

MMRC
DISCUSSION PAPER SERIES

No. 240

**製品アーキテクチャと企業組織
—大規模サンプルによる実証分析—**

駒澤大学経営学部専任講師

中川功一

東京大学大学院経済学研究科教授

藤本隆宏

東京大学大学院経済学研究科博士課程

勝又壮太郎

2008年11月



東京大学ものづくり経営研究センター

Manufacturing Management Research Center (MMRC)

ディスカッション・ペーパー・シリーズは未定稿を議論を目的として公開しているものである。引用・複写の際には著者の了解を得られたい。

<http://merc.e.u-tokyo.ac.jp/mmrc/dp/index.html>

Product architecture, the boundaries of a firm, and knowledge of a firm:
A statistical examination with Japanese manufacturers

Koichi NAKAGAWA
Takahiro FUJIMOTO
Sotaro KATSUMATA

Abstract

Langlois and Robertson (1992) said that product modularity brings about the vertical specialization of firms” . This paper attempts to break this famous assumption of product architecture study. First we considered it from the review of past studies, and we find theoretical incompleteness of it. Next, this paper examines statistically product architecture ’ s effect on firms. The examination shows that product architecture does not affect on the degree of firm ’ s vertical integration; it also elucidates new understandings about it- that is, product architecture essentially affects a firm ’ s knowledge.

Keywords

Product architecture, the boundaries of a firm, knowledge of a firm

製品アーキテクチャと企業組織： 大規模サンプルによる実証分析

中川功一

駒澤大学経営学部専任講師

藤本隆宏

東京大学大学院経済学研究科教授

勝又壮太郎

東京大学大学院経済学研究科博士課程

要旨

製品アーキテクチャ概念をめぐって、2つの仮説が存在している。第一は、製品アーキテクチャと企業の垂直統合度とに適合関係があるとするもので、現在のところ主流となっているものである。第二は、製品アーキテクチャと適合関係にあるのは企業の組織能力や知識であるとするものである。先行研究に依拠した理論的考察と、日本の大手製造業企業を対象とした統計分析から、本稿は後者の説がより妥当であるとの見解を示唆する。（197字）

1 イントロダクション：企業と製品の分割・結合の相互関係

本稿は、企業が市場に供給する製品のアーキテクチャ（設計の基本構想）と、当該企業の保有する調整の能力、そして企業が採用する調整の方式（市場か組織か）との間に、ど

のような相互関係が存在しているのかについて、大規模サンプルによる分析からのアプローチを試みることを目的とするものである。

周知のように、経済体系を産業・企業・事業・課業などに分割することを分業 (division of labor)、分割された経済単位・組織単位を再結合することを協業 (cooperation) といい、ともに経済学・経営学の基礎概念である。経済学の領域では、古典経済学において、A. スミス『国富論』の工程分業・社会分業論、D. リカードの国際分業論、K. マルクス『資本論』における協業論など、主たる研究者が分業・協業問題に関心を注いできた。現代経済学においても、協業の問題は、スポット市場、階層組織、継続取引など、どのような調整 (coordination) メカニズムを選択するか、といった問題設定で、取引費用論 (Williams on, 1975) や比較制度分析 (青木, 1995) などにおいて研究が続けられている。経営学においても、バーナード、サイモンにはじまる近代組織論において分業と協業は基礎概念をなしており、現代に到るまで経営学の主たる研究課題とされてきている (Barnard, 1938; サイモン, 1989)。

一方、企業が市場に供給する製品 (財・サービス) も、機能的・構造的に分割・結合される。こうした製品の設計が経済や企業に与える影響は長らく見過ごされてきたが、1990年代から、製品設計の分割・結合状態と、産業・企業に分業・協業状態の相互関係を解明しようとする動きが現れだした。それが、アーキテクチャ論である。

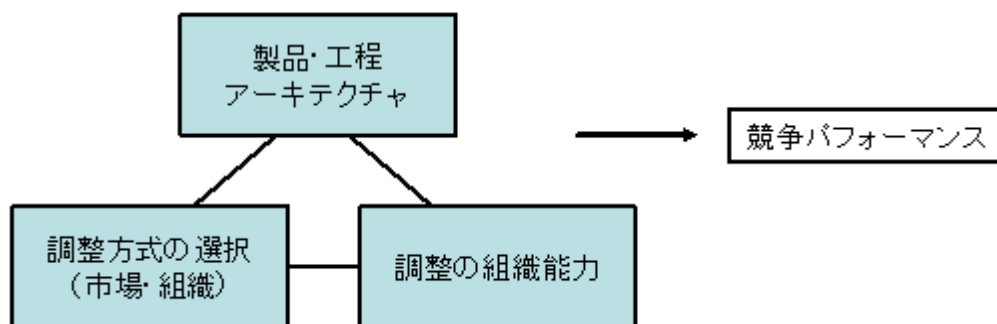
「アーキテクチャ」とは、製品 (人工物) の機能的・構造的な諸要素をどのように分割し結合するかに関する、設計者の基本構想のことである (Henderson and Clark, 1990; Ulrich, 1995)。アーキテクチャは、もともと設計論やシステム論に属する工学的な概念であったが (Alexander, 1964; Simon, 1969; Suh, 1990)、近年、社会科学に取り込まれるようになり、戦略論、組織論、イノベーション論、進化経済学、比較制度分析などにおいて研究が進んだ (例えば藤本・武石・青島 (2001) 奥野・瀧潭・渡邊 (2007); 青木 (1995))。そうした中で、「企業が供給する人工物の分割・結合のパターン (アーキテクチャ) と、企業組織や市場体系の分割・結合のパターンは、どのように連動するのだろうか」という設問が、重要な研究課題として浮上してきたわけである。

しかしながら、アーキテクチャと企業組織・経済制度に関する研課は、まだ研究の歴史が浅く、実証分析も散発的な事例分析が中心で、体系的な統計データ収集に基づく研究はまだ少ない (大鹿・藤本, 2006)。そこで本稿では、「企業組織の分割・結合のパターンは、製品や工程のアーキテクチャと、どのような相互作用を持つのか」という問いについて、一次データを用いた探索的な実証研究を試みる。

本稿では特に、既存研究から導かれる 2 つの仮説を実証的に検討する。製品アーキテクチャと企業組織をどう適合させるかについては、既存研究では大きく分けて 2 つの見解が存在している。すなわち、(1) 企業はその競争パフォーマンスを高めるために、企業組織の分割・結合のパターンそのものを製品アーキテクチャに適合させる、という考え方（調整方式仮説）と、(2) 企業が活動の分割や調整を上手に行うための組織能力の構築がまずあり、それと適合的なアーキテクチャが選択されるときに、当該企業のパフォーマンスが上がる、との考え方（調整能力仮説）である。

これに対し本稿では、上記の 2 仮説を総合した枠組みを提示する。すなわち、製品アーキテクチャ、調整方式、調整の組織能力、この三者がそれぞれに関係し合っており、3 者の適切な関係が構築されたときに、当該組織の競争パフォーマンスが影響を受けるという、より一般的な図式である（図 1）。

図1 分析の基本枠組み:アーキテクチャ・調整方式・調整能力



この視点からみれば、上記の二仮説は、本稿の「状況適合仮説」に対して、ある仮定を置いたケースだと考えられる。すなわち、(1) 調整方式仮説は、企業間に調整能力の差がないことを暗黙の前提として、企業はアーキテクチャに合った調整方式を選択するとみなしている。しかし、企業間で調整の組織能力に差がある場合は、この仮説の前提は保証されない。

一方、(2)調整能力仮説は、組織能力は進化の帰結であり、よって企業が自由に選択できるものではないと仮定する。したがって、企業の競争パフォーマンスは、その企業が長期的に構築する組織能力と、選択する製品のアーキテクチャの間の適合性により、事後的に決まるとみる。一方、調整方式は企業が自由に選択でき、したがって調整方式はアーキテクチャに常に従うと想定される。

いずれにせよ、これらの仮説の実証的な検討は、これまではほとんどが事例研究によるものであり、一次統計データによる検証は、ほとんど行われてこなかった。そこで本稿は、図1に示したような「アーキテクチャと組織の状況適合仮説」に関して、統計分析にもとづく予備的な考察を加えることにする。

2 アーキテクチャと組織：先行研究サーベイと仮説構築

2.1 製品アーキテクチャとは何か

製品アーキテクチャとは、製品を、機能的・構造的な設計要素へと分割した上で、それら構成要素間の関係性を形式的に捉える考え方（Ulrich,1995）である。アーキテクチャは機能要素・構造要素間の相互依存性の強弱によって、2つの理念型に分類できる。製品に要求される機能要素群（例えば仕様）と、それを実現する構造要素群（たとえば部品）の間の対応関係が多対多で相互依存性が強い設計構想を「インテグラル・アーキテクチャ」、逆に機能要素と構造要素の関係が1対1で、独立性の強い機能完結部品を寄せ集めれば全体が機能するような設計構想を「モジュラー・アーキテクチャ」という。部品同士の構造パラメータの複雑な相互調整によって車両全体の性能バランスを実現する小型乗用車は典型的なインテグラル・アーキテクチャの製品である。一方、パーソナル・コンピュータは、MPU、DRAM など、設計済みの機能完結的な部品をつなぎ合わせれば動作する、モジュラー・アーキテクチャ製品の典型である。

このアーキテクチャのタイプの違いによって、組織に要求される部門間分業・協業のありようが変わってくる（Ulrich, 1995 ; Baldwin and Clark, 2000 ; 藤本, 2002 ; 中川, 2008a）。すなわち、アーキテクチャがインテグラル型、すなわち部品間の技術的相互依存が強ければ、それぞれの部品を開発する部門間では、互いの技術に踏み込みながら相互最適化を行っていく、という部門間協業が要求されることになる。他方、モジュラー型アーキテクチャであれば、各部品は技術的に独立しているわけであるから、各部品の開発や生産を担当する部門も、他の部品部門から独立で活動を行いうるのである。

製品アーキテクチャ論では、この「アーキテクチャに即した望ましいサブ組織間分業・協業体制」を実現するために、企業や産業の構造がどのような形をとるべきか、という点が主要な論点の一つとして議論されてきた。そこでは、事例分析によるアプローチや理論的な試みなど、多様な方法によって幅広い議論が展開されてきたが、それらを大きく分けるなら、前述のように、2通りの考え方にまとめることができる。ここでは、それぞれを仮に、「調整方式仮説」と「調整能力仮説」とし、順に検討していくことにしよう。

2.2 調整方式仮説：市場を利用するか、組織を利用するか

2.2.1 調整方式仮説の基本論理:アーキテクチャとタスクの同型性

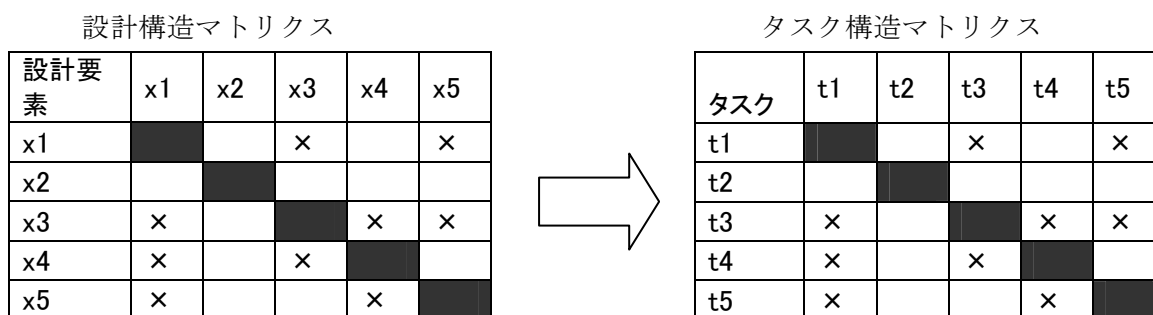
調整方式仮説とは、「競争パフォーマンスを追求する合理的な企業は、製品アーキテクチャに応じたコンポーネント担当部門間での分業・協業体制を実現するために、適切な調整方式を選択する、との仮説である。ここで「調整方式の選択」とは、部門間のやりとりを、市場によってか、あるいは組織によってか、どちらの方法で達成するのかを問うということである。本書の冒頭で既に示唆したように、この調整方式仮説は、企業により調整の組織能力が異なる、という可能性を考慮に入れていないのであるが、この点はあらためて後述する。

