

CIRJE-J-34

## 自動車部品のアーキテクチャ的特性と 取引方式の選択

東京大学大学院経済学研究科

藤本 隆宏

葛 東昇

2000年10月

このディスカッション・ペーパーは、内部での討論に資するための未定稿の段階にある論文草稿である。著者の承諾なしに引用・複写することは差し控えられたい。

## **Abstract**

In this paper, we examine the diversity of transaction patterns observed between a single pair of one automaker and one auto parts supplier in Japan. Assumed reasonably that the factor of relational skill is under control in such dyadic transaction relationship, other factors that may influence the choices of transaction patterns are explored from the perspective of product architecture. By focusing on the matching of functional and structural hierarchies, which is considered to be the core of the product architecture concept, we firstly formalize the architectural attributes of auto parts into three measurable sub concepts: (1) functional modularity, (2) structural modularity, which reflect the degree of interdependence between auto parts; and (3) modularity between auto parts and the overall auto design. Then based on the data of 33 items of auto parts collected from one Japanese supplier, hypotheses on the relationship between modularity of auto parts and three transaction patterns (the drawing-supplied parts, the drawing-approved parts and the drawing-entrusted parts) are tested.

The empirical results show that only functional modularity of auto parts has significant influence on transactions of the drawing-supplied parts and the drawing-approved parts, while transactions of the drawing-entrusted parts cannot be explained within the architectural framework consistently. We believe that the reflected concern of functional aspect during the decision making of outsourcing auto parts design is important for understanding the competence of supplier management in Japanese auto industry. Especially when so-called modularization has been adopted as a strategy in the global auto industry, the function-structure paradigm may offer a clue for comparative research in the future.

## 自動車部品のアーキテクチャ的特性と取引方式の選択

東京大学経済学部 藤本隆宏 葛東昇

### 1. はじめに：研究の目的と背景

本論文では、製品のアーキテクチャ的特性、とりわけモジュラー性が、企業間の取引方式にどのような影響を与えるかについて実証分析を試みる。対象となる製品は自動車部品であり、対象となる取引方式は、自動車部品生産企業（部品サプライヤー）と自動車組立企業（自動車メーカー）との間の部品設計分担の諸方式である。自動車の部品取引関係において、部品の設計・開発を企業間でどのように分担するかに関しては、自動車企業が基本設計・詳細設計ともに行う「貸与図方式」、基本設計を自動車企業、詳細設計を部品企業が行う「承認図方式」あるいは「委託図方式」、部品企業が全面的に独自設計する「市販品方式」といった諸タイプが報告されている（浅沼、1997；Clark and Fujimoto, 1991；藤本、1997）。本論文では、自動車企業・部品企業がこうした取引方式を選択する際に、当該部品の特性、とりわけアーキテクチャ的特性がこれにどの程度影響するかを、ある部品サプライヤー（X社）に関するデータに基づいて分析することにする。

一般に、1980年代に顕在化した日本自動車産業の国際競争力の要因のひとつは、これを支えるサプライヤー・システムの強さであったという見解が定説化している（Womack et al.[1990], Nishiguchi[1994], 藤本・西口・伊藤編[1998]）。藤本（1997）は、従来の先行研究を総括した上で、こうした戦後日本の自動車サプライヤー・システムの国際競争力の源泉を、「長期継続的な取引」、「少数サプライヤー間の厳しい能力構築競争」、「一括発注型（まとめて任せる）分業パターン」、およびこれら三特性の間の補完効果であると論じている。

このうち、本論文では、第三の「まとめて任せる」という企業間分業・取引パターンに注目する。すなわち、一方で自動車メーカーが価値連鎖（バリュー・チェーン）に沿った互いに関連した仕事群を一つのサプライヤーに一括して外注し、他方で部品サプライヤーが長期的に「まとめの能力」を蓄積することによって、コストダウンや品質向上をめざす、というものである<sup>1</sup>。とりわけ、製造を任せた部品サプライヤーに開発作業の一部も任せる「承認図方式」、「委託図方式」

---

<sup>1</sup>このほか、日本の自動車メーカーでは同じ部品サプライヤーに、部品の加工とサブ組立をまとめて任せる（サブサッセンブリ・納入）製造と品質管理をまとめて任せる（無検査納入）などといった傾向も顕著にみられ、これらは日本のサプライヤー・システムの国際競争力の源泉とみなされてきた。

等の取引方式に焦点を当てる。

承認図方式は、日本の自動車産業では少なくとも1940年代から存在し、特に1960年代に急速に普及したことが知られているが（藤本[1997]）1980年代以降は、経済学や経営学などの学界でも広く認知され、我が国製造業の競争力の源泉として盛んに分析されるようになった。例えば浅沼（1997）は、部品メーカー規格品の市場取引（市販品）と内製部品の間「貸与図方式」（自動車メーカーが詳細部品図面に至るまで開発作業を担当）と「承認図方式」（自動車メーカーの仕様・基本設計等に従って部品メーカーが詳細設計・部品試作・部品実験などを担当）という二つの取引形態が存在することを示し、それらの成立要件や競争効果を経済学的に分析した<sup>2</sup>。また、藤本(1997)は、実態調査をもとに、詳細設計を部品メーカーに外注する場合、図面の所有権や品質保証責任の企業間配分によって「承認図方式」と「委託図方式」とに分かれることを示した。

一方、藤本＝クラーク（1993；原文はClark and Fujimoto [1991]）は、日米欧20社29プロジェクトの実証分析により、80年代の日本企業においては部品調達コストの大半は「承認図方式」あるいは「委託図方式」の部品であり、アメリカでは逆に大半が「貸与図方式」であることを示した。また、他の条件を一定とすれば、設計の外注率が高いほど開発期間が短く、また自動車メーカー・部品メーカーの総開発工数（人・時）も節約できる傾向があることを統計的に明らかにしている。さらに、製造と詳細設計を同じ部品メーカーにまかせること（承認図方式等）によって、作りやすい部品の設計（DFM: Design For Manufacturing）が促進され、部品コストが低減することも実態調査等によって知られている。1990年代にはいると、こうした日本の設計外注方式の持つ強みが海外でも理解されるようになり、特に米国では、ブラックボックス（承認図・委託図）方式の導入が急速に進んだのである（Ellison 他 [1995]）。

このように、総じて、日本のサプライヤー・システムに関する研究は、内外で1980年代以降、急速に進展してきた。しかしながら、残された研究課題も依然として多い。

例えば、藤本(1997)は、一次部品メーカーA社の実態調査を通じて、同一の自動車メーカーと部品サプライヤーの間でも、部品のタイプによって異なる取引方式が選択されていることを示した。このことは、産業界の当事者の間では当たり前に入力されていることであるが、研究者による体系的な説明は行なわれてきていない。

---

<sup>2</sup> この二つはいずれも製品特殊的な（カスタム化された）部品の取引に適用されるが、後者は部品メーカーの開発能力が高いケースである。つまり、浅沼は、ウィリアムソンの分類では市場（market）と企業（hierarchy）の中間に存在するとされる、関係特殊資産（transaction-specific asset）に基づく「関係取引」（relational transaction）ないし「継続取引」は、実際には二つに大別されるのであり、ウィリアムソン（Williamson, 1979）が無視したこの二つの違いが実は重

## 図1 (藤本(1997)より)

取引方式の選択に関しては、特定の買い手企業と売り手企業の間には、安定的な取引を通じてこのペア特有の「関係的な技能」が蓄積され、これが取引パターンの選択に影響する、という浅沼(1997)の見解が知られている<sup>3</sup>。しかし、なぜ「関係的な技能」の水準が同一のペアの間でも異なる取引パターンが選択されるのかについては、この理論では説明しきれない。この場合、論理的にいえば、各々の部品のもつある種の特性の違いが、取引方式の選択に影響を与えると考えるのが自然である。そうした製品特性に着目した分析としては、不確実性、取引の頻度、資産の取引特殊性などに注目する「取引コスト理論」(Williamson, 1985)が有力であるが、上記(図1)の例においては、こうした特性においては大差ないとみられる部品の間で、なおかつ取引方式の選択に顕著な差異が観察されたのである。

