

## 第1章(第1部) この論文で取り扱っている問題

本論文は、現代の技術革新にみられる「複数技術システムの相互関係による技術発展」という現象を考察するための視角の提起を目的としている。特に技術システムが何ものであるのかを規定する技術システム定義に注目し、「技術システムに与えられる定義が変わることによって、他の技術システムとの関係がどのように変わり、それが元の技術システムの発展にどのような影響を与えるのか」という問題を考察している。

第1章では、導入として、複数技術システムの関わりによる技術発展過程に関する問題を本論文で取り扱うということと、その背後に筆者が持っている問題意識について述べている。一般に、新しい技術が製品事業として結実するまでには、長い年月が要され、この間に技術(システム)には、技術開発活動を進めるため、あるいは一定規模の需要が創造されるために、行為者達によって様々な定義が与えられる。供給側においては、問題の技術システムが全体としてどのような機能を果たすものであり、その機能を果たすためにどのような要素技術から構成されていて、どのような基準で評価されるのか、たとえ暫定的にであっても決められていなければ、技術開発活動を進めることさえ困難である。需要側の購買活動においても、問題の技術システム(製品)が、どのような要素技術によって構成されているのかについては分からなかったとしても、どのような機能を果たすものであって、どのような点で評価すべきであるのかが分からなければ、購買の意思決定を進めるのは困難であると考えられる。この技術システムの定義づけは、他の技術システムとの関わり合いにおいてなされることがある。たとえば、画像を垂直方向に走査して読み取る技術は、電話機の技術システムに関連付けられることでファクシミリとして発展し、パソコンの技術システムと関連付けられることでスキャナとして発展してきた。新しい技術は、どのような技術システムと関連付けられるかによって、技術発展の入り口としての定義付けを模索することになる。

複数の技術システムを関連付ける技術システムの定義付けは、よりマクロ的な観点からすれば、様々な技術システムの間に相互依存性を生成していくことになる。このような技術システムの複雑な関わりを通じた技術発展は、現代の技術発展の重要な側面の1つである。たとえば、20世紀後半の電子技術を考えれば、半導体技術や磁気記録技術、光技術、通信技術など様々な技術が新たな形で総合され、複雑な相互依存関係を生成しながら、互いにそれぞれの技術進歩の恩恵を受ける形で技術発展を遂げてきたと考えることができる。ところが、現代の技術革新がこのような特質を持つにも拘わらず、これまでの技術発展に関する議論において、複数の技術システムの関わりによって技術発展が駆動されていくという側面は十分に検討されてきたとは言い難い。

そこで、本論文では、まずこれまでに行われてきた技術発展に関する議論を理論的に検討し、これら既存の議論の成果に基づいて複数技術システムの関わりによる技術発展を考察するための視角の提起を試みている。次に、提案された技術システムの発展に関する視角に基づいて、撮像技術電子化の流れの中における電子スチルカメラ技術発展過程について歴史的な記述を通じた事例研究を行い、撮像管から固体撮像素子(特にCCD)への技術転換や、家庭用ビデオカメラによる銀塩動画カメラの代替など、電子的撮像技術に関する一群の技術システムが相互にどのような関わりを通じて発展してきたのかを明らかにする作業を行っている。最後に、技術発展の過程に関する理論的考察と歴史的な事例研究の考察を通じて、本論文が提起する視角が技術革新過程と企業の技術戦略を理解する上でいったいどのような意味を持つのか議論を試みている。

