

ワールドワイドビジネス研究センター公開講演会記録
リージョナルアドバンテージ戦略ワークショップ

アジア域内のものづくり経営

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の構築に向けて

小川 紘一氏

(東京大学大学院経済研究科
ものづくり経営研究センター特任研究員)

ご丁寧なご紹介, ありがとうございます。

先ほど高井先生がおっしゃったようなマクロな視点の問題提起を受け, 私は我が国のエレクトロニクス産業を取り上げてお話いたします。特にアナログ技術全盛の1980年代とデジタル技術が製品設計に深く介在する1990年代以降の対比に焦点を当て, 我が国エレクトロニクス産業の経営環境が1990年代中期に歴史的な転換に立った事実を, 多数の事例によってご説明します。これが競争ルールを激変させ, 競争優位の位置取りを根底から変えてしまいました。みなさんマイコン(MCU: Micro Controller Unit)というものをご存じですね。実は, 半導体の技術革新に支えられたマイコンとそれを動かすファームウェアの進化が台湾・中国やインドなどアジア諸国の産業興隆に大きな役割を果たしており, 結果的にこれが我が国企業の競争優位の位置取りを変えてしまいました。デジタル・テクノロジーの技術革新が, 我が国企業が持つ統合型・擦り合わせ型を得意とする組織能力と製品アーキテクチャとの間に, 巨大な乖離を生み出す作用としてはたらいだのです。それに対してアジア諸国企業の場合は, かつてのアナログ技術が中心の時代には組織能力と製品アーキテクチャとの間に巨大な乖離があったものの, デジタル技術が取り込まれた1990年代後半からこの乖離が解消されました。デジタル技術がエレクトロニクス製品のアーキテクチャをモジュラー型(2章で解説)に転換させたためです。そして我が国企業とアジア諸国企業の共存共栄のありかたが根本的に変わり, 先進工業国から開発途上国への技術移転が製品アーキテクチャによって際立った違いが見られるようになりました。この前提には, デジタル・テクノロジーの作用が我が国企業の場合とアジア諸国企業の場合とでそれぞれ逆に働いた, という私の仮説を用いますが, これからご紹介するいろいろな事例を見るとあまり無理のない仮説であることがご理解頂けるのでしょうか。このような経営

環境の新たな技術移転を論じる枠組みとして、私は今日の講演で新たにアーキテクチャ・ベースの技術移転モデルを導入したいと思います。このモデルを念頭においたプラットフォーム形成こそが、アジア諸国との共存共栄に向けたビジネス・モデル・イノベーションである、というのが私の基本メッセージです。

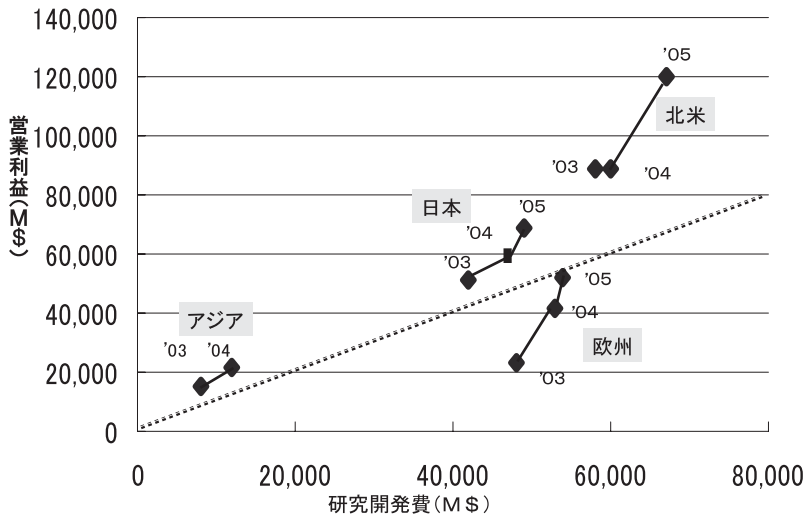
1. 我が国の製造業が置かれた経営環境

世界の製造業に見る研究開発投資と営業利益の関係

まず最初に「研究開発投資と営業利益」という、本日の趣旨とちょっと違った視点からお話します。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ます。ここには、我が国の技術革新が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ったはずですが、しかしながら世界経済のグローバル化がこれほど進んだ現在でも、我が国エレクトロニクス産業の国際競争力は低下したままです。圧倒的な技術力を誇って世界の80%以上だったテレビ用の液晶パネルのシェアが、12%まで激減しました。携帯電話の世界シェアはわずかに4~5%です。擦り合わせ型だから我が国が圧倒的に強いと言われたノート・パソコンも10%台に転落しました（上記はいずれも台数ベース）。かつて50~80%のシェアを誇った半導体やDVDも、現在ではわずか20%強に過ぎません。特に私が今日の主題に据えたエレクトロニクス産業では経営環境が歴史的な転換期に直面しています。その背後にある現象を正しく把握し、ここからイノベーションの有り方を再構築しなければ、例え巨額の税金を技術革新に注ぎ込んでも、これを国際競争力に寄与させることはできません。後ほど紹介しますが、エレクトロニクス産業では、皮肉にも研究開発費を注ぎ込んだ業種ほど営業利益が小さくなっているのです。

特に今日の講演で強調したいのは、我が国が生み出す研究開発の成果をまず国際競争力の強化による経済的な価値（あるいは企業収益）に転換させ、このプロセスで世界の社会的な価値創造に寄与する仕組みの形成です。研究開発投資によってもたらされる技術革新の成果（発見、発明、知財や技術ノウハウの蓄積）を経済的価値や社会的価値に転換する仕組みがイノベーションの本質であり、このマネージメントをイノベーション・マネージメントと定義すると、これはいわゆる技術革新を担う研究者の手に負えるものではありません。詳細は私の講演の後半でお話しますが、ここで定義するイノベーションのマネージメントは、明らかに経営側に課せられたビジネス・モデル・イノベーションの問題です。今日のテーマであるアジア諸国と共存共栄という視点で整理すれば、本稿が紹介する技術移転のモデルを背景に、ここから我が国企業の国際競争力を高めるビジネス・モデル構築とアジア諸国の社会的な価値創造へ貢献する仕組み構築という2点に、論点が帰着します。これだけグローバル化が進んだ21世紀

図1 世界の研究開発投資と営業利益の関係—製造業のケース—



ソース：日本機械輸出組合，2006年3月時点
 “日米欧アジア機械産業の国際競争力の現状”

に、我が国だけが勝つ仕組みは成立しません。世界の経済的・社会的価値創造に寄与してはじめて我が国の技術革新がGDPに寄与できるのです。この意味でもアーキテクチャ・ベースの技術移転モデルを背景にしたプラットフォーム形成こそが、我が国企業の経営システムが取り組むべき最大のテーマである、というのが今日の私の基本メッセージです。

図1には世界の製造業に見る研究開発費と営業利益率との関係を示しています。左端（研究開発費が少ない側）にあるのがアジア地区です。さすがに投資額の総量は少ないのですが、それなりの営業利益を上げています。我が国はそれよりかなり右上にあり、しかも研究開発費よりも営業利益が少し大きい側に位置取りされていますので、まあまあ良い線をいっているなということがわかります。しかも我が国は研究開発の生産性が年々よくなって、投資に対する営業利益率が高くなっています。ところがアメリカは日本に比べてはるかに研究開発の生産性が高く、投資額の1.7倍もの営業利益が生みだされています。欧州は意外と効率が悪いように見えますが、研究開発投資が我が国やアメリカよりも広義に定義されているのでこんなに悪くはないはずであり（現在調査中）、少なくとも同じ定義の中で見れば、営業利益の伸び率が我が国より遥かに高いといえます。いずれにせよ図1だけ見ますと、日本はまあまあ生産性といえますが、実は中身をよく見ると、製品のアーキテクチャによって投資効率に大きな違いが見られます。我が国では特にエレクトロニクス関連が異常な状況にありことが分かってきました。まずこの事実について、他国の実情と比較しながら説明します。

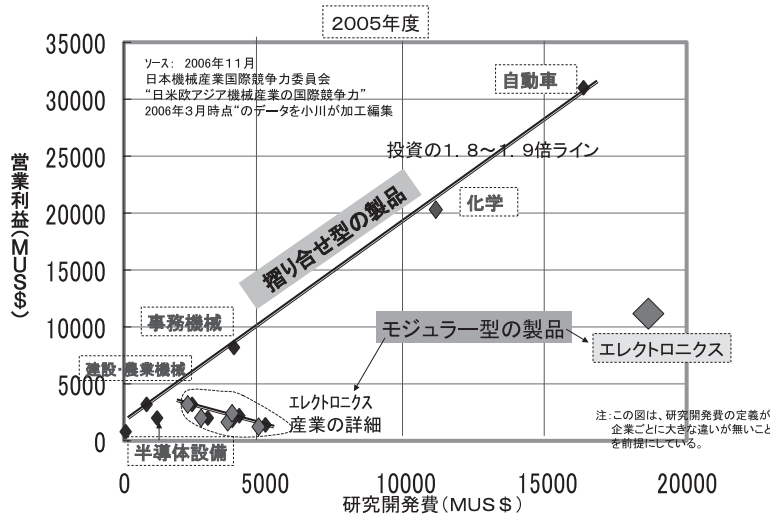
我が国の製造業に見る研究開発投資と営業利益

我が国の製造業にみる研究開発投資と営業利益率との関係を図2で示しますが、縦軸の右上

に化学工業や自動車があり左下に事務機械など色々なメカトロニクス産業が位置取りされます。その中でも左下のエレクトロニクスだけが異常な姿になっており、研究開発の投資をすればするほど儲からないという構造が出来上がっていることが分かります。

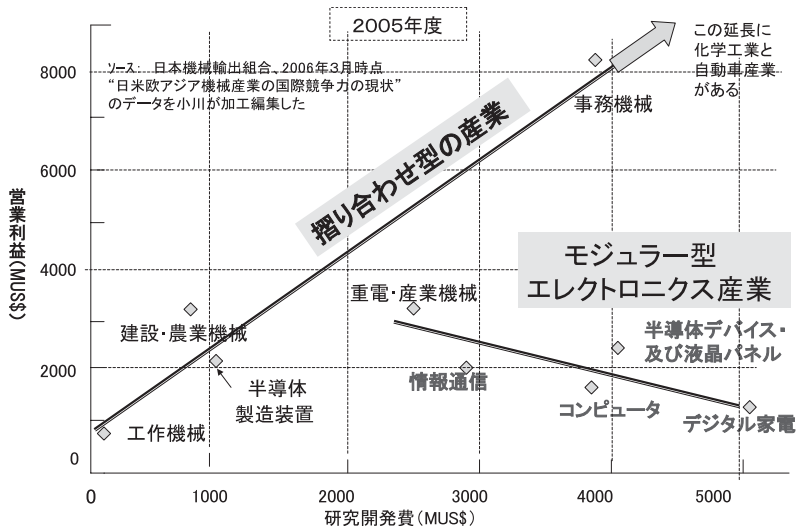
エレクトロニクス産業の実態を更に詳しく見るために、図2の左下を拡大して図3に示しました。これらのデータはトップ10社のエレクトロニクス関連企業で研究開発費と営業利益との関係を、デジタル家電、半導体デバイス・液晶パネル、コンピュータとその関連機器（ハードウェア）、情報通信および重電・産業機械に分け、それぞれで10社の合計を示したもので

図2 我が国の製造業に見る研究開発の投資効率



注：この図は、研究開発費の定義が企業ごとに大きな違いが無いことを前提にしている。

図3 我が国エレクトロニクス産業に見る研究開発の効率



ソース：日本機械輸出組合、2006年3月時点
 “日米欧アジア機械産業の国際競争力の現状”のデータを小川が加工編集した

す。

ここから明らかなように、多くのエレクトロニクス産業で研究開発の投資効率が悪くなっています。これらは例外なくマイコン（MCU）とファームウェアが製品設計の深部で関与しており、アーキテクチャがモジュラー型に転換されて基幹部品が大量に流通し易い製品群です。あるいは半導体デバイスや液晶パネルのように量産システムそれ自身がソリューションとしての巨大モジュールとなって流通し易い業種です。第2章で述べるように、これらはいずれもモジュラー型のアーキテクチャに位置取りされます。エレクトロニクス産業の中の例外として重電・産業機械だけが自動車や化学工業、事務機械、建設機械と同じ正常なライン上にありますが、これらはいずれも擦り合わせ型のアーキテクチャに位置取りされます。

ではなぜ、そして何時からモジュラー型のアーキテクチャを持つエレクトロニクス製品だけが異常な構造になってしまったのでしょうか。これを詳しく議論する前にアメリカやアジア地域の国々について、図3と同じ方法で分析してみます。

アメリカ製造業に見る研究開発投資と営業利益

最初に現在のアメリカ製造業が置かれた状況を図3と同じフォーマットで整理しますと、左下のドメイン（研究開発投資、営業利益ともに少ない）に重電機械や事務機械産業があって、これは我が国の場合と同じです。しかし真ん中あたりにコンピュータ産業が位置取りされ、右上に半導体産業および情報通信産業があり、研究開発投資と営業利益の関係から見たこれらの産業分布はいずれも左下から右上の直線上にあります。すなわち我が国とは逆に、MCU やソフトウェア／ファームウェアが製品設計の深部に深く介在している製品群では、研究開発投資をすればそれに見合った利益が出る、という正常な傾向を示しています。また非常に興味深いことですが、アメリカでは擦り合わせ型のアーキテクチャを持つと言われる自動車産業だけが、『研究開発投資は多いが営業利益が少ない』に位置取りされており、製品アーキテクチャと研究開発の投資効率が我が国とアメリカでまったく逆の関係になっていました。いわゆる擦り合わせ型の産業ではなく、モジュラー型のIT産業がアメリカの製造業を支えているのです。

日本を除くアジア諸国に見る研究開発投資と営業利益

同じようにアジア地域（日本を除く）でみますと、研究開発の投資額は相対的に日本や欧米よりも少ないのですが、投資と営業利益の関係がアメリカの場合と同じく右肩上がりです。特にモジュラー型のアーキテクチャを持つエレクトロニクス産業でこの傾向が顕著であり、研究開発投資が大きな利益を出しているという、正常な構造になっています。特に台湾と韓国の頑張りで半導体産業が最も右上に位置取りされており、抜きん出てすごい投資効率を生み出しています。しかし競争力の背景にあるビジネス・モデルの有効性はあくまでも欧米や日本との関

係で決まる相対的なものであり、新興のアジア諸国企業の場合は国の積極的な制度設計や柔軟な税制を含む優遇政策が大きく寄与しているといわれてはいます。いずれにせよ我が国のエレクトロニクス産業のような異常な姿にはなっていません。

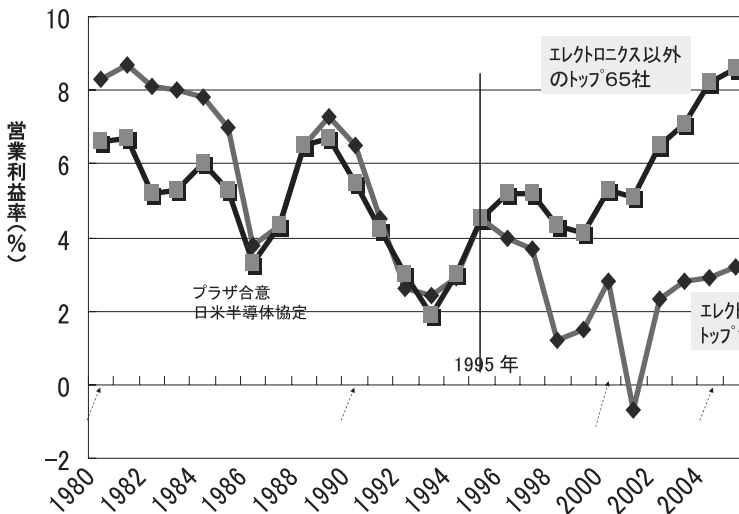
我が国エレクトロニクス産業の“失われた10年”

図4は1981年代から2005年までの25年間で、我が国の製造業に見る営業利益率の変化を現しています。1980年代前半のエレクトロニクス産業は、VTRが企業の競争優位や世界の社会的な価値創造に大きく寄与するなど、色々な技術イノベーションが起こって我が国の競争力が強化され、エレクトロニクス産業は高い利益率を享受しました。その後の営業利益率は、プラザ合意を経たあたりから1995年ころまで他の産業と似たようなカーブで上下しています。これは国際経済の好不況や為替変動の影響を、エレクトロニクス産業もその他の産業も同じように受けたことを示しています。

まずエレクトロニクス以外の産業を見ますと、既に1994ころから回復基調に入っており、代表的な事務機械である複合機（Multi Function Products）などは世界で70%以上のシェアを持っています。また工作機械などの産業機械や自動車も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2や図3および図4に示すマクロなデータを裏づける事実が多くみられます。あとでご説明しますが、これらの産業に属する製品のアーキテクチャは擦り合わせ型と位置取りされており、研究開発投資が我が国企業の国際競争力に直結しながら経済的な価値創造に寄与しています。

一方エレクトロニクス産業は、1970年代の我が国に経済成長を牽引してきましたが、図4

図4 日本エレクトロニクス産業の“失われた10年”—1995年以降に何が起きているのか—



ソース：ドイツバンク・アナリスト、佐藤文昭氏による講演
日本機械輸出組合“第二回産業競争力委員会”

に示すように 1996 年からこの状況が一変して長期低迷の道を歩んでいます。これが 2005 年に図 3 のような姿となって現れました。図 4 に示すようにエレクトロニクス産業のなかで、デジタル家電、半導体デバイス・液晶パネル、コンピュータ、情報通信などは、研究投資をしても営業利益に繋がっていません。これらの産業に携わる海外企業を見ますと、例えばコンピュータ産業では我が国企業の競争相手としてインテルがありマイクロソフトがいます。情報通信産業の代表的な製品として携帯電話やネットワーク・システムがありますが、ここにはノキア、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、など我が国企業の競合がたくさん存在します。これら外国の競合企業は、例外なく 1980～1990 年代初期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現在のビジネス・モデルを完成させました。これらは明らかにアメリカで起こった技術をベースにはしていますが、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、経営者側のビジネス・モデル・イノベーションが担いました。

我が国では 1956 年度の経済白書からイノベーションが技術革新と訳され、また最近では企業収益に寄与しなければイノベーションとはいえないとも言われはじめましたが、技術革新と企業収益を結び付けるイノベーションとしてのビジネス・モデル・イノベーションを真正面から取上げた議論が我が国で意外に少ないのではないのでしょうか。ビジネス・モデル・イノベーションは、技術革新に対する経営側の革新と言っても良いでしょう。いずれにせよ欧米諸国のみならずアジア諸国の有力企業も、ビジネス・モデル・イノベーションで我が国企業よりも遙かに先を行ってしまいました。残念ながらこの産業領域に位置取りされる我が国の企業は、1980 年代のビジネス・モデルを現在でも続けているように思えます。例えば半導体産業では、EDA（電子自動設計システム）の作用によって国際的な設計と製造の分業体制が 1980 年代に後半からアメリカで顕在化しています。このモジュール・クラスター型の産業構造は 1970 年代の初期にアメリカのミニコン産業で生まれました。1980 年代の中期から後期にパソコン産業や半導体産業、ネットワーク型産業に取り込まれ、1990 年代にはアメリカ企業が当たり前のように採るビジネス・モデルとして定着しています。しかしながら我が国の半導体産業は、現在でも世界市場を席卷した 1980 年代当時の統合型モデルを維持しています。非常に短絡的ではありますが、我が国製造業は製品アーキテクチャが擦り合せ型だった 1970～1980 年代の組織能力を現在も維持しており、組織能力と製品アーキテクチャとの巨大な乖離が図 3 や図 4 に示すエレクトロニクス産業の姿になって見えるのではないのでしょうか。我が国にエレクトロニクス産業のなかでも重電や産業機械など、製品設計の深層にデジタル・テクノロジーが介在し難い場合を除いた、いわゆる IT 産業と呼ばれる分野だけで製品アーキテクチャがモジュラー型に転換していたのです。

企業の組織能力もビジネス・モデルも、あるべき姿は製品アーキテクチャで異なる

ここでお断りしますが、1980年代に磨いた我が国企業の組織能力が21世紀にグローバル市場で通用しない、と言っているわけではありません。エレクトロニクス産業以外では21世紀の現在でもますます強い競争力を維持しており、利益率も高く、しかも研究開発の投資効率も悪くないことが図2や図3から明らかです。したがってここから取り上げるべき論点は、まず第一にその製品が持つアーキテクチャによって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点にあり、第二に企業の組織能力がそのビジネス・モデルに適応してはじめてビジネス・モデル・イノベーションが生まれるのではないか、という仮説です。これを逆に言えば、製品アーキテクチャに大きな変化がない摺り合せ型の製品ではビジネス・モデルも組織能力も共に変える必要が無い、ということです。

