

# 技術革新をめぐる四つの視点： 既存研究のレビューと今後の研究の展望

大 沼 雅 也

## 1. はじめに

本稿の目的は、技術革新研究の主要な議論のレビューを通じて、これまでの研究において看過されてきた問題を明らかにし、技術革新研究が今後取り組むべき課題を提示することにある。その際に本稿がとりわけ関心を寄せるのは、各研究の分析レベル（産業レベルと個別企業・組織レベル）と代替関係と共存関係といった「技術の関係性」である。本稿では、この二つの側面から既存の技術革新研究を整理し、既存研究が抱える課題を明らかにする。具体的にそこで指摘されるのは、社会において支配的な技術の関係性が経時的に形成されるプロセスやメカニズムを議論する必要性である。

本稿は次のような構成で進められる。はじめに次節では、技術の関係性について若干の議論を加え、本稿が目指す論点を明らかにした上で、技術革新研究をレビューしていく。その際に具体的に注目するのは、産業レベルと個別企業・組織レベルという二つの分析レベルと代替関係と共存関係という二つの技術の関係性である。本稿では、これらの組み合わせから技術革新研究を四つに分類し、議論を整理する。続く第3節では、そうした整理に基づき、既存の技術革新研究がいかなる視点から議論を蓄積してきたのかを検討する。そこで明らかにされるのは、産業レベルにおける技術の共存関係に関する諸問題を扱った議論が一部の例外的な研究を除いてほとんど蓄積されてこなかった点である。しかしながら、同時に、そうした議論に含まれる論点が技術革新を議論する上で重要であることが指摘される。最後の第4節では、残された課題の解決に向けて、今後の研究における論点が提示される。最終的には、産業レベルで進展する技術革新の背後で、社会において支配的な「技術の関係性」がどのようにして登場し広がりうるのか、そしてその関係性と技術革新とがいかなる関係にあるのかという問題を検討する必要性が指摘される。

## 2. 技術革新研究の四つの視点

これまでの技術革新研究はいかなる議論を展開してきたのであろうか。本稿では、既存研究を分析レベルと技術の関係性に基づいて四つに分類する（図1）。横軸で示されるのは、既存研究が主として注目する分析レベルであり、個別企業・組織レベルおよび産業レベルの二つに分けられる。縦軸に示すのは本稿が「技術の関係性」と呼ぶものであり、代替関係と共

存関係の二つがある。本稿における技術の関係性とは、社会的に共有される個々の技術の価値や社会的役割に基づく二つの技術間の関係のことである。人々が二つの技術には同一の役割や価値があると見なせば、そうした役割や価値に基づく選好を人々はとることから、二つの技術は市場において競合する関係となる。それとは対照的に、各技術に対して異なる価値や役割を人々が付与する場合には、二つの技術が異なる市場を形成し、結果として二つの技術は社会的に長期的な共存関係を構築することになる。以下では、図1の分類に基づいて四つの議論を確認していくことにしたい。

	個別企業・組織レベル	産業レベル
代替関係	(A) 技術変化	(C) 技術のライフサイクル
共存関係	(B) 帆船効果	(D) 長期的な技術の共存

図1：技術革新研究の四つの分類

## 2.1 (A)：技術変化をめぐる議論

技術の代替過程において企業・組織が直面する問題について議論したのが「技術変化 (technological change)」に関する一連の議論である。この領域の議論において具体的に検討されてきたのは、技術変化に注目し、技術の代替に直面した企業の戦略的行動やその結果としての市場成果であった。技術革新と企業行動との関係を扱った既存研究の多くは、代替という特定の技術間の関係が社会において成立している状況に注目し、その状況ゆえに発生する諸問題について検討してきたのである。

Cooper and Schendel (1976) は、既存技術を展開する企業が、技術変化に対していかなる適応行動をとりうるのかについて注目した初期の代表的研究である。具体的には、彼らは七つの産業における新旧技術間の競争について取り上げ、技術間の代替パターンと、代替という脅威に直面した際の企業の対応を主として議論した。この研究の一つの貢献は、新製品の売り上げがS字曲線を描くという古典的な製品ライフサイクルの概念に依拠したパターンは、必ずしも新旧技術間の代替においては当てはまらないことを指摘した点に求められる。既存の議論が示唆する代替のパターンは、新規技術が、初期の時点ではゆるやかな成長を描き、その後、急速な拡大期を経て、最終的に成熟するという過程の背後で、既存技術が対照的に徐々に成長を鈍化させ、その後急速に衰退していくというものである。それに対して、彼らは、新規技術の登場によって、既存技術の市場の衰退がすぐに訪れるわけではなく、場合によっては既存市場が拡大し続けることもあれば、代替には時間がかかる場合もあることを指摘した。既存顧客との関係や組織的な制約によって、既存企業は既存技術に資源を配分するというパターンを変えられず、結果として既存技術の開発が進められるという。それに

対して、新興企業は新規技術の開発に積極的なため、新規技術の成長と共に、新規技術への対応に遅れた既存企業が窮地に陥る可能性がある。

Foster (1986) は Cooper らの議論とはほぼ同様の議論を展開している。Foster は技術発展が S 字曲線を描くことに注目し、その曲線を前提とした場合に起こる、既存企業による技術変化への不適合について検討した。技術発展の S 字曲線は、Cooper らが否定的に捉えた S 字曲線を参考に行っていることから、この二つの議論の基本的な視点は根本的に異なるものの、技術変化に対して既存企業が適応することが困難であることの要因を組織に求めている点は共通している。Foster が具体的に検討したのは、真空管から半導体や、綿から化学繊維への技術変化をはじめとする様々な事例である。その事例を基にして、既存技術を展開する既存の企業が新規技術の台頭への対応に遅れる要因について、彼は探求した。最終的に、彼は、組織的な要因によって企業は技術変化に対する適応に失敗すると論じている。企業や事業を支える基本的な技術を転換するためには、その組織が蓄積してきた技能や技術的知識、あるいは組織文化を変える必要があるという。ただし、それらを新規技術の開発や展開に合わせる、変えることは非常に難しい。技能や技術的知識、文化は、既存技術を基にして蓄積されてきたものであることから、新規技術への応用が難しく、場合によっては、それらが新規技術への適応を阻害する要因になってしまうこともある。それゆえに結果として、新規技術への適応に既存企業は失敗するという。

