

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

1. 本稿の狙いと問題提起

標準化は技術のオープン化と製品の低コスト化を加速させ、社会全体の効率や消費者利益の最大化に貢献する。アナログ・テクノロジーで構成される 1970 年代の製品では、標準化を主導し、販売チャネル政策やマーケティングなどで早くインストール・ベースの構築に成功すれば、ネットワーク外部性の効果によってその技術規格が瞬間に世界市場を席卷する。そして、これがそのまま企業収益に直結した。その代表的な事例が VTR であり、10 年以上にわたってわが国企業を潤した。

一方、デジタル・テクノロジーが製品構造に深く関与しはじめる 1990 年代の CD-ROM や DVD では、標準化がもたらす同質化によって製品それ自身の差別化が困難になるという現象が顕在化した。すなわち標準化された完成品から付加価値が失われ、例えわが国企業が標準化を主導しても大量普及する段階から例外無く市場撤退への道を歩むようになったのである。その深層にマイクロ・プロセッサ（MCU：別称マイコン）とこれを動かすファームウェアの作用があることは、既に DVD の事例で指摘した(1)(2)。これが製品の内部構造に深く介在すると、例え基幹技術・基幹部品の相互依存性が非常に強い、いわゆる擦り合わせ型の製品であっても、ファームウェアの作用によってモジュラー型に転換される。そして例え技術蓄積の少ない NIEs 諸国のキャッチアップ型企业でも、基幹部品の単純組合せによって最先端の製品すら組立・製造できる時代となった。

MCU の機能・性能は、半導体の技術革新に支えられて 1990 年代から飛躍的に進化した。現在では処理性能が数 100MIPS から数 1,000MIPS という驚異的なレベルになり、1980 年代の数 100 倍から 1000 倍まで進化した。日本の家庭で 100 個以上の MCU が動いているといわれる。ファームウェアも MCU の急速な性能向上に支えられて複雑になり、最先端の携帯電話では WindowsOS に近い 1,000 万ステップという巨大ファームウェアが全ての機能を支配するまでになった。現在のデジタル家電では、設計工数の 60%以上がファームウェアによって占められている事実からも、MCU とファームウェアの作用、すなわちモジュラー型がもたらす経営環境の歴史的な転換を無視した標準化論は、もう現実を反映できないことが理解されるであろう。

今後重視されるフォーラム型・コンソシアム型、および ISO/IEC/ITU などのデジュール型標準は、その本質が技術情報を世界中にオープン化するという意味で、企業の内部に封じ込められていたモジュラー化現象を世界的な規模で外部にオープン化する役割を担う。従って、わが国企業がこれらの標準化活動に参加し、標準化を主導しながら事業戦略を構築するには、まず 1970 年代の標準化論から離れなければならない。その上で更に、デジタル・テクノロジーが 1990 年以降にもたらした経営環境の歴史的な転換を、新たな標準化論の中核に取り込まなければならない。

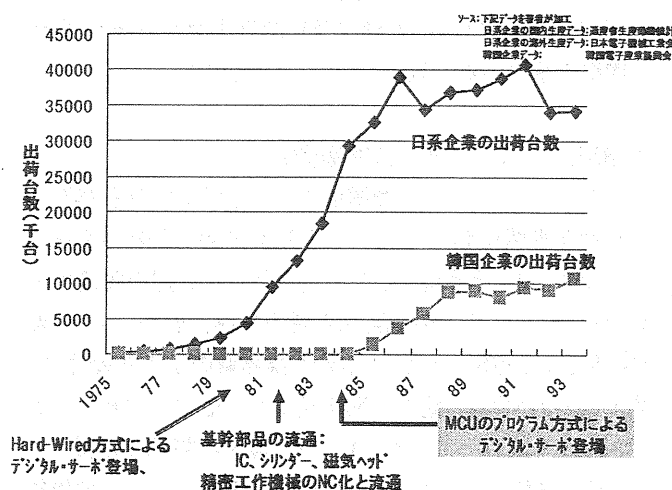
2. 製品アーキテクチャの構造変化

アナログ・テクノロジーで構成された VTR は、部品相互の依存性が非常に強く、また設計と製造工程の依存性もそれ以上に強いという意味で、典型的な擦り合せ型の製品に位置取りされる。これらの相互依存性を巧みに活用しながら製品機能を正しく復元する、すなわち高品質の VTR を組立・製造するノウハウは、組立工程の全体に少しずつ分散カプセルされる。したがって、例えオープン環境の標準化活動によって設計技術が開示され、基幹部品が流通しても、この単純組合せだけで製品機能を復元することは不可能であり、技術蓄積の少ないキャッチアップ型企业が市場参入するのは困難であった。標準化を主導しながら市場を席卷した企業だけがその恩恵を受けることができたという意味で、VTR は DVD や CD-ROM と際立った違いを見せる。

