

MMRC-J-207

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

東京大学大学院経済学研究科
藤本隆宏

2008年3月



東京大学
ものづくり経営研究センター

1 はじめに：経済学とアーキテクチャ論¹

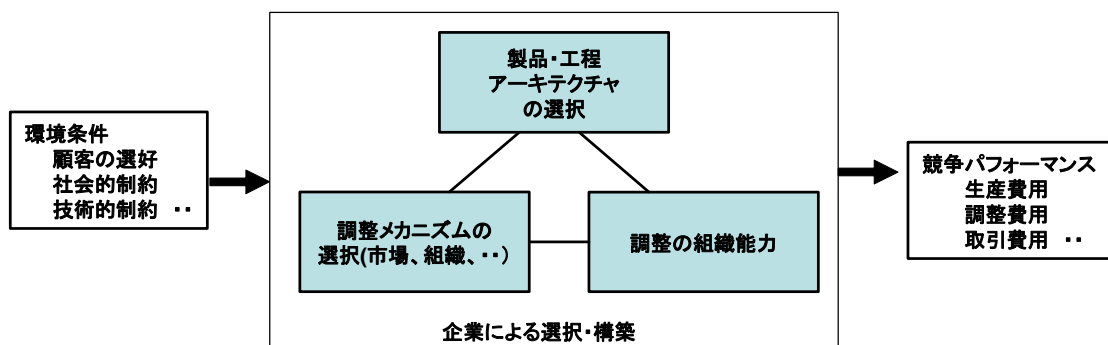
1.1 分析の目的と枠組

本稿では、顧客による製品(人工物)のアーキテクチャ選択、および企業によるコーディネーション(調整)メカニズムの選択に関し、ごく簡単な経済分析モデルを用いて、いくつかの基本的な関係を確認する。より具体的には、人工物のアーキテクチャはどのように選択されるか、アーキテクチャはコストにどのような影響を与えるか、消費者の選好はそれにどのような影響を与えるか、選択されたアーキテクチャは経済主体間の調整メカニズムの選択(たとえば組織か市場か)にどのように影響を与えるか、企業の組織能力はそれにどう影響を与えるか、などについて、探索的な分析を試みることにする。

分析の大まかな枠組みは図1のとおりである。ここでは、①環境の制約条件(顧客の選好、環境規制などの社会的制約、物理的限界などの技術的な制約条件、他)が、②選択し構築するアーキテクチャ、調整メカニズム、組織能力の相互関係に影響を与え、③それが競争パフォーマンス(たとえばコスト)に影響を与える、という単純な因果関係を想定する。実際には、複雑な同時決定的な特性やフィードバック、あるいは単純な環境適応では割り切れない創発的(emergent)な特性も観察されると考えられるが、ここでは基本的に、初級的なマイクロ分析モデルのみを考えることにする。これらのモデルは、ほとんどが、図形的に表現できる簡単な合理的選択の問題である。

この図、そして本稿のひとつの重要なポイントは、「アーキテクチャは市場や社会の制約条件が決める」という命題であるが、これについては後述する。

図1 アーキテクチャとコーディネーション：経済分析の枠組み



¹ 本稿の作成に当たっては、東京大学ものづくり経営研究センターの渡邊泰典特任助教に校閲およびテクニカルなコメントをお願いした。この場を借りて感謝の意を表したい。

1.2 経済学と設計概念

いうまでもなく経済学は、企業や家計の間の財・サービス・生産要素の循環、すなわち生産・消費・分配の体系を分析する学問であるが、そこでは古典経済学以来、財・サービス供給者の側における仕事の分割と結合のあり方が詳細に分析されてきた。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、ともに経済学の根本概念である。A. スミスの『国富論』第1篇第1章が工程内分業(ピン作り)の分析から始まること(Smith, 1776)、D. リカードの『経済学および課税の原理』の中心的命題が国際分業論であること(Ricardo, 1819)、あるいはK. マルクスが『資本論』第4篇第11~13章で協業(単純協業、マニユファクチャー、工場制)の分析を細かく行ったこと(Marx, 1867)はあまりにも有名である。A. マーシャル『経済学原理』第4編も多くが産業における分業と総合に割かれている(Marshall, 1890)。現代においては、分業はスペシャリゼーション(専門化)、協業はコーディネーション(調整)あるいはインテグレーション(統合)といった言葉で表現されることが多い²。

これに対し、供給される財・サービス、すなわち製品(*product*)がどのように分割・結合されているかについては、経済学はあまり熱心に論じて来なかった。しかしながら、製品はそれ自体、企業によって意図された機能(*function*)と構造(*structure*)を持ち、したがってそれは、機能的・構造的な構成要素に分割し、また再結合することができる。ここで「機能」とは、需要者・消費者にとっての使用価値、さらには交換価値を生む財・サービスの振る舞いであり、「構造」とは、その機能を発生させる人工物の形状的・材質的な特性である。また、製品の構造を物理的に生み出すのは「生産工程」(*process*)である。

このように製品(財・サービス)を、それを構成する機能要素および構造要素の束と考え、それを生産システムすなわち工程要素の連鎖が供給すると考えるならば、そもそも製品をどのような機能要素群・構造要素群に分け、さらに工程要素群に対応させ、それら全体を再結合させるかが、企業にとって重要な意思決定となる。このように、あるものの機能要素・構造要素・工程要素を分割し結合する行為を「設計」(*design*)と言う。一般に「設計された事

² 近代経済学はコーディネーション、経営学(とりわけ組織設計論)はインテグレーションという用語を当てることが多いが(例えば Lawrence and Lorsch, 1967)、インテグレーションは経済学においては同一資本の支配下における所有的な意味での統合(垂直統合・水平統合)を表すことが多い。本稿では、経済学の概念を優先して、コーディネーション(調整)という言葉を中心に使うが、経営学においては、両者は「協業」「協働」という意味においてほぼ同義である。

物」は「人工物」(artifact, artificial)と呼ばれ、製品もその意味で、典型的な人工物だと言える。

一方、人工物の機能的・構造的・工程的な分割と結合の一般的な様式は「アーキテクチャ」と呼ばれる。つまりアーキテクチャとは、設計の基本構想のことである。

このように、財・サービスの供給者は、製品別・工程別に分割され再結合されるが、財・サービス(=製品=人工物)それ自体もまた、機能的・構造的に分割され再結合される。しかしながら、経済学は従来、前者の分析に集中する一方、後者に細かく立ち入ることは少なかった。言い換えれば、経済学は、財・サービスの設計は所与として、その需要量、供給量、価格の分析に集中した。設計行為そのものは工学の領域とみなされ、経済学の関心の対象外であった³。

これに対して近年、経済学や経営学において、アーキテクチャなど設計に関する概念が注目されるようになってきた。工学(たとえば設計学)が「人工物のよい設計とは何か」を探求するのに対し、社会科学に属する経済学・経営学は、「企業は製品ごとにどのような設計・アーキテクチャを選択するか」、「人工物のアーキテクチャは製品の価格やコストにどのように影響するか」、「アーキテクチャは企業組織や市場の調整メカニズムあるいは分業パターンを選択にどのような影響を与えるか」、「組織能力とアーキテクチャはどう関連するか」等々、人工物の設計と企業や消費者の行動の関係に着目する。

以上の問題意識を踏まえ、本稿では第1に、人工物の分割と結合という観点から、「アーキテクチャ」概念を再整理する。第2に、ある人工物のアーキテクチャがどのように選択されるかを、費用と効用の両面から簡単なモデルで検討する。第3に、アーキテクチャが調整メカニズムの選択、さらには分業構造の選択にどのように影響を与えるかを、簡単なモデルで考察する。さらに、組織能力やその変化がアーキテクチャや調整方式の選択にどのような影響を与えるかも視野に入れる。

1.3 アーキテクチャ：人工物の分割と結合

まず、アーキテクチャ(設計の基本構想)の概念を、人工物の分割と結合という観点から再整理しておくことにしよう。

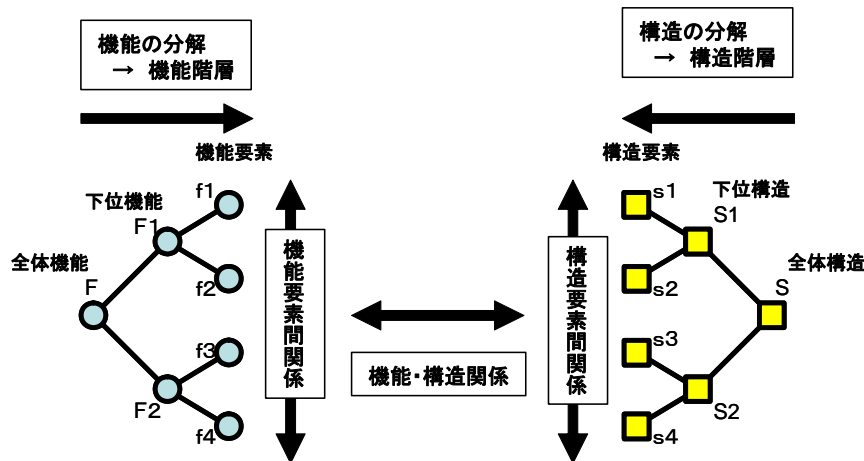
³ 経済学が財の属性を分析するのは、製品差別化(product differentiation)においてである。その代表的な研究者である Lancaster (1966, 1979, 他)は、消費者の選好(無差別曲線)は財ではなく財の属性(characteristics)の関数であるとし、消費者が差別化された製品、すなわち属性空間における一点を選択するモデルを示した。また、生産立地と輸送費に関する空間競争モデル(spatial competition; Hotelling, 1929; Schmalensee, 1978)が、Lancaster 的な製品差別化分析にも応用できると指摘した。しかし、これらの分析は概して、差別化された製品が直面する需要関数が右下がりであることの説明に用いられており、製品設計の選択という視点はやや希薄であった。Waterson(1984)も参照されたい。

前述のように「アーキテクチャ」とは、機能設計、構造設計、工程設計において構想される一群の機能要素群、構造要素群、工程要素設計の間の「つなぎ方」、すなわち連結パターンに関する基本構想のことを指す。それは、機能を実現する固有技術の内容は捨象して、連結の形式にのみ着目する概念であり、それゆえに、固有技術の内容を離れて製品・工程・産業を論じることができる、汎用的な分析概念である。

それゆえ、アーキテクチャは、すべての「設計されたもの」、すなわち人工物に対して定義できる。たとえば、製品、工程、組織、顧客の利用システム、サプライチェーンなど(要するにシュンペータ(Schumpeter, 1934)がイノベーションの対象としたものすべて)がこれに含まれる。

したがって、製品に関してもアーキテクチャを定義することができる。すなわち、「製品アーキテクチャ」は、「製品機能のヒエラルキー」と「製品構造のヒエラルキー」の対応関係と考えることができる。視覚的に示すならば図2のようであり、2つのヒエラルキーは、いわば「鱈の干物」のように左右に展開した複合階層図になる(藤本, 1986; Goepfert and Steinbrecher, 1999; Takeishi and Fujimoto, 2001, 他)。

図2 人工物のアーキテクチャ(複合階層図による表現)



この図が示唆するように、人工物のアーキテクチャは、①機能分解、②構造分解、③機能・機能関係、④構造・構造関係、⑤機能・構造関係という5つの側面を持つことが明らかになる⁴。①②は人工物システムの要素への分解、③④⑤は要素の結合に関わる。

⁴ このような複合階層図は、工学系の設計学、とりわけ公理系設計(Suh, 1990, 2001)の流れを汲む設計論において多用される。例えば、畑村他(2001)、中尾(2003)、中尾・畑村・服部(1999)などが「思考展

- ① **機能分解**: 複雑な人工物システムを設計する場合、システムの全体機能が順次、複数の下位構造に分解され、多段階の**機能階層(機能ヒエラルキー)**となる。その結果、一群の**機能要素**(例えば要求仕様のリスト)が特定される。
- ② **構造分解**: 構造設計も同様に、システムの全体構造が順次、複数の下位構造に分解され、多段階の**構造階層(構造ヒエラルキー)**となる(Simon, 1969)。その結果、一群の構造要素(例えば部品のリスト)が特定される。
- ③ **機能要素間関係**: 複合階層図が示唆するように、機能分解により特定された機能要素は、2つの経路で他の機能要素と関係する。第一は「機能要素→上位機能要素→他の機能要素」経路で、全体機能の達成のために機能パラメータを相互調整するケースである。第二は「機能要素→構造要素→他の機能要素」経路で、複数の機能(例えば自動車の快適性と操縦性)がある構造(サスペンションなど)の影響を共有する結果、機能パラメータ間に相互依存関係が生じるケースである⁵。これらを「**機能的相互依存**」という。
- ④ **構造要素間関係**: 構造分解により特定された構造要素は、複合階層図が示唆するように、2つの経路で他の構造要素と連動する。第一は「構造要素→機能要素→他の構造要素」経路で、ある機能(例えば自動車の加速性)を達成するために部品間(例えばエンジンと変速機)の構造パラメータを相互調整しなければならないケースである。第二は、「構造要素→上位構造要素→他の構造要素」経路で、上位構造・全体構造の整合性(例えば部品配置が干渉しないこと、全体重量が制限範囲であることなど)を保つために構造パラメータ間の相互依存関係が生じるケースである。これらを「**構造的相互依存**」という。また後述のように、構造要素(例えば部品)同士を結ぶ結合部分のことを「**部品間インターフェース**」という。
- ⑤ **機能・構造関係**: 最後に、以上のような機能要素間・構造要素間の相互依存関係の結果、この人工物の機能要素群と構造要素群の間に、一定の対応関係が生じる。仮に、構造要素と機能要素の数が同一であるように機能分解・構造分解を行った場合、機能・構造間関係は、1対1対応、1対多対応、多対1対応、多対多対応、あるいはそれらの混在した形になりうる(Ulrich, 1995)。こうした機能・構造関係は、上記の機能分解、構造分解、機能要素間関係、構造要素間関係の帰結をすべて反映した形になるので、この「機能・構造関係」をもって、所与の人工物のアーキテクチャの要約的な表現とみなすことも出

開図」と呼ぶチャートは、複合階層図そのものである。実践的な応用例としては、Goepfert and Steinbrecher (1999)がある。

⁵ Ulrich (1995) は、これを function sharing と呼ぶ。その結果、複数の機能を持つ部品を「機能統合型モジュール」と呼ぶこともある(具, 2007)。

来る。

1.4 構造・機能連結の単純性・複雑性

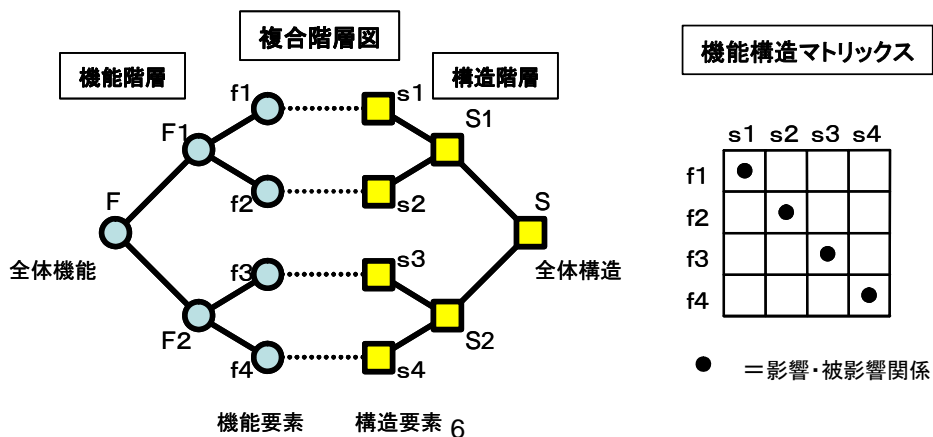
前述のように、アーキテクチャとは人工物の機能・構造の分解と結合に関する構想のことであるから、アーキテクチャの基本タイプも「分解の仕方」あるいは「結合の仕方」に関わると見るのが自然だろう。このうち、製品をどこで切り分けるか(分解)は、個々の人工物に固有の問題になるので、一般的なタイプというものはない。しいて言えば、分解の結果析出される構造要素や機能要素の数が多い人工物は複雑なシステム、少ないものは単純なシステムである。

これに対し、そうしてシステム分解の結果特定された構造要素・機能要素が、どのように結合されるかに関しては、一般的な類型が可能になる。それがアーキテクチャの基本類型である。機能要素・構造要素間の「つなぎ方」ということになると、既に見てきたように①機能要素と構造要素の連結、②構造要素間の連結、③機能要素間の連結、という3つの側面がある。まず、最も基本的な属性である、関係の単純さ、複雑さという軸で分類を試みよう。

モジュラー型(組み合わせ型)アーキテクチャ：

まず、設計要素間の関係がもっとも単純なケースを考えてみよう。それは、①機能機能要素と構造要素の相互依存関係が、1対1対応の形ですっきり対応している。②構造要素間の相互依存性がなく、各部品が独立している。③機能要素間の相互依存性がなく、各機能が独立している、というケースである。このように極端なケースは少ないが、理念型として、このようなアーキテクチャを「モジュラー(modular)型」という(図3)。構成要素の組み合わせでシステムができるので「組み合わせ型」と呼ぶこともできる。その特徴は以下の通りである。

図3 モジュラー(組み合わせ)型アーキテクチャ



- ① 機能要素と構造要素が1対1に対応している：これが、モジュラー型の最も重要な特徴である。すなわち、機能分解と構造分解を上手に行って調整することにより、構造要素群と機能要素群の数が一致している、という条件下において、部品などの構造要素と、顧客にとって意味のある機能要素(性能など)が1対1で対応していることが、理念型としての「モジュラー型」の特徴である。図3の機能構造マトリックスが、対角線に関係が集中した対角行列になっていることに注目されたい。構造要素(部品)の側から見るなら、それは製品が「機能完結部品」により構成させる、ということである。例えば図3において、部品s1の設計者は、とりあえず機能f1と上位の構造設計(S1, S)に集中して設計を行えばよい。
- ② 構造要素間の相互依存性がない(小さい)：物理的・経済的に一つの製品として提供されている以上、部品間に全く相互関係がないというのは現実的ではないが、それでも構造的な相互依存関係が相対的に弱い製品が、相対的によりモジュラーだとは言える。例えば、物理的に一つにまとまっているという以上の相互調整がない製品である。あるいは、構造要素間(部品間)のインターフェースが簡素で数が少なく、集約化、標準化されている製品は、モジュラー型製品としての特性を持つ(青島・武石, 2001)。
- ③ 機能要素間の相互依存性がない(小さい)：仮に、すべての部品が機能完結的であったとしても、顧客が複数の機能要素が連動することを要求するなら、また、構造的な相互依存性はあるかもしれない。したがって、その機能に関連する部品の設計は相互に調整されねばならない。仮に、顧客が複数の機能要素を別々に追求するのであれば、各部品は相互調整の負担から開放され、機能完結部品としてそれぞれの機能を追求すればよい。

現実に『モジュラー型』と呼ばれる製品は、以上の点で完全にモジュラーということはないにしても、これに近い特性を持っている。つまり、製品をあるレベルに構造分解した場合の基本モジュール(部品)を見ると、それぞれの部品がかなり機能完結的である。このため、部品相互間の信号やエネルギーのやり取りもそれほど必要ではなく、構要素間の連結部分(インターフェース)が比較的シンプルで済む。したがって、各部品(モジュール)の設計者は、インターフェースの設計ルールについて事前の知識があれば、部品供給者は、他の部品の設計をあまり気にせず独自の設計が出来る(Baldwin and Clark, 2000)。

一方、既に設計済みの部品を事後的に寄せ集めても、全体の製品機能が発揮されるので、組立企業は、すでに他社が設計済みの部品をカタログ買いで購入し、それを組み合わせても、

ちゃんとした性能の製品を組むことができる。

モジュラー型には、自社の中だけで「社内共通部品」を寄せ集める「クローズド・モジュラー型」と、企業を超えた「業界標準部品」の寄せ集めができる「オープン・モジュラー型」とがあるが、これについては後述する。

インテグラル型(擦り合わせ型)アーキテクチャ：

逆に、設計要素間の関係がもっとも複雑なケースを考えてみよう。それは、①機能要素と構造要素の相互依存関係が、多対多対応の形で複雑に絡み合っている(Ulrich,1995)、②構造要素間の相互依存性が高く、各部品の構造設計に多大な相互調整を要する。③機能要素間の相互依存性が高く、各機能が一定のバランスで連動しないと顧客が満足しない、というケースである。理念型として、このようなアーキテクチャを「インテグラル(integral)型」という(図4)。構成要素が設計パラメータを緊密に相互調整する必要があるので、「擦り合わせ型」と呼ぶこともできる(藤本, 2001, 2004)。

