

技術転換期における企業の技術戦略

Management of Technological Change

寺 畑 正 英

(Masahide TERAHATA)

技術転換期における企業の技術戦略

Management of Technological Change

寺 畑 正 英

1. はじめに
2. 技術転換期における企業行動
3. カメラ産業におけるデジタル技術の登場と企業行動
4. カメラ・メーカーの技術戦略
5. おわりに

1. はじめに

本研究は、ある産業における技術転換が発生するプロセスにおいて、関連する企業が抱えている技術動向に関する見通しが戦略に及ぼす影響を考察しようとするものである。具体的には、カメラ産業のデジタル化に伴う技術転換を観察対象とする。カメラ産業では、1990年代に銀塩技術からデジタル技術への転換が急速に発生した。この転換は急速だっただけでなく、これまでと全く異なる技術への転換であった。さらに、デジタル化後も撮像素子の支配的技術が CCD から CMOS に転換するといった現象が起きていた。これらのプロセスで、新しい企業が新規参入してきた一方で、既存の技術に基づいた製品を開発し、生産、販売していた企業もこれらの転換に追随していた。支配的技術が転換するプロセスについて、既存企業であっても事前にその方向性を予測することは困難である。このように、技術の方向性を的確に認識することは難しく、認識した上で合理的な行動をとることはさらに困難である。しかしながら、それらの転換をスムーズに行っている企業が存在している。

基礎的な戦略論の議論に従えば、企業は自らの置かれた外部環境を客観的に認識し、最適なニッチを見だし、自らの経営資源を活用しうる合理的な戦略を選択することが望ましい。しかしながら、これらの前提には三つの陥穽がある。第一に、外部環境の認識に関して、客観的認識を前提にするには外部環境の認識は困難を伴う行為である。第二に、同様の問題は自社の経営資源に関してもいえる。自社の経営資源を客観的に認識し、他社と比較して独自性のある経営資源を特定することは困難を伴う。第三に、それらの認識が適切に行われたとしても、どのような外部環境においてどの経営資源をどの組み合わせで活用するかという戦略選択の問題は一意的には決定し得ない。それはスタティックな組み合わせの問題だけではなく、ダイナミックな組み合わせの問題をも含むからである。

このようなスタティックな戦略構築プロセスを想定して企業行動を分析することは、以下の場合に問題が発生する。つまり、ある産業における支配的な技術が転換するといったドラスティックな環境変化が起きた場合である。1990年頃までのカメラ産業において、銀塩フィルムを用いたカメラはドミナント・デザインであり、それらの技

術体系は外部環境として企業の戦略的意思決定における所与の条件であった。銀塩フィルムによる製品技術の体系という技術環境において、競争優位を獲得するために独自性のある経営資源を蓄積しようと試み、要素技術などを蓄積する。たとえば、銀塩フィルムのカメラにおける主要な訴求ポイントはレンズ技術であった。しかしながら、固体撮像素子の技術が進展したことにより、カメラを構成する主要技術は変化した。CCD や CMOS などの固体撮像素子に関する技術は、これまでの銀塩フィルムに関する技術とは根本的に異なっており、研究開発のあり方も異なってくる。カメラの主要メーカーはこれらの技術動向を当然認識していたものの、どのようなタイミングでこれらが実用化しうるかという見通しを明確に持っていたわけではない。他社と比較して技術開発に乗り遅れることはできないが、特定の技術的方向性に集中的に投資することが難しい状況であった。

技術変化の方向性が確定しない状況は CCD と CMOS に関しても存在した。1990 年代から 2000 年代中盤にかけて、固体撮像素子として中核的な技術となると考えられていたのは CCD であった。しかしながら、2000 年代中盤から CMOS を中心とした MOS 型イメージセンサーによるカメラの優位性が高まってきた。これらの技術動向に関して、主要なカメラ・メーカーは異なる戦略を採っていた。技術開発に関する活発さの指標として特許の公開件数について分析すると、たとえば、キヤノンとソニーは、1990 年代の初期に、CCD の技術開発を活発に行っていた。しかしながら、2000 年代に入ってから急速に CCD に対する研究開発を減少させていった。その他に CCD に関する研究開発を活発に行っていたのは、旧来の銀塩フィルムのカメラ・メーカーと総合電機メーカーである。一方で、CMOS であるが、一貫して研究開発活動を活発に行っていたのは、ソニーと東芝、パナソニックなどの総合電機メーカーである。カメラ・メーカーでは、キヤノンの研究開発活動が突出しているものの他のメーカーの開発活動は低調であった。

このような研究開発動向の背景にあるのは、これらの二つの技術に対するカメラ・メーカーの予測である。CCD は 1990 年代にはデジタルカメラの固体撮像素子におけるドミナントな技術と考えられていたため、カメラ・メーカーの研究開発活動が活発に行われていた。それに対して、CMOS は高解像のデジタルカメラに不向きであると考えられていた。当初、デジタルカメラの撮像素子として主流となっていたのは CCD であった。CCD は高画素化や高感度化がしやすいという特徴から、デジタルカメラの撮像素子として、好ましいと考えられた。CMOS は S/N 比に劣り、スイッチングノイズとフォトダイオードの感度がばらついているためであった。しかしながら、CMOS は製造工程が単純で、消費電力が小さいため、当初は携帯電話用の撮像素子として再評価され、その後、画質が向上したことにより、デジタルカメラ用の撮像素子として利用されるようになった。