当時の VTR と現在の DVD で標準化がわが国企業の収益構造に与える影響の違いは、その深層に潜む MCU とファームウェアの作用、すなわちデジタル技術の作用による製品アーキテクチャのモジュラー化現象（組合せ型への転換）が起きているか否かにある。図1で示すように、このモジュラー化現象が 1985 年以降の VTR 産業でも起きていることが明らかになった。初期の VTR はその多くが超精密な機構技術で構成され、製造歩留りが基幹部品の精度に大きく依存したので、低コスト大量生産は困難であった。これを解決するために導入されたのがデジタル・サーボ（フィードバック制御技術）である。MCU が高価で機能も貧弱な 1980 年ころは、ソフトウェアが介在しない電子配線（Hard Wired）方式の単純なデジタル・サーボ技術であったが、1984～1985 年ころに MCU（マイコン）によるプログラム方式が登場してその機能

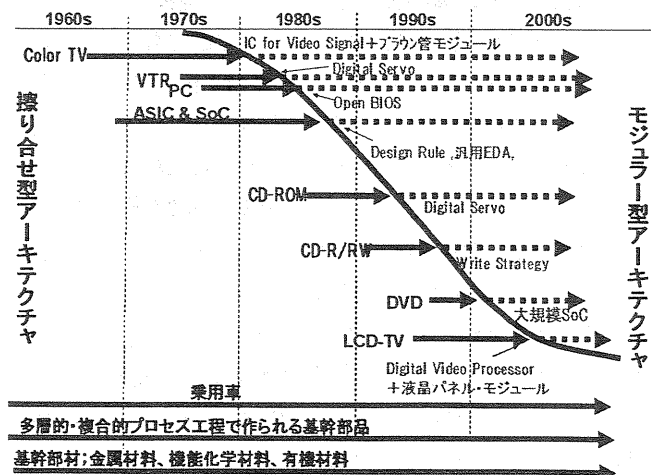
が飛躍的に向上した。ファームウェアとMCUさえ提供されれば、基幹部品の単純組合せだけで歩留まり良く組立られるようになったのである。図1で示すように、このタイミングで急速に市場シェアを伸ばしたのが韓国のサムソンや LG 電子であった。サムソンもLGも1980年以前から基幹部品を入手してVTRの組立・製造に取り組んでいたが、MCUで動くプログラム方式が日本から流通するまでは、日本企業と同等のコストでVTRを量産することができなかったのである。図1には示していないが、VTRの標準化に寄与できなかったキャッチアップ型の船井電機やオリオン電機も、サムソンやLGと同じ時期に市場シェアを拡大させている。

図1 VTRに見る新興国企業の市場参入



製品アーキテクチャが擦り合わせ型からモジュラー型(組合せ型)へ転換された事例は、VTR以外にもこれまで数多く見られた。一例を図2に示すが、その多くは半導体技術をベースにしたデジタル・テクノロジーの技術革新によって引き起こされているのが理解されるであろう。すなわち、マ

図2 製品アーキテクチャ構造の推移とその背景



イコンとファームウェアが介在できない部品産業・素材産業などを除き、21世紀の日本企業を支える多くの産業で製品アーキテクチャの構造がモジュラー型へ転換する流れを止めることはできない。現時点では擦り合わせ型と位置取りされる乗用車も、既にマイコンが50~70個も使われており、ファームウェアもエンジン・コントロールとその周辺だけで既に400万ステップを超えた(ソース・コード)。現在はまだ基幹部品・基幹モジュールの内部コントロールに留まるという意味で、擦り合わせノウハウそれ自身が乗用車全体に分散カプセルされているものの、徐々にモジュラー型へ転換するのは避けられない。事実ヨーロッパ中心の自動車・標準化活動(Autosar)にその兆候が見られる。したがって、我々が標準化の対象とする多くの製品で、そのアーキテクチャ構造が急速にモジュラー型へ転換するという事実を踏まえ、その上で事業戦略としての標準化を推進しなければならない。