したがって、上記の現象を説明するには、製品・部品特性に関して、新たな視点を導入する必要がある。そこで我々が着目したのが、各部品の持つアーキテクチャ的な特性、とりわけ「モジュラー性」である。本研究では、日本の一次部品メーカーX社と自動車メーカーY社との間の、約30品目の部品取引に関する実態調査および質問票調査を通じて、部品のアーキテクチャ的特性が承認図方式・貸与図方式などの取引方式の選択にどのような影響を与えているかを、計量的に分析していくことにする。

本論文の構成は、次の通りである。第二節では、部品の設計開発作業の分担という視点から、自動車部品の取引方式を分類し、それらを簡単に説明する。第三節では、製品特性、特にアーキテクチャ的特性の諸側面について論じる。第四節では、部品特性が取引方式の選択に与える影響に関して幾つかの仮説を提出し、その検証を試みる。最後に第5節で、この研究のインプリケーションを議論し、今後の研究課題を示す。

## 2. 自動車部品取引方式の定義と類型

まず、実証分析の前提として、取引方式の諸類型、すなわち「市販部品」「承認図」「委託図」「貸与図」の各方式について、簡単に定義しておこう。この分類は基本的には、浅沼(1984, 1997)、

---

要だと主張したのである(浅沼, 1997)。

<sup>3</sup> 浅沼は、関係的能力(relational skill)を初期開発能力(企画・設計)、後期開発能力(VE, 生産技術)、量産能力(品質・納期など)、改善能力(VAなど)の4つに分類し、承認図方式、貸与図方式、市販品の3つのタイプの取引形態はそれぞれ異なるパターンの「関係的能力」を要すること、また全般に承認図方式が最も高度な関係的能力の蓄積を要することを示した。

藤本・クラーク(1993)、藤本(1997)などに基づいている(図2)。

自動車部品取引のタイプ：設計外注化の視点から

		当該部品についての作業分担			責任・権限		取引のタイプ	
		部品製造	詳細設計	基本設計	図面の所有権	品質保証責任		
内製		C	C	C	C	C	組織	
外製	貸与図方式	S	C	C	C	C	関係的契約	
	ブラックボックス方式	委託図方式	S	S	C	C		C
		承認図方式	S	S	C	S		S
	市販部品	S	S	S	S	S	市場	

注：Cは自動車メーカー、Sは部品メーカーを示す。取引のタイプは浅沼(1994)を参考にした。  
単純化のため、金型・治具開発等の分担関係は省略した

・市販品方式：サプライヤーが特定の部品をコンセプト作成から生産まで一貫して行い、市販品・汎用品として売る。自動車メーカーは単にサプライヤーのカタログの中から商品番号を選んで発注する。つまり、サプライヤーがその部品の開発作業をほぼ全面的に行うのである。

・承認図方式：部品の開発作業は自動車メーカーと部品サプライヤーの間で分担される。自動車メーカーは、目標コスト、目標性能、外形、取付部詳細などの基本設計情報を車全体の車両計画やレイアウトに基づいて作成する。一方、部品サプライヤーは、詳細設計図・組立図作成、部品試作、部品単体実験などを行う。これに対して自動車メーカー側は部品図を検討し、試作部品を実車に装着してテストし、要求性能を満たしているかを確認した上でその設計図を承認する。つまり、サプライヤーは詳細設計に関する自由裁量の余地を得ることができ、それにより、高い製造性(作りやすさ)と低いコストを達成する機会を得るのである。

承認図方式の場合、図面(特許権も含む)は、原則としてサプライヤーの所有となる。図面はサプライヤー所有であるから、法的にいえば、開発段階から製造段階に移る段階でサプライヤーがスイッチされることもない。したがって、サプライヤーは安心して「関係特殊的」な投資を行うことができる。しかし同時に、サプライヤーは品質保証責任を負わねばならない。つまり、サプライヤーはその部品に関する顧客のクレームに全面的に応じなければならない。

・委託図方式：設計開発作業の分担関係は、上述の「承認図方式」と基本的に同じである。しか

し、承認図とは異なり、最終図面は自動車メーカーが所有する。つまり、分業パターンは承認図方式と類似するが、契約上の権利・責任関係は、基本的に後述の貸与図方式と同様である。通常は、自動車メーカーは部品メーカーに対して、別契約で設計料を支払うので、製造段階になって別のサプライヤーにスイッチするのは自由である。しかし、その部品の品質保証責任を負うのも自動車メーカーの方である。

- ・**貸与図方式**: 自動車メーカー自らが部品詳細設計図を含むほとんどの開発作業を社内で行う方式である。つまり、基本設計能力のみならず詳細設計能力も自動車メーカーに集中しているのである。もっとも、部品メーカーは自動車メーカーの作成した図面に対して、製造性の向上やコストダウンを目的にした設計変更を要請することはできる。部品の試作は、別途試作部品専門メーカーに発注されることもある。この場合サプライヤーは単なる製造能力の提供者とみなされる。

さて、日本の自動車部品取引においては、上記の取引方式が全て観察されている(藤本、1995)。また、一般に自動車という製品においては「市販品」は少ないこと、日本企業では「承認図・委託図」タイプの部品が調達部品に占める割合が欧米企業より高いこと、米国企業は従来「貸与図」部品に依存する傾向が大きかったことなどが知られている(藤本・クラーク、1993)。しかし、前述のように、特定の日本の自動車企業と部品サプライヤーの間において、なおかつ異なる取引方式が選択される、という事実に関しては、まだ本格的な分析は行なわれていない。

前述のように、異なる取引方式の選択については、従来、「不確実性」「取引頻度」「取引特殊性」といった「取引コスト論」(Williamson, 1985)に関連する概念や、企業特異的な色彩の強い「関係的な技能」(浅沼1997)といった概念による説明が試みられてきた。しかしながら、本章で説明しようとする事実は、こうした要因に関しては差が少ないと考えられる状況で、なおかつ取引方式の多様性が観察されるということなのである。したがって、少なくとも部品特性に関して、新たな概念を導入する必要があるようだ。次節では、製品アーキテクチャの概念に着目しつつ、そうした製品属性の定式化を試みることにする。

### 3：部品アーキテクチャ的特性の定式化

さて、取引方式の選択に影響を与えそうな部品特性としてはどのようなものが考えられるだろうか。一般に、そうした製品特性・部品特性としては、不確実性、多義性、複雑性、相互依存性など、様々な概念が提案され、またそれらに基づく実証分析も試みられてきた(藤本・安本、2000)。その中でも、本研究で注目するのは、「相互依存性」と関連の深い「モジュラー性」という概念である。

一般に、製品の「アーキテクチャ」とは、「製品の機能を展開して、どのように製品の各構造部分に配分するか、またそこで必要となる部品間のインターフェースをどう設定するかに関する基本的設計思想」のことである（Ulrich and Eppinger[1995],Ulrich[1995]）。アーキテクチャの分類はさまざまありうるが、代表的なものに、「モジュラー型」と「インテグラル型」の区別がある。

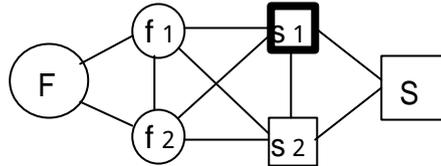
簡単に言えば、「モジュラー型アーキテクチャ」の製品とは、その製品の中に入っている部品の設計を、他の部品に設計とは独立して行えるタイプの製品を意味する。言い換えれば、部品間インターフェースをあらかじめ共通化してあり、他の部品との相互調整をせずに自立的に設計した部品を寄せ集めても、全体としてうまく機能するような部品のことである。部品のレベルでは、機能と構造が一對一にきれいに対応している場合が、純粋なモジュラー部品といえる。