この仮説の基礎となる論理は、「製品設計タスクの相互依存パターンは、製品内部の相互依存パターンを反映する」というものである。言い換えれば、前述した製品アーキテクチャのタイプの違いによって、組織や社会に要求される分業・協業のありようが変わってくるのである (Ulrich, 1995 ; Baldwin and Clark, 2008 ; 藤本, 2002)。具体的には、モジュラー型アーキテクチャのときには、各コンポーネント担当部門の独立性が高まるから、部門間での情報のやり取りや共同での作業の必要性は最小限となり、したがって市場メカニズムを通じた方式のほうが、効率的な調整が達成できる。他方、インテグラル・アーキテクチャの時には、各コンポーネント担当部門では、作業の共同化の必要性が高まり、互いに踏み込んだ情報交換を行う必要も生じる。そのため、より綿密な相互調整活動を可能にする、垂直統合された企業内での調整のほうが、効率的に調整が行えると考えられるのである。

Baldwin and Clark (2000) は、製品アーキテクチャと企業内分業パターンとの間の関係性を、「設計構造とタスク構造の基本的同型性 (fundamental isomorphism of design structure and task structure)」と彼らが呼ぶ論理によって説明している。ここで Baldwin と Clark は、Steward らが提案した DSM (design structure matrix : 設計構造マトリクス) を用いて、製品アーキテクチャやタスク構造を記述している (Steward, 1981 ; Eppinger, 1991)。DSM においては、ある製品設計が n 個の設計パラメーター (サイズ・形状・材質など) に分けられ、それらの設計パラメーター間での相互作用が $n \times n$ のマトリクスで記述される (図 2)。すなわち、DSM 上のセルが埋まっている個数が多い設計ほど、パラメーター間の相互作用が多いインテグラル型の設計であるとされ、空白のセルが多い設計ほど、モジュラー型の設計だと捉えられる¹。

¹ アーキテクチャとは第一義的には人工物の機能要素群と構造要素 (部品) 群との間の対応の形式である、という Ulrich (1995) の定義に遡るならば、アーキテクチャに関するより根源的なマトリクスは

図 2 設計構造とタスク構造の基本的同型性



×：設計パラメータ x_j が x_i に影響する

×：タスク t_j が t_i に影響する

設計パラメータ同士の相互関係とまったく同じように、設計作業（タスク）間の相互関係も規定される。

Baldwin and Clark (2000) は、人間組織の分業・協業関係を記述したTSM（タスク構造マトリクス）が、製品設計を記述しているDSMに対して、理論的には常に一致するものであることを示した。まず、製品設計を n 個の設計パラメータからなるとする考え方に即して、人間の設計作業（タスク）も、パラメータ数と同じ n 個に分解して捉えられるとする。つまり、各々の部品に対して一人の部品設計者（そのタスク）、あるいは一つの部品設計部署（そのタスク）が1対1に対応するものと仮定するのである。この場合、ある設計パラメータ a と b が互いに独立であるなら、それぞれのパラメータを設定するための設計タスク t_a 、 t_b もまた独立で活動可能なものとなり、 a 、 b が互いに相互作用しているならば、設計タスク t_a 、 t_b も互いに活動を相互調整する必要がある考慮して活動する必要がある。こうして、設計パラメータの相互関係と全く同じように、設計作業の相互関係も規定されてくる。つまり、DSMとTSMは、定義上、まったく一致することになるのである

DSMすなわち構造 x 構造のマトリクスよりはむしろ、機能 x 構造の二元マトリクスであり、DSMはこの「機能 x 構造マトリクス」から導出される、と考えるべきであろう。機能 x 構造マトリクスは、例えば品質機能展開（赤尾・水野、1978）における「品質表」に近い性格を持ち、人工物を機能パラメータ群と構造パラメータ群の関係で表現する形式である。

(設計構造とタスク構造の基本的同型性：fundamental isomorphism of design structure and task structure)²。

しかしながら、「設計構造とタスク構造の基本的同型性」は、企業内の部門分割のレベルに限定されない、より一般的な命題だといえる。たとえば、既を示した DSM のタスク構造マトリックスにおいて、各タスク (t_i) を担当する主体、つまり分業の主体は、個人、部門、企業、いずれでもありうる。たとえば「タスク t_1 」と「タスク t_3 」とが相互依存している場合、この2つのタスクは、(i) 社会の中で2つの企業が担当し、互いに市場取引で調整することもありうるし、(ii) 同一企業内の2つの部門が担当し、組織的に部門間調整することもありうるし、(iii) 同一部門内で2人の設計者が担当し、部署内で直接的に調整することもありうる。つまり、特定のタスク間の相互依存関係の有無、強弱によって、どのような主体が、どのような調整方式を選択するかが、違ってくるかもしれない。それが「調整方式仮説」の示唆する、アーキテクチャと調整方式の適合関係である。

2.2.2 調整方式の選択：市場か組織か

調整方式仮説は、企業の垂直統合度を適切に設定することで、製品アーキテクチャに応じた部門間分業・協業体制を実現するという考え方である。二主体間の調整方式にもいろいろなタイプがあるが、「調整方式仮説」が特に焦点を当てるのは、最も基本的な区別、すなわち、市場的調整と組織的調整の区別である。そして、市場的調整と組織的（階層的）調整の間の選択を説明する最も一般的な経済分析の枠組は、取引費用理論とみて間違いない。

取引費用説は、コースの企業論を源流とし、ウィリアムソンに受け継がれた考え方であり、ある活動や部品が企業内部で行われるか（垂直統合）、市場取引を通じて社外から調達されるか（垂直分割）かは、市場取引の場合の取引費用と、組織内部の場合の調整費用のどちらが安いかで決まる、と考える（Williamson, 1975）。

そして、市場取引における取引費用の発生源として、ウィリアムソンが最も重視するのは、部品や設備などの生産資源の取引特殊性（transaction-specificity）である。簡単に言えば、他に転用の利かない取引特殊な部品あるいは設備を供給する企業は、取引相手

² 作業組織と作業対象・作業工程のアーキテクチャを合わせるといふこの発想は、すでに Trist and Bamforth (1951)、Alexander(1964)、Woodward(1965)、Thompson(1967)、Simon(1969)、などにおいて議論されている。製品アーキテクチャ論は、特にそれを製品設計に注目しながら再構成したものと捉えることもできる。

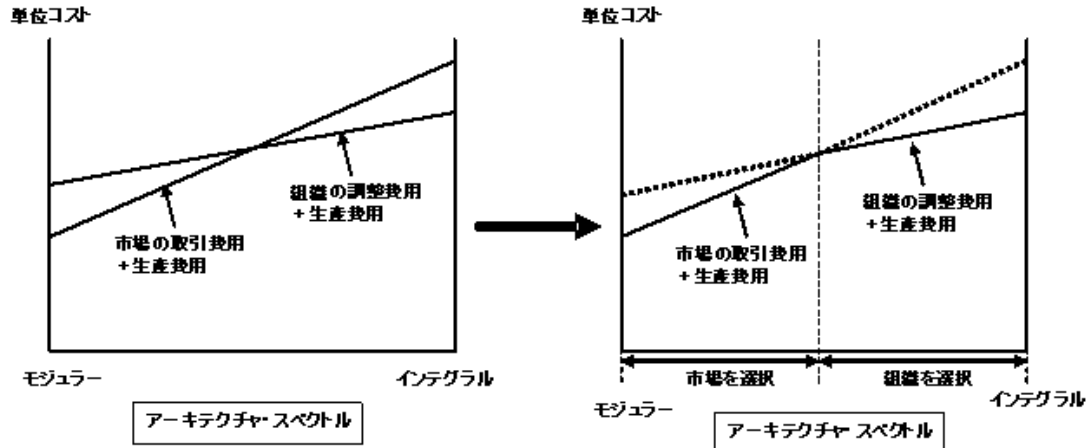
が転用できない弱みに付け込み機会主義的な行動に出ることを恐れる。したがって、そうした機会主義を抑止するために、詳細な契約を結び、契約履行を厳しくモニターしようとするが、それにはコストがかかる。これらは取引費用である。

組み立て製品のアーキテクチャがインテグラルである場合、それは、機能要素と構造要素が多対多で絡み合って複雑な連立方程式になっているに等しいので、部品の設計パラメータは特殊解となりやすい。つまり、製品特殊的・取引特殊的なカスタム設計部品の割合が増える。反対に、企業を超えて共通化した汎用部品の比率は下がる。自動車がまさにそうした製品である (Clark and Fujimoto, 1991)。同様に、工程アーキテクチャがインテグラルである場合、設備や工程レシピのパラメータが特殊解となり、取引特殊的な専用設備が増える。いずれにしても、「インテグラル・アーキテクチャ→取引特殊的部品の比率増加→機会主義の脅威の増加→機械主義抑止のための取引コスト増加→組織的調整メカニズムの選択→垂直統合化」というロジックで、「インテグラル・アーキテクチャ→垂直統合化」という仮説を得る。他方、モジュラー型製品では、取引特殊的な部品の比率が下がるため、機会主義の脅威が減り、市場による取引が選好される、という関係が考えられる。

この関係性は、完全なモジュラーから完全なインテグラルまでのアーキテクチャ・スペクトルを利用して、簡単な分析によって説明できる。生産と取引にかかる総費用曲線は、アーキテクチャ・スペクトルに沿って右上がりの曲線・直線として描くことが出来る。これは、インテグラル・アーキテクチャの方がモジュラーアーキテクチャより、組織的な設計調整の負荷が大きく、また取引特殊的部品の取引割合が大きい、という考察に基づく。このうち、市場取引という調整メカニズムは、生産資源の取引特殊性から来る機会主義の問題がなければ（製品がオープン・モジュラー型であれば）、相対的に安上がりな調整様式であるが、取引特殊性が存在するときには急激に機会主義対応コストが高騰する (Williamson, 1975)。ゆえに、切片は比較的小さいが、傾きは比較的大きい可能性が高い。

一方、組織という調整メカニズムは、アーキテクチャに関わらず一定のコミュニケーションやメンバー動機付けのためのコストを発生させるが、機会主義には強く、インテグラル・アーキテクチャの場合に追加的に発生するのは、基本的にはシンプルな調整コストである。よって、ゆえに、切片は比較的大きいが、傾きは比較的小さい曲線となる可能性が高い（ただし、前述のように、この傾きは製品（人工物）を構成する構造的・機能的要素の数によって異なるが）。

図3 アーキテクチャと調整メカニズムの選択



以上を総合し、組織の調整費用、および市場の取引費用の形状が、ある条件の下で、それぞれ図3のようであるならば、コストが安い調整メカニズムが選択されるという取引費用理論の原則から、ある分岐点を境に、インテグラル寄りの製品が組織メカニズム（垂直統合）、モジュラー寄りの製品が市場メカニズム（垂直分割）を選びやすい、という予想を得る³。むしろ、これは静態的な条件下での選択であるが。

