

○立野公男，浜田真悟（文科省），Nathalie Cavasin（早大），桑原輝隆（文科省）

## 1. 緒言

日本のデジタルカメラ産業は、昨今の日本のデジタル家電景気を支えている重要な製品のひとつである<sup>1) 2)</sup>。これは、「誰にもまねのできないものを、誰にもまねされない方法で作る。」というビジネス戦略が功を奏したのであり、1995年に始まった市場の立上りから急激に国際競争力を発揮して高い市場シェアを獲得してきた。その反面10年の年月を経て、この技術イノベーションの波に乗りきれず苦境に立たされているカメラ関連企業もある。実際に、2005年5月28日、DPA通信は、ドイツのアグファ・フォト社が破産したと報道した。同社はこれまで、日本の（株）富士写真フィルム、および、米国のコダック社と並んで世界のビッグスリーと称せられていた写真フィルムメーカーの老舗である。そしてさらに、既に国内において、デジタルカメラ市場は飽和しつつあり、日本のカメラメーカー間で淘汰が始まっており、未だ飽和しきっていない海外市場の争奪を巡って熾烈な競争を展開している。

一方、小型のデジタルカメラモジュールを搭載した携帯電話の市場規模が2001年より急速に拡大しつつあり、携帯電話の2004年度までの総生産台数5億台のうち、カメラ付きは1.8億台にも達している。カメラ付き携帯電話に搭載されている撮像素子と光学モジュールのおよそ80%は日本製であり、ここでも日本の企業は強い国際競争力を発揮している。

本報告では、ここ数年のカメラ付き携帯電話の急進展という新たな局面を迎えたデジタルカメラ技術と産業の動向を探る。特に、主として携帯電話への搭載を狙った「可変焦点液体レンズ」という新たな技術イノベーションへの挑戦が、フランスの大学発ベンチャー、Varioptic社によって推進されている事実に注目する。同社は、ノキア社、モトローラ社に次いで世界第3位の携帯電話シェアを持つ韓国のサムスン社と技術提携を結んで本格的なビジネス構築に向けて邁進しており、日本が目下、国を挙げて推進中の産学連携の好事例と見られるからである<sup>3)</sup>。

2005年5月に経済産業省が発表した統計<sup>4)</sup>によると、日本の大学発ベンチャー企業の数は、1099社に達した。これは、2001年に立てられた数的目標が産官学の努力により3年の歳月を経て達成された数である。そして、これからは、大学発ベンチャーの質的向上、すなわち、経営の自立性が問われる段階に来ている。本報告は、このような状況の中で、Varioptic社をフランスの大学発ベンチャーの典型例とし、その立上げの経緯やフランス政府からの支援状況などを見て、質的向上に向け邁進中の日本の大学発ベンチャー育成の進め方への提言を行う。

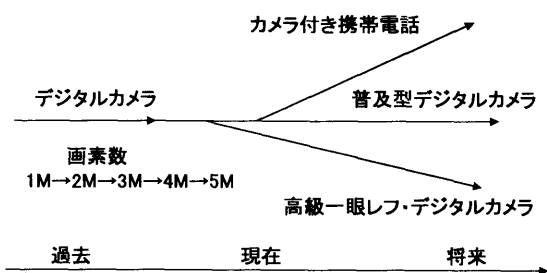
## 2. カメラ付き携帯電話の市場動向と技術課題

図表1は、デジタルカメラ市場の変容を模式的に表したものである。すなわち、デジタルカメラは撮像素子のピクセル数の増加とともに進展し、日本のメーカーが強い国際競争力を発揮してきたが、今後は少なくとも三つの方向に多様化すると予想される。一つは従来の延長線の普及型デジタルカメラである。二つは5Mピクセル以上の撮像素子を搭載した高級一眼レフ式デジタルカメラの方向である。そして、三つ目がカメラ付き携帯電話<sup>1)</sup>である。

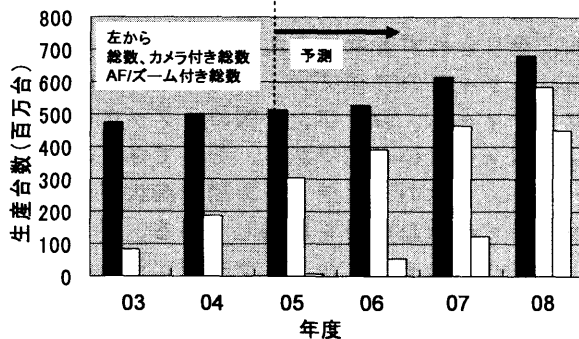
これらのうち、カメラ付き携帯電話の生産台数は、デジタルカメラと同様、既に急速な伸びを

示している。図表2は、カメラ付き携帯電話の市場実績と今後の予測である<sup>2) 5)</sup>。2004年の実績で、5億台。そのうちカメラ付きは1.8億台であるが、2008年には7億台となり、その90%以上がカメラを搭載しており、60%がズーム機能を持つと予想されている。

