

○小川紘一, 新宅純二郎 (東大ものづくり経営研),
善本哲夫 (東大ものづくり経営研/同志社大商学)

1.はじめに

本稿の目的は、日本企業に見るDVDの標準化事業戦略を製品アーキテクチャ論の視点から論じることにある。標準化は技術のマニユアル化やオープン化を加速させ、製品アーキテクチャを擦り合わせ型からモジュラー型(組み合わせ型)へとダイナミックに変化させる。この構造変化がキャッチアップ工業国に市場参入の機会を与え、低コスト化・大量普及への道を開き、そして先進工業国(8億人)から BRICs 諸国(25億人)まで世界中の人々に恩恵をもたらす。CD-R メディアは 2004 年に 100 億枚を超えて成長中であり、DVD の記録メディアも 30 億枚を超えて BRICs から更にその周辺国まで新たな市場を築いた。

しかしこれを日本企業の視点から見ると全く異なる風景となる。例えば DVD 装置や DVD メディアを例にとると、日本が基礎技術・製品開発・市場開拓および国際的な標準化活動の全てをリードしてきたにも関わらず、普及して4~5年後には赤字撤退を余儀なくされた。すなわち圧倒的な技術力を背景に国際標準化を推進しても、必ずしもこれが日本企業の競争優位に直結せず、標準化を事業戦略に取り込む上で非常に大きな問題となった。標準化によってもたらされる日本企業の競争優位は、DVD 装置・メディアとこれを支える基幹部品・基幹部材・製造設備などで際立った違いを見せるが、この違いは技術力というよりもその製品が内部に持つ製品アーキテクチャとその構造変化に大きく依存する(1)。

2. 製品アーキテクチャのダイナミックな構造変化

VTR などアナログ技術が全盛の 1970~1980 年代は、標準化を主導して自社規格を普及させれば必ず高収益に繋がるという幸福な時代であった。しかし MPU(マイクロプロセッサ)とこれを動かすマイクロコード(ファームウェア)技術の飛躍的な発展によって、標準化が企業の事業戦略に与える影響は本質的に変わってしまった。この背景にあるのが製品アーキテクチャのダイナミックな構造変化である。例えば DVD のようなデジタル家電の標準化では、製品の基本コンセプト(4.7GB)とこれを実現するために必要な要素技術(レーザ波長や基板厚など)を規定することから始まるが、DVD を製品化する場合は、まず標準化で規定された要素技術をベースに基幹部品・基幹材料の内部仕様を確立し、次に外部仕様(外部機構、外部形状、電気的インタフェースなど)を定め、これを MPU とマイクロコードに連結させる作業へと移る。そのゴールは、部品

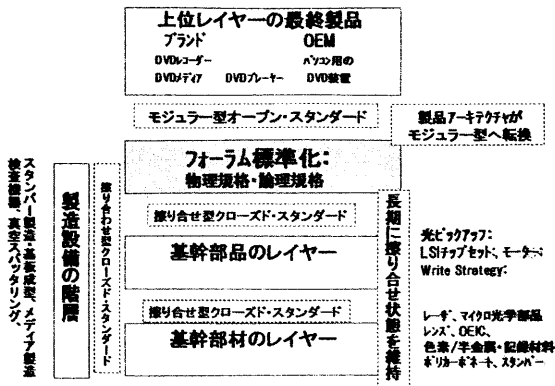
や部材相互の依存性を排除し、独立した部品の組合せだけで量産できるような仕組み作りには縛られる。すなわち MPU とマイクロコードが主導する製品では、必然的にモジュラー化が加速される。例えば DVD 装置で最も深い擦り合わせノウハウを含むフォーカシングやトラックキングが Digital Servo(LSI の中のマイクロコード)によって、また装置の信頼性やメディアの互換性を維持する上で最も深いノウハウを含む半導体レーザのパワーコントロールが Write Strategy(LSI の中のマイクロコード)によって制御されるようになると、基幹技術・基幹部品の相互依存性は大幅に排除される。そして LSI Chipset や光ピックアップを入手するだけで、数日前まで畑仕事をしていた人ですら最先端技術の DVD 装置を組み立てられるようになる。