これに対して、「インテグラル（統合）型アーキテクチャ」の製品とは、その製品の中に入っている部品の設計を、他の部品の設計と連動して行う必要のある製品を意味する。言い換えれば、他の部品との設計の相互調整をしないと全体として機能する製品にならないのがインテグラル型アーキテクチャの製品である。また、製品機能群と部品群が一對一にきれいに対応しておらず、一對多、多対一、多対多など複雑な機能・構造関係を見せている場合が、インテグラル的な製品ともいえる。

無論、実際には一つの製品の中に、モジュラー型部品とインテグラル型部品が複合的に混じり合っていることが多い。また、製品をどのレベルまで分解するかによってモジュラー化の度合いも異なりうる。その意味では、純粋にモジュラー・アーキテクチャ的な製品というものはあまり存在しない。しかし、所与の集成度の特定部品に関しては、モジュラー的かインテグラル的かを測定・評価することが可能だ。本論文では、一次部品メーカーが組立メーカーに納入する「機能部品」というレベルに絞って、各部品のアーキテクチャ的特性を測定してみることにする。

### 図 3 構造・機能ダイアグラムとモジュラー化

インテグラル・アーキテクチャ製品の設計



他部品との機能的相互依存性

s1 f1 s2

s1 f2 s2

他部品との構造的相互依存性

s1 s2

製品全体との相互依存性

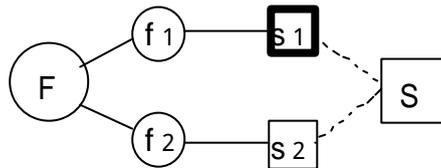
s1 S

機能間の相互依存性

s1 f1 f2 s2

s1 f2 f1 s2

モジュラー・アーキテクチャ製品の設計



s1 f1

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

s1 = 設計対象である当該部品 s2 = 他の部品

———— = 強い連結      - - - - - = 弱い連結

以上を踏まえて、まず、こうしたアーキテクチャの諸側面について、図3を使って説明しよう。図は、要求機能 F とそれを展開した2つのサブ機能 (f1 と f2) を2部品 (s1 と s2) を組み合わせさせた構造設計 (S) で実現しようという、ごく簡単な組立製品を想定している。一般に、アーキテクチャはこうした機能ヒエラルキーと構造 (部品) ヒエラルキーを左右に配したダイアグラムで表現することができる (Goepfert, Jan and Steiner, 1999)。まずインテグラルな製品の場合を見てみよう。図におけるあらゆる関係が相互に連結されていることが分かる。例えば、すべてのサブ機能 (f1、f2) の実現にすべての部品 (s1、s2) が関係している。仮に、部品 s1 の構造設計を行う技術者の立場で考えるとすると、この技術者が考慮しなければならない条件には、次のものが含まれることが分かる：(1) 他の部品との機能的相互依存性 (s1 f1 s2、s1 f2 s2)；(2) 他の部品との構造的な相互依存性 (例えば部品干渉；s1 s2)；(3) 製品全体の設計との相互依存関係 (例えば製品デザインとの整合性；s1 S)；(1') サブ機能間の相互依存性 (f1 f2)。このうち (1') は製品全体の設計者の考えるべきことであるが、残る (1) (3)

は、個別部品（s1）の設計者も考慮しなければならない。

それでは、この文脈で「モジュラー化」とは何か。上図で説明するならば、以上の(1) - (3) の相互依存関係を解消あるいは緩和することに他ならない。そしてその結果、(4) 部品設計の自由度が高まる。すなわち、設計者は、他の部品や製品全体の条件をあまり気にせずに自分の部品(s1)の設計に専念できる。(5) また、モジュラー化した部品を使って製品を多様化させる場合、それは製品の品種間での「部品共通化」に他ならない。後述のように、部品共通化には、モジュラー化を伴うものと伴わぬものがあるので、「モジュラー化イコール共通化」とは言えないが、両者は少なくとも密接に関連した概念である。

以上(1) - (5)を、モジュラー性のサブ概念としてとらえ、それぞれに関して測定指標の候補を考えてみよう。具体的には、少なくとも以下のようなものが考えられる。

#### (1) 他部品との機能的な相互依存性：

- ・ 機能的完結度：当該部品だけで要求機能を達成できる度合い。つまり、機能的に他の部品から独立している度合いのことで、逆にいえば機能的相互依存度の低さの指標である。
- ・ 品質不良特定度：当該部品使用製品の品質不良原因がこの部品かを特定できる度合い。機能不全（不良）に関する、他の部品との機能的相互依存度の低さを表す指標である。

#### (2) 他部品との構造的な相互依存性：

- ・ 取付部分の複合度：当該部品と他の部品や車体との取り付け部分（インターフェース）の数や複雑さである。他の部品と構造的に接触しているところが多いということであり、他部品との構造的相互依存性の尺度といえる。
- ・ 取付部分の共通度：取付部分の設計が納入先のモデル間で共通している程度。つまり、インターフェース（他部品の連結部分）汎用性を表す指標であり、少なくとも取付部分に関しては、他の部品に影響されずに設計を行うことができる。その意味で、ある種の構造的相互依存性の低さを示している。

#### (3) 製品全体設計との相互依存性

- ・ 本体関連度：当該部品がボディ・シャシー・エンジン本体の一部である度合い。ボディ・シャシー・エンジンの主要部分は、自動車の総合的な商品力を直接左右する部分であり、自動車メーカー自身が詳細な構造設計まで行うのが一般的である。従って、本体関連度とは、自動車メーカーの行う開発活動に対するその部品の（構造的）相互依存性の尺度といえる。
- ・ 車両デザインとの連動（デザイン性）：当該部品がモデルの外観・内装デザインの一部である度合い。ボディ・シャシー・エンジンの設計と同様、外観・内装デザインは、自動車の差別

化のキ - ポイントであり、自動車メーカー自身が詳細までの煮詰めを行うのが一般的である。従って、デザイン性の高い部品は、少なくとも外観に関して自動車メーカーの行うデザインとの密接な連動を要求される。自動車メーカーの開発活動に対するその部品の構造的相互依存性の尺度といえる。

#### (4) 設計独立度

- ・ 部品設計自由度：当該部品の設計と他の部品の設計と独立に行える度合い。一般に設計には機能設計と構造設計の両面があるので、この尺度は、機能的かつ構造的相互依存性の低さを示す指標といえる。

#### (5) 部品本体の共通化度：

- ・ 部品共通化度：当該部品の本体の設計が納入先の製品間で共通化している程度。多品種化する製品で部品のモジュラー化（機能完結化・インターフェース簡素化）が進めば、当然、「寄せ集め設計が可能」という意味で部品共通化はやりやすくなる。しかし、逆は必ずしも言えない。相互依存性の高い部品の本体を共通化することも可能である。しかしその場合、かえって取付け部分や他部品の設計が特殊化・複雑化することもある。
- ・ 部品標準化度：当該部品の本体の設計が納入先以外の企業の製品とも共通化している程度。部品共通化をさらに企業間にまで押し広げた概念で、いわゆるオープン・アーキテクチャの製品に組み込まれる汎用部品を想定した指標である。しかし、自動車のように企業を超えた汎用部品の少ないクローズド・アーキテクチャ寄りの製品の場合は、この尺度のスコアは高くないと予想される（藤本・クラーク、1993）。

また、本章の分析においては、部品のアーキテクチャ的特性を表す以上の指標のほかに、この種の研究でしばしば使われる、部品の「複雑性」や技術的な「不確実性」も部品の取引方式選択に影響を与える可能性があると考え、これらの測定指標も加えることにした。

#### (6) 部品の複雑性：

- ・ 機能の複合度：当該部品に要求される機能の数を表す。
- ・ 内部構造の複雑度：部品内部構成部品数や製造工数から推定される。

#### (7) 部品の技術的不確実性：

- ・ 技術先進性：部品設計・製造技術の先進性、難しさ（取得特許数などで推定）を示す。その部

品の技術変化の不確実性を表す指標といえる。

以上のように、自動車部品の諸特性を、主にアーキテクチャ的な視点から定式化し、実証分析に利用するための操作可能な指標を幾つか提案した。これを踏まえて、次節では、部品特性、特にアーキテクチャ的特性と取引方式の選択の関係を、一次部品メーカーX社のデータに基づいて実証的に検討してみよう。

