

変革するものづくり

巻頭言

デジタル先進国型ものづくり戦略再考

小川 紘一 氏

Koichi Ogawa



東京大学政策ビジョン研究センター・シニアリサーチャー、株式会社小川国際経営研究所所長、1944年宮城県生まれ。1973年明治大学大学院工学研究科博士課程修了(工学博士)、富士通研究所研究部長を経て、富士通株式会社の事業部長、理事を歴任。その後東京大学大学院経済研究科へ移籍、特任研究員や特任教授を経て現職。内閣知的財産戦略本部「国際標準化戦略タスクフォース」委員、経済産業省「産業構造審議会情報経済分科会」委員、ものづくり懇話会座長、自動車の「自動走行ビジネス検討会」委員などを務める。『オープン&クローズ戦略-日本企業再興の条件』(翔泳社、2014年)など著書多数。

ものづくりを国際競争力の最大の武器としてきた日本。そのパワーが大きな曲がり角に差し掛かっているのでは、と感じ始めた経営者が少なくないのではないか。世界最強のものづくりパワーの源は何だったのか、新たな時代に向け欠けているものはないかの検証が、ものづくり戦略再考、そして、ものづくり立国再興(ルネッサンス)の第一歩になるはず。日本の足跡、曲がり角の向こうに広がる新世界について、東京大学政策ビジョン研究センターの小川紘一氏に語っていただいた。

どうしたのか？ 日本の製造業

貿易立国である日本は、国内でつくった製品を輸出して外貨を稼ぎ、食料、燃料、原料を輸入している。その輸出の96パーセントを担うのが製造業だが、近年その調子が思わしくない。象徴的な現象がデジタル型のエレクトロニクス業界だ。日本企業は1990年代、人々の生活を豊かにする大量普及製品を次々に生み出し、無敵を誇った。またこれら製品に関する圧倒的な量の特許を出願登録し、同時に生産技術も磨いた。

ところが最近、こんな声をよく耳にする。「最先端技術に挑戦し匠の技を磨いているのに」、あるいは「多くの特許を持っていれば勝てるはずなのに」という、新興国企業に勝てなくなったことへの疑問である。例えば、米国で登録された液晶関連の特許件数は2005年までに2万5,000件。うち約85パーセントが日本の特許だ。しかしグローバル市場で圧倒的な競争力を持つのは12パーセントの韓国と1パーセントの台湾企業。太陽電池の特許も7割が日本だが、首位は中国と台湾である。

実はその背景で100年に一度とも言うべき産業構造の一大転換が進み、グローバル市場の競争ルールが変わっていたのだ。製造業を「収益モデル(稼ぐ力) — ビジネスモデル(仕掛けづくり) — ビジネスシステム(例えば生産システム) — ものづくりシステム」という4層構造で見た場合、現場のものづくりシステムと収益モデルをつなぐ第2層と第3層が、大きく変わってしまったと言ってもいい。変わってしまえば、これまでの勝ちパターンが通用しない。

1980年代に始まった第3次経済革命の実相

1980年代の米国で始まり、1990年代にはグローバル市場の隅々にまでその影響力を及ぼすに至ったこの大規模な産業構造転換は、実は第3次経済革命という歴史的出来事の始まりだった。

歴史をさかのぼると、今から約200年前の18世紀末の英国で興った産業構造転換が第1次経済革命だった。人類が数千年にわたる試行錯誤の中で蓄積した経験則を産業化し、発明者に対する知的財産権を整備して技術者にインセンティブを与える。この二つがイノベーションを加速して工業化社会を生み出し、英国の経済システムを一変させた。

これに続く第2次経済革命は、19世紀末のドイツに始まる。科学者が発見した自然法則を組み合わせて新たな技術が次々に生まれ、多様な技術が結び付いて製品イノベーションが飛躍的に加速された。ここから電機産業や化学産業など、人類が経験し得なかった巨大産業がこの世に出現した。日本も自然法則を学び、技術体系を学び、産業を導入することによって先進国の仲間入りを果たした。

