

IAM Discussion Paper Series #001

プロダクト・イノベーションから
ビジネスモデル・イノベーションへ
—日本型イノベーション・システムの再構築に向けて（1）—

From product innovation to business model innovation
—Architecture-based Proposal for Japanese Innovation System（1）—

2008年12月

東京大学知的資産経営・総括寄付講座 小川紘一



Intellectual Asset-Based Management

東京大学 知的資産経営総括寄付講座

Intellectual Asset-Based Management Endorsed Chair
The University of Tokyo

※ IAMディスカッション・ペーパー・シリーズは、研究者間の議論を目的に、研究過程における未定稿を公開するものです。当講座もしくは執筆者による許可のない引用や転載、複製、頒布を禁止します。

<http://www.iam.dpc.u-tokyo.ac.jp/index.html>

プロダクト・イノベーションからビジネスモデル・イノベーションへ

ー日本型イノベーション・システムの再構築に向けて(1)ー

東京大学知的資産経営・総括寄付講座 小川絢一

要約

我が国は液晶や DVD の技術で世界の 90%にもおよぶ特許を持つ。そして液晶や DVD は、我が国が誇る代表的なイノベーション成果であると長く称えられてきた。しかしながら液晶パネルや DVD の実ビジネスをグローバル市場でリードしているのは韓国・台湾・中国の企業であり、我が国企業は早い時期から市場撤退への道を歩んだ。このような現象がエレクトロニクス産業のほぼ全域で観察され、研究開発投資が企業の営業利益に結びついていない。古典的・牧歌的なリニア・モデルはもとより、顧客とインタラクティブな協業を介する市場協創型の最新モデルさえ企業の国際競争力に寄与しなくなったのである。このような経営環境が我が国で顕在化したのが、1990 年代の後半であった。

本稿ではイノベーションの在り方を製品アーキテクチャのダイナミズムという視点から論じ、21 世紀の我が国が重視すべきは、企業が担うビジネス・モデル側のイノベーションであると主張している。そしてアメリカやヨーロッパ企業が完成させたオープン水平結合型のモデルやオープン垂直統合型のモデル以外に、我が国企業も NIES/BRICs 諸国の比較優位をオープン市場で巧みに取り込む、という新たなビジネスモデルが生まれていることを紹介する。これらはいずれもテクノロジーやプロダクト側のイノベーションをオープン環境で国際競争力へ転換させるための仕掛け作りであり、グローバル市場で先進工業国と NIES/BRICs との協業を介して構築される。またコモディティ化が進めば進むほど大量普及と高収益の同時実現を可能にしている。これらはトータル・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ており、知的財産やオープン標準化も、ビジネス・モデルという最終ステージに組み込むことによってはじめて有効に機能する。

目次

1. 本稿の基本メッセージとその背景
2. 製品アーキテクチャのダイナミズムが生み出すビジネスモデル・イノベーション
3. 我が国企業に生み出す 21 世紀型のビジネスモデル・イノベーション
4. 行政のマクロ・イノベーション政策と企業のビジネスモデル・イノベーション

キーワード

イノベーション、ビジネスモデル、リニア・モデル、製品アーキテクチャ、知的財産、オープン標準化、液晶、DVD、水平結合、垂直統合、三菱化学、

1. 本稿の基本メッセージとその背景

本稿の目的は、21世紀の我が国が担うイノベーションの在り方を、製品アーキテクチャのダイナミズムという視点から論じる点にあり、企業のビジネスモデルを取り込むトータル・イノベーション・システムの再構築が必要、と主張している。本稿の主張を実証するために、Turn-Key-Solution型の局所的なオープン水平結合モデル（第一のモデル）、相互依存性をオープン市場で徹底させるオープン垂直統合モデル（第二のモデル）、そしてNIES/BRICs諸国が生み出す比較優位の制度設計をオープン市場で巧みに取り込む第三のモデルを、代表的なビジネスモデル・イノベーションとして紹介する。これらはいずれもグローバル市場で先進工業国とNIES/BRICsとの協業を介して構築されており、コモディティ化が進めば進むほど大量普及と高収益の同時実現が可能になっている。この意味で本稿が定義するビジネスモデル・イノベーションとは、テクノロジーやプロダクト側のイノベーションをオープン環境で国際競争力へ転換させるための仕掛け作りであり、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。¹

イノベーションをビジネスモデルの視点で論じようとした動機は、我が国エレクトロニクス産業のほとんど全ての分野で研究開発投資が企業の営業利益に寄与していない、という事実気がついたためである（小川、2008a）。また液晶パネルやDVDで我が国企業が世界の90%におよぶ特許を持つにもかかわらず、グローバル市場で実ビジネスをリードしているのが韓国・台湾・中国の企業であって日本企業ではない、という事実が明らかになったためであった。我が国が誇るプロダクト・イノベーションとして液晶やDVDを本稿の視点から見ると、実はリニア・モデル崩壊の代表的な事例だったのである。

企業の収益や国際競争力に貢献するプロダクト・イノベーションは、研究開発投資や科学技術の蓄積といったサプライ・サイド側の要因に左右される、と1980年代まで言われ続けた。いわゆる古典的なリニア・モデル信仰であり、1945年10月に提出されたブッシュ・レポートから現在の我が国の科学技術白書に至るまで、その基本思想が連綿と引き継がれている。また単純なリニア・モデルではなく、潜在的市場や顧客ニーズを正しく把握しながら技術・製品の開発するフィード・バック型のモデルも提案されてきた。² その後、無線、電話、コンピュータ、自動車、家電など、過去100年間に生まれた製品について実証研究が行われ、サプライ・サイドではなくむしろ有効需要の創出が重要である、と経済学者が主張するようになったのは1990年代になってからである。しかしこれらはいずれも、潜在的ニーズを引き出し、グローバル市場に新たな需要を切り開く商品を開発でき

¹本稿では、我が国の比較優位としての組織能力/得意技を最大限に生かすための仕組みを、日本型イノベーション・システムと定義する。地上10,000メートルから語るマクロ政策のイノベーション論（全体最適の追求）と市場の前線に陣取る経営者が地上1.5メートルの目線で語るビジネスモデル（個別最適の追求）とが、トータル・イノベーション・システムの中で峻別されており、人為的・強制的にリニア・モデルを成立させる仕組み作りをビジネスモデルとして再定義しようとしている。我々は多くの企業人や政策立案者とこの方向を共有し、我が国企業の組織能力をグローバルなオープン経営環境でどのように適合させるかの処方箋を書きたいと思う。

² 例えば、後藤(2000), p. 27-29。

れば必ず企業収益に貢献する、という期待が暗黙の内に仮定された主張でもあった。したがってプロダクト・イノベーションを論じる視点は、まず顧客や市場を良く観察しながら新規の市場を発見し、顧客とのインタラクティブな協業を介して大量普及する商品を開発するという、市場協創に重点が置かれた。

例えば我が国でも、**沼上(1999)**や**相山(2005)**がイノベーションの構想ドリブン・モデルとその拡張で優れた貢献をしたが、その視点は基礎研究や技術研究の成果を市場で大量普及する商品へ効率良く繋げるための組織論・マネジメント論であり、また確かな事業構想が研究部門の技術成果に大きな影響を与えるという事実の確認でもあった。しかしながらこれらはいずれも、プロダクト側のイノベーションがあつて大量普及すれば必ず企業収益に貢献するはずと言う暗黙の期待が仮定されている。したがって、我が国の液晶パネルやDVDがグローバル市場で全く勝てないという現在の我が国企業の姿を、あるいは本稿が定義するリニア・モデル崩壊の背景を、従来のモデルで説明するのは困難である。

以下に我が国のエレクトロニクス産業について、イノベーション成果の現状を実ビジネスの視点から分析してみたい。我が国が生み出した代表的なイノベーション成果として液晶パネルや太陽光発電セル・モジュール、あるいはDVDなどが常に挙げられる。例えば液晶を例にとると、2005年の4月25日までにアメリカで発行された知的所有権(25,057件)の87.5%を日本企業が占めており、韓国の11.1%や台湾の1.4%を遥かに凌ぐ。また日本で発行された特許の98.5%が日本企業の特許であった。そして確かに1990年代の後半までは、我が国企業が液晶パネルやテレビなどの表示装置で80%を超えるシェアを持っていた。この意味で我が国は、テクノロジーやプロダクト側のイノベーションで圧倒的な成果を上げたのは間違いない事実である。しかしながら表示装置として大量普及が始まる1997~1998年ころから我が国企業の液晶パネルのシェアが急落し、現在では大型テレビ用パネルでわずか10%強のシェアを持つに過ぎない。

太陽光発電のセルも全く同じような傾向が見られる。2000年から2004年にかけて我が国企業のシェアは世界の50%に達したが、大量普及の兆しが見えた2005年から急落しはじめた。2003年ころに株式上場したドイツのQ-Cells社(1999年創業)が2007年にシャープを追い抜き、太陽電池セルに関して世界トップのシェアを持つ。また同じ2003年頃に興隆した中国Suntek社(2001年創業)も2007年に京セラを追い抜き、世界第3位のシェアを持つまでになった。その他、欧米企業だけでなく、台湾/中国、シンガポール、インドなどの企業群が世界ナンバー・ワンを目指して巨額の投資をしはじめた。2007年に見る我が国企業のセルのシェアが約23%まで落ちてなお下落し続けている。

我が国企業が基本技術・製品開発・市場開拓、そして国際標準の全てを主導したDVDでも、類似の事例が観察される。我が国企業は必須特許の90%以上を国際規格に刷り込んだ(小川、2006a,2006b)。しかしながら、やはり大量普及が始まって数年後から液晶パネルや太陽光発電セルと全く同じカーブを描いてグローバル市場のシェアを落す。

これらを図 1 にまとめて示すが、大量普及するという段階になると我が国企業が瞬時に劣勢に立つ姿は、最近のカーナビでも変わっていなかったのである。³ 従って我が国企業は、国内市場に特化して機能・性能・品質を競い合うビジネスをせざるを得なくなり、ガラパゴス化と揶揄されるようになった（宮崎、2008）。その説明として国内市場がそれなりに大きいことを挙げる人が多い。しかしながらここで挙げた製品は、いずれも果敢にビジネス展開したもののグローバル市場で競争力を失う。⁴ 我々はこの事実に注目しなければならない。

例えばデジカメでは、我が国企業が世界のブランド・シェアの 80%を、また製造シェアも 60%を持ち、グローバル市場で圧倒的な競争力を持つ（小川、2008e）。また乗用車、産業機械、機能化学、プロセス型電子部品なども、グローバル市場で非常に強い競争力を持っており、ガラパゴス現象が起きていない。ガラパゴス化とは直感に訴える分かり易い説明ではあるが、表面に現れた一つの現象に過ぎない。本質は製品アーキテクチャの大転換をもたらす競争ルールの激変とこれに対応すべき組織能力との関係にあると考えられる（小川、2008a,2008b）。この視点があって初めて、本稿で取り上げるビジネスモデルの重要性がクローズアップされる。したがってこれは特定産業の問題では無く、製品のアーキテクチャ特性と組織能力との関係という、我が国の全体に潜む構造的な問題として捉えるべきではないか。

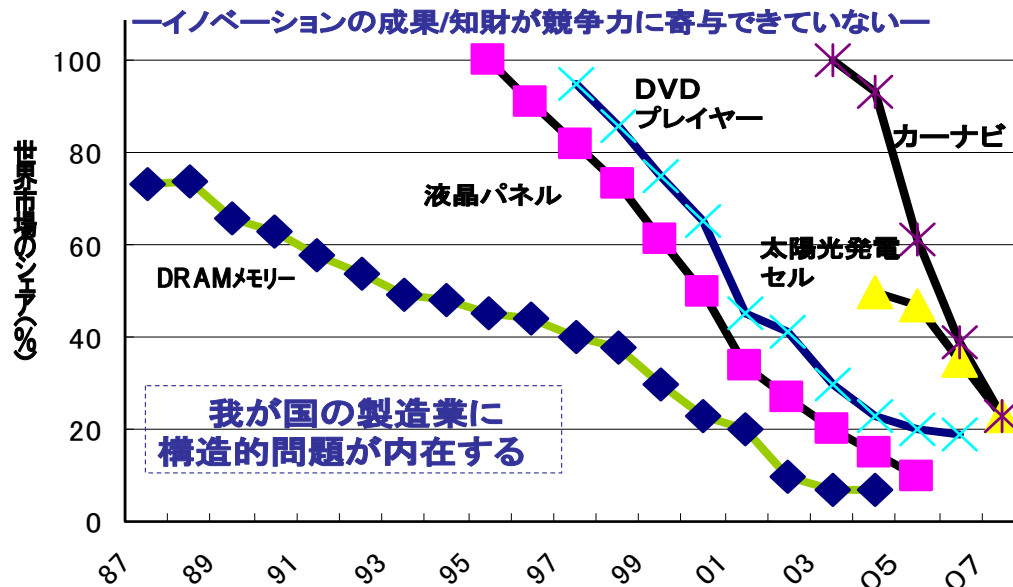
図 1 に示す事例以外でも、例えば垂直磁化記録も我が国が生み出した代表的なテクノロジー・イノベーションとして取り上げられるが、これを使って圧倒的な競争力を維持拡大しているのはいずれも海外の企業である。我が国のハード・ディスク・ドライブ・メーカーは現在でも赤字かあるいは極めて低い利益に苦しめられ続け、技術力を高めてもなぜ利益を上げられないのか、という悲痛な叫びさえ研究開発現場から聞こえる。この現実を我々はどのように捉えればよいのだろうか。これらの事例は古典的なイノベーション論はもと

³ 図 1 に示すデータの出展は以下である；①DRAM:科学技術白書、平成 20 年版、第一部 2 章 2 節 ②液晶パネル:新宅(2008), p. 56 の図 1, ③DVD プレイヤー:小川(2008a), p. 113 の図 15, ④太陽光発電パネル:アメリカ PV ニュースの調査(日経新聞 2008. 10. 28 に転載)、⑤宮崎(2008), p. 253 の図 68 を小川が加工。

