

アーキテクチャ発想における自動車産業の今後の展望

The Future Prospects of the Auto Industry
Using the Architecture Way of Thinking

2012年 9月

河地 雪妃 Yuki Kawachi

阿部 博之 Hiroyuki Abe

齊藤 聡 Satoshi Saito

アーキテクチャ発想における自動車産業の今後の展望

The Future Prospects of the Auto Industry
Using the Architecture Way of Thinking

河地 雪妃*

Yuki Kawachi

阿部 博之*

Hiroyuki Abe

齊藤 聡

Satoshi Saito

Abstract

Many vertically integrated enterprises were begun and developed successfully in the 1970s and the 80s in Japan. However, now digital technology has permeated into all industries and modularization of products is advancing. If a product converts into a modular type and each module can be supplied in a market, technical accumulation can enter into a finished-goods market easily. It will intensify competition among companies. The auto industry, which is a representation of integral molded goods, should not declare that modularization is an exception. Therefore, we would like to discuss the future of the industry, insisting the architecture way of thinking should be necessary as a business model.

1. はじめに

1980年代までの日本企業の多くは、優れた技術や製品の開発が競争力の強化や利益の向上につながるという認識のもと企業活動を行ってきた。そして、その認識を実現するべく、素材や部品から、完成品に至るまでの開発・設計・製造をすべて同一企業が行う垂直統合型の企業が多く誕生し、発展してきた。

しかし、いまやあらゆる産業にデジタル技術が浸透し、製品のモジュラー化が進行している。

製品がモジュラー型に転換すると、部品（モジュール¹）を単に組み合わせるだけで製品が完成するため、各モジュールを市場で調達できれば、技術の蓄積が少ない企業でも容易に完成品市場に参入することができ、競争を激化させている。

かつて、日本のDVDプレーヤーがインテグラル型製品から、モジュラー化に製品アーキテクチャを変遷したことから、他国との競争力に打ち勝てなかったように、インテグラル型製品の代表ともいえる自動車産業といえどもモジュラー化は、例外であるとは言い切れない。

そこで、自動車産業の今後は、電気自動車に移行することが予想され、設計思想や設計方法を重視したアーキテクチャ発想の産業から、単純な組み立てで終わるモジュラー型ビジネスモデルに変換されることが予想される。この大きな転換について考察したい。

2. 製品アーキテクチャと日米企業のビジネスモデル

製品アーキテクチャとはいかなる部品を組み合わせでいかなる機能を持つ製品を作り上げるか、という製品設計の基本構想のことであり、統合（インテグラル）型とモジュラー型に大別できる。また、部品間のインターフェースが企業を超えて業界レベルで標準化しているかどうかによってオープン型とクローズ型に分類される。その基本的な型を次に述べる。

2.1 インテグラル型

インテグラル型アーキテクチャの製品は、部品同士を相互に微妙にすり合わせて調整しないと製品全体の性能が出ない製品設計を指し、単独では機能しない。例えば、自動車を持つ大きな機能として、騒音や振動など「乗り心地」系の機能があるが、車の乗り心地のよさを達成する特定の部品があるかといえば、そういうものはない。タイヤ、サスペンション、ショックアブソーバー、シャーシ、ボディ、エンジン、トランスミッションなど、すべての部品の設計を微妙に相互調整することではじめて、全体としての「乗り心地」という性能が発揮される。サスペンションのわずかなズレや、エンジンの重心がアクセルよりわずかに前にあるか後にあるかといった微妙な点が、製品の性格に大きく影響してくる。また、逆に一つのモジュールが多くの機能を担っていることもある。例えばボディは、安全性・居住性・デザイン性など、複合的な機能を持っている。

したがって、インテグラルな性格が強い製品は1つの部品の変化がすべての部品の変化を引き起こすため、各モジュールの設計者は、互いに設計の微調整を行い、相互に緊密な連携を採る必要がある。

¹ 工学などにおける設計上の概念で、システムを構成する要素となるもの。いくつかの部品の機能を集め、まとまりのある機能を持った部品のこと。

また、製品の諸機能と構成要素である部品が複雑に絡み合い、構成要素間の機能的相互依存性が高いため、構成要素間のインターフェース²単純なルールで特定化することができない。自動車の場合、エンジンとボディのバランス、ボディとサスペンション、トランスミッションのバランス等が必要とされるため、様々なメーカーの部品を集めて組み合わせたととしても自動車を作ることはできず、各メーカーが各々部品を調整し、統合する必要がある。

