



Hitotsubashi University  
Institute of Innovation Research



一橋大学イノベーション研究センター

東京都国立市中2-1  
<http://www.iir.hit-u.ac.jp>

# 半導体産業のパラダイムシフトとイノベーションの停滞

## 戦略思考の視点から見たNECの混迷の本質\*

2006年3月30日

一橋大学イノベーション研究センター  
COE 研究員  
新藤 哲雄

---

\* 本論の作成に際しては、さまざまな方々にお世話となり、厚くお礼申し上げます。一橋大学イノベーション研究センターの中馬宏之教授は基本的な研究の進め方や考え方について指導・助言をいただきました。また神津英明氏（もと一橋大学客員教授、NEC）と中馬宏之教授が以前NEC関係者に対してインタビュー調査を行った記録を役立てることができました。さらに一橋大学イノベーション研究センター長の長岡真男教授をはじめ、さまざまなスタッフの方に研究環境の面などでご協力・ご配慮をいただきました。資料収集や意見交換の面では、進藤通世氏（一橋大学イノベーション研究センター非常勤共同研究員、もと半導体産業研究所事務局長、三菱電機）をはじめとするセミコンダクターフォーラムの参加者にご協力いただきました。またここにすべての方の名前を記すことはできませんが、半導体産業研究所の現在、過去の所属メンバーの方々、半導体産業に関係する様々な方々から意見や考えをお聞きしました。あらためて感謝の気持ちを表したいと思います。なお、本論は、産学連携のねらいを念頭において、5ヶ月半の間一橋大学イノベーション研究センターCOE（Center of Excellence）研究員として、日本の半導体産業の停滞をNECの事例を通して分析し、克服策を探る研究に取り組んで作成したものです。学术界に身をおき知的好奇心を刺激されたことは多くありましたが、少しでも産業界に役立つことを目指したこともあり、基礎工学よりは、いわゆる臨床中心のアプローチになりました。なお、今回はメモリやファンドリなど製造力中心のビジネスは直接の研究対象にはしていませんので、それは別の機会に検討したと考えています。お読みいただき、ご意見、ご質問があればご連絡ください。

## 要旨

1990年代から現在まで日本の半導体産業の競争力が低下してきた大きな原因は、世界の半導体産業のパラダイムが大きな変貌を遂げているのに対して、日本の半導体産業は旧来の思考や制度の枠組みに埋没したままで、組織学習ができずに、戦略とビジネスモデルの進化がなく、ビジネス上のイノベーションが停滞していることである。日本企業は、世界的にみて成長分野で弱く、低成長分野・衰退分野で強い状況である。事例研究として主にロジック半導体に関して日本電気株式会社(以下 NEC という)をとり上げ、世界の半導体産業の特性や競争ルールが変化するなかで、経営政策、製品戦略が矛盾に陥っている状況を解明する。なぜ「バランス経営」が現状維持に陥り成長する製品・市場への注力を妨げ、「顧客志向のソリューション」が ASSP(Application Specific Standard Product)などの製品革新を停滞させて、総合電機メーカーの全社経営が半導体事業のシステム志向を停滞させているかなどについて、半導体産業の様々な世界的変化を背景にして分析する。最後に、組織的に継続的な戦略学習に取り組む重要性を提言するとともに、日本の半導体産業のビジネス・イノベーションを促進するために、国際競争力のある高機能プロダクトを開発して、高成長のアジアを始めとする世界市場でマーケティングする必要性を指摘する。

## 1. はじめに

日本の半導体産業の低迷が指摘されてから久しい。現実の変化を的確に把握しなければ、改革に向けた政策は的外れに陥る。最先端の神経科学によると、人間認識の問題対処に関する戦略は、脳の左右では根本的に異なると考えられている<sup>1</sup>。左脳は信念体系(あるいはモデル)をつくり、新しい体験をその信念体系に当てはめる。もしモデルに合わない新しい情報にいきあたると、否認、抑圧、作話などにより極力現状を維持する。これに対して右脳は現状に疑問をもち、全体的な不整合を探し、異常な情報がある閾値に達すると、モデル全体の徹底的な改変を強行して、一からやり直す時がきたと判断する。つまり、右脳はクーン<sup>2</sup>流のパラダイムシフトを強行し、一方左脳はフロイトの言う防衛機制により、作り上げた現状に固執する。

本論では、経営学・経済学の観点から、世界的視点で半導体産業の変化をとりあげ、日本の半導体産業の競争力低下に関して重要性が高いと考えられる問題を洞察し分析する。筆者は、混迷する日本の半導体産業の問題解決にとって、重要性の高い順に言えば、経営、製品戦略/マーケティング、製造、研究開発だと考えている。なお今回の研究範囲は、主としてロジック半導体を対象とするので、DRAM、フラッシュなどのメモリ、ファウンドリなどの製造中心の半導体ビジネスについては、直接の対象としない。

まず、半導体産業における日本の競争力低下の状況をレビューしたあとで、半導体産業の新旧パラダイムの比較を提示し、半導体市場の構造変化についてアプリケーション、半導体製品、設計技術などが複雑に変化して、新しいパラダイムによる成長分野が出現したことを述べる。日本の半導体産業、とりわけ NEC が近年世界市場でシェアを低下させている理由は、世界的に見て成長分野(アプリケーション、製品、市場、業態など)で弱く、低成長分野や衰退分野で強いという単純な規則にもとづくことを、半導体産業のパラダイムの変化に照らして検証する。たとえば、世界的に見ると成長分野・成長業態は、アプリケーションでは通信、ビジネスモデルでは Fabless、製品構成では専門店型、ロジック製品では ASSP や FPGA、地域市場ではアジアであるが、そうした成長分野・成長業態では日本企業(NEC など)の取り組みが弱いことを確認する。

さらに様々な観点で半導体産業のパラダイムシフトが生み出す変化の意味を論考する。たとえば、半導体技術の発展に伴う性能向上により、ソフトウェア志向の半導体では従来の半導体顧客が望んでも容易にできなかった「開発期間中の変更」や「半導体製造後の修正」が可能になる領域が拡大してきたことを指摘する。また半導体集積度の上昇に伴い、半導体の初期開発費用が指数的に増大した結果、特定アプリケーション向けロジック半導体分野ではカスタム半導体よりも標準半導体製品の需要が増大傾向にあることを説明する。さらに半導体集積度の増加により、1チップの半導体設計が電子システムレベルに到達したために、ハードウェアとソフトウェアが同じシステム記述言語(System C など)で設計できる段階を迎え、半導体事業がシステム領域に進出しうる事業環境の変化を説明する。

具体的な事例研究として、NEC をとりあげ、ロジック半導体ビジネスを中心に議論を行い、日本の代表的な半導体企業の混迷の本質に迫る。結論を先取りすれば、NEC では旧来の思考様式や制度にもとづく戦略やビジネスモデルが、組織学習を妨げているので、世界の半導体産業のパラダイムシフトの諸相 専門店型半導体企業、事業領域のシステム分野への進出、ソフトウェア志向半導体の“programmability/configurability”、ASSP、市場のグローバル化、Fabless/Foundry モデルなどを的確に認識できずいることを指摘する。そのため日本の半導体産業は世界の半導体産業発展の道とは異なり、別の停滞の隘路を歩んでいることを指摘する。問題は、企業組織において与えられた目標をいかに達成するかというシングルループ学習だけに留まり、結果的にオペレーショナルな部分最適を図るものになっているが、現代の半導体産業のように複雑なパラダイムシフトが起きているビジネス環境では、従来の前提を否定したり、修正することを認めるダブルループ学習により、継続的な戦略学習が必要であると考え。最後に日本の半導体産業の再生に向けた提言を試みる。

## 2. 半導体産業の競争力

過去 20 年間で日本の半導体産業は徐々に競争力を低下させている。たとえば日本市場における輸入半導体のシェアを見ると、図1に示すとおり1986年は7%だったが、2004年には38%に達している。国内市場における半導体の状況を、他の主要製品の2004年(自動車は2005年)の輸入シェアと比較してみると図2のとおりである。半導体の国内市場の輸入シェアは、一般に海外依存度が高いと思われたソフトウェア製品(ゲームソフトは除く)と同じく38%であり、鉄鋼6%、自動車7%、医薬品12%と比べても海外依存度が高いことがわかる。なお財務省貿易統計により半導体輸出入

を把握しようとしても、実態との乖離<sup>3</sup>が拡大しているため、現実に即した統計の整備が望まれる。

次に世界全体を見ると、図3に示すとおり日本の半導体産業の世界市場シェアは、1988-89年のピーク時は50%を超えていたが、それ以降ほぼ一貫して低下している。なぜ日本の半導体産業は国内市場でも世界市場でも継続的にシェアを低下させてきたのか？その原因を探るために、日本を代表してきた半導体企業である NEC を取り上げて事例研究を行うことにする。同時に半導体市場の様々な構造的な変化をデータで統計的に検証することとし、次に半導体ビジネスの特性が変化してきたことを考察することにする。

NECの世界半導体市場シェアを見ると(図4参照)、ピーク時の1987-88年には11%であったが、1990年代以降世界市場でのシェアを大きく下げ、2004-5年には3%である。これに対して米国のIntel、韓国のSamsungは大きく世界市場シェアを伸ばしている。また半導体生産高ランキングでは、NECは1976年～1984年は世界第3位、1985年～1991年は世界第1位、1992年～1999年は世界第2位であったが、その後低落し2005年では世界10位<sup>4</sup>である。このように継続的に市場シェアを下げたのは、単にDRAM撤退<sup>5</sup>だけではない理由があるはずである。また収益性を見ると(図5参照)、NECエレクトロニクス<sup>6</sup>の売上高営業利益率は、2003、2004、2005の各年で、4～8%の範囲であり、2006年3月期(9か月分実績)は-4%である。大手半導体企業の中で他にも低収益に悩む海外半導体企業が存在することも事実だが、NECエレクトロニクスの収益性はIntel、TI、ロームなどの高収益半導体企業と比べると明らかに低い。

### 3. 半導体産業の構造変化

本論文の基本的な考え方は、1990年代以降世界の半導体産業が大きな構造変化を遂げているのに、NECをはじめとする日本の半導体産業は、旧来のパラダイム<sup>7</sup>にもとづく自己防衛的な認識に終始して、企業組織として変化を的確に学習できずに、戦略転換をしなかったことが、長期的な停滞を招いているというものである。そこでまず歴史的観点から半導体産業の新旧パラダイムの変化をまとめて提示してから、世界的な産業発展や技術革新の観点でそれらの変化の意味や歴史的な背景をとらえる。そのあとで事例研究において旧来のNECの経営戦略、製品戦略、ビジネスモデルが、変貌を遂げた現代半導体産業の新しいパラダイムに合致していないために、製品開発の潜在能力を発揮できずに半導体事業が停滞していることを述べる。

#### 3.1 半導体産業のパラダイムシフト 世界の進化と日本の停滞

世界的に見ると半導体産業ではビジネスのパラダイムが変化してきた(表1参照)。古いパラダイムを日本の半導体企業が全盛であった1980年代までとすれば、新しいパラダイムは一部1980年代後半から始まり1990年代から2000年代に本格的に登場してきた。このパラダイムシフトの背景には、半導体産業の継続的な技術革新、応用市場の需要変化、半導体産業のグローバル化と世界経済の不均衡発展ともなう変化などがある。半導体産業の新旧パラダイムを8項目にまとめると以下のとおりになる。

構造的な変化を時系列データで統計的に検証するために、世界半導体市場における日本企業シェアの動きと半導体産業の各種カテゴリーの変数(世界市場における各種シェア)の動きの関係を各年ごとの統計的データをもとにして、相関分析を行った。世界市場における日本企業のシェアと強い相関係数を示す変数は表2に示すとおりである。この相関分析によると、日本企業の世界市場シェアの動きは、多くの変数と負の相関を持つことが判明した。具体的には、日本企業の世界市場シェアの動きは、通信市場のシェアとは-0.94、Intelのシェアとは-0.94、Fabless半導体企業のシェアとは-0.91などの負の相関係数を示している。同様にNECの世界市場シェアの動き(表2の第4列参照)は、通信市場のシェアとは-0.97、Fabless半導体企業のシェアとは-0.97、アジア市場のシェアとは-0.93などの負の相関係数を示している。各変数との相関係数については、NECの世界シェアと日本企業の世界シェアはともに同様の傾向を示している。

この相関分析が示していることは、世界市場における日本企業のシェアおよびNECのシェアの動向は、アプリケーションにおける通信市場、ビジネスモデルにおけるFabless半導体企業、ソフトウェア志向(設計集約型)半導体のMOSマイクロ製品、MOSロジック製品、専門店型企業(MPUのIntel、メモリのSamsung)、アジア市場の動向とは、全く逆方向の動きをしていることである。たとえば、世界市場に占める通信市場、Fabless半導体、アジア市場のシェアが伸びれば伸びるほど、日本企業やNECのシェアは落ち込むことを示している。なお日本企業の世界市場シェア、NECの世界市場シェアは世界消費市場に占める日本市場シェアと強い正の相関係数0.96、0.89を示している。これは

日本企業、NEC が日本市場の動向に依存していることが大きいことを意味していると解釈できるが、のちほど NEC のケーススタディの中でさらに検討してゆくことにする。この相関分析でとり上げた各種変数(世界に占める日本市場のシェア、日本企業のシェア、NEC のシェアを除く)は、半導体産業のパラダイムの変化にともない近年増加基調にある。たとえば、Intel や Samsung の世界シェアが伸びていることは、すでに述べたが、通信市場、Fabless 半導体、MOS マイクロ製品、MOS ロジック製品、アジア市場のシェアが世界市場の中で成長していることは表3に示すとおりである。

一般的に統計分析における相関関係は現象の関係を示すだけであるから、さらに因果関係を解明することにしたい。つまり、NEC などの日本の半導体企業は世界的にみて成長性の高いビジネス アプリケーション分野、ビジネスモデル、製品構成、半導体製品の種類、市場のグローバル化など において弱いので、世界市場シェアが低下してきたと考えている。つまり半導体産業は複雑な世界だが、日本(NEC)が低迷してきた大きな理由は、「世界的にみて伸びるところでビジネスをしていない」という単純なことである。この考え方(仮説)を検証してゆくことにする。

半導体産業のパラダイムが変化して、新しく台頭する範疇・業態(アプリケーション、業態、製品、地域市場など)は、旧来の範疇・業態よりも、成長性が高い。産業が発展するためには、新しく成長するものを追い求めていく必要がある。日本の半導体産業、およびNECは、世界の半導体産業のパラダイムシフトが生み出した新しい範疇・業態に対する取り組みが遅れてきた。まずその概要を、最初に一覧表に要約すると表4のとおりになる。

