

ドミナントデザイン発生の分析視角

— 文献サーベイを中心に —

Perspectives On the Emergence of Dominant Design

— Past, Present and Beyond —

朱 穎

要 旨

イノベーション研究の領域から、支配的な技術（ドミナントデザイン）の発生を分析した既存文献のサーベイを通じて、諸研究の背後にある論理がどのように発展してきたかを考察する。具体的には、ドミナント技術そのものに注目し、事後的に技術生成の一般的な因果関係を探求した初期の研究から、歴史的観点に立ち、技術生成の社会的合意プロセスに注目する研究へ、という一連の流れを総括する。なお、本稿は朱穎（2002）『CVCCと三元触媒：自動車排気浄化技術促進の歴史的対称分析』一橋大学大学院商学研究科博士学位論文の一部をベースに修正したものである。

1. はじめに

本論文の目的は、イノベーション研究の領域から、支配的な技術（ドミナントデザイン）の発生を分析した既存文献のサーベイを通じて、諸研究の背後にある論理がどのように発展してきたのかについて、考察することである。

支配的な技術（ドミナントデザイン）の確立は企業能力や産業構造に大きなインパクトを与え、「今日の勝者」が「明日の敗者」に転落するような状況を生み出すのである。これが経営学では技術革新、特に既存能力を破壊するような画期的技術の誕生という問題が注目されてきた大きな理由でもある。

この分野における既存研究を大きく分類すれば、次のような流れがある。すなわち、70年代後半～80年代は、ドミナントな技術のもつインパクトに焦点を当てながら、技術生成の法則性を探求する研究が多かったが、90年代以降、歴史的要因もしく因果連鎖を過去に遡って技術生成の社会的合意プロセスに注目する研究が増えてきた。特に、近年「技術決定論」が批判され、「技術の社会構成」に関する一連の研究が注目されている。そこで、本論文では、こうした主要文献と

その背後にあるロジックの流れを分析してみる。本稿の主眼は「技術発生」の動態について歴史的に分析した研究の系譜を振り返ってみることにあるが、その他の文献にも適宜言及する。ただし、技術開発の成果（パフォーマンス）の側面からのアプローチ、さらに個々の技術者の管理や動機付けなどを扱う「マイクロ組織論」的なアプローチは、本稿の考察対象とはしない。また、文献サーベイの時期的な範囲は、80年代から90年代中盤までである。より新しい文献については、他の機会または論者に譲ることにする。

本稿では以下展開する文献サーベイにおいては、次のように構成されている。まず、第2節では、ドミナントデザインの確立を前提とする議論を包括的に俯瞰するため、イノベーションの発生パターンに関する Abernathy らの研究を取り上げる。そして、第3節、第4節と第5節では、技術発生のメカニズムを取り扱ういくつかの議論として、技術の経路依存性、技術の社会的政治的プロセスについての代表的研究を取上げる。

第6節では、「技術の社会構成論」について、Pinch & Bijker (1987); Bijker (1994) の研究を取上げる。特に、彼らの研究がそれまでのイノベーション研究とどう違うのか、その枠組みを用いることにどのような意味があるのかについて議論する。最後には、それまでの論点を整理し、この分野における今後の研究の方向性を展望する。

2. Abernathy らの研究

技術変化に関する研究には様々なアプローチがある。しかしそれらの多くは、技術変化プロセスの根底に存在すると考えられるある種の規則性を導こうとしてきた。つまり、技術生成の初期段階では、多様な技術的アプローチが存在し、技術開発に関わる問題解決のパターンも多様であるが、この技術的多様性はやがて時間とともに収束し、明白な問題解決パターンの下で漸進的な技術革新が行われるようになる、という基本的法則である。こうした産業発展のライフサイクルを論じたいくつか先駆的な研究には以下のものがある。

Abernathy and Utterback (1978) は半導体産業、自動車産業、航空機産業、食品産業、電球産業という五つの事例から、ラディカルなイノベーションからインクリメンタルなイノベーションの変遷という一般的原則を見出した。市場の生成期においては、様々な技術的アプローチが存在し、新規参入企業が多く存在する。技術の流動的段階 (fluid stage) と呼ばれるこの時期には、製品の評価基準が明白に定まっていないため、様々な消費者ニーズに応じた多様なデザイン・アプローチが市場で競合することになる。その後、ある種の技術的アプローチがその他のアプローチより優れていることが判明し、支配的な製品設計や工程が流動期 (fluid phase) から「固定期 (specific phase)」へと移行する。その結果、新規参入が減少し、既存企業による技術改善が重要視されるようになるのである。こうしたラディカルイノベーションからインクリメンタルイノベーションへの移行において出現するのがドミナントデザインである。ドミナントデザインの確

立に従い問題解決のパターンが明白になり、標準化されたデザインアプローチの精緻化に研究開発の焦点が向けられるようになる。

ドミナントデザインとは、それまでに独立して行われてきた複数の技術革新を一つの製品としてまとめることで当該産業においてその後の技術開発の基準となる製品デザインを指す。自動車産業で言えば、内燃機関を動力源とし、軽量シャーシを採用したT型フォードに相当するようなものである。こうしたドミナントデザインの確立により、研究開発活動における「目標の不確実性 (target uncertainty)」が減少し、より大規模な研究開発投資による規模の経済 (economic of scale) を享受することが容易になるのである。なぜならば、ドミナントデザインの出現により、製品革新 (product innovation) が減少し、代わって、工程革新 (process innovation) が増加するからである。例えば、一旦ガソリンエンジンがドミナントデザインとして市場に受け入れられれば、蒸気自動車と電気自動車への関心が薄れ、内燃機関の改良が市場競争の決め手となってくるのである。

Abernathy らが特に関心を示したのは、製品革新から工程革新への変化において、個々の企業がいかに最適な生産を行うかという問題である。「生産性のジレンマ」(Productivity Dilemma) という彼の名著からも明らかなように、彼らの関心は、技術変化の類型と、生産組織、生産設備、労働者といった諸要素との関係を、米国自動車産業の歴史的発展を背景に一般化しようとすることにあった。例えば、生産プロセスの進化に伴い企業規模は拡大し、汎用機械、手作業、熟練労働者に代表される小規模企業組織から、自動機、資本集約、大量生産に基づく集権組織への変化が要求されるとされる。技術変化のプロセスから一定の法則を予測し、企業行動に一種のインプリケーションを与えることが Abernathy らの研究目的であったと言えよう。

