

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2：産業別先行研究サーベイ—

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

本論文を第2部とする3部構成で、イノベーション研究の一環として、製品アーキテクチャとサプライヤーシステムの先行研究や他の産業分野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⁽¹⁾部では、「製品アーキテクチャ (product architecture)」⁽²⁾におけるイノベーションを中心とした関連先行研究を時系列的にサーベイした。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先行研究に関して、「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 (dominant design)」から「イノベーションのジレンマ (The Innovator's

(1) 林 (2013)。

(2) 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」(Ulrich (1995), 藤本 (2001)) 等と説明される (林 (2013))。

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

Dilemma)」に至る先行研究の流れをまとめた。さらに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に加え、イノベーションにおける主要な資本財産業の先行研究にも言及した。その上で、本論文である第2部では、研究対象分野の広がりに伴う業界別の流れを考慮し、産業機械、自動車、電機産業（完成品）、電機産業の部品、その他分野、工作機械の各産業順に、製品アーキテクチャ研究を中心とする成果を整理した。第3部で資本財産業の企業・構造分析を行う上でも、他産業の研究手法と成果をまとめることが重要と考えられるためである。加えて、自動車、電機、素材などの各産業は、本研究が対象とする広義の資本財産業の主要ユーザーでもある一方で、製造業全般の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ことが多いためである。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・企業研究の分析を行うためにも、これらの産業の先行研究の成果を総括することが必要と考えている。

2. 産業機械を起点とするイノベーションの先行研究

イノベーション分析の体系的実証研究のパイオニアとしては Myers & Marquis (1969) が挙げられる。全米計画協会調査に基づく5産業（鉄道会社、関連サプライヤー、コンピュータ・関連部品、住宅サプライヤー）の576の成功事例を分析した。その結果、「テクノロジー・プッシュ型」ではなく、「ディ

(3) 林 (2013) の通り、製品アーキテクチャには、大きくモジュール型とインテグラル型の2つに大別させる考え方が主流となっている。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。

図1 産業機械の先行研究例

論文・著書（発行年）	主な研究対象	コメント
Myers, S. & Marquis, D. G. (1969)	産業財など	576の成功したイノベーション分析の体系的実証研究のバイオニア
Allen, T. J. (1977)	航空宇宙など	外部情報と組織内との情報を変換しているゲートキーパーの役割に注目
Lynn, L. H. (1982)	鉄鋼	米国企業に先駆けて日本企業が導入したLD転炉等の技術プロセスを分析
Teece, D. J. (1986)	医療機器	流通やサービス、補完技術など補完財資産との組み合わせが重要と主張
Tushman, M. L. & Anderson, P. (1986)	セメントほか	非連続イノベーションでも既存企業の優位が継続する場合を指摘
von Hippel, E. (1988)	科学機器	リードユーザーが技術革新の方向性やタイミングに重要な役割
Henderson, R. M. & Clark, K. B. (1990)	半導体製造装置	連続的技術変化でのアーキテクチャルイノベーションを指摘
Utterback, J. M. (1994)	タイプライター、照明、板ガラス、氷、画像技術などの事例で、A-Uモデルを普遍化	
Henderson, R. M. (1995)	半導体製造装置	設計変更で技術の限界はドミナントデザイン以外でも変化すると主張
Hobday, M. (1998)	産業財	複雑な製品開発や生産に関して一品設計・生産、小バッチの研究
Brunoni, S. & Prencipe, A. (2001)	航空エンジン	分業とともにシステムインテグレーターの知識レベルの統合戦略を追求
Brunoni, S. et al. (2001)	航空エンジン	設計・生産の境界と知識の境界の不一致を指摘
児玉編著 (2008)	アミノ酸、鉄鋼、自動車、LNG、CPUなどの事例から「技術・産業パラダイム転換」を分析	
Brunoni, S. & Prencipe, A. (2011)	航空ギアボックス	組織構造と知識の範囲に起因する問題で各社の対応に差異
延岡 (2011)	FAセンサー等	キーエンスやコマツなどの事例から生産財における意味的価値を提案
長内・榊原編著 (2012)	建機	コマツの分析からアフターマーケット戦略の重要性を示唆
具・加藤 (2013)	船舶と造船産業	戦略的行動についての複雑性へのマネジメントの観点の考察

(注) 必ずしも網羅していない。また、年に関しては著書を中心に示しており、必ずしも論文の初出を示していない。

マンド・プル型」が大半を占めることと、アイデア創造には外部情報が貢献し、問題解決には内部情報が貢献すること等を示した。この Myers & Marquis (1969) の流れを受け、情報インプットにおける化学産業や科学機器など成功・失敗を含む実証研究が英国やカナダ等でも行われた。

航空宇宙などの政府支援プロジェクトなどの研究から Allen (1977) が、研究所内でのコミュニケーション・ネットワークの結节点的な「ゲートキーパー

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

(gatekeeper)」が外部情報との接触頻度が高く、組織内へ技術者の情報を交換していることを主張した。Lynn (1982) は、鉄鋼産業において、米国企業に先駆けて日本企業がラディカルイノベーションである LD 転炉や連続鋳造設備を導入し、競争力を高めた事例分析を行っている。また、von Hippel (1976)・(1986) などは、科学研究機器や建機、電線切断機械や高機能樹脂などの研究から豊富な使用経験を有する「リードユーザー (lead user)⁽⁴⁾」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。

Teece (1986)⁽⁵⁾ は、医療機器などの研究から「補完財資産 (complementary asset)」が重要な役割を果たしていることを指摘した。流通やサービス、補完技術などの補完財資産との組み合わせによって価値を高め、維持することができると主張した。また、Tushman & Anderson (1986) は、セメント⁽⁶⁾、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。

Henderson & Clark (1990) は、製品アーキテクチャの視点から、コピー機や半導体製造装置⁽⁷⁾の事例研究を行い、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「アーキテクチャル・イノベーション (architectural innovation)」が存在することを明らかにした。既存製品の文脈に合致するように知識を確立すると、組織内に情報フィル

(4) ちなみに小川 (2000) は情報の粘着性の概念を使い小売業に応用している。

(5) 英 EMI の X 線 CT の開発者 Hounsfield, G. はノーベル賞を受賞した一方、1972 年に投入した製品は、7 年で市場から撤退した。自社の製品だけでは市場に価値を提供できず、医療分野のノウハウ等を持つ他の企業のシェアを取られた事例として紹介している。

(6) 米国のセメント産業の 3 つの非連続イノベーションを分析している (林 (2013) 参照)。

(7) 具体的な事例内容は林 (2013) 参照。

ターが発達し、既存製品の改善に重要なものだけをフィルタリングしてしまう。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。

このように初期のイノベーションの実証研究は資本財分野を主な対象としている。資本財のユーザーはプロフェッショナルであり、自らのニーズを機能や価格など客観的に理解できる場合が多い。それに対して、一般的な消費財の場合は、需要の要因が複雑であり、効果測定の評価があいまいになりがちで、技術管理論的な分野での実証研究では取り上げることが困難となりやすいためである。

Utterback (1994) は、自動車産業の研究で形成した Abernathy – Utterback (A-U) モデル⁽⁸⁾における「ドミナント・デザイン」を、タイプライター、照明、板ガラス、氷、画像技術などの事例に応用し、普遍化を試みている。一方で、Henderson (1995) は半導体露光装置⁽⁹⁾の事例研究より、技術の限界はドミナント・デザインの構造だけでなく、ユーザー要求や選考、部品や補完技術の発達に依存すると主張した⁽¹⁰⁾。また Hopday (1998) は航空宇宙、造船、鉄道、建築、土木、発電所などの複雑な製品開発や生産に関して、カスタマイズされ、一品設計・生産ないし小バッチになりやすく、製品ライフサイクルが10年以上にな

(8) 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」から、ドミナント・デザインが確定し、「移行期」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」と呼ぶ時期に入ると、イノベーションの発生率は下がり、費用、量、生産能力が極端に重視されるとした。詳細は林（2013）参照。

(9) 1966年に Kulic and Soffa 社の686モデルがドミナント・デザインを確立して以来、物理的な技術的限界が言われるたびに、ユーザー要求の変化、部品（屈折レンズ）性能や補完技術の向上により、光露光装置のライフサイクルが延長されていると主張した。

(10) 田口・高橋（2010）は、ユーザー要求や選考などの変更そのものをドミナント・デザインの変更と見なすことができるとしている。

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の研究
る製品は、製品納入後もイノベーションのプロセスが続く特性を示した。

Prencipe (2000) は航空エンジンのコントロールシステムの事例研究で、技術の広さと深さにおいて、企業保有の技術力の範囲と実際に手掛ける範囲が一致するとは限らず、エンジン企業は外部のコンポーネントを評価し、統合するための知識が必要と主張した。また、以下のように一連の航空エンジンの企業研究でさまざまな知見を得た。Brusoni & Prencipe (2001) では、航空エンジンや化学プラントエンジニアリングではそれぞれの部品、サブシステム、専門領域に特化した企業による分業が進んでおり、システムインテグレーターが重要となることを指摘した。優れたシステムインテグレーターは、実際の業務範囲以上に、部品やサブシステムのより広い範囲に及ぶ技術の知識を持っていることを明らかにした。産業の分業が進むと同時にシステムインテグレーターは、業務範囲より広い知識を持つ重要性を主張した。

Brusoni & Prencipe & Pavitt (2001) は、航空エンジンのコントロールシステムの開発に関して、設計と生産の境界と知識の境界が必ずしも一致していないことを指摘した。油圧からデジタル方式に根本的な技術変化が主要企業 3 社⁽¹¹⁾に与えた影響をそれぞれ分析し、分業とともにシステムインテグレーターの知識レベルの統合戦略を追求する必要があることを明らかにした。航空エンジンの主要 3 社は同じ製品市場にあったが、技術変化に対して、内製化やアウトソーシングで全く違う挙動をとった。Brusoni & Prencipe (2011) では、航空機の B777 プロジェクトのギアボックスの設計変更において、外注するエンジン企業 2 社がトラブルを発生させる中で、ギアボックスを内製していたエンジン 1 社のみが、エンジンとギアボックスの相互依存性を伴う問題を認識・対応することができたことを示した。⁽¹²⁾

(11) 1950年代のコントロールシステムは油圧式で、コンポーネントは用途特殊的な設計がなされていたが、1970年代には油圧式の大規模な技術変化は一巡し、1980年代にデジタル式への根本的な変化が起こった。

(12) 向井 (2013) 参照。

初期のドミナント・デザインの議論では一つの「産業」を分析対象としたが、その後の製品アーキテクチャの議論では「製品」単位や「企業」毎での議論が活発化した。⁽¹³⁾これによりイノベーションにおける設計・生産全体のサプライヤーの役割分担と、それを統括する知識の重要性が明らかになった。直近では後述の工作機械の企業研究を除き、欧米での資本財の事例研究の新しい取り組みは少ないが、日本で船舶・造船分野の事例研究が進んでいる。例えば、具・加藤⁽¹⁴⁾（2013）は、多くの外部企業との協働が必要となる大型人工物のひとつの代表例として船舶開発と造船産業の事例を取り上げ、船舶と造船企業の戦略的行動についての複雑性へのマネジメントの観点から事例研究を行っている。他にも、延岡（2011）はキーエンスやコマツなどの事例から生産財における意味的価値を提案し、長内・榊原編著（2012）はコマツのアフターマーケット戦略を分析し、生産財における補完財資産の重要性を指摘している。