### 3.2 アプリケーションと半導体需要の変化

1990 年代以降の6大用途用途別半導体市場規模の構成比推移を見ると、全般的な傾向は図6のとおりである。情報分野が最大構成比を占めているが、1990 年代前半は増加傾向にあり5割に達した。その後2000年代に入り、情報分野の中心である PC 市場の成熟化に伴い構成比は少し低下した。通信市場は、1990 年代以降は構成比を大きく伸ばして、2割を越している。インターネットの普及にともない通信機器の半導体需要が増加したが、さらに大きな要因としては携帯電話の爆発的成長が通信分野の半導体市場の構成比を大きく押し上げている。民生分野の構成比は、1990 年代は大きく減少したが、2000 年代に入りデジタル家電の登場により、構成比は下げ止まりした。自動車分野の構成比はまだ1割以下であるが、カーエレクトロニクス化の進展にともない、安定的に成長している。

さらに主要な電子機器の半導体需要のランキングを 1996 年(図7)と 2004 年(図8)について比較してみると、近年の半導体需要の重要な特徴として、低消費電力を求めるポータブル型の電子機器が伸びてきたことがわかる。たとえば図8の携帯電話、ノートPC、デジタルスチルカメラ、ICカード、デジタルビデオカメラなどであり、消費電力の削減が大きな課題になっている。また最近話題になっているMP3 プレーヤー<sup>8</sup>もその一つに入る携帯型製品であり、消費電力の削減を重要視している。主要電子機器の半導体需要全体のなかではPCと携帯電話が圧倒的に大きな位置を占めるが、1996 年と 2004 年を比較すると、特に携帯電話の半導体需要が飛躍的に伸びていることがわかる。

ところが電子機器の世界市場では携帯電話を見ると(図9参照)、日本企業は上位に入っておらず、かろうじて携帯電話機器の合弁会社ソニーエリクソンが世界 5 位に入っているだけである。このために、従来から国内電子機器企業を主要な顧客としてきた日本の半導体企業は近年苦戦を強いられてきた。なお日本のエレクトロニクス企業が海外の携帯電話市場で不振を極めている理由は、単なる技術標準の違いによるものではない。たとえば第 2 世代携帯電話では通信技術標準については、欧州がGSM、米国がCDMA(米国Fabless半導体企業Qualcommが技術標準規格を開発した)、日本がPDCと異なるために、日本企業の海外進出が遅れたというのは確かに一つの理由であるが、表面的な説明であろう。なぜならば、テレビ、ビデオでも日米欧の技術標準規格<sup>9</sup>の違いは存在するが、少なくとも過去においては日本企業にとって大きな障壁にはならなかった。携帯電話の場合は、技術標準や地域市場特性の違いによるアーキテクチャーの壁が存在するが、その壁が携帯電話の機能拡大にともない、高さを増してきた。

世界のパソコン市場を 1994 年と 2005 年で比較すると(図10及び図11参照)、出荷台数は 4652 万台から 2.1 億台に成長しているが、メーカー別では上位 5 社がすべて入れ替わるような激しい競争状況を示している。この間で Compaq は HP に買収され、IBM は中国の Lenovo に PC 部門を売却し、Apple は PC 上位から姿を消したが携帯音楽プレーヤーで復活を遂げた。NEC は PC 市場の世界 No.1 を目指して、ホームコンピュータ市場に強い米国 Packard Bell を買収したが、結局失敗に終わった。これに対して直販ビジネスモデルの Dell が首位に登場している。

PCと携帯電話以外の半導体需要は多方面に細かく細分化されており、産業分野、軍事・宇宙分野のニッチ・アプリケーションもある。そうした電子機器の半導体需要は、それぞれ全体市場の 3%以下であるが、その合計が実は半導体

市場の過半を占めている。この分散した細かな市場の集合はいわゆるロングテール現象<sup>10</sup>の一種とも考えられる。このように変化し、多様化する半導体需要にどのように対応して、半導体産業は発展できるのか？一般に携帯型電子機器は、価格低下傾向の中でその機能向上が進むために製品のライフサイクルが短く、迅速な製品開発とタイムリーな新製品の市場投入が求められている。そこで製品の重要部分を担う半導体の開発においては、設計期間の短縮、開発リスクの低減、開発コストの削減が必要になり、製造に関しては製造期間の短縮、きめ細かな出荷数量の調整が要求されている。さらに、半導体設計の複雑化・高度化やソフトウェアの大型化を背景として、製品開発完了後に回路設計や組込みソフトウェアに誤りが発見される可能性が増大しているが、その場合は事後に迅速にかつ柔軟に誤りを修正することが求められている。

それでは、設計・製造における迅速性・柔軟性を実現するためには、半導体にどのような変化がおきているのか？半導体集積度の指数的增长が半導体開発費用や製品タイプにどのような影響を与えているのか？低電力消費のニーズは技術アーキテクチャーに変化をもたらしたのか？こうした点を解明するために、プロセッサとロジック半導体の分野における最近の変化を検証していくことにする。

### 3.3 半導体製品におけるプロセッサとソフトウェア

半導体の製品別構成比を歴史的に見ると(図12参照)、PCの成長とともにマイクロプロセッサが飛躍的に発展してきており、1990年代末からはPCの成熟化とともにシェアを下げて、2005年は24%を占めている。ロジック半導体のシェアは徐々に増加して2005年で25%に達しているが、最近のロジック半導体ではプロセッサを組み込んでSoC<sup>11</sup>(System On-a-Chip)とするものが増加している。PCだけでなく、携帯電話、デジタルテレビ、DVDなどの機器ではロジック半導体の中にはプロセッサが組み込まれている。これを考慮すると、プロセッサの果たす役割がさらに増大しているといえる。半導体のプロセッサが大きく発展した理由は、二つの面がある。第1番目は、技術面である。半導体集積度が指数的に増加したことで(図13参照)、その結果プロセッサの処理速度が飛躍的に上昇してきたことである。半導体集積度(トランジスタの数)が1年半で2倍になるという経験則はムーアの法則として知られている。その結果、半導体製品の価格性能比を飛躍的に向上させた。

第2番目は、アプリケーション面である。プロセッサの上で稼動するソフトウェアが多種多様なニーズに合わせて開発されたことが、大きく市場を拡大してきた。半導体上のソフトウェアにより、従来のhard-wired半導体の顧客が望んでも容易にできなかった「開発期間中の変更」や「半導体製造後の修正」が可能になる領域が拡大してきた。開発期間中の変更とは、たとえばハードディスク、DVDプレーヤー、ロボットなどのサーボ制御<sup>12</sup>ではテストをしながら精密な制御をするために、開発過程や製造初期段階においてプロセッサの組み込みプログラムの修正やデータの調整を行うことである。半導体製造後の修正は、不具合の発見や機能追加などでプログラムを入れ替えることで、たとえば消費者向け製品では携帯電話やデジタルスチルカメラなどで実行されているし、産業機器では2000年問題対応でエレベータの制御プログラムを入れ替えた例などがある。もしこうした修正をソフトウェアでなく、ハードウェアで行わなければならないとすれば、半導体を設計しなおして製造し、電子機器に入れ直さなければならないから、はるかに大きなコストと手間がかかる。

現代のSoCでは、プロセッサがシステムアーキテクチャーを支配しており、その上で稼動するソフトウェア<sup>13</sup>が重要な役割を果たしている。プロセッサ(microcomputerなどという)は、中央演算処理装置<sup>14</sup>を半導体に集積化したものであるが、大別するとMPU<sup>15</sup>、MCU<sup>16</sup>、DSP<sup>17</sup>に分かれる。主な用途は、MPUは汎用のPC、サーバなどであるが、MCUは家電、産業など幅広い電子機器に組み込まれて使用されており、DSPは携帯電話の音声処理、AV機器の画像処理などが中心である。なお、ソフトウェア志向の半導体としては、programmability機能をもつMPU、MCU、DSPとは別に、configurability(回路の配線をプログラムで再構成する)機能をもつ半導体として後述するFPGA、各種コンフィギュラブル・プロセッサがある。

プロセッサの世界市場を見ると、1994年と2001年のメーカー別シェア(MPUは図14、図15、DSPは図16、図17)に示されているように、MPUではIntelの寡占状態、DSPではTIなどの米国企業優位であり、日本企業はMPU、DSPの市場では全く存在感がない。ただしMCUではNECなどの日本企業が健闘している。ここで重要な点はそれぞれの半導体の使われる応用市場の成長性を視野に入れて、各種プロセッサの成長性を評価することである。表5に示すとおり、1994/2001年での世界市場成長率は、MPU 2.25倍、DSP 4.26倍に対してMCU 1.32倍であるから、米国のIntelや

TI の優位な MPU、DSP 市場は成長性が高いが、NEC を含む日本企業が強い MCU 市場セグメントは成長性が低い。この理由は、半導体のアプリケーションの成長力の差である。MPU を使う PC、DSP を使う携帯電話は、MCU を使う民生機器や産業機器よりも成長性が高いことによる。

このようにプロセッサ製品では、日本企業は成長性の高い MPU、DSP 製品で市場ポジションが弱く、成長性の低い MCU 製品で市場ポジションが強いといえる。これが世界の半導体市場で日本企業がシェアを低下させる大きな理由の一つになっている。つまり、半導体応用市場では PC だけでなく携帯電話の成長性が高いが、そこで主に使われるプロセッサ製品である MPU と DSP の市場では、日本企業のシェアは皆無に近い状況である(図14および図15参照)。なお、ビジネスモデルが異なるので半導体製品の企業別シェアには含まれていないが、英国の ARM 社が有力なプロセッサコアの IP<sup>18</sup> 開発企業に成長しており、携帯電話などの低消費電力用のプロセッサコアを開発して、IP ライセンスビジネスモデルで成功している。

MPU 市場で日本企業が不振を極めている理由は、日米半導体貿易摩擦が激しかった 1980 年代後半の二つの出来事にさかのぼることができる。一つは、NEC と Intel による MPU の知的所有権をめぐる長期間の法廷の係争で NEC が裁判の判決では勝ったが、ビジネス上では実質的に MPU の自社開発の断念に追い込まれて、結局失敗したことである。二つめは、日本の独自開発のプロセッサアーキテクチャ TRON を用いたパソコンが日米貿易摩擦の政治的圧力により実用化の道を閉ざされたことである。当時は電子機器のキーコンポーネントとしての半導体を重視する考え方は弱く、日本の総合電機企業は日米半導体協定の下で電子機器の部品は必要ならば海外から調達すればよいという輸入促進の政治状況の影響を受けたものと考えられる。つまりこれは半導体プロセッサビジネスよりも PC ビジネスを重視した結果とも解釈できる。1990 年代後半以降日本の半導体産業が弱体化した理由の一つは、1980 年代後半からのプロセッサビジネスの軽視に起因していると考えている。

重要な問題点は、日本の半導体企業が 1980 年代末に PC 用プロセッサから苦渋の撤退をしたとしても、その後 1990 年代に電子システムにおけるプロセッサの占める比率が増加し、これにともないソフトウェアの重要性が高まったにもかかわらず、的確にこれを認識せずに、組織として学習しなかったことである。日本では製品では DRAM などの半導体メモリ、技術では高品質の製造プロセスに優先度を高く認識していたことにより、1980 年代は成功した。しかしその後世界的に半導体産業のパラダイムシフトが起こり、競争のルールが変化したにもかかわらず、日本では旧来の戦略やモデルを踏襲したままで、遅れをとった一例がプロセッサの事例である。たとえば TI はプロセッサの重要性を認識し、1990 年代後半には DSP を中核にしたシステム志向の事業展開を図るための戦略転換を行い、DRAM から撤退しその後の大きな飛躍の基盤を作ることになった(図16及び図17参照)。これに対して、日本企業 NEC は古く 1980 年に世界で初めて DSP の商業製品を開発したが、本格事業化には遅れをとり、時期を逸した。

なお MPU、DSP 市場と比べると MCU 市場では企業別シェアが分散している。この主な理由は、

MPU が PC、DSP が携帯電話というように圧倒的に巨大な市場に使われるのに対して、MCU はアプリケーションが多方面に分散していること、  
MCU は MPU、DSP と比べて構造的に自己完結しているため、アーキテクチャーの支配力<sup>19</sup>が限定的であること

があげられる。MCU 市場ではまだ日本企業が有力な市場ポジションを占めているので(図18及び図19参照)、今後これを生かして MCU のビジネス革新により、さらに大きな成長につなげていくことが日本企業の課題の一つとなる。

### 3.4 ロジック半導体の変化

ロジック半導体の製品別市場には、構造的な変化が起きているが、これを“ASSP<sup>20</sup>”と“プログラマビリティ<sup>21</sup>”という視点から把握して行きたい。半導体業界では、ASSP は既製品であり、これに対して ASIC<sup>22</sup> は特注品である。両者の違いは、たとえばソフトウェア業界では、パッケージソフトウェア製品と客先向け受託開発ソフトウェアの違いにあたる。あるいは、洋服で言えば、既製服と注文服の違いである。ASIC や ASSP の市場規模の推定は、調査会社のデータソースにより異なり、統一的な数字はないが、ASIC は、特定顧客向けに設計するフルカスタム半導体、セミカスタム半導体(Standard Cell、Gate Array など)である。一方 ASSP は民生、コンピュータ周辺、通信、自動車などの分野における複数の顧客を前



提にした標準製品で、半導体企業が主導して開発するものである。ASSPはロジック半導体分野における“プロダクト”をもとにした比較的新しい概念であるが、ASICは技術方式をもとにした従来からの概念である。近年はASSPの市場規模が大きく成長し、ASICを上回ってきた。ここで見逃してならないことは、一つの推定ではあるが2004年の世界市場規模を見ると、ASSPが\$57Billionと巨大規模に成長したことであり、\$21BillionのASICの2.7倍に達していることである(図20参照)。

2004年の企業別世界市場シェア(アイサブライジャパン)を見ると、ASICではNECがやっと第5位に入るが(図21参照)、ASSPでは上位5社はすべて欧米企業である(図23参照)。また、2003年のASSP上位10社を見ると(図22参照)、ファブレス企業が5社含まれていることは注目に値する。具体的には携帯電話通信技術に強いQUALCOMM、通信分野のBroadcom、画像処理分野のNVIDIAとATI、デジタル家電DVD分野のMediaTek(台湾)である。のちほどさらに述べるが、ファブレス半導体産業は半導体業界平均を上回る成長を続けて半導体産業に占める比率を増加させているが、当初はニッチ市場の製品が応用市場の成長とともに有力製品となることで、専門店型製品をもつファブレス半導体企業が、いまやASSP市場の上位に食い込んでいることは興味深い。これに対して日本企業では2003年のASSP世界市場で10位以内にかろうじてルネサスとソニーが入っているが、ロジック半導体分野ではカスタム製品のASICを重点としているNECはASSP市場の世界10位には入っていない。この点は、NECの戦略が百貨店型製品構成をもち、顧客ソリューションのカスタム半導体を中心としていることと関連してのちほどさらに議論する。