80年代に入ってから Abernathy and Clark の研究は、プロダクトイノベーションからプロセスイノベーションへの変遷というある種の法則性を強調するより、むしろ技術革新の類型が企業の競争優位に及ぼす影響に焦点を当てたものである (Abernathy & Clark, 1985)。例えば彼らは、製品のライフサイクルの各段階に基づいて、イノベーション類型の精緻化を行った。こうした様々なイノベーションは異なる競争環境に対応し、それぞれのイノベーションを追求するには、異なる経営能力が要求される、と主張した。

この時期に行われた Abernathy らの研究には、一つの歴史的背景があった。それは80年代に入ってから米国自動車産業の競争力の著しい低下である。日本の自動車産業が燃費の良い小型車によって、石油危機といった外部環境の変化に素早く適応できたのに対して、なぜ米国のビッグスリーは既存の大型車路線から脱出できないのかという問題意識が背後にあったのである。そこで、イノベーションの類型と市場競争との関連性に焦点を当て、企業行動に指針を与えることがその研究の目的となったのである。

以上のように、Abernathy は前期理論でも、後期理論でも、技術変化がある方向性へと収斂す

る傾向を一貫して主張している。前期理論はやや事実発見の色彩が強いのに対して、後期理論はイノベーション類型を確定し、それぞれが持つ戦略的意味合いを引出そうとする処方箋的ニュアンスが強いと言えよう。技術変化にある一定のパターンを類型化し、効率的なマネジメントを実現するにはどうすればよいのかという問題意識がその根底にあったのである。

以上のように、Abernathy らの研究は一貫して、イノベーションが既存の産業構造を変化させるような大きなインパクトを持っていると捉えたのである。技術変化に対する彼らの接近点は企業内部に置かれていた。そこには、成功を遂げたドミナントデザインの背後には、それに対応するための組織能力が存在するとの考え方が現われている。一方、代替的技術選択が多数存在する状態から、支配的デザインが出現するまでのメカニズムについては、明白な議論を展開してこなかった。

無論、Abernathy らは、産業ライフサイクルの背後に存在すると考えられる論理的仮説を無視したわけではない。例えば、Clark (1985)、Abernathy and Clark (1985) は製品デザインにおける意思決定（生産者）と消費者の選択に焦点を当て、技術システムに内在する論理と顧客の概念形成に関するフレームワークを提出した。彼らの議論によれば、技術は様々な下位要素から構成される技術システムとして見なされ、要素間の相互依存性に応じて製品デザインの階層性（design hierarchy）が決まるとされる。従って、研究開発はこうした技術要素間の相互依存関係に影響されながら進行する。例えば、自動車のエンジン開発において、ガソリン、蒸気、電気のどれかにエネルギー転換方式を決定する必要が生じた。いったん、ガソリンによる内燃機関が選択されれば、これに適合するような形で、シリンダー形状、カムシャフトの位置といった下位要素へと、順次的に開発主体の関心が移っていくのである。「中核概念」(core concept) と呼ばれる最も優先順位の高い要素についての技術的選択の過程で、重要な役割を果たすのは顧客である、と Abernathy らは主張している。すなわち、支配的なデザインが確立されるまでは、供給側が様々な技術的選択を顧客に提供し、これらが顧客の購買活動から評価を得て、技術システムに内の優先順位が決定されていく、というものである。

こうした Abernathy らが提案する技術変化に関する視点の特徴とは、ドミナントデザインは、市場競争を媒介とした顧客の選択によって決定されるという点にある。一旦、こうした技術間の相互関係が決定されれば、技術に内在する論理により、下位要素間の順序が決定されると主張されるのである。

ただし、彼らの議論は、技術と顧客との相互作用に言及したものの、相互作用がいかなるものであるのかについては明確にしていない。技術の生成期において、技術の定義及びパフォーマンスをはかる尺度は不確実であり、顧客が全ての情報を持っているとは限らないとの側面もある。

Abernathy らの研究からみたドミナントデザインが形成されるまでの歴史は、企業間で様々な製品デザインについての実験が行われるが、それはあくまでも相互に独立で、技術間競争が進め

られたかのように思われる。そして、何らかの形で、それまでの多様な製品は、ユーザーのニーズを満足させるのに最も適した形態が市場で証明され、もしくは法的規制によって認められたことにより、共存していたいくつかの代替的技術アプローチが消え去ることとなる。ユーザーとの相互作用により標準的デザインの誕生がもたらされたとの仮説には妥当性があるだろうが、しかしこの仮説はあまりにも普遍的なものであり、特定のタイミングで起こったイノベーションを説明するようなものではない。無論、こうした観点は Abernathy らの研究目的において必要性がないかのように思われるが、企業間における意思決定の相互依存性を無視してきたことは否定できない。ドミナント技術が確立されるまでのプロセスにおいて、個々の企業が独立して技術間競争を行うわけではない。異なる技術アプローチに基づく企業間レースが行われており、企業間の戦略的相互依存性により、技術発展のダイナミズムが描かれるとの観点もある (Khanna, 1995)。

3. 技術変化の経路依存性

競合するいくつかの代替的技術がドミナントデザインに収斂していくプロセスについて、経済史の領域からアプローチする研究がある。素朴な新古典派経済学の理論においては、技術とは生産関数であり、それぞれの企業が生産関数を与件として現在の要素価格の下で最も効率的な生産技術の選択を行なうと考えられていた。これに対して Arthur (1992) らは収穫逓増という原理の下で、技術間競争においては優れたものが勝つとは限らないことを指摘した。

例えば、タイプライターのキーボードの事例では、QWERTY という配列がドミナントデザインとして支配的地位を確立したのは、ささいな出来事 (chance event) の累積と、QWERTY を先に習得したユーザー達が DVORAK という後に発明された配列へ転換する際にこうむるスイッチングコストが存在したからである (David, 1985)。もう一つの例として挙げられたのは動力源としての内燃機関の採用である。1890年代、自動車の動力源として、スチームエンジン、ガソリンエンジン、電気との三つの選択肢があった。当時のガソリンエンジンは決して注目されてはなかった。一定の純度のガソリンを精練するのが難しかったことに加え、スチームエンジンと比べ、ガソリンエンジンには複雑な部品が必要とされたからである。1890年から1920年の間には、これら三つの方式は共存しており、それぞれの支持者による改善が進められていた。しかし、その後いくつかの出来事が発生したことにより、ガソリン車の優位性が決定された。例えば、北米で発生した馬の疫病により、馬車によるスチームエンジン用の水を運搬することが中断されたことや、フォードがガソリン車であるT型車の大量生産システムを構築したといった出来事である。こうして、技術選択に関して、初期段階で起こったささいな出来事が、時間の経過とともに、大きな力をもつようになるという経路が存在することが観察された。

