

調 査

第 90 号
(2006 年 5 月)

内 容

半導体産業の国際競争力回復に向けた方策

- ◆ 汎用品で圧倒的なシェアを確保することが半導体ビジネスで利益を上げるための王道である。特定用途品においても標準化への展開を図り、できる限り多くの顧客に販売していくことが採算確保のポイントとなるが、日本勢は特定顧客向けの比率が高く、今後の成長市場での出遅れも目立つ。
- ◆ 圧倒的なシェアを有する製品の欠如、投資不足、ビジネスモデルの変遷への対応の遅れ、コスト競争力の低下、海外市場での販売力の弱さなどにより、日系半導体メーカーの世界シェアは、1985 年の 51%から 04 年には 24%まで落ち込んでおり、競争力の低下傾向に歯止めがかからない状況にある。
- ◆ メモリやパワー半導体などとともに今後の大きな柱として期待される S o C *ビジネスにおいて、日系メーカーが国際競争力を回復させるためには、①設計・マーケティング重視への転換、②グローバル・アライアンスの積極展開、③最終セット部門との関係再構築、④企業経営、組織体制、人事評価の抜本的な見直しに本腰を入れて取り組むことが不可欠である。

* S o C : system on a chip (システム L S I)

半導体産業の国際競争力回復に向けた方策

【要 旨】

- 1．世界の半導体市場はかつての2桁成長から1桁台の緩やかな成長へと移行しつつあり、今後、企業間の競争が一段と激化し、勝ち組と負け組の格差が広がる可能性がある。世界最大の半導体市場は、日本から米国、アジア・パシフィックへと変遷しており、半導体メーカーにとって、国内だけでなく、アジアや欧米市場に軸足を置いたグローバルなマーケティング戦略を展開することが一段と重要になる。また、用途別には、コンピュータや通信向けに加えて、デジタル家電など民生分野や車載用半導体の需要増加が見込まれることから、半導体メーカーには、新たな用途を積極的に開拓し、市場を自ら創造していく取り組みが求められる。
- 2．汎用品で圧倒的なシェアを確保することが半導体ビジネスで利益を上げるための王道である。特定用途品においても標準化に向けた展開を図り、特定顧客向けにとどまらず、できる限り多くの顧客に販売していくことが採算確保のポイントとなる。日系メーカーはマイコンやフラッシュメモリなどで相応の地位を占めるが、プロセッサやFPGA/PLD、アナログなどの汎用品分野で必ずしも優位性を確保できていない。DRAMからの撤退後、日本勢は特定用途品に注力しており、ASIC（特定顧客向けカスタム品）市場では一定の強みを有する。しかし、同じ特定用途品の中でも今後高い成長率が期待されるASSP（特定用途向け標準品）市場では海外メーカーが上位を占め、日本勢は標準化に向けた展開で出遅れる構図となっている。
- 3．国内外の主要半導体メーカーで高い収益力を有するのは、トップグループの大規模IDM（垂直統合型メーカー）、ファブレス（設計専門メーカー）、ファウンドリー（受託製造メーカー）、IP（半導体設計資産）プロバイダーの4つのカテゴリーに限られる。ファウンドリーは世界の半導体製品のおよそ4分の1を製造するといわれ、このうち台湾のTSMC、UMCの2社で全体の約6割を占める。台湾のファウンドリーの強みは、コスト競争力、質の高いサービス、先端技術力、幅広い製品ラインナップ、IPライブラリーの提供といった点にある。
これまでファウンドリーは安く製造受託することで急速な成長を遂げてきたが、ナノレベルのSoC（system on a chip：システムLSI）では設計が複雑化し、数多くのIPが搭載されることから、単純な受託製造モデルでは顧客ニーズへの対応と収益性の維持を両立しがたくなっている。そこで、多くの製品に共通して搭載されるようなIPをファウンドリーがライブラリー化して提供し、ファブレスはコアデザインの開発に集中することにより、全体として設計の効率化を図る取り組みが進められている。顧客の短納期志向が

強まる中で、ファウンドリーは、ファブレスやEDA（設計自動化）ツールベンダーと川上の開発段階からグローバルに連携することにより、SoCソリューションの提供を目指している。

4．工場を持たずに半導体の設計・開発に特化するファブレスは、従来から米国勢が圧倒的に強い分野であり、シリコンバレーのファブレス企業と台湾のファウンドリーが国際的な垂直分業体制を構築してきた。このところ台湾でもファブレスが中国からの設計受託を中心として急成長し始めており、台湾は製造と設計という両輪を兼ね備えた産業構造へと移行しつつある。

5．台湾をはじめとする海外勢をベンチマークしながら日本の半導体産業の問題点を整理すると、圧倒的なシェアを有する製品、特徴ある製品の欠如、投資不足、ビジネスモデルの変遷への対応の遅れ、コスト競争力の低下（販売管理費や研究開発費の効率性など）、海外市場での販売力の弱さ、ボラティリティ（変動）に対して脆弱な財務基盤、産官学連携の停滞などが指摘されよう。世界市場における日系メーカーのシェアは、1985年の51%をピークに縮小傾向にあり、04年は24%となるなど、国際競争力の低下傾向になかなか歯止めがかからない状況にある。

6．SoCビジネスは、メモリ、パワー半導体・センサーなどとともに、これからの日本の半導体産業において大きな柱となることが期待される分野である。SoCは、チップの中に多数のIPが集積されるため、1社ですべてを設計開発することは難しい。また、どのようなチップをデザインすればよいか(what to make)を決める部分が重要な差別化要因となることから、プロセス技術のみならず、設計開発とマーケティングの巧拙が勝敗を分けることとなる。特定用途品ゆえにコストが嵩みがちなユーザーサポートや製品開発の効率化を図りつつ、日系メーカーがSoCビジネスにおいて競争力を強化するためには、設計・マーケティング重視への転換、グローバル・アライアンスの積極展開、最終セット部門との関係の再構築、企業経営、組織体制、人事評価の抜本的な見直しに本腰を入れて取り組むことが不可欠である。

[担当：清水 誠 (e-mail: report@dbj.go.jp)]

【目 次】

要 旨

はじめに	6
第1章 世界半導体市場の長期トレンドと構造変化	
1. 半導体とは	8
2. 半導体の用途別比率	9
3. 半導体市場の長期トレンド	11
(1) シリコンサイクルと成長率の鈍化傾向	11
(2) 地域別市場規模の変遷 ~ アジア市場の急成長 ~	11
(3) 主要製品別にみたマーケットトレンド ~ MOS マイクロとMOS ロジックの伸長 ~	12
(4) 汎用品と特定用途品の市場推移	13
第2章 半導体の主要製品セグメント別にみた日本勢の国際競争力分析	
1. 汎用品分野における日系メーカーの競争力分析	15
(1) プロセッサ	15
(2) マイコン (MCU)	16
(3) FPGA / PLD	17
(4) メモリ	19
(5) アナログ	20
2. 特定用途品分野における日系メーカーの競争力分析	22
(1) ASIC と ASSP	22
(2) SoC (システムLSI)	23
第3章 垂直分業型ビジネスモデルにより発展を遂げる台湾半導体産業	
1. 半導体産業の集積が進む新竹サイエンスパーク	27
2. 垂直分業型ビジネスモデルにより発展を遂げる台湾半導体産業	29
(1) 半導体産業における2つのビジネスモデル	29
(2) 垂直分業型のビジネスフロー	30
(3) 台湾における垂直分業型の半導体産業構造	31
(4) 日本勢と海外勢の収益力比較	32
3. 垂直分業型のビジネスモデルが台頭してきた背景	34
4. 世界半導体市場における台湾系メーカーのプレゼンスの高まり	35
(1) ファウンドリー	35
(2) 組立受託	35
(3) ファブレス	36
(4) IPプロバイダー	37

第4章	ファブレスとファウンドリーの連携強化によりS o Cビジネスへの 対応を目指す台湾半導体産業	
1.	製造受託メーカーからソリューションプロバイダーへと進化するファウンドリー	39
(1)	大型投資による300mmウェハ対応ファブの建設	39
(2)	コスト競争力の源泉	41
(3)	ナノレベルS o C開発の課題	41
(4)	I Pライブラリーの活用による設計と製造の効率化	42
(5)	試作サービスへの展開	43
2.	ファウンドリーとの連携で業績を伸ばす台湾のファブレス	44
(1)	Sunplus Technology (凌陽科技)の概要	44
(2)	効率的な設計手法の開発	45
第5章	低迷の続く日本の半導体産業の現状と問題点	
1.	世界シェアの下落が続く日本半導体産業の現状	47
2.	日本の半導体産業が抱える問題点	49
(1)	圧倒的なシェアを有する製品、特徴ある製品の欠如	49
(2)	設備投資の不足	49
(3)	ビジネスモデルの変遷への対応の遅れ	51
(4)	コスト競争力の低下	51
(5)	海外市場での販売力・マーケティングの弱さ	53
(6)	ボラティリティに対して脆弱な財務基盤	54
(7)	産官学連携の停滞	55
第6章	半導体産業の国際競争力回復に向けた方策	
1.	日本の半導体産業の今後の3つの方向性	57
(1)	メモリ	58
(2)	パワー半導体・センサー類	58
(3)	S o C	58
2.	S o Cビジネスの競争力強化戦略	59
(1)	設計・マーケティング重視への転換	60
(2)	グローバル・アライアンスの積極展開	60
(3)	最終セット部門との関係再構築	63
(4)	企業経営、組織体制、人事評価の抜本的な見直し	65
3.	日系I D Mの新たなS o Cビジネスモデルを求めて	66
	おわりに	68
	主要参考文献	69

はじめに

近年、半導体産業のビジネスモデルをめぐる議論が活発化している。メモリやパワー半導体などとともに今後の大きな柱として期待されるS o C (system on a chip : システム L S I) ビジネスでは、製造のみならず設計やマーケティングが重要になるため、小規模なベンチャー企業でも、独自のアイデアやビジネスモデルを考案できれば参入の余地が存在する。I P (半導体設計資産) のライセンス販売や、川上の設計ツールメーカーから川下のファウンドリーまで巻き込んだアライアンス構築の動きなどをみると、半導体産業は最先端の製造プロセスだけでなく、ビジネスモデルの斬新さを競い合う時代になってきたことを改めて認識させられる。

特定用途品であるS o C に唯一無二の絶対的なビジネスモデルが存在するわけではない。最適なビジネスモデルは、製品構成、有力顧客との取引関係、自社工場の微細化レベルやコスト競争力、ハード・ソフトの設計力などによって変わるうえ、総合電機メーカーの場合はセット部門と半導体部門の関係にも大きく左右されることから、各社各様とならざるを得ない。半導体メーカーが試行錯誤を繰り返しながら、S o C にふさわしいビジネスモデルを見出す努力を続ける以外に方法はないものと考えられる。

とはいえ、S o C は搭載されるアプリケーションとの緊密な連携が欠かせないことから、類似したモデルのメーカーが国内に横並びで多数存在するよりは、各社ごとに特色ある事業展開がなされる方が、産業全体としての総合力が発揮できるものと期待される。各社の自己変革に向けた地道な取り組みの中から、業界横断的な連携や統合再編の必要性についての共通認識が醸成され、産業全体として最適な形が実現されることが、最終的には望まれる。

本稿は、以上のような問題意識に基づき、S o C ビジネスに焦点を絞り、日本の半導体産業の国際競争力強化に向けた戦略と、それを遂行するための具体的な方策を提言することを目的としている。

第1章では、世界の半導体市場の構造変化を分析する。半導体の用途が多様化し、国内だけでなくアジアや欧米市場に軸足を置いたグローバルなマーケティング戦略が重要となる中で、汎用品分野でのシェア拡大と特定用途品分野での標準化の成否が、半導体メーカーの業績を大きく左右するようになってきていることを示す。

第2章では、汎用品と特定用途品に分けて、主要製品別にみた日本勢の国際競争力を分析する。D R A M からの撤退後、日本勢は特定用途品に注力しており、A S I C (application specific integrated circuit : 特定顧客向けカスタム品) 市場では相応の強みを有するが、今後高い成長率が期待されるA S S P (application specific standard product : 特定用途向け標準品) 市場では出遅れていることを明らかにする。

第3章と第4章では、現地取材の成果を織り交ぜながら、垂直分業型のビジネスモデルにより発展を遂げる台湾半導体産業の現状を紹介する。ファブレスとファウンドリーの連携を強化することにより、S o C ビジネスへの対応を目指す台湾勢の取り組みについて、具体的

な事例も踏まえながら報告する。

第5章では、台湾など海外勢との国際比較を通じて浮かび上がってきた、日本の半導体産業の問題点を検証する。半導体メーカーの抱える問題の本質が企業経営のあり方に深く関係することを明らかとする。

以上の議論を踏まえて、第6章では、日本の半導体産業がS o Cビジネスにおいて国際競争力を回復するための4つの戦略を提言し、それを実現するための具体的な方策を検討することにしたい。

第1章 世界半導体市場の長期トレンドと構造変化

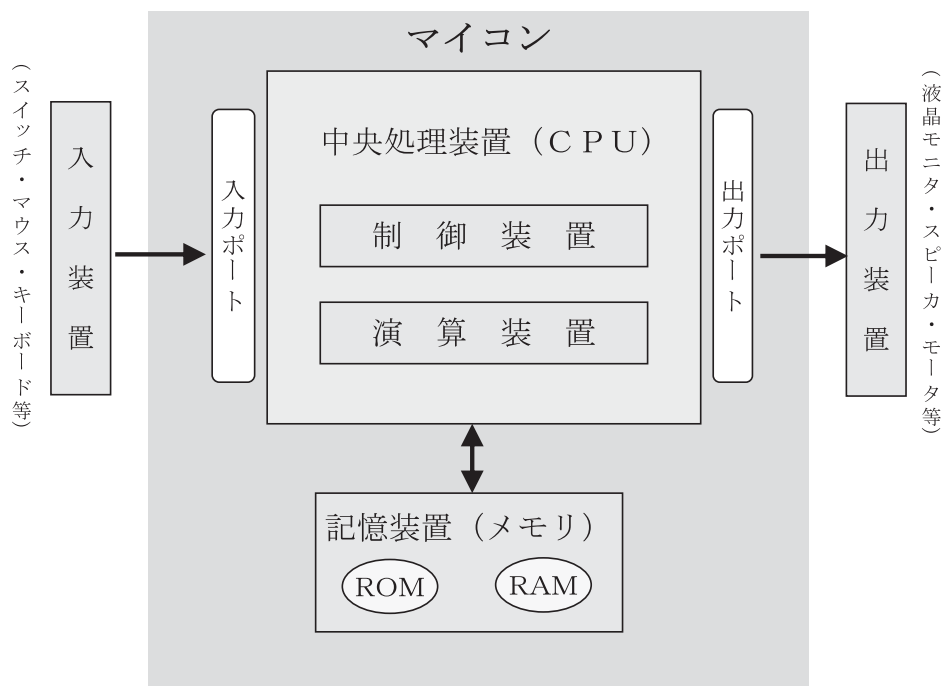
1. 半導体とは

半導体とは、電気を通しやすい「導体」と電気を通さない「絶縁体」の両方の性格を持ち合わせた物質のことであり、その代表的なものはシリコンである。半導体を用いて作られたトランジスタ、ダイオード、コンデンサ等の単体素子（ディスクリート）を多数集積した回路のことをIC（集積回路）と呼ぶ。通常「半導体」と言う場合、ICを指すことが多く、本稿でも特に断りのない限り「半導体」と表記することとする。

機能面からみると、半導体には、コンピュータの基本的要素である「入力」「演算」「記憶」「制御」「出力」の5つの機能の一部あるいはすべてが集積されている。微細加工技術の進歩により、かつては大型コンピュータで行っていたような大量のデータ処理が、1個の半導体で実現できるようになった。

コンピュータの心臓部となる中央処理装置（CPU：central processing unit）は、メモリにあらかじめ書き込まれているプログラムの命令を読み取って演算処理を実行し、外部へのデータ送信や機器の制御を行っている。こうしたCPUの機能をワンチップ化したものがMPU（microprocessor unit）と呼ばれるプロセッサである。MPUは動作周波数の向上などにより高速大容量のデータ処理が可能となり、パソコンや携帯情報端末、ゲーム機などに広く用いられている。

図表1-1 マイコン（MCU）の機能ブロック構成



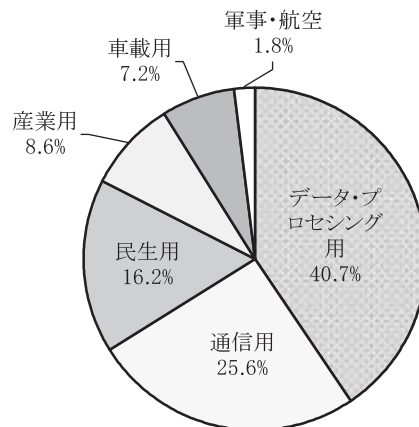
（出所）東芝セミコンダクター社「マイコン インタフェース」などにより作成

プロセッサが必要とするプログラムを格納しているのがROM (read only memory) と呼ばれるメモリである。演算処理の結果を一時的に保存するためのRAM(random access memory) とは異なり、電源を切っても記憶した情報が消えないという特徴を持つ。エレクトロニクス製品に幅広く用いられるマイコン (M C U : microcontroller unit) は、C P U、メモリや外部周辺機器とのインタフェース (入出力ポート) などをつまみチップに集積した半導体である。スイッチやキーボード、センサなどから入力された情報をもとに演算処理を行い、結果を出力して機器を制御する働きをしている (図表 1 - 1 参照)。

2 . 半導体の用途別比率

半導体の最大の用途はパソコンやサーバなどのデータ・プロセッシング用であり、現在でも市場全体の 40.7% (2005 年速報値) を占める (図表 1 - 2 参照)。ガートナー データクエストによると、2005 年の世界パソコン出荷台数 (速報値) は前年比 15.3% 増の約 2.2 億台に達し、B R I C s をはじめとする新興市場の台頭や先進国での買い替え需要などにより、増加傾向が続いている (図表 1 - 3 参照)。

図表 1 - 2 半導体の用途別比率¹ (2005 年)



(出所) ガートナー データクエスト (2006 年 2 月) GJ06044

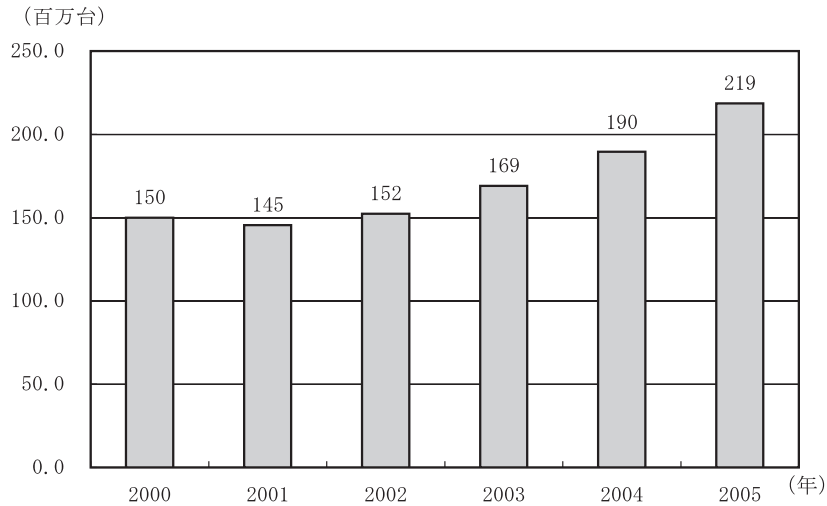
次に大きな用途は、無線携帯端末を中心とする通信用で、全体の 4 分の 1 を占める。携帯電話の世界出荷台数は 2000 年の 4.1 億台から 2004 年には 6.7 億台まで増加し、2005 年は前年比 20% 増の 8.1 億台に達すると推定されている (図表 1 - 4 参照)。先進国では新規需要から更新需要へと移行するものの、B R I C s など新興市場での普及が本格化することが見込まれている。通信機能に加えて、カメラ、音楽、テレビをはじめとする様々なアプリケーションを搭載した端末への移行が進むにつれて、携帯電話に搭載される半導体の高付加価値化も期待されよう。

¹ 小数点以下四捨五入の関係で合計が一致しない場合がある (以下同様)。

通信用に加えて、今後は薄型テレビや携帯型音楽プレーヤーなどデジタル家電関連市場の成長に伴い、コンシューマ向け（民生用）半導体の市場拡大も見込まれる。さらに、カーナビゲーションシステムの普及や電子制御技術の高度化などを受けて、自動車1台あたりに搭載される半導体が増えてきており、車載用半導体への期待も高まってきている。

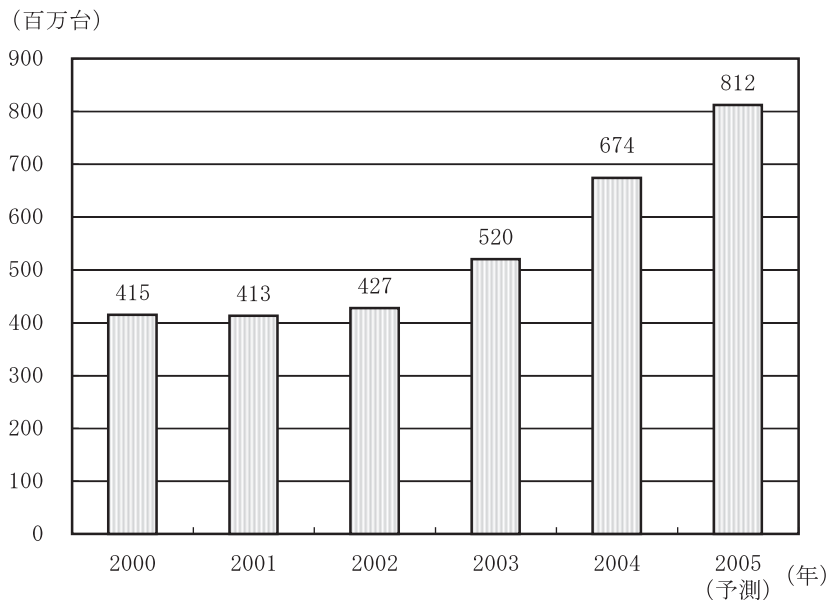
このように、半導体の用途は多様化しており、半導体メーカーは、新たな用途を積極的に開拓し、市場を自ら創造していく取り組みが求められる。

図表 1 - 3 世界のパソコン出荷台数



(出所) ガートナー データクエスト (2006年2月) GJ06075

図表 1 - 4 世界の携帯電話出荷台数



(出所) ガートナー データクエスト (2005年12月) GJ06047

3. 半導体市場の長期トレンド

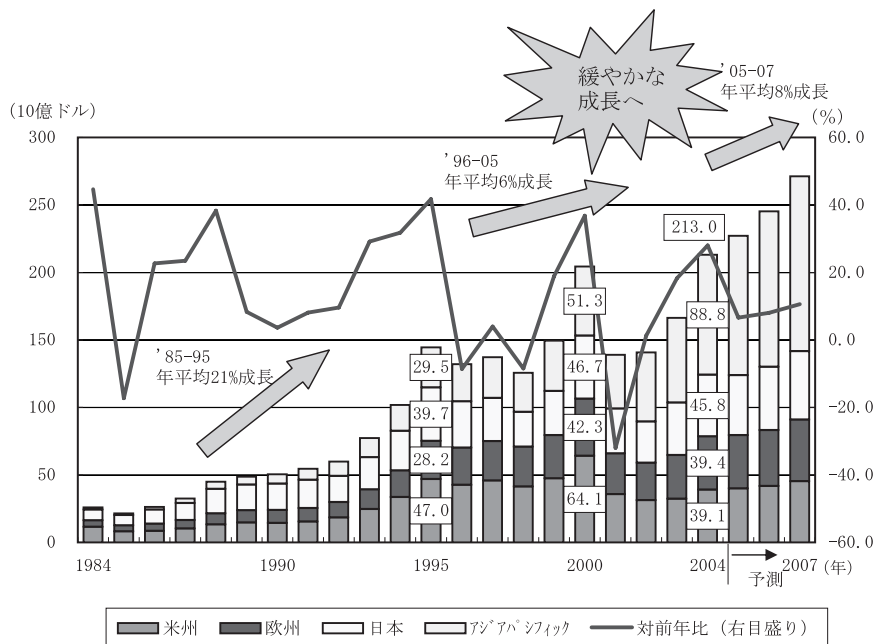
(1) シリコンサイクルと成長率の鈍化傾向

半導体市場は4～5年おきに好不況の波（シリコンサイクル）を繰り返してきた。最近では、1995年のピークに前年比41.7%の大幅増を記録したが、その後数年間は低迷状態が続いた。2000年はIT景気下で高成長となって市場規模は初めて2千億ドルを超えたが、翌年は再び大幅減に転じるなど、変動幅が非常に大きいのが特徴である（図表1-5参照）。

半導体市場は、1980年代以降、シリコンサイクルによるアップダウンを繰り返しながらも右肩上がりで拡大してきた。しかし、成長率は次第に鈍化する傾向がうかがわれる。最近20年間の半導体市場を前半と後半に区切ってみると、1985～95年にかけては年平均21.0%増と高い成長を達成したが、1996～2005年には同6.2%増へと大幅に鈍化している。

WSTSによれば、今後とも世界の半導体市場規模は続伸し、2007年にかけて過去最高を更新し続けるが、2004～07年にかけての年平均成長率は8.4%と1桁台にとどまると予測されている。半導体の用途がコンピュータ以外に多様化しており、シリコンサイクルの波は従来よりも小さくなるものの、市場拡大のテンポは緩やかなものになる見通しである。こうしたことから、今後は限られたパイの奪い合いで企業間の競争が一段と激化し、勝ち組と負け組の格差が広がる可能性がある。

図表1-5 世界半導体市場の対前年比伸び率と地域別動向



(出所) W S T S (World Semiconductor Trade Statistics ; 世界半導体市場統計)

(2) 地域別市場規模の変遷 ～アジア市場の急成長～

地域別にみた半導体マーケットの規模も大きく変遷している。図表1-5に示すように、1980年代後半から90年代前半にかけて日本が世界最大の半導体市場であったが、その後2000

