

MMRC
DISCUSSION PAPER SERIES

MMRC-J-68

光ディスク産業の競争と国際的協業モデル
— 擦り合わせ要素のカプセル化による
モジュラー化の進展 —

東京大学 COE ものづくり経営研究センター
新宅純二郎・小川紘一

同志社大学商学部講師
東京大学 COE ものづくり経営研究センター
善本 哲夫

2006年2月



東京大学21世紀COE [整備済]
ものづくり経営研究センター

光ディスク産業の競争と国際的協業モデル ー擦り合わせ要素のカプセル化による モジュラー化の進展ー

東京大学 COE ものづくり経営研究センター
新宅純二郎・小川紘一

同志社大学商学部講師
東京大学 COE ものづくり経営研究センター
善本 哲夫

2006年2月

1. はじめに

液晶テレビや携帯電話、DVD プレーヤー／レコーダーなどのデジタル家電製品は、2000年代前半の日本経済の景気回復を牽引してきた。しかし、最近では異常ともいえる価格下落が続いているため、日本企業では、これら事業の収益性について悲観的な意見や議論が多くなってきた。そのような価格下落をもたらしているのは、低コストを武器にした新興国企業の参入である。韓国、台湾、あるいは中国の企業が、先端的技術分野であり、日本企業の収益源として期待されている製品分野に参入し、市場を席卷しようとして低価格の製品を市場に投入している。デジタル家電製品では、日本企業は技術開発の面で世界の主導的な地位または先端的な地位にあり、その技術的優位性を背景にした事業展開を目論んできた。多くの日本企業にとって、いずれ新興国企業の参入があることは覚悟していたとはいえ、予想以上

に早い段階で、予想を遙かにこえた規模の参入が生じていることは誤算であろう。これでは、技術開発に投入した資金さえ回収できないという事業さえも現れている。この現実には困惑しているのが日本のデジタル家電業界の実態ではないだろうか。

このような経営環境において、日本企業がとるべき戦略として「日本企業は技術開発に資源を集中し、高付加価値製品分野で収益を確保すべきである」という方向性が示唆されることがある。このような主張は、もちろん基本的には誤っていないだろう。しかし、この戦略が長期的に維持可能な状況は困難になりつつある。先に指摘した新興国企業の参入時期が早くなっているからである。日本企業にとっては、開発費の回収が済んでいない時期に、新興国企業の参入により収益が悪化する。そこで、日本企業は収益の上がらない製品分野から撤退し、次世代製品の市場投入を早める。しかし、そこでも同様に、予想以上に早い参入が起きて十分に収益が上げられない。そこで、さらに次世代技術製品へと競争を回避していく。このようなサイクルを何度か繰り返していると、次第に次世代への開発資金が確保できず、いわば息切れ状態に陥り、走り続けることができなくなるのである。

したがって、単純に最先端技術分野や高付加価値製品と言われる分野に資源を集中させただけでは、現在のデジタル家電分野の日本企業への適切な処方箋にならない。最近のデジタル家電製品で新興国企業のキャッチアップが早くなっているのはなぜか。その製品構造と変化の現実を正確に理解した上で、日本企業が長期に優位性を維持できる分野を特定し、それに基づいた事業戦略を構想する必要がある。これが本稿の問題意識である。我々は製品アーキテクチャのフレームワークをベースにして、キャッチアップが早まる構造を理解し、戦略的示唆について考察する。本稿で展開するロジックと結論を先取りすると、以下の通りである。

製品には、擦り合わせ型（インテグラル）アーキテクチャとモジュラー・アーキテクチャの製品がある¹。製品アーキテクチャと組織能力の間には相性があり、日本企業は擦り合わせ型製品に、新興国企業はモジュラー型製品に適した組織能力を持っている。新興国企業のキャッチアップ期間が短縮したのは、モジュラー型製品が増加したことによる。しかし、モジュラー型製品が増加したのは、擦り合わせ型の技術ノウハウが、ファームウェアや特定部品、あるいは生産設備に埋め込まれた（カプセル化）からである。したがって、一見モジュラー型製品であると思われるものでも、擦り合わせ要素が集約された部分があり、そこでは急速なキャッチアップは観察されず、日本企業の優位性が保たれている。したがって、日本企業はその部位での優位性を梃子にした戦略を構想すべきである。新興国企業との敵対的な戦略だけでなく、モジュラー型製品に長けた新興国企業との協業によって達成される相互補完的な戦略も有効な戦略オプションのひとつである。

光ディスク産業の競争と国際的協業モデル

以上のような議論を実証的に展開するために、本稿では光ディスク産業を取り上げる。以下の記述では特に断りの無い限り、記録メディアはブランク・メディアと呼ばれるデータ未記録の媒体を対象とする。また光ディスク装置では、DVD レコーダーや PC に搭載される記録型光ディスクドライブ・ユニットを対象の中心とする。特に断りのない限り、光ディスク装置はドライブ・ユニットのことを指し、最終製品を指す場合は、プレーヤーやレコーダーと表現する。メディアも装置も、特に指摘の無い限り記録型の複数規格 (DVD±R/RW、RAM) を総称して DVD-W と表記する。メディア及び再生・記録装置で記録型の製品を選択した理由は、光ディスク産業では再生専用は標準化により規格が策定された時点で、当該製品の技術革新は止まっており、常に新たなイノベーションと経営資源が投入される領域が光ディスク産業では記録型の製品領域にあるためである。

簡単に光ディスク産業の概況を述べよう。CD プレーヤーや DVD プレーヤーといった再生専用製品や CD-R、DVD±R などの記録媒体などの光ディスク関連製品の技術をリードしてきたのは日本企業であるが、新興国企業のキャッチアップが素早いため、新たな製品を投入しても、競争力を維持できるのは数年でしかない。その後は新興国企業が市場を席巻するようになる。

そのような急速なキャッチアッププロセスが、光ディスク装置と記録メディアに共通して見られる背景には、擦り合わせ要素のカプセル化とその流通がある。具体的に光ディスクにおけるファームウェア (フラッシュ ROM 化されたソフトウェア) や Chipset (MPU : マイクロ・プロセッサを含む System on Chip)、あるいは記録メディアの生産設備が果たす役割、及びこれらがどのような形態で流通しているかをアーキテクチャの視点で再考することで整理できる²。記録型のメディアでも光ディスク装置でも自らのアナログ調整によるチューニング作業が重要な意味を持っていた 1990 年代の前半までは、新興国企業のキャッチアップが進まなかった。つまり、擦り合わせ能力に長けた企業が競争力を持てた時代である。

ところが、設計・生産に必要なノウハウがファームウェア、生産設備に埋め込まれて市場調達可能になると、新興国企業のキャッチアップが始まってくる。擦り合わせ型製品の設計・生産に必要なノウハウ、つまり擦り合わせ要素がファームウェアや生産プロセスにカプセル化されて流通する。こうなると、それを購入すれば誰でも市場に参入できる環境が出来上がる。擦り合わせ要素をカプセル化するのは日本企業である。光ディスク装置では、ファームウェアに擦り合わせ要素が封じ込まれ、部品間の相互依存性が排除されてモジュラー化する。生産も単純な組み合わせ型の組立工程であるため、参入は容易になる。一方、記録メディアでは、その生産には擦り合わせノウハウが一貫して必要であった。しかし、その擦り合わせノウハウが埋め込まれた設備群が、ワンセットのインライン設備としてまとめられて

流通している。その設備さえ導入すれば、容易に生産が可能になる。

このような擦り合わせ要素のカプセル化が牽引したモジュラー化によって、日本企業が窮地に追い込まれるのは光ディスク装置や記録メディアといった完成品である。他方で完成品と対照的に、基幹部材や基幹部品での日本企業のプレゼンスは高い。基幹部材は擦り合わせ型の状態を長期に渡って維持できており、日本企業は完成品に比べて収益を上げやすいようだ。擦り合わせ型(インテグラル)アーキテクチャの製品で勝負しようという視点に立てば、基幹部材に特化して事業展開する方向も日本企業にはある。しかし、詳細は後に譲るが、基幹部材事業への特化はリスクが大きく、これまでに蓄積した完成品の統合知識を捨てることにもなる。長いスパンでの事業継続性を考えるならば、完成品事業の精算は基幹部品事業にとっても新たな技術が登場した場合や支配的なアーキテクチャが時間と共に変化した場合に対処できなくなってしまう。

本稿の構成は以下の通りである。2節では、光ディスク装置と記録メディアの国際的な競争について述べていく。3節はファームウェア/MPUと生産プロセスへの擦り合わせ要素のカプセル化と、その流通から新興国企業のキャッチアップを分析していく。4節は日本企業と海外企業の協業事例を2つ取り上げ、ビジネス・モデルのありようとその展開について考察する。5節は光ディスク産業の考察から得られるデジタル家電産業への示唆を中心に、今後の日本企業のものづくり経営のありようについて述べている。

2. 光ディスク産業の競争

2-1 光ディスク装置を巡る競争

新しい光ディスク装置が開発されるたびに、最初に市場投入するのは日本企業であった。しかし、市場が成長するのと期を同じくして新興国企業が参入し、装置の価格は低下する。これによって市場規模が急速に拡大はするが、この時点から日本企業のプレゼンスが低くなっていく。そこで、日本企業は当該製品から撤退し、その後新たなコンセプトの装置を開発して市場に投入する。日本企業は、このような新製品開発と撤退のサイクルを繰り返してきた。しかし、このサイクルを通じて日本企業は十分な収益をあげられずに苦境に陥っている。日本企業は、自らが持つ光ディスク装置の技術基盤をうまくビジネスとして活用できず、収益を上げることができない。これが光ディスク産業で過去20年にわたって繰り返されてきた光景である。

日本企業が先端的な製品分野に追い込まれている様子を表したのが表1である。最も左の列がPC市場向けの光ディスク装置における日本企業のシェアを示している。上からCD-ROM、CD-RW、DVD-ROM、DVD-Wの順に技術的難易度が上がり、製品化された時期

光ディスク産業の競争と国際的協業モデル

も遅い。CD-ROM、CD-RW、DVD-ROM の各装置における日本企業のシェアは非常に低い。特に CD-ROM と CD-RW ではわずか 5% のシェアに低下している。日本企業がシェアを維持できているのは DVD-W の分野のみである。DVD-W 装置は CD 系の装置や DVD-ROM 装置よりも開発・設計が難しく、日本企業が新たな性能・機能を持った製品を矢継ぎ早に市場投入しているため、新興国企業のキャッチアップが遅延していると考えられる。

表1 日本企業の光ディスク再生・記録装置と光ピックアップのシェア

	完成品シェア※1	完成品シェア※2	OPUシェア
CD-ROM	5.25%	54.49%	92.50%
CD-RW	5.64%	40.53%	94.00%
DVD-ROM	10.27%	78.13%	98.20%
DVD-W	67.60%	87.17%	82.80%

