

論文

製品アーキテクチャのシフトと組織構造の適合関係に
関わる動態的理論モデルの構築

徳 田 昭 雄*

要旨

本稿の目的は、製品システムの局所的調整の容易化と全体的調整による最適化のメリットとデメリットを両天秤にかけ、製品アーキテクチャのシフトに適合的な組織構造が明示可能な動態的理論モデルを構築することである。本稿は、第一に、モデル構築の基礎として、製品アーキテクチャ論と進化ケイパビリティ論の知見を統合して拙稿（徳田，2011）にて提示されたインターフェイス類型をお洩いする。第二に、インターフェイス類型と組織構造を紐づけることによって、各種インターフェイス類型に適合的な企業組織のガバナンス構造と調整メカニズムを表した「静態モデル」を提示する。そして最後に、企業が製品アーキテクチャをシフトするために、「インターフェイス」に各種調整メカニズムを埋め込むプロセスの考察を通じて「静態モデル」の動態化を図る。

キーワード

インターフェイス，製品アーキテクチャ，ガバナンス構造，調整メカニズム，標準

目 次

はじめに

1 「インターフェイス」の類型化

- 1-1 製品アーキテクチャ論と「インターフェイス」
- 1-2 イノベーションと「インターフェイス」の類型

2 「インターフェイス」と調整メカニズムの適合関係

- 2-1 「インターフェイス」とガバナンス構造
- 2-2 「インターフェイス」と調整メカニズム
- 2-3 「インターフェイス」と組織構造

3 「インターフェイス」の動態的な策定

- 3-1 動態的モデルの意義
- 3-2 動態モデルの構築

* 立命館大学経営学部教授

は じ め に

「複雑適応系の多くは、自然のものであれ人工のものであれ、モジュラー構造の性質を持つ。しかし、コンピュータの設計領域では、モジュラリティ (modularity) は偶然生まれたのではなく、意識的な設計努力によって意図的に生み出された……モジュラリティの可能性は一夜にして湧き起るのではなく、多くの設計サイクルを経た着実な知識の積み重ねを必要とする。それゆえ、コンピュータ設計のモジュラー化 (modularization) —莫大な経済効果を伴うプロセス— は歴史的・知的なプロセスでもあった。それは段階的に起こってきたが、各段階はそれ以前の段階で蓄積された知識の上に成り立ってきた。そのうえ、それは長い間、経済的には見えないプロセスであり、マイルストーンとなる出来事もぼんやりとした技術的なものだった。」¹⁾

コンピュータのモジュラー化プロセスを詳細に分析したボールドウィン＝クラーク (Baldwin = Clark, 2000 : 149) が述べているように、製品システムのモジュラー化によって保守性や拡張性の向上など様々な事後 (ex post) の経済的メリットが期待できるにしても、モジュラー化に際して必要なモジュール間のインターフェイスの策定には事前 (ex ante) に相応の時間とコストがともなう。特に、検証コストはモジュラー型設計のアキレス腱である²⁾。システムが複雑なほど、あるいは相互接続の確実性の観点からインターフェイスに「高い質」が要求されるほど、それ相応のシステム検証コストが伴う。

いかにインターフェイスを事前に効果的・効率的に策定し、そのコストを上回るだけのモジュラー化のメリットを事後に享受していくことが出来るのか。それは、企業の競争優位を左右する重要な課題である。いみじくも、製品システムのモジュラー化とモジュラー間のインターフェイスの標準化 (=インターフェイス標準) の関係を明らかにした進化ケイパビリティ論者が動的取引コストという概念を提示したように、インターフェイスの策定に際しては、そこに接合する補完的なケイパビリティを持つ他社に対して説得、交渉、調整、教示する動的取引コストが生じる。しかしながら、彼らのフレームワークでは、動的取引コストが歴史的な時間経過の中で外因的 (exogenous) に発現してきたものとして扱われている。したがって、インターフェイスを効果的・効率的に設定するプロセス、そのプロセスにおけるアクターの主体的

1) ボールドウィンは別書において、相互依存的システムをモジュール化するコストとして、デザイン・ルールを制定し普及させるコスト、モジュール・システムの潜在的な価値を実現するために必要な実験を行うコスト、それらが企業の枠を越えて行われる場合の取引コスト、モジュール・システムとその制度的環境に内在するエージェンシー・コストを指摘している (青木・安藤, 2002 : 91-93)。

2) *Ibid.*, p.272, (邦訳, 319 頁)。延岡・上野 (2005) は事例研究に基づき、製品アーキテクチャがモジュラー型であったとしても、部品のイノベーションが起こった場合にシステム内で部品機能が適切に発揮されるかについてシステム統合検証が必要なことを例証している。

な取り組みや、策定に適合的な組織のあり方（組織構造，組織間関係）は等閑にされている。

製品システムをモジュラー間の連結と作用の仕方によって類型化した製品アーキテクチャ論も進化ケイパビリティ論者同様に，モジュラー化に対するアクターによる投企的役割という観点からは，製品アーキテクチャを組織が適応すべき与件として捉えてしまっている。企業が製品アーキテクチャをシフトしていくプロセスは，十分に明らかにされているとはいえない（福澤，2008）。例えば楠木＝チェズブロウ（2001）のように「ダイナミック・シフト」と銘打って製品アーキテクチャのシフトを描いている研究はあるものの，モジュラー型の製品アーキテクチャに対してはモジュラー型の組織アーキテクチャ，インテグラル型の製品アーキテクチャに対してはインテグラル型の組織アーキテクチャといった具合に，両者をコンティンジェントな対応関係として描いているに過ぎない。「ダイナミック・シフト」をもたらし組織そのもののダイナミズム，シフトにあたって適合的な組織構造について，理論的な説明が施されているわけではない。

本稿は，製品システムの局所的調整の容易化（進化ケイパビリティ論的にいうなればインターフェイス標準の策定，製品アーキテクチャ論的に言えばモジュラー化）と全体的調整による最適化（アドホック・インターフェイスの策定，インテグラル化）のメリット・デメリットを両天秤にかけ，企業（ここではそのようなアクターないし組織として企業を指定）が製品アーキテクチャを投企的に変更し，そのシフトに適合的な組織構造を明示することの出来る動態的理論モデルの構築に向けた取り組みである。

本稿の構成は次のとおりである。第一に，理論モデル構築に向けた基礎として，製品アーキテクチャ論と進化ケイパビリティ論の知見を統合して拙稿（徳田，2011）にて提示されたインターフェイス類型（＝イノベーションのタイプと範囲を分類軸としてインターフェイスを類型化）をおぼいする。第二に，インターフェイス類型と組織構造を紐づけることによって，各種インターフェイス類型に適合的なガバナンス構造と調整メカニズムを表した「静態モデル」を提示する。そして最後に，企業が「インターフェイス」に調整メカニズムを埋め込むプロセスの考察を通じて「静態モデル」の展開を図る。すなわち，製品アーキテクチャをシフトさせるために企業にとって適合的な組織構造を明示した「動態モデル」の構築である。

1 「インターフェイス」の類型化

1-1 製品アーキテクチャ論と「インターフェイス」

製品アーキテクチャ論は，製品システムの構造が企業活動や産業エコシステムに与える影響を分析するフレームワークとして用いられている。それは，製品システムの果たす機能と構成部品の対応関係の複雑さ，および部品間の「インターフェイス」のあり様（相互依存の程度）に

よって、製品システムをモジュラー型とインテグラル型の製品アーキテクチャに分類している。本稿では、「インターフェイス」のあり様に絞ってモデルの構築を図っていく³⁾。

「インターフェイス」は、コンポーネント間の連結と作用の仕方を定める規定にほかならない (Parnas, 1971 ; Baldwin = Clark, 2000)。モジュラー・アーキテクチャの製品はコンポーネント間の「インターフェイス」が非連結化 (de-coupled) され、インテグラル・アーキテクチャの製品は連結化 (coupled) される (Ulrich, 1995 ; Brusoni = Prencipe, 2001)。モジュラー・アーキテクチャの製品では各部品に分割される以上、インターフェイスが規定されなければ、部品間で物理的 (例: 機械的・電氣的モジュラー間)・論理的 (例: ソフトウェア・モジュラー間) な相互作用が生じない (末松, 2005)。他方、インテグラル・アーキテクチャの製品では、事前に設定されたインターフェイスによる調整—計画による調整—を行い得ないかわりに、権限による調整 (Milgrom = Roberts, 1992) や交渉による調整 (Casson, 1997)、あるいは交渉を通じた調整によって伝達される情報の質に問題があれば隣接する段階の所有権は統合される⁴⁾。これらの調整メカニズムは、新しい情報の媒介を含む調整—フィードバックによる調整—を可能にする。したがって、状況がより変動的で予測が難しい場合に有用である (March = Simon, 1958)。また、製品システムの最適化に向けた継続的な「カイゼン」が比較的促進され易い。

このように、システムを構成する要素間の相互関係に見られる濃淡を認識して、相対的に相互関係を無視できる部分をルール化されたインターフェイスで連結しようとする戦略がモジュラー化である。その結果、システムは相対的に独立な構成要素群の集合体として認識されることになる。それに対して統合化とは、要素間の複雑な相互関係を積極的に許容して、相互関係を自由に開放して継続的な相互調整にゆだねる戦略である。その結果、システムは構成要素が複雑に関連したものとして認識されるようになる (青島・武石, 2001: 33)。「インターフェイス」の性質に着目したとき、統合化を「アドホック・インターフェイスによる、要素間の複雑な相