3. 自動車におけるイノベーションの国際比較からサプライヤーの先行研究

自動車の初期の事例研究では、Abernathy（1978）のAbernathy - Utterback（A-U）モデルにおける「生産性のジレンマ（Productivity Dilemma）」⁽¹⁵⁾が最も有名である。ただし、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する一方で、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。

(13) 上田（2006）、中川（2007）、林（2013）参照。

(14) これ以外にも「船舶・造船」対象の総合的な分析を進めている。

(15) 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現象。林（2013）参照。

図2 自動車産業・サプライヤーの先行研究例

論文・著書（発行年）	コメント
Clark, K. B & Fujimoto, T. (1991)	欧米日20社に対する製品開発の統計的実証分析。重量級プロジェクトマネジャーの役割等を言及
延岡 (1996)	複数プロジェクト間のマネジメントで開発工数の低減がもたらされていることを明らかにした
藤本 (1997)	トヨタ自動車の開発・生産システムの競争合理性と進化能力の体系を構築
浅沼編 (1997)	自動車産業の競争力源泉として主要サプライヤーのモジュール化を指摘
渡辺 (1997)	下請関係を内包した機械工業全体で専門加工能力によって存立する「山脈型分業構造」を提唱
藤本・西口・伊藤編 (1998)	新しい企業間関係としてサプライヤーシステムの日本人らによる学際的な主要論文10本を紹介
藤本・葛 (2001)	完成車と部品企業において製品のモジュール性と企業間取引方針の相関の実証分析
Mikkola, J. H. (2003)	インテグラル型の専用部品が部品企業と共同開発された事例研究
武石 (2003)	サプライヤー分業において組織間の問題と組織内の問題をつなげることの重要性を指摘
具 (2008)	部品企業が製品システムの知識の範囲を広げていく動態を説明
椋山 (2009)	グローバル戦略がトランスナショナル化するプロセスが漸進的になりやすいメカニズムを示す
河野 (2012)	自動車部品からHDD部品への事例で関係の組織能力の活用による競争優位の構築プロセスを提示
佐伯 (2012)	自動車の電動化・電子化による複合要素技術の製品開発とサプライヤーシステムを総合的に分析

(注) 2000年までの自動車産業のサプライヤー実証研究は、武石 (2003) P28～32に詳細な一覧がまとめられている。

(注) 必ずしも網羅していない。また、年に関しては著書を中心に示しており、必ずしも論文の初出を示していない。

Clark & Fujimoto (1991) の自動車産業の国際競争力比較研究が、その後の多くの事例研究の流れの雛形となっている。日欧米の自動車企業20社、29開発プロジェクトを対象に、製品開発の統計的実証分析を行った。「競争力への影響の分析」に主眼を置き、製品開発の組織能力から、製品開発パフォーマンス⁽¹⁷⁾を、さらに総合的な競争力という因果連鎖をさかのぼる形で行われた。その結果、総合商品力は地域特殊的なパターンは見つからなかったが、日本企業は、開発生産性⁽¹⁸⁾は欧米と比較して約2倍生産性が高く、開発リードタイム⁽¹⁹⁾は欧米と

(16) 内訳は日本9社、欧州9社、米国3社。

(17) 製品開発パフォーマンスとして、開発生産性、開発リードタイム、総合商品力を測定し、組織・プロセス・戦略などの変数を抽出し、統計的な相関を分析した。

比較して約1年短く4年程度であり、日本企業が相対的優位を持つことを明らかにした。これらの研究の影響を受け、多くの競争力比較研究が進められているが、例えば、延岡（1996）は自動車企業17社を分析し、開発リードタイム等の従属変数とする体系的な実証研究の枠組の中で、複数プロジェクト間のマネジメントを行うことで開発工数の低減がもたらされていることを明らかにした。さらに藤本（1997）は、国際競争力の裏付けとして、トヨタ自動車の開発・生産システムを事例として取り上げ、機能論的な競争合理性と発生論的な進化能力の体系を構築した。

また Clark & Fujimoto（1991）は、開発組織能力の分析においては、日本企業の「部品企業の開発参加」、「製造能力の開発への活用」、「開発と生産準備の同時並行可と相互調整」、「コンパクトな開発チーム」などの特性を示した。⁽²⁰⁾特に、日本の自動車企業は製造コストの約7割を外部から購入し、新車の開発コストでも約5割を外部企業に委託しており、サプライヤーの有効活用が自動車企業のパフォーマンスに大きく貢献していることを明らかにした。そもそも戦前・戦後の日本の下請制工業の範囲にまつわる学術論争では、⁽²¹⁾欧米先進国に対する前近代性を日本の課題と考え、それを継承した1970年代の系列・独立論争でも日本の後進性が論じられていた。しかし、1980年代には日本企業の躍進とともに、下請制が持つ効率面の再評価が進んでいる。例えば「企業間組織の生産性」⁽²²⁾という概念で下請制の経済合理性が指摘された。また、多様な下請関係を内包した機械工業全体の俯瞰の下で、専門加工能力によって存立している

(18) 開発プロジェクト当たりの延べ作業時間。

(19) コンセプト研究開始から販売開始までの時間。

(20) さらに、一部の日本企業の制度で見られた強力な開発プロジェクトリーダーを「重量級プロジェクトマネジャー (heavy weigh product manager)」と名付けた。

(21) 下請け企業とは「中小企業者のうち」「自己より大きい法人」や「個人から委託を受けて」「製造」や「修理」を「業として行うもの」である（下請中小企業振興法2条）

(22) 直近までの研究成果として港（2011）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

「山脈型分業構造」⁽²³⁾が提唱された。

このような背景の基で、浅沼（1997）も、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。⁽²⁴⁾自動車完成車企業とサプライヤーの「長期継続的取引」と「関係的技能」⁽²⁵⁾により、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。この浅沼（1997）の研究から「知的な影響を受けて」、⁽²⁶⁾競争論の視点における新しい企業間関係としてのサプライヤーシステムの学際的な多くの研究が進展し、日本の自動車産業を中心とする分析・実証が蓄積された（藤本・西口・伊藤編⁽²⁷⁾（1998））。

さらに、全体の知識共有の重要性が指摘される研究蓄積が進展した。武石（2003）は、自動車完成車企業とサプライヤーの分業において、組織間の問題と組織内の問題をつなげるシステム知識の重要性を指摘した。完成車企業はアーキテクチャの統合知識に加え、部品知識を持つことにより、コンポーネントの新規性が高いプロジェクトでも優れた開発成果が得られることを明らかにした。日本のサプライヤーシステムにおける協調と競争は、サプライヤーに継続的な

(23) 資本不足の中、欧米先進工業のキャッチアップのために、中核的技術に絞った海外技術の導入と周辺的技術の下請化が効率的であったとの見方がある（渡辺（1997）参照）。

(24) 米国での中核企業における部品設計の「貸与図」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」のスキームを導入したことを見出した。

(25) Williamson（1975）の「継続的取引」や「取引特殊資産」を発展させた概念である。

(26) 藤本・西口・伊藤編（1998）まえがき ii 参照。

(27) 例えば、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）の33ケースの実証分析を行い、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。

能力向上をもたらし、完成車企業はサプライヤーを有効活用することで、製品開発に必要とされる開発・製造能力を高めていると主張した。具（2008）は、日産のサプライヤーであるカルソニックカンセイが納入を進める過程で車両全体の知識を獲得し、車両全体の機能要件を踏まえた部品提案を行うに至る事例などから、インテグラル型からモジュラー型へのアーキテクチャへの変化に注目し、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。⁽²⁸⁾

また直近ではサプライヤー研究はさらに広範に広がっている。例えば、梶山（2009）は、自動車の製品開発活動の国際化の事例を通して、グローバル戦略がトランスナショナル化するプロセスが漸進的になりやすいメカニズムを示した。佐伯（2012）は、自動車の電動化・電子化による複合要素技術の製品開発とサプライヤーシステムとの関係を総合的に分析しており、河野（2012）は自動車部品企業であるニッパツがHDD産業に参入する事例研究を通して、関係的技能を多角化成功の要因として示している。

4. 電機産業（完成品の視点）に関する先行研究

Henderson & Clark（1990）の製品アーキテクチャ分析を受けて、Langlois & Robertson（1992）はHi-Fiステレオ（high-fidelity and stereo system）や初期のコンピュータの産業研究を通して、組織の経済学の視点から「モジュール化（Modularization）」を分析した。製品が統合的であれば市場から調達するより垂直統合企業が有利となり、モジュラー化が必ずしも適さないことを示した。一方、モジュラー化が起こると、特定のコンポーネントに絞り込み、資源を集中させ特化・専門化した企業が競争優位を獲得すると主張した。⁽²⁹⁾

自動車産業で示された日本企業の「開発と生産準備の同時並行化と相互調整」⁽³⁰⁾の有効性に対して、電機産業での応用研究が多く行われている。Iansiti（1993）・

(28) 一方で、オープン・アーキ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。

(29) Langlois & Robertson（1995）、Langlois（1997）参照。

図3 電機産業（完成品の視点）の先行研究・提言例

論文・著書（発行年）	主な研究対象	コメント
Henderson, R. M. & Clark, K. B. (1990)	PC 産業	連続的技術変化でのアーキテクチャ的イノベーションを指摘
Langlois, R. N. & Robertson, P. L. (1992)	音響機器, PC	モジュール化により, 特化・専門化した部品企業への競争優位
Iansiti, M. (1993) (1998)	メインフレーム	Clark & Fujimoto (1991) の枠組を応用し, 技術統合の重要性を示唆
Sanchez, R. & Sudharshan D. (1993)	民生機器	GE の食洗器のモーター部品などのモジュール化によるラインナップ化
Sanchez, R. (1994)	民生機器	ソニーのカムコーダーの構成部品の安易な改良性
新宅 (1994)	時計・テレビ	時計やテレビの事例研究より脱成熟の実例を示した
Eisenhardt, K. M. & Tabrizi, B N. (1995)	コンピューター	日欧米コンピューター開発のオーバーラップが効果はないことを示す
Worren, N. et al. (2002)	家電	モジュール化による製品多様化が企業パフォーマンスに貢献を証明
Sturgeon, T. J. (2002)	電子産業	市場需要が激しいほど産業構造は緩い企業間関係へ変化
魏 (2004)	PC, 電子手帳	不連続イノベーションに対する既存組織の再編成対応
榊原・香山編 (2006)	光ディスク, HDD 等	「テクノロジードライバー」保有の過信を指摘
青島・武石・クスマノ (2010)	デジカメ, 携帯電話, 半導体産業, 自動車, ゲームの構造変化に対する日本企業分析	
平松 (2012)	中堅・中小企業	モジュール化経営 8 分類モデルの活用を提唱

(注) 必ずしも網羅していない。また, 年に関しては著書を中心に示しており, 必ずしも論文の初出を示していない。

(1998) は, Clark & Fujimoto (1991) の開発成果測定 of 枠組を応用し, 中核技術変化の大きいメインフレームコンピュータや半導体などを分析し, 自動車産業のイノベーションは比較的インクリメンタルに行われるため, 相対的に先行開発の重要性が高くなっている可能性を示した。自動車産業で見られた内部統合や設計・製造のオーバーラップ型の問題解決は, 電機産業では開発生産性やリードタイムなどのパフォーマンスに関係ないことが示された。電機産業のように市場の変化が激しく, コンセプトが流動的な場合は, コンセプト立案の時間を多くとることで, 不確実性を低減できるため, 川上の基礎的な研究知識と川下の応用・製品化を統合する「技術統合 (technology integration)」の相対的

