

自動車部品産業における製品アーキテクチャと 技術能力の形成

広島大学大学院国際協力研究科 博士課程後期
広島大学大学院国際協力研究科 教授

目代 武史[†]
金原 達夫

要 旨

本稿の目的は、日本の自動車部品産業における企業の技術能力形成の特質について考察することである。本稿では、分析概念として製品アーキテクチャを導入し、自動車部品の技術特性が部品メーカーの技術能力の形成に与える影響を考察する。製品アーキテクチャとは、製品システムの機能要素と物理構造との組み合わせに関する設計構想であり、モジュラー型と統合型に分類される。自動車部品の多くは、統合型アーキテクチャである。統合型アーキテクチャの下では、製品システムの一貫性を実現するために、部品間・工程間・企業間で継続的な調整を必要とする。そのため、技術能力の形成は、システム構成要素間の調整機能を充実させる方向に進化する傾向がある。本稿では、専門部品メーカー2社の事例分析を行い、事例企業において調整機能を実現させるためにいかなる取り組みがされているか、また製品アーキテクチャの相対的違いが技術能力の形成にいかなる影響を与えているかを考察している。

キーワード：技術能力、製品アーキテクチャ、自動車部品

1. はじめに

本稿の目的は、日本の自動車部品産業における企業の技術能力形成の特質について考察することである。

日本の自動車産業は1980年代に国際的な注目を集め、多くの研究がその競争優位の究明に取り組んだ (Womack, et al., 1990; Clark and Fujimoto, 1991; 藤本・西口・伊藤, 1998)。それらの研究を通じて、部品メーカーの高い技術能力が日本車の国際競争力の向上に多大な貢献をしていることが明らかになった。その結果、海外の自動車産業においても日本的な部品取引システムが部分的に導入されるまでに至った。

しかし90年代に入り、日本の部品メーカーの国

際的な優位性が揺らぎつつある。ものづくり面で海外部品メーカーのキャッチアップが進むと同時に、国内では長引く不況により自動車生産台数が激減し国内の事業機会が縮小している。また近年では、部品のモジュール化が進みつつあり、モジュール化に対応できない部品メーカーの淘汰が指摘されている¹⁾。表1は近年における日本の自動車メーカーの部品モジュール化への取り組みである。

部品モジュール化の動きは、従来部品メーカーが暗黙裡に前提としていた製品アーキテクチャを顕在化させる。詳しくは2節で説明するが、製品アーキテクチャは製品開発・製造システムや企業間分業の在り方に深く関連している。本稿の基本的な仮説は、製品アーキテクチャの特質に応じて

[†] 〒730-0053 広島市中区東千田町1丁目1-89
Tel: 082-542-6992
Email: mokudai@hiroshima-u.ac.jp

1) 例えば、『日経ビジネス』1998年10月12日号、『週刊東洋経済』1999年10月16日号、『日経メカニカル』2001年11月号など。

表 1 日本自動車メーカーにおけるモジュール化への取り組み

自動車メーカー	基本姿勢・目標	モジュール化への取り組み
トヨタ自動車	サブA'ssy的なモジュール化には興味がなく、モジュール化の導入には慎重な構えを見せているが、時間をかけて実施していきたいとしている。	原価低減と機能向上といった付加価値の創出が見込めるようなモジュール化を進めていく価値があるとしており、現在、新型モデルには試験的にいくつかのモジュール化を導入、それぞれのメリット、デメリットを分析している。また、グループの結束力を高め、中核となるグループ企業をモジュールサプライヤーとして育成していき、トヨタ流のモジュール化を進めていくとしている。
日産自動車	試行錯誤の段階としているものの、2001年以降に投入する新型モデルにはかなりの中規模モジュール部品を採用していく計画である。	98年に発売したサニーにはフロントエンドなどの大規模のモジュール設計を導入し、モジュール設計車第1号として市場投入している。今度、同社ではサニーを皮切りに新型モデルへモジュール部品の導入を進めていくとしているほか、モジュールを単なる生産工程の合理化に留めることなく、コストの大幅削減も実現していきたいとしている。
三菱自動車	安直なモジュール化を避け、部品メーカーと共同で開発を進める方針である。なお、開発したモジュール化の新技術は2000年以降の新型車に反映させていきたいとしている。	同社の開発チームが主導となって部品メーカーと共同で合理的なモジュール部品の開発体制を整えており、97年には関連する部品メーカーに対し、インパネ、ステアリング、ドア、ペダルなど10項目の領域でモジュール化を呼びかけている。モジュール部品を採用していく中で全コストの把握に努めながら、低コスト化、軽量化、組立工数の削減を図っていくとしている。
本田技研	積極的にモジュール部品を購入していくとしており、将来的には車1台を7~10のモジュールに分け、それを車両組立ラインで組み付ける欧米型の生産方式を目指している。	97年に発売したアコードには設計段階からモジュール化の思想をとり入れ、リアサブフレームやコックピットモジュールなどのモジュールをいくつか採用している。また、新規規格軽自動車にはフューエルポンプモジュールを、99年4月に発売したS2000にもエアクリナーモジュールを採用するなど、モジュール部品の採用を本格化しており、国内メーカーの中では最もモジュール化に積極的である。
マツダ	モジュール化のアウトソーシングには消極的であったが、2002年以降の新モデルからは部品メーカーも含めた大規模なモジュール部品を採用していく予定である。	同社の取り組みは早く、92年に防府第2工場へモジュールの生産方式を導入、サブラインにおいてインパネモジュール、コックピットモジュール、ボンネットモジュール、フロントエンドモジュール(現在は中止)などを生産している。これにより、従来200工程あった艤装ラインは119工程まで短縮、約40%の削減を実現している。

(出所) アイアールシー (1999)、15頁より一部省略して引用。

企業に求められる技術能力も異なるというものである。そこで本稿では、部品メーカーはいかなる領域で技術能力を形成し、製品アーキテクチャの違いが技術能力の形成にいかなる影響を持つのか検討したい。

本稿の構成は以下の通りである。まず2節で、分析の概念的枠組みとして製品アーキテクチャの概念を導入し、技術能力と製品アーキテクチャの関連性について説明する。3節では、技術能力形成の環境要因としての部品取引システムの特徴を

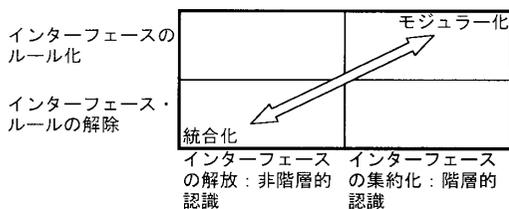
整理し、続く4節では筆者達が行ったインタビュー調査に基づいた事例分析を行う。そして5節で部品メーカーの能力形成について若干考察し、6節で今後の課題を述べむすびとする。

2. 分析の概念的枠組み

製品アーキテクチャの概念

近年、企業の製品開発戦略を分析する切り口として「製品アーキテクチャ」の概念が注目されている²⁾。製品をシステムとして見ると、製品システムは複数の機能要素とそれを物理的に体现している部品によって構成されている (Ulrich, 1995)。すなわち、製品アーキテクチャとは「どのようにして製品を構成部品や工程に分割し、そこに製品機能を配分し、それによって必要となる部品・工程間のインターフェースをいかに設計・調整するかに関する基本的な設計構想」である³⁾。図1は、アーキテクチャの分類次元を示している。製品アーキテクチャには、大別してモジュラー型アーキテクチャと統合型アーキテクチャがある⁴⁾。両者の違いは、一言で云えば、システムの複雑性への対処の仕方にある。