このように、Chipset の内部を構成する MPU やマイクロコードには、基幹部品や基幹技術の相互依存性を排除する擦り合わせのノウハウが全て封じ込められおり、パソコンと同じように、部品を組み合わせるだけで製品を作れる仕掛けが出来上がる。当然のことながら最先端の DVD 製品には、出荷される初期の段階で相互依存性を完全に排除するノウハウが十分には蓄積されず擦り合わせ型となるが、コストダウン設計や量産設計のプロセス、更には歩留を向上させるプロセスでは、マイクロコード技術を核に基幹部品の相互依存性を徹底して排除する方向へと技術革新が進む。これが本稿で定義される“製品アーキテクチャのダイナミックな構造変化”であり、モジュラー化が究極まで進むと、技術蓄積の少ないキャッチアップ工業国の新興企業でも基幹部品さえ流通すれば簡単に市場参入できる環境ができる。そしてオーバーヘッドの小さな新興企業の参入が全世界で異常な価格競争を誘発し、オーバーヘッドが非常に大きい日本企業は市場撤退への道を歩む(2)。

3. DVD の標準化構造

図1に製品アーキテクチャから見た DVD の標準化構造を示す。DVD フォーラムの周りにはユーザが直接目にする最終製品としての上位レイヤー(DVD 装置や DVD メディア)だけでなく、これを支える下位レイヤーとしての基幹部品・基幹部材および製造設備が巨大な産業として位置取りされる。DVD の規格を作る場合は、まずデジタル映画を 135 分入れるための容量 4.7GB が定められる。そして、基板の厚さ・レーザ波長・データの記録再生条件・ディスクのデータ領域・トラックピッチ・ディスクセルト(傾き)・

図1 DVDに見る標準化の構造



データ変復調方式・信号品質・エラー訂正方式など、4.7GB を具現化するための基本的な要素技術が規定される。DVD 製品の設計段階では、上記の要素技術を中核に据えながら基幹部品の仕様検討に入る。これは 4.7GB の技術を記録メディア・光ピックアップ・LSI Chipset などの基幹部品に機能分担させるプロセスであり、ここからそれぞれの部品の内部仕様が決まる。1970~1980 年代と大きく異なるのは、基幹部品のそれぞれで MPU やマイクロ・コードと結合する外部仕様を規定する点である。DVD 装置メーカーには、MPU とマイクロ・コードを使って多種多様な基幹部品を統合する技術体系が構築されており、基幹部品とマイクロ・コードの作り込みによって部品相互の依存性が徐々に排除され、独立した部品を単に組み合わせるだけで大量生産できる仕掛けができる。これが DVD の設計と製造技術で最も重要なノウハウである。この意味で、DVD の上位レイヤーとしての装置・メディアは、図1で内部構造がモジュラー型のオープン・スタンダードに位置付けられる。

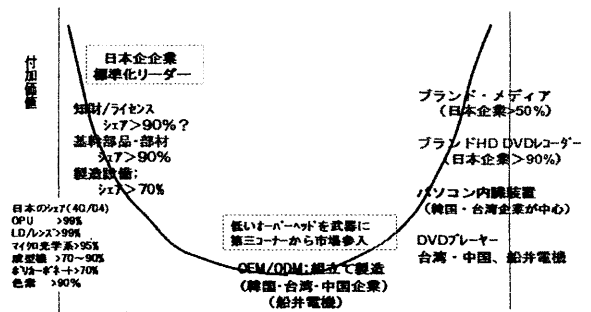
しかしながら、光ピックアップ・Chipset・色素材料など、DVD 規格を具体化するための基幹部品や部材の内部構造は規格書で規定されない。中身はブラックボックスとなって各社の技術開発に委ねられる。したがって基幹部品の専業メーカーあるいは部品を担当する部門は、DVD 装置を担当するチームと個別に戦略的な開発契約を結び、DVD の装置化技術と基幹部品・部材とを内部で擦り合せながら商品化を進める。当然のことながらこれらの動きは極秘で行われて表に出ることはない。したがって基幹部品の位置取りを図1で表現すれば、下位レイヤーに位置取りされて擦り合せ型クローズド・インタフェースとなる。これは光ピックアップとこれを構成する半導体レーザー・マイクロ光学系・非球面レンズとの関係でも同じであり、基幹部材も擦り合せ型のローカルなクローズド・スタンダードに位置取りされる。また部品や部材を製造する設備も、DVD メディアの製造メーカーや色素メーカー・樹脂メーカーなどと個別の擦り合わせを繰