2. 2 モジュラー型

モジュラー型アーキテクチャは機能とモジュールとの対応関係が1対1に近く、単純な構造となっている製品設計を指す。そのため、製品をあるレベルに分解した場合の基本モジュールを見ると、それぞれのモジュールがかなり機能完結的である。モジュラー型の基本発想は、あらかじめ部品の接続、連携等のインターフェースの基本ルールを決めて、そのルールに従っていれば、動くように設計されている。つまり、互換性を当社から念頭に置いて、設計された製品である。

また、モジュール相互間の信号やエネルギーのやり取りもそれほど必要ではなく、モジュール間のインターフェースが比較的シンプルで済む。したがって、各モジュールの設計者は、インターフェースの設計ルールについて事前の知識があれば、他の部品の設計をあまり気にせず独自の設計が出来る。つまり、モジュールの「寄せ集め設計」でも立派に製品機能が発揮できるような製品設計のタイプである。

たとえば、モジュラー化の好例であるパソコンは、CPU、ハードディスク、メモリー、CDドライブ、モニターなどといった部品から構成されており、さまざまなメーカーの部品を買い集めてパソコンの完成品を組み立てることも可能となっている。

2. 3 オープン型

基本的にモジュラー型製品の一つであって、なおかつ、基本モジュールの間のインターフェースが、企業を超えて業界レベルで標準化した製品設計のことを指す。

企業を超えた「モジュールの寄せ集め設計」が可能であり、異なる企業から素性のよい部品を集めて連結すれば、複雑な「擦り合わせ」の努力なしに、機能性の高い製品を作ることができる。

例えば、パソコン、自転車などは、このオープン型アーキテクチャに属する。

² 異なる種類のを結びつけるときの共用部分。本論文では部品同士、部品と本体の接合部という意味で用いている。

2. 4 クローズ型

モジュール間のインターフェース設計ルールが基本的に1社内で閉じている製品設計を指す。例えば自動車の場合、各部品の詳細設計は外部のサプライヤーに任せることもあるが、インターフェース設計や機能設計などの「基本設計」部分は1社で完結している。

2. 5 パソコン業界の事例

(1) パソコンの歴史とアーキテクチャの変遷

現在のパソコン業界はインテルとマイクロソフトの2社が大きな力を持っている。従来の産業リーダーはアップルや IBM そして日本市場のリーダーだった NEC などの垂直統合企業が優勢であった。しかし、パソコンはいまや、モジュラー化・オープン化された製品である。つまり、各種部品、ソフトは水平分業化され、部品同士のインターフェースを事前に決めておきさえすれば、部品間の微妙な擦り合わせはほとんど不要になっている。このため、それぞれの部品やソフトを外部調達し、組み立てるだけの製品となっている。

パソコンの実質的な始まりは、IBM が1981年に発表した IBMPC である。IBM はそれまで大型汎用コンピューターの企業であり、この製品アーキテクチャ戦略は、CPU もソフトウェアなどもインテグラルかつクローズ型であった。しかし1981年に IBM がパーソナルコンピューターに参入した際、迅速な参入のために IBM は CPU をインテルに、OS をマイクロソフトに発注した。この IBMPC は、当時の IBM のブランドも手伝って普及拡大した。1984年には IBM は、IBMPC /AT を発表した。当時 IBM はアップル社を抜いて、パソコン市場で約50% を占めたといわれる。当時は数多くのパソコンメーカーが乱立していたが、お互いの互換性はないものであった。しかし IBM のパソコンは市場占有率も高く、IBM ユーザー間ではファイルの交換も自由にできる。このため IBM 機は、パソコン市場における標準機種 の地位を確立した。

しかし、IBM のオープンアーキテクチャ戦略によって、極論すれば、だれでも IBMPC と同じ仕様のパソコンを製造することができてしまうという状況になった。このため多くのメーカーが、IBM 互換機の製造を始め、オープンアーキテクチャ戦略は IBM にとっては競合の出現というデメリットを生んだのである。IBM は、急所を公開することによって、ノウハウの外部流出が生じ、自分の首を絞めることになったわけである。その後、IBM は、互換性のない PS/2 を開発したが、結局、ユーザーはそれまでのソフトや周辺機器が使える IBMPC/AT とその互換機を選択し、PS/2 は敗北した。

パソコン業界でトップのシェアを持つ IBM がこの一例で競争力を失った際に主導権を握ったのは、アメリカの半導体部品メーカーのインテルとソフトウェアメーカーのマイクロソフトである。IBM およびその互換機は、必ずインテルの CPU とマイクロソフトの OS をいや

