

MMRC-J-205

製品アーキテクチャのダイナミズムを  
前提とした標準化ビジネス・モデルの提案  
—新・日本型経営としての  
ビジネス・モデル・イノベーション（2）—

東京大学COEものづくり経営研究センター  
小川紘一

2008年3月



東京大学21世紀COE [整備済]  
ものづくり経営研究センター



# 製品アーキテクチャのダイナミズムを 前提とした標準化ビジネス・モデルの提案

—新・日本型経営としての

ビジネス・モデル・イノベーション(2)—

東京大学COEものづくり経営研究センター

小川紘一

2008年3月

## 要約

本稿の目的は、標準化がもたらす作用を企業のビジネス・モデルという視点から分析し、国際標準化の有り方をトータルなイノベーション・システムの中で体系化することにある。国際標準化がもたらすオープン化と競争力・収益の源泉となるブラック・ボックス化とは互いに矛盾する。この矛盾を統合する手段として製品アーキテクチャの視点を取り入れた。

オープン環境における標準化は、モジュラー型と摺り合せ型の技術スペクトルをグローバル市場で分散させ、そして共存させる。付加価値が詰め込まれてはいるが技術拡散スピードが非常に遅いという特性を持つ摺り合せ型技術は、拡散スピードの速いモジュラー型技術とリンクさせることによって瞬時にグローバル市場へ運ばれる。製品アーキテクチャのダイナミズムを活用した本稿の標準化ビジネス・モデルは、上記メカニズムの組み合わせによって構成されたものであり、その有効性が多様な事例によって支えられている。

本稿が提案するモデルは、行政側が担うマクロ政策としての標準化と、それぞれの企業が担うビジネス・モデルとをリンクさせる機能を持ち、我が国の科学技術投資を経済的な価値へ直結させる“人為的・強制的なりニニア・モデル実現の仕掛け作り”、としても活用できるのではないかと。

## キーワード

国際標準化、イノベーション、ビジネス・モデル、製品アーキテクチャ、プラットフォーム

---

## 目次

1. 本稿の基本メッセージとその背景
2. 標準化が内包する基本的な作用
  - 2.1 標準化が生み出す瞬時の大量普及とグローバル市場の活性化
    - 2.1.1 ハード・ディスクの事例
    - 2.1.2 デジカメの事例
    - 2.1.3 DVD の事例
    - 2.1.4 携帯電話の事例
  - 2.2 製品アーキテクチャが技術拡散スピード・普及スピードに及ぼす影響
3. 標準化ビジネス・モデルの一般理論
  - 3.1 製品アーキテクチャの視点からみた国際標準化の位置取り
  - 3.2 標準化を経営ツールに、摺り合せ型・匠の技の付加価値をグローバル市場で普及させる標準化ビジネス・モデル
    - 3.2.1 外部インタフェースをオープン環境で標準化しながらグローバル市場へ大量普及させる標準化ビジネス・モデル
    - 3.2.2 安心・安全とその試験法をオープン環境で標準化しながらグローバル市場へ大量普及させる標準化ビジネス・モデル
  - 3.3 標準化を経営ツールにしながら、摺り合せ型・匠の技を完全オープン市場の付加価値と市場支配力へ直結させる標準化ビジネス・モデル
    - 3.3.1 部品・部材を中核にしながらアーキテクチャ・ベースのプラットフォームをオープン環境で構築する局所的な統合モデル
    - 3.3.2 摺り合せ型の基幹技術/完成品と他の技術モジュール/システムとの相互依存性をオープン環境で強化する、アーキテクチャ・ベースのバーチャル (Virtual) 統合モデル
4. 我が国が生み出すイノベーション成果と標準化ビジネス・モデル  
太陽光発電システムの分析
5. 行政の標準化マクロ政策と企業の標準化ビジネス・モデル

## 1. 本稿の基本メッセージとその背景

本稿の目的は、標準化がもたらす作用を企業のビジネス・モデルという視点から分析し、国際標準化の有り方をトータルなイノベーション・システムの中で体系化することにある。分析手法の中核に製品アーキテクチャの考え方を取り入れた。国のマクロ政策から見た国際標準化は、オープン化を加速させ低コストの社会インフラ構築や経済活性化に大きく寄与することは、紛れも無い事実である。しかしながら事業戦略から見たオープン化は、同時に企業の競争力や差別化領域の消失に直結するという事実も、これまで多数の事例で明らかになっている。本稿が取上げる製品アーキテクチャの考え方は、標準化が本質的に内包する上記の矛盾を、標準化ビジネス・モデルとして統合する役割を担う。我が国が生み出す技術イノベーションの成果をグローバル市場の競争力や経済的価値（企業収益）へ転換するための理論モデル構築にあたり、製品アーキテクチャ論は欠かすことのできない視点と分析方法を提供するであろう。

我が国では 1996 年から 2005 年まで続いた第一期と第二期の科学技術基本計画で 42 兆円の税金が投入された。また 2006 年（平成 18 年 3 月）に閣議決定された第三期科学技術基本計画において、更に 20 兆円以上が 2010 年まで投入される。特に第 3 期科学技術基本計画において留意すべきは、「研究開発成果の普及には標準化への積極的な対応が重要であり、産業界が主体的に標準化活動を担う中で政府をはじめとする関係機関は効果的な支援を行う。国や公的研究機関は、研究開発プロジェクトを実施するに際し、研究開発計画の中に知的財産戦略のみならず標準化戦略を明確に位置付け、標準化活動に取り組む。」と標準化の位置づけが明確になった点にある。また同年 12 月には、知的財産戦略本部より「国際標準総合戦略」として次なる 100 年（10 年ではない）に向け、①イノベーションを促進する ②国際競争力を強化する ③世界のルール作りに貢献するという 3 つの視点が示され、イノベーションの促進と競争力の強化が、初めて国際標準化とリンクして捉えられるようになった<sup>1</sup>。これまで語られてきた我が国の標準化は、安全性の確保、互換性の確保、品質の確保という 3 つ役割を中心にしたいわゆる静態的な取り組みであったことを考えると、第三次基本

<sup>1</sup> これまで語られてきた我が国の標準化は、安全性の確保、互換性の確保、品質の確保という 3 つ役割を中心にした取り組みが中心であった。しかしながら我が国企業の台頭によって競争力を脅かされた 1970~1980 年代のアメリカでは、まず 1980 年の知的財産法改定や 1981 の独禁法改定および 1984 年の国家共同研究法など、オープン環境の産業活性化に向けた法律を次々に制定し、また同時に競争力強化を狙ったプロ・パテント政策、すなわち技術の流出防止を徹底させた。これによって 1980~1990 年代のアメリカ産業構造が急激に変化し、技術や製品開発に置けるオープン・イノベーション思想の興隆とともに、標準化を経営ツールとしたビジネス・モデル側のイノベーションが生まれたのである。少なくとも 1990 年代以降のアメリカでは、標準化活動そのものがトータル・イノベーション・システムの具体化や国際競争力の強化と一体になった、動的な捉え方へと変貌していたのである。

計画が謳う方向付けによって、我が国による標準化への取り組みが歴史的な転換期に立ったと言ってもよいであろう。イノベーションの創出や国際競争力の強化と一体化になった動的な標準化活動が、漸く前面に出る時代環境となったのである。

国内規格としての安全性の確保、互換性の確保、品質の確保を、我が国から世界共通のルールとしての国際規格へ展開する必要があるのは論を待たない。しながら第3期科学技術基本計画の趣旨を踏まえて我が国の技術イノベーション成果をグローバル市場へ展開するには、これを直接担う企業側で主体的に標準化活動を担う必要がある。新しい商品やサービスを生み出す主役は企業である。この意味でも国際標準化は、企業が生み出すプロダクト・イノベーションの成果をグローバル市場の経済的価値へ転換させるビジネス・モデルとリンクしなければならない。そして行政側もまた一定の役割を果たさなければならない。

これまで国際標準化に関する伝統的な機関として、WTO/TBTの国際条約が強い影響力を持つISO,IEC,ITU-Tなどの標準化機関があり、いわゆる国やそれに準ずる機関が主に代表となってデジュール標準を制定してきた。しかしながら2000年以降になると、これらのデジュール標準への参加者が減少し、むしろ個別企業が代表となって参加するコンソーシアムやフォーラムなどの標準化団体が急増している。世界中の企業から数千人もの参加者が集まるコンソーシアムも珍しくなくなった。特にアメリカでこの傾向が著しいが、1997年から我が国が主導したDVDフォーラムも、20ヶ国から240社、1000人以上が参加する巨大な標準化団体であった。このように国際標準を作る機関で重要な変化が現れはじめ、21世紀の現在では個別企業（業界団体ではない）が主導する非デジュール標準化がきわめて活発になった。

我が国のイノベーション成果をグローバル市場の経済価値へ展開するには、技術に精通し、その上で英語を駆使しながら標準機関の場で交渉できる専門家や国際的な知財法の専門家の育成が必要なのは論を待たない<sup>2</sup>。しかしながら標準化を経営ツールとして使いこなす経営者（事業責任者）の育成がそれ以上に重要となったのではないだろうか。交渉や知財の専門家の育成が我が国企業の競争力へ結び付くには、その前に個別企業がグローバル市場で勝ちパターンを作るための経営ツールとしての標準化論が必要であり、経営者側がこれを自社のビジネス・モデルとリンクさせて使いこなさなければならない。更に言えば、国際標準

---

<sup>2</sup> イノベーションの創出や国際競争力の強化と一体化になった標準化活動の動的な位置づけが強化されたことを受け、2007年から2008年にかけて大学や大学院における教育やMOT教育を介して標準化に携わる人材に育成が強化されようとしている。しかしながら1990年代から現在まで国際的な標準化機関のWG現場で体を張って交渉した多くの実務経験者（上位レイヤー委員会の幹部ではない）が、定年退職後にその経験を活かす機会を与えられていないのも事実である。若い人材の育成とともに、国際的な人脈と豊富な経験を持つこれらの人々を若い人々の教育に活かすことは出来ないのだろうか。

## 製品アーキテクチャのダイナミズムを前提とした標準化ビジネス・モデルの提案

化がオープン化や垂直分裂（水平分業）を加速させて競争ルールを変えてしまうという意味で、経営者（事業部長クラス以上）が関与しない国際標準化は企業の付加価値を留めも無く流出させる危険さえ有するようになったのである。

以上のような問題意識を背景に、本稿の第2章では標準化が製品を瞬時にグローバル市場へ大量普及させる事実、したがって標準化がグローバル市場の活性化に大きな役割を果たしている事実を実証的に明らかにする。またこれを踏まえながら、標準化が内包する基本的な作用としての製品アーキテクチャのダイナミズムや産業構造のダイナミズムを体系化する。つづく第3章では、標準化がもたらすオープン環境で大量普及と利益の源泉構築とを同時に実現させるために3種類の理論モデルを提案したい。第1は製品・部品・部材の外部インタフェースだけを既存の巨大なオープン市場に向かって標準化するモデルであり、ここには安全・安心規格や試験法も含まれる。第2は部品・部材を中核にしながらアーキテクチャ・ベースのプラットフォームを構築するオープン環境の局所的統合モデルである<sup>3</sup>。第3はオープン環境で完成品やシステムの相互依存性を強化するという、アーキテクチャ・ベースのバーチャル（Virtual）な統合モデルである。本稿が新たに提案するこの3つのモデルが、我が国のイノベーション成果を国際標準化によってグローバル市場の経済的価値へ転換させるための標準化ビジネス・モデルに位置取りされる。これが本稿の基本メッセージである。

すでに我々は、従来の標準化論を事業戦略の視点で再構築する研究調査を実施してきた<sup>4</sup>。その中で、標準化を特徴付けるオープン化・大量普及ならびに事業戦略を支える差別化と利益とを経営戦略として統合させる方策については、既に暫定的な枠組みが見えている。また世界全体の社会の効率性や消費利益の最大化と、企業に富みを偏在させる事業戦略との矛盾を合理的に統合する枠組み、さらには我が国企業とNIES/BRICS諸国との共存共栄を国際標準化によって実現する考え方についても、我々の提案するフレーム・ワークが国際的に認知されている（J. Shintaku 他、2006）。3章ではこのフレーム・ワークを拡張する形で標準化ビジネス・モデルが展開されるであろう。

最後の4章では、これらの標準化ビジネス・モデルを踏まえた我が国のトータル・イノベーション・システムについて考察する。NEDO 技術開発機構において研究開発の初期段階から標準化を考慮することの重要性は論を待たない。この意味で第4章では、NEDO が生み出した画期的な技術イノベーションであって、プロダクト側のイノベーションとしても大きな成果を挙げた太陽光発電システムを取上げる。ここで比較のために半導体産業に見る事例

<sup>3</sup> 本稿ではインテルのビジネス・モデルを例に挙げるが、インテルはパソコンというオープン環境で水平分業化された産業構造の中で、新たなプラットフォームという局所的統合モデルで勝ちパターンを構築している。

<sup>4</sup> 本稿の参考文献にある小川、新宅、立本、善本などの論文参照。

を製品アーキテクチャと標準化の視点から同時に分析する。このような比較分析を介して、今後の我が国企業が採るべき太陽光発電システムのビジネス・モデルについて考察したい。今後の我が国の研究開発において、適切な国際標準化に資するためのマネジメント・ガイドライン等へこれらの成果をフィードバックすれば、研究開発成果の迅速で効果的な実用化と同時に、我が国のイノベーション成果をグローバル市場の経済的な価値へ転換させることに寄与することであろう。そしてこれが我が国の需要に対する好循環となって持続的な経済成長を支えることも、密かに期待されている。

これまで多くのわが国企業は、テクノロジーやプロダクト側でイノベーションがあれば必ず国際競争力につながるという暗黙の前提で走ってきた。潜在的ニーズを引き出して新たな需要を切り開く新商品を開発すれば、すなわち売れる商品を開発できて大量普及すれば必ず企業収益に貢献するという前提が、暗黙の内に仮定されていた。したがって国際標準化も、日本が生み出すイノベーションの成果をグローバル市場へ普及させる手段と捉えられており、大量普及させてこれを企業収益に結び付けるビジネス・モデルの視点は少なかったように思う。第三期科学技術基本政策が謳う標準化が、我が国イノベーション成果をグローバル市場の経済的価値へ転換させて競争力の強化を目的にしているのであれば、これを直接担う企業のビジネス・モデルと強くリンクしたものでなければならない。これまでのような安全性の確保、互換性の確保、品質の確保という3つ役割を中心にした静態的な取り組みでは、標準化を経営戦略の中核に据えることを企業の経営者は躊躇するであろう。この意味で第三次基本計画が謳う我が国標準化への取り組みは、イノベーションの創出や国際競争力の強化と一体化になった動的な標準化活動へと転換させたのである。標準化を経営ツールにしたビジネス・モデルが、漸く企業の中核に位置取りできるようになったのではないか。

## 2. 標準化が内包する基本的な作用

ある利用目的に沿った一連の技術をマニュアル化してオープンにすることによって、その技術が多くの人々に普及し、低コストで利用できるようになる。これが、国際標準化が本質的に有する基本的な作用である。この意味で国際標準化はグローバル市場でオープン化することと同義語であり、巨大な市場の創出を意味する。またオープン化は同時に低コスト化に直結し、社会全体の効率性や消費者利益の最大化に貢献する。この意味で国際標準化は、イノベーション成果をグローバル市場へ瞬時に大量普及させ、市場活性化へ大きく寄与すると言えられる。本章では国際的な標準化が巨大市場を生み出す様子を代表的な事例によって紹介し、また普及スピードが製品アーキテクチャのダイナズムや産業構造のダイナミズムに大きく依存していることを明らかにする。



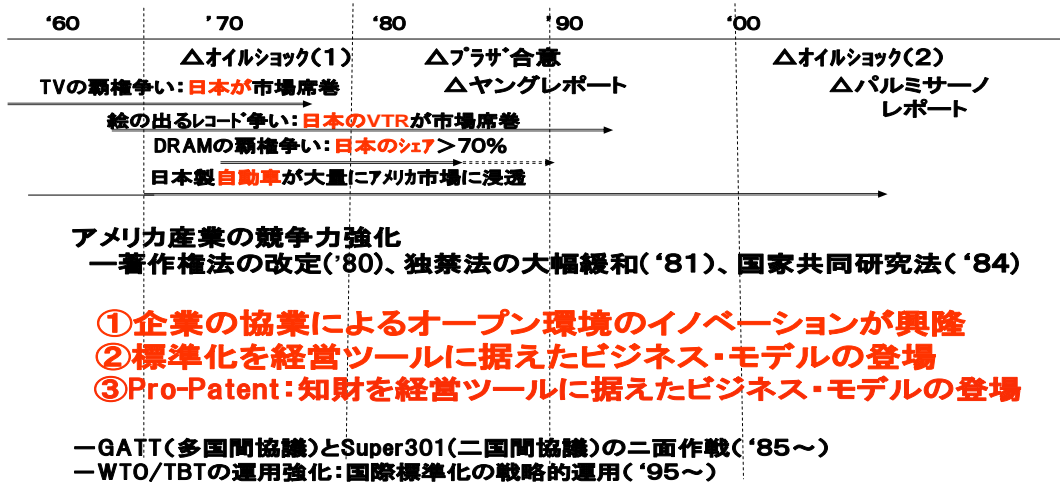
## 2.1 標準化が生み出す瞬時の大量普及とグローバル市場の活性化

### 2.1.1 1980年代のアメリカに見るハード・ディスク産業の事例

1970年代に我が国企業の台頭を目にしたアメリカは、1980年から産業政策をダイナミックに変えた（図2.1）。その中で特にオープン環境の標準化に関連するのは1980年の著作権法改定（ソフトウェアに知財権を認める）、1981年の独占禁止法的大幅緩和、および1984年の国家共同研究法の制定である。1980年の著作権法の改定は、1981年10月に出荷されるIBM PCのBIOSソース・コード公開を誘発させ、パソコン・ビジネスがオープン・クラスター型の産業構造へ転換する上で重要な役割を果たした。また独禁法の改定と国家共同研究法の制定は、それがオープン環境であるなら複数の企業の協業による技術開発を合法とし、ここから共同開発の成果を業界標準にするという動きが大きな潮流となってアメリカ製造業のDNAになった。複数企業の協業によるオープン環境の標準化は技術の拡散による不法コピーを誘発するという意味で、これをプロテクトする手段としての知財プロテクトの強化やポリス・ファンクションの強化、あるいは知財を経営ツールに据えたビジネス・モデルも1980年代から顕在化してきた。標準化と知財戦略は表裏一体にならなければ、競争力優位に直結しないだけでなく、標準化によって自社技術の留めもない流出がおきてしまう。

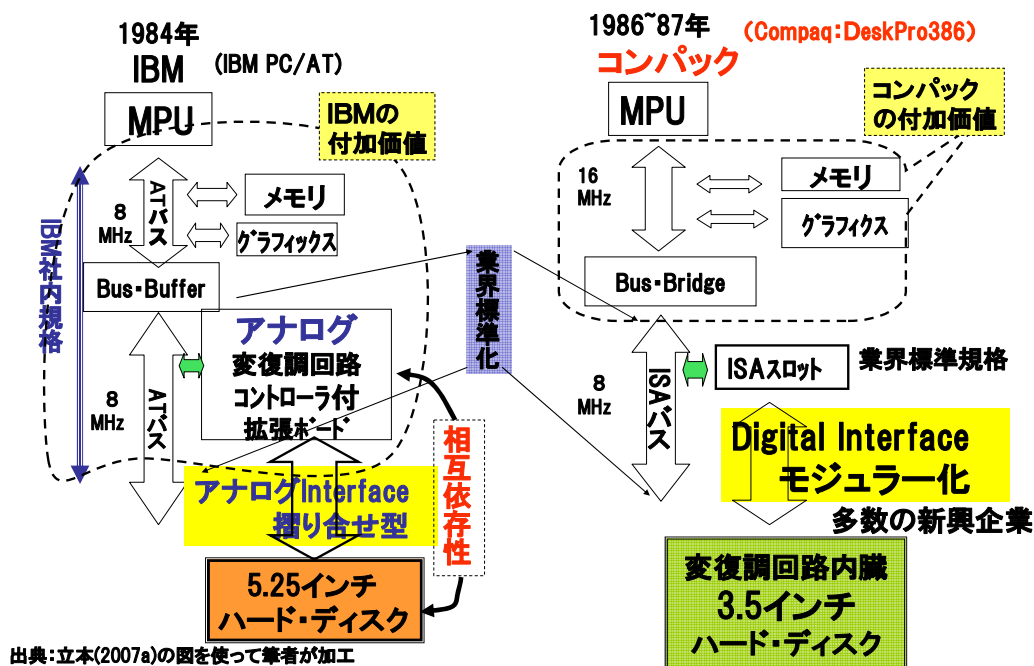
国家共同研究法が成立したわずか2年後の1986年ころに業界標準となったパソコンのISAバス（Industry Standard Bus）、および1988~1989年のEnhanced ISA(EISA)バスは、上記に述べたアメリカの産業政策が個別企業のビジネス・モデルとして取り込まれた象徴的な事例である。

図 2.1 1980年代のアメリカで標準化活動が興隆した背景



国家共同研究法の成立と同じ年の1984年に発売されたIBM PC PC/ATは、従来のフロッピー・ディスク・ベースからハード・ディスク（HDD: Hard Disk Drive）・ベースになったという意味で、ソフトウェア開発に一大変革をもたらした。これを図2.2の左側で模式的に示すが、この図からわかるように、当初IBMが採用した5.25インチHDDではドライブ側にアナログ変復調回路やコントローラが内蔵されていなかった。したがってハード・ディスク・ドライブ・ベンダーが記録密度・記録容量や性能を向上させる場合は、常にパソコン側の拡張ボードと緊密な摺り合せ協業を必要としたのである。このようにパソコン本体としてのPC/ATと周辺機としてのハード・ディスク・ドライブとが強い相互依存性を持っていたという意味で、5.25インチハード・ディスクは摺り合せ型のインターフェースであり、オープン環境で標準化されたものではなかったのである。

図2.2 パソコン用ハード・ディスクの外部インターフェース標準化



このような事態を打開するために作られたのが図2.2の右半分に示すISAバスやその後続くEISAバスの標準化である。IBMではなくPC/ATの互換機ベンダーが中心となり、しかもオープン環境で業界標準に制定したという意味で、1984年に制定された国家共同研究法が生み出す象徴的な事例であった。標準化されたISAバスの登場によって初めてハード・ディスク（HDD）が完全デジタル・インターフェースで繋ぐことができるようになり、基幹デバイスとしてのハード・ディスクが独自の技術イノベーションを起こせるようになったのであ

## 製品アーキテクチャのダイナミズムを前提とした標準化ビジネス・モデルの提案

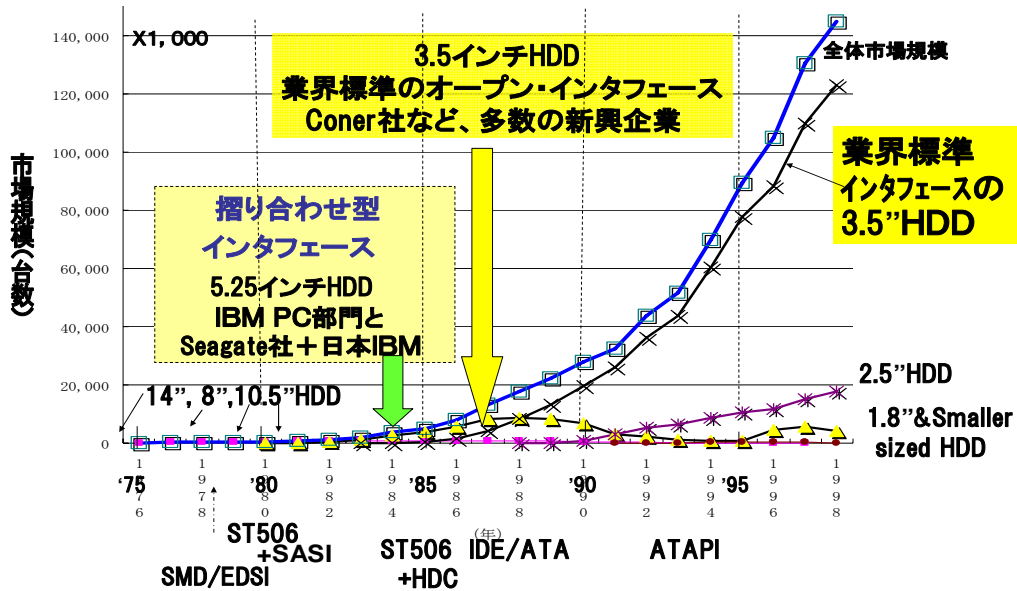
---

る。標準化がもたらすこのような作用は次節で紹介するデジカメでも同じである。

論理の組み合わせで構成されるデジタル技術は、オープン標準化と極めて相性が良い。この意味でその後続くデジタル技術のイノベーションが標準化の活動を更にオープン化へと加速させ、完成品としてのパソコン本体ビジネスと同等以上に、周辺機器のビジネスに大きな影響を与えた。ISA バスに完全デジタル結合された 3.5 インチ HDD ドライブには、図 2.2 に示すようにアナログ変復調回路やコントローラ回路が全て内蔵されており、完全モジュール構造になったからである。これを可能にしたのが当時急速に進歩した半導体の技術革新であるのはいままでもない。完全なモジュール構造となった 3.5 インチ HDD は、オープン化されたデジタル・インタフェース仕様さえ守れば誰でも市場参入できるようになり、多数のベンダーが知恵を絞って高密度化・大容量化および高性能化を競い合ったので、技術革新と低コスト化が同時進行したのである。これはそれ以前の HDD 産業が経験し得ない経営環境がであった。デジタル・インタフェースがオープン環境で標準化された 3.5 インチ・ハード・ディスクの方が、オープン標準化し難いアナログ的なインタフェースの 5.25 インチ・ハード・ディスクに比べて圧倒的な速さで市場拡大する様子は、図 2.3 から理解されるであろう。

これを製品アーキテクチャの視点で定義すれば、“外モジュラー・中摺り合せ”の完全モジュール構造であり、外部仕様さえ標準化されていればその製品を使うユーザ側のシステムを知る必要は全く無く、誰もが独立して技術イノベーションに参加することができることを意味する。すなわち製品それ自身の技術イノベーションとオープン環境への大量普及が同時に進行する市場環境が、標準化によって生み出されたのである。このような標準化がもたらす市場の活性化は、上記のようなデジタル機器だけでなく、我々が身近に見る旧来の電球や乾電池など、あらゆる製品で同様の効果を生み出している事実、我々は再度目を向けなければならない。

図2.3 ハード・ディスクのインタフェースが業界標準のオープン・インタフェースになって新興のベンチャー企業群が大躍進



出典：信州大学、三浦義正氏から2004年6月に頂いた図を筆者が加工編集

### 2.1.2 1990年代の我が国に見るデジカメ(DSC)産業の事例

1970年代の後半から1980年代にかけて開発された電子カメラは、アナログ写真だったためか市場に受け入れられることは無かった。写した写真の活用が、従来のフィルム・カメラから飛躍できなかったのである。その後1990年代になって電子カメラ技術がアナログからデジタルに変わるが、現在のデジカメ(DSC: Digital Still Camera)となって市場で受け入れられたのは、1995年3月にカシオ計算機から初台されたQV-10が最初である(青島、1998、2003)。デジカメの市場はその4~5年後から急拡大し、2007年には年間1億台以上も出荷される巨大市場となった。その様子を図2.4で示す。

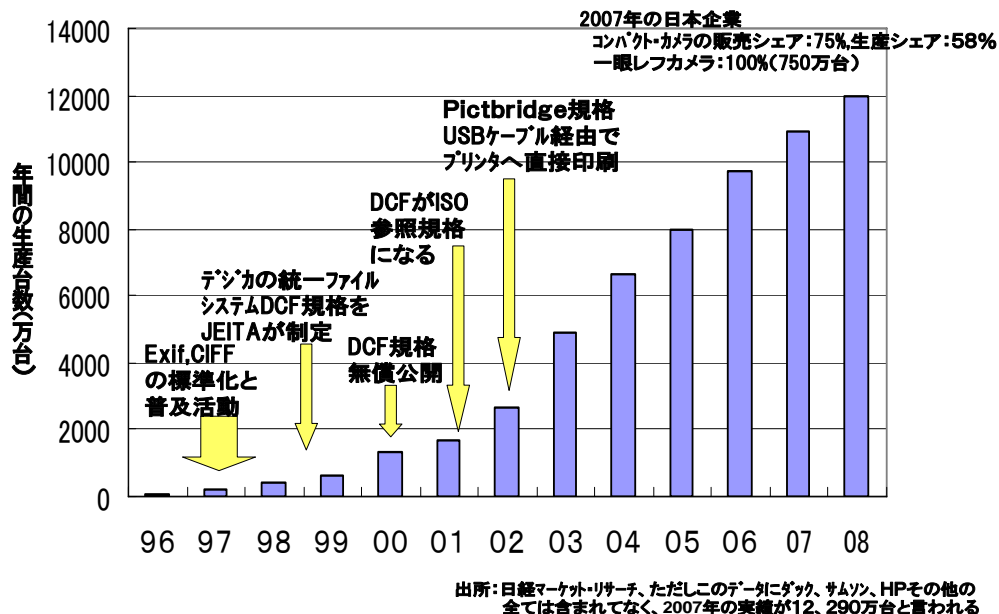
1995年のQV-10出荷から1996~1997年ころまで、デジタル情報として写真を蓄積・保存する環境が整ってなかったこともあり、写した写真を見せ合う“若い人”や何度も取り直して気に入った写真を手間隙かけてパソコンに取り込んでハード・ディスクやMOメディアへ保存する“シニア世代の人”がデジカメのユーザの中心であった。このような事態を一変させたのは、デジカメ画像のデータ交換や共有を可能にするファイル・フォーマット(Exif; Exchangeable image file)が1997年4月と11月に富士写真フィルムを中心とするグループによって提案され、またほぼ類似の機能を有するファイル・フォーマット(CIFF: Camera Image File System)も同年12月にキャノンを中心にしたグループによって提案され<sup>5</sup>、更には

