

モジュール型ビジネスモデルの有用性と活用戦略
ー比較優位論を踏まえた日本企業のビジネスモデル・イノベーションー

The Power and Strategy of Modularity Business Model

田口敏行

Toshiyuki TAGUCHI

(平成23年10月4日受理)

要旨

これまで擦り合せ型の典型といわれてきた業界、例えば、半導体装置などにおいても、モジュール型のビジネスモデルによる新規参入や優位性が顕在化している。擦り合せ型のビジネスモデルで強みを発揮してきた日本企業は、モジュール型のビジネスモデルと一線を画し、対峙した戦略をとるだけでは、優位性を発揮できない状況が生まれている。モジュール型のビジネスモデルは、ますます勢いを強めており、それは製品の構造やアーキテクチャからして、必然性を持ち得るところもある。本稿では、モジュール型とは縁がないといわれた産業（自動車と半導体露光）の変容を踏まえながら、モジュール化する製品アーキテクチャと戦略構造を明らかにし、モジュール型ビジネスモデルの強みや有用性を検証していく。そのうえで、日本企業の今後の戦略のあり方とイノベーションに向けた方策を検討していく。

1. はじめに

戦略論の発展系譜を眺めてみると、90年代には経営資源論＝資源論ベースの戦略論やイノベーション論など、主流な戦略論が展開された。資源論では、バーニーをはじめ、グラント、ハメル＝プラハラッド、コリス＝モンゴメリーなど、大きな潮流を形成していた¹⁾。

一方、同年代には、低迷する日本経済と産業界の活性化に向けて、資源論ベースの戦略とともにイノベーション論がもう一方の潮流を形成していたといえる。古くはシュンペーターにはじまり、新産業・新市場の創出をどのように行ったらよいか追求されてきた。アッターバック＝アバナシー等によるイノベーションの類型、ヒッペル

によるイノベーションの源泉論、クリステンセンによる破壊的イノベーション論など、新製品開発というイノベーションの必要性や優位性獲得の源泉となることなど、理論面と実践面で研究が積み上げられてきた²⁾。

そうしたなかで 90 年代後半から、やや新しいアプローチとして注目される戦略理論が登場してきた。それが「アーキテクチャ論」である。やや工学的な見方が特徴的といえるが、開発力や技術力に確実に優位性を持つ日本企業が、なぜ世界市場で勝てないのか、ハイエンドの製品が急激にコモディティ化し、価格低下現象に見舞われ、アジア企業の参入と追い上げに会うのか、成長性だけでなく収益性との両立をいかに行っていけばよいのか、そうした疑問に対する答えを理論的に追求する柱として、アーキテクチャ論が注目されてきた³⁾。

製品全体と部品の構造特性をはじめ、部品と部品のインターフェイス仕様、部品自体の内部構造と進化する特性などに着目し、製品のアーキテクチャとビジネス戦略とが深く関わりを持っていること、製品がモジュール化していく傾向は、産業自体の構造にも大きなインパクトをもたらしていること、アジア企業の追い上げとも深く関わっていることなど、モジュール化という構造と考え方を進めるなかで、新しい戦略理論を形成してきたといえる⁴⁾。

本稿はそうしたアーキテクチャ論に理論的根拠を置きながら、摺り合わせ型の組織統合的のものづくりで強みを発揮した日本企業のビジネスモデルが、なぜ急速に競争優位性を失っていったのか、アジア企業の参入と競争力が製品のモジュール化とどのように関係し、どうして優位性へとつながるのか、その構造を分析し今後の戦略課題を提起しようとするものである。これまでにデジタル家電産業を中心に、モジュール化が進む構造や実態が数多く分析され、検証されてきた⁵⁾。そうした研究では、デジタル化が進む領域で典型的であり、自動車や半導体装置といった、刷り合せ型の典型といわれる産業はあまり影響を及ぼされない領域とみなされることが多かった。モジュール化していく可能性は指摘されていたが、日本企業の強みの「砦」的な存在として扱われることが多かったように思われる。

しかしながら、擦り合わせの典型といわれる自動車、半導体製造装置といった産業でもモジュール化やそうしたビジネスモデルの登場と浸透が進みつつある。本稿では、擦り合わせ型の典型といわれる自動車、半導体装置の 2 つの産業を例に、どのようにモジュール化が進むのか、その構造や特質を解明し、モジュール化の深厚とその強みを活用していく戦略のあり方を考えようとするものである。これまでの戦略論では、擦り合わせ型の強みを維持しながら、いかにモジュール化に対応したらよいかは考えられてきたが、どちらかというともジュール化の強みと擦り合わせ型の強みとを二極化させ、それを前提に戦略課題を見出そうとする傾向があったように思われる。最近では、モジュール化の強みを活かしながら、日本的特質も発揮できる「協調的・融合的」なビジネスモデル構築による戦略モデルが主流となっている。筆者もそうした考え方にたつて、新しい発想からの戦略モデルを本稿で考察し論及していく。

2. 擦り合わせの典型といわれた産業のモジュール化

1) 自動車産業とモジュール化

擦り合わせの典型といわれた産業においてモジュール化の進行が徐々にではあるが見られる。今回は自動車と半導体装置（露光装置）取り上げ、進行するモジュール化の構造や特質、新規参入してモジュール化戦略を実践する企業の特徴など、確認することからはじめる。まずは自動車産業からみていく。

自動車産業は、「日本型サプライヤー・システム」を1つの強みとして、戦後の日本を支えてきた産業といえる。強みの構成要素として、①一次・二次・三次以下の部品企業からなる多面的で重層的な部品供給構造、②部品ごとの納入先複合化・仕入先複合化構造、③長期安定的取引関係、④協会会・系列診断・技術指導などを通じた情報共有と技術移転などが挙げられる。総じて言えば、「サプライヤー・システム」に多くの特徴を持ち、そうした部品供給システムが全体として最終製品である自動車のコスト、製造品質、設計品質、開発期間・工数などの面での競争優位を生み出してきたといえる⁶⁾。こうした構造や特質は、擦り合わせ型アーキテクチャの典型的要素であり、日本型のサプライヤー・システムが「グローバル・スタンダード」であるといっても過言ではない。

なかでも、次の3つの要素が擦り合わせ型製品の典型である自動車産業を支えてきた特質とみなすことができる⁷⁾。

1 つ目は、「長期継続的取引」である。いったん特定の部品について取引が始まれば、その生産期間中（典型的には4-5年）は、原則としてそのサプライヤーとの取引が安定的に継続するという仕組みである。こうした取引の束が重複しつつ続いていくことにより、企業体の関係は個々の取引期間を超えて続いていくことになる。そうした継続的取引が、協調的関係の形成や取引企業間の情報共有を促進し、それが「企業間問題解決メカニズム」を作り上げる。単に発注企業と受注企業という「ビジネスライク」なつながりではなく、双方による問題解決能力が構築されていくところに特質と強みとなる本質がある。システム全体の改善、あるいは動的な国際競争力の向上をもたらすことになる。擦り合わせによる競争優位性の発現につながるである⁸⁾。

2 つ目は、「少数サプライヤー間の能力構築競争」である。これは、発注企業は、サプライヤーを長期的・多面的な評価に基づき選択する。それに対して複数のサプライヤーは、単なる短期的な価格競争を超えて、より継続的な能力構築競争を繰り広げていく関係を意味する。仮にサプライヤーが2-3社というような寡占状態であっても、結託して部品価格の吊り上げるといった事態は起こり難く、むしろ能力構築をめぐる切磋琢磨を通じて、部品のコストや品質が改善されていく。「戦後日本の自動車産業がまさに身をもって実証してきた」といわれるほどの特性であり、メーカーとサプライヤーとの擦り合わせを生み出す重要な要素である⁹⁾。

そして3 つ目は、「まとめて任せる」ところである。発注企業が、相互に関連した

活動（部品加工とサブ組み立て、製造と検査、生産と開発など）を一括してサプライヤーに任せることはもちろん、「承認図方式」による開発から生産までのまとめて任せる方式、部品検査ごと任せる「無検査納入」、部品組み立てごと任せる「サブアセンブリー納入」など、すべて「まとめて任せる」方式である。一括して任せるというと、擦り合わせとは正反対のような印象を受けるが、発注側は常にサプライヤーの開発プロセスや生産プロセスにコミットし、アドバイスを与えたり提案したりする。そこが擦り合わせ的要素の典型であり、そうすることで部品メーカーに「まとめ能力」を蓄積させている¹⁰⁾。欧米では、設計仕様など「貸与図方式」で完全に仕様が完成されてサプライヤーに渡される。入札でサプライヤーを決め、設計はメーカーがあらかじめ決めたとおりに行うことが慣例となっている¹¹⁾。