2.2.3 調整方式仮説に関する先行研究

次に、「調整方式仮説」を主張してきた先行研究群を簡単にレビューしていこう。製品や工程の相互依存関係と、組織の分業・協業パターンの中に相関関係がある、という仮説を、広い意味で「調整方式仮説」と呼ぶならば、それは Trist and Bamforth (1951) や Woodward (1965) のソシオテクニカル理論、あるいは Thompson (1967) の組織設計論に遡ることになる。しかし、アーキテクチャ概念と組織構造の関係を論じたものとなると、議論が本格化するのは 1990 年代である。

Langlois and Robertson (1992) は、調整方式仮説を採る、もっとも初期の研究のひとつである。Langlois and Robertson (1992) は、モジュラー型アーキテクチャの製品の場合は、コンポーネントがそれぞれ機能的に分離しており、生産・開発活動で相互調整を行う必要はなくなるから、ひとつの企業内に全てのコンポーネントを抱え込んで開発するよ

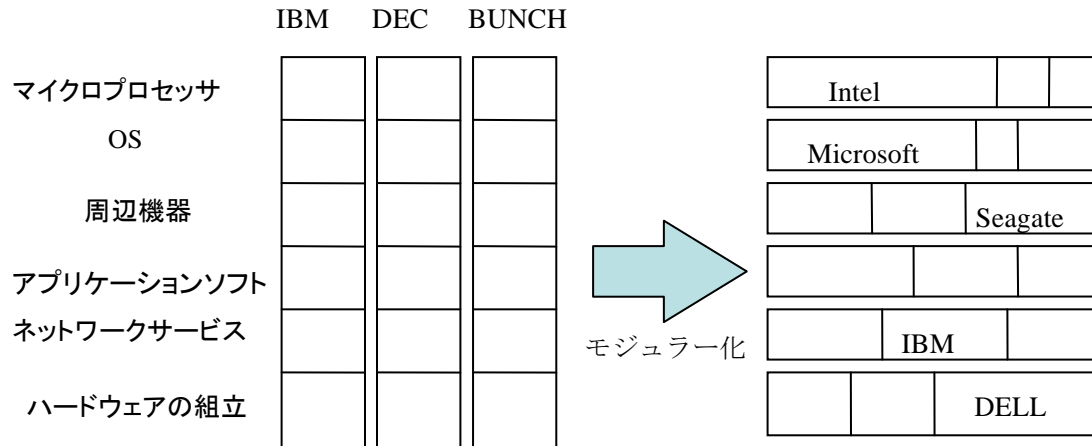
³ このモデル分析の詳細については、藤本 (2008) 参照。

りも、企業は特定のコンポーネントに特化し、資源を集中することが合理的だとしている。Langloisらは、モジュラー化がもたらす産業への影響を、据置型ステレオ・オーディオ機器産業と、マイクロコンピュータ産業の事例分析から説明する。これらの産業では、モジュラー化によって、各コンポーネントが決まったインターフェースによって自由に組み合わせを決められるようになった。すると、個別コンポーネント単位で事業を行う企業が増加し、コンポーネント単位でのイノベーションが促進されたり、より安価なサプライヤが登場することによって、コンポーネント專業特化企業の競争力が高まっていった。一方で、全てのコンポーネントを統合したパッケージとして開発・生産している垂直統合企業は、競争力を失うことになったのである。

Fine (1998) は、製品アーキテクチャの視点で、コンピュータ産業と自転車産業の事例を分析した。そして、インテグラル型アーキテクチャのときには、垂直統合型の構造が選択され、モジュラー型アーキテクチャのときには水平分業型の構造が選択されることを発見した。ここではコンピュータ産業の事例を挙げると、1980年代初頭までは、コンピュータのコンポーネントは相互に関連しあっており、コンポーネント間の関係はあいまいであったため、生産者はほぼ全てのコンポーネントを一社で統合的に開発する必要があった（インテグラル型アーキテクチャ）。しかし、1980年代半ば、IBMはパーソナル・コンピュータ（PC）を開発するにあたってモジュラー型アーキテクチャを採用した。これによって、IBMは必要となる各コンポーネントを独立企業に設計させることが可能になった。こうして複雑性を高めていたコンピュータの開発がずっと容易になり、IBM-PCは華々しい成功を収めるのである。その後、IBMのアーキテクチャとインターフェースに準拠した「IBMコンパチブル・コンピュータ」を製造する企業や、個別コンポーネントに特化して参入する企業が登場し、産業構造が水平分業へと変化したとする（図4）⁴。

⁴ ここで水平分業という慣用的な表現を Grove (1995) から引用したが、これはむしろ「垂直分割」(vertical disintegration) とでも呼ぶべき現象であり (Langlois and Robertson, 1995)、「水平分業」は適切な用語ではない。図4の右図においても、水平方向に展開されているのは競争関係であり、分業関係ではない。むしろ、図4の左図の縦軸（垂直方向）には、水平的な補完関係にある財（例えばマイクロプロセッサとOS）が混じっており、垂直的な関係が示されているとはいいがたい。こうした企業間関係には、少なくとも、競争（代替）、補完、取引という3つの基本形があるが、これらを水平・垂直の2次元で表そうとした結果、以上の混乱が生じたと推測される。

図4 コンピュータ産業における垂直統合から水平分業への構造変化



出所：Grove（1995）

楠木・チェスブロウ（2001）は、Fine（1998）の提示した「インテグラル型には垂直統合、モジュラー型には専門特化」という適合関係を HDD 産業の事例分析から再確認し、この適合関係が存在するゆえの問題として、製品アーキテクチャ変化をもたらす「罨」を議論している。製品アーキテクチャと事業組織との間に上述のような適合関係があるとき、製品アーキテクチャが変化したとしても、企業の組織はすぐには変化させることはできない。そのため、アーキテクチャの変化が、既成の製品アーキテクチャに適合した組織を採用している企業の競争力に悪影響を与える可能性がある。アーキテクチャがモジュラー化するときには、もとのインテグラル・アーキテクチャに対応して、複数のコンポーネント生産・開発活動を内部に取り込んだ垂直統合企業が競争力を落とし、個別活動に特化している企業が競争優位を得る。一方、インテグラル化が進むときには、個別特化企業では活動の効果的な調整・統合を実現できず、垂直統合型で複数活動の相互調整に長けた企業が競争力を有する。楠木・チェスブロウ（2001）はこうした現象をそれぞれ「統合組織（インテグリティ）の罨」「モジュラリティの罨」と呼んだ。

彼らは、HDD を対象に、その基幹部品である磁気ヘッドに注目して、製品アーキテクチャと事業組織との相互関係を検討した。HDD 産業では、1970 年代まではフェライト・ヘッドという技術のヘッドが使用されていたが、長らくフェライト・ヘッドの時代が続く中で、その部品間の相互関係が次第に明らかになると、各コンポーネントのモジュラー化が進展した。これに伴い、HDD 産業では、コンポーネントごとの水平分業が発展してい

った。しかし、フェライト・ヘッドに替わるものとして登場した薄膜ヘッドは、ヘッドにとどまらず多くのコンポーネントとの相互調整を必要としたため、再びアーキテクチャのインテグラル化が進行した。この局面では、すべてのコンポーネント開発部門を社内に保有していた IBM がイノベーションに先行し、コンポーネント専門メーカーは遅れをとることになった。しかし、薄膜ヘッドも次第に特性が明らかにされてゆくにつれ、HDD の製品アーキテクチャは再びモジュラー化した。この時期は再び水平分業が進み、ウェスタンデジタルやマクスターなどの HDD 完成品専門メーカーが、垂直統合企業に代わって市場をリードする。だが、薄膜ヘッド技術が限界に近づき、代替技術として MR ヘッドが開発されると、HDD のアーキテクチャは再びインテグラルに戻る。すると、再び IBM など垂直統合型企業が優位性を握り、上記の完成品専門メーカーは業績を悪化させて、撤退する企業も現れることとなった。

伊藤（2005）は、デジタルカメラ産業と、携帯電話産業を対象に、製品アーキテクチャ変化のもたらす産業競争への影響を調べている。その骨子は、モジュラー化が起こると産業の水平分業化が進むことと、完成品メーカーは製品差別化が困難となって利益を上げづらくなることである。ここでは携帯電話産業の分析を簡単に説明する。携帯電話では、当初よりモジュラー型アーキテクチャが選択されていた。着メロ、メール、カメラ、GPS、ゲーム、インターネット、テレビ、動画、e コマースといった諸機能が、携帯電話に順次付属されていったが、それらの諸機能を実現するソフトウェアや各種コンポーネントは、携帯電話の基本設計からごく独立した形で取り付けられていったのである。このとき、各種コンポーネントを開発・製造していた企業は、携帯電話製造企業とは別の独立企業であり、モジュラー型アーキテクチャが、携帯電話産業のコンポーネント別の企業間分業を導いていることが主張されているのである。

2.2.4 調整方式仮説

以上を踏まえるならば、製品アーキテクチャと組織アーキテクチャの関係について、以下のような「調整方式仮説」を立てることができる。

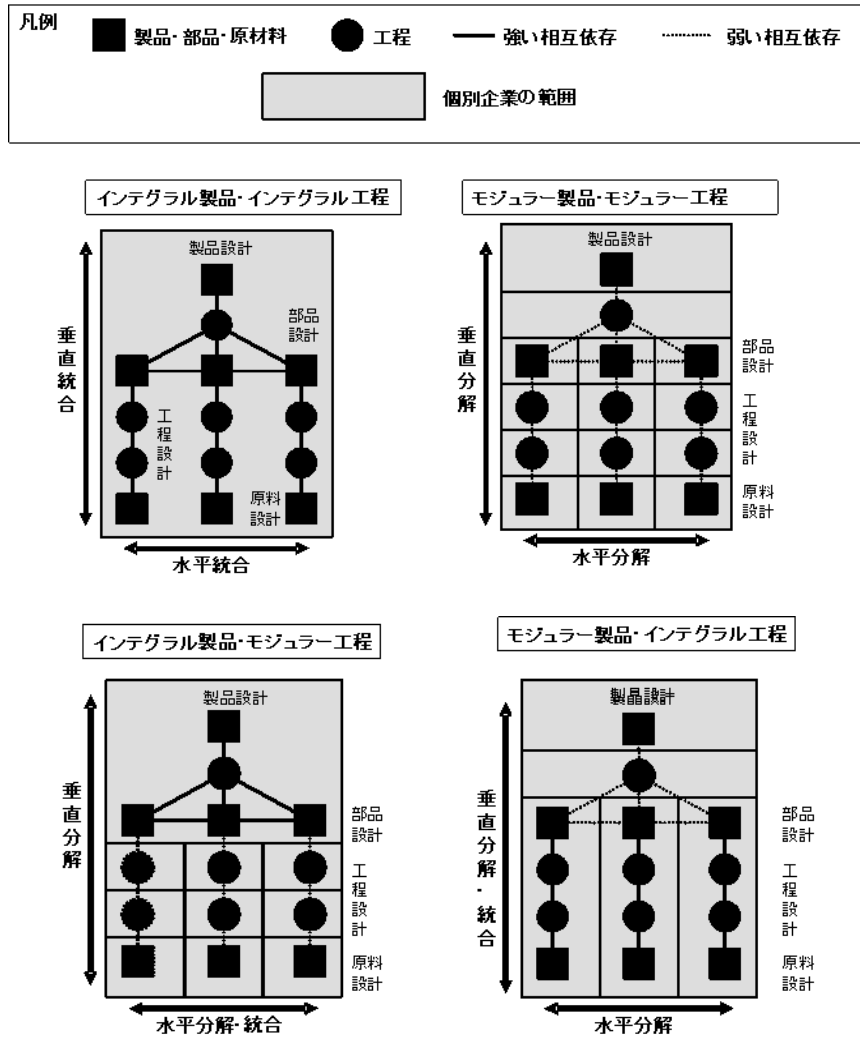
仮説 1：製品あるいは工程のアーキテクチャと組織が採用する調整の方式の間には適合関係が存在する。アーキテクチャがモジュラー型ならば、水平方向あるいは垂直方向に分化（専門特化）した企業あるいは事業組織が製品競争力を得る。他方、アーキテクチャがインテグラル型ならば、垂直方向あるいは水平方向に統合化（内製化）した企業あるいは事業組織が製品競争力を得る。

