

自動車地場部品メーカーにおける価値連鎖の再構築

——製品アーキテクチャの変化への適応——

広島大学経済学部附属地域経済システム研究センター助手
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

本稿は、自動車部品における設計構造（製品アーキテクチャ）の変化に伴う事業活動や部品取引パターンの変化を価値連鎖の観点から分析し、価値連鎖の設計における課題を検討することを目的としている。本稿では、センターパネルの事例をとりあげ、同部品のモジュール化に伴う部品メーカーの事業活動の範囲や役割の変化を考察した。モジュール化により、センターパネルの開発・製造を統括する役割が完成車メーカーからモジュールメーカー（Tier 1）へと移管され、Tier 2 以降の部品メーカーの事業活動にも影響を与えた。モジュール化は、最終生産ラインにおける組立工数の大幅な削減と見栄え品質や操作性などの商品性を向上させたが、価値連鎖の一部において不良の予期せぬ発生などを生じさせた。こうした部品の設計構造の変化に対応するためには、(1)価値連鎖の再構築を促す戦略的働きかけ、(2)大きな付加価値を取り込むための価値連鎖上のポジショニング、(3)外部経営資源の有効活用、(4)価値連鎖における各活動間の相互依存性への配慮、(5)価値連鎖の変化を通じての組織学習の促進、に取り組むことが必要である。

キーワード：価値連鎖、製品アーキテクチャ、モジュール化

1 はじめに

本稿の目的は、自動車産業における部品開発や部品取引パターンの変化を価値連鎖の観点から記述し、価値連鎖の再構築における部品メーカーの技術的、組織的課題を考察することである。

技術の変化は、当該技術に関連する仕事の変化を通じて、組織の変化を促す。近年自動車業界で導入が進められている部品のモジュール化は、複数の要素部品の複合化や統合化をもたらす。例えば、要素部品Aと要素部品BがモジュールMとして統合化され、要素技術AおよびBによって実現されていた機能が一つのモジュールによって実現

されるようになると、要素技術AおよびBに要していた開発作業が一方に吸収されるか、もしくは新たな開発作業が編成される可能性がある。そうすると、従来の開発組織の分業構造やサプライチェーンに見直しが必要となる。

本稿の課題は、こうした技術変化に伴う組織の分業関係およびサプライチェーンの変化を記述することである。その方法として、本稿では価値連鎖分析を行う。価値連鎖分析とは、当該部品の開発・生産・取引の過程を付加価値を生む活動の単位に分解し、各活動要素の内容および活動間の相互関連を分析するものである。

モジュール部品の開発には、例えば、当該モジュールの製品企画、基本仕様決定、基本レイアウト設計、詳細構造設計、試作、検証、工程設計などの一連の設計活動、それらの諸活動間の情報交換、企業内部部門・企業間の設計情報の交換・

* 連絡先 〒730-003 広島市中区東千田町1-1-89
TEL (082)542-6992 FAX (082)249-4991
Email: mokudai@hiroshima-u.ac.jp

共有、作業進捗度の同期化といった調整活動などさまざまな価値活動が伴う。

こうした部品モジュール化などに見られる技術変化は、付加価値創出における活動要素の相対的重要性を変化させる。例えば、要素部品AとBが統合されることにより、付加価値の源泉が要素部品を生み出す活動aおよびbから要素技術を統合する活動cへとシフトすることが考えられる。

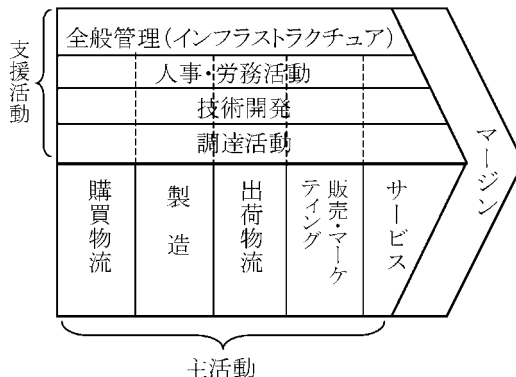
また、技術変化は、活動要素間の相互関連を変化させ、新たな分業組織やサプライチェーンの再構築を迫る。例えば、要素部品AおよびBがそれぞれ部品メーカーX、Yによって開発・生産され、完成車メーカーWに直接納入されていたものが、部品モジュール化によって、モジュール・メーカーZが完成車メーカーWと直接取引し、部品メーカーXおよびYはモジュール・メーカーZを通じた間接的な取引関係へと移行するような状況である。こうした変化に対し、即座に組織間の分業体制が調整されることはまれであり、サプライチェーンの再編には一定の時間とコストが必要である。

本稿では、事例研究を通じて、技術変化に伴う活動要素の相対的な重要性の変化や活動間の連鎖の中で生じるボトルネックを記述し、価値連鎖の再構築の課題を考察したい。

以下では、次の構成にしたがって議論を進める。2節では、事例分析を行うための価値連鎖分析の枠組みについて検討する。続く3節において、部品モジュール化の事例としてセンターパネル・モジュールをとりあげ、部品設計技術の変化が活動要素および企業間の活動の連鎖に与える影響を考察する。そして4節では、事例分析の結果を踏まえ価値連鎖の設計における課題を指摘する。最後に5節では、本稿の残された課題を整理し、むすびとする。

2 価値連鎖分析の枠組み

価値連鎖は、企業が製品やサービスなどの顧客価値を生み出すために必要とする業務活動の体系である (Porter, 1985)。図1は価値連鎖の基本形を示している。価値連鎖分析とは、分析対象企業の開発・生産・取引の過程を付加価値を生む活動の単位に分解し、各活動要素の内容および活動間