## 第2章(第1部) 技術システムの発展過程に関する議論と本論文の視角

第2章では、技術システムの発展に関する従来の視角を検討した上で、これら従来の視角を統合的に扱う本論文独自の仮説的視角の提案を試みている。第2章の議論において、中心的な役割を果たしているのが、「技術システムの定義」とその「可塑性」、「技術システムの多重性」、および技術システムの定義付けにおける「参照点」(reference points)という概念である。まず、「技術システム」とは、技術を複数の相互依存的な下位要素から構成されるシステムとして考える立場を表している。特に、製品という観点から技術システムを考える。「技術システムの定義」とは、ある技術システムについて次の3つの点に関わるものである。①技術システムが全体としてどのような機能を果たすものであると考えられるのか。②その機能を果たすために、技術システムはどのような下位要素(要素技術)から構成され、互いにどのような関係にあるのか。③技術システムは、どのような評価基準のもとに、技術的に進歩したと考えられるのか。この3点である。「技術システムの定義の可塑性」とは、技術システムに与えられる定義が時間的に可変的であり、同時に、国によって、組織によって、あるいは個人によって、同じ技術システムに異なった定義付けが行われうることを意味している。「技術システムの多重性」とは、技術システム定義が可塑的であると考えた場合、ある技術システムに対して潜在的に複数の定義が与えられる可能性があり、この定義付けのあり方によって技術システムに潜在的に複数の技術発展の経路があり得ることを表している。技術システムの定義付けにおける「参照点」という概念は、行為者達が技術システムの定義付けに際して、様々な社会的事象を資源として利用することを表している。特に、本論文では、技術システム間の相互依存的な関係に注目しているため、行為者達がある技術システムの定義付けに際して、他の技術システムの発展を参照する、という経路を強調する。

この第2章では、まずこれまでに行われてきた技術システムの発展過程についての議論が検討されている。最初に検討しているのは、米国の経済史家Rosenbergが提唱するシステムとしての技術の内的な発展のダイナミズムである。Rosenberg(1969)は、技術を相互依存的な要素から構成されるシステムとして考えた場合に観察しうる技術に内的な発展のダイナミズムを明らかにしている。Rosenbergによれば、ある技術システムを構成する下位要素の1つが研究開発活動の結果として性能を向上させたとしても、それが技術システム全体の性能向上に十分に反映されるには、この下位要素と相互補完的な関係にある他の下位要素の性能向上が実現されることが必要となる。このようにある時点で下位要素間に性能水準の不一致が存在する状

態は「技術的不均衡」(technical imbalance)と呼ばれる。技術的不均衡の状態は、再び均衡状態を回復させるように、技術システム全体の性能向上にとってボトルネックとなっている下位要素の技術開発活動へと、技術開発活動を行う主体の注意を焦点化させる。しかも、技術開発活動は、しばしば、問題となる下位要素の性能を当初の目標値を超えて過剰に達成してしまうことがあるので、技術的不均衡の状態が再びつくり出されるのである。このような、技術システムの内的発展のダイナミズムは、基本的に技術システム定義がすでに確立されていることを前提としている。技術的不均衡が生起していると考えられるためには、均衡・不均衡の状態を決める枠組み(システム性)として技術システムの定義が決まっている必要があるからである。この技術システム定義がどのように生成されるのか、という点についてRosenbergは言及していない。

これに対して、Rosenberg以降の技術システムの発展に関する議論の多くは、技術のシステム的な発展という考え方を継承すると同時に、潜在的に多様な技術システム定義がいかにして支配的定義へと収束するのかに注目する視角を提起している。これら議論では、当初は技術システムの定義には多様性があるものの、人々の相互作用を通じて時間の経過とともにこの多様性は収束し、収束した定義の下で生じる技術軌道に沿って漸進的な技術革新が累積していく、という視角が共有されているのである。

たとえば、Abernathy(1978)によれば、産業の流動期には、技術システムについて様々なデザイン・アプローチが提起されるのに対して、「支配的なデザイン」(dominant design)が確立された後の産業の特定期には、標準化された既存のデザイン・アプローチの精緻化という形で製品革新が進むようになる。また、技術システムの「デザイン階層」(design hierarchies)に関する議論においても、「中核概念」(core concepts)と呼ばれるもつとも優先順位の高い下位要素についての技術的選択が行われれば、この選択に従属する形で、次々とより優先順位の低い下位要素について技術的選択が行われていくことが示されている(Abernathy et. al (1983); Clark(1985))。Abernathyらの一連の議論において、支配的デザインの確立や中核概念の決定は、まず技術の論理によって複数の代替的な可能性が示され、次に消費者がどの可能性を現実のものとするかを選択する、という経路を経てなされることになる。

同様の視角は、急進的技術革新によって開始される「技術的揺籃期」(era of technological ferment)と支配的デザインの確立によって開始される「漸進的技術改良期」(era of incremental technological progress)が交互に訪れながら技術が発展する、と主張するTushmanらの議論についてもみることができる(Tushman & Anderson (1986), Anderson & Tushman (1990), Tushman & Rosenkopf (1992))。Tushmanらによれば、急進的技術革新と漸進的技術改良は技術の論理によって駆動されるものの、様々なデザインの中で支配的デザインが確立される過程には生産者、消費者、業界団体、政府など様々な社会的行為者が関わることになる。