なぜ劣っているはずの技術が広く行き渡るのか。その背後に存在する因果関係の解明について、Arthur らは技術選択が固有の歴史的経路に依存する (path-dependence) と強調した。David

(1987) が指摘したように、人々は自由に技術選択を行なう際、既にその前の時点でロックインされた多くの偶然事象の結果にとらわれている。「人々は自由意志のままに行動しているかのように見えるが、各人の行動はそれまでの歴史の全ての出来事に依存しているという意味において、全く自由ではないのである (David, 1987 p. 333)。こうした技術のロックイン効果が大きく働く前提に置かれているのはネットワーク外部性 (network externality) の概念である。

ネットワーク外部性とは、予想されるネットワークのサイズ (ユーザー数やマーケットシェア) の増大に従い、財から得られる便益が増大するという性質である (Rohlfs, 1974; Oren and Smith, 1983)。言い換えれば、ネットワークに参加するメンバーが増えるほど、参加メンバーにとっての効用も増える。いわゆる収穫逓増の効果が生じる。外部性が強く働く財において、普及率が上昇すると、それによってもたらされる財の効用も高まり、更なる財の普及率を上昇させるとの良い循環 (positive feedback) が存在する。その結果、一度獲得されたユーザーが技術のロックイン状態に直面することになる。このように、ある技術が市場を支配するとそれが固定化されるロックイン効果により、強いものが益々強くなる。実際の例として、コンピューター・ソフト市場におけるマイクロソフトが挙げられる。

ネットワーク外部性が顕著に働く産業では、しばしばドミナントデザイン及びデファクトスタンダードの確立において、ユーザーが重要な役割を果たす、と主張される。すなわち、ユーザーはある製品デザインがその他の製品デザインを好む時に、デファクトスタンダードが発生するとされている。より多くのユーザーに支持され、期待されるため、先に多くのユーザーを集めた方が圧倒的に、当該製品・サービスから得られる効用の増加につながる。従って、より早い時期に先発者の優位 (first-mover advantage) を築き上げることが競争戦略上にとって非常に重要とされている。こうしたネットワーク外部性を前提に展開された議論は、ユーザーが大きな役割を果たしながら、ドミナントデザインが形成される、という視点に基づいていると考えられる。

Arthur らの議論は、古典経済学の単純なモデルへの一つのアンチテーゼとして位置づけられるべきものである。彼らの関心は、技術変化のプロセスそのものを分析するというより、技術変化が社会にどのような結果をもたらしたかを探求することにあるといえよう。技術及び産業全般のルールが一度選択されれば、技術的相互依存性、ネットワーク外部性 (network externalities) が自然に生じる (Arthur, 1989; Paul, 1988)。経路依存の理論は、技術選択、競争的基準 (VHS、Beta) など多くの分野において研究が重ねられてきたが、そのロジックは生産システム、文化、制度的要素を説明する際にも用いることができる。すなわち、ある制度的配列が一旦決められれば、例えそれが最適でなくても継続する傾向があるのである (Powell, 1991)。したがって、ドミナントデザイン出現のタイミングについて、現時点に立って解釈するのではなく、技術的経路依存性を考慮し、歴史的観点に基づき解釈することの重要性が示唆されたのである。

4. 技術変化の制度的コンテクスト

ドミナントデザインの生成は、技術が埋め込まれた制度から影響を受けるとの議論を展開したのが Powell and DiMaggio (1991); Aram, Lynn and Reddy (1992); Lynn, Reddy and Aram (1996) である。こうした議論は、政治的、制度的フレームワークのようなコンテクストが技術形成にいかなる影響を与えるかという問いかけに関心を集中させた。

イノベーション共同体 (innovation community) の概念を用いて、議論を進めたのは Aram, Lynn, and Reddy (1992)、Lynn, Reddy and Aram (1996) である。イノベーション共同体とは、新しい技術の商品化過程において、直接的に、間接的に関連する組織を指す。ここで取上げられたのは、組織間のリンケージにあたるプロの調整組織の業界団体である。Lynn らによれば、業界団体のような専門家集団が技術普及の促進、ボトルネックとなっている問題の確認、設備投資の調整、インフラストラクチャーの支援といった役割を果たす。また、新たな産業規準の公布にも役立つ。歴史的にみれば、イギリスにおけるベッセマー法の普及、及び米国における鉄鋼業の発展は、当時の業界団体である英国機械連盟と米国ベッセマー協会の支援に大きく依存していた。

業界団体のこうした役割については、社会学的アプローチとしての制度派理論の中でも取り上げられている。その基本的観点とは、組織変化の最も重要な特徴は規範的側面である (Meyer and Rowan, 1977)、というものである。DiMaggio and Powell (1983) は制度的同形化 (isomorphic change) という概念を用いて、業界団体からの規範的圧力 (normative pressures) の存在が多く、同形的組織変化 (isomorphic change) を促進していると主張した。制度的同形化とは、組織変化、技術変化が技術的合理性、効率性の追求ではなく、むしろ制度的合理性により、一様化の様相を呈することを指す。こうした同形的変化プロセスは三つの原因から生じる。1つ目が強制的同形変化 (coercive isomorphism) である。すなわち、ある組織が依存する他の組織からの公式的、非公式的圧力、あるいは組織が活動している社会からの期待、との側面から同形化が生じる。2つ目は模倣的プロセス (mimetic processes) である。技術の不確実性、目標の曖昧性、環境の不確実性などから、他の組織に追随する行為が促進される。最後に、規範的圧力 (normative pressures) として取上げられたのが業界団体からの圧力である。DiMaggio らによれば、業界団体は組織ルール、職業構造の規範を定義するという意味において、制度的合法性 (legitimacy) を持つ。更に、日米の業界団体の比較研究を行なった Lynn (1982) によれば、米国の同業者と比べ、日本の業界団体は、技術情報を収集するために膨大な専門スタッフを有している、という。したがって、こうした国家間の制度的特徴の違いがイノベーション普及の速度に影響を及ぼすと結論付けられる。

こうした研究は、技術が埋め込まれている制度的要因の重要性を分析したものの、制度的要素

が一方的に技術変化に影響を与えるというスタンスがやや強い。関連する各社会集団が技術変化を形成するという視点だけではなく、技術変化のプロセスを通じて、社会集団間の関係が再構成されていくという思考経路も必要であろう。