本稿では、Baldwin and Clark (2000) などで示された、製品アーキテクチャとタスク分割の関係に関する仮説を、製品・工程両面におけるアーキテクチャに関するものに拡張している点に注意を要する。すなわち本稿では、各製品を相互補完的な部品群に分解し、さらに各部品を工程連鎖に分解した上で、取引の方向に沿った垂直的な分割・統合と、補完的な要素の間での水平的な分割・統合の両面を分析している (図 5)。

複雑な人工物は階層的であること (Simon, 1969)、人工物の構成要素は工程連鎖によって生産されることを念頭に置くなら、人工物のアーキテクチャに合わせた組織の分割と結合は、前述のように、垂直方向と水平方向とに展開することがわかる。たとえば図 5 では、簡単な例として、3 つの部品を組み立て、各部品が 2 ステップの加工工程からなる人工物を示し、その上に、企業 (あるいは組織ユニット) の分割パターンを重ね合わせてある。企業分割のルールは、「強い相互依存関係は企業内で、弱い相互依存関係は企業間で」という単純なものである。

この図 5 で明らかのように、製品のアーキテクチャがインテグラルかモジュラーか、また工程アーキテクチャがインテグラルかモジュラーかによって、合理的な企業分割 (あるいは組織ユニット分割) のパターンが異なることがわかる。ここで示したのは、垂直方向の分割・結合と、水平方向の分割・結合である。

図 5. アーキテクチャと企業の境界に関する仮説



2.2.5 調整方式仮説に反する実証結果

ただし、近年はこの仮説に対して否定的な見解を示している研究もある。Hoetker (2006) はそうした研究のなかでも最も注目すべきものと思われる。Hoetker (2006) は、ノート PC と、その主要コンポーネントの一つである液晶ディスプレイとの製品アーキテクチャと取引関係を分析し、2 者には強い関係が存在しなかったことを明らかにして

いる。Hoetker は、1992 年-1998 年の期間について、先進的な液晶ディスプレイを採用しているノート PC の取引関係を分析した。当時、ディスプレイの差別化要素は、画面サイズと解像度であった。前者の改良には、ノート PC の全体設計の修正が必要となり、液晶ディスプレイと他のコンポーネントは互いの設計に影響を与えることになる。一方、解像度は、専らディスプレイ単独の技術開発で向上することができ、他のコンポーネントに影響を与えない。そこで、ディスプレイサイズを小型化したモデルをインテグラル型、解像度を高めたモデルをモジュラー型として、それぞれの取引関係を調べた。その結果、製品アーキテクチャの違いに関わらず、技術力が優れた企業（特許取得数）、同じ資本関係にある企業が、取引相手として選択されやすいことが明らかになった。つまり、製品アーキテクチャと内製・外注の間には、明確な関係が存在していないことが示されたのである。

Shibata, Yano and Kodama (2005) によるロボットのNC制御装置の事例も注目される。Shibataらは、業界リーダー企業であるファナックの事業展開に注目して、歴史的な分析を行った。ファナックは、1960 年代のNC制御装置の黎明期以来、一貫して事業を行っており、その間、基幹技術の変化に応じて、何度かモジュラー化・インテグラル化を繰り返した。しかるに、ファナックは 1980 年代末まで、一貫して主要コンポーネントを内製し続けていた。この状況が変化するのは、1990 年からの新型NC制御の開発からで、ファナックはこのとき社外にコンポーネント間のインターフェースに関わる情報などを公開（オープン化）し、コンポーネント・メーカーとの分業を促したのである。つまり、製品アーキテクチャのモジュラー型・インテグラル型とコンポーネントの内製・外注とは無関係であり、取引構造に影響を与えたのは、メーカーの戦略的判断に基づくオープン化だとしているのである⁵。

以上、調整方式仮説について議論をまとめてきた。調整方式仮説は 1990 年代より多くの研究で主張されてきたが、近年では、否定的な研究成果が提出されており、議論が決しているとは言えない状況にあるといえる。本稿では、こうした研究の動性を踏まえた上で、仮説を改めて検討していくことにする。

2.3 調整能力仮説：部門間調整の能力、個別領域の能力

2.3.1 調整能力仮説の論理：組織能力の固着性

⁵ 製品アーキテクチャのオープン化については国領（1999）を参照。オープン化は製品アーキテクチャに関連する重要な意思決定のひとつではあるが、オープン化を議論することは本稿の射程範囲を越えており、また国領（1999）をはじめ藤本・武石・青島（2001）などで議論が深耕されていることから、そちらに譲ることとする。

一方、アーキテクチャと組織能力の適合関係を重視する研究の流れも存在する。ここで組織能力 (organizational capability) とは、個々の企業 (あるいはその中の組織ユニット、企業間ネットワークなど) に固有な組織ルーチンの体系であって、企業間の競争パフォーマンスの差に影響を与えるものを指す。「調整能力」とは、企業や企業ネットワークが活動の相互調整を行うための組織能力のことであり、「調整能力仮説」とは、製品・工程のアーキテクチャと、組織の調整能力の間の適合関係が、当該組織の競争パフォーマンスに影響を与える、との仮説である。

前述の「調整方式仮説」と、この「調整能力仮説」は、組織特性と製品特性の適合関係に関する仮説である点は共通だが、以下の二点で発想が異なる。第一に、両者は組織の異なる側面に着目する。すなわち、「調整方式仮説」が組織のアーキテクチャ的側面、つまり機能・構造の対応関係 (例えば部門分割と責任・権限関係) に着目するのに対して、「調整能力仮説」は組織を「活動やプロセスを繰り返し制御する諸ルーチンの束」とみなす⁶。

第二に、これがより重要であるが、「調整方式仮説」が、企業は所与の製品・工程アーキテクチャに対して、適合的な調整方式を自由に選択・設計できると仮定しているのに対し、「調整能力仮説」は、組織能力は容易に操作可能な属性ではなく、したがって、アーキテクチャに組織能力を適合させることは、少なくとも短期的には難しいと想定する。したがって後者は、アーキテクチャに組織属性を合わせるのではなく、むしろ組織属性にアーキテクチャを合わせる、という関係を強調する。いずれにせよ「調整能力仮説」では、アーキテクチャに組織能力を自在に合わせることはできず、両者の適合関係は事後的に、競争パフォーマンスの高低として顕現化すると考える。

こうした二つの仮説の違いは、それらの出自の違いを反映しているともいえそうだ。「調整方式仮説」は、新古典派に連なる主流派経済学の流れを汲んでおり、企業はその組織を市場・技術の条件に瞬時に適応させると暗に想定する。これに対して「調整能力仮説」が採用する組織能力概念は、進化経済学 (Nelson and Winter, 1982) や資源・能力ベースの経営戦略論 (Resource-based View; Grant, 1991) で発達したものであり、組織属性は簡単には変えられないとみる。

進化経済学や資源・能力派戦略論の文脈の中では、組織能力とは、競合他社が容易に真似できない、企業特種的な組織ルーチンの束であり、企業間での競争パフォーマンスの差を長期的に生み出す (Nelson and Winter, 1982 ; Langlois and Richardson, 1995)。

⁶ Roberts (2004) は、組織設計を、人 (people) 、アーキテクチャ (architecture) 、ルーチン (routine) 、カルチャー (culture) の4側面から分析する PARC という枠組を提唱する。この関連で言えば、調整方式説は A、調整能力説は R (広義には R と C) の側面を重視していると解釈できる。

それは、特定の組織の中で広まり引き継がれる「組織の遺伝子」にもたとえられる。組織能力は、外から手軽に買ってくることは難しく（Barney, 1986）、したがって、地道に構築する必要がある。当事者が意図しなかった経路で「創発」「進化」することも多い（藤本, 1997）⁷。

このように、進化経済学的な文脈において、組織能力は「構築も模倣も容易でない組織属性」であり、したがって、アーキテクチャに合わせて組織能力を選択するのではなく、逆に組織能力に合わせてアーキテクチャを選択する、という発想が強いのである。

このように規定される組織能力のうち、調整という組織の元も根源的な活動（Barnard, 1938）に関わるのが「調整能力」である。複雑な環境や人工物に直面する組織は、「調整された活動」の繰り返しの部分をルーチン化(プログラム化)することで複雑性に対処する（Simon, 1969 ; March and Simon, 1958 ; Nelson and Winter, 1982）。こうした組織ルーチンの体系が全体として競争パフォーマンスに貢献するとき、これを本稿では「調整能力」と呼ぶのである。それは、組織能力の内在的定義の中で、もっとも本質的なものといえよう。

「調整能力仮説」は、組織能力が簡単に変化しないことを前提に、企業が適合的なアーキテクチャを選択したときにパフォーマンスが上がると見る。一方、調整メカニズムについては特に仮定は置かないが、調整メカニズムはアーキテクチャに合わせて選択される、と暗に仮定していると考えてよい。つまり、競争パフォーマンスを下げるのは、もっぱら調整能力とアーキテクチャの不適合であり、アーキテクチャと調整メカニズムの不適合ではない、と考える。その結果、前者がパフォーマンスに影響する、との結論を得るわけである。

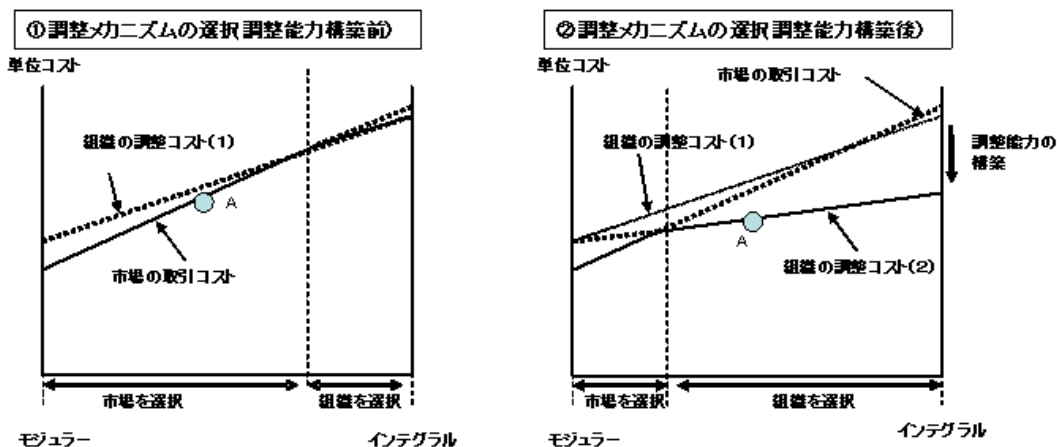
逆に言うなら、「調整能力仮説」を採用する場合、調整方式とアーキテクチャの関係は一意に定まらなくなる。つまり、同じアーキテクチャでも選択される調整メカニズムが異なる場合が出てくる。これを、前出の概念図を用いて示すならば、図 6 の通りである⁸。

