

製品アーキテクチャの視点から見た イノベーションにおける 資本財産業の研究

—その1：資本財産業研究のための先行研究サーベイ—

林 隆 一

キーワード：イノベーション (Innovation), 製品アーキテクチャ (Product Architecture), モジュール型 (Modular), サプライヤー (Supplier), 資本財 (Capital Goods)

1. はじめに

日本が比較優位を持ってきた資本財産業の一つである工作機械では大きな変化点に直面している。アジア企業の台頭で、日本は1982年から27年連続維持してきた世界一の座を2009年に転落⁽¹⁾している上に、将来的に工作機械の市場を一部代替する「イノベーションのジレンマ」となりかねない3Dプリンタ⁽²⁾の台頭も話題となっている。全てのイノベーション活動にとっても、資本財産業は極めて重要で密接な関係を持つが、資本財産業は相互依存関係が複雑で、これまで日本のサプライヤー構造も含めた全体的な企業・産業構造の分析は行われていない。日本の「ものづくり基盤」全体を俯瞰する広義の資本財産業を対象として、個別企業毎の財務成果も踏まえ、産業構造・企業研究の分析を試みたい。本論文を含む3部構成で、イノベーション研究の一環として、製品アーキテ

(1) 米国 Gardner Publications, Inc. 調べ。

(2) 「桌上デジタル工作機器」。詳細は Anderson (2012) 参照。

製品アーキテクチャの視点から見たイノベーションにおける資本財産業の研究

クチャやサプライヤーの先行研究や他の産業での研究成果を踏まえつつ、資本財産業の産業構造を整理・分類し、分析を行う。第1部である本論文では、製品アーキテクチャにおけるイノベーションを中心とした関連先行研究をサーベイする。その上で、第2部では製品アーキテクチャ研究における各産業への事例研究の適応や研究成果を整理し、第3部で資本財産業の企業・構造分析を行う予定である。

2. 「ドミナント・デザイン」から「イノベーションのジレンマ」へ至る先行研究

イノベーション (innovation) は、日本語では「技術革新」と訳されるが、一般的に「何か新しいものを取り入れる、既存のものを変える」という意味を持ち、「経済成果をもたらす革新」と捉えられている。⁽³⁾ Schumpeter (1934) が、イノベーションという概念を初めて提唱し、経済成長の究極的な唯一の源泉が「質的に非連続」な「イノベーション」⁽⁴⁾ であると主張し、イノベーションを、①新製品の生産、②新生産方法の実現、③新市場の開拓、④新しい部材の調達、⑤新しい組織の実現に分類した。その後、Solow (1956) などによるマクロ経済のイノベーションのモデル化や実証研究にも触発され、企業のイノベーション活動⁽⁵⁾ についても各種の研究が行われてきた。

「イノベーションが企業組織や産業システムに与える影響」の研究という視点では、Abernathy (1978) が自動車産業の発展過程の分析から「ドミナント・デザイン (dominant design)」を提唱し、1980年代に研究が本格化した。「ドミ

(3) 一橋イノベーション研究センター (2001) P1~P4

(4) 生産要素を従来にない新規な方法で結合し、新しい種類の経済活動を実現することと定義される。

(5) 1960年代以降、多くのイノベーション研究が行われてきたが、Abernathy (1978) が「イノベーションが企業組織や産業システムに与える影響」に注目するまでは、技術的なイノベーションを達成する方法の研究が主要テーマであり、本稿では立ち入らない。

「ナント・デザイン」とは、あらゆる製品の模範となるような、産業における支配的な製品設計である。例えば、20世紀初頭は、まだ自動車の技術は流動的で、自動車の動力は、内燃機関（エンジン）、蒸気、電気などの複数の方式が提案されていたが、企業と市場の間の相互学習の結果、フォード社のT型モデルの大ヒットが生まれた。その後、競合他社は設計を模倣し、ドミナント・デザインであるT型と類似のコンセプトや技術を発表するようになった。

さらに、Abernathy（1978）はドミナント・デザインの確立により、生産性が向上するが、製品仕様の革新は生まれにくくなり、産業は次第に成熟化していく「生産性のジレンマ」（Productivity Dilemma）が発生すると主張した。他産業の発展過程にも普遍化された Abernathy-Utterback（A-U）モデルによると「製品と工程のそれぞれでの主要なイノベーションの発生率は時間の経過とともに一定のパターンを示し、2つのイノベーションの比率には重要な関係」が存在する（Utterback（1994））。つまり、主要な製品（プロダクト）イノベーションの発生確率が高い「流動期」（fluid phase）から、ドミナント・デザインが確定し、製品や工程の設計が定まる「移行期」（transitional phase）に移ると、主要な製品イノベーションの発生率は低下し、主要な工程（プロセス）イノベーション発生率が上昇する。さらに「固定期」（specific phase）と呼ぶ時期に入ると、製品と工程の両方の主要なイノベーションの発生率は下がっていき、費用、量、生産能力が極端に重視される。⁽⁶⁾

競争の焦点が工程（プロセス）イノベーションに移行する中で、製品の不確実性の減少に伴い、生産設備は汎用的なものから専用のものとなり、労働者の要求される技能は手作業的な熟練技能からオペレーションの技能、さらにシステムを監視する技能へ移行する傾向がある。また、生産能力の改善を主たる目的として垂直統合的なシステムを形成し、企業と（部品や装置の）サプライ

(6) ただし、Abernathy, Clark & Kantrow（1983）などで、一度成熟した産業でも技術と市場の不確実性が増大することにより、技術的に安定状態から変動状態へと逆シフトし、再度活性化する脱成熟（de-maturity）が起こるケースも指摘している。

製品アーキテクチャの視点から見たイノベーションにおける資本財産業の研究

ヤー間の関係もより特定のになる。工程の統合が進むにつれ、生産設備の費用は一般的に著しく増加するが、十分な販売量と少ない安定的な製品デザインを得る状況にあれば、製品価格は下落し、最大の市場シェアを誇る企業はさらなる拡大により利益を得ることができる⁽⁷⁾。

企業組織は「流動期」には「有機的」で柔軟な調整と作業の再構築、高度な横同士のコミュニケーションが必要となるが、「移行期」には「機械的」で組織の構造が階層的で固定化され、目標、ルールが明確化し、連続的に漸進的な改善を求められる。工程イノベーションは、資本、生産設備、人材、顧客情報などの（既存）大企業のインフラが効果的に機能する一方で、このようなインフラが製品イノベーションを抑制する要因となり、製品イノベーションの多くが新規企業から起きている。さらに「固定期」では、自動化や専用設備に対する費用の増大とともに、マニュアル化されたオペレーションにより運営される「自動化の島」が広がり、独自の統合には多大なコストが必要となり、工程イノベーションの主体は企業からサプライヤーへ移行していく。サプライヤーは自己内部の知識を飛躍的に増大させるとともに、工程の硬直的な発展により、一般的に市場に同質の製品が増加していくと考えられる。