※1) 日本企業単独で事業を行っている場合で計算している。

※2) 日本企業と韓国・台湾企業がアライアンスにより設立した合弁会社を出資比率から日本企業の子会社とし、計算している。

注) OPU=光ピックアップ(Optical Pick Up)

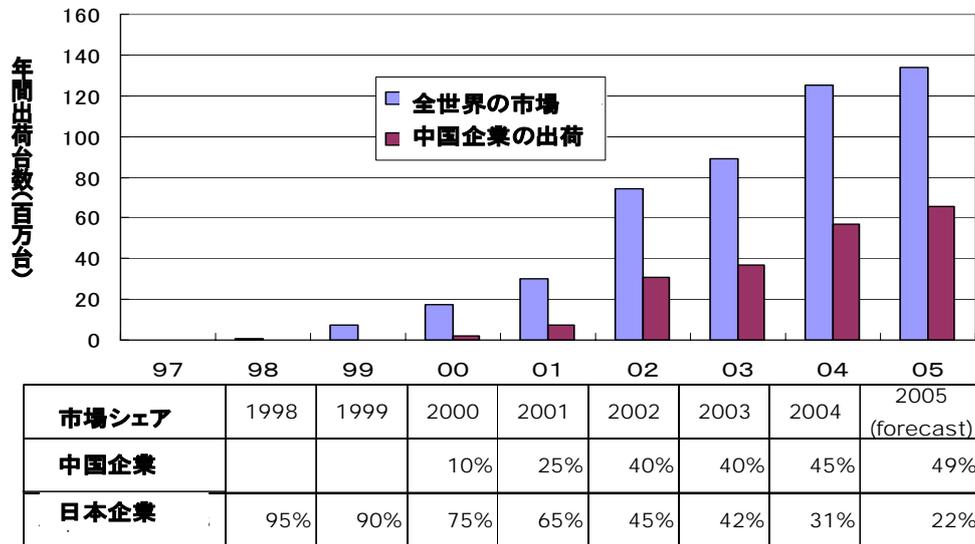
出所) TSR[2004]と筆者らによるインタビュー調査をもとに推定値を計算した。

AV 市場において、DVD プレーヤーの市場シェア推移をみると、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、短期間に中国企業の半分以下のシェアへと後退している。DVD プレーヤーでは、規格が定まった後、大幅な技術革新や新性能・機能を盛り込むことが難しい。最近では、外資系の中国工場は除外して、純粹に中国企業による出荷が世界生産台数の約半分を占めるようになった。(図 1 参照)

模式的にこうした状況を述べるならば、以下の通りである。日本企業が常に先端技術を使った新たな高付加価値の装置を、新興国企業が光ディスクではすでに枯れた状態の技術を使った低付加価値の装置を事業展開するという、棲み分けのような状態が生まれている。しかし、こうした棲み分けも固定されることはなく、常に新興国企業が高付加価値セグメントであった製品領域に参入してくる。日本企業のリードで安定的棲み分け状態の時期と、新興国のキャッチアップで激しい競争の時期とが交互に観察される。しかし、棲み分けによる安定

的な時期のほうが短く、日本企業が技術開発・製品開発に費やした経営資源に見合うだけの収益を得ることが難しいようだ。

図1 DVDプレーヤ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 & GigaStream Japan (2005)

しかし、このような日本企業が苦戦する様相の一方で、日本企業の優位性を示す兆候も見られる。第一は、日本企業と新興国企業の合弁事業の成功である。日本企業と韓国企業や台湾企業、あるいは日本企業同士の合弁企業設立や事業統合が2000年以降活発になった。2000年に日立製作所（日本）とLG電子（韓国）が日立エルジーデータストレージ（Hitachi-LG Data Storage, Inc.）を設立し、2004年に東芝（日本）とサムスン（韓国）が東芝サムスン・ストレージ・テクノロジー株式会社（Toshiba Samsung Storage Technology）を設立した。また日本企業同士では、三菱電機と船井電機の合弁企業設立（1999年）やソニーとNECの事業統合（2005年）が代表的な事例である。競争が激しい市場で生き残るために日本企業が選択したアライアンスは、日本企業が単独で事業を継続していくことが難しくなった表れであり、戦略的な判断であった。

このような合弁企業を加えると、日本企業の世界市場での地位は違って見えてくる。表1の中央列が、上記のような韓国、台湾企業との合弁企業を日本企業シェアに加えた場合の数値である。CD-ROM、CD-RWのような成熟製品分野でもほぼ半分のシェアを確保しており、DVD-ROMでは80%近くになっている。日本企業が主導した（子会社化した）合弁企業のシェアを合計すると、2004年で約60%に達する³。このような新興国企業との合弁によって、

成熟化に伴う市場プレゼンスの低下と収益悪化を回避しているかに見える。

第二に、基幹部品分野では日本企業のシェアは高いまま維持されている。**表1**の右列は、光ディスク装置の基幹部品である光ピックアップにおける日本企業単独の世界シェアである。この分野では、成熟製品の分野であるCD-ROM用の光ピックアップでさえ、90%以上のシェアを維持している。CD-ROMがPCに標準搭載されてから約15年間、圧倒的なシェアを維持してきたわけである。表はPC向け市場だけの数字であるが、PC用より技術的難易度の低いAV用の光ピックアップでも約70%の高いシェアを維持している。その他、光ディスクメディアの材料であるポリカーボネイト樹脂や色素でも圧倒的なシェアを維持している。

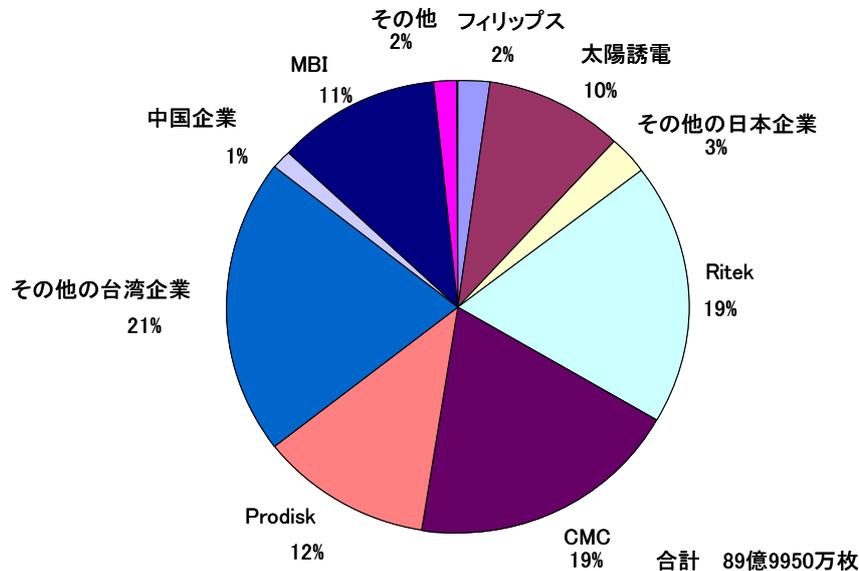
2-2 記録メディアにおける台湾企業の台頭と日本企業による OEM 調達

記録メディアも光ディスク装置と同じように、その規格を提唱し、最初に開発・製品化してきたのは日本企業である。しかし、CD系の記録媒体であるCD-Rでも、またDVD記録メディアでも、台湾企業が主要な生産主体となっている。1990年代半ばの台湾企業の参入によりCD-R/RWの価格は急激に下がったが、2001年以降のDVD記録メディアも同じ環境にある。そして台湾企業の低価格化圧力について行けない日本企業の多くは事業を精算するか自社生産を諦めてOEM調達やODM調達を余儀なくされた。

図2は2003年の光ディスク記録メディアの出荷実績シェアを示している。Ritek、CMC、Prodiscは台湾企業であり、その他の台湾企業を含めると台湾企業が合計71%のシェアを持っている。他方、日本企業は太陽誘電、その他企業を含めて13%である。台湾企業の台頭はRitekとCMCがCD-R生産で主導し、1996年頃から始まった。CD-Rをみると、日本企業の生産量と台湾企業の生産量が逆転するのが1998年であった。この後、台湾の新規参入企業が増加し、1999年には数十社に達したと言われている。台湾企業の台頭は記録メディアの量産が容易になったことに起因する。記録メディアの生産ラインは、使用する色素によって仕様等が変わってくる。後述するが、生産ノウハウのほとんどは生産設備に埋め込まれており、技術基盤がない企業でも当該設備を購入しラインを設置すれば生産が可能である⁴。こうした新規参入の増加によって競争は激しくなり、価格低下が加速していった。

記録メディアにおける新興国企業のキャッチアップは台湾企業にとどまらず、光ディスクの技術蓄積が全くなかったインドで2001年から(**図2**のMBIはインド企業)、さらには中東のドバイで2004年からCD-RやDVD±Rの大量生産が開始された。またウクライナなどの東欧諸国もDVDメディア産業に市場参入する機運にあるといわれる。

図2 2003年光ディスク記録メディア出荷実績シェア



* CD-R, CD-RW, DVD-R, DVD-RW, DVD+R, DVD+RW, DVD-RAMの7規格の合計値。

出所) 新宅他[2005](原出所:TSR[2004])

このように、確かに生産面に焦点をおけば、日本企業で自社生産を行っているのは太陽誘電といった「Made in Japan」のブランドにこだわるメーカーだけであって生産シェアは小さく、台湾企業が世界生産量のほとんどを占める。しかしながら日本市場では、台湾企業が自社ブランドで投入する製品よりも日本企業のブランドの方が多い。台湾企業は記録メディア事業で自社ブランドの立ち上げに苦労している。日本のように記録品質等に厳しい市場では、台湾企業が生産した記録メディアの多くが日本企業にOEM供給され、日本企業のブランドとして販売される⁵。台湾企業ブランドの製品も発売されていて日本企業ブランドの製品に比べて価格は安い、市場シェアは小さい。

価格差は品質の違いから生まれており、台湾企業は日本企業の品質基準に沿った製品をOEM供給する。日本企業は日本ブランドで価格を維持するために台湾企業から高品質の製品を調達する必要があり、技術指導・供与を行うだけでなく、自ら台湾企業のラインに関与しながら厳しい品質管理を行っている。

一方、台湾企業は、日本企業へのOEM製品を除いて、「Reasonable Quality」をコンセプトにしながる必要以上に品質を上げるコストを省き、低価格を武器にボリューム・ゾーンのコユーザー層をターゲットに販売する⁶。すなわち日本企業はブランドを支える品質を武器に、台湾企業は価格を武器にしながる互いにユーザー層が重ならない販売戦略をとっている。台湾企業の視点から見ると、日本企業が求める品質はコスト高になり、過剰に映るようだ。し

