

IAM Discussion Paper Series #25

**グローバル市場の産業構造転換と
ビジネス・エコシステムの中の知財マネジメント**

—日本型イノベーションシステムと企業制度(2)—

**Change of Industrial-structure in Global Market and
Intellectual Property Management in Global Business Ecosystem**

IAM

Intellectual Asset-Based Management

2012年3月

東京大学知的資産経営・総括寄付講座 小川絃一

東京大学 知的資産経営総括寄付講座

Intellectual Asset-Based Management Endowed Chair
The University of Tokyo

※ IAMディスカッション・ペーパー・シリーズは、研究者間の議論を目的に、研究過程における未定稿を公開するものです。当講座もしくは執筆者による許可のない引用や転載、複製、頒布を禁止します。

<http://www.iam.dpc.u-tokyo.ac.jp/index.ht>

グローバル市場の産業構造転換と ビジネス・エコシステムの中の知財マネジメント

ー日本型イノベーションシステムと企業制度(2)ー

東京大学大学院経済研究科 ものづくり経営研究センター

小川 紘一

要約

世界の産業界は、人工物の設計にデジタル技術が深く介在する 1990 年代から第三の構造転換期に立った。21 世紀の現在ではこれが非デジタル型産業の領域にまで急速に拡大し、産業構造を更にビジネス・エコシステム型へと発展させる。ここから企業制度の在り方が変わり、競争ルールが変わり、そしてビジネスモデルや知的財産のマネジメントの在り方が変わった。競争ルールが変わるのなら競争政策も経営戦略も変わらなければならない。

本稿は、まず第一に、産業構造の転換を人工物の設計という視点から捉え、デジタル化と国際標準化によってグローバル市場がビジネス・エコシステム型へ発展するプロセスを解説する。モノづくり追求という供給サイドよりも、むしろ産業構造の転換に適応した“企業と市場の境界設計（立ち位置の決定）”と、これを起点にしたビジネスモデルや知財マネジメントの事前設計があってはじめて、モノづくりが競争力へ結び付くのである。

第二に、デジタルテレビ産業と LED 照明産業を取り上げ、ブラウン管テレビや電球との違いに焦点を当てながら我が国製造業の基本問題を論じる。産業構造転換を前提に、立ち位置の事前設計とこれをオープンなビジネス・エコシステムの中で安定化させる知財マネジメント無くして勝ちパターン設計が不可能になったことを、アップルの勝ちパターンと比較しながら説明する。ここでは、ラングロアの牧歌的な“消えゆく手”ではなく、市場側をコントロールする仕組み形成という経営者の“伸びゆく手”が、ビジネス・エコシステムの構造決定に本質的な役割を果たしている。“伸びゆく手”の形成を担うのが軍師型人財であり、この一翼を担う知財人財の育成についても事例を交えて紹介した。

そして第三に、日本企業の誠実なモノづくりを高度なグローバル市場文化として定着させる政策ツール/経営ツールが、測定法の国際標準化や国際基準の設定、および国際的な認証である、と位置付けた。測定法の標準化なら産業構造も変わらず、むしろ既存の産業システムが強化される。21 世紀の日本企業はこの重視性を再認識すべきではないか。

最後に、ビジネスモデルや知財マネジメントを活用した“伸び行く手”の形成という、個別の企業活動を取り込む“新たな経済モデル”の必要性にも触れた。

キーワード: 産業構造転換、伸びゆく手、消えゆく手、モノづくり、知財マネジメント、LED 照明、測定法の標準化、基準と認証

目次

1. デジタル化と国際標準化が加速する 21 世紀の産業構造転換

1. 1 第三の産業構造転換とその背景

- (1) デジタル型産業の構造転換とグローバルビジネス・エコシステムの登場
- (2) 第三の構造転換が日本のモノづくりに与えた影響
- (3) 非デジタル型産業の構造転換(その1):設備主導型の機能素材
- (4) 非デジタル型産業の構造転換(その2):

機械的な特性が中核になる巨大技術体系

1. 2 産業構造の転換が顕在化させた知財マネジメントの重要性

- (1) 既存の産業モデルが通用しない経営環境の到来
- (2) アップルの事例に見る付加価値のシフトと“伸びゆく手”の形成
および雇用と経済成長

1. 3 デジタルテレビの事例から見たLED照明産業の構造転換

- (1) 第三の産業構造転換から見た日本のモノづくり論
- (2) 産業構造転換から見たテレビ産業
- (3) 日本のLED照明産業

2. ビジネス・エコシステムを前提にしたビジネスモデル・知財マネジメント

2. 1 第一ビジネスモデル

2. 2 第二ビジネスモデル: 伸びゆく手の形成メカニズム

2. 3 ビジネス・エコシステムの中の知財マネジメントおよび、“伸びゆく手”形成を担う軍師型知財人財の育成

- (1) 技術やモノづくりを市場価値へ転換させる知財マネジメント時代の登場
- (2) 軍師型知財人財の育成に向けて

3. 試験法の国際標準化および認証が、国や企業の競争優位に与える影響

事例(1):リチウムイオン電池

事例(2):光触媒

事例(3):太陽光発電

事例(4):LED照明

4. 企業と企業人が主役となる新たな経済モデルの構築に向けて

4. 1 新たな経済モデルを必要とする時代背景

4. 2 デジタル化やオープン国際標準化から見た伝統的な経済理論の適用限界

参考文献

グローバル市場の産業構造転換と

ビジネス・エコシステムの中の知財マネジメント¹

ー日本型イノベーションシステムと企業制度(2)ー

小川 紘一

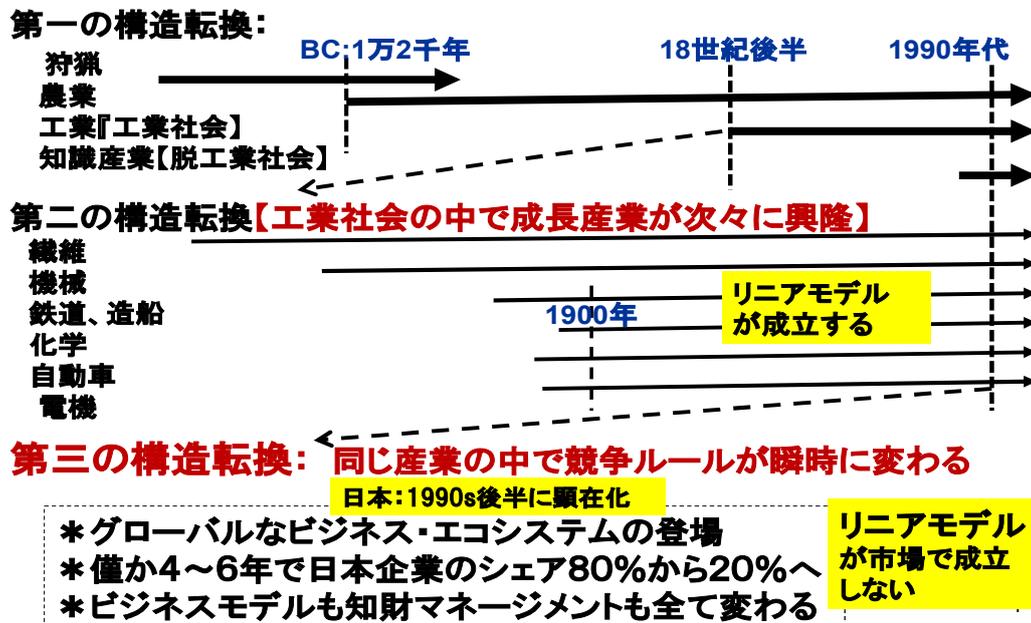
1. デジタル化と国際標準化が加速する 21 世紀の産業構造転換

1.1 第三の産業構造転換とその背景

(1) デジタル型産業の構造転換 とグローバルビジネス・エコシステムの登場

世界の産業界は、人工物の設計にデジタル技術が深く介入する 1980 年代から 1990 年代にかけて歴史的な転換期に立った。21 世紀の現在ではこれが非デジタル型産業の領域にまで急速に拡大し、グローバル産業構造をビジネス・エコシステム型へ発展させる。図 1 で示すように、これを人類社会が経験する第三の産業構造転換と呼べば、ここから競争ルールが変わり、企業制度の在り方が変わり、そしてビジネスモデルや知的財産のマネジメントの在り方が変わった。競争ルールが変わったのであれば、競争政策も経営戦略も変わらなければならない。

図1 第三の産業構造とその歴史的位置付け



¹ 本稿は同じ Web へ 3 月末に投稿した論文に加筆し、9 月 10 日に再投稿したものである。加筆の文字数が 3 月末の 2.5 倍に増えてしまった。主な加筆箇所は脚注の充実および 1 章 1. 1 と 2 章 2. 3 の加筆である。しかし基本メッセージは 3 月末に投稿したものと変わることが無い。

これまで語られた産業構造の転換には、図1に示す二つの視点があった。第一の視点は、農業から工業を経て知識/サービス産業型へ転換する構造転換であり、非常に長い時間をかけて起きる。これを第一の産業構造転換と定義する。

第二の視点は、製造業でいえば、素材産業から組立型産業への転換であり、あるいは繊維産業から造船や鉄鋼産業、自動車、産業機械、電機、ICT などへの構造転換である。この転換は第一の転換よりも速く、しかも工業の中で別の新たな産業領域/セクターが次々に生まれるケースである。これを、第二の産業構造転換と呼ぶ。

**図2産業構造の転換が同じ製品の中で起きて目に見えない
一市場もビジネス・エコシステム型になって競争ルールが一変する一**



しかしながら本稿が取り上げるのは、同じ産業領域/同じ製品の中で4年から6年という非常に短い期間に（例えば図3）、しかも目に見えるモノの変化ではなく、図2で示すように製品の内部で起きる目に見えない構造転換である。本稿ではこれを第三の産業構造転換と呼び、第一、第二と比較しながら図1にその歴史的な位置付けを示した。

ダニエル・ベル(1975,原著 1973 年)は、前工業社会(農業、漁業、林業、鉱業なおの第一次産業)、工業社会（製造業）、脱工業社会（情報、サ・ビス、流通など）という構図の中で、コンピュータ普及とこれがもたらす情報化社会の到来やサービス経済への変化を描きだした。

この著書が出版された 1973 年は、マイクロプロセッサ(1971 年)がアメリカの片隅で産声をあげたばかりであって世に知られず、パソコンもアイデアの試作段階に留まっていたに過ぎない。またインターネットも、その基本技術であるパケット通信の実証実験(1970 年)がアメリカ国防省高等研究計画局によってハワードで行われた直後であって、ごく一部の

専門家を除いて誰もインターネットを知らない時期であった。したがってダニエル・ベルが取り上げ脱工業化は、社会が変化していく姿をデータで示してはいるものの、いわゆる社会学者特有の極めて概念的な指摘に終始している。

一方、本稿が語る第三の構造転換とは、デジタル技術（マイクロプロセッサ）の人工物の設計への介入やオープン標準化によってもたらされたものであり、これが技術伝播スピードを10倍から30倍も加速させてグローバル市場へ瞬時に伝わり、競争ルールを変え、そして先進工業国の伝統的な企業制度を崩壊させた。これらが結びつくことによってはじめて1990年代以降のアジア諸国が経済成長の軌道に乗り、現在の意味でのグローバル化が顕在化したのである。この意味で本稿の主張は、ダニエル・ベルの脱工業社会は似て非なるものである。²

この意味で、本稿が焦点を当てる第三の産業構造転換がビジネス・エコシステム型の産業構造をグローバル市場に創り出した。この産業構造転換がデジタル化やオープンな標準化によって生まれるが、現在では非デジタル型の産業領域への急拡大している。

これまでのグローバル化やグローバル経済という言葉は、圧倒的な軍事力や政治的な影響力に焦点を当てて語られるのが普通であり、例えば近年のグローバル化は、1989年の冷戦崩壊以降のアメリカの突出した軍事力・影響力を起点として語られている。³あるいはアイデア、情報、人、資金、財、サービスが前代未聞の速度で国境を越える状況をグローバリゼーションと定義している。⁴しかしながらなぜ前代未聞の速度になったのかに全く触れず、グローバル化とマクロな政治経済や社会構造に記述に終始しているに過ぎない。

一部に、インターネットなど、情報通信システムの進歩の必然的な帰結としてグローバリゼーションを捉える考えもあるが、⁵すべてこれを自明として無条件に受け入れ、情報通信技術が、なぜどのようなメカニズムでグローバリゼーションをもたらすかは、これらを論じる人々の興味の対象から外れている。

グローバル化を象徴する出来事が途上国、特に東アジア諸国の経済成長である。グローバル化が世界経済の重心をアジア太平洋地域へ急速にシフトさせている。この経済成長

² ダニエル・ベルは、例えば下巻の656ページや上巻44ページで、“財貨生産の経済からサービス生産の経済への移行は「自然と人間の間のゲーム」から「人間と人間の間のゲーム」へ変化・・・”などという記述を見るとき、ダニエル・ベルが示す方向の延長に本稿が位置付けられると思わざるを得ない。当時はその具体的な内容について殆ど分かっていなかったようだが、本稿の基本メッセージや本稿の1章1.2節(2)のアップルの事例などは、ダニエル・ベルの主張を具体的に示す好例ではないか。

筆者が第三の構造転換を思いついたのは2004年から2006年のことであり、これを第三の産業構造転換として文章化したのは、2012年の3月であった。当然のことながらその時点で筆者はダニエル・ベルを知らず、知ったのはアンソニー・キデンズ、渡辺聡子(2009)を読んだ2012年の10月であった。

³ 例えば秋田(2012)の、はじめに、。

⁴ 例えばイアン・ブレイマー(2011)の1章。

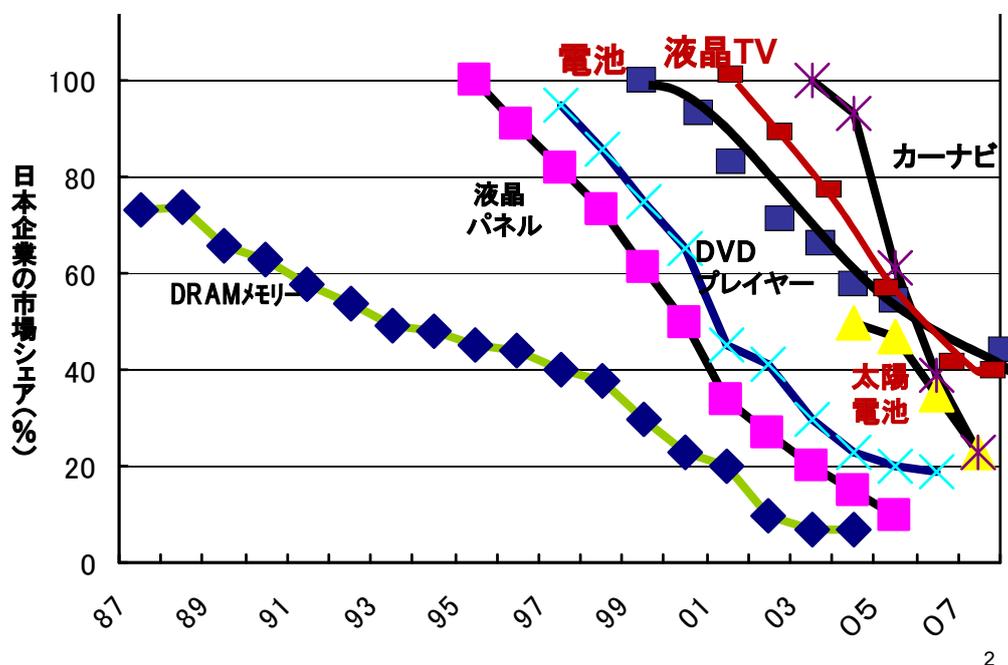
⁵ 例えばアンソニー・キデンズ、渡部聡子(2011)の2章。

を加速したのが図1に示す第三の産業構造転換であり、アジア諸国と先進工業国がグローバルなビジネス・エコシステムを介して共に成長する経済環境になった。これが本稿の主張である。軍事的・政治的な影響力よりも先に来るのが経済成長であり、アジアの経済成長を牽引した第三の産業構造転換が、人工物設計と普及に深く介在したデジタル化や標準化によってもたらされた（小川、2010c, 2011c）。これが本稿を支える基本的な視点となっている。

（2）第三の産業構造転換が日本のモノづくりに与えた影響

1980年代（欧米）から1990年代後半（日本）に、同じ産業/セクターの内部で起きたこの構造転換は、まず第一に、人工物の設計にデジタル技術が介在して起きる製品アーキテクチャのダイナミックな転換によって引き起こされた。そして第二に、人工物を構成する基幹技術モジュールにオープン標準化が介在することで起きるインタフェース情報の公開と結合許容公差の公開によって引き起こされた。この二つが重畳することによって技術の伝播/着床スピードが10倍から30倍に加速し、グローバル市場の競争ルールを一瞬にして変える。したがって企業の組織能力がこれに対応できず、図3に示す日本のエレクトロニクス産業の事例に見るように、必ず市場撤退への道を歩む。⁶

図3 市場撤退を繰り返す日本のエレクトロニクス産業



このような特徴を持つ第三の転換が21世紀のグローバル経済に極めて大きな影響を与

⁶ 図3は、小川(2009e)の1章、図1.1にリチウムイオン電池と液晶テレビのデータを追加したものである。液晶テレビの市場データは東京大学：新宅純二郎教授から教えて頂いた。

ようになった。トータルなビジネスコストが技術以外の経営オペレーションや国のビジネス制度設計によって大きな影響を受けるようになるからである。⁷ その背後にあるのが第三の転換を加速させた技術の伝播スピードであった。

第三の構造転換が非常に短期間で起きるために、その兆候を察知するのさえ困難であり、例え察知してもそれが既存の競争ルールや勝ちパターンにどのような影響を与えるのかを理解するは極めて困難であった。また例え理解したとしても、その転換が余りにも短期間に起きるので、企業の組織能力や人材も、そして国の制度設計もこの構造転換に対応できず、既存の競争優位性を支える基盤が一瞬にして崩壊する。日本のエレクトロニクス産業が市場撤退への道を歩む図3の背後がここにあった。⁸

本稿では、21世紀の日本企業が直面する諸問題を、このような特徴を持つ第三期の産業構造転換、という視点から分析する。

最近になって、日本型モノづくりに対する疑念を語る人が多くなった。途上国企業の台頭を見て、製造業が日本を滅ぼすという主張さえある。一方では、モノづくりこそが日本を支えると語り続ける人が多いのも事実である。しかしながら何れの場合も、図1に示す第三のグローバル産業構造転換、という21世紀の現実に正面から向き合っていない。

21世紀を特徴付ける第三の構造転換がごく最近になって顕在化したこともあり（例えば図3）、企業人にも行政担当者にも、そしてアカデミアにも、まだその本質が理解されていないためではないか。モノづくりに疑念を持つ人は図2の右側に位置取りされる産業を語っているのであり、モノづくりを重視する人は、図2の左側から日本の競争優位を語っているに過ぎない。

産業構造が一変したのであれば、変わる前の経営環境で蓄積された膨大な知識体系、特に競争理論や企業制度論、そして経済理論が拠り所にした多くの前提が崩れる。この意味で、21世紀の我々が目にする現実を内在的に説明する新たな知的体系が必要となった。

本稿は、我が国が直面する上記の混乱を、同じ産業/同じ製品の中で瞬時に起きる第三の構造転換、という新たなフレームワークの中で整理統合し、我が国および我が国企業の新たな方向性を提案することを目的とする。

モノづくりとしての人工物（製品）の設計・製造は、⁹ 相互関係が錯綜している複合技

⁷ 技術やモノづくり、知財以外の要因によって競争力が決まる姿は、小川(2010b)の2章2.3節を参照のこと。

⁸ 第三の構造転換に直面した伝統的な企業が市場撤退への道を歩むのは、1980年代後半のアメリカIBM社のパソコンや1990年代後半のヨーロッパPhilips' とSiemensのデジタル携帯電話でも同じであった。類似の事例が欧米諸国に多数あるという意味で、これは日本企業の固有の問題では決していない。

⁹ 日本では、“モノづくり”で無く“ものづくり”と表記され、包括的で広い定義が存在する（たとえば藤本(2011)）。しかしながら、藤本らが広い意味のモノづくり論を展開しても(藤本2011)、昨年(平成23年)までのものづくり白書では、狭い意味のモノづくりや匠の技のモノづくりが基本思想になっている。しかもここには、モノづくりの成果をグローバル競争力へ転

術を要素技術モジュールの単純組合せへ転換させる一連の行為である。¹⁰ ごく最近までならこれを、それぞれの専門部門からなる分業型の組織で、経験的なノウハウと実験および数学モデルを活用した理論的な分析などによって行われたが、コンピュータと設計ソフトの飛躍的な進化によって、この一部が、場合によっては大部分が、コンピュータで代行できるようになった。

技術モジュールの単純組合せへ転換させる作業を、人がやるにせよコンピュータがやるにせよ、例え高度の擦り合わせを必要とする製品であっても、製造工程を個別工程の単純組み合わせ型へ転換することによってはじめて、分業とルーチン化による低コスト・大量生産が可能になる。

分業とルーチン化には、まず設計の段階で技術モジュールの結合インタフェースが暗黙知から形式知へ転換されて組織に共有化され、同時に結合公差も、単純組合せと製品品質との同時実現を可能にする適度なレベルへ拡大され、共有化されていなければならない。ここで標準化が大きな役割を担う。

日本のモノづくりが語り継いだ標準化とは、技術モジュールの仕様やモジュール相互の結合インタフェースと結合公差の許容値規定、そしてまた分業化された生産工程の一つひとつに許容される組立バラツキ公差の規定、そしてこれらを起点にした作業工程の標準化を意味した。¹¹ 組立時の許容公差が非常に狭いのであれば、生産技術と製造技術のノウハウを駆使して作業標準を決めないと、品質の良い製品を低コストで大量生産するがで

換させる経営ツールとしての知財マネジメント、についての言及もない。21世紀のモノづくりに欠かせない組み込みシステムについても、その本質が語られていない。そもそも日本肩のモノづくりは、トヨタ生産システム（TPS）に代表されるように工場を起点とした思想体系であり、ここに市場変化や経営環境の変化に適応する為の思想体系が非常に弱い。

この意味で本稿では、普通の人々が“モノづくり”で最初に思い浮かべる“設計および製造”、すなわち藤本が言う狭義の定義を前提にして論じる。特に量産工場に焦点を当てる場合は、工場のモノづくり、という表現を使う。なお日本の“ものづくり白書”は、今年(平成24年度)から基本思想が大きく変わり、日本型からグローバルものづくりへの転換に向けた第一歩を踏み出そうとしている。

¹⁰ 設計と製造が共に擦り合わせ型なのは、日本の匠の技や工芸品に多い。しかしこれが国の雇用や成長に貢献するのは限定的である。アップルが日本の部品を調達する事実を強調して擦り合わせを美化する論者もいるが、これらの部品を低コスト量産するのは、技術モジュールの組合せに転換された後の、分業による製造工程である。

¹¹ 公差については付録-1を参照。

作業プロセスの標準化とは、技術モジュールの単純組合せで完成品を組み立てるそれぞれの工程で、作業の手順および組立バラツキの許容公差を管理パラメータという形式知へ転換させ、そして共有することである。ここで許容値とは、その許容値(バラツキ)の範囲であればアウトプットとしての製品の機能・性能・品質が設計目標の範囲に入る、ということの意味する。許容される公差の範囲であれば他の工程との相互依存性が排除されて分業組立が可能になり、専業化・ルーチン化が進んで生産効率が飛躍的に向上する。さらに、組立時の許容公差が最初から広ければ、例え特別の技能を持たない人であっても品質の良い製品を低コストで大量生産することが可能になる。この意味で設計公差の許容値と製造公差の許容値は、企業内に閉じた重要ノウハウとなる。

ない。この意味で日本のモノづくりが語り継いだ標準化とは、人工物の設計や製造を含むトータルな技術システムが流通せず、企業内へ留まることを前提にした企業内標準だったのである。

一方、21世紀を特徴付けるビジネス・エコシステム型の産業構造では、人工物の設計にデジタル技術、すなわち組み込みシステムが深く介在し、¹² 技術モジュールの結合インタフェースが暗黙知から形式知へ自動的に転換される。¹³ さらにデジタル化は、この結合公差を拡大してモジュールの単純組み合わせによる人工物の量産を可能にする。¹⁴ 特にコンピュータの活用による完成品の設計では、製品を構成する基幹技術モジュールとインタフェースおよび結合公差が、製品という全体最適の中で自動的に最適化される。

ここで国際標準とは、人工物を構成する技術モジュールの相互インタフェースはもとより、モジュール相互の結合許容公差をも外部へ公開することを意味する。また国際標準化は市場利用コストを劇的に下げて市場参入障壁を排除する作用を基本的に持つ。¹⁵ したがって例え技術蓄積の少ない途上国企業であっても、最先端の製品市場へ参入することが可能になった。¹⁶ このような特徴を内包する産業領域/セクターが、ビジネス・エコシステム型へ進化するのである。国際標準化は、比較優位の国際分業をオープンなビジネス・エコシステム型の産業構造へ転換させる役割を持つようになった。

ビジネス・エコシステムとは、直接財を扱う企業だけでなく、補完財のビジネスを担う企業群が、ネットワークを介して取り引きするプロセスで、互いに協業しながら成長していく産業形態をいう。この意味で国際標準化が創るネットワーク外部性やプラットフォーム形成が、需要の拡大と競争力強化を同時実現する上で大きな役割を果たす。

ビジネス・エコシステムに関する詳しい説明は付録-2で述べるが、¹⁷ 本稿では、技術の伝播スピードの違いがもたらす先進国と途上国との間の比較優位の国際分業も、ビジネス・エコシステム型の産業構造、と定義して論じる。プラットフォームの形成などによって、技術蓄積の少ないキャッチアップ型企业であっても簡単に市場参入できるようになり、¹⁸ 先進国と途上国との間でそれぞれの国の得意領域を持ち寄る比較優位のオープン国際

¹² 組み込みシステムとはマイコン（あるいはDSP: Digital Signal Processor）とこれを動かす組み込みソフトウェアで構成される。

¹³ たとえば小川(2009)の1章5.2節。

¹⁴ たとえば、インタフェースがオープン標準化されたパソコンの技術モジュールでは、インタフェース規約さえ守れば、技術モジュールの単純結合で高品質の完成品を量産できることを意味する（例えば小川、2009の5章）。したがって設計と製造の分離が可能になり、低コスト量産の専業工場としてのEMS型が興隆する。そして技術蓄積の少ない途上国企業であっても、市場参入が可能になる（例えば小川、2009の3章）。

¹⁵ 付録-1で説明するように、結合時の許容公差が非常に狭く暗黙知が多いアナログ型の技術体系であれば、21世紀の現在でも技術の伝播/着床スピードが非常に遅い。

¹⁶ たとえば小川(2009)の2章、3章。

¹⁷ ビジネス・エコシステムについては付録-2と例えば立本(2011)を参照。

¹⁸ 例えば小川(2008d)、高梨他(2011)。

分業が、ビジネス・エコシステムへ進化するからである。

プロダクトライフサイクルの初期のステージでなら、確かに経済学や経営学が高度1万メートルの視点で語る牧歌的なエコシステムに見える。しかしながら市場の前線に陣取る企業人から見る実ビジネスの背後で必ず、目に見えない仕掛けが事前に設計されており、市場が拡大するステージになると、エコシステムに参加する企業群がそれぞれの位置取りを求めて競争を繰り返す。