<sup>5</sup> 富士フィルムが主導した初期の規格はファイル・フォーマットが中心であったが、キャノンの規

## 製品アーキテクチャのダイナミズムを前提とした標準化ビジネス・モデルの提案

1998年12月にこの2つがJEIDAのDCF規格(Design rule for Camera File system)として統一されたことであった。これらExifとCIFFは、ともにパソコンOSのDOS-FATで動くファイル・システムであり、更にDCFはカメラやプリンター機器間で記録メディアを介しながら画像の相互利用を可能にするファイル・システム規格である。図4に示すように、我が国のJEIDAで規格化されたDCFは、2000年7月になって世界中へ無償公開され、2000年にはISO12234-3規格(参照規格)となって国際的に認知された<sup>6</sup>。その翌年にはキャノンなどが中心になってプリンター・ドライバーの標準化、すなわちPicto-Bridge規格ができあがり、誰でも使えるUSBケーブルでプリンターにつなげば、パソコンを経由せずにデジカメ写真を印刷できるようになった。更にはテレビに映し出されたデジカメ画像もそのまま直接プリンターへ印刷できるようになったのである。

図2.4 デジタル・カメラのファイル・システム標準化と市場拡大の推移



デジカメ関連の標準化で特に注目すべきは、デジカメ周辺のインフラをカメラ業界が主導できるビジネス土俵へ引き寄せることを目的に、標準化すなわちオープン化が進められた点にある。例えばExifDCFの規格では、デジカメの心臓部であるCCDの素子(画素)が縦と横の比(アスペクト比)が1:1になっていた。カメラ業界側は家電メーカーの強い反対を

格にはファイル・フォーマット以外にメモリー・アロケーションも規格として取り込まれていたため、パソコン環境で自由自在な加工・編集とファイル交換が可能になったといわれる。

<sup>6</sup> 正式にはISO規格ではなく、ISO参照規格となっている。当時は、ISO規格になって大量普及後に知財権を主張しながら多額のロイヤリティーを請求する事例、すなわちホールド・アップ問題が少なからぬアメリカ・ベンチャー企業から引き起こされていた。これに対抗するためにISO規格ではなくISO参照規格と位置づけている。我が国の某社が持つ組織能力から生まれた知財戦略への知恵がここに埋め込まれている。

押し切ってこれを実現させたという。画素のアスペクト比が1:1になるのはパソコンなどのIT産業で当たり前であったが、テレビなどの映像中心の産業では走査線の数(縦)と周波数(横)でアスペクト比が規格化されるので1:1ではない。デジカメのExifDCF規格を議論するとき、カメラ業界が非常に強い意思を持ってアスペクト比を1:1にしたということは、デジカメ技術の中核となるCCD技術をテレビなどが築き上げた技術体系と切り離し、互いの相互依存性を断ち切ったことを意味する。これによってはじめて我が国カメラ業界は、映像技術に対する既存の国際規約に拘束されることがなく、自らの意志で自由自在に技術イノベーションを進められるようになった。自らの経営戦略だけでCCDの画素数を次々に増やしながらデジカメの製品アーキテクチャを摺り合せ型へ引き戻し、これによって我が国企業の競争優位を長期にわたって維持できたのである<sup>7</sup>。更にPicto-Bridge規格によってパソコンとの相互依存性を切り離し、パソコン業界に支配されていたデジカメ映像データの出口をカメラ業界が得意とするプリンターへ直結させた。以上のように我が国のカメラ業界は、オープン環境の国際標準を使いながら自分でビジネス上の主導権を全て握る仕組み作りに活用してきた代表的な事例ではないか。かれらは標準化をビジネス・モデルとして明快に位置づけたのである。これを事業戦略の視点から言えば、まさにインテルが既存の巨大なレガシー技術と互換性を強化しながら相互依存性を完全に排除し、その上で更に自社MPUの技術イノベーション成果をエンド・ユーザの利便性に直結させた標準化ビジネス・モデルと(小川、2007b)、その目指す戦略は同じである<sup>8</sup>。

このように外部インタフェースが標準化されることによってデジカメそれ自身の技術革新がユーザ・メリットに直結し易くなり、機能・性能競争やコスト競争がそのまま市場拡

<sup>7</sup> 倍速競争(ディスク回転速の競争)が常に規格制定フォーラムの同意を必要としたDVDとの違いがここに見られる。しかしながら、もしDVDフォーラムの同意を必要とせず自由な技術革新(DVDの場合は倍速競争)を許したなら、おそらくDVDメディアの互換性をあまり考慮しない台湾ベンダーがもっと早く・速く前面に出てDVD産業はユーザの信頼を失った可能性がたかい。事実2004-2005年の我が国アフター・マーケットでこれが多発し、大混乱を回避するために我が国DVD関連企業が多大な努力をしている。このケースもDVDとデジカメの標準化形態の有り方に大きく依存しているのである。

<sup>8</sup> 大きな違いは基幹部品(インテル)と完成品(デジカメ)であり、基幹部品ベンダーであるがゆえにインテルは完成品としてのパソコンをオープン環境の標準化によって完全モジュラー型へ転換させ、Turn-Key-Solutionを提供しながらNIES/BRICS諸国による単純組み立てを可能にした。一方デジカメの場合は完成品それ自身が摺り合せ型であってモジュラー型に転換されにくい。したがって普及させる手段は既存インフラであるパソコンやプリンターへのTurn-Key-Solution提供であって、ここに標準化を活用した。製品の普及速度や市場の広がりへの差はここに起因している。同じデジカメでもパソコンと同じモジュラー型のアーキテクチャを持つ携帯電話に内蔵されるデジカメのモジュールでは、普及速度が完成品としてのデジカメより遙かに速い。2007年の時点で300万画素以上のデジカメ機能を持つ携帯電話の数は完成品としてのデジカメ出荷の80%に迫った。これまでの伸び率を見ると2008年末から2009年にかけて追い抜くであろう。これが我が国摺り合せ型製品の標準化ビジネス・モデルが直面する課題である。これについては別稿で議論する。

## 製品アーキテクチャのダイナミズムを前提とした標準化ビジネス・モデルの提案

大に繋がった。その様子も図 2.4 から理解されるであろう。DCF 規格が無償公開された 2000 年、および ISO 参照規格となった 2001 年ころから、デジカメ市場が国内中心から世界中心へとシフトし、2003 年には海外市場が全体の 80% になった。その後、出荷台数の伸びはほとんど海外市場であり、2007 年の海外市場シェアが 90% を超えた。これが国際標準化によって生み出されるグローバル市場の活性化であり、先に紹介した 3.5 インチ・ハード・ディスクのケースと同じ原理が背後で作用していることも理解されるであろう。図 2.4 に示す Exif/CIFF や DCF の標準化経緯と市場拡大トレンドを見ると、外部インタフェースが標準化されることによってデジカメそれ自身の技術革新がユーザ・メリットに直結し易くなり、機能・性能競争やコスト競争がそのまま市場拡大に繋がったのである。このメカニズムはインテルによる North Bridge の取り込み（立本、2007a）やプラットフォーム形成（小川、2007b）と同じである。また外部仕様さえ標準化されていれば誰もが独立して技術イノベーションに参加できる市場環境、すなわち製品それ自身の技術イノベーションとオープン環境への大量普及が同時に進行する市場環境も、標準化によって同時に生まれた<sup>9</sup>。これは前節のハード・ディスクでも同じであった。さらにはパソコンに見る USB インタフェースのケース（高梨、2007、および小川、2007a）など、多種多様な事例でも例外なく観察される。

### 2.1.3 我が国の DVD 産業に見る事例

DVD の基本技術は 1990 年代の初頭から我が国企業によって開発され、1995 年 12 月には我が国の 7 社と欧米 3 社が DVD 統一規格として共同提案した（小川、2006c）。1997 年 8 月にはこれが開かれた組織としての DVD フォーラムへ改組され、20 カ国から 237 社が集まる巨大な標準化団体へ発展した。DVD フォーラムでは基礎技術の開発や部品開発を担う我が国企業だけでなく、台湾や韓国などのキャッチ・アップ型企业からも多数の参加者を迎えて標準化が進められた。規格制定のために 10 以上のワーキング・グループ (WG) で構成され、それぞれの WG には 30~80 社も集まるオープン環境の標準化だったので、標準化後の市場拡大スピードは驚くほど速い。

図 2.5 にその様子を CD-ROM や VTR, MiniDisc などと比較して示すが、市場拡大スピードが標準化の形態に大きく依存していることが理解されるであろう。例えばソニーとフィリップス、シャープの 3 社だけが参加して標準化された MiniDisc は<sup>10</sup>、大量普及の兆しが出

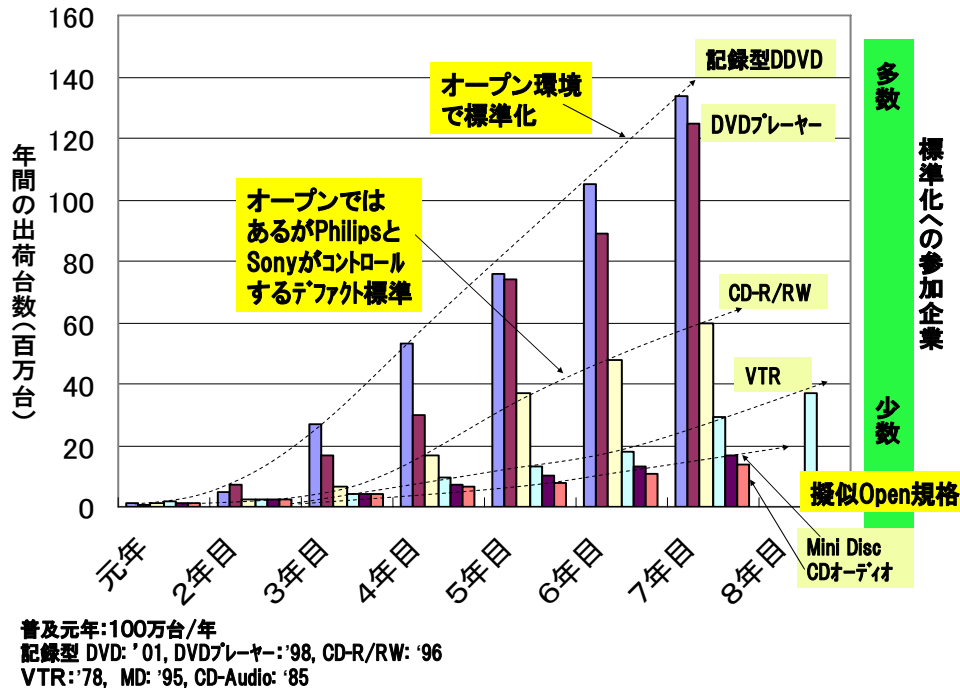
<sup>9</sup> 第三章の図 3.5 で示すように、2007 年に販売された 1 億 2000 万台の中で我が国企業のブランドを着けて売られる販売シェアが 75% に、また製造シェアも 58% であり、DVD や携帯電話と際立った違いを見せる。標準化を主導することによって我が国企業がグローバル市場で圧倒的な競争力を持つようになっていく事例として、デジカメの事例が特記されるであろう。

<sup>10</sup> Mini Disc の規格化に最初からシャープもメンバーだったが、ビジネスでは積極的でなかった。



てから（年間 100 万台の市場となってから）8 年も経ないと年間の出荷台数が 2,000 万台に届かなかった。しかしながら世界から 200 社以上が参加しながらオープン環境で標準化された DVD の場合は、わずか 2 年後に出荷台数が 2,000 万台を越え、3 年後に 5,000 万台に近づいた。これがオープン環境で制定される国際標準化の持つパワーである。

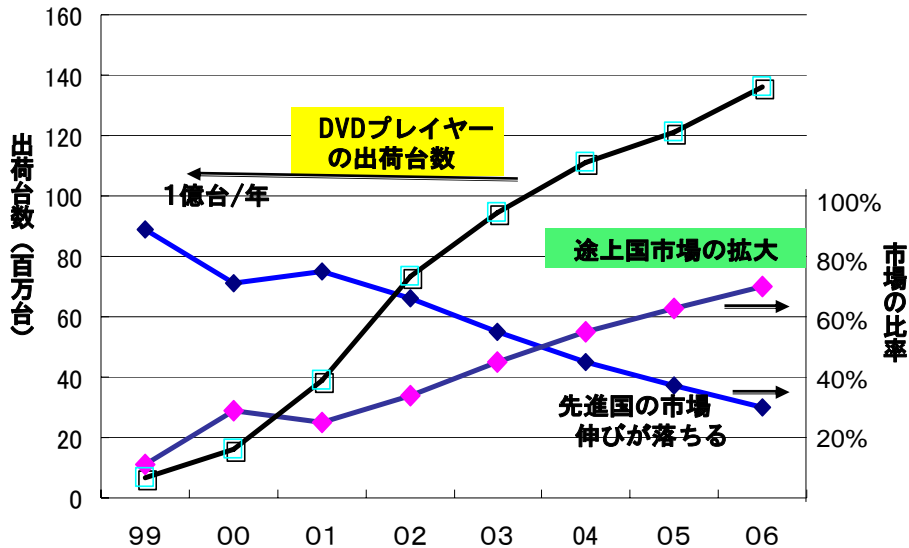
図2.5 標準化の形態と普及速度の関係



特に DVD プレイヤーに焦点を当てた普及の様子を図 2.6 で示すが、1997 年に国際規格が制定された DVD プレイヤーは 1998 年に早くも 80 万台が出荷され、2 年後の 2000 年には 2,200 万台(内ゲーム用 600 万台)、2001 年には 7,000 万台(内ゲーム用が 3,000 万台へと市場が急成長した。図 2.6 で示すように、2006 年には全出荷台数の 70%が NIES/BRICS の人々に娯楽を運ぶまでになった。これがオープン標準化のパワーである。



図2.6 オープン環境の国際標準化によって超低価格化が加速され DVDプレイヤーの市場が先進国から途上国へ拡大

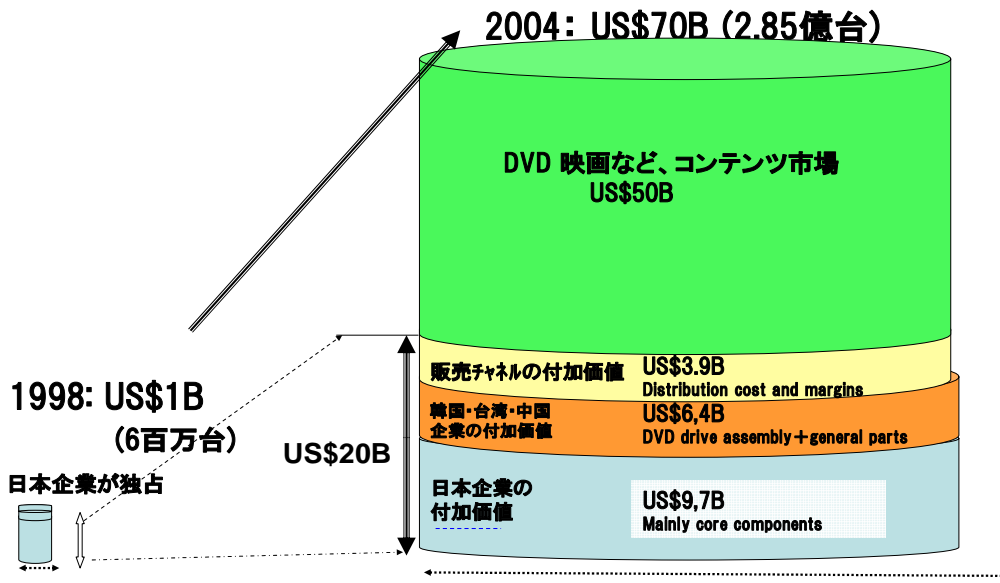


DVD がグローバル市場でどのような付加価値を創り出したかを図 2.7 に示した(J.Shintaku et al, 2006)。韓国・台湾・中国などの企業が獲得した図 2.7 の付加価値 6.4B\$は、我が国が獲得した 9.7B\$よりは低いものの、これら諸国の所得水準から見ると我が国の 3~5 倍以上に相当するのではないだろうか。この意味で、多数の人が参加して制定されたオープン標準化は、低コスト組み立てや大量生産を担った韓国・台湾・中国およびインド企業の付加価値創造に多大な貢献をし、これら諸国の経済活性化を支えたと判断される。更には図 2.7 から、特にアメリカのコンテンツ産業にも DVD が多大な貢献をしたことが理解さえるであろう。例えば 2004 年には約 41 億枚の DVD ビデオが出荷され、ハリウッドにとって映画や VTR などから入る収入よりも DVD 映画から入る収入が遥かに大きくなったといわれる。また同じ 2004 年には 7.5 億枚の DVD-ROM コンテンツ（ゲームも含む）や 4,000 万枚の音楽コンテンツが出荷され、映画上映から得られる利益を上回った。また同時に我が国を含む先進工業国のコンテンツ産業を活性化させた。

DVD でメディアの互換性が極めて重要であり、これが大量普及を支えたのは紛れもない事実だが、それ以外に DVD ドライブをパソコンやテレビなどの上位システムへ完全モジュールとしてつなぐデジタル・インタフェース機能の標準化、ならびに DVD から再生される信号をきれいな映像としてユーザへ見せる機能の標準化が大量普及を支えたのである。前者はこれまで紹介したハード・ディスクのデジタル・インタフェースと全く同じ役割を果たしたのであり、ハード・ディスクの場合とほぼ同じスピードで DVD が普及したという事実が、

図 2.3 と図 2.5 の比較から理解されるであろう。DVD プレイヤーでその役割を果たしたのは MPEG2 という圧縮・伸長技術である。DVD の基本技術の開発時期と同じ 1990 年代前半に標準化された MPEG2 は、高画質の映像を世界中のどの DVD プレイヤーでも均質に再生できるようにしたという意味で、デジカメにおけるファイル・システムとほぼ同じ役割を担った。オープン標準化の作用は時代を超え、また空間を越えて同じように作用するのである。

**図2.7 オープン環境の国際標準化は先進国とNIEs諸国の経済を共に活性化させる**



出展: J. Shintaku et al (2006)

### 2.1.4 ヨーロッパのデジタル携帯電話産業に見る事例

デジタル携帯電話は 1970 年代後半からの技術開発が始まった。世界で最も普及しているヨーロッパ GSM 方式は、1982 年に開催された欧州通信主管会議から標準化が始まっている。その後 1987 年までに周波数帯域や基本方式 (TDMA) が決められ、1988 年に標準化機関としての ETSI が創設された。ETSI では携帯電話端末 (Handset) の細部技術や基幹ネットワーク・システムとのインタフェースなどが欧州規格として定められ (1990 年)、1992 年に製品として開発された (立本、2008a)。その後は主に LSI チップの高性能化と低消費電力化の同時実現 (1994 年の CMOS-DSP の登場) および DSP と MCU の一体化 (1995 年に登場) などに見るプラットフォーム化が図られ、図 2.8 で示すように 1995 年ころから漸く本格的な普及期を迎えた。図 2.8 ではアメリカで標準化された CDMA 方式や日本で標準化された PDC 方式が普及する様子も同時に示しているが、ここでも図 2.5 で示す光ディスク・ドライブの場合と同じ

製品アーキテクチャのダイナミズムを前提とした標準化ビジネス・モデルの提案

ように、完全なオープン環境で標準化されたか否か、また標準化へ参加した企業の数が多いか否かによって市場規模と普及スピードに際立った違いが生まれるのが理解されるであろう。デジタル携帯電話は2007年に約10億台も市場へ出荷された。多数の企業が集まり、完全オープン環境で標準化されたGSM-WCDMA方式はその80%を占める。この流れは現在でも変わっていない。

図2.8 デジタル携帯電話の普及もオープン化の度合いと参加企業の数に左右された

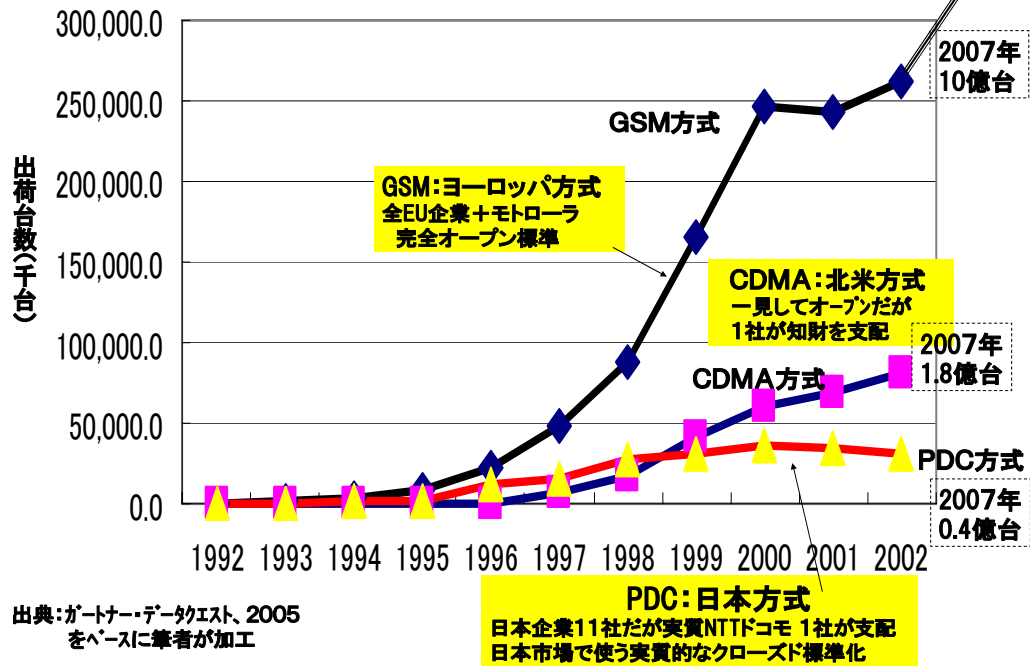
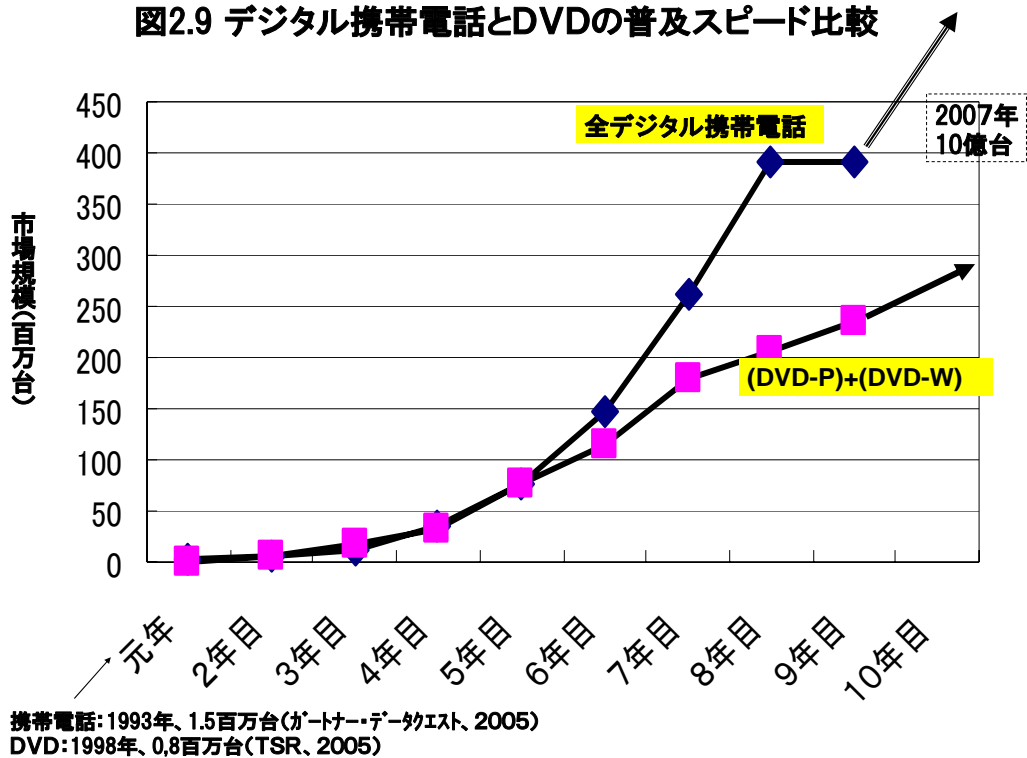


図 2.9 は携帯電話と DVD と比較して示すが、同じ標準化形態をとった場合の初期の普及スピードは、両者でほぼ同じであることが明らかになった。更に図 2.10 ではデジタル携帯電話とアナログ携帯電話の普及スピードならびに市場規模を比較したが、ここに見られる両者の差は、図 2.3 で示すデジタル・インタフェースの 3.5 インチ HDD と、常にパソコン側と摺り合せを必要としたアナログ・インタフェースの 5.25 インチ HDD との違いとを比較すれば、ほとんど同じ現象となっている。

携帯電話の場合も、デジタル化されたインタフェースを採用することによってベース・ステーションやスイッチなどの基幹インフラ側と電話端末とが互いに独立した完全モジュールとなったので多数の企業が電話端末のビジネスへ参加し、すさまじい技術革新とコスト競争がはじまった。これによってはじめて先進国から開発途上国に至る巨大市場が創りだされたのである。オープン環境の国際標準化が生み出す市場活の活性化は、時空を越え、また製品を越えて同じように観察される。更に言えば、カメラにおける銀塩フィルム・カメラとデ

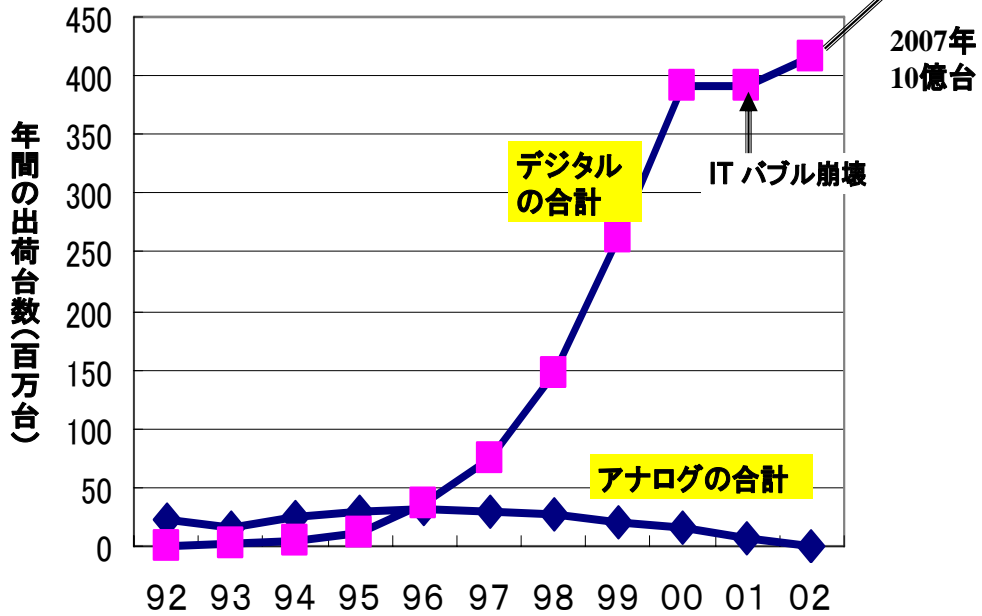
ジカメに見る普及速度や市場規模の際立った違いも、ハード・ディスクや携帯電話の場合と全く同じであった。