図4 インテグラル(擦り合わせ)型アーキテクチャ

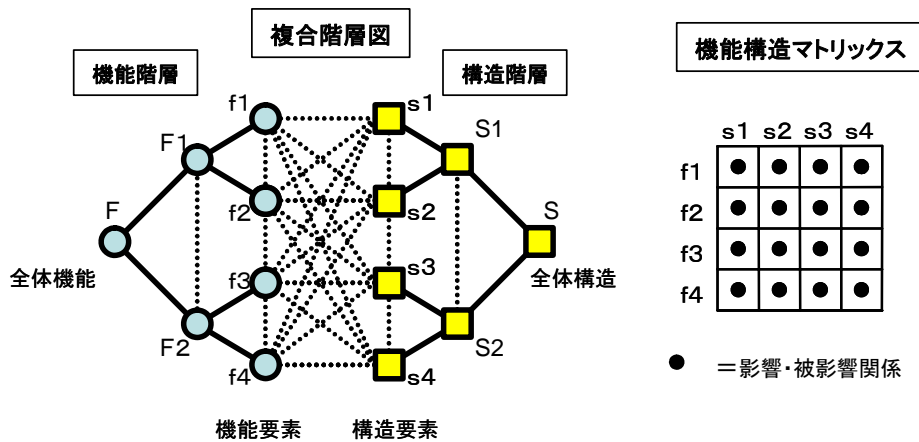


図4は、インテグラル・アーキテクチャの製品の複合階層図を示している。すなわち、製品機能(左半分)と製品構造(右半分)それぞれの構成要素が互いに多対多で絡み合っているため、例えば部品 S1 の設計者は、次の要素を考慮する必要がある：(1) 他の部品との機能的相互依存性(s1←f1←s2, s1←f2←s2 など)；(2) 他の部品との構造的な相互依存性(例えば部品干渉；s1←s2)；(3) 製品全体の設計との相互依存関係(例えば製品デザインとの整合性；s1←S1←S など)；(4) サブ機能間の相互依存性(f1↔f2, F1↔F2 など)。これらの関係が緊密で多数であるほど、インテグラル・アーキテクチャに近いということになる。

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

- ① 機能要素と構造要素が多対多で対応している：これが、インテグラルが型の最大の特徴である。すなわち、ある機能要素(性能)は、複数の構造要素(部品)の設計パラメータを相互調整しないと、達成されない。逆に、ある一つの部品が、同時に複数の機能の達成に動員される。極端なケースとして、所与のすべての機能要素がすべての構造要素と対応している場合が、理念型としての「インテグラル型」である。図4の機能構造マトリックスが、縦横すべて埋まった行列になっていることに注目されたい。部品の側から見るなら、複雑な連立方程式を解くことでようやく部品の設計パラメータが決まることを意味する。それは製品が、製品特殊な「専用部品」により構成させる傾向が強い、ということである。
- ② 構造要素間の相互依存性が大きい：構造的な相互依存関係が相対的に強い製品が、相対的によりインテグラルだとは言える。既に述べたとおり、構造要素間の相互依存性が高まるのは、上位構造の要求を通じてか、機能要素の要求を通じてか、である。上位構造が軽量化や小型化を要求するとき、部品干渉、電磁干渉などを避けるため、部品設計間の相互依存性は高まる。極限的な機能が要求され、それが複数の部品設計の協調によってのみ実現する場合、構造要素間の相互依存性は高まる。無論、必要以上に錯綜した下手な製品設計によっても相互依存性は高まる(Alexander, 1964)
- ③ 機能要素間の相互依存性が大きい：仮に、すべての部品が機能完結的であったとしても、顧客が複数の機能要素が連動することを要求するなら、結果として、その機能に関連する部品の設計は相互に調整されねばならない。仮に、顧客が複数の機能要素を別々に追求するのであれば、各部品は相互調整の負担から開放され、機能完結部品としてそれぞれの機能を追求すればよい。

現実に「インテグラル型」と呼ばれる製品は、部品点数が多く、顧客の要求が高度かつ多様で、重量やサイズの制約が厳しく、市場ニーズ的にも技術特性的にもモジュラー化が難しい製品である傾向がある。

例えば自動車、特に小型乗用車は、インテグラル型アーキテクチャの典型としてよく言及される。自動車を持つ大きな機能として、騒音や振動など「乗り心地」系の機能があるが、それでは車の乗り心地のよさを達成する特定の部品があるかといえば、そういうものはない。タイヤ、サスペンション、ショックアブソーバー、シャーシー、ボディ、エンジン、トランスミッションなど、すべての部品の設計を微妙に相互調整することではじめて、トータル・システムとしての「乗り心地」という性能が発揮される。サスペンションのわずかなジオメトリの違いや、エンジンの重心がアクセルよりわずかに前にあるか後にあるかといった微

妙な点が、製品の性格に大きく影響してくる。

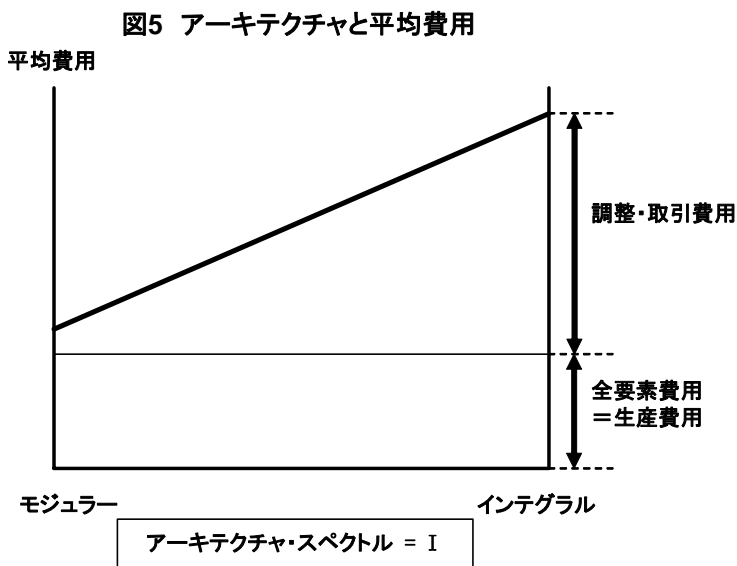
また、逆に一つのモジュールが多くの機能を担っている。例えばボディは、安全性・居住性・デザイン性・空力特性など、複合的な機能を持つ。つまり、機能要素と構造要素(部品)が「1対1」ではなく「多対多」の関係にある。したがって、各部品の設計者は、互いに設計の微調整を行い、相互に緊密な連携を採る必要がある。それが、インテグラル型の製品である。つまり、「モジュラー型」が、部品間の「擦り合わせ」の省略により「組み合わせの妙」を活かした製品展開を可能とするのに対して、インテグラル型は逆に、「擦り合わせの妙」で製品全体の完成度を競うのである。

2 アーキテクチャ類型と費用

2.1 アーキテクチャと競争パフォーマンス

アーキテクチャの基本的な定義と類型化が終わったので、次に、特定の製品カテゴリー(例えば自動車、携帯電話)に関して、アーキテクチャと競争パフォーマンスの関係を考えてみよう。単純化のため、生産量は一定とし(規模の経済の効果は捨象し)、競争パフォーマンスは単位コスト(製品1個あたりの平均費用)で集約的に表現されるものとする。

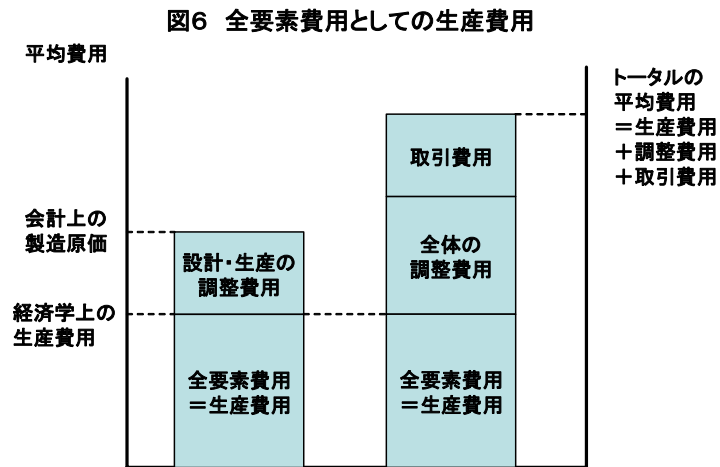
このとき、生産企業にとっての、ある製品の1個あたりの平均費用(AC: Average Cost)は、①全要素費用(生産費用)、②取引費用、③調整費用に分解される。そしてそれは、他の条件を一定とすれば、製品のアーキテクチャをどう選択するかによって異なってくると考えられる(図5)。まず、平均費用の各部分について簡単に説明しよう。



① 生産費用 (全要素費用)

全要素費用(total factor cost)とは、製品の生産費用・設計費用のうち、設備購入費用、構成部品の購買費用、特許使用料、単能工の採用・維持費用など、その製品 1 単位に必要な生産要素を調達するのに要する費用の合計である。それは、各生産要素ごとに、要素生産性(原単位、投入係数とも呼ばれる、製品 1 単位当たり投入要素の所要量)と生産要素の単価をかけて、全要素について集計することで示される。経済学の標準的なモデルにおいて、これは生産費用そのものに他ならないので、本稿では以下、これを「生産費用」(Production Cost; PC)と呼ぶことにする⁶。投入要素価格を w 、原単位(生産技術を反映する)を x とするなら、 $PC = w \cdot x = a_0$ である⁷。要するに、生産技術と投入要素価格を所与とすれば、それはアーキテクチャに関係なく決まる、と仮定するわけである。

ただし、会計的に把握される実際の製品あたり製造原価には、後述のような、設計・生産にかかわる調整費用が含まれることに注意を要する(図 6)。



いずれにしても、生産量を所与とすれば、ある時点における生産費用(全要素費用)は、基本的に固有の生産技術により決まり(a_0)、アーキテクチャの影響は受けないものと考えることができる。

⁶ 多要素であれば、 w 、 x はベクトルである。すなわち、標準的な教科書において、平均費用=AC、 i 番目の生産要素の単価を w_i 、 i 番目の生産要素の原単位(例えば労働生産性、歩留まり)を x_i とすると、 $AC = \sum w_i x_i$ となる。ここでは要素間の調整費用は考慮されておらず、要するに平均生産費用=全要素費用である。

⁷ Ricardo(1819)は、生産要素を 1 要素(労働)に集約化したが、以下の分析ではそれで不都合はない。

②組織の調整費用とアーキテクチャ

次に、「調整費用(coordination cost)」とは、企業が集めた生産要素や要素技術をアウトプットに変換する際に、企業内でそれらの設計要素や生産要素を相互調整するのにかかる費用である。組織の本質は諸活動の調整であるから(Barnard, 1938)、本来の意味での企業組織の運営費用は、基本的にはこの調整費用に含まれる。会計的な製造原価の一部は、こうした調整費用に分類されることになる。とりわけ、製品設計、工程設計の本質は設計パラメータ間の調整であるから、その意味での設計費用は、基本的に調整費用だといって過言ではない。

仮に単純化のため、1 単位の調整活動にかかる費用を一定(b_1)とするなら、組織による人工物の調整費用は、その人工物の構成要素間の相互作用の数(これを M としよう)が多くなれば、その分増加すると考えるのが自然である(Thompson, 1967)。仮に、その人工物を構成する機能要素数が N 個、構造要素数も N 個で所与とすれば、構造要素と機能要素の間の相互作用の数(M)は、 $[N \sim N^2]$ の間の値をとる⁸。

このとき、構成要素数で見た人工物の複雑度は、機能・構造マトリックスのサイズ、すなわち N^2 で表現できよう。つまり、「複雑度修正済み」のインテグラル・アーキテクチャ度 $I = M/N^2$ は、 $[1/N \sim 1]$ の間の値をとる。ここで、インテグラル・アーキテクチャ度 I は、図 3、図 4 における、機能構造マトリックスの「埋まり具合」を示しているともいえる。 $I = 1/N$ なら純粋なモジュラー型、 $I = 1$ なら純粋なインテグラル型アーキテクチャである⁹。

このように、組織による調整費用は、設計要素間の相互作用の多い人工物ほど高くなる。これを単純化して、機能・構造(工程)要素間の相互作用 1 つあたりの組織の調整費用(いわば調整の変動費)が一定の値 b_1 をとると仮定するなら、要素間の調整にかかる費用は、 $b_1 \cdot M$ というリニアな関係で一次近似できよう。一方、相互依存の数は $M = I \cdot N^2$ であるから、

⁸ ここでは、機能のない構造要素、構造のない機能要素は存在しないという、設計合理性の仮定を置いている。また仮に、機能要素数 $= N$ 、構造要素数 $= N$ として、すべての要素($2N$ 個)の間のすべての相互依存関係の数(機能・機能関係、構造・構造関係、構造・機能関係)をカウントするならば、その最大数は、 $2N(2N-1)/2$ 、すなわち $N(2N-1)$ 本となる。したがって、このカウント法ならば、相互依存関係の数 M は $[N \sim N(2N-1)]$ の区間に収まり、 $M = N$ のときが純粋なモジュラー型、 $M = N(2N-1)$ のときが純粋なインテグラル型アーキテクチャである。この場合、インテグラル・アーキテクチャ度を、 M/N^2 で測定するか、 $M/N(2N-1)$ で測定するかは、アーキテクチャを機能・構造マトリックスの($N \times N$ セル)のみで把握するか、あるいは機能・構造マトリックス($N \times N$ セル)、機能・機能マトリックス($N(N-1)/2$ セル)、構造・構造マトリックス($N(N-1)/2$ セル)の合計で把握するかの違いである。

⁹ この定義によると、同じ純粋なモジュラー型であったとしても、そのインテグラル・アーキテクチャ度は製品の構成要素の数 (N) に依存して変化することになる。以下の分析では製品の構成要素数 N は所与のものとして考えるため、これは問題とはならないが、もしも、構成要素数とは独立な値を持つようにインテグラル・アーキテクチャ度を定めるならば、たとえば、対数関数を用いて $I' = \log M / \log N - 1$ と定義することなどが考えられる(東京大学ものづくり経営研究センター・渡邊泰典特任助教の指摘)。この場合、純粋なモジュラー型では $I' = 0$ 、純粋なインテグラル型では $I' = 1$ となる。

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

機能要素数 N 、構造要素数 N の人工物の調整にかかる費用は、 $b_1 \cdot M = (b_1 \cdot N^2) \cdot I$ となる。つまり、調整費用曲線の傾きは I に対し一定で、構成要素数 N が増えれば大きくなる。

一方、組織内のメンバーの動機付けやコミュニケーション教育など、バーナード的な意味での組織の維持にかかる「基礎的な調整費」(b_0)は、この人工物にかかわる組織メンバーの数に比例するもの考えるのが自然だろう。仮に、すべての機能要素・構造要素に対し担当者が一人ずつ専任でつくるとすれば、組織メンバー数は、 $2N$ 人となる(機能・構造・工程設計の3ステップなら $3N$ 人)。したがって、基礎的な調整費は $b_0 \cdot N$ と考えてよかろう。以上を合計すれば、人工物1単位当たりの調整費用は

$$CC \text{ (Coordination Cost)} = b_0 \cdot N + b_1 \cdot M = b_0 \cdot N + (b_1 \cdot N^2) \cdot I$$

となる。つまり、 N が所与なら、インテグラル・アーキテクチャ度(I)に応じて調整費用は上がる(図5)。その値は、純粹モジュラー型($I = 1/N$)なら $b_0N + b_1N$ 、純粹インテグラル型($I = 1$)なら、 $b_0N + b_1N^2$ となる。

このように、人工物の調整費用は、アーキテクチャのインテグラル度(I)、および人工物の構成要素数(N : 複雑度)の値が大きいほど、高くなる傾向がある。

こうした調整費用関数の背後にある調整メカニズムについては、本稿後半で分析する。

③市場の取引費用とアーキテクチャ

設計論の文脈で再解釈するなら、取引費用(transaction cost)とは、人工物(設計されたもの)の設計・生産に関わる調整を、階層的組織(指揮命令)ではなく、財・サービスの取引を通じて、直接支配できない取引相手との間で行うために、生産費用を超えて負担する追加費用である。調整という観点から言えば、それは支配の及ばない相手から自発的な調整意欲を引き出すためのコストともいえよう。

経済主体が人工物の取引を通じて目的を達成するための基本的手段は「契約」(法的拘束力のある約束)である。したがって、取引費用は基本的に、その契約の作成・締結・実行・改訂・解除などに伴い発生するコストだともいえる。詳しくは後述するが、人工物(機能と構造を持つ被設計物)の供給に関する契約には、それが売買契約であれ、請負契約であれ、中間的な製作物供給契約であれ、(i) 供給されるべき設計情報の内容(機能設計・構造設計・工程設計)、(ii) 情報発信に関わる数量・納期情報、(iii) 対価としての価格・報酬情報、それらの間の関係に関する情報を含んでいる必要がある¹⁰。

¹⁰ 経済学における「契約の理論」は、ここでいう(i)(ii)に関する私的情報を潜在的供給者に報告させ

したがって、人工物の需要者が契約を作成し、潜在的供給者に申し込んで自発的に承諾してもらう状況を考えるならば、取引費用には、①契約案作成の費用(とくに設計情報の作成)、②契約締結の費用(設計情報の伝達、価格・数量・納期の交渉、供給者の説得など)、③契約実行の費用(設計情報の現物確認、違約の場合の交渉・訴訟、罰則・賠償の実行など)、④契約改訂・再交渉の費用(とくに価格の変更のリスク)、⑤契約解除の費用(とくに取引中止に伴う転用不能な在庫・設備の処分のリスク)などが含まれるはずである。そこで問題は、取引される人工物のアーキテクチャが、これらのコストにどのような影響を与えるかだ。

これに対して、近年の経済学は、主に2つの点に着目してきた。第1は、取引される人工物の機能・構造・工程関係が複雑である場合、あるいは機能達成に不確実性を伴う場合、供給される人工物の機能を事前に保証する契約の作成と実行が難しい、という問題である。たとえば、要求機能を保証する構造設計や工程設計の情報を契約で事前確定できないため、供給者側が構造・工程に関する怠慢・手抜き・虚偽申告など、いわゆるモラル・ハザード問題を起こし、その事後対応コストや事前抑止コストが高騰する、といった問題が含まれる。上記の分類では、主に①作成、②交渉、③実行にかかるコストが強調されるわけである。これらは、チーム生産の理論(Alchian and Demsetz, 1972)、あるいは近年の契約理論において強調されたポイントである(詳しくは後述)。

第2の立場は、自社あるいは取引相手が人工物取引に関して独占的な交渉力を持つ可能性を問題にする。これは、取引費用論で知られる O. Williamson(1975, 1985, 他)が指摘したように、取引特殊的投資(transaction - specific investment)にともなう生じる機会主義(交渉力を用いて取引相手の弱みに付け込むこと)による問題であり、ホールドアップ問題とも呼ばれる¹¹。

Williamson が特に重視したのは、取引当事者の一方あるいは双方が、いわゆる取引特殊的な資産、例えば、ある製品モデルにしか使えない専用部品や専用設備の設計や生産に投資をする場合である¹²。この場合、取引相手が当方の取引特殊的投資の弱みに付け込み、事後の価格改訂で当方が不利になる、というリスクが発生する。こうした機会主義を抑止するための契約作成や交渉、あるいは転用可能性(汎用性)を高める設計変更や新製品開発、顧客拡大

た上で、「(i)(ii)ならば(iii)」という契約を、需要者が作成して申し込み、供給者に承諾させる、という状況を主に扱う(伊藤, 2003)。

¹¹ Williamson(1975)は、取引特殊性(取引相手の少数性)と機会主義だけでなく、取引の不確実性、および当事者の合理性の限界も取引費用の発生要因として指摘しているが、その後の研究では、取引特殊性と機会主義が強調されるようになった。なお、取引特殊的投資は、関係特殊的投資(relation-specific investment)と呼ばれることもあり、細かく言えば両者は異なるが、ここでは特に両者を区別しない。

¹² こうした転用の利かぬ人工物を、法学では「不代替物」と呼ぶ。特注設計を伴う不代替物の取引を、売買契約と請負契約の混合形態である「製作物供給契約」とみなすか、あるいは「請負契約」の一種とみるかには、諸説あるようだ。いずれにしても、「代替物」(転用可能な汎用品)の取引は売買契約となる。

