が少ない企業ほど、早い段階で標準システムを採用することでメリットを享受できる。

図 4 レガシーシステムと標準化システムの関係



(2) 監視者 (Monitors)

監視者の特徴は、当該分野において「多い知識」を持つ企業群である（平均特許数：3,965件）。圧倒的な特許数を誇る JO1 (17,085 件) を中心に、日系メーカーの JO3 (5,294)、JS1 (4,666 件)、米国自動車メーカーの UO1 (712 件)、UO2 (920 件) などが位置している。これらの企業は、すでに社内のレガシーシステムで競争優位を有しており、新しい標準システム (AUTOSAR) を導入することに躊躇せざるを得ない。さらに、レガシーシステムから標準システムに以降に伴う多大な導入コストもかかってしまう。静的に見れば、むしろ標準システムに安易に移行することはデメリットの方が多い。

しかし、過去の PC 産業や携帯産業の事例が示すように、標準はひとたび本格的に成立すれば、規模の経済のメリットを享受しコストはたちまち低下し、さらには多様なプレーヤーが参入することで品質的にも向上していく。すなわち、ダイナミックな視点からみれば、このような標準化の動きは無視できない存在なのである。したがって、監視者の多くは標

標準化への対応の重要性は認識しつつも、動くに動けない状態に陥っており、表面的には標準化の活動に参加することで、その動向を監視している。

(3) 採用者 (Adopters)

採用者の特徴は、当該分野において「少ない知識」を持つ企業群である（平均特許数：281件）。KO1（378件）などの新興自動車メーカー、また系列とは関係のない電気メーカーであるJS8（30件）やJS9（42）などのサプライヤーが活発に導入している。欧州自動車メーカーもEO8（119件）、EO4（181件）のように、知識量はあまり多くない。彼らは標準化の成果を積極的に活用することで、技術の獲得を狙うと同時に、標準化を活用した新たなビジネスチャンスの発掘を狙っている。また、今回は分析対象に入れていないが、半導体ベンダー、ツールベンダーなどの多くもこの採用者に分類される。

彼らはレガシーシステムを有していない分、既存の枠組の中では優位な立場とは言い難いが、標準化の動きに対しては翻って、過去のしがらみにとらわれないために、機動的に動くことが可能となる。

(4) 安住者 (Inhabitant)

安住者の特徴は、当該分野において「中程度～少ない知識」を持つ企業群である（平均特許数：766件）。具体的には、日系自動車メーカー、サプライヤーが混在しており、彼らはレガシーシステムの中でうまく行っているために、あえて標準システムを導入するメリットを感じていない。また、監視者と違って、自ら積極的に標準化活動に参加して、その動向を監視するほどの危機感の有しておらず、参与も導入もしない安住者となっている。とくに、AUTOSARの導入度が低い自動車メーカーと系列関係にあるサプライヤーに多く見受けられる。ただし、安住者の中には、標準化領域（BSW）が十分な信頼性を確保した後、いち早く採用者に移るべく、標準化システムへの対応を進めている企業もいくつか見受けられる。

7. ディスカッション

(1) オープンイノベーション研究との整合性

本節では6節における分析結果の妥当性を検討するために、オープンイノベーションに関する既存研究との対比を行う。厳密にはオープンイノベーションとコンセンサス標準は異なるが、企業外部の知識を活用するという点では同じである。

まずオープンイノベーションの推進に前向きであるのは、中程度の規模の企業がオープンイノベーションに前向きであるということが指摘されている（Van de Vrande et al., 2009）。また、そうした企業は知識や技術の媒介者としてエコシステムの形成に促す機能を有しているともされる（Lee et al., 2010）。さらに、欧州における大規模調査の結果から、オープンイノベーションの成果を活用するのは、中大企業のうち比較的小規模な企業が積

極的であるとされている (Lichtenthaler & Ernst, 2009)。このようなオープンイノベーションの研究では、「企業規模」に着目しているのに対して、本研究では「知識量」に着目しているという違いはあるものの、R&D 費用を考慮すれば、両者の間には相関関係が考えられる。したがって、中程度の知識量の企業がコンセンサス標準を推進する、および少ない知識量の企業がコンセンサス標準の成果を積極的に活用する、という発見事実は、オープンイノベーションに関する既存研究とも整合的であるといえる。