(出所) ポーター (1985)、49 頁。

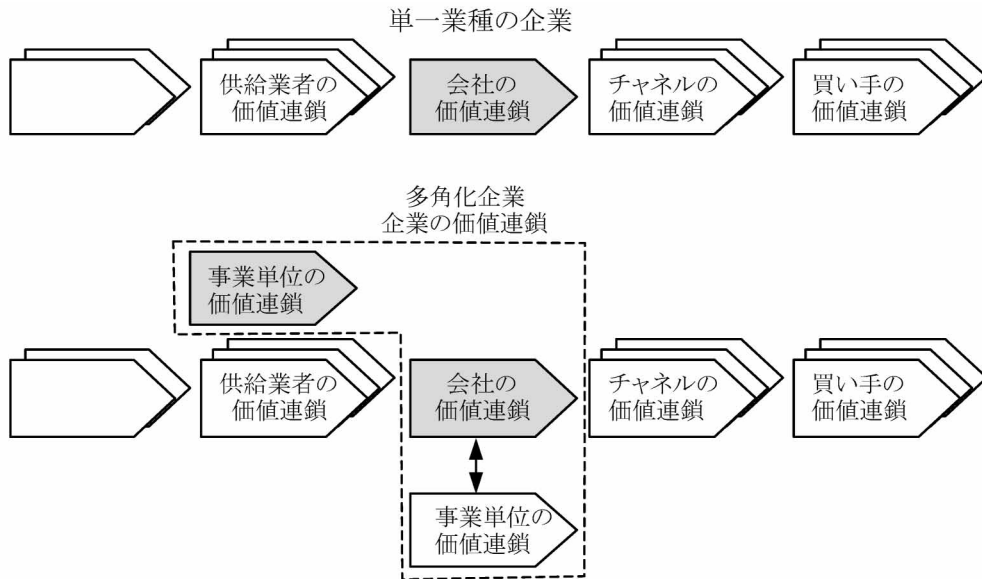
図1 価値連鎖の概念図

の相互関連を分析するものである。例えば、自動車部品の製品化までには、部品企画、機能設計、構造設計、工程設計、金型・治具の製作、原材料の調達、部品の製造、品質検査、納入物流などの活動が必要である。

また、これらの活動は、部品メーカー内で完結するものではなく、当該部品を発注する完成車メーカー、当該部品の要素部品を供給する他の部品メーカーとの緊密な調整活動を必要とする。すなわち、個々の企業の価値連鎖は、互いに関連し合って、全体としてより大きな価値システムを形成する (図2)。そして、部品メーカーの競争優位は、これらの活動要素の連鎖を効率化、高度化することによって生まれるのである。

さて、本研究において、価値連鎖の概念に注目するのは、第一に、部品モジュール化などの技術変化が部品開発における最適な価値連鎖を変化させると考えられるためである。部品設計のモジュール化は、要素部品の統廃合や部品の設計構造を変化させる。仕事 (技術) の切り分けが変化すれば、適切な作業組織の切り分け方も変わってくるからである (von Hippel, 1990)。モジュール化は、部品設計および製造における完成車メーカーと部品メーカーとの間の分業関係を変化させ、新たな協働体制の構築を迫る。こうした新たな分業関係ないし協働体制を描き出す分析概念として価値連鎖を用いたい。

第二に、モジュール化などの技術レベルの問題や部品取引パターンといった制度レベルの問題を価値連鎖という活動ベースの概念で捉えることに



(出所) ポーター (1985)、46 頁。

図2 価値システム：複数の価値連鎖の連結

より、組織学習や知識創造の問題へと議論を進展させるねらいがある。

技術や制度は、企業の能力形成や競争力発揮において中間的なコンテキストを構成する要因である(野中他、1978)。すなわち、技術や制度は、企業に一方的に作用するものではない。例えば、部品メーカーにとって部品設計のモジュール化は、完成車メーカーによって外発的にもたらされるものである一方、どのようなモジュール設計にするかは部品メーカー側にも裁量の余地がある。部品メーカーの裁量がどれだけあるかは、それまでに蓄積してきた経営資源や技術能力に依存する。

また、技術や制度は、その使用の過程を通じて、企業に影響を与える。すなわち、企業が新しい技術を実際に導入し、活用する過程で、実践からの学習 (learning by doing) の効果が生じ、新たな知識の創出や技術の獲得が生じるのである。逆に言えば、選ばれない技術や使われない制度は、それが存在したとしても、企業には実質的な影響は薄い。そのため単に制度を記述するだけでなく、価値連鎖を見ることにより活動レベルに踏み込んだ分析が必要なのである。

また、技術開発や組織学習の理論では、しばし

ば事業活動の本質を情報や知識として捉える立場がとられる (Clark and Fujimoto, 1991; 藤本、1997)。本研究も企業の技術力や組織学習の実体が情報や知識にあることに同意するが、研究のアプローチとして、情報や知識よりも抽象度がやや低い「活動」のレベルで分析を進めたい。その理由は、学習や技術革新の成果が究極的には情報や知識として結実するとしても、それが生まれる過程では、組織や人による種々の業務活動が介在するからである。新たな知識や技術は、異質な情報の結合によって生まれると考えられるが、それは実態的には新たな業務活動の創出や組み合わせとして現われるはずである。そうした知識創造や技術革新のコンテキストを考察する上で、業務活動すなわち価値連鎖のあり方に注目することが有用であると考えられる。

3 センターパネルのモジュール化と価値連鎖の変化

本節では、センターパネルの事例分析から、モジュール化が価値連鎖に与える影響を例示する。オーディオ、空調、ハザードスイッチなどから構成されるセンターパネルは、近年、自動車各社に

よりモジュール化の導入が進められている典型的な部品である。

ただし、「モジュール」という言葉は、各社によって定義に違いがある。また、いわゆる「製品アーキテクチャ論」の枠組みの中で位置付けられるモジュールとも必ずしも一致しない。

したがって、本節ではまず、モジュール化について概念的に整理し、その上でマツダ株式会社（以下マツダ）におけるセンターパネルのモジュール化とそれによる価値連鎖の変化について考察する。

(1) モジュール化

自動車をはじめとする複雑なシステム製品は、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る (Ulrich, 1995)。通常、われわれは複雑なシステムを設計する際、全体システムをより単純な下位システムへと分割していく。それにより、システムの複雑性を軽減し、また設計・生産作業における分業を容易にするためである。

このシステムの切り分け方のパターンを製品アーキテクチャと呼ぶ。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」と定義される¹⁾。

製品アーキテクチャ論におけるモジュールとは、機能的に完結し、他のモジュールないし部品とのインターフェースが集約化・標準化された部品の塊を指す。例えば、パーソナルコンピュータにおけるハードディスクやメモリ、CPU、キーボード、モニタは、それぞれ完結した機能を持ったモジュールであり、標準化されたインターフェースで結合される。したがって、モジュール化とは、製品システムをモジュールの組み合わせにより実現できるように製品設計を見直すことである。言い換えると、製品システムをより機能的に完結した部品の塊に切り分け、それらの間の相互依存関係を出来るだけ削減するように製品設計を

見直すプロセスがモジュール化である。

モジュール化の狙いの一つは、システムの複雑性を抑制することにより、設計作業の負荷を削減したり、生産作業の生産性を向上させることにある。予め設定したインターフェースの設計ルールを守ってさえいれば、各モジュールの設計作業は比較的自律的に行うことが出来る。そのため開発組織間の調整の手間が少なくなり、開発を効率化することが出来る。また、生産面では、モジュールを組み立てるサブラインの導入による最終ラインの短縮などの効果がある。

さらに、製品機能面では、モジュールの組み合わせの変更から、より多くの最終製品のバリエーションを生むことが出来る。拡張性の高いインターフェースを設計しておけば、モジュールを追加することにより事後的に製品機能を追加することも可能となる。

モジュール化は、こうした効果の総合的な結果として、コストの削減、生産性の向上、商品性の改善といった成果を得るために、近年多くの産業で導入が検討されているのである。