かし、そのような台湾企業が高価値のブランドを構築できるわけではなく、日本企業ブランドと台湾企業ブランドは異なる市場で棲み分けていると解釈することもできる。

3. 擦り合わせ要素のカプセル化

日本企業はデジタル家電分野の技術開発や製品化で世界をリードしてきた。しかし日本企業は、技術面ではリードするがもの造りの経営で長期に競争優位を維持することが困難であり、急速にキャッチアップされる製品分野が急増している。先に述べたように、光ディスクの装置や記録メディアはその典型である。こうしたキャッチアップの背景として、日本のもの造り経営がマイクロ・プロセッサ（MPU）とファームウェアの技術革新あるいは生産プロセスの進化によって1990年代に歴史的な転換期を迎えたと我々は捉えている⁷。

組立型製品におけるMPUとファームウェアの役割は、部品間の相互依存性を表層的には排除し、本来なら擦り合わせ型を維持している製品をも強制的にモジュラー型へと転換させる点にある。

一般的に、新製品の開発プロセスでは、まずターゲットとした製品機能を実現した試作品の完成が第一歩である。つぎに、その試作品を量産ベースにのせるべく部品仕様をきめて生産（発注）し、量産工程の設計が行われる。しかし、擦り合わせ型製品では“部品間の相互依存性”のために部品を寄せ集めて単純に組み合わせても、試作品で実現した製品機能は“復元”されない。その復元には、部品間の多層的・複合的な相互依存性を調整するノウハウが不可欠である。ところが最近の製品では、そのノウハウがMPU配下のメモリにファームウェア・モジュールとして埋め込まれている。擦り合わせのノウハウはファームウェア・モジュールの深層に埋没し、本来ならすり合わせ型のアーキテクチャ構造を取る製品であっても、このモジュールを使えば結果的には基幹部品・基幹技術の相互依存性が排除された場合と同じ効果になる。

プロセス型製品の場合、擦り合わせ要素が生産プロセスの中にすり込まれる傾向にある。それぞれの工程に必要な生産設備を一つ一つ購入し、これらを調整しながら工程設計するのが従来のものであった。しかし最新鋭のDVDメディアでも、生産プロセス全体をまとめて「インライン設備」として外部調達することが可能になっている。その運転マニュアルも設備供給先から提供されるので、単に部材を調達して投入するだけで量産することができる。複数工程間の調整、使用する部材による設備稼働条件などの擦り合わせノウハウは、ほとんどすべてインライン設備に一体化された状態で供給されている。

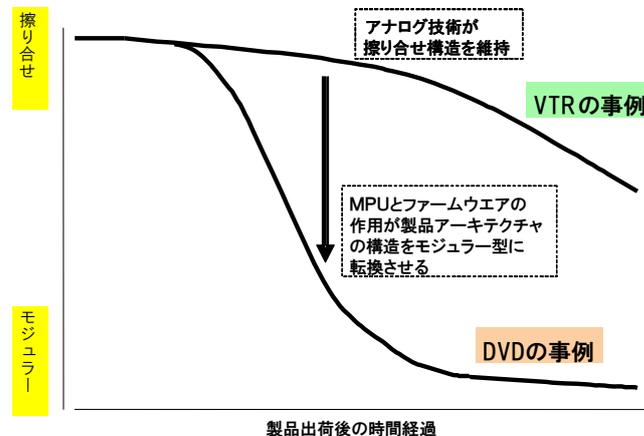
つまり、光ディスク装置でも記録メディアでも擦り合わせ要素がファームウェアやインライン設備にカプセル化されていく。このカプセル化された擦り合わせ要素が流通すると、技

術蓄積を持たないキャッチアップ型の新興国企業でも、光ディスク装置ではLSIチップを外
部調達し、DVDメディアなら量産設備一式を買えば基幹部品・部材を組み合わせることで
最先端の製品機能を簡単に復元できる経営環境ができあがった。加藤（2002）は、ハード
ディスクドライブにおいて、ファームウェアがドライブ装置のモジュラー化を加速させたこと
を指摘して、それを「モジュラリティ・ドライバ」と呼んだ⁸。われわれの言葉では、「擦り
合わせノウハウがカプセル化された特定要素」のことが「モジュラリティ・ドライバ」であ
る。

3-1 光ディスク装置とファームウェア：部品間擦り合わせノウハウのカプセル化

1970年代に興隆したVTRは当時全盛のアナログ技術で構成されており、基幹技術や基幹
部品の多層的・複合的な相互依存性を調整する組織ノウハウがなければ製品機能を正しく復
元できない。これらの全てが暗黙知のノウハウであるがゆえに拡散し難く、製品アーキテク
チャの構造は長期にわたって擦り合わせ型の状態を維持していた。そのため、技術蓄積の少
ない新興国企業が市場参入するのは難しく、日本企業が高シェアを維持してきた。図3は、
光ディスク装置のアーキテクチャ転換をVTRと比較しながら模式的に表現したものである。
光ディスク装置は、MPUとファームウェアの作用によって基幹技術や基幹部品の相互依存
性が排除されるので、本来なら擦り合わせ型のアーキテクチャ構造を取る製品であっても、
量産設計・コストダウン設計・歩留まり向上・海外生産などのプロセスで製品アーキテク
チャの構造が急速にモジュラー型へと転換される。一方当時のVTRはMPUやファームウェア
の関与が非常に浅く、基幹部品がアナログ技術で構成されるので、製品アーキテクチャは長
期にわたって擦り合わせ型の構造が維持される。

図3 MPUとファームウェアが製品アーキテクチャ構造転換を加速



出所)筆者作成。

光ディスク産業の競争と国際的協業モデル

国際規格制定とファームウェアの関係に目を転じてみよう。ここで決められる規格は光ディスク装置の細部設計に必要な厳密な数字（あるいは細部規格の規定）では無く、かなり幅の広い数字、すなわち曖昧さが残った数字となる。場合によっては先行する企業が意図的に幅広い数字を規格に定めて競争優位を維持する戦略を取る。したがってたとえこの数字（規格）をそのまま使って部品が開発されても、部品の組み合わせから DVD の製品機能を復元することはできない。設計段階では、要素技術の中核に据えながら基幹部品の仕様検討に入る。これは DVD 装置が全体として機能するように、記録メディアや光ピックアップ・LSI チップセットなどの基幹部品に機能分担させるプロセスでもあり、ここからそれぞれの部品の内部仕様が決まる。

1970～1980年代のアナログ時代と大きく異なるのは、基幹部品のそれぞれで MPU やファームウェアと結合するデジタル外部仕様（電氣的なデジタル・インターフェースなど）が規定されている点である。光ディスク装置メーカーには、MPU とファームウェア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、基幹部品とファームウェアの双方を擦り合わせながら作り込むことで、当初は曖昧だったインターフェースも徐々に明確に規定される。ファームウェア技術を駆使してもカバー仕切れない場合はそのつど部品仕様の再調整、あるいは内部機能の再設計が繰り返される。すなわち、それぞれの企業が DVD を製品化するために、規格に準じて開発される基幹部品・基幹部材を MPU やファームウェアを介して連結させる膨大な擦り合わせ作業が存在するのである。このプロセスを繰り返すことによって問題が解決されていき、基幹部品や基幹部材の単純な組み合わせだけから DVD の製品機能を復元できるようになり、製品アーキテクチャがモジュラー型の構造に近づく。また上記の繰り返しプロセスで日本企業が手にした擦り合わせノウハウは、全てファームウェアのモジュール群として LSI チップセットのフラッシュ ROM に蓄えられる。

こうした DVD ドライブなどに例を見るデジタル製品では特に開発競争が激しく、製品設計から量産までの時間短縮がビジネスの成否を決める。したがって完全にモジュラー化するまでの時間的な余裕の無い状態、すなわち基幹技術・基幹部品・基幹部材などの単純な組み合わせだけでは製品機能を復元できない状況で、とにかく市場に出すことを最優先せざるを得ない。たとえ市場に出荷されても、初期の段階ではファームウェアにまだ十分な擦り合わせノウハウが蓄積されていないので歩留まりが悪く、コストも非常に高い。したがって部品や部材は流通し難い。たとえ流通しても部品から製品機能の復元に必要な技術蓄積を持たない新興国企業は、市場に参入することができない。製品の出荷後は、コストダウン設計や歩留まり向上および海外工場への量産展開が最優先の課題となるので、部品の単純組み合わせだけで製品機能を復元できるようにファームウェアが作り込まれる。平行して部品のコストダ

ウン設計を進めるが、ここでもファームウェアとの擦り合わせ無くしてコストダウン設計はできない。こうしたプロセスによって部品相互の依存性が徐々に排除されるので、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。

こうしたファームウェア／MPU の進歩に加え、標準化の活動それ自身も製品アーキテクチャのモジュラー化をさらに加速させる。標準化には、その本質に技術のマニュアル化や技術のオープン化を加速させる要因を内包させているためである。技術蓄積をもつ日本企業が DVD の標準化をリードするが、韓国・台湾・中国の企業も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生産やブランド不要の OEM/ODM 販売で徐々にシェアを伸ばす。そして製品に大量普及の兆しが出た時点から日本企業が劣勢に立つ。現在の DVD に見られるこの傾向は 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った。すなわち標準化は MPU とファームウェアがもたらすモジュラー型への構造転換を更に加速させ、基幹部品が流通するそのタイミングで日本企業の競争力を急激に失わせる。再度、**図 1** を見てほしい。技術の蓄積が少なく DVD の標準化で技術的な貢献が無かった中国企業が、モジュラー化が究極まで進んだ 2004 年に DVD プレーヤーで全世界の 45% という巨大な市場シェアを占めたことが、その象徴的な事例である。

次に、システムとして装置と記録メディアの関係について述べていこう。モジュラリティ・ドライバとしてのファームウェアと MPU の作用は、製品内部構造だけではなく、光ディスク装置と記録メディアとの間の相互依存関係をも排除した。記録型の装置、メディアで最初に相互依存関係が排除されたのは、「ライト・ストラテジー (Write Strategy)」と呼ばれるファームウェア・モジュールが充実する 1996 年のことである。同一の規格に準じた記録メディアでも、材料（色素）や製造条件によって特性は異なり、メーカーによる特性の違いは大きい。こうした記録メディアのバラツキによって書き込み・再生ができない問題が発生する。この問題は装置側が記録メディアの違いに合わせて、書き込み方法を変えることによって解決できる。記録メディアが装置にセットされると、まずそのメディアの製造企業の ID を読み込み、そのメディアに最適な書き込み方法（ライト・ストラテジー）を適用する仕組みになっている。