技術変化に対する企業の適応および不適合について、概念的に整理を試みたのが Tushman and Anderson (1986) である。彼らは、新規技術の登場が、既存企業が保有する既存の能力 (competence) に対してどのような影響を与えるのかについて、ミニコンピューターとセメント、航空産業の三つの事例から検討した。その結果として、彼らは、新規技術のもつある種の性質によって、既存企業が適応できるか否かが決まることを議論した。具体的には、企業が保有する能力が転用可能な場合の技術変化を「能力増強型非連続性」の技術変化と呼び、それに対して、既存の能力の応用が利かない技術変化を「能力破壊型非連続性」という概念から説明しようとした。その上で、既存技術を展開する企業は、「能力増強型」の技術変化へは比較的容易に対応できるけれども、「能力破壊型」の技術変化への対応は、困難であることを指摘した。

彼らの議論は、企業の保有する能力と技術変化の性質との適合関係から、企業の技術変化に対する不適合を論じたものとして整理することができる。それに対して、企業がこれまで展開してきた戦略や、その戦略に応じた組織との適合関係から、既存企業の技術変化への対応の失敗を論じたのが Christensen の一連の研究である (Christensen and Bower, 1996; Christensen, 1997)。彼らは、Pfeffer and Salancik (1978) が論じた資源依存論に基づきながら、既存企業が既存顧客という重要な外部資源に適応・依存した資源配分パターンを構築してい

る可能性に注目した。具体的には、新規技術によって生まれた新市場の顧客は、既存技術の中核としてきた企業にとって既存顧客よりも重要な外部資源ではないと見なされるため、企業内で新規技術に対する資源配分の正当性が得られず、結果として新規技術への対応が遅れることを指摘した。既存企業にとって新規技術が技術的には対応可能なものであったとしても、必ずしも十分な資源が配分されるわけではない。なぜなら、企業にとって最重要視される既存顧客のニーズに応える計画に対して資源が優先的に配分されるため、市場規模が小さく顧客のニーズが不明確な新規技術に対しては、限られた資源を積極的に配分することはないからである。しかしながら、事後的には新規技術が急速に性能向上を実現させることもある。既存技術において重視される性能評価次元に関して、当初は劣っていると見なされていた新規技術であっても、時間を経るに従って、その優劣が逆転することさえある。そのような場合には、急速に新旧技術間の代替が進み、新規技術を展開する新興企業が既存技術を展開する既存企業を駆逐するという。彼は、そのように従来の評価対象であった技術の性能が再定義されるような技術を「破壊的技術」と呼び、そうした技術への資源配分が、既存企業にとって極めて困難な課題であることを指摘した。

より近年の研究においては、よりミクロな視点から議論が展開されている。具体的には、主たる分析レベルを個別企業に設定しながら、企業の組織内における人々の相互作用やその認識に焦点を当てた議論が行われている。Tripsas and Gavetti (2000) は、急進的な技術変化に直面した企業において、なぜ既存技術にコミットし続ける組織的な慣性が働くのか、という問題について、企業が保有する能力と組織内の人々の認識との関係から説明を試みている。既存技術に適合的な信念や技術に対する認識が、経営者ならびに組織内で支配的な場合には、そうした信念や認識に基づき、企業の能力が構築されることから、企業の能力は既存技術に適したものとなる。そのような状況の下で、新たな能力が必要とされる非連続的な技術変化が起きた場合には、組織内の人々が従来から持つ信念や認識が、その技術変化への適応を阻害する要因になるという。既存の信念や技術に対する認識は容易に変わることがないため、たとえ技術変化が起きたとしても、従来からの信念や認識に基づく組織能力が保持し続けられると彼女らは指摘している。例えば、アナログからデジタルへの技術変化に対して、ポラロイド社が適応できなかったのは、経営者の信念や認識が一つの原因であるとされる。ポラロイド社の経営者は、アナログ写真のビジネスモデルで培った信念を基に事業を展開していたために、その信念とは必ずしも適合しないデジタルカメラの事業化に対して、十分な投資を行わず、結果としてデジタルカメラ市場に乗り遅れたという。

## 2.2 (B) : 帆船効果をめぐる議論

技術戦略に関心を持つ一部の論者は、企業行動を通じて、新規技術の登場後も既存技術が

生存し続ける可能性を論じてきた。つまり、個別企業・組織レベルから技術の共存可能性がそうした研究では論じられてきた。ここではそうした諸研究を「帆船効果」をめぐる一連の議論として整理する。

新規技術の登場後に既存技術が発展することは、蒸気船の登場後に帆船の発展が促されたという事例に基づき「帆船効果 (the sailing ship effect)」と呼ばれている<sup>1</sup>。その後、そのような事例をベースに、より企業の戦略と関連づけた議論が展開されてきた。登場した当初の新規技術は、コスト面や一部の性能面で既存技術に劣ることが多いことから、既存技術が代替されずに長期的に生存しうる。そのために、既存技術への継続的なコミットが場合によっては有効であるという (e.g. Cooper and Schendel, 1976; Foster, 1986; Utterback, 1994)。また、新規技術とは異なる性能評価次元を顧客に訴求することで、より意図的に既存技術の生存を目指す戦略の有効性を示唆する議論がある (e.g. Ander and Snow, 2010; Smith, 1992)。組織の面に関して言えば、新旧技術に同時にコミットする場合には、それぞれを独立した組織で運営することが、資源や能力の適合性という点から見て有効である事を指摘する研究がある (Cooper and Smith, 1992)。さらに、既存技術にコミットする企業の行動によって、新規技術の登場後も既存技術の発展が導かれることを産業レベルのデータで実証した研究が行われてきた (e.g. De Liso and Filatrella, 2008; Snow, 2004)。

他方で、Howells (2002) のように、「帆船効果」が必ずしも広く見られるわけではないとする研究もある。彼は帆船効果としてよく知られているいくつかの事例を追試し、既存企業が必ずしも新規技術を脅威と認識した上で、戦略的な意図の下に合理的な意思決定を経て、既存技術を発展させたわけではないと指摘している。彼によれば、「帆船効果」と見なされた事例は、非合理的な意思決定に基づく企業行動や戦略的な意図の含まれない現象を後付けで解釈したに過ぎないという。