本論文では、カメラ産業における技術転換のプロセスについて詳細に分析し、関連する企業の企業行動に差異が生じている事を明らかにし、その原因が経営資源の多寡や市場地位といったこれまでの議論されてきた要因とは別の要因がある可能性を示唆する。

2. 技術転換期における企業行動

企業がある製品の技術体系をどのように認識しているかという問題に関して考察する上で参考になる先行研究はいくつか存在する。第一に、製品全体の技術体系や構造に注目した製品アーキテクチャに関する議論である。第二に、その製品の中核技術に関する議論である。つまり、ある産業において技術転換が起きているという場合に、製品を構成する技術体系のあり方が変化しているという技術転換と、あるコンポーネントにおける主要技術が変化しているという技術転換がありうるということである。

製品アーキテクチャの議論では、コンポーネント間のつながりが一対一となっているような体系をモジュラー型とよび、多対多となっている体系をインテグラル型と呼んでいるが、モジュラー型の場合は、コンポーネントとコンポーネントのつながりが単純化されていて、製品開発プロセスや生産プロセスにおける分業が成されやすいとしている。個々のコンポーネント内で技術革新が発生し、性能の向上などが生じても、他のコンポーネントに対する影響はほとんどない。それに対して、インテグラル型は各コンポーネント内の技術革新が他のコンポーネントに影響を及ぼすため、独立に技術革新することが困難である。このように製品アーキテクチャがどのように構成されているかによって、技術革新の方向性が限定されるというのが、これらの議論の特徴である。たとえば、カメラがモジュラー型製品だとすると、レンズや本体内の各コンポーネントは分解可能であり、個別に技術的な問題を解決できる製品であると考えることができ、これらの技術開発活動は単独の企業によって行うことが出来る可能性が高い。一方で、インテグラル型だと解釈するならば、カメラ内の各コンポーネント間の相互依存関係が複雑であり、製品全体として技術的問題を解決するしかなくなるため、複数の企業が技術開発活動に関わってくるということになる。

このようなモジュラー化の進展度合いは産業の成熟度などによって変化しうる。Abernathy (1978) によると、産業の形成期には、支配的な技術が存在しないため、プロダクト・イノベーションが数多く出現するが、技術的な優位性を巡る競争の結果、ドミナント・デザインが確定する。その後はプロセス・イノベーションが高い頻度で出現するようになる。プロダクト・イノベーションは製品としての性能を高めるためのイノベーションであるが、製品に対する技術が確立されて以降は、品質やコストを高めるプロセス・イノベーションが支配的となる。やがて、プロセス・イノベーションをも減少してくることによって、その製品は固定期となり、産業が成熟していく。このようなドミナント・デザインが出現する以前の製品はモジュラー化が進みにくい。コンポーネント間のインターフェースを固定化するためには、製品の基本的なデザインが確定している必要があるためである。ドミナント・デザインが確定されることによって、コンポーネント間のインターフェースが固定化し、各コンポーネント内での性能向上に向けたイノベーションが発生しやすくなる。

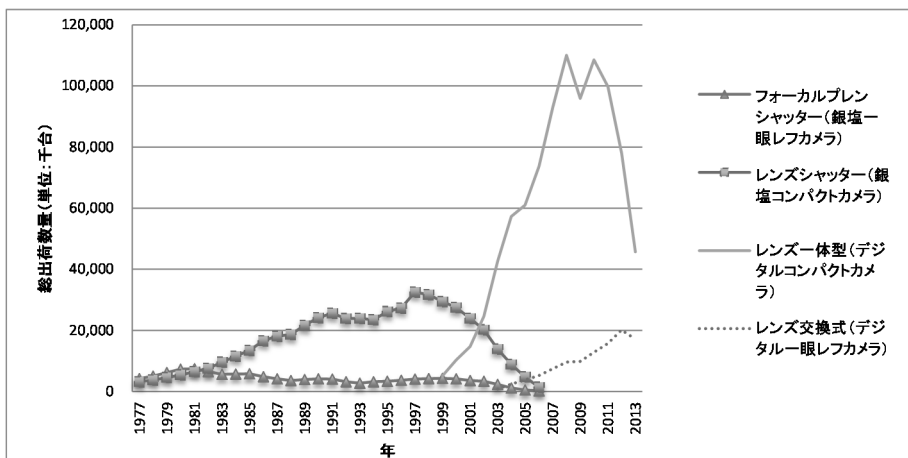
ドミナント・デザインが固定化してからはプロダクト・イノベーションが発生しにくい、なんらかの技術転換が起きることによって、再びドミナント・デザインに変化が発生する可能性がある。Abernathy らは脱成熟化に注目しているが、それに限らず、ある産業のドミナント・デザインに影響を及ぼすような革新的なプロダクト・イノベーションをコントロールすることは企業にとって重要な問題である。これらのイ

ノバージョンは既存のアーキテクチャに変更を加え、競争優位の源泉が変化し、既存の企業が脱落する可能性があるからである。Christensen（1997）によると、既存の技術や製品市場でリーダーとなっていた企業は、市場や技術の変化に直面したときに、新技術に積極的に投資していたとしても、顧客の意見に従い、顧客の求める製品を生産したが故に、既存技術を過大評価し、長期的な売り上げやシェア減少させてしまうことがある。既存企業が新しい技術进行评估し、既存技術との代替スピードを認識し、新技術と既存技術のコストパフォーマンスを消費者がどう評価してるかをマーケット・リサーチなどの正当なプロセスを経て企業の意思決定につなげているがゆえに、タイミングを計ることが困難なのである。

