

# 光ディスク産業の興隆と発展

## コンシューマ市場からコンピュータ市場へ

小川 紘一

東京大学 COE ものづくり経営研究センター

[E-mail: ogawa@mmrc.e.u-tokyo.ac.jp](mailto:ogawa@mmrc.e.u-tokyo.ac.jp)

要約：コンシューマ市場で興隆した光ディスク産業がパソコン市場に巨大市場を構築するまでの経緯について、日本企業の視点から分析した。まず光ディスク製品の製品アーキテクチャがマイクロ・プロセッサやファームウェアの作用によって擦り合せ型からモジュラー型へと動的に転換された事実を解説し、これを念頭に置きながらCD-Audio から CD-ROM が生まれた経緯、現在の DVD に繋がるドミナント・デザインが CD-ROM によって形成される経緯、およびパソコン環境に巨大な OEM 市場が誕生するまでの経緯を述べた。また日本企業の競争優位が技術力というよりもむしろ製品アーキテクチャの動的な変化に左右されている事実、およびモジュラー型に転換する時点から、キャッチ・アップ型工業国が市場参入して日本企業が市場撤退する姿も、多数の市場データを交えながら明らかにした。製品アーキテクチャ論の視点で見れば、光ディスク産業における日本企業と韓国・台湾・中国企業との関係がパソコン産業における IBM と PC クローン・メーカーとの関係と同じであり、ここに日本企業の勝ちパターンを考える視点があることも本論文から理解されるであろう。

キーワード：光ディスク、CD-DA、CD-ROM、CD-R、DVD、PC、製品アーキテクチャ、擦り合せ型、モジュラー型、マイクロ・プロセッサ、ファームウェア、キャッチ・アップ型工業国、IBM PC

### 1. はじめに

本稿の目的は、1980年ころにコンシューマ市場で生まれた光ディスク産業が1990年からパソコン環境に巨大なOEM市場を構築した経緯、およびこれが日本・韓国・中国などの光ディスク産業に与えた影響を日本企業の視点から解説することにある。<sup>1</sup> 光ディスク市場は人

<sup>1</sup> 本稿は東京大学ものづくり経営研究センターのディスカッション・ペーパー (小川, 2005) を加筆訂

口 8 億人の先進工業国から人口 25 億人のBRICs諸国まで市場が広がり、生産高もハード・ディスクと同等の産業に育った（2004 年）。しかしながら技術開発・国際標準化・市場開拓で最も大きな役割を果たした日本企業は、深層の技術力を企業収益に直結できず長い苦難の時代を強いられた。光ディスクの製品アーキテクチャが動的で階層的な転換を繰り返しており（小川, 2005; 小川, 新宅, 善本, 2005）、<sup>2</sup> 技術力よりもむしろ動的な転換への対応力によって競争優位が左右されたからである。その背景にはマイクロ・プロセッサ（MPU）とファームウェアの技術革新があり、これが光ディスク装置やメディアの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た。そしてモジュラー化が基幹部品・基幹部材および製造設備を大量に流通させる環境を造り出して日本企業の経営環境を一変させてしまった。その上でさらに製品アーキテクチャの構造変化を加速させ、日本企業の勝ちパターンを根底から覆したビジネス・プラットフォームが 1990 年代のコンピュータ環境である。

光ディスク産業を調査するにあたって、まずは多くの人々にインタビューしながら現場の実態を調査したが、この複雑に入り組む現場の実態を整理する手段として製品アーキテクチャの視点を導入した。本稿で一貫する視点は、1990 年代に日本企業が失った勝ちパターンを再興するための経営システムを再設計することにある。

## 2. 光ディスク産業：これまでの経緯と日本企業の現状

本章ではまず著者らが光ディスク産業を本格的に調査するに至った動機を述べ、その背景にある日本企業の課題を「製品アーキテクチャの動的な構造変化」という視点から整理する。また本稿に続く一連の研究で著者らが発する基本メッセージも、本稿の中で紹介する。

### 2.1. 光ディスク産業の興隆経緯と現状要約

光ディスクの基本コンセプトは、<sup>3</sup> 1972 年にオランダ Philips の技術者によって確立された（Bricot, Lehureau, & Puech, 1976; 今中, 2002）。その基本技術は *Philips Technical Review* に集大成され、後に続く技術開発のバイブルとして読み継がれた。

---

正したものである。

<sup>2</sup> 製品アーキテクチャの動的な変化は、すでに藤本や新宅によって以前から指摘されていた。最近では延岡もこれに言及している（延岡, 2005）。

<sup>3</sup> ここで光ディスクとは、半導体レーザーを用いて光学的にディスク上の情報を読み取る、あるいはディスクに情報を記録するシステムの総称と定義する。光ディスクは情報を記録再生するための装置と、情報が記録されるディスクの大きく二つに分けられる。一般に前者は（光ディスク）装置あるいは（光ディスク）ドライブと言われ、本稿でもそれらの用語を無差別に用いる。後者のディスク媒体については、単に光ディスクと呼ばれたり、（光ディスク）メディア、（光ディスク）媒体などと呼ばれるが、本稿ではシステム全体を指す「光ディスク」と区別する意味で、ディスク媒体については（光ディスク）メディア、（光ディスク）媒体という用語を用いている。

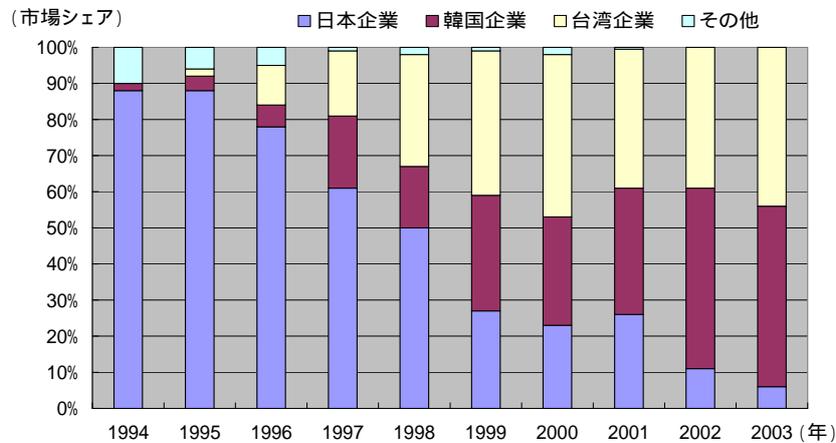
## 光ディスク産業の興隆と発展

光ディスクの商品化技術は、その多くが日本企業によって開発された。日本のエンジニアは *Philips Technical Review* から基本原理を学び、これを支える要素技術と基幹部品を自らの手で開発し、標準化規約を定め、そして低コストで作る量産技術を開拓しながら新しい応用市場を開いた。1980年代の日本電子産業では、光ディスクに最も優秀な新入社員が投入されたと言われる。レーザーを用いた光記録は、当時の磁気ディスクに比べて100倍も記録密度が高い夢の技術だったからである。当時のコンピュータ市場で圧倒的な影響力を持ったIBMは、1979年に光ディスクの分野でDVA (DISCO VISION ASSOCIATE) と合併会社を作り、1984年頃には松下電器と記録できる光ディスクを開発した。これらの動きも日本企業に大きな影響を与え、多数の有能な人材が光ディスク産業に投入された。世界の街角で当たり前のように買える音楽CDやDVDプレーヤー、パソコンを買えば当たり前のように付いてくるCD-ROM、CD-R/RW、DVD±R/RW、中国の隅々に娯楽を運んだVideo CD、さらには日本の若者を捉えたMiniDiscや日本のビジネス市場を席卷した3.5インチMOなど、全ての光ディスクは、日本企業がその技術開発・標準化および市場展開を主導したと言ってもよい。<sup>4</sup> 次世代DVDの本命争いを繰り広げるBlu-rayやHD DVDでも、依然として日本企業が主役を演じている

光ディスク装置の出荷台数は2004年に約6億台・金額で約2.5兆円となり、ハード・ディスク装置の2.9億台・2.4兆円と同等になった。メディアはCD-Rだけでも約100億枚を越え、歴史上最も普及した電子メディアに成長した。DVD+RやDVD-Rのメディアも2004年だけで約10億枚以上も出荷され、2005年には20億枚を超えた。しかしながら市場が大きく成長する過程で多くの日本企業が市場撤退を余儀なくされた。その一例を図1に示すが、

<sup>4</sup> 光ディスクは、装置と媒体が再生専用型と再生・記録の両方に分かれており、それぞれ前者をROM装置、ROM媒体、後者は記録型装置、記録型媒体と呼ぶ。「ROM」には音楽用CD (CD-AudioあるいはCD-DA) やCD-ROM、DVD-ROMなどが含まれ、特にコンシューマ市場で売られる場合はプレーヤーと呼ばれることが多い。本稿では音楽CDをコンピュータ用のCDファミリーと区別するためにCD-Audioと表記する。記録型は媒体の種類によって以下の二つに分けられる：その第一は記録層に色素を使用して記録する方式を用い、一度書いたら消えない「追記型」である。多くの規格では追記型を意味する「R: Recordable」が付される (CD-R、DVD-R、DVD+Rなど)。第二は記録層に相変化方式や磁性体を使用して複数回の記録を可能にする「書換型」である。こちらにはMOやPD、CD-RW、DVD-RAMやDVD-RW、DVD+RWなどが含まれる。本稿が特に焦点を当てるCD・DVD系光ディスクでは、記録型でいくつかの規格が並存し、装置・媒体ともに多様な製品が提案されている。そこで、混乱を避ける意味で、ここで簡単な定義と解説を加えておく。まずCD系記録型媒体は、追記型のCD-R、書換型のCD-RWの2規格がある。DVD系では、追記型にDVD-R、DVD+Rの2規格、書き換え型にDVD-RW、DVD+RW、DVD-RAMの3規格が存在する。CD-R/RW装置は、CD-R、CD-RWへの記録とすべてのCD系媒体の読取りが可能である。本稿文中及び図表中でCombo装置と呼称される装置は、CD-R/RW装置の機能に加えてDVD-ROMメディアの読取りが可能な装置である。記録型DVD装置については、本稿では規格の区別を与えずDVD-W装置の名称で統一した。

図1 CD-ROM 装置の企業国籍別出荷シェア推移



出所) 1994年から2002年まではギガ・ストリーム、2003年は株式会社テクノ・システム・リサーチ。

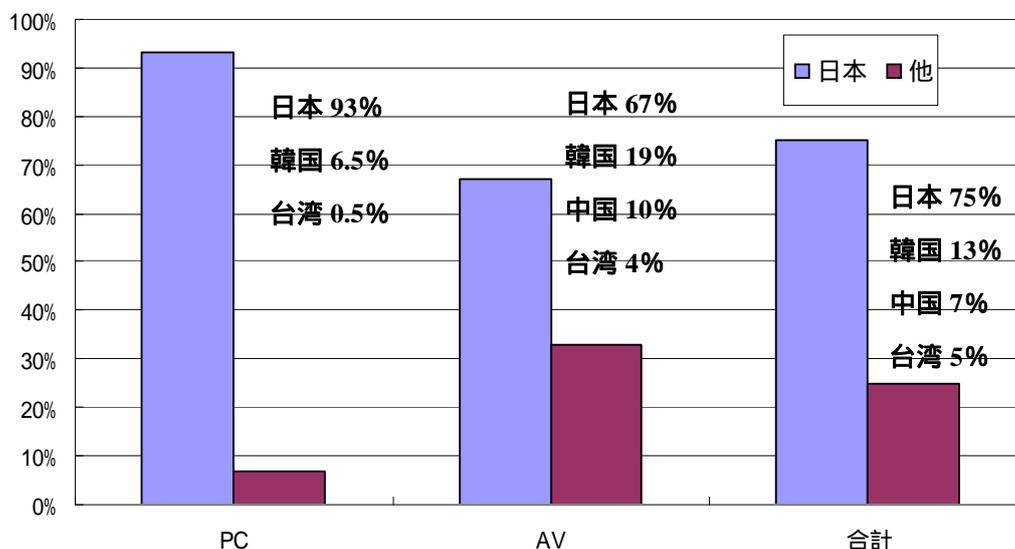
1995年に90%弱のシェア(台数)を誇った日本のCD-ROM装置が、3年後には50%を切り、5年後にはさらに20%へと激減した。最新技術を駆使して開発されたDVD時代の今日ですら、日本企業の光ディスク装置シェアは約22~23%に低迷している。光ディスクのメディアも1995年頃の出荷シェア80%が10年後には10%強へと激減した。しかしその一方で図2で示すように、パソコンで言えばMPUに相当する光ピックアップは、日本企業の出荷シェアが70~90%と圧倒的に高いレベルを維持している。また表1で示すように、高出力レーザー・プラスチックレンズ・マイクロ光学部品などの超精密部品も、その90%以上を日本企業が独占している。ディスク基板成型などの製造設備も70%以上、基幹部材のポリカーボネートや色素も80%以上というきわめて高いシェアを長期に渡って維持してきた。さらにはDVDなど光ディスクの知財(必須特許)で日本企業が90%以上のシェアを持ち、圧倒的な強さを誇る。光ディスクのメディアも、製造では台湾やインド企業に席卷されたが、これを調達して世界中の販売チャネルで売る日本ブランド付きメディア(CD-R、CD-RW、DVD±R/W、DVD-RAMなど)は、世界で50%以上のシェアを誇る。

図3にその全体構造をスマイルカーブで示すが、日本企業の多くは中央部分に示す低価格・低コストの製品組み立てで韓国・台湾・中国に譲るものの、知財・基幹部品・製造設備・ブランド製品では圧倒的な競争力を持つ。さらに最近の船井電機のように、図3の中央に位置する組み立て製造分野ですら、韓国企業・台湾企業よりも低いオーバーヘッド<sup>5</sup>や高い技

<sup>5</sup> ここではオーバーヘッドを総発生費用あるいは売上高間接比率と定義する。日本企業のオーバーヘ

## 光ディスク産業の興隆と発展

図2 光ピックアップの2003年企業国籍別シェア



出所) インタビューにより筆者作成。

表1 DVD関連における日本企業の品目別シェア

| 品目        | 日本企業のシェア |
|-----------|----------|
| 知財・ライセンス  | 80%以上    |
| 光ピックアップ   | 99%以上    |
| レーザーダイオード | 99%以上    |
| レンズ       | 99%以上    |
| ディスク製造機器  | 70%以上    |
| ポリカーボ樹脂   | 70%以上    |

出所) インタビューにより筆者作成。知財・ライセンスはDVD Forum関係が中心。

術力および優れたサプライ・チェーンを武器に、台湾企業や中国企業以上の競争力をもった日本企業も現れようとしている。1990年代の長い苦難の時期から多くを学んだ日本の光ディスク産業は、モジュラー型が全盛の経営思想を、漸く実ビジネスの中で乗り越え、再び日本の勝ちパターンを経営システムの中に取り込めたのではないか。

ッドは20~35%であり、20~35%の粗利益を取れないと赤字になるため、モジュラー型になった製品から市場参入する韓国(15~16%)や台湾(10~13%)との価格競争に突入すると日本企業は市場撤退への道を歩む。



## 光ディスク産業の興隆と発展

いる。これまでの製品アーキテクチャ論がパソコンや乗用車などを中心に発展してきたため、多くが静態的二分法によって説明されてきたが、光ディスク産業の現場に見るもの造りの現場ではもっと動的で階層的な変化が常に繰り返されており、技術力よりもむしろこの動的な変化が日本企業の競争優位に大きな影響を与えていた。この事実は我々にとって大変な驚きであり、光ディスク産業を本格的に調査するに至った第一の動機がここにあった。

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いる。したがって基幹部品の相互依存性が非常に強いものの、低コストで歩留まり良く量産するには組み立てラインを細分化した分業体制にしなければならない。したがって前工程としての製品設計では、基幹技術や基幹部品の多層的・複合的な相互依存性を製造ラインの中にバランス良く分散させるノウハウを必要とする。また製造ラインを構成するひとつひとつの組み立て・調整工程では、その特定作業に最適化された組み立てノウハウを必要とするが、アナログ技術で構成されるVTRの場合は、これらの全てが製造プロセス全体との関係で局所最適化されている。製品機能を復元するノウハウを製造プロセス全体にバランスよく分散させるという意味で、前工程としての設計側と密接な擦り合せ無くして製造ライン(後工程)を構築することができない。したがって海外工場へのアウト・ソーシングはもとより、自社の海外工場における量産展開も、製造プロセスが十分に枯れた状態(製造ラインのモジュラー化が進んだ状態)でないと困難であった。前工程と後工程の緊密な相互依存性こそが、分業による製造から擦り合せ型製品の機能・品質を正しく復元するためのノウハウであり、擦り合せ型の製品を完全な分業体制で組み立てるための仕組みである。したがって製造プロセスそれ自身は工場内部でモジュラー化された完全分業になってはいるが、これを外部から見れば複雑な擦り合せ型の製造プロセスに見えるはずである。製品機能を復元するノウハウが設計と製造ラインの相互依存性によって構築されており、その上でさらにこれが製造プロセス全体に分散カプセル化された形式知の集合体になっているという意味で、たとえ一部の技術が拡散しても、ここから製品機能を完全に復元することはできない。したがってこれらの擦り合せノウハウを持たないキャッチ・アップ型工業国(企業)がVTR市場に参入するのは困難であった。

一方1990年代の光ディスク装置が1970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マイクロ・プロセッサ(MPU)やファームウェア<sup>7</sup>と結合するデジタル

<sup>7</sup> マイクロ・プロセッサ(MPU: Micro Processor Unit)は1971年にインテルが発表したi-4004からはじまり、電卓競争とパソコン競争によってMPUおよび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。i-4004以降のマイクロ・プロセッサは、複雑な用途に使う汎用プロセッサとしてのMPUと、特定用途の高速四則演算に適したアーキテクチャを持つDSP(Digital Signal Processor)に機能分化した。汎用MPUはさらにパソコン専用のインテルMPU(CPUとも呼ぶ)とデジタル家電などに多用されるマイコンMPUや自動車内部の制御に使うMCU(Micro Controller Unit)などに分かれた。本稿で述べるMPUは、特にことわりの無い限りマイコンとして

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しきれない場合は、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、それぞれの企業が光ディスク装置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光ディスク装置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せノウハウは製造プロセス全体に分散されず、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にカプセル化される。<sup>8</sup>

最近の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LSI/ファームウェアに擦り合せノウハウを完全に蓄積する時間的な余裕が無い状態で、あるいは基幹技術・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

---

のMPUである。

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として格納される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マイコンMPUや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年以降になるとマイコンとしてのMPUもパソコンMPU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、マイコン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”という表現を用いる。

本論文では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せ型からモジュラー型に変えるという視点を議論の中心に据えているが、その代表的な事例が東芝の小嶋正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。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）。

<sup>8</sup>ここに紹介した製品開発におけるファームウェアの役割は、標準化されるされないを問わず、1990年代以降の多くのデジタル家電でも共通して観察される。2000年以降になると多くの製品で開発工数の60%以上がファームウェア関連になった。2005~2006年に開発された携帯電話ではファームウェアが1,000万ステップを越えたと言われる。これは100人の技術者が約10年かけて開発するステップ数に等しい。

## 光ディスク産業の興隆と発展

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。したがって市場に出荷された初期の段階では、ファームウェアにまだ十分な擦り合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。そしてたとえ部品が流通しても、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するファームウェア(部品の相互依存性を排除するファームウェア)は、量産ライン(後工程)の構築者と製品設計(前工程)チームとの共同作業によって作り込まれる。部品のコストダウン設計・製造でも、上記と同じ経緯を辿る。部品相互の依存性を排除するノウハウは、VTRのように製造プロセスのそれぞれの工程に分散カプセル化されるのではなく、DVDでは全てファームウェアのモジュール群としてLSIチップセットの中のフラッシュROMに一括蓄積される。したがって海外工場の現地のオペレータに対する教育は非常に単純化された組み立て作業の教育となり、数日前まで畑仕事をしていた人ですら部品を単に組み合わせるだけで超精密なDVD装置を大量生産できる。製品が擦り合せ状態から徐々にモジュラー化に向かうというのは、以上のような製品開発・出荷のプロセスに基づいて定義されており、この動的なアーキテクチャの転換は、製品それ自身が持つ内生的な力(分業、大量生産、コストダウン、歩留まり向上など)がMPUやファームウェアの作用と結びつくことによって加速される。モジュラー型に転換された製品では工場の製造ライン構築(後工程)が必ずしも製品設計(前工程)と緊密な擦り合せを必用としないという意味で、海外工場で現地オペレータ(単能工)を多用する低コスト・アウトソーシングに適用しやすい。1980年代のアメリカ・パソコン産業が、そして1990年代後半以降の日本光ディスク産業が競って海外に量産工場を求めた背景が、このような製品アーキテクチャの視点からも理解されるであろう。

ファームウェアが基幹技術や基幹部品の相互依存性を排除する機能を持ちはじめたのは、1990年代に起きたMPUの急激な技術革新に起因しており、これが電子製品のアーキテクチャ構造を擦り合せ型からモジュラー型へと構造変化させる上で最も大きな役割を果たした。<sup>9</sup> 光ピックアップやモーターなどが現在でも擦り合せ型の状態を維持して日本企業が圧倒的なシェアを持つ製品は、MPUすなわちファームウェアの力が通用しない製品構造を取っ

<sup>9</sup> 擦り合せ型の典型と言われる乗用車の場合もMPUとファームウェアの作用によって基幹部品が高度にモジュラー化され、その上で製造ラインに投入・組み立てられる(大久保, 2002)。ただしMPUが多用(50~70個)されており、また機構部が多く、しかもこれを制御するノウハウが多数のファームウェア・モジュールとして、多数のMPUの中に分散カプセル化されながら内部に封じ込められていて外部へ流通しない。したがってこれを外から見ると擦り合せ型に見える。

てモジュラー型へ移行し難いためである。<sup>10</sup> アナログ技術や機構技術が中心の製品では、新宅の言う製品革新・工程革新（新宅, 1994）が主要な役割を担う。しかし 1990 年代以降のデジタル型製品では、MPU やファームウェアなどがその中心的な役割を担う。

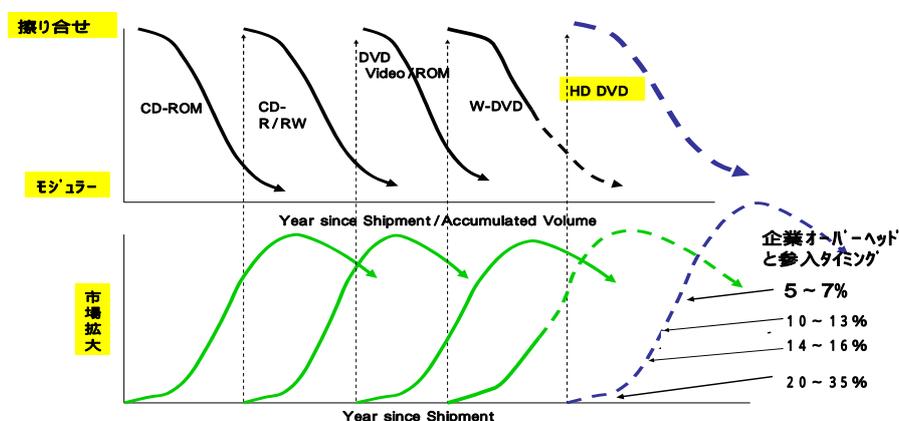
繰り返すが、MPU とファームウェアが多用される光ディスクでも、新規コンセプトの場合では、最初からモジュラー型の状態にあるのは例外である。製品が開発されて出荷されると次にコストダウン設計や工程革新へとの造り経営の焦点が移り、このプロセスで擦り合せ型がモジュラー型へと移行する。習熟曲線はこれが顕在化して表に出るひとつの現象と考えられる。製品アーキテクチャをモジュラー型にしてからコストダウンや量産が始まるのではなく、垂直立ち上げ（短期間で大量生産と歩留まり 90% 以上の実現）やコストダウンとい

<sup>10</sup> モジュラー型の典型とされるコンピュータにしても 1946 年の ENIAC は典型的な擦り合せ型である。その後続くコンピュータでも、設計の段階では深い擦り合せノウハウが必要であった。擦り合せの要は、同時進行する複数の処理（Task）をタイム・チャートによって厳密に管理する仕組み作りである。ここでは複数の処理シーケンスがバッファ・メモリと割り込み制御を巧みに使いながらひとつの MPU を時分割によって共有しており、この共有の仕掛け作りこそが初期のコンピュータ設計のノウハウであった。メインフレーム・コンピュータの場合でも、1970 年当時は OS がハード・ディスクの物理アドレスを直接管理して相互依存性が非常に強く、それぞれ別々に性能や記録容量を向上させることができなかつた（後に論理アドレスで管理するコントローラ機能が介在するようになって相互依存性が非常に少なくなっている）。1950 年代の後半にアメリカ軍部が MIT と協力して開発する SAGE（Semi-Automatic Ground Environment：半自動式防空システム）のコンピュータ技術は擦り合せ型ノウハウの固まりであったと思われる。これを引き継いだ IBM がファミリー化というモジュール化思想のコンセプトを初めて具体化させたのが IBM1400 シリーズ（1959 年）である。その後 IBM360 シリーズ（1964 年）を経て、少なくとも設計のコンセプト・レベルでのモジュラー化は完成したが、具体的な設計作業の現場や最終製品まで完成させる製造プロセスでは、基幹技術や基幹デバイス相互に多数の擦り合せが必要であった。IBM360 シリーズの製品化に携わった当時の人々にこれをモジュラー型の製品と言ったなら言下に否定したであろう。その後 1970 年代までに設計業務のノウハウが IBM 内部に共有される人工知となつて徐々にモジュラー型へ転換された。しかしこれを顧客先で安定的に（信頼性良く）稼働させるまでには、すなわち広い意味の製造プロセスでは、顧客業務と一体になった長期の擦り合せ期間が必要であった。その後コンピュータは、ENIAC から 20~25 年後に興隆したミニコン（1960 年代後半から 1970 年代）および 1980 年代（35~40 年後）の IBM 互換パソコンを経て、設計と製造の双方でモジュラー化が完成した。現在では擦り合せの痕跡すらも見えず、汎用部品をネット・オークションで調達して組み立てたパソコンでも、顧客が電源を入れるだけですぐ使えるまでになっている。

半導体においても、1960 年代まではトランジスターの動作状態、特に全ての特性が温度に依存する度合いをひとつひとつ確認しないと製品設計ができなかつた。しかし 1970 年代にゲート・アレイや TTL が多量に普及し、そして LSI から System on Chip（SoC）へと移行するに及び、これを使って製品（セット）を設計する技術者はトランジスターの動作原理や温度依存性を全く知る必要がなく、単なるロジック（TTL/IC）の組み合わせや機能ブロック（LSI/SoC）として回路設計やシステム設計ができるようになり、ここでモジュラー化が完成した。IC/LSI はもとより SoC でもこれを使う製品設計者の視点からは擦り合せの痕跡が全く見えず、わずかにアナログ LSI にその痕跡を留める。

詳細は別稿に譲るが、光ディスクの場合も Video Long Player（1972 年）が出て 15 年後（1987 年）の CD-Audio および 23~25 年後（1994 年、1998 年）の CD-ROM や CD-R で、その設計と製造プロセスがともに擦り合せからモジュラー型へと転換した。この転換を裏で支えた主役が MPU とファームウェアであったのは言うまでもない。

図4 製品アーキテクチャの動的な構造転換と市場拡大



出所) インタビューにより筆者作成。

う強い外圧によって製品アーキテクチャがモジュラー化へと駆り立てられている。図4の上半分に、CD-ROM装置から記録型DVDまでの約20年間に繰り返し現れたアーキテクチャの構造変化を模式的に示したが、多くの光ディスク製品で、そのアーキテクチャは必ず擦り合せの状態市場投入され、その後は急速にモジュラー型へとシフトする。そして図4の下半分に示すようにここから市場が急速に拡大するが、モジュラー化と市場拡大が表裏一体になって表れる現象はどの機種でも例外なく観測された。

### 2.3. 製品アーキテクチャのモジュラー化がキャッチ・アップ型企業に潜む力を顕在化させた

図4で示すように、多くの光ディスク製品は出荷直後から製品の内部構造が急速にモジュラー型へとシフトする。その上でさらに基幹部品が流通すれば、誰もがどこでも簡単に製品を作れるようになる。基幹部品の相互作用を排除する擦り合せノウハウも同時にLSI Chipsetと一緒に流通するためである。我々が調査した光ディスク製品では、多くの製品開発が受動的・ボトムアップ的な擦り合せ型の設計から入ってモジュラー型へ徐々に移行し、モジュラーに近づくほどその設計が能動的・トップダウン型へと移行する。そしてアメリカ的なトップダウンのビジネス・スタイルを持つ韓国・台湾・中国の新興企業、<sup>11</sup> さらには船井電機や