私の講演の後半でインテルなどの事例を使いながら詳しく紹介しますが、アメリカが生み出したビジネス・モデル・イノベーションは、特にアジア諸国企業をパートナーにすることなくして具体化できなかったと思います。また技術蓄積の少なかったアジア諸国企業の方も、インテルの戦略へ積極的に対応することで経済を活性化させました。アメリカが生み出したビジネス・モデル・イノベーションがアジア諸国の社会的な価値創造に貢献したのです。非常に残念なことに、アジア諸国企業がアメリカ企業に呼応しはじめた1990年代の中期から、我が国エレクトロニクス産業の国際競争力が急激に衰えてきました(図4)。しかしこれは我が国企業だけに起きた現象ではありません。1980年代から1990年代初期のアメリカの中でも、製品アーキテクチャの急激な変化に企業の組織能力が対応できない、すなわち垂直統合型にトラップされてビジネス・モデル・イノベーションに遅れをとった企業の多くが、結果的に凋落への道を歩みました。垂直統合型に最適化された組織能力とモジュール・クラスター型に最適化された組織能力との乖離は、当時のアメリカ企業ですら余りにも大きかったのです。この意味で現在の我が国エレクトロニクス産業がおかれた経営環境は、アメリカで統合型のエレクトロニクス関連企業がすでに1990年代の初期まで経験済みでした。たとえばアメリカでも代表的な垂直統合型企業であるIBMが1980年代の後半から経営危機に陥り、1994年ころまで約15万人のレイオフに追い込まれています。1988年ころにいた38万人もの従業員が1994年には23万人まで減りました。ここにはIBM研究機関で世界最高レベルのイノベーションを生み出した超一流の基礎研究者まで含まれていたことを忘れてはなりません。垂直統合型に最適化されたIBMの組織能力は、1970年代に興隆して1980年代から大きな潮流となったミニコン、ワーク・ステーション、そしてパソコン産業などが創り出したモジュール・クラスター型の経営環境に適応できなかったのです。

IBMが苦境に陥るかなり前から多数の人材がスピン・オフしていますが、IBMが1970年代から育成したこれらの人材が多数のベンチャー企業群を生み出し、オープン環境でグローバルな経営システム、特にグローバルなモジュール・クラスター型の経営システムをこの世に創り

出しました。人も金も少ない小さなベンチャー企業は、Value Chainの一部しか担うことができません。したがって企業間の水平分業を徹底させる以外に手はなかったのです。そして当然のこのようにコストの安いアジア諸国企業を活用するように、いろいろな工夫をして新しいビジネス・モデルを生み出しました。あとの第5章で述べるように、プラットフォームの形成がその代表的な事例です。

1970～1980年代のアメリカでは、設計の深部が全てデジタル・テクノロジーで構成されるミニコン、ワーク・ステーション、パソコンの登場がその背景にありました。一方1990年代の我が国では、最初は擦り合せ型だったアナログ技術の製品にマイコンが介在することではじめて製品アーキテクチャがモジュラー型へ転換され、ここからモジュール・クラスター型の産業構造が生まれました。我が国のエレクトロニクス産業は、他の産業と同じく擦り合わせ型のアナログ技術と相性の良い垂直統合型に組織能力が最適化され、そのままモジュール・クラスター型のビジネス環境に対応を迫られたのです。そして1980年代のIBMと同じく我が国企業も、組織能力がこれにまったく対応できなかったのではないのでしょうか。アメリカでは1970年代からコンピュータ産業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ましたが、我が国の場合は1990年代の後半になってから、これがエレクトロニクス産業全般で顕在化しました。そして垂直統合型・擦り合わせ型を得意とする我が国企業も1980年後半のIBMと同じく、極めて深刻な経営環境に直面するようになります。

図3や図4に現れたエレクトロニクス産業の背景には、このような組織能力と製品アーキテクチャとの間に巨大乖離があったと考えられます。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はじめて大きな経営問題に転化されるようになりました。従来のアーキテクチャ論に見る静態二元論では上記のような乖離現象を導き出すことができず、1990年代の後半に顕在化する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変化を論じることは困難です。位置取りが大きく変わってしまったことに気付かず、多くの我が国企業は1980年代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ました。ローカル企業との協業が必須となるアーキテクチャ・ベースのプラットフォーム形成でアメリカやヨーロッパ企業に先をこされた背景がここにあります。そして欧米企業の付加価値が詰まったプラットフォームを積極的に取り込むアジア諸国が、我が国企業を1990年代の後半から脅かすまでになりました。

逆に言えば、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て、経営環境の変化が緩やかな産業に上記のような乖離は生まれません。したがって、1990年代から現在まで我が国企業が依然として強い競争優位を維持できている、とも言えるでしょう。これが図3や図4に示すエレクトロニクス以外の産業に対する私の説明です。図2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、工作機械などが位置取りされています。ここにもマイコンやファームウェアがもちろん多用されています

が、製品アーキテクチャそれ自身は完全モジュラー型にはなっていません。また精密機械やメカトロニクス、オプト・エレクトロニクスなどで我が国が圧倒的な国際競争力を持つ代表的な産業に位置取りされていますが、その理由を敢えて強調すれば、これらの製品は例外なく擦り合わせ型の部品・材料技術に支えられており、その上でさらに設計の深部でこれらの部品・部材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、といえるでしょう。産業構造がモジュール・クラスター型へ転換するには、それ以前に製品アーキテクチャが完全モジュラー型になっていなければなりません。モジュラー型になり難いがゆえに技術が拡散し難く、モジュール・クラスター型の産業構造が生まれ難いのです。21世紀の今日でもエレクトロニクス以外の産業が非常に強い競争優位を維持できている理由がここにあります。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擦り合わせ型でしたので、アジア諸国企業が市場参入が困難でした。モジュール・クラスター型に転換されないとアジア諸国企業の組織能力が生きてこないのです。

何度も繰り返しますが、エレクトロニクス産業が急速にモジュール・クラスター型の産業構造にシフトしたのは、製品設計の深層に最初からデジタル・テクノロジーが深く介在し易かったからです。自動車、事務機械、建設・農業機械、工作機械では、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ません。基本機能はいずれも材料技術・部品技術・光学技術・機械技術とその加工技術が担っています。デジタル・テクノロジーは、基本機能を統合して最適化するフィードバック制御やシステム・インテグレーションか、あるいはサプライ・チェーン・マネジメントなどの経営ツールとして介在できているに過ぎません。これを別の表現で言い替えますと、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だけ産業が、最初にオープン化、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で呼ばれる経営環境を創り出しました。この転換が非常に短期間で起きたために、組織能力が適応できない1980年代の伝統的なアメリカ企業や現在のわが国企業が競争優位を失ったのです。

製品アーキテクチャと組織能力との乖離が図3や図4に見る異常現象の背景にあり、その乖離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ことで顕在化しました。一方アジア諸国企業にとっては、我が国の場合と逆に、デジタル・テクノロジーの進化が製品アーキテクチャと組織能力との乖離を埋め、産業の興隆に著しく寄与しました。製品アーキテクチャがモジュラー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、アジア諸国の経済活性化に多大な貢献をしたのです。これによって我が国の擦り合わせ型製品に特需が生まれました。これが図2と図3および図4に対する、視点を変えた説明となるでしょう。しかしながら擦り合わせ型の製品の場合は、アジア諸国企業にとって現在でも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ます。擦り合わせ型製品に見るアジア諸国企業の組織能力とアーキテクチャの巨大な乖離がある限り、あるいは製品アーキテクチャがマ

アイコン（MUC）とファームウェアの作用やオープン環境の標準化などによってモジュラー型に転換されない限り、擦り合わせ型の製品を担う我が国企業は従来型のビジネス・モデルのままアジア諸国の産業興隆がもたらす特需を享受できます。

以上のことを逆に考えれば、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、ということになります。我が国企業の組織能力と相性の良い擦り合わせ型の製品アーキテクチャを徹底追及すべきである、という考えも出てくるでしょう。更に言えば、欧米諸国企業の経営戦略によって生み出されるモジュール・クラスター型の産業が持つ偉力を、我々は十分に理解しなければなりません。その上で我が国企業の視点から業界全体のバリュー・チェーンを冷静に分析し、我が国企業の組織能力が最も生きるビジネス・ドメインだけに特化すべきという戦略も出てくるでしょう。このような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プラットフォーム・レイヤーが必ず存在し、このレイヤーこそが我が国の組織能力が最大限に発揮できる擦り合わせ型の製品アーキテクチャを封じ込めることができるのです。そしてその延長でアーキテクチャ・ベースの巨大プラットフォーム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しょう。ここで言う巨大プラットフォームの形成が、擦り合わせ型の基幹部材や部品を核にした我が国企業の得意技を、グローバル市場へと展開してくれます。オープン環境でモジュール・クラスター型の産業構造で採るべき選択と集中の方向がここにあるという意味で、21世紀の我が国企業を語る上で極めて重要な論点です。ここには、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きますので、我が国とアジア諸国企業との共栄モデルへと繋がっていくはずで

2. アーキテクチャのダイナミズムがもたらす経営環境の歴史的転換

擦り合せ型アーキテクチャとモジュラー型アーキテクチャ

以上を前置きにしまして、我が国の企業が現在置かれている状況について、製品アーキテクチャ論という概念を使ってもう少し詳しく説明します。製品アーキテクチャという考え方は、製品の構造を「擦り合せ型（インテグラル型）」と「組み合せ型（モジュラー型）」に分けて分析する手法です。組み合せ型の代表的な例がパソコンです。みなさんがお持ちのパソコンでハード・ディスクの容量が足りなくなったとき量販店で買ってきて取り替えても、OS やアプリケーションなどを新しいハード・ディスクに合わせて再調整する必要はありません。このように製品の機能をアップさせるために部品を入れ替えても何ら問題が起こらない、あるいは部品

を買えば誰でも組み立てられる、という特性を持った製品構造を、モジュラー型あるいは組み合せ型と呼びます。ここではモジュラー型という言い方に統一させてください。

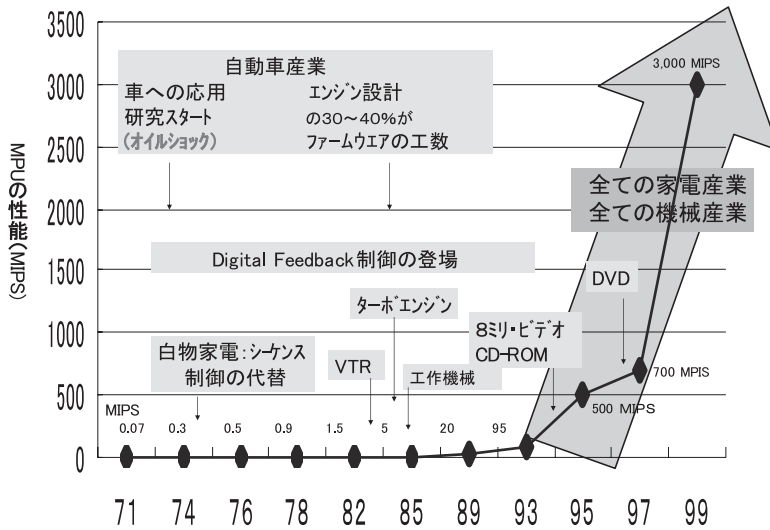
一方、擦り合わせ型、あるいはインテグラル型と呼ばれる製品の代表的な事例として乗用車を挙げることができます。自動車には安全性や燃費、乗り心地などの機能・性能とこれを支える車台、エンジン、サスペンションなどの部品があります。燃費をよくしようとするともっと車台を軽くしようという考えも当然でできますが、軽くするとこれに合わせてエンジンを最適調整し、トランスミッションを再調整し、更にサスペンションを変えるかあるいは再調整しなければ、最適な機能・性能を生み出せません。このようにひとつの部品を変えると他にも影響を与え、全体調整を再度やり直す必要が出る製品を「擦り合せ型」と呼びます。これらモジュラー型と擦り合せ型という対極的な分類法で見ますと、実は我が国企業の競争力が極めて単純化されて説明できるようになるのです。

マイコン（MCU）は1990年代からあらゆる製品分野で使われはじめた

まず最初にマイコンとこれを動かすファームウェアが、製品アーキテクチャを擦り合せ型からモジュラー型に転換させる上で非常に大きな力を持っていることをお話します。マイコンはみなさんの身のまわりで100個以上も動いているはずですが、みなさんはこれに気が付いていないでしょう。それほど多くのマイコンが、我々の身近な製品の深部で使われているのです。自動車の専門家によれば、ハイブリッドの自動車には100～130個のマイコンが入っているそうです。普通の高級乗用車ですと70～100個も使われています。その他DVD、デジカメ、テレビ、ステレオ、炊飯器、冷蔵庫、扇風機など、多種多様な製品でマイコンが使われています。家庭の最近型トイレにも2個使われていて色々なモーターをコントロールしています。

マイクロ・プロセッサ（MPU）やマイコン（MCU）の性能が1971年から現在までの約35年でどう変化したかを図5に示します。この図で縦軸に示す指標 MIPS—Million Instructions per seconds—を対数で表現しますとほぼ直線関係になりますが、これはムーアの法則を反映した一つの現象と説明されます。しかしながら対数では人間の感覚と合いませんので、今回は自然数で書きました。この図5を見ますと1990年代の中頃から性能が急激に変化していることがお分かりになると思います。2006～2007年の現在では数千 MIPS などという性能が当たり前になっています。半導体が1990年代に飛躍的な技術革新を見せており、マイコンの性能が格段に向上しただけでなくコストも急激に下がりました。低コストのメモリーをふんだんに使えるようになると、マイコンを動かすファームウェアの開発がハードウェアの設計者からソフトウェア専門家の手に渡ったのです。ファームウェアの機能も設計手法もここから飛躍的に向上しました。ハードウェアの機能・性能が向上したとき、それに合わせてファームウェアを変えなければならないレイヤーが相対的に少なくなり、ハードウェアに依存するレイヤーと依存しないレイヤーとの分離が加速されました。更には JAVA に代表されるオブジェクト指向のプ

図5 MPU/MCU の性能 1990年代から飛躍的に向上
 ここから多種多様な製品構造に深く介入



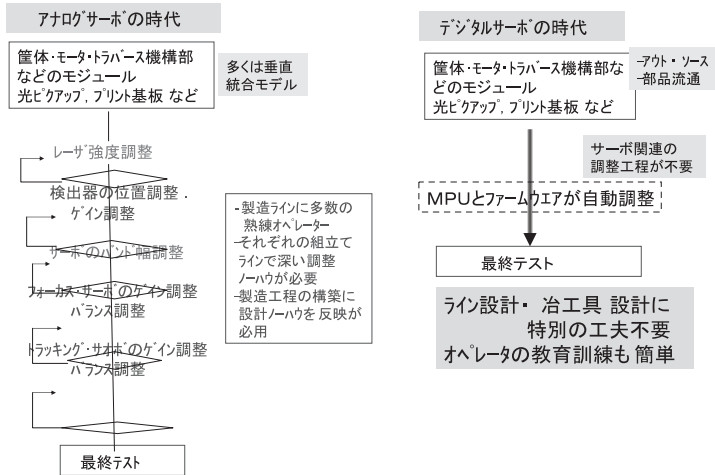
プログラミングが登場すると、OS 環境に依存しないアプリケーションも開発できるようになり、ここから製品アーキテクチャが一気にモジュラー型へ変わったのです。

その代表的な事例が携帯電話であり、開発コストの約 70% がファームウェア（組み込みソフトも含む）の開発に費やされるといわれています。例えば 2005 年の暮れに発売された松下電器の **FORMA** は、ファームウェアがついに 1,000 万ステップを超えました。1,000 万ステップを開発するためには、500 人のソフトウェア・エンジニア集団が 2 年という期間を要します。1990 年代後半の Windows が約 1,000 万ステップですから、みなさんはちょっと前の Windows と同じソフトウェアをポケットやバックに入れて毎日当たり前のように持ち運ぶ時代になったのです。みなさんが毎日見ておられる薄型テレビは 400 万ステップぐらいです。DVD レコーダーは 500 万ステップぐらいになり、開発コストの約 60% 以上もファームウェアによって占められるようになりました。次世代 DVD レコーダーは何と 700 万ステップも及ぶそうです。

マイコンとファームが **CD-ROM** ドライブの組立てをモジュラー型に転換させた

しかしながらファームウェアのステップ数が増えて開発工数の 60% 以上になったのは、単に表に現れた現象に過ぎません。それ以上に重要なことは、マイコンとファームウェアの技術革新が製品アーキテクチャを瞬時にモジュラー型へ転換させ、これによって我が国のエレクトロニクス産業の経営環境が歴史的な転換期に立ってしまった、という事実です。マイコンの性能が飛躍的に向上すると、たとえソフトウェアが複数のレイヤーに階層化しても、すなわち多数のソフトウェア・モジュールを順次呼び出しながらハードウェアをコントロールしても、完成品の性能に影響を与えません。したがってハードウェアに依存しない階層構造化がドンドン

図6 マイコンとファームが CD-ROM ドライブの組立てをモジュラー型へ転換



進んで製品構造の全領域がモジュラー化、すなわち基幹技術・基幹部品の相互依存性が排除され、部品の単純組み合わせへとものづくりが転換されます。エレクトロニクス産業のあらゆる領域でモジュラー化が深化してもものづくり経営が歴史的な転換期に立った背景がここにあります。これを CD-ROM ドライブの例を使いながら図6でご説明しますが、半導体が単に IC の名称で呼ばれ、従来の電子回路を代替するだけの 1970 年代や 1980 年代には、とても考えられないような経営環境の歴史的な転換がここから生まれました。

CD-ROM ドライブは光ピックアップ、モーター、トレー、筐体、プリント基板などの基幹部品を持ち寄って組立てます。図6の左側はアナログ時代の組立工程ですが、ここではレーザが設計仕様書の通りに発光しているか、ディスクの偏心にレーザ光を正確に追従するためのフィードバック制御は大丈夫かなど、ここには五つしか書いていませんが、実は何十という工程がありまして、ひとつひとつの工程でオペレータがオシロスコプを見ながら調整します。つまり、部品を買ってきても製造ライン設計や組み立て方法・調整方法・試験方法がわからないと CD-ROM ドライブを作ることはできません。したがって CD-ROM ドライブは、1990 年代の初めまでは我が国企業とオランダのフィリップス社など、初期の段階から基礎技術や製品化技術を開発した企業だけしか量産できませんでした。現在のサムソンや LG から考えられないという人もいるでしょうが、この2社は 1994 年まで CD-ROM ドライブの市場に参入できなかったのです。ところが最も擦り合わせ型のノウハウが詰まったトラック・フォーカシングやフォーカシングのフィードバック制御系がデジタル化されると、調整工程や試験工程が全て自動化されて図6の右側のようにになりました。組立てラインの設計やそれぞれの工程の調整ノウハウを知らなくても、基幹部品を買えば誰でも CD-ROM ドライブを組立てられるようになったのです。したがって人件費の高い日本人を使わなくても、中国やフィリピン、タイ、ベトナムで、数日前まで農作業をしていた人でも最新技術で構成された当時の CD-ROM ドライブ

を組立てられるようになります。優れた技術ポテンシャルを持ってはいたものの技術蓄積が少なかったサムソンや LG 電子、そして台湾の BenQ や Lite-on 社なども、デジタル・フィードバック制御の LSI Chip が流通する 1994～1995 になって初めて、市場参入できるようになりました。ここから CD-ROM 業界もグローバルな市場で競争ルールが変わっていくのです。

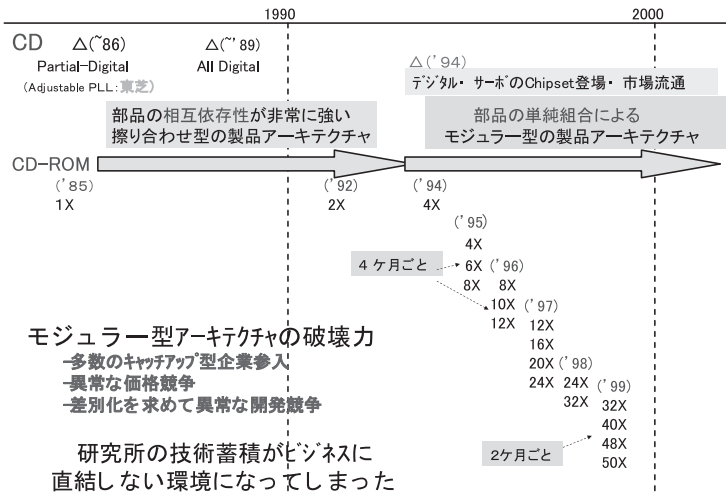
図 6 に示す CD-ROM ドライブの例は、マイコンやファームウェアの作用によって完成品の組立作業が完全に変わってしまった、という象徴的な事例でした。製品アーキテクチャがモジュラーに転換され、我が国エレクトロニクス産業の構造が世界的なモジュール・クラスター型へ移行する移行するプロセスをここに見ることができます。このような経営環境を生み出した本質的な作用が、マイコンとファームウェアの作用なのです。一般論でいえばデジタル・テクノロジーの作用と言ってもよいでしょう。ミニコンやパソコンは最初から製品構造がデジタル・テクノロジーで構成されていたので、短期間でモジュラー型のアーキテクチャへ移行しました。しかし、CD-ROM や VTR は最初アナログ技術で構成された擦り合せ型の製品だったので、設計の深部でマイコンとファームウェアが使われるようになってはじめて、製品アーキテクチャがモジュラー型に転換されたのです。これが起きたのは CD-ROM で 1994 年のことでしたが、VTR ではすでに 1984 年に顕在化していました。VTR や CD-ROM に見る我が国企業のシェア急落は、製品アーキテクチャと組織能力の乖離、すなわちオープン化、モジュール・クラスター型の産業構造に対して、垂直統合型の組織能力で対応する姿勢、に起因します。問題をこのように捉える視点は、製品アーキテクチャを静態二元論から生まれることはありません。製品アーキテクチャを動的に捉える視点があってはじめて、これを経営の問題として捉えることができるのです。製品アーキテクチャを動的に捉えることの重要性は、ここからも理解できるでしょう。