図2.9 デジタル携帯電話とDVDの普及スピード比較



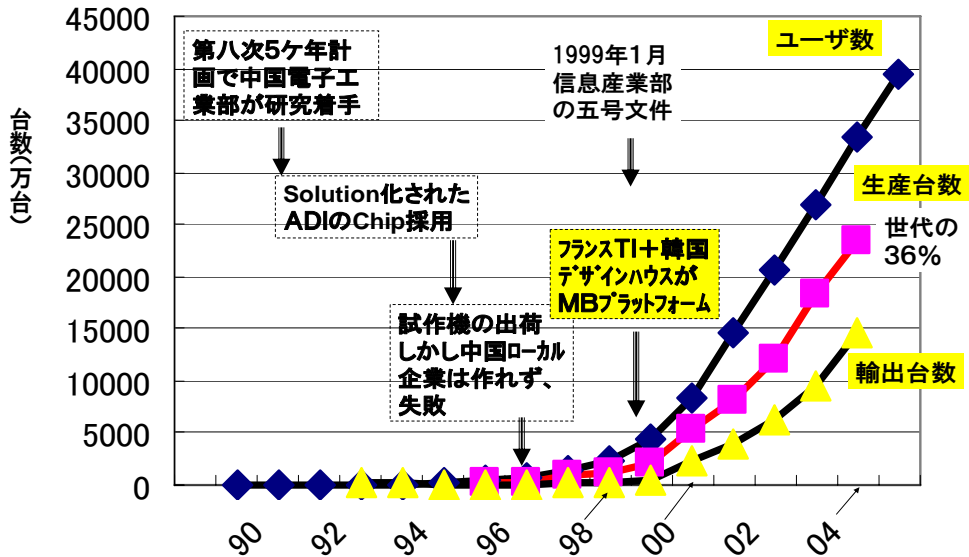
デジタル携帯電話という最先端のテクノロジーが中国企業に大きなビジネス・チャンスを与えた様子を図 2.11 で紹介した。中国政府は 1991 年からデジタル携帯電話の国産化に取り組み 1997 年に技術が完成して民間企業へ技術移転したものの、この技術が普及することにはなかった。大量普及するようになったのは、完全オープン環境で標準化された GSM 方式の基幹技術モジュールとこれを活用したマザー・ボードがフランス企業と韓国企業の連携によって中国デザイン・ハウスへ提供された 1990 年からである。Turn-Key-Solution 型のプラットフォームとして一体提供されれば、たとえ技術蓄積の少ない BRICS 諸国企業でさえ最先端の製品市場に参入できるビジネス環境が、オープン標準化によって瞬時に生み出されたのである(小川、2008)。

図2.10 デジタル携帯電話とアナログ携帯電話の普及スピード比較



K.Ogawa, MMRC Univ. of Tokyo

図2.11 オープン環境で標準化されたヨーロッパ方式のGSM携帯電話が中国企業に巨大なビジネス・チャンスを与えた



出典:丸川知雄著“現代中国の産業、中公新書を加工編集

## 2.2 製品アーキテクチャが技術拡散スピード・普及スピードに及ぼす影響

前節では標準化の基本的な作用として製品アーキテクチャのモジュラー化があることを述べ、モジュラー化への転換によってグローバル市場へ瞬時に普及すること、更にはこれが BRICS 諸国企業の経済活性化に大きく寄与している事例を紹介した。3章の3.1で体系化するように、標準化はオープン化と同義語であり、キャッチ・アップ型企業（ハード・ディスクの事例）やキャッチ・アップ型工業国（DVDや携帯電話の事例）にビジネス・チャンスを与える。本節では、3章で標準化ビジネス・モデルを議論する予備的考察として、モジュラーへ転換された完成品と摺り合わせ型の部品・部材に見る技術拡散スピードの違いについて、我が国と中国企業の事例を交えながら体系化してみたい。

善本哲夫氏の研究<sup>11</sup>によれば、ブラウン管テレビは世界で1億6000万台の市場規模であり、中国企業のシェアはこの60%を越えているが、偏向ヨークとコイル（DYコイル）が事前に貼り付けられたブラウン管を買って組み立てている。電子ビームの動きを正確にコントロールしながら色むらや色ずれなどを無くして画質を整える摺り合わせが不要の場合、すなわち ITC 調整の摺り合わせノウハウを持たなくてもそのまま使えるような Turn-Key-Solution が提供されたとき、中国企業が大挙して市場参入できたという。逆に言えば、この事実は技術体系がモジュラー型へ転化したとき瞬時に技術が拡散し、摺り合わせ型のアーキテクチャ特性を持っているのなら、技術の拡散が非常に遅いことを意味する。ここに示すテレビの事例は、キャッチ・アップ型企業が持つ技術インフラに我が国の技術の摺り合わせ型領域をリンクできるように外部インタフェースだけをオープン環境で標準化することの重要性を示している。このテレビの事例では偏向ヨークとコイル（DYコイル）が事前に貼り付けられたブラウン管、すなわち Turn-Key-Solution 型プラットフォームの外部仕様が実質的にデファクト規格となって流通しており、これが付加価値の詰まったブラウン管をグローバル市場へ大量普及させていたのである。

善本氏の研究を更に引用させてもらおうと、エアコンの世界生産台数は2005年の段階で4,000万台だが中国のローカル企業の生産シェアは50%以上であり（一説に60%）、完成品としてのエアコンでは、中国が世界市場で圧倒的な強さをもっている。しかしエアコンの心臓部であって摺り合わせ型・匠の技であるコンプレッサーを製造できる中国企業は非常に少ない。またインバータ制御のエアコンは省エネで非常に効果的であり、現在の中国政府が最も必要とする技術だが、摺り合わせ型のアーキテクチャを持つためか、中国企業は作ることができない。インバータのデバイス単体を日本から買って組み立てても省エネ・エアコンにならないためである。ここでもやはりコンプレッサーやインバータなどの摺り合わせ型であれば技術の

<sup>11</sup> 本稿の参考文献にある善本氏の論文および善本氏のご好意によって提供された情報による。

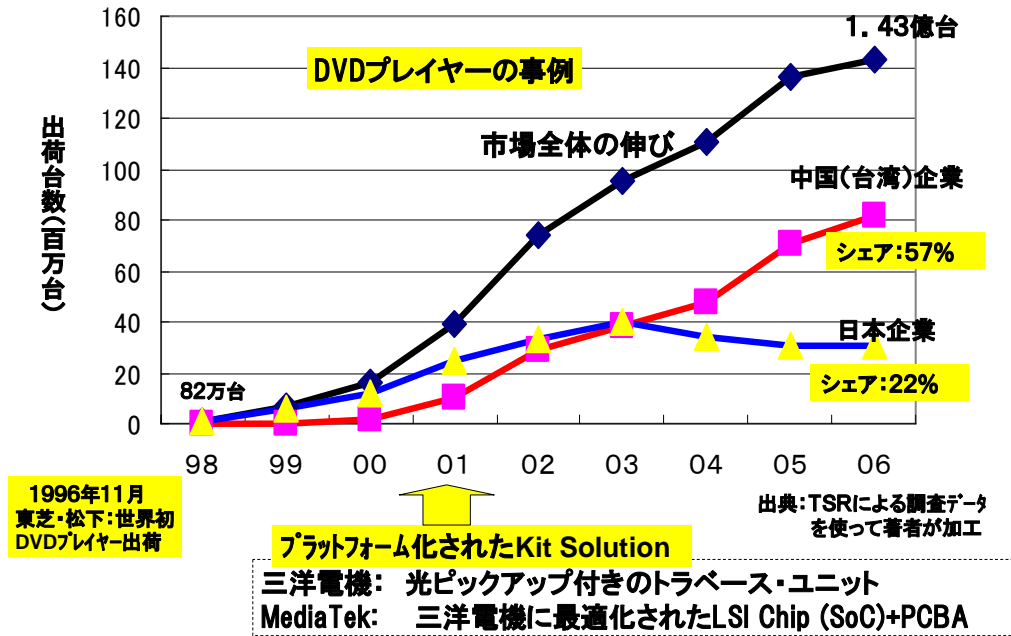
## 製品アーキテクチャのダイナミズムを前提とした標準化ビジネス・モデルの提案

拡散速度が非常に遅いという共通する現象が観察される<sup>12</sup>。すなわちインバーター・エアコンは、我が国の技術の摺り合せ型領域を Turn-Key-Solution 型プラットフォームとして外部インタフェースだけを標準化し、これを中国企業が得意とするモジュラー型の技術体系にリンクさせることによってグローバル市場へ大量普及する可能性を秘めている。

更に DVD プレイヤーの事例を挙げると、DVD プレイヤーの技術開発や国際標準に貢献しなかった中国のローカル企業が初めて世界市場に登場したのは 2001 年ころであった。その様子を図 2.12 で示す。DVD プレイヤーで最も付加価値が高い（全体コストの 30%）摺り合せ型・匠の技が光ピックアップだが、三洋電機はトラバース・ユニットと称する Turn-Key-Solution 型のプラットフォームを構築して中国企業へ提供した。ここから中国企業が大量して DVD プレイヤーの組み立てビジネスに参入できるひょうになった。外部インタフェースが中国市場のデファクト規格になり、Turn-Key-Solution 型のプラットフォーム登場によって初めて基幹部品の単純組立だけで DVD プレイヤーを作れるようになったのである。2000 年に 10%未満だった中国企業のシェアが 2001 年に一気に 24%まで高まり、翌年の 2002 年には 40%へ躍り出て 2006 年には 60%に近い市場シェアを持つに至る。プラットフォームの内部に封じ込められた我が国企業の匠の技（光ピックアップ）が中国企業によってグローバル市場へ大量に運ばれていったのである。

<sup>12</sup> インバータはパワー半導体で構成される。いわゆるコンプレッサーを駆動する大電流パルスが発生デバイスであり、パルスの幅や周波数がマイコンとファームウェアによって制御されることで省エネ効果が発揮されが、この制御はコンプレッサー側の負荷変動に連動してリアル・タイムに最適化しないと省エネ効果が生まれにくい。コンプレッサーやインバータ側とこれを制御するファームウェアとの相互依存が極めて強いので、インバータ・エアコンを Turn-Key-Solution 型のプラットフォームへ転換させるには、コンプレッサーとその負荷とを複数の組み合わせでモデル化し、その外部インタフェースだけを標準化する以外にない。その上で更に現場でほんの少しだけカスタマイズすることで最適化できるようなリファレンス（あるいは省エネ用に若干のカスタマイズをするレシピ）を一体提供すればよい。これによって普及スピードは格段に速まり、我が国の摺り合せノウハウの詰まった付加価値がグローバル市場で非常に高い経済的価値へ転換されるであろう。実はこれが 3.3.1 節で紹介するインテルや三洋電機の標準化ビジネス・モデルであるが、フルセット垂直統合型の組織能力に最適化され、ブランドを持ってグローバル市場に出ようとするビジネス・モデルと相容れない。この意味で、我が国企業に共通する課題であってまだ正解を示せていない。

**図 2.12 DVDプレイヤーに見る三洋電機のプラットフォーム  
プラットフォーム化されたKit Solutionの流通が中国企業の市場参入を可能にする**

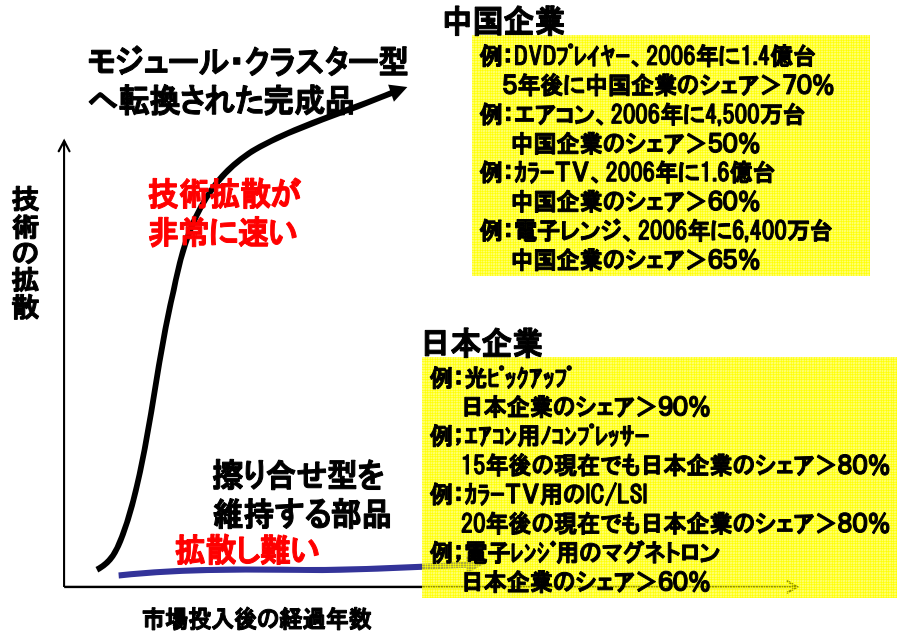


以上に挙げたテレビやエアコン、DVDプレイヤーなどの事例を図 2.13 に要約するが<sup>13</sup>、これらの事例はいずれも標準化を意識したビジネス・モデルではなかったものの、結果的には中国市場という巨大なオープン環境で実質的に標準化（市場のデファクト規格）されたと同じ効果が生み出された。ここから明らかになった第一の点は、我が国企業の技術が摺り合せ型・匠の技のまま放置されれば何時までたっても普及しない、すなわち摺り合せ型技術は拡散し難いという事実である。第二の点は、摺り合せ型技術を核にプラットフォームが形成され、その外部インタフェース（ここでは形状、サイズ、機能、性能など）がデファクト規格になって Turn-Key-Solution 型へ転換されたとき初めて、モジュラー型の完成品に組み込まれて大量普及する、という事実である。そしてまた Turn-Key-Solution 型のプラットフォームを使ってモジュラー型の完成品を組み当てる、これをグローバル市場へ供給するのはキャッチ・アップ型工業国の企業群であった。上記で明らかになった第一と第二の点は、オープン環境の標準化ビジネス・モデルと深く係わっている。これを実証するために 2.1 節のハード・ディスク、デジカメ、携帯電話の事例を標準化ビジネス・モデルという視点から再構成考してみたい。

<sup>13</sup> この図は新宅純次郎氏、善本哲夫氏および丸川知雄氏の研究をベースに筆者が作った。



図 2.13 製品アーキテクチャから見た中国企業と日本企業



ハード・ディスク(HDD)の事例は、製品の寸法や構造あるいは電気的なインタフェースなどの外部仕様だけをオープン環境で標準化して完全モジュール構造にすれば、完成品としてのパソコンがこれを積極的に採用して大量普及させる、という事実であった。内部構造が摺り合わせ型のハード・ディスクでも、外部インタフェースの標準化によって巨大モジュールへと転換されたのである。また同時にここから多種多様なキャッチ・アップ型のベンチャー企業群がパソコン市場に興隆して製品の機能・性能・コストなどを互いに競うという経営環境が生まれた。しかしながらハード・ディスクとパソコン本体側が常に摺り合わせを必要とするアナログ的なインタフェースの場合には、普及スピードが極めて遅いことも同時に観察されており、大量普及するかしないかを支配する原理は図 2.13 で観察される事例と同じと考えてよい。

デジカメの場合も大量普及を支える原理が同じであった。論理フォーマットやファイル・システムがオープン環境で国際標準化することではじめてデジカメが巨大なパソコンのインフラとリンクできた。また Picto-Bridge の標準化などによってパソコンを経由せずにデジカメ写真を印刷できるようになり、ここからはじめてユーザ資産として蓄積された巨大なプリンタ・インフラにリンクできた。デジカメの外部インタフェースが巨大なインフラに向かって標準化されたことを図 2.13 の事例で表現すれば、デジカメが巨大なモジュール・クラスター型のインフラ（巨大なモジュラー型完成品システム）に引き寄せられ大量普及の軌

道に乗ったことを意味する。摺り合わせ型の粋を極めたデジカメという完成品ですら外部インタフェースの標準化によって擬似的に完全モジュールへと転換されたのである。

DVD でメディアの互換性が極めて重要であり、これが大量普及を支えたのは紛れもない事実だが、それ以外に DVD ドライブをパソコンなどの上位システムへ完全モジュールとしてつなぐデジタル・インタフェース機能の標準化、ならびに DVD から再生される信号をきれいな映像としてユーザへ見せる機能の標準化が大量普及を支えた。前者はこれまで紹介したハード・ディスクのインタフェースが担う役割と全く同じであり、2つの製品が時空を越え、そして市場を越えて、普及スピードがほぼ同じであるのは興味深い。後者の役割を担ったのは MPEG2 という圧縮・伸長技術であった。DVD の基本技術の開発時期と同じ 1990 年代前半に標準化された MPEG2 は、高画質の映像を世界中のどの DVD プレイヤーでも均質に再生できるようにしたという意味で、デジカメにおけるファイル・システムとほぼ同じ役割を担ったのである。オープン標準化の作用は、時代を超え、また空間を越えて同じように作用している。MPEG2 が DVD プレイヤーをハリウッドの巨大な映像インフラ（巨大なモジュラー型完成品システム）とリンクさせ、ここから大量普及の軌道に乗ったのである。

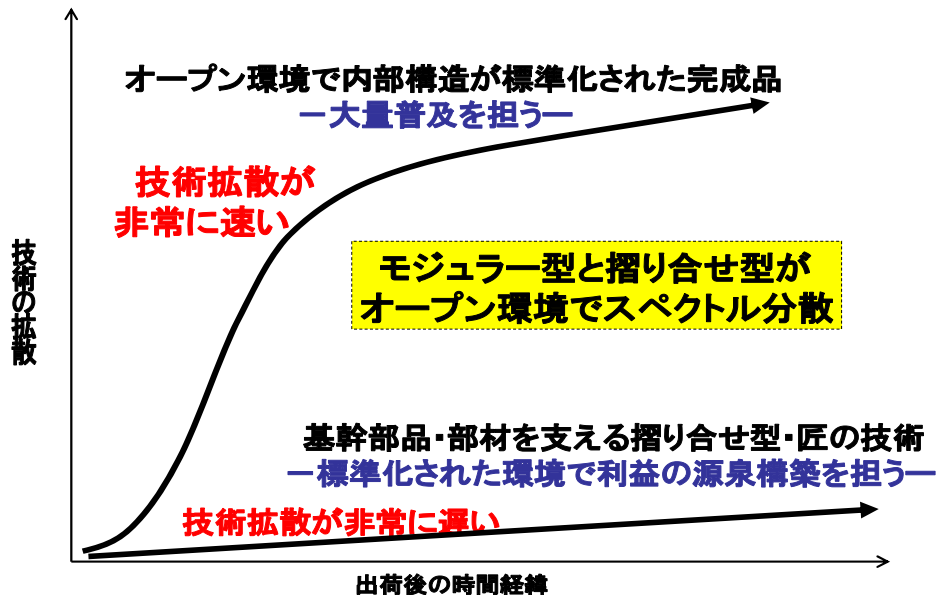
次に携帯電話の場合を考えてみたい。中国政府は 1991 年からデジタル携帯電話の国産化に取り組み 1997 年に技術が完成して民間企業へ技術移転したものの、この技術が普及することはなかった。大量普及するようになったのは、GSM 電話端末の基本機能が詰まった LSI Chipset およびこれを載せたマザー・ボードが Turn-Key-Solution 型のプラットフォームとして中国デザイン・ハウスへ提供された 1999 年からである。中国デザイン・ハウス向けのプラットフォームはフランス企業と韓国企業の連携によって開発されたが、GSM 携帯電話端末 (Handset) では細部技術だけでなく評価・試験方法も全てオープン環境で標準化されていたので、遠く離れた全く異質なフランスと韓国企業が協業しながらプラットフォームを構築することができたのである。Turn-Key-Solution 型のプラットフォームが形成されることではじめて多数の中国企業が携帯電話ビジネスへ参加できるようになったという事実は、プラットフォームが完全モジュール型へ転換されることによって図 2.13 の大量普及軌道に乗ったと説明できるであろう。その背景に WTO 加入直前の 1999 年 1 月に発令された中国政府の保護政策が確かにあったが、この政策がすぐに効果を表した背景には、ヨーロッパ GSM 方式のプラットフォーム形成があったのである。

以上の事例を踏まえながら標準化がもたらす作用を要約すると、オープン環境の標準化はモジュラー型の完成品と摺り合わせ型の基幹部品・部材とを同じ市場で共存する経営環境を生み出す。その様子を図 2.14 に模式的に示すが、標準化は製品アーキテクチャをモジュラー型と摺り合わせ型のスペクトルに分解する役割を担う、と言い換えてもよい。ここでモジュラ

## 製品アーキテクチャのダイナミズムを前提とした標準化ビジネス・モデルの提案

一型のアーキテクチャを持つスペクトルの代表が完成品であり<sup>14</sup>、技術蓄積の少ない多数の企業が市場参入するという意味で大量普及の役割を担う。一方、内部に匠の技・摺り合せノウハウが詰まった摺り合せ型のアーキテクチャを持つスペクトル（基幹部品・部材のビジネス・ドメイン）であれば、たとえオープン環境でも匠の技や摺り合せノウハウが単独で拡散することはない。この意味で利益の源泉構築を担うことが期待される。したがって摺り合せ型の技術を Turn-Key-Solution としてプラットフォーム化すれば、利益の源泉が技術拡散スピードの速いモジュラー型の完成品に組み込まれて瞬時にグローバル市場へ普及する。第三章では、まず図 2.14 を起点に標準化ビジネス・モデルを考えてみることにする。

図2.14 オープン環境の標準化が生み出す経営環境



### 3. 標準化ビジネス・モデルの一般理論

#### 3.1 製品アーキテクチャの視点から見た国際標準化の位置取り

製品アーキテクチャは製品の設計思想と定義され（藤本（2004）<sup>15</sup>）、モジュラー型（組み合わせ型）とインテグラル型（擦り合わせ型）に大別される。組み合わせ型の代表的な例がパソコンであり、例えばハード・ディスクの容量が足りなくなったとき量販店で買ってきて

<sup>14</sup> 東京大学の藤本隆弘教授は、例えオープン化・標準化されても、そこに必ず摺り合せ型のスペクトルが分散している、と繰り返し説いている。筆者も小川(2007b)で類似の主張を繰り返している。また当然ながらこのスペクトルの中にモジュラー型のアーキテクチャ特性をもつものがあり、ここも多数の企業が市場参入できるという意味で熾烈なコスト競争がおきて完成品が大量普及する。

<sup>15</sup> 設計思想であって製造思想でない点に留意しなければならない。例え摺り合せ型と定義された製品でも、工場における量産製造では常に組み合わせ型になっていなければならない。

取り替えても、マイクロ・プロセッサや OS はもとよりアプリケーションなどを新しいハード・ディスクに合わせて再調整する必要はない。このように製品の機能をアップさせるために部品を入れ替えても何ら問題が起こらない、あるいは流通する部品を買えば組み立てられる、という特性を持った製品構造を、モジュラー型あるいは組み合せ型と呼ぶ。ここではモジュラー型という言い方に統一したい。一方、摺り合わせ型、あるいはインテグラル型と呼ばれる製品の代表的な事例として乗用車を挙げることができる。乗用車には安全性や燃費、乗り心地などの機能・性能とこれを支える車台、エンジン、サスペンションなどの部品があるが、燃費をよくしようとするともっと車台を軽くしなければならない。軽くするとこれに合わせてエンジンを最適調整し、トランスミッションを再調整し、更にサスペンションを変えるかあるいは再調整しなければ、最適な機能・性能を生み出せない。2.1.2 節で紹介したデジカメも同じであり、200 万画素のデジカメに 400 万画素の CCD を入れると画質は 200 万画素の場合よりも大きく劣化する。このようにひとつの部品を変えると他にも影響を与え、全体調整を再度やり直す必要が出る製品を「擦り合せ型」と呼ぶ。これらモジュラー型と擦り合せ型という対極的な分類法で見ると、企業が担うビジネス・モデルと標準化との関係が極めて単純化されたフレーム・ワークで体系化することができる。

オープン環境の国際標準化と製品アーキテクチャの関係を、ビジネス・モデルの視点から整理したのが図 3.1 である。モジュラー型を特徴付ける第一のキーワードは、完成品を支える部品・部材の相互依存性が極めて少ないことである。一方、標準化とは技術モジュールの相互インタフェースを規格化して単純組み立て型（モジュラー型）へ転換させる作業である。したがって標準化とは、完成品の製品アーキテクチャをモジュラー化するプロセスであると定義される。モジュラー型を特徴付ける第二のキーワードは、個別モジュールを分業によって開発し、また完成品の製造も個別モジュールの組み合わせによって低コストで量産する仕組み作りである。一方、オープン環境の国際標準化とはグローバル市場に向かってオープン化する作業であり、標準化によって均質な汎用品に転換された部品・部材と完成品を、ともにグローバル市場で分業・量産する仕組み作りである<sup>16</sup>。さらには完成品を低コストで普及させるための仕組み作りである(Kawakami, 2007)<sup>17</sup>。

これがオープン環境の標準化であれば、産業構造を必ず垂直統合型から垂直分裂型（水平分業型）へ転換させる。そして標準化された基幹部品がグローバル市場で大量に流通し、技術蓄積の無い企業でも部品・部材を調達することによって完成品ビジネスへ参入すること

<sup>16</sup> 標準化には多種多様な定義があるが、ここでは本稿の基本メッセージの視点である企業のビジネス・モデルから定義した。

<sup>17</sup> 経済学ではこれを“取引コストが低くなる”という言葉で表現する(今井、川上、2006)。

ができる。したがって技術イノベーションとコスト競争が必ず同時進行し<sup>18</sup>、標準化された製品が世界市場に大量普及して人々に恩恵をもたらす。現在のパソコン、DVD プレイヤーおよび携帯電話がその代表的な事例であった。以上のようにビジネス・モデルの視点で見たオープン環境の国際標準化とは、製品アーキテクチャをモジュラー型へ転換させる作業であり、自社の完成品をグローバル市場で大量普及させる経営ツールと定義できる。

### 図3.1 オープン環境の国際標準化から見た製品アーキテクチャの位置取り

#### オープン標準化とは

モジュラー型と摺り合せ型をオープン環境でスペクトル分散させ、  
ともに共存するグローバル経営環境を作り出す

#### オープン標準化とモジュラー型

- 1) オープン標準化とは、製品の内部構造を瞬時にモジュラー型へ転換させ、グローバル市場を開く経営ツール
- 2) オープン標準化によって技術イノベーションとコスト競争が同時にはじまる

#### オープン標準化と摺り合せ型

- 1) オープン標準化とは、外部仕様だけが標準化された摺り合せ型のブラック・ボックス技術を、瞬時にグローバル市場へ運ぶ経営ツール
- 2) 外部仕様だけが標準化されて内部構造の摺り合わせ型アーキテクチャが維持されれば、我が国の付加価値が瞬時にグローバル市場の経済的価値へと転換される

擦り合わせ型を特徴付ける第一のキーワードは部材や部品の相互依存性が非常に強いという点である。この意味で摺り合せ型の製品アーキテクチャは標準化と対極に位置づけられる。第二のキーワードは、相互依存性が関係者以外にオープン化されないという意味でブラック・ボックス化と同義語である。したがって完成品を構成する基幹部品・部材は自らの力だけで流通することは無い。更に言えば、例えば部品・部材を調達できても基幹部品・部材の相互依存性を多層的・複合的に復元するための深い技術蓄積が必要であり、その単純組み合わせから完成品を作ることは困難である。本稿が定義する摺り合せ型製品のオープン標準化とは、その内部構造ではなく外部インタフェースだけを標準化する“中摺り合せ型・外モジュラー型”の製品に転化することを意味する。もしこれが部品・材料であれば、標準化された上位レイヤーの完成品に組み込まれることによって、グローバル市場の隅々へ瞬時に運ば

<sup>18</sup> 物量の増大によってコストが下がるのではなく、少なくとも 21 世紀のオープン環境では技術蓄積の少ないキャッチ・アップ型工業国の企業が完成品ビジネスへ参入できるようになるのでコストが下がるのである。物量の増加はその結果に過ぎない。この点はデジタル・テクノロジーに支えられた 21 世紀型オープン標準化がもたらす特徴の一つである。

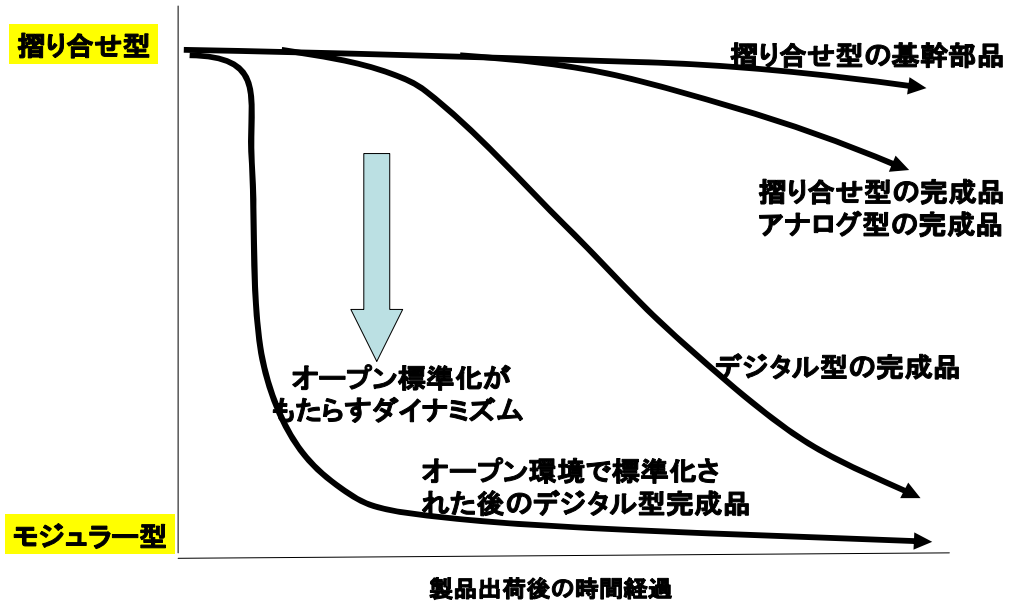
れるであろう。もしこれがデジカメのような完成品であれば、巨大なインストールド・ベースとしてのパソコンやプリンターの市場に向けたオープン標準化が必須となる。ここでも摺り合せ領域がブラック・ボックスになっている意味で、オープン標準化とは摺り合せ型の技術をグローバル市場の付加価値に転換する経営ツールと定義できる。