こうした擦り合わせを典型とする自動車産業であるが、どのようにモジュール化が進行しているのか確認していこう。より正確には自動車部品におけるモジュール化のロジックを確認するということである。そのさい、次の3つの区分が重要となる。モジュール化はその3つで起こるのであり、欧米型のモジュール化の進行と日本型のモジュール化の進行とを区別して特徴を捉えることができる。

3つの区分とは、①製品アーキテクチャのモジュール化（製品開発におけるモジュール化）、②生産のモジュール化、③企業間システムのモジュール化（調達部品の集成化）とである。いう区分が重要となる。

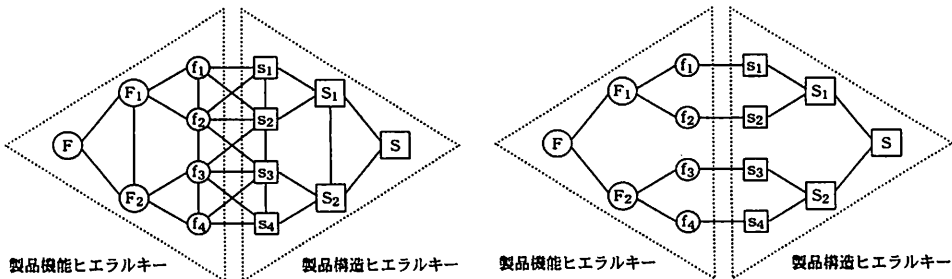
1) - 2) 3つの区分からするモジュール化の実態

最初に「製品アーキテクチャのモジュール化」であるが、図表-1に擦り合わせによるアーキテクチャ製品設計とモジュール・アーキテクチャの製品設計との違いが示

図表-1 製品モジュール化（製品構造・機能の複合ヒエラルキー）

インテグラル・アーキテクチャ製品の設計

モジュール・アーキテクチャ製品の設計



凡例：F=製品全体の機能 S=製品全体の構造
 F1, F2=製品のサブ機能 f1~f4=製品のサブサブ機能
 S1, S2=大モジュール s1~s4=小モジュール
 ———= 連結

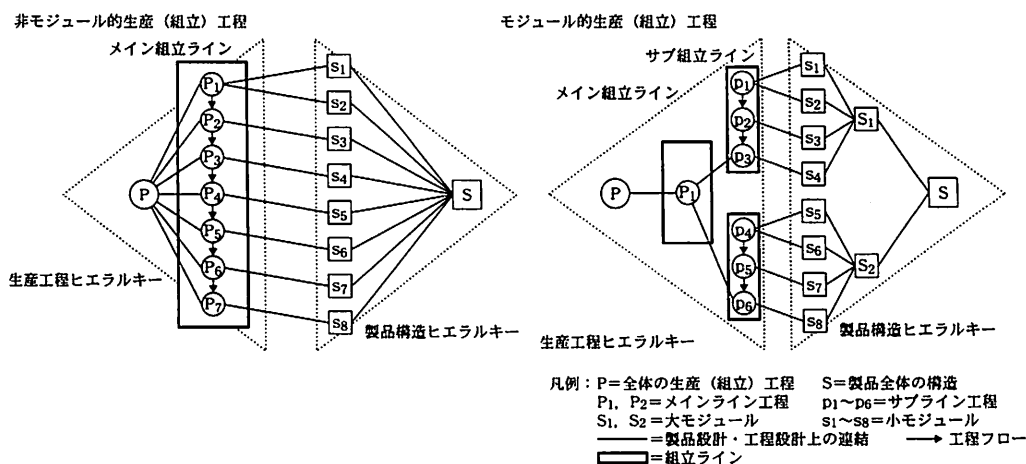
(注) 図の簡略化のため、FとS、およびF1, F2, S1, S2間の連結は省略した。

(出所) 藤本隆宏「日本型サプライヤー・システムとモジュール化-自動車産業を事例として-」青木昌彦・安藤晴彦編著、『モジュール化-新しいアーキテクチャの本質-』東洋経済新報社,2006年 p.183.

されている。製品アーキテクチャのモジュール化とは、部品間での相互依存性を低減することが中心となる。自動車部品間の関係においてもそうなる。相互依存性は、(1) 他の部品との機能的な相互依存性、(2) 他の部品との構造的な相互依存性、(3) 製品全体の設計との相互依存性、(4) サブ機能間での相互依存性、といった依存関係があるが、それぞれの依存性を低減することがモジュール化へつながる。部品と機能の間に1対1の対応を作り上げることでモジュール化が進むのであるが、こうしたモジュール化に関しては、欧米企業、日本企業ともにそれほど進んではいないといってよい。

次に「生産のモジュール化」であるが、図表-2のような図式となる。上図が非モジュール的な生産であり、下図がモジュール化した生産である。また、両図とも右半分が製品構造ヒエラルキーであり、左半分が生産工程ヒエラルキーである。生産工程では組立工程に焦点が絞られている。ここでのモジュール化の特徴は、生産工程との関わりを製品(=部品)が強くもってくるところにある。先の製品のモジュール化においては、生産工程はあまり視野に入れられていない。しかし、生産のモジュール化に際しては、それを作るプロセスのモジュール化を考えなくてはならず、製品もモジュール化と生産プロセスのモジュール化とは一概に一致するとは限らない。裏を返せば、双方を一体化させるモジュールの追及が必要になる。

図表-2 生産モジュール化 (製品構造・生産工程の複合ヒエラルキー)



(出所) 藤本隆宏, 前掲論文, p.185.

より詳しく確認すると、上の図は生産のモジュール化の程度が低いケースであり、製品を構成するすべての小モジュール (S₁ ~ S₈) が横並びになっており、中間レベルの「構造の一体の大モジュール」が想定されていない。この場合、生産工程=左半分においては、小モジュールから一気に製品を組み上げる1本の長いメインラインが

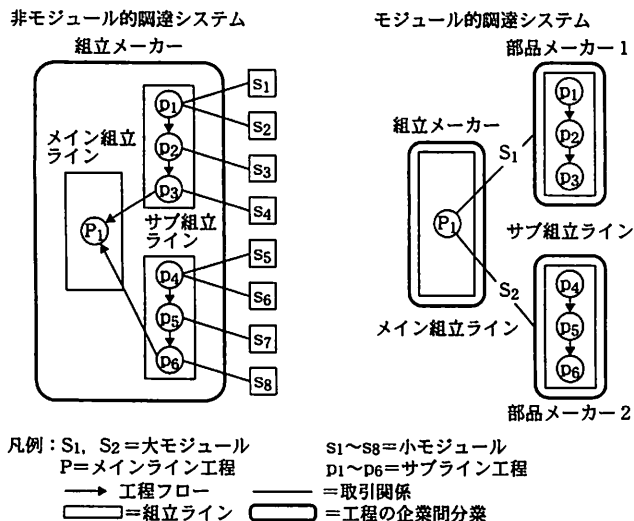
対応することになる。これに対して下の図では、中間に構造一体モジュール ($S_1 \sim S_2$) が想定されており、生産工程の側では、これに対応する 2 本のサブ組立ラインと 1 本の短いメイン組立ラインが準備されている。これは、生産工程との関係を意識した「構造一体モジュール」が追及されていることを意味している¹²⁾。日本の自動車産業の場合、このプロセスのモジュール化が主に進行している。

最後に、「企業間関係におけるモジュール化」である。大雑把に言えば、製品機能設計、製品構造設計、工程設計、工程準備など、企業間での開発・生産活動の分業＝内外製区分とその関係(＝関係の濃淡)をどうするかという問題である。図表-3に沿って説明すると、左半分の工程ヒエラルキーの上にどのように企業の境界線を引くかということになる。左半分の図は、非モジュール的な企業間関係であり、右の図がモジュール化された企業間関係である。社内で手がけていたプロセスを社外の企業へ割り振ることにほかならず、アウトソースすることでもある¹³⁾。