3) 製品アーキテクチャとは、製品の機能要件が物理的要素群に割り当てられた体系 (scheme) のことである。それは (1) 機能的要素の配置 (arrangement), (2) 機能的な要素の物理的なコンポーネントへの照応 (mapping), (3) 作用しあう物理的コンポーネント間のインターフェイス仕様によって定義される (Ulrich, 1995: pp.419-422)。論者によってその定義に微妙な違いがみられるが、凡そ①機能と部品の対応関係が単純で部品間の相互依存度 (製品システムの構成要素の変化がシステム全体に与える影響度) が低い場合をモジュラー型、②対応関係が複雑で相互依存度が高いものをインテグラル型として捉えることができる (Ulrich, 1995; Ulrich=Eppinger, 1995; Göpfert, 1998, 藤本, 2001)。本稿では以下の二つの理由により、「インターフェイス」のあり様に絞ってモデルの構築を図る。第一に、アーキテクチャの区分を目的とした場合、既存のモデルでは、①対応関係 (単純～複雑) 及び②「インターフェイス」のあり様 (相互依存が小さい～大きい) のどちらをとっても違いはなく、2つの変数を立てることが冗長であるため。第二に、機能と部品の対応関係が複雑であったとしても、それが即ちインテグラル型を意味するのではなく、両者の間に抽象的な階層を策定する (インテグラルな調整メカニズムを階層に移譲する) ことによって機能と構造を分離し、部品間の相互依存性を汎用的なインターフェイスを介して小さくしていくのが企業努力の常であり、動態的コンテキストにおいて類型の区分は「インターフェイス」次第という理由による。

4) 同様にラングロアは、分散する能力 (competences) との関わりで異なる能力を統合する方法として、ひとつの企業内にそれらを集めること、複数の企業に分散している能力を契約を通じて統合することを指摘している (Langlois, 2004: 18)。

相互作用の調整」と言い換えることができる⁵⁾。本論では、フィードバックによる調整が可能な臨機応変に設定される唯一無二の「インターフェイス」という意味によりアドホック・インターフェイスを定義する。

確かにアドホック・インターフェイスは、要素間の相互作用をオープン・エンドに許容し得る。ゆえに、汎用性や拡張性を考慮することなく唯一無二のシステムの全体最適設計に適合的である。しかし、要素間の相互作用が常時、流動的というわけではないことに留意しておきたい。要素の自律性や相互調整の余地の有無という点において対照的な性質のインターフェイスとアドホック・インターフェイスであるが、要素間の相互作用を何れかの時点で一旦は固定し、製品システム全体を構造化する「インターフェイス」とであるという点において両者に違いはない⁶⁾。

ところで、「インターフェイス」の広がりをもうひとつの軸として、製品システムをオープン・アーキテクチャとクローズド・アーキテクチャに分類する製品アーキテクチャ論もある(e.g. 藤本, 2001, 2003a)。ラングロアが指摘しているように、生産段階の分化が進むもっとも端的なケースは、標準化されたインターフェイスが製品をモジュラー・システムに転換する場合である(Langlois, 2003:374)。ラングロアは暗に企業の枠を越えて社会化されたインターフェイスを標準と見做しているが、製品アーキテクチャ論では、そのようなインターフェイスを持つ製品をオープン・アーキテクチャとして企業内でインターフェイスが完結するクローズド・アーキテクチャの製品と区別している。

1-2 イノベーションと「インターフェイス」の類型

以上のような「インターフェイス」の特性による製品アーキテクチャの区別は、拙稿(2011)にて考察したイノベーションの類型と切り離しがたい関係にある⁷⁾。自律的イノベーションとは、製品を構成する要素の変更の影響がその範囲(モジュラー)にとどまるイノベーションの

5) 末松(2005:50-55)は、インターフェイスが唯一無二の製品を対象としているとき、特にそれをアドホック・インターフェイスとして通常のインターフェイスと区別している。アドホック・インターフェイスは、その場限りの対応であり、階層組織においては上位マネージャーが調整の権限を行使して決定されるインターフェイスである。対照的に、インターフェイスとは、ある特定の個別のケースを対象にしたものではなく、汎用的(2種類以上)長期的(2回以上)な様々なケースに対応でき、諸様相(主体)の最低限の自律性を担保にしたものでなければならない。

6) ラングロアの言う技術的なインターフェイスにサポートされた市場に対して、セイベル＝ザイトリン(Sabel = Zeitlin, 2004)が主張する日本的生産システムに特徴的なアセンブラーとサプライヤ間の密な情報交換を通じたインターフェイス仕様の絶え間ない改善(再定義)によってシステム最適化を可能にする企業間の組織学習が、アドホック・インターフェイスの典型的な事例である。ただし、ラングロアのいう技術的なインターフェイスにサポートされた市場には、セイベル＝ザイトリンが言うような企業間の継続的關係、信頼、豊富な情報の移転も含んでいる(Langlois, 2003, p.351)。

7) 中川(2008)は本稿とは別の視点で、範囲によるイノベーションの2分類が製品アーキテクチャという考え方を背景にしているとする。

ことである。それは他の段階との調整を必要とせず、ある生産段階における変化が進展していく (Langlois = Robertson, 1995)。要素間にインターフェイスを設けて要素内部を抽象化し、ほかの要素を気にすることなく個別要素の変更が可能な場合に自律的イノベーションから最も効果的に便益が引き出される⁸⁾。自律的イノベーションには、その影響が企業内に及ぶものか企業間に広がりをもつものか (クローズドかオープンか) を問わず、インターフェイスの設定が適合的である。

他方、システミック・イノベーションとは、製品を構成する要素の変更の影響が製品全体設計にまで及ぶイノベーションのことである。それは、多数の生産段階にまたがって遂行されるもので、各々の段階で修正を要し、またそれらの段階での調整を要する (Langlois = Robertson, 1995)。もちろん、インターフェイスの設定によるシステミック・イノベーションへの対応が現実的に不可能というわけではない。システム全体の最適設計に向けて、既存の冗長なインターフェイスを事後にカスタマイズして利用することもあり得る⁹⁾。しかし、設定されたインターフェイスが全てのモジュラーの活動に影響を与えるシステム環境に関わる情報を的確に要約し、それに最善に対応する保証がない (青木, 2002)。ゆえに、要素 (相互依存する要素のネットワークから個別の要素を抽出することすら容易ではなからう) の変更にとまなう要素間の相互作用をアドホック・インターフェイスによって調整し、製品全体の最適設計が可能な場合に、システミック・イノベーションのから最も効果的に便益が引き出される¹⁰⁾。したがってシステミック・イノベーションには、その影響が企業内に及ぶものか企業間に広がりをもつものかを問わず、アドホック・インターフェイスの設定が適合的である。

イノベーションのタイプと範囲に適合的な「インターフェイス」を表したものが図 1 である。ここでは便宜的に、同一の「インターフェイス」が企業内で完結するか否かによって、システミック・イノベーションについてはそれぞれクローズド・アドホック・インターフェイスとオープン・アドホック・インターフェイスに区別している¹¹⁾。同様に自律的イノベーションについてはクローズド・インターフェイス、オープン・インターフェイスに区別している。

8) ここで自律的イノベーションの便益は、静態的には局所的調整の容易化 (変更の局所的吸収) により最大化されることを前提とする。

9) もちろんカスタマイズ (インターフェイス仕様の変更) は、事前に策定されているインターフェイスの冗長性の範囲内に限定されることになる。カスタマイズを前提とした冗長なインターフェイスをレファレンス・モデルと称する場合もある。両者の分岐点は仕様の粒度に因る。

10) ここでシステミック・イノベーションの便益は、静態的には全体的最適化 (要素ネットワーク全体による変更の吸収) により最大化されることを前提とする。

11) もちろん、ある製品システムについて、そのシステムを構成するインターフェイスの全てが、ある特定の企業内 (課や部門) において完結する場合もあれば、完結しない場合もあるだろう。同じく、ある製品システムを構成する全てのインターフェイスがオープンであることは現実的にはあり得ない。実際のシステムはクローズドとオープンからなるインターフェイスの束なのであって、この束を如何に内外に切り分けていくことができるのか、あるいは他社の切り分けをけん制することができるのが、インターフェイスの所有権の線引きとも相まって企業にとり戦略的な課題になっている。

拙稿（2011）にて考察してきたように、オープン・インターフェイス（進化ケイパビリティ論でいうところのインターフェイス標準）は、一方ではシステミックな性質をもつ相互依存した同一のシステムやアクティビティを出来る限り分化させる調整メカニズムとして、他方では別々の（企業外の）サブシステムやアクティビティを連結させる調整メカニズムとして二つの類型を有していたが、まさしく図表1の縦軸と横軸の境界線こそが、両調整メカニズムとそうでないものを分かつ概念的インターフェイスにはかならない¹²⁾。

図表1 「インターフェイス」の類型

	システミック・ イノベーション	自律的 イノベーション
クローズド (企業内)	クローズド・アドホック・ インターフェイス	クローズド・ インターフェイス
オープン (企業間)	オープン・アドホック・ インターフェイス	オープン・ インターフェイス