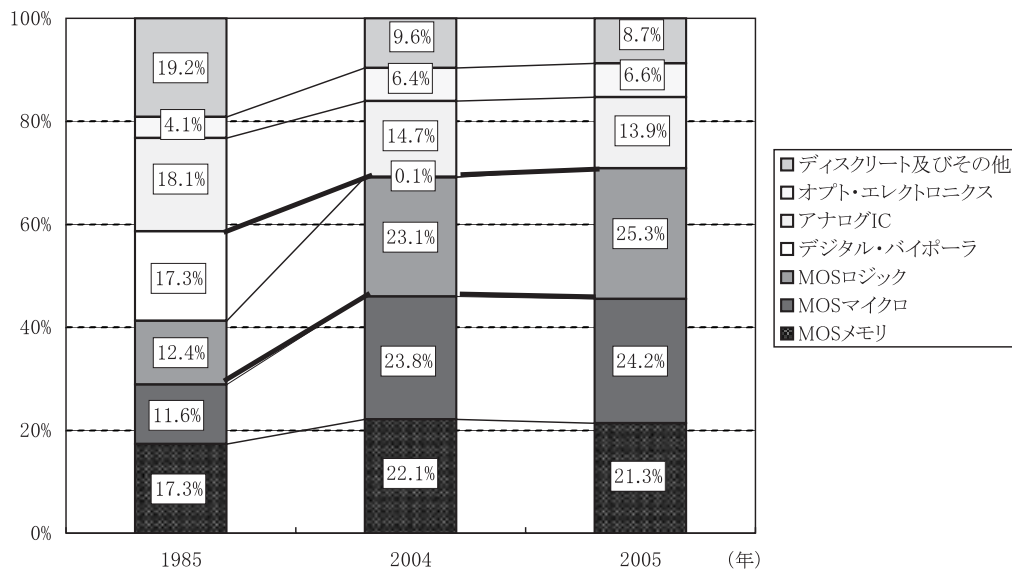
年までは米国が日本に代わってその地位を維持した。一方、2001年以降は、生産拠点のアジア地域へのシフトが進むにつれて、アジア・パシフィック地域が最大のマーケットとなっている。同地域が世界全体に占める割合は2001年の29%から2007年には47%まで上昇するとみられている。

一方、日本市場は2004～07年にかけての成長率が年率平均3.5%と世界平均(同8.4%)を大きく下回ると予測されており、05年には僅かながらもマイナス成長となるなど、他地域と比べて伸び悩み気味である。半導体メーカーにとって、国内だけでなく、アジアや欧米市場に軸足を置いたグローバルなマーケティング戦略を展開することが一段と重要になるとみられる。

(3) 主要製品別にみたマーケットトレンド ～MOSマイクロとMOSロジックの伸長～
半導体の市場規模は1985年の215億ドルから2005年には2,271億ドルへと10倍以上に拡大した。この20年間に主要製品別の構成比はどのように変化したのだろうか。

図表1-6によれば、バイポーラ型からMOS(metal oxide semiconductor: 金属酸化膜半導体)型への移行が進む中で、MOSマイクロ(MPUやマイコンなど)とMOSロジックの市場が大きく伸長したことがわかる。ロジックは、システム内でのデジタル信号の交換や操作などの制御、数値計算、論理演算や比較判断などの処理機能を持ち、コンピュータ周辺機器、通信機器や民生機器などに幅広く搭載される。パソコンや携帯端末に加えてデジタル

図表1-6 世界半導体市場の製品別構成比推移



(出所) W S T S

(注) 1. 2005年の数字は、W S T S 2005年秋季市場予測の数字

2. 2005年のデジタルバイポーラはMOSロジックに含まれる

3. MOSマイクロとMOSロジックに含まれる製品は経年で多少変化がある

家電の登場でエレクトロニクス製品の多機能化・高付加価値化が進展し、プロセッサやロジック半導体の需要が大幅に増加したことが背景にあるとみられる。

一方、MOSメモリの構成比は90年代半ばに一時30%台に達したこともあったが、近年は20%台前半で推移している。メモリはデータやプログラムを記憶する装置であり、主にコンピュータの主記憶装置（メインメモリ）に用いられるDRAMと、デジタルカメラのメモリカードなどに使われるフラッシュメモリの2つが代表的な製品である。

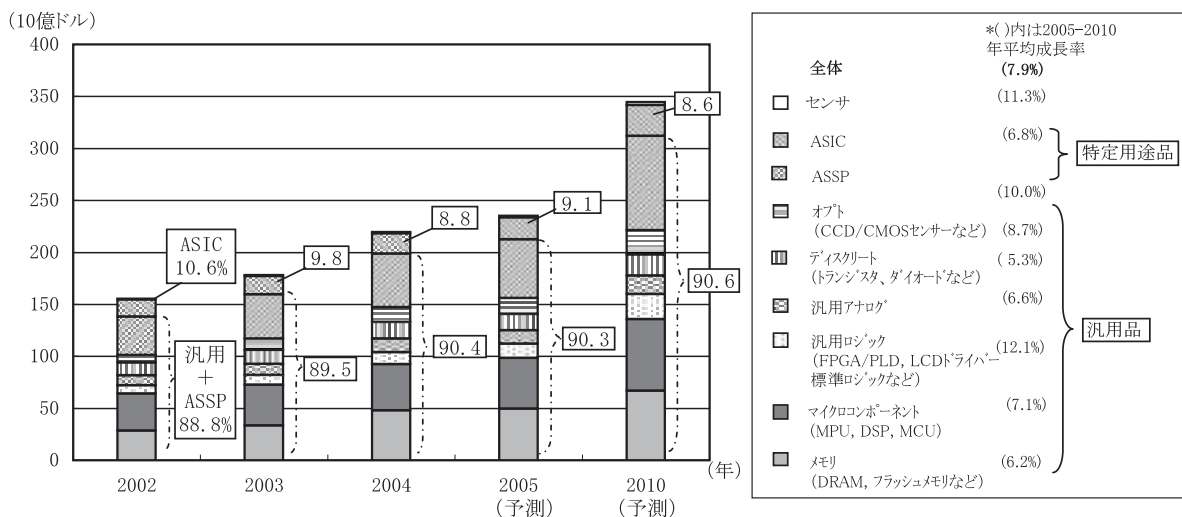
なお、比率自体はまだ小さいものの、CMOSセンサやLEDなどのオプト・エレクトロニクスは着実に市場が拡大しており、今後の成長が期待される分野である。

(4) 汎用品と特定用途品の市場推移

前項では半導体の機能に着目して製品別の動向を見たが、汎用性の度合いという切り口からの分析も重要である。

すなわち、半導体は、特定の用途やアプリケーションに応じて開発されたものかどうかによって、汎用品（general purpose products）と特定用途品（application specific products）に区分される。汎用品の代表例は、パソコンの普及に伴い1980年代以降急速に市場が拡大したMPUやメモリなどである。一方、80年代後半から90年代半ばになると、ユーザ固有のスペックに合わせた半導体を開発して欲しいという需要が高まり、ASIC（application specific integrated circuit：特定顧客向けカスタム品）と呼ばれる特定用途品が登場してきた。ASICの設計は搭載されるセット製品の開発と一体的に進められることが多く、これをデザイン・インと呼んでいる。

図表1-7 汎用品と特定用途品別にみた世界半導体市場の動向



(出所) ガートナー データクエスト (2006年2月) GJ06045

(注) ASIC: application specific integrated circuit

ASSP: application specific standard product

FPGA/PLD: Field Programmable Gate Array/Programmable Logic Device

図表 1 - 7 で汎用品と特定用途品の近年の市場動向をみると、メモリからオプトまでを合わせた汎用品が全体の 3 分の 2 を占め、ボリュームゾーンになっていることが分かる。特に、メモリ（フラッシュメモリ、DRAM など）とマイクロコンポーネント（MPU、MCU、DSP）の市場規模が非常に大きく、世界のトップグループの半導体メーカーのほとんどがこの 2 つの市場での勝者となっている。

一方、特定用途品は大きく ASIC と ASSP（application specific standard product：特定用途向け標準品）に分けられる。統計上、ASIC は特定（一人）の顧客向けにカスタム品として開発されるものであるのに対し、ASSP は複数の顧客を対象に販売される特定用途品である。04 年の ASSP 市場は ASIC の 2.6 倍超の規模となっており、2010 年にかけても ASSP の成長率の高さが際立つなど、ASSP は特定用途品の中で重要性を増している。

ここで「標準品」という共通点に着目し、汎用品と ASSP を合算した比率を算出すると、2002 年の 88.8% から 2004 年には 90.4% へと上昇している。市場全体の 9 割を汎用品と ASSP が占めるという状況は今後も続くものとみられる。

半導体は、マスクの回路を焼き付けたウェハから数百個以上のチップを一度に製造する手法を採る。したがって、同じマスクで多くのウェハを焼くほど、スケールメリットが効いてコストダウンを図ることができる。汎用品分野で圧倒的なシェアを確保することが半導体ビジネスで利益を上げるための王道であり、特定用途品分野においても標準化を図り、特定顧客向けにとどまらず、なるべく多くの顧客に販売していくことが採算確保のカギとなる。汎用品分野でのシェア拡大と特定用途品の標準展開の成否が、半導体メーカーの業績を大きく左右するようになっている。

果たして、日系メーカーは上記のような半導体市場の大きな構造変化に適切に対応し、国際競争力を維持することができているのだろうか。今後の戦略を考えるうえで、いま一度振り返って検証する必要がある。そこで、次章では、主要な半導体製品のセグメントごとに、日系メーカーのポジショニングをみていくこととしよう。

第2章 半導体の主要製品セグメント別にみた日本勢の国際競争力分析

本章では、汎用品と特定用途品の各々について、主要製品別にみた日本勢の国際競争力を分析する。代表的な汎用品としてプロセッサ、マイコン（MCU）、FPGA/PLD、メモリ、アナログを採り上げ、特定用途品についてはASICとASSPに分けて、日系メーカーのポジションを明らかにすることとしたい。

1. 汎用品分野における日系メーカーの競争力分析

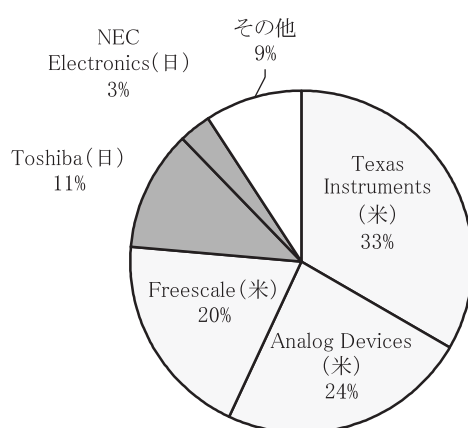
(1) プロセッサ

パソコンやサーバなどのキーデバイスであるMPUは、コンピュータの中央演算処理装置（CPU）の機能をワンチップ化し、演算処理や制御をつかさどるもので、インテル及びAMDの米系2社による寡占市場となっている。もう一つ、主として携帯電話など通信機器のデジタル信号処理や動画像処理に用いられるのが、DSP（digital signal processor）である。こちらもテキサス・インスツルメンツ（TI）をはじめとする米国勢が市場で圧倒的な地位を占めており、日系メーカーは劣勢に立たされている（図表2-1参照）。

プロセッサには論理演算のソフトウェアがハードウェアの中に組み込まれている。ハードウェアは汎用なので、ソフトウェアを書き換えることにより顧客の特定用途に対応することができる。このため、ソフトウェアの開発力がプロセッサの性能を大きく左右することになる。プロセッサ分野における米国勢の優位性の背景には、ソフトウェア開発力の高さと、それを知的財産として積極的に保護する戦略があると指摘されている²。

図表2-1 DSPのメーカー別世界シェア（2004年）

（世界市場計：10億ドル）



（出所）ガートナー データクエスト（2005年4月）GJ06046

² 伊丹敬之『日本の半導体産業 なぜ「三つの逆転」は起こったか』180頁以下参照

プロセッサはいったん使われ始めると、それに合わせてコンパイラ（プログラミング言語の翻訳手段）やソフトウェアが揃えられるため、別のプロセッサに変えるためにはソフトウェアなどを全部書き直す必要が生じる。このため、半導体の中でも周辺分野への影響が大きい中核的な位置づけにあり、最初に普及した製品の規格がデファクトスタンダード（事実上の業界標準）となる傾向がある。

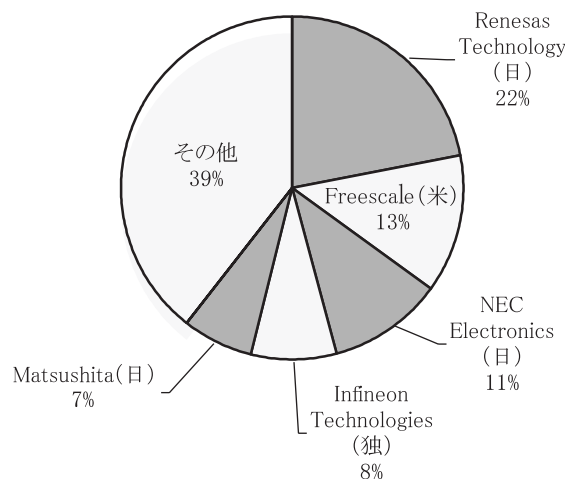
（２）マイコン（MCU）

マイコンは、CPUをコアにメモリや入出力回路をワンチップ上に集積した半導体で、主に機器組み込み型のコントローラとしてあらゆる電子機器に搭載されている。リモコン、キーボード、マウスや白物家電などの制御に用いられる4bitや8bit品から、デジタル家電、プリンタや自動車電装品などに使われる16bitや32bit品まであり、電子機器の高度化に伴い、高ビット品への移行が進みつつある。また、ABSやエアバッグ、カーナビの普及に伴い、自動車の電子制御化が急速に進展しており、車載用マイコンの需要が伸長している。

マイコンは日系メーカーが従来から強い分野であり、日立製作所と三菱電機の半導体事業の統合により2003年4月に設立されたルネサステクノロジが世界シェアで首位に立っている。マイコンはメモリと比べて市況変動の影響を受けにくい傾向があるが、平均単価は他の半導体製品よりも総じて低い。国内生産される半導体の平均単価を図表2-3で見ると、フラッシュメモリは1個平均1,000円を超え、DRAMやセミカスタムロジックが400～500円台で推移しているのに対し、マイコンは200円台にとどまっている。

図表2-2 MCUのメーカー別世界シェア（2004年）

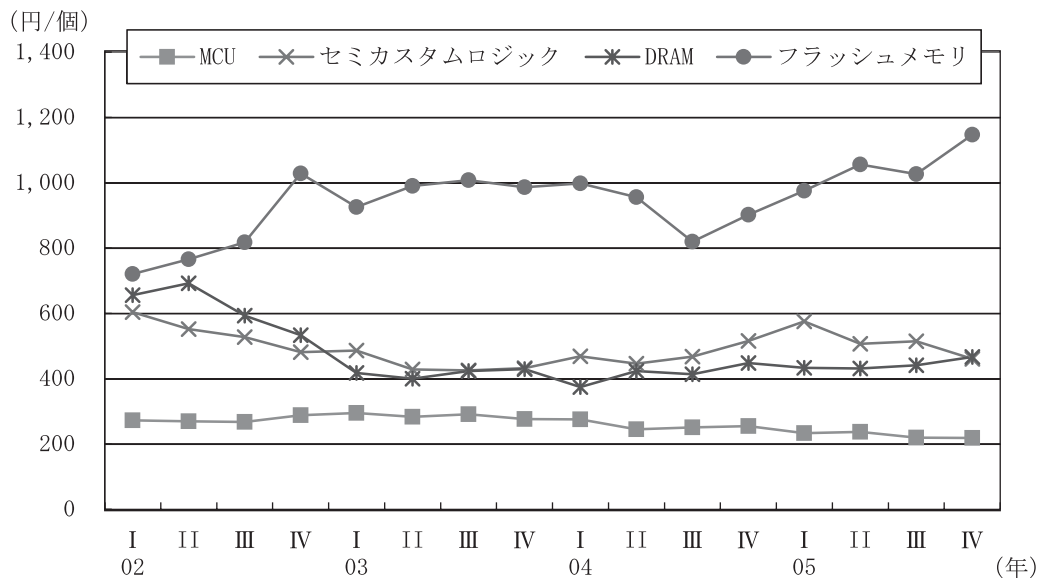
（世界市場計：132億ドル）



（出所）ガートナー データクエスト（2005年4月）GJ06046

このところ、海外勢も自動車向けを中心にマイコンのシェア拡大を目指しており、今後、日系メーカーとの競合が激しくなることが予想される。マイコン各社は、プログラムの書き換えが容易なフラッシュメモリ内蔵型マイコンの投入や、CPUの高性能化、周辺機能の強化などに取り組んでいる。

図表 2 - 3 主要半導体製品の平均単価推移（国内生産）



（出所）経済産業省「機械統計月報」

（3）FPGA / PLD

すでに述べたように、半導体ビジネスは、同じマスクで多くのウェハを焼くほど、スケールメリットが効いてコストダウンを図ることができる。顧客のカスタム志向が強まる中で、個別のニーズに応えながら採算性も確保するためには、ASICの販路を拡大してASSPとして展開するという手法以外に、技術的に新しいタイプのチップを開発するという方向性も考えられる。

後者の例がFPLと呼ばれる製品である。FPLとはField Programmable Logicの略称で、内部回路を電氣的にプログラミングすることにより、ユーザの手元で様々な回路設計を実現できるデバイスを総称した名称であり、FPGA（Field Programmable Gate Array）やPLD（Programmable Logic Device）とも呼ばれる。

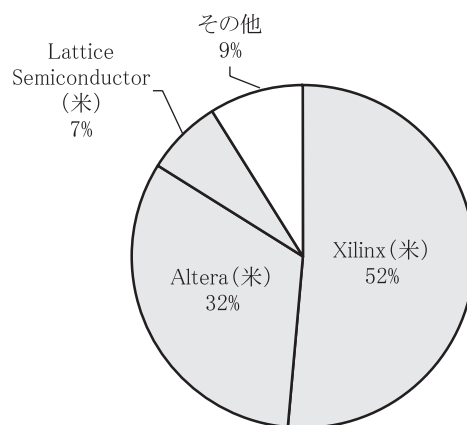
ASICは顧客ごとに特注で回路を設計するため、マスクコストの負担が重く、開発期間も1～2年程度かかることが多い。直前の設計変更や、試作段階になって設計不良が見つかった場合には、回路を設計し直す必要があるが、デジタル家電や携帯端末などは仕様や規格が頻繁に変更され、製品寿命も短いことから、従来型のASICでは商機を逸することにもなりかねない。

一方、FPGA/PLDは、ユーザが後から自由にプログラムで回路構成を書き換えられるので、直前の設計変更にも柔軟に対応でき、開発期間を大幅に短縮できるメリットがある。近年、低消費電力化やコストダウンが進み、FPGA/PLDの用途は通信機器やサーバ・ストレージからデジタル家電へと拡大している。専用回路を搭載するASICと比べると集積度や処理能力の面で劣る面はあるが、メーカー各社は最先端の微細加工プロセスを積極的に導入することで、こうした課題の克服を目指している。

FPGA/PLDは米系メーカーが先行しており、首位のザイリンクスとアルテラの2社で市場の8割以上を占めている(図表2-4参照)。両社の持つ有力な特許が障壁となり、日本勢をはじめとする大手半導体メーカーは当該市場に本格的に参入できないといわれる³。ザイリンクス、アルテラ、ラティスは、いずれも1980年代に米国で創業したファブレスのベンチャー企業である。製品の製造はファウンドリーに委託し、自らは製品開発に特化することで高い収益を確保している。例えば、業界首位のザイリンクスは、売上高を2001年度(1,015百万ドル)から2004年度(1,573百万ドル)にかけて1.5倍以上拡大し、04年度の営業利益率は24%、自己資本比率88%という強固な財務体質を有している⁴。

FPGA/PLD陣営の攻勢に対し、ASICベンダーも「ストラクチャードASIC」と呼ばれるセミカスタム的なASICを市場に投入し、巻き返しを図っている。これは、検証済みの設計資産(IP)の上に顧客独自の論理回路を追加することにより、開発や検証に要する時間とコストを抑制しようとする手法である。今後は、携帯機器やデジタル家電向けを中心に、FPGA/PLDがASICのマーケットをどこまで取り込めるかが注目される。

図表2-4 FPGA/PLDのメーカー別世界シェア(2004年)
(世界市場計:31億ドル)



(出所) ガートナー データクエスト (2005年4月) GJ06046

³ FPGA/PLD技術関連特許の動向については、特許庁「プログラマブル・ロジック・デバイス技術に関する特許出願動向調査」(<http://www.jpo.go.jp/shiryou/pdf/gidou-houkoku/pld.pdf>)を参照。

⁴ ザイリンクスホームページ参照

(4) メモリ

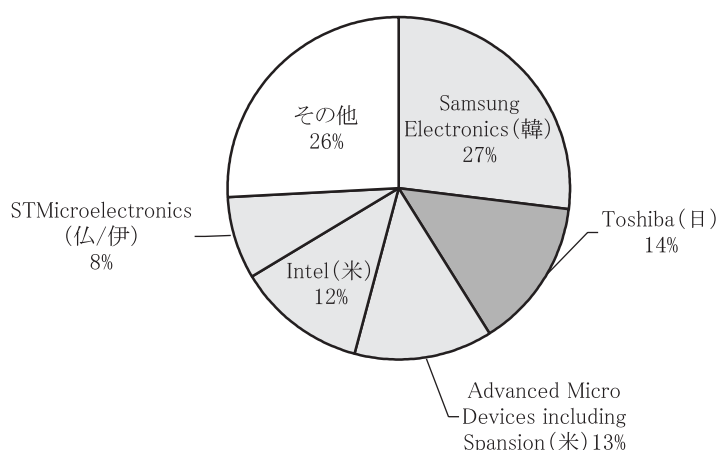
プロセッサと並ぶ代表的な汎用品であるメモリ市場では、DRAMとフラッシュメモリが大きなウェイトを占める。

このうち、DRAM市場で日系メーカーは1980年代に圧倒的なシェアを有したが、ボラティリティの大きさや巨額の投資負担などから、事業の統廃合や撤退が相次いだ。現在では、韓国のサムスン電子やハイニックス、米国のマイクロン・テクノロジーなどの海外メーカーが市場の大半を占有し、国内勢では携帯端末やデジタル家電向けに注力するエルピーダメモリが唯一のDRAM専門メーカーとなっている。

フラッシュメモリは、記憶保持動作が必要なメモリ(volatile memory)であるDRAMと異なり、電源を切ってもデータを保持できる(non-volatile memory)のが特徴である。データの書き込み速度が速く、主にプログラム格納に用いられるNOR型と、大容量のデータ保存に適したNAND型の2種類に大別される。

図表2-5 フラッシュメモリのメーカー別世界シェア(2004年)

(世界市場計:154億ドル)



(出所) ガートナー データクエスト (2005年4月) GJ06046

このうち、NAND型フラッシュメモリは、デジタルカメラなどのメモリカードに加えて、携帯型音楽プレーヤーなど新たな用途の開拓が進み、携帯電話でも、画像や音声などのデータ容量が増大するにつれてNAND型が搭載されるようになってきている。東芝によると、NAND型市場規模は2005年度に1兆円を超え、08年度にかけて年率28%という高い成長が見込まれている⁵。

NAND型フラッシュメモリの供給メーカーは限られており、サムスン電子、東芝、米サンディスクで市場シェアのほとんどを占める。サムスン電子はフラッシュとDRAMを同じ

⁵ 東芝 2005/8 経営方針説明会資料

ラインで混流生産し、D R A Mの市況下落局面ではフラッシュを増産し、フラッシュの市況が軟化するとD R A M生産に切り替えるといった柔軟な生産体制を構築しているとされる。

一方、国内勢では、東芝が戦略商品と位置付けてフラッシュ事業に注力している。国内メーカーの多くが2005年度に減収、減益あるいは赤字を見込む中で、東芝は半導体事業の利益を上方修正しており、フラッシュメモリがその原動力となった。東芝はサンディスクと合併で2006年度までに総額約2,700億円を投じ、四日市工場内に300ミリウェハ対応の新製造棟を建設中であり、2005年後半には90nmプロセス技術を用いた量産を開始し、首位のサムスン電子の追い上げを図っている。

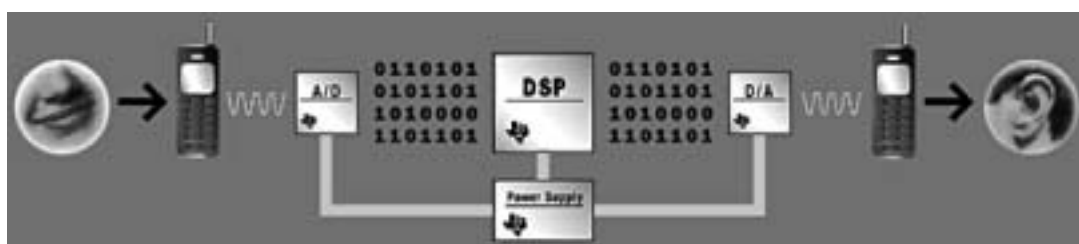
N A N D型市場にはすでにハイニックスやS Tマイクロエレクトロニクスなどが新規参入している。また、2005年末にはインテルがマイクロロンと合併でN A N D型に参入することを発表しており、競争の激化が予想される。メモリ事業は量産効果によるコストダウンが収益に直結することから、各社は相次いで最新鋭の設備を導入し、効率的な生産体制の構築を急いでいる。今後は、新規設備の歩留まり向上やメモリの大容量化に加えて、コスト競争力の優劣がシェアを大きく左右するものとみられる。

(5) アナログ

プロセッサやメモリなど多くの半導体が「0」と「1」のデジタル処理方式であるのに対し、アナログ半導体は絶対値を識別し、電源電圧の制御やアナログ信号のデジタル信号への変換などを行う。電源電圧の増幅機能を担うオペアンプや、音声や映像などのアナログ信号をデジタル信号に変換する際に用いられるコンバーターなどが代表的な製品で、通信機器やデジタル家電には不可欠な半導体である。