ところが、携帯電話に搭載できるレンズ光学系のモジュールは、自動焦点機構やズーム機構を含めてデジタルカメラの場合よりも相当小型である必要がある。また、携帯電話の落下試験は1.8mと高く、作動回数も5万回であり、通常のデジタルカメラよりも厳しい。さらに、今後もHDD（ハードディスク）搭載やスイカ機能など携帯電話の高集積化や多機能化は益々進展するのでこれまで以上に部品の小型化と省電力化が必要である。従って、光学系の小型化やズームレンズの駆動用機械系の耐衝撃性、さらには撤廃への要求は強くなる一方であり、何らかの技術ブレイクスルーが期待されることになる。



図表1 デジタルカメラ市場の多様化



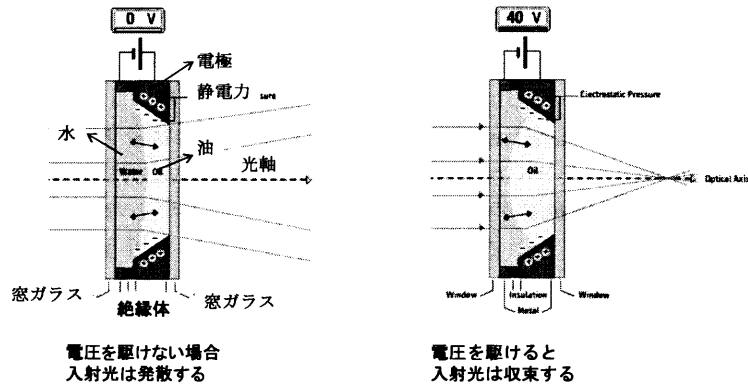
図表2 カメラ付き携帯電話市場の実績と今後の予測 (ガートナー社<sup>2)</sup>、および、Varioptic社<sup>5)</sup>の資料をもとに政策研で作成)

### 3. 可変焦点液体レンズの登場

光学系の小型化のブレイクスルーへの挑戦は既に存在し、今年の CeBIT'05 (国際情報通信見本市・ハノーバメッセ・3/10-16)で、サムスン社は、フランスの大学発ベンチャー Varioptic 社の試作品である電圧印加式可変焦点液体レンズを搭載したカメラ付き携帯電話の試作品を展示した。そのモデルの概観は従来のカメラ付き携帯電話と変わらないのに自動焦点機能を持つという。技術提携額は120万ユーロと報道されている。

図表3は、Varioptic社の可変焦点液体レンズの原理である<sup>5)</sup>。すなわち、光学系は、水、および、油の液滴レンズからなるダブレットである。液滴は、表面張力により球面状となりレンズ効果を持つ。単一のレンズでは、色収差や球面収差が発生するため、凸レンズと凹レンズを組み合わせたアクロマチック（色消し）な構成となっている。図表3の左側の図は、電圧が印加されていない状態であり、レンズへの入射光はレンズを通過後発散する。しかし、右側の図のように、電極に40Vの電圧を印加するとレンズ曲率が増加して入射光はレンズを通過後収束する。すなわち、レンズの焦点距離を変えることができ、自動焦点機能を持たせることができる。さらに、このユニットを二式設置すればズーム機能を機械系とそれを駆動するモーターなしで実現できるというのである。

カメラ付き携帯電話への搭載を狙った液体レンズの開発は、オランダの大企業 Philips 社でも行われている<sup>6)</sup>。特許的には Varioptic 社の方が早いと同社は喧伝しているが、完成度は両社でほとんど接近している模様である。Philips 社は、何に積むかは明らかにしていないが、既に量産ラインを準備しているという。



図表 3 可変焦点レンズの原理(Varioptic社の資料をもとに政策研で作成)

#### 4. フランスの技術イノベーションの伝統と Varioptic 社

現在普及しているカメラの原型の発明は、米国のコダック社でもドイツのアグファ・ゲヴァルト社でもなく、フランスの画家 Louis Daguerre (1799～1851) によってなされ 1839 年に発表された。しかし、フランスには、現在、カメラ産業はほとんど存在していない。

したがって、今日のフランスにおいては、カメラ産業の技術イノベーションは大学発でしかありえない。因みに、同じような事態が最近、米国の大学でも起きている。すなわち、半導体の露光装置について、現状では、アメリカの企業は国際競争力を持っていない。にもかかわらず、MIT が液浸リソグラフィという技術イノベーションのきっかけを打ち出し、いわゆる ITRS (International Technology Road Map for Semiconductors) ロードマップを三世代先までブレークスルーした事例がある (科学技術動向 2004.5<sup>7)</sup>)。

可変焦点液体レンズというユニークな技術の発明者は、元フランスの大学の教職にあり、国立科学研究センター(National Center for Scientific Research)の研究科学者でもあった Bruno Berge 氏である<sup>8)</sup>。もちろん、液体レンズの本格的な実用化には、耐温度変化などの品質保証や組み立てコストに課題が残っている。