出所) 筆者作成。

2 「インターフェイス」と調整メカニズムの適合関係

2-1 「インターフェイス」とガバナンス構造

製品アーキテクチャ論は、製品アーキテクチャと組織構造との間の一定の適合関係を明らかにしてきた（e.g. Sanchez = Mahoney, 1996 ; Chesbrough = Teece, 1996 ; 藤本, 2001）。すなわち、製品アーキテクチャがモジュラー段階にあればバーチャル組織が有効であり、インテグラル段階においては統合型の組織戦略が有効である（楠木=チェズブロウ, 2001:284）¹³⁾ という具合に、組織構造は製品アーキテクチャに従うとする。

12) 拙稿（2011）にて提示された類型と本稿の類型とではインターフェイスの名称が異なっているが（可変ローカル・インターフェイス→クローズド・アドホック・インターフェイス, 可変インターフェイス標準→オープン・アドホック・インターフェイス, ローカル・インターフェイス→クローズド・インターフェイス, インターフェイス標準→オープン・インターフェイス), 本稿 1-1 末尾に示した理由によって以後は本稿の名称にて統一して用いることにする。

13) 楠木=チェズブロウ（2001）は、製品アーキテクチャのシフトに着目し、慣性が働く組織にとってシフトへの適応が一筋縄にいかないこと、組織にも製品アーキテクチャのシフトに対応できるような能力が備えられているべきことを例証している。製品アーキテクチャのシフトに着目したその他の研究として Fine（1998）、シフトと組織アーキテクチャの適合関係について論じたものとして Ernst（2005）、目代（2006）、具（2008）を参照。

以下では図表 1 を基礎にして、各種インターフェイス類型に適合的なガバナンス構造と調整メカニズムを要素間の相互依存性に着目して考察する。そのうえで、「インターフェイス」と組織構造の適合関係を明らかにすることにしよう。適合的な組織構造の提示にあたってガバナンス構造と調整メカニズムを区別したのは、論者によっては両組織ドメインを混同している場合が散見されるからである¹⁴⁾。両組織ドメインは密接に関連しあうが、「インターフェイス」の策定にあたって両者の関わり方は対照的である。ガバナンス構造は関係するアクターの機会主義的な行動を抑制するインセンティブ問題をともなうがゆえに、アクター間の調整を図る「インターフェイス」はインセンティブ問題の結果として現れる。これに対し調整メカニズムは、インセンティブ問題やアクターの機会主義的な行動とは関係なく、関係するアクター間の情報処理を最も効率化する「インターフェイス」が一律に適用される。

図表 2 は、図表 1 のセグメントに適合的なガバナンス構造をマッピングしたものである。「インターフェイス」が企業内で完結する図左上（システミック／クローズド）と図右上（自律的／クローズド）のガバナンス構造が階層組織なのは自明である。階層組織では、企業内の利害関係者へのインセンティブ問題をともないながら、上位マネージャーの階層権限による命令の発動とその受容、あるいは関連諸部門間の協業に基づくコンセンサスが形成される。その結果がクローズド・アドホック・インターフェイス、ないしクローズド・インターフェイスに反映され、当該製品システム特有の企業内分業形態が現れてくることになる¹⁵⁾。

図左下（システミック／オープン）と図右下（自律的／オープン）のガバナンス構造は、市場である。市場では、市場参加者へのインセンティブ問題をともないながら、企業間競争を通じた淘汰、あるいは企業間協業（協業のスペクトラムは、合併事業による 2 社間のものから公的な国際標準化機関による多数による協業まで広がりがある）に基づくコンセンサスが形成される。多くの標準化研究者が明らかにしてきたように、前者の場合には企業間の競争を通じて数々の専有インターフェイスが淘汰・収斂され、最終的に一社のインターフェイスが事実上の標準（デファクト・スタンダード）を握る（e.g. Katz = Shapiro, 1985, 1986, 1994 ; 浅羽, 1995 ; Shapiro = Varian, 1999 a, b)¹⁶⁾。後者の場合には、標準策定の主体が世界的な公的標準化機関であれば、利害関係者間のコンセンサスを得てデジュール標準になる（e.g. De Lacey, et al., 2006 ; Blind, 2006 ; Chiao, et al, 2005）。これら淘汰やコンセンサスの結果がオープン・インターフェイスないしアドホック

14) 例えば独占的市場は、価格メカニズムが働かないので階層組織の一形態と捉えることができるし、契約に基づく購買が成立し得る（雇用契約と対極である）という意味で、それを市場の一形態と捉えることもできる。

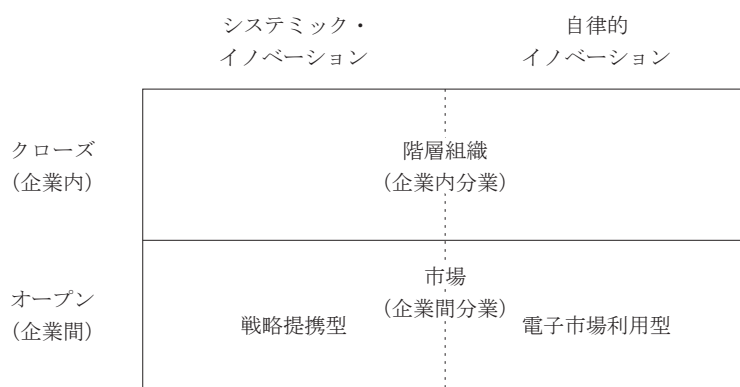
15) 階層権限は、アドホック・インターフェイスを決定する役割と同時に、インターフェイスを決定する役割も担っている。この役割については、メタ・レベルのインターフェイスと捉えることができる。つまり、通常の階層組織はインターフェイス（インターフェイスを決定する階層権限を含む）と、アドホック・インターフェイスを決定する階層権限により成立している（末松, 2005 : 55）。

16) コンセンサスが得られず調整が不調に終わり、一方の企業が他方の企業を M&A のような手法を使って傘下に収めてしまうケースもある。この場合も、企業間の競争を通じたインターフェイスの収斂になる。

ク・オープン・インターフェイスに反映され、当該製品システム特有の企業間分業形態が現れてくる。この企業間分業の様態こそが、ラングロア (Langlois, 2003) が Vanishing Hand 仮説で示した技術的な標準にサポートされたガバナンス構造としての市場にほかならない。

ただしガバナンス構造としての市場には、一方ではモジュラー化の究極の姿としてのスポット市場における価格を主たるオープン・インターフェイスとして経済主体間の活動を調整する完全にオープンな市場と、他方で合併事業や製販連携のように契約を主たるオープン・アドホック・インターフェイスとして特定の諸企業が活動を調整する市場がある。前者を「電子市場利用型（オープンなネットワーク）」¹⁷⁾、後者を「戦略提携型（閉鎖的なネットワーク）」と区別している研究者もいる（國領, 1995）。

図表 2 ガバナンス構造の類型



出所）筆者作成。

2-2 「インターフェイス」と調整メカニズム

次いで調整メカニズムについてみておこう。組織の部門間の相互依存関係と調整メカニズムの適合関係を示したのがトンプソン (Thompson, 1967) である¹⁸⁾。トンプソンは、部門間の相

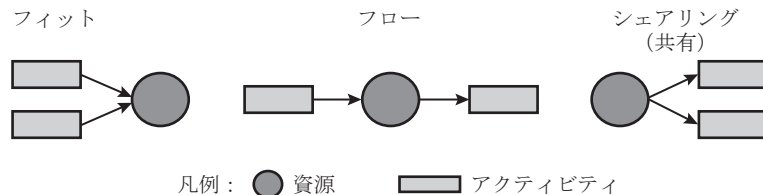
17) このセグメントに位置する企業の戦略を國領 (1999, 21) は「オープン・アーキテクチャ戦略」と称する。それは、「本来複雑な機能を持つ製品やビジネスプロセスを、ある設計思想（アーキテクチャ）に基づいて独立性の高い単位（モジュール）に分解し、モジュール間を社会的に共有されたオープンなインターフェイスでつなぐことによって汎用性を持たせ、多様な主体が発信する情報を結合させて価値の増大を図る企業戦略」のことである。

18) トンプソン (Thompson, 1967 : 54-55) は、組織内の技術の必要要件から発生する部門間の相互依存の 3 形態—それぞれの部分が全体に対して別々の貢献をなし、かつ各部分が全体によって支持されている集団共有的相互依存、ある工程のアウトプットが次の工程のインプットとなり順序も特定できる連続的相互依存、各部分のアウトプットが他の部分に対してのインプットとなりその逆もあり得る互酬的相互依存—を示した。すべての組織には集団共有的相互依存関係があり、より複雑な組織になると集団共有的なものととも連続的な相互依存関係が存在し、そして最も複雑な組織になると、集団共有的、連続的、互酬的な相互依存関係がみられる。ある組織に互酬的相互依存関係がみられるということは、自動的に、連続的および集団共有的相互依存関係も含まれているということを意味している。また、連続的相互依存関係を持つ組織には、

互依存関係の 3 つの形態 — 互酬的 (reciprocal), 連続的 (sequential), 集団共有的 (pooled) 相互依存 — を提示し, それぞれに適格的な調整メカニズム — 相互調節 (mutual adjustment), 計画 (plan), 標準化 (standardization)¹⁹⁾ — を関連づけた。製品アーキテクチャ論の中には, トンプソンの知見を援用して製品アーキテクチャに適格的な調整メカニズムを提示してきた研究もある (e.g. Pfaffmann, 2000 ; 韓, 2002)。例えば, Pfaffmann (2000) はモジュラー・アーキテクチャには集団共有的及び連続的な相互依存が対応し, インテグラル・アーキテクチャには互酬的及びチーム・ベースの相互依存が対応するとしている²⁰⁾。