さらに Teece (1986) は、イノベーション先行者の占有可能性として補完財資産が重要な役割を果たしていることを指摘した。補完財資産は、技術を事業化している市場で競争力を確保するために必要な流通チャンネルやコンピュータ（ハードウェア）に対するソフトウェアや消耗品などの補完的な資産である。企業は自社の製品だけでは市場に価値を提供できず、補完財資産との組み合わせによって価値を高め・維持できると主張した。

(7) ただし Abernathy (1978) は1つの産業の中でも、はっきりと異なる産業進化の形態が存在することも見出した。自動車エンジン工場の調査を経て、生産ラインの多様化が増大の一方で、個別工場の多様化は減少していることを発見した。また、エンジン工場は、高度に自動化された結果、変化に対して反応することが著しく困難になる一方で、毎年のモデルチェンジ対応を行う組み立て工場はより多くの手作業に依存していた。

その後、技術の連続性・非連続性に関する研究が活発化している。既存技術と異なる技術へ飛躍するイノベーションを非連続的イノベーション⁽⁸⁾とよび、既存技術の延長線上にあるイノベーションを連続的イノベーション⁽⁹⁾と区別して分析が行われ、以下のように連続性が同じでも経営組織や既存企業に与える影響が異なることが示された。

Tushman & Anderson (1986) は、セメント、ミニコンピュータ、航空会社の事例分析から、同じ非連続的なイノベーションでも、既存企業主導で事業を継続したケース（能力増強型）と既存企業が多数撤退したケース（能力破壊型）があることを明らかにした。具体例として、米国のセメント産業では3つの非連続イノベーションにおいて、1890年代のロータリー・キルンの導入（微粉炭の使用）は能力破壊型であり、多数の新規企業の参入がおこなわれたが、1900年代のロング・キルンの導入や1960年代のコンピュータによる超大型キルンの導入は能力増強型で、石炭を燃料とするキルンのノウハウ優位性に変化はなく、既存企業が導入を主導し、業界構造に大きな変化は見られなかったとした。

また Abernathy & Clark (1985) は、イノベーションが企業の既存の経営資源などにどのような影響を与えるかを「変革力」(transilience) と呼び、技術／生産と市場／顧客の2面において、変革力が破壊的か、温存的かを区分し、イノベーションを4分類し、技術的に新規性が小さくても、市場では革新的な製品となりうることを指摘した。Von Hippel (1988) は、イノベーションの源泉を機能別（生産、販売先、部品・素材業者）に探り、科学研究機器や半導体・プリント基板用装置、高強度複合材料では、イノベーションのアイディアの源泉がユーザーからもたらされていることを明らかにした。豊富な使用経験を有するリードユーザーも、イノベーションの源泉として技術革新の方向性やタイミングなど重要な役割を果たすことを指摘した。一方で、Christensen (1997)

(8) ラディカル (radical) イノベーションとも呼ばれる。

(9) インクリメンタル (incremental) イノベーションとも呼ばれ、A-Uモデルの移行期、固定期の段階に相当する。

製品アーキテクチャの視点から見たイノベーションにおける資本財産業の研究

は、HDD などの研究を通して、主要な顧客の声に耳を傾け、製品開発に活かしている企業ほど、技術変化が起こったときに、対応が遅れるケースとして、「イノベーションのジレンマ」(the innovator's dilemma) を提唱した。⁽¹⁰⁾当初は市場におけるニッチ需要しかもたないが、技術革新により主流市場で求められる技術水準を超え、既存製品のパフォーマンスを引き下げる技術を、「破壊的イノベーション」(disruptive technology) と呼んだ。⁽¹¹⁾最近では、この破壊的イノベーションの事例として、新興国で最初に生まれたイノベーションを先進国に逆流されるという「リバーズ・イノベーション」(Govindarajan & Trimble (2012)) が注目されているように、イノベーションのジレンマの概念は現在まで、学術・実務の両面に大きな影響を与えている。

3. 「製品アーキテクチャ」のイノベーション先行研究

Henderson & Clark (1990) が、製品アーキテクチャ (product architecture) の視点から、技術と組織との相互関係を初めて本格的に分析したといわれ、⁽¹²⁾1990年代以降から製品アーキテクチャと組織設計の関係に注目した研究が本格化した (中川 (2007))。製品アーキテクチャとは「製品の機能要素を構造物 (部品) にどのように対応、展開していくか、それらの構成要素間の相互依存関係をどのように設定するかに関する設計思想」と定義される (Ulrich (1995), 藤本⁽¹³⁾ (2001))。製品が複数のコンポーネント (部品)⁽¹⁴⁾ から形成されると想定し、

(10) Christensen (1997) が相対的に経営者の認知の問題として認識したのに対して、March, J. G. (1991) は組織の「知の探索 (Exploration)」問題として「コンピテンシー・トラップ (Competency Trap)」を提唱した。

(11) Christensen (1997) は、破壊的イノベーションに対して、組織には固有の組織文化があるので、同じ組織で異なるアーキテクチャ特性を合わせ持つことは困難であり、別組織とすることを提案している。

(12) Simon (1969) がアーキテクチャという概念自体は提起している。

(13) 「構成要素間の相互依存関係のパターンとして認識されるシステムの性質」とも説明される (青島・武石 (2006))。

(14) Simon (1969) ではサブシステム、Baldwin & Clark (2000) ではブロックと呼

製品・システムを構成している各種コンポーネント間の技術的相互関係性に注目した。これにより1990年代以降、「イノベーションが企業組織や産業システムに与える影響」について、より精緻に分析がされるようになった。

Henderson & Clark (1990) は、コピー機や半導体製造装置の事例研究⁽¹⁵⁾から、基幹技術の非連続的な変化を伴わないにも関わらず、既存企業の競争力を著しく低下させるようなアーキテクチャ・イノベーション (architectural Innovation) が存在することを明らかにした。アーキテクチャ知識は、開発組織の全体設計や組織の認知枠組に深く組み込まれたものであるため、変革がむつかしい。また、従来のコンポーネント間関係を前提に技術蓄積が行われるため、異なるアーキテクチャに基づく技術に十分な注意が払われなくなり、一度確立した製品開発組織全体の再編成を行うことが必要となると主張した。

さらに、Langlois & Robertson (1992) はモジュール化 (Modularization) という概念を導入した。⁽¹⁶⁾ 据え置き型オーディオ機器やマイクロコンピュータの産業研究を通して、個別コンポーネントのイノベーションにはモジュラー化が適しているが、製品全体の設計を変更するようなイノベーションが求められる時には、モジュラー化は適さないことを示した。また、モジュラー化が起ると、特定コンポーネントに特化・専門化した企業が競争優位を獲得すると主張した。モジュラー化すれば、他のコンポーネント部門と調整を行う必要がなくなり、企業としては、特定のコンポーネントに絞り込み、資源を集中させた方が有利

称している。

(15) コピー機で高い基幹技術を持つゼロックスや、半導体製造装置（アライメント装置）で約半分のシェアを持つ Kasper 社が、基幹技術が大きく変化しない新製品対応で日本企業に対して遅れをとった事例を、製品アーキテクチャの変化で説明した。