ライト・ストラテジーは装置の LSI チップセット (Chip Set) 内のフラッシュ ROM に蓄積されている。ライト・ストラテジーによって記録メディアのバラツキが吸収される結果、光ディスク装置と記録メディアとの相互依存性が排除され、モジュラ一度の強い関係になった。このライト・ストラテジーが公開されることによって、光ディスク装置側でも記録メディア側でも、メディアのバラツキを気にすることなく生産を行うことができる環境が整うことになる。これは光ディスク産業への参入意欲を持つ企業にとって極めて重要な意味を持つ

ている。

ファームウェアと MPU の作用は日本企業にとってメリットがあるのと同時に、ノウハウの塊であるファームウェアが LSI チップセットと一体となって流通すれば、それを購入するだけでノウハウを手に入れることが可能なわけであり、技術基盤・蓄積の薄い企業であっても光ディスク装置を設計・生産することができるようになる。

3-2 記録メディアとインライン設備：製造ノウハウのカプセル化

DVD の記録メディアも生産設備と基幹部材を購入すれば、特に技術的な蓄積の無い新興国企業でも量産できる状態になっている。このような経営環境の出現は光ディスク装置でも同じだが、記録メディアの生産で光ディスク装置と違うのは、第一にそれが設備集約的な性質を持つ点であり、第二にはメディア基板の成型設備や記録層を形成するコーティング設備など各工程に必要な生産設備を、トータル・システムとして造りあげる擦り合わせノウハウが必要な点にある。1990年代の後半から爆発的に普及した CD-R でも、1995年ころまでは日本の記録メディアメーカーがそれぞれ個別の工程の装置を自社で内製するかあるいは個別に生産装置メーカーから調達し、自社で改造、連結することで生産ラインとして作り込んでいた。すなわち当時は、メディア基板を成型するインジェクション設備や成膜に必要なスピンドル・コート（塗布）設備など、個別機能の（個別工程の）設備を別々に調達しながら生産ラインが構築されていた。ここから徐々に専門設備メーカーが現れたが、それは先に述べた Write Strategy がファームウェア・モジュールとして充実する 1996年のことであった。装置側とメディアとの擦り合わせ関係は、オープン化されたライト・ストラテジーによってあたかもパソコンと周辺機のような関係になり、ライト・ストラテジーの規約さえ遵守すればメディア側が自由に独自技術を採用できるようになったのである。その後生産設備メーカーは、一つ一つの工程で使う個別設備の最適調整を、CD-R メディアメーカーと一体になりながら繰り返し、この延長で全自動一貫生産が可能なインライン装置へと生産プロセスを進化させた。

このインライン設備を導入して生産量の劇的な拡大を果たしたのが台湾企業である。インライン設備は OEM 供給を増やすのに多大な役割を果たした。インライン設備は、日本企業のような OEM 発注元の企業がもっていた技術ノウハウを埋め込んだものであったので、OEM に出して品質を保つのが容易であった。各社が使う色素やノウハウによって、異なる調整がされたインライン設備がある。台湾の大手 OEM 供給企業は、顧客ごとに異なるインライン設備をその供給量に応じたライン数だけ設置して、大量に生産しているのである。

記録メディアそれ自体は、モジュラー型の製品になったわけではない。生産プロセスも擦

り合わせ型のままである。記録メディアの品質を左右するスタンパ（メディアを成型する超精密原盤）や一連のメディア生産ノウハウは、多くが色素材料や溶剤の組み合わせとそのスピン・コートノウハウによって規定される。特に色素のスピン・コートでは厳密な温度コントロールが必要であり、その上でさらに色素溶液を垂らす位置や垂らし方と色素の量およびスピン・コート後の乾燥技術がノウハウとなる。また色素と溶剤との組み合わせ方法や溶剤の種類によって品質や歩留まりが大きく左右されるので、全てが色素材料に依存する極秘の擦り合わせ型ノウハウを必要とする。したがってどの色素が国際標準に組み込まれるかによって DVD メディアのメーカーは大きな影響を受ける⁹。

全自動一貫生産が可能なインライン装置には色素と設備の組み合わせやチューニングなどの生産ノウハウ・擦り合わせ要素がカプセル化され落とし込まれるので、インライン装置を調達さえすれば個別工程や工程間インターフェースの詳細な知識なしにも記録メディアの製造が可能になる。インライン装置は 1990 年代の後半から少しずつ改良が加えられ、最終的にはほとんど技術蓄積の無い新興国のスタートアップ企業でもこれを導入すれば製造が可能になるという段階にまで進化した。すなわちインライン装置の登場は、材料さえ買ってくれば「スイッチひとつで完成品が出てくる」というものづくりの経営環境を整えることになったのである¹⁰。

この意味でインライン装置の登場が記録メディア生産に与えた影響は非常に大きい。もし台湾の新興企業がスピン・コートや乾燥工程など個別工程の設備を自分たちで買い揃えたなら、生産立ち上げのために製品や部材に関する知識や生産プロセス全体にかかる知識を持って工程間のインターフェースやパラメータなどを自力でチューニングする必要があった。さらにはその背景で、5～10 年以上におよぶ大学などでの人材育成期間が必要であった。しかしインライン装置はトータルな量産システムとして販売されるため、生産者が技術的知識を持たなくても、あるいは長期の人材育成期間を経なくても、最先端の DVD メディアを容易に生産できる環境が生まれる。ただし、技術蓄積の少ない新興工業国の企業は、設備を操作するオペレーションで問題が生じると、自力で問題を解決できないことが多い。従ってインライン量産設備を販売するメーカー（日本企業）は、購入先にアフターケアとして技術的なサポートを行わざるを得ないのが実態である。

このような仕組みによって、たとえ記録メディアの基礎技術や技術規格はもとより生産技術を持たない新興国の企業でも、量産設備をシステムとして導入すればオペレーションを滞りなく実行する環境ができあがる。記録メディアで世界の製造工場となった台湾企業がメディア製造ビジネスに参入可能になった背景には、日本の量産設備メーカーによる生産プロセス全体の提供とこれを支えるプロセスのサポート・ノウハウが提供されたためである。生産

光ディスク産業の競争と国際的協業モデル

設備が流通して日本企業が劣勢に立つ姿は1980年代後半から1990年代の半導体産業と同じであり、アーキテクチャがモジュラー型に転換するプロセスで設備主導のビジネス環境が共通して持つ現象であるといえるだろう。

記録メディアの生産技術は設備メーカーが供与する場合と色素メーカーが供与する場合がある。つまり、台湾企業は技術ノウハウを海外企業から導入し、ラインを組んで量産体制を構築する。台湾企業の生産規模が大きくなる背景には、日本企業では考えられない規模のラインを導入する点にある。そしてその背景には設備導入や減価償却に対する柔軟な制度がある。

また、新興国企業が生産し、日本企業がOEM調達する記録メディアと新興国企業自らのブランドで販売する記録メディアには品質に差があることをすでに述べた。DVD装置がライト・ストラテジーを充実させていくことで、リード/ライトに必要な最低限の品質があれば、日本企業が求めるような品質基準の記録メディアでなくとも、製品として機能する環境が光ディスクシステムの中で整備され続けている。したがって、一旦インライン装置を導入すれば、新興国企業は自らの裁量でスタンプの寿命や色素使用量を調整しながら、低価格メディアを生産しつづけることが可能になっている。

3-3 小活

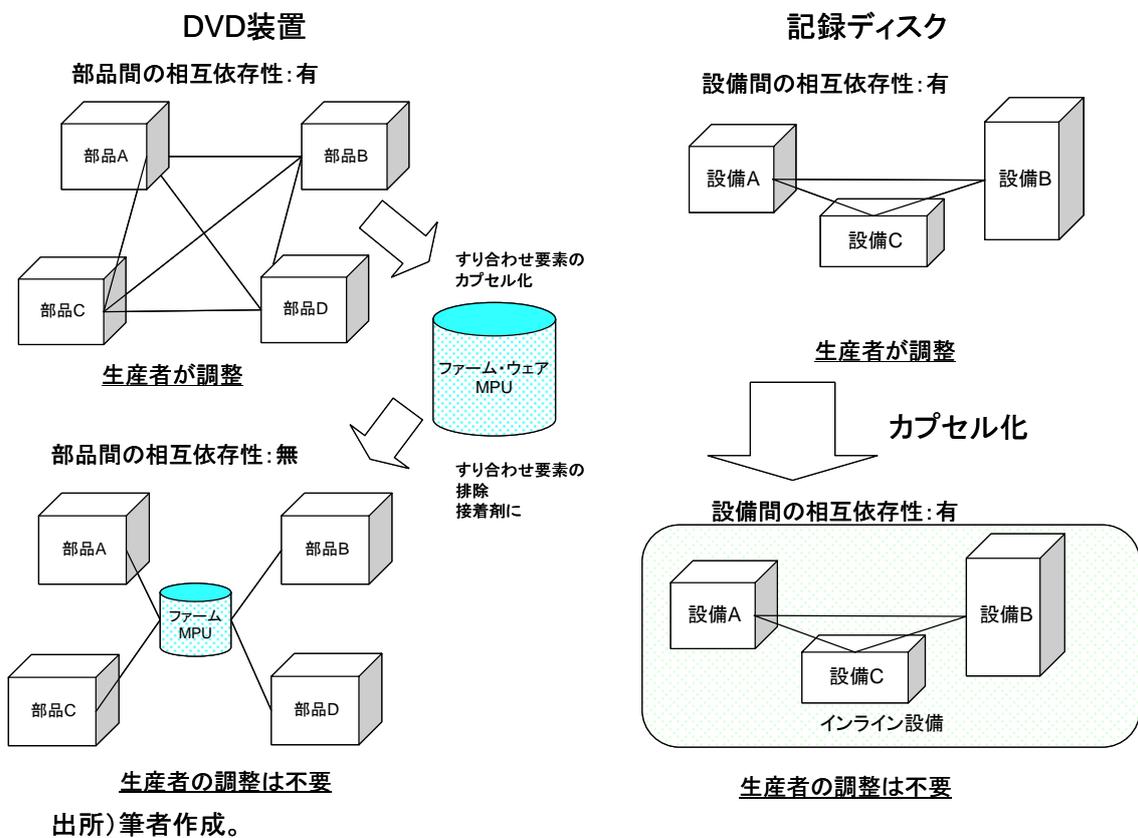
ファームウェアとMPUの技術革新やトータル・プロセスとしての生産設備の実現が光ディスク装置量産やメディア量産を変革させた。製品開発や生産設備の開発を支える擦り合わせ要素がカプセル化されて流通し、外部から調達可能になった。これによってキャッチアップ型の新興国企業も、最先端の製品ですら単に部品・材料の単純組み合わせだけで製品機能を復元することができるようになった。そして異常な価格競争が始まって日本企業は市場撤退への道を歩んだ。つまり、擦り合わせ要素がカプセル化されたものを購入さえすれば誰でもそこに封じ込められた擦り合わせノウハウを手に入れることが可能なオープン環境が出来上がり、この環境を利用した新興国企業が小さなオーバー・ヘッドを武器に低価格化によって市場を席卷するようになった¹¹。日本企業はDVD関連製品の技術開発・製品開発や市場開拓に膨大な資源を投入するために、大きなオーバー・ヘッドを抱えるが、急激な価格下落に見舞われると粗利が激減してオーバー・ヘッドを吸収できず、赤字転落への道を歩む。言い換えれば、技術開発への投資が必ずしも企業収益に直結しない経営環境が生まれているわけである。