製品アーキテクチャのモジュラー化がものづくり経営環境を変えた

もう少し年代別に見ますと、CD-ROM ドライブは非常に早い段階の 1983～1984 年に規格が決まり、1986 年に出荷されました。CD プレイヤーと違ってコンピュータの世界で使われますので、CD-ROM ドライブでメディアを速く回してシステム性能を上げよと求められましたが、アナログ回路で構成された当時は 2 倍のスピードが限界でした。

しかし 1990 年代になるとプログラム方式のフィードバック制御、つまりマイコンを使ったデジタル・フィードバック制御が導入され、ようやく 4 倍速の CD-ROM ドライブを低コストで量産できるようになりました。1 倍速、2 倍速あるいは 4 倍速のそれぞれに最適化されたファームウェアをマイコンが別々に呼び出して使うことができたからです。1つの電子回路（ハードウェア）で構成されるアナログ制御の場合は、このような多様な制御をすることができません。その後はなんと 4 か月ごとにスピードアップし、2000 年頃にはこれが 2 か月ごとへと短縮されています。擦り合わせノウハウが詰まった技術がデジタル化すると強烈なプロダクト

図7 内部構造のモジュラー化がものづくり経営環境を変えた



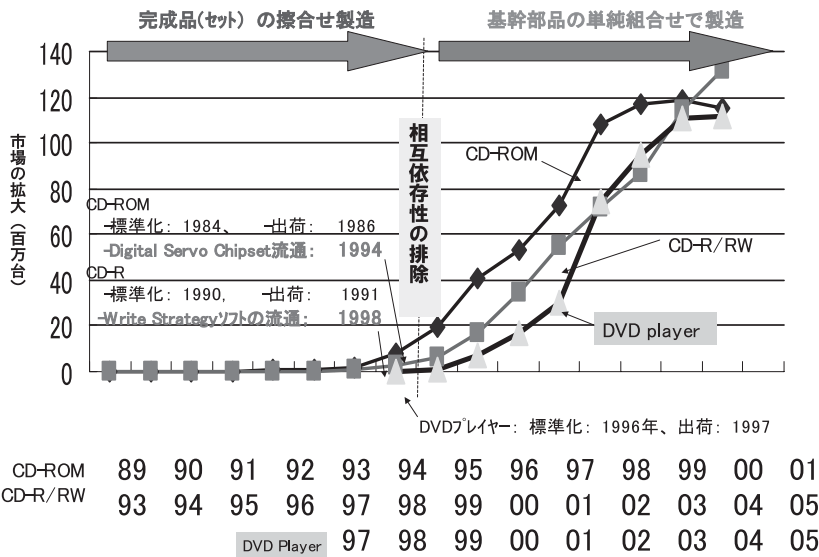
・イノベーションが起きることは、ここから理解できるでしょう。その様子を図7に示しますが、これがモジュラー型製品の持つ破壊力です。このような経営環境になりますと、研究所で一所懸命になって技術開発しても事業損益に直接貢献する度合いが急速に失われてしまいます。なにせLSIに内蔵されたマイコンとファームウェアの中に技術ノウハウが詰め込まれ、これを買えば技術蓄積の少ない企業でも、あるいは全く技術の無かった開発途上国の企業でも、最先端の製品を組立てられるようになるのです。国際的な水平分業のモデルは製品アーキテクチャのモジュラー化によって生まれましたが、その深層に横たわるのがマイコンとファームウェアの作用であることを、ここで再度強調したいと思います。マイコンとファームウェアの本質的な作用が、アジア諸国企業の組織能力と製品アーキテクチャとの乖離を埋めてしまった、と言い換えてもよいでしょう。

モジュラー型に転じた時点で NIES/BRICs 諸国企業が大挙して市場参入

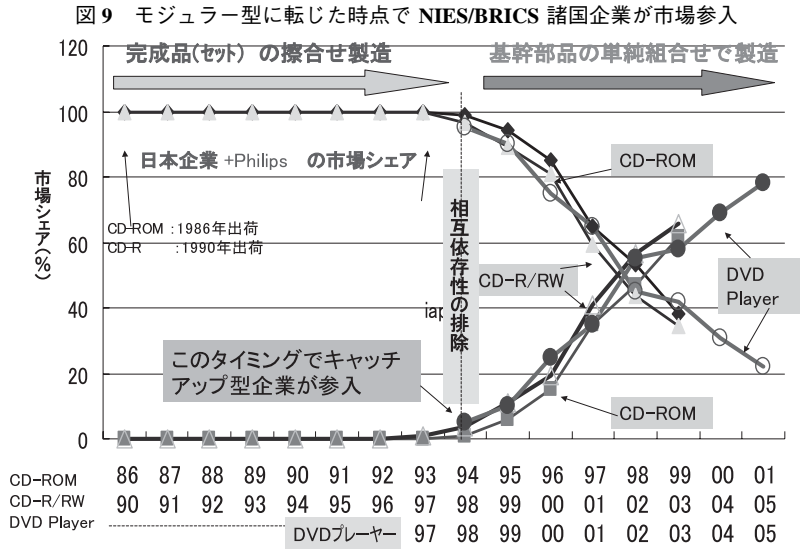
製品アーキテクチャのモジュラー化によって市場がどう変わるかを図8に示します。先ほど申し上げたように、CD-ROMドライブは1986年ごろに東芝やソニーから世界で初めて出荷されました。国際的な標準化も、既に1983～1984年に確立しています。しかしながら図8で明らかかなように大量普及が始まったのは技術規格が標準化されてから10年も後の1994年です。記録できるCD-Rドライブも1990年ごろに標準化されましたが、大量普及したのは8年後の1998年です。その後これらの製品は似たようなカーブを描いて世界市場に普及し、数年後には1億台の市場ができあがりました。DVDプレイヤーは最初からマイコンとファームウェアが製品設計に深く介在していましたのですぐにモジュラー型に転換され、出荷直後から急速に普及しました。

CD-ROMドライブが急に普及しはじめた1994は、先ほども申し上げたように最も擦り合わ

図8 光ディスク・ドライブに見る標準化とグローバル・ビジネス展開



せ型のノウハウを必要としたフィードバック制御系がプログラム方式になった年です。擦り合わせノウハウが LSI Chipset 中のファームウェアに蓄積され、市場へ流通し始めた時期です(図7を見て下さい)。そして1994年ころから Chipset と基幹部品を買えば誰でも作れるようになり、台湾や韓国の企業が大学して市場参入しています。サムソンや LG が CD-ROM ビジネスに参入したのも1994~1995年です。再度繰り返しますが、それ以前も LG やサムソンが必死に技術開発をしていたようですが、低コストで歩留まり良くそれなりの品質で CD-ROM ドライブを量産できなかったのです。また図8に見るように、CD-R が大量普及し始めたのは1998年ですが、この年は CD-R メディアと CD-R ドライブの互換性を保証する Write Strategy というファームウェアのパッケージが流通し始めた年であり、ドライブとメディアの相互依存性が排除されました。この意味で、1998年は CD-R の製品アーキテクチャがモジュラー型に転換した年といってもよいでしょう。CD-R メディアには台湾製、日本製など、たくさんあります。記録材料も企業によって全て違いますのでレーザ光を同じように当ててもディスク・メディアの記録層に書かれるピットの形状やサイズが全く異なり、互換性がなくなってしまうのです。WriteStrategy のファームウェアは、例えば台湾のライテック社が作ったメディアはこのようにレーザ光を当てて書きなさいとか、日本の三菱化学製メディアではこう書きなさい、などをガイドする機能を多数のファームウェア・モジュール群として LSI Chip の中に蓄積されており、多種多様なメディアの互換性を保証するための最大のノウハウでした。このファームウェア・モジュールが1998年から光ピックアップと一体になって市場に流通したのです。台湾や韓国の企業は、ここから CD-R ドライブとメディア市場へ大挙して参入しました。そして1994年の CD-ROM と同じような経営環境の激変、あるいは競争ルールの激変が、CD-R でも1998年から起きたのです。DVD プレイヤーは1994年ころから開発がスタートしたので最



初から製品構造の内部でマイコンとファームウェアが深く介在していました。したがって出荷直後（1998年）からモジュラー型に転換され、CD-ROMドライブやCD-Rドライブと同じような傾向で世界市場へ普及しています。これが製品アーキテクチャのモジュラー化、あるいは基幹部品・基幹技術の相互依存性が排除されておきる、産業構造のモジュール・クラスター型への転換メカニズムです。

ここで我々が注目しなければならないのは、産業構造が国際的なモジュール・クラスター型へ転換して大量普及がはじまるまさにこの時点から、我が国企業が急速にシェアを落として市場撤退への道を歩む、という事実です。その様子を図9で紹介しますが、我が国に代わって世界市場のリーダーへ躍進するのが、製品アーキテクチャと組織能力との乖離がなくなってモジュール・クラスター型構造の恩恵を最も受け易くなった台湾企業であり、韓国企業であり、そして中国企業なのです。例え日本企業の工場が中国にあっても、その恩恵はわずかしが我が国企業にもたらされていません。基礎技術の開発、基幹部品・部材の開発、製品の開発、そして生産技術と設備を開発し、国際標準も作った我が国企業の市場シェアは、図9で示すように見事に同じカーブを描いて下落します。下落に転じるタイミングは全て製品アーキテクチャがモジュラー型に転換されたタイミングと完全に一致していました。

パソコンの事例で申しますと、アメリカのデル（Dell）も中国のレノボも、そして日本の東芝も富士通もNECも、マイクロ・プロセッサ、ハード・ディスク、DRAMメモリー、液晶ディスプレイ、およびこれらを統合して動かすマザー・ボード上のChipsetなどを標準インタフェースで繋げば、パソコンを組立てられます。すなわち製品アーキテクチャがモジュラー型になりますと基幹部品が大量に流通しますから、すべてのパソコン・ベンダーが同じコストの共通部品を使うことになります。ボリューム・ディスカウントはありますが、それは少ししか

違いません。コストで圧倒的な違いが出るのは部品コストや組立てコスト以外のオーバーヘッド（ここでは販売管理費や一般管理費などを含む総発生費用）です。2004～2005年のデルは9%以下であり、同じ時期のソニーのパソコン部門は26%だったといわれています。これを非常に単純化していえば、オーバーヘッドが非常に大きいソニーが赤字になってもデルは17%以上の粗利益を享受することができるので、ドンドン価格勝負を仕掛けて大きなシェアを取ることができるのです。このメカニズムを日本企業と他のアジア諸国企業との関係で見れば製品アーキテクチャがモジュラー型に転換された後のCD-ROMやCD-Rでも、またDVDでも同じだったのです。更には言えば、1984年以降の据え置き型VTRで我が国企業が市場から赤字撤退するメカニズムも同じでした。VTRではオーバーヘッドの小さい韓国企業が興隆しました。

DVDドライブの例で更詳しくお話しますと、我が国企業のオーバーヘッドは1990年後半から2005年ころの時点でおおよそ20～30%ぐらいです。ところが光ディスク関連で見るサムスンやLGのオーバーヘッドは15～16%、台湾が10～13%ぐらいでした。中国は10%以下といわれています。したがって中国の工場で組み立てられるDVDドライブの工場原価を、たとえば3,000円だった仮定しますと、我が国は3,600～4,000円で売らないと「赤字だから撤退せよ」と言われ、経理部門からどんどん叩かれます。台湾企業はそれを知っていますから、「どんどん値下げしろ、そうすると日本は必ずギブアップするから」と総経理（社長）が檄を飛ばします。例えば、3,500円以下で売れば日本は完全に赤字ですが、台湾企業は儲かって仕方がない状況になるのです。

このような経営環境にある我が国企業のなかで、唯一韓国や台湾・中国に勝てるのが船井電機です。IR情報に載っていますからおわかりだと思いますが、船井電機のオーバーヘッドは約11%です（2005年の時点）。オーバーヘッドの低さに裏づけられたもの造りこそが船井電機の最大の武器です。事実、船井電機は現在でもDVDプレーヤーでサムスンやLG電子以上に強い競争力を持っています。

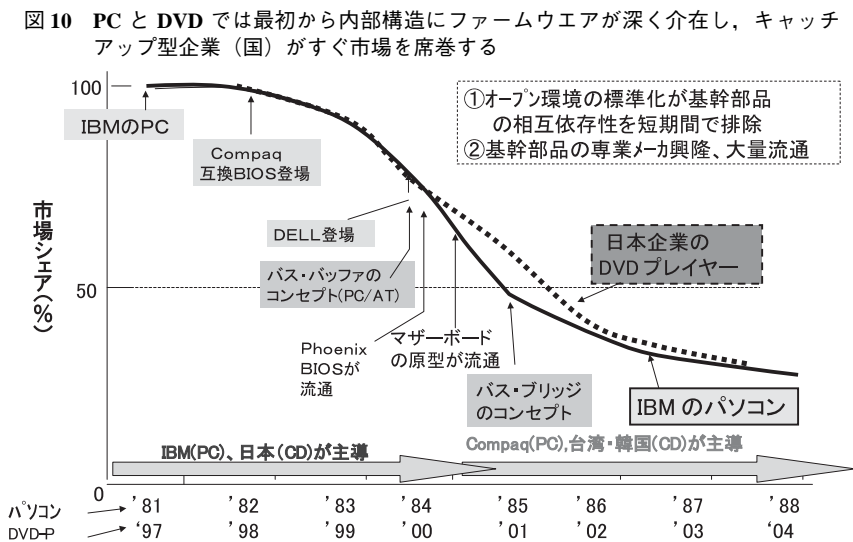
以上のことから、モジュラー型になると実はオーバーヘッドの大きさが強烈に効いてくるのがわかります。デルが1990年代の後半からパソコン市場で圧倒的なシェアを取り、コンパックやIBMが市場撤退するのも、オーバーヘッドが作用するメカニズムなのです。以上のように製品アーキテクチャのモジュラー化は、競争ルールを根本から変えてしまいました。HPも会社全体ではオーバーヘッドが大きいのですが、パソコン・ビジネスの部門は非常に小さいといわれています（公表されていないが10%以下）。ここからHPのパソコンがデルを追い詰めました。すなわち製品アーキテクチャのモジュラー化に組織能力を適応させてはじめて勝てるようになるのです。我が国企業でも海外市場でパソコン・ビジネスを何とかやれているのは組織能力の適応に成功した企業だけです。東芝のノート・パソコンがその代表的な事例でしょう。組織能力は製品アーキテクチャに従う、と言い換えてもよいのではないのでしょうか。逆

に企業の組織能力にパソコン側を適応させたのが松下電器の Let's Note です。少なくとも日本市場では、信頼性・安全性が特に要求されるプロフェッショナル市場でもっともよく使われるパソコンになっています。価格は Dell 製ノート・パソコンの2~3倍もしますが、海外でも特殊なニッチ市場で非常に好評のようです。まさに松下電器の組織能力が最も発揮しやすい究極の方向へパソコン側のアーキテクチャを進化させたのです。“製品アーキテクチャは組織能力に従う”という仮説を支える代表的な事例ではないでしょうか？ Dell や HP は逆に、組織能力の方をパソコンが本来持っているアーキテクチャへ合わせたという意味で、“組織は製品アーキテクチャに従う”という仮説を支える代表的な事例でしょう。双方とも勝ちパターンなのです。

PC と DVD は最初から内部構造にファームウェアが深く介在しており、キャッチアップ型企业（国）がすぐ市場を席卷

製品アーキテクチャがモジュラー型に転換されて起こる経営環境の激変は、光ディスク産業に固有ではありません。また我が国企業に固有の現象ではありません。その様子を図 10 に示しました。

図 10 の黒い実線で示すのは、IBM が自ら開拓したパソコン市場でシェアを落とす経緯です。IBM の初代 PC は 1981 年に出荷されました。その後 1982 年後半から Compaq などが互換 BIOS を開発して市場参入します。1984 年に出荷された PC/AT では IBM がバス・バッファのアーキテクチャを採用し、これを受けた Compaq などが、更にオープン化・モジュール化を進化させたバス・ブリッジのアーキテクチャを提案することで、パソコンの内部構造が徐々にモジュラー型へと転換されました。ここから多種多様な企業が大挙して IBM 互換パソコン市場に参入します。そしてパソコンの市場が急拡大し、出荷 2 年後の 1983 年には 1,000

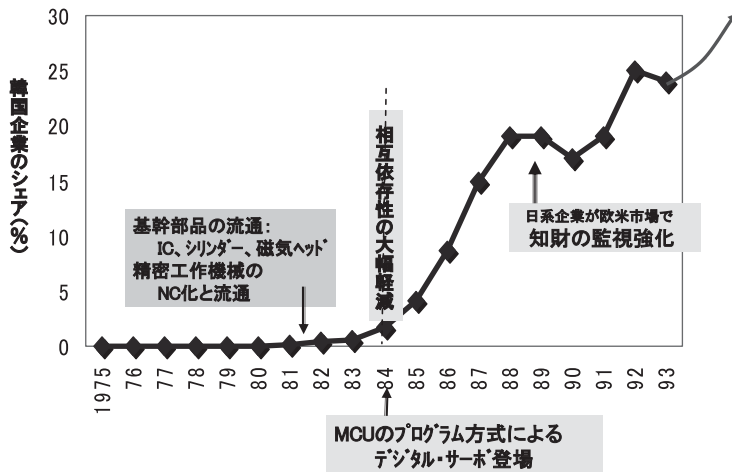


万台、1984年に1,400万台も出荷されました（ここには Mac も含むがその比率は小さい）。

しかしながらここで IBM は、市場拡大の恩恵をあまり受けていません。図9の実線で示すように、IBM はパソコンのモジュラー化が進めば進むほど市場シェアを落としてきました。図9の点線で書いたのは、我が国企業が DVD プレイヤーでシェアを落として行く様子を示していますが、これら二つの事例はまったく同じ曲線を描いています。パソコンと DVD プレイヤーとの間には約16年という時間差がありますが、製品の差異を超え、市場の違いを超え、また時代を超えても、製品アーキテクチャがモジュラー型になり産業構造がモジュール・クラスター型になると常に共通の現象が現れることがここから理解できるでしょう。

VTR は超精密メカトロニクススの代表だと言われてきましたが、超精密な部品技術に支えられた VTR の場合でさえ、上記のパソコンや DVD プレイヤーと同じ現象が起きていました。家庭用 VTR は1976年頃に世に出て爆発的に普及しました。ところが1984~1985年になると韓国の LG 電子やサムスンが急速に市場シェアを伸ばしています。その様子を図11に示しました。

図11 超精密機構からなら VTR でも、マイコンとファームウェアの作用でモジュラー型になると韓国企業が市場参入



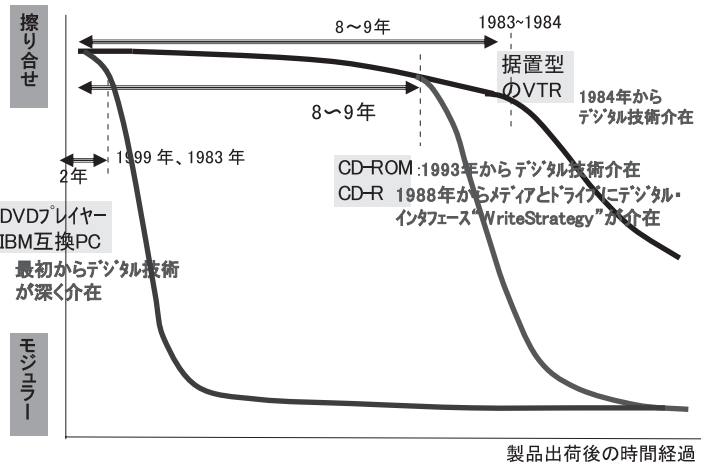
ソース：下記データを著者が加工
 日系企業の国内生産データ：通産省生産動態統計
 日系企業の海外生産データ：日本電子機械工業会
 韓国企業データ：韓国電子産業振興会

サムソンや LG はすでに1970年代の後半から VTR 市場参入を狙っていましたが、品質良く量産できるようになって大量出荷できたのは、1983年ころでした。この背景について、当時の関係者に何度もインタビューしながら調べたところ、1983年頃からマイコンを使ったプログラム方式のデジタル・フィードバック制御技術が、我が国企業から IC Chipset として提供されていました。非常に興味深いことに、IC Chip を提供したのは VHS 陣営に敗れた β 陣

営の企業でした。あれだけの超精密の加工を必要とするシリンダーであっても、また、あれだけ超精密制御を必要とするキャプスタン機構であっても、フィードバック制御方式にマイコンとファームウェア（プログラム方式）を採用するようになって初めて、韓国企業が歩留まり良く VTR を量産ができるようになったのです。マイコンを使うプログラム方式のデジタル・フィードバック制御は、部品精度をさほど上げなくても、また部品の単純組み合わせだけでも、それなりの画質で映像を再生できるようにする技術だったのです。そして 1988 年ころから我が国企業は据え置き型 VTR の市場から赤字撤退し、全ての開発リソースをカム・コーダー（8 ミリ・ビデオ）へシフトさせました。つまり 1990 年代の後半から 2000 年までの CD-ROM や CD-R そして DVD に見る経営環境の激変が、実はその 10 年も前に VTR で同じように起きていたのですが、このとき我が国企業は、全ての開発リソースをカム・コーダーへシフトさせたという意味で、組織能力に合わせて製品アーキテクチャを選ぶという戦略を当然のことのように選択をしたのです。そして、超擦り合わせ型の典型であるカムコーダーのビジネスで大成功しました。したがって擦り合わせ型・垂直投合型にトラップされた組織能力のまま 1990 年代の CD-ROM や DVD ドライブに見るアーキテクチャの動的な変化に直面し、現在のデジタル家電の時代に突入しました。垂直統合型に最適化されたままだったので組織能力がモジュール・クラスター型の産業構造に対応できず、CD-ROM や CD-R そして DVD でもすぐに赤字撤退せざるを得なくなるのです。その背後で、製品アーキテクチャと組織能力との乖離がマイコンとファームウェアの作用によって顕在化していました。わが国の企業にとってこれは、アーキテクチャの静態二元論で捉えることができない経営環境の動的な転換、といえるのではないのでしょうか。