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

などにも、追加的なコストが発生しよう。全体に、Williamson のこの枠組みでは、④事後的な再交渉と、⑤契約解除時の発生費用が重視されている。

逆に、当方の機会主義的な搾取を恐れる取引相手が契約締結に応じない、という事前のホールドアップ問題も発生する。その取引相手が、生産費用の面で優位な組織能力を持っている場合、当方が取引特殊投資分を事前負担するなど、リスク分担で追加的な支出が必要になる(浅沼, 1984, 1997; Asanuma, 1989; 浅沼・菊谷, 1998)¹³。説得が不調であれば、高い生産費用や調整費用を払ってでも内製化するしかない。

ここで以上の議論を、アーキテクチャ論との関連で再解釈してみよう。当該製品の製品・工程アーキテクチャが、何らかの理由でインテグラル寄りである場合、その製品の機能要素・構造要素・工程要素の間の対応関係は多対多対応の複雑なものとなる。このため、必要な機能をインテグラル・アーキテクチャの人工物によって調達しようとする需要者は、第1の意味での取引費用を、モジュラー・アーキテクチャの場合よりもより多く払う必要がある。

また、部品や設備など諸要素の設計パラメータは、より製品特長的(product-specific)となる傾向がある。製品自体が差別化されたものであるなら、それは取引特長的でもある。また第2の点でも、他の条件が一定の場合、モジュラー・アーキテクチャからインテグラル・アーキテクチャへと移行するにつれて、製品特長的な部品(構造要素)が全部品に占める比率は高まるため、機会主義のコスト、あるいはその回避のコストが高くなることを、取引費用論は予想する¹⁴。

以上2つの論理から、取引費用と製品アーキテクチャの関係を示す曲線(直線)は、前述の調整費用と同様、アーキテクチャ・スペクトルに沿って右上がりとして推定される。ここで、単純化のため、取引特長的な部品の比率が、前述の「インテグラル・アーキテクチャ度」(I)とリニアに関係しているとしよう。また、従前どおり、構成部品の数をNとしよう。ある人工物の単位取引費用が、その製品に含まれる取引特殊部品の取引数(N・I)に比例すると仮定するならば、取引費用は、以下のように定式化できよう。

$$TC (\text{Transaction Cost}) = c_0 \cdot N + (c_1 \cdot N) \cdot I$$

¹³ Langlois and Robertson (1995)は、そうした企業特長的な組織能力を持った取引相手を説得し契約を締結・実施するのにかかる費用を、組織能力の構築に関わるという意味で「動学的取引費用」(dynamic transaction cost)と呼ぶ。

¹⁴ たとえば自動車は、そうした製品特殊部品が新車開発で50%を超え、企業特殊部品に至っては90%を超える典型的なインテグラル・アーキテクチャ製品として知られる(Clark and Fujimoto, 1991; 浅沼, 1997; 藤本, 2003)。

ここで、第1項の $c_0 \cdot N$ は、当該部品が取引特殊のあれ汎用的であれ発生する、「基礎的な取引費用」である。この部分は、アーキテクチャの影響を受けないと考えよう。一般に市場は、機会主義・不確実性・複雑性のない状況では、価格という簡素なシグナルを使う安価な調整メカニズムであり、より複雑で多義的な情報が流れる階層組織よりも、基礎的な情報処理費用は安く済むと想定できる(Barney, 2002)。したがって、市場の基礎的な取引費用 c_0 は、組織の基礎的な調整費用 b_0 よりも小さい($c_0 < b_0$)と推定される。

一方、第2項の $(c_1 \cdot N) \cdot I$ は、取引特殊な部品について発生する、ウィリアムソンの意味での取引費用で、これは前述のように、アーキテクチャ(I)と連動する。前述のように、機能・構造関係が複雑で、かつ取引特殊な部品を取引契約によって調達し、製品の構造的・機能的要件を保証するには、相当なコストがかかると推定される。したがって、指揮命令系統下にある社内メンバーを1回調整するのにかかる単位コスト(b_1)よりも、支配下でない社外の経済主体を貢献へと動機付ける単位コスト(c_1)の方が、相当に高い($c_1 > b_1$)と考えるのが妥当であろう。とりわけ、取引に関わる不確実性や複雑性が高い場合にそうである。

ただし、ここで、市場取引の場合はIにかかる係数は $c_1 \cdot N$ 、組織内調整の場合は前述のように $b_1 \cdot N^2$ であることに注目されたい。つまり、取引特殊な部品設計の組織的調整は、企業内ではネットワーク型の調整となるため、 N^2 のオーダーで調整負荷が発生するが、市場取引は、部品ごとにN社との取引となるので、1社あたりの調整負荷(b^1)は大きい、Nのオーダーですむと考えてよい。これが、外部サプライヤーを使うことのひとつの簡略化効果である(Clark and Fujimoto, 1989)。したがって、仮に $c_1 > b_1$ であるとしても、仮にNがある閾値以上になれば、社内ですべてを処理することは能力的に困難になり、ある部分を社外取引とするのが相対的に有利になると予想される¹⁵。

アーキテクチャと、市場の取引費用、組織の調整費用の関係については、本稿の後半で追加的に論じることとする。

2.2 アーキテクチャと平均費用：小括

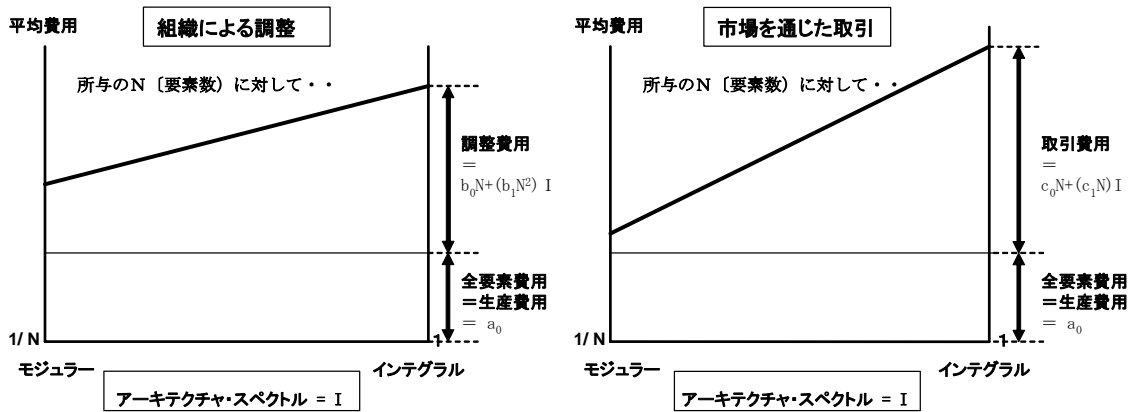
以上のように、所与の製品＝人工物の単位製造費用は、①アーキテクチャの影響を受けない生産費用(＝総要素費用)、②アーキテクチャがインテグラル寄りであるほど高くなる組織の調整費用、③同じくアーキテクチャがインテグラル寄りであるほど高くなる市場の取引費用、この3部分に分けられる。

¹⁵ 計算上は、 $[b_0 \cdot N + (b_1 \cdot N^2) \cdot I] > [c_0 \cdot N + (c_1 \cdot N) \cdot I]$ のとき、つまり、 $N > [c_1/b_1 - (b_0 - c_0)/b_1 \cdot I]$ のときに市場取引がコスト的に有利となる。

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

要素数(部品数、機能数)が N の人工物について、アーキテクチャのインテグラル度(I)とコスト(生産費用+調整費用+取引費用)の関係を、組織内調整の場合と市場取引の場合に分けて示したのが図7である。

図7 アーキテクチャと生産費用・調整費用・取引費用



- すなわち、
- ①生産費用： $PC = a_0$
 - ②調整費用： $CC = b_0 \cdot N + b_1 \cdot M = b_0 \cdot N + (b_1 \cdot N^2) \cdot I$
 - ③取引費用： $TC = c_0 \cdot N + (c_1 \cdot N) \cdot I$

であるから、たとえばある部品の取引において、純粋に組織的調整(内製)を選択する企業は、

$$PC + CC = a_0 + b_0 \cdot N + (b_1 \cdot N^2) \cdot I$$

に直面する。この費用関数は、生産量と要素技術を所与としつつ、人工物のアーキテクチャ(I)および複雑性(N)の関数である。一方、同じ部品で、純粋に市場取引を選択する企業は、

$$PC + TC = a_0 + c_0 \cdot N + (c_1 \cdot N) \cdot I$$

に直面する。実際には、組織内調整と市場取引が混在する形もあるので、この図はあくまでも、最も基本的なケースを示したに過ぎないが、アーキテクチャ・スペクトルと競争パフォーマンス(コスト)の基本的な関係は、これらの図に要約されているものとする。

具体的に、こうした調整メカニズム(たとえば組織化市場か)の選択にアーキテクチャがどう関わるかについては、本稿の後半において改めて論じるが、基本的には、コース(Coase,

1937)の企業・市場境界論以来の「組織の調整費用と市場の取引費用を比較して決める」という基本枠組みを踏襲していくことにする。

3 顧客の選好とアーキテクチャの選択

3.1 アーキテクチャと性能・コスト曲線

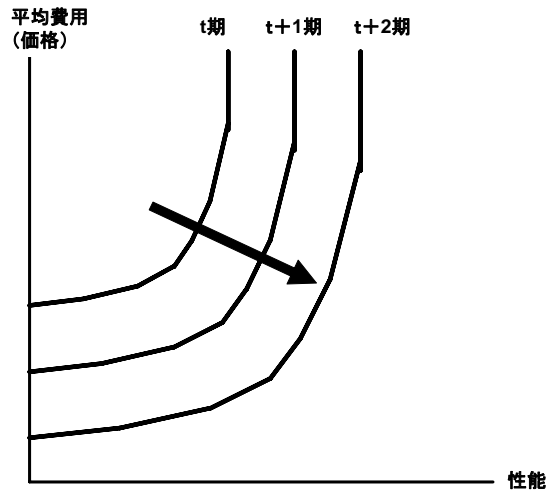
アーキテクチャとコストに関する分析は一通り済んだので、次に、需要側の条件がアーキテクチャの選択に与える影響について、簡単に考察しよう。

「アーキテクチャは(技術的制約を前提としつつ)最終的には顧客が決める」という命題は、技術決定論に傾きがちな製品アーキテクチャ論において重要な命題である。つまり、ある製品がモジュラー型であるかインテグラル型であるか、あるいはその中間型であるかは、その製品を購入する顧客が、その製品の性能の高さあるいは価格の低さに、相対的にどのぐらいこだわるかによって影響される。あらゆる製品、あらゆる市場においてモジュラー型、あるいはインテグラル型が常に優れている、という無条件の「ワン・ベスト・アーキテクチャ」論を、本稿は採用しない。

顧客の選考がアーキテクチャの選択に影響することを示す簡単な経済モデルは、いくつもありうるが、代表的なものは、図 8 に示すような性能・価格空間(Lancaster, 1966, 1979; Waterson, 1984; 新宅, 1994)における、アーキテクチャごとの性能・コスト曲線の違いに着目するというアプローチである。

一般に、機能属性(性能)を高めるためには追加的な設計コスト・生産コストがかかる。したがって、コストは性能の増加関数となる。また、さまざまな技術的制約から、いくらコストをかけても、特定時点における製品の性能には限界がある。したがって、ある時点における性能・コスト曲線は、図のように下に凸の曲線となりやすい(図 8 では、有限個の品種が存在するものと仮定し、ランカスター的に屈曲した直線群で示している)。これがいわば、その製品のその時点での技術フロンティアである。

図8 性能・コスト曲線とその拡張



図のように、時間とともに、技術進歩により性能・コスト曲線(技術フロンティア)はシフトすることが多い。コスト節約的な技術進歩なら垂直方向、性能向上的な技術進歩なら水平方向のフロンティア拡大が強調される。

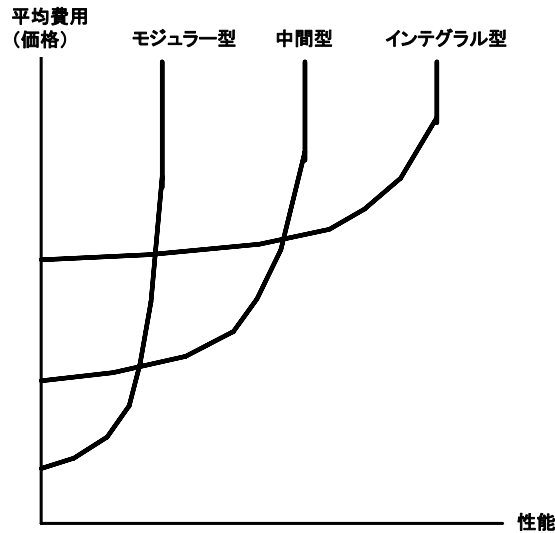
さて、ある時点において、ある所与のカテゴリーの製品(例えば乗用車)は、モジュラー・インテグラル・スペクトルに沿って、複数のアーキテクチャを選択しうるものとしよう。その場合、各アーキテクチャの性能・コスト曲線はどうなるだろうか。

一般に、モジュラー・アーキテクチャの製品は、設計パラメータ間の相互依存関係が単純なので、調整費用を節約でき、相対的に低いコストで一定の性能を達成できる。しかし、インターフェース共有化、部品の機能完結化など、制約条件が厳しい中での設計となるため、インテグラル・アーキテクチャの製品に比べれば、達成可能な性能の水準は低くなりがちである(Ulrich, 1995; 青島・武石, 2001)。

逆に、インテグラル・アーキテクチャの場合は、設計パラメータの相互依存性ゆえに、最低限の性能を達成するにも、相対的に高い調整費用をかける必要がある。つまり、性能・コスト曲線において、相対的に大きな「固定費」(性能が低くても高くても様にかかる調整費用)が発生する。しかし、コストをかければ、上記の制約条件が緩やかである分、より高い性能レベルを達成できる。

以上の結果、モジュラー・アーキテクチャおよびインテグラル・アーキテクチャに対応するコスト・性能曲線は、図9のような形になりやすい(青島・武石(2001)の図を改訂)。前述の包括的なコスト・性能曲線は、いわば、これらの異なるアーキテクチャに対応する性能・コスト曲線群の、いわば包絡線(envelope)とみなすこともできる。

図9 アーキテクチャと性能・コスト曲線

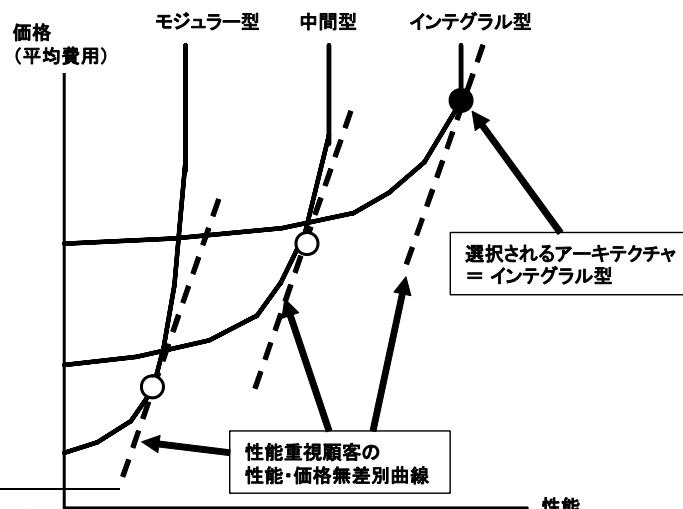


3.2 顧客の選好とアーキテクチャ選択

あるカテゴリーの製品に関して、どのようなアーキテクチャが選ばれるかは、市場ニーズのパターン、具体的には顧客が性能重視か価格重視かによって異なってくる。

例えば、顧客が製品の洗練度にこだわり、製品インテグリティ(Clark and Fujimoto, 1990)に多くのプレミアムを払う「性能重視客」の場合、顧客が性能に対して喜んで払う価格(reservation price)のカーブ(図10の点線で示される)の傾きは大きい。この場合、顧客はインテグラル型アーキテクチャの製品を選好することが示唆される¹⁶。

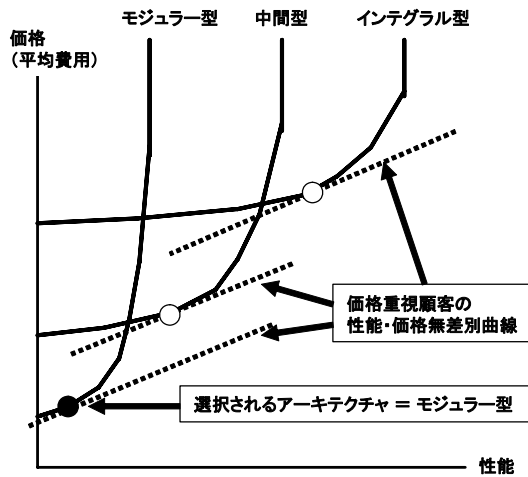
図10 性能重視顧客のインテグラル・アーキテクチャ選好



¹⁶ 言うまでもないことだが、顧客はより低い価格とより高い性能を好むことから、顧客の無差別曲線は右下にあるほどより高い効用を表すと考えられる。

一方、製品が顧客にとってコモディティ化しており、顧客が製品の洗練度にあまりこだわらない「価格重視客」である場合、評価価格の傾きは小さく、この場合は、モジュラー製品が選ばれやすい(図 11)。

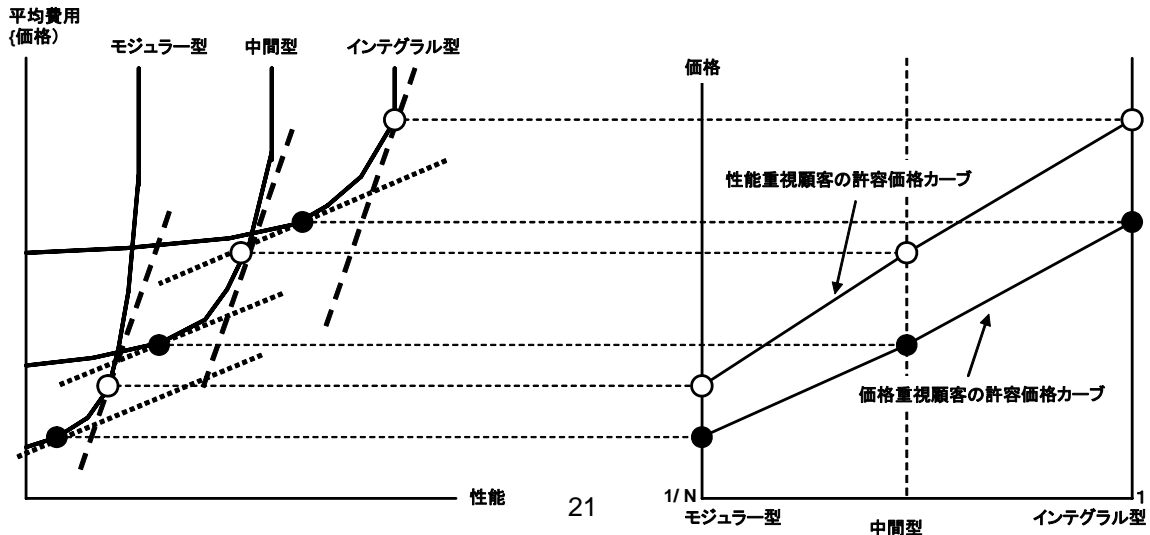
図11 価格重視顧客のモジュラー・アーキテクチャ選好



3.3 アーキテクチャ・スペクトルと顧客の許容価格

以上の分析から、アーキテクチャ・スペクトルと、顧客の許容価格(払っても良いと考える価格 ; reservation price)の関係は、図 12 のようになる。最適設計により相対的な高性能が達成されるインテグラル・アーキテクチャの製品には、性能差に見合うプレミアムが付くこと(右上がりになること)、および、そうしたインテグリティ・プレミアム(図 12 右図の曲線の傾き)は、性能重視顧客の場合に、より大きくなること、以下の簡単な図式により確認できる。

図12 アーキテクチャ・スペクトルと許容価格(reservation price)