一方基幹部品や基幹部材は、長期に渡って擦り合わせ型のアーキテクチャを維持し続けている。これらはいずれも、設計・生産においてファームウェアやMPUの作用が介在できない

い基幹部品、さらには色素のように生産設備及びプロセス自体が流通せずノウハウが拡散しにくい基幹部材である。その結果、日本企業が持つ深層のものづくり能力が機能し、その威力をいかに発揮できる領域となっている。

日本企業は DVD ドライブや記録メディアでも常に高機能・性能の製品を開発し、擦り合わせ型アーキテクチャの製品を市場投入しようとする。ファームウェアや MPU、あるいは生産設備でも、当初は擦り合わせ型製品に使われるが、このファームウェアそれ自体が流通すると、擦り合わせノウハウがここに結晶化されているために、技術蓄積が無くても設計・生産ができる環境が生まれることになる。これはデジタル技術の進歩を背景に生まれた歴史的な経営環境の変化であってこの流れに棹をさすことはできない。またファームウェアやチップセット、あるいは生産設備が流通するのは、これらを生産する企業がある以上ビジネスとして当然のことである。例えば DVD の市場が拡大したのも参入企業が増えることで市場が形成された結果でもあり、こうしたオープンな環境は市場普及を目指した日本企業の市場戦略において重要な意味があった¹²。

図4 すり合わせ要素のカプセル化・パッケージ化



光ディスク産業の競争と国際的協業モデル

擦り合わせ要素のカプセル化を模式的にまとめたのが、**図 4** である。光ディスク装置では、もともとは強かった部品間の相互依存性をファームウェアと MPU によって切り離すことができる。ファームウェア/MPU はモジュラリティ・ドライバであると同時に、光ディスク装置の部品をつなぐ接着剤の役割を果たしている。記録メディアでは、本来複数設備の調整作業が必要であったものを生産プロセス全体にノウハウとして埋め込んでしまう。記録メディアは擦り合わせ型の工程アーキテクチャをもっており、モジュラー型の光ディスクシステムに利用される製品である。

光ディスク装置と記録メディアを比較すると、擦り合わせ作業を排除するか残しているかの視点では、一見して違う現象に見える。しかしこれらはいずれも、擦り合わせ要素を対象物に一括して刷り込ませているか、あるいは異なる容器に別々にまとめているかの違いに過ぎない。擦り合わせ要素がブラック・ボックスとなっても問題なく設計・生産できる環境が生まれる点は共通している。モジュラー化のものづくり面での大きな貢献がここに見られる。

日本企業は基幹部材事業（光ピックアップ、色素）と完成品事業（装置・ドライブ、記録メディア）の両方を統合型企業として保有している場合が多い¹³。モジュラー度の高い完成品やシステムがある場合、その基幹部材ビジネスは収益をあげやすく、日本企業はこの領域に特化すればよいと考えることもできる。しかし、基幹部材事業への特化にはリスクが伴う。特化すれば、製品全体に関する統合的な技術知識が散逸する可能性が大きくなる。武石〔2003〕は自動車産業のアウトソーシングの活用を事例にして、統合知識の重要性を述べている。また、延岡〔2005〕は DVD プレーヤーとデジタルスチルカメラを事例に、モジュラー型製品を安定型と変動型に分けて考察し、同じモジュラー型製品でも技術革新が続く変動型では製品統合知識及び評価能力が必要になると指摘している。新たなコンセプトや要素技術が出てきた時に、一旦散逸した統合知識を取り戻すことは難しい。

さらに、統合型知識は日本企業の基幹部材事業の展開にも貢献していることが多い。部品、材料、ファームウェアは、完成品の進歩と同期しながら進化するものである。社内に蓄積された完成品事業での製品統合の知識が基幹部材事業における部品技術の進化や外販する際の問題解決能力に貢献していることが多い。完成品事業の切り離しやその弱体化は、やがて基幹部材事業の弱体化につながる可能性がある¹⁴。部材事業に重点を置くにしても、完成品と連動したイノベーションを遂行する仕組みを残しておくことは、長期的な競争力維持のために不可欠である。

完成品と部品の双方を持つ統合型企業にとって、完成品事業と基幹部材事業のコーディネーションや関係性が経営資源の有効活用や競争力を向上させる上で重要な視点となっていく

る¹⁵。強みを持っている基幹部材事業を社内で有効活用するには、ボリュームのあるモジュラー製品への供給が規模の経済を実現する上で重要になる¹⁶。次節で述べるように、他企業との協業によって社内の完成品事業がボリューム・ゾーンのビジネスを展開することができれば、統合的な製品知識を保ちながら基幹部材のオペレーション効率を高めることができる。

4. 海外企業との協業モデル

カプセル化された擦り合わせ要素がファームウェア/MPU や生産プロセスと一体化して流通する結果、光ディスク関連の技術蓄積や知識が少ない企業でも当該市場に参入することができるようになった。光ディスク装置も記録メディアも新興国企業の競争力が鼓舞される市場であるが、巧みにこうした企業と手を組み、事業を展開する日本企業もある。

光ディスク装置では、共同出資による合弁企業を立ち上げて事業展開する日本企業、欧州企業、新興国企業が増えている。その背景には、擦り合わせ能力に長けて技術や知財を豊富に持つ日本企業・欧州企業と、モジュラー化されて価格低下が激しい製品領域での事業展開が得意である新興国企業が合弁・提携することでお互いの強みを相互補完しようという意図が見られる。日本企業にとっては、台湾や韓国の企業と提携することで低コストかつ大量の生産能力を手に入れることができる。新興国企業や知財を持たない企業にとっては、技術をリードする日本企業と提携することで、新技術に早期にアプローチでき、既存技術へのロイヤリティ支払いを節約することができる。

一方、記録メディアでは、資本関係を含んだアライアンスの展開は見られない。すでに述べたように、記録メディアの自社生産を行う日本企業は少ない。自社生産をしない日本の記録メディアメーカーは新興国企業に基幹材料と生産技術を提供する。新興国企業は日本企業にOEM供給を行う。こうした日本企業と新興国企業が技術移転と製品供給の面で協業するスタイルが中心である。

記録メディアメーカーが新興国企業と協業する場合、その生産プロセスを提供するとともに、色素も提供する。色素メーカーは記録メディアメーカーである場合が多い。すでに述べたように生産プロセスは色素との関係が深く擦り合わせ作業が重要になっており、生産プロセスを提供する記録メディアメーカーは、自社の色素を提供する。また、色素事業を展開していない記録メディアメーカーでも、特定の色素で設定された生産プロセスを提供しOEM調達する。

このように装置、記録メディアといった完成品レベルでは協業が進んでいるのだが、他方で基幹部材である光ピックアップ（光ディスク装置の基幹部品）や色素（記録メディアの基幹材料）でアライアンスなどの協業関係を結ぶケースは少ない。光ピックアップの場合、日

光ディスク産業の競争と国際的協業モデル

本企業が中国企業などに生産委託するケースはあるが、当該中国企業は記録メディアにおける新興国企業のように自らのブランドと販売機能を持っておらず、日本企業にとっては単純な賃加工利用である。

韓国・台湾企業は基幹部品・材料を設計・生産する能力が乏しく、苦手な領域のようだ。また、装置や記録メディアの市場規模が大きくなればなるほど、基幹部材ビジネスには多くの果実が実ることになる¹⁷。こうした領域においては、日本企業は協業を選択せずに、単独で事業展開する。つまり、光ディスク産業では、完成品（DVD 装置及び記録メディア）事業は日本企業が自力で生産能力を発揮する領域ではなく一方、基幹部材はモジュラー製品を生産する企業への外販を収益の基軸にして光ディスク産業におけるプレゼンスを保っている。

このように、日本企業は完成品事業では海外との協業を進め、基幹部材事業では単独事業展開の傾向にある。しかし、日本企業には、基幹部材と完成品の両方の事業を持っていることが多く、両方の事業展開の連結が重要になる。以下では、日本企業と海外企業がパートナーシップを組み、完成品協業と基幹部材ビジネスの双方を展開している実態を紹介する。

4-1 光ディスク装置の協業：相互補完型

具体的にアライアンスの事業展開を、日本企業 J1 社と韓国企業 K 社、その合弁企業 JK 社から検討する。J1 社は擦り合わせ型の製品が得意であり、光ディスク技術の蓄積も豊富である。K 社はモジュラー型を得意とし、装置市場で高いシェアを持っている企業である。アーキテクチャからみて、擦り合わせ型とモジュラー型のそれぞれ得意とする領域の違うパートナーがアライアンスを組んだケースである。

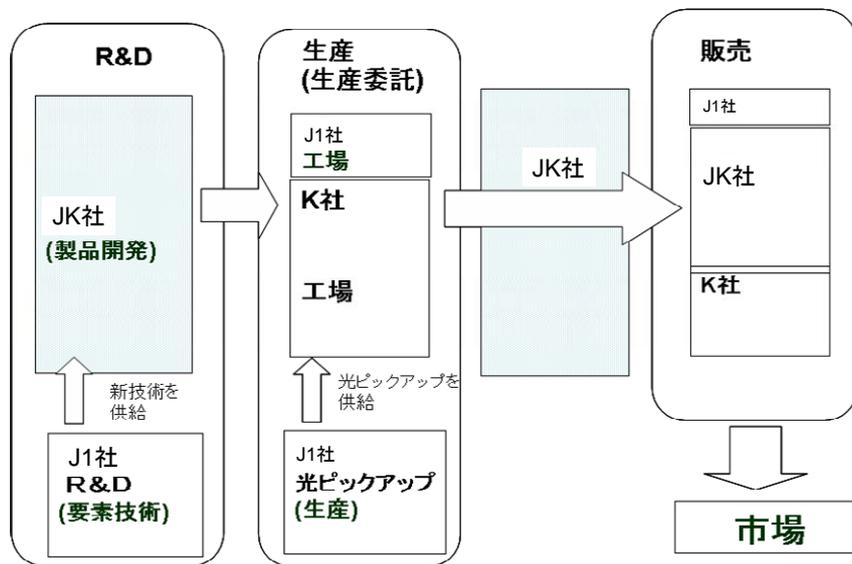
アライアンスは資本的に J1 社と K 社の合弁企業 JK 社の設立として進められた。出資比率は J1 社が 51%、K 社が 49%であり、JK 社は J1 社の子会社として位置づけられる。J1 社は光ディスク産業における豊富なパテントを持っており、JK 社は子会社であるためロイヤリティの支払いは安く済む。JK 社の主要業務は光ディスクドライブの開発と販売業務であり、生産機能・工場は持っていない。

