

《CMOSがCCDを上回ったイメージセンサ市場》 混戦模様のCMOSセンサ市場 破壊的イノベーション創出に期待



㈱エフエーサービス 半導体事業部 技術主幹 湯之上 隆

CCDセンサか？ CMOSセンサか？ 21世紀に入って、カメラモジュールの主役をめぐる技術開発が激化した。特に、携帯電話用については、当初CMOSが先行したが、画素数や画質への要求によりCCDがシェアを伸ばした。ところが、CMOSの性能がCCDに追いつき始めたことから、再びCMOSが優勢となり始めた。CCDとCMOSの世界市場規模の年次推移を見ると、2008年のリーマンショックを境に、市場規模が逆転（図1）。CCDが飽和する傾向にあるのに対して、CMOSは成長し続ける模様である。イメージセンサは、半導体市場全体の中では数%と小規模ながら、日本、特にソニーが技術開発をリードし、トップシェアを握ってきた分野である。本稿では、CCD、CMOSそれぞれの分野の勢力図を明らかにするとともに、今後も日本が世界をリードしていくためには何が必要かを論じる。

日本メーカーが独占しているCCDセンサ

CCDは、1969年に米ベル研究所のW. S. BoyleとG. E. Smithなどによって発明された。彼らはこの業績によって、2009年にノーベル物理学賞を受賞した。

CCDとは本来、複数のMOS構造下に連続した空乏層を形成させ、ある1つの電極下に導入した電荷を隣の電極下に転送する電荷結合素子のことを意味する。そのため、またの名を電荷転送素子ともいう。このCCDは、転送する電荷量がアナログ的であり、光電変換素子と同じ動作をするため、イメージセンサへの採用が検討されることになった¹⁾。

ところが、CCDの技術開発は困難を極めた。歩留りを向上させることができないことなどから、米国企業が次々と脱落していったという²⁾。そのような中、執念深く技術開発を進め、製品化への壁を打破したのは、ソニーを筆頭とする日本メーカーだった³⁾。その結果、CCDは、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、監視カメラ、リニアセンサ、デジタル一眼レフカメラなど、様々な用途に広がった。すなわち、ソニーをはじめとする日本メーカーは、CCDにおいて、新たな市場を切り開き、イノベーションを起こしたと言える。

その結果として、現在、CCDにおいては、ユニットシェアも売上高シェアも、日本メーカーが独占している（図2）。特に、70年代当初から技術開発を牽引してきたソニーは、ユニットおよび売上

高シェアとともに50%を超えており、圧倒的な存在感を示している。

CMOSではOmniVisionが成長

70年代、CCDとパッシブピクセル型MOSセンサが、激しい技術開発争いをした。80年代に入って、S/N比においてCCDに軍配が上がり、パッシブピクセル型MOSセンサの開発は一旦幕を閉じた。

ところが、80年代後半に入って、日本では増幅型イメージセンサの開発が始まった。また、海外では、LSIではお馴染みのCMOSをベースにしたCMOSセンサの開発が主流になった。CMOSセンサは、当初パッシブ型が主流だったが、次第にS/N比