まず自社の立ち位置を確保し、次の段階で、自社の付加価値領域からエコシステムに向かう“伸び行く手”を形成してオープン市場へ強い影響力を持たせる仕組みを作る。これが、ビジネス・エコシステムの中で経営者が担うべき最も重要な役割となっているのである。¹⁹

欧米でもアジアでも、そして日本でもこれが最初に現れたのが、デジタル技術が介入し易いエレクトロニクス産業であった。デジタル化と国際標準化が基幹技術モジュール（部品・部材・設備）の大量流通を加速し、比較優位の国際分業を最初にグローバル市場で顕在化させたのがエレクトロニクス産業であった。²⁰ その代表的な事例が、**図1**に示すパソコン産業や半導体、インターネット、DVD、デジタルテレビ、そして携帯電話/スマートフォン産業である。²¹

（3）非デジタル型産業の構造転換（その1）設備主導型の機能素材

1990年代の途上国企業は、比較優位の国際分業を政策的に構築し易いデジタル型の産業からビジネスチャンスを掴んで成功した。²² したがって、例えリチウムイオン電池のような非デジタル型の製品であっても、市場参入する場合はまずデジタル型で体験した行動を選ぼうとする。

これが我が国で最も大規模に現れたのが1990年代中期以降の半導体産業であり、1990年代中期から2000年代初期の光デスク産業（記録型CD-Rデスク媒体と記録型DVDデスク媒体など）であり、また2000年代初期の液晶パネル産業、そして2000年代中期の太陽光発電やリチウムイオン電池であった。その様子も模式的に**図1**に示すが、²³ いずれもTurn Key Solution型の製造装置や専門人材が、先進国からキャッチアップ型の途上国企業

¹⁹ “伸びゆく手”については1章1.2節を参照。経営者が繰り返す“伸びゆく手”の束が21世紀の産業構造や経済性転換に大きな影響を与えている。この意味で4章にスケッチした“経営者が主役になる経済モデル”が必要となった。

²⁰ デジタル技術や国際標準化が介入し易いエレクトロニクス産業が国際的な分業型へ転換するプロセスについては、小川(2009)の1章の5節5.2と5章を、また比較優位の国際分業が現れるメカニズムについては小川(2009)の2章、3章を参照のこと。

²¹ たとえば小川(2009)の5章、6章、7章、9章を参照のこと。実は据え置き型VTRも、製品設計にマイコンが介入する1980年代後半から、すでに類似の経営環境が顕在化していた（小川, 2009, 1章）。

²² 例えば小川(2011c)。

²³ **図1**の基本コンセプトとその背景は、小川(2009)の1章を参照のこと。

へ伝播（流通・移転）することによって現れたのである。

非デジタル型の産業であっても、比較優位の国際分業が進み、ビジネス・プラットフォームが形成され、ネットワーク外部性が生まれてビジネス・エコシステム型へ転換する背景がここにあった。例えば日本企業が圧倒的に強かったセラミックコンデンサーでも、2005年ころまでせいぜい6~7%だった韓国企業が2011年には第二位のシェア（約18%）を占めて急成長している。2010年代になるとこれが、環境エネルギー分野の重要技術である蓄電池でも、そして機能材料にさえ顕在化するなど、他の多くの産業構造へ急拡大している。この背後に韓国政府の強力な産業政策があったのは言うまでもない。²⁴

非デジタル型では技術モジュールの結合公差が非常に狭く擦り合わせ要素が多いので、確かに初期の段階でなら完成品としての太陽光発電や電池の性能も品質も劣るが、徐々に日本企業のレベルに近づく。²⁵ そしてこのタイミングから、日本企業がグローバル市場から撤退への道を歩む。

性能や品質など、技術の領域で大きな差がないのであれば、国家によるビジネス制度設計や為替政策、および個別企業による経営オペレーションの工夫（特にオーバーヘッドやスピード、ビジネスモデル、知財マネジメント、）など、テクノロジー以外の要因でトータル・ビジネスコストが決まってしまうからである。²⁶ アジア諸国は、この勝ちパターン

²⁴ 韓国政府は2001年に部品素材特別諸地法を制定して先端分野の国産化を進めた。また2005年ころからこれを、ファインセラミックスなどの先端機能材料まで拡大した。典型的な非デジタル型産業なので確かに技術の伝播/着床スピードが非常に遅いものの、遠からず液晶パネルやリチウムイオン電池と同じ状況に日本企業が追い込まれるはずである。東レは炭素繊維を、住友化学はタッチパネルを、そして帝人もリチウムイオン電池の絶縁材料を、またJX日鉱日石エネルギー社がリチウムイオン電池向けの負極材料を、韓国に工場を作って製造することを決めた。

これは一技術者の問題でも一企業の問題でもなく、為替や税制、FTA/TPPを含む国のビジネス制度設計の問題である。技術者や企業自身は、国の全体最適に向けた方向性を論じることはできても、決めることはできない。一方、国も、全体最適に向けた方向性を決める行政機能を持っていない。一見、持っているように見えても形式的であって全体最適に向けては決して機能しない。日本の行政組織が全体最適を主導する構造になっていないという意味で、唯一の望みを政治家に託さざるを得ないが、これらの諸問題を処理できる政治家が非常に少ない。また全体最適を学問として方向付ける役割のアカデミアも機能していない。これらを論じるツールとしての社会科学の大部分が、輸入学問に頼っているからではないか。

²⁵ 初期のステージでは基幹部品が先進国企業によって供給されるが、徐々に技術知識が伝播して途上国企業も供給できるようになる。しかしながら途上国企業が供給する非デジタル型の技術モジュールが、先進国企業が主導するデジタル型技術モジュールのコントロール下に組み込まれると、基幹部品を統合制御する組み込みシステム自身の中にあるデジタルフィードバック制御によって、部品の機能・性能などの品質バラツキを吸収できるようになる。ここから付加価値が先進国企業へシフトし、途上国が担う非デジタル型部材は低い付加価値に据え置かれてしまう。我々の身近な例では、蓄電池システムのセルとバッテリー・マネジメントシステムとの関係がこれである。日本企業の電池セルは、2010年ころからグローバル市場の優位性が危なくなった。市場への出口に陣取るバッテリー・マネジメントシステムの組み込みソフトウェアに、セル側を支配するメカニズムがビルトインされているからである。

²⁶ アジア諸国が完成させた比較優位の産業政策、およびトータルなビジネスコストで日本企業

ンを 1990 年代末に完成させた。

一方、初期の段階でコア技術（特に機能材料などの基本技術）を主導した日本などの先進国企業は、量産工程のそれぞれの製造装置にコアテクノロジーとしての材料技術を刷り込んで相互依存性を強めるビジネスモデルを完成させた。装置と材料を融合させて相互依存性それ自身がブラックボックス化されているので、製造設備が流通すればするほど日本の材料技術が高い付加価値となって途上国へ流通する。²⁷

これが Full Turn Key Solution 型の製造プラットフォームであり、製造プラットフォームを介して先進国企業と途上国企業とのビジネス・エコシステムが、非デジタル型の素材産業でも形成されるようになった。²⁸

（４）非デジタル型産業の構造転換（その２）

機械的な特性が中核になる巨大技術体系の完成品

1990 年代になると、例え機械的/アナログ的な技術体系からなる製品でも、ビジネス・エコシステム型の産業構造を自社優位に創り出す企業群が現れるようになった。²⁹ これらの企業では、人工物としての製品の設計ルールや組立製造ルールを予め組織全体で共有し、技術モジュールの結合インタフェースも形式知として内部で共有し、更に技術モジュールの結合許容公差までが形式知になって企業内で共有する仕組みが、企業の組織構造の中にビルトインされている。

その目的は、Open & Close 戦略によって自社と調達市場の境界を自社優位に設計し、ここからグローバルなエコシステムを介して調達市場へ“伸びゆく手”、すなわち市場をコントロールする目に見えない仕組みを形成することにある。³⁰ オープン・インタフェースで繋がるデジタル型の製品ではこれが自然発生的に生まれたが、非デジタル型では自社の製品を最適なモジュールの組み合わせへ転換することから始めなければならない。非デジタル型であってしかも人智を越えた巨大な技術体系の製品をモジュールの組み合わせへ転換させるには、スーパーコンピュータなど、高性能コンピュータを必要とする。ここから“モノを作らないモノづくり”というコンセプトが生まれたのである。

が勝てなくなるメカニズムについては、立本(2009)および小川(2010)を参照

²⁷ 日本企業で製造プラットフォームを理想的な姿に完成させたのが、記録型 DVD デスクに見る三菱化学である（小川、2009 の 9 章）

²⁸ ビジネス・プラットフォームが先進国と途上国の経済を共に活性化する事例については、小川(2008)を参照

²⁹ 欧米の航空機産業は既に 1970 年ころからエコシステム型へ転換している。また日本の自動車産業も非常に早い 1960 年代に、系列と呼ばれるエコシステムが形成されているが、いずれもクローズドであって 21 世紀の I C T 産業を特徴付けるオープン・エコシステムではない。なお日本の自動車産業を分析したアメリカの学者は、日本の系列取引をネットワーク型と呼んだ。ビジネス・エコシステムという表現は 2000 年代になって使われはじめた。

³⁰ “伸びゆく手”については、1 章の 1.2 節を参照のこと。

＜“モノを作らないモノづくり”による経済合理性の追求＞

一般に、機械的な特性が中心になる製品であって、しかも複合的な技術体系で構成されるケースでは、最適なモジュールの切り出しや個々の結合インタフェースおよび個々の結合許容公差を製品の全体最適の中で最適設計する作業が、人智を遥かに越えて人間の手に負えない。³¹ これまで我々が語り継いだ、古典的な製造主体のモノづくりでは、このような複合型の巨大技術体系に全く対応できないのである。

これを可能にするのが、スーパーコンピュータによるシミュレーション技術や設計技術である。その背後に、スーパーコンピュータ性能が10年で1000倍（30年で10億倍）も向上した事実があった。³² この恩恵を、研究者だけでなく企業の製品設計にも気軽に

³¹ パソコンや携帯電話は、人智を越えた複雑性を、オープン環境で標準化される技術モジュールの単純組合せへ転換させて解決している。しかしながら機械的な特性を多用する自動車や建設機械、産業機械、航空機などは、オープン標準化によるモジュール化には限界があり、個別企業の内部で独自の企業内標準モジュールによって複雑性に対応してきた。スーパーコンピュータは、この企業内モジュール化を、常に製品としての全体最適と整合性を取りながら事前設計し、分業とルーチン化による経済合理性を追求する、“モノづくり経営ツール”と位置付けられる。

³² これまでDSPやパソコン用のインテルCPUデータから、30年間に100万倍の性能向上（10年で100倍）と言われていたが、スーパーコンピュータのデータを見ると10年で1000倍、30年で10億倍も性能が向上している。

インテルのPCクラスターと称するスーパーコンピュータは、これまで1つのチップに8個のCPUコアを入れ、これを多数並べる並列コンピュータであった。2012年になって発表された次世代PCクラスターは1つのチップに100個のCPUコアを入れるという。1つのチップそれ自身が超並列コンピュータになっている。さらにこのチップを多数並べれば、世界最高速と絶賛された日本のスーパーコンピュータ、京、とほぼ同等の性能を実現できるという。

これまで、スーパーコンピュータのアプリケーションとして世界で最も普及しているソフトウェアは、その大部分がインテルの高性能IAサーバやインテル製PCクラスターを使って開発されたものであった。したがって、クレーのスーパーコンピュータの一部を除き、インテルのIAサーバか、あるいはPCクラスター以外では動かない。当然のことながら今回発表された次世代PCクラスターでは問題無く動く。

インテルはハードウェア性能よりもユーザが作るソフトウェアの資産を使ってネットワーク外部性を形成し、すなわちユーザが膨大なコストを掛けて開発したユーザ資産を徹底して守ることによって、自社以外のスーパーコンピュータを普及させないビジネスモデルを追求してきたのである。1980年代後半のマイクロソフトのMS-DOSとIBMのOS/2との関係で起きた、ユーザ資産を守るか否かの戦略が、ここでもそのまま再現されている。圧倒的な機能・性能を誇るIBMのOS/2が、技術的に劣勢だったマイクロソフトのMS-DOSに勝てなかったのは、ユーザが開発したアプリケーションソフトがOS/2の上で使えなかったからであった。

この意味で日本を含む世界のスーパーコンピュータは、1995年ころのデスクトップPCや1997年ころのノートPC、さらには1998年ころのIAサーバと同じ道を辿り、少なくとも実ビジネスではインテルの軍門の下るのではないかと懸念されている。なぜインテルだけが同じ勝ちパターンを繰り返せるのだろうか。なぜ日本企業は、パソコンやネットワーク、携帯電話で経験した失敗から学べないのだろうか。なぜ、勝ちパターン構築の仕組み作りを優先させる開発プロジェクトを、事前に起案できないのだろうか。

スーパーコンピュータ、京、の開発に1,500億円もの費用が必要（国の出資が約1,000億円）。一方、PCクラスターのアーキテクチャならその1/5で済むともいわれる。我々アカデミアは、巨額投資と技術者の頑張りを経済的な価値へ転換させるための仕組み作りを、学問として提供できていたのだろうか。

活用できるようになる 21 世紀になると、例え巨大な複合型の技術体系であっても、CAD やコンピュータ・シミュレーションによる技術モジュールの最適切り出しと、これらを最適に結合して完成品を設計する、いわゆる編集設計が可能になった。³³ コンピュータの力によって、モジュールの単純組み合わせだけでも製品としての最適設計が可能になった、と言い換えてもよい。

その代表的な事例を自動車産業や航空機産業に見ることができる。³⁴ 自動車産業で例車の試作をする時、最も費用がかかるのが金型づくりであり、試作回数を減らすことが設計コストと設計期間を短縮する上で最も効果的であった。最近では組立ラインの設計をも、車の設計段階でスーパーコンピュータで可能にしようとしている。

自動車設計へのコンピュータに活用が進んだ背景にこのような経済合理性があったが、現在では最終金型を作る前にコンピュータ上での設計が可能になって、試作をせずに直接

いずれにせよ、日本がこのまま包括的なソフトウェア体系を開発すること無く、あるいは世界中で使われるソフトウェアが使えないままに放置するのなら、そしてハードウェア中心の性能競争に特化した開発競争を続け、プレ処理、ポスト処理、チューニング技術などの共有ソフトウェア・プラットフォームの開発に注力しないのであれば、誰もが、京、を使えるようにするための環境が整わない。したがって日本のスーパーコンピュータは、政府の強力な支援無くしてビジネスが成り立たないであろう。数学モデルベースの各種アプリケーションとプレ処理やポスト処理（可視化）を含む、スーパーコンを多くの産業用途で使いやすくするためのソフトウェア・プラットフォーム開発に、日本は産学官の総力を注力しなければならない。

一般にスーパーコンピュータのアプリケーションはフォートランやC言語で書かれる。しかしながら日本が生んだ独創的な言語、Rubyによるプログラミングはこれらの言語の5倍から10倍も効率が良い。これまで課題だった性能も、東大の平木先生のチームが開発したHPC Rubyによって100倍になり、C言語の実行速度の90%に達するという。日本のスーパーコンピュータ、京、がインテルのIAアーキテクチャ/PCクラスターが構築した巨大なインストール・ベースに対抗するには世界に通用するアプリケーションソフトを充実させなければならない。

例えばHPC Rubyを、スーパーコンピュータのアプリケーション開発へ積極的に導入し、世界中の人々に公開しながら日本のスーパーコンピュータへ多種多様なアプリケーションソフトを集めるようにすべきではないか。このためにも、数学モデルベースの各種アプリケーションとプレ処理やポスト処理（可視化）を含む、スーパーコンピュータを多くの産業用途で使いやすくするためのソフトウェア・プラットフォームの整備・拡張が必須なのである。

なおRubyを使ってiPhone、アンドロイド（スマートフォン）、などのアプリケーションを簡単に開発できる環境が、モトローラなど、アメリカ企業によって提供されるまでになった。日本発の独創的なプログラム言語Rubyが世界中の人に使われる機運が出てきた。

³³ 事前に準備された技術モジュールを棚から選んで組み合わせ設計する編集型の設計手法が日産から紹介されている（たとえば、“NISSAN 新世代車両システム設計技術 一日産CMF:4+1 ビッグモジュール”、[WWW.Nissan-global.com](http://www.Nissan-global.com)）。ここでは事前にモジュール化を進めるプロセスで大部分の擦り合わせ要素が排除されているが、これを可能にするのがコンピュータを活用したCADや計算科学（解析）である。

³⁴ コンピュータによる航空機の部分設計は既に1970年代から試みられているが、スーパーコンピュータ性能の驚異的な向上によって、現在では自動車はもとより航空機でさえ、全体設計も可能になっている。

工場へ展開が出来るまでになっている。しかしながら、自動車産業に見るこのような“モノを作らないモノづくり”は、これまでは同じ車種だけでのみ可能であったが、現在では、これが車種を越え、ブランドさえも越えて可能になっている。

1 車種であれば普通の高性能コンピュータでもやれるかもしれないが、車種を跨ぎ、ブランドを跨いで部品の互換性を追求するには、同じ車種内では無く、多種多様な車種を跨ぎいで共有化できるように、基幹部品（基幹技術モジュール）の最適設計をしなければならない。したがってコンピュータの性能が飛躍的に向上する 21 世紀になってはじめてこれが可能になった。³⁵

スーパーコンピュータによる最適モジュールの設計、およびこれらの編集組合せ設計が、いわゆる人を介した設計・製造の緊密な擦り合わせ協業を不要にするという意味で、“モノを作らないモノづくり”によって開発期間が大幅に短縮され（自動車の場合は半分以下）、また企業内部の調整コストや管理コストも激減する（自動車の場合は、設計から製造に至るコストが 20～30%低減）。これまで営々と努力して下げるコストが、せいぜい 1 年で 1～2%程度（自動車産業）であることを思えば、“モノを作らないモノづくり”が如何に大きな効用をもたらすかも、ここか理解されるであろう。

しかしながらスーパーコンピュータによるモジュール化・部品の共有化には、上記の経済合理の追求だけではなく、自動車ビジネスのグローバル化にともなう本質的な課題を解決する、という経営ツールとしての役割が非常に大きい。例えば、世界のそれぞれの国が持つ固有のライフスタイルに合わせた適地良品・適地適価の製品を、同じモジュールの組合せ組み合わせによって自由自在に設計できるようになる。³⁶ これはモジュール化や部品共有化無くして不可能であり、しかも人や投資をさほど増やさず、これを可能にするのである。ここから労働生産性が上がり、国の GDP 増加へ大きく貢献する。

更には、本国の設計陣では無く、それぞれに国の技術者がコンピュータ上で図面を変更しながら適地良品の自動車を設計する権利、すなわち図面の改廃権を市場の近くにいる設計者へ委譲するという、日本企業がこれまで手を付けられなかった製造イノベーションにまで発展させることすら可能になる。図面の改廃権は日本のモノづくりがグローバル・モノづくりへ進化・発展させる上の最も困難な課題であり、全ての経営者の頭痛の種であ

³⁵航空機や自動車などのような巨大な技術システムで構成され（自動車は 3 万点以上の部品で構成され、試験項目も 500 以上に及ぶ）、その上で更に非常に短時間で起きる衝突のシミュレーションなどでは、超高速スーパーコンピュータが必須となる。しかしながら部品点数が少ない製品あるいは技術体系がシンプルな製品であれば高性能パソコンで十分。

³⁶ これらの詳細は別稿に譲るが、モジュールの組み合わせで作れる完成品で差別化/差異化を担うのが、技術それ自身ではなく、技術以外のビジネスモデル、知財マネジメント、コア技術に絞った技術イノベーション、トータル・ビジネスコスト、多様性/ダイバーシティーへの対応、およびブランド/販売チャネルとなる。いわゆるこれまで語り継がれた日本型のモノづくりではない。

った。

この意味で、コンピュータによる設計を起点にしたモジュール化は、グローバル市場の多様性への対応と組織肥大化の防止、モジュールの単純組合せと良い車づくり、および低コスト設計と高品質の同時実現など、企業人が直面する多くの課題を解決する。したがって、決して技術としてではなく、高度な経営ツールとしてモジュール化を捉えなければならない。

当然のことながらモジュール化の前に、これが必要になる経営環境が企業内で共有され、モジュール化によってどんな課題を解決しようとするかの意識が共有され、これを具体的に実行する仕組みも組織構造の中に組み込まれていなければならない。そして同時に、モジュール化がもたらす副作用を事前に予測し、その対応策も、組織構造の中に組み込まなければならない。この意味でもきわめて高度なトップ・マネージメントが必要となるのである。

＜フォルクスワーゲンの取り組み＞

フォルクスワーゲンの Modular Toolkit Strategy(ドイツ語表記の頭文字をとってMQB)思想は、途上国市場の興隆によって顕在化した多くの課題、特にグローバル市場の多様性への対応と組織肥大化の防止の同時実現、モジュールの単純組合せと良い車づくりの同時実現、低コスト設計と高品質、などを解決するための経営イノベーションであった。³⁷

³⁷ 設計ルールを共有し、基幹技術相互の依存性をできるだけ排除しながらモジュール化を追求する事例が、21世紀の自動車産業にも現れた。例えば、技術モジュールをグループ内の(ブランドを跨ぐ)キットとして共有し、互換性を持たせ、必要に応じて取り出しながら自動車を組み立てるフォルクスワーゲン・グループのModular Toolkit Strategy(MQB)が、その先駆的な取り組みである。

MQBは、インタフェースと公差がグループ企業の内部に留まるクローズド・モジュールである。また機械的な技術体系を象徴する乗用車のモノづくりであっても、“良い車作り”に日本型の擦り合わせを必ずしも必要としない。彼らは、“モジュール化では良い車が作れない”という俗論を高度な設計ルールの設定によって排しただけでは決して無い。ポルシェ、アウディ、フォルクスワーゲン、シコダを含む多くのブランド相互で技術モジュールに互換性を持たせながら、擦り合わせが無くてもフォルクスワーゲンとしての“良い車が生まれる”仕組みを、組織構造の中にビルドインさせている。

ブランドを跨ぐ互換性追求の目的は、非常に少ない数の部品モジュールを組合せながら、多様なブランド車を作れるようにすることである。また、世界のそれぞれの設計・製造・販売拠点が、モジュールを組み合わせながら、“適地良品の車”を自主設計する環境、すなわち世界各地の人々に適した車を自由にする自律分散型の商品イノベーション(結果的に車種が急拡大するが部品の種類は増えない)環境も、ブランドを跨ぐ互換性が保たれれば、コストアップ無しの経済合理性を維持して提供される。

これがフォルクスワーゲン・グループの組織能力にビルドインされているという意味で、世界各国のフォルクスワーゲン・グループが、それぞれの市場変化に自ら適応できるための自由度を持つ仕組みまでも、MQBというコンセプトによって提供していることになる。技術モジュールの互換性(部品コストと管理コストが共に低減)と車種の急拡大(ライフスタイルがそれぞれ異なる途上国市場の急拡大)とを同時実現させる仕組み作りを目指しているという意味で、フォルクスワーゲン・グループは、非常に高い利益率を保ちながら年間1,000万

MQB は、パソコンや携帯電話などと違って、グループ内に閉じたクローズド・モジュールである。モジュール化とブランドを跨ぐ部品の共有化（低コスト化、擦り合わせ調整の簡素化）とが徹底されているが、これらは全て、Module Toolkit がスーパーコンピュータによって最適化されて初めて可能になった。

またブランドに対するユーザの期待には、Module Toolkit の中のコア技術に絞ったボトムアップ型の技術イノベーションシステム、および全ての地域で全ての車種に対するトップ主導の評価システムとを、共に組織構造の中へビルドインすることによって応えている。

これまで自動車のモノ作り現場では、“モジュールの組合せでは車らしい車が作れない”と言いつけてきた。アカデミアも、自動車設計と自動車生産の違いを考慮しない議論を展開し、また事業の拡大に伴って進む企業組織の分業化・細分化、および局所最適の進化に

台の出荷を、トヨタに劣らず非常に早く達成するのではないか。

リーマンショック、アメリカ市場での品質問題、東日本大震災、そしてタイの洪水という苦難を乗り越えたトヨタが、2012年度から新たな攻勢に転じ、世界で最も早く1000万台出荷を実現する機運にある。しかし利益率は決定的に違う。少なくとも2011年から2012年度のトヨタは、モジュール思想が徹底されたASEAN向けIMVモデルと中国市場の大型高級車でしか利益を出せなくなっている。いわゆる擦り合わせ型を象徴するモノコック方式では、レクサスなどの一部の高級車以外は利益を出せていない。ハイブリッド車も全く利益を出せていない。

このなかでトヨタの利益を稼ぎ出す途上国モデルのIMVは、いわゆるトヨタの象徴として語られることの多い擦り合わせ型のモノコック方式でなく、技術モジュールの組み合わせを設計思想の根底に据えたフレーム方式である事実、我々は注目しなければならない。フレーム方式のIMVアーキテクチャの原型はトヨタ自工でなく、当時のトヨタ自販が推進して開発されたものであった。これらの詳細は別稿に譲るが、フレーム方式は一般に車台が重いという意味で、今後の省エネ環境車としては多くの課題を残している。

二重らせんのDNAでは、主鎖が“らせん”と“シート”の基本構造を担い、この基本構造がらせんの繰り返し構造を決定する。一方、生命体としての多様性をもたらす遺伝子全体の型は、側鎖側の相互作用が決定している。堅牢ならせん構造を支える主鎖が長期に渡る安定性を担い、側鎖が多様性を担う。この安定性と多様性への対応という役割の分業が、地球環境の変化に対する適応を繰り返しながら20億年もの長期に渡って生命を繋いできたのである。

フォルクスワーゲンでは、ドイツ本社が世界共通のスタンダードとしてコックピット・モジュールを決定し、これを全ての車で共通に使わせる。一方、完成車としてのコンセプト決定やコックピット・モジュール以外の設計では、それぞれの地域がMQB Module HandbookからModule Kitを選び、ブランドやユーザが住む地域のライフスタイルによってModuleの組み合わせ編集を行う。この選択・編集設計の自由度が、MQBの本質であるという意味で、MQBには、安全性確保の堅牢な構造を支える基本Moduleと、多様性を可能にするその他のModule Kitとの分業に、あたかも生命体のDNAと同じ思想体系を見ることができる。DNAは非常に長い時間をかけて二重構造を完成させた。一方、フォルクスワーゲンや日産は、スーパーコンピュータを活用しながら僅か10年の時間でこれをやり遂げた。

フォルクスワーゲンの取り組みのその先に、グローバル製品の設計・製造で、大規模な思想転換が起きるように思えてならない。MQBの思想がビジネス・エコシステム型の産業構造、競争ルール、企業制度にどのような影響を与えるか、そしてこれがグローバル経済モデルをどの方向へ転換させるかについては、別稿に譲りたい。

