

MMRC-J-184

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
新・日本型経営としての
ビジネス・モデル・イノベーション（その1）

東京大学COEものづくり経営研究センター
小川 紘一

2007年11月



東京大学21世紀COE [モノづくり]
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にした

日本型イノベーション・システムの再構築

新・日本型経営としての

ビジネス・モデル・イノベーション（その1）

東京大学COEものづくり経営研究センター

小川 紘一

2007年11月

要約

我が国企業が担うべきイノベーション・システムのフレーム・ワークを、製品アーキテクチャのダイナミズムという視点に立って論じた。21世紀型の技術移転モデルを活用するアーキテクチャ・ベースのプラットフォーム形成が、ビジネス・モデル・イノベーションの代表的事例として取上げられている。自動車や建設機械、工作機械、プロセス型部品・部材など、現在でも摺り合せ型の製品アーキテクチャを維持する製品では、イノベーション投資が競争力に直結し易い。しかしながらアーキテクチャが瞬時にモジュラー型へ転換する産業では、組織能力とアーキテクチャとの間に巨大な乖離が生まれ、同時にモジュラー化は技術移転スピードを加速させてリニア・モデルを崩壊させる。このような“乖離”と“スピード”の経営環境で技術イノベーションの成果をグローバル市場の経済価値へ転換させるには、ビジネス・モデル側にこそイノベーションが必要となる。ここで取上げるアーキテクチャ・ベースのプラットフォーム形成は、我が国の付加価値を効率良くグローバル市場へ運ぶキャリアとしてだけでなく、また効率良く経済価値へ転換させる経営ツールとしてだけでなく、NIES/BRICS とさえ呼ばれることのない人々の生活向上に多大な貢献することが、本稿から理解されるであろう。行政側が担うマクロなイノベーション政策と企業が構築するビジネス・モデルとの連携が、これまでに例がないほど重要になった。

キーワード

イノベーション、プラットフォーム、ビジネス・モデル、新宅モデル、技術移転、日本型経営、インテル、製品アーキテクチャ、マイコン、リニア・モデル

目次

1. 本稿の基本メッセージとその背景
2. 我が国の製造業が置かれた経営環境
 - 2.1 製品アーキテクチャの視点で見た研究開発投資と営業利益
 - 2.2 製品アーキテクチャのダイナミズムを前提とした組織能力のあり方、ならびに経営側が担うべきビジネス・モデル・イノベーションの役割
3. 半導体に見る産業構造のダイナミズムと競争優位の位置取り変化
 - 3.1 半導体産業に見る産業構造のダイナミズム
 - 3.2 半導体のプロセス・アーキテクチャ変遷と国別シェア推移
 - 3.3 半導体材料や液晶材料に見るわが国企業の国際競争力
4. 製品は時間と共にモジュラー型へ向かう
 - 4.1 摺り合せ型製品でも常に安泰とは限らない
 - 4.2 部材・素材も例外ではなくなった
 - 4.3 自動車産業は安泰か
5. 日本型イノベーション・システムの構築に向けて
 - 5.1 21世紀型技術移転モデルとしての新宅モデルの登場
 - 5.2 プラットフォーム形成から見たアーキテクチャ・ベースの技術拡散モデルと我が国企業が採るべきビジネス・モデル
 - 5.3 製品アーキテクチャから見た中国企業の市場参入モデルと我が国企業が採るべきビジネス・モデル
 - 5.4 アメリカ・パソコン産業に見るビジネス・モデル・イノベーションと我が国企業が学ぶべきビジネス・モデル
 - 5.5 我が国企業とアジア諸国企業の共存共栄に向けた経営システムを具体化するアーキテクチャ・ベースのプラットフォーム戦略
6. 日本型イノベーション・システムから見た新宅モデルの意義
 - 6.1 新宅モデルの視点によるクリステンセンのイノベーション論
 - 6.2 新宅モデルの活用による我が国企業とアジア諸国企業の共存共栄システム
7. 行政のマクロ政策と企業のビジネス・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、我が国が担うイノベーションのあり方を製品アーキテクチャのダイナミズムを前提に論じ、日本型イノベーションを再構築するためのフレーム・ワークを提案することにある¹。その第一弾として21世紀型の技術移転としての新宅モデルを導入し、これを活用するアーキテクチャ・ベースのプラットフォーム構築こそ我が国企業が採るべきビジネス・モデル・イノベーションである、と主張している。本稿が定義するプラットフォームの形成は、我が国企業とアジア諸国企業の共存共栄に向けた経営システムを構築するための基本思想に位置づけられることも、密かに期待されている²。

本稿を書くに至った背景には、製品アーキテクチャが短期間に変わるとアーキテクチャと組織能力との間に乖離が生まれるという仮説があり、また先進工業国から開発途上国に向けた技術移転のスピードが製品アーキテクチャによって際立った違を見せるという事実があった³。“乖離”と“スピード”が我が国では1990年代の後半から顕在化したのが、ここから基礎研究者や技術者が担うテクノロジー・イノベーション/プロダクト・イノベーションと同等以上に、経営側が担うべきビジネス・モデル側のイノベーションが重要になった。これまでのイノベーション論はサイエンスやテクノロジー側のイノベーションおよびプロダクト側から見たイノベーションが中心であった⁴。しかし本稿が特に着目するのは、我が国が生み出す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という仕掛け作り、すなわち人為的・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ビジネス・モデル・イノベーションである。この視点を取り込まれないと我が国のトータル・イノベーション・システムは完成しない。

リニア・モデルは1945年7月に書かれたブッシュ・レポートによって戦後のアメリカ科学技術政策に大きな影響を与えた⁵。リニア・モデルでは、いわゆる基礎研究で優れた

¹ 本稿は2007年11月末に東京大学ものづくり経営研究センターのディスカッション・ペーパーとして投稿されたが、その後の調査・研究を踏まえて加筆し、2008年2月20日に再投稿された。主な加筆内容は脚注の大幅追加と第7章の追加である。

² 本稿は、2007年3月9日に開催された同志社大学ワールドビジネス研究センター主催のワークショップで講演した内容の一部を抜き出し、これを大幅に加筆したものである。講演内容の全文は、2008年3月に同研究センターが発行する紀要“同志社大学ワールドビジネスレビュー”掲載される。

³ これは著者が2004年まで勤務したコンピュータ情報システム・メーカーにおける経験および光ディスク産業の調査（小川、2006a,2006c）によって目にした事実である。

⁴ 筆者も企業の技術研究所に勤務していた1992年までこれと同じ視点で見ていた。

⁵ イノベーションを語るとき必ずシュンペータが登場するが、シュンペータのイノベーションに関する後世の解説図を見ると、明らかにリニア・モデルとして捉えられている（例えば沼上、1999の524ページ）。当時のブッシュとシュンペータの関係についてまだ調査していないので確信は持てないが、ブッシュはシュンペータのイノベーション論を拠り所にしていただろうのではないかと。シュンペータは今日見るイノベーション論の基本理論を、新結合という表現で1911~1912年ごろに提案した。

成果が出れば、これを契機に応用研究、開発、生産、販売が逐次におこり、結果としてイノベーションにつながるということが仮定されていた。この意味で特に基礎研究の重要性を強調する目的を持って唱えられた主張であるが、この考え方は当時の多くの研究者にも共有された科学技術政策であった（宮田、2007）。したがってその後のアメリカでも我が国でも、大学や企業の研究所における基礎研究側（サイエンス/テクノロジー）と企業が生み出す製品側（プロダクト）との関係に焦点を当ててリニア・モデルが議論されたように思う⁶。

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 年まで言われ続けた。いわゆるリニア・モデル信仰である。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イノベーション論が展開され、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。潜在的ニーズを引き出して新たな需要を切り開く商品を開発できれば、すなわち売れる商品を開発できてグローバル市場に大量普及すれば必ず企業収

その後 1932 年にアメリカへ移り住んでから 10 年後の 1942 年には以前の学説を大幅に修正したイノベーション論が述べられている。シュンペータが 1911~1912 年ころにイノベーションの担い手として考えたのは起業家である。現在でいうベンチャー型の起業家であって決して大企業ではなかった。更に言えば、この当時のシュンペータが考えたイノベーションに技術の役割が重視されていなかった。シュンペータがフルセット統合型の大企業をイノベーションの担い手を位置づけ、またイノベーションを技術と密接に結び付けたのは、1942 年以降になってからである。しかしこのイノベーション論も 1970 年代にはイギリスやアメリカで吹き荒れたシュンペータ反革命の嵐で消えてしまった。我が国でこれらの経緯を踏まえたイノベーション論があまりなく、経営学者や経済学者は 1910 年代のシュンペータを、企業人は 1940 年代のシュンペータと 1910 年代のシュンペータを混同して使っているように思える。また 1970 年代以降の欧米でおきたシュンペータ反革命を語るイノベーション論がまだない。したがって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の中でも、イノベーションの定義が曖昧であり、素朴なりニア・モデルが仮定された古典的イノベーションで一貫している。なお根井(2007)の 102 ページによれば、1935 年ころにハーバード大学におけるシュンペータのセミナーに優秀な大学院生が多数参加しており、シュンペータは当時のアメリカ経済学に大きな影響力を持っていた様子が描かれている。しかしながらアメリカにおけるシュンペータの影響力はケインズの一般理論登場とともに劣えていく。

⁶ 第 7 章で示すが、本稿が取上げるのは我が国が生み出す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、すなわち人為的・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ビジネス・モデル・イノベーションである。この意味で本稿では、イノベーションをサイエンス/テクノロジー・イノベーションとプロダクト・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。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。またサイエンス/テクノロジー側のイノベーションとプロダクト・イノベーションの関係も改めて製品アーキテクチャの視点から再構築されるべきだが、本稿ではこれに触れない。例えば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 IT 関連発明に対する情報理論の貢献なども、後日取り上げられるべきであろう。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。

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

益に貢献する、ということが暗黙の内に仮定された主張であった。しかしながらパソコンやデジタル携帯電話、カメラ・モジュール、デジカメ、DVD、液晶テレビなどの事例を詳しく分析すると、国際競争力や企業収益に直結するか否かは、製品アーキテクチャに大きく左右されていることが明らかになってきた。擦り合せ型のアーキテクチャが長期に維持される製品であれば、確かに売れる製品を開発すると企業の国際競争力や収益に直結しやすい。しかしながらマイコンとファームウェアの作用によってアーキテクチャが瞬時にモジュラー型へ転換する製品は、プロダクト側のイノベーション以上にビジネス・モデル側のイノベーションを同時に生み出さなければ、プロダクト・イノベーションの成果を企業収益に直結させることはできない。擦り合せ型のアーキテクチャが長期に維持される製品であれば、確かに売れる製品を開発すると企業の国際競争力や収益に直結しやすい。しかしながらマイコンとファームウェアの作用によってアーキテクチャが瞬時にモジュラー型へ転換する製品は（小川、2008a）、プロダクト側のイノベーション以上にビジネス・モデル側のイノベーションを同時に生み出さなければ、プロダクト・イノベーションの成果を企業収益に直結させることはできない。21世紀の我が国エレクトロニクス産業は、このような経営環境に置かれているのである。

自動車や建設機械、工作機械、プロセス型の素材産業や部品産業など、現在でも擦り合わせ型のアーキテクチャを維持する製品では我が国企業が誇る統合型もの造り能力を極限まで追求する姿勢そのものが競争力の源泉になっている。いわゆる企業内の緊密な人的ネットワークやミドル・マネージメントの自由闊達な議論、あるいは優れた現場の創発とこれを支えるミドル・マネージメント層の濃密な相互作用（沼上ほか、2007）など、これまで語られてきた日本型の経営組織がグローバル市場の競争力に直結しやすい。このような経営環境は、製品アーキテクチャが擦り合せ型を維持している限り、デジタル化、オープン化、モジュール・クラスター化などのキーワードで表現される21世紀の現在でも変わっていない。むしろ上記キーワードに代表される経営環境の到来によってNIES/BRICS諸国の経済が活性化され、営々と続く技術開発投資によってはじめて生み出される擦り合せ型の製品に、巨大な需要が生まれたのである。我が国企業が持つ擦り合わせ型アーキテクチャ製品の国際競争力が、改めて認識されたのではないか。組織の能力とアーキテクチャとの相性から生まれる我が国企業の競争力（藤本、2007）が、NIES/BRICS諸国企業の台頭によって改めて脚光を浴びるようになったのである。その背景には、擦り合せ型の技術であれば拡散スピードが非常に遅いという、モジュラー型の技術とは際立った違いを見せる事実があった。したがって擦り合せ型のアーキテクチャを持つ製品で語るイノベーションとは、従来と同じ技術主導、

すなわちテクノロジーやプロダクト側におけるイノベーションが中心であり、いわゆる本稿が定義する意味でのリニア・モデルが比較的通用し易い経営環境に置かれた産業といってもよいだろう。

一方エレクトロニクス産業では、1990年代後半から我が国企業のもの造り経営環境が歴史的な転換期に立ち（小川、2007a）、国際競争力が1980年代と比べようもないほど弱まった（新宅、2006a, 2006b, 小川、2005, 2006a,）。マイコンとファームウェアなどのデジタル・テクノロジーが製品設計に深く介在して製品アーキテクチャを瞬時にモジュラー型（組み合わせ型）へ転換させ、アーキテクチャと組織能力との間に巨大な乖離を生み出したためである（小川、2007a）。しかしながらアジア諸国企業の場合は、アナログ技術が中心の時代に組織能力とアーキテクチャとの間に乖離があったものの、デジタル・テクノロジーが製品設計に取り込まれた1990年代後半からこの乖離が解消された。デジタル・テクノロジーの作用が我が国企業とアジア諸国企業でそれぞれ逆に働いたのであり、ここからアジア諸国企業が躍進して我が国企業に大きな影響を与えるようになった。モジュラー形という特定のアーキテクチャだけを取り込み、もう一方の擦り合せ型が欠如したアンバランスな技術体系しか持てないNIES/BRICS諸国は、経済成長が進めば進むほど擦り合せ型技術を輸入せざるを得なくなったのである。

モジュラー型製品の登場でビジネス・チャンスを掴んだNIES/BRICS諸国の市場に、営々と続く地道な技術開発でのみ生み出される擦り合せ型の製品に巨大な需要が生まれた。しかしながら一方では、製品アーキテクチャが瞬時にモジュラー型へ転換する21世紀のエレクトロニクス産業で我が国企業は、同じように営々と続けた開発投資がグローバル市場の競争優位に直結しなくなった。モジュラー型製品を担うNIES/BRICS諸国の興隆によって、リニア・モデルが通用し難いイノベーション環境に置かれたといってもよい⁷。ここではテク

⁷ いわゆる1945年のブッシュ・レポートで定義されたリニア・モデルは、早くも1950年代初期に疑問視されたが、1957年のスプートニク・ショックによって再び基礎研究が重要視されるようになった（宮田、2007）。これによってリニア・モデルに潜む本質的な問題の議論が封印された。その結果、1970年代後期のカーター政権時代に、まずはエレクトロニクス産業でアメリカ企業の競争力が修復できない状態にまで弱体化する。世界に誇る研究開発成果を上げたベル研究所でさえ、優れた研究者の大量レイオフに追い込まれている。死の谷・ダーウインの海などという表現も生まれたが、これらの表現は当時のリニア・モデルが持つ課題の一面を捉えただけである。エレクトロニクス関連の民間企業で最も優れたサイエンス/テクノロジー・イノベーションを起こしたIBMも、1980年代の後半から15万人ものレイオフに追い込まれており、本稿が定義する意味でのリニア・モデルがここで完全に崩壊する。その背景には、1970~1980年代に急速に進む技術拡散・技術流出（アメリカの視点）があり、結果的にこれを加速させることになる1980年代までのアメリカの特許政策や独禁法があった。これを我が国企業の視点で見れば、アメリカ企業による積極的な技術譲渡・技術提供があった。更に言えば、これらの背景には製品アーキテクチャのモジュラー化と産業構造のモジュール・クラスター化によって顕在化する“組織能力との乖離”や“驚異的な技術拡散スピード”があったのであり、1970~1980

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

ロジー・イノベーションやプロダクト・イノベーションよりもむしろこれらのイノベーション成果を企業収益へ転換させるビジネス・モデル・イノベーションの方が遥かに重要となったのである。イノベーション投資のあり方、内弁慶から脱してグローバル市場に勝ちパターンを作るビジネス・モデル、更にはこれらを支える組織能力の構築などが大幅に見直されなければならないようになった。

例えば液晶パネルの技術は 1970 年ころから我が国が営々と研究開発を進め、数々の企業がテクノロジー・イノベーションやプロダクト・イノベーションを生み出してきた。しかしながら薄型表示デバイスとしての応用が始まる 1990 年代の初期から我が国企業の市場シェアが 10 年以上にわたって下落し続け、テレビ用の大型パネルは 2006 年に約 10%まで下落した⁸。大型化への技術革新を徹底的に追及することで、常にパネルの製品アーキテクチャ

年代のアメリカでリニア・モデル崩壊を加速させた。一方、当時の我が国の視点で見れば、技術拡散・技術譲渡や産業構造のモジュール・クラスター化が我が国企業に躍進のチャンスを与え、アメリカ企業を追い上げたのである。このような姿は、20 年後の 1990 代後半から現在に至る我が国企業とアジア諸国企業との関係でも再現された。その後 1980 年代以降のアメリカ政府は、徹底した知財保護など、転換された製品アーキテクチャや産業構造に適応できるような制度設計を行うが、このプロセスでアメリカ企業が徐々にリニア・モデルの課題を経営の問題として捉えるようになった。技術やノウハウ獲得の手段として、自社の中央研究所による R&D と同等以上に M&A や A&D を重視し、21 世紀になると世界で多くの企業が、サイエンス/テクノロジー・イノベーションやプロダクト・イノベーションなど、川上側で抱えるディレンマを経営側の問題として明確に位置づけるようになったのである (IBM, 2006)。なお M&A や A&D による技術獲得は、オープン・イノベーションによって多くの技術が次々に生み出されることが前提になっている。また中央研究所の役割や M&A や A&D の有り方、更には Global Technology Outlook や Global Innovation Outlook などで表現されるイノベーションとその成果獲得の有り方は、製品アーキテクチャと組織能力によって大きく異なるはずであり、我が国企業は自らの組織能力を活かす A&D や M&A にすべきであるのは、言うまでもない。これらの詳細は別稿で議論したい。

⁸ 液晶パネル全体では 2005 年の我が国企業のシェアが 22~23%だが、設備投資を競うテレビ用の大型パネルでは 13%のシェアになっている (別の調査では 10%以下)。しかしながら最も品質・信頼性の厳しい車載用のパネルでは我が国企業のシェアが約 70%(2006 年)と圧倒的に大きく、また超薄型・低消費電力が必須の携帯電話用でも 50%以上 (2006 年) のシェアを持ち、大型パネルと際立った違いを見せる。この差異も製品アーキテクチャの視点で理解できるのではないか。例えば携帯電話用のパネルは小型化・薄型化が最優先なので、同じ TFT 基板の上に液晶パネルと駆動回路を一体化・統合化しなければならない。しかしながらアモルファス・シリコンでは電子移動度が結晶シリコンの 1/100、ポリ・シリコンの 1/10~1/20 と非常に遅いので、ドライバー回路に求められる性能が出ない。したがってポリ・シリコンを使わざるを得ないが、ポリ・シリコン上へ液晶パネルとしての機能・性能・品質を均一に歩留まり良く形成するには高度の摺り合せノウハウを必要とする(レーザ・アニールなど)。また携帯電話のパネルはテレビと違ってサイズ、機能、性能が電話機メーカー毎に異なるので、パネルのサプライヤーは今後数世代にわたるロードマップを示しながらそれぞれの電話機メーカーと個別擦り合せを繰り返さなければならない。車載用ではこの擦り合せが更に深く高度になる。我が国企業が携帯電話用や車載用の液晶パネルで現在も非常に高いシェアを維持できる理由がここにある。ついでに紹介すると、携帯電話などに使われるリチウム・イオン電池でも我が国企業が圧倒的なシェアを持つが、携帯電話の場合はまず電話側のデザインやサイズが決まって電池の形状を決める、したがって重層な技術陣を持って顧客擦り合せをするなどの総合力が必要となる。これが我が国企業の競争力を支えているのである。

を擦り合せ型へ戻そうとするシャープだけが頑張っているに過ぎない。擦り合せ型に戻すことで組織能力とアーキテクチャとの乖離を埋め、これによってシャープは競争力を維持している、と言い換えられるであろう⁹。またDVDの場合は、我が国企業が基本技術開発・製品開発・製造技術開発、更には市場開拓や国際標準化の制定などの全てを主導して必須特許を90%以上も持っているにも拘らず、世界市場でシェアが非常に小さい。PCC社（旧九州松下）が擦り合せ型の粋を極めた超薄型DVDドライブで頑張っているに過ぎない（全DVDドライブのシェアは、シャープの液晶パネルと同じく、約10%である）。旧来の松下電器が持つDNAを守ってプロダクト・イノベーションを徹底させながら製品アーキテクチャを擦り合せ型に戻し、これによって組織能力とアーキテクチャとの乖離を埋めているのが現在のPCC社の姿である¹⁰。

我が国企業に代わってグローバル市場のリーダーになったのは韓国や台湾の企業であり、その後中国企業も登場するようになった。この背景にもやはり、モジュラー型技術の拡散スピードが従来まで考えられなかったほど速いという経営環境が生まれていたのであり、1960年代に提案されたVernonの技術移転モデル¹¹ではなく、本稿の5章で提案する新宅モデルを経営戦略に取り込まなければならぬ。エレクトロニクスおよびその関連産業が上記の経営環境に置かれたのであれば、我が国企業のイノベーションの在り方やイノベーションの成果をグローバル市場へ展開するビジネス・モデルそれ自身も、当然のことながら従来のモデルから転換させる必要がある。これが本稿で発する第一の問題提起である。

本稿で発する第二の問題提起は、企業の研究開発投資が生み出す営業利益が製品ア

⁹ なおテレビ用の大型パネルは設備投資が非常に重く、またパネル・コストに占める減価償却費が20~30%にもなるので、上記に延べた重層な技術対応力ではなく、新規投資に対する資金調達や国の優遇政策などが国際競争力・市場シェアに大きく影響する。いうまでも無いが設備の減価償却費が製品コストの70%にも及ぶ半導体ではこれが更に大きく影響する。ここでは技術イノベーションよりも政策イノベーション（例えば比較優位の制度設計など）がシェアを左右すると言ってもよい。さらには、我が国で作る液晶パネルの国際競争力に為替が大きく影響する。1990年代前半におきた1ドル90円前後の為替レートが今後起きたとき、国内への巨大投資で作るシャープの液晶パネルは、ビジネス制度設計で遥かに有利な台湾や韓国のパネルに対して競争力を維持できるであろうか。これらの分析については別稿に譲りたい。

¹⁰ 多くの我が国企業は、常に擦り合せへの引き戻そうとしてプロダクト・イノベーションを追求し、ユーザの要求を遥かに超える機能・性能の製品を次々に開発するが、その延長にイノベーターズ・ディレンマ（クリステンセン、2001）が待っている。本稿の6章で詳述するように、その背景には製品アーキテクチャのモジュラー化と新宅モデルの顕在化があった。液晶テレビのように大型パネルへの挑戦がコスト低減と完成品の差別化に直結している間はイノベーションが競争力に直結する。しかしながら、記録容量が規格で決められているDVDの場合は直結する領域が狭く、すぐにモジュラー化がはじまって我が国企業の組織能力との間に巨大な乖離が生じる。これを打破したのがPCC社の超薄型化への挑戦やSuper Multi DVDというコンセプトへの挑戦であった（小川、2006b,2006c）。PCC社は我が国企業の得意技が生きる擦り合せ型のビジネス・ドメインを自らの力で創り出したのである。

¹¹ Vernon(1966)

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

一キテクチャによって著しい違いを見せる点にあり、実はこの違いもアーキテクチャと組織能力との相性や乖離によって生まれている、と考えられる。製品アーキテクチャがゆっくり変わる擦り合せ型の製品では従来型の経営を徹底的に追求する姿勢が収益に直結するが、瞬時にモジュラー型に転換するエレクトロニクス関連製品では、経営側が担うべきビジネス・モデルそれ自身でイノベーションを起こさないと研究開発投資を企業収益に結びつけることができない。ここでもやはり、従来のイノベーション論が再検討を迫られていると考えるべきではないだろうか。これは企業の研究開発だけでなく、他の多くの公的研究機関でも例外ではない。

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 兆円が、また 2006 年から 2010 年までの第三期では更に 25 兆円の税金が注ぎ込まれる。ここには、研究開発投資が生み出すテクノロジー・イノベーションが我が国企業の国際競争力を高めて国富の蓄積に直結する、という暗黙の前提がある。第一期の成果が具体的な商品に結びついた事例はまだ少ないとはいえ、世界経済のグローバル化がこれほど進んだ現在、我が国エレクトロニクス産業の国際競争力が依然として低下したままである。先に述べたように、1990 年代に圧倒的な技術力を誇った液晶パネルは特に第五世代が登場する 2002 年ころから我が国企業の市場シェアが一段と下落した。1980 年代の後半から 1990 年代にかけて圧倒的な技術力を誇った我が国のデジタル携帯電話も、1990 年代後半から海外市場で競争力を失った。現在では日本市場だけに閉じ込められて世界市場（2007 年に 10～12 億台）の 5% 以下までシェアが落ちている。擦り合わせ型だから強いと言われ続けたノート・パソコンもついに 2000 年の初頭から、製造シェアはもとより販売シェアも急落して 20% を切った。かつて 60% のシェアを誇った半導体や DVD も現在ではわずか 20% 強に過ぎない。代表的な白物家電の冷蔵庫は世界市場（年間 7,500 万台）の 15% 以下、21 世紀のデジタル情報ネットワークを支える基幹インフラとしてのルーターは、我が国市場の中でさえその 70% もの市場シェアが海外企業に握られたままである。21 世紀の環境問題を解決すると期待される太陽光発電も、NEDO と我が国企業の連携でテクノロジー・イノベーションやプロダクト・イノベーションでは大成功をおさめたが、大量普及が始まる 2007 年からグローバル市場で競争力を失おうとしている。企業の研究開発投資が企業収益に直結しない悪循環がここまで拡大していたのである¹²。更には、21 世紀の省エネ技術と期待される固体照明のケースでさえその兆候が

¹² 本稿では巨額のイノベーション投資によってテクノロジー・イノベーションやプロダクト・イノベーションが生みだされた後のフェーズを、しかも実用化後に製品アーキテクチャがモジュラー型に転換されやすい分野を議論の対象にしている。一部に政府の巨額イノベーション投資が実用化に結びつく投資効率を問題視する意見もあるが、効率の評価方法に議論は残るものの、基礎研究から実用化に至る効率を正しく把握するのが困難なのはどの国でも同じである。この領域の投資効率を議論する

見え隠れするようになった。テクノロジーやプロダクト側のイノベーションに対して必ずしも貢献しなかった海外企業が、ビジネス・モデルで我が国企業を追い詰めてきたのである。

ビジネス・モデルで我が国企業が劣勢に立つ背景には、製品アーキテクチャのモジュラー化が生み出す驚異的な技術拡散スピーに対応できないという、アーキテクチャと組織能力との間の巨大な乖離があるのではないか。乖離が大きくなれば、企業内の緊密な人的ネットワークやミドル・マネージメントの自由闊達な議論、あるいは優れた現場の創発とこれを支えるミドル・マネージメント層の濃密な相互作用、などの表現で特徴付けられる企業組織が例え理想的な姿であっても、グローバル市場で競争力を構築することができない。この意味で液晶パネル、DVD、携帯電話、ネットワーク・システムなどの事例は、本稿の定義によるリニア・モデルの崩壊を示す象徴的な出来事であった¹³。ラディカルな技術イノベーションが競争力に直結するという経営環境は我が国でもこの時点から既に崩壊していたと考えられる。最近になって、垂直磁化記録を、我が国が生み出した代表的なイノベーションと称えられているが、このテクノロジーを使う磁気ディスク・ドライブのビジネスで高い収益を上げているのは全てアメリカ企業である。我が国のハード・ディスク・ドライブ・メーカーは、

場合は、欧米諸国のケースと同じ土俵で比較する必要がある。少なくとも図1と同じように企業の研究開発投資の場合について分析をすると、本稿が議論の対象に据えたモジュラー型のアーキテクチャを除けば、我が国の投資効率は決して悪くはない。本稿で着目しているのは、政府及び企業の研究開発投資によって生み出された太陽光発電、固体照明、燃料電池、有機EL、その他ナノテク関連など、多数の有望技術を国や企業の国際競争力に直結させるための仕組み作りである。地方の有力大学を拠点とする知的クラスター型イノベーションで、固体照明（山口大学）や有機EL（山形大学）が大きな成果を挙げている。しかしながらこのような成果をグローバル市場で我が国企業の競争力強化へ結びつけるという、ビジネス・モデル側のイノベーションがなければ、我が国のイノベーション・システムは完結しない。これが本稿の基本メッセージである。なお上記のイノベーション成果を最も上手に活用しているのが韓国企業ではないかと揶揄する意見もあるが、これは20～30年前の我が国がアメリカで言われたことであった。

¹³ 繰り返すが、本稿ではテクノロジーやプロダクト・イノベーションの成果がグローバル市場で企業の経済価値に転換されるか否かの視点に立ってリニア・モデルを議論している。最近の技術世論で“日本のエレクトロニクス業界は人々の生活を変えるような新製品を生み出していない”、あるいは“日本企業はi-PODのような、組み合わせ型・水平分業型で新製品をなぜ生み出せないのか”、という意見が散見されるようになった。しかしDVDや薄型テレビ、デジタル携帯電話、メモリー・カードなど、我が国エレクトロニクス産業は1990年代から世界に誇る多数のプロダクト・イノベーションを生み出してきたことを忘れてはならない。またi-PODと類似の商品もアップルよりも5年以上前の1990年代後半から複数の我が国企業が既に開発済みであった。しかしながらこれが企業収益やグローバル市場の経済的な価値へ転換できていない。この点こそ我が国企業が直面する最大の課題となっている。テクノロジーやプロダクト・イノベーションの成果をグローバル市場で企業の経済価値に転換されるか否かの視点に立ってリニア・モデルを議論する本稿の主張がここにあることを再度強調したい。この視点に立つこと無くして2章で示す図1や図2の深層にある問題の解明が不可能であり、そして我が国の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な価値や社会的価値へ転換させるためのビジネス・モデルを議論することができないからである。我が国のMOT教育でもビジネス・モデル・イノベーションをもっと重視すべきではないだろうか。

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

赤字かあるいは極めて低い収益に苦しめられ、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がテクノロジーやプロダクトのイノベーション現場から多く聞こえる。この実態を我々はどのように捉えればよいのだろうか。リニア・モデルを最終的に完成させる仕掛け作りが経営側のビジネス・モデル・イノベーションだとすれば、これが取り込まれていない現在のイノベーション論で我が国企業が抱える切実な課題を解決するのは困難である。

非常に興味深いことだが、レンズ・シャッター・CCDモジュール・A/D変換・画像エンジンなど、基幹部品相互の依存性が非常に強いデジカメ（DSC）では、例えコンパクトDCSでも我が国企業の製造シェアが依然として60%を越える¹⁴。更に言えば超擦り合せ型の一眼レフ・デジカメでは製造シェアも販売シェアもほぼ100%であり、瞬時にモジュラー型へ転換するDVDと際立った違いを見せる。この事例が示すように、摺り合せ型のアーキテクチャを持つ製品では、本稿で定義したトータル・リニア・モデルが明らかに成立しやすい。