トンプソンのアイデアをアクティビティ間の相互依存に適用したのがマローン等である (Malone, et al, 1999)。彼らは, アクティビティと相互依存の 3 つの基本タイプを図表 3 のような概念図であらわした。

図表 3 アクティビティと相互依存の 3 つの基本タイプ



出所) Malone, et al (1999)

フィット依存 (fit dependency) は, それぞれのエンジニアが別々の部品をデザインして製品システムを仕上げていくように, 複数のアクティビティが共同してひとつの資源 (resource) を生み出すときに現れる。ボーイングのトータル・シミュレーションやマイクロソフトのデイリー・ビルド (daily build) が調整メカニズムの例にあげられている。フロー依存は, あるアクティビティからアウトプットされた資源が他のアクティビティのインプットになるときに現れる²¹⁾。トヨタ自動車のかんばんシステムやバッファ在庫がその例にあげられている。シェアリング依存は, 財布を同じくする予算を別々の活動に配分するように, 複数のアクティビティ

集団共有的タイプの相互依存関係が含まれる。相互依存関係の 3 つの形態は, 上に述べたような順序で調整がしだいに困難になる。次第に, 高いコンテンジエンシー要因を含むようになるからである。

19) 相互調節による調整は, 行為のプロセスを通して新しい情報を伝達することを含んでいる。状況がより変動的かつ予測不可能なものになればなるほど, 相互調節による調整への依存度が高まる。計画による調整には相互依存的な部門間にスケジュールを設定することが含まれ, それによって各行為が支配される。標準化には手順あるいはルールの設定も含まれ, これによって各部門や各職位の行為を相互依存的な関係にある他の行為と一致するような方向に向かわせる。標準化による調整において重要な仮定は, 一連のルールが内部的に一貫性を持ちうるということである。状況が安定的なときに標準化への依存度が高まる。

20) Pfaffmann (2000:264)。Pfaffmann はトンプソンの提示した 3 つの相互依存の形態に対してチーム・ベースの相互依存を追加している。

21) マローン等は, フィット依存をさらに 3 つの種類 — 「プレレクイジット (prerequisite): “適時 (right time)”」, 「アクセシビリティ (accessibility): “適所 (right place)”」, 「ユーザビリティ (usability): “適材 (right thing)”」 — に分類している (Malone, et al, 1999 : 431)。

が同じ資源を使用するときに現れる。予算や市場的な入札（market-like bidding）がその例にあげられている。

トンプソン、マローン等による3つの相互依存に適合的な調整メカニズムについて言及してきたが、組織論の世界では、より包括的な分類としてミンツバーグによる5つの調整メカニズムが知られている（Mintzberg, 1979）。すなわち相互調節（フィードバック）、直接監督（direct supervision）、仕事のプロセスの標準化（プログラミング）、仕事のアウトプットの標準化（プランニング）、仕事のスキルの標準化の5形態である²²⁾。そして、これらの研究成果を総合したレイマースは、相互依存関係に適合的な調整メカニズムを提示した（Reimers, 2000）。レイマースは、ミンツバーグの分類に価格メカニズムを加えた調整メカニズムと相互依存の対応関係を示している²³⁾。組織内部の調整メカニズムのひとつとして振替価格が存在するように、価格メカニズムを含めた調整メカニズムのリストは、階層組織から市場に至るまで、諸アクターのアクティビティ間の調整を考察対象とする本稿のモデル構築にとって有用である²⁴⁾（図表4参照）。

図表4 調整メカニズムの分類

相互依存関係	互酬的／フィット	連続的／フロー	集団共有的／シェアリング
調整メカニズム	直接監督 相互調節	直接監督 プログラミング プランニング スキル標準	直接監督 プログラミング プランニング スキルの標準化 価格調整

出所）Reimers（2000）に加筆し作成。

図表4を参照しながら、3つの相互依存関係に適合する調整メカニズムを確認しておこう。相互調節は、互酬的／フィット依存にのみ適合的な調整メカニズムである。なぜならば、連

22) Mintzberg (1979: 2-8). 相互調節は、フィードバックによる調整とも称される（March = Simon, 1958）。相互調節はアクターによって実行されるアクティビティが、それぞれのアクターの求めに応じて実行されるよう相互に監視し合うことを意味する。直接監督は、ひとりのアクターが他のアクターのアクティビティに責任を持ち、彼の指示（命令）に沿うようアクティビティを監視することを意味する。仕事のプロセスの標準化は、プログラミングとも称される（March = Simon, 1958）。プログラミングは、アクティビティが事前の取り決め通りに実行されることを意味する。仕事のアウトプットの標準化は、プランニングとも称され（Kieser = Kubicek, 1983）、アクティビティ間で受け渡されるリソースの質・量・タイミングが事前に決められていることを意味する。仕事のスキルの標準化とは、アクティビティが決められた通りに機能することを意味する。機能の担保のために、アクティビティの実行主体には事前の教育・訓練が求められる。スキルの標準化は、人材の育成に関わる様々な立場の人が共通の認識を持つための参照モデルであり、アクティビティ間の調整に不可欠というよりも、それ自体の標準化によってプログラミング及びプランニングに間接的に寄与するメカニズムと言える。

23) レイマースは、ワーク・スキルの標準化は概して教育機関において実施されるとして、考察の対象から外している。

24) 調整メカニズム（e.g. スポット市場）と調整の担当者（e.g. マーケットメーカー）、調整の手段（e.g. 価格、規格、仕様）については島田（1998: 43）参照。

続的／フロー依存と集団共有的／シェアリング依存ではリソースのインプットとアウトプットとが標準化されているので、相互調節を連続的／フロー依存と集団共有的／シェアリング依存に適用するのは調整能力（coordination capacity）の浪費にほかならないからである。対照的に互酬的／フィット依存と連続的／フロー依存では、アウトプットされたリソースの分配をアクティビティ間の入札に委ねるわけではないので、価格メカニズムを適用する術はない。プログラミングとプランニング、スキルの標準化は、連続するアクティビティ間で受け渡されるリソース（ないしアクティビティ自身）の要件を事前に決めておく必要がある。ゆえに連続的／フロー依存及び集団共有的／シェアリング依存に適用することができるが、互酬的／フィット依存に適用することはできない。最後に直接監督は、3つの相互依存の全てに適用可能な最も包括的な調整メカニズムである。直接監督は、アウトプット相互のフィット、円滑なワークフローの進行、複数アクティビティによってリソースの共有が必要な場合のリソースの割り当てが可能のように調整することができる。

相互依存関係と調整メカニズムの関係を、我々のモデルにマッピングしたものが図表 5 である。左上（システミック／クローズド）と左下（システミック／オープン）のシステミック・イノベーションのセグメントでは、製品システムを構成する要素間の相互作用がクローズド・アドホック・インターフェイスないしオープン・アドホック・インターフェイスによって調整される。しかたがって、互酬的／フィット依存に位置づけられる直接監督と相互調節が適合的な調整メカニズムである。ただし、オープン・アドホック・インターフェイスには、2社以上による調整が必要になる。したがって直接監督の役割は、企業間の相互調節に委ねられることになる。もっとも企業間の相互調節に委ねられるとはいえ（相互調節に委ねられるがゆえに）、その相互関係は常に両者（社）対称的とは限らない。オープン・アドホック・インターフェイスによ

図表 5 調整メカニズムの類型

	システミック・イノベーション	自律的イノベーション
クローズド（企業内）	直接監督 相互調節	直接監督 プログラミング プランニング スキルの標準化 振替価格
オープン（企業間）	相互調節（企業間）	プログラミング標準 プランニング標準 スキル標準 価格メカニズム

出所）筆者作成。

て調整される企業間関係の典型としての「系列」が、独占的な支配力を行使して在庫圧縮が図られ価格・数量変動のリスクを下請け企業に転嫁する「中間組織」「準ヒエラルキー」などと称されるように、調整メカニズムは多分に企業間の直接監督の相互調節に委ねられる場合もあるだろう。

右上（自律的／クローズド）と右下（自律的／オープン）の自律的イノベーションのセグメントでは、連続的／フロー依存及び集団共有的／シェアリング依存に位置づけられるプログラミング、プランニング、スキルの標準化、価格調整が適合的な調整メカニズムである。なぜなら、製品を構成する要素間の相互作用があらかじめ設定されたインターフェイスによって調整されるからである。直接監督は、アウトプット相互のフィット、円滑なワークフローの進行が可能である。また複数アクティビティによってリソースの共有が必要な場合にリソースを割り当てることができるようアクターに指図することができる。しかし自律的イノベーションが望ましい状況では、集権的な調整メカニズムとしての直接監督よりも、出来る限りプログラミング、プランニング、スキルの標準化による調整に委ねるほうが効率的である。これら調整メカニズムが階層組織を越えて広がる場合には、特に企業内のそれと区別して、ここではプログラミング標準、プランニング標準、スキル標準と称する。直接監督（命令や責任）の範囲が階層組織を越えて受容されるとき、その主体はデジュール標準化機関や、デファクト標準を介しての市場における調整の余地を広げていくことになる。