(30) 前述の Clark & Fujimoto (1991), 浅沼 (1997), 藤本 (1997) 参照。

⁽³¹⁾
な重要性を主張した。

Eisenhardt & Tabrizi (1995) は、コンピュータ産業で欧米アジア36社72プロジェクトの分析を行い、Clark & Fujimoto (1991) の自動車産業の結果との違いを示した。つまり、製品ライフサイクルが短く、市場や技術の不確実性の大きいコンピュータ産業では、初期段階で入念な計画で開発フェーズを短縮するよりも、開発過程での試行錯誤による経験戦略が開発リードタイム短縮に有益であることを明らかにした。コンピュータ開発ではオーバーラップ効果はなく、自動車産業のように、技術が成熟化した領域でのみオーバーラップが有効と主張した。

さらに製品アーキテクチャの分析では、Worren et al. (2002) が家電企業を対象に定量分析を行い、モジュラーアーキテクチャの採用で製品の多様性が確保され、この戦略的柔軟性が企業にプラスのパフォーマンスを与えていると主張した。また、Sturgeon (2002) は、電機産業の歴史的な構造変遷について分析し、3つの形態のネットワークが存在すると主張した。一つはリーダー企業の強い権限を持つ企業間ネットワーク、二つ目は地理的近接性や社会関係性によって成り立つ生産関係ネットワークで、三つ目は緩い企業間関係をベースとしたモジュール・ネットワークである。市場需要が激しくなればなるほど、モジュール・ネットワークへ変化してきたことを明らかにし、米国経済が垂直統合からモジュラー型の水平分業に変化していることを指摘した。

日本企業の研究では、新宅 (1994) が時計やテレビの事例研究から「脱成熟⁽³²⁾ (de-maturity)」の実例を示した。機械式ウォッチからクォーツ式ウォッチへのコア技術の転換に伴い、高度な企業間分業システムを発達させていたスイス

(31) 技術統合には、技術者は自分の専門領域に隣接するほかの技術分野における深い造詣が必要とされるとした。なお、市場にある情報を前提に研究開発にいかんフィードバックするかには主眼が置かれおり、潜在的な需要に対応するケースは想定していない。

(32) Abernathy & Clark & Kantrow (1983) は、米国自動車産業の研究から、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

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

の比較優位が崩れ、日本企業が台頭した。スイスでは多くの熟練工の基盤が存在し、各企業が自社分野の技術革新に効率的に集中していたが、日本企業は、熟練工不足から汎用工作機械を積極的に活用した垂直統合体制を築いたため、開発も積極的に展開ができたことを示した。魏（2004）は、電子手帳からPDAの移行やデスクトップ型からノート型パソコンへの断絶的な技術シフトの研究を通して、既存組織は制約を与える側面と活用可能性の両面があることを明らかにした。

さらに、日本の電機産業の浮沈の現実を踏まえ、具体的な対応を模索する研究提言も進んでいる。榊原・香山（2006）は、日本の光ディスク、HDD、半導体などの各産業の研究から「テクノロジードライバー」を押さえているという自信が技術進化に関する見立てを硬直化させている恐れがあることを指摘した。青島・武石・クスマノ（2010）は、デジカメ、携帯電話、半導体産業、自動車、ゲーム産業の各分析を通して、産業の構造転換と日本企業の競争力を分析し、日本企業に与えられた選択肢を示した。また、平松（2012）は多様化したモジュール化経営を戦略的に活用しやすくするために、8類型モデルを提唱し、一部の電機や工作機械企業などの個別企業のカテゴリ分けを行っている。

5. 電機産業の部品（サプライヤー）の先行研究

自動車のサプライヤー研究とは別の形で、電機産業でも1990年代のパソコン市場の台頭に伴い、サプライヤーの技術開発に関する研究が進められた。Christensen（1997）は、HDDなどの研究を通して「イノベーションのジレンマ」⁽³⁴⁾を提唱した。また、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

から変動状態へと逆シフトし、再度活性化する脱成熟が起こることも指摘した。

(33) 日本企業ではクォーツ式に生産設備の約7割を活用することができた。

(34) 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。

図4 電機産業の部品（サプライヤー）の先行研究例

論文・著書（発行年）	主な研究対象	コメント
Christensen, C. M. (1997)	HDD	HDDの世代交代で対応が遅れる「イノベーションのジレンマ」を提唱
Fine, C. H. (1998)	PC, 自転車	モジュール・インテグラル型双方のらせん型発展経路を提起
佐久間 (1998)	半導体	技術進歩における資本と労働の代替効果と経験効果を測定
沼上 (1999)	液晶	欧米と日本における液晶ディスプレイの産業と技術を事例に基づく分析
Baldwin, C. Y. & Clark, K. B. (2000)	PC (部品システム)	製品アーキテクチャにおけるモジュール化の理論的な枠組みを確立
楠木・チェスプロ, H. W. (2001)	HDD	製品アーキテクチャ変化が組織不適合をもたらすモジュラリティの畏を指摘
Gawer, A. & Cusumano, M. A. (2002)	インテル MPU 他	下位システムに相互にイノベーションを創発するプラットフォームリーダーに注目
Burgelman, R. A. (2002)	MPU	インテルの MPU 事業転換の成功とそれに囚われた新規事業失敗
伊達 (2005)	カーナビやデジタルカメラ, 携帯電話など電機産業の水平分業化と製品競争力を分析	
榑原 (2005)	I/P, MPU, 時計	キーデバイスの取り組みが競争力を低下させる「統合型企業のジレンマ」を提示
林 (2005)	電子部品	「一般電子部品」業界を製品アーキテクチャの視点から分類・分析
田路 (2005)	記録メディア	非連続イノベーションにおける人的連続性の意義
Hoetker, G. (2006)	液晶	製品アーキテクチャより, 特許などの技術力の影響が大きいと主張
中川 (2008)	セラミックコンデンサ	標準品産業での顧客技術協業として電子部品の代表製品を分析
小川 (2009)	記録メディア	国際標準化を知財マネジメントの視点から研究
楊 (2009)	液晶	台湾企業の研究でモジュール化の達成部品が強いことを示した
小阪 (2011)	セラミックコンデンサ	研究開発組織における集団の多様性と個人ベースの多様性を分析
中川 (2011)	HDD, メディア	製品アーキテクチャの本質的な適合家計は企業の知識にあることを示した

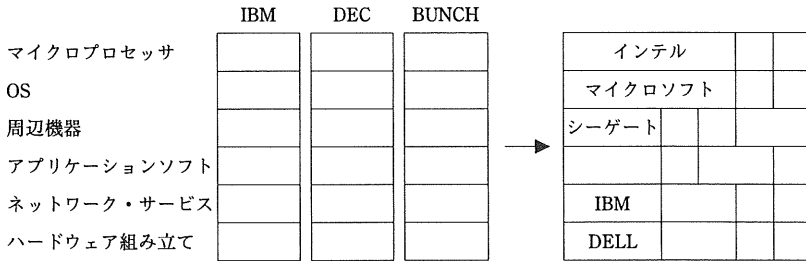
(注) 必ずしも網羅していない。また、年に関しては著書を中心に示しており、必ずしも論文の初出を示していない。

を引き下げる技術を「破壊的イノベーション (disruptive technology)⁽³⁵⁾」と呼んだ。これ以降、成長と変化の激しいパソコンのサプライヤーを対象とする研究が盛んとなっている。

(35) 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、破壊的イノベーションに対して別組織対応することを提案している。

Fine (1998) は、1980年代の IBM によるパーソナルコンピュータの開発事例に遡り、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テクチャを採用したことに注目した。これにより各コンポーネントの専門企業での設計が可能となり、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。また産業の歴史の中でのモジュール・インテグラル型双方のらせん型発展経路を提起し、インテグラル型の場合は垂直統合型の構造が選択され、モジュール型の場合は垂直分業の構造が選択される傾向があると主張した。

図5 モジュール化による産業構造の変化イメージ



(出所) Fine (1998) などより作成

Baldwin & Clark (2000) は、コンピュータ IBM/360 のシステム設計の事例分析から、製品アーキテクチャにおけるモジュール化の理論的な枠組みを確立した。製品が複数のコンポーネント（部品）から形成されると想定し、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 (design rule)」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た。⁽³⁶⁾

これらの研究を基盤に電機企業のサプライヤー研究の進展が見られた。楠木一

(36) 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。

チェスブロウ（2001）は、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。自動車産業研究で得られた知見と同様に、製品に関する深い知識を内部に有していないと製品アーキテクチャ変化に対応できないと考えた。

Gawer & Cusumano（2002）は、オープン・モジュラーの競争環境下にあっても高い収益性を維持するMPU大手のインテルなどは、プラットフォームリーダーとして、下位システムが相互にイノベーションを創発していると主張した。つまり、企業の範囲、製品技術、外部補完者との関係性、内部組織の設計を駆使し、触媒となる技術⁽³⁷⁾を梃に、産業内で補完製品のイノベーションを誘発するように仕向けていると考えた。

日本企業を対象とする研究としては、佐久間（1998）が半導体産業の技術進歩における資本と労働の代替効果と経験効果を測定し、技術革新の特性変化を示した。また沼上（1999）が欧米と日本における液晶ディスプレイの産業と技術を事例に基づいて分析を行った。その後、2000年代のデジタル機器の開発に伴い、デジタル機器の垂直統合とサプライヤーの事例研究が進展した。榊原（2005）は、キャノンのインクジェットプリンタ、インテルの半導体、時計産業などの分析を通して、競争力強化を狙ったキーデバイスの取り組みがかえって完成品の競争力を低下させる「統合型企業のジレンマ」を提唱した。一方で、伊藤（2005）はカーナビやデジタルカメラ、携帯電話などのデジタル機器の組み込みソフトウェア製品開発のモジュール化の実証研究を踏まえ、産業の水平分業化と製品競争力を分析した。欧米の研究と同様に、モジュラー型アーキテ

(37) 補完製品の開発ツールを無償で配布するケースも見られた。

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

クチャを採用した場合は、個別コンポーネントごとに標準化を実現し、その領域に集中投資することで規模の経済を享受でき、專業特化企業の優位性を導くことを示した。

自動車産業の研究と同様に、直近では電機のサプライヤー（電子デバイス）研究は広範かつグローバルに広がっている。田路（2005）は、光デバイスの事例研究を通して、アーキテクチャ変化の最中のプロセスに注目し、旧世代のプロジェクトから人的連続性により過去に暗黙的に蓄積された知識や能力が有効に働くことを示した。Hoetker（2006）は、ノートPCの液晶ディスプレイの取引関係の分析を行なった。液晶の画面サイズはノートPCとのインテグラルな関係があり、液晶の解像度はノートPCとは独立のモジュールな関係と推測されるが、それぞれの製品アーキテクチャの違いにより、企業の内製・外注の判断に影響を与えず、特許などの技術力の方の影響が大きいと主張した。楊（2009）は、台湾の電機産業の分析から、台湾ではモジュラー型部品に強みを持ち、モジュラー化している部品ほど競争力を有していることを示す一方で、中国企業の台頭で一部ではインテグラル部品領域への進出も示した。