⁷ このように規定される「組織能力」は、組織理論（organization theory）ではなく、主として経営戦略論や進化経済学の概念であり、そこでは、企業間の収益差を説明する企業特殊な特性として、やや同義反復的に説明されるくらいがあった。つまり、組織能力という概念を、組織の本来の機能や特性に基づいて説明する、内在的な定義は、意外にも存在してこなかった。しかしながら、組織論において最も古典的かつ一般的といわれる、C. Barnard (1938) の定義、すなわち「複数の人間の意識的に調整（coordinate）された活動や力の体系」という公式組織の定義に立ち返るならば、それは、複数の人間の活動を、他の組織よりも「よく調整する能力」だと考えるのが自然であろう。

⁸ このモデル分析の詳細については、藤本 (2008) 参照。

例えばある企業が、図 6 で示したような調整メカニズムの選択に直面している場合、左図のような調整能力（組織の調整コスト(1)に反映）を前提にすれば、調整方式における組織選択と市場選択の分岐点は右に寄り、例えばポイント A のアーキテクチャの製品を選択する企業は市場メカニズムを選択するのが合理的である。ところが、その企業が調整能力を構築し、組織の調整コストが下がったとすると（右図の組織の調整コスト(2)に反映）、組織選択と市場選択の分岐点は左に移動し、ポイント A の製品を選択する企業は、今度は組織メカニズムを選択するのが合理的である。

図 6 調整能力の向上、アーキテクチャ、調整メカニズム選択



このように、調整能力が企業ごとに異なる、あるいは同じ企業でも時点によって異なる場合、アーキテクチャと調整方式選択の関係は定まらなくなり、まさに「組織能力次第」ということになる。つまり、組織能力仮説を採るということは、調整方式とアーキテクチャの関係は安定的ではない、と予想することに他ならないのである。

2.3.2 調整能力仮説に関する先行研究

前述のように、組織能力の概念は主として進化経済学に由来するが (Nelson and Winter, 1982)、組織属性の固着性を前提に、アーキテクチャと組織の適合性を論じた研究としては、Henderson and Clark (1990) をまず挙げる事ができる。

Henderson and Clark (1990) は、製品アーキテクチャ概念を経営学に導入した初期の代表的研究として知られるが、そこでは、製品アーキテクチャ、つまり製品を構成するモジュールの分解・結合に関する知識を「アーキテクチャ知識」、個別モジュールの技術

内容に対する知識を「コンポーネント知識」とする分類枠組を提示した。そして、製品アーキテクチャが変化するときにはアーキテクチャ知識の変化、コンポーネントが変化するときにはコンポーネント知識の変化が求められるが、特に前者は、企業の組織構造により固定化する傾向があると論じた。その結果、アーキテクチャ革新が起るときに、アーキテクチャ知識の変化が追従せず、結果として適応に失敗する既存企業が出ることを、半導体露光装置の事例で示した。

この研究では組織能力という概念は明示されていないが、知識が学習により蓄積され、簡単に変更がきかないものである点で、組織能力概念と類縁的であることは明らかであろう。すなわち、アーキテクチャ知識は調整能力（とりわけ部門間調整能力）に近い概念であり、それは組織の中に体化し、容易に変化しない。

アーキテクチャ論を体系化した研究とし知られる Ulrich (1995) もまた、製品アーキテクチャに即した調整能力の必要性を主張する。Ulrich は、モジュラー型・インテグラル型それぞれの製品アーキテクチャのもとでどのような組織が要求されるのか、幅広く理論的考察を行った。そこでは、機能別組織か、機能横断組織か、というような組織構造上の議論も多く扱われているが、それと同等に、組織プロセスや知識・能力といった対象にも議論が及び、モジュラー型には個別コンポーネント部門での能力的卓越が、インテグラル型では部門間調整での卓越性が要求されると主張されている。

青木 (1995) が展開した比較制度分析もまた、調整能力という言葉は使わないものの、調整能力、調整方式、アーキテクチャ、競争パフォーマンスの間の動的な適合関係を明示している点で、調整能力仮説との関連を指摘しておきたい。青木のモデルは、欧米型の制度と日本型の制度の比較を一連の対概念の間の補完性として示す包括的なものである。そこでは、環境の不確実性（組織全体にかかるシステムショックと部分への個別ショック）、タスク構造（部門間の技術的補完性）、調整メカニズム（日本に多い情報共有型と、欧米に多い機能分化型）、技能（チームワークに貢献する文脈的な技能と、個人の専門能力に貢献する機能的技能）、産業（技術補完性の高さや環境ショックの全域性を特徴とするV産業すなわちインテグラル型と、技術補完性の低さや環境ショックの局所性を特徴とするM産業すなわちモジュラー型）、競争力（情報効率性）といった諸要素に関して、進化ゲームの複数均衡として、日本企業を想定した「J均衡」（文脈的スキルを蓄積した結果、V産業のみが情報効率的）と、米国企業を想定した「A均衡」（機能的スキルを蓄積した結果、M産業のみが情報効率的）を導出している。技能を組織能力、産業をアーキテクチャと解釈するならば、この結論は、調整能力仮説を論理的に導き出した研究とみなすことも可能である。

藤本（2003）は、進化論的な組織能力論とアーキテクチャ論の接合を試み、調整能力仮説を日本企業に応用した。具体的には、戦後日本企業がでインテグラル型アーキテクチャの製品、例えば自動車において競争優位を持つ傾向があった理由として、調整能力の高さと、調整負荷の高いインテグラル・アーキテクチャの間の適合関係を指摘した。戦後日本の能力構築環境の中で、長期雇用・長期取引を基礎とした統合型ものづくりの組織能力が発達した結果、国際的に見ても日本企業に調整能力が偏在するに至り、これと適合的なインテグラル型アーキテクチャの製品で設計上の比較優位を持つ傾向があると論じた。大鹿・藤本（2006）は、本稿と同じ一次統計データを使って、アーキテクチャのインテグラル度と日本製品の輸出比率の間に正の優位な相関があることを示した。

中川（2006；2008b）もまた、製品アーキテクチャにあわせて組織が準備すべきなのは、組織内部の能力であるとしている。中川（2006）は、光ディスクメディア産業を対象に、製品アーキテクチャが変化した際に企業がどのような対応を採ったかを分析した。そして、製品アーキテクチャ変化に成功裏に対応した企業は、垂直統合度を変えずに、変化後のインテグラル型アーキテクチャで必要とされた部門間調整能力を蓄積していたことを明らかにしている。また、中川（2008b）では、HDD 産業を対象に製品アーキテクチャのインテグラル化の影響を調べている。そこでは、部品特化型の事業体制を採用しているTDKが、HDDのシステム全体に関する技術知識を保持することによって、完成品メーカーとの連携・調整を円滑にし、インテグラル化に対応したことが示されている。いずれの事例も、製品アーキテクチャにあわせて適切な能力を準備しているという点で一致しているといえる。

2.3.3 関係的取引に関する調整能力

しかしながら、以上の「調整能力仮説」ではでは、いっけん説明できないかに見える重要な現象がある。それは、日本の自動車産業における垂直統合度の低さである（藤本・西口・伊藤編、1998）。1980～90年代の日本の自動車メーカーが、欧米の競合企業よりも調整能力が高かったことは、定型化された事実とも言える（Clark and Fujimoto, 1991）。ところがこの時期、日本企業は平均して、生産の社内比率も設計の社内比率も、欧米より低かったのである。

これに関しては、企業間の取引のうち、いわゆる市場取引とは異なり、企業間の調整能力を必要とする取引関係、すなわち「長期継続取引」「関係的取引」などと呼ばれる、中間的な調整メカニズムが存在することを考慮に入れれば、このパズルは解ける（浅沼、1

990 ; 今井・伊丹・小池, 1985 ; Helper, 1990 ; Cusumano and Takeishi, 1991 ; Sako, 1992 ; Dyer, 1994)。

要するに、日本企業は、企業内の調整能力のみならず、組織間の調整能力（浅沼が「関係的技能」と呼んだもの）のレベルも高い。したがって、関係的取引が優位となるアーキテクチャ・スペクトルの範囲が広い。言い換えれば、欧米企業なら市場取引か垂直統合が選ばれるタイプの部品を、日本企業は関係的取引で処理する可能性が高いのである（藤本, 2008）。しかし関係的取引は、分類上は「垂直非統合」に分類されるわけであるから、調整能力の高い日本企業が、見かけ上は垂直統合度が低くなる。

この論理は、日本のサプライヤーに関する実証研究で得られた見解にも沿うものである。例えば、浅沼（1990）は、日本の自動車産業のサプライヤーに注目してその固有の企業間調整能力を「関係的技能」として定義し、この調整能力を蓄積している日本のサプライヤ・システムは、高い競争力を有すると論じた。Clark and Fujimoto（1991）は、自動車の製品開発におけるサプライヤの積極的な関与とメーカーとの連携が、製品競争力の向上に貢献していることを検証した。武石（2003）も自動車メーカーのサプライヤ管理を分析し、サプライヤとの連携を行い、サプライヤーとメーカーとの知をつなぎ合わせる統合知識の重要性を主張した。このように、自動車産業を中心とした実証研究から、日本のサプライヤー・システムが歴史的に構築してきた企業間調整能力が、高い競争力と低い垂直統合度を同時にもたらしていることが明らかになっている。

2.3.3 調整能力とアーキテクチャの適合性に関する仮説

以上の考察と先行研究の主張を踏まえ、我々は、調整能力とアーキテクチャの適合関係について、以下の通りに導出される。

仮説 2-a : コンポーネント部門間での調整能力が高い企業ないし事業組織は、製品・工程のアーキテクチャがインテグラル型の製品を選ぶとき、より高い製品競争力を得る可能性が高い。

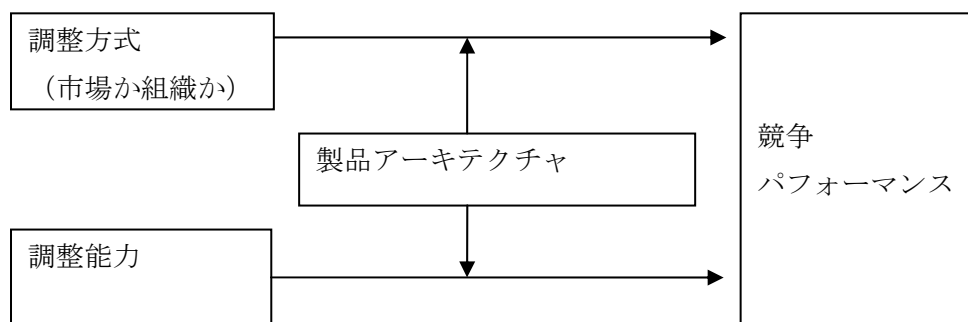
仮説 2-b : コンポーネント部門内での調整能力が高い企業ないし事業組織は、製品・工程アーキテクチャがモジュラー型の製品を選ぶとき、より高い製品競争力を得る可能性が高い。

しかし、実施されたアンケート調査では、個別部門の能力的卓越性に関する指標を得られなかったことから、本稿では、仮説 2：調整能力仮説については、専ら仮説 2-a の検証に注力していくこととする。