よって生まれる副作用としての擦り合わせ作業、などを論考せずにこの主張を支持した。

しかしながら日本の大手自動車メーカ(OEM)は、1970年代から海外生産・海外販売の急増に直面し、これを組織の細分化・専門化、すなわち分業による経済合理性を追求することによって対応していたのであり、このような企業内分業による組織の細分化は必然的にモジュール化の設計思想を生み出すことになる。個別モジュールの組み合わせに移行しないと、人も投資も、そして内部調整コストも、幾何学級数的に拡大してしまうからである。

しかしながら分業の細分化は1990年代になって深刻な副作用をもたらすようになった。例えば、分業化された開発組織で育った技術者が、自動車ビジネスと自動車の設計・製造を俯瞰的に捉える経験をする事のないままに、チーフエンジニアの職につくようになったからである。特に1990年代の後半以降になると、海外生産・海外販売が急増して分業組織が更に細かく細分化され、チーフエンジニアはもとより、これをサポートする技術幹部の誰もが全てを知ることのできない状況に、車の設計者と開発組織が追い込まれていった。

38

このような状況になると、車を構成する技術モジュールとしてのエンジンやパワートレインは、車としての全体最適よりもその技術部門が自ら思い描く技術ロードマップによって開発した個別の局所最適になっている。またチーフエンジニアは、自ら開発する車に搭載するエンジンやパワートレインも、新規の車に最適のものを新たに設計するのでは決して無く、それぞれの専門技術部門が開発したものから選んで使わなければならない。すなわち車としての全体最適では無く、局所最適を追求して開発された部品を採用せざるを得ない。

このように多くの企業は、市場の多様化や売上の急増によって誰もが全てを知ることのできない巨大な分業組織へ必ずシフトする。ここから全体最適と局所最適とが一致しなくなり、例えば車作りであっても、実質的に個別に局所最適化された技術モジュールの採用を最優先せざるを得ない。そしてチーフエンジニアの大部分の時間が、内部調整に費やす事態へ追い込まれていく。

それぞれの専門チームが独自に進化させた技術モジュールであるが故に、新たな自動車設計という全体最適へ適応させるための内部調整コスト（擦り合わせコスト）が膨大になり、結果的に開発コストが高くなり、開発時間も非常に長くなってしまう。³⁹ 企業内分業によって経済合理性を追求することによって生じる副作用が“擦り合わせ”を必要とした、と言い換えてもよい。この意味で擦り合わせは、決して良い面だけでなく、必要悪というマイナスの副作用をも内包していたのである。

³⁸現在でも名車と言われるブランド車、すなわち車らしい車は、これ以前に多く生まれていたが、1970年代以前であれば車作りの組織がまだ細分化されてなく、チーフエンジニアが技術の全体系を俯瞰できて全体最適と個別最適を一致させ易かったからである。

³⁹この問題を生産技術の追求でカバーしてきたのが、日本の自動車産業であった。

世界の自動車産業は、1990年代からこのような組織上の課題に直面し、いわゆるモジュール化やプラットフォーム化に向けた取り組みを模索する。⁴⁰ これを自社組織へ定着させて圧倒的な利益率（他社の2～3倍）を実現させた代表的な自動車メーカーが、スウェーデンのトラック・メーカー、スカニア社であったが、フォルクスワーゲンが2002年ころからスカニアに資本参加して2008年に買収し、スカニアの組織ノウハウをフォルクスワーゲン・グループの全てのブランドへ大規模に取り込んだ。

MQBの設計思想はこのような経緯を経て生まれたものである。世界のそれぞれの拠点がフォルクスワーゲン・グループの共有 Toolkit として準備された技術モジュールを組み合わせ、これによって“適地良品の車”を自主設計する環境、すなわち世界各地の人々に適した車を自由に作る環境も、MQBによって提供される。再度繰り返すが、これらも全て車種やブランドを跨ぐ Module Toolkit がコンピュータによって事前に最適化されているから可能になるのである。

国や地域の文化およびライフスタイルが異なる途上国の人々に適した多種多様な車を設計・提供する場合であっても、適地適価のコスト実現とサプライチェーンの経済合理性を維持できるようにするのがMQBの基本設計思想になっている。

類似の自動車設計思想が日産自動車によって大規模に展開されている。ここでは明確に、コンピュータによるシミュレーション技術、そして、事前に共有された Common Module Family を組み合わせる編集設計が、基盤技術に位置付けられている。⁴¹ その背後に持つ問題意識と課題解決に向けた自動車設計思想も、フォルクスワーゲンのそれと全く同じではないか。ここでフォルクスワーゲンも日産も、擦り合わせ協業が非常に少なくなっただけの言うまでもない。

<自動車産業のオープン・モジュール化>

スーパーコンピュータによる設計以外に我々は留意すべきもうひとつの点は、自動車設計の深部に組み込みシステム（デジタル技術）が深く広く介在し、自動車設計の内部か

⁴⁰フォルクスワーゲンは、ピエヒ CEO の1993年から2002年にかけてプラットフォーム戦略を推進し、モジュール設計を開始している。ピシュツリーダがCEOへ就任する2002年から2007年に7つのプラットフォーム共用計画を推進し、2007年にCEOへ就任したヴィンターコルン CEO の時代になって MLB(2007年、縦置きエンジン用)とMQB(2012年、横置きエンジン用)が発表された。これらの背後にあるのが、従来のアーキテクチャを統合して、NSF, MQB, MLB, MSB の4つアーキテクチャへ統合しようとする経営戦略である。MQBはその一つである。この意味でMQBは、ピエヒ CEO の時代から15年以上の歳月を費やして進化させ、組織へ定着させてきたことになる。なおMQB推進の立役者、ヴィンターコルン CEO は、完成品 OEM ではなくボッシュというサプライヤーの出身である。

⁴¹ 先進国のOEMは乗用車を嗜好品として位置づけ、ブランドによって高度な市場文化を守ってきたので、先進国では完成品としての乗用車OEMが全面的にオープンなビジネス・エコシステム型へ転換することはない。

らモジュール化が急速に進む、という設計環境の到来である。更には、組み込みシステムの **Basic Software** がオープン標準化される、という経営環境の到来である。

電気自動車の普及を待つまでも無く、例え内燃機関車であっても、ここに **Autosar** が主導する **Basic Software** のオープン標準化が取り込まれると、クローズド・モジュール化のその延長でオープン・モジュール化が急速に進む。したがって、オープンなビジネス・エコシステム型の産業構造へ、自動車産業も転換する可能性が非常に高い。すでに途上国の自動車産業にはその兆候がはっきり見えてきた。⁴²

分業による設計・製造が自社の内部に留まっていた、すなわちフルセット垂直統合型で経済合理性を追求した **IBM** のメインフレーム・コンピュータは、**IBM** という企業の中に閉じたクローズド・モジュールのアーキテクチャであった。しかしながら企業内部に閉じて追求するモジュール化の経済合理性は限定的である。事実、オープン化されたビジネス・エコシステムの中で自律分散型イノベーションを追求するミニコン、ワークステーション、そしてパソコンの技術進歩によって、**IBM** のメインフレームは 1990 年ころから急速にニッチ市場へ追い込まれていった。これが我々の目にする現実であった。

しかしながら機械的な特性からなる技術モジュールが中心の航空機産業は、スーパーコンピュータを駆使した設計によってクローズド・モジュール化を追求したものの、21 世紀の現在でもオープン・モジュール化へは転換していない。したがって、最適なモジュール構造の在り方、モジュールの最適な切り方、モジュールの組合せで航空機を製造する編集設計、などは、全て完成品としての航空機を組み立てるメーカーだけが主導してきた。

ビジネス・エコシステムの経済合理性を完成品メーカーがしっかり享受するものの、同時に完成品メーカーがグローバルなビジネス・エコシステムを支配するメカニズムを完成させていた。経済合理性を追求するために必要な自社と調達市場の境界を、常に航空機という完成品メーカーが自社優位に設計し、完成品としての航空機メーカーだけがビジネス・エコシステムを主導してきたからである。繰り返すが、この戦略を支えるのが、完成品としての航空機メーカーが主導するクローズド・モジュール化であった。完成品メーカーでは無くサプライヤーが主導すると、航空機産業の競争ルールも自動車産業の競争ルールも、共に一変してしまう。

現在では、多くの航空機メーカーが、ジェットエンジンの機能・性能を左右する一部の技術領域（たとえば高温・高圧関連）を除いて、大部分の技術モジュールをアウトソーシングによって調達している。しかしながら決してオープンなエコシステムではない。したがってサプライヤーをコントロールする“伸びゆく手”の仕掛けも、自社優位に形成している。クローズド・モジュール化を維持することによって、これが可能になっている。

⁴² 2012 年 2 月 27 日に坂本執行役員によって紹介された“NISSAN 新世代車両システム設計技術 一日産 CMF:4+1 ビッグモジュール”、WWW.Nissan-global.com

一方、先に述べたコンピュータは、本質的にデジタル型であってインタフェースがオープン標準化され易い。その代表的な事例がミニコンやパソコンであった。ここから瞬時に産業構造が変わるので、このスピードに、IBM という巨大組織が適応できない。すなわち IBM は自社優位のシナリオで構造転換させることが出来ず、市場撤退への道を歩んだ。

フルセット垂直統合型の経済合理性を追求する為の分業が、内部組織の細部に行きわたった巨大組織では、産業構造が変わらず競争ルールも変わらないのであれば、再分化された局所最適の組み合わせが全体最適に結び付き易い。これが 1980 年代前半までの IBM であった。しかしながら 1980 年代後半になって競争ルールが一変すると、IBM の誰もが全体最適の方向が分からなくなって身動き取れなくなった。

これは現在の日本のエレクトロニクス産業も同じであり、産業構造が変わる経営環境で常に観察されることであって、コンピュータ産業の巨人であって圧倒的な人材と技術蓄積を持った当時の IBM であっても、決して例外ではなかった。

一方、航空機は、主に機械的特性の技術モジュールで構成されていてインタフェースがオープン標準化され難い、あるいは事業戦略としてオープン化しない。しかもモジュール相互の結合公差が非常に狭いので、例え産業構造が変わるとしてもゆっくりと変化するのであって競争ルールが瞬時に変わることは無い。したがって、例え細分化された巨大な分業型の企業組織であっても、構造転換の中で完成品としての航空機メーカーだけが常に主導権を握ることができた。オープン・モジュール化が進むエレクトロニクス産業と、この点が大きく異なる。

21 世紀の自動車産業では、Autosar による Basic Software のオープン標準化が急速に進んでおり、Complex Driver 経由で繋がるハードデバイスと Run Time Environment インタフェース経由で繋がるアプリケーションとが、一体化された技術モジュールとして流通する可能性も出て来た。Basic Software が標準化されていれば、例え異なる機能を持つ技術モジュールであっても（異なるサプライヤーが提供する技術モジュールであっても）、同じプロセッサで動かせるようになる。

特に電気自動車では、自動車としての機能・性能を大きく左右するごく一部の技術モジュールを除き、時間とともにオープン・モジュール型へ転換する可能性が非常に高いのではないか。電気自動車であれば、Run Time Environment インタフェースを介したアプリケーションソフトの流通はもとより、Complex Driver を介したハードウェアそれ自身の流通も可能になるからである。このような経営環境が到来すると必ずビジネス・エコシステム型の産業構造へ転換する事例は、これまでも枚挙にいとまがない。

このような経営環境が到来すればするほど、完成品メーカー（OEM）では、先に紹介したフォルクスワーゲンや日産自動車の方向性を、自ら主導して定着させることが不可欠に

なる。例えオープン・モジュール型へ転換しても、乗用車が基本的に持つ “持つて喜び、乗って喜び、見せて喜ぶ嗜好品としての商品力” が競争優位性を左右するので、オープン・モジュール化が進んだとしてもビジネス上の主導権を、車の完成品メーカー (OEM) が維持することができるからである。途上国の OEM でも、高付加価値を目指してブランド展開を重視するのであれば、先進国 OEM と同じ方向へ向かうであろう。

しかしながらサプライヤーが担う基幹技術モジュールでは、エレクトロニクス型の思想を背後に持つ潮流が大規模に現れはじめた。例えば世界的なメガサプライヤーであるボッシュは、自らビジネス・プラットフォームを構築し、⁴³ ネットワーク外部性も途上国市場で形成し、自動車産業をビジネス・エコシステム型へ転換させた。途上国市場で圧倒的な競争力と圧倒的な市場シェアを獲得したのは言うまでもない。ここでボッシュが **Complex Driver** を介してエンジブロック側へ伸びるインタフェースを、完全にコントロールして形成する “伸びゆく手” の姿は、インテルが自社プラットフォームから周辺ハードウェアをコントロールする “伸びゆく手” のそれと全く同じである。

この時、パソコンや携帯電話型のように基幹技術モジュールのサプライヤーがアーキテクチャのコントロールを主導して技術イノベーションを常にリードしながら市場の主導権を握るか (例えば後述するオートリブ社)、あるいは自動車の完成品メーカーが主導権を握る (航空機産業と同じように技術モジュールのインタフェースを徹底してオープン化しない) かは、極めて流動的である。しかしながら少なくとも途上国市場では、その方向性ははっきりしてきたのではないか。インドや中国市場のボッシュは、ユーザの目にも見えない強力な “伸びゆく手” を張り巡らし、圧倒的な市場シェアを持っている。

自動車産業でサプライヤーがビジネス・エコシステムを主導するもう一つの事例として、オートリブ社を挙げることができる。オートリブ社は、自動車の安全・安心を支える基幹技術としてのエアバックのメーカーであり、トラックのモジュール化で圧倒的な利益率を誇るスカニア社と同じ、スウェーデンの企業である。⁴⁴ ボッシュと類似の **Full Turn Key Solution** をプラットフォームとして大規模に流通させ、グローバル市場で圧倒的なシェアを持つに至った。

このようにサプライヤーがビジネス・エコシステムを介して飛躍する背景には、自動車という製品設計にデジタル技術が深く介在する経営環境の到来があった。具体的には、**ECU(Electronic Control Unit)** という技術モジュールにデジタル技術が介在してはじめて可能になったものである。⁴⁵ ECU がオペアンプなどのようなアナログ技術で構成されていた 1990 年代初期までならこれは不可能であった。あるいは組み込みシステムを重視した

⁴³ その一部が高梨, 立本, 小川 (2011) や小川, 高梨, 立本(2011)で紹介されている。

⁴⁴ 2008 年 3 月にフォルクスワーゲンがスカニアを吸収合併。ここからフォルクスワーゲンの **Module Toolkit Strategy** が一気に進んだ。

⁴⁵ ECU (Electronic Control Unit: 電子制御ユニット) : マイクロプロセッサと組み込みソフトで構成され、普通の乗用車に 20 から 60 個もの ECU が搭載される。

いモノづくり環境では、例え 21 世紀の現在であっても、企業と市場の境界設計やビジネス・エコシステムが事業戦略の中心に来ることは無い。⁴⁶

エアバッグでは、分散設置されたクラッシュセンサーが衝突時に ECU へ信号を送り、それを基に ECU が危険な衝突か否かの判断をする。⁴⁷ もし重大度が規定の値を超える場合は、エアバッグモジュール内のインフレーターへ電気信号が送られ、インフレーターの点火装置が化学反応をスタートさせて 0.05 秒でエアバッグを完全に膨らませ、0.2~0.3 秒でエアバッグから空気が抜けて萎むように設計されている。

このような複雑で多様なセンサー情報を、瞬時の割り込み処理による区分け判断しながら、しかも超高速 Real Time で、電気的特性の技術モジュール、化学的特性の技術モジュール、そして機械的特性の技術モジュールの全てを、正確にスケジュール管理・動作させる機能は、高度な組み込みシステム（デジタル技術の力）がなければ不可能である。

ボッシュはもとよりオートリブ社であっても、Full Turn Key Solution 型のビジネス・プラットフォームをインターフェースにして自動車産業のビジネス・エコシステムに向かって強力な“伸びゆく手”を形成しているのは言うまでもない。

一般に言われる Open & Close 戦略は、時には Make or Buy という単純化した戦略に置き換えられてきた。しかしながら Open & Close 戦略は、自社の Close 領域から Open 市場に強い影響力を持たせるための、目に見えない“伸びゆく手”を、ビジネス・エコシステムの中に形成するビジネス戦略こそが本質なのである。その背景にデジタル化がもたらすモジュール化の進展があった。デジタル化やモジュール化が進展することによって生まれる第三の構造転換（図 1）があつてはじめて“伸びゆく手”の形成が可能になったのである。

21 世紀の現在では、それまで非デジタル型だったはずの製品であっても、製品設計の深部に組み込みシステムが広く介在するようになり、モジュール化と基幹部品の共有化が一気に進む。ここから自社優位にビジネス・エコシステムを形成する戦略が次々に繰り出され、目に見えない“伸びゆく手”の形成を競う時代となった。自動車の基幹部品であっても例外ではなく、特に途上国市場では、“伸びゆく手”を経営ツールとして形成できなかったサプライヤーは、例外無く価格競争を強いられて勝ちパターン構築に失敗してい

⁴⁶ 日本の自動車産業にはエレクトロニクス出身の役員が異常に少ない。ましてやデジタル化を象徴する組み込みシステムに精通した役員は皆無でないか。しかしながら 2010 年代の現在では、自動車設計の 30%以上、場合によっては 50%以上が、エレクトロニクス系とソフトウェア杯初に費やされる。このまま放置すれば、欧米企業が事前設計した目に見えない仕組みの中に押し込まれる可能性を否定できない。

⁴⁷ エアバッグ専門メーカーのオートリブ社は、世界中の自動車メーカー (OEM) から自動車完成品を調達し、あるいは提供を受け、自社の専用設備で衝突実験を繰り返しながらエアバッグの安全性を確保・確認する。このデータ蓄積がオートリブ社を支えているのである。オートリブ社は、世界中にあるエアバックメーカーを買収して急成長し、グローバル市場で圧倒的な競争優位を築いた。例え中国市場であっても、先進国市場と同じ価格を維持している。この姿もまたボッシュと同じである。

る。

<経営イノベーションとしての“モノを作らないづくり”>

企業と市場の境界設計とこれを起点したビジネス・エコシステムが圧倒的な経済合理性を持つ事実は、デジタル型の産業であっても非デジタル型産業であっても変わりが無い。しかもエコシステム型の経営環境では競争ルールが一様ではなく、先手必勝の位置取り戦略を先に仕掛けて競争ルールを自社優位に事前設計しなければ、“伸びゆく手”の形成競争に勝つことができない。

これまで繰り返し述べたように、モジュール化と基幹部品の共有化を徹底させること無くして自社と市場の境界設計は困難であり、したがって“伸びゆく手”の形成ができず、常に隷属的な経営環境に押し込まれてエコシステムが持つ経済合理性の恩恵を受けることができない。むしろ逆に経営オペレーションや国のビジネス制度設計という、技術以外の領域が国際競争力を左右するようになってきたり、あるいは例え技術領域の競争であっても隷属的な立場に追い込まれて付加価値を失い、国の雇用にも経済成長にも寄与できなくなりはじめた。これが日本のエレクトロニクス産業であった。

このような経営環境が他の多くの産業領域へ急拡大する 2010 年代の日本の製造業は、今後どの方向に向かって走ればよいだろうか。この問題意識を背景に、まだ日本がグローバル市場で競争優位を持つ自動車産業と超精密機能部品および機能材料に焦点を当てながら、これをスーパーコンピュータによる“モノを作らないモノづくり”という視点から考えてみたい。

コンピュータを自動車という巨大技術の設計に活用するには、まず CAD (Computer Added Design) による形状設計 (外形をサブデビジョンに分割しながら有理関数形式で形状を滑らかに表現) と、これをいくつも組み合わせながら、更に大きな形状をコンピュータ (電子データ) によって表現することが基本となる。しかしながら CAD の設計データは単に形状を表現するだけであって機械的・物理的な特性を表現できない。

一方、自動車の設計には、その重さを支える強度を維持するのみならず、走る・曲がる・止まる、の全ての使用条件で安全性を維持するために、車全体として非常に高い剛性を持たせる設計が必要である。これを担うのがコンピュータによるシミュレーション解析 (計算科学的手法) である。

よく使われる有限要素法では、CAD で設計された形状データを基に細かなメッシュ (例えば車のフェンダー形状を解析する場合は、ここだけで数千から数万に分割して形状を表現する) に分割された領域に材料の剛性特性などを電子データとして与え、さらに想定される境界条件 (部材にかかる力の大きさや方向、ならびに固定・支持条件) を与えて、変形の大きさや発生応力を計算する。このようにして、各部材あるいは全体の強度を机上で検討することができる。

特に自動車の衝突シミュレーションでは、衝突安全が車全体の設計に関わるという意味で、車のほぼ全域を有限要素法によって細分化し、スーパーコンピュータ上のシミュレーションによってチェックする。1台あたり数千万円以上となる試作車による実験回数を減らし、かつ開発期間を短縮することが、この解析技術の進歩を一層促進するモチベーションとなった。

製品としての自動車では、全体最適としての最も重要な機能が衝突安全であり、⁴⁸ 要素技術モジュールとしての個別最適をこの全体最適へ正しく結び付けるのが境界条件の設定ノウハウとなる。CADデータを如何にシミュレーション解析側へ取り込んで最適値へ近づけるか、機械的な剛性パラメータをどう設定して行くか、それ以前にその領域で有限要素法のメッシュをどのように配置するか、これらの境界条件をどう設定するか、などは数十年のモノづくりによって蓄積されたノウハウそのものであり、境界条件をきめ細かく設定していく作業は、設計・生産技術・製造を含む全てのモノづくりノウハウをチームとして身に付けている日本の技術者が最も得意とするところである。

しかしながらこらは最初の第一歩に過ぎない。そのゴールは第一にモジュール化であり、第二にモジュール化を起点にした企業と市場の境界設計であり、第三に **Open & Close** 戦略による経済合理性の追求である。そして第四に市場コントロールの“伸びゆく手”の形成であり、第五にこれらを組み合わせたグローバル経営のイノベーションである。

多くの日本企業は、CAD設計やシミュレーションを単に技術の領域に閉じ込めてしまっており、モジュール化を追求するその延長に経営者の姿が見えない。グローバル市場の多様性への対応と組織肥大化の防止、モジュールの単純組合せと良い車づくり、および低コスト設計と高品質の同時実現など、適地良品・適地適価と図面の改廃権など、企業人が直面としてする多くの課題を解決する高度な経営ツールとして、モジュール化を捉える方向性が未だ、経営者に理解されていない。

再度繰り返すが、完成品メーカーがCADを活用し、スーパーコンピュータを活用する目的として、企業人が直面する多くの課題を解決する高度な経営ツールの開発こそが、ゴールでなければならない。

基幹部品のサプライヤーでも事情は同じである。電気自動車やハイブリッド車に使うモータ、あるいは燃料電池車用のモータのシミュレーション解析でも、モータの形状を表現するCADデータを取り込んでシミュレーション解析する場合に、コンピュータで表現し

⁴⁸ なお自動車で衝突安全に対して厳しい設計条件が必ずしも必要で無い場合は、設計専門の企業が汎用プラットフォームを提供するビジネスが可能になる。例えば非常に低い制限速度（時速50キロメートルなど）のケースや、電波などを駆使して絶対に衝突しない車のケース。特に電気自動車の場合は、モータのレスポンスタイムがガソリンエンジンよる100倍以上も短いので衝突しない車を設計しやすい。この意味で電気自動車の時代になるとビジネスの競争ルールが変わる。

たモータを如何に実物のモータに近づけるかは、境界条件の設定ノウハウ、すなわちその企業の技術ノウハウの蓄積量で決まる。モノづくりノウハウが蓄積されていない新興国企業は、確かにスーパーコンピュータ活用のモノづくりを理解はするが、これを具現化することができない。数十年に及ぶモノづくりノウハウを持っていないからである。

特に上記のモータであれば、日本企業には世界に誇る永久磁石の技術があり、これを使うモータ設計のノウハウ蓄積も圧倒的に多い。また磁石・コイルと巻き線・モータ構造の最適組合せやモータと燃料電池・蓄電池、およびこの統合制御など、異なる技術体系の最適統合化などが、CAD とシミュレーション解析によって可能になり、ここから新たな付加価値が生まれる。

このようなモノづくりのノウハウを、スーパーコンピュータによるシミュレーションの境界条件設定ノウハウへと取り込めば、従来の設計と生産技術の擦り合わせ協業によるモノづくりでは無く、ここから“モノを作らないモノづくり”へ、日本企業だからこそ最も効率良く付加価値をシフトできることになる。

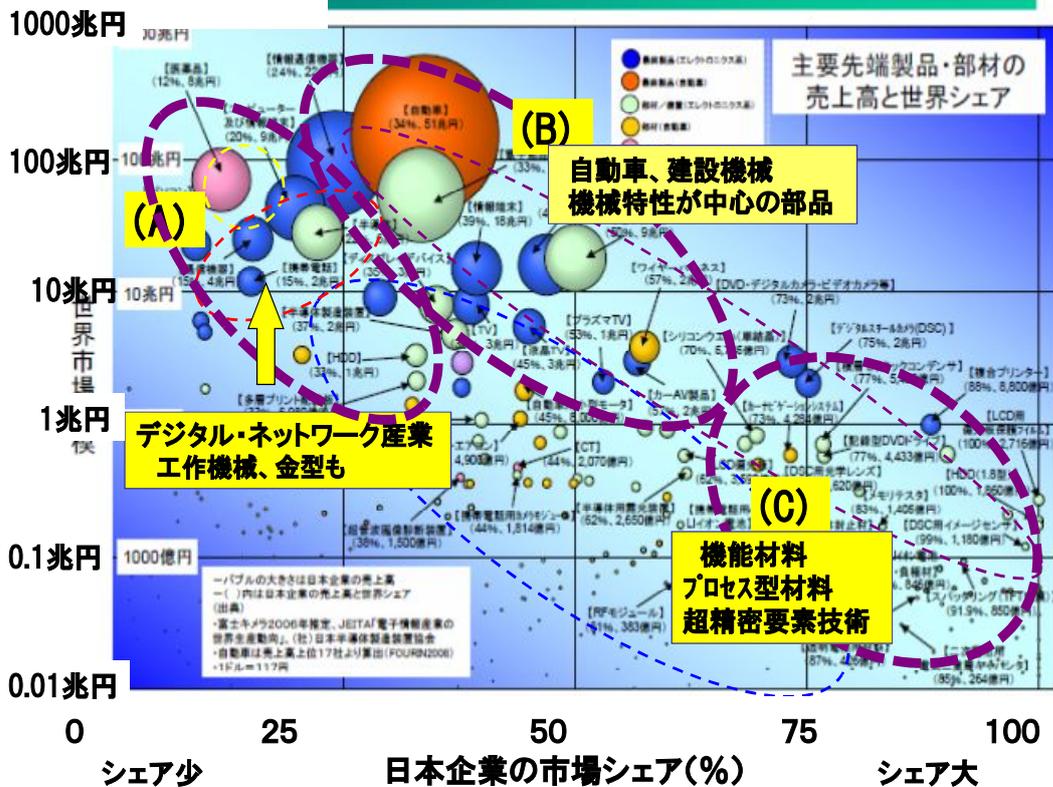
しかしながら日本のサプライヤーは、CADやシミュレーションを技術の領域に閉じ込めてしまっている。そのゴールが、モータという基幹部品を核にしながら市場と企業の境界を自社優位に設計することであり、モータという基幹部品を核に **Full Turn Key Solution** のプラットフォームを提供することであり、そしてここからビジネス・エコシステムへ向かって強力な“伸びゆく手”を形成することである、という経営者の視点がない。

