

# 携帯電話機部品の企業間取引(2)半導体の取引

KIM, Yongdo / 金, 容度

---

(出版者 / Publisher)

法政大学経営学会

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

経営志林 / The Hosei journal of business

(巻 / Volume)

41

(号 / Number)

3

(開始ページ / Start Page)

69

(終了ページ / End Page)

80

(発行年 / Year)

2004-10-30

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00003320>

## 〔研究ノート〕

## 携帯電話機部品の企業間取引（2）：半導体の取引

## 金 容 度

## 目 次

1. はじめに
2. ロジック IC の企業間取引
  - （1）携帯電話機向けロジック IC の諸品種
  - （2）国内市場における取引
  - （3）海外市場における取引
3. 画像センサーの企業間取引
4. 液晶の取引との関連及び比較
  - （1）関連：液晶駆動用 IC を中心に
  - （2）比較
5. 終りに

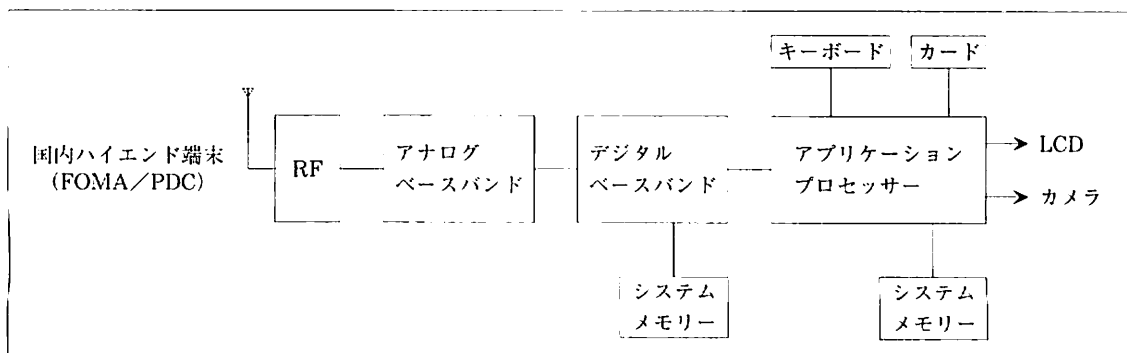
## 1. はじめに

携帯電話機の製造コストに占める部材費の割合は極めて高い<sup>1</sup>。小さな端末の中に様々な部品が組込まれているからである。例えば、携帯電話機には、前号の論文で検討した液晶等のディスプレイ部品はもとより、多数の半導体チップが搭載され

ている。また、コンデンサ等の受動部品、無線通信の品質を保証する温度補償水晶発振器、表面弾性波の水晶フィルタ、電子基板、2次電池等<sup>2</sup>も携帯電話機部品である。携帯電話機を部品の塊とってよからう。

機能を基準に携帯電話機のダイヤグラムを描いたのが図1である。この図によると、RF（Radio Frequency、高周波）、デジタルとアナログのベースバンド、アプリケーションプロセッサ、等が中核のブロックになっているが、それらの機能を担う半導体がロジック IC である。また、システムメモリー、カード等にもフラッシュメモリー（電氣的に一括消去・再書き込みできる読み出しメモリー）という半導体が使われており、なおかつ、LCD を駆動する素子も、カメラのセンサー（固体撮像素子）も半導体である。携帯電話機の重要機能の大半が半導体によって果たされているのである。

図1. 携帯電話機のブロックダイヤグラム



出所：『電波新聞』、2004年4月27日

コスト構成という面でも半導体の重要度は高い。例えば、2004年春頃の調査によると、100万画素のカメラ付き携帯電話機の場合、画像素子の

CCD（電荷結合素子）とCMOS（相補性金属酸化膜半導体）センサーが5,500～6,500円、フラッシュ・メモリーとSRAMが7,200～8,000円、DSP

(Digital Signal Processor, 音声と画像の信号処理に適した専用チップ)とマイクロプロセッサが6,800~7,200円, その他の半導体が4,200~4,500円と推定されている<sup>3</sup>。同調査で, 同機種の携帯電話機に搭載される他の部品のコストは, 液晶モジュール(QVGA)が7,000~7,400円, 受動部品が2,600~2,800円, バッテリ・アダプタが1,200~1,300円である。半導体が部品コストの7割弱を占めているのである。

そこで, 本稿では, 携帯電話機向け半導体を対象にして, その企業間取引の実態の解明を試みる。

分析視点としては, ユニット間の摺り合せを重視する。この点について少し立入って述べておこう。

携帯電話機が組立製品である限り, それがどのような部品からなっているかということだけでなく, 多くの部品がどのように組立てられるかも問われる。この問いについて, 携帯電話機のサブ機能を果たす諸ユニットの間のつながりはさほど複雑でないといわれる。いいかえれば, 携帯電話機は比較的モジュラー・アーキテクチャに近く, そのため, 開発に際して, 各ユニットの開発作業が分離でき, 半ば独立に進められることが多いといわれる<sup>4</sup>。

しかし, 後述するように, 携帯電話機各社はあえてインターフェースの標準化のために, 国際的な提携を図っている。標準化されていないインターフェースが依然残されていることが示される。また, まったく新規の携帯電話機モデルを開発する場合, いくつかの局面で諸部品間, あるいは, 諸ユニット間での密接な調整が不可欠であるともされる<sup>5</sup>。携帯電話機にも, 部品, あるいは, ユニットの間の摺り合せの必要性が残されているといえる。そして, ユニットの多くが半導体である点を考慮すると, こうした摺り合せは半導体の開発と密接にかかわっていることが推測できる。

ユニット間の摺り合せの必要性は, 個別部品レベルでは, カスタム半導体チップの必要性に繋がる。つまり, 携帯電話機向けに, 汎用標準のチップだけでなく, カスタムのチップも少なからず存在しうる。実際, 筆者の行ったインタビューによると, 携帯電話機向け IC のカスタム化の度合いは, 汎用化がかなり進んでいる PC 用 IC と, カ