これまでの我が国企業は、競争力の源泉をまず生産現場に求め、その後1980年代から生産現場とともにプロダクト・イノベーションにも求めるようになった。しかしながら現代の我が国エレクトロニクス産業が経営環境の歴史的な転換期に立っているのであれば、生産現場の組織能力とアーキテクチャとの巨大な乖離、さらにはプロダクト・イノベーションを企業収益に直結させるリニア・モデルの崩壊とその背景を正しく把握し、ここから競争力の源泉を再構築しなければならない。再度繰り返すが、我が国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（あるいは企業収益）に転換させる仕組み作りとして、またこの過程で世界の社会的な価値創造に寄与する仕組み作りとして、特に製品アーキテクチャがモジュラー型に転換しやすい産業においてこそ、研究・開発側よりもむしろビジネス・モデル側でイノベーションが求められているのである。あるいは技術や商品開発を担う技術者が市場に出て、自らの手でビジネス・モデル側のイノベーションも同時に起こすベンチャー起業家を、多数輩出させなければならない。我が国が生み出すテクノロジー

¹⁴ 世界的な調査会社であるガートナーによれば、一眼レフを含む全DSCで我が国トップ7社（キャノン、松下電器、ソニー、オリンパス、ニコン、富士フイルム、ペンタックス）の販売シェアは2006年で約80%であった。コンパクト・デジカメだけを見ても我が国企業の製造シェアが約65%に及んでいる（販売シェアは75%）。いずれにせよ大量普及がはじまった1997年ころから10年以上も経た現在でも、我が国企業が世界市場を席卷しており、DVDや携帯電話、液晶テレビなどと際立った違いを見せる。なお上記の我が国企業はコンパクトDSCの多くを中国（キャノン、ソニー、オリンパス、富士フイルム）やタイ（ニコン）およびフィリピン（ペンタックス）で製造している。それでも技術拡散がほとんど起きていないのは、CDやDVDなどに使う光ピックアップ（小川、2007a）と同じく、完成品としてのデジカメそのものが持つ擦り合せ型のアーキテクチャ特性が長期にわたって維持されているためと考えられる。この詳細についてはDSCのアーキテクチャと携帯電話用のカメラ・モジュールのそれを比較しながら別稿で述べたい。

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という仕掛け作り、すなわち人為的・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ビジネス・モデル・イノベーションが取り込まれないと、我が国のトータル・イノベーション・システムは完成しない。

結論を先取りすれば、まず第5章に示す図8の自宅モデルや図9に示すアーキテクチャ・ベースの技術拡散モデルの持つ意味を正しく理解することが重要である。たとえオープン環境であっても、市場支配力と利益の源泉構築には技術モジュール相互の依存性強化、あるいはValue Chainを構成するビジネス・レイヤーの相互依存性を徹底的に強化しなければならないことが理解されるであろう。オープン環境のモジュール・クラスター型産業構造の中でもやはり、統合型のビジネス・モデルを追及することで市場支配力と利益の源泉構築が可能になる。全てをオープンにして存続できる企業などあり得ないからである。本稿ではその代表的な事例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取上げ、これを新・日本型イノベーションと位置づけた¹⁵。

2. 我が国の製造業が置かれた経営環境

2.1 製品アーキテクチャの視点で見る研究開発投資と営業利益

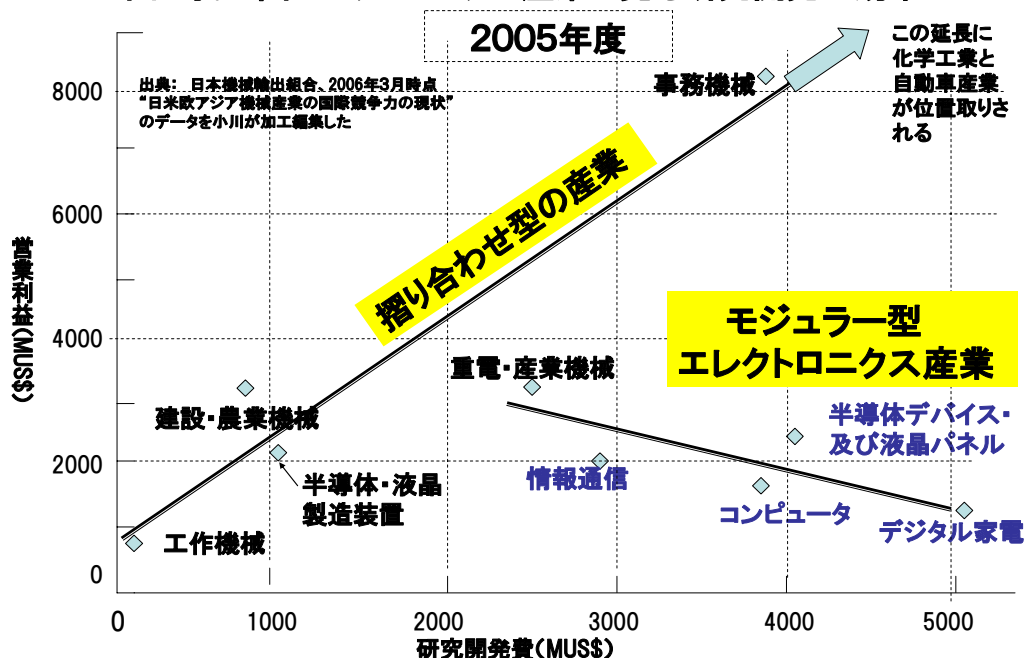
図1に我が国の製造業に見る研究開発費と営業利益率との関係を示すが¹⁶、いわゆる擦り合わせ型に位置取りされる製品の業界では、研究開発投資をすればするほど営業利益が高くなるという極めて正常な姿を示している。しかしながらモジュラー型に位置取りされるデジタル家電、半導体デバイス・液晶パネル、コンピュータとその関連機器（ハードウェア）および情報通信では、研究開発投資が多いほど営業利益が少ないという異常な経営環境に我

¹⁵本稿では、擦り合わせ型の匠の技や知財を集中カプセルしたアーキテクチャ・ベースのプラットフォーム形成（小川、2007b）をビジネス・モデル・イノベーションとして取上げるが、これ以外に、技術ノウハウを分散カプセルさせた巨大モジュールとしての Turn-Key-Solution 型生産システム、およびノキアの携帯電話やアップルの i-Pod に代表される完成品側のビジネス・モデル・イノベーションが極めて重要である。更にはキャノンが推進するコンパクト・フォト・プリント（CPP）などに例を見るように、巨大なインストール・ベースに育ったデジカメやカメラ付き携帯電話市場で展開する擦り合わせ型完成品のビジネス・モデルも注目に値する。これらはいずれも、単に基幹技術をブラック・ボックス化するだけでなく、ブラック・ボックス技術とオープン環境の技術モジュールや技術システムとの相互依存性を強化することではじめて、あるいは摺り合わせ型製品をユーザまで届ける道を標準化によって徹底的にオープン化し、オープン領域を擦り合わせブラック・ボックス領域からコントロールすることによってはじめて、市場支配力と利益の源泉を構築している。

¹⁶日本機械輸出組合の国際競争力委員会、2006年3月時点“日米欧機械産業の国際競争力の現状”、で報告されたデータを筆者が加工・編集。我が国エレクトロニクス産業には1社で多数の業種を担う統合型企業が多いので、決算書からそれぞれの業種を抜き出して営業利益と研究開発費の関係を調べた。これらをそれぞれ加算して作ったのが図1に示すデータである。

が企業が置かれている。また図2に示すように、エレクトロニクス産業に見る上記の経営環境

図1 我が国エレクトロニクス産業に見る研究開発の効率

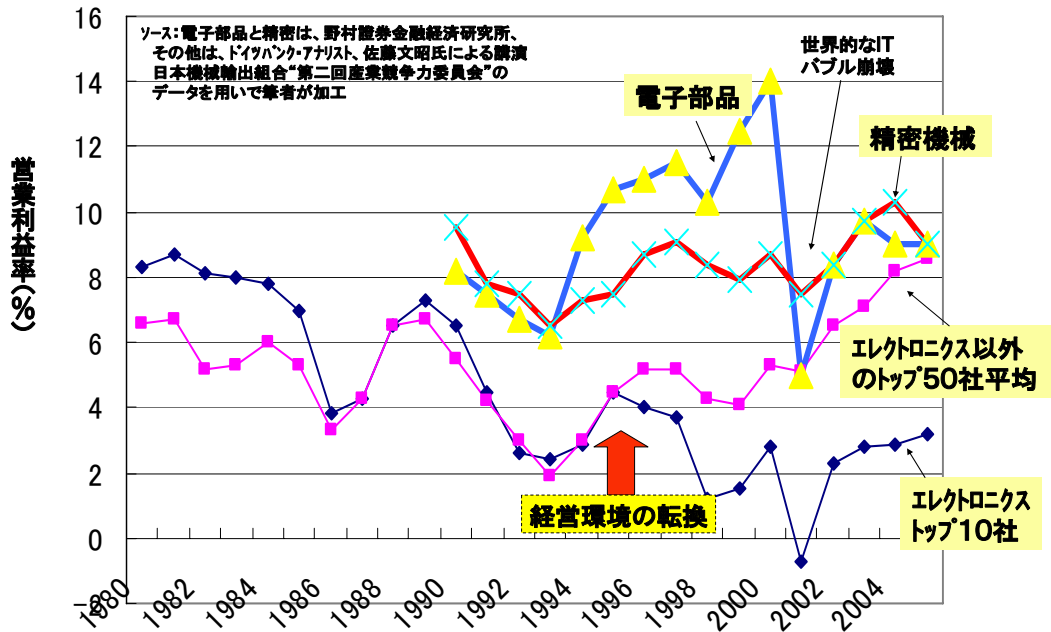


が顕在化したのは 1990 年代の中期からであった。図2に示すデジタル家電、半導体デバイス・液晶パネル、コンピュータ、情報通信などに携わる海外企業を見ると、例えばコンピュータ産業ではインテルがありマイクロソフトがいる。ノート・パソコン市場における東芝（ノート・パソコンのシェア：約 10%）などの一部の例外はあるものの、我が国企業の製品は多くがグローバル市場に競争優位を築けず、国内市場に閉じ込められた。情報通信産業の代表的な製品である携帯電話やネットワーク・システムでも、ノキア、モトローラ、クアルコム、シスコ・システムズ、ルーセント・テクノロジーズなど、我が国の競合企業がグローバル市場に多数存在する。そしてここでも我が国企業の製品がグローバル市場に競争優位を築けず、国内市場へ閉じ込められた。

これら外国の競合企業は例外なく 1970～1980 年代に興隆したベンチャー企業であり、1990 年代の中期から後半にかけて現在のビジネス・モデルを完成させている。ここでテクノロジー・イノベーションを経済的な価値（この場合は企業収益）に転換させる仕組みや世界の社会的な価値創造に寄与させる仕組みは、すべて経営者側のビジネス・モデル・イノベーションが担った。我が国企業は初期の段階で優位に立つが、市場がグローバルに展開するフェーズになると徐々に劣勢に回って急速に市場シェアを失う。国際競争力が為替によって大きな影響を受けたのは紛れもない事実だが、図2に示すように特にエレクトロニクス産業

だけが為替以外の要因によって 1990 年代中期から競争力が急に衰えた。その背景には製品アーキテクチャのモジュラー化現象が、まずエレクトロニクス産業でおきていたと考えられる。更に言えば、欧米のベンチャー型企業が生み出すビジネス・モデル・イノベーションによっても我が国エレクトロニクス産業が劣勢に立たされていたのである(小川、2007a,2007b)。

図2 日本エレクトロニクス産業と他製造業の営業利益率推移の比較



しかしながら我が国企業のなかでも、特に擦り合わせ型製品に位置取りされるプロセス型の素材産業や電子部品産業、精密機械産業などは現在でもグローバル市場で非常に高い市場シェアを持っており、また工作機械や建設機械および自動車産業も 21 世紀に入って国際競争力がさらに強まっているなど、図 1 に示すマクロなデータを裏づける事実が多く観察される。擦り合わせ型のアーキテクチャを維持する産業では、デジタル化、オープン化、モジュール・クラスター化などのキーワードで表現される 21 世紀の現在でも、我が国企業が誇る統合型もの造り能力を極限まで追求する姿勢そのものがグローバル市場で非常に強い競争力を支えている。少なくとも擦り合わせ型のアーキテクチャを持つ製品ならグローバル市場の競争力が現在でも維持・拡大されており、長期にわたる高い営業利益率となって現れることが図 2 から理解されるであろう。

2.2 製品アーキテクチのダイナミズムを前提とした組織能力のあり方、ならびに経営側が担うべきビジネス・モデル・イノベーションの役割

我が国企業が営々と磨いた 1970~1980 年代の組織能力が 21 世紀のグローバル市場で全く通用しないのではない。我々が取り上げるべき論点は、まず第一に企業の組織能力が製品アーキテクチャに適応して初めて高い競争力がグローバル市場で発揮されるという仮説である。製品アーキテクチャに大きな変化がなければビジネス・モデルも組織能力も共に変える必要は無く、我が国企業が営々と磨いた組織能力がそのまま 21 世紀のグローバル市場で競争優位に直結する。この経営環境下では沼上らの主張（沼上、2007）がそのまま当てはまるであろう¹⁷。

第二の論点は、製品アーキテクチャが変わればそれに組織能力を適応させ、採用すべきビジネス・モデルを変えなければならないという仮説である。言い換えれば、図 1 や図 2 に現れたエレクトロニクス産業の背景には、擦り合せ型製品に過剰適応した組織能力のままモジュラー型に転化した製品市場に突入し、ここから組織能力とアーキテクチャとの間に巨大乖離ができてしまったのではないか、という議論が出てくる。組織能力と製品アーキテクチャの乖離は、アーキテクチャの動的な変化が起きて初めて大きな経営問題に転化されたという意味で、沼上らの主張はどこまで有効であろうか¹⁸。いずれによせ従来のアーキテク

¹⁷ 擦り合せ型のアーキテクチャを持つ製品の場合は、技術拡散が起き難いので研究開発投資が企業収益に直結しやすい。したがってこのような組織能力を蓄積してきた我が国企業は、沼上らの主張する企業内の緊密な人的ネットワークやミドル・マネージメントの自由闊達な議論、あるいは優れた現場の創発とこれを支えるミドル・マネージメント層の濃密な相互作用の成果がそのままグローバル市場の競争力に直結しやすい。これはアメリカ企業でも同じである。例えば擦り合せ型・ブラック・ボックス型の MPU ビジネスを主導してきたインテルでも、ミドル・マネージメントの育成に最も心血を注いできており（グループ、1996）、これがビジネス・モデル・イノベーションと一体になってインテルの市場支配力を維持してきた。インテルは MPU の技術革新を追及しながら知財戦略を徹底することで擦り合せ型技術の独占体制を磐石なものにしており、テクノロジー側のイノベーションがミドル・マネージメントを介して競争力に直結する構造、すなわちリニア・モデルを人為的に実現させる組織構造と組織能力を徹底させていたのである。インテルでは 5 年~10 年以上にわたる基礎研究がインテルの競争力を支えている。非常に興味深いことであるが、オープン環境の中でさえ擦り合せ型の製品アーキテクチャを維持しているインテル社(MPU と Chipset) やシーゲート社 (HDD) は、長期の研究を担う研究所と各事業部が担う短期の研究所を組み合わせる R & D 体制を維持しており、ここでは本稿の定義によるリニア・モデルがほぼ成立している。一方モジュラー型のアーキテクチャを持つ製品の場合は、アメリカ企業の多くが自社に研究所を持たずに M & A や A & D による新技術獲得が主流である。一方、我が国エレクトロニクス関連企業は擦り合せ型の製品で成立する社内イノベーション・システム (R & D の仕組み) を維持しながら、モジュラー型製品の経営環境に突入してしまった。我が国では、製品アーキテクチャを見据えた R & D の在り方がまだ議論の対象になっていない。

¹⁸ 例えば我が国の液晶技術を見ると、現場の研究者・技術者による営々として努力によって数々のテクノロジー・イノベーションやプロダクト・イノベーションが生み出され、我が国企業は 1990 年代に圧倒的な競争優位を築いた（沼上、1999 が出版される直前の 1996 年に約 80%）。しかしながら、産業構造がモジュール・クラスター型に移行する第 5 世代から液晶パネルの製造システムが巨大モジュールとしての Turn-Key-Solution 型へ転換させ、これをプラットフォーム化することが可能になった。そして液晶パネルを使うテレビ側の製品アーキテクチャそれ自身がモジュラー型に転じるタイミン

チャ論に見る静態二元論では、上記の第一の仮説を議論できるものの第二の仮説の背後に潜む“乖離現象”や“スピード差”を導き出すことは困難である。

図1で研究開発投資と営業利益の関係が正常な姿を示す産業に、自動車、化学工業、事務機械、建設・農業機械、工作機械、プロセス型の部品・材料などが位置取りされている。ここにもマイコンやファームウェアが多用されてはいるが、製品の基本機能を担う領域にデジタル・テクノロジーが深くは介在できていない。基本機能はいずれも材料技術・部品技術・光学技術・機械加工技術が担っており、その上でさらに設計の深部でこれらの部品・部材・機械加工技術が互いに強い相互依存性を保って製品機能を支配している。したがって製品アーキテクチャはモジュラー型に転換されていない。デジタル化、オープン化、モジュール・クラスター化などのキーワードで表現される21世紀の現在でも、我が国企業が誇る統合型もの造り能力を極限まで追求する姿勢が、エレクトロニクス以外の産業で非常に強い競争優位を維持できている理由がここにある。更に言えば、例えエレクトロニクス製品であっても1980年代は全てアナログ技術で構成される摺り合せ型だったのであり、したがってアジア諸国企業の参入は困難であった(小川、2007a)。擦り合せ型のままでは、当時のアジア諸国企業が組織能力との巨大な乖離を埋められなかったためである。

製品アーキテクチャが本質的に変わらず組織能力との乖離がまったく無いなら、あるいは設計の深部でアーキテクチャを常に擦り合わせ型に維持できる製品の場合では、我が国が得意とする垂直統合型・フルセット形に最適化された組織能力を変える必要が全く無い、ということになる。現在でも製品アーキテクチャが依然として擦り合せ型を維持している産業ではアーキテクチャと組織能力との乖離は生まれず、我が国企業は1980年代から現在まで強い競争優位を維持できている。これが図1や図2に示す擦り合せ型アーキテクチャ主体の産業に対する説明となるであろう。しかしながらマイコンとファームウェアが製品設計の深部で深く介在するエレクトロニクス関連の産業では、我が国企業とアジア諸国企業とに見る競争優位の位置取りが、1990年代の後半から劇的に変わった。デジタル・テクノロジーの作用が我が国企業とアジア諸国企業でそれぞれ逆に働いたのであり、我が国企業はテクノロジ

グから、すなわちパネルや画像エンインがオープン市場で大量に流通するタイミングから、我が国企業の競争優位は急速に劣えた。企業内の緊密な人的ネットワークやミドル・マネージメントの自由闊達な議論、あるいは優れた現場の創発とこれを支えるミドル・マネージメント層の濃密な相互作用などが生み出す成果は、ここから国際競争力に直結しなくなった。液晶やDVD、携帯電話などのビジネス事例が示す現在の姿は、我が国に見るリニア・モデル崩壊の象徴的な出来事だったのではないか。現在の我が国が、テクノロジーやプロダクトではなくビジネス・モデル・イノベーションが主役になる経営環境に置かれているという意味で、特にエレクトロニクス産業では、いわゆるMOTもテクノロジー側から見る視点だけではなく、むしろ本稿の図15に示すビジネス・モデル側に焦点を当てないと、我が国企業がグローバル市場で勝ちパターンを作る人材育成に直結しない。

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

一やプロダクト側と同等以上に、ビジネス・モデル側のイノベーションが迫られているのである。

多くの我が国企業は、いわゆる 1960 年代のVernonモデルと同じように、アジア諸国を完成品の組み立て地域としてのみ活用してきた。そしてアジア諸国企業との協業で生まれるアーキテクチャ・ベースのプラットフォーム形成というビジネス・モデルで、我が国企業はアメリカやヨーロッパ企業に先をこされてしまった。もしこれが図 1 や図 2 に見る擦り合せ型の製品であれば、従来通りでも何ら問題はない。しかし瞬時にモジュラー型に転換する製品で構成される産業では、我が国企業がこれまで経験しなかったビジネス・モデルが立ち上がり、グローバル市場で勝ちパターンを構築するのが極めて困難になった。その上で更に、欧米諸国との協業プロセスで身に付けたプラットフォーム・ベースのビジネス・モデルを当たり前のように取り込むアジア諸国企業が、我が国企業を脅かすまでになったのである。韓国のサムソンには日本企業をモデルに進めた経営をアメリカ型へ転換させる機運が 1990 年代の中ごろからあったが、1997 年のIMF管理下入りを契機にアメリカ型へ大転換させた。日本的な垂直統合モデルをオープン・クラスター型の産業構造へ強制的に適応させた、と言い換えられるであろう¹⁹。

後知恵ではあるが、図 1 や図 2 でモジュラー型に位置取りされる産業の場合は、Vernonモデルではなく本稿の 5 章で提案する新宅モデルを経営に取り込みながらアジア諸国企業との協業モデルを構築すべきであった。欧米企業の中でも特に伝統的な企業は、ごく最近まで我が国企業と同じ状況に置かれたが、1979~1980 年代に興隆したアメリカ・ベンチャー企業群だけが、既に 1980 年代から Vernon モデルを捨てて無意識のうちに新宅モデルを活用していたのである。

製品の基本機能を担う中核技術にデジタル・テクノロジーが深く介在しやすいエレクトロニクス産業で、オープン化、モジュラー化、モジュール・クラスター型などのキーワードが生きる経営環境が生まれた。この転換が非常に短期間で起きたために、組織能力を適応できない企業はすぐ競争優位を失ったが、これは現在の我が国エレクトロニクス産業だけではなく、1980 年代の伝統的なアメリカ企業でも同じように起きていたのである²⁰。一方、1970~1980 年代に興隆したアメリカ・ベンチャー企業や 1990 年代に興隆したアジア諸国企

¹⁹ なおサムソンは 2007 年 12 月に開催されたサムソン・グループの幹部会で、2008 年から再び日本重視へと基本戦略を 10 年ぶりに転換させた。サムソン・グループは自ら磨き上げた組織能力の可能性と限界を常に理解して自ら変えて行くという組織能力を持っている。

²⁰ 非常に興味深いことに、類似の現象が中国携帯電話産業でも 2005 年ころから観察される。これらの体系的な整理は別稿に譲りたい。合意形成型が多い我が国企業は、サムソンに見るトップダウン型の変革が極めて困難である。したがってまずは強力なスタッフ集団を養成し、その上で現在の組織能力をオープン環境で活かすビジネス・モデル・イノベーションを、個別製品ごとに進めざるを得ない。

業は、当時の伝統的なアメリカ企業や現在の我が国とは逆に、デジタル・テクノロジーの進歩が製品アーキテクチャと組織能力との乖離を埋める作用をしたのであり、これが経済の活性化に著しく貢献した。

新興の欧米諸国企業やアジア諸国企業にとって、擦り合わせ型製品では現在でも 1980年代と同じようにアーキテクチャと組織能力との間に大きな乖離があり、我が国企業の製品に依存せざるを得ない。この意味で製品アーキテクチャがモジュール型に転化されて作り出されるモジュール・クラスター型の産業構造が、我が国の摺り合せ型製品に特需を生み出したのである。これもまた図1と図2に示す我が国企業の擦り合せ型アーキテクチャを持つ製品に対する視点を変えた説明であることは容易に理解される。擦り合せ型製品に見る欧米企業やアジア諸国企業で組織能力とアーキテクチャの巨大な乖離がある限り、擦り合わせ型の製品を担う我が国企業は、現在の伝統的な組織能力を更に磨き上げながらこれまでのビジネス・モデルを徹底的に追及することによって、オープン・クラスター型の産業興隆をもたらす NIES/BRICs 諸国の特需を享受し続けるはずである。

3. 半導体に見る産業構造のダイナミズムと競争優位の位置取り変化

前章までアーキテクチャがモジュール型転換された製品、およびモジュール・クラスター型に転換されてしまった産業でこそビジネス・モデル・イノベーションが求められているということ、何度も繰り返した。また本稿の目的は、日本型イノベーションに関するフレーム・ワークを提案することであった。これまで筆者は DVD や VTR およびパソコンの事例を挙げながら産業構造がモジュール・クラスター型へ転換されるプロセスを紹介した（小川、2006a, 2007a）。本章では 1970 年代までプロセス型産業の代表といわれた半導体産業でも、デジタル・テクノロジーが介在しはじめた 1980 年代から VTR や DVD 産業と類似の現象が起きていたことを明らかにし、この延長で部品や素材が、更には自動車にさえ類似の兆候が現れていることを紹介したい。

3.1 半導体産業に見る産業構造のダイナミズム

1960~1970 年代の半導体産業は、フェアチャイルド、ロックウエルあるいは現在も残るテキサス・インスツルメンツやインテルなどのベンチャー企業だけでなく、例えば IBM のように自社のコンピュータに使うのは自社で作るというフルセット統合型企業が半導体産業を牽引していた。これが我が国のコンピュータ業界や家電業界でも事情は同じであり、自社内部に半導体の設計・製造部門を取り込むことがグローバル市場で勝ちパターンを構築するための基本戦略であった。半導体それ自身が完成品のコスト・機能・性能で差別するための

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

大きな役割を果たすようになり、付加価値が半導体デバイスへ集中するようになったためである。ところが 1981 年に登場した IBM PC がパソコン市場を活性化させ、1990 年代の中期には年間数 100 万台という巨大市場を生み出すが、この時点から IBM 互換パソコン市場に 200 社以上も参入する巨大市場となって半導体産業を巡るビジネス環境が一変した。パソコン本体の IC Chipset はもとより、キーボード、フロッピー・ディスク、ハード・ディスクやディスプレイ関連の IC Chipset でも、アメリカ半導体産業が経験しなかった巨大市場が生まれたのである²¹。

²¹ 1975 年に富士通が世界ではじめてバイポーラ型の高速度ゲート・アレー開発に成功して商品化し、1980 年代の初期にカルフォルニアのサンタ・クララにデザイン・センターを開設している。富士通による高性能ゲート・アレーの商品化は、1981 年の IBM PC 登場とともに興隆する互換機ベンダーに多大な影響を与えた。これが結果的にモジュール・クラスター型の産業構造を生み出すインフラになって、アメリカ IT 産業の本格的な興隆につながる。当時の富士通にゲート・アレーを大量注文した顧客には、IBM 互換パソコンの Chipset で大きなシェアを持つに至った Chips&Technology 社はもとより、HP、コンパックなどのパソコン・ベンダーの名前、および電子回路の CAD 設計ベンダーの名前が多数見られる。ゲート・アレーの登場からいわゆる EDA ソフトの技術革新がはじまり、EDA (Electronic Design Automation) の機能・性能が飛躍的に向上するにつれて EDA 側にパソコン Chipset やその周辺機器 Chipset の設計ノウハウがゲート・アレー側では無く EDA のソフトウェア側に蓄積された。トランジスタをアレー状に敷き詰めたゲート・アレーは、EDA の技術イノベーションによって単なるハード部品としての機能に位置取りされたのである。マイコンが内臓された SystemLSI ならマイコンを動かすファームウェア、すなわち SystemLSI 側にパソコンのノウハウが蓄積されるが (小川、2007a, 2007b)、半導体デバイス側が単純ゲート・アレーに過ぎなかった当時は、半導体側でなくワーク・ステーションで動く EDA ソフト側にノウハウが蓄積されていった。そして EDA が進化するにつれてパソコン設計と半導体デバイス設計・製造との擦り合せが必ずしも必須ではなくなり、半導体は単なる Passive 型の部品に位置取りされてしまった。このような 1980 代に Active 型へ転換した代表的な半導体デバイスがインテル MPU である。インテル MPU は当時最も進化した SystemLSI であるといってもよい。

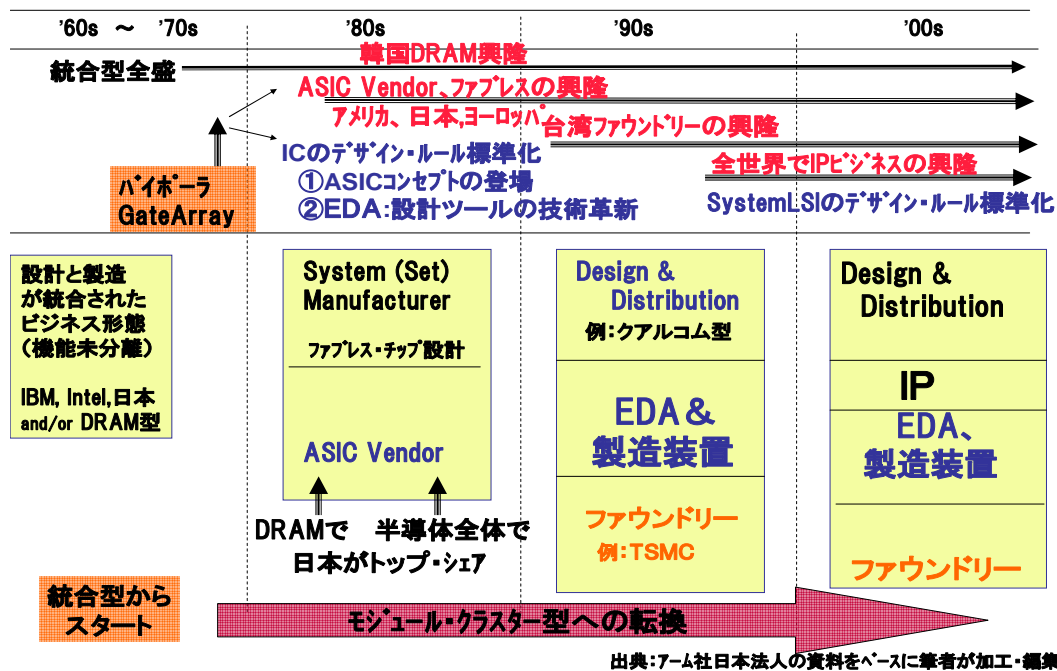
デザイン・センターを介して当時の富士通は、完成品としてのパソコンの技術ノウハウを多数のアメリカ・ベンチャー企業から学ぶことができたのではないだろうか。IBM PC が発売された 1981 年にはじめて FM-8 が出荷されており、2 年後(1983 年)には本格的なパソコンの機能を持つ FM-7 と FM-16 が、更には IBM-PC/AT が出荷された 1984 年には、マルチ・メディア・パソコンの原型となる FM77 という名機が富士通から出荷されているが、これらの FM シリーズはいずれも富士通のコンピュータ事業部門ではなく、ゲート・アレーで世界シェアの 80% を握った半導体事業部門から世に送りだされていた。しかしながら OS は IBM 互換機の MS-DOS と異なっていた。これがその後の IBM と富士通パソコン・ビジネスに決定的な影響を与えるが、その背後にはメインフレーム OS の著作権問題が極めて深刻な事態になっていたのではないだろうか (伊集院、2007)。富士通は Windows 3.1 が出る数年前に画期的なマルチメディア・パソコンといわれた TM-Towns を世に出し (小川、2006a)、IBM・PC 互換機としてアメリカ市場への展開も何度か起案されたが、ついに断念した。1980 年ころに勃発したメインフレーム OS の著作権問題が、Windows 95 の登場まで日本のパソコン産業を拘束し続けたのである。IBM との関係が極めて良好だった松下電器でさえ、アメリカ市場のシェアが 10% を越えそうになったタイミングで IBM から BIOS の著作権侵害の訴えで輸出が止まり、海外市場における松下電器のパソコン・ビジネスが頓挫した。また ACER など、台湾のパソコン・ベンダーも同じ状況に追い込まれ、パソコンの OEM 生産やマザーボードのビジネスへ特化せざるを得なかった。しかしアメリカ国内のベンチャー企業はその限りでなく、PC 互換機で IBM を追い詰めたのは多数のアメリカ・ベンチャー企業群だったのである。