#### 4．部品の特性と取引方式の選択

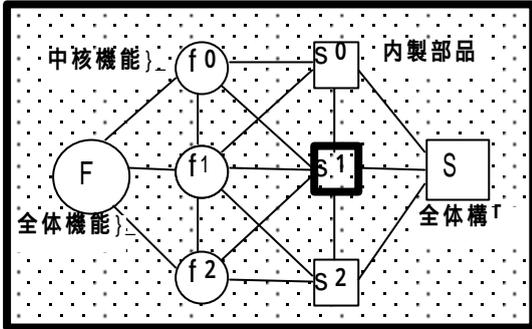
##### 4-1．仮説の提出：

本論文の冒頭で指摘したように、ここで取り上げる部品取引方式の選択は、本質的に、自動車メーカー側が部品サプライヤー側に部品設計活動を「まとめて任せる」か否かの選択である。すなわち、部品開発を全面的に部品サプライヤーに依存するのか（市販部品）、部品に関する詳細設計と製造はまとめて外注するのか（承認図方式・委託図方式）、あるいは単に製造のみをサプライヤーに任せるのか（貸与図方式）という、設計外注の意思決定に他ならない。問題は、この意志決定に影響を与える部品特性は何か、ということである。

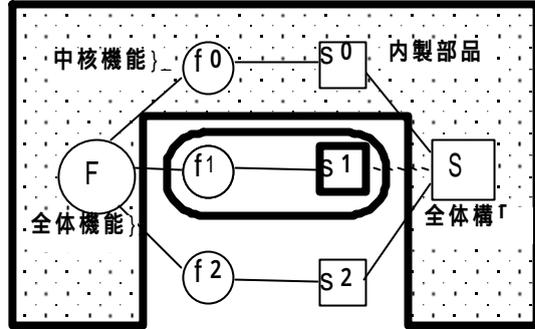
そこで、既に紹介した「製品機能・構造ダイアグラム」を用いて、幾つかの仮説を立ててみよう。ここでの基本的な予想は、「設計活動や設計責任に関する企業間の線引きは、設計の相互依存性の低いポイントを切断するように行なわれる」というものである（Alexander, 1964; Thompson, 1967; von Hippel, 1990）。この考え方を、既に示した取引方式（市販品、承認図、委託図、貸与図）に当てはめるなら、図4に示す通りである（実線は強い連結、点線は弱い連結を示す）。ただし、s1が当該部品でありs0は自動車メーカー内製部品である。ここから、概略次のような基本的な仮説を得る。

図4 自動車部品 (S1) の取引形式とアーキテクチャ

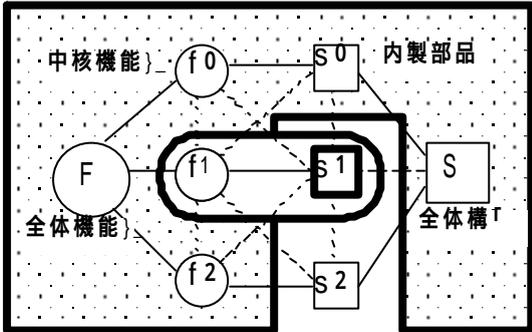
貸与図方式と整合的なアーキテクチャ



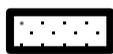
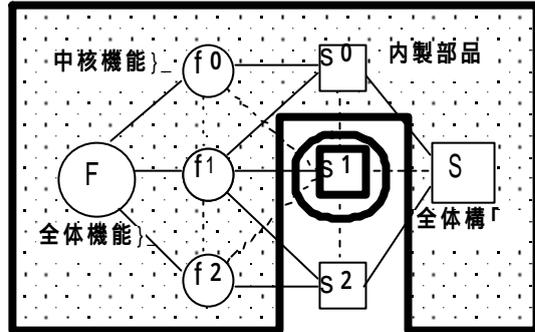
市販品方式と整合的なアーキテクチャ



承認図方式と整合的なアーキテクチャ



委託図方式と整合的なアーキテクチャ



= 自動車企業の設計活動の範囲



部品企業の設計責任の範囲

仮説1 . 「部品の機能的相互依存性( $s1 \sim f_i \sim s_j$ )」「構造的相互依存性( $s1 \sim s_j$ )」「本体との相互依存性( $s1 \sim S$ )」が十分に高いと、詳細設計をうまく切り分けて部品メーカーに任せることが難しくなるので、自動車メーカーが自ら詳細設計を行うのが有利となり、他の条件を一定とすれば、その部品( $s1$ )の取引パターンは「貸与図方式」になりやすい。(ただし、 $i=0,1,2,\dots; j=0,2,\dots$ ; 図4の左上を参照)

仮説2 . 「部品の機能的相互依存性( $s1 \sim f_i \sim s_j$ )」「構造的相互依存性( $s1 \sim s_j$ )」「本体との相互依存性( $s1 \sim S$ )」が十分に低いと、事前に機能要件を特定化して構造設計のみ部品企業に外注できるので、他の条件を一定とすれば、その部品の取引パターンは「承認図方式」になりやすい(図4の左下を参照)。

仮説 3 . 仮説 2 と類似の条件だが、部品の主機能( $f_1$ )に関して機能的相互依存性( $s_1 \sim f_1 \sim s_j$ )が高く、このためその機能 ( $f_1$ ) の不全に対する設計品質責任を部品メーカーに一方的に負わせることが難しいという中間的なケースでは、他の条件を一定とすれば、その部品の取引パターンは「委託図方式」になりやすい(図 4 の右下を参照)。

仮説 4 . 「部品の機能的相互依存性( $s_1 \sim f_i \sim s_j$ )」「構造的相互依存性( $s_1 \sim s_j$ )」「本体との相互依存性( $s_1 \sim S$ )」が極めて低い、極端なケースにおいては、他の条件を一定とすれば、その部品の取引パターンは「市販品方式」となりやすい(図 4 の右上を参照)。

仮説 5 . 外注先の部品サプライヤーの当該部品設計開発能力が高く、またその部品の「複雑性」「技術的不確実性」が高い場合、他の条件を一定とすれば、その部品の設計は外注されやすい(市販品、承認図、委託図、特に前二者)といわば、内外製決定の常識的解釈である。

以上の仮説を、ある部品企業 X と自動車企業 Y のペアに関して検証してみよう。このペアに関しては、両社の「関係的技能」は一定と考えて大過なからう。したがって、ここではこれら条件を一定とみなし、部品特性の違い、特にアーキテクチャ的特性に焦点を当てることができるのである。

#### 4 - 2 . 研究方法

**データの収集** : まず、日本の一次部品メーカー X 社に限定して、アンケートおよび聞き取り調査の形式で行われた。具体的には、X 社に対して、取引先別・部品別のアンケート、計 38 ケースの記入を御願ひした。このうち 33 ケースは X 社と自動車メーカー Y 社間の取引である。つまり、企業レベルでの「関係的技能」(特定の二取引企業間の関係に特有の組織能力)は所与だが、部品特性が異なる可能性のある事例に関するデータが 33 ケース分収集されたのである。

このアンケートでは、取引先別・部品別に、まずその取引のパターンが、市販部品、承認図方式、委託図方式、貸与図方式のいずれであったかを聞いた。次に、各々の部品がどのような特性をもっているかを、前節で挙げられた 12 項目について 5 段階の主観評価(リカート・スケール)で質問した。回答は、技術知識にも通じた X 社の営業担当スタッフの御一人が、技術部門の意見も参考にして取りまとめる形で行われた。したがって、各ケース間の主観評価の整合性は高いと考えてよい。また、アンケート集計結果の解釈については、聞き取り調査による補足も行った。