以上の事例から明らかなようにオープン環境の標準化とは、完成品をモジュラー型のアーキテクチャと摺り合せ型のアーキテクチャへスペクトル分解して共存させる作用を持ち、ここから多種多様なビジネス・モデルが生み出される。オープン環境の標準化が製品アーキテクチャのダイナミズムに与える影響を図 3.2 で模式的に示した。プロセス型の基幹部品は、例え標準化されたとしても外部インタフェースだけであり、図 3.2 で示すように内部構造が長期にわたって摺り合せ型を維持し、利益の源泉となる。完成品の場合は、デジタル・テクノロジー（マイコンとファームウェア）が 21 世紀になって製品設計に深く介在するようになり（小川、2008）、モジュラー化が急速に進む（図 3.2）。このような状況で更にオープン環境の標準化が介在すると、完成品のアーキテクチャは瞬時にモジュラー型式へ転換される。したがって完成品は非常に短時間でグローバル市場の隅々へ大量普及する。2 章の図 2.3 から図 2.12, まで紹介した標準化の作用は、すべて以上のような現象によって説明できるはずである。特に DVD, VTR、CD-R/RW に見る普及速度の違い（図 2.5）は、ほぼ図 3.2 に示すモジュラー化への転換の程度によって説明できるであろう<sup>19</sup>。

なおマイコンとファームウェアが製品設計の深部に介在するデジタル型の完成品（例えばデジタル家電）の場合は、オープン環境で標準化されなくてもアナログ技術の場合に比べて遥かに速くモジュラー化が進む。その代表的な事例が液晶テレビであり、ここでは標準化と同じ作用をする Turn-Key-Solution 型のパネル製造システムや基幹部品が、オープン環境で自由に流通するようになったためである。当然のことながら、その深部でモジュラー化を担ったのがマイコンとファームウェアの作用であった。21 世紀の現在、多くのエレクトロニクス製品は製品設計の深部でマイコンとファームウェアが介在しないものはほとんどない。

<sup>19</sup> 標準化されれば製品アーキテクチャがすぐにモジュラー型へ転換するわけではない。図 3.2 でアナログ技術に位置取りされる 1970 年代から 1985 年ころまでの据え置き型 VTR は、例えオープンで標準化されても摺り合せ型のアーキテクチャを維持していた。しかし 1984 年ころから登場するデジタル方式のフィードバック制御系（マイコンとファームウェア）が採用されることによって初めてモジュラー型に転換された。この現象は CD プレイヤーや CD-ROM/CD-R ドライブでも同じであり、またプリンターや複合機でも同じである

図3.2 オープン標準化がもたらす製品アーキテクチャのダイナミズム



### 3. 2 標準化を経営ツールにしなが、組み合せ型・匠の技の付加価値をグローバル市場で普及させる標準化ビジネス・モデル

オープン環境で標準化された後で、図 3. 2 のそれぞれがビジネス・モデルの視点からどのように位置取りされるかを図 3. 3 で模式的に示した。図 3. 3 の右下でオープン・モジュラー型に位置取りされる製品は、多くがオープン環境で内部構造まで標準化された完成品であり、我々が毎日の日常生活で見るパソコン、DVD プレイヤー、携帯電話端末などがその代表的な事例となる。ここに位置取りされるビジネス・ドメインでは、大量に流通する基幹部品や部材を調達すれば、その単純組み合わせによって完成品ビジネスへ参入できる。そして先進工業国から開発途上国までグローバル市場が瞬時にできあがる。また図 3. 3 の右上でオープン・組み合せ型のドメインに位置取りされる製品は、ブラック・ボックスの組み合わせ型基幹部品や部材 (図 3. 3 の左上) の外部インターフェースだけを標準化し、Turn-Key-Solution として提供する仕掛けつくりのドメインと定義される。以下これらの位置取りを組み合わせた標準化ビジネス・モデルを考えてみることにする。

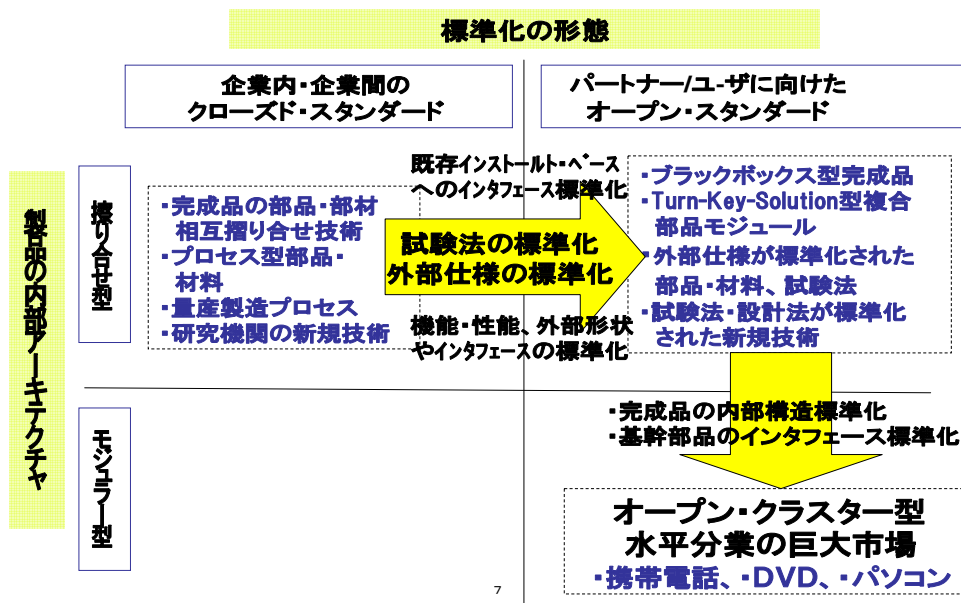
#### 3.2.1 外部インターフェースをオープン環境で標準化しながらグローバル市場へ大量普及させる標準化ビジネス・モデル

このビジネス・モデルを駆使して市場支配力と利益の源泉を構築しているのは主に図 3. 3 の右上に示すオープン・組み合せ型のドメインに位置取りされており、内部構造が組み合せ



型の完成品かあるいは Turn-Key-Solution 型の部品や複合部品が多い。これらはいずれも図 3.3 の左上に位置取りされるクローズド・摺り合せ型技術が中核になっており、性能・機能および外部形状や外部インタフェースがいずれもオープン環境で規格化されている点に特徴がある。特に複合化された基幹部品では例外なく Turn-Key-Solution の大型モジュールになって、オープン・モジュラー型のドメイン（図 3.3 の右下）にいる完成品組み立てベンダーへ提供される<sup>20</sup>。

図3.3 アーキテクチャ論と標準化から見た製品の位置取り



以上のような説明を踏まえながら 2.2 節で取上げたハード・ディスク（HDD）やデジカメ（DSC）の位置取りを図 3.3 の分析枠組みで考えてみるが、これらはいずれも内部構造がブラック・ボックス化された摺り合せ型であり、外部形状や外部インタフェースだけをオープン環境で標準化されているという意味で、図 3.3 の摺り合せ型・オープン・スタンダードのドメイン（図の右上）に位置取りされるブラック・ボックス型完成品である。2 章で述べたように、ハード・ディスクは外部インタフェースが標準化されることによってこれを使う

<sup>20</sup> 当然のことながらクローズド・摺り合せ型ドメイン（図 3.3 の左上）でも標準化は存在するが、これは単に自社のオフィスや工場で効率良く設計したり歩留まり良く低コスト製造をすることだけが目的であり、自社内部だけで標準化されて決してオープンにされない。この意味で内部構造が完全ブラック・ボックス化されていて特定のパートナーへ外部インタフェースだけが厳しい条件下で開示されに過ぎない。この意味で内部構造が完全ブラック・ボックス化されていて特定のパートナーへ外部インタフェースだけが厳しい条件下で開示されに過ぎない。



## 製品アーキテクチャのダイナミズムを前提とした標準化ビジネス・モデルの提案

完成品側（パソコン側）が完全モジュールとして使うことができるようになり、図 2.3 で示したような大量普及が始まった。またデジカメの場合も外部インタフェースだけを標準化することによって、既存の巨大インストール・ベース（パソコンやプリンターなど）に対して単純プラグ・インで使えるようになり、図 2.4 に示すように標準化の進展とともにグローバル市場に向けて大量普及が始まった。すなわち例え摺り合せ型の内部構造を持つハード・ディスクやデジカメであっても、その外部形状やインタフェースが標準化されることによって大量普及する。これが 1980 年代後半のアメリカ・パソコン業界で観察された標準化ビジネス・モデルであり（ハード・ディスク）また日本のデジカメ業界に見る標準化ビジネス・モデルであった。

図 3.3 の右上に位置取りされる複合型の部品モジュールでも、類いの標準化ビジネス・モデルが広く採用されている。3.3.1 節で詳しく述べるように、その代表的な事例がパソコン用のチップセットが詰まったマザー・ボード、DVD プレイヤーのトラバース・ユニット、そして携帯電話用のチップセットやマザー・ボードであった。これらのビジネス・モデルではいずれも Turn-Key-Solution 化されたプラットフォームが形成され、モジュール・クラスター化された水平分業の巨大なドメイン（図 3.3 の右下）で、完成品の組み立てビジネスを担うキャッチ・アップ型工業国企業に提供される。Turn-Key-Solution を支えるのは、全て図 3.3 の左上に位置取りされるクローズド・摺り合せ型の部品・材料であることに我々は注目しなければならない。代表的な事例がインテルのパソコン用 MPU、クアルコム（Qualcomm）の CDMA 携帯電話用 Base Band チップ、テキサス・インスツルメント（Texas Instruments）の GSM 携帯電話用アナログ DSP、三洋電機（Sanyo）の光ピックアップ、さらには三菱化学（Mitsubishi Chemical）の AZO 色素であった。以上のように本稿の 2 章で取上げた事例が示す普及メカニズムは、標準化の作用を活用して自社の付加価値技術をグローバル市場の経済的価値へ転換させる仕組みづくりであり、多くの事例でその効用が確認される普遍的な原理と言えるのではないだろうか。

この普及メカニズムは、鉄鋼材料（富田、岡本、2007）や磁性材料、鉛フリー・ハンダ、セラミック・コンデンサー、乾電池、リチウム・イオン電池などに見る部材・部品でも同じである。更にはエアコンや冷蔵庫で使う冷媒でも全く同じと考えてよい。これらの部材・部品は例外無く、オープン環境で標準化された測定法によって内部の特性・性能が試験・検査され、その上で更に部材・部品としての機能・性能・外部形状などが標準化される<sup>21</sup>。場合によっては化学成分、機械特性、寿命などが規格化・標準化される場合もある。これを図

<sup>21</sup> リチウム・イオン電池などはこれを使う完成品（例えば携帯電話）側の外部形状デザインなどで電池の形状が大きく左右されるので、電圧などの性能だけが標準化されている（材料特性から 3.4 ボルト）。鉄鋼や磁石でも事情は同じであり、主に試験法・測定法が標準化されている。

3.3 に位置付ければ、標準化とはクローズド・摺り合せ型の部品・材料を、オープン・摺り合せ型の大量普及ドメイン（図 3.3 の右上）へ人為的・強制的にシフトさせる事業戦略であると定義される。例えば鉄鋼部材や磁性材料、セラミック・コンデンサー、電池などは、製造プロセスがブラック・ボックス型の超摺り合せ型の技術であって開示されることは無く（図 3.3 の左上に位置取りされているので）、プロセス技術が単独でグローバル市場へ出ていくことはできない。しかしながら外部形状・寸法および特性・性能の試験法が標準化されることによって、2.1 節で述べた Turn-Key-Solution の汎用部品モジュールに転換されるのである。これによってはじめて、内部構造や内部技術に対する知識が全くない人でも外部仕様を知るだけで安心して使いこなせるようになり、摺り合せ型ブラック・ボックス技術が非常に高い付加価値となって我が国からオープン市場へ瞬時に大量普及する。

標準化とはモジュラー化・オープン化と同義語であることは 2.1 節で述べた。しかしながらクローズド環境に置かれた摺り合せ型ブラック・ボックス技術の標準化とは、その性能・機能および外部形状や外部インタフェースだけを標準化し、これによって大量普及ドメインへ強制的に移行させることである。ブラック・ボックス化されている内部構造や製造プロセスの一つ一つ、すなわち利益の源泉としての付加価値領域を標準化によってオープンにすることは決してない。また冷媒でも他の材料・部品でも、その製法や組成を知的財産で比較的守り易いという意味で、企業利益の源泉である摺り合せ型ブラック・ボックス技術の外部仕様のみを標準化することが、企業の経営ツールとしてきわめて重要な意味を持つようになるのである。

### 3.2.2 安心・安全とその試験法をオープン環境で標準化しながらグローバル市場へ大量普及させる標準化ビジネス・モデル

これまで我が国の公的研究機関や大学が担う標準化には、人類社会を構成する上で必須インフラとしての、安全安心・互換性・品質などに関するものが多い。当然のことながら、これを本稿の標準化ビジネス・モデルの視点で見ても我が国が生み出すイノベーションの成果をグローバル市場へ普及させる上で、極めて重要な役割を担う。例えば平成 18 年度“NEDO 技術開発機構における標準化事業”で取上げられている事例に、水素安全利用や燃料電池関連、太陽光発電や風力発電関連、ナノ粒子特性やカーボン・ナノチューブ、ポーラス金属、マイクロ・ナノ材料などの疲労試験や耐熱材の断熱性能試験、光触媒やオゾン応用関連などの測定法・温室効果ガス算定、医療波形データや遺伝子データベースの記述型式、半導体回路の設計モデル、自動車用キャパシタやロボットのミドルウエアなど多数の技術があり、全て国際標準化とリンクさせながら研究が進められている。ここで取上げられているテーマの

## 製品アーキテクチャのダイナミズムを前提とした標準化ビジネス・モデルの提案

大部分は測定法・試験評価法やインタフェースの標準化である。この意味で NEDO に見る標準化活動の第一の目的は、技術イノベーション携わる多くの研究開発者が離れた場所においても、互いに同じ土俵でイノベーション連鎖を創発できるようにするための、共通インフラの構築にある。さらにいえば、NEDO の技術イノベーションが生み出すであろう新規製品を人間社会でスムーズに受け入れてもらうための基本的な安全・安心基準を定めることも、その延長で大きな目標になっている。

これを図 3.3 のマトリックス表現で説明すれば、まだオープン化されていない未知の技術であって図 3.3 の左上に位置取りされるクローズド環境の摺り合せ型ブラック・ボックス技術が、測定法や評価法および外部インタフェースをオープン環境で標準化することによって、図 3.3 の右上のオープン・摺り合せ型のドメインヘシフトすることを意味する。クローズド環境に置かれたブラック・ボックス型の摺り合せ型の技術は自らの力でグローバル市場へ出ていくことはできないが、社会の共通インフラと互換性を持つことによって誰でも簡単に使える技術モジュールへと転換されるのである。NEDO が開発した技術をベースに測定法・試験評価法やインタフェースが標準化され、これが世界の共通インフラになれば、我が国の技術イノベーションがグローバル社会の付加価値へ転換されやすくなることは言うまでもない。

既に別稿で述べたように(小川、2007b)、研究開発のリニア・モデルがますます成立し難くなっており、1950~1970 年代のアメリカや我が国でも 1990 年代初期まで続いた研究開発に関する純粋なリニア・モデルは、ほぼ崩壊したといってもよい。この意味で、筆者が本節で定義する国際標準化を我が国が主導することは、第一次から第三次にわたる科学技術基本計画で投入する巨額のイノベーション投資を我が国の国際競争力に直結させるために、リニア・モデルを人為的・強制的に実現させるための重要な政策であると位置づけされる。繰り返すが、新しく生み出される技術イノベーションは、少なくとも初期のステージでは摺り合せ型ブラック・ボックス技術であり、ここに我が国の付加価値が詰め込まれている。当然のことながらここでも標準化とは、試験法や外部インタフェースだけを標準化することであって、イノベーションの成果が詰まった技術の内部構造や製造プロセスを完全オープン化することではない。イノベーション成果に対する標準化をこのように定義することによってはじめて、我が国のイノベーション投資が生み出す付加価値が、グローバル市場の経済的価値(我が国企業の収益)へ転換されるのである。

例えば我が国の代表的なプロダクト・イノベーションの成果であるリチウム・イオン電池で、もし電圧などの外部仕様だけでなく品質や寿命とその測定法が我が国の技術をベースに国際標準化されるなら、摺り合せ型プロセス技術イノベーション(図 3.3 の左上)を苦

手とするキャッチ・アップ型工業国に対する圧倒的な差別化となって、グローバル市場を独占できるであろう。あるいは大幅な省エネ社会を実現させるために我が国が非常に厳しい消費電力の規格を主導しながら社会正義に訴えてデジュール規格に制定すれば、深い摺り合せによって生まれる省エネ技術がグローバル市場で競争優位を築くことができるであろう。これらの標準化は、何れも図 3.3 のクローズド・摺り合せ側で起きた技術イノベーションを右上のビジネス・ドメインへシフトさせる道を開いて大量普及させる仕掛け作りである。この仕掛けさえあれば、クローズド・摺り合せのドメインで技術イノベーションに邁進する研究者や技術者がビジネスに関与する必要がなく、自らのイノベーション成果がそのまま企業利益に直結する幸福な環境に置かれることになる。あるいは研究開発のリニア・モデルが無理なく成立する、と言い換えてもよい、もし逆にオープン環境の標準化を以上のような経営ツールとして活用されなければ、我が国がいかにか巨額の技術イノベーション投資を繰り返しても国際競争力に結びつかない。これが外国企業によって標準化されることがあれば、我が国の摺り合せ技術が価格競争だけの隷属的なビジネスを強いられるであろう。この意味で本節が定義する標準化とは、リニア・モデルを人為的・強制的に実現させるマクロ政策であり、また同時に技術イノベーション投資を収益に転換させる企業側のビジネス・モデル・イノベーションである。

### 3.3 標準化を経営ツールに、摺り合せ型・匠の技を完全オープン市場の付加価値と市場支配力へ直結させる標準化ビジネス・モデル

本章を標準化ビジネス・モデルの一般理論と大げさな表題にしたのは、我が国が生み出すイノベーションの成果をグローバル市場の経済的価値に転換する政策ツールとして、また企業の経営ツールとして国際標準化を位置づけたためであった。まずはマクロ政策として長期的視点でイノベーション投資をし、図 3.3 の左上で示すクローズド・摺り合せ型ドメインに技術イノベーションやプロダクト・イノベーションを生み出すことから始まる。3.2 節で述べた標準化ビジネス・モデルはこの成果を右上のオープン・摺り合せ型ドメインへシフトさせる役目を担う。3.2 節で取上げた我が国の多種多様な基幹素材や電子材料・部品、メカトロニクス材料・部品、さらには 2 章で取上げたデジカメなどはその代表的な事例であった。

これを製品アーキテクチャの視点で分析すれば、内部構造が典型的な摺り合せ型であって、製造プロセスそれぞれの相互依存性はもとより部品・部材の相互依存性が極めて強いという特徴を持つ。例えばデジカメを 200 万画素から 400 万画素にレベル・アップすると、CCD 素子のサイズが非常に小さくなるのでこれに対応したレンズを再設計して解像度を上げ、シ

## 製品アーキテクチャのダイナミズムを前提とした標準化ビジネス・モデルの提案

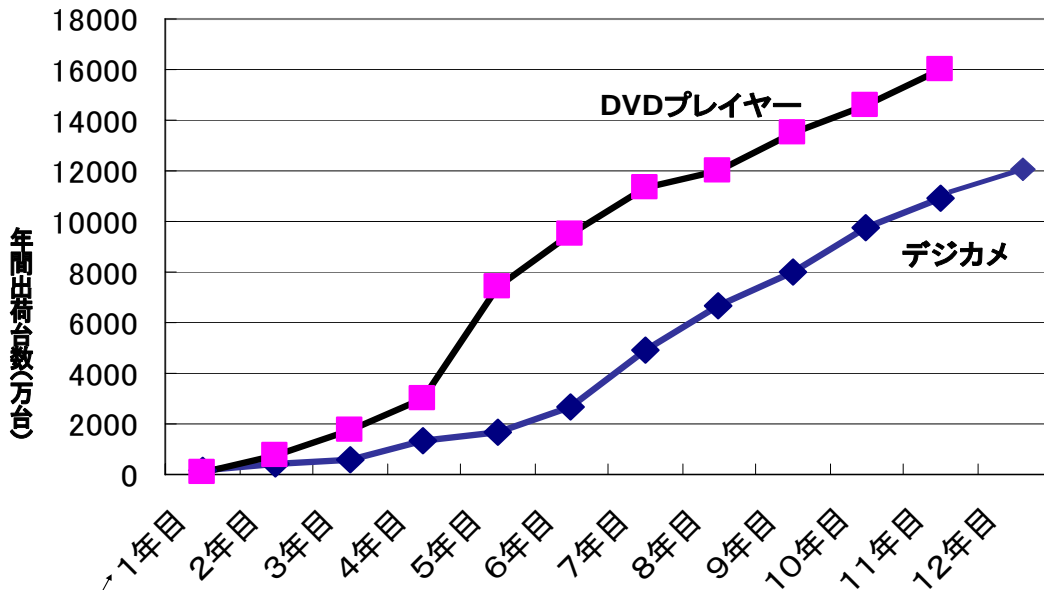
シャッター速度も再設計し、また1つの CCD 素子に当たる光量が激減するので感度補償のために画像処理 DSP のソフトウェアを大幅改造しなければならない。またレンズの解像度アップに伴う光学的な歪も画像エンジンとしての DSP のソフトウェア側で補償するなど、画素数アップが期待する画質を引き出すためには、デジカメを構成する基幹技術を何度も摺り合せながら全て再設計しなければならない。パソコンのようなモジュラー型製品では例えばハード・ディスクを 10 倍容量のものに変えても OS や MPU, メモリーなど他の重要部品を再設計しなおす必要は全くない。むしろハード・ディスクの容量アップによってパソコンとしての機能が高くなる。しかしながら内部構造が摺り合わせ型のデジカメでは、他の部品を変えずに CCD だけを 200 万画素から 400 画素にするとむしろ画質が大幅に劣化してしまうのが常である。このように内部構造が摺り合わせ型の製品では 3.2 節で述べた標準化ビジネス・モデルが我が国のイノベーション成果をグローバル市場の付加価値へ転換させる上で、すなわちリーニア・モデルを人為的・強制的に実現させる経営ツールとして、極めて重要な役割を果たす。

しかしながら我々がこれまで目にした DVD やデジタル携帯電話における我が国企業および伝統的なヨーロッパ企業、あるいはパソコンにおける IBM などから見た標準化とは、それまで享受していた競争ルールが全く変わる経営環境の到来を意味する。標準化によって完成品の内部構造が強制的にオープン・モジュラー型に転換され、瞬時にモジュール・クラスター型の経営環境ができあがるからである。ここから上記の企業群はグローバル市場で例外なくシェアを急落させて市場撤退への道を歩む(小川、2008)。垂直統合型の組織能力(DNA)を持つ我が国企業がこのような経営環境に置かれてしまうと、例え素晴らしい技術イノベーションが生まれてその成果が標準化によってグローバル市場へ大量普及させても、必ずしも企業の収益に直結しない。むしろ瞬時に市場シェアを失ってイノベーションの再投資が不可能になってしまうのが常であった。しかしこれは我が国だけの問題ではない。欧米に見る伝統的な企業でも同じだったのである。

その代表的な事例として DVD をより挙げ、これをデジカメと比較したのが図 3.4 と図 3.5 である。デジカメは内部構造が摺り合わせ型のアーキテクチャを持つためか、それ単独の普及スピードは完全モジュラー型の DVD プレイヤーより確かに遅い。しかしながらそれでも普及して 10 年後の年間出荷台数は 1 億台を越えて市場は更に拡大している。一方これを我が国企業の付加価値という視点でみると全く違った光景が広がる。例えば内部構造が摺り合わせ型のデジカメの場合は、図 3.5 に示すように大量普及が始まって 10 年後の 2007 年でも我が国企業の製造シェアが 65%(販売シェアは 75%)と非常に高く、我が国のイノベーション成果がグローバル市場の付加価値に直結していることが確認できた。一方、DVD の場合は、大量普及が始まって早くも 5 年後にシェア 50%を切って赤字撤退し、10 年後には 10%台のシェア

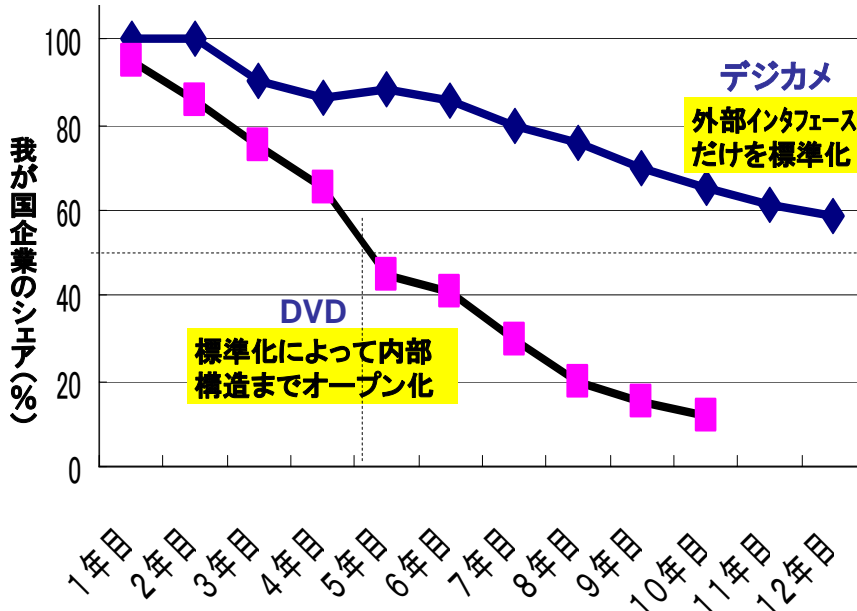
アまで落ちた。船井電機などオーバーヘッドが非常に小さいごく一部の企業を除いて市場から消えたのである。この傾向は激しい技術革新が続いた記録型 DVD ドライブでも同じであった。DVD の国際標準化によって、基礎技術・製品技術を開発して必須特許の 90%以上を持つ我が国企業が確かに巨大なグローバル市場を創出した。しかしながら我が国企業は、自ら生み出した素晴らしいテクノロジーとプロダクト・イノベーションの成果を企業収益へ転換できなかつたのである

図3.4 DVDプレイヤーとデジカメの普及スピード比較



1年目とは大量普及の開始年  
 デジカメ:1997年(120万台)、DVDプレイヤー:1998年(90万台)

図3.5 大量普及が始まった後に見る我が国企業の市場シェア推移  
 — 製品の内部アーキテクチャで大きく異なる —



1年目は大量普及の開始年  
 デジカメ:1997年(120万台)、DVDプレイヤー:1998年(90万台)

出典:TSRの調査データを加工編集

我が国企業が生み出す付加価値をグローバル市場の経済的価値（企業収益）に直結できなかった理由は、完全オープン環境の国際標準化によって基幹部品が大量に流通しはじめたためである。その背景には、DVD製品の内部アーキテクチャが瞬時にモジュラー型に転換していた事実があった。大量に流通する部品の単純組み合わせだけで完成品としてのDVDを量産できるようになった。技術蓄積の少ないNIES/BRICS諸国企業が大量参入できるようになって価格が急落し、ここから粗利益が極度に小さくなって我が国企業が市場撤退に追い込まれた。このような姿は、我々の身の回りで数多く観察される。これを図3.3のフレーム・ワークで言えば、モジュール・クラスター化され、水平分業化されたオープン市場（図3.3の右下）では、我が国企業が全く勝ちパターンを作れていない、ということになる<sup>22</sup>。しかしながらマイコン（半導体）やファームウェア（ソフトウェア）の技術革新によって製品アーキテクチャのモジュラー化や産業構造のモジュール・クラスター化へシフトする産業領域が21世紀になって急増しており（小川、2008）、オープン環境の国際標準化はこのトレンドを加速させる。21世紀の標準化ビジネス・モデルは、図3.3の右下に位置取りされるモ

<sup>22</sup> 製品の製造・販売では市場から撤退しても、我が国企業に巨額のロイヤリティーが入るので標準化はビジネスとしても成功したと書いた著作も散見されるが、これは実態を全く反映していない（小川、2006c）。

ジュール・クラス型の水平分業が支配する市場ドメインでも、我が国企業のイノベーション成果を経済的な価値に転換できるビジネス・モデルが新たに生み出されなければならない。このモデルを取り込むことによってはじめて、標準化ビジネス・モデルが一般理論として完成する。