しかしそれ以上に注目すべきは、工場を持たない多数のベンチャー企業の出現によって、設計と製造の分業化を強く求める経営環境が生み出された事実にある。1980年代の中期に興隆した250社に及ぶ互換機メーカーはいずれも新興のベンチャー企業であり、半導体工場を持つ資金力も技術も無く、パソコンに使うICチップの製造を半導体メーカーに依存せざるを得なかった。ここから生まれたのがゲート・アレー・ベースのASICと呼ばれたApplication Specific ICのビジネス・モデルである。ASICのモデルは、当初半導体ベンダーが仕掛けたものであり、顧客（パソコン・メーカー、周辺機メーカーおよび半導体デバイスの設計専業会社）の求めるICチップを正しく敏速に工場で量産するために、量産を担う企業が設計手法のキットを提供して設計データを顧客側に全て用意させるという、当時としては画期的なビジネス・モデルであった（三輪、2001）。当時は完成品側のノウハウよりも、むしろ半導体の製造プロセスの中にデバイスとしての半導体のノウハウ（付加価値）が最も多く詰めこまれていたことが、このようなモデルを生み出す背景となっている。ASICのモデルを可能にした背景に、半導体の設計ルール（デザイン・ルール）が業界標準としてデファクト規格になり、これを支えるEDA(Electronic Design Automation)という設計ツール(ソフトウェア)が多数生まれていたことを挙げなければならない²²。その後アメリカの設計専業企業（ファブレス）は徐々に品質の良いICチップ製造を富士通などの我が国企業に委託するようになり、ASICモデルを生み出したアメリカ半導体製造会社の思惑が崩れる。アメリカ半導体ベンダーの品質が非常に悪かったのである。

これらの経緯を図3に示す1960~1980年代の姿にまとめたが、いずれにせよIC Chipを設計して使う企業とIC Chipを量産する企業が1980年代の中旬から別々になり、分業化が進んだ。このような背景で我が国の半導体産業も1980年代の後半からASICベンダーへの道

²² 我が国のエレクトロニクス企業もメインフレームなどのコンピュータに使う半導体設計で高度なEDAを開発していたが、1990年ころになると投入したEDAの開発投資を自社製品だけから回収することが困難になり、アメリカ・ベンチャー企業のEDAを積極的に導入するようになった。アメリカEDA企業は我が国半導体デバイス・ベンダーと協業するプロセスで設計ノウハウをEDAの機能に蓄積させ、世界の半導体デバイス・ベンダーへ提供している。

図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



を歩んだが、パソコン本体の半導体チップはもとより、周辺器としてのキーボード、ディスプレイ、プリンター、フロッピー・ディスク、ハード・ディスクなどの完成品側のノウハウを採り込む多種多様なICチップに関する製品企画力や設計能力は、残念ながらこのタイミングからアメリカ側の周辺機メーカーや半導体デバイスの設計専門企業（ファブレス）が主導権を握るようになった。我が国企業が担ったASICでは、完成品側の技術ノウハウを知らなくてもファウンドリーに徹するだけでよかったからである。

日本国内の電卓や家電製品、あるいは自社製品をターゲットにICを設計していた1970年代は、半導体ベンダー側が完成品（セット）側と常時擦り合せを行いながら多種多様なICを設計し（金、2006）、これを量産していた。この時点までは半導体ベンダー側にセット側のノウハウが蓄積されて大きな付加価値を享受できたのである。しかしながら1980年代に興隆したASICモデルによって設計と製造の分業化が進み、ICチップを作る立場の我が国半導体ベンダーは製造プロセスに特化したファウンドリーの役割だけを担えば済むようになった²³。翻って現在のテキサス・インスツルメンツ社の組織を見ると、半導体デバイスの設

²³ この意味で言えば、ASICのファウンドリーを担う組織能力は、多品種・少量生産というオペレーションの問題を除けば、アプリケーション側のノウハウを取り込む組織能力を必要としないという意味で、基本的にはDRAMと大きな違いがないと考えられる。逆に言えば、DRAMと同じ組織能力でよかったがゆえに、我が国半導体メーカーが1980年代からASICファウンドリーへスムーズに移行できたのではないかと。

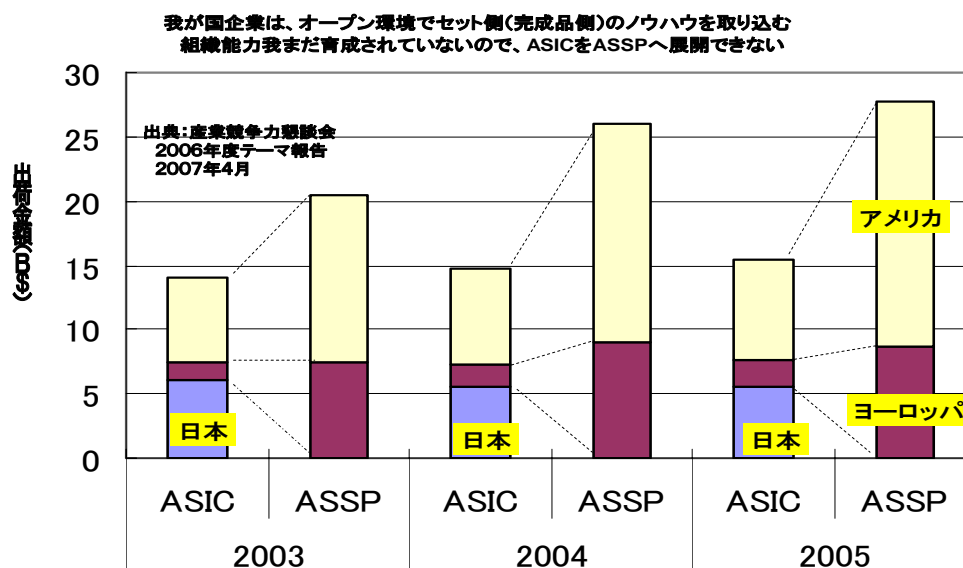
計と同等以上にテクニカル・マーケティング部門が充実しており、例えば最先端を走るセット・メーカ（例えば携帯電話端末の会社）の設計チームとGive & Takeの関係を築きながらセット側のノウハウをSystemLSIの設計情報として蓄積してきた。このようなテクニカル・マーケティングを世界中の先端セット・ベンダーを相手に行いながら汎用のSystemLSIを開発し、販売時には個々の携帯電話ベンダーに他社の重要機能を見せないようにして提供する。このような究極のカスタマイズはSystemLSIに内臓されたファームウェアを工夫すれば比較的簡単にできるので、カスタマイズはコスト・アップでなく付加価値アップに直結した。

これが常にイノベーションを進めながら担う ASSP ビジネスの本質である。しかし我が国の半導体デバイス・ベンダーの多くは 1980~1990 年代の DRAM や ASIC のファウンドリー・ビジネスに組織能力が最適化（あるいは過剰適応）し、セット側のノウハウを取り込むための組織能力を欠いた状態で 1990 年末から SystemLSI ビジネスへシフトしようとした。多数の業界関係者にインタビューした結果によれば、セット側のノウハウを取り込む側にいた多くの技術者が 1990 年代の末には主流を外れて離散していたようである。人材の流動が極めて少ない我が国では、ある特定のビジネス・モデルに組織能力が過剰適応するとそこから脱出するのはほとんど不可能であり、たとえできたとしても極めて長い時間を必要とする。製品アーキテクチャが急激に変わると組織能力との間に巨大な乖離を生む背景がここにある。完成品側のノウハウを持たなくても巨大市場に参入できるようになったという意味で、ビジネスを支える基本思想は、基幹部品を買えば CD-ROM や DVD の巨大市場へ簡単に参入できた 1990 年代後半の韓国・台湾・中国の企業に見るそれと同じである。

1990 年代後半から我が国企業は、ASIC ビジネスの組織能力にトラップされたままで System LSI ビジネスへ転換したが、これが結果的に我が国半導体産業を更に深刻な状況に誘導したように思えてならない。設計データを顧客側に用意させるという ASIC のビジネス・モデルによって、逆に製造プロセス以外の付加価値、すなわち完成品（セット側）に近いアプリケーション側のノウハウを半導体メーカが内部に取りこめないグローバルな分業体制が出来上がったからであり、更にはここで成功体験を積んだ工場側の人々が 1990 年代中期以降の我が国企業で半導体グループの幹部になったからである。我が国半導体ベンダーの組織能力とビジネス・モデル・アーキテクチャとの間の乖離が、ASIC モデルの登場で更に大きくなった、と言い換えてもよい。SystemLSI の付加価値は、完成品側の（セット側の）ノウハウを採りこんだ製品企画と設計にあるが、我が国の半導体産業は設計と製造が完全に分離した 1990 年代に、製品企画とこれを半導体デバイスの機能へ落とし込むノウハウ蓄積の組織能力を失った。図 4 で示すように、最先端機能を持つ高級デジカメ用途など、オープン環境で流通しにくい ASIC ではそれなりに成功した。しかしこれを世界市場で通用させる汎用

ASSPへと展開させるビジネスでは欧米企業に完敗している²⁴。図4には示していないが中国市場でASSPビジネスを展開する台湾企業にすら追い越されたという。

図4 我が国企業はグローバル市場を狙うASSPで完敗



上記に述べた姿はモジュラー型の製品アーキテクチャに組織能力がトラップされてしまう現在の中国DVD産業や携帯電話産業、あるいは台湾の半導体産業・薄型テレビ産業にも見ることができる。中国企業は外国企業が提供したプラットフォームをベースに携帯電話市場で一時的に圧倒的なシェアを取ったものの、Full-Turn-key-Solutionとしてのプラットフォームにトラップされて、自社開発の差別化技術をベースにした付加価値を作り出すことができない。ビジネス・モデルに長けた外国企業に利益を吸い取られて市場シェアを急落させ、再び外国企業が提供する別のFull-Turn-Key-Solutionを使って別の業種へビジネスをシフトさせることを繰り返してきた。CD-RメディアやDVDメディアに見る台湾企業も同じ運命を辿ったのである(小川,2006c)。我が国企業が提供したFull-Turn-Key-Solutionとしての製造設備プラットフォームが1995~2000年に台湾のCD-Rメディア産業を興隆させたが、Full-Turn-Key-Solutionはその後に興隆したインドやドバイ(中東)などのDVDメディア産業もそのまま採用した。したがって、付加価値を生み出す上位レイヤーの技術を研究開発で蓄積してこなかった台湾のDVDメディア業界は、インドやドバイから価格競争を強いられる深刻な事態に直面して利益の少ないビジネスになってしまった。多くの企業が市場から撤退したので、2005年以降に寡占化が急速に進んでいる。Full-Turn-Key-Solutionに頼る多くの台湾DVD産業は、やはり現在の多くの中国企業と同じく自らの力で技術イノベーションを生み出

²⁴ 産業協力懇談会(COCN),2006年度推進テーマ報告『日本半導体の新たな挑戦』

せなかったのである²⁵。

台湾TSMCなど世界最大のファウンダリーも、2005年ころからアプリケーション側（デバイス設計側に近いレイヤー）にいるIPベンダーやファブレスとの協業を強く打ち出し、セットや半導体デバイス側の付加価値を取り込むビジネス・モデルへ転換させようとしている。単純ファウンダリーへの特化だけでは、設備投資を長期に支えるために必要な巨額の利益獲得が難しくなってきたのである²⁶。ビジネス・モデルが同じであれば必ず採りこむべきビジネス・モデル・イノベーションといってもよいだろう。

いずれにせよ図3で示すように、作る人と使う人が分業するビジネス・モデルが半導体産業で更に進化する1990年代になると、現在のクアルコム（Qualcomm）社に代表されるように、設計だけして製造投資をしない、つまりファウンドリーに量産を委託するビジネス・モデルが当たり前になった。ここから台湾のUMCやTSMCに見る製造専門の巨大ファウンドリーが半導体業界で圧倒的な影響力を持つようになるが、その背景に台湾政府の手厚い優遇政策があった。また2000年代になると、アーム社²⁷のようにASSPの一部を構成するソフトウェア・モジュール（IP：Intellectual Property）だけを持つ専門会社が大きな影響力を持つようになり、半導体産業が更に細かく分業化された。現在ではアーム社と類似のビジネス・モデルを担う専門企業が数え切れないほど輩出し、ASSPを構成するIPの流通とその活用が当たり前になっている。これらのIPモジュールを組み合わせれば所望の機能を持つASSPをEDAで設計できるので、電子データになった設計情報をファウンダリーに出せば半導体チップとなって戻ってくる。このように、半導体産業は大変なスピードでモジュール・クラスター型の産業構造に転化され、我が国企業が持つ組織能力との乖離がますます大きくなった。

半導体の技術イノベーションが多種多様な産業でイノベーション連鎖を起こすようになったという意味で、半導体産業は21世紀の持続的な経済成長を支える基幹インフラになった。そして半導体産業のモジュール・クラスター化が世界の景気を循環サイクルから抜け出させる上で大きな役割を担い、経済の持続的な成長を可能にしているのであれば、我が国

²⁵ 1970年代から1997年まで日本型経営をモデルにしていた韓国のエレクトロニクス企業は単に技術モジュールを取り込むだけでなく、その背後にある設計思想やノウハウの理解に多くの資金を使った。アメリカ・シリコンバレー型のモデルを導入した台湾や中国と韓国との差がここから来るのではないか。

²⁶ 2007年後期のTSMCは営業利益が30%を越えている。テキサス・インスツルメンツのプロセス技術入手およびアプライド・マテリアル（AMAT）の製造装置を介して最先端のプロセス技術を手に入れたTSMCは、自社内部の技術イノベーションよりも、むしろ顧客サービスやトータルSCM側のビジネス・モデル・イノベーションにリソースを集中してきた。

²⁷ GSMデジタル携帯電話とともに1990年代の初期から興隆。

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

半導体産業は図3のトレンドの延長で新たな勝ちパターンを再構築しなければならない。あるいは図3のトレンドを一旦離れ、我が国企業の組織能力と最も相性の良いアーキテクチャの半導体製品に全てを集中させ、ここからグローバル市場へ展開しなければならない。このいずれの場合でも、我が国企業が深層で持つものづくり組織能力を重んじながら、経営側でビジネス・モデル・イノベーションを起こすことが期待されている²⁸。最近になって我が国の半導体産業も、完成品（セット）側のノウハウを取り込む組織能力を再構築しようとしてはいるが、ごく一部を除いて成功の兆しが見えていない。他社より3~4年も早い1995~1996年の時点、すなわちDRAMビジネスが全盛を極めた時点で既にDRAMに見切りをつけて²⁹SystemLSIへの特化を決断し、その上で更に自社の完成品（家電製品群）のノウハウを刷り込んで統合型プラットフォーム構築への展開（具体的には1997~1998年ころから）を狙った松下電器のユニフィエ(UniPhier)、あるいは中国市場開拓に取り組み始めたルネサス・テクノロジー社やNECエレクトロニクスソリューション・ビジネスに、我々は現状突破のビジネス・モデル・イノベーションを期待したい³⁰。ユニフィエはフルセット型・統合型企業の組織能力を最も生かせるビジネス・モデルであり、その成否は我が国半導体産業のビジネス・モデル・イノベーションに大きな影響を与えるであろう³¹。

半導体技術のイノベーションによっていわゆるデジタル家電と称する完成品の（セットの）機能・性能そしてコストや品質までもファームウェア・モジュール群として SystemLSI の中に蓄積されるようになった。完成品のロードマップと SystemLSI のロードマップが一体化するようになったのである。この意味で少なくとも理論的には、半導体のプロセス技術から完成品までを全てもつフルセット型・統合型の企業が最も有利な立場にある。しかしなが

²⁸ 本稿ではその一例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取上げるが、それ以外に多様なモデルが散在しているので、これらを整理・体系化しながら本稿に続く一連のディスカッション・ペーパーで論じたい。

²⁹ 松下電器が DRAM から完全撤退を完了したのは 1998 年。

³⁰ 類似の現象は欧米の半導体産業で多数観察される。現在でもまだ松下電器内部のクローズド・プラットフォームが中心だが、徐々にオープン市場の ASSP ビジネスへ展開するのではないか。DRAM 全盛期に撤退を決断し、我が国で最も早く統合型プラットフォーム形成への転換を図ろうとした松下電器のリーダーは、いわゆる半導体プロセスなど工場側の出身ではなく、アプリケーション側に近いディスクリート型の半導体ビジネスを担ってきた人であった。

³¹ Active 機能を持つ基幹部品に完成品側のノウハウを刷り込むには、半導体から完成品までを全て持つフルセット型、統合型企業が最も有利な立場にある。しかしながら我が国の家電メーカーは完成品グループの力が非常に強く、部品側がプラットフォーム・リーダーになる事例が極めて少ない。このような組織能力のまま製品アーキテクチャがオープン環境でモジュラー型に転換すると、完成品側の付加価値が極めて少なくて市場撤退への道を歩むが、常に従属的な立場を強いられてきた部品部門も同じように弱体化して共倒れになる。この悪循環を断ち切るには、強力なリーダーの下で 21 世紀の経営環境に通用するビジネス・モデルを推進しなければならない。この意味でも松下電器のユニフィエに対する期待が大きい。

らこれまでの我が国では製品ごとに分割された事業部製あるいは社内分社化・分権化の壁によって、複数の製品機能を擦り合せてブラック・ボックス化する統合型のシステム製品を生み出すことが不可能であった。

これを可能にしたのが松下電器のユニフィエ・プラットフォームである。多様な製品の機能をSystemLSIを介して共通プラットフォームの上にファームウェア・パッケージとして載せることによって、既存の組織能力が生み出す擦り合せノウハウを全製品で共有することさえ、ユニフィエ・プラットフォームの登場によって可能になった。ハイファイ音楽プレイヤー/レコーダー機能、ハイビジョン・テレビ機能、ビデオ・レコーダー/プレイヤー機能、カム・コーダー（ムービー）機能、携帯電話機能/ワンセグ機能、デジタル・カメラ機能、ネットワーク連携機能、セキュリティー・著作権保護機能、ナビゲーション機能など、多種多様な機能が同じアーキテクチャのSystemLSI（ハードウェア）および同じアーキテクチャのソフトウェア・プラットフォームの上で統合化できるようになったのである³²。これによって我が国企業が営々と蓄積した深層のものづくり組織能力を共通プラットフォームの上で一体化しながらグローバル市場の付加価値へ転換することさえ可能になろうとしている。デジタル家電と称する完成品の（セットの）機能・性能、そしてコストや品質までがSystemLSIのファームウェア・モジュール群として蓄積されるようになって初めて、このような経営環境がこの世に生まれた。

多数の製品ドメインにまたがる共通プラットフォームとしてのユニフィエ・プラットフォームの登場は、更に垂直統合型の組織能力とグローバル・オープン環境との矛盾をも解消する仕掛け作りとしての組織能力イノベーションさえも生みだそうとしている。半導体デバイスが製品の深層を支配する人工ゲノムとしてだけでなく、企業組織の深層を支える人工ゲノムと位置取りされて“組織は戦略に従う”という20世紀型の経営理論から“組織は製品アーキテクチャに従う”という21世紀型の経営理論を生み出すことであろう。インテルのプラットフォームはパソコンという単一製品・単一産業で構築されたが、松下電器のユニフィエは多種多様な産業に跨るプラットフォームとして我が国が生み出す独創的なプラットフォームに位置取りされるのではないか。

現時点では Blu-ray レコーダーのようにまだ国内市場を中心にした製品が中心であるが、

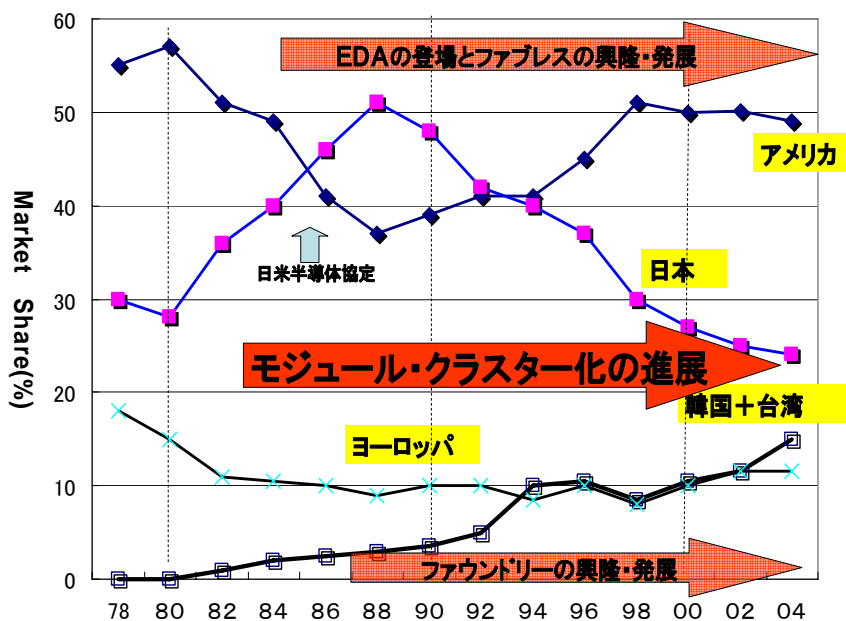
³² ユニフェが持つ最大の特徴は、多種多様な製品機能を同じSystemLSIのアーキテクチャで統合・共有化する点にある。この意味で例え最新鋭のBlu-rayドライブであっても従来と同じパソコン内蔵の単機能製品である限りユニフェ本来の特徴を出すことはできない。同じBlu-rayでも複合型のプレイヤーやレコーダーなどで本来の特徴が生きてくることに我々は着目したい。この意味でもユニフェは統合型の組織能力を磨いてきた我が国企業をデジタル・ネットワーク型のオープン市場で復興させる可能性を内部に秘めている。

今後ユニフィエ・プラットフォームが SystemLSI として NIES/BRICs 市場に展開されれば、我が国企業の組織能力が生み出す付加価値をグローバル市場の経済的価値へ転換させる ASSP 型のビジネス・モデルへと進化して行くはずである。松下電器ユニフィエも、長い潜伏期間を経た後の 2006 年ころから漸く ASSP への道を歩みはじめたように思う。

3.2 半導体のプロセス・アーキテクチャ変遷と国別シェア推移

我が国半導体デバイスの競争力が過去 30 年にわたってどのように変わってきたかを図 5 に要約した。我が国の半導体デバイスは、やはり統合型の DNA が最も良く適応した 1980 年代が最盛期であり、1988 年に全世界で 50%以上のシェアを握った（一説には 60%以上）。しかしその後は急速にシェアを落としていく。DRAM で我が国企業に取って代わったのは韓国企業である。また ASIC とその延長にある ASSP では、台湾のファウンドリーと欧米のファブレス（設計専用企業）が分業しあって大きなシェアを持つに至った。最近ではシンガポールや中国のファブレスも急速に台頭している。

図5 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 1980 年代にモジュール・クラスター型へ転換した背景に、半導体デバイスを設計するツールとしての EDA（ソフトウェア）とこれを動かすワーク・ステーションの興隆があった。産業構造がモジュール・クラスター型へ転換されていく姿は、

CD-ROM/DVD や据え置き型 VTR がファームウェア（ソフトウェア）とマイコンの作用によってモジュラー型へ転換する姿と全く同じである。ワーク・ステーションがマイコンに対応し、また EDA がファームウェアに対応する。フルセット型・垂直統合型を得意とするわが国企業がこのような経営環境の転換に対応できない姿もまた、上記の半導体デバイスだけでなく、液晶パネル、VTR、DVD、携帯電話でも同じように観察された。グローバルなモジュール・クラスター型への転換が、ここでも我が国企業の組織能力と製品アーキテクチャやビジネス・アーキテクチャとの間に巨大な乖離を生み出している。そして我が国企業は、DVD や VTR および半導体デバイスでもグローバル市場で競争力を失った。

このような現象は我が国だけではなく、アメリカやヨーロッパでも、垂直統合型の DNA を持つ伝統的な企業が同じように直面していた。アメリカでは、オープン環境で興隆した新興のベンチャー企業群が組織能力と製品アーキテクチャとの乖離を埋め、伝統的なフルセット型・統合型の企業に代わってわって ASSP 型のビジネス・モデルを加速させながら 1980 年代後半からアメリカの半導体産業を復活させた。アメリカ半導体産業で 1960~1980 年代を支配したフルセット型・統合型企業は、1990 年代以降の市場から殆ど消えている。図 5 に示す国別のシェア推移は以上のような経緯が反映されている。

製品アーキテクチャがモジュール型に転換され、産業構造がモジュール・クラスター型になると、垂直統合型を得意とする我が国企業が例外なく国際競争力を失う事実については、これまで何度も繰り返した。企業内の緊密な人的ネットワークやミドル・マネージメントの自由闊達な議論、あるいは優れた現場の創発とこれを支えるミドル・マネージメント層の濃密な相互作用などが、例え理想的な姿になっていても、グローバル市場で競争力を築くことができない。我が国のエレクトロニクス産業はこのような経営環境に置かれてしまったのである。製品アーキテクチャが瞬時にモジュラー型に転換された液晶パネル、DVD、携帯電話、ネットワーク・システムなどの事例は、その象徴的な出来事であったが、半導体デバイス産業も例外ではなかった³³。

我々はこの事実を直視し、その深層に潜む共通の原理を抽出しなければならない。我が国企業が営々と蓄積してきた組織能力と製品アーキテクチャとの間に巨大な乖離が生まれるという経営環境の出現に、その本質が宿っていると考えざるを得ないからである³⁴。この

³³ 本稿では、デバイスとしての DRAM や SystemLSI が擦り合せ型かモジュラー型かを問う視点ではなく、製造システムが Turn-Key-Solution としてのプラットフォーム化されて NIES/BRICS 諸国へ流通する点に注目しながら、産業構造のモジュール・クラスター化を論じている。Turn-Key-Solution としての製造システムが巨大モジュールとなれば、DVD やパソコンなどのモジュラー型の製品と同じ 5 章、図 9 の位置取りになるというビジネス環境の到来を、本稿が取上げているのである。

³⁴ 我が国企業の中で擦り合せ型、垂直統合型、ブラック・ボックス化などのキーワードが最もふさわしい松下電器は、ノート・パソコン（レッツ・ノート）のアーキテクチャを徹底的に擦り合せ型へ

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

仮説を裏付ける目的で、次節では、同じ半導体産業の中でも我が国企業が圧倒的な競争優位を維持できている事例を紹介したい。

3.3 半導体材料や液晶材料に見るわが国企業の国際競争力

図5に見るように、我が国の半導体デバイスが1980年代後半から競争力を失ったが³⁵、実は半導体デバイスを支える材料ではいまだに圧倒的なシェアを維持している。図6に示すように2002年の時点の加重平均では我が国企業のシェアが70%であった。2005年にはシェアが更に大きくなっている。典型的な擦り合わせ型のプロセス技術で製造される基幹材料なら我が国企業が圧倒的な競争力を持つ、という事実がこの事例からも理解されるであろう。半導体のデバイスで大きな市場シェアを持つ韓国や台湾の企業がグローバルに市場を拡大すればするほど我が国の素材メーカーの収益に貢献するという構図が、現在でも続いている³⁶。

転換させることで、ニッチ市場で成功している。これは典型的なモジュラー型といわれ続けたパソコン側の製品アーキテクチャを自社の組織能力に適合させていった事例として特記に値する。一般にこのような取り組みではニッチ市場から抜けられないといわれるが、パソコン産業が巨大化するにつれてニッチが巨大ニッチへ変貌する。半導体産業で巨大ニッチ市場になりつつあるのがパワーPCやデスクトップICだが、この市場で3社以上は住むことはできない。

³⁵ 我が国半導体産業の競争力が低下した理由に、日米半導体協定および台湾や韓国のビジネス・インフラの制度設計（税制なども含む優遇政策）、および1998年以降の韓国Wonの大幅切り下げがあった。しかしそれ以前に、台湾・韓国が台頭する底流には半導体産業のモジュール・クラスター化を加速させる図3の流れがあったのである。半導体デバイスの設計・製造を分業化し、また分業を加速させるEDAソフトウェアの技術革新、更には分業化の中で製造装置（製造システムとしての巨大モジュール）のプラットフォーム化（本稿の定義）とその流通が無ければ、技術蓄積の少ないキャッチ・アップ型企業のビジネス参入は困難である。

³⁶ ただし半導体材料の市場規模は2.8兆円であり、利益率が相対的に高いものの売上高は世界半導体市場25兆円（2005年）の10%強に過ぎない。また同じ年の製造装置産業も市場規模が6兆円弱である。やはり材料以外のビジネス・レイヤーで勝ちパターンを構築しなければ、我が国半導体産業の復興には結びつかない。なお25兆円の中で半導体デバイスの市場規模は約15兆円であり、材料の6倍、製造設備の2.5倍である。

図6 半導体材料に見る我が国企業の市場シェア
2002年:日本企業のシェア:70%(加重平均)
(2005年:市場規模が2.8兆円、日本のシェア:73.1%)

製品名	市場規模 (億円)	日系企 業シェア	主要日系企業
シリコンウェハー	7008	75%	信越半導体、三菱住友シリコン、コマツ電子金属他
化合物半導体ウェハー	850	89%	日立電線、住友電気工業、三菱化学、昭和電工他
マスク/レチクル	1849	55%	大日本印刷、凸版印刷、HOYA
フォトリソ	852	61%	東京応化工業、JSR、富士フイルムアーチ、信越化学他
薬液	1193	47%	関東化学、三菱化学他
バルクガス	1225	12%	日本酸素他
特殊ガス	950	38%	日本酸素、昭和電工他
ターゲット材	366	52%	ジャパンエナジー、東ソー、住友化学他
層間絶縁膜用塗布膜	110	43%	東京応化、日立化成
保護膜用塗布膜	154	58%	旭化成、住友ベークライト、東レ
CMP用スラリー	400	18%	フジミ、日立化成他
リードフレーム	2068	84%	新光電気、三井ハイテック、大日本印刷、凸版印刷他
セラミック基板	1188	100%	京セラ、日本特殊陶業、住友金属エレクトロデバイス
プラスチック基板	1655	88%	イビデン、新光電気、日本サーキット、日本特殊陶業
TABテープ	626	98%	三井金属、新藤電子、日立電線、カシオ計算機
ダイボンディングペースト	112	42%	住友ベークライト、日立化成、京セラケミカル
ボンディングワイヤ	1420	93%	田中貴金属、住友金属鉱山、日鉄マイクロメタル、三菱マテリアル他
封止材	848	91%	住友ベークライト、日東電工、日立化成、信越化学、松下電工他
	22874		

2002年市場規模実績 **2兆2874億円(日系シェア70.6%、外資系シェア29.4%)**
 2005年市場規模予測 2兆7738億円

備考:日系企業シェアの計算では、一部経済産業省での推計を含む。
 出所:2004年版ものづくり白書
 原出所:(株)電子ジャーナル「2003半導体材料データブック」

