

MMRC
DISCUSSION PAPER SERIES

MMRC-J-28

光ディスク産業の興隆と発展
—日本企業の新たな勝ちパターンを求めて—

東京大学 COE ものづくり経営研究センター

小川紘一

2005年3月



東京大学21世紀COE [製造] **ものづくり経営研究センター**

光ディスク産業の興隆と発展

—日本企業の新たな勝ちパターンを求めて—

東京大学 COE ものづくり経営研究センター

小川紘一

2005 年 3 月

はじめに

本稿の目的は、過去 20 年にわたる光ディスク産業の発展経緯を日本企業の視点から解説することにある。光ディスク産業は人口 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・ディスクを超える産業に育った。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、21 世紀の DVD 時代で漸く勝ちパターンを取り戻したが、1990 年代は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ダイナミックで階層的な変化を繰り返しており、技術力よりもむしろダイナミックな変化への対応力によって競争優位が左右されたからである。

製品アーキテクチャの構造変化を加速させ、そして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。本稿ではコンピュータ環境で巨大な光ディスク市場が出来上がっていく経緯に焦点をあてながら、日本企業がどのように勝ちパターンを模索してきたかを述べたい。

我々は本稿に続く一連のディスカッション・ペーパーで今後も光ディスク産業を取り上げ、21 世紀の日本企業が取るべきもの造り戦略を製品アーキテクチャの視点から分析する予定である。本稿では第一弾としてその分析に必要な地図とコンパスを提供するであろう。

1. 光ディスク産業の研究から何が期待できるか

光ディスク産業を調査するにあたって、著者は高邁な経営理論を一切念頭におかず、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把握した。本稿では、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。率直に言ってその切れ味は良かったと思う。また光ディスク産業の実態調査で得た膨大な現場データを見れば見るほど、従来の製品アーキテクチャ論を更に拡張したい、という内なる衝動を抑えることができなかった。本稿では脚注を多用しながらその入り口を少しだけ開いてみたいと思う。

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ダイナミックな構造変化」という視点から整理したい。また本稿に続く一連のディスカッション・ペーパー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。

1.1 光ディスク産業：これまでの経緯と日本企業の現状

光ディスクの基本コンセプト¹は、1972年にオランダPhilips'の技術者によって確立された[C.Bricot, J.C.Lehureau & C.Puech(1976)、H.H.Hopkins (1979)、M.G.Carasso, B.H.Peek & J.P.Sinjou (1982)、今中良一(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。

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いわれる。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) と合弁会社を作り、1984年頃には松下電器と記録できる光ディスクを開発。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

¹ 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2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。後者のディスク担体については、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)媒体などと呼称されるが、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、ディスク担体については(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

るCD-ROM、CD-R/RW、DVD-RAM、DVD±R/RW、中国の隅々に娯楽を運んだVideo-CD、更には日本の若者を捉えたMini Discや日本のオフィス市場を席卷した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。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²。

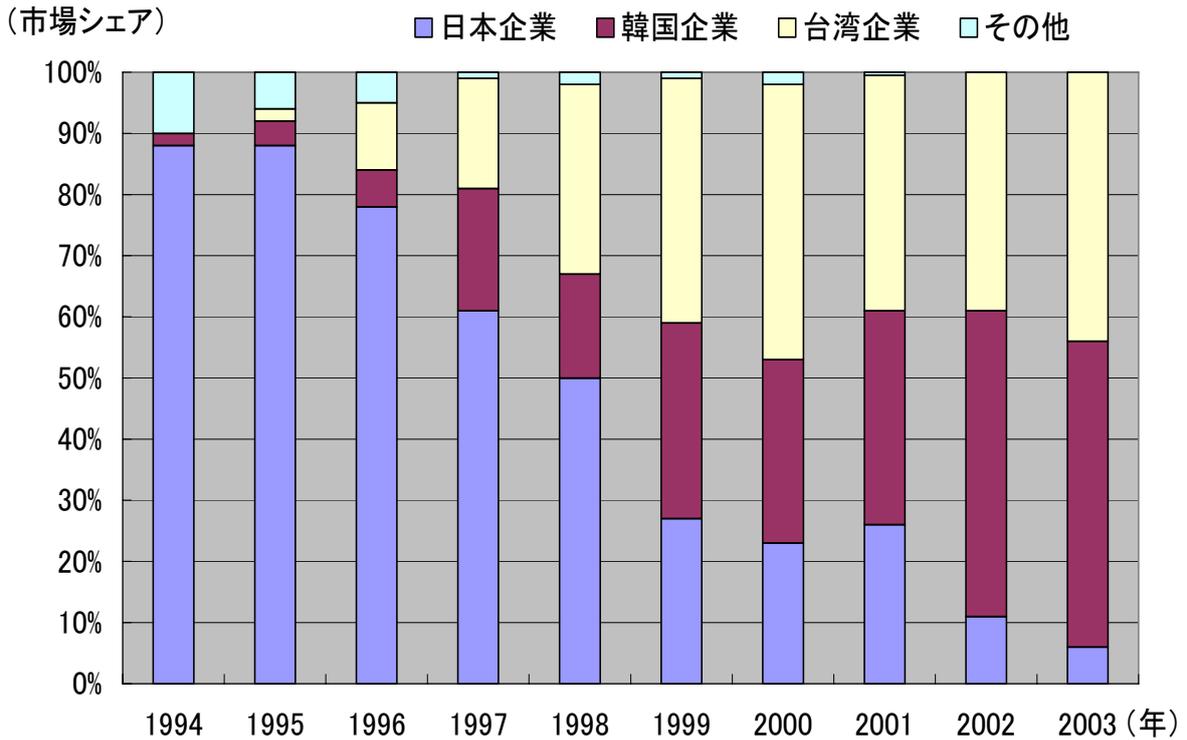
光ディスク装置の出荷台数は2004年に約6億台・金額で約2.5兆円となり、ハード・ディスク装置の2.9億台・2.4兆円を上回った。メディアはCD-Rだけでも約100億枚を越え、歴史上最も普及した電子メディアに成長した。DVD+RやDVD-Rのメディアも2004年だけで約15億枚が出荷され、2005年には25億枚を超えるという。しかしながら市場が大きく成長する過程で多くの日本企業が市場撤退を余儀なくされ、図1に示すように1995年に90%弱のシェア（台数）を誇った日本のCD-ROM装置が、3年後には50%を切り、5年後には更に20%へと激減した。最新技術を駆使して開発されたDVD時代の今日ですら、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、パソコンでいえばインテルCPU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70%以上という極めて高いシェアを長期に渡って維持してきた。更にはDVDなど光ディスクの知財（ライセンス）で日本企業が80%以上のシェアを持ち、圧倒

² 光ディスクは、装置と媒体が大きく再生専用型と再生・記録の両方ができるものに分かれており、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2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、書換型に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。

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ンネルで売る日本ブランド付きメディア（CD-R/CD-RW/DVD±R/DVD-RAM など）は、世界で 50%以上のシェアを誇る。

図 1 CD-ROM 装置の企業国籍別出荷シェア推移

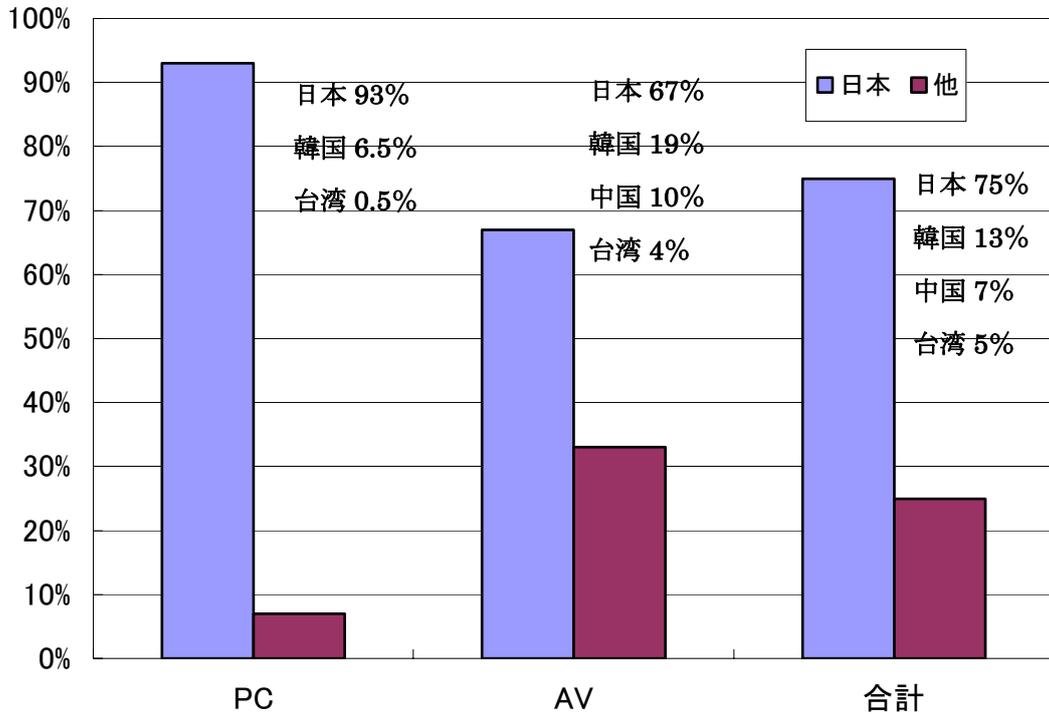


出所) 1994 年から 2002 年まではギガ・ストリーム

2003 年はテクノ・システム・リサーチ

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



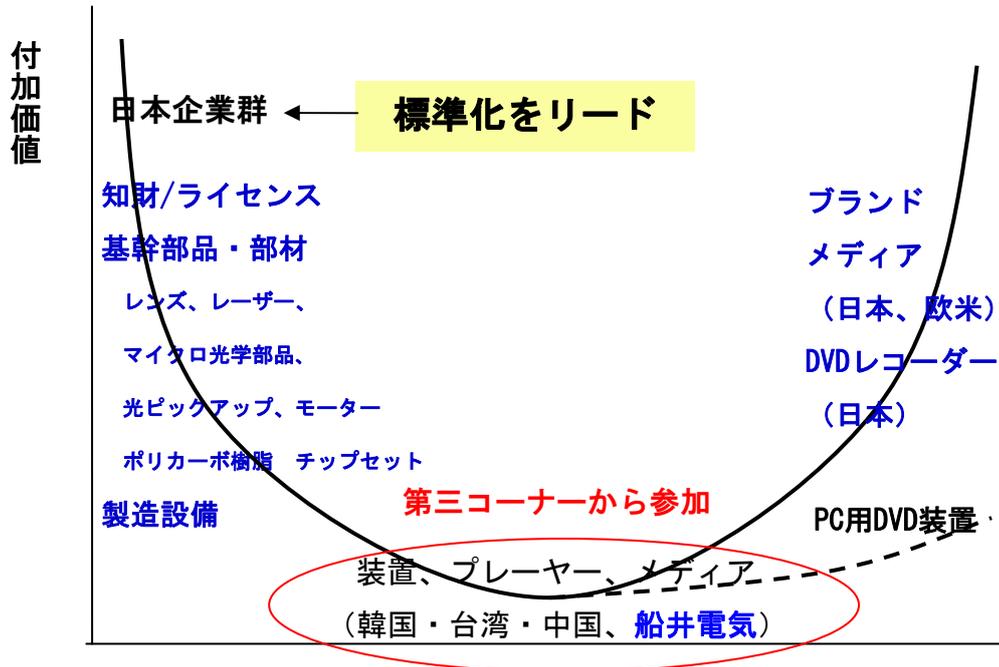
出所) インタビューにより筆者作成

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

図3 スマイルカーブから見たDVDビジネス



出所) インタビューにより筆者作成

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。更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・高い技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。

1.2 光ディスクの製品アーキテクチャはダイナミックに構造変化する

日本企業のシェア推移（競争優位の推移）は、単純な技術力の問題ではなく、むしろその製品が本質的に持つアーキテクチャの構造³と企業のオーバーヘッドに大きく左右されて

³ ここでいうアーキテクチャとは、藤本の『日本のもの造り哲学』で定義された「製品・工程の設計思想」という能動的・トップダウン型なイメージではなく、新規コンセプトの製品開発に必ず潜む本質的な特性としての、あるいは日本型の製品開発プロセスが必然的に有する受動的なイメージを持つ。基礎技術の開発はもとより新規コンセプトの製品開発においても、その多くは未知の設計パラメータがあまりにも多く、自然現象を相手に手探りの状態で製品開発するに等しい。したがって必然的に受

光ディスク産業の興隆と発展

いる。製品のアーキテクチャはこれまで多くが静態的二分法によって説明されて来たが、光ディスク産業の現場に見るもの造りの現場では、もっとダイナミックで階層的な変化が繰り返されており、技術力よりもむしろこのダイナミック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。

DVDのような新規コンセプトの製品を開発する場合は、その時点で知り得る限りの最先端技術を採用しなければ目標とする機能を実現できない。しかしながら最先端であるが故に、科学的な因果関係が明示的に体系化されているのは、製品を構成する個別の要素技術のレベルに過ぎない。最終製品として出荷するまでには、必ず未開発の技術（問題）が多く内在する。そしてこれらの多くは内部に封じ込められて表に出ることは少なく、製品設計者が事前に把握できない状況に置かれる。異なる分野の専門家が分業しながら製品開発に取り組むが、このプロセスで未知の問題が少しずつ表に表れ、これを解決する技術が理論解析・シミュレーション・実験などの組み合わせの中で開発される。このプロセスを繰り返すことで技術の相互依存性は徐々に排除され、そして製品化するために必要な基幹技術の組み合わせノウハウが体系化される。すなわち基幹技術相互の擦り合わせインタフェースが明らかになって製品設計のモジュラー化が進み、これらが製品化のノウハウとして組織に蓄積される。しかしながらDVDのように大きく飛躍した新規コンセプトになればなるほど、表に出ない未開発の技術が非常に多いので、予め決められた工程通りに開発されることは希である。「理由は