そして第3次経済革命は、1980年代の米国で始まった。大規模に出現した最初の事例が、フルセット自前主義を捨ててグローバルなビジネス・エコシステムを形成したパソコン産業やインターネット産業だ。第3次経済革命と第1次、2次の違いは、製品やシステムの設計にソフトウェアが深く介在する点。ソフトウェアはプログラミング言語、つまり人間が創り出した人工的論理体系により開発される。人間は神がつくった自然法則は変えることはできないが、ソフトウェアならプログラミングを工夫するだけでアイデアや期待を製品機能やシステム機能として具体化できる。

第3次経済革命がデジタル型のエレクトロニクス産業で最初に現れたのは、製品設計にソフトウェアが介在しやすかったからである。その後、マイクロプロセッサ(MPU)の飛躍的な性能アップ(10年で数100倍から1,000倍)を背景に、自動車、航空機、産業・事務機械、インターネット、DVD、液晶テレビ、スマートフォン、ロボット、人工知能、さらにクラウドやIoT(Internet of Things)を経てIndustry4.0へと急速に進化・発展していく。これらの製品産業は、ソフトウェアそれ自身の技術革新によって初めて現在の姿になっ

たと言っている。

シュンペーターは、イノベーションを経済活動の中で生産手段や資源などが従来とは異なる形で新結合することと定義したが、多くのモノが、そしてヒトさえもソフトウェアを介してつながる21世紀は、100年前のシュンペーターが見た世界より遥かに容易に、そして無限に、新しい組み合わせをつくり出すことができる。しかも、結合スピードは自然法則の結合よりも格段に速い。

ここから、これまで存在し得なかった価値がソフトウェア主導の新結合によって次々に生み出され、スマートフォンはもとより、自動車の価値さえソフトウェアが決める時代となった。クラウドがこの潮流をさらに拡大し、全く異なる巨大産業同士をつないで次々に新たな価値を創り出している。21世紀の技術イノベーションや製品イノベーション、さらに社会システムイノベーションもソフトウェアが先導する時代になったと言ってもいい。

**日本のものづくりはハードウェアの深みに
潜り込んでいった**

では、1980年代の日本の製造業が世界最強と言われた理由と特徴を再考しよう。日本の製造業は精密部品、材料などハードウェアの設計・組立・製造の領域で世界を圧倒する。1980年代にかけて、VTRやブラウン管テレビにおいてグローバル市場を席巻。近年ではリチウム電池、太陽電池、液晶パネルや有機ELなどの技術を次々に生み出し、少なくとも初期のステージを制した。新しい技術を次々と生み出すものづくり能力の蓄積とこれを担う人材が、日本の製造業の強さだったのだ。

技術の蓄積と人材がいかに強さを発揮したかの好例がVTR。当時の日本企業はVTRの部品や材料のほとんどを自社生産し、品質を高めてバラツキをなくし、これらを精緻に組み上げる生産ラインを、熟練の匠の技とカイゼンの積み重ねで作り上げ、外国企業が追従できない高性能・高品質の製品づくりに成功したのだ。

この勝ちパターンに自信を得たことで、例えばデジタル家電やコンピュータとその関連産業でも、技術と匠の技で必ずトップランナーになれると思ったのではないかと。しかし、日本が圧倒的な強さを誇っていた当時の製品のほとんどが、ソフトウェアがあまり介在しないハードウェアリッチ型の領域だったのだ。

ソフトウェアリッチ型の製品技術が瞬く間に国境を越える

1980年代、日本の製造業がハードウェアのものづくりに専心していた一方で、米国では人工的な論理体系であるソフトウェアが進化、拡大し、デジタル型エレクトロニクス産業の様相が大きく変