さらに、林（2002）・（2005）は、半導体や液晶などのセット企業が垂直統合する場合が多い電子デバイスではなく、独立する日本の專業企業が高い世界シェアを維持している一般電子部品を網羅的に分類・分析した。主要な一般電子部品企業の生産品目は重複しておらず、一般的にも、企業同士でも同じ業界としての意識が希薄であり、「一般電子部品」業界としての分析例や発想はなかった。「一般電子部品」業界を製品アーキテクチャの視点から分類・分析し、個別企業のケーススタディなどを行った。これらの認識を踏まえ「一般電子部品」企業の事例研究も進展した。例えば、中川（2008）・（2011）は、HDDのヘッドサプライヤーであるTDKが、自社領域以外やHDD全体の知識を蓄積し、セット企業との共同開発で最適設計を行った事例から、サプライヤーの対応に注目した。さらに、中川（2010）は標準品産業での顧客技術協業として、セラミックコンデンサ業界を分析した。千葉（2009）はセラミックコンデンサ最大

手の村田製作所の組織能力と製品アーキテクチャに関する考察を行い、小阪（2011）はセラミックコンデンサ業界の事例研究としてTDKと太陽誘電を取り上げ、研究開発組織における集団ベースの多様性と個人ベースの多様性を分析している。

6. 自動車・電機産業以外の産業に関する先行研究

海外企業のイノベーションと製品アーキテクチャに関する実証研究は、自動車や電機産業分野の分析が一巡し、米国が国際競争力を持つソフトウェアや医薬品などに焦点が当てられている。

Clark & Fujimoto (1991) の開発成果測定の様相を応用し、Pisano (1994)・(2006) は医薬品産業の基盤となるサイエンスの特徴を分析し、ビジネスモデル（リスク管理）、ビジネス戦略（インテグラル）、組織戦略（学習）を適切にデザインすることの重要性を主張した。また、技術蓄積の進んでいるケミカル系医薬品では先行開発が重要で、新しいバイオテクノロジー系医薬品では、パイロット生産を経た試行錯誤の役割が大きいなどの産業特性に適合した戦略の

図6 自動車・電機産業以外の先行研究例（海外企業）

論文・著書（発行年）	主な研究対象	コメント
Henderson, R. M. & Cockbur, I. (1994)	医薬品	企業レベルでの知識統合がパフォーマンスに影響を与えることを実証
Pisano, G. P. (1994) (2006)	医薬品	工程開発のやり方が開発パフォーマンスに決定的な影響
Cusumano & Selby (1995)	ソフトウェア	マイクロソフト社の設計・テストで自律チームの同時並行的な開発を指摘
Tushman, M. L. & O'reilly, C. A. (1997)	コンタクトレンズ	コンタクトレンズで使い捨てと連続装用で開発を別組織として成功
Cusumano, M. A. & Yoffie, D. B. (1998)	ソフトウェア	ネットスケープの台頭とマイクロソフトの対応のケーススタディ
MacCormack, A. & Verganti, R. (2003)	ソフトウェア	コンポーネント間の明確な分離により製品開発を容易にすることを実証
Chesbrough, H. W. (2003)	シスコ, P & G, 製薬等	モジュール化の普及による「オープン・イノベーション」の優位性
Cusumano (2004)	ソフトウェア	日本型モデルの致命的弱点とマイクロソフトの「同期安定化モデル」

(注) 必ずしも網羅していない。また、年に関しては著書を中心に示しており、必ずしも論文の初出を示していない。

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重要性を主張した。

同様に Clark & Fujimoto (1991) の分析の枠組を応用し、Cusumano & Selby (1995) はマイクロソフト社の開発プロセスを調査し、各モジュールの設計・テストを担当する多数の自律チーム (feature team) が同時並行的に開発を進め、モジュール間の整合チェックを行うことで開発期間を短縮していることを明らかにした。また、Cusumano (2004) はソフトウェア開発の国際比較などをまとめ、日本型モデルの致命的弱点と対極にあるマイクロソフトの「同期安定化モデル」を指摘した。さらに、Chesbrough (2003) は、技術進歩の大半を担ってきた垂直統合型の大企業が、モジュール化の普及により、IBM やシスコ、P & G、製薬などの分野で「オープン・イノベーション (open innovation)」の優位性が明らかになっていると主張した。

欧米の研究が医薬品やソフトウェア関連などの直近で相対的に米国の競争力が高い成長産業に研究対象を集中し、モジュラー化の役割を高く評価する傾向が強くなっている。これらの産業は市場投入スピードが最優先され、モジュール化による事前の設計により短期間で一定水準のパフォーマンスを達成できるかどうか、競争力の源泉となる場合が多いことが背景にある。

日本では、インテグラル型の自動車産業が国際競争力を維持していることもあり、一方的なモジュラー志向ではなく、個別産業ごとに最適な製品アーキテクチャを選択する必要性が主張されるケースが多い。以下のように、自動車産業で得られた手法や知見を応用する形で、各研究者が個別産業を分担し、共同で研究を行う蓄積が行われている。藤本・安本編 (2000) は、初めて本格的に「効果的製品開発は何か」というテーマに関して、一貫した視点で多産業・製品分野⁽³⁸⁾を行った。さらに藤本・武石・青島編 (2001) は、製品アーキテクチャの視点から、半導体、自動車、金融、海運、ソフトウェア、携帯電話端末、工作機械などを対象に事例分析を行った。藤本ほか (2007) では「ものづくり経

(38) 携帯電話、テレビ、CPU パッケージ、医薬品、合成樹脂、ビール、化粧品、ゲームソフト、アパレルの各産業の製品開発に関して事例分析を行った。

図7 自動車・電機産業以外の先行研究例（日本企業）

論文・著書（発行年）	主な研究対象
野中・永田（1995）	鉄鋼・二輪、自動車、DRAM、OS、FAX、第5世代コンピュータ、ロケット
国領（1995）、国領（1999）	情報通信システム、ミスマの事例研究
藤本・安本編（2000）	携帯電話、テレビ、CPU、医薬品、合成樹脂、ビール、化粧品、ゲーム、アパレル
廣田（2000）	スポーツ用品
藤本・武石・青島編（2001）	半導体、自動車、金融、海運、ソフト、携帯電話、工作機械
青木・安藤編（2002）	ゲーム、自動車、半導体露光装置、工作機械、
浅井（2004）	情報産業（放送産業、コンピュータ産業のインターフェイスなど）
池田（2005）	情報通信産業（半導体技術、インターネット、放送など）
藤本・新宅編著（2005）	中国の二輪、家電、半導体、自動車
大鹿・藤本（2006）	企業アンケートによる主成分分析による定量化の試み
Herstatt, C. et al.（2006）	ドイツなどとの比較も含め日本企業を戦略面、生産面、組織面、文化面から検証
藤本ほか（2007）	製造業、非製造業（小売、病院、建築、郵便局、金融、ソフト）
藤本・桑嶋編（2009）	ビール、鉄鋼、樹脂、半導体前工程、機能性化学品、
新宅・天野編（2009）	アジア地域における液晶、携帯電話、HDD、自動車、二輪産業の分析
大木・山田（2011）	楽器製造
武石・青島・軽部（2012）	合成洗剤、画像診断、超音波内視鏡、モータ、クオーツ、半導体、有機EL、焼却炉
生稻（2012）	ソフトゲーム産業
藤本編（2013）	家電と自動車、電子部品、複合機、電源、造船

（注）必ずしも網羅していない。また、年に関しては著書を中心に示しており、必ずしも論文の初出を示していない。

⁽³⁹⁾ 営研究センター」が『過去4年間の試行錯誤によって組み上げてきた「ものづくり」研究の、ひとつの中間報告のようなもの』として、それぞれの研究者が製造業と非製造業（小売、病院、建築、郵便局、金融、ソフト）の日本アジアのものづくりを対象として、アーキテクチャ分析を行った。

藤本・桑嶋編（2009）は、プロセス製品の製品アーキテクチャを把握するために、工程アーキテクチャから製品アーキテクチャ状態を代理的に把握することを提案した。生産プロセスや材料の技術的相互関係である工程アーキテクチャが複雑であれば、製品自体も同様であると見なし、プロセス産業であるビール、鉄鋼、樹脂、半導体前工程、機能性化学品の分析を試みた。また、藤本編

(39) 2004年に東京大学の21世紀COEプログラムで設立された。

(2013)では「人工物(人によって設計されたもの)⁽⁴⁰⁾」の構造物の複雑化は構成要素の多数化と要素間の相互依存性を伴うと主張し、家電、自動車、電子部品、複合機、電源、造船を対象に分析を行った。その結果、人工物全体の傾向としてのマクロ・アーキテクチャはインテグラル化するが、マイクロ・アーキテクチャにおいては、部位や階層によってインテグラル的部分とモジュラー部分⁽⁴⁰⁾が混在するとの結論を得た。その他にも、生稻(2012)のゲームソフト、浅井(2004)・池田(2005)の通信産業、廣田(2000)のスポーツ用品、大木・山田(2011)の楽器製造など、日本の各産業に分析対象が広がっている。

産業別だけでなく、地域・国別での日本を含むアジア・中国などとの相対的な製品アーキテクチャの比較分析も進んでいる。藤本・新宅編(2005)は中国などの製品アーキテクチャの相対的優位性の分析を進め、中国では二輪などの産業でモジュラー化が進んでいることなどを明らかにした。さらに新宅・天野編(2009)は、アジア地域における液晶、携帯電話、HDD、自動車、二輪産業の分析とともに、台湾、韓国、中国、日本の比較優位の分析を行った。またHerstatt et al.(2006)は、ドイツなどとの比較も含め日本企業の技術マネジメントとイノベーションを戦略面、生産面、組織面、文化面から検証している。

一方で、製品アーキテクチャの定量的評価方法の確立も試みられている。アーキテクチャは相対的評価の概念であり、分類に関しては比較的合意を得られやすい産業が対象となっていたが、各産業に分析対象を広げる中で、客観的なアーキテクチャの評価基準が必要となってきた。大鹿・藤本(2006)では、企業アンケートによる主成分分析の定量化が試みられている。その結果として、日本では、組立製品ではインテグラル度、労働集約度ともに高いほど、輸出比率が高くなり、国際競争力が高いことが明らかになった。

これらの重層的な研究を経て、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

(40) 複雑性の本質はシステム構成要素間の相互依存性に他ならない(Simon(1969))。

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との見方がコンセンサスとなっている。

7. 工作機械産業に関する先行研究

ここまで、製品アーキテクチャの視点を中心にしたイノベーションの研究を産業別に概観してきた。資本財産業の中で、唯一、工作機械産業だけが、産業やサプライヤーの分析が進んでおり、最後に工作機械産業の歴史的な潮流とともに研究の流れをサーベイする。

工作機械は英国の産業革命で開発されたが、米国では「互換性部品（inter-changeable parts）⁽⁴¹⁾」の製造のため、フライス盤、タレット旋盤、歯切り研削盤、ブローチ盤などの「専用工作機械（special-purpose machines）」が次々に開発された。1820年までの独立戦争や南北戦争の前には、米国工作機械は繊維産業の一部門に過ぎなかったが、小銃の量産のため、金属切削加工の各加工技術が特定機種に収斂した。ミシン、タイプライター等への応用が始まり、立ち上がった自動車産業でも主要な特徴が工作機械に移転され、同一規格の大量生産を可能となった。生産の大量性が確保できる機能部品において多大な工作機械の自動加工ラインの多大な設備投資がおこなわれた。米国は、工作機械加工の専用工作機械化というモジュール化により、先端加工技術で世界を先導した。