動的な取り組みとなる。特に日本企業の場合、この段階でトップダウン的な取り組みをすると失敗する場合が多い。この点が欧米と異なる。例えばアメリカでは、実験を多用する基礎研究でも、まずは“実験する前に論文を書く”つもりで実験計画を立てるトップダウン型で成功する事例が多い〔石坂公成（2005. 3. 13, 日本経済新聞、私の履歴書）〕。未知の技術が少しずつ解明されて誰もが分かる形に知識がパッケージ化され共有されると、欧米はもとより日本でも、製品アーキテクチャは藤本（2004）が定義するイメージに近い特性を持ち、人工物としての知識を組み合わせたトップダウン型の製品開発が非常に有効となる。以上を念頭に、典型的な擦り合わせ型とされる光ディスク・メディアの製造システム開発について日本とヨーロッパの取り組みを比較してみたい。ヨーロッパ企業はモジュラー型製品で力を発揮するトップダウン型のValueEngineering (VE) 手法で要素技術（要素設備）のコスト目標と技術目標を決め、ここから製造システムの開発に着手する。一方日本企業の場合は擦り合わせ型で典型的に見られるボトムアップ型の積み上げ方式でコストを決めて販売価格を決めるのでヨーロッパ企業より20～30%高くなる。VE手法によるヨーロッパの製造システムは、出荷直後には品質が悪くトラブル続きだが、納入先で改善しながら1年後には日本製品と同じ品質になる。日本製品は納入初期からトラブルは全く出ないが、1年後にはヨーロッパ製より20～30%の価格アップがそのまま残る。類似の事例は1970年代のメインフレーム・コンピュータにも見られたが、最近の半導体露光システムでASMLと日本企業を比較するとどうなるだろうか。これら製品アーキテクチャと開発手法の関係については藤本（2005）の仮説を踏まえながら、別の機会に議論したい。

なおここでいうオーバーヘッドとは、製品の開発・出荷に必要な全ての発生費用と定義される。日本企業のオーバーヘッドは20～35%であり、粗利として20～35%を得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（14～15%）や台湾（10～13%）との価格競争に突入すると日本企業は勝てない。

分らないがとにかく、そのように技術ノウハウを組み合わせればand/or そのような製造ノウハウを組み合わせれば作れそうだ」という状況を多数の試作や実験によって獲得するのが製品を開発する現場である。この意味で新規コンセプトの製品は、必ず相互依存性を残したまま出荷される⁴。そして、フィールド障害が起きると、何が問題で障害が起きているかの切り分けに多大な時間を費やすのが普通である。

相互依存性が強い状態では、完成度の高い製品へと仕上げるノウハウが、まず個人や小さなチームに封じ込められる。その後コストダウン設計・低コスト工程設計・低コスト部品調達・歩留まり向上など多岐の分業を必要とするステージへ移行し、このプロセスで徐々にグループ全体へ広がる（ノウハウがグループ全体に拡散する）。これらは、複数の機構部品のサブアッセン化や複数 LSI を大規模 LSI へ集積化するプロセスでもあり、技術や部品機能の相互依存性を極力排除して簡単に組み立てられるように製造工程を進化させるプロセスでもある。あるいはフィールド障害を解決する手段に品質工学を活用し、混沌とした擦り合わせ型（相互依存性が強い）状態に見える状況から強引にモジュラー的な要素を探し当てるプロセスもここに含まれる。

製品が擦り合わせ状態から徐々にモジュラー化に向かうというのは、このような定義に基づいて言われており、このダイナミックなアーキテクチャの変化は技術革新の連続によって、あるいは新宅のいう製品革新・工程革新によって引き起こされている [新宅純二郎 (1994)]。光ディスク産業でこれを担った代表例として Digital Servo 技術や Write Strategy の技術を挙げることができ、そしてこれを裏で支えた MPU やファームウェアの飛躍的な進歩も挙げなければならない。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始めたのは 1971 年のマイクロプロセッサ (MPU) 出現からであり、これが電子製品のアーキテクチャ構造を擦り合わせからモジュラーへと構造変化させる上で最も大きな役割を果たした⁵。光ピックアップやモーターなどが現在でも擦り合わせ状態を維持して日本企業が圧倒的なシェアを持つのは、MPU すなわちファームウェアの力が通用しない製品構

⁴ 市場で大量に普及している枯れた製品の場合は、すでに製品設計の知識がモジュラー化されて業界に普及しており、基幹部品を買えば技術インフラのない企業やキャッチアップ型企業でも作れる状態になっている。すなわち、枯れた技術（部品）を組み合わせる製品は、最初からモジュラー型の製品アーキテクチャを持つ。

⁵ 初期のコンピュータは設計も擦り合わせが必要だった。擦り合わせの要は基幹部品（機能）相互のスピード差を吸収する仕組みづくりであり、内部に持つマイクロ・プロセッサ機能がバッファメモリと割り込み制御を巧みに使って時間差を吸収し、相互依存性の無いモジュラー型に見せる仕掛けになっていた。この仕掛け作りこそが、初期のコンピュータ設計の基本思想であった。

自動車のように、MPU が多用されても機構部が多くしかも MPU の制御ノウハウが内部に封じ込められていれば、外から見ると擦り合わせ型に見える。

光ディスク産業の興隆と発展

造を取ってモジュラー型へ移行し難いためである⁶。

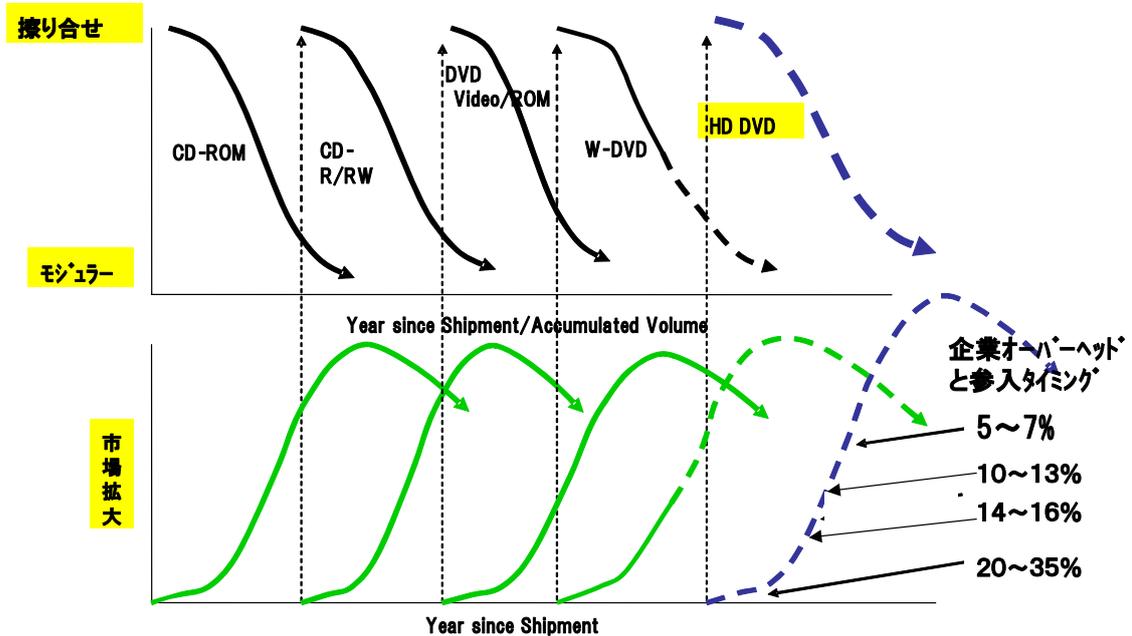
繰り返すが、MPU とファームウェアが多用される光ディスクでも、新規コンセプトの場合では、最初からモジュラー型の状態にあるのは例外である。ドミナント・デザインが固まるとコストダウン設計や工程革新へとももの造り経営の焦点が移り、このプロセスで擦り合わせ型がモジュラー型へと移行する。習熟曲線はこれが顕在化して表に出るひとつの現象と考えられる。製品アーキテクチャをモジュラー型にしてからコストダウンや量産が始まるのでは無く、コストダウンという強い外圧によって製品アーキテクチャがモジュラー化へと駆り立てられている。あるいは客先で長期に安定して稼動するための品質向上と敏速なフィールド障害対応のためにも、モ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15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わ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。この意味で我々は製品アーキテクチャを、「大量生産のし易さ・コストダウンそして高品質を求めて常に変化するダイナミックな構造変化のプロセス」と定義したい。

⁶ 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は典型的な擦り合わせ型であり、その後アメリカ軍部が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を1950年代の後半にIBMが引き継いでいる。ファミリー化というコンセプトを初めて具体化させたIBM1400シリーズ(1959年)からIBM360シリーズ(1964年)を経て、少なくとも設計レベルでのモジュラー化は完成したが、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わせが必要だった。IBM360シリーズの製品化に携わった人にこれをモジュラー製品と言ったなら言下に否定したであろう。設計はモジュラー型かもしれないが、これを顧客先で安定的に(信頼性良く)稼動させるまでには、すなわち広い意味の製造プロセスでは、顧客と一体になった長期の擦り合わせ期間が必要であった。その後コンピュータは、1970年代(ENIACから25~30年後)のDECのミニコンおよび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。現在では擦り合わ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。

モジュラー型のもうひとつの典型とされる半導体でも、1960年代まではトランジスターの動作原理、特に全ての特性が温度に依存する度合いを一つ一つ確認しないと製品設計ができなかった。しかし1970年代にTTLが多量に普及し、LSIから超LSIへと移行するに及び、設計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、単なるロジックの組み合わせとして回路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。LSIはもとよりTTLにはもう擦り合わ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。

詳細は後のディスカッション・ペーパーに譲るが、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(1995年、1997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わ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本当の主役が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ダイナミックな変化と市場拡大



出所) インタビューにより筆者作成

1.3 モジュール化がキャッチアップ型企業の参入を加速させる

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急速にモジュール型へとシフトするが、その上で更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。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わせ型の設計から入ってモジュール型へ徐々に移行し、モジュール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⁷、更には船井電機やティアック・ミツミ電機な

⁷ 第6章でも述べるが、パソコンの場合では完全なモジュール型に変化した1984~1986年時点になって韓国・台湾が、また少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わせ型とモジュール型を繰り返しているため、完全モジュール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。従って擦り合わ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、例えば中国企業が作るDVDプレーヤーは、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)の工場と中国資本が(中国人が)全てを経営する工場では、高度な擦り合わせを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、大きな違いとなるのだ。これらの事例は、DVDプレーヤーだけでなく記録型のDVDやEVDプレーヤーなど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

光ディスク産業の興隆と発展

どの日本企業が次々と光ディスク産業に参入する。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、モジュラー化が主要な日本企業の競争優位を衰えさせている事例として観測される。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・アップ型企業であり、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。これらキャッチ・アップ型企業に共通するのは、その小さいオーバーヘッドであり、非常に大きなオーバーヘッドを持つ日本企業が市場撤退へと追い込まれる背景がここにある。

製品アーキテクチャのモジュール化がキャッチアップ型企業の参入を加速させている事実は、今後の日本企業とアジア諸国や BRICs 諸国との分業モデル、あるいは東アジア地域における共同体構築を考える上で非常に重要である。更には船井電機に代表される優れたもの造り専業メーカーを、日本企業相互の分業モデルとして位置づける上でも非常に重要である。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がここにあった。

日本企業にとって光ディスク装置は「擦り合わせ」製品としてスタートするが、台湾や中国の企業はこれをパソコンと同じ「モジュラー」製品と捉えて市場参入する。製品アーキテクチャがダイナミックに変わっ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、こうした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。モジュラー化が進んだ環境では既にその市場が大きく成長し、安定した物量になっている。価格は依然として下がるが比較的なだらかなので、高度なサプライ・チェーンを持たない企業でも参入できる環境となる。

台湾企業を例に取ると、1994 年頃に 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、Windows95 が ATAPI インタフェースで CD-ROM を標準サポートする、すなわち CD-ROM 装置自身をパソコンのモジュラー部品とみなして使えるようにする情報をいち早く入手した。類似のビジネス環境が韓国でも整備されたまさにこのタイミングの 1994~1995 年に、日本で開発された画期的なデジタル・サーボが CD-ROM 装置

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、例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 倍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、大集団擦り合わ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わ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・アーキテクチャに見える。擦り合わせ型は技術蓄積を前提とするので、現在の中国には擬似オープンの手法を取る以外に手がないのだと思われる。

に適用され、チップセットとして流通したので、基幹部品を買えばCD-ROM装置をすぐ組み立てられる環境となった。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⁸、彼らを取り巻くビジネス思想はまさにアメリカ・パソコン業界を支配したモジュラー型のビジネスだった⁹。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おり、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¹⁰。その様子を図3のスマイルカーブの中央部に位置づけたが、船井電機が持つ競争力の源泉は、単に中国企業を寄せ付けられない高い品質だけでなく、台湾や韓国の有力企業よりも更に小さいオーバーヘッドである。更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と¹¹、これを支える高度で独自のサプライ・チェ

⁸ 台湾のBenQ、Lite-on、及び韓国のSamsung、LG-Electric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は、韓国と台湾が日本の1/10、中国は1/200であった。

⁹ 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、擦り合わ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。従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わせノウハウ、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わせ型の組織ノウハウが必要だからである。ただし、このようなトップダウン的なアメリカ企業の発想は、納入後に顧客先と一緒にした品質改善が許される場合は大きな威力を発揮するようである（注3参照）。

このように新規の光ディスクは常に擦り合わ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傾向が強い。

¹⁰ 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%程度では擦り合わ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と。擦り合わせ製品（業界）ではM&Aが起きないと予想されるがどうであろうか。

¹¹ 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、更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垂直統合モデルで成功させたが、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