<sup>11</sup> 第6章でも述べるが、パソコンの場合では完全なモジュラー型に変化した1984~1986年時点になって韓国・台湾が、またすこし遅れて中国が、急速にパソコン事業を立ち上げて大成功している。しかし光ディスク産業では、図4に示すように常に擦り合せ型とモジュラー型を繰り返しているため、完全モジュラーになり切らないうちに韓国・台湾・中国企業が市場参入する。したがって擦り合せ要素を最も必要とする品質の維持・管理が不十分であり、例えば中国企業を作るDVDプレーヤー

オリオン電機などの日本企業が次々と光ディスク産業に参入するが、深い擦り合せノウハウが不要で単に部品の(あるいは人工知の)組み合わせだけで製品を語れるようになる経営環境がその背景に出来あがっている。DVDなどの標準化を主導したはずの日本企業は例外なくこの時点からシェアを激減させており、モジュラー化が日本企業の競争優位を衰えさせている事例として観察される。アメリカのベンチャー企業と違って、技術蓄積の少ないアジア諸国のベンチャー企業は、その多くがキャッチ・アップ型企业であり、モジュラー化が進んだ段階で初めて市場参入する。あるいは製品アーキテクチャがモジュラー型の状態にならないと市場参入が出来ない、と言い換えてもよい。これらキャッチ・アップ型企业に共通するのはその小さいオーバーヘッドであり、これを武器にした価格攻勢に晒される日本企業は、非常に大きなオーバーヘッドがアキレス腱となって市場撤退への道を歩む。製品アーキテクチャが動的に転換を続けてモジュラー化が深化し、基幹部品が多量に流通し始める数年後には日本企業からシェアを奪って市場を席卷するという構図が、光ディスクのもの造り経営の現場で随所にみられた。

製品アーキテクチャのモジュラー化がキャッチ・アップ型企业の参入を加速させている事実、さらにはモジュラー化が船井電機に代表される日本のもの造り専門メーカーを世界市場に羽ばたかせている事実は、光ディスク産業を本格的に調査するに至った第二の動機となっている。日本企業にとって光ディスク装置は擦り合せ型の製品アーキテクチャを持った状態で市場に出荷するが、台湾や中国の企業および船井電機はこれをパソコンと同じモジュラー型の製品と捉えて市場参入する。したがってすでに市場が出来上がり、技術ノウハウが十分に蓄積された基幹部品が流通しなければ市場に参入することはできない。

台湾企業を例に取ると、1994年にCompaqがパソコン製造(組み立て)を全て台湾企業(神達)に委ねるようになり、またWindows 95がATAPIインタフェースでCD-ROMを標準サポー

---

は、2002~2003年当時でも品質をあまり気にしないアメリカの新興量販店しか扱わなかった。同じ中国人を開発スタッフとして使う場合でも、日本や韓国資本(が経営する)の工場と中国資本(中国人)が全てを経営する工場では、高度な擦り合せが必要とされる品質レベルに大きな差がでる。同じ中国人が製造してもこのように大きな違いとなる。これらの事例は、DVDプレーヤーだけでなくEVDプレーヤー(中国の独自Post DVD規格)および記録型DVDにも多く見ることができる。またソフトウェアにも類似の現象が多く見られる。例えば日本からファームウェアを中国へアウト・ソーシングする場合、コア技術への影響が残る組み込みソフトの場合では、たとえ日本企業が評価方法を厳格に教えても、日本の受け入れ検査で10%以上の不良が出るという。ファームウェアが最終製品の機能に及ぼす影響の全体像まで考慮する商品開発は、大集団擦り合せを得意とする日本企業にまだまだ歩があるようだ。

藤本は中国のオートバイ産業や自動車産業を「擬似オープン・アーキテクチャ」と喝破しているが、光ディスク産業に見る中国は、製品アーキテクチャがまだ多くの擦り合せ要素を残す中間状態にあっても、あたかもモジュラー型製品に見立てて市場参入する。その姿も擬似オープン・アーキテクチャによる市場参入ではないか。擦り合せ型は技術蓄積を前提とするので、現在の中国は擬似オープンの手法を取る以外に手が無いのだと思われる。

## 光ディスク産業の興隆と発展

トし、CD-ROM装置自身をパソコン部品とみなせるようになって大量普及する環境が整っていた。またこの時期はCD-ROM装置で最大のノウハウに位置付けられるトラッキング・サーボやフォーカシング・サーボがデジタル化され、これを担うファームウェアがデジタル・サーボとしてLSI Chipsetに封じ込まれて流通した。したがって光ピックアップなどの基幹部品とLSI Chipsetを買えば、これを単純に組み合わせるだけで製品としての機能を復元できるまでにCD-ROM装置の内部構造がモジュラー型に転換されていたのである。その時期は1994年から1995年のことであった。多くの台湾企業が、光ディスクに関する人材育成や技術インフラを持つ前にCD-ROM装置の製造やCD-Rメディア製造に参入できた理由がここにある。1994年の台湾BenQや1995年の台湾Lite-on、あるいは1994年の韓国LG電子や1995年のサムソン電子もこの時期にCD-ROM装置製造に参入したが、<sup>12</sup> 彼らを取り巻くビジネス環境はまさにアメリカ・パソコン業界を支配したモジュラー型であった。<sup>13</sup> これらキャッチ・アップ型企业群は、パソコン産業における1980年代のCompaqやDellと同じく、創業した5~6年後には10億ドル企業の仲間入りをしている。そしてCompaqやDellが成長していくプロセスでIBMがパソコン事業の競争優位を失っていく経緯は、まさにCD-R/RWやDVD±R/RWの技術と標準化を主導しながら撤退に追い込まれた日本企業の軌跡に重なる。

日本にもモジュラー化が進化した段階で参入するキャッチ・アップ型の企業群があり、その代表例として船井電機を挙げたい。<sup>14</sup> その様子を図3のスマイルカーブの中央部に位置づ

<sup>12</sup> 台湾のBenQ、Lite-on、及び韓国のサムソン、LG電子への直接インタビューによる。著者の調査によれば、1996年から現在まで、光ディスクに関するトップクラスの国際会議（ISOM）に参加した研究者の数（あるいは基礎技術の開発に貢献した研究者の数）は、韓国と台湾が日本の1/10、中国は1/200であった。キャッチ・アップ型工業国に於けるモジュラー化とは、技術蓄積が無くても市場参入可能な経営環境を意味する。

<sup>13</sup> おもしろいことに、アメリカ企業における光ディスク開発も、擦り合せ型から入るべき新規コンセプトの製品開発を、モジュラー型製品を開発するように取り組む。したがって市場へ出す最後の段階で常に立ち往生して開発が遅れ、資金が枯渇して失敗する事例が非常に多い。製品出荷の最終段階では、個別技術を統合する高度な擦り合せノウハウ、すなわち基幹技術・基幹部品の細部まで把握しながら、ファームウェアの力で完成度を高めて出荷に至る擦り合せ型の組織ノウハウが必要だからである。超小型の光ディスクを狙ったDataPlayや超大容量の記録型光ディスクを狙ったTeraStoreの製品コンセプトがその代表的な事例である。このように新規の光ディスクは常に擦り合せ製品の状態で世にでるが、台湾や中国の企業の場合は、すでにドミナント・デザインが固まってモジュラー化が進んだ段階で（400m競争の第三コーナーから）製品開発に着手する。

<sup>14</sup> 船井電機に例を見るように、モジュラー化された時点で日本企業が勝てる条件は、台湾・韓国の企業と同等以下の小さいオーバーヘッドである。もしソニー・松下・東芝のオーバーヘッドが10%であれば韓国・台湾はもとより中国企業にすら負けることはないであろう。しかし10%程度では擦り合せの付加価値技術を生み出すことができず、キャッチ・アップ型の企業のように他社から拡散してくる技術を待って製品化する以外に手はない。これを解決する手段がM&AやA&Dによる企業買収（技術買収）だが、これらの経営判断を製品アーキテクチャのダイナミックな変化という視点から体系化すると、どのように見えるだろうか。アメリカ・日本・台湾・韓国・中国の比較分析によって新たな知見が開かれるのではないか。

けたが、船井電機が持つ競争力の源泉は、単に中国企業をはるかに超える品質だけでなく、台湾や韓国の有力企業よりもさらに小さいオーバーヘッドにある。さらには基幹部材から最終製品までを自社で作る垂直統合型のもの造り、<sup>15</sup> およびこれを支える高度で独自の生産技術やサプライ・チェーン・マネジメント（FPS: Funai Production System）にある。また販売においては価格で主導権を取れないパソコン市場から距離を置き、ブランドが生きるコンスーマ市場（特にアメリカ）に集中している。この見識は、低コストもの造り力と同等以上の賞賛に値する。

韓国・台湾・中国企業に勝てるもの造り専業メーカーとしての船井電機も、DVDでは、まずはモジュラー化が早く進んだDVD プレーヤーから参入して（1999 年）、アメリカのコンスーマ市場を席卷した。技術的に擦り合せ要素が多数残った記録型のDVDについても、やはりモジュラー化がかなり進んだあとの段階（2004 年春）になってからコンスーマ市場で参入している。この参入時期は台湾企業（2003 年夏）より遅れたが、中国企業（2005 年春）より遥かに早い。記録型のDVDは 2005 年春の時点でまだ倍速競争の途上にあって擦り合せ要素を残し、部品の単純な組み合わせだけで製品機能を復元するためのLSI Chipsetが完全なソリューションの形では流通していない。中国企業は依然として参入できていない背景がここにある。<sup>16</sup>

<sup>15</sup> 垂直統合モデルがビジネスとして継続する条件は安定した市場と強力な販売力（網）にあり、さらには価格を維持できる仕掛けづくりにある。1970~1980 年代の松下（VTR）やソニー（CD、MiniDisc）はデファクト・スタンダードを主導しながらブランドを武器に安定した販売力を構築し、その上で垂直統合モデルを成功させた。しかしモジュラー化が進んだパソコン環境の OEM ビジネスではこれが全く通用しない。モジュラー環境の垂直統合モデルは、すでに安定した市場が形成される第三コーナーになって市場参入する船井電機のモデルが主役ではないか。船井電機は基幹部品を擦り合せ型の垂直統合プロセスによって製造し、中国企業にすらコストで勝てるもの造り経営を DVD プレーヤーで実現させている（小川、2006）。

<sup>16</sup> 製品アーキテクチャは時間とともに擦り合せ型からモジュラー型に転換するが、どの程度まで転換されてから市場参入するかは参入企業のオーバーヘッドと強い相関を持つ。我々の調査によれば、日本（20~35%）は必ず製品開発のスタートラインに立って世界で初めて商品化するが、その後韓国（15~16%）、台湾（10~13%）そして最後に中国（5~7%）の順で市場参入するのが観察された。この様子を図 4 の右下に示す。もしオーバーヘッドと R&D 投資が比例すると仮定できれば、技術蓄積のない企業（国）にとってモジュラー化された技術（部品）の組み合わせから産業を興す以外に手はないことが、これらの事実から理解される。

同じモジュラー型でも中国の場合は、技術的な背景を全く知らなくても部品組み立てで製品化するという意味の受動的なモジュラー型であり、最先端の技術蓄積で遅れを取った中国などの新興工業国が必死にキャッチ・アップする姿を受動的と表現したい。あれほど政府系の商談に強い Lenovo（联想）も R&D 比率が非常に低く（2%台と推定）2000 年以降は教育市場などのパソコン商談で Dell に敗退する事例が多くなった。ましてや技術革新途上のサーバでは全く競争力がなく、数年前に大幅縮小して撤退直前にある。これが IBM からパソコン事業を買収する直前の Lenovo であった。DVD メディアの製造ラインでも、ボタンを押せば製品が出てくるまでにノウハウが内部に分散カプセル化された日本製の製造設備を使う場合は、中国企業も成功している。しかし安いコストを求めて台湾・シンガポール・ヨーロッパから購入する製造設備では軒並み苦戦して、日本製に買い換

### 2.4. 日本企業が持つ擦り合せ型の製品アーキテクチャが競争力の所在を顕在化させた

多くの光ディスク製品は、はじめに例外なく擦り合せ型の形態で市場に出るが、その後の経緯は製品を支える基本技術と製造プロセスによって異なる様相を示した。例えば設計と製造プロセスが擦り合せの状態を長く維持する(できる)製品もあれば、時間とともにモジュラー型へとシフトする製品もある。<sup>17</sup> 擦り合せがどの程度長く維持されるか、あるいはモジュラー型へ移行するスピードが速いか遅いかは、製品を支える基幹技術や部品機能の構造、さらにはMPUやファームウェアがここに介在する深さに大きく左右される。このように製品アーキテクチャの動的な構造変化が色々な階層でおきており、これが日本企業の競争優位に大きな影響を及ぼしているという事例は枚挙に暇がない。

モジュラー化されても基幹部品(技術)が流通せずに企業内部に封じ込められていれば、基礎技術力の弱いキャッチ・アップ型企業がその製品を製造するのは非常に難しい。<sup>18</sup> たとえ外部に流通しても、擦り合せノウハウが蓄積されたChipset・ファームウェアさえ流通させなければ、その製品を外から眺めると見かけ上は擦り合せに見える。すなわち企業内では基幹技術や部品機能が必ずモジュラー化され、分業化によって製造されるが、<sup>19</sup> 擦り合せ構造

---

える事例すら見られる。日本以外の製品ではラインを構築する個々の製造設備に相互依存性が強く残っており、相互依存性を取り除くノウハウがトータルな製造ラインに分散カプセル化するには長期の時間を必要とするためである。このような状態では、技術的なバックグラウンドのないキャッチ・アップ型工業国企業の手には負えない。記録型のDVD装置やDVDレコーダー、光ピックアップなど擦り合せ要素を多く残す製品でも類似の現象が中国の至るところで見られる。その根底には、藤本の言う擬似オープン・アーキテクチャと同じもの造り経営思想が見られるが、詳細は製品の内部アーキテクチャ構造変化と関連付けながら別項で解明したい。

<sup>17</sup> Baldwin and Clark のデザイン・ルールに記述されたモジュラー型のイノベーションは、アメリカ型のインフラが整って初めて表れる現象である。あるいは、デジタル・インタフェースで結ばれた完全モジュラー型の製品だけで成立するストーリーである。本稿で何度も繰り返すが、コンピュータやネットワークなどのデジタル・ネットワーク産業以外で、最初から完全モジュラー型になっている製品は非常に少ない。多くは擦り合せ状態から始まり徐々にモジュラーに移行する。この移行スピードは、製品を支える基幹技術の構造に依存している。そして擦り合せ型からモジュラー型へと急速に移行する途上の製品では、ビジネスの勝ちパターンが静態的なポーターのモデルではなく動態的な新宅モデル(新宅, 1994)によって説明されるのではないか。

<sup>18</sup> 著者らがインタビューした台湾のITRIによれば、1990年代にプリンタ・ヘッド、ハードディスク・ヘッドそして光ディスク・ヘッド(光ピックアップ)の産業育成を図ったが全て失敗している。これらに共通するのは全て典型的な擦り合せ型の製品という点にあり、その上でなお技術革新のスピードが非常に速いという点にある。なぜ台湾が(あるいはキャッチ・アップ型の工業国が)擦り合せ製品の産業育成に失敗するかは後に続く研究に譲りたい。

<sup>19</sup> 日本の自動車は、コンピュータと違って設計プロセスが擦り合せ型の典型と言われる。しかし製造のプロセスそれ自身はモジュラー型に変換されている(大久保, 2002)。製品それ自身が持つ内生的な作用、すなわち分業・効率的な製造ライン設計・コストダウン・品質維持向上・低コスト部品調達など、もの造り経営上のあらゆる重要事項が、製造プロセスのモジュラー化によって初めて実現できるからである。ただし乗用車で使われる大部分の基幹部品は、特定企業/特定車種の設計に合わせて作られており、汎用部品として流通する性格のものではない。ましてやエンジンやサスペンションなどの基本機能を制御するファームウェアを、絶対に流通させない経営環境がここに来上

をモジュラー構造に変換させる技術開発とこれによって蓄えられた技術ノウハウは全て企業の特定期間に封じ込められており、外部からは擦り合せ型の製品アーキテクチャに見える。そして擦り合せ型を強制的にモジュラー型へ転換させるノウハウ付きの部品（LSI Chipset）が流通し難い業界、例えば乗用車やプリンターなどの業界では、キャッチ・アップ型工業国による市場参入が困難である。このように、MPUとファームウェアが介在できない擦り合せ型の部品・部材、介在しても流通しないという理由で外部からはあたかも擦り合せ型に見える製品では、日本企業が15~20年に渡って圧倒的なシェアを維持している。この事実も我々にとって大変な驚きであり、光ディスク産業を本格的に調査するに至った第三の動機がここにあった。

その代表的事例を光ピックアップに見ることができる。光ピックアップは装置コストの30%以上を占め、パソコンで言えばMPUと同じポジションを持つ基幹部品であり、図2に示すように現在でも日本企業だけが非常に高いシェアを維持している。光ピックアップを構成する基幹部品のレーザーやマイクロ光学部品は、汎用に近いモジュラー部品として流通しているものの、これを使って歩留まり良く量産するプロセスは、非常に高い技術力とノウハウをベースにした擦り合せ型の製造ラインとなっている。あるいは量産ライン（後工程）が設計工程（前工程）と一体になって構築されなければならないが、その上でさらに製品機能や品質を完全復元するノウハウが多種多様な個別の組み立て工程に分散カプセル化されているという意味で、これを超擦り合せ型の製造ラインと言い換えてもよい。例えばどの部品組み立てにも使われる接着剤の使われ方が代表的な事例である。接着剤には数千種類あり、ここからそれぞれの組み立て接着に最適な組み合わせを選び、これを溶かす溶剤を選び、そして用途別に塗布する量を最適化しなければならないが、このノウハウは光ピックアップ・メーカーの内部に深く封じ込められている。このように製品機能や品質を個別部品の単純組み立てから完全復元するノウハウが製造プロセスの全体に分散され、局所的な形式知としてカプセル化されているという意味で、たとえ一部の技術が拡散してもここから製品機能を完全に復元することはできない。したがって擦り合せノウハウを持たないキャッチ・アップ型工業国（企業）がこの市場に参入するのは困難である。光ピックアップのもの造り技術が海外の工場から拡散しない背景がここにある。あるいはモジュラー型の製品で圧倒的な競争力を誇る韓国企業が、光ピックアップでは依然として苦戦している背景もここから理解されるであろう。

---

がっている。乗用車が擦り合せ型に位置付けられる背景がここにある。

## 2.5. 光ディスク産業研究の全体像と本論文の位置づけ

製品アーキテクチャの動的な構造変化が日本企業の競争優位を大きく左右している事実は、光ディスク産業のもの造り現場に見る多数の事例から明らかになった。著者らは今後も実証研究によってこれらの事例を体系化し、具体的なデータを使いながら報告する予定である。そこには以下の内容が含まれるであろう：

- 1) 台湾と韓国の光ディスク産業が短期間に市場を席卷するに至った経緯と背景、およびこれが日本企業のビジネス・アーキテクチャ変遷にどのような影響を与えたかの分析（その一部はすでに Nakagawa, 2005; および、新宅、竹嶋、中川、小川、善本, 2005 で報告済み）。
- 2) 製品開発における擦り合せ距離が日本企業の競争優位を左右している事例紹介と体系化、および製品アーキテクチャの動的な構造変化を踏まえた日本とアジア諸国の国際分業モデル（アーキテクチャ・ベースの国際分業モデルについては、すでに善本、新宅、小川, 2005; および、新宅、小川、善本, 2006、で報告済み）。
- 3) 技術開発・国際標準化・市場開拓で最も大きな役割を果たした日本企業は、DVDの標準化プロセスで経営システムを再設計し、これによって1990年代に失った勝ちパターンを漸く取り戻したが、国際標準に向けた覇権争いの経緯および標準化を事業戦略へ積極的に組み込んで成功する事例紹介と、ここに共通する事業組織や戦略パターンの体系化、および日本のデジタル家電再興に向けた勝ちパターン提起（DVDについては、小川, 2006, “DVDに見る日本企業の標準化・事業戦略”で第一弾を報告済み）。
- 4) 製品アーキテクチャがモジュラー型へ転化した時点からキャッチ・アップ型工業国が市場参入する事例が多数観察される。キャッチ・アップ型工業国が導入する製品技術の中で、擦り合せ型の製品とモジュラー型になっている製品とで、その国の産業興隆の条件や興隆スピードがどう違うかの実証分析、あるいは製品アーキテクチャの視点によるキャッチ・アップ型工業国の経済成長理論を再構築する試み。
- 5) リカードの言う古典的な比較優位の自由貿易論は、光ディスク産業の事例でもわかるように逐次的に崩れている。先進工業国が得意としてきた産業分野で、キャッチ・アップ型工業国が遥かに強い競争優位を構築するようになると、国際経済はどのように変貌するのか。光ディスク産業の調査で得られた膨大な現場データと製品アーキテクチャ論を組み合わせた上記の実態分析、および先進工業国とキャッチ・アップ型工業国の経済制度や国際経済制度の再検討（これらに関する初歩的な分析が Ogawa, Shintaku, Yoshimoto, 2005 によって一部報告されている）。
- 6) アーキテクチャの動的な構造変化が起きやすい製品と起き難い製品の分類、および

MPU やファームウェアの技術革新がこの分類に深く関与している実態の解明とこれを踏まえたイノベーション論に関するクリステンセン・モデルの批判的拡張。さらには、MPU やファームウェアの関与が製品アーキテクチャを擦り合せからモジュラー型への転換スピードに与える影響分析。これを踏まえた習熟曲線の再解釈、そして勝ちパターンの位置取り戦略に関する新宅モデルとポーター・モデルの比較分析。

などが含まれるであろう。

製品は必ず擦り合せ型から始まりモジュラー型へ移行する。そして、擦り合せ型を維持している時期とモジュラー型に移行した後では勝ちパターンが全く変わる。1990年代の長い苦難の時代を経験した日本の光ディスク産業は、第8章に要約する6種類の勝ちパターンを見出した。これを先取りして戦略に組み込めば、日本企業は、光ディスクだけでなく他の何れの産業でも、得意技を生かした事業の維持発展ができるのではなかろうか。擦り合せ型のブラウン管テレビは日本企業に多大な利益をもたらしたが、LCD や PDP などモジュラー型へ変化しやすい薄型テレビでは、日本企業の勝ちパターンが全く変わってしまった。したがってビジネス組織をこれに合わせて変えなければならない。また会社法や税制（例えば工場の固定資産税や減価償却）も、日本企業が台湾・韓国と同じ土俵で競争できるような柔軟性をもたせる必要がある。モジュラー型になってしまえば、ビジネスのトータル・プロセスに於けるオーバーヘッド（売上高間接比率あるいは総発生費用）が競争優位を大きく左右するからである。このままでは日本の LCD や PDP も、少なくともブランド力が寄与し難いパネルのビジネスでは、DRAM と同じように衰退する可能性が高い。まだまだ擦り合せ要素を多く残すデジカメも、画素数競争・画質競争・小型化競争が終わる順番で急速にモジュラー型へと変化し、日本企業はブランドと販売チャネルを武器にした販売主導のビジネス、あるいは擦り合せの粋を集めた手振れ防止や高級一眼レフに集中すること無くして、勝ちパターンを構築できなくなるのではないか。日本を代表するエレクトロニクス関連企業の多くの幹部は、自社のオーバーヘッドが非常に大きいにもかかわらず“ユビキタス”を口にするが、パソコンやインターネットよりもさらにモジュラー型が進化したユビキタス環境で、どんな収益構造を構築しようとしているのだろうか。こんな危惧と懸念が我々の心に重く横たわっている。

この危惧と懸念が非常に早い段階で、しかも非常に明確な形で現実のものとなった代表的な事例が、コンピュータ環境の光ディスク・ビジネスであった。1995~1996年にCD-ROMが、2000~2001年にCD-R/RWが、そして2004年には技術の粋を集めた記録型のDVDまでが、アメリカ・パソコン・メーカーのネット・オークションによって価格の大暴落に直面し

た。CD-ROM や CD-R のビジネス教訓から経営システムの再設計をしなかった企業は、その多くが DVD ビジネスでも赤字撤退への道歩んでいる。これは OEM という、価格決定権を顧客に握られた隷属的なビジネス・モデルで、あるいは自ら擦り合せ型の要素技術を持たない製品で、必然的に現れる現象である。そして光ディスク装置が本格的にコンピュータへ標準搭載される時点でいつも繰り返される光景であった。本稿では、まず光ディスクがブランド不要の巨大 OEM 市場をコンピュータ環境で形成するに至った経緯を解説し、これを製品アーキテクチャの視点から整理しながら、新たな勝ちパターン（小川, 2006）への道を探りたいと思う。

### 3. 市場の拡大と日本企業の勝ちパターン崩壊

本章では、1990 年代の光ディスク産業がアメリカ・コンピュータ産業のアーキテクチャに取り込まれていった様子を概観し、1970~1980 年代に築き上げた日本得意の勝ちパターンが通用しなくなったことを述べたい。

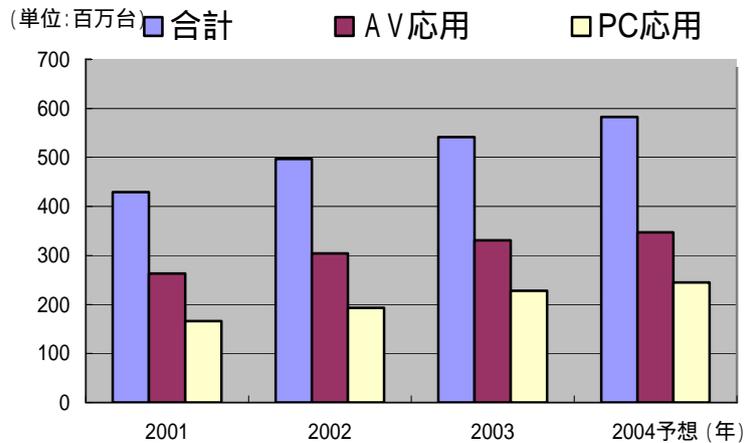
#### 3.1. 世界的な規模で広がる光ディスクの市場

図 5 は光ディスク装置市場の全体像である。2004 年で公式に把握できる数字は、台数 6 億台・出荷額 2.5 兆円だが、基幹部品の出荷状況から推定される実態は 8.2 億台であり、公式データを遥かに超える。<sup>20</sup> 製品の 43% がパソコン周辺機器として出荷され、工場出荷額ベースで 1 兆 1 千億円となった。残る 57% がコンシューマ向け、つまり AV 関係の CD オーディオや DVD プレーヤー・レコーダーなどであり、工場出荷額で 1 兆 4 千億円である。光ディスク・メディアの生産は、主要なメディア・メーカーの出荷状況から把握した数字（音楽 CD、DVD ビデオなどの ROM 出版を含む）は 200 億枚であるが、ポリカーボネートなど基幹材料の供給状況から推定される枚数は 300 億枚を優に超える。いずれにせよ先進工業国の全人口および BRICs 諸国で比較的裕福な層からなる約 15 億人のうち、少なくとも 2 人に 1 人が毎年のように新しく光ディスク装置を買い、1 人当たり約 20 枚の光ディスク・メディアを毎年購入している生産量に相当する。

公式数字と部品や素材から推定される数字に大きな乖離があるのは、日本資本だけでなく、トルコなど西アジアのローカル資本からインドや台湾・韓国・中国のローカル資本、さらに

<sup>20</sup> 著者が部材メーカーや部品メーカーに何度もインタビューして実態を調査した。光ディスク産業が先進工業国から新興の BRICs 諸国へと急速な広がりを見せているが、光ディスク製品を指標にして観察すると、モジュラー型の製品の方が擦り合せ型より遥かに速いスピードでキャッチ・アップ型の工業国に取り込まれている様子が観察される。従来の雁行形態論はアーキテクチャ論の視点で再構築されるべきではないだろうか。

図5 光ディスク装置市場の全体像



出所) 株式会社テクノ・システム・リサーチ.