3. モジュラー型ビジネス環境の標準化思想

DVD技術で無敵だった日本企業が、大量普及の兆しが出た数年後に市場撤退への道を歩んだことは既に紹介した(2)。実はVTRの場合でも、1970年代に標準化を主導して世界市場へ広めた日本の大手企業は、図1で示すキャッチアップ型企業の登場で1988~1989年から守勢に立たされ、赤字撤退への道を歩んだ。類似の現象は1994年以降の日本のCD-ROMでも、また1984年以降のアメリカIBMにおけるパソコン事業でも同じように観察された(3)。モジュラー化が進むと競争優位の位置取りが変わってしまう環境変化は、特定の製品に特有の現象ではなく、また日本企業に特有の現象でも無い。製品アーキテクチャがモジュラー型に転換され、オープン環境の標準化によって基幹部品が流通する時、必ず現れる経営環境の変化と捉え直すことができる。

1970年代のミニコン興隆や1980年代のパソコン興隆、およびこれを動かすソフトウェアの技術革新に直面したアメリカは、日本より20~30年も前にオープン・モジュラー化や水平分業とこれがもたらす経営環境の歴史的な転換に直面していた。そしてこの経営環境と標準化とは極めて相性が良いことに気づいていたのである。ここで主役はいずれも新興企業群であり、既存の大企業の参加は少ない。オープン環境の標準化こそが企業間の水平分業を生み出して新興のベンチャー企業群にビジネス・チャンスを与え、1990年代のアメリカ経済を活性化させた。その勝ちパターンが更に新たな勝ちパターンを生みながら組織能力に定着して現在に至

る。この組織能力は、コンピュータ産業だけでなく1980年代以降のアメリカ半導体産業や工作機械産業で、さらには1990年代の計測機器産業でも、そして企業業務やWebサービスのソフトウェア標準化までを取り込むという、壮大な標準化戦略をアメリカに生み出した。

その底流に流れる基本思想は、システム(あるいは完成品)を複数のモジュールに分解し、モジュール(すなわち基幹部品)相互のインタフェースをオープン環境で標準化する点にある。ユニークな技術を持つ新興企業群がそれぞれのモジュールを担い、標準化されたインタフェースでこれらを連結させながら新たなシステム(製品)を作り出してビジネス・チャンスをつかむ。特定の小さな技術しか持たない企業群が、互いに補いあって合って新たな市場を作り出す、と書いても良い。この意味で、多くの技術(モジュール)を全て内部に抱え込んだ従来型の垂直統合型企業とは、完全に対立する経営環境が到来した。最近では複合電子部品や300mm シリコン・ウエハという部品・素材や製造システムの標準化(4)にまで、その経営思想が浸透している。

わが国企業が特に留意すべきは、それぞれのモジュール内部がクロード・アーキテクチャ(ブラック・ボックス)になっている点にある。ここに自社の技術ノウハウや知財を封じ込めるだけでなく、ポリス・ファンクションも強化してモジュールそれ自身を収益の源泉にする、という経営思想が底流に横たわっている。更にデジュール規格であればWTO/TBT協定がこれを合法的・独占的に世界市場へ広める点で大きな力を持つ。デジュール規格が企業の競争力に極めて大きな影響力を持つに至った背景がここにある。

わが国企業でも、少なくともコンピュータ関連の企業は、アメリカにおきたパソコン産業の急速なモジュラー化とこれをもたらす経営環境の激変を、既に1980年代から理解していた。しかし当時の日本はこの分野でキャッチアップ型に位置取りされて製品イノベーションを主導できず、標準化を事業戦略として捉える姿勢は弱かった。わが国が技術革新をリードした家電産業で製品アーキテクチャのモジュラー化が顕在化したのは1990年代の後半であったが、実はその兆候が10年前の1980年代後半にVTR産業で起きていたのである(図1)。我々がVTR産業から教訓を学んで標準化・事業戦略に反映させるためには、わが国における製品アーキテクチャ論の興隆(5)を待たねばならなかった。いずれにせよ垂直統合型で成功したわが国の家電メーカーは、同じ垂直統合型の組織能力を持つIBMという企業のパソコン・ビジ