ロジック半導体の全体を既製品とカスタム品(ASIC)に分類すると図24のとおりであるが、ASICの中で日本企業が従来から大きなシェアを持っていたものはGate Array<sup>23</sup>であった。しかしロジック市場の中で、Gate Array、Standard Cell<sup>24</sup>、FPL<sup>25</sup>の市場規模の推移を比較すると、Gate Array市場は縮小傾向にある。Gate ArrayとFPGA<sup>26</sup>(図25や図26ではFPLと表示)の市場規模の推移を見ると、Gate Arrayは1995年\$4.85Billionをピークとしてその後徐々に減少して、2004年には\$1Billionまで低下している。一方FPGAは1999年にゲートアレーを抜いて、2004年には\$3Billionに成長している。

Gate Arrayとはセミカスタム方式で顧客の仕様に依じて半導体企業が配線を行い半導体工場で製造するロジック半導体である。しかし、近年は配線プログラム機能を内蔵したFPGA(Field Programmable Gate Array)が台頭して、顧客が自分で配線プログラムを組んで(または既存の配線プログラムを利用して)迅速に半導体開発を行うことができるようになった。なぜならFPGA半導体企業が配線プログラムを使う開発環境EDA(Electronic Design Automation)の一種を提供しているからである。そして当初FPGAは主に通信分野の開発試作用途に使われていたが、FPGA半導体の高集積化と価格低下<sup>27</sup>にともない、FPGAの使える分野が試作用だけでなく実際の電子機器にまで拡大してきた。このためにGate ArrayはFPGAに置き換えられてきたが、FPGA製品は米国のFabless半導体企業XilinxやAlteraが独自の製品アーキテクチャーや特許をもとにして、すでに事業基盤を確立している。

さらにFPGAの特徴は、プログラマビリティ(programmability)による設計後の柔軟性である。もし設計後に仕様変更や誤りの発見により修正が必要になったときに、プログラムを入れ替えることで迅速に対処できる。これは複雑性の増大する現代の半導体設計にとって、リスクを最小化できるので、大きな利点になる。これに対して、Gate ArrayやASICではプログラムで回路変更ができないから、半導体回路を修正して再度半導体工場でチップを製造する必要があるので、時間がかかる。また、日本企業はGate ArrayやStandard Cellを用いて、特定顧客向け受託開発型のカスタム・セミカスタムのASIC(Application Specific Integrated Circuit)に注力してきた。しかし最近ではむしろ特定分野の複数顧客向けの標準製品ASSP(Application Specific Standard Product)が伸びてきている。図26のロジック半導体の中で特定用途<sup>28</sup>が伸びている理由は、カスタム品(ASIC)ではなくASSPの増加によるものと考えられる。なぜなら、デジタルTV、携帯電話機、デジタルスチルカメラという主要電子機器の半導体に関して、ASICとASSPの比率を比べると、最近ではASSPの割合が増加基調にあるからだ(図27参照)。

なぜ、カスタム品ASICよりもむしろ標準製品ASSPが伸びてきたのだろうか？また、なぜFPGAも伸びてきたのか？これをコストと数量の関係で考えてみたい。その理由は、第1に半導体集積度の上昇にともない、ASICの初期開発費用が指数的に増加したことである。半導体のNRE費用<sup>29</sup>としては、設計費用、マスク<sup>30</sup>作成費用があるが、両者ともに急激に増加傾向にある。それゆえ、たとえ半導体製造段階でチップの製造コストが低下しても、総費用は高くなるケースが増えた。その結果、ASICは通常規模の案件にはNRE費用が高くなりすぎたので、大型開発案件だけに利用できる手法となりつつある。

カスタム品のASICよりも標準製品のASSPが増えている第2の理由は、開発期間の短縮化の要求であり、第3の理由は開発リスクの低減である。図28において、半導体微細加工最小寸法が0.18 μm、0.13 μm、90nmと短くなると、ASIC開発のNRE費用がたとえば\$7M、\$19M、\$55Mと上昇するので、コスト/数量のラインが上方に移動することがわかる。微細化の進展で多少1チップあたりの製造コストが低下するが、これはコスト/数量のラインの傾きが少し小さくなることで示される。全般的には、コスト/数量のラインが上方に移動すると、ASICを採用した場合、大量生産が見込める大型開発案件のみが、経済性を持つが、中程度の数量(中央領域に示される通常案件)ではFPGAの方が有利になる。なお、ASICのNREコストが増大するので、最近ではASICメーカーが短納期・低開発コストを実現するためにStructured ASIC<sup>31</sup>を出してきており注目されているが、実際にはメーカーが提供するIP<sup>32</sup>が限られておりまだ適用範囲が限定されているようである。

次に半導体の設計費用とマスク費用が急激に上昇している状況とその理由を考えてみる。

半導体集積度の向上により、設計費用は増加の一途を辿っているが、最近の特徴はソフトウェア開発費の増加である(図29参照)。この背景には、高集積化によりプロセッサの能力が増加したので、ハードウェアでなく、同じ機能をプロセッサの上で稼動するソフトウェアで実現できる割合が増えたことがある。0.13 μmの加工寸法の製造プロセスを使う場合は、半導体の設計費用の内訳が、ハードウェアよりもソフトウェアの割合が大きくなり、そのために設計費用合計が劇的に増加していると考えられる。半導体の技術革新により、設計基準最少寸法がミクロン単位で言うと0.35、0.25、0.18、0.15と微細化が進むにつれて、マスク費用は2倍ずつ増加してきている(図30参照)。特に0.13 μm(130nm)世代では、光近接効果補正<sup>33</sup>(Optical Proximity Effect Correction: OPC)技術、および位相シフトマスク技術などの超解像技術(Resolution Enhancement Technology: RET)が必要になるので、マスク製造コストが著しく増大している。数百万円であったものが、1億円を超えるようになった。

ITRS<sup>34</sup>の2005年版では、半導体ロードマップの進展にとって高騰する開発費用が最大の脅威であり、いまや通常の設計費用が数千万ドル(数十億円)、マスク費用は数百万ドルに達することが指摘されている。ITRS2005によると、マスク費用は2年で2倍の増加が予想されており、2005年に150万ドル、2007年300万ドル、2009年600万ドル、2011年1200万ドル、2013年2400万ドルという将来見通しであるから、コスト面では危機的な高騰である。実は1990年代半ばに、「半導体設計生産性の危機」として、「半導体に搭載可能な論理規模の増大率が年率58%になるが、一方論理回路の設計生産性は年率21%の留まる」ことが米国SEMATECHで発表されていた<sup>35</sup>。

現在のロジック半導体ビジネスの問題点は、高集積化、ウェハー口径の大規模化によりチップの製造コストは低下しても、その一方で高集積化に見合う設計をしようとすれば、劇的に増大した初期開発(NRE)費用を負担せざるをえないことである。

半導体製品の設計生産性を上げる一つの方法は、IP(共通回路部品)を再利用することである。ソフトウェアのIP(共通部品)として、実際の製品に搭載される組み込みソフトウェアの再利用の割合をアンケート調査してみると、実に69%が再利用のソフトウェアであるという調査結果<sup>36</sup>がある。設計方法論の概念的議論では、特注品のASICの開発生産性を高めるために、共通部品を再利用するわけであるが、その共通部品の再利用度を100%まで高めたものが、特定アプリケーション向け標準製品ASSPであると言える。設計生産性を上げる別の方法は、設計の抽象度を上げることであるが、これについてはのちほど述べる。

### 3.5 マルチコアとコンフィギュラブル 新しい低消費電力型高性能プロセッサアーキテクチャー

最先端半導体設計技術の一つとして、マルチコアのマイクロプロセッサが登場してきたが、これは低消費電力化を可能にする新しい技術アーキテクチャーである。1チップの上で、従来はシングルプロセッサコアであったが、それとは異なり複数のプロセッサコア<sup>37</sup>を設置して、分散連携して情報処理を行うものである。半導体の微細化にともないリーク電流が増大傾向にあるが、プロセッサを高速化するためには動作周波数を上げると、電力消費も比例するので、発熱が深刻な問題となっている。そこで、消費電力の増大に対処して、性能向上を図るために、プロセッサのマルチコア化が有力視されてきた。2004年10月にIntelがPentium 4-4GHzの発売を中止し、デュアルコアの開発を前倒しする方針変更をした。これはシングルプロセッサコアのアーキテクチャーでは発熱問題のために、製品開発が不可能になったので、技術開発方針を転換したものである。実はそれ以前から低消費電力と性能向上を目指すためにマルチコアプロセッサへの方向転換は始まっていた。

情報家電分野では、富士通、東芝/ソニー・コンピュータエンタテインメント/IBM、NEC、NEC エレクトロニクス/ARM、松下電器など各社がマルチコアプロセッサを開発し、発表している。ここでの大きな課題は、マルチコアプロセッサの並列処理能力を最大限に引き出すために、ハードウェアとソフトウェアの両面からアプローチして、使いやすいソフトウェア環境(コンパイラなど)を用意することである。できるだけ並列処理プログラミングの煩わしさをなしに、アプリケーション開発者がマルチコアプロセッサ用ソフトウェアを開発できるようにすることが望まれる。なお、サーバ分野では1999年のIBMの2プロセッサコアPower4を始めとして、その後Sun、Intel、AMDがマルチコアプロセッサを開発している。

もう一つの性能向上、低消費電力を実現する新しいプロセッサ・アーキテクチャーは、発展途上のコンフィギュラブルプロセッサ<sup>38</sup>である。ロジック半導体のGate Arrayの論理回路を配線プログラムで再構成できるようにしたものが、FPGAであるが、同じようにプロセッサの回路を用途に応じて再構成できるようにしたものが、コンフィギュラブルプロセッサである。特定用途に特化したプロセッサとして、高い性能や消費電力削減を実現できるので、徐々に発展している。米国のTensilicaは、コンフィギュラブルプロセッサを出しているが、これは一つのSoCの中で複数のプロセッサコアを含むものである。また英国のARC International社もコンフィギュラブルプロセッサコア、日本のアイピーフレックス(富士通関連会社)は、DRP(Dynamically Reconfigurable Processor)を出しており、東芝はコンフィギュラブルプロセッサMeP(Media embedded Processor)、NECもDRPの開発を発表しており、携帯電話用にCPU構成変更可能なタスク並列型マルチプロセッサアーキテクチャ製品MP211を出している。

こうしたマルチコアプロセッサ、コンフィギュラブルプロセッサは、今後さらに重要となる技術革新であるが、従来の微細加工技術の発展とは技術革新の性格が異なることに注意すべきである。なぜならば、微細加工技術の進歩が集積化の発展により、多くの半導体アプリケーションの課題を解決してきたは事実であるが、現在では微細化の進展が発熱というマイナス面をもたらすために、別の方向の解決策を探る必要がでてきたので、マルチコアプロセッサ、コンフィギュラブルプロセッサが注目されてきたという背景があるからである。

このように最先端の半導体設計技術では、従来からの単なる微細加工技術の発展 ムーアの法則 ではない分野でのイノベーションが徐々に重要性を帯びてきている。なおITRS2005では、いわゆる技術ノード(Technology Node)をロードマップ表のヘッダーからはずし、DRAM、NAND型フラッシュメモリ、MPU/ASICで別々の技術ロードマップを提示することになった。また微細化だけでなく、多様化の視点<sup>39</sup> たとえばMEMS<sup>40</sup>センサやSiP<sup>41</sup>などを取り入れた。これは従来のDRAMの技術ノードを中心とした考え方の変更であるが、半導体技術の世界組織がようやく半導体ごとの技術の多様化を認知したことを意味している。実はこうしたムーアの法則以外のイノベーションは何年も前から静かに注目されてきたが、2005年12月にITRSが世界的に共通的な技術トレンドとして追認することになった。

### 3.6 半導体設計の発展

半導体設計の発展は、設計抽象度の上昇にともなっている。1970年代のトランジスタレベル設計、1980年代のゲートレベル設計<sup>42</sup>から、1990年代のレジスタトランスファーレベル設計<sup>43</sup>になると初めてプログラミング言語HDL<sup>44</sup>で半導体回路設計が行われるようになった(図3-1参照)。さらに、2000年代のシステムレベル設計では、半導体と電子機器システムが同一水準に入りSystemC<sup>45</sup>などのシステム記述言語で記述できて、ハードウェアとソフトウェアの同時設計が可能になる時代を迎えた。

プログラマビリティ(プログラムできること)はソフトウェアにより実現できるが、半導体とはどのような関係があるのだろうか?半導体の世界では、ハードウェアとソフトウェアは、形態は異なるが、実は同じ仕事ができるという意味で本質的には機能面では等価である。たとえば、PCのモデム<sup>46</sup>の機能も、デジタルTVの中核機能も、従来はロジック半導体(hard-wired<sup>47</sup>専用回路)で全面的にハードウェアで実現してきたが、ハードウェアの性能向上によりプロセッサとソフトウェアで同じ機能がすでに実現可能になっている。ただし一般的には、専用のハードウェアの方がプロセッサとソフトウェアの組み合わせよりも、性能が上回り、電力消費も少ない。しかし、プロセッサとソフトウェアの組み合わせの方が専用ハードウェアよりも柔軟性がある。ソフトウェアを入れ替えれば、プロセッサは違った仕事(情報処理)をすることができるし、事後に間違いが発見されても、ソフトウェアを修正して対処できる。これに対して、専用回路のハードウェアは、間違いが発見されれば、回路を修正して、改めて半導体を製造する必要があるから、時間と費用が高くつくことになる。

ここで重要な点は、半導体微細化が0.18 $\mu\text{m}$  0.13 $\mu\text{m}$  90nm 65nmと進み、プロセッサのマルチコア化、Configurabilityなどの技術革新が発展すると、ソフトウェア志向の半導体(たとえば、MPU、FPGAなど)の性能が向上す

るので、利用できる範囲が拡大することである(図32参照)。従来は性能面で hard-wired 専用回路が必須であった分野にも、ソフトウェア志向の半導体が使え始める傾向がますます増大すると言える。

#### 4. NEC 半導体事業の事例にみる混迷の本質

日本の代表的な半導体企業 NEC における半導体事業が特に 1990 年代後半以降低迷してきたことは、「図4 世界半導体市場における NEC、Intel、Samsung のシェアの推移」で見えてきた。その原因は何であろうか？