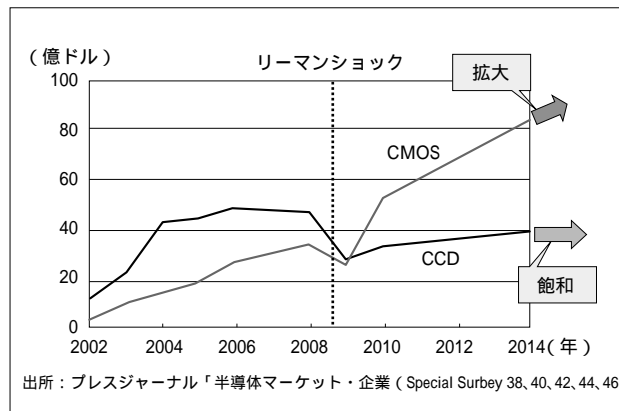


図1 イメージセンサの世界市場規模

に有利な増幅型のアクティブピクセル型に移行した。つまり、日本の増幅型という技術と、海外のCMOSベースという技術が融合したことになる⁴⁾。

次に、2000年以降のCMOSの企業別シェアを見てみよう(図3)。DRAMのCMOS製造技術を上手く転用した米Aptina Imagingが、2006年にユニットおよび売上高ともに、25%を超えるトップシェアを獲得している。ところがその後、ユニットシェアにおいては、米OmniVision Technologiesおよび韓国Samsung Electronicsが急成長し、2009年にはAptinaを追い抜いてトップシェア争いを演じている。東芝、ソニー、キヤノンなどの日本メーカーは、ユニットシェアでは下位に沈んでいる。

一方、売上高シェアにおいては、Aptinaが凋落し、2009年にソニーがトップに躍り出た。また、OmniVisionおよびSamsungもこれに続き、Aptinaを追い抜く気配である。

日本メーカーの強みと弱み

CCDでは、日本メーカー、特にソニーが圧倒的シェアを占めている。高画質、高性能、高品質のCCDでは、他の追随を許さない強固な地位を確立している。ところが、CCD市場規模は飽和傾向にある。

一方、携帯電話用カメラとしての地位を確立したCMOSは、市場規模でCCDを上回り、今後も成長が続くと予想される。CMOSの売上高シェアで、2009年にソニーがトップに躍り出た。しかし、ユニットシェアでは、OmniVision、Samsung、Aptinaがトップシェア争いをしており、ソニーをはじめとする日本メーカーのシェアは低い。

2009年のCMOS市場で、ソニーの売上高シェアは22%とトップであるが、ユニットシェアは4.7%に過ぎない。ここから、ソニーのCMOSは、ユニット1個当たりの単価が高い高付加価値製品であると推測できる。つまり、ソニーは、CCDもCMOSも、高画質、高性能、高品質な高付加価値製品で、世