おうなく使わざるを得ず、主導権が、パソコンメーカーからこうした部品や基本オペレーションソフトメーカーに移ったのである。

パソコン性能の急速な向上を支えたのが、パソコンの生産体制の変化、つまり垂直統合モデルから水平分業モデルへの移行である。IBMの大型汎用コンピュータでは、すべての部品、ソフトはIBM社内で開発から製造まで行っていたが、IBM互換機以降、CPU、OS、周辺機器、メモリー、アプリケーションソフトなどは分業体制になった。

アップル社は、独自性のあるパソコンを垂直統合型で生産を続けていたが、IBMPC互換機よりも価格が高く苦戦が続いた。その後で、ipod、iphone、ipadの画期的な商品を市場に提供する中で、水平統合型の生産体制に移行している。また、量販店での販売と直販での販売を水平統合型生産に移行することで、商品の魅力もさることながら、水平分業による製品価格の低下と独特の販売方法が、アップルの成長を助けたのである。例えば、アップル社が、ウィンドウズパソコンと同じインテル製のCPUを使い始めてから、最上位のCPUとグラフィックボードが付属するクラスのノートパソコンは、同等の機能を持つウィンドウズパソコンよりも2割ほど割安な価格設定となっている。そして、最上位のCPUの設定は、アップルストアの直販以外では購入できない。また、iphone16Gモデルは、電話機代金は実質無料（32Gと64Gは負担金が生じる）で、他のスマートフォンに比べ非常に魅力的である。モジュラー型生産に移行は、価格戦略と販売戦略と合体した戦略で成り立っているのである。

(2) デルモデルの低コスト化戦略

次に、アーキテクチャの変遷に伴い誕生したデルのビジネスモデルの特徴を、従来のパソコン業界のビジネスモデルと比較してどこが異なるか述べていく。

第一に、ワン・ツー・ワン・マーケティングと呼ばれる受注システムを適用した。カスタマイズ受注を行い、顧客1人ひとりのニーズに対応したパソコンを提供できるようになった。

第二に、パソコンを構成する各パーツは、安いものをグローバルに調達した。そのため徹底した低コスト戦略を実現できた。

第三に、フルカスタム受注生産を適用した。部品在庫、製品在庫を極力もたないで済み、資金効率の高いビジネスを展開できた。

第四に、組立は東南アジアとのネットワークを構築することによって、安価に組み立てられ、顧客を待たせずに納品するというジャスト・イン・タイムでの納品を可能にした。

第五に、直接受注、直販体制を敷くことによって中間マージンを排除でき、結果的に安価なパソコンを提供することに成功した。この点も低コスト化に資する。また顧客から直接受注するため、顧客個人のデータを蓄積し、需要予測に活用できた。

第六に、顧客サポート体制を徹底し、ユーザーからの信頼を獲得することに成功した。

以上が低コスト化戦略の典型であるデルモデルの主要な特徴である。こうしたデルモデルは、特に独自の技術開発力をもたなくても、モジュラー化された部品群の構成を顧客ごとに変えることで、顧客価値を提供した。デルはパソコンに続き、数年前液晶テレビ業界にもデルモデルをもって参入しているが、こうした製品アーキテクチャ戦略は、今後の完成品メーカーのあるべき姿の1つとして捉えられるだろう。パソコンの部品には相性があり、単純に組み合わせても普通はうまく動かない、デルはその部分を技術とドライバソフトの開発で克服している。この部分は、モジュラー型生産に移行するときにとっても重要な要素である。

しかし、こうしたビジネスモデルは、いずれ追従する企業が現れかねない問題がある。そこで、顧客のニーズに合わせて、ビジネスモデルを一部変更している。例えば、最近では受注生産を止め、東京モデル（東京で部品を入れ替える）を開始した。このパソコンは、一部の部品しか変更できないが（受注生産ではない）、納入が早いモデルで、在庫を持つての販売スタイルである。納期の短縮要請に応えるビジネスモデルを追加したもので、製造を委託する基本スタイルは変えていないが、受注の多い中心的な商品の納期を短縮することに成功している。

2. 6 液晶テレビ業界の事例

液晶テレビを構成するモジュールには様々なものがあるが、特に液晶テレビの優劣を決定するのは液晶モジュールと画像処理用 LSI³である。この2つのモジュールは、密接な相互依存的な関係にある。それは、パネルの特性に合わせた画像処理が求められるからである。つまり、液晶モジュールのみが優れていても不十分であり、その逆も同様である。この2つのデバイスは、液晶テレビという製品の「画づくり」には絶対欠かせないものである。このため、液晶モジュールと画像処理用 LSI の双方を内部にもち合わせたメーカーが、競争優位を築くことは間違いない。