「技術パラダイム」(technological paradigms)の概念を提唱したDosi(1982)の議論も同様の技術発展の視角を提起している。Dosiによれば、技術発展の過程においては、まず科学的知識によって、広く様々な技術的可能性が提示され、実用化可能性や収益性のような経済的要因と、技術開発主体の関心領域や政策などの制度的要因によって、技術的可能性が絞り込まれる。技術的可能性は製品として市場に供されることによってさらに絞り込まれ、最終的に残ったものが技術パラダイムとして確立される。いったん技術パラダイムが確立されると、技術システムに技術的・経済的な次元が与えられ、これらの次元に沿った技術軌道(technological trajectory)を描くように技術発展が進んでいくことになる。

その後展開されてきた技術発展の議論は、社会的行為者に技術的可能性の解釈や意味づけというより積極的な役割を与えながら、支配的な技術システム定義が確立していく過程を描いてきた。Constant(1978; 1980)やBijker(1987; 1995)などの技術的知識の社会学を始めとするこれら近年の議論は、様々な異なった知識を持った行為者達が技術に与える解釈と彼らの間に成立する間主観的な合意によって特定の技術が支配性を確立していく、という視角を提起している。技術発展が様々な異なった知識を持った行為者達によって駆動されるという視角は、近年の技術発展に関わる様々な議論において展開されている(沼上(1988; 1989), Garud & Rappa(1994), Aldrich & Fiol (1994))。

このような視角に基づいた技術発展の議論を展開させていく1つの方法は、観察の対象となる社会的行為者の数を増やし、その信念と知識、彼らの間の複雑な相互依存関係を丹念に記述しながら、支配的な技術システム定義が確立していく過程を描くことにある。しかし、本論文では、「支配的な技術システム定義が確立していく過程」に注目するのではなく、むしろ行為者達が「技術システム定義を創造していく過程」に注目する方法を採用している。これまでの議論では、いったいどのようなメカニズムによって技術システム定義が創造されていくのか、必ずしも明らかにされてこなかったからである。本論文では、人々が技術システムを定義付ける際に、なんらかの「参照点」を利用するという考え方を採用し、この参照点として特に技術システム間の関わりに注目している。簡単に言えば、人々は、自らが関わる技術システムを他の技術システムと関係付けることによって意味づけようとする、という考え方である。

複数技術システムの関わりによって技術発展が駆動される、という考え方は、決して数は多くないもののこれまでもいくつかの議論において展開されている。たとえば、Rosenberg(1963; 1979)は、Rosenberg(1969)が示したような下位要素間の技術的不均衡解消による技術発展のメカニズムが、単一の技術システム内部のみならず、複数技術システムの間にもみられるという考え方を提示している。まず、ある産業において新たな技術が利用され、他の産業に比べて生産性を向上させると、経済全体というレベルで技術的不均衡が生成される。この技術的不均衡は、様々な産業が共通に依存的関係を持つ特定の産業における技術開発活動を通じて解消され、結果として経済全体の生産性が向上していくことになる。このような複数技術システム(産業)の「技術的収斂」(technological convergence)のメカニズムを通じた技術発展は、これら複数の技術システムが共通の要素を利用することによって生じるものであり、技術システム間の相互依存的関係を一定としながら技術発展を考える視角である。同様の視角は、技術システムが下位要素間の相互依存的関係を一定としたまま、各々の下位要素について性能を向上させていく過程に注目したLangroisらの「モジュラー・システム」(modular system)に関する議論においても展開されている(Langrois & Robertson (1992; 1995), Robertson & Langrois (1995))。

このような視角は、技術システムの発展に関する議論の多くが捉え損ねていた技術システム間の相互依存的な発展を考える上で有用な視角であるものの、技術システム内部の相互依存性から生じる技術発展のダイナミズムと、技術システム間の相互依存性から生じる技術発展のダイナミズムを同時に考えることができない、という問題を抱えている。また、技術システム間の相互依存的関係を所与としているため、この相互依存的関係がいかにして生成されるのかに関して言及するものではない。続いて検討されたSahal (1981; 1985)の