Howellsの指摘のように「帆船効果」自体には議論の余地が残されている可能性はあるものの、既存技術を展開する企業がその生存をかけて、新規技術の台頭に対峙するという議論は、我々に有用な知見を提供してきた。そうした研究が主として注目してきたのは、既存技術に対する継続的なコミットを前提とした際に、どのような戦略的行動をとれば当該組織は成果を高めることができるのかという問題と、どのような要因が新旧技術の共存可能性を高めるのかという問題である。Ander and Snow (2010) によれば、新規技術が登場した後も既存技術にコミットし続ける組織は、戦略に関する二つの選択肢を持つ。一つは新規技術に対して直接的に対抗する戦略である。この場合には、既存技術においてそれまで重視され

<sup>1</sup> 帆船の技術発展に関しては、Gilfillan (1935)を参照されたい。その他の帆船効果に類する事例は、例えばRosenberg (1982) やHenderson (1995) において論じられている。

てきた性能評価次元を中心として性能向上を目指すことで、新規技術に対抗する。もう一つの戦略は、新旧技術が異なる市場に位置づけられることを企図するものである。既存技術がターゲットとする市場を、新規技術に浸食されそうな既存市場から全く異なる市場へと変更することで、既存技術の生存を図る戦略である。前者の戦略は、これまでの市場において重視されてきた性能評価次元において、既存技術が新規技術を上回る見込みが高く、かつその状況が長期的に維持できうる場合にのみ合理的な選択であるといえる (Ander and Snow, 2010)。したがって、それ以外の状況下では、新旧技術の棲み分けを目指すことが既存技術組織にとっては、重要な戦略的課題となる。それゆえに、既存研究では、どのような要因がその可能性を高めるのかという問題についても考察が行われてきた。

技術の長期的な共存可能性を高める要因に関しては、既存技術組織の戦略的行動とその他の要因に分けて議論することができる。戦略的行動を通じた技術の棲み分けを検討した議論が注目してきたのは、人々の多様性ないし異質性である。人々は特定の技術に対して同一の選好をするのではなく、自身の志向性や技術に対する解釈に基づいて選好を決める。こうした前提に基づき、異なる志向性を持つ人々から構成される各市場に対して、新旧技術を個別に位置づけることを企図した技術の開発や製品化が議論されてきた (e.g. Ander and Snow, 2010; Das and Van de Ven, 2000; Foster, 1986; Smith, 1992)。その他の要因としては、製品システム特性 (Snow, 2004) について考察されてきた。

### 2.3 (C) : 技術のライフサイクルに関する議論

産業レベルで進展する技術革新に主たる関心を向けた研究は、産業発展のパターンや技術革新のメカニズム、その背後で展開される企業行動といった問題に主たる関心を向けてきた。そうした研究の黎明期においては、需要プルや技術プッシュといった比較的単純な決定論的な視点から議論が展開されてきたけれども、その後は、技術革新過程は多様な行為主体が介在する社会的な過程である、という視点から議論が検討されてきた<sup>2</sup>。

そうした議論において注目されたのは、技術のライフサイクルである。技術の登場から衰退までの一連の過程がいくつかの段階を経て進展する、という視点から議論している点が特徴である。技術革新の段階的な進展を議論した初期の代表的な研究としては、Abernathyの一連の研究 (Abernathy, 1978; Abernathy and Utterback, 1978) や Clark (1985) が挙げられる。Abernathy は、技術革新と産業発展のパターンとの関係に焦点を当て、それらの段階的な進展について議論した。彼らは、米国における自動車産業の発展過程を歴史的に分析し、製品

---

<sup>2</sup> 技術プッシュや需要プルに対するアンチテーゼとして、企業や顧客 (市場) の相互作用から技術発展過程の説明が試みられるようになった背景については、Mowery and Rosenberg (1979) を参照されたい。

技術と生産技術のそれぞれの発展パターンとその相互の関係から産業発展のパターンを明らかにした。その際、彼らは、技術革新ならびに産業発展を技術の登場初期の段階である流動期（fluid phase）と最終的な産業の成熟期に対応する固定期（specific phase）、その間をつなぐ移行期（transitional phase）の三つに分けて整理した。

流動期においては、新たな製品の性能評価軸が明確に定まっておらず、また市場ニーズや生産工程上の問題に多様性が見られる。顧客は明確な性能評価の基準を持っておらず、また、企業は特定の製品の設計思想に基づく生産工程を構築することはない。企業は製品の多様性に対応するために、生産工程における柔軟性を確保しておく必要がある。例えば、フォードのT型が登場する以前、自動車は、電気自動車や蒸気自動車、様々な数の気筒をもつ内燃機関自動車など、多様な設計思想に基づく製品が生み出されていた。それは、顧客の性能評価次元が明確に定まっておらず、また企業の製品に関する設計思想に多様性が存在したことを反映した結果であるという。

その後、「移行期」になるにつれて、製品における革新は減少し、工程における革新が増加していく。製品は、顧客と企業との相互の理解を基にして、その主要な機能や要素技術の組み合わせに関する多様性が低下していく。そうして特定の設計思想に対する支持が広まるという。そのようにして出現する支配的な設計思想のことをドミナントデザインと呼ぶ。その代表例がフォードのT型である。このようなデザインの出現を起点とするこの時期には、特定の設計思想に基づく製品の生産規模が拡大されることで、結果として当該製品の普及が促進される。その結果として、当該製品の生産規模が拡大されることから、生産工程に企業の関心は向けられることになる。そうすると生産工程の革新が徐々に増加していく。

そうして特定の生産工程が確立されていくと生産における柔軟性は徐々に失われ、「固定期」と呼ばれる時期に移行する。この時期には、製品と工程の双方において革新の発生率は低下し、漸進的な技術革新のみが許容され、大きな技術革新は生まれにくくなる。