図 12 は横軸が時間軸を、縦軸は擦り合せ型とモジュラー型の領域を示しています。最初からデジタル・テクノロジーで作られた DVD プレーヤーや IBM 互換パソコンはすぐにモジュ

図 12 マイコンとファームウェアが製品設計の深部に介入する時期から瞬時にモジュラー型へ転換される



ラー型になるので、垂直統合型にトラップされた我が国企業や当時の IBM は競争ルールの変化に組織能力が適応できません。しかしながら身軽なキャッチアップ型企業はすぐ適応できますので、ここから世界市場のリーダーが入れ替わります。

据置型 VTR の場合は、出荷されて 8 年後にマイコンとファームウェアによるデジタル・フィードバック制御が適用され、ここから瞬時にモジュラー型へ転換されました。8 年も垂直統合型の組織能力でビジネスを成功してきた我が国企業は、モジュラー型製品の競争ルールに組織能力をすぐ適応させることはできません。企業の DNA はすぐ入れ替えできないだけでなく、DNA を無視したビジネス・モデルの変更は、その企業を一気に崩壊させるからです。CD プレイヤーのアナログ技術をベースにした CD-ROM ドライブや CD-R ドライブでも、やはり出荷して 8~9 年後に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し、瞬時にモジュラー型に転換されました。統合型の DNA を持ったままでモジュラー型の経営環境に突入したわが国企業は、ここから世界市場で競争優位を失います。後知恵ではありますが、図 9~図 11 の諸現象は以上のように整理できるのではないのでしょうか。IBM に見るパソコン・ビジネスのケースと同じように、我が国のエレクトロニクス産業でも、グローバルな規模でおきたモジュール・クラスター型の産業構造に組織能力が適応できなかったのです。VTR や CD-ROM、DVD などに見る我が国企業のシェア急落は、製品アーキテクチャと組織能力の乖離に起因しますが、このような視点は製品アーキテクチャを静態二元論で捉える考え方から生まれることはありません。製品アーキテクチャを動的に捉える視点があってはじめて、経営の問題、すなわちビジネス・モデル・イノベーションの問題として捉えることができるのです。

自動車、事務機器、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ますが、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ません。しかしながらプリンターや複合機などでは、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、我が国企業のシェアが海外市場で急落しつつあります。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、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、モジュラー化が進む兆候も出てきました。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応させるか、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再び擦り合わせ型に戻さないと、プリンターや複合機でさえ図 3 のエレクトロニクス産業と同じ道を辿るでしょう。再度繰り返しますが、もし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ありません。しかしながら上記のプリンターや複合機に例を見るように、マイコンやファームウェアが製品設計で介在する深層領域が加速度的に増え続け、モジュラー型への移行を止めることはできません。人の移動が少ない我が国で組織能力を変えるには、極めて長い時間を必要としま

す。したがって自社製品のアーキテクチャがダイナミックに変わっていくプロセスと、あとで紹介する図 22 の新宅モデルや図 23 の技術拡散モデル見る経営環境との関係を正しく把握し、短時間で適用させやすい経営側、すなわちビジネス・モデル側にまずイノベーションが必要とされるのです。

わたしは今回の講演で、マイコンとファームウェアの技術革新がもたらすモジュラー化のメカニズムとこれが競争優位の位置取りに及ぼす圧倒的な影響力を紹介しています。1970～1980年代のアメリカで目にしたコンピュータ産業では、メインフレームやミニコンの CPU (Central Processor Unit) およびパソコンの MPU (Micro Processor Unit) とこれを動かすソフトウェアの作用によって巨大なモジュール・クラスターが生み出されていました。一方、私が 1990年代から現在まで目にした我が国のエレクトロニクス産業では、マイコン (MCU) とこれを動かすファームウェア (そして組み込みソフト) が製品アーキテクチャを瞬時にモジュラー型へ転換させ、これによってグローバルな巨大モジュール・クラスターが創り出されています。この主役はいずれもキャッチアップ型の企業であり、キャッチアップ型の国です。1970～1980年代のアメリカ・コンピュータ産業では多数のベンチャー企業群と、当時はまだキャッチアップ型だった我が国企業が主役でした。一方、1990年代後半から現在に至る我が国の光ディスク産業やデジタル家電産業では、韓国・台湾・中国など、我が国を取り巻く東アジア諸国の企業群がモジュール・クラスター型の経営環境によって躍進の場を得ています。

これまで先進工業国から開発途上国に対する技術移転・技術拡散については赤松の雁行形態論や Vernon のプロダクトライフサイクル仮説によるモデルが支配的でしたが、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はないでしょうか。今回の講演でご紹介したように、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 21 世紀の現在では、新たな技術移転モデルを必用とします。あとで詳しく述べるように、私はこれを新宅モデル (図 22) やアーキテクチャ・ベースの技術拡散モデル (図 23) として提案します。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、我が国企業が誇る擦り合わせ型の技術や匠の技を世界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・イノベーションなのです。そしてこのような経営側が担うべきイノベーションこそが、我が国と東アジア諸国とが共に経済成長する共栄モデルに繋がる、と期待されます。

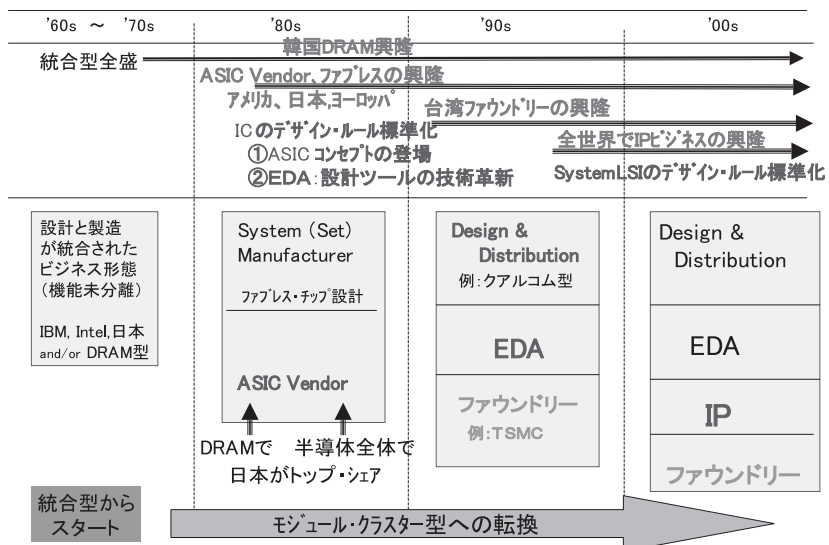
半導体産業も設計・製造プロセスのモジュラー化でアジア諸国企業が興隆

半導体産業でも類似の現象が起きていました。半導体は当時のフェアチャイルド、ロックウエルあるいは現在も残るテキサス・インスツルメントやインテルなどのベンチャー企業だけでなく、例えば IBM など大手企業は自社の完成品 (IBM の場合はコンピュータ) に使うのは自分で作るというように、多数のフルセット型企業が半導体産業を牽引していたのです。特に

1970年代になると完成品のコスト・機能・性能で差別するには IC/LSI の果たす役割が非常に大きくなり、付加価値がここに集中するようになっていました。ところが 1980 年代になって IBM 互換パソコンが興隆すると、工場を持たない設計専門の企業が多数出現して事態が一変しました。ベンチャー企業である彼らは、巨額の資金を必要とする半導体工場を持つことができません。工場を持たないベンチャー企業の出現が、設計と製造の分業化を強く求めるようになったのです。IBM 互換のパソコンが巨大市場を作る 1980 年代の中期には、雨後の竹の子のように設計専門会社が輩出しました。なにせ出荷してわずか 3 年後の 1984 年にパソコンが年間 1,400 万台という巨大市場を創りだし、ここで使うパソコン本体の IC Chipset はもとより、ハード・ディスクやディスプレイ、フロッピーディスク、キーボードなどのコントローラ、およびインタフェース用の IC Chip でも、アメリカの半導体産業が経験しなかった巨大市場が生まれましたのですから。

例えばゲート・アレー・ベースの ASIC と呼ばれた Application Specific IC がその代表的事例です。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（設計専門の会社）の求める IC Chip を正しく敏速に工場で量産するために、設計手法のキットを量産を担う企業が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・モデルでした。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のです。ASIC のモデルが急速に普及した背景には、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）が多数生まれていました。しかしながら設計専門の企業は徐々に品質の良い IC Chip 製造を我が国企業に委託するようになり、アメリカ半導体製造会社の思惑が崩れまし

図 13 半導体産業もモジュール・クラスター化でアジア諸国企業が興隆



た。アメリカ企業の品質が非常に悪かったからです。

これらの経緯を図13にまとめましたが、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年代から別々になり、分業化が進みました。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 IC Chip を量産する ASIC ベンダーへの道を歩みましたが、パソコンやハード・ディスクなどに完成品側のノウハウを採りこんだ IC Chipset の製品企画や設計は、残念ながらこのタイミングからアメリカ側の設計専門企業が全て握りました。設計・製造の分業化が進むことで、IC Chip を作る立場の我が国企業は、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のです。むしろ完成品側のノウハウを持たなくても巨大な市場参入できたことは、当時の我が国企業にとって渡りに船だったのではないのでしょうか。1990年代の後半に、基幹部品を買えば CD-ROM や DVD 市場に参入できた韓国・台湾・中国の企業と同じ状況を、1980年代後半の我が国半導体ベンダーにも見ることができます。詳しく述べませんが、このような組織能力にトラップされたままで我が国企業が System LSI ビジネスへシフトしたことが、結果的には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りません。設計データを顧客側に用意させるという ASIC のモデルによって、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の量産メーカーが取りこめない分業体制が出来上がったのです。System LSI 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ります。わ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いました。その元凶が1980年代後半に見る ASIC 製造ビジネス（ファウンドリー・ビジネス）にあったのです。台湾 TSMC など世界最大のファウンドリーも、2006年ころからアプリケーション側（完成品に近いレイヤー）にいるファブレスとの協業を強く打ち出しはじめました。単純ファウンドリーへの特化だけでは、巨額の設備投資に耐える付加価値を獲得し難くなってきたのです。この意味では、15年前の我が国半導体産業が直面した課題が、現在の台湾ファウンドリーにとって大きな経営問題になってきました。ビジネス・モデルが同じであれば必ず巡りくる経営課題といっても良いでしょう。15年前に同じ課題に直面した我が国企業は1990年代の末ころから System LSI (SoC) への転換を図ったのですが、それから現在までの10年以上もずっともがき苦しんできました。最先端機能を持つ高級デジカメなど、特殊用途向けで汎用性が無いためにオープン環境で流通しにくい ASIC では、それなりに成功しました。しかしこれを世界市場で通用させる汎用 ASSP へと展開させる道は現在でも開けていません。半導体デバイス・ベンダーは、完成品側で差別化を支配するノウハウをほとんど取り込めていないのです。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 System LSI に特化し、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 ASSP ビジネスへの展開に踏み切った松下電器のユニフェ・プラットフォーム

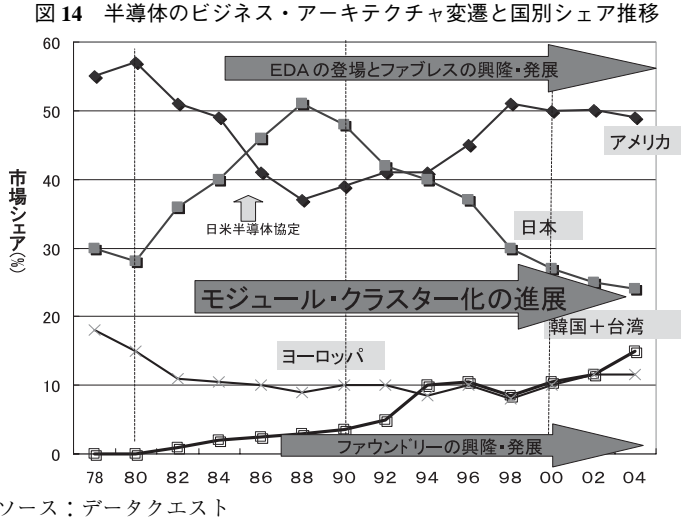
フォームに、我々は現状突破ビジネス・モデル・イノベーションを期待したいものです。松下電器のユニフェも非常に長い潜伏期を経ましたが、2005年ころから漸く本格的な ASSP への道を歩みはじめています。

いずれにせよ作る人と使う人が分業する経営モデルが更に進化する 1990 年代になりますと、現在のクアルコム (Qualcomm) 社に代表されるように、設計だけして自分は製造投資をしない、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りました。ここから台湾の UMC や TSMC に見る製造専門の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ります。その背景に台湾政府の手厚い優遇政策がありました。また 2000 年になりますと、アーム社のように ASSP を構成する一部のソフトウェア・モジュール (IP: Intellectual Property) だけを持つ専門会社が登場して、半導体産業を更に細かく分業化しました。今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ます。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 で設計できますので、電子データになった設計情報をファウンドリーに出せば半導体チップとなって戻ってきます。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ました。当然のことながらフルセット型・垂直統合型の企業は、ここでも経営環境の激変スピードに対応できていません。1980 年代に生まれた EDA の進化が半導体産業をグローバルなモジュール・クラスター型の産業へ転換させましたが、これが我が国半導体ベンダーの組織能力とトータル・ビジネス・アーキテクチャとの間に巨大な乖離を生み、我が国半導体産業がグローバル市場で競争力を失います。しかしこれ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た経営環境の激変です。

半導体のプロセス・アーキテクチャ変遷と国別シェア

我が国半導体産業の競争力が過去 30 年にわたってどのように変わってきたかを図 14 で紹介しましょう。我が国の半導体産業はやはり統合型の DNA が強く機能した 1980 年代が最盛期でした。1988 年に全世界で 50% のシェアを握っています。特に DRAM の場合は 1985~1986 年ごろにピークを迎え(シェア:70% 以上)、その後急速にシェアを落としています。DRAM で我が国企業に取って代わったのは韓国企業でした。また ASIC やその延長にある 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我が国企業から奪っていきました。

以上からお分かりのように、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、我が国企業は例外なく国際競争力を失います。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りません。私は、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



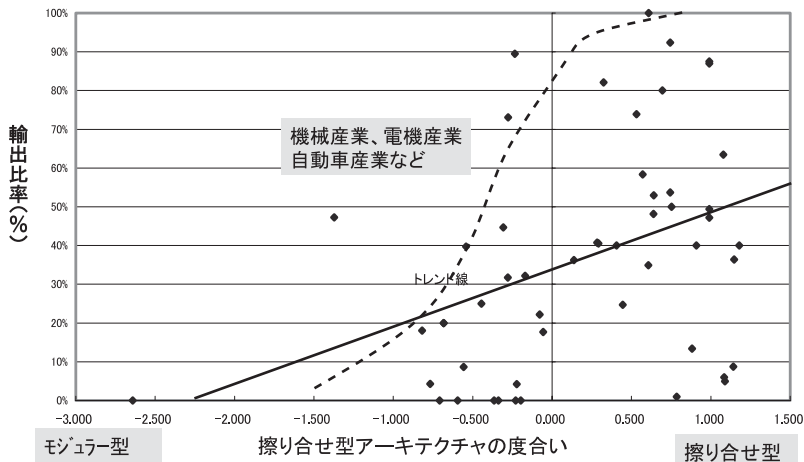
環境の出現に、その本質が宿っていると考えます。この本質を探る目的で、次の章ではこれまでと異なる事例、すなわち統合型・擦り合わせ型の DNA を持つ我が国企業が圧倒的な競争優位を維持できている事例について紹介します。

3. 我が国が得意とするアーキテクチャの比較優位

わが国企業の国際競争力は製品アーキテクチャで大きく変わる

これまでお話ししたことを別の視点から整理したのが図 15 です。東京大学：藤本先生と大鹿先生のご研究を使わせていただきました。図の横軸をアーキテクチャ特性で示し、縦軸を輸出比率で示しますと、輸出比率が大きい製品は総じて擦り合わせ型に位置取りされていることが

図 15 日本製品の競争力と製品アーキテクチャー輸出比率と擦り合せ型の度合いとの関係ー



出所：東京大学：藤本隆広，大鹿隆

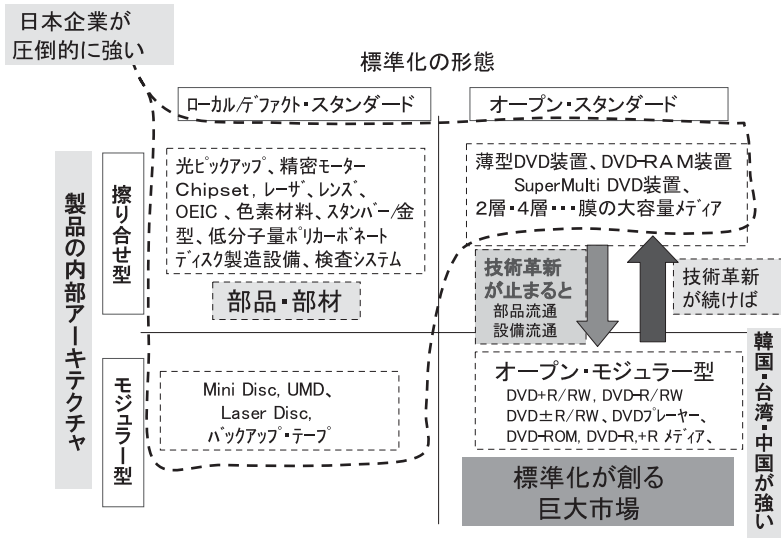
わかります。この図は機械産業、電機産業、自動車産業などの事例ですが、化学産業、食品産業、飲料産業でもほぼ同じ傾向を示します。こうして整理すると、わが国の製造業は擦り合わせ型の製品で国際競争力が高いということが多くの分野で言えるのではないのでしょうか。以下に具体的な事例を挙げてお話ししましょう。

光ディスク産業に見る我が国企業の競争力の位置取り

皆さんがよく御存知の DVD を取り上げてみます。完成品としての DVD ドライブや DVD メディアは、瞬時にモジュラー型に転換されました。DVD は世界の 20 ヶ国から 200 社以上が集まるオープン・フォーラムで国際標準化が進められ、その上で更に、最初からデジタル・テクノロジー（マイコンとファームウェア）が製品設計に深く介在したのです。モジュラー型になった後の位置取りが図 16 の右下に位置取りされますが、このようなオープン・モジュラー型のビジネス・ドメインでは、我が国企業の存在が無きに等しい状況です。これを図 15 で表現すれば、左半分に対応します。しかしながら図 16 の左上に示すように、クロズドで擦り合わせ型のドメインに位置取りされる基幹部品や部材では、現在でも圧倒的な競争力を維持しています。また、たとえオープン・スタンダードでも、図 16 の右上に位置取りされて常にテクノロジー・イノベーションやプロダクト・イノベーションなどの技術革新を繰り返しながら擦り合わせ型のアーキテクチャが維持できる場合は、DVD ドライブや DVD メディアなどの完成品であっても我が国企業が大きいシェアを維持できました。これも図 15 で表現すれば、右半分に対応することになります。

しかしながら技術側のイノベーションが止まってしまうと、オープン環境の産業構造は例外なくモジュールに転換して図 16 の右下に位置取りされます。そしてパソコンなどと同じよう

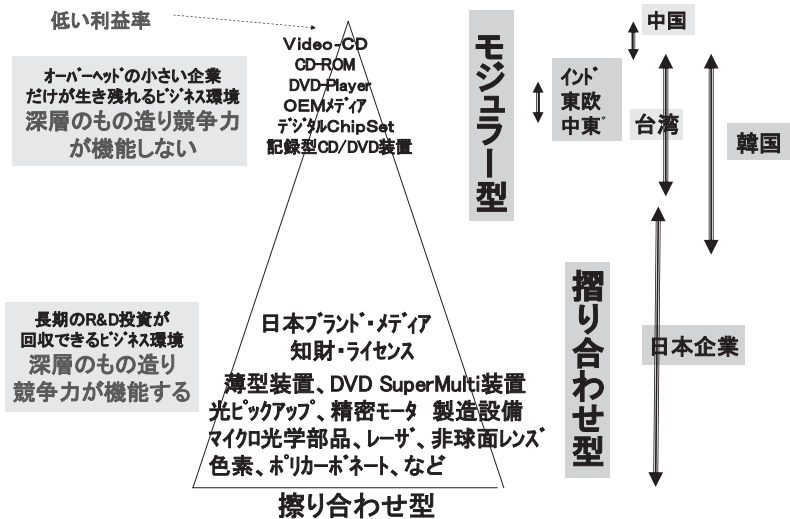
図 16 DVD 産業に見る標準化形態と製品競争力の位置取り



に、部品を買ってくればその単純組み合わせだけで完成品が作れるようになりますので巨大市場が生まれます。DVD は、プレイヤーや記録型 DVD などの合計で年間 4 億台も出荷される巨大産業へと成長しました。これを図 8 で市場が急速に拡大する様子と対比させますと、実は図 16 で右上から右下のドメインにシフトする様子として表現されるのです。大量普及の兆しが出てわずか 4~5 年で巨大市場が生まれるのですが、このビジネス・ドメインの主役は我が国ではありません。いずれの場合も韓国、台湾、中国企業がここで市場リーダーとなります。しかし韓国・台湾・中国の企業は、いずれも図 16 で左の上に位置取りされる我が国企業の擦り合わせ型部品や擦り合わせ型の部材および量産設備を使わないと、年間 4 億台の DVD ドライブや年間 120 億枚の DVD メディア（内 50 億枚が記録型 DVD）を量産することができません。完成品としての DVD ドライブや DVD メディアは全て日本国内ではなく中国や台湾・インドのローカル企業が大量生産の主役ですが、これを支える基幹部材・部品・製造設備などの擦り合わせ型アーキテクチャの製品は、技術の拡散スピードが非常に遅く、あるいはほとんど拡散せず、我が国企業が圧倒的な市場シェアを長期に維持しているのです。皆さんはぜひこの意味をお考え下さい。