5. 技術変化の政治的社会プロセス

技術の発展過程を形成期と形成後の時期に分けて議論を進めようとする視角において Tushman and Rosenkopf (1992) らの研究は、前述した Abernathy らの研究と一定の類似性を共有しているものの、彼らはドミナントデザイン発生の背後にある非技術的要素 (non-technical factors) の存在に焦点を当てている。それによると技術に内在する論理ではなく、むしろ組織間の社会的・政治的相互作用から技術進歩の経路が形成される、とされる。

ドミナントデザインが確立されるまでの技術競争を、Tushman らは「技術的揺籃期」(era of technological ferment) と名づけている。この時期に頻繁に起こるデザイン間競争は様々なバリエーションをもたらすが、やがてこうした製品多様性と技術的不確実性はドミナントデザインの生成を契機に収斂される。技術的揺籃期で展開される競争において、ユーザーが果たす役割はごく限定的なものである。すなわち、バリエーションのある技術が異なる尺度をもって競合しており、どの技術がパフォーマンス上に優位性を持つかは不明確である。例えば、電気自動車は大気浄化の意味において優れているかもしれないが、量産性においては劣っている。一方の消費者は様々な製品の特徴についてあまり熟知していないため、消費者のニーズは技術選択に反映されるとはかぎらない、とされる。

Tushman らの議論では、技術的不確実性が前提とされている。そしてこうした技術的不確実性に最も満ちているのは技術の揺籃期である。この時期において、技術システムに関する明白な定義が存在しておらず、どのデザイン・アプローチが支配的になるのかを予測することが不可能であるからである。従って、技術的可能性それ自体は、技術に内在する論理により提起されたとしても、そのうちどの可能性が実現していくかは、非技術的要因としての社会政治的要因が媒介することになる。こうした技術以外の要因として挙げられたのは、顧客、生産者、消費者、業界団体、政府規制といった様々な「利害集団」(interest group) の意図である。

Tushman らに指摘されたように、既存研究の多くは、技術進歩に対する組織のインパクトを無視し、異なる技術アプローチに対する組織の社会政治的ダイナミクス (sociopolitical dynamic) の役割を見落としている。ドミナントデザインの発生は決して経済的、技術的に決定されるものではなく、むしろ組織の見える手 (visible hand) により形成されるものであると彼らは指摘した。そして、この政治的社会的ダイナミクスが働く前提として技術システムの分類が行われた。

Tushman and Rosenkopf (1992) は技術システムを assemble system と non-assemble system

という二つのタイプに分類し、それによって技術変化に対する政治的社会的影響のインパクトが異なるとした。non-assemble system より assemble system のほうが複雑なサブシステムを有しており、関連する行為主体の数も多いため、非技術的な要素から左右される場合も多いという。

こうした複雑な技術システムの存在を前提に、政治的交渉プロセスに注目したもう一つの研究は、技術史の分野における Hughes の研究である。技術システムというメタファーを用いて電力の発展史を取上げた Hughes の研究は、技術史の分野において重要な意味を持つ。技術進化のシステムを社会的、経済的、政治的側面から論じた彼の研究は、よりわかりやすく言えば、エジソンの実験室をより広い社会システムへと結び付けることを試み、技術に関するマイクロレベル分析とマクロレベル分析を統合しようとしたものである。Hughes は電力を一つの広範なシステムとして取上げた。このシステムの意味とは、簡単な機械から多様な技術を必要とする電力供給網を含む、相互作用を及ぼす要素から構成された一貫した構造である (Hughes, 1983)。

Hughes のモデルは三つの関連する部分から構成されている。まず、彼は、技術変化の時間的推移に注目した。電力技術の発展は、初期の電力照明システム、電力パワーシステム、地域パワーシステムという三つの異なる段階に分けることができる。2つ目、各段階において、ボトルネックとされる問題の解決に当って、それぞれの問題解決者が登場する。発明家としてのエジソン (Edison)、経営者としてのインサル (Insull)、技術者としてのフォン・ミラー (Von Miller) などである。3つ目、各発展段階においては、特定の価値、アイデア、制度の形成がみられた。こうした知識と価値は、実際の経済組織、及び社会的制度に埋め込まれたものである、と Hughes らは結論づけた。

Hughes の研究は、巨大な技術システムが完成された背後にある多くの促進要素 (driving forces) を包括的に統合した点において評価されている。彼の研究単位は複雑なシステムそのものである。技術のシステム性に関心を向けた原因について、Hughes は以下のように述べている。「今までにおける技術史の伝統の中で、はじめのうちは、人工物の歴史を描き出すことが最も重要な課題だと思われていた。従って、一つの機械、一つの製法の歴史について、それを生んだ状況には全くふれることなしに書かれることが多かった」(Hughes、訳書、P5)。こうした技術史の伝統的アプローチに対して、Hughes は「こうした記述の多くは、技術が社会に及ぼしたインパクトに対して多少の関心は向けられたものの、逆に社会あるいは文化が技術の形成に及ぼしたインパクトのほうはごくまれな例外を除き、事実上無視されていた」と批判し、電力システムを文化的人工物 (cultural artifact) として捉えた。従って、電力システムの配置に起こった変化を説明しようとするならば、技術的、科学的、経済的、政治的、組織的諸活動といった分野を含むことを考慮しなければならない、というものである。この包括的観点は説明力が欠けているとは言えないものの、一方、その観点が広すぎ、組織レベルもしくは共同体レベルでのアプローチが必要であるとも指摘された (Constant, 1987)。

一方、技術変化を組織間の政治プロセスとして捉える研究として、Frost and Egri (1991)、Thomas (1994) らの議論が挙げられる。Frost and Egri (1991) はいくつかのケーススタディを通じて、社会政治的実体 (sociopolitical reality) としてのイノベーション・プロセスの解明に焦点を当てた。彼らによれば、既存研究の多くはイノベーションを技術的、社会的に中立なものとして捉えており、イノベーション擁護論 (Pro-Innovation) という強い理論的バイアスにとらわれている、という。そのため、イノベーションの発生パターン及びイノベーションの誘発条件を模索する処方箋的研究が多く見られたのである。それに対して Frost らは、技術の不確実性と曖昧性から、イノベーションの普及プロセスには、自己利益に関する政治的論争が不可避であると主張した。イノベーションは個人間、組織間の相互作用である以上、こうしたパワー関係に基づく政治的プロセスを無視してはならない、というのである。更に、技術変化のプロセスが組織内におけるパワー関係に影響されるとの議論は、Thomas (1994) の研究にも見られる。