X 社における調査の対象となった 38 部品の取引は、貸与図方式が 8 ケース(21%)、委託

図方式が16ケース(42%)、承認図方式が14ケース(37%)であった。今回の調査には市販品は含まれなかったが、一般に自動車において市販品は購買部品の5%程度しかない(藤本-クラーク, [1993])という、自動車のアーキテクチャ的な特徴を反映した結果といえよう。

**データの統計処理**：部品特性と取引方式の選択に関する仮説を検証するために、まず部品特性を表す11の指標の相関分析を行った<sup>4</sup>。次に、各変数に対して一元分散分析を行い、三つの取引方式の性質を単純に比較した。最後に、多変量ロジット回帰分析(従属変数が「取引形式」のようにカテゴリ-すなわち離散変数である場合に用いられる)によって、部品の特性がいかに取引方式を説明するのかをより体系的に分析した。

#### 4-3. 実証分析の結果：

##### 4-3-1. 部品特性変数間の関係：相関分析の結果

まず、基本的な記述統計と変数間の相関係数を表1に示す。ここでは、まず、我々が同じ概念を表すと考えた変数間に、実際に相関関係があるかどうかを予備的に確認する必要がある。分析結果を見ると、まず「部品の機能的相互依存性」を表すと我々が仮定した「機能完結度」と「不良特定度」の間には、予想通り有意な正の相関関係が確認された。また、「部品設計と製品全体設計の間の相互依存性」を表すと考えられた「本体関連度」と「デザイン性」の間にも、予想通り正の相関関係(ただしやや弱い)が存在することがわかった。しかし、「部品の構造的相互依存性」を表すと考えられた「取付部共通度」(逆スケール)と「取付部複合度」は、予想に反してほとんど相関が見いだされなかった。つまり、「取付部共通度」と「取付部複合度」とは、単純に「構造的相互依存性」という構成概念で括ることはできないようだ。

さらに表を見ていくと、「取付部分共通度」は、「本体関連度」および「デザイン性」と負の関係があることがわかる。これは、以下のように解釈できよう：取付部分を共通化するということは、部品の結合方向に強い制約を加えることに他ならず、これは製品全体のレイアウトやデザインにとって大きな制約となるので、この間に負の関係が生じるのである。また、「取付部分複合度」と「本体関連度」との間で正の相関が見られるが、これも同様に、本体部分(ボディ・シャシー・エンジン)はレイアウト上の制約の厳しいので、それとの関連の強い部品はレイアウトの難しさから取付部分が複雑に成りやすい、と解釈できよう。

また、部品間の相互依存関係の結果として決まってくると考えられる「部品設計の独立度」は、部品の相互依存性を表す諸変数と、ほぼ予想通りの符号関係を示しているが、特に「不良特

---

<sup>4</sup> ただし部品標準度という変数は市販品以外の取引方式とは論理的に関係が弱いと見做され、相関分析と回帰分析から除外した。

定度」との相関が強いことが明らかになった。さらに、「部品共通度」は、「構造的相互依存性」「本体相互依存性」「設計独立度」に関連した諸変数と相関が強く、符号関係も予想通りであるが、「機能的相互依存性」との関係は弱いことが分かった。つまり、「部品共通度」は、主に部品の構造的相互依存性と密接に結びついていることが示されたといえよう。

また、部品単体自体の「内部構造の複雑性」「機能の複合度」「技術的不確実性」は互いに高い正の相関があることがわかった。これは、所与の部品に関する技術的不確実性が、その部品の構造や機能の複雑性から生じる傾向があるからだと推測できる。次に、この三つの変数と前述のアーキテクチャ的特性の変数との相関をみると、まず、機能複合度は機能完結度や不良特定度と負の相関関係がある。機能が複合化すれば、それだけその機能を通じて他部品と相互依存する可能性( $s_1 - f_i - s_j$ )が高まるということを示していると思われる。また、部品の複雑性や技術先進性は設計独立度と正の相関がある。設計の完結性の高い部品は複雑なハイテク部品に多いということだと解釈できる。総じて、予想された相関関係が、多くの場合実際に観察されたといえよう。

#### 4 - 3 - 2 取引方式による部品特性の分析

次に、本論文で検討する部品取引方式（貸与図方式、委託図方式、承認図方式）によって部品特性が異なるかどうかを、平均値の比較（分散分析）によって簡単に検討しよう。表2は、部品取引方式ごとに、部品特性変数の平均値をまとめたものである。分散分析によってカテゴリー別の平均値の間に統計的に有意な差が検出されたものは、表の第三欄に列挙した。また、表の第四欄には、仮説と整合的な平均値のパターンが観察されたかどうかを示した。詳細は割愛するが、総じて仮説と整合的なパターンが観察されたのは、「不良特定度」、「設計独立度」、「内部構造複雑度」、「技術先進性」という四つの変数である。

一方、仮説と一致しない結果が表れたのは「本体関連度」「デザイン性」「部品共通度」という三つの変数である。このうち、「本体関連度」と「デザイン性」において平均値が最も高く、また「部品共通度」の平均値が最も低かったのは、仮説で予想されていた「貸与図方式」ではなく、「委託図方式」だったのである<sup>5</sup>。この結果は、今回調査を行ったX社の取り扱い部品群が持つ固有の特性を反映した結果であるかも知れない（X社の製品群の内容については守秘義務の関係で公表できないので、これ以上の分析は差し控えることにする）。

いずれにしても、以上の分析では、各部品特性変数を個別に扱っているため、これらの部品特性が取引方式選択に与える正味の影響についてははっきりしたことが分からない。そこで次の節では、多変量のロジット回帰分析によって、この問題に答えていくことにしよう。

---

<sup>5</sup>承認図方式と貸与図方式の間では、本体関連度や部品共通度に関して有意な差が見られなかったが、デザイン性に関して承認図方式の平均値が貸与図方式を上回った。

#### 4 - 3 - 3 部品特性が取引方式の選択に与える影響：ロジット分析の結果

この節では、部品特性を説明変数、取引方式を非説明変数とする多変量回帰分析の結果を報告する。この場合、非説明変数（取引方式）は離散変数なので、ある取引方式が選ばれたことを1、その他を0として、ロジット分析を試みることにする。また、「市販品」は今回のサンプルには含まれないため、仮説4は除外し、その他の4つの仮説を検討することにする。

前述のように、従属変数としての取引方式は三つあるが、第二節で説明した取引方式の分類(図2)でも明らかなように、部品設計外注の視点からは、委託図方式・承認図方式(0)対貸与図方式(1)という二分法が妥当であり、また、部品の設計図面の所有・品質保証責任の配分という観点からは、委託図方式・貸与図方式(0)対承認図方式(1)という二分法に意味がある。最後に、委託図方式(1)と承認図・貸与図方式(0)を分ける二分法も参考までに試みているが、承認図方式と貸与図方式を合併させて一つのカテゴリとするのは論理的に無理があるので、貸与図方式を除外し、承認図方式と委託図方式のみとしたサンプルを別途分析することにする(この場合、委託図方式(1)対承認図方式(0)の二分法となる)。

また、説明変数の選択の際には、相関分析の結果をふまえて、「機能完結性」と「不良特定度」および「本体関連度」と「デザイン性」を同時に回帰モデルに入れないようにした。これは多変量回帰分析の場合に相関の高い説明変数間でおこる多重共線性を避けるためである。今後、因子分析などにより、この面での分析をより洗練化させる必要があると考える。以上をふまえたロジット分析の結果は、表3 - 表6で示す通りである。