半導体産業のパラダイムの変化を見ると、複雑な様相の世界であるが、世界半導体市場における NEC や日本企業のシェアの連続的な低下は、要するに伸びる分野(アプリケーション、製品、地域)や有力な業態(専門店型製品構成、半導体専門企業、ファブレス/ファンドリなど)に的確に対応して戦略転換を図ることができないことの表れだと考えている。半導体産業のパラダイムシフトが起きているにもかかわらず、旧来の認識で戦略を立てて、事業運営してことにより、徐々に競争力を喪失してきたと考えている。

では、NECはなぜ戦略転換ができなかったのだろうか？大きな理由は、従来のNECの戦略やビジネスモデルが、深い組織学習を妨げてきたことである。根本に立ち返り旧来の前提を見直すことをせずに、企業組織として戦略面で学習ができずにいたことがあげられる。1990 年代以降、世界的には半導体産業は劇的に様々な構造が変化している。しかしNECは新しい現象をいわば左脳で従来の認知体系に当てはめようとした<sup>48</sup>。1997 年にNECはメモリで 2 位、マイコンで 3 位、ASICで 1 位であったことで、当時の世界半導体市場第 2 位の状態を肯定して強い危機感をもつことはなかった。しかし、NECの半導体事業の内容は衰退傾向にあった。前に述べたようにNECの世界市場シェアは 1990 年代後半に低落傾向が続いており、低成長市場のマイコンやASICでシェアが上位でも、大きな成長力にはなりえなかった。またその後メモリは収益悪化により撤退した。

関係者の話でも、1980 年代の成功体験が強すぎたために、過去に獲得した能力(たとえば高品質 DRAM)や旧来の制度(たとえば日本の総合電気メーカーの組織体制)を守るうとして、結果的に事業革新を抑制することになった。旧来のパラダイムは過去には NEC にはコア・コンピタンス(中核能力)であったが、逆に新しいパラダイムの下ではコア・リジディティ(硬直性)になってしまったのではないかと。大きな構造変化の時代には、本来は右脳でパラダイム変換を引き起こすことが必要である。しかし、1980 年代の成功にもとづいた組織風土が暗黙の内に、または無意識にパラダイム転換の認識をタブーとしてきたと考えられる。

1990 年代以降における NEC の半導体事業に関する経営戦略、製品戦略、ビジネスモデルとその背景にある考え方を検証することにより、混迷の本質に迫ることとする。

##### 4.1 バランス経営がもたらす競争力低下と緩慢な衰退

NECは、従来から半導体事業で特定分野にかたよらない「バランス」経営を基本戦略としてきた<sup>49</sup>。具体的には以下にまとめたとおり、1994 年当時のNEC取締役支配人の考え方<sup>50</sup>がこれを説明している。

- ・ メモリなどに特化すれば確かに瞬間的には効率はいいが、メモリ、マイコン、ASIC などをバランスよく生産し、工場資産を有効に活用するのが実は合理的であり経済的である。
- ・ これまでのユーザとの信頼関係もあり、バランスを図り供給責任を果たしていくことが重要である。
- ・ また技術的にもアナログ、デジタル、バイポーラなど多様に備えることが市場への接近度を高めることになる。
- ・ こうした考え方は、市場のニーズに対応した結果である。

また、NECは、世界の半導体産業において百貨店型企业とは異なる専門店型企业が増えてきたことを知らないわけではなかった<sup>51</sup>が、それを重大な脅威と認識して、新たな戦略を立てることはなかった。そして 2005 年 3 月期でも依然として NEC エレクトロニクスは、「バランスのとれた製品・分野ポートフォリオ」<sup>52</sup>を謳っている。

バランス経営の背景には、一種のポートフォリオ思考があると考えられる。メモリ半導体ビジネスは市況変動が激しいので、シリコンサイクルによる業績変動を緩和するねらいがあったとすれば、理解できないわけではない。また半導体製造設備を先端世代、1 世代前、2 世代前に応じて使い分けて、最先端微細化を必要とするメモリ(DRAM)と古い世

代の微細化技術がふさわしいロジック(ASIC)、マイコン(4ビット、8ビットなど)を製造してきた。既存の製品構成を前提にすると、この「半導体工場の使い回しモデル」は確かに工場資産の有効活用である。1990年代前半ごろまでは、DRAMの微細加工技術が最先端の半導体技術を牽引していて、ロジック半導体、マイコンは古い世代の微細化で十分であった。この意味では、バランス経営は1980年代によく適合する戦略で、1990年代前半までは通用した。

NECのバランス経営は、工場の使い回しモデルを前提にしているが、1990年代に徐々にこの事業環境が崩れてきた。NECに代表される日本企業は、製品構成をフルラインにして、バランスよく微細化の世代ごとに工場と製造製品を分けることにより、工場資産の有効活用をねらいとしてきたが、世界的な半導体産業の変化により、バランス経営の環境が困難になってきた。

まずフルライン(百貨店型)製品構成は、専門店型製品構成よりも徐々に世界市場の競争力が低下せざるをえなくなった。1990年代後半以降はロジック半導体が必要とする加工寸法が最先端に近づいたことで、メモリ専用工場ではなく、メモリ/ロジックの混流生産<sup>53</sup>が検討されたが、微細加工技術や製造数量単位などで運営の難易度が増加した。さらに、NECを始めとする日本企業はDRAMを撤退したので、従来はDRAMが最先端技術を使う大量生産工場の稼働率を確保してきたが、他の半導体では品種、数量、加工寸法の面でこれが困難<sup>54</sup>になった。プロセッサ分野では1990年代以降IntelのMPU、TIのDSPが最先端技術を志向したのに対して、従来NECなどの日本企業が主に手掛けたMCU(マイコン)は古い技術の位置づけであったので、ここでもまさに「世界のイノベーション、日本(NEC)の停滞」があてはまると言える。

全体としてNECのバランス経営が大きな戦略転換を抑制し、伸びる分野・製品に注力することを阻害してきたと考えている。バランス経営は、製品分野や地域市場に関して均衡ある発展を目指す思想であるが、大きな構造転換の時代には結局ビジネス上のイノベーションを停滞させて、出る杭を打ち、現状維持に働いたようにみえる。真のポートフォリオ経営は、継続的に事業の組替えを行い、将来の成長を図り利益を追求し、企業価値の増大を目指すものではないだろうか？特にパラダイムシフトに時代には、従来のバランス経営の創造的破壊を通じて、新たに自社の能力を構築しビジネスの可能性を見極めて、資源配分を行うことにより、企業成長を図ることが必要であると考えられる。

つまり、1990年代後半以降は市場競争環境の変化、ロジック半導体製品技術の先端化、アジア地域市場の成長などにより、従来の「バランス経営」が事業環境に適合しなくなったと考えている。その結果、強い半導体製品を育てて専門店型製品構成に転換することができなかつたし、成長するアジア市場への重点対応にも戦略性が欠けていた。世界的な半導体産業のパラダイムシフトにともない、この2つの潜在的な問題点が1990年代後半以降急速に顕在化して出てきたと考える。

#### (1) 専門店型製品構成 強い製品を育てる選択と集中ができなかつたこと。

世界的には半導体専門店型企業の隆盛は1990年代に明らかになり、専門店型企業の競争力のある設計集約型標準製品(たとえばプロセッサやASSPなど。特定顧客仕様受託開発型半導体ではない製品)が百貨店型企業の半導体製品よりも世界市場で優勢になってきた。1980年代半ばのIntelのDRAM撤退とMPU集中の戦略転換だけが特殊な事例ではない。1990年代後半にはTIがDRAMを撤退し、DSPとアナログの半導体ビジネスに集中を図り、かつての半導体大手企業National Semiconductorは事業再構築により売上規模は縮小したがアナログ半導体に特化して立ち直った。ファブレス半導体企業は専門店型であり、1990年代から継続して成長を続けた。

1980年代後半以降、米国企業は基本的には専門店型製品構成に転換し、長所である製品設計を強化して競争力を回復してきたが、その一方で弱点の製造品質を改善することにも努めた。たとえば1980年のメモリ半導体の不良率は米国780PPM<sup>55</sup>、日本160PPMと大差があったが、1980年代末/1990年代初頭には米国の先端企業(米国企業全体ではないが)は日本の品質管理手法を学ぶことで日本企業の不良率100PPMの水準にほぼ追いついたという米国調査研究<sup>56</sup>がある(図33参照)。

1990年代の半導体産業の技術競争ルールは、変化した。従来1980年代は、製造プロセス技術による差異化、高品質化というプロセスイノベーションが中心であったが、1990年代になると製品設計力というプロダクトイノベーションが主軸になった。1980年代前半に日本の強みであった高品質半導体製造能力は、1990年前後には米国にほぼ追いつかれて、有力なコア・コンピタンスではなくなってきた。これらの動きは世界の半導体産業におけるパラダイムシフトの一つの現れである。さらに1990年代は台湾のファンドリ専門企業や韓国のメモリ専門企業が製造力を拡大してきた。

NEC のバランス経営は、既存の製品構成を維持することは向いていたが、強い製品を新しく育てて市場に投入することは不得手であった。バランス経営を重視すれば、工場の使い回しモデルが制約条件になるので、新規分野のポテンシャルを十分実現するために思い切った経営資源の傾斜配分ができない事情があったと考えられる。微細加工技術レベルにおいて DRAM ロジック マイコンの序列を崩す製品構成を考えることは、バランス経営に反することであった。

専門店型半導体企業については、さらに見落としてならない極めて重要な動きは、ファブレス半導体企業が特化した半導体製品を開発して、じわじわと半導体産業全体に占めるシェアを増加させてきたことである。ファブレス半導体企業<sup>57</sup>は、静かに台頭しており、注目されるビジネスモデルである。ファブレス半導体産業は、1980年代から米国で登場して以来、継続的に半導体産業の平均よりも高い成長を遂げており、半導体産業全体の中で少しずつシェアを高めている。FSA(Fabless Semiconductor Association)によると2005年のファブレス半導体企業の売上高合計は\$40Billionで全半導体産業\$227Billionの18%を占めるまで成長した(図34参照)。米国を中心とするファブレス半導体企業は、台湾などのファウンドリ企業<sup>58</sup>と相互依存関係を持ち、歩調を合わせて成長している。最近の新しい傾向は、台湾を始めとするアジアのファブレス半導体企業の増加である。地域別に見ると、2004年のファブレス半導体売上高では、米国75%、アジア20%、欧州3%、日本2%となっていて、日本と欧州が少ない。

ファブレス半導体企業のビジネス上の特徴は、製品開発に集中特化しており、売上高研究開発比率が20%の水準(2003-2005年)と非常に高いことである(図35参照)。過去8年間にわたりファブレス企業8社とIDM8社の財務内容を調べると、各年ともファブレス企業の方がIDM<sup>59</sup>よりも売上高研究開発費比率が高く、研究開発特化型のビジネスモデルであることが判明した。なお厳密に言えば統計学上は各年ごとのファブレス企業8社とIDM8社のデータを分散分析にかけると違いは有意ではない<sup>60</sup>が、8年間全体をまとめて分散分析を行うとファブレス企業8社とIDM8社の売上高研究開発比率は1%水準で違いは有意である<sup>61</sup>。

IDMの半導体事業では製造プロセス技術開発と製品設計開発の両面で研究開発投資を行っているのに対して、ファブレスは製品設計開発に特化した研究開発投資を行うビジネスモデルをとっている。IDMの場合、一般に研究開発費の配分として製造プロセス技術開発の方が製品設計開発よりも多いとすれば、売上高に対する製品設計開発だけの投資比率は、ファブレスがIDMよりも2倍以上であると推定できる。ファブレスは強い製品を作るために、プロダクト設計開発特化型の経営資源配分を行っているといえる。なお、ファブレス半導体企業のプロダクトは市場での淘汰を経るので、狭い市場でも顧客から厳しい試練を受ける。しかし、ASSPなどの半導体製品の中で、勝ち残ったファブレス企業の製品の競争力は高い。なお、NECエレクトロニクスの売上高研究開発比率を計算してみると、2001~2005年で12-15%の範囲であるから、ほぼIDMの平均のレベルである。

すでに「3.2 アプリケーションと半導体需要の変化」で述べたように、半導体需要には大きな変化やロングテール現象(裾野の広い半導体需要)が起きる。ファブレス半導体企業はリスクに挑戦するやり方で、きめ細かにニッチ市場向けの製品開発に特化するので、結果的に市場の淘汰を通じて、強い製品が登場している。そして、当初は小さい市場が成長すると、それにともないファブレス半導体製品の売上も伸びる。こうしたニッチ市場の将来性に向けたビジネスは、DRAMのようなコモディティの大量生産、大量販売のビジネスよりも、将来の市場動向や技術標準(たとえば通信分野)を注視して、牽引することがより一層必要になる。実際に主導的なベンチャーはさまざまなアプリケーション志向の半導体技術標準コンソーシアム<sup>62</sup>に参加するなど、広い意味のマーケティング活動を重視している。

1990年代後半以降では、成長分野における海外企業の競争力のある“プロダクト” IntelのMPU、TIのDSP、ファブレス半導体企業の各種製品(主に情報通信分野のASSP) は、日本の半導体とは必ずしも直接競合しなかった<sup>63</sup>。現場での競合がないので、よけいに状況認識に遅れとったのであろう。無意識の“棲み分け”であったのだろうか? 結局NECを始めとする日本の半導体企業は、成長分野・成長製品で海外メーカーとは競争を避け、低成長分野(又は衰退分野)において従来からの製品で、日本メーカー間で同質の競争に陥った結果、成長分野の強い製品を育てる「選択と集中」ができなかったと言える。これが浮き彫りになる一例は、ロジック半導体分野のFPGA(PLDなどを含む)市場とゲートアレー市場の対比である(図36、図37参照)。すでに「3.4 ロジック半導体の変化」で、FPGA市場が成長し1999年にゲートアレー市場を抜いたが、その一方でゲートアレー市場が縮小してきたことは述べた。

ゲートアレー市場では、長期間にわたりNECが世界のシェア第1位、第2位を占めていたこともあるが、それはゲートアレーという衰退市場における日本企業を中心とする将来性のない消耗戦であった(図38参照)。そして地域的に

はそのゲートアレーの主戦場は日本市場であった。2000年～2004年の期間では、世界のゲートアレー市場の過半を日本市場が占めている。

## (2) 成長する地域市場への対応が遅れたこと。

バランス経営は、世界市場への取り組みについても、成長性の高い市場を重視して新しい展開を加速することができなかった。具体的には、NECの半導体事業は1996-97年ごろ販売の40%以上が海外であった<sup>64</sup>。しかし、NECエレクトロニクスの売上高の国内比率は2004年3月期で60%、2005年3月期で58%である。つまり、売上高の国内/海外の比率は結果として8年前とほとんど同じである。確かに、NECはたとえば中国では現地パートナーと合併で半導体製造会社Shougang NEC Electronics<sup>65</sup>を設立しているし、半導体設計販売の子会社を中国に設立しているが、SMICなどと比べると必ずしも中国市場での半導体販売では大きな成果を生んでいない。おそらく海外比率の高いDRAMから撤退したことも、海外比率が増加しなかった一因であろう。また強い製品を持たないことがNECの海外展開を鈍らせているとも考えられる。さらに戦略面では海外工場運営の目的(自社製品製造か/外部顧客向けファンドリカ)の両義性が、ビジネスモデル上でNECの海外展開の集中力をなくしているのではないかと思われる。一方、世界の半導体の消費に関しては、地域別の割合が大きく変化してきたことは、注目に値する(図39参照)。