こうした技術変化の組織的側面を捉えた多くの研究には共通する観点がある。すなわち、ドミナントデザインの発生を、技術的優位性及び、市場側の論理のみならず、技術システムに関わる社会的行為者の存在、及び彼らの意図まで含む社会的政治的プロセスとして、考察する必要性があるとする点である。

ただし、Tushman らが注目しているのは、技術発展に対する社会的要因の影響力が強まるのはどのような場合なのという問題である。彼らは技術システムの複雑性が技術発展を社会的政治的プロセスにすると主張している。すなわち、技術の構成要素が複雑であればあるほど、技術に関わる社会集団の数が増え、その利害関係も複雑になるが故に、ドミナントデザインの発生は社会政治的プロセスになりがちであるとされる。しかし、いったいどのような経路で、どのように政治的要因が技術発展に影響を与えるか、という実証レベルでの課題が残されている。Tushman らの議論は、技術変化の driving forces として非技術的要素の存在を明らかにした点において意味がある一方、技術のインパクトを過小評価してしまうという問題もある。技術変化は結局のところ、制度、組織に従うという極端な議論も生じかねない。他方、パワー関係に基づく政治的プロセスは社会的相互作用の自然的結果であるとするならば、この仮説を用いてドミナントデザイン発生の特定のタイミングを説明するには、なお議論の進展を図る余地がある。

このようにして、Tushman らの議論を一步進展させる形で、技術の共進的観点 (co-evolutionary) がいくつかの研究から打ち出された (Garud and Rappa, 1994)。すなわち、技術とそれを取り巻く制度、組織との相互作用の存在を前提に、行為主体は「技術的可能性」を認知するのか、こうした認知パターンは技術形成にどのような影響を与えるのか、という議論である。

6. 技術の社会構成論 (SCOT)

技術を単に社会的、制度的産物であると主張するのでは不十分である。一方で、技術選択がい

かに社会から影響を受け、どのような経路でドミナントな技術形成に辿り着いたのかが明らかにされなければならない。こうした問題に正面から取り組んだのが技術の社会的構成論である (social construction of technology)。幅広く展開された SCOT 研究には、一つの共通項を見出すことができる。それは、歴史的分析を通じて、技術システムの形成に関する社会的合意が成立していく過程を明らかにしようとする点にある。

Williams and Edge (1996) は、技術決定論を次のように捉えた。技術の性質 (nature) と技術変化の方向性は、技術に内在する論理 (inner technical logic) もしくは経済的規則 (economic imperative) に従い、事前に決定される。技術は必然的に仕事、経済生活や社会にインパクトを与え、社会変化、組織変化の決定要素となる。こうした「技術決定論」に対して、SCOT の中心的な主張とは、技術変化を人間の行為から中立した技術的属性 (residing in the technology) として捉えることはできないというものである。むしろ、技術を社会的相互作用の中で構成された人工物 (artifact) として捉えるのである、とする。

Bijker (1995) によると、SCOT 理論の背後には二つの背景があったとされる。まず、技術のリニアモデルに対する批判である。Williams and Edge (1996) は、技術リニアモデルに対する批判の背後には、リニアモデルを前提に議論されてきたそれまでの技術政策論を見直すという実践的関心があったと指摘している。従来の技術政策論は、技術進歩を基礎研究 (R & D) → 技術開発 → 生産 → 市場という線形モデルの下で捉え、技術革新の源泉は科学知識の発見にあるというところに技術政策の正当性を求めてきた。従って、技術政策として、研究開発活動への重点的資源配分に政府の役割が求められたのである。第二次大戦後、科学が技術進歩に著しく貢献するという考えが先進国の間に広まり、基礎研究に多くの公的資金が投入され、技術政策が脚光を浴びた。

Bijker らの SCOT 論者は、イノベーションを成功に導く条件に関心を集めてきた経済学の議論に疑問を投げかけた。「イノベーションにはあらゆる要素が影響を与える可能性があるのように見えるが、しかし技術そのものについては全く議論されてこなかった」(Pinch and Bijker (1987), p. 21)。R & D → 生産 → 市場といった単一方向の段階論に基づく技術政策には限界があり、むしろ各段階における知識と情報の相互作用を考慮する研究こそが、技術政策に実践的含意を与える、と SCOT 論者は主張する (Williams and Edge, 1996)。

SCOT 論者のもう一つの関心は、技術の非対称分析 (asymmetrical analysis) を見直すことである。非対称分析は主に技術史の分野で多く見られた。Bijker らによれば、技術史を専門とする歴史家達は、技術の中身に対する分析を試みたものの、成功を遂げた技術にしか関心を示さず、技術変化の長い歴史の中で失敗に終わった技術の存在とその解釈について全く考慮しなかったという。「技術変化の歴史は規則的かつ合理的経路に従う。そしてあらゆる技術変化の可能性の中、今日の世界に至った方向はまさに当初から完全に認識されていたかのようなものである」と彼らは指摘

している (Pinch and Bijker (1987), p 29)。こうした非対称分析は、ドミナントデザインの、あたかも事前に認知されたかのような変化経路に関心を示したという意味において、リニアモデルを援用していると思われる。

「ハンド・ミルが封建社会をもたらし、スチーム・ミルが産業資本社会をもたらした」とよく引用されたマルクスの言説であるように、「技術が社会を形成する」という因果関係を想定して歴史分析を行うのが、技術決定論の特徴である⁽¹⁾。とすれば、「技術の社会的構成論」とは「社会が技術を形成する」という因果関連を想定して歴史分析を行うと決め付けることは単純すぎる。後で彼らの理論について詳細な分析を行うこととするが、Pinch and Bijker の研究はいずれも、広範な社会決定論を避ける傾向がある。Bijker らの研究は確かに社会的に構成されたものとして技術という視座を基礎に置いているが、その理由は次の二つが挙げられる。一つは、個人の能力だけに技術革新の要因を求める研究方法を排することである。第二は、技術プッシュ線形モデルに代表される、合理的経路にそってある技術が選択されたという目的論 (teleology) に基づく事後的な説明を排除することである。彼らにとって、説明すべきことは、技術革新が成功した要因ではなく、その過程でありメカニズム全体である。結果的に確立した技術は社会的に要求されていた何らかの必要条件と満たしていたとしても、十分条件を満たしたから技術が確立したのではない。