Rosenberg (1976) は、これらの米国工作機械産業の歴史から、技術的ボトルネックが技術進化の方向性を規定すると主張した。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、技術開発が焦点化し、ボトルネックを解消する循環により、技術進化の方向性が次々に規定されていくと考えた。⁽⁴²⁾ 技術の要素間には複雑な相互依存性が

(41) 部品の互換性のコンセプトは19世紀よりあったが、実務上の精度が確保されたのは20世紀の自動車産業である（Hounshell (1984), 藤本 (2001)）。

図 8 工作機械産業の先行研究例 (歴史・産業論アプローチを中心に)

論文・著書 (発行年)	コメント
Robt, L. T. C. (1965)	工作機械の原型から20世紀の工作機械までの技術者を踏まえた技術史の標準本
Rosenberg, N. (1976) (1982)	工作機械産業の歴史的分析から、技術的ポットネックが技術進化的方向性を規定することを明らかにした
一寸木 (1978) (1992)	NC導入による加工工数削減などの生産性の向上を定量的に示し、多品種少量生産のメリットを指摘
Hounshell, D. A. (1984)	19世紀のアメリカン・システムから大量生産の歴史を、マシンから自動車までの関連技術の流れで説明
吉田 (1986)	戦後日本工作機械工業の発展過程を生産力と生産力構造の変化で説明し、「脆弱性」を指摘
Friedman, D. (1988)	日本の高度成長の源泉はフレキシブルな生産戦略にあるとし、NC機械の集積地 (坂城町) を調査
Magzanger & Patinkin (1989)	日本のNC工作機械の台頭と米国工作機械の凋落とドイツ企業の高付加価値対応の説明
Holland, M. (1989)	米バーグマスターが、コングロメットの傘下に入る事例を通して、米国工作機械産業の凋落を示した
Dertouzos, M. L. et al. (1989)	米国工作機械産業の問題点として①生産プロセスの関心の薄さ、②ユーザー知識減退、③証券などを指摘
中央大学企業研究所 (1989)	工作機械産業のME (マイクroeレトロニクス) 導入による影響を日本とドイツ等で多方面から比較
沢井 (1990)	日本のNC工作機械の発展の要因を、中小企業の存在、米国向け低価格機械投入、企業努力などで説明
竹岡・中岡・高橋編 (1993)	日本のNC機械の企業間による過剰生産・過当競争が欧米への大量輸出を促したことを統計的に分析
Przybylinski, S. (1994)	日本の工作機械企業はモジュール化を導入し、従来クラフト的であった産業を量産型産業にした
森野 (1995)	日本、米国、英国、ロシアの工作機械産業の勃興とNC工作機械の普及の影響を詳細に分析した
小林・大高 (1995)	日本の工作機械産業の戦後からバブル崩壊までの歴史から好不況の影響を詳細に対応を示した
長尾 (1995) (2004)	日本の工作機械産業史を文献調査とヒアリング調査に基づき丁寧にまとめた創造的な著書
Mazzoleni, R. (1997)	NC工作機械開発で米国の高精度化志向と日本の生産柔軟志向の違いによる学習結果の相違を分析
Fine, C. H. (1998)	米シンナティ・ミラクロンの事例から変動に企業外の能力チェーン戦略の重要性を指摘
河邑 (1998) (2005)	工作機械企業の生産開発と販売サービス活動の具体的な事例調査と米国ジョブショップの特性調査
吉本・齋藤 (2003)	アジア各国の工作機械・金型産業の現状分析と国際分業体制の事例研究
水野編 (2004) (2010)	アジア各国の工作機械の革新性と企業の経営経営に与えた影響を分析
小林 (2007)	中国の工作機械の現状と動向、需要、生産、投資、貿易と日本工作機械メーカーの進出動向を分析
藤田 (2008)	日本のNCマシニングセンターの革新性と企業の経営経営に与えた影響を分析
伊藤・水野 (2009)	工作機械産業の成立や産業構造を踏まえ、日独アジアの技術分析と国際優位比較評価
岡本 (2010)	企業の分離・独立の研究の視点から、ファナックの内部組織の成立過程を詳細に記述
廣田 (2011)	東アジア各国の工作機械の技術形成パターンの多様性を示し、多様な需要構造による棲み分けを示した
加藤 (2013)	半導体製造装置産業と比較で、ユーザー数・参入企業数とともに大幅に工作機械産業が多い特徴を指摘
馬場編 (2013)	アジアの工業化とイノベーションの視点の中で、NC機械の共振メカニズムも説明されている
沢井 (2013)	日本工作機械工業史の120年を重層的市場構造の全体像を分析

(注) 必ずしも網羅していない。また、年に関しては著書を中心に示しており、必ずしも論文の初出を示していない。

存在するが、何らかの要因で一種の均衡状態が崩れると、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問題提示機能を「⁽⁴³⁾焦点化装置 (focusing devices)」と呼んだ。

その後、日本の NC (Numerical Controller) ⁽⁴⁴⁾ 工作機械の台頭により、米国の工作機械産業は凋落し、ドイツ企業は高付加価値路線に舵を切っている (Magazinger & Patinkin (1989))。具体的には、米国の主要工作機械企業である米バーグマスターは、コングロマリットの傘下に入り、解体の憂き目にあった (Holland (1989))。日米構造摩擦が激化する中、MIT 産業生産性調査委員会の報告書は、⁽⁴⁵⁾「日本は NC 工作機械の NC の設計と開発をファナック 1 社に絞った。このため規模の経済的メリットが得られただけでなく、アメリカ工作機械ユーザーを悩ました互換性のなさという問題から回避できた」と分析しているが、多くは誤解に基づくものであり、その後の一部の研究でも日本企業に対する間違った認識がされているケースが見られる。⁽⁴⁶⁾一方、以下のような体系的な分析も行われている。

Przybylinski (1994) は、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た。さらに Mazzoleni (1997) は、NC 工作機械開発に関して、米国の高精度化志向と日本の生産柔軟志向の違いによる学習結果の相違を分析した。Fine (1998) でも、米シンシナティ・ミラ

(42) 高速度鋼の工具の実用化が挙げられる。詳細は林 (2013) 参照。

(43) 具体例として、①「技術的不均衡」の発生、②投入要素の不確実性、③既存のインプットの供給の途絶や急減などが挙げられる。詳細は林 (2013) 参照。

(44) 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。

(45) Dertouzos et al. (1989) の “Made in America”。

(46) Friedman (1988) は、坂城町の一面的調査により日本のフレキシビリティを過度に強調した。Fine (1998) でも日本企業に関しては、工作機械産業の大部分が大手メーカーの内部に存在するとか、東芝と東芝機械の混同などの間違った記述がいくつか見られる。

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

クローンの事例から変動に企業外の能力チェーン戦略の重要性を指摘した。しかし、1990年代に米国の工作機械企業の多くがコングロマリットに買収・転売され、世界シェアを大きく落とす中で、分析対象としての産業は消滅し、研究蓄積も進みにくくなった。

日本の工作機械産業研究では、一寸木（1978）がNC工作機械導入による加工工数や時間の削減や人件費・消耗品費削減などの生産性の向上を定量的に示し、さらに多品種少量生産のメリットを指摘した。中央大学企業研究所（1989）は工作機械産業のME（マイクロエレクトロニクス）導入による影響を日本とドイツ等で多方面から比較した。その上で、森野（1995）は、日本、米国、英国、ロシアの工作機械産業の勃興とNC工作機械の普及の影響を詳細に分析し、NC工作機械導入により熟練労働を取り除くメリットを含め、「機械体系変革」つまり汎用機械体系の崩壊を指摘した。

また歴史的な研究では、一寸木（1992）が終戦前から80年代後半に至る企業経営の発展過程の歴史考察を行い、小林・大高（1995）が日本の工作機械産業の戦後からバブル崩壊までの歴史から好不況の激しい産業特徴と対応を示し、長尾（1995）・（2004）が日本の工作機械の産業史を文献調査とヒアリング調査に基づき丁寧にまとめており、戦後からの工作機械の産業勃興の歴史分析の蓄積が進んでいる。さらに竹岡・中岡・高橋編（1993）は、テクノロジーの導入の視点で、日本のNC機械の企業間による過剰生産・過当競争が欧米への大量輸出を促したことを統計的に明らかにしている。

河邑（1998）は工作機械企業の生産開発と販売サービス活動の具体的な事例調査を行い、河邑（2005）で米国ジョブショップの特性調査から日米のNC導入の客観的条件を示す研究を行っている。NC工作機械の発達は、機械機能の汎用化・多様化を伴う自動化であったことを明らかにしている。藤田⁽⁴⁷⁾（2008）

(47) 産業論、技術史論、企業論の3つのアプローチを検証し、各機種が持つ歴史、技術特性、市場規模、使用環境などの差異が極めて大きいため、日本のNC「マシニングセンタ（machining center）」に対象を絞り分析している。

は、日本のマシニングセンタ企業は中小加工業向けに機能を絞った中低価格製品の開発に注力し、多品種少量のユーザーニーズを取り込む機械を作り上げたが、ユーザーからの視点で分析し、自動複合加工による「加工精度の向上」、「加工時間の短縮」、「加工内容の標準化」、「費用の削減」など相互啓発関係を明らかにした。加藤（2013）は半導体製造装置産業との比較で、ユーザー数・参入企業数ともに大幅に工作機械産業が多い特徴を指摘している。

アジア地域全体での工作機械産業の分析調査も進んでいる。水野編（2004）・（2010）のアジア各国の工作機械・金型産業の現状と国際分業体制の事例を調査している。伊藤・水野（2009）では工作機械産業の成り立ちや産業構造を踏まえ、日独アジアの技術分析と国際優位比較評価を行っている。小林（2007）も中国の工作機械の現状と動向、需要、生産、投資、貿易と日本工作機械メーカーの進出動向を分析している。廣田（2011）は、東アジア各国の工作機械の技術形成パターンの多様性を示し、多様な需要構造による棲み分けを示した。馬場編（2013）はアジアの工業化とイノベーションの視点の中で、NC工作機械の共振メカニズムも説明している。

日本の工作機械産業を対象として産業特性を明らかにする分析として、田淵（1999）はアンケート調査結果から工作機械ユーザーの購入選定要因としてサービス体制を約8割が選択したことを説明し、森精機のサービス戦略を分析した。また、Allen（1977）の影響を受けた研究として、原田（1999）が大手工作機械企業の研究者のアンケート調査による実証研究で外部情報の知識転換の重要性を示唆し、石川（2000）は工作機械企業のアンケートによる統計分析で社内⁽⁴⁸⁾外両方のコミュニケーションを頻繁に行うことで研究業績が減少することを明らかにした。