さて、モジュールという言葉は企業においてもそれぞれの用法で用いられている²⁾。ここではすべての自動車メーカーの定義を検討することはしないが、本節の事例分析で登場するマツダのモジュールの定義³⁾をとりあげ、上で定義した分析概念としてのモジュールと会社用語としてのモジュールの共通点と相違点について若干検討したい。

マツダでは、モジュールを「レイアウト上、近くにある部品群を一つの単位にとらえ、部品間の機能統合や部品廃止などの VE (Value Engineering - 引用者注) によって大幅なコスト削減効果を期待するもの」と定義している⁴⁾。この定義は製造の視点を強く反映しているが、部品を塊と見て、内部における機能的な統合化を図ろうとする

2) 例えば、マツダではモジュール化としている取り組みが、トヨタではシステム化と呼ばれている。(マツダ R & D 技術管理本部長 岩城富士大氏による)

3) マツダでは、モジュールを(1)サブ Assy 型モジュールと(2)機能統合型モジュールとに分類している。本研究と関連性が深いのは後者の方であるので、以下では機能統合型モジュールを前提として議論を進める。

4) マツダ会社資料による。

1) 藤本、武石、青島編 (2001)、4 頁。

点は、製品アーキテクチャ論におけるモジュールと共通している。他方、同社の定義では、モジュール間のインターフェースの集約化や標準化の視点は必ずしも明らかでない。

さらに、モジュール化が製品設計の階層上どのレベルで生じているか注意する必要がある。例えば、センターパネルのモジュール化というとき、内装全体（上位の設計階層）の視点からセンターパネルが一つの塊として完結した機能および構造を持つ（モジュール化する）ようになる場合と、センターパネル内（下位の設計階層）が完結的な下位機能および下位構造を持つ部品の塊に切り分けられる（これもモジュール化）場合があり、しばしば両者は明確に区別されずに用いられることがある。

同社におけるモジュール化は、実態として、より上位の設計階層から見たモジュール化であり、下位の設計階層から見ると統合化であることが多い。モジュール化の定義自体に矛盾があるわけではないが、言葉の使われ方により、モジュール化の意味するものが正反対になる可能性がある点に注意されたい。

(2) センターパネルモジュール

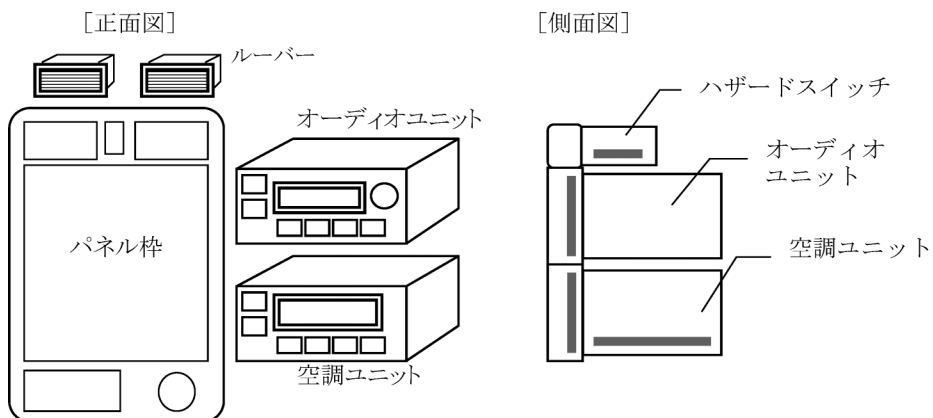
それでは、センターパネルの事例を通じて、部品のモジュール化が組織や価値連鎖に与える影響

を考察しよう。まずここでは、センターパネルのモジュール化について記述し、次の項で価値連鎖へのインパクトについて検討する。

センターパネルは、コックピットの一部であり、オーディオ装置、空調、ハザードスイッチなどから構成される複合部品である。マツダのセンターパネルは、従来、オーディオや空調、ハザードスイッチなどがそれぞれの機能ごとに独立したユニットで構成していた（図3）。各ユニットの操作もそれぞれのパネルから行い、電子基板も各ユニットにそれぞれ内蔵されていた。

マツダは、2002年春に発売された新型セダンからセンターパネルモジュールを採用した（図4）。センターパネルモジュールでは、オーディオ機器、空調などの操作パネルが一体化された。1枚の継ぎ目のない操作パネルの上に、オーディオ、空調、ハザードスイッチなどのボタンが一括して配置されている。また、分散していた電子基板が統合化され、オーディオや空調の制御機能が共通の電子基盤に集約されている。ベースモジュールとなるオーディオモジュールに、追加モジュールを組み付けることにより、オーディオ機能の選択が出来るようになっている。

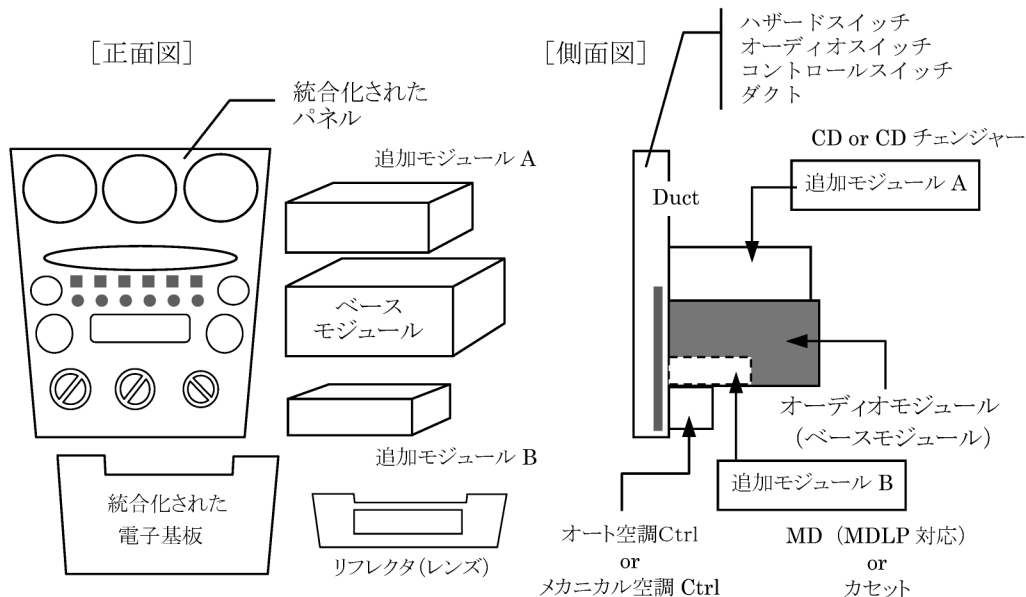
このモジュール化により、電子基板が共通化され、直接パネルに組み付ける構造になった。その結果、センターパネルの組立工数は従来に比べ約