2-3 「インターフェイス」と組織構造

最後に、それぞれの調整メカニズムに適合的な組織構造をマッピングしてモデルを仕上げることにしよう。ミンツバーグの5つの組織構造に照合させて、それぞれの調整メカニズムに適合的な組織構造を示したものが図表6である。ミンツバーグは、直接監督、相互調節、プログラミング、プランニング、スキルの標準化に適合的な組織構造として、それぞれ単純構造（simple structure）、アドホクラシー（adhocracy）、機械的官僚制（machine bureaucracy）、事業部制（divisionalized form）、専門的官僚制（professional bureaucracy）を対応させた（Mintzberg, 1981 : 104）²⁵⁾。

ミンツバーグの考察対象が企業内部の調整メカニズムであることから、図表6の左上（シス

25) 直接監督により調整が集権的に司令塔で行われ、命令がCEOによって下される。ここに最低限のスタッフとミドルラインしか持たない単純構造が現れる。相互調節によって調整されたプロジェクト・チームで共同作業をさせることによってアドホクラシーが現れる。プログラミングによって調整が行われる場合には、組織の全管理構造、特に作業プロセスの標準を設計するテクノストラクチャーを拡充する必要がある。これにより機械的官僚制が現れる。組織がいくつかの並行的な業務ユニットに分割され、それぞれのユニットに自律が認められ、調整がユニットのアウトプットの標準化によって達成されるとき事業部制が現れる。従業員のスキルの標準化を通して調整が進められる場合、組織にはオペレーションの核心部分に熟練した専門家と、そのサポートにあたる相当人数のスタッフが必要になる。このとき、専門的官僚制が現れる。

図表 6 組織アーキテクチャの類型

	システミック・ イノベーション	自律的 イノベーション
クローズド (企業内)	単純構造 アドホクラシー	単純構造 機械的官僚制 事業部制 専門的官僚制 振替価格
オープン (企業間)	企業間 アドホクラシー	垂直的企業間関係 水平的企業間関係 アウトソーシング 競争的企業間関係

出所) 筆者作成。

テミック／クローズド)、右上(自律的／クローズド)のセグメントには、図表 5 で示されたそれぞれの調整メカニズムに適合的な組織構造がそのままマッピングされている。

他方、左下(システミック／オープン)のセグメントは、調整が企業間に及ぶので企業間アドホクラシーとした。図表 2 のガバナンス構造の類型において「企業間分業：戦略提携型(閉鎖的なネットワーク)」と位置づけられたように、このセグメントの組織アーキテクチャの特徴はアドホック・オープン・インターフェイスを介した企業間関係である。企業間の相互調節を通じて、製品システム全体の最適設計に比較優位を発揮する。

右下(自律的／オープン)のセグメントは、図表 2 のガバナンス構造の類型において「企業間分業：電子市場商取引型(オープンなネットワーク)」と位置づけられたように、組織構造の特徴はオープン・インターフェイスを介した企業間関係である。階層組織を越えた機械的官僚制、事業部制、専門的官僚制を、それぞれ垂直的企業間関係、水平的企業間関係、アウトソーシングとした。機械的官僚制では安定的な環境を求めて、リソースのインプット元とアウトプット先をコントロールすべく垂直統合が推進される。統合の範囲が階層組織を越える場合に垂直的な企業間関係(垂直的市場取引)が現れ、企業間の依存関係はプログラミング標準によって調整されることになる。事業部制では依存関係が並行的に分割され、それぞれに自律性が認められる。並列的な依存関係が階層組織を越える場合に水平的な企業間関係(水平的市場取引)が現れ、一方からアウトプットされるリソースはプランニング標準によって調整されることになる。専門的官僚制では、従業員のスキルの標準化を通してオペレーションの調整が進められる。アクティビティに必要なスキルが階層組織を越えて通用性を持つ場合や、弁護士や会計士などの士業に代表される社会的に規定・養成される専門スキル、あるいはデジュール標準機関によって認定されたスキル標準によって定型化されたアクティビティの市場調達が可能となき、アウ

トソーシング（価値活動の市場取引）が現れてくる。最後に価格メカニズムは、依存関係が企業間競争を通じて調整されるという意味で競争的企業間関係とした。それは、アルゴリズム的自由市場取引をも視野におさめる最も一般的な形態の企業間関係である。競争的企業間関係は、前述の垂直的・水平的企業関係及びアウトソーシングを包括する。

以上、イノベーションのタイプと範囲に適合的なインターフェイス、製品アーキテクチャ、ガバナンス構造、調整メカニズム、組織構造の関係をまとめたものが図表 7 になる。

図表 7 イノベーションのタイプとの適合関係

イノベーション	インターフェイス	製品アーキテクチャ	ガバナンス構造	調整メカニズム	組織構造
システムック／クローズド	クローズド・アドホック・インターフェイス	クローズド・インテグラル型	階層組織	直接監督 相互調節	単純構造 アドホクラシー
自律的／クローズド	クローズド・インターフェイス	クローズド・モジュラー型	階層組織	直接監督 プログラミング プランニング スキルの標準化 振替価格	単純構造 機械的官僚制 事業部制 専門的官僚制 振替価格
システムック／オープン	オープン・アドホック・インターフェイス	オープン・インテグラル型	市場 (戦略提携型)	相互調節 (企業間)	企業間 アドホクラシー
自律的／オープン	オープン・インターフェイス	オープン・モジュラー型	市場 (電子市場 利用型)	プログラミング標準 プランニング標準 スキル標準 価格メカニズム	垂直的企業間関係 水平的企業間関係 アウトソーシング 競争的企業間関係

出所）筆者作成。

本モデルの既存研究に対する貢献は、組織ドメインの違いを明示的に区別しながら、イノベーションのタイプや製品アーキテクチャ類型との適合関係を一つのモデルの中で包括的に関連づけた点にある。

別稿にて実証されるように、このモデルを基礎にすることによって、たとえば、ある企業なりコンソーシアムがオープン・モジュラー型の製品アーキテクチャの実現を目標に掲げているにもかかわらず思うようにいかなかった場合、既得権益やインセンティブメカニズム（ガバナンス構造）に問題があるのか、適切な組織構造を準備しきれなかったのか、はたまたオープン・インターフェイスに委ねるべき調整メカニズムのひとつを欠いてしまったことに依るのか、組織ドメインに応じて原因を想定し、適切な方策を練ることができる。

また、既存モデルは、例えばインテグラル・アーキテクチャの製品システムに必要な知識が企業間に跨って存在することを前提にはしていない（e.g. Chesbrough = Teece, 1996 ; Fine,

1998; 楠木=チェズブロー, 2001), あるいはモジュラー性をオープン性の必要条件においている場合がほとんどである (e.g. 藤本, 2001, 2003b)。そのため, インテグラル・アーキテクチャの製品システムについては, 全ての要素を内部で開発・生産して企業内部の階層権限に基づく直接監督や部門間の相互調節による調整が望ましいという結論になってしまう。しかし, モジュラー化はオープン化を進めるうえでのひとつの重要な戦略ではあるが, 必ずしもモジュラー化されなければオープン化が進まないことはない(青島・武石, 2001)。そしてシステムック・イノベーションには一特にその対象が複雑な製品システム (CoPS) であるほどますますオープンな組織間関係を伴うイノベーションのプロセスを必要としている (Maula, et al, 2006)。新しいモデルは, オープン・アドホック・インターフェイスを媒介とした企業間のインテグラルな関係を, そのほかの組織構造と同一のフレームワークの中で認識することが可能である。そして次章で展開されるように, それはオープン・モジュラー型の実現の前提として, 企業間でオープンに調整すべきことを事前に明示する上においても, オープン・インテグラル型は重要なセグメントになってくる。

3 「インターフェイス」の動的な策定

3-1 動的モデルの意義

そもそも我々がイノベーションのタイプに適合的な「インターフェイス」や各種組織ドメインを提示してきた理由は何であったのか? それは, 製品システムを分割し, 繋げるインターフェイスの成立過程, すなわち調整メカニズムをインターフェイスに埋め込むプロセスと, そのプロセスに適合する組織構造のあり様を考察するためであった。それは, オープン・インターフェイス (インターフェイス標準) を所与のものとして捉え, その事前の策定プロセスや, そのプロセスに必要な組織構造には関心が払われていない既存の研究 (e.g. Langlois = Robertson, 1995; Langlois, 2003) を補強するためであった。

しかし, 本稿において提示してきたモデルは, イノベーションのタイプに応じ, そこから得られる便益を最大化するために適合的な「インターフェイス」や調整メカニズム, 組織構造を静的にマッピングしたものに過ぎない。したがって, このモデルのままでは動的なコンテキストの中で企業が「インターフェイス」や組織ドメインを選択し, それらを効果的・効率的に策定するプロセス, そのプロセスにおける企業の投企的な取り組みを分析の俎上に載せることができない。

分析フレームワークの静的性に関する批判は, 既存の製品アーキテクチャ論に対しても同様に提起されている。福澤 (2008) は, 既存の製品アーキテクチャに関する議論では, 企業が製品アーキテクチャをシフトさせていくプロセスについては十分に明らかにされていないと指摘

する。確かに製品アーキテクチャは企業の主体的な設計活動を通じて生み出されてくるという前提が置かれているけれども、実際に研究する際には、「製品アーキテクチャ」を組織が適応すべき一種の「環境の変化」として捉えているという。例えば、楠木・チェズブロウ（2001）における、「モジュラー型の製品アーキテクチャに対してはモジュラー型の組織戦略が適している」という主張は、製品アーキテクチャを、組織が適応すべきある種の「環境」として認識したうえで、それがモジュラー化した状況下で、どのような組織のあり方が適しているのかという観点からなされているものであり、製品アーキテクチャをモジュラー化するためには組織においてどのような相互調整が行われる必要があるのかについては、十分には明らかにされていない（福澤，2008：56-57）。