⁴ガラパゴス現象を語るとき我が国独自仕様の携帯電話を挙げる人も多いが、アナログ技術で構成される擦り合わせ型携帯電話のケースで、例えこれがヨーロッパ企業によって標準化されたものであっても、パナソニックなどの我が国企業が圧倒的なシェアを持っていた。しかし 1980 年代から 1990 年代初期のアナログ技術時代にヨーロッパ市場を席卷したパナソニックも、製品アーキテクチャの大転換が同時におきたデジタル携帯電話市場(ヨーロッパ方式 GSM)では瞬時に市場撤退への道を歩んだ。デジタル・テクノロジーがもたらす製品アーキテクチャの大転換に組織能力が対応できなかったのである。更に言えば、伝統的なヨーロッパ企業もパナソニックと同じ運命をたどった。我々はこの事実に我々は注目しなければならない。もし従来の組織能力のままで 21 世紀の我が国が次世代ネットワーク(NGN)の採用を外国企業へ働きかけても、1990 年代と同じ繰り返しが待っているだけである。現状の組織能力のままなら再び日本市場への回帰を強いられ、ガラパゴス現象がはじまるであろう。製品アーキテクチャの特性と組織能力との関係でガラパゴス現象を捉えることなくして、企業の幹部は現状脱皮の一步を踏み出すことができない。

より、最新の市場協創型イノベーション・モデルさえ我が国企業に当てはまらなくなっていることを意味する。

図1 グローバル市場で大量普及が始まると、我が国は例外無く市場撤退への道を歩む



1

そこで本稿では、従来のテクノロジーやプロダクト側のイノベーションだけではなく、これをグローバル市場の競争力に転換させる仕組みとしてのビジネスモデル・イノベーションという視点を新たに導入する。ここで定義されるビジネスモデル・イノベーションは、従来のイノベーション論を踏まえながら、これを企業収益やグローバル市場の競争力へリンクさせる仕掛け作り、すなわちトータル・イノベーション・システムの最終段階に位置取りされてリニア・モデルを人為的・強制的に成立させる仕掛け作りである。⁵

図1に示す我が国エレクトロニクス産業の現状を見るにつけ、本稿定義するビジネス・モデル側のイノベーションがトータル・イノベーション・システムの中で極めて重要な役割を担うことも、容易に理解されるであろう。⁶

⁵ 詳細は本稿の第4章で論じる。

⁶ 本稿ではトータル・イノベーション・システムを、サイエンス・イノベーション、テクノロジー・イノベーション、プロダクト・イノベーション、およびビジネスモデル・イノベーションに分けて論じる(4章の図9参照)。これ以外に、トヨタ方式に代表されるような製造技術や製造工程のプロセス・イノベーションもあり、これが我が国企業の競争力に直結しているのは紛れも無い事実であるが、本稿では触れない。アメリカのベル研究所から生まれたトランジスタの発明に対する固体物理学の貢献、あるいはゼロックスのパルアルト研究所から生まれた多種多様なITC関連発明に対する情報理論の貢献にもここで触れない。前者はプロセス型を代表し、後者はデジタル・ネットワーク型を代表する歴史的な発明である。また鉄鋼などの金属材料産業やプロセス型部品産業で我が国が持つ国際競争力へ、本多光太郎(東北大学金属材料研究所)による膨大な金属状態図の作成(匠の技の可視化と技術のモジュール化)が与えた影響など、今後のイノベーション論が取り組むべき多様な視点も多く残されているが、詳細は別稿に譲りたい。

2. 製品アーキテクチャのダイナミズムが生み出すビジネス・モデル・イノベーション

製品設計の深部にデジタル技術が介在すると完成品のアーキテクチャが瞬時にモジュラー型へ転換することはすでに明らかになった（小川、2008a）。しかしながら完成品を構成する基幹部品や材料は依然として擦り合わせブラック・ボックス型のアーキテクチャを維持することも、同時に明らかになっている。ここで注目すべき第一の点は、オープン環境でモジュラー型へ転換された製品の技術拡散が従来の10倍、場合によっては数十倍の速さで起きるという事実であり、第二の点は擦り合わせブラック・ボックス型のアーキテクチャを持つ基幹部品や材料の技術拡散スピードが従来と変わらないという点である（小川、2008b、2008c）。

この2つの内、拡散の速いモジュラー型の完成品が大量普及の役割を担う。一方、拡散し難い擦り合わせブラック・ボックス型の構造が利益の源泉や市場支配力を支える。そしてモジュラー型と摺り合せ型という2つの製品アーキテクチャがオープン環境でスペクトル分散して共存するグローバル市場で、オープン化とブラック・ボックス化および極端に異なる技術拡散スピードを組み合わせれば、多種多様なビジネスモデルを作り出すことができる。付加価値の詰まった擦り合わせ型部品を拡散スピードの速いモジュラー型の完成品へ組み込むモデルが、その代表的な事例となる。

一方、このような経営環境は必然的にオープンなグローバル市場に巨大な国際分業を作り出した。そして先進工業国とNIES/BRICs諸国の協業がいたるところで生まれ、ここから伝統的なフルセット垂直統合型の組織の経済合理性が徐々に失われる。オープン環境の国際分業はまずアメリカのパソコン産業で顕在化した。その後21世紀の現在ではデジタル技術が設計の深部に介在しない製品や産業領域へもオープン国際分業が急速に拡大している。図1の背景にはこのような経営環境の到来があったのである。以下に具体的な事例で説明したい。

2.1 オープン環境で構築されるビジネス・モデルとその市場支配メカニズム

本稿が定義するビジネス・モデル・イノベーションとは、製品アーキテクチャがモジュラー型になってコモディティー化する経営環境で、大量普及と高収益を同時実現させる仕組み造りである。その基本モデルを2つ挙げるとすれば、第一に付加価値が集中カプセルされたTurn-Key-Solution型のプラットフォームをオープン環境に構築する局所的なオープン水平結合モデルであり、⁷ 第二にオープン環境で技術モジュール間の相互依存性を徹底させるオープン垂直統合モデルであった。⁸ 前者はオープン・インタフェースを介して

⁷例えば小川(2008b)の2章や3.1節、および4章のプラットフォーム構築がこれに当たる。

⁸例えば小川(2008c)の3章や3.2.2節がこれに当たる。

コモディティ市場を支配するメカニズムを内部に秘めており、後者はオープン・プロトコルを介してコモディティ市場を支配するメカニズムに素の本質が宿る。

第一のモデルは、いずれもキャッチアップ型企業・工業国をパートナーにする、という全く新しいビジネスモデルである。その代表的な事例を挙げるとすれば、1995~1996年にインテル社が台湾企業をパートナーにして完成させたパソコン産業のプラットフォームであり、あるいはアメリカのクアルコム社やテキサスインスツルメンツ社がそれぞれ2001~2002年と2005~2006年にBRICs諸国企業をパートナーにしながら完成させた携帯電話産業のプラットフォームである。さらには、2006~2007年に台湾のメディア・テック社が中国市場の新興企業群をパートナーにして完成させた携帯電話産業のプラットフォームである。我が国の事例でいえば、1990~1992年にソニーがCDプレイヤーで、またその10年後の2001~2002年に三洋電機がDVDプレイヤーで、共に中国企業をパートナーにして構築したプラットフォームを挙げることができる。⁹ これらのビジネス・モデルは、いずれも擦り合せ型・匠の技のブラック・ボックス領域からオープン環境のモジュラー型アーキテクチャ（完成品側）をコントロールする、という仕掛け作りで一貫している。

第二のモデルの代表的な事例は、1990年代末にフィンランドのノキア社が完成させた携帯電話産業のオープン統合モデルであり、同じく1990年代末にアメリカのシスコ社が完成させたインターネット・ルータとスイッチに見るオープン環境の垂直統合モデルである。¹⁰ ノキアとシスコの事例は一見して典型的な水平分業型に見える。しかしながら、オープン環境でスペクトル分散する他のバリュー・チェーン全域とノキアが握る擦り合せブラック・ボックス領域とが、基幹ネットワーク・システムの中で非常に強い相互依存性を持つ技術体系で結ばれている。オープン・プロトコルの中に相互依存性を強化するメカニズムがビジネス・モデルに刷り込まれていたのである。この意味で従来のカローズド環境に見る伝統的な垂直統合モデルではないものの、21世紀のオープン環境で作る垂直統合モデルであると本稿で定義した。

更に言えば Appl の i-Pod や i-Phone に見るトータル・ビジネス・システムは、一般に言われるような水平分業型のモデルでは決して無く、紛れも無くオープン環境で構築される21世紀型の代表的なオープン垂直統合型モデルである。いずれも技術体系の一部しか持たない企業がオープン標準化を介して技術体系を個別モジュールに分解し、グローバル市場にオープンな分業構造を作る。次にこれらの技術モジュール群をデジタル・ネットワークのオープン・プロトコルを介して統合化する。この意味でデジタル技術の登場によって初めて可能になったビジネスモデルであった。

Apple の i-POD も、ノキアやシスコのケースと同じメカニズムで市場コントロールと利益の源泉が構築されていたことを思うと、オープン・グローバル市場で勝ちパターンを作るメカニズムは、時空を超えて常に同だと考えられる。

⁹例えば小川(2008b)の3章, 3.1節がこれに当たる。

¹⁰例えば小川(2008c)の3章, 3.3.2節参照のこと。

我々がここで特に留意したいのは、いずれのビジネスモデルもブラック・ボックス領域（利益の源泉）を維持拡大する仕組み、インタフェースやネットワーク・プロトコルを介してブラック・ボックス領域からオープン環境（大量普及領域）をコントロールする仕組み、さらにはオープン環境で相互依存性（市場支配力）を強化する仕組みが事業戦略の根幹を担っている点にある。またこれらの全てに共通するのは、オープン化、モジュラー化、コモディティー化が進めば進むほど強力な市場支配力と高い利益を獲得する仕掛け作りであり、摺り合わせ型の基幹部品・材料やブラック・ボックス型技術ノウハウが必ずプラットフォームの中核に位置取りされている。例えオープン環境であっても、利益の源泉や市場支配力の源泉は全て擦り合わせ型ブラック・ボックスであることに変わりが無かった。

1980年代から1990年代にアメリカで興隆した経営論が我が国へ紹介されたとき、市場活性化の産業政策として高度10,000メートルから語るオープン化やモジュール・クラスター化と、市場の前線に陣取る経営者が高度1.5メートルの目線で追求する利益の源泉構築や市場支配力とが、全く区別されずに我が国へ持ち込まれたのではないか。たとえば、常にオープン化を標榜するインタフェースやネットワーク・プロトコルが、実は付加価値の詰まった自社のブラック・ボックス領域からオープン環境を支配する仕掛けであったという実ビジネスの姿を、地上10,000メートルはもとより、例え地上100メートルの視点からでも理解するのは困難であった。全てをオープンにして存続できた企業は無い。欧米企業に見るオープン化とは、自社のブラック・ボックス型イノベーション (Propriety Innovation) の成果を瞬時にグローバル市場へ運ぶビジネス・モデルだったのである。

2.2 フルセット垂直統合モデルの経済合理性崩壊と我が国企業が直面する構造的な問題

これまで紹介したパソコンや携帯電話、ネットワーク型製品など、デジタル・テクノロジーが製品設計の深部に広く介在する産業では、オープン環境の国際分業がすでに1980年代から1990年代にかけて顕在化していた。しかしながら21世紀になると、たとえデジタル技術が介在しなくても、ネットワークの飛躍的な進歩によって誘発されるオープン化の経営思想がグローバル市場の至るところで国際分業型の産業構造が生まれるようになった。例えデジタル技術が介在していなくても、以前なら個別企業の内部に留まっていたはずの暗黙知としてのインタフェース（クローズド・サプライチェーンのインタフェース）が、グローバル市場で共有されるオープン・インタフェースへと転換されるようになったのである。ネットワークによる情報流通の飛躍的な進化がその背景にあるのはいうまでもない。

これまで擦り合わせ型のブラック・ボックス技術だから安泰といわれた乗用車であっても、地球温暖化防止を担う電気自動車では間違いなくオープン環境のサプライチェーンが出来上がるであろう。また典型的な擦り合わせ型製品と言わ続けてきたカラー・プリンターも、圧倒的な市場支配力を誇った既存企業が2006年頃からグローバル市場のシェアを

急落させてしまった。地球温暖化防止で重要な役割を担う固体照明システムでも、国際産業を象徴する巨大サプライチェーンがオープン環境で生み出されようとしており、我が国企業の組織能力をグローバル市場で機能させるのが困難になっている。

例えば図1に挙げた太陽光発電のケースを例に取ると、少なくとも2000年ころの時点では、インゴットをスライスして作られるシリコン基板の特性・品質やこれを支えるシリコン・インゴットの製造方法、およびスライス後の表面処理「例えば水素パッシベーション」プロセスそのものが、セルの発電効率に多大な影響を与えてきた。¹¹ この意味でインゴット/シリコン基板とセルは相互依存性が非常に強く、これらの技術を全て内部に抱える統合型企業が市場で競争力を持つことができた。しかしながらセルの大量生産が進むにつれて、インゴット/基板の品質や表面処理がセルの効率にどのような影響を与えるかのノウハウが、明確な管理基準としてデジタルな数字で表現されるようになる。

初期段階ではこの数字が特定企業に留まるが、取引がグローバル市場に広がるとセルを作るメーカー内にとどまっているはずの暗黙知としての管理基準が、インゴット/基板の専門メーカーにも明確な数字として蓄積されるようになるのである。この管理基準をインタフェースにして取引が始まれば、インゴット/基板とセルとの相互依存性が小さくなったことと同等の経営環境が生まれる。