(16) 青木・安藤 (2002) は『「モジュール」とは、半自律的なサブシステムであって、他の同様なサブシステムと一定のルールに基づいてお互いに連結することにより、より複雑なシステムまたはプロセスを構成するもの』と定義し、『一つの複雑なシステムまたはプロセスを一定の連結ルールに基づいて、独立に設計される半自律的なサブシステムに分割することを「モジュール化』』と定義している。

製品アーキテクチャの視点から見たイノベーションにおける資本財産業の研究

となる。そのため、モジュラー化を契機に、一部のコンポーネントを外部調達し、産業システム全体としては、垂直統合型中心の構造から、特定コンポーネントに特化・専門化した企業のネットワーク型の構造となることを指摘した。

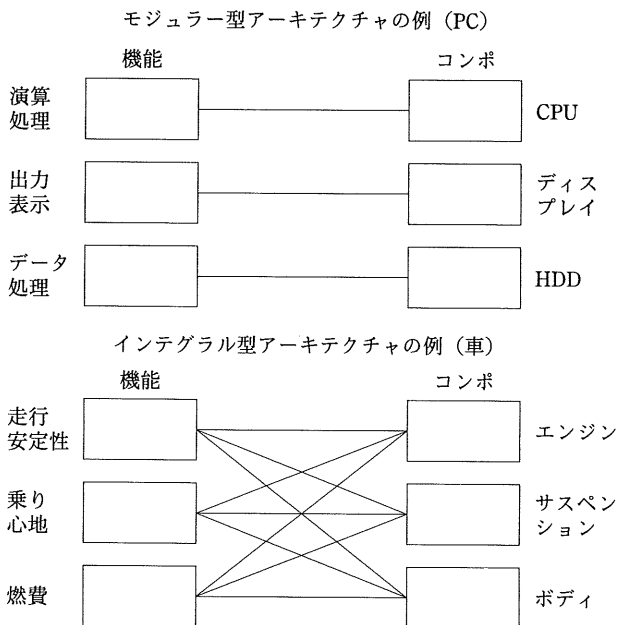
現在では、製品アーキテクチャには、大きくモジュール型 (modular) とインテグラル型 (integral) の2つに大別させる考え方が主流となっている (Ulrich (1995))。製品の機能と構造が複雑に錯綜し、部品が独自のインターフェイスで複雑強固に連結されている状態をインテグラル型に、相互関係が単純であり、部品間のインターフェイスが標準化されて構造的に独立分離している状態をモジュラー型に分類されている。

設計思想としてのモジュール (組み合わせ) 型アーキテクチャは、ひとつひとつのコンポーネントが、お互いに独立で機能している状態をいい、典型例がパソコン産業で見られ、機能と部品との関係が1対1に近い形になっている (図1)。各部品を見ると、それぞれが自己完結的な機能があり、各部品が非常に独立性の高い機能を持ち、かなり完結的であり、1つのモジュールとして機能し、各モジュールの設計者は独自の設計や技術革新が可能となっている。また、コンポーネントの組み合わせが多様に選択できるため、製品のバラエティを増加させることができる。

インテグラル (すり合わせ・統合) 型アーキテクチャは、製品を構成するコンポーネントが、強い機能的相互依存関係によって結びついた状態をいい、典型例が自動車産業で見られ、機能群と部品群との関係が錯綜しているものを指している (図1)。すべての部品が相互に影響を与えるため、各部品の設計者は、お互いの設計の微調整、連結が必要となる。そのため、あるコンポーネントの設計が変更されるときには、他のコンポーネントの設計も変更しなければ、システムとして機能しないため、コンポーネント・イノベーションにはむいていない一方で、システム全体での技術革新が実現されやすい。⁽¹⁷⁾

(17) Aoki (1986) の日米企業の比較を念頭においたモデルに当てはめると、モジュール間の連結ルールがヒエラルキー的に事前に固定されている場合を (A-モデル)

図1 アーキテクチャの分類例（モジュール型とインテグラル型）



（出所） 藤本・クラーク（2009）などから作成

製品開発の組織やプロセスは、モジュール型では、個別コンポーネントごとに独立・並行となり、インテグラル型では、開発組織は各コンポーネントの担当部門から横断的に人を集めたプロジェクト型、あるいはマトリックス型の組織になると考えられる。すなわち、モジュール化は社内の各コンポーネント部門を独立化させ、インテグラル型は結合化させる影響を及ぼすことが妥当と考えられる（Ulrich（1995））。

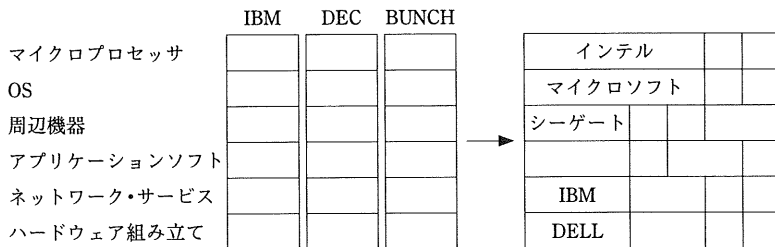
Grove（1996）や Fine（1998）は、1980年代に IBM がパーソナルコンピュータの開発にあたり、それまでのインテグラル型からモジュール型の製品アーキ

に、日本の自動車産業のようにそれぞれがモジュール間の情報交換によって中間的に修正される場合を（J-モデル）とのあいだの、情報効率性の比較を扱ったものと解釈できる（青木・安藤（2002））。

製品アーキテクチャの視点から見たイノベーションにおける資本財産業の研究

テクチャを採用することで、各コンポーネントの独立企業の設計が可能となったが、これをきっかけに個別コンポーネントの特化が進み、垂直統合の産業構造が変化したことを示した(図2)。さらに、Fine(1998)は、自転車産業の事例研究も踏まえ、インテグラル型・モジュール型双方の間を変化し続ける転換概念(らせん型発展経路)を提起し、インテグラル型のときには垂直統合型の構造が選択され、モジュール型のときは垂直統合型の構造が選択されるとした。

図2 モジュール化による産業構造の変化イメージ



(出所) Grove(1996), Fine(1998), 中川(2011) などより作成

Christensen, et al.(2004)などは、産業は「相互依存」の状態から「モジュール」の状態へと進化する傾向があると考えた。前者はトップ企業が垂直的に統合されなければならない状態であり、後者はスペシャリスト企業がバリューチェーンの中の肝心な構成部分に対する責任を負い、しかも業界におけるバリューチェーンの中で不釣り合いなほどのシェアを稼げる重要な製品のコンポーネントをつくっている状態である。背景として、モジュール型は柔軟性を最適化するが、厳しい規格を必要とするため、エンジニアに設計の自由度をあまり与えず、性能の犠牲の上になりたっている⁽¹⁸⁾。つまり、需要側と供給側で性能ギャップが存在する領域⁽¹⁹⁾では、企業はできる限りすぐれた製品をつくることで競争しなければ

(18) Christensen & Raynor(2003)

(19) 製品の機能性と信頼性が、ある市場階層に属する顧客のニーズを満たすにはまだ「十分でない」状況を示す。

ばならないが、製品の機能と信頼が顧客の要求水準を「オーバーシューティング」（行き過ぎ）すると、顧客が改良の対価を払わなくなる。市場が求める性能水準が技術進歩に対して相対的に低位に安定しているような状況ではモジュール化が優位な戦略となるが、一般に製品がコモディティ化する過程でこのような状況が生じるとした。