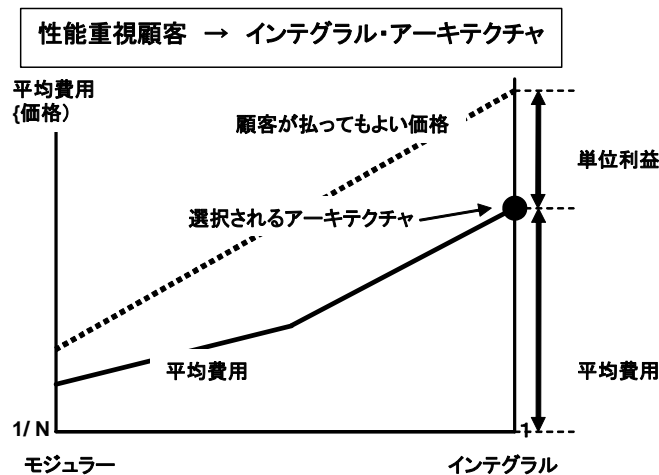
3.4 アーキテクチャ・スペクトル上の許容価格曲線とコスト曲線

市場ニーズがアーキテクチャを決めるというロジックは、この、アーキテクチャ・スペクトル上の許容価格曲線とコスト曲線の間関係としても示すことができる。ここでは、生産量を所与とすれば、価格とコストは別々の動きをすると仮定しよう。このとき企業は、より利益幅の大きいアーキテクチャを選択し、あとは通常の数値調整・価格調整が起こるものとする(以下の分析は、延岡(2006)の p86 を参考にしている)。つまり企業は、まず製品(固有技術)とアーキテクチャを、同時に選択するのである。

そこで、前述の、アーキテクチャ・スペクトルと平均費用の関係を示したコスト曲線(図5)に戻り、上記の許容価格曲線(図12)を、アーキテクチャ・スペクトルに沿ってこのコスト曲線に重ね合わせてみよう¹⁷。

まず、性能重視顧客のケースを図13で示す。この場合、許容価格曲線の勾配がきついため、結果的には、インテグラル・アーキテクチャを選んだ方が企業としては利益が出る。つまり、数量・価格調整に先立って、インテグラル・アーキテクチャの製品が選択される。

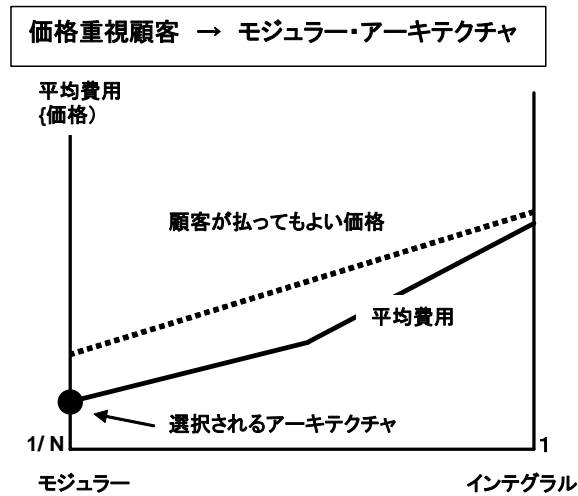
図13 アーキテクチャの選択(1)



逆に、価格重視顧客の場合は、許容価格曲線の勾配が相対的に緩やかなので、結果的には、モジュラー・アーキテクチャを選んだ方が、利益が出る。したがって、モジュラー・アーキテクチャの製品が選択される(図14)。

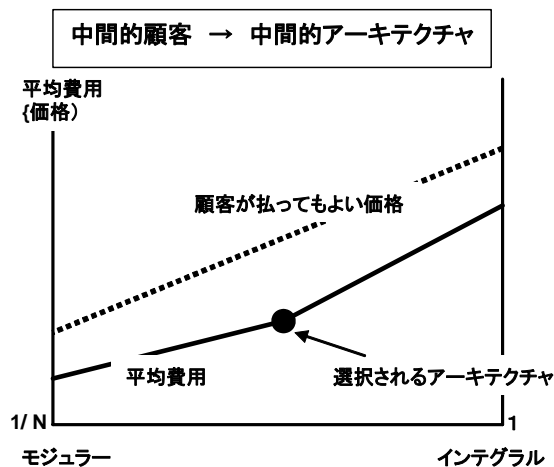
¹⁷ ここでは、中間的なアーキテクチャが選択されるケースも示すために、アーキテクチャ・スペクトル上で図13~15のような屈曲した曲線を想定したが、直線で表しても基本的に変わらない。

図14 アーキテクチャの選択(2)



最後に図 15 から、中間的なアーキテクチャが選択されるような、許容価格曲線の傾きの範囲があり得ることもわかる。

図15 アーキテクチャの選択(3)



このように、アーキテクチャ・スペクトル上において、インテグラル方向に右上がりの許容価格曲線、同じく右上がりのコスト曲線を想定した場合、市場(顧客)が性能重視で、プロダクト・インテグリティに対し高いプレミアムを払う用意があるか、あるいは価格重視で性能差に余り反応しないタイプであるかによって、選択されるアーキテクチャは異なる。市場で生き残る製品のアーキテクチャがどのようなタイプであるかは、技術的制約の下で、最終的には、顧客の価格・性能に関する選好に左右される形で決まると、このモデルは示唆して

いるのである。

4 製品アーキテクチャと調整メカニズムの選択

4.1 調整メカニズムとは

すでに、アーキテクチャが組織の調整費用や市場の調整費用にどのような影響を与えるかについては、予備的な考察を行った。これを踏まえて、次に、調整メカニズム(調整方式)の選択と製品アーキテクチャの関係についてあらためて考察しよう。

本稿では「調整メカニズム」を、その一般的な用法に従う形で、「調整の当事者が活動調整のため事前に共有するルール」の形式と定義する。一般に調整を促進するものは、他にも「組織能力」「個人技能」「情報技術」「組織文化」「職業倫理」など様々あるが、そのうち、ルール、仕組み、契約、規定などとして「こういう場合はこうする」と事前に合意されるのが「調整メカニズム」である。この意味での「調整メカニズム」に近い概念としては、「制度」「体制」「システム」「レギュレーション」「ガバナンス」など様々あるが、ここでは細かい区別には拘泥せず、「調整メカニズム」(調整方式)という用語で代表させることにする。

調整メカニズムには、大分類から細分類まで、様々なタイプがある。大枠の調整メカニズム類型としてよく知られるのは、「市場」(価格調整メカニズム)と「組織」(階層的調整メカニズム)であるが、より細かく見れば、調整を目的とした様々な規定や契約といった決め事は、すべてミクロ的な調整メカニズムの類型である¹⁸。

いずれにせよ、「調整メカニズム」と呼ばれるのは、あくまでも「事前に合意されたルールの形式」であり、具体的な指示や約束の中身は云々しない。たとえば市場メカニズムは、具体的な価格や数量に関わらず、「需給の乖離は価格の昇降で解消する」「最も高値を提示した者が購買権を得る」などといった一般的なルールのレベルで表現される。階層組織メカニズムも、「雇用契約を結んだら勤務時間内は法規・社内規定の範囲内で上司の指示に従う」「作業標準から外れた状況では例外処理として上司の指示を待つ」「上司の許可があれば制限範囲内で他部門と自主判断で折衝してよい」といった抽象度で提示されるものであり、具体的な指示や調整の中身は含まない。要するに、事前に共有されるのは、あくまでも調整ルールの形式であり、調整の内容はその都度か事後の指示となる。

いずれにしても、「事前共有」「ルール」「形式」といったキーワードが「調整メカニズム」

¹⁸ 経済学において近年発達した契約理論(contract theory)は、当事者間で取引関連情報を共有していない状況で、情報不足の当事者(プリンシパル)が取引相手(エージェント)から自発的な情報開示を得るための契約を設計し相手に示す、という状況を分析するが、それは「メカニズム・デザイン」とも呼ばれる。伊藤(2003)も明言するように、この文脈では「メカニズム」は事前に合意される「契約」と同義である。

のポイントであり、その点で「組織能力」「文化」「技能」「技術」などの概念とは区別される¹⁹。たとえば「調整能力」は、選択された調整メカニズムの枠内で、より効果的に調整を行うための、具体的な組織ルーチン(活動の常軌的パターン)の体系である。したがって、ある種の調整メカニズムとある種の組織能力は、相互補完的であるかもしれない²⁰。この点は後述する。

4.2 市場の取引費用と組織の調整費用の比較

次に、調整メカニズムの大分類である、「市場」と「組織」との間の選択というコーディネーションの基本問題に戻り、前述した製品アーキテクチャの選択が、それにどのような影響を与えるかを、あらためて考えてみよう。

すでに述べたように、大枠の調整メカニズムとして、組織を選択するか、市場を選択するか、あるいは関係の取引(長期継続取引)のような第三の方式を選択するかは、それぞれのメカニズムの運用から発生するコスト、すなわち、組織メカニズムに伴う調整費用と、市場メカニズムに伴う取引費用の比較によって決まってくる(Coase, 1937)。逆に、アーキテクチャとコストの関係は、どの調整メカニズムを選択したかによって違ってくる。この点を、すでに示した簡単なコスト・モデルで説明しておこう。

人工物の設計・生産・販売に関する、代表的な調整方式のタイプは、言うまでもなく、市場メカニズムと組織(階層)メカニズムである。これは前述のように、R.コース以来の「企業の理論」「企業境界の制度分析」と密接に関連する。すなわち、ある人工物(たとえば工程)の制御は、組織の調整費用を所与とした場合、市場の取引費用が相対的に高ければ組織メカニズムが、低ければ市場メカニズムが選択されるのである²¹。

4.3 組織の調整費用とアーキテクチャ

まず、組織メカニズム・アーキテクチャ・調整費用の関係について、本稿のこれまでの分析を踏まえて、簡単に再考してみる。組織的な調整メカニズムを設計する専門分野を、経営

¹⁹ 「組織能力」(organizational capability)は、ここでは競争優位をもたらす企業特種的な組織ルーチンの体系とみる。経営戦略論、進化経済学における組織能力・経営資源の概念については、Penrose, 1959; Nelson and Winter, 1982; Grant, 2005などを参照せよ。

²⁰ たとえば青木(青木, 1995; Aoki, 2001)は「技能」と「コーディネーションのしくみ」の間の制度的補完性を示したが。これは本稿における「組織能力」と「調整メカニズム」にほぼ対応する。

²¹ 青木(1995)の比較制度分析の枠組においては、複数並存する制度(調整メカニズム)は、進化ゲームにおける複数個の進化的均衡として示される。また、青木は市場コーディネーションと比較される組織コーディネーションには、ウィリアムソンら取引費用派が想定した「古典的ヒエラルキー」(集権型)の他に、「分権的ヒエラルキー」(権限委譲)、情報異化型(組織ユニットの分権化)、情報同化型(チームワーク)、水平的ヒエラルキー(チームワークの重層化)などがあるとする。

学では「組織設計論」という。

C. バーナードの近代組織論の枠組を借りるなら、組織的調整の費用には、①人工物の機能達成という共通目的に向けて、②組織メンバーのコミュニケーション・チャンネルを確保し、③また組織メンバーのモチベーション(貢献意欲)を確保するためのコストが含まれる(Barnard, 1938)。問題は、どのような調整メカニズムで、これを効率よく達成するかである。

組織設計論はこれまで、多様な組織調整メカニズムを重層的に重ねることによって、こうした調整負荷に対応することを推奨してきた。例えば、Thompson(1967)は、複数の活動間の相互依存関係には、調整負荷の高いほうから順に、①双方向的の調整、②一方向の調整、③資源配分に関わる調整、があるとして、調整負荷が高い活動群は、調整能力の高い凝集的な組織ユニットに担当させ、後は順次、より緩やかな組織調整に対応させるのが合理的であるとした。Galbraith(1973)は、情報処理(調整)負荷の軽減策として、①規則や標準による事前調整、②権限委譲、③組織スラック(バッファ)、また情報処理(調整)能力の増強策として、④垂直的な例外管理、⑤情報技術、⑥組織ユニット間の水平的調整メカニズム、といった仕掛けや技術を準備することを推奨した。

以上をまとめるならば、タスク環境や人工物がもたらす調整負荷の増大に対しては、①まず作業標準など事前のルールやプログラムで対応し、②小集団のチームワークで狭域の調整を行い、③ヒエラルキー(階層)型組織の垂直的指揮系統により例外を管理し、④ヒエラルキーの巨大化には分権化(権限委譲)で応じ、⑤それでも処理できない部分は水平的なユニット横断的調整で吸収し、⑥これら全体を集権型・分権型の情報技術で補完する。おおよそこれが、組織的調整の標準的な手順だといえよう²²。

このように、一般に階層的な組織は、市場取引に比べ、上記のように多様で手の込んだ調整メカニズムを積み重ねていくため、コミュニケーションやモチベーションの固定費的な部分(図7における b_0)は余計にかかる傾向があると推定される。

しかし組織は、Barnard(1938)が「組織均衡」と呼ぶ、事前の貢献意欲の確保が行われる分、インテグラル・アーキテクチャに対応する追加的な調整費用(図7の b_1)は、比較的低くて済むだろう。簡単に言えば、組織の協働成果と、組織メンバーの協働意欲のバランスは、あらかじめとってあるので、あらかじめ協働意欲を充填した組織メンバーは、いわば固定給で、余裕時間を使って追加的な調整作業に応じてくれると期待してよい。

つまり、アーキテクチャがインテグラルなほど調整費用が高くなるという右上がりの形状は、市場も組織も同様であるが、アーキテクチャ・スペクトル上における組織の調整費用曲

²² 沼上(2004)は、こうした組織設計の手順を、分業および事前調整・事後調整の観点から簡明に説明している。

線の勾配は、市場の取引費用曲線の勾配よりは緩やかだと推定される。

後述するが、一般に、市場メカニズムの弱点は調整意欲の確保(取引相手による「ごまかし」や「さぼり」など機会主義の抑制)、つまり「インセンティブ」(動機付け)の問題である²³。これに対し、組織の弱点は、主に調整のケイパビリティ(能力確保)の側にある。なお、経済学においても、組織のコーディネーションを、チームワークや人工物制御の観点から分析する一群の研究があるが、これについては別の機会に譲る(例えば、Alchian and Demsetz, 1972; 奥野・瀧澤・渡邊, 2007)。

4.4 市場の取引費用とアーキテクチャ

次に、市場メカニズムから発生する取引費用について、あらためて考察する。「取引費用」(transaction cost)の定義は、著者により一様ではないが、ここでは広い意味でとり、市場を通じて、取引相手から希望通りの財・機能・能力を入手するために、生産費用に加えて支払う必要のある、追加的費用一般を指すものとする²⁴。

市場取引を通じた調整は、基本的には価格や数量といった単純な情報をシグナルとし、その情報処理も、契約の作成、通知、締結、確認、解除とシンプルなものであるため、取引に伴う不確実性、相互依存性、複雑性が小さいうちは、その取引費用は前述の組織メカニズムに比べて安いと想定され、実際、標準的な経済モデルでは無視されてきた。

しかし、近年、経済学が解明してきたように、取引に関わる不確実性、相互依存性、複雑性が高まると、市場取引に伴う費用は急速に高まる可能性がある。直接支配の及ばぬ市場取引の相手に、そうした契約を自発的に履行させるモチベーション(インセンティブ)の確保は容易でない。そうした取引費用には、相手がサボったりごまかしたりする気の起こらぬ周到な契約を作成する費用、相手の契約履行を監視する費用、契約を再交渉する費用、不履行者を罰する費用、履行者に褒美を出す費用、などがすべて含まれる。取引費用は、取引相手のインセンティブ確保のためのコストである。

アーキテクチャと取引費用の関係についてはすでに論じたが、調整メカニズムの選択という面から、あらためて立ち入って考察しておこう。すでに説明したように、個々には、機能・構造関係の複雑さを重視するロジックと、取引特殊性と機会主義を重視する立場とがある。前者はチーム生産の理論、後者は狭義の取引費用論として展開されてきた。

²³ 後述の取引費用論も、エージェンシー理論も、契約理論も、いずれもインセンティブ重視のアプローチである。

²⁴ Langlois and Robertson (1995)は、こうした広い意味での取引費用が企業の垂直統合や調整メカニズム選択に与える影響を分析している。

チーム生産の論理：チーム生産、つまり相互依存関係の強い集団作業を、市場取引的なメカニズムで相互調整できるかを分析した Alchian and Demsetz(1972)は、チームの仕事が一体不可分で、個人の努力と全体に成果の間の因果関係が明確でない場合、協働の成果に対する個々のメンバーの正味の貢献を正確に観察・測定できないと論じた。この場合、メンバーのサボリやごまかしを抑止できない、メンバー間で分配計画の合意が得られない、などの問題が生じる²⁵。つまり、チームメンバーの活動の間に外部性(一蓮托生の状況)が存在するため、市場メカニズムによる調整は不調に終わる、あるいは高いコストを伴うわけである。

したがって、チームの成果を買う企業は、自社内にチームを取り込み、チーム工程を垂直統合化することが合理的との結論を得る²⁶。ここでも問題は、メンバーの貢献意欲というインセンティブの問題であり、それに対する解は、階層的なコントロールである。

このケースは、インテグラル・アーキテクチャ寄りの人工物、例えば機能群と部品群の関係が多対多で錯綜した製品(例えば小型乗用車)における部品の調達にも応用できる。つまり、製品の全体性能に対する、個々の部品の正味の機能貢献が正確に測定できないため、同様の観測・測定問題が発生する²⁷。したがって、インテグラル型製品の設計開発作業は、チーム生産的な状況となり、市場メカニズムでの処理は高くつく。つまり、先ほどと同様、アーキテクチャ・スペクトルに関して、右上がりの曲線を得る。また、この場合も、製品設計が複雑で頻繁に変化が大きいときに、チーム生産問題はより厳しくなることは明らかであろう。

取引特殊性の論理：一方、すでに説明したように、取引特殊的な投資(他に転用のきかない資産)を伴う取引に着目した Williamson(1975, 1985, 他)は、特殊的な投資をしてしまった後に、取引相手がそれを利用し、いわば足元を見て行う機会主義的行動により、あるいはそれを防ぐために発生する追加コストが、取引費用の主たるものとした²⁸。つまり、当該取引が取引特殊であるとき、市場調整メカニズムに伴う取引費用は高まるとするのが、ウィリアムソン流の(狭義の)取引費用論である。また、取引に伴う不確実性、複雑性が大きいとき、この費用はさらに増幅するとした。

一方、アーキテクチャ論に戻って考えると、差別化されたインテグラル・アーキテクチャ

²⁵ 伊藤(2003)は、このチーム生産問題を、複数のエージェントとプリンシパルの関係として詳しく解説している。

²⁶ これは買い手自らが、残余請求者(residual claimant: メンバーに報酬を支払った後の利益を独り占めする権利を持つ者)になることを意味する。

²⁷ 逆に、製品がモジュラー化すれば、個々の部品の設計メンバーの作業の市場価値が顕在化し、垂直分裂が起こると、Baldwin and Clark(2000)は示唆した。コンピュータのオープン・モジュラー化(PC主流化)が、IBMからのシリコンバレー企業のスピニングアウトと連動したことは、その一例である。

²⁸ 取引特殊的な投資を伴う取引の場合、そもそも、取引相手が機会主義を恐れて過少投資となる(ホールドアップ問題)恐れもある。それを事前に回避するための仕掛けを作るコストとしての、取引費用を重視する考え方もある(Langlois and Robertson, 1995)。

製品の場合、前述のように、部品や設備は、製品特殊(product-specific)、かつ取引特殊的(transaction-specific)になりやすい。したがって、他の条件を一定とすれば、複雑で技術変化・市場変化の激しいインテグラル製品ほど、機会主義の危険は増加し、それだけウィリアムソンの(短期の)取引費用は高くなる。

逆に、モジュラー型アーキテクチャ、とりわけオープン・モジュラー型の場合は、構成部品が汎用部品であることが多いので(Clark and Fujimoto, 1991)、上記のような機会主義の問題は生じにくい。したがって、アーキテクチャがインテグラルよりの場合にコストが高い、つまり右上がりの取引費用曲線を得る。

設計要素の相互依存性と取引費用：以上、チーム生産と取引特殊性、2つのロジックでの取引費用論を紹介した。前者は、「相手が取引から逃げられないのをいいことに足元を見る」「それを事前に察知して萎縮する」という構図(機会主義とホールドアップ)、後者は「仕事ぶりが相手に見えないのをいいことにサボる」「サボる相手を契約で縛れない」「分配で合意が得られない」という構図(観察可能性とモラル・ハザード)であり、取引費用を発生させるプロセスは異なる²⁹。