議論においては、一旦進化をやめた複数の技術システムが、その相互依存的関係の見直しを通じて融合し、再び進化を始める「創造的共生」(creative symbiosis)が生起することが主張されているものの、この相互依存関係の見直しは、なぜ、いかにして起こるのかに言及するものではなかった。

これに対して、筆者は技術システム間の相互依存的関係が人々によって見直されることによって技術発展が駆動されるという視角の提案を試みている。これまでに提起されてきた技術的相互依存関係が様々な知識を持つ行為者達によって与えられると考える技術発展の考え方と、複数の技術システム間の関わりによって技術システムが発展していくという考え方を統合的に扱う視角である。この統合的な視角は、人々は技術システムの定義付けに際して他の技術システムの発展を参照し、技術システム間に新たな相互依存的関係を創造することによって、技術システムの定義付けを行う、という考え方に基づいている。技術システム定義は可塑的であり、どのような技術システムと相互依存関係を構築するかに応じて、様々な定義の可能性があるという点で多重的である。技術開発の主体は、自らが開発に携わる技術システムが、既存の様々な技術システムとどのような関係にあり、これら他の技術システムとつながりを持たせることで、いったいどのようなシステムが実現可能となるのかを考える。消費者もまた、身の回りに存在する様々な技術システム(製品)と、問題の技術システムがどのような点で共通していて、どのような点で異なるのか、これら既存のシステムと併せて使うことによって、いったい何ができるのか考慮しながら購買活動を行うことになる。

このように人々は技術システムの定義付けの際に他の技術システムの発展を参照し、結果、技術システム間に相互依存的関係が創造されて、この相互依存的関係の下で技術開発活動が行われていくのだと考えれば、技術システム間の相互依存的関係と技術システム内部の相互依存的関係は同型化することになる。すなわち、いったん人々の信念や知識を介することによって、技術システムに内的な発展のダイナミズムと技術システム間の関わりによる発展のダイナミズムを同時に議論することが可能になるのである。

さらに、もし人々が「現在」の技術システム定義とは異なる定義の可能性を模索しており、他の技術システムにおいて著しい発展がみられるならば、彼らはこの他の技術システムとの間に新たな相互依存的関係を創造するように技術システムの再定義を行おうとすることになる。すなわち、技術システム間に観察される不均衡は、人々が技術システムを定義する際に創造した技術的相互依存関係によって創り出され、解消される不均衡だと考えられるのである。技術開発の主体達は、一方で自らが関わる技術システムの開発活動を日々続けながら、他方で、他の様々な技術システムの発展を参照しており、これら他の技術システムにおいて技術革新が生じた場合に、自らが関わる技術システムとの間に新たな相互依存関係を生成する。このような技術システム間の相互依存的関係の生成によって、技術システムは再定義されていく。以上のような視角に基づけば、技術システムは、他の技術システムの発展によって、技術システム定義(相互依存的関係)を変えながら、発展していくことが示唆されることになる。このような技術発展に関する視角は、次のように整理される。

- (1) 技術的不均衡のメカニズムが働く枠組み(技術システムの定義)は、行為主体の側で形成される。
- (2) 技術システムには潜在的に複数の定義を与えることが可能であり、異なる定義の下で技術システムは異なった発展の経路をたどろうとする。(技術システムの多重性)。
- (3) 複数の技術システムの間にも、相互依存関係を想定することができ、したがって複数の技術システムの間にも技術的不均衡のメカニズムを考えることができる。
- (4) 複数技術システム間の相互依存的関係は、行為者による技術システムの定義付けによって生成される。
- (5) ある技術システム[a]における技術革新は、他の技術システム[b]において、行為主体たちに技術システム[b]の再定義を創発させることがある。この場合、技術システム[b]の再定義は、技術システム[b]と技術革新の生じた技術システム[a]との間に新たな技術的相互依存関係が認識されるように行われる。
- (6) 結果として、ある技術システムは、他の技術システムの発展によって、技術進歩の方向性を変えながら発展していくことになる。

### 第3章～第6章(第2部)撮像技術の固体化・電子化と電子スチルカメラ技術の発展過程

4つの章から構成される第2部では、第1部で提案された技術発展の視角の下に、撮像技術の固体化・電子化の流れの中における日本の電子スチルカメラ技術発展の事例分析を行っている。