こうしたアウトソースは、欧米企業で進んでいるモジュール化である。アウトソース自体がモジュール化につながるというよりも、部品をかなり大きな塊(集成度の高いモジュール)でサプライヤーにアウトソースするところが注目される。もちろんアウトソース自体の関係は、日本のように水面下で刷り合わせが行われるわけではなく、開発や設計という点では、貸与図方式であり、発注側の仕様とおりに受注側は部品を仕上げるようになる。部品が大きな塊になることによるモジュール化とは、サプライヤーが多くのビジネスプロセスを担当し、その分発注側はビジネスプロセス自体を「節約」でき、部品間のインターフェイスの数を減らし、製品全体の複雑性を削減できる。そうしたモジュール化につながる構造である。

図表-3でいうと、左図は組立メーカーの内製度の高いケースで、サプライヤーからの部品は小モジュール ($S_1 \sim S_8$) で納入される。これに対して右図は、部品メーカーがサブ組立ラインを担当し、集成度の高い大モジュール ($S_1 \sim S_2$) を組立メーカーに納入するケースである。サプライヤーは、部品の集成度を高めることになり、それは発注側の仕様に従っての「塊化」ということになる。

図表-3 調達（企業間関係）のモジュール化（生産工程、取引関係の複合ヒエラルキー）



(出所) 藤本隆宏,前掲論文,p.187.

以上、自動車産業のモジュール化を3つの区分にしたって見てきた。欧米の企業で進行しているモジュール化の特質と日本企業で進行しているモジュール化の特質を簡単に踏まえて確認してきた。注意が必要なのは、これらの3つのモジュール区分は、相互に関連しあっており、うまくモジュール化できるかどうかは、製品機能・製品構造・生産工程という相互に関連しあったヒエラルキーに関する一連の意思決定によって変化する可能性があるという点である。欧米企業で「企業間関係のモジュール化」が進行しており、日本企業では「生産のモジュール化」が進んでいることを確認してきたが、そうした構造や必然性が支配しているのではなく、3つの区分のいずれを優先させてモジュール化を追求するかという問題につながるということである。つまり、製品構造の「仕分け」をどう行うかという問題であり、開発担当者にとって頭の痛い問題となる。3つのモジュール化区分は、実際には「異なるモジュール化基準の間の緊張関係をどう処理するか」という問題となって、企業にとっての極めて現実的で困難な課題となっている¹⁴⁾。

1) -3)日本の自動車産業のモジュール化の特質

欧米企業の特徴を踏まえながら、日本の自動車産業のモジュール化の特質を詳しくまとめていこう。欧米企業では、「企業間関係のモジュール化」、すなわちアウトソーシングが先行する傾向にあり、「生産のモジュール化」がこれに対応する形で進んでいる。それに対して日本の自動車産業では、企業内での「生産のモジュール化」への取り組みが活発化しており、欧米のようなアウトソーシング傾向はあまり見られない。むしろ、サプラインでの機能保障・品質保証の必要性から「製品アーキテクチャのモジュール化」へと向かう圧力がかかっている傾向にあるといえる¹⁵⁾。

モジュール化の経路や成果は地域や企業によって異なりうる。近年、欧米企業が精力的に推進している「モジュール供給」は、今のところ、製品アーキテクチャの根本的な変化を伴わない「単なるアウトソーシング」である。これに対して日本の自動車産業の場合、すでに「サプライヤー間の能力構築競争を通じて機能部品を承認図方式で調達する」という1つの型ができている。擦り合わせの関係が水面下であるが、これを壊してサプライヤーに現在の集積度を越えてむりやり大きなモジュールを持ってくるようにすることは、「日本型サプライヤー・システムとの不整合」という問題が生じる可能性が高く、欧米のようなアウトソーシング的なモジュール化には慎重である。

欧米と日本の状況をもう少し具体例を見ておく¹⁶⁾。欧米における自動車産業のモジュール化は、1990年代半ばからフォルクス・ワーゲン(VW)とダイムラー・ベンツで本格化している。VWのブラジルのResende工場、チェコのBoleslaw工場、旧東ドイツのMusel工場、ベンツの米国Vance工場、フランスHambach工場が代表例としてあげられる。これらの工場は2つの特徴を持っており、1つは、部品を大きな単位でサブアッシーすることであり、もう1つはサブアッシーを外部のサプライヤーに任せることである。自動車は最終的に1つのシステムとしてまとめられて完成するが、まとめていく過程の中で、どのような中間的な管理単位を設けるかについてはさまざまな選択肢がある。これらの工場では、インパネ、メーター、ワイヤーハーネスといった個別部品を最終組立ラインで車体に組み付けるのではなく、別の工程でこれら複数の部品群をインパネ・モジュールとしてサブアッシーし、それを一括して最終組立ラインで車体に装着する方法をとっている。

さらに、サブアッシーを外部のサプライヤーに任せている。いわゆるアウトソーシングを高めているのである。社内で担う作業の範囲を小さくしているのであり、ヒエラルキーにおいてより高い位置で境界線を設けている。こうする理由は、①部品メーカーの相対的に安いコストを利用する、②部品メーカーの役割を大きくすることで、自らの投資負担、リスクを軽減する、③直接取引する部品メーカーの数を削減し、購買コストを低減する、など狙いがある¹⁷⁾。

問題は、「サプライヤーの能力構築」という狙いがあるかどうかであり、水面下での擦り合わせ的な関係が欧米でも構築されつつあるかどうかである。もしそうした狙

いがあるならば、見た目はモジュール化であるが、狙いは擦り合せ型モデルの構築に近い。現状の欧米流のサプライヤーの活用とアウトソーシングは、製品アーキテクチャ（基本設計思想）を伴わず、「とりあえず大モジュールをアウトソーシングし、設計合理化は後で考える」という取り組みである。設計など重要なプロセスを組立メーカーがコントロールしており、単純化されたプロセスを大括りにしてサプライヤーからアウトソースするというノウハウといえる¹⁸⁾。開発や設計もサプライヤーに任せられるよう長期の関係をつくり、水面下で擦り合わせを行う日本のシステムとは違う。

一方、日本の状況は、トヨタ生産システムに代表されるように、作業効率の最大化やタイトで統合的なラインの構築といったように、「生産ラインのモジュール化」が基本といえる。しかし、90年祭以降、サブアッシー化が進んできている。理由は、①作業者の満足度が重視されるようになり、サブアッシー化は作業者の動機付け、作業内容の満足度向上につながる、②自己完結型品質管理が重視され、最後の検査ラインで車両全体として品質をチェックするのではなく、一定の固まりごとに品質を確認して、不良品を早い段階で防ぐことを重視する、といったメリットが重視されてきているからである¹⁹⁾。

ただし、日本の場合、サブアッシーを外部のサプライヤーに任せることには消極的である。まず、①自動車メーカーと部品メーカーとの賃金格差も小さく、外部に任せるメリットが小さい。②大きな単位のサブアッシーを担当するサプライヤーは、工場を隣接する必要があるが、そうした投資機会は日本の場合は限られ、仮に可能であるとあるとしても、工場単位で特定のサプライヤーへの依存度が高まると、部品メーカーへの競争圧力が減退するという懸念がある。③さらに、従来、個別部品単位で専門メーカーとして生産・開発に従事してきた部品メーカーは、より大きな単位での生産や開発について、組立メーカー以上の能力は持っていないとの認識、などの理由があげられる²⁰⁾。

モジュール化を巡る様相は、日本と欧米とでは違いがあるが、着実に進んでいるといえよう。日本は複数の部品メーカーとの協力をベースに、自動車メーカーが主導する形でアーキテクチャの見直しが図られている。部品メーカーとの「協力」という関係に特質がある。一方、欧米では、ある固まりの部品群を一括して特定の部品メーカーに外注し、その境界線を前提に製品アーキテクチャの見直しを図らという戦略をとる。「協力」関係が薄い。モジュール化は、3つの区分が相互関連しながらトータルなプロセスとして進んでいくのであり、そのトータルな意思決定処理の問題という側面が強く働く構造といえる。