液晶テレビ事業で大きな競争力を持つシャープは、液晶モジュールも画像処理用 LSI も内製している。シャープのほか、画像処理用 LSI を内装している企業は、ソニーの「ブラビアエンジン」、東芝の「メタブレイン・エンジン」、パナソニックの「PEAKS エンジン」等である。

一方、台湾などアジアのメーカーは自社の画像処理用 LSI を内装しておらず外部調達しているケースがほとんどであり、前者の日本メーカーと比較するとテレビの画質は劣っている。

(1) 二極化が進む液晶テレビ業界

このような業界構造のなかにあって、液晶テレビでは、高価格帯、高画質のテレビと、画

³ Large Scale Integration の略称。IC（集積回路）のうち、素子の集積度が1000個～10万個程度のもの。

質にそこまではこだわらない普及帯（低価格機種）とに分化してきている。前者は日本市場の消費者に多く受け入れられる製品であり、後者は北米市場などで主に普及している。

このような液晶テレビの二極化に対応する形で、企業のビジネスモデルも二極化している。まずは先に述べたシャープのような企業群である。それと対極にある企業が、船井電気等のファブレス（工場を有さない）企業である。ファブレス企業は、液晶モジュールを日本、韓国、台湾などのアジアから調達し、画像処理用LSIは主に米国から汎用品を調達している。そして、組立は中国、台湾の企業数社（EMSと呼ばれる企業群）に委託する。このように、企画開発は社内で行うがモジュール調達と組立は、専門の企業に委託するというビジネスモデルを構築している。販売についても、国内の家電量販店などへは自社が行うが、北米市場は代理店に任せるなどアウトソースを徹底している。このタイプの企業は、最初は低価格戦略でローエンド市場を押さえる戦略である。

(2) シャープの液晶テレビ事業

次に、液晶テレビという完成品を製造する、シャープのアーキテクチャ戦略を述べる。液晶テレビはノートパソコンほどではないが、モジュラー化の傾向を強めている。しかし、まだ液晶モジュールと画像処理エンジンとの擦り合わせなど、調整箇所が残っている。ここが「きれいな画づくり」には欠かせない重要なポイントである。特に、液晶テレビの画質は完全な自然色には達しておらず、ブラウン管テレビの自然色に近い画質には劣る。また鮮明な画質、自然色に近づけるといふニーズのほか、よりいっそうの大型化や薄型化というニーズがある。

シャープやソニー、パナソニックに代表されるような高付加価値部品内装化をめざす企業は、自社内でこれらのコア部品を開発・製造し、液晶テレビという完成品も開発・製造している。つまり、自社の内製した部品をまとめて完成品を組み立てていくという戦略である。一方で社内需要のみでは部品生産に投じた巨額の設備投資を回収できないという垂直統合企業の投資効率の問題点を解消するために、自社のコア部品を外販している。実際、シャープでは液晶モジュールの外販も行っている。このシャープの戦略は、デルモデルとは別に、今後の完成品メーカーの進むべき方向性のひとつを示している。

一方で、標準化された画像処理エンジンを外部から購入し、セット組立を行うという水平分業型のビジネスモデルが進行していくものと思われる。これは垂直統合による固定費の割合の増大、企業活動の柔軟性の欠如というデメリットを避けるためにアウトソーシング（業務委託）を行うという狙いがある。

これらのメーカーは、一般の消費者にも手が届くようなボリュームゾーンの普及価格帯の液晶テレビの製造を行う。それが中国、台湾などのメーカーである。これら企業はコア部品を国内外から調達し、組立を人件費の安いアジアで行うというネットワークを活用したビジ

ネスモデルを展開する。こうしたビジネスモデルは、普及価格帯の液晶テレビには適している。ただしこのビジネスモデルは、現在シャープなどが生産する高機能の液晶テレビの価格が、一般向けに手の届く水準まで下落した場合には、効果が薄まることは想像できる。事例としては、日本のベンチャー企業のバイ・デザイン株式会社は、独自のローコストオペレーションで低価格な薄型テレビを、主に中国企業のXococo社に生産委託をしていたファブレス形態をとっていた。しかし、シャープ等の有名ブランドメーカーのテレビ価格の下落で、2011年に破産した。

3. 製品アーキテクチャと中国企業

前述より、日本企業は、自動車や小型家電に限らず、「擦り合わせ能力」や「まとめ能力」が直結する製品では強みを発揮する。米国企業は、他民族の集団である為、事前にビジネスモデルを構想し、ルールを作り、業界標準を獲得し、自在に事業構成を組み換える「事前構成能力」に優れる傾向がある。では、中国製造業の台頭はどのようなアーキテクチャを成しているのか見ていく。例えば、中国では、日本製のオートバイが分解され模倣され、日本製のシェアは低く、模倣品が数多く出回っている。モジュラー型の製品は、この模倣をより簡単にする可能性がある。