なお、仮説 2-a、2-b は、いくつかの前提を置いている。第一に、調整能力は時間をかけて構築される固着的な組織属性なので、企業が事業化する製品を決めてから、そのアーキテクチャに合った調整能力を短期間のうちに構築することは難しいとみる。したがて、まず特定の組織能力の構築があり、少なくとも当面は、企業はそれに適合的な製品を選択することが得策となる。むしろ、長期的には、アーキテクチャに合った組織能力構築も可能であるが（藤本，1997；2003）。また、第二の前提条件は、ここで「適合的」というのは、結果として高い製品競争力を得る、という意味である。第三に、仮説 2-b において「モジュラー型の製品」と呼ぶのは、ここで「コンポーネント」と呼んだ一群のモジュールが機能完結的である、標準型インターフェースを持つ、あるいは既設計部品である傾向が高い、という意味においてである。実際には、アーキテクチャのモジュラー度や調整能力を十分な精度で測定することは容易でなく、今後の実証研究の課題でもある。

以上の関係をまとめたものが図 7 である。本稿は、この枠組みに基づいて、仮説 1：調整方式仮説と、仮説 2：調整能力仮説のどちらがより妥当なものであるかを、データから検証していくこととする。

図 7 仮説の構造：アーキテクチャ・調整方式・調整能力そしてパフォーマンス



2.4 調整能力と調整方式（垂直統合度）の相互作用

以上の議論で、本稿の基本的な分析枠組みは提示された。だが、ここで一点、注意しなければならないのは、調整能力と調整方式とが、相互に何らかの影響を与えているという因果関係が、十分に想定しうるということである。企業の垂直統合度は、その企業がいか

なる知識・能力を保有しているのかによっても決まってくるとする主張は、ごく有力なものとして従来より存在している（知識に基づく企業理論：Demsetz, 1991；Barney, 1999）。また、いかなる垂直統合度を設定したかによって、企業の学習経路が規定され、企業が蓄積できる能力が変わりうるとの主張も存在する（武石, 2003）。こうした主張を踏まえれば、垂直統合度と企業の能力の関係性についても、分析において簡単ながら検証作業を行っておく必要があるだろう。

ただし、本稿が主たる関心を注ぐのは「アーキテクチャ」と、調整の方式や能力との相互関係であるため、調整方式と能力との関係については、予備的な議論をするにとどめておくこととしたい。

以上、本節では、アーキテクチャと調整方式・調整能力という 3 者の関係について、議論を整理し、2 つの仮説を得た。調整方式仮説と調整能力仮説とここで名付けたこの 2 つ仮説は、それぞれ、事例ベースでの研究蓄積は存在しているが、依然として、産業横断的な、多量サンプル・データを用いた分析は行われていない。これに対し本稿では、産業横断的に統計的データ分析から、探索的に関係性を分析・考察するものである。

3 データと分析方法

3.1 データ

分析に利用するデータベースは、日本の経済産業省と、東京大学ものづくり経営研究センターが 2004 年 10 月から 12 月にかけて実施した、『日本企業のアーキテクチャ戦略に関する調査』である。この調査は、国際的な競争の中にある日本の製造業企業のうちから、アクセスが可能であった 33 社 256 製品を対象に実施された。経済産業省による元来のアンケート調査の目的は、日本企業の中で競争力ある製品・事業部は、どのような能力をもち、どのような戦略のもとで、どのような製品アーキテクチャの製品を生産・開発しているのか、を明らかにすることである（経済産業省・厚生労働省・文部科学省, 2005）。従って、アンケート調査には、企業や製品のプロフィールのほか、個別の製品ないし事業部ごとの売上や利益、シェアなどの業績データから、各種戦略や組織の能力、そして製品アーキテクチャに関するデータが収められている。このアンケートデータを用いた分析は経済産業省による当初の目的のものを含めて、既に何度か分析に用いられている（例えば、経済産業省・厚生労働省・文部科学省, 2005；藤本・大鹿・貴志, 2005；大鹿・藤本, 2006）。偶然的にアクセスが容易であった日本の大手製造業企業、というサンプルの問題に起因する一般化への制約はあるものの、広範な産業を対象としたアンケート調査データは、見解の妥当性を検証するに十分な質・量を保有していると考えてよいだろう。

全サンプルは 33 社 256 製品であるが、本稿では、分析に利用した質問事項について欠損をもつデータを除いた。その結果、利用可能であったのは 16 社 86 製品のデータであった。

3.2 変数の設定

・従属変数

従属変数には、製品競争力を代理的に示す指標として、世界シェアに対する回答を利用した。該当製品の世界シェアに対する回答は 6 点尺度である。「1：0～9%、2：10～19%、3：20～29%、4：30～39%、5：40～49%、6：50%以上」という選択肢から回答させる形式となっている。この変数は離散型であるので、通常の線形回帰モデルで推定を行うのは不適當と考えられる。そこで本稿では、順序プロビットモデルを用いて推定を行った。

世界シェアを指標として用いた理由としては、アーキテクチャと調整の能力や方式が一致していれば、製品レベルの競争力が高まると想定し、これを示す指標のうちから、多量のサンプルで比較可能な指標として、世界シェアが最も妥当だと考えたためである⁹。つまり、製品競争力が高まれば市場でより多くのシェアを獲得できると想定している。

利益率をパフォーマンス変数にすることも考えられたが、利益率には製品自体の競争力だけでなく、財務政策などの影響も強く作用してくると考えられたため、変数として利用しなかった。

・説明変数

「製品アーキテクチャのインテグラル度」変数の作成にあたっては、アンケートのうち、製品の設計に関する質問項目から、「開発時に複数の要求性能を同時達成する必要がある」「製品の構成部品に占める汎用品の割合」「製造時におけるパラメターの相互調整」「事業部による総合判断」の、4 種類の質問を利用した。各質問の回答は、回答者の主観に基づく 5 段階評価である。これらの質問から得られた 4 変数に対して因子分析を行い、1 次元の因子得点を算出した。そして、その因子得点を、平均 0、分散 1 に標準化して「製品アーキテクチャのインテグラル度」とした。なお、標準化を行ったのは、適合度を測定するために、製品アーキテクチャや垂直統合度、各種能力変数の 3 者の尺度を揃える必要があったためである。

⁹ 現場の実力を示す「深層の競争力」(労働生産性、他)、結果としての「収益性」(売上高営業利益率、他)は、製品自体の競争力として直接的でない判断し、採用しなかった。これらの競争力概念については、藤本 (2003)参照。

「垂直統合度」には、売上高に占める自社付加価値率の値（売上高－{原材料費＋外注費}／売上高）を利用し、製品アーキテクチャ変数と同様に、標準化を行った。

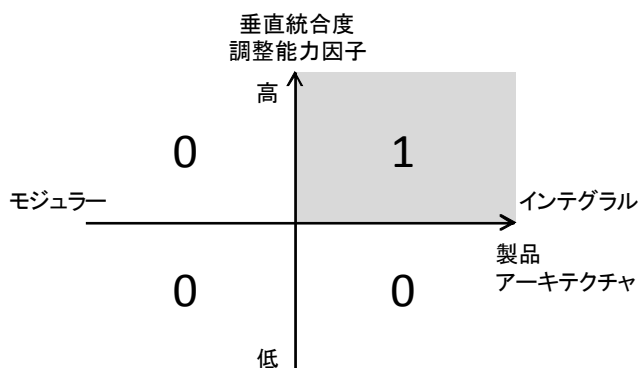
「コンポーネント担当部門間調整能力」を表す指標としては、アンケート項目のうち「各部品設計部署間での連携調整の質」「部品・設備供給企業との連携調整の質」「開発の設計・実験の連携調整の質」「各生産工程間での連携調整の質」の4項目に関する3段階の主観的評価の値を利用した。これら4変数に対して因子分析を行い、1次元の因子得点を算出、その因子得点を平均0、分散1に標準化し、調整能力を表す因子を得た。各項目と因子得点の相関を表1に示す。

表1：調整能力項目と因子得点の相関

	部品設計 部署間 連携	供給企業 連携	実験連携	工程間 連携	調整能力 因子
各部品設計部署間での連携調整の質	1.000				
部品・設備供給企業との連携調整の質	0.576	1.000			
開発の設計・実験の連携調整の質	0.659	0.462	1.000		
各生産工程間での連携調整の質	0.520	0.436	0.493	1.000	
調整能力因子	0.869	0.765	0.821	0.753	1.000

仮説検証には、製品アーキテクチャのインテグラル度と、垂直統合度、調整能力の適合度（フィット）が、製品競争力の向上に寄与するかどうか問われる。そこで、「垂直統合度・アーキテクチャ・フィット」には、両変数ともに正の場合に1をとり、それ以外の場合に0をとるダミー変数を与えた。「部門間調整能力因子」も同様の基準によってダミー変数を与えた。これらダミーの振り方を以下に図示する（図8）。

図8：「フィット」ダミーの振り分け



・制御変数

市場成長率が高い成長期ほど、事業機会に恵まれると考えられるので、市場成長率を制御変数に組み込んだ。市場成長率は6段階で評価され、マイナス成長なら-1、0~9%の成長率なら0、10~19%なら1、20~29%なら2、30~49%なら3、50%以上なら4を与えている。企業規模・売上高も制御変数として妥当と考えられたが、売上規模数千億円の自動車から、数億円の飲料まで、サンプル製品の売上規模が非常に大きく異なっていたこと、それに起因して被説明変数との相関が限りなく低かったことから、売上規模は制御変数から外すこととした。なお、基本統計量を示した表1には、参考として売上高の値も掲載した。

また、日本企業は、海外進出への積極性によって業績が分かれている（天野，2005）とする分析結果に即して、海外進出度を制御変数として用いることとした。海外進出度には、売上高に占める海外生産の割合を用いた。

加えて、対象となった製品には、組立製品と、単体製品が存在しているため、この製品特性の差異もあると考えられる。この差異を制御するために、組立製品=0、単体製品=1とおいたダミー変数を導入した。

各種変数の基本統計量は表2に、独立変数の相関行列は表3に示されている。

表2 基本統計量の一覧

	アーキテクチャ のインテグラル 度	垂直統合度	調整能力因子	アーキテクチャ・ 垂直統合フィット
平均	0	0	0	0.291
標準偏差	1	1	1.606	0.457
最小値	-3.834	-2.788	-4.330	0
最大値	1.469	1.898	1.931	1

	アーキテクチャ・ 調整能力因子 フィット	市場成長率	海外進出度	単体製品ダミー
平均	0.244	1.221	0.015	0.361
標準偏差	0.432	0.742	0.086	0.483
最小値	0	0	0	0
最大値	1	4	0.797	1

n=86.