(1)貸与図方式の選択：表3で明らかなように、「貸与図方式」の選択に対しては、「不良特定度」、「取付共通度」、「デザイン性」、「技術先進度」が負の有意な結果を示した。これは、部品の「機能的相互依存性」、「構造的相互依存性」が充分高い(不良特定度、取付共通度が充分低い)と、他の条件を一定とすれば、その部品の取引パターンは「貸与図方式」になりやすい、という点で仮説1と整合的である。ただし、「本体との相互依存性」が充分に高いと「貸与図方式」になりにくいという点では、仮説1と逆になっている。これは、「貸与図方式」ではなく「委託図方式」において「本体関連度」と「デザイン性」の平均値が最も高い、という前述の観察結果を反映した結果と推定される。以上をまとめれば、仮説1は部分的に支持されていると言えよう。また、貸与図方式に関する回帰分析の結果は仮説5とも整合的である。すなわち、部品の「複雑性」、「技術的不確実性」が低い場合、その部品の設計を技術力のあるサプライヤー(例えばX社)にわざわざ任せる必要がなく、したがって「貸与図方式」になりやすいのである。

(2)承認図方式の選択：表4に示したように、「承認図方式」の選択に対しては、「不良特定度」、

「機能完結度」が正の有意な結果を示し、また「本体関連度」では負の有意な関係がみられた。これは、その部品の「他部品との機能的相互依存性」や「全体設計との相互依存性」が低い時、他の条件を一定とすれば、その部品取引は「承認図方式」になりやすいことを示している。この点では仮説2と整合的である。しかしながら、部品間の「構造的相互依存性」に関する変数は有意な結果を示さなかった。従って、「承認図方式」に関する仮説2は部分的に支持されたと言える。また、「技術先進性」は承認図方式に対して正の有意な影響を与えることもわかった。この結果は仮説5と整合的である。部品の技術的不確実性が高く、またその分野での部品サプライヤーの設計開発能力が高いと、他の条件を一定とすれば、その部品の設計は外注されやすいということである。

(3) 委託図方式の選択：まず全サンプルを用いた分析の結果を表5に示す。「委託図方式」に関しては、「取付共通度」は負の有意な結果を示し、「本体関連度」、「デザイン性」では正の有意な結果が得られた。これらの結果は部品間の「構造的相互依存性」や、部品と製品「本体との相互依存性」の度合いが委託図方式の選択に影響することを意味しているが、既に述べたように、これは「委託図方式」に関する仮説3と必ずしも整合的ではない。そこで、委託図と承認図のみをサンプルとして分析しなおしたものが表6である。サンプル数が少ないのであくまで暫定的な結果だが、ここでは、機能完結性が低い程「委託図方式」になりやすい、という仮説3と整合的な結果が一部で出ている。また、技術先進性が高い程「承認図方式」になりやすいとの結果も、仮説5と矛盾しない。

以上のロジット回帰分析の結果は、本論文で示した仮説と、多くの点で整合的であったことがわかる。以下に、主な結果を示す。

第一に、部品の機能的相互依存性が、承認図方式と貸与図方式の選択に影響を与えることがわかった。仮説1および仮説2に関する以上の分析により、部品のアーキテクチャ特性の中でも、特に「機能的相互依存性」を表す指標である「不良特定度」が、承認図方式と貸与図方式に対して影響を与えるという結果が示された。すなわち、部品間の機能的相互依存性の違いは、詳細設計や品質保証責任の企業間での分配の仕方に影響を与えることが分かったのである。機能の相互依存性が低い部品の設計は外注しやすく、また品質問題を特定することが容易なため、部品メーカーが設計品質保証を行う承認図方式が選択されやすい。反対に、機能的相互依存性が高い部品の設計は、常に他の部品との関わりを考慮しなければならず、また一旦品質問題が起こったときにその問題の原因を個別部品レベルで特定することが難しいため、承認図方式は採用しにくいのである。

第二に、部品の構造的相互依存性は、貸与図方式の選択に影響するが、承認図方式の選択には

影響しないことがわかった。例えば、部品の構造的相互依存性を反映する指標である「取付部分の共通度」は貸与図方式の選択に有意な影響を与えることが示された。部品と他の部品のインターフェイスの共通度が低いということは、取付部分を製品ごとに特殊設計しなければならないこと、つまり部品間の構造的相互依存性が高いことを意味する。構造的相互依存性が高い場合、部品の詳細設計をうまく切り分けて部品メーカーに任せることが難しく、その結果貸与図方式になりやすいのだと推定される。これは、仮説で予想した通りの結果である。

ところが、部品の構造的相互依存性を表す変数は、承認図方式の選択に対しては有意な影響を持たなかった。部品の構造的相互依存性が承認図方式の選択に対して有意な影響を持たないこと、しかし部品の機能的相互依存性は承認図方式の選択に影響を与えていること、この二つ事実の対照は興味深い。すなわち、機能的相互依存性さえ低く抑えてあれば、構造的相互依存性に関わりなく、承認図方式の採用が可能だ、ということである。これは、実際に自動車メーカーが部品メーカーと承認図方式で取引する際、取付部や外形の設計については詳細に指示を出すことによって構造的相互依存性の問題を処理している、という事実と整合的である。

これに対して、委託図方式に影響を与える要因に関しては、仮説と整合的な結果は得られなかった。前述のように、委託図方式は、詳細設計の外注という点から見ると承認図方式と同じだが、設計図面所有や品質保証の観点から見ると貸与図方式と同じ、という、いわば「中間的」な取引方式である。しかし、分析の結果は「本体関連度やデザイン性が高く、取付部分が特殊設計される部品が、委託図取引されやすい」という傾向を示している。これは、本稿の仮説と整合的とは言えない。おそらく、既に述べたように、X社の取り扱い製品の持つ特殊性ゆえに、X社特有のルールが作用しているものと推定される。

もう一つ注意すべき点がある。一連の表で示したように、技術先進性や部品内部構造の複雑性は、他の条件を一定としたとき、承認図方式の選択に対して正の有意な影響を与える、ということである。この結果は、本稿の研究対象である部品メーカーX社と自動車メーカーY社の、当該部品に関する技術力の相対関係を反映していると言える。X社は、当該部品に関する十分な技術力の蓄積があり、それはY社が安心して詳細設計などを任せられるレベルにある。この場合、むしろハイテク寄りの複雑な製品の場合に自動車メーカーが有力部品メーカーに「まとめて任せる」傾向が強い、というわけである。

## 5．結論と今後の課題：

日本自動車メーカーはサプライヤーに部品の詳細設計と製造の仕事を「まとめてまかせる」という効率的な分業戦略の背後には、企業間に蓄積された「関係的技能」という要因があると理解されてきた。しかし、同じメーカーとサプライヤーのペアの間、すなわち「関係的技能」が所与とみなされるときに、なおかつ異なる取引方式が観察された。この現象を説明するため、本章は

自動車部品の特性、主に部品間の「相互依存性」あるいはその逆の「モジュラー性」といったアーキテクチャ的特性が部品取引方式の選択にどう影響を与えるのかについて分析した。ある部品サプライヤーにおけるアンケート調査とインタビューを通じての実証研究の結果、こうしたアーキテクチャ的特性が取引方式の選択に実際に影響を与える傾向が示された。

その際、アーキテクチャの概念を機能と構造のヒエラルキーの間のマッチングの問題として定式化し、この概念枠組より、自動車部品のモジュラー性・インテグラル性を構成する要素として部品間の「機能的相互依存性」、「構造的相互依存性」、「本体との相互依存性」といったサブ概念を抽出した。その上で、具体的な測定可能な指標を作って個々の部品のアーキテクチャ的特性を測定・評価したのである。これによりアーキテクチャの取引方式への影響について、より厳密な形で分析を行うことができるようになったといえよう。具体的には、上記の概念整理にもとづいて、五つの操作可能な仮説を立てた、そのうち4つについて、部品メーカーX社のデータに基づいて統計的に分析した。

その結果として特に注目されるのは、部品の機能的相互依存性が低い時(とりわけ不良特定度が高い時)、承認図方式が選択されやすく、貸与図方式は選択されにくいこと、そして、それに比べて、部品の構造的相互依存性は、取引方式選択に対する影響力が、機能的相互依存性程には高くなかったということである。既に述べたように、アーキテクチャ特性の一つである「モジュラー性」(そして、その反対のインテグラル性)は多面性を持つ複雑な概念であるが、取引形式の選択に対する影響も、モジュラー性のどの側面を見るかによって、異なる様相を呈するのである。そして、部品設計活動および品質保証責任の自動車メーカー・部品メーカー間での分担に関わる承認図方式や貸与図方式の選択に関する限り、部品の機能的相互依存性が重要な影響要因だったのである。