3. 1 中国企業における「アーキテクチャの換骨奪胎」

中国製造業で頻繁に見受けられるのは、「部品のコピーと改造を通じて製品のアーキテクチャを換骨奪胎してしまう力」である。テレビ、白物家電（エアコン、冷蔵庫）、オートバイ、トラクター、小型トラック等で、このパターンが繰り返られている。

例として、現在では世界最大の生産国となった中国のオートバイ産業を挙げてそのプロセスを紹介する。

- ①外国製品のコピー
- ②そうしたコピー部品の汎用部品化
- ③そうした汎用部品を使った組立や改造を行う多数の中国企業の存在
- ④過当競争による供給過剰と収益性の悪化
- ⑤それに巻き込まれた日本企業の収益悪化
- ⑥そうした競争に勝ち残った強い中国企業の出現

このようなプロセスで製品アーキテクチャの換骨奪胎がなされており、日本企業は、こうした状況の中で、劣勢に回っている。

3. 2 中国のオープンアーキテクチャの特徴

オリジナル製品の部品の近傍に展開する「まがい部品」をあたかも汎用部品のように寄せ集めて多数の企業が組み立てる、という中国製造業におけるこのパターンが中国のオープンアーキテクチャであるが、その特徴を述べる。

まず、中国のオープンアーキテクチャは、米国企業で得意とする「オープンアーキテクチャ」とは区別される。以下違いを挙げる。

①前構想の有無

「オープンアーキテクチャ」の場合は、異なる企業が独自設計した部品を寄せ集めても全体システムがまともに機能するように、業界標準を設定するなどして、事前に周到的な計画がなされている。

一方、中国のオープンアーキテクチャはコピー部品はじめにありきであり、組立企業がその寄せ集めを試行し、つじつまの合わないところは部品本体あるいは連結部分を改造するなどのやりくりするというプロセスを通じて、事後的に形成されていったものである。

②品間の「接続可能性」のレベル

「オープンアーキテクチャ」製品の場合は、個々の部品開発者が、その部品機能的・構造的な接続可能性を事前に保障する。中国のオープンアーキテクチャ製品の場合は、個別部品ごとの寄せ集めの可能性を保証するが、接続の可能性は事前に保証されていない。まがい部品同士で予想に基づいて組み立てし、狙った性能が期待できない際は、まがい部品の範囲内で工夫して局所的な擦り合わせを行う。

③「寄せ集め」の対象

「オープンアーキテクチャ」の場合は、寄せ集めの対象になるのは、特定の企業が作り、特定の部品番号でカタログに明示し、受注に応じて納入する個々の「汎用部品」である。

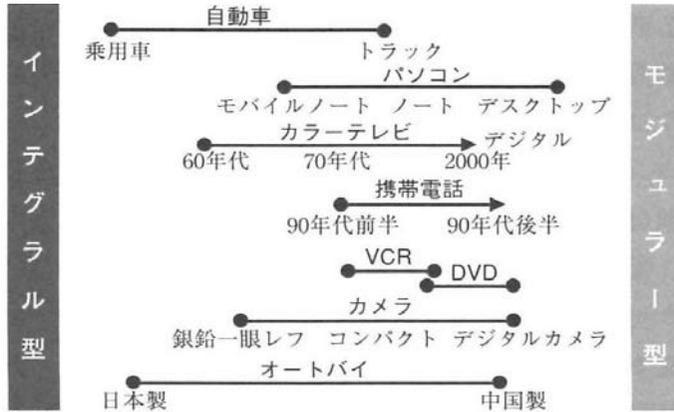
一方、中国のオープンアーキテクチャの場合は、寄せ集めの対象が、まがい部品というカテゴリーに過ぎない。

3. 3 中国企業のモジュール化指向

図表3、図表4から、日本企業が得意とする分野はインテグラル型アーキテクチャの製品に偏っている。一方中国で急成長しているのは、モジュラー型の製品群が多い。また、日本ではインテグラル型が支配的な製品も、中国ではなるべくモジュラー型で生産される傾向がある。上述のように、日本においてオートバイはインテグラル型製品の典型が、中国ではモジュラー型で作ろうとしている。

技術力は高くないが、旺盛な企業家精神を持つ地場企業が、大量のコピー部品、改造部品を寄せ集めて安いオートバイを作るので、本家の日本製オートバイのあるモデルの近傍で、