2) 半導体露光装置産業とモジュール化

2)-1) モジュール化の背景と概要

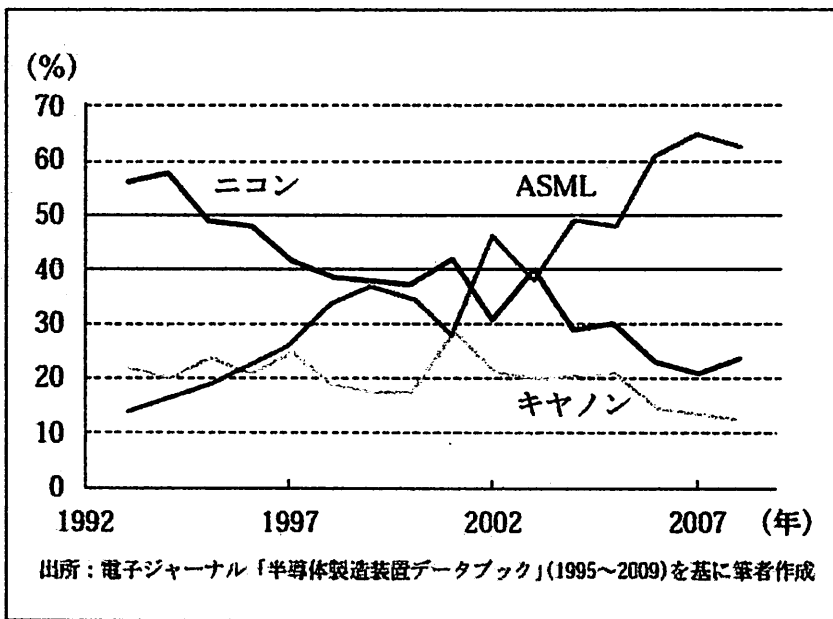
自動車産業に続いて、擦り合せの典型といわれる半導体装置産業、なかでも露光装置を取りあげて、モジュール化の進行状況を確認していく。自動車が擦り合せの典型

製品といわれるのと同じように、半導体製造装置産業全体が擦り合わせの典型といえるが、なかでも露光装置産業は擦り合せの典型といわれ、日本企業であるニコンとキャノンが 80 年代を通じて世界の市場を独占してきた²¹⁾。

もともと装置はアメリカ企業=GCA 社が開発しており、市場を創出し先行したのはアメリカ企業であったが、76 年に開始される官民共同プロジェクト「超 LSI 技術研究組合」の研究成果として露光装置が開発される。そしてニコン製ステッパーとして 1980 年に始めて国産化された。その後 83 年に、当時の市場の覇者である GCA を抜き国内シェア 1 位となり、84 年には同社初の対米輸出がはじまる。そしてその後 1990 年までに破竹の勢いで世界 1 位の座を獲得するに至るのである。また同時期、ステッパーメーカーとしては後発であったキャノンも、優れた光学技術と精密機械技術でたちまち CGA を凌駕していく。そして 1995 年までニコンとキャノンで半導体露光装置シェアの 70~75% を占める時代が続いたのである。露光装置は半導体の微細化技術の発展とともに複雑化し、高度な擦り合せ技術を必要とする製品の典型であった。ニコンやキャノンの装置づくりは、社内で垂直統合的に擦り合せを重ねながら作りあげるのが特徴であり、そうした製品アーキテクチャとビジネスモデルが競争上の優位性を発揮していた。

ところが、90年代に日本の半導体産業が世界市場で競争力を失うに伴い、当面安泰と思われていた半導体露光装置産業においても劇的な変化が生まれていく。オランダ ASLM 社の新規参入であり躍進である。同社のシェア(出荷台数ベース)は、1990年には10%にも満たなかったが、95年には15%、97年に20%、2000年に30%と増加の一途をたどる²²⁾。シェアは2002年以降トップとなり、図表-4のようにトップを走り続けている。ニコンとキヤノンのシェアは90年代後半から低下傾向となり、特にニコンの減少傾向が著しい。ASLMの躍進の背景には、2001年にSVGL(シリコンバレーグループ)の合併を行うなどの要因もあるが、擦り合わせの典型といわれる露光装置に「モジュール戦略」を持ち込んだところにある。その特質を考察していくことがここでの課題である。

図表-4 半導体露光装置の世界シェアの推移



(出所)湯之上 隆「露光装置シェアトップの ASML その強さの源泉は速度と稼働率」『Electric journal』2009年8月号,p.42.

ASLM 社の躍進の要因として最も特徴的とされるのは、まず第一に、半導体露光装置に「モジュール型」のアーキテクチャを持ち込んだところにある。正確には、露光装置におけるモジュール化を定義した上で、そのモジュール性を解明していかなければならないところであるが、「部品間の相互依存性を低減する製品の全体設計と部品構造を備えたアーキテクチャ」として論を進める。実態に近づくとつれて、モジュール化の様相も鮮明になるとと思われる。

ASLM 社のモジュール化戦略は、露光装置自体を土台、ステージ、レンズ系、光源

などへモジュール分割し、各モジュールは専門の外部メーカーにアウトソーシングする。そして ASLM 社は、それを調達して自社では主に組立てのみを行うという戦略を展開する。瀬品のモジュール化とアウトソーシングが重要なノウハウとなっている。これまでの日本製の擦り合せ型露光装置は、ニコンやキャノンがデバイスメーカーの要求を取り入れながら自社で内製した。社内に閉じたインテグラル型の生産方式であり、擦り合せ型の製品アーキテクチャであった。

ところが ASLM 社の露光装置とアーキテクチャは、例えば、光装置で最も重要な構成部品であるレンズは Carl・Zeiss 社へ、ウェハーステージ、レチクルステージなどの駆動系は Philips 社へ、測定系はアジレント社へ外注されている。露光装置自体のアーキテクチャをできるだけ多くもモジュール化して、外部のサプライヤーに製造させ、そして自社は、主にそのアッセンブルを行うというビジネスモデルを確立してきたのである²³⁾。

ただし、アーキテクチャのモジュール化とサプライヤーからのアウトソーシングといっても、それほど単純な内容ではない。露光装置自体、非常に複雑な装置であり、詳細に構造とモジュール化を筆者自身の力量で構造分析することはできない。詳細な分析をすれば、モジュール化されている部分はもちろんあるが、擦り合わせ的な構造をとるところもあるであろう。そうした点、ややアバウトな製品構造分析をしている。また、サプライヤーとの企業間関係であるが、R&D のコラボレーションといった関係がある。カールツァイスとの関係も、単なる発注元と外注先というような関係ではなく、共同開発的なプロセスを伴う企業間関係に近い。そうした点を踏まえると、単なるアウトソーシングという見方だけでは、ASLM 社の戦略の本質をつかむことはできない。

さらに、ASLM 社の研究開発ということになると、確かに自社内で閉じた形で R & D を行わない。サプライヤーとの共同開発といったプロセスを活用することもあれば、IMEC というベルギーに拠点を置く研究機関を活用する場合もある。同社の R & D 戦略を特長つけるとすると、IMEC を活用した R & D 戦略の方が関わりが深いように思われる。IMEC とは、ベルギーのフランダース政府に支援され、世界中の半導体関連企業と連携した研究機関であり、インテルをはじめ、TI、Micron、STMicroelectronics、Infineon、Philips、TSMC、松下、エルピーエルピーダ、Hynix など、そうそうたる顔ぶれの企業が参加している。ASLM 社は、IMEC を開発パートナーとみなし、オープンな開発環境を構築しながら、「R&D のアウトソーシング」あるいは「R & D のコラボレーション」をも行っている。以上のようなことを考えると、モジュール化戦略とアウトソーシングに一般化してしまうことはできないが、概ねそうした戦略でニコンやキャノンを凌駕し、モジュール化構造を進行させたことは間違いない。

2-2)-2) 露光装置のモジュール化構造と ASLM 社の戦略

もう少し詳しく露光装置のモジュール化を具体的な構造とともに確認しておくこ

とにする。

機関ユニット間の独立性の高さという点で、ASLM 社に特性がある。メンテナンスのためにウェハー・ステージをユーザーが簡単に引き出して洗浄できるアーキテクチャになっている。照明系部分も同様である。露光装置では、アラインメントの起点となる光軸(投影レンズ内の縦方向の中心部分)は、露光精度を出す上での基本であり、ユーザーには触らせないのが原則である。そうしたことからすると、ASLM 製の装置は画期的といえる。加えて、同社の製品では、かなり前からユーザーがウェハー・ステージを勝手に引き出して戻しても、30 分ほどで自動調整してもとの状態に戻せる機能が装置自体に備わっている。