スタムチップの重要度が圧倒的に高いデジタル家電向け IC の中間位であるとされる<sup>6</sup>。従って, 携帯電話機に使われる半導体チップの取引を論じる上で, 特定需要家との摺り合せを注意深く考察すべきであり, これが本稿の主な分析視点である。

論文の構成についてであるが, 半導体の中で, とりわけ, 特定ユーザー向けのカスタムのものが多いロジック IC と画像センサーにおける企業間取引を検討する。つまり, 論理・演算機能を担うロジック IC (2), カメラ付き携帯電話機に使われる画像センサー (3) の順で, 企業間取引の分析を加える。そして, 4 で, 携帯電話機のもう一つの重要部品であり, 前号の拙稿の検討対象であった液晶の取引との関連を検討し, 半導体の取引と液晶のその比較をも行う。

本稿の執筆にあたっては, 各種の公表資料の他, 半導体企業へのインタビュー記録をも活用する。利用されるインタビュー記録は, 日本の半導体企業 A 社へのインタビュー (2003年11月25日, 2004年7月8日), 米半導体企業 B 社の日本法人へのインタビュー (2004年1月7日), 日本の半導体設計企業 C 社へのインタビュー (2004年8月26日)<sup>7</sup> 等である。

## 2. ロジック IC の企業間取引

### (1) 携帯電話機向けロジック IC の諸品種

現在, 携帯電話機向けは世界半導体市場の20%位の構成比で, パソコン向けに次ぐ第2の半導体用途として浮上している<sup>8</sup>。なかんずく多く搭載されているのがロジック IC である。具体的に, ロジック IC には, ベースバンド LSI, RF IC, その他のいくつかの周辺 IC がある。

まず, ベースバンド LSI はデジタル信号処理を行う頭脳部分である。その中の DSP と MCU (マイクロコントローラー) は別々に搭載されてきたが, 現在は, DSP と MCU をワンチップ化したものが一般的である。ただし, アナログ信号とデジタル信号の変換を行うアナログベースバンドはデジタルベースバンドとワンチップ化することが必ずしも最適とはいえず, 各社の対応が異なる<sup>9</sup>。

携帯電話機の無線回路である RF 部は, バイポー

ラ回路で設計され、その重要部分のアンプはガリウムヒ素などの化合物半導体で作られる。化合物半導体が、シリコンに比べ電子移動度が速く、超高速、高周波化が可能であるからである<sup>10</sup>。

周辺のロジック IC としては、まず、液晶駆動用（ドライバ）IC があげられる。液晶駆動用 IC は、液晶パネル上に画像を表示する機能を果たすものであり、画像データを伝える「ソースドライバ」と、画像の表示位置を決める「ゲートドライバ」からなる。他の周辺 IC としては、携帯電話機の着信メロディーによく使われる音源用 IC、そして、電源用 IC などがあげられる。

## （２）国内市場における取引

携帯電話機用ロジック IC の開発契約は必ずしも長期のものだけでない。なおかつ、需要家と一緒にチップの共同開発を行う場合も、その結果が芳しくなければ、１回限りで共同開発を打切ることが珍しくない。

しかし、同じ取引相手と繰り返し契約を延長するケースも多く、また、共同開発の結果がいい場合は、次にまた同じ相手と共同開発を行う<sup>11</sup>。このように特定の相手と長期的な取引関係が結ばれる場合は、携帯電話機の個別機種ではなく、複数の機種の開発が行われ、この際、「開発品を価格帯や機能によって数種類の製品群に分け、各製品群に対してデバイスの要求仕様を決め」る。また、機密保持契約を前提に、携帯電話機メーカーが半導体メーカーに対して数年先までの要求仕様を開示し始める<sup>12</sup>。需要家（＝携帯電話機メーカー）にとっては、特定半導体メーカーに対して厚い信頼をもつことによって可能になる行動である。逆に、こうした信頼関係に基づいて、半導体メーカーが特定需要家１社向けの開発のために、かなり手間がかかる要求に応じることも憚らない<sup>13</sup>。

大手需要家は、新製品に組込まれるロジック IC の供給者を探すに際して、特に、半導体メーカーの実績を重視するといわれる。さらに、大手需要家は、半導体メーカーがライバル関係にある携帯電話機メーカーに半導体を売込んだ実績をも高く評価する<sup>14</sup>。

携帯電話機の製品サイクルは短いが、通常、受注したデバイスの設計開始から最初の量産チップ

の納入開始まで、３ヶ月がかかる。つまり、納入開始日から逆算して、３ヶ月以上の時間があれば、注文を引受ける。３ヶ月を一つの目安にする理由は、設計から製造までかかる時間が１ヶ月～２ヶ月である上、携帯電話機向け以外の用途のチップも同じラインで量産することが多いので、ラインの利用の日程調整、ないし組合せの調整に時間が要るからである<sup>15</sup>。ただし、異なる線幅のチップ、例えば、先端のロジック IC とリニア IC を同じ量産ラインに流すことは、できるだけ避けるという。より古い世代のチップ、あるいは、線幅の太い品種を最新の先端ラインに流すことは、先端ラインの無駄な活用と認識されるためである。

契約後、需要家の要求が変更される場合も多い。需要家からの要求変更の中には、チップの仕様変更はそれほど多くなく、注文数量の変更が最も多いとされる。納入期限の１週間前に注文がキャンセルされる例すらある。このように注文数量の変更が頻繁であるため、例えば、購入数量の最低限を設けるなど、注文のキャンセルに対応する内容を契約書に盛り込む。しかし、すべての可能性を契約書に盛り込むことは不可能に近く、国内需要家との間では、変更が発生する都度、相談しながら対応する<sup>16</sup>。形式的な契約だけに拘らない日本的な取引慣行が現れる。

とはいえ、対応が不十分になる場合もある。そのため、半導体メーカーが生産計画を立てるとき、予想需要を各需要家の要求の合計より低く設定するが多い。特に、ロジック IC のうちの汎用品は、同じ需要家が複数の経路を通じて注文するが多いから、半導体メーカーにとっては、需要量の二重計算の可能性が高い。このリスクを低くするために、需要量を少な目に見積もることが普通であるという<sup>17</sup>。