製品アーキテクチャに基づく日本の工作機械の研究としては、朴（2001）が豊田工機の事例研究として実際の企業の複雑な製品開発の現場で階層別に標準

(48) 日本の工作機械企業13社の研究者373名アンケート（有効回答率73%）。

図8 日本の工作機械産業の先行研究（製品アーキテクチャ分析を中心に）

論文・著書（発行年）	コメント
原田（1999）	大手工作機械企業の研究者のアンケート調査による実証研究で、外部情報の知識転換の重要性を示唆
田淵（1999）	アンケート調査で工作機械ユーザーの購入選定要因としてサービス体制を約8割が選択したことを説明
石川（2000）	工作機械企業の研究者の統計分析で社内外両方のコミュニケーションと研究業績が反比例を明らかにした
朴（2001）	豊田工機の事例研究として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
柴田・現場・児玉（2002）	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
中馬（2002）	NC装置の研究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
中馬（2003）	安川シーメンスNCのケーススタディを通して、モジュラー型アーキテクチャの形成プロセスを説明
原田（2007）	NC工作機械とIT産業の汎用・専用技術の相互作用のイノベーションメカニズムを分析
柴田（2008）	ファナックの事例研究を中心に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
鈴木（2013）	ヤマザキマザックの開発事例を通して段階的な技術融合と組織内外の幅広いコーディネーションを示す

（注）必ずしも網羅していない。また、年に関しては著書を中心に示しており、必ずしも論文の初出を示していない。

化シリーズ化を使い分ける手法を紹介した。不確実性の高いコアユニットは製品アーキテクチャの下位階層の部品レベルで標準シリーズ化すると、コスト削減を図りながら製品差別化と技術革新による変化の対応が可能となることが具体的に示された。

中馬（2002）は工作機械のNC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。1970年までかなり弱体であった日本の工作機械産業が、NCメーカーとの戦略的企業連合に基づく研究開発活動と精密部品企業への広汎なアウトソーシングという新しい企業戦略を用いたことを明らかにした。⁽⁴⁹⁾ その上で、同時並行的な部門間情報共有の仕組みが重要な役割を果たしていることを主張した。さらに中馬（2003）は、安川シーメンスNCのケーススタディを通して、モジュラー型アーキテクチャの形成プロセスを説明した。

(49) 日本企業が米独企業に対して2倍以上のスピードで新製品を生み出していることをアンケート調査により明らかにした。

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。その中で、ファナックは、1980年代まで主要コンポーネントを内製化し続けてきたが、1990年以降の新型NC装置の開発でインターフェイス部分のオープン化を進めていることを明らかにし、製品アーキテクチャと内製・外注の判断は異なるとの考えを示した。さらに柴田（2008）は、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。その中で、ユーザーの持つニーズ「情報粘着性（information stickiness）」が高い場合は、ユーザーに開放するユーザー・モジュールの領域を適切に設計し、ユーザー自身を製品開発に参加させることが望ましく、ファナックでの事例を示した。⁽⁵⁰⁾

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）」に注目し、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自立化が見られ、

(50) ファナックシリーズ0（ゼロ）は、NCソフトウェアを、ユーザー・モジュール、バンダーモジュール、ツールキット・モジュールに分割することで、オーダーメイドマクロというカスタム化機能を提供し、ユーザーが自由に革新できるようした。シリーズ0は、1985年9月量産開始後、10年で約28万台の出荷の世界一のベストセラーNCとなった。

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
(51)
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。

鈴木（2013）は、ヤマザキマザックの複合加工機の開発事例を通して、技術の複雑性、市場の不確実性が高い場合でも、市場特性が異なる市場を活用し、段階的な技術融合と組織内外の幅広いコーディネーションによって、適切な対応ができる可能性を示した。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。

8. 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が、本論文の第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した。まず、1970年前後に産業機械産業を対象として始まった体系的実証研究は、1990年前後の自動車産業の国際的な製品開発パフォーマンス計測の比較をきっかけに、日本企業の優位性をもたらした自動車のサプライヤーシステムの研究と電機産業との比較研究が進んだ。さらに、2000年前後に製品アーキテクチャのモジュール化の理論的枠組みが確立すると、電機産業の部品（サプライヤー）の研究が急速に発展した。一方、欧米では相対的な競争力が高い医薬品やソフトウェアの研究が進み、日本では、自動車産業での研究手法や成果の応用が、ほぼ全ての産業で行われてきた。さらに中国やアジアなどの国・地域性による分析の蓄積も行われている。唯一、資本財産業の中で、工作機械産業だけが、産業としての分析が進んでおり、最後に工作機械産業の歴史的な潮流とともに研究の流れをサーベイした。

今後は第3部として資本財産業の産業構造・企業事例分析を行う予定である。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、

(51) 「ファナックにとってユーザーである工作機械メーカーからの技術フィードバックはあまり重要な役割を果たしていない」とも言い換えている。(P65)

分類・適用・分析を試みる予定である。イノベーションにとって資本財産業はキーとなる産業だが、資本財産業である「産業財」や「中間財」は、工作機械産業を除き、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、同一企業で複数の事業を手掛けるケースが多い。そのため、2000年代前半までの一般電子部品産業がそうであったように、日本の相対的な競争力が高いにも拘らず、工作機械を除く資本財産業は、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企業・産業構造の全体的な分析は行われていない。そのため、第3部では資本財産業の産業構造・企業事例分析を通して、資本財産業分析のための調査枠組・基盤の整備も試みたいと考えている。

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)
- Allen, T. J. (1977) *Managing the Flow of Technology*, Cambridge, The MIT Press (中村信夫訳, 「技術の流れ」管理法, 開発社, 1984年)
- Anderson, C. (2012) *MAKERS: The New Industrial Revolution*, Random House Business Books. (関美和訳「メイカーズ」, NHK出版, 2012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)
- 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・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)
- Brusoni, S. & Prencipe, A. (2001) “Unpacking the Black Box of Modularity: Technologies, Products, Organizations,” *Industrial and Corporate Change*, 10, 179-205.
- Brusoni, S. & Prencipe, A. & K. Pavitt (2001) “Knowledge Specialisation, Organizational Coupling and the Boundaries of the Firm: Why Firms Know More Than They Make?” *Administrative Science Quarterly*, 46 (4): 597-621.
- Brusoni, S. & Prencipe, A. (2011) “Patterns of Modularization: The Dynamics of Product Architecture in Complex Systems,” *European Management Review*, 8, 67-80
- 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,” *Communications of the ACM*, 36, 67-77
- Burgelman, R. A. (2002) “Strategy as vector and the inertia of coevolutionary lock-in,” *Administrative Science Quarterly*, 47, 325-357.
- Burgelman, R. A. (2002) *Strategy is Destiny: How Strategy-making Shapes a Company's Future*, The Free Press. (石橋善一郎・宇田理訳「インテルの戦略—企業変貌を実現した戦略形成プロセス」, ダイアモンド社, 2006年)
- Chesbrough, H. W. (2003) *Open Innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*, Harvard Business School Press (大前恵一朗訳「OPEN INNOVATION—ハーバード流イノベーション戦略のすべて」, 産能大出版部, 2004年)
- Chesbrough, H. W. (2011) *Open Services Innovation: Rethinking Your Business to Grow and Compete in a New Era*, Jossey-Bass (博報堂大学 ヒューマンセンタード・オープンイノベーションラボ 監訳「オープン・サービス・イノベーション 生活者視点から, 成長と競争力のあるビジネスを創造する」, 阪急コミュニケーションズ, 2012年)
- 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」, 翔泳社, 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 what's 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*, Free Press. (サイコム・インターナショナル監訳「ソフトウエア企業の競争戦略」, ダイヤモンド社, 2004年)
- Cusumano, M. A. & 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)
- Cusumano, M. A. & Selby, R. W. (1995) *Microsoft secret*. New York: Free Press (山岡洋一訳「マイクロソフト シークレット (上) (下)」, 日本経済新聞社, 1996年)
- Cusumano, M. A. & Yoffie, D. B. (1998) *Competing On Internet Time: Lessons From Netscape And Its Battle With Microsof*, New York: Free Press. (松浦秀明訳「食うか食われるか ネットスケープ vs. マイクロソフト」, 毎日新聞社, 1999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)
- Dyer, J. H. & Singh, H. (1998) "The relational view: Cooperative strategy and sources of interorganizational competitive advantage." *Academy of Management Review*, 23(4), 660-679.
- Eppinger, S. (1991) "Model-based Approaches to Managing Concurrent Engineering," *Journal of Engineering Design*, 2, 4, 283-290
- Eisenhardt, K. M. (1989) "Building theories from case study research," *Academy of Management Review*, 14, 532-550.
- Eisenhardt, K. M. & Tabrizi, B. N. (1995) "Accelerating adaptive processes: Product innovation in the global computer industry," *Administrative Science Quarterly*, 40, 1
- Eisenhardt, K. M. & Martin, J. A. (2000) "DYNAMIC CAPABILITIES: WHAT ARE THEY?" *Strategic Management Journal*, 21, 1105-1121
- Fine, C. H. (1998) *Clockspeed: Winning Industry Control in the Age of Temporary Advantage*, Reading: Perseus Books (小幡照雄訳「プライチェーン・デザイナー企業進化の法則」, 日経 BP 社, 1999年)
- Finogold, D. et al. (1994) *The Decline of the U.S. Machine-tool Industry and Prospects for Its Sustainable Recovery*, Rand, MR 479/2-OSTP-V.2
- Fleischer, M. (1997) *The Inefficiency Trap: Strategy Failure in the German Machine tool Industry*, Berlin, Edition sigma
- Friedman, D. (1988) *The misunderstood miracle: industrial development and political change in Japan*, Cornell University Press. (丸山恵也監訳「誤解された日本の奇跡：フレキシブル生産の展開」, ミネルヴァ書房, 1992年)
- Gawer, A. & Cusumano, M. A. (2002) *Platform leadership: how Intel, Microsoft, and Cisco drive industry innovation*, Boston: Harvard Business School Press. (小林敏男監訳「プラットフォームリーダーシップ：イノベーションを導く新しい経営戦略」, 有斐閣, 2005年)

- 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」, 日本経済新聞出版社, 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. (佐々木かをり訳「インテル戦略転換」, 七賢出版, 1997年)
- Helfat, C. E. & Finkelstein, S. & Mitchell, W. & Peteraf, M. & Singh, H. & Teece, D. & Winter, S. (2007) *Dynamic Capabilities: Understanding Strategic Change in Organizations*. Malden, MA: Blackwell. (谷口和弘・蜂巢旭・川西章弘訳「ダイナミック・ケイパビリティ組織の戦略変化」, 勁草書房, 2010年)
- Heilbroner, R. & Milberg, W. (2008) *MAKING OF ECONOMIC SOCIETY THE 12th Edition*, Prentice Hall. (菅原歩訳「経済社会の形成 (第12版)」, ピアソンエデュケーション, 2009年)
- 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
- Henderson, R. M. & Cockbur, I. (1994) "Measuring Competence? Exploring Firm Effects in Pharmaceutical Research," *Strategic Management Journal*, 15, 63-84
- Henderson, R. M. (1995) "Of Life cycles real and imaginary: The unexpectedly long old age of optical lithography," *Research Policy*, 24, 631-643
- Herstatt, C. & Stokorm, C. & Tschirk, H. & Nagahira, A. (2006) *Manegment of Technology and innovation in Japan* edited, Springer-Verlag Berlin Heidelberg. (長平彰夫監訳「日本企業のイノベーション・マネジメント」, 同友館, 2013年)
- Hobday, M. (1998) "Product complexity, innovation and industrial organisation," *Research Policy*, 26, 689-710
- Hoetker, G. (2006) "Do modular products lead to modular organizations," *Strategic Management Journal*, 27, 6, 501-518
- Holland, M. (1989) *WHEN THE MACHINE STOPPED*, Harvard Business School Press. (三原淳雄・土屋安衛訳「潰えた野望—なぜバーグマスター社は消えたのか」, ダイヤモンド社, 1992年)
- Hounshell, D. A. (1984) *From the American System to Mass Production, 1800-1932*, Johns Hopkins University Press (和田一夫・藤原道夫・金井光太郎訳「アメリカン・システムから大量生産へ 1800-1932」, 名古屋大学出版会, 1998年)
- Hughes, T. P. (1983) *Networks of Power: Electrification 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)