出典:東京大学、新宅純二郎氏

半導体デバイスと類似の経営環境に置かれた液晶パネルの場合でも、シャープが孤軍奮闘しているものの、我が国企業が製造する大型液晶パネル（主にテレビ用途）のシェアは約13%まで激減した。基礎研究と製品化研究を30年間も営々と繰り返した我が国の液晶パネルも、設備主導型産業であるDRAMと同じような姿で急激に市場シェアを落としたのである。しかしながらここでも我が国企業は、液晶パネルに使う材料で67%という圧倒的なシェアを維持しており（2005年の時点）、韓国企業や台湾企業が液晶パネルの市場が拡大すればするほど我が国の素材産業が潤うという構造は、全く崩れていない³⁷。完成品としての携帯電話シェアも約5%まで下がったが、ここで使われる部品・材料のシェアは32%である。これらのビジネス構造は、韓国・台湾・中国企業がCD-ROMやDVDを売れば売れば我が国企業が基幹部材や部品ビジネスで潤う構図（小川、2006a, Shintaku et al, 2006）とすべて同じである。

4. 製品は時間と共にモジュラー型へ向かう

³⁷ 携帯電話でも完成品（セット）のシェアは5%だが、部品材料のシェアは約32%。特に超小型・軽量化・低消費電力を必要とする携帯電話用の液晶ディスプレイでは50%以上のシェアを持つ。

4.1 摺り合せ型製品でも常に安泰とは限らない

製品アーキテクチャが本質的に変らなければ、あるいは技術革新によって製品アーキテクチャを常に擦り合わせ型の状態に維持できる場合は、我が国が得意とする現在のビジネス・モデルを敢えて変える必要はない。自動車、建設・農業機械、工作機械などにも、マイコンやファームウェアが多用されているが、少なくとも現時点ではまだモジュラー型に転換されていない。

1980年代のアメリカ・エレクトロニクス産業では、多くの伝統的な企業がアーキテクチャと組織能力の乖離をもたらす経営環境の歴史的な転換期に直面して苦境に立たされた。しかしながら大規模企業からスピン・オフした人々が起こす多数のベンチャー企業群が、半導体産業をモジュール・クラスター型の経営環境に転換させた。彼らが従来のエレクトロニクス産業を現在のIT産業へと変貌させることによって、製品アーキテクチャと組織能力との乖離を埋めたのである。ここからアメリカIT産業がグローバル市場を制するまでになった。IT産業のアーキテクチャに適応したベンチャー企業の組織能力がアメリカの競争力を復活させたと言ってもよい。

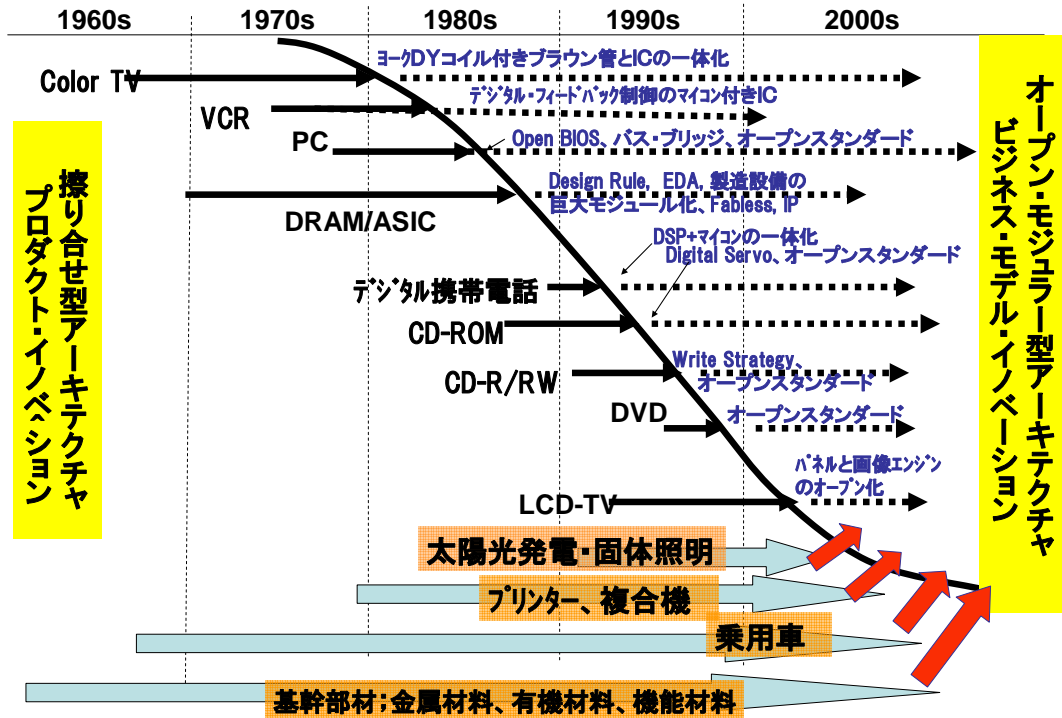
我が国では、まずマイコンとファームウェアが深く介在し易いエレクトロニクス産業から、擦り合わせ型のアーキテクチャが崩壊した。この兆候が最初に出たのが1980年代後半の据え置き型VTRだったが(2007a)、マグマとなって地上に噴出した代表的な事例が1994年のCD-ROMドライブや1998年のCD-Rドライブであり、その延長にDVDプレイヤーと現在のデジタル家電が位置取りされる。少なくとも我が国製造業に見る失われた10年とは、デジタル・テクノロジーが製品設計の深部に介在して製品それ自身や製造システムなどの産業構造がモジュール・クラスター型に転化したエレクトロニクス産業で起きた現象である。モジュラー化によって引き起こされるモジュール・クラスター型の産業構造が我が国企業の組織能力との間に巨大な乖離を作り、従来型の組織能力が機能しなくなってしまった。さらに言えば、1990年代に興隆したアメリカIT産業がこのタイミングと重なったのである。図1と図2に示す失われた10年が、既に失われた15年まで延びようとしている。

過去30年に見る代表的な製品を取り上げ、製品アーキテクチャがモジュラー型に転換されるタイミングを図7に整理した。マイコンとファームウェアの機能・性能は今後も飛躍的な発展を続ける。したがって21世紀の我が国企業を支える産業の中で、多くの製品がモジュラー型に転化するという流れに誰も逆らうことはできない。そしてモジュラー型に転換されると、テクノロジーやプロダクト側のイノベーションよりも、むしろビジネス・モデル側でこそイノベーションが求められるようになるのである。

マイコン/ファームウェアの作用が設計・製造のプロセスだけでなくコストや品質まで

をも支配し、また競争優位の位置取りさえも変えてしまい、更には企業の生存を賭けたビジネス・モデルにまで変更を迫るようになったという意味で、人間社会のあり方までも左右する人口ゲノムに位置取りされるようになる（小川、2008a）。

図7 デジタル・テクノロジーの介在で製品はモジュラー型に向かう



例えば、これまで擦り合わせ型だから安泰と思われてきたプリンターや複合機も、アメリカの Xerox 社から擦り合わせ型の技術ノウハウを得たサムソンの市場参入によって擬似モジュラー型に転換され、我が国企業のシェアが海外市場で急落しつつある。またライン型インクジェット方式と MEMS スキャナー技術の登場など（大内、内田、2007）、擦り合わせ技術領域を大幅に減らすテクノロジー・イノベーションによって、モジュラー化が更に加速される兆候も出てきた。その背後にも、SystemLSI に内蔵されたマイコンとファームウェアがプリンター設計や複合機設計の深層で深く介在しているのである。擦り合わせ型が得意な我が国は、モジュラー型に転換されるタイミングを正しく把握して組織能力をアーキテクチャに適應させるか、あるいは彼らの先を行くテクノロジー・イノベーションによって製品アーキテクチャを擦り合わせ型に戻さなければならない。当然のことながら、従来の擦り合せ型ではなく、グローバル市場で通用する製品としての擦り合せ型でなければならない。あるいは擦り合わせ型技術を核にしたプラットフォームの構築でなければならない。プリンターや複合機でさえ図1のエレクトロニクス産業と同じ道を辿る可能性が出てきたのであり、擦

り合せ型だから常に安心という領域がますます狭くなっていることを我々は理解しなければならぬ。

4.2 部材・素材も例外ではなくなった

例え部材・素材であっても、部材・素材の特性を完成品全体の機能・性能・品質へ結び付けるノウハウが、ファームウェア・モジュールとして SystemLSI に蓄積されるようになった。このとき部材・部品が SystemLSI と一体になって流通すれば、実質的にモジュラー型へ転化されたと同じ経営環境が生まれる。固体照明における基板材料・蛍光材料、あるいは太陽光発電の基盤素材やセル、更には有機 EL パネルに見る各種の基礎素材やモジュールでも、またナノテクの MEMS でさえ例外とは言えない。このような環境では、素材レベルから Value Chain の全領域を支配するような仕掛け作りを狙うビジネス・モデル・イノベーションが必ず出てくる。擦り合せ型だから安心といわれたプロセス型の素材・部材の領域にさえ、エレクトロニクス産業と類似の経営環境が内包されているのである。事実、三菱化学の記録型 DVD メディアに見る AZO 色素がその代表的な事例だったのであり（小川、2006c, 2007b）、色素とスタンプが作り出す擦り合せ型のスペクトルが、マイコン上で動くソフトウェア・パッケージの作用 (Write Strategy) によって Value Chain の全域に分散カプセルされた。このビジネス・モデル・イノベーションが、オープン化、モジュール・クラスター型の産業構造で強力な市場支配力を生み出している。

擦り合せ型技術といわれる PDP パネルでも、製造プロセスに最適化されたパネル駆動ノウハウがファームウェア・モジュールとして LSI Chip に詰め込まれているはずであり、これと画像エンジンがテレビ組み立てや試験のレファレンスとともに一体提供することで、アーキテクチャ・ベースのプラットフォームを構築することができる。液晶テレビでビジネス・モデル・イノベーションを進めるアメリカの典型的なベンチャー企業、ビジオ社は、多くの我が国企業が差別化の原点と位置付けるパネルも、ドライバー（マイコンとファームウェア・モジュールで駆動）も、また画像エンジンをも全く作らず外部調達し、組み立て製造までアウトソーシングに徹している。2006 年の第一四半期にわずか数パーセントだったアメリカ市場で、全くブランド力の無かったビジオ社がサムソン・ソニー・シャープと同じトップ・グループへ躍進したのである(2007 年 2Q)。PDP の場合はパネルの製造工程そのものが強い相互依存性も持っていて技術が拡散し難く、わが国企業の競争優位が維持されやすい技術であるといわれてきた。しかしながらビジオ社は、ドライバー付きのパネル・モジュールと画像エンジン（マイコンとファームウェア・モジュール）とを外部調達し、液晶テレビ

と同じようなビジネス・モデルでPDPテレビを大量販売しようとしている³⁸。擦り合せ型だから安心といわれたPDPテレビの市場にさえ、フルセット型・垂直統合型と対極にある“水平分業型のビジネス・モデル”が市場の前線に出てくるようになった³⁹。以上のように、例え部材・素材の産業であっても、これを使いこなすファームウェアが材料の基本特性を生かすような機能を持って産業構造の深部に関与しはじめた。今後も加速するマイコンの高性能化や超小型化の技術革新から見て、誰もこの流れに逆らうことはできない。そして残念ながら欧米諸国や中国・台湾企業が、この流れを先取りしてビジネス・モデル・イノベーションを生み出している。

同じ思想を内部に秘めたビジネス・モデルは、既に太陽光発電の市場で中国のサンテック社(SunTek)やドイツのキュー・セル社(Q-Cell)によって強力に推進されており、圧倒的な技術力を誇る太陽光発電ですら我が国企業はビジネス・モデルで劣勢に立たされはじめた。サンテックのビジネス・モデルやキュー・セルのモデルは、1990年代前半に見るインテルのビジネス・モデルに極めて近い。完成品としての太陽光発電システムは、基幹部品の相互

³⁸ 液晶パネルの製造プロセスにも、PDPほどではないが相互依存性が存在する。液晶の原理は、バックライトの光を通すか遮断するかを決める液晶分子の方向を、電圧パルスすなわちOn-Offシャッター機能によって制御をする点にある。したがってたとえパネル製造プロセスで多種多様なレイヤーの相互擦り合せが完全でなくても、“On-Off”デジタル型のシャッターが不完全性を排除する役割を果たす。後工程のパネル駆動が結果的には前工程の相互依存性を排除する機能を持つので、多種多様な個別技術の摺り合せを必要とするパネル製造のレベルでさえ、多数の企業が知恵を出し合う企業間の水平分業が問題なく成り立つ。シャッター窓の形状にバラツキがあっても液晶分子のOn/Off動作に大きな影響は与えない、と言い換えられるであろうか。特に微細な液晶機能が均一に作りやすくなるアモルファス・シリコンTFT基板が登場することによって、例えカラー用のパネルであっても製造プロセスにおける擦り合せ操作が大幅に緩和された。パソコンや携帯電話など、典型的なモジュラー型製品を特徴付ける2社購買の部品調達オペレーションが、液晶パネルの製造プロセスでも可能になっている。一方PDPの場合は、高電圧放電によって生まれる紫外線で蛍光体を発光させる、というアナログ現象を利用している。したがって、PDPパネルの製造プロセスに不具合が出れば、放電というアナログ駆動方式であるがゆえにこれをカバーできないのである。この意味で、パネル製造レベルの水平分業が起こりにくい。しかしこのような擦り合せ型のPDPパネルでも、駆動回路と一体化されたモジュールとして調達できれば、さほど画質にこだわらない市場でビジオ社のようなビジネス・モデルが可能になる。ビジオ社は、ビジネスをする上でPDPパネルの内部に封じ込められた摺り合せノウハウを全く知る必要がなく、Turn-Key-Solutionとして調達するだけでよい。なお有機ELのパネルも、電流の強弱によって発光をコントロールするという意味でPDPと本質的に同じアーキテクチャになっている。

³⁹ 例え垂直統合型であっても世界的なブランド力と販売チャネルを有する場合は、ビジオ社のような企業群の台頭によってシェアは下がるものの市場撤退への道を歩むことはないが、シェアが下がりすぎると固定費が重荷になって巨額赤字へ転落する。したがって社運を賭けながら一気にシェア獲得へ向う以外に勝ち残ることはできない。しかしながら比較優位の制設計に支えられた外国企業は、常にバリュー・チェーンの一部に全リソースを集中させて水平分業を加速させ、垂直統合型企業を脅かす。半導体デバイスはもとより太陽光発電システムがその代表的事例だったのである。垂直統合型を支える要件は独占に近い市場シェアで価格をコントロールする点にあり、例え市場が非常に大きくても同じ市場の企業数は我が国でせいぜい2～3社でないと垂直統合型は危険に晒される。

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

依存性が比較的弱いので技術が拡散し易く、短期に国際的なモジュール・クラスター型の産業構造が出来上がった。この2社に代表されるビジネス・モデルが非常に大きな力を持ちはじめたのは、このような背景による⁴⁰。類似の兆候が21世紀の省エネを担う固体照明の産業にさえ見え隠れする。

しかしながら我が国企業でも、擦り合せ型アーキテクチャの場合なら、このようなオープン・クラスター型の経営環境ですら勝ちパターンを構築できることを忘れてはならない。海外企業が仕掛けるビジネス・モデルの本質さえ理解すれば、十分に対抗できるのである。詳細は別稿に譲るが、例えばモジュール・クラスター型の産業構造では、モジュラー型のレイヤーと擦り合せ型のレイヤーがスペクトルとなって必ずオープン環境で分散する。したがって我が国企業は、まず業界全体のバリュー・チェーンを冷静に分析し、自社の組織能力が最も生きるビジネス・レイヤーを選択してここに擦り合せ型の技術モジュールをカプセルさせる戦略を徹底させればよい。具体的には、自社の擦り合せ型技術を核に周辺の技術を統合するか、あるいは自社技術をValue Chainの主要レイヤーへ分散カプセルする戦略を事業戦略の中核に据えるかの2つが考えられる。前者は三洋電機の光ピックアップに見るビジネス・モデルであり、後者は三菱化学のAZO色素材料に見るビジネス・モデルであった（小川、2007b）。以上のように、モジュール・クラスター構造を持つ業界には、短期間で大量普及させる手段として完全オープン・モジュラー型へ転化させるレイヤー以外に、利益の源泉として基幹素材・基幹部品を核にしたブラック・ボックス型のプラットフォーム・レイヤーが必ず存在する。この領域こそが我が国の組織能力が最大限に発揮できるレイヤーであり、擦り合わせ型の製品アーキテクチャを封じ込めるターゲット・レイヤーとなる。そしてその延長でアーキテクチャ・ベースのプラットフォーム（小川、2007b）を欧米諸国企業より先に形成できれば、超高収益のビジネスが待っているであろう。オープン環境のモジュール・クラ

⁴⁰ 我が国企業が太陽光発電のビジネスでシェアを落とした理由として政府の支援縮小を挙げる意見も散見されるが、例え我が国政府が従来通りの支援をしても、国内市場は一時的に拡大するものの、グローバル市場における我が国企業のシェア急落を避けることはできない。我が国企業は生産量の約70%を輸出しており、海外市場でシェアを急落させているからである。政府の政策は確かに国内市場を活性化してシェアの急落は止まるかもしれないが、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価値へ転換できない状況は改善しない。むしろ国内市場優先の姿勢に組織能力がトラップされることで、これまで以上に内弁慶となって行くであろう。日本市場に過剰適応したビジネス・モデルで海外市場の異なるビジネス・モデルに敗退しているこの姿は、他のエレクトロニクス産業と同じである。製品アーキテクチャのモジュラー化によって急速に進むグローバル産業構造のモジュール・クラスター化を冷静に見つめ、ここで通用するビジネス・モデルを創りださなければならない。これが現在の我が国に求められているのである。産業構造に必ず存在する高付加価値の擦り合せ型スペクトル・ドメインを見出し、ここにリソースを集中しなければならない。21年も前に類似の経営環境に直面したアメリカのIBMは、自社の組織能力が最も生きる擦り合わせ統合型のスペクトルソリューション・ビジネスに求め、10年以上の年月を経て完全に蘇った。

スター型産業構造で我が国の部品・部材産業が採るべき選択と集中の方向がここにあるのではないか⁴¹。例え素材・部材産業であっても、これを巨大なグローバル市場へ展開するには、モジュール・クラスター型のエレクトロニクス産業で構築された我が国企業の勝ちパターンが極めて有効であり、その詳細は別稿に譲りたい。

4.3 自動車産業は安泰か

2006年暮れの北京自動車ショーに見る多数の中国製自動車に、我が国の某社が提供する自動車エンジンとこれに最適化されたアメリカ某社のエンジン制御ソフトが使われていた。乗用車の価格は日本車の65~70%と、非常に安い。この自動車に試乗した我が国自動車メーカーの専門家によれば、10万Km走行試験後の乗心地も決して悪くはないという。我が国エレクトロニクス産業が1990年代に直面した経営環境と類似の、オープン環境でおきるモジュラー化や水平分業化、あるいはモジュラー型を得意とする企業によって擦り合わせ型製品が強制的に引き裂かれる垂直分裂（あるいは水平分業）の兆候が、擦り合わせ型と言われる自動車産業でも中国市場から顕在化している。その背景にもやはりマイコンとファームウェアの技術革新がある。自動車産業の中でマイコン/DSPとファームウェアを中核に据えた電子部品の付加価値が急速に高まっており、高級車に使われるマイコン/DSPは100個を超え、全コストに占めるエレクトロニクス関連部品の割合が50%に近づいた。小型乗用車でも40個を超える⁴²。

2004ころから今年にかけてBRICS市場をターゲットにした低価格の乗用車開発がアナウンスされるようになった。ルノーが2004年にアナウンスした5,000ドルの“ロガン”が代表的な例であり、その後3,000ドルをターゲットにした開発競争にルノー・日産連合やインドのタタ・モーターおよび韓国の現代自動車も参入した。このような3,000~5,000ドル乗用車でもやはり我が国企業が誇る超・超擦り合わせ型の自動車作りが期待されるのだろうか。あるいはこれまでの作り方で3,000~5,000ドルという、現在の1/2~1/3の価格が可能になるのだろうか。少なくとも現在の日・欧・米の市場で受け入れられている1万ドルから数万ドル以上の自動車には、機能・性能・品質・安全性・燃費などが重要なセールス・トークと位置付けられており、これらはいずれも営々と蓄積された深層の擦り合わせ技術を介して表の競争力に転化されるものであった。この意味で、例えマイコンとファームウェアが擦り合わせ型の技術をモジュラー型へ垂直分裂を加速、あるいはオープン環境の国際的な水平分業を加

⁴¹ この延長線上に製品アーキテクチャのダイナミズムと組織能力の関係から国や企業の比較優位・競争優位を論じる視点が必ず出てくるが、その詳細は別稿に譲りたい。

⁴² マイコンやDSPは自動車のECUに内蔵されて使われる。ここでいうマイコン/DSPの個数はECUの個数とほぼ同じと仮定している。

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

速させるにしても、長い時間を必要とするはずであり、我が国企業の組織能力を適応させるための時間的な余裕を十分に持てるであろう。しかしながらモジュラー大国の中国では、自転車やオートバイに見るモジュラー型の思想で、当たり前のように乗用車を設計している。また中国はもとより、3,000~5,000ドルの乗用車を必要とする他のBRICS諸国では、燃費を除いて、自動車の機能・性能・コストに対する要求が明らかに我が国や欧米諸国と異なる。したがってこのような市場では、3,000~5,000ドルの低価格実現のためにも、もっと速く・早くモジュラー化が進むのではないか⁴³。

自動車には走る・曲がる・止まるなどの基本機能（1900年代初期の自動車やT型フォードなど）、および運転する喜びや所有する喜びも満たさなければならない（1920年代以降のGM社に見るChevrolet, Cadillacなど）。その後は安全性や燃費（1970年代以降）を経て環境性や省エネ（1990年代以降）、および自動安全走行へと技術革新が続き（2000年以降）、常に擦り合わせ型へ回帰してきた。しかしこれらが要求される度合いは、先進工業国とBRICS諸国とで決して同じではない。この意味でマイコンやファームウェアが安全・環境性・燃費・省エネ関連、さらには自動安全走行の技術ですらモジュラー型へ転換させ機能を持つに至る21世紀で、例えば中古車の下取り価格という特殊事情があるにせよ、擦り合わせ型の自動車だから我が国企業がグローバル市場で勝てるというシナリオを、BRICS諸国市場のどのマーケット・ドメインなら描くことが出来るであろうか。

主要な自動車関連企業が集まるヨーロッパの標準化団体Autosorでは、自動車の標準化活動が我々の想像よりも遥かに深いレベルで行われており、その基本思想は紛れもなくモジュラー型への転換という、本稿が定義するプラットフォームの構築にある。基幹業務システムを支えるソフトウェア産業で起きたコボル言語からオブジェクト指向への転換と同じ経営環境の実現が、Autosorグループのゴールにあるように思えてならない。基幹業務システムをプラットフォーム・インデペンデントなオブジェクト指向言語で開発するのは絶対に不可能といわれてきたが、半導体の技術革新に支えられたマイコン・DSPの飛躍的な性能向上によって不可能が可能になりつつある。オブジェクト指向言語の深層には多種多様なレイヤーが重なりあっており、これらの下層レイヤーではレガシー技術であるコボル言語のソフトウェア・モジュールが、そのまま動く構造になっている。すなわち部品レベルではレガシー・テクノロジーによる擦り合せ型の構造になっているのである。擦り合せ型だから常に安泰といわれ続けた自動車でも、マイコンやDSPの技術革新によってまずBRICS諸国市場の乗用車

⁴³まだ全貌が明らかにはなっていないが、インドのタタ・モーター社が最近明らかにした10万ルピー・カー（約29万円）は完全なモジュラー型の構造を持つ乗用車だといわれる。例えば前輪駆動のモジュールとハンドル関連モジュールは独立であって相互依存性が無い。互いに勝手に動くという。組み立ても実に簡単であって、将来は修理工場で組み立てられるようになると言われる。

でECUのレベルからモジュラー化が進むではないか⁴⁴。自動車の製品アーキテクチャが、個別部品設計の深層で深く静かに変化しようとしている⁴⁵。この延長で、もしAutosarが標準化しようとしている論理構造の側から自動車のアクチュエータ制御を支配するようになったら、自動車ビジネスの競争ルールが変わって産業構造が激変するであろう。電気自動車では間違いなくモジュラー型に近づくであろう。

自動車の恩恵を受けている人は、現在のところ12億人程度で全人類の1/5以下に過ぎない。その中で擦り合わせ型の機能・性能・品質を優先する人は数億人であろうか。12億人の中の他の9~10億人はもとより、これまで自動車の恩恵を受けてこなかった残る50億の人々が住む地域へ自動車が普及しはじめるとき、特にヨーロッパの部品サプライヤーが中国企業やインド企業と連携しながら主導するビジネス・モデル・イノベーションが産業構造を激変させる、と考えるのは間違いであろうか。世界最大の自動車部品メーカーであるドイツのボッシュは、すでにインテル型のビジネス・モデルを自動車産業で追求しようとしている。

例えこのようなものづくり経営環境になっても、特に部材・部品の視点からみれば、エレクトロニクス産業の場合と同じく、我が国企業が営々と蓄積した擦り合わせ型のものづくり組織能力が極めて重要な差別化要因となるのは間違いない。更に言えば、完成品がモジュラー型あるいは擬似モジュラー型に転換されるような経営環境が興隆するとき、基幹部材・部品に絡むマイコンやファームウェアの作用は完成品の機能・性能・品質・コストを支配する方向へ強化される。これがVTR、パソコン、DVD、薄型テレビ、デジカメ、携帯電話、あるいはハード・ディスクなどで例外無く観察された事例であった。そして最近では上記の純エ

⁴⁴ 自動車部品メーカー(サプライヤー)で技術開発に携わる人々はおそらくこれを否定するであろう。1990年代にDVDの開発を担った人も例外なく“こんなに擦り合わせを必要とするDVDを韓国や台湾が、ましてや中国企業が作れるはずがない”と信じていたことが多くのインタビューによって確認されている。そもそも開発や設計行為そのものが擦り合わせ型のプロセスだからである。しかしながら工場では量産されるステージでは単純組み合わせ型のモジュール型へ転換されていなければならない。設計行為とは擦り合わせ型をモジュール型へ転換させるプロセスである。このモジュール化の度合いとオープン化の度合い(あるいはオープン環境の標準化)が業界の産業構造を決定する。

⁴⁵ 擦り合わせ型アーキテクチャの粋を極めた製品として、本稿の5章や6章で取上げたハードディスク(HDD)がある。HDDもパソコン環境から大量普及したので何度か企業間・国際間の水平分業へ転換する動きもあった。現在でも高い利益率を誇っているのは、フルセット型のシーゲート社(HDD完成品)だけでなく、基幹部品を中核にプラットフォームを作るTDK(磁気ヘッド)、日本電産(超精密モータ)およびマーベル社(System LSI)などの基幹部品サプライヤーである。この構造はパソコンというオープン環境でインテルが構築したプラットフォーム、あるいは三洋電機がDVDプレイヤー市場で構築したプラットフォーム(小川、2007b)と同じである。HDDとDVDはともに年間5億台の産業だが、このような巨大市場になると、たとえ超擦り合わせ型の製品でも強制的に擬似モジュラー化への道を歩みはじめ、ここから擬似的なオープン環境が生まれて企業間の水平分業がはじまる。HDDと乗用車では次元の異なる製品であり、しかもブランドの持つ意味が全く異なるので、これも含めた議論が必要だが、3,000~5,000ドル乗用車に使われるECUなら、HDD産業と同じ経営環境が生まれる可能性は十分にある。しかし我が国以外の欧米部品サプライヤーが、先に仕掛けるではないか。

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

レクトロニクス関連だけでなく、擦り合せ型メカトロニクスの代表的な例である省エネ型エンバータ方式のエアコンでもその兆候が出てきた。

基幹部材・部品を核にしながら市場支配力や利益の源泉をNIES/BRICS諸国市場で強化するには、間違いなくビジネス・モデル側でイノベーションを起こさなければならない。例えば、中国自動車市場のボリューム・ゾーンで我が国の部品サプライヤーが勝ちパターンを構築するには、ECUを含む機構技術モジュールの擦り合せ型技術を研くだけでなく、技術モジュールと他の技術モジュールとの相互依存性をマイコンやファームウェアの作用で強化するビジネス・モデルがこれに加わらなければならないであろう⁴⁶。擬似モジュラー型の経営環境で市場支配力と利益の源泉構築を支えるプラットフォームは、ここから構築されるのではないか。

ここで我々は、トヨタなどに代表される我が国自動車メーカーがモジュラー型のビジネス・モデルへ転換すべきといているのではない。これまで営々を勝ちパターンを繰り返してきたわが国企業の組織能力を変えるのは非常に困難である。少なくとも完成品としての乗用車については、これまでの擦り合せ型の追求を徹底させるであろう。ただし巨大市場に育つ BRICs 諸国で多くの海外乗用車メーカーがモジュラー型の戦略を採用する場合には、我が国の部品サプライヤーはこれに先手を打って対応しなければならない。

5. 日本型イノベーション・システムの構築に向けて

5.1 21世紀型技術移転としての新宅モデルの登場

ここでは21世紀型の技術移転モデルとして、図8の右側で示す新宅モデルを議論の起点に据えたい。これまで先進工業国から開発途上国に対する技術移転・技術拡散について、赤松の雁行形態論⁴⁷やVernon⁴⁸のプロダクトライフサイクル仮説（図8の左半分）によるモデルが支配的だが、これは製品アーキテクチャの転換が起きないことを暗黙の前提にしたモデルである。

1966年に提起されたVernonのプロダクトライフサイクル説では、まず先進国の企業が製品を開発して先進国で生産され、先進国市場で普及させることが、前提になっている。次の

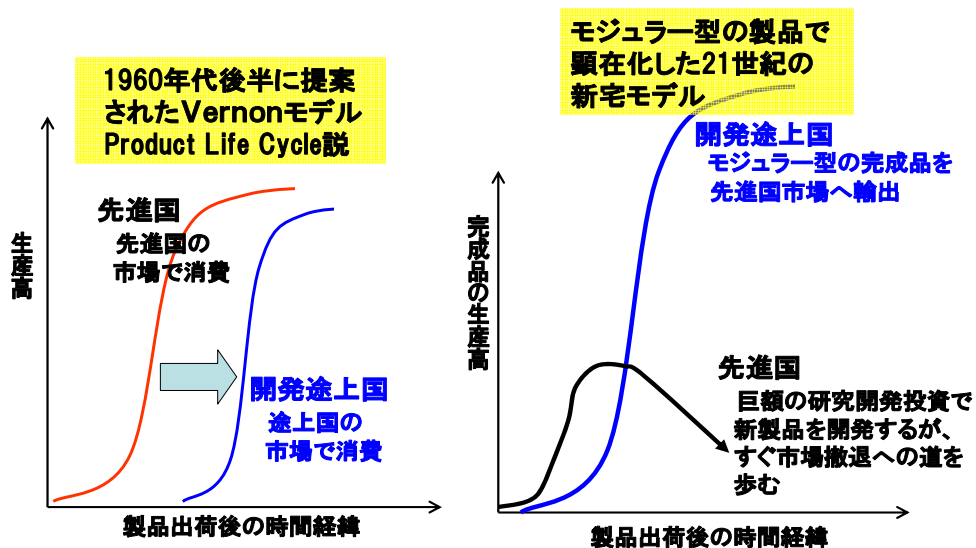
⁴⁶ここでトヨタなどに代表される我が国企業がモジュラー型へ転換すると言っているのではない。我が国企業の組織能力を変えるのは非常に困難であり、またブランド維持の戦略もあるので、少なくとも完成品としての乗用車については、これまでの擦り合せ型を追求すると予想される。ただし巨大市場に育つ BRICs 諸国で完成品（乗用車）側にモジュラー化を加速する兆候が出てくれば、我が国の部品サプライヤーはこれに先手を打って対応しなければならない。これが本稿の主張である。