製品アーキテクチャのシフトには、産業構造の変化をはじめ多くの要因が関係している。それを駆動してきたのは特定の時点における特定の企業の意思決定であり、その集合的結果として製品アーキテクチャが変化してきた（榊原，2005）。製品アーキテクチャは、製品や企業を取り巻く外部環境の変化によってダイナミックな変化を見せることが常であり、逆に企業自身が戦略的に規定する余地を持つのである（青島・武石，2001）。

まさに我々は、静態的モデルを基礎としつつも、製品システムの局所的調整の容易化と全体的調整による最適化のメリットを両天秤にかけ、企業がインターフェイスや製品アーキテクチャを投機的に変更していくプロセスを捕捉することのできる動態的モデルの提示が必要である。ドミナント・デザインを導入していかに自律的イノベーションから得られる果実を最大化していくのか？ インターフェイスをいかに設定してインテグラルなアーキテクチャを持つ製品をモジュラー型へとシフトさせていくことができるのか？ そのインターフェイスを産業大で広げていくためにはどうしたらよいのか？ その際、インターフェイスに埋め込まれる調整メカニズムはいかなる形態なのか？ そのメカニズムを埋め込むために適合的な組織構造はいかなるものなのか？ すでにこれらの疑問に答えようとする事例研究も見られるようになってきているものの（e.g. 伊藤，2005；具，2008；福澤，2008），なぜそのような組織構造でなければならないのかを理論的に説明する作業の多くは手付かずのままである。

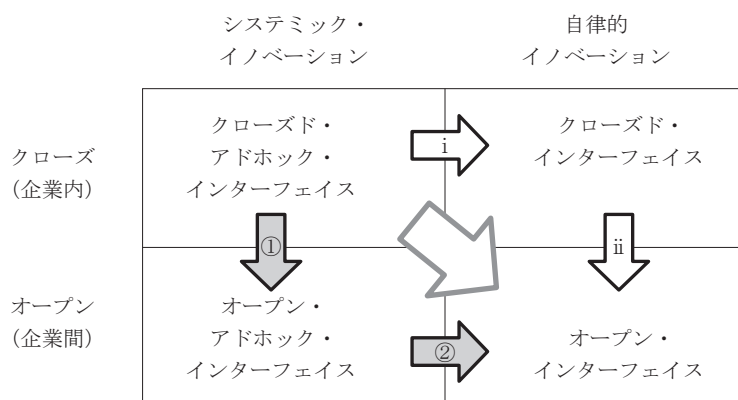
3-2 動態モデルの構築

それでは、イノベーションをシステム的なものから自律的な性質に変化させる、あるいは製品アーキテクチャをクローズド・インテグラル型からオープン・モジュラー型にシフトするために（したがって「インターフェイス」をクローズド・アドホック・インターフェイスからオープン・インターフェイスに作り変えていくために）、企業が各種調整メカニズムをインターフェイスに埋め込んでいくプロセス及び、そのプロセスに適合する組織構造を同定することの出来る動態モ

デルの構築を試みよう²⁶⁾。

図表 8 は図表 2 をもとにして、クローズドなシステミック・イノベーションに適合的な製品システム（クローズド・アドホック・インターフェイスの集合システム）を、モジュラー化のメリットが最大限に発揮されるオープンかつ自律的イノベーションに適合的な製品システム（オープン・インターフェイスの集合システム）に変更するための経路（太線）を図式化したものである。

図表 8 「インターフェイス」の変更プロセス



出所) 筆者作成。

この図は、企業が「インターフェイス」を変更するにあたって、クローズド・アドホック・インターフェイスからオープン・インターフェイスへと一足飛びにはいかず、2つの経路（①②及びi ii ないしその混合）を辿ることを示している。すなわち、

- ・ クローズド・アドホック・インターフェイスをオープン・アドホック・インターフェイスに変更し（①）、それをオープン・インターフェイスへと変更するプロセス（②）と、
- ・ クローズド・アドホック・インターフェイスをローカル・インターフェイスに変更し（i）、それをオープン・インターフェイスへと変更するプロセス（ii）である。

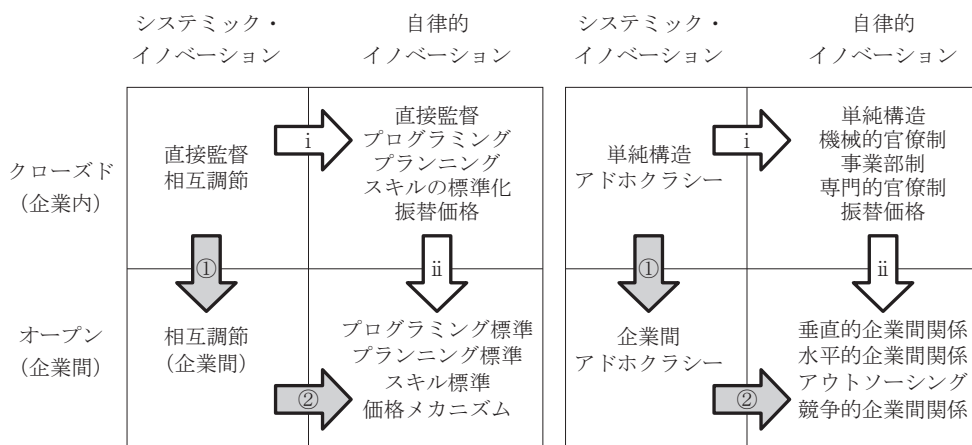
既に我々は、元来未分割のシステミックな性質をもった製品システムを垂直的に分化させる調整メカニズム（垂直的分業）としてのオープン・インターフェイスと、別々のシステムやアクティビティを水平的に連結させる調整メカニズム（水平的協業）としてのオープン・インターフェイスの二つの類型を確認してきた（徳田，2011）²⁷⁾。それぞれのプロセスにおいて、企業が

26) ここでは、イノベーションが一般的にはシステミックなものから自律的なものへ、製品アーキテクチャがインテグラル型から統合型にシフトするものとして前提を置いているが、イノベーションの経路が逆を辿るようなケース、すなわち取り扱うイノベーションの質は異なるが、例えばドミナント・デザイン（Utterback, 1994）からアパナシー等が「脱成熟化」の可能性を提示したものや（Abernathy = Clark = Kantrow, 1983）、製品アーキテクチャがモジュラー型からインテグラル型にシフトする場合（Fine, 1998；楠木・チエズブロー, 2001）にも、本論で提示されたモデルを応用することが出来る。

27) 後者の調整メカニズムを備えたインターフェイスによるアクティビティの連結を中馬（2004）は「一目瞭

いかなる調整メカニズムをそれら「インターフェイス」に埋め込み、移譲し得るのか？ そのプロセスに適合的な組織構造はどのようなものなのか？ 動態的なプロセスの考察に入ろう。

図表 9 調整メカニズムと組織構造の変更プロセス



出所）筆者作成。

図表 9 は調整メカニズムと組織構造の類型（図表 5、図表 6）の変更プロセスを表したものである。企業がプロセス i を選択する場合、企業内システミック・イノベーションに適合的な調整メカニズムである直接監督、相互調節を直接監督、プログラミング、プランニング、スキルの標準化に置き換える必要がある（図表 9 左）。つまり、分化し得ない依存関係については引き続き直接監督に委ねるにしても、相互調節については出来る限り企業内部で新たに細分化された分業を作り出し、依存関係をプログラミング、プランニング、スキルの標準化が予め埋め込まれたクローズド・インターフェイスに置き換える必要がある²⁸⁾。

並行してプロセス i に適合的な組織構造は、事後に機械的官僚制、事業部制、専門的官僚制が現れてくるように（図表 9 右）、事前に依存関係の分割を担う（分割の対象となる）アドホクラシー自身となる。具体的アドホクラシーは、事業部横断的タスクフォースやマトリクス構造を編成して階層組織内の諸部門間との連携を図りながら自らのアクティビティの分割に努める

然化」、奥野＝渡邊（2006）は「マニフェスト化」と称している。外部に分かりにくい閉じたインターフェイスでは、企業間のみならず企業間の英知を結集するスピードを上げられない。スピードを上げるためには、社内外の様々な専門家間でのコミュニケーション効率を上げなければならない。したがって、インテグラルな製品であっても不完全ながらも一目瞭然化＝オープン化（“事後のモジュラー性”）を意識した設計思想が不可欠である（中馬，2004：75-76）。同様のコンテキストで、ラングロアはクラスターツールを製造するのに異なる能力を統合する方法として、ひとつの企業内にそれらを集めることと、複数の企業に分散している能力（competences）を、契約を通じて統合することを指摘している（Langlois, 2004：18）。契約を通じた統合のメディアの一形態が、本稿でいうオープン・アドホック・インターフェイスになるであろう。