- Iansiti, M. (1993) "Real-World R & D: Jumping the Product Generation Gap," *Harvard Business Review*, 71, 3, 138-147.
- Iansiti, M. (1998) *Technology Integration*, Harvard Business School Press (NTT コミュニケーションウェア訳「技術統合」, NTT 出版, 2000年)
- Iansiti, M. (2004) *The Keystone Advantage: What the New Dynamics of Business Ecosystems Mean for Strategy, Innovation, and Sustainability*, Harvard Business School Press (杉本幸太郎訳「キーストーン戦略 イノベーションを持続させるビジネス・エコシステム」, 翔泳社, 2007年)
- Jeppesen, L. B. & Frederiksen, L. (2006) "Why do users contribute to firm-hosted user communities? The case of computer-controlled music instruments," *Organization Science*, 17, 45-63
- 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)
- Jones, G. (1995) *The Evolution of International Business An Introduction*, International Thomson Business Press (桑原哲也・川辺信雄・梅野巨利・安室憲一・榎本悟訳「国際ビジネスの進化」, 有斐閣, 1998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. (2007) *The dynamics of industrial capitalism: Schumpeter, Chandler, and the new economy*, New York, NY: Routledge. (谷口和弘訳「消えゆく手—株式会社と資本主義のダイナミクス」, 慶應義塾大学出版会, 2011年)
- 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. (谷口和弘訳「企業制度の理論」, NTT 出版, 2004年)
- Lynn, L. H. (1982) *How Japan Innovates*, Westview Press (遠田雄志訳「イノベーションの本質—鉄鋼技術導入プロセスの日米比較」, 東洋経済新報社, 1986年)
- MacCormack, A. & Verganti, R. (2003) "Managing the Sources of Uncertainty: Matching

- Process and Context in Software Development,” *Journal of Product Innovation Management* 20, 3, 217-232.
- Magazinger, I. C. & Patinkin, M. (1989) *THE SILENT WAR*, Random, House. Inc (青木榮一訳「競争力の現実」, ダイヤモンド社, 1991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
- Mazzoleni, R. (1999) “Innovation in the Machine Tool Industry: A Historical Perspective on the Dynamics of Comparative Advantage,” in David C. M. & Richard R. N., *Sources of Industrial Leadership: Studies of Seven Industries*, Cambridge University Press, 169-216
- 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. (奥野正寛・伊藤秀史・今井晴雄・西村理・八木甫訳「組織の経済学」, NTT出版, 1997年)
- Myers, S. & Marquis, D. G. (1969) *Successful industrial innovations: a study of factors underlying innovation in selected firms*. Washington, DC: National Science Foundation
- Nelson, R. R. & Winter, S. G. (1982) *An evolutionary theory of economic change*, Cambridge, MA: The Belknap Press of Harvard University Press (後藤晃・角南篤・田中辰雄訳「経済変動の進化理論」, 慶應義塾大学出版会, 2007年)
- Pine, B. J. (1992) *Mass Customization*, Harvard Business School Press (坂野友昭・江夏健一・IBI国際ビジネス研究センター訳「マス・カスタマイゼーション革命」, 日本能率協会マネジメントセンター, 1994年)
- Pisano, G. P. (1994) “Knowledge, Integration and the Locus of Learning: An Empirical Analysis of Process Development.” *Strategic Management Journal*, 15, 85-100.
- Pisano, G. P. (2006) *Science Business: The Promise, the Reality, and the Future of Biotech*, Boston, MA: Harvard Business School (池村千秋訳「サイエンス・ビジネスの挑戦 バイオ産業の失敗の本質を検証する」, 日経BP社, 2008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)
- Prencipe, A. (2000) “Breadth and depth of technological capabilities in CoPS: the case of the aircraft engine control system,” *Research Policy*, 29, 895-911
- Przybylinski, S. (1994) “Case Study: Computer Numerical Controllers,” in Finegold, D.

- et al., the Decline of the U.S. Machine-tool Industry and Prospects for Its Sustainable Recovery, Rand
- 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）
- Rolt, L. T. C. (1965) *Tools for the job. A short History of Machine Tools*, Batsford, London（磯田浩訳「工作機械の歴史」, 平凡社, 1989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
- Sanchez, R. & Sudharshan D. (1993) “Real-time market research: Learning-by-doing in the development of new products,” *Marketing Intelligence and Planning*, 11, 29-38
- Sanchez, R. (1994) “Towards a science of strategic product design,” paper presented at the Second International Product Development Management Conference on New Approaches to Development and Engineering, 30-31 May, 1994, Gothenburg, Sweden.
- Sanchez, R. & Mahoney, J. T. (1996) “Modularity, Flexibility, and Knowledge Management in Product and Organization Design,” *Strategic Management Journal*, 17, 63-76.
- Schilling, M. A. (2000) “Toward a General Modular Systems Theory and Its Application to Interfirm Product Modularity,” *The Academy of Management Review*, 25, 2, 312-334
- 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」, 岩波書店, 1977年）
- Simon, H. A. (1947, 1957, 1976, 1997) *Administrative behavior: A study of decision making processes in administrative organization* (1st and 2nd eds.). New York: Macmillan. (3rd and 4th eds.). New York: Free Press.（二村敏子ほか訳「経営行動：経営組織における意思決定過程の研究」, ダイヤモンド社, 2009年（第4版））
- Simon, H. A. (1969) *The Sciences of the Artificial*, Cambridge, MA: MIT Press.（稲葉元吉・吉原英樹訳「システムの科学（第3版）」, パーソナルメディア, 1999年）
- Solow, R. M. (1956) “A Contribution to the theory of economic growth,” *Quarterly Journal of Economics*, 70, 7, 65-94
- Sturgeon, T. J. (2002) “Modular Production Networks: A New American Model of Industrial Organization,” *Industrial and Corporate Change*, 11, 451-496
- Teece, D. J. (1986) “Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaborations, licensing and public policy,” *Research Policy*, 15, 285-305

- Teece, D. J. (2009) *Dynamic Capabilities and Strategic Management*, Oxford University Press (谷口和弘・蜂巣旭・川西章弘・ステラチェン訳「ダイナミック・ケイパビリティ」, 勁草書房, 2013年)
- Teece, D. J. et al. (1987) *The Competitive Challenge; Strategies for Industrial innovation and Renewal*, Ballinger Publishing Company, Cambridge Mass (石井淳蔵・金井壽宏・野中郁次郎・奥村昭博・角田隆太郎訳「競争への挑戦」, 白桃書房, 1988年)
- Teece, D. J. & Pisano, G. & Shuen, A. (1997) “Dynamic Capabilities and Strategic Management,” *Strategic Management Journal*, 18, 7, 509-533
- 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. (1997) *Winning Through Innovation: A Practical Guide to Leading Organizational Change and Renewal*, Harvard College (斎藤彰悟監訳「競争優位のイノベーション」, ダイアモンド社, 1997年)
- Tushman, M. L. & Rosenkopf, L. (1992) “Organizational determinants of technological change: Toward a sociology of technological evolution,” *Research in organizational behaviour*, 14, 311-347
- Ulrich, K. (1995) “The Role of Product Architecture in the Manufacturing Firm,” *Research Policy*, 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)
- Utterback, J. M. (2006) *Design-Inspired Innovation*, World Scientific Publishing. (サイコム・インターナショナル訳「デザイン・インスパイアード・イノベーション」, ファーストプレス, 2008年)
- von Hippel, E. (1976) “The dominant role of users in the scientific instrument innovation process.” *Research Policy*, 5, 212-239.
- von Hippel, E. (1986) “Lead Users: A Source of Novel Product Concepts, Lead users: A source of novel product concepts,” *Management Science*, 32, 791-805.
- 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—」, ダイアモンド社, 1991年)
- von Hippel, E. & R. Katz (2002) “Shifting Innovation to Users via Toolkits,” *Management Science*, 48, 7, 821-833
- von Hippel, E. (2005) *Democratizing Innovation*, The MIT Press (サイコム・インターナショナル監訳「民主化するイノベーションの時代：メーカー主導からの脱皮」, ファーストプレス, 2006年)

- Williamson, O. E. (1975) *Markets and hierarchies: analysis and antitrust implications*, New York: Free Press (浅沼万里・岩崎晃訳「市場と企業組織」, 日本評論社, 1980年)
- Warren, N. & Moore, K. & Cardona, P. (2002) "Modularity, strategic flexibility and firm performance: A study of the home appliance industry", *Strategic Management Journal*, 23, 1123-1140
- Zollo, M. & S. G. Winter (2002) "Deliberate learning and the evolution of dynamic capabilities," *Organization Science*, 13, 3, 339-353.
- 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, 206-240
- 青島矢一・武石彰・マイケル・クスマノ編 (2010) 『メイド・イン・ジャパンは終わるのか』東洋経済新報社
- 浅井澄子 (2004) 『情報産業の統合とモジュール化』日本評論社
- 浅沼万里 (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
- 石川淳 (2000) 「工作機械メーカーにおける研究者の業績を規定するコミュニケーション・パターン」, *組織行動研究* 30, 27-40
- 伊丹敬之 (1994) 「FA 機器・産業用機械産業」, 吉川編『メイド・イン・ジャパン』所収, ダイアモンド社
- 伊藤秀史編 (1996) 『日本の企業システム』東京大学出版会
- 伊藤秀史編 (2002) 『日本企業変革時の選択』東洋経済新報社
- 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
- 伊藤誼・水野順子編 (2009) 『工作機械産業の発展戦略』工業調査会
- 稲葉清右衛門 (1975) 「生産加工における NC とコンピュータの役割」, *The Japan Society for Precision Engineering*, 1975年1月, 30-39
- 今井賢一・小宮隆太郎編 (1989) 『日本の企業』東京大学出版会
- 魏晶玄 (2004) 『イノベーションの組織戦略—知識マネジメントの組織設計』信山社
- 上田智久 (2006) 「アナバシー・アターバックモデルの一考察」, *立命館経営学*, 45巻2号, 125-160
- 鵜飼信一 (1994) 『現代日本の製造業—変わる生産システムの構図』新評論
- 大河内暁男 (2001) 『経営史講義 [第2版]』東京大学出版会
- 大木裕子・山田英夫 (2011) 「製品アーキテクチャ論から見た楽器製造」, *早稲田国際経営研究* 42, 175-187