一方、新しい知見としては、知識量が多い企業は、標準化の制定には参与するものの、自分たちは実際に活用しない、という標準化動向の監視を行っている点である。標準化のインパクトは非常に大きいので無視することはできない一方、自分たちが標準を活用したら既存知識 (レガシーシステム) が埋没費用 (sunk cost) になるという意味で、彼らはスタック・イン・ザミドルの状態に陥っていると解釈できる。

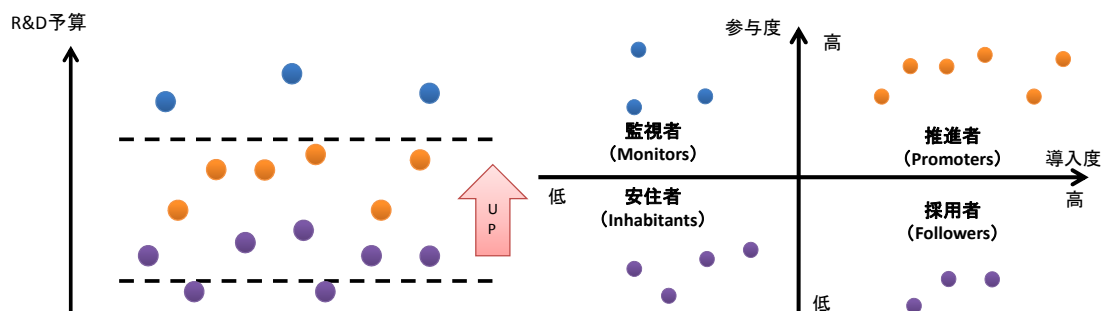
(2) コンセンサス標準化プロセスのモデル化

これらの点をより深く考察するために、本研究で得られた結果をもとに、コンセンサス標準形成にかかわる各社のポジショニング決定過程をモデル化してみよう (図 5 参照)。

まず、複雑化に伴い R&D 費用が上昇することにより、一部の企業は自社だけでは新たな開発投資に対応しきれなくなる。あるいは、ライバル他社に比べて、コストの面で競争優位を失う。知識量が少ない企業だけでは標準化を主導するまでには至らない。しかし、知識量が中程度の企業群そのような状態になると、知識量が多い企業に対抗するために、差別化の要因にならない共通部分を標準化 (非競争領域化) しようと試みるだろう。このようなプロセスを経て、標準化コンソーシアムは制定される。

ひとたび標準化が企図されると、標準を推進する中程度の知識の企業群は、R&D 費用の外部化を狙い、自分たちが設定した標準を普及させることに専念する。しかし、業界をリードする立場にあり、知識量も多い企業群はレガシーシステムを有しているために、新しい標準を受け入れることは知識量の少ない企業群に比べて相対的に不利となる。なぜなら、今まで自分たちが競争優位を有していた領域が標準化されてしまうからである。その一方、知識量が少ない企業群は、ベースとなるレガシーシステムをあまり有していないために、積極的に中程度の知識量の企業が推進する標準化の成果を活用しようとする。

図5 コンセンサス標準化プロセスのモデル化



以上のようなメカニズムが働くことにより、知識量が中程度の企業群でコンソーシアムが形成され、関係する企業を巻き込みつつ、コンセンサス標準へと発展していく。実際、AUTOSAR の場合も、その前身となる EAST-EEA が中程度の知識の企業によって設立され、基本的な枠組が決定された後、グローバル標準として広げるために AUTOSAR へと発展していった。

推進者にとっては、多くの知識を持つ監視者はグローバルレベルにおけるライバルである。そして、監視者はレガシーシステムを有しているがゆえに、簡単に新しい標準化システムに移行することは難しい。したがって、推進者にとっては、どちらかといえば安住者の中で知識量の少ない企業に導入を促すことが、標準化マネジメントの重要な方向性となるだろう。実際、筆者らが行ったインタビューでは、推進者らは AUTOSAR 普及のために、月に 1 回のペースで新興の中国自動車メーカー（知識量少）とのミーティングを実施しているという⁴。

やがて標準システムの採用者がクリティカルマスを超えると、コンセンサス標準はグローバル標準へと進化していく。そういった意味で、コンセンサス標準は「弱者連合」としての性格を帯びている、と解釈することができる。