図1 モジュラー化の次元



(出所) 藤本・武石・青島 (2001)、39頁

モジュラー型アーキテクチャは、システムの構成要素間の相互関係の中で相対的に関連性の低い部分でシステムを切り分け、分化したシステム(モジュール)間のインターフェース(接合部分)

をできるだけ限られた部分に集約し、かつインターフェースのルール化を図ろうとする設計構想である(図2[a]参照)。要するに、システムの構成要素間の相互作用関係を削減し、システム全体の複雑性を低減させようとするのがモジュラー型である。

図2[a] システムのモジュラー化

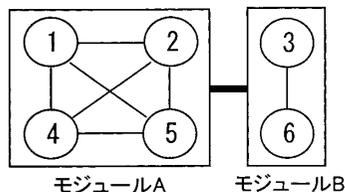
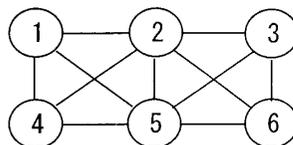


図2[b] システムの統合化



(注) ○はシステムの構成要素、棒線は構成要素間の相互作用関係を表す。

例えば、モジュラー型アーキテクチャの代表的な製品として、デスクトップ型パソコンがあげられる。デスクトップ型パソコンは、CPUやハードディスク、メモリ、モニタ、キーボードなど機能的・構造的に独立性の高い構成要素群(モジュール)にシステムが切り分けられており、各モジュールは標準化されたインターフェースで接続される。モジュラー型アーキテクチャのもとでは、例えば、情報の記憶容量を大きくしたい場合、パソコン全体の設計を変更する必要はなく、メモリやハードディスクを増設したり取り替えたりするだけで済む。また原理的には、インターフェースのルールを守る限り、各モジュールがどのような設計や形状を持っていてもシステムは機能する。そのため、モジュール設計や製造の自由度が大きくなり、モジュールレベルでの技術進歩が進展しやすくなる性質がある。

これに対し、統合型アーキテクチャは、システムの複雑性を許容し、構成要素間の複雑な相互関係を継続的な調整によって達成しようとする設計

2) 代表的な研究に、Sanchez and Mahoney (1996)、Ulrich (1995)、藤本・西口・青島 (2001) などがある。

3) 藤本、武石、青島 (2001)、4頁。

4) アーキテクチャの分類方法に関する詳細な議論は、前掲書(第2章)を参照されたい。

思想である（図2 [b] 参照）。

統合型のアーキテクチャを持つ典型的な製品は自動車である。自動車は非常に多くの部品によって構成されるだけでなく、各部品の相互依存が非常に大きい。例えば、燃料タンクの設計は、燃料タンク本体の機能要件だけでなく、エンジンや駆動システム、サスペンションの構造、シートの位置などから影響を受ける。また、走行時の振動や風切り音といった乗り心地系の性能となると、その機能を単独で担当する部品は存在しない。タイヤ、サスペンション、ショックアブソーバ、シャシー、ボディなど様々な部品の組み合わせの総体としてより優れた乗り心地が実現されるのである。

技術能力形成の焦点

では、製品アーキテクチャと部品メーカーの技術能力とはどのような関連性があるのだろうか。部品メーカーの技術能力には次のようなタイプがある。

第一の技術能力は、部品の生産工程に関するものである。工程技術能力の課題は、生産の効率性と柔軟性の追求にある。効率性の問題はしばしば「QCD」に要約される。すなわち、部品メーカーは、取引を維持するために、非常に高い品質（Quality）の部品を低コスト（Cost）で納期（Delivery）を厳守して供給することが求められる。3者の関係は相互的で、生産工程の各段階において仕掛かり部品の品質を維持することにより、部品在庫の削減や生産リードタイムの短縮が可能となる。また、自動車部品では、部品品質の向上や納入価格の引き下げ、納期短縮の要請は一時的なものではなく、継続的な達成が求められる。こうした効率性を高めるためには、原材料や作業の無駄を排除する一方、出来るだけ作業条件を平準化し、生産プロセスの安定化を図ることが重要である。

しかし実際には、急な増減産や生産品目の変化などにより、必ずしも生産条件を一定に保つことは難しい。そこで、生産の柔軟性が重要となる。生産の柔軟性には、数量変化への柔軟性と種類変化への柔軟性がある。前者は生産品目の急な増大もしくは減少に対して、後者は生産品目の種類の変化に対して、生産コストや品質を損ねることなく対応する能力である。こうした柔軟性の達成は、

多品種少量生産が一般化している自動車産業では必須の要件である。

第二のタイプは、製品（部品）開発能力である。部品メーカーの製品開発（自動車メーカーから見ると部品開発）の特徴は、独自の製品市場をもたず、開発が自動車メーカーの要請を受けて行われることである。開発部品の基本的な仕様や設計は発注側の自動車メーカーが行うため、部品メーカーの開発は、部品の詳細設計や工程設計が中心となる。開発部品に対する自動車メーカーのニーズは比較的はっきりしているため、部品メーカーの開発努力の焦点は開発部品のコストや品質の実現に集中する傾向がある。

以上の技術能力の分類は、部品の生産プロセスを基準としているが、製品アーキテクチャの観点に立つと、もう一つタイプの異なった技術能力が見えてくる。それは、システムの構成要素間の相互関係を調整し、システムの一貫性を実現する能力である。これが第三の技術能力のタイプであり、本稿ではこれを「調整能力（coordination capability）」と呼ぶ。

部品メーカーの調整能力

一般に、自動車メーカーは部品メーカーへの発注の前段階で、部品の内外製区分を決定する。どの部品を外注するかは自動車メーカーの製品開発戦略に属する問題であるが、外注部分と内製部分との相互依存関係が薄くなるように内外製区分の境界を引くのが基本である。すなわち、自動車メーカーは開発車両の基本設計の段階において、部品間の機能的・構造的相互関係を調整した上で、外注部品の詳細設計や生産を部品メーカーに委託するのである。

したがって、第一に、部品メーカーが担う調整活動は、自動車メーカーによる事前の調整（内外製区分の設定）を前提として、部品メーカー内で完結する調整である。受注部品の詳細設計や生産工程における調整などが主な内容である。部品メーカーが受注する部品は、少なからず複合的で、複数の部品を組み付けた部品ユニットとして自動車メーカーに納入する。このとき基本的な仕様や設計図面が自動車メーカーから支給される場合でも、部品を完成させるために必要な情報を全て図面に反映させることは難しい。実際に部品を加工

し、組み立てるプロセスで、部品メーカーが部品間の微妙な噛み合わせを調整し、統一性を出す必要が生じる。例えば、熟練工による仕上げの仕事や図面の修正がこうした調整活動に当たる。

第二に、企業の境界を越えるような調整活動も部品メーカーには求められる。例えば、部品の生産ノウハウを活かした製造性のよい部品設計を実現するために、部品メーカーが受注部品の設計を修正する場合などには、部品メーカーと自動車メーカーとの間で活発な調整が必要となる。詳しくは次節で検討するが、日本の自動車産業では、外注部品の設計や試作に部品メーカーが積極的にかかわり、調整能力を発揮してきた。近年では、自動車メーカーとの垂直的分業の中で、部品メーカーはますます大きな調整能力が求められる傾向が見られる。