ネスから、10年後にVTRで、そして20年後にはDVDで、製品アーキテクチャのジュラー化という経営環境の歴史的な転換に直面した。垂直統合型で勝ちパターンを作る組織能力の企業、すなわち多くのわが国企業にとって、標準化が必ずしも利益にならないという経営世論はここに由来する。

アメリカのコンピュータ産業でも日本の家電産業でも、その深層に潜むのが、デジタル・テクノロジーを象徴するアクティブ型デバイスとしてのCPU/MPU(コンピュータ用)およびMCU/DSP(デジタル機器用)であり、そしてこれを動かすファームウェア(ソフトウェア)であった。これらは今後ますます進化・発展し、21世紀の日本企業を支える多くの産業で製品アーキテクチャをモジュラー型へと転換させる。デジュール・フォーラム・コンソーシアムを問わず国際的な標準化活動は、特定企業の中に封じ込められる技術モジュールを世界市場へオープン化する機能を持つと言う意味で、国際的な分業を加速させ、わが国を取り巻くNIEs諸国の産業を興隆させる。そして低コスト化が進んで巨大な新規市場を開くとともに、わが国の産業をも活性化させて世界経済の成長に寄与する(6)。デジタル・テクノロジーが産業構造に深く介在する製品の国際標準化は、その最大の特徴がここにある。新たな経営環境に対応した標準化論が必要となる。

4. 経営ツールおよび経済活性化政策としての標準化論

デジタル・テクノロジーが介在する製品群の標準化が経営環境に与える影響を以下に整理した:

- 1)標準化される完成品のレイヤーから付加価値が消え、完成品を構成するモジュールとしての下位レイヤー(基幹部品)と完成品を使った上位レイヤー(アプリケーション、コンテンツなど)に付加価値が集中する。
- 2)標準化されたイヤーがオープン化されるので、キャッチアップ型企業やNIEs諸国が多数参入する新たな経営環境が到来する。これが低コスト化を加速させ、完成品を世界市場に大量普及させる。
- 3)標準化によって国際的な水平分業が加速され、1),2)を踏まえたビジネス・モデルに組織能力を適合させた企業が、新たな勝ちパターン構築に成功する。
- 4)世界中に構築される巨大なインストール・ベースで、NIEs諸国にも、そして先進工業国にも新規のビジネス・チャンスが生まれる。
- 5)上記の連鎖によって世界経済が活性化する
全てがデジタル・テクノロジーで構成されるコンピュータ

やネットワーク型製品は、最初からモジュール化された技術(部品)の組合せで設計される。一方、日本が得意とする多くの製品は、MCU とファームウェアの技術革新によって初めて、強い相互依存性を持つ技術や部品からその依存性を排除する製品構造となり、組合せ型に転換する。そして標準化がこれを加速させる。このような新たな経営環がわが国で台頭したのは、ごく最近の 1990 年代後半であった。

欧米諸国がモジュラー型の経営環境を前提に創り出した、経営ツールとしての標準化論を図 3 に要約する。

図3 経営ツールとしての標準化

1. 既存のプラットフォームを開放させ、新たなビジネス・チャンスを生み出すツール
— ータル・システムや完成品を多数のモジュール(基幹部品)に分解し、それぞれのモジュールを担うパートナーが互いに補い合せてモジュール相互のインタフェース標準化を推進。これを武器に既存のビジネス・プラットフォームを開放させる。
2. 基幹モジュールを独占して高付加価値ビジネスを支配する経営ツール
— 合法的・独占的に自社技術と知財を技術規格に封じ込め、標準化された完成品の大量普及によって自社モジュールの市場拡大を図る(標準化された完成品からプラットフォーム・リーダーが消えて、モジュールを担う企業が市場支配力を強める)。
3. モジュール専業企業群(国)が、その市場支配力を更に拡大する経営ツール
— 基幹部品とそのイノベーションを武器に、オープン環境で標準化された他のモジュールを自社プラットフォームと強い相互依存性を持たせ、市場支配力を拡大・強化する。
4. 上位レイヤーに位置取りされる企業群(国)が低コスト調達する経営ツール
— 自社に(自国に)無い技術(製品)を標準化することで参入障壁を撤廃し、多数の企業を競わせながら低コスト調達する。
5. 上位レイヤーで高付加価値ビジネスを支配する経営ツール。
— 下位レイヤーが競う標準化の覇権争いを上位レイヤーからリードし、標準化によって構築される巨大なインストール・ベースで高付加価値ビジネスの覇権を握る。