28) 置き換えが出来ない残余の相互調節は、直接監督に担われるということであろう。

ことになるだろう。理論的には、機械的官僚制の編成には、連続的な各々のアクティビティが自律性を保ちながらリソースが各アクティビティ間をスムーズに通過可能なように依存関係の垂直的な分割（垂直的クローズド・インターフェイスの策定）を担う「プログラミング型アドホクラシー（階層内垂直連携）」が必要になる。事業部制の編成には、アウトプットの標準化として知られるように並列的な各々のアクティビティが自律性を担保しながらも全体に対して貢献しつつ、且つ各々が全体によって支持されるように、依存関係の並列的な分割（水平的クローズド・インターフェイスの策定）を担う「プランニング型アドホクラシー（階層内水平連携）」が必要になる。専門的官僚制の編成には、スキル標準によって各要素に配分されるアクティビティの調整が自動的に実現されるように、予めアクティビティに求められる要件の定型化を図る「アクティビティ定型化アドホクラシー」が必要になる。この場合、標準化の対象は、アクティビティ自体（モジュラー内部）にまで及ぶ。病院や大学、会計事務所などが好んで取り入れることの多い組織構造として知られる専門的官僚制であるが、標準化されるスキルが階層組織内部にとどまる限りは、専門家を訓練する外部の協会や学術機関を利用することが出来ないために、標準を設計するテクノストラクチャを企業内部にて拡充する必要がある。

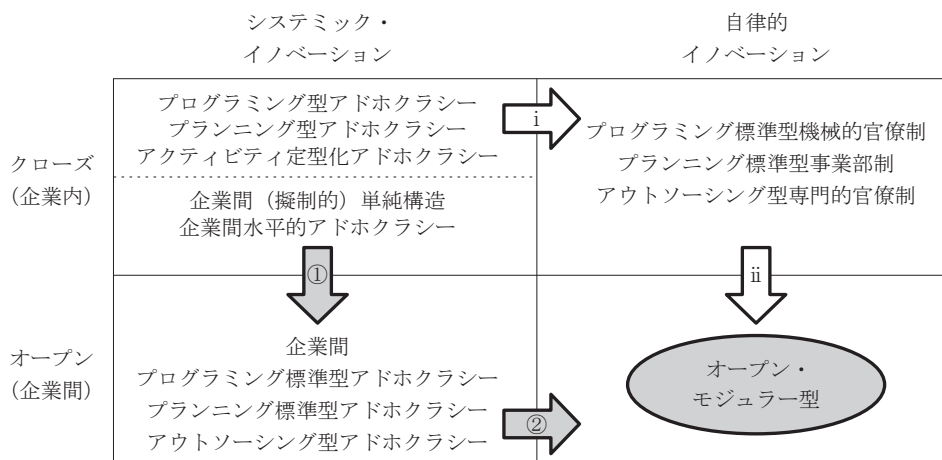
企業がプロセス①を選択する場合、企業内システミック・イノベーションに適合的な調整メカニズムである直接監督、相互調節を企業間の相互調節に置き換える必要がある。つまり、企業内でのみ適用可能なクローズド・アドホック・インターフェイスを、他社のアクティビティとも連結できるよう直接監督と相互調節が予め埋め込まれたオープン・アドホック・インターフェイスに置き換えていくことである。並行して、プロセス①に必要な組織構造は、企業間アドホクラシーが事後に現れてくるように、事前に他社との代替的・補完的なアクティビティとの調整を担う企業間の連携（代替的・補完的単純構造、代替的・補完的アドホクラシー）になる。すなわちアドホック企業間関係の編成には、例えば前章で見た企業間の「直接監督の相互調節」に委ねられている「系列」や合併事業のように、企業間でアドホックな司令塔を設けて、司令塔からの指示によって企業間のアクティビティの調整がはかられる「企業間単純構造（企業間擬制的単純構造）」が必要になる。また、これまで企業内で閉じていたアドホクラシーによる相互調節は、代替的・補完的な企業間の定期的なマネージャー会談のほかミドル・マネージャやエンジニアレベルのミーティングなど様々な公式的・非公式的コミュニケーション・チャンネルを通じた水平的・垂直的な企業間アドホクラシーを必要とする。

企業がプロセス ii を選択する場合、企業内自律的イノベーションに適合的な調整メカニズムを、プログラミング標準、プランニング標準、スキル標準に置き換える必要がある。つまり、企業内でのみ適用可能なクローズド・インターフェイスを他社でも代替的に連結・利用できるよう、プログラミング標準、プランニング標準、スキル標準が予め埋め込まれたオープン・インターフェイスに置き換えていくことである。並行してプロセス ii に必要な組織構造、垂直的

企業間関係、水平的企業間関係、アウトソーシングが事後に現れてくるように、事前に他社のアクティビティとの水平的な統合を担う企業間のプログラミング標準型機械的官僚制、プランニング標準型事業部制、アウトソーシング型専門的官僚制になる。特に企業間のアウトソーシング型専門的官僚制の編成には、社内のスキルが市場においても通用性を持つような働きかけ（例：スキル標準を普及させる外郭団体の設立、デジュール標準機関へのアップストリーム活動）が必要になってくる。競争的企業間関係の編成は、例えばデファクト・スタンダードを巡る競争に代表されるように、調整がつかない場合の階層組織（単純構造）間の競争（淘汰・統合）と想定することができる。

最後に企業がプロセス②を選択する場合、企業間システミック・イノベーションに適合的な調整メカニズムである企業間の相互調節を、プログラミング標準、プランニング標準、スキル標準に置き換える必要がある。つまり、企業間の相互調節については企業間で新たに分業を作り出し、プログラミング標準、プランニング標準、スキル標準が予め埋め込まれたインターフェイスに置き換えるということである²⁹⁾。そして、そのプロセスで必要とされる組織構造は、企業間関係（垂直的企業間関係、水平的企業間関係、アウトソーシング）が事後に現れてくるよう事前に依存関係の垂直的分割を担う企業間のプログラミング標準型アドホクラシー、プラン

図表 10 アーキテクチャのシフトに備えて準備すべき組織アーキテクチャ



出所）筆者作成。

29) プランニング型アドホクラシーは、水平的分業関係にある多様なアクティビティを垂直的分業として組織化するものと言い換えることができる。マルクスは、マニファクチュアの二つの基本的な形態として、「有機的」マニファクチュアと「異種的」マニファクチュアを区別している。前者はスミスのピン製造工場や縫針マニファクチュアのように、原料が一連の段階的諸過程を通過することによって製品が出来上がる形態である。後者は、時計マニファクチュアのように様々な部品を製作する部門と組み立てる部門から成る形態である（Marks, 1867：邦訳書 第4篇 第12章 参照）。異種的マニファクチュアについて西田は、水平的分業関係にある多様な職業を一つの企業内部で垂直的分業として組織するものと考えられるとしている（西田, 2000：16）。

ニング標準型アドホクラシー、アウトソーシング型アドホクラシーである。アウトソーシング型アドホクラシーでは、企業間でスキル標準を調整するだけではなく、スキルの教育・訓練を担う協会や学術機関との調整も必要になるであろう。

以上、イノベーションをシステミックなものから自律的な性質に変化させる、あるいは製品アーキテクチャをクローズド・インテグラル型からオープン・モジュラー型にシフトするための 2 つの経路に沿って、製品システムを分割し、そして繋げるインターフェイスの成立過程、すなわち調整メカニズムをインターフェイスに埋め込む動態のプロセスと、そのプロセスに適合する組織構造が明らかにされた。図表 10 は、そのプロセスにおいて事前に企業が必要とする、あるいは準備しておくべき組織構造をまとめたものである。

漸く我々は、アーキテクチャのシフトという動態的なコンテキストの中で企業が適切な組織ドメインを選択し、効果的・効率的に「インターフェイス」を策定するプロセス、そのプロセスにおける企業の投企的な取り組みを分析の俎上に載せることが可能になった。モデルの有効性・通用性については、本モデルを利用した事例の分析を通じて一例えばそれは国際標準の成立過程や、その成果の分析に有効と思われる一稿を改めて検証したい。

<参考文献>

- Abernathy, W.J., K.B. Clark., A.M. Kantrow. (1983) *Industrial Renaissance: Producing a Competitive Future of America*, Basic Books, 1983. (望月嘉幸監訳 日本興行銀行調査部訳『インダストリアル・ルネサンス：脱成熟化時代へ』TBS ブリタニカ, 1984 年)
- Baldwin, C.Y., K.B. Clark. (2000) *Design Rules: The Power of Modularity*, Cambridge, MA, MIT Press. (安藤晴彦訳 2004『デザイン・ルール：モジュラー化パワー』東洋経済新報社)
- Blind, K. (2006), “Explanatory factors for participation in formal standardization processes: Empirical evidence at firm level”, *Economics of Innovation and New Technology*, 15 (2), pp.157-170.
- Brusoni, S., Prencipe, A (2001) “Unpacking the Black Box of Modularity: Technologies, Products and Organizations.” *Industrial and Corporate Change*, vol.10 , No.1, pp.179-205.
- Casson, M. (1997) *Information and Organization: A New Perspective on the Theory of the Firm*, Oxford University Press. (手塚公登・井上正訳『情報と組織：新しい企業理論の展開』アグネ承風社, 2002 年)
- Chesbrough, H.W., Teece, D.J (1996), “When is Virtual Viirtuous? Organizing for innovation”, *Harvard Business Review*, 1, Jan-Feb, pp.65-73.
- Chiao, B., Lerner, J., Tirole, J. (2005), *The Rules of Standard-setting Organizations: An Empirical Analysis*, Harvard NOM Working Paper, No.05-05 (<http://ssrn.com/abstract=664643>).
- De LACEY, B.J., Herman, K., Kiron, D.J., Lerner, J. (2006), “Strategic Behavior in Standard-Setting Organizations”, *Harvard NOM Working Paper*, Sept, 2006 (<http://ssrn.com/abstract=903214>).
- Ernst, D. (2005) “Limits to Modularity: Reflections on Recent Developments in Chip Design”, *Industry and Innovation*, 12 (3), pp.303-335.
- Fine, C.H. (1998), *Clock Speed: Winning Industry control in the Age of Temporary Advantage*, New York, NY: Perseus Books.