JK 社、J1 社、K 社の分業について述べよう。この分業は各社が強みを発揮できる仕組みとなっている。アライアンスにおける J1 社の主たる役割は豊富な技術資源を使って先端要素技術の開発を行うことにある¹⁸。JK 社は J1 社に研究委託を行っており、J1 社の知識を活用することができる。親会社である J1 社の技術成果は JK 社へと引き渡される。

JK 社の役割は、すでに要素技術が確立され、事業化ができる段階の製品開発を担当することにある。JK 社が開発したドライブは、親会社である K 社の工場で大部分が生産される¹⁹。

K社の役割は、強い量産力を発揮し低コストで光ディスク装置を生産することにある。この場合、JK社からK社に生産委託する形態となっている。K社で生産された製品はJK社が引き取り、自らがPCメーカーに直接販売（OEM供給）するか、再度J1・K社に販売する。K社はグローバルに強い販売力を持っているため、製品の大部分はJK社からK社に販売される。K社はその製品をグローバルマーケットに販売する。つまり、J1社の技術がJK社で製品化され、K社で生産、販売され、グローバルマーケットに導入されるのである（図5を参照）。

図5 J1社とK社の協業



出所)筆者作成。

このようにアライアンスの各パートナーと合弁企業が各機能を受け持っている一方、JK社内でも開発業務を分業しながら進めている。JK社にはそれぞれの親会社からエンジニアが集まっている。J1社側エンジニアは先端技術領域である擦り合わせ型のドライブを、K社側エンジニアはモジュラー型のドライブ（CD系の再生・記録型、DVD系の再生型）を中心に開発する。つまり、不確定要素の多い開発初期の擦り合わせ型ドライブの問題解決をJ1社エンジニアが中心となって徹底的につぶして開発する。問題解決が済み、モジュラー製品として設計できる段階では、K社エンジニアが中心となって素早く量産製品としてまとめ上げる。このように、さしあたり分業によって開発領域が分けられているが、JK社内で各エンジニアが出身母体別に独立独歩にオペレーションを進めるだけでなく、チームを組んで開発作業を行うなどの技術交流などにより、より成果が得られるような相互補完体制が構築

光ディスク産業の競争と国際的協業モデル

されつつある。そして、J1 社エンジニアの知識が K 社エンジニアと共有され、JK 社内に蓄積されていく。

このように再生・記録装置では協業が行われているが、基幹部品である光ピックアップ事業はこの枠組みからは除かれている。JK 社は J 社内光ピックアップ事業部門から主に調達し、この部門と連携しながら新製品開発を進めていく。

光ピックアップ事業に焦点を当てると、完成品である光ディスク装置事業とは様相が違っている。再度表 1 を見てほしいのだが、コンピュータ環境で使われる光ディスク装置用光ピックアップの 2004 年における日本企業の各社合計の市場シェアは、総じて 90%以上となっている。光ピックアップでは韓国・台湾企業の台頭がなく、日本企業が長年に渡って競争力を維持している領域であるといえる²⁰。

光ピックアップの製品アーキテクチャは擦り合わせ型であり、新興国企業も設計や試作はできるものの低コストで大量生産することができない。組立工程では多種多様なチューニング作業が非常に重要なノウハウになっており、しかも日本企業はその組立治工具や評価設備・評価ノウハウを全て独自に開発しており、この生産設備が流通しない。光ピックアップの内部構造にファームウェアや MPU が介在する領域はなく、擦り合わせ要素が流通もしないため、たとえアクチュエータや光学部品・レーザーなどが市場に流通しても、これを単純に組み合わせるだけでは光ピックアップに求められる機能を正しく復元できないし、品質も安定しない。また、装置 1 機種当たりの製品ライフサイクルが短く、それに対応した光ピックアップの製品ライフサイクルも短い。このようなライフサイクルの短縮化がキャッチアップを難しくしている。光ピックアップそれ自体や生産工程も頻繁に更新したり新たに設計しなければならず、問題解決を早期にやり遂げ、市場投入スピードを早めて垂直立ち上げする能力が必要になる。つまり、設計・生産における擦り合わせ要素の早期解決能力が要求されるのが、光ピックアップである。

J 社はこうした自らの擦り合わせ能力を発揮できる光ピックアップでは、単独で事業展開することを選択している。JK 社の生産規模が大きくなれば、J 社の光ピックアップ事業の販売量も大きくなる。J 社光ピックアップ事業からすれば、他の光ピックアップメーカーと競争しながら外販するよりも J 社・K 社のアライアンス枠組みを基礎に事業展開するほうが安定数量を確保できるメリットもある。つまり、装置事業で JK 社が競争力を持つことが、光ピックアップ事業にとっても大きな意味を持つことになっており、装置と基幹部品の両軸を J 社は回転させることができるわけである²¹。

4-2 記録メディアの協業：生産委託型

光ディスク装置市場では合弁企業の設立が相次いだことはすでに述べた。記録メディアでは、合弁企業を設立するケースはなく、日本企業と台湾企業を中心とした新興国企業との技術援助・提携の範囲に限られた協業を展開する場合が多い。ここでは、日本企業 J2 社と台湾企業 T 社の事例を紹介する。

記録メディアは超精密に成型されたポリカーボネイト基板とその上にコーティングされる有機色素で構成される。色素は記録膜を形成する記録メディアの基幹材料である。記録型メディアの基本機能として重要なのが記録感度・データの長期保存性であるが、これらは全て使われる色素によって左右される。この色素事業において日本企業は圧倒的なプレゼンスを持っており、台湾企業を中心に記録メディアメーカーに販売している。色素は機能と工程が複雑に絡み合った擦り合わせの度合いが非常に強い工程アーキテクチャを持っているので、個別設備を単純に買い揃えるだけでは生産できない²²。また、色素開発・生産における擦り合わせ要素がカプセル化された設備が流通することもなく、台湾企業は自社で色素を模倣することができずにいる²³。

J2 社は色素メーカーであると同時に、記録メディアメーカーである。T 社はグローバルに高いシェアを持つ記録メディア専門メーカーである。すでに述べたように、日本の記録メディアメーカーは台湾企業から OEM 調達して自らのブランドで販売する製品について、技術指導・供与を行うことで品質を管理しているが、J2 社の場合も同様であり、自社ブランドの製品のほとんどを台湾企業 T 社に生産委託して OEM 調達を行っている。T 社が生産し、J2 社が調達する記録ディスクの開発は、すべて J2 社が行う。J2 社は T 社に対し自らの色素を使った生産ノウハウや技術を供与する。また、J2 社がノウハウを埋め込み、生産上の問題解決を済ませた段階の生産プロセスが T 社に設置され、そのラインで T 社は生産を行う。また、J2 社の技術者が T 社のラインに張り付き、良品認定ができる製品の水準を 9 割近くまで高めるようにしている。

J2 社は日本と欧米に強いブランドを持ち、販売力もある。これを背景に、J2 社は T 社に積極的に技術を移転しながら、生産委託によって安く品質の良い製品を確保し、強い販売力でブランドを背景にしたプレミアム価格によって収益を確保している。

他方、T 社は新性能・新機能をもった記録ディスクを自ら開発・設計することは難しいが、J2 社の技術指導・供与によって力をつけ、技術力を培うことができている²⁴。加えて、J2 社のブランドを通じて販売数量も確保できる。J2 社基準の品質に満たない製品は、T 社ブランドまたはノンブランドで販売する。こうして技術を J2 社から導入することで、品質基準に高低を設けながら低コスト生産を実現する量産能力の向上に集中することができる。

光ディスク産業の競争と国際的協業モデル

J2 社が T 社から調達する記録メディアは、J2 社の色素が使われるし、生産プロセスは J2 社の色素でチューニングされている。このため、T 社は J2 社から色素を購入し、製品を生産する。J2 社は色素を販売するが、色素それ自体の技術や生産プロセスを T 社に開示することはなく、また色素開発・生産で技術援助することもない。

その結果、日本企業は安定した収益を色素事業で確保することが可能になっている。例えば、ある日本企業（色素メーカー／記録メディアメーカー）では、記録メディア事業よりも色素事業のほうが利益率は高いという。例えば DVD メディア用の色素では、1 グラムあたりの価格が金（Gold）よりも高かった時期もあったようだ。

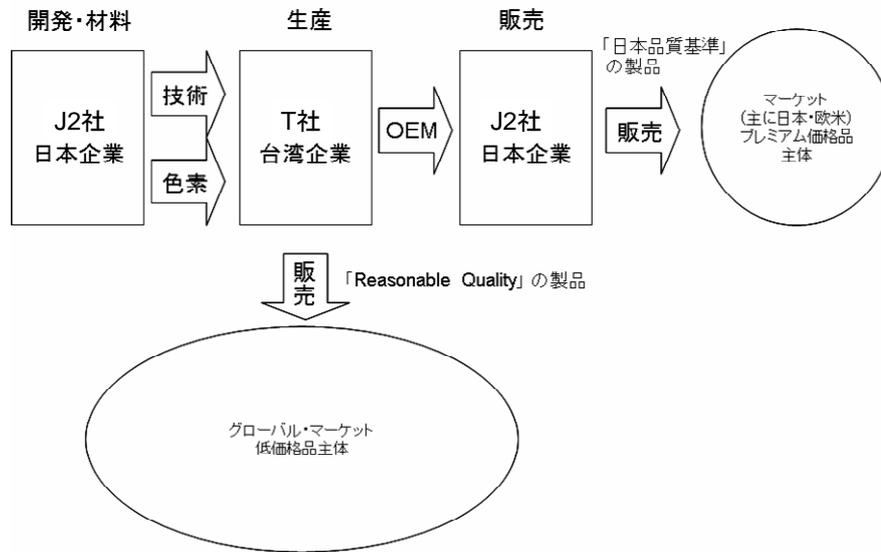
すでに述べたように、どの色素を選択するかによって、メディア生産のノウハウが全て違って来るので、ある色素が選択されてメディアの生産が始まると当該工程では違った色素を使うことが難しくなり、同じ色素を使い続けることになる。このように色素と生産ラインは密接不可分の関係にあるので、色素販売側は自社の色素を使った生産ラインを選択してもらうことがビジネス上重要なポイントとなる。