こうした問題点を指摘した Bijker らは、対称分析 (symmetry analysis) の重要性を提起した。Bijker らによれば、技術変化に対するそれまでの非対称分析では、ある人工物が商業的成功をとげた結果について、その人工物の機能 (working) などの機能的要因に帰すべきだと主張する一方、もしこの人工物が異なるコンテキストにおいて失敗におわるのであれば、その失敗は社会的要素に帰されると単純に結論づけてしまった。

これに対して、対称分析は、人工物の成功と失敗の原因を人工物の機能 (working) もしくは非機能 (nonworking) に帰すべきではないと主張する。なぜなら、人工物の機能は所与に与えられるものではなく、むしろ一つの達成されるプロセス (achievement) であるからである。言い換えれば、ある人工物が生まれるとき、異なる経験と関心をもつ行為主体が、独自の解釈や問題解決の手段をもってその人工物に接近するのである。そして、こうした多様なアプローチの中で、人工物が形成されていくのである。したがって、人工物の勝敗を区別するのであれば、生き残った技術の仕組みは、その技術に内在する物理的原則のみから決定されるわけではなく、むしろ人工物がもし機能するのであれば、それは社会関連集団に受け入れられた結果である。従って、ある技術が成功し、同時代のその他の技術が失敗したという現象を同一のフレームワークの中で対称的に (symmetrically) 解釈しなければならない。そのため、どのような文脈の中で、人工物が機能し、もしくは機能しないのか、といった技術選択の背後にあるコンテキスト分析に重点を置くことが重要である。こうして、技術に対する社会集団の認識がどのように形成され、影

響し合うのか、といった論点がドミナント技術発生の解明に取り入れられる必要がある。

以下では、複数に存在していたいくつかの人工物は、いかにドミナント技術へと収斂していくのか、Bijker らの議論を具体的に見ることにしよう。

Bijker らが目をつけた興味深い事例は19世紀ヨーロッパにおける自転車技術の発展という事例であった。Bijker (1995) によれば、前輪と後輪が同じサイズで、しかも空気タイヤを搭載し、チェーンを用いるデザインは、現代の自転車 (modern bicycle) である。この広く普及したデザインを所与として、事後的に回想すれば、安全な自転車 (safety) の最初の製品は1879年にローソン社により売り出されたローソン式自転車であった。なぜなら、このローソン式はそれまでの前輪が高かった自転車とは異なり、はじめてチェーンを使用し、しかも前輪と後輪のサイズがより均等に作られていたからである。従って、もし我々が事後的に考えるならば、19世紀後半にローソン式と同時に存在していた数多くの前輪の高い乗物について、無視してしまいがちである。しかし、この解釈は、少なくとも次のような出来事を看過している。すなわち、安全式自転車のデザインを用いたローソン社の製品は、当初に商業的に失敗していたこと、一方で同時代に共存していた前輪の高い乗物、例えば、スター式自転車、ファーセル式自転車は商業的に大成功を収めていたこと、更に、こうした事実をいかに解釈すべきかといった問題が存在していることである。こうした safety 式の自転車と共存していた前輪の高い乗物が、全く解釈の対象とされなかった理由は実に単純である。前輪の高い自転車はドミナントな技術にはなれず、失敗に終わったからである。こうして、最終的に成功を遂げた技術の物的原理を用い、ドミナントデザインの発生経路を事後的回顧により再構成してしまうと、以上のように、技術の生成期において、消え去った技術の存在を無視しがちである。Bijker らはこうしたいわゆる技術の「非対称分析」の歪みを指摘し、成功技術と失敗技術の双方に関する歴史的分析を試みてきた。対称分析の枠組みを用いて、自転車の技術発展経路を分析すれば、以下のようなストーリーが現われる。

当初自転車は前輪が大きく、後輪が小さいという構造であったが、両輪が同一サイズに発展できたのは19世紀後半に、チェーンとギアが用いられたからであるとの定説がある。しかし、Bijker (1995) によれば、チェーンとギアの技術は、実際には1860年に既に存在しており、1879年にチェーンを搭載したローソン式自転車が発売されたものの、商業的に失敗に終わった。前輪の大きい自転車 (ordinary) は安全な自転車 (safety) が発明された後もしばらく存続していた。事後的観点からみれば、直径40インチの大きい自転車に乗ることは不思議なように思われるかもしれないが、この最終的には失敗に終わった前輪の大きい自転車と、ドミナントデザインになった安全な自転車との双方を同時に説明したのが図1である。

図中には、関連社会集団 (relevant social group)、解釈の柔軟性 (interpretative flexibility)、解釈の閉鎖 (closure) という三つの構成概念が示されている。関連社会集団は、ある人工物に対して様々な解釈を与え、その解釈に基づいて問題を解決する。この関連社会集団は、組織化さ