供給側のミスで需要家からのクレームが発生するケースもある。携帯電話機を出荷してから不良が発見される場合、事態はより重大になる。この場合は、携帯電話機から半導体チップを剥がさなければならないが、携帯電話機は小さいから、作り直したチップを基板にハンダ付けする作業がかなり難しい。そこで、半導体メーカーは、できるだけ、携帯電話機のソフトウェアの工夫によって対応しようとする<sup>18</sup>。

携帯電話機向けのロジック IC の中で、ベースバンド用 IC、電源用、液晶駆動用、音源用 IC などの場合は、特定需要家とのやり取りがより重要であるカスタム IC が多い。こうした国内向けカスタム IC に限って言うと、日本の半導体メーカーが高い供給能力を有している。

また、セミカスタムも多い<sup>19)</sup>。セミカスタム IC とは、当初カスタム IC として開発され、一定の時間が経過してから、他の需要家にも販売されるチップを指すが、携帯電話機向けに、セミカスタム IC が多いことは興味深いところである。セミカスタム IC が多い主たる理由は、最近、携帯電話機向けカスタム LSI の開発費が莫大なものになっていることである。こうした開発費の負担増大のため、開発を依頼する特定の携帯電話機メーカー 1 社だけで、その開発費を負担することが難しくなっている<sup>20)</sup>。よって、携帯電話機メーカーは、半導体メーカーがカスタムチップをセミカスタムに転用することを認める代わりに、開発費負担の一部を半導体メーカーに負わせる。

ただし、社内向けで開発されたカスタム IC はセミカスタム化がより難しい。例えば、日本の携帯電話機メーカーのうち何社は、それに組込まれるロジック IC を内製しており、この社内向けロジック IC の中では、カスタム IC が多く含まれている。その際、カスタム IC の開発費の負担軽減という面では、上述のケースのように、社外にセミカスタム IC として外販することが望ましい。しかし、携帯電話機の製品差別化に重要なロジック IC を外部に販売することに伴うリスクも高い。社内向けとして開発された携帯電話機用ロジック IC をセミカスタム化に変えるには難点が多いのである。

セミカスタム化が一層進むと、標準品になる。当然ながら、半導体メーカーにとって、開発費の速い回収という面からは、カスタム IC を標準品へ転用する方が望ましい。しかも、標準品は、カスタム IC より需要先が広い上、生産ロットが大きくなる可能性が高いなどのメリットもある<sup>21)</sup>。

日本の携帯電話機向けロジック IC のうち、標準品の割合は約 25%～50% といわれるが<sup>22)</sup>、この標準品市場への取組みは、日本企業が遅れている。それには、すでに述べたように、日本の半導体メー

カーの中で、携帯電話機の事業に携わっている企業が少なからず、それらの企業の場合、カスタム IC として開発されたものをそれほど簡単には標準品化できないことも影響していると思われる。逆に、この国内標準品ロジック IC の市場においては、海外半導体メーカーが高い市場シェアを占めている。例えば、通信技術にも強い半導体メーカーの TI (Texas Instruments)、クアルコム (Qualcomm) などがこの用途の標準ロジック IC 市場において高い競争力を維持している<sup>23)</sup>。

### (3) 海外市場における取引

最近になって、日本のキャリア、携帯電話機メーカーも、海外市場への進出に本腰を入れている。こうした流れの中で、日本の半導体メーカーに拘らず、海外の有力半導体メーカーと手を組んで、海外進出を図る例も増えている。例えば、最近、日本の携帯電話機メーカーは、国内の半導体メーカーだけでなく、海外の「preferred bender」をベンチマーキングして、それらの海外半導体メーカーから何年間継続してチップを調達するケースもある。また、NTT ドコモは第三世代携帯電話「FOMA」向けの無線処理用半導体と画像処理機能をワンチップ化する LSI を、米 TI と共同で開発すると発表した<sup>24)</sup>。

日本の半導体メーカーも、携帯電話機向けの海外市場の開拓に積極的に乗出している。元々、RF 部のアンプに使われる化合物半導体、音源用 IC は輸出が多かったとされるが<sup>25)</sup>、輸出される品種がさらに広がっている。輸出の経路は、半導体メーカーの現地販売会社による直販、現地の distributor による販売、半導体メーカー系列の半導体商社経由の三つがある<sup>26)</sup>。そのうち、現在は、半導体メーカーの現地販売会社による直販の強化が顕著である。半導体各社が最も注目しているのが中国市場であろうが、各社は、この中国市場で現地セールスエンジニア体制の充実、生産体制の拡充、現地設計機能の強化、などを進めている。例えば、日立と三菱電機の非メモリ部門を統合して新設されたルネサステクノロジ社は、中国における半導体製造や営業を束ねる統括会社を上海に設立した。沖電気は、中国の携帯電話機メーカーの要望に合わせて音源用 IC の商品企画を行うた

め、上海に半導体のマーケティング子会社を設立した<sup>27</sup>。

このようにその重要性が増している海外市場には、実は、日本国内市場と違う点が現れている。最も著しい違いは、価格、ないし、コストの要求面の違いである。つまり、日本の携帯電話機メーカーと比べると、海外の同業企業は、半導体の調達において、価格、ないし、コストをより重視する傾向が強い。その理由について述べておこう。

国内外の携帯電話機市場の特徴を大雑把に比較してみると、国内市場が技術的により進んでおり、高級機種が最も早く出され、なおかつこうした機種が早く浸透している市場である。例えば、カメラ付き携帯電話機の普及、そのカラー化や高画質化に先行してきたのは日本市場である。そのため、日本市場は高級機種偏重の特徴があり、従って、国内向け半導体チップも高機能機のハイエンド対応部品が高い割合を占める。低価格化の誘因が相対的に弱いのである。

それに、日本の場合、携帯電話事業者が支払う販売奨励金があり、これが消費者の購入価格を低く抑えている。こうした理由で、日本の携帯電話機メーカーは、デバイスの低コスト化の要求が、海外需要家ほど強くなかった。