楠木-チェスブロウ（2001）は、Christensen（1997）と同様にHDDの研究を通して、製品アーキテクチャ変化が組織の不適合をもたらすケースである「統合組織（インテグリティ）の罠」・「モジュラリティの罠（modularity trap）」を指摘した。HDDの中核技術が薄膜ヘッドからMRヘッドへ転換するのにもなった製品アーキテクチャの変化に対して、旧世代の製品アーキテクチャに適合したかたちで組織体制をモジュール化していた企業は適応できず、市場シェアを大きく低下させたことを観察した。製品アーキテクチャが変化したときに、企業は変化に抵抗する組織的慣性が存在するために、その変化に対応できず競争力を減退させる。特に、モジュール型からインテグラル型への変化の際に、製品に関する知識が内部にないと、競争力を失ってしまう可能性を指摘した。⁽²⁰⁾

Baldwin & Clark（1997）は、モジュール化がいくつかの産業で増大する複雑な製品やプロセスを効率的に組織化するための戦略として、生産過程から設計過程に広がっていることを指摘した。さらにBaldwin & Clark（2000）で、コンピュータIBM/360のシステム設計の事例分析などから、製品アーキテクチャにおけるモジュール化の理論的なフレームワークを確立した。「設計構造とタスク構造の基本的同型性」⁽²¹⁾を前提に、モジュール化に金融商品のオプション概念を適用し、DSM（design structure matrix）⁽²²⁾と呼ばれる手法を使い、当該製

(20) 自動車部品の分析を行った具（2008）も同様の指摘を行った（後述）。

(21) 製品の設計と組織の設計は原則として一致すること。

(22) DSM（設計構造マトリックス）はEppinger（1991）らが提案した。製品設計を $X(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ と記述し、コンポーネント間の技術的関係性を行方向・列方向の $n \times n$ のマトリックスに記述していく。マトリックスに存在するセル数の

製品アーキテクチャの視点から見たイノベーションにおける資本財産業の研究
品を構成する「コンポーネント（設計パラメータの具体的事象）」同士の相互
依存関係をシステマテックに分析している。

モジュール化によるメリットとしては、①簡素化（相互依存性を少なくし、
対処可能な複雑性の範囲が広がり）、②標準化（モジュールの開発設計・生産
を同時に進められ）、③独立性（モジュール間の独立性を保てるインターフェ
イス設定で不確実性への適応が容易になること）に集約できる。彼らの提唱す
るモジュール・システムは、複数のモジュールから構成され、各モジュールは
独立して設計されながらも、全体として1つの統合されたものとして機能する
ことを示した。その際、システムをデザインする設計者は「明示的なデザイン・
ルール」と「隠されたデザイン・パラメータ」に情報を分離できる。「明示的
なデザイン・ルール」は、①アーキテクチャ（どのモジュールがシステム構成
要素となり、どのように機能するかを特定するもの）、②インターフェイス
（どのようにモジュールが相互作用するかを詳細まで規定するもの）、③標準
（モジュールのデザイン・ルールへの適合性を検証し性能を比較するもの）の
3つのカテゴリーからなり、設計の意思決定に影響を与えるものであり、設計
プロセスの初期段階で確立し、関係者（参加者）はモジュール相互間に広く開
示すべきものである。⁽²³⁾これによりモジュールの供給者（設計者）は、モジュール
相互間の動作を確保する「デザイン・ルール」さえ遵守すれば自由に試行錯
誤できるようになり、この自由度が新しいイノベーションの創出を可能にし、
モジュールの供給と単なる下請け企業と区分けすることが可能になると主張し
⁽²⁴⁾
た。

数に対する、影響を与えるセル数の割合により、製品アーキテクチャにおけるイン
テグラル性の程度を計測することができるとした。

(23) 「隠されたデザイン・パラメータ」（あるいは隠された情報）は、そのモジュール
を超えて他のデザインには影響を与えないものであり、「明示的なデザイン・ルール
」とは異なり、後から決めたり、変更したりしているものである。また、モジュール
の設計チーム以外の人に、その情報を伝える必要はない。

(24) モジュール自身のパラメータは「カプセル化（encapsulated）」されて密閉され

4. 「製品アーキテクチャ」におけるサプライヤー関係の先行研究 ～自動車を中心に～

1990年代までのサプライヤー研究では、オペレーションの効率化に焦点があったが、90年末より統合の深化やケイパビリティの構築の効果に焦点を当てた研究が中心に変化している（Terpend et al. (2008), Johnsen (2009)⁽²⁵⁾）。

これらの先駆的な業績である浅沼（1997）は、自動車産業組織の競争力の源泉が、中核企業と主要部品サプライヤーの間の設計の一定のモジュール化にあることを明らかにした。米国での中核企業における部品設計の貸与図（detail-controlled parts）のスキームに代え、日本の自動車産業が、設計枠組の一般的な共通理解とインターフェイスの特定化の後、中核企業が部品設計の承認図（black box parts）のスキームを導入したことを見出した。部品企業のデザインプロセスが「カプセル化」された結果、生産物システムのモジュールの同時並列的なデザインが可能となり、モデルチェンジのリードタイムが飛躍的に短縮されたと主張した。

藤本・葛（2001）は、日本の自動車産業における完成車と部品企業（サプライヤー）において、製品のモジュール性が企業間取引方針にどのような影響を与えるかの実証分析を行っている。33ケースに分けて分析し、当該部品がインテグラル型であれば「貸与図方式」が多くなり、同様にモジュール型であれば「承認図方式」であることを示した。

Mikkola（2003）は、クライスラーの新型モデル（ジープ）で、モジュラー型部品とされていたワイパーが、インテグラル型の専用部品としてサプライヤーと共同開発されている事例研究を行った。市販品のノイズ発生を開発するため、サイレント・リレー方針という共同開発品がインテグラル型で専用開発されて

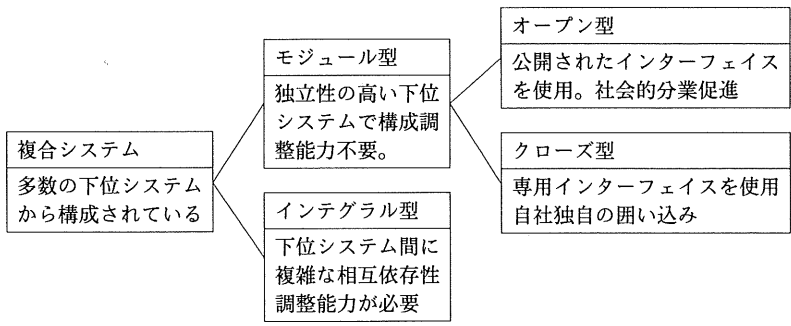
ても、他に影響することはないし、他には影響することはない。

(25) 企業や製品特性の違いにも注意が向けられてきているが、産業におけるサプライヤーとセットメーカーの両面から長期間の総合的な研究は少ない。

製品アーキテクチャの視点から見たイノベーションにおける資本財産業の研究
 いた。インテグラル型の場合は、技術調整の必要性から共同開発となり、企業
 間で開発活動や知識が共有されていることを示した。