以上のことをさらに光ディスク産業全体でみますと、25 年前の 1981 年に CD プレイヤーが出荷されてから現在まで、何度も同じことが繰り返えされたことも分かりました。例えば我が国は、CD プレイヤー、VideoCD、CD-ROM、CD-R/RW、DVD など、ほぼ全ての完成品を自ら開発してきましたが、図 16 に示すメカニズムで全て韓国・台湾・中国企業が完成品市場を支配し、図 17 の上半分に示す現在の姿となりました。最近ではインドやトルコも最先端技術が詰まった DVD 市場に参入しています。しかしながらマイコンやファームウェアが介在できずに擦り合わせ型を維持し続けた製品（部品や部材が多い）は、図 17 の下半分に位置取りされ

図 17 光ディスクの製品アーキテクチャと各国のポジション



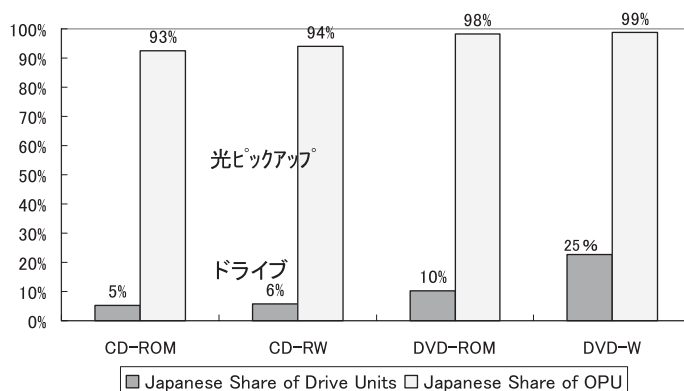
るように、25年後の現在でも我が国企業が圧倒的な競争優位を維持できているのです。この様子を図16で表現すれば左上のドメインに位置取りされ、擦り合せ型・ブラックボックスというキーワードで表現される利益の源泉といってもよいでしょう。ここは我が国企業の組織能力と製品アーキテクチャとの乖離がない領域、とも言い換えられます。

一例としてここでは光ディスク・ドライブの心臓部である光ピックアップ（OPU：Optical Pick Up）を取り上げたいと思います。最初の光ディスクであるCDプレイヤーが1981年10月に出荷されましたので、ここに使われるOPUが市場に出てからもう25年にもなりますが、我が国企業はCDプレイヤーのOPUでいまだに60%以上のシェアを維持しています。

特に信頼性と品質が厳しいパソコン環境のCD-ROMやDVDドライブで使うOPUは、図18に示すように我が国企業が90%以上の圧倒的な競争力を維持しており、我が国企業しか作れないのです。図18で光ディスク・ドライブと光ピックアップ（OPU）を比較してください。

図18 日本企業の光ピックアップとドライブのシェア

Share of Japanese Firms in Optical Disk (2003)



出所：東京大学：新宅純二郎

これまで述べたように光ディスク・ドライブはモジュラー型ですので我が国企業はすぐに市場シェアを失い、OPUと際立った違いを見せます。OPUは典型的な擦り合わせ型の製品であり、我が国企業がほぼ全量を中国の工場で作りますが、例え部品が大量に流通しても我が国以外の企業はOPUを量産できません。技術革新が完全に止まったDVDプレイヤー用のOPUですら、サムソン系列のIM社が15%のシェアを持つ程度です。韓国や台湾・中国の企業は、確かに設計はできます。試作もできます。しかし低コストで歩留まりの良い量産が出来ないのです。DVDドライブのようなモジュラー型製品の低コスト量産で我が国企業を圧倒するサムソンも、最も付加価値が潜むOPUだけはいくらやっても我が国企業に勝てないのです。このような事実が20年以上も続いているのはなぜでしょうか。ここに我が国が比較優位として持つ擦り合わせ型アーキテクチャの本質が潜んでいるのです。今日の講演では細部に踏み込みませんが、OPUの製造では数十に及ぶ工程の一つ一つが擦り合せのノウハウを必要とし、

しかもそのノウハウは工程全体との関係で最適化されているのです。部品を買ってきても作れないことがここから理解されるでしょう。

繰り返すようですが、アナログ技術で構成された1970～1980年代の家電製品は、図6の左側に示すCD-ROMドライブと同じく、全て擦り合わせ型だったのです。当時の我が国のアナログ家電製品が持つ競争力は、擦り合わせ型を得意とする我が国のアーキテクチャ優位から生まれていたと考えられます。なぜ擦り合わせ型なら我が国企業の競争力が強く、他のアジア諸国企業が弱いかは、これまで何度も繰り返したように組織能力とアーキテクチャとの相性の良さ、あるいは乖離という考え方で説明することができます。同時に後の5章と6章で述べる技術の拡散スピードとも深い関係があり、擦り合わせ型は技術が拡散してもアジア諸国企業の組織能力がこれに対応できません。技術それ自身は拡散しているのですが、アジア諸国企業はそれを活用してOPUのような擦り合わせ型の製品を低コストで歩留まり良く量産することができないので、我が国企業が長期にわたって独占できるのです。実効的な拡散スピードが極端に遅いように見える背景がここにありました。

半導体材料や液晶材料に見るわが国企業の国際競争力

少し前の図14で我が国の半導体が1990年代から競争力を失った事実を紹介しましたが、実は半導体デバイスの量産で使われる材料ではいまだに圧倒的なシェアを維持しています。加重平均すると70%を超えるでしょう。液晶の場合はシャープが一所懸命に頑張っていますけれ

図19 液晶材料に見るわが国企業のシェア：70%以上（加重平均）

製品名	市場規模 (億円)	日系企業 シェア	主要日系企業
ガラス基板(青板)	185	100%	日本板硝子、セントラル硝子、旭硝子
ガラス基板(白板)	1728	49%	旭硝子、日本電気硝子、NHテクノグラス
AG(防眩)フィルム	174	100%	大日本印刷、日東電工、リンテック他
偏光膜保護フィルム	279	100%	富士写真フィルム、コニカオプト
偏光板・楕円偏光板	1264	78%	日東電工、サンリッツ、住友化学他
視野角補償フィルム	384	100%	富士写真フィルム、新日本石油化学
液晶配向膜材料	91	98%	日産化学工業、JSR、チッソ
シール剤	54	100%	三井化学、協立化学産業他
スペーサー	67	100%	積水化学工業、ナトコ他
カラーフィルター	1750	89%	凸版印刷、大日本印刷、ACTI他
カラーフィルター用材料?	321	100%	富士フィルムアーチ、東洋インキ製造他
樹脂ブラックマトリクス材料	7	100%	富士フィルムアーチ、東京応化工業他
液晶材料	364	46%	チッソ、大日本インキ化学工業
液晶用フォトレジスト	186	29%	東京応化工業、日本ゼオン他
液晶用フォトマスク	210	73%	H O Y A、エスケーエレクトロニクス
拡散シート	103	65%	恵和、ツジデン、きもと
輝度向上フィルム	400	14%	日東電工
プリズムシート	410	2%	三菱レイヨン
導光板材料	148	83%	旭化成、三菱レイヨン、住友化学他
TABテープ	412	86%	三井金属工業、新藤電子工業他
異方導電性フィルム	266	97%	日立化成工業、ソニーケミカル他
COF(Chip on FPC)	115	70%	カシオマイクロニクス、日本メクトロン他
合計	8918		
2002年市場規模実績	8918億円(日系シェア70.3%、外資系シェア29.7%)		
2008年市場規模予測	2兆1700億円		

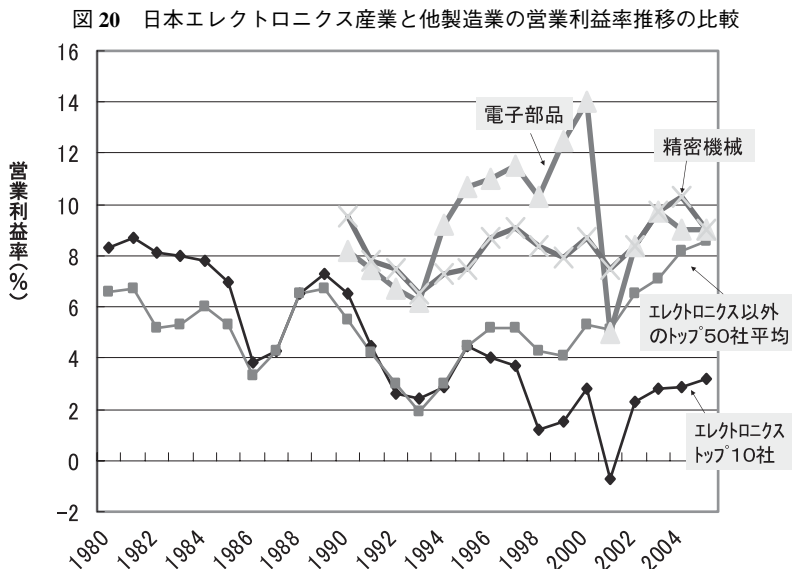
備考：日系企業シェアの計算では、一部経済産業省での推計を含む。

出所：新宅純二郎『2004年版ものづくり白書』（東京大学）

原出所：富士キメラ総研「2003液晶関連市場の現状と将来展望」

ども、残念ながら我が国企業が製造するテレビ用の液晶パネルのシェアは12%まで急落しました。液晶の基礎研究と製品化研究を30年間も営々とやってきた我が国は、DRAMと同じように急激に市場シェアを落としたのです。しかしながらここでも、やはり我が国企業はパネルに使う材料で圧倒的なシェアを維持しています。図19を見て下さい。韓国企業や台湾企業が一所懸命になってパネルを売れば売るほど、我が国の素材メーカーの収益に貢献する構造になっているのです。たとえばサムソンやLGが作る液晶パネルの70%が部材・部品のコストであり、その多くは我が国企業から供給されているのが現実です。我が国企業は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で、やはり圧倒的な競争力を持っている事実が、液晶産業の事例からもご理解できるでしょう。このような構図は先に述べたように、韓国・台湾・中国の企業がCD-ROMやDVDドライブを売れば売るほど我が国企業がOPUで儲かる仕組みと全く同じなのです。

図20に電子部品や精密機械に見る営業利益率の変化をエレクトロニクス産業と比較して紹介しますが、これらの製品はエレクトロニクス産業と明らかに異なり、約20年に渡って非常に高い利益率を維持してきました。同時に輸出比率が圧倒的に大きいことも分かっています。その理由として、我が国の比較優位としての擦り合わせ型の製品アーキテクチャが維持されている事実を挙げることは、これだけ証拠が揃っていますので、もう疑うことができないでしょう。



ソース：電子部品と精密は、野村証券金融経済研究所、その他は、ドイツバンク・アナリスト、佐藤文昭氏による講演
日本機械輸出組合“第二回産業競争力委員会”のデータを用いて筆者が加工

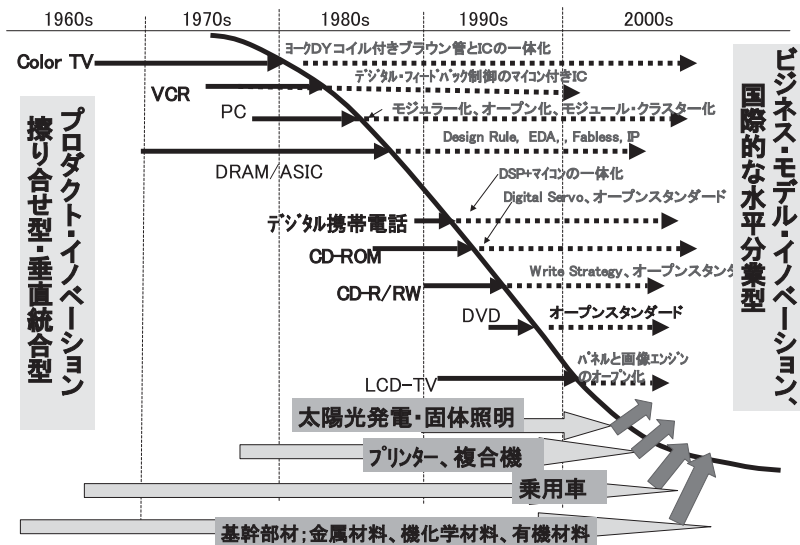
製品は時間と共にモジュラー型へ向かう

1990年代のアメリカは、既にモジュラー型に転換されたデジタル製品に着目し、多数のネ

ットワーク型製品を生み出しながら経済成長を持続させました。多くのアメリカ企業は、製品アーキテクチャのモジュラー化現象によって 1980 年代から加速した経営環境の歴史的な転換期に立ち、モジュール・クラスター型の経営環境に最適な組織能力を企業の DNA として身に付けたのだと思います。そして製品アーキテクチャと組織能力との乖離が全くなりしました。これが 1990 年代から現在に至るアメリカ企業の強みです。一方、擦り合せ型の製品を得意にしてきた我が国企業では、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ました。この兆候が最初に出たのが 1980 年代後半の据え置き型 VTR だったことは先にお話しましたが、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 ドライブだと思います。その延長に DVD プレイヤーがあり、現在のデジタル家電が位置取りされます。1980 年代に世界市場を席卷した我が国のエレクトロニクス産業が図 4 に示すように 1990 年代中期から急速に競争力を失う姿は、以上のような背景から説明されるのではないのでしょうか。少なくとも我が国製造業に見る失われた 10 年とは、エレクトロニクス産業にだけに起きた現象ですが、その理由はマイコンとファームウェアがエレクトロニクス製品に介在しやすかった、すなわちモジュラー型に転換されたためと私は考えています。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、組織能力がまったく適応できなくなったのです。

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 21 で整理してみました。マイコンとファームウェアの機能・性能は、図 5 に例を見るように今後も飛躍的な発展を続けます。21 世紀の我が国企業を支える産業の中で、部品産業・素材産業など、マイコンやファームウェアが直接介在できないプロセス型の部

図 21 製品アーキテクチャーは時間とともにモジュラー型へ向う



品・材料を除き、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ません。マイコン／ファームウェアが設計・製造のプロセスだけでなくコストや品質までも支配し、更には競争優位の位置取りさえも変えてしまうという意味で、今後も我が国企業の国際競争力に大きな影響を与えるようになります。また例えば部品・部材であっても、これを使いこなすファームウェアが部品・部材の基本特性を生かすような機能を持つようになってきました。部品のレベルにファームウェアが介在すると、部品を構成する素材ですら実質的にモジュラー型へ転化されたと同じ効果を生みだします。固体照明における基板材料・封止材料・蛍光材料などの基礎素材、あるいは太陽光発電の基礎素材やモジュールや有機 EL の基礎素材でも、更にはナノテクや MEMS でさえも、例外とは言えないでしょう。そのとき誰かが必ず素材や部品のレベルから Value Chain の全領域を支配するビジネス・モデル・イノベーションを生み出すはずで、ここから競争ルールが完全に変わってしまい、エレクトロニクス産業と類似の経営環境ができあがるでしょう。三菱化学の記録型 DVD メディアに見る AZO 色素材料がその代表的な事例でした。

2006 年暮れの北京自動車ショウに見る中国製の自動車には、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多く使われていました。10 万 Km 走行後の乗心地も、決して悪くはないと専門家がいます。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モジュラー化、水平分業化の兆候が、擦り合わせ型と言われる自動車産業でも急速に顕在化していますが、その背景にマイコンとファームウェアの技術革新があります。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、使われるマイコン／DSP が 100 個を超えようとしています。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% に近づきました。

少なくとも我が国や欧米諸国の市場で自動車に要求される機能・性能・品質が、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ます。例えこれらの擦り合わせ技術がモジュラー型へ転換する時代が来るにしても、長い時間を必要とするでしょう。従って我が国企業の組織能力をモジュラー型へ適応させるための時間的な余裕も十分に持てるはずで、しかし NIES/BRICS などと呼ばれる開発途上国では、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ります。しかがってこの市場ではもっと速く・早くモジュラー化が進むと思います。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 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りません（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ました。しかしこれらが要求される度合いは、先進工業国とアジア諸国とで決して同じではありません。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、例え中古車の下取り価格という特殊事情があるにせよ、自動車は擦り合わせ型だから常に我が国企業が勝つというシナリオを、何時まで描くことができるでしょうか。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 以下に過ぎません。その中で擦り合わせ型の機能・性能・品質を優先する人のいる国の人口は 3~4 億人でしょうか。今後自動車がその恩恵を受けてこなかった残る 50 億の人々へ普及しはじめるとき、擦り合わせ型なら常に安泰というシナリオはまずアジア諸国で崩れる可能性があります。このような経営環境が顕在化しますと、我が国企業はアジア諸国と共存共栄し合う道を新たに見つけなければならないでしょう。このときエレクトロニクス産業に見るビジネス・モデル・イノベーションが自動車産業でも重要な意味を持つはずです。

4. 我が国とアジア諸国企業の共存共栄に向けた技術移転モデル

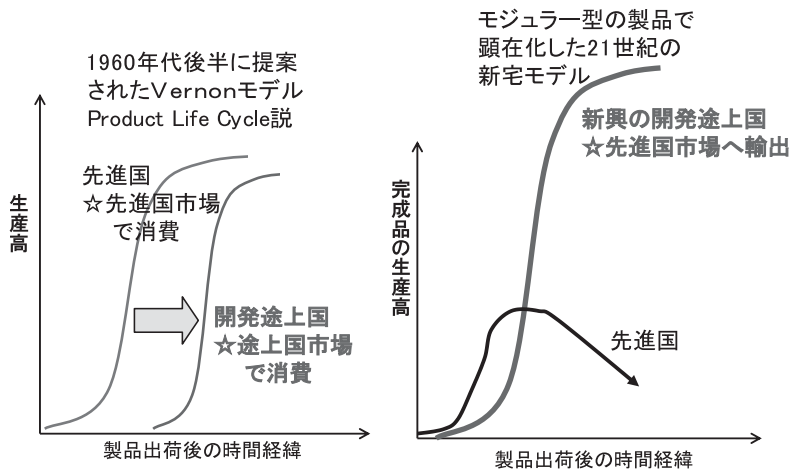
——アーキテクチャ・ベースの技術移転モデル提案——

アーキテクチャ・ベースの技術移転モデルが登場する背景

今日の講演会はアジア地域と日本のものづくりが中心であり、私の話が製品アーキテクチャ論をベースに展開してきましたので、ここでは 21 世紀型の技術移転モデルとして、図 22 に示す新宅モデルをご紹介します。先進国から開発途上国へ技術が移転するモデルとして、これまで 1966 年に提起された Vernon のプロダクトライフサイクル説が語られてきました。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。次の段階では、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開発途上国で生産されるようになります。この場合でも工場の建設・操業も製品の販売もあくまで先進工業国の企業です。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、ということが暗黙の前提になっているモデルです。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ようです。

いずれにせよ私がこれまで話した事例を見ると、どうも図 22 の左側にある Vernon のモデルと現在の我々が目にする現象が明らかに違う、とお気づきでしょう。21 世紀の現在でも確かに多くの新規コンセプト製品は先進国で開発されますが、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りました。このような技術移転の姿を新宅モデルとして図 22 の右側に示しました。これは東京大学もの

図 22 技術移転に関する Vernon のモデルと 21 世紀型の新宅モデル



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す。私もその講義を聴いていました。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す。我が国エレクトロニクス産業では、これが1990年代から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のです。図3や図4にみ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ことは、もうお分かりでしょう。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2000年ころのデジタル家電で顕在化したのです。

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のです。類似の現象は1980年代にも少し観察されていますが、少なくとも大きな潮流として顕在化することはありませんでした。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年代の後半からです。すなわちVernonのモデルが通用しないのは、オープン化、モジュール・クラスター化がグローバル市場に伝搬するようになった1990年代の後半からです。事実、我が国エレクトロニクス産業の競争優位が1990年代の後半から衰えてきました。しかしこれら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だけに起きた現象であり、擦り合わせ型を中核に据えた産業では起きていません。擦り合せ型のアーキテクチャが維持されている場合は、例えグローバル化が進んでも技術移転あるいは技術拡散の姿が1980年代とあまり変わっていないのです。したがって我が国企業は、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22示す新宅モデルの活用方法を考える必要があるといえるで

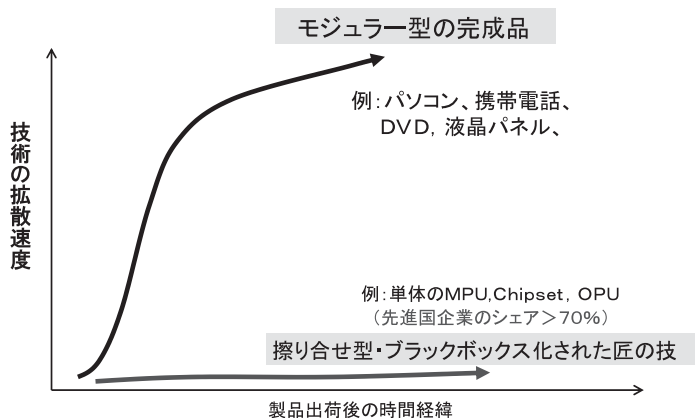
しょう。

アーキテクチャ・ベースの技術移転モデルが成立する条件

モジュラー型製品の場合は技術が瞬時に拡散し、擦り合わせ型の技術は拡散スピードが非常に遅いという事実を図 23 で示します。図 22 の右側に示す新宅モデルでは、技術移転の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ことが、その前提として隠れていることは、図 8 と図 18 の対比から理解されるでしょう。ここではモジュラー型の完成品を支える基幹部品が擦り合わせ型に位置取りされていますが、その理由も図 16 や図 17 からお分かりでしょう。