わり始めていた。その象徴的な事例がパソコンやネットワークシステムだ。

パソコンの心臓部をなすデバイスはMPUだが、インテル社はMPUをグローバル市場で普及させるため、メモリやバス、ハードディスクなど周辺機器のインターフェースをオープン化した。その結果、世界中のメーカーがこのオープン化された技術領域につながる周辺機器を開発・製造し始めたのだ。さらにインテル社は、同社のMPUや関連チップセットを搭載するマザーボードの製造ノウハウをも戦略的な契約マネジメントによって公開。これを受けて、台湾の企業が、インテル社のMPUを搭載するマザーボードを世界で最も低コストで製造、販売。以降、ハードディスクやメモリ、キーボードなどの部品を調達してこのマザーボードに載せれば、だれでもパソコンを量産できるようになったのだ。

このオープン化された技術領域を使ってビジネスチャンスを探り、より低コストのパソコンをOEMで製造し、1990年代の後半からグローバル市場に躍り出たのが新興諸国の企業だった。同時に彼らは、CD-ROMやDVD、携帯電話、液晶テレビなどにおいても低コストで高性能の製品を設計、製造する力をつけ、市場に参入した。この時期こそ、製品アーキテクチャが技術モジュールの単純組み合わせ型(積木細工型)に変わったタイミングだった。ソフトウェアリッチ型になって初めてこれが可能になったのだ。「最先端技術に挑戦し、匠の技術を磨いていけば勝てるはずなのに…」の疑問への答えは、ここにあると言っている。

実はかつてすり合わせ型と信じられていたVTRですら、ソフトウェアリッチ型になっていた。それ以前は、優れた設計技術者や熟練オペレーターが技術を駆使しなければ高性能、高品質の製品を量産できず、新興諸国のメーカーは、決してVTR市場に参入できなかった。しかしながら1980年代の後半になるとVTRの設計にもMPUが使われるようになり、たとえ個々のデバイスの品質にバラツキがあっても、MPUに組み込まれたソフトウェアを駆使すれば、バラツキを完成品の中で吸収できる。積木細工的につくっても一定以上の性能が担保されるようになったのである。

個々のデバイスの精度が極端に高くなくても、組み込みソフトウェアでカバーできれば製品製造の技術的ハードルは数段低くなる。ここに商機を見出した韓国企業がVTRの製造、販売に参入し、結果として日本企業がすでに1980年代末からシェアを奪われていた。その後、多くの新興諸国メーカーがこの勝ちパターンを繰り返し、高度な技術体系で構成される記録型DVDや液晶テレビの領域でも成功。これらの成功事例の連鎖が高度な技術と人材を育成し、ソフトウェアが介在しない太陽光発電やリチウムイオン電池、