90 年代の ASLM 社の製品群を見ていくと、先にも簡単に触れたが、光源の変化があってもできるだけ共通の機関ユニット長く使い、新製品での新機能付加を最低限(せいぜい1つか2つ)にとどめる工夫がなされている。プラットフォーム戦略といえる。例えば、PAS5500 というボディは 1991 年に導入されたが、2000 年までは光源が i 線であるか DUV(deep ultra violet) であるかに関わらずすべて同一であった。また、KrF ステッパーの発売時に投影レンズの縮小倍率を 4 対 1 に変更したが、KrF スキャナー導入時にも同じ比率が維持された。ASLM 社の製品ではこうしたプラットフォームが確保されるが、ニコンやキャノンでは、縮小倍率変更がステッパーからスキャナーへの移行時に同時に行われたため、ステージと投影レンズとが同時に変更されている²⁴⁾。

通常、露光装置は微細化加工という技術革新を実現しなくてはならず、ウェハーの大口径化などによる高精細な装置開発が必要となると、ほとんどの開発メーカーはそのたびに新たな装置をゼロから作りあげる可能性が高い。日本の露光装置メーカーはその典型といえるが、ASLM 社の装置開発戦略は「10 年以上にわたって通用するプラットフォームを構築したことにある」といわれるように、製品アーキテクチャにおいてプラットフォーム戦略をとる傾向がある。以下の引用でもそれが分かる²⁵⁾。

「業界を驚かせたのは、通常、例えば KrF、ArF といった光源が違う場合、ボディもその精度に合わせて別物になるのだが、ASLM の場合は、KrF のボディからレンズを取り外して、ArF のレンズを搭載すれば ArF 露光装置として使用できるという事を可能にしたのである。そのような使い方をする顧客はほとんどなかったようだが、ものつくりのコンセプトとしてニコン・キャノンと全く別物であったといえよう」。

構造上のモジュール化とプラットフォームかと並んで、さらに ASLM 社の戦略といえるのは、スループットや稼働率といった、とりわけアジア市場のニーズを取り込んだ戦略を実践したところである。プラットフォーム化は、スループットや稼働率への影響が大きいですが、装置のユーザーに対する納期の短縮化を狙った工夫がなされている。つまり、サプライヤーから納品されるユニットの数が ASLM 社の場合少ない。

日本場合、サプライヤー自身を活用する場面が少ないが、サプライヤーを利用する際、キャノンは搬入される基幹ユニットは20~25くらいになる。一方ASLM社の場合、10~11と少なく大括りで搬入され、基幹ユニット単体での検査や調整も前倒しされている。ユニットごとの検査やいくつかのユニットを組み合わせた検査は、ASLM社で行われるが、大括りでユニット化し、特殊なテストモジュールを用いた機関ユニット間の機能テストを行うASLM社の生産プロセスは、生産リードタイムの高度な短縮ノウハウが組み込まれており、ASLM社の90年代の躍進と優位性を高めた要因となっていることは疑いないといえる²⁶⁾。また、韓国や台湾の半導体メーカーは、スループットと稼働率を特に強調するという違いにある。ASLM社は、ステージを2つ持つ「TWINSCAN」と呼ばれる露光装置を開発しているが、ステージを2つ持つところは、スループットを高める工夫であり、微細化ニーズに強く応えようとする日本の露光装置メーカーに対して、韓国や台湾のニーズであるスループットニーズに強く応えようとするASLM社のアーキテクチャ戦略がある²⁷⁾。

以上、露光装置とASLM社の戦略から、モジュール化の進行傾向を確認してきた。露光装置には、韓国や台湾メーカーのニーズが拠り多く組み込まれ、そうした追い風もあってモジュール化とASLM社の戦略が功を奏している。ただし、露光装置は微細化などより高度な技術革新が進められる要素やそうした必然性もかなり残されている。プラットフォーム自体、技術の発達とともに限界に達する場面にも直面する。一気にモジュール化が業界を一変させてしまうことはない。とはいえ、モジュール化がこれまでにない産業や製品アーキテクチャ領域にも浸透していることも間違いない。企業戦略の発想からすると、モジュール化の強みと対峙する戦略ではなく、それを活用した戦略へのパラダイム転換が必要とされている。次節より、モジュール化の特性を改めて検証しながら、戦略とビジネスモデルのあり方を考えていく。

3. モジュール化の強みとイノベーション

3-1) ボールドウィン＝クラークのモジュール化論

まずは、モジュール化の強みについて、ボールドウィン＝クラークの所説に拠りながら確認しておく。モジュール化は、既存の産業や企業の構造を根本的に覆しかねない極めてインパクトの強いものといえる。これまで考察したように、擦り合わせの典型といわれた産業にも浸透しつつある。一体どこに強みがあるかを構造的に検証し、イノベーションーティブな側面を解き明かす必要がある。今後の戦略的発想においては、脅威と捉えるのではなく積極的に活用していく対象と見なしていくところが重要となる。モジュール化の強みやイノベーションーティブな側面については、モジュール化論の先駆的研究者といえるボールドウィン＝クラークの見識と古典的名著である『デザイン・ルール』を参照しながら、筆者なりに特質を絞り込んでいくことにす

る²⁸⁾。

モジュールとは、構造的に互いに独立しているが、一緒になって働く大きなシステムの中の単位であり、システム全体は構造面の独立性と機能面の統合を可能にする枠組み、すなわち、「アーキテクチャ」を提供するものとみなされる²⁹⁾。システム全体をモジュールに分割すると、モジュール内の構造とモジュール間の構造が生まれる。モジュール内は、他のモジュールや全体システムとは関係なく、独立した構造がもてる。それに対してモジュール間の構造は、インターフェイスがルール化されている限り、固定化された構造となり、各モジュールはインターフェイスのルールに従って関係つけられる。各モジュールはインターフェイスとルールを変えることがボードウィン＝クラークは、3つの言葉でシステムの全体構造とモジュール構造を捉えている。それは、「抽出」(abstraction)、「情報を隠す」(information hiding)、「インターフェイス」(interface)である。次のように3つを総合的に把握している。

「ある複雑なシステムは、より小さな部分に分割し、それぞれを別々に見ることで管理できる。ある要素の複雑さが一定の限界を超えるときには、単純なインターフェイスを持つ別個の抽出を定義することで、その複雑性を隔離できる。抽出によって、その要素の複雑性が隠される。すなわち、インターフェイスは、より大きなシステムにおいて要素がどのように作用するかを示す」³⁰⁾。

モジュール化のよさの1つは、全体の複雑性を軽減させるところにある。製品システムが複雑化した場合、モジュール間のインターフェイスを変えることで(それはモジュール分割である抽出を変えることでもあるが)、とくに大括りなモジュール分割とインターフェイスを単純化することで、複雑性を軽減できる。そしてもう1つは、モジュールビジネスに大きな市場を開くというところにある。インターフェイスが固定化され、なおかつオープンにしなければならないが、インターフェイスがルーツかされ固定化されている限り、モジュールのシステム全体に関わる関係は固定化される。しかし、インターフェイスというルールを守る限り、モジュール自体の設計や性能は制限されていない。自由にモジュールを担当する企業が開発し、性能を操ることができる。モジュール化のよさであり、強みとはこの2つの点から生まれるとよいであろう

インターフェイスのオープン化と一時的な固定化(インターフェイスを変更しないこと)が前提となるが、そうすることでモジュールへの新規ビジネスのチャンスが一気に広がる。インターフェイスが公開されていることでモジュールの構造仕様は一般化される。ことさらに特殊な技術が必要とされるとは限らない。通常、新規参入のチャンスとなりモジュール毎に市場が広がる。なおかつ、性能に工夫を施すことができる。インターフェイスを遵守する必要があるが、それさえ守れば、コストを安くする内部構造にしよう、独自の技術を駆使した性能を組み込もうと参入企業の自由である。独自のイノベーションを追求できるチャンスがある。