この点は、ここで論じているロジック IC に限らず、3 で論じる CCD の場合にも現れる。少なくとも、これまでの半導体の諸品種については、ある程度一般化可能な現象のように思われる。

逆に、海外市場においては、まだ日本市場より機能が劣る製品が多く、そういう市場では価格、ないしコストが重要な競争焦点になるため、半導体の価格水準がより重視される。つまり、海外需要家にとって、半導体を含めて部材コストの上昇は携帯電話機の市場価格の上昇に直結するため、携帯電話機メーカーが受け入れられるコストは日本市場向けに比べて低くなる。海外市場においては、ごく一部の高級機種を除いて、低コスト化の要求が一層厳しいのである。

さらに、デバイスの低コスト化を加速する動きも現れている。デバイス間を結ぶインタフェースの標準化の動きである。半導体の需要家にとってインタフェースの標準化は、デバイスの仕様面の差をなくして、コスト競争を促進することが目的

である。とりわけ、海外の半導体需要家は、こうしたインタフェースの標準化の普及を促す存在である。例えば、中国の携帯電話機メーカーは、モジュール部品の組み合わせによる開発期間の短縮を希望しており、それが標準インタフェースの普及を促進する要因になっている。これまで標準インタフェースへの関心が薄かった日本の携帯電話機メーカー、つまり、国内の半導体需要家とは異なる面でもある。

なお、国際的なインタフェースの標準化の嵐は、需要家、同業企業を巻き込んで企業間提携を促している。その重要な例が2003年7月に結成された「MIPI (Mobile Industry Application Processor Interface)」である。この団体は、プロセッサと周辺回路間のインタフェース仕様を策定しており、Nokia など世界トップの携帯電話機メーカーだけでなく、同用途の半導体を供給している TI 社、英 ARM 社、伊仏 STMicroelectronics 社なども加入している<sup>28</sup>。

他方、最近の携帯電話機市場においては、勝ち組、負け組の差が大きく、メーカーの格差が広がる傾向がある。この用途の半導体メーカー間の競争も、勝ち組といかに取引関係をつくり、維持するかにかかるとされる。たとえば、標準品半導体の開発においても、特定の優良需要家と一緒に共同開発することのメリットは大きい。つまり、優良の需要家と組んで新たな標準品を開発すると、半導体メーカーにとって、初期投資負担を分担することができる上、採算に乗る時点を早めることができる。この場合、開発費の負担については、半導体メーカーが販売収入の一部（差別化にかかわる部分）を共同開発に関わった需要家に払うか（セミカスタムと同じ方式）、もしくは、次回取引の時、IC の納入価格を引下げる形で補償するとされる。

ただし、他面では、勝ち組の半導体メーカーは規模が大きいため、デバイスの取引の際に、価格交渉力が高い。従って、かつての家電メーカーのように、半導体メーカーとの間に高い交渉力をもつまでは至らないものの<sup>29</sup>、半導体メーカーにとって、携帯電話機用半導体の販売、価格交渉を行いくなくなったことは明らかである。

### ３．画像センサーの取引

カメラ付き携帯電話機に搭載されている画像センサー（＝カメラ部品）は、光の強弱を受光部で感知し、画像情報をデジタルの電気信号に変える半導体である。画像センサーとしては、CCD と CMOS イメージセンサーの２種類が使われている。CCD は、特殊な製造プロセスと高い駆動電圧が必要であるという限界があるが、高画素数を実現できるという強みがある。CMOS イメージセンサーは、標準のプロセスで製造できる上、低電圧、低消費電力のメリットがあるが、暗電流ノイズやランダム・ノイズ、固定パターン・ノイズといった雑音が CCD 型より大きいため、高画質（＝高画素数）に課題を残している。

よって、百万画素級以上の高画素用には CCD が、30万画素級までの低画素用には CMOS イメージセンサーがそれぞれ使われている<sup>30</sup>。もともと CCD はデジタルカメラや画像家電などに搭載されたが、2002年秋よりカメラ付き携帯電話機が登場することによって、携帯電話機にも CCD が使われはじめた。それ以降、携帯電話機のカメラがカラー化されるなど、高画質化競争が繰り広げられたため、高画素に向いている CCD が携帯電話機向け市場により早く浸透した。また、デジタルカメラに CCD がよく使われたので、消費者になじみが深かったこともあって、一時期 CCD が同市場の約八割のシェアを押さえたと言われる。

特に、日本の携帯電話機向け画像センサー市場において CCD の比率が高かったが、これは日本の需要家の要求の特性に負うところが大きい。というのも、携帯電話の高画素化が進んだ国内市場では主に CCD が使用された反面、画素より低価格が強く求められる海外では安価な CMOS センサーが使用されてきたからである。すでに述べたロジック IC の取引と同じく、画像センサーの場合も、国内需要家と海外需要家の間には要求の差があったとみてよからう。

通常、電子部品の価格は、量産によるコスト低減効果のため、中期的に下落するケースが多い。しかし、表 1 によると、携帯電話機向け CCD として多く使われる 30万画素の価格は、2002年秋、携帯電話機向けの CCD が出荷されて以来、2004

年第 1 四半期まで横ばいであった。

需給面からその理由をみておこう。まず、需要面では CCD の需要が旺盛であった。日本だけでなく、欧州や中国でもカメラ付き携帯電話機の販売が増え、CCD の引き合いが増加していた。供給面では、三洋電機をはじめ、シャープ<sup>31</sup>などが携帯電話機向け CCD の生産を増やしたものの、携帯電話機向けは、デジタルスチルカメラ向けに比べて小型化、省電力化する必要性が高いため、量産段階での良品率が低かった。そのため、供給が需要増加に追いつかなかった。よって、この用途の CCD 市場において、品薄が続き、必要な画像センサーが調達できず、一部の携帯電話機メーカーでは新製品発売が遅れる事態すらあったとされる。これと似通った事例は、デジタルカメラ市場にも現れていた<sup>32</sup>。

このため、日本の携帯電話機メーカーは、部品の調達に際して、低価格よりも必要量の確保を優先する姿勢をとった。そして、これが、画像センサーの供給者にとって、CCD の取引上の価格交渉力を高める要因になったことも推測できる<sup>33</sup>。