以上のような問題意識を背景に、標準化がもたらす大量普及と利益の源泉構築とをオープンな水平分業の中で実現させるための3つの理論モデルを本稿の基本メッセージとしたが、製品・部品・部材の外部インタフェースだけを既存の巨大なオープン市場に向かって標準化する第一のモデルについては、既に3.2節で詳しくのべた。ここでは安全・安心規格や試験法も重要な標準化ビジネス・モデルと位置づけられている。本節の3.3.1では、第二のモデルとして、部品・部材を中核にしながらアーキテクチャ・ベースのプラットフォームを構築するオープン環境の局所的統合モデルを提案する<sup>23</sup>。これを踏まえた3.3.2では、オープン環境で完成品やシステムの相互依存性を強化するという、アーキテクチャ・ベースのバーチャル (Virtual) な統合を第三のモデルとして提案する。本稿が新たに提案するこれらの3つのモデルが、我が国のイノベーション成果を国際標準化によってグローバル市場の経済的価値へ転換させる標準化ビジネス・モデルの一般理論である。

### 3.3.1 部品・部材を中核にしながらアーキテクチャ・ベースのプラットフォームをオープン環境で構築する局所的な統合モデル

#### <インテルの標準化ビジネス・モデル>

基幹部品を核に局所的な統合型モデルとしてのプラットフォームを構築した代表的な事例がパソコン産業におけるインテルである<sup>24</sup>。その様子を図3.6に示した。ここに示すプラットフォームの全体構造は1990年代の後半に完成しており、現在でもパソコンのアーキテクチャが全てこれによって支配されているとあってよい。インテルはオープン環境の標準化

<sup>23</sup> 本稿ではインテルのビジネス・モデルを例に挙げるが、インテルはパソコンというオープン環境で水平分業化された産業構造の中で、新たなプラットフォームという局所的統合モデルで勝ちパターンを構築している。

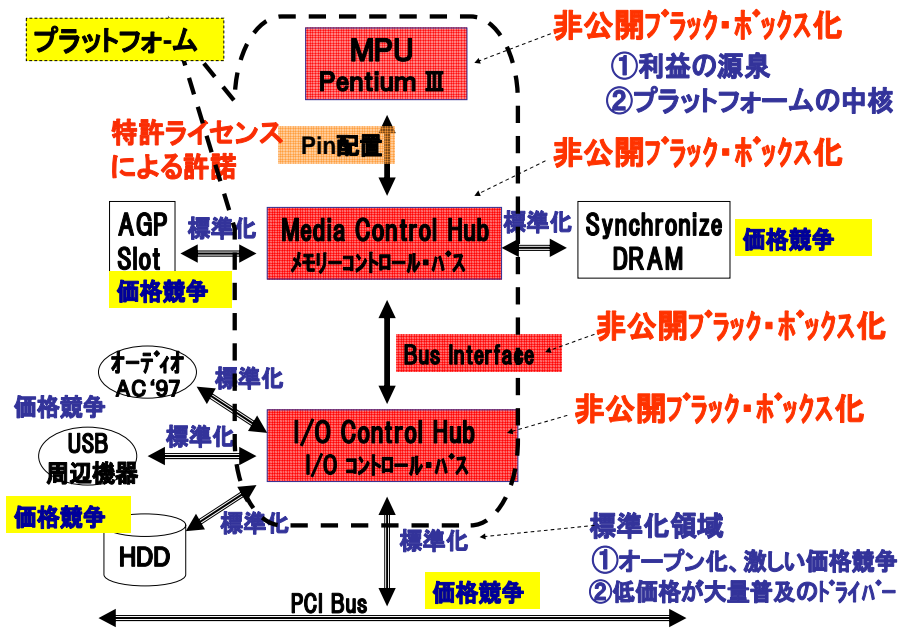
<sup>24</sup> これまで1980年代までのアメリカIBMや現在の我が国企業でいわれてきた統合型とは、フルセット型の垂直統合型を意味している。しかしここでいう局所的な統合型とは、オープン環境の中で自社の組織能力と相性が良く、また自社の付加価値が詰まっているレイヤーだけに全てのリソースを集中して独占的に支配するモデルである。これが結果的に完成品側の付加価値を奪って業界全体を支配するモデルへと直結する。これがアーキテクチャ・ベースのプラットフォーム構築であり、インテル (パソコン産業) やクアルコム (CDMA方式の携帯電話産業) にみる標準化ビジネス・モデルとなる (小川、2007a, 2007b)。



製品アーキテクチャのダイナミズムを前提とした標準化ビジネス・モデルの提案

を経営ツールに位置づけ、これを徹底的に活用することで図 3.6 のようなプラットフォームを構築した(立本、2007a, 2007b)。ここで最も注目すべき第一の着目点は、自社の技術ノウハウと知財だけで構成されるマイクロ・プロセッサ (MPU) を核に、高速デバイスをつなぐための Media Control Hub と、低速デバイスをつなぐ I/O Control Hub との相互依存性を強めた点にある。これによって図 3.6 の点線で囲んだ領域がブラック・ボックス化され、統合型のプラットフォームが形成された。第二に我々が着目すべきは、プラットフォームにつながる DRAM メモリー、ハード・ディスク、グラフィック表示デバイスや USB デバイスなど、パソコンの基幹部品は、その外部インタフェースを全てオープン環境で標準化されている点にある。プロセス型の超摺り合せ型半導体製造技術という自社の組織能力 (DNA) が最大限に発揮できるドメインでは MPU を核に統合化領域を拡大し続け、自社の組織能力が及ばない周辺デバイスは完全オープン環境で価格を競わせることを狙った、と言い換えてもよい。これがオープン化やモジュール・クラスター化を常に主張してきたインテルの標準化ビジネス・モデルであった。インテルにとってオープン化とは自分の進む道をオープンにすることであって、自社の技術をオープンにすることではなかったのである。

図3.6 インテルが標準化を経営ツールにして構築したプラットフォーム

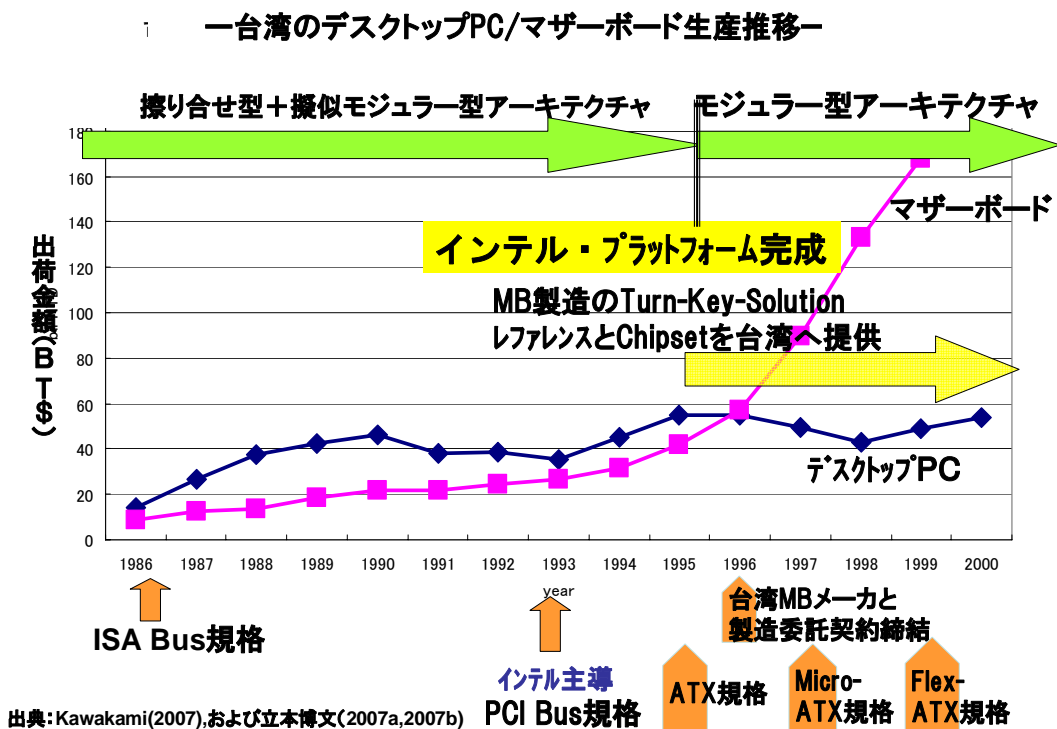


出典:立本博文、東京大学ものづくり経営研究センター

インテルは自社の付加価値が詰まった MPU や Media Control Hub および I/O Control Hub が信頼性良く実装されたマザー・ボードの上で低コスト量産される仕組みとして、台湾企業

に ATX と称するマザー・ボード上の配置・配線規格（デファクト規格）を独自に作った<sup>25</sup>。その上でさらに 1995~1996 年ころから設計・製造・検査のレシピも台湾企業へ提供したので、多数の企業がマザー・ボード市場に参入できるようになった。台湾マザー・ボードの輸出が 1996 年ころから急増しているのが図 3.7 から分かるであろう<sup>26</sup>。ここから台湾エレクトロニクス産業がいわゆる IT 産業に変貌して台湾の経済を活性化させることになる。図 3.8 には、インテルがプラットフォーム（図 3.6）を完成させた後の MPU とメモリー（DRAM）およびハード・ディスク（HDD）の価格推移を示すが、オープン環境でインタフェースが標準化された DRAM や HDD など、プラットフォームの周辺デバイスで著しい価格下落がおきている。しかしインテル MPU は、価格が長期にわたって維持され、50~60%の粗利益をインテルにもたらした。統合型ブラック・ボックスとなったプラットフォームに MPU が鎮座していたからである。

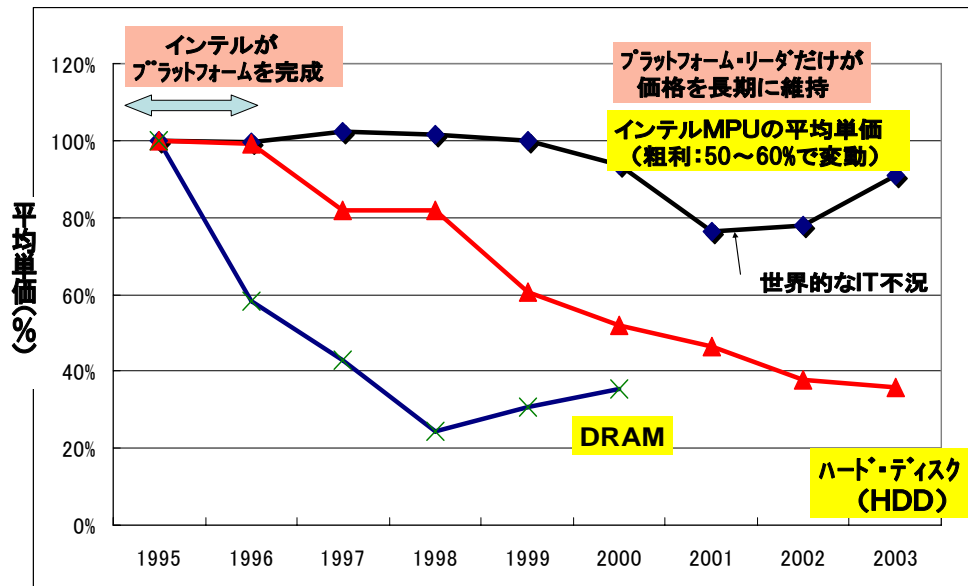
図3.7インテルが台湾企業と組んでビジネス・モデルを完成



<sup>25</sup> 特に 1990 年代後半の Pentium III クラスになると MPU の出す熱の影響回避や放熱のためのレシピが極めて重要になる。インテルは、高い歩留まりで量産できるまでのレシピを試作工場です前に開発し、これ Turn-Key-Solution として台湾企業へ提供した。

<sup>26</sup> 図 3.7 は Kawakami(2007)の実証研究成果を活用した立本のインテル研究成果（立本、2007a,2007b）を使い、筆者が若干の加工を加えたものである。

図3.8 インテル・プラットフォーム完成後に見るパソコン基幹部品の価格推移



出典:立本博文、東京大学ものづくり経営研究センター

インテルが完成させた標準化戦略がどのようなビジネス・モデル・イノベーションであったかを図 3.9 に要約した。これが図 3.3 の右下に示すオープン・モジュラー型のビジネス・ドメイン、すなわち国際的な水平分業型へ転化された産業構造にみる代表的な標準化ビジネス・モデルである。インテルが完成させた標準化ビジネス・モデルを製品アーキテクチャの視点で分析し、これを図 3.10 に示した。図 3.10 では図 3.3 の右半分を 2 つに分解し、インテルが直接支配できる擬似オープン環境のマザー・ボードと、マザー・ボードを介して間接的に支配する完全オープン・モジュラー環境のパソコンとを区別した。ここでインテル・プラットフォームを実ビジネスで支えるマザー・ボードは、配置・配線の標準化 (ATX 規格) やインテルだけが準備できる組み立て製造レシピによって完全に支配できる仕組みになっていることは既にのべた。特に注目すべきは、このプラットフォーム自身を Turn-Key-Solution としてオープン環境で大量に流通させ、図 3.10 の右下に位置取りされる完全オープン・モジュラー型の市場ドメインなら、パソコンに関する技術蓄積の少ない企業でも簡単にビジネス参入するようにした点である。当然のことながらこのプラットフォームには、クローズド・摺り合せ型ドメイン (図 3.3 の左上) に位置取りされる超摺り合せ型ブラック・ボックス技術としての MPU が鎮座しており、パソコン産業がオープン化されればされるほどインテルの付加価値がグローバル市場の経済的価値へ転換されることになる。このようにインテルは、我が国はもとよりアメリカにさえ全く存在しなかったビジネス・モデル・イノベーションを 1990 年代の中期に完成させたのである。このビジネス・モデルは 1990

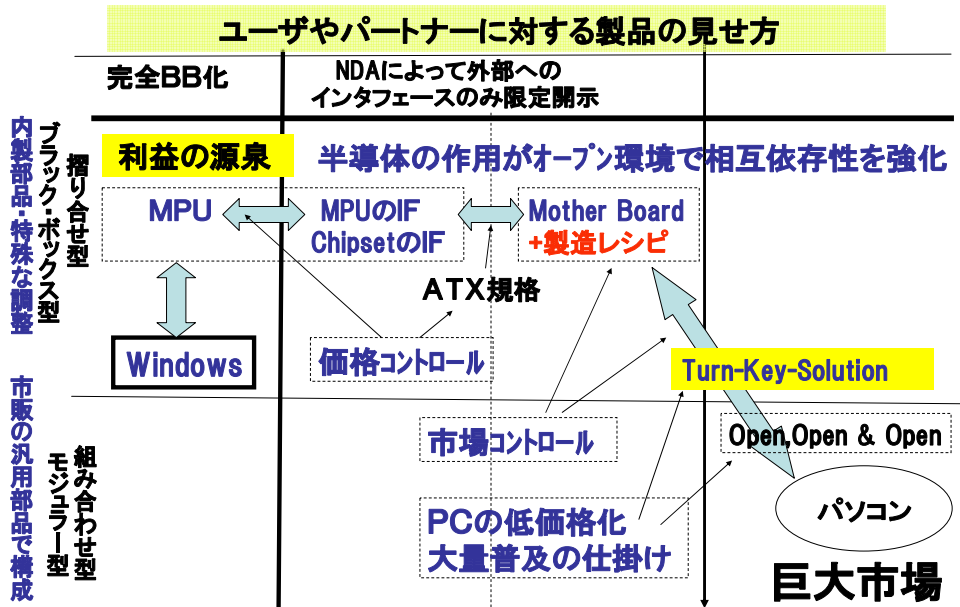
年代の後半から多数のアメリカ・ベンチャー企業に継承された。現在の CDMA 方式の携帯電話産業を支配するクアルコム社のモデルは、インテルのモデルを更に拡張した代表的な事例として挙げてもよいであろう。またインテルのパートナーであった多数の台湾企業にもこのモデルが継承され、現在でも我が国エレクトロニクス産業をグローバル市場で脅かすようになった。1997 年ころに台頭した台湾ベンチャー企業であるメディア・テック社がその代表的な事例である。

### 図 3.9 インテルが完成させたビジネス・モデル・イノベーション

#### 市場支配力と利益の源泉をオープン環境で構築する仕掛け

1. 自社の技術ノウハウ・知財を内部に封じ込めた基幹モジュール (MPU) が
  - オープン環境で周辺モジュールを統合しながら増殖する
2. 完成品(セット)の付加価値や周辺のイノベーションを吸い込む巨大なブラック・ボックス
  - 世界最高の半導体技術イノベーションとビジネス・モデル・イノベーションをリードし、産業活性化・経済成長に寄与
  - 独占企業が持つ旧来の弊害を克服
3. 開発途上国をパートナーにしながらプラットフォームを完成
  - 技術蓄積が無い企業でも市場参入を可能にする
  - 先進工業国とNIES/BRICSが共に栄える仕組み

図3.10 インテルに見る標準化ビジネス・モデルのアーキテクチャ分析



### <三洋電機にみる標準化ビジネス・モデル>

我が国でインテルと類似のビジネス・モデルを構築した代表的な事例として、DVD プレイヤー産業で三洋電機と台湾メディア・テック社が構築した Turn-Key-Solution 型のプラットフォームを挙げることができる。三洋電機が担当したメカトロニクスとしてのトラバース・ユニットの概観を図 3.11 に示すが、ここでもやはり超摺り合せ型の光ピックアップがプラットフォームの中核に鎮座しており、トラバース・ユニットの周辺にある取り付け穴にゴム・ダンパーをつけてシャーシーに取り付け、ここにメディア・テックの LSI Chipset が搭載されたプリント板ボードを組み込むだけで、DVD プレイヤーが完成する。三洋電機の光ピックアップがインテルの MPU に対応し、トラバース・ユニットがマザー・ボードに対応する。このようなプラットフォームが三洋電機から中国市場に出荷されたのは 2001 年であるが、2001 年を起点としてグローバル市場における中国企業のシェアが急増していることも図 2.12 から明らかになった。これはインテルが台湾企業をパートナーにして構築したビジネス・モデルとその経営思想がほとんど同じではないか。

図3.11 インテルと類似のモデルをDVDで構築した三洋電機  
三洋電機によるトラバース・ユニットのTurn-Key-Solution  
+ MTKのSystemLSI(ファームウェア)

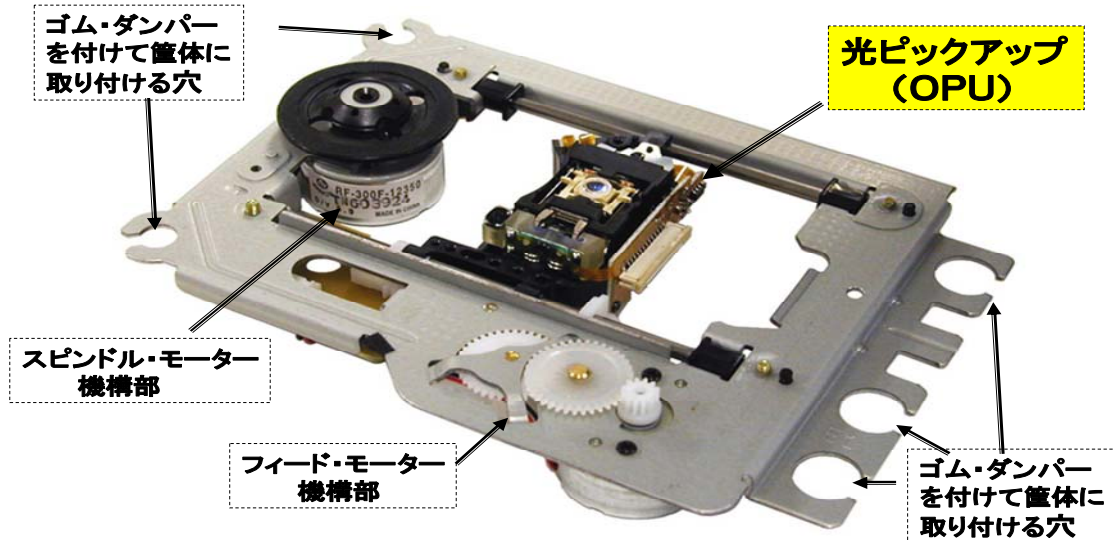


図 3.12 にプラットフォームを構築した三洋電機とこれをビジネス・モデルに取り込まれなかった他の日本企業の市場シェアを示す。オープン環境で標準化されながらモジュール・クラスター型の産業構造に転化された DVD の世界でも、やはりパソコンの場合と同じビジネス・モデルが圧倒的な競争力を維持・拡大できることが理解されるであろう。三洋電機と同じビジネス・モデルをプラットフォーム形成によって完成させた台湾メディア・テックの市場シェア推移を図 3.13 と図 3.14 に示すが、DVD の基礎技術・製品化技術はもとより市場開拓や国際標準化さえも主導した我が国企業は、1997 年ころに彗星のように登場したベンチャー企業のプラットフォーム戦略によって、光ディスクの Chipset 市場から撤退に追い込まれたのである。

図3.12 DVDプレイヤーに見るプラットフォーム・リーダーの市場シェア  
 —三洋電機:光ピックアップの事例—

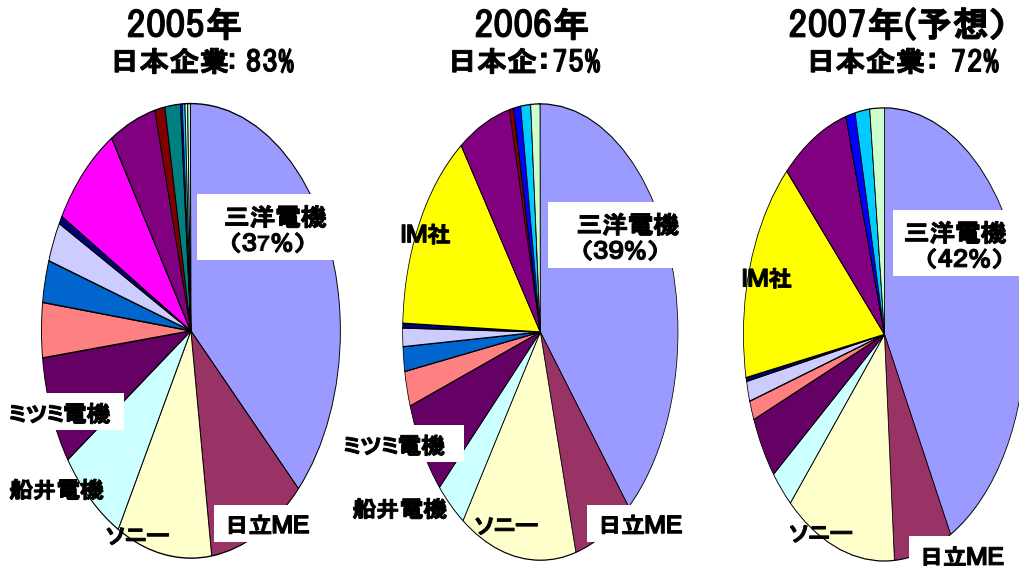
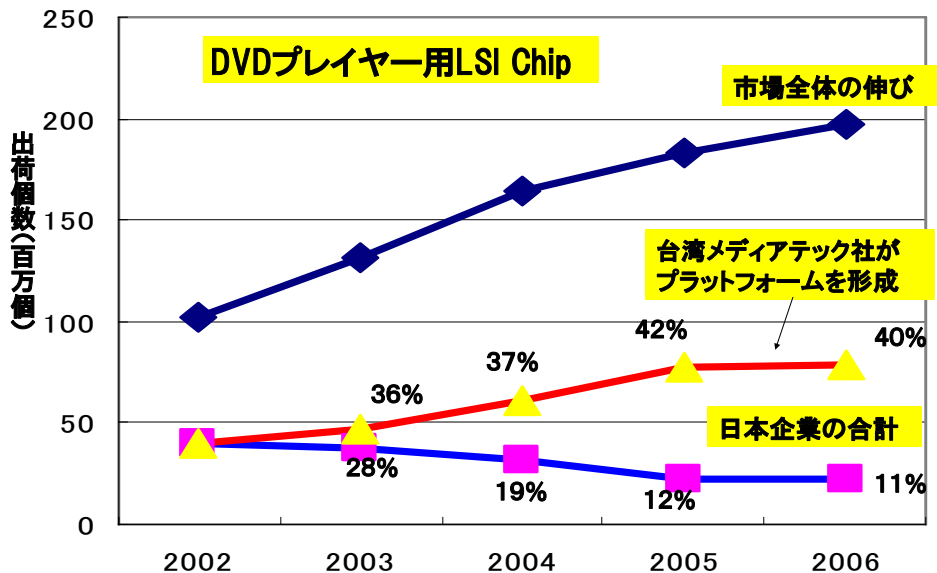


図3.13 インテルと類似のモデルを構築した台湾メディアテックの市場シェア  
 圧倒的な技術力を持つ我が国が市場撤退へ

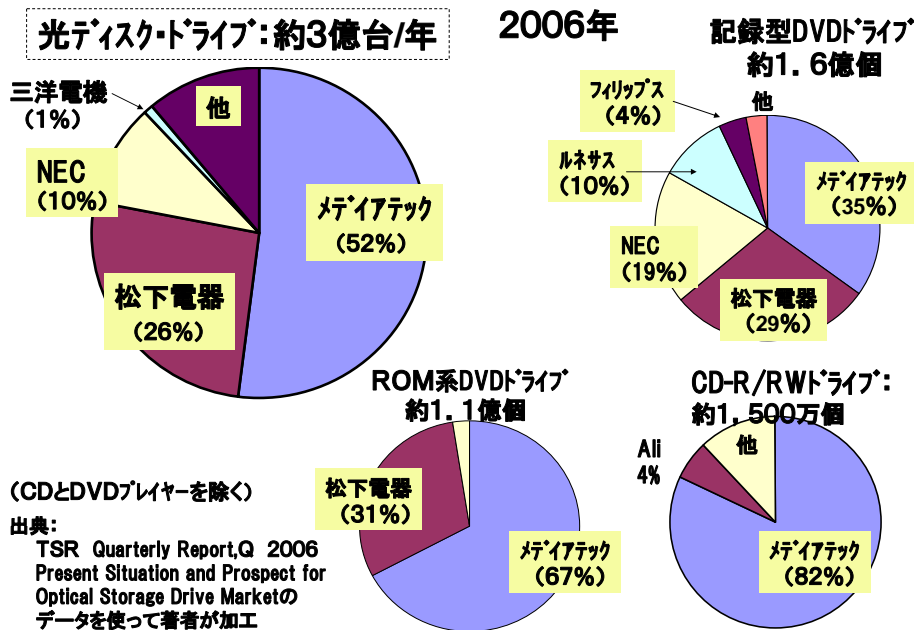


出典: TSR Quarterly Report, Q 2006、Present Situation and Prospect for Optical Storage Drive Marketのデータを使って著者が加工



三洋電機とメディア・テックに見る標準化ビジネス・モデルを製品アーキテクチャの視点から分析して図 3.15 に示した。ここでも完全オープン環境で利益の源泉と市場支配力を強化するメカニズムが、図 3.10 に見るインテルのケースと全く同じであることが理解されるであろう。違いはインテルがパソコンの内部構造を強制的にモジュラー型へ転換させる手段として標準化を経営戦略の中核に据えたのに対して、三洋電機やメディア・テックは DVD フォーラムで標準化されて完全オープンになった経営環境を巧みに生かしながらプラットフォームを形成していったことであろう。したがってインテルはパソコンの技術革新を自らリードして長期にわたる高い収益を確保してきたが、三洋電機とメディア・テックは次世代 DVD の技術革新をリードすることができていない。この意味で同じビジネス・モデルを次世代 DVD (Blue-ray) へ適用させるのは難しい<sup>27</sup>。彼らのビジネス・モデルはオープン環境でモジュール・クラスターの産業構造にならないと機能しないためである。逆に言えば、アメリカのベンチャー企業群やノキアなどが常にオープン化を口にする背景もここにあった。