この点ボードウィン=クラークは、モジュール化の強みやよさについて、3点を指摘している。引用しておく³¹⁾。

- ① モジュール化は「管理可能な」範囲を増大する。それは、要素またはタスク間の相互作用の範囲を設定し、設計または製造プロセスで生じる循環の量と範囲を減らすことで行われる。ある相互関連型プロセスのステップ数が増加すると、そのプロセスが成功裏に完成するのは次第に難しくなる。消費される時間はかさみ、成功確率やアウトプットの質も下がるだろう。許される相互作用の集合を減らすことで、モジュール化は、起こりうる循環の範囲と領域を減らす。
- ② モジュール化は、大規模設計において異なる部分が同時に作業することを可能にする。あるモジュールのタスク構造内の独立ブロックは、すべて同時に作業できる。したがって、「デザイン・ルール」と「統合・検証」段階で時間を過大に浪費しないかぎり、タスクのモジュール分割は、与えられたプロセスの完成に必要な期間を短縮するだろう。「循環」に費やされる時間削減に、コンカレント処理 (concurrent processing) の利益を加えると、時間節約は劇的なものとなる。
- ③ モジュール化は、不確実性に対応する。モジュール型設計の特徴を定義すると、それは、設計パラメータを可視のものとして隠されたものに分離することである。隠されたパラメータは、他の設計の部分から隔離され、変更可能である(ときには、範囲は限定されるが、その範囲内なら変更可能である)。したがって、アーキテクトと他の隠されたモジュールの設計者にとって、隠されたパラメータの値は不確かなものとなる。それらは、「モジュール」というブラックボックス内に位置している。

筆者のあげた2つは、ボードウィン=クラークでいうところの最初と最後である。真ん中のシステム全体の開発プロセス短縮化する点は、ボードウィン=クラークの指摘するとおりといえる。とりわけモジュール化で強みとよさの発揮といえるは、最後のモジュールづくりへの新規参入であり、そこでは全体のアーキテクトとは別の設計者が隠された情報によりモジュールを作りあげるチャンスが生まれるとこりといえよう。つまり、モジュール化により、モジュールづくりの程度に差があるとはいえ、中小企業、大企業、ベンチャー企業など、多くの企業にとってモジュール市場への参入が可能となるのであり、自社によるイノベーションを存分に発揮できるメリットも働くよさがある。

擦り合せが典型であった産業や製品が、なぜ急激にモジュール化してくるのか、そして価格の低下や新規参入がなぜ急激に生み出されるのか、さらには技術力が低いといわれる企業の参入がなぜ生まれてくるのか、といったことを考え合わせると、モジュール化による新規企業の参入の拡大可能性とイノベーション追及の拡大可能性という側面が一番強いように思われる。

3-2) モジュール化によるイノベーション

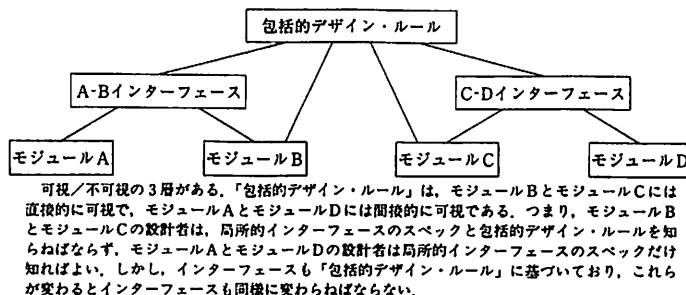
モジュールを担当する主体が自主的に性能や機能をイノベートすることができる環境がモジュール化のよさと大切さがある³²⁾。これまで擦り合わせで優位性を発揮してきた日本企業であるが、社内で閉じた開発力とイノベーションを実践してきた。あくまでもイノベーションは、企業内で実現していくというパラダイムが戦略の骨子となっていた。しかし、モジュール化は、自社内に閉ざして擦り合わせをしなくても、インターフェイスに添った形でモジュール自体進化していく。製品全体は、各モジュールの性能向上を矛盾なく受け止めることができる。モジュールを担当する企業が自社でなくても、他社の力=イノベーション能力を活用して、完成品自体を向上させていく戦略がとれる。露光装置で見た ASLM 社の戦略の発想とビジネスモデルがまさにそうした考えを実践している。

日本企業の戦略も、モジュールを担当する主体の力量を活用した企業間関係づくりが必要とされているといえる。擦り合せだけでなく、モジュール力を活かした戦略展開が重要となってきた。ただし、製品アーキテクチャのアーキテクトにならなければならない。モジュールの分割自体を設計し、インターフェイスを設計する立場に立つことである。これを日本以外の企業に行われると、モジュール単体への参入という限られたビジネスチャンスしかなくなってしまう。他者の力量の活用はモジュールへ限定して活用し、全体システムに関わるビジネス、つまりインターフェイスづくりやモジュール分割設計自体は、日本企業が擦り合せの力量や擦り合せそのものを駆使して支配権を確保していなければならない。

モジュール単体への参入は急激に広がるであろう。たしかにオープンになったモジュール単体市場は、ビジネスチャンスとなり参入企業は多数になる。モジュールを担当する企業の弱点は、インターフェイスを変更されると「手が出ない」という状況に追いやられる点である。インターフェイスを支配している企業は、モジュール部分を自社で行ってもよいし、他社へオープンにして任せてもよい。モジュールに特化した企業に利益や主導権が奪われることがあれば、インターフェイスを変えてしまえばよい。モジュール化は、いわゆる「設計変更権」を持つかどうかで競争優位にたつ上での鍵となる。システム全体である完成品のアーキテクトとなり、インターフェイス=デザイン・ルールを押さえ、モジュール化されたクラスター全体の支配権を握るといふ戦略が新しいパラダイムとなる。

製品のアーキテクチャには階層があり、インターフェイス=デザイン・ルールを抑えるといっても、全体を包括する支配権から、部分を包括する支配権までいろいろある。できるだけ包括的なデザイン・ルールを支配ことが望ましいが、部分のデザイン・ルールを他社に任せて、全体を統括するルールだけを自社で持つといった戦略も可能である。デザイン・ルールを支配する戦略も、全てのルールを全部抑えるとなると、また擦り合わせ的で垂直統合的な戦略発想につながる。デザイン・ルールの階層的構造の一例は図表-5のようになるが、包括的ルールを押さえれば、下位のモジュール間のインターフェイスはアウトソースしてもよいであろう。今後の戦略としては、インターフェイスの支配権を握り、モジュール分割の支配権も握りながら、モジュール化した部分は積極的に他社からアウトソースするといったビジネスモデルの構築が有効といえよう。最後にそうした戦略モデルについて検討する。

図表-5 包括的デザインルールと構造の一例



(出所)Carliss Y. Baldwin and Kim B. Clark(2000) DESIGN RULES, Vol. 1 : The Power of Modularity, The MIT Press,p.76 (安藤晴彦訳 カーリス・Y・ボールドウィン+キム・B・クラーク『デザイン・ルール モジュール化パワー』東洋経済新報社,2004年,p.89.