C O N T E N T S

特集 変革するものづくり

巻頭言 デジタル先進国型ものづくり戦略再考 2

コラム 変わることを恐れるな。オープン化は多様性の国、日本を救う 6

基礎用語 第3次産業革命を理解するためのキーワード 8

活用事例 デジタルインダストリーの新たな潮流 9

富士通の取り組み [体験レポート] パーチャル・デザイン・レビュールーム 12

● 講演録 14
十勝バス株式会社 代表取締役社長 野村 文吾 氏

● 豊かに生きる誌上セミナー 16
HUMAN HUMAN
サントリースピリッツ株式会社 佐々木 太一 氏

● Family's Information 17

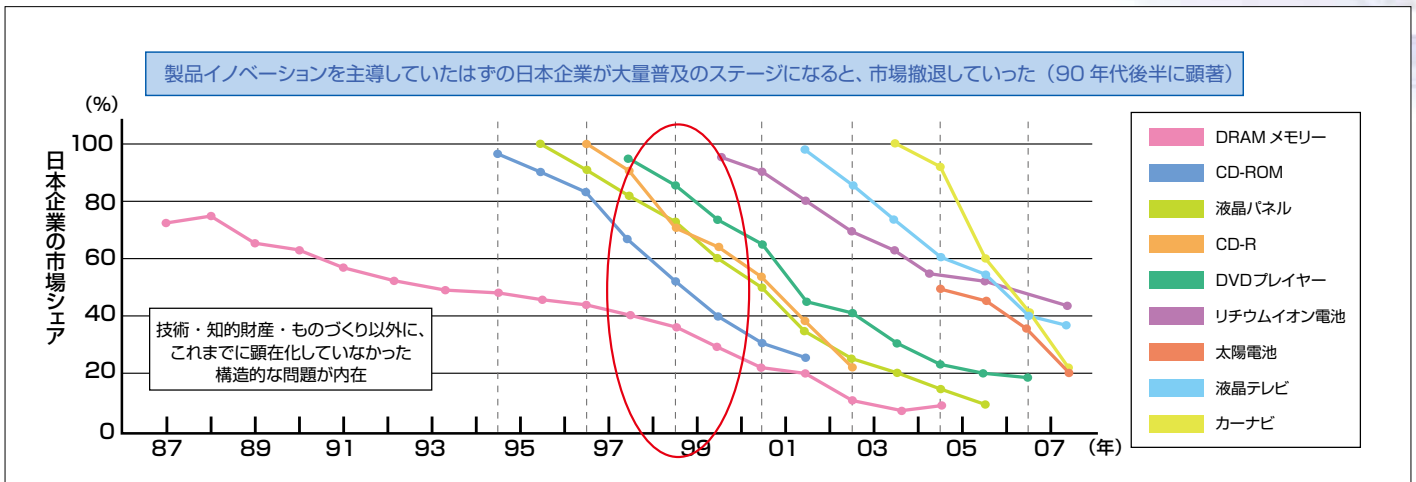


図1 各種エレクトロニクス製品の日本企業の市場シェア推移 [出典：小川紘一／参考図書：小川（2014）の第1章]

LED照明などでも、アジアの新興国企業がグローバル市場を席巻するようになる。

つまり、日本の製造業で信じられてきた、「すり合わせ型のものづくり技術のレベルを高めれば、新興諸国メーカーは追従できないだろう」との考えは、通用しなくなったのだ。私は、この事実をDVDや液晶パネル、リチウムイオン電池のメーカーに繰り返し説明したが、「そんなはずはない」と一笑に付された。しかしながら実際には図1のようになっていたのである。

特許ガードの際を突いてきたクロスライセンス戦略

もう一つの疑問、「より多くの関連特許を持っていれば勝てるはずなのに…」への答えは、新興諸国のメーカーのクロスライセンス戦略にある。クロスライセンスとは、二つ以上の企業が互いに、自らの持つ特許権など、知的財産権を許諾し合うことである。仮に、ある製品を構成する技術の全領域で知的財産権を網羅的に持てば、保持企業はビジネスを独占できる。しかしDVDの特許は2千件以上、液晶テレビのように1万件を超える製品ではこれが困難。たとえ日本メーカーが圧倒的多数の基本特許を保有しても、新興諸国メーカーがわずかの周辺特許を保有し、これが必須特許なら、後者はクロスライセンス契約を結べば合法的にDVDの製造販売が可能となる。その場合のロイヤリティは、慣例で工場出荷額のわずか数パーセントなので、コストダウンで容易に吸収できる。

多くの日本企業が、新興諸国メーカーのなりふり構わぬクロスライセンス戦略に持ち込まれるケースも珍しくない。CD-ROM、DVD、液晶テレビなどは、ダントツの技術蓄積も圧倒的な特許量も、わずか数パーセントのコストダウン効果でしかない。

1980年代以降に米国で始まったグローバルなデジタル型エレクトロニクス産業、すなわちソフトウェアリッチ型産業の興隆がもたらす第3次経済革命。そして製品がソフトウェアリッチ型になり、技術が瞬時に国境を越えて伝播した1990年代の後半、グローバル市場で新興諸国メーカーが価格面で優位に立ち、一気に首位に立つという潮流の中で、日本企業が撤退に追い込まれるという事態が生じたのだ。