8. 結論と今後の課題

本研究では、標準化コンソーシアムに参加する各企業のポジショニングとして、「参与度」と「導入度」から規定される「推進者」、「監視者」、「採用者」、「安住者」という 4 類型によるフレームワークを提示した。そうしたフレームワークを手掛かりに、自動車産業における車載ソフトウェアの標準化 AUTOSAR の事例から、コンソーシアムの各参加企業の位置取りをマッピングしたところ、各ポジショニングと知識量の間にある程度関係が見受けられた。すなわち、コンソーシアムを形成し、標準化を推進するのは中程度の知識の企業であり、少ない知識の企業は積極的に標準を活用することが明らかとなった。こうした点は、オープンイノベーションに関する既存研究とも整合的である。また、新たな事実発見として、知識量の多い企業は、標準化を監視する傾向にあるということが示された。

⁴ 2011 年 10 月 12 日(AUTOSAR 欧州スポークスマンへの取材)。

このような違いは、標準化に対する複数の戦略的行動の可能性を示唆している。例えば、推進者であれば安住者を引き込んで標準化の動きを加速させること、監視者であれば標準化の動き自体をそもそも遅らせることや、自ら既存の標準化に対抗するために新たな企業コンソーシアムを形成するなど、いくつかの対応策が考えられる。

既存研究においては、標準化の重要性は指摘しながらも、標準化に関する企業レベルでの戦略は十分実証的に検討されていないか、あるいはプラットフォームリーダーになる戦略 (e.g., Gawer, 2009; Gawer & Cusumano, 2002; 小川, 2009; 立本他, 2009) のような支配的な企業となるための戦略が中心的な関心であった。また、こうした関心を持つ研究を含め、標準化にエコシステムの形成や発達を関連付ける議論は少なくない (e.g., Baldwin & Clark, 2000; Gawer, 2009; Gawer & Cusumano, 2002; Iansiti & Levien, 2004)。

だが、一部を除けば、それらの多くは様々なプレーヤーの参加を促す技術基盤 (プラットフォーム)、こうしたプレーヤーの集合体であるエコシステム全体のあり方、そしてその成果に注目するに留まっている。これに対し、本研究の成果はそうした企業の背景や立場による戦略的行動の重要性を示している。こうした成果は、標準化によるエコシステムの形成・発達を様々な背景を持つ企業の側から捉え直す可能性を提示している。

以上の点は実務的なインプリケーションも兼ね備えている。コンセンサス標準が形成されれば、新興国メーカーなど知識の少ない企業にも参入の機会を与えるという意味で多様なプレーヤーの活躍の道が開かれる。一方、既存の大企業は高い知識量を持つがゆえに、標準化によって主役から引きずり降ろされかねないという、ジレンマに直面する可能性が高い。こうした点は、企業の経路依存的な背景 (藤本, 1997) が標準化への対応を左右しており、標準化に伴うある種のイノベーションのジレンマ的状况 (Christensen, 1997) が生じていることを示唆しているとも考えられる。

本研究の限界としては、標準化に関わる複数企業に着目している一方、そもそもの標準化のサンプルが AUTOSAR というシングルケースなので、今後は他の標準化コンソーシアムにも適用可能性を検討する必要があることが挙げられる。また、導入度の操作化において、サプライヤー側からのデータに依拠しているが、武石 (2003) のように、自動車メーカーの視点からも検討する必要があるだろう。すなわち、サンプルバイアスの可能性を否定できない。また、知識量の操作化指標として採用した特許数に関しては、日本企業のパテント量を過大評価している可能性がある。なぜなら、防衛特許という観点から、日本企業の欧米特許への出願は多いが、欧米企業の日本特許への出願は少ないからである。

また、本研究では、知識量 (およびそれと相関する規模) を主要な条件として検討を行ったが、標準化への関わりを決める企業レベルの要因としては、既存の企業間ネットワークでのポジションや学習能力といったものも考えることができる (e.g., Tsai, et al., 2001; 安本, 2011)。知識量とこれらの要因との関連は高い可能性があるが、より厳密な検討が今後必要かもしれない。

将来の研究としては、今回は知識量に限って議論したが、知識の幅や業務の幅の観点か

らも検討を加える必要があるだろう。こうした幅については、基本的には 2 つの軸についてそれぞれ考えることができる。一つは仕様策定から実際の開発・生産に至るまでの流れ、もう一つはシステムの階層であるが、それぞれどの範囲までの知識を持ったり、業務を行ったりしているかによって、企業の対応は異なってくる可能性が高い。