しかし、これをアーキテクチャ概念に応用した場合、両者に共通するのは、「設計要素間の相互依存性 → 取引費用の上昇(とくに設計が複雑で変化が大きい時)」という、より根本的な因果関係である。このため、どちらのロジックでも、図 16、図 17 において、取引費用の曲線は、アーキテクチャ・スペクトルに沿って、モジュラー極からインテグラル極へ右上がりの曲線となる。しかも、製品がインテグラル化すれば、少なくともこの2つのコスト・アップは同時に発生する可能性が高い。部品点数や工程数が増え、設計の変化が大きい場合に、取引費用はさらに高騰する可能性がある。つまり、複雑で、技術集約的で、インテグラル型の製品において、市場の取引費用が組織の調整費用を上回る可能性、すなわち内製化の可能性が最も高まるのである。

4.5 ものづくり論からみた再整理

ここで、「ものづくり」を設計情報の創造・転写・発信プロセスと見る立場から、取引費用とアーキテクチャの関係について再整理しておこう。

人工物取引契約のステップ：今、取引を通じて、要求機能を満たす人工物(例えば自動車部品)を入手したい経済主体(たとえば自動車メーカーA)があるとしよう。契約案はAが作成

²⁹ Langlois and Robertson(1995)も、この2タイプの取引費用を分けて論じている。

して、潜在的サプライヤーSに提示(申込)するものとする³⁰。この場合、実態としての契約の流れには、おおよそ以下のようなステップが含まれる³¹。

- (1) 契約案の作成(A): 契約案には、Aが実現したい設計情報(機能・構造・工程設計)と納期・数量情報、および対価である価格・報酬情報、これらの全部あるいは一部が含まれる
- (2) 契約案の取引相手への通知(Aの申込→Sへ): 仕様書、図面、注文書などを一括的あるいは逐次的にAからSへ通知する。
- (3) 契約案内容に関する交渉(S⇔A): 設計情報、価格・報酬情報、納期・数量情報に関し、潜在的取引先と必要に応じ交渉し、この面の契約内容を確定する。Aのみで価格情報を確定できない場合は、Aの見積もり依頼でSが価格の見積もりを行いAに提出することもある。
- (4) 契約の成立・不成立(Sの承諾・不承諾→Aへの通知): Aの注文書、Sの注文請け書の交換などによる。
- (5) 共同開発(S⇔A): 特注設計品の場合のみ発生しうる。共同で設計情報を実現するため、部品の設計・試作・実験のある部分をSとAとで分業化あるいは協業化すること。それにとまなう連絡・調整。
- (6) 生産開始・役務完了・部品納入(S→A)
- (7) 納入品に対する検収(A): 現場・現品による、契約どおりの設計情報・納期・数量であるかどうかの確認。
- (8) 支払い(A→S): 検収に問題がなかった場合、指定の期日に契約どおりの価格で支払いを行う。
- (9) 違約罰・損害賠償(A⇔S): 検収結果に問題がある場合、設計情報・納期・数量などが不十分の場合に発生。契約による違約金の支払い、損害賠償訴訟など。
- (10) 契約の改訂(A⇔S): 次の契約改訂期、あるいはそれ以前における、値上げ、値下げ、数量変更、設計変更などの再交渉、再契約、およびその実施。
- (11) 契約の解除(A⇔S): 解除交渉。および解除の結果としての、在庫や設備の処分など。

むろん、すべての人工物取引でこれらのステップがすべて存在するわけではない。標準品の売買契約の場合は、これよりはずっと単純になる。つまり、以下のステップは、例えば共同開発を伴う特殊設計品の請負契約あるいは製作物供給契約を念頭においた、最も複雑なケースに近い。

³⁰ 人工物供給の契約には売買契約(標準設計の物財)、製作物供給契約(特注設計の物財)、請負契約(サービス)などが含まれるが、いずれも人工物の供給に関わる点は変わらない。

³¹ 関係的技能の観点からの分析は、浅沼(1997)に詳しくある。

取引費用の構成要素：いずれにせよ、この「複雑な契約の流れ」のケースに沿って、取引費用に含まれそうな費用を列挙するなら、すでに述べたように、おおよそ以下の5項目になる。

- ① **契約案作成の費用**：契約案の内容、特に要求仕様などの設計情報の作成、および、そのために必要な情報の入手に伴い発生する費用・支出(前述のステップ(1)に対応)。
- ② **契約締結の費用**：契約案の潜在的取引相手への伝達、契約確定に必要な取引相手情報の入手、契約内容(特に価格・数量・納期)に関する潜在的取引相手との交渉、および取引承諾の説得に伴い発生する費用・支出。特注の新規設計に伴い取引相手と連携した新規設計・試作・実験が必要な場合(例えば自動車における承認図方式)、設計情報内容の確定のため必要な、取引先との設計連絡の費用もこれに含む(前述のステップ(2)(3)(4)(5)に対応)³²。
- ③ **契約実行の費用**：設計情報の現物確認、違約の場合の交渉・訴訟、罰則・賠償の実行などに伴い発生する費用・支出。納入品の契約履行確認のための検収費用、違約罰に関する交渉費用、窓外賠償の訴訟費用などを含む(前述のステップ(6)(7)(8)(9)に対応)。
- ④ **契約改訂の費用**：契約実行後の契約改訂時において、取引相手との価格等の再交渉にかかる費用、および改訂の結果として、本来の生産費に加えて発生する、予期せぬ追加的費用、あるいはそれを抑止するために事前に発生する費用・支出(前述のステップ(10)に対応)³³。
- ⑤ **契約解除の費用**：契約解除の交渉費用、機会費用、転用不能な部品在庫・専用設備の廃棄費用など。とくに、取引中止に伴う転用不能な在庫・設備の処分リスク、それを抑止するために事前に発生する費用・支出を重視する(前述のステップ(11)に対応)。

取引費用節約的な部品類型：次に、これをアーキテクチャの側の議論につなげてみよう。ある設計情報を持つ人工物あるいはその部品を社外との取引で調達する場合、上記の取引費用が安いのは、一般には、機能設計・構造設計的に単純で、機能発揮に関する不確実性が小さく、機能要件や構造設計の変化が小さく、他の人工物との相互依存性が小さく、他に転用可能な人工物だと予想される。それは、構造・機能が観察可能しやすく、ゆえに契約書(設計情報)の作成・伝達・監視が容易である。また、その構造から機能が容易に予想できるゆ

³² 実際に当方の設計開発活動にかかる費用は、生産費用あるいは調整費用であり、取引費用に含まれるのは、供給企業との設計・試作・実験関連の連絡・調整にかかる部分のみと考える。

³³ 会計上は、この追加的生産費用は製造原価に属するとみられるが、このコストの由来は生産要素ではなく、取引相手との交渉力の差であるため、論理的には取引コストに含めた。

えに、価格の合意を得やすく、構造情報・機能情報の現物確認が容易であるゆえ「サボリ」の問題が発生しにくい。さらに、この人工物は他の顧客に転用可能なため、独占的交渉力も発生しにくく、取引相手は機会主義的なごり押しをする気にならない。

つまりそれは、標準的な経済学が扱う、コモディティ的な製品である。この点を確認するため、取引コストが安いと予想される人工物(部品)の特性を列挙してみよう(これは排他的な類型ではなく、一つの部品が複数の特性を持つこともあり得る)。

- (i) 単純構造部品：例えば、ボルトのような単体部品が挙げられる。サプライヤーに要求する機能・構造パラメータ数が少ないので、契約案の作成費用(前述の①)、伝達費用(前述の②)を節約できる。また、品質・性能のチェックポイントが少ないので検収費用も安い(③)。
- (ii) 機能安定部品：使用環境が単純、あるいは使用環境に関わらず安定した機能を発揮する部品は、機能的な不確実性の低い部品といえる。その場合、契約の際に、使用条件ごとに複雑な要求仕様を書く必要がないので、契約案の作成が容易で(①)、サプライヤーへの正確な伝達も難しくない(②)。使用条件が単純なので、検収(機能チェック)も楽である(③)。
- (iii) 既存設計部品：すでに設計済の部品なので、それを契約案で指定すればよく、契約案の作成や伝達が容易である(①)。新設計部品の共同開発努力も必要ない(②)。機能と構造の関係も既にわかっているので、検収も比較的容易である(③)。
- (iv) 汎用部品：すでに標準品として確立しており、品番を指定すればよいので、契約案の作成・通知が楽で(①、②)、あらたな共同設計努力も必要ない(②)。取引相手に急に契約解除されても、部品や設備を他社に転用できるので、在庫や設備の損害は少ない(⑤)。ゆえに、取引相手に交渉力で負けて不利な改訂を強いられるリスクも小さい(④)。不利な交渉を予想してサプライヤーが契約を断る可能性も少ない(②)。
- (v) 機能完結部品：部品設計と機能設計の関係が1対1でシンプルなので、要求機能(仕様)で契約内容を記述すれば構造設計をコントロールでき、ゆえに契約案を簡素化できる(①②)。機能が明確なので、客観的な価格設定をしやすく、価格交渉がこじれない(②)。構造設計情報の検査で機能が推定できるので検収が楽(③)。また、部品ごとの機能責任が明確なので品質・設計上の違約罰や賠償(瑕疵担保責任)の交渉がこじれない(③)。

要するに、以上のような条件を一つ、あるいはいくつか満たす部品を多用する人工物は、取引費用節約的な人工物と推定できる。見方によっては、標準的な経済学が想定してきた財

は、以上の特性をすべて備えた、単純なコモディティ製品だったといえよう。

それでは、(i)単純構造部品、(ii)機能安定部品、(iii)既存設計部品、(iv)汎用部品、(v)機能完結部品、いずれかを多く含む人工物とは何か。既に説明してきたモジュラー・アーキテクチャの定義からすれば、少なくとも(ii)から(v)はモジュラー・アーキテクチャと整合的である。したがって、「単純なモジュラー製品の場合に部品調達の取引コストは相対的に低い」という、本稿の仮説に、以上のロジックからも到達できるわけである。

取引費用が高い部品類型：以上の逆を考えれば、逆に、取引コストが高い、したがって内製部品化しやすい部品の類型を推定できる。

- (vi) **複雑構造部品**：サプライヤーに要求する機能・構造パラメータ数が多く、契約案の作成費用①、伝達費用②、検収費用③が、いずれも高い。
- (vii) **機能変動部品**：使用環境が多様で、また部品の機能が使用環境の違いによって不安定に動く場合、それは機能的不確実性の高い部品といえる。その場合、契約の際に、使用条件ごとに複雑な要求仕様を書く必要があり、契約案の作成費用も①、伝達費用も②高くなる。多くの使用条件のチェックが必要なので、検収費用も高くなる③。
- (viii) **新規設計部品**：新たに部品を設計する必要があるため、自ら要求仕様を設定する、あるいは構造設計を行う、部品サプライヤーと共同開発を行うなど、など、設計案の作成と確定にコストがかかる①②。機能・構造の関係も未知な部分が多いので、コストをかけた検収が必要となる③。
- (ix) **専用部品**：その製品専用に新たに最適設計化される部品なので、契約案作成の段階で新たに起こす設計情報も多く、取引先への要求仕様や構造設計の移転も慎重に行う必要がある①、②、共同設計努力の必要なケースも多い②。また、契約解除の際、部品や設備が転用できないので、在庫や設備の廃棄損が発生し⑤、それが交渉上の弱点になるリスクもある④。不利な交渉を予想して契約を忌避するサプライヤーを説得するのも容易でない②。
- (x) **相互依存部品**：部品設計と機能設計の関係が多対多で複雑なので、要求機能だけでサプライヤーの構造設計をコントロールすること(例えば承認図方式)は難しく①②、買い手が構造設計の細部に介入するケースが増える(藤本・葛, 2001; Fujimoto and Ge, 2007)。機能・構造関係が複雑化するので、客観的な価格設定が難しく、価格交渉がこじれやすい②。検収も構造・機能の両面から行う必要があるため、検査コストもかさむ③。機能未達の場合の違約罰や賠償の交渉がこじれやすい③。

以上のような部品特性、すなわち、(vi)複雑構造部品、(vii)機能変動部品、(viii)新規設計部品、(ix)専用部品、(x)相互依存部品、いずれかを多く含む人工物は、先ほどとは逆に、複雑なインテグラル製品である可能性が高い。つまり、IとNの値が比較的大きい製品に他ならない。つまり、「複雑なインテグラル・アーキテクチャ製品の場合に、部品調達の取引コストは相対的に高い」という、本稿の仮説と整合的な結果を得たわけである。

なお、以上は部品を組み立てる機械製品などを想定した分析であったが、機械を並べて単体製品を作るプロセス産業系の場合も、部品を生産設備と読み替えれば、ほぼ同じ議論ができると考えられる。

4.6 小括：取引費用・調整費用と調整メカニズム選択

以上をまとめるならば、アーキテクチャ・スペクトル上で、市場取引による製品あたりの平均費用(生産費用、調整費用、取引費用の合計)は、図16のような形状であると推定できる。

すなわち、市場取引という調整メカニズムは、設計の相互依存性が低く(例えば汎用部品の多いオープン・モジュラー型アーキテクチャ)、単純で(部品点数や工程数が少ない)、不確実性が少ない(コモディティ化している)製品に対しては、相対的に安上がりな調整メカニズムとされる。したがって、図16の切片(b_0)は相対的に小さい可能性が高い。

しかし、設計要素の相互依存性が高まると(インテグラル・アーキテクチャ化)、それに伴い、部品や工程の取引特殊性が高まり、その分、機会主義を抑止するコストが高まる。同時に、個々の部品設計者の正味貢献度の観察可能性が低くなり、その分、サボリ・虚偽申告を抑止するコストが高まる。この相乗効果ゆえに、図16の傾き(b_1)は相対的に大きい可能性が高い。ゆえに、市場の取引費用曲線は、切片(b_0)が小さく、傾き(b_1)が大きな曲線になると予想される。

これに比べ、組織という調整メカニズムは、前述のように、メンバーの協働意欲(組織均衡)を事前に確保した上で、適時的確な指示を具体的にメンバーに伝えるために、様々な調整メカニズムを重層的に用いる。そのため、アーキテクチャに関わらず一定の、固定費的な調整費用(c_0)は相対的に大きくなるが、機会主義やモラル・ハザードには比較的強い。貢献意欲は事前に確保してあるので、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費用であり、ややこしいインセンティブ確保コストが発生するリスクは相対的に小さい。

図16 アーキテクチャと調整費用・取引費用

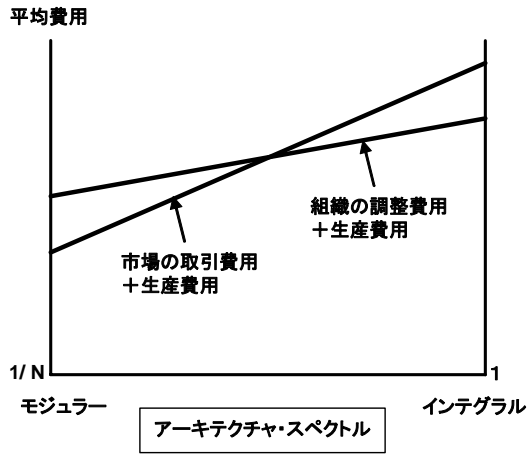
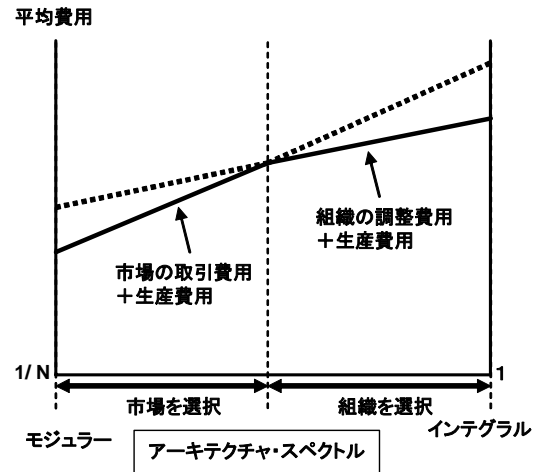


図17 調整メカニズムの選択



ゆえに、組織の調整費用曲線は、切片(c_0)は比較的大きいが、傾き(c_1)は小さい曲線となる(ただし、前述のように、この傾きの相対関係は、製品を構成する構造的・機能的要素の数など、製品の複雑性によって異なる)。

以上をまとめると、組織の調整費用曲線、および市場の取引費用曲線の形状が、ある条件の下で、それぞれ図16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(ブレイクイーブン)を境に、インテグラル寄りの製品が組織メカニズム、モジュラー寄りの製品が市場メカニズムを選びやすい、という予想を得る(図17)。むろん、これは静態的な条件下での選択である。動態的な状況に関する議論は後述する。

4.7 分業パターンの選択：垂直統合か垂直分化か

ある部品に関して組織メカニズムが選択されるとは、分業論的に言えば、その特定の取引あるいは活動に関して、垂直統合(vertical integration)が選択されるということである。つまり、「所有という意味での統合」である(Langlois and Robertson, 1995)。逆に、市場メカニズムを選択するということは、垂直分化(vertical disintegration)を選択するということに他ならない(Langlois and Robertson, 1995; Baldwin and Clark, 2000; 丸川, 2007)³⁴。

³⁴ Lanlgois and Robertson (1995)は vertical disintegration と呼び、日本語訳の谷川和弘氏はこれを「垂直分解」と訳している。Baldwin and Clark (2000)は、やや異なる意味で(シリコンバレー的な産業集積という意味で)「モジュラー・クラスター」と呼んでいる。丸川(2007)は中国産業の分析から、その特徴のひとつを「垂直分裂」という用語で捉えている。いずれも、アーキテクチャのモジュラー化がその

つまり、他の条件を一定とすれば、インテグラル・アーキテクチャの製品の部品製造は垂直統合になりやすく、モジュラー・アーキテクチャの製品の部品製造はサプライヤーとの取引になりやすい、という予想を得る。

以上のように、取引費用・調整費用理論をベースにした分析は、市場か組織かという調整メカニズムの選択が結果として社会的分業のパターンを決めると考える。すでに企業間の社会的分業も企業内分業も発達していることを前提に、「調整が分業を規定する」というロジックを展開するのである。

ちなみに、分業論の元祖とも言えるスミスは、人間に本来備わった交換性向を仮定し、それが分業を引き起こし、結果として生産性向上という果実を得る、という筋道で分業の経済効果を説明した。マルクスは、同一資本の支配下に労働者が集められ、その労働が機械体系を通じて相互に調整されるることにより剰余価値が生まれるとした。前者は分業の産業にとっての利益、後者は協業の資本家にとっての利益を強調した。これに対して、現代の経済学は、分業の利益と調整の利益を相対的に評価し、結果として調整と分業のパターンを説明するのである。

5 組織能力の向上と調整メカニズムの選択

5.1 個別能力と調整能力の構築

ここまでの議論は、静態的なアーキテクチャ選択および調整メカニズム選択の話であった。しかし、組織能力は、企業により構築され、企業の意図をも超えて進化する動的な存在である(Teece and Pisano, 1994; 藤本, 1997, 2003 ; Fujimoto, 1999)。

組織能力には、大別すれば、①要素技術、固有技術に関連する「個別能力」と、②要素間の調整を行う「調整能力」とがある(Henderson and Clark, 1990; 青島・延岡, 1997)。

本稿の枠組においては、「個別能力」の構築は、生産費用($PC = a_0$)を引き下げる効果を持ち、アーキテクチャ・スペクトル上の平均費用曲線(直線)は、下方へ平行移動する。すなわち、 $a_0 \rightarrow a_0'$ (ただし $a_0 > a_0'$)となる。これは、この生産費用低減効果が、すべてのアーキテクチャに均等に働くことによる。

契機と見る点で、基本的な論理構造は類似している。本稿では、「分化と統合」という慣用句に準じて「垂直分化」と称するが、vertical disintegration という意味では、どの用語でも違和感はない。

図18 個別能力(要素技術)に関する能力構築

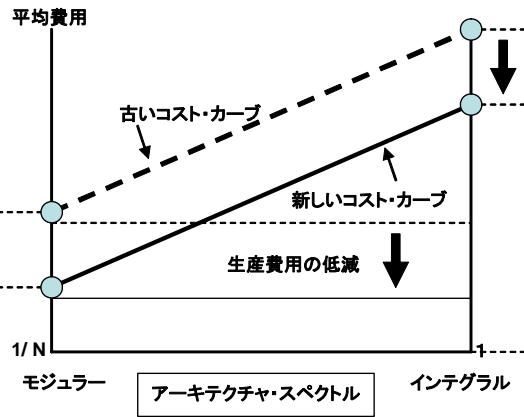
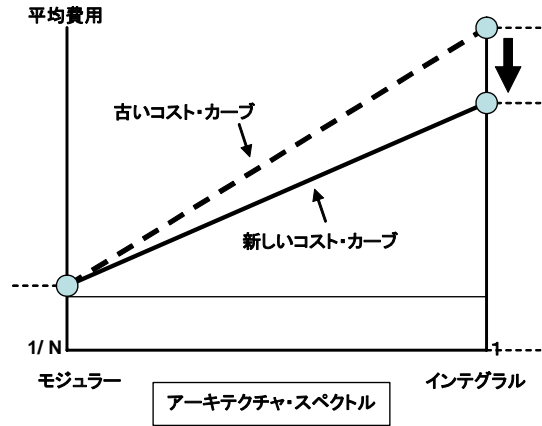