銀塩による化学的な撮像方式に代替するような、電子的な撮像方式が多くの企業で構想されるようになったきっかけは、固体撮像素子、中でも1970年のCCD(電荷結合素子)の発表であった。1970年代を通じて、銀塩動画カメラ(シネ・カメラ)を代替する家庭用ビデオカメラ・システムと、将来的に「銀塩カメラを代替する」電子スチルカメラ・システムが、多くの企業で構想されることになる。それまでも、業務用を中心として撮像管による電子的な撮像技術は既に使われていたけれども、これを固体化することによって、静止画と動画の各々について家庭用の電子式カメラが実用化されると多くの企業で期待されたのである。

1980年代に入ると、家庭用ビデオ技術の急速な発展とともに、まず家庭用ビデオカメラの技術システムが製品として実用化され、電子スチルカメラの技術システムもまた、この家庭用ビデオ技術を基盤に構築されることになる。電子スチルカメラの技術システムは家庭用ビデオカメラの技術システムと重なり合うことによって、「家庭用ビデオ・システムの一部」として定義され、構築され始めるのである。この1980年代には、家庭用ビデオカメラ・システムにおいて蓄積された撮像素子技術、信号処理技術、磁気記録技術が、技術システムの重なり合いを通じて、アナログ信号処理・記録方式の電子スチルカメラを実現し、その発展を促していた。解像度や感度、小型化といった撮像素子の技術的特性の改良、電子シャッタの実現、磁気記録技術の進展による画面解像度の向上(ハイバンド化)、高密度実装技術の進展による製品の小型化、アナログ画像信号処理ICの高性能化といった点で、家庭用ビデオカメラ技術システムにおける技術発展の方向性が、電子スチルカメラ技術システムの発展の方向性に強い影響を及ぼしていた。

ところが、1980年代末から1990年代初頭になると、電子スチルカメラ技術システムの発展の方向性に変化が現れるようになる。電子スチルカメラは、家庭用ビデオ技術システムに準拠したことに起因する画質水準向上の限界を理由として、信号処理・記録方式のデジタル化を行うことになるのである。電子スチルカメラ技術システムのデジタル化は、ハードウェアとソフトウェアの両方について、パソコン技術システムにおけるデジタ

ル信号処理・記録技術が急速に発達し始めていたことに関係していた。家庭用ビデオ技術の進展が「家庭用ビデオ・システムの一部」としてのアナログ電子スチルカメラ・システムを行為者達に創発させていたように、パソコン技術システムにおけるデジタル信号処理・記録技術の進展は、「パソコン・システムの一部」としてのデジタル電子スチルカメラ技術システムを創発させたのである。パソコン技術システムは、この1980年代末から1990年代初頭の時期に、画像圧縮伸張技術の発達、デジタル画像処理ハードウェア・ソフトウェア技術の発達、CPUの高速化、半導体メモリの大容量化・低価格化、記録媒体としての「PCカード」の登場と大容量化とフラッシュ・メモリ化、デジタル・データ入出力インタフェース製作技術の発達、といった点で急速に発展していた。これらパソコン技術システムにおいて発達してきた技術を電子スチルカメラ技術システムの構成要素として取り込んでいくことが可能であると、多くの企業で考えられていた。電子スチルカメラは、パソコン技術システムと重なり合いを持つことによって、信号処理・記録方式のデジタル化を行っていくのである。

電子スチルカメラのデジタル化は、本来、プリント画像の画質水準向上を意図して行われたものであった。実際、報道業務用などの限定された市場を対象として、「一部、銀塩カメラを代替する」デジタル電子スチルカメラが開発・販売されている。ところが、民生用市場が拡大する契機になり、多くの企業が開発・販売したのは、製品評価の基準として「プリント画像の高い画質水準」を強調する製品ではなく、「パソコン上での画像の利用」という属性を強調する「パソコンへの画像入力装置」としての製品であった。パソコン技術システムと重なり合いを持つことによって、電子スチルカメラは、デジタル化をなし得たのと同時に、「パソコンへの画像入力装置」として定義されるようになるのである。