Abernathyが注目した段階的な技術革新と産業発展の進展について、よりミクロなレベルから検討したのがClark(1985)である。具体的には、技術革新の背後で見られる行為主体の「問題解決」や「学習」という点に注目し議論を展開している。Clarkの議論は、技術革新ならびに産業発展を説明する上で、Abernathyの議論のように明確に期間を区分しているわけではないけれども、段階を経て技術革新や産業発展が進展することを議論している点は共通している<sup>3</sup>。

Clarkは、それぞれの行為主体の学習成果に影響を受けた結果として、企業による技術革

<sup>3</sup> なお、彼らの研究は、Garud and Rappa (1994) や Tripsas (2008) をはじめとした諸研究に大きく影響を与えているという点で、技術革新研究において重要な知見をもたらした研究といえる。

新や顧客の選好が規定されうることに注目し、進化論的な視点から産業レベルでの技術革新の進展ならびに産業発展を論じた。具体的には、人々が直面する問題の解決は、階層的に行われていく過程であるという議論に依拠し、技術的發展もまた階層的に進展しうることを指摘した。自動車の発展を例に取れば、エンジンという核となる技術にまず企業と顧客の関心が向けられ、そこで問題が解決された後に、動力の伝達機構や車体、シートといった下位の部品へとその関心が移行していくという。つまり、企業や顧客は、中核的な技術から下位の要素技術へと階層的に学習を蓄積していくとされている。

また、このような階層的な問題解決過程は、製品の設計思想や仕様が定まっていく過程であるとも指摘している。初期段階においては、技術特性や顧客のニーズ、選好は、明確に定まっておらず、製品の設計思想や製品の仕様も安定的ではないけれども、徐々に上位部品から下位部品へ企業と顧客との関心が移行するにつれて、両者の間で製品の設計思想に関する合意が形成されていく。このような問題解決ないし学習の過程を経て、合意が形成されることで、産業全体として技術発展が特定の方向性をもって進展するという。

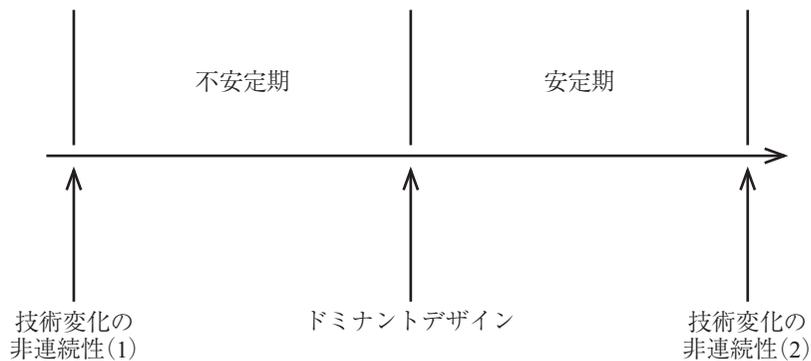
以上の二つの議論は技術革新を通じた産業発展のパターンに主たる関心を向けている。それに対して、1990年以降の議論に大きな影響を与えることになる Anderson and Tushman (1990) は、Abernathy らの議論を基にしながら、技術革新そのもののパターンに焦点を当てた考察をしている。具体的には、技術革新の進行過程を二つの段階に分けて整理すると共に (図2)、その段階的な技術革新の進展について、セメント産業とミニコンピューター産業、ガラス産業に関する資料を基に実証を試みている。

第一の期間は「不安定期 (era of ferment)」と呼ばれるものである。この期間は、「技術的な非連続性 (technological discontinuity)」の発生を始点としている。ここでの技術的な非連続性とは、既存技術の発展を方向付けるある種の規範から逸脱した新規技術の登場を指す。こうした技術変化の発生は、製品と生産工程の双方に影響を与え、結果として、飛躍的な性能進化や品質の向上を実現した製品が登場し、同時に大幅なコスト低減を実現する生産工程の出現をもたらす。彼らによれば、こうした技術変化が起こると「不安定期」が訪れるという。この時期の特徴は、様々な技術が登場することで、技術間の激しい競争が繰り広げられる点に求められる。既存技術と新規技術間の競争が起こると共に、新規技術間でも競争が生じる。新たに登場した技術によって既存技術が淘汰され、また新たな技術の間でも具体的な設計思想や規格をめぐって競争が行われるという。実際にセメント産業の「不安定期」には、数多くの技術が登場したことが観察されている。

こうした競争を通じて技術間で淘汰が繰り返されることで、最終的にはドミナントデザインが登場する<sup>4</sup>。彼によれば、ドミナントデザインが成立するまでの期間は、「不安定期」の始点となる非連続な技術変化の質によって影響を受ける<sup>5</sup>。当該技術変化が、産業内の既存

企業にとって「能力破壊型」の場合には、「能力増強型」の場合よりも相対的に「不安定期」が長くなるという。新たな知識に基づいて様々な製品や工程が出現し、また新たな技術の可能性や限界に関して技術者間で共通した理解が確立されていないことから、ドミナントデザインが登場するまでに時間がかかると彼は議論している。

ドミナントデザインの登場を契機として訪れるのが二つ目の期間であり、それは「安定期 (era of incremental change)」とよばれる。「安定期」においては、ドミナントデザインに基づく漸進的な技術変化が進展する。ドミナントデザインに沿って企業が技術開発を進めると共に、市場においても当該デザインに基づく製品が求められるようになるからである。ただし、このような漸進的な技術変化が進展する中においても、非連続な技術変化が再び起こることもある。非連続な技術変化が起きると安定期は崩れ、再び不安定期が訪れるという。このような技術のライフサイクルを経て、技術革新が進展していくと Anderson らは議論している。



Anderson and Tushman (1990) の図1を基に著者が作成

図2：AndersonとTushmanの技術のライフサイクルモデル

こうした議論は、技術革新を検討する上で、企業間の相互作用および企業と顧客間の相互作用に焦点を当ててきた。それに対して、Tushman and Rosenkopf (1992) は、企業や顧客のみならず政治的・社会的な要因を含めた多様な要因が、技術革新に影響を与えることを指摘している。彼らは、科学と技術の発展過程の違いに注目し、科学は、一つの知識体系に依拠するコミュニティ内での合意を経て発展するのに対し、技術は、様々な知識体系に依拠する人々からなるコミュニティにおいて合意が形成されることで、発展することを議論した。