*製品アーキテクチャ、垂直統合度、調整能力因子の変数は平均 0、標準偏差 1 となるように標準化している。各種調整能力とアーキテクチャのフィットと組立製品ダミー変数は該当の場合に 1 をとるダミー変数である。

表 3 独立変数の相関行列

	アーキテク チャのイン テグラル度	垂直統合度	調整能力 因子	アーキテク チャ・垂直 統合フィット	アーキテク チャ・調整 能力因子 フィット	市場成長率	海外進出度	単体製品ダ ミー
アーキテクチャの インテグラル度	1.000							
垂直統合度	-0.041	1.000						
調整能力因子	0.017	0.045	1.000					
アーキテクチャ・垂直統 合フィット	0.400	0.435	0.109	1.000				
アーキテクチャ・調整能 力因子フィット	0.495	0.032	0.566	0.471	1.000			
市場成長率	-0.032	-0.067	-0.157	0.017	0.013	1.000		
海外進出度	-0.176	0.004	0.145	-0.062	-0.057	-0.051	1.000	
単体製品ダミー	-0.090	0.156	0.143	-0.001	0.024	-0.126	-0.061	1.000

4. 順序プロビットモデルによる分析結果

分析結果は表 4 の通りである。分析は、3つのモデルで行われた。それぞれ、全ての変数を導入したフル・モデル（モデル1）、仮説のみを検証したモデル（モデル2）、仮説以外の変数を導入したモデル（モデル3）である。推定法は、シミュレーションによって推定値を得る、マルコフ連鎖モンテカルロ（Markov Chain Monte Carlo : MCMC）法を用いた。各モデルについて、分布を収束させるための稼働検査（Burn-in）を 5,000 回行った後の 20,000 個の標本を採取している。MCMC 法による順序プロビットモデルの推定法は、Koop（2002）によるアルゴリズムを利用している。

まずは、モデル全体の当てはまりの良さを評価するために、対数周辺尤度と対数BF(ベイズファクター)の値を調べてみよう。対数周辺尤度は、負の値をとり、その値が正方向に大きいほどモデルの当てはまりが良いといえるものである¹⁰。対数BFは、対象のモデ

¹⁰ 対数周辺尤度の計算法はいくつか提案されているが、本分析においては、Newton and Raftery（1994）による計算法を採用した。

ルの対数周辺尤度と、説明変数に切片項のみを加えたモデル（対立モデル）の対数周辺尤度の差を取った値である。対数ベイズファクターが大きいほど、対象モデルは対立モデルよりもモデルとしてあてはまりが良いといえる。値の大きさによる判定は、大森・和合(2005)によれば、Jeffreys (1961)の基準では、4.61 を超えれば「対立モデルより支持される証拠が決定的である」という評価をすることができる¹¹。したがって、いずれのモデルも、モデルの当てはまりという面では、非常に良いといえる。

表 4. 世界シェアを被説明変数とする順序プロビットモデルによる分析結果

	モデル1 係数(p 値)	モデル2	モデル3
切片	1.825 *** (0.000)	2.019 *** (0.000)	2.026 *** (0.000)
アーキテクチャの インテグラル度	-0.014 (0.919)		0.205 * (0.069)
垂直統合度	0.301 ** (0.021)		0.368 *** (0.001)
調整能力因子	0.260 *** (0.007)		0.394 *** (0.000)
アーキテクチャ・垂直統合 フィット	0.263 (0.419)	0.435 (0.110)	
アーキテクチャ・調整能力因子 フィット	0.813 ** (0.049)	1.263 *** (0.000)	
市場成長率	0.423 *** (0.007)		0.490 *** (0.002)
海外進出度	1.244 (0.346)		1.052 (0.428)
単体ダミー	-0.503 ** (0.034)		-0.518 ** (0.027)
対数周辺尤度	-186.830	-198.597	-190.816
対数 BF	25.885	14.118	21.899

n = 86.

*:10%有意、**:5%有意、***:1%有意

¹¹ 2.30 を超えれば「証拠が強い」、1.15 を超えれば「証拠が十分にある」、それ以下のときは「証拠が

続いて、各変数について、標本平均の値（回帰係数）¹²とその有意性を検討していく¹³。まず、仮説 1 を検証する「アーキテクチャ・垂直統合フィット」は、いずれのモデルでも有意ではないという結果となった。したがって、Langlois and Robertson (1992) や Baldwin and Clark (2000) が主張してきた、製品アーキテクチャと企業の垂直統合度には適合関係があるとする仮説 1 は、少なくとも本分析では妥当とはいえないと結論することができよう。なぜこのような結果となったのか、その理由については、後段ディスカッションにてより深く考察する。

「部門間調整能力・アーキテクチャ・フィット」は、導入したモデルにおいて常に有意であり、世界シェアに対して正の影響を与えていることが確認された。モデル 1 において 5%水準で、モデル 2 において 1%水準で有意との結果を得ている。つまり、インテグラル型アーキテクチャの製品では、部門間調整能力が高い企業が高いシェアを獲得できるとする仮説 2-a は、支持される結果となっていると言えよう。

以上から、少なくとも本分析の結果を見る限りでは、仮説 1「調整方式仮説」よりも、仮説 2「調整能力仮説」のほうがより妥当なものである、と結論することができる。

なお、垂直統合度と調整能力は、それぞれが単独で、世界シェアに対して正の影響を与えていた。つまり、この 2 変数は、製品アーキテクチャの如何に関わらず、シェア拡大に貢献している。ただし、垂直統合については、垂直統合したからシェアが拡大したのか、シェアが拡大できたために垂直統合のための資源的な余地が生まれたのか、因果関係について解釈の余地があるだろう。

また、各種制御変数の状況を概観しておく、海外生産比率は、予想と反して、シェア拡大にとって影響がないとする結果になった。市場成長率は、導入した全てのモデルにおいて、シェアに有意に正の影響を与えることが確認された。そのほか、単体製品（プロセス製品）と組立品を区別する単体製品ダミーは負で有意となっており、サンプルの中では、組立品のほうが世界シェアが高い製品が多かったことが示されている。いずれの結果も興味深いものであるが、その理由を分析することは本稿の射程を超えるものであるため、ここでは概観するに留めさせてもらう。

あまりあるとはいえない」という評価となる。

¹² 係数は、MCMC 法によって採取された 20000 個の標本の平均値である。

¹³ MCMC 法によるシミュレーションの収束を判定する Geweke (1992) の p 値を計算したところ、いずれの変数についても収束していることが確認された。

なお、先行研究では調整能力と調整方式の間には相関が存在する潜在的な可能性が示唆されていたが、表 3 を見る限りでは、2 者の間には有意な関係性は観察されなかった。この点も、本稿の射程を超えたものではあり、ここで議論することは避けるべきかもしれないが、本稿の結果を踏まえるならば、垂直統合に関わるより多くの緻密なデータを集めた上で実証研究を行う必要がある、と言えそうである。

5 ディスカッション

5.1 製品アーキテクチャに即して必要とされるマネジメントとは

先行研究では、「製品アーキテクチャに応じて組織は何を適合させるべきか」という問いに対して、2 つの異なる見解が提示されていた。2 つの見解とは、すなわち、製品アーキテクチャに垂直頭語独活を適合させるほうが望ましいのか（調整方式仮説）、それとも能力の状態を適合させるほうが望ましいのか（調整能力仮説）、である。この 2 つの見解は、ともに事例分析ベースで積み上げられていたものであったため、どちらが妥当なのかは、定量的分析による精査が要求されることとなっていた。

そこで、調整方式仮説と調整能力仮説のどちらがより競争優位性を説明しているか、前節にて、大規模サンプル調査のデータを用いた順序プロビット・モデルによる回帰分析を行った。その結果、製品アーキテクチャと垂直統合度との間には競争パフォーマンスに影響を及ぼすような適合関係は観察されなかった。他方、調整能力仮説については、インテグラル型アーキテクチャのときには高い部門間調整能力を保有していることが求められるとする結果を得た。データの制約から、モジュラー型アーキテクチャのときに個別部門内部での能力的卓越が有効かどうかは明らかにできなかった。総じて、本稿の分析は、調整方式仮説については支持されないとの結果を得、調整能力仮説については、部分的に支持される、との結果を得たといえる。

従って、本稿の結果からは、製品アーキテクチャに応じたマネジメントの方法について、このような解釈を与えることが可能かと思われる：産業の製品アーキテクチャが変化したときに、垂直統合度を変えることは、必ずしも適当な対応とは言えない。製品アーキテクチャに応じて組織が行うべきなのは、利用・蓄積する組織能力を変更することである。例えば、製品アーキテクチャがインテグラル化したとすれば、事業組織をあえて垂直統合型に変更する必要はなく、内部組織のありようを、より部門間調整に重点を置いた組織に改編し、部門間調整のノウハウの学習を進めることが要求されると考えられる。

このような解釈は、浅沼（1990）にはじまるサプライヤ研究とも整合的なものであり、論理的に無理のない、妥当なものであると思われる。浅沼（1990）や Clark and Fujimo

to (1991)、武石 (2003) は、企業としての境界が存在していたとしても、企業間で醸成される関係特種的な技能や統合能力が、自動車のような複雑な技術の製品での製品競争力向上に貢献することを示している。製品アーキテクチャ論の立場から、これらサプライヤ研究の成果を捉え直すなら、インテグラル型製品では、垂直統合度に関わらず、企業間・部門間の調整能力を保有することが重要だ、と捉えられるだろう。本稿の分析で得られた結論は、これらサプライヤ研究の成果と合致するものであり、無理のない妥当な解釈だと考えられる。

5.2 垂直統合適合仮説は、なぜ成り立たないのか

Baldwin and Clark (2000) に代表される多くの研究で示唆された「アーキテクチャ・垂直統合度適合仮説」は、本稿の分析では、否定的な結果が出た。なぜ、この仮説は成立しなかったのだろうか。

この点を考えるにあたって、我々は、垂直統合度が元来どのような枠組みで議論されてきたかを思い起こす必要がある。企業の垂直統合度は、もともとは Williamson (1975) が提示した、取引をめぐるコストが高いほど垂直統合が望ましいという取引費用理論で議論されてきた。本稿でも製品アーキテクチャが取引関係に与える影響を分析するにあたって、取引費用理論に基づいてそれを説明してきた。しかし、垂直統合度は、取引費用理論だけで完全に説明されるものではない。Demsetz (1991) や Barney (1999) は、取引にかかる費用だけでなく、事業活動自体の費用（生産費用）の差も、活動を内部化するかどうかには重要だとしている。すなわち、優れた知識・能力を保有しているために、他社がやるより自社がやるほうが低コストで実現できるからこそ、活動を内部化するのだとするのである（知識に基づく企業理論：knowledge of the firm）。このほかにも、企業が垂直統合度を決めるに当たっては、将来の技術・市場に関する不確実性がある場合に、戦略的柔軟性を確保するために垂直統合を行わない (Harrigan, 1985a, 1985b) とか、将来必要になる重要技術だから内部化しておくというような将来予測など、さまざまな戦略的判断も影響してくる (Mahoney, 1992)。結局のところ、垂直統合度は、多様な要因の総合判断で決まるものだと考えられる (Langlois and Robertson, 1995) のであり、だからこそ垂直統合が、判断の難しい、企業戦略の最も重要な課題の一つとして長年議論されているのである (Barney, 2002)。従来の製品アーキテクチャをめぐる議論では、必ずしもこれらの各種要因が考慮されることなく、製品アーキテクチャと垂直統合度との関係のみが、特定の論理に基づいて議論されていた。先行研究には、この点に不備があったのではないかと思われる。

5.3 調整能力と調整方式の相互関係について

垂直統合度に関わる先行研究の議論に基づけば、能力と垂直統合度の間には、何らかの関係性が存在しているとも考えられたが、本稿の分析結果からは、有意な関係性は観察されなかった。ただし、この 2 者間には何らかの相互関係は存在しないと結論付けることはできないだろう。先述のように、垂直統合度はさまざまな要因が折り重なって決まってくるものであり、この 2 者間関係を検証するには本稿の枠組みでは不十分だと考えられるためである。従って、能力と垂直統合度との関係は、今後また別の枠組みで分析を実施していくことが必要になると考えられるだろう。

6 結語：本稿の貢献と限界

本稿は、大規模サンプルによる統計的分析から、製品のアーキテクチャに応じて、企業はどのような事業戦略を採用すべきか、という課題にアプローチしてきた。既存研究の多くは、製品アーキテクチャに関する少数の事例に基づく分析であり、複数産業をまたがった大規模サンプルによって、事例研究の主張の妥当性を検証する必要性が残っているとの問題意識からである。分析は特に、既存研究で提示されていた 2 つの仮説の妥当性を検証することを中心的課題とした。そして、第 1 仮説：製品アーキテクチャと垂直統合度との間に適合関係があるとする仮説は支持されず、第 2 仮説：製品アーキテクチャと調整能力との間に適合関係がある、とする結果を得た。