さて、こうした部品開発・生産における調整の方法は、製品アーキテクチャによって異なる。例えば、自動車のコックピット部分の設計をとりあげると、構成要素としてメーターなどの計器類、オーディオ機器やエアコンなどの操作盤、ワイヤーハーネス、樹脂パネルなどがある。また、コックピットを埋め込む車体部分の形状、ステアリング装置、クラッチ装置などの周辺部分との接合も考慮しなければならない。これらの構成要素の間で機能的・構造的に適切な調整を行わなければ、一貫性のあるシステムを実現することは出来ない。

モジュラー型アーキテクチャの場合、構成要素間の調整は事前に設定されたインターフェース・ルールに基づいて行われる。例えば、オーディオ機器やエアコンなどのスイッチ類を共通の操作盤に集約し、重複する配線や電子基盤を共通利用する。さらに、操作盤とオーディオ機器やエアコンとのインターフェースを標準化することによって互換性を実現する。こうすることによって、例えばCDプレーヤーをMDプレーヤーなどに変更する場合に、操作盤やエアコンとの干渉を気にすることなく組換えを実現できる。オーディオ機器やエアコンの開発および生産段階では、互いに機能や構造の調整を行わなくても、事前に設定されたインターフェース・ルールに準拠することによって、予定調和的にシステムの統一性が実現される。

このとき重要なのは、製品開発の段階で、モジュールのインターフェース・ルールをいかに設

定するかである。インターフェース・ルールが事前に決定されることによって、各モジュールの開発および生産活動は半ば独立的に行うことが出来る。しかし、インターフェース・ルールが曖昧であったり拡張性に欠ける場合、トータルとしてのシステムの改善可能性が制約されてしまう。モジュール・レベルで大幅な技術革新があっても、既存のインターフェースの規格がボトルネックとなって、システム全体では技術革新の成果が十分に反映されない可能性があるからである。したがって、モジュラー型アーキテクチャにおいては、インターフェース・ルールの設定が調整能力形成の焦点となる。

他方、統合型の場合、構成要素間の調整は継続的な擦り合せが基本となる。例えば、計器類やオーディオ機器、エアコンを一体的にコックピット・パネルに組み込んで継ぎ目をなくすことによって、見栄え品質を改善することが出来る。また、コックピット部分と車体とを一体成形することによって剛性や密封性を増すことが出来る。反面、設計段階において考慮すべき変数が著しく増え、開発負荷が大きくなる。例えば、空調ダクトの位置が変更されると、計器類やワイヤーハーネスなどの周辺部分の設計を次々と修正する必要が生じる。統合型では、構成要素間のインターフェース・ルールを緩く設定する代わりに、継続的あるいは試行錯誤的な調整を許すことによって、システムのトータルとしての最適化を図るのである。

継続的な調整は、生産工程においても必要となる。統合型では、部品設計の擦り合せが継続的に進められるために、設計変更が生産工程も漸次対応しなければならない。設計変更によって、治具や金型などの用具や生産段取り、作業手順なども修正する必要がでてくる。また、混流生産が進んだ生産ラインでは、他の生産品目との調整も必要である。そうした調整を継続的かつ柔軟に実現することが統合型アーキテクチャでは調整能力形成の焦点となる。

以上のように、部品メーカーの技術能力は、工程技術能力、製品開発能力、調整能力の3つの領域で形成される。能力形成の基礎となるのは、部品メーカーの技術開発や設備投資、教育訓練、事業経験の蓄積などである。さらに、こうした部品

メーカーの主体的な取り組みに加えて、環境要因として自動車メーカーとの取引関係も重要な役割を果たしている。そこで次節では、製品アーキテクチャとの関連性に注目しながら、日本の部品取引システムについて検討しよう。

3. 製品アーキテクチャと部品取引システム

部品取引

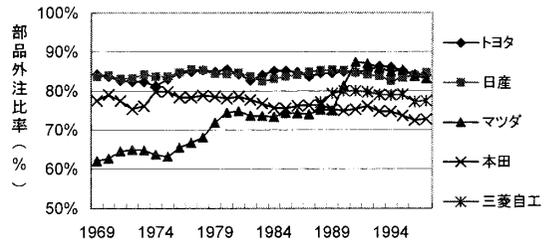
日本の自動車部品取引システムの特徴の一つは、部品の外注比率の高さである。Clark and Fujimoto (1991) の国際比較研究によると、1980年代において自動車メーカーの生産コストに対する外注部品の比率は、日本では約70%、米国では52%から55%であった。また、外注部品の開発に部品メーカーが関与する割合は、日本では平均で約70%に達するのに対し、米国では約20%にとどまっていた。

自動車のように統合的なアーキテクチャ特性を持つ製品では、部品間の相互依存関係を継続的に調整するために、大きな開発負荷がかかる。自動車メーカーにとって部品の外注化は、部品の設計および生産にかかわる作業を部品メーカーに移転し、節約した経営資源を車台やエンジンといったより基幹的な部分の開発に集中させるねらいがある。

とくに日本の場合、高度経済成長期における乗用車市場の急成長に対し、自動車メーカーは成長機会を最大限に捉えるために、生産規模と販売車種を同時に拡張させる必要に迫られた。開発すべき部品の数量および種類も飛躍的に増大していった。しかし、当時の自動車メーカーは経営資源の制約が大きく、多様な開発車種について部品を内製化する余裕を持たなかった (Nishiguchi, 1994)。そのため、図3に示されるように、増大するシステム複雑性への対策として、部品開発および製造の外注化が行われるようになったと考えられる。

ところが、自動車は構成要素間で緊密な擦り合せを必要とする製品である。部品の外注化に際し、当初、自動車メーカーは部品の仕様決定から基本設計、詳細設計までを自ら行い、部品の加工や組立のみを部品メーカーに委託していた。こうした外注方法を「貸与図方式」という。貸与図方式では、部品設計に伴う複雑な調整は自動車メーカー

図3 日本の完成車メーカーの部品外注比率の推移



(注) 部品外注率 = (材料費 / 製造原価) × 100 (%)
 計算式は鈴木他 (1990) による。
 (資料) 通商産業省『わが国企業の経営分析』各年版

が行い、調整の手間のかからない部分が部品メーカーに外注されていた。しかし、次第に部品メーカーの技術能力が高度化するにしたがって、部品の設計作業も部品メーカーに委託されるようになった。それが以下で説明する「承認図方式」である。

部品開発の企業間分業の仕組み

承認図方式とは、自動車メーカーが開発部品の基本的な仕様 (目標コスト、目標性能、外形、取り付け部詳細図などの情報) を部品メーカーに提示し、部品メーカーが部品の詳細設計や部品試作・テストなどを行う部品開発方式である。部品メーカーが提示した詳細設計図面を自動車メーカーの設計担当部署が検討し承認することから承認図方式と呼ばれる。自動車メーカーは部品の要求仕様に関する情報を 2、3 社の競合する部品メーカーに示す。部品メーカーは、その部品の開発・受注をめぐって競い合う (開発コンペ)。この開発コンペは、通常 6 ~ 12 ヶ月かかるといわれている。

承認図方式では、部品メーカーに次の点が求められる。

第一に、部品の設計・試作・テストを遂行する開発人員や機械設備などの経営資源が必要である。承認図メーカーは、単純な部品の加工から次第に生産機能を垂直方向に拡張するパターンを辿ることが多い (浅沼, 1997)。最初、部品メーカーは、単純な部品の下請加工から取引を開始し、次第により複雑な加工や組立度の進んだ部品を受注するようになる。その中からさらに有力な部品メーカーが選別され、部品の設計開発までも委託され