は南アメリカ地域のローカル資本までがその生産に携わっており、正式統計としての実態把握が困難になったためである。ここに現在の光ディスク産業に内在する特徴が顕著に表れている。

光ディスクは日本の技術者が英知を集めて開発した超精密技術の体系で構成されているが、これを技術インフラのほとんど整備されていない地域で、しかも技術蓄積の無いローカル資本がなぜ簡単に製造できるのだろうか。この疑問は製品アーキテクチャの構造が時間とともに擦り合せ型からモジュラー型へと急速に変化することで説明できる。キャッチ・アップ型工業化を目指す途上国の視点で見ると、モジュラー化された技術を取り込むことが最小の投資と最小のリスク、そして何よりも短期間に産業を興すための基本要件であり、技術インフラが未熟だった 1980~1990 年代のアジア諸国で、光ディスク産業やパソコン産業が目覚しく発展してきた秘密がここに潜んでいる。インドで興隆したソフトウェア産業も同じ視点から説明できる。このようなアーキテクチャの構造変化が開発途上国のキャッチ・アップ型工業化を飛躍的に加速させている事実は、21 世紀の経済成長モデルとして注目されるが、これらの詳細は後に続く研究によって明らかにされるであろう。

### 3.2. コンピュータ環境の光ディスク市場

コンピュータ関連市場に於ける光ディスク装置を約 15 年のスパンで概観したのが図 6 である。日本企業は次々と新規コンセプトの技術を開発し、新規商品を起案し、標準化を主導し、市場開発を主導したものの、光ディスクが新興のコンピュータ環境で巨大な市場へと育つプロセスでは、1970~1980 年代に築いた日本企業の勝ちパターンが全く通用しなくなった。

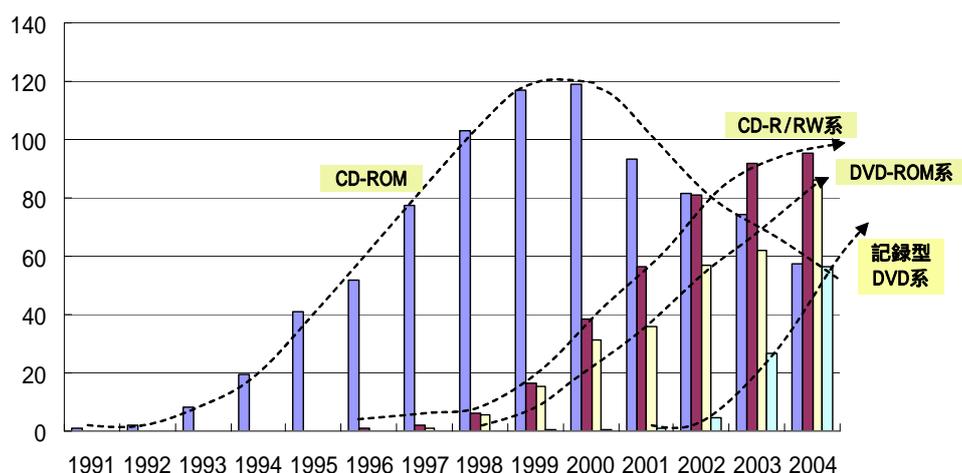
## 光ディスク産業の興隆と発展

そして図 1 や 6 章の図 13 に例を見るように、市場撤退への道を歩んだ。

コンピュータの市場を最初に席卷した光ディスクは CD-ROM である。CD-ROM は約 20 年前の 1985 年頃に東芝・ソニー・日立・日本コロムビアなどによって開発され、1990 年に登場した Microsoft の Windows によって市場拡大のチャンスをつかんだ。それ以前の 1984~1986 年に IBM・松下電器の連合による光ディスク（430MB の記録ができる光ディスク）が IBM PC/AT（1984 年出荷）で使われるなどその当時の本命として登場した。しかしコンピュータ市場を支配したのは結果的に CD-R、CD-RW そして DVD-ROM や記録型 DVD であり、これらはいずれも巨大なインストール・ベースに育った CD-ROM との互換性を徹底させることで市場支配への道を開いた。すなわち CD-ROM が Microsoft によって強力にサポートされるに至るまでの覇権争い（1986~1990 年）が、結果的にはその後 15 年以上、さらには今後 10 年以上に渡って日本光ディスク産業に決定的な影響を及ぼすことになる。

1980 年代の後半の日本で、アメリカ・コンピュータ業界の CD-ROM に対する動向を正確に把握していたのは、東芝やソニー、日立で CD-ROM ビジネスの最前線にいた関係者であり（1984~1985）、NEC で PC98 用フロッピー・ディスクの後継を CD-ROM に求めたごく僅かな具眼の士であり（1987）、富士通で画期的なマルチメディア・パソコン FM-TOWNS を起案中のアーキテクトたちであった（1987）。<sup>21</sup> 当時の日本には、国と業界が一体になって取り組んだ光ディスク国際標準化活動があったが、CD-ROM を取り巻くアメリカ・コンピュータ業界の動向が議論の対象になることは全くなく、結果論ではあるが、日本光ディスク業界の膨

図 6 コンピュータ市場の光ディスク装置



<sup>21</sup> 当時 CD-ROM に関与していた NEC、東芝、富士通の人々へ直接インタビュー。FM-TOWNS への CD-ROM 搭載については Microsoft との交流が深い西氏(当時のアスキー社長)から助言があったと言う。

大な人材エネルギーが技術開発のレベルに封じ込められた。キャッチ・アップ型からフロント・ランナー型への変革を模索した 1980 年代には、コンピュータという新興のビジネス・プラットフォームを全てアメリカに握られており、擦り合せの距離が余りにも遠かったためであろうか。いずれによせ光ディスクのビジネス・アーキテクチャは、アメリカのパソコン業界が主導する形でここに確立された。そしてこのCD-ROM互換というDNAが次世代DVDの標準化戦略さえ左右するほど大きな影響を持つに至る。

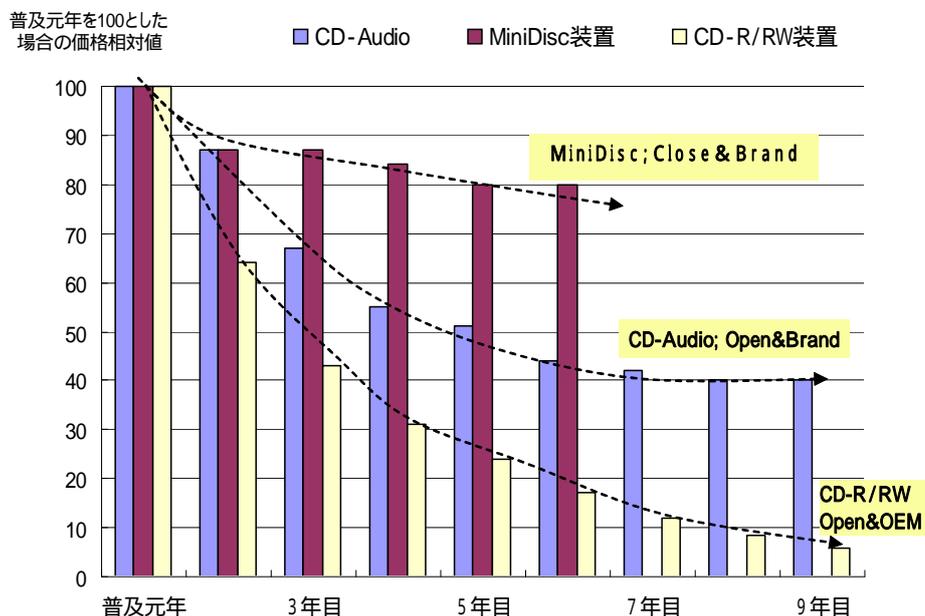
1980 年代における日本の光ディスク産業は、1970 年代に確立されたVTRのビジネス・モデル、すなわち自らのブランドを前面に出してコンテンツ・ビジネスも絡める垂直統合型の Value Chain構築を当然のように踏襲し、このモデルが世界市場をリードする原動力となって日本企業に高い収益をもたらした。1980 年代のCD-AudioやLaser Disc( LD )、そしてこのDNAをビジネス・モデルとして継承したMiniDiscや 3.5 インチMOのビジネスがその代表的な事例である。CDオーディオの場合は、1982 年に最初の製品が世に出て 5 年後から 6 年後の 1987~1988 年に装置のエレクトロニクス系がデジタル化への道を歩み、当初 500 点にも及んだ電子部品が 3~4 ケのLSIチップセットに集約されるなど、設計だけでなく組み立て製造のプロセスも完全にモジュラー化されてコストが劇的に低下した(初期の 248,000 円から 58,900 円、そして 50,000 円以下へ)。しかも図 7 に示すように、ブランド主導のコンシューマ市場では販売価格の低下がさほど急ではなく、<sup>22</sup> ブランド力が価格を維持する力を持ち、デジタル化によるコストダウンが価格下落ではなく企業利益に直結した。利益と大量普及が同時に進行しうる、あるいは普及すれば確実に利益が取れる、という幸福なビジネス・モデルの時代だったと言える。

しかし CD-ROM がコンピュータ環境に取り込まれることによって、それまでの勝ちパターンが全く通用しない巨大市場ができてしまった。特にコンピュータ市場の CD-ROM は初期の頃こそ日本企業が圧倒的な技術力でビジネスをリードできたが、デジタル・サーボ(DIGITAL SERVO)技術が導入されて製品のモジュラー化が進む 1996 年ころから事態が一変した(Ogawa, Shintaku, & Yoshimoto, 2005; 新宅, 小川, 善本, 2004)。製品のモジュラー化が進んで基幹部品が大量に流通すると、オーバーヘッドの小さい台湾・韓国の企業が大量して市場参入するが、ブランド不要の OEM ビジネスが支配するコンピュータ市場では、製造コ

<sup>22</sup> MiniDisc の場合は、トップシェアを維持し続けたソニー製品の秋葉原価格をここに載せた。OEM 製品の代表である CD-R/RW と同じ土俵での比較にならず厳密さは欠くが、およその傾向はここから理解できるであろう。なお同じコンシューマ市場にブランド展開する場合でも、販売チャネルを借りて売る場合、あるいは販売チャネルとブランド力があっても基幹部品を買って組み立てるだけの企業は、すぐ価格競争に入り易い。その事例を最近の日本市場における DVD レコーダー・ビジネスに見ることができる。逆に言うと、少なくともコンシューマ市場のビジネスでは、自社で基幹部品から最終製品まで手がける完全垂直統合モデルでないと、価格を維持する作用が働き難い。

## 光ディスク産業の興隆と発展

図7 価格下落を促進する PC・OEM 市場



注) CD-Audio の普及元年は 1985 年、MiniDisc の普及元年は 1996 年、CD-R/RW の普及元年は 1996 年。

出所) CD-Audio の価格は、柴田 (1996, p. 154) をもとに作成。MiniDisc の価格はソニーのカタログに表記された定価をもとに算出。CD-R/RW の価格は株式会社テクノ・システム・リサーチによる。

ストの低減がそのままダイレクトに販売価格の下落につながってしまう。その代表的な事例を図7のCD-R/RW装置に示すが、この傾向は技術の粋を集めて作る最新DVDでも全く同じであった。

1995~1996年にCD-ROMが、2000~2001年にCD-R/RWが、そして2004年の後半には技術の粋を集めた記録型のDVDすら、アメリカ・パソコン・メーカーのネット・オークションがトリガーになって価格の大暴落を招き、記録型DVD装置を作る多くの日本メーカーは再び赤字撤退へ道を歩んだ。価格決定権を、標準化・技術開発をリードしながら市場開拓をリードした日本企業ではなく、DellやHPなどのパソコン・メーカーが持つという、一種の隷属的なビジネス構造になっているためである。これがコンピュータ市場におけるOEMビジネスの実態である。モジュラー化が究極までに進んだパソコンという製品構造では、コストダウンに最も力を発揮するのがトップダウン型のValue Engineering (VE)手法である。DellやHPはまずVEの手法によってパソコンのターゲットコストを決め、ここから光ディスク装置のコスト(OEM購入価格)を決め、そしてネット・オークションにかけて日本企

業や韓国・台湾企業に価格を競わせる。したがって HP や Dell などの主要パソコン・メーカーが DVD 装置を本格的に標準内蔵するのは、市場が立ち上がって 3~4 年後に韓国や台湾企業の量産体制が整ってからである。その背景に、基幹部品とファームウェア付きの Chipset が大量流通することは、これまで何度か述べた。したがって本稿で売上高間接比率と定義されるオーバーヘッドが大きく(20~35%)しかも開発投資の回収が重要視される日本企業は、DVD 市場がパソコン環境で本格的に開ける時点から、オーバーヘッドの小さい韓国企業(15~16%)や台湾企業(10~13%)の価格攻勢に敗退する構図となる。たとえ素晴らしい技術力を持っていても日本企業が市場撤退への道を余儀なくされる、というこれまで何度も繰り返された光景は、ここに起因している。さらに深刻なのは、この影響が基幹部品の価格へも波及しはじめた点にあり、赤字にはならないものの、日本の誇る擦り合せ型の部品ビジネスが 2004 年の後半から大幅減益に追い込まれた。そして 1 年後の 2005 年秋には、多数の企業が赤字に転落している。これは光ディスク装置が本格的にパソコン搭載される時点でいつも繰り返される光景であり、隷属的で巨大な光ディスク市場(OEM 市場)がパソコン環境に生まれたことによる必然的な結果でもあった。

1970~1980 年代の VTR や CD-Audio およびその延長にある MiniDisc は、コンピュータ環境での利用が最初から考慮されておらず、コンシューマ市場でブランド力を生かしながら価格を維持し、これが営々と開発投資を続けるオーバーヘッドの大きい日本企業を支えてきた。しかし最近の DVD は、コンピュータとコンシューマ市場の双方で使える商品コンセプトであり、コンピュータ環境で起きた価格破壊がコンシューマ市場をも直撃し、日本企業を苦境に追い込んでいる。このような傾向は、モジュラー化が究極まで進んだコンピュータ市場が光ディスク・ビジネスを支配する限り続くであろう。次世代 DVD でも同じ光景となるのであろうか。日本企業は DVD で学んだ勝ちパターンの構築に向けて、早く経営システムを再設計することが期待される。

#### 4. 光ディスクの標準化活動：経営戦略組み込みへの模索

光ディスク産業はメディアの互換性が宿命づけられており、デジュリ・デファクト・フォーラム形式を問わずその普及にいずれも国際的な標準化が必要である。しかしながら標準化は、規格書によって技術情報がマニュアル化・オープン化される宿命を持ち、設計情報の拡散は避けられない。すなわち標準化は技術拡散を加速させ、基幹部品の流通を加速させ、製造設備の流通を可能にし、そして分業を加速させるなど、モジュラー型の製品を特徴付ける諸現象が標準化によって多面的に表れる。これが第 3 章で述べたような、モジュラー化が極限まで到達したパソコン市場のビジネス環境と呼応し、すさまじい価格破壊に繋がる。

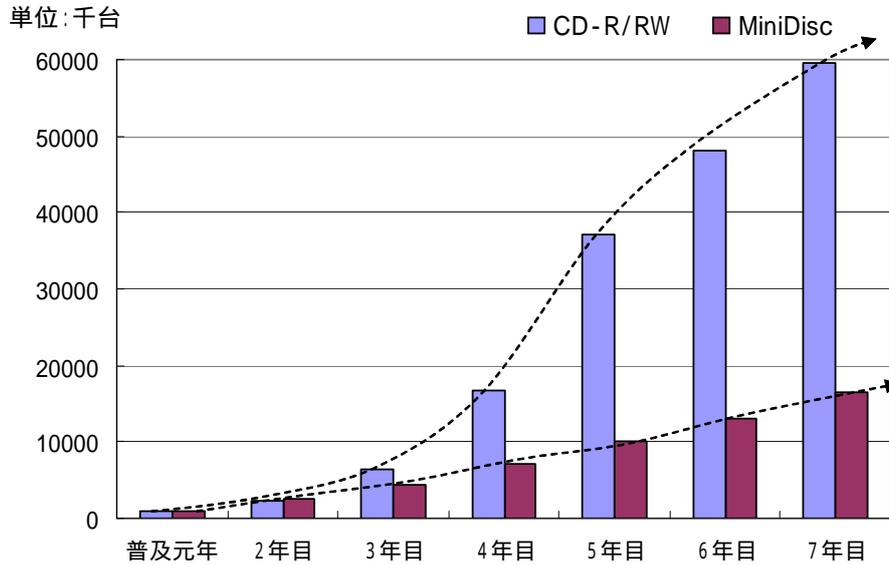
日本企業の中でも、特に標準化活動プロセスの中で経営システムを再設計し終えた企業だけが漸く勝ちパターンを見出したが、本章ではここに至るまでに日本企業が経験した標準化活動を概観するに留め、日本企業が採るべき標準化・事業戦略についてはその詳細を別稿(小川, 2006)で述べたい。

### 4.1. 光ディスクの標準化パターン

光ディスクの世界で最初に表れた本格的な標準化活動は Laser Disc と CD-Audio のパターンであり(1979年から1982年)、それに続く MiniDisc(1992年)や GigaMO(3.5インチMO:1996年3月に開発着手、1999年1月出荷)でもこのパターンが踏襲された。これを第一のパターンとここで定義する。特記すべき点は、最先端の技術を持つ先鋭的な企業が製品コンセプトと規格を決める点にあり、また先鋭的な少数企業が組織の総力を挙げて作る戦略的なビジネス・モデルとしても、このパターンの特徴を見ることができる。例えば技術と知財を持つ少数の特定企業が知財で技術のオープン化を戦略的にコントロールし、その上でさらにブランドや販売チャネルで販売側(特に価格)を戦略的にコントロールする政策を取る。もの造りのレベルでは製品アーキテクチャが時間とともにモジュラー型へ移行してコストが下がるが、図7の MiniDisc に代表されるように価格が上手にコントロールされており、普及さえすれば膨大な利益をもたらすという理想的なビジネス・モデルが第一のパターンの特徴である。これはコンピュータの世界の磁気テープ・ビジネスで IBM や Storage Teck、あるいは IBM・HP・Cetunce(旧 Seagate) が主導するデファクト規格と同じパターンであり、普及と価格維持を同時に実現できるパターンと言ってもよい。特に光ディスク製品では、世界的な販売チャネルとブランド力を持ち、その上でさらに全社一体となった取り組みがないと利益に直結しない。事実、CD-Audio、MiniDisc、Laser Disc、3.5インチMO(GigaMO)の順で取り組みの規模が大きく、市場規模・収益の規模もこの順番で大きい。3.5インチMOの場合は、4.2で述べる第四パターンのデジュリ規格から第一のパターンへシフトさせる戦略が採られている。

第二のパターンは、主に1990年代の光ディスク産業を支配したモデルであり、CD-ROM(1985年)やCD-R(1990年)、CD-RW(1996年)がその典型的な事例である。最大の特徴は技術の普及を最優先させることを狙った規格のオープン化にあり、製品内部のアーキテクチャが急速にモジュラー型へと移行する。そして図8のCD-Rに例を見るように、第一のパターンを代表する MiniDisc に比べて普及スピードが非常に速いのが最大の特徴である。しかし規格化のプロセスで起こる技術情報のオープン化が多数のキャッチ・アップ型企業に市場参入の機会を与えて異常な価格下落を引き起こし、瞬く間にコスト優先のビジネスとなる。

図8 CD-R/RW 装置と MiniDisc 装置の普及速度



注) CD-R/RW 装置の普及元年は 1996 年、MiniDisc 装置の普及元年は 1995 年。  
 出所) CD-R 装置のデータは株式会社テクノ・システム・リサーチ。MiniDisc 装置のデータは筆者の調査・インタビューによる。

その様子を図7に示した。したがってもし日本企業が第二のパターンで標準化を主導するならば、大量普及する製品に自社の部品・技術や知財を事前に封じ込め、その上でさらにポリス・ファンクションを厳格に効かせるグランド・デザインを構想し、ここから標準化・事業戦略を具体化させなければならない。ここには、大量普及したインフラの上で創るブランド付きのサプライ品ビジネスやコンテンツ・ビジネスへの展開も含まれる。また技術や知財を武器に、船井電機やオリオン電機などのような小さなオーバーヘッド企業と組む、アーキテクチャ・ベースの企業連合も取り込まなければならない。しかしこのいずれをも怠ったために、数年にして市場撤退を余儀なくされた事例は枚挙に暇がない。一方このモデルは、キャッチ・アップ型の工業国やキャッチ・アップ型の企業にとって市場参入し易いモデルなので、彼らが持つ低いオーバーヘッドと低コスト製造の力でいち早く巨大インストール・ベースを構築できる。この意味で第二のパターンは、対抗規格より早く・速く市場を押さえるためにきわめて有力な手段と考えられ、次世代DVDのHD DVD陣営ではこの思想が標準化活動の根底に流れる。また大量普及後は付加価値が上位レイヤーと下位レイヤーに集中するので、コンテンツ・ビジネスを狙うアメリカ・ハリウッド、さらには擦り合せ型の製品アーキテクチャで構成される日本の部品産業や設備産業にとっても、最も歓迎すべきモデルが第二のパターンである。

## 光ディスク産業の興隆と発展

第三は DVD Video Player や DVD-ROM のパターン (1997 年) さらには記録型 DVD (1999~2000 年) や次世代 DVD に見られるパターンであり、最近ではフォーラム型の標準化と言われている。初期にこれを推進した企業グループの狙いは、1980 年以降の光ディスク産業を支配した Philips・ソニー連合の縛り (あるいはライセンス料の支払い) から逃れる独自のビジネス・モデル構築にあった。多くの企業をグループ化するフォーラム形式以外に、Philips・ソニー連合に対抗するのは困難だったからである。事実 DVD フォーラムが正式にスタートした初年 (1997 年) ですらすでに 82 の参加企業を数え、DVD ビジネスが広がり始めたその 3 年後 (2000 年) には 226 社という膨大な数の企業がメンバーとなっている。現在ではこれが光ディスク産業を代表する標準化のパターンとなった。第三のパターンは、第一のパターンと同じく先進的な技術を持つ少数の企業グループが規格の基本コンセプトを決め、自社の要素技術を製品に封じ込め、知財 (特許) を規格に封じ込め、その上でフォーラム・メンバーへオープンにする、というプロセスを経る。別の視点で言えば、自社の技術を製品に組み込む際に、独禁法に触れないようなオープンなプロセスに見せる仕掛け作りが、フォーラム標準化であるとも言える。

ただしオープン政策を取るが故に、内部の実態は非常に複雑である。記録型 DVD の事例で言えば、当初は第一のパターンと第二の中間を狙ってスタートさせるが、最終規格の制定までには多種多様なグループ企業との調整が必要であり、結果的には DVD-RAM を除いて徐々に第二のパターンへのシフトを余儀なくされた。その代表的な事例が DVD ビデオ・プレーヤーや DVD-ROM である。また記録型 DVD の場合でも、企業によっては自らの勝ちパターンを求めて積極的に第二のパターンを志向する場合もあり (例えば DVD+R/RW 陣営) あるいは力のある企業同士だけが結束して第一のパターンへ近づく戦略を取るなど (例えば DVD-RAM 陣営) その形態は一様でない。当初 DVD フォーラムの中核に位置づけられた DVD-RAM は、その普及までにきわめて長い時間を必要とした。一方独自の知財戦略を優先させた Philips・ソニー・リコーなどは、DVD+R/RW を提案しながら DVD フォーラムを脱退して短期間に市場を立ち上げる勢いにあった。しかしこのグループの戦略が台湾企業の早期参入をもたらし、少なくとも装置ビジネスでは日本企業の優位性が早い段階で崩れた。モジュラー型に転換されたために、一部の企業が早い段階から基幹部品を積極的に流通させたようである。一方 DVD-RAM 陣営は、部品の組み合わせから製品機能を復元させるノウハウとしてのファームウェアを Chipset から切り離して外部に流通させなかったために普及スピードが非常に遅く、長期にわたって低迷を続けた。ファームウェアの無い Chipset が単独で流通しても台湾・韓国企業は部品の組み合わせから製品機能を復元できず、市場参入ができなかったた

めである。<sup>23</sup> そして当初狙った欧米のパソコン市場ではなく、MiniDiscや 3.5 インチMOと同じく日本市場中心の事業へと戦略を転換したが、結果的にはこの転換によってDVD±R/RW装置が辿ったパソコン市場でのOEMビジネスを回避する戦略が価格の異常な急落を防いだ。すなわちDVD-RAMは、パソコン市場ではなくハード・ディスク付きDVDレコーダーなど、まずはブランド主導のコンシューマ市場で大きなシェアを取り、特に日本市場で大きなメディア・インストールド・ベースを構築した。そしてテレビとパソコンが共存する時代の今日では、たとえパソコン内臓のDVD装置ですらDVD-RAMのサポートが大きな差別化要因となるまで成長し、SuperMulti型DVDを基本コンセプトに再び世界市場への道を開いた。特に台湾企業が参入できない薄型（スリム型）のSuperMulti DVD装置は、DVD-RAMをサポートすることによって松下電器グループに高い収益をもたらしている。

現在のBlu-ray 陣営とHD DVD 陣営の覇権争いも、このようなダイナミックに変わるビジネス位置取りの違いが背景になっている。DVD フォーラムの中核メンバーである松下電器とソニーが、次世代DVD（Blu-ray）では一転して「DVD フォーラムは失敗した」との声明を出しながら第一のパターン寄りの独自グループを結成し、DVD フォーラムに残って第二のパターン寄りを狙う東芝やNECのHD DVDと、現在も激しい覇権争いを繰り返している。これもビジネス位置取りの違いに起因する覇権争いの代表的な事例である。Blu-rayグループも、最近ではDVDで育った巨大なインストールド・ベースとの互換性を標榜しながらネットワーク外部性を優先する戦略へと徐々に転換しつつあり、結果的にはDVD±R/RWのパターンに近づいてきた。この意味でBlu-rayグループも市場戦略（普及戦略）と事業戦略（利益構造の構築）の双方で大きな転換期を迎えており、事業責任者の苦悩が滲み出て見える。

1978年から1993年まで、Laser Disc、CD-Audio、CD-ROM、CD-R、そして5.25インチWORMや3.5インチMO、PDなどを担った日本企業は、全て欧米企業や欧米市場を念頭において標準化の戦略を構築した。しかしアメリカ主導のパソコンOEM市場で何度も手傷を負った日本企業は、その後の標準化で念頭に置くべき相手を、モジュラー型製品が得意で圧倒的なコスト競争力を誇るアジア諸国へとシフトさせている（ただしコンテンツ連携は現在も

<sup>23</sup> DVD-RAMの場合は基幹部品であるLSI Chipsetの流通が当初から戦略的にコントロールされており、たとえChipsetが松下電器から他社に提供されてもここに蓄えられるファームウェア（擦り合せノウハウ）は必ずしも提供されなかったと言う。一方DVD-RAMの記録メディアは、DVDグループの大手日本企業から台湾企業へ積極的に技術移転されたものの（DVD関連ビジネスの構造改革による技術放出も含む）、DVD-RAM装置が普及しないのでメディアそれ自身が大量普及することはなかった。恐らくDVDグループの戦略は、メディアを台湾企業に任せて大量普及させ、そのインフラでDVD-RAM装置の普及を狙ったのではないだろうか。この戦略は3.5インチMOに於ける1990年代初期のIBMの戦略と同じであり、1994年ころのアメリカIOMEGA社におけるZIP装置のマーケティング戦略の対極に位置づけされる。初期の勝ちパターンはサプライ品であるメディアを独占したIOMEGAの戦略であるが、中長期の視点で見ればDVD-RAMになる。

## 光ディスク産業の興隆と発展

アメリカのハリウッドが相手)。1970年代のヨーロッパ企業が日本企業に向けたのと同じ視線が、<sup>24</sup> 2000年以降は日本企業から韓国企業・台湾企業に向けられるようになった。第三のパターンを経た日本の光ディスク産業にとって、アジア諸国の重要度は1990年代に想像すらできなかったほど大きくなっている。

### 4.2. デジユリ規格からフォーラム規格へ

1970~1980年代初期に現れた多くの光ディスク製品は、東芝の Tos-File や松下電器の Pana-File、日立の Hit-File に代表されるように、文書アーカイブに特化したスタンドアロン型のストレージであり、たとえコンピュータ市場を狙ったとしても、特別な専用インタフェースを作ってメインフレームやスーパーコンピュータに繋ぐ製品コンセプト(富士通・オリンパス・旭化成の共同開発)であり、擦り合せ型アーキテクチャの製品であった。また標準化などは全く考慮されていないためにディスク媒体の互換性(フォーマット互換性)が無く、普及速度が非常に遅くて本命も育たないままにすぐに市場から消えた。