一方、国領（1995）や国領（1999）らは情報のオープン・アーキテクチャ戦
 略⁽²⁶⁾として、「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インターフェイスでつなぐことによって汎用
 性をもたせ、多様な主体の発信する情報を結合させて価値の増大をはかる企業
 戦略」を提唱した。すなわち外部化によるモジュールのネットワーク協業で、
 優位性が高まることを指摘した。各企業が得意分野に経営資源を集中し、それ
 以外については大胆な提携によって他社資本を活用する、オープン型経営を採
 用することと密接に関係し、より多くの経営資源を占有しようとする日本型の
 囲い込み経営への考え方に修正を迫ることを提唱した。

図3 オープン型/クローズ型



（出所） 国領（1999），柴田（2008）より作成

自動車の製品開発力を国際的に比較した実証研究である Clark & Fujimoto
 (1991) や藤本（1997），藤本・クラーク（2009）などは、オープン・アーキ

(26) 「オープン化/クローズ化」は「システムの構築，改善，維持に必要とされる
 情報が社会的に共有・受容される範囲」に関する概念で，システムに関する社会的
 なコンセンサスの程度に係る概念である。

テクチャ戦略はアーキテクチャ特性で有効性が大きく異なると主張した。日本型の自動車産業とグローバル化が進む電機産業を念頭に、オープン・アーキテクチャ戦略は、モジュラー型事業では有効性が高いが、インテグラル型では低く、日本の自動車産業は垂直統合ながら日々の改善活動や問題解決プロセスで、国際的競争力を獲得したことを明らかにしている。⁽²⁷⁾ さらに、具（2008）は、複数企業間に知識が分散した現実の複雑な自動車サプライヤーの動向を踏まえ、モジュラー化への変化は創発的かつ複雑なプロセスで起こっていることを示した。

5. イノベーションにおける資本財産業の先行研究

Rosenberg（1976）によると『資本財部門は技術革新の過程で明らかに鍵を握る役割を果たす。すべてのイノベーションは、新製品の導入であろうと、既存の製品の安価な生産方法であろうと、資本財部門が特定の仕様にもとづいた新製品（機械）を生産することを要求する。資本財部門は、実質的には注文生産を第一義とするような部門』であり、これを受けて中岡（1993）は『イノベーションは生産過程で資本財としての一連の新機械群に体系化されてあらわれる』⁽²⁸⁾と指摘している。また（資本財部門は）『特定の大量生産工程のための狭い範囲の少数のツーリング装置—金型、ジグ、取付具、ゲージ、鋳型など—を生産しているのである。このようなやり方の明白な利点は、機械の生産には重要な学習過程が含まれており、高度な専門化によって効果的な学習が可能になるだけでなく、学習したことの応用も効果的になるということである』⁽²⁹⁾として⁽³⁰⁾いる。Rosenberg（1982）は、生産財は、資本財部門と中間財部門に分けられ、⁽³¹⁾

(27) あくまでも相対論である。なお、2012年にトヨタ自動車は新開発手法「TNGA（トヨタ・ニュー・グローバル・アーキテクチャ）」を導入し、2015年度発売の新型「プリウス」に導入される予定である。今まで、各地域やプロジェクト個別で車種ごとにバラバラに設計していた部品を複合モデルで共有化し、開発効率を20～30%高める考えである。

(28) Rosenberg（1976）P142，中岡（1993）P155

(29) 中岡（1993）P158～P159，Rosenberg（1976）P144

対照的な特徴を持つが、専門化の経済が有効に機能し始めるためには、産業内の適当に細分化されたすべての領域に企業が存在し、しかも各領域内に独占ではなく競争が存在する市場規模が必要と指摘した。さらに、現代イノベーションの特徴である補完性、累積性、産業間依存性のうち「過去、工作機械産業の辿ってきた道程は、まさにこの補完性と産業間依存関係によって特徴づけることができる」と指摘している⁽³²⁾。

Rosenberg (1976) は、工作機械産業の歴史的な分析から、技術的ボトルネックが技術進化の方向性を規定することを明らかにした。製品システムにおけるサブシステムがボトルネックになっている場合、隣接するサブシステムとの間に「技術不均衡」(technology imbalance) が生まれ、技術不均衡を解消するために、ボトルネックの改善に技術開発が焦点化し、技術開発努力がその方向性に傾注される⁽³³⁾。しかし、技術開発努力は、たびたび適正性能を超えて過剰性能(オーバーシュート)をもたらし、隣接するサブシステムに新しい技術不均衡を生み、それが再び新しいボトルネックを顕在化される循環により、技術進化の方向性が次々に規定されていくと考⁽³⁴⁾えた。そして技術変化の方向性を規定する要因として「焦点化装置」(focusing devices) という概念を提唱した。技術が1つのシステムを形成しているとすると、その要素間には複雑な相互依存性が存在する。逆に言えば、要素間に相互依存性が成立することによって、その

(30) 多様で異質な製品の一品生産に従事し専門化している。

(31) 均質で種類の少ない製品の大量生産に従事し規模の経済が支配的である。

(32) Rosenberg (1982), 原田 (2007) P28。本論文の最終的な分析対象を、工作機械などの狭義の資本財産業だけでなく、ツーリング装置や周辺機器を含む「ものづくり基盤」全体を網羅する広義の資本財産業を対象とする意味もここにあると考えられる。

(33) Hughes (1983) も電力産業の発展過程を通し、同様の理論が存在することを明らかにした。技術システムの成長を阻害している「逆突出部を、解消される技術開発に集中する決定的問題が循環する技術システムの成長」を指摘した。

(34) 例えば、高速度鋼の工具が実用化した20世紀初めの工作機械は従来の5倍弱の高スピード回転に耐えうる剛性を持つ工作機械はなかったが、高速度鋼の開発が工作機械の技術革新を促進し、大型で高剛性の工作機械の開発が進んだ。

システムは機能している。しかし、何らかの要因で一種の均衡状態が崩れるか、もしくは不安定な状況にさらされると、そこで解決されるべき問題が焦点となる。このような複数の要素に相互依存性が存在するために問題提示機能を「焦点化装置」と呼んだ。具体例として、①製品システムでの「技術的不均衡」の発生、②投入要素の不確実性⁽³⁵⁾、③既存のインプットの供給が何らかの理由で絶たれたり、急激に減少したりする状態⁽³⁶⁾を挙げた。加藤（2011）によると、「焦点化装置」は社会や経済システムの視点から議論を進めているが、Abernathy（1978）の「ドミナント・デザイン」をめぐる一連の議論は、『同様の問題を個々の産業や企業のレベルで考察したものとして』⁽³⁷⁾とらえることができ、Rosenberg（1976）の「技術のシステム性が行為主体に対して問題を提示する機能を果たす可能性」に関しては『アナバシーやクラークによる議論においても、理論的な系譜が異なるにも関わらず、類似の現象に関する考察が進められていた』⁽³⁸⁾と指摘されている。