表 1 携帯電話機向け画像センサーの価格推移

単位：円

| 時 期          | 携帯電話機向け CCD |        | 携帯電話機向け CMOS センサー (30万画素) |
|--------------|-------------|--------|---------------------------|
|              | 30万画素       | 100万画素 |                           |
| 2002年第 4 四半期 | 3,000       | —      | 2,000                     |
| 2003年第 1 四半期 | 3,000       | —      | 2,000                     |
| 第 2 四半期      | 3,000       | —      | 2,000                     |
| 第 3 四半期      | 3,000       | 7,500  | 2,000                     |
| 第 4 四半期      | 3,000       | 5,000  | 2,000                     |
| 2004年第 1 四半期 | 3,000       | 4,500  | 2,000                     |
| 第 2 四半期      | 2,700       | 4,500  | 1,500                     |
| 第 3 四半期      | 2,700       | 4,500  | 1,500                     |

注：大口取引の価格。

資料：『日本経済新聞』、『日本産業新聞』

しかし、2004年春より携帯電話機向け CCD の価格が下落に転じている。この点は、表 1 から確認できるが、価格の先安感の主たる理由は需要の変動にある。つまり、一部の携帯電話キャリアが携帯電話機の在庫を抱えたため、2004年春以降、携帯電話機の買い控えを行っており、これが同用

途の CCD の値下がりにつながっていると思われる。

それに加えて、CCD と競合関係にある CMOS センサーの値崩れが CCD の価格下落を促している。つまり、CCD メーカー間の激しい量産競争によって、海外市場で10万画素の CMOS センサーが値崩れしている。そのため、海外の大手携帯電話メーカーが30万～100万画素級の CCD の値下げを日本の CCD メーカーに求めているなど、低画素 CMOS の値下がりが高画素 CCD に波及している。なお、2003年春頃より、CMOS センサーの中にも百万画素級の高画素品が登場し、同画素数であれば CCD より CMOS の方が割安なため、CCD から CMOS に切り替える携帯電話メーカーも出ている。このように CCD と CMOS の間の代替関係があったから、表1で確認できるように、30万画素の CMOS センサーも同画素数の CCD 価格の動きと同じ推移になったと思われる。

他方、CCD の場合、カスタムのものがほとんどである。こうしたカスタムの CCD は平均2ヶ月～3ヶ月に1機種ペースで開発されるといわれるが<sup>34</sup>、携帯電話機の開発段階では数日以内に試作品 CCD の納入が求められるケースもある。とりわけ、国内の需要家から短納期化の要求が強いので、顧客との連携を強化し試作品を迅速に提供する必要が高い。なお、カスタムのものの中には、小口需要のものも少なからず、こうした需要家に対応して開発されるものに限っては多品種少量という別の難題をも解決しなければならない。こうした需要家との取引の経験が、後述のように日本の CCD メーカーの高い技術力をもたらししている可能性が想定できよう。

画像センサーは単品での販売比率が小さい。つまり、画像センサーとレンズなどを組み合わせる上、基板実装まで行ってから、カメラモジュール、あるいは、複合部品の形で販売される<sup>35</sup>。CCD メーカーの高付加価値化の工夫と思われるが、こうした画像センサーのモジュール化は、企業内の工場間取引や企業間取引を促進したと思われる。表2からこの点を確認しておこう。

表2によれば、CCD の受入<sup>36</sup>が生産の7割～8割をも占めており、出荷が生産を6割～8割も上

回っている。ある工場内で生産を行うだけでなく、同一企業の他工場から、あるいは、他社から半製品を買取る様子が浮彫りになる。また、同じ表で、出荷のうち販売が約半分にとどまっており、残りの半分は、その他出荷、つまり、社内の他工場に、あるいは、他社に半製品として出荷されていることがわかる。こうした指標は、日本の CCD メーカーが、主としてモジュールの形で CCD を出荷していることを反映しているといって差し支えない。前号の拙稿で見た液晶の取引の事例と同様に、CCD の場合も、海外生産子会社を含む企業内の工場間の取引、下請企業・協力企業との企業間取引がかなり活発に行われているといえる。

表2 CCD の生産、出荷の諸指標（数量ベース）

単位：%

| 時期      | 受入／生産 | 出荷／生産 | 販売／出荷 | その他出荷／出荷 |
|---------|-------|-------|-------|----------|
| 2002. I | 69.7  | 171.8 | 51.4  | 48.6     |
| II      | 71.7  | 171.9 | 47.8  | 52.2     |
| III     | 71.1  | 165.5 | 48.0  | 52.0     |
| IV      | 73.3  | 161.0 | 46.4  | 53.6     |
| 2003. I | 74.9  | 178.8 | 50.4  | 49.6     |
| II      | 79.3  | 171.6 | 46.3  | 53.7     |
| III     | 79.0  | 188.1 | 51.6  | 48.4     |
| IV      | 82.3  | 181.6 | 49.2  | 50.8     |

資料：経済産業省「機械統計年報」平成15年版

例えば、三洋電機の場合、CCD の生産工程を群馬県大泉町の東京製作所で、CCD の仕上げ工程を台湾やイスラエルの現地企業でそれぞれ行っている。また、CCD モジュール組立工程は関東三洋セミコンダクターズの粕川生産センターが行うとともにタイの日系メーカーにも委託している。

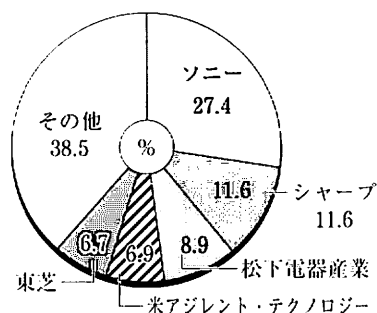
CMOS センサーの生産においても、こうした企業内工場間、企業間の取引が行われている。富士通は、福島県の会津若松工場で CMOS センサーを生産し、子会社の富士通インテグレートドマイクロテクノロジーの九州事業所（鹿児島県）でモジュールの組立を行っている。精密機械メーカーも、カメラモジュール事業に参入して、企業間取引を行っている。例えば、富士写真フイルムの場合、レンズを富士写真光機（さいたま市）から、CCD と画像処理チップを富士フイルムマイクロ