⁴⁷ Akamatsu, K (1962)

⁴⁸ Vernon (1966)

段階では、先進工業国の競合他社が追いかけて価格競争が激しくなるので低コスト製造を目的に中進国や後進国で生産されるようになる。この場合でもVernonのモデルは、工場の建設・操業も、また工場で作られるも製品の販売も、あくまで先進工業国の企業が担っている。その後市場の伸びが止まって誰もが利益を取れなくなった頃に、あるいは技術が枯れてしまったところに、この技術を取り込んだ後進国企業が製造するようになるが、これらの製品の販売先が先進国では無く後進国の市場である、ということも暗黙の前提になっている。当時のVernonにとって最大の関心事はアメリカの直接投資が引き起こしつつあった貿易の流れを説明することであり、後進国の技術キャッチ・アップや生産向上に関心は無かった。また赤松のモデルは日本の産業興隆を念頭におきながら後進国の発展メカニズムそのものを対象としているため、同じようにプロダクトサイクル的な視点を出発点としながら後進国の成長に焦点をあてている。しかしこの場合でも常に、先進工業国が雁行の先頭になって途上国をリードするモデルになっている⁴⁹。ここでもその基本思想は、先進国が市場を創り、十分普及した後で途上国の企業が受け継いで経済を活性化するモデルである。

図8 技術移転に関するVernonのモデルと21世紀型の新宅モデル



これまで多数の事例で観察されたように、マイコンとファームウェアが製品の内部構造に深く関与してアーキテクチャを瞬時にモジュラー型へ転換する製品では、あるいは製造システムが巨大モジュールとしてのTurn Key Solutionとなって流通する業界では、図8の左側に示すVernonのモデルが全く通用しない。また赤松のモデルも適用できない。確かに21世紀

⁴⁹ Vernon や赤松のモデルについては、アジア経済研究所の川上桃子氏にご教授頂いた。

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

の現在でも多くの新規コンセプト製品は先進国で開発される。しかしながら技術が枯れてからではなく、先進国の企業が新規の製品を市場投入したごく初期の段階から、すなわち技術が全く枯れていない段階でも、韓国や台湾・中国などの企業が大挙して先進国市場に参入できるようになった⁵⁰。このような技術移転の姿をモデル化したのが図8の新宅モデルである⁵¹。

特に注目すべき点は、製品開発を主導したはずの先進工業国ではなく、キャッチ・アップ型のアジア企業群の方が瞬く間に世界市場でシェアを奪い、生産量を急増させる事実である。我が国から見たエレクトロニクス産業ではこれが1990年代に何度も繰り返されており、研究開発投資を企業の収益に直結させるのは非常に難しくなった。図1や図2に見る我が国エレクトロニクス産業の異状事態がここに起因したのである。1960~1970年代のVernonにとって想像すらできなかった経営環境が、アメリカでは1980年代のパソコン産業で、また我が国では1990年代後半にコンピュータ周辺機器やデジタル家電から顕在化した。

本稿では、製品アーキテクチャが瞬時にモジュラー型に転換する産業で図8の新宅モデルを必要とすること、更には図9で示すように、技術拡散のスピードが製品アーキテクチャによって際立った違いがあることを前提に議論を進めたい。これらのモデルを前提に生み出される21世紀型のプラットフォーム形成こそが、我が国企業が誇る摺り合わせ型の技術や匠の技をグローバル市場で社会的な価値創造へと転換させ、その上で我が国企業をも富ませるビジネス・モデル・イノベーションだからである。

新宅モデルが顕在化する経営環境は、やはり製品アーキテクチャがオープン環境でモジュラー型に転換し、産業構造がモジュール・クラスター型へ移行することで大きな潮流となった。類似の現象は1970年代後期のアメリカ・ミニコン産業に見られるようになったが、少なくとも大きな潮流として顕在化することはなかった。我が国企業の製品でこれが顕在化したのは、特にマイコンとファームウェアが製品設計に深く介在する1990年代の後半からであり、Vernonや赤松のモデルが通用しなくなったのは、いずれも製品アーキテクチャがモジュラー型に転換された製品の業界で観察される現象であった。そもそも擦り合わせ型の完成品産業であっても、21世紀になって観測される事例にVernonのモデルを適用できるものは少ない。擦り合せ型とモジュラー型が同じ市場で混在する21世紀の現在では、例えグロ

⁵⁰ モジュラー型製品の場合は、自国に市場が育つよりも遥かに速く途上国が最先端の完成品を作れるようになるためである。

⁵¹ このモデルは、東京大学ものづくり経営研究センターの新宅先生が2005年ころに中国・広州の中山大学で講義中に考え出したものである。筆者もその講義を聴いていた。図8の右側にあるモデルはShintaku et.al(2006)に記載されている。ここで筆者は“技術移転(Transffer)”という表現を使ったが、日本を含む多くの先進国企業はこれを“技術拡散(Diffusion)”と表現し、移転という表現を使いたがらない。

一バル化が進んでも技術移転あるいは技術拡散の姿が 1980 年代以前と全く変わってしまったのではないか。この意味で我が国企業は、自社の製品とその産業構造の位置取りを製品アーキテクチャという視点から冷静に見つめ、ここから図 8 に示す新宅モデルの活用方法を考える必要がある。

図9 アーキテクチャ・ベースの技術拡散モデル

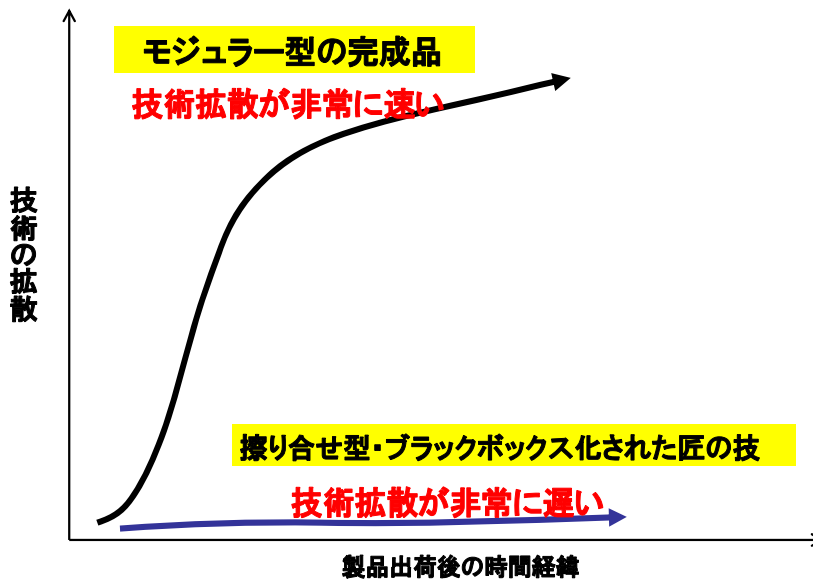


図 8 の右側に示す新宅モデルでは、技術拡散スピードが製品アーキテクチャによって極端な違いがあるという図 9 のモデルが背後に隠れている。そして製品アーキテクチャのモジュラー化が完成品技術の移転スピードを速め、モジュラー型の製品を得意とする NIES/BRICS 諸国と先進工業国とのグローバルな水平分業を加速させて経済を活性化してきた。これまで国際間の水平分業化が、ネットワークの興隆に起因すると言われてきた。これは 1980 年代に興隆したアメリカ・ソフトウェア産業にそのまま当てはまるかもしれない。ユーザのワーク・フローと濃厚な擦り合せを必要とする基幹システムを除き、ソフトウェアは一般的に汎用あるいは汎用に近いモジュールの組み合わせで製品化される。しかしハードウェア主体の製品の場合は、その前にアーキテクチャのモジュラー化現象が起きていなければならない。

例えばミニコン市場では、1970 年代の後半で既にモジュール・クラスター型の産業構造がグローバルに形成されていた。ハード・ディスク・ドライブとミニコン用の SMD (Storage

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

Module Drive) インタフェース⁵²がオープン環境で業界標準になった 1970 年代の後半に、アメリカから遠く離れた日本の富士通が、例えミニコンそれ自身に関する技術知識を持たなくても、オープン化された SMD インタフェースだけをガイドにハード・ディスク・ドライブを開発すれば、アメリカ市場でビジネスをすることが可能になったのである。その後の富士通は、1980 年代初期のアメリカ・ミニコン市場で、ハード・ディスク OEM ビジネスのリーダー企業となった⁵³。

以上のように、アメリカでインターネットが興隆する前に新宅モデルの萌芽を見ることができ、1990 年代にはすべてのデジタル・ネットワーク型産業でこれが大きな潮流となった。スタンフォード大学職員だったレオナルド・ボザックとそのパートナーのサランド・ラーナーの 2 人は、IBM が PC/AT をアナウンスした年と同じ 1984 年にシスコ・システムズを立ち上げたが、一般用のインターネットが出現するのは 1987 年であり、また現在のインターネット・プロトコルがオープン環境化するのには 1990 年になってからであった。富士通のハード・ディスクがアメリカのミニコン市場へ参入するのがその 10~20 年前の 1970 年代後半だったという意味で、モジュール・クラスター型の産業構造、あるいはグローバルな水平分業が起きたのは、いわゆる現在の我々がいうネットワークの登場と無関係だったといえる。製品アーキテクチャのモジュラー型への転換がグローバルなモジュール・クラスター型の産業構造を生み出した。本稿は光ディスク産業を念頭に新宅モデルを紹介しているが、その萌芽が 1970 年代のミニコン市場にあったのである。新宅モデルを事業戦略に取り込んだ代表的な事例が 1995 年以降のインテルである。これによって先進国のパソコン完成品メーカーは、瞬時にシェアを落とした。代わって台湾などのキャッチ・アップ型企業がグローバル市場のパソコン製造リーダー躍進した。

図 9 の技術拡散モデルは、急速にモジュラー化する完成品製品と、擦り合わせ型を長期にわたって維持する基幹技術モジュールとが同じ業界でともに大量流通する場合に、その特徴がもっとも強く現れる。以上のことを念頭に図 8 の Vernon モデルと新宅モデルをもう一度比較してみたい。たとえばパソコンや携帯電話、DVD ドライブなどは、本質的にモジュラー

⁵² 正確には当時のハード・ディスク・ドライブとそのコントローラをつなぐインタフェースが SMD である。コントローラは別のホスト・インタフェースによってミニコン本体と接続される。

⁵³ 当時のミニコン市場はコンピュータ本体と OEM 調達する HDD とをつなぐために、コントローラ・ハウスと呼ばれた多数のベンチャー企業が存在した。富士通はコントローラ・ハウスと緊密な擦り合を行うことによって、例えインタフェースが摺り合せ型の SMD であってもすぐアメリカ市場へ参入できた。当時はまだ完全オープン環境のモジュラー型インタフェースが世に現れていなかったので、擦り合せを得意とした富士通などの我が国企業が、アメリカの HDD ベンダーを押さえて瞬時にアメリカ市場を席卷できた。しかしながら本稿の 5 章 5. 4 で述べるように、1987 年以降におきるモジュラー型インタフェースの登場によってアメリカ市場における富士通の HDD ビジネスは急速に国際競争力を失った。一方ベンチャー企業型のアメリカ HDD ベンダーは、ここから大躍進がはじまる。

型へ転換されやすい製品であって瞬時に国際的なモジュール・クラスター型の産業構造が出来上がる。したがってVernonの技術移転モデルは全く通用しない。一方、典型的な擦り合わせ型アーキテクチャを持つ光ピックアップ（OPU）、セラミックコンデンサー、光学デバイスなどの部品産業、および半導体材料、液晶材料、磁性材料、機能化学材料、自動車用鋼板、などに代表されるプロセス型素材産業は、本質的に擦り合わせ型であってそれ自身がブラック・ボックス化されているので、何れも単独で世界市場へ普及する能力を持っていない。モジュラー型に転換された完成品がキャリア（運び役）となることによってはじめて擦り合わせ型の基盤部材・部品が世界市場に運ばれる。この意味で先進工業国が生み出すブラック・ボックス型の付加価値技術は、モジュラー型の完成品に組み込まれて初めて世界の隅々へ瞬時に普及するようになるのである⁵⁴。我が国の素材産業・部品産業が1990年代の後半から圧倒的な競争力をもってグローバル化しはじめた背景がここにあったが、いずれにせよこれをVernonのモデルで説明するには無理がある。

5.2 プラットフォーム形成から見たアーキテクチャ・ベースの技術拡散モデルと

我が国企業が採るべきビジネス・モデル

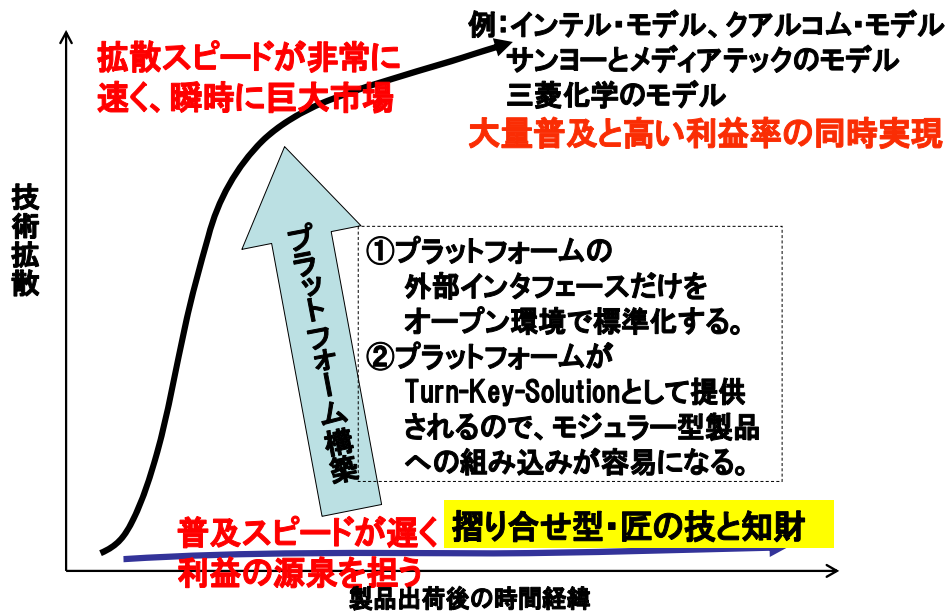
これまで我が国企業の国際競争力が強いケースとアジア諸国が強いケースは、製品アーキテクチャによって明確に区別できることを色々な事例で述べた。この区別が生まれる背景として図8の新宅モデルと図9に示すアーキテクチャ・ベースの技術拡散モデルがある。しかしそれ以外にもうひとつの大きなファクターとして、プラットフォームと呼ばれるビジネス・モデルが持つ、極めて大きな力を取上げなければならない。

プラットフォームが持つ作用を、図9に示すアーキテクチャ・ベースの技術拡散モデルと組み合わせて論じるのが、ここで紹介するアーキテクチャ・ベースのプラットフォーム論である(小川、2007b)。特にモジュラー型の完成品ビジネスを得意とするアジア諸国企業の場合は、Turn-Key-Solutionとしてのプラットフォームが提供されることで、擦り合わせ型の匠の技がそのままモジュラー製品の中へ簡単に組み込まれる仕組みができあがる。例え技術移転・技術拡散が非常に遅い擦り合わせ型のアーキテクチャを持つ匠の技の部品・部材であっても、モジュラー型に転換された完成品に封じ込まれさえすれば、先進工業国だけでなく

⁵⁴ なおクローズド環境でもモジュラー化が必ずおきるが、普及スピードや市場規模はオープン環境の1/10～1/20に制限されることが観察されている。Mini DiscとCD-Rの対比がその代表的な事例である。いずれにせよ図8の新宅モデルは、モジュラー型に転換された製品と擦り合わせ型が維持されている製品がともに共存する図9の経営環境で成立し、オープン環境ならその効力がクローズド環境の10倍も顕著に現れる。

開発途上国の市場へも完成品がキャリアとなって瞬時に運んでくれるのである。図 10 で模式的に示したように、プラットフォームの形成が途上国の産業を興す上で非常に大きな役割を果たす。更に言えば、先進国と開発途上国がともに成長する 21 世紀型の経済環境もここから創出される

図10 アーキテクチャ・ベースのプラットフォーム形成
 摺り合せ型・匠の技が刷り込まれたブラック・ボックスとしてのプラットフォームを完成品に組み込んで世界市場へ展開



東京大学ものづくり経営研究センタ:小川 徹一

5.3 製品アーキテクチャから見た中国企業の市場参入モデルと我が国企業が採るべきビジネス・モデル

中国企業は、製品の技術革新が止まって単純組立て型に転換された時点、すなわち製品アーキテクチャがオープン環境でモジュール型に転換された時点から市場に参入することが、多くの事例で明らかになってきた。これが図 8 の新宅モデルで表現されるケースに対応することは、すぐ理解できるであろう。電子レンジ、エアコン、ブラウン管テレビ、携帯電話、液晶パネルといった製品でこの傾向が例外なく観察されるが⁵⁵、同時にこの傾向は別稿で述べたパソコンやDVDプレイヤーの事例でも同じであった(小川、2006a,2007a)。例えばDVD

⁵⁵ 本稿の参考文献に挙げた藤本隆弘氏(2005)や新宅純二郎氏、善本哲夫氏などの一連の研究、および丸川知推氏や今井健一氏、川上桃子氏による一連の研究成果を活用させて頂いた。

プレイヤーという完成品は、中国企業が世界シェア 60%(2006 年)という圧倒的な生産力を持つ。しかしながらDVDプレイヤーのコストの 30%以上も占めて最も付加価値の高い擦り合せ型の光ピックアップ (OPU) は、未だに我が国の企業が提供している。しかもOPU単体ではなく他の機構系と一体になったトラバース・ユニットという機構モジュールになって提供され、その上でさらにこれを動かすLSI Chipが一体提供されないと、中国企業はDVDプレイヤーを作ることができない。トラバース・ユニットとLSI Chipが一体化されて提供するこのビジネス・モデルを、筆者はアーキテクチャ・ベースのプラットフォーム形成と定義したが (小川、2007b) ,図 10 の右下に位置取りされる擦り合わせ型技術 (内部がブラック・ボックス化された技術モジュール) は、それ単独でアジア諸国企業に提供されても産業興隆に寄与しない。多くの擦り合わせノウハウを内部に詰め込みながら一体化されたブラック・ボックスにし、同時に外部インタフェース・外部仕様それ自身をオープン環境で標準化しなければならない⁵⁶。この場合はデジュール規格、デファクト規格、フォーラム規格のいずれでもかまわない。これは図9のモデルの中で擦り合わせ型・匠の技 (図9の下) を技術拡散スピードの速いモジュラー型の完成品(図9の上)へ組み込み易くなることを意味し、オープン環境でモジュラー型の完成品組み立てを得意とするアジア諸国企業の役立つ技術モジュールとなって瞬時にグローバル市場へ普及する⁵⁷。この場合に先進国企業にとっては、長期のR&D投資を経て生み出された擦り合せ型・ブラッ・ボックス技術や匠の技、すなわち図9や図10の下側に位置取りされる“拡散スピードは遅いが高い付加価値が詰まった”技術モジュールが利益の源泉である。アーキテクチャ・ベースのプラットフォーム形成というビジネス・モデル側のイノベーションによってはじめて、これらが市場支配力と高収益へ転換される。

善本哲夫氏の研究⁵⁸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(2005年)、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。電位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ITC調整の擦り合せ

⁵⁶ 我が国が誇る超摺り合せ型の白物家電はブランドや販売チャンネルがエンド・ユーザーに向けた外部インタフェースと位置取りされる。ただし本稿で述べるモジュラー型完成品の場合はアジア諸国企業の競争優位を活かして低価格品へ転換するものの、超擦り合せ型の我が国白物家電でこれができず、BRICS 諸国の市場参入が困難となる。

⁵⁷ デジカメで移した写真をパソコンで加工・編集する場合のフォーマット規格やデジカメ出力を家庭で簡単にプリントするプリンター (PCC) のドライバーを規格化する動きは、まさにここで述べる考え方と同じである。これを製品アーキテクチャの視点で言えば“中擦り合せ・外モジュラー”と位置取りされる。

⁵⁸ 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にした日本型イノベーション・システムの再構築

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、すなわち図 10 のモデルに示すプラットフォームが提供されたとき、中国企業が大挙して市場参入した。さらに善本氏の研究を引用させてもらうと、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、擦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。

インバータはパワー半導体の一種だが、いわゆるコンプレッサーを駆動する大電流パルスの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る。またこの制御は、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ない。したがってエアコン・システムとしての完成品側のトータルな擦り合わせ型・省エネノウハウを、マイコン側のファームウェア・モジュールに取り込まなければならない。コンプレッサー側を複数の負荷モデルに区分し（あるいは標準化し）、それぞれの負荷に最適化されたインバータとその制御ノウハウとしてのファームウェアとを統合化し、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とを一体化できるようになれば、図 10 に示す Turn-Key-Solution 型のプラットフォームを形成できるであろう。携帯電話に見るケースと同じように、このプラットフォームをデザイン・ハウスに提供して完成品ベンダーへ流れるようにすれば、我が国企業の付加価値が中国企業を介して世界市場へ大量に運ばれるはずである。これはインテルのビジネス・モデルの基本思想であった。

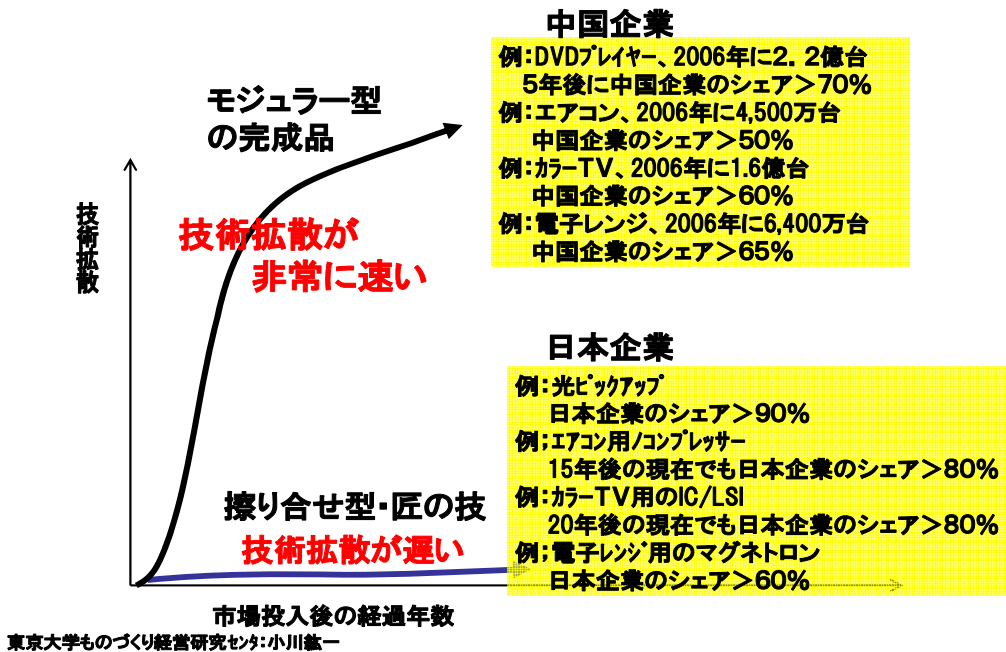
例えば携帯電話は、ヨーロッパのノキアやアーム、テキサス・インスツルメンツなどが作ったプラットフォームによって、またアメリカのクアルコム(CDMA 方式など)やテキサス・インスツルメント (GSM 方式など) が図 10 の Turn-Key-Solution としてのプラットフォームを形成することによってはじめて、中国企業が大量して市場に参入できるようになった。その背景に WTO 加入直前の 1999 年 1 月に発令された中国政府の保護政策が確かにあったが、この政策がすぐに効果を表した背景には、ヨーロッパ GSM 方式のプラットフォーム形成があったのである。携帯電話の基本機能が全て詰まった DSP+MPU とファームウェアおよびインタフェースなどが一体化して提供されたプラットフォームの作用がここにも観察される。

たとえば台湾のメディアテック社は徹底した Turn-Key-Solution 型のプラットフォーム

を中国のローカル企業へ提供し、一気に市場支配力を強めた。これは 1990 年代のインテルがパソコン産業で採ったビジネス・モデルと同じである。これによって中国携帯電話産業でも、China Mobile のような伝統的な携帯電話メーカーがパソコンにおける IBM のケースと同じように市場撤退への道を歩んだ。代わって興隆したのが全くの新興企業群である。DVD プレイヤーに見る三洋電機やメディアテックが提供したプラットフォーム流通 (小川、2007b) と同じ経営環境がないと、やはり中国の新興企業が躍進するのは不可能だったのである。

製品アーキテクチャから見た我が国企業と中国企業の相互依存関係を図 11 に要約した⁵⁹。中国企業はモジュラー型の完成品ではグローバル市場に圧倒的な競争力を示すが、完成品を支える基幹部品としての摺り合せ型技術は、多くが我が国企業から提供されていることもこの図から理解できるであろう。

図11製品アーキテクチャから見た中国企業と日本企業の相互依存関係



ただし非常に残念なのは、我が国企業から提供される基幹部品はいずれも部品としての単品であり、アーキテクチャ・ベースのプラットフォーム形成による市場の独占体制になっていない。我が国としては圧倒的なシェアを維持してはいるものの多くの企業が同じ中国市場で競争し合っているのである。利益率がインテルより遥かに低いレベルに留まる理由がここにあるが、その背景に我が国企業を作る基幹部品のいずれもパッシブ型であってプラットフォーム形成に必須の強力なアクティブ機能を持っていないことが挙げられるであろう

⁵⁹ 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。

⁶⁰。製品設計の深部にマイコンとファームウェアが深く介在する 21 世紀の現在、基幹部品を核にしたプラットフォーム形成を経営ツールとして取り込まなければならない。

5.4 アメリカ・パソコン産業に見るビジネス・モデル・イノベーションと我が国企業が学ぶべきビジネス・モデル

アメリカ企業が 1990 年代に完成させたビジネス・モデル・イノベーションとして、インテルによる独創的なプラットフォーム形成を挙げることができる。図 12 は立本氏の研究⁶¹を引用しながら、1981 年に登場した IBM PC の製品アーキテクチャが徐々にモジュラー型へ転換して行く様子を示したものであり、右端に書いた 1993 年ころの内部構造が現在のパソコン構造とほぼ同じである。MPU の下にインテル仕様のホスト・バス経由で North Bridge が繋がっており、ここにはリアル・タイム高速処理を必要とするメイン・メモリ（DRAM など）や画像デバイスなどが、標準化されたインタフェースを介して繋がる。この下に高速 PCI バスを介して South Bridge があり、South Bridge にはパソコン内蔵のハード・ディスクや DVD および USB インタフェースで外付けされるデバイスなど、必ずしも高速リアル・タイム処理を必要としないデバイスが、オープン環境で標準化されたインタフェースを介して繋がる。South Bridge は 1980 年代からサポートされ続けてきたレガシー・デバイスをそのままサポートする役割を担っている⁶²。このように North Bridge や South Bridge などと呼ばれる緩衝レイヤー（プロセッサとメモリが担う割り込み処理とデータ・バッファリングの組み合わせ）を設けることで技術革新とレガシー技術を共存させたが、これはパソコンの製品アーキテクチャをモジュラー型に転換させるプロセスそのものであった。言い換えれば、ユーザの支持を得ながら、すなわち旧来のユーザ資産を守りながら技術革新（イノベーション）の成果を

⁶⁰ Active とは、ブラック・ボックス領域（内部）からプラットフォームの外部インタフェースをコントロールする作用である。たとえばインテルの USB インタフェースも MPU が直接介在して初めて機能する構造になっているので、インテルは USB インタフェースを介して外部のオープン環境で繋がるデバイスを間接的に支配できる。DRAM メモリは、ブラック・ボックス化されたインテルの North Bridge とオープン・インタフェースを介してつながるが、DRAM のコントローラは North Bridge 側においてインテル側から DRAM インタフェースを完全に支配しているので、DRAM は Passive 型と定義される。この意味で HDD も Passive 型である。Passive 型とは、与えられたインタフェースに繋がるだけのデバイスであり、基本的にはネジ・クギのようなビジネスとなって価格競争を強いられる。一般に Active 型はマイコンとファームウェアがインタフェースに介在するようになって初めて経営環境に大きな影響を与えるようになった。このようなビジネス・モデルの原型が、1990 年代の前半にインテルによって確立された。現在では全てのデジタル関連製品で当たり前になっているが、我が国企業の幹部でこれを経営戦略の視点から捉える人は意外と少ないように思う。

⁶¹ 立本博文（2007a,2007b）。

⁶² 1990 年代の後半から North Bridge が Media Control Hub へ、また South Bridge は I/O Control Hub へ改称されている。

企業収益や社会的な価値へ転換させるには、ユーザ資産として蓄積された巨大なインフラの上に技術イノベーションの成果を継ぎ足す仕組みづくりが必要であり⁶³、これを担うBridgeのコンセプトがパソコン産業それ自身をモジュラー型へ転換させたのである。

図12 IBM互換パソコンのアーキテクチャ変遷:

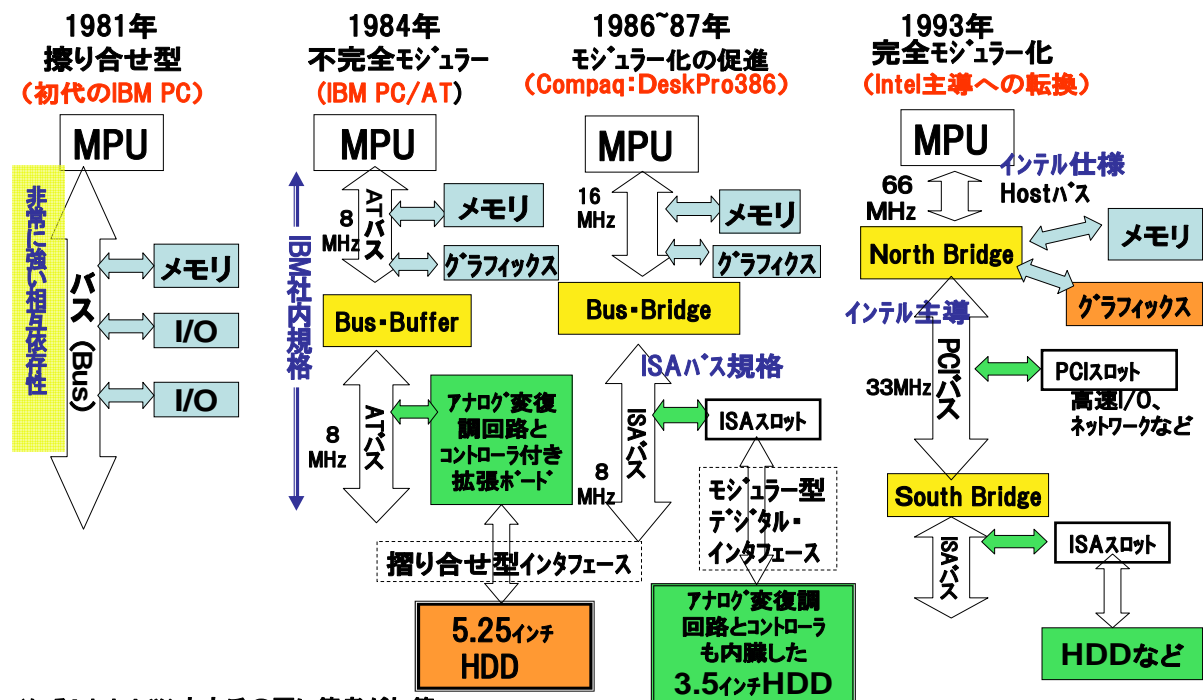


図12の左端に示すように、1981年に出た最初のIBM PCでは、MPUからフロッピーやキーボードなどの末端デバイスまで一本のバスを介して統合化されていた。1980年にアメリカの著作権法・特許法が改定されてソフトウェアに知財権が認められたので、IBMはBIOSなど論理仕様書をオープンにしたが、周辺デバイスを繋ぐためのバスのタイミング・チャート仕様(ハードウェア側の擦り合わせノウハウ)は開示していない。したがってIBM以外のベンダーが周辺器をアフター・マーケットで販売する場合は、全てIBMの認定を受けないと互換性を保証できなかった。ましてやIBM互換パソコンを作るには、IBM PCのバス仕様などに精通し、その上でさらにデジタル・技術に対する高い技術力を持っていないと不可能だっ