図表3 モジュール化の進展（藤本隆弘 新宅純次郎（2005）より引用）



図表4 アジア主要国の世界生産量シェア（2002、推測値）

	(%)				
	中国	日本	韓国	台湾	その他
DVD プレーヤー	54	8	7	—	31
デスクトップ・パソコン	30	2	6	17	45
携帯電話	28	13	19	—	41
カラーテレビ	27	1	9	—	64
デジタルカメラ	13	52	5	21	9
ノート・パソコン	12	19	7	48	14
大型 LCD	—	29	36	35	0

(注) 大型 LCD は米ディスプレイサーチ調べ、中国はゼロ。
 その他の品目は業界団体統計をもとに『日本経済新聞』が推計。
 (出所) 『日本経済新聞』2002年8月13日。

大変広いバラエティを持つ製品群ができてくる。このような経過をたどり、日本でインテグラル型の製品が中国ではモジュラー型で作られるようになるのである。モジュラー型製品が増えると、さらにこの傾向が加速する可能性が高い。また、電気駆動の時代になると、モジュラー型の生産が容易になる。例えば、日本で開発された DVD プレーヤーは、当初の中国製では読み取りに不具合が続出していたが、読み取りソフトを開発することで克服した。機械的なものよりもソフトによる解決は容易である。電気自動車の普及は、モジュラー型の生産をさらに容易にする可能性が高い。

3. 4 オープンアーキテクチャ、大量生産、単能工の強み

以上に述べたように、中国企業はオープンモジュラー型であることがわかる。そして、この、オープンモジュラー型で、部品の寄せ集めパターンで大量生産される場合、中国の一部で見られる生産・労働環境が持つ優位性が発揮される。例えば、華南地域のエレクトロニクス産業の場合、典型的には、内陸地域から18~20歳くらいの年齢で出稼ぎに来る若年女子労働力に対し、政府は3年程度の期間に限って事実上の滞在許可を与える。中国では、原則として農村戸籍を持つ人間は都市戸籍を持ってない。彼女達は、選抜された優秀な作業者であり、3年程度働いて故郷に戻り、入れ代わり新しい若年労働者が来る為、人件費はずっと低いままとなるのである。短期採用なので、生産数量変動に対する雇用柔軟性もある。こうした、労働システムを活用することによって強みを発揮するのは、短期雇用の単能工による人海戦術、および大ロットの大量生産ラインで勝負できる製品、とりわけ複雑な擦り合わせを必要としない「モジュラー型」の製品である。

4. 自動車産業の現状およびモジュール化の現状と対応

自動車は2万点以上の部品で構成される複雑な製品システムであり、多くのサプライヤーが製品付加価値の6~7割を担っている日本を代表する産業である。

そのため、従来には日本企業が得意とする「調整」と擦り合わせが重視される産業である。しかし、擦り合わせが重視される自動車業界においても、製品アーキテクチャの変化、すなわち、モジュラー化が進行していると言える兆候がある。特に、電気自動車の出現は、部品点数を飛躍的に減少させ、制御部品も簡素化されることが予想される。

4. 1 モジュール化戦略の背景と経緯

バブル経済の崩壊後、日産は経営悪化を乗り越えるため1999年3月にフランスのルノーと資本参加を含めてグローバルな資本提携を結んだ。

日産はルノーとの提携を機に、様々な政策を打ち出し、年々業績を改善してきた。

その政策の中で、検討されたのが、製品アーキテクチャの見直しによるものである。

車種、車型の増加と自動車技術の複雑化により、従来の部品単位での原価低減活動には限界があったためである。

そこで、設計、生産、購買などのマネジメント高負荷を低減させるため、より最適な部品単位を模索することになったのが「モジュラー化」である。

単なるコンポーネントとシステムの組み合わせから、車両商品力を最も高められる、より独立した大きなまとまりのモジュラーとシステムの組み合わせに再編し、最適化を図る。

これにより、日産にとっては資源の選択と集中が出来ると同時に、その最適化された構造

に基づき、開発購買生産プロセスの最適化を図ることで、潜在的競争力を極大化した。

また、日産は、トヨタやホンダのようなハイブリット車は開発せず、その先の電気自動車の開発に注力した。電機自動車は、機械的な駆動部分が少なく、電気制御しやすいため、飛躍的に部品点数を減少できる可能性がある。電機部品は、モジュラー化しやすい。そして、日産の工場は既に世界で稼働しており、その国にニーズに合わせて、モジュラー化による低価格な製品を作り出す能力を秘めている。