すなわち互いに相手側の技術の細部を知らなくても、インゴット/基板の品質・性能などを表す仕様情報（インタフェース情報）を知るだけでセルを量産でき、またインゴット/基板側もセル側の細部技術を知らなくてもグローバル市場の需要に応えられるような量産に邁進することができるようになる。¹² このような現象はセルとモジュールとの間でも生まれ、更にその川下に位置取りされるモジュールとコントローラとの間にも生まれる。その結果インゴットからアプリケーションまでを1社で担うフルセット・垂直統合型のビジネス・モデルが、必然的にその経済合理性を失う。¹³

30年以上も前から太陽光発電の基本技術や商品化技術の開発を進めてきた我が国企業は、材料からシステムまでの全て技術を自らの手で開発しなければならなかった。

¹¹ 低コストのシリコン・インゴットを作る上で重要な鑄造法では単結晶インゴットを作ることができず、結晶粒界に電子がトラップされて発電効率が極端に下がる。そこで結晶をスライス後にその表面を水素雰囲気にして（水素パッシベーションによって）電気移動度を著しく向上させる処理が必要（これは京セラの発明）。

¹² 但し、常にセル/モジュールの発電効率を向上させようとするテクノロジー開発の現場では、やはり材料側とセル/モジュールとが一体になった擦り合わせ協業を容易にする統合型の組織が効果的である。この点が、デジタル・インタフェースを介して結合されるイノベーション現場と大きく異なる。

¹³ 本稿ではシリコン結晶を切り出す結晶型の太陽電池（セル）について述べた。今後大量普及する薄膜型の太陽電池では、原材料を製造設備に入れれば大型の太陽電池（モジュール）が自動的に商品として出て来るので、暗黙知情報が全て設備の中に分散カプセルされた設備主導型のビジネスへと大転換する。したがって太陽電池に関する深遠なる技術知識が全く無くても、簡単に市場参入をすることができる。このような経営環境の到来でビジネス・チャンスを掴んだのはが台湾やシンガポール、中国などのベンチャー企業群である。

どこからも調達できなかったからである。したがって必然的にフルセット型の垂直統合の組織が生まれた。そしてこの組織能力が現在でも当たり前のように続いている。しかしながらサプライチェーンのそれぞれのセグメントのインタフェース（仕様情報）がオープン化されると、全てのセグメントをカバーできない（あるいはカバーする必要の無い）後発のベンチャー企業がそれぞれのレイヤーに独立した専門メーカーとして参入できる。¹⁴ 設備投資が主導するセル・モジュールのビジネスで、彼らの我が国企業に対する最大の差別化要因が直接金融であり、付加価値がカプセルされた巨大設備へ直接金融で集めた巨額資金を集中投資できる点にある。そしてNIES/BRICs諸国が人為的に作る比較優位の制度設計である。¹⁵

長期にわたるイノベーション投資をしてこなかった新興のベンチャー企業でさえ巨大市場へ瞬時に参入できる経営環境が、このようなメカニズムで生まれる。例えばシリコン結晶型太陽光発電のケースを例にとると、もしこれらのベンチャー企業に技術蓄積が少なければ、まず流通するセルを組み立てるモジュールのビジネスから市場参入し、次の段階ではTurn-Key-Solution型の設備を導入して付加価値の高いセルのビジネスへ進出する。このような経営環境が太陽光発電の市場で顕在化したのが2003~2004年であった。バリュー・チェーンの一つ一つで相互依存性が非常に小さくなれば、産業立ち上げの初期に必須であったフルセット垂直統合型の組織の経済合理性が崩壊する。したがって市場撤退への道を歩まざるを得ない。

このような経営環境がはじめて大きな問題として顕在化したのが1980~1990年代のアメリカに見るコンピュータ産業だったのであり、我が国エレクトロニクス産業では1990年代の後半から顕在化した。デジタル家電がこれに当たる。しかしながら21世紀の現在では、デジタル技術が介在しない産業でさえ類似の経営環境が顕在化した。太陽光発電や固体照明でその代表的な事例になったのである。21世紀になって世界中が推進するオープン標準化は、間違いなくこの流れを加速させるであろう（小川、2008c）。

製品の開発プロセスとは、複雑に絡み合った技術の相互依存性を排除し、技術モジュール（部品や材料）の単純組み合わせだけで完成品（セット）を量産できるようにする一連の行為である。すなわち設計のプロセスそのものは極めて深い擦り合わせ作業の連続であるものの、そのゴールはモジュラー化であり、分業化である。部品の単純組み合わせ型へ転換できなければ工場で低コスト大量産ができない。

¹⁴ 我が国企業で多くの方がNIES/BRICs諸国企業が作る太陽光セルやモジュールの品質の悪さを指摘して、いずれ彼らは市場から消えるので日本は技術力・品質を磨けば勝てる、という主張する。確かにこれは、雲霞のように興隆する彼らの90%以上に当てはまるであろう。しかしここで生き残った10%以下の企業が伝統的な企業を次々に市場撤退へ追い込んできたのも事実である。我が国企業が考えなければならないのは、残った10%以下の企業群が繰り出すビジネスモデルへの対応である。

¹⁵ 比較優位の制度設計は立本(2008)が半導体デバイスで詳しく分析している。

分業化が経済的な合理性を持つことはアダム・スミス以来の公理である。本稿が扱う分業化とは、完成品を多数の技術モジュール（設計、部品・材料、製造、製造設備など）の連鎖、すなわちサプライチェーン、あるいはバリュー・チェーンに分解することを意味する。サプライチェーンが自社の内部にとどまり、あるいは例え他社から部品や材料を調達する場合でも、完成品としての商品を自社だけがコントロールできるサプライチェーンであって他のどのような企業もその製品市場へ参入できないなら、フルセット型の垂直統合モデルが理想的に機能する。

しかしながら全てのサプライチェーンを自社に閉じ込めながら1社で全てをカバーする経営の経済合理性が、1980年代から崩壊しはじめた。その背後に、まず製品設計の深部へのデジタル・テクノロジーの介在による製品アーキテクチャの大転換があり、そしてオープン分業化によって加速される暗黙知の型式知への大転換があったのである。そしてまた、暗黙知を Turn-Key- Solution 型製造システムの全領域へ分散カプセルさせる製造アーキテクチャの大転換があった。ここから技術の拡散が極端に異なる2種類のアーキテクチャがオープン環境にスペクトル分散し（小川、2007, 2008b, 2008c）、巨大サプライチェーンがグローバル市場の至るところに生まれた。そして恐らく100年ぶりに現れたこのような経営環境の歴史的な転換期に生まれる新しいビジネスモデルの興隆によって、伝統的なフルセット垂直統合型の組織が持つ経済合理性が崩壊への道を歩んだのである。図1に見る我が国企業の構造的問題がここにあることは、本稿から容易に推定できるであろう。

3. 我が国企業に生み出す 21 世紀型のビジネスモデル・イノベーション

産業構造がオープン環境で瞬時に国際分業化する産業領域は、21世紀になって急速に拡大している。オープン・イノベーション、オープン標準化、オープン・ロードマップなどのキーワードで語られる経営環境がこの流れを加速させた。このような経営環境で大量普及と高収益を同時に実現させるビジネスモデルが、Full-Turn-Key-Solution 型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“オープン水平結合モデル（第一のモデル）”であり、さらにはオープン環境のバリュー・チェーン全域と擦り合せブラック・ボックス領域との相互依存性を持たせる“オープン垂直統合モデル（第二のモデル）”であった。

これらはいずれも、垂直統合か水平分業かの二者択一ではなく、あるいはブラック・ボックス化かオープン化かという二者択一でもなく、付加価値が集中カプセルされるブラック・ボックス領域を維持拡大する仕掛け、そしてブラック・ボックス領域からオープン環境をコントロールする仕掛け、さらには技術モジュールの相互依存性をオープン環境で強化する仕掛けづくり、などで構成されていた。したがって、矛盾するようだが、総合的な技術体系を内部に持つフルセット型・統合型の企業の方が、少なくとも理論的には、これらのビジネス・モデル構築で最も有利な立場に立っているといてもよい。

この第3章では、フルセット型・統合型の代表的な企業である三菱化学が、グローバルなオープン・サプライチェーンの中で構築した独創的なビジネスモデルを紹介する。この

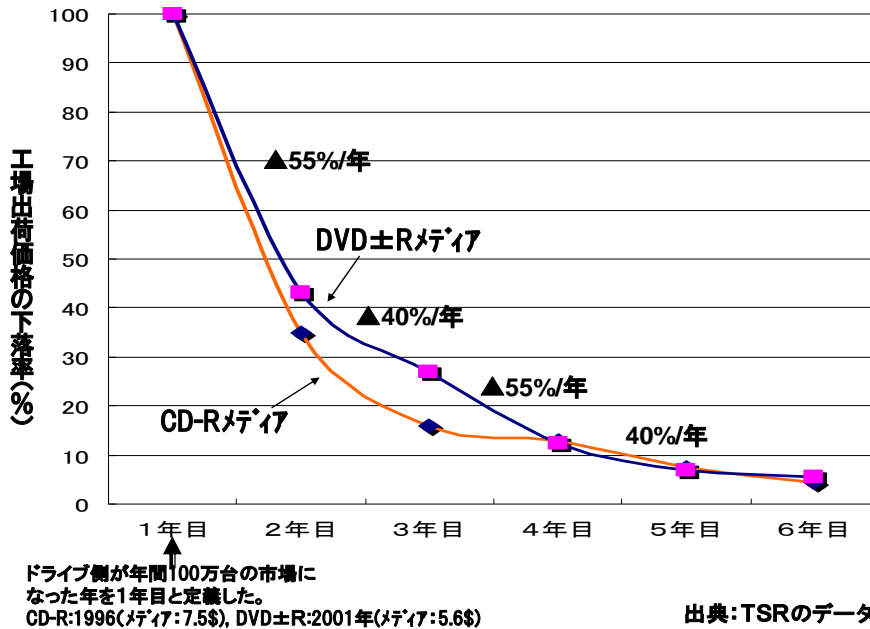
モデルもまた大量普及と高収益がコモディティ市場で同時に実現されており、垂直統合型の我が国企業にとって、その組織能力を生かしながら生み出すことのできるビジネスモデル・イノベーションである。我々は多くの企業人とこの方向性を共有し、**図 1** の状況に置かれた我が国企業の復活に向けた処方箋を書かなければならない。

3.1.我が国の記録型 DVD メディア産業

我が国企業は 1990 年代に DVD メディアの開発へ巨額の投資をした。基礎技術開発・製品開発・製造技術開発、さらには市場開拓や国際的な標準化活動など、技術と経営に係わる全てを主導しながら巨大市場を構築したのは我が国企業であった。しかしながら DVD ドライブだけでなく、完成品としての記録型 DVD メディアでも、製造から販売まで担う本格的な“ものづくり経営”で生き残った企業は 1 社に過ぎない。DVD の国際標準化や技術開発に貢献しなかった台湾やインド、あるいは中東のローカル資本ですら、最先端の超精密技術で構成された DVD メディアの製造ビジネスに参入し、世界市場へ輸出している（小川，2006a, 2006b）。1995 年ころに DVD の開発を担った多くの人の証言によれば、「記録型の DVD メディアなら CD-R メディアと違って高収益ビジネスになる。あんなに難しい技術を日本以外の国が作れるはずがない」、と信じて疑わなかった。しかしながら超精密プロセス技術で構成された記録型 DVD メディアですら、キャッチアップ型工業国の企業群が大挙して、しかも短期間に市場参入してみせた。そして**図 2** に示すように、記録型の超精密 DVD メディアも CD-R と同じように価格下落を繰り返す経営環境に引き込まれ、多くの我が国企業がやはり市場撤退の道歩んだ。

多くの人の証言によれば、CD-R メディアはもとより最先端の技術で構成される DVD メディアにおいても、我が国企業が封じ込めた知的財産が我が国企業の競争力維持にほとんど寄与しなかったという。詳細は別稿に譲るが、国際条約によって守られるべき知的財産に対するポリス・ファンクション (Police Function) が全く機能しなかったためである。ポリス・ファンクションを徹底させないオープン標準化によって瞬時に技術の拡散がおり、我が国企業はダブル・パンチを受けて市場撤退への道歩んだのである。

図2 記録型DVDメディアの異常な価格下落



このような経営環境に立ち向かい、コモディティ化が急速に進む経営環境で生み出された独創的なビジネスモデルが、三菱化学によって構築された Full-Turn-Key-Solution 型の量産プラットフォームである。これまで述べた DVD プレイヤーの事例では、パソコンや携帯電話と同じように、付加価値が集中するトラバース・ユニットとこれを動かす LSI チップ（ファームウェア）の一体提供（水平結合）、すなわち Turn-Key-Solution 型のプラットフォーム構築が市場支配力を強化し、利益の源泉を構築する上できわめて効果的であった（小川、2008b）。典型的なプロセス型の設備産業である記録型 DVD メディア業界でもプラットフォームの構築が勝ちパターンに直結するのだろうか。直結するなら、どのようなメカニズムでどのようなプラットフォームが構築されていくのだろうか。

3.2. Full-Turn-Key-Solution 型プラットフォームの構築と台湾企業の市場参入

記録型 DVD メディアに関する量産設備の内部構造を図 3 で模式的に示す。記録型メディアの量産システムが DVD プレイヤーの組立と大きく異なるのは、多種多様な擦り合わせ工程の組み合わせによってトータル量産システムが成り立っている点にある。DVD プレイヤーの場合は製品開発のプロセスで蓄積された擦り合わせノウハウが全て LSI チップのファームウェアに集中カプセルされるので、LSI チップなどの基幹部品が流通すれば、部品の単純組み合わせで完成品としての DVD プレイヤーを量産することができる（小川、2008a）。一方 DVD メディアの場合は、製造技術の開発プロセスで蓄積される擦り合わせノウハウが一つ一つの工程に分散カプセルされており、しかもそれぞれの工程は他の工程と強い相互

