

# 製品革新<sup>1)</sup>における2つの枠組\*

——外部統合と内部統合の視点——

鐘 和 雋

Technological innovation is one of the ways about gaining competition's advantage. When organization is designed for adapting the innovation, it is very important to know about factors relating to the innovation. The purpose of this paper is to analyze the patterns of technological innovation basing on the factors relating to the innovation.

Firstly, there are two frameworks about product innovation. That is Market-Product and Product concept-technological concept. The difference between the two frameworks is how to combine the factors contained in the innovation. Secondly, product technology means of interior integration and product concept is meaning exterior integration. The key of product innovation is how to solve the relation between the interior integration and exterior integration. Thirdly, according to the product concept, the hierarchy of technological concept is formed. The relationship among technological concept on each level of the hierarchy is analyzed. Corresponding to the changes of technology, i.e. the pattern of innovation, the present capability of technology may be continuously or discontinuously improved, or even collapsed.

## I. 序

これまでの革新における研究では、革新をプロセスと見る立場と革新を製品あるいはプログラムと見る立場、という二つの立場があった(Kimberly, 1981; 岸田, 1984)。しかしながら、技術革新を技術変化(Christensen, 1997)と理解するなら、革新対象それ自体に生じた技術変化はいったいどんな内容であり、この変化がどこで生じたかという問題について、答えなければならぬ。言い換えれば、持続的な技術革新を通じて競争優位を獲得・維持するためには、個々の技術革新がどんな技術基盤<sup>2)</sup>の下に行われ、既存の技術と新しい技術の間にどのような繋がりがあるかを、明らかにすることが肝要である。

既存技術との関連で新しく生じた技術変化に焦点を当てて、技術革新を分類する研究にはいくつかのものがある。第1に、Henderson & Clark (1990) は、製品の内部構造にかかわる2つの次元(アーキテクチャーと技術コンセプト)によって、製品革新を分類している。これは、製品を構成する部品とこの部分を統合する方法との関係に焦点を当てるが、製品が、市場の要求に適應するかどうか、については論じていない。第2に、Clark(1987) は、技術ドメインと市場ドメイン、保守的-急進的という2次元を用いて、技術革新を分類している。これは、製品それ自体の変化を問わずに、製品技術と市場の要求との適合に焦点を当てている。第3に、Tushman & O'Reilly (1997) は、テクノロジー・サイクル

\*論文審査受付日：2003年9月24日。採用決定日：2004年3月24日(編集委員会)

を用いて、技術革新を不連続型、構築型、漸進型に分類している。この分類は、既存の市場の要求の下で、製品革新が製品を構成する部品とこの部品を統合する方法との関係にどのような影響を与えるかに焦点を当てている。すなわち、製品の内部における効率性を問題にしている。しかし、新しい市場からの要求あるいは市場の要求の変化に組織がどう対応するかには触れていない。第 4 に、Christensen (1997) は、製品コンセプトの変化によって技術革新を分類している。ここでは、市場の要求と製品技術との適合に焦点を当てられるが、製品それ自体の技術変化(部品と諸部品を統合する方法との関係)に関する議論はない。第 5 に、Clark & Fujimoto (1990) は、製品コンセプトと部品(技術)コンセプトを用いて、製品開発を議論した。ここでは、製品コンセプトを通じて、市場の要求が製品の機能や構造、外形などに反映される。しかしながら、技術コンセプトが製品コンセプトにしたがって選択されるという意味で、このアプローチは市場の要求と製品技術との適合関係を強調しており、部品技術の革新が製品コンセプトに与える影響については言及していない。

以上の製品革新に関する諸研究者の議論を整理すると、製品革新を把える枠組には、2つのアプローチが存在することが分かる。第 1 は、製品を構成する要素とその諸要素を統合する方法との関係(内部統合)を重視するアプローチである。このアプローチに属する議論は、Henderson & Clark (1990)、Clark (1987)、Tushman & O'Reilly (1997) である。Henderson & Clark (1990) の議論は、製品技術の革新という製品の内部統合に焦点を当てている。Clark (1987) の議論は、内部

統合を達成した製品がどのように市場の要求に適應するかに焦点を当てている。Tushman & O'Reilly (1997) の議論は、一定の市場の要求に対して、製品の内部統合がどのように変化するかに焦点を当てている。第 2 は、市場の要求と製品との適合関係(外部統合)を重視するアプローチである。これは、Christensen (1997) と Clark & Fujimoto (1990) の議論である。Christensen (1997) の議論は、市場からの要求への適合を重視する製品の外部統合に関するものである。これに対して、Clark & Fujimoto (1990) の議論は、外部統合に基づいて、どのように諸技術コンセプトを一貫性のある製品へを統合するかを強調する。

製品革新に関連する知識には、know-what, know-how, know-why という三種類の知識がある(Garud, 1996; 楠木, 1997 b)。know-what は、市場の要求を満たすために、どのような製品機能<sup>3)</sup> にすればいいのかについての知識である。know-how は、製品機能をどのように製品の構成要素に繋げ、この構成要素をどのように組み合わせるかについての知識である。これは一般にアーキテクトチャー<sup>4)</sup> と呼ばれる。know-why は、製品の構成要素(技術コンセプト)に関連する特定の知識である。この三種類の知識は製品革新にとって欠かせない(表 1-1)。ここで、製品技術<sup>5)</sup> は、know-how(アーキテクトチャー)と know-why(技術コンセプト)からなり、これは内部統合に関連する。製品コンセプトは、know-what(市場の要求)と know-how(アーキテクトチャー)から構成されるが、これは外部統合に関連する。