「パソコンへの画像入力装置」として定義された電子スチルカメラの需要拡大によって、CCDやメモリ・カードといった部品を供給する半導体メーカーでは、電子スチルカメラを念頭に置いた技術開発活動が開始されることになる。まず、従来、「テレビ・モニタへの画像表示」を前提として家庭用ビデオカメラ向けに開発努力が行われていたCCDが、電子スチルカメラによる「パソコン・モニタ上での画像表示」を前提としたCCDとなるべく、技術開発活動が行われる。同様に、従来携帯型パソコンへの搭載を前提としていたメモリ・カードについても、電子スチルカメラへの搭載を前提とした技術開発活動が行われるようになる。

さらに、「パソコンへの画像入力装置」という定義のもとに拡大された、半導体産業を含む行為者達の技術開発努力は、今度は「将来的に銀塩カメラを代替する」技術システムという定義が電子スチルカメラに与えられる可能性を生じさせることになる。たとえば、ビデオカメラを中心とする他の用途では本来必要がないと考えられてきた方向性へCCDの技術開発活動が行われ、「プリント画像の画質水準」を著しく向上させる多画素CCDが家庭用電子スチルカメラ向けに安価に供給されるようになっていた。これに伴い、「パソコン上での画像の利用」ではなく、「プリント画像の高い画質水準」を訴求するデジタル電子スチルカメラが多数、発売されていた。この「プリント画像の高い画質水準」を訴求する製品とともに、パソコンを介さずに印刷が行えるプリンタが発売され、銀塩カメラと同様に街頭の現像ラボでハード・コピーを得ることができるサービスが開始されることになる。

「家庭用ビデオ・システムの一部」、「パソコンへの画像入力装置」という「迂回経路」的な定義を経ることによって、当初構想されたような、「将来的に銀塩カメラを代替する」技術システムという定義が、電子スチルカメラに与えられる可能性が生じている。当初構想されたものとは距離のある定義が与えられることによって、他の技術システムと重なり合いながら周辺産業の行為者達が保有する技術資源を利用する形で、電子スチルカメラの技術システムは発展してきたのである。

## 第7章(第3部)総括:議論と若干の含意

最後の第3部第7章では、本論文が提起した技術発展の視角がいったいどのような意味を持つのか、技術の発展過程と企業の技術戦略について議論が行われ、今後の研究の展望が示される。

技術の発展過程に関して本稿の視角から示唆される第1の点は、一般に技術システム定義が安定的に確立されていない産業の生成期のような状況において、様々な技術システム定義は他の技術システムとの関わりにおいて提起される、と考えられるということである。従来の技術発展に関する議論では、産業の生成期のような状況においては、技術システム定義が潜在的、顕在的に多様であることが指摘されてきたものの、それが「企業家達によってもたらされる」と主張されているだけで、具体的にどのような過程を経てこの技術システム定義が生成されていくのかについてはほとんど言及されてこなかった。これに対して、本論文の視角からはこの技術システム定義がただ多様でありうるというだけでなく、他の技術システムとの相互依存関係の創造によって動的に変化すると主張されるのである。

第2に、よりマクロ的な視点から、現代の技術革新過程を様々な技術システムの間の新たな関係付けの生成、新たな総合の過程として捉えられることが示唆される。現代の技術発展の重要な特徴の1つは、技術システム間の複雑な相互依存的関係と累積性にある。ところが、Rosenberg(1979)が指摘したように、技術革新に関するこれまでの多くの議論が、ある特定の技術システムの内的な発展に焦点を当てていたために、このような複数の技術システムの関わりによる技術発展を捉え切れていないのである。Rosenberg自身は、様々な技術システムが特定の要素を共有する「技術的収斂」の相互依存関係にあり、この一定の関係の下で個々の技術システムが互いの技術進歩に影響され合いながら進歩していくことを指摘したけれども、本論文ではこの「技術的収斂」の相互依存関係が生成され、発展していくより動的な技術発展の側面に注目している。「技術的収斂」の相互依存関係によって複数の技術システムは互いに影響を及ぼし合いながら発展していくけれども、技術システム間の相互依存関係それ自体は、技術システムを定義付けようとする人々によって創り出され、変化していくと考えられるのである。