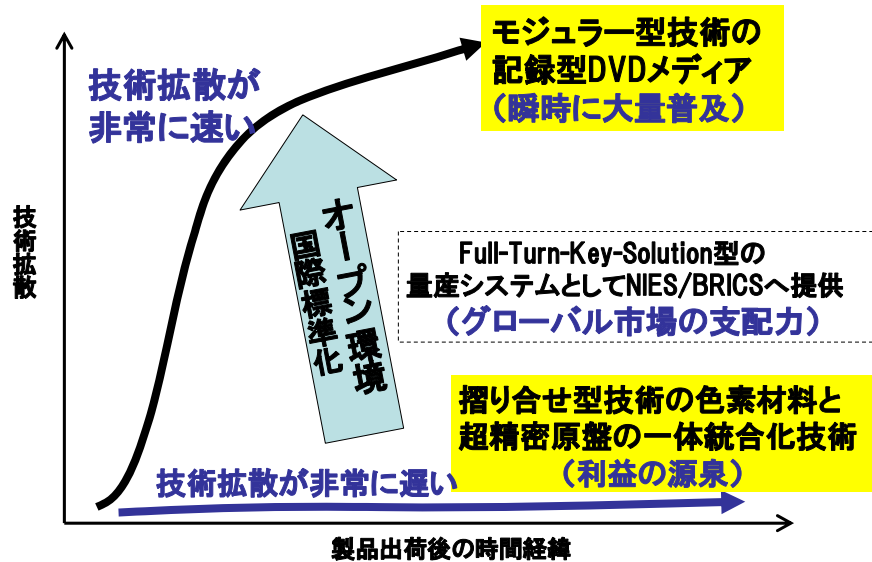
ーバル市場で勝つことができないのだろうか。この原因を解明する前に、DVDメディアが量産展開されるまでの様子を見てみたい。DVDのような飛躍的な技術で構成される場合は、当然のことながら量産システムのそれぞれの工程はノウハウの固まりであって極めて高い技術力を持つ企業だけしか開発することができない。しかしながら、例え最初は相互依存性の強かった製造工程であっても、歩留まり良く量産できる段階になると、決められた公差さえ守れば他の工程のことを全く考える必要がなくなる。

量産システムは、独立した工程の組み合わせ型へと転換されているのであり、プロセス型製品の開発とは、擦り合せ作業を通じて量産システムを組み合わせ型へ転換させる作業である、と位置付けされる。記録型 DVD メディアの量産システムでも、ひとつひとつの工程の操作に必要な個別の擦り合わせノウハウが公差として表現され、これが管理パラメータとなるからである。たとえ数百におよぶ複雑な工程からなる製造システムであっても、ひとつひとつの工程内のノウハウが集中カプセルされた管理パラメータとしての公差を守ることによって、モジュール化された工程の単純組み合わせへと転換させることができる。この意味でプロセス型製品の開発とは、製造システムそれ自身を巨大な Full-Turn-Key-Solution 型の量産プラットフォームに転換させる行為であると言い換えてもよい。

これは記録型 DVD メディアだけでなく、半導体デバイスの製造システムや液晶パネル製造システムでもその基本思想は同じであり、Full-Turn-Key-Solution 型の巨大モジュールがプラットフォームとして登場することによって、オープン環境に擦り合わせ型の技術とモジュラー型の技術が共存する産業構造が生み出される。その様子を図 4 に模式的に示すが、記録型 DVD メディアに見る三菱化学の AZO 色素と超精密原盤（スタンパー）が一体統合化された技術は、擦り合わせ型ブラック・ボックス技術であり利益の源泉となる技術体系である。

しかしながら擦り合わせ型であるが故にそれ単体でグローバル市場へ拡散することができず、技術移転スピードが非常に速い Full-Turn-Key-Solution 型の巨大モジュール（量産システム）に刷り込むという手法で大量普及させざるを得ない。量産プロセスのそれぞれの工程で公差が拡大し、その上でさらに量産システムが一括した技術体系として我が国から台湾へ技術移転されたなら、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。

図4 記録型DVDメディア産業に見るアーキテクチャのスペクトル分散と技術拡散スピード



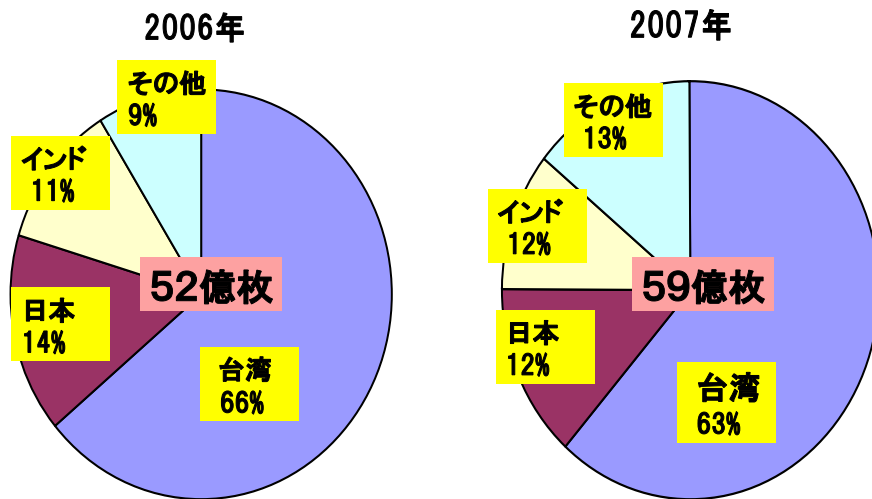
4

最先端技術の粋を集めた記録型 DVD の製造システムは、4.7 GB 容量という DVD の技術体系が固まり DVD ドライブの市場が急速に拡大する 2001 年ころから Full-Turn-Key-Solution 型のプラットフォームとして流通し、1997-1998 年ころの CD-R メディアのケースと同じように台湾企業が製造市場を席卷した。量産プラットフォームが構築されて 5 年後の 2006 年と 2007 年の国別製造シェアを図 5 に示すが、台湾企業の製造シェアが全世界（2007 年に約 60 億枚）の 60% を超えて圧倒的に多いことが理解されるであろう。

台湾企業が DVD メディアで獲得した 61-64% の製造シェアは、中国企業が DVD プレイヤーで獲得した約 60% の製造シェアと同じであった。DVD プレイヤーの場合は、製品設計にマイコンやファームウェアなどのデジタル・テクノロジーが深く介在するようになってから製品アーキテクチャのモジュラー化が急速に進み、水平分業型の産業構造をグローバル市場に生み出した。一方、DVD メディアのように、たとえ最先端技術で構成されるプロセス型の部品・材料や完成品であっても、Full-Turn-Key-Solution 型の量産システムが一括した技術体系としてグローバル市場に流通すれば、ここから水平分業がはじまる。

NIES/BRICS 諸国がすぐに導入できるのは、技術の拡散スピードが 10 倍以上も速い、すなわち長期にわたる人材育成や技術蓄積が無くても対応可能な Full-Turn-Key-Solution 型の技術体系である。しかもこの技術体系はすべて先進工業国によって提供されるので、先進工業国と同じ仕組みで NIES/BRICS 諸国企業が市場参入してもグローバル市場で勝ちパターンを構築することはできない。

図5 記録型DVDメディアの国別製造シェア



出典:業界へのインタビューで得た情報
をもとに筆者が加工・編集 5

それでは、DVDに関して人材育成や技術蓄積が圧倒的に遅れた台湾企業がなぜグローバル市場で我が国企業に勝てるのだろうか。それは台湾政府が1990年代の中期から大規模に展開した産業政策による（小川、2008 d）。これらの産業政策は、巨大投資や新規技術の導入に対する柔軟な税制を含む優遇政策から構成され、NIES/BRICsなどのキャッチアップ型工業国が人為的に創り出す比較優位のビジネス制度設計であった。我が国企業が1990年代の後半にCD-Rメディアで、また2003年ころからDVDメディアで国内製造が不可能になった最大の要因が、台湾などのNIES/BRICs諸国が産業政策として創り出す人為的な比較優位の制度設計にあったのである。

擦り合わせノウハウが基幹部品に集中カプセルされたDVDプレイヤーの場合は、比較優位としての中国企業が本質的に持つ小さなオーバー・ヘッドがグローバル市場の競争力を左右した。一方、擦り合わせノウハウが量産設備に分散カプセルされ、したがって完成品のコストに占める設備減価償却費の割合が非常に大きいDVDメディアの場合は、半導体や液晶パネルと同様に、柔軟な税制を含む産業政策として的人為的な比較優位がグローバル市場の国際競争力を左右した。¹⁶

記録型DVDメディアのOEM価格が異常に下落して設備償却費が製造コストの50%以上を占めるようになった2005-2006年ですら、台湾企業が記録型のDVDメディアで圧倒的な価格競争力を見せたのである。設備主導の産業に対する台湾企業の力強さは、技術力ではなく人為的な比較優位の制度設計に大きく依存していたと考えざるをえない。¹⁷

¹⁶ 半導体産業に関する詳細な分析が立本(2008)によって詳しく述べられている。

¹⁷ 台湾の半導体産業は1990年代の前半まで政府の制度設計とアメリカ技術の導入によって成長

3.3 記録型 DVD メディア産業に見る三菱化学のビジネス・モデルと市場支配力

台湾に見るこのような比較優位、あるいは逆に我が国における比較劣位の実態は、国の制度設計の問題である。したがって比較優位あるいは比較劣位の現状を自社のビジネスモデルへ積極的に取り込む以外に勝ちパターンを構築することは不可能である。これを我が国企業で最も早くビジネスモデルへ組み込んだのが三菱化学であった。DVD がオープン環境で国際標準化され、グローバルなオープン市場で瞬時に巨大なサプライチェーンが出来上がるとすれば、フルセット垂直統合型の組織能力を持つ全ての我が国企業は再び危機に晒される。ここで三菱化学は、技術の全体系を DVD メディアの量産システムへ世界で最初に刷り込むことが出来たが故に、これまでの我が国にも、また世界のオープン市場でさえ見ることのできなかつた本稿のビジネスモデルを、自ら創り出すことができたのである。

三菱化学のプラットフォーム構築でまず特記すべきは、記録型 DVD メディアの基幹部材である色素（記録材料）とスタンパー（メディア成型の超精密原盤）とを一体化してブラック・ボックス化し、これを設備ベンダーに提供しながら量産システム（製造ノウハウ）の全工程を支配した点にある。三菱化学が開発した AZO 系色素は、記録型 DVD の記録層を構成する基幹素材であり、DVD メディアで最も付加価値（利益率）が高い。三菱化学は DVD の国際規格を決めるプロセスで特に強力な DVD ドライブ・ベンダーと戦略的な連携を組み、自社の色素材料とその関連知財を国際標準の中に刷り込ませた。

初期の記録型 DVD では記録容量が 3.0 GB、3.5 GB、3.95 GB であって DVD-ROM や DVD Video プレイヤーの 4.7 GB に及ばず、双方向互換性が実現できなかった。したがってネットワーク外部性を活かした大量普及への道が閉ざされた。この壁を技術力で突破し、当時不可能とされた 4.7 GB を色素のスピンコーティング法で実現したのが三菱化学メディアである。すなわちフルセット垂直統合型企業としての三菱化学の研究所が営々と積み重ねた技術力そのものが、独創的な標準化ビジネスモデルを生み出す原動力になっていた。しかしながら如何に優れた技術があっても、これを国際規格の中に刷り込まなければビジネスとして生かすことができない。ここから先は経営者の役割となる。

当時の標準化団体であった DVD フォーラムや DVD+RW アライアンスなどのいずれの陣営でも、新規の技術を国際標準に取り込むには Working Group (WG) で技術データを公開し、メンバー企業に試作サンプルを回覧しながらその妥当性をラウンドロビン・テストによって確認した。記録層に色素を使って 4.7 GB の DVD メディアを開発できた企業は、三菱化学メディア以外にも太陽誘電など数社あったが、標準化をリードするドライブ・メーカが自社の事業戦略を三菱化学と共有しながら AZO 系色素をベースに最適な Write Strategy を作りあげた。したがって規格を技術的な視点から審議する WG メンバー企業は、三菱化学のメデ

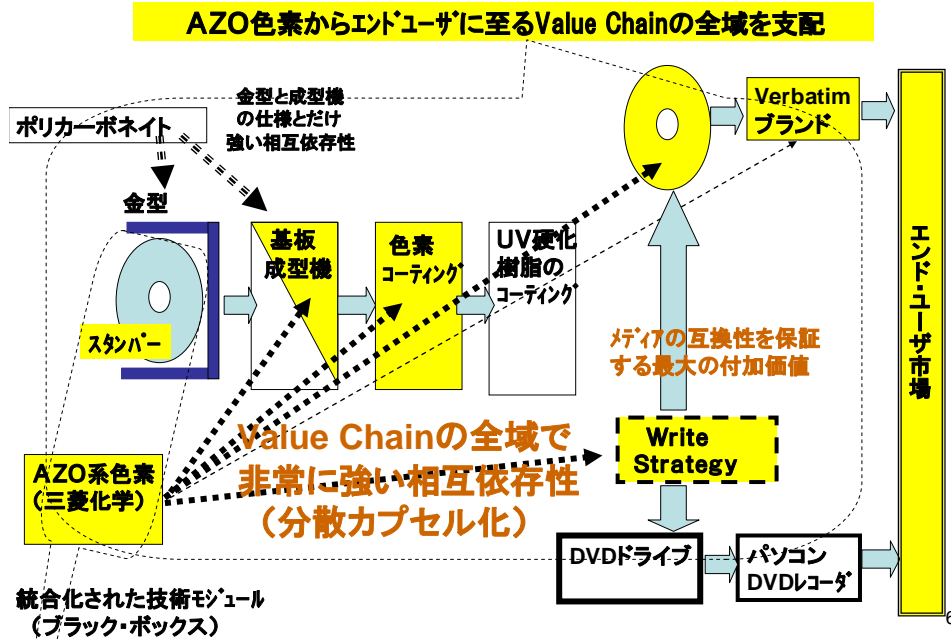
した。しかしながら 1990 年代の後半には、自らのテクノロジー・イノベーションとビジネスモデル・イノベーションを駆使し、グローバル市場で圧倒的な競争優位を持つまでになる。