有効かつ効率的<sup>6)</sup> に製品革新を行うことは、組織の競争優位の向上にとって重要なこ

製品革新における2つの枠組

表1-1 製品革新に関連する諸概念間の関係

製品技術=アーキテクチャー (know-how)+要素技術 (know-why)→内部統合
製品コンセプト=市場の要求(know-what)+アーキテクチャー(know-how)→外部統合
技術コンセプト=要素技術 (know-why)

表1-2 製品革新の分類方法

研究者	製品革新の分類方法	不足している部分	革新の焦点
Henderson and Clark (1990)	アーキテクチャー (know-how) と技術コンセプト (要素技術)	市場ニーズ (know-what)	効率性
Clark (1987)	市場の要求 (know-what) と製品技術 (アーキテクチャーと要素技術)	製品技術の内部の変化	有効性
Christensen (1997)	市場の要求 (know-what)	製品技術自体の変化	有効性
Tushman (1997)	ドミナント・デザイン (アーキテクチャー)	市場ニーズ (know-what)	効率性の進化
本論文	製品技術 (内部統合) と製品コンセプト (外部統合)		有効性+効率性

とである。有効に製品革新を行うためには、製品技術が市場の要求に適應することが必要であり (Clark & Fujimoto, 1991), 効率的に製品革新を行うためには、製品の内部構造を適切に形成・選択することが必要である。前者は、市場の要求 (know-what) と製品技術との適合の問題であり、後者は、製品コンセプトと技術コンセプト (know-why) との適合の問題である。以上を整理すると、既存の製品革新分類の問題点が、明瞭になる (表1-2)。

本論文では第1に、製品革新には以上のように、2つの枠組があることを指摘する。第2に、この2つの枠組には、不一致が存在することを明らかにする。第3に、さらに、外部統合と内部統合という2次元に沿って製品革新を分類し、各革新のパターンが既存の技術能力に与える影響を明らかにする。

## II. 製品革新における2つの枠組

### 2-1. 製品革新に関連する要素

製品革新に関連する要素には、前述したように know-what, know-why, know-how がある (Garud, 1996; 楠木, 1997)。

第1に、市場ニーズはさまざまである。このすべての市場ニーズに適應する製品を開発するのは無理である。市場に適應する製品を作るために、組織は、自己の技術力に基づいて、いくつかのニーズに絞って、開発する製品の機能を決め、諸製品機能の優先順位を決める。これは know-what と呼ばれる。know-what と関係する製品機能は、基本機能<sup>7)</sup> と二次機能(象徴的、文化的機能も含まれている)から捉えられる (牛窪, 太田, 1984; 梅澤, 1988)。前者は、「製品は何のためのものなのか」を反映し、後者は、「製品は、誰の為のものか、顧客にとって何を意味するか」を反映

する (Clark & Fujimoto, 1990)。この製品機能が対応する市場は、「誰が (Who), いつ (When), どこで (Where), 何を使用して (What), どのように扱って (How), どのような満足が提供できるか」という五つの要素によって、分析される (片岡, 1984)。例えば、原子炉という製品を開発する際には、①誰が原子炉を使うか (民間か軍隊か、これは、原子炉の運行の停止と再運行の時間間隔及び放射線の防止と関係する); ②いつ使われているか (常時か臨時か); ③どこで原子炉を使うか (船舶, 陸上); ④何の為に、原子炉を使用するか (研究の目的, 動力の目的, 他の経済的目的); ⑤どのように原子炉を使うか (操作の利便性), という点が明確に確定されなければならない。

第 2 に、know-how とは、①製品機能をどのように製品の構成要素に配分するか、②構成要素をどう組み合わせるか、についての知識である (Ulrich, 1995)。一般に、これはアーキテクチャーと呼ばれる。具体的には、製品機能に適應する製品の全体構成やレイアウト、中核部品技術、部品間のルールを指す。アーキテクチャーは、コンテキストと経験に依存した知識であり、試行錯誤によって獲得される。このアーキテクチャーの形成には、後述のように、市場の要求に沿って形成される場合と、技術コンセプトに基づいて形成される場合の 2 つがある。

第 3 に、know-why とは、一定の機能を持つ部品の開発・設計に関する知識である。この知識によって、製品の構成要素がどのように作動し、どのような結果をもたらすかという因果関係がはっきりする。この知識の学習はコントロールされた実験やシミュレーションを重ねることによって進められる (楠木,

2001) ために、know-why は、コンテキストから相対的に独立した因果関係の知識である (楠木, 1997)。

この知識は、コンセプト (Henderson & Clark, 1990)、要素技術 (楠木, 1997; 青島, 1998) と呼ばれる。要素技術は部品の開発において特定された知識を指すが、ある部品の開発には、多様な技術的選択肢が存在する。こうした要素技術の集合から選択されたものを技術コンセプト<sup>8)</sup>と呼ぶ。

## 2-2. 製品革新の 2 つの枠組

以上において、know-what と know-how の関係及び know-how と know-why の関係が製品革新に対して、重要な意味を持つことが明らかになった。

### 2-2-1. 製品技術と製品コンセプト

第 1 に、know-how と know-why の統合は、製品技術と呼ばれる。ここでは、要素技術 (know-why) は、アーキテクチャー (know-how) によって統合される対象であり、know-how を形成するための基盤・物質条件である。個々の要素技術は固有の因果関係及び一貫した論理を持つ。反復的試行錯誤を通して、諸要素技術が統合され、製品が形成される。このとき、諸要素技術をつなぎ、製品へとまとめ上げる知識をアーキテクチャーと呼ぶ。両者の区別は、表 2-1 にまとめられている。要素技術に関する知識は、一般に、職能部門レベルで保有されている。これに対して、アーキテクチャーは、組織レベルで保有される。