図 23 から分かるように、製品アーキテクチャのモジュラー化が技術移転のスピードを速め、グローバルな水平分業を加速させます。これまで国際間の水平分業化はネットワークの興隆に起因すると言われてきました。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でしょう。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りません。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ました。ハード・ディスク・ドライブとミニコンを繋ぐ SMD (Storage Module Drive) インタフェース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、それだけでアメリカ市場でビジネスをすることができました。その後富士通は、1980 年代の初期にミニコン市場のハード・ディスク OEM ビジネスでアメリカ市場を席巻するまで急成長しています。以上のように、アメリカでも新宅モデルはインターネットが興隆する前にその萌芽を見ることができ、1990 年代にはすべてのエレクトロニクス産業で大きな潮流となりました。

図 23 アーキテクチャ・ベースの技術拡散モデル



ミニコン市場でグローバルなモジュール・クラスター型の産業構造が1970年代の後半に興隆しますが、これはネットワークがまだアメリカ軍や大学の特定用途に留まっていた時期でした。確かに1970年代の末にはアメリカ国防省の資金に支えられたARPA（高等研究計画ネットワーク）がスタンフォード大学などで運用されていましたが、ビジネス用ではありません。使い方が煩雑なARPAを介さず同軸ケーブルでネットワークに接続する方式でルーター・ボックス用の原始的なネットワークOSを開発したのが当時の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・ラーナーであり、1980年代の初期でした。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ましたが、一般用のインターネットが出現するのは1988年です。これは、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10年も後のことでした。すなわちモジュール・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、ネットワークの登場と無関係だったのです。製品アーキテクチャがモジュラー型に転換されていることによって、はじめてグローバルなモジュール・クラスター型の産業構造が登場するのです。ネットワークの普及と製品アーキテクチャを切り分けて考えることが我が国の製造業にとって極めて重要であり、ネットワークは産業構造のクラスター化を加速させる役割を担っただけです。

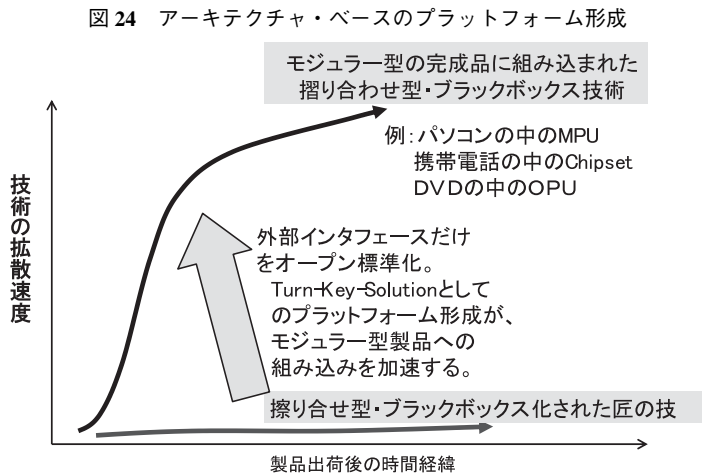
図23の技術拡散モデルは、急速にモジュラー化する製品と擦り合わせ型を長期にわたって維持する製品とが同じ業界で混在する場合にその特徴がもっとも強く現れます。以上のことを念頭に図22の新宅モデルをもう一度考えてみますと、たとえばパソコンや携帯電話、DVDドライブなどは、本質的にモジュラー型へ転換されやすい製品であって瞬時に国際的なモジュール・クラスター型の産業構造へ転換されます。したがってVernonの技術移転モデルは全く通用しません。一方、典型的な擦り合わせ型アーキテクチャを持つ光ピックアップ（OPU）、セラミックコンデンサー、光学デバイスなどの部品産業、および半導体材料、液晶材料、磁性材料、機能化学材料、などに代表されるプロセス型素材産業などは、いずれも擦り合わせ型の製品アーキテクチャを持ちますが、これらは何れも単独で世界市場へ普及する能力を持っていません。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世界市場に広がるはずですが、この意味でやはりVernonのモデルは成立しません。本質的に擦り合わせ型ですので技術それ自身の作用でブラック・ボックス化された先進工業国での付加価値技術が、モジュラー型の完成品によって世界の隅々へ瞬時に普及する、と言ってもよいでしょう。いずれにせよVernonのモデルは成立しません。我が国の素材産業・部品産業が1990年代に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りました。

なおクローズド環境でもモジュラー化が必ずおきますが、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ます。いずれにせよ図22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23の経営環境で成立し、オープン環境ならその効力はクローズド環境の10倍も顕著に現れま

す。完成品のアーキテクチャがモジュラー型に転換され難かった 1970 年から 1980 年代以前は、このような現象が新興のミニコン市場という極く一部でおきていたに過ぎませんでした。

5. プラットフォーム形成から見たアーキテクチャ・ベースの技術移転モデル

以上を踏まえまして、これから「アジア地域企業の市場参入モデルと共存共栄に向けた経営システムの構築」に焦点を当てたお話に移ります。先ほど、我が国が強いケースと我が国以外の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、と申し上げました。これを 21 世紀の技術移転のモデルで再解釈したのが図 22 の新宅モデルですが、それ以外にもうひとつの大きなファクターとしまして、プラットフォームと呼ばれるビジネス・モデルが持つきわめて大きな力をご紹介します。プラットフォームが持つ作用を図 23 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す。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を提供することで、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ります。そして例え技術移転・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ます。これらの様子を図 24 で模式的に示しました。この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しますが、同時に先進国と開発途上国がともに成長する 21 世紀型の国際経営戦略も、全てここから導き出されます。以下にこれを詳しくお話しましょう。



アーキテクチャ・ベースのプラットフォームとは何か

今日の講演で司会をなさる同志社大学の善本先生は（2007年4月から立命館大学）、我が国企業から中国企業に移転された技術に関して多くの調査・研究をなさっています。私はこれをアーキテクチャ・ベースのプラットフォームという視点から整理してご紹介いたします。中国のローカル企業は、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ラー型に転換された時点から市場に参入しています。これが図22の新宅モデルで表現されるケースに対応することは、すぐお分かりでしょう。善本先生が調査された電子レンジ、エアコン、ブラウン管テレビといった製品でこの傾向が例外なく観察されますが、同時にこの傾向は私がこの講演の後半で紹介するパソコンやDVDプレーヤーの事例でも同じでした。例えばDVDプレー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ちます。しかしながらDVDプレーヤーのコストの30%以上も占めて最も付加価値の高い光ピックアップ（OPU）は、未だに我が国の企業から買っています。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（図27参照）、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プレーヤーを作ることができません。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、私はプラットフォーム形成と定義しました。すなわち図23に示す擦り合わせ型技術（技術モジュール）のケースは、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ので、多くの擦り合わせノウハウを内部に詰め込んで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りません。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いません。これは取りも直さず図24のモデルの中で、擦り合わせ型・匠の技を技術拡散スピードの速いモジュラー型の完成品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（技術モジュール）となって瞬時にグローバル市場へ普及していきます。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わせ型・ブラック・ボックス技術や匠の技、すなわち図23に示す技術拡散スピードの非常に遅い技術が高い付加価値を生んで利益の源泉となります。

この付加価値から更に高い収益を長期に安定して維持・拡大するために生み出された経営モデルが、ここでご紹介するプラットフォーム形成であることは、もうお分かり頂いたでしょう。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擦り合わせ型の製品をグローバル市場へ大量普及させるビジネス・モデル、これが私の提案するプラットフォーム形成です。ここで高収益を目指しながらブラック・ボックス化する度合い、さらには図24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い、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は、製品戦略としてリアル・タイムにコントロールされなければなりません。

ん。図 23 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、プラットフォームの内部のブラック・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す。後にも述べますが、アーキテクチャ・ベースのプラットフォーム形成こそ、図 3 や図 4 にみ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と、私は考えています。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、と言い換えてもよいでしょう。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おりませんが、経営者はモジュラー型に転換する時期を予測しながらどこかで組織の能力の構築だけはしておかなければなりません。

アーキテクチャ・ベースのプラットフォーム形成から見た中国企業の市場参入モデル

善本先生のご研究によれば、ブラウン管テレビは世界で 1 億 6000 万台の市場規模であり、中国企業のシェアはこの 60% を越えています。ブラウン管などの基幹部品が単独で流通しても中国企業の興味を引くことはできません。ブラウン管の周りに偏向ヨークとコイル (DY コイル) を貼り付け、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 調整を必要とせず、そのまま使える Turn-Key-Solution として提供されたとき、すなわち図 24 のモデルに示すプラットフォームが提供されたとき、中国企業が大量参入して市場参入します。善本先生の調査によれば、技術力を持つ西安の中国企業が単品のブラウン管だけを購入し、自ら偏向ヨークと DY コイルなどの擦り合わせ ITC 調整をしながら付加価値を付け、カラー・テレビを作っていたそうですが、結局プラットフォームを一体入手して作る単純組み合わせ型のテレビ・メーカーに勝てず、つぶれてしまったそうです。振り返って我が国のテレビ・メーカーを見てみますと、カラー・テレビが中国へ技術移転されたのが 1970 年代末から 1980 年代初期だったためか、残念ながらここにはプラットフォーム形成というビジネス・モデルは見られません。したがって、中国企業に提供された我が国の基幹部品は単品であり、我が国政府と中国政府が取り決めた技術の一体提供によって中国企業がカラー・テレビを作れるようになりました。あまり利益に貢献しなかったそうです。ちょっと余談ですが、1980 年代のアメリカ・ワークステーション産業も、1970 年代のミニコンと同じく完全オープン環境で構築されたモジュール・クラスター型の産業構造になっていましたが、ここでも現在の中国と類似の現象が観察されます。例えばワーク・ステーションにおけるサン・マイクロシステムズとアポロ・コンピュータとの対比などもその代表的な事例でしょう。サンは大部分をモジュール・ベンダーに依存する組み合わせ型のベンダーでしたが、アポロは自社で基幹技術を開発しながら差別化を図ろうとしました。結果的にアポロ・コンピュータが市場撤退への道

を歩んでいます。オープン化、モジュール・クラスター型の産業なら、時空を越え、製品や業界を越えて共通に現れる勝ちパターン、あるいは負けパターンであるといつてよいでしょう。また同じように1970～1980年代のアメリカ・ミニコン産業でもプラットフォーム形成というビジネス・モデルが無かったので、完成品ベンダーとしてのDECやWANGなどの代表的な企業が利益の源泉を失い、市場から消えました。惜しいビジネス・チャンスを逃がしたのは我が国企業だけでなかったのです。ビジネス・モデルが持つ影響力の大きさをここでも見ることができるでしょう。

さらに善本先生のご研究を引用させていただきます。エアコンの世界生産台数は、2005年の段階で4,000万台。統計資料にはっきりとは出てきませんがこのうち中国企業の生産シェアは50%以上です（一説に60%）。つまり完成品としてのエアコンは、中国が世界市場で圧倒的な強さをもっています。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、中国が最も必要とする製品ですが、擦り合わせ型のアーキテクチャを持つためか、中国企業は全く作る事ができません。単にインバータのデバイスを日本から買って組み立てても省エネ・エアコンにはならず、実質的には図23の擦り合わせ型製品と同じように開発途上国では全く通用しないのです。図24に示すようなプラットフォームがTurn-Key-Solutionとして提供されないとだめでしょう。インバータはパワー半導体の一種ですが、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ます。しかしながら制御はコンプレッサー側の負荷変動に連動して最適化しないと省エネにはなりません。すなわちエアコン・システムとしての完成品側のトータルな省エネノウハウを熟知して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りません。プラットフォームを形成するためには、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れば最適化できるようなりファレンスとを一体化させる必要があります。これは擬似的に図24のTurn-Key-Solutionを提供することを意味しますが、我が国企業はこの本質にまだ気づいていないようです。まずデザイン・ハウスにプラットフォームを提供し、ここを介して完成品ベンダーへ流れるようにすれば、インテルがパソコン産業で創り出したビジネス・モデルと同じになります。

ここで紹介するインバーター式のエアコン産業でも、DVDプレイヤーやパソコンに例を見るように、図24のモデルを念頭にプラットフォームそれ自身のアーキテクチャを巧妙にコントロールできた企業だけが、世界市場を制覇することになるでしょう。そして同時に、世界の省エネに多大な貢献をすることができるでしょう。しかし我が国のエアコン業界にこの動きはありません。中国市場は安い製品しか売れないのでインバータ・エアコンの需要が無い、というのが彼等の主張です。さらには、中国に技術が流出するので絶対に駄目、という主張も多く

の企業から聞こえてきます。ここには図 24 の視点はもとより、図 22 や図 23 に対する理解が欠けていて図 22 の左側で紹介した **Vernon** モデルから抜け出ていません。それ以上に深刻なのは、同じ企業の中でブランドをつけた完成品としてエアコンを売る事業部門からの強力な反対です。したがってこの場合は、我が国の市場から切り離し、インテル・モデルの精通者あるいは台湾のメディア・テック社のような中国市場に精通したマーケティング・スタッフが我が国技術者と連携しなければ前に進みません。現状のままでは完成品としてのエアコン・ビジネスは内弁慶となって日本市場に閉じ込められ、利益の少ない単品部品を中国市場に提供するネジ・クギ的なビジネスのレベルにとどまるはずで。そしてプラットフォーム形成で先じた企業が、グローバル市場を支配して高い利益率を享受するでしょう。これは DVD の場合も同じであり、社内の反対にあって身動きできないうちに、1997 年に興隆した台湾のメディアテック社が一瞬にしてビジネス・チャンスを奪っていきました。ごく最近の 2001~2002 年ころのことです。インテルは台湾企業をパートナーにしましたが、メディアテックは中国企業をパートナーにすることでインテルと同じ作用を持つビジネス・プラットフォームの形成に成功したのです。圧倒的な技術蓄積のあった我が国は、DVD 関連の LSI Chip ビジネスでもメディアテック社が構築した強力なプラットフォームによって市場撤退への道を歩みました。完成品としての DVD プレイヤーも我が国企業のシェアは 20% まで凋落しています。これは技術力の問題でなく、明らかに経営側が担うべきイノベーション、すなわちビジネス・モデル・イノベーションの問題ではないでしょうか。このように統合型・フルセット型の企業であるがゆえに、多くの我が国企業は技術力を海外市場の競争力に転換できないでいます。繰り返すようですが技術ではなく経営の問題です。

なおこれまで紹介した事例は擦り合わせ型でなくモジュラー型に転換された製品に典型的な経営課題だったはずですが、先に紹介した擦り合わせ型のインバータ方式・エアコンでは、アメリカのベンチャー企業がこれを強制的に擬似モジュラー型へ転換させながら 2006 年から中国市場でプラットフォーム形成に動いています。この違いがもたらすビジネスへの影響は 5 年以内にはっきり出てくるでしょう。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ていました。TDK のハー・ディスク用磁気ヘッドや日本電産のモーター・ビジネスがその代表的な事例です。TDK の磁気ヘッドや日本電産がモータを核にして構築したプラットフォームは、三洋電機の光ピックアップに見るビジネス・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ました。いずれも強力なリーダーの存在によって具体化されています。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ません。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ますが、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、ここからビジネス・モデル・イノベーションを生み出せるのではないのでしょうか。組織能力の再構築が非常に難しいとはいえ、少なくとも理論的には、フルセット型・統合型の我が国企業の方がプラットフォーム形成に有利なのですから。

以上の事例から理解できるように、先進工業国企業とアジア諸国の企業では市場参入モデルが全く異なり、その背後に製品アーキテクチャが深く関与していることも理解できたと思います。アーキテクチャ・ベースのプラットフォーム形成は、製品アーキテクチャのダイナミズムが顕在化することによって、すなわち新宅モデルが成立するモジュール・クラスター型のグローバル経営環境になってはじめて、経営戦略へ活用できるようになりました。しかし我が国企業はアーキテクチャ・ベースのプラットフォーム形成という 21 世紀が生み出すビジネス・モデル・イノベーションに、ごく一部を除いてまだ気が付いていません。例え気がついているとしても、残念ながら大部分の人がこれに拒絶反応を示し、アジア諸国を単に低コストで完成品を組み立てる生産基地として位置づけているのが現状です。その背景には製品アーキテクチャと組織能力との間に深い乖離があるのです。何十年もフルセット型・垂直統合型の組織能力で勝ちパターンを作ってきたのですから。

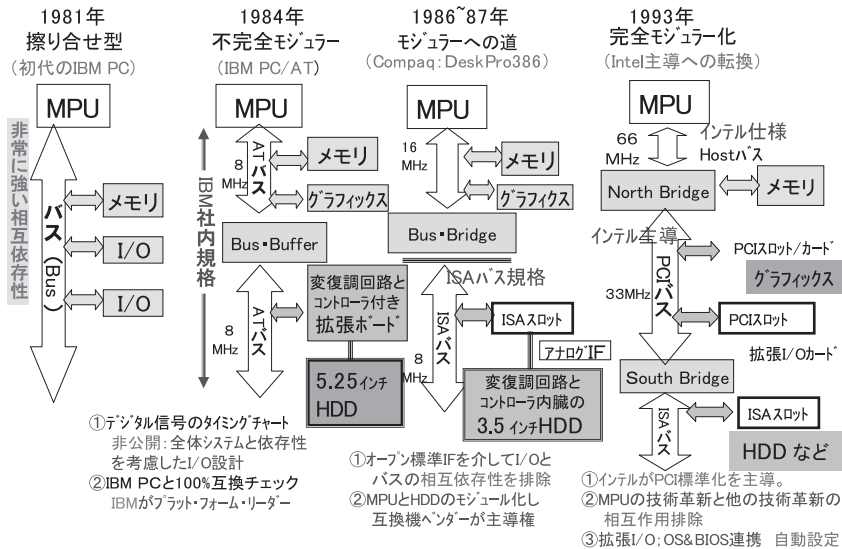
図 24 に示すアーキテクチャ・ベースのプラットフォーム形成こそが、図 23 の技術拡散モデルから導きだされる 21 世紀型のグローバル経営戦略であり、ここから「我が国企業とアジア地域企業の共存共栄に向けた経営システムの構築」の具体的な施策が生まれます。そして我が国が巨額の税金を注ぎ込んで産み出す技術サイドのイノベーションをグローバル市場の経済価値へ転換させる真の意味でのイノベーションも、ここから構築されるのです。我が国企業に見る製品アーキテクチャと組織能力との乖離をこのまま放置できません。我が国企業が持つ擦り合わせ型のものづくり組織能力を生かしてグローバル市場へ展開するために、経営サイドのイノベーションとしてアーキテクチャ・ベースのプラットフォーム形成が求められているのです。このような問題意識を背景に、インテルに見るプラットフォーム形成の事例を次に紹介しましょう。

アーキテクチャ・ベースのプラットフォーム形成から見たインテルの戦略

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することができます。ここでは、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インテル研究を利用させていただきます。

図 25 で右端に書いた 1990 年代のパソコン構造は、現在の内部構造とほぼ同じです。これを少しご説明しますと、MPU の下にインテル仕様のホスト・バス経由で North Bridge が繋がっています。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繋がります。この下に高速 PCI バスを介して South Bridge があり、South Bridge には高速リアル・タイム処理を必ずしも必要としないデバイスが直結しています。例

図 25 IBM 互換パソコンのアーキテクチャ変遷
 — 基幹部品を核にしたプラットフォーム・リーダーの登場 —



ソース：立本氏（東京大学）の図に加筆

えばパソコン内蔵のハード・ディスクや DVD などが代表的なデバイスでしょう。また USB インタフェースで外付けされるデバイスもここにつながります。South Bridge の下には 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います。

1990 年前後から 1995 年ころまで、インテル以外にこの市場を狙う ASIC 関連企業が沢山いました。彼らの攻勢を排除するためにインテルは、最大の資産である MPU の技術革新によって差別化を繰り返しています。すなわち技術革新によって擦り合わせ型のアーキテクチャを維持できましたが、同時に MPU を高速化しても巨大なインストール・ベースに育った低速のレガシー・デバイスをそのまま使えるようにしなければなりません。また独禁法にも配慮しなければならぬので、MPU モジュールの外部インタフェースだけは、制限付きながらオープン化してきました。新規 MPU とレガシー・デバイスとの性能・機能の違いを吸収するための仕組みも同時に工夫しています。言い換えますと、大量普及を担う完成品側（パソコン側）のオープン・モジュール化とインテルの利益を獲得する仕掛けとしてのプラットフォーム化を、ともに共存させてきたのです。ここに、製品アーキテクチャの視点を持ちながら経営戦略として形成されるプラットフォームの典型があります。

例えば 1995 年ころになると、MPU から North Bridge へ、そしてここから PCI バスを介して繋がる South Bridge までを、全で一連の Chipset としてインテルが握りました。そして 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領域を、インテル自身の経営戦略と