(注) 従来型センターパネルは、オーディオや空調などがそれぞれの機能ごとの独立したユニットで構成される。各ユニットに電子基板が内蔵され、スイッチなどの操作機能も各ユニットで分離している。パネル枠にユニットをはめ込むため、間には継ぎ目がある。

(資料)『日経メカニカル』2001年11月号および GPD の会社資料より筆者作成。

図3 従来型センターパネルの模式図



(注) 新型センターパネルでは、オーディオ、空調その他の操作機能が一つのパネルに統合されている。さらに、オーディオ機能の選択ができるように、追加ユニットをはめ込む構造となっている。また、パネルが継ぎ目なく一体成形され、見栄え品質が向上している。ボタン類の大きさや配置の自由度が高まり、操作性が向上している。

(資料) 図3に同じ。

図4 新型センターパネルの模式図

60%削減され、コストは約30%低下した⁵⁾。また、従来のセンターパネルでは、オーディオ機器の操作盤と空調の操作盤が分かれており、その間には継ぎ目があったが、パネルを一体化することで見栄えも良くなり、さらにボタンや表示が改善し操作性も向上すると考えられる。

このようにマツダでは新型車に搭載するセンターパネルの設計構造を大幅に変更した。ただし、これは設計構造（製品アーキテクチャ）の変更ではあるが、厳密には、モジュールでないものをモジュールにしたと言う意味でのモジュール化とは言い切れない。すなわち、従来のセンターパネルもその内部構造は、まさしくモジュール型アーキテクチャである。機能的に完結したオーディオユニットや空調ユニットが標準化されたインターフェースで結ばれている。また、ユーザーは他社製のオーディオ機器を購入し、取り替える

こともできる点で、従来のセンターパネルは、オープン型のモジュール設計でもあった。

それに対し新型のセンターパネルの内部構造は、統合化する部分（操作盤および電子基板）とモジュール化する部分とに新たに切り分けた点に特徴がある⁶⁾。モジュール化された部分は、従来型と同様に完結した機能を持つオーディオ機器などをニーズに応じて組み替える構造となっており、他方、統合化される部分は、各モジュールで共通した機能を抽出し、共用化することにより、

6) 新型センターパネルでは、ベースとなるオーディオモジュールは、パネルに組み付けられる電子基板と一体化しているため、松下製のユニットに限られる。しかし、CDチェンジャーなどの追加モジュールは、仕様が共通化されているので、他社製（FMS、パイオニア、クラリオンなど）のユニットと交換することができる。交換は、事前（ライン装着時）にも事後（ディーラーなどで）にも可能となっている。したがって、新型センターパネルは準オープン型モジュールといえる。

5) マツダ会社資料および『日経メカニカル』2001年11月号による。

表1 マツダにおける部品モジュール化によるコスト削減および軽量化の効果

種類	コスト削減	軽量化
ドアモジュール	30%	3%
フロントエンドモジュール	19%	13%
センターパネルモジュール	23%	N/A
燃料タンクモジュール	2%	17%
インパネモジュール	24%	N/A

(注) 2002年に量産開始のモデルで導入されたモジュール部品と旧型車の該当部品との比較。
(資料) マツダ会社資料

全体での部品点数や組立工数を削減することに成功したのである⁷⁾。

参考までに、その他の部品におけるモジュール化の効果を表1に示す。表の数字は、2002年に発売された新型車に採用されたモジュール部品のコスト削減及び軽量化の状況である。燃料タンクを除くすべてのモジュールで20%から30%のコスト削減を実現している。また、フロントエンドモジュール、燃料タンクモジュールでそれぞれ13%、17%の軽量化に成功している。

このようにセンターパネルにおけるモジュール化は、確かに製品アーキテクチャ論におけるモジュール化の要素を持っているが、厳密には設計構造（アーキテクチャ）の相対的な変化として位置付ける方が適切であろう。したがって以下では、モジュールという言葉は製品アーキテクチャ論の文脈に沿ってのみ用い、会社用語としてのモジュールは極力使わないこととする⁸⁾。

(3) モジュール化と価値連鎖の変化

では次に、こうした設計構造の変化に伴って、

7) こうした電子基板の統合化の背後には、マイコン等の要素部品の飛躍的な性能向上により、一つの基板で複数の機能を実現できるようになったことがある。また、フロントエンドモジュールなどでは、ガラス繊維強化樹脂などの精密射出成形技術の革新が重要な役割を果たしている。このように要素技術や生産技術の革新がモジュール化を実現する推進力の一つとなっている。(マツダ R&D 技術管理本部長 岩城氏による)

8) 例えば、センターパネルモジュールは、単にセンターパネルと呼ぶこととする。

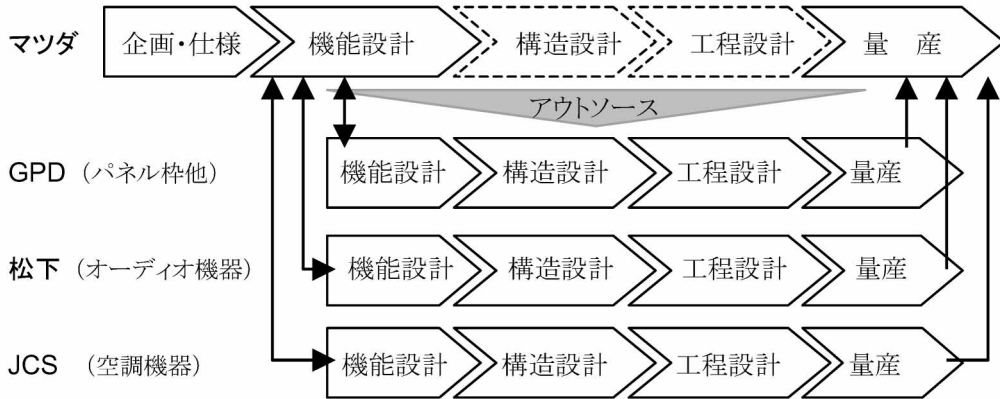
センターパネルの設計・生産における価値連鎖にどのような影響が生じたのかを考察しよう。ここでは、マツダにセンターパネル関係の樹脂部品を供給するジー・ピー・ダイキョー株式会社（以下 GPD）のケースを中心に考察する。

従来型センターパネルの価値連鎖を図示すると、図5ようになる。すなわち、マツダがセンターパネルの企画・基礎設計を行い、各部品の設計および製造を部品メーカーに外注する⁹⁾。例えば、中型セダンのカペラでは、樹脂パネル、ボタン類、アシュトレイなどは GPD、オーディオ機器は松下通信工業（以下松下）、空調設備は日本クライメイトシステムズ（同 JCS）が担当した。各部品メーカーは、マツダが提示した基本仕様に基づいて、担当部品ないしユニットの詳細設計、試作、量産を行い、マツダの生産工場に納入する。そしてマツダ側がサブラインでセンターパネルの構成部品・ユニットをサブ Assy し、車本体に取り付けた。