<sup>4</sup> 彼の実証によれば、当該技術が知的財産として保護されている場合には、ドミナントデザインが登場しない可能性がある。この場合にはドミナントデザインを登場させるか否かは、当該技術を展開する企業の戦略的な選択の問題であると彼は指摘する。

<sup>5</sup> 非連続な技術変化の類型についてはTushman and Anderson (1986) を参照されたい。

具体的には、企業や顧客のみならず、政府や軍などを含めた様々な行為主体の相互作用を経て、技術発展の方向性が規定されるという議論を、Anderson and Tushman (1990) の説明枠組みに沿って検討した。新規技術の登場から、不安性期を経てドミナントデザインが登場するまでの期間において、技術発展の方向性に大きな影響を与えるのは、社会と政治、企業組織間の経時的な相互作用であるという。それぞれの行為主体間の相互作用を通じて、社会において重視される技術上の問題が絞られることで、製品の設計思想や具体的な機能に関する社会的な合意が形成される。その過程を通じて、技術間の「淘汰」が進み、最終的にドミナントデザインが登場するという。それに対して、ドミナントデザインの登場後に訪れる安定期においては、社会と政治、企業組織間の動的な相互作用の影響は小さくなり、技術的な要因によって技術発展の方向性が規定される。様々な行為主体間においてドミナントデザインという特定の設計思想に関して、既に合意が形成されているため、その設計思想に依拠した軌道で技術発展が進むからである。

Tripsas (2008) は、こうした社会的・政治的な要因にも目を向けながらも、TushmanとRosenkopfの研究とは異なる視点から、Anderson and Tushman (1990) の説明枠組みを基に産業レベルで進展する技術革新のメカニズムを探求している。具体的には、非連続な技術変化の背後に存在する、彼女が「選好の非連続性 (preference discontinuities)」と呼ぶ現象に焦点を当て、市場における顧客の選好と技術革新の進展について議論を展開した。彼女がとりわけ注目したのは、顧客の選好の変化と非連続な技術変化との関係である

彼女によれば、非連続ないし急進的な技術変化の背後では、顧客の選好の非連続性が存在し、そうした顧客の選好の移り変わりが、当該技術の非連続な技術変化の契機になりうるという。顧客の持つ選好と非連続な技術が適合すれば、当該技術は社会的に受け入れられることになり、結果として産業レベルで非連続な技術変化が実現することになるからである。そうした顧客の選好の非連続性は、具体的に次の四つの要因によって導かれるという。それは、①政府規制の変更や新たな法律の制定、9.11のようなテロ事件の発生といった社会政治的要因、②当該製品を内包する技術システム間の相互依存性やボトルネックの移行に伴って起こる新たな機能や性能要求の登場、③顧客の使用経験の蓄積や学習に起因する当該製品に対する顧客ニーズの変化、④企業による選好の意図的な移行である。まとめると、顧客自身を取り巻く環境や企業の戦略的行動、自らの学習によって顧客は選好を変え、結果として産業レベルで進展する技術革新過程に影響を与えると彼女は議論している。

#### 2.4 (D)：長期的な技術の共存に関する議論

最後に取り上げるのは、技術の共存関係について産業レベルから検討された研究である。ただし、この視点から展開された議論は驚くほど少ない。Nair and Ahlstrom (2003) は、

産業レベルにおける新旧技術の長期的な補完ないし共存関係について議論した数少ない研究の一つである。彼らは、技術が社会において補完的な関係に基づいて定着するための要件について検討している。具体的には、腎臓疾患に対して用いられる透析と臓器移植という二つの医療技術が、補完的に用いられ続けているという事例を中心として、複数の技術が長期的に共存する可能性を検討している。そうした議論を展開する上で、彼らは、技術自体の特性と社会制度の二つに注目している。技術自体の特性についていえば、技術の様々な特性に対して行為主体間で評価が異なる場合や、そもそも技術の評価基準を明確にすることができないという特性がある場合に、複数の技術が長期に渡って共存するという。例えば、腎臓疾患の患者に対して、透析と臓器移植という二つの医療技術が、共に用いられている背景には、どちらが優れているかを比較する明確な基準がないことが影響していると彼らは指摘する。

社会制度もまた、二つの技術の長期にわたる共存関係の維持を説明する上では重要であるという。具体的には、二つの技術の位置づけが社会制度によって担保されることについて議論されている。Nairらは、透析と臓器移植という二つの医療技術は、臓器のドナーが見つかるまでは透析を行い、ドナーが見つかった後には移植を実施するという補完的な関係にあり、それが医療制度によって保証されることで、結果として二つの医療技術の長期的な共存が続いていると指摘している。透析は、臓器の機能を人工的に回復させるものの、患者に継続的に負担を強いる点や、余命を伸ばすだけで根本的な解決にはならないという点について、専門家の間でも批判されていた。それに対して、臓器移植という技術は、成功さえすれば、長期的に正常な腎臓機能を提供できるという利点があった。ただし、他者の臓器を体内に取り込むことで、抗体が発生してしまい、臓器が正常に機能しない可能性が残されるという問題があった。そうした状況において、腎臓専門医は、双方の補完的な関係に注目し、双方を用いることを提案した。ドナー提供を受けるまでは透析を、受けられれば移植をそれぞれ実施するという補完的な活用である。

こうした活用が可能になった背景には、医療制度が影響を与えていた。いずれの医療行為も費用が高く、政府や保険会社の援助なしには、現実的に受けられる医療行為ではなかった。そうした状況下で、医療従事者が政府に働きかけることによって、腎臓疾患に見舞われた人々が、年齢や経済状況を問わず、どちらの医療技術も無償で享受できるという法整備が実現された。そうした制度が整備されたことが、二つの医療技術の補完的な関係が長期にわたって維持されている状況につながったというのがNairらの主張である。

このようにNairは産業レベルにおける技術の長期的な共存という問題を社会制度や技術特性に注目しながら検討した。Nairは、社会ないし産業において二つの複数の技術が長期的に共存するプロセスに関心を寄せ、その背後に働く長期的共存の要因の抽出を試みたのである。