図19 調整能力に関する能力構築



一方、「調整能力」の構築は、調整費用($CC = b_0 \cdot N + b_1 \cdot M = b_0 \cdot N + (b_1 \cdot N^2) \cdot I$)を引き下げる効果を持つ。本稿は、アーキテクチャとの関係を問うことが目的であるので、ここでは、調整能力の向上が、もっぱらこの式における b_1 の引き下げを示すものとしよう。すなわち、 $b_1 \rightarrow b_1'$ (ただし $b_1 > b_1'$) であり、それは図 19 における平均費用曲線(直線)の傾きの変化を意味する。つまり、調整能力向上のコスト低減効果は、調整負荷の大きいインテグラル・アーキテクチャにおいて、より大きく効くのである。

5.2 個別能力の向上と調整メカニズム選択

個別能力の変化が調整メカニズムの選択にどのような影響を与えるかは、その個別能力(その背後にある要素技術)がどの程度企業特制的かによって異なる。仮に、この個別能力が汎用的なものであり、コスト・カーブの下方シフトがすべての企業で起こるならば、社内でも、市場を通じてアクセスする外部企業でも、同等のコストダウンが起こるわけだから、アーキテクチャ・スペクトル上での組織選択と市場選択の境界は変わらない。

しかし、この能力が企業特制的であり、能力構築によるコスト・カーブの下方シフトが自社でのみ起こる場合は、当然、その能力に関わる活動を組織調整(垂直統合)によって行うケースが増える。逆に、その能力構築が自社では起こらず、他社でのみ起こる場合は、その能力に関わる活動を社外から調達するケースが増える(Langlois and Robertson, 1995)³⁵。

³⁵ Langlois and Robertson(1995)は、こうした組織能力の偏在が存在する中で、短期的には、自社に偏在する能力は内部開発するため垂直統合度は高くなるが、長期的にはその能力が他社にも伝播するため、能力の外部調達が相対的に容易となり、垂直分断が進む、と予想する。

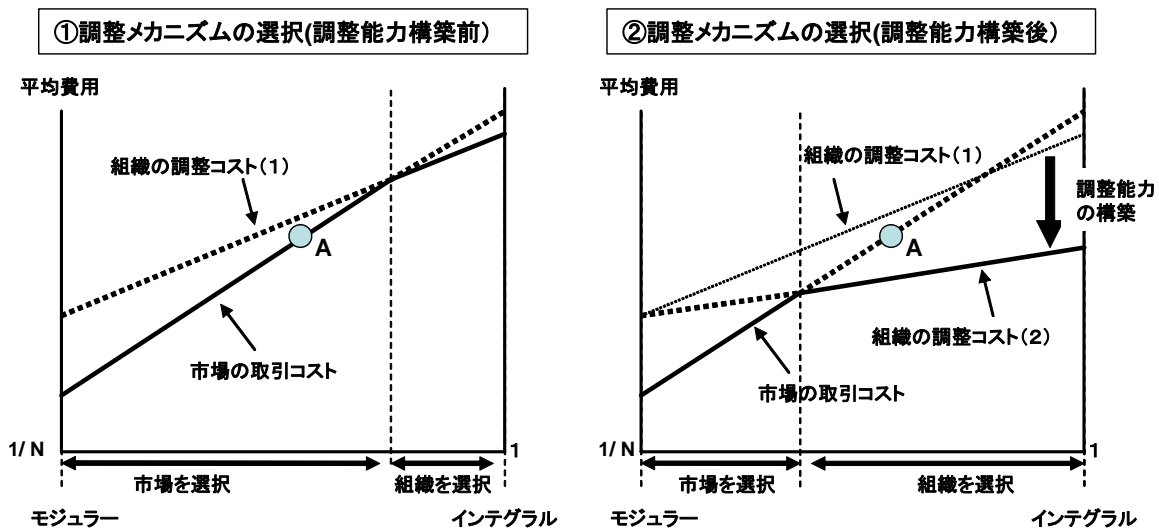
このように、企業特種的な能力の向上によりコストが下がる場合、それは企業により一様には起こらず、したがってそれは、組織か市場かの線引きに影響を与える。

5.3 調整能力の向上と調整メカニズム選択

調整能力が向上するとき、アーキテクチャ・スペクトル上で市場調整メカニズムを選択する領域が縮小し、組織調整メカニズムを選択する領域が拡大する。例えば図 20 の通りである。逆に、何らかの理由で市場の取引費用が低減されれば、アーキテクチャ・スペクトル上で市場選択の領域が拡大し、組織選択の領域が縮小する³⁶。

企業において、この図のような調整能力の構築が起こるとき、例えば図の A に位置するアーキテクチャを持つ製品の構成部品は、市場メカニズムを通じた調達から、組織メカニズムによる調整、すなわち垂直統合へと移行する可能性が高い。

図20 調整能力の向上、アーキテクチャ、調整メカニズム選択



つまり、あるアーキテクチャを選択したとしても、調整メカニズム選択は、一義的に決まるわけではない。同じアーキテクチャの製品であっても、調整能力の構築のレベルによって、調整メカニズムの選択は異なってくる可能性がある。同様のアーキテクチャの製品が、組織能力構築の進捗次第で、社内開発されたり、外部調達されたりしうるのである。

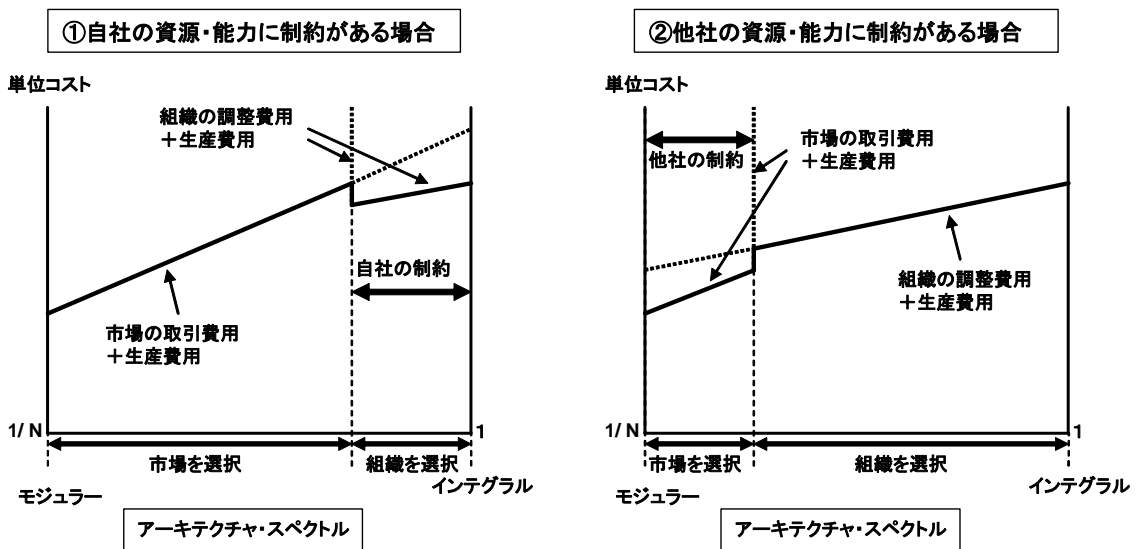
³⁶ 進化経済学の立場を採る Langlois and Robertson (1995)は、Silver(1984)をベースに、生産プロセスに必要な組織能力を企業内部で構築する費用と、外部で確保する費用との差を「コスト・プレミアム」と呼び、その正負によって長期的な意味での垂直統合の度合い（組織か市場かの選択）が決まると論じた。

5.4 資源制約と調整メカニズム選択

以上のように、調整メカニズムの選択は、メカニズム間の生産費用・調整費用・取引費用のコスト比較による、と考えるのが、上記の分析における基本的なロジックである。しかしながら、何らかの理由で、自社の生産能力や調整能力に量的な制約がある場合、組織的調整(内製)に一定の限界が(少なくとも短期的に)存在することがありうる。つまり、社内組織のインテグラル・アーキテクチャ対応能力に量的な制約が存在するわけである。その場合、コスト優位の程度が比較的大きいインテグラル・アーキテクチャ寄りの部品を、優先的に社内組織で設計・生産するが、社内の調整負荷の量的限界を超える分は、仮に潜在的には社内で設計・生産した方がコスト的に有利だとしても、社外から調達するしかない(図 21 の①)。この場合、自社は余分に取引費用や調整費用を払う必要がある。

例えば、戦後の高度成長期、日本の自動車組立企業は、生産量の成長に対応する労働力や設備資金などが慢性的に不足したため、組織能力の高低に関係なく、外部のサプライヤーに多くの部品を依存せざるを得なかった。その結果、サプライヤーの側に組織能力が事後的に蓄積され、組立メーカーもサプライヤーの能力構築を多くの場合支援した。さらにはこれが、自動車は総じてインテグラル型アーキテクチャの製品であるにもかかわらず、その垂直統合度は低い水準に留まっている原因となった(これについては、長期継続取引の項で後述)。

図21 資源・能力制約と調整メカニズムの選択

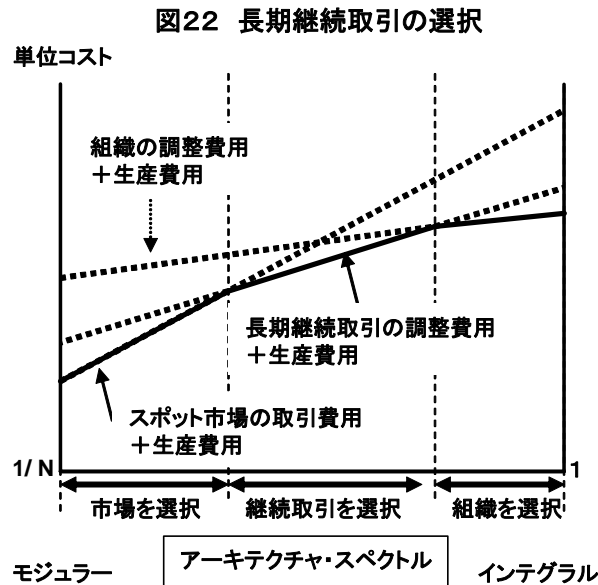


逆に、構成部品の中に、他社にとって入手不能な特異な(idiosyncratic)能力や技術を持つ特殊設計部品が混じっている場合、その部品の市場調達是不可能であるから、コスト的に高くても社内で作るしかない。一般に、そうした製品特殊設計の部品は、インテグラル・アーキ

テクチャ度が高いほど出現しやすいので、この場合、市場のインテグラル・アーキテクチャ対応能力に絶対的な制約が(少なくとも短期的には)存在すると考えられる(図 21 の②)³⁷。

5.5 長期継続取引：中間的な選択

ここまでは、市場メカニズムか階層組織か、という単純な2分法で問題を整理してきたが、実際には、純粋な市場メカニズムと純粋な階層組織の間に、中間的な調整メカニズムが存在する可能性がある³⁸。それは、独立した経済主体の間で組織に準ずるきめ細かい調整を行うメカニズムである。その代表的なものとして、スポット的な市場取引メカニズムと、組織メカニズムの間において、「長期継続取引」「関係の取引」などと呼ばれる、中間的な調整メカニズムの分析が長く行われてきた(Aoki, 1988, 2001; 浅沼, 1984, 1997; 今井・伊丹・小池, 1985; Helper, 1990; Cusumano and Takeishi, 1991; Sako, 1992; Nishiguchi, 1993; Dyer, 1994 他)³⁹。



長期継続取引は、組織的調整とスポット市場取引の中間的な性格を持っていると考えられ、そのコスト曲線も図 22 のように、市場取引の曲線と、階層組織の曲線の中間的な特徴のも

³⁷ Langlois and Robertson(1995)は、そうした特異な組織能力の企業間での偏在が短期的にみられるとしても、長期的にはそうした能力や知識は組織間で伝播するので、市場で調達できる部品が長期的には増加すると予想する。

³⁸ Monteverde and Teece (1982) の「準垂直統合」、今井・伊丹・小池(1985)の「中間組織」、Sako(1992)の「OCR: Obligational Contractual Relations」なども、階層組織(垂直統合)とスポット市場の中間的形態という意味で、類似の概念である。

³⁹ ヘルパー(Helper, 1990)は、ハーシュマンの退出(exit)と告発(voice)の概念を部品取引関係に適用し、日本で多くみられた長期継続的關係を「voice」型戦略と読みかえ、通常の市場取引を退出(exit)型と解釈し、両者を比較した。そして、告発(voice)型の場合、部品サプライヤーがある程度の交渉力を持つが、部品の技術進歩は促進されるとした。

のになりやすいと予想される。したがって、継続取引を選択する製品・部品は、アーキテクチャ・スペクトルの中間的なところに出現しやすい。つまり、極端にインテグラル寄りでも、極端にモジュラー寄りでもない領域に、長期継続取引に適した部品が存在するのである。

この図から予想できることは、長期継続取引のための調整の組織能力、組織ルーチンが発達している企業、産業、地域、国においては、長期取引の事例がより多く見られるだろう、ということである。そうした組織間調整のルーチンが発達すれば、図 22 における長期継続取引のコスト曲線が下方に移動し、アーキテクチャ・スペクトル上で長期継続取引を選択する領域が広がるわけである。実際、日本の製造業においては、アーキテクチャ・スペクトルにおいて、継続取引が選択される領域が広いことが知られている(浅沼, 1984, 1997; Nishiguchi, 1994; 藤本, 1995; 藤本・西口・伊藤, 1997)。

取引特種的な部品が比較的多いインテグラル・アーキテクチャ寄りの製品において、長期継続取引のコスト曲線(図 22 参照)を下げる方策としては、次の 2 つがある。すなわち、①機会主義の抑制による取引費用の低減。②部品サプライヤーの取引特種的な設備投資や改善などを通じた生産費用の低減である。

この 2 つは同時に起こりやすい。つまり、何らかの理由で、取引特種的な生産資源の取引における機会主義的行動を抑制する組織能力、組織風土、慣行などが、ある企業や地域に存在するならば、信頼関係の形成や企業間の情報共有により、取引費用が節約され、長期継続取引という調整メカニズムが選択されやすくなる⁴⁰。

同時に、サプライヤーによる取引特種的な投資が促進されることによって、長期的にはサプライヤーの能力構築が進み、部品の生産費用・設計費用が低減され、品質が向上する、という動的な効果がある。つまり、企業による組織間調整能力の向上は、取引費用低減、生産費用低減という 2 つの効果によって、長期継続取引のコスト曲線は、短期的のみならず、長期的にも下方に移動させる効果を持つのである。

5.6 長期継続取引のための組織能力：自動車産業の事例

以上のように、長期継続取引をより低い調整費用・取引費用で行うためには、買い手企業は部品サプライヤー・システムを統御する調整能力を発達させる必要がある。こうした組織

⁴⁰ たとえば伊藤(1989)は、「繰り返しゲーム」における取引相手の報復、一取引相手を裏切ることで他の取引相手の信用(評判)を失うことがもつ抑止力、取引相手の製品開発能力や改善能力を評価することによるモラルハザード回避などに着目した。Sako, M. (1992)は、信頼(trust)、たとえば「約束を守る」「能力を発揮する」「善意で約束以上のことをやってくれる」といったことに関する、取引相手に対する信頼関係が発達していることが、日本における長期継続的な取引関係(Sako は OCR: Obligational Contractual Relations と呼ぶ)を支えているとした。

能力が発達していることで知られているのが、戦後日本の自動車産業であり、多くの研究が行われてきた(浅沼, 1984, 1997; Clark and Fujimoto, 1991; Cusumano and Takeishi, 1991; Nishiguchi, 1994; 藤本, 1997; 武石, 2003)。小型自動車は、概してインテグラル・アーキテクチャの製品であり。製品特殊的・取引特殊的な部品が多いが、そうした部品の取引において、日本では長期継続取引の仕組みや組織能力が発達してきたのである。

浅沼(1984, 1997)は、日本の自動車部品メーカー規格品の市場取引(市販品)と内製部品の間には「貸与図方式」(開発作業は自動車メーカーが詳細部品図面に至るまで担当)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た。つまり、ウィリアムソンの分類では市場と階層組織の中間的形態とされる、取引特殊的部品の「長期継続的取引」「関係的取引」は、実際にはさらに「承認図方式」と「貸与図方式」に分けられることになるのである。この2つの方式はいずれも、インテグラル・アーキテクチャ寄りの製品である自動車における、製品特殊的・取引特殊的部品の取引に適用されるが、後者は部品メーカーの組織能力を、より積極的に活用する方法であり、生産費用・開発費用の低減につながりやすい。

浅沼(1997)は、サプライヤーに要求される「関係的技能」(組織能力)を①初期開発能力(企画・設計)、②後期開発能力(VE, 生産技術)、③量産能力(品質・納期など)、④改善能力(VAなど)の4つに分類し、承認図方式は①②③④すべてを必要とし、最も高度な関係的技能の蓄積をサプライヤーに要求することを示した。また、Clark and Fujimoto (1991)は、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・部品メーカーの合計開発工数も節約できることを統計的に示した。さらに、藤本・葛(2001)は、同じ企業同士の取引でも、より機能完結型に近い部品において、貸与図方式よりも承認図取引が選択されやすいことを示し、アーキテクチャと取引方式の選択に、より細かいレベルでの相関関係が存在することを実証的に示した。

このように、日本においては、小型自動車というインテグラル・アーキテクチャ寄りの製品を中心に、機会主義のリスクを減らす信頼関係や情報共有が発達し、買い手側にも対サプライヤー評価能力が蓄積するなど、長期継続取引のコストを低減する組織能力が蓄積された。これにより、日本の自動車産業では長期継続取引が発達した。またそれは、サプライヤーのさらなる能力構築や取引特殊的な投資を促進し、生産費用・開発費用の低減ももたらした。

藤本(2001)は、以上をまとめる形で、①境界設定(分業)、②競争形式(サプライヤーの選別)、③個別の取引特性の3つの次元で日本の自動車産業のサプライヤー・システムを比較分析し、

それぞれに対応する特徴として、①設計・モジュール組立・検査などを「まとめてまかせる」こと、②少数サプライヤー間の能力構築競争、③長期安定的な継続取引、の3特性が相互補完的に存在すると論じた。これらは全体として、取引当事者の機会主義を抑制するのみならず、サプライヤーの組織能力構築をも促進する。つまり、短期的な取引費用削減だけでなく、長期的な生産費用の削減にも貢献しているのである。

その要因としては、前述のようにまず、組立企業が高度成長により急激な生産拡大に直面したため、内製(組織的調整)に量的な限界があったことである。この結果、図における組織のコスト・カーブは上方にシフトした。第二に、生産を任されたサプライヤーに能力が蓄積されたこと。第三に、組立企業の側にも、サプライヤーとの継続取引を安い取引費用で行う組織間調整能力(例えばコミュニケーションや信頼形成)が発達したことが挙げられる。後2者は、継続取引のコスト・カーブを下方にシフトさせた。この結果、日本企業は広範囲のアーキテクチャにおいて、長期継続取引という調整メカニズムを選ぶようになったのである。

6 組織能力の偏在とアーキテクチャの比較優位

6.1 リカード的な比較優位ロジックの拡張

ここで、以上の枠組みを使いながら、少し視点を変え、企業により組織能力の違いが、アーキテクチャの選択に与える影響を考えておこう。

藤本(2005, 2007)は、「国の特性と製品の特性が適合的であるとき、その製品はその国から輸出されやすい」という比較優位説の一般的な論理を応用し、リカード的な比較優位の枠組みを用いつつも、それを生産費から設計費へと拡張した。また、設計費を、機能設計パラメータ群と構造設計パラメータ群の間のいわば連立方程式を解くのに要する一種の調整費用とみなし、「調整能力を多く持つ設計現場は、調整負荷の高い(調整集約的な)製品において設計費用に関する比較優位を持つ」というという仮説を提起した。大隈・藤本(2007)は、設計活動を連立方程式を解く問題として近似するシミュレーションモデルで、こうした設計費の比較優位の発現過程を再現しようと試みた。大鹿・藤本(2006)は、「日本企業は歴史的経緯から調整能力の賦存度が高い」という定型的事実を仮定した上で、日本の主要企業の製品において、輸出比率(事後的に顕在化した比較優位)とアーキテクチャのインテグラル度の中に有意な正の相関関係があることを、本稿と同じデータベースを元に示した。