市場サイズと市場シェアから見た日本の製造業の位置取りを図4に示す。2章で述べるようにデジタル型のエレクトロニクス産業で、1990年代の後半から日本企業が市場撤退を繰り返した。その実態を図4の左端(A)で示すが、これまで競争優位を維持していた図4の(B)領域ですら、2000年代の後半からオープンなビジネス・エコシステム型へ転換する製品が急増しつつある。巨大市場を形成する(A)で日本企業が全く勝てず、(B)の産業領域すら(A)へ、急速にシフトしようとしているのである。

また最後の砦として期待される図4の右の(C)領域の部材、特に機能材料についても、アジア諸国が2000年代から国家プロジェクトによって技術を蓄積しつつあり、2020年に至る前に多くの日本企業がクロスライセンスの土俵に乗らざるを得なくなるであろう。クロスライセンスの土俵に上がれば、現在のエレクトロニクス産業と同じように、トータルなビジネスコストの点で日本企業は殆ど勝てなくなり、ニッチ市場へ追いこまれる。⁴⁹

⁴⁹ 詳細は小川(2011b)を参照。

図4 グローバル市場の中の我が国製造業



これらの詳細な論考は別稿に譲るが、途上国の成長を日本企業の成長に取り込む仕組み作りが“モノを作らないモノ作り”にあると主張する背景がここにあった。図4の(B)領域では上記に述べた航空機や自動車産業の事例から学び、また図4の(C)領域であれば上記のモータの事例を参考にして新たな勝ちパターンを自らの手で生み出さなければならない。これによってはじめて、日本型のモノづくりをグローバル市場のモノづくりへ転換させ、モノづくりを企業の国際競争力へ転換させ、雇用や経済成長へ寄与させることができる。

1.2 産業構造の転換が顕在化させた知財マネジメントの重要性

(1) 既存の産業モデルが通用しない経営環境の到来

<例えばクラスター論の適用限界と地域産業の振興政策>

産業構造が変わり、競争ルールも変わったのであれば、経営戦略も変わらなければならない。例えば M.Poter の名著とされる“競争優位の戦略”(1980年出版)で、戦略の根底を支えるバリューチェーン理論や位置取り戦略の理論は、ビジネス・エコシステムを前

提にした競争戦略のごく一部を担う特殊解に過ぎない。

また 1990 年に出版された、“国の競争優位”は、リカードによる比較優位学説の背後に潜む仮定、すなわち比較優位は自然発生的に生まれて変わる、あるいは完全競争によって均衡へ向かうなどという暗黙の仮定を否定し、その上で更にリカードの古典的な比較優位が 20 世紀では通用しない、と主張した。そして Porter は、それぞれの国の特質・特性を背景に、競争優位が人為的に創出され維持されると主張した。これが彼の“国の競争優位”の立脚点である。

確かに 1990 年代の DRAM, SystemLSI などの半導体産業や、CD-ROM, CD-R, DVD などの光デスク産業、パソコン産業、および 2000 年代のデジタルテレビ産業に見るアジア諸国の政策は、国が主導する強力な政策によって強制的にしかも極めて短期間に新たな比較優位をまず国内産業の中に創出した。比較優位が自然発生的に生まれたのではなく人為的に作り出されたのである。韓国・台湾・中国は、まず比較優位を国内に政策的に作り出し、これを起点にグローバル市場の競争優位へ結び付ける仕組みを政策的に完成させて行く。⁵⁰ これがほぼ完成したのが 1990 年代末から 2000 年代の初めであった。

自国内に比較優位を創り出す政策ツールとしての M. Porter のクラスター理論は、技術知識がそのクラスターに集積することによって産業が生まれて行くことを主張するものである。同時に、そのクラスターで生み出す技術知識がその地域に留まって他国へ伝播しないことが暗黙の前提になっている。このような主張や仮定を持つ Porter の理論には、技術を自ら生み出すというよりは、むしろ先進国から伝播してくる技術知識を政策的に集めて集中蓄積しながら人材育成するキャッチアップ型途上国のクラスターでなら間違いなく機能していた。⁵¹

しかしながら、デジタル化（モジュール化）や Full Turn Key Solution 型プラットフォーム

⁵⁰台湾、韓国、および中国は、歴史的経緯で低コスト生産に比較優位を持っていたが、技術蓄積が少なかった。したがってまず経済特区を作って低コスト量産の比較優位を海外企業に開放した。経済特区に海外企業を呼び込んで、あるいは海外から人材を呼び込んで技術を獲得し、自国内で人為的に形成した特定産業の比較優位をグローバル市場の競争優位に転換させたのである。特に中国や台湾は、開放経済として海外企業の直接投資を制限付きで認めたこと、そして制限付きではあるものの自由貿易を認めた効果が、自国の成長を加速させる上で、非常に大きかった。例えば台湾の半導体量産産業や光デスク産業、中国の組立専門産業（EMS）やオートバイ産業など、その事例は枚挙に暇がない。まずは国が国内で比較優位を政策的に作りだし、これをテコに技術や技術知識を先進国から獲得し、自国産業がグローバル競争優位を持つように国を挙げて政策誘導していったのである。韓国も例外ではなく、この政策が 2010 年代の現在も営々と続けられている。

⁵¹ 技術が時間的・空間的の伝播してくることを暗黙の仮定にした R. Solow（ノーベル経済学賞を受賞）の外生的経済成長理論も、途上国の経済成長を説明できる（例えば小川（2011b））。また途上国のクラスターは、先進国から伝播してくる技術知識と人材を結集され、技術と人材が醸成される場になっているが、これを政策が主導しているという意味でなら、Romer の内生的経済成長理論の正しさもここで検証される。

ームが流通し、そしてインターネットの発展が技術伝播スピードを 10 倍から 30 倍に加速させる 1990 年代後半以降になると、例えクラスターの中で独自技術が生まれても海外へ瞬時に伝播する。産業構造がビジネス・エコシステム型へ転換する時期（2000 年前後）にスタートさせた日本の地域クラスターは、その大部分が成功していない。Porter が暗黙の前提にした“クラスター域外への情報の拡散抑制”が、デジタル化や国際標準化によって不可能になっているからである。⁵²

技術情報の拡散あるいは流出をコントロールできないのであれば、国の産業政策としての地域の産業活性化を目的とするクラスターの効用が一瞬にして失われる。技術伝播の領域をビジネス・エコシステムの中でコントロールする本稿の知財マネジメントが、21 世紀のクラスター論に取り込まなければならない。

日本には、独自の技術が蓄積された多数の地域集団が全国の散在している。これらはいずれも、Porter の理論と無関係に長い時間を掛けて日本国内に生まれた地域産業である。そもそもクラスターを政策的に作ったから成功したのでは無く、成功したので結果的にクラスターに見えたのではないか。

我々は輸入学問の解釈・適用というプロセスを離れてまずは日本の現実を直視し、ここから新たな方策を考えたい。まず日本全国に散在する地域集団を、それぞれの地域が長い時間をかけて生み出した独自のモノづくり文化の集積地として再評価し、その延長でこれを 21 世紀の日本経済を支える産業集積として再評価したい。ここで育成された日本独自の伝統的なモノづくり文化は、いわゆる非デジタル型の産業領域であって技術が伝播し難

⁵² リーマンショック後の 2009 年ころから日本政府は、デジタルテレビへ 5,000 億円の税金を投入してエコポイント制を導入した。しかしながらエコポイント制が終わった 2011 年 3 月時点の決算では、ソニー、パナソニック、シャープの 3 社がテレビ事業だけで総計 1 兆 5000 億円もの巨額赤字を計上して経営危機に陥った。確かにエコポイント制によって一時的には日本のエレクトロニクス産業が危機を脱したが、同時にエコポイント性が始まった時期から液晶テレビの輸入が急増していたのである（以上の事実は一橋大学の青島矢一教授にお教え頂いた）。技術伝播がブラウン管テレビより 10 倍も速くなったデジタルテレビでは、政策助成が日本企業の競争力を国内市場ですら強化することはできない。特記すべきこととして、東芝は既に 2002 年ころから液晶テレビの製造を台湾に委託する ODM 方式を採用していて巨額損失を免れた。1998 年ころに経験したノートパソコンの教訓を活かして、当時の西田社長が社内の多くの反対を押し切ってこれを強行していたのである。2012 年の現在、東芝の歴章テレビは ASEAN 市場で圧倒的な存在感を持って東芝の業績に貢献している。

一方、同じエコポイント制を採った白物家電では、エコポイントが終わっても日本国内では基本企業は比較的高い利益を維持して現在に至る。白物家電は機械的な特性を起点にした技術体系で構成されているだけで無く、人間のライフスタイルと結び付いた家電製品なので世界の標準品となる技術モジュールの部分が限られており、適地良品の製品設計が最も重要になるためである、この意味で共通技術モジュールの伝播・流通があっても、全体最適としての完成品に纏め挙げる技術ノウハウが丸ごと伝播し難い。この意味で白物家電は、自動車と類似の製品アーキテクチャを持っているのではないか。類似の事例は、日本企業が未だ競争力を失っていない小型の液晶パネルでも観察される（例えば小川、2007 の 1 章、脚注 8）ここにも技術の伝播スピードをキーワードに据えた第三の産業構造転換（図 1）がどの領域で起きているかによって日本企業の競争力に大きな影響を与えている事実が、更に理解されるであろう。

いという意味でも、強力な輸出産業に育てることが可能である。⁵³ その上で更に ICT の活用はもとより、知財や契約に関する国際的な最新の知識を取り込み、技術伝播を政策的にコントロールする仕組みとしての知財マネージメントを徹底させる、という視点から地域経済政策の再構築が必要である。

小規模企業が扱う製品は巨大な複合技術ではなく、**Only One** 技術であって小規模な技術体系で構成されているケースが多い。この意味で、技術漏洩を防止する知財マネージメントが機能し易い。ここで言う知財マネージメントとは、数多くの特許を出すことでは決してない。まず第一に **Only One** 技術としてのコア領域を再認識し、この領域は絶対にクロスライセンスの対象にさせないための知財マネージメント追求である。そして第二にコア技術を内製し、それ以外をアウトソーシングして経済合理性を追求する為の、自社と市場の境界設計の為の知財マネージメントであり、第三にコア領域から調達市場とユーザ市場に強力な“伸びゆく手”を形成するための知財マネージメント追求である。

驚異的な輸出の伸びが地域の中小企業によってもたらされたドイツの例を見るまでも無く、⁵⁴ グローバル市場で圧倒的な競争力を持って輸出に貢献できるか否かは、特に日本では、いずれもコア領域側のイノベーションとこれを起点にしたビジネスモデルや知財マネージメントに左右される。

<モノづくり論の適用限界と日本の電機産業の方向性>

ここからまた本論に戻るが、圧倒的な技術蓄積とモノづくり力を持ち、非常に多くの特許を持つ日本企業が、ビジネス・エコシステム型の経営環境が興隆するタイミングで市場撤退への道を歩んだ。技術が瞬時に日本からアジア諸国企業へ拡散したためである。

その代表的な事例が DVD やデジタルテレビであり、太陽光発電やリチウムイオン電池も例外ではない。規模の経済が企業内から外部のグローバル市場（図 2 右側）へシフトしたにも関わらず、日本企業だけが、**M.Porter** が暗黙の内に想定したクローズド垂直統合型の企業制度を維持したままで（図 2 左側）、ビジネス戦略を考えてしまったためではないか。付加価値を内部に取り込む仕組みとしてのフルセット垂直統合型が、ビジネス・エコシステム型の産業構造の登場によって経済合理性を失ってしまった。

企業の内部に焦点を当てこれを観察すると、基幹部品の結合許容公差が非常に広くても所期の性能・機能・品質をもつ完成品を量産できる、すなわち相互依存が無く、基幹部品を調達するだけで完成品を作れるのであれば、製品の開発設計、生産技術開発、製造技

⁵³ 単なる輸出助成では無く、あるいは単なる ICT 技術の活用だけではなく、適地良品の製品を外国人に任せて開発し、更には図面の改廃権の移転をも含めたモノづくり文化へ転換させるモノづくり経営のイノベーションも必要。国内の地域産業でも日本型のモノづくりから脱皮してグローバル・モノづくりへ転換しなければならない。この基本思想がグローバルな Open & Close 戦略であり、図面改廃権の扱いである。

⁵⁴ ドイツの輸出が無名の小規模企業によって支えられた事実は、Hermann Simon (2012) を参照。ドイツの輸出は GDP の 41% を越え、日本の 15% の 2.5 倍を越える。

術開発、部品調達、大量生産、在庫管理やサプライチェーンなど、あらゆる領域で内部の擦り合わせ調整コストが激減する。したがって日本型競争力の源点だったはずの、いわゆるモノづくりから付加価値が減少する。技術が拡散するのであれば、日本型モノづくりが日本企業の競争力に繋がらない。⁵⁵ 雇用にも経済成長にも寄与しない。

日本では、エレクトロニクス産業からこれが大規模に顕在化した。デジタル技術が製品設計の深部に介在し易いからである。例えば 1980 年代の VTR と 2000 年代の DVD の違い、1980 年代のアナログ携帯電話と 2000 年代のデジタル携帯電話の違い、あるいは 1980 年代のブラウン管テレビと 2000 年代のデジタルテレビの違いを見れば、デジタル化や国際標準化がもたらす意味も理解されるであろう。しかしながら日本のエレクトロニクス産業は、2000 年代になっても 1980 年代のモノづくりを追求した。これがどのような結末を迎えたかは周知の通りである。

ここから非常に多くの産業領域で規模の経済が企業の外部へシフトしただけでなく、日本企業が競争力の源泉とした “自前の工場主導モノづくり” から付加価値を奪う。このとき付加価値が、全体最適を追求して統合された完成品や、販売チャネル、ブランド側へシフトするが、シフトした付加価値領域をオープン環境で維持し、安定化させる役割を担うのが、人間の知の営みとしての、ビジネスモデルと知財マネジメントである。

デジタル化、すなわち人工物の設計に組み込みシステムが介在して始まった産業構造の転換は、すこし遅れて非デジタル型産業の構造にも大きな影響を与えた。途上国企業がビジネスチャンスを求めて、デジタル型と同じ成功体験を追求しようとするからである。確かにアジア企業に見るこの成功体験は、比較的少ない技術体系で構成されるデバイスでや完成品では成功した。

しかしながら巨大で複合的な技術体系で構成される製品領域、例えば産業機械、建設機械、自動車、航空機などとその関連産業、あるいはインターネットや携帯電話システム等を含むネットワークシステム、クラウドや社会インフラ・社会システム型の産業では、アジア企業が決して成功していない。長期に渡る技術蓄積とその総合的・統合的な技術体系を必要とするからであり、例え個別技術が伝播しても全体最適の統合化が出来ないからである。更に言えば、この分野の多くは、欧米企業が先手を打って自社/自国優位のビジネス・エコシステムを 1990 年代に完成させていたからである。

欧米企業は、まずパソコンやサーバなどデジタル・エレクトロニクス型の製品から、そして次にデジタル型の技術体系を組み合わせ統合したネットワークシステム、あるいは機械的な特性の基幹技術モジュールを統合して全体最適を実現する巨大な複合型システムへとコア産業領域をシフトさせる。しかしいずれの場合でも決して自前主義を排除し、急成長するアジア企業をビジネス・エコシステムのパートナーと位置付ける戦略を追求した。

⁵⁵ これらの一連の分析は小川(2010b)の2章と3章を参照。

当然のことながら、自国/自社優位にビジネス・エコシステムを事前設計し、自らの意思で自国/自社優位にグローバル市場の産業構造を変えていった。その背後にあるのが 1980 年代から欧米企業の間で顕在した第三の産業構造転換であり、この転換をたらしめたデジタル化の進展とオープン標準化の潮流があった。

一方、日本の電機産業では、2001 から 202 年ころにエジタル型製品を切り捨てて社会インフラ/社会システム市場へシフトする経営イノベーションが進められた。その代表的な事例が三菱電機である。しかしながら当時の電機業界は政府と一体になってデジタル家電を次世代の産業領域とする業界コンセンサスが完成しており、日立製作所と東芝がデジタル型から社会インフラ/社会システム市場へ転換するには 2009 年まで待たねばならなかった。それまで巨額の損失を計上したのは言うまでもない。ノートパソコンの教訓を学んで 2002 年当時からアウトソーシングに切り替えた東芝のテレビ事業は、例外中の例外だったのである。

しかしながら、多くのデジタル型製品を温存させざるを得なかったソニー、パナソニック、そしてシャープは、現在まで巨額の損失を計上し続けた（シャープは 2008 年以降）。これは 2000 年前後のヨーロッパ電機業界も同じであった。Philips も Siemens も、三菱電機とほぼ同じ時期の 2000 年ころに携帯電話や液晶テレビなどのデジタル型製品をコア領域から切り離し、社会インフラ/社会システム市場へ全リソースを集中させて安定成長の軌道に乗った。

人はルーチン化されたライフスタイルを急には変えられない。企業も、その規模が大きければ大きいほど、ルーチン化した組織能力を変えることが出来ない。ましてや図 1 や図 3 で示すような 4 年から 6 年で大転換する産業構造に対して、自らの力だけで適応するのは不可能である。1990 年ころに現在の日本のデジタル家電と同じ経営環境に直面した IBM は、約 15 万人をレイオフしたが、同時に約 5 万人は従来の IBM と異なる能力を持つ人材を採用して IBM の組織能力を変えていった。それでの IBM が現在の成功モデルを支える新たなルーチンを定着させるまで 5 年から 7 年の歳月を必要とした。

この意味で三菱電機、Philips, Siemens, IBM の事例は、図 2 の右側へシフトする製品群を自社のコア領域から切り離し、図 2 の左側に残る領域を更に強化するという経営側のイノベーションだったのである。その背後に、人も組織も急には変えられないという現実があった。

（２）アップルの事例に見る付加価値のシフトと“伸びゆく手”の形成、 雇用・経済成長への貢献

ここで再び論点を本流に戻し、第三の構造転換を最も効果的に活用しながら大躍進したアップルに着目し、その勝ちパターンを分析することによって第三の構造転換がもたらす 21 世紀のグローバル経営環境や経済環境の特徴を鮮明にさせたい。

本稿の基本メッセージとの関係で注目すべき第一の転は、いわゆる日本型のモノづく

りが競争優位の源泉で無くなったことが挙げられる。例えば iPod や iPhone を例にとると、量産を担う中国 EMS が工場のモノづくりで獲得した付加価値は僅か 1.7% と 1.3%(2.5%) に過ぎない。⁵⁶ しかしながら、商品コンセプトや企画・設計および販売チャネルとブランド、およびこれらを駆使して構築されたアップル社のビジネスモデルと知財マネージメントが、実にその 20 倍を超える 40~60% もの付加価値を生み出している。この付加価値はいわゆるモノづくりがもたらしたのではない。⁵⁷

またアップルの主たる収益源としてコンテンツ・ビジネスを挙げる人が多いが、これは誤解である。2008 年ころの時点でさえ約 4 兆円の売り上げの内のコンテンツの売上が 2,000 億円に過ぎず (利益は 200~300 億円)、売上の 95% 以上 (利益も同じ) が iPod/iPhone という完成品であった。

我々が特に注目すべき第二の点は、この完成品の価格がビジネスモデルや知財マネージメントによって維持されている、という紛れもない事実である。例えばデジタルテレビは毎月のように値下がりするが、iPod/iPhone/iPad の価格は世界のどの市場でも値下がりしていない。製品の背後に仕掛けられた目に見えない多層構造のビジネスモデルと、この仕掛けをオープン市場で安定化させる知財マネージメントの存在が、競争相手の市場参入を防ぎ、合法的な独占体制を築いで価格競争を防いでいるからである。

値下げしなくても世界中で大量に普及する魅力的な製品コンセプトであって、その上でさらに、価格競争を仕掛ける後追い企業の市場参入を防ぐ巧妙な知財マネージメントこそが、アップルの製品群に 40~60% もの粗利益を長期に渡ってもたらしているのである。毎月のように価格が下落するデジタルテレビと比較すれば、価格維持の仕組みがもたらす意味が理解されるであろう。

競争相手がいないのであれば価格競争が起きず、製品価格を長期にわたって維持することが可能になる。したがって普及すればするほど利益が増えて多くの雇用連鎖を生み出す。また従業員一人当たり付加価値、すなわち労働生産性が増えて国の GDP (経済成長) に貢献する。⁵⁸

⁵⁶ iPod:EMS の粗利が 5\$, これは完成品の販売価格 299\$ の 1.7% に過ぎない。iPhone:EMS の粗利が 6.6\$, これは完成品の店頭価格 500\$ の 1.3% に過ぎない (例えば Xing and Detert, 2010、インターネットには異なるデータも散見されるが、多くても 2.5% 程度である)。

⁵⁷ 再度繰り返すが、ここでいうモノ作りとは、狭い意味の“工場のものづくり”である。

⁵⁸ 国の名目 GDP は労働人口増加率と一人当たりの名目労働生産性の和として表現される。ここで労働生産性とは、労働によって生み出される付加価値であり、従業員への報酬 (給与) と余剰利益からなる。ここで付加価値には、従業員一人あたりの生産個数の増加 (生産額の増加) だけでは決してなく、その製品の売上から部品・材料などの仕入れ額と諸経費を引いた利益も付加価値に含まれる。したがって製品の売値が下がらず大量普及するのなら、そして同時に部品・材料の調達価格が下がるのであれば、従業員が生み出す付加価値が飛躍的に増加したと同じ効果になる (アップルの場合はこの付加価値の方が遥かに大きい)。これら付加価値の集合体が GDP、すなわち経済成長の貢献することになる。

しかしながら価格下落が激しいと、如何にモノづくりの工夫で効率よく生産量を増やしても価格下落をコスト低減と生産量増でカバーできずに赤字となる。このような状況になれば、いわゆる余剰利益がマイナスなので、例え従業員 (労働者) に給与を支払って雇用できていても一

注目すべき第三の転は、ソフトウェアが持つ基本的な作用が高度のビジネスモデル構築を可能にし、知財マネジメントが大量普及と価格維持の同時実現を可能にしている事実である。21世紀の現在ではハードウェアとしてのモノづくりよりも、むしろビジネスモデルと知財マネジメントこそが、国の雇用や経済成長へ大きく貢献する時代となった、と言い換えてもよい。再度繰り返すが、その背後にあるのが第三の構造転換がグローバル市場で作り出すビジネス・エコシステムであった（本稿の最後にある付録 - 2を参照）。

いわゆる現在のハードウェア・テクノロジーが物理や機械的な現象の組合せという物質的な効果を活用しているとすれば、⁵⁹ ソフトウェア・テクノロジーは人間が人為的に作った論理体系の組合せという論理効果を活用している。⁶⁰ 組み込みシステムがソフトウェアとこれを動かすマイクロプロセッサから構成されているという意味で、人間の知恵が人工物の設計プロセスの段階から、ソフトウェアを介してグローバル市場のビジネスモデルや知財マネジメントに結び付けられるようになった。ここからはじめて経営者の意思が、組み込みシステムを介して、後述する“伸びゆく手”へ転換されるようになったのである。⁶¹ ビジネス・エコシステム型へ転換した市場の全体構造を俯瞰できるようになり、経営陣営によるトップダウン型の事業戦略が有効に機能するようになった、と言い換えてもよい。その象徴的な事例がアップルの製品群であった。

この意味で、アップルが世界最高レベルの高収益を維持・拡大して国の経済成長に貢献できているのは、決して技術サイドのモノづくりで優れているからだけではない。目に見えない知の営みとしての“伸びゆく手”の形成が、モノづくり側では決して無く、市場サイドを起点に展開されて初めて価格が維持されている。ここから、普及すればするほど高い収益がアップルにもたらし、アップルにも販売チャネルにも、広い意味の他のサービス産業にも雇用が生まれ、それぞれの領域の高い事業利益（付加価値）連鎖が国の経済成長へ貢献する。アップルによる主張ではあるが、これまで51万人の雇用を生み出したという。⁶²

確かにマスコミに登場する S.Jobs 氏の才能が世界の人を魅了する製品を生み出しはしたが、これは表に現れたアップルという企業の組織能力のごく一断面に過ぎない。その背

人当たりの従業員が生み出す付加価値を激減させ、結果的に国の GDP を減少させることになる。これが現在の日本のエレクトロニクス産業、特に液晶テレビ産業、が置かれた現実である。販売価格が変わらない自動車産業や素材産業でモノづくりが重視された背景、およびエレクトロニクス産業ではモノづくりよりもビジネスモデルと知財マネジメントが重要と主張する本稿の背景がここにあった。

⁵⁹ W. ブライアン・アーサー(2009)の3章

⁶⁰ いわゆるスーパーコンピュータによるモジュール化や編集設計も、ソフトウェアという論理空間を活用することによって可能になっている。

⁶¹ “伸びゆく手”については、1章の1.2節を参照のこと。

⁶² 2012年3月2日にアップルが以下で公開した情報によると、アメリカだけで51.4万人の雇用を生み出したという；：<http://www.apple.com/about/job-creation/>、筆者等の調査では iPod がようやく普及しはじめた 2005 年の時点で約 9000 人の雇用をアメリカに生み出し、1万 3000 人の雇用を中国に生み出している。

後で、スタッフ集団が組み立てる知の営みとしてのビジネスモデルや知財マネージメントが、組み込みシステムを介して経営者の“伸びゆく手”を形成し、これをオープン市場で安定化させることによって始めて、多くの雇用と巨大な付加価値が生み出される。

ここで事業利益（付加価値）を支える販売価格を、グローバルなビジネス・エコシステムの中で維持・安定化させる役割を担うのが知財マネージメントであった。巧みな知財マネージメントの無い iPod/iPhone/iPad であったなら、例え Jobs 氏の才能が天才的であっても長期にわたる価格の維持が不可能であり、アップルのモデルが瞬時に崩壊する。彼らの知の営みの実態は、19 世紀後半のドイツ参謀本部のそれと同じく、当分のあいだ表に出ることはないであろう。⁶³

これまで多くの人々は、既存の経営理論を起点に現在の経営環境を解釈しようとした。しかしながら我々が目にする標準的な理論の多くが 1990 年代までの産業構造を暗黙の前提にしている。したがって、本稿が焦点を当てる第三のグローバル産業構造転換が取り込まれない。我々には、21 世紀のグローバル産業構造を記述する新たなモデルが必要である。

新しいモデルの提案の前に筆者が本稿で強調したい第 1 の点は、人工物の設計にデジタル技術が深く介在することによってモジュール化が進み、製品を企画・設計する段階でその産業がグローバル市場に作るビジネス・エコシステムの全体構造を、事前に俯瞰できるようになった、という主張である。