光ディスク産業の興隆と発展

ーンにある。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シューマ市場（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門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）、アメリカのコンシューマ市場を席卷した。技術的に擦り合わ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）になってからコンシューマ市場へ本格的に参入している。この参入時期は台湾企業より少し遅れたが、中国企業より遥かに早い。記録型のDVDはまだ倍速競争の途上にあって擦り合わせ要素を残すので中国企業は未だに参入できていない¹²。

合モデルは第三コーナーから市場参入する船井電機のモデルが主役ではないか。

¹² 製品アーキテクチャは時間とともに擦り合わせ型からモジュラー型に変化するが、どのステージから市場参入するかはそのオーバーヘッドと強い相関を持つ。我々の調査では日本（20～35％）に次いで韓国（14～15％）、台湾（10～13％）そして最後に中国（5～7％）の順であった。図4の下半分にその様子を示す。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）には、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。

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、中国では技術的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に見える。あるいは最先端の技術蓄積で遅れを取った中国が必死にキャッチアップしようと努力する姿がこれなのかもしれない。あれほど政府系の商談に強いLevono（联想）もR&D比率が非常に低く（3％以下と推定）、2000年以降は教育市場などのパソコン商談でDe11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Levono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モジュラー化が進んだ日本製ラインを使う場合は中国企業も成功しているが、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ラインでは軒並み苦戦して、日本製に買い換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機器に相互依存性が強く残っているため、技術的なバックグラウンドのない中国人スタッフの手に負えないからである。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わせ要素を多く残す製品で、類似の現象が中国の至るところで見られる。これが藤本のいう擬似オープン・アーキテクチャとどのような関係になるかは、技術構造の分析によって解明したい。

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に表れる現象である。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。多くは擦り合わ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。そして擦り合わ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ポーターモデルでは無く新宅モデル（1994）によって説明されるのではないか。

1.4 日本企業は擦り合わせ型の基幹部品で圧倒的に強い

多くの光ディスク製品は、はじめに例外なく「擦り合わせ型」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「擦り合わせ」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。擦り合わ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そして製造工程の設計に大きく左右される。このように製品アーキテクチャのダイナミック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¹³。内部に封じ込められている状態を外から眺めると見かけ上は擦り合わせに見えるものの、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¹⁴。しかしながら、擦り合わせ構造をモジュラー構造に変換させる技術革新とこれによって蓄えられた技術ノウハウは企業の特許グループに封じ込められており、外部からは見えない。このようなアーキテクチャを持つ製品では、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、パソコンでいえばインテルCPU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わせ型の製造工程となっている。数千種類の接着剤から最適な組み合わせを選び、溶剤を選び、そして用途別に塗布する量を最適化する、などが

¹³ 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わ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）擦り合わせ製品の産業育成に失敗するかは後に続くディスカッション・ペーパーに譲りたい。

¹⁴ 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わ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[大久保宣夫(2002)]。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。ただしここ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。

光ディスク産業の興隆と発展

その代表例であろう。光ピックアップ製造工場では、一つ一つの製造工程が暗黙知の形でモジュラー化されており、完全な分業体制が出来上がっている。これによって初めて、数日前まで畑仕事をしていた人でさえ超精密な組み立て作業を担当できることになる。しかしながらこれを外部から見れば、複雑な擦り合わせ工程に見えるはずであり、技術が拡散し難い。また倍速競争やスリム化（ノート PC 用の装置の薄形化）など、装置側で起きる技術革新がそれぞれの企業によって時期も方向も違うので、光ピックアップのメーカーは、装置側と常時技術の擦り合わせを繰り返さなければならない。この意味でもキャッチ・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拡散しない背景がここにあり、日本企業の収益を支える原点となっている。

1.5 光ディスク産業研究の全体像と本報告の位置づけ

製品アーキテクチャのダイナミック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、出来るだけ客観的なデータを示しながら一連のディスカッション・ペーパーとして報告する予定である。その代表例として、

- 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〔新宅純二郎、竹嶋齋、中川功一、小川紘一、善本哲夫（2005）〕。
- 2) 製品開発における擦り合わせ距離が日本企業の競争優位を保っている事例紹介と体系化、および製品アーキテクチャのダイナミック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〔善本哲夫、新宅純二郎、小川紘一（2005）〕
- 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の標準化をリードすることによって1990年代に失った勝ちパターンを漸く取り戻したが、この経緯の分析。特にDVDや次世代DVDに焦点を当てながら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。
- 4) アーキテクチャのダイナミックな構造変化が起き易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事例の紹介と体系化。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わせからモジュラー型へ転換させるスピードあるいはこれが技術拡散のスピードに与える影響の分析。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に関する新宅

モデルとポーター・モデルの比較分析、

- 5) 製品アーキテクチャがモジュラーへと変化するプロセスで、キャッチアップ型工業国がこれを取り込んで産業を興隆させる事例が非常に多く観察されるが、擦り合わせ型に近い状態にある場合とモジュラー型になっている場合で産業興隆の条件やスピードがどう違うか、あるいは製品アーキテクチャの視点でみた雁行形態論。
- 6) リカードのい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が、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。

などが含まれるであろう。これによって第7章にまとめた日本企業の5つの勝ちパターンが体系化される。

製品は必ず擦り合わせ型から始まりモジュラー型へ移行する。そして、擦り合わ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7章に要約する5種類の勝ちパターンを生み出した。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。擦り合わ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う。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に見直しすることが望まれる。モジュラー型になってしまえばコスト削減力が競争優位を左右するからである。このままでは、日本企業がDRAMと同じように上記市場で淘汰されるのではないか。まだまだ擦り合わせ要素を多く残すデジカメも、画素数競争・画質競争・小型化競争が終われば急速にモジュラー型へと変化し、日本企業は擦り合わせの粋を集めた高級一眼レフ以外で勝て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毎日のように“ユビキタス”を叫ぶが、パソコンやインターネットよりも更にモジュラー型が進化したユビキタス環境で、どんな収益構造を取ろ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、しかも最もハッキリした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・ビジネスである。1995～1996年にCD-ROMが、2000年～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ビジネスの教訓を取り込めない企業は、その度に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・モデルで必然的に現れる現象であり、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、そして今後続く一連のディスカッション・ペーパーに地図とコンパスを提供したい。

2. 市場の拡大と日本企業の勝ちパターン崩壊

本節では、1990年代の光ディスク産業が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、これによって1970～1980年代に築きあげた日本得意の勝ちパターンが、ここでは通用しなくなったことを述べたい。

2.1 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・3兆円であり、公式データを遥かに超える¹⁵。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（実態は1.3兆円）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（実態は1.6兆円）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とBRICs諸国の比較的裕福な層からなる約10～13億人の

¹⁵ 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。

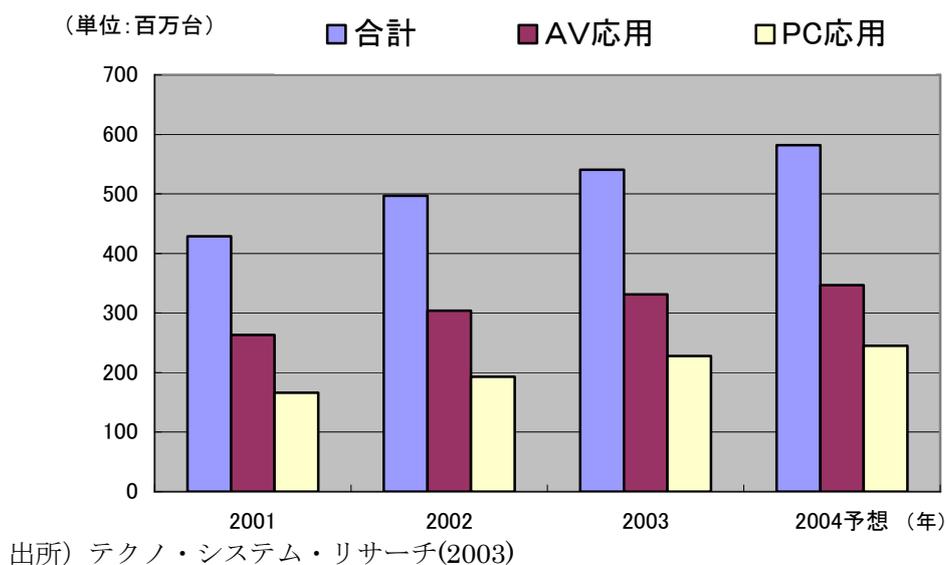
光ディスク産業が先進工業国から新興のBRICs諸国へと急速な広がりを見せているが、光ディスク製品を指標にして観察すると、モジュラー型の製品は、擦り合わせ型より遥かに速いスピードでキャッチアップ型の工業国に取り込まれている様子が見える。従来の雁行形態論をアーキテクチャ論の視点で見ると、どうなるであろうか。

うち、約 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、製造が日本資本の工場だけでなく、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、更に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、これが技術インフラのほとんど整備されていない地域で、しかも技術ノウハウを持たな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わ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来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 世紀型の雁行モデルとして注目されるが、これらの詳細は後に続くディスカッション・ペーパーで分析されるであろう。

図 5 光ディスク装置市場の全体像



2.2 コンピュータ環境の光ディスク市場

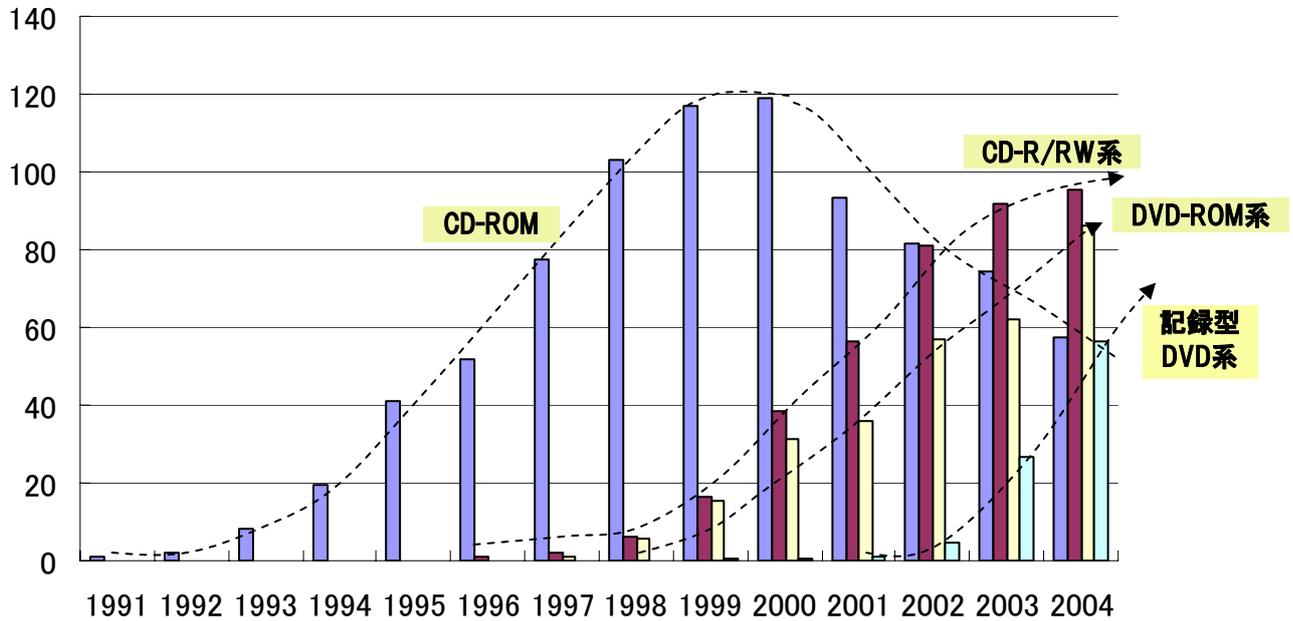
コンピュータ関連市場に於ける光ディスク装置を約 15 年のスパンで概観したのが図 6 である。日本企業は次々と新規コンセプトの技術を開発し、商品を起案し、標準化を主導し、市場開発を主導したものの、光ディスクが新興のコンピュータ環境で巨大な市場へと育つことによって、1970～1980 年代に築いた日本企業の勝ちパターンが全く通用しなくなり、図 1 や第 5 章の図 13 に例を見るように、市場撤退への道を歩んだ。

コンピュータの市場を最初に席卷したのは 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 年に登場したマイクロソフトの Windows3.0/WindowsME によって市場拡大のチャンスを掴んだ。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)で使われるなど多種多様な光ディスクが市場に登場したが、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 がマイクロソフト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(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 年代の後半にアメリカ・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）¹⁶。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、擦り合わ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。

¹⁶ 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 搭載についてはマイクロソフト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いう。

図6 コンピュータ市場の光ディスク装置



出所) 株式会社 テクノ・システム・リサーチ

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 LaserDisc (LD)、そしてこのDNAをビジネス・モデルとして継承したMini Disc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。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¹⁷、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は価格下落ではなく

¹⁷ Mini Discで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価格の代表であるCD-R/RWと同じ土俵の比較にならず厳密さは欠くがおおよその傾向はここから理解できる。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があっても基幹部品を買って組み立てるだけの企業は、価格競争にすぐ入り易い。その事例をアメリカ市場のDVDプレーヤーや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。例えばブランド展開のビジネスでは、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維持が難しいようだ。