このロジックを、本稿のモデルで示してみよう。いま、歴史的経緯などにより、組織能力が国ごとに偏在し、2国の企業の組織能力に差が見られるとしよう(藤本, 2004)。ここで検討

するのは、図 18 で示した「個別能力」と、図 19 で示した「調整能力」である。

一般に、リカード的な比較優位とは、ある財における 2 国の生産性の絶対差ではなく、他の財と比べたときの「相対比の差」で貿易の流れが決まる、というものである。仮に 2 国 A と B の産業が 2 つの製品、財 1 と財 2 のみを作り、また生産要素は有限で国境を越えないと仮定したとき、A 国における財 1 産業の要素生産性(X_{1A})の、B 国の財 1 産業の要素生産性(X_{1B})に対する相対比、すなわち X_{1A}/X_{1B} が、財 2 における A 国生産性と B 国生産性の相対比、すなわち X_{2A}/X_{2B} よりも大きい場合(つまり $(X_{1A}/X_{1B}) > (X_{2A}/X_{2B})$ のとき)、財 1 は A 国から、財 2 は B 国から優先的に輸出されやすい、という洞察である。仮に、両産業で A 国企業の生産性が絶対的に上回ったとしても(すなわち $X_{1A} > X_{1B}$ 、かつ $X_{2A} > X_{2B}$ であったとしても)、論理的には、なおかつ貿易が生じ、双方が便益を得る。

この原理を、設計拠点の立地という、面にまで拡大して考えてみよう。モデルは、本稿でこれまで使ってきた、アーキテクチャと平均コストに関するモデルである。ここでは、単純化のため、設計は社内で行われ、市場からの調達はないものとする。

アーキテクチャのインテグラル度は、従前どおり I で示す。すでに、製品の構成要素数(N)と生産数量を所与とした場合、平均費用は、以下のように近似できることをすでに示した。

$$AC = PC + CC = a_0 + b_0 \cdot N + (b_1 \cdot N^2) \cdot I$$

ここでは、比較優位論に読み替えるため、この式が製品 1 個当たりの平均費用ではなく、平均工数(つまり原単位あるいは投入係数)を示しているとしよう。すなわち、リカード的な表現で言えば、 W を各国の平均実質賃金としたとき(A 国では W_A 、J 国では W_J)、ある国のある財の平均工数(要素投入係数)と平均費用は

$$\text{平均工数: } X = a_0 + b_0 \cdot N + (b_1 \cdot N^2) \cdot I$$

$$\text{平均費用: } AC = W \cdot X = W \cdot \{ a_0 + b_0 \cdot N + (b_1 \cdot N^2) \cdot I \}$$

となる。ここで、リカード的なセッティングとして、A、J の 2 国があり、財は純粋モジュラー財($I=1/N$)と、純粋インテグラル財と($I=1$)の 2 つのみとしよう。

純粋モジュラー財($I=1/N$)の平均工数は以下の通りである。

$$X_M = a_0 + b_0 \cdot N + b_1 \cdot N$$

純粋インテグラル財(I=1)の平均工数は以下の通りである。

$$X_I = a_0 + b_0 \cdot N + b_1 \cdot N^2$$

これらを使って、純粋モジュラー財の平均工数の相対比、すなわち X_{MJ}/X_{MA} と、純粋インテグラル財の平均工数の相対比、すなわち X_{IJ}/X_{IA} を比較してみるわけである。また、この比較優位構造に影響を与える組織能力として考察するのは、個別能力(a_0)と、調整能力(b_1)である。

6.2 個別能力の偏在とモジュラー・アーキテクチャでの比較優位

まず、A 国に、先端科学技術の発達による、固有技術の相対的発達がみられるとしよう。つまり A 国の個別能力(a_{0A})は、J 国の個別能力(a_{0J})に対して優位性を持っているものとしよう($a_{0A} < a_{0J}$)。また、その他の能力(b_0, b_1)は両国で差がないものとする。この場合、図 18 を一覧すれば半ば自明であるが、確認するなら、モジュラー財における A 国生産性と J 国生産性の相対比は以下の通りである。

$$X_{MA}/X_{MJ} = (a_{0A} + b_0 \cdot N + b_1 \cdot N^2) / (a_{0J} + b_0 \cdot N + b_1 \cdot N^2)$$

同様に、インテグラル財における A 国生産性と J 国生産性の相対比は以下の通りである。

$$X_{IA}/X_{IJ} = (a_{0A} + b_0 \cdot N + b_1 \cdot N^2) / (a_{0J} + b_0 \cdot N + b_1 \cdot N^2)$$

このとき、 $X_{MA}/X_{MJ} < X_{IA}/X_{IJ}$ である⁴¹。これは、個別能力(a_0)で優位性を持つ国(この場合 A 国、 $a_{0A} < a_{0J}$)は、モジュラー型アーキテクチャの製品において比較優位を持つ、という、数式上の結果である。

6.3 調整能力の偏在とインテグラル・アーキテクチャでの比較優位

次に、J 国に、歴史的な進化経路の違いから来る、調整能力の発達がみられるとしよう。まず、 b_1 について考察する。すなわち、J 国の調整別能力(b_{1J})は、A 国の個別能力(b_{1A})に対して優位性を持っているものとしよう($b_{1J} < b_{1A}$)。また、その他の能力(a_0, b_0)は両国で差が

⁴¹ 細部は略すが、 $(X_{MA}/X_{MJ}) - (X_{IA}/X_{IJ})$ の分子 = $(a_{0A} - a_{0J}) b_1 N (N-1) < 0$

ないものとする。これも、図 19 を一覧すれば自明であるが、モジュラー財における J 国生産性と A 国生産性の相対比は以下の通りである。

$$X_{MJ}/X_{MA} = (a_0 + b_0 \cdot N + b_{1J} \cdot N) / (a_0 + b_0 \cdot N + b_{1A} \cdot N)$$

同様に、インテグラル財における A 国生産性と J 国生産性の相対比は以下の通りである。

$$X_{IJ}/X_{IA} = (a_0 + b_0 \cdot N + b_{1J} \cdot N) / (a_0 + b_0 \cdot N + b_{1A} \cdot N^2)$$

このとき、 $X_{MJ}/X_{MA} > X_{IJ}/X_{IA}$ である⁴²。これは、調整能力(b_1)で優位性を持つ国(この場合 J 国、 $b_{1J} < b_{1A}$)は、インテグラル型アーキテクチャの製品において比較優位を持つ、という、数式上の結果である。

このように、個別能力に強みを持つ国の企業、たとえば、強い科学技術研究能力、あるいは素性の良い固有技術の評価能力を持つ米国企業、あるいは資本に体化した固有技術を購入する資金力を持つ一部韓国企業などは、モジュラー型アーキテクチャの財においてリカード的比較優位を発揮する可能性が高い。逆に、歴史的な理由により高い調整能力を持つ多くの日本企業は、インテグラル型アーキテクチャの財において比較優位を発揮する可能性が高い。

以上は、リカードの比較生産費分析のストレートな応用であるが、通常の生産拠点、生産費用だけでなく、設計拠点や設計費用にまで拡張した比較分析である。

7 アーキテクチャと組織能力の動的側面

7.1 アーキテクチャの変動と組織能力

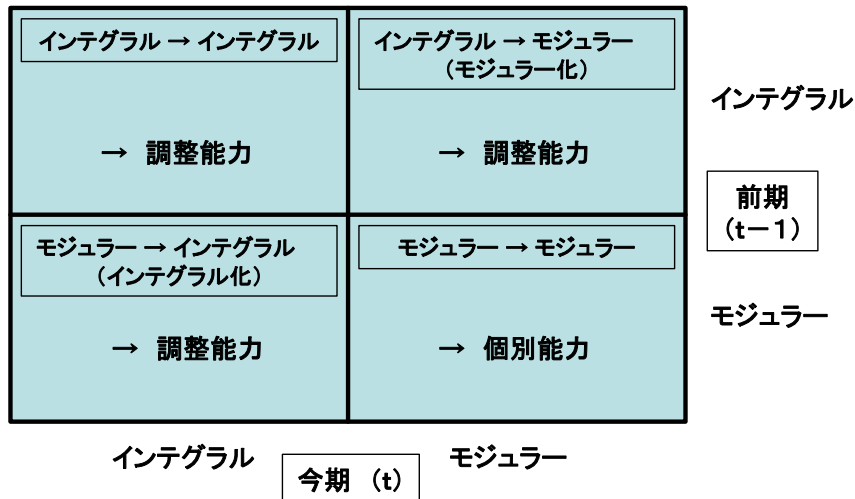
さて、静態的な状況においては、調整負荷の大きいインテグラル型アーキテクチャ製品と、調整能力の高い企業・産業の相性がよいことは、論理的にも、また直感的にも明らかであろう。また同様に、調整をあまり必要としないモジュラー型アーキテクチャ製品において、個別能力の高い専門企業、垂直分割、自立的な組織ユニットのネットワークなど、モジュラー的な組織構造の力がストレートに生かされやすいことも、これまで多くの論者が示唆してきた。要するに、モジュラー型の製品を設計する組織は、それ自体がモジュラー型の組織構造であることが適合的だ、という適合仮説である(Alexander, 1964; Simon, 1969; Langlois and Robertson, 1992, 1995; Ulrich, 1995; 國領, 1995, 1999; Sanchez and Mahoney, 1996; Baldwin and

⁴² 細部は略すが、 $(X_{MJ}/X_{MA}) - (X_{IJ}/X_{IA})$ の分子 $= a_0(b_{1A} - b_{1J}) N (N - 1) > 0$

Clark, 2000; 青木・安藤, 2002 他)。

しかし、アーキテクチャが何らかの形で変動するとき、こうした静態的な適合関係だけで実態を分析できるだろうか。アーキテクチャの変動は、単純化すれば、「モジュラー化」、つまり、ある製品がアーキテクチャ・スペクトル上でモジュラー極の側に移動することと、「インテグラル化」、つまり、ある製品がインテグラル極の側に移動すること、この2つの方向に大別できる(Fine, 1998; Chesbrough and Kusunoki, 2001)。仮に、ある製品の2期のアーキテクチャを比較するなら、「モジュラー → モジュラー」(不変)、「インテグラル → インテグラル」(不変)、「モジュラー → インテグラル」(変化)、「インテグラル → モジュラー」(変化)の4パターンに大別できる(図 23)。

図23 アーキテクチャの変動と要求される組織能力



このうち、アーキテクチャが「インテグラル化」するとき、組織の側に調整能力が要求されるのは、これまでの分析枠組の延長線上の議論であり、このロジックは明らかであろう。しかし、逆方向の「モジュラー化」の局面においても、実は調整能力が必要とされる可能性が高い。なぜなら、アーキテクチャの変動は、機能要素と構造要素の関係の組み替えであるから、結果的にモジュラー型アーキテクチャになり、調整負荷を低減できるとしても、モジュラー型への移行過程においては、すべての潜在的な相互依存関係の洗い直しが必要となる。つまり、システム全体に関する総合的な知識(Henderson and Clark, 1990; 青島・延岡, 1997)や調整能力が必要となる。

この予想と整合的な事例や実証成果もある。最も古典的なケースは、コンピュータの主流がメインフレーム(クローズド・アーキテクチャ)からパソコン(オープン・モジュラー・アーキテクチャ)に移行した時、このアーキテクチャ転換を主導したのが、少なくとも初期にお

いて総合力を誇る IBM であったことはよく知られる。同様に、新宅(1994)によれば、ウォッチが機械式からクォーツ化へ、つまり相対的にインテグラル型からモジュラー型へと移行したとき、これを主導したのは、やはり総合力とシステム知識を持つ垂直統合型企業であったセイコー・グループであった。1990年代、自動車のモジュラー化が盛んに論じられたときも、それを主導しえたのは、結局は部品メーカーではなく、自動車メーカーであった(具, 2007)。

要するに、モジュラー化というアーキテクチャ変動で業界を主導するためには、システム全体の知識や調整能力を必要とする。いったんモジュラー型アーキテクチャが定着化すれば、図 23 のように、特定領域のモジュールの知識や個別能力に集中特化した専門企業(専門店型企業)が、総花的な展開で勢力を分散させた総合企業(デパート型企業)に対して優位性を持つことになるかもしれないが、モジュラー化が進行している段階においては、機能・構造関係の「つなぎ直し」を行う調整能力を持った総合型・垂直統合型企業が必要となろう。

同時に、IBM のいまや古典的な事例でもわかるように、「モジュラー化」というアーキテクチャの変動を主導した総合型企業が、「モジュラー型の定着」という次の局面でアーキテクチャと組織能力の不適合症状を引き起こす、という事態をどのように回避するかが、依然として、企業にとってのアーキテクチャ戦略経営のひとつの課題であろう。

以上のように、一方においてインテグラル・アーキテクチャ・調整能力・組織型調整メカニズムという組み合わせ、他方においてモジュラー・アーキテクチャ・個別能力・市場型調整メカニズムという組み合わせを指向する、という静態的な適合性の命題は、アーキテクチャが安定している場合には有力な仮説だが、アーキテクチャが変動している状況には必ずしも当てはまらない。端的に言ってしまえば、アーキテクチャが大きく変動しているときには、それがインテグラル化であろうとモジュラー化であろうと、必要とされる組織能力は全体調整の組織能力であり、システム全体の知識であると考えられる。

7.2 アーキテクチャと組織能力の創発

本稿では、環境条件、アーキテクチャ、調整能力、調整メカニズム、の間の整合的なパターンが合理的に選択されていく流れを、簡単な経済モデルを用いて、探索的に分析した。本稿では、問題への一次接近の方法として、おおむね企業の事前合理性を仮定してきた。

しかしながら実際には、アーキテクチャも組織能力も、ストレートな環境適応や相互適合で決まるとは限らない。一般に、事前合理性を仮定せずに事後合理的なシステムの発生を説明するのが進化論的な分析枠組である(Mintzberg and Waters, 1985; 藤本, 1997; Fujimoto, 1999)。環境・アーキテクチャ・組織能力・調整方式の関係も、より広く捉えるならば、こうした創発的な進化の可能性も視野に入れておく必要がある。

たとえば、製品のアーキテクチャは市場など環境制約要因への適応により決まるのか、あるいは組織能力を反映する形で決まるか。おそらくはいずれもあり得るだろう。前述のように、顧客要求の制約、社会的規制の制約、技術的・物理的制約などに対する最適解としてアーキテクチャが選択されるのであれば、それは状況適合的なアーキテクチャで、適合的である分、競争パフォーマンスも高いと予想される。

他方、組織の慣性を反映する形でアーキテクチャが決まることもありうる。この場合、結果として、アーキテクチャが市場などとの不適合を起こし、競争パフォーマンスが低下することもあり得る(Henderson and Clark, 1990)。顧客がモジュラー型製品を要求しているのに、調整能力の発達した日本企業がコスト高のインテグラル型製品を供給して過剰品質問題を起こす傾向はよく知られる(藤本, 1997)。しかし、自社の組織能力にあったアーキテクチャの選択が、結果的に市場の要求を満たす場合もある。この場合は、創発的な形で、環境・組織能力・アーキテクチャの適合状態が完成するわけである。

7.3 組織能力の発生要因

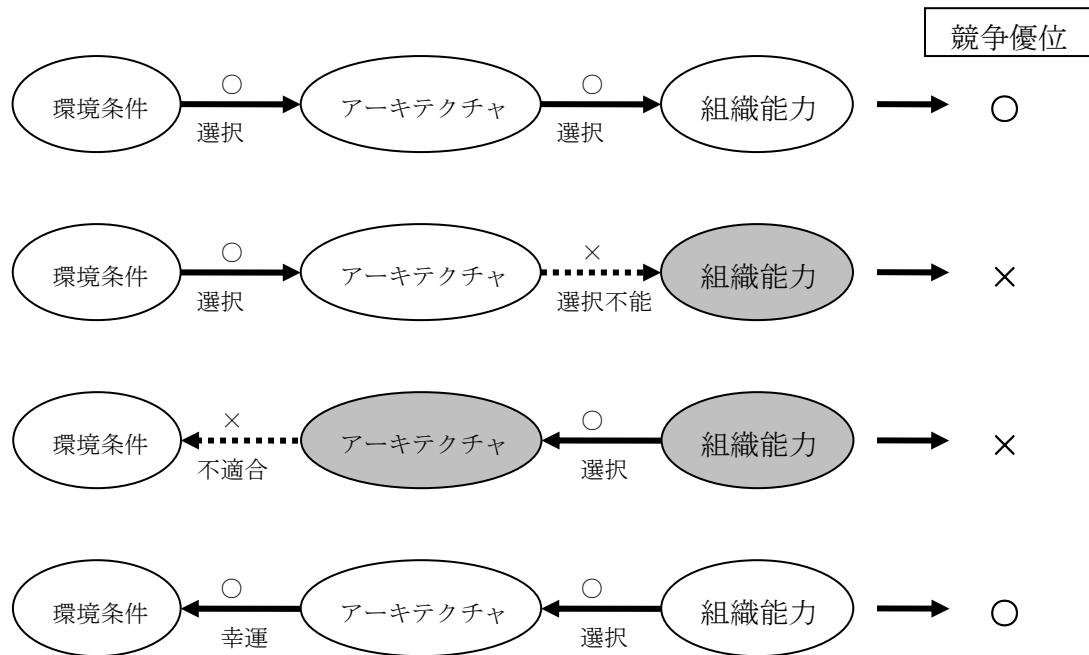
それでは、組織能力はアーキテクチャに合わせて選択されるのか、歴史的経路により創発的に構築されるのか。

自社が選択した製品アーキテクチャが、市場環境に適合し、高い競争パフォーマンスを維持しているとすれば、そのアーキテクチャに、さらに組織能力を適合させる努力をするのが合理的である。その結果、事前合理的な形で、環境・組織能力・アーキテクチャの適合状態が完成することもあるかもしれない。しかし、そもそも組織能力は簡単に制御できないことが特徴であり、アーキテクチャに組織能力を器用に適合させることは、それほど容易ではない(藤本, 1997; Fujimoto, 1999)。

他方、進化論的な見解に立てば、組織能力はまさに歴史の産物であり、企業が短期的に環境適応させられるものではない。この場合、企業が製品アーキテクチャに合わせて組織能力を操作することは難しく、むしろ、アーキテクチャと組織能力は別々の進化経路をたどると考えられる。しかし、結果的に両者が適合的となる場合、その創発的な均衡解が事後的に保持される、と進化論的に解釈することで、環境・組織能力・アーキテクチャの適合状態を説明することも可能である。

以上の組み合わせにより、環境、アーキテクチャ、組織の間には、少なくとも2通りの適合、2通りの不適合のパターンが想定できる(図 24)。

図 24 アーキテクチャと組織能力の合理的選択と創発の可能性



- ① **事前合理的適合**：環境にアーキテクチャが適応し、アーキテクチャに組織が適応し、事前合理的に競争優位が生まれる。例えば、厳しい環境制約条件→インテグラル型アーキテクチャの選択→調整能力の強化→均衡の達成。
- ② **能力不適合**：企業は環境条件に対して適合的なアーキテクチャを選んだが、組織能力はそれとは関係のない歴史経緯により発達したため、アーキテクチャと組織能力の間にミスマッチが生じる。
- ③ **アーキテクチャ不適合**：組織能力に適合する形で製品アーキテクチャが選ばれるが、それと、環境制約が要請するアーキテクチャがマッチしない。性能に厳しい市場にモジュラー製品を出せば性能不足、コストに厳しい市場にインテグラル製品を出せば、過剰設計からくるコスト高。いずれも、アーキテクチャの不適合である。しかし、このケースが市場淘汰により消滅しているならば、実際は観察されないかもしれない。
- ④ **創発的適合**：環境条件に適応したアーキテクチャと、歴史が生み出した組織能力がたまたま一致したとき、その組み合わせが事後的に選択され、競争優位が生まれる。進化的な事後適合である⁴³。