4. 日本企業による新しい戦略的ビジネスモデル

ー比較優位論にもとづくモジュール化の活用戦略ー

これまでの日本企業の戦略は、擦り合せ型で統合的な組織間関係による技術のブロックボックス化による製品づくりで優位性を築いてきた。社内に独自の技術を閉じ込め、性能の高いハイエンドの製品を市場に送ってきた。価格は高いが世界をリードする技術力と開発力が競争優位につながった。しかし、現状は、アジア新興国企業の低価格製品の波に押されている。デジタル技術は擦り合せの技術をCPUやシステム半導体へと一体化させてしまう傾向を強める。そうした半導体とソフトウェア(ファームウェア)で制御や調整が自動的に行われていく。それらがセット化されて市場に回れば、参入は非常にたやすい。それらを製造する装置さえ市場にのって流通する。通常、市場で購入して工場に持ち込んだところで、工程設計や組みあわせと実働はそ

れほど簡単ではなかった。しかし、ASLM 社のような特殊な装置をもモジュール化していく企業も現れている。日本企業は、モジュール化の有効性を加味した戦略モデルを作らないと、技術力や開発力だけではオーバー・スペック製品を市場へ送り込む可能性が高い。収益性もおとり、多額な開発費用を回収できない。コスト力もある製品づくりのノウハウとモジュール力を加えたビジネスモデルが必要とされているといえる。

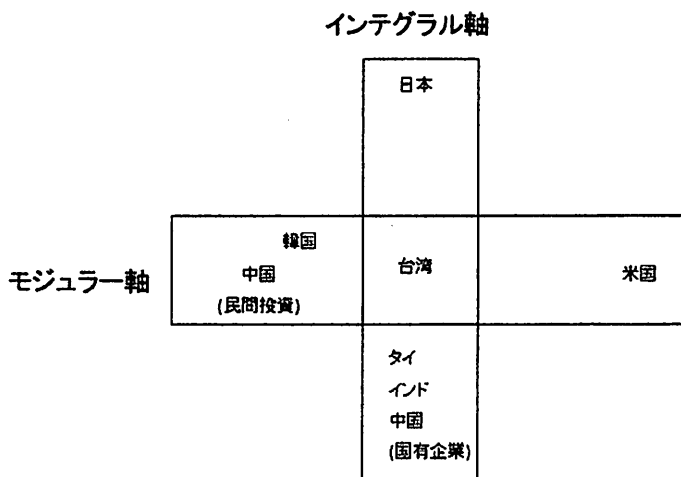
その際、新しい戦略発想上のパラダイムとしては、比較優位論によるビジネスモデルの構築である。比較優位論は古くはリカードの学説によるところがある³³⁾。ここでは、概ね次のような認識に基づく考え方である。日本のように擦り合せが特異な企業と立地が一方にあり、他方でモジュール型に強いアジア企業と立地が世界に分布している。垂互いの強みを損なうことなく、「パートナー」的な企業間関係を結び、お互い得意とするビジネスモデルをリンクさせながら製品づくりを行うやり方である。国際分業論ともいえるし、最近では「産業配置論」あるいは「産業地理学」といった視点でのアプローチ研究がある³⁴⁾。基本認識は、「企業は各国の能力構築環境、その国の持つものづくりの比較優位をふまえて、製品・工程アーキテクチャ上の国際的な立地・分業展開を行うべきである」という認識である³⁵⁾。

統一的なものづくりの組織能力を持つ企業が多く、歴史的にもそうした能力構築環境を持つ日本は、擦り合せ型のアーキテクチャを持つ製品部屋を伸ばし、そのような分業単位を集中化させて国際競争力を強化する。逆に、本国の組織能力と相性の悪い組み合わせであるモジュール型のアーキテクチャを持つ製品は、その製品と環境的にフィットする日本以外の国を輸出拠点化し、日本への逆輸入や世界市場への輸出を行っていくのである。

産業や製品の種類はさまざまであり、モジュール化が進んでいるが、ある部分では擦り合せ的な要素を持つ。アーキテクチャにはダイナミズムがあり、モジュール化を推し進めることも確かであるが、逆に擦り合せを推し進める場合もある。製品は、擦り合せ的要素とモジュール的要素が融合している。その場合、企業が当該製品の競争力を高めるために、擦り合せてきな要素を持つ部品単位や工程と、モジュール的・組み合わせ的な要素を持つ部品単位や工程とを分け、それぞれのアーキテクチャ特性に適した能力構築環境を持つ国に分散配置させ、分業単位を適切に統合することができれば、企業は両国のポテンシャルを生かすことができる。製品システム全体から見た擦り合せ型サブシステムと組み合わせ型サブシステムとの線引きやそれらの立地展開、分散化した事業ユニット間の調整や統合などが課題となる³⁶⁾。

自動車産業例に取ると、図表-6のような構図となる。環太平洋アジアを横断して、アーキテクチャ上得意とされる組織能力ないしは能力構築の環境について、比較優位のマップを描くことができる。それぞれの国・地域の能力構築環境の違いがそれに適合したビジネスのスタイルを生み出し、アーキテクチャの特性を形成する。そうした違いが、各国自動車の製品特性の差を生み出し、市場におけるポジショニングや競争優位性に影響を及ぼすことになる³⁷⁾。

図表-6 環太平洋の自動車製品アーキテクチャ・ポジション



(出所)大鹿・井上・呉・折橋「自動車産業-アーキテクチャ分析によるアジア産業比較」新宅純二郎・天野倫文編『ものづくりの国際経営戦略』有斐閣,2010年,p.184.

企業のケースでいうと、ホンダの二輪によるアジア戦略が挙げられる。本稿で詳しく紹介する余裕はないが、「ローコスト・インテグラル製品」の開発と市場投入に関わる戦略である。従来の擦り合せ型=インテグラル型の設計思想を維持しながら、中国やアジアの地場メーカーの低価格製品に対抗できるところまで引き下げる製品づくりと戦略であった。タイヤベトナムにおいて地場サプライヤーの関係構築を軸とし、できるだけ日系のサプライヤーではなく地場のサプライヤーと取引関係を結び、部品の標準化とコストダウンを実現しようとした。技術指導なども行われるが、ホンダブランドの核となる独自の部品や擦り合せ技術にこだわることなく、かといって完全に本だの独自性や擦り合せプロセスを捨て去るわけでもなく、両方をうまく融合させながらのビジネスモデル戦略といえる³⁸⁾。

以上、擦り合せ型とモジュール型との比較優位に基づく新しいビジネスモデル戦略について考察してきた。更なる優位性を追求しようとするならば、擦り合せ部分の国際標準化であり、そこでの覇権の支配を日本企業が握り、サプライヤーを含めた壮大な全体をコントロールできる力量を持つことである。現状で言うると典型的にはインテ

ルの戦略ということができる。擦り合せノウハウの標準化の必要性や研究は、「デファクト・スタンダード」「プラットフォーム」「オープン・イノベーション」「国際標準化」などのキーワードで、これまでも数多く展開されてきた³⁹⁾。最近では小川により、モジュール化におかれている主要産業において、どのような国際標準化戦略が必要であり、現在どのように展開されているかの分析がある⁴⁰⁾。そのなかでは、擦り合せ的なノウハウは公共財的な要素もあり、それらを「ソフトパワー」へと変換しながら、国が標準化政策を展開し、それに企業が連携しながら「ビジネス化」を図っていくことの重要性が論及されている⁴¹⁾。モジュール化に優位性を奪われている産魚においてはもちろん、モジュール化が進行しつつある産業においても、より高いレベルでの優位性につながるビジネスモデルと戦略を展開していかななくてはならない状況に日本の経営環境はあるといえよう。

注)

- 1) 戦略論における資源論の系譜に関しては、拙稿「R.M.グラントによる資源論アプローチの特性と戦略論—組織能力による競争優位とその持続性との関わりから—」『静岡産業大学 情報学部 研究紀要(第12号)』2011年2月,pp.1-31など参照されたい。
- 2) イノベーション論に関しては、拙稿「ビジネス・アーキテクチャと統合的イノベーションモデルの検討」『静岡産業大学 情報学部 研究紀要(第9号)』2007年2月,pp.21-44など参照されたい。
- 3) アーキテクチャ論の先行研究をまとめたものとして、青木昌彦・安藤晴彦編著『モジュール化 新しい産業アーキテクチャの本質』東洋経済新報社、2006年、pp.10-18.田路則子著『アーキテクチャル・イノベーション—ハイテク企業のジレンマ克服—』2008年,白桃書房,pp.7-23.柴田・玄場・児玉著『製品アーキテクチャの進化論』白桃書房,2002年,pp.3-30など参照されたい。
- 4) 青木・安藤等は、モジュール化論の系譜を3つに分類している。①ハーバード・ビジネス・スクール(ボールドウィン=クラーク)に始まる系譜、②日本における比較産業絵論(池田、国領、藤本など)に始まる系譜、③組織の比較情報効率性論(クレマー、青木)に始まる系譜、の3つである。詳しくは、青木昌彦「産業アーキテクチャのモジュール化—理論的イントロダクション—」青木・安藤編著,同上書,pp.10-18.
- 5) エレクトロニクス産業が直面する変化の本質については、青島矢一・武石 彰「技術進歩が生み出した新たな産業システムの脅威—「製品プル型」か「デバイスプッシュ型」か—」青島矢一・武石 彰・マイケル・A・クスマノ編著『メイド・イン・ジャパンは終わるのか』東洋経済新報社,2011年,pp.294-321を参照されたい。
- 6) 藤本隆宏「日本型サプライヤー・システムとモジュール化—自動車産業を事例として—」青木昌彦・安藤晴彦編著,前掲書,p.171. Fujimoto, T. (2001) "The Japanese automobile parts suppliers system: the triplet of effective inter firm routines," *International Journal of automotive Technology and Management*, 1 (1), March, pp.1-34.
- 7) 藤本,同上論文,pp.171-173に負っている。
- 8) Helper, S.R. (1990) "Competitive Supplier Relations on the U.S. and Japanese Auto Industries. An Exit/Voice Approach," *Business Economic History*, Second Series, 19, pp.153-162.