ただし、本稿での分析にはいくつかの重要な限界があり、知見の一般化には制限がある。まず、能力と製品アーキテクチャとの関係性について、インテグラル型と調整能力の適合関係は検証されたものの、モジュラー型のとときにどのような能力が必要とされるかは、データの制約から、明らかにならなかった。このため、仮説はあくまで、部分的に支持されているに留まっていることになる。また、サンプルが日本の製造業企業、それも国際的に競争しているような大企業のみであるという、サンプルに基づく結果のバイアスも存在している。他国の企業、例えば米国企業で同様の分析を行ったとして、同様の結果が得られるとは限らないし、日本企業であっても中小企業のマネジメントにどの程度適用可能であるかは、慎重な判断を要するだろう。

とはいえ、逆に見れば、本稿の結果は、少なくとも日本の大規模な製造業企業にはあてはまりうることを示唆している。つまり、日本の大規模製造業企業は、インテグラル型アーキテクチャの製品に対し、すぐれた部門間調整型の能力を発揮するときに、競争力を得

ているのである。このとき、垂直統合は必ずしも行う必要はなく、むしろ企業の境界は切れていても、サプライヤとの密接した設計段階での連携が要求されるということになる。

最後に、本稿のもたらす実務的なインプリケーションを端的に示すこととして、「垂直統合しているから技術的すり合わせができていいる」と考えてしまう危険性について議論を行う。近年、国際競争の加熱のなかにあつて、日本企業の一部では、「垂直統合」「ブラックボックス化」などの言葉で、技術を内部に囲いこんで、その強みを活かした完成品生産活動を行おうという動きがある。しかし、本稿の分析で明らかのように、事業の範囲をどこまでで設定するか、ということは、製品アーキテクチャ変化に対する本質的な解決策ではない。たとえ垂直統合を進めたとしても、その中で部門間での連携・調整が適切に実施されていなければ、本来意図するような強みが実現できないことになる。製品アーキテクチャというものを考えるとき、垂直統合度で適合を見ることは妥当ではなく、その背後にある能力にこそ、視点を注いでいかなければならない、と本稿は主張するのである。

参考文献

- Alexander, C. (1964) Notes on the synthesis of Form. Harvard university press, Cambndge, MA.
- 天野倫文 (2005) 『東アジアの国際分業と日本企業:新たな企業成長への展望』有斐閣.
- Andrews, K. R. (1970) The concept of corporate strategy. Illinois : Richard D I rwin.
- 青木昌彦 (1995) 『経済システムの進化と多元性:比較制度分析序説』東洋経済新報社.
- 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.
- 浅沼万里 (1990) 「日本におけるメーカーとサプライヤーとの関係—関係特殊的技能の概念の抽出と定式化」『経済論叢』145, 1-2, pp. 1-45.
- Baldwin, C. K. and Clark, K. B. (2000) Design Rules : The Power of Modularity. MIT Press.
- Barnard, C. I. (1938) The Functions of the Executive. Harvard university Press.
(邦訳: C. バーナード (1968) 山本安次郎・田杉競・飯野春樹訳『新訳・経営者の役割』ダイヤモンド社) .
- Barney, J. B. (1986) “Strategic factor markets : Expectations, luck, and business strategy. ” Management science, 32, 10, pp. 1231-1241.

- Barney, J. B. (1999) "How a firm's capabilities affect boundary decisions." *Sloan Management Review*, Spr, pp. 137-145.
- Barney, J. B. (2002) *Gaining and sustaining competitive advantage*. 2nd ed. Prentice hall.
- Clark, K. B. and Fujimoto, T (1991) *Product Development Performance : Strategy, Organization, Management in the World Auto Industry*. Boston, MA. Harvard Business School Press.
- Cusumano, M. A. and A. Takeishi (1991) "Supplier Relations and management : A survey of Japanese-transplant, and U. S. auto plants." *Strategic Management Journal*, 12, pp. 563-88.
- Demsetz, H. (1991) "The theory of the firm revisited" . In Williamson, O. E. and Winter, S. G. eds. *The Nature of the firm : origins, evolution, and development*. Oxford. pp. 159-178.
- Dyer, J. H. (1994) "Dedicated Assets : Japanese manufacturing edge." *Harvard Business Review* (November-December) , pp. 174-178.
- Eppinger, Steven D. (1991) "Model-Based Approaches to Managing Concurrent Engineering." *Journal of Engineering Design*, Vol. 2, No. 3, 1991, pp. 283-290.
- Fine, C. H. (1998) *Clockspeed : Winning industry control in the age of temporary advantage*. Massachusetts, Perseus books.
- 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・武石彰・青島矢一編 (2001) 『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.
- 藤本隆宏 (2002) 「製品アーキテクチャの概念・測定・戦略に関するノート」 *CIRJE ディスカッション・ペーパー・シリーズ*, J-78.
- 藤本隆宏 (2003) 「組織能力と製品アーキテクチャ」『*組織化学*』36, 4, pp. 11-22.
- 藤本隆弘・大鹿隆・貴志奈央子 (2005) 「製品アーキテクチャの測定に関する実証分析」 *MMRC ディスカッション・ペーパー*, No. 26.
- 藤本隆宏 (2008) 「アーキテクチャとコーディネーションの経済分析に関する試論」 *MMRC ディスカッション・ペーパー*, No. 207.
- Geweke, J. (1992) "Evaluating the accuracy of sampling-based approaches to the calculation of posterior moments" in J. M. Barnardo, J. M. Berger, A. P. D

- awid and A. F. M. Smith eds. Bayesian Statistics. Chapter 4, pp. 169-193, Oxford university press.
- Grant, R. M. (1991) "The resource-based theory of competitive advantage : Implications for strategy formulation. " California Management Review, Spr. pp. 114-135.
- Grove, A. S. (1996) Only the paranoid survive. New York : Currency Doubleday.
- Harrigan, K. R (1985a) "Exit barriers and vertical integration. " Academy of Management Journal. 28, 3, pp. 686-697.
- Harrigan, K. R (1985b) " Vertical integration and corporate strategy. " Academy of Management Journal, 28, 2, pp. 397-425.
- Helper, S. R. (1990) "Competitive Supplier Relations in the U.S.and Japanese Auto industnes : An exit / voice approach. " Business and Economics History, 19, pp. 153-162.
- Henderson , R and Clark , K. B. (1990) " Architectural innovation : The reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms. " Administrative Science Quarterly, 35, pp. 9-30.
- Hoetker, G. (2006) "Do modular products lead to modular organizations?" Strategic management journal, 27, pp. 501-518.
- 今井賢一・伊丹敏之・小池和男 (1985) 『内部組織の経済学』東洋経済新報社.
- 伊藤宗彦 (2005) 『製品戦略マネジメントの構築—デジタル機器産業の競争戦略—』有斐閣.
- Jeffreys, H. (1961) Theory of Probability. 3rd ed. Oxford university press.
- 経済産業省・厚生労働省・文部科学省 (2005) 『2005 年版ものづくり白書』ぎょうせい.
- 国領二郎 (1999) 『オープン・アーキテクチャ戦略—ネットワーク時代の協働モデル』ダイヤモンド社.
- Koop, G. (2003) Bayesian econometrics. Wiley.
- 楠木建・H. W. チェスブロウ (2001) "製品アーキテクチャのダイナミック・シフト : バーチャル組織の落とし穴" 藤本隆宏他編『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, 第 13 章, pp. 263-285.
- Langlois, R. N. and Robertson, P. L. (1992) "Network and innovation in a modular system : Lessons from the microcomputer and stereo component industries" . Research Policy, 21, pp. 297-313.

- Langlois, R. N. and Robertson, P. L. (1995). *Firms, Markets and Economic Change : dynamic theory of business institutions*. Routledge.
- Mahoney, J. (1992) “The choice of organizational form : Vertical financial ownership versus other methods of vertical integration. ” *Strategic Management Journal*, 13, 8, pp. 559-584.
- March, J. G. and Simon, H. A. (1958) *Organizations*. New York ; John Wiley.
- Marshall, A. (1890) *Principles of Economics*. (邦訳 : 馬場啓之初訳『経済学原理』東洋経済新報社, 1965~67) .
- Marx, K. (1867) *Das Kapital*. (邦訳 : 向坂逸郎訳、『資本論 (一) (二) (三)』岩波文庫) .
- 中川功一 (2006) “アーキテクチャと企業間分業構造—モジュラリティの罅を如何に越えるか—” *国際ビジネス研究学会年報*, 12. pp. 93-107.
- 中川功一 (2008a) 「製品アーキテクチャ変化の本質的影響 : 記録型 DVD のイノベーションの事例より」『組織科学』41, 4, pp. 69-78.
- 中川功一 (2008b) “システミック・イノベーションに対するコンポーネント・メーカーの事業戦略—TDK の HDD 磁気ヘッド事業の事例分析より—” *一橋ビジネスレビュー*, 56, 2.
- Nelson, R. R. and S. G. Winter (1982) *An evolutionary theory of economic change*. Harvard university Press, Cambridge, MA.
- Newton, M. A. and Raftery, A. E. (1994) “Approximate bayesian inference with the weighted likelihood bootstrap. ” *Journal of the Royal Statistical Society. Series B*, Vol. 64, pp. 3-48.
- 大森裕浩・和合肇 (2005) 「マルコフ連鎖モンテカルロ法とその応用」『ベイズ計量経済分析』東洋経済新報社, 第 2 章, pp. 39-100.
- 大鹿隆・藤本隆宏 (2006) 「製品アーキテクチャ論と国際貿易論の実証分析 (2006 年改訂版)」MMRC ディスカッション・ペーパー, No. 72.
- 奥野正寛・瀧澤弘和・渡邊奉典(2007)「人工物の複雑化と製品アーキテクチャ」『経済学論集』第 73 巻第 3 号.
- Ricardo, D. (1819)*On the Principles of Political Economy and Taxation*. (邦訳 : 羽鳥卓也・古澤芳樹訳『経済学および課税の原理』、岩波文庫)
- Roberts, J. (2004) *The modern firm : Organizational design for performance and growth*. NY, Oxford university press.

- Sako, M. (1992) Prices, quality and Trust : Inter-firm relations in Britain and Japan. Cambdige university press.
- Shibata, T. Yano, M. and Kodama, F. (2005) “Empirical analysis of evolution of product architecture Fanuc numerical controllers from 1962-1997. ” Research Policy, 34, pp. 13-31.
- Simon, H. A. (1969)The Science of the artificial. MIT Press, Cambridge, MA.
- サイモン, H. A. (1989) 『経営行動：経営組織における意思決定プロセスの研究（第3版）』松田武彦、高柳暁、二村敏子訳, ダイヤモンド社.
- Steward, D. V. (1981) The design structure system : A method for managing the design of complex systems. IEEE Transactions on Engineering Management, Vol. 28, pp. 71-74.
- Suh, N. P. (1990)The principles of design. Oxford umversity Press, NewYork.
- 武石彰 (2003) 『分業と競争：競争優位のアウトソーシング・マネジメント』有斐閣.
- Thompson, J. D. (1967)Organization in action. McGraw-Hill, NY.
- Trist, E. L. and Bamforth, K. W. (1951) “Some social and psychological consequences of the longwall method of coal getting. ” Human Relations, 4, pp. 33-38.
- Ulrich, K. T. (1995) “The role of product architecture in the manufacturing firm” . Research Policy, 24, pp. 419-440.
- Williamson, O. E. (1975) Markets and hierarchies, analysis and antitrust implications : a study in the economics of internal organization. New York, Free Press.
- Woodward, J. (1965) Industrial organization. Oxford University Press.