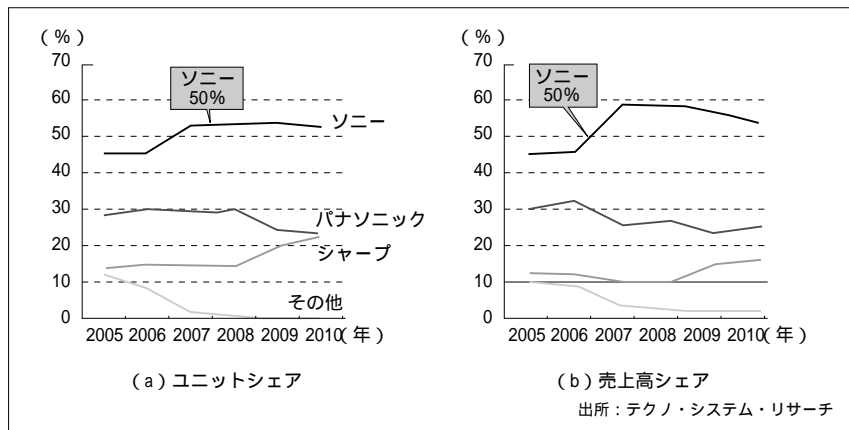


図2 CCDのユニットシェアと売上高シェア

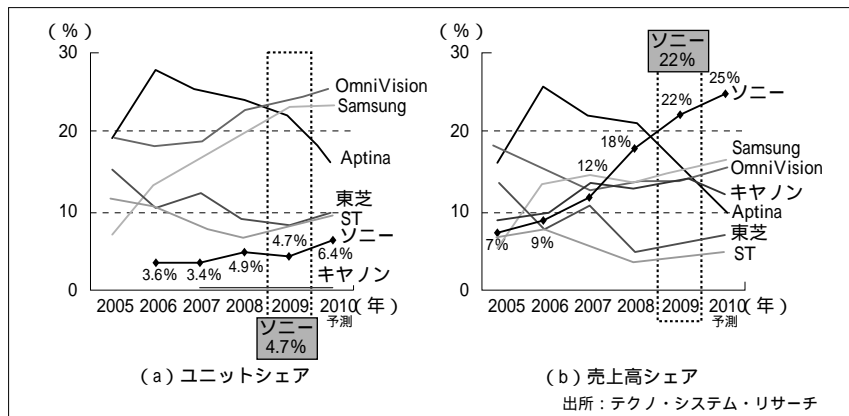


図3 CMOSのユニットシェアと売上高シェア

界トップの座にあると言えよう。

ソニー(つまり日本)の死角はどこにあるのか?

イノベーションのジレンマの懸念

かつて、日本半導体メーカーはメインフレーム用に25年保証の高品質DRAMを製造して、DRAMの世界シェア80%を占めるに至った。ところが、コンピュータ業界にパラダイムシフトが起き、メインフレームに代わってPCが上位市場となった。

この時、Samsungや米Micron Technologyは、PC用DRAMを破壊的に安価に大量生産した。一方、主要顧客がメインフレームメーカーであった日本の半導体メーカーは、相変わらず25年保証の高品質DRAMを作り続けてしまった。その結果、コスト競争に敗れ、エルピーダメモリ1社を残して撤退に追い込まれてしまった⁵⁾。

すなわち、米ハーバード大学ビジネススクール教授 クリステンセン氏が言うところの“イノベーションのジレンマ”が起きたのである⁶⁾。破壊的技術がイノベーションを起こす時、持続的技術を駆

逐する。その破壊的技術は、高性能・高品質とは限らない。むしろ、ちょっと性能や品質が劣る場合が多い。その代わりに、“小さい、安い、使いやすい”などの特徴を持つ場合が多い。

イメージセンサにおいて、高付加価値路線を走っているように見えるソニーに対しては、イノベーションのジレンマに陥ることが最大の懸念点である。

海外メーカーの強み

高付加価値技術で先行しているソニーなど日本メーカーに対して、CMOSのユニットシェアで上位に位置するOmniVision、Samsung、Aptinaには、どんな強みがあるのか？

OmniVision

OmniVision自体はファブレスであり、製造はTaiwan Semiconductor Manufacturing (TSMC) に委託している。当初、CMOSセンサのようなデリケートなデバイスは、ファンドリーではできないと思われていた。ところが、さほど高画質・高性能は必要がない携帯電話用に便乗してユニットシェアを拡大してきた。

TSMCの黎明期に次のような逸話がある。87年創設のTSMCは、手始めに見よう見まねでDRAMを作ってみた。これを米Hewlett-Packard (HP) や米IBMに持ち込んだが、ビット欠けはあるわ、信頼性は貧弱だわ、ということで問題外の評価を受けた。ところが、彼らがしたたかなのは、その出来損ないのDRAMでも売り先はないかと探し、市場を見つけ出してしまおうところにある。その市場とは、オーディオプレーヤ業界である。例えば、CDプレーヤの場合、CDに書き込まれた情報を、一度RAMに転送し、これを音声情報に変換する。そこに使われるRAMなら、多少のビット欠けも、少々の信頼性の悪さも問題にならない。彼らはこのRAMを、「オーディオRAM (A-RAM)」と称したという。このようにして、A-RAM市場を見つけ出したTSMCは、A-RAMを量産した。量産するうちに次第に技術が蓄積していき、まともなDRAMも製造できるようになっていったという。

OmniVision-TSMC連合が製造しているCMOSセンサも、最初はたいした性能ではないかもしれない。しかし、量をこなすうちに、技術は蓄積し、やがて、高性能製品もできるようになる可能性は高い。