半導体産業の直接の市場である顧客業界は電子機器産業である。この半導体消費市場の地域別構成比推移を見ると、明らかにアジア市場の劇的な成長が見てとれる。アジア市場(日本を除く)のシェアは1985年の6%から一貫して増加しており、2005年には45%に達している。一方、日本市場のシェアは、1988年のピーク時は40%が2005年には20%弱まで低下しており、また米国のシェアも2000年代に大きく下がり2005年には18%になっている

前に述べたとおり、統計的に日本企業の世界市場シェアと日本の半導体消費市場との相関を調べてみると、0.96の強い相関があり、NECの世界市場シェアと日本の半導体消費市場との相関も0.89と高いことが判明している<sup>66</sup>。これは何を意味するのだろうか？ 世界の半導体市場において日本企業/NECのシェアと日本の消費市場シェアが同じように低下傾向を示していることは、日本企業/NECが日本市場に大きく依存していると考えられる。そこで、米国や欧州の半導体企業と日本の半導体企業について、2004年決算期のデータによると、売上高に占めるアジア地域の構成比を調べてみると、Intelが45%、TIが45%、STMicroが42%であるのに対して、NECエレクトロニクスは19%である。なお日本の半導体業界の中では高収益企業のロームのアジア売上比率は45%である。

さらに、海外半導体企業について2001-2004年の本社所在地以外の海外市場での売上高の推移を見ることにしよう。米国の有力半導体企業Intel、TIとFabless半導体企業のQualcomm、NVIDIAは米国以外の海外市場での売上比率がほぼ70-80%以上であり、STMicroも欧州以外の海外市場での売上高がほぼ7割以上ある。これに対して、NECエレクトロニクスの海外売上比率は前述のとおり2004年40%、2005年42%と低く、国内市場依存度が高いことがうかがえる。中国を始めとする海外成長市場への取り組み方が、半導体企業の成長性、収益性に影響を与えているのではないだろうか？

## 4.2 顧客志向が生み出すパラドックス 製品革新の停滞

さて次に、国内市場におけるNEC半導体事業の顧客志向が何を生み出したか、検証する。NECのASIC半導体事業の歴史を見ると、複数の関係者の話では、次の特徴がある。

- ・ もともと1980年前後におけるNECなど日本の半導体企業のASICビジネスは、「日本の半導体屋は顧客に違うと言われれば、自分は正しいと思ってでも要求に合わせる」ような顧客と密着した連携を得意としてきた。
- ・ 1980年代末より以前は、NECの社内にシステム設計から回路設計までの垂直統合的な人員を抱えていたことで、標準品としてのビジネスができていたが、1980年代末ごろからASICがHDL(プログラム)で設計できるようになると、設計はほとんどユーザ(電子機器メーカー)が行うようになり、NECはASICの設計環境を顧客に提供するので、それに合わせて設計してほしいという形でNECのASICビジネスが始まった。

つまりASICの論理設計は顧客が行い、レイアウト設計、シリコンの製造は半導体企業であるNECが行うともいえる。個別の取引により、NECの半導体が担当する範囲は異なることはあると思われるが、一般的にいうとシステム志向の強い

米国半導体企業 Intel、TI と比べると、NEC の半導体事業の立場は製造寄りと考えられる。

1994 年に NEC の半導体事業部は、顧客企業の購買方式が従来の製品分野別個別購買ではなく、集中購買が主流になったことをうけて、分野別販売から顧客別販売に体制を一変させた<sup>67</sup>。さらに SoC の登場により、販売と顧客対応を大きく変化させた。「すでにある製品を売る」ということから、「顧客が必要とする製品を創る」という方向に転換した<sup>68</sup>。また、NEC 全社の活動を見ると、1990 年代以降はコンピュータ関係が大きく伸びてきたが、世界的にコンピュータビジネスは、ハードウェアからソフトウェアへのシフトが起り、情報サービスの色彩を濃くしていた。情報分野における顧客向けソリューションサービスビジネスのコンセプトが、半導体分野においても導入されて、カスタム仕様の SoC をねらいとする方向に進んだとも考えられる。

このように NEC の半導体事業は顧客志向に努めた。それぞれの顧客の要望に沿って、ASIC ビジネスを推進した。しかしここでの問題点は、主に国内市場における個々の顧客に対応してカスタムのロジック半導体 (ASIC) を作ることに注力することになったが、逆に広くグローバル市場を対象とした設計付加価値の高い標準製品 (ASSP など)・汎用製品を新たに開発し、市場に出す力が衰退したことである。すでに 3.4 ロジック半導体の変化で述べたとおり、1990 年代末以降、増大する初期開発費用のかかる ASIC よりも開発期間短縮化ニーズに合致する ASSP (および FPGA) が伸びてきている。特に通信分野、情報家電分野などでは、国際的な技術標準やアプリケーション・プラットフォームが確立する機会が多く、これにともない近年は ASSP が増大している。同時にこれは半導体設計生産性の危機の問題に対処するために、共通部品再利用の方向の到達点を目指した自然な動きと解釈できる。

ちなみにソフトウェア・ビジネスの世界では、カスタム・ソフトウェア (サービスビジネス) とパッケージソフトウェア製品 (プロダクトビジネス) とは大きく事業の性格が異なる<sup>69</sup>。同様にロジック半導体ビジネスにおいても、特注半導体 (ASIC) と標準製品 (ASSP) では大きく事業の性格が異なる<sup>70</sup>。ASIC ビジネスの成功と失敗は、初期開発費用の負担方式を別にすると、取引する顧客の電子製品の売上が伸びるか、どうか大きく依存する。ASSP ビジネスの成功・失敗は、自社が決めた製品コンセプト、対象市場、マーケティングに依存する。

ASIC では顧客仕様<sup>71</sup>の確定から設計作業が始まるが、ASSP ではその前のマーケティングを通じた製品コンセプトの創造が重要な業務である。つまり、ASSP では特定アプリケーション分野の複数の広い顧客層を対象として、潜在ニーズの発掘を行い、単一顧客のレベルよりも上位のレベルで製品コンセプトをまとめ上げて、その後に製品仕様の策定を行うことが必要である。このためには、電子機器市場のニーズ (たとえばポータブル製品の低消費電力化)、技術標準化の動向 (たとえば無線通信技術の国際標準化活動)、情報通信放送サービスのニーズ (たとえばセット・トップ・ボックス<sup>72</sup>用の衛星放送の仕様)などを調べて、SoC の中で通常プロセッサを組み込んでハードウェアとソフトウェアの機能分担を決めていく必要がある。このように ASSP は ASIC よりもはるかに多額の開発投資と長期間にわたる開発業務が必要になる。

アプリケーションごとの標準製品 ASSP を開発する難しさは、上位概念のレベルで製品のコンセプトや仕様を作り上げることである。たとえば、関係者の話ではセット・トップ・ボックス用の ASSP の仕様は、電子機器メーカーだけでなく、その先のコンテンツ配信会社が決めることがあるので、営業が難しいし、作りにくいとの意見もある。また ASSP の別の難しさは、市場に投入してみて、初めてヒットするか、どうか分かる面がある<sup>73</sup>。

このように半導体設計の付加価値の高い標準製品・汎用製品は、単独の顧客ニーズを満たす半導体とは異なる開発能力 (マーケティングを含む) と多額の投資が必要となるが、成功すれば大きな収益を生むことになる。NEC エレクトロニクスの収益性については、詳細は公開されていないが、実際のロジック半導体 (ASIC など) の利益率は低く、汎用マイクロコントローラなどの収益性が最も高い<sup>74</sup>という報告もある。NEC のロジック半導体分野における競合相手は、ASIC の Gate Array、Standard Cell だけではなく、むしろ ASSP や FPGA になったことが影響している。また前に述べたとおり、多くのファブレス半導体企業は特定分野の製品に開発投資を集中して、設計付加価値の高い標準製品・汎用製品を出している。上位大手ファブレスの収益性は過去 8 年間にわたり大手 IDM と比べて遜色がない (図 40 参照)。Fabless 半導体企業の中で、通信分野に特化した Broadcom は、1999 年 5 社、2000 年 11 社、2001 年 4 社、2002 年 1 社、2003 年 1 社、2004 年 6 社、2005 年 4 社を買収し成長しているが、2001、2002 年のファブレス 8 社合計の利益率悪化は Broadcom が買収した企業ののれん代の減損費用・償却費用 (2001 年 \$ 1.93 Billion、2002 年 \$ 1.26 Billion) が売上高 (2001 年 \$ 0.96 Billion、2002 年 \$ 1.08 Billion) を上回るほど巨額であったことが主な原因である (図 41 参照)。

IDM の中では、システム志向で競争力のある製品を持つ Intel と TI、効率経営のローム<sup>75</sup>の売上高営業利益率は高



い(図42参照)。なお、米国ではIntelやTIなどのIDMとFabless企業は競合しているだけでなく、統合したり分離したりして、相互に関連し、1企業の枠を超えたかたちでイノベーションを実現している。たとえば、TIは1996年から2006年1月の10年間で26社を買収しているが、その多くは成長するファブレス半導体企業で一部はソフトウェア企業である。Intelが買収したファブレス半導体企業では1999年にDSP Communications、Level One Communications、ソフトウェア企業では2005年にSarvega(XMLソフトウェア)などがあり、またIntelはベンチャーキャピタル部門が様々なファブレス半導体ベンチャーに出資をしている。IntelやTIが一部ではあるがソフトウェア会社を買収する理由は、システム志向の中でソフトウェアの重要性を認識していることによると考えられる。逆に大企業から分離されてファブレス(又はセミファブレス)半導体企業になっている事例では、Lucent(もとAT&T)から分離されたAgere、Rockwell Internationalから分離されたConexant、Agilent(もとHP)から分離されたAvago Technologiesなどがある。

情報処理のシステムインテグレーションでは、顧客のニーズに応じて外部企業の製品をオープンシステムの中にそのまま取り入れるが、同じ考え方で半導体ビジネスを行うと将来に向けた半導体製品のイノベーション 付加価値の高い自社製品の開発 が困難になると考えられる。現代の半導体産業のパラダイムでは、半導体事業の製造面のプロセス・イノベーションよりも、むしろプロダクト・イノベーションが競争における優劣を決める。

もし、近視眼的に特定の顧客特有のカスタム・ニーズに一生懸命に対応し、顧客満足度を上げることをねらうあまりに、逆に広く市場動向や顧客の潜在需要を把握して次のイノベーションを目指すことができないとしたら、そして新しい設計付加価値の高い標準製品・汎用製品を生み出す力が発揮できないとすれば、それは狭隘な顧客志向が生み出すパラドックスと呼ぶことができるのではないだろうか？ 要するに、NECは従来の高集積化し続ける半導体製造プロセス技術を用いて「顧客志向」により主に国内のカスタム半導体の顧客確保に執着した結果、新しいアプリケーションにもとづく自社製品を開発して、世界の成長する地域市場を開拓することができなかつた。これが問題であると考えられる。最先端のメモリ半導体などを除くと、ロジック半導体(SoCを含む)など多くの半導体事業分野においては、半導体製造プロセス技術を主たる重要な競争力の源泉や差異化の原動力にする時代は終わり、むしろ市場を先取りする設計集約型の半導体製品を打ち出すことが重要な成功要因となる時代に入ったといえる。つまり自社製品の開発に必要な範囲で、先端的な製造プロセス技術を持つという本来ビジネスではあたり前の状態になったのである。

半導体産業において製造プロセス技術がもはや重要な競争優位を築く要因ではなくなった主な理由は、産業技術の発展により製造プロセス技術が製造装置に移転されるようになったというパラダイムシフトであるが、同時にこれは製造技術面で日本に遅れていた米国の半導体業界<sup>76</sup>が製造プロセスの標準化活動を推進して、製造プロセス技術の差異化を無力にする働きかけを行い、これが功を奏した面もあることは指摘しておきたい。もちろん、アジアのファンドリの台頭や米国企業の製造プロセス技術の向上も影響している。NECのケースは、一種の「サービスビジネス」の性格を有するカスタム半導体事業で顧客志向に埋没するあまり、グローバル市場を目指した次世代のプロダクト開発に遅れをとっているように思える。

#### 4.3 システム志向への見えざる妨げ 総合電機メーカーにおける半導体事業領域のジレンマ

1980年代までは、日本の半導体事業は総合エレクトロニクス企業の組織の中であり、社内の電子機器事業部の設計力や情報を半導体事業に活用できることが一つの強みであるといわれてきた。しかし、世界の半導体産業における競争環境の変化、社内の電子機器部門のサービスビジネスへの転換と製品開発力の低下により、従来のビジネスモデルが弱みになり、NECの半導体事業がシステム志向を目指す上で見えざる妨げになっているのではないかと検討してみる。

もともとNECの半導体事業の初期1960年代は、社内の通信機器分野などの需要に応えるための部門という性格が強かったが、NECの半導体売上高は1964年の60億円が、1971年には170億円、1977年430億円と急成長しており、1970年代の特徴は社内向けよりも社外向け(特に民生用)が大きく伸びたことである<sup>77</sup>。NECの半導体外販比率は、1984年75%、1995年83%、2005年85%と高い<sup>78</sup>。一般にソニー、松下の外販比率は50%前後であるが、その他の日本の大手半導体企業は外販比率が過去10年間はほぼ8割以上である。

まず半導体応用市場が、日本が主導した民生分野から1980年代後半以降米国が牽引した情報・通信分野に移行したことをレビューして、総合エレクトロニクスメーカーNECがコンピュータ事業の戦略変更を行い、他社製品の採用も行うシステムインテグレーションビジネスに転換した経緯を見てゆくことにする。

1970年代から1980年代前半は、主にビデオ、オーディオ、テレビなどの家電が半導体需要を主導した(図43参照)。これは、日本市場のアプリケーション別半導体出荷比率の推移に表れている。当時は日本が家電王国と呼ばれた時期で、日本市場の半導体需要に占める民生分野の比率は、1982年では52.8%と高率であったが、その後1986年には43%、1990年では38.1%に低下した。一方、コンピュータの半導体需要構成比率は、1982年、86年、90年には、それぞれ9.4%、14.9%、27.7%まで増加した。