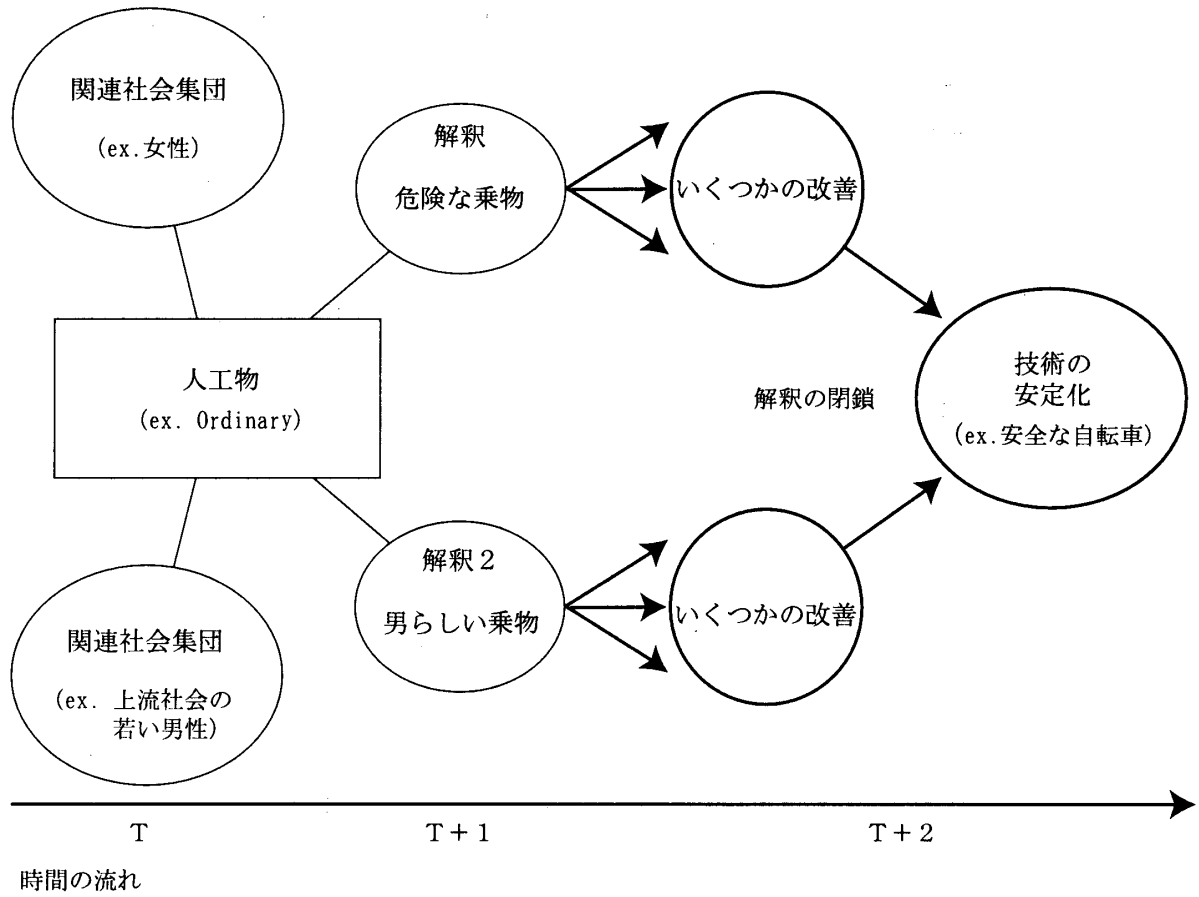


図1 Bijker の概念図

れている集団と、組織化されていない個人から構成されるが、ある特定の技術に対する解釈を行う点では共通している。この複数の解釈の下で、技術問題が解決され、技術変化は異なった経路を辿る。このような状況を「解釈の柔軟性」と呼ぶ。やがて時間の流れに従い、関連社会集団の内部でも解釈が固定化し、そしてある人工物の支配的意味 (dominant meaning) について、異なる社会集団間に一定のコンセンサスが得られた結果、人工物の多義性が減少し、最終的に「解釈の閉鎖」が生じる。ここで、前輪の大きい自転車がいかに「安全な自転車」により代替されたのかについて、Bijker (1994) の議論を見てみよう。

当初前輪の大きい自転車に対して、二つの対立する見解があった。女性及び年寄りが転倒しやすい危険物との解釈を行った。このような解釈を行った社会集団は安全の自転車を求め、危険な乗物を拒否した。一方、前輪の大きい自転車は危険かもしれないが、上流階級の若い男子にとって、自らの運動神経と勇気を披露し、異性の目を引くには最適なデザインであった。彼らはこの危険物を「男らしい乗り物」(macho bicycle) と解釈したのである。この「男らしい乗り物」は、初期段階では商業的に成功した。その後、関連社会集団はそれぞれの解釈に基づき、問題解決を行なった。前輪の大きい自転車を危険な乗物だと解釈する集団は、安全問題を解決するため

に、その後いくつかのデザインを考え出した。例えば、サドルを後ろに移動させたり、補助装置を付け加えたり、前輪と後輪の位置を変えたりする方法が実行された。一方、「男らしい乗物」と解釈する集団は、この解釈を更に補強するかのようになり、できる限り前輪の大きさを増加させた。

以上のように、Beijker らは一貫して成功技術と失敗技術を対称的に分析することに関心を寄せた。事後的に失敗に終わった技術も、成功を遂げた技術も、当初からそれぞれの関連社会集団により様々な解釈が与えられ、支持されていた。ある技術が消え、ある技術が生き残るというドミナントデザインの形成は「閉鎖」によるものである。このドミナントデザイン発生の特徴について、Bijker らは次のように指摘している。「技術を取り巻く社会集団間の連続した交渉と再交渉の結果である」(Bijker et al. 1987, p. 13)。

この「閉鎖」の背後には二つのメカニズムがある。第1のメカニズムは、「言葉上での閉鎖」(rhetorical closure)である。すなわち、社会関連集団が問題解決と認識しさえすれば、事実上技術論争の閉鎖を意味する。前輪の大きい自転車が危険であるという問題に対して、広告を通じて「絶対安全」という認識が広く行き渡ったならば、安全性論争が閉鎖されるという。第2のメカニズムが、「問題の再定義による閉鎖」(closure by redefinition of the problem)である。例えば、前輪の低い自転車の振動問題に対処するために、空気入りタイヤが発明された。一方、スポーツの道具として前輪の高い自転車をとらえたユーザにとっては、振動問題は重要ではなかった。最終的に、空気入りタイヤの搭載が当然になったのは、自転車レースにおいて、空気入りタイヤを使用すると、従来のタイヤより高速で移動することができたという出来事によるものであった。こうして、振動問題から高速性能へとタイヤ技術を再定義することにより、技術論争が閉鎖されたのである。この再定義の事象に注目していることから、関連社会集団が常に一方的に技術を決定するという広範な社会決定論を避けるような傾向が伺える(加藤、1998)。すなわち、安全な自転車は前輪の高い自転車より早くレースを走り抜けたという技術的優位性も配慮されたのである。

7. 今後の展望

以上、ドミナントデザイン発生のメカニズム、特に「技術決定論」から「技術の社会構成論」へと発展する一連の研究の背後にあるロジックを見てきた。90年代以後に展開された研究も、基本的に Bijker らの研究を受け継ぎながら、個々のイノベーション・ケースの動態について歴史的に分析したものが多く見られる⁽²⁾。この分析視角の土台において今までの議論および今後この分野における研究の展望について、以下の三点に集約することができる。

第一に、技術変化は単に技術に内在する論理により方向づけられるものではない。同時に、社会関連集団からの一方的影響に順応するものでもない。技術と社会が共進的に発展していくもの

である。

第二に、こうした共進の観点に立って、ドミナントデザイン発生の議論を発展させていく一つの方法は、技術変化に関わる行為者を開発主体のみならず、その他の社会関連集団まで拡大し、それぞれの立場と信念、及び彼らとの複雑な相互依存的関係を丹念に記述しながら、ドミナントデザイン発生の背後にある社会的ダイナミズムを描き出すことであろう。従って企業側のみならず、Tushmanらが指摘する政府、業界団体、他の社会的集団、といったような「関連社会集団」を包括して、ドミナントデザイン発生の社会政治的プロセスを描いていくことが今後の研究方向として考えられる。