例えば携帯電話の場合、話し手の声(アナログ信号)はアナログICでデジタル化され、そのデジタル信号はD S Pで処理(圧縮)後、送信される。圧縮されたデジタル信号を受け手側で受信すると、D S Pで圧縮前のデジタル信号に戻す処理(伸長)を行い、その信号をアナログICでアナログ信号に変換することで通話が実現する。このように、高性能なプロセッサとアナログICが一連の処理を効率よく瞬時に行い、電源電圧を安定制御することにより、リアルタイムでの信号処理が可能となっている(図表2-6参照)。

図表2-6 デジタル携帯電話における信号処理のしくみ

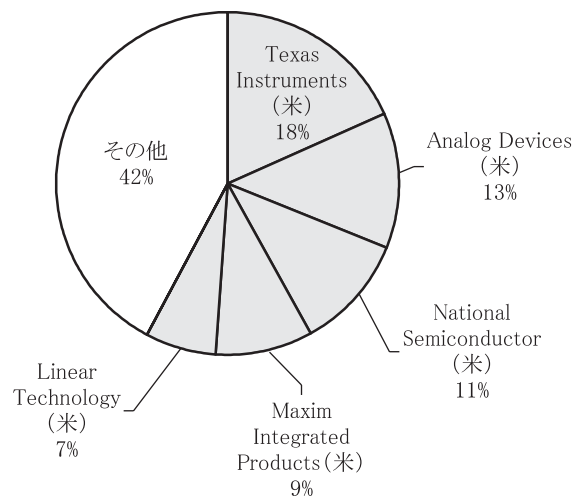


(出所) 日本T Iホームページ <http://www.tij.co.jp/jcorp/docs/dsps/index.html> より転載

アナログ半導体は電圧や信号強度などの絶対値を識別して機能するため、誤作動の原因となる外部からの雑音やバラツキ、ゆらぎをできるだけ排除するように回路を設計することがポイントとなる。必ずしも最先端の加工プロセスを必要とはしないが、回路設計や製造プロセスともにやや特殊性が強く、シミュレーション技術も確立していないため、エンジニアの経験と力量に頼る部分が多いといわれる。

ガートナー データクエストによれば、2004 年の汎用アナログ市場規模は半導体市場全体の約 6 % を占めており、この比率はここ数年ほぼ一定である。エレクトロニクス製品のデジタル化が進んでも、人が音声や映像を感じ取るためにはデジタル信号をアナログ信号に変換する必要があるため、アナログ半導体はデジタル機器にも必ず搭載されるものである。

図表 2 - 7 汎用アナログのメーカー別世界シェア (2004 年)
(世界市場計：132億ドル)



(出所) ガートナー データクエスト (2005 年 4 月) GJ06061

汎用アナログ分野はTIやアナログ・デバイスズ、ナショナルセミコンダクターなど米国勢が強く、上位5社(いずれも米系メーカー)の世界シェアは6割弱に達する(図表2-7参照)。国内にもロームや新日本無線など、大手とは一線を画したアナログに強いメーカーは存在する。しかし、大手の多くはデジタル系の半導体を主力事業と位置付けて設計開発や生産技術の重点をシフトしたため、これが日本のアナログ半導体の弱体化につながったとの指摘もある。

デジタル技術が進歩するにつれて、アナログ技術の役割も重要となる。一つの半導体にアナログとデジタル両方の信号処理技術を統合したミックスド・シグナルのような半導体では、アナログとデジタルの両方の技術を融合する能力を持った技術者をどれほど擁しているかがポイントとなる。アナログ系メーカーは、豊富な経験が必要とされるアナログ技術を極めた上でデジタル技術も追求しており、今後、製品のデジタル化が進む中でも一定の強みを発揮

し続けるものと考えられる。

2．特定用途品分野における日系メーカーの競争力分析

(1) A S I C と A S S P

セット製品のデータ処理や制御を行う場合、既存の汎用ロジック製品を利用することも可能ではないが、最終的にシステムをカスタマイズする際の柔軟性が制約されるという問題が生じる。エレクトロニクス製品の高機能化に伴い、カスタム化のニーズは強まる一方であり、製品の差別化に必要な機能を盛り込むため、半導体メーカーはデザイン・インにより顧客と一体となったカスタムチップの開発に注力してきた。

カスタム性を高めれば、顧客毎に異なるニーズにきめ細かく対応できるものの、際限のない多品種少量生産に陥ると、生産面での量産効果が得られなくなる可能性がある。また、半導体の集積度が高まり、多くの回路がワンチップに搭載されるため、A S I C の開発や動作環境の検証に時間とコストがかかることが問題とされている。

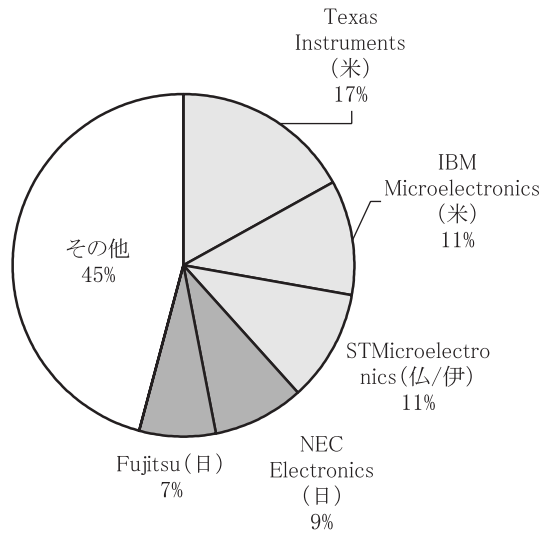
こうした中で、A S I C と異なり、複数の顧客を対象に販売される A S S P (特定用途向け標準 I C) が注目を集めている。A S S P は、「無線通信」「画像処理」「自動車制御」などの特定用途品を開発する際、なるべく多くのインターフェースや標準的な規格に対応することにより、幅広い顧客に販売することを狙っている。もともと A S I C として開発されたものが、販路の拡大に伴って次第に A S S P となる場合も増えており、A S I C と比べて A S S P の市場規模の拡大が顕著である。

日本の半導体メーカーは、A S I C 市場においては T I、I B M、S T マイクロエレクトロニクスといった欧米勢に次ぐ相応のポジションを確保している(図表 2 - 8 参照)。しかし、A S I C の 2.6 倍以上の規模に達し、今後とも高い成長率が期待される A S S P 市場では、フィリップス、インテル、Qualcomm、インフィニオン、T I などの海外メーカーが上位を占め、日系メーカーは下位にとどまる構図となっている(図表 2 - 9 参照)。

セット製品の立ち上がり期に特定顧客向け A S I C の開発で日本勢が先行しても、普及期に入って汎用・量産化が進み、A S I C が A S S P 化するにつれて、海外勢にシェアを奪われるケースも見受けられる。日本勢として特定用途品ビジネスにどう取り組んでいくか、具体的な戦略の構築が急務である。

図表 2 - 8 A S I C のメーカー別世界シェア (2004 年)

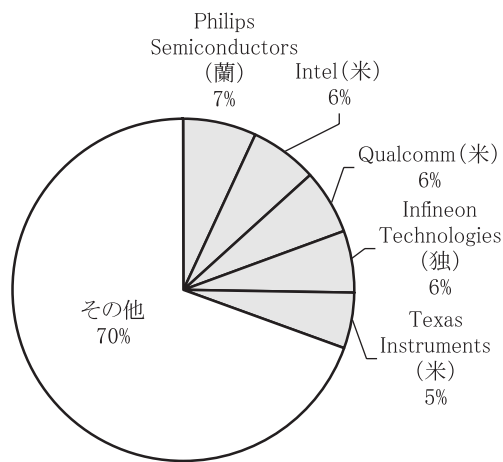
(世界市場計 : 194億ドル)



(出所) ガートナー データクエスト (2005年4月) GJ06046

図表 2 - 9 A S S P のメーカー別世界シェア (2004 年)

(世界市場計 : 515億ドル)



(出所) ガートナー データクエスト (2005年4月) GJ06046

(2) S o C (システム L S I)

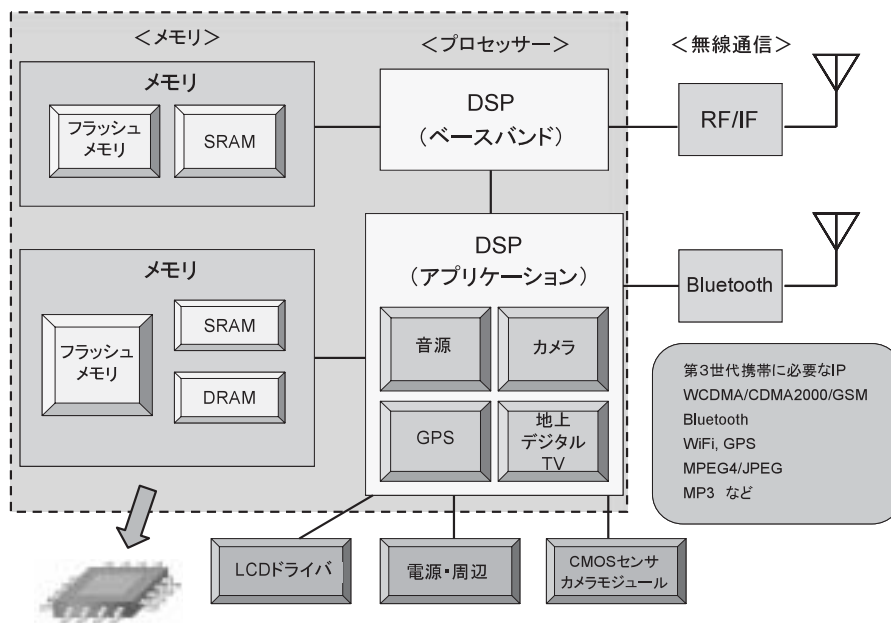
特定用途品の中でも注目を集めているのが S o C (system on a chip : システム L S I) である。ガートナー データクエストの定義によると、S o C とは、メモリやロジックに加えて、A R M、M I P S、D S P コアやグラフィックエンジンなどのプロセッサコア (compute engines) を 1 個ないし複数個集積化した A S I C あるいは A S S P のことである。A S I C 及び A S S P の大部分にはメモリとロジックが集積されており、これらと S o C との相違点

は、SoCには1個ないし複数個の compute engines が集積されていることである⁶。

SoCのような高集積なチップが実用化された背景には、半導体回路の微細化が130nmから90nm、65nmへと進み、チップ上に多くの半導体素子を集積できるようになったことが挙げられる。これまで複数の半導体を基板上で組み合わせていたものを1個のチップにまとめることで、製品の小型化、高性能化、省電力化や低コスト化が実現できる。SoC市場の拡大が期待される中で、半導体メーカーは、SoCをデジタル家電や携帯通信機器などのコア・デバイスとして位置付け、投資や研究開発のリソースを集中する戦略を採っている。

SoCとは具体的にはどのようなチップのことであろうか。SoCにはエレクトロニクス製品のシステム全体あるいはかなりの部分が集積される。一例として、第3世代携帯電話(3G)向けSoCの構成をみてみよう(図表2-10参照)。音声通信がメインであった頃の携帯電話では、ベースバンド・プロセッサによる処理が中心であった。しかし、近年はカメラ付き端末が普及し、音楽配信サービスやGPS(Global Positioning System: 全地球測位システム)、テレビ受信など様々なアプリケーションが搭載されるようになった。端末機能の高度化に伴い、従来のベースバンドに加えて、アプリケーション制御用のプロセッサも搭載されるのが一般的となっている。そして、携帯端末の小型高性能化、コスト削減、低消費電力化に対するニーズの高まりを受けて、現在では、プロセッサ、メモリや周辺回路からなるシステム全体をワンチップのSoCに集約化する方向へと向かいつつある。

図表2-10 第3世代携帯電話端末用SoCチップの構成例



ワンチップに集積(SoC)

(出所) ヒアリング、各種資料により作成

⁶ Gartner "SoC Market is set for Years of Growth in the Mainstream" Bryan Lewis, 17 October 2005, GJ06073

このように、携帯電話やデジタル家電をはじめとするエレクトロニクス製品の機能の多くは、中核となる半導体によって実現されている。こうしたチップには動画や静止画、音声の圧縮技術や無線技術などに関連するIP（半導体設計資産）が多数必要とされ、IPによって製品の価値が決まる時代となっている。

SoC事業は最先端の微細加工プロセスを用いるため、大規模な設備投資が必要となる。国内大手では東芝が2,000億円を投じて65nmの最先端プロセス技術を導入した口径300mmウェハ⁷対応ラインを大分工場に新設し、04年秋より稼働させている。また、富士通は三重県多度町に300mmウェハ採用のロジックLSI量産設備の建設を発表し、90nm対応の第1棟及び65nm対応の第2棟を合わせた投資額は2,800億円に達する。このほか、NECエレクトロニクスが山形県鶴岡市にデジタル家電や高性能コンピュータ向けのシステムLSIを生産するための新工場棟を建設するなど、300mmウェハ対応のSoCラインの新設・増強投資が相次いでいる。

しかし、これまでのところSoC事業の収益は総じて低位にとどまっている模様である。これは、最先端プロセスへの巨額の投資による償却負担が重いことが一因である。また、SoCは高付加価値品としての販売が本来期待されるはずであるが、チップが搭載されるデジ

図表2 - 11 国内主要半導体メーカーの300mmウェハ対応SoC関連投資の動向

企業名	計画発表	工場	投資内容	投資額	稼働開始
富士通	04/3	三重工場(第1棟)	90nm対応ロジックLSIの量産工場の建設 月産15,000枚(2006年度内目途)	1,600億円	05年4月
	06/1	三重工場(第2棟)	65nm対応ロジックLSIの量産工場の建設 月産10,000枚(2007年度目途)	1,200億円	07年4月
東芝	03/4	大分工場	65nm最先端システムLSIの新製造棟の建設 月産12,500枚	2,000億円	04年秋
NECエレクトロニクス	03/11	山形工場	130~90nmプロセスのシステムLSI生産ラインの新設 月産11,000枚(2006年度上期目途) 携帯電話やデジタル家電分野向けシステムLSIが中心	800億円	04年末
ソニー	03/4	諫早工場他	65nmプロセス対応の半導体生産設備の導入 次世代汎用プロセッサ(CELL)など システムLSIの生産 月産15,000枚	2,000億円 (03~05年度)	05年
松下電器産業	04/6	魚津工場	65nmプロセス対応の新棟建設 DVD、デジタルテレビ、移動体通信、ネットワーク、 イメージセンサ等に必要システムLSIを生産 月産6,500枚	1,300億円	05年10月

(出所) 各社ホームページにより作成

⁷ 300mm ウェハの表面積は200mm ウェハに比べて225%(2倍以上)で、1 ウェハ当りのチップ数は240%に向上する。また、300mm ウェハではチップ1個を製造するのに必要な電力及び水の使用量は200mm ウェハに比べて40%削減されるという。このように、大口径の300mm ウェハを採用することにより、製造コストを抑えつつ、チップの製造量を飛躍的に増大させることができるとされる(インテル ホームページ参照)。

タル家電などの最終製品が想定を上回る売価ダウンに見舞われていることも、収益に影響していると考えられる。

S o Cは顧客からの受注に基づいて最初からカスタムメイドする形になりがちで、開発までに相当なコストがかかるとされる。一方、エレクトロニクス製品の寿命は短期化の傾向にあり、工数をかけて開発したS o Cが搭載される製品が売れ筋から外れてしまえば、投資回収は期待し難くなってしまう。日本の半導体メーカーの多くは、汎用D R A Mからの撤退後、特定用途向けのA S I Cに活路を見出そうとしてきたが、必ずしも十分な収益に結び付けることができなかった。これと同様の事態がS o Cでも繰り返されることのないよう、早急な対応策が求められる。

本章では、汎用品と特定用途品の主要製品セグメント別に、日本勢の競争優位性の分析を試みた。その結果、明らかとなったのは、汎用品分野でのシェア拡大と特定用途品分野の標準化の両面に出遅れ、海外メーカーとの格差が広がっていることであった。日本勢が注力する特定用途品における採算性の改善は、海外メーカーにとっても大きな課題のはずである。今後の日本半導体産業の立て直し策を考えるうえで、海外勢が特定用途品にどのように対応しようとしているのか、グローバルな視点から把握することは不可欠である。

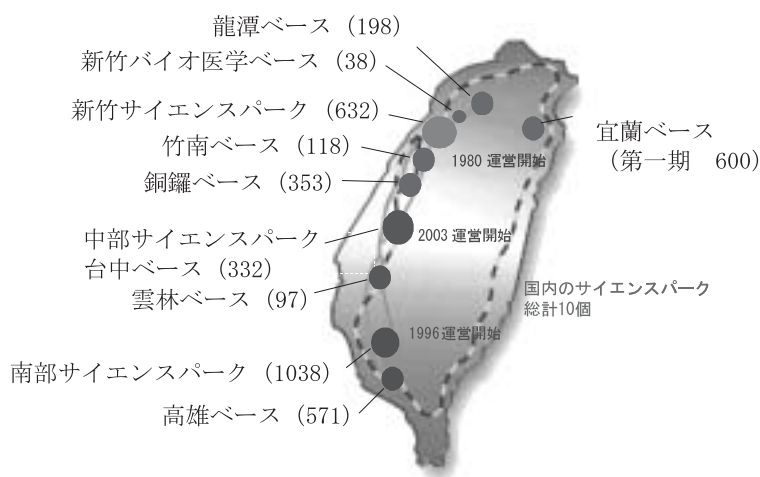
そこで、今回の調査では、近年、成長著しい台湾の半導体産業について現地取材を実施した。次章以降では、台湾をはじめとする海外勢との国際比較を通じて、日本半導体産業のおかれた現状と問題点を浮き彫りにしていくこととする。

第3章 垂直分業型ビジネスモデルにより発展を遂げる台湾半導体産業

1. 半導体産業の集積が進む新竹サイエンスパーク

台湾には、北部にある新竹サイエンスパーク（1980年運営開始）、中部サイエンスパーク（2003年運営開始）、南部サイエンスパーク（1996年運営開始）の3つのサイエンスパークが存在する⁸。このうち、半導体産業の集積エリアとして知られるのが「新竹サイエンスパーク」（新竹科学工業園区）である。面積632haの広大な敷地内には、2004年12月現在で384社が進出しており、大規模なファブ（工場）や研究施設などが建ち並んでいる。業種別の内訳をみると、半導体関連が164社と全体の4割強を占め、コンピュータ・周辺58社、通信52社、光電子関連61社などが続いており、半導体デバイスを核としたエレクトロニクス産業の一大拠点となっている（図表3-1、3-2参照）。

図表3-1 台湾のサイエンスパーク建設状況（計画を含む）



（注）カッコ内の数字は面積(ha)
（出所）科学工業園区管理局（Science Park Administration）

図表3-2 新竹サイエンスパーク進出企業の業種別内訳（2004年12月現在）

	会社数	従業員数 (人)	売上高 (百万ドル)	売上高 前年比 (%)
半導体集積回路	164	66,467	22,309	32
PC・周辺機器	58	14,268	4,147	3
通信	52	7,258	1,816	10
オプトエレクトロニクス	61	24,932	3,927	39
精密機械	21	1,529	277	60
バイオテクノロジー	28	1,023	76	39
合計	384	115,477	32,552	27

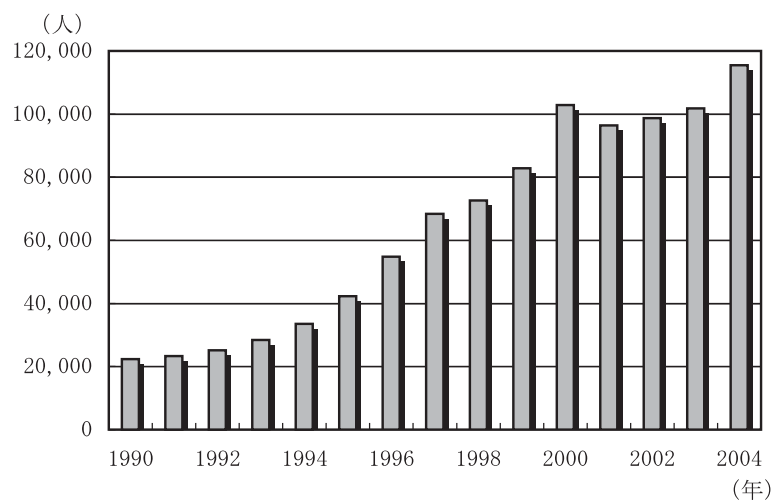
（出所）科学工業園区管理局

⁸ 現在建設中あるいは計画中のものを含めると、合計10カ所のサイエンスパークが整備される予定である。

新竹サイエンスパークの運営主体は行政院直属の科学工業園区管理局で、1980年の開園以来、インフラや施設整備に総額16.8億米ドル（約2,000億円）が投下されてきた。パークに隣接して設立されている工業技術研究院（ITRI）は、先端技術の研究及び民間企業への技術移転を推進するとともに資金面の支援も手がけており、これまでにパーク内の40社以上に出資を行っている。

図表3-3に示すように、パーク内の従業員数は1990年代半ば頃から急増し、現在では11.5万人に達する。このうち、海外留学経験者が4千人余りで、彼らが起業した会社はパーク開設以来24年間で116社にのぼるといふ。このことから、海外留学生や米シリコンバレーからの帰国組が、台湾半導体産業の発展に大きな役割を果たしてきたことがうかがわれる。

図表3-3 新竹サイエンスパークの従業員数の推移



（出所）科学工業園区管理局

サイエンスパークへの進出企業に対しては、手厚い公的支援策が用意されている。租税減免措置として5年間の営業所得税（最高税率25%）の免除が適用されるほか、公的金融機関である交通銀行から通常より2.15~2.5%低利の融資を受けることができる。また、半導体製造装置などを輸入する際の輸入税・貨物税、並びに、製品を輸出する際の営業税が免除される。研究開発についても、審査を経て1件あたり約5百萬元（1,750万円）の助成金が支給される制度が設けられている。これらの支援策は、台湾に多い中小企業間の連携を促進するためのインフラの提供、技術移転や人材育成などの組み合わせで実施されることにより、一段と効果が高まっていると考えられる。台湾では半導体産業の育成が重要施策として明確に位置付けられており、産官学一体となった強力な取り組みが、台湾の半導体産業の発展に大きく寄与してきたと考えられる。

なお、製造コストの問題などから、台湾でも近年、量産拠点の海外移転が進んでおり、新竹でもデザインに注力する企業が次第に増えてきている。管理局としてもファブレスをはじめとする研究開発型の企業誘致に努めていく方針である。

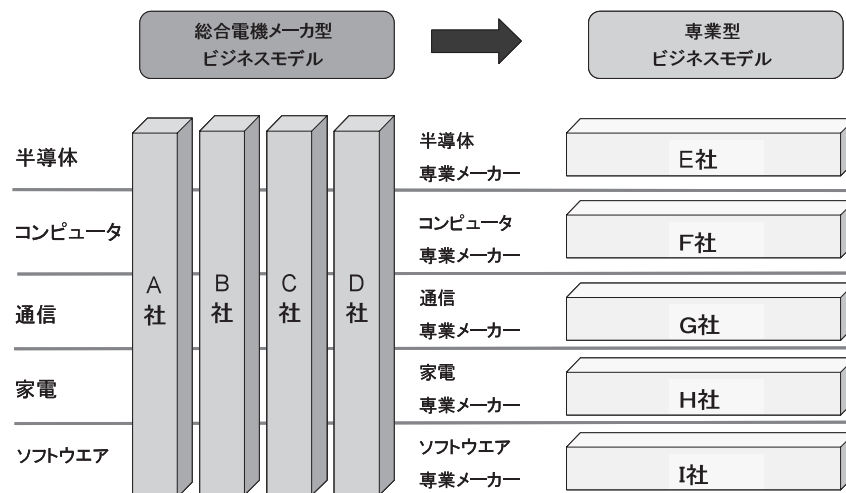
2. 垂直分業型ビジネスモデルにより発展を遂げる台湾半導体産業

(1) 半導体産業における2つのビジネスモデル

半導体産業では、川上の論理・回路設計から、川下の製造工程までを、社内で一気通貫に行う垂直統合型のIDM(Integrated Device Manufacturer)と、川上と川下の各部門を異なる企業間で分業するタイプの2つのビジネスモデルが存在する。

日本の大手半導体メーカーはほとんどがIDMである。しかも、その多くは総合電機メーカーの一部門となっている。総合電機メーカーは、コンピュータ、通信機器、白物家電、AVからシステム開発などに至るまで、非常に広範な事業分野をグループ内に抱えており、その中で、半導体部門は、主として社内のセット製品向けの半導体開発(内販)という役割を担ってきた。一方、インテルやTIをはじめとする海外の有力企業の多くは半導体専門メーカーであり、それ以外でも、IBMやQualcommのように、コンピュータと半導体、あるいは、通信と半導体といった形で、事業範囲をある程度絞り込んでいるケースが多い(図表3-4参照)。