世界的に見ても1980年代半ば以降は、PC(Personal Computer)が大きな成長段階に入り、情報分野が半導体需要を牽引した。すでに1985年には、コンピュータ世界市場では機種別に見るとPC/WS(Work Station)が台数で95%、金額で31%を占め、大きな存在になっていた。さらに1985年から1990年の5年間でPC/WSは、台数で2.2倍、金額で2.8倍の成長を遂げている。一般に大型コンピュータよりもPCの方が半導体投入係数(電子機器の価格に占める半導体価格の比率)が高いので、1980年代後半にはPCが大型コンピュータよりも大きな半導体市場に成長したと考えられる(表6参照)。この1980年代後半は、世界的に従来の大型コンピュータメーカー、ミニコンピュータメーカーの没落が始まり、IntelやMicrosoftの飛躍的成長の始まった時期である。

1990年代以降に移ると、「3.2 アプリケーションと半導体需要の変化」で述べたとおり、半導体応用市場はPC、そしてインターネット通信機器(米国Ciscoなど)と携帯電話(フィンランドNokiaなど)によって牽引された。NEC全社で見ると、1984年度から売上高に占める比率はコンピュータが通信を上回って最も大きくなっていったが、1990年代にはシステム事業は世界的に進行したネットワーク化、オープン化、ダウンサイジング(ソフト化)の影響を受けた。従来は、自社製のコンピュータが主役であったシステム事業を、他社製品も採用しながら顧客志向のソリューションを提供するシステムインテグレーション事業に概念を変えた。1991年には、NECはC&Cシステム事業グループを新設して、ソリューションビジネスを推進した。これは、C&Cビジネスコンセプトにおいて、重点を従来のハードウェア・プロダクトからインテグレーションサービスビジネスへ転換したものである。通信機器分野でNECが他社製品を採用とした例として注目されるのは、1992年に契約したCiscoのルータ製品である<sup>79</sup>。

1980年代からNECは国内のPCビジネスでトップシェアを維持していたが、実質的にはPCの技術アーキテクチャーはIntelとマイクロソフトが支配している。そのためにPCメーカーは部品組み立て業であり、いわゆるスマイルカーブ(図44)<sup>80</sup>の真中の位置を占めていて、高い利益率は期待しにくい状況であった。NECにおける上記のコンピュータ事業の戦略転換は、かりにそれ自体は不可避で適切なものであったとしても、結果的にはNEC社内の情報通信分野の製品技術が弱体化した。そのために、総合エレクトロニクス企業の社内で、機器部門の技術情報を半導体部門に流通させて、社内連携により半導体事業を支援強化する機能は低下せざるをえなかった。

さて次に論点をビジネスモデル上の秘密漏洩リスク 利害相反の問題に移すことにする。半導体企業の社内の電子機器事業部と半導体企業の顧客である社外の電子機器事業部の利害相反である。日本のIDMIは、社内に電子機器部門を持っているが、松下、ソニーを除くと半導体の外販比率は8割以上と高く、主として社外の顧客と半導体の取引を行っている。業界関係者によると、半導体のASICビジネスでは、通常は半導体企業と顧客の電子機器メーカーが秘密保持契約を結ぶが、顧客は設計情報を半導体企業に開示する必要があるので非常に秘密保持に神経質である。特に最近ではSystem Cなどのシステムレベル記述言語を用いて、半導体と電子機器にまたがる形でシステムを設計する方式 ESL(Electronic System Level)デザイン が進んできた。しかし、電子機器部門を持つ国内総合電機メーカーの半導体部門にC言語の設計プログラムを渡すと電子機器のノウハウがすべて筒抜けになる恐れがあるので、国内の電子機器メーカーは慎重であるから、NECにとっては思ったよりC言語ベースの受託は難しい<sup>81</sup>との声もある。つまり、従来半導体が部品ビジネスだった時代は、システム全体から見れば断片的な情報で半導体製造が可能であったので、顧客の情報漏洩リスクも大きくはなかった。しかし現在は半導体がシステムビジネスに移行しつつあるので、半導体の製造のためにはシステム設計全体の情報を出すことになるから、情報漏洩リスクも増大したことになる。一方ファンドリは自社ブランドの半導体製品や電子機器を持たないビジネスモデルなので、製造委託をする企業にとっては競争リスクはなく安心感があるとすれば、顧客から見ると秘密漏洩リスクの点で日本の半導体産業は不利な立場にある。

世界的な半導体売上高上位10社における半導体専業会社の推移を見ると(表7参照)、大手のエレクトロニクスメーカーが半導体事業部門を併設しているケースは以下のとおり激減しており、半導体の独立企業が増加している。つまり、半導体専業企業の方が、総合エレクトロニクスメーカーの半導体事業よりも、成長が高いことを示している。この理由は顧客から見たときの秘密漏洩リスク<sup>82</sup>の問題(電子機器事業の利益相反)とともに、競争環境の変化<sup>83</sup>により半導体事業

と電子事業の相乗効果が低下してきたことがあると考えられる。総合エレクトロニクス企業が大規模な半導体事業を併設しているのは、日本の大手半導体企業を除くと、韓国のSamsung Electronicsのみである。おそらくSamsung Electronicsの場合は半導体分野の主力製品がメモリ半導体だが、メモリ半導体はシステムからは距離をおいた部品であるために、電子機器事業の利益相反リスクは限定的であると顧客市場が認識していると思われる。しかし、今後SoC事業が進むと、利益相反の問題をクリアする必要性が高まると思われるので、おそらく受託開発型のASIC(SoC)よりも標準製品のASSP(SoC)を重点とする傾向が強まる可能性がある。なぜなら、ASICよりもASSPの方が、電子機器メーカーの設計情報を半導体企業に出さずにすむからである。

日本の大手半導体企業をみると、ルネサス、NECエレクトロニクスは分離子会社だが、まだ本格的な独立企業ではない状況であり、また東芝は総合エレクトロニクスメーカーに置かれた半導体事業であるが、売上構成<sup>84</sup>ではシステムから距離のある部品　メモリ、ディスクリートの半導体製品　が半導体売上全体の過半を占めるので、電子機器事業の利益相反の問題は大きな影響を与えていないとも考えられるが、今後の半導体事業戦略との関係で日本企業はさらにビジネスモデルの革新の可能性を検討する必要があると考える(表8参照)。総合エレクトロニクスメーカーから分離独立したメリットの一例として、Motorolaの場合、従来は同一会社で携帯用半導体と携帯電話を販売していたが、Freescaleになってからは他の携帯電話メーカーに半導体の販売活動をしやすくなったことをあげている<sup>85</sup>。

さらにビジネスモデルに関連して、日本(NECなど)と米国(Intel、TIなど)のIDM半導体企業の事業領域の違いについて検討してみる。前に述べたように、NECのASIC半導体ビジネスでは、一般的に顧客が電子機器のシステム設計だけでなく、半導体の論理設計を行い、NECはレイアウト設計<sup>86</sup>とチップの製造を担当した。最近では日本の半導体企業でも以前よりはシステム志向(SoC)が増加しているとはいえ、こうした分業の分担は、NECだけでなく、主として日本の顧客を対象とした半導体ビジネスをしている他の日本の半導体企業に程度の差はあってもあてはまると考えられる。つまり電子機器企業が半導体論理設計までを行い、ネットリスト<sup>87</sup>を作成し、それをもとに半導体企業は半導体のレイアウト設計と半導体製造を行う作業分担である(図45参照)。また、NECのような日本の半導体企業が社内のセット部門と協業するときも、同種的设计業務の分担が考えられる。社内の半導体事業部には電子機器のシステム設計能力は必要ないと、電子機器事業部は考えているはずである。

これに対して、米国の半導体企業は半導体専業であるから、社内的には事業領域の制約はない。Intel、TIなどのIDMやファブレス半導体企業はシステム志向が強い。アプリケーション分野を絞り込むことによって電子機器のシステム設計能力までも“隠れた能力”として身につけることによって、論理設計、レイアウト設計を行い、IDMの場合は製造も担当する。たとえば、TIは携帯電話用半導体製品OMAP™(Open Multimedia Applications Platform)において、ARMのプロセッサ、自社のDSP、メモリを統合したSoCの上で、各種のソフトウェアを開発する環境(サードパーティ・ライブラリを含む)を提供するだけでなく、“リファレンスデザイン<sup>88</sup>”を提示して、電子機器メーカーが製品開発期間を短縮し、周辺部品調達コストを削減しやすいように協力している。

NEC エレクトロニクスがシステム事業領域への本格進出を志向して、たとえばグローバル市場で競争力のある携帯電話用半導体製品のレファレンスデザインを出すとするれば、ジレンマがある。もしレファレンスデザインとして NEC 本社の設計による携帯電話を踏襲するとしたら、NEC の携帯電話がグローバル市場で伸びてゆかなくては説得力がないが、現実には苦戦している状況である。また、レファレンスデザインの中で、もしコストや性能面で競争力の弱い NEC 本社の関連部品を提示すれば、NEC 本社の利益にはなるが、電子機器メーカー(半導体顧客)の利益に反するかもしれない。あるいは、NEC 本社と離れて独自のレファレンスデザインが通用するような半導体製品を開発するとするれば、まず応用分野を絞りマーケティングを含めて必要な投資を行い、半導体の論理回路設計能力を獲得するだけでなく、電子機器は製造販売しなくとも、電子機器のシステム設計に必要な隠れた能力を身に付けなくてはならない。

このように半導体企業がシステム事業領域を志向し、電子機器製品を作らないセットメーカーを目指すとするれば、電子機器分野全般をカバーすることは不可能であることは言うまでもない。半導体産業と関連する各種産業の構図を見ると(図46参照)、2004年の世界全体の規模は、半導体産業が2130億ドルだが、電子産業は1.24兆ドルであり、情報、通信、放送、ゲームなどのサービス産業は5兆ドルと巨大である。システムの方向に進めば進むほど、電子産業、自動車産業、医療産業、各種サービス産業などの領域に進出することが求められるわけだが、もし選択と集中を欠けば、広範囲で複雑に関連する応用領域の中で半導体企業の実効は上がらないことは明らかである。あるいは、もしNECなどの日本企業がファンドリビジネスを検討するのであれば、競争力のあるコストとサイクルタイムとともに顧客向

けサプライチェーンマネジメントサービスを身につけることが必要になるが、ビジネスモデル上の中立性が必要になると考える。

NEC会社の中で、半導体事業の位置づけはどうかであったのだろうか？ 1977年にNEC小林宏治会長が打ち出したC&C戦略は当時としては優れた構想でその後NECの経営を主導したが、その中で半導体事業はあたかも全体最適経営のコストのように見える。1980年代に半導体の外販比率が8割を超えて、世界の半導体市場シェア第1位になっても、関係者の話では依然として初期段階と同じように社内の機器部門の需要に応えるための半導体部門という性格を踏襲したままであった。会社全体を見ると、NECは1950年代から1990年代までほぼ一貫して成長を遂げ、2000年に連結売上高5.4兆円のピークを迎えた巨大企業<sup>89</sup>であるが、収益性は低く、最近の売上高営業利益率のピークは1995年の5.6%にすぎない。

NEC会社の連結売上高に占める半導体比率は、1995年度にピークの27%に達したが、2004年度では13%まで低下している。現在はNECの連結子会社の1社であるNECエレクトロニクスが、半導体事業を担当し、連結ベースで売上高7080億円(2005年3月期)、従業員2.4万人、関連会社26社の大企業である。NECの半導体事業は従来プロフィットセンターとして全社経営に積極的に貢献するというよりは、むしろいわば実質的にはC&C製品の基礎を支える技術開発のコストセンターに近い組織として位置付けられたために、半導体部門がNEC全社経営に参画する機会が狭められていたと考える。これを示す一つのデータとして半導体事業部出身の取締役<sup>90</sup>の比率が少ないことが挙げられる。もちろん役員人事は個別の事情があることは言うまでもないが、NEC会社売上高の2割以上を占める半導体事業部の業務を経験した役員の比率が長期間にわたり1割以下であったということは、半導体事業部門の低い位置づけを雄弁に物語るのではないだろうか？

#### 4.4 組織学習と能力構築

NECの半導体事業が組織として学習障害を起こした原因について、これまでにNECの戦略やモデルという思考の枠組みが世界の半導体産業のパラダイムシフトへの対応を困難にしたことを述べた。つまり、経営戦略では「バランス経営」、事業戦略では「顧客志向のソリューションビジネス」やビジネスモデルでは「総合エレクトロニクス企業に併設された半導体事業」が、世界的に見て成長する分野や業態への転換を妨げたことである。世界半導体市場で首位を維持したことがある過去の歴史が示すように、NECの半導体事業に従事したのは少なくともある面では極めて優秀な人々であることは間違いない。それゆえ、NECはもちろん全く学習しなかったのではなく、違ったやりかたで学習したのではないか？そこで組織学習理論の観点でさらに検討を加えてみたい。

組織学習の理論家の一人クリス・アージリス<sup>91</sup>によると、組織学習はシングルループ学習とダブルループ学習の2レベルがある。シングルループ学習は、目標の下で学び行動することで、既存の規範や価値を強化するので、環境変化が少ないときに適する。ダブルループ学習は行動の結果の解釈により、規範や価値の変換が起こる学習であるから、大きな構造変化が起きるときに必要となる。ダブルループ学習では、自己防衛や現状固定の考えを避け、創造的破壊を起すことが必要になる。この理論に照らしてみると、NECの半導体事業は一貫してシングルループ学習をしてきたと考えられる。たとえば、1996年にNECの半導体事業部は財団法人社会経済生産性本部の第1回経営品質賞を受けたが、そこではさまざまな企業活動<sup>92</sup>が記載されている。社内の官僚制が精緻に整備された様子が窺える。しかし世界の半導体産業に進行していた構造変化を鑑みれば、これはシングルループ学習の一環で当時の現状の戦略や制度を単に追認したものにすぎないと言える。つまり既存の戦略・制度を前提にした一種の自己防衛の学習と考えられる。実際に経営品質賞の内容は、世界的な半導体産業のパラダイムシフトを認識するためにダブルループ学習を促進するものではなく、抜本的な政策を打ち出すインセンティブを与えるものではなかった。