現在の光ディスクは、その本命がいずれも CD 技術を DNA に持つ商品群に絞られているが、ここに至るまでも多種多様な製品コンセプトが市場に投入され、そして市場から消えた。その代表例として、1984~1985年に松下電器・IBMが共同で開発した「記録できる光ディスク」(CDサイズ、ディスクの片面に215MB、両面で430MB、相変化記録)が挙げられる。これはコンピュータ市場を狙った最初の画期的製品であり、プロモーション母体のIBMと松下も当時最強の組み合わせだったが、結果的に成功しなかった。その背景には1985年頃からISO/TC97/SC23の舞台で推進された5.25インチの光ディスク標準化がある。これを第四の標準化パターンと位置づけたい。

1984年にISO/TC97/SC23が設立され(1985年にISO/JTC1/SC23に改組)、日本が幹事国になった。Pメンバー17ヶ国、Oメンバー18ヶ国で構成される大規模な国際標準化活動であり、日本も国と民間企業の総力が結集された標準化活動を展開した。またアメリカではANSIがこの中心的な役割を果たし、IBMをはじめとする主要企業が多数参加した。ヨーロッパでもECMAを舞台にPhilips・BASF・Ericssonなどの主要企業が参加して標準化活動が続けられた。日本と欧米企業だけでなく政府機関がこの後押しをしたので、誰もがこれを将来の本命になると判断したが、ビジネスの視点では必ずしも成功したとは言えない。当初こ

<sup>24</sup> ヨーロッパ企業は1970年代前半に多様なビデオ・ディスクを提案していたが、商品化の段階で全て失敗している。1970年代の日本企業は、VTRの商品化を経たことによって組み立て型工業から脱し、精密機械工業のノウハウを手にしていった(神尾, 1985, 1995)。したがってPhilipsは、VLP(後のLaser Disc)やALP(後のCD)で、当時VTRで成功していた日本企業と組まないと低コスト商品の市場導入が不可能と判断し、日本企業へ積極的に擦り寄っていた。

の製品はコンピュータ市場への応用を狙っていたが、ここで競合する磁気記録（ハード・ディスクや磁気テープ）が光ディスク技術の急速な登場に危機感をもち、特にアメリカが、政府・大学・民間が一体となって磁気記録の技術革新を早めた。これによって ISO 規格の 5.25 インチ光ディスクは性能・容量・価格のいずれにおいても市場の要求にマッチしなくなり、またハード・ディスクを遥かに凌駕していた記録密度やビット・コストも ISO で標準化される前にその優位性が失われてしまった。アメリカ主導の磁気記録が驚くほど早く進歩したためである。逆に多くのリソースを光ディスク産業へシフトさせることによって、日本のハード・ディスク産業や磁気テープ産業はアメリカに対する 1980 年代の競争優位を徐々に弱め、超円高と重なりながら 1990 年代に赤字ビジネスへと転落した。

いずれにせよ、多数の企業の合意を形成しさらにその上で多国間の協議を必要とする ISO の場では、標準化までに考えられないほど時間がかかって技術の進歩が止まった。一方、市場に見せるインタフェースだけを完全にオープン規格にし、製品の内部はグループ企業が自らの意思で自由に設計できる環境（デファクト規格）で開発された磁気記録は、着々と技術革新を進めていた。光ディスクの場合でも技術革新や製品開発のスピードは速いものの、ISO で規格化されるまでの時間があまりにも長いので、規格書が発行される 1~2 年も前に製品が市場に出る事例すら見られた。ISO の舞台が採用技術を巡る政治力の場となって、標準化のスピードが著しく阻害されたとも言える（小川, 2003）。

世界的に普及した CD-Audio も CD-ROM も、そして DVD<sup>25</sup> でも、例外なく少数の先鋭的な企業がきわめて高い技術水準で規格を作り、これを前面に出すことで業界をリードしている。しかしながら多くの企業・多くの国の意見をまとめて作る ISO 規格では、規格制定までの時間があまりにも長いので技術がすぐ陳腐化する傾向にあった。日・欧・米から第一級の技術者が ISO/ECMA/ANSI/JIS の場に集まって制定された 5.25 インチ光ディスクは、最大でも年間 10~15 万台程度の小さなニッチ市場しか作れず市場撤退への道を歩んだ。

ISO を舞台にしたデジタリ規格で曲りなりにもビジネスとして成功したのは 3.5 インチ MO である。1990 年代を通して順調に市場が拡大し、1998~2001 年には年間 250 万台以上の市場となった。特に普及の原動力となった 640MB MO（富士通・IBM・Philips 連合）やこれと互換性を持つ 1.3GB/2.3GB の GigaMO（富士通・ソニー連合）では、リーダー企業が ISO の場を離れて技術革新へ果敢に挑戦し、ISO/ECMA/ANSI/JIS を技術開発の場から規格追認の場へと位置づけたことが成功の理由である。例えば 640MB の MO では、ISO が正式に規格として認める 2 年も前に市場投入された。それでも公式には ISO/ECMA/ANSI/JIS を舞台に標準化

<sup>25</sup> DVD の場合は ISO 規格と全く逆で、DVD フォーラムが規格書を発行して 3~5 ヶ月後に製品が出荷される。

## 光ディスク産業の興隆と発展

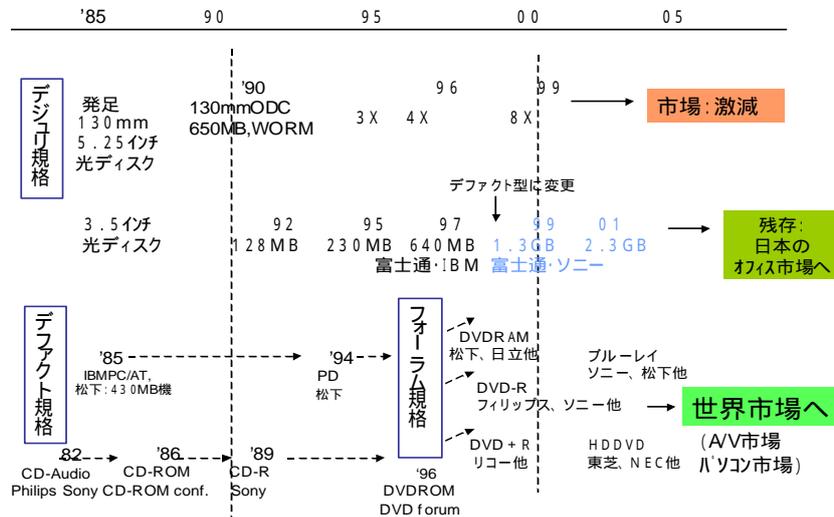
が進んだため、3.5 インチMOの普及は日本というローカルな市場に限定され、出荷量も最盛期で装置が年間 250 万台・メディアも年間 4000 万枚程度であった。年間 1 億台・100 億枚のCD-R/RW市場に比べると遥かに規模が小さい。しかしながら、3.5 インチMOの市場に台湾や韓国の企業が全く参加しなかったため、MiniDiscやLaser Discの事例と同じく高い利益率を誇り、そして日本企業を潤した。例えば 3.5 インチMOのメディアの場合は、全てオーバーヘッドが非常に大きい日本国内で作っているにも係らず、2005 年の時点ですら国内工場を維持できる利益が得られている。3.5 インチMOは長期保存性に優れているだけでなく（公式には 50 年、実質 100 年以上）その生い立ちがISO/JTC1/SC23 というデジユリ規格の場であったために、会計監査院が定める会計情報の持ち運び媒体となり、<sup>26</sup> 平成 17 年（2005 年）の春には全国銀行協会が定める推薦媒体になるなど、デジユリ規格によって、そのビジネスが長期化・安定化への道を歩めるようになった。さらには代表的な日本企業が日本独自の電子割符技術や暗号技術を組み合わせた 3.5 インチMOを開発するにおよび、平成 17 年度から施行される個人情報保護法や電子化文書法への対応も、世界に先駆けて可能になった。

住民基本台帳ネットワークでは、WTO/TBT 規約によって当時デジユリ規格になっていた外国企業の IC カードを採用せざるをえなかった。3.5 インチ MO はすでにデジユリ規格になっているので、個人情報保護や電子文書のローカル・アーカイブ（個人やローカル・オフィスでの長期保存・長期原本管理・長期機密保持）などでは、WTO/TBT 規約を武器にいろいろな働きかけをすることが可能になっている。この意味で、デジユリ規格がその後のビジネスに与える影響の代表的な事例としても 3.5 インチ MO は注目に値する。また標準化・普及・利益の相互関連を分析する上での 3.5 インチ MO の事例は、ソニーを核に大集団擦り合せて生まれた MiniDisc、あるいは擦り合せ要素を多く残してフォーラム規格になった DVD-RAM とともに、日本企業による標準化と事業収益を考える上で今後も注目すべき事例と位置づけたい。これらの市場規模は CD-R/RW や DVD の 10%にも満たないが、日本企業が得た利益は遥かに大きい。

図 9 にデジユリ規格からデファクト規格・フォーラム規格に至る経緯を要約した。5.25 インチ光ディスクの規格化を教訓に、多くの日本企業は ISO を規格開発の場ではなく規格追認の場と位置づけるようになった。そして標準化の主戦場が急速に ISO の外へと移った。その代表例が、松下電器や NEC からデファクト規格として提案された PD（今中（2002）. Power Disc、相変化記録の 650MB 1993~1994 年にデファクト規格）である。また少し遅れて DVD フォーラム（実質的には 1995、公式には 1997）が国際的な標準化の場となり、4.1 で述べた第三のパターンへと日本の標準化活動が展開されていく。

<sup>26</sup> 平成 15 年 4 月 1 日発行の官報号外 71 号・第 1 章・第 7 条の 1 による。

図9 コンピュータ用途の光ディスク標準化：デジユリ規格からフォーラム規格へ



出所) 筆者作成。

なお日本企業が DVD の標準化で国際的な役割を演じることができた背景には、国際的な標準化活動をリードできる人材が ISO/JTC1/SC23 を舞台にしたデジユリ規格作りですすでに養成されていたことを忘れてはならない。また、これらの人材を輩出する上でも、あるいは日本の光ディスク技術の相互交流や人脈形成においても非常に大きな役割を果たした光ディスク懇談会が、すでに 1980 年代の前半から、島田潤一氏や三橋慶喜氏（当時電子技術総合研究所）および久保高弘氏（当時三菱電機）、浮田宏生氏（当時電電公社研究所）のグループによって起案され、発足していた事実も忘れてはならない。これらの詳細は当時の関係者による出版を待ちたい。

#### 4.3. 国際標準化と経営戦略の連携に向けた模索

4.1 で述べた標準化パターンには、いずれの局面でも自ら開発した技術を知財に変換するという意識が強く出ている。技術革新の速い現在では、多くの特許が使われずに捨てられ、たとえ製品になっても特許の寿命が非常に短い。しかし、技術が国際的な標準に組み込まれるとその後の本命製品がこれと互換性を維持しながら登場する光ディスクでは、標準化の活動そのものが技術の寿命を相対的に長く延ばす役割を持っている。すなわち、たとえ製品アーキテクチャが完全にモジュラー型へ移行し、そのタイミングで参入するキャッチ・アップ型企業が小さなオーバーヘッドで市場を席卷しても、国際標準をリードする日本企業は規格

の中に自社技術を組み込むことで技術を知財へと変換させ、ここから利益を上げる経営戦略も取れる。これがCD-ROM、CD-R/RWやDVDの標準化を主導した日本企業の目論見であった。しかしながらCD-ROMやCD-R/RWだけでなくDVDにおいても、海外市場におけるポリス・ファンクションはあまり機能していない。そして悪貨が良貨を駆逐するたどえのように、ロイヤリティーを考慮せずに価格競争へと走るキャッチ・アップ型工業国の企業群が急速に台頭し、経営システムを再設計した一部を除き、多くの日本企業が再び市場撤退への道を歩んでいる。すなわち重層な研究開発によって生み出された知財が、結果的には日本企業を市場撤退に追い込む凶器に転換されている。<sup>27</sup> このような経営環境で日本企業がどのように勝ちパターンを再設計すべきかは別稿で議論したい(小川, 2006)。

### 5. CD-Audio の登場と CD-ROM への道：巨大パソコン市場の登場

本章では、Philips・ソニー連合が CD-Audio を爆発的に普及させ、この勢いが CD-Audio から CD-ROM を生み出す経緯を述べる。そして、光ディスクとほぼ同時期に興隆したパソコン環境に CD-ROM がどのように取り込まれたかを解説しながら、日本得意のビジネス・モデルが急速に通用しなくなった経緯に触れたい。

#### 5.1. Philips・ソニー連合と CD-Audio の登場

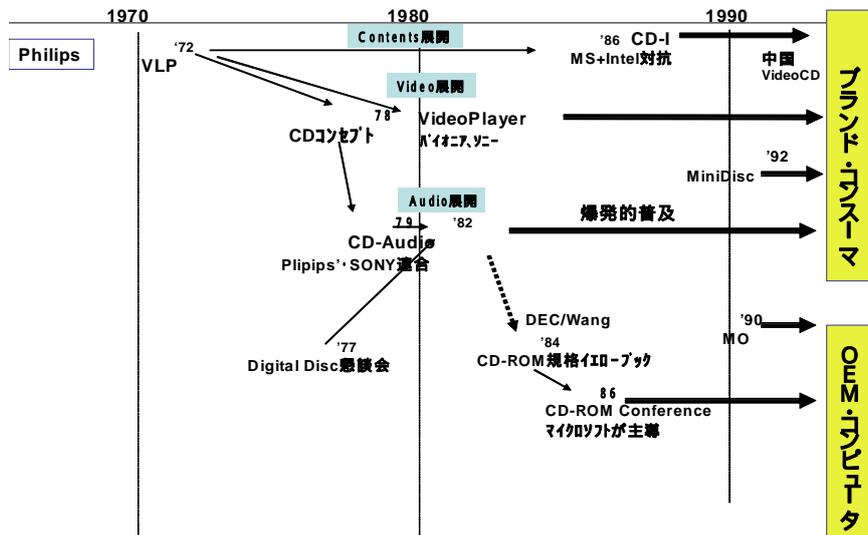
レーザーを用いた光ディスクの基本技術が Philips によって開発され、現在と同じ製品コンセプトを持つ試作機が 1972 年に Video Long Player (VLP) としてアナウンスされた。この製品コンセプトがその後 VideoDisc、CD-Audio (当時は ALP: Audio・Long・Player、後の CD DA) および CD-I (Interactive) へと展開され、また CD-Audio から CD-ROM へと発展された。この様子を図 10 に示す。

##### 5.1.1. Philips・ソニー連合に向けて

Philips は CD フォーマットの研究を 1976 年 10 月に開始して 1978 年 5 月に試作機を発表し、そして発表直後から仲間づくりをはじめた。松下電器でこれに関与した当時の関係者によれば、Philips は当初松下電器をパートナーにしようと考えていたと言う。ソニーではなく松下電器を選んだのは、ソニー傘下の CBS ソニーと Philips 傘下のポリグラムを合わせると音楽ソフトで世界シェアの 50% を超えて独禁法上の問題が懸念されたこと、さらにはソニーと Philips が同じコンテンツ部門で競合する関係になる、との判断があったようである。松

<sup>27</sup> ただし日本の DVD ライセンサーは最近ようやく中国やアメリカの関係機関から協力を得られるようになっており、徐々にポリス・ファンクションが強化されている。

図 10 CD-Audio から CD-ROM へ



出所) 筆者作成。

下電器は当時からすでに光ディスク・メディアの製造技術やディスク基板の大量複製技術（成型技術）および原盤製造技術（マスタリング技術）を持っており、しかもレコード会社を傘下に持っていなかったため Philips にとっては組み易い相手だったらしい。しかし当時の松下電器は、レーザーを使う光学式ではなく 1970 年代の初頭から本命技術と見なされた機械圧電方式（針式）や静電容量式を開発中であり、光ディスクはやらない方針であった。事実 1977 年に日本とアメリカで機械圧電式 VISC 方式を同時発表していたし、1978 年 5 月頃に Philips がレーザー方式の ALP(現在の CD コンセプト)を発表したその 4 ヶ月後には、松下グループの日本ビクターが静電式 VHD を発表している。そしてプラスチック・ディスクを大量複製する技術は、針式や静電容量方式で使うディスクの製造技術として位置づけられていた。さらに当時の松下幸之助氏の念頭にはビデオしかなく、オーディオには関心がなかったと言う。1978 年の 5 月、Philips が 84 才の松下幸之助氏に ALP を見せたときも全く関心を示さなかったらしい。当時の松下は LP レコードのシェアで 30~40%を持ち、8~10%のソニーを圧倒的にリードしていたことも背景にあったのだろう。

しかしそれ以上に、CDのビジネスを成功させるにはハード技術（装置やディスク・メディア）だけでなくソフト（音楽コンテンツ）も連携させた、統合型の Value Chain構築が必要

## 光ディスク産業の興隆と発展

である。経営のトップはハードとソフトの両面作戦を推進する必要性を十分に理解していたとは思いますが、音楽コンテンツをグループ会社に持たない松下電器にとって、結果的にはそこまで踏み出す決断ができなかったのではないかと。いずれにせよ 1980 年代のCDの爆発的な普及とこれがもたらすライセンス収入、あるいはライセンス/ロイヤリティーを武器にした業界のコントロール、さらには次世代のDVDの中にすらCDのコンセプトがDNAとして摺り込まれているこの現状を見ると、松下電器の判断は惜しまれてならない。<sup>28</sup> 後知恵と言って片付けられない共通の問題がここにある。PhilipsがALP(現在のCDコンセプト)のフォーマット開発をスタートさせた 1976 年に三菱電機は光ピックアップの開発に着手しており、Philipsが 1978 試作機をデモした時にはすでに装置開発へと移っていたのは驚異的だが、三菱電機の光ディスク関係者も松下電器と同じく、機械式や静電式VHDを本命とする幹部の壁に阻まれて飛躍できなかつたらしい。ここでも大きな飛躍のチャンスを逃がした技術者群がいた。

Philipsは松下電器との連携をあきらめて、交渉相手を他の日本企業に変えた。<sup>29</sup> 1979 年 3 月 Philipsの技術者がALPをさらに進化させたプロトタイプを持って日本の各社でデモをしながら売り込みをし、その一環としてソニーに来た時、バリトン歌手だったソニーの大賀氏(当時副社長)は、音楽をターゲットにしたこの製品コンセプトに「セックスアピールを感じる」ほど気に入ってしまい、盛田氏との電話相談ですぐにPhilipsと手を組む決意を固めた。翌月の 4 月には大賀氏がPhilipsのVLP事業部長(Mr. Zaiss)と、5 月には盛田氏(当時の会長)がPhilipsの副社長(Mr. van der Klugt)と会談し、岩間氏(当時の社長)も同じ 5 月にアイントホーヘンのPhilips工場を訪問している。ここに、ビデオしか興味の対象でなかった松下幸之助氏の判断と大きな対比をみることができるが、いずれにせよソニーはこのような経緯を経て非常に早い段階から共同開発の意思を固め、1979 年 10 月にPhilipsとフリー・クロスライセンス契約を結んでPhilips・ソニー連合が成立する。<sup>30</sup> 当然のことながらその後もソニー内部に様々な異論も多かったと言う。当時の井深大氏は“音楽はアナログが本命”と信じ、デジタルのイメージが強いCDにさほど積極的ではなく高みの見物に徹したらしい。しかし音

<sup>28</sup> なお理由は明らかにされていないが、松下電器に対するCDのライセンス料は長期にわたって曖昧に放置され、実質的に免除されたのと同じ効果だったと言われる。

<sup>29</sup> Philipsは、VLP(後のLaser Disc)やALP(後のCD)で、当時VTRで成功していた日本企業と組まないと商品化は無理と判断して松下に擦り寄ったが失敗。松下に断られて多くの日本企業に声をかけたいが、反応は鈍かった。Philipsは無料で権利を開示するはずと多くの日本企業が期待していたためである。しかしソニーに先を越され、無料の権利開示の契約をソニーが独占的に締結したので、他の日本企業は相当に悔しがったらしい。その後のCDやCDをDNAに持つ光ディスクだけが大量普及した事実をみれば、大賀氏や中島氏の判断によってソニーの成長がここから約束されたことになる。

<sup>30</sup> 中島平太郎氏へのインタビューによる。

楽のデジタル化を商品化するためにNHKの研究所長を辞してソニーに移った中島平太郎氏が、漸く到来した自分の夢の実現に向けてソニー側の技術開発で先頭に立つなど、全社を挙げた開発プロジェクトがスタートした。コンテンツやマーケティングを重視したのが大賀副社長だったので、社長だった岩間氏はCDのハードウェア開発に最適な組織を作ったりLSI開発で便宜を図ったりなどして、もの造り担当の中島氏を多面的にサポートした。<sup>31</sup>

1979年10月の共同開発の合意を経て、最終的な製品コンセプトとこれを支える細部仕様の協議が開始され、ソニー：中島氏のチーム（中島、宮岡、土井、水島）とPhilips：Mr. Boegalsのチーム（Boegels、Carasso）が1980年5月に漸くCD方式の仕様を固めた。これが現在のCD規格である。その直後からソニーは、優れた技術力を持つ多数の日本企業へ基幹部品の開発を依頼し、これが今日の日本が誇る光ディスク部品産業を生み出した。例えばレーザーを例にとると、それまで使われたHe-Neガスレーザーでは大き過ぎて小型CDプレーヤーの製造は不可能だったが、シャープがレーザー物理の常識を破るマルチ・モード方式で非常に安定したレーザー発振を成功させ、CD出荷直前の1982年に世界で初めて量産し、<sup>32</sup> その後に続く小型オーディオ・プレーヤーとしてのCDコンセプトも支えた。またコニカ（現在のコニカミノルタ）が1984~1985年に世界で初めてプラスチック成型による超小型・低コスト非球面レンズを量産したが、Philipsと細部仕様を決めた直後の1980年6月の時点でソニーは早くもコニカへ開発を打診していた。小型で低コストの非球面レンズがその後の光ディスク産業に果たした貢献は計り知れない。1984~1985年にコニカ（小島氏など）によって開発された低コスト・小径の非球面レンズだけでなく、当時の富士通などに例を見る半導体メーカーも超高速A/D変換ICなどで積極的に協力し、またポータブル型のCD開発では初期に500点もあった電子部品をLSI化によって3~4個へと激減させるなどの貢献もした。このように当時のソニーは、多種多様な業界を巻き込んで大集団擦り合せ<sup>33</sup>をリードできる魅力的な企業だったのであり、個性豊かで魅力的な人材が生き生きと活躍していた。このような大集団擦り合せによってCD1号機やその後に続くポータブルCDプレーヤーが生み出され、初期に248,000円もしたプレーヤーの価格を一気に59,800円へと下げてCD-Audioの普及を加速

<sup>31</sup> 中島平太郎氏へのインタビューによる。

<sup>32</sup> シャープへのインタビューによる。残念ながらシャープは、15年後のDVD用レーザーでは成功せずに三菱電機に先行を許した。技術的な課題が原因だったと言われる。

<sup>33</sup> すでにインターフェースが定まったモジュラー型の製品の組み合わせではなく、多種多様な部品メーカーと一体になって最終製品メーカーが擦り合せ型の製品を開発する方式は、企業・業界を越えた大集団擦り合せをやり遂げる日本企業の得意技であり、これがビジョン豊かな企業と魅力的な人材によって支えられていた。しかし欧米では制度の整備がこれを支える。最近のヨーロッパでもLLCやInternational Single Taxationが法制化されて、業界を越えた擦り合せ開発が採用されるようになったらしい。その代表例に超微細半導体露光機や最新エアバスが挙げられる。

## 光ディスク産業の興隆と発展

させる大きな原動力になった。CDは1986年から1987年にアナログレコードを追い抜いて一気に市場を制覇している。

中島氏は最終仕様の合意書に、ソニーとPhilipsの貢献度が50%：50%、と明記した。これがその後のCDとこれに続くCD-ROM、CD-RそしてCD-RWなど一連の光ディスク市場で、ソニーが20年にわたる光ディスク・ビジネスを支配する原点となっている。1980年代の後半にMr. Bill GatesがAppleのMr. Steve JobsやIBMのMr. William Lowe（IBMで2代目のパソコン事業責任者）を相手に有利な合意書を作り、これがMicrosoftを大きく飛躍させたが、1979年から1980年にかけての中島平太郎氏の交渉力はこれに劣らぬ競争優位をソニーにもたらしたことになる。<sup>34</sup>

なお1978年頃、当時の光ディスク開発で先行していた三菱電機などが呼びかけながら多様な方式を検討俎上に挙げた日本のデジタル・オーディオ・ディスク懇談会も、<sup>35</sup> 1980年にはPhilips・ソニーのCD規格（レッド・ブック）を承認した。1981年1月に松下電器が、また3月頃から日立・東芝・三菱・三洋などもレッド・ブックに参加するなど多くの日本企業がここに集結し、82年10月に世界で初めてCD-Audio（CD-DA）を世に送り出すに至る。これはCompaqが1982年11月のアメリカ・コンピュータ・ショーで最初のIBM互換パソコン（Portable-1）を発表する1ヶ月前のことであり、Dellがアジアからのメール・オーダー輸入部品でパソコンを組み立てた1984年の2年前であった。

### 5.1.2. 独創的な完全垂直統合型の Value Chain 構築

CD-Audioで基本技術となったクロス・インターリブ方式（ECC）や16ビットの音声サンプリングを起案・開発し、さらには光ディスク・メディア産業が興隆する原点となったポリ

<sup>34</sup> ソニーが過去20年間にCDであげた総利益が6,000億円以上と言われ、この意味で中島氏が果たした役割は非常に大きい。2000年に出荷された光ディスクの80%以上がPhilips・ソニーの基本コンセプトをDNAに持つ。光ディスク製品の出荷額は装置とメディアを合わせて3兆円以上となるので、このライセンス料を平均2%（公開されていない）としても、ソニーに計算上は年間240億円入るはずだが、日本の電機業界は互いにクロス・ライセンス契約を結んでいる（公開されていない）。また日本以外の国から徴収するのが難しいようなので、実際のライセンス収入はそれほど多くはないだろう。ソニーより早い1979年にLaser Discを商品化したパイオニアは、ライセンス収入が非常に大きい（ただし光ディスク以外も含む）。2004年の業績報告によればライセンス収入（120億円）が営業利益の27%、純利益の48%に及び、パイオニアの業績を支えている。しかしこの異常な比率が逆にパイオニアのもの造り経営を弱体化させたのではないが、ライセンスに頼った欧米企業の多くが急速に弱体化している。

<sup>35</sup> 1978年に発足したこの懇談会は、光ディスク方式の技術開発で一步リードしていた三菱電機が主導している。ほぼ同じ時期にPhilipsがALPの基本コンセプト機をデモしているのので、両社の行動には戦略的な意図があったと推定される。

カーボネート樹脂の開発と基板成型を強力にリードするなど、<sup>36</sup> 多くの独創的な技術がソニーの個性的なエンジニアを核にした業界全体の擦り合せによって生み出されている。CD-Audioの電子回路をLSI化（当時はIC化）する技術開発は、中島氏の志に動かされた富士通など、少なからぬ半導体メーカーが積極的に協力して製品化を支え、<sup>37</sup> 光ピックアップを支えるマイクロ光学部品は佐野富士光機などの光学部品メーカーが社運を賭けて協力した。また当事は絶対に不可能とされたポリカーボネート樹脂による光ディスクの基板成型も、帝人化成の果敢な取り組みで開発された低分子量の樹脂とこれを精密成型する製造設備開発への果敢な取り組み（メイキ、住友重機など）およびそのシステム化（オリジン電機など）によって道が開けた。<sup>38</sup> これらの企業は、CD-Audioやその後に続く一連の光ディスクが年間8億台の装置や300億枚のメディアに急成長する過程で光ディスク産業を支え、基幹部品や基幹部材および製造設備で世界市場を席卷するに至った。日本得意の大集団擦り合せが大きな産業を生み出してきた事例をここに見ることができる。