GPD の仕事は、パネルの詳細設計と成形加工である。このうち、GPD が提供する付加価値は、当該部品をマツダが内製する場合と比較して、GPD がより低コストあるいは高品質で設計・製造できる部分である。しかし、従来型センターパネルでは、パネルはオーディオなどの各ユニットの周囲を覆う単純な構造のものであった。そのため、センターパネルの価値連鎖における GPD の付加価値部分は比較的小さなものであった。

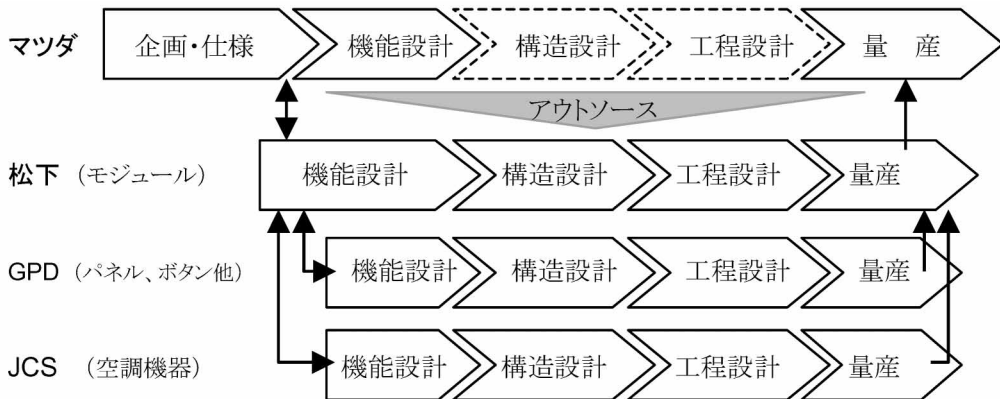
次に、新型のセンターパネルでは、設計構造が新たに統合部分（パネル、電子基板）とモジュール部分（オーディオ本体、空調本体など）とに切り分けられるとともに、価値連鎖も大幅に変化した（図6）。マツダがセンターパネル全体の商品企画をする点は変わらないが、その次の基礎設計の段階から松下がマツダと共同で設計仕様を開発するようになった。松下は、Tier 1 メーカーとして、センターパネル設計の全体を取り仕切り、構成部品の外注先の選定や設計の調整、サブ Assy、

9) ただし、オーディオや空調では、コア技術が部品メーカー側にあり、マツダ側からはブラックボックス化している領域が少なくない。マツダの役割は、オーディオや空調の内部構造に踏み込んだ設計作業は行わず、内装全体のバランスの観点から各ユニットの設計を調整するにとどまると推察される。



(注) マツダがセンターパネルの企画・基本仕様を決定。機能設計では、マツダの統括の下、GPD（パネル、ボタン類）、松下（オーディオ機器）、JCS（空調機器）などがそれぞれ機能の詳細設計、構造設計、工程設計、量産を行う。各部品メーカーは、マツダと直接設計の調整や部品の納入を行う。納入された部品は、マツダの生産ラインで組み立てられ、センターパネルの完成品となる。

図5 従来型センターパネルの価値連鎖



(注) 新型センターパネルでは、商品企画・基本仕様の段階からある程度松下が関与し、機能設計以降は Tier 1 として製品設計、試作・検証、サブ Assy、品質管理を一括して取りまとめる。GPD や JCS は Tier 2 として、松下を介して、間接的にマツダと取引を行う。Tier 2 メーカーは、部品を松下に納入し、松下がサブ Assy し、完成したセンターパネルをマツダの生産ラインに納入する。

図6 新型センターパネルの価値連鎖

品質保証まで行う。もちろん依然としてマツダが開発にかかわるのだが、従来と比べると大幅に Tier 1 メーカーの裁量と責任が大きくなっている。

その結果、GPD は、松下の下でパネルの設計・製造を行う Tier 2 メーカーとなった。同社は、パネル、ボタン類、リフレクター（レンズ）、ルーバー（エアコン吹き出し口）などを詳細設計し、成形加工、サブ Assy して、松下に納入する。そ

して松下で各種ユニット（オーディオ、空調など）が組み付けられ、センターパネルの完成品がマツダの生産工場に納入される。

センターパネルの価値連鎖における GPD の付加価値は2つの点で増大した。第一に、納入部品の商品面での付加価値が大きくなった。従来型では外枠のみであったパネルが、新型ではほとんど全面へと拡大した。すなわち、見栄え品質や操作

性などを左右する部分で GPD の設計活動と生産活動が果す役割が大きくなった。また、パネルの裏側からボタンや表示を光らせるリフレクター（レンズ）と呼ばれる部品も新たに GPD で生産するようになり、仕事の幅が広がった。他方で、ユーザーに直接触れる部分での設計・生産において従来よりも格段に高い精度が求められるようになり、ボトルネックが生じるようになった。この点については後で改めて議論する。

第二に、納入部品の加工・組立度が進んだ。新型センターパネルでは、GPD がパネル、リフレクター、ボタン類、アシュトレイの成形、組み立てを行っており、従来よりも多くの生産活動を担うようになった。マツダの生産ラインにおける組立工数は、大幅に減少した。その多くの部分は、設計面における統合化の効果によるものであるが、GPD におけるサブ Assy が寄与している部分も少なくない。しかしそれに伴って、品質管理コストの大幅な増大や生産ラインの改変などが必要となった。この点も後で議論する。

センターパネルの価値連鎖全体を見ると、松下が果す役割が非常に大きくなり、それに伴って付加価値に占める同社の比率が大きくなった。既に述べたように、新型センターパネルではマツダの生産ラインにおける組立工数は60%減少した。この多くの部分は、操作盤や電子基板、パネルの一体化による効果であり、松下が設計活動を通じて果した役割は極めて大きい¹⁰⁾。同社は、設計の統括だけでなく、構成部品の外注管理、サブ Assy、品質保証まで行い、非常に広範な領域で価値連鎖を取り込んだといえる。

(4) GPD におけるボトルネックの発生

以上のように、新型センターパネルの価値連鎖においては、松下が主導的役割を果たしているものの、GPD も以前より大きな役割を果たすようになった。しかし同時に、価値連鎖の拡大に伴い、様々な問題に直面するようになった。

第一に、設計段階において、従来 GPD にな

10) ただし、センターパネルの何をどう統合し、どう切り分けるかに関する基本的な研究開発と意思決定はあくまでマツダが行っている。松下の貢献は、マツダの設計方針を前提としたものである点に注意が必要である。