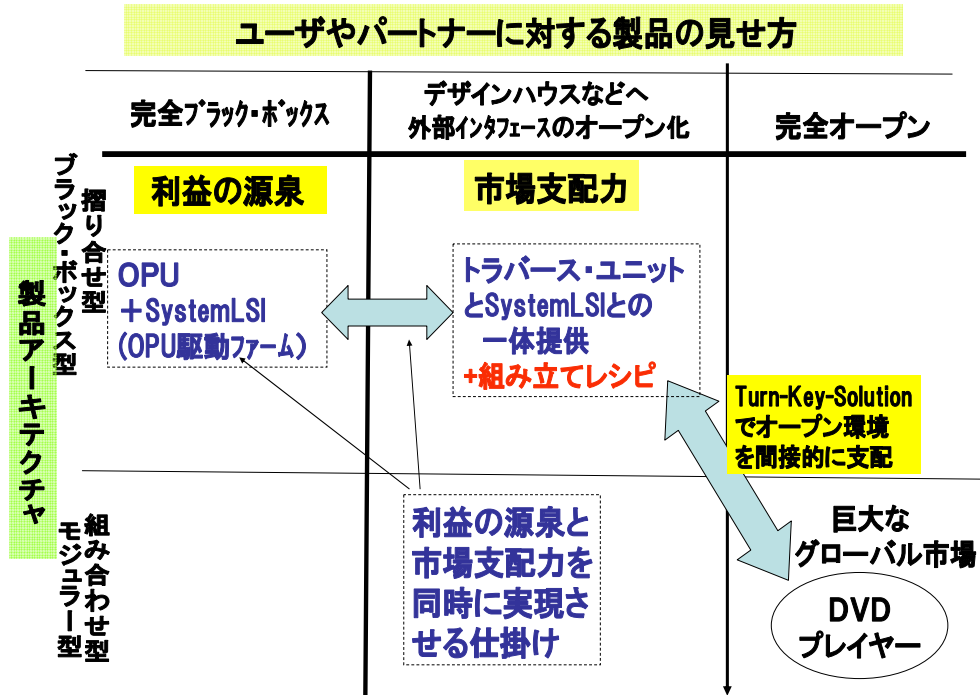
図 3.14 インテル・モデルをDVD産業へ応用したメディアテックの市場支配力



<sup>27</sup> Blue-ray 陣営と対極的なビジネス・モデルを推進していた HD DVD の場合なら三洋電機のモデルや次に述べるメディア・テックのモデルは DVD の場合と同じように成功する。しかし HD DVD は 2008 年春に市場撤退を決めたので、HD DVD 技術をモデファイした次世代の中国 DVD 市場に活路を見出す以外にないであろう。



図3.15 三洋電機とメディアテックに見る標準化ビジネス・モデルのアーキテクチャ分析

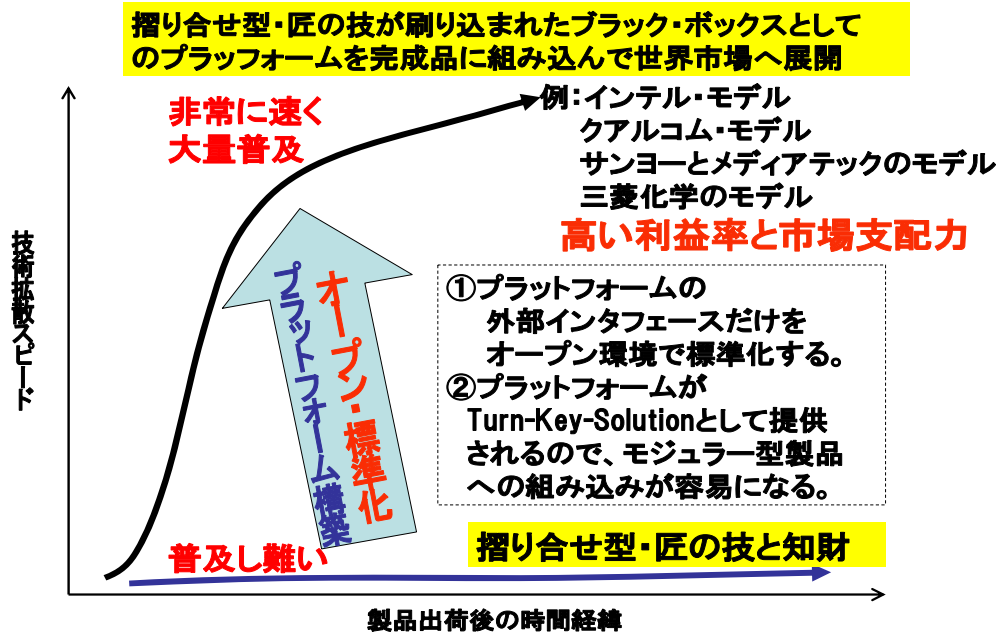


以上、部品・部材を中核にした局所統合型モデルとして、アーキテクチャ・ベースのプラットフォーム形成を紹介し、これを標準化ビジネス・モデルとして体系化した。標準化は産業構造をオープン化し、あるいは垂直分裂させ、瞬時に国際的な水平分業構造となってあらわれる。ここで再度強調すべきことは、特にアメリカで作り上げられた経営ツールとしての標準化とは、“決して自社の技術の内部構造までオープン化することではなかった”という事実である。

標準化は完成品をモジュラー型と摺り合せ型のスペクトルに分解する作用を本質的に持っている。したがって標準化が作り出す経営環境には、技術拡散スピードが全く異なる2つのアーキテクチャが必ず同じ市場で共生する（2章の図2.14）。ここでもやはり、付加価値の詰まった摺り合せ型ブラック・ボックス技術は、付加価値が非常に小さいものの普及モジュラーが異常に早いモジュラー型アーキテクチャへ組み込まれることによって初めて、グローバル市場の経済的価値へと転換される。具体的は図2.14で示すモジュラー型の普及軌道に乗せることを目的に、プラットフォームの外部インターフェースだけを標準化しながら、Turn-Key-Solutionとしてオープンなモジュール・クラスター産業構造で大量に流通させる。これが完全オープン環境の標準化ビジネス・モデルであった。インテルのモデルや三洋電機/メディア・テックのモデルはまさに図2.14の特性を最大限に活用した独創的なビジネス・

モデルだったのであり、これを図 3.16 に要約した。本稿では紹介しないが、クアルコム  
のモデルも三菱化学のモデル（小川、2007a）も、根底に流れる経営思想は図 3.16 と同じだっ  
たのである。

**図3.16 アーキテクチャ・ベースのプラットフォームを形成する  
標準化ビジネス・モデル**



**3.3.2 摺り合せ型の基幹技術/完成品と他の技術モジュール/システムとの相互依存性をオープン環境で強化する、アーキテクチャ・ベースのバーチャル(Virtual) 統合モデル**

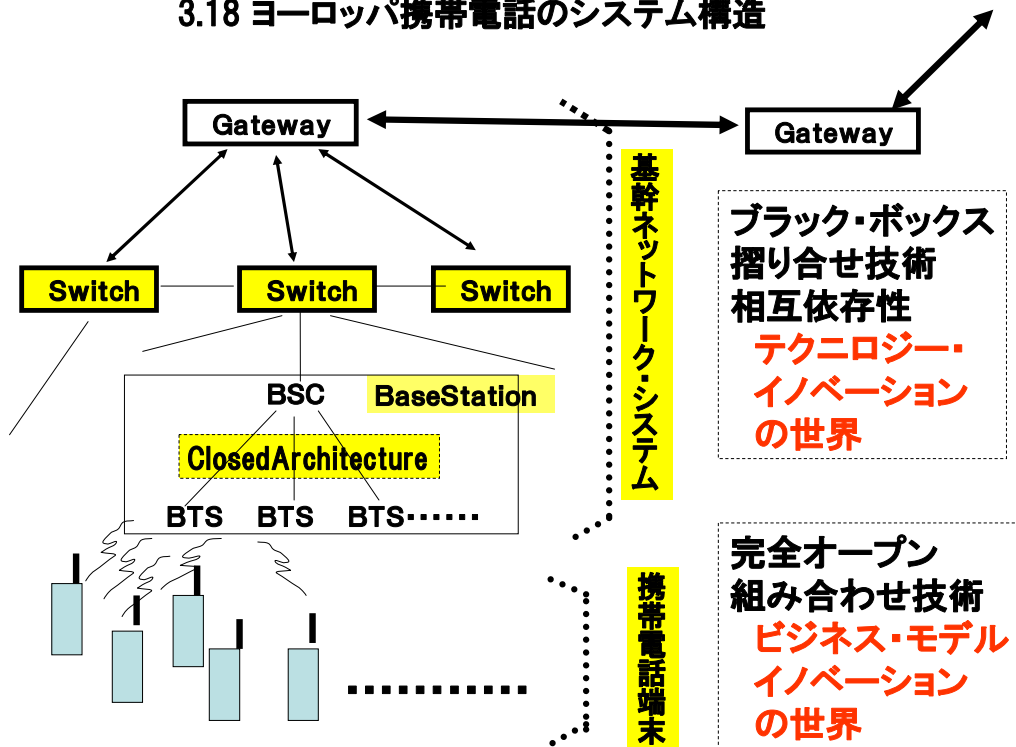
**<欧米企業が作るバーチャル統合型の標準化ビジネス・モデル>**

この標準化ビジネス・モデルを最も効果的に活用しているのがノキアである。図 3.17 に示すように、ノキアは携帯電話という完成品のビジネスで我が国企業と対極的な経営システムを採っているものの、市場シェアは世界の 40%にも及んで生産台数が 2007 年に 4 億台を越えた。ヨーロッパの GSM 携帯電話は 1988 年ころに規格が定まり、図 2.8 に示す経緯をたどって市場に普及した。標準化という視点でみた GSM 方式の最大の特徴は、図 3.18 に示す基幹ネットワークと全ての携帯電話端末(Handset)をつなぐプロトコルがオープン環境で標準化されているだけでなく、Handset を構成する部品の一つ一つとその組み合わせインタフェースや試験法などもすべてオープン環境で標準化されている点である。したがって Handset に関する技術知識を持つ企業なら誰でも市場参入できるようになった（ただし知財は個別企業同士の協議）。

図3.17 Nokiaに見る携帯電話(Handset)生産の特徴

- 組み立ての多くは自社工場: 10工場で4+ 億台、全世界の40%**
- 1) アウトソースでは契約などに時間がかかり、スピードが遅れるので  
ただし単なるモシモシ・ハイハイ機能の電話ではOEM/EMSあり
  - 2) 事業部門はどの工場を使うかを自由に選べる(内部でEMS生産)
- 全ての部品を外部調達:**
- 1) 年間1500億個以上、1日に40億個、
  - 2) 世界の調達部門に最も有能なエンジニアを配置  
技術の細部・深部を知る人材が調達する
- 2段階方式の組み立て:**
- 1) Handsetの中核部品; Chipsetを含む基幹部品のPlatform化
  - 2) 顧客の注文応じてハードとソフトの組み合わせ(Dell方式の変形)
- 品質検査: 全てアウトソーシング**
- 製造単価: 最低20US\$, 平均88US\$, 現在10\$機を開発中**
- 薄利多売でなく高利多売: 売値130US\$ 粗利33%以上**

3.18 ヨーロッパ携帯電話のシステム構造



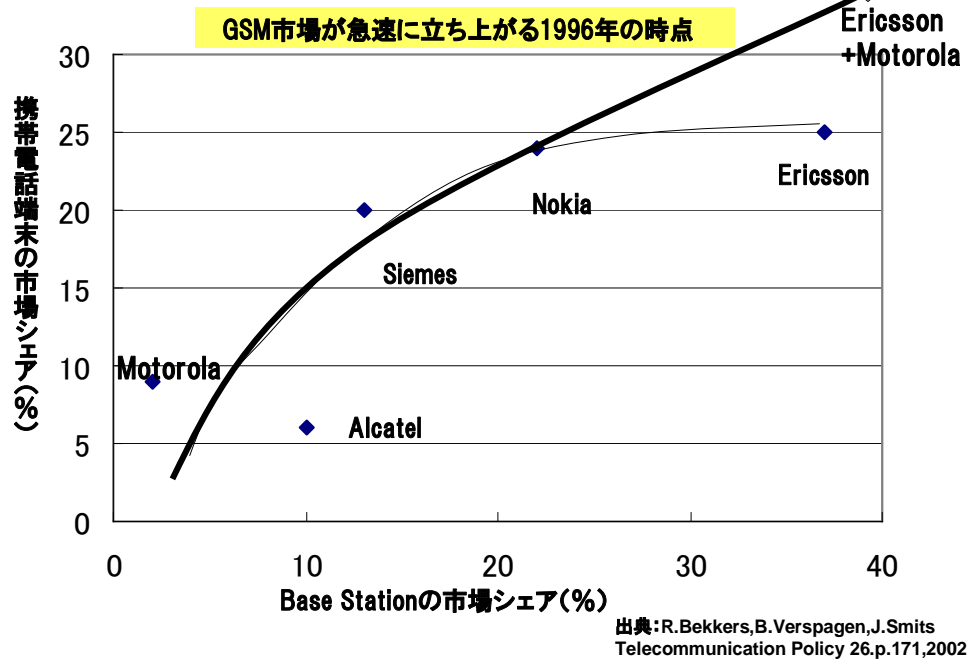
ノキアが躍進したのは、GSM 方式がヨーロッパで大量普及の兆しが見えた 1995 年ころである。GSM 方式の Handset は内部構造の細部まで標準化されて完全モジュラー型になったために、摺り合せ型アナログ携帯電話で 1980 年代に圧倒的なシェアを誇った我が国企業など、多種多様な企業が市場参入したが、1990 年代後期になると Ericsson, Nokia, Siemens, Alcatel, Motorola 以外は市場撤退への道を歩んだ<sup>28</sup>。その理由は図 3.18 で示す Handset と基幹ネットワーク・システムが、実は非常に強い相互依存性を持っていたためである。GSM 携帯電話は全てデジタル技術で構成されているのでインタフェース規約さえ守れば Handset と基幹ネットワーク側（特に Base Station）と簡単に繋がるはずと思われるかもしれないが、現実の世界では例えデジタルであったとしても技術が枯れてこないと単純接続できるようにならない。1992 年代から 1995 年ころまで Handset も基幹ネットワーク側も技術進化の途中であった。プロトコルが改版されるたびに、そして新しく GSM 方式の Base Station や Switch システムがヨーロッパの街かどや都市に設置されるたびに、接続試験のための大変な摺り合せ作業が Handset 側と基幹ネットワーク側で行わなければならなかったのである。

GSM 携帯電話のトータル・システムを支配するプロトコルは、1992 年のサービス開始から 3 年後の 1995 年に GSM Phase2 へと改版され、1996 年には GSM Phase2+Release' 96 (HSCC), 1997 年に GSM Phase2+Release' 97 (GPRS), そして 1998 年には GSM Phase2+Release' 98 (EDGE) へと何度も改版を繰り返して機能充実を図ってきた。すなわちオープン環境で標準化されてはいるものの、改版を繰り返すたびに図 18 に示す Handset は Base Transfer Station (BTS) と接続性試験を必要とする。したがって Handset と基幹ネットワーク機器の双方を自社に持つ統合型の企業、すなわち Ericsson や Nokia, Siemens、などが圧倒的に有利な立場になった。統合型企業が基幹ネットワーク・システムを内部に持つことは、GSM のトータル・システムを支えるプロトコルが改版されてユーザへ向けたサービス機能を向上させながら技術イノベーションを繰り返すことで、ますます大きな競争優位となって顕在化したのである。完全モジュラー型である Handset それ自身は、水平分業の産業構造が瞬時にできあがった。しかしその背後にある摺り合せ型の基幹ネットワーク・システムの方が、実はオープン環境でモジュラー型 Handset それ自身の市場シェアを拡大する上で重要な役割を担っていたことになる。図 3.19 はヨーロッパで GSM 携帯電話の市場が立ち上がる 1996 年の時点のデータであるが、明らかに基幹システム側の接続窓口である Base Station の市場シェアが大きい企業が Handset でも大きなシェアを持っていたことが理解されるであろう。1990 年代のノキアを見ると、売り上げが 20~25%しかない基幹ネットワーク側に研究開発費の 50~55%が集

<sup>28</sup> 韓国のサムソンや LG も大きなシェアを取っているが、このビジネス・モデルは標準化と直接の関係はないので、彼らの躍進については別稿に譲る。

中的に投資されていた。Handset しか担えないソニーの携帯電話ビジネスが、Base Station と基幹ネットワーク・システムで圧倒的なシェアを持つ Ericsson と連携したが、合併会社を作った後ではじめてソニーは自らの力を最大限に発揮できるようになった<sup>29</sup>。

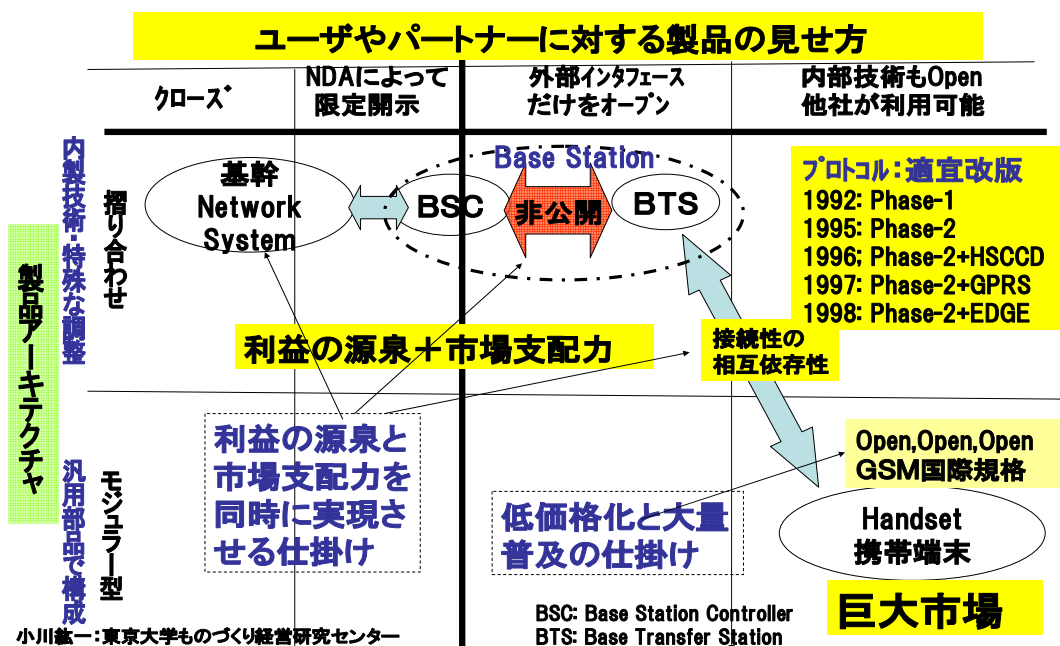
図3.19 摺り合せ・ブラックボックス技術で構成される基幹インフラ側がモジュラー型・オープン技術の携帯電話の競争力を支えている



ヨーロッパの GSM 携帯電話システムにみる Nokia の標準化ビジネス・モデルを製品アーキテクチャ論の視点で図 3.20 に整理した。基幹システムという摺り合せ型・ブラック・ボックス領域から Base Transfer Station (BTS) という窓口を介して、Handset という完全なオープン環境の巨大市場を支配するというメカニズムが、ここから理解されるであろう。これはブラック・ボックス化したプラットフォームの内部からオープン環境のパソコン市場を支配したインテルのモデルと、その背後にある経営思想がほぼ同じだったのである。

<sup>29</sup> アメリカ企業であるモトローラは初期の段階からエリクソンの基幹ネットワーク・システムを頼りに自社の Handset を普及させたといわれる。Base Station のシェアが小さくても Hand set のシェアが比較的多かったのは以上の理由による。我が国 NTT ドコモは 3G 方式をヨーロッパで展開しようとしたが失敗した。その理由は稿を改めて分析したい。

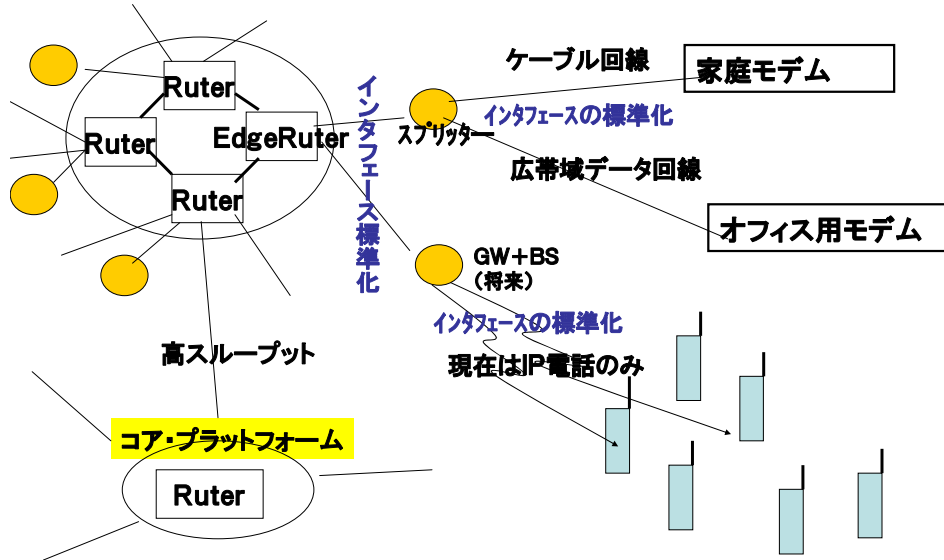
図3.20 携帯電話産業に見るバーチャル統合型モデル：  
—Nokiaの標準化ビジネス・モデルとそのアーキテクチャ分析—



類似の標準化ビジネス・モデルが、インターネットのネットワーク環境を支配するシスコ社のルーター・ビジネスに見ることができる。その様子を模式的に図 3.21 で示した。シスコのルーター環境では GSM 携帯電話と違ってインターネット・プロトコルがオープン環境で標準化されておらず、シスコのデファクト・スタンダードになっている。したがって自社の経営戦略だけを考えていつでも自由にプロトコルを進化・強化させることができるので、ノキアなどより更に市場支配力が維持・強化されている。図 3.21 に示すコア・プラットフォームはもとより、エッジ・ルーターでさえソフトウェアとその関連デバイスが完全な摺り合せ型のブラック・ボックス構造になっている。その上で更にブラック・ボックスの周辺だけを、オープン環境で標準化された機器を結合させている。これがシスコに見るインターネット・システムのビジネス・モデルだが、これだけならインテルが創り上げたモデルと似ているように思う。しかしながらシスコの凄さは、シスコが独占するデファクト・スタンダードのインターネット・プロトコルによって家庭用モデムやオフィスのモデムすら、直接あるいは間接的に支配できる仕掛けを作った点である。この標準化ビジネス・モデルを製品アーキテクチャの視点から図 3.22 に整理した。

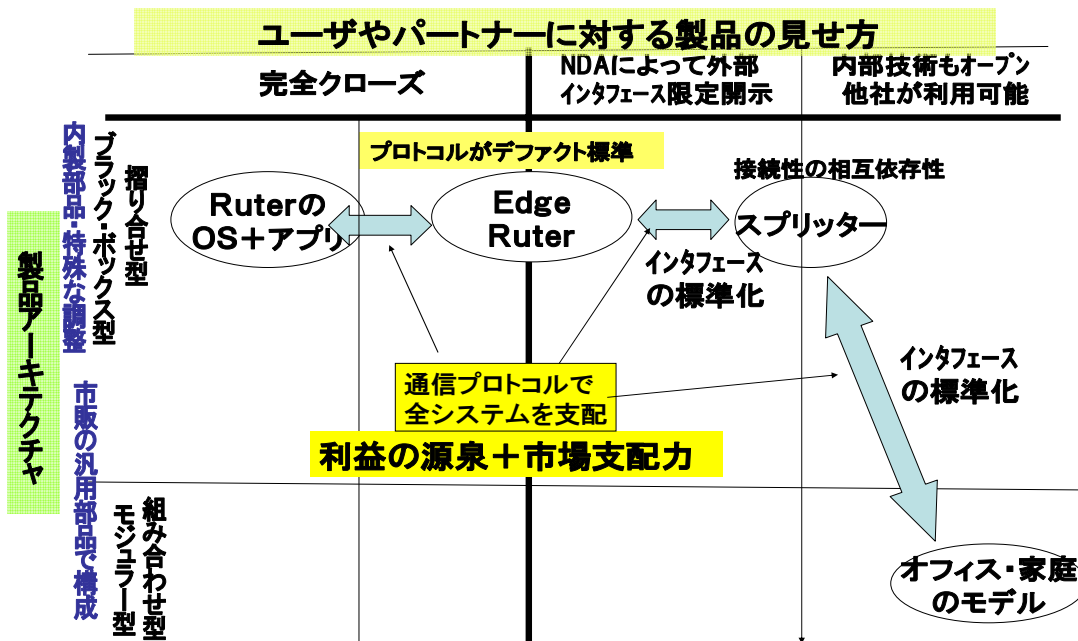
### 図3.21 Ciscoに見るオープン環境の統合モデル

—相互依存性の強化・統合化によって利益の源泉と市場支配力を強化—  
 プロトコルがデファクト・スタンダード、プロトコルで全システムの相互依存性強化  
 (GSM携帯電話のプロトコルはオープン標準規格)



### 図3.22 インターネット産業に見るバーチャル統合型モデル:

—Ciscoの標準化ビジネス・モデルとそのアーキテクチャ分析—



シスコが創り上げた図 3.22 のような仕掛けのために、日本市場でさえ我が国企業全てのシェアを合計しても 30%に満たない。個別部品や機器・デバイスのレベルで圧倒的な技術力を誇る我が国企業は、シスコが駆使する標準化ビジネス・モデルによって飛躍の芽が完全に摘まれてしまったのではないか。技術力よりも標準化ビジネス・モデルがグローバル市場で圧倒的な力を持つものがここからも理解されるであろう。

### <垂直統合型の我が国企業が作る標準化ビジネス・モデル>

これまで紹介したノキアやシスコの事例は一見して水平分業型のモデルに見える。しかしながら、基幹ネットワーク・システムの中の摺り合せ型ブラック・ボックス領域とオープン環境にある他の Value Chain 全域との強い相互依存性を、インターネット・プロトコルを介して持たせ、これによってオープン環境を支配している。この意味で実はバーチャル (Virtual) 統合型のモデルになっているのである。これが欧米諸国企業にみる完成品ビジネスおよびシステム・ビジネスのアーキテクチャである。本稿では紹介しないがアップル社にみる i-Pod や i-Phone も全く同じビジネス・モデルの思想が背後で徹底されている。また IBM の SOA サービス・ビジネスも基本思想は同じである。

これまで我が国企業は一貫してフルセット型の垂直統合型を追及し、数多くの成功体験を積んできた。フルセット垂直統合モデルに適応した組織能力 (DNA) が組織の深部を支配しているという意味で、欧米型の標準化ビジネス・モデルを我が国企業が採用するのは非常に困難である。事実、図 3.5 の DVD に例を見るように、製品の内部構造がモジュラー型へ転換するような標準化の場合は、グローバル市場で勝ちパターンを作れない。しかしながらこれは、我が国企業だけに特有の問題ではなく、1980~1990 年代の IBM など、欧米諸国でも伝統的な企業に共通して言える現象であった。垂直統合型の我が国企業が完成品の標準化で成功するには、3.2.1 節で述べたような“完成品の外部インタフェースだけをオープン環境で標準化しながらグローバル市場へ大量普及させる”という標準化ビジネス・モデルが最も適しているが、その代表的な事例が図 3.5 のデジカメだったのである。

最近になって次世代 DVD の Blue-ray でも、我が国の得意技を生かす標準化ビジネス・モデルが期待できるようになった。Blue-ray 陣営の主要企業は我が国企業が中心になっているが、その他のサムソンや LG 電子も含めて大部分が統合型の DNA を持った企業であり<sup>30</sup>、

<sup>30</sup> いわゆる垂直統合型には、基幹技術から販売までの全てを自前で開発するフルセット垂直統合型と、非常に長期の研究投資を必要とする基幹技術・部材などは M&A で買収するか、あるいは外部調達する統合型に分けられる。サムソンや LG は後者である。我が国は当初フルセット型であったものの、徐々に後者の形態へシフトしている。一社で全てに対応できなくなったためである。なおサムソンは韓国が IMF 管理下に置かれた直後の 1998 年に、日本企業をモデルにしてき



## 製品アーキテクチャのダイナミズムを前提とした標準化ビジネス・モデルの提案

---

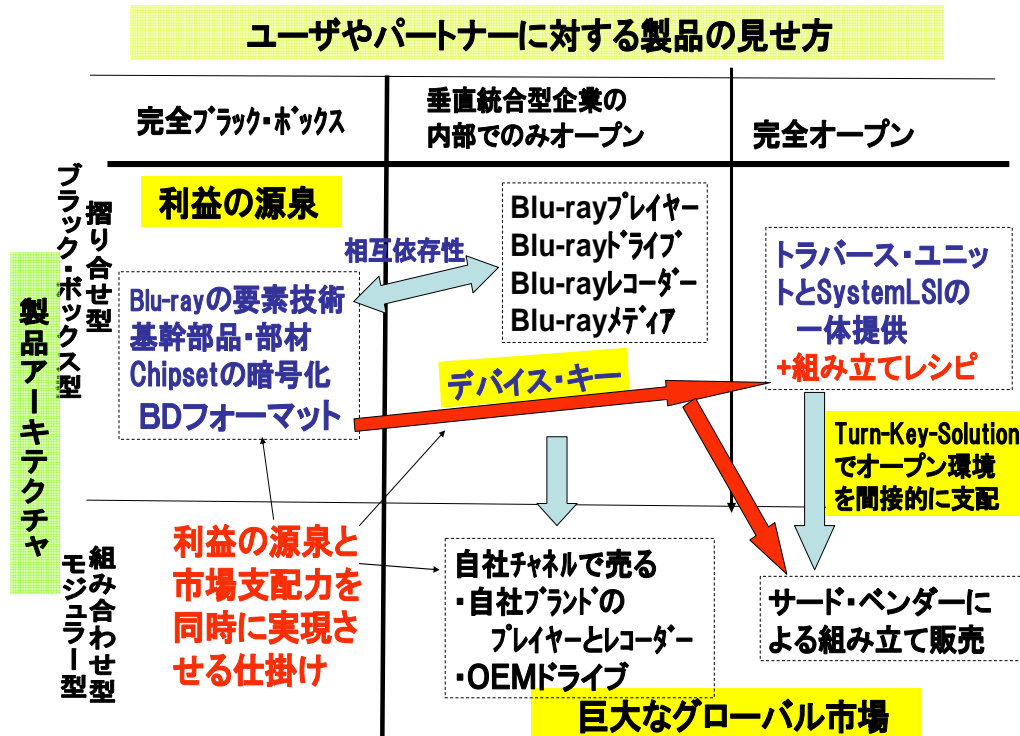
当初から技術のオープン化は必要最小限にとどめてきた。普及スピードが速くならない一つの要因がここにもあったが、従来の DVD と同じく完全オープン型の標準化を狙う HD DVD 陣営が撤退したので、漸くデジカメ型の標準化ビジネス・モデルへ本格的に移行できる経営環境になったのではないか。例えば、現在の DVD で我が国企業の市場シェアが瞬時に下落して市場撤退への道歩んだのは、技術蓄積の少ないキャッチ・アップ型企業でも DVD ビジネスに参入できたためである。その背景にオープン環境の標準化がもたらす典型的な現象としての基幹部品の大量流通があった。基幹部品や部材に DVD フォーマットを規定する知財を織り込めなかったため、我が国を含む先進工業国の部品ベンダーが自由にビジネス参入できたのである。マイコンやファームウェアの技術革新によって、完成品としての DVD を支える摺り合せノウハウが全て基幹部品である光ピックアップと LSI Chipset に集中カプセルされるようになっていた。