第3に、技術システムの「脱成熟化」(de-maturity)に関する議論の再解釈の可能性が本論文の視角から示唆されると考えることができる。これまで様々な技術発展の議論において、一定の技術軌道に沿って発展してきた技術システムが、その発展の方向を変えて異なる技術軌道を歩むようになる、という脱成熟化現象の存在が指摘されてきた。これら従来の諸研究においては、この脱成熟化という現象を導く要因として、技術の変化または消費者の嗜好の変化(Abernathy(1978), Abernathy et. al(1983), Clark(1985), Abernathy & Clark(1985)), 急進的技術革新(Tushman & Anderson(1986), Anderson & Tushman(1990), Tushman & Rosenkopf(1992)), 技術パラダイムや間主観的な技術解釈の転換(Dosi(1982), Constant(1978; 1980),

Bijker(1987; 1995))等が指摘されてきたものの、これら要因それ自体がどのようにしてもたらされ、どのように脱成熟化が生起するのかについてはほとんど言及されてこなかった。これに対して本論文の視角では、この脱成熟化が生起する具体的なメカニズムの1つが、技術システムの再定義による技術システム間の相互依存関係の見直しである、と考えることができる。技術システムは、従来とは異なる他の技術システムと関係付けられるので、これまでとは違った技術軌道を描いて発展していく、と考えることができるのである。

また、本論文が技術の発展過程について提起してきた視角は、技術発展に関する議論のみならず、技術開発活動に関わる企業の戦略に関する議論にも新たな視点を提供することができると思われる。この視点は簡単に言えば、技術システムの開発に関わる人々が、他の技術システムとの関わりをつくるような定義を構想し、これら他の技術システムの開発に関わる他者の資源を利用しながら、技術開発活動を継続させ、技術システムを発展させていく、というものである。

技術開発活動と技術資源の駆動と開発に関わる技術システム定義を企業はいかにして考えていくのかという論点は、従来の経営資源を重視した戦略に関する諸研究において、ほとんど議論されてこなかった。これら諸研究が念頭においているのは、技術システムの定義が安定的に与えられており、この技術システムの開発に必要な経営資源が特定されているような状況である。そのため、「企業は、内的な経営資源が最高の成果を生み出すような(資源適合性の高い)技術システムに関わるべきだ」と主張され、企業の戦略は、企業が保有する経営資源と関わる技術システム(参入する市場)の特性との適合性を問う「資源ポジション」の選択の問題として概念化されることになる。たとえば、Wernerfelt(1984)やRumelt(1984)において、企業は自社の経営資源が強い排他性を持つような製品市場に参入することによって、「資源ポジション障壁」(resource position barrier)あるいは「隔離メカニズム」(isolating mechanism)を通じて長期的な競争優位を期待できると主張される。また、「企業能力(capability)論」として展開されるTeece et. al(1997)のような議論も、一見経営資源の開発と再編を強調する点で、技術システムの動的な変化を捉えているように思われるけれども、この技術システムの変化はつねに企業の外部から「環境変化」として与えられるものである。企業自身がどのように技術システムを位置づけていくことによって、経営資源の利用と開発の方向が異なってくることを示す見方が提起されているわけではない。環境変化として捉えられる技術システムの変化をいち早く察知して経営資源の変革に成功する企業が、長期的に競争優位を確立すると主張されているのである。

これに対して、本論文の視角から示唆されるのは、技術システムの変化を人々が技術システム定義の生成を通じて駆動し、自ら技術的経営資源の開発方向について構想していくという戦略的視点である。企業は、技術システムの生成において、もちろん事業展開の歴史とそこで蓄積されてきた経営資源の制約を受けるけれども、この経営資源をどのような技術システムを構築するのに利用し、どのような方向性へと拡張していくのかについて、Penrose(1959)が示唆するような柔軟性を持つと考えるのである。