このように、技術転換期に既存企業が新しい技術をどのように認識し、企業行動を選択するかというプロセスに関して、様々な仮説が提起されている。カメラ産業において、銀塩カメラからデジタルカメラへの転換は急速に発生した。このような技術転換に対して、主要なカメラ・メーカーは追従した。本研究では1990年代以降のカメラ産業の事例を基に、既存の議論が当てはまるのかどうかを確認したい。

3. カメラ産業におけるデジタル技術の登場と企業行動

カメラという製品にはいくつかの要素技術が含まれている。の中で、最も重要な要素技術はレンズと撮像素子、記憶媒体であろう¹⁾。1990年代のデジタル化によって、カメラを構成する要素技術は大きく変化した。これまで、撮像素子と記憶媒体に関しては、銀塩フィルムを使ってきたが、デジタル化によって、CCDやCMOSといった固体撮像素子を使い、磁気ディスクや半導体メモリなどの記憶媒体を利用する方向へと転換した。このようなデジタル化によって、カメラのドミナント・デザインは著しく変化し、産業の競争状況にも著しい影響を与えている。

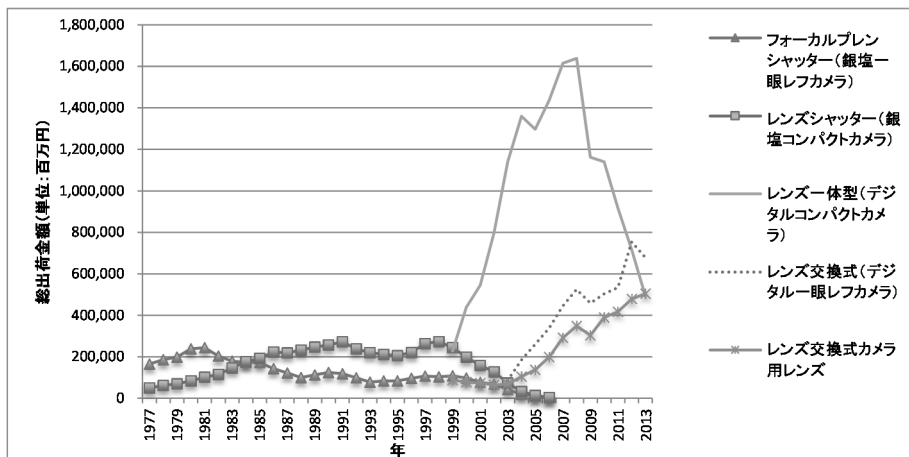


出所：カメラ映像機器工業会ホームページよりデータを取得して筆者が作成。

図1 銀塩カメラとデジタルカメラの総出荷数量

カメラ産業全体で、銀塩カメラがデジタルカメラにとってかわるプロセスは図1に示されている通りである。カメラ映像機器工業会によると、デジタルカメラの総出荷量は1999年より統計が取られているが、2002年には機能的に代替関係にあると思われるコンパクトデジタルカメラと銀塩コンパクトカメラの出荷数量は逆転し、その後、コンパクトデジタルカメラの出荷数量は急速に増加している。しかしながら、2010年から総出荷数量は急速に減少している。銀塩コンパクトカメラは1977年からしか総出荷数量が確認されていないが、戦前から日本企業が生産していることは知られている。銀塩コンパクトカメラの出荷数量は1997年が最大で、そこから出荷数量の統計がとられなくなるほど減少するまで10年かかっているが、コンパクトデジタルカメラの場合は、15年間のあいだに出荷数量が急速に増加して減少している。このように、銀塩コンパクトカメラの出荷数量の減少はコンパクトデジタルカメラによる代替と考えられるものの、コンパクトデジタルカメラの最大の出荷数量は銀塩コンパクトカメラの最大出荷数量の3倍に達している。このような銀塩コンパクトカメラとコンパクトデジタルカメラの代替は急速、かつ大規模に発生したことから、新しい需要を開拓した可能性が考えられるが、銀塩カメラが普及した年月を考えれば、これまで出回っていた銀塩コンパクトカメラが入れ替わったと考えた方が良いであろう。一方、コンパクトデジタルカメラの減少は、スマートフォンやタブレットの普及によると考えられる。

熟練者向けの製品である銀塩一眼レフカメラとデジタル一眼レフカメラも同様の代替関係が存在する。デジタル一眼レフカメラに関する出荷数量の統計が取られ始めた2003年の翌年には、銀塩一眼レフカメラとデジタル一眼レフカメラの総出荷数量は逆転している。一眼レフカメラの場合、出荷数量をみるとその戦略的重要性はわかりづらいが、出荷金額で見ると2013年にはコンパクトカメラの出荷金額を超えている(図2)。一眼レフカメラは、交換レンズを必要とする製品であり、交換レンズの出荷