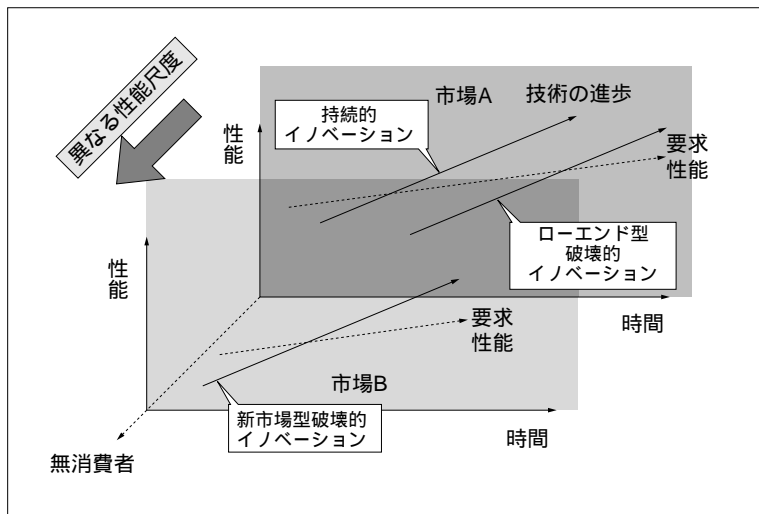


図4 2つの破壊的イノベーション

特に、昨今のTSMCは、LSIのプロセス技術において、最早、日本を凌駕している。OmniVision-TSMC連合を侮ることはできない。

Samsung

現在、Samsungのプロセス技術を侮っている人はいないであろう。資金力、意思決定の迅速さなど、恐るべき半導体メーカーになってしまった。しかし、筆者が最も脅威に思うのは、Samsungのマーケティング力である。先進国から新興諸国まで、最も優秀な社員を、現地駐在のマーケットターとして送り込む。例えば、インドに送り込まれたマーケットターは、インドに住み、インドの言葉を話し、インド人と同じ食事をし、インド人の生活様式や文化を身体で学ぶ。最初の1年間は、それが仕事となる。そのようにしてインドを理解した上で、インド人が好むモノ、インド人が必要とするモノ、インド人が買いたいと思うモノを特定し、いつまでに、いくらで、何個作れと指示を出すのである。つまり、Samsungのマーケットターは、市場を創り出すのである。

その結果、インドの家電製品売り場は、Samsung製品であふれている。例えば、鍵がかかる冷蔵庫（泥棒が多い）、瞬停電機構付き冷蔵庫（停電が多い）、クリケットのスコア表示機能付きTV（インド人は国技であるクリケットをTVで見るのが好き、しかし競技時間が長いので時々チャンネルを変えたい、でもクリケットのスコアが気になる）など。これらの電気製品が、低所得者のために、日本製の半額で売られるのである。

携帯電話用のCMOSセンサにおいても、このようなマーケティング力が発揮されていると思われる。

「iPhone」用と、BRICsなどの新興諸国の携帯電話用とで、機能や性能を、ダイナミックに変化させているのではないか?

Aptina

Aptinaは、元々Micron Technologyの一部門であった。Micronは、90年代後半、破壊的に低コストでDRAMを量産し、Samsungに次いで世界シェア2位を獲得した。日本半導体メーカーと比較して、約半分の15枚のマスクでDRAMを製造したその衝撃は、「マイクロン・ショック」と呼ばれた。筆者も、在籍していた日立製作所で、マスク枚数の削減に挑戦させられた1人だが、マスク枚数30枚を20枚にすることすらできなかった。それほど、Micronの低コスト技術は破壊的だった。

Aptinaは、そのようなMicronの“破壊的低コスト技術”のDNAを受け継いでいる。従って、2007年以降シェアを落としていると言っても、いつまた復活してくるか、侮ることはできない。

ソニーをはじめとする日本メーカーへの期待

高付加価値製品を追求する大企業が、瞬く間に転落するイノベーションのジレンマ。このジレンマを回避し、トップに君臨し続けるにはどうしたら良いのだろうか? それは、トップ企業が破壊的技術を追求め、トップ企業自らが破壊的イノベーションを仕掛けること以外にないと思える。