図表3-4 総合電機メーカー型と専門型のビジネスモデル



(出所) 電子情報技術産業協会「ICガイドブック」をもとに作成

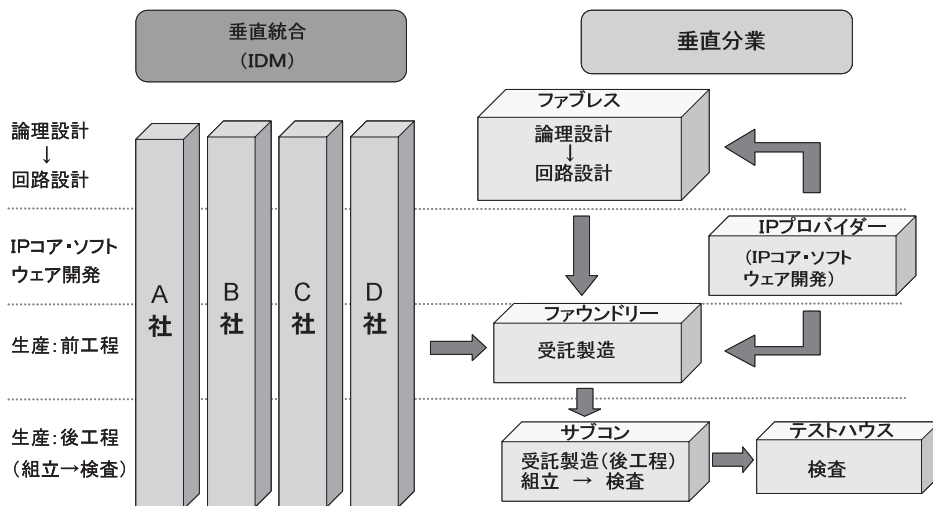
また、半導体部門の製品構成を見ても、日本の大手メーカーはメモリからマイコン、アナログ、ディスクリートまで、ほぼ全ての品種を取り揃えるフルライン型となっている。これに対し、メモリにフォーカスして業容を拡大する韓国勢や、プロセッサやFPGA/PLDなどで圧倒的なシェアを確保する米国勢にみられるように、海外メーカーの多くは自社が得意とする特定分野の製品に経営資源を集中し、成功をおさめている。

一方、米国や日本より遅れて半導体産業に参入した台湾には、垂直統合(vertical integration)で設計から製造まで自社内で一気通貫させるのではなく、特定の分野に特化する専門型メーカーが多い。とりわけ、受託製造(ファウンドリー)に専念する台湾勢は、設計に特化する

シリコンバレーのファブレス・ベンチャーとグローバルに相互連携し、分業のシナジー効果を発揮しながら急速な発展を遂げてきた（図表3 - 5 参照）。こうした「垂直分業」型のビジネスモデルは 1990 年代以降から急速に台頭し、世界の半導体産業に大きな地殻変動をもたらしてきた⁹。

台湾はパソコンや周辺機器の世界的な受託製造拠点でもある。パソコンを中心としたサプライチェーンの存在が、台湾に多い中小企業に成長の機会をもたらし、分業体制と相互依存関係を深化させてきた側面もある。従来の IDM とはまったく異なる、独自のビジネスモデルが生み出された背景には、台湾内の市場拡大に限界がある中で、国際分業による相互依存関係の構築に活路を見出そうとする発想があったと考えられる。

図表3 - 5 垂直統合型と垂直分業型のビジネスモデル



（注）IDM：Integrated Device Manufacturer
 （出所）電子情報技術産業協会「ICガイドブック」、ヒアリングにより作成

（2）垂直分業型のビジネスフロー

垂直分業型のビジネスは以下のような流れとなるのが一般的である。まず、エンドユーザーから依頼を受けたファブレスが、顧客の要望を踏まえながら半導体の設計開発を行う。設計が完了すると、ファブレスはファウンドリーに設計データを渡して製造を委託する。ファウンドリーは主に前工程を自社ファブで行い、後工程の組立や検査はサブコンやテストハウスなどのアウトソースを活用することも多い。

なお、半導体の機能回路ブロックやソフトウェアのことをIPと呼んでおり、IPの開発と外販に特化する「IPプロバイダー」という業態も存在する。垂直分業型では、ファブレ

⁹ 垂直分業モデルにおいては、ファブレスとファウンドリーの関係が「設計特化 - 製造受託」という単純な分業レベルから大きく変化し、設計から製造までの一連の縦方向の流れの中で、ファブレスとファウンドリーが互いに連携を深めてきていることに留意すべきである。以降でも述べるように、垂直分業モデルにおいて、ファブレスとファウンドリーは相互補完関係の強化を図っており、「分業下でのバーチャルな統合」とでも言うべき緊密なパートナーシップを構築している。

スが開発したIPと顧客が保有するIPを組み合わせることで半導体の設計を進めることになるが、デファクト・スタンダード（業界標準）となるような有力なIPが存在する場合は、それを提供しているIPプロバイダーから当該IPをライセンスすることが不可欠となる。

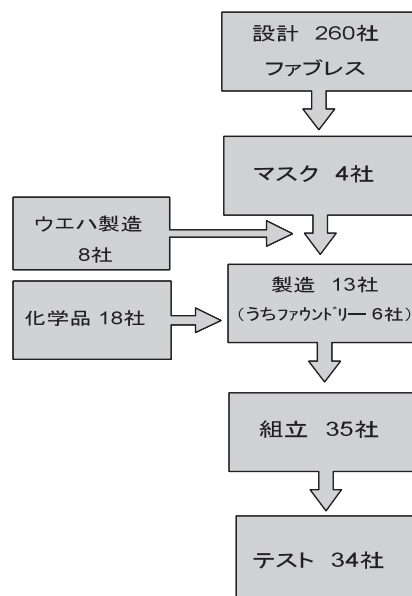
（3）台湾における垂直分業型の半導体産業構造

図表3-6は台湾の半導体産業の構造を示したものである。台湾の強みは製造部門にあり、ファウンドリーがその中核を占めていることは言うまでもない。また、後工程の組立やテストニングでも有力メーカーが多数存在し、海外から幅広く業務委託を受けている。

これに加えて、近年、ファブレス企業が急成長している点が注目される。2004年現在、台湾には260社のファブレスが存在する。2000年の140社と比較すると1.8倍以上の増加となる¹⁰。台湾勢は、川下の製造部門だけでなく、川上の設計においても急速に存在感を増してきている¹¹。

こうしたトレンドは業態別の売上高からも裏付けられる。台湾のファウンドリー売上高は合計119億ドル（2004年）であり、最大手TSMC（Taiwan Semiconductor Manufacturing Company）の売上高は77億ドルとなっている。これは、サムスン電子（173億ドル）やTI（109億ドル）には及ばないものの、日系の大手半導体メーカーの売上高に迫る水準である。

図表3-6 台湾における垂直分業型の半導体産業構造



（出所）工業技術研究院「2005 半導体工業年鑑」

¹⁰ 工業技術研究院「2005 半導体工業年鑑」による

¹¹ 台湾のファブレスについては後節でも詳しく紹介する

一方、ファウンドリー以外の半導体メーカーの売上高も 112 億ドルと、ファウンドリー売上高とほぼ肩を並べるところまで伸長してきている。この中には D R A Mメーカーなども含まれるが、ファブレス大手の売上高合計は主要 D R A Mメーカーの売上高合計とほぼ同じ規模に達しつつあり、このことから台湾でのファブレスの成長ぶりがうかがわれる。

図表 3 - 7 台湾のファウンドリー売上高 (2004 年)

会社名	売上高 (億ドル)
TSMC	77
UMC	35
その他	7
合計	119

出典：ガートナー データクエスト (2005 年 5 月) GJ06003

図表 3- 8 台湾の主要半導体メーカー売上高 (ファウンドリー売上を除く) (2004 年)

会社名	売上高 (億ドル)
Nanya Technology	12
Media Tek	12
Powerchip Semiconductor	11
その他	77
合計	112

出典：ガートナー データクエスト (2005 年 5 月) GJ06003

(4) 日本勢と海外勢の収益力比較

台湾勢のプレゼンスの高まりは、規模的な大きさだけでなく、収益力の高さにおいても顕著にみられる。

W S T S (世界半導体市場統計) によれば、2004 年の世界半導体市場は前年比 28% 増の 2,130 億ドルとなり、I Tバブル期の 2000 年のピーク (2,044 億ドル) を超え、過去最高を更新した。パソコンや携帯電話に加えて、デジタル家電や自動車向けといった新たな用途が拡大したこともあり、市場成長率は 2000 年に記録した同 37% 増に次ぐ高い伸びとなるなど、世界の半導体市場は活況を呈した。

こうした中で、日系と海外の主要半導体メーカーの収益力には大きな格差が生じている。2004 年度の主要な日系半導体メーカーと外資系半導体メーカーの業績を比較するため、売上高の対前年比伸び率と営業利益率を日本勢と外国勢に分けてプロットしたのが図表 3 - 9 である。営業利益率をみると、インテル 29.6%、TI 18.7%、サムスン電子 41.1%などが非常に高い水準にあり、これらのメーカーは売上も順調に伸ばしていることが分かる。台湾勢も T

S M Cの営業利益率が36.1%、U M C (United Microelectronics Corporation) 21.4%、ファブレスのMediaTek36.8%などと利益率が極めて高い。これに対し、日系メーカーの売上伸び率は一部を除いて市場全体の成長率を大きく下回っており、営業利益率も大半が1桁台となるなど、総じて低位にとどまっている。

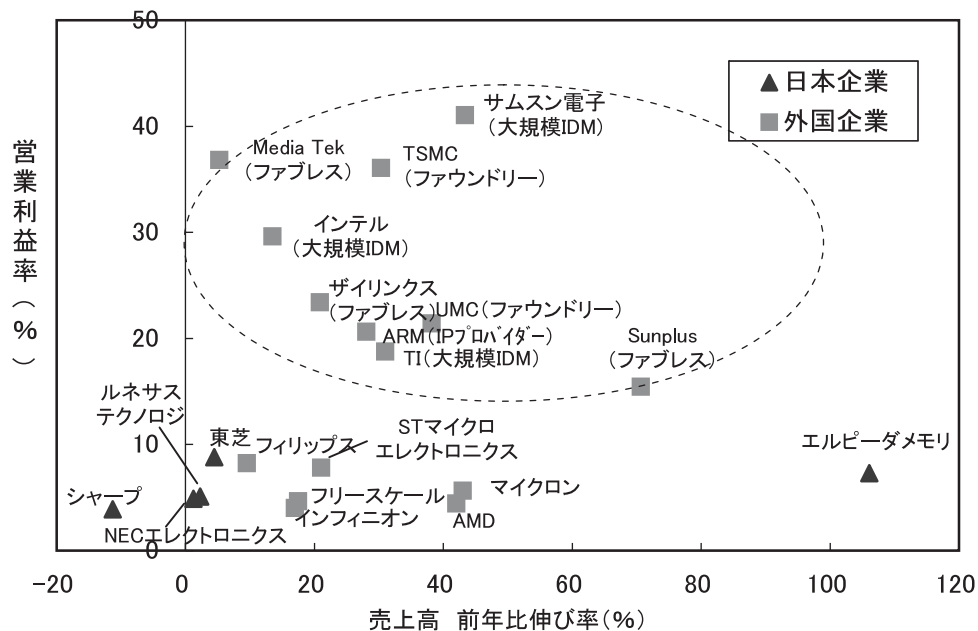
収益力の高さが際立つ企業群を点線で囲むと、概ね以下の4つのカテゴリーに分類することができる。

- トップグループの大規模IDM (サムスン電子、インテル、T I)
- ファウンドリー (T S M C、U M C)
- ファブレス (ザイリンクスなど)
- I Pプロバイダー (A R Mなど)

IDMで高水準の収益を確保しているのは、上位3社のみであることがわかる。いずれも主力製品で他社を圧倒するシェアを確保することで、スケールメリットを享受していると考えられる。一方、これらの上位グループの後塵を拝する規模のIDMは収益面で相対的に見劣りする傾向がある。日本勢だけでなく、インフィニオンやフィリップスなどの欧州系IDMも苦戦している姿が浮き彫りとなっている。そして、2005年度に入ってもこうした傾向は続いている。

海外勢が、垂直分業という新たなビジネスモデルに対応しながら市場の拡大を自社の業績に確実に結び付けてきたのに対し、日系メーカーはビジネスチャンスを生かし切れておらず、今後、海外勢との格差がさらに拡大することも懸念される。

図表3 - 9 国内外の主要半導体メーカーの収益力比較 (2004年度決算)



(注) 日本企業は3月期決算、外国企業はマイクロン(8月期)、インフィニオン(9月期)を除き12月決算(出所)半導体産業新聞、各社決算資料より作成

3. 垂直分業型のビジネスモデルが台頭してきた背景

半導体業界に様々な変革をもたらした垂直分業型のビジネスモデルは、半導体産業における大きな構造変化の中から生み出されてきたものである。かつての汎用DRAM全盛の時代を経て、1980年代末から90年代に入ると、特定用途品に対するニーズが高まってきた。特定用途品では、微細加工や歩留まりといった製造プロセス面の技術だけでなく、いかに論理的かつ効率的な回路を迅速にデザインできるかという設計技術が、差別化の重要な要素となる。このため、付加価値の多くが設計部門から生み出されるようになり、設計に特化したベンチャー企業が米国のシリコンバレーを中心に相次いで起業した。

この頃、EDA（設計自動化）ツールの普及により、シリコン基板にトランジスタの配置や配線を落とし込む作業が自動化され、シリコンの専門家ではない論理設計者でも回路レイアウトの設計までできるようになったことも、設計部門と製造部門の独立化・専門化を後押しすることとなった。従来は半導体メーカーが社内で蓄積していたプロセス開発のノウハウが製造装置の中に組み込まれ、売れ筋の装置を並べれば半導体を作れるようになってきたことも、新規参入組への追い風となった。

こうした半導体産業の構造変化のトレンドをいち早くつかんだのが、世界初のファウンドリーであるTSMCを1987年に台湾で立ち上げた張忠謀氏である。張氏は、設計に特化すれば巨額の設備投資がなくとも半導体事業に参入できるため、今後は有能な設計者が自らファブレス企業を興す可能性が高く、彼らから製造委託を受けるファウンドリー・ビジネスのチャンスも極めて大きいと考えたという¹²。当時のIDMは自社ブランド製品を優先し、ファブレスのベンチャー企業の受け皿にはなり得なかったのである。

ファブレスから見た場合、IDMは設計部門を自社内に持っているため、競合相手となるIDMに生産を委託することは難しい。製造に特化するファウンドリーの登場で、ファブレスは安心して製造を任せられるようになり、ファブレスとファウンドリーは相互補完しながら車の両輪として発展することとなった。ファウンドリーの成長がファブレスやIPプロバイダーの活動領域を広げ、それがファウンドリーの更なる発展をもたらすという、いわばWin-Winの関係が成り立っている。

製造設備を持たないベンチャー企業でもファウンドリーを活用すれば自社開発の半導体を世に問うことができ、その優位性が認められれば半導体業界で大きな影響力を及ぼすことも可能である。1990年代に入ると、斬新な発想力で勝負するシリコンバレーの半導体ベンチャー企業が、製造をファウンドリーに一任する形で独自の半導体を供給するという流れが形成されてきた。FPGA/PLDで世界市場をリードするザイリンクスやアルテラも、シリコンバレーのベンチャーから世界有数のファブレスへと成長した企業である。垂直分業は設備投資のリスクから半導体メーカーを解き放ち、新規参入を活発化させることにつながった。

今日では、半導体事業に深く精通した経営者でないと、業界の全体像を把握して的確な経営判断を行うことは困難となりつつある。各社が設計、コアIPの開発、ウェハ製造、パッケー

¹² TSMC設立の経緯については呉（2004）p.76 参照

ジング、テストなど得意分野へ集中することにより、専門的な見地からスピード感のある経営判断を下すことが容易になる。これも分業体制の成立を後押しする背景の一つであろう。

半導体産業は、設計と製造の連携が高度なレベルで求められる産業である。自社内に両方の機能を兼ね備えるIDMに対抗するため、垂直分業モデルでは、設計と製造の専門メーカーが各々専門性を高めながら相互補完関係を構築することで、分業体制下でも統合的なアプローチを実現しようとしている。

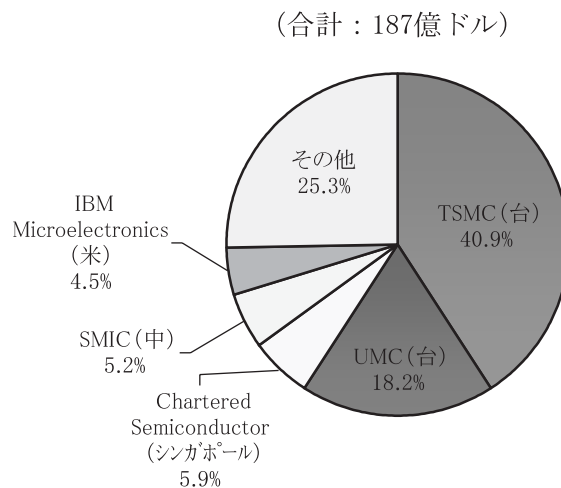
4. 世界半導体市場における台湾系メーカーのプレゼンスの高まり

ここで、世界の半導体業界における台湾系メーカーの位置付けを確認しておこう。

(1) ファウンドリー

世界のファウンドリーメーカー売上高合計は187億ドル(2004年)に達する。ファブレスの成長に伴い、2001年と比較するとほぼ倍増した。ファウンドリーは売上高ベースで世界の半導体製品の4分の1を製造しているとされる¹³。世界シェアをみるとTSMCが圧倒的なシェアを持ち、以下、UMC、Chartered Semiconductor(シンガポール)、中国のSMIC(Semiconductor Manufacturing International Corporation)がこれに続く(図表3-10参照)。ファウンドリーは製造に経営資源を集中してキャパシティを拡大し、スケールメリットでコストを引き下げ、競争力を確保するのが基本的な戦略である。売上高に対する設備投資額の比率(2004年)をみると、TSMCやUMCは30~40%前後と高く、ファウンドリーが規模の拡充に注力している様子がうかがわれる。

図表3-10 世界のファウンドリーメーカー売上高シェア(2004年)



(出所) ガートナー データクエスト (2005年10月) GJ05446

(2) 組立受託

ファウンドリーの多くは前工程に集中しており、後工程とテスト事業はアウトソースを活

¹³ ガートナー データクエスト "Foundries Enhance the Semiconductor Value Chain" James F. Hines, 2005年4月27日 GJ06062

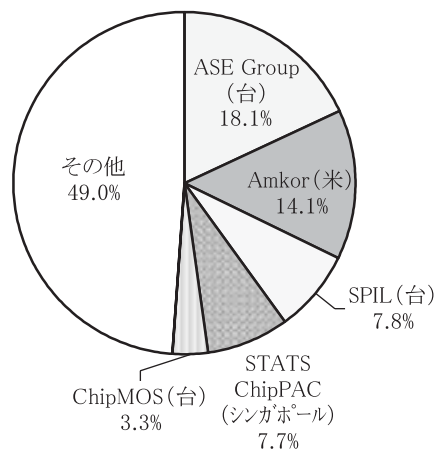
用している。これらの業務を請け負う組立受託製造メーカーは「サブコン（サブコントラクター）」とも呼ばれ、アジアを中心に発展している。上位5社のうち3社を、A S E (Advanced Semiconductor Engineering)、S P I L (Siliconware Precision Industries)、ChipMOSの台湾勢が占めている。なお、サブコンのうちテスト工程だけを請け負う「テストハウス」という業態もあり、これも台湾に多く存在する。

製造工程の無人化が進む前工程と異なり、後工程は人件費の比率が高いとされる。業界トップのサブコンであるA S Eは従業員3万4千人を擁する¹⁴。このため、ウェハテストやパッケージング、ファイナルテストについては、I D Mも以前から積極的に外部委託を活用してきた。近年では、生産体制の再編策として後工程を社内から切り離す動きもみられる。一例として、N E Cエレクトロニクスは、2004年にN E C山形の高畠工場をA S Eグループに売却し、汎用パッケージ製品の生産を外部委託する方針を明らかにしている。

これまでファブレスからの受託が中心であったファウンドリーも、I D Mからの製造受託が増えてきており、T S M Cの場合ではI D Mからの受注が全体の28%を占める¹⁵。I D Mが自社ファブとファウンドリーを併用するビジネスモデルは「ファブライト」戦略とも呼ばれ、柔軟な生産能力を確保しながら投資負担を軽減する方策として広がりつつある。

図表3 - 11 世界の組立・テスト受託メーカー売上高シェア（2004年）

（合計：135億ドル）



（出所）ガートナー データクエスト（2005年10月）GJ05446

（3）ファブレス

ファブレスは自ら製造設備を持たず設計・開発に特化し、製造はファウンドリーに委託する。このため多額の初期投資が不要で、ベンチャー企業の参入が盛んであり、米国のシリコンバレーがファブレスの一大集積地となっている。

業界首位のQualcommは、携帯電話の世界的な通信規格であるC D M A技術を開発し、これに

¹⁴ ASE ホームページによる

¹⁵ 2005年第4四半期実績、T S M C ホームページによる

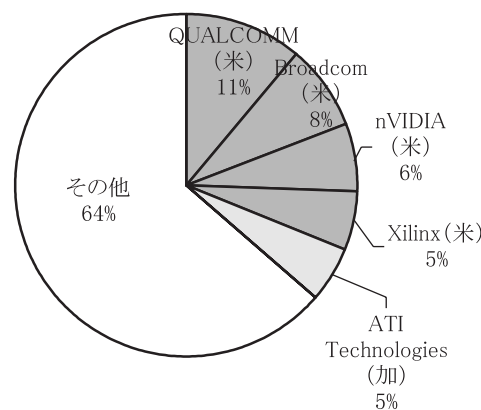
対応したデファクトスタンダードの半導体を設計・販売している。また、nVIDIA と ATI Technologies（カナダ）はグラフィックスプロセッサ（GPU）、ザイリンクスはFPGA/PLDで独自の強みを発揮している。ファブレスの多くは自社の得意分野にリソースを集中し、デファクト戦略やパートナーシップも効果的に活用しながら、特定分野で圧倒的なシェアを確保している。

台湾でもこのところファブレスの成長が顕著であり、2000年の160社から2004年には260社まで急増した。特に、MediaTek、VIA Technologies、Sunplus Technologyなどが売上を伸ばしており、設計力の向上が目覚ましい。

台湾系ファブレスの顧客分布をみると、台湾内の比率が2000年の59%から2004年に37%まで低下する一方、中国の比率が22%から55%へと急上昇している¹⁶。生産拠点の海外移転が進む中、台湾のファブレスは、成長著しい中国のエレクトロニクス産業を主要な顧客とすることで、持続的な成長を遂げていると言えよう。

図表3 - 12 世界のファブレスメーカー売上高シェア（2004年）

（合計：291億ドル）



出所：ガートナー データクエスト(2005年4月) GJ05447

（4）IPプロバイダー

半導体メーカーは、性能や機能を差別化するためのIPは自社で開発する一方、すでにデファクト化しているIPについては、開発期間の短縮やコスト削減のために外部調達するようになっている。半導体のコアとなる設計資産（IP）を開発し、半導体メーカーに対してライセンスを行うのが「IPプロバイダー」である。IPは知的財産として保護されるため、半導体メーカーはIPを保有する企業との間で契約を締結し、ライセンス料の支払いと引き替えにIPを利用することとなる。

IDMはチップデザインやIPを社内に多数蓄積しており、第三者のIPを使わなくても製品の開発自体は可能との見方もある。しかし、有力なIPプロバイダーは、ファブレスだけでなくIDMにもIPをライセンスしている。IDMとしても、すべてを自社開発する

¹⁶ 工業技術研究院「2005半導体工業年鑑」

ためには多額の開発コストと膨大な時間がかかり、Time to Market の観点からは間尺に合わないケースが増えてきているものと考えられる。

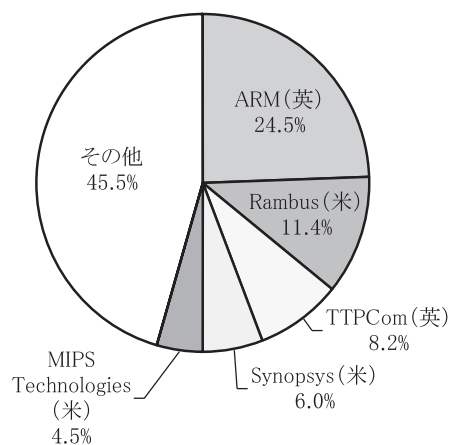
半導体 I P (third party 向け) の世界売上高 (2004 年) は 13 億ドルで、対前年比 21% の増加となった。 I P のニーズが強い分野の一つがプロセッサコアであり、英 A R M や米 MIPS Technologies など主要なプロバイダーとなっている。第 2 章でも述べたように、プロセッサは、いったん使われ始めると、それに合わせてコンパイラやソフトウェアが揃えられるため、最初に普及した製品の規格が事実上の業界標準となる傾向がある。このため、半導体の中でもとりわけ周辺分野への影響が大きい中核的な存在であり、デファクト・スタンダードに対応した I P を半導体に組み込まないと、セット機器の拡販に支障を来すことにもなりかねない。例えば、A R M は低消費電力型のプロセッサコアとしてデファクトを獲得し、携帯電話をはじめとする幅広い製品に採用されている。プロセッサ以外にも、ネットワークを通じた相互接続の重要性が増すにつれて、インターフェース関連の I P に対するニーズも高まっている。

I P プロバイダーのビジネスは、パートナーを増やして自社 I P を普及させない限り、事業として成り立たないという厳しさがある。 I P で成功するためには、他を圧倒するような優れた性能を持つ I P を開発するとともに、グローバル展開によるパートナー作りや普及促進に向けたサポート体制の巧拙もポイントとなる。ソフトウェアや設計環境まで含めてトータルにサポートしながらグローバルスタンダードにまで持って行かないと、 I P としては普及せず、知財としての価値も出ないためである。

これまでのところ、 I P プロバイダー業界は欧米勢が席卷しており、台湾を含めたアジア勢はキャッチアップすることができていない。台湾メーカーは、 I P 面での弱点を克服するため、国際分業体制を最大限に活用し、世界中から有力な I P を集めてくることで補完を図っている。さらに、産官学の連携により、半導体の設計力や I P 開発力の強化を図っており、大学における人材育成、設計環境の整備などの取り組みが進められているところである。

図表 3 - 13 世界の I P プロバイダー売上高シェア (2004 年)

(合計 : 13 億ドル)



(出所) ガートナー データクエスト (2005 年 10 月) GJ05446

第4章 ファブレスとファウンドリーの連携強化によりS o Cビジネスへの対応を目指す台湾半導体産業

前章では、垂直分業型のビジネスモデルにより急速な発展を遂げてきた台湾半導体産業について概観した。台湾のファウンドリーの強みは、コスト競争力、質の高いサービス、先端技術力、幅広い製品ラインナップ、IPライブラリーの提供といった点にある。このところ台湾では、ファブレスも急成長を遂げており、半導体設計の新たなアウトソース先の一つとして注目を集めつつある。