- 9) 藤本,前掲論文,p.173.
- 10) これらの要素は決してばらばらに作用したのではなく、相互補完的な 1 つのトータルシステムとして競争力に貢献してきた点を藤本は強調している。同上論文,pp.173-174.
- 11) 承認図方式や貸与図方式に関しては、藤本・潟「アーキテクチャ的特性と取引方式の選択-自動車部品のケース-」藤本隆弘・武石彰・青島矢一編著『ビジネス・アーキテクチャ』有斐閣,2003年,pp.211-228が詳しい。そこでは、モジュール化が高いほど貸与図方式が主流となるという予想が立てられていたが、「部品の構造的相互依存性は、部品取引方式の選択に目立った影響を与えていないことがわかった」(p.226)と結論付けられている。アーキテクチャ特性がモジュールだから貸与図になり、擦り合わせだから承認図になるという確固とした関係は起こらないことが示されている。しかし、承認図の場合、擦り合わせ的な関係が日本のサプライヤー・システムでは働いており、それは擦り合わせの関係といえと筆者は認識している。
- 12) 藤本・潟,同上論文,pp.184-186.
- 13) ただしアウトソースするといっても、見掛けは相互の間でやり取りや擦り合わせがない場合もあれば、先に見た日本のサプライヤー・システムのように、一括して任せる方式でありながら、つまりアウトソースするような様相に見えるが、水面下では擦り合わせが行われている場合もあるところには注意が必要である。
- 14) 藤本,前掲論文,p.188.
- 15) その結果、欧米企業と日本企業では、モジュール化への経路が異なり、工程の階層構造、内外製区分などが異なる可能性が高い。
- 16) 武石・藤本・具「自動車産業におけるモジュール化-製品・生産・調達システムの複合ヒエラルキー-」藤本隆弘・武石彰・青島矢一編著『ビジネス・アーキテクチャ』有斐閣,2003年,pp.107-114に負っている。
- 17) サプライヤーに任せる範囲も増大傾向にある。こうした状況は、日本型のサプライヤー・システムに「見た目」は近づきつつあるといえる。
- 18) 藤本,前掲論文,p.188.
- 19) 武石・藤本・具,前掲論文,pp.112-113.
- 20) 同上論文,pp.113-114。欧米では、モジュールの生産開発を担うことを目的に買収や合併を進める部品メーカーが割りと多いが、日本の場合そうした部品メーカーは少なく、そもそもそうした受け皿がない点もサブアッシーを外部のサプライヤーに任せることの消極さの理由であることも指摘されている。
- 21) 断りのない限り、中馬宏之「「モジュール化設計思想」の役割-半導体露光装置産業と工作機械産業を事例として-」青木昌彦・安藤晴彦編著『モジュール化-新しいアーキテクチャの本質-』東洋経済新報社,2006年 pp.211-243に追っている。
- 22) 同上論文,p.214
- 23) ASLM 社の内製率と外製率、ニコンやキャノンの内製率と外製率と正確に把握はできないが、前者はかなり程度をアウトソーシングしており、後者は逆にほとんどを内製していることが予想される。また、ASLM 社自身は、アウトソーシング戦略といわずに「バリューソーシング戦略」という言い方をしている。ASLM ジャパンのホームページ <http://www.asml.com/asml/show.do?ctx=25236&rid=25770> を参照されたい。
- 24) ステッパーとスキャナーとの違いについては、高橋一雄「露光装置技術発展の系統化調査」(『国立科学博物館 技術の系統化調査報告 第6集』)2006年,pp.126-129が詳しい。
- 25) 丹羽哲也「『すり合わせ型』と『組み合わせ型』ものづくりの共進化 -半導体露光装置メーカー・ASML

- の事例から」 [http://www.jape.jp/home.nsf/Soukai9Files/\\$File/2005-2-4.pdf](http://www.jape.jp/home.nsf/Soukai9Files/$File/2005-2-4.pdf) より。なお、光源と装置のアーキテクチャとの関係などは、田口洋・高橋伸夫「半導体光露光装置は技術的境界を乗り越えたのか?—経営学輪講 Henderson (1995)—」『赤門マネジメント・レビュー』9巻8号(2010年8月), p. 605 では、光源の波長と製品のアーキテクチャとのこれまでの一般論を詳しく検討しなおしている。参照されたい。
- 26) 中馬,前掲論文,p.223.
- 27) 湯之上 隆「露光装置シェアトップの ASML その強さの源泉は速度と稼働率」『Electric Journal』2009年8月号,p.42.
- 28) Carliss Y. Baldwin and Kim B. Clark(2000) DESIGN RULES, Vol. 1 :The Power of Modularity, The MIT Press (安藤晴彦訳 カーリス・Y・ボールドウィン+キム・B・クラーク『デザイン・ルール モジュール化パワー』東洋経済新報社,2004年を参照している。
- 29) Ibid.,p.63.(訳本,p.75.)
- 30) Ibid.,p.64(訳本,p.76.)
- 31) Ibid.,pp.89 - 92. (訳本 pp.106-108.)
- 32) サプライヤーとの間でコンカレントな開発と生産プロセスの構築が可能となる点は、「モジュール・クラスター」の出現であり、開発リスクの分散、ベンチャー・ビジネスの創出など、広く深い意義につながる。詳しくは、安藤,pp.413-446. 原典 また、隠されたモジュール内での競争と産業の進化については、同書,pp.447-481を参照されたい。
- 33) Richard R. Nelson and Sidney G. Winter(1982) “An Evolutionary Theory of Economic Change” ,The Belknap Press of Harvard University Press,pp.195-197.
- 34) 新宅純二郎・天野倫文編『ものづくりの国際経営戦略』有斐閣,2010年,iiiあるいは同書第7章,大鹿・井上・呉・折橋「自動車産業—アーキテクチャ分析によるアジア産業比較」 pp.183-184 など参照されたい。
- 35) 藤本・天野・新宅「ものづくり国際経営論—アーキテクチャに基づく比較優位と国際分業—」新宅純二郎・天野倫文編,同上書,p.16.
- 36) 藤本・天野・新宅,同上論文,pp16-17.
- 37) 国別の企業分業構造の詳細は、大鹿・井上・呉・折橋「自動車産業—アーキテクチャ分析によるアジア産業比較」新宅純二郎・天野倫文編『ものづくりの国際経営戦略』有斐閣,2010年,pp.183 - .184.
- 38) 大田原 準「オートバイ産業—ローコスト・インテグラル製品による競争優位の長期的持続—」新宅純二郎・天野倫文編『ものづくりの国際経営戦略』有斐閣,2010年,pp.185-205.なお、大原盛樹「オープンな改造競争—中国オートバイ産業の特質とその背景」藤本・新宅編著『中国製造業のアーキテクチャ分析』東洋経済新報社 2005年,pp.57-80 あるいは葛東・藤本「議事オープン・アーキテクチャと技術的ロックイン—中国オートバイ産業の事例から」,同書,pp.81-115 など、合わせて参照されたい。
- 39) 山田英夫著『デファクト・スタンダードの競争戦略』白桃書房,2004年など数多い。
- 40) 小川紘一著『国際標準化と事業戦略—日本型イノベーションとしての標準化ビジネスモデル—』白桃書房,2010年..なお、標準化ビジネスモデルの概要や背景は、第4章「標準化ビジネスモデルとその背景」同書,pp.87-122が詳しい。
- 41) 同上論文,では、モデルを4つに分類し標準化第1モデルから第4モデルまで検討されている。pp.105-120を参照されたい。