システムの階層の幅という点では、例えば AUTOSAR で制定される競争領域としてのアプリケーションの部分、標準化領域としての BSW の部分に関するものが問題となる。2 つの領域にまたがって深い知識を有している企業、BSW の部分にだけ特化していた企業、アプリの部分にだけ特化していた企業にとってはその意味するところは異なるからである。こうした実装に関わる点を含め、今後、検討すべきことは少なからず残されている。

参考文献

- Arora, A. et al. (2001) *Markets for Technology*, The MIT Press.
- Baldwin, C. Y. and K. B. Clark (2000) *Design Rules: The Power of Modularity*, The MIT Press.
- Bekkers, R. et al. (2002) "Intellectual Property Rights, Strategic Technology Agreements and Market Structure," *Research Policy*, 31(7), 1141-1161.
- Benner, M. J., and Tushman, M. L. (2003). Exploitation, exploration, and process management: The productivity dilemma revisited. *Academy of Management Review*, 28(2), 238-256.
- Boudreau, K. (2008) "Opening the Platform vs. Opening the Complementary Good?," *HEC Working Paper* available on SSRN; abstract=1251167.
- Chesbrough, H. (2006) *Open Business Model*, HBSP.
- Chesbrough, H.W. et al. (eds.) , *Open Innovation: Researching a New Paradigm*, OUP.
- Chesbrough, H.W. and M.M. Appleyard(2007) "Open Innovation and Strategy," *California Management Review*, 50(1), 57-76.
- Christensen, C. (1997) *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*, HBSP.
- David, P.A. and Greenstein, S.(1990) The Economics of Compatibility Standards: An Introduction to Recent Research," *Economics of Innovation and New technology*, Vol.1, pp.3-41.
- Dittrich, K. and G. Duysters (2007) "Networking as a Means to Strategy Change: The Case of Open Innovation in Mobile Telephony," *The Journal of Product Innovation Management*, 24(6), 510-521.
- Farrell, J. (1996) *Choosing the Rules for Formal Standardization*, mimeo, UC Berkley.
- Farrell, J. and Saloner, G. (1988) Coordination through Committees and Markets, *Rand Journal of Economics*, 19-2, 235.
- Enkel, E., O. Gassmann and H. Chesbrough (2009) "Open R&D and Open Innovation: Exploring the Phenomenon," *R&D Management*, 39(4), 311-316.
- 藤本隆宏(1997) 『生産システムの進化論』有斐閣。

- Gandal, N. et al. (2007) "Intellectual Property and Standardization Committee Participation in the US Modem Industry", in Greenstein, S. and Stango, V. (eds.) *Standards and Public Policy*, CUP.
- Gambardella, A., P. Giuri and A. Luzzi (2007) "The Market for Patents in Europe," *Research Policy*, 36(8), 1163-1183.
- Gawer, A. (ed.) (2009) *Platforms, Markets and Innovation*, Edward Elgar.
- Gawer, A. and M. Cusumano (2002) *Platform Leadership*, HBSP.
- Granstrand, O., Patel, P. and Pavvit, K. (1997) "Multi-Technology Corporations: Why They Have "Distributed" Rather than "Distinctive" Core Competence," *California Management Review*, 39(4), 8-25.
- Greenstein, S. and Stango, V. eds. (2007) "Introduction," in Greenstein, S. and Stango, V. (eds.) *Standards and Public Policy*, pp.1-16, UK: Cambridge University Press.
- Grindley, P. (1995) *Standards, Strategy, and Policy*, OUP.
- He, Zi-Lin, K. Limb, and Poh-Kam Wong (2006) "Entry and Competitive Dynamics in the Mobile Telecommunications Market", *Research Policy*, 35(8), 1147-1165.
- Henderson, R. and K.B. Clark (1990) "Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms," *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 9-30.
- Iansiti, M. and R. Levien, (2004) *The Keystone Advantage*, HBSP.
- 糸久正人 (2011) 「標準に対するサプライヤーと OEM のコンセンサス：差別化と規模の経済による付加価値の分配」 *MMRC Discussion Paper Series*, No. 371.
- 真鍋誠司・安本雅典編著 (2010) 「オープン・イノベーションの諸相」『研究 技術 計画』25(1), 8-35.
- Katz, M.L. and Shapiro, C. (1985) "Network Externalities, Competition, and Compatibility," *American Economic Review*, 75-3, 424-440.
- Katz, M. L. and Shapiro, C. (1994) "Systems Competition and Network Effects," *The Journal of Economic Perspectives*, 8-2 (Spring), 93-115.
- Langlois, R. N. (2003) "Modularity in Technology and Organization," *Journal of Economic Behavior and Organization*, 49(1), 19-37.
- Lee, S.G., Park, G., Yoon, B., and Park, J. (2010) "Open Innovation in SMEs: An Intermediated Network Model," *Research Policy*, 39(2), 290-230.
- Leiponen, A. E. (2008) "Competing through Cooperation: The Organization of Standard Setting in Wireless Telecommunications," *Management Science*, 54(11), 1904-1919.
- Lichtenthaler, U. and H. Ernst (2009) "Opening up the Innovation Process", *R&D Management*, 39(1), 38-54.
- March, J.G. (1991) "Exploration and Exploitation in Organizational Learning," *Organization Science*, Vol. 2, 71-87.