当時ソニーの副社長だった大賀氏は、かなり早い段階から発売日を1982年のクリスマス前と決め、全社スタッフをこの1点に集中させながら、同時にこれらの天才エンジニアを駆り立てたらしい。これ以外にもこの当時のソニーには、マーケティング主導でプロジェクトを進めるソニー文化が随所にみられる。大賀氏はベートーベンの第九交響曲が1枚のCDに入る製品コンセプトを主張し、CDの直径をPhilips提案の115mm<sup>39</sup>ではなくさらに5mm大きい120mm（現在のCD規格）にするなど、マーケティング主導の商品企画を徹底させた。また音楽事業部長だった出井氏（2005年までソニー会長）は小型のラジカセを手にしながら、「ここにディスクを埋め込む」というコンセプトを繰り返し業界でアピールし、多くの人を引き込んでいる。LPレコードを抜いて一気にCDを普及させたD50携帯用CDプレーヤーの価格戦略も、盛田氏（当時ソニー会長）のもの造り経営に対するマーケティング主導で意思決定されたと言う。そしてこの組織文化は大賀氏主導のMiniDisc開発（CDから10年後の1992年）にも及んで、ソニー光ディスク・ビジネスの絶頂期を迎える。当時のソニーは5~10年

<sup>36</sup> 当時のソニーで業界全体を擦り合せながらポリカーボネート樹脂の開発や基板成型を強力にリードした平山信之氏および、住友重機械工業やオリジン電気、帝人化成で直接この分野を開拓してきた関係者へのインタビューによる。

<sup>37</sup> 当時のソニーでCDオーディオの開発を担った鈴木晃氏によれば、出来上がった製品の1号機を当時の富士通で半導体事業を指揮した安福氏に献上している。多数の日本企業が当時のソニーの意気込みに感動して支援を繰り返した。

<sup>38</sup> 注36と同じ。

<sup>39</sup> 115mmはドイツ規格をベースに起案された。技術的には130mmなら第九交響曲が入るという結論が出たが、Philipsが120mmなら同意できるとの見解を出して120mmに決まった（中島, 2005）。ただし当時のソニー内部には大賀氏のように第九交響曲を入れたいと主張する人が非常に多かったと言う。

## 光ディスク産業の興隆と発展

の流れの中で何をするかを常に明確にしていた、とソニー以外で当時からCD開発に携わった多くの関係者が言う。<sup>40</sup> ここで繰り返し強調したいのは、CD-Audioもその後続くMiniDiscプロジェクトも全てソニーの社長（全社）プロジェクトであって、最も優秀な人材と豊富な資金がつけ込まれた点である。しかしそれ以上に注目すべきは、製品開発と同等以上の巨大な資金が市場開拓に投入されたという事実である。たとえばMiniDiscの開発で定期的開催される打ち合わせに参加した多数のスタッフの中で、その過半数が販売・マーケティング・チャンネル開拓などの関係者だったと言われる。当時の大賀社長が自らこれを主導した。

マーケティング主導の製品開発は、すでにモジュラー型に変化した汎用部品の組み合わせで最も効力を発揮する。しかし未知の擦り合せ要素技術を多く含む製品の開発では、たとえそれが深層の擦り合せ型技術であっても擬似的にモジュラー化されてその組織に蓄積されていないと、理念先行型の“マーケティング主導経営”をフォローできなくなる。モジュラー製品の代表であるウォークマンやiPodと、擦り合せ型開発の典型である次世代DVDとでは、リーダーシップのあり方以上にもの造りに関する開発組織のあり方が全く違う。<sup>41</sup> 前者は小規模集団によるスピーディーな組み合わせ型もの造りであり、トータルなビジネス・アーキテクチャに対する利益構造の位置取りとこれを支えるマーケティングやインフラの大胆な取り込みが勝負を決める。しかし後者は、大集団擦り合せを前提にした深層の技術力の擬似モジュラー化が全ての大前提であり、その上で組織能力およびこれを収益に直結させるブランド・デザインが勝負を決める。当時のソニーと日本の部品産業には、未知の技術を持ち寄って大集団擦り合せができるリーダー・シップとこれを支える技術の蓄積が深いレベルで存在していたと思われる。そして1970年代にVTRの製品化で日本企業が身につけた大集団擦り合せのノウハウと技術蓄積が、1982年のCDオーディオ商品化にも生かされ、コンセプト主導のトップダウン型製品開発を後ろで支えた。市場開拓型の独創的なビジネス・アーキテクチャが日本企業によって構築された背景がここに見られる。

いずれにせよ1982年10月のCD発売は、ソニーで中島平太郎氏のCD開発を支えた岩間社長の他界から2ヶ月後のことであった。その中島平太郎氏もCD発売の2ヶ月後にソニーからアイワへ転出命令を出されたが、CD-ROMに続いてコンピュータ市場を席卷したCD-Rでも、アイワの中島平太郎氏が開発の中心になったのは決して偶然ではない。CD-RはCD出荷の8年後に製品化され、人類史上もっとも普及した電子媒体となった。これについては

<sup>40</sup> 当時東芝や日立、三菱電機などでCDオーディオやCD-ROM開発をリードしていた人々へのインタビューによる。

<sup>41</sup> DVDは製品出荷して数年後までに製品の内生的な作用によってモジュラー型へと転換するが、DVDの開発プロセスは典型的な擦り合せ型である。iPodは設計も製造も最初からモジュラー型である。

第6章で述べる。

ソニーのCDビジネスは、岩間氏の後を継いで社長となった大賀氏によって、さらにスケールの大きなマーケティング主導へと舵が切られた。CDプレーヤーの部品をOEM外販(1984年)することでCDプレーヤーの普及を加速させ、<sup>42</sup> 技術蓄積のない小規模な企業でも簡単に作れる小型で簡便なCDメディア製造システムの開発(1985~86年、平山信之氏)、さらにはその基盤インフラで付加価値を上位に展開する音楽コンテンツ・ビジネスの重視など、完全な垂直統合型のValue Chain構築に向けて走り出し、1980年代の日本企業が作り上げた最も独創的な高収益ビジネス・アーキテクチャへと進化させていった。

このように完全な垂直統合型のValue Chain ビジネス・アーキテクチャは、その後の1990年代を風靡したベンチャー企業など、モジュラー型製品を得意とする企業では実現不可能なビジネス・アーキテクチャであり、ソニー伝統の強力なトップダウン型リーダーシップやコンセプト主導の事業展開だけでなく、これを後ろで支える擦り合せ型技術の蓄積があって初めて可能になる。井深氏や岩間氏・中島氏などが嘗々と築いた擦り合せ型のもの造り組織能力がソニーの内部に深くDNAとして潜んでいるはずであり、2005年以降のソニーはこのDNAを再び蘇らせようとしているのではないか。

---

<sup>42</sup> 1984年にスタートしたCD-Audioの部品外販は、ソニーが1990年ころから始めたCD-ROM装置の部品外販とそのビジネス思想が全く異なる。このビジネス思想の差がソニーのCD-AudioとCD-ROMの収益の明暗を分けた。CD-Audioの場合は、コンシューマ市場にブランド主導で参入する製品なので、部品を外販することで参入企業が多くなっても価格が比較的維持され、ソニーに大きな利益をもたらした(一説には6,000億円の利益)。さらには巨大なインストールド・ベースをインフラにしたコンテンツ・ビジネスが待ち構えていた。ソニーはPhilipsとともにこの部品外販モデルをCD-ROMやCD-Rでも踏襲してValue Chainを構築しようとしたが、逆に装置価格の急激な下落を招き、ソニー・Philipsだけでなく多くの日本企業が市場撤退へと追い込まれる遠因となった。これはブランド不要で価格だけを競うOEM市場だったからであり、非常に小さなオーバーヘッドを武器に価格勝負するキャッチ・アップ型工業国の企業が大挙して市場参入する道が、ソニー・Philipsの部品外販戦略によって開かれたためである。これを製品アーキテクチャの視点で記述すれば、部品の単純組み合わせから製品機能、特に高い信頼性を復元するファームウェア(ノウハウ)がChipsetとして大量に流通した、と言い換えてもよい。さらにはビジネス・プラットフォームがアメリカ主導のパソコン環境であり、大量普及後の付加価値ビジネス(コンテンツ・ビジネス)はMicrosoftなどが主導するビジネス環境であった。したがって、ここではソニーがコンテンツ・ビジネスを主導することができなかった。

CD-AudioやCD-ROMでも、ともに信号処理やフィードバック制御系(サーボ)をデジタル化し、これによって装置化の技術が擦り合せ型からモジュラー型へ急速に移行したが、製品アーキテクチャの動的な変化が日本企業に与えた影響は、CD-AudioとCD-ROMとで全く対照的である。これは4章で述べた標準化パターンの違い、そしてこれがもたらすブランド主導のコンシューマ市場とOEM主体のコンピュータ市場との違いに起因しているのは言うまでもない(3章および図7参照)。この体系的な分析は後に続く調査・研究に譲りたい。

### 5.2. CD-Audio から CD-ROM へ

CD-ROM は 1985 年頃に東芝・ソニー・日立・コロムビアなどによって開発された。当時の IT 市場では、データ・ベースをオンラインで使うシステムの構築が盛んに取り上げられていたが、高価で特別な人にしか使えなかった。このような背景から初期の CD-ROM は、当時の OA 機器（ワープロが中心）やパソコンのそばで誰でも手軽に活用できるパーソナルなデータ・ベースとして位置づけられた。したがって 1985 年に登場した CD-ROM は、まず図書館や医学・経済財務・教育・百科辞典などに応用されたものの、CD-ROM 装置の出荷台数が非常に少なく、初年の 1985 年に 80 台、翌年の 1986 年でも 6,000 台強であった（寺村, 1987）。ところが、Microsoft が Windows ME や Windows 3.1 でサポートし始めた 1992~1993 年には累積 1,000 万台を超え、Windows 95 が出荷された翌年の 1996 年には、それが 1 億台へと飛躍する。本節では、このような CD-ROM の巨大市場がどのような経緯で、なぜ短期間にコンピュータ環境で出来上がったのかについて述べたい。

#### 5.2.1. アメリカ・コンピュータ業界の動き

CD-ROM の爆発的な普及は、アメリカのコンピュータ業界による採用が契機になっている。コンピュータ産業は 1964 年 4 月に発表された IBM360 シリーズから大きく発展したが、設置台数を飛躍的に拡大してコンピュータを身近な産業へと育てたのは 1970 年頃から興隆したミニコンである。CD-Audio が市場に出た直後の 1983~1984 年になると DEC や WANG がコンピュータ・メーカーとして脚光を浴びる魅力的な企業に急成長しており、CD の技術をコンピュータの世界（データの世界）に応用しようと考えた最初のコンピュータ・メーカーはまさにこれら DEC や WANG であった。CD をデータ用として使うためにはビット単位でエラーをチェックする機能や強力なエラー訂正機能が必要になるが、CD-Audio が発売された 1 年後の 1983 年 10 月に、早くもエラーチェックと訂正のコードを含む規格がイエロー・ブック-I としてまとめられた。これを受けて DEC や WANG は 1984~1985 年頃にソニーや東芝、日立、日本コロムビアなどへ CD-ROM の試作を打診し、1986 年には DEC が東芝とソニーへ量産を依頼するまでになっていた。当時のミニコンは急速に技術革新が進んで機能が拡大し、これをユーザへ説明するためのマニュアルが膨大になっていた。メインフレーム・コンピュータに比べて圧倒的にユーザ数の多いミニコン・メーカーが CD-ROM に期待したのは、これらマニュアルなどのドキュメントを多数のユーザへ低コストで配布する役割であり、情報を記録するメディアとしての光ディスクではなかった。

非常に興味深いことだが、1985~1986 年当時に東芝などがアメリカのパソコン・メーカーへ CD-ROM 採用を打診すると、再生専用で記録できない光ディスクは No! No! という反応だ

ったと言う。<sup>43</sup> 当時のパソコンはOSやアプリケーションの機能が貧弱であり、使い方を説明するドキュメントが少ないので、たとえこれを電子化して配布する場合でもフロッピー・ディスクで十分だった。それ以上に、高価なハード・ディスクに替わる記録可能な大容量ストレージを強く求めていたのである。また 1980 年代の後半にはAppleを辞めてNeXTコンピュータ社を作ったMr. Steve Jobs（現在AppleのCEO）が、ハード・ディスクなしで 5.25 インチ MOだけを使った新規コンピュータを開発していた事実も、パソコン関係者が書き換えできる光ディスクにマインド・セットされた背景である。1985 年 10 月に開催されたCD-ROMの論理フォーマット<sup>44</sup>の規格会議（CD-ROM Ad-Hoc Advisory Group、別名High Sierra Group）に参加したコンピュータ・メーカーはDECだけであったと言う。当時のパソコン・メーカーは、CD-ROMが持つ可能性を全く理解できていなかった。<sup>45</sup>

パソコンの世界で CD-ROM を積極的に採用する動きが出たのは、1986 年 12 月にアメリカのシアトルで開催された第一回の CD-ROM Conference 以降である。これを主催したのが、シアトルに本拠地を置く Microsoft であった。Windows が大量普及するきっかけとなる Windows 3.0 が市場に出たのは 1990 年だが Microsoft はすでに 1983 年 11 月に Windows の開発をアナウンスしており、その Version 1.0 は 1985 年 11 月に出荷されていた。Windows 2.0 が出荷されるのが 1987 年 12 月なので、第一回の CD-ROM Conference が開催された時期はまさに Microsoft が社運を賭けて Windows 2.0 の開発に集中していた時期だった。したがって Windows ビジネスの実務を担う部門は、パソコン機能の飛躍的な発展によってターゲット・ユーザがコンピュータの専門家やマニアから普通の個人に移行すること、そして Windows と関連アプリケーションおよびこれを使いこなすマニュアルが膨大なデータ量に

<sup>43</sup> 以上は、当時東芝や日立などで CD-ROM 開発をリードしていた人々へのインタビューによる。

<sup>44</sup> CD-ROM 自体の物理フォーマットとこれをコンピュータにつなぐハードウェア・インタフェースはすでに決まっていたが、論理フォーマットが標準化されないと、例えば IBM パソコン用に作られた CD-ROM メディアを他のパソコンでは読めない。日本が官民一体となって 5.25 インチ・サイズの記録可能な光ディスクを標準化しようと起案した 1985 年に、CD-ROM はすでにどんな OS のコンピュータでも共通して使えるようにする論理フォーマットの標準化を俎上に挙げて議論する段階にあった。日本の標準化委員会は CD-ROM グループのこのような動きを把握していなかったし、たとえ把握しても無視したであろう。データを記録できない光ディスクが、コンピュータ市場で普及すると考えた人は日本で光ディスクを研究・開発する人の中にほとんどいなかったのである。

<sup>45</sup> 日本の光ディスク産業は、文書ファイリング・システムに例を見るように、まずは記録型からビジネスが始まり、記録型メディアのフォーマット乱立が 5.25 インチ光ディスクのデジュリ規格へ駆り立てる要因になっていた。したがって当時の日本の光ディスク技術者（多くは最先端技術だけを狙う研究者）にとって、記録のできない（簡単で誰でも作れると彼らが思った）光ディスクがコンピュータの世界で使われるとは夢にも考えられなかった。なお時代が下って 1995~1997 年頃の Philips や HP が、DVD の標準化では何回でも書き換えができる ReWritable (RW) 機能に拘りつつ、一回しか書けない DVD-R に強く反対している。このように 1990 年代の後半ですら、多くの技術者は何度でも記録できる光ディスクを本命と考えたのであり、官民一体で進めた 1985~1990 年当時の日本の標準化委員会を後知恵で批判することは許されない。

## 光ディスク産業の興隆と発展

なることをハッキリと認識していたはずであり、Microsoft が CD-ROM に着目したのは Windows の登場がもたらす課題を CD-ROM で解決しようとしていたためである。1985 年 11 月の Windows 1.0 出荷から 1 年を経た当時のシアトルに Microsoft を訪れた日本のパソコン関係者によると、Windows 2.0 を開発しているビルディングの入り口に 600~1,000 枚のフロッピー・ディスクと 1 枚の CD-ROM が並べられて、CD-ROM の驚異的な容量が一目で分かるようになっていたと言う。当時の Microsoft は、パソコンで使われるソフトとコンテンツを、低コストで、しかも自分たちが主導する販売チャネルで世界の店頭市場へ販売することも、CD-ROM になれば可能だと考えていたはずである（Windows 95 から本格化）。さらには Windows パソコンで音楽や映像などのマルチメディアを取り込み、これをホーム市場へ展開するビジネス・モデルも企画されていたはずである（10 年後の Windows 95/Windows Media Player で具体化）。

当時非常に勢いのあった Apple は、CD-ROM の応用でも Microsoft と同等かそれ以上のコンセプトをもっていた。しかし Mr. Bill Gates が自ら Evangelist になって世界中から関係者を集めた CD-ROM Conference によって一気に主導権が Microsoft へと移り、1990 年出荷の Windows 3.0 と一体になった CD-ROM の応用コンセプトが、コンピュータ市場へと浸透していった。この軌跡は Windows が Mac を大きく引き離していくプロセスと重なる。

### 5.2.2. CD-I と CD-ROM を巡る Philips・ソニーと Microsoft・Intel の覇権争い

CD-ROMの規格はPhilips・ソニー主導で作られたが、これをコンピュータ環境で普及させるためのCD-ROM Conferenceを主導したのがMicrosoftである。<sup>46</sup> Microsoftの本拠地で開かれた第一回のConferenceへPhilips・ソニー連合が参加した目的は、CD-ROMのプロモーションではなくCD-I (CD Interactive) の発表にあった。当時のCD-ROMはデータだけを入れて使う応用だったが、CD-Iはデータ以外に音楽・音声・静止画・アニメーション・グラフィックスなど、多種多様なコンテンツへと展開できる規格である。それ以上に当時の耳目を驚かせたのは、CD-Iの装置でCD-ROMディスクを再生できる（すなわちMicrosoft主導のCD-ROMが必須でなくなる）規格になっていただけでなく、そこに使われたOSがDOSの対抗馬とみなされたOS-9であり、<sup>47</sup> Real-Time OSとして当時最も有望視されたOSであった（DOSのReal Time

<sup>46</sup> 当時の Mr. Gates を知る人によれば、彼は事前に CD-I のコンセプトを知り、これに対抗する目的で CD-ROM Conference を主催した可能性もあると言う。

<sup>47</sup> Mr. Bill Gates は OS-9 を開発した Microware 社の買収へと動いていたが、失敗している。Mr. Gates は Microware 社長の Mr. Ken Kaplan へ買収金として Microsoft 株を提供したが断われた。買収に応じていれば Ken は大金持ちになっていたはず、と彼を知る人は言う。こんな光景が 1980 年代のアメリカ・ベンチャー企業の姿を映し出してくれる。なお 1986 年には Microsoft と IBM が、翌年の 4 月に発表する PS/2 パソコンの OS (OS-2 Version 1) を共同開発しており、1992 年に IBM が Windows

機能が非常に貧弱) また使われたMPUは、当時のIntel MPUと覇権争いを演じていたMotorolaのM68000だった。少なくとも1980年代中旬のOS-9はReal-Time機能が貧弱なMS-DOSにとってもMacにとっても脅威であり、DOSのDNAを表に晒したままのWindows 1.0にとっても大きな脅威だったはずである。それがCD-Iに搭載されていた。CD-IではReal-Time OSを採用しており、<sup>48</sup> メディアを差し込むとすぐに使えるPlug&Play機能になっていたのも、専門家しか使いこなせなかった当時のDOSパソコンとは決定的な違いがあった。この意味でCD-Iは高級ゲーム機やホーム・パソコンの元祖であったが、Windowsの将来にホーム市場を考えていたMicrosoftにとっては強力なライバルの登場と映ったことであろう。

以上のように、Microsoftの本拠地で開かれた第一回のCD-ROM ConferenceでPhilips・ソニー連合がアナウンスしたCD-Iは、その後にパソコン市場で主導権を取るMicrosoft・Intel連合(Wintel)と真っ向から対立する商品コンセプトだった。1985~1990年頃、コンピュータ業界とデジタル家電業界の中で、このようにOSやMPUのアーキテクチャをめぐる大規模な覇権争いがあったが、当時の磁気ディスクより100倍も記録密度の高かった光ディスクは、この争いで主役の一人になるほど画期的な技術だったのである。しかしその後の経緯が示すように、すでに大量普及して巨大なインストール・ベースを構築していたパソコン・インフラとこれを握るMicrosoft・Intel陣営の方が、ソフト・コンテンツを全て新しく開発する必要のあったCD-Iよりも圧倒的に有利に展開した。CD-ROM Conferenceはその後もMicrosoft主導のCD-ROMプロモーション団体として大きな力を持ち、結果的にはCD-Iを駆逐してCD-ROM普及への道を開いた。

以上のような経緯によってコンピュータ環境にCD-ROMの市場が出来ていくが、日本企業にとってこの市場はブランド不要のOEMビジネスが中心であり、日本の家電業界が1970年から1980年代に築いた得意技のビジネス・アーキテクチャ(勝ちパターン)は全く通用しない。このような隷属的なビジネス構造で構成されて、コンピュータ環境に巨大な光ディスク市場が生まれ、1990年代の光ディスク産業はこのコンピュータ産業のアーキテクチャに取り込まれてしまうことになる。そして光ディスクの製品アーキテクチャが擦り合せ型からモジュラー型へダイナミックに変化するプロセスで、1995年に90%ものシェアを誇った日本のCD-ROM装置がその3年後に50%を切り、5年後にはさらに20%へと減少した。一方では、韓国・台湾・中国で生まれた新興の光ディスク企業がパソコン市場を足場に市場を

---

追撃として発表するOS-2のVersion 2までの間は、WindowsとOS/2との覇権争いはなかった。

<sup>48</sup> CDの延長でA/V機能(マルチメディア)を狙うPhilips・ソニー連合にとって、Real-Time機能が貧弱なMicrosoftのDOSとMicrosoftに支配された市場では、彼らが狙うビジネス・モデルを展開するのが無理だったはずである。事実、まがりなりにもWindowsのマルチメディア機能のサポートは10年後のWindows 95まで遅れた。

席卷し、現在に至る。

その後のPhilips・ソニー陣営はCD-IにMPEG-1 機能を付けて映画を楽しむVideo CDを1993~1994年ころに出荷した。また日本ビクターなどがカラオケ用のCDを開発してパイオニアのLaser Disc市場の奪還へと動いた。カラオケCDはその後世界中で普及したが、Video CDは当時の日本や欧米市場では映画を楽しむVTRの全盛期だったことと、すでに高画質のMPEG-2を使うDVDプレーヤーが試作されていたためか、全く売れなかった。<sup>49</sup> しかしVideo CDは、VTRが普及しておらずしかもさほど画質を気にしない中国市場で大量普及するに至る。<sup>50</sup> そしてVideo CDの読めるDVD Playerがその後続く。1990年代の初期には、PhilipsやソニーもCDオーディオ製品の基幹部品を外販するプロセスでモジュラー化を十分に進めていたので、まだ光ディスクの技術蓄積を持たなかった中国ローカル資本でも大量生産が可能だったのであり、これを機に中国の光ディスク産業が大きく発展した。そしてソニーとPhilipsは上海郊外に巨大な基幹部品工場を作って中国のVideo CDビジネスを支えている。

### 5.2.3. 富士通 FM-TOWNS による CD-ROM 標準搭載とそのインパクト

本節では、CD-ROMの普及とその後のマルチメディア展開に大きな影響を及ぼした出来事として、富士通のマルチメディア・パソコンFM-TOWNSの登場を取り上げる。CD-ROMを世界で初めてパソコン標準内蔵したのが1989年2月に出荷された富士通のFM-TOWNSであり、<sup>51</sup> これがMicrosoftによるCD-ROMのサポートを加速させ、IBM互換のパソコン市場に巨

<sup>49</sup> CD-Iに続いてPhilips・ソニー連合は、CD-V(CD-Video)やCDグラフィックスなど多様なコンセプトを次々とアナウンスしたがいずれも失敗した。ここには4章の標準化パターンに現れた普及と収益との関係について上手な位置取りが出来なただけでなく、5章5.1.2のCD-Audioで述べた独創的で大規模なリーダーシップが経営トップのレベルで発揮されなかったのではないだろうか。  
<sup>50</sup> 製品が普及するか否かを左右する経緯として、経路依存性の影響が非常に大きい。その代表的な事例を中国のVHSとVideo CDの普及に見ることができる。VHSが中国で普及しなかったのは黄砂などの埃で磁気ヘッドがすぐに壊れてしまったためである。また当時の中国の人々にとってVHSはVideo CDに比べて非常に高価であり、庶民が気軽に買える商品ではなかった。一方Video CDは、ちょっとしたゴミや埃でも問題なく動作しただけでなく、中国のローカル資本が競って市場参入したこともあって急激に値段が下り、これが大量普及を加速させた。基幹部品がPhilips、ソニーやアメリカのChipメーカーから中国市場で大量に供給されたためである。ただし映像コンテンツがどのようにVideo CDの環境へ移植されたかはまだ不明である。CD-AudioやVHSに例を見るように、コンテンツが潤沢に取り込まれないとVideo CDの普及は無かったはずである。その後の中国は独自規格のEVDやHVDを普及させる動きに出るが、コンテンツ問題で苦しめられて普及が低迷している事実から見て、中国はこの問題をまだ解決できていない。

<sup>51</sup> FM-TOWNSに関する記述は、1987~1990年当時の富士通でTOWNSの開発やプロモーションに携わった人々への直接インタビューによる。MacによるCD-ROMの標準搭載はTOWNSより2年遅れの1991年、IBM互換パソコンによる搭載はさらに1年(合計3年)遅れた。FM-TOWNSには10年後のソニーVAIOが採用するコンセプトが全て取り込まれているなど、当時として革新的なアーキテクチャで構成されていたが、1995年頃に富士通がIBM互換パソコンを出すとともに市場から徐々に消えてしまった。富士通内部でIBM PC互換のTOWNSをアメリカ市場で展開する戦略が

大なCD-ROMのインストール・ベースを作るトリガーになったからである。

FM-TOWNSは、映像の時代を開く新しいホーム・パソコンを作ろうという意図の下で、CD-ROM Conferenceが開かれた翌年（1987年）に企画された。当時のアメリカ・パソコン・メーカーが考えた“マニュアルやソフトの配布メディア”としてのCD-ROMとは、この点で大きく異なる。したがってキーワードは「コンピュータパワーを全ての人に」であり、<sup>52</sup> そのゴールにはコンピュータを家庭内の個人に普及させようという意図が込められていた。この意図から導かれたのがパソコンと映像をリンクさせるコンセプトであり、必然的に大容量のCD-ROM採用へと動いた。

CD-ROMは、それ以前から欧米市場のMac環境やIBM互換のパソコン環境、さらには日本のNEC PC98シリーズ、富士通16βやOASYS、日本IBMの5550シリーズなど多くのコンピュータで使えるようになってはいたが、あくまでも身近なデータ・ベースとしての使われ方である。しかも論理フォーマットが統一されていないので、同じメディア（コンテンツ）でもパソコンOSが変わると使えなかっただけでなく、パソコンに高価なインタフェース・ボードを介した外付けによる使い方だった。このような環境を一変させたのがCD-ROMを標準搭載したFM-TOWNSである。

Window 3.0の開発が最終ゴールに近づいていた1989年頃のMicrosoftにとって、このマシン（FM-TOWNS）の登場は衝撃的だったらしい。基本コンセプトとしてマルチメディアを標榜していたFM-TOWNSは、WindowsではなくDOSの拡張版をOSとして使っており（Windowsはマルチメディアを扱うReal Time処理機能が貧弱だったため）、当時コンピュータ技術の最先端を走ったアメリカですら非常に難しいとされていた、デジタル音楽の処理機能が当たり前のように実現されていた。デジタル映像の処理はパソコンのディスプレイに映し出すスピードと画質で決まるので、当時のパソコンでも不可能ではなかったが（高速化に専用ハードを使う）、音楽は時間軸を厳密に制御する必要があり、当時のMS-DOSやWindowsにとってこれが最も苦手な機能だったのである。例えば英会話のソフトがあるとして、映像の口の動きと音声を同期させる必要があるが、パソコンのOSを介する場合のタイミング・コントロール（同期化）が非常に難しかった。FM-TOWNSの開発スタッフはMS-DOSを拡張してこれを実現し、またアメリカのパソコン業界で1996~1997年頃に標準化されたCD-ROMによるBoot機能も、その7~8年前の1989年の時点ですでに実現されていた。FM-TOWNSはHDDを搭載しない機種もシリーズ化してホーム市場を狙っており、それま