第三に、技術変化の社会的政治的プロセスを分析する上で、特に Bijker らの〈技術の対称分析〉に注目する意味があるではないかと思われる。武石（2001）に指摘されたように、イノベーションに対する我々の関心は成功したイノベーションに集中しており、代替、駆逐されたイノベーションの試みをめぐる企業の判断や振る舞いについては十分な研究がなされていない。この意味において、Bijkerらにより提示された〈対称分析〉が技術進歩の社会的プロセスを理解するためには重要であり、理論的に一層の発展を遂げるためには、今後からの長期的研究蓄積が必要であると思われる。

注

- (1) Karl Marx, *The Poverty of Philosophy*. しかし、マルクスの見方は厳密な意味において、技術決定論を擁護するかどうかについて、議論の余地が残されている (Bimber, 1990)。
- (2) この分野における事例研究について、例えば Garud and Rappa (1994)、沼上 (1999) など近年の傑作を参照されたい。

参考文献

- Abernathy, W. J. (1978). *The Productivity Dilemma*. The John Hopkins University Press.
- Abernathy, W. J.; K. B. Clark; and A. M. Kantrow (1983). *Industrial Renaissance*. Basic Books (望月嘉幸監訳 『インダストリアルルネサンス：脱成熟化時代へ』 TBS プリタニカ)
- Abernathy, W. J., and K. B. Clark (1985). "Innovation: Mapping the winds of Creative Destruction," *Research Policy*, Vol. 14, pp. 3-22.
- Abernathy, W. J. and J. Utterback (1978) "Patterns of Industrial Innovation," *Technology Review*, June-July, pp. 40-47.
- Arthur, W. Brian (1988) "Competing Technologies: An Overview," in G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg and L. Soete (Eds.), *Technical Change and Economic Theory*. London, Pinter Publishers: 590-607.
- Bijker, W. E. (1995). *Of Bicycles, Bakelites and Bulbs: Toward a Theory of Sociotechnical Change*. The MIT Press.

- David, A. (1985) "Clio and the Economics of QWERTY," *American Economic Review*, 75, 332-337.
- David C. Bloor (1976). *Knowledge and Social Imagery*. London: Routledge and Kegan Paul. (佐々木力・古川安訳『数学の社会学』培風館、1985年。)
- Dimaggio, Paul J. and Walter W. Powell (1983). "The Iron Cage Revised: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields," *American Sociological Review* 48: 147-160.
- Dimaggio, Paul J. (1988) "Interest and Agency in Institutional Theory." In Lynne, G. Zuker (eds.), *Institutional Patterns and Organizations: Culture and Environment*. Cambridge, MA: Ballinger Publishing.
- Edward W. Constant II (1987) "The Social locus of Technological Practice: Community, System, or Organization?" in W. Bijker et al. (Eds.), *The Social Construction of Technological System*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Henderson, R. M. and K. B. Clark (1990) "Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms," *Administrative Science Quarterly*, March, pp 9-30
- Henderson, R. (1993) "Underinvestment and Incompetence as Responses to Radical Innovation: Evidence from the Photolithographic Alignment Equipment Industry." *RAND Journal of Economics* 24(2): 248-270
- Henderson, R. (1995) "Of life Cycles Real and Imaginary: The Unexpectedly Long Old Age of Optical Lithography," *Research Policy* 24: 631-643.
- Huges, T. P. (1983) *Networks of Power: Electrification in Western Society, 1880-1930*. The John Hopkins University Press (市場泰男訳『電力の歴史』平凡社、1996年)。
- 加藤俊彦 (1998) 『構造化過程としての技術発展——非決定論に基づく高密度実装技術の経営学考察』一橋大学大学院商学研究科博士学位論文。
- Leonard-Barton, Dorothy (1992) "Core Capabilities and Core Rigidities: A Paradox in Managing New Product Development," *Strategic Management Journal* 13 (Summer): 111-125.
- Lynn, Leonard H., N. Mohan Reddy and John D. Aram (1996) "Linking Technology and Institutions: The Innovation Community Framework," *Research Policy*, VOL. 25, pp. 91-106.
- 沼上幹 (1999) 『液晶ディスプレイの技術革新史——行為連鎖システムとしての技術』白桃書房。
- Peter J. Frost and Carolyn P. Egri (1991) "The Political Process of Innovation" in L. Cummings and B. Staw (Eds.), *Research in Organizational Behavior* (Vol. 13). Greenwich, CT: JAI Press.
- Pinch, T., and Bijker, W. (1987) "The Social Construction of facts and artifacts," in W. Bijker et al. (Eds.), *The Social Construction of Technological System*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Porter, Michael E. (1980). *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*. New York, NY: Free Press.
- Powell, W. W. (1987) "Review Essay: Explaining Technological Change" *American Journal of Sociology* 93(1): 185-197.

- Powell, W. W. and P. J. DiMaggio (1991) "The New Institutionalism in Organizational analysis" in Powell, W. W. and P. J. DiMaggio (Eds.), *The New Institutionalism*. The University of Chicago Press.
- Sahal, D. (1985) "Technological Guidepost and Innovation Avenues," *Research Policy* 14: 61-82.
- 朱穎 (2002) 『CVCC と三元触媒——排気浄化技術促進の歴史的対称分析』一橋大学大学院商学研究科博士学位論文。
- 武石彰 (2001) 「イノベーションと企業の栄枯盛衰」一橋大学イノベーション研究センター『イノベーションマネジメント入門』日本経済新聞社。
- Tarun Khanna (1995) "Racing Behavior: Technological evolution in the high-end computer industry," *Research Policy* 24, pp 933-958.
- Thomas Robert (1994) *What Machines Can't Do*. Berkeley : University of California Press.
- Tushman, M. L. and L. Rosenkopf (1992) "Organizational Determinants of Technological Change: Toward a Sociology of Technological Evolution," in L. L. Cummings and B. M. Staw (Eds.), *Research in Organizational Behavior*, Greenwich, CT: JAI Press, 311-347.
- Utterback, J. M. (1994) *Mastering the Dynamics of Innovation*. Harvard Business School Press.
- Walter W. Powell (1991) "Expanding the Scope of Institutional Analysis" In Walter. W. Powell and Paul J. DiMaggio (eds.), *The New Institutionalism in Organizational Analysis*. Chicago: University of Chicago Press.