製品革新において、両者は、相互作用、相互影響の関係にある。まず、既存のアーキテクチャーの下で要素技術に革新が生じると、そのアーキテクチャーにおける特定の要素技

## 製品革新における2つの枠組

表2-1 技術コンセプトとアーキテクチャーとの区別

項目	内容	主な関係	焦点	動態性	システム
技術コンセプト	因果関係に関する知識	原因—結果における知識	論理の一貫性	静的	閉鎖的
アーキテクチャー	関係の図式(機能—部品; 部品間)	要素間の整合化	適合性	動的	開放的

術コンセプトの相対重要性が変化し、新しいアーキテクチャーが求められる。逆に、既存の要素技術の下で、アーキテクチャーの革新が生じると、新しいアーキテクチャーを充たす要素技術の革新が必要となる。

第2に、know-whatとknow-howの統合は製品コンセプト<sup>9)</sup>と呼ばれる。これは、その製品によっていかに顧客の要求が充足され、顧客満足が達成されるかについての基本的な考え方のことである(Clark & Fujimoto, 1990; 藤本 1993; 楠木, 1997; 青島, 1998)。組織は、市場の要求に答えるために、製品の機能、コストの目標、外装及び内装のデザイン、レイアウト、中核的部品技術の選択などをデザインし、決定する。要するに、製品コンセプトは、以下の四点を達成しなければならない。①市場の需要の満足、製品の目標、性能の決定、②製品の機能要素の選択、③製品のアーキテクチャーの選択、④中核的要素技術の選択(Ulrich, 1995)、がそれである。

製品コンセプトの役割は、市場の要求と製品の統合を達成することである。すなわち、市場の要求(know-what)に見合うアーキテクチャー(know-how)を選択することである。これは、目的→手段という順序で、市場から要求されたアーキテクチャーを実現することである。この場合のknow-whyは、技術コンセプトと呼ばれる。

know-whatとknow-howは、製品機能に

よって繋がれて、一貫性のある製品コンセプト、すなわち市場の要求に合致するアーキテクチャーを形成する。ここで、製品機能とは、ある目的に対して、製品が持っている働き、作用である。つまり、市場の要求に適應するという事は、製品が市場の要求を満たす作用と働きを持つことである。市場の要求に対して、一定の製品機能を満たす製品は、様々である。例えば、暑さを凌ぐためには、団扇や扇子、扇風機、空調機がある。これは、市場の要求に対して、多種多様なアーキテクチャーが存在することを意味する。

### 2-2-2. 製品技術と製品コンセプトという視点に基づく製品革新

以上を整理すると、次のことが言える。製品革新を捉える枠組には2つのものがある。両者の差異は、製品革新に関わる3つの要素をどう組み合わせるかである。

第1は、製品技術という視点から、製品革新を捉える枠組である(図2-2)。ここでは、要素技術とアーキテクチャーとの組み合わせによって開発された製品が、市場の要求に適應するかどうかは製品市場戦略の焦点となる(Ansoff, 1958)。したがって、ここでは、製品技術がどのように市場の要求を満たすという有効性の達成が重要である。すなわち有効性の達成が製品革新の基本である。この有効性の達成は、市場と組織との間の反復的フィードバックを通じて、達成される。

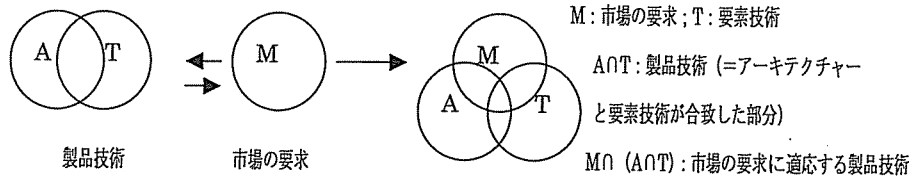


図 2-2 製品技術と市場の要求

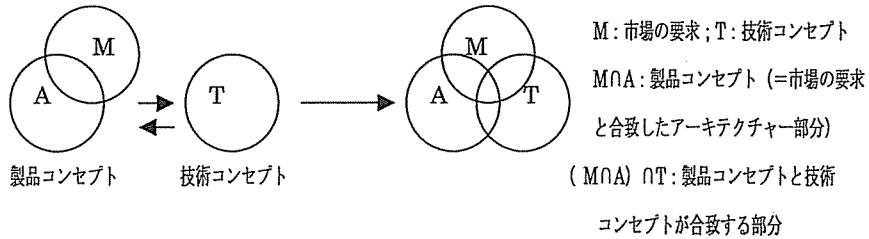


図 2-3 製品コンセプトと技術コンセプト

さらに、この枠組では、要素技術に基づいて、どんなアーキテクチャーが形成されるか、このアーキテクチャーによってどんな製品機能（製品技術）が達成されるかという手段→目的関係が前提される。こうして、開発された製品は市場の要求に適応するとは限らず、したがって、この製品と市場の要求の適応関係をいかに達成するかが、製品革新にとっての鍵である。この枠組は、製品技術自体の論理から革新が創始され、革新の結果が市場によって事後的に選択されるために、技術プッシュ理論に該当する。

第 2 は、製品コンセプトという視点から、製品革新を考える枠組である（図 2-3）。ここでは、市場の要求とアーキテクチャーとの統合によって、市場から要求された製品機能や構造、外形、操作の方法と利便性、などが製品に具体化される。したがって、市場の要求に合致するアーキテクチャーが、技術コンセプトによって、どのように技術的に裏付けられるかが、製品革新のポイントになる。その