メディアを用いてラウンドロビン・テストをすることになり、このプロセスを経て三菱化学メディアの色素が国際標準の中に刷り込まれていった。DVDの規格書にAZO色素を使うという条件は一切記載されていないが、記録型DVDドライブで最も深い擦り合わせノウハウで構成される“Write Strategy”（小川，2008a）が三菱化学のAZO色素を前提にして開発されているので、ドライブ・ベンダーにとって他の色素に変えるスイッチング・コストがきわめて高くなる。したがって製造システムがAZO色素に最適化されると、製造システム・サプライヤーやメディア・ベンダーがここから抜け出すことは困難になる。Write Strategyがドライブ側のファームウェアに擦り合わせノウハウとして蓄積されるので、メディア・ベンダー側でこれを変更するには大変な時間と費用を必要とするためである。

記録型DVDメディアの品質とコストを左右するスタンパーや一連のメディア製造ノウハウは、多くが色素材料や溶剤の組み合わせとそのスピン・コート（塗布）ノウハウによって規定される。特に図3に示す基板成型プロセスでスタンパーからポリカーボネイト樹脂に転写される凹凸形状が、たとえナノ・メートルのオーダーで変わっても色素をスピン・コートするノウハウが変わるという意味で、色素とスタンパーはきわめて強い相互依存性を持つ。また色素をスピン・コートする工程には広範囲にわたって厳密な温度コントロールが必要であり（ $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ）、その上でさらに色素溶液を垂らす位置や垂らし方と色素の量およびスピン・コート後の乾燥技術がノウハウとなる。当然のことながら、色素と溶剤の組み合わせ方法や溶剤の種類によって品質や歩留まりが左右される。

以上のように記録型DVDメディアの量産システムは、色素とスタンパーに依存する擦り合わせ型のノウハウが量産システム全体に分散カプセルされており、その上でさらにドライブ側とメディア側の互換性を保証するWrite Strategyとも強い相互依存性を持つ。AZO色素と自社スタンパーとをブラック・ボックスとして一体化した三菱化学の技術モジュールは、メディアの量産システム・ベンダーとドライブ・ベンダーの双方に強い影響力を持って市場を支配するに至った。その様子を図6で模式的に示した。営々と積み重ねた研究開発投資から生まれた三菱化学のAZO色素技術が、結果的にDVD産業を支配するオープン環境のサプライチェーンに全て分散カプセルされた様子が、ここから理解されるであろう。

図6 三菱化学に見るDVDメディアのプラットフォーム形成(全体像)



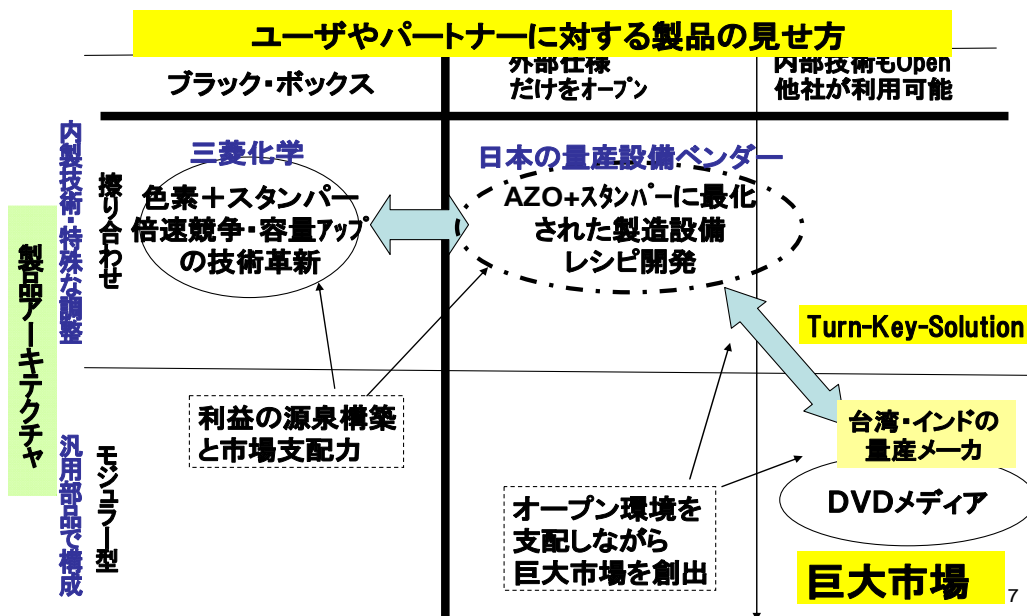
一般に製造設備ベンダーの方がユーザとしてのメディア製造メカに近いので、一介の材料ベンダーに過ぎない三菱化学が Full-Turn-Key-Solution 型のプラットフォームを作ることにはできない。しかしながら三菱化学は、DVD の国際規格に自社の AZO 色素ノウハウを刷り込み、色素とスタンパーの強い相互依存性をブラック・ボックス化し、図3および図6の基板成型機ベンダー、色素コーティングの設備ベンダー、保護膜コーティングの設備ベンダー、検査装置ベンダー、さらには搬送システム・ベンダーまでを自社のブラック・ボックスに引き寄せた。これが、プラットフォーム・リーダーだけに備わる強力な引力となって業界を支配する。事実多くの設備ベンダーは国際的な技術規格に刷り込まれた三菱化学の AZO 色素とスタンパーを採用し、これに最適化した設備を開発しなければならなかったのである。その後の DVD 業界で起きた倍速競争や多層化(大容量化)で三菱化学が常に技術革新の先頭を走って業界イノベーションを主導するが、これもインテルが業界イノベーションを主導する姿と同じであった。

三菱化学は、CD-R メディアのビジネスで培った人脈を活かしながら、AZO 色素単体では無く、また色素とスタンパーとを擦り合わせ統合した技術モジュールだけでなく、記録型 DVD メディアの量産システムを含む Full-Turn-Key-Solution 型のプラットフォームを台湾やインドの企業に提供した。台湾やインドは DVD メディアの製造プロセスに対する技術的知識が浅く、そして人材育成ができていなかった。したがって柔軟な税制を含む強力な比較優位の産業政策を進めていた。三菱化学はこれを積極的に自らのビジネスモデルに着目して見込んでいったのである。この意味でもやはり、Turn-Key-Solution 型の量産システムに擦

り合わせ分散カプセルされたプラットフォームは、オープン市場の DVD メディア・ビジネスを支配する構造（図4）となっている。

ここにもプラットフォーム・リーダーが有する強力な引力を見ることができるが、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整理すれば、図7に示すようになるであろう。この図から明らかなように三菱化学の市場支配メカニズムは、インテルが台湾のマザーボード・ベンダーをパートナーにして展開した標準化ビジネスモデル¹⁸に加えて、色素という基幹材料がオープン・サプライチェーンの全領域に分散カプセルするという新たなモデルが生み出されている。

図7 三菱化学に見るDVDメディアのビジネス・モデル分析
—擦り合わせ型ブラック・ボックス領域からオープン環境を支配—



擦り合わせ型ブラックボックス領域から年間 60 億枚の巨大なオープン市場を支配する手段として、まず自社の AZO 色素と超精密原盤（スタンパー）とを統合化した擦り合わせブラックボックス型の技術ノウハウ生み出す。次にこれを、DVD メディアの量産システムや互換性を保証する Write Strategy（ソフトウェアパッケージ）に分散カプセルしながら Full-Turn-Key-Solution として台湾とインドのメディア量産メーカーに提供されている。その背後に潜む経営思想は、擦り合わせ型ブラックボックス技術としての MPU や Chipset を台湾のマザーボードメーカー経由で巨大なパソコン市場に提供したインテルのそれと、全く同じだったのである。

研究所で開発された基本技術を、当該技術者がここまで展開することは不可能である。

¹⁸ 小川(2008c)の3章3.3.1参照。

これをやれるのが技術とビジネスをともにリードできる経営者であるという意味で、ビジネスモデルの構築は経営者の最も重要な仕事であった。これを再度強調したい。

業界アナリストや製造設備ベンダーによれば、2004年に製造された記録型DVDメディア（約30億枚）の60%以上に三菱化学メディアの色素が使われたという。¹⁹ そのうえでさらに三菱化学は、Full-Turn-Key-Solutionとして量産されるDVDメディアの一部を三菱化学/Verbatimブランドで販売しながら2006年には23.5%、2007年にも24%という高い販売シェアを持ち、2位のTDK（14%）に圧倒的な差をつけて世界のトップ・シェアを維持してきた。²⁰ 三菱化学はFull-Turn-Key-Solutionとして量産されるDVDメディアの全量は決して引き取らず、在庫リスクを回避している。したがって台湾やインドの企業は、大量に生産するDVDメディアを三菱化学以外のブランド力のある販社へOEM/ODM方式で提供することになり、その全てが三菱化学/Verbatimブランドと競合する。しかしながら競合ブランドが生み出すキャッシュの一部がプラットフォームを介して実質的に三菱化学に流れる仕組みが出来上がっていた。

これもプラットフォーム構築がもたらす市場支配力のひとつであり、CD-Rメディアや記録型DVDメディアで多くの日本企業が赤字撤退を余儀なくされたが、三菱化学だけが同じビジネス・ドメインで高い利益率を維持して現在に至る。当時のAZO色素は1gあたり金よりもはるかに高い値段で取引された。そしてこの標準化ビジネスモデルが三菱化学に巨額の富をもたらしたのである。

3.4 三菱化学のビジネス・モデル・イノベーションが成立する要件と経営環境

多くの我が国企業は技術の全体系と販売チャネルも同時に持つ垂直統合型の組織構造を持つ。したがって擦り合わせ型の技術をコアコンピタンスとして生み出しやすい能力を必然的に持つ。この意味では確かに1940年以降のシュンペータが主張するプロダクトイノベーションの担い手になる。²¹ 三菱化学は我が国有数の技術力を持ち、記録型DVDメディアの分野でも次々と擦り合わせ型の技術と知財を蓄積してきた。三菱化学もテクノロジー・イノベーションからDVDメディアというプロダクトのイノベーションをリードした。しかしながら三菱化学は、プロダクト・ライフサイクルの初期の段階でイノベーションを主導しただけであって、市場拡大のステージでは決して量産投資をしなかった。自ら開発した擦り合わせ型の基幹部材や擦り合わせ型の基幹部品、そして大量生産を支える擦り合わせ型

¹⁹ ここでは富士写真フィルムがオキソライフ系を武器に2004年ころから国際規格に刷り込み、健闘している。また台湾企業によるコピー色素も出回るようになり、三菱化学の色素シェアは2005年頃から落ちて50%を割り込んだ。

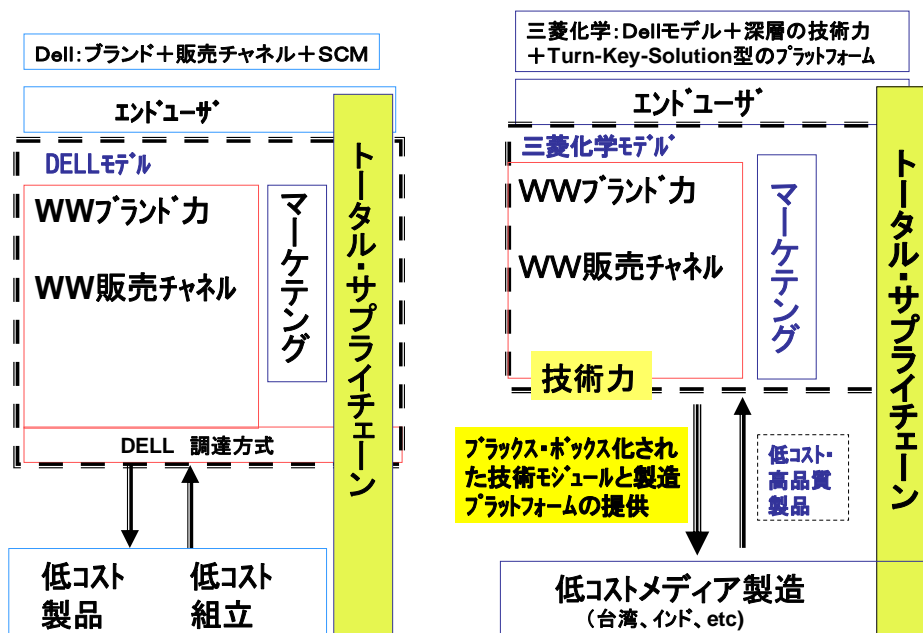
²⁰ 台湾企業はブランド力が無いので販売シェアが非常に低く、ライテック社が2.5%のシェアを持つに過ぎない。新規技術の導入支援や税制などの比較優位を人為的に創り上げても、その効力が販売チャネルやブランドまでは及ばない。この事実を最も早くビジネスモデルへ組み込んだのが三菱化学であった。

²¹ 1910年代のシュンペータではない。

の製造プロセス技術を、圧倒的な投資力や柔軟な優遇政策など、比較優位を国家政策として人為的に作り出す台湾やインドなど、NIES/BRICs諸国の企業に有償で提供し、ここから製品をODM調達するという国際分業モデルを徹底させた。そして三菱化学は、世界的なブランド力・販売チャネル・マーケティング力を武器に、ODM調達した製品を付加価値の高い上位のビジネス・レイヤーにシフトさせるという、ビジネスモデル・イノベーションを完成させたのである。