かった部品設計技術が必要となった。例えば、ボタン類の設計は非常に困難を伴った。オーディオ用のボタン類は、ユーザーが通常の家電製品と同等の感触を求める部品である。すなわち、ボタンを回した時のクリック感やフィット感の設計は、自動車部品を造ってきた GPD には未知の課題であった。

また、新型センターパネルでは、GPD が新たにリフレクターの設計と加工を行った。リフレクターは、パネル表面の表示やボタンを光らせるためにパネルの背面に組み付けられる部品である。リフレクターは、アクリル性の透明の部品で、レーザーなどの光源から光を効果的にボタン等に伝えるレンズの役目をし、複雑な屈折面をしている。GPD にはこれほど複雑なリフレクターを設計するノウハウはなく、その基本設計は松下が行った。そのためセンターパネルの価値連鎖における GPD の設計領域は広がったが、それによって得られる付加価値を十分に取込んだとはいえない。

第二に、品質管理の問題が発生した。GPD はマツダの一次協力メーカーとして高い製造能力を有していたが、Tier 2 として松下（Tier 1）に部品納入するようになり不良率が急激に高まった。これは、マツダと松下とでは、加工精度に関する基準が大幅に異なっていたためであり、業種の違いを反映したものであった。すなわち、家庭用オーディオ機器などの家電業界では、ユーザーの目にとまりやすいパネルの塗装やボタンのクリック感などが重要な品質要件であり、1/100 mm 単位の精度が要求される。それに対し、自動車業界では、エンジン加工などではそれ以上の精度が要求されるとしても、内装などでは寸法精度への要求もそれほど高くなく、1/10 mm 程度の精度で許容されていた。そのため、GPD の納入部品は、マツダ基準では十分水準を越えていたが、松下の要求する水準をなかなか満たすことが出来なかった。

実は、これほどの不良が出ることは GPD にとって予想外の事態であった。通常、設計部品の試作・検証が終了し、開発が完了すると、それ以降は部品設計が変更されることはほとんどない。検証段階では、部品自体の性能や品質だけでなく、製造性（Design for Manufacturing）についても検討され、生産段階における加工組立作業のやりやすさや不良の抑制についても考慮されてい

る。しかし、新型センターパネルのケースでは、松下の厳しい品質要求や GPD が初めて手掛ける部品（例えば、リフレクター）があり、量産段階になって大量の不良が発生する事態となった。

同社ではこの問題に対処するため、生産ラインにおける検査体制を大幅に強化した。現在では行っていないが、最も不良率が高かった時期には、一人の組立工につき一人の検査員を配置したほどであった。また、松下をはじめとして複数の家電メーカーの生産工場を開発部門や生産技術のエンジニアが訪問し、生産プロセスの研究を重ねた。また、量産段階になって部品設計を大幅に変更することは出来ないが、生産段階で明らかになった問題を設計面で調整し、不良を削減する工夫が図られた。

さらに、従来 GPD では、流れ作業方式による組立が行われていたが、センターパネルのモジュール化に生産面に対応するため、「一人屋台（セル生産）」方式が採用された。流れ作業方式では、生産ラインを流れる半製品に順次部品を組み付けていくが、一人屋台方式では、1カ所に必要な部品が配置され、一人で組立を完成させる。モジュール化した部品では、モジュール単位で機能が完結するため、一人で組立を行う方が品質を改善しやすいためである。

このように、新型センターパネルでは、価値連鎖が大幅に変化し、GPD の仕事領域は拡大した。それに伴って、より付加価値の大きな業務活動を取り込むことが出来たが、他方で設計、生産両面でボトルネックが発生し、現状ではボトルネックの解消のために組織に大きな負荷が生じている。

4 価値連鎖設計の課題

まず、3節で考察した事例を整理しよう。

センターパネルでは、モジュール化により、操作盤（パネル）や電子基板が統合され、マツダの生産ラインにおける組立工数を大幅に削減した。また、パネルの継ぎ目をなくし見栄え品質を向上させると同時に、ボタンの大きさや表示の配置に設計自由度が増し、操作性が改善された。

この設計構造の見直しに伴い、センターパネルを設計・製造する一連の価値連鎖も変化した。従来、マツダの統括の下で各部品の部品メーカーは

マツダと直接取引を行っていたものが、センターパネルのモジュール化により、松下がモジュールメーカーとして、センターパネルの開発、製造、外注管理などを取り仕切るようになった。その結果、他の部品メーカーは、松下を通じて間接的にマツダと取引関係を持つようになった。

この事例が例示するように、製品の設計構造は、価値連鎖のあり方に影響を与える重要な要因である。従来型センターパネルでは、オーディオや空調などの各ユニットは構造が独立しており、それぞれ操作盤や電子基板を装備していた。センターパネルの設計全体を取り仕切っていたのはマツダであったが、各ユニットの内部機構は電装部品メーカーがややブラックボックス的に開発してきた。新型センターパネルでは、操作盤と電子基板が複合化・統合化されたが、これらの設計を主導するには、電装品に関する要素技術と要素をシステムにまとめる技術の2種類が必要であった。その帰結として、松下がモジュールメーカーとしてセンターパネルの開発および製造を統括する形で価値連鎖が再編された。

しかし、設計構造の変化が自動的に価値連鎖を変化させるわけではない。また、変化した設計構造に対し、どのような価値連鎖が適格的なのかも必ずしも自明ではない。そこで以下では、価値連鎖の設計に向けての課題をいくつか指摘したい。

第一に、価値連鎖の再編を促進する戦略的働きかけや制度的な仕掛けが必要である。マツダの場合、部品のモジュール化と並行して、より一貫した品質保証を部品メーカーに求める部品調達方式を導入した。この部品調達方式は、フル・サービス・サプライヤー（Full Service Supplier、以下 FSS）方式と呼ばれ、マツダと部品メーカーとの間で事前に合意した取引部品の品質やコストなどの水準（SOW：Statement of Work）を部品メーカーが責任を持って保証するというものである。

FSS は品質保証を強化する制度であり、必ずしも部品モジュール化を必然的に伴うものではない。しかし、モジュール化が進めば、モジュール単位で機能が完結するようになるので、品質・性能保証もモジュール単位で行うのが合理的である。そのため、モジュールメーカーは、自社内の品質保証だけでなく、モジュールに組み込む要素部品を供給する Tier 2 以下の部品メーカーの品質

保証体制も見直すインセンティブを持つようになる。このように、FSS 制度はモジュール化の動きと相性がよく、FSS 制度の導入がモジュール化に伴う価値連鎖の再構築を促進する働きがあると考えられる。