製品アーキテクチャに基づく工作機械のサプライヤー研究としては、Finegold et al.（1994）が、日本の工作機械企業は徹底した部品共通化とアウトソーシング化により、モジュール化という手法を導入し、従来クラフト的であった産業を量産型産業にしたことを分析し、中馬（2002）が工作機械のNC⁽³⁹⁾（Numerical Controller）装置の分析から産業におけるモジュール設計思想の影響の大きさを指摘した。

(35) ストライキなど不確実性のため、19世紀における英国熟練労働者が機械に代替された過程が代表例として挙げられる。

(36) 例として、第二次世界大戦初期の日本が東南アジアを占領した際に、米国で天然ゴムの供給が絶たれ、合成ゴム産業が発展した過程がある。

(37) 加藤（2011）P138

(38) 加藤（2011）P167

(39) NC（数値制御）装置は工作機械の中核部品であり、数値制御のよる信号指令を用いるプログラム制御で、工作物に対する工具の位置や送り速度などを制御する。

柴田・現場・児玉（2002）は、NC装置の大手企業であるファナックの事例研究を中心に、技術と産業の発展過程は無秩序に進展するのではなく、一定パターンに従うことを主張した。第一の法則性として、製品アーキテクチャは、次第にモジュール化するが、第二の法則性として、画期的な要素技術が誕生した場合は、モジュール化からインテグラルに逆シフトすることを示している。さらに柴田（2008）は、製品アーキテクチャにおけるモジュール化の概念を使用し、イノベーションプロセスのダイナミックスの法則性の説明を試みている。モジュール化した産業は、そのモジュール性ゆえに、独自のダイナミクスを持ち、一定の条件を満たす場合には伝統的産業分類を超えたモジュール製品間の統合を促進するということを明らかにした。そして、ダイナミクスに影響を与えるのは、初期値にどのようなモジュール分割を行うかが大切になり、欧米の工作機械企業がNCを内製化し、統合的なNC工作機械をつくる傾向が強いのに対して、日本の工作機械企業は専門メーカーに依存し、モジュール分割を行ったことを、逆シフトのマネジメントとして、ファナックの事例研究をおこなっている。

なお、同じくファナックなどを対象としたイノベーション研究としては原田（2007）がある。技術パラドクス（technology paradox）⁽⁴⁰⁾に注目し、主にNC工作機械とIT産業の分析を通して、汎用技術のイノベーションメカニズムを分析している。A-Uモデルを参考に、汎用・専用技術の転換プロセスを学習プロセスと捉え、機械自体が、技術的知識の運搬態としての機能を持っており、機械を媒介とした汎用・専用技術の相互転換プロセスに注目した。工作機械産業とユーザー産業の共同開発を通じたインターフェイス知識の蓄積は、汎用・専用技術の相互転換プロセスを促進している一方で、NC装置では汎用技術の

(40) Brynjolfsson (1993) は過去の実証研究のサーベイを踏まえIT、パラドクスの消滅を主張したが、Brynjolfsson & Andrew (2011) では、所得の中央値が伸び悩んでいるのは、イノベーションが停滞しているからではなく、人間側のスキルや組織制度が技術の速度についていけないからであると主張している。

自立化が見られ、汎用・専用技術の相互作用はそれほど必要でないことを明らかにした。その他に製品アーキテクチャの工作機械の事例研究としては、朴(2001)の豊田工機⁽⁴¹⁾の事例研究や鈴木(2011)のヤマザキマザック⁽⁴²⁾の事例研究が挙げられる。

6. ま と め

本論文を含む3部構成で、資本財産業の産業・企業構造を整理・網羅しつつ、分析を行う予定である。本論文では、製品アーキテクチャにおけるイノベーションを中心に先行研究をまとめた。「テクノロジーが企業組織や産業システムに与える影響」を対象とした「ドミナント・デザイン」から「イノベーションのジレンマ」に至る先行研究に加え、「製品アーキテクチャ」によるモジュール型とインテグラル型の分類による研究進展を見てきた。その上で、自動車を中心としたサプライヤー関係の製品アーキテクチャ研究とイノベーションにおける資本財産業の先行研究に言及した。

今後、第2部では、製品アーキテクチャ研究における各産業への事例研究の応用状況を概観する予定である。本稿で言及した自動車産業における製品アーキテクチャの研究成果・蓄積を応用し、2000年代以降は、エレクトロニクス産業から素材、消費財産業などの各産業・企業研究だけでなく、中国やアジアなどの国・地域性による分析の蓄積が行われているためである。

その上で、第3部では資本財産業の産業構造・企業事例分析を行う予定である。イノベーションにとって資本財産業は極めて重要だが、資本財産業である「産業財」や「中間財」は、相対的にユーザー/競合や市場規模の境界線や財務成果が解り難く、一般には製品特性や技術動向の理解も困難で、同一企業で

(41) 実際の企業の複雑な製品開発の現場で階層別に標準化シリーズ化を使い分ける手法を紹介した。

(42) 探索的な技術融合と組織内外の幅広い提携活動により、段階的に製品のインテグリティを高め、競争優位を獲得したことを示した。

製品アーキテクチャの視点から見たイノベーションにおける資本財産業の研究

複数の事業を手掛けるケースが多い。そのため相互依存関係が複雑で、これまで日本のサプライヤー構造も含めた企業・産業構造の全体的な分析は行われていない。工作機械などの狭義の資本財産業だけでなく、日本の「ものづくり基盤」全体を俯瞰する広義の資本財産業を対象として、個別企業毎の財務成果も踏まえ、分類・適用・分析を試みる予定である。

参 考 文 献

- Abernathy, W.J. (1978) *The Productivity Dilemma: Road Block to Innovation in the Automobile Industry*. Baltimore, Johns Hopkins University Press
- Abernathy, W.J. & Clark, K.B. (1985) "Innovation: Mapping the Winds of Creative Destruction," *Research Policy*, 14, 1, 3-22
- Abernathy, W.J, Clark, K. B. & Kantrow, A. B. (1983) *Industrial Renaissance*, New York: Basic Books. (望月嘉幸監訳「インダストリアル・ルネッサンス」TBSブリタニカ, 1984年)
- Aoki, M. (1986) "Horizontal and Vertical Information Structure of the Firm," *American Economic Review*, 76, 97-983
- Aoki, M. (2010) *Corporations in Evolving Diversity: Cognition, Governance, and Institutions*, Oxford University Press (谷口和弘訳「コーポレーションの進化多様性」NTT出版, 2011年)
- Anderson, C. (2012) *MAKERS: The New Industrial Revolution*, Random House Business Books. (関美和訳「メイカーズ」NTT出版, 2012年)
- Baldwin, C. Y. & Clark, K. B. (1997) "Managing in an Age of Modularity," *Harvard Business Review*, Sep-October, 84-93 (安藤晴彦訳, 青木昌彦・安藤晴彦編「モジュール化」東洋経済新報社所収, 2002年)
- Baldwin, C. Y. & Clark, K. B. (2000) *Design Rules: The Power of Modularity, Vol. 1*, Cambridge, MA, MIT Press. (安藤晴彦訳「デザイン・ルール-モジュール化パワー」, 東洋経済新報社, 2004年)
- Bartlett, C. A. & Ghoshal, S. (1989) *Managing across Borders: The Transnational Solution*, Harvard Business School Press. (吉原英樹監訳「地球市場時代の企業戦略-トランスナショナル・マネジメントの構築」, 日本経済新聞社, 1990年)
- Brynjolfsson, E. & Andrew, M. (2011) *Race Against The Machine: How the Digital Revolution is Accelerating Innovation, Driving Productivity, and Irreversibly Transforming Employment and the Economy*, Digital. MIT. Edu (村井章子訳「機械との競争」日経BPマーケティング, 2013年)
- Brynjolfsson, E. (1993) "The Productivity Paradox of Information Technology." *Comm-*