三菱化学のモデルをパソコン産業に見るデル社のビジネスモデルと比較しながら図8で模式的に示す。研究開発機能を全く持たず、オーバー・ヘッドがきわめて小さいデルのモデルが威力を発揮したのは、パソコンのモジュール化と企業間の国際的な水平分業が極限まで進み、パソコンという完成品ベンダーの技術力が差別化に結び付かなくなった1990年代の後半である。同じように三菱化学のモデルは、DVDがオープン環境で国際標準化され、モジュール・クラスター型の産業構造がグローバル市場に生まれる経営環境があつてはじめて可能になった。しかしながら三菱化学の独創性は、Full-Turn-Key-Solution型のプラットフォームを自社の擦り合わせ型技術体系を核にして創り出し、そのうえでさらにこれとデルのモデルとを、トータルなビジネス・アーキテクチャとして結びつけた点にある。デルの粗利は15%前後（吹野，2006）といわれるが、三菱化学はFull-Turn-Key-Solution型のプラットフォーム構築によって遥かに高い粗利率を誇る（具体的な数字は公表されていないものの、2005年頃に公開されたIR情報によってこれが容易に推定できる）。統合型の組織能力を持つ三菱化学の研究開発力がデルより遥かに高い利益を生み出したのである。

図8 コモディティー化した製品に見る我が国企業の勝ちパターン



以上、我が国の伝統的な統合型ものづくり組織能力を持つ三菱化学によって構築された DVD メディアのビジネス・モデルを紹介した。Full-Turn-Key-Solution 型のプラットフォーム構築とは、オープン標準化が創り出すコモディティー化が進めば進むほど強力な市場支配力と高い利益を獲得するビジネス・モデルであった。そしてまた擦り合わせ統合化されたブラック・ボックス領域からオープン市場を支配する仕組みの構築でもあった。

パソコン、携帯電話や DVD プレイヤーではアクティブ型の基幹部品を核にプラットフォームが形成されて NIES/BRICs 諸国企業に提供されたが、記録型 DVD メディアのケースでも擦り合わせ型の材料技術やプロセス型の製造ノウハウが分散カプセルされた製造プラットフォームが、Full-Turn-Key-Solution として NIES/BRICs 諸国企業へ提供された。技術やノウハウの移転・拡散スピードがプラットフォーム形成によって 10 倍以上も速くなったのである。

このような経営環境が最も顕著に現れるのがオープン環境で国際標準化される製品とその産業であり、柔軟な税制を含む各種の優遇政策、すなわち人為的に作られた比較優位の制度設計を産業政策の中心にすえた NIES/BRICs 諸国の台頭によってはじめて、1990 年代の後半から我が国企業の国際競争力に多大な影響を与えるようになった。NIES/BRICs に生まれたこのような比較優位の制度設計を、オープン環境のビジネスモデルに初めて組み込んだのが、三菱化学の記録型 DVD メディアに見るプラットフォーム構築だったのである。

今後もこのような成功事例を数多く積み重ね、多くの企業人とこの方向性を共有しながら我が国企業の組織能力をオープン化、オープン・イノベーション、オープン標準化、オープン・ロードマップが主導する市場へどのように適合させるかの処方箋を書きたいと思う。

4. 行政のマクロ・イノベーション政策と企業のビジネス・モデル・イノベーション

1996 年から 2005 年までの第一次と第二次科学技術基本計画でそれぞれ 17.6 兆円と 21.1 兆円が、また 2006 年から始まる第三次計画でも 25 兆円の税金が技術イノベーションへ注ぎこまれる。²² これは 21 世紀の我が国経済の活性化と国際競争力の強化を狙う果敢なマクロ政策であり、その慧眼は賞賛に値する。これらの予算に裏づけられた知財立国の政策によって数多くの特許が生み出された。また第三次基本計画では研究開発段階からオープン標準化の活用も重要政策として取り込まれた。

しかしながら図 1 の現実に直面している我が国がまず取り組まなければならないのは、

²² なおこれらの予算の内、大学等の基盤的経費、私学研究費助成金等の基礎研究が全体の約 42%、システム改善費等が約 9%である。そして政策課題対応型の研究開発費が約 49%であり、ここにエネルギー (29.7%)、ライフサイエンス (18.5%)、社会基盤 (14.4%)、フロンティア (13.4%)、情報通信 (9.9%)、ナノテクノロジー・材料 (4.6%)。ものづくり技術 (1.9%) が含まれる (カッコの数字は平成 19 年度, 1.7 兆円の内訳)。

数多くの特許を出願したりオープン標準化を推進したりする以上に、これらを企業ビジネス・モデルへどのように組み込むかという使い方の重要性を主張することにはないか。国のマクロ政策から生み出されるテクノロジーやプロダクト側のイノベーションを、企業収益やグローバル市場の競争力へ直結させる仕掛け作りが重要なのであって、この仕掛けなくして知財立国やオープン標準化の推進は意味を持たない。現在のままなら、リニア・モデルを前提に投入される巨額の資金は、我が国の国際競争力強化が雇用の拡大に結び付き難い。そしてこれは、既に1945年10月のブッシュ・レポートから1970年代後半までのアメリカが巨額の税金を注ぎ込んで経験したことだったのであり、またほぼ同じ時期にヨーロッパが経験したことでもあった。本章では21世紀の我が国が直面するこれらの課題を、製品アーキテクチャという視点から分析してみたい。

4.1 我が国の科学技術基本政策と知的財産

我が国でも、アメリカの影響を受けたオープン化、モジュール化、モジュール・クラスタ化、オープン・イノベーションなどのキーワードによる政策論や経営論が、1990年代の後半から興隆した。筆者の疑念は、その背後で広い意味でのリニア・モデルが無意識に想定されている点にある。リニア・モデルで想定される“優れた技術や製品が開発されれば大量普及する”、そして“グローバル市場で大量普及すれば企業収益に直結する”、あるいは“世に受け入れられる製品が多数生み出されれば我が国の有効需要につながる”、などの仮説の延長に、知財立国の政策や国際標準化推進の政策があるのではないか。そして企業の収益や国際競争力を生み出すイノベーションが研究開発投資や科学技術の蓄積といったサプライ・サイド側に左右されるという、いわゆる古典的なリニア・モデルが暗黙の内に仮定されているのではないか。

我が国が得意とする擦り合せ型の製品でなら、サプライ・サイドのイノベーション論も成立し易いかもしれない。しかしながら、これまで見た多くの事例から明らかなように、モジュラー型の製品あるいはオープン国際分業が生まれ易い製品では、ビジネス・モデルとリンクすることなくして有効需要に結び付き難い。これは我が国だけでなく、ヨーロッパ諸国でもアメリカでも同じであった。²³ 現在の我が国と同じ産業構造の激変に直面した1980年代のアメリカは、ここから知財をEngine of Economyと定義し

²³ 類似の問題は1980年代からアメリカで論じられるようになったが、この現象を“死の谷や“などというテクノロジーとプロダクト側で語る視点が中心になって我が国に紹介された。しかしこれは、図9に示すようにイノベーションのトータル・システムを考慮しない研究マネジメント側（図9の左側）の視点である。また1980年代のアメリカが論じた研究マネジメント論には製品アーキテクチャや産業構造との関連で捉える議論が無いという意味で、従来の視点から21世紀の我が国企業が直面する問題を解決することはできない。我が国にとって深刻なのは、製品アーキテクチャがモジュラー型に転換して国際的な水平分業構造をとる産業領域が急拡大している、と言う事実である。高度10,000メートルから見るマクロ経済の世界でなら歓迎されるものの、市場の前線に立ちながら高度1.5メートルから見る経営者にとって、これは1990年前後のIBMが直面したのと同じ深刻な経営環境の到来を意味する。

た。知財立国とEngine of Economyが持つ意味を産業政策から見れば、その違いは明確である。Engine of Technologyと定義したアメリカは、1980年代にまず知財権を強化し、イノベーション投資が生み出す成果をグローバル市場でアメリカ企業の収益に貢献させる政策が、既に実行に移していた。例えば二国間協議のスーパー301条と多国間協議のWTOルールを巧みに使い分けながら進めるプロ・パテント政策が、その代表的な政策である。

しかしながら現在の我が国では、例えグローバル市場で大量普及する製品であっても、企業の収益に貢献するのが最初の数年だけである。この傾向は、まずエレクトロニクス産業から顕在化した。我が国の巨額イノベーション投資は確かにグローバル市場に巨大な需要を生み出した。そして投資のアウトプットとしての我が国企業の生産高は、産業の成長プロセスを表現するS字カーブ（プロダクト・ライフサイクル）のごく初期の段階では、確かに“生産財の投入による新しい生産高”を生み出した。しかしながら、大量普及の兆しが出る時点からグローバル市場で競争力を失い、我が国の有効需要・雇用拡大に対する貢献は極めて限定的であった。このようすを表現したのが図1だったのである。

我が国のイノベーション論に、例えば、“自動車産業では広い特許を認めたために技術開発が阻害された。他方、コンピュータや半導体では特許の範囲が狭く取られ、互いに技術を共有しあうクロス・ライセンスが盛んだったので急速な技術進歩に繋がった”²⁴、という意見に象徴される議論がこれまで展開されてきた。しかし現在の我が国がグローバル市場で競争力を維持・拡大できているのは前者であり、半導体もコンピュータも国内市場でしかビジネスが出来ていない。これは特定企業の問題ではなく、また特定産業だけの問題でもない。我が国全体に係わる構造的な問題である。

我々はトータル・イノベーションの最終ステージに位置取りされるビジネスモデル側のイノベーションで、この問題を解決しなければならない。現在の我が国に求められているのは、多くの特許を出願することでも、また国際標準化機構の幹部になることや多くのワーキング・グループで主査を務めることでもない。知財の使い方や標準化の使い方をビジネスモデルの中に組み込むという経営側のビジネスモデル・イノベーションが現在の我が国で特に求められているのである。多くの特許を出願することよりもその使い方を、ま

²⁴ 後藤晃(2000), p. 160~161 参照。なお後藤はここでイノベーションに関するこれまでの経緯を包括的に分かりやすく整理している。また日本のイノベーションをアメリカのそれと比較しながら明快に方向付けをしている。強いて言えば、製品アーキテクチャの視点を取り込まれていないために、アメリカの企業が1990年代に完成させたビジネス・モデル側のイノベーション、すなわちオープン市場の前線に立つ事業部長と同じ高度1.5メートルの目線からイノベーションを取り上げていない点で、2000年以降の我が国が直面する課題に対応困難ではないか。なおイノベーションを包括的に扱った代表的な本に一橋大学イノベーション・センター編の“イノベーション・マネジメント入門”(2001)、を挙げることができる。ここには製品アーキテクチャの視点を少し取り込んだ章はあるものの、ビジネスモデル側のイノベーションの重要性を明示的に指摘した記述は無い。

た国際的な機関で標準化を推進する前にまず標準化の使い方を考えるという意識改革のもとでこれを担う人材の育成が必要である。知財立国やオープン標準化の推進と並行して、人為的・強制的にリニア・モデルを成立させる仕掛けづくりとしてのトータル・イノベーション・システムの再構築、およびこれを支える人材の育成こそが我が国に求められているのである。

4.2 知的財産をグローバル市場で守るポリス・ファンクションの重要性

1980年代までに見る製品のアーキテクチャは、大部分が擦り合わせ型の特性を持っていた。したがって技術の全体系が一括して拡散しなければ開発途上国の企業が最先端技術の製品市場に参入することは不可能だった。事実、参入できた事例は非常に少ない。²⁵ しながら製品アーキテクチャがモジュラー型に転換された1990年代の後半から経営環境が一変し、グローバル市場に巨大な国際分業が生まれるようになった(小川、2009a)。ここからNIES/BRICs諸国が比較優位の産業政策で勝ちパターンを構築できるようになったのである。DVDに見る国際標準化はこの流れを加速させ、オープン環境に巨大なサプライチェーンを生み出した。これがNIES/BRICs諸国の企業にビジネス・チャンスを与えた。サプライチェーンのごく一部のセグメントを担うだけで巨大市場へ参入できるようになったためである。

しかしここで誤解の無いように再度強調したいのは、まずオープン国際分業の産業構造になると、10倍から数10倍の巨大市場が数年で生まれるという事実の確認であり、ここではテクノロジーやプロダクト側のイノベーションで生み出された知的財産こそ、術蓄積の少ないNIES/BRICs企業に対する我が国企業の比較優位である、という原理原則の確認である。2章で紹介したオープン水平結合型ビジネスモデルやオープン垂直統合型のビジネスモデルは、1980~1990年代のインテルに例を見るように圧倒的にすぐれた知財とこれを国際標準に刷り込むノウハウを持つことが前提条件である。そしてインテルは、オープン環境で守る強力なポリス・ファンクションや執拗な起訴の徹底によってこれを支えた。しかしながら、これまでの我が国のように知的財産をグローバル市場で守るポリス・ファンクションが効かないのであれば、高度なビジネスモデルによってこれを守る以外にない。当時の三菱化学メディア社の小林社長(現、三菱化学および三菱化学ホールディング社長)によれば、知財に対するポリス・ファンクションが全く効かないという経営環境に置かれた苦渋の選択が、結果的に3章のビジネス・モデルを生み出したという。

我が国の比較優位としての知財が、あるいは巨大な資金を投入して生み出される知

²⁵ 戦後に日本の賠償政策の一環として韓国や中国へ供与した鉄鋼生産システムや造船システムのように、設計・製造システムをトータル・ソリューションとして一括供与するケース以外に、途上国がこの種の産業へ参入することは困難であった。

的財産がグローバル市場で守られなければ、高度なビジネス・モデルを駆使できるとごく少数の天才だしか、テクノロジー/プロダクト側のイノベーションを企業の競争力に結びつけることができない。またデジュール・デファクト・フォーラムを問わず、例え知的財産を国際規格に刷り込んだとしても、テクノロジーやプロダクト側のイノベーションに注ぎ込まれる巨額投資（例えば科学技術基本政策）だけで、我が国に新たな雇用を生み出すことは困難である。