しかし、仮に、液体レンズが大量生産やコスト課題に応えられず、カメラ付携帯電話への適用が困難であった場合でも、たとえば胃カメラ用の光学ヘッドなどへの応用もある。したがって、液体レンズがもし何らかの形で上手く製品化されれば、日本の応用光学分野に携わっている大学の研究者がせっかくの機会を見逃してしまうことになり、残念な結果となる。それは、日本の大学の研究者の方が、最先端のデジタルカメラや胃カメラの技術に接する機会が多く、発明のチャンスにより恵まれていると思えるからである。

Berge 教授によると、可変焦点レンズの開発は、ジョセフ・フーリエ大学 (Université Joseph Fourier / Grenoble I)、及び、リヨン国立高等師範学校 (Ecole Normale Supérieure de Lyon) における 10 年間にわたる研究の結実であるという。すなわち、研究は 1990 年ごろに開始し、特許登録は 1999 年(WIPO:99018456)であり、政府からの支援を受けたのは、2002 年からである。1990 年当時は、デジタルカメラもカメラ付き携帯電話も存在していなかった。従って彼は、液体物理の専門家として、応用の出口を意識しない "Electrowetting" の基礎研究を数年間じっと耐えて継続した頑固な研究者であったように見える。つまり、Berge 教授はこの水面下での期間に専門を深め、"Electrowetting" のメカニズムを深く研究し、技術のコアを作り上げ、研究自体の主体性を先ず獲得した、つまり、「競争力のコア」としたのである。

## 5. 結 言

光露光装置の液浸技術ブレイクスルー<sup>7)</sup>や本報告の可変焦点液体レンズに見られるように、光学製品に使われる材料は、ガラスにはじまり、プラスチックを経て、液体を活用するところまで来た。液体レンズの開発は、Handling、組み立てコスト、耐温度変化などを考えると、企業で取り組むにはリスクが大きすぎるテーマであり、皮相なアイデアだけでは本格的な技術にならず、"Electrowetting"の物性的な現象の物理学的解明が先立たねばならなかった。そのため、研究者の自発的な知的好奇心を駆動力とする大学の活躍が重要な役割を担うのであり、大学は、本格的な技術シーズの潮流をつくるよう期待されている。

その一方で、デジタルカメラの市場が飽和し、カメラ付き携帯電話の市場が新しい潮流となっていることが明らかとなった。これらの技術シーズの潮流と市場ニーズの潮流がぶつかり合う潮目に、大きなビジネスチャンスがある。実際、可変焦点液体レンズ開発のプロジェクトは、フランスの大学発ベンチャーと韓国サムスン社の連合のみならず、巨大企業の老舗であるオランダの Philips 社も推進していることに注目すべきである。

日本の産学連携はここ数年で体制が整い、大学発ベンチャーの数的目標が達成され、いよいよ真価が問われる段階に入った<sup>4)</sup>。企業で辛酸を舐めながら実績を積んだ技術者は、「完成度の低い研究は冗談である。」と言い切る。大学の研究者は、ハイリスクな研究テーマに取り組めるというエキサイティングな境遇に恵まれている。これまで以上に自らの技術のコア育成につとめ、市場の新しい潮流に果敢に足を踏み入れ、チャンスとみたらビジネス勝負に挑むべきである。それは、経済がグローバル化した今日にあつては、Varioptic 社<sup>9)</sup>の事例のように、その国の企業が必ずしも強い国際競争力を持っていない分野でも、質の高い大学発ベンチャーが育つ可能性が十分あるからである。

一方、政府の機関や研究を管理する大学内の機関は、研究資金の助成や運営にあたり、ハイリスクであってもスケールの大きいイノベーションを狙う研究の保護者として、ある程度の期間長い目で功を焦らず忍耐強く研究者の個性と主体性を十分重んじる経営の仕方が重要であると考えらる。

## 謝 辞

本報告執筆にあたって貴重なご意見、ならびに、資料を提供頂いた、(株)ニコンの大木裕史氏、コニカミノルタ(株)の宮前 博氏、ソニー(株)の小松裕司氏、(独)産総研の小笠原敦氏、そして、(株)日立製作所の井戸立身氏の各位に感謝します。

## 6. 参考文献

- 1) 光学技術コンタクト;特集:「カメラ付き携帯電話の現状と今後の展望」, 1, '02, Vol. 40.
- 2) <http://www.gartner.co.jp/press/index.html> (July 5. 2005)
- 3) 立野公男「デジタルカメラとカメラ付携帯電話の動向」科学技術動向 2005.7. No. 52.
- 4) 経済産業省 大学連携推進課;News Release 2005.4.25.
- 5) <http://www.varioptic.com/en/technology.php> (July 5. 2005)
- 6) B. Hendriks et al. Proceedings of ICO'04, Tokyo, 12 July, 2004, pp11-12.
- 7) 立野公男「半導体微細加工技術の最新動向」科学技術動向 2004.5. No. 38.
- 8) [http://www.spm.cnrs-dir.fr/encre/encre\\_03/CDR/CVs/](http://www.spm.cnrs-dir.fr/encre/encre_03/CDR/CVs/) (July 5. 2005)
- 9) <http://www.lyongerland.com> (July 5. 2005)