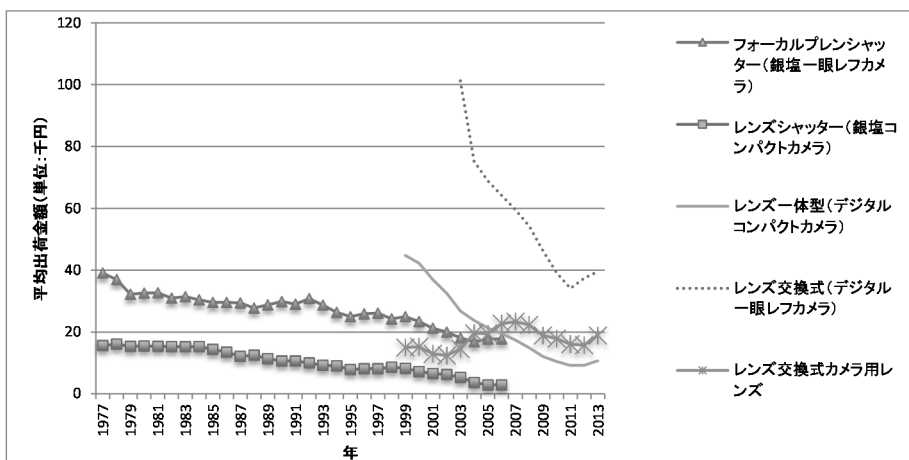
出所：カメラ映像機器工業会ホームページよりデータを取得して筆者が作成。

図2 銀塩カメラとデジタルカメラの総出荷金額

金額も合計すると、その出荷金額の大きさから、カメラ・メーカーにとっての戦略的重要性がわかる。レンズは写真の画質を高めるために重要なコンポーネントであり、一眼レフカメラを購入する消費者が、交換レンズへの追加的な支出をする可能性は高い。実際に、総出荷金額を見てみると、レンズの出荷金額はデジタル一眼レフカメラの出荷金額と同等程度である。また、平均出荷金額をみると、2007 年以降はコンパクトデジタルカメラの平均出荷金額よりも交換レンズの平均出荷金額の方が高くなっている（図 3）。つまり、製品 1 単位当たりの価格が高いと考えられる。交換レンズは、現在一眼レフカメラを購入している消費者だけでなく、過去にカメラ本体を購入して使用し続けている消費者も購入するため、カメラ本体よりも長期的に購買が期待できるため、カメラ・メーカーとしても戦略的に重要な製品であるといえる。

このような環境の中で、デジタルカメラの競争状態は急速に激化した。たとえば、コンパクトデジタルカメラにおけるシェア上位 5 社の変動を見ると、1996 年から 2000 年頃までは、カシオ計算機や富士フイルム、オリンパスなどが 20 パーセント以上のシェアを獲得していたが、その後は 10 パーセントから 15 パーセントのシェアを占める企業が多くなっている（図 4）^②。また、上位 5 社に入らない「その他」の企業が多いという状況が続いており、2000 年から 2011 年頃までは各企業のシェアに大きな差がない状況での競争となっている。

デジタル一眼レフカメラに関しては、2003 年より出荷数量の統計がとられ、シェアが明らかになっている 2007 年以降 2011 年までは成長期にあるといえる。この期間に徐々に競争が激化していると思われる。2007 年の段階では、キヤノンとニコンがそれぞれ 40% 近いシェアを占めていたが、その後、この 2 社のシェアは減少し、各企業のシェアは均等化していく。これは、ミラーレスカメラの普及などの影響もあると考えられるが、競争が激化する傾向にあるといえるだろう。

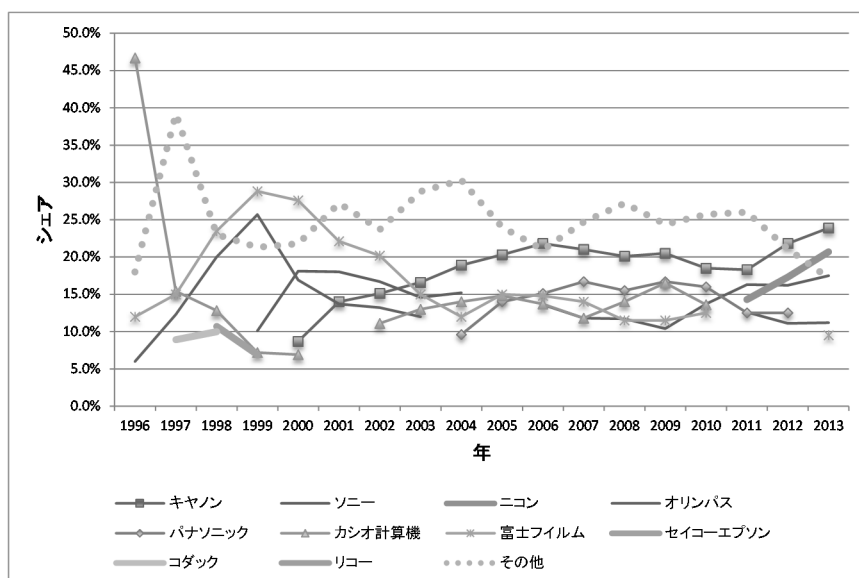


出所：カメラ映像機器工業会ホームページよりデータを取得して筆者が作成。

図 3 カメラの平均出荷金額の推移

このように、デジタルカメラが登場することによって、銀塩カメラは急速にデジタルカメラに代替した。デジタルカメラが市場に登場してからの期間で考えれば、わずかに3年程度の間に代替している。このような急速な代替に対して、既存企業が追従出来ないという現象が先行研究などでも指摘されているが、カメラ産業においては各企業はこの代替に対応しているように思われる。コンパクトデジタルカメラでは、当初、カシオ計算機が大きなシェアを占めており、総合家電メーカーのソニーとパナソニックの参入はあるものの、キヤノンやニコン、オリンパス、富士フイルムなどのカメラ・メーカーのシェアは高い。また、デジタル一眼レフカメラに関していえば、当初からキヤノンとニコンが大きなシェアを占め、同様に総合家電メーカーの参入はあるものの他のカメラ・メーカーのシェアも高い。