本論文は、この点に関して、部品の取引方式選択の論理と、実証分析の精緻化をめざしたものである。サプライヤー・システムに関する国際比較分析(藤本クラーク「1993」)は、日本とアメリカの企業間分業について、日本の場合承認図方式の比重が大きく、一方アメリカの場合は貸与図方式が主導的であったことを示してきた。このことと本章の結果を合わせて考えると興味深い知見が得られる。つまり、歴史的に見て日本の承認図方式は、部品の機能上のモジュラー性の比較的高い、いわゆる「機能部品」という括りで採用されてきた、ということである(藤本、1997)。つまり、実は日本企業こそが、「機能的モジュラー性」を根拠に承認図方式を導入し、これにより日本自動車産業の生産性・品質に関する国際的な競争優位を長期的に支えてきたのである。その意味で、モジュラー性を競争優位に結びつける点において、日本企業はむしろ先駆的であったといえよう。

近年、ヨーロッパやアメリカの自動車業界では購入部品の「モジュール化」が進行しているといわれており、日本の自動車業界がこういう潮流に対してどう反応するのかがマスコミの関心と

なっている。しかし、「モジュール化」「モジュラー化」といった概念自体の多義性あるいは曖昧性も指摘されている（藤本、武石、青島、2000）。本稿で示唆された日本型のモジュラー戦略、すなわち「機能部品を承認図方式で調達する」という60年代以来の購買戦略は、90年代末に欧米で進行した、「より大きなくくりの集成部品（＝モジュール）を調達する」という戦略とは異なる形で、アーキテクチャ特性と取引形式を整合させて競争力に結び付ける試みであったといえよう。しかも、後者が、我が国自動車産業の国際競争力の一要因として作用したことは、すでに周知の事実である。本稿で明らかになったのは、そうした日本の自動車・同部品企業による、「機能的モジュラー性」というアーキテクチャ特性と「承認図方式」という取引方式を結合する戦略だったのである。これが本稿のとりあえずの結論である。

ただし、本論文は「関係的技能」という要因を一定にコントロールするために、一つの自動車メーカーとサプライヤーのペアを注目して実証分析を行ったため、企業や部品タイプに関する一定のバイアスが不可避である。部品のアーキテクチャ的特性と取引方式の関連についてより一般的な結論を得るためには、今後は、もっと広い範囲で実証研究を行う必要がある。更に、「関係的技能」と「アーキテクチャ」の両方を同時に考慮し、その視点から企業間関係構築のダイナミックス、あるいは自動車・同部品企業の組織能力の共進化プロセスを分析することも、今後の課題といえよう。

## 文献

Alexander, Christopher (1964). Notes on the Synthesis of Form. Cambridge: Harvard University Press

Asanuma, Banri (1989). "Manufacturer-Supplier Relationship in Japan and the Concept of Relational-Specific Skill". Journal of the Japanese and International economics 3 (1) : 1-30.

浅沼万里(1997) . 『日本の企業組織 革新的適応のメカニズム』 . 有斐閣

Clark, Kim B. and Takahiro Fujimoto (1991). Product Development Performance: Strategy, Organization, and Management in the World Auto Industry. Boston.MA: Harvard Business School Press.

Ellison,D.J., Clark,K.B., Fujimoto,T. and Hyun,Y.(1995). "Product Development Performance In the Auto Industry: 1990s Update." Harvard Business School, Working Paper, 95-066

藤本隆宏(1995) . 「部品取引と企業間関係 自動車産業の事例を中心に」. 植草益編 『日本の産業組織 理論と実証のフロンティア』. 有斐閣

藤本隆宏(1997) . 『生産システムの進化論 トヨタ自動車にみる組織能力と創発プロセス』. 有斐閣

藤本隆宏、西口敏宏、伊藤秀史編(1998) . 『サプライヤー・システム』 有斐閣

藤本隆宏、安本雅典編著 (2000) . 『成功する製品開発』 有斐閣

Goepfert,Jan and M.Steiner (1999). Modular Product Development: Managing Technical and Organizational Independences. Mimeo

Nishiguchi (1994). Strategic Industrial Outsourcing. New York: Oxford University Press

Ulrich, K.T. and S. Eppinger (1995). Product Design and Development. McGraw-Hill, New York.

Thompson, James D. (1967). Organizations In Action. New York: McGraw-Hill

Ulrich, K.T. (1995). "The Role of Product Architecture in the Manufacturing Firm". Research Policy, 24 : 419-440.

Von Hippel,E.(1990). "Task Partitioning: An Innovation Process Variable". Research Policy 19: 407-418

Williamson, Oliver E. (1979). Market and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implications, New York: Free Press

Womack et al. (1990) The Machine that Changed the World, New York: Rawson Associates

表1 部品特性変数の平均、標準偏差、相関マトリクス (N = 33)

変数 1:非常に低い 2:やや低い 3:平均的 4:やや高い 5:非常に高い		平均値	標準偏差	相関係数マトリクス (* : 5%水準で有意(両側)である。 ** : 1%水準で有意(両側)である。)										
				機能完結度	不良特定度	取付共通度	取付複合度	本体関連度	デザイン性	設計独立性	部品共通度	機能複合度	構造複雑度	技術先進性
機能的相互依存性	機能完結性	2.6669	0.2741	1										
	不良特定度	4.1515	0.2000	0.3946*	1									
構造的相互依存性	取付共通度	2.6061	0.2645	0.2267	0.1680	1								
	取付複合度	2.1515	0.2000	0.1485	0.0371	0.0967	1							
製品本体設計との相互依存性	本体関連度	3.6667	0.2671	-0.0381	0.1001	-0.3364	0.4172*	1						
	デザイン性	3.2424	0.3258	-0.3150	0.2251	-0.4128*	-0.1457	0.2942	1					
	設計独立性	1.9394	0.1991	0.1899	0.4763*	0.1351	-0.2461	-0.2280	-0.0169	1				
	部品共通度	3.3939	0.2381	0.09601	-0.1053	0.4592*	-0.4100**	-0.6304**	-0.3466*	0.3679	1			
部品の複雑性	機能複合度	3.0000	0.1628	-0.4614*	-0.4168*	-0.3574	0.0914	0.1686	0.1990	-0.0904	-0.1922	1		
	構造複雑度	3.4545	0.2503	-0.2812	0.1543	-0.4251**	0.0491	0.1622	0.3069	0.3787*	-0.2159	0.6149**	1	
技術的不確実性	技術先進性	3.5455	0.1986	-0.3249*	0.2131	-0.1254	0.0190	-0.1439	0.1289	0.4234*	-0.0728	0.4722**	0.8001**	1