そして第 2 に、新たな競争ルール到来を前提にした“伸びゆく手”構築のためのビジネスモデルや知財マネージメントをも事前設計できるようになり、そしてこれを合理的に実行する組織能力や企業制度をも、市場が開ける前に経営陣営の手で事前設計できるようになった、という主張である。⁶⁴ そして第 3 に、ビジネス・モデルや知財マネージメントが国の雇用や経済成長に不可欠になった、という主張である。

これが図 1 の右側で生まれた 21 世紀の経営環境であった。その代表的な事例がパソコンやデジタル携帯電話、スマートフォン、インターネット製品群であり、そしてアップルの製品群だったのである。

⁶³ 渡部昇一氏（祥伝社新書、ドイツ参謀本部）によると、当時の欧州諸国は、連戦連勝を繰り返すドイツの背後に、参謀本部の知の営みがあったことに気付かなかったという。同時に、参謀本部が力を発揮するには、これを使いこなすリーダーの存在が不可欠であることも指摘している。S. Jobs はリーダーとして希な才能の持ち主だったのではないか。

⁶⁴ これまでの経営理論が利用できる空間は、狭い方の限界が人間個人の行動か、せいぜいモノづくり工程であった。しかしここからグローバル市場に対する強い影響力のある仕掛けは生まれない。一方、組み込みシステムが設計の深部に介在する場合の利用空間は、技術モジュールのインタフェースや結合公差だけでなく、人間が自由自在にコントロール可能なデジタル論理空間におよぶ。

ここで中心的な役割を担う組み込みシステム（デジタル論理空間としてのソフトウェア）が、企業経営陣の意図を“伸び行く手”の仕掛けとして作り、グローバル市場へ強い影響力を持たせることを可能にする。本稿の 4 章でスケッチする“企業が主役になる経済モデル”、という主張の背景がここにあった。

1.3 デジタルテレビの事例から見たLED照明産業の構造転換

(1) 第三の産業構造転換から見た日本のモノづくり論

最近になって、日本型モノづくりに対する疑念を語る人が多くなった。途上国企業の台頭を見て、製造業が日本を滅ぼすという主張さえある。一方では、モノづくりこそが日本を支えると語り続ける人が多いのも事実である。⁶⁵ モノづくりを批判し、製造業不要論を主張する人々は図1の右側の市場を見ており、モノづくり/製造業の役割を重視する人は図2の左側の産業構造を前提にしている。

しかしながら何れの場合も、技術が伝播し難く国内に留まり易い図2の左側の産業を論じているのか、あるいは、技術が瞬時に海外へ伝播する図1の右側に位置取りされる産業を論じているのかの区別がない。それ以上に、日本以外の欧米の製造業が、図2の右側で圧倒的な市場支配力を持つ事実に対して、体系的な議論をすること無く、モノづくり不要論や有用論を語っている。技術の伝播スピードが10倍から30倍以上に速くなって産業構造が図1の右側へダイナミックに変わる、という21世紀の視点が全く欠けているのである。

我々が日本のモノづくりや製造業を語る時、技術の伝播スピードを、そして伝播をコントロールする知財マネジメントも同時に語らなければ、企業人の活動を雇用・成長へ結び付けることはできない。知財マネジメントが競合企業との価格競争を防いで製品価格を維持し、ここからもたらされる事業利益が新たな技術イノベーションと雇用の維持・拡大に寄与するからである。また価格維持によってもたらされる事業利益(付加価値)が国のGDP(経済成長)に直接寄与するからである。欧米企業がビジネス・エコシステムの中で1990年代に完成させた市場支配のメカニズムは、伝播スピードをOpen & Closeの事業戦略としてコントロールすることで大量普通と利益率アップを同時実現させる知財マネジメント、によって支えられていた。高い利益率のまま大量普及すれば、企業人の活動が雇用や国の経済成長に多大な貢献をする。

例えば機能材料などのように、技術やモノづくりを追求することによってブラックボックス化が可能であり、また基本的な物質特許とその関連特許で技術を完全にプロテクト

⁶⁵ 疑念を語る人は、暗黙の内に狭い意味でのモノづくりを、特に工場中心の狭いモノづくりを念頭に置いているケースが多い。そしてまた、途上国企業と同じ土俵で競争する日本企業の姿を見ている。一方、モノづくりの素晴らしさを主張するケースでは、日本の匠の技、あるいは半導体デバイスや液晶パネル製造などのプロセス型技術を念頭に置いて語る人から、最近のアップルの製品群を事例に挙げる人まで非常に幅広く、一般の人は困惑する。

いずれにせよ産業構造が変わらず図2の左側が維持されていることを暗黙の前提にしている。しかしながら、モノづくりを追求した結果としての日本の液晶テレビやDVDの現状を、誠実に論じる人が意外と少ないのも事実である。

できるのであれば、またキャッチアップ型企業やユーザ企業もクロスライセンスによる市場参入が困難である。したがって技術を合法的に独占することができる。この意味で、産業構造が図2の左に留まって右側へ伝播し難く、伝統的な知財マネジメントが十分に機能して技術イノベーション成果をブラックボックス化し易い。オープン環境に対する技術伝播を自らの事業戦略としてコントロールできるので、モノづくりを追求することが日本に大きな付加価値をもたらして経済成長を支える。

確かに1980年代までなら、例えエレクトロニクス産業であってもデジタル技術が介在し難く（アナログ技術が主役）、技術伝播が非常に遅かったという意味で、現在の機能材料産業と同じく、ほぼ全ての製品領域でモノづくり製造業が日本の雇用を守り、経済成長を支えた。21世紀の現在であっても、図2の左側に留まる日本の機能材料や建設機械産業が見せたこれまでの競争力も同じである。

成功体験を捨てるのは至難の業である。例えば1980年代や1990年代のカムコーダのように、アナログ型技術や機構技術が中心の製品では、技術モジュールの結合公差が非常に狭いので、すなわち基幹部品相互の依存性が非常に強いので、例えオープン標準化されてもその設計と生産技術との擦り合わせ協業が必須であり、量産製造には熟練の作業員が必須であった。この意味で、設計部門と製造部門が同じ企業内で協業し、暗黙知のモノづくり情報を共有できる統合型の企業だけが、歩留まり良く低コストで量産できた。⁶⁶ここに付加価値が宿り、雇用と経済成長をささえたのである。

⁶⁶ ただし、これを実ビジネスの現場から言うと、生産技術部門が大きな力を持つ企業であれば、既存の工場ラインを活用することが前提の擦り合わせ協業になり、製品設計の自由度が制限され易い。一方、商品企画や設計が主導権を持つ企業の場合は、生産技術・製造技術などの、いわゆる工場側のモノづくりが隷属的な立場に置かれる。前者の事例は、産業構造が大きく変わらないという前提なら、経済合理性を持つ。後者の代表的事例が、産業構造が変わったグローバル市場の中のアップル製品群である。

自動車産業にもデジタル化やモジュール化の波が押し寄せ、そして途上国市場が急拡大するなど、産業構造が大きく変わろうとしている。そしてそれぞれの国の文化や人々のライフスタイルに適応する適地良品が途上国市場に受け入れられるための（圧倒的な市場シェアを取るための）必須要件になったとすれば、途上国の興隆がもたらす多様性に対する柔軟な対応が不可欠である。

多様性と管理コストの両立にはモジュール化が必須という意味で、モジュール化の思想はエレクトロニクス産業から多くの産業領域へ波及して行く。TOTOのウォシュレットも、そして事務機械産業を象徴する複合機（MFP）にも、この潮流が見えはじめた、これが日本の自動車産業でも顕在化している。その代表的な事例を上げると、トヨタグループがASEAN市場をターゲットに開発したIMVモデルが、2010年代のASEAN市場の拡大と共にトヨタの収益を支えているが、このIMVモデルはいわゆるトヨタ本体の組織能力が深く介在しない経営環境で企画された“適地良品・適地適価”を象徴する車であることを、ここで改めて強調したい。IMVモデルは、乗用車のモノコック方式ではなく、トラックと同じフレーム方式のアーキテクチャ、すなわち技術モジュールの組み合わせで多種多様な車を作るアーキテクチャになっている。2011年に日産が発表した中国市場のベヌーシア（ブランド名）も代表的な“適地良品”の乗用車である（ただし中国人が設計し中国人が作る中国人の為の自動車として開発されたモノコック方式）。

このようなケースでは、例え国際標準化されるケースであっても、**図 2**の左側に示す垂直統合型の企業形態が経済合理性を持つ。ブラウン管テレビやVTRで日本企業が見せた圧倒的な競争力の原点がここにあった。この成功体験がDVDでもデジタルテレビでも踏襲されたのではないか。

しかしながら、製品設計の深部にデジタル技術が介在して基幹技術モジュールの結合インターフェースが形式知に変わり、結合公差が拡大し、その上で更にインターフェースも公差もオープン化され易い製品であれば、あるいはオープン国際標準化が介在する製品であれば、産業構造が瞬時に**図 2**の右へ転換してモノづくり自体から付加価値が大幅に減少して雇用が失われ、その産業のGDPも成長が止まる。⁶⁷

このような産業構造では、ビジネス・エコシステムへ転換することを前提にした、ビジネスモデルや知財マネージメントを、技術力や技術情報で圧倒的に優位に立つ初期の段階で事前に設計しなければならない。事前設計せずに従来のアナログ型あるいは自前主義的な考えで市場展開しても、グローバル市場では勝てない。その代表的な事例がDVDや携帯電話、スマートフォン、そしてデジタルテレビであった。

21世紀になると、例えデジタル技術が介在しなくても多くの産業領域が**図 2**の右側に示すビジネス・エコシステム型へ転換しはじめ、技術の全体系を持たないキャッチアップ型の途上国企業でさえ、技術モジュールの単純組合せで市場参入するようになった。デジタルやオープン標準化が作る国際的な分業構造の中でビジネスチャンスをつかんだ途上国の企業は、非デジタル型の産業であっても以前に成功体験した行動を選んで市場参入するからである。

その代表的な事例として太陽光発電やリチウムイオン電池を挙げることができるが、2010年代の現在では自動車や建設機械にさえもその兆候が見え隠れする。LED照明だけは今後も例外であり続けると言えるだろうか。これをアナログ型のブラウン管テレビとデジタル型の液晶テレビで考えてみたい。我々は、先人が塗炭の苦しみを経て経験した教訓を次の世代に伝えなければならない。

(2) 産業の構造転換から見たテレビ産業

ブラウン管テレビの付加価値は、ブラウン管製造とその関連材料だけでなく、ITC調整にあった。ITC調整とは、電子ビームの動きを正確にコントロールして色むら・色ずれを無くしながら高い画質を実現する技術にある。⁶⁸したがってキャッチアップ型の途上国

⁶⁷ 再度繰り返すが、ここでは狭い意味のモノづくりを対象にしている。先に挙げたアップルの事例は、ビジネスモデルや知財マネージメントをモノづくりと区別して使っている。

⁶⁸ 小川(2009)の3章2節を参照のこと

企業が市場参入する場合は、ブラウン管単体ではなく、画質が事前に調整された偏向ヨークとコイル（ITC 調整用）付きの、すなわち画質調整済の Full Turn Key Solution 型のブラウン管モジュールとして調達しないと、そこそこの画質のテレビすら作ることができなかった。

この意味で日本企業は、ブラウン管の時代にテレビ技術の移転を事業戦略としてコントロールできた。日本企業がグローバル市場の競争優位を長期に渡って維持できたもう一つの背景がここにもあったのである。同時に、先進国企業が Full Turn Key Solution の技術モジュール（プラットフォーム）を流通させる経営環境（1990 年代後半以降）で形成された成功体験、すなわちプラットフォーム化された技術モジュールを調達して市場参入するキャッチアップ型の途上国企業の成功体験も、このようなプロセスを経て形成された。

しかしながらこのビジネス風景は、デジタル型のテレビになると一変する。液晶パネル製造の設備が流通し、パネルのドライバー IC も市場から調達できるようになり、画質を左右する画像エンジン LSI さえも、2000 年代の初期から調達できるようになったからである。⁶⁹ 確かに非常に高い画質を実現するノウハウだけは日本の大手企業の画像エンジンに蓄積されて流通しなかったが、これもすぐ LSI チップに取り込まれて大量に流通した。⁷⁰

非デジタル型の時代に形成された途上国企業の成功体験が、日本企業のコントロールが及ばない広い範囲で大規模に繰り広げられたのである。ここからテレビ産業までが図 2 の右側に示すビジネス・エコシステム型の国際分業構造へ転換し、更に新たな途上国企業がビジネスチャンスを掴んで市場参入する。そして、1996 年に世界のほぼ 100% を誇った日本企業の液晶パネル・シェアが、1998 年ころから急落して 2000 年に 50% を切り、2003 年には 20% まで下落した。⁷¹

⁶⁹ 筆者も、2000 年代初期に上海の大手企業が液晶テレビの画質調整している現場を見たことがあり、その時ひどかった画質が数年後には立派なものになっていた。画像エンジンを日本や台湾から調達したからである。

⁷⁰ ソニーで液晶テレビの開発に従事していた人々へのインタビューによれば、液晶パネルでサムソンと作った合弁会社（S-LCD）経由で、ソニーが数十年に渡って蓄積した高画質ノウハウがサムソンへ伝播して行ったという。合弁会社はサムソンが 1 株多く持つサムソンの子会社であり、経営はサムソン主導で行われた。2004 年 4 月に設立し、2005 年 4 月から液晶パネルを出荷しはじめたが、同じパネルをソニーとサムソンが使うので、サムソンはソニーの液晶テレビの原価をほぼ正確に分析できた。一時的にソニーがトップシェアに返り咲いたとしても、ソニーはその後のサムソンが仕掛ける価格攻勢によって赤字になり、市場シェアを急落させた。一方、サムソンは、依然として黒字を維持しながらグローバル市場のシェアを急増させた。例え液晶パネルの原価が同じであっても、あるいは例え完成品としてのテレビの工場原価に違いが無くても、トータルなビジネスコストで圧倒的に優位のサムソンが、グローバル市場のリーダーになって行くのである。ソニーもサムソンの工場原価を予想できていたはずだが、販売やオペレーション、オーバーヘッドの全てを考慮したトータルなビジネスコストで決定的な差がある事実を、経営の問題として理解できなかったのではないか。例え経営者が理解できても、トータルなビジネスコストという全体最適の視点に立つ具体的な指示を、出せなかったのではないか。

⁷¹ 2006 年には更にシェアが低下して 15% 以下となった。液晶パネルと同じ設備主導型の産業で日本企業がアジア諸国に負けていく理由に国のビジネス制度設計がある。その詳細は立本

液晶テレビは、日本企業が基幹技術と製品開発を主導した代表的な産業であった。1990年代の末からまず国内市場で普及が始まった。ここでも CD-R や DVD と同じように、主戦場が欧米市場(2004 年以降)やアジア市場(2006 年以降)になるタイミングから日本企業がシェアを落としはじめ、2006 年には海外市場における日本企業のシェアが 25%まで急落している(日本市場を含めると世界市場の 40%)。⁷² ビジネス・エコシステム型の国際分業がすでに 2004 年ころから定着しており、例え技術蓄積の少ないキャッチアップ型企业であってもデジタル型の液晶テレビなら、技術モジュールの単純組合せだけでそこそこの画質を持つテレビに組立られるからである。⁷³ ブラウン管テレビの場合は、このようなことが起き得なかった。

しかしながら日本企業は、デジタル型へ転換した液晶テレビであってもブラウン管テレビと同じ発想でモノづくりを追求し、グローバル市場へ打って出た。たとえば 2006 年から 2008 年にかけて筆者の研究室を訪れた大手液晶テレビや PDP テレビメーカーの幹部は、例外無くモノづくりや品質で日本が勝てると何度も繰り返し強調していた。彼らが言うモノづくりとは工場主体のモノづくりだったのである。しかしながら、アップルの iPod の事例でも明らかになったように、デジタル型の製品では工場から付加価値が瞬時に消える。

韓国や台湾が 2000 年ころまでに完成させたビジネス制度設計が日本型モノづくりの競争力に与える影響、および 1 章の 1. 2 で述べたビジネス・エコシステムが工場の付加価値を限りなく小さくする事実についても、例えば小川(2006)から小川(2008f)に至る分析を繰り返し説明し、シャープがシンガポールや台湾で無く堺に大工場を作ったときこれで勝ったと叫んだサムソン幹部の喜びを伝えながら、国のビジネス制度設計の効用も含むトータルなビジネスコストで日本が勝てない背景を繰り返し説明しても、⁷⁴ 彼らは耳を傾けなかった。日本はモノづくりで勝てる、というのが彼らのいつもの反論パターンであった。⁷⁵

(2009)、小川(2010)参照。

⁷² 液晶テレビに関する市場データは、東京大学の新宅純二郎教授からご提供頂いた。

⁷³ 有機 EL テレビであれば、TFT が並ぶシリコンウエア型のパネルなら、液晶パネルよりもブラウン管や PDP パネルに近いアーキテクチャを持っている。しかしながらパネルとコントローラが Full Turn Key Solution として一体提供(流通)すれば、液晶テレビのケースと類似の産業モデルとなる。したがって新たなビジネスモデルと知財マネジメントが伴わない有機 EL パネル工場への投資は、液晶パネルと同じ市場撤退への道を歩むことになるであろう。

⁷⁴ トータル・ビジネスコストと日本企業の国際競争力については参照。その背景については立本(2009)を参照。

⁷⁵ 関係者の話によれば、2004~2005 年ころから工場を国内に残す政策がとられはじめたという。筆者も 2005 年ころの学界で CD-ROM や DVD の事例を紹介しながら、ビジネス制度設計の点で国内に向上を作るとトータルなビジネスコストで台湾や韓国に勝てないと主張すると、会場から“日本が国内に工場を作る政策への転換”したためではないか、という意味の質問を何度か受けたことがある。次の巨大工場を中国に作るつもりでいたシャープとパナソニックは、結果的に鉄鋼産業が去って残した工場の跡地に液晶パネルやプラズマディスプレイ・パネルの巨大工場

2000年代の初期から技術世論として日本型のモノづくり思想が、企業幹部の思考を、トータルなビジネス構造では無く工場の中に閉じ込めてしまっていた。⁷⁶ 彼らのいうモノ

を作ることになってしまった。これを知って安心したのがサムソンだったのえある。中国に作ってれば、その後のサムソンはあれほど躍進できなかったのではないか。シャープやパナソニックの巨大なパネル工場が稼働する2009年は、テレビに対するエコポイント制が始まった年であった。エコポイント制で5,000億円の税金を使ったものの、結果としてソニー、パナソニック、シャープはテレビ事業だけで合計1兆5千億円もの損失を計上する状態の追いこまれ、事業崩壊の危機に晒されてしまった。

⁷⁶ 藤本らが広い意味のモノづくり論を展開しても(藤本2011),大部分の企業人は工場主体のモノづくりから脱皮できなかった。一説には、トヨタの上級幹部が日本の製造業を復権させたいという思いから、トヨタ生産システム(TPS)を電機業界のトップ経由で日本の電機業界へ導入させてからこの傾向が特に強まったという。自動車では産業構造が変わっていない、すなわち図1の左側に位置取りされているので、生産技術や工場の生産管理ノウハウに付加価値が蓄積されている。しかしながら産業構造が図1の右側へ変わった電機業界では、付加価値が工場から消えてしまったので、工場主体のモノづくり思想はむしろ逆効果であって途上国市場の興隆に適応するのが非常に難しい。デジタル・エレクトロニクス産業で日本の競争力を悪化させた要因がここにもあった。

例えば韓国のLG電子は、一時トヨタのTPS導入を試みるが、この時期に到来した巨大なスマートフォン市場に、工場起点を基本思想とするTPSが対応できず、サムソンの独創を許してしまった。TPSをすぐに中止したのは言うまでもない。同じことが、TPSを導入したノキアでも起きてしまい、携帯電話からスマートフォンへの転換で救い難い遅れをとってしまった。2008年以降のノキアは市場リーダーの地位を急速に失っている。自動車産業の構造は非常にゆっくりしたものなのでTPSは現在でも機能するかもしれないが、瞬時に産業構造が一変するデジタル型の製品では、工場起点のモノづくり思想が逆効果となるのである。

なおその後のLG電子は、トヨタと全く逆のモノづくり思想で途上国工場を稼働させている。ここでは工程をできるだけ細部に分割してルーチン化し易い生産ラインへ変え、不具合が出れば誰でもすぐに対応できるモジュール化の思想を徹底させている。すでにデジタル型へ転換した製品では、付加価値が工場から消えてしまったので工場内の改善運動は一切させず、ICTを駆使して韓国本社が海外工場の工程を直接観察・管理できるようにしていた。そのためにも工程の細分化が必要だったのである。当然のことながらサムソンは最初からTPSの課題を知っていてこの導入提案を拒絶していた。工場に知恵を絞っても僅かの効果しか期待できないからである。

非常に興味深いことに、1990年代の後半にデルコンピュータ社のマイケル・デルCEOが自らTPSやFPS(船井電機のプロダクション・システム)を毎年のように学んでいるが、デルコンピュータ自身は工場を全く持たずにパソコンのモノづくりのコンサルに徹した。現在のアップルも同じ。また2000年前後にノキア社がトヨタとトヨタグループへ大調査団を送ってTPSの実態を調べているが、ノキアは携帯電話の組立工場を中国に自社工場として持つものの、工場起点では無く全てマーケティング起点の製品設計とグローバル・サプライチェーンマネジメントが常に主導権持って今日に至る。ノキアの工場は企業内のEMSという位置取りになっている。

トヨタは現在でも日本人しか(トヨタマンしか)TPSを具体化できないという思いで多くの日本人を現地工場へ送り、同時に現地人を徹底して教育しながらTPSの精神を移植することで海外工場を稼働させている。トヨタの中国工場には日本人が非常に多い。一方、日産やフォルクスワーゲンの中国工場には日本人もドイツ人も非常にすくない。

韓国の現在自動車(ヒュンダイ)は、途上国に自動車工場を作るとき、韓国人が製造現場の現地人マネージャーや工員を徹底して教育しなくてもそこそこの品質が実現される仕組みを構築している。細分化されてルーチン化し易いので、短期間で量産製造を立ち上げることができるだけでなく、工員が辞めても影響が少なく、本国社員が出張しなくてもよいように

づくりは図2の左側で機能するのであって、図2の右側へ転換すればビジネスモデルや知財マネジメントが主役になる、という事実を理解できなかったのである。あるいは、例え理解しても、分業化されて個別最適が追求され続けた企業組織の中で、彼らは動けなかったのである。

VTRの成功体験の再現を夢見たDVDやBlu-rayの人々も同じであった。⁷⁷ さすがに2000年代後半のBlu-rayになると、市場の前線に立つ少なからぬ人々がOpen化による普及とCloseによる収益というOpen & Close (Open or Close ではない)の重要性に気がついてアジア諸国企業とビジネス・エコシステム型の国際分業モデルを提案した事例もあったが、“我が社はモノづくりの会社である”、という一言で全て却下されている。

2000年代の初期から技術世論としての日本型のモノづくり思想が、企業の経営幹部の思考を工場の中に閉じ込めてしまっていたのである。類似のモノづくり組織文化が、現在でも日本の製造業の至るところで見られる。我々が懸念するのは、工場から付加価値が無くなる経営環境が他の多くの産業領域に急拡大している事実である。国の成長や雇用を担うはずの環境・エネルギー産業はもとより、擦り合わせ型のモノづくりだから安心と言われた（あるいは誤解した）産業でも、決して例外ではない。

現在の日本に求められているのは、グローバル産業構造が図1の左から右側へ転換するメカニズムを理解して事前設計されるビジネスモデルと知財マネジメントであり、これらが事前設計された上でのモノづくり経営である。既に紹介したように、この代表的な事例を航空機産業のボーイング社や自動車産業のフォルクスワーゲン社に見ることができる。ここで共通するのは、企業と市場（特に調達市場）との境界の事前設計であり、そしてまた境界から調達市場に繰り出す“伸びゆく手”の事前設計であった。

（3）日本のLED照明産業

日本の照明器具産業は、これまで国内市場に閉じたビジネスであった。電球ランプや蛍光灯に代って次世代を担う日本のLED照明も、まだ日本市場に閉じたビジネスが中心である。2009年ころから国内で市場が立ち上がり、2010年に1,000万個、2011年には更に2,700万個となって大量普及の軌道に乗った。2010年の時点で比較すれば、アメリカとヨーロッパがそれぞれ300~400万個であり、日本市場の1/3に過ぎない。⁷⁸ この傾向は2002

なった。本国社員が対応する場合でも、遠隔カメラを使用しているので、ある程度のレベルまでは本国から遠隔で不良やトラブル品の対処ができる。このような自動車の組み立てであっても、現代自動車は品質でも決して先進国OEMに劣っていない。

⁷⁷ DVDでグローバル市場から撤退を繰り返した日本企業は、その教訓をBlu-rayに反映させたものの、基本思想は技術の囲い込み、すなわちClose & Close戦略の徹底であった。いわゆるOpen（普及）& Close（収益）の2重構造では無くClose & Closeなので、Blu-rayは主に日本国内でしか普及していない。

⁷⁸ LED照明に関する市場データは社団法人日本電球工業会の竹内専務理事にご提供頂いた。

年ころの液晶テレビと同じであり、テレビの事例を当てはめれば LED 照明ビジネスの主戦場が 数年以内に海外市場へシフトする。

もし LED 照明産業であっても液晶テレビと同じようにビジネス・エコシステム型（図 1 右）へ転換し、材料・デバイス（サファイヤ/GaN 基板、チップ、蛍光体、パッケージ部材）や光源要素（LED パッケージ、LED モジュール）およびこれらの量産装置などが大量に流通するようになるのであれば、液晶テレビと類似の産業モデルがグローバル市場で形成される可能性が非常に高い。⁷⁹

特にキャッチアップ型の途上国企業の場合は、全ての技術体系を内部に持たないので、日本が擦り合わせブラックボックス型の技術と思う領域であっても、これを強制的にモジュールの単純組合せへ転換させてから市場参入する。⁸⁰ ここから LED 照明産業が必ずグローバル市場でビジネス・エコシステム方へ転換する。初期のステージでは確かに LED の性能や寿命で劣るがすぐ日本企業に追いく。そして比較優位を人為的に作り出す産業政策に支えられながら、規模の経済がもたらす低コストを前面に出して途上国がグローバル市場を席卷する。

これは液晶テレビだけでなく、太陽光発電やリチウムイオン電池が辿った道でもあった。この教訓を活かしながら、技術で優る日本の LED 産業がグローバル市場で勝つために、我々はどんな仕掛けを準備しなければならないのだろうか。

結論を先取りすれば、LED 照明産業でもビジネス・エコシステム型のグローバル市場が必ず出現することを前提に、まず第一にフルセット自前主義を捨て、企業と市場の境界設定という経営思想をビジネス組織の中に取り込まなければならない。

第二に、圧倒的な技術優位性のあるセグメントを選んで差別化領域（Closed の自社領域）を定め、これを調達市場（Open なサプライチェーン）から峻別する、という先手必勝の位置取り戦略を徹底させなければならない。そして第三に、ビジネス・エコシステムという産業構造で大量普及と高収益を同時実現させる、経営者の“伸び行く手”の仕掛けを構築しなければならない。⁸¹