### 3. 技術革新研究において見過ごされた分析視角

以上の議論を踏まえると、既存の技術革新研究に関して次の二点を指摘することができるだろう。第一に、分析レベルを問わず技術の代替関係に注目した議論が多く蓄積されてきた点である。第二に、技術の共存関係に関しては、個別企業の戦略的行動に注目した議論が部分的に検討してきた一方で、技術の共存という問題を産業レベルから検討した議論が一部の例外的な研究を除いてほとんど存在しない点である。

技術変化をめぐる一連の研究では、技術変化ないし技術の代替関係が社会において成立する状況を想定した上で、その状況に対する企業の適応行動について議論を展開してきた。そうした研究では、産業レベルで進展する技術革新を一つの外部環境の変化と捉え、その変化に対して企業がいかに対応すべきか、対応する際の組織的・戦略的課題はいかなるものであるのか、という問題について個別企業・組織レベルから議論を展開してきた。産業レベルで進展する技術のライフサイクルに関する研究は、こうした個別企業の戦略を検討する際に考慮される外部環境としての技術革新について、多くの知見を蓄積してきた。

技術の代替過程に注目した諸研究が数多く蓄積されてきたのは、技術変化が企業の栄枯盛衰と密接に関わるからであるように思われる。とりわけ、欧米の学術誌で取り上げられる議論では、「既存技術＝既存企業」vs.「新規技術＝新規企業」といったように特定の技術を扱う専門企業が中心的に検討されてきた（藤原，2008）。それゆえに、技術変化自体が企業の生死を分ける重要な問題として捉えられてきたように思われる。

それに対して技術の共存を扱った議論は相対的に少ない。帆船効果に関しては、技術変化と比較すれば、それほど多くの知見が蓄積されてきたわけではない。とりわけ、社会ないし産業レベルの視点から技術の長期的な共存を論じた研究はNairらを除いてほとんど存在しない。しかしながら、技術の共存をめぐる議論には、技術革新過程の本質的な問題が含まれているように思われる。技術の長期的共存を論じる諸研究が示唆するのは、本質的には、技術の関係性が不確実なものである、ということである。具体的に言えば、事前の想定の下では、新規技術の登場によって既存技術が代替される可能性があったものの、結果としては異なる機能や価値を有するものとして、新旧技術が共存するプロセスやその背後の要因を論じている。すなわち、共存の議論は、事前の想定通りに社会において支配的な技術の関係性が成立するとは限らず、そのような不確実性ゆえに企業が直面する諸問題を検討する手がかりを提供しているのである。

こうした視点は、技術変化をはじめとした技術の代替を前提とした議論では看過されてきた問題であると指摘することができる。技術変化への環境適応を議論した研究では、事後的に技術間の代替が起こることが、事前に予見されている状況を想定した上で、企業はいかにしてその状況に適応するかを議論している。つまり、現時点において支配的な技術の関係性

が事後的にも支配的であり続けることを、企業内の意思決定者が比較的容易に予測できる状況に対して、企業がいかに適応しうるかについて検討してきたといえる。

ただし、実際には、企業内の意思決定者がそうした予測を行うことは決して容易ではないはずである。とりわけ、von Hippelの一連の議論（von Hippel, 1986; 1994; 2005）に見られるように、技術に関する知識が顧客側に偏在していることで、当該知識を企業が部分的にしか保有しえない状況下では、そうした予測は難しくなると考えられる。技術革新過程に関する予測に必要となる情報量が相対的に少ないことから、企業内の人々による予測は容易ではないと考えられる。例えば、技術の開発主体である企業よりも、顧客側に技術に関する情報が偏在している場合には、企業が特定の技術の関係性を想定したとしても、顧客が自身のみが保有する知識に基づき、企業とは異なる関係性に基づいて技術を活用する可能性を指摘することができる。すなわち、技術に関する知識が顧客側に偏在している状況においては、企業が想定する技術の関係性と顧客が実際に認識する技術の関係性が、必ずしも一致するとは限らず、時として技術の関係性をめぐる企業の事前の予測は外れることになる。

以上のような議論を踏まえると、産業レベルで実現される技術革新と企業行動との関係について検討する際に、なぜ当初は代替関係と見なされていた複数の技術が、事後的には共存し続けるのかという、技術の関係性の経時的な変化を踏まえた議論が必要であると主張することができるだろう。実際には、技術革新に直面した企業は、どのようにして技術革新が進展していくのが不確実な状況下において、技術に関する意思決定を行う必要に迫られる可能性がある。とりわけ、技術に関する知識が偏在している場合には、事後的に社会において支配性をもつ技術の関係性を予見することは難しい。そのように考えると、技術革新がどのように進展し、またどのような技術の関係性が社会において支配的になりうるのかが明らかではない状況下で、企業はいかなる戦略的行動を採り、そうした企業行動と技術革新はどのような関係にあるのかについて探求する必要があるといえる。そして、そうした企業の戦略的行動を受けて、技術革新がいかなる経路によって進展しうるのか、という問題のメカニズムを検討することが必要なことであるように思われる。

#### 4. 残された課題に対する議論の視点

それでは、代替や補完という特定の技術間の関係性が、なぜ、どのようにして社会的に定着するのだろうか。その過程でどのようにして技術は発展を遂げてゆくのだろうか。その際に参考になるのは、Kaplan and Tripsas（2008）が議論する「技術のトラジェクトリー」と「技術的枠組み」の関係である。ここでの技術のトラジェクトリーとは、技術発展の軌跡のことであり、技術発展が特定の方向性をもって進展することを示した概念である。もう一つの鍵概念である「技術的枠組み（technological frames）」とは、技術を理解する際に個々人が参

照する技術の価値前提や期待、知識に注目し、特定の社会集団の成員が共通に持つ、当該技術に対する解釈のことである (Orlikowski and Gash, 1994)。この枠組みは、各行為主体による他の技術との関連性や、当該技術を評価する際に用いる評価次元を形成するものであり、技術がどのようなものでどのように活用しようののかに対する行為主体の解釈を導くものである。こうした解釈枠組みは、組織の過去の歴史や既存の技術や製品の使用経験に依拠して経時的に形成される (Kaplan and Tripsas, 2008)。特定の技術に対する評価や解釈は、時間と共に個人レベルで構築されるのみならず、それに基づいて社会レベルにおいて支配的な技術に対する評価や解釈が経時的に確立されるというのである。Kaplanらは、このような人々の「技術的枠組み」と、Anderson and Tushman (1986) が提唱する進化論に基づく段階的な技術発展の過程との関係に注目し、特定の技術的枠組みが社会において支配的になると並行して技術発展の方向性が徐々に固定化していくことを論じたのである。