意味で、外部統合を可能にする技術コンセプトを最も効率的に開発することがここでの製品革新の重要問題となる。すなわち、技術的効率が製品革新の焦点である。

さらに、この枠組は、市場の要求にしたがって、一定の製品機能から、製品の構成要素及び諸構成要素の統合関係へ進むという意味で目的→手段関係が前提される。ここでは、市場の要求に合致したアーキテクチャーに基づいて、このアーキテクチャーに適合する技術コンセプトの選択・開発ができるかどうか、製品革新にとっての鍵である。これは、市場の要求にしたがって製品コンセプトが確立されても、技術的に製造可能な製品が開発されるとは限らないことを意味する。この枠組は、市場の要求から革新が始まり、市場の要求に適合したアーキテクチャー、そして技術コンセプトが探索されるために、市場プル理論に該当する。

第 1 の枠組では、内部統合と市場の要求を合致させること（有効性）が製品革新の焦点

## 製品革新における2つの枠組

であり、第2の枠組では、外部統合を満たす要素技術の確立（効率性）が製品革新の焦点となる。したがって、この2つを適合させることが製品革新の成功にとって不可欠である。

例えば、原子炉の物理的な特性を決めるのは、燃料や減速材、冷却材の性質、燃料要素の形状および配置という技術コンセプトの統合である。この諸技術コンセプトのいずれも、多様な選択肢がある。第1に、手段→目的というアプローチの場合では、どの技術コンセプトを選択するかによって、軽水炉、重水炉、黒鉛炉などが開発される。ただし、安全性、信頼性、経済性、物理的反応による副産物などの指標について、軽水炉、重水炉、黒鉛炉のいずれの方式が、一定の優位性を持つために、それぞれの方式は、一定の市場からの要求に対して、異なる意味を持つ。さらに、いずれの方式でも（例えば、軽水炉の場合）、多様なアーキテクチャーの選択肢が存在する。個々の選択肢によって、原子炉の中性子の分布、中性子の速度、物理反応のレベルなどは異なる。要するに、要素技術に基づいて開発された製品技術（原子炉）は、一定の技術性能、経済性、安全性、信頼性など指標の組み合わせを反映するが、その指標の組み合わせが市場の要求に適應するか否かは、製品革新の焦点になる。第2に、目的→手段というアプロー

チの場合では、まず、市場からの要求にしたがって、市場の要求と合致する原子炉の方式・アーキテクチャーが選択される。しかしながら、この選択によって、個々の技術コンセプトに関するデザイン・開発・製造の困難性・コスト及び、個々の技術コンセプト間の関係を処理することにおける困難性は、異なる。中性子で、撮影、宝石の色・質を変化させること、シリコンを加工すること、などのため、原子炉を開発する場合には、原子炉の操縦性、安全性、中性子の分布・速度・安定性は、最も大切である。ここで、その目的に合致したアーキテクチャーを満たせる技術コンセプトの選択・デザイン・製造は、製品革新の焦点となる。しかしながら、個々の技術コンセプトに関する技術上の困難性やコストをクリアーできるとは限らず、その市場の要求に合致したアーキテクチャー（製品コンセプト）が開発されるとは、限らない。

### III. 外部統合と内部統合<sup>10)</sup>

#### 3-1. 外部統合と内部統合のメカニズム

第1の枠組における製品革新には、以下の特徴がある。第1に、要素技術に合致したアーキテクチャーが選択されるので（図3-1）、製品革新の効率性はあるが、開発された製品がうまく市場の要求に適應するかどうかは問題

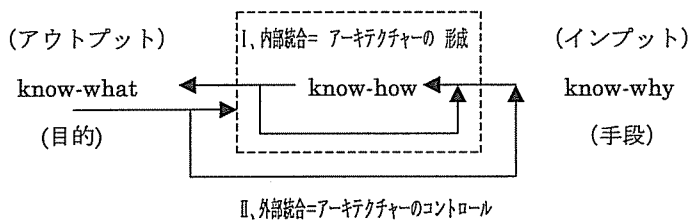


図3-1 アーキテクチャーの形成メカニズム

なので、製品革新に関する情報処理は、有効ではない。第 2 に、製品革新に用いられる要素技術が特定の枠組に制限されていないので、要素技術の選択及びアーキテクチャーの形成という範囲は、より広い。このタイプの製品革新は、組織内部に保持されている技術力に優れているが、市場の要求には適応しない、あるいは安定した市場でのみ効果的なので、職能部門制組織が有効である。

第 2 の枠組における製品革新には、以下の特徴がある。第 1 に、市場の要求に適合したアーキテクチャーが選択されるので、製品革新に関する情報処理は有効に行われるが、技術コンセプトがアーキテクチャーを満たすかどうか問題なので、製品革新の効率性には問題がある。第 2 に、市場の要求への対応には優れているが、技術コンセプトがアーキテクチャーに適合しなければならぬ為に、技術コンセプトにおける革新は制限されている。この市場の要求に合致したアーキテクチャーの下で行われる革新に対しては、事業部制組織が有効である。

### 3-2. 外部統合と内部統合との適合

外部統合は、製品の有効性を決め、製品の競争力にとって決定的な役割を果たす。これに対して、内部統合は、製品の効率性を決め、良い製品のデザイン・製造にとって決定的な役割を果たす。しかし、外部統合と内部統合を適合させて、製品革新の有効性と効率性を両立させることは、極めて困難である。したがって、内部統合と外部統合の適合には、いくつかのタイプが考えられる (図 3-2、表 3-3)。

第 1 は、内部統合と外部統合の適合が、既に存在している場合、言い換えれば、市場も技術も安定的でほとんど変化のない場合である。標準製品で、差別化も価格競争もなく、技術も陳腐化していて革新の余地もない場合が、これに当たる。ここでは、製品革新の機会はなく、簡単な改良があるだけである。

第 2 は、製品技術に関する内部統合 (know-how+know-why) に革新があり、外部統合 (know-what+know-how) は変化しない場合である。1 つ目は要素技術に革新が生じる