J2 社は、T 社に記録メディアで技術供与・援助を行うことで色素を販売できる。OEM 供給量以上の記録メディアを T 社が生産し自社ブランドで販売するには、その生産量に見合った色素を購入しなければならない。J2 社にとって、自らが調達する以上に T 社が低価格を武器に記録メディアを大量生産・販売すればするほど、色素事業は潤う。つまり、J2 社にとって、技術供与先である T 社は記録メディアの OEM 調達先であると同時に、色素の顧客でもある。

J2 社は T 社に技術・材料を提供して安くて良い製品を生産委託にて手に入れ、市場にプレミアム価格で販売する。T 社は J2 社から技術を学び、他の日本企業からの OEM 供給の受注による販路拡大と低コスト生産に集中できる。技術力・販売力の日本企業と生産力の台湾企業がそれぞれの強みを合わせた協業モデルを展開している。図 6 は J2 社と T 社の関係を図示している。このようにパートナーシップを結ぶことで、日本企業は台湾企業の量産能力を、台湾企業は日本企業の技術力を手に入れることができる。

J2 社の卓越している点は、T 社との関係で技術の供与と色素の販売などに見る川上側と、ブランドを前面に出した販売の川下側、すなわちスマイル・カーブにみる事業領域ポジショニングで入り口と出口を押さえていることにある。つまり、記録メディアの要素技術を台湾企業と手を組むことでうまく事業化して収益を上げた日本企業による卓越したビジネス・モデルである。

図6 J2社とT社の協業



出所)筆者作成。

5. デジタル家電産業への示唆

新興国企業が瞬く間に新製品市場に参入し、低価格を武器に市場を席卷する²⁵。これは1980年代後半に起きたIBM互換パソコン産業の興隆や1994年から現在に至るアジア諸国の光ディスク産業興隆だけでなく、2003年以降の液晶テレビ産業でも共通して表れる経営環境である²⁶。従来の議論では、製品のモジュラー化がこのような経営環境をもたらした側面が強調されてきた。モジュラー化の時代の中で、日本企業に対して従来の経営の見直しが提言されてきた。取引関係をオープンにして多様な企業との取引を展開する、自社の得意な分野を見極めて選択と集中を徹底する、高付加価値の製品分野とその技術開発に集中して知財で生きる、などである。

しかしながら、従来の議論では製品のモジュラー化が表層的な事実として捉えられていることが多く、モジュラー化の深層で生じているミクロな現象に対して十分な分析がなされてこなかった。われわれは、すべてとは言わないが、最近の多くのエレクトロニクス製品で「擦り合わせ要素のカプセル化」がモジュラー化を進展させていると考えている。とりわけ、MPUとファームウェアがモジュラー化をもたらしている事例は多い。いまや、ほとんどすべてのエレクトロニクス製品にファームウェアが内蔵され、それが製品機能の多くをつかさどっている。現在のデジタル家電を象徴するDVDレコーダー、デジカメ、携帯電話、薄型テレビで設計工数の60%以上がファームウェアで占められているという。

光ディスク産業の競争と国際的協業モデル

もちろん、モジュラー製品の中に、擦り合わせ要素が濃縮された部品やファームウェアがあるからと言って、日本企業は従来通りの経営を続けていけばよいわけではない。しかし、単なる製品のモジュラー化への対応では、その方向性を誤る可能性がある。擦り合わせ要素のカプセル化と製品のモジュラー化が同時進行していることを認識して、強みとなる組織能力の維持・強化と連動する新たな成功戦略を描く必要がある。

その戦略の要点は、部品・材料と完成品、先端的な完成品と成熟した完成品、といった一見相対立する事業をいかに連携させるかということにあると考える。モジュラー化された完成品分野での戦い方が、擦り合わせノウハウがカプセル化された部品・材料事業や先端的な完成品事業の成功を支える。現在、成功しつつある日本企業は、そのような事例が多いようである。シャープの液晶テレビや松下のプラズマテレビ、キヤノンのデジタルカメラなど、新興国からの追い上げはあるものの、先端製品カテゴリーだけに特化せずにボリュームゾーンで正面から競争する戦略をとっている。

問題は、薄型テレビやデジタルカメラの画像処理のためのファームウェアに、重要なノウハウが集約されているが、それはチップセットという部品として容易に取引される点にある。技術ノウハウ自体は容易に他社へ移転しなくても、そのノウハウが詰まった部品は容易に移転して利用される。たとえ自社がその部品を外販しなくても、技術力をもった企業1社が外販すれば、それを利用して参入する企業が瞬く間に出現し、ある程度の品質の製品が市場に出回るようになる。したがって、自社のノウハウをブラックボックス化するだけでは、その企業がよほど卓越した技術ノウハウを蓄積していない限り、多数の競争相手に対抗することは困難になってくる。

本稿で紹介した光ディスク装置と記録メディアの事例は積極的に製品技術の移転・ノウハウ移転を行っている。つまり、「技術流出」と捉えるのではなく、自らがコントロールできる戦略的な活用として「技術移転」を考える思想である。技術が流出して市場での競争相手が生まれてくる前に、自らのコントロールのもとに、将来の潜在的な競争相手との協業を構想して実施する。その際、どこまでを協業企業に技術移転するかは、その製品分野の技術特性、市場動向、競合状況を勘案して慎重に決定する必要がある。移転の範囲が広すぎると過剰な技術流出になって独自の優位性を長期に維持できない。一方、移転の範囲が狭すぎると、提携相手企業が市場をリードできないかもしれない。光ディスクの事例では、J1社が開発までアライアンスの範疇に含めているのに対し、J2社は生産だけを協業の範囲にしている。

本稿が提示した点を総合的に考えるならば、協業を梃子にした外部資源との連携を、統合型企業の強みを活かす内部資源の連携への布石だと考えることも可能だろう²⁷。処方箋の一つは新興国企業だけでなく、日本企業も視野に入れた協業モデルの構築にあるだろう²⁸。つ

まり擦り合わせ要素が容易に手に入り、誰もが市場に参入しやすい環境下において、モジュラー型の組立加工製品やプロセス型製品での模倣生産を得意とする企業と対峙した時に、基幹部材販売に特化することや、擦り合わせ型製品や高付加価値品へと安易に逃げるのではなく、カプセル化した擦り合わせ要素を自らの完成品事業で活用していく仕組みを構築できるかどうか、このことを考える材料を光ディスク産業の競争は与えてくれる。

※本稿の作成のための調査に当たっては、文部科学省の科学研究費(基盤 B 14330032)「組織間学習としての技術移転プロセスの組織生態学的実証研究」、および財団法人社会経済生産性本部「平成 16 年度生産性研究助成若手研究者研究助成金」から財政的援助をいただいた。

参考文献

- 青木昌彦 [1995] 『経済システムの進化と多元性：比較制度分析序説』 東洋経済新報社。
- 青木昌彦・安藤晴彦編著 [2002] 『モジュール化—新しい産業アーキテクチャの本質』 経済産業研究所・経済政策レビュー 東洋経済新報社。
- 青木昌彦・奥野正寛編著 [1996] 『経済システムの比較制度分析』 東京大学出版会。
- Heller, Daniel Arturo, Takahiro Fujimoto, Glenn Mercer [2005] “The Long-Term Value of M&A Activity to Enhance Organizational Learning: Findings from the Automobile Industry.” *21COE, University of Tokyo MMRC Discussion Paper, No. 52.* <http://www.ut-mmrc.jp/>
- 藤本隆宏 [2001] 「アーキテクチャの産業論」 藤本隆宏・武石彰・青島矢一編『ビジネス・アーキテクチャ』 有斐閣。
- 藤本隆宏 [2004] 「「日本型プロセス産業」の可能性に関する試論 —そのアーキテクチャと競争力—」 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シリーズ MMRC-J-1。 <http://www.ut-mmrc.jp/>
- 加藤寛之 [2002] 「モジュラリティ・ドライバーモジュラー化と逆流防止弁—【コンピュータ産業研究会 研究会報告】『赤門マネジメント・レビュー』 1 巻、8 号。
<http://www.gbrc.jp/GBRC.files/journal/AMR/AMR1-8.html>
- 楠木 建・ヘンリー・W. チェスブロウ [2001] 「製品アーキテクチャのダイナミック・シフト」 藤本隆宏・武石彰・青島矢一編『ビジネス・アーキテクチャ』 有斐閣。
- 機能性化学産業研究会編 [2002] 『機能性化学—価値提案型産業への挑戦』 化学工業日報。
- Nakagawa, K. [2005] . *The both sides of the catch up process: A dynamic analysis of international competition between DC and LDC.* 東京大学大学院経済学研究科修士学位論文。

光ディスク産業の競争と国際的協業モデル

- 小川絢一〔2005〕「光ディスク産業の興隆と発展—日本企業の新たな勝ちパターンを求めて—」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シリーズ MMRC-J-28。 <http://www.ut-mmrc.jp/>
- Koichi Ogawa, Junjiro Shintaku, Tetsuo Yoshimoto〔2005〕「Architecture-based Advantage of Firms and Nations: New Global Alliance between Japan and Catch-up Countries」『Annals of Business Administrative Science』 Volume 4, Number 3, July 2005, <http://www.gbrc.jp/GBRC.files/journal/abas/index.html>
- 小川絢一〔2006〕「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を求めて—」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シリーズ MMRC-J64。 <http://www.ut-mmrc.jp/>
- 延岡健太郎〔2005〕「デジタル家電における日本企業の競争力—安定型と変動型のモジュラー型製品—」『ビジネス・インサイト』第13巻、第3号。
- 榊原清則・松本陽一〔2005〕「統合型企業のジレンマ —日本時計産業の成功と蹉跌—」技術革新型企業創生プロジェクト Discussion Paper Series #05-14.
- 武石 彰〔2003〕『分業と競争：競争優位のアウトソーシング・マネジメント』有斐閣。
- TSR〔2004〕『2005年度版光ディスク市場のマーケティング分析』テクノ・システム・リサーチ。
- 新宅純二郎〔1986〕「技術革新にもとづく競争戦略の展開—機能向上とコスト低下による製品進歩のプロセス」『ダイヤモンド・ハーバード・ビジネス』第11巻、第4号。
- 新宅純二郎〔1994〕『日本企業の競争戦略—脱成熟』有斐閣。
- 新宅純二郎〔2003〕「アーキテクチャ論から見た中国との分業」『日本機械輸出組合 JMC ジャーナル』2003年11月。
- 新宅純二郎・竹嶋 斎・中川功一・小川絢一・善本哲夫〔2005〕「台湾光ディスク産業の発展過程と課題—日本企業との競争、協調、分業—」『赤門マネジメント・レビュー』第4巻、3号。 <http://www.gbrc.jp/GBRC.files/journal/AMR/AMR4-3.html>
- 善本哲夫〔2003〕「基幹部品のアーキテクチャ特性と取引の実態—ルームエアコン事業とコンプレッサ事業のケース」『同志社大学ワールドワイドビジネスレビュー』第4巻、第2号。 http://www.rcwob.doshisha.ac.jp/review/4_2index.html
- 善本哲夫〔2004〕「サプライヤー・システムと事業戦略—基幹部品取引の実態」『同志社大学人文科学研究所 社会科学』第72号。
- 善本哲夫・新宅純二郎・小川絢一〔2005〕「製品アーキテクチャ論に基づく技術移転の分析—光ディスク産業における国際分業—」東京大学ものづくり経営研究センター ディスカ