⁷⁹有機 EL 照明のケースでは、機能材料とその製造法という日本型モノづくりが競争力の源泉になる。もし現時点でもなお圧倒的な技術優位性が日本に残っているのであれば、すぐに先手必勝の位置取り戦略を事前設計し、これを支える知財マネジメントを事前設計すべきである。一部の機能材料を除いてもう遅いのではないか。

⁸⁰ いわゆる擦り合わせ型といわれる製品の技術体系を、自らの力で技術モジュールの組合せへ転換できるのは、高度な技術知識が蓄積され、人材も育成された企業であり、現在では韓国の大手企業がこれに当たる。韓国の大手企業であっても、1990 年代までなら、現在の台湾や中国と同じように、ブラックボックス型の技術モジュールを日本から調達して完成品のビジネスを担っていた。それ以外に市場参入のチャンスが無かったのである。高いコストの日本製部品を使ってグローバル市場で競争力を持つには技術以外の経営オペレーションや国の制度設計を駆使してトータルなビジネスコストを下げればよい。あるいは日本企業がない途上国の市場で集中すればよい。現在の韓国企業が持つグローバル市場の競争力が生まれた背景が、ここにあった。韓国企業が現在でもこの成功体験を、他の多くの産業領域へ適用されている。

⁸¹ 小川(2011a)を参照。

「伸びゆく手」という表現は、牧歌的な「消えゆく手」(ラングロア、2011)への疑問として提案している。これについては4章4.2の脚注でも紹介する。

“消えゆく手”と表現されるような産業構造がアメリカで大規模に顕在化したのが1980年代のパソコン産業である。もしラングロアがIBM-PCを念頭に置いて“消えゆく手”を語っているのであれば、市場に厚みが出たから“消えゆく手”へ移行した(ラングロア、2011, p. 154)のでは無い。表面的に見れば、デジタル化やオープン標準化によって手が消えたように見えるが、手が消えたのではなく、知財マネジメントによって“伸びゆく手”へ転換させていたのである(小川、2009の5章、14章)。この意味で、パソコン産業が1980年代の後半から、少なくとも表面的には、市場取引を通じてコーディネートされるようになった(ラングロア、2011, p. 135)ように見えるが、市場取引によるコーディネートは1970年代のミニコン産業でもすでに起きていた。そしてパソコン産業にもミニコン産業にも、最初から巨大な“見える手”が存在しなかった。

またパソコン産業の実態を“価格メカニズムや市場取引”、という牧歌的な表現で記述するのは間違いである。パソコン市場では、確かに1980年代の中期までなら“消えゆく手”も実市場で観察されたが、1980年代の後半からマイクロソフトやインテルの強力な“経営者の伸びゆく手”が価格メカニズムの機能をコントロールしていた。その背後に強力な知財マネジメントがあった。この意味でもラングロアは現実の市場を理解していない。

ラングロアは、アダム・スミスの“見えざる手”やチャンドラーの“見える手”を踏まえて“消えゆく手”に至ったと思うが、ラングロア的な“消えゆく手”に象徴される経営環境が日本で最も大規模に現れたのが、DVDやデジタルテレビであるという意味で、ラングロアの仮説は、日本のエレクトロニクス産業で起きたケースでならよく当てはまるのではないか。これらの企業は、1970年代から1980年代のアメリカIBMと同じフルセット垂直統合型の企業制度を維持していたからである。“消えゆく手”と“伸びゆく手”の形成メカニズム、およびこれらとビジネス・エコシステムとの関係を正しく理解しなければ、日本の大手エレクトロニクス企業が1980年代後半のIBMと同じ状況に置かれている事実を理解できず、そしてまたここから脱出する為の正しい方向性を見いだせない。

なお、1980年代後半から1990年代にかけて興隆するインターネット産業や携帯電話産業などには、最初から経営者の“見える手”が存在しなかった。分業によって市場が拡大するそのプロセスで、明らかに“伸びゆく手”の形成に成功した企業が、市場経済が機能するオープン環境で圧倒的な競争優位を築いたのである。また2000年代に興隆するAppleも、明らかに最初からビジネス・エコシステム型の産業構造を前提にし、ここで自社のブラックボックス領域からオープン市場へ強力な“伸びゆく手”を形成するメカニズムによって圧倒的な競争優位を完成させている。本稿の1章1.2節(2)を参照。詳細は別稿に譲りたい。

21世紀の我々が目にするビジネス・エコシステムには、最初からその産業全体をコーディネートするような、巨大な“見える手”は存在していない。ビジネス・エコシステムを構成する個々の企業群がネットワーク外部性やプラットフォームを介して結ばれながら、一体になって市場(需要)を拡大させ、同時に多種多様な“伸びゆく手”を出し合って競争する場になっている。ビジネス・エコシステムに参加する世界中の企業が(経営者が)、自社優位の位置取りと自社優位の産業モデル形成を競い合っている、と言い換えてもよい。競い合うプロセスで、オープン環境に向けた強力な“伸びゆく手”の構築に成功した企業が、その市場の主演となる。

“伸びゆく手”のメカニズムは、途上国の自動車メーカを対象に構築したボッシュのFull Turn Key Solutionプラットフォームにも見ることができる。さらには航空機の産業に見る欧米の巨大メーカであっても、世界中のサプライヤーを相手に構築したサプライチェーン・システムの至るところに、目に見えない強力な“伸びゆく手”が隠されている。自動車産業や航空機産業の“伸びゆく手”は、パソコンや携帯電話、液晶テレビのようなオープン環境では無く、自社とそのグループ企業がクローズドな経営環境の中でビジネス・エコシステムが形成されているので、これを“擦り合わせ型”と誤解する人もいるようである。

例えば、自社の差別化領域を起点にしたプラットフォーム形成やネットワーク外部性の形成が特に重要である。そして最後に、圧倒的に優位な知財を武器にして、自社優位の位置取りと“伸びゆく手”をオープンなグローバル市場で安定化させるための知財マネージメントを、事前設計しなければならない。⁸²

2 ビジネス・エコシステムを前提にしたビジネスモデル・知財マネージメント

デジタル化と国際標準化が生み出すビジネス・エコシステム型の産業構造になると、日本企業が何度も市場撤退を繰り返すことは先に述べた。新たなビジネスモデルや知財マネージメントが他国によって先に仕組まれたためである。国際標準化は、巨大市場を瞬時に生み出して世界経済を活性化させる。したがって世界中の国々が、国際標準化を競争政策の基本ツールに据えて推進し、国際標準化をビジネスモデルの中心に据える企業が急増している。

我々は、ビジネス・エコシステム型の産業構造が海外企業によって先に構築される現実を放置せず、先手必勝の位置取り戦略を、技術力やモノづくり力と知財を武器に事前設計しなければならない。日本のLED照明産業も、デジタルテレビの教訓を踏まえながら、LEDの技術イノベーション成果がグローバル市場の競争優位へ転換される仕掛けを、自らの手で創り出さなければならない。これがあって初めて、日本の誠実なモノづくりがLED産業を介して、グローバル市場の経済的な価値へ転換され、雇用な経済成長に結びつく。

リニアモデルを暗黙の内に仮定した供給サイドのモノづくり、すなわち低コストで歩留まりの良い生産を追求する生産技術や高品質を追求する工場主導型のモノづくり思想は、単なる必要条件に過ぎなくなった。需要サイド、すなわち市場サイドに立つビジネス思想としての“伸びゆく手”の仕掛けを形成する為のビジネスモデルや知財マネージメントを、モノづくりと同等以上に重視しなければならない。

再度繰り返すが、**図2**の右側へ瞬時にシフトする産業では、“伸びゆく手”の形成の無くしてモノづくりの成果が雇用にも経済成長にも寄与しない。

実は欧米企業だけでなく、日本企業の中にも国際標準化中でOpenとCloseを事前設計し（Open or Closeではない）、巨大市場の興隆を自社の収益に結び付ける“伸びゆく手”の仕掛け作りに成功した企業がたくさんあった。以下に、成功した企業に共通する位置取り戦略を、第一モデルおよび第二モデルとして紹介したい。

2.1 第一ビジネスモデル

境界設計と境界の設定にオープンな国際標準化を経営ツールとして活用する場合は、

⁸² もし固体のLED照明で圧倒的な技術優位性が既に崩れているのであれば、ブラックボックス的な製造技術が非常に多いフレキシブル型のLED照明産業に技術と知財を集中させるべきである。フレキシブル型なら技術伝播を日本企業の手でコントロール可能であるという意味で、日本の技術優位を活かすビジネス・エコシステムを事前設計し易い。

これを標準化第一モデルと呼ぶ。⁸³ その起点は自社（自国）と市場の境界を事前に設計することである。実ビジネスで機能するビジネスモデルとして事前設計すべき時期は、圧倒的な技術優位性・情報優位性が維持されている時点でなければならない。

もし現在の日本が LED 技術で圧倒的な技術的優位性を持ち、技術とその産業構造に関する情報が国内に留まっているのであれば、オープンなビジネス・エコシステムの中の特定セグメントを他国よりも先に選択しなければならない。そして、その前提としてのビジネス・エコシステムの構造さえも、グローバル市場で日本企業に有利になる方向へ、事前設計しなければならない。これが先手必勝の位置取り戦略であり、図5で標準化第一モデルとして要約した。

図5 第一モデル

- 1. 自社/自国のイノベーションが生み出す付加価値（ブラックボックス）領域を、以下のプロセスで大量普及させる経営ツール/政策ツールである：**
 - 1) 技術優位と知財を起点に自社のブラックボックス領域と市場の境界を事前設計し、**
 - 2) ブラックボックスの外部インターフェース(仕様)だけをオープン化して誰でも簡単に使える汎用品に転換させ、 and/or**
 - 3) 性能/機能/品質/安全性などの、測定法・評価法だけを自国(自社)の技術・知財の枠組みでオープン標準化しながら公開するが、知財権は堅持し、**
 - 4) 性能/機能/品質/安全性の認証機関を主導することによって付加価値を高く維持したまま大量普及させる**
- 2. 技術進化を常に主導してブラック・ボックス領域の維持・拡大を図る経営ツール/政策ツールである。**

逆に、もしこれまでと同じ伝統的なビジネスモデルに固執しているあいだに LED 照明ビジネスの主戦場が海外市場へシフトし、産業モデルが他国企業によって先に形成されてしまうのであれば、日本優位に位置取りし直すことは不可能である。一旦、産業モデルがグローバル市場に形成されてしまえば、10年から20年に渡って維持されるのがこれまでの通例だからである。このようなケースでは、これまでの事例と同じように隷属的な価格競争を強いられ、何度もガラパゴス島へ引き返すことになるであろう。

2.2 第二ビジネスモデル：⁸⁴ 伸びゆく手の形成メカニズム

先に紹介した第一モデルは、単に自社優位の市場セグメントを選んで集中するとい

⁸³ 標準化第一モデルの体系と事例は小川（2009）の4章を参照

⁸⁴ 第二モデルの体系と事例は小川（2009）の4章および5章から10章までの多くの事例を参照。

う守りの位置取り戦略であった。例え日本企業が国際標準化を主導してブラックボックス領域（自社）とオープン領域（市場）を事前設計しても、**図5**のモデルだけで大量普及と高収益の同時実現が必ずしも可能にならない。例え可能であっても、受け身の姿勢で位置取りなので、利益率は非常に低い。

同時実現を可能にするのは、標準化によって生まれるオープンなビジネス・エコシステムに対して、自社のブラックボックス領域から強い影響力を持たせる攻めの仕掛け作りである。この仕掛けが経営者（企業）による“伸びゆく手”の形成であり、“伸びゆく手”の事前設計を、第二モデルとして**図6**に要約し、**図7**で一般化した。⁸⁵

図6 第二モデル

1. 基幹部品・材料を核にブラックボックス型の

1) Turn-Key-Solutionを構築し、特に技術蓄積の少ない途上国企業へビジネスチャンスを与え、比較優位の国際分業によって

2) 自らも成長する仕掛け作りの経営ツール

2. ブラックボックス領域の内部から技術モジュールとの

インタフェース(外部仕様)の進化の方向を主導し、知財マネジメントと組み合わせながら、

1) 標準化された領域の市場をコントロールする仕掛けを作って、

2) 大量普及と高収益を同時実現させる経営ツール

3) ブラックボックス領域内の技術優位性を、技術革新によって常に維持し

1) 常に産業全体の市場拡大を主導してエコシステムを維持拡大させる経営ツール

大量普及と市場独占・高収益の同時実現

3

これをインテルのモデルで解説したのが**図7**である。**図7**の左上が、技術開発の成果として生まれる技術知識をブラックボックス化する領域であり、右下が国際標準化によって瞬時に技術が伝播して生まれたオープン環境の巨大市場である。ブラックボックス領域からオープン市場に、すなわちインテルの事例で言えばパソコンというオープンで巨大な完成品市場に強い影響力を持たせる“伸びゆく手”の仕掛けが、**図7**の中央部に位置取りされる。

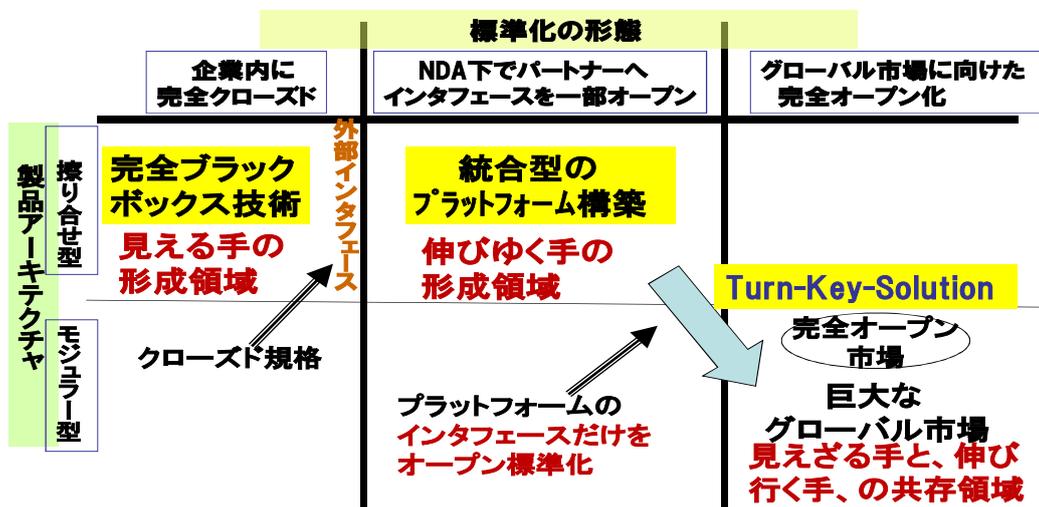
これをLED産業に翻訳すれば、経営者がビジネス・エコシステムをコントロールする仕組みとしての“伸びゆく手”が形成されてはじめて、日本の技術力・モノづくり力（**75**の左上）が付加価値の詰ったブラックボックス型技術のままで（高い利益率を維持して）オープン市場（**図7**の右下）へ大量普及させ、その産業の雇用と成長（GDP）に寄与させ

⁸⁵ 固体LED照明は既にビジネスが大規模にはじまっており、しかも日本の2社を含む世界の大手5社が重要特許の80%を握ってライセンスしている。また技術モジュールのインタフェースがオープン標準化される機運にない。したがって、ここで記述するビジネスモデルをそのまま適用するには、相当のパワーと仕掛けが必要である。この意味で本節では、一般論としてのビジネスモデルを紹介する。

ることができる。

今後の LED 照明産業は、①材料・デバイス（サファイヤ基板/GaN 基板、チップ、蛍光体、パッケージ部材）、②光源要素（LED パッケージ、LED モジュール）、③これらの量産装置、④光源（ライトエンジン、ランプなど）、⑤照明機器、⑥サービス（販売チャネル、LED 特有の照明ソリューション）へとビジネス・エコシステムが広がって行く。⁸⁶ したがってそれぞれの企業がサプライチェーンのどの位置にいるかによって、ブラックボックスに位置付ける技術モジュールも変わり、経営者が担う“伸びゆく手”の仕組みも全く変わる。

図7 標準化第二ビジネスモデルのメカニズム
ブラックボックスからグローバル市場を支配する基本モデル
先進国と途上国の協業による比較優位の国際分業



もし①の機能材料で圧倒的な競争力を持ちたいのであれば、DVD デスクの記録材料における三菱化学のモデルや半導体の HighK 材料(ハフニウム合金)に見る IBM のモデルが、日本企業にとって最も参考になるであろう。③の製造装置であれば、半導体製造装置の東京エレクトロンや半導体露光機の ASML 社が完成させたモデルが参考になる。

もし④のライトエンジン型のビジネスに集中する企業であれば、パソコンにおけるインテルのモデルや DVD プレイヤーにおける三洋電機のモデル、そして携帯電話におけるクアルコムやメディアテックのモデルから、多くの定石を見つけることができる。

もし⑥であれば、iPod/iPhone/iPad の Apple モデルや携帯電話のノキアのモデルが、ブラックボックス構築や“伸びゆく手”形成の定石を考える上で極めて重要である。特に

⁸⁶ ここでは固体照明としての LED のケースを記述しているが、有機 EL 照明産業のケースであっても、①から⑥の細部は異なるものの、基本的な考え方は同じである。

Apple 型の多層レイヤーに跨る価値形成のメカニズムは、LED 特有のサービス・ビジネスを将来のグローバル市場に展開する上で不可欠ではないか。⁸⁷

ここで改めて強調したいのは、ビジネス上の仕掛けを事前設計するには、独自技術あるいは技術情報で、圧倒的な優位性・情報優位を維持できる段階であって、しかもビジネス・エコシステム型産業の将来構造を俯瞰できる軍師的な人財が必要になる、という点である。しかしながら天才的な大軍師が必須というわけではない。身近な人財を小軍師集団へ養成することから始めればよい。

それにはまず、上記に挙げた勝ちパターン形成の定石を学び、ビジネス・エコシステムで自社の位置取りを（自社と市場の境界を）定めながら、**図 7** 左上のブラックボックス領域を選択しなければならない。その上で更に**図 7** の中央部に位置取りされた“伸びゆく手”の仕掛けを事前設計しなければならない。この事前設計を、たとえば国際標準化を境界設計/境界設定ツールと位置付け、主導する経験を何度も繰り返すことによって、はじめて軍師集団が養成され、大量普及と高収益の同時実現に向けた第一歩を踏み出すことができる。

2.3 ビジネス・エコシステムの中の知財マネジメントおよび、“伸びゆく手”形成を担う軍師型知財人財の育成⁸⁸

(1) 技術やモノづくりを市場価値へ転換させる知財マネジメント時代の登場

グローバル市場でコモディティー化すればするほど大量普及と高収益を同時実現させるのが、企業のブラックボックス側（Close）から Open 市場側に対して強い影響力を持たせる、経営者の“伸びゆく手”形成であることは先に述べた。知財マネジメントは、この仕掛けをオープンなグローバル市場で安定化させる役割を担う。国際標準化が必ずビジネス・エコシステム型の産業を作るという意味で、“伸びゆく手”を支える知財マネジメントは、国際標準化と表裏一体になって使う経営ツールでなければならない。

優れた知財マネジメントが伴わないままでビジネス・エコシステム型の産業構造に遭遇すると、例え技術や知財で、そしてモノづくりで優る巨大企業であっても市場撤退への道を歩む事例は、特に伝統的な企業で数多く観察された。例えば DVD は、技術で圧倒的な優位に立ち、そして国際標準化だけを見れば完全な成功事例ではあったが、知財マネジメントの混乱がグローバルビジネスとしての DVD 事業を失墜させた。⁸⁹

⁸⁷ これらの一部が、小川(2008)、および小川(2009)の3章(三洋電機)、4章(インテル)、7章と13章(ノキア)および9章(三菱化学)、で紹介されている。東京エレクトロンやASML、およびアップルを含む他のモデルについては別稿で紹介する。

⁸⁸ 知財マネジメントの体系の概要については、小川(2011b)を参照のこと。

⁸⁹ VTRは基本的にアナログ技術が中心であり、そしてまた日本企業同士の競争である。一方、デジタル型製品であるDVDの場合は、流通する技術モジュールが瞬時に伝播/着床するので、日

また VTR でソニーのベータ方式が劣勢に立った主たる要因は、後になって松下電器が繰り返し主張した技術力にあったのでは決してない。技術以前の知財マネジメントにあったのである。当時のソニーが VTR ビジネスで知財マネジメントによって劣勢に立つ姿は、IBM がパソコンで市場シェアを急速に落とした知財マネジメントの失敗と同じだったのである。⁹⁰

2010 年代の日本では、このような経営環境がリチウムイオン電池や太陽光発電セルという非デジタル型のデバイスでも顕在化している。知財は、特許の数や質では決して無く、その使い方こそが実ビジネスの成否を左右する。産業構造が図 2 の右側へ瞬時に変わる製品領域では、知財マネジメントが伴ってはじめて技術イノベーションの成果やモノづくり力をグローバル市場の付加価値へ転換させることができる。すなわちその産業が国の雇用や成長に寄与できるのである。これを改めて強調したい。

(2) 軍師型知財人財の育成に向けて

それでは、LED 照明産業を念頭に置いた知財マネジメント人財を、どのようにして育成すればよいであろうか。まず LED 照明とその関連事業に携わる知財スタッフは、2 章の 2. 2 で繰り返し述べたように、図 2 の左側に位置取りされる製品の伝統的な知財マネジメントと、図 2 の右側に位置取りされるビジネス・エコシステム環境での知財マネジメントを峻別しなければならない。

本企業とキャッチアップ型アジア企業との競争となる。

しかしながら DVD の基幹技術モジュール (LSI Chipset や光ピックアップ、ディスクの製造装置など) に DVD フォーマットと関連付ける特許や著作権が刷り込まれていなかった。そして基幹部品の流通をコントロールする仕組みはもとより、基幹部品側の技術イノベーションを完成品としての DVD 側からコントロールするメカニズムが最初から考慮されていなかった。知財に関するポリスファンクションも、実ビジネスで機能するものでなかった。

VTR と DVD の違いを論じるにあたって、技術の伝播スピードはもとより、クロスライセンスがトータルなビジネスコストに与える影響も、また日本とアジア諸国とのビジネス制度設計の違いも、アジア企業とのコスト競争という視点から議論された形跡がない。逆にアナログ時代の VTR の成功体験がそのままデジタル時代を象徴する DVD に、そのまま踏襲されていた。この教訓を今後活かすために、後知恵との批判を覚悟でここに私見を述べたい。

⁹⁰ 小川 (2011b) を参照。ソニーは自社方式を普及させるために重要特を 1970 年代中期にビクターなどへ公開しており、VHS 方式の基本技術にもこの特許が取り込めていた。日本ビクターはこれによって自社の独自技術を、完成品としての VTR 事業に結びつけることができた。完成品としての VTR は多種多様な特許で構成されているが、日本ビクターは VHS 方式の基本特許はもつものの、これだけでは完成品ビジネスへ参入できない。ソニーから公開された多数の特許を使わなければならなかったのである。この意味でソニーは、VHS 陣営から得る特許収入という視点では少なからぬ恩恵を受けている。

これらの詳細は別稿に譲るが、日本ビクターなどへ知財を公開した行為そのものが結果的にソニーを VTR という巨大ビジネスから敗退させる主因だった。当時のソニーとビクターの関係は、2000 年代の日本企業と韓国企業の関係にそのまま当てはまる。過去 20 年以上に渡る韓国企業の知財戦略は徹底したクロスライセンス追求であったが、これは戦後のアメリカ企業と日本企業の関係も同じであった。日本企業が基本特許を持っていなかったからである。

その上で更に、2章2. 2節の①、②、③、④、⑤、⑥に至るセグメントの中から自社が集中すべき領域（あるいは領域群）を選択し、自社にとって差別化（Close）すべき技術領域と普及（Open）させるべき技術領域をリストアップしなければならない。

このような Open and Close（Open or Close ではない）の戦略策定では、トータルなビジネス構造を俯瞰しながら議論しなければならないので、知財や契約を担うチームが、製品開発、事業企画、モノづくり企画、国際標準化や認証および販売企画のチームと、組織横断型のタスクフォースを作り、専門的な知恵を出し合いながら LED 照明ビジネスの知財マネジメントを共有しなければならない。

例えばタスクフォースは、以下の視点から議論をはじめると知財マネジメントが事業戦略として共有され易く、軍師型の人財が効果的に育成されるのではないか。

1. そもそもなぜ日本企業が、なぜ海外企業が？

1) 日本企業は、なぜ数多くの特許を取っても勝てないのか

そもそもなぜ日本企業は多量の特許を出願するのか？

トータルなビジネス構造の中に特許の役割が正しく位置付けられているのか。

事業で勝つためではなく、知財の知財による知財のための知財管理になっていないか。これを皆でもう一度議論しよう。

2) 中国も韓国もなぜ特許を増産しているのか、1970年代までの日本と同じ状況に置かれているのではないか。

もしそうなら、当時の我々が考えたことをもう一度整理し、中国企業や韓国の企業にどう対峙すればよいかを、皆で議論しよう。

3) ところでアップルは毎年 100~200 件くらいしか特許を登録してこなかった。

非常に少ない特許数でグローバル市場を合法的に独占できている。

なぜアップルにできて日本企業にできないのか、

またアップルは携帯電話関連の特許を全くもっていないのに、iPhone やスマートフォンビジネスに参入して圧倒的な市場シェアを持つ。パテント・トロールや競争相手に訴えられてはいるが、アップル優位が崩れそうにない。

なぜアップルでこれが可能なんだろうか。このメカニズムをぜひ理解して我が社も活用し、新規市場へ参入したい。これを皆で議論しよう。

4) アメリカでなぜ特許の価格が急上昇するのか。多くの日本企業は決算期になると特許を売りに出し、結果的に安売りをしている。

特許を売りに出す価格は、長期の累積研究開発投資から下限を決めるべき。すくなくともコア事業以外の特許は、決算期ではなく、特許本来の価値を見直して戦略的に売りにだしたい。どうすればよいか、皆で考えよう。

2. 我が社の立ち位置と方向性の確認

- 1) 我が社は常に図2の左側でないと勝てない。例え右側へシフトする可能性があっても、その兆候をとらえて常に左側へ引き戻す仕組みを構築したい。具体的にどうすればよいかを皆で議論しよう。日本のデジタルカメラ産業⁹¹やコンデンサーなどの部品や素材産業⁹²が参考になるのではないか。これらの事例を我が社の製品に応用してみよう。
- 2) 我が社の製品の位置取りが図1の左側なのかあるいは右側なのか。現在のところ左側であっても、すぐに右側へシフトする可能性が高いのであれば、これをどんな兆候を見て判断すればよいだろうか。

もし他社に先んじて兆候を見つけることができれば、我が社が先手を取って右側へシフトさせ、他社に先んじてビジネス・エコシステムの効用を活用し、普及と高収益を同時に実現させる仕組みを自社優位に構築したい。具体的にどうすればよいか、皆で議論しよう。ここに知財をどのように活用すればよいかも、皆で議論しよう。

- 3) 我が社の製品は、自動車と同じように、機械的な特性を使う技術モジュールを複合的に組合せた、いわゆる擦り合わせ型の巨大な技術体系で構築されていと信じていた。しかしながら多くの途上国企業がコストを武器に市場参入し、我が社のシェアが毎年落ちてきた。⁹³ その行く末は見えているので先手を打とう。