カメラにおけるデジタル化の方向性は何年も前から予測されていた。1981年にソニーが最初の電子スチルビデオカメラを発表して以来、1986年のキヤノンによる市販化など、技術方式は異なるものの、デジタル化の流れは予測されていた。そして、1995年にカシオ計算機によるQV-10の発売によってデジタルカメラという製品がこれから市場に普及していくというプロセスは共通の認識が得られていたように思われる。一方で、先行研究等で指摘されているように、十分に予測されている技術転換の方向性でも、既存企業がその流れに追従することに失敗している事例が数多く観察されている。しかしながら、カメラ産業においては、既存のカメラ・メーカーもこのデジタル化への転換に対応してきた。そこで、カメラ・メーカーを中心として、デジタル化の技術開発に影響を及ぼした家電メーカー等の技術戦略について次の節で述べる。



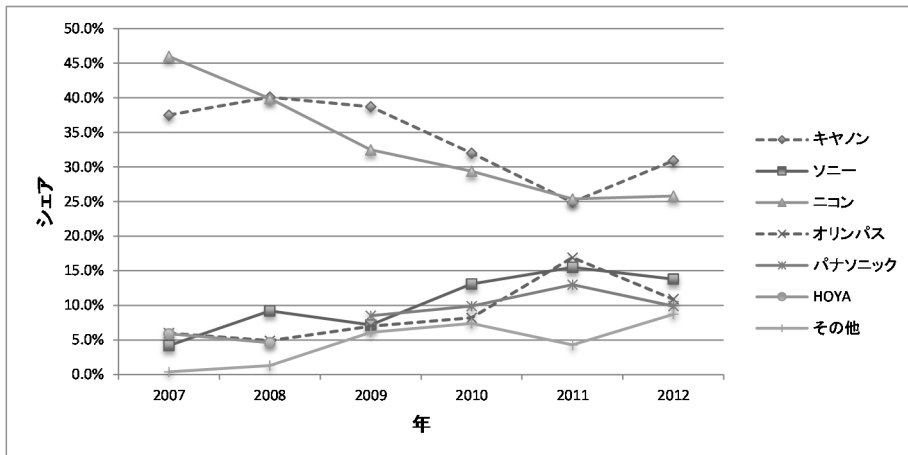
出所：日経産業新聞調査より筆者が作成。

図4 コンパクトデジタルカメラの台数シェア

4. カメラ・メーカーの技術戦略

銀塩カメラからデジタルカメラへ急速に代替が進んだという環境において、カメラ・メーカーはどのような行動をとったのであろうか。カメラ・メーカーがデジタル化に関してどのような対応をしているかを示すデータとして特許が考えられる。デジタルカメラの中心的なコンポーネントである撮像素子に関して、CCD や CMOS が有力な技術として考えられていた。したがって、これらの撮像素子に関する研究開発がカメラ・メーカーでも行われていたが、同時にこれらの撮像素子の開発に力を入れていた企業グループとして家電メーカーも存在する。家電メーカーは技術力において、これらの撮像素子の開発を有利に進めることが可能であったはずであるが、実際にはカメラ・メーカーも積極的に開発を行っていたことを、特許情報を中心に確認する^③。

CCD と CMOS に関する過去 21 年間の出願数の推移は図 6 の通りである。2006 年まで CCD の特許は年間 1500 件を超えていた。これは CCD が撮像素子の主要な技術として、期待が高かったことをうかがわせる。それに対して、CMOS は年間 700 件前後で推移しており、CCD と比較して 3 倍ほどの件数の差が出ている年もある。CCD と CMOS は、2014 年現在では、双方ともデジタルカメラの撮像素子としてコンパクトカメラから一眼レフカメラまで利用されているが、1990 年代には、デジタルカメラの撮像素子として有力な技術は CCD であると考えられていた。CMOS は安価で消費電力が小さいものの画質に問題があると考えられていたため、研究開発が低調であったと推測される。しかしながら、2007 年以降 CCD の出願件数も減少している。技術的な成熟により特許への出願件数が減少している事も考えられるが、デジタルカメラの撮像素子として主力とはなりえないと考えられていた CMOS の画質が向上し、デジタルカメラに採用されるようになったため、CCD の魅力度が下がり、CCD に対する研究開発努力が低下しているとも考えられる。実際に各企業の研究開発活動の傾向はどのようになっているだろうか。