表2 取引形態による部品特性変数の平均値比較

変数 1:非常に低い、2:やや低い、3:平均的、4:やや高い、5:非常に高い		平均値 (標準偏差)			分散分析の有意な結果 (5%水準で有意)	コメント
		貸与図方式 (N=8)	委託図方式 (N=12)	承認図方式 (N=13)		
機能的相互依存性	機能完結度	3.125 (3.2679)	2.0909 (1.6909)	2.8571 (2.5934)		
	不良特定度	3.250 (2.2143)	4.2727 (1.0182)	4.5714 (0.5714)	承認図方式 > 貸与図方式 承認図 + 委託図 > 貸与図	仮説と整合的である
構造的相互依存性	取付共通度	3.375 (2.2679)	1.8182 (1.5636)	2.7857 (2.3352)		
	取付複合度	3.625 (1.9821)	3.4545 (1.6727)	4 (1.2308)		
本体設計との相互依存性	本体関連度	3.375 (3.9821)	4.6364 (0.6545)	3.0714 (1.9176)	承認図方式 < 委託図方式 貸与図方式 < 委託図方式	仮説と整合的ではない
	デザイン性	1.375 (1.275)	4.8182 (0.1636)	3.0714 (3.6099)	承認図方式 < 委託図方式 貸与図方式 < 委託図方式 承認図方式 > 貸与図方式 承認図 + 委託図 > 貸与図	仮説と整合的ではない
	設計独立度	1.5 (0.2857)	2.3636 (1.8545)	2.4286 (1.4945)	承認図方式 > 貸与図方式	仮説と整合的である
	部品共通度	4 (1.7143)	2.3636 (2.0545)	3.8571 (0.7473)	承認図方式 > 委託図方式 貸与図方式 > 委託図方式	仮説と整合的ではない
部品の複雑度	機能複合度	3.2857 (1.2381)	2.7 (1.3444)	3 (0.5)		
	内部構造複雑度	2.125 (1.5536)	3.7273 (1.6182)	4 (1.5385)	承認図方式 > 貸与図方式 委託図方式 > 貸与図方式 承認図 + 委託図 > 貸与図	仮説と整合的である
技術的不確実性	技術先進性	2.75 (1.0714)	3.3636 (1.2545)	4.1429 (0.9011)	承認図方式 > 貸与図方式 承認図 + 委託図 > 貸与図 承認図 > 委託図 + 貸与図	仮説と整合的である

表3 (被説明変数 = 貸与図) N = 33 *: 10%、 **: 5%有意		モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	モデル5	モデル6	モデル7	モデル8
機能的相互依存性	機能完結性	0.2771 (0.2874)		0.0667 (0.3236)				-0.1113 (0.3969)	-0.5588 (0.5880)
	不良特定度		-1.9158** (0.9249)		-0.8645* (0.4821)	-2.3177** (1.1993)	-2.0282** (0.9870)		
構造的相互依存性	取付共通度	0.4374 (0.3252)	1.4559* (0.8002)			1.6334* (0.9822)	1.5105* (0.8158)		
	取付複合度			-0.0506 (0.4340)	0.0162 (0.5394)			0.1367 (0.4955)	0.3908 (0.6988)
本体との相互依存性	本体関連度	-0.0662 (0.2926)	0.9460 (0.7198)			1.5417 (0.9982)	1.0010 (0.7329)		
	デザイン性			-0.9636** (0.3965)	-0.9800** (0.4414)			-0.9231** (0.3714)	-1.1559** (0.4508)
部品共通度						0.8155 (0.6723)			
設計独立度							-0.2578 (0.7648)		
機能複合度								-0.6574 (0.6899)	
技術先進性									-1.7047* (0.9169)
Constant		-2.7688 (1.7312)	-1.8278 (2.7117)	1.1101 (1.6174)	4.5473 (2.5881)	-6.2140 (4.5925)	-2.1873 (2.9348)	3.0263 (2.6258)	7.7574 (3.9832)
R <sup>2</sup>		0.099	0.329	0.306	0.382	0.365	0.331	0.326	0.430

表4 (被説明変数 = 承認図) N = 33 **: 5%、*: 10%で有意		モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	モデル5	モデル6	モデル7	モデル8
機能的相互依存性	機能完結性	0.2115 (0.2524)		0.1490 (0.2391)				0.1993 (0.2634)	0.6698* (0.3756)
	不良特定度		1.0686* (0.5016)		0.8042** (0.4006)	1.0564** (0.4753)	0.9086* (0.5689)		
構造的相互依存性	取付共通度	-0.0682 (0.2759)	-0.0716 (0.2990)			-0.1132 (0.3267)	0.0184 (0.3063)		
	取付複合度			-0.2782 (0.3417)	-0.3285 (0.3716)			-0.3128 (0.3507)	-0.4695 (0.4046)
本体との相互依存性	本体関連度	-0.5242* (0.2801)	-0.7648** (0.3369)			-0.5686 (1.4064)	-0.6662* (0.3699)		
	デザイン性			-0.0867 (0.2020)	-0.2703 (0.2254)			-0.0971 (0.2045)	-0.2150 (0.2515)
部品共通度						0.3529 (0.4622)			
設計独立度							0.2258 (0.4570)		
機能複合度								0.2060 (0.4388)	
技術先進性									1.4883** (0.5374)
Constant		1.2012 (1.4595)	-2.0984 (2.3232)	0.1638 (1.2760)	-2.1388 (1.8020)	-3.6803 (3.1098)	-2.2948 (2.3207)	-0.4805 (1.8771)	-5.7461 (2.6046)
R <sup>2</sup>		0.129	0.271	0.035	0.157	0.284	0.226	0.041	0.324

表5 (被説明変数 = 委託函) N=33 **: 5%、*:10%で有意		モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	モデル5	モデル6	モデル7	モデル8
機能的相互依存性	機能完結性	-0.4268 (0.3130)		-0.3160 (0.3375)				-0.2160 (0.3765)	-0.6863 (0.4380)
	不良特定度		0.5336 (0.5084)		-0.7210 (0.6129)	0.3707 (0.5550)	0.5905 (0.5351)		
構造的相互依存性	取付共通度	-0.3921 (0.3478)	-0.7251* (0.4036)			-0.5807 (0.4288)	-0.7372* (0.4078)		
	取付複合度			0.3372 (0.5038)	0.3315 (0.4813)			0.3000 (0.4928)	0.3390 (0.5235)
本体との相互依存性	本体関連度	1.0370** (0.4943)	1.1410** (0.5479)			0.7360** (0.6587)	1.0045* (0.6068)		
	デザイン性			1.2789** (0.6042)	1.7518** (0.9565)			1.3295** (0.6295)	1.6645* (0.9598)
部品共通度						-0.4479 (0.4956)			
設計独立度							-0.2145 (0.5636)		
機能複合度							0.3940 (0.5946)		
技術先進性									-1.0878* (0.6212)
Constant		-2.9118 (2.2289)	-6.0345 (3.5213)	-5.7774 (3.0712)	-5.5746 (3.7269)	-2.5351 (5.0572)	-5.2337 (3.8618)	-7.3974 (4.0973)	-2.7307 (4.3094)
R <sup>2</sup>		0.331	0.314	0.395	0.409	0.332	0.317	0.404	0.467

表6 (被説明変数 = 委託図) N=25 委託図 対 承認図 **: 5%、*:10%で有意		モデル1	モデル2	モデル3	モデル4	モデル5	モデル6	モデル7	モデル8
機能的相互依存性	機能完結性	-0.1949 (0.3489)		-0.2664 (0.3428)				-0.1865 (0.3736)	-0.5852 (0.4388)
	不良特定度		0.0924 (0.6890)		-0.5159 (4.6548)	-0.3360 (0.8370)	0.0541 (0.7058)		
構造的相互依存性	取付共通度	-0.4195 (0.3979)	-0.4558 (0.4025)			-0.3820 (0.4224)	-0.4320 (0.4127)		
	取付複合度			0.3117 (0.5173)	0.1732 (0.4796)			0.3008 (0.5116)	0.2264 (0.5163)
本体との相互依存性	本体関連度	1.1952* (0.5212)	1.2311* (0.5647)			0.5785** (0.9055)	1.4048** (0.9128)		
	デザイン性			1.0600** (0.6015)	1.7813** (1.1048)			1.1093* (0.6323)	1.2209* (0.8346)
部品共通度						-0.6297 (0.8186)			
設計独立度							0.1917 (0.7238)		
機能複合度								0.3512 (0.5993)	
技術先進性									-1.2213* (0.6562)
Constant		-3.6049 (2.4150)	-4.5398 (4.5293)	-4.7468 (3.0550)	-1.5475 (4.6548)	1.7734 (8.6398)	-5.5488 (6.1605)	-6.2402 (4.1158)	0.0356 (4.5786)
R <sup>2</sup>		0.371	0.363	0.318	0.401	0.378	0.365	0.328	0.438