新興のキャッチアップ型企業群にとっては、多数のパートナーを呼び込みながら連携することで1社が担うリスクを大幅に軽減できるとともに、強力な推進母体を作ることで前に立ち上がる既存のプラットフォーム・リーダー、更には内部をクローズド・アーキテクチャで固めた統合型の産業を切り崩すという、新たな経営ツールへ昇華させるに至った。これが図3の1項の標準化論であり、1980年代の後半にCompaqなどがEISA BusでIBMのMCA Busを市場撤退に追い込んだのが代表的事例である。300mm シリコン・ウェアの標準化(4)でも同じ狙いが背景にあったといわれる。

しかしながら、標準化はそのレイヤーから付加価値を失わせる。企業が標準化されるレイヤーから利潤を得るのが困難なので、企業の維持発展を支える新たな利潤の源泉が、事業戦略として再構築されなければならない。これが図3の2項に示す経営ツールとしての標準化論であり、逆説的ではあるが、その基本思想はモジュール内部を戦略的にブラック・ボックス化する点にある。そして標準化がもたらす急激な市場拡大によって、基幹モジュールが合法的に世界市場に大量普及する。このような経緯を経て企業が成長すると、

その後の標準化・事業戦略は図3の3項や4項、5項へとシフトする。その代表的な事例が、1990年代のインテルによって推進されたPCIバス(7)やUSBインタフェース(8)の標準化・事業戦略であり、携帯電話におけるQualcommやNokiaの事業戦略であった。

これらに共通する特徴は、いずれもオープン環境の標準化を活用しながら競争力の源泉としての基幹部品・基幹技術を更に統合化へ向かわせる点にあり、その上で更に統合化された巨大ブラック・ボックスと強い相互依存性を持つプラット・フォーム構築を主導する点にある。すなわち、広い意味での擦り合せ型への回帰こそが、利潤最大化を目指す標準化・事業戦略となった。オープン環境の標準化でビジネス・チャンスを掴んだ企業群は、徐々に利潤拡大の手段として統合化や相互依存性を強化しながら独占へと向かうのである。そして独占を阻む手段として新たなキャッチアップ型企業群が再び仲間を集り、図3の1項を武器にした標準化・事業戦略を作り出す。この連鎖が産業の活性化・経済の活性化を支えるが、いずれの局面でもその主役が常に交代する。これが標準化・事業戦略に於ける企業活動のダイナミズムであり、標準化・産業政策の基本思想がここに宿る。

注：本報告は、経済産業省・標準化経済性研究会で著者らが担当する研究の一部を纏めたものである。この研究会推進にご尽力頂いた経済産業省技術環境局の横田室長(現、リサイクル推進課長)および江藤室長に深く感謝申したい。

—参考文献—

- (1) 小川、新宅、善本(2005)、研究・技術計画学会、第20回年次学術大会(2005年10月)、ネットイシュー E2K14
- (2) 小川(2006)、『国際競争とグローバル・スタンダード』の第1章、日本規格協会刊
- (3) 小川(2006)、“赤門マネージメント・レビュー、5巻3号P.97
- (4) 富田、立本(2006)、研究・技術計画学会、第21回年次学術大会(2006年10月)、ネットイシュー 2C13
- (5) 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。
- (6) 新宅、小川、善本(2006)、研究・技術計画学会、第21回年次学術大会(2006年10月)、ネットイシュー 2C24
- (7) 立本(2006)、研究・技術計画学会、第21回年次学術大会(2006年10月)、ネットイシュー 2C15
- (8) 高梨(2006)、研究・技術計画学会、第21回年次学術大会(2006年10月)、ネットイシュー 2C16