るようになる。ただし、承認図メーカーと呼ばれるのは、部品の設計に加えて、性能テストや品質保証まで出来る部品メーカーである。

第二に、部品開発過程で生じる変化への対応が求められる。品目によって程度が違うが、自動車部品の多くは統合的なアーキテクチャ特性を持っている。そのため、部品開発に当たっては、一部の構成要素での設計変更の影響が他の関連部品の設計にも波及していく。しかも自動車部品の場合は、部品開発および生産を企業間分業しているため、設計変更の影響が企業の境界を越えて波及する。自社の都合だけでなく、自動車メーカーや他の部品メーカーの事情で受注部品の設計を変更せざるを得ない状況が生じうる。開発段階が進むほど、部品の設計変更に伴う作業負荷やコスト、リードタイムが大きくなる。

こうした設計変更に伴う調整コストを最小限にとどめるため、自動車メーカーの製品開発システムや開発手順などに関する知識や対応力が部品メーカーに求められるようになる。自動車メーカーの製品開発プロセスにおいて、どの部分で設計変更が生じやすいのか、どのような内容の設計変更が多いのか、設計変更が生じたときどのような組織プロセスを経て調整されるのかといった知識があれば、部品メーカーの側も部品設計の影響を抑えるための対策を講じやすいからである。

部品メーカーは、こうした課題に対処するために、自動車メーカーの開発部門と緊密な連携関係を築いている。例えば、「ゲストエンジニアリング」は、そうした連携を実現する制度的な仕掛けの一つである。ゲストエンジニアリングとは部品開発の一定期間、部品メーカーの開発担当者が自動車メーカーの開発部署の一室に常駐し、自動車メーカーの担当エンジニアや他の部品メーカーのゲストエンジニアとともに共同で部品設計に取り組む仕組みである。ゲストエンジニアは、自動車メーカーの開発担当者と同じ場所を共有することにより、設計変更などに関する情報を即座に収集し対処するのである。

また、部品メーカーは、開発の後工程で生じる可能性のある問題を開発の前工程にフィードバックし、予め部品設計に盛り込んでおくことで、設計修正の発生率自体を抑える開発戦略をとることもある。いわゆる「問題解決のフロント・ロー

ディング」あるいは「デザイン・イン」の仕組みである。デザイン・インとは、開発部品の基本仕様や詳細設計を決定する段階に部品メーカーが参加し、部品の設計内容について部品メーカーが積極的に提案していく制度である。とりわけ、部品メーカーが持つ部品製造のノウハウを部品設計に反映させ、加工や組立が容易な部品設計を実現するための有効な手法である。

企業間関係の一体化

こうした承認図方式による部品開発の仕組みは、特定の自動車メーカーへの部品メーカーの関与を深め、結果的にその取引関係に特化した技術能力を発達させる傾向がある⁵⁾。

承認図部品を供給する部品メーカーは、部品の製造ばかりでなく部品の詳細設計・試作・テストに至る幅広い活動領域で自動車メーカーとの相互関係を深めていく。部品メーカーの開発活動は、デザイン・インなどを通じた提案活動を通じて自動車メーカーの製品開発プロセスと一体的に機能する。他方、部品メーカーにとって、自動車メーカーの製品戦略や開発システムは事業活動の与件として存在し、特定の自動車メーカーとの部品取引を最適化する方向に技術能力の形成が方向付けられる。

言い換えると、日本の企業間部品取引システムは、製品システムと同様に、統合的なアーキテクチャとなっている。実質的に、部品メーカーは自動車メーカーの生産システムの構成要素として一体化している。それにより、企業の境界を越えて製品開発や生産システムを最適化することが可能になる。しかし一方で、いったん確立した企業間分業システムを変更する潜在的コストも大きくなるのである。

4. 事例の検討

では次に、部品メーカーは実際にどのような技術能力を形成しているのだろうか。ここでは、事例を詳細に記述し検討してみたい。とくに次の点に注目する。第一に、システムの構成要素間（部

5) こうした企業の境界を越えた調整能力は「関係的能力」と呼ばれる（浅沼、1997；山田、1998）。

品間・工程間・企業間)の調整を実現するための実際の取り組みについて検討する。また、自動車部品は統合的なアーキテクチャを持つ品目が多いが、個別に見るとアーキテクチャの統合度(ないしモジュラ度)には相対的な濃淡がある。そこで第二に、製品アーキテクチャの相対的違いが要素間の調整のあり方にいかなる影響を与えているか検討する。

分析対象には中堅自動車メーカーを主な取引先とする専門部品メーカー2社をとりあげる⁶⁾。一社は燃料タンクを、もう一社は自動車用シートを主に生産している。なお、本節の事例は、筆者達が2001年6月から7月にかけて行ったインタビュー調査に基づいている。

燃料タンクの事例

a) 会社概要

A社(資本金2億4千万円、従業員数850名)は、燃料タンク、ボンネット、トランク、ホイールエプロン、クロスメンバーなどの車体部品を主要製品とする専門部品メーカーである。中堅自動車メーカーX社を主な取引先とし、X社向け燃料タンクでは、A社が全車種に100%納入している。同社は、燃料タンクの詳細設計、金型製作、製造、品質保証まで一貫した生産体制を築いている。とくに生産管理技術の向上に力を入れており、すでにISO9001およびQS-9000の承認を受け、TPM(Total Productive Maintenance)優秀賞の受賞実績もある。

b) 燃料タンクの製品特性

燃料タンクは周辺部分に対して相対的に統合的なアーキテクチャを持つ部品である。燃料タンクに求められる機能要件は比較的単純だが、周辺部分と物理的な干渉が多いのが特徴である。燃料タンクの形状や配置場所は、エンジンの位置や駆動システム、サスペンション、室内空間の間取り(シートの位置など)に左右される。燃料タンクの仕様は他の関連部品の設計が決定した後に、空いたスペースに埋め込む形で決定される。そのため、

6) 事例の記述を掘り下げるため、事例の件数は2社にとどまった。したがって、本節の事例分析は、製品アーキテクチャの枠組みを通じて観察される部品メーカーの技術能力を例示することを狙いとしており、必ずしも普遍的な知見をここで示すものではない。

燃料タンクの設計は、車種・オプション・仕向地によってすべて異なり、燃料タンクの生産種類は膨大である。

c) 設計段階における自動車メーカーとの調整

燃料タンクは周辺部分との干渉が多いため、設計に当たっては自動車メーカーの開発部門との調整の必要性が高い。

A社は、X社から仕様の提示を受けた後、燃料タンクの詳細設計から量産準備、量産まで一貫して行っている。燃料タンクの仕様は車体設計の終わりの段階で決定する。燃料タンクの仕様がA社に提示されるのは量産開始の約8~10ヵ月前である。A社はこの仕様に基づいてタンクの詳細設計、試作、テストを行う。この期間は約4ヵ月である。X社では量産の約4ヵ月前からパイロットと呼ばれる量産テストを行うため、部品供給メーカーはパイロットまでにオンリー部品(設計が終了し、後は加工するだけの段階の部品)の段階まで到達していなければならない。

以前は、燃料タンクの設計作業は、A社とX社が共同で行っていた。1985年頃までは、エンジニアがX社のデザイン室に出向いて、X社のエンジニアと共に開発作業に従事した。いわゆるゲストエンジニアリングである。