4. 2 新技術の到来による自動車アーキテクチャ変遷の可能性

現在主流となっているガソリン自動車から燃料電池の電気自動車への本格的な転換が将来起こるとすれば、それは単に新しい動力・電池技術（燃料電池）の出現を意味するのみならず、新しいアーキテクチャの到来を意味することになるだろう。ガソリン自動車の場合の動力はエンジンであり、それを中心にアーキテクチャが形成されているが、電気自動車の場合の動力はモーターなどに変更されるため、製品アーキテクチャにも影響してくることになる。

そのため、電気自動車の普及と共に、自動車の世界でもインターフェースの標準化、部品ユニットのモジュラー化、レイアウト自由度の飛躍的アップ、企業を超えたオープン化などが一気に進む可能性がある。

さらに、産業のデジタル化とソフトウェア化の進展が、モジュラー化を一層加速している。比較的到低性能ではあるが低価格の自動車が製造することや、部品単位でのモジュラー化が求められている市場環境になりつつあることが懸念される。

トヨタの奥田会長は以前記者会見（2004）で以下のような懸念を口にしている。

「車の電子化に伴い、従来とは逆に、自動車メーカーが部品メーカーに隷属する可能性もある。部品メーカーを自社グループの力の及ぶ範囲に置くことは必要だ。」

今日のパソコン産業では、技術の主導権や利益の源泉が、完成品メーカーからインテルやマイクロソフトなどの部品メーカーに移行しているが、それと同じ変化が、自動車産業でおこる可能性を予測しているのである。更に、「車の電子化に伴い」という理由を指摘している。これは、車の電子化に伴ってモジュール化とオープン化が進行し、それがきっかけになって、部品メーカーの力が強くなるという因果関係を理解していることを示している。

5. おわりに

前述の通り、世界の自動車産業におけるモジュラー化の度合いは、第I章の日米企業におけるパソコン業界と液晶テレビ業界や、第II章の中国企業におけるコピー製品が製造される過程と二輪車のモジュラー化の進行度合いとは、やはり異なっていると言える。

現在それほど自動車産業のモジュラー化が進展していないのは、自動車産業のシステム、

製品の複雑性が、複雑性を管理する企業の能力を凌駕し、モジュラー化のためのデザインルールをまだ見出すことができないためであると考えられる。

新しい産業のアーキテクチャは、インテグラルとして誕生する。産業初期には、モジュラー化のための優れたデザインルールを見出すことが困難だからである。だが、産業の成長につれてそのアーキテクチャは次第にインテグラル型からモジュラー型の方向へ移行する。第Ⅲ章で述べたように、徐々にではあるが、部品メーカーの力が強くなっており、モジュラー化へと進みつつあるのである。

自動車産業の電子化に伴い、モジュラー化は避けることはできなくなっているのが現状だと考える。だが、欧米の自動車メーカーは製品モジュラー化を進め、進むところまではきてはいるものの試行錯誤の状態である。一方、日本の自動車完成品メーカーは生産モジュラー化が進み始めているが、製品モジュラー化はまだまだである。製品モジュラー化が欧米自動車メーカーに追いつくことが出来たとしても、圧倒的にモジュラー型が強みである中国企業とは、最終的にどのような差別化を図るべきなのか。

今後、確実に車の電子部品化が進展する。電気自動車になると、複雑な機械的な構造物が、簡単な電子部品に置き換わるのである。電子部品は、制御が容易で、部品の大量生産も簡単である。自動車もその用途によって、電気自動車で済む場合と、従来型のエンジンを必要とする場合に分かれてくると思われる。

技術面でも、自動車製造での高度な技術は多数存在する。例えば、数百度になる高温の中で、正確なピストン運動を行う機械式のエンジン技術は、自動車からエンジンが不要になっても、他の分野で応用が利く重要な技術である。また、炭素繊維で車体を軽量化するにはその製造技術が必要となるが、新興国にはこの技術はなく差別化できる部分は残されている。将来を見据えて、事業計画を考える必要がある。車はグローバル商品である。量産により、価格が安く、物を運ぶ道具としての商品という位置づけと、運転する喜び、所有する満足感、乗り心地等の感情的部分、安全性、耐久性、持続性等の機能的部分を併せ持つ商品なのである。これらを総合的に考慮しながら、それぞれにおいて将来の計画を立てる必要がある。時代の先を見た開発思考、独自性が求められる時代になってきているのである。過去には、日本企業は、腕時計でスイス勢に性能と機能面では勝ちながら、デザイン性や高級嗜好品としての分野では負けている。また、カメラは、デジタルカメラにすべて移行し、フィルムカメラは残らなかった。しかし、フィルムの微粒子技術は、化粧品や医療分野への応用で、収益を上げている。