擦り合わせ型と思いこんでいた自社製品を自らの手でモジュール化し、途上国の低コスト部品を使いながら、我が社が蓄積したモノづくりのノウハウを、全体最適としての完成品の付加価値アップへつなげたい。⁹⁴

それにはコンピュータによるシミュレーション技術を使って最適モジュールを設計し、モジュールの組合せだけで適地良品や適地適価の完成品を作りたい。どうすればよいか皆で考えよう。スーパーコンピュータを活用したモノづくりは、フォルクスワーゲンや日産、あるいは航空機産業のボーイング社の取り組みが参考になる。

彼らは例外無く、製品機能・性能・安全性・品質を左右するごく僅かのコア技術だけを徹底して内製するが、他の大部分を他社と共同開発するかあるいは市場から調達する。調達時の知財マネージメントはアップルの事例が参考になる。我々はどこまでやれるかを皆で考えてみよう。

3. 我が社と市場の境界設計

⁹¹ 小川(2009)の2章2節および8章

⁹² 小川(2009)の4章3. 1節

⁹³ 金型や工作機械はもとより、A4型複合機やエアコン(特に中国市場)で、日本企業が2007年ころから急速にシェアを下げはじめた。エアコンでダイキンだけが唯一大躍進している。

⁹⁴ たとえば、2000年ころから中国の低コストインフラを徹底活用したホンダのオートバイや、A-ASEANの低コストインフラを使うトヨタの自動車(2006年以降のIMV)、そして中国の低コストインフラを徹底して活用するダイキン工業のエアコン(2009年以降)が、その代表的な成功事例である。

- 1) 必ず図2の右側へすぐシフトするのなら、あるいは国際標準化が介在するのなら、グローバル市場にオープンなビジネス・エコシステム型の産業構造を作るのだから、我が社と市場の境界を事前に設計しなければならない。

技術、知財、組織能力、チャネル、ブランド、そして日本という国のビジネス制度を勘案すると、トータルなビジネス構造の中のどこを我が社の境界にすべきなのか、これを皆で議論しよう。ここでは欧州の携帯電話産業⁹⁵や日本のデジタルカメラ産業が、そして日本のオートバイ産業（特にホンダ）が参考になるのではないかな。

- 2) 我が社のこの製品も必ずオープンなビジネス・エコシステム型へ転換し、自前主義が通用しなくなる。これが分かっているのだから、我が社の技術ノウハウや特許が集中している領域だけは徹底したブラックボックスにして守りたい。この視点から考えて、欠けている特許がないかどうかを特許マップでチェックし、ここへどんな特許を新たに出願すればよいか、あるいは出願すべきでないかを皆で議論しよう
- 3) 我が社のコア技術が機能材料なので物質特許としての基本特許は持つが、もう5年すれば特許権が切れる。切れても技術力を高めて新規の応用市場を自ら提案すれば、ここで新規参入者に差別化できる。しかしそれだけでは不十分であり、基本特許と相互依存性を持つ周辺特許を万遍なく取って複合化したプラットフォームを形成し、我が社と市場の境界を拡大したい。

そうすれば更に大きな付加価値を我が社に取り込むことさえできる。また相互依存性を持たせれば周辺特許の方からコア技術を守ることも可能になる。どんな特許をどこに集中して出せばよいか、皆で考えよう。インテルの知財マネージメントが参考になるのではないかな。

- 4) 我が社のこの製品を、技術ノウハウや知財が集中している領域を徹底したブラックボックスにして守りたい。
 - ・まずは3PL Advisorsのツールで、自社と競合企業の重要特許が見える化しよう。
 - ・次に自社と市場の境界を設計する上で欠けている特許がないかどうかを特許マップでチェックし、境界拡張の為にどんな特許を新たに出願すべきかあるいは出願すべきでないかを皆で議論しよう。

4. Open & Close 戦略を駆使した我が社の“伸びゆく手”形成

- 1) 我が社の独自技術（ブラックボックス領域）と相手側の技術をオープンなインタフェースで繋ぐ仕組みに市場支配のメカニズムが生まれるのだから、ブラックボックスの外部インタフェースおよび、インタフェースを介して繋ぐ仕組みへ特許を集中させ、ビジネス・エコシステムの中の“伸びゆく手”を形成したい。どんな特許が考えられるか皆で議論しよう。

⁹⁵ 小川(2009)の7章、14章

クローズド・インタフェースでは航空機産業や自動車、オートバイ産業が、またオープン・インタフェースであれば、ヨーロッパ携帯電話のノキアやインターネットのシステムズ社の事例、⁹⁶ そして特にこれがソフトウェアであれば、アドビ PDF の事例が参考になるのではないかと。⁹⁷

- 2) 我が社のコア技術は機能材料だが材料単体では売上も利益も小さい。原価は 1000 円だがこれを 10,000 円以上で売りたい。そのためには、この材料が必須となる製品を作る製造プラントの主要工程にこの材料を刷り込んで相互依存性を持たせ、製造レシピと一体にした Full Turn Key Solution の製造プラットフォームを構築したい。

製造プラットフォームができればアジア諸国企業へ向けた強力な“伸びゆく手”を形成できるはず。どうすればよいかを皆で考えよう。三菱化学の事例が参考になるのではないかと。⁹⁸

5. 世界の知恵を我が社へ引き寄せる

- 1) 産業構造がオープンなビジネス・エコシステム型になれば、世界中のいたるところで自律分散型のイノベーションが起きる。世界中のイノベーション成果を我が社のビジネス領域に引き寄せるには、我が社の技術領域をプラットフォーム化してネットワーク外部性の力を発揮させなければならない。それにはプラットフォームの外部インタフェースとその関連技術を世界中の人々へ公開したい。

また同時に、インタフェースに刷り込んだ知財権を放棄しないで技術進化（ロードマップ）の方向性を主導し、自社が決定的に優位になるように“伸びゆく手”を安定化させたい。そのためにはどの技術領域でどのような契約マネージメントにすればよいかを皆で考えよう。パソコン産業 やインターネット、携帯電話に多数の事例がある。⁹⁹

6. 世界のモノづくり工場を我が社のバーチャル工場にする

- 1) 自社と調達市場の境界に知財を集中させながら知恵を絞れば、世界中のサプライヤーをあたかも自社の専用工場のように位置付け、オープン環境の垂直統合モデルを作り出せる。それにはどんな知財マネージメントや契約マネージメントが必要になるか、さらにはどんな認証マネージメントが必要かを、皆で考えよう。¹⁰⁰

アップルの事例が最も参考になるのではないかと。

- 2) 現在アップルとサムソンが、欧州をはじめ多くの地域で差し止め訴訟を繰り返している。例えばここで、もしアップルの訴えが退かれてサムソンがクロスライセンス

⁹⁶ 小川(2009)の6章、14章

⁹⁷ 小川(2009)の4章3.1節

⁹⁸ 小川(2009)の9章

⁹⁹ 小川(2009)の5章、14章

¹⁰⁰ 認証マネージメントについては本稿の3章に纏めた。

に持ち込めるようになると、アップル型のオープン垂直統合モデルがどのように変わり、アップルにどんな影響を与えるか、皆んなで考えよう。

そして、なぜサムソンが過去20年以上に渡ってクロスライセンス戦略を徹底してきたのかを、皆で考えよう。ここに日本のエレクトロニクス産業が韓国に勝てなくなった理由があるのだから。

7. 商品企画や開発の段階から先手必勝の位置取り戦略を考える

1) ところで上記のいずれも我が社が技術と知財で圧倒的に優位にたっているのなら、グローバル市場で自社優位のビジネス・エコシステム構造と勝ちパターンを、自由自在に事前設計できる。さらにトータルなビジネス情報で圧倒的な非対象な状況にあるのなら、エコシステムの中の自社の位置取りを(自社とオープン市場の境界を)、国際的な標準化を主導して合法的に設定することができる。¹⁰¹ これに成功すれば大量普及と高収益の同時実現が可能になるはず。

まず自社が圧倒的に優位に立つ技術や製品を、皆で身近な事例からリストアップし、ここからどんな位置取り戦略を先手必勝でやれるかを皆で考えてみよう。

次にこれをさっさと決めてしまうために、国際的な標準化機関の場でどのように交渉を主導すればよいか、皆で考えよう。

2) 技術や技術知識の優位性を自らの手で生み出すのは研究所であり、商品企画部門である。¹⁰² 我々が考えた方向性を研究所の幹部や商品企画の幹部へ提案し、グローバル市場で大量普及と高収益の同時実現に向けたタスクフォースをスタートさせたい。具体的にどうすればよいか、幹部の誰に相談すればよいか、皆で考えよう。

以上は単に一例に過ぎず、それぞれの会社は複数のビジネスモデルを想定しながら独自の設問を設定しなければならない。議論の経緯と結論がデータベースとして蓄積され、実ビジネスで検証され、そして次のビジネスにフィードバックされる仕組みが出来上がれば、“伸びゆく手”の仕掛けをグローバル市場で安定化させる知財マネジメント人材が、軍師集団として育成される。

したがって設問設定はもとより、タスクフォースの組み方やオペレーションも企業ノウハウとなる。特に日本はトップランナーの仲間になったのだから、同じ産業(同業者)よりも、むしろ異業種の成功モデルを学んで自社へ翻訳できる軍師が必ず必要。

もし日本のLED照明に携わる企業が2章2.2節の①や②が中心の企業であれば、現在の組織能力の延長で多くの小軍師を養成することが可能であり、技術や知財を武器に第二

¹⁰¹ デジタル型以外の製品では、インタフェース(境界)をオープン化しない事例が非常に多い。基幹技術モジュールの結合インタフェースそのものが完成品設計と市場コントロール(伸びゆく手)形成のノウハウだからである。

¹⁰² 例えば、小川(2011d)

モデルを展開しやすい。しかしながら、①から⑥までの多くを内部に持つフルセット統合型企業の場合は、ビジネス・エコシステムや企業と市場の境界設計、という考え方が受け入れ難い組織能力を持つ。したがって経営者が主導するトップダウン型の強力なマネジメント無くして第二モデルを具体化するのは困難である。¹⁰³

いずれにせよビジネス・エコシステムを構成するセグメントの何れかで、自社優位の位置取り戦略を自ら実行しなければ、例えモノづくりや技術と知財で優っていても、勝ちパターンを海外市場に構築することはできない。

技術イノベーションも、モノづくりも、21世紀を特徴付けるビジネス・エコシステム型の産業構造では、企業と市場の境界設計と、これを起点にした知財マネジメントがあって初めて経済的な価値へ転換できるのである。また企業と市場の境界を設計することと同義語の国際標準化も、契約マネジメントを含む統合的な知財マネジメント、そして統合的な認証マネジメントが事前設計されなければ、経済的価値に結びつかない。事前設計の無い国際標準化は牧歌的であって、国や企業の付加価値を瞬時に失しない。雇用が失われるし国の経済成長に寄与しない。これがエレクトロニクス産業の教訓である。

企業と市場の境界設計、知財マネジメント、契約マネジメント、そして次の3章で紹介する認証マネジメントは、ハードパワーとしての日本のモノづくり技術体系をグローバルなビジネス・エコシステムの中の市場の付加価値へ転換するソフトパワーなのである。

3 試験法の国際標準化と認証が国や企業の競争優位に与える影響

試験法の国際標準化は、度量衡のケースのように、これまで人間社会の共通ルールを決める社会的な貢献という側面から語られてきた。しかしながら途上国の企業が先進技術市場へ参入するようになる21世紀になると、試験法の国際標準化およびその結果を活用した国際基準の設定と認証システムが、国の競争政策や企業の競争戦略を考える上で非常に重要な意味を持つようになった。

認証とは、具体的な製品やサービスが特定の標準に適合していることを第三者が証明することを言い、日本企業の誠実なモノづくりがグローバル市場のユーザから正当な評価を得るための政策ツールや経営ツールとして、極めて重要な役割を担うようになった。¹⁰⁴

事例(1):リチウムイオン電池

例えば携帯電話に使われるリチウムイオン電池は、2002年ころまで高い信頼性を誇る日本製が圧倒的な市場シェアを持っていたが、アメリカ携帯電話の大手メーカーがこれを低価格の途上国製に切り替えたためにシェアが急落した。しかしながら信頼性の試験法が標

¹⁰³ その代表的な事例が記録型DVDデスクにおける三菱化学のモデルである(小川、2009の9章)。

¹⁰⁴ 野間口(2012)を参照のこと。

準化されていなかったために品質管理が不完全となり、途上国の電池を使う携帯電話で危険な事故が頻発した。

ユーザの携帯電話離れを恐れたアメリカの携帯電話オペレータが、危険防止の為に信頼性の試験方法と安全基準を IEEE の規格として定めると、途上国の製品が排除され、安全性に優れた日本製品がアメリカで再び採用されるようになった。¹⁰⁵ 試験法を公的な標準にすることによって高度な市場文化がアメリカに定着し、日本企業が営々と蓄積したモノづくり力が市場価値へ転換されたのである。

一方、非常に高い信頼性が要求される人工衛星用のリチウムイオン電池では、最初から信頼性の試験法が開発されて製品寿命に関する高い基準が定められているので、日本企業が追求する信頼性や品質が公的機関に評価されて市場価値に結びつき、世界で最も高いシェアを維持している。¹⁰⁶

事例(2):光触媒

日本の TOTO が商品化した光触媒のケースでも、類似品が出て技術開発投資の成果が企業収益に結びつかなくなる事態に直面した。光触媒は材料技術が中心であり、基本技術はもとより、機能や性能を実現する技術も知財で守り易い。したがって後から追いかける企業はこの技術を使わないで商品化せざるを得ないので、TOTO の光触媒に比べて機能・性能・品質で劣る。放置すれば粗悪品が光触媒の市場文化を破壊する恐れがあった。¹⁰⁷

そこで TOTO が中心になって性能評価の為に試験法を提案し、これを国際標準にした。しかしながら技術的に劣勢の多くの類似品メーカーが高い性能基準の設定に強く反対し、高度の市場文化を形成できない。この事態を打開する目的で、TOTO は光触媒の技術を世界中の企業へライセンスして普及させ、ライセンシーと一体になりながら高い性能基準をデファクト・スタンダードにして定着させさせた。認証機関を作り、性能や品質を保証するロゴマークを設定したのは言うまでもない。

これによって粗悪品が排除されただけでなく、光触媒という新規技術に対する信頼感が生まれて応用市場が拡大した。試験法の国際標準化、およびこれを用いた高い基準の設定とその認証が、ここでも高度な市場文化を定着させる役割を担い、技術イノベーションの成果が企業収益へ直結するようになった。性能や品質という目に見えない誠実なモノづくり技術へ市場価値を与えたのである。¹⁰⁸

¹⁰⁵ ただしその数年後には、途上国企業が新規の信頼性基準を満たせるようになってきている。初期の 1990 年代末までに日本企業が主導して測定法や基準・認証を国際ルールにしておくべきだったのである。

¹⁰⁶ 携帯電話の事例や宇宙衛星用の事例は、社団法人電池工業会の飯塚国際担当部長にお教え頂いた。

¹⁰⁷ 初期のころは、この多くが日本企業であった。TOTO が知財で技術をプロテクトできなかったら、国内で熾烈な価格競争が起き、TOTO のビジネスが自滅していた可能性もある。

¹⁰⁸ 測定法の標準化が競争政策や事業戦略に大きな影響を与える背景は、野間口 (2011) と (2012) から引用した。

一般に、いかなる技術/製品であっても、その標準化に参加するのは、市場で競争しあう企業であり、国内市場でさえ合意形成が非常に難しい。この意味で TOTO の標準化事業戦略、すなわちライセンス政策とリンクさせながらグローバル市場に定着させた高い基準のデファクトスタンダード戦略は、特記に値する。技術と知財で圧倒的に優位に立ってはいじめてこのような知財マネジメントが可能になるという意味で、技術と知財で優る日本企業が採るグローバル・ビジネス展開の方向性がここにあるのではないか。

TOTO は他の多くの製品領域で類似の戦略を強化して、高い利益率を誇っている。技術者のガンバリが、高度な知財マネジメントによって報いられた代表的な事例と言ってよい。

事例(3):太陽光発電

しかしながら太陽光発電システムの場合は、日本企業の誠実なモノづくり技術が市場価値に転換され難くなっている。例えば日本の大手メーカーの保証期間が 10 年と表示されているが、途上国から輸入されたものが 25 年であって、しかも価格が安い。

試験法については既に IEC など標準化されているが、これは最初の 1000 時間程度、すなわち初期故障を防ぐ機能しか持っていない。多くの研究者の DH 試験によれば、性能が劣化し始めるのが 3000 時間以降であった。

信頼性の高い発電システム（特にモジュール）を正當に評価する試験法がまだ開発されて無く、製品寿命の判定基準についてもまだ未整備なのである。信頼性を保証するための試験法が無く、公的な認証もないのであれば、品質や安全・安心に対して誠実に対応する日本企業の姿勢をエンドユーザに理解してもらえず、日本の誠実なモノづくりが市場価値へ転換されない。悪貨が良貨を駆逐する故事を引用するまでもなく、国内市場ですら途上国企業にシェアを奪われはじめた背景に上記の実態もあるのではないか。¹⁰⁹

事例(4):LED照明

以上の視点で LED 照明器具を見ると、アメリカ市場に出回る製品では発光効率の実測値がカタログ表示の 40%~70% しかない製品が多いと言われる（従来の蛍光灯ではカタログ値と実測値が殆ど同じ）。また日本の国内市場に出荷された製品ですら、非常に多くのケースで実測値が公的な表示値に満たない。このまま放置すれば、国内市場においてすら

¹⁰⁹ 日本の電気安全環境研究所(JET)が、太陽光発電システムの品質保証に関する認証事業を今年の6月から始める。電力会社の全量買い取り制度が7月から始まるからである。ここでは品質保証に関する J I S 規格に基づいて認証する。設計から製造に至るまでの品質管理体制を調べる立ち入り検査も行うという。J I S 規格は今年の2月に制定されたが、これは初期故障の発生を防ぐ役割としてなら機能するものの、日本企業の誠実なモノづくりを市場価値へ転換するための試験法ではない。

日本企業の技術力が市場価値に結び付かない状況が続き、数年後に立ちあがる海外市場で、日本企業の競争力に大きな影響を与えるのではないか。¹¹⁰

測定法と安全基準を国際標準にし、そして認証機関を持ちながら自国に優位の市場文化を形成する動きが、特に欧米諸国で強力的に推進されてきた。¹¹¹ 自国に巨大市場を持つアメリカやEUの場合は、自国市場と住民の安全を守るのが第一の目的であるものの、その背景に自ら制定した測定法と安全基準を途上国に移転し、自国企業の途上国市場への参入を容易にする狙いもある。このような事例が数多く観察されるようになった。試験法や公的基準の設定と認証が、国の競争政策で極めて重要な役割を担いはじめたのである。

日本企業の場合は、国内市場よりもむしろ海外において、技術力とモノづくりを市場価値へ転換させる手段としての測定法や基準・認証が特に重要となる。したがってこれまでの社会的な貢献という視点だけでなく、政府の競争政策として、また企業の事業戦略という視点から基準・認証が理解されなければならない。特にデジュール規格としての試験法や高い安全基準・品質基準の国際標準化を主導し、その上で更に認証機関を持つことは、日本のモノづくり力が提供する高度な市場文化を世界の隅々に定着させる上で、極めて重要である。これを再度強調したい。

本稿の1章と2章で筆者は、デジタル化と国際標準化が産業構造を一変させ、伝統的な大手企業が市場撤退を繰り返す事実を紹介した。ここで新たなビジネスモデルや知財マネジメントが必須になったのは、産業構造が変わってしまうからである。

しかしながらこの3章で取り上げた測定法の国際標準化では、産業構造そのものが大きく変わることは無い。むしろ多様な技術蓄積を内部に持つ伝統的な企業だからこそ標準化を主導することができ、これがそのままグローバル市場の競争優位に結び付く。測定法の標準化や高度な基準の設定が、結果的に既存の産業構造を強化することになるからである。

この意味で測定法の国際標準化と基準・認証は、日本企業に適した政策ツールであり経営ツールではないか。標準化された測定法を起点に高度な市場文化を形成するための基準を定め、そしてこれを維持する公的機関としての認証の重要性を、我々は改めて確認したい。

4 企業と企業人が主役となる新たな経済モデルの構築に向けて

4.1 新たな経済モデルを必要とする時代背景

¹¹⁰ 測定法や安全基準の国際標準化を主導して認証機関へ繋げる一連の活動は、経産省・情報通信機器課や製品評価技術基盤機構（NITE）と日本のLED関連企業が連携しあい、1EA 4E SSL アネックスの場で行われている。我々はこの活動に期待したい。

¹¹¹ 世界の大手認証機関であるTuVの売上は、年間1,500億円に及ぶ。

本稿はいろいろな視点から、デジタル化と国際標準化が国の競争政策や事業戦略に及ぼす影響について述べた。その結論を一言でいえば、国際標準化とは決して規格作りではなかった。デジタル化とは決して技術のことではなかった。産業構造をビジネス・エコシステム型へ転換させて巨大なグローバル市場を瞬時に作り出し、競争ルールを変え、企業制度の在り方も、そしてモノづくりの価値の在り方さえも一変させてしまうのが、デジタル化であり、国際標準化だったのである。これを本稿では第三の産業構造転換と呼んだ。

国際標準化を規格作りと捉え、デジタル化を技術として捉え、産業構造の大転換と捉えなかった多くの企業は、例え技術やモノづくりに優れ、そして圧倒的な特許の数を誇っても、例外無く市場撤退を繰り返した。図2の左側から右側へ瞬時に変わるので、左側の組織能力を右側へ適応させる時間的余裕が全くなかったからである。

例えば液晶パネルやDVDは、日本企業の市場シェアが80%から20%へ激減する時間が僅か4～5年であった。デジタル型の薄型テレビは6年、リチウムイオン電池でもほぼ同じである。このような経営環境は既に1990年代の光ディスク産業（CD-ROM、CD-Rなど）でも起きており、僅か4年で市場シェアが20%以下になっていた。デジタル携帯電話でも全く同じである。我々は1990年代の日本にみる光ディスク産業の事例を経営環境の歴史的転換と捉え、¹¹² 後知恵ではあるが、これを経営の現場に活かすべきだった。しかしながら活用された形跡はない。¹¹³

まず我々は、これら一連の構造転換の背後で、デジタル化と国際標準化が技術伝播を10倍から30倍に加速させる事実を冷静に受け入れなければならない。そして瞬時の技術伝播が生み出すグローバル産業構造の転換を前提に、先手必勝の位置取り戦略としての“自社と市場の境界”を自社優位に事前設計し、自社から市場に強い影響力を及ぼす“伸びゆく手”を経営者の意思として事前設計し、これを支える統合型の知財マネジメントも事前設計しなければならない。

全てが自社と市場との境界設計からはじまる。第三章で述べた試験法の標準化や品質・安全基準の設定と認証による高度な市場文化の形成が、位置取り戦略や“伸びゆく手”形成の一環であるのは言うまでもない。

従って、日本型モノづくりに疑念を持つ人も賞賛する人も、モノづくりを語るその前に産業構造のダイナミックな変化、すなわち図1に示す第三の産業構造転換を語り、その上で更に、モノづくりをグローバル市場の競争力へ結び付けるために必要な一連のメカニ

¹¹² 例えば参考文献にリストアップした小川(2006年から2009年)に至る一連の論文参照。

¹¹³ 例えば当時のBlu-ray Discを念頭に松下電器の社内誌、Panasonic Technical Journal、へ掲載した小川(2008b)の論文が、パナソニック社内で活用された形跡が全くなかったようである。本稿が扱う領域は明らかに実践の学問であり、市場の実態はもとより市場の frontline に陣取る企業人の目線から現実感と具体性をもって基本問題に取り組む姿勢が、常に求められている。しかしながら企業人と同じ時代環境に筆者が生きていても、日本企業が直面する基本問題にたいして、我々アカデミアは本当に企業人の目線から正しく接近できていたのだろうか。

ズムを、トータルなビジネス構造の中で語らなければならない。

LED 照明も決して例外ではない。まず産業構造がビジネス・エコシステム型へ転換することを経営者の目で冷静に受け入れる。そしてモノづくり領域を図 4 の左上に位置取り、これをビジネス・エコシステム型の巨大市場で付加価値へ展開させる仕掛けとしての第一モデル、あるいは第二モデルを事前設計しなければならない。

現在の日本に求められているのは、グローバル産業構造の転換メカニズムを理解し、これをグローバル市場の競争力に結び付ける、“経営者の、経営者による、事業戦略としての” ビジネスモデルと知財マネジメントである。専門化された知財材の知財人による知財材のための知財マネジメントでは決してない。

これまでの標準的な経営理論が利用できる空間は、狭い方の限界が人間個人の行動範囲か、せいぜいモノづくり工程であった。しかしながら、ここから目に見えない“伸びゆく手”でグローバル市場をコントロールするという仕掛けが生まれることはない。一方、デジタル化、すなわち組み込みシステムが設計の深部に介在する場合の利用空間は、技術モジュールの結合インタフェースや許容公差という製品設計の細部に及ぶだけでなく、組み込みシステムの介在による製品アーキテクチャの転換メカニズムにおよび、その上でさらに人間が自由自在にコントロール可能な“デジタル論理空間”にまで、その影響が及ぶ。デジタル論理空間は人間の目に見えない。したがって伝統的なモノづくり思想の延長からデジタル化の本質を語ることは困難である。

一方、21 世紀のモノづくりにデジタル技術が介在しない事例は、いわゆる伝統工芸や匠の技、素材産業や受動型部品など、非常に限られてきた。製品設計に組み込みシステムが深く介在する産業領域が急拡大しているのである。スマートフォンはもとより、携帯電話や液晶テレビ、DVD では製品設計工数の 60%以上が組み込みソフトの開発に費やされる。しかし日本のモノづくり現場ではこれを単に製品開発の工数という視点からのみ捉え、“伸びゆく手”の仕掛けを考えることはなかった。そもそも自社と市場の境界設計という基本思想を積極的に取り込んだ形跡はない。

一方、欧米企業のビジネスモデルには、例外なく“伸びゆく手”の仕掛けが後に隠れていた。この違いがデジタル型産業における日本企業と欧米企業の競争力へ大きな影響を与え、1990 年代以降の欧米企業が形成した目に見えない“伸びゆく手”がグローバル市場へ強い影響力を持たせて日本のモノづくりを従属的な立場へ追い込んでいる。

ビジネス・エコシステムがデジタル化の進展やオープンな国際標準化が介在する市場環境で生まれたこと、そしてデジタル化によって企業人の“伸びゆく手”が論理空間を介してグローバル市場に大きな影響を及ぼすまでになっていたという意味で、21 世紀になってから企業と企業人が主役になる新たな経済モデルの必要性が現在化してきた。しかし