前出のクリステンセン氏は、破壊的技術には、次の2種類があることを示している(図4)^{7) 8)}。1つは、既存市場における圧倒的なローコスト型破壊。もう1つは、今まで無消費者だった者をターゲットにする新市場型破壊である。

日本が独占し、ソニーが50%を超えるシェアを有するCCD市場は飽和している。従って、さらなる成長を望むならば、新市場型破壊を起こすしかない。ソニーは、かつて、トランジスタラジオや「ウォークマン」によって、新市場型破壊的イノベーションを起こしてきた実績がある。視点を変え、異業種との接点を模索し、先進国だけでなく途上国にも目を向けて、新市場を見つけ出して欲しい。

また、CMOSでは、新市場型破壊はもちろんのこと、圧倒的なローコスト破壊も視野に入れるべきである。世界人口は68億人である(図5)。そのうち、先進国は10億人程度である。新興諸国の中間層は10~20億人に達し、毎年1億人ずつ増大している。ただし、中間層とはいってもその生活レベルは、日本人が想像するものとは全く異なる。その中間層が必要としているのは、どんなCMOSセンサ

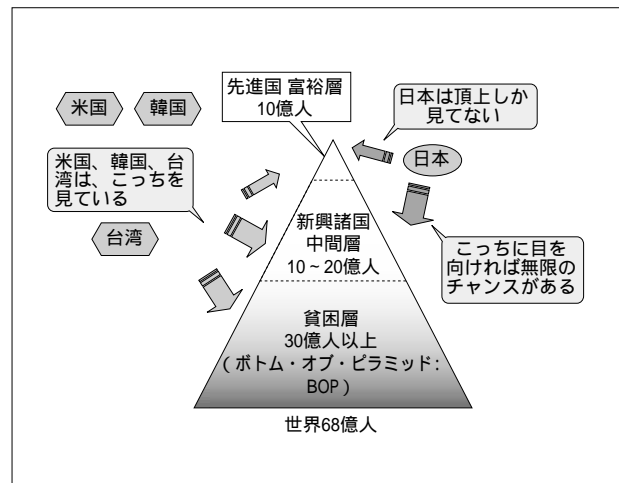


図5 世界68億人には無限の市場がある

か?

さらに、その下には、30億人もの貧困層がある。このボトム・オブ・ピラミッドにも目を向けよう。そこには、必ず新たな市場が存在する。

米Intel元会長のアンディ・グローブ氏は言った。「今日のローエンドでビジネスを失えば、明日にはハイエンドを失う」。米ミシガン大学のC. K. プラハラード教授は言った。「企業は“ピラミッドの底辺にある宝の山”を開拓せよ⁹⁾」。米Microsoft創業者のビル・ゲイツ氏は言った。「最も怖いのはAppleやOracleではなく、どこかのガレージで新しい何かを生み出している連中だ」。

今後の、ソニーをはじめとする日本メーカーの破壊的イノベーション創出に期待したい。

参考文献

- 1) 角南英夫、川人祥二編著：メモリデバイス・イメージセンサ、丸善、6章
- 2) 越智成之：イメージセンサのすべて、工業調査会
- 3) 矢野正敏：Semiconductor FPD World(2008.8) pp.36-39
- 4) 前掲書(1) 7章
- 5) 湯之上隆：日本「半導体」敗戦、光文社
- 6) クレイトン・クリステンセン：イノベーションのジレンマ、翔泳社
- 7) クレイトン・クリステンセン：イノベーションの解、翔泳社
- 8) クリステンセン、アンソニー、ロス：明日は誰のものか イノベーションの最終解、ランダムハウス、講談社
- 9) C. K. プラハラード：ネクスト・マーケット 「貧困層」を「顧客」に変える次世代ビジネス戦略、英治出版