別の組織学習の理論家、ピーター・センゲ<sup>93</sup>は「システム思考」全体を考慮することの重要性を提唱する中で、ビジネスは相互に関連する見えない糸で織られているが、我々自身がその一部であるから、移り変わるパターン全体を把握するには時間がかかることを指摘し、徐々に忍び寄る脅威に対する不適応があまりに多すぎるので、「ゆでられた蛙」<sup>94</sup>の寓話が生まれたことを述べている。半導体産業のパラダイムシフトの一つ一つの現象 専門店型企業、Fabless半導体企業、ASSP、アジア市場などの成長 は、DRAMの市況価格変動や半導体製造設備の稼働率の変化などと比べればゆっくりと静かに進むものである。半導体では、前に述べたPCのように1994年と2005年で世界上位5社の名前がすべて入れ替わるほどの急激な変化はない。だからこそ、的確な認識や対策が遅れたのではないだろう

か？ まさにNECの半導体事業は、忍び寄る構造変化の脅威への不適合の実例の一つだと考える。

他産業の業態革新の参考例として、流通小売業を考えてみる。三越が江戸時代 1673 年に越後屋呉服店を開き、店前現金売りで成功した。明治時代に入り呉服店が時代の流れに合わなくなったので、1904 年デパートメント宣言をして、その後百貨店事業は発展していったが、近年百貨店は構造的な不況に陥っている。ダイエーは当初 1957 年に「菓の安売り」から始まり、その後は主婦の友ダイエーとして総合スーパー事業の売上高 No.1 に発展したが、近年経営危機に陥り再建中である。イトーヨーカドーについては、関連会社のコンビニエンス事業「セブンイレブン」が総合スーパーよりも発展し、グループの中核となっている。一般的に、ビジネスモデルで見ると、近年は国内市場で百貨店、総合スーパーが停滞し、専門スーパー（食品、衣料、住宅用品など）、コンビニエンス・ストア、ドラッグストアが成長している。百貨店や総合スーパーも最初は、非常に革新的で発展し成功した業態であったが、その後の流通業界の構造変化により、長期的に緩慢な減少傾向にある。

このように時代によりビジネスモデルの変化が起こり、業態は企業の盛衰に大きな影響を与えたと考える。

さらにドロシー・レオナルド<sup>95</sup>は企業のイノベーション理論で、外界世界の環境変化によりコア・ケイパビリティ（企業独自の知識体系、中核能力）がコア・リジディティ（硬直性）に容易に転化することを指摘している。つまり、従来の技術が時代遅れになったり、意味のないものになっても、解体することが難しいが、その理由として、第 1 は経済的に、現行の事業基盤を崩すこと、第 2 は政治力学的に、現行の経営者が政治的権力を手放すのを渋ること、第 3 は行動学的に、組織のルーチンが深く浸透し、さまざまな慣習が支配することを挙げており、要するにコア・ケイパビリティとコア・リジディティはコインの両面のようなものだと説明している。

この考え方に沿えば、半導体産業のようにパラダイムシフトが進行する分野では、確かにコア・ケイパビリティを強化するつもりが、逆にリジディティを増加させてしまうことがある。たとえば、1980 年代の日本が誇った半導体高品質が、逆に 1990 年代は米国にも品質面で追いつかれ、台湾、韓国のコスト競争力のある製造力が台頭し、また製造装置にノウハウが移転したために、日本の高品質の製造プロセスがコア・ケイパビリティではなくなり、逆に日本が従来の高品質製造方式を進めれば進めるほど高コストになってしまったことはコア・リジディティへの転化と解釈できる。

先ほど述べた NEC 半導体事業が 1996 年に経営品質賞を受けた活動も、リジディティを増加させてしまった事例であると考えられる。新しいパラダイムに向かっていくためには、古いケイパビリティを創造的に破壊し、新しいケイパビリティを構築する必要がある。NEC だけでなく、多くの日本の半導体企業は、古いケイパビリティを自社の強みと規定し、旧来のパラダイムで事業展開をするために、これまで国内市場の過当競争陥ってきたのではないかと？ さらに 1980 年代後半に世界市場の 50% 前後のシェアを握り、世界を制覇したように見えた日本の半導体産業であったが、その実像はどうであったのか？ 客観的には、1980 年代後半はまだ日本市場で家電が強い時期であり（図 43：日本における用途別半導体出荷構成比率の推移）、日本市場が世界市場（半導体消費）の 40% を占めており（図 39 世界の半導体消費市場の地域シェアの推移）、日本市場の輸入比率は 10% 前後であった（図 1：日本市場における輸入半導体のシェアの推移）ので、日本の半導体企業は国内の 90% つまり全世界の 36% に相当 を獲得していた。すると日本が世界市場の 50% を占めていた時代には、残りの 14% は日本企業の海外市場のシェアであるが、当時は日本の DRAM を中心とするメモリ半導体が世界で圧倒的に強く、日本の海外市場シェアは大半が DRAM であったと言える。なぜならば、1980 年代の世界半導体市場ではメモリ半導体の構成比は 15 - 30% 程度を占めていた（図 12 主要半導体製品の構成比率の推移）からである。

つまり、1980 年代の日本企業の海外展開は、ロジック系半導体に比べるとマーケティングを必要としない汎用製品（コモディティ）の DRAM が中心であり、ロジック系半導体の海外市場で成功し大きなポジションを占めていたわけではない。それゆえ日本の半導体企業は海外展開については、過去に優れたマーケティング能力を身に付けていたわけではなく、今後新たにそうした能力を構築することが求められている。

前に述べた「表 1 半導体産業の新旧パラダイム」に即して言えば、1980 年代は NEC をはじめ多くの日本企業にとって旧パラダイムに関する知識がコア・コンピタンスであったが、1990 年代以降はパラダイムシフトによりそれらが逆にコア・リジディティとなり、変革を妨げていると考えられる。日本の半導体産業界には依然として新パラダイムは米国流であると認識するために抵抗感をもつ考え方が強いが、新パラダイム自身が 1990 年代以降変化を続けてきたものであり、将来もさらに変化発展するものである。半導体産業のパラダイムは変化するものであり、世界に学びながら新しい組織学習の中で日本流の戦略やモデルを追求することが課題になると考える。

## 5. 結語 半導体産業のイノベーションに向けて

今後、日本の半導体産業が成長を目指すならば、新しいパラダイムへの挑戦と適応が必要だが、そのために重要なことは、企業組織としての学習である。現状維持型学習ではなく、特に革新型学習(ダブルループ学習)を提言したい。構造変化を遂げている半導体産業を直視して、謙虚に世界に学び、歴史に学ぶことから始めるべきであり、企業戦略やビジネスモデルの改革に取り組むことが求められている。従来の能力や制度が硬直化し障害になっていることを認識すれば、旧来の思考や制度を創造的に破壊し、新しい能力を身につける必要があることがわかる。現実即して考え抜く組織学習を継続することにより、新しい日本流の戦略やモデルを追求して、戦略転換につなげて行く必要がある。具体的には、たとえば技術レベルの高い標準製品、汎用製品を開発して、アジアの成長市場を中心にグローバルに市場開拓をする可能性を追求することである。

半導体ビジネスでシステム志向を強めるならば、アプリケーション分野を選択してシステムレベルの設計能力を獲得し、電子機器企業の顧客に役立つレファレンス・デザインを提供することが必要になる。システムに近づくほど、アーキテクチャーやマーケティングが重要になる。半導体は、しばしば日本では“産業の米”、米国では“情報化時代の原油(crude oil of the information age)”と呼ばれるように、情報産業、通信産業、電子産業などにとって重要な技術集約型中間製品であるとともに、生活と産業の広い範囲で使われる製品やサービスの中核をになうシステムである。国際分業の観点でも、完成品、材料だけでなくむしろ半導体のような技術集約型中間製品を海外市場で伸ばしていくことが、今後の日本の産業の進むべき道になるであろう。

日本の半導体産業はもはやプロダクトイノベーションの潜在能力がないのであろうか？全くそうではない。NECを見ると、少なくとも最先端の半導体製品設計の技術開発分野では次のとおり現在及び過去に先進的な取り組みがある。

- ・ 組み込みマルチコアプロセッサおよびそのソフトウェアプラットフォームの開発  
NECの技術水準を示す例として、英国ARM社がNECエレクトロニクス社のマルチコアプロセッサの技術提供を受けて、低消費電力型プロセッサの開発を2004年に発表した。
- ・ 動的再構成プロセッサ<sup>96</sup>の開発  
SoCの製造後でも、プログラムによりSoC内のプロセッサの回路変更を可能とするもので、NECエレクトロニクスで現在開発中である。
- ・ 独自開発Vシリーズプロセッサ<sup>97</sup>  
1985年にソニー、シャープとセカンドソース契約を締結した。
- ・ 世界初の非ノイマン型データフロープロセッサ：“uPD7281”  
1984年に画像処理用半導体ImPP(Image Pipelined Processor)は、先進的アーキテクチャーが特に学术界で注目された。
- ・ 世界初の商用DSP“μPD7720” 1980年(TIはその後1983年に最初のDSPを発売し、1990年代以降に市場で成功している)

近年、半導体産業ではパラダイムシフトが進行し、事業の性格が大きな変貌を遂げている。米国ではファブレス半導体企業が継続的に成長しているとともに、TIがDSPを中心とした半導体事業で大きく成功しているし、AMDはIntel互換MPUビジネスにおいてIntelとの係争を乗り越えて、粘り強くビジネスを拡大している。歴史の時間を逆戻りはできないが、歴史から学ぶことはできる。1980年代からNECにおいて、半導体設計の技術シーズはあったが、メモリ以外のロジック系半導体分野で、成長市場に合わせた重点的な製品化を強く推進することがなかった。これがその後の停滞を招く底流となり、特に1990年代後半以降の半導体事業の不振を招いたと考えている。

半導体事業では、顧客向けカスタム半導体は限られた先端分野・特殊分野では必要であり続けるが、今後ますますプロダクト(標準製品・汎用製品)が増加して、カスタムサービスはsoftware programmability(プロセッサ上で稼動するプログラム、またはプロセッサ/ロジックの配線を再構成するプログラム)により、製造前だけでなく製造後にも提供される傾向が進むと考える。今後半導体集積度の増加やマルチコアプロセッサの進化により、hard-wiredな回路による“高性能”とprogrammabilityによる“柔軟性”のtrade-offについては、さらにprogrammabilityが有利になる領域が拡大する。

これまでの日本の半導体産業は、旧来のパラダイムの呪縛にとらわれて停滞に陥ったが、今日のような構造変化の時代には組織学習として、既存概念を変革するダブルループ学習により新しいパラダイムを的確に認識して、全体像を俯瞰するシステム思考により戦略転換を図るべきである。実際に設計付加価値を発揮するためには、市場での製品化とマーケティングが鍵となる。たとえば、ロジック半導体分野で言えば、従来の ASIC のアプリケーション知識を足がかりにするだけでなく、新しく能力構築を目指すことにより、ASSP にビジネスの重点を移す製品戦略を検討すべきである。ファブレスの取り組みの可能性も検討課題になる。組織運営では、俊敏で柔軟性がある小規模組織で、試行錯誤や失敗を認め、そこから学ぶ組織風土が必要ではないか？

なお Intel の MPU、TI の DSP の半導体ビジネスは、Microsoft や Oracle のソフトウェアビジネスとよく似た点のあるハイテクマーケティングビジネスである。自社の知的所有権のある製品アーキテクチャーのインターフェースを情報公開して、サードパーティによる関連製品の開発を支援して、たくみに市場の主導権を握るマーケティングである。前に述べた半導体企業によるレファレンスデザイン(参照設計)の提供はマーケティングの手法の一つである。こうした米国の IT 企業、ベンチャーのマーケティングのやり方を学ぶべきである。さらに、日本の半導体産業は外部の新しい異なる考え方もつ人々の組織との交流を促進して、技術上だけでなく、むしろビジネス上でのイノベーションを実現することが求められていると言える。

重ねて言えば、今重要なことは、古いパラダイムの創造的破壊による新しい組織学習と能力構築である。潜在的にレベルの高い日本の半導体製品設計技術を市場にあわせて製品化してマーケティングしていけば、優れた柔軟な戦略と意欲を刺激する組織運営は可能であると考えられる。現在の事業を行うとともに、将来に向けたイノベーションを同時に推進することが継続的な発展のために必要である。半導体産業はこれからこそが、日本の製品設計技術の潜在力を生かし、ビジネス上のイノベーションを実現して、一人一人が活躍できる場が広がる時代を迎えることができるはずである。

## 参考文献

- Macher, Jeffrey T., Mowery, David C., Hodges, David A. (1999) SEMICONDUCTORS *U.S. INDUSTRY IN 2000* pp.245-285 National Research Council
- Morris, Charles R., Ferguson, Charles H., "How Architecture Wins Technology Wars" HARVARD BUSINESS REVIEW March-April 1993 pp.86-96
- Rowen, Chris (2004) *Engineering the Complex SoC* Chapters 1,2,3,8 Prentice Hall
- Servati, Alireza, Simon, Anthony (2005) *introduction to SEMICONDUCTOR MARKETING*
- IC ガイドブック(2003, 2006) 2003 年版, 2006 年版 社団法人電子技術産業協会
- NEC の 100 年(2000) 日本電気株式会社
- 木村真人 藤井太郎 古田浩一郎 安生健一郎 矢部義一 戸川勝巳 山田順也 伊澤義貴 佐々木僚子  
「動的再構成プロセッサ(DRP)」 『情報処理』 Vol.46 No.11 2005 年 11 月 29-33 ページ
- 黒坂均 竹村和祥 橘昌良 「システムレベル設計フローと設計言語」 『情報処理』 Vol.45 No.5 2004 年 5 月 456-463 ページ
- 酒井淳嗣 井上浩明 枝廣正人 「組み込みマルチコアプロセッサのソフトウェアプラットフォーム」 『情報処理』 Vol.47 No.1 2006 年 1 月 29-33 ページ
- 佐藤幸一 「量産は FPGA を使うのか、ASIC を起すのか ユーザーが見る ASIC の過大と FPGA の使い方」 システム LSI 設計技術 108-9 2003 年 1 月 28 日 情報処理学会 特別招待講演
- 「市場構造の変化と高付加価値半導体企業の経営戦略」に関する調査研究報告書 1999 年 8 月 半導体産業研究所
- 日本経営品質賞への挑戦(1997) NEC 半導体産業グループ
- 松本仁 「FPGA の進化と今後の FPGA 設計に求められるもの」 システム LSI 設計技術 108-8 2003 年 1 月 28 日 情報処理学会 特別招待講演