このような FSS 制度に対応するためには、部品メーカーには、高度な開発能力が求められる。図 7 は FSS およびモジュール化への対応に伴う開発工数の拡大を示している。納入部品の品質を一貫して保証するためには、製造段階における品質管理だけでなく、開発段階における機能設計や構造設計、設計検証の能力が重要である。そのため、FSS に対応するためには、より早い段階からの開発参加が求められる。また、周辺部品の開発を含めたシステム・インテグレータ、すなわちモジュール・サプライヤーになるためには、商品企画、基礎設計の段階から開発に着手する必要がある、さらに大きな開発能力が求められる。GPD の場合、FSS への対応は果たしつつあるが、システム・インテグレータにまでは達しておらず、その役割は松下が担っている。

第二に、価値連鎖ないし価値システムにおける自社の位置取りを戦略的に考えることが重要である。価値連鎖の再構築を通じてより高い付加価値を生むためには、価値連鎖を効率化するだけでは十分ではない。潜在的に付加価値の大きな領域を自社の価値連鎖に取りこむ努力が必要である。そのためには、製品アーキテクチャの要となる技術

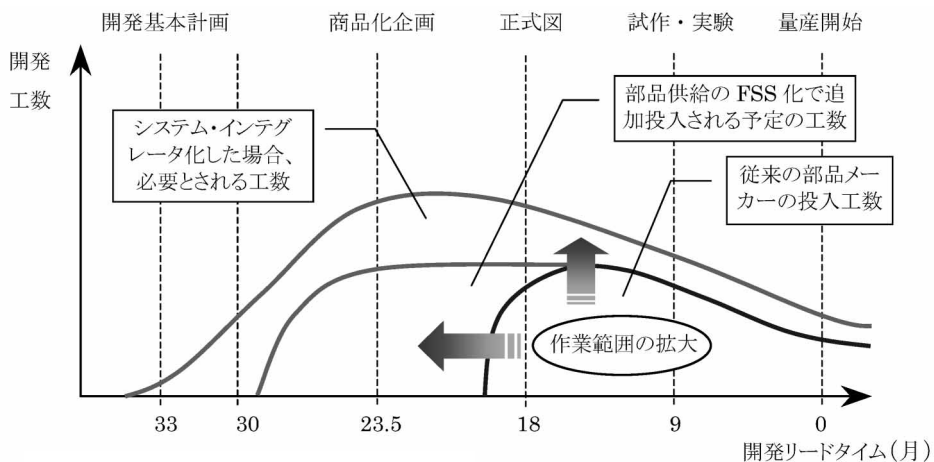
を持つことが重要である。

例えば、センターパネルでは電装部品の設計が鍵技術であった。旧型では、オーディオユニットに内蔵されるマイコンの演算能力の制約もあり、ユニット毎に電子基板が分かれていた。しかし、マイコンの性能が飛躍的に向上し複数の機能を実現できるようになると、新型では分散していた電子基板を統合し、各機器の操作を共通の操作パネルに集約する方向でアーキテクチャが見直された。その結果、電装技術の設計の過程で高い付加価値が生じた。

また、フロントエンドやドアキャリアのようにある程度強度が求められる部品では、加工性や重量を多少犠牲にしても、金属製の部品が採用されてきた。そこで、強度の制約をクリアできる樹脂素材や成形方法を開発できれば、小物部品などを一体成形することにより部品点数の削減や軽量化を実現し、高い付加価値を生むことができる。こうした領域においては、高い樹脂技術のある部品メーカーが中心的な役割を果たす傾向がある。

このように、高い技術力が前提ではあるが、自社技術がモジュール化の要となりうる領域を発見し、その領域を自社の価値連鎖に取り込むことが重要である。

第三に、価値連鎖の再編に対応するため新たな経営資源の獲得が必要である。経営資源獲得の一つの方法は内部蓄積であるが、蓄積に時間がかかること、既存の技術とは異質な資源は蓄積しにく



(資料) GPD 会社資料から筆者作成。

図 7 部品モジュール化およびFSS導入に伴う開発工数の変化

いこと、多くを抱え込むことにはリスクが伴うことなどの弱点がある。例えば、樹脂部品メーカーの GPD が電子基板やオーディオ装置などの電装技術を迅速に内部蓄積することは困難である。

したがって、中核となる技術についてはじっくりと内部蓄積する一方で、その他の領域においては外部資源の獲得あるいは活用を目指すことが現実的である。既に GPD では、急激な開発負荷の増大に対し、派遣社員を採用することで対応している。この派遣社員は、比較的単純な設計業務からマツダに駐在して設計作業を行うゲストエンジニア業務まで、幅広い仕事に従事している。また、内装部品をトータルに供給する体制づくりを目指して、インストルメンタルパネルの部品メーカーとの合併、トリムなどの遮音技術やカーペットなどの内装品の部品メーカーと協業体制を築き、外部資源の積極的な獲得・活用を進めている。

第四に、価値連鎖の中では、各活動が相互に依存しあっているため、一部における変化が他の活動へと波及し、思わぬコストが生じる可能性がある点に注意が必要である。センターパネルの事例では、パネルの量産段階になって予想外に多くの不良が発生した。GPD は、マツダと長期にわたる取引実績があり、自動車部品の樹脂成形の技術蓄積があった。しかし、価値連鎖の流れが変わり、直接の取引相手が松下になり、部品に求められる寸法精度が格段に厳しくなった。自動車メーカーのマツダでは受容された品質水準（1/10 mm 単位の誤差）は、家電メーカーの松下の要求水準（1/100 mm 単位）には不十分なものであった。

4 節で述べたように GPD では、この問題に対処するために大変な努力とコストをかけた。新型センターパネルは、60%の組立工数削減と30%のコストダウンを実現したが、価値連鎖全体で見たとき、どれだけのコスト削減効果があるのか必ずしも明らかでない。このコスト削減効果はマツダ側で算出されたものであり、価値連鎖の再編コストや GPD で生じたボトルネックの解決コストは必ずしも含まれていない。川下の価値連鎖が適切に再構築されなければ、設計構造の工夫（モジュール化）によって実現したコスト削減や商品性の向上も、部品調達コストの上昇や品質の低下によって相殺されてしまう。そのため、アーキテクチャ変革の利益を享受するためには、それを実現する

価値連鎖の最適化が必要条件となるのである。

第五に、価値連鎖の変化を通じて組織学習を促進する視点も重要である。GPD では、松下の厳しい品質要求によって、大量に不良が発生し、大きなコストが生じた。同時にそれは、GPD の危機意識を高め、より高度な設計技術や生産技術を追求する契機となった。同社では、今回の経験を次の開発プロジェクトに活かすために、当面の間センターパネルの開発メンバーを固定することにした。同じメンバーが複数の開発プロジェクトを担当することで経験の蓄積を促進するためである。また、開発済みのプロジェクトの教訓を手順書としてまとめ、プロジェクトの経験を組織知として保存、普及する取り組みを始めている。