り返しながら製品化される。

4. DVD の標準化形態と日本企業の競争力

図2にスマイル・カーブから見た DVD ビジネスを、国別の位置取りを加味しながら要約した。CD-ROM や CD-R/RW の場合と同じく、日本企業は基幹部材・基幹部品および製造設備など、図1の擦り合せ型クローズド・スタンダードに位置付けられる製品で圧倒的な強さを持っている。また同時に日本企業は、良質な個人ユーザとの擦り合わせで構築されるユーザ・インタフェース〔製品の機能、製品の見せ方〕とこれを市場に伝えるブランド力が機能する市場、即ち図2の右上に位置取りされるコンシューマ市場で大きな優位性を持っている。一方、図1で上位レイヤーのモジュラー型オープン・スタンダードに位置取りされる製品は、全てが図2のスマイル・カーブで中央と右下に位置づけられ、日本企業のシェアは小さい。韓国・台

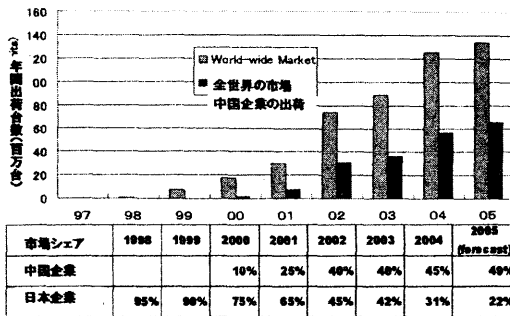
図2 スマイル・カーブから見たDVDビジネスの国別位置取り



湾・中国の企業は、巨大な技術蓄積をもつ日本企業に DVD の標準化をリードさせはするが、それぞれの国が持つ比較優位を最大限に活用しながら低コスト製造やブランド不要の OEM/ODM 市場で徐々にシェアを伸ばし、大量普及の兆しが出た 4~5 年後から日本企業が優勢に立つ。この傾向は 1990 年代におきた CD-ROM や CD-R/RW の場合とほとんど同じであり、MPU とマイクロ・コードがもたらすモジュラー型への転換が標準化によってこれが更に加速され、基幹部品が流通するそのタイミングから日本企業の競争力が急激に失われる。

その象徴的な事例として DVD プレーヤーのシェア推移を図3に示した。技術の蓄積が少なく DVD の標準化で技術的な貢献も無かった中国企業が、モジュラー化が究極まで進んだ DVD プレーヤーのビジネスでは既に全世界の45%以上のシェアを占める。そして圧倒的な技術力を持って標準化をリードした日本企業は、中国の半分以下のシェアへと後退した。中国に代表されるキャッチアップ型工業国は、製品アーキテクチャがモジュラー型へ変化して基

図3 DVDの市場推移と中国企業の躍進



* Chinese firm defined here includes joint venture company between Chinese and Taiwanese firm

Source: TSR & GlaxoStream Japan (2005)

幹部品が流通するそのタイミングで市場参入し、非常に小さなオーバーヘッドを武器に価格競争を仕掛ける。一方、DVDの基礎技術・基幹部品・基幹部材そして製品開発・標準化活動・新規市場開拓・製造技術の開発で多くのリソースを投入した日本企業は、価格下落による粗利の急激な減少によって技術開発を支えた巨大なオーバーヘッド(上記リソース維持を含む総発生費用)を吸収できず、赤字撤退への道を歩む。これらの事例は光ディスク産業だけでなく、MPUとマイクロコードの技術革新が進むデジタル家電やデジタル・ネットワーク型産業、更にはモジュラー化が究極まで進んだ半導体産業でも共通に見られる現象である。したがって長期にわたるR&D投資を維持して蓄積する従来のもの造り能力だけではなく、またR&Dを知財に変換する能力だけでなく、国際的なレベルで知財を管理する組織能力を育成し、その上で知財を武器にした新たな事業戦略の構築が日本企業に求められる。製品アーキテクチャのモジュラー化が標準化によって加速され、国際的なレベルで技術拡散が起き易くなるという意味で、1980年代のアメリカに見る“行政側との連携”が必要なのは言うまでもない。