この日本企業対新興諸国メーカーの競争図式を俯瞰してみると、日本の製造業がとるべき新たな戦略が見てくる。

オープン化を謳いながらコア領域を独占する新戦略

ハードウェアは絶対に必要である。しかしながら第3次経済革命が進む21世紀、製造業においては、ハードウェアの技術イノベーションを自らの手で生み出さなくても、グローバル市場を席巻する新興諸国メーカーが台頭する。ここで日本企業が取り組むべきは、第3次経済革命、すなわちソフトウェアリッチ型産業がグローバル市場に創り出すビジネス・エコシステム型の巨大市場で通用する戦略を追及することだ。ビジネス・エコシステムとは、先進国と途上国の複数の企業が協調的に活動し、得意領域を持ち寄って分業を行い、全体として収益構造を維持、発展させる仕組みを言う。その前提になるのが、瞬時に国境を越えて伝播する技術領域と、非常に遅い技術領域が共存するグローバルな企業間分業の進展である。

前述したように、インテル社はMPUのインターフェース技術を開放し、これにつながる世界の周辺機器メーカーにビジネスチャンスを提供した。しかしインテル自身は競合企業のクロスライセンス攻勢からコア領域を徹底して守る、万全の知的財産マネジメントと契約マネジメントに知恵を集中させた。つまり、どのようなハードウェア技術であれ、ソフトウェアリッチ型になれば優位技術が瞬時に伝播してしまう。そうであるなら、あらかじめ意図的にオープン化してパートナー企業に公開する（オープン戦略）、あるいは国境を越えさせる技術領域をしっかりと定め、同時に自社（自国）内に残すコア領域を、技術革新だけでなく商標権、知的財産権および契約マネジメントによってがっちり守る（クローズ戦略）、という新たな戦略で臨んだのである。

私はこれを「オープン＆クローズ戦略」と呼んでいるが（詳細は参考図書）、こうした戦略が結果的に巨大なビジネス・エコシステムをグローバル市場に生み出している。これを知的財産のマネジメントの視点から示したのが図2である。

欧米のデジタル型エレクトロニクス産業が1990年代以降に完成

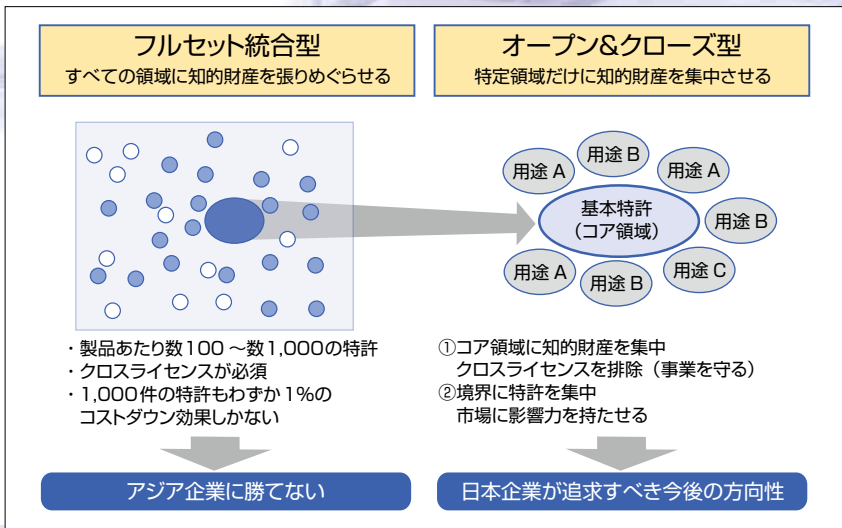


図2 2つの知的財産マネジメント思想の違い [出典:小川紘一/参考図書:小川(2014)の第6章]

させたこのビジネスモデルは、結果的に新興国の産業高度化に貢献し、同時に新興国の成長を自国に採り込むメカニズムとなった。冒頭で述べたように、製造業は「収益モデル—ビジネスモデル—ビジネスシステム—ものづくりシステム」の4層で構成されるが、ものづくりの成果を収益に結び付ける第2層と第3層を、欧米企業が共にビジネス・エコシステム型へ適応させながら変えてしまった。ここから、先進国が先導するエコシステムの一翼を担って新興国企業が活躍する。欧米と新興国が共存するビジネス・エコシステムが、グローバル市場の産業構造と競争ルールをも変えてしまったのだ。