して拡大したのです。逆に言えばインテルのプラットフォームでないとパソコンを量産できないようにしたのです。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り、東京大学ものづくり経営研究センターの立本博文さんによる最近のご研究によってその全貌が漸く明らかになりました。インテルに見るプラットフォーム形成は、すぐ後で紹介する DVD プレイヤーのプラットフォームとその本質が同じであることに皆さんもすぐ気が付くはずで

す。

図 25 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一体化されていました。1980 年にアメリカの著作権法が改定されてソフトウェアに知的財産権が認められましたので、IBM は BIOS など論理仕様書をオープンにしましたが、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）は開示しておりません。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のです。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ていないと不可能でした。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、とこれまで疑いもなく言われ続けてきました。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フル・セット型ではなかっただけであり、設計そのものは IBM という企業の内部で閉じて公開されていません。この意味でメインフレームと同じクローズド・モジュラー型でした。その上でさらに組立て製造は相互依存性が非常に強い擦り合わせ型だったのです。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ありませんでした。インテルのビジネスは、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った、と言い換えてもよいでしょう。

このような状況を打破するために、インテルはオープン環境で IBM 互換機ベンダーを仲間に入れながら IBM アーキテクチャの何倍も速い高速 PCI バスの標準化をオープン環境で主導し、インテルが MPU 側で起こす技術イノベーションの恩恵をユーザへ直接伝えるバスのアーキテクチャとして PCI ハスを業界に定着させました。標準化によって MPU バスとその周辺をオープン化すれば、パソコン産業全体にわたるプロダクト・イノベーションの主導権がインテル MPU に移るからです。1986 年ころにコンパックがオープン環境で主導した ISA バスの標準化が先にありましたが、このインフラがあつてはじめて、部品ベンダーに過ぎないインテルでも主導権を握れるようになったのです。いずれにせよその後のインテルは、次に North Bridge というアーキテクチャを新たに導入し、MPU の技術革新が South Bridge 以下に全く影響を与えずにグラフィックス関連の処理だけを高速にできる仕組みにしました。ここではじめてパソコンが完全なモジュラー型へ転化されました。このバスもインテルが握りましたので、

パソコン環境でグラフィックス処理用の ASIC を開発していた多くのベンチャー企業がビジネス・チャンスを失い、市場から締め出されたのです。インテルが全て独占する仕掛けがここで完成しました。

次に皆さんが毎日のように使う USB インタフェースに目を移しますと、ここでは周辺器としての USB デバイスをコントロールするハードウェア・チップすらも介在せず、インテル MPU が USB インタフェースを直接コントロールする構造になっていました。したがって外付けで使う DVD やデジカメはパソコン側の USB インターフェースにデータと命令セットだけを送ればよいのです。多くの周辺機器は自分の負担が非常に軽くなりましたので USB を採用し易くなりました。一方インテルの MPU 側では、パソコン側の USB インタフェースに送られてきたデータと命令セットに直接アクセスして処理する方式にしました。すなわちインテルは USB のインタフェースと MPU との相互依存性を強化したのです。またしても付加価値がインテル MPU 側にシフトしてしまいました。MPU の技術革新が進めば進むほど USB インタフェース付きの外部デバイスを何個もつなげるようになるだけでなく、処理性能が向上すればするほどインテルの技術革新が直接ユーザー・メリットに転換できる仕掛けがここで完成しました。インテルは MPU と一連の Chipset を支配しただけでなく、USB インタフェースを介してパソコンに繋がる全ての外部デバイスをも、間接的に支配するようになりました。

アーキテクチャ・ベースのプラットフォーム形成にはたすアジア諸国企業の役割

——台湾企業に見る事例紹介——

インテルは MPU という基幹部品のベンダーに過ぎませんので、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、経営側にこそビジネス・モデル・イノベーションが必要でした。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す。オープン・モジュラー型になれば付加価値が擦り合わせ型のノウハウが詰まった基幹部品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ますので。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のような基幹部品ベンダーが獲得するビジネス・チャンスも広がります。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で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ませんでした。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ます。それには粗利率が小さくても問題なく市場参入できるアジア諸国企業を活用するのが効果的です。しかしながら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をインテル自身の経営戦略として提供しなければなりません。このように、プラットフォーム形成によって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アーキテクチャ・ベースのプラットフォーム形成です。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ました。その背景には図 23 に示す技術拡散モデルがあったのです。アジア諸国企業が参入することによって完成品のコストが安くなり、市場が NIES/BRICS 諸国へ急速に拡大しますので、インテルの MPU と Chipset がますます売れる仕組みが更に強化されました。しかしながらインテルが形成するプラットフォームの肥大化は、同時に先進工業国にいる既存のパソコン・ベンダーから付加価値を奪いますので、高付加価値化を求めて開発投資をした IBM やコンパックが市場撤退への道を歩みました。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す。

なおパソコンのコストを下げていくには、ハード・ディスクや DRAM などのメモリをも安くする必要があるが、インテルはプラットフォームとこれらの基幹部品を繋ぐインタフェースを完全なデジタル・インタフェース、すなわちモジュラー型に転換させ、ハード・ディスクと DRAM とをネジ・クギと同じ単体部品に転換させることで、強烈的な価格下落へと誘導しています。立本氏の研究によりますと、1990 年代の中頃から 2004 年ころまでインテル MPU の市場価格（多種多様な MPU の加重平均）は非常に安定しており、パソコン市場が広がれば広がるほど、インテルの売り上げも利益も拡大しています。インテルの営業利益はほぼコンスタントに 30～40% という極めて高い利益率を維持してきました。一方、DRAM とハード・ディスクは毎年 15～30% も価格下落が続き、これがパソコン全体の価格下落、すなわち市場拡大に寄与してきたと言い換えられます。我が国企業のハード・ディスクと DRAM は、ネジ・クギと同じ単品ビジネスになったこの時点から軌を同じくして急速に競争力を失いました。決して偶然だったわけではありません。背後でインテルによる高度なプラットフォーム戦略があったのです。インテルによって生み出されたビジネス・モデル・イノベーションと言ってもよいでしょう。

以上のようにアーキテクチャ・ベースのプラットフォーム形成は、同じ先進工業国の企業にとっても、先に仕掛けられると厳しい経営環境が待っています。組織能力が経営環境の急変に対応できないからです。オープン化、モジュール・クラスター化、あるいは国際標準化などのキーワードで表現される経営環境に身を置く場合は、トータルなバリュー・チェーンの中で、必ず自社の組織能力を生かす方向にオープン化・標準化戦略を立て、ここから他社に先駆けて仕掛けなければなりません。この意味で経営側に高度なイノベーションが求められるのです。筆者がインバータ型エアコンに着目している理由もここにあることは、もうご理解いただけるでしょう。もし我が国企業が先に仕掛けず、すでに仕掛けはじめたアメリカ企業がインバータ方式のエアコン市場でプラットフォームを形成する事態になると、我が国企業の組織能力が適応できない市場環境の激変が必ず起きます。そして省エネ・エアコンに対して我が国が持つ圧倒

的な技術力も、単なるネジ・クギのレベルに位置づけられるでしょう。これが内弁慶に追い込まれる我が国企業の姿であり、世界市場に向かって開けるビジネス・チャンスを掴めないだけでなく、我が国のテクノロジー・イノベーションが世界の市場で社会的な価値を生み出すチャンスを失うのです。現在の我が国エレクトロニクス産業が1996年ころから海外市場で競争力を失い始めた背景がここにあった、というのが私の仮説ですが皆さんはどうお考えでしょうか。我が国企業に内弁慶が多いと批判される背景には、マイコンとファームウェアの作用がもたらすモジュール・クラスター型の産業構造が当たり前になった現時点でも、依然として擦り合わせ型製品で勝ちパターンを形成した1980年代のビジネス・モデルを守るDNAが我が国企業の深層にあるからではないでしょうか。擦り合わせ型に最適化された組織能力が力を発揮するのは、技術革新が続いて製品アーキテクチャが擦り合わせ型を維持できる場合だけです。CD-ROMでもDVDでもそうでしたが、技術革新が止まった瞬間に我が国企業はグローバル市場で競争力を失います。残念ながらこれが現実であり、我が国エレクトロニクス産業が1996年から利益率を低下させて続けた図4の背景がここにあり、また図3に示すような研究開発投資が利益に直結しない原因もここにありあります。

ここで私の主張は、我が国企業の組織能力を生かしながらグローバル市場で競争力を維持するために、製品アーキテクチャがモジュラー型に転換する前の早い段階で、明快な経営戦略としてプラットフォーム形成の準備をしておくべきだ、ということに尽きます。ここでは図23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、図24に示すTurn-Key-Solutionをプラットフォームとして提供することがビジネス・モデル・イノベーションの基本思想となります。アーキテクチャ・ベースのプラットフォーム形成という経営側のイノベーションが出てこない、オープン化や国際標準化、モジュール・クラスター型などのキーワードで表現される経営環境に晒される我が国企業にとって、今後も内弁慶から脱却するのは難しいのです。繰り返しますが、現在の我が国エレクトロニクス産業には技術のイノベーションではなく経営側にこそイノベーションが求められています。

これまでプラットフォーム形成のプロセスをインテルの側から紹介しましたが、実はここでアジア諸国の企業が非常に大きな役割を果たした事実、およびプラットフォーム形成に係わるプロセスそのものがアジア諸国の産業を興隆させてきたという事実を、次に紹介します。例えばインテルのプラットフォーム形成は、台湾企業の関与なくして不可能だったのではないかとさえ思っています。インテルが形成したプラットフォームとは、オープン環境でモジュラー型に転換された製品が、例えコモディティー化しても、あるいはコモディティー化すればするほど世界市場への影響力を強化する仕掛けであり、利益の源泉を構築するための磐石な仕掛け作りです。MPUという基幹部品を核にしたインテルのプラットフォーム形成プロセスで、台湾企業が極めて大きな役割を果たしたので、これをもう少し詳しくお話しします。

インテルのPCIバスがパソコンに採りこまれたのは1992～1993年頃です。1995年ころにな

ってインテルは、当時まだキャッチアップ型工業国であった台湾のマザーボード・メーカーに対して、MPU 周辺の Chipset とこれを使ってマザーボードを組み立てるリファレンスを一体提供しました。MPU が高速化するとマザー・ボード上の配線・配置に熟練のノウハウが必要になりますが、インテルは独自の ATX (1995 年)、MicroATX (1997 年)、FlexATX (1999 年) などと呼ばれる規格を作って誰でも作れるようにしました。また台湾のパソコンの組立ベンダーに対してすら、設計技術ノウハウとしてのリファレンス・ガイドはもとよりパソコンそれ自身のロード・マップや価格トレンドとこれに対応した MPU や Chipset のロード・マップまで提供しています。したがって例えば技術蓄積の浅い企業でも、マザー・ボードはもとよりパソコンすらも、インテルが提供する Chipset とリファレンスを使えば簡単に作れるようになりました。この仕掛けこそが図 24 に示す Turn-Key-Solution です。仕掛けづくりの全てがインテルによって支配されたロード・マップの中で展開され、ここから台湾企業がパソコンのマザー・ボードとパソコンそれ自身の輸出が急増しています。1993 年に年間 1,000 万枚だったマザー・ボードが 1995 年ころから急増して 1997 年に 3,500 万枚へ、また 2000 年には約 7,000 万枚となりました。また 2001 年に台湾で製造されたノート・パソコンは世界の 55% を占めるに至っています。2007 年には製造シェアが 80% を超えました。我が国企業のノート・パソコンのシェアは、この時点で 1990 年代の 30~40% から一気に 10% 台へと急落しました。インテルのプラットフォーム形成によって上記の台湾産業が興隆する様子は、東京大学の立本博文氏によるインテル研究、および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で漸く明らかになりました。台湾に見るマザーボードやパソコン産業の発展が中国の IT 産業興隆に大きな影響を与えて経済成長に寄与したのは疑いの無い事実です。

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でしょう。1980 年代~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す。ここに見る IBM の姿は現在の我が国企業に見る姿と同じであり、図 22 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りません。しかし 21 世紀の我が国企業は、図 23 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求められているのです。図 23 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・チェーンで考えるミクロな視点にも適用できます。特に留意すべき点は、技術移転スピードが極端に異なる 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姿を視野に入れなければなりません。前者の代表的な例が擦り合わせ型・匠の技であり、後者が完成品です。

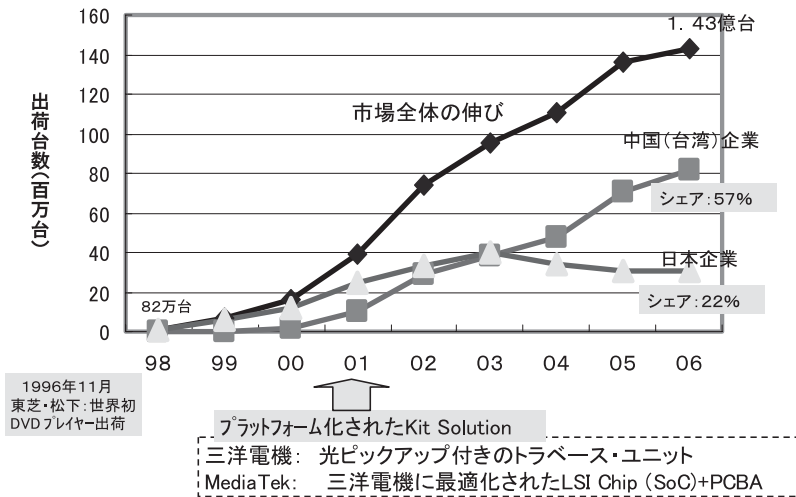
以上述べたことを繰り返すようですが、これまでの我が国企業に見るように完成品ベンダーは、アジア諸国の企業を完成品市場に参入させないようにするか、あるいは単なる組立ての下請けに活用するだけでした。これでは我が国が生み出すイノベーションを世界の社会的価値創造へ転換させることはできません。インテルは、技術拡散し難くいがゆえに利益の源泉にし易い擦り合わせ型のプラットフォームと、技術拡散し易いので世界市場へ瞬時に普及するモジュラー型の完成品とをビジネス・モデルとして峻別しましたが、我々が後知恵で整理すれば、彼らは無意識のうちに図 23 の技術拡散モデルを取り込み、図 24 に示す Turn-Key-Solution 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たのでしょう。ブラック・ボックス化されたプラットフォームはそれ単独で技術拡散しない、すなわち普及しないので、インテルは同時に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ました。そして台湾のマザー・ボード組み立て企業は、技術拡散スピードの違いを生かす図 24 の Turn-Key-Solution を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大量普及に大きな貢献をしました。同時にこれが台湾の IT 産業興隆に大きな貢献をしています。アメリカの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ようです。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人がいません。彼らはまだ図 22 の Vernon モデルから抜け出ていないのかもしれませんが。

なお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・モデルとなっていますが、残念ながら我が国ではあまり知られていません。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からなる産業は現在でも従来のモデルを徹底させて成功しているためです。しかしデジタル・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エレクトロニクス産業では、経営側でビジネス・モデルのイノベーションを真剣に取り込まないとグローバル市場へ打って出ることが困難な経営環境となりました。当然のことながらここでも我が国企業の組織能力や擦り合わせ型・匠の技を生かさなければなりません。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りません。この事例を以下に DVD の事例でご紹介しましょう。

我が国企業に見るプラットフォームの形成——DVD プレーヤーに見る三洋電機の事例——

DVD プレイヤーは 1996 年 11 月 1 日に東芝と松下電器から同時発売されました。いわゆるゲームではなく、映画を楽しむ DVD プレイヤーは 2000 年ころから市場が拡大しはじめ、2001 年の年間 3,900 万台から 2006 年には年間 2.2 億の巨大市場ができあがりました。図 26 で示す

図 26 DVD プレイヤーに見るプラットフォーム・リーダーの登場と中国企業の台頭



出典：TSR による調査データを使って著者が加工

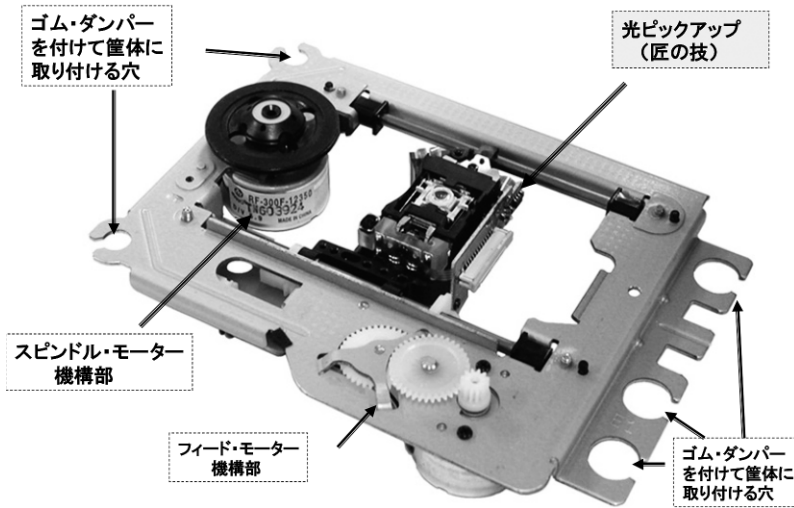
ように公式統計では 1.4 億台ですが、実態は 2.2~2.3 億台といわれています。公式統計に乗らない台数の大部分が中国企業によって作られています。したがって中国ローカル企業の実質的な生産シェアが、2006 年の時点ですでに 75% にも及んだ可能性もあります。いずれにせよこの巨大市場は、中国ローカル企業が大挙して組立・製造ビジネスに参加することによって作られました。中国企業が簡単に組み立てられるプラットフォームを提供したのが我が国の三洋電機と台湾のメディアテック社でした。図 26 に示すように、プラットフォームが形成された 2001 年から中国企業のシェアが急増しています。プラットフォームが提供されたことによって、技術蓄積の無い企業でも最先端の DVD プレイヤーを組立製造できるようになったので、その後の参入企業が 100 社、200 社と増え、一気に世界市場を制覇しました。DVD の技術開発や国際標準化の制定に全く寄与しなかった中国企業が、2006 年にはなんと世界で 60% (実質的に 75%) に近いシェアを持つに至っています。

DVD プレイヤーを組立製造する上で最大のノウハウは、光ピックアップ (OPU: Optical Pick-Up) とこれを正しく動かすデジタル・フィードバック制御 (デジタル・サーボ) との擦り合わせ技術ですが、三洋電機は図 26 に示すように、OPU を中核にしたトラバース・ユニット (OPU+フィード・モーター+スピンドル・モーターを一体化した機構モジュール) を提供しました。その上でさらにメディアテックがこれに最適化された LSI Chip を一体提供することで初めてプラットフォームが形成されたのです。LSI Chip の中にはデジタル・フィードバック制御のノウハウが詰め込まれたファームウェアが集中カプセルされていました。図 23 に示すアーキテクチャ・ベースの技術拡散モデルからわかるように、匠の技が詰まった擦り合わせ型の OPU は、それ単体で中国企業に提供されても中国の DVD 組み立て産業の興隆にほとんど貢献できません。さらに抽象化して言えば、製品アーキテクチャと組織能力との間に深い

乖離があり、モジュラー型産業のビジネス・モデルにトラップされた中国企業の手には負えないのです。図 27 に示すように OPU がトラバース・ユニットとして提供され、その上でさらにトラバース・ユニットと LSI Chip (ファームウエア) とが一体化されたプラットフォームが形成されて、すなわち図 24 に示す擦り合わせ型・匠の技が Turn-key-Solution として提供されてはじめて、中国の DVD 産業が一気に立ち上がりました。この意味で三洋電機が提供したプラットフォームとしてのトラバース・ユニットは、インテルのプラットフォームと同じ機能を持っていたのであり、他の多くの企業が陥ったネジ・クギ的なビジネスから脱皮できました。あれほど価格下落の激しい DVD プレイヤー市場であっても光ピックアップ (OPU) という匠の技が鎮座するプラットフォームが三洋電機に 40% 以上の高い市場シェアと健全な利益をもたらしたのです。

DVD プレイヤーの事例でご紹介したプラットフォームは、1990 年代初期の CD プレイヤーでも、中国ローカル企業相手に形成されていました。CD プレイヤーのプラットフォームをベースに、中国企業がアメリカの C-Cube 社と連携して普及させたのが VideoCD プレイヤーです。ソニーが 1990 年ころに、また三洋電機は 1993 年ころに CD プレイヤー用のプラットフォーム (トラバース・ユニットとフロント・エンド側の IC ChipSet が擦り合わせ一体化されたプラットフォーム) を、経営戦略として中国ローカル企業へ提供しはじめたのです。このプラットフォームの上に MPEG-1 の画像デコーダー回路からなるバック・エンド Chipset をつなげば、そのまま VideoCD プレイヤーが出来上がります。VideoCD の基本コンセプトは 1991 年にロンドンで開かれたフィリップス・ソニー主催の規格フォーラムで初めて登場し、1993 年には秋葉原でカラオケ CD の名で売り出されました。しかし 1994 年の春に東芝がタイム・ワーナーと組んで高画質の MPEG-2 圧縮技術を用いた DVD プレイヤー (当時は TAZ プレイヤーと呼ばれた) をデモしてその高い画質が大きな反響を呼び、ハリウッドもこれを強力に支持しましたので、VideoCD に対する期待が急速に衰えました。それ以前にもフィリップスが CD-I (Interactive) と呼ばれたマルチメディア CD を巨額のマーケティング費用を使って普及させようとしたが全く普及しませんでした。CD-I の論理フォーマットはそのまま使いはするものの CD-I が持つ高度なインタラクティブ機能を削ぎ落とし、使い易いコンセプトに再構築したのが VideoCD だったのです。MPEG-1 の圧縮技術は、1992 年に提案された CD-I DV で既に採用されていますが、CD-I も CD-I DV も巨額な開発費を使った IC Chipset がまったく売れなかったため、関係者が 1993 年に VideoCD を White Book Ver 1.1 として正式に規格化しました。VideoCD には IC Chipset の新たな用途開発という意味もあったのです。テレビにゴーストが入るのが当たり前だった当時の中国では、MPEG-1 の画質なら十分に満足のいくものでした。いずれにせよ、ソニーと三洋電機が提供する CD プレイヤーの擦り合わせ型プラットフォームと、アメリカの ASIC 設計ベンチャー企業が作るバックエンド IC Chipset の組み合わせという、オープン化、モジュラー化、モジュール・クラスター型、プラットフォーム、な