- Göpfert, J. (1998) *Modularisierung in der Produktentwicklung: Ein Ansatz zur gemeinsamen Gestaltung von Technik und Organization*, Gabler Verlag, Wiesbaden.
- Katz, M.L., Shapiro, C. (1985), "Network Externalities, Competition, and Compatibility", *American Economic Review*, 75 (3), pp.424-440.
- Katz, M.L., Shapiro, C. (1986), "Technology Adoption in the Presence of Network Externalities", *Journal of Political Economy*, 94 (4), pp.822-841.
- Katz, M.L., Shapiro, C. (1994), "Systems Competition and Network Effects", *Journal of Economic Perspectives*, 8 (2), pp.93-115.
- Kieser, A., Kubicek, H. (1983) *Organisation*. Berlin, New York: Walter de Gruyter, 2. Auflage.
- Langlois, R.N. (2003), "The vanishing hand: the changing dynamics of industrial capitalism", *Industrial and Corporate Change*, 12 (2): 351-385.
- Langlois, R.N. (2004) "Competition through Institutional Form: the Case of Cluster Tool Standards", *Department of Economics Working paper Series*, University of Connecticut, Working Paper 2004-10.
- Langlois, R.N., Robertson, P.L. (1995), *Firms, Markets and Economic Change: A Dynamic Technology of Business Institutions*, Routledge.
- Malone, T.W., Crowstone, K., Lee, J., Pentland, B., Dellarocas, C., Wyner, G.M., Quimby, J., Osborn, C., Bernstein, A., (1999) "Tools For Inventing Organizations: Toward a Handbook of Organizational Processes" *Management Science*, 43 (3), pp.425-443.
- March, J.G., Simon, H.A (1958) *Organizations*, New York, London, Sydney : Wiley.
- Marks, K (1867) *Das Kapital*, Buch I (長谷部文雄訳『資本論 (3)』青木文庫, 1952 年)
- Maula, M.V.J., Keil, T., Salmenkaita, J-P. (2006) "Open Innovation in Systemic Innovation Contexts" in Chesbrough, H. et al. *Open Innovation: Researching a New Paradigm*. Oxford: Oxford University Press.
- Milgrom, P., Roberts, J. (1992) *Economics, Organization and Management*. Englewood CliffsNJ: Prentice Hall.
- Mintzberg, H (1979) *The Structuring of Organizations: A Synthesis of the Research*, Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall.
- Mintzberg, H (1981) "Organization design: fashion or fit?", *Harvard Business Review*, January-February, pp.103-116.
- Parnas, D.L., (1971) "Information distribution aspects of design methodology", *Proceedings of the IFIP Conference*, Vol.1, pp.339-344.
- Pfaffmann, E (2000) "Knowledge Maturity of Products, Modularity, and the Vertical Boundaries of the Firm," in Nicolai Foss and Volker Mahnke (eds.), *Competence, Governance, and Entrepreneurship: Advances in Economic Strategy Research*, Oxford University Press, pp.250-275.
- Reimers, K (2000) "Automating Coordination Mechanisms-Markets, Hierarchies, and Associations", in L. Svensson et al. (eds.) *Proceedings of the 23rd Information Systems Research Seminar in Scandinavia*, Vol.II, pp.1417-1439.
- Sachwal, F (2009) "Global open innovation networks, national systems and public policies" Symposium on Global Open Innovation Networks Paris, 23 January 2009.
- Sanchez, R., Mahoney, J.T (1996) "Modularity, Flexibility, and Knowledge Management in Product and Organization Design", *Strategic Management Journal*, 17 (S1), pp.63-76.
- Shapiro, C., Varian, H.R. (1999a), *Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy*, Harvard Business School Press, Boston (MA).
- Shapiro, C., Varian, H.R. (1999b), "The Art of Standards Wars", *California Management Review*, 41 (2), pp.8-32.

- Thompson, J.D. (1967), *Organizations in Action: Social Science Bases of Administrative Theory*, New York: McGraw-Hill. (監訳：高宮晋／訳：鎌田伸一・新田善則・二宮豊志 (1987 年) 『オーガニゼーション・イン・アクション』 同文館 『オーガニゼーション・イン・アクション』 同文館, 1987 年)
- Ulrich, K., (1995) "The role of product architecture in the manufacturing firm", *Research Policy*, 24 (3), 419-440.
- Ulrich, K., Eppinger, S.D. (1995) *Product Design and Development*, New York: McGrawHill.
- Utterback, J.M. (1994) *Mastering the Dynamics of Innovation: How Companies Can Seize Opportunities in the Face of Technological Change*, Harvard Business School Press. (邦訳：大津正和・小川進 『イノベーション・ダイナミクス：事例から学ぶ技術戦略』 有斐閣, 1998 年)
- 青木昌彦・安藤晴彦編 (2002) 『モジュラー化：新しい産業アーキテクチャの本質』 東洋経済新報社
- 青木昌彦「産業アーキテクチャのモジュラー化：理論的イントロダクション」 青木昌彦・安藤晴彦編 (2002) 『モジュラー化：新しい産業アーキテクチャの本質』 東洋経済新報社, pp.3-33
- 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, pp.27-70
- 浅羽茂 (1995) 『競争と協力の戦略：業界標準をめぐる企業行動』 有斐閣
- 中馬宏之 (2004) 「日本のサイエンス型産業が直面する複雑性と組織限界：半導体露光装置産業の事例から」『一橋ビジネスレビュー』 52 (3) 64-85
- 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, pp.3-26
- 藤本隆宏 (2003 a) 「組織能力と製品アーキテクチャ：下から見上げる戦略論」『組織科学』 Vol.36, No.4, pp.11-22
- 藤本隆宏 (2003 b) 『能力構築競争：日本の自動車産業はなぜ強いのか』 中公新書
- 福澤光啓 (2008) 「製品アーキテクチャの選択プロセス：デジタル複合機におけるファームウェアの開発事例」『組織科学』 Vol.41, No.3, pp.55-67
- 具承桓 (2008) 『製品アーキテクチャのダイナミズム：モジュラー化・知識統合・企業間連携』 ミネルヴァ書房
- 伊藤宗彦 (2005) 『製品戦略マネジメントの構築：デジタル機器企業の競争戦略』 有斐閣
- 韓美京 (2002) 『製品アーキテクチャと製品開発：自動車部品開発のケース』 信山社
- 楠木建・ヘンリー・W・チェズブロウ (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・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, pp.263-285
- 國領二郎 (1995) 『オープン・ネットワーク経営』 日本経済新聞社
- 國領二郎 (1999) 『オープン・アーキテクチャ戦略』 ダイアモンド社
- 目代武史 (2006), 「製品アーキテクチャの変革と開発組織の動態的適応に関する研究：自動車産業におけるセンターパネル・モジュラーの事例分析から」『日本経営学会誌』 第 17 号, pp.49-60
- 中川功一「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」『一橋ビジネスレビュー』 vol.56, No.2, pp.200-211
- 西田稔 (2000) 『イノベーションと経済政策』 八千代出版
- 延岡健太郎・上野正樹 (2005) 「中国企業の情報家電における競争力：モジュラー型製品開発における組み合わせ能力の限界」『国民経済雑誌』 191 巻 4 号, pp.35-51
- 奥野正寛・渡邊泰典 (2006) 「コーディネーション・システムとしての製品アーキテクチャ」『RIETI Discussion Paper Series』 06-J-007
- 榊原清則 (2005) 『イノベーションの収益化：技術経営の課題と分析』 有斐閣
- 島田克美 (1998) 『企業間システム：日米欧の戦略と構造』 日本経済評論社
- 末松千尋 (2005) 「モジュラーとインターフェース,あるいはネットワークの効用」『経済論叢』 第 175 巻 第 3 号, pp.45-71

- 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
- 徳田昭雄（2011）「調整メカニズムとしてのインターフェイスの類型化：イノベーションとインターフェイスの適合関係の考察を通じて」『立命館ビジネスジャーナル』 vol.5

Theoretical Model on the Correspondence Relationship between the Sift of Product Architecture and Organizational Domains: Focusing on the Embedding Process of the Coordination Mechanism against Interfaces

Akio Tokuda *

Abstract

The main purpose of this paper is trying to build the dynamic theoretical model which could clarify the correspondence relationship between the product architecture and organizational domains by means of focusing on the embedding process of the coordination mechanism against interfaces of complex product system.

It firstly traces the interface classification model developed in Tokuda (2011) for the basis of our theoretical exploration. It is the model that has been developed as a result of the integration of the knowledge across the theory of product architecture and evolutionary capability.

Secondly, after the classification of interfaces by types of innovation and scope of effects (e.g. closed ad hoc interface, open ad hoc standard, closed standard, and open standard), we show the static model which represents the correspondence relationship between type of innovation, product architecture, these four types of interface, governance structure, and coordination mechanism.

Finally, we deploy the static model by making the analysis on the firms' embedding process of coordination mechanism — varied from feedback, direct supervision, programming, planning, skill standardization—toward interfaces—. at the aiming of establishing the dynamic model.

Keywords:

interface, product architecture, governance structure, coordination mechanism, standard

* Professor, Faculty of Business Administration, Ritsumeikan University