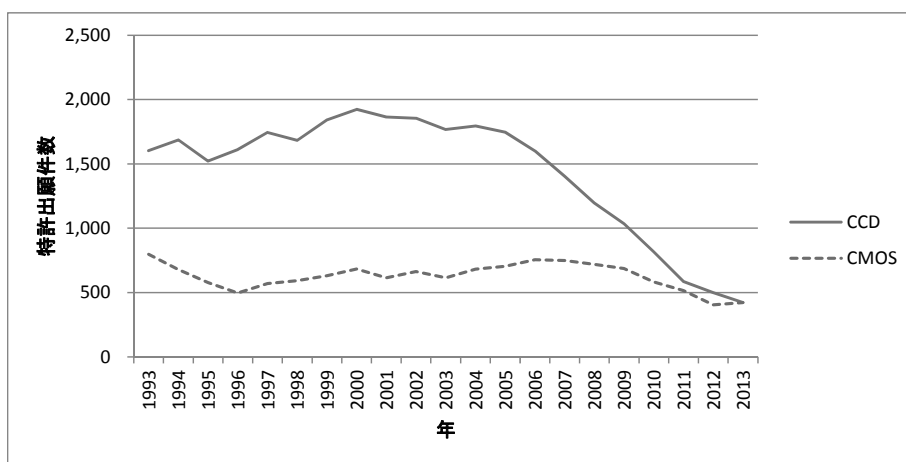
出所：日経産業新聞調査より筆者が作成。

図5 デジタル一眼レフカメラの台数シェア

CCDの特許に関しては、21年間の全件数に占める上位14社の件数は40%前後で推移している。CCDに関する特許の特徴はカメラ・メーカーの申請件数が家電メーカーの申請件数と拮抗しているということである(図7)。各企業の特許申請件数は1993年から2013年にかけて徐々に減少する傾向にあるが、一貫して活発にCCDに関する特許を申請しているのは、キヤノン、オリンパス、リコーといったカメラ・メーカーである⁴⁾。しかしながら、この期間で最も件数が多いのは総合家電メーカーであるソニーであり、カメラ・メーカーとそれ以外の家電メーカーというグループで集計するとこの二つのグループの件数は拮抗している。ソニーは早い段階からデジタルカメラの商品化に関心を持っており、特に1990年代の初めから積極的に特許の申請を行っている。撮像素子に関しては積極的な研究開発活動を行い、カメラという製品にとって重要なレンズに関しては、カールツァイス社と提携することによって製品化に至っている。

このようなCCDの技術開発競争の激しさは急速な性能の向上にも現れている。CCDの画質を示す一つの指標として画素数があるが、1996年に発売されたカメラの画素数は30万画素から35万画素であったのに対して、1997年にオリンパスから発売されたカメラは141万画素、1998年の8月には200万画素を超えるCCDを使ったカメラが発売された⁵⁾。30万画素はパソコンのディスプレイ並の解像度と言われているが、141万画素は銀塩フィルムのサービス版の写真と画質は変わらないと言われている。

CCDは2000年代前半にかけて、デジタルカメラの主要技術として各企業が技術開発に注力してきた。しかしながら、2000年代中盤以降は一眼レフカメラの上級機種でもCMOSイメージセンサーが使われるようになり、CCDに対する関心は低下しつつ



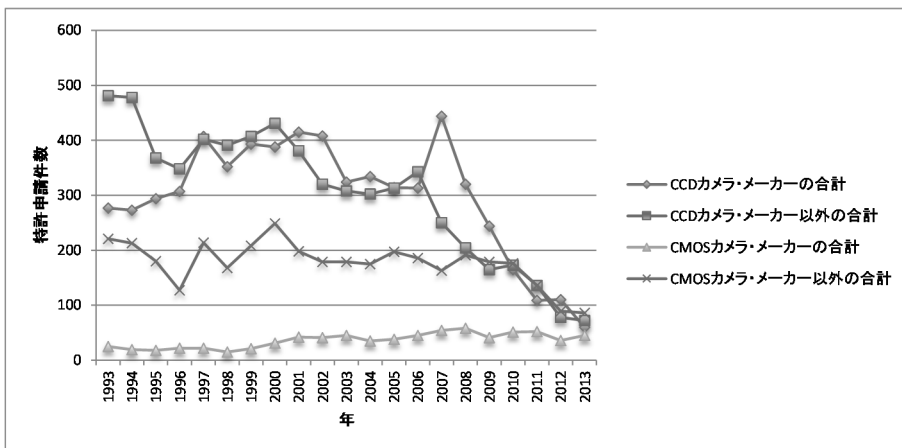
出所：工業所有権情報・研修館ホームページ (<http://www.inpit.go.jp/index.html>) の特許電子図書館から筆者が作成。

図6 CCD/CMOSの特許出願数

ある。CCD イメージセンサーは、感度に優れ、ノイズが少ないという技術的優位性があったが、消費電力量が多く、構造が複雑なため、生産が困難であった。CMOS をデジタルカメラの撮像素子として活用する上で問題となっていた部分を解決することによって、CCD の優位性は相対的に減少していったといえる。

CMOS に関しては、全件数に占める上位 14 社の件数は 35% 前後で推移している。CMOS に関する特許の特徴は、総合電機メーカーの申請件数が多数であるということである。21 年間の特許申請件数は概ね一定で推移している中で、総件数で最も多いのは日立グループであり、ソニー、東芝、パナソニックなどが続いている。CMOS の技術開発に関して、カメラ・メーカーは一貫して低調である。1990 年代の初期は日立や東芝が多くの特許を出願しており、2003 年以降はソニーとパナソニックの件数が多い。しかしながら、CCD と比較したときに CMOS の件数は少ないため、申請件数が多いグループと低調なグループとの差異が大きいわけではない。