デバイスからそれぞれ調達し、全体の組立は富士フイルムフォトニクス(宮城県)が行い、モジュールの形で携帯電話機メーカーに納入している。

こうした分業、取引関係に支えられつつ、カスタムのモジュール部品を開発、生産してきた日本企業は、画像センサーの世界市場で圧倒的な強さを発揮している。CCDとCMOSセンサーを合わせた市場での各社のシェアを示す図2をみると、2003年現在、ソニーが第1位、シャープが第2位、松下が第3位、東芝が第5位である。第4位のアジレント・テクノロジーズを除く、上位5社はすべて日本企業である。世界画像センサー市場の8割前後を日本企業が占めるという推算もある<sup>17)</sup>。

図2 画像センサーの世界シェア(2003年)



出所:『日本経済新聞』2004年4月17日(元資料はアイサプライ調べ)

画像センサーの中でも、海外企業が多く参入しているCMOSセンサーに比べ、CCD市場において日本企業の高い地位がより顕著である。ソニー、松下、シャープ、三洋電機の4社が世界市場をほぼ席卷しており、トップのソニーが6割〜7割の市場シェアを占めているとされる。

本稿の対象である携帯電話機向けCCDに限定すると、三洋電機が一番手であり、同社が5割の市場シェアを掌握している。当初、携帯電話機向けとしては省電力のCMOSが主流になるという予測が支配的であったこともあり、「CCD御三家」といわれるソニー、松下、シャープは、小型CCD開発に出遅れたからである。ただ、その後、この3社も携帯電話機向けCCDの生産増強を急いでおり、同用途CCD市場においても日本企業4社の地位は高い。

CMOSセンサーには、海外メーカーも少なからず参入し、CCDより競争的な市場になってい

るものの、最大手の地位を築いている東芝をはじめ、シャープ、富士通、松下、など日本企業の生産能力が高い<sup>18)</sup>。なお、カメラモジュールの伸びに伴って、いくつかの日本精密機械メーカーがこの市場に新規参入している。例えば、前述の富士写真フイルムをはじめ、セイコープレジジョン、カメラ用シャッター最大手の日本電産コバルなどがあげられる<sup>19)</sup>。フィルムカメラ時代に培った光学技術がカメラモジュールに生かされると判断したからである。

このように携帯電話機向けの画像センサーで、日本企業の競争力が高いということは、需要家との取引において、日本のCCDメーカーの交渉力を高める要因であるように思われる。この点は、携帯電話機向け液晶の取引と類似しているといえる。ただし、CCDの場合、デジタルカメラ、デジタルテレビなど成長する他の需要市場でも日本企業が強い競争力をもっている点を考慮すると、パソコン向け液晶から撤退したほとんどの日本液晶企業よりも、需要家との取引上の価格交渉力が一層高いといえることができる。

#### 4. 液晶の取引との関連及び比較

##### (1) 関連:液晶駆動用ICを中心に

携帯電話機向けのロジックICの中には、実は、前号の拙稿の検討対象の液晶と直接関連するものがある。液晶を駆動するドライブデバイス、つまり、液晶駆動用ICである。

携帯電話機用として液晶駆動用ICの注目されたきっかけは、カメラ付き携帯電話機のカラー化である。それをきっかけに、液晶の画質の向上が進み、それに伴って、液晶駆動用ICの需要が急速に伸びた。こうした需要の急伸長に刺激され、日本企業も生産能力を高めた。NEC、日立(2003年よりはルネサステクノロジ)、東芝、セイコーエプソン、沖電気などが増産に鎬を削った。IT不況のあおりで、休止、あるいは閉鎖された量産ライン、設備を活用する動きも現れた。例えば、日立は、需要不足のため、甲府工場で休止していたICカード用マイコンの生産ラインを2002年下期より液晶駆動用ICの量産に転用した。また、NECの液晶駆動用ICの量産拠点のNEC関西は、

増産のため、2002年4月に操業を休止した英国の半導体生産子会社の NEC セミコンダクターズ UK から製造設備を導入した。

すでに述べたように、液晶駆動用 IC は、カスタムのもが多い。例えば、ディスプレイの色、画素数、パネルの仕様などが異なれば、必要な IC が違って来るからである<sup>9)</sup>。それに、携帯電話機につけられるカメラの高精細画面が先行するなど、液晶駆動用 IC への国内需要家の技術面の要求が海外需要家のそれより高かった。こうした国内市場において勝ち残りをめぐって競争してきた日本企業にとって、この液晶駆動用 IC が得意とする分野の一つになった<sup>10)</sup>ことは、当然の結果であった。

そして、液晶は違い経路を通じても半導体メーカーに影響している。例えば、携帯電話機向け液晶に組込まれる白色 LED (発光ダイオード) の需要が伸びているため、三洋電機は白色 LED の電源用 IC を開発した。携帯電話機が液晶の需要を創り出し、液晶の需要が白色 LED の需要を創り出し、それが電源用 IC の開発をもたらすという連鎖がみられるのである。そして、こうした連鎖は、新たな IC の技術が白色 LED を通じて液晶の競争力を高め、それがまた携帯電話機の競争力の向上に繋がるという逆方向の連鎖も示唆している。

他方、増産が需要の急伸長に及ばず、2003年には、液晶駆動用 IC の供給不足が現われた。それによって、液晶駆動用 IC の価格が上昇した。これは、携帯電話機メーカー、つまり、液晶駆動用 IC の需要家には、製造コストの圧迫要因、生産増大の阻害要因になった。

さらに、液晶駆動用 IC の開発、調達には、その解決が簡単でない問題点が付きまとう。例えば、多様な機種を生産する携帯電話機メーカーが、液晶パネルごとに異なる駆動 IC の仕様を調達するのは負担も大きい。しかも、動画制御回路を駆動用 IC に内蔵するなど、要求されるカスタム IC の性能が高まることによって、開発費の負担問題がより重要になりつつある。