彼女らの議論に従えば、新たに登場した技術に対する評価や解釈は経時的に定まっていく。新規技術の登場の初期段階では、そうした評価や解釈は不確定であるものの、様々な行為主体の相互作用を通じて、それらが徐々に固定的になっていくという。そうした知見を踏まえれば、新規技術が登場した初期段階では、技術の関係性もまた安定していないと考えられる。その時期には、新規技術に対する評価や解釈が明確ではないために、その技術と既存技術が同一の需要を奪い合う関係にあるのか、異なる需要を満たすものであるのかもまた明らかではないはずである。例えば、当初は代替されると想定された新旧技術が、事後的に補完的な関係を築き、それらが共存し続ける場合が考えられる。当初は同一の評価次元について比較され、それに基づいて優劣を判断されたことで、新旧技術の代替が想定されたとしても、事後的にはそれぞれが異なる次元において評価されるようになる可能性はある。それとは対照的に、異なる市場セグメントに位置付けられることで、社会において補完的な関係になると想定された新旧技術について、どちらかの技術が予想とは異なる技術発展を実現することで、事後的に新旧技術が競合ないし代替関係と見なされるようになることもあるだろう。

実際に、こうした可能性について企業側、顧客側それぞれの行動から説明した研究がわずかながら存在する。例えば、企業の戦略的行動から、技術の関係性の動的な変化の可能性を示唆する研究としては、Das and Van de Ven (2000) が挙げられる。彼らは、技術に対する市場における評価が新たな性能評価次元へと移行されることを企図する戦略を制度的戦略と呼び、既存の性能評価次元の性能の向上を企図する戦略 (技術的戦略) と区別した。その上で、彼らは、市場の性質と技術の性質の二軸から、技術に対する市場の評価に対して企業が影響を与えることが、戦略上重要となる場合を整理している。まず、潜在的な顧客が市場に広く分散しており、個々の顧客が、既に確立された性能評価次元を基に、製品の選好を行う分散型市場 (dispersed markets) と、潜在的な顧客が一部に限られ、実際に製品を用いる

ことを通じて評価次元が明らかにされる集中型市場（concentrated markets）とに市場を分類した<sup>6</sup>。また、技術を既存の知識を応用した漸進的な技術と、新たな知識に依拠した新規技術とに分類した。その上で、市場が集中型で、技術が新規の場合には、とりわけ制度的戦略が市場での成功の鍵を握ると議論している<sup>7</sup>。新たな性能評価次元を持つ製品が市場に投入されることで、顧客は新たな性能評価次元について学習することが必要になる。既存の製品に関する知識では、評価の対象とされていなかった次元が訴求されることで、その性能次元に関する知識が十分に蓄積されていないためである。そこで、顧客は製品の使用学習を通じて、当該製品を活用するための知識を生み出す。その結果として、顧客が新たに重視する性能次元が明らかにされる。そのような評価次元を訴求する事業戦略を採ることが、当該製品が市場で成功を収めるには重要であるというのがDasらの主張である。

こうしたDasらの議論を踏まえると、個別企業が戦略的に技術を展開することによって、市場における当該技術の評価が変わりうる。すなわち、代替や補完といった技術の関係性を、企業は戦略的に操作できる可能性が残されている。

動態的な技術の関係性について顧客側の要因に注目して検討した議論もある。大沼（2009）はX線CTとMRIの普及過程を事例として、それらの関係性が経時的に変化していくメカニズムを議論している。その際に、主として注目したのが①顧客による学習と②属性の異なる顧客への技術の普及であった。MRIが登場した当初、それとX線CTは代替関係にあるとリードユーザーである一部の顧客や企業は認識していた。しかし、その後の普及過程において、顧客が使用学習を繰り返すことで、当初は明らかではなかったMRIの技術的な特性性質が明確にされ、当初とは異なる評価がMRIに対して与えられるようになっていった。また、MRIの普及が進展していくことで、当初の普及先であったリードユーザーとは異なる属性を持つ医療従事者が、機器を採用するようになっていった。そうした医療従事者は、リードユーザーとは異なる性能評価次元を重視することから、X線CTとMRIを補完的に活用することを指向していた。このような顧客による学習と異なる属性を持つ顧客への普及を通じて、事後的には二つの技術が補完関係として人々に認識されるようになっていったという。

以上の議論を踏まえると、社会において支配的な技術の関係性は時間と共に徐々に定まっていけるといえる。その背後では、新旧技術の活用を通じて利益の獲得を目指す企業の戦略的行動や顧客側の要因が働くと考えられる。ただし、こうした議論は、技術の関係性の経時的な成立過程について部分的な知見を提供しているに過ぎない。それゆえに、そうした問題に

<sup>6</sup> この分類は、Besen and Saloner（1989）に基づいている。

<sup>7</sup> このほかにも、分散型市場×漸進的技術の場合と集中型市場×新規技術の場合には、技術的戦略と制度的戦略の双方が重要であるとし、集中型市場×漸進的技術の場合には、技術的戦略のみが重要であることを議論している。

については、新たな理論と実証の両面における取り組みが必要であるといえるだろう。その具体的な議論は改めて記すことにしたい。

(成蹊大学経済学部助教)

## 謝 辞

本稿の研究は、一橋大学グローバルCOEプログラム「日本企業のイノベーション」ならびに科学研究費助成金（研究活動スタート支援「ユーザーイノベーションの発生・普及に対する企業行動の影響」）からの財政的なサポートを受けて進められたものの一部である。両助成にはここに記して感謝の意を表したい。