ながら同時にこれは、今後の日本企業の国際競争力を考える上で極めて大きな課題となったのである。

4.2 デジタル化やオープン国際標準化から見た伝統的な経済理論の適用限界

標準的な経済理論の中で、個別企業の姿はもとより、企業人が知恵を競いあう姿を見ることはできない。アダム・スミスは、製品価格が変化して（価格が下がって）均衡に向かう途中の非均衡論と、需要と供給が一致する均衡状態の2つのケースを国富論で論じたが、国富論を批判的に論じたその後のリカードやJ.S.ミルの国際貿易理論では、非均衡論が排除され、均衡分析によって理論が基礎付けられていた。¹¹⁴ 現実よりも理論体系の構築が優先されたのである。理論が扱う均衡状態では企業利益がゼロであり、ここからGDPの増加を論じることはできない。

現在の主流派経済学を基礎付けるワルラスの数学モデルも、需要と供給が均等することを前提にしており、アダム・スミスの重要な貢献である「企業が主役になる」分業、あるいは「企業活動が作り出す」非均衡、¹¹⁵ すなわち製品を生み出して普及させ、雇用を生み出し、利益を生み出してGDP（国の経済成長）に貢献する企業/企業人の役割が、その後の主流派経済学（たとえば新古典派）から消えてしまった。¹¹⁶ 現実よりも、理論そのものが自己目的になっていたのではないか。

¹¹⁴ 根岸（2011）の4章参照。

¹¹⁵ これが1910年代のシュンペータが主張したイノベーションに対応する。

¹¹⁶ 1970年代になると、チャンドラーと信奉者が、専門的経営者のマネージメント、すなわち“見える手”による経済活動の調整と資源の最適配分が、いわゆる市場調整メカニズムという神の“見えざる手”、にとって代った、と主張しはじめた。この意味でなら、経済人の活動が経済モデルに取り込まれていた。

またチャンドラーよりも遥か前の1912年に、シュンペータが、次々に新たな産業を生み出す新結合の担い手に企業者を据え、経済人の役割を経済発展の中核に据えた。また1942年にシュンペータが“資本主義の成功によって大規模な単位（組織/企業）が市場を支配する”姿を必要悪として認め（シュンペータ, 1977, p. 192）、更には“大規模な単位（組織/企業）が技術イノベーションの担い手である”主張している（シュンペータ, 1998, P. 76）。この意味でも、欧米諸国では、均衡分析をベースにした経済モデルと、大規模単位（組織/企業）を管理/経営する専門家の“見える手”を中核に据えた経済モデルが、全く相いれない姿で共存していたことになる。

しかしながら“見える手”を起点に分析の対象とした1970年代までの産業構造や企業制度は、チャンドラーによる“経営者の時代”（1977年）が出版された1970年代の後半から崩壊の兆しが出ており、少なくともアメリカでは、1980年代後半までに多くの産業領域でチャンドラー的な企業制度が経済合理性を失う。その背後にあったのが、デジタル化や国際標準化が生み出すオープン環境、すなわち市場経済が機能してもたらされた経営環境の経済合理性、だったのである。シュンペータが主張した“資本主義から社会主義への移行する必然性”がここから崩壊し、さらには“大規模単位がイノベーションの担い手になる”という主張も、ここから崩壊への道を歩む。しかしながらこの崩壊と均衡分析を起点にした経済モデルとを統合する視点はない。経済学と経営学は全く別物であると、企業人なら違和感を覚える発言

21世紀のグローバル産業を特徴付ける人工物（製品）の設計や個々の企業のダイナミックな経済活動を担う主役が企業人であるという意味で、企業人の活動を取り込む新たな経済モデル、すなわち企業人が追求する自社製品の競争力強化、市場拡大、利益の獲得などに代表される個別最適を、ビジネス・エコシステムを介して雇用や経済成長という国全体の最適化へ結び付ける経済モデル、すなわち企業人の経済活動に立脚した経済モデルが必要になった。

アダム・スミスが国富論で主張した「分業が市場の大きさに依存する」という命題も、デジタル化や国際標準化が創るグローバルな分業の発展を説明できない。我々が目にする21世紀の分業は、これまで言われた市場の大きさ、（貨幣を介した）交換の力、あるいは人口の規模やその人口の購買力などによって決まるのではなく、¹¹⁷ まず当該製品の内部構造（アーキテクチャ）が、オープン環境で分業し易い構造になっているか、すなわち技術モジュールの結合インタフェースがオープン標準化され、許容公差が広い否か（結合容易性が制限されていないか）、そしてまた、技術モジュールが互いに結合し易い構造に置かれているか（互いに独立した自律分散イノベーションの成果が結合し易いか）、などによって分業が左右され、市場の拡大スピードと市場規模が左右される。これが第三の構造転換を当該産業にもたらすか否かを左右する。

まずは設計現場の技術者が主役となる人工物設計の在り方、すなわち基幹技術モジュールの結合の在り方によって、次に、企業の事業戦略としての国際標準化、すなわち結合インタフェースの公開や許容公差の公開の在り方、さらには企業と市場の境界設計の在り

がアカデミアで多い背景も、ここにあった。

チャンドラーは、市場と技術というキーワードで近代企業を描き出しているが、本稿で筆者は、デジタル化とオープン標準化および1980年代の欧米諸国による産業政策というキーワードで、チャンドラー的近代企業の崩壊を描いている（例えば、小川, 2010の2章）。これが第三の産業構造転換であり、この延長に到来するのがビジネス・エコシステム型の産業構造である。

チャンドラー的企業制度の崩壊を踏まえて、本稿が新たに提案する“伸びゆく手”とは、“手が消えた”というラングロアの牧歌的な主張ではなく、専門的経営者の“見える手”が、市場調整メカニズムが機能するオープン市場に向かって、しっかり伸びている、という主張である。神の“見えざる手”が機能する市場へ向かって、経営者の“見える手”がしっかりと伸びている。これが第三の構造転換を特徴づける“伸びゆく手”の基本的な考え方である。これについては、1章1.3の(3)の脚注でも述べた。伝統的な経済学と実ビジネスを扱う経営学との繋がりをここに求めれば、均衡分析をベースにした経済モデルの中へ企業や企業人の経済活動が、正当に取り込まれるのではないか。

¹¹⁷アダム・スミスが言う「市場の大きさ」に対して、本書は、斎藤修(斎藤, 2008)による優れ著作“比較経済発展論”の2章44ページにある解説を使う。斎藤は、「分業を引き起こすのが交換による力にあるように、分業の度合いもその力の程度によって、いいかえれば市場の大きさによって、つねに制限されざるをえない」、とアダム・スミスの言葉を引用している。これを踏まえて斎藤は、「市場の大きさは究極的には人口の規模とその人口の購買力に依存する」、と解説している。

方によって、グローバル市場の分業構造が決まり、分業の進展が左右される。¹¹⁸ これが21世紀の我々が目にする現実である。

特に、分業を前提にした Full Turn Key Solution 型の伸びゆく手の形成が、分業を巨大なグローバル市場へスムーズに拡大する上で重要な役割を担う。¹¹⁹ グローバル市場で瞬時に生まれるビジネス・エコシステム型分業構造の事前設計と、これを前提にして形成される“伸びゆく手”の事前設計が、先進国と途上国との分業、すなわち先進国と途上国が互いの協業によって成長するという新たな経済モデルの形成で、重要な役割を担うのである。企業および企業人が追求する個別最適の追求を全体最適としての経済モデルに取り込む必要性がここにあった。

本稿で何度も繰り返したように、デジタル化と国際標準化は、産業構造をビジネス・エコシステム型への転換を加速させて途上国の躍進をもたらし、同時に途上国と共に歩む先進国の経済をも活性化させた。¹²⁰ 我々がここで当たり前のように目にするのは、個別最適を追求する企業人の姿であり、これを追求する企業人の知恵の結集が“不均衡”な市場の集まりを生み出し、技術情報の“非対称性”を生み出す事実である。更には、企業人が個別最適を追求する結果として生まれる“非均衡や非対称性”をビジネス・エコシステムの中で安定化させる知財マネジメントであった。“非均衡や非対称性”が生み出す自社製品の差異化とここから生まれる利益、普及と利益を同時実現させるビジネスモデル、そしてこれを長期にわたって安定化させる知財マネジメントが、雇用とGDP増（経済成長）に寄与している。

21世紀の経済分析や経済発展の理論を再構築する上で、これまで経済学者が指標として使った研究開発投資への優遇政策はもとより、企業が知得を絞る特許・技術開発・モノづくりなどの供給サイドの指標は、**図2**の左側でしか機能しない。図の左側でなら必要にして十分な条件が在る程度成立するが、**図1**の右側では単に必要条件に過ぎなくなった。また技術進歩を経済成長へ結び付ける需要創出型の成長理論も、¹²¹ **図2**の左側でしか通用せず、**図2**の右側では必要条件でしか無くなったのである。

必要条件でしか無くなった産業領域（**図2**の右）がグローバル市場に急拡大している。このような産業構造の歴史的転換期に立つ21世紀のグローバル市場では、企業人が知得を競い合うビジネスモデルとこれをオープンなグローバル市場で強化・維持する知財マネジメントがあつてはじめて雇用と経済成長に結びつく。

¹¹⁸ 付録-2のIoTの事例を参照

¹¹⁹ 小川(2008)参照。

¹²⁰ 小川(2011c)参照

¹²¹ たとえば吉川(2000)、吉川(2003)、吉川(2009)

その背後にあるのが、マイクロプロセッサやソフトウェアの技術革新が反映された組み込みシステムの人工物（製品）設計への介在であり、そして人工物の内部構造に介在するオープン国際標準化であった。¹²² さらには、人工物としての完成品を構成する技術モジュールの最適設計(CAD 設計や構造解析)プロセスに対するスーパーコンピュータの介在であった。グローバル市場に出現した巨大なビジネス・エコシステム型産業構造、すなわち第三の産業構造転換には、人類社会がこれまで経験し得なかった上記の背景があったのである。

図1に示す第三の産業構造転換が急拡大する21世紀のグローバル市場を、伝統的な経済理論の延長からも、そしてアダム・スミスの分業論からも論じることが困難になってきた。技術イノベーションの成果を国の産業競争力や企業の競争力へ結び付ける、という視点からとらえる人工物の設計論やビジネスモデルと知財マネジメントなど、世界中の企業人が絶え間なく生み出す知の力を取り込む経済モデルが、新たに必要になった。この意味でも、日本の産業構造が歴史的な転換期に立っていることを再度強調して本稿を終えたい。

参考文献

秋田 茂(2012)「イギリス帝国の歴史」、中公新書

小川紘一(2006a)「DVDに見る日本企業の標準化事業戦略」経済産業省標準化経済性研究会 編『国際競争とグローバル・スタンダード』(1章)、日本規格協会。

小川紘一(2006b)「製品アーキテクチャ論から見たDVDの標準化・事業戦略」東京大学ものづくり経営研究センター、ディスカッション・ペーパー、No.64, 2006年3月

小川紘一(2006c)「光ディスク産業の興隆と発展」赤門マネジメント・レビュー」5巻3号, pp. 97-169,

小川紘一(2007)「製品アーキテクチャのダイナミズムを前提にした日本型イノベーションシステムの再構築」、東京大学ものづくり経営研究センター、ディスカッション・ペーパー、No-184, 2007年11月

小川紘一(2008a)、「我が国エレクトロニクス産業に見るモジュラー化の深化メカニズム、マイコンとファームウェアがもたらす経営環境の歴史的転換」、赤門マネジメント・レビュー7巻2号(2008年2月)

小川紘一(2008b)「Blu-ray Disc の製品アーキテクチャとビジネスモデル」、Panasonic

¹²² オープンな国際標準化が介在する産業ではオープンなビジネス・エコシステムが生まれるが、航空機産業や自動車産業のように、主要な技術モジュールに国際標準化が介在しないケースでは、これがクローズドなビジネス・エコシステムとなる。

- Technical Journal, Vol. 45, No. 3, 2008年3月
- 小川紘一(2008c)、「製品アーキテクチャのダイナミズムを前提とした標準化ビジネス・モデルの提案」、東京大学ものづくり経営研究センター、ディスカッション・ペーパー、No. 205, 2008年3月
- 小川紘一(2008d)、「我が国エレクトロニクス産業にみるプラットフォームの形成メカニズム」『赤門マネジメント・レビュー』、第7巻6号(2008年6月)
- 小川紘一(2008e)「新興国に勝つBlu-ray Discのビジネスモデルを提案する」、日経エレクトロニクス、2008年8月25日号
- 小川紘一(2008f)「プロダクト・イノベーションからビジネスモデル・イノベーションへ」、東京大学知的資産経営・総括寄付講座 ディスカッション・ペーパー、No. 1, 2008年12月
- 小川紘一(2009a)「製品アーキテクチャのダイナミズムとオープン国際分業の進展」、東京大学知的資産経営・総括寄付講座 ディスカッション・ペーパー, No.3, 2009年1月
- 小川紘一(2009b)「製品アーキテクチャのダイナミズムと日本型イノベーション・システム」赤門マネジメントレビュー、第8巻2号、pp.37-69, 2009年2月
- 小川紘一(2009c)「製品アーキテクチャのダイナミズムを前提にしたビジネスモデル・イノベーション」、東京大学ものづくり経営研究センター、ディスカッション・ペーパー、No. 262,
- 小川紘一(2009d)「グローバル市場で勝つためのビジネスモデル(2)、欧米アジアのモデルと日本の進む道」、日経マイクロデバイス、2008年8月号
- 小川紘一(2009e)『国際標準化と事業戦略—日本型イノベーションシステムとしての標準化ビジネスモデル—』、白桃書房
- 小川紘一(2010a)「国際標準化が創るグローバル市場の経営環境と日本型企业制度が抱える課題—日本型イノベーションシステムと企業制度(1)」、東京大学知的資産経営総括寄付講座 ディスカッション・ペーパー、No. 11.
- 小川紘一(2010b)「知財立国のジレンマ—日本型イノベーションシステムと企業制度(3)」、東京大学知的資産経営総括寄付講座 ディスカッション・ペーパー、No. 15.
- 小川紘一(2010c)「比較優位の国際分業と途上国の経済成長におよぼす国際標準化の役割」東京大学知的資産経営総括寄付講座 ディスカッション・ペーパー、No. 16.
- 小川紘一(2011a)「自動車の電子化のその先に何が見えるか(その2)—アジアの成長と共に歩む比較優位の産業政策—」、研究・技術計画学会、予稿 2G02, 2011年11月
- 小川紘一(2011b)「知財立国のジレンマ—特許の使い方が主役になる時代の到来—」、渡部俊也編 東京大学知的資産経営総括寄付講座シリーズ 第1巻『ビジネスモデルイノベーション』の3章。白桃書房
- 小川紘一(2011c)「国際標準化と比較優位の国際分業、経済成長」、渡部俊也編 東京大学知的資産経営総括寄付講座シリーズ 第2巻『グローバルビジネス戦略』の5章。白桃書房

- 小川絃一(2011d)「研究開発と国際標準化—なぜ研究開発の段階から国際標準化が必要なのか—」、研究・技術計画学会、予稿 iH01, 2011年11月
- 小川絃一、高梨千賀子、立本博文(2011)「自動車の電子化のその先に何が見えるか(その1) —電子化が加速するグローバル経営環境のパラダイムシフト—」、研究・技術計画学会、予稿 2G01, 2011年11月
- 小川絃一、高都広大、北村学(2011)「AdobeのPDFにみるソフトウェアビジネスの知財マネージメント—大量普及と高収益を同時実現させる仕組みの構築について—」、東京大学知的資産経営総括寄付講座デスクッション・ペーパー、No. 24
- 斎藤修(2008)『比較経済発展論』、岩波書店
- 高梨千賀子、立本博文、小川絃一(2011)「標準化を活用したプラットフォーム戦略—新興国市場におけるボッシュと三菱電機」、国際ビジネス研究、3巻2号
- 立本博文(2009)「国家特殊的優位が国際競争力に与える影響:半導体産業における投資優遇制の事例」、国際ビジネス Vol.1, No.2
- 立本博文(2011)「オープン・イノベーションとビジネス・エコシステム:新しい企業共同誕生の影響について」、組織科学、Vol.45, No.2
- 藤本隆宏(2011)「ものづくり論とは何か」、藤本隆宏、中沢孝夫編著 放送大学教材『グローバル化と日本のものづくり』、の第2章、NHK出版
- 根岸隆(2011)『一般均衡から経済史へ』、ミネルヴァ書房
- 野間口有(2011)「日本を元気にする国際標準化」、内閣官房知的財産戦略事務局主催の国際標準化セミナー講演資料、2011年11月14日
- 野間口有(2012)「重要性を増す国際標準」、日本経済新聞、2012年2月17日、29面
- 吉川洋(2000)「現代マクロ経済学」、創文社現代経済選書12、創文社
- 吉川洋(2003)「構造改革と日本経済」、岩波書店
- 吉川洋(2009)「いまこそケインズとシュンペータに学べ」、ダイヤモンド社
- アンソニー・キデンズ、渡辺聡子(2009)「日本の新たな第三の道」、ダイヤモンド社
- イアン・ブレイマー(2011)「自由市場」、有賀裕子訳、日本経済新聞出版社
- ダニエル・ベル(1975)「脱工業社会の到来」、上、下、内田忠夫他訳、ダイヤモンド社
- ブライアン・アーサー(2009)『テクノロジーとイノベーション』、有賀祐二監訳、みすず書房、
- シュンペータ(1962)『資本主義・社会主義・民主主義(上)』、中山伊知朗/東畑精一郎訳、東洋経済新報社
- シュンペータ(1998)『企業家とは何か』、清成忠男訳、東洋経済新報社
- ラングロア.Nリチャード(2011)『消えゆく』、谷口和弘訳、慶応義塾出版会
- Hermann Simon(2012)「21世紀の隠れたチャンピオン」、RIETI 独法) 経済産業研究所 寄稿
1http://www.reiti.go.jp/jp/special/p_a_w/08.html?id=nl
- Xing and Detert(2010)「How the iPhone Widens the United States Deficit with the Peoples

付録-1: 人工物の設計と技術モジュールの結合許容公差

許容公差とは、完成品を構成する技術モジュール（部品）の性能や形状寸法などの、設計中心値からのバラツキ許容値を意味する。製品の量産で一つひとつの工程に許容されるバラツキの許容値は工程公差と呼ばれる。これが材料・部品の製造であれば、製造工程に投入する原材料の組成や特性のバラツキ許容値も、本書では許容公差と呼ぶ。ここで許容値とは、その許容値（バラツキ）の範囲であればアウトプットとしての製品の機能・性能・品質が設計目標の範囲に入る、ということの意味する。

完成品を構成する部品の許容公差が広ければ相互依存性が小さい。したがって、部品の単純組合せによって完成品を低コスト量産できる。許容値が広くても製品の機能・性能・品質が設計目標の範囲に入るのであれば、生産技術や製造技術の役割が相対的に小さくなり、工場のモノづくりから付加価値が減少する。

パソコンのように、技術モジュール（部品）の結合インターフェースや結合の許容公差もオープン標準化（規格化）され、部品がグローバル市場で流通するのであれば、これを調達して組合せるだけで完成品としてのパソコンを量産できる。したがって技術蓄積の少ない途上国の企業であっても市場参入できる。¹²³ これがグローバル市場の frontline に陣取る企業人の視点から見た“モジュール化であり、この意味で”モジュラー型“の製品なら技術の伝播/着床スピードが非常に速い。

一方、許容公差が非常に狭ければ、技術モジュールの相互依存性が強い。したがってモノづくり側、すなわち生産技術・製造技術へ多くの付加価値が残る。例えば部品を調達できても、設計目標としての機能・性能・品質を満足する完成品が作れない。したがって自国/自社の、技術開発投資とモノづくりの追求が市場競争力に直結し易い。¹²⁴ 企業人の視点で見た“擦り合わせ型”の定義がこれであり、擦り合わせ型であれば技術の伝播/着床スピードが非常に遅い。擦り合わせ型、すなわち技術の伝播/着床スピードが非常に遅い産業領域でなら、これまでと同じようリニアモデルが成立する。

21 世紀になると、巨大な技術体系からなる自動車や航空機であっても、スーパーコン

¹²³ 1980 年代後期の据え置き型 VTR、および 1990 年代中期以降の光ディスク産業（CD-ROM や CD-R）、2000 年代初期のテレビ産業は、いずれもデジタル型へ転換するタイミングで日本企業がグローバル市場から撤退を繰り返した。その背後にアジア諸国企業が市場参入し易くなっていたのである。

¹²⁴ 但し結合公差の許容値が狭くても、当該製品の専門家が技術知識を持って移動すれば技術知識の蓄積が少ないキャッチアップ型企業であっても市場参入が可能である。これが 1990 年代以降の日本とアジア諸国の間に起きたことである。

コンピュータを活用することによって最適モジュールの組み合わせ型へ転換させることも可能になった。技術モジュールのインタフェースはもとより最適な許容公差さえも、製品としての全体最適の視点から決定することが可能になっている。これがクローズド・モジュール化である。1980年代までなら、これはデジタル型を象徴するコンピュータ、例えばIBMのメインフレーム・コンピュータ、を特徴付けるものであったが、21世紀の現在では例え機械的な特性を核にする製品であっても、クローズド・モジュール化が観察されるようになった。

その背後にあるのが擦り合わせを排したモジュール化による経済合理性の追求である。デジタル化、すなわち製品設計の深部への組み込みシステム（デジタル化）介入やコンピュータによる製品設計が、非デジタル型製品のモノづくりの現場を大きく変えようとしている。

付録-2：デジタル化が進む 21 世紀のグローバル市場とビジネス・エコシステム

「立本(2011)の拡張」

これまで語られたビジネス・エコシステムとは、直接財を扱う企業だけでなく、補完財のビジネスを担う企業群が、ネットワークを介して取り引きする産業形態をいう。例えば1970年代後半から1980年代の据え置き型VTRと映画コンテンツ、1980年代のCDプレイヤーと音楽コンテンツ、1990年代後半のDVDプレイヤーと映像コンテンツ、1970年代から1980年代のミニコンと自動化システム、1980年代以降のパソコンとアプリケーションソフトの関係、などが代表的な事例である。自動車とガソリンの関係もこの中に入れてもよいであろう。

これらに共通するのは、直接財の企業と補完財の企業が互いに協調的に活動して業界全体で収益構造を維持発展させて行く、ビジネス・エコシステム型になっているという点である。1980年にM. Porterによって提唱されたバリューチェーン論では、他社の影響力を減らして自社の付加価値を上げることが暗黙の前提になっている。一方、ビジネス・エコシステムでは、自社も他社も共に付加価値を増やす取引となる。したがって国際標準化によって生まれ易いネットワーク外部性やプラットフォーム形成が、ビジネス・エコシステムを介した協業を可能にする。

しかしこれらの定義は、例えビジネス・エコシステムであっても、いずれも完成品とその補完財とのエコシステムを記述するものであり、完成品を構成する基幹技術モジュール相互のビジネス・エコシステムを表現できていない。さらに言えば、21世紀のグローバル市場を特徴づける比較優位の国際分業が明示的に取り込まれていない。

例えばCD-ROMでもDVDでも、パソコンでも携帯電話でも、液晶テレビでも、そして途上国市場の自動車でも、直接財としての完成品では、デジタル技術の介入によって完成品

を構成する技術モジュールがグローバル市場で大量に流通し、比較優位の国際分業が瞬時に生まれる。ここに国際標準化が重畳すれば比較優位のオープン国際分業となる。この分業構造の内部が、21世紀のグローバル市場を特徴付ける“同じ産業、同じ製品の中で生じる”ビジネス・エコシステム、になっているのである。

例えば、オープンなデジタル型産業として最初に現れた1970年代後半のミニコン産業では、ハードデスクのインタフェースがSMDとしてオープン標準化された時点から、アメリカと日本との間でオープンなビジネス・エコシステムが出現した。互いに得意な技術モジュール（日本企業はハードデスク）を持ち寄ってミニコン産業を発展させ、アメリカ企業（当時はベンチャー企業）と日本企業（当時も大手企業）が互いに付加価値を急増させた。付加価値（事業利益）が日本にもアメリカにも新たな雇用を生み、そしてそれぞれの国のGDP成長（経済成長）に寄与したのである。

この意味で、デジタル化や国際標準化が広範囲に広がる21世紀のグローバル市場で語るビジネス・エコシステムでは、伝統的な表現としての直接財と補完財という表現で市場の実態を正しく表現できない。むしろ、先進国と途上国が互いの比較優位/競争優位を活かしながら協調的に活動し、当該業界とその関連業界全体で新たな需要を生み出し、当該産業の市場を広げ、付加価値を増加させる姿が、グローバル市場のビジネス・エコシステムである。この意味で、経済学でいう“比較優位の国際分業”によって先進国と途上国が共に経済成長する経済モデルがグローバルなビジネス・エコシステムそのものではないか。

ビジネス・エコシステムが、企業が互いに協調的に活動して業界全体で収益構造を維持発展させて行く“共創と競争の場”であるとすれば、国際標準化や協創・協業のプラットフォーム形成などによって新規市場を共に創造して行くケース、あるいは新しい成長領域へ市場の中心をシフトさせるケース、更には所得水準の向上に呼応した高度の市場文化を途上国市場で形成するケースなどに、グローバルなビジネス・エコシステム型の産業構造が生まれ易い。

上記の協創・協業が、先進国と途上国の間に生まれて互いの比較優位を持ち寄りながら当該産業の市場を発展させ、付加価値を飛躍的に増加させながら先進国と途上国の雇用も経済成長をも同時に実現させる経済モデルが、至る所で顕在化してきた。例え非デジタル型の産業であっても、これが既に広範囲で顕在化している。その代表的な事例が自動車産業であり、建設機械産業であり、事務機械産業であり、蓄電池や太陽光発電システムである。航空機産業でさえ例外ではない。

その背後にあるのが、まず第一にデジタル化、すなわち製品設計の深部への組み込みシステム（デジタル化）介入やコンピュータによる製品設計であり、第二にオープンな国際標準化の製品設計への介入であり、第三にこれら二つを起点にして生まれたインターネット、あるいはクラウドなどによって情報が瞬時に伝播し、技術知識も瞬時に繋がるという、自律分散型イノベーション・システムの到来があった。そして第四に、例え蓄電池などの非デジタル型の産業であっても、デジタル型産業で体験した成功パターン行動を選ば

うとする途上国企業の行動がある。これら4つを統合的に、そしてグローバルに語るコンセプトが、モノとサービスのネットワーク化と言われる (IoTH: Internet of Things) ではないか。

なお IoTH では、様々なビジネス・エコシステムがインターネット/クラウドを介して繋がるので、多様で複合的な産業が更に巨大なビジネス・エコシステムへと成長していく。ここで繋がりをコントロールする結合インタフェースの標準化やビジネス・プラットフォームのインタフェース公開が、異なる産業領域の繋がりを容易にし、新たなサービス・ビジネスとしてのビジネス・エコシステムを次々に生み出す。

これが21世紀の産業構造を更にダイナミックに変えているのである。18世紀後半のアダム・スミスはもとより、1930年代のケインズも、1950年代のハイエクや1970年代のミルトン・フリードマンも、そして1980年代のマイケル・ポーターさえも想像し得なかった産業構造を、現在の我々が目にしている。

ネットワーク、更にはデータを介して多様性を融合させるその延長に、今までとは根本的に違う価値観がグローバル市場の文化として形成されるはずである。この意味で IoTH は、市場構造や産業構造はもとより、政治、文化、イノベーションを含む人類社会の多くの領域へ根源的な影響を与える。