ゲストエンジニア制度の直接的なねらいは、車体の設計過程で生じる不確実性への対応にあったと考えられる。一般に、新開発車の開発手順は、まず基本仕様を決定した後、機能をブレークダウンしていく。機能の割振り(機能設計)が決定すると、機能を実現するための物理的な構造(構造設計)が検討される。

燃料タンクの仕様は、車体設計段階の後半に決定される。そのため燃料タンクはより上位の機能部品や車体部品に対する設計上のバッファとなっている。つまり、他の部品の設計自由度を優先させることによって、燃料タンクに設計的なしわ寄せが回ってくる。こうした設計作業上の理由から、燃料タンクの設計には細かな変更が頻繁に生じる。こうした設計変更を自動車メーカーと部品メーカーとの間で図面などをやり取りして調整しているのは、きわめて非効率である。A社の開発人員が一定の開発期間、X社の設計部門に常駐してタンクの設計変更に対応の方が複雑性処理の点でより効率的である。

さらに、ゲストエンジニア制度は、間接的には次のような効果を持つと考えられる。完成車メーカーは、大量の開発人員を有し、研究開発や技術開発に大規模な投資をしている。また、車の全体構造や機能について体系的な知識やノウハウが蓄積されている。そうした技術的知識を独自に獲得することは、部品メーカーには経営資源の制約が大きい。おそらくゲストエンジニア制度は、完成車メーカーとの共同の開発作業を通じてより高度な技術的知識を体験的に吸収する組織的な場となっていると考えられる。

A社の場合、燃料タンクの設計は委託図方式⁷⁾に近い形で行われていた。すなわち、設計作業はゲストエンジニアを通じてA社とX社が共同で行うが、設計に関する最終責任はX社側が負った。この点から、当時（1980年代）のA社の開発能力がまだ十分ではないというX社側の評価を見て取れる。X社は、燃料タンクの設計をX社のエンジニアの監督と指導のもと、A社のゲストエンジニアに委託する方式を取っていた。

その後、A社の設計能力が高まり、また設計品質への信頼性が蓄積されるにしたがって、設計作業におけるA社の自律性は次第に高まっていった。1980年代末からは、構想段階の仕様がX社側から提示され、それに基づいてA社の責任で燃料タンクを設計するようになった。品質保証もA社で行うようになった。ただし、設計作業自体はX社に出向いて行っていた。A社の技術力が認められ、設計作業を完全にA社本社で行うようになったのは、1995年頃からである。この時期から、設計図面などは情報技術を活用して、電子データの状態でX社のデザイン部門と直接やり取りするようになっていく。

A社の対応を整理すると、同社では燃料タンクの設計におけるシステム複雑性に対して、企業間の擦り合せを強化する形で対処してきた。すなわ

ち、ゲストエンジニアをX社に派遣し、両社の開発担当者が場所と時間を共有することによって、高度な調整を実現した。近年では、3D-CAD/CAMなどの情報技術を導入し、企業の境界を越えた調整を行うために、必ずしも物理的に場所を共有する必要はなくなった。しかし、燃料タンクのアーキテクチャは基本的には変化しておらず、構成要素間で高度な擦り合せを必要とする点は変わらない⁸⁾。A社では、設計技術の蓄積と情報技術の導入により、構成要素間の擦り合せ能力を高度化する方向に技術能力を進化させていると解釈できる。

d) 組織内における調整：TPM 活動

次に、A社内部での技術能力の形成について見てみよう。

同社では1980年代末から全社をあげて TPM (Total Productive Maintenance) 活動に取り組んでいる。A社では、燃料タンクは自動車の重要保安部品であるという認識から、「加工トラブル・クレームをゼロにするため設計の初期から品質を作りこむ」ことがTPM活動のターゲットとされた。

従来同社では、燃料タンクの不具合は製造プロセスの後半のステップで発見されることが多かった。製造段階での不具合の発生は、実際に原材料や部品、設備が動いているために、損失が大きくなる。同社ではこの点を重視し、設計段階で品質問題を前倒して解決することが試みられた。A社ではTPM活動を推進するプロジェクトチームを編成し、社長直属の部隊とした。改善活動の結果、前段階で不具合が摘出できるようになり、設計者の取り組みが源流志向へと変化した。また、問題解決に当たって機能的な見方が定着し、VE (Value Engineering) への関心が高まった。

さらにA社では、TPM活動の射程を生産工程の改善から競争力のある製品開発へと展開していった。90年代半ばからは自動車の生産台数が低

7) 委託図方式とは、自動車メーカーが部品メーカーに部品の詳細設計を委託する部品開発方式である。承認図方式に近い部品開発方式であるが、承認図方式では設計部品の意匠を部品メーカーが持つのに対し、委託図方式では自動車メーカーが保有する点が異なる。すなわち、承認図方式では開発部品の品質保証責任を部品メーカーが負うが、委託図方式では品質保証責任は自動車メーカー側にある。

8) ただし、1980年代に燃料タンクと燃料ポンプの一体化が進められ、燃料タンクの製品定義は拡大している。A社では、1988年頃から燃料ポンプ一体型の燃料タンクを製造するようになった。業界全体では、トヨタの動きがもっとも早く、1980年代の前半にはすでに一体型燃料タンクを採用している。しかし、燃料タンクと燃料ポンプは、別々のサプライヤーにより供給されており、燃料タンク単体のアーキテクチャには大きな変化はない。

迷し、燃料タンクの生産数量はピーク時（90年）の6割弱に低下した。生産数量が減少する状況下でいかに利益を出せる体制を築けるかが課題となった。

そのために、94年末の実績を基準として98年末までに達成すべき目標を売上高、営業利益率、新規商品受注件数について具体的な数値で設定した。その目標を実現するために、A社ではすでに構築していた製品初期管理システムをベースにして、提案型開発を折り込んだ自動車製品開発管理システムを構築に取り組んだ。また、フューエルポンプ・ユニット、異業種用タンク、フィルターパイプ、インシュレーターの開発に取り組み、新たな顧客企業の開拓を展開したのである。

このケースでもA社は、燃料タンクの統合的なアーキテクチャを所与として、組織の擦り合せ能力を高度化することで、システム複雑性に対処していると解釈できる。すなわち、同社のTPM活動は、各工程内における無駄を排除していく一方で、工程間の連携を強化している。例えば、製造段階で発見された不具合を前工程にフィードバックし、設計の工夫によって不具合を未然に防ぐ取組みを展開している。こうした取組みは、製造経験の蓄積が累積的に製品設計や工程設計に反映され、製造現場における熟練が製品や設備へと具現化されるプロセスと理解できる。

自動車用シートの事例

a) 会社概要

B社（従業員数 約1,000名）は、中堅自動車メーカーX社に自動車用シート（以下、シート）納入する専門部品メーカーである。自動車部品の製造は1950年代半ばから開始し、シート事業には60年代半ばに進出した。現在、B社の売上高は約400億円（平成11年）に達している。同社の主力製品は自動車用シートで総売上高の約70%を占めている。この他では、シート構成部品、ギアシフト、サンバイザーなどを生産しており、総売上高の20%弱を占めている。

b) シートの製品特性

シートは、燃料タンクと比較して、相対的にモジュラー的なアーキテクチャを持つ部品である⁹⁾。シートは数多くの下位部品により構成される。シート部品の生産には、金属や樹脂といった硬い

素材の加工成形に加え、シートカバーの貼り付けやウレタンの成形などの柔らかい素材の加工が含まれる。部品点数が多く、素材の性質が多様であるため、シートの組立てラインは自動化が難しく、人手に頼らざるを得ない工程が多い。