光ディスク産業の興隆と発展

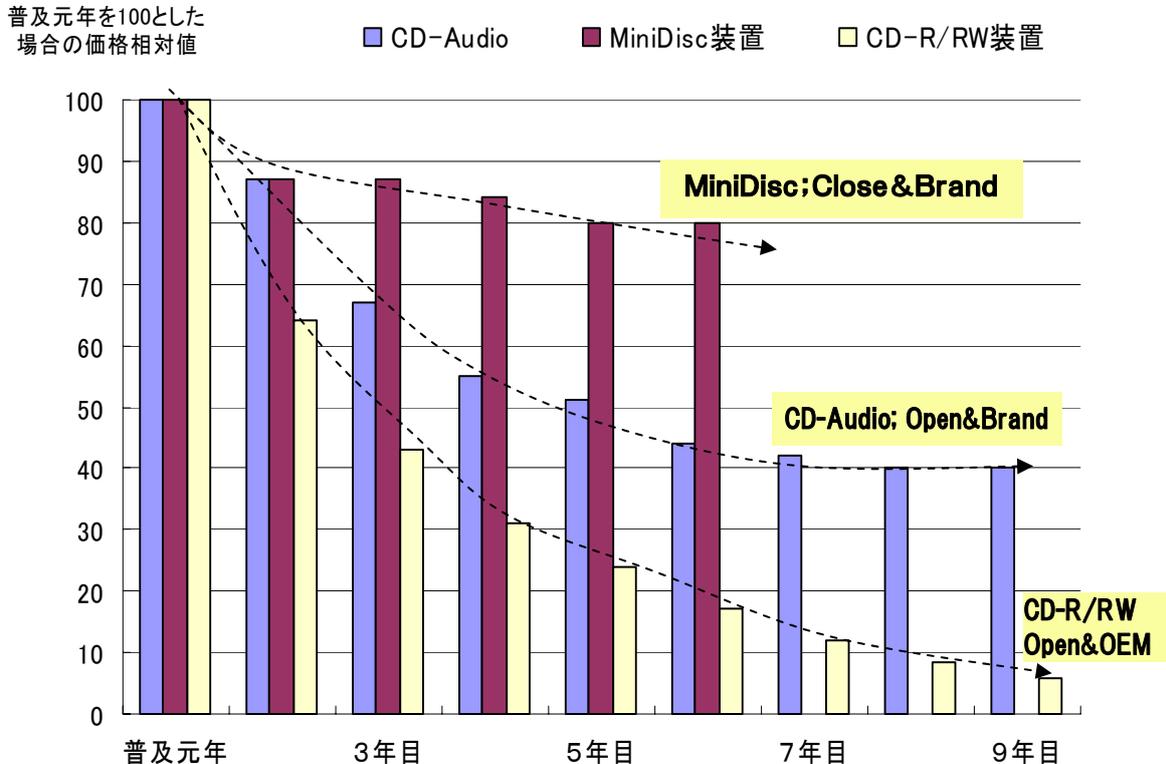
企業収益に直結しやすかった。企業収益と大量普及が同時に進行し得る、あるいは普及すれば確実に利益が取れる、という幸福なビジネス・モデルの時代だったと言える。

しかし CD-ROM がコンピュータ環境に取りこまれることによって、日本型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。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[新宅純二郎・小川紘一・善本哲夫 (2004)、Koichi Ogawa, Junjiro Shintaku, Tetsuo Yoshimoto (2005)]。製品のモジュラー化が進んで基幹部品がドンドン流通すると、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 年~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。価格決定権が、標準化をリードし・技術開発をリードしそして市場開拓をリードした日本企業では無く、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。モジュラー化が究極までに進んだパソコン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)手法であるが、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。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 年後年後に韓国や台湾企業の量産体制が整ってからである。従ってオーバーヘッドが大きく (20~35%) しかも開発投資の回収が必要な日本企業は、パソコン市場が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 (14~15%) や台湾企業 (10~13%) の価格攻勢に敗退する構図となる。例えすば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。更に深刻なのは、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わ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。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がこれであり、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

然的な結果でもある。

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

Mini Disc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

Mini Discの価格はソニーのカタログに記載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

1970～1980年代のVTRやCD-Audioおよびその延長にあるMini Disc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、これが日本企業を潤していた。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。

しかしながら次世代 DVD で、その構成企業から見て本来 1970~1980 年代のモデルを取り易いはずの BLU-RAY 陣営が、最近になって必死にアメリカ・コンピュータ・メーカーを取り込んでいる姿は奇異に映る。2010 年ころには更に進んだネット・オークションによって、日本企業は次世代 DVD でも 2004 年の DVD と同じ苦境に経たされ、オーバーヘッドの小さい韓国企業が（あるいは HLDS や TSST などに代表される日本・韓国のグローバル垂直統合モデルが）装置の市場を凌駕するのではないかと。日本企業は、第 7 章の勝ちパターン形成に向けて早く手を打つことが望ましい。

なおこのようなビジネスはデジタル・ネットワーク環境に共通の現象であり、3 章で述べる標準化のありかたと表裏一体の関係にある。デジタル家電で標準化をリードできない場合、これが日本企業に何をもちたらずかは光ディスク産業の事例から容易に推定できる。ここでも第 7 章に記した勝ちパターンを早く経営システムに取りこむことが期待される。

3. 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 2 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。

日本企業は自ら主導した標準化活動プロセスの中で経営システムを再設計し、漸く勝ちパターンを見つけたが、本章ではここに至る日本企業の取り組みについて解説する。

3.1 光ディスクの標準化パターン

日本企業は、DVD の標準化をリードする経緯で標準化と経営戦略を連携させるノウハウを手にした。本節では過去 20 年に日本企業がとった 3 つの標準化パターンを紹介しながらその特徴を述べる。

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（1980 年前後）、それに続く Mini Disc（1992 年）や GigaMO（3.5 インチ MO、1999 年）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定義する。特記すべき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、その上で更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化へ移行してコストが下がるが、図 7 の Mini Disc に代表されるように比較的価格のコントロールが可能なので、第一のパターンでは、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・モデルが出来上がった。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。しかし光ディスクの場合は、例え第一のパターンであっても、世界的な販売チャネルとブランド力を持ち、その上で更に全社一体となった取り組みがないと成功しない。事実 CD-Audio、Mini Disc、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、3.2 で述べる第四パターンのデジュール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。

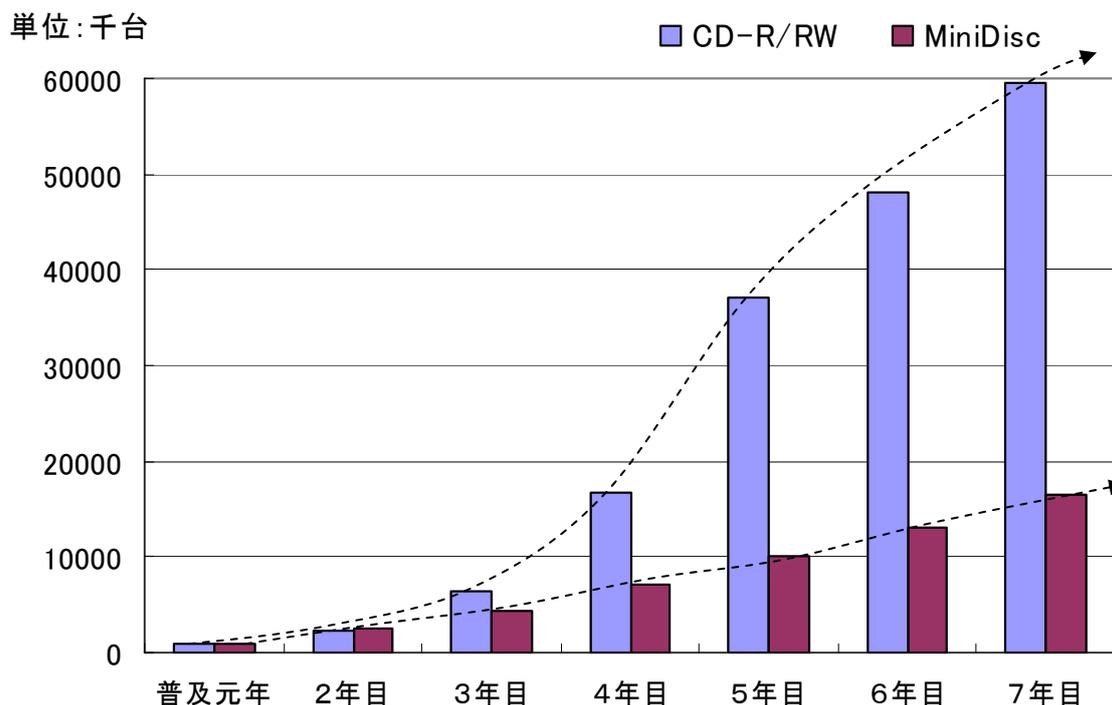
第二のパターンは主に 1990 年代の光ディスク産業を支配したモデルであり、CD-ROM（1985 年）や CD-R（1990 年）、CD-RW（1996 年）がその典型的な事例である。最大の特徴は技術の普及を最優先させることを狙った規格のオープン化にあり、製品アーキテクチャが急速にモジュラー化へと移行しやすい。図 8 の CD-R に例を見るように、第一のパターンを代表する Mini Disc に比べて普及スピードが非常に速いのが最大の特徴である。しかし図 7 の CD-R が示すように、規格の（技術の）オープン化が急激な価格下落をもたらし、瞬間にコスト優先のビジネスとなる。従ってもし日本企業が第二のパターンで標準化を主導するならば、事前に、そして巧妙に中長期的なライセンス収入への戦略を構築しなければならない。あるいは、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・ビジネスへの展開が準備されていなければならない。また船井電機に代表される小さなオーバーヘッド企業と組んだ垂直統合ビジネスが勝ちパターンへの道となる。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極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。また大量普及するインフラ上でコンテンツ・ビジネスを狙うアメリカ・ハリウッド、更には擦り合わせ型の製品アーキテクチャで構成される日本

光ディスク産業の興隆と発展

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。

第三の標準化パターンは DVD Video Player や DVD-ROM のパターン（1997 年）、更には記録型 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）ですら既に 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。第三の標準化パターンは、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、知財（特許）を規格に封じ込め、要素技術を製品に封じ込め、

図 8 CD-R/RW 装置と Mini Disc 装置の普及速度



注) CD-R/RW 装置の普及元年は 1996 年

注) Mini Disc 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

Mini Disc 装置のデータは筆者の調査・インタビューによる

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いえる。

ただしオープン政策を取るが故に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。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、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、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、東芝・松下電器・日立などによって第一のパターンを志向し、その普及までに極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リコーや Philips・ソニーは、第二のパターンを念頭に 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。しかし第二のパターンがもつ基本的な考え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る運命となった。徹底したモジュラー化戦略を採ったために、基幹部品が早い段階から流通したのである。一方、第一のパターンを志向した DVD-RAM 陣営は、当初狙ったパソコン OEM 市場での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ものの、その基幹技術に擦り合わせ要素を多く含むためか台湾・韓国企業は参入できない。そして Mini Disc や 3.5 インチ MO と同じく日本市場を中心に事業を維持・拡大している。特にパソコン市場に入らなかった戦略が価格の急落を防いだ。DVD-RAM はハード・ディスク付き DVD レコーダーなど、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、日本市場で大きなメディア・インフラを構築した。そしてテレビとパソコンが共存する時代の今日では、パソコン内臓の DVD 装置ですら DVD-RAM サポートが大きな差別化要因になった。SuperMulti 型 DVD に例を見るように、例えパソコン内臓を狙った OEM ビジネスでも、日本企業は擦り合わせ要素を多く残す DVD-RAM をサポートすることで何とか赤字転落を免れている。特に台湾企業が参入できない薄型（スリム型）の装置は、DVD-RAM をサポートすることで日本企業に高い収益をもたらしている（2003～2004 年の時点）。

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

光ディスク産業の興隆と発展

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。その根底には、DVD で築いた知財の権利を維持・拡大したい企業群とそれを阻止して新たな知財を築きたい企業群との覇権争いがあるのは言うまでもない。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・ベースで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、結果的には第二のパターンに近づいてきた。このグループでは、知財戦略と製品戦略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（但しもの造りの場合、コンテンツ連携は現在もアメリカ）。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（注 21）が、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。第三の標準化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。今後さらに 10 年も経てば、日本と韓国・台湾が BRICs 諸国とのグローバル経営連携を巡って争うことになるだろう。

3.2 デジュリ規格からフォーラム規格へ

1970～1980 年代初期に現れた光ディスクは、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、例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、擦り合わ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（データの互換性）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、1984～85 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(1995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・Ericson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インチ光ディスクが市場の要求にマッチしなくなり、またハード・ディスクを遙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。逆に日本のハード・ディスクや磁気テープ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更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が、オープン・インタフェース規格やデファクト規格の下で開発された磁気記録は、着々と技術革新を進めていた。ISOで規格化されるまでの時間があまりにも長いので我慢できず、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ように、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いえる[小川紘一(2003)]。

日・欧・米から第一級の技術者がISO/JIS/ECMA/ANS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10~15万台程度の市場しか作れず市場から消えた。世界的に普及したCD-AudioもCD-ROMも、そしてDVD¹⁸でも、例外なく少数の先鋭的な企業が極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、技術レベルが必ずしも最先端ではなく、すぐ陳腐化する傾向にあったといえる。

ISOを舞台にしたデジュ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

¹⁸ DVDの場合はISO規格と全く逆で、IDVDフォーラムが規格書を発行する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

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を舞台に標準化が進んだためか、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300万台・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、Mini Disc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。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）、その生い立ちがISO/JTC1/SC23というデジュー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¹⁹、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、デジューリ規格によって、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。更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。デジューリ規格がその後のビジネスに与える代表的な事例としても3.5インチMOは注目に値する。この意味で、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わせで生まれたMini Discあるいは擦り合わ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。