## (2) 比較

次いで、携帯電話機向け半導体の企業間取引

と、液晶のそれとの類似点と相違点を検討してみよう。

まず、類似点としてあげられるのは、第1に、この用途の液晶と同様に、半導体の場合も、カスタムのものがかなり多い点である。携帯電話機、デジタルカメラなどに使われる中小型液晶はカスタムメイドの世界のものであるが、ベースバンド IC、液晶駆動用 IC、電源用 IC、音源用 IC、画像センサー等にはカスタムデバイスの取引が多い。それゆえ、需要家との密接な情報交換、協力があつたことが想定できる。第2に、国内市場が海外市場より、要求される部品の水準が高い点も、両者の共通点である。これは、携帯電話機の国内市場の特性が液晶にも、ロジック IC や画像センサーにも強く影響したからである。第3に、液晶だけでなく、CCD などの半導体においても、(海外生産子会社を含む) 企業内の工場間の取引、下請企業との企業間取引が頻繁に行われている。第4に、液晶の好調が液晶をつくる製造装置、液晶に使われる部材に波及したことと同じように、携帯電話機向け半導体の動向が製造装置や材料のメーカーに影響していることは容易に観察できる。

しかし、半導体の取引には、液晶のそれと違う点も現れている。第1に、半導体の場合、各社がデバイス間のインターフェース標準化を求めている点である。これは、液晶には見られない点である。本稿の冒頭で述べたように、半導体では、これまでインターフェースの摺り合せの必要性が高かったことを示唆する。特に、その摺り合せの主な内容には、諸品種の半導体間の摺り合せが多いという意味では、この点は、半導体の取引に固有の現象といえよう。第2に、携帯電話機向け半導体の場合、国内市場は海外市場よりコストの重視度が低いことが観察できるが、液晶の場合、この面での市場ごとの違いが半導体ほどには明確に現れていない。第3に、この用途の液晶では、日本企業が圧倒的な優位をみせているので、需要家との価格交渉力が極めて高いことは前後の拙稿でみたとおりであるが、半導体の場合は、CCD、液晶駆動用 IC、音源用 IC のように、世界市場での地位が高い品種もあれば、国内市場においてすら海外半導体メーカーに多くのシェアを奪われている品種もある。従って、対需要家価格交渉力も、

半導体の品種によって異なるといえる。

## 5. 終りに

本稿の分析内容を簡単に纏めるとともに、今後の研究課題を提示することによって結論に代えたい。

携帯電話機用ロジック IC、画像センサーには、カスタムのもが多く、こうしたものの開発と取引には、需要家との間に緊密な情報交換が行われる。よって、状況の変化が発生した時も、両者間の共同の対応が可能になる上、新しい取引の開始の際に実績主義の傾向も強くなっている。ただ、こうしたカスタム IC の重い開発費負担は、取引当事者の双方にとって、セミカスタム化、標準品化の指向も生出している。また、半導体メーカーにとって、勝ち組の需要家と取引関係をつくり、その取引を増やしていくことが重要になっているが、取引上の交渉力という面で、こうした現象は半導体メーカーにとって必ずしも有利とは限らない。

なお、携帯電話機の国内市場と海外市場の間には、重要な相違点がある。日本市場より海外市場は、デバイスのコストをより重視していることがそれである。こうした低コストの指向は、デバイスのインターフェースの標準化、また、その実現のための企業間提携を促進しており、標準品の指向とインターフェースの標準化の間には、かなり密接な相関関係も見られる。

CCD、液晶駆動用 IC、音源用 IC などでは、日本メーカーの競争力が高い。その理由として、国内市場や国内需要家の要求水準が高いため相対的に高級製品に関わる技術を身につける機会に恵まれていたこと、企業間、及び工場間の分業が頻繁に行われていることが重要である。液晶駆動用 IC の事例でわかるように、実は、企業間の分業は、日本の液晶メーカーと半導体メーカーの間にも現れた。

この用途の半導体の取引を前号でみた液晶の取引と比較すると、類似点が多く観察できるが、国内市場と海外市場の性格の差が明確に出る、諸品種の半導体間のインターフェースの標準化が求められるなど、重要な違いをも見落していけない。

最後に、本稿の分析、そして、問題関心に即して、今後の研究課題を2つあげておこう。第1に、本稿と前号の拙稿で、半導体メーカー及び液晶メーカーがその部材メーカーや製造装置メーカーと間に行う企業間取引について触れたが、その取引、及び連鎖の具体的な中身までは立入って検討することができなかった。これは、日本における技術融合、及び産業融合の実証を進める上で重要な事例になると思われる。分析してみたい課題である。第2に、本稿と前号の拙稿で、半導体メーカーと液晶メーカーの姿の描写に比べると、需要家にあたる携帯電話機メーカーについての叙述は極めて貧弱なものであった。取引の両軸のうち、一つの軸に対する検討が足りなかったといえよう。特に、日本の携帯電話機メーカーは、NTT ドコモなど国内のキャリアとの関係によって強く規定された面がある。企業間の取引を重視する本稿の問題関心からすると、半導体や液晶の需要家にあたる携帯電話機メーカーの姿を十全に素描するために、携帯電話機メーカーとキャリア間の企業間関係を明らかにすることが重要な分析課題に値する。

- 1 『Nikkei Business』2003年9月8日号、37ページ。
- 2 三和総合研究所・斎藤禎『携帯電話端末ビジネス最前線』工業調査会、2001年、42～43ページ。
- 3 『日経マイクロデバイス』2004年4月号。30万画素級のカメラ付き携帯電話機も、コスト構成はほぼ同様であるといわれる。
- 4 安本雅典『携帯電話の製品開発：モジュラーの開発パターンの条件と可能性』（藤本隆宏・安本雅典編『成功する製品開発：産業間比較の視点』有斐閣、2000年、所収）、41～45、51～53ページ。
- 5 安本雅典、前掲論文、42ページ。
- 6 米半導体企業 B 社の日本法人へのインタビュー（2004年1月7日）。
- 7 携帯電話機部品の取引の現状についての内容の中には、企業機密に該当するものも少なくない。そこで、インタビューの対象企業名は匿名にする。なお、筆者にインタビューの機会を用意し、貴重な情報を提供して下さったインタビューイ、及び紹介者の方々に深く感謝申し上げる。
- 8 泉谷渉『日本半導体起死回生の逆転』東洋経済