---

何度か起案されたが、具体化されなかった。その背景にメインフレームのOSに関する、富士通・IBMの著作権紛争が横たわっていた言われている。

<sup>52</sup> 当時のTOWNS設計で中心的な役割を担った玉井正治氏へのインタビューによる。

## 光ディスク産業の興隆と発展

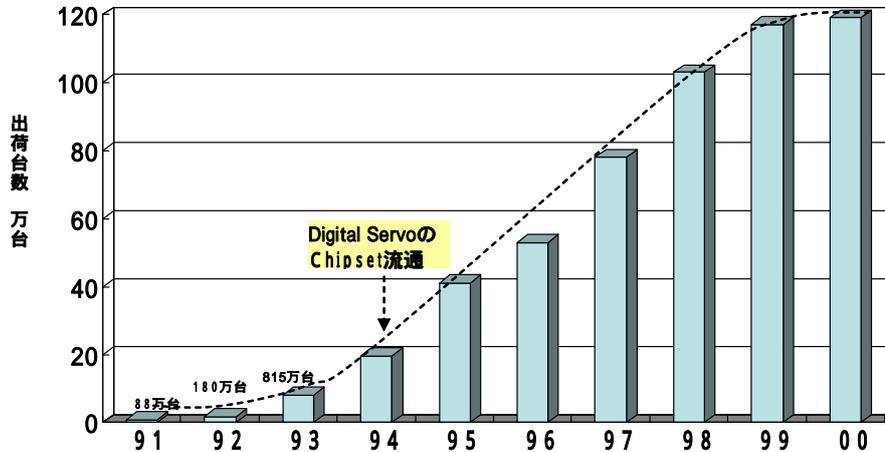
での常識だった HDD や FDD ではなく CD-ROM から OS を直接起動する Boot 機能が必須だったのである。

このような革新性に富んだパソコンが 1989 年の CD-ROM Conference で紹介されると、Microsoft や Apple のトップが富士通へ盛んにアクセスしてきた。当時のアメリカ・パソコン業界では IBM と Apple が、Microsoft 対抗として映像を扱うマルチメディアへとシフトする動きが出ており（例えば IBM までが Time Warner に接近）Microsoft は FM-TOWNS のマルチメディア技術を急いで手に入れる必要があったと思われる。<sup>53</sup> 当時の FM-TOWNS に携わった幹部によれば、富士通としてもメリットを感じて Microsoft や Apple と共同研究に乗り出し、CD-ROM からすばやく読み出し実行する OS の工夫とその関連技術の開発、あるいは映像や音楽データの入った数 MB から数 100 MB の巨大ファイルをすばやく再生処理する技術（当時の MS-DOS は数 KB から数 10 KB だった）、および CD-ROM から OS を起動させる技術など、FM-TOWNS のマルチメディア技術がその後の Windows に取り込まれていった。当時の Microsoft にはグラフィック処理技術はあったがオーディオデータの処理技術がなかったそうである。Microsoft から富士通に提案されたのは、性能アップのためにキャッシュ・メモリを CD-ROM 装置に積むことだったと言う。

これら共同開発の成果として出たのが 1992 年の Windows ME (Multimedia Extension) であり、ここに組み込まれたソフトウェア・モジュールが現在の Windows Media Player の原型になっている。当時のアメリカのアフター・マーケットで CD-ROM 普及を加速させたのはパソコンで音楽を聞くという応用であるが、これは Windows ME の登場なくして困難だった。アフター・マーケットの Add-on 製品としてサウンドカードやスピーカーがパソコンに接続できるようになると、これに触発されて CD-ROM が大量に普及する環境がさらに整った。例えば当時の松下寿で CD-ROM を担当していた方の話によると、パソコンに音楽を取り込む機能を持ったサウンド・ボードをアフター・マーケットで販売するシンガポールのクリエイティブ社が、このボードに CD-ROM をバンドルする方法で販売したらしい。1993~1995 年当時の松下寿では、クリエイティブ社への OEM だけで CD-ROM の出荷が月に 20~30 万台、他社への

<sup>53</sup> Microsoft によるこのような開発姿勢はこれ以外にも多く見られる。パソコンをメインフレームやオフコンと統合して利用できるようにする新しい設計思想（SAA: System Application Architecture）を 1985 年当時の IBM が推進しており、このアーキテクチャで新たに開発する 32 ビット・パソコン（後の PS/2）を開発中だったが、Microsoft は 1986 年に SAA に合致する Windows の改定作業を IBM と共同でスタートさせている。これが後の OS/2 Version 1 である。そして Microsoft は共同開発のプロセスで IBM の SAA 思想を全て自社の OS に取り込んだ。これが後の Windows NT に DNA として繋がる。1990 年代になると家電・ゲームやネットワーク（ブラウザ）の取り込みをも強い意志でやりとげ、他社が作り上げた技術と市場をドンドン取り込んで今日にいたっている。これが過去 25 年の Microsoft である。

図 11 パソコン環境での CD-ROM 装置出荷推移



出所) 株式会社テクノ・システム・リサーチ。

OEMも含めるとトータルで月産 50 万台を超える時もあったそうである。この販売台数から考えても、当時のパソコン市場におけるCD-ROMの需要が相当大きかったことになる。<sup>54</sup>

#### 5.2.4. パソコン市場の CD-ROM 普及とそのインパクト

Microsoft は Windows 95 を契機にパソコン市場で圧倒的なシェアを持つようになり、さらに Windows 95 を契機に完全オープン規格の ATAPI 版 CD-ROM をサポートするにょよんで、パソコンと CD-ROM の相互依存性が完全に排除された。標準化された ATAPI インタフェースによって CD-ROM がパソコン環境のモジュラー部品になり、さらには CD-ROM の基幹部品がデジタル・サーボの登場 (1994 年) でモジュラー化され (新宅, 小川, 善本, 2004)、そして流通し始めたこのタイミングで、一気に CD-ROM 市場へ参入したのが台湾の BenQ (1994 年) や Lite-on (1985 年) であり、韓国の LG (1994 年) やサムソン (1995~1996 年) であった。

製品アーキテクチャの動的な変革によって、すなわちデジタル・サーボの擦り合せノウハウを内部にカプセル化したLSIの登場によって、技術インフラを全く持たないキャッチ・アップ型の企業にも、超精密な制御技術を必要とするCD-ROM産業へ容易に参入できるチャンスが生まれた。特に台湾では 1995~1996 年に数 10 社におよぶベンチャー企業がCD-ROM

<sup>54</sup> 図 11 に見るように 1992 年に 180 万台出荷された CD-ROM が 1993 年には 800 万台へ急増。1993 年当時のパソコンの出荷台数がせいぜい 3,000~3,500 万台程度なので、相当の割合で CD-ROM が使われていたことになる。

## 光ディスク産業の興隆と発展

へ参入したが、いずれもWindowsによるATAPIインタフェースのサポートとPhilipsや日本企業による基幹部品とデジタル・サーボLSIの流通、すなわち製品アーキテクチャがモジュラー化されて、基幹部品が大量に流通したことをビジネス参入の理由に挙げている。<sup>55</sup> BenQとLite-onはそれからたった6~7年という短期間に10億ドル(\$US)企業へと成長するなど、台湾と韓国企業がコンピュータ市場で伸ばした光ディスクの売り上げは驚異的である。製品アーキテクチャの動的な変革をもたらす破壊力が驚異的と言っても良いし、製品アーキテクチャのモジュラー化が進むことによって、長期の技術蓄積や深層の組織能力などが全くないスタート・アップ企業に、大きなビジネス・チャンスが巡ってくると言い替えてよい。あるいは技術蓄積・深層の能力を構築してきたオーバーヘッドの大きい日本企業にとっては、非常に苦しいビジネス環境が出来上がってしまった、とも言える。

図11に示すように、CD-ROM装置の市場はWindows MEやWindows 3.1が登場した1992~1993年とWindows 95が出荷された1995年から急拡大した。そしてWindows 95が発売された3年後の1998年、すなわちCD-ROMがパソコンのモジュラー部品へと転換した時点から3年後に台湾企業と韓国企業のシェア合計が一気に50%を越えて日本企業の合計を追い抜いた事実は図1で示した通りである。

いずれにせよWindows MEとその直後に登場したWindows 3.1によって、CD-ROMは当初Microsoftが意図したソフトウェアのインストール・デバイスから大きく変貌を遂げ、Windows環境で音楽や映像を扱う本命のストレージとして位置づけられるようになった。また結果的にはPhilips・ソニー連合がホーム・エンターテインメント市場に展開しようとしたCD-Iの機能やCD-Vの機能も全てMicrosoftのOSとIntel MPUで実現できるようになったという意味で、CD-ROMをパソコン環境のマルチメディア・ストレージとして位置づけたFM-TOWNSの設計者は、1990年代の光ディスク・ビジネス・モデルだけでなく、21世紀の光ディスク産業を方向づける上で決定的な影響を与えた。DVD標準化を巡る商品コンセプトの覇権争いが厳しくなった1995年には1億台へ、またその2年後の1997年には2億台という巨大なCD-ROMインストールド・ベースがパソコン環境で構築されており、これが当時のDVDはもとより次世代DVDの基本コンセプトまで、全て規定してしまうDNAとなつて大きな影響力を持ったからである。その後、CD-ROMをサポートしない製品コンセプトはコンピュータ市場で全く受け入れられない状態になるに及び、日本の光ディスク産業が1970~1980年代にコンシューマ市場で営々と築いたブランド主導のビジネスが全く通用しない市場、あるいは深層の技術力が企業収益に直結しない巨大な市場が、パソコン環境に出来てしまった。そしてモジュラー型製品に適した経営システムに自らを変革させた企業だけが生

<sup>55</sup> 台湾のLite-onやBenQ社、台湾ITRIおよび韓国のサムソンとLG電子への直接インタビューによる。

き残って現在に至る。

## 6. 記録型 CD (CD-R) の登場

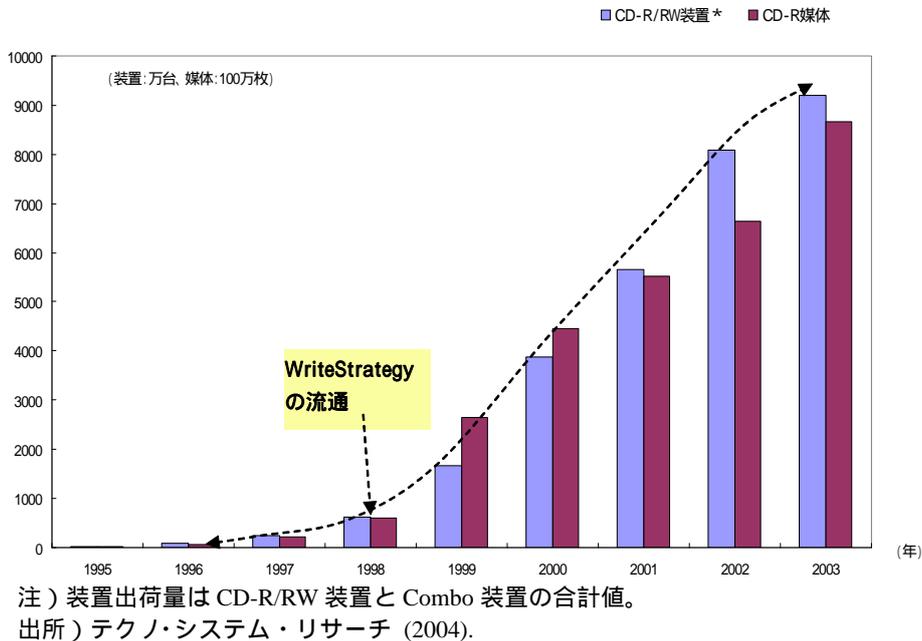
CD-ROM がコンピュータ環境で爆発的に普及する 1990 年代になると、今度は記録できる光ディスクを巡る標準化争いが熾烈になった。その中で彗星のように飛び出し、一気に覇権を握ったのが CD-R (CD Recordable) である。CD-R も CD-ROM と同じくコンピュータ環境で普及したためにブランド不要の OEM ビジネスとなり、価格競争に入るステージから日本企業のシェアが激減していった。この様相は CD-ROM 装置の場合と全く同じであり、製品アーキテクチャが擦り合せ型からモジュラー型に転換することで引き起こされる。この意味で記録型の CD-R がコンピュータ環境でしか大量普及できなかった経緯を詳細に語ることは、1990 年代の光ディスク産業をさらに深く理解できるだけでなく、その後に日本企業が生み出した DVD ビジネスの戦略を製品アーキテクチャの視点で理解できると思う。

本章では、記録できる CD-ROM として位置づけられた CD-R (CD Recordable) に焦点をあてながら、当初記録のできる音楽 CD として登場したはずの CD-R が音楽著作権の壁に阻まれ、結果的にはパソコン環境以外に市場を作れなかった経緯を述べる。

### 6.1. CD-R の興隆と普及スピード

1982 年に登場した CD-Audio が 1985~1986 年頃から LP レコードを抜いて爆発的に普及し、また 1986 年には第一回の CD-ROM Conference が開催されて CD-ROM がコンピュータ市場へ展開されようとしていたこの一連の流れの中で、記録できる音楽としての CD-R の原型が早くも 1989 年にヤマハから出荷されている。しかし当時の記録メディアはまだ高価で量産も難しい銀塩方式を採用しており、装置の値段が 230 万円と非常に高価だった。あとで本命となる色素材料方式の CD-R メディアが太陽誘電 (浜田, 1998) によって開発されたのがちょうどこの時期の 1988 年頃であった。浜田氏が発明した色素と金の薄膜からなる記録層は、まさに中島氏が待望した CD-ROM と CD-R の双方向互換を初めて実現させる画期的な発明であり、CD-R 普及に貢献した技術的成果のトップに挙げられるであろう。1980 年代から 1990 年代の初めにかけて重層的な技術力を持つ企業群、例えばダイセル化学や旭化成はコンピュータ用のデータ・ストレージを狙って、また富士写真フイルムなどは記録できる音楽 CD を狙って多くのリソースをつぎ込みながら記録型メディアの開発に注力していたが、いずれも記録後の反射率が高くなる技術であり、その後も CD-R メディアのビジネスで知財を主張できなかった。CD-R メディアの世界でドミナント・デザイン (技術) となった太陽誘電の技術は、レーザー照射後にその部分の反射率が下がる方式だったからである。また富士写真フ

図 12 CD-R 媒体と装置の出荷推移



イルムは太陽誘電とほぼ同じ時期にかなり完成度の高い色素系のCD-Rメディアを開発していたが、会社の方針として市場参入を断念している。CD-Rは単に業務用の非常に小さなニッチ市場でしか普及しないという判断がその背景にあったと言われる。<sup>56</sup> 非常に高い才能を持ちながら、不運にも世界市場に飛躍するチャンスを逃した技術者群がここでも見られた。

その後の CD-R メディアが普及した経緯は信じがたい。色素を使うメディアは素材コストが安くしかも量産し易いので、コストが劇的に下がるポテンシャルを持っていたのである。2004 年末の時点で CD-R メディアの製造原価が 10 円代の前半まで下がり（ただしライセンス料を含まない、一説には 10 円以下）、これによって年間 100 億枚以上という歴史上最も普及した電子媒体市場が生み出されている。

CD-R装置を構成する基幹技術は、記録機能を除く全てにおいてCD-ROMとほぼ同じである。新たに擦り合せを必要とするのは、データ記録を司る技術だけだった。当初は日本の装置メーカーだけが、CD-Rメディアと装置を結びつける擦り合せノウハウとして記録技術を企業の内部に封じ込めていたが、徐々に体系化されて独立したファームウェア・パッケージ

<sup>56</sup> 当時の富士フィルムで記録できるCDメディアの開発に従事していた人々へのインタビューによる。富士写真フィルムは当時のヤマハと戦略連携して音楽市場への道を開こうとしたが、やはりソニーが著作権の問題で音楽市場を断念したように、ヤマハもここに橋頭堡を築くことはできなかった。したがって音楽やデジタル・コンテンツの編集市場以外に新規市場を見つけることができず、CD-Rは小さなニッチ市場に過ぎないと経営者側が判断したようである。

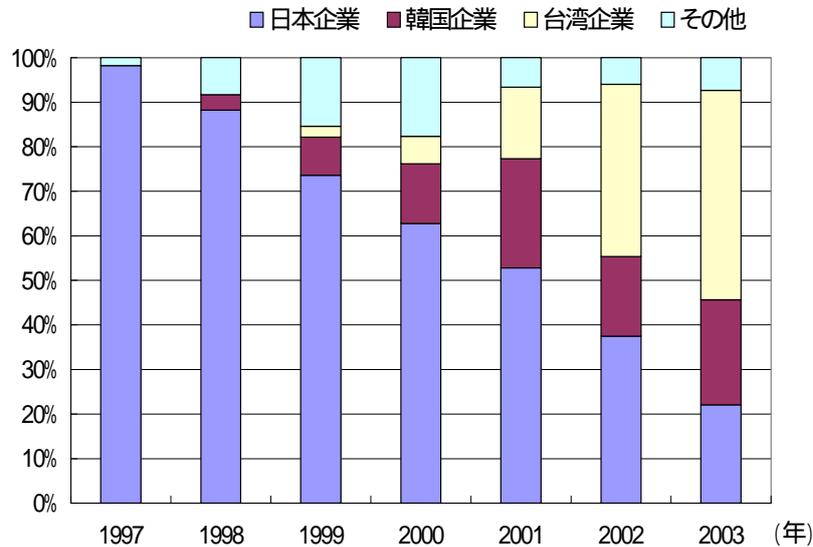
(記録時のレーザーパワー強度や記録パターンをコントロールする Write Strategy) になり、この流通によって CD-R 装置とメディアの製品アーキテクチャがモジュラー型へと転換された。<sup>57</sup> 多様な作り方で量産される CD-R メディアと多種多様な装置側が互いに互換性を保って記録再生するには、Write Strategy の公開まで待たねばならない。7 章で述べるように Write Strategy のファームウェア・パッケージが流通したのは 1998 年であった。ここから台湾や韓国企業が大量参入し、CD-R (後に CD-R/RW) が爆発的に普及する。その様子を図 12 に示した。そして図 13 に示すように、大量普及するステージに移った時点から日本企業のシェアが急落する。1998 年に 90% を誇った日本企業の CD-R/RW 装置シェアが 3 年後には 50% へ、そして 5 年後には 20% まで下がった。

第 7 章で述べるが、IBM 互換パソコンも多種多様な互換機メーカー (クローン) の存在なくして急速な普及は無かったものの、元祖の IBM は市場シェアを激減させて撤退への道歩んだ。日本の光ディスク産業も、IBM パソコンと同じく CD-ROM/CD-R の技術開発・製品開発の全ての面でリードしたが、やはり IBM のパソコン事業と同じく日本企業は急速にシェアを落とした。ここに製品アーキテクチャと実ビジネスに関する多くの課題が内在しており、図 13 の CD-R 装置で日本企業がシェアを落とすスピード (技術が拡散するスピード) は、図 1 で示す CD-ROM 装置の場合と全く同じであった。そして台湾や韓国が市場参入した後の普及スピードも、図 11 と図 12 から理解されるであろう。またこれに呼応して CD-R メディアの大量普及が始まり、2004 年の生産高が 100 億枚以上に達するとともに、その生産地が東アジア諸国、インドやトルコ、そして中南米などに及び、多くがローカル資本によって生産されるまでになった。擦り合せ型からモジュラー型へ移行する度合いが技術の拡散スピードにどのような影響を与えるか、そして新興諸国の産業興隆にどのような影響を与えるかの具体例をここに見ることができる。

製品アーキテクチャが擦り合せ型からモジュラー型へ転換されることで生まれる破壊力は上記のように強力であり、これが日本企業の得意技が通用しないビジネス・プラットフォーム、すなわちコンピュータ環境で起きたのは悲劇であった。CD-ROM や CD-R で起きた製

<sup>57</sup> 某日本企業へのインタビューによれば、1997 年の後半から Write Strategy を積極的に公開して CD-R 装置を普及させ、そのインフラで CD-R の高収益メディア・ビジネスを狙ったと言う。これは水平分業を基本思想とするオープン・モジュラー型のコンピュータ環境では通用し難いビジネス思想であったが、1980 年代のファクシミリ規格普及で失敗した経験からこのような戦略を採ったのだと言う。このように、オープン / 囲い込み、OEM / ブランド展開などの組み合わせで、自社の競争優位をどう築くかという古くて新しい課題が何度も繰り返して表れるが、日本企業はまだ正解を見出していない。これらについては別稿で取り上げたい。ここでは、オープン・モジュラー型製品の付加価値が集中するビジネス・ドメインの見極めと、このドメインに対する位置取り戦略さらには知財のポリス・ファンクション強化がビジネスを左右する、という結論を述べるに留めたい。

図 13 CD-R/RW 装置の企業国籍別出荷シェア推移



出所) ギガ・ストリーム

品アーキテクチャ転換は、その後に登場する DVD-ROM や記録できる DVD±R/RW でも同じようにコンピュータ環境で繰り返された。光ディスクの技術開発・国際標準化・市場開発の全てをリードした日本企業が、ビジネスで必ずしも成功できない背景がここにあったのである。そして新たな勝ちパターンを探すための模索が始まり、日本企業は技術や製品のレベルではなく、ビジネスそれ自身のトータル・アーキテクチャを大胆に再設計するか撤退するか瀬戸際に追い込まれたのが 1990 年代の後半であり、再設計に成功した企業だけが生き残って今日に至る (小川, 2006)。

## 6.2. CD-R を必要とした背景と初期の市場

当時さまざまな会社で小数のオリジナル CD を作る需要は多くあったが、一々金型 (スタンパー) を作って CD を作る (インジェクション成型する) 必要があった。したがってコストが高かっただけでなく数週間から 1 ヶ月の長い試作時間を必要とした。このような背景から、1 回だけでも書ける CD のコンセプト (CD Recordable) が注目されていたのである。例えば音楽をテープから CD に移植する場合は、まず CD と全く同じ機能を持つ (同じフォーマットを持つ) CD-R で試し録音してからアーティストに視聴させ、承諾を得てから音楽 CD として大量に ROM 出版された。またデパートがお客様に快く買い物をして頂くために、デパート側が独自に音楽を選んでカスタマイズできる CD を欲しがったが、この用途でも CD-R

の需要が大きかった。さらには 1985 年頃に普及の兆しが見えた CD-ROM や 1987 年から出てきた CD-I のコンテンツを試作する場合でも、編集作業の途中で事前チェックする CD-R の機能が必要であった。CD-ROM や CD-I のコンテンツは高速コンピュータと高速大容量のハード・ディスクを使って編集するが、当時は CD-ROM/CD-I プレーヤーの性能が非常に遅かったので（1 倍速の時代）、音声と映像やテキスト文章が画面でタイミング良く表示されるよう事前に編集する必要があり、コンテンツを編集する段階でこれをチェックし、その上で ROM 出版する必要があった。この意味でもハード・ディスクで編集したコンテンツを CD-ROM/CD-I と全く同じフォーマットで試し書きできる CD-R が、必須のデバイスとなっていたのが理解されるであろう。

初期の CD-R 書き込み装置は 200 万円以上と非常に高価であり、その上でさらに高性能コンピュータなどの編集ツールを揃えるには巨額の投資が必要なので、デパートはもとより CD-ROM/CD-I のコンテンツを編集する ISV などは、独自に高価な CD-R 書き込み装置を持つことができなかった。後に中島平太郎氏が社長を務めることになるスタートラボ<sup>58</sup>はこのような背景から設立されたが、それは太陽誘電の色素方式による CD-R メディアが開発された 1988 年 6 月からたった 1 年後の 1989 年 6 月のことである。中島氏はここでも 10 年前に CD-Audio で見せたスピード決断をみせ、その後はスタートラボが CD-R のメッカとなった。

### 6.3. 中島平太郎氏とオレンジ・フォーラムの結成

#### 6.3.1. 中島平太郎氏の製品開発思想

CD-R を商品化する上で最も重要な役割を果たしたのが中島平太郎氏である。中島氏は自らが主導して開発した CD プレーヤーが発売された 1982 年 10 月から僅か 2 ヶ月後にソニー関連会社のアイワへ社長として転進したが、アイワ在職時には記録可能で CD-Audio と互換の取れるディスクを作りたいと、いろいろなメーカーに協力を依頼したと言う。多くの企業は記録材料として金属薄膜あるいは半金属の薄膜などを用いて、穴あけや相変化方式などを提案したが、反射率が 20~30% と低いので、アルミニウム薄膜の反射率 60% 以上を前提とする CD-Audio プレーヤーでは読めず、完全互換性を実現できなかった。しかしアルミのような大きな反射率にすると記録膜の表面でレーザー光のほとんどが反射されて記録が難しくなる。この矛盾を一気に解決し、しかも驚異的な低コストへの道を開いたのが太陽誘電の浜田氏である。ディスクに色素をスピンコート法で塗布し、その上に金を薄くコートする方式であった。中島氏に協力した企業は 6 社におよんだが徐々に身を引き、最後に残った 1 社が太陽誘電であった。最後まで中島氏の夢を追いかけてくれた太陽誘電から、色素方式で完

<sup>58</sup> スタートラボ (Start Lab) は Sony・Taiyoyuden・Advanced・Recording・Technology・Laboratories.