近年、半導体の微細化がナノレベルまで進展し、多くの機能がワンチップに集積されるようになるにつれて、設計と製造の両部門が互いに連携して課題の解決にあたる必要性が増している。こうした中で、ファウンドリーは、単純な製造受託メーカーから、ソリューションプロバイダーへの進化を目指して様々な取り組みを行っている。また、ファブレスもファウンドリーと連携を深めながら設計の効率化を模索している。

本項では、S o Cビジネスへの対応を目指す、台湾のファブレスとファウンドリーについて概観していくこととしたい。

1. 製造受託メーカーからソリューションプロバイダーへと進化するファウンドリー

(1) 大型投資による300mm ウェハ対応ファブの建設

台湾のファウンドリーの強みは、投資に対する積極的なスタンスによってもたらされる部分大きい。図表4-1は世界の地域別半導体設備投資額を比較したものである¹⁷。2004年の投資額は合計483億ドルに達し、2005年も引き続き高水準を維持する見込みである。これを地域別に見ると、アジア・パシフィック地域の合計が日本や北米を大きく上回っており、アジアが半導体の世界的な製造拠点となっていることがデータからも裏付けられる。とりわけ、台湾の投資額(04年)は82.5億ドルに急増し、韓国を上回る規模となっている。日本と比較しても4分の3前後の水準に達する。これらの大型投資の牽引役は、TSMCとUMCのファウンドリー2社による、口径300mmウェハ対応のファブ建設である(図表4-2参照)。最大手であるTSMCの投資額(2005年)は24.8億ドルに達し、ほとんどの日系メーカーの1社当たり投資額を上回る規模となっている。

台湾メーカーの特徴は、日本勢と比べて1ファブ当たりの生産能力が大きいことである。圧倒的な投資でスケールメリットを引き出し、コスト競争力を高めている。導入する設備については、フレキシビリティをできるだけ高めることを重視している。顧客の様々な製造委託の要望に応えることがファウンドリーの生命線となることから、製造の柔軟性を高めて、幅広い製品ラインナップを整えることが不可欠となるためである。TSMCは世界中に300を超す顧客を抱え、全部で5千種類以上の製品を生産しているという¹⁸。多数の顧客から製

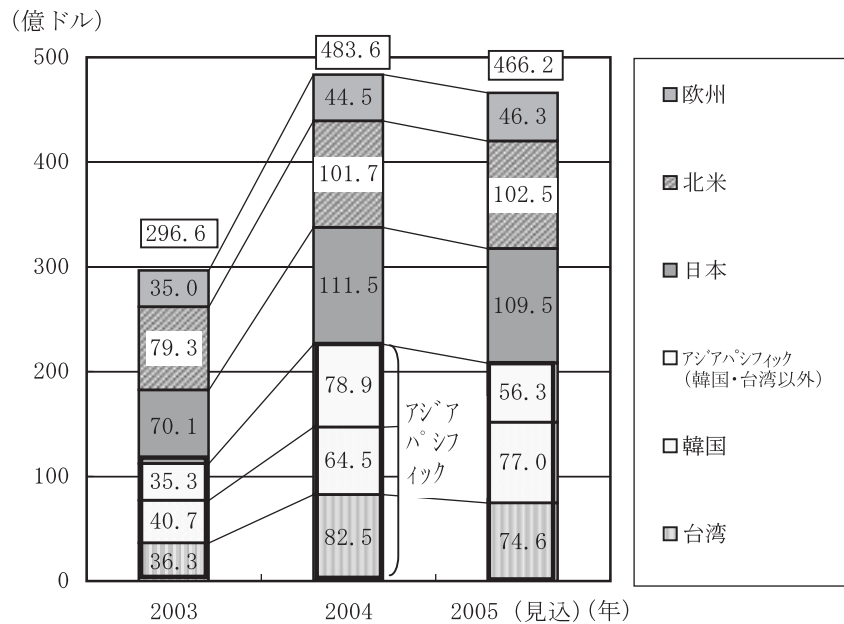
¹⁷ 投資地点ベースでの地域別投資額

¹⁸ 'TSMC 2004 Business Overview'を参照

造委託を受けることはリスク分散にもつながる。ファウンドリーの顧客基盤は通信、民生、コンピュータなど多方面にまたがるため、ある分野が落ち込んでも他の分野でカバーすることにより、ボラティリティを小さくすることが期待できる。

微細化対応においても、台湾のファウンドリーは 90nm の先端プロセスでの量産をすでに開始しており、2006 年中には 65nm の試作も立ち上げる予定である。歩留まりなどに課題があるとの指摘もあるが、先端プロセス技術で急速にキャッチアップしつつあることは間違いない。

図表 4 - 1 世界の地域別半導体メーカー設備投資額比較



(出所) ガートナー データクエスト (2005 年 12 月) GJ06004

図表 4 - 2 台湾のファウンドリーによる 300mm ウェハ対応ファブ稼働状況

会社名／工場	稼働開始年	最大生産能力 (千枚/月)	最小線幅 (nm)	備考
TSMC				
12A	2002	25	130	
Fab 14A	2004	35	90	06年第2四半期より
12B	2005	25	90	65nm生産開始予定
UMC				
Fab12A	2001	40	90	06年上期より65nm試作開始予定
Fab12 i	2004	40	130	シンガポール

(出所) 工業技術研究院「2005 半導体工業年鑑」、各社ホームページなどにより作成

(2) コスト競争力の源泉

台湾のファウンドリーの強みとして指摘されるコスト競争力について、財務面から分析することにしよう。図表4-3に示すように、最大手TSMCの売上原価率は55%と極めて低い水準にある。ファウンドリーは製造に特化して能力増強に経営資源を集中し、スケールメリットでコストを安く抑えることにより成長を遂げてきた。日系メーカーとしても、台湾勢との徹底的な比較を通じて、製造面でのコスト削減の余地が残されていないか、改めて検証してみることが必要と思われる。

限界利益率の高さのみならず、販売費、一般管理費や研究開発費を売上高に比して低く抑えていることも、台湾勢に高水準の利益率をもたらす原動力となっている。研究開発費については、ファウンドリーは受託製造、ファブレスは製品の設計開発という分業関係にあることから、IDMと比べて相対的に少額で済むのは当然かもしれない。しかし、販売費や一般管理費の対売上高比率の格差は看過し得ない点である。日系メーカーは販売費や研究開発費に多額の資金を投じているが、必ずしも収益に結びついておらず、このあたりが一つの問題点として浮き彫りとなってくる。

図表4-3 台湾ファウンドリーのコスト優位性(2004年度)

	TSMC		UMC		NECエレクトロニクス	
	(億円)	比率	(億円)	比率	(億円)	比率
売上高	8,323	100.0%	4,181	100.0%	7,080	100.0%
売上原価	4,575	55.0%	2,988	71.5%	4,859	68.6%
粗利	3,748	45.0%	1,192	28.5%	2,221	31.4%
営業費用	885	10.6%	485	11.6%	1,889	26.7%
Sales & marketing expenses	109	1.3%	90	2.1%	810	11.4%
General & administrative expenses	371	4.5%	157	3.8%		
Research & development expenses	405	4.9%	238	5.7%		
営業損益	2,863	34.4%	706	16.9%	332	4.7%
税引前損益	2,976	35.8%	1,027	24.6%	264	3.7%
純損益	2,987	35.9%	1,030	24.6%	160	2.3%

(注1) TSMC、UMCは12月期連結決算、NECエレクトロニクスは3月期連結決算

(注2) 換算レート(2004年平均) 1台湾ドル=3.236円

(出所) 各社アニュアルレポート

(3) ナノレベルSoC開発の課題

近年、製造プロセスが90nm以下のナノレベルにシフトするにつれて、ファウンドリーはSoCのような集積度の非常に高いチップへの対応を求められるようになってきている。ナノレベルのSoCはシステム設計が非常に複雑で、配線の複雑化によるタイミングの遅延や、隣接する回路の配線どうしの影響で生じるノイズ(クロストークノイズ)に代表されるよう

に、技術的な課題が山積している。こうしたチップを作るためには、設計と製造が緊密に連携する必要があるため、旧世代の成熟したプロセスでチップを受託製造する場合とはかなり事情が異なってくる。

これまでの台湾勢は、設計と製造の摺り合わせが必要となるような最先端の領域よりもボリュームゾーンに注力し、コスト競争力を最大の武器として利益を確保するのが基本戦略のようにも見受けられた。ここにきて、ファウンドリーが敢えてS o Cビジネスに進出してきた背景には、ファブレスとファウンドリーが各々設計と製造に特化して分業するだけの単純な受託製造モデルでは、S o Cに対応しきれないのではないか、との危機意識があったと思われる。

図表4 - 4 ナノレベルS o Cの設計開発における課題

<p>ナノレベルS o C開発の課題 (線幅0.09 μm=90nm以降)</p> <ul style="list-style-type: none">①システム設計の複雑化②タイミング、クロストークノイズ等の解決③E D Aツールの有効活用による設計効率化 (E D A :Electronic Design Automation、設計自動化)④マスクコストの高騰⑤最適なI Pの開発・調達 <p>・1社のみではS o Cの開発は困難 ・自社保有のI Pと世界中のI Pを組み合わせる 最適チップを迅速に開発することが重要に</p> <p>→国際分業体制、相互依存関係の深化</p>

(出所) 日本政策投資銀行作成

(4) I Pライブラリーの活用による設計と製造の効率化

こうした中で、ファウンドリーはS o Cビジネスにどのように対応しようとしているのだろうか。

ナノレベルのS o Cでは1枚のチップ上に数多くのI Pが集積されるため、すべてのI Pを最初から1社で設計していたのでは時間とコストがかかり、採算が合わずに顧客も離れてしまいかねない。このため、ファブレスはコア・デザインに集中せざるを得なくなっており、自社の設計資産と他社のリソースを組み合わせ、いち早く顧客に提供する国際分業体制が不可欠となってきた。

例えば、画像処理用のS o Cを開発する場合、ファブレスは開発に時間のかかるグラフィックエンジンに専念し、入出力回路やメモリ、電源関連などの周辺回路については、ファウ

ンドリーがIPをライブラリー化して顧客に提供する仕組みが採り入れられている。多くのチップに共通して搭載され、必要不可欠となるようなIPについては、あらかじめファウンドリー側がIPライブラリーを構築しておくことにより、トータルの設計期間の短縮を図ろうとする手法である。ファウンドリーは、メモリや周辺回路など必要最低限のIPについては自社開発にも取り組んでおり、設計エンジニアの確保に努めているところである。このように、ファウンドリーはチップの開発段階からファブレスと密接に連携し、川上のデザイン面のサポートも手がけるようになってきている。ファウンドリーはファブレスとの連携を一段と深めることにより、顧客へのSoCソリューション提供を目指している。

なお、ファウンドリーのライブラリーに入っているIPは、自社のラインで製造した時に問題なく機能することが確認済みのため、設計が完了したチップは高い確率で正常に動作する。SoCは多くのIPを組み合わせるため、設計段階で問題が無くとも実際の製造に入った段階でチップが動作しないことが少なくないと言われる。

ファウンドリーは、IPライブラリーを顧客に公開することにより、自社ファブでの製造受託に結びつける狙いがある。動作確認済みのIPを選択すれば、ファウンドリーのラインで問題なく製造できることから、ファブレスにとってもIPライブラリーは設計の効率化に欠かせないものとなりつつある。さらに、IPプロバイダーにとっても、大規模な生産能力を持つファウンドリーにIPをライセンスしてライブラリーに組み入れることにより、より多くの顧客に自社IPを利用してもらえるというメリットがある。

近年は、IPの開発を行う際に用いるEDA（設計自動化）ツールベンダーとのアライアンスも進展し始めている。EDAツールの分野は、米国勢のツールがないと半導体の設計ができないと言われるほど、米系ベンダーが圧倒的なシェアを占めている。IPプロバイダーやファブレスはEDAツールベンダーとの連携強化により、設計の効率化を図っている。また、ファウンドリーもツールベンダーとのパートナーシップを締結し、同じ設計ツールを持っている顧客からの製造受託を円滑化することで、ビジネスの拡大を目指している。

このように、垂直分業モデルのプレーヤーであるファブレス、ファウンドリー、IPプロバイダーの3者は、相互のパートナーシップを深め、業界標準となりうる有力なIPとそれに対応した生産能力を互いに持ち寄ることにより、垂直分業で対応可能な領域の拡大を図っている。垂直分業モデルの成功を読み解くキーワードが「標準化」であることは、繰り返し強調しておきたい点である。

（５）試作サービスへの展開

ファウンドリーはチップの試作支援サービスも手がけている。チップの試作段階からサポートすることにより、将来の量産段階を睨んで顧客を囲い込んでおくことも狙いの一つとみられる。試作段階のチップを外部に出すことは設計情報の流出リスクを伴うが、ファウンドリー側も情報管理体制を強化することにより、製造委託によるIP流出の懸念の払拭に努めている。

IDMの中にはファウンドリー事業に参入するところもあるが、IDMは自社ブランド製品も作っており、ファブレスから見て競争相手でもある。このため、IDMへの製造委託には慎重にならざるを得ない側面があるが、TSMCやUMCは専業ファウンドリー（Dedicated Foundry）で自社ブランド製品を持たないため、ファブレスは安心して製造を委託することができる。ファウンドリーが試作にまで踏み込んだサービスを提供し始めたことは、顧客との揺るぎない信頼関係が構築されてきていることの証左とも言えよう。

2. ファウンドリーとの連携で業績を伸ばす台湾のファブレス

ファブレスの成長に伴い、世界の半導体メーカーが半導体設計をアウトソースする先として、米国に次ぎ、台湾への注目が高まっている。本項では、民生用半導体の設計開発に注力するSunplus Technology（凌陽科技）のケーススタディを通じて、顧客の多様なニーズへの対応と設計手法の効率化を両立させようと努力する、台湾のファブレスの姿を紹介することとしたい。

（1）Sunplus Technology（凌陽科技）の概要

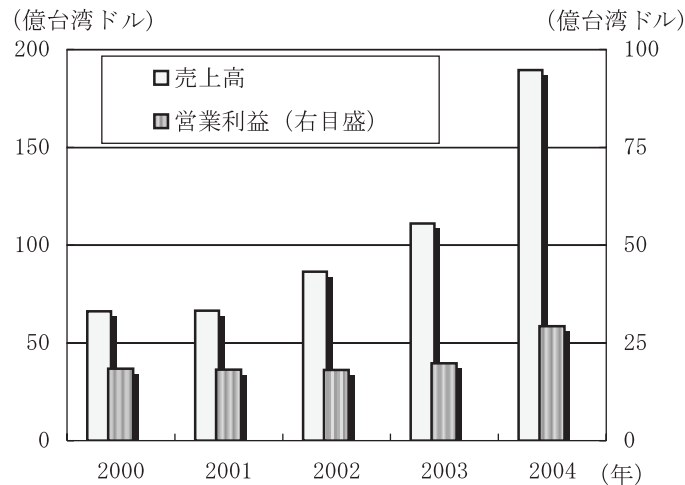
Sunplus Technologyは、新竹サイエンスパーク内に本社を構える1990年創業のファブレスである。当初は玩具用のオーディオ関連半導体が主力であったが、90年代末頃から画像処理用の半導体に進出して以降、業績は急拡大している。2004年の売上高は189億台湾ドル（約612億円）に達し、2000年と比べて2.8倍に増加した。営業利益は29億台湾ドル（約94億円）で、営業利益率は15%となっている。従業員数は約1,150名で、このうち、チップのデザインとシステム設計からなるR&D部門が75%を占めるという¹⁹。

同社が扱う玩具・ゲーム機用半導体は極めてApplication Specific（特定用途向け）で、顧客の要望に合わせて開発する必要があるのが特徴である。製品寿命も短く、毎年クリスマスのために新製品が投入されるため、低コストかつ迅速なチップの開発が求められる。

近年、玩具やゲーム機は多機能化が進んでおり、搭載される半導体の集積度も高まってきている。かつての玩具用半導体は数人のエンジニアでも設計できたが、現在では数十人がかりとなることも多いという。同社にとって、効率的に半導体を設計開発することは、最も重要な経営課題となっている。

¹⁹ アナログ半導体や通信関連などの分野では欧州のファブレスと提携することにより、開発リソースを補完する戦略を採っている。

図表 4 - 5 Sunplus Technology (凌陽科技) 最近 5 期の業績推移



(注) 12 月期決算
(出所) アニュアルレポート

(2) 効率的な設計手法の開発

re-usable IP

そこで同社では、以前から “ re-usable IP ” のコンセプトを導入している。これは、新しいチップを設計する際、最初から設計するのではなく、以前に開発した IP で動作確認済みのもの (Proved IP) をできるだけ再利用することにより、迅速なデザインを可能とするものである。

しかし、この手法を活用しても、IP のコアブロックどうしを統合するには時間を要する。このため、ハードウェアの IP はなるべく同じものを用い、組み込みメモリの部分だけを変えることにより、他の顧客向けにも使えるような方法を採用している。これにより設計に要する作業が減るため、設計期間を大幅に短縮することができる。玩具用半導体の多くはこうした設計手法を採用しているという。

それでも玩具メーカーからは、発注から納入までのリードタイムが長すぎると言われるなど、顧客の短納期志向は強まる一方である。逆に言えば、Time to Market が利益の大きな源泉になっているということでもある。顧客の急な発注に対して、汎用品であれば在庫である程度調整が効くが、カスタム品の場合は在庫で対応することは困難である。カスタム品は特定顧客向けに設計されており、余剰が生じても他の顧客にそのまま販売することはできないためである。

Wafer Bank 戦略

そこで、リードタイムをできるだけ短縮するため、同社がファウンドリーと協力して考案したのが「Wafer Bank 戦略」である。

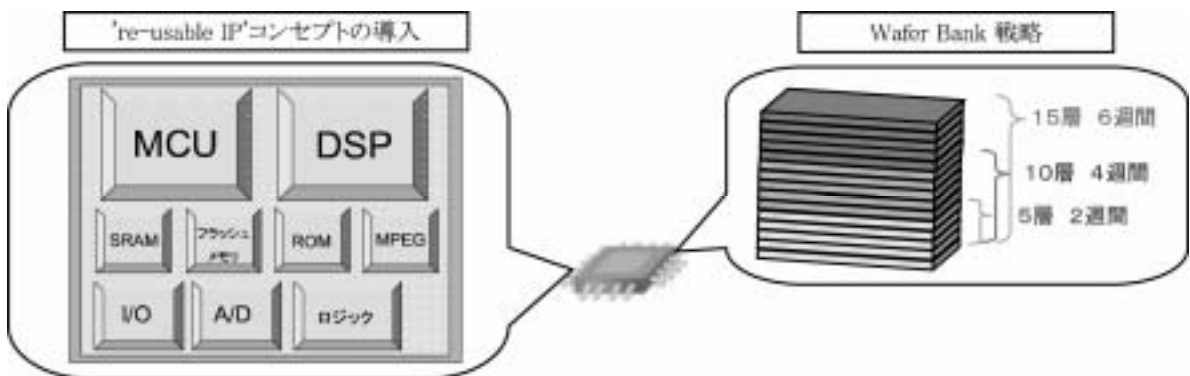
同社が設計を手がけるチップは積層構造になっているものが多く、例えば 15 層からなる

チップであれば 15 枚のマスクが必要になる。Wafer Bank では、どんなチップでも必ず必要になるような共通回路ブロックを例えば 1～10 層までにまとめ、10 層までのウェハを作り貯めしておく。顧客からの注文があり次第、Wafer Bank からウェハを取り寄せ、11～15 層の間でカスタマイズすれば、1 層から 15 層まですべてを最初から設計するよりも短期間で納品することが可能となる。

こうした設計手法自体は、ストラクチャード A S I C に類似したものと捉えれば、特に珍しいものではないとの見方もあるかもしれない。しかし、注目すべきなのは、垂直分業モデルにおいても、ファブレスとファウンドリーが密接に連携することにより、効率的な設計手法を実現しようと懸命に努力しているということである。

ファブレスは、新しい製品や他社と異なる製品を次々に開発することにより、製品単価を引き上げ、売上を伸ばしていかなければならない。製造を委託する際も、設計を踏まえて最もコスト競争力のあるプロセスを選択することが不可欠である。このため、設計の初期段階から、ファウンドリーと連携することが非常に重要となっている。ファウンドリーは、ファブレスからの小口の注文にも柔軟に対応できるように製造技術を磨き上げている。

図表 4 - 6 Sunplus Technology における効率的な設計手法の開発 (イメージ図)



(出所) ヒアリングにより作成

このように、台湾では、ファブレス独自の効率的な設計手法と、ファウンドリーの小口生産対応技術が組み合わせられることにより、ファブレス、ファウンドリー、顧客企業いずれもが利益を得られるWin-Winの関係構築を目指している。そして、Time to Market が利益の大きな源泉になるとの考え方が徹底しており、顧客ニーズに素早く対応するために企業間連携を深めている。これが、台湾半導体産業の大きな強みになっていると言えよう。

第5章 低迷の続く日本の半導体産業の現状と問題点

前章では、ファブレスとファウンドリーの連携強化によりS o Cビジネスへの対応を目指す台湾半導体産業について概観した。近年、半導体のビジネスモデルに関して「垂直統合か垂直分業か」といった二者択一的な議論が散見されるが、ナノレベルのS o Cビジネスに対応するために、設計と製造の連携による一体的な取り組みが以前にも増して重要になっていることは、垂直統合であろうと垂直分業であろうと同じことである。垂直分業モデルにおいてファブレスとファウンドリーが連携を深め、「バーチャルな一体性」を形成することでS o Cビジネスへの対応を図ろうとしていることはすでに紹介した通りである。一方、垂直統合メーカーの中にも、「ファブライト戦略」に見られるようにアウトソーシングを積極的に活用する動きが広がっており、双方のビジネスモデルは互いの利点を採り入れながら、時代の変化に適した形へと絶えず進化を遂げている。

こうした中で重要なことは、顧客の満足と自社利益を両立させるために最適な経営戦略を打ち出せるかどうかである。そのために、垂直分業であれば分業のデメリットを克服しうるような相互補完体制を構築できるか、垂直統合であれば社内の各部門が真に連携しながら共通目標に向けてベクトル合わせができるかどうか問われるべきである。半導体メーカーとしての明確な経営戦略が立案されれば、それに適したビジネスモデルは自ずと明らかとなってくるはずである。

本章では、まず日本の半導体産業の世界シェアの推移を概観したのち、台湾をはじめとする海外勢との国際比較を通じて浮かび上がってきた、日本の半導体産業の現状と問題点を整理する。そして、半導体メーカーの抱える問題の本質が企業経営のあり方に内在することを明らかにすることとしたい。

1．世界シェアの下落が続く日本半導体産業の現状

国内半導体メーカーと海外勢の業績に格差が広がっていることは第3章で指摘したが、こうした傾向は一時的なものではなく、1990年代から続いてきた現象である。

図表5 - 1は、1980～2004年までの24年間にわたり、世界半導体市場における地域別企業シェアを時系列的にみたものである²⁰。日本企業のシェアは1980年代に急上昇し、1988年には51.0%を記録したが、その後はほぼ一貫して下落が続き、2004年には24.5%とピーク比で半減するに至った。一方、1980年代に日本勢に押され気味であった米州企業は1993年にシェアを再逆転し、その後、世界市場の半分弱を占めるまでに復活した。ここ数年はアジア・パシフィック企業のシェアも上昇傾向にあり、2004年には15.3%に達している。

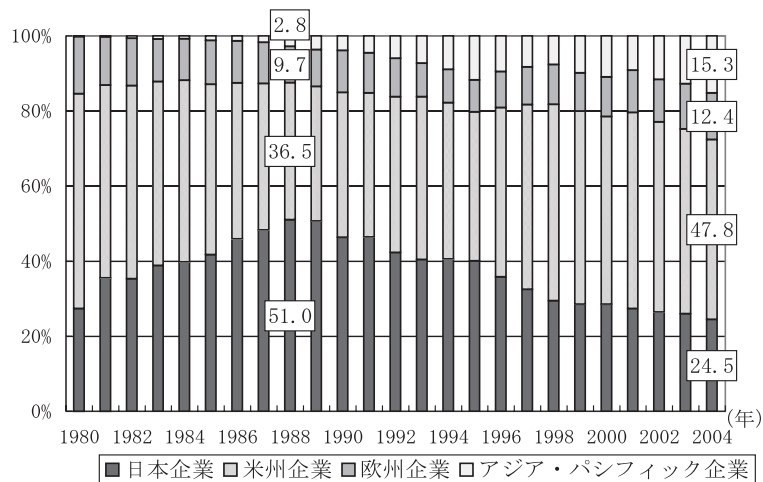
このように、欧米勢・アジア勢・日本勢の三つ巴の競争の中で日本勢は苦戦を強いられており、お膝元の国内市場でも海外メーカーの攻勢が強まり、国際競争力の低下傾向になかな