まだ全貌は公開されていないが、Blue-ray 陣営はこれまで DVD で被った苦い経験を教訓に、最大の知財である Blue-ray フォーマットと基幹部品との相互依存性を強化しようとしている。このモデルが完成すれば、我が国がオープン環境で生み出す独創的な標準化ビジネス・モデルとなる可能性も秘めている。例えばフォーマットと深い相互依存性を持つ LSI Chipset のファームウェアを暗号化し、LSI Chip の 1 つ 1 つに固有のデバイス・キーを提供して暗号解読させる方式を採用しているのが、その代表的な事例である。その仕組みを製品アーキテクチャの視点から図 3.23 に整理した。実務上では独禁法に抵触しないようにこれを運用しなければならない。この意味で完璧ではないものの、図 3.23 の仕組みが具体化されれば完成品側のノウハウが集中カプセルされた LSI Chip の流通を、このユニークなデバイス・キーを介して把握できるようになるはずである。したがって LSI Chip 中のノウハウを使って Blue-ray ドライブを組み立てるベンダー名と数量を把握できるようになり、DVD で多発したような知財を無視して（ロイヤリティーを支払わず）異常な価格競争を仕掛けるサード・ベンダーは、市場参入が困難になるであろう。普及スピードは DVD の場合ほど速くはならないかもしれないが、図 3.4 に示すデジカメと類似の普及スピードでしかも高い収益が期待されるのではないか。図 3.23 の仕組みが成功すれば、Blue-ray はデジカメと同じ垂直統合型の DNA を持つ我が国企業の代表的な標準化ビジネス・モデルとなるであろう。

---

たそれまでの方針を変えてアメリカ企業をモデルにしたが、2007 年 12 月に再度日本と連携を強化する方針に切り変えた。これを契機に、我が国が営々を続けるイノベーション投資で生み出す有機 E L、太陽光発電や二次電池、System LSI、バイオ、健康などヘリソースの集中を決め、我が国企業との連携強化戦略がはじまっている。今後は緩やかな連携から M&A まで多様な動きが顕在化するであろう。彼らは、日本型の特徴とアメリカ型の特徴とを上手に組み合わせた統合型のモデルを、我が国に先んじてオープン環境で完成させるのではないか。

図3.23 次世代DVDに見る我が国垂直統合型企業の標準化  
ビジネス・モデルとそのアーキテクチャ分析



#### 4. 我が国が生み出すイノベーション成果と標準化ビジネス・モデル

3. 2. 2 節では公的研究機関や大学が担う安全安心・互換性・品質およびその試験法の標準化を、人類社会を構成するための必須インフラ構築と位置づけた。特に NEDO が担う測定法・試験評価法やインタフェースの標準化活動は、技術イノベーションに携わる多くの研究開発者が互いに離れた場所においても、独立にイノベーション連鎖を創発できるようにする共通インフラの構築がまず第一の目的になっている。またその上で NEDO の技術イノベーションが生み出すであろう新規製品を人間社会でスムーズに受け入れてもらうための、基本的な安全・安心基準を定めることがその延長にある。NEDO が担う標準化とは、我が国の技術イノベーションの成果をグローバル市場の経済的価値へ転換させるリニア・モデルを、人為的・強制的に実現させるマクロ政策である。以上のような位置取りを背景に、本章では企業の標準化ビジネス・モデルという視点から NEDO が生み出す技術イノベーションについて考えてみたい。

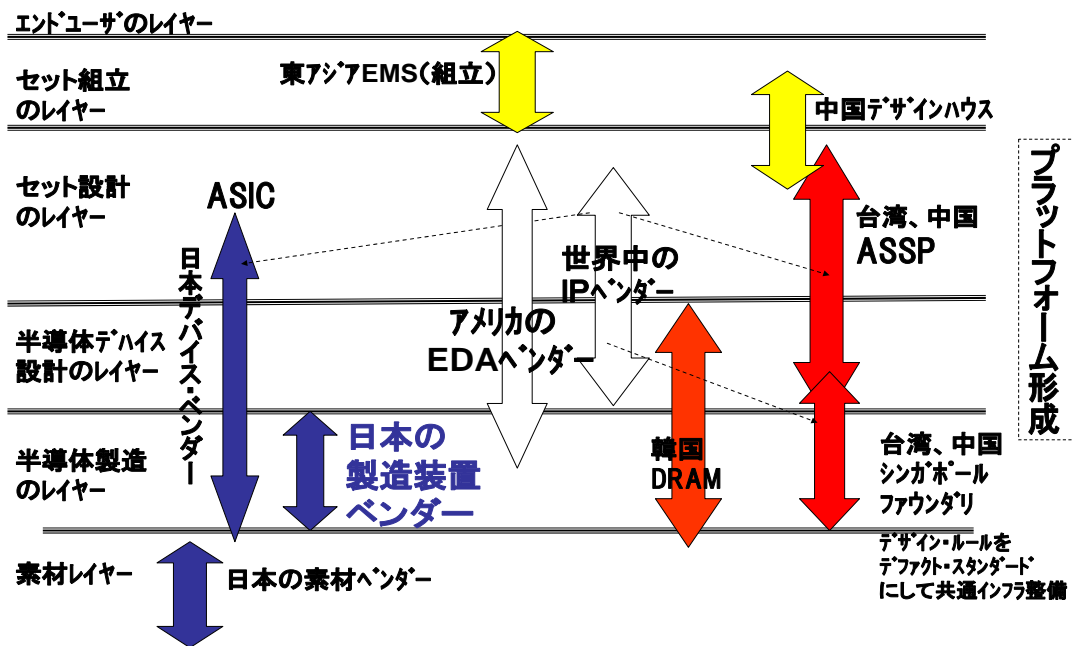
太陽光発電システムは NEDO とそのパートナー企業が生み出した最も素晴らしい技術イノベーションの成果であり、プロダクト・イノベーションという視点でも特記される代表的

## 製品アーキテクチャのダイナミズムを前提とした標準化ビジネス・モデルの提案

な事例である。しかしながら大量普及が始まる 2005 年ころからグローバル市場における我が国企業の市場シェアが下がり続けており、液晶パネルや半導体デバイスと同じ道を辿るのではないか、という意見も多くなった。シェア下落の背景には急騰したシリコン原材料の確保問題や我が国政府の補助が終って国内市場が伸びない、など色々な要因がある。しかし、最も大きな理由はビジネス・モデルにあったと筆者は考えている。本稿では太陽光発電システムの産業構造を標準化ビジネス・モデルという視点から捉え、半導体産業が辿った経緯と比較しながら分析してみたい。

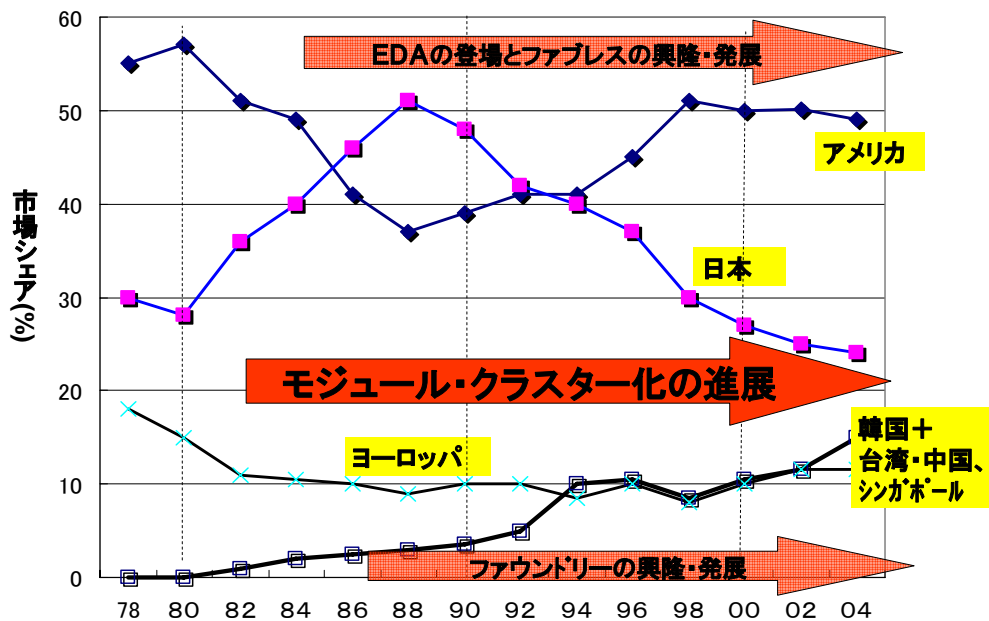
図 4.1 に現在の半導体産業に見るグローバルな分業構造を示すが、我が国企業は 1980 年代のフルセット型・垂直統合型から徐々に現在の姿に変化してきた。ブラック・ボックス化された摺り合せ型技術で構成される半導体材料や製造装置では、現在でも我が国企業が圧倒的なシェアを誇っている。また完成品を担う顧客と高度の摺り合せを必要とする ASIC の市場なら、約 25~30%とそれなりのシェアを維持してきた。しかしながら製造プロセスのノウハウが製造設備の内部へ Turn-Key-Solution として分散カプセルされる時期から、製造ときめ細かな顧客対応に経営資源を集中させた台湾系のファウンダリーが台頭した。更には台湾系のファウンダリーを活用しながら、ASIC でなく価格優先の汎用 ASSP に特化した企業やファブレスも急速に台頭し、ここから我が国企業の市場シェアが下落の一途を辿った。その様子を図 4.2 に示す。

図4.1 半導体産業のビジネス・アーキテクチャ構造と日・韓・台・中の位置取り



半導体産業の垂直分裂（その結果としての国際的な水平分業）によって、モジュール・クラスター型の経営環境と我が国企業の DNA である垂直統合型の組織能力との間に、巨大な乖離を生まれてしまったのである（小川、2007b）。極めて単純化して言えば、半導体産業がモジュール・クラスター型の構造へ転化するタイミングで、それまで技術蓄積が少なかったアジア諸国企業にビジネス・チャンスが生まれたと言い換えられる。すなわち営々と続ける研究開発への投資ではなく、安く作れば必ず売れるまで出来上がったオープン市場を選び、Value Chain 中の付加価値ドメインへ経営資源を集中させるのが彼らの勝ちパターンである。このようなビジネス・モデルは、結果的に垂直統合型を組織能力の DNA として持つ我が国企業のウィーク・ポイントを狙ったものであり、半導体デバイスだけでなく、その後の液晶パネル、更には最近の固体照明（ELデバイス）などでも繰り返し観察されるモデルである。2000 年以降になるとこの兆候がますます顕著になり、当時キャッチ・アップ型の企業だった彼らは、自らのビジネス・モデルによってその競争優位を更に強化していった。

図4.2 半導体産業のビジネス・アーキテクチャ変遷と国別シェア推移



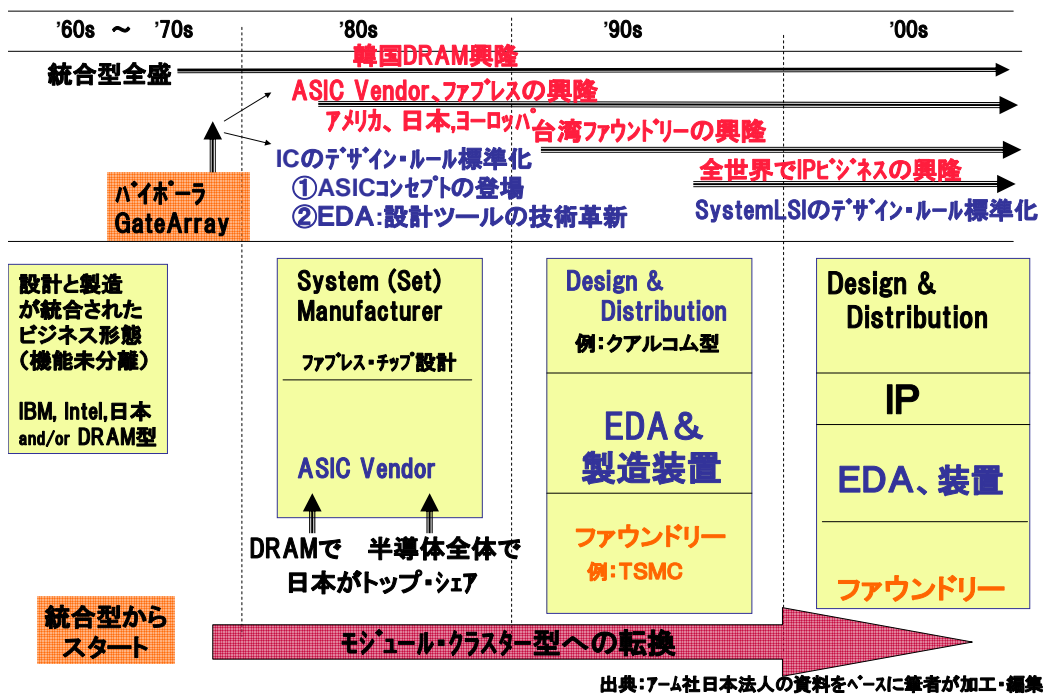
出典:データクエストのデータを使って筆者が加工・編集

半導体産業が垂直統合型から水平分業型へ転換していくプロセスを図 4.3 で模式的に示した。1970 年代の後半に高速バイポーラ技術によるゲート・アレーが我が国企業によって開発された直後の 1981 に IBM PC が登場するが、IBM PC は最初からオープン・アーキテクチャだったこともあって多くの互換機ベンダーを生み出した。1984 年ころには 200 社を

製品アーキテクチャのダイナミズムを前提とした標準化ビジネス・モデルの提案

超えたという。これらの互換機ベンダーは全てベンチャー企業であって半導体デバイス（ゲート・アレーや IC）を製造する資金力が無い。したがって彼らはゲート・アレーを使ってパソコンやその周辺機を設計するファブレスへ特化することになるが、この分業化をもたらしたのが 1980 年代の初期に生まれた設計ルール of 標準化であり、ミードとコンウェイおよびヨハンセンの 3 人がルールの制定で重要な役割を果たした。ここから EDA と称する半導体設計ツール（ソフトウェア）とワーク・ステーションが急速に進化して分業構造が更に進む。また半導体デバイスの量産投資に占める製造設備のコストが急増した 1980 年代の後半から、量産設備の開発が専業ベンダーに委ねられ、設備ベンダーに製造ノウハウが蓄積されるようになった。以上のような経営環境が顕在化する 1990 年代の初期から、TSMC や UMC などの台湾系ファウンドリーがアメリカのファブレスを支えることになる。また 1990 年代の後半に SystemLSI の設計ルールが標準化されたので、半導体産業は 2000 年から更に分業化が進んで図 4.1 の姿になった。

図4.3 半導体産業のモジュール・クラスター化でアジア諸国企業が興隆

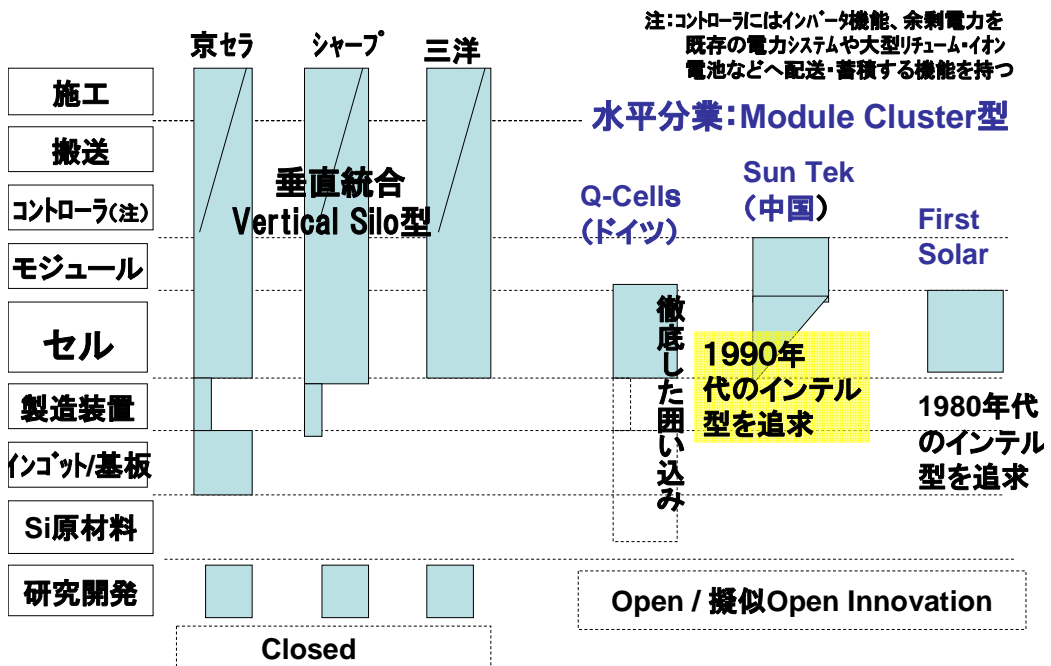


以上のように半導体産業を垂直分裂（あるいは水平分業化）させたのがオープン環境の標準化だったのである。ここでは詳細を省くが、その背後で EDA 設計ルールの標準化がこの流れを加速させていた。例えば DVD や携帯電話などの完成品（セット）側の人々が半導体技術を全く知らなくても自動設計できる仕掛け（RTL: Register Transistor Level でセット側

の機能を自動設計)、あるいは半導体デバイスの設計者が製造プロセスを全く知らなくても設計できる仕掛け(ソフト・マクロ+論理構成ツール+自動配置配線ツール)のプログラム言語が1998~2000年ころに完成したが、このタイミングで欧米はもとより台湾/中国やシンガポールでも多種多様なファブレスが興隆し、現在では半導体業界で大きな影響力を持つようになった。3.3.1節の代表的な事例としてあげた台湾のメディア・テックは、まさにこのタイミングで興隆した典型的なファブレスだったのである。ファブレスでありながらインテルのビジネス・モデル(図3.10)の一面だけを活用することによって、我が国が享受するはずだった巨大市場で圧倒的なシェアを持つようになった(図3.15)。アメリカCMDA携帯電話のChipsetで世界を支配するクアルコムも、またヨーロッパのGSM携帯電話のChipsetで世界を支配するテキサス・インスツルメントさえも1990年代の後半に起きたこのような潮流を最大限に活用しながら、市場支配力と利益の源泉を同時に創出しきた。

翻って太陽光発電システムの産業を見ると、シリコン結晶型の産業構造が2007年の後半の時点で図4.4のようになっており、やはり太陽光発電でも我が国企業は一貫して垂直統合型でグローバル市場へ展開してきた。一方、我が国企業からシェアを奪ったドイツのQ-セルズ社や中国のサンテック社は、これも見事に徹底した水平分業型のモデルでグローバル市場へ参入している。

**図4.4 シリコン基板型太陽光発電のビジネス・アーキテクチャ(1)**  
**—2006年から垂直分裂・オープン化が加速、我が国は大丈夫か—**



## 製品アーキテクチャのダイナミズムを前提とした標準化ビジネス・モデルの提案

その国の比較優位としての組織能力はすぐには変わらない、あるいは逆に変えるべきではない、という議論も当然出てくるだろう。しかしながら 2002~2003 年に興隆した Q-セルズ社は、三菱電機と三洋電機を 2004 年に、京セラを 2005 年に、そして世界で圧倒的なトップ・シェアを維持したシャープを 2007 年に追い抜いてトップへ躍り出ている。更に Q-セルズ社と同じ時期に中国で興隆したサンテック社は、2005~2006 年に三菱電機を、2006 年には三洋電機を、また 2007 年には京セラを追い抜いて世界第三位のシェアを持つ。彼らが急成長する背景に、例えばドイツのフィード・イン・タリフという補助政策があってドイツに巨大市場ができたのは事実だが<sup>31</sup>、それ以上に図 4.4 に示すビジネス・モデルの違いがあったのである。Q-セルズは価格が急騰して付加価値が高くなったシリコン原材料を、資本関係にあるパートナー企業が持っている点でインテルとは異なるものの、それ以外は付加価値が集中するドメイン（この場合はセルの製造）に特化している。この意味ではプラットフォームを完成させる直前の 1990 年代初期に見るインテルと、ビジネス・モデルを支える経営思想が明らかに同じである。更に言えば Q-セルズ社もやはり発電効率の飛躍的な向上を狙うテクノロジー・イノベーションを世界中の研究機関やベンチャー企業との協業によって興そうとしており、まさに典型的なオープン・イノベーションをビジネス・モデルとして追求している。この意味でも現在の我が国と際立った違いを見せる。

彼らの付加価値が集中カプセルされているのは、すり合わせ型ブラック・ボックス領域としてのセルである。したがって今後の技術の方向が見えてくる時点で、彼らはセルとモジュールの間のインタフェースを標準化するか（結晶型の場合）、あるいはセル・モジュールとコントローラとの間のインタフェース標準化を進めるであろう。そして徐々にセルの内部から周辺技術モジュールをコントロールする仕掛けを作っていくはずである。中国のサンテックはシリコン原材料やインゴット/基板の技術を持つ多数のパートナー企業と連携し、Q-セルズとほぼ同じビジネス・モデルで展開している。したがって彼らの準化ビジネス・モデルも同じ方向へ向かうはずである。

図 4.5 には今後の太陽光発電システムで将来有望と予想されている薄膜型（真空技術で非常に薄いシリコン膜をガラス基板につける）の方式について、現時点での産業構造を示した。ここでもシャープなどの我が国企業が垂直統合型の組織能力を最大限に生かすモデルを徹底して追求しているが、我が国以外で興隆してきた参入企業は全て現在の半導体産業や液晶産業と同じく最初から水平分業型を採っている。技術蓄積が少ない企業が市場参入するには、製造システムにプロセス技術の全てが分散カプセルされた Turn-Key-Solution が流通す

<sup>31</sup> 韓国もフィード・イン・タリフ制度を導入して国内市場が急速に立ち上がっている。



## 小川 紘一

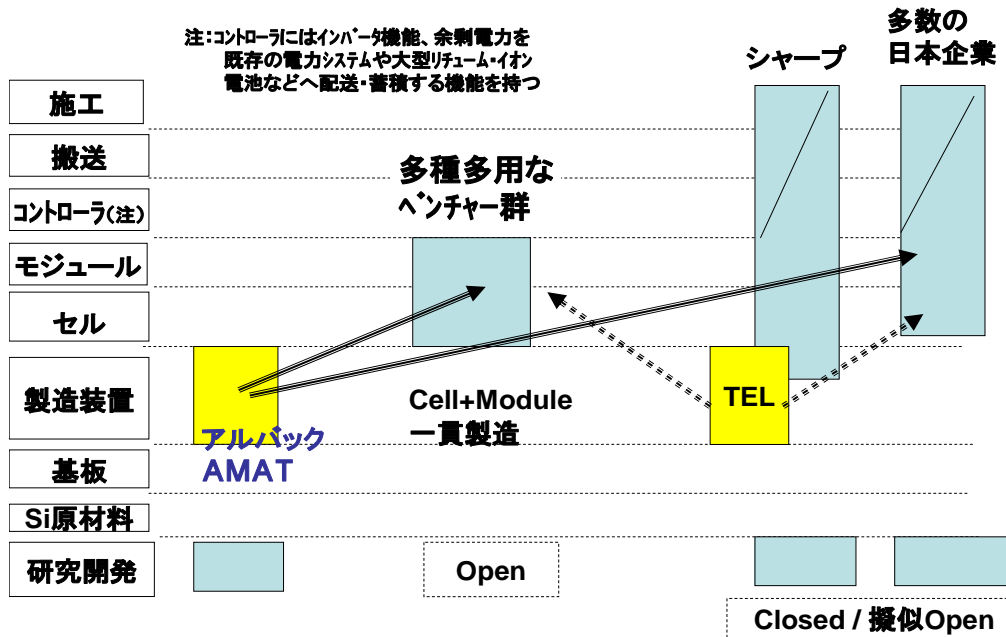
る場合に限られる、と言い換えてもよいであろう。現在台湾のモーテック社やジンテック社が、またインドのモザベア社がサンテック社とほとんど同じモデルで市場参入し、特にモーテックが急速にシェアを伸ばしはじめた。また 2007 年の第四四半期に台湾の新竹工業団地で量産を開始したジンテックは、2009 年に世界最大のセル工場を作ると宣言している。またシンガポールの Clean Energy 政策がもたらす優遇政策を受けて、ノルウェー、ドイツ、インドなどの企業がシンガポールでウエハーや太陽光発電のセル、モジュールを量産しはじめた<sup>32</sup>。今後もし極めて効率の高い低コストの太陽光発電材料で技術イノベーションが我が国に生まれると、水平分業型ベンチャー企業の幾つかは競争力を失うであろう。しかしながらその都度新たなベンチャー企業が参入して次々に主役が交代するだけであり、水平分業型の産業構造が消えることは決してない。事実、我が国企業が決して手を出さなかった CdTe 系合金の薄膜を使うアメリカのベンチャー企業、ファースト・ソーラー社 (First Solar) が、EU 環境規制の認定を受けて大躍進し、2007 年の世界シェアが京セラとほぼ同じになった (発電量 ; 360MW でシェアが同率 4 位)。付加価値が集中するセルヘリソースを集中させたベンチャー企業のテクノロジー・イノベーションが、シリコンをベースにした我が国木牛欧のセル市場を脅かそうとしているのである。

---

<sup>32</sup> シンガポール政府は太陽光発電産業を次世代産業振興の中核に据え、様々なインセンティブや助成を含めた包括的な支援パッケージを準備している。ここに進出したノルウェー企業、ニューアブル・エナジー・コーポレーションによれば、実質的なコストが半分以下 (-60%) になるという。その他エンジニアや研究者の育成に 2,500\$ の奨学金を準備し、毎年 200 人の人材をこの分野へ投入する計画も立てている。さらには余剰電力の買取制度を設けるなど、太陽光発電システムに関する研究開発、材料、セル、モジュール、発電システム、家庭・工場への送電までの一貫した産業政策を取ろうとしている。



図4.5 薄膜:型太陽光発電のビジネス・アーキテクチャ(2)  
 —最初から水平分業でスタート、インテル型のモデルが生まれやすい—



このような経営環境の中で垂直統合型のDNAを持つ我が国企業は、もしこの市場が半導体や液晶と同じく国内市場であるなら、あるいはブランドが販売を左右するなら、今後も現在の組織能力を徹底して追及すればよい。それには官民一体となって我が国の市場を更に大きくすることが最も有効である。しかしながら最大の課題は今後ますます水平分業化が進むグローバル市場にある。もし図4.4や図4.5に示す太陽光発電システムのそれぞれのレイヤーにオープン環境の国際標準化が取り込まれるなら、セルやモジュールを製造するための設備投資が半導体の1/10以下であるという意味で、半導体産業と比べ物にならないスピードで国際的な水平分業化がグローバル市場に拡大するであろう。この場合に垂直統合型でグローバル市場を席卷する仕掛をどう構築すればよいのだろうか。

垂直統合型のモデルなら確かに摺り合せ設計・組み立てによる品質維持や実効的な効率向上が期待される。またマネジメント側にビジョン豊かな優れた人材を得れば技術革新が極めて効率よく進むのも事実である。しかしながら現在の我が国企業が置かれた経営環境を見ると、まずは品質や効率がユーザ・メリットに直結する市場ドメインがどの程度大きいのかを見極めながら、テクノロジーやプロダクト側からでなく、ビジネス・モデル側の視点に立って、垂直統合型がグローバル市場で強みに転換される仕組み作りに手を打たなければならない<sup>33</sup>。もし技術革新にのみ頼ってビジネス・モデルの仕掛け作りを現状のままに放置