⁶³ パソコン産業に見るこのような仕組み作りは、CD-ROMとの双方向互換を最優先させたCD-Rの開発思想(小川、2006a)やDVD-ROMとの双方向互換性を優先させたDVD±R(小川、2006b)、さらには巨大なユーザ資産を守る開発思想を優先させた1990年代初期のインテルCISCプロセッサ(バーゲルマン、2006)にも事例を見ることができる。

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

た⁶⁴。基幹部品としてのMPUをインテルから調達したことを理由にIBM PCが初期の段階からモジュラー型である⁶⁵、とこれまで多くの経営学者から言われてきた。しかしパソコンの場合は、メインフレーム・コンピュータと違ってIBMがフルセット型を採らなかつただけのことであり⁶⁶、例えばデジタル・パルスのタイミング・チャートなどの設計・組立てなどの細部ノウハウ、あるいは電圧降下を防ぐバッファ・アンプ（アナログ）の配置・配線ノウハウなどは、すべてIBMという企業の内部で閉じていて公開されない。この意味でメインフレームと同じように、少なくとも設計レベルではクローズド・モジュラー型だったものの、組立て製造は相互依存性が非常に強い擦り合わせ型であった⁶⁷。したがってインテルが技術革新によってMPUの性能を飛躍的に向上させても、MPUだけを入れ替えてパソコンの機

⁶⁴ 当時の松下電器は独力で互換 BIOS を開発し、IBM PC に精通した技術陣を揃えてアメリカ市場に参入したが、市場シェアが 10% を越えるタイミングでアメリカ政府が税関で輸入指し止めに出ている。1980 年の著作権法改定によってソフトウェアにも知財権が認められ、BIOS がそれに該当するとみなされたのである。そして松下電器は、自社ブランドを付けたパソコン・ビジネスから撤退した。しかしアメリカ国内のベンチャー企業にはこれが厳密に適用されていない。その後の松下電器は、IBM へ OEM でパソコンを供給することになり、その延長に超擦り合せ型パソコンとしての現在のレッツ・ノートがある。

⁶⁵ この考え方は、1980 年代後半にアンディー・グループ（当時インテルの CEO）がスタンフォード大学のビジネス・スクールで何度も繰り返した表現の一つである。当時全盛だったメインフレーム・コンピュータやミニコンの垂直統合型（アンディーは Vertical Silos と表現）から、パソコン産業を水平分業（アンディーは Modular Cluster と表現）へ転換させようとした経営思想であった。当時は MPU という単なる部品ベンダーに過ぎなかつたインテルにとって、パソコンという完成品ベンダーから付加価値を奪って業界の主導権を握るためには産業構造を水平分業化（モジュール・クラスター型）へ転換させる以外に手はなかつた、と言い換えてもよい。このようにアンディー・グループが狙った Modular Cluster への転換は自社のビジネス戦略だったのであり、結果的にそうなったものの、IBM PC が最初から組み立て製造も含めてモジュラー型だったのではない。ある意図を持って語られたことと事実とを峻別しないと、市場の前線に陣取る現在の我が国企業の事業部長を誤った方向へ誘導する。

⁶⁶ 1980~1981 年当時の IBM はメインフレーム・ビジネスの全盛期であり、パソコンはおもちゃのような扱いだったといわれる。パソコンが IBM の売り上げに貢献するビジネスになるのではないかと IBM 内で思われはじめたのは、当時まだ非常に高価だった（現在の 5~10 倍）パソコンの市場が年間 1,500 万台に近づいた 1985~1986 年ころである。我が国の富士通も IBM PC の出荷（1988 年 10 月）とほぼ同じ 1981 年の末に FM-8 を出荷している。しかしこれを担ったのはコンピュータ部門でなく半導体部門であった（3 章、3.1 の注を参照のこと）。1985 年ころからようやくコンピュータ部門がパソコン・ビジネスを担うようになるが、一部に世界レベルの専門家はいたものの新入社員も非常に多かったといわれる。

⁶⁷ 経営学者の一部に、“デジタルなのになぜ擦り合せを必要とするのか”、という発言が散見されるが、企業の現場でデジタル機器の開発・設計に携わる技術者にとって、これほど困惑する発言はない。たとえパソコンであっても、部品の単純組み合わせによって商品としての信頼性を持たせるまでになるには、設計側で相当の擦り合せ作業を必要とする。ましてや 1980 年代のパソコン設計にとって、論理的な結合としての基本機能は確かに技術モジュールの組み合わせによって可能になるが、ユーザが安心して使えるまでの信頼性を提供するための設計・組立て・試験などのノウハウを確立していくプロセスは、まさに擦り合せそのものである。デジタル論理結合としての基本機能はモジュラー型だが、商品として世に受け入れられる信頼性は擦り合せ型の設計プロセスから生まれる。これらの体系的な議論は“公差論”として別稿で紹介したい。

能・性能を向上させることができず、インテルによる技術革新の恩恵がユーザに届くことはなかった。当時のインテルは、全てIBMの意向に左右される隷属的な関係から脱することができなかつたのである。

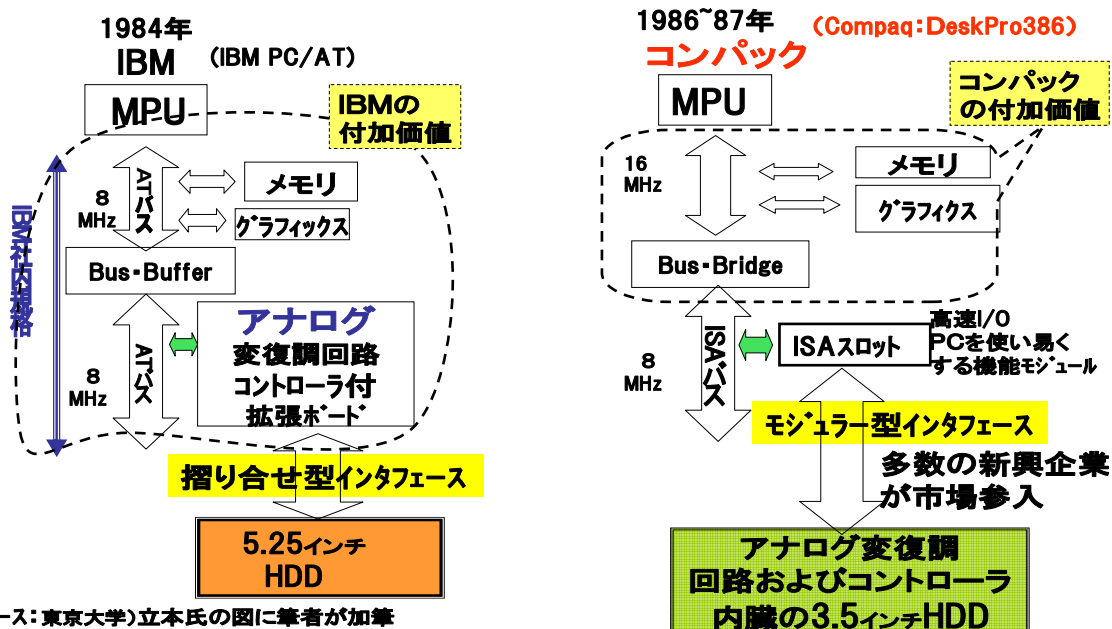
しかしながら技術革新を進めるプロセスが、パソコンの内部構造を徐々にモジュラー型へ転換させた。技術革新の第一弾は 1984 年のPC/ATに見るハード・ディスクの標準装備である。図12に示すように、IBMが1984年出したハード・ディスク付のIBM PC/AにはBus Bufferという緩衝レイヤーが設けられており、MPUへ影響を与えないでBus Bridge配下の技術革新を進めようとした。インテルが握る基幹部品（MPU）との相互依存性を断ち切ってハード・ディスクをパソコンに付け、これによってIBMが更に主導権を握ろうとした経営戦略がここに見られる⁶⁸。

当時のデジタル技術の粋を集めたBus Bufferのコンセプト（プロセッサの割り込み処理とメモリの組み合わせによる緩衝レイヤーの設定）によって相互依存性を排除するプロセスそのものが、パソコンを部品の単純組み合わせ、すなわちモジュラー型への道を歩ませた。IBMがハード・ディスクの搭載という当時のパソコンで画期的な技術革新を進めるプロセスがモジュラー型へ転換する第一歩であったが、モジュラー型に転換されて相互依存性が無くなったことでIBM以外の互換機ベンダーにビジネス・チャンスが生まれることになる。IBM PCの互換機メーカーであるコンパックも、ベンチャー企業の宿命である弱いブランド力を高い技術の採用でカバーしながら、その上で更に価格を下げるしかビジネス維持ができなかつた⁶⁹。ここから生まれたのが図13に示すコンパック主導のBus・Bridgeのコンセプトであり、Bus・Bridgeの導入によってIBM PCで使われたユーザ資産と

⁶⁸ IBMはインテルMPUを採用した時点からインテル互換MPUの製造権を持っており、インテルから調達する以外に1980年代から内製してきた。また次々に興隆する互換機ベンダーに手を焼き、IBM独自のマイクロチャンネル・アーキテクチャ・バス（MCA）やOS 2への布石も既に1980年代半ばに考えられていたようだ。これらの全貌が1986年から表面化し（1987年に正式発表）、コンパックが盟主となった互換機ベンダー連合が更に高速のEISAバス（Enhanced ISA）をオープン環境で標準化させるに至る。そしてここからIBMの市場支配力が更に弱まった。

⁶⁹ 1982年のCOMDEXでアナウンスされ1983に出荷されたコンパックのIBM互換パソコンは、IBM PCの半額であったが、1980年代の後半になると15%程度低い価格に設定されている。

図13 オープン・イノベーションがもたらす企業間の水平分業によってベンチャー企業が主役になる経営環境の登場



してのレガシー・デバイスをオープン標準のISA(Industry Standard Architecture)バスでパソコン側へ接続したのである。コンパックはこれによってはじめて、高い付加価値を追求する独自の技術革新が Bus・Bridge で切り離された上位レイヤーで可能になった。IBM の手のひらから離れて主導権を握れるようになったのである。キャッチ・アップ型の互換機ベンダーであるコンパックは、IBM が支配するレガシー・デバイスとコンパックが独自開発する新規技術との相互依存性を完全に排除する仕掛けとしての Bus・Bridge を導入しなければ、すなわちパソコンというシステムの内部構造をモジュール型にしなければ、コンパック独自の技術革新を製品の競争力に直結できなかつた。これを IBM の視点で見れば、図 13 の左側で IBM が狙った Bus Buffer と AT Bus のレイヤーがオープン環境で標準化された ISA・Bus にとって変わられたために、IBM の付加価値が失われたことを意味する。オーバー・ヘッドが小さく身軽でスピードのあるベンチャー企業群との戦いをオープン環境という土俵で強いられた IBM は、ここから急速に市場シェアを失う。

ISA・Busに繋がるハード・ディスク (HDD) に当時の半導体技術革新に支えられたデジタル・インタフェースが採用されたことは、完成品としてのパソコン本体ビジネスと同等以上に、その後の周辺機器ビジネスに大きな影響を与えた。コンパック・コナー連合が市場に登場させた 3.5 インチHDDドライブには、図 13 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、“外モジュール・中折り合せ”の完全モジュール構造になったからである。完全モジュール型に転換された 3.5 インチHDDは、デジタル・イン

タフェースになっていてパソコン側とHDDとの擦り合せ協業を必要としなかった。オープン化された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ったので、3.5 インチHDDメーカーはそれぞれ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う経営環境となり、ここからすざましい技術革新がはじまった⁷⁰。インタフェースのオープン・モジュラー化がHDD産業を飛躍させた様子を図14に示す。

一方、アナログ回路をパソコン側のボードに持つIBM PC/ATでは、HDDドライブを開発する場合に常にIBM PC側との擦り合せを必要とした。したがって当時のシーゲート社や日本IBMのような、IBMのパソコン部門と特別の関係を持った企業でなければHDDの開発が困難であった。5.25インチHDDドライブにアナログ変復調回路とコントローラが内蔵されていないので(図13の左)、当時のシーゲート社は記録密度・記録容量や性能アップをする場合に、常にパソコン側の拡張ボードと緊密な擦り合せ協業を必要としたのである。

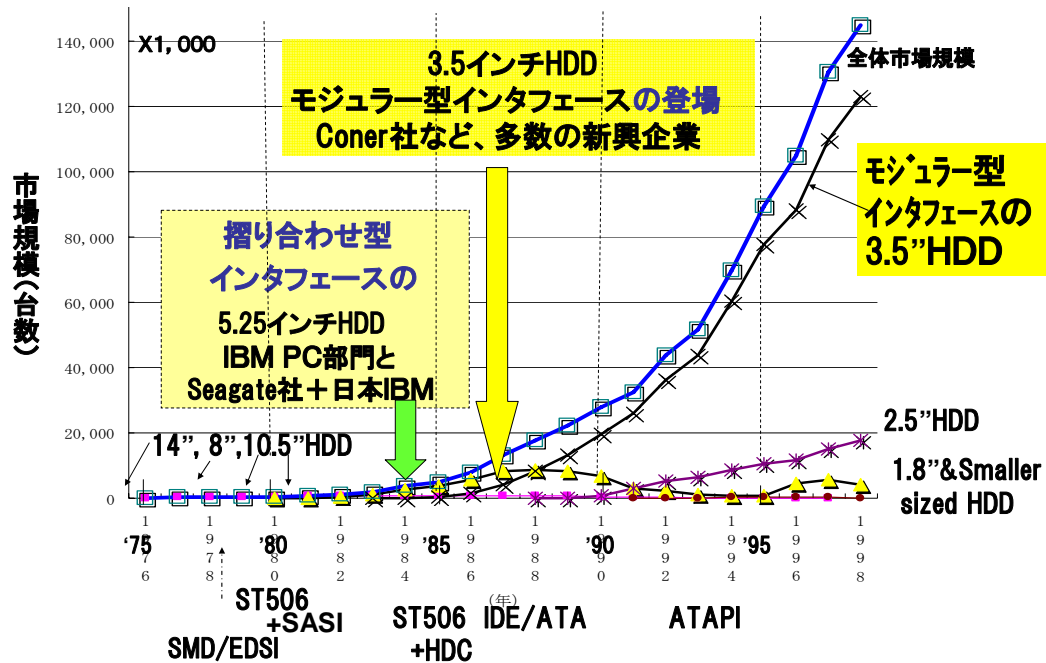
IBM PC/ATとHDDの相互依存性が非常に強かったという意味で5.25インチHDDは擦り合せ型のインタフェースであり、HDDドライブ単独のイノベーションが困難であった。したがって5.25インチのHDDの技術革新スピードが3.5インチHDDにくらべて非常に遅く、記録密度でも性能でも劣勢に立ってパソコン市場から消え(図14)、ミニコンやワーク・ステーションなど、旧来から続くニッチ市場に追い込まれた⁷¹。当時のデスクトップ・パソコンで必ずしも必要とされなかった3.5インチという小型サイズのHDDが、大容量でしかもビット・コストの安い5.25インチHDDに完勝できた理由は、クリステンセン(2001)のいう表面的な現象ではなく、製品の深層で起きたアーキテクチャの大転換にあったのである。これらについては6章で議論する。

⁷⁰ 誤解を招かないように言うと、例えインタフェースがオープン環境で標準化されていてもパソコン側と単純結合で動くようなHDDを開発するには、HDDに内蔵されたコントローラ設計プロセスそのものがアナログ回路側と膨大な擦り合せ作業を必要とした。

⁷¹ オープン化・モジュラー化がクローズド・擦り合せ型のアーキテクチャに比べて遥かに普及速度が速いことが、ここからも理解されるであろう。アーキテクチャによる技術拡散スピードの違い(図9)がここでも観察された。当時の3.5インチHDDはほぼ全てパソコン環境で使われたので、1980年代後半以降のパソコンの出荷台数も、図14に示す3.5インチHDDの伸びとほぼ同じ傾向で急激に伸びたと推定される。

図14 ハード・ディスクのインターフェイスがデジタル化し

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

図 14 に示す 3.5 インチHDDの市場拡大は、オープン化・モジュラー化が市場の活性化や経済活性化に与える影響を具体的な数字⁷²として示しているが、その後のHDD産業はテクノロジー・イノベーションやプロダクト・イノベーションが価格競争と同時進行した。熾烈な価格競争と高い利益を上げるためのビジネス・モデル・イノベーションとが同時進行し、ここから多くのベンチャー企業が脱落しはじめる。HDDビジネスへ参入する企業は1985年まで増え続けて100社を超えたが、ISA/EISAバスに直結できるモジュラー型のインターフェイスが登場する1987年ころから、参入企業数が急激に減少へ転じた。これは製品アーキテクチャがモジュラー型転換され、モジュール・クラスター型の産業構造が生まれる場合に共通して現れる経営環境である⁷³。マイコンやファームウェアが製品設計の深部で深く介在した1980年代後半の据え置き型VTR、あるいは1990年代デジタル携帯電話、CD-ROM/DVD、液晶テレビ、さらには3章で紹介した半導体産業でも同じように観察される。

⁷²1987年からはじまるHDDドライブの市場拡大スピードは、10年後に同じオープン標準化で普及したDVDやデジタル携帯電話の普及スピードにわずか及ばないだけである。DVDとデジタル携帯電話(GSM)は大量普及の兆候が出て5年後の1998年に年間8,000万台の市場へ急成長、10年後には5億台を超えた。

⁷³新宅(1994)によれば、パソコン産業が起きる前の1970年代に我が国の電卓産業でも類似の経営環境が観察されているが、我が国エレクトロニクス産業はこれを経営の本質的な問題として捉えた様子はない。

以上のように 1986 年ころにオープン環境で ISA バスの標準化を主導し、標準化を事業戦略の中枢に据えることで互換機メーカーが IBM から付加価値を奪った。しかしながら単なる部品ベンダーに過ぎなかった当時のインテルにとって、コンパックなど完成品ビジネスを担うパソコン・ベンダーの配下で隷属的なビジネス構造を強いられている状況に置かれたままであった。この事態を打開したのが PCI バスの登場⁷⁴とそのオープン標準化であり、図 13 の右半分に示すコンパックの付加価値領域をオープン化する事業戦略であった。それには標準化という多くの人に受け入れ易い手法が最も効果的である。その上で更にインテルは、自社の付加価値領域（ブラック・ボックス領域）をプロテクトする手段として新たに North Bridge という参入障壁を設けたが、同時にこれは PCI Bus に繋がるレガシー・デバイスとインテル MPU の技術革新のレイヤーの相互依存性を完全に排除する機能も兼ねていたのである⁷⁵。パソコンのアーキテクチャがここから更にモジュラー型へ転換されていったことは容易に理解できるであろう。

以上がパソコンに見るモジュラー化の進化メカニズムであり、東京大学ものづくり経営研究センターの立本博文氏による最近の研究(立本, 2007a, 2007b)によって漸く実証された。デジタル・テクノロジーで構成される製品でも Baldwin や Clark のいうように最初からモジュラー型になっているのではなく、技術革新を事業戦略に取り込むプロセスで製品アーキテクチャがダイナミックに変化しながらモジュラー型へ転換していったのである。Baldwin や Clark の著作⁷⁶は 1970 年代のミニコン産業を念頭に高度 1,000m から論じる経営論であるが、彼らがモデルにしたミニコン・ベンダー群は 1990 年代に市場から消えた。企業経営の現場に立つ事業部長と同じ 1.5m の目線でみれば、彼らの理論は経営のプロが担うビジネス現場では全く通用しないものだったのではないか⁷⁷。一方、パソコン産業のモデルは、その後 21

⁷⁴ PCI バスはインテル・アーキテクチャ・ラボで開発され、当時の EISA バスより 4～5 倍も高速であった。インテルが PCI バスをベースに North Bridge や South Bridge などの Chipset を独自に開発できる立場となり、Chipset と MPU をリンクさせたプラットフォーム構築への道を歩むことができるようになった。

⁷⁵ インテルは MPU と North Bridge の間のインタフェースを完全にはオープン化せず、これによって市場支配力を強化している。North Bridge というブラック・ボックス領域を強制的にオープン化させてインテルから付加価値を奪うダイナミック戦略は、その後どの企業も仕掛けていない。

⁷⁶ Baldwin & Clark(2000)。

⁷⁷ なおシスコが構築した市場支配力の源は、一般に言われるように完全オープンではなくオープン環境の中の統合モデルであることをここで再度強調したい。その詳細は別稿に譲るが、オープン化とは 1990 年前後にシスコが IBM の牙城を切り崩すときに使った戦略であり、パソコンにおけるコンパックと IBM との関係に、その基本メカニズムがまったく同じである。例えばシスコ社のルーターは、通信プロトコルを介してシステム全体を支配しており、オープン化を装いながらインテルよりも更に強い市場支配力を構築した。日本のネットワークを支えるルーター市場で、我が国企業のシェアは 30%にも満たない。個別技術では圧倒的に高い技術力を持つ我が国企業がビジネス・モデルで劣勢に立たされた事例がここにも見られる。

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

世紀のビジネス・モデル・イノベーション担う現場の経営ツールとして、世界中に普及していった。インテルのモデルはパソコン産業を高度 1.5m という市場の前線に陣取る事業部長の目線で構築される代表的な事例だったのである。

この意味で我が国企業が今後生み出すであろうビジネス・モデル・イノベーションに向けて、インテルの事例に学ぶべきことが多い。図 8 に示す新宅モデルを念頭に、図 9 の技術拡散モデルや図 10 に示すプラットフォーム自身のアーキテクチャ・コントロールを経営戦略として取り込むのが、21 世紀型ビジネス・モデルの基本パーンだからである。以下でもう少しこれを詳しく説明したい。

インテルは MPU という基幹部品のベンダーに過ぎない。パソコン産業のプラットフォーム・リーダーとなって自社へ利益を集中させるには、経営側でビジネス・モデル・イノベーションが必要であった。最も効果的なのは、完成品としてのパソコンの内部構造をオープン環境で標準化し、強制的にモジュラー型へ転換させることである。オープン・モジュラー型になれば完成品から付加価値が消えるだけでなく、擦り合わせ型のノウハウが詰まったインテル MPU にパソコン本体のノウハウを取り込むチャンスが生まれる。またモジュラー型に転換されれば誰でも完成品のビジネスに参入できるようになり、既存の完成品ベンダー以外に多数の潜在顧客をインテルが獲得するビジネス・チャンスも広がる。

例えば 1990 年ころのインテルにとって、コンパックや IBM の影響力を弱めないとパソコン業界のプラットフォーム・リーダーになることはできなかった。IBM やコンパックの影響力を弱める戦略は、パソコンの売上高総利益（粗利）を極度に小さくして研究開発能力を弱体化することに尽きる。それには、粗利率が小さくても問題なく市場参入できるという特長を持つアジア諸国企業の活用が効果的だが、これらの企業は技術の蓄積が少ないので技術的な知識を持たなくても完成品を簡単に組み立てられるようなプラットフォーム提供しなければならない。インテルは 1994 年ころから徐々にこの戦略を進め、まずは Pentium MPU から North Bridge の Chip、およびここから PCI バスを介して繋がる South Bridge までを、全で一連の Chipset として握った。同時にその前後から、IBM やコンパックなど完成品ベンダーの強い反対を押し切って Pentium 搭載を目的としたマザー・ボード・ビジネスを強化した⁷⁸。North Bridge と South Bridge が搭載されたマザー・ボードと MPU を買えば、ちょっとパソコン技術を知る人なら誰でも組立てられるプラットフォーム形成に、インテル自身の経営資源を集中したのである。ここから台湾のマザーボード・ベンダーが躍進するが、同時にインテルのプラ

⁷⁸ 当時のインテルは 486MPU から PentiumMPU へ転換させてパソコン用 MPU ビジネスの覇権を握ろうとしていたが、パソコン・メーカーであるコンパックや IBM などが積極的に採用する動きを見せなかった。インテルが PentiumMPU を普及させる手段としてマザー・ボードのビジネスへ傾斜していた背景がここにもあった（立本、2007a, 2007b）。

ットフォームでないとパソコンを量産できない経営環境も定着した。これがインテルによって形成されたプラットフォームの作用である。台湾のマザーボード・ベンダーが参入することによって完成品としてのパソコン・コストが下がって市場が急拡大するので、インテルのMPUとChipsetがますます売れる仕組みがここで完成する⁷⁹。

インテルのプラットフォーム形成によって台湾産業が興隆する様子は、これまで説明した東京大学の立本氏によるインテル研究とアジア経済研究所の今井健一氏・川上桃子氏のグループによる東アジア IT 産業の興隆に関する精緻な実証研究（今井、川上、2007）とを、年代別に突き合わせることで漸く明らかになった。インテルに見るビジネス・モデル・イノベーションが台湾の経済活性化を生み出していたことも、この突合せによって明らかになった。同時に台湾企業を介して中国の IT 産業興隆にも大きな影響を与え、これが中国の経済成長に多大な貢献をしていた。

しかしながらこれを先進工業国の市場で見ると、インテルが形成するプラットフォームが統合化・巨大化すればするほど先進工業国の既存パソコン・ベンダーが付加価値を奪われることを意味し、IBM やコンパックなど高い付加価値化を求めて開発投資をした企業は、例外なく市場撤退への道を歩んだ。我が国のパソコン・ベンダーも例外ではない。Dell などのように最初から研究開発投資をせずに少ない粗利でも利益の出る組織能力の企業だけが、パソコン産業のリーダーになったのである。これが顕在化したのはインテルによるプラットフォーム形成が完成した 1995～1997 年のことであった。パソコン産業のインテルやマイクロソフトのように、オープン環境に置かれた先進工業国では独占体制に入った企業だけが生き残ってきた。この意味で本稿が定義するプラットフォームとは、オープン・クラスター型の産業構造で作る強力な独占体制と言い換えられる。

これまで独占それ自身が技術イノベーションを阻害すると言われてきた。パソコン産業がインテルに独占されることによって技術革新スピードに遅れが出たであろうか。高い利益率によって人材を集め、自ら築いたプラットフォームに世界の技術イノベーションを集中させるビジネス・モデルが独占の弊害から抜け出させた可能性もある⁸⁰。またそれと同等以上

⁷⁹ ハード・ディスクのインタフェースがオープン環境でデジタル化されれば図 14 に示すように大量普及が始まるが、その背景に急激な価格下落があった。立本(2007a,2007b)に紹介されているように、インテルのプラットフォームと DRAM メモリやグラフィックス関連デバイスがハード・ディスクと同じようにデジタル・インタフェースで標準化されたが、標準化はパソコン関連デバイスの価格を年率 20~40%のスピードで下落させる役割を果たした。しかしながらインテル MPU の価格はさほど低下していない。インタフェースがオープン環境で標準化されることの恩恵は、全てプラットフォーム・リーダーとしてのインテルだけが独占できたのである。インテルに見るプラットフォームとは、オープン環境でインテル 1 社が高い利益率を享受するための仕掛け作りであった。

⁸⁰ 現在のインテルの組織能力は 1990 年代にアンディ・グループによって形成されており、社員のどのレイヤーから見ても同じ、いわゆる金太郎飴になっている。この組織能力とインテルが持つ製品の

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

に重要なのは、特定セグメントを独占することによって生まれるプラットフォームが、むしろNIES/BRICS諸国の産業を興隆させるプロセスで経済の活性化に多大な貢献をし、同時に先進工業国の経済をも活性化させた事実である⁸¹。これまで言われてきた独占企業の弊害は、フルセット垂直統合型企業による全てのバリュー・チェーンを独占するケースだったのではないか。21世紀を特徴付けるオープン化やモジュール・クラスター型の産業構造の中で特定セグメントだけを独占することは、むしろ産業活性化に結び付き易いように思えてならない。これを実証してくれたのがインテルであった。

なお半導体やエレクトロニクスなどで観察される国際的な水平分業構造が、エレクトロニクス関連産業に固有なものなのか、あるいはモジュラー型製品全般にあてはまる普遍的なものなのかも議論する必要もあるが、本稿の論点から言えば技術蓄積の少ないNIES/BRICSが受け入れ易い”技術移転の容易さ”、あるいは“技術拡散スピードの速さ”がまず先にある。これを可能にするのが、モジュラー型への転換されたFull-Turn-Key Solutionとしてプラットフォームや製造システムである。この意味でモジュラー型製品全般に当てはまる普遍的なものと考えられる⁸²。

5.5 我が国企業とアジア諸国企業の共存共栄に向けた経営システムを具体化する

アーキテクチャ・ベースのプラットフォーム戦略

インテルが史上稀に見る市場支配力をオープン環境で作り上げ、同時に驚異的な利益の源泉を構築したという意味で、1990年代のアメリカがオープン環境で生み出すビジネス・モデル・イノベーションの典型をインテルに見ることができる。このように、オープン・クラスター型の産業構造の中でプラットフォームを形成し、アジア諸国企業と連携することで生まれるこのビジネス・モデル・イノベーションこそ、本稿が紹介するアーキテクチャ・ベースのプラットフォーム形成である。パソコンの内部構造を強制的にモジュラー型に転換させることによって、インテルはブラック・ボックス化された自社の付加価値をグローバル市場へ展開させた。これが成功する背景には、技術移転に関する1960年代のVernonモデルではなく現在のデジタル型製品が作り出す新宅モデル（図8）およびこれをベースにしたアーキテクチャ・ベースの技術拡散モデル（図9）がグローバル経営環境で生まれていたことは、先に述べた。

アーキテクチャとの間に乖離を作らず組織能力をインテルの強さへ直結させるためには、1990年代に完成させたビジネス・モデルを最大限に生かす市場の拡大以外に、手が無かったのである。これが結果的に独占の弊害から抜け出す原動力となった。

⁸¹ これらの詳細は別稿に譲りたい。

⁸² これらの詳細は別稿に譲りたい。

もし IBM やコンパックなどに見る完成品ベンダーがパソコン業界のリーダーになっていたなら、たとえアメリカ企業であってもアジア諸国の企業をパソコン市場に参入させないか、あるいは単なる組立ての下請けに活用するだけだったのではないか。1980年代から1990年代のパソコン製造における IBM と松下電器の関係がその代表的な事例である。ここに見る当時の IBM の姿こそが現在の我が国企業に見る姿と同じであり、図8の左側に示す Vernon モデルが無意識に想定されているように思えてならない。もしこれが2章の図1や図2に見る擦り合せ型の製品であれば、従来通りでも我が国企業はグローバル市場で競争優位を維持・拡大できてきたであろう。しかしながらエレクトロニクス産業のように瞬時にモジュラー型に転換する場合は、新しいビジネス・モデルが我が国企業に立ちほだかるという意味で、図8と図9が意味する経営環境を産業のバリュー・チェーンのそれぞれのレイヤーで使い分ける知恵が、強く求められている。