²⁰ ここでの「地域別」とは本社所在地ベースであり、例えば「米州企業」には米国に本社のある企業の売上高がすべて含まれる。

か歯止めがかからない状況にある。

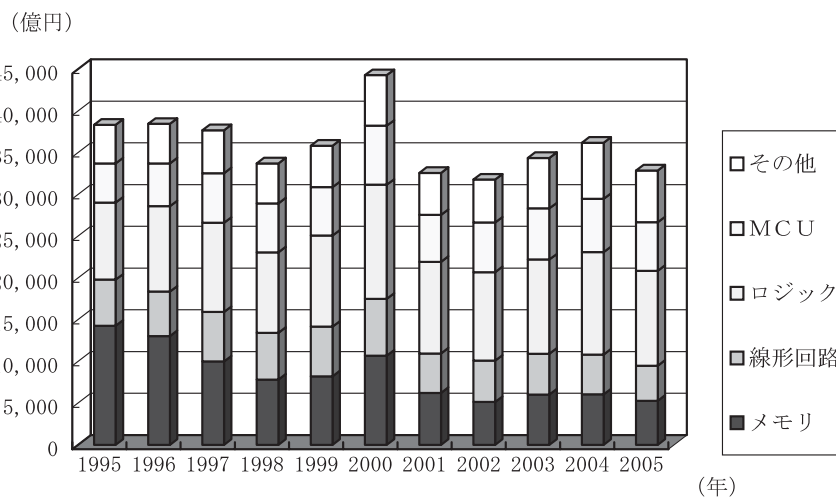
国内メーカーの多くは、DRAMからの撤退後、ロジック系の特定用途品に重点を移す方針を打ち出してきた。この動きは統計にも表れており、1995年に1兆4,000億円を超えていたメモリの国内生産額は、2005年には5,200億円余りまで縮小している(図表5-2参照)。しかし、MCUやロジックなど非メモリ分野の増加幅は、メモリの減少を埋めるまでには至らず、半導体の国内生産額は1995年の約3兆8,300億円から2005年の約3兆2,800億円へと落ち込むこととなった。近年、後工程を中心に生産の海外移管が進んでいることを勘案する必要はあるものの、本来、付加価値の多くを生み出すべき前工程主体の国内生産が伸び悩んでいることは、日系メーカーの国際競争力低下を裏付ける一つのデータとして注目される。

図表5-1 世界半導体市場における地域別企業シェアの推移



(出所) 出典：ガートナー データクエスト(2005年4月) GJ05440

図表5-2 半導体の国内生産額と主要製品別の内訳

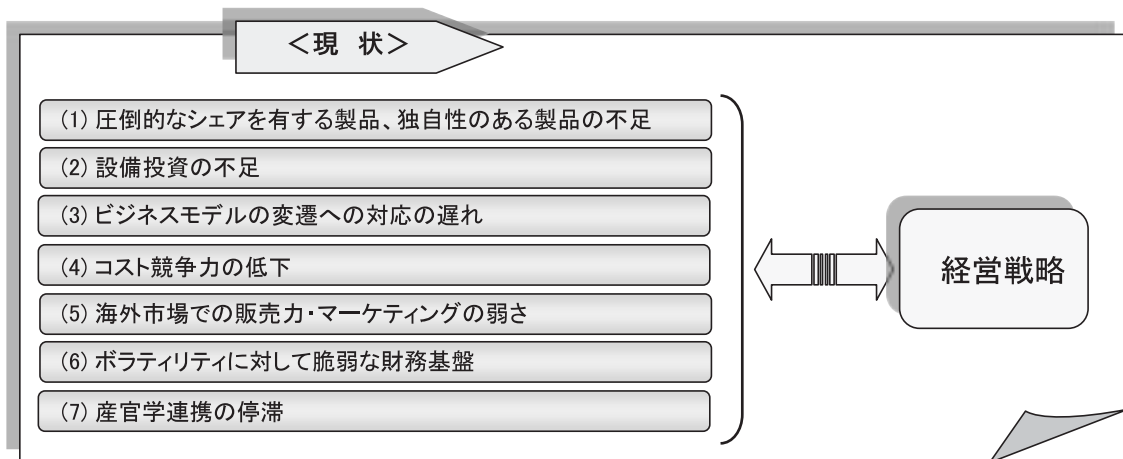


(出所) 経済産業省「機械統計月報」

2. 日本の半導体産業が抱える問題点

日本の半導体産業が長期的に低迷を続ける背景には、圧倒的なシェアを有する製品の不足、投資不足、ビジネスモデルの変遷への対応の遅れ、コスト競争力の低下、海外市場での販売力の弱さなどの問題点が存在する(図表5-3参照)。これらの諸問題は独立したものというよりは互いに密接に関連しており、いずれも企業の経営戦略に直結するものばかりである。以下、順を追って詳細に分析していくこととしよう。

図表5-3 日本の半導体産業が抱える問題点



(出所) 日本政策投資銀行作成

(1) 圧倒的なシェアを有する製品、特徴ある製品の欠如

第2章で分析した通り、日本勢はプロセッサやメモリなどの汎用品分野で総じて苦戦しており、圧倒的なシェアを有する製品を数多く揃えられていない。FPGA/PLDなど新製品の分野では米国勢の独走を許す格好となっている。また、かつては強かったアナログ系半導体でも、日系大手メーカーの多くがデジタル系半導体に経営資源を集中してきたことから、海外勢の攻勢が強まってきている。こうした中で、マイコン(MCU)においては優位性を維持しているが、他の製品に比べて平均単価が低いという問題点がある。

一方、汎用DRAMからの撤退後、日本勢が注力分野として位置付けてきた特定用途品でも、カスタム性の強いASICは相応の強みが認められるものの、ASSPとして世界標準へ展開する点で出遅れ感は否めない。各社横並びでコモディティ品からハイエンドの特定用途品にシフトした結果、日系メーカーどうしの競合が激しくなり、採算の悪化を招いているのが現状ではなかろうか。ロジック系に重点を置く日本勢の多くは、マイコンやディスプレイドライバー、ASICをはじめとして製品分野が比較的似通っており、メーカーごとに特徴のある製品群を必ずしも明確に打ち出せていないように見受けられる。

(2) 設備投資の不足

地域別にみた半導体設備投資額において、日本は2004年に米国を上回って世界一に返り咲

き、2005 年も引き続きトップの座を維持するものと見込まれている(図表 5 - 4 参照)。2001 年の I T バブル崩壊以降、低水準で推移してきた設備投資が回復傾向に転じたことは、前向きに評価すべきことであろう。しかし、大手や中堅を含めると、国内の半導体メーカーの数が多きことには留意する必要がある。

図表 5 - 4 は、国内外の半導体メーカーの設備投資額を比較したものである。海外勢では、インテルが 2004 年に 38 億ドル、2005 年は 50 億ドル前後という業界最大規模の投資を行っている。同社は 05 年 7 月、総額 30 億ドルを投じて米国に 300 mm ウエハ対応ファブを新設し、2007 年下半期に 45nm プロセスによる M P U の製造を開始する計画を発表した²¹。また、T I や A M D など 13 ~ 15 億ドル規模の投資を継続的に実施している。アジア勢では、韓国のサムスン電子がここ数年 50 億ドル台の投資を行っており、2005 年は 60 億ドル前後に達した模様である²²。台湾の T S M C も、最先端の微細加工技術を導入した 300mm ウェハ対応ファブの建設を中心に 25 億ドル前後の大規模投資を進めている。台湾のファウンドリーは 1 ファブ当たり 3 ~ 4 万枚の最大生産能力を有しており、規模の格差は最終的にはコスト競争力に跳ね返ってくるものと考えられる。

図表 5 - 4 国内外の半導体メーカーの設備投資比較

		設備投資		前年比 05/04
		04年度(実績)	05年度(計画)	
		(単位:億円、%)		
日本	ルネサステクノロジ	900	800	▲ 11.1
	東芝(セミコンダクター社)	2,030	2,250	10.8
	NECエレクトロニクス	1,632	900	▲ 44.9
	松下電器産業(半導体社)	810	800	▲ 1.2
	富士通	450	950	111.1
	ローム	671	740	10.3
	シャープ	180	100	▲ 44.4
	ソニー	1,500	1,600	6.7
	三洋電機(セミコンダクターカンパニー)	212	124	▲ 41.5
	エルピーダメモリ	1,250	1,900	52.0
	沖電気工業	231	180	▲ 22.1
	セイコーエプソン	150	130	▲ 13.3
日亜化学工業	397	400	0.8	
		(単位:百万米ドル)		
米国	インテル	3,800	4,900-5,100	-
	テキサスインスツルメンツ	1,300	1,300	0.0
	AMD	1,440	1,500	4.2
	マイクロン	1,400	1,500	7.1
	フリースケール	490	570	16.3
欧州	STマイクロエレクトロニクス	2,050	1,500	▲ 26.8
	インフィニオン	905	780-1,000	-
	フィリップス	500	550	10.0
台湾	TSMC	2,400	2,500-2,700	-
	UMC	1,530	1,000-1,500	-
韓国	サムスン電子	5,238	5,724	9.3

(注 1) 日本メーカーは 3 月期決算、海外メーカーはマイクロン (8 月期)、インフィニオン (9 月期) を除き 12 月決算

(注 2) 東芝は 2005 年度投資額を 2,890 億円に上方修正

(出所) 半導体産業新聞 (2005 年 11 月 30 日付、2005 年 4 月 6 日付)

²¹ インテル ホームページ参照

²² サムスン電子ホームページ参照。2005 年の半導体投資 6.3 兆ウォンの内訳は、メモリ 5.33 兆ウォン、システム L S I 0.99 兆ウォンとなっている。1 ウォン = 0.11 円 (2005 年平均) により換算。

これに対して日系メーカーは、新型プロセッサ「CELL」向け投資を中心とするソニー、フラッシュメモリの増産投資に注力する東芝、DRAMの新工場を建設中のエルピーダメモリを除くと、1社当たりの投資額は1千億円を下回るところが大半を占める。海外勢との格差は歴然としており、こうした傾向が今後も続けば、足元だけでなく中長期的にも日本勢の競争力低下を来すことにならないか、懸念される。

(3) ビジネスモデルの変遷への対応の遅れ

半導体のビジネスモデルを巡っては、近年、垂直分業型が脚光を浴びているが、世界的に見て垂直統合型(IDM)がすべて不振であるわけではなく、業績好調なインテルやTI、サムスン電子などは基本的にIDMの形態を採っている。ただし、同じ垂直統合型でも、日本の半導体メーカーの多くは総合電機メーカーの一部門であり、半導体が搭載されるセット部門まで社内に抱えているのが特徴である。

本来、この強みを最大限に生かせば、セット製品の企画構想段階から半導体の設計に着手でき、スピードの点で有利であるうえ、設計機密やノウハウの流出を防げるメリットも期待される。また、社内のセットと半導体の両部門が初期段階から共同開発を行うことにより、機能面で他社と差別化した独自の製品を迅速に開発し、その実績をもとに半導体の外販でも稼ぐことができるはずである。しかしながら、日系メーカーの業績を見る限り、こうした垂直統合の利点を十分に生かし切れていないと言わざるを得ない。世界の半導体産業のビジネスモデルが垂直分業の台頭で大きく変遷する中で、日本のIDMは自らの構造改革に積極的に取り組んできたと果たして言えるだろうか。

前章で述べたように、単なる受託製造ではナノレベルのSoCビジネスに対応し切れないとの問題意識を持ち始めた台湾勢は、ファブレスやIPプロバイダー、EDAツールベンダーなどとの幅広いパートナーシップを構築することにより、活路を見出そうと模索している。日本勢は、垂直分業のビジネスモデルをよく研究し、自社と比較して優れているところがあれば採り入れる努力を怠ってはならない。海外勢との徹底的な比較を行うことにより、自らの問題点はおのずと浮き彫りになるはずである。

(4) コスト競争力の低下

図表5-5は、決算データの入手が可能な国内外の有力半導体専門メーカーのコスト構造を分析するため、ファブレス、ファウンドリー、IDMの3つに分類して横並びの比較を行ったものである。ここでは、ファウンドリーとしてTSMCとUMC、ファブレスはザイリンクスとアルテラ、IDMではNECエレクトロニクス、TI、インテルを代表例として採り上げた。

前章でも指摘したように、ファウンドリーは半導体を安く作ることに優れていると言われ、最大手のTSMCの売上原価率は際立って低くなっている。また、販売費、一般管理費や研究開発費を低く抑えることにより、高い利益率を実現している。これに対して、日系メーカ

ーは販管費や研究開発費に多額の資金を投じているが、必ずしも収益に結びついていないように見受けられる。

同じIDMでも日系と米系を比較すると、収益構造の違いがさらに明確になる。売上高に対する販管費の比率はともに10%台前半、研究開発費の比率も15%前後と米系並みの水準であるにもかかわらず、本業の収益力を表す営業利益率では大きな格差が生じているのである。日本勢の限界利益率の低さの要因としては、製造原価が相対的に割高となっている可能性があることに加えて、多額の研究開発費や販売費をかけた成果が製品の販売価格に十分反映されていないことも挙げられよう。すでに指摘したように、日本勢は汎用品で圧倒的なシェアを持つ製品が少なく、工数をかけて開発したカスタム品も、最終製品の価格下落や短命化が進む中で、採算性の改善が急務となっている。販売費、管理費、研究開発費の内容を抜本的に見直し、販売数量の増加と単価の引き上げに結び付けるための方策を検討すべきである。

図表5-5からは、ファブレス、ファウンドリー、IDMの3業態ごとにコスト構造が大きく異なることも読み取ることができる。ファウンドリーは受託製造に専念し、製品の研究開発はファブレスが担うことになるため、コストの大半は原材料費や減価償却費をはじめとする製造原価が占める。一方、ファブレスは多額の研究開発費と販売費を投入し、ファウンドリーとは正反対のコスト構造となっている。

このように、ファブレスとファウンドリーに分業することで設計部門と製造部門のコスト構造が見えやすくなるのが垂直分業の特徴の一つである。垂直分業モデルでは、外部顧客を相手として厳しい競争にさらされながら各々が得意分野で競争力を磨き、相互補完により全体として強い競争力を発揮していることがデータからもうかがわれる。

図表5-5 ファウンドリー、ファブレス、IDM主要各社のコスト構造比較(2004年度)

(億円、比率)	ファウンドリー				ファブレス				IDM					
	TSMC		UMC		ザイリンクス		アルテラ		NECエレクトロニクス		TI		インテル	
売上高	8,323	100.0%	4,181	100.0%	1,691	100.0%	1,099	100.0%	7,080	100.0%	13,609	100.0%	37,006	100.0%
売上原価	4,575	55.0%	2,988	71.5%	619	36.6%	336	30.5%	4,859	68.6%	7,523	55.3%	15,645	42.3%
粗利	3,748	45.0%	1,192	28.5%	1,072	63.4%	764	69.5%	2,221	31.4%	6,086	44.7%	21,360	57.7%
営業費用	885	10.6%	485	11.6%	672	39.7%	423	38.5%	1,890	26.7%	3,699	27.2%	10,402	28.1%
Sales & marketing expenses	109	1.3%	90	2.1%										
General & administrative expenses	371	4.5%	157	3.8%	341	20.2%	228	20.7%	810	11.4%	1,559	11.5%	5,234	14.1%
Research & development expenses	405	4.9%	238	5.7%	330	19.5%	195	17.8%	1,079	15.2%	2,140	15.7%	5,169	14.0%
営業損益	2,863	34.4%	706	16.9%	400	23.6%	341	31.0%	332	4.7%	2,387	17.5%	10,958	29.6%
税引前損益	2,976	35.8%	1,027	24.6%	431	25.5%	358	32.5%	264	3.7%	2,619	19.2%	11,269	30.5%
純損益	2,987	35.9%	1,030	24.6%	336	19.9%	298	27.1%	160	2.3%	2,013	14.8%	8,130	22.0%

(注1) TSMC、UMC、アルテラ、TI、インテルは12月期連結決算、ザイリンクス、NECエレクトロニクスは3月期連結決算

(注2) 換算レート: 1台湾ドル=3.236円(2004年平均)、1ドル=108.2円(2004年平均)、1ドル=107.5円(2004年度平均)

(出所) 各社アニュアルレポート

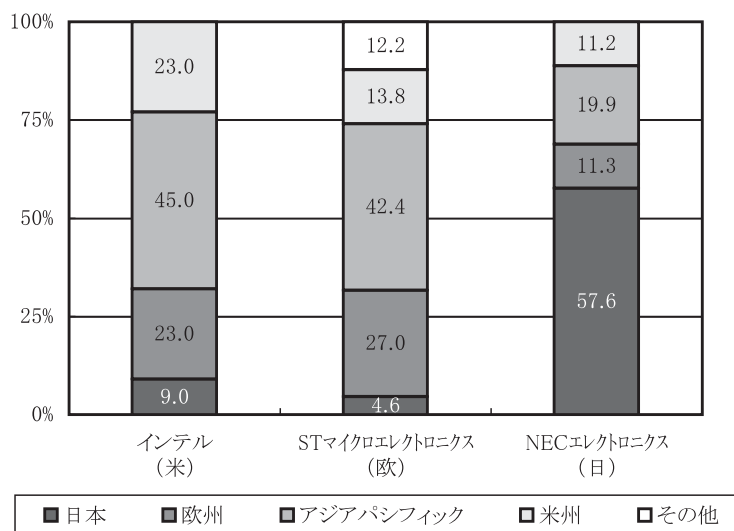
これと比べると、IDMは設計開発と製造が一体のため、外部からはコスト構造が見えにくい面がある。もちろん、IDMというモデルそのものに問題があるということではなく、実際、インテルなどは圧倒的なシェアを持つ製品を自ら開発、製造することで、スケールメリットを享受している。海外の有力なIDMやファブレス、ファウンドリーと自社のコスト構造を徹底的に分析することが、日本のIDMにとって課題の解決に向けた第一歩になるものと思われる。

(5) 海外市場での販売力・マーケティングの弱さ

半導体の世界主要地域別に見た市場規模は、ここ20年の間に大きく変化してきた。半導体メーカーにとって、自国内だけでなく、成長著しいアジアや欧米市場に軸足を置いたグローバルなマーケティング戦略を展開することがより一層重要になっていることは、第1章でも指摘した通りである。日本勢はこうしたマーケットの変遷に適切に対応し、ビジネスを世界的に展開することに成功してきたと言えるだろうか。

地域別の売上高を開示している日米欧の代表的な半導体メーカー3社の2004年実績を比較したのが図表5-6である。当社が所在する地域を「地元」と定義し、地元での売上比率を算出すると、インテルの米州売上が23%、STマイクロエレクトロニクスの欧州売上が27%と4分の1程度にとどまるのに対し、NECエレクトロニクスの日本国内売上は57%余りと過半に達する。

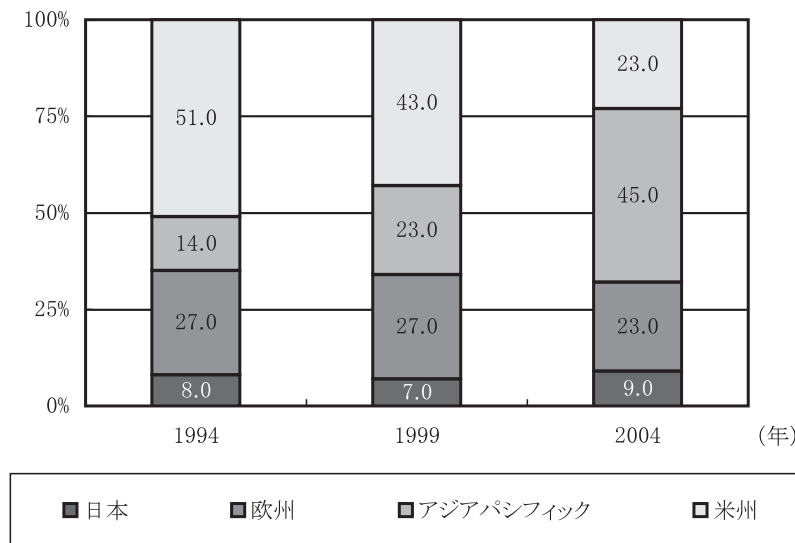
図表5-6 日米欧主要半導体メーカーの地域別売上高比率(2004年)



(注) 太枠内は「地元」(本社所在地域内)の売上分を示す
(出所) 各社アニュアルレポート等

インテルもかつては地元売上への依存度が高かった。1994年には米州売上が全体の51%を占めていたが、2004年には23%まで低下し、代わってアジアパシフィック（日本を除く）の構成比が大幅に伸びてきている（図表5-7参照）。半導体マーケットの中心が日本から米国を経てアジアへとシフトする中、こうした変化にスピーディに対応して世界市場を見据えたマーケティング戦略を展開できたかどうか、地元売上比率の格差となって表れていると言えよう。海外での販路拡大に苦戦する日本勢は、結果的に国内市場で激しい受注競争を繰り広げ、採算が一段と悪化するという悪循環に陥っている。

図表5-7 インテルの地域別売上高比率の推移



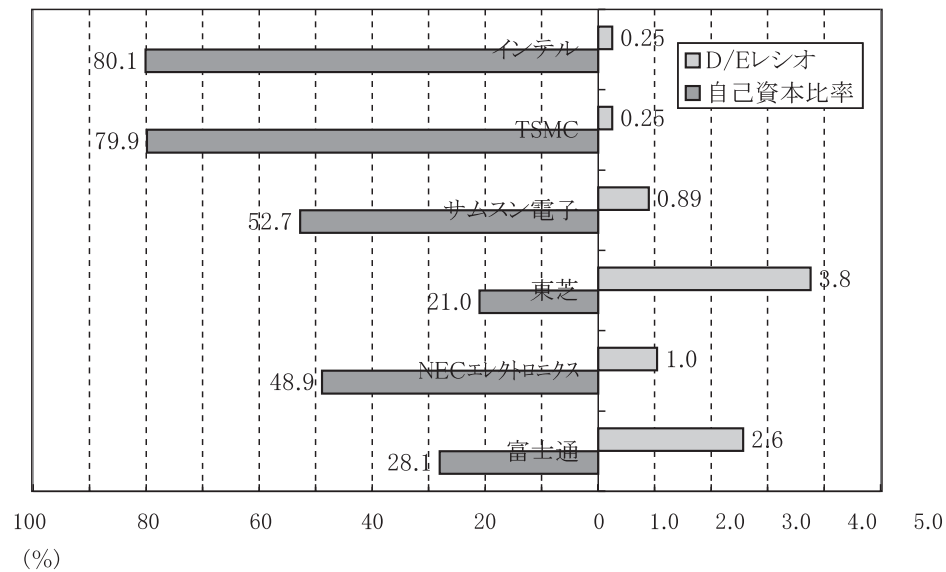
（注）太枠内は「地元」（本社所在地域内）の売上分を示す
（出所）インテルアニュアルレポート等

（6）ボラティリティに対して脆弱な財務基盤

半導体メーカーの収益はシリコンサイクルの波に大きく左右され、不況期に大幅な赤字を計上することも決して珍しくない。このため、世界の有力半導体メーカーは、好況期の利益の蓄積や増資を通じて自己資本の厚みを増し、不況期でも大型投資を継続しうるだけの体力を維持することを重視している。図表5-8によれば、インテルやTSMCの自己資本比率は80%前後となっており、ファブレスでもザイリンクス(米国)が85%、Sunplus Technologies(台湾)が84%などと高い水準にある²³。これに対し、日本勢は総合電機メーカーの一部門という事業形態を採るところが多く、総じて負債への依存度が高いことが特徴である。半導体ビジネスで思い切った意思決定を下すためには、業績の大きな変動を吸収するためのバッファが不可欠であり、日本勢と海外勢の財務構造の違いは、企業経営のあり方に少なからず影響を与えているものと見られる。

²³ いずれも2004年度末のデータ。各社ホームページによる。

図表 5 - 8 国内外の主要半導体メーカーの財務構造（2004 年度）



(注) 日本メーカーは3月期決算、海外メーカーは12月決算
(出所) 各社決算資料

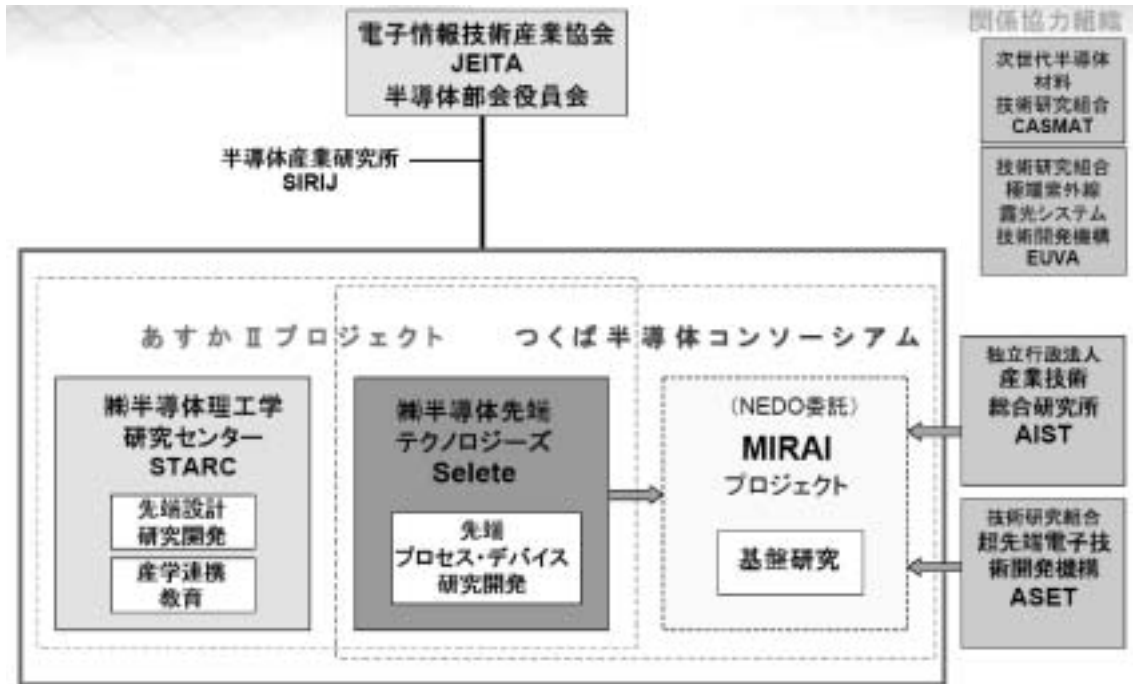
(7) 産官学連携の停滞

産官学連携の活性化も喫緊の課題である。半導体ビジネスでは Time to market が付加価値の源泉として重要となっており、世界中から優れたリソースを集めて自社の得意領域と融合し、顧客にいち早く製品を届けることが不可欠となっている。このため、製品の差別化に直接結び付かないような共通基盤的な研究開発については、必ずしも自前主義にこだわらず、産官学連携によるコンソーシアムの成果を活用するなど柔軟な姿勢が求められる。