このように GPD では、センターパネルのモジュール化に伴う価値連鎖の変化によって、家電企業（松下）という異質な相手と取引経験を持つことにより、一桁違う品質基準を目指すようになった。このことは、経験に根ざした学習の重要性を物語るものである。GPD では、これまでも品質向上やコスト削減の努力を続けていたはずである。しかしそれは、自動車業界という枠を前提としたものであった。実際に家電業界の松下と取引関係を持つことが引金となり、一気にベンチマーク水準が引き上げられ、それに伴い組織学習が促進されつつあるのである。

5 む す び

最後に、本研究の残された課題を整理し、むすびとする。

第一に、本稿の事例分析では、価値連鎖においてモジュールメーカーが果たす役割や負担すべきコストについてやや分析が薄かった。これは本研究の情報源が完成車メーカーと Tier 2 メーカーに偏っていたことが一因である。今後はさらにモジュールメーカーへのヒアリング調査などを通じて、事例の多面的な分析を行いたい。

第二に、価値連鎖全体の効率性や有効性をいかに捉えるかという問題がある。価値活動は相互に依存関係にある。4 節で指摘したように、特定の活動において生産性が改善しても、それが他の活動に負の影響を与えるものであれば、価値連鎖全体としては効率は改善しない。そうした活動間の

相互依存性を踏まえ、価値連鎖全体の効率性や有効性を明示的に捉えられる何らかの指標を考案する必要がある。

また、これに関連して、モジュール化などの製品アーキテクチャの変化がサプライヤー・システム全体に及ぼす影響も今後検討を要する問題である。本論では、新旧の Tier 1 メーカーを対象として比較的ダイアド（一対一）な関係を分析した。しかし、Tier 2、Tier 3 を含む複数の部品メーカーのネットワークが全体としてどのように変化するかまでは検討が及ばなかった。今後の課題としたい。

最後に、企業の経営資源や独自能力が製品のアーキテクチャや価値連鎖に与える影響をより詳しく検討する必要がある。2 節において、技術や制度は企業にとって中間的なコンテキストを構成すると指摘したが、本稿ではやや技術が組織を規定する方向を強調しすぎた。確かに、製品の設計技術は価値連鎖や組織能力の制約条件となり企業活動に影響を与えるが、反対に企業は主体的に環境に働きかけて、技術や制度を望ましい方向に変えることも可能である。本研究の事例でいえば、松下や GPD といった部品メーカーは、自社の独自技術や事業システムを最も活かせるように、マツダや他の部品メーカーに働きかけ、自社に有利な製品アーキテクチャや価値連鎖を実現することは不可能ではないし、戦略的経営のためには必要なことである。そのような外発的な要因と内発的な要因の相互的な関係について今後さらに検討を重ねたい。

謝 辞

本研究の実施に当たっては、地域経済研究推進協議会より研究助成（平成13年度）を頂いた。記して感謝申し上げたい。

また、事例研究では、ジー・ピー・ダイキョー株式会社の副社長 中野亨氏、営業開発本部部長 隠野雅和氏、総合企画室部長 佐渡元来氏に、マツダ株式会社では R & D 技術管理本部部長 岩城富士大氏、同マネジャー唐澤正人氏に度々インタビュー

や資料の提供に応じて頂き、大変お世話になった。この他にも、多くの企業関係者に調査へご協力頂いた。ここに記して厚く御礼申し上げたい。

参 考 文 献

- [1] Clark, K. B. (1985). "The interaction of design hierarchies and market concepts in technological evolution," *Research Policy*, 14, 235-251.
- [2] Clark, K. B. and T. Fujimoto (1991). *Product Development Performance*, Harvard Business School Press. (田村明比古訳『製品開発力』ダイヤモンド社、1993年)
- [3] Henderson, R. M. and K. B. Clark (1990) "Architectural innovation: The reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms," *Administrative Science Quarterly*, 35, 9-30.
- [4] Leonard-Barton, D. (1992). "Core capabilities and core rigidities: A paradox in managing new product development," *Strategic Management Journal*, 13, 111-125.
- [5] Porter, M. E. (1985). *Competitive Advantage*, The Free Press. (土岐坤・中辻萬治・小野寺武夫訳『競争優位の戦略』ダイヤモンド社、1985年)
- [6] Sanchez, R. and J. T. Mahoney (1996). "Modularity, flexibility, and knowledge management in product and organization design," *Strategic Management Journal*, 17 (winter special issue), 63-76.
- [7] Ulrich, K. (1995). "The role of product architecture in the manufacturing firm," *Research Policy*, 24, 419-440.
- [8] Von Hippel, E. (1990). "Task partitioning: An innovation process variable," *Research Policy*, 19, 407-418.
- [9] アイアールシー (1999)『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
- [10] 浅沼萬理 (1997)『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
- [11] 柴田友厚・玄場公規・児玉文雄 (2002)『製品アーキテクチャの進化論』白桃書房
- [12] 野中郁次郎・加護野忠男・小松陽一・奥村昭博・坂下昭宣 (1978)『組織現象の理論と測定』千倉書房
- [13] 韓美京 (2002)『製品アーキテクチャと製品開発』信山社
- [14] 藤本隆宏 (1997)『生産システムの進化論』有斐閣
- [15] 藤本隆宏・武石彰・青島矢一編 (2001)『ビジネス・アーキテクチャ』有斐閣
- [16] 目代武史・金原達夫 (2002)「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」『地域経済研究』第13号、19-34

*本研究ノートは、投稿に当たって、平成14年11月16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。

Restructuring Value Chains in Automotive Parts Industry: Adaptation to Changes in Product Architecture

MOKUDAI Takefumi*

Research Assistant, Center for Research on Regional Economic Systems,
Faculty of Economics, Hiroshima University

KINBARA Tatsuo

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

Abstract

This article studies how product architecture affects value chain design in automotive parts industry. Product architecture, the scheme by which functional elements of a product are allocated to physical components, underlies the design of value chains in industries. Through examining the case of center panel units, we found that modularization of the architecture changes partition of tasks and domains of value creating activities among suppliers. The case illustrates that as center panels are modularized, the assembler outsource major processes of developing and manufacturing the center panel units to the module supplier (Tier 1). The module supplier leads product development activities with close cooperation with the assembler and Tier 2 suppliers, sub-assembles components provided by Tier 2 suppliers, and delivers completed units to factories of the customer firm. Although modularization improved quality of the product and greatly reduced direct labor inputs on the final assembly line, it has brought about unexpected deficits in some parts of the value chain. For the sake of adapting to changing product architecture, the study suggests suppliers develop institutional instruments to facilitate restructuring value chains, strategically re-position their activities over the value systems, and activate organizational learning taking into account of interactions of value activities.

Key words: value chain, product architecture, modularization

* Corresponding author: mokudai@hiroshima-u.ac.jp