5. DVDに見る日本企業の新たな勝ちパターン

5.1 技術革新で擦り合せ型に引き戻す

技術革新をリードし続ける開発戦略が、日本企業の競争優位を生かす代表的な勝ちパターンである。例えば記録・再生のスピードが4倍の高速機でも、半年～1年後にはマイクロコード技術が習熟する。そして基幹部品の相互依存性を完全に排除できるようになって流通するが、日本企業はそのタイミングを見計らって全機種を8倍速にシフトさせる戦略を採る。これが典型的な事例である。DVDを高速で記録するには、レーザー光を当ててデータを記録させる色素を分子合成にまで遡りながら改良し、更には新たな高出力レーザーを製品化し、ディスクの高速回転に適用できる光ピックアップ・ア

クチュエータや光点制御を改良し、その上でこれらを統合するWrite Strategyを、擦り合せ型の膨大な実験によって再構築しなければならぬ。即ち技術革新は常に製品アーキテクチャを擦り合せ型へ戻す作用をする。このような製品レベルの技術革新は、DVDを基礎技術から製品まで嘗々と開発してきた日本的もの造り経営(日本の比較優位)によって初めて具体化できる戦略である。日本企業はこれを何度も繰り返すことでDVD装置の異常な価格下落を緩和してきた。DVD-Multi、DVD-DualおよびDVD-Super Multiなど、物理フォーマットが全く異なる複数のDVDメディアをMPUとマイクロコードの力でサポートする機能アップも、放置すれば必ずモジュラー型にシフトする製品を再び擦り合せに戻す働きをし、日本企業のシェア急落を防いでいる。デジカメに於ける画素数競争も、製品アーキテクチャがモジュラー化へ転換するのを阻止して競争優位を維持する代表的な事例であり、これまでの日本企業に共通した勝ちパターンとなる。

5.2 日本の技術の世界標準規格に封じ込める

図1で下位レイヤーに位置取りされる基幹部品・部材は、長期にわたって擦り合せ型を維持し、日本企業が圧倒的な競争優位を持つ(図2の左)。DVDメディアで最も付加価値の高い色素材料を例にとると、日本の色素メーカーはDVDの標準化リーダー企業が提案する規格制定のプロセスで戦略的な連携を組み、これによって自社の知財に守られた色素および関連するDVDメディアの製造ノウハウを、国際標準に刷り込ませることができる。そして、世界中の企業が日本の色素を使って製品化する環境ができあがる。類似の事例が、小型超精密モータ、光ピックアップ、高出力レーザー、マイクロ光学部品、OEIC、非球面2焦点レンズ、更には分子量が厳密に制御されたポリカーボネート樹脂やDVDメディアの製造設備など、決して表面には出ないものの、部品技術・部材技術や製造技術など多岐にわたる日本の技術が国際標準の中に刷り込まれ、日本企業に圧倒的な競争優位をもたらしている。このような技術や知財の刷り込みは、日本企業がDVDの標準化をリードし、規格のリーダー企業との擦り合せ距離が短い環境に置かれて初めて可能になる。VTRが日本に精密部品産業や製造設備産業を生み出したのと同じ環境が、DVDの標準化をリードすることによって日本に生み出された。

5.3 技術力と知財を武器にしたグローバル連携

標準化のプロセスで刷り込む膨大な知財と製品アーキテクチャの転換を組み合わせ、これによって生み出された代表的な勝ちパターンを三菱化学メディアの経営システムに見ることができる。

三菱化学デバイスには日本で有数の技術力を持って次々と擦り合わせ型の製品を開発し、これを支える知財を生み出してきた。しかし製品アーキテクチャが急速にモジュラー型へ転換されることを前提に、決して量産投資はしない。自ら開発した擦り合わせ型の基幹技術や擦り合わせ型の基幹素材、そして大量生産を支える擦り合わせ型のプロセス技術を、オーバー・ヘッドが小さくモジュラー型製品が得意なキャッチアップ型工業国へ提供し、ここから製品を ODM/OEM 調達する、というアーキテクチャ・ベースの国際分業モデルを徹底させている。

三菱化学デバイスはその上で更に、ブランド力・販売チャネル・マーケティング力を武器に持ち、ODM/OEM 調達した製品を付加価値の高い上位のビジネス・レイヤーにシフトさせる経営システムへと進化させた。ODM/OEM 調達する構造は Dell や Compaq の戦略と同じであり、また半導体産業に見られるファブレス(工場を持たずに設計・開発に特化)企業の戦略と同じであり、製品アーキテクチャがモジュラー化の極限に向かう製品(産業)に共通する勝ちパターンである。しかし三菱化学デバイスの独創性は、日本企業が得意とする深層の技術力と擦り合わせ型の製造技術を DVD が標準化されるプロセスで規格へ刷り込み、DVD 製品がモジュラー型へと急速にシフトする市場では知財と技術ノウハウをテコにしながら Dell/HP のモデルも同時に支配した点にある。この独創的な経営システムによって三菱化学は世界一の DVD デバイス販売会社に躍進し、大きな利益を生み出した。