## 参考文献

- Abernathy, W. J.(1978)*The productivity Dilemma*, The Johns Hopkins University Press.
- Abernathy, W. J. and J. Utterback(1978) "Patterns of Industrial Innovation", *Technology Review*, Vol. 80, No. 7, pp. 40-47.
- Ander , R. and D. C. Snow (2010). Old technology responses to new technology threats: demand heterogeneity and graceful technology retreats, *Industrial and Corporate Change*, Vol. 19, No. 5, pp. 1655-1675.
- Anderson, P. and M. Tushman(1990) "Technological Discontinuities and Dominant Designs: A Cyclical Model of Technological Change", *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, No. 4, pp. 604-633.
- Besen, S. and G. Saloner (1989) "The economics of telecommunications standards," in Crandall, R. W. and K. Flamm, eds, *Changing the Rules: Technological Change, International Competition, and Regulation in Communication*, The Brookings Institution, pp. 177-220.
- Christensen, C. M (1997) *The Innovator's Dilemma*, Boston: Harvard Business School Press.
- Christensen, C. M. and J. L. Bower (1996). Customer Power, Strategic Investment, and the Failure of Leading Firms, *Strategic Management Journal*, Vol. 17, No. 3, pp. 197-218.
- Clark, K. B. (1985). The interaction of design hierarchies and market concepts in technological evolution, *Research Policy*, Vol. 14, No. 5, pp. 235-251.
- Cooper, A. C. and D. Schendel (1976). Strategic responses to technological threats, *Business Horizons*, Vol. 19, No. 1, pp. 61-69.
- Cooper, A. C. and C. G. Smith (1992). How established firms respond to threatening technologies, *Academy of Management Executive*, Vol. 6, No. 2, pp. 55-70.
- Das, S. S. and A. H. Van de Ven(2000) "Competing with New Product Technologies: A Process Model

- of Strategy”, *Management Science*, Vol. 46, No. 10, pp. 1300-1316.
- De Liso, N. and G. Filatrella (2008). On technology Competition: A Formal Analysis of the ‘Sailing-Ship Effect’, *Economic of innovation and New technology*, Vol. 17, No. 6, pp. 593-610.
- Foster, R. (1986). *Innovation: The Attacker’s Advantage*. New York: Summit Books.
- Karud, R. and M. A. Rappa (1994). A Socio-Cognitive Model of Technology Evolution: The Case of Cochlear Implants, *Organization Science*, Vol. 5, No. 3, pp. 344-362.
- Gilfillan, S. C. (1935). *Inventing the Ship*, Chicago: Follett Publishing.
- Henderson, R. (1995). Of life cycles real and imaginary: The unexpectedly long old age of optical lithography, *Research Policy*, Vol. 24, No. 4, pp. 631-643.
- Howells, J. (2002). The Response of Old Technology Incumbents to Technological Competition – Does the Sailing Ship Effect Exist?, *Journal of Management Studies*, Vol. 39, No. 7, pp. 887-906.
- Kaplan, S. and M. Tripsas (2008). Thinking about technology: Applying a cognitive lens to technical change, *Research Policy*, Vol. 37, No. 5, pp. 790-805.
- Mowery, D. and N. Rosenberg(1979) “The influence of market demand upon innovation: a critical review of some recent empirical studies”, *Research Policy*, Vol.8, No.2, pp. 102-153.
- Nair, A. and D. Ahlstrom (2003). Delayed creative destruction and the coexistence of technologies, *Journal of Engineering and Technology Management*, Vol. 20, No. 4, pp. 345-365.
- Orlikowski, W. J. and D. C. Gash(1994) “Technological frames: making sense of information technology in organization”, *ACM Transactions on Information Systems*, Vol. 2, No. 2, pp. 174-207.
- Pfeffer, J. and G. R. Salancik(1978)*The External Control of Organizations: A Resource Dependence Perspective*, Stanford University Press.
- Rosenberg, N. (1982). *Inside the Black Box: Technology and Economics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Smith, C. G. (1992). Understanding technological substitution: Generic types, substitution dynamics, and influence strategies, *Journal of Engineering and Technology Management*, Vol. 9, No. 3-4, pp. 279-302.
- Snow, D. C. (2008). Extraordinary efficiency growth in response to new technology entry: The carburettor’s ‘Last Gasp’, *Harvard Business School Working Paper*.
- Tripsas, M.(2008) “Customer preference discontinuities: a trigger for radical technological change”, *Managerial and Decision Economics*, Vol. 29, No. 2-3, pp. 79-97.
- Tripsas, M. and G. Gavetti (2000). Capabilities, Cognition, and Inertia: Evidence from Digital Imaging, *Strategic Management Journal*, Vol. 21, No. 10-11, pp. 1147-1161.
- Tushman, M. L. and P. Anderson(1986) “Technological Discontinuities and Organizational

- Environments”, *Administrative Science Quarterly*, Vol. 31, No. 3, pp. 439-465.
- Tushman, M. L. and L. Rosenkopf (1992) “Organizational Determinants of Technological Change: Toward a Sociology of Technological Evolution”, *Research in Organizational Behavior*, Vol. 14, pp. 311-347.
- Utterback, J. M. (1994) *Mastering the Dynamics of Innovation: How companies Can Seize Opportunities in the Face of technological Change*. Boston: Harvard Business School Press.
- von Hippel, E.(1986) “Lead Users: A Source of Novel Product Concepts”, *Management Science*, Vol. 32, No. 7, pp. 791-805.
- \_\_\_\_\_ (1988) *The Sources of Innovation*, Oxford University Press.
- \_\_\_\_\_ (1994) ““Sticky Information” and the Locus of Problem Solving: Implications for Innovation”, *Management Science*, Vol. 40, No. 4, pp. 429-439.
- \_\_\_\_\_ (2005) *Democratizing Innovation*, Mit Press.
- von Hippel, E. and M. J. Tyre(1995) “How learning by doing is done: problem identification in novel process equipment”, *Research Policy*, Vol. 24, No. 1, pp. 1-12.
- 藤原雅俊 (2008) 「経営資源観とイノベーション研究の統合可能性：多角化企業におけるイノベーションメカニズムの解明に向けて」, 『日本経営学会誌』 第22号, 3-14頁.
- 大沼雅也 (2009) 「技術の関係性の変化メカニズム：X線CTとMRIの普及過程を事例として」, 『組織科学』 第43巻第1号, 53-66頁.