また、シートはモジュール化がもっとも早く進んだ部品である¹⁰⁾。B社の主要取引先であるX社の場合、シートのモジュール化（サブ Assy 型モジュール）は1970年代に開始している。B社は、数多くの部品を予め組付け、完成したシートとして自動車メーカーに納入する。そのため、シートの完成品は重量が重く体積もかさばるため、遠距離からの輸送が難しい。B社の本社工場は、取引先のX社の本社工場と隣接して建設されており、短期間でシートを納入できる体制を築いている。

c) 設計段階における自動車メーカーとの調整

シートの開発は、先行開発→量産開発→試作→テスト→生産準備→製造のプロセスをたどる。B社では、シート開発の初期段階（仕様の決定期）にエンジニアをX社に派遣して細かな調整に当たる。量産開始のおよそ18ヵ月前にシートの仕様が決定（デザイン・フィックス）される。仕様決定後は、シートの設計作業をB社本社に持ちかえって、詳細設計から品質保証までB社が一貫して行う体制となっている。

B社の部品開発はいわゆる承認図方式である。シートの設計図面の所有権はB社側にあり、品質保証責任も同社が負う。その際、品質保証責任の決め手となるのが当該シートのスペックである。

9) ただし、ここでのモジュラー性の評価は、自動車部品間での比較を前提としており、デスクトップ型パソコンなどと同程度にシートがモジュラー的であることを意味するわけではない。

10) ここで、会社用語としての「モジュール」と学術用語としての「モジュール」には若干のズレがある。X社におけるモジュールは、物理的にサブ assy の進んだ複合部品を指し、必ずしもインターフェースの集約化や標準化の視点は無い。しかし、シートの場合、シートと車体との接合部分は比較的集約されており、標準化の程度も相対的に進んでいる。したがってここでは、会社用語としてのモジュールとは定義的には若干距離のあるものの、実態的にはモジュラー的な特性を持っていることから、シートをモジュラー的なアーキテクチャを持つ部品と位置付けた。

B社が品質保証責任を負うのは、X社との間で合意されたスペックの範囲内である。したがって、スペックの決定段階では、B社とX社との間で非常に緊密で微妙な調整を必要とする。このとき、「安全性品質にかかわるスペックの決定や性能試験には、技術やノウハウの蓄積が必要であり、これがシート市場への参入障壁」となっている¹¹⁾。基本仕様決定後は、自動車メーカーとの調整頻度は減少し、B社内で詳細設計から試作・テストまでを行い、X社の最終的なチェックを経て、量産が開始される。

このように、モジュラー型アーキテクチャ特性を持つシートの設計作業では、比較的早期に開発シートのスペックおよび企業間の役割分担が決定する。そして企業間の調整は、スペックの決定段階においてもっとも活発化し、その後は各企業内で半ば独立に開発作業が進められるようになる。

d) 組織内における調整：生産方式の革新

次に、B社内における能力形成の状況について考察する。

B社では1980年代半ばまでベルトコンベアを使った流れ作業によってシートを組み立てていた。ベルトコンベア上を流れるシートに部品を組み付けていく方式で、当時としては一般的な組立て方法であった。しかし、工程によってはシートを裏返して部品を組み付けるような作業もあり、必ずしも作業性のよい生産ラインではなかった。

B社が生産工程の革新を実現したのは1985年頃のことである。当時、シートの品質保証への要求が非常に高まっていた。従来の生産方式では、シートの製造品質の水準は作業員の熟練に依存する部分が少なかった。例えば、シートの土台であるシートアジャスター（スライダ）の位置決めは、作業員が手動で行わなければならなかった。

B社では、「治具コンベア」方式の開発により、組み立て作業の精度を向上させた。治具コンベアでは、まず治具で土台を作り、その上に部品を下から順番に積上げるようにしてシートを組み立てていく。治具で土台を固定するようになりシートアジャスター間のピッチが安定した。さらに、

シート設計を抜本的に見直すことにより、部品を下から順番に組み付けられるようになった。これにより作業性が向上し、従業員の作業負荷も大幅に軽減された。

B社における治具コンベア方式の開発は、品質保証への対応として始められたが、結果的には組立生産性の大幅な向上を実現した。こうした工程革新が可能であったのは、同社が製品設計および設備開発を内製化していたためである。生産機能を垂直的に拡張することによって、技術の一貫性が高まり、シート技術の体系化が進んでいる。

5. 部品メーカーにおける能力形成

本節では、まず事例研究の結果を整理し、それに基づいて部品メーカーの技術能力形成の方向性について検討する。

事例の整理

第一に、工程技術能力について見ると、事例企業は両社とも生産技術の一貫性あるいは体系化を追及する姿勢が明確であった。A社の場合、燃料タンクのプレス加工から金型、プレス機械の内製化、さらに燃料タンクの設計へとより上流へと生産機能を拡張させている。また、B社でも、シート部品の加工からシートの組み立て、金型、機械設備の内製化、シート設計へと垂直方向へ生産機能を広げている。それにより、コストの削減や品質の向上を生産段階だけでなく、工程設計あるいは部品設計の段階にまで遡って体系的に取り組んでいる。

第二に、製品開発能力に関しては、事例企業は比較的限定された領域で、製品技術の一貫性を追求する傾向が見られた。例えばA社の場合、1980年代の後半から燃料タンクと燃料ポンプの一体化が進められたが、当初は燃料ポンプは大手部品メーカーY社から供給されていた。A社は徐々に燃料ポンプの内製化を進め、現在ではポンプの基幹部分はY社から供給されているが、その他の部分はY社から技術供与を受けA社が加工し、組み立てるようになっている。またB社の場合、座席クッション用のウレタンの成形からシートアジャスタヤリクライナなど、シートの構成部品を全て内製化している。B社は最近、他系列の一次部品

11) B社、技術本部副本部長へのインタビューによる。

メーカーへシート部品の供給を開始したが、提案力込みの供給力が高く評価されている。シート部品の供給において、シート全体の技術を体系的に理解した上での提案であることが、他の二次シートメーカーに対する競争優位となっている。

第三に、調整能力については、事例企業は品質の向上やコストの削減を目指して工程間および企業間の連携を強めている。まず、工程間の調整について見ると、A社の事例では、TPM 活動を通じて各工程の無駄を排除していくと同時に、工程間の連携を強化する方向に能力形成が進んでいた。基本的にA社では、統合的なアーキテクチャに伴うシステム複雑性は維持し、システム複雑性を処理する組織ルーチンを高度化する方策をとっている。例えば、生産段階（後工程）で発見した不具合（例えば、組み立て時の作業性の悪さや部品間の接合不良など）を設計段階（前工程）にフィードバックし、下流で生じる問題を上流で前倒しして解決する取り組みが継続的になされていた。こうしたボトムアップ型の取り組みは、生産現場で蓄積された経験を燃料タンクの設計に反映させ、部品の品質やコストを漸進的に改善する効果を生んでいる。

B社では、治具コンベア方式の開発により、熟練に依存した調整の必要性を低減させる方向に生産システムが進化していた。すなわち、ベルトコンベア方式から治具コンベア方式への移行は、製造段階における熟練に依存した構成要素間の擦り合せから、開発段階における設計レベルの擦り合せへの移行と理解できる。B社においては、工程間の連携を深めると同時に、シートの設計をよりモジュラー的なものに変更することにより、製造段階における構成要素間の擦り合せの必要性自体を軽減する方向へと向かっていた。