当初、CMOS は低価格な撮像素子として、携帯電話用カメラや低価格デジタルカメラの撮像素子として活用されてきた。しかしながら、性能の向上により、一眼レフカメラにも CMOS が使われるようになった。このように CCD と CMOS はデジタルカメラの撮像素子としての位置づけが明確にあったように思われるが、どちらがより有望な技術となるかという認識が企業によって異なっていたと思われる。CCD は 2000 年前半まではデジタルカメラやカメラ付き携帯電話の撮像素子として有力な技術だと考えられていた。実際に、2003 年頃に CCD の供給量が逼迫しており、その代替製品として MOS 型 (CMOS) の存在が認識されていた⁶⁾。CCD に関しては、製造プロセスの複雑性ゆえに、限られた企業しか生産することができないため、比較的生産が容易な CMOS が代替品として認識されていたが、画質に関しては劣っていると考えられていた。しかしながら、2004 年頃になると、CCD と MOS 型のどちら優位かとい



出所：工業所有権情報・研修館ホームページ (<http://www.inpit.go.jp/index.html>) の特許電子図書館から筆者が作成。

図7 企業グループ毎の特許申請件数

う議論が専門誌で取り上げられているように、MOS 型の技術が徐々に見直される傾向にあった⁹⁾。これは、CCD の画質を向上させるために画素数を高める微細化が限界に達しつつあることと、CMOS の微細化に関する問題を解決するイノベーションが起きたことに起因する¹⁰⁾。しかも、その後は微細化が競争の軸ではなくなり、コスト競争力の方が重要になるという予測もあり、CCD のイメージセンサーとしての優位性は相対的に下がった。その他にも、高フレーム・レート化と広ダイナミック・レンジなど、CMOS の方が有利となる競争の軸が予測されつつあった⁹⁾。

この二つの技術に対する認識の違いは、出自の違いによって認識が異なっていたと説明するだけでは困難である。デジタルカメラと撮像素子に関する技術開発は、カメラ・メーカーと総合電機メーカーが主要なプレーヤーであった。カメラ・メーカーは、銀塩カメラで培った光学技術を活用できるものの、撮像素子や電子回路などに関する技術は劣っていた。しかし、カメラのデジタル化は 1980 年代から予想されていたため、少ないながらも研究開発の蓄積をしていた。総合電機メーカーは半導体技術等の技術蓄積があるため、撮像素子に関する技術的蓄積はあったものの光学技術に劣っていた。このような出自の違いが各企業の意思決定に影響を及ぼしているのだろうか。

ソニーは総合電機メーカーでありながら、CCD の技術的優位性が高いと認識していたと考えられる。1990 年代の特許出願数の傾向からするとソニーは CCD に関する研究開発を積極的に行っており、キヤノンなどと共に多くの特許を出願している。CCD センサーの出荷高に関するシェアを見ても、4 割近くのシェアを占めており、CCD が有力な技術だと認識していたと考えられる¹⁰⁾。多くの総合家電メーカーが DRAM などの半導体製造技術とシナジーが期待できる CMOS センサーに力を入れているが、出自が類似であっても採用する戦略が異なる企業も存在していたことになる。

逆に、カメラ・メーカーでありながら、CCD だけでなく、CMOS などの技術開発にも積極的に関与している企業もある。キヤノンやオリンパスは CCD の特許を積極的に出願しているが、CMOS に関しても、総合家電メーカーには劣るものの、多くの特許を出願している。また、製品化に関していえば、CMOS を活用したデジタルカメラの導入にも積極的である。カメラ・メーカーはカメラの開発と生産を主としていたが、早い時期から多角化を行っており、多様な製品と技術の動向を認識していたと考えられる。たとえば、キヤノンとニコンは銀塩カメラの時代より、高級カメラのシェアを競い合った企業であり、多角化においても半導体製造措置への進出など、類似の戦略をとることも多い。一方で、デジタル化における撮像素子への対応に関しては、キヤノンは撮像素子の内製化を進めているが、ニコンは撮像素子を外注している。このように、カメラ産業における技術開発戦略に、出自や市場地位などといった単純な経路依存性を想定するのは困難であるといえる。

5. おわりに

本論文では、カメラ産業における主要技術の転換と関連する各企業の企業行動に関する考察を通じて、各企業が技術転換を異なって認識している可能性を検討し、そのような認識の違いがなぜ発生し、異なった企業行動につながりうるのかを議論した。カメラ産業は、この 20 年の間に、銀塩カメラからデジタルカメラへと、ドミナント・

デザインが急速に変化した産業である。このような急速な環境の変化に対して適応することができない企業が現れることがありうるが、カメラ産業においては、各カメラ・メーカーは新しい技術に対応してきた。たとえば、撮像素子は、カメラ・メーカーにとっては未知の領域であり、技術開発は困難であることが予想される。そこで、撮像素子の技術開発に関して概観してみると、撮像素子として有力であった CCD と CMOS のうち、CCD に関しては、カメラ・メーカーによる特許申請が活発に行われており、技術開発をリードしていたと考えられる。CCD はデジタルカメラの撮像素子として有力な技術と認識されていたが、それまでの銀塩フィルムを使ったカメラとの技術的な差異はかなり大きく、カメラ・メーカーの研究開発活動の方向性は大きく変更することを余儀なくされたはずであるが、その転換がスムーズに行われていることが推測される。