¹⁹ 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：デジュリ規格からフォーラム規格へ

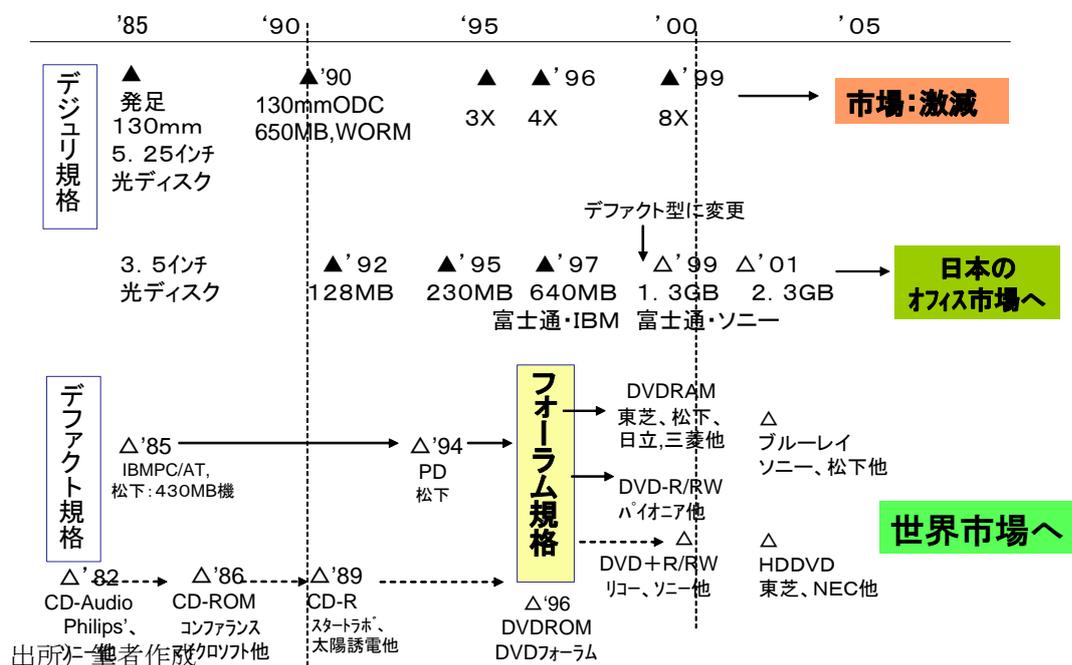


図 9 にデジュリ規格からデファクト規格・フォーラム規格に至る経緯を要約した。5.25 インチ光ディスクの規格化を教訓に、多くの日本企業は ISO を規格開発の場ではなく規格追認の場と位置づけるようになった。そして標準化の主戦場が急速に ISO の外へと移った。その代表例が、松下電器や NEC からデファクト規格として提案された PD [今中 (2002)、Power Disc、相変化記録の 650MB 1993~1994 年] である。また少し遅れて DVD フォーラム (1996~1997) が国際的な標準化の場となり、3.1 で述べた第三の標準化パターンへと日本の標準化活動が展開されていく。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 を舞台にしたデジュリ規格作りで既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 年代の前半から有志によって起案されスタート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。

3.3 国際標準化と経営戦略の連携

3.1 で述べた第三の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。技術革新の早い現在では、多くの特許が使われずに捨て

光ディスク産業の興隆と発展

られ、例え製品になっても特許の寿命が非常に短い。しかしながら光ディスク産業では、技術が国際的な標準に組み込まれれば、その次に続く製品がこれと互換性を維持しながら登場するので、標準化の活動そのものが技術の寿命を相対的に長く伸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、これによって利益を上げる経営戦略も取れるようになった。更には知財を武器にグローバルな企業連合の主導権を持つ経営戦略も取ることができる。例え知財権がおよび難しいキャッチアップ型工業国（企業）に対しても、技術ノウハウを直販することで自社技術を普及拡大させる、というビジネス・モデルすら構築できるようになった。

その代表的な事例を東芝や日立の、あるいは三菱化学メディアのDVD戦略に見ることができる。DVDが完全モジュラーになる直前の2003年までは高い収益を誇り、2004年からはサムソン電子とグローバル企業連合をスタートさせた東芝には、DVDが普及すればするほどライセンス収入が増えることであろう。合弁会社がモジュラー・ビジネスを担当し、東芝は更に次世代の擦り合わせ技術開発を担当できるはずである。これらの経営戦略は、初期の段階からDVDの技術をリードし、DVDフォーラムをリードし、フォーラムが管理する知財を多く持つことで初めて可能になる²⁰。類似の成功事例は、韓国のLG電子との間で独創的なグローバル垂直統合モデルを構築した日立製作所のDVD経営戦略にも見られる。更に三菱化学メディアの例では、自社が誇る色素技術（DVDメディアの記録材料）やメディアとドライブ側の互換性を維持するWrite Strategyなどのノウハウ、更には基板成型・スタンパーおよびこれらのシステム化など、トータルな製造ノウハウの構築とその直販によって新しいもの造り経営を生み出すに至った。

3.1で述べた第三の標準化パターンは、標準化をリードできる力のある企業だけが取り得る道だが、標準化をリードできない企業や裏で標準化を支える企業は、アンダーグラウンドで標準化をリードする企業と戦略的アライアンスを組みながら、製品アーキテクチャの構造変化が起き難い擦り合わせ型の部品ビジネスに特化するか、あるいはアジア諸国以上にオーバーヘッドの小さい船井電機型のビジネス・モデルに特化して勝ちパターンを形成している。

一方日本主導の標準化が、部品・部材・設備産業を興隆させた功績にも言及しなければならない。DVD装置やメディアなどの標準化と新規コンセプトの製品開発を日本企業が常に

²⁰ 個別インタビューによれば、DVDの映像応用も含めた全ての特許で、東芝が20%弱、松下電器が35%以上に及ぶという（2004年の時点）。

リードすることによって日本の部品産業・素材産業・製造設備産業にもたらされる恩恵は測り知れない。例えばCD/CD-ROMやCD-Rの時代では、知財・規格・技術をリードしたPhilips'のおかげでヨーロッパ企業がディスク・メディアの製造設備や色素材料のビジネスですら非常に高いシェアを持っていた。擦り合わせ型の部品では、規格やドミナント・デザインが決まる前に技術ノウハウが内部に封じ込められるので、例え日本企業でも後追いになると市場参入が難しいからである。しかしながらDVDの時代になると、日本企業が標準化をリードし知財も技術開発もリードしたので、DVD関連製品の規格の多くが日本企業の部品技術と材料技術に合わせて決められており、ヨーロッパ企業はメディアの製造設備・色素・スタンパーのいずれも市場参入が難しい。そして日本企業は、基幹部品・基幹部材そして製造設備において圧倒的なシェアを誇る。これらの製品は多くが擦り合わせ型の技術で構成されていて、技術拡散が起き難いこともその背景に付け加えたい。

以上のように、日本という身近なところに擦り合わ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わせ距離が非常に短い。この擦り合わせ距離が、日本の光ディスク部品産業・素材産業・設備産業など擦り合わせ型の製品のシェアを高める要因になっている。DVD装置の製品アーキテクチャがモジュラー化するフェーズで日本企業は装置市場から撤退するが、ここから巨大市場の構築を担う韓国・台湾・中国の企業がこの装置市場を引き継ぐ。そしてこの装置に使われる部品・部材・設備などの巨大市場が韓国・台湾・中国に誕生し、日本企業に大きな収益をもたらしている。このような光景は、最終製品が擦り合わせ型からモジュラー型へダイナミックに移行するプロセスで他の電子産業にも当たり前のように見られ、新興諸国の経済発展に寄与し、同時に日本企業には別の形で潤いをもたらす。以上のように、日本企業とキャッチアップ型企业(国)とが実ビジネスで共存共栄している姿は、最終製品だけでなくそれを支える基幹部品や基幹材料・製造設備など、それぞれのレイヤーを含めて多面的に把握しなければならぬ。詳細は別のディスカッション・ペーパーに譲りたい。

これまで述べた事例から理解できるように、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、オープンスタンダードという厳しい競争環境の中で、勝ちパターン形成に向けた経営システムの再設計ができるようになったのではないかと。DVDや次世代DVDの標準化を事業戦略へ積極的に組み込んで成功した事例の実証研究は、経済産業省の標準化経済研究会を舞台に今後も継続したい。日本企業の勝ちパターンに共通する事業組織のあり方や戦略パターンの体系化は、日本の国際標準化戦略を策定する上で極めて重要

な意味を持つからである。

なおコンピュータの世界の磁気テープ・ビジネスで、IBM や Storage Teck が大型機、また IBM・HP・Cetunce（旧 Seagate）が中型機のデファクト規格を主導しているが、ここでは普及と価格維持が同時に実現されている。同じコンピュータ環境でも磁気テープの場合は、モジュラー型が得意といわれるアメリカ企業が、自ら主導するデファクト規格によって巨大な利益を挙げている。しかし擦り合わせが得意の日本企業は、自ら主導する光ディスクで規格化を進めることによって市場撤退への道を歩んでいるのはなぜか。またインターネット環境における IRTF（企業名ではなく個人名で参加する標準化活動）で、アメリカのシスコが採る戦略は更に高度に進化しており、日本企業の遙か先に行ってしまった。これらは標準化と企業利益（あるいは経済）との関係を考える上で極めて重要な事例であり、製品アーキテクチャだけでなくトータル・ビジネス・アーキテクチャの視点から詳細に調査・分析しなければならない。

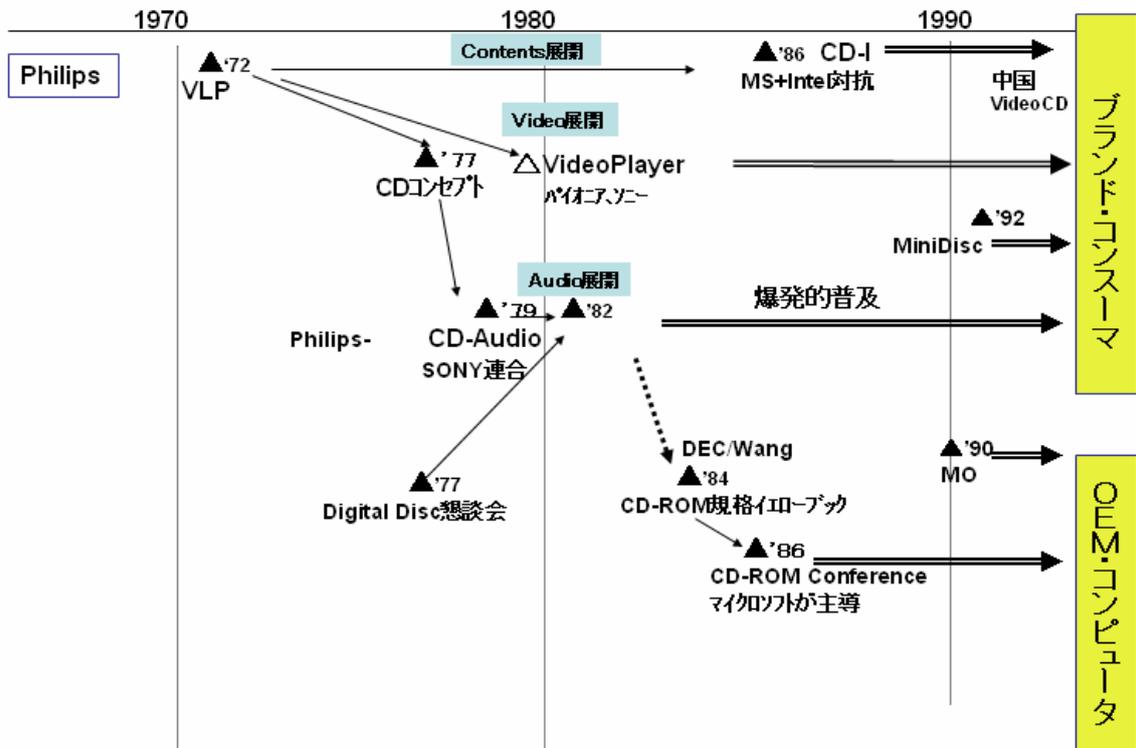
4. CD-Audio の登場と CD-ROM への道：巨大パソコン市場の登場

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 がどのような背景から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。

4.1 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、1972 年に現在と同じ製品コンセプトを持つ試作機が 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、CD-Audio から更に CD-ROM へと発展した。この様子を図 10 に示す。

図 10 CD-Audio から CD-ROM へ



出所) 筆者作成

4.1.1 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。松下電器にい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いう。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、更にはソニーと 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基板を大量複製するための原盤製造技術を持っており、しかもレコード会社を傘下に持っていなかったのが 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。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 CD 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

光ディスク産業の興隆と発展

ている。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製造技術として位置づけられていた。更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いう。1978年の5月、Philips²¹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。当時の松下がLPレコードのシェアでソニー（7～8%）を圧倒的にリード（30%以上）していたことも背景にあるだろう。

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）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、更には次世代のDVDにまで大量普及した光ディスクの全てに、CD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、この松下電器の判断は非常に惜しまれてならない。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。なおPhilips²¹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、Philips²¹がALPの試作機を日本でデモした1978年にはすでに装置開発へと移っていたのは驚異だが、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ったらしい。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。

Philips²¹は松下電器をあきらめて、交渉相手を他の日本企業に変えた²¹。1979年3月Philips²¹の技術者がALP（後のCD-Audio）のデモ機を持って日本の各社を回りながら自社方式の売り込みをし、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CD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Philips²¹と手を組む決意を固めた。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

²¹ ヨーロッパ企業は1970年台の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。また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入っていた（神尾氏）。従ってPhilips²¹は、VLP（後のLaserDisc）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らしいが、反応は鈍かった。Philips²¹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独占的に締結されたので、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成長が約束されたことになる。

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。その後もソニー内部に様々な異論も多く、また初期の頃は、音楽はアナログが本命と信じる井深大氏は、デジタルのイメージが強いCDにさほど積極的ではなかったといわれる（高みの見物）。しかし音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²²。

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、ソニー側の中島氏とPhilips'のMr.Vogelsが代表になって8ヶ月後の1980年6月に漸く合意に達した。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年に世界で始めて量産し²³、小型プレーヤーとしてのCDコンセプトを支えた。またコニカ（現在のコニカミノルタ）が1984～1985年に世界で始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1980年の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、当時日本の半導体メーカーもソニーのコンセプトに積極的に協力し、初期に500点もあった電子部品をLSI化によって3～4ヶへと激減させた。このように当時のソニーは、多種多様な業界を巻き込む大集団擦り合わせ²⁴の中心となってポータブルCDプレーヤーを生み出し、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。