図 27 DVD プレイヤーのトラバース・ユニット

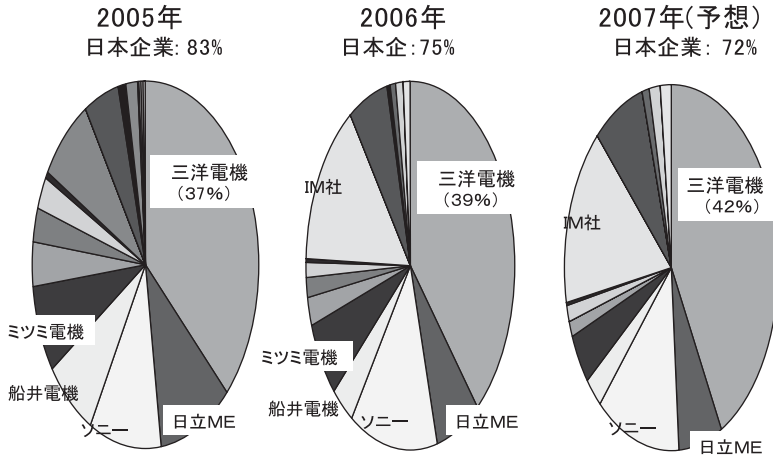


どというキーワードに代表される産業構造があってはじめて、中国企業が VideoCD を組み立てることができました。

余談ですが VideoCD の成功に気を良くした中国政府は DVD プレイヤーを凌駕する EVD (Enhanced DVD) の開発に 2001 年ころから着手しましたが、ここでもやはり VideoCD と同じように、DVD プレイヤーのプラットフォームに独自の圧縮技術を使う LSI Chipset をバックエンドとして使う方式でした。しかし皮肉なことに技術力のある企業が DVD プレイヤーのプラットフォーム形成に参加しなかったのと、EVD 用の映像コンテンツが非常に少なかったのも未だに普及していません。中国は VideoCD が全て中国独自の技術で成功したと誤解し、その背後にあるプラットフォームの威力に対する理解を間違えました。また普及ドライバーであるコンテンツの著作権保護を怠り、バックエンド側の LSI Chip さえ作れば EVD が簡単に作れると思っ込んだのではないのでしょうか。これが代表的なモジュラリティー・トラップです。上海にある政府系のオフィスで、関係者による失敗の責任のなすりあいを私も何度か聞きました。ごく最近の 2004～2005 年のことです。

VideoCD でソニーと三洋電機が形成したプラットフォームの効用、更には DVD プレイヤーで三洋電機とメディアテックが形成したプラットフォームの効用は、インテルのプラットフォームが持つ効用と全く同じであり、図 24 に示すメカニズムであることは皆さんもすぐご理解なさったでしょう。すなわちソニーと三洋電機は、インテルよりも 3～5 年早くこの経営モデルを完成させていたのです。そのおかげで当時のソニーが非常に高い収益を上げたのは言うまでもありません。また DVD プレイヤーの場合でも、図 28 に示すように三洋電機は年間 2.2～2.3 億台の DVD プレイヤー市場で 40% 以上のシェアを取り、更に年々上昇の機運にあります。また当然のことながら、あれだけ値下がりした DVD プレイヤー産業のなかで三洋電機だけが例外的に健全な利益を上げ続けたのです。わが国には OPU ベンダーがたくさんおりました

図 28 DVD プレイヤー産業でプラットフォームを形成した三洋電機の光ピックアップ市場シェア

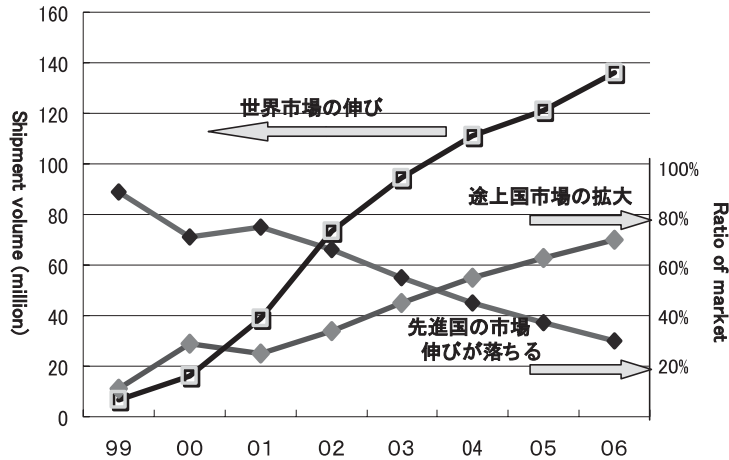


だが、従来型の経営モデルを守って、あるいは組織の壁に遮られてプラットフォームを形成できず、急速に市場シェアを減少させました。おなじことはプラットフォームの一翼を担ったDVDプレイヤーのLSI Chipでも観察され、プラットフォーム形成に戦略的な取り組みをしたメディアテック社だけがDVDプレイヤー市場で40%以上のシェアを持っています。しかし圧倒的な技術力を誇った我が国のSystemLSIベンダーは、松下電器や東芝などの大企業全社を合計しても11%のシェアに過ぎません。DVDで最も深い技術蓄積を持つ松下電器のシェアは、2006年にわずか5%となりました。先にプラットフォームを形成されると、たとえ技術力を持っていても海外市場で競争力を持つことができないのです。我が国企業が“内弁慶”に追い込まれる背景がここにありますので、早く図23に示すアーキテクチャ・ベースの技術拡散モデルを深層で理解し、経営側がビジネス・モデル・イノベーションへとつなげなければなりません。繰り返すようですが、これは技術の問題ではなく、ビジネス・モデルを含む経営側の問題なのです。

以上述べたように、DVDプレイヤーには中国ローカル企業が、パソコン産業の場合は台湾ローカル企業が大きな役割を果たしました。インテルにとっては、プラットフォーム形成こそが非常に高い利益率を長期にわたって維持・拡大する上で多大な貢献をしましたが、三洋電機とメディアテックの場合も同じようにプラットフォーム形成が収益に極めて大きな貢献をしています。DVDもパソコンと同じように、プラットフォームを形成できなかった企業は例外無く価格下落の中で低収益に苦しむかあるいは市場撤退への道を歩まざるを得ないのです。

なおここで付け加えますと、図29に示すように1997年から日本と欧米諸国に出荷されたDVDプレイヤーは2004年ころから過半数がアジア諸国市場へ出荷されようになり、先進工業国の市場を追い越しました。中国ローカル企業の参入がもたらすDVDプレイヤーの価格下落が開発途上国に巨大な市場を創出したのです。公式統計に表れない生産台数も考慮しますと、

図 29 オープン環境の国際標準化によって超低価格化が加速され、DVD は先進国から途上国へと市場が爆発



DVD プレイヤーが大量普及した数年後の 2002～2003 年ころにはすでに起きていた可能性があります。これがプラットフォームの威力なのであり、プラットフォームは先進工業国で生まれたイノベーションを開発途上国の人々へ運ぶ役割も担いました。これが開発途上国の経済成長と先進興行国の経済成長に与える影響については、別途お話ししたいものです。

その他の事例

これまで述べたインテルや三洋電機のように、プラットフォーム・リーダーが圧倒的な競争優位を持ち、しかもその競争優位がアジア諸国企業をパートナーにして構築されたという事例は、製品アーキテクチャがモジュラー型に転換され、産業構造がモジュール・クラスター型に転換する場合に例外無く観察されました。またプラットフォーム形成が先進工業国とアジア諸国の経済をともに活性化させる事実も、パソコンや DVD の事例でご紹介しました。ここから図 22 の新宅モデルと図 23 に示すアーキテクチャ・ベースの技術拡散モデルの普遍性を再確認することが出来ますが、さらに普遍性を確認するための事例をご紹介します。

例えば携帯電話も同じように、ヨーロッパのノキアやアーム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 24 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、1990 年代後半から 2000 年にかけてアジア諸国の企業が大量して市場に参入できるようになりました。もう少し詳しくいえば、1999 年ころに中国企業が大量して携帯電話ビジネスに参入した背景に、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りました。しかし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す。ここには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でした。

例えば韓国のデザイン・ハウスはこのプラットフォームでマザー・ボードを設計して中国市場に適したユーザ・インタフェースやデザインを工夫し、ほぼ完成品に近い Turn-Key-Solution としての携帯電話を中国企業へ提供しました。これがなければ中国企業の多くは携帯電話市場に参入できません。1990年から始まる第八次五ヵ年計画で中国政府の電子工業部が総力を上げて開発に取り組み、1996年には試作機のデモもできてサンプル出荷されましたが、中国の国内企業が手をだせない技術でした。皆さんもすぐお気づきのように、DVD プレイヤーに見る三洋電機とメディアテックが提供したプラットフォーム流通と同じ経営環境がないと、携帯電話の場合でも中国の国内企業が躍進することは不可能だったのです。

また同志社大学出身の東正志さん（現在東京大学ものづくり経営研究センター）のご研究によれば、標準化されてモジュール・クラスター型に転換した自転車産業でも、インテル型のプラットフォームが我が国のシマノ社によって形成されています。シマノは得意とする冷間鍛造技術を核に、変速機・変速レバー・ブレーキ・ブレーキレバーなどをシステム・コンポーネントとして統合し、これによってインテルとまったく同じ機能のプラットフォームを構築しました。多くの国がここから簡単に自転車の組立ビジネスに参入できるようになったのです。これも図 24 が意味するメカニズムと同じです。当然のことながらこれがシマノの収益に多大な貢献をしました。以上のように、図 23 の技術拡散モデルとこれを背景に形成される図 24 のプラットフォーム形成の作用は、エレクトロニクス産業だけで起きるものではありません。自転車などのように、細部まで標準化されて製品アーキテクチャがモジュラー型に転換された製品で共通に起きる普遍的な経営現象なのです。ここで詳しくお話しすることはできませんが、我が国の産・学・官が一体になって取り組む国際標準化も、ビジネス・モデル側のイノベーションが必須という認識を起点にスタートさせなければ、国富を留めも無く流出させる危険を内包しています。標準化の本質に製品アーキテクチャのモジュラー化を加速させる作用が宿っていますのですから。

携帯電話は 2006 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 25~30 億人になりました。巨大な出荷量によって価格が非常に安くなり、極貧の生活を強いられてきた人々にも行きわたるようになっていきます。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ことはご存知でしょう。プラットフォーム形成がもたらす超低コストの携帯電話が登場することによって、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す。また One Laptop Per Child (OLPC) という非営利組織とこれに呼応する人々によって提案された 100 ドル・パソコンのプロジェクトも、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すはずです。プラットフォームは、先進国の付加価値を後進国に効率良く運ぶキャリアとしてだけでなく、NIES/BRICS とさえ呼ばれることのない極貧の国々の人々に対して新たな社会的価

値を生み出すチャンスさえ与えるようになったのです。言うまでもないことですが、Vernonの技術移転モデルにはこの視点が全くありません。赤松氏の雁行モデルにもありません。少なくとも現時点では、完成品に見る新宅モデル（図22）やその背景を支えるアーキテクチャ・ベースの技術拡散モデル（図23）によってはじめて説明できる21世紀型のグローバル経営環境ではないでしょうか。

6. アジア地域における共存共栄に向けた新宅モデルの意義

最後にこれまでお話しした事例を念頭に、図22と図23のモデルの意味をもう一度考えてみましょう。何度も繰り返すようですが、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ります。ここでVernonのモデルが通用しないことは先に説明しました。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ちますが、ここでもVernonのモデルがまったく通用していません。例えば光ピックアップ（OPU）の場合を例にとりますと、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きました。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ましたので、OPUの設計はできます。試作もできます。しかし未だに低コスト量産ができていません。擦り合わせ型の技術を企業の中で定着させるのは、長い開発期間と投資が必要だからです。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せん。モジュラリティー・トラップがアジア諸国でアーキテクチャの比較優位とリンクしているのです。

クリステンセンのイノベーション・ディレンマをテクノロジー・リーダー企業（国）とキャッチアップ型企业（国）との関係から捉えてみましょう。結論を先取りすると、クリステンセンのいうディレンマは、背景に技術のモジュラー化が起きている、すなわち技術拡散によって形成されたモジュール・クラスター型の産業構造がなければ顕在化しない経営現象なのです。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・スルー型のイノベーションが起きなくなる、というものでした。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のパソコン部門と戦略連携を結んだハード・ディスク専業メーカーのシーゲート社でした。当時のIBMは巨大市場を支配する超優良企業でしたので巨人IBMが言うことだけが絶対の真実だったのであり、1980年代のコンピュータ産業で起きた構造変化とその背景を理解せずに表面に出た現

象としてイノベーション・ディレンマを語る姿に、私は賛同できません。

クリステンセンが取上げたシーゲート社のイノベーション・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ました。コナー社は IBM やシーゲートからスピノ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ましたので、シーゲートと同じ 5.25 インチではなく新規の 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のです。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りました。1985 年当時のコンパックは、図 25 に示すように IBM のバス・バッファーに対抗した画期的なバス・ブリッジのコンセプトを、インテル、ウエスタン・デジタル、コナー社などのベンチャー企業群と創り上げていました。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つ製品アーキテクチャだったのです。さらに言えば、当時の IBM が PC/AT で採用したバス・バッファ配下の 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、主要なアナログ回路が全て搭載されていたのです。ボードとハード・ディスク・ドライブがアナログ信号のインタフェースで繋がっていたという意味で、擦り合わせ型のインタフェースでした。一方、コンパックが提起したバス・ブリッジ（図 25）は、直後に標準化される 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した。したがってアナログ回路もコントローラも全てハード・ディスク側に搭載されており、3.5 インチのハード・ディスクはモジュラー型のアーキテクチャだったのです。もしリスクを取らずにシーゲートと同じアナログ・インタフェースのままだったなら、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 インチという小型サイズでもコナー社の出番はなかったはずで、そしてコンパックも IBM からパソコン・ビジネスの主導権を奪うことはできず、したがってその後のインテルがパソコン業界に君臨することはできなかったはずで、コナー社が考えた 3.5 インチのハード・ディスクは、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り、ここから競争ルールが激変しました。そして図 22 に示す新宅モデルによってコナー社の 3.5 インチ・ハード・ディスクがパソコン市場を瞬時に席卷しました。ここでも既に新宅モデルが現れていたのです。シーゲート社が仕掛けられたのはこのような経営環境だったのであり、当時の IBM はもとより大部分の人が未経験の経営環境でした。クリステンセンのいうイノベーション・ディレンマは、表層からは全く見えない製品アーキテクチャのダイナミズムとこれがトリガーとなって現れた新宅モデルにその本質があったのです。

さらに言えば、擦り合わせ型の度合いが強く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でも成功していません。これは図 23 の技術拡散モデルにあ

るように、キャッチ・アップしたくても技術が拡散してこないのが手が出ないのです。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しょう。事実1970年代までのハード・ディスク産業では、イノベーション・ディレンマが観察されませんでした。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が、典型的な擦り合わせ型だったからです。1990年代から現在までのハード・ディスクも同じです。この意味で1980年代だけが例外だったのでしょう。IBMの内部では1960年代から連綿と技術革新が続いていたのですが、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ませんでした。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ます。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連合に挑んだのです。当時まだ半導体業界のベンチャー企業だったWestern Digital社もハード・ディスクに内蔵させるコントローラ的设计・製造を担っています。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図22に示す新宅モデルの波に乗り、コナー社は一気に業界の主役に踊り出しました。1997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・ディスク開発へ転換しています。

繰り返しますが、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のです。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わせ型に戻り、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、産業構造の全体さえも擦り合わせ型に戻りました。この時期に中国の某省政府が多額出資し、IBMをスピンオフした技術者と一緒に1インチという超小型のハード・ディスク開発に乗り出しました。悪戦苦闘の上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しました。しかし最も擦り合わせノウハウを必要とする、“高い歩留まりで量産する技術や信頼性を保障する技術”で失敗し、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ることとなります。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、統合型の擦り合わせ型・技術蓄積を持つ当時のIBMとこれを受け継いだ日立、および東芝が大量生産に成功しています。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ション・ディレンマの前提が崩れます。この例から理解されるように、アーキテクチャの国別比較優位や企業別競争優位、あるいは競争劣位の組織能力は、長い時間を掛けないと変わることがありません。1インチ・ハード・ディスクの事例や3.5インチ・ハード・ディスクの事例がこれを我々に教えてくれました。この意味で製品のアーキテクチャと図22や図23に見る経営環境との関係を正しく把握することなくして、我が国とアジア諸国企業との共存共栄に向けた経営システムを構築することはできません。

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ました。同時にこの産業構造の転換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ました。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のは言うまでもありません。従って今後我が国が生み出すイノベーションは、やはりモジュール・クラスター型の産業構造が持つ効用を積極的に活用し、バリュー・チェーンの要所要所に我が国が得意とする擦り合わせ型技術を埋め込めば、我が国の付加価値を世界の社会的価値に転換することができます。世界の社会的価値へ転換させるにはアジア諸国と共存共栄への道を開くモデルが必要であり、その基盤になるのが図 23 に示すアーキテクチャ・ベースの技術拡散モデルなのです。図 17 に示す光ディスク産業はモジュール・クラスター型の構造へ転化しました。図 17 の上半分と下半分に位置取りされる製品や技術は、明らかに我が国企業とアジア諸国企業との共存共栄で大きな役割を担っています。言い換えると、我が国企業は、モジュール・クラスター型の産業構造でアーキテクチャの比較優位を生かし、図 17 の上半分のモジュラー型製品を得意とするアジア諸国の企業に、図 17 の下半分の擦り合わせ型技術を提供することで恩恵を受けるようになった、といえます。しかしながらプラットフォーム形成という経営イノベーションに至っていないために、せっかくの擦り合わせ型技術が高い収益を生みだしていないのです。繰り返すようですが、我が国企業は図 23 の技術拡散モデルに秘められた経営環境を活用し、図 24 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りません。

東京大学の藤本教授が主張なさっているように、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あります。幸いなことに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ます。一方、多くのアジア諸国はモジュラー型を得意とするアーキテクチャの比較優位を持っています。たとえいくつかのアジア諸国が歴史的・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は、モジュラー型の方がはるかに効率が良いのです。これについては今日のお話で何度も指摘しましたが、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した。1980～1990 年代のアメリカ経済を効率良く活性化させたのは、大量のベンチャー企業群だったのです。これについてもこれまでインテルやコンパック、コナー社の例を挙げて紹介しましたが、製品アーキテクチャの視点で見れば、1980 の年代のアメリカ・ベンチャー企業と現在の台湾・中国などアジア諸国の企業の行動様式に大きな違いはありません。

いずれにせよ、21 世紀型の技術移転モデルを支える図 23 の正しい理解が極めて重要であり、我が国とアジア諸国との共存共栄モデルはこれをベースに構築できるはずで、特に強調したいのは、我が国企業の得意技とこれを深層で支える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、まずは図 23 の技術拡散モデルを踏まえたアーキテクチャ

・ベースのプラットフォーム形成，というビジネス・モデルのイノベーションが求められているのです。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・技術側にあるのではなく，経営側にあるのですから。

最後にまた繰り返しますが，アーキテクチャ・ベースのプラットフォーム形成によって，我が国のイノベーションがアジア諸国の隅々で付加価値連鎖を生み出します。この付加価値連鎖がこれらの国の経済成長に寄与するだけでなく我が国企業をも潤すことは5章の事例でお分かりでしょう。私がここで皆様にお伝えするアジア諸国と共存共栄モデルとは，我が国企業の経営側が担うイノベーションによってテクノロジー・イノベーションの成果をグローバル市場で経済的な価値や社会的価値へと転換していく仕組みだったのです。図3や図4に見る我が国エレクトロニクス産業の異常な姿は，この時はじめて正常に戻るのではないのでしょうか。これはまだ私の仮説域を出ていません。あと1年くらいかけて調査・分析を進め，仮説を一つ一つ検証していきたいと思っています。

ご清聴ありがとうございました。

質疑応答

善本：小川先生，どうもありがとうございました。どなたか質問がありましたら挙手をお願いします。

質問者：先ほどモジュール化と擦り合せという話がありまして，日本では家電産業が不振なのに事務機器が投資と営業利益が正常な関係にありました。事務機器は完全に擦り合せ型なので日本企業が高い営業利益を維持しているのでしょうか。

小川：私はそう思っています。ただ，まだ擦り合せとかモジュールという定義が明解ではないのでデジタルな数字として証明できていません。しかし，明らかに事務機器は擦り合せ型の製品アーキテクチャを維持しており，部品を買ってきて誰でもが作れるという製品ではありません。複写機はあの有名な XEROGRAPHY のテクノロジー，すなわち非常にコントロールし難い静電気を使いこれと紙とを組み合わせた技術です。あのような完成品に仕上げているノウハウは，とても信じられないぐらい奥の深い擦り合わせ型の技術です。私はそう思っています。

質問者：ありがとうございました。

善本：それでは小川先生，どうもありがとうございました。