しかしながら、同様の機能を提供する CCD と CMOS の技術に関する認識について若干の差異があるともいえる。当初、CCD と CMOS 技術は共に撮像素子として認識されていたが用途が異なっていると考えられていた。CCD は高画質なカメラに適しているものの消費電力が大きく、コストが高いため、安価なデジタルカメラや携帯電話には不向きであると考えられていた。それに対して、CMOS は低コストで生産できるものの高画質のカメラには不向きであると考えられていた。しかしながら、CMOS の技術が向上し、デジタルカメラの上級機種でも CMOS が利用されるようになり、2000 年代中盤より CMOS への転換が進んだ。CCD の省電力化や低コスト化といった動きも散見されるが、CMOS への転換が進んでおり、この技術転換もドミナントなものになると考えられた。このような変化に対する対応も、企業の出自や市場地位等に関わらず、様々な行動が生じた。

このように、カメラ産業におけるデジタル化への技術転換プロセスは、他の事例と比較して、いくつかの特異な点が存在する。カメラ産業に関わる技術転換のプロセスに比較的多くのカメラ・メーカーが追随している事と、出自が同じであり、保有している技術力などが類似しているという共通点や、市場地位などに関わらず、異なった技術戦略をとっていることがあるということである。カメラ産業における技術進化の方向性に関する予期をどのように形成しているのかについて、企業の意思決定者のレベルでのさらに詳細な観察が必要であると考えられる。

【注】

- (1) その他にも、小型化技術や電気信号技術などがありうるが、銀塩フィルムを使ったカメラとデジタルカメラに共通の要素技術を取り上げた。
- (2) 上位 5 社のシェアのみが明らかにされており、その他の企業は「その他」に含まれている。
- (3) 特許電子図書館において、1993 年から 2013 年まで、各年毎に CCD と CMOS それぞれの技術を企業名で絞り込み検索を行った。
- (4) ニコン等の一部のメーカーは撮像素子の内製をしていなかったために、カメラ・メーカーとしては研究開発が低調であったと考えられる。しかしながら、ニコンは 2003 年以降撮像素子の内製に切り替えた（日経エレクトロニクス 2003 年 8 月 18 日号、p. 30）。
- (5) 『日経ビジネス』（1998 年 10 月 12 日）、p. 63。

- (6) 『日経マイクロデバイス』(2003年10月)、p. 104。なお、2004年頃から、CMOS ではない MOS 型のイメージセンサーが増えてきたことで、専門誌上では MOS 型イメージセンサーという用語が使われるようになってきた。
- (7) 『日経マイクロデバイス』(2004年4月)、pp. 36-43。
- (8) 『日経マイクロデバイス』(2005年4月)、p. 66。
- (9) 『日経マイクロデバイス』(2005年4月)、p. 68。
- (10) ソニーは 2009 年には高画質なカメラの撮像素子に関して、CCD センサーから CMOS センサーへと切り替えて、大量生産を開始している(『日経マイクロデバイス』(2009年9月、p. 39)。

【参考文献】

- インパテック (2013)『特許情報分析 (パテントマップ) から見た CCD・CMOS カメラ技術に関する技術開発実態調査報告書』パテントテック。
- カメラ映像機器工業会ホームページ (http://www.cipa.jp/index_j.html)
- 工業所有権情報・研修館ホームページ (<http://www.inpit.go.jp/index.html>)
- 『日経エレクトロニクス』「ニコンが方針転換 デジカメの撮像素子を内製」2003 年8月 18 日号、pp. 30-31。
- 『日経ビジネス』「CCD (電荷結合素子) 固体撮像素子 デジカメの“電子の目” ソニー、松下らが開発競争」1998 年10月 12 日、pp. 63-66。
- 『日経マイクロデバイス』「CCD の生産が追いつかない 商機訪れる CMOS 陣営」2003 年10月号、pp. 104-105。
- 『日経マイクロデバイス』「MOS 対 CCD 画質ギャップ埋まり、MOS 型へシフト」2004 年4月号、pp. 36-43。
- 『日経マイクロデバイス』「イメージセンサーにも“微細化の限界” MOS 型を中心に新たな三つの競争軸」2005 年4月号、pp. 65-70。
- 『日経マイクロデバイス』「CCD のソニーも BSI 型で CMOS へ」2009 年9月号、pp. 38-43。
- Abernathy, W. J. (1978). *The productivity Dilemma*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Abernathy, W.J., K.B. Clark and Alan M. Kantrow. (1983), *Industrial Renaissance: Producing a Competitive Future for America*, New York: Basic Books. (日本興業銀行調査部訳 (1984)『インダストリアル・ルネサンス—脱成熟化時代へ』TBS ブリタニカ)
- Baldwin, C.Y., and K.B. Clark (2000) *Design Rules, vol. 1: The Power of Modularity*, Cambridge, MA: MIT Press (安藤晴彦訳 (2004),『デザイン・ルール』東洋経済新報社)。
- Christensen, C. M. (1997) *The Innovator's Dilemma*, Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Foster, R. N. (1986) *Innovation: The Attacker's Advantage*, New York: Summit Books (大前研一訳 (1987)『イノベーション：限界突破の経営戦略』TBS ブリタニカ)。
- Henderson, R., and K. B. Clark (1990) “Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms,” *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, no. 1, pp. 9-30.
- Tushman, M. L., and P. Anderson (1986) “Technological Discontinuities and Organizational Environments,” *Administrative Science Quarterly*, vol. 31, no. 3, pp. 439-465.