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

- 大鹿隆・藤本隆宏 (2006) 「製品アーキテクチャ論と国際貿易論の実証分析 (2006年改訂版)」, RIETI Discussion Paper Series 06-J-015
- 岡本久吉 (2010) 『日本における企業の分離・独立の研究』東京リーガルマインド
- 小川紘一 (2009) 『国際標準化と事業戦略』白桃書房
- 小川進 (2000) 『イノベーションの発生論理』千倉書房
- 長内厚・柳原清則編著 (2012) 『アフターマーケット戦略』白桃書房
- 加藤俊彦 (2011) 『技術システムの構造と革新』白桃書房
- 加藤秀雄 (2013) 「外需依存時代における生産機械産業の国内外事業展開の分析視角」
社会科学論集, 139号, 75-95
- 加納明弘 (1983) 『常識はずれ経営法』講談社
- 川上清市 (2008) 『機械・ロボット業界大研究』産学社
- 川上清市 (2011) 『図解入門業界研究 最新機械業界の動向とカラクリがよーくわかる本』秀和システム
- 河邑肇 (1998) 「工作機械メーカーの製品開発システムと販売・サービス活動」, 坂本編『日本企業の生産システム』所収, 中央経済社, 151-178
- 河邑肇 (2005) 「アメリカ工作機械市場におけるジョブショップの特質: 生産実態からみた日本製NC機導入の客観的条件」, 経営研究, 56巻1号, 19-34
- 機械新興協会経済研究所 (2011) 『中国機械産業の発展と欧州等の中国に対する安全保障貿易管理の実態』
- 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
- 具承桓・加藤寛之 (2013) 「船舶開発と造船産業」, 藤本編『「人工物」複雑化の時代』所収, 有斐閣, 359-387
- 楠木健・チェスブロ, H. W. (2001) 「製品アーキテクチャのダイナミック・シフトーバーチャル組織の落とし穴」, 藤本・武石・青島編 (2001) 『ビジネス・アーキテクチャ』所収, 有斐閣, 263-285
- 幸田亮一 (2011) 『ドイツ工作機械工業の20世紀』多賀出版
- 河野英子 (2012) 「関係的組織能力の活用をベースにした競争優位の構築プロセスー日本発条の多角化事業成功の事例」, 『組織科学』45 (4), 82-95
- 小池和男 (2013) 『強い現場の誕生』日本経済新聞社
- 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
- 小阪玄次郎 (2011) 「研究開発組織における集団ベースの多様性と個人ベースの多様性: セラミックコンデンサ業界の事例として」, 組織学会 45, 2, 74-86
- 児玉文雄 (2007) 『MOT シリーズ技術経営戦略』オーム社
- 児玉文雄編著 (2008) 『技術潮流の変化を読む』日経 BP 社
- 小林正人・大高義穂 (1995) 「工作機械産業」, 産業学会『戦後日本産業史』所収, 東洋経済新報社, 382-412

- 小林守（2007）「中国の工作機械業界の現状と日本工作機械メーカーの進出動向」, 商学研究報告, 39巻3号, 1-16
- 佐伯靖雄（2012）『自動車の電動化・電子化とサプライヤー・システム』晃洋書房
- 榎原清則（2005）『イノベーションの収益化』有斐閣
- 榎原清則・香山晋編（2006）『イノベーションと競争優位』NTT出版
- 坂本清編（1998）『日本企業の生産システム』, 中央経済社
- 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
- 沢井実（1990）「工作機械」, 米川・川崎・下川編『戦後日本経営史第Ⅱ巻』所収, 東洋経済新報社, 143-207
- 沢井実（2013）『マザーマシンの夢』名古屋大学出版会
- 産業学会（1995）『戦後日本産業史』東洋経済新報社
- 柴田友厚（2010）「日本工作機械産業の技術発展メカニズム」, 研究技術計画 24(4), 338-347
- 柴田友厚（2008）『モジュール・ダイナミクス』白桃書房
- 柴田友厚・玄葉公規・児玉文雄（2002）『製品アーキテクチャの進化論』白桃書房
- 柴田友厚・児玉文雄（2004）「技術選択のジレンマを超えて—ファナックにおけるジレンマの超克—」, RIETI Discussion Paper Series 04-J-047
- 柴田友厚・児玉文雄（2006）「モジュール製品間の統合は可能か—パソコンNCの成立過程の分析」, RIETI Discussion Paper Series 06-J-040
- 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
- 新宅純二郎・天野倫文編（2009）『ものづくりの国際経営戦略』有斐閣
- 相山泰生（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, 635-661
- 鈴木信貴（2013）「複合加工機」, 藤本編『「人工物」複雑化の時代』所収, 有斐閣, 309-333
- 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
- 関満博（1993）『フルセット型産業構造を超えて』中央公論社
- 関口博・高下二郎（2008）『絵とき「マシニングセンタ」基礎のきそ』日刊工業新聞社
- 組織学会編（2013）『組織論レビューⅠ・Ⅱ』白桃書房（全2巻）
- 山口洋・高橋伸夫（2013）「半導体光露光装置は技術的限界を乗り越えたのか?—経営学輪講 Henderson（1995）」, 赤門マネジメント・レビュー, 9巻8号, 599-606
- 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

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

- 田路則子 (2005) 『アーキテクチャライノベーション』 白桃書房
- 田淵泰男 (1999) 「製造業におけるサービス戦略について」 国土館大学政経論叢, 1999(4), 169-193
- 千葉恭嗣 (2009) 「電子部品メーカーの組織能力と製品アーキテクチャに関する一考察～村田製作所の事例を基に～」, 関西学院大学 経営戦略研究 Vol. 3, 89-100
- 中央大学企業研究所編 (1989) 『ME 技術革新と経営管理一日・西独・英にみる工作機械企業の国際比較』 中央大学出版部
- 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『モジュール化』所収, 東洋経済新報社, 211-246
- 中馬宏之 (2003) 「ビジネスケース・安川シーメンス NC」, 一橋ビジネスレビュー, 2003年 SUM. 148-164
- 一寸木 (ちょっき) 俊昭 (1978) 『工作機械業界』 教育社
- 一寸木 (ちょっき) 俊昭 (1992) 『日本の企業経営—歴史的考察』 法制大学出版局
- 土井教之編著 (2009) 『ビジネス・イノベーション・システム—能力・組織・競争』 日本評論社
- 長尾克子 (1995) 『日本機械工業史—量産型機械工業の分業構造』 社会評論社
- 長尾克子 (2002) 『工作機械技術の変遷』 日刊工業新聞社
- 長尾克子 (2004) 『日本工作機械史論』 日刊工業新聞社
- 中岡哲郎 (1993) 「発展途上国機械工業の技術形成」, 竹岡・中岡・高橋編 (1993) 『新技術の導入—近代機械工業の発展—』 所収, 同文館, 155-203
- 中川功一 (2007) 「製品アーキテクチャ研究の嚆矢—経営学輪講 Henderson and Clark (1990)—」, 赤門マネジメント・レビュー, 6巻11号, 577-588
- 中川功一 (2010) 「セラミック・コンデンサ産業における顧客との技術的協業関係の発展: 標準品産業での顧客技術協業の戦略論理」 MMRC Discussion Paper No. 301
- 中川功一 (2011) 『技術革新のマネジメント』 有斐閣
- 日本機械学会 (1988) 『工作機械の最先端技術—高速・高精度・複合化手法』 工業調査会
- 日本工作機械工業会 (2012) 『工作機械産業ビジョン2020』 日本工作機械工業会
- 貫井健 (1982) 『黄色いロボット』 読売新聞社
- 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
- 延岡健太郎 (2011) 『価値づくり経営の論理』 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
- 野中郁次郎・永田晃也 (1995) 『日本型イノベーションシステム』 白桃書房
- 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, 195-207
- 長谷川毅 (1999) 『NC 工作機械のマネジメント』 文芸社

- 馬場敏幸（2013）『アジアの経済発展と産業技術』ナカニシヤ出版
- 原田勉（1999）『知識転換の経営学』東洋経済新報社
- 原田勉（2007）『汎用・専用技術の経済分析』白桃書房
- 林隆一（2002）「電子部品の業界団体・業界構造」、『電子部品大辞典』所収，工業調査会，60-119
- 林隆一（2005）「経営戦略・思想で見る電子部品業界」，財界観測68巻1号，82-113
- 林隆一（2011）「工作機械産業を牽引するモジュール化」，季刊ファンドマネジメント，2011年9月号，80-87
- 林隆一（2013）「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—」，神戸学院経済学論集 45巻1・2号
- 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
- 廣田章光（2000）「製品アーキテクチャーのダイナミクス」日本商業学会 流通研究 3(2)
- 廣田義人（2011）『東アジア工作機械工業の技術形成』日本経済評論社
- 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
- 福澤光啓（2013）「ダイナミック・ケイパビリティ」，組織学会編『組織論レビュー』所収，白桃書房，41-87
- 藤田泰正（2008）『工作機械産業と企業経営』晃洋書房
- 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（2002）「新製品開発組織と開発力」，赤門マネジメント・レビュー，1巻1号，1-32
- 藤本隆宏編（2013）『「人工物」複雑化の時代』有斐閣
- 藤本隆宏・葛東昇（2001）「アーキテクチャ的特性と取引方針の選択—自動車部品のケース」，藤本・武石・青島編（2001）『ビジネス・アーキテクチャ』所収，有斐閣，221-228
- 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・新宅純二郎編著（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・中沢孝夫（2011）『グローバル化と日本のものづくり』放送大学教育振興会
- 藤本隆宏・東京大学21世紀 COE ものづくり経営研究センター（2007）『ものづくり

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

- 『経営学』光文社
- 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・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
- 水野順子編（2004）『アジアの金型・工作機械産業—ローカライズド・グローバルイズム下のビジネス・デザイン』アジア経済研究所
- 水野順子編（2010）『新興諸国の資本財需要—ロシアとベトナムの工作機械市場』日本貿易振興機構アジア経済研究所
- 溝田誠吾（1997）『造船重機械産業の企業システム—経営資源の継承性と展開（第2版）』森山書店
- 港徹雄（2011）『日本のものづくり競争力基盤の変遷』日本経済新聞出版社
- 宮尾学（2013）「技術の社会形成」, 組織学会編『組織論レビュー』所収, 白桃書房, 89-140
- 三輪修三（1996）『ものがたり機械工学史』オーム社
- 向井悠一朗（2013）「組織の境界と知識の境界の不一致：複雑・大規模な製品の開発—経営学輪講 Brusoni & Prencipe & Pavitt (2001)—」, 赤門マネジメント・レビュー, 12巻7号, 515-536
- 森谷正規編（2003）『機械産業の新展開』NTT出版
- 森谷正規・小田切宏之（2005）『日本の製造業の新展開』日本放送出版協会
- 森野勝好（1987）『発展途上国の工業化—インドにおける工作機械工業の発展』ミネルヴァ書房
- 森野勝好（1995）『現代技術革新と工作機械産業』ミネルヴァ書房
- 山田基成（2010）『モノづくり企業の技術経営』中央経済社
- 楊英賢（2009）「アーキテクチャのポジショニングの移動戦略の選択」, 国際ビジネス研究 1, 1, 35-52
- 吉川弘之編（1994）『メイド・イン・ジャパン—日本製造業変革への指針』ダイヤモンド社
- 吉田三千雄（1986）『戦後日本工作機械工業の構造分析』未来社
- 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
- 吉本陽子・齋藤禎（2003）「生産機器システム産業」, 森谷編『機械産業の新展開』所収, NTT出版, 152-195
- 米川伸一・川崎広明・下川浩一編（1990）『戦後日本経営史Ⅱ巻』, 東洋経済新報社
- 渡辺幸男（1997）『日本機械工業の社会的分業構造』有斐閣
- 渡辺幸男（2011）『現代日本の産業集積研究—実態調査研究と理論的含意』慶応義塾大学出版
- 渡部直樹・デビッド・J. ティース（2010）『ケイパビリティの組織論・戦略論』中央経済社