2006年3月、電子情報産業技術産業協会（JEITA）は、企業のニーズに先駆けた先行的な研究開発や、産業界・大学・公的研究機関などとの連携を主導的に推進することを目的として、半導体の次世代技術共同開発プロジェクト「あすか」を開始すると発表した。「あすか」は、国内の半導体関連メーカーなどが出資する(株)半導体理工学研究センター（STARC）と(株)半導体先端テクノロジーズ（Selete）が推進機関となり、2011年までの5年間で総額900億円の投入が計画されている（図表5-9参照）。

こうした業界横断的な共同プロジェクトを日本の半導体産業の競争力回復に効果的に結び付けるためには、プロセス技術や材料開発といった共通技術はコンソーシアムを利用し、製品化に近い領域の研究開発は自社で行うというように、企業側が共同開発に取り組む姿勢を明確に打ち出すことが重要である。大学や研究機関側も、優秀な人材の育成や現場のニーズを踏まえた研究テーマの選定などにこれまで以上の努力が求められよう。共同開発の予算額についても現行水準で十分と言えるのか、共通基盤的な技術開発に対する公的支援策を拡充する必要がないかどうか、諸外国の事例も参照しながら議論を深めることが急がれよう。

図表 5 - 9 半導体次世代技術共同開発プロジェクトの推進体制



(出所) 電子情報技術産業協会

本章では、海外勢と対比しながら、日本の半導体産業が抱える問題点を分析してきた。重要なのは、いずれの問題も互いに密接に関連し合っており、企業経営のあり方と切り離して考えることができないという点である。例えば、海外市場での販売力の弱さは、特定用途品を世界標準へ展開して収益を確保することを難しくしており、圧倒的なシェアを持つ製品が少ないことは、コスト競争力の低下や設備投資の不足をもたらす一因となっている。

次章では、本章までの議論を踏まえて、日本の半導体産業の国際競争力回復に向けた具体的な方策を提言することとしたい。

第6章 半導体産業の国際競争力回復に向けた方策

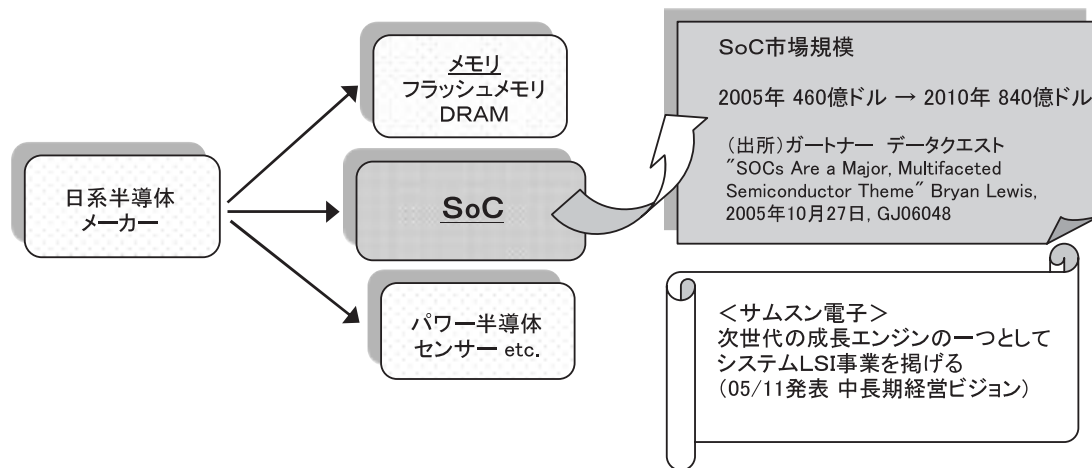
1. 日本の半導体産業の今後の3つの方向性

半導体は、その製造プロセス固有の要因により、基本的に大量生産に適した産業である。大きなシェアを持つ製品を多く取り揃え、生産面で圧倒的なスケールメリットを実現できこそ、自社ファブを持つことのメリットが生まれる。したがって、プロセッサやメモリなどの汎用品で市場占有率を高めることが、半導体ビジネスで成功するための王道である。日本勢はかつてDRAMでこうした状況に持ち込んだ実績があり、たとえ時間がかかっても汎用品での捲土重来を期待したいところである。

1990年代以降、日本では、多くの半導体メーカーが汎用品から特定用途品へとシフトしてきた歴史的経緯がある。特定用途品は少量多品種生産が避けられないため、IDMモデルで利益を出すためには、汎用品とは異なるアプローチが必要となる。ファブレスやファウンドリーに代表される垂直分業モデルはここにビジネスチャンスを見出し、設計と製造で分業して相互補完することにより成長を遂げてきたのである。日本のIDMが分業型に対抗するためには、特定用途品において、これまでとは異なる新たな経営戦略を早急に打ち出す必要があると考えられる。

こうした背景を踏まえると、今後、日本の半導体産業は、メモリ、パワー半導体・センサー類、SoCの3つの方向性に大きく集約されるのではないかと考えられる。それぞれについて、以下で詳しく見ていくこととしよう。

図表6-1 日本の半導体産業の今後の3つの方向性



(出所) 日本政策投資銀行作成

(1) メモリ

第1のメモリはボリュームゾーンの汎用品である。製造設備の規模や微細加工技術が競争力を大きく左右する分野である。代表的な製品であるフラッシュメモリとDRAMの国内プレーヤーはすでに絞り込まれており、フラッシュメモリでは東芝がサムスン電子とともに2大勢力を形成している。また、DRAMでは1990年代後半から撤退や統合再編が進んだ結果、国内の専門メーカーはエルピーダメモリ1社のみとなっている。メモリビジネスでは最後まで戦い抜く覚悟が必要とされるが、各社とも競争力の強化に向けた大型投資を相次いで発表しており、経営方針は明確に打ち出されていると考えられる。

(2) パワー半導体・センサー類

第2のパワー半導体・センサー類は、アナログ系の設計・製造技術が必要とされる、やや特殊な分野である。メモリやロジックなどのデジタル系半導体は、製造装置への依存度が高いため、競争力を維持するためには多額の設備投資を要するが、パワー半導体のようなアナログ系半導体は顧客向けのカスタマイズが不可欠で、エンジニアの経験とノウハウに頼る部分が多い。製造プロセスも最先端のものよりは成熟したプロセスが適することから、投資負担が比較的小さくて済むのも特徴である。

パワー半導体とは、交流と直流の変換や電源電圧の制御をはじめとする電力の変換に利用される半導体のことであり、電力、鉄道車両、産業機器や家電製品に至るまで幅広く搭載されている。例えば家電製品では電気の周波数を変えてモータの回転を最適に制御するインバータのコア・デバイスとして用いられており、機器の省エネルギーや制御性を高める有効な手段として、近年急速に重要性を増している。パワー半導体はハイブリッド車のエンジン制御など車載用の需要も拡大している。自動車用のパワー半導体には高度な信頼性と耐熱性が要求されることから、日本勢が強みを発揮しうる分野として、期待が高まっている。

一方、センサーは、半導体を用いて、光、音、温度、圧力、加速度などの強弱を計測して電気信号に変換する装置のことで、デジタルカメラ、ビデオカメラ、携帯電話などに広く用いられている。近年注目が高まっているCMOSセンサーは、画素を細かくして解像度を高めると同時に、感度を維持することが技術的な課題となっている。センサーは自動車の安全性や燃費を向上させるための自動制御技術においても重要な役割を果たしており、燃料噴射センサー、油圧・空気圧センサー、衝突感知センサーなど数多くのセンサーが1台のクルマに搭載されるようになっている。車載用のマーケットは中長期的に安定した成長が予想される分野であり、日系半導体メーカーにとって、自動車メーカーとの連携強化を通じて新たなビジネスを広げていく好機と言える。

(3) S o C

第3に、日本半導体産業の大きな柱として期待されるのがSoCである。特定用途品の需要はASSPを中心に今後とも拡大するものと見込まれており、機器の小型化、多機能化、

低消費電力化を実現するため、システムをワンチップ化したS o Cへの期待はますます高まっている。ガートナー データクエストによると、S o Cの世界市場規模は2005年に460億ドルを上回り、2010年には840億ドルに達する見込みである（図表6 - 1参照）。韓国のサムスン電子も、2005年11月発表の中長期経営ビジョンの中で、メモリやディスプレイなどに続く次世代の成長エンジンとして、システムL S I事業を位置付ける²⁴など、国内外の半導体メーカーの多くがS o Cビジネスを今後の事業展開の柱に据えて取り組みを強化している。

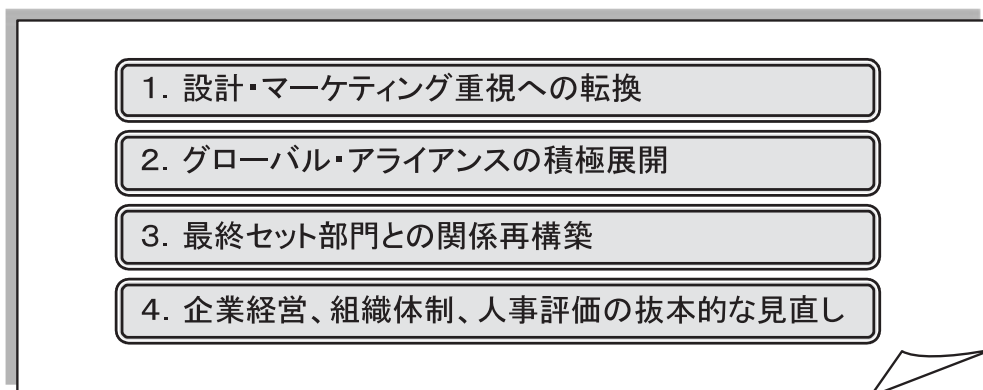
2 . S o Cビジネスの競争力強化戦略

このように今後一段と重要性を増すとみられるS o Cビジネスにおいて、日系メーカーが国際競争力を高めていくためには、どのような戦略が必要とされるのだろうか。

すでに述べたように、S o Cは、最終製品に求められる機能を踏まえてどのようなチップを作るか（what to make）が重要となる。したがって、S o Cビジネスでは、製造プロセスの技術のみならず、設計開発やマーケティングの巧拙が勝敗を分けることとなる。ソフトウェアの比重も大きくなることから、製品開発やユーザーサポートのコストをいかに抑えながら、顧客満足と自社利益を両立させるかが問われる。

こうした点を踏まえて、以下ではS o Cビジネスに焦点を絞り、その競争力強化に向けて、「設計・マーケティング重視への転換」「グローバル・アライアンスの積極展開」「最終セット部門との関係再構築」「企業経営、組織体制、人事評価の抜本的な見直し」からなる4つの戦略を提言することとしたい。

図表6 - 2 S o Cビジネスの競争力強化戦略



（出所）日本政策投資銀行作成

²⁴ サムスン電子の中長期経営ビジョン（2005年11月発表）によると、「メモリ」「ディスプレイ」「携帯通信」「デジタルテレビ」「プリンタ」「システムL S I」「ストレージ」「空調システム」の8事業を今後の成長エンジンとして位置付けている。

(1) 設計・マーケティング重視への転換

S o Cの開発コストの相当部分を占めるのは設計である。S o Cの設計力には2つの側面があり、一つは、プロセッサや周辺回路などI Pコアの設計開発力であり、もう一つは、それらをシステムとして組み上げていく力、まとめていく力である。機器のシステムが高度に複雑化する中で、後者のシステム設計の重要性は一段と高まっているが、こうした能力を有するエンジニアを育てることは容易ではなく、人材育成の取り組みの遅れが指摘されている。システムとしてまとめ上げる力を強化するためには、チップが搭載されるセット製品として何を作るかを顧客と一緒に考え、それに必要なI Pコアを効率的に設計するという発想を徹底することが重要である。また、S o Cでは開発コストの中でソフトウェアの占めるウェイトが大きく、組み込みソフトウェアの品質や修正のしやすさが製品の評価を左右する。こうした製品特性を踏まえてソフトウェアエンジニアの開発能力を引き上げていくことが急務である。

S o Cビジネスでは、特定製品向けのチップにとどまっていた採算の確保が困難となるため、他の顧客にも販売してA S S P展開を図り、ボリュームを増やしていくことが不可欠である。そのためには、同一あるいは類似業界に横展開を図るマーケティング手法を徹底し、新規顧客の開拓に努めることが肝要である。こうした横展開型マーケティングを円滑に進めるためには、開発段階からある程度の汎用性を持たせる必要があり、エンジニアには複数の顧客に共通する最大公約数的なニーズを見極めるセンスが求められる。設計エンジニアがマーケティングを担当するといった社内横断的な取り組みを進め、成果を開発現場にフィードバックすることも有効であろう。「顧客ニーズ対応とはすなわちフルカスタマイズ化することである」という発想が今もなお一部に残っているとすれば、そこから早く脱却し、既存の設計資産を有効活用しながら開発スピードを迅速化するという方向に転換すべきである。

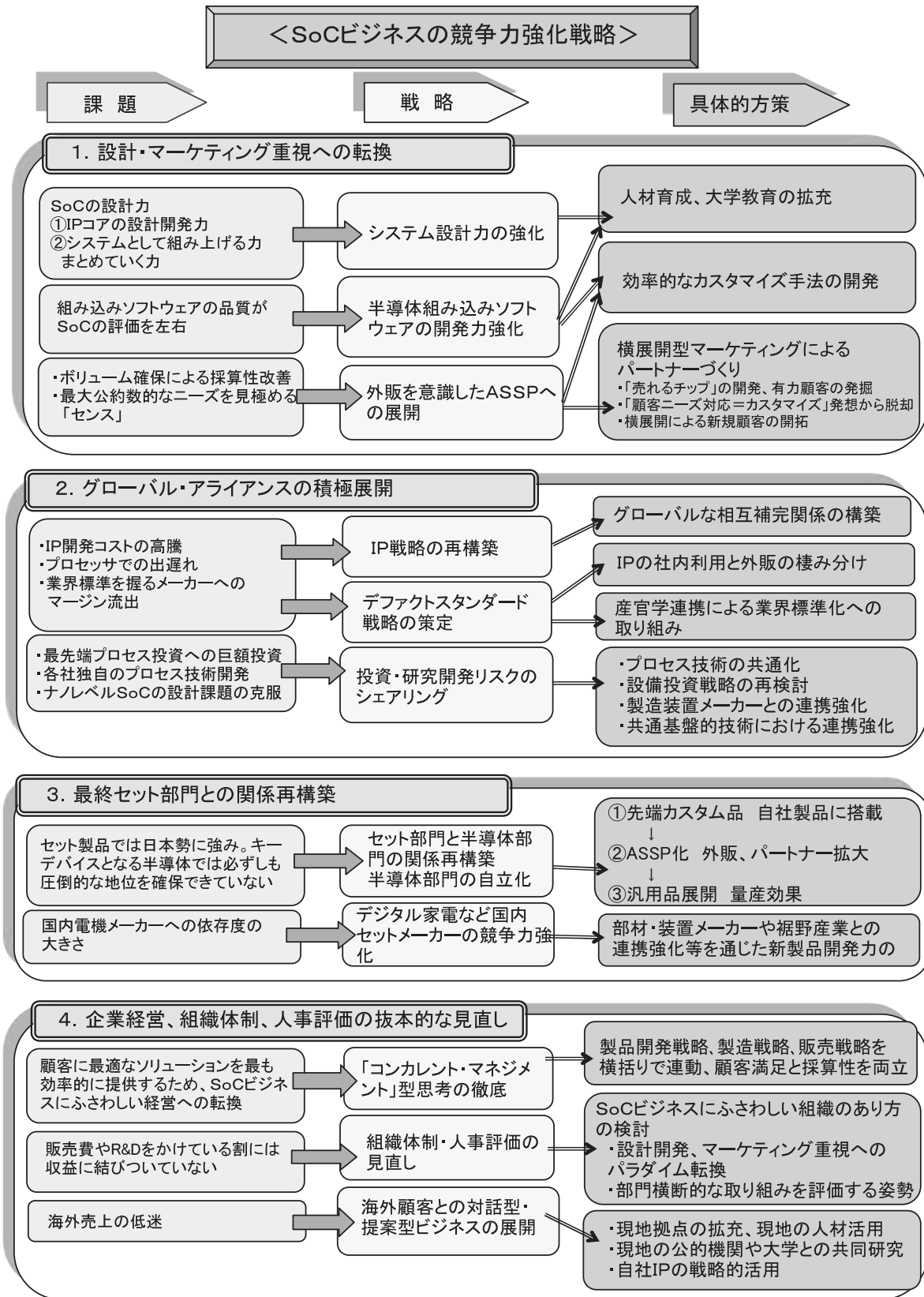
(2) グローバル・アライアンスの積極展開

相互補完関係の活用によるI P戦略の再構築

S o Cの高集積化や多機能化が進む中で、すべてのI Pを自社で開発することは、コストと時間軸の両面から、もはや不可能に近い。S o Cのコアとなるプロセッサのコアで欧米勢が業界標準を握っていることも日本勢の弱みである。そこで、製品の差別化に結び付くような付加価値の高いI Pは自社で開発し、それ以外の標準的なI Pは国内外からアウトソースするという、グローバルな相互補完関係に基づくI P戦略を構築することが急務である。

第4章でみたように、ファブレスとファウンドリーは互いに連携を深めてS o Cビジネスへの対応を目指している。ファブレスは中核的なI Pの開発にリソースを集中し、ファウンドリーが標準的なI Pや周辺回路関連のI Pをライブラリー化してファブレスに提供することにより、開発期間を短縮して顧客の取り込みを図っている。こうしたアライアンスは、ナノレベル設計の課題を分業体制下で解決するためには不可欠となっており、ファウンドリーはE D Aツールベンダー、I Pプロバイダー、製造装置メーカーとの連携をより一層強化す

図表6-3 SoCビジネスの競争力強化戦略



(出所) 日本政策投資銀行作成

の方針である。一例として、TSMC、EDAツール大手のケイデンス、ARM、アプライド・マテリアルズの4社は「シリコン・デザイン・チェーン・イニシアティブ」を立ち上げている。これは、各社が独自の専門性を持ち寄り、モデルや設計、解析ツール、IPを統合することにより、SoCの設計から量産までの実証済みの設計フローを顧客に提供することを目指すものである²⁵。個々の企業だけではこうした手法の開発は難しく、企業間の協業が欠かせなくなってきたことが背景として挙げられる。

デファクトスタンダード戦略の策定

グローバルなアライアンスの拡充は、自社開発したIPをデファクトスタンダードへ育てていくためにも有効な戦略となる。一人でも多くの顧客に利用してもらい、仲間を増やして事実上の業界標準に押し上げていくのが、SoCのASSP展開を図る上での近道である。そのためには、自社開発したIPのどこまでを社内利用に限定し、どこから外販に踏み出すかを線引きすることがポイントとなる。このことは、社内の最終セット部門と半導体部門の位置付けとも密接に関連するテーマであり、以降で改めて採り上げることとしたい。

投資・研究開発リスクのシェアリング

最先端プロセスの半導体工場投資は数千億円を要するため、1社ですべてを賄うことは次第に困難となってきた。また、ナノレベルのSoC設計における課題の克服のためには多額の研究開発費を投じる必要がある。設備投資や研究開発のリスクを複数の企業間でシェアリングすることが避けられなくなりつつあるが、これまでは各社ごとに異なる製造プロセスなどがネックとなり、本格的な協業にまで発展することが少なかった。

半導体の製造には前工程だけでも数百以上のステップ（工程）が存在する。日本勢は製造装置に特注仕様を組み込むことが多く、製造プロセスがメーカーごとに微妙に異なり、自社のラインで製造しているチップを他社のラインでそのまま流すことが簡単にはできないと言われる。このため、過去に開発した製品で出荷数量が減ってきたものでも供給責任を果たすために自社製造を続けざるを得なくなり、品種数が増加してコスト高に陥る、という悪循環を繰り返してきた面は否定できない。

SoCビジネスでは設計が重要な差別化要因となる。製造プロセスを共通化することができれば、上述のような課題の解決に向けた端緒となり、リソースを設計やマーケティングに多く投入することが可能となる。2006年2月、NECエレクトロニクス、ソニー、東芝の国内3社は、45nm世代に対応するシステムLSIのプロセス技術を共同開発することで合意した（図表6-4参照）。次世代のプロセス技術を共同で開発することにより、開発効率の向上と開発スピードの加速を図ることを狙いとしている²⁶。こうした動きが広がれば、将来的にはファブの共同利用につながる可能性があり、自社工場に必ずしもこだわらない新たな

²⁵ ケイデンス社ホームページ（2006年3月22日付プレスリリース）参照

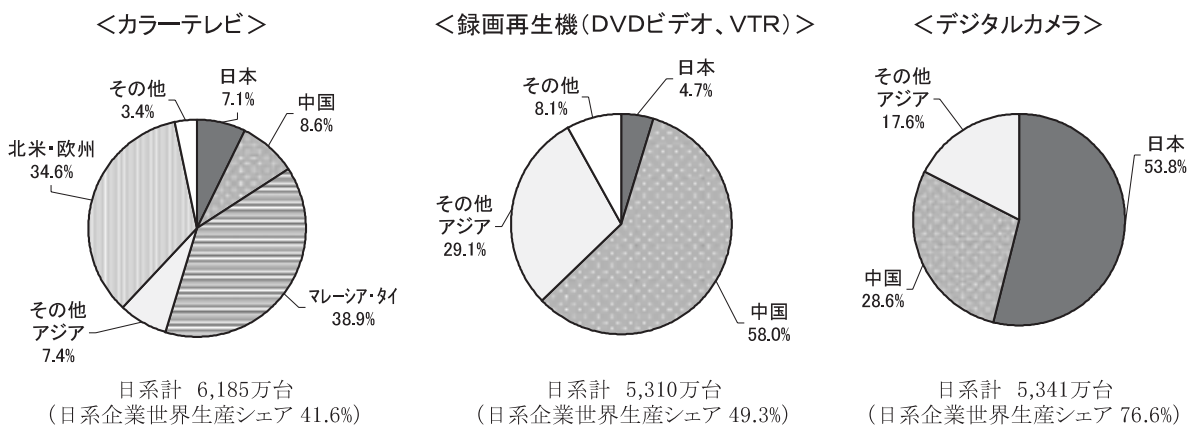
²⁶ NECエレクトロニクス、ソニー、東芝ホームページ（2006年2月1日付プレスリリース）参照。

もままならない状況に追い込まれてしまう。このように、標準化ができないと外販に繋がらず利益に結び付きにくくなるため、カスタム品をスタンダード化してマーケットに投入し、A S S P展開していくことが重要となる。最初は最先端の顧客と組んで製品開発を行い、続いてこれを横展開してデファクトスタンダードとなるように育て上げていくことが求められる。

従来のように半導体事業が総合電機メーカーの一部門として位置付けられている限り、外部顧客よりも社内のセット部門が優先されてもやむを得ない面はある。しかし、今や「最先端の顧客」は日本だけでなく、むしろ世界中に数多く存在することを忘れてはならない。ここ数年、半導体部門の分社化に向けた動きがいくつかみられるが、これを真に成功させるためには、セット部門と半導体部門の関係を再構築して半導体部門の経営の自由度を高め、グループ内顧客のみならず、世界の幅広い顧客とのアライアンスを積極的に推進できる体制を構築することが不可欠である。開発したチップを幅広い顧客に納入することが関係者すべてにとってメリットとなるような戦略的パートナーシップをいかに構築するか、経営の手腕が問われるところである。

半導体の内販と外販の最適なバランスは、社内セット部門の競争優位性やチップのコスト競争力などにも左右されることから、企業の経営戦略の根幹に関わる重要な課題である。半導体部門が分社化したものの、グループ全体の戦略に引きづられて中途半端な戦略に陥ることだけは避けるべきであろう。

図表 6 - 5 日系企業による主要電子機器の地域別生産台数及び世界生産シェア（2004年）



（出所）電子情報技術産業協会「主要電子機器の世界生産状況」

一方で、半導体部門を今後とも総合電機の一部門として位置付けていく考え方も当然ありうる。この場合は、自社のセット製品の差別化を図るためのキーデバイスを供給することが、半導体部門に求められる最大の役割である。ただし、いつまでも内販にとどまっていた半導体事業として収益を確保することは困難である。以下のような段階的なアプローチで外販に踏み切ることが必要と考えられる。

< 第1段階 > セット製品の差別化を実現しうる強力な先端カスタム品の開発

セット部門と半導体部門の設計資産を融合し、最先端のカスタム品を開発する。このチップは、総合電機の一部門として位置付けられる以上、製品差別化の中核をなすような強力なデバイスでなければならない。この段階では自社セット向け専用品として展開するため、半導体単体としては赤字でもセットで稼ぐことで全体最適を図ることとなる。

< 第2段階 > 外販展開による A S S P 化

セット製品で相応の投資回収が図られた段階で、カスタムチップにプレミアムを付けて外販を開始する。セット部門との利害が対立する場合には思い切った決断が求められるが、いずれは競合他社から安価なチップが出回ることも少なくないことを考えれば、半導体事業での収益機会を失うことのないよう、大局的な観点からの経営判断が求められよう。むしろ、自社製チップを搭載するパートナーを増やしてマーケットでの評価を高めることができれば、新たな顧客の獲得につながり、業界標準に近づくといい好循環も期待できよう。

< 第3段階 > 汎用品への展開

このようにして A S S P 化に成功し、デファクトスタンダードの域にまで到達することができれば、B R I C s など新興市場での大量販売の機会が広がり、量産効果により半導体事業として大きな利益を得ることも可能となる。

垂直分業型のビジネスモデルは、インターフェースを標準化することにより、インテグレーションに要するコストを下げ、高い利益を生み出すことを目指している。これに対抗するためには、まず I D M としてのメリットを最大限に生かして他に類を見ない独自のチップを開発し、ある時期が来れば外販して多くの受注を取るというビジネスモデルを徹底することが重要である。要素技術間のインターフェースの標準規格が確立してしまうと、分業型のアプローチに勝つことは難しくなる。社内リソースを結集し、他社に簡単には真似されないようなセット製品とチップを作り出すことが何よりも重要である。まずは、コストがかかるカスタムの世界に持ち込むほどに価値のあるチップかどうか検証することである。