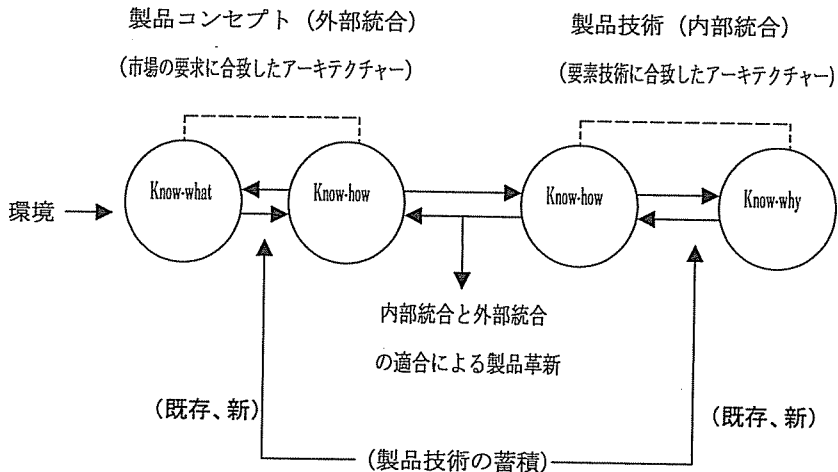


図 3-2 製品革新における外部統合と内部統合の適合



製品革新における2つの枠組

表3-3 既存の製品技術からのフィードバック

外部統合	内部統合	相互調整の結果
既存	既存	既存の市場の要求に対して、既存の製品技術の精緻化。
新	新	次から次への斬新的製品革新。
既存	新	既存の市場の要求に対して、製品の効率性、技術性能の向上。
新	既存	既存の技術力に基づいて、新しい市場ニッチに適応すること。

場合である。2つ目は、要素技術に革新はないが、アーキテクチャーの変化によって製品革新を行う場合である。

例えば、第1に、製品革新について、市場の要求を正確に把握し、市場の要求に沿ってアーキテクチャーがコントロールされても（既存の外部統合）、必要な技術コンセプトがなければ、製品開発は、成功しない。これは、要素技術における革新の必要性を意味する。さらに、必要な技術コンセプトを把握しても、この技術コンセプトを実現するアーキテクチャーは、市場の要求に沿ったアーキテクチャーと適合するかどうかはわからない。これは、アーキテクチャーにおける革新の必要性を意味する。すなわち、製品革新において、外部統合によって革新に関する情報処理は有効に行われても、製品の内部統合に関する活動・情報処理が効率的に行われるとは限らない。これは、市場的視点からの情報処理の要求と技術的視点からの情報処理の間に不一致があるためである。

第3は、製品コンセプトに関する外部統合（know-what+know-how）に革新があり、製品技術に関する内部統合に変化が見られない場合である。これは、市場からの要求の変化に、敏感に対応しなければならないが、技術コンセプト自体にはそれほど変化が求められず、既存の技術コンセプト（の改良）によ

て、対応できる場合である。ここには、2つの場合がある。1つ目は、既存の市場の要求を満たす新しいアーキテクチャーを創出して、製品革新を引き起こす場合である。2つ目は、市場の要求の変化に見合う新しいアーキテクチャーの革新を行って製品革新を引き起こす場合である。

前者は、Tushman & O'Reilly (1997) が指摘したように、既存の市場の要求に対する製品革新のパターンが変化する場合である。ここでの製品革新は、アーキテクチャーの構造的変革ではなく、既存のアーキテクチャーの組み替えによる方が、効果的である。これはモジュラー型のアーキテクチャーを持った製品構造に当てはまる。

後者は、市場からの要求の変化によって絶えず新しいアーキテクチャーが求められる場合である。アーキテクチャーの根本的な革新に関わる統合的アーキテクチャーを持った製品構造がこれに当てはまる。したがって、モジュール化されたアーキテクチャーでは、市場の要求の変化に適応しにくくなる。その際に、アーキテクチャーは、モジュラー型<sup>11)</sup> から統合型へを進化することが必要になる。

第4は、製品技術に関する内部統合と製品コンセプトに関する外部統合に両方共に革新がある場合である。これは、新しい技術で新しい市場を開拓することを意味する。この革

新によって、新しい産業が生まれる。

#### IV. 製品革新

##### 4-1. 持続的な製品革新のプロセスにおける製品技術の変化

製品はさまざまな部品(要素技術)の組合せによって構成されるので、製品革新に用いられる諸要素技術間には階層性が存在する。これは、要素技術の階層性と呼ばれる。この要素技術の階層において、異なるレベルの要素技術はそれぞれ異なった重要性をもつ。この要素技術の階層において、ある要素技術はこの階層の頂点に立ち、その領域内の他の諸レベルの要素技術にとりわけ強い影響を与える(クラーク、1986)。すなわち、上位の要素技術は下位の要素技術の選択を制約する。したがって、製品技術を飛躍的に向上させるためには、より上位レベルの要素技術における革新が必要になる。例えば、自動車の場合、上位レベルの要素技術は動力源であり、これが、現在では、内燃機関から燃料電池に変わることである。この結果、この新しい動力源に見合う新しいアーキテクチャーが求められる。さらに、この新しいアーキテクチャーに沿って新たな要素技術の革新が求められる。自動車の場合では、新しい動力源とそれに基づくアーキテクチャーに適合した操舵装置、変速装置が求められる。したがって、組織は、その要素技術の階層に基づいて、より適切な革新の焦点を定め、それに基づいて革新案を模索すべきである。