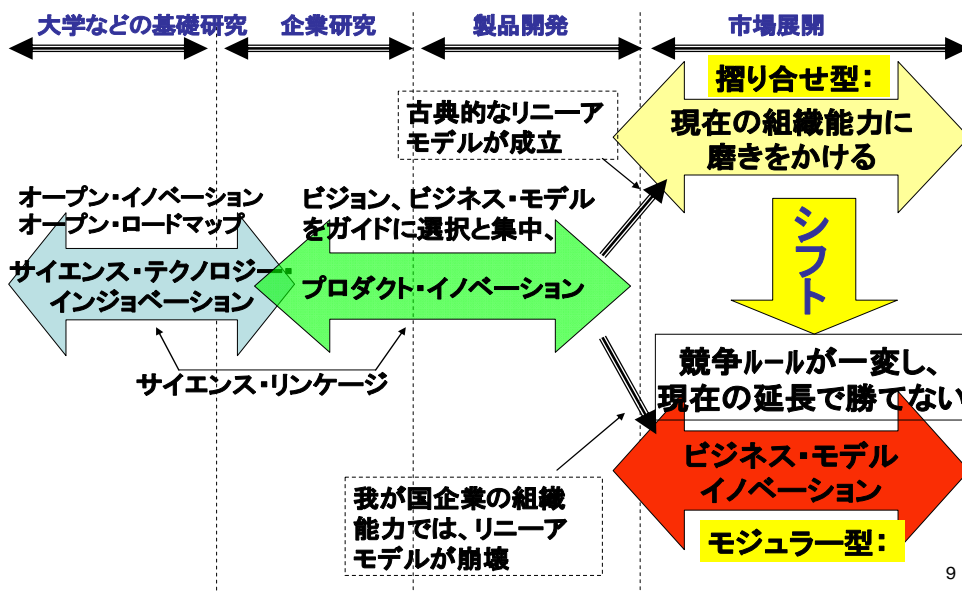
再度強調すれば、巨額投資が生み出す知財やプロダクト側のイノベーションを国際競争力に結び付けながら我が国の雇用拡大に寄与させるには、グローバル市場で知財を守る仕組みとポリス・ファンクションの徹底が不可欠である。もしこれが徹底できないのであれば、我が国自身が生み出すイノベーション成果が、逆に我が国企業へ向かう刃に変わってグローバル市場から撤退がはじまる。²⁶ この側面を端的に表現したのが図 1 の事例だったのである。無防備な国際標準化の推進もまた同じであることは、容易に理解されるであろう。

4.3 製品アーキテクチャのダイナミズムとトータル・イノベーション・システム

本稿で主張するトータル・イノベーション・システムの構造に、ビジネス・モデル・イノベーションがどのように位置取りされるかを図 9 に示した。いわゆる古典的なリニア・モデルであれ、あるいは顧客とのインタラクティブな協業を介して大量普及する商品を開発するという市場協創型のイノベーションであれ、これらにはテクノロジーやプロダクト側で画期的なイノベーションが生まれれば、そしてグローバル市場に大量普及する製品が開発されれば企業の国際競争力に直結するはず、という暗黙の前提が内包されていた。

²⁶ 例えば、小川(2006a)の5章、5.6節、またアメリカのプロパテント政策と大学については宮田(2007)に優れた解説がある。

図9 トータル・イノベーション・システムの構造



9

これは図 9 の右上に位置取りされた擦り合わせブラック・ボックス型の製品、すなわち、技術拡散が非常に遅く、例え国際分業が進んでいても自社とそのグループ内であって基幹部品がオープン市場に週通しない産業構造であれば、現在でも正しい。事実、典型的な擦り合わせ型製品であるデジタルカメラでは、大量普及して 10 年以上を経ても我が国企業の生産シェアが 60%を超え、販売シェアは 80%を超えている。そして我が国企業の業績を長期にわたって支えた。しかしながらオープン・イノベーション、オープン標準化、オープン国際分業、オープン・サプライチェーンなどのキーワードで表現される経営環境でイノベーション成果を我が国企業の国際競争力に結びつけるには、本稿が定義する意味でのリニア・モデルを人為的・強制的に成立させる仕組み作りが必須となる。この仕組み作りが図 9 の右下に位置取りされたビジネスモデル側のイノベーションである。

1990 年代のアメリカ IT 産業の現場で、テクノロジーやプロダクト側のイノベーションをグローバル市場の競争優位に転換させた原動力は、技術や製品開発側、すなわち図 9 に左側から“死の谷やダーウインの海”を超えたためでなく、図 9 の右下に位置取りされるビジネス・モデル側から技術開発や製品開発の方向付けをする組織能力だったのである。現在のアメリカ IBM が次世代半導体技術（32 ナノ・ナノメートル技術）で公的機関(New York 州や Albany 大学)と一体になって推進する Common Platform や Joint Development Model も、その基本思想は、トータル・イノベーション・システムの中でリニア・モデルを実現させるための人為的・強制的な仕掛け作りであり、ビジネスモデル側から産学官連携を再構築するという 21 世紀型のイノベーションに他ならない。

経済活性化を担うマクロ・イノベーション政策としてのオープン・イノベーション、オープン標準化、オープン・ロードマップ、あるいは知的クラスター型のイノベーション政策が極めて重要であるのは論を待たない。しかしながら企業は、利益の源泉構築や市場支配力の構築をゴールにするという意味で、必ずブラック・ボックス化とその領域拡大を経て独占へ向かう。全てをオープンにして存続できる企業は有り得ないからである。したがって現在の我が国企業は、**図 9** の右下に位置取りされる産業領域が今後も急速に拡大することを前提に、トータル・イノベーション・システムを再構築しなければならない。欧米企業にとってのオープン標準化とは、**図 9** の左側で生み出されるブラック・ボックス型イノベーション（Proprietary Innovation）の成果を、巨大なグローバル市場へ瞬時に普及させるための高速道路作りと同じだったのがある。ここでもまずビジネスモデルがあって、ここからブラック・ボックス型イノベーション（Proprietary Innovation）が方向付けされている。

我が国企業は、その得意技を支える“ブラック・ボックス化、擦り合せ型、統合化、相互依存性の強化”などを、従来のクローズド環境では無く、21 世紀のオープン環境で展開させなければならない。その代表的な事例が 2 章で紹介した第一のモデルや第二のモデルだったのであり、そして第 3 章で紹介した我が国独自の第三のモデルであった。

その他、Made-In-Japan でビジネス展開しながらコモディティー化する直前で Japan Inside へ転換するビジネス・モデル、²⁷ さらには海外市場展開でサムソン型の Re-Design のビジネス・モデルへ切り替えるデジカメのビジネスモデルなど、²⁸ 多様な勝ちパターンが我が国企業の組織能力を生かすモデルとして創り出されている。

我々には、オープン環境で利益の源泉構築や市場支配力の強化を担う企業側のビジネス・モデルと行政側が担うマクロなイノベーション政策の役割とを連携させる、新たな理論体系が求められている。両者は決して二者択一ではない。今後もこのような成功事例を数多く積み重ね、多くの関係者とこの方向性を共有しながら我が国企業の組織能力をオープン化、オープン・イノベーション、オープン標準化、オープン・ロードマップが主導する市場へどのように適合させるかの処方箋を書きたいと思う。

4.4 21 世紀のトータル・イノベーション・システムと経済成長

トータル・イノベーション・システムの最終段階に位置取りされるビジネスモデルによってはじめて、イノベーション投資が国際競争力の強化や雇用の拡大に直結する。そしてビジネスモデルの姿が製品の持つアーキテクチャによって大きく異なることも、個別産業の事例で確かめられた。しかし製品アーキテクチャの視点を持ち込むことによって明ら

²⁷ 例えば小川 (2008d) の p. 109 にある図 5 参照。

²⁸ 例えば小川 (2009b) の 3 章、3.3 節の図 3 参照。トヨタなどに見る我が国自動車産業でも、デジカメと同じ Re-Design の思想が海外市場展開で徹底されている。

かになったこれらの知見は、マクロ経済学をベースに構築された成長理論へどう組み込まれるべきなのか、あるいは成長理論を製品アーキテクチャの視点からどのように拡張すればよいのだろうか。その議論は別稿に譲ることにし、ここでは関連する事項を簡単にスケッチしたいと思う。

確かに我が国でも 1990 年代からイノベーションが重要課題として取上げられ、議論が盛んになった。しかしながら経済的な価値に転換することなくしてイノベーションとは言えないとする論点と研究所の現場の実態との間に、極めて大きな乖離がみられる。この乖離は現在でも放置されている（例えば柘植、2006）。アメリカやEUでは、シュンペータ反革命の潮流を受けた 1980 年代の政策転換によって、この乖離は 1990 年代後期に解消されている。しかし我が国では、製品アーキテクチャの大転換によって必須になった図 9 の右下のビジネス・モデル・イノベーションが未完である。²⁹ この意味で、トータル・イノベーション・システムとしてのリニア・モデルを崩壊させない仕掛け作り、すなわち科学技術基本政策で投入される巨額資金を我が国の雇用拡大、有効需要の創出、国際競争力の強化などへ結びつける合理的な仕組み作りが、今後の大きな課題として残っている。企業の組織能力と製品アーキテクチャのダイナミズムとの間の生まれる巨大な乖離への対応に、学問がまだ追いついていないためである。

技術と経済成長の関係を論じる Aoki.M.& H.Yoshikawa(1999)や吉川(2000)の視点、および R.M.Solowや P.M.Romer から Aoki.M.& H.Yoshikawa に至る視点も、我々が通常目にするイノベーション論へごく僅かしか登場していない。これらはいずれも未開拓の学問分野であり、政策を担当する行政側は全要素生産性などのマクロ指標で表現せざるを得ない。³⁰ しかしながら我々が 21 世紀のイノベーションを語る時、オープン国際分業の加速によって顕在化する構造的な問題（図 1）、あるいは製品アーキテクチャの視点に立つ産業別の競争力強化（図 9）を、全要素生産性などのようなマクロ指標ではなく、個別産業毎の政策として何とか取り込む工夫が必要である。例えばエレクトロニクス産業で、研究開発投資をすればするほど国際競争力を失って生産高が急速に小さくなる（利益率を取れなくなつてすぐ市場撤退する）のは、我が国だけに見る特異な現象であつて、³¹ このような産業領

²⁹ 例えば最新のイノベーション研究を集めた後藤/児玉（2006）に“国のイノベーション・システム”という表現が使われているが、ビジネスモデル側には全く言及されていない。この意味で、本稿の図 9 の左側から見るサプライ・サイドに立つイノベーション論ではないか。

³⁰ Multi Factor Productivity:MFT または Total Factor Productivity:TFP とよばれる。文部科学省、平成 20 年度科学技術白書、第 1 部、第 1 章 5 科学技術イノベーションの必要性」を参照のこと。

³¹ これを実証するデータは既に筆者の手にあるが、詳細は別稿に譲りたい。我が国の製造業は、戦後の経済成長時にフルセット垂直統合型の組織能力を強化することで何度も勝ちパターンを積み重ねてきた。しかしながら 1990 年代の後半から、製品アーキテクチャの転換やオープン国際分業が我が国企業の国際競争力に直結しないという、構造的な問題がまずエレクトロニクス産業で顕在化した。製品アーキテクチャのモジュラー型への大転換、およびこれに起因するオープン国際分業化が最初に現れたのが、エレクトロニクス産業だったからである（小川, 2009a）。終身

域が今後急速に拡大しようとしているからである（小川、2008a）。

さらに言えば1912~1920年ころまでのシュムペータと、1930~1940年代のイギリスやアメリカを念頭に置いた1934~1947年ころのシュムペータの主張の違い、そして1970年代の後半から1980年代におきたシュムペータ反革命（森嶋、1988）とその背景を論じた視点も、一部（西村、2004）を除いて非常に少ない。特に後者は1980年代のアメリカやヨーロッパの産業政策を大転換させた潮流であり、³² NIES諸国は1990年代から、欧米の産業政策転換を受けて比較優位の産業政策へと大きく舵を切った。この意味で、製品アーキテクチャの大転換と同時進行したアメリカやEUの産業政策の転換、およびこれに連動するNIES/BRICs諸国の政策転換とを、現在の我が国のそれと比較することが、21世紀の我が国イノベーションを論じる上で極めて重要である。³³ 科学技術白書で我々が目にする各国のデータは、産業構の転換後に現れた数字になっているからである。

雇用制をベースに築かれた我が国大手エレクトロニクス企業の組織能力が、オープン化によって創り出される水平分業型の産業構造、すなわちグローバル市場のオープン国際分業、に適應できなくなったのである。フルセット垂直統合型の経済合理性がオープン環境で崩壊した、と言い換えてもよい。これは我が国企業だけの問題ではなく、1980年代のアメリカIBMでも、また1990年代のヨーロッパ大手エレクトロニクス企業でも、全く同じだった。我が国ではこのような危険に晒される製造業が外貨獲得の90%以上を担い、食料や原材料とエネルギーを輸入しながら経済を維持しているのであり、これを乗り越えないと国全体のライフ・ラインが崩壊する。

³² 製品アーキテクチャの大転換と構造的な矛盾に直面したアメリカは1980年初期に産業政策を大転換させた。著作権法の改定(1980)、パイドール法(1980)、独禁法的大幅緩和(1981) 特許商標法の改正(1982)、Small Business Innovation Research Program法の強化(1982)、そして国家共同研究法(1984)などがその代表的な政策転換であり、イノベーションの仕組みは、ここからベンチャー企業が担うオープン分業型へ、そして行政が担う産学官連携へと、大きくシフトした。ヨーロッパも1984年のルクセンブルグ宣言で研究と工業の協力体制を加盟15ヶ国が決議した。これを受けてスタートしたのが基礎研究中心でトップダウン型のフレームワーク・プログラム(1984)であり、そして実用に近い領域の研究開発を担うボトムアップ型のユーレカ(EUREKA、1985)であった。これらはいずれもオープン環境で産学官が推進する分業型のイノベーション・システムである。