²² 中島平太郎氏へのインタビューによる。

²³ シャープへのインタビューによる。

²⁴ 最終製品メーカーが多種多様な部品メーカーと一体になって開発する方式は、企業・業界を越えた大集団擦り合わせをやり遂げる日本企業の得意技である。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わ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

中島氏は最終仕様の合意書に、ソニーとPhilips'の貢献度は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業界のライセンス政策、すなわちビジネスを支配する原点となっている。1980年台の後半に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²⁵。

なお1977～1978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、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・ディスク委員会も、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。

4.1.2 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・インターリーブ方式（ECC）や16ビットの音声サンプリングを起案・開発し（土井氏）、更には光ディスク・メディア産業興隆の基礎となった画期的なポリカーボネート樹脂の採用で化学業界を強力にリードする（平山氏）など、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わ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、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

²⁵ ソニーが過去20年間にCDであげた総利益が6000億円以上と言われ、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3%（公開されていない）としてもソニーに計算上は360億円入るはずだが、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LaserDisc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（但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。

くの基板成型も、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）によって道が開けた²⁶。これらの企業は、CD-Audioやその後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わ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 では無く更に 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。また当時の音楽事業部長だった出井氏（現在ソニー会長）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 CEO）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いう。そしてこの組織文化は大賀氏主導の Mini Disc 開発（CD から 10 年後の 1992 年）にもおよんで、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²⁷。

なおここで繰り返し強調したいのは、CD-Audio もその後続く Mini Disc プロジェクトも全て社長（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ぎ込まれた点であり、また当時のソニーは製品開発と同等の巨大な資金を市場開拓に投入したという点である。マーケティング主導の製品開発は既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有効だが、未知の擦り合わせ要素技術を多く含む場合は、深く広い技術力が擬似モジュラー化されてその組織に蓄積されていないと逆効果になる。たとえばモジュラー製品の代表である i-POT と擦り合わ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かたが全く違う。前者は小規模集団による組み合わせもの造りでありオーバーヘッドの小さいスピードが勝負を決めるが、後者は大集団擦

²⁶ 当時のソニーで業界全体を擦り合わせながら低分子量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。

²⁷ 当時東芝や日立、三菱電機などで 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。

光ディスク産業の興隆と発展

り合わせを前提にした深層の競争力が勝負を決める。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わ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相当にあったのだと思われる。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わせのノウハウが 1980 年代の CD の商品化にも生かされ、これがマーケティング主導の製品開発を支えた。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も見られる。

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。これについては第 5 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、更にスケールの大きなマーケティング主導へと大きく舵が切られた。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²⁸、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、平山氏）、更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。

このような完全統合型の 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型やモジュラー型の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のリーダーシップとマーケティング主導を

²⁸ 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。ソニーは、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、またビジネス・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、ここでは大量普及後のコンテンツ・ビジネスをソニー（あるいは日本企業）主導で展開できなかったためである。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わ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ダイナミック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 3 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（2 章および図 7 参照）。その体系的な分析は後に続く ディスカッション・ペーパーに譲りたい。

後ろで支える技術の蓄積があって、初めて可能になる。

4.2 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データ・ベースとして位置づけられた。従って 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 6000 台強であった[寺村謙一(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。

4.2.1 アメリカ・コンピュータ業界の動き

CD-ROMを爆発的に普及させたのは、アメリカのコンピュータ業界によるCD-ROMの採用である。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月には、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²⁹。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

²⁹ 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。

光ディスク産業の興隆と発展

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いう(注 29)。当時のパソコンは機能が貧弱であり、使い方を説明するドキュメントが少ないので、その配布にはフロッピー・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だけであったという。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³⁰。

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Windows3.0が市場に出たのは1990年だがMicrosoftは既に1983年11月にWindowsの開発をアナウンスしており、そのVersion1.0は1985年11月に出荷されていた。Windows2.0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Windows2.0の開発に集中していた時期だった。従って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

³⁰ 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。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リ規格へ駆り立てる要因になっていた。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。更には当時のハードディスク[約0.5～1GB]を2.6GB/4.7GBのDVD-RAMで全て置き換えようという考えも根強かった。何回でも記録ができる光ディスクを本命、と信じた人々が多かったのも事実である。なお時代が下って1995～1997年頃、Philips³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DVD-Rに反対し、LaserDiscでROMビジネスを経験したパイオニアは、ROMプレーヤーと記録型装置との双方向互換の重要性やROMコンテンツ開発・編集で必須のDVD-R機能を強硬に主張した。これがDVD+RAMやDVD-RWなど多様なDVD規格が同じDVDフォーラムの中で生まれる要因になっている。このように技術者はその育ったビジネス環境で考え方が大きく左右される。

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 Windows1.0 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、Windows2.0 を開発しているビルディングの入り口に 600~1000 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いう。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ン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（Windows95 から本格化）。更には 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 Windows95/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 Windows3.0 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。

4.2.2 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為のCD-ROM Conferenceを主導したのがMicrosoftである。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で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（即ちMicrosoft主導のCD-ROMが不要になる）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、Real-Time OSとして当時最も有望視されたOSであった（DOSにはReal Time機能がない³¹）。また使われたMPUは、当時のIntel CPUと覇権争いを演じて

³¹ Mr. Gill 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

光ディスク産業の興隆と発展

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Windows1.0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、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・パソコンの元祖といえるであろう³²。

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CPU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、既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の市場ができていくが、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。光ディスクの製品アーキテクチャが擦り合わ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年後には更に20%へと減少した。一方では、

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 Version1)を共同開発しており、1992年にIBMがWindows追撃として発表するOS-2のVersion2までの間は、WindowsとOS/2との覇権争いはなかった。

³² 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いう。一方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がサポートされたのは10年後のWindows95まで遅れた。

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、CDで映画を楽しむVideo CDを1992年ころに出荷した。当時の日本や欧米市場では映画を楽しむVTRの全盛期でありVideo-CDは全く売れなかったが³³、VTRが普及しておらず、しかもMicrosoftやIntelのアーキテクチャの支配力が弱い中国市場で大量普及するに至った。中国では磁気テープ方式のVTRがほとんどなく、最初からVideo CDがビデオ産業の中心になった³⁴。そしてVideo-CDの読めるDVD Video Playerがその後に続く。Philips'やソニーは製品アーキテクチャをダイナミックに転換させるノウハウを既にCD-Audioで蓄積していたので、基幹部品さえ買えば組み立てられるモジュラー型へとVideo-CD装置を短期間で進化させた。これによって光ディスクの技術蓄積が全くなかった中国ローカル資本でも大量生産が可能となり、これを機に中国の光ディスク産業が発展したこともここで付け加えたい。

4.2.3 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³⁵、これがMicrosoftによるCD-ROMサポートを本格化させ、IBM互換のパソコン市場に巨大なCD-ROMのインストールド・ベースを作るトリガーになった。

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、この

³³ 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3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かっただけでなく、4章4.1.2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できなかったのではないだろうか。

³⁴ 製品が普及するか否かを左右する経緯としては、経路依存性も非常に大きい。その代表的な事例を中国のVHSやVideo-CDに見ることができる。松下などが中国でVTR事業を立ち上げようとしたとき、Video-CDが先に普及していたため、まったく売れなかったことも同様である。MicrosoftとIntelのアーキテクチャ環境に於けるCD-ROMとCD-I、あるいはVHS環境におけるVideo CDさらにはVideo CD環境に置くVHSの市場性などを考えるとき、ここには共通の原則があるように見える。

³⁵ 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。

光ディスク産業の興隆と発展

点で大きく異なる。従ってキーワードは「コンピュータパワーを全ての人に」であり（玉井氏）、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 を標準搭載した富士通の FM-TOWNS である。

Window3.0 の開発が最終ゴールに近づいていた 1989 年頃のマイクロソフトにとって、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 に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 MD-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（IBM 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³⁶。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マイクロソフトやアップル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100MB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10KB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。マイクロソフトから富士通に提案されたのは、性能アップの為にキャッシュ・メモリをCD-ROM装置に積むことだったという。

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、これが現在の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更に整った。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³⁷。

4.2.4 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

³⁶ 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 Version1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Windowsに取り込んだ。これが後のWindowsNTとなる。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年のマイクロソフトだった。

³⁷ 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。1992～1993年当時のパソコンの出荷台数がせいぜい3000～3500万台程度なので、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

らに Windows 95 を契機に完全オープン規格の ATAPI 版 CD-ROM をサポートするにおよんで、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、更には CD-ROM の基幹部品が Digital Servo の登場（1994 年）でモジュラー化され[新宅（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）である。

製品アーキテクチャのダイナミックな変革によって、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 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流通したことを、ビジネス参入の理由に挙げている³⁸。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ダイナミック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・チャンスが巡って来るとしてもよい。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。

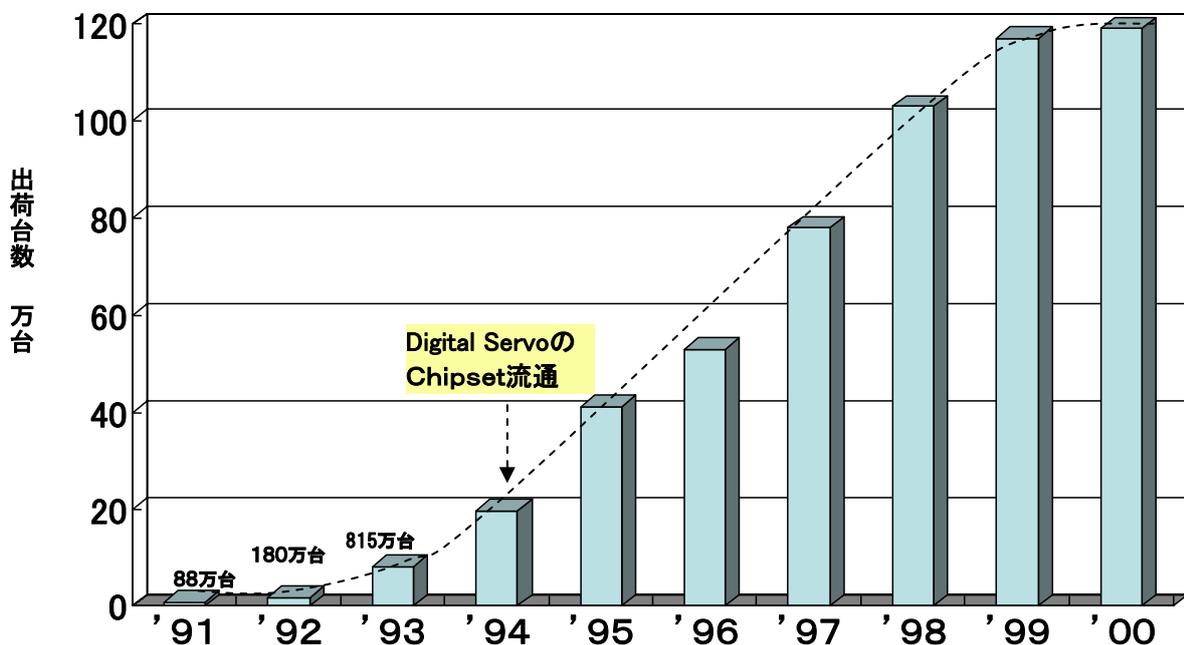
図 11 に示すように、CD-ROM 装置の市場は Windows ME や Windows 3.1 が登場した 1992～1993 年と Windows 95 が出荷された 1995 年から急拡大した。そして Windows 95 が発売された 3 年後の 1998 年、すなわち CD-ROM がパソコンのモジュラー部品へと転換した時点から 3 年後に台湾と韓国企業のシェア合計が一気に 50% を越えて日本企業の合計を追い抜いた事実は図 1 で示した通りである。

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 CPU 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

³⁸ 台湾の Lite-on や BenQ 社、台湾 ITRI および韓国のサムソンと LD 電子への直接インタビューによる。

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 1995～1996 年には 1 億台へ、また CD-RW が登場する 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 まう DNA となっ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り、日本の光ディスク産業はコンピュータの環境で得意技をますます発揮できなくなった。そしてモジュラー型製品に適したビジネス・モデルを自ら創り出した企業だけが生き残って現在に至る（第 7 章で要約した日本企業の勝ちパターン参照）。しかしながらアメリカ・パソコン市場で展開されるモジュラー化の破壊力はすさまじい。1995～1996 年に CD-ROM が、2000 年～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同じように価格の大暴落に直面した。CD-ROM ビジネスの教訓を取り込めない企業はその度に赤字撤退への道を歩んでいる。

図 11 パソコン環境での CD-ROM 装置出荷推移



出所) テクノ・システム・リサーチ

5. 記録できる CD-ROM : 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

光ディスク産業の興隆と発展

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わ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 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更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 と位置づけられた CD-R (CD Recordable) に焦点を当てながら、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。