##### 4-2. 製品革新を分類する次元

第 1 は、市場の要求と製品技術という枠組で、製品革新を分析・分類する場合である。

この枠組は、開発された製品技術がいかに市場の要求に適応するかが焦点である。したがって、この枠組は、組織内部の技術力による製品革新の側面を反映するが、市場の要求に基づく製品革新の側面を反映していない。

さて、要素技術の革新によって新しい製品が生まれても、その製品の諸構成要素の機能は、良好にデザインされたものではなく、諸部品間の相互関係は完全に合理的なものでもない(Chesbrough & Kusunoki, 2001)。そのために、さらにアーキテクチャーを工夫することによって、製品革新の効率性を上昇させるという意味で、製品革新の可能性が残っている。したがって、アーキテクチャーにおけるその後の試行錯誤や模索を通じて、個々の部品及びその部品の組み合わせにおける不確実性が削減され、より効率的な新製品が開発される可能性がある。

第 2 に、製品コンセプトと技術コンセプトという枠組で、製品革新を分析・分類する場合では、市場の要求は製品コンセプトに反映される。市場の要求に沿ってコントロールされたアーキテクチャー(製品コンセプト)に適応する技術コンセプトを工夫することによって、製品革新が完成する。しかし、このように製品革新を分類する場合には、技術コンセプトに基づくアーキテクチャーの形成による製品革新が捉えられない。

製品革新における有効性(外部統合)と効率性(内部統合)は、容易に一致しない。市場から要求されたアーキテクチャーと、組織の提供できるアーキテクチャーとの間にはズレがあるからである。そのズレに対処し、市場と組織のトレード・オフを埋めるためには、外部統合と内部統合という 2 つの視点を共に考慮に入れて、製品革新を分類することが、

製品革新における2つの枠組

重要である。

以上より、外部統合と内部統合を2次元として、製品革新を次の4種類のパターンに分類することができる(図4-1)。

製品革新は組織の技術力の蓄積を促進し、組織に新たな知識をもたらす。この製品知識の変化と技術力の変化には、連続的なものと不連続的なものがある。この不連続的变化には、①根本的に異なる技術変化による既存能力の破壊と、②既存のアーキテクチャーの下で、要素技術の飛躍的進歩による既存能力の不連続的向上との2つがある(Tushman & Rosenkopf, 1992)。前者は、既存の技術力の

体系を破壊し、新しい技術力の体系を確立するものであり、後者は、既存の技術力の体系における個々の専門分野の知識の進歩を指す。もう1つの技術力の不連続な向上は、製品コンセプトの変化による革新、すなわち市場ニッチへの適応である。このタイプの製品革新によって、既存の技術コンセプト間の相互関係及び既存の技術コンセプト間の統合に関する知識が向上し、既存の技術力の体系そのものの変更が行われる。その結果、技術力はより高いレベルに上昇し、この技術力の上昇によって、新しい市場ニッチが開拓される。

以上を整理すると、表4-2のようにまとめ

新 外部統合	C:ニッチに意図する(総合知識の変化)	D:斬新的製品の開発
	A:改善(既存知識の精緻化)	B:技術性能の向上(要素技術の変化)
既存	内部統合	新

図4-1 製品革新の分類

表4-2 製品革新の特性

	改善・精緻化	技術性能の向上	市場ニッチへの適応	斬新的製品の開発
不確実性	明確的。	要素技術に関する不確実性。	市場定義に関する不確実性。部品の統合に関する不確実性。	技術と市場に関する高度な不確実性。
価値の源泉	既存製品技術の改善・精緻化によって、品質の向上とコスト低減。	新しい要素技術の入れ替わることによって、技術性能が向上される。	新たな市場ニッチの発見と製品の2次機能上の差異。	今までない製品の開発、新しい産業の創出。
競争の焦点	品質の向上とコスト低減。	いかに製品性能を向上するかである。	製品の基本機能を基盤とした付加機能の追加。	製品の基本機能。
技術能力の変化	既存の技術能力の連続的な向上。	既存の技術能力の不連続な向上。	既存の技術能力の不連続な向上。	既存能力の破壊と新しい技術能力の創造。
競争上の優位	価値連鎖のプロセスにおける改善。	技術を開発する能力。	市場ニーズの焦点化と技術の適応。	技術を開発する能力と潜在市場欲求を掘り出す能力。

ることができる。

図 4-1 におけるセル A は、外部統合と内部統合が共に変化しない場合である。ここでの製品革新は、あったとしても精々より上位の技術コンセプトの精緻化ないし延長である。ここでの製品革新の特徴は、既存の製品技術の改善である。この種の革新は、既存の製品の内部構造を精緻にし、技術能力や経験、技術蓄積をより強化、促進する。この技術革新において、技術力の向上は連続的である。

セル B は、既存の外部統合と新しい内部統合の相互作用によって、製品革新が行われる。これは、新しい技術知識を既存製品に利用することによって行われる革新である。これは、既存製品における持続的革新によるモジュール型のアーキテクチャーへの変化、あるいは技術コンセプトにおける革新を意味する。例としては、パソコンである。この革新によって、製品のある機能の技術尺度あるいは部品の技術性能は速く進歩し、技術能力は、不連続的に向上する。

セル C は、既存の内部統合と新しい外部統合の相互作用によって、製品革新が行われる場合である。この革新は、組織の既存の技術力に基づいて、新しい市場ニッチに適應する場合であり、これは、「アーキテクチャー」の開発を通じて行われる。このような技術革新の例の 1 つは、portable fan の技術から ceiling-mounted room fans<sup>12)</sup> への技術への変化である。2 つ目は、テープレコーダーから walkman を開発したソニーの例である。この革新においては、製品の機能要素間の関係、技術性能の要求が変化するため、既存の技術コンセプトの下で、部品の技術性能、形状、サイズなど及び部品間の技術関係がデザインされ、開発される。組織の既存の技術力を新