³³ シュンペータが1910年代に新結合の担い手として考えたのは、いわゆる現在で言うベンチャー型の起業家であって、決して大規模企業ではなかった。さらに言えば、この当時のシュンペータが考えた新結合では、技術がさほど重視されていない。その後1940年前後からシュンペータの主張は「大規模企業がイノベーションの担い手になる」ことを前提にして展開されており、更に技術の役割が非常に重視されるようになった。また新たな技術体系を自ら開発し得るフルセット垂直統合型が暗黙の内に仮定されており、起業家がイノベーションの担い手であるとする1910年代の主張とかけ離れたものになっている。しかしながら大規模企業が担うこのようなイノベーション論も、欧米では1970年代後半からシュンペータ反革命の嵐の中で消えてしまい、シュンペータ反革命が1910年代のシュンペータをベンチャー企業のビジネス現場に再び蘇らせた。我が国では、これらの経緯を踏まえたイノベーション論が前面に出ることは少なく、1940年代のシュンペータと1910年代のシュンペータを区別しないで論じる人もいる。これが我が国のイノベーション論を混乱させているのではないか。文部科学省によって書かれた平成20年版の科学技術白書では、イノベーションの定義は明らかに本稿と異なり、暗黙の内にリニアー・モデルが仮定されているように思う。また、イノベーションを包括的に扱った代表的な本に一橋大学イノベーション・センター編の『イノベーション・マネジメント入門』(2001)があるが、これを本稿の視点で見れば、その背後で一貫する思想がリニアー・モデルに近い。

我が国の中で、1910年代のシュンペータのイノベーションとケインズの有効需要とをリンクさせる独創的なモデルが登場した(Aoki.M & H.Yoshikawa、1999、吉川、2003)。製品アーキテクチャの大転換がグローバル市場の前線で生み出す産業構造の変化をここへ取り込むために、マクロ経済に基づくこのモデルをどのように拡張すればよいであろうか。あるいは、テクノロジー・イノベーション投資をグローバルな経済的価値へ転換させるための人為的・強制的なリニアール・モデルの仕掛け作りという、企業のビジネス・モデルから訴える本稿の主張を吉川氏の思想へリンクさせると、どんな世界が開けるであろうか。

第一次から第三次にわたるイノベーション投資を本稿が定義するトータル・イノベーション・システムの中で位置付ければ、科学技術投資という前工程型サプライ・サイドの視点に立つイノベーション政策であることは先に述べた。³⁴ 一方、本稿が主張する人為的・強制的な仕掛け作りは、トータル・イノベーション・システムの最終ステージにあり、吉川氏の言う有効需要を効果的に生み出す仕組みづくりと位置取りされる。³⁵ この2つが連携して初めて吉川氏のモデルが完成する。³⁶

1章で詳しく述べたように、我が国では液晶や太陽光発電システム、DVD、デジタル

³⁴液晶やDVD、そして垂直磁化記録、太陽光電池などを我が国の代表的なイノベーション成果と見なす考えがこれである。市場協創型のイノベーション論もこれに含まれるが、科学技術投資からプロダクト側のイノベーションを生み出す合理的なメカニズムが、依然として解明されていないことに変わりはない。

³⁵我が国企業はグローバル市場全体で新しい生産高を生み出すことには確かに貢献したが、我が国の有効需要・雇用拡大は極めて限定的であった。このようすを表現したのが図1だったのであり、類似の産業領域が急速に拡大している。したがって本稿が繰り返し主張するように、イノベーションを競争力構築までに拡大するトータル・システムとしての視点が、今後の国の政策としても、また企業のビジネスモデルとしても不可欠になっている。

³⁶ 吉川氏の思想をここで持ち出したのは、吉川氏は製品のライフサイクル（S字カーブ）とケインズ理論を結びつけてその糸口を見出しているように思えたからである。しかしどんなメカニズムなら科学技術投資が生み出す成果と実市場のS字カーブをリンクさせるかについて、筆者は吉川氏の著作からまだ理解できていない。両者にはまだ巨大なギャップがあって、結果的にこれまで議論されてきた既存のイノベーション論に戻ってしまうのではないか。巨額の科学技術投資によってテクノロジーやプロダクト側のイノベーションを起し、ここから市場の潜在的なニーズを引き出すことによって新たな需要を生み出す、という狙いを込めた需要創出政策は、確かに重要である。1945~1970年代までのアメリカで実行された巨額の科学技術投資、さらにはこれを踏まえて1980年代から1990年代初期までに語られたアメリカのイノベーション論はまさにこれであった。そしてこの政策の破綻が“中央研究所の時代の終焉”(Rosenbloom & Spencer, 1996)という本を書く背景になった。筆者は本稿でこれをテクノロジーやプロダクト側のイノベーションと位置付けた(図9)。アメリカは1950から1970年代にかけて30年間に壮大な実験をしたが、我が国もこれに習ったのではないか。しかしながら我が国で液晶や太陽光発電システム、DVD、デジタル携帯電話などのような立派なイノベーションがプロダクトの側で生まれても、これが我が国の国際競争力に直結しないのが実態である。科学技術投資によって、世界市場の有効需要を刺激するトリガーにはなったかもしれない。しかし、我が国にとっての有効需要は極めて限定的であった。トータル・イノベーション・システムの最終段階に位置取りされるビジネスモデル・イノベーションを、人為的・強制的にリニアール・モデルを成立させる手段として重視すべきと、本稿で繰り返し提案している背景がここにある。

携帯電話などのような立派なイノベーションがプロダクト側で多数生み出された。我が国の科学技術投資によって確かに世界市場の有効需要を刺激し、雇用を生み出すトリガーになったかもしれない。しかしながら、我が国にとっての有効需要は極めて限定的であった。³⁷ この背後には、1934~1944年ころのシュンペータのイノベーション論（大規模研究機関や大規模企業の中央研究所がイノベーションの担い手）と、1970後半から1980年代におきたシュンペータ反革命（オープン環境に輩出するベンチャー企業群、そしてオープン環境の産学官連携がイノベーションの担い手）の違い、およびこれらのそれぞれを生み出した背景としての製品アーキテクチャの大転換を、我が国のイノベーション論に組み込んでこなかったためではないか。1980年代から1990年代にイノベーションの構造転換を終えた現在のアメリカやEUと我が国との構造を比較し、そしてアメリカやEUの構造転換に影響されたNIES/BRICs諸国のイノベーション構造を我々はまず理解しなければならない。

これらの比較分析は別稿に譲るとして、その前に本稿では、付加価値が集中カプセルされた **Turn-Key-Solution** 型のプラットフォームをオープン環境に構築する局所的な水平結合モデル（第一のモデル）やオープン環境で相互依存性を徹底させる垂直統合モデル（第二のモデル）を第2章で紹介した。更に我が国企業がNIES/BRICs諸国が生み出す比較優位の制度設計をオープン市場で巧みに取り込んだ第三のモデルを三菱化学の事例で紹介した。そしてテクノロジーやプロダクト側のイノベーション成果としての知的財産をグローバル市場のビジネス・モデルへ組み込むノウハウはもとより、これをグローバル市場で守るポリス・ファンクションの強化が極めて重要であることも主張した。また国際標準化を推進する前にその使い方をビジネスモデルへ取り込むべきである（小川、2008c）、と強く主張した。これらはいずれも人為的・強制的な仕掛け作りとしてトータル・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。特にアーキテクチャがモジュラー型へ大転換した製品群のビジネスモデルで、これが重要な役割を担うようになったのである。

今後は、本稿の基本メッセージであるトータル・イノベーション・システムの考え方で、我が国が得意とするプロセス型・部品材料、自動車、産業機械などの擦り合せ型製品のビジネスモデルを再構築してみたい。我々は多くの企業人とこの方向性を共有し、我が国企業の組織能力をグローバルなオープン経営環境でどのように適合させるかの処方箋を書かなければならない。そしてこの延長で、行政側が担うマクロなイノベーション政策と企

³⁷なお付け加えれば、1945~1980年代までのアメリカで現在の人類社会に多大な貢献をする多数のテクノロジーが開発されたのは確かである。アメリカのベル研究所から生まれたトランジスタの発明とこの発明に対する固体物理学の貢献、あるいはゼロックスのパルアルト研究所から生まれたパケット通信などの多種多様なIT関連技術と技術開発に対する情報理論の貢献、などがその代表的な事例である。またフェライト磁石、VTR、電子顕微鏡などの初期の製品、さらには21世紀のエレクトロニクス産業を飛躍させる液晶やGaAs, GaN, SiCなどの材料技術も、そして超格子に代表されるサイエンス主導の新機能創成型プロセス技術も、アメリカによって生み出された。しかしながらこれらが必ずしもアメリカ企業の競争力強化に寄与せず、アメリカという国の有効需要創出は確かに限定的であった。

業側が担うビジネスモデルとを連携させるトータル・イノベーション・システムの理論体系を拡張していきたい。

そしてこのプロセスで、既にイノベーションの構造転換を終えた現在のアメリカやEUと我が国との構造比較、³⁸ またアメリカやEUの構造転換に誘発されたNIES/BRICs諸国イノベーション構造と我が国のそれを比較分析していきたい。

実践の学問としての経営学を定義するなら、” 現世を意味のある秩序の世界として把握したいという自然的・合理的な要求 (M・ウエーバー) “ に基づきはするものの、現実感や具体性を持って基本課題に取り組む姿勢が常に我々に期待されているのではないか。この意味で本稿を書きながら最も気になったのは、筆者と企業幹部が同じ時代に生きていて、そのどちらが我が国企業の基本課題により正しく接近できているか、という問いかけであった。これは学問が常に持つことを期待されている” 現実的な機能 “ に対する問いかけではあるものの、残念ながら本稿はまだ入り口に立ったに過ぎない。次稿に繰り越す大きな宿題となってしまった。

参考文献

- 小川紘一 (2006a) 「製品アーキテクチャ論から見た DVD の標準化・事業戦略」
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-64,
2006年3月 http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC64_2006.pdf
- 小川紘一 (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』(1章). 日本規格協会.
- 小川紘一(2007) 「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
- 小川紘一 (2008a)、「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』、Vol.7, no.2, pp83-127, 2008年2月
- 小川紘一 (2008b)、「我が国エレクトロニクス産業にみるプラットフォームの形成メカニ
ズム」『赤門マネジメント・レビュー』、Vol.7,no.6, pp339-407, 2008年6月
- 小川紘一 (2008c) , 「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

³⁸このような潮流を生み出す背景にハイエクやミルトン・フリードマンの経済思想があるが、この二人を支えたのがアダム・スミスの国富論である。国富論では冒頭から分業化が持つ経済合理性が一貫して主張されている。この分業化をグローバル市場へ大きく拡大するきっかけになったのが1980年代のアメリカの産業政策であり、これと呼応したパソコン産業やネットワーク産業である。我々はこのような変遷を経て第1章の経営環境に置かれるようになった。技術革新が生み出すデジタル型製品は、アダム・スミスの成長やアダム・スミスの分業論、そしてリカード敵な比較優位の貿易論や経済活性化論を21世紀のグローバル市場に再び蘇えらせたのではないか。

- 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、MMRC-J-205, 2008年3月 http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC205_2008.pdf
- 小川紘一(2008d)「新興国に勝つ Blu-ray Disc のビジネスモデルを提案する」、日経エレクトロニクス、2008年8月25日号、p.103
- 小川紘一(2008e)「新・日本型イノベーション・システムとしての標準化・事業戦略(4) 0 plus E・2008年7月、p.740
- 小川紘一(2009a)「製品アーキテクチャのダイナミズムとオープン国際分業」
東京大学知的資産経営・総括寄付講座 Working Paper No.3 2009年1月
- 小川紘一(2009b)「新・日本型イノベーション・システムとしての標準化・事業戦略(11) 0 plus E・2009年2月、p.204
- 後藤晃(2000)「イノベーションと日本経済」、岩波新書
- 後藤晃/児玉俊洋(2006)「日本のイノベーション・システム」、東京大学出版会
- 新宅純二郎「2008」「韓国液晶産業における製造技術戦略」、
『赤門マネジメント・レビュー』、Vol.7, no. 1, pp55-73, 2008年1月
- 新宅純二郎、立本博文、善本哲夫、富田純一、朴英元(2008)「製品アーキテクチャから見る技術伝播と国際分業」、一橋ビジネス・レビュー、2008,Aug, pp.42-60, 2008年8月
- 相山泰生(2005)「技術を導くビジネス・アイデア」『組織科学』Vol.39, No.2, p.52
- 一橋大学イノベーション・センター(2001)「イノベーション・マネジメント入門」
日本経済新聞社
- 柘植綾夫(2006),『イノベーター日本一国創りに結実する科学技術戦略一』、オーム社
- 立本博文(2008),「制度による技術伝播の促進 -1990年代の半導体産業の事例-」
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-.235
http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC235_2008.pdf
- 沼上幹(1999)「市場と技術の構想：イノベーションの構想ドリブン・モデルに向かって」
『組織科学』Vol.23, No.1, p.59
- 西村吉雄(2004),『改訂版 情報産業論』、日本放送出版協会
- 吹野博志(2006)「イノベーションとコモディティ化」榊原清則, 香山晋『イノベーションと競争優位』(3章). NTT出版.
- 宮崎智彦(2008)「ガラパゴス化する日本の製造業」、東洋経済新報社
- 森嶋通夫(1988),『サッチャー時代のイギリス』、岩波書店
- 吉川洋(2000),『現在マクロ経済学』、4章、5章、創文社現代経済学選書12. 創文社
- 吉川洋(2003),『構造改革と日本経済』、岩波書店
- 米倉誠一郎(1999)「経営革命の構造」、岩波新書、p.21
- Aoki.M & H.Yoshikawa(1999),『Demand Creation and Economic Growth』, DiscussionPaper CIRJE-F-43, Faculty of Economics University of Tokyo, March(1999)
- Rosenbloom.R & Spencer.W(1996)” 「Engines of Innovation」, 西村吉雄訳『中央研究

所の時代の終焉』日経BP社、