- nications of the ACM, 36, 67-77
- Christensen, C.M (1997) *The Innovator's Dilemma*, Harvard Business School Press
 (伊豆原弓訳「イノベーションのジレンマ」, 羊羽泳社, 2000年)
- Christensen, C.M. & Raynor, M.E. (2003) *The Innovator's Solution*, Harvard Business School Press. (玉田俊平太監修/桜井裕子訳「イノベーションへの解」, 翔泳社, 2003年)
- Christensen, C.M. et al. (2004) *The Innovator's Dilemma: Seeing whats Next*, Harvard Business School Press. (宮本喜一訳「明日は誰のものか」ランダムハウス講談社, 2005年)
- Clark, K.B & Fujimoto, T. (1991) *Product Development Performance*, Harvard Business School Press. (田村明比古訳「製品開発力」, ダイヤモンド社, 1993年)
- Cusumano, M.A. (2004) *The Business of Software* (サイコム・インターナショナル監訳「ソフトウェア企業の競争戦略」, ダイヤモンド社, 2004年)
- Cusumano, M.A. and Markides, C.C. (2001) *STRATEGIC THINKING FOR THE NEXT ECONOMY*, Massachusetts Institute of Technology (グロービス・マネジメント・インスティテュート訳「戦略論」, 東洋経済新報社, 2003年)
- Dertouzos, M.L. et al. (1989) *MADE IN AMERICA*, MIT Press (依田直也訳「Made in America」草思社, 1990年)
- Eppinger, S. (1991) "Model-based Approaches to Managing Concurrent Engineering," *Journal of Engineering Design*, 2, 4, 283-290
- Fine, C.H. (1998) *Clockspeed: Winning Industry Control in the Age of Temporary Advantage*, Reading: Perseus Books (小幡照雄訳「サブライチェーンデザイン企業進化の法則」, 日経BP社, 1999年)
- Finegold et al. (1994) *The Decline of the U.S. Machine-tool Industry and Prospects for Its Sustainable Recovery*, Vol 2, Rand, MR479/2-OSTP-V.2
- Fleischer, M. (1997) *The Inefficiency Trap: Strategy Failure in the German Machine tool Industry*, Berlin
- Govindarajan, V. & Trimble, C. (2012) *Reverse Innovation: Create Far from Home, Win Everywhere*, Harvard Business School Press. (渡部典子訳「リバース・イノベーション」, ダイヤモンド社, 2012年)
- Grichnik, K. & Winkler, C. et al. (2008) *MAKE OR BREAK*, Booz & Company Inc. (ブーズ・アンド・カンパニー訳「グローバル製造業の未来」, 2009年)
- Grove, A.S. (1996) *Only the Paranoid Survive: How Exploit the Crisis Points that Challenge Every Company and Career*, New York: Currency Doubleday.
- Henderson, R.M. & Clark, K.B. (1990) "Architectural Innovation: The Reconfiguration of existing Product Technologies and the Failure of Established Firms," *Administrative Science Quarterly*, 35, 1.9-30
- Hughes, T.P. (1983) *Networks of Power: Electification in Western Society,188-1930*,

- The Johns Hopkins University Press (市場康男訳「電力の歴史」平凡社, 1996年)
- Johnsen, T. E. (2009) "Supplier involvement in new product development and innovation: Taking stock and looking to the future," *Journal of Purchasing & Supply Management* 15, 187-197
- Jones, C. I. (1998) *Introduction to Economic Growth*, W. W. Norton (香西泰監訳「経済成長理論入門」日本経済新聞社, 1999年)
- Karshenas, M. & Stoneman, P. L. (1993) "Rank, Stock, and Epidemic Effects in the Diffusion on New Process Technologies: An Empirical Model." *Rand Journal of Economics*, 24, 503-528
- Kelly, M. R. (1993) "Organizational Resources and the Industrial Environment: The Importance of Firm Size and Inter-firm Linkages to the Adoption of Advanced Manufacturing Technology." *International Journal of Technology Management, Special Issue on Small Firms and Innovation: The External Influences*, 8, 36-68
- Langlois, R. N. & Robertson, P. L. (1992) "Network and Innovation in a modular system: Lessons from the microcomputer and stereo component industries," *Research Policy*, 21, 4, 297-313
- Langlois, R. N. & Robertson, P. L. (1995) *Firms, Markets and Economic Change: A Dynamic Theory of Business Institutions*, London: Routledge. (谷口和弘著, 「企業制度の理論」NTT 出版, 2004年)
- March, J. G. (1991) "Exploitation in Organizational Learning," *Organization Science*, 2, 1, 71-87
- Mazzoleni, R. (1997) "Learning and path-dependence in the diffusion of innovations: comparative evidence on numerically controlled machine tools," *Research Policy*, 26, 405-428
- Mikkola, J. H. (2003) "Modularity, component outsourcing, and inter-firm learning," *R & D Management*, 33, 4, 439-454
- Mikkola, J. H. et al. (2003) "Managing Modularity of Product Architectures: Toward an Integrated Theory," *IEEE Transactions on Engineering management*, 30, 2
- Milgrom, P. & Roberts, J. (1992) *Economics, Organization & Management*, Prentice Hall, Inc. (奥野・伊藤・今井・西村・八木訳「組織の経済学」NTT 出版, 1997年)
- Przybylinski, S. (1994) "Case Study: Computer Numerical Controllers," in Finegold (ed.), *The Decline of the U. S. Machine-tool Industry and Prospects for Its Sustainable Recovery*, Vol2, Rand, MR479/2-OSTP-V.2
- Tece, D. J. (1986) "Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaborations, licensing and public policy," *Research Policy* 15, 285-305
- Terpend, R. et al. (2008) "Buyer-Supplier Relationships: Derived Value Over Two Decades," *Journal of Supply Chain Management*, 44, 2
- Tushman, M. L. & Anderson, P. (1986) "Technological discontinuities and organizational