¹ アーキテクチャとは、ある製品や工程が担っている設計情報の基本思想である。製品アーキテクチャについては、藤本〔2001〕を参照されたい。工程アーキテクチャとは、製品アーキテクチャ概念を生産工程に適用して、その工程設計の基本思想のことをいう。藤本〔2004〕を参照されたい。

² MPU (Micro Processor Unit) は 1971 年にインテルが発表した i-4004 から始まり、電卓競争とパソコン競争によって MPU とこれを動かすソフトウェア (マイクロ・コード) が飛躍的に発展した。その後の MPU は、複雑な用途に使う汎用プロセッサとしての MPU と、特定の用途に使う専用プロセッサとしての高速 DSP に 2 分された。多くのデジタル機器では MPU と DSP でそれぞれの役割を分担しながら連携させる使われ方が多い。ハードウェアの動作を直接制御するための言語 (コード) がマイクロ・コードである。マイクロ・コードによって記述されるプログラムをマイクロ・プログラムと呼び、これが ROM に格納された場合にはファームウェアと呼ぶ。したがってファームウェアは、ハードウェアに近いところで MPU と DSP を動かすソフトウェアの総称となった。最近のファームウェアは、多種多様な機能を持つファームウェアのモジュール群として表現される。2000 年以降になると MPU もパソコン CPU に劣らない機能を持つようになった。ハードウェアの制御は専用プロセッサとしての DSP に任せ、MPU 自身はハードウェアを離れて多数のアプリケーション・ソフトを動かしながら製品機能をユーザーに近いレイヤーで表現する役割を担う。このようにアプリケーションに近いところで動くソフトウェアは、多くが組み込みソフトと総称される。以上の背景から、本稿では断らないかぎり “MPU とファームウェア” という表現を用い、特に DSP が深く関与する場合に “MPU/DSP とファームウェア” という表現を使う。

³ シェアの数値は、TSR〔2004〕をもとに、筆者らのインタビュー調査の結果をあわせて算出した。

⁴ 台湾企業への技術供与や設備販売については、小川〔2005〕、Nakagawa〔2005〕が詳しい。

⁵ Nakagawa〔2005〕による日本企業と台湾企業の OEM 供給関係の詳細な事例を参照した。

⁶ 台湾企業の記録メディアの品質に関する考えについて、新宅他〔2005〕を参照されたい。

⁷ ここでは MPU とファームウェアの技術革新が製品アーキテクチャを擦り合わせ型からモジュラー型に変えるという視点を中心に据えているが、その代表的な事例が東芝の小嶋忠氏や林泰弘氏のチームによって開発・商品化された CD-DA (1989 年) と CD-ROM (1994 年) のデジタル・サーボ LSI である (Koichi Ogawa et al〔2005〕, 小川〔2006〕)。小嶋氏は 1980 年代の当時に東芝・音響事業部・音響技術部の設計リーダーをされており、林氏は当時の小嶋氏のパートナーとしてデジタル・サーボ LSI の設計に従事されていた (現在は東芝セミコンダクター社・映像情報システム LSI 設計技術部)。

⁸ モジュラリティ・ドライバとは、モジュラー化を推進する原動力を意味する。モジュラリティ・ドライバが機能すると、部品間の相互依存性が排除され、インテグラル・アーキテクチャがモジュラー・アーキテクチャへと転換していく。モジュラリティ・ドライバについては、加藤〔2002〕を参照されたい。

⁹ ある色素をベースに生産プロセスを構築すると、蓄積されたノウハウが他の色素では通用しないこともあり、先行した色素メーカー以外が後追いで記録メディアの色素ビジネスに参入することは難しくなる。三菱化学メディアは、DVD の国際標準においてうまく自社の色素及び関連知材を刷り込ませることに成功している。詳細は小川〔2006〕を参照されたい。

また、色素と生産プロセス、特に生産設備との関係は深いため、色素メーカーと設備メーカーがアライアンスや協力し合うことが多い。例えば設備メーカーである東北パイオニアと色素メーカーである TDK のアライアンスがある。東北パイオニアのプレスリリース (2004 年 11 月 4 日)、http://www.pioneer.co.jp/topec/ir/press/pdf_2004/041102dvd-r.PDF を参照されたい。

¹⁰ あるインライン設備を販売するメーカーへのインタビューによる。

¹¹ DVD ドライブではすでに新興国企業がレファレンス・キットを調達して容易に生産できる環境にある。

¹² 標準化によって DVD の技術がマニュアル化・オープン化されるので、例えば DVD 関連の技術を

光ディスク産業の競争と国際的協業モデル

持った日本企業がチップセットや生産設備の販売を行わなかったとしても、欧米企業などが販売する。また、日本企業で記録メディアの生産設備メーカーA社は標準化をリードする企業の試作を裏で支えながらDVDメディアの製造設備を開発して設備ビジネスを一気に飛躍させたし、LSIチップセットメーカーB社は2001年から始まる記録型光ディスク装置の爆発的な普及とともにLSIチップセットの販売を伸ばしたように、DVD関連製品それ自体の普及が部材や設備などを手がける日本企業の成長を支え、その成長がその後の記録メディア・光ディスク装置の高性能・高機能化を支えている。

¹³ 光ピックアップや色素は完成品に占めるコスト比重が高いため、新興国企業は懸命に内製化を図ろうとはしているが、これを開発し低コスト・高品質で生産能力を構築することができないのが現状である。一部、CD系の再生専用光ピックアップや色素の模倣品などを生産している新興国企業もあるが、こうした企業は完成品専門メーカーに近いといつてよい。

¹⁴ ある日本企業からは光ピックアップ事業に比重を置きすぎ、ドライブ事業が衰退する傾向にあることで、上記理由から基幹部品事業自体の今後の展開に危機感を抱いているとの意見も聞かれた。

¹⁵ 完成品事業と基幹部材事業の関係性について、善本〔2004〕、榊原・松本〔2005〕を参照されたい。基幹部品は投資回収や採算性、事業継続の面からも外販ビジネスが重要になってくる。統合型企業による基幹部品の社内活用と外販ビジネスの両立について、その問題点と方向性の一つを善本〔2003〕、〔2004〕は提示している。

¹⁶ 基幹部品事業はもともと完成品事業よりも設備投資や稼働率の問題から高い規模の経済性が求められる。

¹⁷ 新宅〔2003〕が指摘するように、基幹部材でも自社製品のアーキテクチャと顧客製品のアーキテクチャを考えて、自らのポジショニングを変えていく必要がある。ポジショニングのありようによっては、基幹部材事業の収益にも違いが生まれてくる。

¹⁸ 要素技術はK社の研究所でも行われており、JK社でその成果が利用される。

¹⁹ J社の工場でも、少量ではあるがJK社で開発されたドライブが生産される。

²⁰ 韓国・台湾企業もAV用途向け再生専用型の光ピックアップは生産でき、それなりの市場シェアを持っている。特にCD系のAV機器向け再生専用型光ピックアップは開発されてから二十年以上経過しており、基幹部品ではあるが、技術的には「枯れた」状況にあるため、新たな要素技術を開発する必要もないので、生産が比較的容易になっている。

²¹ しかしながら、日本企業でも装置と光ピックアップの両事業に関する展開には温度差があり、例えば、日本企業C社のように、光ディスク装置事業を縮小する傾向にある一方で、光ピックアップ事業の規模は大きく、光ディスク産業における収益の柱となっている企業もある。つまり、C社としては、強みを持っている光ピックアップに資源を集中させているようにみえる。

²² こうした有機色素や液晶材料や半導体材料など機能性化学と呼ばれるインテグラル度の高い工程アーキテクチャを持つ製品領域では、日本企業が圧倒的な競争力を持っている。機能性化学産業研究会〔2002〕を参照。

²³ 台湾企業から一部模倣品も出ているようだが、こうした機能性化学製品である有機色素に求められる精密分子設計などの高度な合成技術は、長年の研究から知識蓄積した日本企業の得意領域であり、これを新興国企業が新たに作り出すのは非常に難しい。

²⁴ T社はJ2社だけでなく複数の日本企業に対してもOEM供給を行っており、T社のラインは、各社専用ラインが設けてある。

²⁵ 新宅〔1986〕、〔1994〕が電卓産業と腕時計産業のケースで検討したように、日本企業は低コスト化と差別化の両方の追求を目指してきた。しかし、擦り合わせ作業をカプセル化・パッケージ化したファームウェア・MPU、生産設備を手に入れた新興国企業の大量生産と低価格化は日本企業の低コスト化努力では追いつけないものようだ。光ディスク産業だけに限らず、デジタル技術を基盤とする製品では同じような状況になりやすいだろう。製品開発・生産領域での能力構築に加えて、大胆な戦略構想力を持つことが非常に重要になってくる。この意味で本文中の協業モデルは参考になるだろう。

²⁶ 小川〔2006〕は、ファームウェアやMPUの技術革新によって光ディスク産業で日本企業が経験したモジュラー化の歴史から、日本企業の競争力やものづくり経営を維持・発展させる上で学ぶべき点

を述べている。

²⁷ ただし、協業もパートナーシップの組み方や運営の仕方に創意工夫がなければ、その意味は薄れてしまい、継続性を失ってしまう。

²⁸ 本文中では紹介しなかったが、DVD プレーヤ・レコーダの開発・生産において、三菱電機と船井電機が合弁会社嘉宝電機有限公司 (Digitec Industrial Limited) を香港に設立し、三菱電機の技術力と船井電機の量産力をうまく組み合わせた事業モデルを展開している。出資比率は三菱電機が 51%、船井電機が 49% である。三菱電機と船井電機のケースについては、小川 [2006] を参照されたい。また、こうした組織能力相互補完のケースでは、自動車産業における日産自動車とルノーの提携が家電産業にとっても大いに参考になるだろう。Heller・Fujimoto・Mercer [2005] は日産・ルノーの提携を「学習する組織」の概念からとらえ、互いが持ち合わせていない組織能力を両社が相互補完的に持っており、学習していると評価する。つまり、このためには、自社に何が足りず、またパートナーを選定する際の評価基準が重要になってくる。製品アーキテクチャの分析フレームワークを利用することは、強み・弱みを評価し選定する際の一つの指針として役立つだろう。