<sup>33</sup> 垂直統合型の最大の欠点は、巨大な固定費を吸収できるだけの収益力・粗利益を長期に維持拡大

するのであれば、これまで見られた他の産業と同じく垂直統合型で進める我が国企業は、高機能・高機能が優先されるニッチ市場へ追い込まれ、新興の海外企業が巨大なグローバル市場を支配するであろう。

このような経営環境では、部品・部材を中核にしたオープン環境における局所統合型モデルとしてのアーキテクチャ・ベースのプラットフォーム形成”（本稿の3.3.1）が最も有望である。我が国の技術イノベーションがセルの発電効率を飛躍的に向上させたとき、このセルを核にしたインテル型のビジネス・モデルでプラットフォーム形成し、ここからコントローラ側（図4.4や図4.5）さえ取り込めるようになれば、インテルやクアルコム型の局所的な統合モデルが完成する。あるいはノキアやシスコ・システムに見るオープン環境のバーチャルな統合モデルさえ可能になるかもしれない。これらのビジネス・モデルが経営側の意思として強力に推進されることによって、我が国企業のイノベーション成果が巨大なグローバル市場の経済的価値へと転換されていくであろう<sup>34</sup>。コントローラには直流を交流変換したり昇電圧機能を持つインバータ機能、および余剰電力を既存の電力システムへ供給したり家庭・工場の巨大なリチウム・イオン電池へ蓄積・送電する機能を持つが、ここで重要なインバータなどのパワーICやリチウム・イオン電池では、我が国企業が非常に高い技術力を持っている。我が国企業が得意技を持ち寄りながら合弁会社を設立するなどすれば、このビジネス・モデルは我が国にとって極めて有利に働く<sup>35</sup>。我が国の公的研究機関

---

しなければならぬ点にある。したがって水平分業モデルで興隆するキャッチ・アップ型工業国企業の価格攻勢が最大の難題となる。これまで見る他の産業でも、我が国が高性能・高機能というニッチ市場に追い込まれた理由は、価格の急激な下落にあった。我が国では決して採られることのない優遇政策を背景に、台湾・新竹の工業団地で世界最大のプラントを作るモーテックやジンテック、さらにはシンガポールの特区に巨大工場を作るEU諸国企業やインド系の企業群は、たとえ設備償却費のコストに占める割合が半導体の場合より低いとしても、我が国企業より遥かに強いコスト競争力を持つはずである。この意味で、彼らが狙う低コストの販売チャンネルを事前に押さえることが我が国企業の将来を左右するのではないか。ここでは図2.13や図2.14の原理を応用した図3.17のモデルが非常に有効である。事実Q-セルズやサンテックは既に図2.14原理を理解し、更に自らこの原理をグローバル市場で応用しているように思えてならない。日本の国内市場であれば、製品の出口にあたる住宅関連チャンネルとの連携が有効かもしれないが、屋根だけでなく軒下や野原にミニ発電所として使う海外では、それに対応したチャンネルをパートナーに取り込まねばならない。この場合でもやはり図2.13や図2.14の原理を応用した図3.17のモデルが非常に有効である。

<sup>34</sup> 太陽電池の高効率化や長寿命化はそのまま実質的なコスト・ダウンに直結する。また太陽電池は長寿命製品であり、長期にわたる責任ある保証体制の有無もブランドに対するユーザの期待である。更にはシリコン意外の新型太陽電池は、多くが有害物質（Se, Cdなど）を含んでおり、ライフ・エンドまで回収をコミットすることも必要になる。我が国企業の得意技や組織能力を活かす道はこの視点からも見直されなければならない。

<sup>35</sup> コントローラ側にあるインバータの変換効率が98%を越えて非常に高く、ここに付加価値がもうないという意見もある。しかし本稿の主張は、我が国が得意とする基幹技術を統合させて相互依存性の強いブラック・ボックス型巨大モジュールを構築する点にある。これがTurn-Key-SolutionとしてBRICS諸国や先進工業国の販売チャンネルへ提供することで生まれる市場支配力と利益の源泉

が太陽光発電システムのいろいろなドメインで標準化する動きもあるが、ここでもやはり上記のようなグランド・デザインを念頭に置いた標準化でなければならない。

## 5. 行政のマクロ政策と企業のビジネス・モデル

ある利用目的に沿った一連の技術をマニュアル化してオープンにすることによって、その技術が多くの人々に普及し、低コストで利用できるようになる。これが国際標準化の力である。この意味で国際標準化は、グローバルな市場の創出・拡大、また社会全体の効率性や消費者利益の最大化に貢献する。しかしながら同時にこれが我が国に対する需要の好循環へと繋がるものでなければならない。新しい商品やサービスを生み出す主役は企業である。この意味で国際標準化は、企業が生み出すプロダクト・イノベーションの成果をグローバル市場の経済的価値へ転換させるビジネス・モデルとリンクしなければならない。そして行政側もまた一定の役割を果たさなければならない<sup>36</sup>。

我が国企業が得意とする部品や材料などのプロセス型製品では、製造プロセスが細部に渡って強い相互依存性を持つために、内部構造が意図せずともブラック・ボックス化されてしまう。したがって標準化は、常に外部仕様（インタフェース）だけに限定された。そして標準化（大量普及）と利益の源泉構築（ブラック・ボックス化）が理想的な姿で推進され、我が国企業の国際競争力に大きく貢献してきた。また VTR に例を見るように、アナログ技術中心だった 1980 年代までのエレクトロニクス製品では、例え標準化されても製品の内部構造では部品相互の依存性が強いために摺り合せ型アーキテクチャが長期にわたって維持され、我が国企業の国際競争力と大量普及が同時に実現された。我が国が誇るデジカメの場合でも、やはり内部構造が摺り合せ型・ブラックボックス型のアーキテクチャを持ち、その上で更に画像処理のファイル・システムという（デジカメから見た場合の）外部インタフェースだけがオープン環境で標準化されたために、標準化（大量普及）と利益の源泉構築（ブラック・ボックス化）が理想的な姿となって普及した。大量普及して 10 年後の 2007 年でさえ我が国企業は世界で圧倒的な市場シェアを維持できている。このように、製品の内部アーキテクチャが摺り合せ型を維持できている場合は、標準化がグローバルな市場の創出・拡大や消費者利益の最大化に貢献すると同時に、我が国企業の収益に多大な貢献をしながら需要の好循環を作り出しているのである。これはインテルのパソコン用 MPU と Chipset およびクアルコムの携帯電話用 Chipset でも同じであった。しかしながら製品アーキテクチャがモジュラ

---

拡大に寄与する。

<sup>36</sup> この文章は経産省・経済産業政策局(2002)“イノベーションと需要の好循環”の冒頭に書かれた吉川洋氏の表現を標準化の視点から再解釈しながら書いたものである。

一型に位置取りされる製品では、国際標準化がオープン化を加速させて我が国企業の競争力を弱める事実が多数観察され、摺り合せ型アーキテクチャを持つ製品と際立った違いを見せる<sup>37</sup>。我が国が世界に誇る技術や知財を生み出しても、これを国際標準に組み込みながらグローバルな競争力を構築できない事例、あるいは標準を推進することによって逆に我が国企業の付加価値が留めも無く流出する事例が、1990年代後半から急激に増えた。その多くのケースで、企業の競争力や利益源泉の確保という視点が欠如したままに標準化が進められていたのも事実であった。

これまで多くの企業は、テクノロジーやプロダクト側でイノベーションがあれば必ず国際競争力につながるという暗黙の前提で走ってきた。潜在的ニーズを引き出して新たな需要を切り開く新商品を開発すれば、すなわち売れる商品を開発できて大量普及すれば必ず企業収益に貢献するという前提が、暗黙の内に仮定されていた。そしてこれが需要の好循環を生み出すと考えられたのである。以上のような背景のためか、多くのイノベーションはテクノロジーやプロダクトの視点から議論されてきた。そして国際標準化も、日本が生み出すイノベーションの成果をグローバル市場へ普及させる手段として捉えられており、大量普及させてこれを企業収益に結び付けるビジネス・モデルの視点は、標準化の中であまり議論されてこなかった。しかしながらデジタル・テクノロジーが製品設計の深部に介在する度合いがますます強くなる21世紀になって、従来と同じ静態的な標準化や大量普及だけが目的の国際標準化活動では、我が国の技術をベースにした国際標準は増えるかもしれないが、我が国自身の経済活性化やグローバル市場の競争力強化に繋がらない。第三次基本計画が謳う我が国の国際標準化への取り組みは、イノベーションの創出や国際競争力の強化と一体化された動態的な標準化活動へと転換させたのであり、ここからはじめて企業経営者が標準化をビジネス・モデルの中核に位置付けられるようになった。

企業から見た国際標準化とは、我が国が生み出す技術イノベーションの成果をグローバル市場の競争力に転換させる、すなわちグローバル市場の経済的な価値へ転換させる点にこそその本質があることを、本稿で繰り返し強調した。そして標準化がもたらす大量普及と利益の源泉構築とをオープンな水平分業の中で実現させるために、以下の3つの理論モデルを提案した。本稿が新たに提案するこの3つのモデルによって、国のマクロ政策としての標準化とそれぞれの企業が担うビジネス・モデルとをリンクさせる道が開けるのではないかと。

第一は製品・部品・部材の外部インタフェースだけを既存の巨大なオープン市場に向かって標準化するモデルであり、製品の内部構造を徹底したブラック・ボックス型

<sup>37</sup> このような経営環境は、アメリカのパソコン産業やヨーロッパの携帯電話産業でも全く同じであった。

## 製品アーキテクチャのダイナミズムを前提とした標準化ビジネス・モデルの提案

の摺り合せ型が維持されている。絶え間ない技術革新さえ怠らなければ常に摺り合せ型のアーキテクチャが維持されるので、標準化がイノベーションの阻害要因になることはない。我が国起業が主導したデジカメの標準化ビジネス・モデルがその代表的な事例がであった。また我が国企業が圧倒的な競争力を持つ部品・部材の標準化も第一のモデルに位置取りされる。更に第一のモデルには、安全・安心の規格や測定法も含まれるのはいうまでもない。

第二は部品・部材を中核にしながらかアーキテクチャ・ベースのプラットフォームを構築するオープン環境の局所的統合モデルである。その代表的な事例がインテルやクアルコムが形成したプラットフォームであり、三洋電機がDVDプレーヤーで完成させたプラットフォームである。さらに言えば本稿で紹介しなかったSDカードの標準化（東芝や松下電器が主導）も第二のモデルに位置取りされる。

第三はオープン環境で完成品やシステムの相互依存性を強化するという、アーキテクチャ・ベースのバーチャル（Virtual）な統合モデルである。その代表的な事例が携帯電話で構築したノキアのモデルやインターネット・ルーター・システムで完成させたシスコのモデルである。さらに言えば別稿で紹介したDVDメディアに見る三菱化学のモデル（小川、2007a）も第三のモデルに位置取りされる。

以上の3つのモデルに共通するのは、グローバル市場で大量普及せる手段としてのオープン標準化だけでなく、自社の利益の源泉構築や市場支配力を強化させる手段としてブラックボックス化・統合化が背後で必ず構築されている、という事実である。全てを標準化して、すなわち全てをオープンにして存続できる企業はありえない。インテル、クアルコム、はもとより、いつもオープン化を口にするノキアもシスコも、そしてグーグルも決して例外ではなかったのである。経済学という高度10,000mから主張するオープン化と高度1.5mの視点に立つ経営者との巨大な乖離が我が国の標準化を混乱させているように思えてならない。

アメリカでは1980年代から、技術イノベーションが企業の競争力に直結しない理由を多種多様な視点から議論されるようになった。しかしながら多くはサイエンスやテクノロジーおよびプロダクトの視点から議論されており、少なくとも1990年代の初めまではその対極にあるビジネス・モデル側には言及されていなかった<sup>38</sup>。いわゆる1950~1960年代を支配した自然放任的・楽観的なリニア・モデルからは明らかに決別しているものの、大量普及

<sup>38</sup> 例えば2000年ころから我が国企業の多くのCTOが話題にした“中央研究所の時代の終焉”（Rosenbloom, 他、1996）は、1980年代のアメリカで起きたリニア・モデル崩壊が前提になって書かれたものである。

する商品を開発できれば必ず企業収益に貢献するという前提が暗黙の内に仮定されていた。当然のことながらここでは、自動車や部品・材料もエレクトロニクスの区別も、また摺り合せ型 (Integral) と組み合わせ型 (Modular) の区別もない。しかしながらアメリカのエレクトロニクス産業がこの 20 年で蘇ったのは、売れる製品を開発できただけでなく、テクノロジーやプロダクト側のイノベーション成果を企業収益やグローバル市場の経済的な価値に結びつけるというビジネス・モデル側のイノベーションだったのではないか ((ガワー&クスマノ (2000) ,バーゲルマン (2006) ,小川(2007a、2007b、2008) )。オープン環境の国際標準化は、このような背景から重要な経営ツールとして位置づけられたのである。国際標準化を経営ツールに据えたビジネス・モデルが 1990 年代にアメリカのビジネス現場で完成しているが、このモデルはトータル・イノベーション・システムとしてのリニア・モデルを具体化させるために必要な仕掛け作りだったと位置付けられる。

オープン環境の国際標準化は、製品アーキテクチャのモジュラー化や産業構造のモジュール・クラスター化 (垂直分裂) を加速させてグローバル市場へ大量普及させる。これは我が国でも数多く観察された。そして我が国の技術イノベーション成果をグローバル市場の経済的な価値へ転換させるには、本稿で提案した 3 種類の標準化ビジネス・モデルを駆使しなければならないことも述べた。我が国企業にとっての標準化ビジネス・モデルとは、イノベーションの成果としての摺り合せ型・匠の技をグローバル市場の競争力と付加価値へ直結させるリニア・モデルの人為的・強制的な手法、と位置づけられる。トータル・イノベーション・システムの最終ステージに位置取りされるのが標準化ビジネス・モデルであり、行政のマクロ政策と個別企業のビジネス・モデルがリンクするようになる。このとき初めて国際標準化が、我が国における需要の好循環を生み出すことに貢献するのではないか。

本稿では標準化と知財戦略の関係について言及しなかった。標準化は技術体系をオープン化することと等価である。したがって標準化は知財と表裏一体になって議論されなければならない。これについては別途取上げることにする。

また本稿が取上げなかった重要課題に、工場システムや自動車、ロボットなど、それ自身の内部に摺り合せ型のノウハウが詰まった巨大システムの標準化がある。工場システムの標準化として代表的な事例に 300mm シリコン・ウエハーとその搬送システムの標準化がある (富田、立本、2006)。当初標準化の目的は設備コスト削減であったが、結果的に巨大な半導体工場の内部システムまでオープン環境で標準化された。すなわち図 3.3 のモデルで言えば、工場の内部構造が左上のクローズド摺り合せ型のドメインから右下のオープン・モジュラー型のドメインへ転換されたのであり、かつては摺り合せノウハウが蓄積されていた工

## 製品アーキテクチャのダイナミズムを前提とした標準化ビジネス・モデルの提案

場内部までが垂直分裂（水平分業化）されてしまった。他の多くの事例と同じように競争ルールが全く変わってしまい、半導体工場に対する投資戦略と製造装置やデバイスの開発戦略に多大な影響を及ぼした<sup>39</sup>。また同じタイミングで SystemLSI の設計法が標準化され、世界の至る所でいわゆる IP モジュールの設計企業が雲霞のごとく排出して知財を主張しはじめた。標準化がもたらす 21 世紀の構造変化が我が国半導体産業企業の競争力にどのような影響を与えているのかについては、冷静に分析しなければならない。標準化を担った人々は標準化それ自身が大成功したというが、我が国半導体ビジネスの現状は周知の通りである。

本稿で繰り返したように、標準化はオープン化と同義語であって量産システムが Full-Turn-Key-Solution として提供される経営環境が瞬時にできあがる。このような経営環境では技術力というよりも産業政策として作り上げる比較優位の制度設計が、グローバル市場の競争力を全て左右する。しかしながら我が国で半導体の標準化を繰り返し主張した 1990 年代からごく最近までの技術世論には、比較優位の制度設計に言及した視点を探ることができなかった<sup>40</sup>。また標準化がもたらす産業構造の変化と組織能力との巨大な乖離へ言及した発言も無かったのではないか。ましてや、なぜインテルが 300mm シリコン・ウエハの標準化に最も熱心だったのか、その背後でどのような長期ビジネス・モデルを設計していたか、などに言及した発言は全く無い。この意味で当時の標準化・オープン化論は高度 10,000m から述べる経済学としての意見だったのではないか。

筆者はここで標準化すべきでなかったと主張しているのではない。標準化によって半導体産業全体の技術革新が加速し、世界経済の持続的な成長に大きく貢献しているのは紛れもない事実である。我が国企業に求められているのは、標準化が創り出す経営環境の変化や競争ルールの激変を先取りするビジネス・モデルの構築であり、したがって標準化は事業戦略と一体になって進められなければならない。これまで事業戦略と無関係な標準化、あるいは無関係な人が前面に出る標準化があまりにも多かったのではないか。

自動車についてもヨーロッパ企業が中心の標準化団体 Autosar があり、また我が国にも Jaspas と称する標準化団体がある。現時点では、年々膨大になる開発コスト（特にソフトウェアとその関連エレクトロニクス）の削減が目的とされ、物理的なメカトロニクス系ではなくこれらをつなぐネットワークとその論理構造などが標準化の対象になっている。しかし将

<sup>39</sup> 1980 年代までの半導体産業ではどのように作るか (How to Make) に付加価値が集中していた。1990 年代には付加価値領域がシフトして何をつくるか (What to Make) へ集中したが、オープン環境が加速する 21 世紀には、誰とどのように組むか (With Whom & How to Collaborate) のビジネス・モデルに付加価値が集中し、グローバル市場の競争ルールが一変した。

<sup>40</sup> 例えば西村吉雄(1995, 2004)。

来これらの論理構造がアクチュエータやセンサーを介してメカトロニクス系の物理レイヤーをコントロール下に置くようになったとき、グローバル市場の競争ルールと産業構造がどのように変わり、また我が国企業の競争力にどのような影響を与えるであろうか。またロボットもネットワークや膨大なソフトウェア群によってメカトロニクス系を制御する巨大システムであるが、これらのソフトウェア群をつなぐミドルウェアやロボット同士をリンクさせる外部ネットワーク、さらには内部に張り巡らされた内部ネットワークなどのプロトコルがオープン環境で標準化されたとき、その普及速度は間違いなく加速するであろう。しかしこのような標準化によって競争ルールや産業構造がどのように変わり、また我が国企業の競争力にどのような影響を与えるであろうか。本稿はこれらについて全く取上げていない。本稿の標準化ビジネス・モデルを拡張する形で、今後分析してみたい。

更に本稿が取上げなかった重要課題に Web サービスとその上位の業務レイヤーに関する標準化がある。これはデジタル・ネットワークの世界で最も進化した最先端の標準化テーマである。業務レイヤーでは、例えば流通業界や金融業界などで具体化される固有のサービス（例えば伝票・手続きなど）が標準化され、また Web サービスのレイヤーでは業務レイヤーを支えるプラットフォームが幾つものレイヤー構造からなる標準化によって構成されるので、異なるプラットフォーム間での相互接続が可能になる。業務レイヤーには流通や金融以外に製造、医療、マスコミ、教育、など、多種多様な業務が想定されて標準化作業が行われている。プラットフォーム側のレイヤーでは、システム/リソース管理、トランザクション、メッセージ/イベント、セキュリティー・サービス、ベーシック・プロトコルなど、多種多様なフォーマット・プロトコルの標準化が進んでいる。このような Web サービス関連の巨大ネットワーク・システムの標準化で、我が国が関与しているのは XML とその周辺技術に限られ、しかも企業としてではなく非常に少ない専門家が個人の資格で関与しているにすぎない。アメリカ企業から 3,000~5,000 人も参加して議論するこれら一連の標準化が完成すれば、人類社会を構成するネットワークのあらゆるレイヤーで技術イノベーションが独立に起き、ここからユビキタス環境が世界共通インフラとなって現れるであろう。このとき我が国の国際競争力がどのように変貌するであろうか。 残念ながらこの分野の分析も全く手がつけられていない。

## 謝辞

本稿は謹んで辻義信氏に捧げられる。辻義信氏は経済産業省の初代標準化課長として我が国の標準化政策に偉大なる足跡を残されたが、2008年2月27日に彼岸へ旅立ってしまった



## 製品アーキテクチャのダイナミズムを前提とした標準化ビジネス・モデルの提案

れた。筆者が本稿を書くに至ったのは辻義信氏の励ましとご支援があったおかげであり、辻義信氏が旅立たれる数時間前に本稿を完成させることはできたものの、お読み頂き、そしてご助言頂く機会が永遠に失われた。遅筆が悔やまれてならない。筆者に本稿を書く機会を与えて下さり、そして励まして下さった辻義信氏に、最も深い感謝をこめて本稿を捧げる。

なお、本稿は、平成19年度NEDO技術開発機構委託調査事業「研究開発成果の国際標準化により形成されるプラットフォームのビジネスに及ぼす効果についての調査」の中で、著者が担当した調査に基づいている。

### 参考文献

- 青島矢一(1998)「異業種からのイノベーション：カシオのデジタルカメラ(QV-10)開発」  
伊丹敬之, 加護野忠男, 宮本又郎, 米倉誠一郎編著『日本企業の経営行動 3 イノベーションと技術蓄積』14章, 有斐閣.
- 青島矢一 (2003)「産業レポート6：デジタルスチルカメラ」『一橋ビジネスレビュー』  
(2003, Summer), 116-121.
- 今井健一、川上桃子(2006), 『東アジアのIT機器産業』、アジア経済研究所刊、の序章
- 小川絢一(2006a), 『光ディスク産業の興隆と発展』, 赤門マネジメント・レビュー,  
第5巻3号, pp. 97-170、2006年1月
- 小川絢一 (2006b) 「DVDに見る日本企業の標準化事業戦略」, 経済産業省標準化経済性研究会 (編)『国際競争とグローバル・スタンダード』, 第1章, 日本規格協会
- 小川絢一(2006c), 『製品アーキテクチャ論から見たDVDの標準化・事業戦略—日本企業の新たな勝ちパターン構築も求めて—』、東京大学ものづくり経営研究センター,  
ディスカッション・ペーパー, MMRC-J-64, 2006年1月  
[http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC64\\_2006.pdf](http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC64_2006.pdf)
- 小川絢一(2007a), 『我が国エレクトロニクス産業に見るプラットフォームの形成メカニズム』, 東京大学ものづくり経営研究センター, ディスカッション・ペーパー,  
MMRC-J-146, 2007年3月,  
[http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC146\\_2007.pdf](http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC146_2007.pdf)
- 小川絢一(2007b), 『製品アーキテクチャのダイナミズムを前提にした日本型イノベーション・システムの再構築』東京大学ものづくり経営研究センター, ディスカッション・ペーパー, MMRC-J-184, 2007年11月、

[http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC184\\_2007.pdf](http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC184_2007.pdf)

- 小川絢一(2008) 『我が国エレクトロニクス産業に見るモジュラー化の進化メカニズム』  
「赤門マネジメント・レビュー」7巻2号, <http://www.gbrj.jp/journal/amr/index.html>
- ガワー&クスマノ (2005), 『プラットフォーム・リーダーシップ』、有斐閣  
経済産業省 経済産業政策局『2002』, 『イノベーションと需要の好循環』、冒頭の“発刊に  
当たって”に吉川洋氏の文章、財団法人 経済産業調査会 刊
- 高梨千賀子 (2007), 「PC 汎用インタフェースにおける標準化競争 ～IEEE1394 と US B の  
事例～」, 一橋大学 大学院 商学研究科 博士論文, 2007年3月
- 富田純一、立本博文『2006』, 『半導体産業における標準化戦略』、研究・技術計画学会  
第21回年次大会予稿、2006年10月、
- 富田純一、岡本博公(2007), 『鉄鋼産業における戦略的標準化』、  
東京大学ものづくり経営研究センター, ディスカッション・ペーパー, MMRC-J-177  
2007年10月 [http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC177\\_2007.pdf](http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC177_2007.pdf)
- 新宅純二郎、加藤寛之、善本哲夫(2004), 『中国モジュラー型産業における日本企業の戦略』、  
東京大学ものづくり経営研究センター, ディスカッション・ペーパー, MMRC-J-2  
[http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC2\\_2004.pdf](http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC2_2004.pdf)
- 新宅純二郎(2006a), 『日本製造業における構造変革』、  
東京大学ものづくり経営研究センター, ディスカッション・ペーパー, MMRC-J-83,  
[http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC83\\_2006.pdf](http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC83_2006.pdf)
- 新宅純二郎(2006b), 『東アジアにおける製造業ネットワークの形成と日本企業のポジショニ  
ング』東京大学ものづくり経営研究センター, ディスカッション・ペーパー,  
MMRC-J-92, [http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC92\\_2006.pdf](http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC92_2006.pdf)
- 新宅純二郎、善本哲夫、立本博文、許経明、蘇世庭(2007), 『中国液晶テレビのアーキテク  
チャと中国企業の実態』、  
東京大学ものづくり経営研究センター, ディスカッション・ペーパー, MMRC-J-164  
[http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC164\\_2007.pdf](http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC164_2007.pdf)
- 立本博文(2007a), 「PCのバスアーキテクチャの変遷と競争優位—なぜ互換機メーカーはIBM  
プラットフォームを乗り越えられたか?—IBMがPFリーダーシップを失う、あで—」,  
東京大学ものづくり経営研究センター, ディスカッション・ペーパー, 2007-MMRC-163  
[http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC163\\_2007.pdf](http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC163_2007.pdf)
- 立本博文(2007b), 「PCのバスアーキテクチャの変遷と競争優位—なぜIntelはプラットフ  
ォームリーダーシップを獲得できたか」,

## 製品アーキテクチャのダイナミズムを前提とした標準化ビジネス・モデルの提案

東京大学ものづくり経営研究センター, ディスカッション・ペーパー, 2007-MMRC-171

[http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC171\\_2007.pdf](http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC171_2007.pdf)

立本博文(2008a), 『GSM携帯電話① 標準化プロセスと産業競争力—欧州はどのように通信産業の競争力を伸ばしたのか—』

東京大学ものづくり経営研究センター, ディスカッション・ペーパー, 2008-MMRC-191

[http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC191\\_2008.pdf](http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC191_2008.pdf)

立本博文(2008b), 『GSM携帯電話② 特許問題—欧州はどのように通信産業の競争力を伸ばしたのか—』

東京大学ものづくり経営研究センター, ディスカッション・ペーパー, 2008-MMRC-197

[http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC197\\_2008.pdf](http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC197_2008.pdf)

立本博文、許経明(2008), 『GSM携帯電話の標準成立過程と欧州企業の競争力構築のメカニズムについて』赤門マネジメント・レビュー」7巻1号

<http://www.gbrj.jp/journal/amr/index.html>

柘植綾夫(2006), 『イノベーター日本—国創りに結実する科学技術戦略—』、オーム社

西村吉雄(1995), 「半導体産業のゆくえ」、丸善ライブラリー

西村吉雄(2004), 「情報産業論」、日本放送協会

藤本隆宏(2004), 「日本のものづくり哲学」、日本経済新聞社

藤本隆宏(2005), 「アーキテクチャ発想で中国製造業を考える」、

『中国製造業のアーキテクチャ分析』、藤本隆宏・新宅純二郎著の第一章、

RIETI 政策分析シリーズ, 東洋経済新報社

丸川知雄(2006), 『現代中国の産業』、中公新書

善本哲夫(2007), 『家電メーカーは技術信仰から脱却できるか』、赤門マネジメント・レビュー, 第6巻3号,

善本哲夫(2007), 『華南地域のものづくり』、赤門マネジメント・レビュー, 第6巻5号,

善本哲夫(2007), 『ブラウン管テレビに見る部門別事業戦略とモジュラー化』

東京大学ものづくり経営研究センター, ディスカッション・ペーパー, MMRC-J-108

Kawakami, Momoko (2007) 『Competing for Complementarity: Growth of Taiwanese Notebook PC Manufacturers as ODM Suppliers』

[http://www.ide.go.jp/Japanese/Publish/Report/pdf/2006\\_04\\_30\\_04.pdf](http://www.ide.go.jp/Japanese/Publish/Report/pdf/2006_04_30_04.pdf)

Yukihito Sato and Momoko Kawakami eds(2007), 『Competition and Cooperation among Asian Enterprises in China, Chosakenkyu-Hokokusho, IDE-JETRO: 91-118.

[http://www.ide.go.jp/Japanese/Publish/Report/pdf/2006\\_04\\_30\\_04.pdf](http://www.ide.go.jp/Japanese/Publish/Report/pdf/2006_04_30_04.pdf)

Rosenbloom.R, & Spencer.R. 2006), 「Engine of Innovation」, 西村吉雄訳「中央研究所の時代の終焉」、  
日経 B P 社

J. Shintaku, K. Ogawa, T. Yoshimoto. (2006), 「Architecture-based approaches to international  
standardization and evolution of business models」, International Standardization  
as a Strategic tool, Contributed papers from the IEC Century Challenge 2006, pp. 18-35