たな組み方によって新用途に利用するので、技術力は不連続的に向上する。

セル D は、新しい外部統合と新しい内部統合の相互作用によって、製品革新が行われる場合である。この革新によって、斬新な製品が開発される。例としては、ceiling-mounted room fans の技術から、空調機の技術への変化である。あるいは、飛行機やパソコンの発明という新技術で新市場を開拓することである。この技術革新によって、今まで、組織の階層に沿って、蓄積された知識、能力、技能などが破壊され、新しい知識、能力、技能が創造される。

## V. 結 び

本論文では、まず、製品革新における 2 つの枠組（市場の要求と製品技術、製品コンセプトと技術コンセプト）を検討し、know-what と know-how の相互関係が外部統合であり、know-how と know-why の相互関係が内部統合であることを指摘した。したがって、製品革新の成功にとっては、外部統合と内部統合の適合が肝要である。次に、全体の一貫性を実現する「アーキテクチャー」は、市場から要求されたアーキテクチャーと組織が提供できるアーキテクチャーの相互作用によって、形成される。この外部統合と内部統合という二次元によって、製品革新を 4 つの種類に分けることができる。この 4 種類の革新は、既存の技術システムに異なる影響を与える。

本論文には、なお幾つかの課題が残されている。第 1 に、製品革新とは、単に新しい考え・アイデアを生み出すことではなく、その考え・アイデアの実現も含んでいる。そのため、製品革新の実現に相応する組織の検討

が重要である。本論文では、製品革新の分類が検討されたが、これは、あくまでも、製品革新と組織との関係における検討の出発点に過ぎない。第2に、技術サイクルにおいて、製品技術はどのように変化するか。そして、環境の変化に適応するために、戦略、技術革新、組織構造などの要素をどのように結び付けて、それらの間に一貫性を維持するか。第3に、技術革新の目的は、技術自身の変化ではなく、技術革新を通して、企業の競争力を向上することであるが、そのための技術革新経路は幾つあるのか。組織はそこからいかに適切な技術革新戦略を採用するのか。今後、以上のような問題意識をもって、技術、技術革新、組織構造の関係についての体系化を目指したい。

## 注

- 1) 技術革新には、製品革新と生産工程革新がある(岸田, 1991)。本論文では、前者に焦点を当てる。これは、第1に、今日、組織の環境はますます激動している。そのような環境に適応するために、製品革新のあり方は問われている。第2に、製品革新と生産工程革新が相互に関係しているが、技術革新のプロセスにおいて、製品革新に続いて、生産工程革新が行われている(Utterback, 1994)。
- 2) 製品を構成する諸要素技術における中核的要素技術を意味する。
- 3) 製品の機能については、様々な解釈がある(小林, 1986; 並木, 1989; 松村, 1995; 新村, 1998)が、基本に、製品が持っている働き、作用、役割を意味する。
- 4) アーキテクチャーとは、①製品の機能要素を製品の物理的部品に配分し、②部品間の関係、ルールを定めることである(Ulrich, 1995; 楠木, 1997; 青島, 1998, 2001; 藤本, 2001)。これに対して、Henderson & Clark (1990)は、部品間の

関係、ルールをアーキテクチャーと呼んでいる。本論文では、外部統合と内部統合の適合という視点から、製品革新を考察するために、外部統合を構成する2つの要素(know-whatとknow-how)間の関係がどう論理的に結び付けるかは、重要である。そのために、前者を採用する。

- 5) 技術は、生産技術と製品技術で構成される。定義の詳細は、Steele (1989), Tushman & Rosenkopf (1992)を参照。
- 6) 有効性とは、手段が目的を達成するか否か、ということであり、製品開発の場合では、市場ニーズを満たすためには、どのような製品機能が有効であるかということである。これに対して、効率性とは、決められた製品機能をいかなる合理的、経済的に果たすかということであり、製品開発の場合では、いかに個々の要素技術の固有原理にしたがって、諸要素技術を統合することである。
- 7) 基本機能とは、欠くことのできない働きのことであり、欠落すればその製品の価値がなくなるような機能である。二次機能とは付随的な機能である。
- 8) ①本論文では、製品コンセプトという語彙に対して、技術コンセプトという語彙を使う。②Henderson & Clark (1990)は、単にコンセプトという語彙を使っているが、これでは、製品コンセプトとの区別がつきにくいので、技術コンセプトという用語を使用する。③要素技術とは、製品システムの構成要素一部品に関する知識である。この点から見ると、要素技術は、技術コンセプトと一致する。ただ、要素技術は部品の開発において特定された知識を指す。こうした要素技術の集合の中から選択された要素技術が技術コンセプトである。本論文では、技術コンセプトと要素技術が同じ意味で使われてきたが、技術コンセプトは、外部統合に関係する製品コンセプトを議論する際に、使われており、要素技術は、内部統合に関係する製品技術を議論する際に、使われてきた。
- 9) 製品コンセプトの定義について、①know-what+know-howと考える視点(Clark & Fujimoto, 1990; 楠木, 1997; 青島, 1998)と、②know-whatと考える視点(Christensen, 1997; 楠