## 光ディスク産業の興隆と発展

全互換が可能な CD-R メディアができたと連絡があったのは中島氏が 67 才の時であり、ソニーの技術顧問に退いていた 1988 年の 6 月であった。

ROM 装置（プレーヤー）と完全な双方向メディア互換を実現させたこの方式は、CD-R の普及に決定的な影響を与えたが、多くの記録材料が出回るなかで最後まで ROM との完全双方向互換を主張して譲らなかったのがスタートラボ社長の中島平太郎氏である。中島氏の考える CD-R は、コンビニに買い物に来る人がついでに自分の好きな音楽を録音してもらって自宅で楽しむコンセプトであり、自宅の CD プレーヤーで読めることが必須条件だった。<sup>59</sup> 多くのエンジニアは双方向互換を満たす材料は絶対はないと言って片方互換を強く主張したが、それは記録層を単機能の半金属だけに閉じこめた場合の主張である。浜田氏の飛躍は、有機色素と金属との多層構造（疑似モジュール化された単機能技術の組み合わせ、あるいは人工知の組み合わせ）によって記録機能と反射機能を別々に担わせた点にあった。<sup>60</sup> いずれにせよ市場で受け入れられるには既存インフラ（CD プレーヤー）との双方向互換が必須という中島氏の決意は固く、浜田氏の色素方式が出現するタイミングで開発の全てをこの方向に舵を向けさせた。中島氏はまさに Mr. CD や Mr. CD-R と敬称されるにふさわしい指導者だったと言える。先に述べたように CD-R より少し遅れた 1993~1994 年に、松下電器や NEC を核に日本の主要企業がサポートし、その上でさらに IBM や Compaq などの世界のトップ・パソコン企業が 1995 年ころに採用する PD（Power Disk）が密かに提案されていた。PD 装置も CD-R 装置と同じく CD-ROM メディアを読めるという点では画期的なコンセプトであったが、残念なことに PD のメディアを CD-ROM 装置で読むことはできなかった。<sup>61</sup> PD のメディアはフォ

<sup>59</sup> 中島平太郎氏へのインタビューによる。

<sup>60</sup> これは江崎玲於奈氏によって 1970 年代に提唱された「原子・分子レベルで起きる諸現象を人工的な組み合わせで作る新機能」の開発思想に通じ、顕微鏡下の製品アーキテクチャ論へと展開できる内容を含んでいるが、これは後の楽しみに残したい。

<sup>61</sup> 当時 CD-ROM を読める光ディスクとして脚光を浴びた PD は、そのメディアを CD-ROM プレーヤーで読めなかったので、PD は CD-R メディアをサポートして双方向互換にすべきだと IBM などが松下電器に強く求めた。これを受けて CD-R をサポートする案が当時の松下電器で何度か起案されたようだが具体化されるには至らなかった。そして PD は市場から消えた。PD の失敗によってその後の松下電器が DVD-RAM でも悪戦苦闘する事態に追い込まれたことを考えると、片方互換で十分という製品コンセプトは最初から間違っていたと言える。しかしこの教訓は DVD-RAM が苦境から抜け出すプロセスで生かされている。DVD-RAM も PD と同じく ROM 装置とメディアの双方向互換がなかった。したがって初期のころは全く普及しなかったが、2001 年ころになって双方向互換を持つパイオニアの DVD-R/RW レコーダーが大量普及するに及び、ROM 装置で読める DVD-R メディアをようやくサポートするに至った。そしてこれが DVD-RAM の市場撤退を防いだ。この延長で、全てのメディアをサポートする SuperMulti の DVD 装置が松下電器グループの PCC 社（旧九州松下）から起案・出荷されるにおよんで、擦り合せ型技術をふんだんに含む DVD-RAM が、2004 年の後半から日本の DVD 産業を守る立場へと踊り出た。この教訓は次世代 DVD（Blu-ray）でも当然取り込まれるはずであり、もし HD DVD の Video-ROM のコンテンツが先にインストールド・ベースを作っても、これを Blu-ray 装置でも読めるように進化させるのではないか。そして HD DVD

ーマットが違うだけでなく、記録材料として反射率の低い金属薄膜（相変化記録）を採用したからである。日本で多数のパソコン企業とアメリカで多数のトップ・パソコン企業がサポートしたにもかかわらず、PDが値段でも性能・機能でも遥かに劣るCD-Rに敗れて市場を去った大きな理由は、この双方向互換を持たなかった点にある。この意味でも中島氏の本質を見抜くすばらしさが理解できるであろう。

### 6.3.1. CD-Audio の CD-R から CD-ROM の CD-R へ

スタートラボを設立するに当たって用意されたセールス・トークは、「お好みのCDを1枚から」であった。「お好みのCDを1枚から」に象徴されるように、初期のCD-Rはコンピュータ市場ではなく音楽市場をターゲットにしていたのである。ヤマハなどに代表される音楽関連企業が富士写真フィルムと連携しながらCD-R装置の開発に取り組んだ背景がここにあったが、同時に1回しか書けないCD-Rの製品コンセプトに聞く耳を持つ人がコンピュータ環境にほとんどいなかった背景も、ここにあったと思う。<sup>62</sup> ソニーの盛田会長(当時)はCD-Rに強く賛同したが著作権が普及を左右すると中島氏に指摘していた。また音楽CDのビジネス展開に没頭中の大賀社長(当時)は、著作権だけでなくCD-Audioの普及への影響を懸念してCD-Rには最後まで賛成ではなかった。1980年代後半にMO技術を使って何回でも書き換えのできるCD-MO(CDサイズの音楽MO)をソニーが内部で開発しており、発売直前の状況にあったが、著作権の問題で幹部がこの商品化を許可していない。<sup>63</sup>

以上のような背景から、1990年代の初期にCD-Rが音楽用で使われたのはスタジオの録音

---

陣営も、これを予想した事業戦略を構築しているのではないか。DVD-RAMが日本の光ディスク産業に与えた影響については、日本が採るべき標準化・事業戦略という視点でMiniDiscや3.5インチMO/GigaMOとともに別途詳細に分析する必要がある。

<sup>62</sup> 中島氏によれば、当時のソニーだけでなくほとんど全ての人が、1回しか書けないCD-Rを否定しており、中島氏もずいぶん悩んだらしい。中島氏がCD-Rをソニーの内部で主張すると、多くのメンバーから「中島は遂にボケた」とまで言われ、ショックを受けている。1990年の時点で誰もがコンピュータ市場で1回しか書けないCD-Rが爆発的に普及すると思わなかったし、その根底に潜む「製品アーキテクチャの構造転換」などという概念をビジネス・モデルの中に取り入れることは、想像すらできなかった。

<sup>63</sup> ソニーの光ディスク事業(CD-R、CD-MO、MDなど)は全て著作権への配慮を軸に意思決定されている。後に大量普及するCD-Rでも、CD-Rメディアへのコピー分の課金を上乗せするビジネス・モデルを作ってまで著作権協会へ支払っていたようである。当時のソニー・グループにはCBSソニーがあり、音楽著作権協会の会長をソニーが務めていたこと、また1980年代にVTRのコンテンツでハリウッドから訴え続けられて来たことが、その背景にあったと思う。いずれにせよソニー本社にはコンテンツをコピーできるメディアは望ましくないという考えが根強く、たとえ1回しか書けなくてもソニーとしての事業ではなく、スタートラボという子会社を作ってCD-Rを担当させたと思われる。それでもソニーは、スタートラボのビジネス範囲をプロのレコーディング・サービス(著作権の監視が行き届く業務用)に限定した。ただし著作権問題が関与しないデータ記録用(コンピュータ用途)の製品は、ソニーもOEM中心のビジネスを強力に推進した。

## 光ディスク産業の興隆と発展

編集の用途であり、ゲームソフトの編集業務でもそれなりの市場があって 1993~1994 年頃にはソニーのプレイステーション用でも多く使われた。さらには NASA などを使うデータ・アーカイブにも高い値段（1枚 100 ドル）で多量に使われるなど美味しいビジネスだったようで、この利益率があったので 1990 年代前半の苦境を乗り越えられたが、依然として CD-R は ROM 製作を助ける（コンテンツが適切に編集されているかの検証をする）ツールやニッチなアーカイブ市場の域を出ていなかった。

しかしコンピュータの CPU 性能が急速にスピードアップするにつれて、音楽を従来のテープ上からコンピュータのハード・ディスク上で編集する動きがアメリカで生まれた。これがスタート・ラボ発足前後の 1990 年である。Sonic Solutions 社がその代表例であるが、ハード・ディスクで編集してもこれを CD にして検証する手段がなかったようで、スタート・ラボとアメリカ Sonic Solutions が当然のように結びつき、CD-R がコンピュータ環境に取り込まれていった。<sup>64</sup>

Microsoft や Apple、IBM も、巨大化していく Windows や Mac、OS/2 などの OS とそのアプリケーションの出来具合を検証し、これを別のオフィスに持ち運んで CD-ROM 装置からパソコンにインストールする手段として、CD-R を多用し始めていた。このように、コンピュータ環境の業務用市場で CD-R が必須のデバイスになり始めたのも 1992 年頃であった。1MB のフロッピーではもう対応できなくなっていたのである。このような経緯を経て CD-R は徐々にパソコン環境で受け入れられていったが、本格的に普及したのは、CD-ROM も読める CD-R 装置が CD-ROM 装置と同等の価格帯に近づき、さらには Packet Write や UDF File System に代表されるような 1 回しか書けない CD-R をまるで何回でも書けるように見せる環境ができたことによる。CD-R メディアと CD-R 装置の相互依存性を排除する Write Strategy（ソフトウェア・モジュール）が流通して台湾や韓国の企業が参入できるようになり、またアメリカのベンチャー企業（ISV）があたかも無限に書き換えられると同等の機能を持つソフトを開発し、さらにはパソコンで音楽をコピーするソフトが出回りはじめた 1990 年代の後半が CD-R の運命を決めた。そしてその後の DVD や次世代 DVD の運命をも決めた。1994~1996 年に IBM、Compaq、NEC など世界の主要パソコン・メーカーが松下電器の PD（Power Disk）を公式にサポートして勝負ありに見えたが、中島平太郎氏が最後まで譲らなかった開発思想、すなわち CD-ROM や CD-Audio インフラとの完全双方向互換を徹底的に追及した開発思想が逆転劇を生み、CD-R はその後のパソコン市場で巨大な市場を作り出していった（図 12）。技術開発を方向づける思想の力をここに見ることができる。

<sup>64</sup> 中島平太郎氏へのインタビューによる。

### 6.3.3. オレンジ・フォーラムの結成

オレンジ・フォーラムがCD-R普及で果たした役割は非常に大きい。中島氏は、CD-Rの本来の狙いが音楽の録音にありいずれ著作権の問題が出る、このような場合でもCD-Rの正常な発展を助長する工業会が必要でその役割をオレンジ・フォーラムが担う、と考えていたようである。<sup>65</sup> しかしながらCD-Rは、音楽の著作権がさほど問われないアメリカのコンピュータ環境で先に普及してしまった。日本の著作権問題で身動きが取れなかったCD-Rは、その出口を見つけてコンピュータ市場への道を探ったのである。

当時のコンピュータ市場ではすでにCD-ROMが倍速競争に突入しており、CD-Rは必然的に倍速競争に巻き込まれることとなったが、1倍速が前提の音楽市場用に作られた規格書ではとても対応できない色々な問題が表面化してきた。このような背景で、ヤマハ、ソニー、ケンウッド、パイオニア、松下電器などの装置メーカーと太陽誘電、TDK、三菱化学、三井東圧（当時）、リコー、コダックなどのメディア・メーカーが共同で、オレンジ研究会をボランティア・グループとして1994年11月に設立させた。当時は4倍速のCD-Rが商品化されようとしていたが、記録スピード（ディスク回転数）が速くなるとレーザー光によって色素に蓄積される熱の集中度や記録位置から逃げる熱の拡散スピードが記録層に形成されるマークの形状に大きな影響を与え、従来の1倍速や2倍速で使う記録方法では信号品質（S/N）が大きく劣化してしまう事態となっていた。またメディア・メーカーが増加するにつれて各社がそれぞれに異なった技術（色素の種類が違う）で作るため、他社のメディアと互換性が維持できなくなってきていたのも現場の実態であった。

このような事態を業界一体になって解決しようと立ち上げたのが、ソニーの井橋孝夫氏（2006年1月までスタート・ラボ社）が中心になって結成したオレンジ研究会である。しかしCD規格の盟主であったPhilipsはこの研究会には強く反対した。彼らは自身が作成した規格としてオレンジブックだけで十分だと主張したのである。しかし音楽市場を想定したオレンジブックは1倍速で十分というコンセプトで作られており、ディスク回転数をさらに上げる（倍速競争する）ということは考えられていなかった。コンピュータの環境ではPhilipsが描いていた以上の技術進歩が起こっていたが、Philipsはその後の技術を提示しなかった。このような背景から、Philipsには任せておけないという形で各メーカーの技術スタッフが集まり、ボランティア・グループを結成した。<sup>66</sup> ある意味では高速記録のデファクト・スタンダード

<sup>65</sup> 中島平太郎氏へのインタビューによる。

<sup>66</sup> 当時オレンジ研究会を立ち上げた主要メンバーへのインタビューおよび、中島（2005）による。また当時の別の関係者によれば、オレンジ研究会がスタートする前にボランティア・グループとしてヤマハやソニーなどがDisk-IDとリンクさせたWrite Strategyの基本コンセプトを生み出している。CD規格にない4倍速記録を前面に出した一種の規格化作業が、初期のオレンジ・フォーラムで受

## 光ディスク産業の興隆と発展

を規定するために、当時の倍速競争でリードしていた装置メーカーがメディア・メーカーに呼びかけて自主的に結成されたとも言える。ボランティア・グループの中の装置メーカーは、それぞれペアを組むメディア・メーカーを分担しあいながら装置と互換性を持つ4倍速CD-Rメディアの試作・評価を支援した。このように、コンピュータ環境で起きた倍速競争(性能競争)の激化がボランティア・グループやその正式組織としてのオレンジ研究会を発足させ、これがその後のCD-Rの運命を決めた。そしてDVDや次世代DVDの運命すらも決めてしまった。

## 7. 製品アーキテクチャから見た光ディスク産業とパソコン産業の比較分析

### 7.1. 光ディスクの Write Strategy 登場

CD-R という製品の基本コンセプトや方向付けでは中島平太郎氏のリーダーシップがきわめて重要な役割を果たしたが、これが世界市場へ普及していく過程ではオレンジ研究会の果たした役割が非常に大きい。最も大きな功績は CD-R 装置とメディア間の互換性を保つ手段として全ての CD-R メディアに Disk-ID を割り振り(1995年ころ)これをガイドにして Write Strategy と言われる方式をデファクト・スタンダードに制定したことであろう。Write Strategy のコンセプトが業界標準として制定された直後の 1996~1997 年頃から多数の台湾企業が CD-R メディア・ビジネスに参加した(台湾企業が CD-R 装置に参入したのは 1998 年)。Write Strategy によって CD-R 装置と CD-R メディアの相互依存性が大幅に低減され、CD-R の製品アーキテクチャがモジュラー型へと転化されたためである。CD-R メディアでは照射されたレーザー光の熱によってデータが記録されるが、それぞれ製造方法や採用した色素が違うので CD-R 装置側からレーザー光を同じように当てても CD-R メディアへの書かれ方が違う。したがってこの違いがないように見せる Disk-ID と Write Strategy のコンセプトがなければ、メディアの互換性を取ることは不可能だった。そして CD-R は 2000 年になってもニッチ市場に留まったはずである。これもデジタル・サーボと同じように MPU とファームウェアの技術革新がなければ実現しなかったものであり、CD-R メディアと CD-R 装置の相互依存性を排除する上で、すなわち記録型光ディスクの製品アーキテクチャをモジュラー型へ転換させる上で、最も大きな役割をはたした。

それぞれのメディア・メーカーは、自社の色素に最適なレーザー記録方式(照射するレーザー光の強度と照射パターンの組み合わせ=Write Strategy)について、メディアの内周部から外周部までの最適記録条件、それぞれの倍速時で最適の記録条件、場合によっては使用する温度環境なども考慮した最適記録条件、などを決める。そして CD-R 装置側で

け入れられなかったと言う

は、それぞれのメディアに書き込まれた Disk-ID を頼りに上記の 、 、 など、予め決められた Write Strategy 情報をファームウェアで管理されたメモリー・テーブルから引き出し、これに基づいてレーザー光を制御する。すなわち CD-R メディアの回転数と使用する色素に適したレーザー記録モードを、装置側で Disk-ID を目安に選択することによって、各メディア・メーカーの色素の違いやディスク回転数の違いに起因するメディアと装置の相互依存性を排除するものである。これがオレンジ研究会によって規定されたデファクト・スタンダードの基本思想であり、オレンジ研究会の Physical Working Group ( ヤマハが主査 ) が中心になって推進した。1993 年から 1994 当時のヤマハは、パイオニアなどとともに世界に先駆けて 4 倍速の CD-R 装置に取り組んでいたので、互換性維持のために何らかの規約が必須だったのである。この Write Strategy に関する基本コンセプトはソニーとヤマハがオレンジ研究会で提案し、米国では Kodak が 1995 年頃に業界団体の OSTA で提案したと言われる。

Write Strategy はその後 CD-R の普及と企業間の競争に重要な影響を与えた。1996~1997 年頃、オレンジ研究会は台湾メディア・メーカーに対しても Disk-ID を割り振って公開し、多種多様な CD-R メディアの互換性を装置側で保証しながらスムーズに市場浸透を図る上で重要な役目を果たした。某社は 1998 年頃から自社のビジネス・モデル構築を狙ってこれを Chipset や光ピックアップなどの基幹部品販売で積極的に活用したが、ここで Write Strategy が流通したということは、CD-R メディアに関する一種のデジタル・インタフェースが全世界に向かって公開されたことを意味する。結果的には、これが日本製のディスク・メディアやディスク装置と台湾や韓国製のそれとの相互依存性を大幅に軽減する効果をもたらし(モジュラー化を加速させ)メディア・メーカーと装置メーカーが独自に創意工夫や開発競争する道を開いた。すなわち、このような製品アーキテクチャの大転換が台湾企業や韓国企業に対する参入障壁を撤廃させ、その後の CD-R メディアと装置のコストダウンおよび大量生産に向けて非常に大きな役割を果たした。そしてここから日本企業のシェアが急落していった。2004 年から特に熾烈になった DVD 装置ビジネスでも、商品開発の最終局面で Write Strategy が常に「擦り合せ」の中心におかれている事例を見れば、Write Strategy が流通することの重要性を理解できるであろう。次世代 DVD ではさらに Write Strategy の重みが増している。現在の Write Strategy は数千に及ぶファームウェア・モジュールで構成されており、これを動かす MPU の性能・機能の飛躍的な進歩によって初めて可能になるテクノロジーであり、アナログ時代の VTR では不可能であった。

## 7.2. 光ディスクの Write Strategy とパソコンの BIOS

Write Strategy と類似の役割をパソコン・ハードの世界で持つのが IBM PC の BIOS である。

## 光ディスク産業の興隆と発展

BIOS とは Basic Input Output System の略であり、パソコン本体と周辺機器のデータの出入りを扱うソフトウェアである。少なくともパソコンが出てから 1980 年代の初期までは、個別に購入した部品としての CPU や OS と周辺機器をつないでパソコンに仕上げる中心に BIOS があり、これがパソコンのハード側に残る「擦り合せ中心」であった。非常に興味深いことに、擦り合せの要にいたる BIOS の構造が、1981 年に発売された IBM PC でマニュアルに記述されていたので（著作権は IBM が所有）、Compaq を創設するロット・キャニオン氏が IBM と互換性のある BIOS を独自に開発して IBM 互換パソコンを 1982 年 11 月に発表できた（Portable-1）。1994 年に発表された IBM PC/AT では、バッテリー・バックアップされた CMOS メモリーに BIOS のテーブルが記憶されており、例えばストレージ（FD や HDD）の詳細パラメータとソースコードもユーザ・マニュアルに記載されていた。光ディスクの Write Strategy に相当する Write Precomp（Pre-compensation：書き込むべきデータの“1”と“0”の組み合わせパターンによって記録電流波形や電流値を変える）までがマニュアルに記載されてオープンになっていたのは驚きである。これによってリムーバブル・ストレージとしてのフロッピー・ディスクのメディア互換性が保たれている姿は、1996 年以降の CD-R メディアにおける Write Strategy の流通・オープン化が果たした役割と同じである。いずれにせよ BIOS 構造のオープン化を契機に続々と互換機メーカー（IBM クローン）が出現し、4 年後の 1986 年には IBM クローンが 250~300 社へと拡大した。そして IBM 互換のパソコン市場が爆発的に広がった。当時全盛を極めたミニコンやオフコンはもとより、Apple ですらハード側で擦り合せの中心と位置づけされた BIOS だけはオープンにしていなかった。したがって互換機メーカーの参入が難しいので、その普及力は IBM 互換パソコンと比べ物にならないほど弱く、その後のパソコン・ビジネスで明暗を分けたのは周知の通りである。

当初 CD-R メディアと装置を結びつける Write Strategy は、開発で先行した日本の装置メーカーの中に「擦り合せノウハウ」として封じ込められていたが、徐々に体系化されて独立したファームウェア・パッケージ（Write Strategy と称するファームウェア・モジュール）になり、1998 年ころから Chipset や光ピックアップとともに台湾・韓国の企業に拡散していったことは先に述べた。光ディスク装置の中でもうひとつの擦り合せ中心がサーボ技術である。光ディスクで言うサーボとは、面ぶれの大きいメディア（ディスク）上にレーザー光を正しくオートフォーカスしたり、たとえ大きな偏心があっても常に所定の微小トラックをレーザー光で正しくフォローしたりする仕掛けであり、ここに装置開発の「擦り合せノウハウ」が集中していた。このサーボ技術を擦り合せ型からモジュラー型へと劇的に転換させたのがデジタル・サーボであり、その LSI Chipset は Write Strategy が出る直前の 1995 年に流通していた。<sup>67</sup> し

<sup>67</sup> デジタルサーボや Write Strategy が光ディスク装置を擦り合せからモジュラーへ転換させる様子に

たがってまずデジタル・サーボのChipsetが流通したことでCD-ROMの市場が急速に拡大し、この巨大インストール・ベースの上でWrite Strategyのファームウェア・パッケージが流通したこと、この二つがCD-R装置を一気に普及させるインフラになったとも言える。例えば人口2,200万人の台湾では、当時30~40社の企業(100万人に1.7社)がCD-R産業に参入してきたと言う。人口2億8,000万人のアメリカで250社(100万人に1社)が新規にパソコン産業に参入したのと同じ現象が台湾の光ディスク産業に表れたのである。これがまさに製品アーキテクチャが擦り合せ型からモジュラー型に転じて生まれる破壊力であった。

以上のように1995年から1996年に体系化されて1998年に流通したWrite Strategyは、CD-R装置とCD-Rメディアの相互依存性を排除する機能を持っていたという意味で、IBMパソコンにおけるBIOSと同じ役割を演じた。しかし当時のオレンジ研究会でこの規約を決めたスタッフやWeb公開を決めたオレンジ・フォーラムのメンバーも、Write Strategyが製品アーキテクチャの構造変化に与える影響や、トータルなビジネス・アーキテクチャに与える影響にほとんど気づかなかったと言う。Write Strategyを公開して多くの企業に参入を促し、これでPhilipsやソニーが膨大なライセンス収入を狙っていたはず、という意見も一部にあるが、当時のPhilipsはWrite Strategyを使う規格作りに強く反対していた事実から、この後知恵は否定される。オレンジ研究会の参加メンバーは、純粋にCD-Rの普及に主眼をおきながら、手分けしてCD-R装置とCD-Rメディアの擦り合せテストをするなど、一途にCD-Rの普及へ没頭していたようである。製造者側の良心から、まずは互換性を徹底させてユーザの苦情を事前に取り除き、スムーズに市場浸透を図ることに集中していた。本稿で繰り返し述べたように、当時の日本では記録できないROMや一度しか書けないCD-Rがコンピュータ環境で普及するとは夢にも思っていなかったのも、オレンジ研究会のメンバーは、まずはCD-Rを普及させることに集中していたのだと思う。

ただ非常に惜しいことに、当時のオレンジ研究会のメンバーはDisk-IDとリンクさせるWrite Strategyの著作権を持つとか、あるいは“外部に曝け出すインタフェースだけをオープンにして擦り合せノウハウは内部に封じ込める”などの措置をとらなかつたらしい。ここに著作権が強く設定されていれば、これを武器に日本企業は独自の経営戦略をとれたはずであ

---

については、MPUやファームウェアの技術発展と対応させながら別途分析する。なお現在ではファームウェアの役割が大きくなり過ぎ、開発リソースの配分に大きな変化が起きている。例えば多くのデジタル家電では開発スタッフの60%がファームウェア担当であり、1990年代の10倍以上に増えたと言う。これがオーバーヘッドをさらに大きくしているため、多くの日本企業は汎用の組み込みソフト活用に移行しているが、汎用部品を使うことによって台湾・韓国との差別化がますます難しくなり、日本企業の大きなオーバーヘッド分だけ価格競争力が弱くなっている。この意味でも、MPUとファームウェアの作用は技術をモジュラー型へと分解する力を持ち、水平分業を加速させる力を持ち、そして日本企業が採るべきもの造り経営のありかたを大きく変えつつある。

## 光ディスク産業の興隆と発展

り、台湾や韓国の光ディスク産業は CD-R ビジネスでも DVD のビジネスでも別の形になっていたことであろう。どのような製品でも、基幹技術や基幹部品を連結するための擦り合せ技術やこれを支える知財が競争優位を決定的に左右する。この意味では、記録型の DVD になってから Write Strategy のテーブルをメディア側にも設け、CD-R/RW 以上にコントロール力を弱める方向へと規格を決めていった日本の DVD 業界の姿勢は、技術と経営の問題として深く分析するに値するテーマである。

IBM も当初は BIOS、すなわちパソコン本体と周辺機器とのデータの出入りを扱うソフトウェアの著作権が IBM にあることを公にさえすれば互換パソコンを製造するクローン・メーカーに対して市場参入障壁を作れる、と判断した可能性が強い (佐野, 2003)。事実 1980 年代の日本企業は、これで IBM PC 互換パソコンへの参入を阻まれた。その代表的な事例として松下電器のパソコンがアメリカの税関で輸入ストップされる事件もあったが、その理由は BIOS の著作権を盾にした IBM の提訴にあった。1980 年代に悪化した日米の貿易摩擦がこの背景にあり、また IBM と日本のコンピュータ・メーカーとのメイフレーム OS を巡る知財紛争の真っ只中で起きた、松下電器のパソコンに対する IBM の提訴によって、全ての日本企業は IBM 互換パソコン市場に参入出来なくなった。しかし日本以外の国では多数の企業が IBM 互換パソコン市場に参入したので、雲霞のように湧き出るクローン対策として IBM は 1988 年頃から BIOS の著作権をさらに強く主張したり、あるいは新規の PS/2 (OS/2) で Micro Channel Architecture を提案して互換パソコンを作り難くする努力もした。しかし反撃に移るタイミングがすでに遅くなっており、クローン・メーカーの合計シェアがこの時点でパソコン全体の 46% に達して IBM の 27% を大きく超えていた。IBM が独自のアーキテクチャでパソコンを作っても、これに十分対抗できるクローン PC 連合が出来上がっていたのである。1988 年 9 月に Compaq を中心にした 9 社が結束して EISA バスを業界標準にし、IBM の PS/2 (OS/2) を市場撤退へと歩ませたのが、その代表的な事例であろう。

光ディスク産業においては、日本企業が最後の砦と期待した記録型 DVD も Write Strategy に対する CD-R 以上のオープン化政策によって一段と速い価格下落が始まり、日本企業のシェアが 2004 年の後半に 50% を割って追い詰められているが、この姿はそのまま 1980 年代後半の IBM パソコン事業に重なる。

### 7.3. IBM のパソコン事業と日本の光ディスク産業

IBM パソコンは出荷 4 年後の 1985 年に全 IBM 売り上げの 12% まで急増し、当時の IBM 内部では 1990 年までにこれが 20% を超えると楽観視されていた。しかし Compaq が独自に IBM 互換の BIOS を開発し (中身はブラック・ボックスだが入力と出力が IBM 互換) さらに

Phoenix Technology社がIBMの著作権に抵触しないBIOS Chipsetを1984年に発売し(もしIBMに訴えられて出荷が遅れても保険会社が損害を補償)、そしてChips & Technology社が63個のICで構成されたIBM PC/ATの電子回路を僅か5個で組み立てられるKit(マザーボードの原型)に仕立て1985年に売り出すに及び、アメリカ以外の韓国・台湾など多数の企業がIBM互換パソコン市場に参入した。部品を買えばその単純組み立てだけでパソコンの機能を復元できるようになったためである。製品機能と品質を完全に復元するための擦り合せノウハウがインテルMPUに集中カプセル化されていたので、コンピュータに関する深い技術知識を持たないキャッチ・アップ型の企業でもこれを購入するだけで容易に市場参入できた、と言い換えてもよい。このビジネス環境は、1994年以降のCD-ROMや1998年以降のCD-Rと同じである。この時期、IBM互換機を組み立て販売するクローン・メーカーが世界で300社あったとも言われる。またライセンス料も非常に小さく、多くの企業が参入しやすい環境にあった。<sup>68</sup>そしてこれがIBMの業績を直撃し、1980年代後半のIBMを苦境に追い込んだ。2004年には遂にIBMがパソコン・ビジネスを中国のLenovoに売却するが、ここに至る道は、ハード側で擦り合せ要素を残す最後の砦としてのBIOS問題(1984~1985年)から始まっていたのである。この様子はまさに、すり合わせの中核にあったWrite Strategyの公開と流通、デジタル・サーボを核にしたChipsetの流通、そして基幹部品の代表である光ピックアップの流通など、光ディスクを支える基幹技術・基幹部品の流通が日本の光ディスク産業にもたらした影響と全てにおいて重なる。

<sup>68</sup> IBMは最大5%のライセンス料を1988年頃から課したが、R&D比率の大きいCompaqは独自技術を開発していたのでクロス・ライセンスの部分も多く、CompaqがIBMに支払ったライセンス料は実質1%台だった。これでは巨大なオーバーヘッドを持つIBMがCompaqに勝てるはずがない。Compaqはこのようなアドバンテージを背景に、ファイファー氏がCEOになる1991年まで他のクローン・メーカーを大きく上回る7%のR&D費用を使ってIBMと互角に技術勝負をしていた。しかしトータル・ビジネス・アーキテクチャのモジュラー化が究極に近づいてDellの時代になると、遂に耐え切れず業界平均の4%まで落とした。これは、モジュラー化が極限まで徹底されたビジネス環境にCompaq自身が自ら適合していったことを意味する。一方1990年代の台湾や韓国のクローン・メーカーは、IBMとクロス・ライセンスを結ぶ技術蓄積をもっていなかっただけでなく、アメリカ市場でブランドを構築できず販売チャネルも構築できなかったため、パソコン完成品のビジネスから撤退してマザーボードなどの部品組み立てビジネスにシフトした。この延長にパソコン組み立てビジネス(EMS/ODM)や周辺機器の組み立てビジネスへの特化がある。さらにその延長で、中国南東部に興隆したモジュラー型の企業群がある。

CDファミリーでPhilips・ソニー連合が課したライセンス料は公開されていないが2~3%と言われる。CD-ROMやCD-R/RW系ではライセンス料がさほど高くない上にボリス・ファンクションも厳しくなかったため台湾・韓国が相次いで市場を席卷した。しかしDVDではライセンス料が非常に高くなったので(2000年の時点で15~20%と言われている)、技術蓄積のない台湾・韓国は身動きできなくなり、2000年以降から日本企業と密接に結びつくビジネス・モデルへシフトするか、あるいはロイヤリティーを無視してビジネスを続ける以外に手はなかった。台湾・韓国・中国などのキャッチ・アップ型企業は、パソコンでも光ディスクでも、先進企業のライセンス政策でそのビジネス・モデルが大きく左右されている。