5.4 アーキテクチャ・ベースの企業連合

DVD 装置の製品アーキテクチャがダイナミックに転換されることを前提に、これを経営システムに取り込んだ代表的な事例が 1999 年に発足した三菱電機と船井電機の企業連合 [DIGITEC 社] である。DIGITEC は、擦り合わせ型が得意ではあるが大きなオーバー・ヘッドを持つ三菱電機とモジュラー型が得意で非常に小さなオーバー・ヘッドを持つ船井電機が連携したアーキテクチャ・ベースの企業連合であり、類似の企業連合が日立と LG 電子にも見られる(3)。ここで留意すべきは、DVD フォーラムの主要メンバーとして重要知財を握る三菱電機が 51%を出資し、DIGITEC を三菱電機の子会社に組み込んだ点にある。三菱電機は DIGITEC が稼ぎ出すキャッシュフローによって大きなオーバー・ヘッドを吸収する。一方 DVD の製造・販売で実質的な主導権を持つ船井電機は、DVD コストで大きな割合を占めるライセンス料を三菱電機の知財戦略によって大幅に軽減することができ(出資 51%の効果)、モジュラー化が極限まで進んだ DVD プレーヤーですら中国企業に十分対抗できるコスト競争力を手にした。さらに船井電機はトヨタに劣らぬプロダクション・システ

ム(FPS)を持っており、技術力を背景にした基幹部品や部材の内製化によって中国企業より更にコストを引き下げることができる。図 2 に示す船井電機は、日本企業でもアーキテクチャ・ベースの垂直統合モデルを探れば中国/韓国企業に対抗できることを示し、2004 年には世界一の DVD プレーヤー・メーカーへと躍進した。従来から言われたモジュラー化=水平分業という単純な構図ではなく、アーキテクチャ・ベースの垂直統合モデルによって新たな勝ちパターンを作り出したという意味で、独創的な日本のもの造り経営モデルがここに生み出されたといえる。

今後もモジュラー化が進めば進むほど DVD プレーヤーの価格が下落し、全体コストに占めるライセンス料の割合がますます大きくなる。もしキャッチアップ工業国に対する DVD の知財が WTO ルール下で厳密に管理されるなら、DIGITEC に例を見る日本型の垂直統合モデルが、年間1億台を超える DVD プレーヤーの市場で圧倒的な競争力を取り戻す。国際標準化を日本企業の競争優位に直結させる仕掛けがここから作り出されるであろう。

MPU とマイクロ・コードの技術は今後もますます進化・発展する。部品産業・素材産業など、MPU とマイクロ・コードが適用困難な産業を除き、今後の日本企業を支える多くの製品ではアーキテクチャ構造がモジュラー型へ転換する流れを避けて通ることはできない。したがって今後の日本企業が新たな勝ちパターンを見出すために、製品アーキテクチャの視点に立った事業戦略を国際的な標準化活動に組み込む必要性が更に高まってきたと思う。

注: 本研究は、経済産業省・標準化経済性研究会が 2004 年 11 月から 200 年 2 月に行ったケース・スタディーにもとづいており、この企画推進にご尽力頂いた経済産業省技術環境局の横田室長・江藤室長・吉川 治氏(現島津製作所)、および調査データの整理にご協力頂いた東大大学院経済研究科の中川功一氏と竹嶋齋氏に感謝いたします。

一参考文献一

- (1) 小川 敏一、東京大学ものづくり経営研究センター、デスクッション・ペーパー、MMRC-J-28, 2005, <http://www.ut-mmrc.jp/>
- (2) Koichi Ogawa, Junjiro Shintaku, Tetsuo Yoshimoto, Annals of Business Administrative Science, Vol.4, No.3, pp.21-38, July 2005, <http://www.gbric.jp/QBRC.files/journal/abas/index.html>
- (3) 新宅、善本、小川、研究・技術計画学会、第 20 回年次学術大会、ホットイッシュー E 2K13