⁴³ Ulrich(1995)も、多くの既存製品のアーキテクチャは必ずしも考え抜かれた選択の結果ではなく、むしろ漸進的な進化の結果であり、企業は製品アーキテクチャの選択においてかなりの許容度を有し

以上のような可能性を想定するならば、(i) アーキテクチャあるいは組織能力が環境とミスマッチを起こし、競争パフォーマンスが低下するケースと、(ii) 環境・アーキテクチャ・組織能力の間に整合的な関係が維持され、高い競争パフォーマンスが得られるケース、いずれもが発生しうることが、論理的に示唆される。実際の実証的事例や歴史的な事例が、どれだけこうした枠組みで説明できるかを吟味することは、今後の課題である。

8 暫定的な結論

本稿では、簡単な経済分析のモデルを用いて、環境制約、顧客の選好、アーキテクチャの選択、調整メカニズムの選択、それへの組織能力の影響、分業パターンの選択、組織能力(とりわけ調整能力)の構築、組織能力とアーキテクチャの整合性、などの論点について分析した。主な論点は、以下の 20 の命題に整理できる。

- ① 経済学は、財を供給する経済主体の機能的・構造的な分割(分業)と結合(協業、調整)を熱心に研究してきたが、財そのものの機能的・構造的な分割と結合のあり方についてはあまり研究してこなかった。
 - ② 製品のアーキテクチャとは、設計されたもの(人工物)の機能要素・構造要素・工程要素の階層分解と再結合のパターンに関する基本構想を指す。近年、アーキテクチャを経済学的・経営学的に分析する研究が増えてきている。
 - ③ アーキテクチャの最も基本的な類型は、インテグラル型(擦り合わせ型)とモジュラー型(組み合わせ型)の2分類である。実際の製品は、純粹モジュラー型と純粹インテグラル型を両極とするスペクトル上に展開する。
 - ④ ある企業・製品・現場の競争パフォーマンスを、製品1個当たりの平均費用で要約するならば、それは、生産費用(全要素費用)、組織の調整費用、市場の取引費用の3つに分割できる。このうち後二者は、製品の機能設計要素、構造設計要素、工程設計要素の間の調整に関わるコストなので、一般に調整負荷の低いモジュラー型アーキテクチャよりも、高いインテグラル型アーキテクチャのほうが高い傾向が推定される。
 - ⑤ ある製品カテゴリーについて、企業が(固有技術を所与として)製品アーキテクチャを選ぶと、それに対応して、性能・コスト空間の中の性能・コスト曲線(フロンティア)が定まる。このフロンティアは、企業のアーキテクチャの選択によって、異なる形状となる。
 - ⑥ 顧客も、性能・価格(コスト)空間における選好(無差別曲線)の違いによって、価格重視していると指摘する。
-

顧客、品質重視顧客などに分かれる。同じ製品カテゴリーで、異なるアーキテクチャの品種がオファーされているとき、選好の異なる顧客は、異なるアーキテクチャを選ぶ可能性が高い。

- ⑦ アーキテクチャを究極的に選ぶのは市場(顧客)である。どのアーキテクチャが選ばれるかは、市場、社会、環境、技術などの制約条件に左右される。
- ⑧ ある顧客が、性能・価格空間で、市場に供給される様々なアーキテクチャの製品を、自らの効用を最大化するように選択していくとすると、その点列(性能・価格ポイント)を結ぶことで、アーキテクチャ・スペクトル上に、ある種の需要曲線(許容価格曲線)を描くことができる。その形状は、価格重視顧客と品質重視顧客とは異なる。
- ⑨ 企業は、アーキテクチャ・スペクトル上の自社のコスト曲線と、顧客の許容価格曲線を前提に、もっとも利益の出る品種を選べる。性能重視顧客が多い市場ではインテグラル型アーキテクチャ、価格重視顧客が多い市場ではモジュラー型が選ばれやすい。
- ⑩ ある製品を設計・生産するためには、分業している人や組織の間で、活動の調整が必要である。代表的な調整メカニズムは、市場と階層組織である。企業は、原則として、製品ごと、アーキテクチャごとに、より安い方の調整メカニズムを選ぶ。
- ⑪ アーキテクチャのタイプによって、設計要素間の相互依存度は異なり、調整負荷も異なるため、組織の調整費用も、これに応じて異なる。アーキテクチャ・スペクトル上において、モジュラー型で低く、インテグラル型で高い、右上がりの調整費用曲線と推定される。
- ⑫ 同様に、アーキテクチャの違いによって、設計要素(部品など)の取引特殊性や、設計活動の観察可能性に影響を与えるため、取引費用もまた、アーキテクチャ・スペクトル上において、モジュラー型で低く、インテグラル型で高い、右上がりの取引費用曲線と推定される。
- ⑬ 調整メカニズムとしての組織と市場の特性が違うために、アーキテクチャ・スペクトル上の、調整費用曲線と取引費用曲線は、ともに右上がりながら、形状が異なると推定される。すなわち、調整費用曲線は切片が大きく勾配が小さい曲線、取引費用曲線は切片が小さく勾配が大きい曲線と推定される。
- ⑭ このため、アーキテクチャ・スペクトル上で、調整費用曲線と取引費用曲線は交差する可能性が高く、そこを分岐点として、モジュラー・アーキテクチャ寄りの製品は市場取引、インテグラル・アーキテクチャ寄りの製品は階層組織(垂直統合)が選択される可能性が高い。
- ⑮ アーキテクチャごとの調整メカニズムの選択に、組織能力が影響を与えることがある。

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

固有生産技術・製品技術に根差す「個別能力」は、アーキテクチャに関わらず一様なコスト引き下げ効果を持つので、調整メカニズムの選択に影響を与えない。

- ⑯ しかし、組織の活動調整ルーチンの体系である調整能力が高まる時、それは、調整費用曲線と取引費用曲線の分岐点を移動させる効果を持つ。つまり、これまで市場取引で調整していた製品が、組織調整に切り替わる可能性がある。このように、組織能力が変化するとき、調整メカニズムの選択は一意には決まらない。
- ⑰ 自社あるいは他社の生産資源・組織能力に、何らかの理由で絶対的な制約がかかっているとき、組織か市場かの調整メカニズム選択は、この制約条件により影響を受ける。
- ⑱ 企業の組織間調整能力が高まる時、アーキテクチャ・スペクトルの中間領域(極端にモジュラーでもインテグラルでもない領域)において、長期継続取引(関係的取引)という中間的な調整メカニズムが選択される可能性が高まる。
- ⑲ 歴史的な理由などにより、国境をはさんで国によって組織能力が偏在する場合、高い個別能力が偏在する国の企業は、モジュラー型アーキテクチャの財にリカード的な比較優位を持つ可能性が高い。逆に、調整能力が偏在する国の企業は、インテグラル型アーキテクチャの財に比較優位を持つ可能性が高い。
- ⑳ ここまでは、アーキテクチャや調整メカニズムの選択を、事前合理的な意思決定として描いた。しかし、組織能力やアーキテクチャは、それ自体、創発的な形で進化する可能性もある。その場合、環境条件、アーキテクチャ、組織能力の間には、様々な適合・不適合の関係が発生しうる。

以上のように、本稿では、環境の制約条件が、企業による製品アーキテクチャ選択に影響を与え、さらにアーキテクチャ選択が調整メカニズムの選択に影響を与え、これらに対して組織の調整能力が影響を与える、という、人工物と調整に関する企業と顧客の一連の意思決定を、簡単な、初頭教科書的な経済モデルを用いて説明してみた⁴⁴。ここでは、できるだけ標準的な経済学、あるいは古典経済学をできるだけ援用することを意識して、一連の意思決定を、事前合理的なものとして描いた。

しかし、むしろこれは、アーキテクチャ選択に関する基本的な論理を理解するための、一

⁴⁴ この枠組みは、基本的に、青木(青木, 1995; Aoki, 2001)の比較制度分析のそれと類似点が多い(後者は分析的に極めて洗練されているが)。その比較制度分析の枠組みにおいては、制度(調整メカニズム)は進化ゲームにおける複数個の進化的均衡として示されるが、そのうちのどれが選択されるかは、職場の技術的連関性(本稿におけるアーキテクチャ概念と関連が深い)、および職場環境の分化の度合いにより異なり、またそれは、機能的技能(専門能力)か文脈的技能(チームワーク的能力)かといった技能(本稿における組織能力と関連が深い)の選択とも連動すると論じている。

次近似に過ぎない。現実の企業の意思決定は、むしろ創発的なもの、つまり事前合理性を前提にしないものが多いようだ。

マーシャルは、まず静態的な均衡論からはじめて、最終的には経済生物学を目指した。本稿も、このアプローチに学ぶ。最終的には複雑な動態論、創発的進化論的枠組などにもつなげて行きたいが、まずは、アーキテクチャ選択をめぐる基本的なロジックをほぐして、基礎的な理解を深めることが先であると考えたわけである。

参考文献

- 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。
- Aoki, M. (1988) *Information, Incentives, and Bargaining in the Japanese Economy*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Aoki, M. (2001) *Towards a Comparative Institutional Analysis*. MIT Press, Cambridge, MA.
- 青木昌彦, 安藤晴彦編著(2002)『モジュール化』東洋経済新報社。
- Alchian, A. and H. Demsetz(1972) “Production, Information Costs, and Economic Organizations,” *American Economic Review*, 62, 772.
- Alexander, C. (1964) *Notes on the Synthesis of Form*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- 青島矢一・延岡健太郎(1997)「プロジェクト知識のマネジメント」『組織科学』31 巻, 1 号, 20-36.
- 青島矢一・武石彰(2001)「アーキテクチャという考え方」藤本隆宏・武石彰・青島矢一編『ビジネス・アーキテクチャ：製品・組織・プロセスの戦略的設計』有斐閣。
- 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。
- 浅沼万里(1984)「自動車産業における部品取引の構造 - 調整と革新的適応のメカニズム」『季刊現代経済』Summer, 38-48.
- Asanuma, B.(1989) “Manufacturer-Supplier Relationships in Japan and the Concept of Relation Specific Skill,” *Journal of the Japanese and International Economies*, 3, March: 1-30.
- 浅沼万里・菊谷達弥(1998)「部品取引におけるリスク分担とモラル・ハザード：自動車産業における契約のマイクロ計量分析」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 所収。
- Baldwin, C. Y. and K. B. Clark(2000) *Design Rules: The Power of Modularity*, MIT Press, Cambridge, MA. (邦訳：安藤晴彦訳(2004)『デザイン・ルール』東洋経済新報社)
- 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.(2002) *Gaining and Sustaining Competitive Advantage*. Prentice Hall, Upper Saddle

- River, N.J.
- Chesbrough, H.W. and K. Kusunoki(2001) "The Modularity Trap ; Innovation, Technology Phase Shifts and the Resulting Limits of Virtual Organization," in Nonaka, I., and Teece, D. (eds) Managing Industrial Knowledge, Sage press, London.
- Clark, K.B. and T. Fujimoto(1989) "Lead Time in Automobile Product Development: Explaining the Japanese Advantage," Journal of Technology and Engineering Management, 6: 25-58.
- Clark, K.B. and T. Fujimoto(1990) "The Power of Product Integrity," Harvard Business Review. November - December: 107 - 118.
- Clark, K.B. and T. Fujimoto(1991) Product Development Performance, Harvard Business School Press, Boston.(邦訳：藤本隆宏・クラーク, K. B. (1993)『製品開発力』田村明比古訳, ダイヤモンド社)
- Coase, R.H.(1937) "The Nature of the Firm," Econometrica, 4, 386-405.
- 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: 563 - 88.
- Dyer, J. H.(1994) "Dedicated Assets: Japan's Manufacturing Edge," Harvard Business Review (November-December):174-178.
- Fine, C. H.(1998) Clockspeed: Winning Industry Control in the Age of Temporary Advantage. Perseus Books, MA. (邦訳：小幡照雄訳(1999)『サプライチェーン・デザイン』日経 BP 社)
- Fujimoto, T.(1999) The Evolution of a Manufacturing System at Toyota. Oxford University Press, Oxford.
- 藤本隆宏(1986)「テクノロジーシステムに関するノート」土屋守章編『技術革新と経営戦略』日本経済新聞社 所収.
- 藤本隆宏(2001)「アーキテクチャの産業論」藤本隆宏・武石彰・青島矢一編『ビジネス・アーキテクチャ：製品・組織・プロセスの戦略的設計』有斐閣 所収.
- 藤本隆宏(2003)『能力構築競争』中央公論新社.
- 藤本隆宏(1997)『生産システムの進化論』有斐閣.
- 藤本隆宏(2004)『日本のものづくり哲学』日本経済新聞社.
- 藤本隆宏(2005)「アーキテクチャの比較優位に関する一考察」『赤門マネジメント・レビュー』4 巻 11 号, 523-548. <http://www.gbrc.jp>.
- 藤本隆宏(2007)「設計立地の比較優位：開かれたものづくりの観点から」『一橋ビジネスレビュー』55 巻 1 号, 22-37.

藤本隆宏

- 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(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 所収.
- 藤本隆宏・葛東昇(2001)「アーキテクチャ的特性と取引方式の選択：自動車部品のケース」
藤本隆宏・武石彰・青島矢一編『ビジネス・アーキテクチャ：製品・組織・プロセスの戦略的設計』有斐閣 所収.
- 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.
- Fujimoto, T. and D. Ge(2007) “The architectural attributes of auto parts and transaction patterns on design drawings,” *International Journal of Automotive Technology and Management* 6.4:370-386.
- Galbraith, J. R.(1973) *Designing Complex Organizations*. Addison-Wesley, Boston, MA.
- Goepfert, J. and M. Steinbrecher(1999) “Modular Product Development: Managing Technical and Organizational Interdependencies,” mimeo.
- Grant, R.M.(2005) *Contemporary Strategy Analysis* (5th ed.). Blackwell, Oxford.
- 具承桓(2007)「製品アーキテクチャの変化と知識統合化プロセス—自動車産業のモジュール化を巡るダイナミズム」東京大学大学院経済学研究科博士論文.
- Helper, S.R.(1990) “Competitive Supplier Relations in the U.S. and Japanese Auto Industries: An Exit/Voice Approach,” *Business and Economics History, Second Series*, 19, 153-162.
- Henderson, R., and K. B. Clark(1990) “Architectural Innovation,” *Administrative Science Quarterly*, 35, 9-30.
- Hotelling, H.(1929) “Stability in Competition,” *Economic Journal*, 39, 41-57.
- 畑村洋太郎・中尾 政之・小野 耕三(2001)『機械創造学』丸善.
- 今井賢一・伊丹敬之・小池和男(1985)『内部組織の経済学』東洋経済新報社.
- 伊藤秀史(2003)『契約の経済理論』有斐閣.
- 伊藤元重(1989)「企業間関係と継続的取引」今井賢一・小宮隆太郎編『日本の企業』東京大学出版会 所収.
- 国領二郎(1995)『オープンネットワーク経営』日本経済新聞社.
- 国領二郎(1999)『オープン・アーキテクチャ戦略』ダイヤモンド社.
- 楠木健・ヘンリー 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」藤本隆宏・武石彰・青島矢一編『ビジネス・アーキテクチャ：製品・組織・プロセスの戦略的設計』有斐閣 所収.

- Lancaster, K.(1979) *Variety, Equity, and Efficiency*. Columbia University Press, New York.
- Lancaster, K.(1966) “A New Approach to Consumer Theory,” *Journal of Political Economy*, 74: 132-157.
- Langlois, R. N. and P. L. Robertson(1992) “Networks and Innovation in a Modular System: Lessons from the Microcomputer and Stereo Component Industries,” *Research Policy* 21: 297-313.
- Langlois, R. N. and P. L. Robertson(1995) *Firms, markets and Economics Change: A Dynamic Theory of Business Institutions*, Routledge, London. (邦訳：谷口和弘訳(2004)『企業制度の理論』NTT出版)
- Lawrence, P. R., and J. W. Lorsch(1967) *Organization and Environment*. Richard D. Irwin, Homewood, Illinois.
- Marshall, A.(1890) *Principles of Economics*.(邦訳：馬場啓之助訳『経済学原理』東洋経済新報社, 1965～67)
- Mintzberg, H., and J. A. Waters(1985) “Of Strategies, Deliberate and Emergent,” *Strategic Management Journal*, Vol. 6, No. 3: 257-272.
- Monteverde, K. and D. J. Teece(1982) “Supplier Switching Costs and Vertical Integration in the Automobile Industry,” *Bell Journal of Economics*, 13, 206-213.
- 丸川知雄(2007)『現代中国の産業』中公新書.
- Marx, K.(1867) *Das Kapital I*. (邦訳：向坂逸郎訳、『資本論(一)(二)(三)』岩波文庫、他).
- 中尾政之(2003)『創造設計学』丸善.
- 中尾政之・畑村洋太郎・服部和隆(1999)『設計のナレッジマネジメント』日刊工業新聞社.
- Nelson, R.R and S. G. Winter(1982) *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Harvard University Press, Cambridge, MA. (邦訳：後藤晃・角南篤、田中辰雄訳(2007)『経済変動の進化理論』慶應義塾大学出版会)
- Nishiguchi, T. (1994) *Strategic Industrial Sourcing*. Oxford: Oxford University Press. (邦訳：西口敏宏(2000)『戦略的アウトソーシングの進化』東京大学出版会)
- 延岡健太郎(2006)『MOT[技術経営]入門』日本経済新聞社.
- 沼上幹(2004)『組織デザイン』日経文庫.
- 大隈慎吾・藤本隆宏(2006)「設計プロセスとアーキテクチャの競争優位」MMRC-J-70, 東京大学ものづくり経営研究センターディスカッションペーパー, <http://merc.e.u-tokyo.ac.jp/mmrc/>.
- 大鹿隆・藤本隆宏(2006)「製品アーキテクチャと国際貿易論の実証分析」MMRC-J-72, 東京大学ものづくり経営研究センターディスカッションペーパー,

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

奥野正寛・瀧澤弘和・渡邊泰典(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

Penrose, E. T (1959) *The Theory of the Growth of the Firm*. Basil Blackwell, Oxford.

Ricardo, D.(1819) *On the Principles of Political Economy, and Taxation*. (邦訳：羽鳥卓也・吉澤芳
樹訳『経済学および課税の原理』、岩波文庫、他)

Sako, M (1992) *Prices, Quality and Trust: Inter-Firm Relations in Britain and Japan*. Cambridge
University Press.

Sanchez, R. and J. T. Mahoney(1996) “Modularity, Flexibility, and Knowledge Management in
Product and Organization Design,” *Strategic Management Journal*, Vpl. 17, Winter, 63-76.

Smith, A(1776) *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. (邦訳：水田洋監訳、
杉山忠平訳、『国富論』、岩波文庫、他)

Schmalensee, R.(1978) “Entry Deterrence in the Readily to Eat Breakfast Cereal Industry,” *Bell
Journal*, 9, 305-327.

Schumpeter, J.A.(1911) *The Theory of Economic Development*. Harvard University Press,
Cambridge, MA. (邦訳：塩野谷祐一・中山伊一郎・東畑精一訳『経済発展の理論』岩波
文庫)

新宅純二郎(1994)『日本企業の競争戦略』有斐閣.

Simon, H. A.(1969) *The Science of the Artificial*. MIT Press, Cambridge, MA.

Silver, M(1984) *Enterprise and the Scope of the Firm*. Martin Robertson, London.

Suh, N.P.(1990) *The Principles of Design*. Oxford University Press, New York.

Suh, N.P.(2001) *Axiomatic Design - Advances and Applications*. Oxford University Press, New York.
(邦訳 (2004)『公理的設計』中尾政之, 飯野謙次, 畑村洋太郎共訳, 森北出版)

武石彰(2003)『分業と競争』有斐閣.

Takeishi, A and T. Fujimoto(2001) “Modularisation in the Auto Industry: Interlinked Multiple
Hierarchies of Product, Production and Supplier Systems,” *International Journal Automotive
Technology and Management*, 1.4: 379-396.

Teece, D. J. and G. Pisano(1994) “The Dynamic Capabilities of Firms: An Introduction,” *Industrial
and Corporate Change*, 3.3: 537 - 556.

Thompson, J. D.(1967) *Organization in Action*. McGraw-Hill, New York.

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

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

Waterson, M.(1984) *Economic Theory of the Industry*. Cambridge University Press, New York.

Williamson, O.(1975) *Markets and Hierarchies*. The Free Press, New York. (邦訳：浅沼萬里・岩崎
晃訳(1980)『市場と企業組織』日本評論社)

Williamson, O.(1985) *The Economic Institution of Capitalism: Firms, Markets, Relational Contracting*. The Free Press, New York.