特に本稿の視角からは、自社が研究開発活動を行っている技術システムを、『他の技術システムとの関わり』においていかに定義づけていくかが、企業の製品市場開発戦略上、重要な問題になりうることが示唆される。様々な技術システムの複雑な網の目のどこに技術システムの「入り口」を見いだし、どのような技術システムとして育成し、どのような方向性で発展させていくのかを考えていく技術戦略の可能性である。企業は、他の技術システムと相互依存関係を持つような技術システムの定義付けをすることによって、自社のそれとは異なる経営資源を持つ他企業をこの技術システムの育成に巻き込むことが可能であり、それが却って自らの経営資源を拡張していく活動にもなりうる。技術開発活動の当事者である企業は、内的資源のみを頼りとして当初から目標とする定義に基づいた技術システムを一貫して開発し続けるという戦略を採るだけでなく、他の技術システムと関わるように問題の技術システムを位置づけることによって、他の企業主体を巻き込み、彼らの経営資源を利用する形で「迂回経路」的な技術システムの発展を考えていくことができる可能性があるのではないだろうか。これまでの経営資源を重視する戦略に関わる議論において、他の企業がどのような経営資源を持っているかという問題は重要であるけれども、それが重要なのは事業展開の「障壁」として機能しうるからであった。これに対して、本論文の視角からは、自社のもつ経営資源とこれら他の企業がもつ経営資源の組み合わせによって、どのような技術システム(の定義)がありうるかと考えるか、という論点が示唆されることになる。

このような論点は、多くの技術開発活動についてみられるように、様々な企業において現時点ではある技術システムに対して十分な市場が成立しないことが分かっている、と考えられているような状況において有意味な示唆となるであろう。もし、従来の経営資源を重視する議論が考えるように技術システムの定義付けが与件である、と信じられているならば、企業はこの技術システムの開発活動を中止し、人的資源を市場が成立している他の技術システムの開発へと振り替えることが合理的になる。結果、新たな技術が開発されたとしても、この技術は日の目を見ることなく埋もれていくことになるであろう。これに対して、技術開発活動を続けていくうちに、様々な技術システムとの相互依存性が生成され、技術システムは定義を変えながら発展していくことが可能であるという信念がもたれている場合、たとえ現時点では市場が成立していなくとも、技術開発活動が継続されることになる。「当初考えられていた手」がすぐにはとれなかったとしても、当面「他の手」がとれるのであれば、技術開発活動を継続させるために少しずつビジネスが展開できることになるのである。しかも、このようにいくつか「他の手」をとって技術開発活動を続けるうちに、「当初考えられていた手」が実現できる可能性が生じることすらありうる。自社のみならず、他社においても、組織成員がその知識を改変し、行為を変え、コミットメントを変えていくことによって、経営資源の使い方を変えていくからである。

さらに、もし仮に異質な技術を組織内部に保持していることが、これら異質な技術の「組み合わせ」による多様な技術システム定義の創造につながるのだと想定できるのであれば、組織は、技術開発活動の継続と自らにとって望ましい技術システムの発展を実現するために、多様な技術的基盤を組織内部に保持することに意味を見いだすことができる。近年、日本経済の不調と米国経済の相対的な好調を背景として事業活動や研究開発活動の「選択と集中」が望ましいと主張する議論が散見されるけれども、多様な技術の組み合わせによる技術発展という視角からすれば、単純な「選択と集中」は却って技術開発活動を滞らせてしまう危険性さえあると言えるのかもしれない。もし米国をお手本として安易に「選択と集中」が強調されているだけなのであれば、それを採用する前にいったん、これまでの日本企業による技術開発活動とそれがもたらした技術発展の性質を検討しなおすことが必要ではないだろうか。なぜならば、日本と米国という異なる文脈では、実は異なる性質の技術発展を経験していた可能性が否定できないからである。

たとえば、これまで米国において展開されてきた技術発展に関する議論では、主として米国企業の調査に

基づいて技術の転換過程において既存企業は失敗し、新興企業がこれに成功する傾向が強いと主張されてきた (Tushman & Anderson (1986), Henderson & Clark (1990), Christensen (1997)). しかし、日本においても同様の傾向が観察されるであろうか。本論文でみてきた日本の電子的撮像技術の発展に限って言えば、銀塩カメラ・メーカーが電子スチルカメラについて失敗していると少なくともこの1999年の現在において言うことはできない。また、撮像管から固体撮像素子への技術転換に際しても、供給企業の交代は起きていない。もし、本論文でみてきたように、人々は技術システムの定義を自ら見直すことができるのであるとすると、必ずしも上で展開されるような議論が日本においても妥当であるという保証はないと思われるのである。むしろ、技術転換、あるいは技術システム定義の見直しは、日本と米国では異なる制度的メカニズムを通じて生起している、と考えることができるのかもしれない。いずれにせよ、技術の発展過程に注目するならば、技術開発活動に関わる日本企業の行動と現代的な技術発展の過程を再検討する作業が、重要な課題として残されていると思われるのである。