- 丸川知雄・安本雅典編著 (2010) 『携帯電話産業の進化：なぜ日本は孤立化したのか』 有斐閣.
- McGrath, R. G. (2001) “Exploratory Learning, Innovative Capacity, and Managerial Oversight,” *The Academy of Management Journal*, Vol. 44, No.1 (Feb., 2001), 118-131.
- 小川絃一(2009) 『国際標準化と事業戦略：日本型イノベーションとしての標準化ビジネスモデル』 白桃書房.
- Parker, G. and M. Van Alstyne (2008) “Innovation, Openness, and Platform Control,” *MIT Sloan Research Paper*, No.4684-08.
- Shapiro, C. and Varian, H.R.(1998) *Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy*, Harvard Business Press.
- Simcoe, T.S. (2006) “Open Standards and Intellectual Property Rights”, in Chesbrough, H., et al. (eds.) *Open Innovation: Researching A New Paradigm*, Oxford University Press.
- 新宅純二郎・江藤学編 (2008) 『コンセンサス標準：事業活用のすべて』 日本経済新聞社.
- Slowak, A. and M. Itohsa (2011) “Who profits from automotive electrics standards?,” *Proceedings Paper in Electronik 2011 Baden-Baden*.
- Stango, V.(2004) The Economics of Standards Wars, *Review of Network Economics*, Vol.3, No.1, 1-19.
- 立本博文(2011) 「競争戦略としてのコンセンサス標準化」, *MMRC Discussion Paper Series*, No.346.
- 立本博文・小川絃一(2010) 「複雑性増大と国際分業・国際競争力への影響：欧州型オープンイノベーション・システムの事例」 *MMRC Discussion Paper Series*, No.311.
- 立本博文・小川絃一・新宅純二郎(2009) 「技術の収益化のための国際標準化とコア技術管理」 日本知財学会誌, Vol.5, No.2, pp.4-11.
- Teece, D. J.(1986) “Profiting from Technological Innovation”, *Research Policy*, 15(6), 285-305.
- 徳田昭雄・立本博文・小川絃一編著(2011) 『オープン・イノベーション・システム：欧州における自動車組み込みシステムの開発と標準化』 同文館.
- Tsai, W. (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.
- Van de Vrande, V., de Jong, J.P.J., Vanhaverbeke, W., and de Rochmont, M. (2009) “Open Innovation in SMEs: Trends, Motives, and Management Challenges,” *Technovation*, 29,423-437.
- Vanhaverbeke, W. (2006) “The Interorganizational Context of Open Innovation,” in Chesbrough, H. et al. (eds.) , *Open Innovation: Researching a New Paradigm*, OUP.
- Weiss, M. and Cargill, C. (1992) “Consortia in the Standards Development Process,” *Journal of the American Society for Information Science*, Vo.43, No.8, pp.559-565.
- West, J.(2003) “How Open is Open Enough?,” *Research Policy*, 32(7), 1259-1285.
- West, J.(2006) “Does Appropriability Enable or Retard Open Innovation?,” in Chesbrough, H.et al., (eds.), *Open Innovation*, OUP, 109-133.
- West, J. (2007) “The Economic Realities of Open Standards,” in Greenstein, S. and Stango, V. (eds.)

Standards and Public Policy, CUP.

安本雅典(2011)「国際標準複数ポジショニングの可能性: 携帯電話産業における実装エコシステムの検討」

MMRC Discussion Paper Series, 近刊.

山田英夫(2008)『デファクト・スタンダードの競争戦略 (第二版)』白桃書房.