そして、モジュラー化は、標準化、規格化を意味するので、その世界標準をどこの企業のものを採用するかで、将来にわたり大きく利益に関わってくる。特に、電子部品規格、電池仕様、充電方法等での規格の主導権競争が予想される。これには、企業の枠を超えた、グロ

ーバルな戦略が要求される。

日本企業が本来得意とするアーキテクチャは、垂直分業型、インテグラル型である。もちろんモジュラー化すべきところはしていかなければならない。IBM が力を落とし、インテルや半導体メーカーが力をつけたように、自動車部品メーカーからすれば、成長のチャンスであるとも言える。しかし、自動車完成品メーカーとして、モジュラー化した後の差別化は、「自国ないしは自社が得意とするアーキテクチャを選択する」ことが重要となる。今後、自動車産業のモジュラー化が進行する環境の中、それが得意な欧米、中国企業と競争し、差別化は図らなければならない。顧客のニーズに応える形で、インテグラル型を追求する面も必要である。しかし、時代の流れは水平分業型の生産、また、モジュラー型の組み立てに動いており、その対策を早期に開始する必要がある。特に、近い将来普及すると予想される電気自動車では、モジュラー型の生産が適合する。部品のモジュラー化だけでなく、充電方法や電池の標準化を含めて、今後のモジュラー型の標準形を、日本のメーカーが世界に先駆けて構築し、提案する必要がある。自動車の現地生産が進行している中、現地の顧客ニーズをしっかりと捉え、日本の物をそのまま移行するのではなく、現地にあったモジュラー化を実現し、世界共通のモジュラー化と組み合わせることで、生産効率の向上を意識しなければならない。

参考文献

- ・伊丹敬之・藤本隆宏・岡崎哲二・伊藤秀史・沼上幹（2006）『日本の企業システム』有斐閣。
- ・大滝清一・金井一頼・山田英夫・岩田智（2006）
『経営戦略 論理性・創造性・社会性の追求』有斐閣アルマ。
- ・上林憲雄・奥林康司・團泰雄・開本浩矢・森田雅也・竹林明（2006）。
『経験から学ぶ経営学入門』有斐閣ブックス。
- ・具 承桓（2006）『製品アーキテクチャのダイナミズム』ミネルヴァ書房。
- ・小林英夫 著（2004.7）『日本の自動車・部品産業と中国戦略』工業調査会。
- ・榊原清則・香山晋（2006）『イノベーションと競争優位 コモディティ化するデジタル機器』
NTT 出版。
- ・榊原清則（2002）『経営学入門 [上]』日経文庫。
- ・榊原清則（2002）『経営学入門 [下]』日経文庫。
- ・柴田友厚著（2008.7）『モジュール・ダイナミクス イノベーションに潜む法則性の要求』
白桃書房。
- ・チャールス・E. ソレンセン（著）、高橋 達男（翻訳）（1968年）『フォード その栄光と悲劇』
産業能率短期大学出版部。
- ・日本経済新聞社（2009.10）『自動車新世紀 勝者の条件』日本経済新聞社

- ・原田雅顕・岩井善弘・澤口学・松尾尚（2008.12）『MOTの新展開』産業能率大学出版部。
- ・日置弘一郎・川北真史（2004）『日本型 MOT』中央経済新聞社。
- ・藤本隆宏、武石彰、青島矢一 編（2001.4）『ビジネス・アーキテクチャ』有斐閣。
- ・藤本隆宏（2002.6）『製品アーキテクチャの概念・測定・戦略に関するノート』
RIETI Discussion Paper Series.
- ・藤本隆宏（2004）『日本もの造り哲学』日本経済新聞社。
- ・藤本隆宏、キム B. クラーク著（2009.10）
『製品開発力 自動車産業の「組織能力」と「競争力」の研究』ダイヤモンド社。
- ・丸川知雄、高山勇一 編（2004.4）『グローバル競争時代の中国自動車産業』蒼蒼社。
- ・読売新聞（2008年7月10日）（2009年9月29日）。
- ・A.D. チャンドラー Jr.（著），内田 忠夫（翻訳），風間 禎三郎（1970）
『競争の戦略 GM とフォード 栄光への足跡』ダイヤモンド社。
- ・自動車用モジュール製品の開発
<http://www.plastics-net.com/topics/036-041.pdf>（2012年1月アクセス）
- ・武石 彰（2001.2）自動車産業におけるモジュール化
- ・青木昌彦、安藤晴彦（2002）『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
- ・藤本隆弘（2007.3）『ものづくり経営学 製造業を超える生産思想』光文社新書
- ・藤本隆弘 / 新宅純二郎（2005.5）『中国製造業のアーキテクチャ分析』東洋経済新報社