S o C は機器のシステムがワンチップに組み込まれることから、半導体事業の成否は、最終的には、アプリケーションの分野で他社を凌駕するような強い製品を持ち続けられるかどうか大きく左右される。前章で見たように、日本の半導体メーカーは国内販売の比率が高く、国内電機メーカーへの依存度が非常に大きい。このため、デジタル家電をはじめとするセットメーカーが今後とも競争力を保つことが、日本の半導体産業にとって極めて重要となる。部材や製造装置メーカーをはじめとする裾野産業との連携強化を通じて、セット分野における新製品の開発力をより一層高めていくことが求められよう。

(4) 企業経営、組織体制、人事評価の抜本的な見直し

これまで、S o C ビジネスの競争力強化戦略として、製造重視の考え方から設計・マーケティング重視への転換、外販を意識した A S S P への横展開、I P を軸としたグローバル・

パートナーシップの構築、設備投資や研究開発のリスク・シェアリング、最終セット部門との関係再構築などを指摘してきた。これらはいずれも企業経営のあり方、経営戦略に深く関わる項目ばかりであり、S o Cビジネスでは、製品開発戦略、製造戦略、販売戦略を横括りで連動させながら同時並行的に最適化させる「コンカレント・マネジメント」型思考を徹底することが不可欠となる。このため、経営のトップには高度な専門性と大胆な意思決定を下す決断力が要求される。

組織体制や人事評価についてもS o Cビジネスにふさわしい形に見直していかなければならない。多額の販売費や研究開発費を確実に収益に結び付けるためには、製造オリエンテッドな組織のあり方を抜本的に見直し、設計やマーケティング重視へとパラダイムを転換することが喫緊の課題である。人事評価においても、製造や設計など縦割り型の部門別評価に加えて、部門横断的な取り組みを高く評価するような姿勢が求められよう。

海外売上の伸び悩みについても、現地顧客との対話型・提案型営業の必要性が指摘されており、各社とも開発人員の増強など現地拠点の拡充に取り組んでいる。シリコンバレーなど世界のファブレスやI Pプロバイダーなどと対等に渡り合っアライアンスを構築していくためには、ギブ・アンド・テイクの考え方に立って、自社が持つ優れたI Pを顧客に提供し、顧客のI Pと組み合わせることで開発スピードを高めるといった戦略的な活用方法も検討すべきであろう。

3 . 日系I D Mの新たなS o Cビジネスモデルを求めて

日本勢の多くが注力してきた特定用途品は、半導体事業としての難しさゆえに、ビジネスモデルの優劣が企業の競争力を大きく左右する要素となる。S o Cは製造から設計・マーケティング重視へのパラダイム転換が求められ、それにふさわしい経営体制を構築できるかどうかで勝負が決まると言っても過言ではない。分業型の専門メーカーは「ファブレス」「ファウンドリー」「I Pプロバイダー」「I Pライブラリー」「Wafer Bank 戦略」といった新たな業態やビジネスモデルを次々に生み出すことにより、商機を拡大することに成功してきた。今後、I D MがS o Cビジネスに取り組む上で大きな論点として浮上してくるのは、自社ファブを持つことが収益性を高めるために果たして不可欠なのかどうかという点であろう。

自社ファブを保有すると、設計と製造の連携や好況期の大きな利益などが期待できる反面、不況期には固定費の負担が重くなり、価格を引き下げてでも稼働率の維持を優先せざるを得ない局面もありうる。製品設計や品揃えが自社ファブのスペックに縛られるようなことがあれば、特定用途品を幅広い顧客に横展開する際の支障にもなりかねない。

インテルやT Iなども自社ファブを保有しているが、これらの大規模I D Mは製品をM P UやD S Pなど特定分野に絞り込み、業界標準を握ったうえで量産に入るため、価格水準を維持しながらスケールメリットによりコストを抑え、高水準の利益を確保している。一方、日本のI D Mの多くが注力する民生分野は、数多くのセットメーカーが激しく競合しており、顧客のカスタム志向も強いいため、1品種当たりでみた場合にプロセッサのような生産数量を

期待することは難しい。また、デジタル化でコモディティ化も早く進むため、安定した利益を確保しにくい構造となっている。

したがって、自社ファブを保有するのであれば、換資リスクに見合うだけのまとまった数量を出荷できる業界標準的な製品を確保することが不可欠である。デジタル民生分野で世界的に強みを持つ製品を有するメーカーが、自社製品の差別化を主たる目的として半導体部門を社内に抱えるというのであれば位置付けは明確である。しかし、すべてのメーカーがそうした状況にあるとは考えにくい。横展開型マーケティングを通じて顧客をどこまで増やせるか見極めた上で、収益の改善が困難な場合は外部ファブの活用も視野に入れることが必要になる。SoCのアプリケーションとしてデジタル民生分野に今後ともフォーカスするのであれば、企業経営のあり方をそれにふさわしい形に見直していくことが不可欠であり、従来型のIDMのままでは中途半端との印象を拭えない。

SoCのビジネスモデルは一つとは限らず、むしろ多様な選択肢がありうる。横並びでよく似たモデルが多数存在するよりも、特色のあるメーカーが互いの得意分野で切磋琢磨する方が望ましい。差別化に繋がりにくい共通基盤的な領域は思い切って共同開発に踏み込むことも一つの方策であり、プロセス技術の共通化はその起爆剤となる可能性を秘めた動きとして大いに注目される。また、横展開型マーケティングによりASSP展開を図るための具体的な手法として、対象とするアプリケーションを絞り込むことも検討してみてもどうか。SoCの用途は携帯電話、ゲーム機、デジタル家電、自動車など多岐にわたり、エンドユーザーと初期段階から共同開発することが必要となるため、各業界の動向を絶えず把握する必要がある。限られたリソースですべてのアプリケーションに対応するよりは、いずれかの領域に経営資源を集中し、他の顧客に応用展開していく方が効率的なケースもあるだろう。

まずはSoCビジネスの競争力強化に向けた上述の4つの戦略に照らしながら、各メーカーが個別の事情も踏まえて、経営戦略のあり方をゼロベースで見直すことが第一歩である。自社ファブを各社ごとに持ち続けることが真に経済合理性にかなうのか、プロセス技術を共通化しながら設計やマーケティング面で差別化することはできないか、などについて抜本的な検討がなされ、その上で業界横断的な議論が惹起され、日本の半導体メーカーのビジネスモデルがSoCにふさわしい形へと生まれ変わっていくことを期待してやまない。

おわりに

欧米では、設計に特化するファブレスやIPプロバイダーなどのベンチャー企業が独自のノウハウを生かして新規参入し、成長を遂げている。ファウンドリー主体の台湾でも、ファブレス企業が急成長していることもすでに指摘した通りである。半導体の製造には巨額の資金が必要となるが、回路設計やIPの開発はアイデア勝負の側面が強い。このため、小規模なベンチャー企業でも独自のノウハウと販路開拓能力があれば新規参入は比較的容易であり、このことが半導体産業全体の競争力強化に結び付いている。

日本にもいくつか半導体ベンチャーが存在するが、企業数や規模において海外勢とは大きな格差があるのが現状である。日本では設計から製造までを社内で一気通貫にて行うIDMが主流であり、国内にとどまる限り業容拡大は容易ではない。ファブレスがチップの製造を委託しようとしても、IDMは自社製品の生産を優先しがちで、柔軟な対応は望みにくいとの指摘もある。また、SoCは数多くの機能ブロックを統合する必要があり、小規模なベンチャーだけですべての設計をカバーするのは難しくなっている。

垂直分業モデルではファブレスとファウンドリーの役割が明確に分かれている。このため、ファブレスは自社で開発した設計の成果を積極的に外販し、ファウンドリーも製造受託につながるためにIPライブラリーの提供などを通じたグローバル・アライアンスの構築に注力する。これに対し、日本の大手半導体メーカーの多くは、グループ内にセット部門を持っているために、思い切った外販戦略を採りにくく、せっかくの設計力や製造技術が社外で評価される機会を逸しているのではないだろうか。

SoCでは設計が非常に重要となる。今日、EDAツールがないと半導体の設計ができないと言われるほど、EDAは重要な存在になっている。日本でもかつては大手半導体メーカーが独自にEDAを開発していたが、米系ベンダーの装置が業界標準として普及するにつれて、社内開発を縮小してきた経緯がある。SoCではDFM (design for manufacturing) と呼ばれる、製造と設計の連携が重要とされるが、肝心の設計ツールを海外勢に牛耳られていることに、もっと危機意識を持つべきとの声は少なくない。このところ、国内の大手エレクトロニクスメーカーでEDAの研究開発を行っていた技術者や大学教員などによるEDAベンチャーの創業が相次いでおり、2006年1月には「日本EDAベンチャー連絡会」が設立された。こうした新たな動きが国内半導体産業の活性化につながるかどうか注目される。

半導体の設計では従来とは異なる斬新な発想が必要とされることも多い。IDMが自前主義から脱却し、これまで以上に外部リソースを有効活用するようになれば、国内の半導体ベンチャー企業が活躍できるフィールドが拡大し、ひいては、IDM自身の競争力強化にもつながるものと考えられる。そして、日本のIDMがSoCビジネスにおいて「垂直統合」を標榜するのであれば、これまで以上にデバイス部門とセット部門の連携に本腰を入れて取り組む必要がある。デバイスから製造、販売、アフターサービスまでトータルで製品の付加価値を高めることができるのが総合電機メーカーの強みであり、縦割りとなっている事業部門どうしのコンバージェンス(融合)を実現できるか、経営の手腕が問われるところである。

主要参考文献

- 呉團焜 (2004)「台湾半導体産業の形成プロセスと垂直非統合の産業構造」立教大学経済学研究会「立教経済学研究」第57巻第4号
- 葉剛 (2002)「台湾ICファウンドリーの形成 - 産業集積の原点を求めて - 」井原基・橘川武郎・久保文克編「アジアと経営 - 市場・技術・組織 - 」(下巻)東京大学社会科学研究所
- 王淑珍 (2002)「台湾における半導体産業の垂直分業」井原基・橘川武郎・久保文克編「アジアと経営 - 市場・技術・組織 - 」(下巻)東京大学社会科学研究所
- 大津留榮佐久 (2005)「半導体ビジネスにおける新図式 - 最新ビジネスモデル・成長性・収益性からみた新連携・技術経営ニーズについて - 」九州半導体イノベーション協議会「Innovation 通信」Vol.8
- 菊地正典・影山隆雄 (2005)「図解でわかる電子デバイス - 半導体、ICのしくみから表示デバイス、無線応用デバイスまで」日本実業出版社
- 後藤敏 (2005)「日本の半導体産業の課題と新たな復活への提言」JEITA Review
- 西口信行 (2006)「製造性考慮のシステムLSI設計環境」電子情報通信学会誌 89巻2号
- 伊藤宗彦 (2004)「水平分業化とアライアンス戦略の分析 - ファウンドリービジネスにおける製造価値創造 - 」神戸大学経済経営研究所ディスカッションペーパーJ59
- 湯之上隆 (2004)「技術力から見た日本半導体産業の国際競争力 - 日本の生産技術力は大丈夫か? - 」同志社大学 技術・企業・国際競争力研究センター リサーチペーパー
- 藤村修三 (2000)「半導体立国ふたたび」日刊工業新聞社
- 伊丹敬之 (1995)『日本の半導体産業 なぜ「三つの逆転」は起こったか』NTT出版
- 西村吉雄 (1995)「半導体産業のゆくえ メディア・ルネサンスの時代へ」丸善
- 相良岩男 (2000)「図解システムLSI入門」日刊工業新聞社
- ウィリアム・ファイナン、ジェフリー・フライ (生駒俊明、栗原由紀子訳)(1994)「日本の技術が危ない - 検証・ハイテク産業の衰退 - 」日本経済新聞社
- 工業技術研究院 (2005)「半導体工業年鑑」
- 科学工業園区管理局 (2004)「新竹科学工業園区年報」
- 電子情報技術産業協会 (2003)「ICガイドブック」日経BP企画
- 日本半導体ベンチャー協会「JASVAマガジン」各号
- 電子ジャーナル「Electronic Journal」各号
- 日経BP「日経エレクトロニクス」「日経マイクロデバイス」各号
- Sunplus Technology '2004 Annual Report'
- United Microelectronics Corporation (UMC) 'Annual Report 2004'

『調査』既刊目録

— 最近刊の索引 —

- 90 (2006. 5) 半導体産業の国際競争力回復に向けた方策
- 89 (2006. 4) 都市集積の評価と建物コンバージョン事業による地域再生の可能性
- 88 (2006. 4) 今後の物流ビジネスにおけるモーダルシフトへの動き
— 鉄道貨物輸送を中心に —
- 87 (2006. 2) 2005・2006年度設備投資計画調査報告
(2005年11月調査)
- 86 (2005. 9) 企業の資金余剰と用途の変化
- 85 (2005. 9) 設備投資計画調査報告(2005年6月)
- 84 (2005. 7) わが国企業の知的財産有効活用に向けて
- 83 (2005. 5) 燃料電池の現状と普及に向けた課題
- 82 (2005. 3) RFID(ICタグ)の本格的な普及に向けて
- 81 (2005. 3) 研究開発の循環性、収益性の検討
- 80 (2005. 3) 防災マネジメントによる企業価値向上に向けて
- 79 (2005. 3) 進展するITS(高度道路交通システム)の現状と将来展望
- 78 (2005. 3) 技術寿命の短期化と財務構造へ与える影響
- 77 (2005. 2) 最近の経済動向
- 76 (2005. 2) 企業の設備投資行動とイノベーション創出に向けた取り組み
- 75 (2005. 1) 水循環の高度化に関する技術動向と展望
- 74 (2005. 1) 日本企業の設備効率向上に向けた取り組みと課題
- 73 (2005. 1) 設備投資計画調査報告(2004年11月)
- 72 (2004.12) 最近の経済動向
- 71 (2004.12) 人的資本の蓄積と生産性の変化
- 70 (2004.10) 中国国内物流の現状
- 69 (2004. 9) 循環型社会における塩化ビニル樹脂の可能性
- 68 (2004. 9) 設備投資計画調査報告(2004年6月)
- 67 (2004. 8) 日本のイノベーション能力と新技術事業化の方策
- 66 (2004. 7) 最近の経済動向
- 65 (2004. 6) 企業の資金調達動向
- 64 (2004. 4) LCA(ライフ・サイクル・アセスメント)による温暖化対策の改善
- 63 (2004. 4) 90年代以降の企業の研究開発動向
- 62 (2004. 4) デフレ下の資本財価格低下と設備投資への影響
- 61 (2004. 4) 都市環境改善の視点から見た建築物緑化の展望

— 分野別の索引 —

〔設備投資アンケート〕

◇設備投資計画調査

- | | | |
|-------------------------|------------|--------------|
| • 2005・06年度 | (2005年11月) | 87 (2006. 2) |
| • 2004・05・06年度 | (2005年6月) | 85 (2005. 9) |
| • 2004・2005年度 | (2004年11月) | 73 (2005. 1) |
| • 2003・04・05年度 | (2004年6月) | 68 (2004. 9) |
| • 2002・03・04年度 | (2003年8月) | 58 (2003.10) |
| • 2002・2003年度 | (2003年2月) | 51 (2003. 3) |
| • 設備投資計画調査統計集(1990年度以降) | | 50 (2003. 1) |
| • 2001・02・03年度 | (2002年8月) | 45 (2002.10) |
| • 2001・2002年度 | (2002年2月) | 37 (2002. 3) |
| • 2000・01・02年度 | (2001年8月) | 28 (2001.10) |
| • 2000・2001年度 | (2001年2月) | 21 (2001. 3) |
| • 1999・2000・01年度 | (2000年8月) | 15 (2000.10) |
| • 1999・2000年度 | (2000年2月) | 7 (2000. 3) |
| • 1998・99・2000年度 | (1999年8月) | 2 (1999.10) |

〔経済・経営〕

◇最近の経済動向

- | | |
|-----------------------------------|--------------|
| • 景気の踊り場にある日本経済 | 77 (2005. 2) |
| • 我が国産業構造の中期見通し | 72 (2004.12) |
| • 国際商品市況の上昇が企業の投入・
産出行動に与える影響 | 66 (2004. 7) |
| • 資金循環と金融を中心とする日本経
済の中期シナリオの検討 | 59 (2003.12) |
| • 日本経済の持続可能性に向けた中期
シナリオの検討 | 49 (2002.12) |
| • グローバル化と日本経済 | 38 (2002. 7) |
| • デフレ下の日本経済と変化への兆し | 31 (2001.12) |
| • デフレ下の日本経済 | 26 (2001. 7) |
| • 今次景気回復の弱さとその背景 | 19 (2001. 3) |
| • ITから見た日本経済 | 12 (2000. 8) |
| • 90年代を振り返って | 4 (2000. 1) |

* 当行の Web ページ (<http://www.dbj.go.jp/report/>) では、『調査』発刊開始(1973年)以来の全目録を掲載しており、2001年4月発行の第26号以降については全文をご覧頂くことができます。

* 『調査』入手のご希望については、調査部総務班 (Tel: 03-3244-1840 e-mail: report@dbj.go.jp) までお問い合わせ下さい。

◇日本経済一般

- ・人的資本の蓄積と生産性の変化 71 (2004.12)
- ・コスト面からみた資本、労働の動き 60 (2004. 3)
- ・日本企業の生産性と技術進歩 44 (2002. 8)

◇金融・財政

- ・企業の資金余剰と使途の変化 86 (2005. 9)
- ・企業の資金調達動向 65 (2004. 6)
 - 銀行借入と代替的な資金調達手段について—
- ・邦銀の投融资動向と経済への影響 41 (2002. 8)
- ・社会的責任投資 (SRI) の動向 40 (2002. 7)
 - 新たな局面を迎える企業の社会的責任—
- ・近年の企業金融の動向について 35 (2002. 3)
 - 資金過不足と返済負担—

◇設備投資・企業経営

- ・企業の設備投資行動とイノベーション創出に向けた取り組み 76 (2005. 2)
 - 設備投資行動等に関する意識調査結果 (2004年11月実施)—
- ・日本企業の設備効率向上に向けた取り組みと課題 74 (2005. 1)
 - 意識調査と財務データからみた特徴—
- ・デフレ下の資本財価格低下と設備投資への影響 62 (2004. 4)
 - 財別・産業別価格データによる計測—
- ・設備投資・雇用変動のミクロ的構造 43 (2002. 8)
- ・ROAの長期低下傾向とそのミクロ的構造 30 (2001.12)
 - 企業間格差と経営戦略—

◇消費・貯蓄・雇用

- ・将来不安と世代別消費行動 46 (2002.10)
- ・労働分配率と賃金・雇用調整 34 (2002. 3)
- ・家計の資産運用の安全志向について 16 (2000.10)
- ・企業の雇用創出と雇用喪失 6 (2000. 3)
 - 企業データに基づく実証分析—
- ・消費の不安定化とバブル崩壊後の消費環境 1 (1999.10)
- ・人口・世帯構造変化が消費・貯蓄に与える影響 248 (1998. 8)
- ・資産価格の変動が家計・企業行動に与える影響の日米比較 244 (1998. 7)
- ・近年における失業構造の特徴とその背景 240 (1998. 4)
 - 労働力フローの分析を中心に—

◇貿易・直接投資

- ・変貌するわが国貿易構造とその影響について 29 (2001.11)
 - 情報技術関連(IT)財貿易を中心に—

◇海外経済

- ・中国による対日直接投資と中国人留学生による日本での起業 57 (2003. 9)
 - 中国経済の活力を日本に取りこむために—
- ・中国の経済発展と外資系企業の役割 47 (2002.11)
- ・米国の景気拡大と貯蓄投資バランス 8 (2000. 4)
- ・米国経済の変貌 255 (1999. 5)
 - 設備投資を中心に—
- ・アジアの経済危機と日本経済 253 (1999. 3)
 - 貿易への影響を中心に—

[産業・技術・環境]

◇最近の産業動向

- ・わが国企業の知的財産有効活用に向けて 84 (2005. 7)
 - 企業内の非中核技術と環境技術の活用を中心に—
- ・主要産業の生産は、素材、資本財産業を中心に減少へ 27 (2001. 7)
- ・内需の回復続き、多くの業種で生産増加 13 (2000. 8)
- ・輸出はアジア向けで堅調、内需は回復に力強さがみられず 5 (2000. 1)
- ・全般的に緩やかな回復の兆し 260 (1999. 8)

◇技術開発・新規事業

- ・燃料電池の現状と普及に向けた課題 83 (2005. 5)
- ・研究開発の循環性、収益性の検討 81 (2005. 3)
 - 設備投資との比較を中心に—
- ・技術寿命の短期化と財務構造へ与える影響 78 (2005. 3)
- ・日本のイノベーション能力と新技術事業化の方策 67 (2004. 8)
 - カーブアウト等による新産業創造—
- ・90年代以降の企業の研究開発動向 63 (2004. 4)
- ・製造業における技能伝承問題に関する現状と課題 261 (1999. 9)
- ・最近のわが国企業の研究開発動向 247 (1998. 8)
 - 技術融合—
- ・わが国企業の新事業展開の課題 243 (1998. 7)
 - 技術資産の活用による経済活性化への提言—

◇環境・防災

- ・防災マネジメントによる企業価値向上に向けて 80 (2005. 3)
—防災 SRI(社会的責任投資)の可能性—
- ・水循環の高度化に関する技術動向と展望 75 (2005. 1)
—水処理ビジネスの新たな展開—
- ・LCA (ライフ・サイクル・アセスメント) 64 (2004. 4)
による温暖化対策の改善
- ・都市環境改善の視点から見た建築物緑化の展望 61 (2004. 4)
—屋上緑化等の技術とコストを中心に—
- ・素材型産業を核とした資源循環クラスターの展開 55 (2003. 7)
—リサイクルビジネスの高度化に向けて—
- ・企業の温暖化対策促進に向けて 53 (2003. 5)
- ・食品リサイクルとバイオマス 48 (2002.12)
- ・使用済み自動車リサイクルを巡る展望と課題 36 (2002. 3)
- ・都市再生と資源リサイクル 33 (2002. 2)
—資源循環型社会の形成に向けて—
- ・環境情報行政と IT の活用 32 (2002. 1)
—環境行政のパラダイムシフトに向けて—
- ・家電リサイクルシステム導入の影響と今後 20 (2001. 3)
—リサイクルインフラの活用に向けて—
- ・わが国環境修復産業の現状と課題 3 (1999.10)
—地下環境修復に係る技術と市場—

◇化学・バイオ

- ・循環型社会における塩化ビニル樹脂の可能性 69 (2004. 9)
—建材用途拡大と使用後処理の多様化—
- ・資源循環型社会で注目される生分解性プラスチック 56 (2003. 9)
—“バイオマス由来”の特性で広がる用途展開—
- ・わが国化学産業の現状と将来への課題 14 (2000. 9)
—企業戦略と研究開発の連繋—

◇自動車・電機・電子・機械

- ・半導体産業の国際競争力回復に向けた方策 90 (2006. 5)
- ・進展するITS(高度道路交通システム)の現状と将来展望 79 (2005. 3)
- ・わが国電気機械産業の課題と展望 42 (2002. 8)
—総合電気機械メーカーの事業再編と将来展望—
- ・わが国半導体製造装置産業のさらなる発展に向けた課題 23 (2001. 3)
—内外装置メーカーの競争力比較から—
- ・労働安全対策を巡る環境変化と機械産業 10 (2000. 6)

- ・わが国自動車・部品産業をめぐる国際 9 (2000. 4)
的再編の動向
- ・わが国半導体産業における企業戦略 259 (1999. 8)
—アジア諸国の動向からの考察—
- ・わが国機械産業の更なる発展に向けて 257 (1999. 5)
—工作機械産業の技術シーズからみた将来展望—

◇エネルギー・新エネルギー

- ・分散型電源におけるマイクロガスタービン 24 (2001. 3)
—その現状と課題—

◇運輸・流通

- ・今後の物流ビジネスにおけるモーダルシフトへの動き 88 (2006. 4)
— 鉄道貨物輸送を中心に—
- ・中国国内物流の現状 70 (2004.10)
—進出日系企業の視点から—
- ・地方民鉄の現状 52 (2003. 4)
—輸送密度の相関分析—
- ・物流の新しい動きと今後の課題 25 (2001. 3)
—3PL(サードパーティ・ロジスティクス)からの示唆—
- ・消費の需要動向と供給構造 18 (2000.12)
—小売業の供給行動を中心に—

◇情報・通信・ソフトウェア

- ・RFID(IC タグ)の本格的な普及に向けて 82 (2005. 3)
- ・ブロードバンド時代のデジタルコンテンツ・ビジネス 54 (2003. 6)
—映像コンテンツ流通を中心に—
- ・ケーブルテレビの現状と課題 22 (2001. 3)
—ブロードバンド時代の位置づけについて—
- ・エレクトロニック・コマース(EC)の 246 (1998. 8)
産業へのインパクトと課題

◇医療・福祉・教育・労働

- ・少子高齢化時代の若年層の人材育成 39 (2002. 7)
—企業外における職業教育機能の充実に向け—
- ・労働市場における中高年活性化に向けて 11 (2000. 6)
—求められる再教育機能の充実—
- ・高齢社会の介護サービス 249 (1998. 8)

無断転載・複製を禁止します。本号の内容についてのお問い合わせは、執筆担当者までお願い致します。

なお、当行のWeb ページ (<http://www.dbj.go.jp/report/>) では『調査』に関する読者アンケートのフォームを掲載しております。今後の『調査』刊行に際して参考とさせていただきたく、皆様のご感想やご意見などお聞かせ願えれば幸いです。

2006年5月26日

ISSN 1345-1308

調 査 第 90 号

編 集 日 本 政 策 投 資 銀 行
調査部長 渡 部 速 夫

発 行 日 本 政 策 投 資 銀 行
〒100-0004
東京都千代田区大手町1丁目9番1号
電 話 (03) 3244-1840
(調査部総務班直通問い合わせ先)
e-mail : report@dbj.go.jp
ホームページ <http://www.dbj.go.jp>

(印刷 O T P)