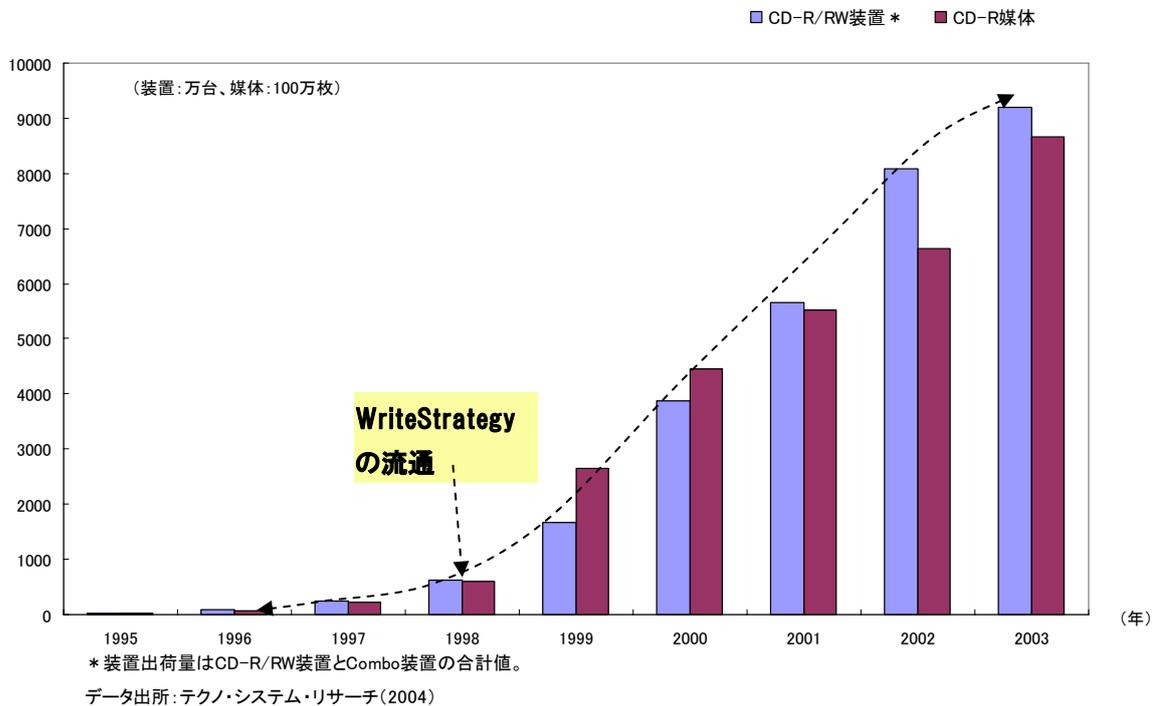
5.1 CD-R の興隆と普及スピード

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の浜田氏によって開発された[浜田恵美子 (1998)]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。また色素を使うメディアは素材コストが安くて量産し易く、コストが劇的に下がるポテンシャルを持っていたので、その後の爆発的な普及につながった。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 (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の市場が生み出されている。一方 CD-R の装置については、日本企業が本格的に参入したのが 1994～1995 年の時点であり、急な円高で CD-ROM 装置の OEM ビジネスが成り立たなくなって新たな付加価値製品を求めている時期でもあった。

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。新たに擦り合わ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わせノウハウとして、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

ページ（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³⁹。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。6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1997~1998年頃であった。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が、その様子を図12に示す。

図12 CD-R 媒体と装置の出荷推移



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6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を歩んだ。日本の光ディスク産業も、IBMパソコンと

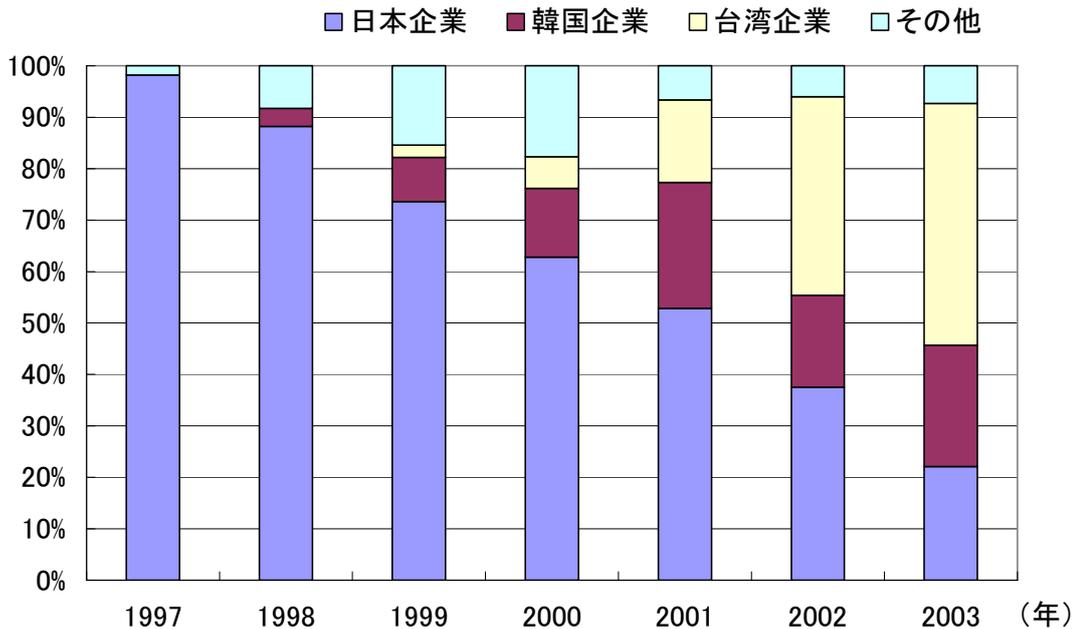
³⁹ 某日本企業へのインタビューによれば、1997年の後半からWriteStrategyを積極的に公開してCD-R装置を普及させ、そのインフラでCD-Rの高収益メディア・ビジネスを狙ったという。これも注28と同じくコンピュータ環境では通用し難いビジネス思想であったが、1980年代のファクシミリ規格普及で失敗した経験からこのような戦略を採ったのだという。このように、オープン/囲い込み、OEM/ブランド展開などの組み合わせで自社の競争優位をどう築くかという、古くて新しい課題が何度も繰り返して表れるが、この問題はそろそろDVDで決着を付けたい。

光ディスク産業の興隆と発展

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研究課題が内在している。

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る。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 を比較すれば分かるように、CD-ROM 装置と CD-R 装置(後に CD-R/W 装置)とで全く同じであった。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ようになった。擦り合わ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。

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

製品アーキテクチャが擦り合わ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ここから始まり、日本企業はビジネスそのもののトータル・アーキテクチャを大きく変革させて行くことになる。

5.2 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）必要があったので、コストが高かっただけでなく数週間から 1 ケ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、それぞれ独自の音楽を選んでカスタマイズされた 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、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。この意味でも一度ハード・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わかるであろう。

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、その上で更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 なども独自に CD-R 書き込み装置を持てなかった。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⁴⁰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。

⁴⁰ スタートラボ (Start Lab) は Sony・Taiyoyuden・Advanced・Recording・Technology・Laboratories の略。

5.3 中島平太郎氏とオレンジ・フォーラムの結成

5.3.1 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1982年10月のCD-Audio 発売から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。多くの企業は記録材料として金属膜、半金属、穴あけ、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70%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殆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が、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7月だった（注22参照）。

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（注21参照）。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（複合化）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⁴¹。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した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いえる。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、その後IBMやCompaqな

⁴¹ 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。

どのトップ企業が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⁴²。PDのメディアはフォ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。多数の日本企業とアメリカのパソコン・メーカー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。

5.3.2 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CD-R開発に取り組んだ背景がここにあった。1回しか書けないCD-R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あったと思う⁴³。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指摘し、音楽CDのビジネス展開に没頭中の大賀社長は、著作権だけでなくCD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

⁴² 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、この判断は間違っていたといえる。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く普及はしなかったが、ROM装置で読めるDVD-Rメディアをサポートすることで市場撤退を免れたからである。そしてこの延長に、全てのメディアをサポートするSuperMultiのDVD装置が起案されるにおよんで、擦り合わ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るまでになった。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、先に巨大なインストール・ベースを作りそうなHD DVDのVideo/ROMメディアをBlu-ray装置でも読めるように進化させるのではないか。DVD-RAMが日本の光ディスク産業に与えた影響については、第3章でも言及したように標準化と日本企業の競争優位という視点で、MiniDiscや3.5インチMO/GigaMOとともに別途分析する必要がある。

⁴³ 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。

光ディスク産業の興隆と発展

(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、著作権の問題でソニー幹部がこの商品化を見送っている⁴⁴。

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。更にはNASAなどで使うデータ・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年であった。Sonic・Solution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・Solution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(注22参照)。MicrosoftやApple、IBMも、巨大化して行く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、更には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。装置のモジュラー化が進んで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

⁴⁴ 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。CDプレーヤーにCD-Rへのコピー分の課金を上乘せするビジネスとし、著作権協会に支払案もあったようである。例えば、1万円の製品であれば、1000円課金するというような形である。ただし、この課金システムの実態はよくわかっていない。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、例え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)では、ソニーもOEM中心のビジネスを推進できた。

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 CD-ROM を読める松下電器の PD (Powe 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 ROM インフラとの完全双方向互換の思想が逆転劇を生み、図 12 に示すように、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。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。

5.3.3 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 (注 22 参照)。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既に 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) 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 1994～1995 年に設立させた。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ボランティア・グループがオレンジ研究会である。しかし CD-R 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では 1 倍速で十分というコンセプトで作られており、ディスク回転数を更に上げる (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

一タの環境では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⁴⁵。このような背景から、Philips'には任せて置けないという形で各メーカーの技術スタッフが集まり、オレンジ研究会がつけられた。ある意味では高速記録のデファクト・スタンダードを規定するために、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いえる。第6章で述べるように、コンピュータ環境で起きた倍速競争が、CD-Rの互換性や信頼性を維持する目的で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。

6. 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

6.1 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極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。最も大きな功績はメディア間で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、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(CD-R 装置は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。

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、①メディアの内周部から外周部までの最適記録条件、②それぞれの倍速時で最適の記録条件、場合によっては③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 装置側では、それぞれのメディアに書き込まれた Disk-ID を頼りにこれらの予め決められた 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。即ちCD-R メディアの回転数と使用する色素に適したレーザ

⁴⁵ 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による。

一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互換性問題を解決するものである。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、ヤマハが主査となって推進した。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ため、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、Write Strategy が公開されたということは、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。結果的にはこれがメディア側とメーカー側の相互依存性を排除する効果をもたらした（モジュラー化を加速させ）、それぞれが独自に創意工夫や開発競争する道を開いただけでなく、技術の蓄積が無い多数の企業でもこの市場へ簡単に参入できる道を開いた。そしてその後の 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。更にいえば CD-R 技術のライセンス権を持つライセンサーに計り知れない恩恵をもたらした。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「擦り合わせ」の中心におかれている事例を見れば、Write Strategy の重要性を理解できるであろう。次世代 DVD では更に Write Strategy の重みが増している。

6.2 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。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「擦り合わせ中心」であった。非常に興味深いことに、擦り合わせの要にいた BIOS の構造が 1981 年に発売された IBM PC でマニュアルの中に記述されていたので（著作権は IBM が所有）、Compaq を創設するロッド・キャンオン氏が 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

光ディスク産業の興隆と発展

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 WritePrecomp (書き込みパターンによって記録電流値を変える) もマニュアルに記載されていたのは驚きである。いずれにせよこれ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 クローンは 300 社へと拡大。これによって IBM 互換のパソコン市場が劇的に大きくなった。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わ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。従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「擦り合わせノウハウ」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) になり、1997～1998 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一つの擦り合わせ中心がサーボ技術である。光ディスクというサーボとは、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、例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「擦り合わせノウハウ」が集中していた。このサーボ技術を擦り合わ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、Chipset は Write Strategy が出る直前の 1995 年に流通していた⁴⁶。従ってまずデジタル・サーボの Chipset が流通したことで CD-ROM が急速に市場を拡大させ、このインストール・ベースの上で Write Strategy のファームウェア・パッケージが流通することで CD-R 装置が一気に普及するインフラが出来上がったともいえる。人口 2200 万人の台湾で当時 30～40 社の企業 (100 万人に 1.7 社) が CD-R 産業に参入できたという。人

⁴⁶ デジタルサーボが光ディスク装置を擦り合わせからモジュラーへ転換させる様子については、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したい。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 70% がファーム・ウェア担当であり、アナログ時代の 4～5 倍に増えたという。これがオーバーヘッドを更に大きくしているので多くの日本企業は汎用の組み込みソフト活用へとシフトするが、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、ファームウェアは技術をモジュラーに分解する力を持ち、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。

口 2 億 8000 万人のアメリカで 300 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わ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 年に体系化された CD-R の Write Strategy コンセプトは、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 と同じ役割を演じてきたが、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殆ど気づかなかったという。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。Philips' はそこまで先を見通した戦略を現在でも構築できていない。オレンジ研究会やオレンジ・フォーラムの参加メンバーは、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 メディアの擦り合わ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ため、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・フォーラムのメンバーは Disk-ID とリンクさせる Write Strategy の著作権を持つとか技術情報を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り、台湾や韓国の光ディスク産業は CD-R ビジネスでも DVD 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為の擦り合わせ技術ノウハウ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企業の姿勢は、技術と経営の問題として深く分析するに値する問題である。

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保護されていれば、互換パソコンを製造するクローン・メーカーを排除できると判断していたらしい。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

光ディスク産業の興隆と発展

トップされたが、その理由は BIOS の著作権を盾にした IBM の提訴にあった。しかしその後でも、日本以外の多数の企業が市場参入した。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 の著作権を更に強く主張したり、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が既に遅く、その時はクローン・メーカーの合計シェアがパソコン全体の 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 CD-R 以上に早いスピードで価格の下落が始まり、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。

6.3 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）、さらには 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 を、たった 5 個で間に合う 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。部品を買えばパソコンを組み立てられるようになったためである。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 社ともいわれる。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 Levono に売却するが、ここに至る道は、ハード側で擦り合わ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。

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「擦り合わせの砦」としてのBIOSのオープン化、更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 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・30%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、擦り合わ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（1995 や 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 Won の大幅切り下げ）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⁴⁷。Compaq や Dell は創業 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 7 年後のことであった⁴⁸。これがモジュラー型