なお図9に示すアーキテクチャ・ベースの技術拡散モデルは、互いに異なるアーキテクチャ特性を持つ産業構造を対象にしたマクロな視点でも、また既にモジュール・クラスター型に転換された産業の中の、それぞれのバリュー・チェーンの特定レイヤーで考えるミクロな視点にも適用できる。特に留意すべき点は、本稿の主題であるビジネス・モデル・イノベーションが、技術拡散スピードの極端に異なる2つのアーキテクチャ、すなわち擦り合わせ型とモジュラー型とが同じ産業構造の中に混在していることで成立する、という事実である。前者の代表的な例が匠の技で構成される基幹部材や基幹部品であり、後者が完成品であることは、図9,図10,および図11から容易に理解されるであろう⁸³。

これまでの我が国企業に見るように、完成品ベンダーはアジア諸国の企業を完成品市場に参入させないようにするか、あるいは単なる組立ての下請けに活用するだけであった。これでは我が国が生み出すイノベーションを世界の社会的価値創造へ転換させることはできない。インテルは、技術拡散し難いがゆえに利益の源泉になり易い擦り合わせ型のプラットフォームと、技術拡散し易いので世界市場へ瞬時に普及するモジュラー型の完成品とをビジネス・モデルとして峻別した。我々がこれを後知恵で整理すれば、インテルは無意識のうちに図9の技術拡散モデルを取り込み、図10に示すTurn-Key-Solutionとしてのプラットフォーム形成を経営戦略の中核に据えていたことになる⁸⁴。利益の源泉としてのブラック・ボックス化されたプラットフォームは、

⁸³ この理論を更に拡大すると、我が国が得意とする摺り合せ型の完成品についても、技術拡散スピードの速いモジュラー型の技術モジュールと組み合わせることで、グローバル市場に通用するビジネス・モデル・イノベーションを生み出すことができる。

⁸⁴ インテルは自ら構築したプラットフォームを港に例え、使用料のいらぬ良い港を作れば異国の船がドンドン入港し、全く予期しなかった文化が生まれる、と何度も語っている。しかしその良港の仕組みは細部までインテルにコントロールされた港であり、異国の船はその港湾施設に合わせて建造されていないと寄港することができない。港湾設備の内部がブラック・ボックスになっているのは言

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

図 10 の下半分で示すように、それ単独で技術拡散しない。すなわちそれ単体ではグローバル市場へ普及し難い。したがってインテルは標準化の力を使ってプラットフォームの外部インタフェースを全てオープン化し、インテルの付加価値が詰まったブラック・ボックスとしてのプラットフォームの外部だけをモジュラー型へ転換させたことで、図 10 の上半分で示す技術拡散の姿へと転換したのである。台湾のマザー・ボード組み立て企業は、技術拡散スピードの速いモジュール、すなわち深い技術蓄積が無くてもビジネス参入できる Turn-Key-Solution をプラットフォームとしてインテルから提供されることによってはじめて、インテル・プラットフォームのグローバル化に多大な貢献をすることができた。同時にこれが台湾の IT 産業興隆に大きな貢献をしたのはいうまでもない。図 10 のモデルだけでなく、これらの現象は図 11 の観察事例からも理解されるであろう。アメリカの経営学者がプラットフォームを議論するとき、なぜかアジア諸国企業などのキャッチ・アップ型工業国との協業に言及することはなかった。インテルのプラットフォームを語る場合でも、台湾のマザーボード・ベンダーが果たした役割を取上げた議論はまだ聞こえてこない。

インテルが生み出したビジネス・モデル・イノベーションは、欧米はもとより台湾や中国、インドなどで多数の企業が当たり前のように取上げるビジネス・モデルとして、世界中に普及している。しかし、残念ながら我が国ではあまり知られていなかった。我が国企業はこれまでフルセット型・垂直統合型のビジネス・モデルで成功してきたし、またエレクトロニクス産業以外の多くの擦り合わせ型製品の産業では、現在でも従来のモデルを徹底させることで成功しているためであろう。ここではインテル型のモデルを取らなくても勝ちパターンを構築できるからである。しかしながら、図 7 に示すようにデジタル・テクノロジー（マイコンやファームウェア）の作用で製品アーキテクチャが瞬時にモジュラー型に転換される産業が急速に増えてきており、ここでは経営側でビジネス・モデルのイノベーションに真剣に取り込むことなくしてグローバル市場へ打って出することは困難である。

インテルのビジネス・モデル・イノベーションについて、インテル側の視点ではなく我が国企業の視点に立って再構築する時代環境が、漸く登場したのではないか。当然のことながらここでも、図 8 や図 9 で模式的に示した時代環境を認識しながら、我が国企業の組織能力や擦り合わせ型・匠の技を中核に据えたビジネス・モデル・イノベーションでなければならない。欧米企業やアジア諸国企業の組織能力と我が国企業の組織能力との違いを正しく理解し、その上で我が国の得意技を中核にしたプラットフォームを形成しなければならない。図 10 のモデルや図 11 の事例がこれを我々に示してくれた。このような事例は、我が国の DVD 産業で三菱化学の事例や三洋電機の事例に見ることができた。フルセット型・統合型の組織
うまでもない。

小川 紘一

能力を持つ我が国は、これらのモデルを拡張するプロセスで独自のビジネス・モデル・イノベーションを起こすことができるのではないか⁸⁵。

実は我が国企業の経営者の中にも、擦り合わせ型の典型と言われるあのハード・ディスク産業で、独創的なアーキテクチャ・ベースのプラットフォーム構築を進めた人々がいた⁸⁶。TDKのハード・ディスク用磁気ヘッドや日本電産の超精密モーター・ビジネスがその代表的な事例である。現在のハード・ディスク産業で高い利益率を誇っているのは、フルセット型のシーゲート社（HDD完成品）だけでなく、基幹部品を中核にプラットフォームを作るTDK(磁気ヘッド)、日本電産（超精密モータ）およびマーベル社（System LSI）などの基幹部品サプライヤーである。後者の企業群はHDDがコモディティ化した現在でも、きわめて高い利益率を維持している。基幹部品サプライヤーは、超擦り合せ型のHDDドライブを強制的に擬似的なモジュラー型へ転換させ、自社の基幹部品にHDDドライブ側のノウハウを取り込むことによってプラットフォームを形成しながら市場支配力と利益の源泉領域を拡大してきた。

TDK が超擦り合せ型の磁気ヘッドを核にして、また日本電産も同じく擦り合わせ型のモータを核にしながら構築したプラットフォームは、三洋電機に見るビジネス・モデル・イノベーションと同じく、日本から遠く離れた香港や中国・広州の地域で生まれていた。いずれも強力なリーダーの存在によってはじめて具体化されているものの、残念ながら日本国内の伝統的な組織能力から生まれたのではなかった。我が国にはフルセット型の構造を持つ企業が多いので、オープン環境のプラットフォーム形成に向けた組織能力がまだ育成されていない。1990年代に進んだ企業グループ内の分権化や分社化が、海外市場で勝てない内弁慶の大きな要因になっているのではないか。三菱化学、三洋電機、さらにはTDKや日本電産のモデルを自社製品へ応用する姿勢さえあれば、ここから新しい日本型のビジネス・モデル・イノベーションを生み出せるはずである。例え擦り合せ型の基幹技術をバリュー・チェーンの特定レイヤーに集中カプセルするビジネス・モデルを採るケースでも、TDKや日本電産、三菱化学のように材料から完成品までの技術知識を持っている我が国企業の方が、オープンあるいは擬似オープン環境におけるプラットフォーム形成にとって遥かに有利なのだから。

⁸⁵ 我が国企業の得意技を中核に据えたプラットフォーム形成以外に、ノキアの携帯電話やアップルのi-Podに代表されるビジネス・モデル・イノベーションの中にも、我が国企業の得意技を刷り込むことが可能である。これらの詳細は、新・日本型イノベーションとして本稿に続く一連のデスカッション・ペーパーで取上げる。

⁸⁶ 。

6. 日本型イノベーション・システムから見た新宅モデルの意義

本章では図8と図9のモデルが問いかける意味をもう一度考えてみたい。再度繰り返すが、パソコンや携帯電話、DVDドライブ、さらには半導体デバイス、液晶テレビなどは、本質的にモジュラー型へ転換されやすい製品であって瞬時に国際的なモジュール・クラスター型の産業構造ができあがる。ここでVernonのモデルが通用しないことは先に説明した。一方、典型的な擦り合わせ型アーキテクチャを持つ光ピックアップ（OPU）、セラミックコンデンサー、光学デバイスなどの部品産業、および半導体材料、液晶材料、磁性材料、自動車用鋼板などに代表されるプロセス型素材産業はいずれも擦り合わせ型の製品アーキテクチャを持つが、ここでもVernonのモデルがまったく通用しない。

例えば光ピックアップ（OPU）の場合を例にとると、韓国・台湾・中国などの企業による要請で、我が国から多くの技術者が技術指導に行った。また台湾などは政府機関が大々的に技術や人材を育成する動きも見られたのでOPUの設計はできるし試作もできる。しかし未だに低コスト量産ができていない。擦り合わせ型の技術を企業の中で定着させるには、長い開発期間と投資が必要なためである。したがって、モジュラー型の製品で簡単に市場参入できて、しかもこれがアジア諸国の経済活性化に寄与しているのなら、敢えて擦り合わせ型技術に手を出すモチベーションがアジア諸国の企業に生まれまいであろう。この意味でのモジュラリティー・トラップとアジア諸国でアーキテクチャの比較優位がとリンクしているのである。

本稿の狙いは、我が国が担うイノベーションのあり方を製品アーキテクチャの視点から論じ、“日本型イノベーション論”のフレーム・ワークを提案することであった。我が国企業で最も広く普及しているイノベーション論はクリステンセンのイノベーターズ・ディレンマ⁸⁷ではなかろうか。本稿の締めくくりとして、クリステンセンのイノベーターズ・ディレンマを製品アーキテクチャの視点で拡張するために、新宅モデルを念頭に置きながら、これをテクノロジー・リーダー企業（先進工業国）とキャッチ・アップ型企业（NIES/BRICS諸国）との関係から捉えてみたい。

6.1 新宅モデルの視点によるクリステンセンのイノベーション論

クリステンセンが発する基本メッセージとしてのイノベーターズ・ディレンマには、ユーザが必要とする以上の高機能化にトラップされた組織能力が見せる悲劇があり、ここには

⁸⁷ クリステンセン（2001）。原文は“イノベーションのディレンマ”ではなく“*Innovator's Dilemma*”

既存の経営環境にトラップされてテクノロジーを追求する我が国企業の姿が重なって見える。この意味でクリステンセンも、その本質でプロダクト側のイノベーションだけでなく同時にビジネス・モデルのイノベーションを訴えていたのではないか。結論を先取りすると、背景に技術のモジュラー化が起きる経営環境がなければ、すなわち急速な技術拡散がおきる経営環境がなければ、クリステンセンのいうディレンマは顕在化しない。

クリステンセンがハード・ディスク産業の事例で強調したキーワードは、既存顧客の意見に耳を傾けているとかえってブレーク・スルー型の破壊的イノベーション（ここではプロダクト・イノベーション）が起きなくなる、というものだった。ここで既存顧客（当時の IBM パソコン部門）に耳を傾けたのは、IBM のパソコン部門と開発連携を結んだハード・ディスク専門メーカーのシーゲート社である。

当時の IBM は巨大なコンピュータ市場を支配する圧倒的な存在感を持つ企業だったので、疑いも無く巨人 IBM が言うことだけが絶対の真実であった。したがって 1980 年代当時のパソコン産業で起きた製品アーキテクチャの大転換とその背景を理解せず、単に表面に出た現象としてのイノベーターズ・ディレンマを語り続けると、本質を見誤ることになる。

クリステンセンが取上げたパソコン環境のイノベーターズ・ディレンマは、シーゲート社を攻略するコナー社によって引き起こされた。コナー社は IBM やシーゲートからスピン・オフした人々が作ったベンチャー企業であり、高い技術力を持っていたので、シーゲートと同じ 5.25 インチのハード・ディスクを手がけなかった。また知的財産権の問題もあったので、彼らは独自に 3.5 インチ・ハード・ディスクをコンパックへ提案し、IBM のパソコン・ビジネス攻略を目論むコンパックと戦略連携を結んだ。すなわち IBM・シーゲート連合とコンパック・コナー連合の覇権争いが背景にあったのである。1985 年当時のコンパックは、図 12 に示すように IBM の Bus・Buffer に対抗した画期的な Bus・Bridge のコンセプトを、ウェスタン・デジタル社やコナー社などのベンチャー企業群と作り上げていた。5 章の 5.4 で詳しく述べたように、このコンセプトはパソコン産業をオープン環境でモジュール・クラスター型へ転換させる強力な力をもっていたのである。当時の IBM が PC/AT で採用した Bus・Buffer 配下の AT バスには、モジュール化されたスロットではあるもののここに差し込まれるボードには、ハード・ディスク側のデータ変復調回路などアナログ系の主要回路が搭載されていた。またコントローラも HDD ドライブ側でなくパソコン側のボードに搭載されていた。1970 年代から 1980 年代に見るミニコン産業では多数のコントローラ・ハウスが独立して存在し、SMD インタフェースとミニコン本体とを摺り合せ結合するという企業間の水平分業が明確だったが、IBM の PC/AT はコントローラ・ハウスの機能をパソコン本体側のボードに取り込んだという意味で、メインフレーム・コンピュータと同じように統合型だ

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

ったのである。またボード側と HDD ドライブの相互依存性が非常に強いという意味で、インタフェースも擦り合わせ型であった。以上の事実は、これまで IBM 互換パソコンに対していわれ続けてきた通説と全くことなる。

一方、コンパックが提起した Bus ・ Bridge のコンセプト（図 12 の中央）は、オープン環境で標準化を狙った ISA バスへ 3.5 インチ・ハード・ディスクをデジタル・インタフェースで結合する設計であった。したがってアナログ回路もコントローラも、パソコン側ではなく全てハード・ディスク側に搭載されており、3.5 インチのハード・ディスク・ドライブそれ自身は完全なモジュラー型のアーキテクチャに転換されていた。もしリスクを取らずにシーゲートと同じ擦り合わせ型のインタフェースを採用していたなら、すなわち IBM のパソコン部門と常時擦り合わせが必要だったなら、例え 3.5 インチという斬新な、そして画期的な小型サイズでも、コナー社の出番はなかったであろう。そしてシーゲート社はイノベーターズ・ディレンマを経験することが無かったはずである。更に言えばコンパック・コナー連合が IBM・シーゲート連合からパソコン・ビジネスの主導権を奪うことはできず、その後のインテルがパソコン業界に君臨することも困難だったはずである。

コナー社がコンパックなどと一緒に作り上げた 3.5 インチのハード・ディスクのコンセプトは、デジタル・テクノロジー（特に半導体デバイス）の技術革新に支えられて外部インタフェースだけをオープン環境で標準化し、これによって製品アーキテクチャを完全なモジュラー型へ転換させたという意味で画期的である。ここからハード・ディスクだけでなくパソコンそれ自身の競争ルールさえも激変し、図 8 に示す新宅モデルの軌道に乗った 3.5 インチ・ハード・ディスクだけがパソコン市場を瞬時に席卷した（図 14）。ここでも既に新宅モデルと同じ環境が、まずアメリカ国内の既存大手企業と新興キャッチアップ型企业との間に現れていたのである。

シーゲート社がコナー社のビジネス・モデル・イノベーションによって仕掛けられたのは、このような経営環境であった。当時の IBM はもとより大部分の人が未経験の経営環境だったという意味で、シーゲート社を後知恵で批判することは間違いである。これを逆の視点から言い換えれば、擦り合わせ型の度合いが強くて技術拡散が起きにくい、すなわち例えモジュール・クラスター型の分業形態を取っても、深い擦り合わせを必要とする製品の場合は、当時のコナー社のようなベンチャー企業の出番は無かった。図 9 の技術拡散モデルにあるように、擦り合わせ型アーキテクチャの場合はキャッチ・アップしたくても技術が拡散してこない、あるいは技術体系の全体を持ち出すことができないので、キャッチ・アップ型企业の手に負えないためである。これは、先に紹介した光ピックアップ(OPU)の事例からも理解できるであろう。

事実 1970 年代までのハード・ディスク産業では、イノベーターズ・ディレンマが観察されていない。1960 年代に興隆したハード・ディスクの製品アーキテクチャは、典型的な擦り合わせ型だったためである。また 1990 年代から現在までのハード・ディスクも同じであり、1980 年代だけが例外であった。IBM の内部では 1960 年代から連綿と技術革新が続いてはいたが、経営陣はリスクを取らず利益を優先させ続けたので、IBM の製品には安全な枯れた技術しか採用されなかった。その後 IBM 自身も Winchester と呼ばれたカセット・タイプのモジュラー・ディスク・コンセプト（当初はコントローラも内蔵しない擦り合せ型のアナログ・インタフェース）を製品化していたので、1970 年代後半から 1980 年代にかけて多数のハード・ディスク技術者が IBM からスピン・オフしてビジネス・チャンス握る経営環境が整っていた。彼らが多数のハード・ディスク・ベンチャー企業を立ち上げたのである。この意味でも、1980 年代だけが一時的にモジュール・クラスター型の産業構造に転換した時期だったと思われる。

コナーとコンパックはこのような経営環境でシーゲート・IBM 連合に挑んだのであり、当時まだ半導体業界のベンチャー企業だったウエスタン・デジタル社もハード・ディスクに内蔵させるコントローラ的设计・製造を担当している。ベンチャー企業として最先端のテクノロジーを使い、その上でさらにパソコンとハード・ディスクとのインタフェースをモジュラー型（デジタル化）にする革新的な製品コンセプトを追求することではじめて 3.5 インチ HDD が新宅モデルの軌道に乗り、コナー社は一気に業界の主役に躍り出た。1986~1987 年ころになると日本 IBM すら 5.25 インチから 3.5 インチのハード・ディスク開発へ方針転換せざるを得なかったのである⁸⁸。図 14 に見る 3.5 インチ・ハード・ディスクと 5.25 インチ・ハード・ディスクの普及スピードの違いは、まさに図 9 で示すモジュラー型と擦り合せ型に見る普及スピードの違いに対応していることも、すぐに理解されるであろう。

繰り返すが、クリステンセンは 1980 年代の中期に現れた一時的な表面現象を捉えたに過ぎない。1990 年代になると MR 磁気ヘッドなどの登場でハード・ディスクが再び擦り合せ型に戻り、さらにはハード・ディスク産業の付加価値がドライブ設計そのものからビジネス・アーキテクチャ全体へと分散カプセルされ、ハード・ディスクというデバイス単体ではなくその産業構造全体が擦り合わせ型に転換してしまっていた。クリステンセンが言及した 2.5 インチ HDD やその後に登場する 1.8 インチ HDD ではイノベーターズ・ディレンマが観察されていない。しかしクリステンセンは、自分の理論に合致しないこの事実には言及していない。

1 インチという超小型ハード・ディスクの量産工建設に中国の某省政府が多額出資し、

⁸⁸ 旧日本 IBM にいて現在は日立 GST にいる人々へのインタビューによる。

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

IBM をスピン・オフした技術者と一緒に開発に乗り出している。悪戦苦闘の末に設計も試作もできて、日本のアフター・マーケットなどで 2004 年ころから少し売り出された。しかしながら最も擦り合わせノウハウを必要とする、“低コスト量産する技術”、“信頼性を保障しながら高い歩留まりで量産する生産技術”、および“工場オペレーションの擦り合わせ型ノウハウ”が全く無く、中国の某省高官を含む多くの関係者が巨額投資の責任を問われて悲劇的な結末を迎えた。この時期になると、HDD の擦り合わせノウハウが製品設計だけではなく、ビジネス・アーキテクチャの全領域に分散カプセルされていたからである。特に付加価値が量産工場のオペレーションに集中しはじめていた。最も深い擦り合わせを必要とした 1 インチの超小型ハード・ディスクは、当時の IBM とこれを受け継いだ日立、および東芝など、統合型・擦り合わせ型の技術蓄積を持つ企業だけしか低コスト・高品質量産に成功していない。以上のように製品アーキテクチャが擦り合わせ型に転化され、キャッチ・アップできる企業が存在しなくなれば、クリステンセンのいうイノベーターズ・ディレンマの前提が崩れてしまうことが、理解されるであろう。

アーキテクチャの国別比較優位や企業別競争優位、あるいは比較劣位・競争劣位の組織能力は、長い時間を経ないと変わることはない。1 インチ・ハード・ディスクの事例や 3.5 インチ・ハード・ディスクの事例は、全く異なる視点から我々にその本質を教えてくれた。この意味で製品のアーキテクチャのダイナミズムと新宅モデルが生まれる経営環境との関係を正しく把握することなくして、クリステンセンの理論を我が国企業の経営モデルに組み込むことは危険である。クリステンセンのモデルを考える前に、自社の製品が有するアーキテクチャのダイナミズムに関する深い洞察が必要となる。この意味でクリステンセンの理論は、製品アーキテクチャのダイナミズムという視点、ならびに我が国企業の組織能力という視点から再構築されなければならない。

6.2 新宅モデルの活用による我が国企業とアジア諸国企業の共存共栄システム

図 8 の新宅モデルが生まれる経営環境では、アーキテクチャ・ベースのプラットフォーム形成こそ、図 1 や図 2 に見る我が国エレクトロニクス産業を現状から脱皮させるために極めて重要なビジネス・モデル・イノベーションである。マイコンとファームウェアが製品設計に深く介在する製品アーキテクチャの産業で、大量普及と高収益がグローバル市場で同時に実現させるビジネス・モデル・イノベーションがここにあった。当然のことながら擦り合わせ型の製品からなる産業では、まだこのようなイノベーションを必要としてない。経営者は自社製品の属する産業がモジュール・クラスター型に転換する兆候を把握しながら、どこかで組織能力を再構築する準備だけはしておかなければならないだけである。

モジュール・クラスター型の経営環境は間違いなく先進国の産業活性化に寄与し、同時にモジュール・クラスター型の産業構造が登場することによって、アジア諸国の経済が人類史上例の無いスピードで成長した。この経済成長が先進工業国の経済成長も同時に支えている。従って今後我が国が生み出すイノベーションも、モジュール・クラスター型の産業構造が持つ効用を積極的に活用すること無くして、これをグローバル市場の経済価値や社会的な価値へ転換させることは出来ない。例えばバリュー・チェーンの要素所に現れる擦り合せ型スペクトラムのレイヤーに我が国企業の得意技を埋め込むビジネス・モデルがその代表的な事例となる。ここではモジュラー型を得意とするアジア諸国企業と協業するシステム構築が必要であり、その基盤になるのが図9に示すアーキテクチャ・ベースの技術拡散モデルであった。Turn-Key-Solution としてアーキテクチャ・ベースのプラットフォーム形成は、ブラック・ボックスの拡散スピードを速める役目を担うとともに、プラットフォームの内部と外部のアーキテクチャを経営戦略としてコントロールしながら市場支配力と利益の源泉を強化する、という仕掛け作りになっている。

ここで再度繰り返すが、利益の源泉構築（ブラック・ボックス化）と大量普及（Turn-Key-Solution 化）を同時に実現させる経営モデルが、本稿で紹介するアーキテクチャ・ベースのプラットフォーム形成であった。高収益を目指しながらブラック・ボックス化する度合いをコントロールし、さらには図10のモデルを念頭にプラットフォームの外部仕様をオープン化する度合、すなわちモジュラー型の完成品に組み込み易くする度合いを、製品戦略としてリアル・タイムにコントロールしなければならない。図9に示すアーキテクチャ・ベースの技術拡散モデルを背景にしながら、プラットフォーム内部のブラック・ボックス化と外部インタフェースをオープン化する度合いなどを、製品戦略としてリアル・タイムにコントロールし、ここから大量普及と利益の源泉確保を同時に実現させるビジネス・モデルがプラットフォーム論の真髄である。これは技術ではなく経営の問題である。我が国企業は、Vernon 型モデルから早く図8の新宅モデルへ意識を切り替え、図9の技術拡散モデルをベースに図10に示す Turn-Key-Solution としてのプラットフォーム形成を21世紀型の経営モデルと位置づけなければならない。アジア諸国が持つアーキテクチャの比較優位を生かして我が国企業の擦り合わせ型技術をグローバル市場へ大量普及させるビジネス・モデル、と言い換えてもよい。我が国の付加価値は、ここから世界の社会的価値に転換することが可能となる。

我が国経済の活性化や国際競争力の強化に、オープン・モジュラー型とブラック・ボックス・擦り合せ型のどちらが適しているかという二者択一の議論が散見されるが、少なくとも図1で正常な経営環境にある産業群では、従来通りのブラック・ボックス、擦り合せ型を

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

更に徹底させるべきである。一方、完成品それ自身の製品アーキテクチャが瞬時にモジュラー型に転換される産業（パソコン、DVD、携帯電話など）で、あるいは製品の製造システムが巨大モジュールとしての Turn-Key-Solution となって流通する産業（半導体デバイスや液晶パネル、DVD メディアなど）は、図 10 で示すように二者の何れも必要であることが理解されるであろう。

日本経済の中で製造業の占める割合は国内総生産（GDP）の約 25%であるが、輸出の 85%を占め、また研究開発投資の 90%を占める巨大産業である。他の国はドイツを除いて我が国の半分くらいである（ドイツは日本とほぼ同じ）。2007 年の輸出額 84 兆円の中で 17 兆円が本稿で取り上げたエレクトロニクスであり、外貨の 20%を稼ぐ⁸⁹。この 20%が瞬時にモジュラー型へ転換してグローバル市場の競争力が 1990 年代の後半から急速に劣えたのである。

これまで何度か繰り返したが、自動車や工作機械、プロセス型の産業などのように完成品それ自身が全体として擦り合せ型アーキテクチャを持っている場合は、若干の例外はあるものの、擦り合せの徹底やブラック・ボックス化がグローバル市場における競争力の源泉になっている。一方、今後の我が国が避けて通れないオープン・モジュラー型の経営環境では、両者を経営戦略として巧みに使い分けるアーキテクチャ・ベースのプラットフォームを形成した企業が勝者になっている。特に我々が留意しなければならないのは、全てをオープンにして存続できた企業はこれまで無かった、という事実である。インテルはもとよりグーグルですら、市場に向かって常にオープン化を標榜するものの、彼らがオープン化を主張する領域は自社の巨大プラットフォームが通る道だけであり、利益の源泉となるプラットフォームの内部は必ずブラック・ボックス化されていて、決してオープン化することはない。我々はこの事実を冷静に認識しなければならない。

東京大学の藤本教授が主張するように（藤本、2007）、それぞれの国には長い歴史と文化に根ざしたアーキテクチャの比較優位が歴然と存在し、これが企業の組織能力となっている。我が国は擦り合わせ型というアーキテクチャの比較優位を持っているが、多くのアジア諸国が例歴史的・文化的な背景から擦り合わせ型を得意とする場合でも、産業を興隆させる初期から中期のステージでモジュラー型の方がはるかに効率的である。モジュラー型の技術体系を集中的に導入した、あるいは導入し易かった台湾や南中国、シンガポールなどと、擦り合せ型技術体系を中心に技術導入したマレーシアと比較すれば、本稿の視点が理解される

⁸⁹ JEITA 統計によれば、2007 年の輸出総額 84 兆円のうち、20 兆円が自動車・自動車部品・船舶などの輸送用ききであり、17 兆円が半導体・家電機器・電子部品などの電気機器、17 兆円が原動機・電気部品・産業機械・建設機械などの一般機械、10 兆円が鉄鋼・非鉄・ゴムなどの原料別製品、約 8 兆円がプラスチック・有機化合物などの化学製品である。

であろう。

本稿で何度か指摘したように、実はアメリカでもオープン環境でモジュール・クラスター型の経営環境を享受したのは、圧倒的な技術蓄積を持つ既存の大企業ではなくキャッチ・アップ型のベンチャー企業であり、1980~1990年代のアメリカ経済を効率良く活性化させた。その代表的事例として本稿ではインテルやコンパック・コナー連合を紹介した。製品アーキテクチャの視点で見れば、1980年代のアメリカ・ベンチャー企業と現在の台湾・中国などの企業の行動様式に大きな違いはない。アジア諸国企業がまだ擦り合せ型のテクノロジーや高度なビジネス・モデルを持っていないだけである。

いずれにせよ、21世紀型の技術移転モデルを支える新宅モデルの正しい理解が重要であり、我が国とアジア諸国との共存共栄モデルはここから構築できる。さらに強調したいのは、我が国企業の得意技とこれを支える深層のもの造りの組織能力はそのまま維持しなければならないという点であり、その上でアーキテクチャ・ベースのプラットフォーム形成、という表層のビジネス・モデル・イノベーションが求められるのである。技術グローバル・経営ローカル、あるいは内弁慶の経営と揶揄される現状から脱皮する道は、もの造り側や技術側にあるのではなく、経営側に委ねられている。

21世紀の我が国企業が採るべきアジア諸国との共存共栄システムとは、我が国企業の経営側が担うビジネス・モデル・イノベーションによって、テクノロジーやプロダクト・イノベーションの成果をグローバル市場の経済的価値や社会的価値へと転換していく仕組みである。携帯電話は2007年に10億台以上も販売され、携帯電話を使うユーザも世界で30億人を越えた。製品アーキテクチャのモジュラー化やモジュール・クラスター型の産業構造、さらにはこれを背景にしたプラットフォームの形成によって、市場に登場してわずか15年で30億人の人々が使う社会インフラとなった。極貧の生活を強いられてきた人々にも行きわたり、極貧に苦しむ家族でも明るい未来を描けるようになったのである。例えば、開発途上国で極貧に苦しむ人々がグラミン銀行の低金利・無担保の融資で携帯電話を買い、正しい市場情報を入手することで、ささやかではあるが努力が報われる商売もできるようになった。

最近になってノキアに代表されるGSM陣営は、現在の低価格機(約20ドル)より遥かに安い10ドル携帯電話の開発に取り組んでいる。一方のパソコン陣営では、One Laptop Per Child(OLPC)という非営利組織とこれに呼応する多くの人々によって100ドル・パソコンのプロジェクトが進められており、製品アーキテクチャのモジュラー型への転換、そしてFull-Turn-Key-Solutionのプラットフォームが形成される以前にはとても考えられなかった新たな希望を、開発途上国の多くの人々にもたらそうとしている。アーキテクチャ・ベースのプラットフォーム形成およびこれを核にしたアジア諸国との共存共栄システムとは、我が国

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

の付加価値を効率良くグローバル市場へ運ぶキャリアとしてだけでなく、また効率良く経済価値へ転換する経営ツールとしてだけでなく、NIES/BRICS とさえ呼ばれることのない人々が極貧から抜け出すための社会インフラ構築にも貢献する。21 世紀の我が国企業が担うべき日本型イノベーション・システムのゴールがここにあるのではないか。

7. 行政のマクロ政策と企業のビジネス・モデル

本稿の目的は、日本型イノベーション・システムを議論するための共通インフラとなるフレーム・ワーク提案することであった。また本稿を書くことになった動機を振り返れば、ほとんど全てのエレクトロニクス産業で研究開発投資が営業利益に寄与していない事実があり、またイノベーションを議論する人々がここに焦点を当てた議論をしていないことに気付いたためであった。大部分の議論は 1980~1990 年代初期にアメリカで議論された視点から我が国のイノベーションを議論していることもわかった。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のである。したがって・イノベーションやプロダクト・イノベーションを論じる視点は、基礎研究・技術研究の成果を市場で売れる商品へ効率良く繋げるための研究マネジメント論であった。