**「つながり」が生み出す
大規模な産業構造転換という新潮流**

2010年代から始まる新たな産業構造の転換にも目を向ける必要がある。それは、ビジネス・エコシステムという新たなつながりで生まれたビジネスモデルの出現だ。その先駆的な取り組みが、例えばフォルクスワーゲン社を始めとするドイツ自動車メーカー4社が2年前から検討を始めた、部品を共有して自動車を開発、製造しようというモジュールキット戦略だ。フォルクスワーゲンが自社の中だけで推進してきたMQB(モジュールキット・ストラテジー)を、企業を超えたビジネスモデルの構築へ拡大させたと言ってもいいだろう。

これは、共通部品モジュールを低コストで供給する役割が10年以内に先進国から徐々に新興国メーカーへシフトする、という事態の到来に対して事前に備えようとする一連の動きの一つと考えられる。欧州各社が「オープン&クローズ戦略」を駆使して、世界各国の一人ひとりのニーズにマッチした自動車を低コストで量産するマス・カスタマイゼーションを、大規模に展開しようとしているのである。ドイツはこれを、ハードウェアリッチからソフトウェアリッチ型へのシフトで具体化しようと考えているのだ。自動車の価値がハードウェアではなく、ソフトウェアで決まる時代が迫ってくるからである。したがって新たなビジネスモデルに呼応

するビジネスシステム(生産システム)も大きく変わっていくだろう。

ドイツが国を挙げて推進するIndustrie4.0は、このような取り組みを社会インフラの整備で支えようとする戦略と考えていい。そのコンセプトの一つが、ソフトウェアを駆使してハードウェア側を支配する仕組み、Cyber Physical System (CPS)。ドイツの自動車メーカーは、ユーザー一人ひとりが自宅で自分の欲しい自動車を設計できるソフトウェアを提供するが、その知的財産権と改版權を握れば、世界中のユーザーを囲い込むことができる。あるいは、自動車を組み立てる工場の設備ではその制御ソフトウェア(Cyberの世界)をドイツ企業が握り、設備のハードウェア(Physical)をアジア企業に任せ

る。しかしその背後には、ドイツの制御ソフトウェアがないと新興国のハードウェアは動かない仕組みがある。ソフトウェアで競争ルールを変えながら、ハードウェア側の付加価値さえも新興国から引き寄せようとしているのだ。

これ以外に、例えばクルマの自動運転車も、ハードウェアをほとんど変えず、情報ネットワーク、クラウド、人工知能、ビッグデータ解析など、ソフトウェア側だけのイノベーションで実現可能だ。この事実にぜひ目を向けていただきたい。Industrie4.0を単なる生産効率化の手段としての最先端ICTツールと捉えるなら、その本質を見誤る。Industrie4.0は第3次経済革命の到来によってこの世に生まれたが、その大規模な発展は社会システムを変え、グローバル経済システムはもとより政治システムさえも大きく変えていくだろう。

日本の製造業も、同じように「収益モデル—ビジネスモデル—ビジネスシステム(狭い意味でなら生産システム)—ものづくりシステム」という4層構造で構成される。第3次経済革命が創り出すビジネス・エコシステム型の産業構造で必要なのは、ものづくりそのものではなく、ものづくりの力を企業収益に結び付ける第2層のビジネスモデルとこれに呼応した第3層の生産システムの再構築だ。

それには、オープン&クローズの戦略思想を追求してビジネス・エコシステムを自社優位に事前設計し、競争ルールも自社優位に事前設計し、これを支える知財マネジメントと契約マネジメントに知恵を絞り、ビジネスモデルやビジネスシステムを変えることのできる、軍師型の人財チームが育成されなければならない。

このような教育機関がまだ日本にないため、筆者が所属する東京大学政策ビジョン研究センターは、チームとしての軍師を育成するための「戦略タスクフォース・リーダ養成プログラム」を今年の5月からスタートさせ、軍師型の人財育成に取り組もうとしている。

●参考図書
・小川紘一(2014)『オープン&クローズ戦略—日本企業再興の条件』、翔泳社