また、企業間の連携を見ると、事例企業は主要取引先X社との間で緊密で継続的な協力関係を構築していた。ただし、両社の対応は生産部品のアーキテクチャ特性を反映して若干異なったものとなっていた。相対的に統合型アーキテクチャの燃料タンクでは、周辺部品とのインターフェースの調整に手間がかかり、燃料タンクのスペック（および企業間分業の範囲）の最終的な決定が開発工程の後半までずれ込む傾向があった。すなわち、統合型アーキテクチャの場合、初期の段階ではス

ペックを緩く定義し、その後状況の変化に応じて漸進的にスペックを決定していく。そのため、設計に柔軟性を維持することができるが、継続的な調整のためのコストは大きくなる。

それに対し、相対的にモジュラー型のシートでは、開発段階の比較的早い段階において自動車メーカーとの間で活発な調整が行われ、スペック決定後は部品メーカー内で一貫して開発一試作一テストの作業が行われた。早期にスペックを決めるためには、スペック決定後に生じうる変更事項を予め予測しスペックに折り込む必要がある。したがって、モジュラー型アーキテクチャの場合、スペック決定時にもっとも活発な調整が必要となる。

能力形成の方向性

続いてこれまでの議論に基づいて、製品アーキテクチャの違いがもたらす技術能力形成の方向性について検討しよう。ただし、本稿でとりあげた事例は限られており、事実の積上げもまだ十分ではない。また、能力形成の方向性は、事例企業の今後の能力形成を予測するものでもない。したがって、ここでの議論はあくまでも展望を示すにとどめることにする。

第一に、工程技术能力について見ると、モジュラー型では、部品の共通化と組合せを通じて生産の柔軟性を追及する方向が考えられる。生産工程では、多種類の製品（部品）を効率よく柔軟に生産しなければならない。このとき、どの製品にも共通する中核的な部品（モジュール）と品目によって異なる周辺的な部品（モジュール）とにシステムを切り分ける。中核的モジュールと周辺モジュールとの間のインターフェースは標準化しておき、ニーズ（車種、用途、仕向など）に応じて組み替えられるようにする。その上で、中核的モジュールは一定の予測に基づきいわば「見込み生産」のような形で生産し、周辺部分については需要に応じて受注生産する。そして、生産工程の適切な段階で両者を組合せ、完成品を供給することによって、生産数量や品目の変動に対し柔軟な対応が可能となる。

他方、統合型では、構成要素間の擦り合せを高度化し、精度の高い生産品質を実現する方向に技術能力が進化することが考えられる。高度な擦り

合せを機能させるためには、熟練の恒常的な形成が鍵となる。B社が以前採用していたベルトコンベア生産方式では、シートの組立品質を決めるのは究極的には作業者の熟練であった。匠と呼ばれる熟練工の存在が生産システムの効率性を維持するために不可欠であった。統合型における工程技術能力の向上のためには、生産現場で形成される熟練をいかに形式化し普及させるか、さらには工程設計への熟練の反映をいかに進めるかが重要となる。

第二に、製品開発能力に関しては、モジュラー型では、やはり部品あるいはモジュールの組み合わせを通じて、製品の幅を充実させたり、また開発コストを削減する方向が考えられる。その基本ロジックは工程技術の場合と同様で、製品を中核部分と周辺部分とに区分し、ニーズに合わせて周辺部分の組合せを変化させることによって、製品の多様性を低コストで実現するものである。その際鍵となるのが、中核部品（モジュール）の開発とインターフェース・ルールの設定である。例えば、シートの開発においてどの部分を中核部品（モジュール）とするかによって、シートの性能や組み合わせの潜在的 가능성이制約される。また、インターフェース・ルールを誰がどのように決めるのかも、戦略的に重要である。インターフェース・ルールを自動車メーカーが決めるのであれば、部品メーカーの役割は部品設計の委託、生産機能の提供にとどまる。一方、インターフェース・ルールの策定を部品メーカーが担う場合には、幅広い要素技術の知識やその合成技術などが必要となる。また、いったん決定したインターフェース・ルールは長期間維持するほど効率的となるので、技術の変化を適切に展望する能力も必要となる。

他方で、統合型アーキテクチャの場合、製品システムのトータルな最適化を目指す方向に技術能力が進化すると考えられる。統合型は製品システムに非常に高度な性能や製品精度が求められる場合に、有利な設計戦略である。ある顧客ニーズ（例えば、開放的な室内空間の確保）に対して最適な設計を図る場合には、むしろインターフェースのルール化は設計に冗長性をもたらす。例えば、燃料タンクの設計を考えると、事前に燃料タンクと周辺部分のインターフェースをあえて標準化せず、自由に燃料タンクの位置や形状を考えること

によって、車体設計や室内設計に自由度を持たせることが出来る。ただし、構成要素間の調整に多大なコストがかかるため、システム最適化の効果がそれを実現するための調整コストを上回ることが条件となる。この条件が満たされない場合には、統合型の下で漸進的なコスト削減を図るよりも、モジュラー型に移行するほうが開発・生産コストを節約できる場合もあり得る。

能力形成の課題

最後に、部品メーカーにおける技術能力形成の課題を指摘しておこう。

第一に、モジュラー型であれ統合型であれ生産の効率性向上には一定の限界がある。自動車部品46品目の経験曲線を長期にわたり測定した研究（目代、2001）によると、1980年代以降、半分以上の品目で部品価格の低下が進まなくなっている。本稿では、モジュラー型と統合型のいずれが効率性の向上に制約が大きいかは判断できないが、藤本・武石・青島（2001）によると、システムの改善可能性は統合型の方が大きく、モジュラー型は改善の余地が相対的に制約されることが示唆されている。いずれの場合にしても、部品の付加価値の増大や基盤技術のレベルアップがなければ、効率性の改善努力は早晚壁に突き当たる可能性が大きい。

第二に、製品（部品）技術変化への対応力あるいは柔軟性が求められる。既存の部品技術に対し代替的な技術が現われると、部品メーカーが蓄積してきた技術能力の有効性が陳腐化してしまう。また、技術の代替がなくとも、製品アーキテクチャの軌道修正が行われる場合には、部品メーカーの既存の技術能力が陳腐化する恐れがある。本稿でこれまで議論してきたように、部品メーカーに求められる技術能力は、製品アーキテクチャの違いによって異なる部分が少なくない。異質な技術についても関与することにより、潜在的な技術変化のリスクに対して担保する必要がある。

第三に、近年の自動車産業の傾向として、統合型からモジュラー型へのアーキテクチャの軌道変更が進みつつある。統合型からモジュラー型へと軌道変更され、構成要素間の高度な擦り合せの必要性が低下すると、擦り合せ的な調整能力の重要

性も相対的に低下する。これまで日本の部品メーカーは、程度の差はあるが統合型アーキテクチャを前提として、調整能力を高度化させてきた。モジュラー型アーキテクチャにおいても、調整能力はものづくり能力の基礎として重要であるが、競争優位の源泉としての地位は低下する可能性がある。この場合求められるのは、製品のアーキテクチャを根本から見直し、構成要素間の相互関連を再設計し、新たなモジュールの切り口を発見する構想力であろう。日本の自動車部品メーカーは、これまで高い技術力を誇ってきた。しかしその多くは、統合型アーキテクチャを前提とする限りの技術力であり、モジュラー型アーキテクチャに対応した技術能力の形成はまだ十分に進んでいない。