新報社, 2003年, 28ページ。

- 9 日本の半導体企業 A 社へのインタビュー (2003 年11月25日); 『IC ガイドブック』2003年版, 145 ページ。
- 10 『IC ガイドブック』2003年版, 134ページ; 三和総合研究所・斎藤禎, 前掲書, 72~73ページ。
- 11 日本の半導体企業 A 社へのインタビュー (2004 年7月8日)。
- 12 『日経マイクロデバイス』2004年4月号。
- 13 日本の半導体企業 A 社へのインタビュー (2003 年11月25日); 米半導体企業 B 社の日本法人へのインタビュー (2004年1月7日)。
- 14 日本の半導体企業 A 社へのインタビュー (2004 年7月8日)。韓国の三星電子は, ライバルの携帯電話機メーカーに納入している半導体メーカーからチップを購入しない傾向が強いとされる。
- 15 日本の半導体企業 A 社へのインタビュー (2004 年7月8日)。
- 16 A 社の例で, 販売部隊と開発部隊は公式的には四半期ごとに1回の会合を行い相談状況, 及び開発状況についての情報を共有する。他に, 非公式的にも, 技術的な相談をはじめ, 情報交換が頻繁に行われる (日本の半導体企業 A 社へのインタビュー (2004年7月8日))。
- 17 日本の半導体企業 A 社へのインタビュー (2004 年7月8日)。
- 18 日本の半導体企業 A 社へのインタビュー (2004 年7月8日)。
- 19 日本の半導体企業 A 社へのインタビュー (2003 年11月25日, 及び2004年7月8日)。
- 20 日本の半導体企業 A 社へのインタビュー (2003 年11月25日)。
- 21 日本の半導体企業 A 社へのインタビュー (2004 年7月8日)。
- 22 米半導体企業 B 社の日本法人へのインタビュー (2004年1月7日)。
- 23 米半導体企業 B 社の日本法人へのインタビュー (2004年1月7日); 日本の半導体企業 A 社へのインタビュー (2004年7月8日)。なお, TI 社の日本現地法人の日本 TI は, DSP とアナログ IC に集中して日本市場でのシェアを高めている。また, 日本 TI は, 日本市場においてカメラ付き携帯電話機の画素数が増えることに対応するため, 同用途

の CCD センサーと連動するマイクロプロセッサを取り扱う専門組織を設けた (『日経産業新聞』, 2003年7月28日))。

- 24 『日本経済新聞』, 2004年7月14日。
- 25 日本の半導体企業 A 社へのインタビュー (2003 年11月25日)。
- 26 需要規模の大きい需要家への販売に限っては, 半導体メーカーの直販が多いとされる。
- 27 『電波新聞』, 2004年4月27日; 『日本経済新聞』, 2004年9月20日; 同, 2004年6月23日。
- 28 TI, STMicroelectronics 社など標準品に強い半導体メーカーが主力メンバーになっていることから, インターフェースの標準化と, 標準品指向の間には密接な正の相関関係があることが推測できる。ST マイクロは, 87年にイタリアの SGS Microelectronics 社とフランスの Thomson Semiconductor 社が合併して誕生し, 当初は SGS-Thomson 社という社名であったが, 98年に現社名に変更した。同社は, 携帯電話機で世界最大手のノキア等主要顧客13社を「戦略パートナー」として位置づけ, 製品の設計段階から半導体を共同で開発している (『IC ガイドブック』2003年版, 48 ページ)。
- 29 米半導体企業 B 社の日本法人へのインタビュー (2004年1月7日)。
- 30 『IC ガイドブック』2003年版, 152~153ページ。2002年カメラ付き携帯電話に初めて画像センサーが搭載されたときは, 30万画素程度であったが, 2003年春から100万画素を越える CCD を搭載した携帯電話機が登場し, さらに200万画素の機種, 2メガタイプの機種まで発売された。ただし, 現在も, 主流はまだ30万画素タイプである (泉谷渉, 前掲書, 30ページ; 『電波新聞』, 2004年4月27日)。
- 31 シャープは携帯電話機向け CCD を自社製携帯電話機だけに採用してきたが, 2003年春から外販を本格化した。また, シャープは, CCD だけでなく, CMOS センサーも生産している。この点では, フラッシュメモリーで NOR 型と NAND 型の両方に携わっている東芝と類似する立場であるといえよう。
- 32 『日経産業新聞』, 2003年4月18日。
- 33 『日経産業新聞』, 2002年11月20日, 及び2003年1月22日。

80 携帯電話機部品の企業間取引（２）：半導体の取引

- 34 日本の半導体設計企業 C 社へのインタビュー（2004年8月26日）。なお，C社は CCD の評価をも社内で行っているため，CCD 設計エンジニアに負担が重くかかるとされる。ただし，CCD と異なり，家電用のシステム LSI はその評価を外部にも多く任せている。
- 35 『週刊東洋経済』2004年3月27日，44ページ；『日本経済新聞』，2002年11月25日；同，2003年12月17日。
- 36 受入，その他出荷の説明については，拙稿「携帯電話機部品の企業間取引（１）：液晶の取引」『経営志林』（法政大学経営学会）第41巻第2号，2004年7月，112ページを参照されたい。
- 37 『日本経済新聞』，2004年4月14日。
- 38 CMOS センサー事業に参入していた米ナショナル・セミコンダクターは，画像センサー事業を米イーストマン・コダックに売却した。非主力事業の切り離しで主力のアナログ半導体に経営資源を集中するためである（『日本経済新聞』，2004年8月26日）。
- 39 『日経産業新聞』，2003年11月25日。
- 40 日本の半導体企業 A 社へのインタビュー（2003年11月25日）。
- 41 泉谷渉，前掲書，52ページ。