- environments,” *Administrative Science Quarterly*, 31, 3, 439-465
- Tushman, M. L. & O’reilly, C. A. (1987) *WINNING THROUGH INNOVAION*, Harvard College (斎藤彰悟監訳「競争優位のイノベーション」ダイヤモンド社, 1997年)
- Porter, M. E. (1980) *Competitive Strategy*, Free Press (土岐・中辻万治・服部照夫訳「競争の戦略」, ダイヤモンド社, 1995年)
- Roberts, J. (2004) *The Modern Firm: Organizational Design for Performance and Growth*, Oxford: Oxford University Press (谷口和弘訳「現代企業の組織デザイン - 戦略経営の経済学」, NTT 出版, 2005年)
- Rosenberg, N. (1976) *Perspectives on Technology*. Cambridge, Cambridge University Press
- Rosenberg, N. (1979) “Technological Interdependence in the American Economy,” *Technology and Culture*, 20, 1, 25-50
- Rosenberg, N. (1982) *Inside the Black Box: Technology and Economics*. Cambridge, Cambridge University Press
- Schumpeter, J. A. (1934) *The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle*, Cambridge, Mass: Harvard University Press. (塩野谷祐一・中山伊知郎・東畑精一訳「経済発展の理論—企業者利潤・資本・信用・利子および景気の回転に関する一研究」, 1977年)
- Simon, H. A. (1969) *The Sciences of the Artificial*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Solow, R. M. (1956) “A Contribution to the theory of economic growth,” *Quarterly Journal of Economics*, 70, 7, 65-94
- Ulrich, K. (1995) “The Role of Product Architecture in the Manufacturing Firm,” *Resarch Polcy* 24, 419-440
- Utterback, J. M. (1994) *Mastering the Dynamics of Innovation*, Boston: Harvard Business School Press. (大津正和・小川進訳「イノベーション・ダイナミクス」, 有斐閣, 1998年)
- von Hippel, E (1988) *The Source of Innovation*, Oxford University Press. (榊原清則訳「イノベーションの源泉—真のイノベーターはだれか—」, ダイヤモンド社, 1991年)
- Von Hippel, E & R. Katz (2002) “Shifting Innovation to Users via Toolkits,” *Management Science*, 48, 7, 821-833
- 青木昌彦・安藤晴彦編 (2002) 『モジュール化』東洋経済新報社
- 青島矢一・武石彰 (2006) 「アーキテクチャという考え方」, 伊丹他編『リーディングス 日本の企業システム 第Ⅱ期 第3巻 戦略とイノベーション』所収, 有斐閣, P206-240
- 浅井澄子 (2004) 『情報産業の統合とモジュール化』日本評論社
- 浅沼萬里 (1997) 『日本の企業組織：革新的適応のメカニズム』東洋経済新報社
- 生稲史彦 (2012) 『開発生産性のディレンマ』有斐閣
- 池田信夫 (2005) 『情報技術と組織のアーキテクチャ』NTT 出版

製品アーキテクチャの視点から見たイノベーションにおける資本財産業の研究

- 伊藤秀史編（1996）『日本の企業システム』東京大学出版会
- 伊藤宗彦（2005）『製品戦略の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
- 今井賢一・小宮隆太郎編（1989）『日本の企業』東京大学出版会
- 加藤俊彦（2011）『技術システムの構造と革新』白桃書房
- 具承桓（2008）『製品アーキテクチャのダイナミズム』ミネルヴァ書房
- 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
- 後藤晃・児玉俊洋編（2006）『日本のイノベーション・システム』東京大学出版会
- 楠木健・チェスブロウ, H.W.（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（2001）『ビジネス・アーキテクチャ』所収, 有斐閣, P263-285
- 榊原清則（2005）『イノベーションの収益化』有斐閣
- 榊原清則・香山晋編（2006）『イノベーションと競争優位』NTT出版
- 佐久間昭光（1998）『イノベーションと市場構造』有斐閣
- 佐竹隆編（2002）『中小企業のベンチャー・イノベーション』ミネルヴァ書房
- 柴田友厚（2008）『モジュール・ダイナミクス』白桃書房
- 柴田友厚・玄業公規・児玉文雄（2002）『製品アーキテクチャの進化論』白桃書房
- 新宅純二郎（1994）『日本企業の競争戦略—成熟産業の技術転換と企業行動』有斐閣
- 楢山泰生（2009）『グローバル戦略の進化』有斐閣
- 鈴木信貴（2010）「モジュール型産業におけるインテグリティの獲得—日本工作機械産業の事例—」, 『赤門マネジメント・レビュー』9巻9号, PP635-661
- 鈴木良始・那須野公人編（2009）『日本のものづくりと経営学』ミネルヴァ書房
- 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
- 武石彰・青島矢一・軽部大（2012）『イノベーションの理由』有斐閣
- 竹岡敬温・中岡哲郎・高橋秀行編（1993）『新技術の導入—近代機械工業の発展—』同文館
- 中馬宏之（2002）「『モジュール設計思想』の役割」, 青木昌彦・安藤晴彦編（2002）『モジュール化』東洋経済新報社, P211-246
- 中岡哲郎（1993）「発展途上国機械工業の技術形成」, 竹岡敬温・中岡哲郎・高橋秀行編（1993）『新技術の導入—近代機械工業の発展—』所収, 同文館, P155-203
- 中川功一（2011）『技術革新のマネジメント』有斐閣
- 沼上幹（1999）『液晶ディスプレイの技術革新史』白桃書房
- 延岡健太郎（1996）『マルチプロジェクト戦略』有斐閣
- 延岡健太郎（2006）『MOT [技術経営] 入門』日本経済新聞出版社
- 野中郁次郎（1990）『知識創造の経営』日本経済新聞社
- 朴泰勲（2001）「工作機械メーカーの製品開発」, 藤本隆宏・武石彰・青島矢一編（2001）『ビジネス・アーキテクチャ』所収, 有斐閣, P195-207

- 原田勉（2007）『汎用・専用技術の経済分析』白桃書房
- 一橋大学イノベーション研究センター編（2001）『イノベーションマネジメント入門』、
日本経済新聞社
- 平松茂実（2012）『現代モジュール化経営論』学文社
- 弘岡正明（2003）『技術革新と経済発展』日本経済新聞社
- 藤本隆宏（1997）『生産システムの進化論』有斐閣
- 藤本隆宏（2001）『生産マネジメント入門Ⅰ・Ⅱ』日本経済新聞社（全2巻）
- 藤本隆宏・葛東昇（2001）「アーキテクチャの特性と取引方針の選択—自動車部品の
ケース」, 藤本隆宏・武石彰・青島矢一編（2001）『ビジネス・アーキテクチャ』所
収, 有斐閣, P221-228
- 藤本隆宏・キム クラーク（2009）『増補版・製品開発力』（田村明比古訳）ダイヤモ
ンド社
- 藤本隆宏・桑嶋健一編（2009）『日本型プロセス産業』有斐閣
- 藤本隆宏・新宅純二郎（2005）『中国製造業のアーキテクチャ分析』東洋経済新報社
- 藤本隆宏・武石彰・青島矢一編（2001）『ビジネス・アーキテクチャ』有斐閣
- 藤本隆宏・西口敏宏・伊東秀史編（1998）『サプライヤーシステム』有斐閣
- 藤本隆宏・安本雅典編（2000）『成功する製品開発』有斐閣
- 三品和広（2004）『戦略不全の論理』東洋経済新報社
- 山田基成（2010）『モノづくり企業の技術経営』中央経済社
- 吉田三千雄・藤田実（2005）『日本産業の構造転換と企業』新日本出版