6. むすび

本稿では、主に技術論的な観点から自動車部品産業における技術能力の形成について議論した。部品メーカーの技術能力として、工程技術能力、製品開発能力、調整能力に焦点を当て、製品アーキテクチャ特性が能力形成に与える影響を概念的考察および事例分析により検討した。部品メーカーは、多様な製品開発を進めるのではなく、より効率的な生産、品質の向上、コストの低下などに力を入れてきた。そのため、生産機能を垂直方向へ拡張させ、技術の一貫性ないし体系化を志向している。また、製品アーキテクチャの違いは主に調整能力の内容に違いをもたらす。モジュラー型では、インターフェース・ルールの決定に、統合型では構成要素間の継続的な調整に調整能力の焦点がおかれる傾向がある。

最後に本稿の残された課題について述べる。第一に、本稿の議論は少数の事例研究に基づいている。したがって事例企業に固有な要因も分析に含まれている。本稿の考察の普遍性を高めるためには、より多くの事例の検証や定量的データを用いた統計的分析が必要であろう。

第二に、部品メーカーがより効率的に技術能力を形成するためにいかなる方策が活用できるだろうか。本稿では部品メーカーの技術能力の一部として調整能力があることを示した。企業内での調整活動では、地道な経験蓄積と継続的な組織学習が重要な能力形成の方法であろう。また、事例研

究では、自動車メーカーとの共同の開発作業を通じて部品メーカーの技術能力が高度化することが示唆されていた。したがって企業間の調整活動では、相手方企業との共同作業が調整能力を獲得する上で有効な手段であると考えられる。しかし、具体的にどのようなプロセスで調整能力が獲得されるのかは、本稿では明らかに出来なかった。

第三に、自動車アーキテクチャのモジュラー化の影響についてより詳細に検討する必要がある。今後、自動車設計のモジュラー化がどこまで進むかは見極めが必要であるが、部品メーカーとしては技術変化のリスクに対して一定の予備的対応が必要である。部品設計のモジュラー化によって、部品の複合度や機能的の一貫性が高まるとともに、従来自動車メーカーが担ってきた部品間の水平的な調整が部品メーカーに委託される可能性もでてきた。日本の部品メーカーは、企業間の垂直的な分業においては、承認図方式などの取引システムを通じて高度な調整を実現してきたが、企業間の水平的な分業への対応はまだ十分ではない。水平的な分業においても、相手先企業との共同作業が調整能力を獲得するための重要な源泉の一つであろう。しかしこの点についても、詳細は明らかに出来なかった。モジュラー型アーキテクチャに適応的な技術能力の具体的な獲得プロセスの究明は今後の課題としたい。

謝 辞

守秘義務のため名前は申し上げられないが、事例分析にあたっては、A社およびB社の技術者ならびに管理者の方々にインタビュー調査にご協力頂き、貴重な情報を提供して頂いた。また、2名の匿名レフェリーからは本稿に対し有益なコメントを頂いた。ここに記して感謝の意を表したい。

参考文献

- [1] Christensen, C. M. *The Innovator's Dilemma*, Harvard Business School Press, 1997. (伊豆原弓訳『イノベーションのジレンマ』翔泳社、2000年)
- [2] Clark, K. B. and T. Fujimoto, *Product Development Performance*, Harvard Business School Press, 1991. (田村明比古訳『製品開発力』ダイ

- ヤモンド社、1993年)
- [3] Leonard-Barton, D. “Core capabilities and core rigidities: A paradox in managing new product development,” *Strategic Management Journal*, 13, 111–125, 1992.
 - [4] Nishiguchi, T. *Strategic Industrial Sourcing: The Japanese Advantage*, New York: Oxford University Press, 1994.
 - [5] Sanchez, R. and J. T. Mahoney, “Modularity, flexibility, and knowledge management in product and organization design,” *Strategic Management Journal*, 17 (winter special issue), 63–76, 1996.
 - [6] Ulrich, K. “The role of product architecture in the manufacturing firm,” *Research Policy*, 24, 419–440, 1995.
 - [7] Von Hippel, E. “Task partitioning: An innovation process variable,” *Research Policy*, 19, 407–418, 1990.
 - [8] Von Hippel, E. and M. J. Tyre, “How learning by doing is done: Problem identification in novel process equipment,” *Research Policy*, 19, 407–418, 1995.
 - [9] Womack, J., D. Jones, and D. Roos, *The Machine that Changed the World*, Rawson Associates, 1990.
 - [10] アイアールシー『自動車産業における部品モジュール化の現況と今後の展開』アイアールシー、1999年
 - [11] 浅沼萬理『日本の企業組織 革新的適応のメカニズム』東洋経済新報社、1997年
 - [12] 金原達夫『成長企業の技術開発分析』文眞堂、1996年
 - [13] 小池和男『日本企業の人材形成』中央公論社、1997年
 - [14] 鈴木信嘉、長谷川博和、棟田裕幸、久納幹史『経営戦略を読む：自動車業界編』日本経営協会総合研究所、1990年
 - [15] 清响一郎「曖昧な発注、無限の要求による品質・技術水準の向上：自動車産業における日本的取引関係の構造原理分析序論」中央大学経済研究所『自動車産業の国際化と生産システム』中央大学出版部、1990年
 - [16] 藤本隆宏「能力蓄積のプロセスと過剰適応」企業行動研究グループ編『日本企業の適応力』日本経済新聞社、1995年
 - [17] 藤本隆宏『生産システムの進化論』有斐閣、1997年
 - [18] 藤本隆宏・西口敏宏・伊藤秀史『サプライヤー・システム』有斐閣、1998年
 - [19] 藤本隆宏・武石彰・青島矢一編『ビジネス・アーキテクチャ：製品・組織・プロセスの戦略的設計』有斐閣、2001年
 - [20] 目代武史『日本の自動車部品産業における経験曲線効果の研究』広島大学大学院国際協力研究科[博士論文]、2001年
 - [21] 山田耕嗣「関係の能力の形成と機能」『専修経営学論集』第67号、117–142、1998年
 - [22] 和田一夫「自動車産業における階層的企業間関係の形成：トヨタ自動車の事例」『経営史』第26巻第2号、1–27、1991年

*本論説は、投稿に当たって、11月17日に開催された「センター紀要投稿論文報告会」における報告と討議という要件を満たしたものである。

Product Architecture and Technological Capability Building in the Automobile Parts Industry

MOKUDAI Takefumi[†], Ph. D. Candidate
Graduate School for International Development and Cooperation,
Hiroshima University

KINBARA Tatsuo, Professor
Graduate School for International Development and Cooperation,
Hiroshima University

Abstract

This article discusses characteristics of technological capabilities and the role of product architecture in capability building in the automobile parts industry in Japan. The product architecture is the scheme by which functional elements of a product are allocated to physical components. There are two modes of product architecture: a modular and an integral architecture. Major portion of automobile parts are based on the integral architecture, which requires complex and continual adjustments among interacting physical components as well as coordination of interactive activities between a focal assemblers and suppliers. This task nature encourages suppliers to build technological capabilities in a manner that advances adjustment and coordination functions. In the article two cases of suppliers are illustrated in detail—one produces fuel tanks and the other manufactures seats—in order to argue how they achieve coordination of interacting activities, and how the architecture influences processes that suppliers build technological capabilities.

Key words: technological capability, product architecture, automobile parts

[†] Corresponding author. Email: mokudai@hiroshima-u.ac.jp