⁴⁷ 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でも全く同じである。

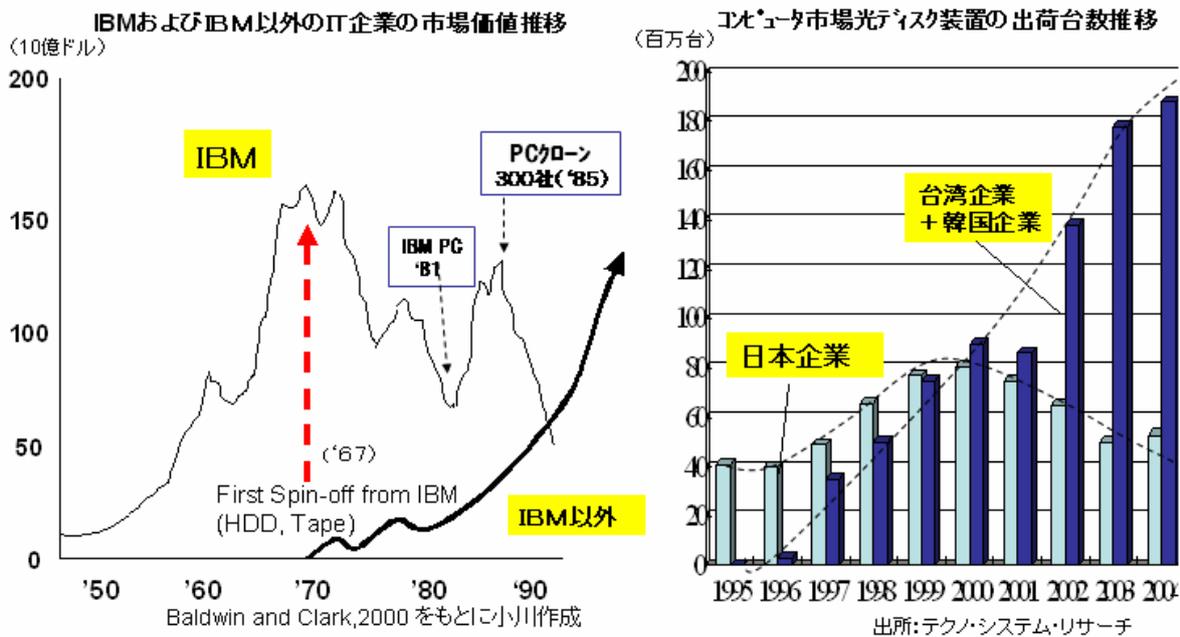
⁴⁸ IBM は最大 5% のライセンス料を 1988 年頃から科したが R&D 比率の大きい Compaq は独自技術を開発していたのでクロスの部分も多く、Compaq が IBM に支払ったライセンス料は実質 1% 台だった。ファイファー氏が CEO になる 1991 年までの Compaq は、他のクローン・メーカーを大きく上回る 7% の R&D 費用を使って IBM と互角に技術勝負をしていたが、遂に耐え切れず業界平均の 4% まで落とした。これは、モジュラー化が極限まで徹底されたビジネス環境に Compaq 自身が自ら適合したことを意味し、ここから Compaq の再生が始まった（多くの日本企業はこの事例を成功モデルと考えるが、製品アーキテクチャの転換に誘導されて販売チャネルまで大きく変化していた事実への言及はない）。一方 IBM とクロス・ライセンスを結ぶ技術蓄積のない台湾や韓国のクローンメーカーは、ライセンス料と価格下落に耐えられず、しかも Dell のようなブランド・チャネルも持てないのでパソコン完成品のビジネスから撤退し、マザーボードなどの部品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）や周辺機器ビジネスへの特化がある。CD-ROM や CD-R/RW 系ではライセンス料がさほど高くない（1% 程度と推定される）ので台湾・韓国が相次いで市場を席卷したが、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% 以上と言われている）、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・モデルへシフトしてきた。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

光ディスク産業の興隆と発展

製品の破壊力である。

ボールドウィン&クラーク（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。光ディスク産業に見るモジュラー化には破壊と創造の二面性があり、その企業が置かれた立場によって、あるいはその国が置かれた立場によっても功罪が分かれる。今後はこの功罪について、キャッチアップされる立場だけでなくキャッチアップする立場の企業やキャッチアップする国の中長期的な経済発展の視点も絡ませた統一的な分析が必要である。

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: ボールドウィン&クラーク (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

7. 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

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。しかし日本の光ディスク部品メーカーは、台湾のパソコン産業と同じくライセンス料の影響を受けないビジネス・モデルで成功している。日本と台湾が扱う部品の違いは、それが擦り合わせかモジュラーかの違いである。

スクと同等以上の産業に育った。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、21世紀のDVD時代で漸く勝ちパターンを取り戻したが1990年代は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ダイナミックで階層的な構造変化を繰り返しており、技術力よりもむしろダイナミックな変化への対応によって競争優位が左右されたからである。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わ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のマニュアルに記載されて公開され、またIBM最大の資産であり大規模な擦り合わせを必要とした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（後のWindows NT）、IBMには自らを守る擦り合わせの持ち駒がもう残っていなかった。

日本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のパソコン事業が苦戦した市場であった。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、そして製品アーキテクチャを擦り合わ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、技術開発を常にリードした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、製品は必ず擦り合わせ型から始まりモジュラー型へ移行する。そして擦り合わ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で大きく変わる。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事業を維持発展できるのではないか。その詳細は本稿に続くディスカッション・ペーパーに譲るが、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5種類の勝ちパターンを生み出した。

- ① 次世代DVDやそれに続く将来技術の開発でも、常にリードする。これによって規格決定と同時に製品出荷が可能になり、擦り合わせ型からモジュラー型へ移行する直前までの先行者利益を享受できる。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、図4に示すように既存製品がモジュラー型へ移行するタイミングで

光ディスク産業の興隆と発展

次世代機へ移行するなど、擦り合わせ型製品を繰り返し市場に出し続ける。

- ② 標準化のプロセスで技術情報は必ずオープン化され、そして製品は急速にモジュラー化へ変化するので、技術力を知財へと転換させるビジネス・モデルを構築しなければならない。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 年代の CD-Audio と Mini Disc 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・三菱電機などの戦略である。特に DVD 戦略は、過去 20 年以上にわたって Philips'・ソニー連合が享受したクローズド環境のビジネス・モデルを、オープン環境に応用したモデルとも言えるだろう。次世代 DVD の Blu-ray と HD DVD に見る覇権争いは、CD や DVD で築いた知財の維持・発展がその根底にあるのは言うまでもない。

- ③ 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基幹素材の提供に徹し、その一方でブランド力・販売チャンネル・マーケティング力を武器にして勝ちパターンをつくる事例がある。これはパソコン環境で Dell や Compaq が取った典型的なモジュラー型の製品の勝ちパターンと同じである。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、Dell や Compaq を越えて Microsoft や Intel 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。

また東芝の HD DVD レコーダーに例を見るように、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、東芝ブランドを前面に出しながら新規市場を創出して行くという成功事例もある。特にエンドユーザと商品開発者との擦り合わ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すばらしい。これは良質のエンドユーザをまだ持たないアジア諸国への大きな差別化となるであろう。HDD 付き DVD レコーダーを生み出すような人材を多数育成することで、日本企業の勝ちパターンが更に上位レーヤーへと展開される。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、日本企業が圧倒的なシェアを誇っている。

- ④ 日立・LG 連合 (HLDS 社、日立 : 51% 出資) に見られるように、日本が得意とする擦り合わせ技術力や知財を武器にしたグローバルな垂直統合のビジネス・モデルも、新たな勝ちパターンとして期待できる。これはアメリカのパソコン業界で見られなかった

独創的なモデルでもあり、擦り合わせ技術力を武器に標準化をリードし、技術を標準に埋め込んで長期に知財化するという、まさに総合力を内部に抱える日本企業の得意技が上手に発揮できた事例として特記に値する。特に日立では、日立マクセル・日立メディアエレクトロニクス・ルネサスなど光ディスクを支える基幹部品の全てをグループ企業で開発・製造されており、その上で更に標準化部門・知財部門・開発部門・製造部門が、緊密に連携した擦り合わせ型の組織体系として背後に控える。東芝も 2004 年からサムソン電子と合弁会社 (TSST 社、東芝 : 51%) を作り、日立と類似のグローバル垂直統合モデルへと勝ちパターンをシフトさせた。また日立・LG 連合と類似のモデルを既に 1999 年からスタートさせた三菱電機・船井電機の合弁会社 (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と技術力を武器にして生まれた。これも新たな勝ちパターンに数えられる。

- ⑤ 光ピックアップやこれを支えるマイクロ光学部品・レーザー・レンズ・マイクロアクチュエータなどの擦り合わせ部品ビジネスも、日本の光ディスク産業が誇る成功事例である。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多くの事例で明らかにしたが、日本の部品メーカーは、韓国・台湾・中国企業の力を活用し、彼らが開く巨大なビジネス・インフラで高収益を享受している。光ピックアップに例を見るように、基幹部品は設計と製造の両面で擦り合わ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、日本企業が市場を独占できるからである。これは完全にモジュラー化が進んだ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 (パソコンや光ディスク装置) がモジュラー化への道を歩む時に必ず出てくる共通の勝ちパターンと言える。

なお上記の⑤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 CD/CD-ROM や CD-R の時代では、規格も技術もリードした Philips'のおかげでヨーロッパ企業がディスク・メディアの製造設備でも色素材料でも高いシェアを持っていた。しかしながら DVD の時代になると、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ヨーロッパ企業はメディアの製造設備・色素・スタンパーのいずれもシェアを取れず、日本企業が圧倒的なシェアを誇っている。

日本という身近なところに擦り合わ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わせ距離が非常に短い。この擦り合わせ距離が、日本の光ディスク部品産業・素材産業・設備産業のシ

光ディスク産業の興隆と発展

エアを高める要因になっている。Microsoft や Intel がアメリカに生まれたのは決して偶然ではなく、これも擦り合わ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、そして台湾の光ディスク装置メーカーが世界でトップクラスのシェアを取れるようになったのも、決して偶然では有り得ない。この意味で、韓国が今後超小型の光ディスクで製品開発と標準化をリードすれば、日本の光ディスク部品産業は別の道をたどるであろう。

多くの日本企業は、1970～1980 年代の勝ちパターンをそのまま使って 1990 年代のデジタル・ネットワーク型ビジネスに参加し、深い手傷を負った。日本の光ディスク産業も例外ではない。しかし日本の光ディスク産業は、このプロセスでモジュラー型のビジネス環境にも擦り合わせ型のビジネス環境にも適応できる経営ノウハウを手に入れた。上記に挙げた①から⑤の勝ちパターンは、それぞれが得意とする組織能力を生かして再設計された新たな経営システムでもあり、日本の他の産業にも適用できるのではないか。

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、日本の光ディスク産業が創り上げた勝ちパターンをアメリカ・パソコン産業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。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、製品アーキテクチャのダイナミックな構造変化がアジアの経済発展に与えた影響を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た姿と重なる。そしてこれがボールドウィン・クラーク(2004)によるデザイン・ルールが目指すゴールに繋がるように思える。デザイン・ルールの核をなす論理は、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威力を発揮するのではないか。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ことには触れていない。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。

著者は、光ディスク産業を調査・研究するにあたって高邁な経営理論は一切念頭におかず、事実を持って語らしめる手法を採った。まず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、これによってももの造り経営に見る現場の実態を把握した。製品アーキテクチ

小川紘一

ヤの視点は、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。しかしながら光ディスク産業の実態調査で得た詳細な現場データを見て、従来の製品アーキテクチャ論を更に拡張したいという内なる衝動を抑えることができなかった。その多くは著者が過去 30 年にわたる技術の基礎研究・製品化研究および開発製造や市場開拓・販売チャンネル開拓などを含む事業経験から見た見解であり、まだ直感的なレベルに過ぎない。本文とできるだけ関連させながらメモのように脚注に書いたので、脚注が異常に長くなってしまった。これら脚注にメモした事項は今後詳細な事例の紹介と分析を踏まえて別の機会にご報告したい。

今後続く一連のディスカッション・ペーパーで取り上げる内容を先に第 1 章でスケッチしたが、さらにキャッチアップ型企業（国）の視点も取り入れながら、日本企業が漸く手にした 5 つの勝ちパターンについて、厳密な現場調査と実証データの積み重ねを続けながら体系化したい。

参考文献

- Baldwin, K. Y. and Clark, K. B. (2000) *Design rules: The power of modularity*. MIT. 邦訳、カーリス・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 Transacation on consumer etectronics*,pp304-308.
- Carasso, M. G., Peek, B. H. & Sinjou, J. P.(1982). The Compact Disc Digital Audio System, *Philips Technical Review*, 39(2),pp.32-38.
- 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.
- 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」、東京大学ものづくり経営研究センター MMRC ディスカッション・ペーパー、MMRC-J-24, 2005年2月
- 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,pp.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.
- 神尾健三 「O plus E」 2002年9月号, 24(9).
- 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/ATAP I インタフェース技術』トリケップス社.
- Nakagawa, K. (2005) The both side 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.
- 中島平太郎著 (1998) 『次世代オーディオに挑む』風雲舎.
- 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」、『赤門マネージメント・レビュー』 2(9), pp.421-472.
- 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」(第19回、研究・技術計画学会, 年次学術大会, 講演番号 2E18) .

小川紘一

- 小川紘一 (2004) 「製品アーキテクチャから見た日本の光ディスク産業の勝ちパターン分析と将来展望」(電子情報技術産業協会 (JEITA), 光ディスク専門委員会, 2004年10月).
- 小川紘一(2004), 「光ディスクの製品アーキテクチャと日本企業の勝ちパターン」, 第4回光ディスク懇談会, 2004年11月.
- Ogawa, K. Shintaku, J. & Yoshimoto, T. (2005) Architecture-based Alliance Model in Optical Storage Industry. Invited talk at ISO 2005 in China, April, 2005.
- 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 (2002), 『モジュラー化』第7章, 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巻1号, pp24~28
- 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』第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』産能大出版.
- 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, 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」東京大学 21世紀 COE ものづくり経営研究センター, ディスカッション・ペーパー, 2005年3月
- 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, 2004年11月.
- 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, 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—」東京大学 21世紀 COE ものづくり経営研究センター, ディスカッション・ペーパー, 2005年3月