木, 2001) の 2 つがある。ここでは, ①の立場を採用する。これは, 注 3 と同じ理由である。

- 10) Clark & Fujimoto (1990) は, 外部統合は製品機能と市場ニーズとの一致であり, 内部統合は, 製品機能と製品構造の整合性であると指摘した。ただし, 楠木 (1997) は, 外部統合を know-what に, 内部統合を know-how に当てる。この解釈は, 目的→手段というアプローチに当たると考えられる。
- 11) モジュラーとは, 機能と部品との関係 1 対 1 であり, 各部品がそれぞれ自己完結的な機能があり, 一つ一つの部品に非常に独立性の高い機能が与えられている(藤本, 2001)。その結果, 製品は相対的に独立な構成要素群の集合体である(青島, 2001)。これに対して, 統合型アーキテクチャーは, 機能群と部品群との関係が錯綜しているものを指す(藤本, 2001)。
- 12) ceiling-mounted room fans という製品を構成する諸部品の要素技術は, portable fan という製品を構成する諸部品の要素技術は同じものである。ceiling-mounted room fans という製品の開発は, portable fan という製品の既存的要素技術に基づくアーキテクチャーの変化によって, 個々の部品のサイズ, 重量, 材料の変化を通して行われる。

## 参考文献

- 青島矢一(1998)「製品アーキテクチャーと製品開発知識の伝承」『ビジネス レビュー』Vol. 46, No. 1, 46-60 頁。
- 青島矢一 (2001)「アーキテクチャーという考え方」藤本隆宏等編『ビジネス・アーキテクチャー』有斐閣。
- 片岡寛 (1984)「商品コンセプトの創造と商品特性」『ビジネス レビュー』Vol. 32, No. 1。
- 岸田民樹(1984)「革新と組織」『組織科学』Vol. 18, No. 3, 53-66 頁。
- 岸田民樹(1991)「技術革新と組織行動」小川英次(編)『技術革新のマネジメント』中央出版社, 15-33 頁。
- 岸田民樹 (1994)「革新のプロセスと組織化」『組織科学』Vol. 27, No. 4, 12-25 頁。
- 楠木建 (1997 a)「機能 マネジャーと製品 マネジャー: イノベーション管理者の比較分析」『ビジネス レビュー』Vol. 45, No. 3, 17-37 頁。
- 楠木建 (1997 b)「システム分化の組織論——イノベーションの組織論のイノベーションに向けて」『ビジネス レビュー』Vol. 45, No. 1, 129-150 頁。
- 楠木建 (2001)「価値分化: 製品コンセプトのイノベーションを組織化する」『組織科学』Vol. 35, No. 2, 16-37 頁。
- クラーク. K. B (1986)「産業の進化における問題解決とイノベーション」土屋守章(編)『技術革新と経営戦略』日本経済新聞社, 83-101 頁。
- 小林規威(1986)『現代経営辞典』日本経済新聞社新明解国語辞典。第五版。
- 新村出編 (1998)『広辞苑・第五版』岩波書店。
- 柴田友厚, 児玉文雄(2001)「製品アーキテクチャーの進化」『一橋ビジネス レビュー』win, 180-195 頁。
- 松村明編 (1995)『大辞林』三省堂。
- 並木高矣編 (1989)『生産工学語辞典』日刊工業新聞社。
- 廣田章光 (2001)「製品進化とパラダイム」『組織科学』Vol. 35, No. 2, 48-64 頁。
- 藤本隆宏(1993)「経営組織と新製品開発: 自動車製品開発のプロセス。組織。成果」伊丹敬之等(編)『日本の企業システム。第 2 組織と戦略』有斐閣, 218-263 頁。
- 藤本隆宏(2000)「20 世紀の日本型生産システム」『一橋ビジネス レビュー』, Vol. 48, 66-81 頁。
- 藤本隆宏 (2001)「アーキテクチャーの産業論」藤本隆宏等編『ビジネス・アーキテクチャー』有斐閣。
- Anderson, P. & Tushman, M. L., (1990) "Introduction: Technology, Organization and Innovation", *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, No. 1, pp. 1-8.
- Ansoff, H. I., (1958) "A Model for Diversifica-

- tion”, *Management Science*, Vol. 4, No. 4, pp. 392-414.
- Christensen, C. M., (1997) *The Innovator’s Dilemma: When New Technology Cause Great Firm to Fall*, Harvard Business School Press.
- Christensen, C. M., (2000) “Meeting the Challenge of Disruptive Change”, *Harvard Business Review*, August-September, pp. 13-27.
- Clark, K. B., (1987) “Investment in New Technology and Competitive Advantage”, in D. J. Teece. (ed.) *The Competitive Challenge: Strategies for Industrial Innovation and Renewal*, Harper & Row, Publishers Inc.
- Clark, K. B. & Takahiro Fujimoto., (1990) “The Power of Product Integrity”, *Harvard Business Review*, November-December, pp. 107-118.
- , (1991) *Product Development Performance-Strategy, Organization, and Management in the World Auto Industry*, Boston: Harvard Business School Press.
- Henderson, R. & K. B. Clark., (1990) “Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms”, *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, No. 1, pp. 9-30.
- Kimberly, J., (1981) “Managerial Innovation”, in P. C. Nystrom and W. H. Starbuck., (ed.) *The Handbook of Organizational Design*, Oxford Univ. Press.
- Karl, Ulrich., (1995) “The Role of Product Architecture in the Manufacturing Firm”, *Research Policy*, Vol. 24, pp. 419-440.
- Steele, L. W., (1989) *Managing Technology: The Strategic View*, Free Press.
- Tushman, M. & L. Rosenkopf., (1995) “On the Organizational Determinants of Technological Change”, in R. A. Burgelman & S. C. Wheelwright, (eds.), *Strategic Management of Technology and Innovation*, Times Mirror Higher Education Group, Inc.
- Tushman, M., & O’Reilly., (1997) *Winning through Innovation: A Practical Guide to Leading Organization Change and Renewal*, Boston, Mass: Harvard Business School Press.
- Utterback, J. M., (1994) *Mastering the Dynamic of Innovation: How Companies Can Seize Opportunities in the Face of Technological Change*, Harvard Business School Press.

(名古屋大学大学院経済学研究科博士後期課程)