## 光ディスク産業の興隆と発展

図 14 に 1950 年から 1990 年代までにおきた IBM の市場価値の変遷と 1995 年から 2004 年の期間にコンピュータ環境で起きた光ディスク装置の出荷台数推移とを比較した。IBM の市場価値と光ディスク装置の出荷台数は全く次元の違うパラメータではある。しかし、少なくともパソコンを製品化する上でハード側に最後まで残った「擦り合せの砦」としての BIOS のオープン化、さらには基幹部品の流通とその部品を買えばパソコンを作れる組み立て Kit の流通が IBM のパソコン事業に大きな影響を与えた様子は、図 14 の左半分です。1986~1987 年以降の IBM 市場価値が急激に下がった様子から推定できる。1982 年から 1984 年の IBM は年率 14~18% の売り上げ伸びを示し、この多くがパソコンによって支えられて IBM の市場価値を押し上げたが、1985 年の IBM パソコンの売り上げ 53 億ドル・シェア 50% は 1986 年に 43 億ドル・27% へと激減し、これがその後の IBM の市場価値を急落させた。

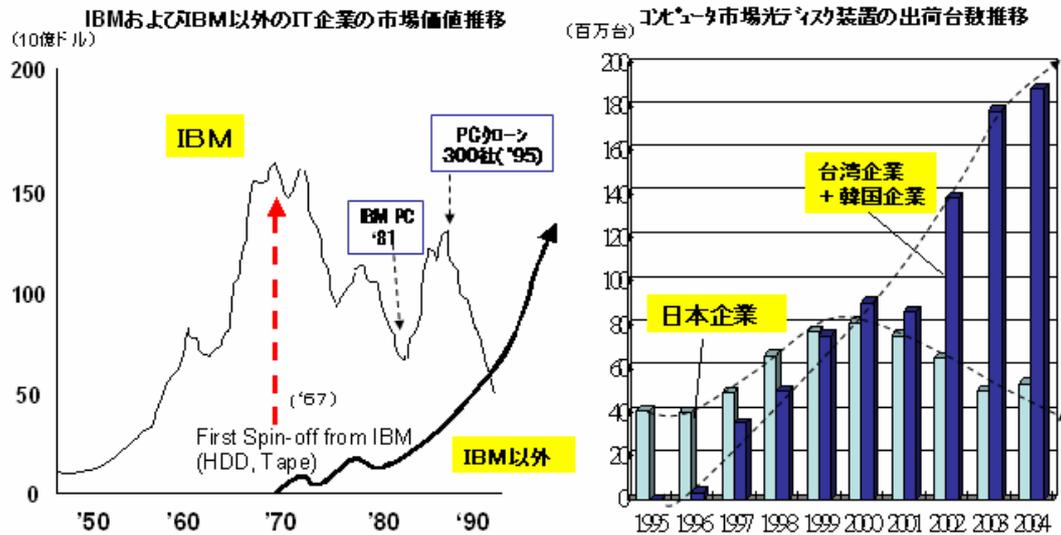
一方日本の光ディスク産業を見ると、擦り合せ技術の中核に位置づけされたデジタル・サーボや Write Strategy のオープン化と流通（それぞれ 1994 年と 1998 年）が日本の光ディスク産業に与えた影響は、その数年後に日本製光ディスク装置（コンピュータ市場の OEM 製品）の出荷が減少に転じた様子として図 14 の右半分に表れているが、台湾と韓国の光ディスク装置は日本企業の出荷台数の低下に呼応する形で急速に立ち上がった。これらはいずれの場合でも日本から拡散した（流通した）基幹部品や基幹技術を果敢に取り込み、そして小さいオーバーヘッドを生かした価格戦略（韓国の場合は 1988 年以降の Won の大幅切り下げ効果が価格戦略をさらに強化）で市場参入する成果であり、この姿は、多数の IBM PC クローンがモジュラー化されて流通する部品でパソコンを作り、そしてその小さいオーバーヘッドを武器に IBM の市場を価格で奪還する姿と重なる。<sup>69</sup> Compaq や Dell は 1980 年代に創業 6 年で売り上げ 10 億ドルに達したが、台湾の Lite-on や BenQ が 1990 年代に光ディスク装置の売り上げで 10 億ドル（\$US）に達するのはそれぞれ創業 5 年後と 6 年後のことであった。これがモジュラー型製品の破壊力である。

Baldwin and Clark (2004) は IBM について、モジュラー思想を 360 シリーズの製品設計で完成させた企業として描いているが、モジュラー化が技術拡散（流出）を生み、これが IBM ビジネスを根底から脅かした事実への言及は非常に少ない。あるいはモジュラー化することで生じるペナルティーが語られていない。この意味でモジュラー化に信を置く彼らの思想を、そのまま日本企業に適用するのはきわめて危険であるが、日本をキャッチ・アップする工業国にとってはこれがバイブルに見えるであろう。<sup>70</sup> 事実、光ディスク産業に見るモジュラー

<sup>69</sup> 1980 年代の IBM 互換パソコンの場合は、クローン・メーカーが IBM ブランドより 10~15% 安く市場で販売していた。この様子は光ディスク産業における日本企業とキャッチ・アップ型企業の間でも全く同じである。

<sup>70</sup> 同じモジュラー型でもアメリカと中国では全く異なる。アメリカのモジュラー型は深い技術インフ

図 14 IBM の市場価値変遷と光ディスク産業の比較



出所) 左図: Baldwin and Clark (2004) をもとに筆者作成。右図: インタビューをもとに筆者作成。

化には破壊と創造の二面性が強く観測され、企業が持つ得意業（組織能力）によって、あるいはその国が持つ比較優位によってその功罪が分かれる。今後はこの功罪について、キャッチ・アップされるフロント・ランナー企業の立場だけでなく、キャッチ・アップする立場の企業や国の興隆ならびに中長期的な経済発展に及ぼす視点も絡ませた大局的な分析が必要である。そして製品アーキテクチャ論の立場に立つ経済成長理論の登場が待たれる。

## 8. モジュラー化の時代を超えて

光ディスク産業は先進工業国から BRICs 諸国まで市場が広がり、生産高もハード・ディスクと同等の産業に育った（2004年）。しかしながら日本企業は、技術開発・国際標準化・市場開拓で最も大きな役割を果たしたにもかかわらず、長い苦難の時代を強いられた。光ディスクの製品アーキテクチャが動的でしかも階層的な構造転換を繰り返しており、技術力よりもむしろ構造転換に対する対応によって競争優位が左右されたからである。詳細は別稿に譲るが、これに気付いた日本企業が DVD の時代になって漸く製品アーキテクチャ・ベ-

ラの上で最先端の技術を持ってスピノフした人々が担う能動的なモジュラーと言えるが、中国では受動的なモジュラーに見える（注16）。そしてフロント・ランナー企業（国）とこれにキャッチ・アップしようとする企業（国）では、モジュラー化が持つ意味は全く変わってくる。その端的な事例が特にデジュリ標準（モジュラー化）を巡る事業戦略に多数みられる。日本のもの造り経営におけるモジュラー化の功罪を語るとき、この違いを認識しないと逆の結論が導かれる。

## 光ディスク産業の興隆と発展

スの経営システム再設計に着手し、このプロセスで勝ちパターンを見出した (小川, 2006)。

モジュラー型の典型とされるパソコンですら初期には擦り合せの要素を多く持ち、その代表が BIOS だった。BIOS の詳細構造が IBM PC/AT のマニュアルで公開され、また IBM 最大の資産であり大規模な擦り合せを必要とした SAA アーキテクチャ (メインフレームやオフコンとパソコンを統合する System Application Architecture) が、1986 年から Microsoft と OS/2 を共同開発するプロセスで Microsoft に取り込まれるに及び、IBM には自らを守る擦り合せの持ち駒がほとんど残っていなかった。そして日本の光ディスク産業の勝ちパターンを根底から覆したビジネス・プラットフォームは、IBM が窮地に追い込まれたこのパソコン市場であった。

光ディスクはメディアの互換性を宿命付けられている。互換性を支える標準化活動は、技術情報のオープン化を加速させ、そして製品のアーキテクチャ構造を擦り合せ型からモジュラー型へと急速に移行させる。光ディスクは日本企業が技術開発・国際標準化・市場開発の全てをリードしてきたが、技術開発をリードした 1980 年代の IBM のパソコン事業と同じく、モジュラー化が極限まで進む大量普及のフェーズになると、巨大リソースの投入に見合うリターンを必ずしも享受できていない。本稿で何度も繰り返したが、製品は必ず擦り合せ型から始まりモジュラー型へ移行する。そして擦り合せ型を維持している時期とモジュラー型に移行した後では、勝ちパターンが全く変わる。IBM 互換パソコンに於ける IBM とクローン・メーカーの関係、あるいは日本の光ディスク産業とキャッチ・アップ型工業国 (企業) との関係に例を見るように、それぞれの勝ちパターンはその時点で製品が持つアーキテクチャの状態が変わる。この事実を先取りして事業戦略に組み込めば、光ディスクだけでなく他の何れの産業においても日本企業が勝ちパターンを創れるのではないか。ここでは要約だけを紹介するに留めるが、1990 年代の長く苦難の時代を経験した日本の光ディスク産業は、以下に示す 6 種類の勝ちパターンを見出している (小川, 2006)。

日本光ディスク産業のコア・コンピタンスは数 10 年に及ぶ深層の技術蓄積であり、これを武器にして次々に擦り合せ型の新技術・新規製品を開発する戦略が第一の勝ちパターンとなる。技術開発の主導権を取り続けることで新規コンセプトの製品を常に起案し、既存製品がモジュラー型へ移行するタイミングで擦り合せ型製品を繰り返し市場に出し続けられれば、価格を武器に市場参入するキャッチ・アップ型工業国の企業群から日本企業を守ることができる。DVD における倍速競争や Combi、Dual DVD、SuperMulti DVD、Slim 型 (薄型) DVD、2 層記録膜の DVD (8.5GB)、および次世代 DVD などがその代表的な事例となる。

標準化のプロセスで技術情報は必ずオープン化され、製品アーキテクチャが急速にモジュラー型へ移行する。したがって、技術力を知財に転換させる（あるいは国際規格に封じ込める）だけでなく、これを世界市場で厳格に守らせる仕組み（ポリス・ファンクション）を構築しなければならない。これが第二の勝ちパターンである。

標準化と知財戦略は表裏一体の関係にある。この代表的な成功戦略が 1980 年代から 1990 年代の CD-Audio と MiniDisc に見るソニーの戦略、および DVD の標準化に見る東芝・松下・日立・パイオニア・三菱電機やソニー・Philips などの戦略である。ただし現実のビジネスではキャッチ・アップ型工業国の企業が必ずしも尊重せず、そのうえでさらに価格競争を仕掛けながら日本企業を苦境に陥れてきた。この実態は 1990 年代の CD-ROM や CD-R/RW で特に著しく、また現在の DVD メディアや DVD プレーヤーでも変わっていない。<sup>71</sup> もし知財のポリス・ファンクションが海外市場で強化されなければ、悪貨が良貨を駆逐するたとえのように、標準化活動が逆に日本企業を破滅に追い込む。すなわち、もし標準化活動が強力なポリス・ファンクション構築と一体にならなければ、標準化はそれ自身が日本企業に向かう刃となる。

標準化はモジュラー化を加速させ、最終製品としての DVD 装置やメディアから付加価値を奪う。その一方で、標準化されるレイヤー（装置やメディア）より上位のレイヤーと下位のレイヤーに付加価値が集中する。三菱化学メディアのように、技術力は高いが製品は作らず擦り合せ型の基幹素材（下位レイヤー）ビジネスに徹し、その一方でブランド力・販売チャンネル・マーケティング力（上位レイヤー）を武器にして勝ちパターンをつくる事例がある。これを第三の勝ちパターンと位置付けたい。前者はパソコン環境でインテルが採った戦略であり、後者は Dell が採った典型的なモジュラー型製品の勝ちパターンである。特に DVD メディアにおける三菱化学メディアの戦略は、図 3 に示したスマイルカーブの両端を押さえたという意味で、基幹部品ビジネスに徹した Intel のモデルを越えて Dell のモデルも同時に取りこんだ新たな成功事例に見える。これもアーキテクチャがモジュラー化の極限に向かう製品に共通する勝ちパターンであり、日本では三菱化学メディアがアメリカ企業のモデルを超えて独自にこれを生み出した。ただしこのモデルは、擦り合せ型の独創的な技術を自主開発するかあるいは M&A などいずれかの方法で所有して、初めて成立することを忘れてはならない。またこのような経営システムを再構築して実施するには、トップの強力なリーダーシップが必用であり、合意形成型の経営では実現困難である。

標準化はモジュラー化を加速させ、最終製品としての DVD 装置やメディアではなく、

<sup>71</sup> 注 27 で示したように、2005 年以降からこの状況が改善される機運にある。

## 光ディスク産業の興隆と発展

その上位レイヤー（ブランドやコンテンツなど）に付加価値を集中させる。2000年ころのパイオニアや2002年ころの東芝に例を見るDVDレコーダーのように、自社内のDVD開発に同期させながらDVDとハード・ディスク（HDD）を組み合わせた独創的な応用製品を開発し、自社ブランドを前面に出しながら上位レイヤーで新規市場を創出するという成功事例もある。これが第四の勝ちパターンである。特に東芝によるDVDレコーダーのコンセプトは、良質なエンドユーザと商品企画者との擦り合せノウハウが先取りされ、全てファームウェアの中に封じ込められている点が素晴らしい。これは、まだ良質のエンドユーザが育っていない諸国の企業に対する大きな差別化となるであろう。ただしこの勝ちパターンを天才の出現に委ねず組織能力として定着させるには、HDD付きDVDレコーダーを生み出すような異能の人材を企業的意思として積極的に育成しなければならない。日本企業の勝ちパターンをさらに上位レイヤーで構築する力が、これによって初めて組織に定着するであろう。HDD付のDVDレコーダーは日本が世界に問う21世紀のビデオ・レコーダーとして期待されるまでになった。当然のことながら、日本企業が世界市場で圧倒的なシェアを誇っている。但し2005年以降になって利益率が非常に低くなったのは、日本企業同士の過当競争が原因である。この現実にはデジカメでも同じであり、別稿で議論したい。

日本の日立と韓国LGが作った合併会社（HLDS社、日立：51%出資）に例を見るように、擦り合せ型の技術力と知財を武器に主導する垂直統合型のビジネス・モデル構築も、日本企業の新たな勝ちパターンとして期待できる。このようなアーキテクチャ・ベースの企業連合を第五の勝ちパターンに位置付けたい。これはアメリカのパソコン業界で見られなかった独創的なビジネス・モデルでもあり、擦り合せ型の技術力を武器に標準化をリードすることで初めて可能になる戦略である。

東芝も2004年からサムソン電子と類似の合併会社（TSST社、東芝：51%）をスタートさせた。また日立や東芝よりも早い1999年の時点でスタートさせた三菱電機と船井電機の合併会社（DIGITEC社、三菱：51%、本社：香港）も、三菱電機がDVDフォーラムの中核メンバーとして封じ込めた知財や技術力、および船井電機の生産システム（FPS: Funai Production System）や小さなオーバーヘッドとをリンクさせ、新たな勝ちパターンを構築している。2005年11月には、ソニーとNECが類似の光ディスク合併会社をアナウンスした。

標準化はモジュラー化を加速させ、最終製品としてのDVD装置やメディアではなく、その下位レイヤーに付加価値を集中させる。下位レイヤーを特徴付ける光ピックアップやマイクロ光学部品・レーザー・レンズ・マイクロアクチュエータ、さらには記録メデ

ィアの色素・材料・ポリカーボネート・スタンパーなどの擦り合せ部品ビジネスや製造設備も、日本が誇る第六の勝ちパターンである。製品アーキテクチャがモジュラーへと変化する時点から、韓国・台湾・中国が装置やメディアなどの最終製品の市場に参入し、これによって市場が爆発的に拡大することを本稿で明らかにした。しかし光ピックアップに例を見る基幹部品では、設計と製造の両面で擦り合せ型が維持されてモジュラー型への移行がほとんど起こらず、日本企業が世界市場を独占してきた。光ピックアップにおけるサムソンもこの例外ではなく、設計と試作はできるが日本企業のような低コスト大量生産はできない。この事実は、モジュラー型に転換された CD-ROM や DVD 装置の場合と際立った違いを見せる。

光ディスク装置のモジュラー化が進むと基幹部品に付加価値が集中し、ここから勝ちパターンを構築するビジネス・モデルは、パソコンのビジネスで Intel や Microsoft が成功した事例と同じであり、最終製品がモジュラー化への道を歩む時に必ず顕在化する部品産業共通の勝ちパターンである。ただしパソコン MPU は Intel と AMD の 2 社だけで世界市場を独占するが、光ピックアップは日本だけでも 6~7 社が価格競争を繰り返している。日本企業としての合計シェアは圧倒的に大きい、パソコン MPU のような高収益ビジネスへの道を歩むには業界の再編が不可欠であることをここで強調したい。

なお上記の勝ちパターンは、DVD 装置やメディアなどの標準化と最終製品の開発を日本企業が常にリードすることによって成立することを忘れてはならない。例えば DVD では、日本企業が標準化をリードし技術開発もリードしたので、これを裏で支える日本の部品産業が圧倒的なシェアを誇っている。CD-R 用の色素でシェアを誇るヨーロッパ企業は、DVD メディアの色素はもとより、製造設備やスタンパーなどのいずれにおいてもシェアは小さい。日本という身近なところに擦り合せの相手となる標準化リーダーや技術リーダー企業が多数存在するので、部品メーカーや部材メーカーにとって擦り合せ距離が非常に短い。この擦り合せ距離が、日本の光ディスク部品産業・素材産業・設備産業のシェアを高める要因になっている。部品メーカーとしての Microsoft や Intel がアメリカに生まれたのは決して偶然ではなく、これも擦り合せの距離が大きな影響を与えている。光ディスク産業で非常に強力な Chipset メーカーに育った MediaTek 社が台湾に生まれて 5~6 年後に市場を席卷したのも、決して偶然ではない。

本稿では光ディスク産業の興隆と発展の経緯を日本企業の視点で述べ、日本企業の光ディスク・ビジネスを IBM のパソコン・ビジネスと比較しながら整理した。しかしキャッチ・アップ型の企業(国)の視点で見れば、本稿とは違った風景が見えるはずである。したがっ

## 光ディスク産業の興隆と発展

て光ディスク産業の全体像は、韓国・台湾・中国から見た日本の光ディスク産業を描くことでより良く理解できるであろう。そして、製品アーキテクチャの動的な構造変化がアジア諸国の経済発展に与える影響もここから定量的に把握できるであろう。これは IBM に対する PC クローン・メーカーの視点でもあり、彼らがアメリカのデジタル・ネットワーク産業の発展に寄与しながらアメリカ経済を成長させた姿と重なる。Baldwin and Clark (2004) のデザイン・ルールで核をなす論理は、製品アーキテクチャがモジュラー型へ完全に移行し終わったという静的な条件下で成立するのではないか。彼らは IBM の成功をモジュラー化の視点で明快に分析したが、IBM が衰退する大きな要因のひとつにそのモジュラー化があった。IBM 自身が構築すべき利益構造の視点から、彼らはこれをどのように位置付けているであろうか。本稿で何度か繰り返したように、1990 年代の日本企業の姿はどうしても 1980 年代の IBM と重なる。日本企業には韓国・台湾などアジア諸国の台頭が背景にあり、1980 年代の IBM には新興のプラコン・メーカーや PC クローン・メーカーの台頭があった。光ディスク産業とパソコン産業も、時代は 10~15 年の違いはあるものの、製品アーキテクチャの視点で見ればほとんど同じ現象として捉え直すことができる。

著者は、光ディスク産業を調査・研究するにあたって、まずは事実を持って語らしめる手法を採った。ビジネスの現場で活躍する多くの人々へ直接インタビューし、これによってもの造り経営の現場を把握した。製品アーキテクチャの視点は、複雑に入り組む現場の実態を整理するツールとして導入したが、率直に言ってその切れ味は非常に良かったと思う。あまりの切れ味に魂を奪われ、多用し過ぎたかもしれない。

今後続く一連の調査・研究で取り上げる内容を先に第 2 章の最後 (2.5 節) にスケッチしたが、引用文献にリストアップしたようにその一部はすでに報告済みである。光ディスク産業を深堀することで見出された日本企業の苦悩は、他の多くのオープン・モジュラー型産業で日本企業が直面する共通の問題であり、ここから再設計された経営システムは日本企業に共通する勝ちパターンに思えてならない。今後は光ディスク産業を深堀することによって得た知見を他の産業に拡大投射しながらさらに分析を広めたい。

## 謝 辞

本稿を書くにあたってインタビューさせて頂いた方は 50 人以上におよぶ。ここで一人ひとりの名前を列記することは出来ないが、今後も続く研究のプロセスで少しずつ成果をフィードバックすることでお礼に換えさせて頂きたい。しかしながら製品アーキテクチャ論という素晴らしいもの造り経営思想に導いてくださった東京大学ものづくり経営研究所の藤本隆宏センター長 (教授) および新宅純二郎ダイレクター (助教授) には、ここで特にお礼を申しあげなければならない。お二人との出会い

がなければこのような研究に取り組む機会は永遠になかったであろう。また本稿をまとめるにあたって、上記のお二人以外に東京大学ものづくり経営研究センターの立本博文氏や善本哲夫氏および大学院博士課程の中川功一氏や竹嶋斎氏とのディスカッションが非常に有益であった。ここに心から感謝申しあげたい。

## 参考文献

- Baldwin, K. Y., & Clark, K. B. (2000). *Design rules: The power of modularity*. Cambridge, MA: MIT Press.
- 邦訳, K・Y・ボールドウイン, キム・B クラーク (2004) 『デザイン・ルール』安藤晴彦 訳. 東洋経済新報社.
- Bricot, C, Lehureau, J. C., & Puech, C. (1976). Optical readout for video disc. *IEEE Transaction on Consumer Electronics*, 304-308.
- Carasso, M. G., Peek, B. H., & Sinjou, J. P. (1982). The compact disc digital audio system. *Philips Technical Review*, 39(2), 32-38.
- 藤本隆宏 (2004) 『日本のもの造り哲学』日本経済新聞社.
- 藤本隆広 (2005) 「アーキテクチャの比較優位に関する考察」(MMRC Discussion Paper No. 24).  
[http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC24\\_2005.pdf](http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC24_2005.pdf)
- 藤本隆宏, 武石 彰, 青島矢一 (2001) 『ビジネス・アーキテクチャ』有斐閣.
- 浜田恵美子 (1998) 「新規光記録媒体 CD-R その材料開発と記録機構の解明」東京大学大学院工学研究科学位取得論文.
- Hopkins, H. H. (1979). Diffraction theory of laser read-out system for optical video disc. *Journal of Optical Society of America*, 1, 4-24.
- 今中良一 (2002) 「再生専用光ディスクと互換可能な書き換え光ディスクシステムの研究」大阪大学博士学位論文.
- 神尾健三 (1985) 『ビデオディスクが開く世界』中公新書.
- 神尾健三 (1995) 『画の出るレコードを開発せよ』草思社.
- 嘉村健一 (1993) 『米コンピュータ企業の興亡』電波新聞社.
- 河内 健 (1996) 『ATA/ATAPI インタフェース技術』トリケップス社.
- 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論文.
- 中島平太郎 (1998) 『次世代オーディオに挑む』風雲舎.
- 中島平太郎 総括監修 (2005) 「コンパクト・ディスク その20年の歩み」CD's 21 ソリューションズ.
- 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」

## 光ディスク産業の興隆と発展

- 『Business Insight』第50回ワークショップ特集. (2005, No. 51), 8-19.
- 小川紘一 (2003) 「光ディスク産業のビジネス・アーキテクチャとその変遷」『赤門マネジメント・レビュー』2(9), 421-472. 2003年9月検索, <http://www.gbrc.jp/GBRC.files/journal/amr/AMR2-9.html>
- 小川紘一 (2004) 「光ディスクの標準化戦略と日本型技術システムの再考」研究・技術計画学会, 第19回年次学術大会, 講演番号 2E18.
- 小川紘一 (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」(MMRC Discussion Paper No. 28). [http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC28\\_2005.pdf](http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC28_2005.pdf)
- 小川紘一 (2006) 「DVDに見る日本企業の標準化・事業戦略」『国際競争とグローバル・スタンダード』(1章). 日本規格協会.
- 小川紘一, 新宅純二郎, 善本哲夫 (2005) 「DVDの標準化に見る日本企業の事業戦略」研究・技術計画学会, 第20回年次学術大会, 予稿.
- Ogawa, K., Shintaku, J., & Yoshimoto, T. (2005). Architecture-based advantage of firms and nations: New global alliance between Japan and catch-up countries. *Annals of Business Administrative Science*, 4(3), 21-38. Retrieved July 2005, from <http://www.gbrc.jp/GBRC.files/journal/abas/ABAS4-3.html>
- 大久保宣夫 (2002) 「自動車生産でのモジュール化の実際」青木昌彦, 安藤晴彦 編『モジュラー化』(pp. 203-210). 東洋経済新報社.
- 坂口正信 (1997) 「日本企業の競争戦略」『情報の科学と技術』47(1), 24-28.
- 佐野正博 (2003) 「パソコン市場形成記におけるIBMの技術戦略」『明治大学経営研究所 経営論集』50(3), 80-108.
- 柴田 高 (1994) 「事業発展の戦略」寺本義也 編『事業戦略のグランドデザイン』(4章). 同文館出版.
- 柴田 高 (1996) 「フォーマット技術による競争優位の確立」山之内昭夫 編『テクノ・マーケティング戦略』(4章). 産能大学出版部.
- 新宅純二郎 (1994) 『日本企業の競争戦略』有斐閣.
- 新宅純二郎, 許斐義信, 柴田 高 (2000) 『デファクト・スタンダードの本質』有斐閣.
- 新宅純二郎, 小川紘一, 善本哲夫 (2004) 「製品アーキテクチャ理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」韓日経商学会. 2004年12月11日.
- 新宅純二郎, 善本哲夫 (2006) 『光ディスクの標準化による国際競争と国際協調戦略製品』日本規格協会.
- 新宅純二郎, 竹嶋 斎, 中川功一, 小川紘一, 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』4(3), 103-140. 2005年3月検索, <http://www.gbrc.jp/GBRC.files/journal/AMR/AMR4-3.html>
- 新宅純二郎, 善本哲夫, 小川紘一 (2005) 「標準化をベースにした国際協調戦略 DVD産業におけるアーキテクチャ分析」研究・技術計画学会, 第20回年次学術大会, 予稿.

## 小川 紘一

---

- 竹嶋 斎 (2005) 「光ディスク産業における日本企業の競争戦略 すり合わせによる競争優位の構築」  
東京大学大学院経済学研究科修士論文.
- テクノ・システム・リサーチ (2004) 『2005 年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.
- 寺村謙一 (1987) 『CD-ROM のメディア革命』日本実業出版社.
- 善本哲夫 (2005) 「家電産業のアーキテクチャ分析 アジア域内製造業の深化」『映像情報メディア学会技術報告』29(65), ENT2005-19.
- 善本哲夫, 新宅純二郎 (2005) 「海外企業との競争を通じた基幹部材と完成品事業の連携モデル」  
『Business Insight』第 50 回ワークショップ特集 (2005, No. 51), 20-35.
- 善本哲夫, 新宅純二郎, 小川紘一 (2005) 「製品アーキテクチャ理論に基づく技術移転の分析 光ディスク産業に於ける国際分業」(MMRC Discussion Paper No. 37).  
[http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC37\\_2005.pdf](http://www.ut-mmrc.jp/dp/PDF/MMRC37_2005.pdf)

〔2006 年 1 月 10 日受稿; 2006 年 3 月 20 日受理〕

本稿は 2006 年 3 月 25 日に出版されたが、その後、誤りが発見されたため、2006 年 5 月 9 日に修正版を掲載した。論旨に変更はないが、本稿を引用する場合は、この修正版を引用されたい。

**赤門マネジメント・レビュー編集委員会**

編集長 新宅 純二郎

編集委員 阿部 誠 粕谷 誠 片平 秀貴 高橋 伸夫 藤本 隆宏

編集担当 西田 麻希

**赤門マネジメント・レビュー 5巻3号** 2006年3月25日発行

編集 東京大学大学院経済学研究科 ABAS/AMR 編集委員会

発行 特定非営利活動法人グローバルビジネスリサーチセンター

理事長 高橋 伸夫

東京都文京区本郷

<http://www.gbrc.jp>