第一章で述べたように、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 年まで言われ続けた。いわゆるリニア・モデル信仰である。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イノベーション論が展開され、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。潜在的ニーズを引き出して新たな需要を切り開く商品を開発できれば、すなわち売れる商品を開発できてグローバル市場に大量普及すれば必ず企業収益に貢献する、ということが暗黙の内に仮定された主張であった。したがって我が国の国際標準化論も、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。しかしながらアメリカが 1990 年代後半から IT 産業で圧倒的な競争力を持つに至ったのは、シュンペータ反革命ともいえるべき 1980 年代初期のアメリカ政府の政策転換であり、ここから生まれて 1990 年代中期以降に完成したビジネス・モデル側のイノベーションだったのである ((ガワー&クスマノ (2000) ,バーゲルマン (2006) および本稿の 5.3 節))。

1990年代後期から現在に見る我が国事例でも、パソコンやデジタル携帯電話、カメラ・モジュール、デジカメ、DVD、液晶テレビなどが国際競争力や企業収益に直結するか否かは、製品アーキテクチャに大きく左右されている（小川、2007）。擦り合せ型のアーキテクチャが長期に維持される製品であれば、確かに売れる製品を開発すると企業の国際競争力や収益に直結しやすい。しかしながら SystemLSI とファームウェアの作用によってアーキテクチャが瞬時にモジュラー型へ転換する製品は、プロダクト側のイノベーション以上にビジネス・モデル側のイノベーションを同時に生み出さなければ企業収益に直結させることはできない。

本稿を書くことになったもう一つの動機は、液晶や太陽光発電システムの実態であった。液晶は 1998 年ころまで日本企業が圧倒的に強かったものの、現在ではパネル全体でシェアが 22%、大型テレビのパネルでは 10%まで下がった⁹⁰。太陽光発電は 2005 年からシェアが下がりはじめ、2003 年ころに株式上場したドイツの Q-Cells 社がわずか 4 年でシャープを追い抜き世界のトップ・シェアを持つ。また同じ 2003 年頃に興隆した中国 Suntek 社が京セラを追い抜き、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。これから普及するという段階になると我が国企業が劣勢に立つ姿は、太陽光発電でも変わっていなかったのである。

前章まで書いた時点で筆者は、1993 年にハーバード・ビジネス・スクールが“企業における研究活動の将来に関する討論会”を開催したこと、およびここに参加した企業の研究マネジャーや科学技術史の研究者および技術革新の研究者によって“Engine of Innovation”という本が書かれたことを知った⁹¹。西村吉雄氏が“中央研究所の時代の終焉”と名訳したこの本を早速購入して読んでみると、15 年前のアメリカで取上げられた問題意識は本稿のそれときわめて似ており、やはりアメリカでは 20 年前の 1980 年代後半に現在の我が国と同じ状況に直面していた事実を再確認できた。しかしながら 1980 年代から 1990 年代のコンピュータ産業で顕在化した、技術の拡散スピード、製品アーキテクチャのモジュラー化、産業構造がモジュール・クラスター化していた事実、およびこれと企業における研究のあり方など、本稿で筆者が取上げた視点を“中央研究所の時代の終焉”の中から探すことはできなかった。“中央研究所の時代の終焉”の著者が序論でいみじくも述べているように、多くはサ

⁹⁰ これはサムソン経済研究所など、韓国側から発表されるテレビ用の液晶パネルである。同等以上の巨大市場である携帯電話や車載用の液晶パネルでは、我が国企業のシェアがまだに高い。しかしこれらを合わせた合計でも我が国の液晶パネルシェアは 23%程度まで急落した。

⁹¹ Rosenbloom, R & Spencer, W (1996)

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

イェ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⁹²、その対極にあるビジネス・モデル側の視点に全く言及されていない。また企業における研究の役割の再検討を論じた重要な部分も多くあるが⁹³、その基本的な視点は基礎研究・技術研究の成果が市場で売れる商品へ効率良く繋げるための研究マネジメント論であった。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、売れ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る。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、また擦り合せ型 (Integral) と組み合わせ型 (Modular) の区別もない。

1970 年代までのアメリカ企業を支配した垂直統合モデルは、理論的にはリニア・モデルを成立させる理想的な組織構造を持つ。しかしながらすでに 1970 年代の時点で企業のマーケティング部門は研究所が語るテクノロジーをビジネスの場面に翻訳することが不可能になっていた。また市場の要求を研究所の技術開発に翻訳することも出来なくなっていた。それほど企業の組織構造、製品を構成する技術構造、そして市場構造も、全てが人知を超える複雑さを持ちはじめたのである。ナイロンや強力磁石などのように、発明が企業収益や市場に何をもたらすかを直感的に理解できる単機能型の製品が占める割合が、既にこの時点から激減してしまっただけでなく、言い換えてもよいであろう。例えば GaAs も GaN も、そして SiN も、当時のテクノロジー・イノベーションが商品になるまで数 10 年以上の歳月を必要とした。また商品になってもこれが企業収益に結びつくにはビジネス・モデル側でイノベーションを必要とする時代に我々がおかれている。

アメリカのエレクトロニクス産業がこの 15 年で蘇ったのは“中央研究所の時代の終焉”の主張ではなく、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であった。これらのビジネス・モデルは、本稿が定義するトータル・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であった、と言い換えてもよい。IBM のパルミサーノ CEO が主導した “The CEO Study 2006”⁹⁴ から理解されるように、21 世紀の現在では世界の企業経営者が上記の仕掛け作りを企業戦略の重要ツールと明快に位置づけるようになった。21 世紀になると世界で多くの企業が、技術やノウハウ獲得の手段として自社の中央研究所による R & D と同等以上に M & A や A & D を重視し、サイエンス/テクノロジー・イノベーションやプロダクト・イノベーションなど、これまで川上側で抱え

⁹² 西村吉雄訳、17 ページ

⁹³ 西村吉雄訳、277 ページ

⁹⁴ IBM (2006)

たR&D側のディレンマを経営側の問題として明確に位置づけるようになったのである。

本稿で繰り返したビジネス・モデル・イノベーションの位置取りを、トータル・イノベーション・システムの中で模式的に示したのが図 15 である。いわゆるこれまでのリニア・モデルでは、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、あるいは市場の潜在的なニーズを引き出すことによって大量普及する製品が開発されれば、これが企業の国際競争力に直結するはず、ということが暗黙の前提になっている。本稿で繰り返したように、摺り合せ型のアーキテクチャを持つ製品では、“中央研究所の時代の終焉”で議論されている基礎研究・技術研究の成果を市場で売れる商品へ効率良く繋げるための研究マネジメント論が有効であり、イノベーションというほどのドラスティックな経営革新を必ずしも必要としない。例えM&AやA&Dを活用するにしても、むしろ営々と築いた組織能力を最大限に生かしながら、当たり前のことを着実に実行し続ければよい。一方、第2章で述べたように、製品アーキテクチャがモジュラー型に転換されやすい産業では、1950~1960年代のアメリカに見る楽観的なリニア・モデルはもとより、更に進んだ“Engine of Innovation：中央研究所の時代の終焉”のモデルさえ成立しなくなったのである⁹⁵。例え技術研究の成果が大量普及する製品に結びついて、これが企業収益に直結することは“Engine of Innovation”が主張するモデルを追及しても保証されないという経営環境に、我々が置かれているのである⁹⁶。

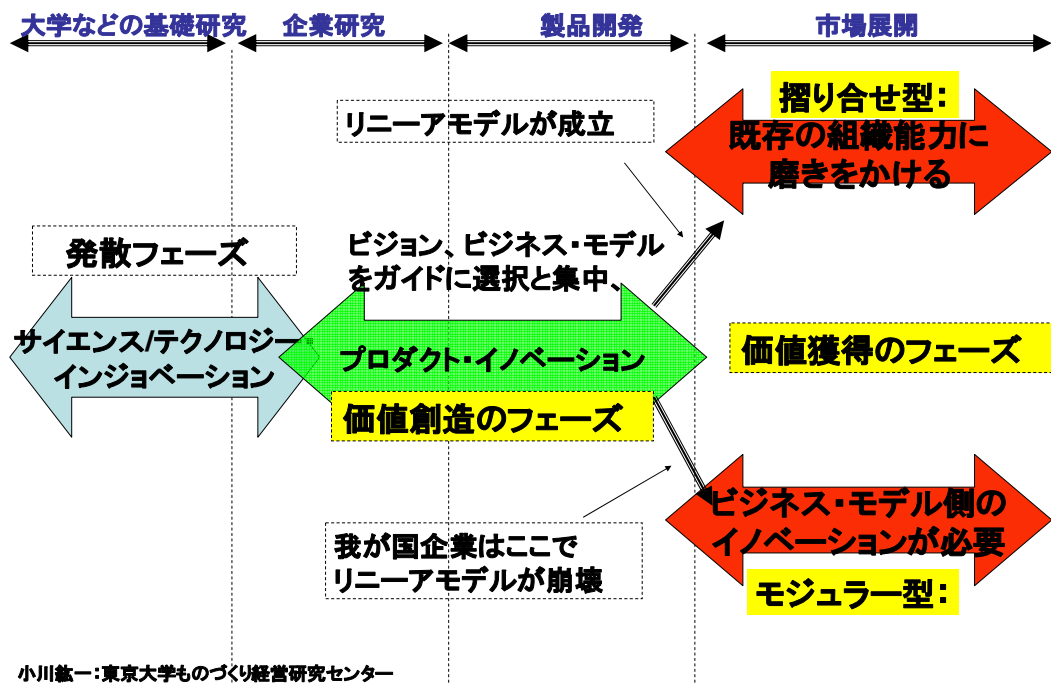
⁹⁵ 何度か繰り返したが、本稿が述べるリニア・モデルの崩壊は1970~1980年代のアメリカIBM研究所が生み出すプロダクト・イノベーションでも多数観察された。当時のIBM研究所は世界のエレクトロニクス産業で最も優れた研究機関であり、多数のイノベーションを生み出したが1988年から1993年の間に15万人のレイオフに追い込まれた。ここには世界的な基礎研究者が多数含まれていたことを忘れてはならない。世界的なサイエンスやテクノロジーのイノベーション成果が企業収益に全く貢献していなかったのである。1970年代の初期に江崎氏がIBMトーマス・ワトソン研究所で生み出した超格子技術はその後のエレクトロニクス産業を一変させる偉大なテクノロジー・イノベーションだが、これもベル研究所で生まれたトランジスタがWestern Electricの業績にさほど貢献しなかったのと同じくIBMの企業収益に直結することはなかった。ハード・ディスク記録密度を飛躍的に向上させた1980年代のThin Film Headや1990年代初期のMRヘッドによってIBMハード・ディスク・ビジネスの営業利益を一時的に上げ(約20%)、市場撤退の時期を遅らせる貢献は確かにあったようだが、これらの技術もIBMが独占することはできず、1990年代の中期のIBM経営陣はハード・ディスク事業の身売りを密かに決定している。その第一弾が1996~1997年ころのNECに対するMRヘッド技術の供与であり、その延長で2001年の日立に対するハード・ディスク事業の売却であった。

⁹⁶ “Engine of Innovation”を“中央研究所の時代の終焉”と名訳した西村吉雄氏は、訳者あとがきで、企業の研究活動の変化を産業構造の転換と結び付けて考える必要があると主張し、“Engine of Innovation”の分析が不十分、と喝破している。そしてリニア・モデルに代わる“この指とまれ”モデルを提案しているが、これはまさに本稿で繰り返し紹介したインテルによるアーキテクチャ・ベースのプラットフォーム戦略そのものではないだろうか。吉村氏のいう産業構造の転換とは、本稿のいうモジュール・クラスター化に他ならない。1998年という時点を考えた時、本稿の図2や図1およびその後の我が国企業を見れば吉村氏のこの提案は当に卓見であることがわかる。本稿は、優れたジャーナリストのみが持ち得るこのような予感的卓見に対して、10年後ではあるが、ほんの少だけ応えら

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

DVD、携帯電話、ネットワーク・システムなどの事例、さらには半導体デバイス、DVDメディア、液晶パネルなどの事例は、本稿が定義するトータル・イノベーション・システムとしてのリニア・モデルが崩壊する象徴的な出来事であった。我が国テクノロジー・イノベーションの代表例として挙げられる太陽光発電システムですら例外ではなかったのである。また我が国が生み出した代表的なイノベーションとして、垂直磁化記録を称える著作も散見されるが、我が国のハード・ディスク・ドライブ・メーカーは長期にわたる赤字かあるいは極めて低い利益に苦しめられ、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テクノロジーやプロダクトの研究開発現場から多く聞こえる。この現実を我々ほどのように捉えればよいのだろうか。

図15 イノベーション・システムの全体像



小川 紘一：東京大学ものづくり経営研究センター

リニア・モデルが崩壊したと外野から指摘するだけではイノベーションの成果を企業収益に結び付ける方策が生まれてこない。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既に42兆円が、また2006年から始まる第三次計画でも20兆円以上の税金が技術イノベーションへ注ぎこまれる。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。しかし我々は同時に、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という仕掛け作り、すなわち人為的・強制的にリニア・

れたように思う。

モデルを成立させる仕掛けづくりとしてのビジネス・モデル・イノベーションが求められているのではないか。

我が国でも 1990 年代末からイノベーションが重要課題として取上げられ、同じ土俵で議論されてはいる（柘植、2006）。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おり、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は、まだできていない。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にまだ登場していない。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。特に後者は現在の我が国企業の組織能力とイノベーションとの関係を論じる上で極めて重要である

この意味で我が国は、従来のテクノロジーやプロダクト側の視点で捉える MOT 教育だけではなく、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経済的価値に結びつけるビジネス・モデル、すなわちトータル・イノベーション・システムとしてのリニア・モデルを人為的・強制的に成立させる仕掛け作りこそ、MOT 教育で必ず取り込まなければならない。もし現状のままなら、巨額のイノベーション投資は 10 年後でも我が国の国富に直結しないのではないか。

我が国でもアメリカの影響を受けてオープン化、モジュール化、モジュール・クラスター化、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。しかし筆者の疑念は、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た点にある。リニア・モデルで想定された“優れた技術や製品が開発されれば必ず大量普及する”、そして“グローバル市場で大量普及すれば必ず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必ず我が国の有効需要につながる”、などの仮説は、我が国が得意とする擦り合せ型の製品で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⁹⁷。これは我が国だけでなく

⁹⁷ この問題は 1980 年代の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を中心であった。しかしこれは、図 15 に示すようにイノ

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

アメリカでも同じであった。グローバル市場で大量普及する製品であっても、我が国企業の収益に貢献するのは最初の数年だけであって開発投資の回収が困難なケースがあまりにも多いのである。

オープン化、モジュール化、モジュール・クラスター化、オープン・イノベーション、知的クラスターなどのキーワードで表現される環境なら、図 15 に示すテクノロジーやプロダクト側のイノベーションが起きてグローバル市場に普及する製品が生まれ易いのは確かだが、これ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が同時に構築されなければならない。これが図 15 の右下に位置取りされたビジネス・モデルのイノベーションであることは既に述べた。1990 年代のアメリカ IT 産業の現場でグローバル市場の競争優位に転換させた原動力は、技術や製品開発側から“死の谷やダーウインの海”を超えたためでなく、ビジネス・モデル側のイノベーションが原動力だったのである。現在のアメリカ IBM が次世代半導体技術で準公的機関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に他ならない。Common Platform や Joint Development Model のようなコンセプトとその実行を、研究開発の現場が語る“死の谷”などという抽象化された机上の議論に求めるのは、そもそも間違っている。

オープン化やモジュラー化は確かに欧米諸国やNIES/BRICS諸国で新興企業を躍進させながら経済を活性化させた。しかしながら 1980 年代から 1990 年代のアメリカでは、同時に伝統的な企業の多くが急速に衰退して行ったのも事実である。伝統的な統合型企業の多い我が国の場合は、特にこの点に留意しなければならない。例えばデジタル・エコノミーとその効用を書いた代表的な著作として、アメリカ商務省の“デジタル・エコノミー”（米国商務省、1999,2000）がある。この著作内容を企業の視点から解釈すれば、デジタル・テクノロジーがもたらしたのが急激な価格下落と競争ルールの激変であった。一方マクロな経済政策の視点で見れば、価格の下落が物価を押し下げてアメリカ経済のインフレを防止し、その上でさらに持続的な経済成長をもたらすのが“デジタル・テクノロジー”である、と位置取りされている。1980 年代のアメリカ経済はひどいインフレに悩まされていたのである。しかしながら歴史上例の無い価格下落を伴う経営環境の到来は、IBMなど当時のアメリカに見る垂直統合型の伝統的なエレクトロニクス関連企業を凋落させ、そしてまたインテル、マイク

バージョンのトータル・システムを考慮しない研究マネジメント側の視点である。またここ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、21 世紀の我が国企業が直面する問題の本質を捉えていない。

ロソフト、シスコ・システム、クアルコムなどに代表される多様なベンチャー企業群を興隆させている。例えばこの本に“IT革命が変える21世紀の企業群”、あるいは“ケース・スタディー”として多数の企業が紹介されているが、その全てが新興のベンチャー企業であった⁹⁸。振り返って現在の我が国企業を見ると、いわゆる伝統的な組織能力を持つ企業が大多数であってベンチャー企業が育っていない。したがって我が国の場合は、行政側が担うマクロ政策としての“オープン化、モジュール化、そしてオープン・イノベーション”がもたらすマクロな効用を強調するだけでなく、これと我が国企業の伝統的な組織能力を生かすイノベーション論とを統合させる理論体系が必要である。我が国企業がグローバル市場で競争力を持つためには、ライフラインとして外貨の85%を稼ぎ出す製造業が危なくなる。

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10,000mから語るオープン化やオープン・イノベーションと、市場の前線に陣取る経営者が高度1.5m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。全てをオープンにして存続できた企業は有り得ない。

1990年代の中期から一部の我が国企業トップがデジタル・エコノミーの思想を企業戦略の中核に据えたが、その結末は周知の通りであった。我々がこの事実留意しなければならない。現在のグローバル市場で競争優位を維持・拡大している企業の多くは、オープン化、モジュール化、モジュール・クラスター化、オープン・イノベーションなどのキーワードと対極に位置取りされるキーワード、すなわちブラック・ボックス化、擦り合せ型、統合化などのキーワードを徹底的に追求した企業群である。我が国企業とアメリカのベンチャー企業とは（伝統的なアメリカ企業ではない）、あるいは我が国企業とアジア諸国企業とは、デジタル・テクノロジーの作用がそれぞれ逆に働いたのである。そしてアジア諸国企業がモジュラー型の製品で躍進することによって、営々と続く地道な技術開発でのみ生み出さるが故に拡散スピードが極めて遅い我が国の擦り合せ型製品に、巨大な需要が生まれた。一方、本稿で何度も指摘したように、製品アーキテクチャがモジュラー型に転換されやすい産業においては、モジュール化、オープン化などの経営環境に立たされた我が国企業の多くが、あるいはブラック・ボックス化や擦り合せ型を軽視した我が国企業の多くが、グローバル市場で勝ちパターンを構築できずに市場撤退への道を歩んだ。全てをオープンにして存続できる企業などありえないからである。オープン化、オープン・イノベーションを標榜するインテル、グーグル、ノキア、シスコなども決して例外ではない⁹⁹。更に言えばIBMが半導体のピ

⁹⁸ これらの企業の大部分は既に市場から消えた。

⁹⁹ 別稿で述べたように実は我が国だけでなくアメリカ企業ですら、全てをオープンにして存続できる

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

ビジネス・モデルとして推進するCommon PlatformやJoint Development Modelも例外ではない¹⁰⁰。例えば 32 ナノ・メートル半導体テクノロジーの場合を例にとると、営々と続く基礎研究に支えられた擦り合せ型の高度な材料技術が半導体デバイスの主要な製造プロセスに分散カプセルされており、これがIBM半導体の新たなビジネス・モデルを支える原点になっている。その延長に 25nmや 16nmという我々の想像を超える超微細加工テクノロジーが控えているのはいうまでもない。アメリカ政府が担うマクロ政策の一環としての半導体産業へのイノベーション投資を、IBMのCommon PlatformやJoint Development Modelを介してグローバル市場の経済的価値へ人為的・強制的に転換させる仕掛け作りが、ここから明確に読み取れるのではないか。

いずれにせよ我々は、我が国が直面する組織能力と製品アーキテクチャとの深刻な乖離問題を解決しなければならない。それにはまず我が国企業の組織能力を生かすブラック・ボックス化、擦り合せ型、統合化などの役割、およびモジュール化、オープン化の役割を、アメリカの事例ではなく我が国企業の視点から見直さなければならない。そしてこれを我が国企業がグローバル市場の経済的価値に転換させるビジネス・モデルの中で正しく位置づける理論体系が必要である。このとき初めてオープン化、モジュール化、そしてオープン・イノベーション、知的クラスターなどのキーワードで表現されるマクロな政策論や経営論あるいはイノベーション論が我が国で本領を発揮し、我が国企業の多くがそれぞれの事業戦略の中へ取り込むようになるであろう。

以上の問題意識のもとに筆者はまず、我が国で 1990 年代後半から顕在化した製品アーキテクチャのモジュラー型への転換が、半導体の技術革新に支えられたマイコンとファームウェアの作用(21 世紀の現在は SystemLSI の作用)であることを明らかにした(小川、2008a)。そしてエレクトロニクス以外の多くの産業で擦り合せ型に位置取りされた材料・部品でさえ、マイコンとファームウェアの間接的な介在が急速に進んでいる様子も紹介した(本稿の 3 章)。我々の目に触れることない深層部で、製品機能・性能・品質やコスト、さらには競争優位の位置取りまでも左右しはじめたと意味で、マイコンとファームウェアは人工ゲノム

企業はなかった(小川、2007b、立本、2007)。アメリカ経営学者の著作にはオープン化やモジュラー化が持つ一面だけが記述されているが、これは事例として挙げたインタビュー先の企業が、オープン化の背後にある他の重要な一面の公表を許可していないのではないだろうか。

¹⁰⁰ アメリカNY州にある Fish Kill や Albany に次世代半導体技術の開発拠点を構える IBM は、2007 年末に最先端の 45nm テクノロジーを中国企業へ提供する、とアナウンスした。アメリカ政府がこれを認めたのである。その背景で、次世代の 32nm テクノロジーについて既にプロセスのチューニングが終わりつつあったのであり、2008 年秋から 2009 年の春に 32nm テクノロジーの半導体デバイスが量産されるであろう。45nm と 32nm とでは基本的な材料技術が全く異なるという意味で、プロセス技術がこれまで無いほど難しくなっている。我が国では、某社が 2007 年夏になって初めて 45nm テクノロジーの製品をアナウンスしたが、IBM は 45nm テクノロジーを中国に売却した。

に位置取りされる。本稿で繰り返し述べたように、人工ゲノムの作用が加速するモジュラー型への転換によって、テクノロジーやプロダクト側のイノベーション成果が瞬時に拡散し、また組織能力とアーキテクチャとの間に巨大な乖離を作り出し、トータル・イノベーション・システムとしてのリニア・モデルを崩壊させる。これらのメカニズムを、まずは製品アーキテクチャの視点および歴史的・技術的な視点で理解しなければ、これを経営戦略の中に正しく取り込むことは出来ない。

経済活性化を担うマクロ政策としてのオープン化、モジュラー化、オープン・イノベーション、あるいは知的クラスター型のイノベーション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、必ず独占へと向かう。したがって現在の我々には、経営ツールとしてのビジネス・モデル側を支える“ブラック・ボックス化、擦り合せ型、統合化”の役割など我が国企業の得意技と、行政側が担うマクロ政策の役割とを連携させた新たな理論体系が求められているのである。両者は決して二者択一ではない。

我が国の中で、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.T & H.Yoshikawa, 1999、吉川、2003)。技術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・モデルの仕掛け作り、という本稿の主張を吉川氏の思想へリンクさせると、ここから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¹⁰¹。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¹⁰²。この2つが連携して初めて吉川

¹⁰¹ 科学技術投資が有効需要を刺激するトリガーになるという意味で、前段階あるいは前工程型のサプライ・サイド、とここでは定義している。しかしながら逆に、前工程側のトリガーではなく、この巨額な科学技術投資そのものを“有効需要を生み出す仕掛け作り”と位置づけている人々もいて、本稿の見解と異なる。単なる視点の違いだけとは思われないが、どうであろうか。本稿で何度も繰り返したが、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全く不明である。この意味で、前工程のリニア・モデルが崩壊しているだけでなく、例えプロダクト側でイノベーションが生まれてもこれを我が国の有効需要に直結させる後工程でも、リニア・モデルが崩壊している。これらを一体化したトータル・イノベーション・システムが、国の政策としても、また企業のビジネス・モデルとしてもまだ我が国に存在しない。

¹⁰² 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悪循環から抜け出ることができないのではないかと。巨額の

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

氏のモデルが完成するのではないだろうか。今後は本稿で挙げたアーキテクチャ・ベースのプラットフォーム形成だけでなく、ヨーロッパの携帯電話やアメリカのルーターなどのモジュラー型完成品、および我が国のデジカメやプロセス型・部品材料、自動車などの擦り合せ型製品を含む多種多様なビジネス・モデルを提案しながら上記の仮説を検証してみたい。これによってはじめて行政側が担うマクロ政策と個別企業が担うビジネス・モデルをリンクさせることができ、我が国のトータル・イノベーション・システムが完成するように思えてならないからである。

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。玩物喪志に陥っているのではないか、という懸念さえもまだ捨て切れない。2008年に繰り越す大きな宿題となってしまった。2008年にはマクロ政策としてのオープン化、モジュール化、オープン・イノベーションと我が国企業の利益の源泉構築や市場支配力構築を担うビジネス・モデルとの関係に切り込んでみたい。

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こし、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“という本によって明らかにされたのも事実であった。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名付けたが、我が国の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、残念ながら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。ここに最大の課題があり、本稿を書いたもっとも大きな動機が実はここにあったのである。そしてトータル・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・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。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（統合型・大規模企業がイノベーションの担い手）と、1970~1980年代におきたシュンペータ反革命（ベンチャー企業群がイノベーションの担い手）という、相異なる本質的な問題が横たわっているのではないか。

謝辞

本稿を書くにあたって筆者は、NIES/BRICS と呼ばれる諸国で工場展開する多くの日本企業にインタビューを繰り返し、また現地の工場へ何度か足を運んだ。直接面談によるインタビューやメールによるインタビューに応じて下さった人は 50 人を下らないであろう。ここで一人ひとりのお名前を列記することは出来ないが、本稿を公にすることでお礼に代えさせて頂きたい。しかしながら製品アーキテクチャ論の素晴らしい世界に導いて下さった東京大学ものづくり経営研究センターの藤本隆宏センター長と新宅純二郎ダイレクターには、ここで改めて御礼を申しあげなければならない。これまでと同じように、お二人の導きがなければ本稿を書けなかったはずである。また東京大学ものづくり経営研究センターの立本博文氏、善本哲夫氏（現在立命館大学）、アジア経済研究所の川上桃子氏、さらには日本機械輸出組合で国際競争力委員会を支える山本哲三氏にもお礼を申し上げなければならない。コンピュータ関連の民間企業で技術研究所や事業部という狭い現場で 30 年以上も過ごした筆者にとって、これらの人々の調査研究に触れながら身近でディスカッションさせて頂くことによって始めて、我が国が抱えるイノベーションの問題に歴史的視点やグローバルな視点を取り込むことができた。

参考文献

- 伊集院丈(2007), 『雲を掴め』、日本経済新聞社
- 今井健一・川上桃子(2006), 「東アジアの I T 機器産業」 アジア経済研究所刊
- 大内智洋、内田泰 (2007), 『プリンターよお前もか』、日経エレクトロニクス、2007.9.10 号
- 小川紘一(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』, 第 1 章, 日本規格協会
- 小川紘一(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
- 小川紘一(2007a), 『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
—マイコンとファームウェアがもたらす経営環境の歴史的転換—』
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-145,

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

2007年3月 http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC145_2007.pdf

小川紘一(2007b), 『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ーアーキテクチャ・ベースのプラットフォーム形成によるエレクトロニクス産業の再興に向けてー』, 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

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」7巻2号に掲載予定

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

小川紘一(2008b), 『製品アーキテクチャのダイナミズムを前提に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・ペーパーへ 2008年3月に掲載予定

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

金容度(2006), 『日本 I C 産業の発展史』, 東京大学出版会

クリステンセン (2001), 『イノベーションのディレンマ』, 玉田俊平太監訳, 翔泳社

グループ(1996), 『インテル経営の秘密』, 小林薫訳, 早川書房

新宅純次郎(1994), 『日本企業の競争戦略』, 有斐閣

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

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

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

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

立本博文(2006), 「P C のバスアーキテクチャの変遷と競争優位」, 研究・技術計画学会, 第21回年次学術大会 (2006年10月), ホット・イシュー 2 C 1 5

小川 紘一

- 立本博文(2007a), 「P C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P F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
- 立本博文(2007b), 「P C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」, 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
- 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
- チェスブロー(2004), 『Open Innovation』, 産業能率大学
- バーゲルマン (2006) , 『インテルの戦略』, ダイヤモンド社、
- 橋川文三(昭和 42 年、1967 年), 『現代知識人の条件』, 徳間書店
- 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』、藤本隆広・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
- 藤本隆弘(2007), 『日本発の経営学は可能か—ものづくり現場の視点から—』
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-148, http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC148_2007.pdf
- 米国商務省(1999, 2000), 『デジタル・エコノミー(1999)』, 『デジタル・エコノミーⅡ(1999)』
『デジタル・エコノミー2000(2000)』, いずれも室田泰弘編約、東洋経済新報社
- 沼上幹、軽部大、加藤俊彦、田中一弘、島本実(2007), 『組織の<重さ>』, 日本経済新聞社
- 西村吉雄(2004), 『改訂版 情報産業論』, 日本放送出版協会
- 根井雅弘(2007), 『ケインズとシュンペータ』, NTT 出版
- 丸川知雄 (2006) , 『現代中国の産業』, 中公新書
- 宮田由紀夫(2007), 『プロパテント政策と大学』, 世界思想社
- 三輪晴治(2001), 『半導体産業におけるビジネス・アーキテクチャ』, 藤本隆弘・武石章・
青島矢一編「ビジネス・アーキテクチャ」、第一部 第3章、有斐閣
- 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
- 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,

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

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,

Aoki.T & H.Yoshikawa(1999), 『Demand Creation and Economic Growth』,DiscussionPaper
CIRJE-F-43, Faculty of Economics University of Tokyo, March(1999)

Akamatsu.K(1962), 「A Historical Pattern of Economic Growth in Developing Countries」,
The Developing Economics, Preliminary Issue No.1

Boldwin.C, Clark.K (2000), DESIGN RULES, Vol.1: The Power of Modularity ,MIT press

安藤晴彦訳『デザイン・ルール』(2004)、RIETI 経済政策シリーズ4、東洋経済新報社

IBM(2006), 『The Global CEO Study 2006』,IBM コンサルティングサービス

Shintaku. J, Ogawa. K, .Yoshimoto. T. (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

Sato. Y, Kawakami. M eds. 「Competition and cooperation among Asian Enterprises in China」,
Institute of Developing Economies, March 2007.

Vernon. R (1966), 「International Investment and International Trade in the Product Cycle」
Quarterly Journal of Economics, 80(2)

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、