## 注

- <sup>1</sup> この左脳と右脳の問題対処に関する戦略の違いの部分は、V.S.ラマチャンドラン、サンドラ・ブレイクスリー 山下篤子訳(1999年) 脳のなかの幽霊 (原題 *PHANTOMS IN THE BRAIN*) pp.181-184 による
- <sup>2</sup> Thomas S. Kuhnは、*The Structure of Scientific Revolutions*(1962年 翻訳 科学革命の構造)で、天動説から地動説へ、ニュートン力学からアインシュタインの相対性理論などの科学のパラダイムシフトを説明した。
- <sup>3</sup> 財務省貿易統計における半導体素子と集積回路の合計を半導体の輸出入として、経済産業省生産動態統計の半導体生産を組み合わせると、2005年で生産額 4.35兆円、輸出額 3.75兆円、輸入額 2.25兆円(出所:JEITAホームページ)であるから、輸入比率 = 輸入 / (生産 - 輸出 + 輸入)とすると、国内市場の輸入比率は異常に高く 79%となる。複数の業界関係者の推測によると、実態との乖離の原因の一つとして、国内で半導体製造の前工程(シリコンウエハ - に集積回路を作りこむ)を行い、次に海外で後工程(シリコンウエハ - から一つ一つのチップに切り離し、組立や検査を行う)を行う場合に、現在の統計上で品目コードの違いが発生する可能性があり、調整が必要になっているとのことである。
- <sup>4</sup> iSuppliの発表による。なお 2005年のNECエレクトロニクスの半導体売上高世界ランキングは、IC Insightsによると世界13位、Gartner Dataquestによると8位である。このように調査会社により順位が異なるのは、各社の独自調査によること、対象企業の範囲の違い(たとえばIC Insightsはファンドリを含めているのでTop10にTSMCが入るが、他の調査会社はファンドリを含めていないこと)、外国為替レートなどによる。
- <sup>5</sup> DRAM(Dynamic Random Access Memory)は記憶用半導体の主要製品である。半導体市況の波を激しく受けるDRAMビジネスが赤字のために、1999年にNECは日立製作所とDRAMを事業統合し、2001年にエルピーダメモリを新設して、DRAM事業を全面的に移管した。2004年11月にエルピーダメモリは株式を上場したあとは、大株主の出資比率はNEC25%、日立25%(2005年3月31日現在、有価証券報告書による)であり、独自色を発揮した経営を行っている。
- <sup>6</sup> NECエレクトロニクスは、2002年11月半導体専門企業としてNECから分離されて、上場企業となったが、実質的にはNECエレクトロニクスの株式の65%をNECが所有している(2005年3月31日現在、有価証券報告書による)ので、親会社NECの経営支配下にある。
- <sup>7</sup> パラダイム(paradigm)は、パターン、モデルのことだが、ここではビジネスの基本的な枠組み、規範となる体系の意味である。なお科学論では、パラダイムシフトは科学の発達に伴う認識体系の変化をさす。
- <sup>8</sup> 携帯音楽プレーヤーのことで、Apple ComputerのiPodが最初の製品である。なおMP3は、音声圧縮技術MPEG-1 Audio Layer-3に由来する。
- <sup>9</sup> たとえばテレビでは従来のアナログ技術規格、使用周波数だけでなく、デジタルテレビ、モバイルテレビの技術規格も国により異なることが多い。ビデオの標準規格では、主に日米で使われるNTSC(National Television System Committee)と主に欧州、アジアで使われるPAL(Phase Alternating Line)などの方式がある。
- <sup>10</sup> ロングテールとは、ヒット商品以外の多数のニッチ商品の分布がLong Tail(長い尾)形状をなすことから、米国インターネット雑誌WIREDの編集長Chris Andersonが名づけた。エンターテインメント商品(DVD、CD、ゲームソフト)を例にして、インターネットビジネスでは多数のニッチ商品の果たす品揃えの役割を肯定的に評価した。これは、全体の20%の顧客が売上高や利益の80%を生み出すという20:80の法則(パレートの法則)と対峙する考え方である。Anderson, Chris "The Long Tail", WIRED magazine, October, 2004, ([http://www.wired.com/wired/archive/12.10/tail.html?pg=1&topic=tail&topic\\_set=](http://www.wired.com/wired/archive/12.10/tail.html?pg=1&topic=tail&topic_set=))
- <sup>11</sup> 電子機器(システム)の大部分の機能を1チップ上で実現したLSI(大規模集積回路)。これまで複数のICを組み合わせ実現していた機能を、半導体の高集積化の技術進歩により、1チップに集約できるようになったものである。主にプロセッサ、メモリ、入出力回路、インタフェース回路、通信回路などから構成される。
- <sup>12</sup> 位置や速度のデータを検出して、コントローラ(半導体)が駆動装置を制御する機構。
- <sup>13</sup> OS(Operating System、たとえばTRON、Linuxなど)、ミドルウェア(OSの下で動く汎用共通プログラム。たとえば画像音声圧縮ソフトウェアMPEG: Moving Picture Expert Group)、アプリケーションプログラム(たとえば携帯電話、テレビ、複写機、空調などのEmbedded software)などがある。
- <sup>14</sup> CPU: Central Processing Unit
- <sup>15</sup> Micro Processor Unit: 汎用のプロセッサ。MPUは、外部にメモリや周辺機器を接続して使うもので、上位互換性、拡張性、性能が重視される。
- <sup>16</sup> Micro Controller Unit: 1チップ上にCPUとともにメモリ(RAM、ROM)、I/Oインタフェース回路などを集積したもので、シングルチップコンピュータ、マクロコントローラとも呼ばれる。MCUは、電子機器システムに組み込まれて使用される。

- <sup>17</sup> Digital Signal Processor: デジタル信号処理専用のプロセッサ。乗算器を内蔵し、浮動小数点の積和演算機能に適している。
- <sup>18</sup> 半導体分野では、IP(Intellectual Property) とは半導体の共通回路の知的技術資産を意味する。半導体IP企業は技術ライセンスを主な収入源としており、英国ARM社や米国Rambus社(半導体メモリのデータ転送高速化技術)が知られている。
- <sup>19</sup> 高機能なMPU(Intelなど)のアーキテクチャーでは、大規模なOS(Microsoft Windowsなど)やインタフェースとの相互補完・相互依存の関係が強く、PCのアーキテクチャーに強い支配力をもつが、MCUはメモリやインタフェース回路を内部に持つ構造であり、OSが小規模でリアルタイム性を求められることが多く、多種類の電子機器の中に統合されることから、MCU自体のシステムアーキテクチャーの影響力は限定的である。
- <sup>20</sup> ASSP(Application Specific Standard Product)とは、特定分野のアプリケーション用の複数顧客向け標準製品である。
- <sup>21</sup> プログラマビリティ(programmability)とは、半導体では プロセッサ上でプログラムを組んで稼動できること、半導体回路の配線をプログラムで組替える(再構成する)ことができること(FPGA、configurable processorなどの場合)の二つの意味がある。
- <sup>22</sup> ASIC(Application Specific Integrated Circuit)とは、通常半導体業界においては特定顧客向け受託開発型の半導体を意味する。業界用語が紛らわしいが、ASICはもともとは技術手法分類(Standard Cell、Gate Arrayなど)にもとづく特定アプリケーション半導体のことだが、近年は新しく台頭したASSP(開発手法では、たとえばStandard Cellなどを用いる)と対比して、実際にはASICがカスタム/セミカスタム半導体を指すようになった。本来は、特定顧客のフルカスタム、セミカスタム(Standard Cellなど)の半導体は、正確に言うとASCP(Application Specific Customer Product)又はUSIC(User Specific Integrated Circuit)などと呼ぶのが正しいが、そうした用語は定着していないので、ここでは現時点での業界の慣例に従った。
- <sup>23</sup> Gate Arrayとは、基本セルを並べたマスターウェファ(配線前のウェファ)の上で、ユーザの論理回路図とタイミングチャートをもとに半導体メーカーが工場配線するセミカスタム半導体。
- <sup>24</sup> Standard Cellは、あらかじめ設計された標準機能セルを配置・配線して設計するセミカスタム半導体の一種である。セミカスタムとしては設計自由度が高い。
- <sup>25</sup> FPL(Field Programmable Logic)は、ユーザが配線組み換えをできるFPGA(Field Programmable Gate Array)やPLD(Programmable Logic Device)の総称で、この用語は調査機関WSTSが用いている。
- <sup>26</sup> FPGA(Field Programmable Gate Array)は、ユーザがプログラムで配線組換えをして短期間で半導体開発ができるセミカスタム半導体。
- <sup>27</sup> たとえばXilinx社の資料によると、1998年に低価格FPGA製品Spartan™を発表して、継続的にゲート単価を下げ、2005年には10万システムゲート(単価2ドル以下)から160万システムゲートのFPGAを出している。
- <sup>28</sup> この場合の特定用途とは、WSTS(World Semiconductor Trade Statistics)の分類方法に基づいており、民生、コンピュータ周辺、通信、自動車、多目的などのロジック半導体のことである。標準品とカスタム品が含まれる。
- <sup>29</sup> NRE(Non-Recurring Engineering) Costとは、半導体業界では半導体製品の初期開発費用のことである。
- <sup>30</sup> マスクとは、半導体製造過程で使うガラスの原版のことで、回路パターンを描画するために用いる。
- <sup>31</sup> Structured ASICとは、マスタ(LSIの基盤回路部)への主要IPマクロの埋め込みと、基本配線層の共通化によって、低開発コスト・短納期を実現したセミカスタムASICの一種。
- <sup>32</sup> IP(Intellectual Property)とは、半導体業界では共通回路部品のことだが、半導体メーカーが顧客向けに半導体IPを提供している。半導体IPには、ハードウェアとソフトウェアがある。
- <sup>33</sup> 半導体回路パターンが微細化して、露光波長と同水準になると、近接する複数パターンの影響で転写されるパターンが変化してしまうので、これを防ぐためにマスクに補正を施すこと。
- <sup>34</sup> ITRS(International Technology Roadmap for Semiconductors)は、半導体性能向上に必要となる技術評価。欧州ESIA、日本JEITA、韓国KSIA、台湾TSIA、米国SIAの業界組織が国際協力し、米国SEMATECHが取りまとめている。
- <sup>35</sup> これは、半導体分野の「設計生産性の危機」と呼ばれている(ICガイドブック 2003年版 Page.81)が、コンピュータソフトウェア分野では1970年代ころから増大するソフトウェア開発需要にソフトウェア開発の生産性が追いつかないことを「ソフトウェア危機(software crisis)」と呼び、問題に取り組んできた。
- <sup>36</sup> 2005年版組込みソフトウェア産業実態調査 開発プロジェクト責任者向け調査 page.48-49 2005年6月 経済産業省 独立行政法人 情報処理推進機構 <http://sec.ipa.go.jp/download/200506es.php>

- <sup>37</sup> コアとは、中核となる回路機能のこと。
- <sup>38</sup> 再構成可能なプロセッサには、コンフィギュラブルプロセッサ(半導体メーカーが再構成して提供)、リコンフィギュラブルプロセッサ(ユーザが再構成して使用)、DRP(Dynamically Reconfigurable Processor 実行時に瞬間的に構成を切り替える)の3種類があり、それぞれビジネスモデルが異なるが、まだ発展途上である。
- <sup>39</sup> 多様化の視点は、欧州の半導体コンソーシアムMEDEA+が従来から主張している。
- <sup>40</sup> MEMS(Micro Electro Mechanical Systems)は、半導体微細加工技術を応用して作る機械部品と電子回路を集積したシステム。MEMSセンサは代表的な製品例の一つで、自動車のエアバッグの衝撃検知など各種用途に使われている。
- <sup>41</sup> SiP(System in Package)は、複数のチップ(電子部品)を一つのパッケージに納める技術。すべての電子回路を1チップに集積するSoC(System on-a-Chip)と対比される。
- <sup>42</sup> ゲートレベル設計とは、トランジスタから作成したANDやORなどの論理素子(Logic Gate)を使用した設計。
- <sup>43</sup> レジスタトランスファーレベル設計とは、組み合わせ論理や記憶素子を意識したハードウェア記述言語を用いた設計。
- <sup>44</sup> HDL(Hardware Definition Language)は、集積回路を設計するためのハードウェア記述言語。具体的には、当初米国国防総省が開発したVHDLやCadenceの前身企業が開発したVerilogなどがある。
- <sup>45</sup> SystemCは、半導体回路の動作をC++言語のクラスライブラリで記述する言語。OSCI(Open SystemC Initiative)が推進しており、2005年12月IEEEがSystemCを承認した。
- <sup>46</sup> モデムは、アナログ電話回線とコンピュータをつないで通信をするための装置。
- <sup>47</sup> Hard-wiredとは、半導体上の物理的結線のこと。
- <sup>48</sup> 「製品分野別のランキングをみると、日本電気はメモリで2位、マイコンで3位、ASICで1位(1997年ガートナーグループ/データクエスト調べ)と、業界の趨勢が特化型に向かう中で抜きん出た成果を残していた。半導体事業では、つねに競合他社に「半歩先行」する開発・生産・販売を実践していくことで、「バランス経営」の推進につとめるとともに…」とある。NECの100年(2000) 日本電気株式会社 page.282
- <sup>49</sup> NECの100年(2000) 日本電気株式会社 page.282
- <sup>50</sup> 「この人に聞く! 半導体トップインタビュー」 半導体産業新聞 1994年1月5日号 page.1
- <sup>51</sup> 「半導体業界では近年、日米欧に加え新たに韓国・台湾等の半導体企業が得意分野的に絞って参入し、企業間競争が一層激しさを増しています。」との記述がある。1996年度経営品質報告書要約版 日本電気株式会社半導体事業グループ p.16
- <sup>52</sup> NECエレクトロニクス アニュアルレポート 2005年3月期 page.9
- <sup>53</sup> NECは、大量生産のDRAMと少量多品種で短い製造期間を求めるロジック半導体を同一生産ラインで生産する「フレキシブル混流ライン」を設計している。(日本経営品質賞への挑戦 第1回受賞企業 NEC半導体事業グループの経営品質 NEC半導体事業グループ編 1997年 page.117)この混流ラインを1997年に新設した英国リビングストンのDRAM半導体工場でCIM(Compute Integrated Manufacturing)を用いて導入した。(1997年7月10日の日本電気株式会社の報道資料による)
- <sup>54</sup> たとえば、上記の英国リビングストンのDRAM半導体工場は、生産していた携帯電話向けLSIや欧州顧客向けカスタムLSIの需要不振により、2002年4月から休止するとNECは発表した。(2001年12月18日の日本電気株式会社の報道資料による)
- <sup>55</sup> PPMは、Parts Per Millionのことだが、ここでは100万個の内にある不良品の数を示す尺度。
- <sup>56</sup> Finan, William F. (1993) "Matching Japan in Quality: How the Leading U.S. Semiconductor Firms Caught up with the Best in Japan", M.I.T. -Japan Working Paper p.2
- <sup>57</sup> ファブレス半導体企業は、半導体設計を行い、工場は所有せずに外部の半導体工場に製造委託して、製品を出す企業。ファブレス半導体業界団体FSAによると、加盟企業は世界で450社以上あり、ファブレス半導体企業の地域別売上高分布は、2005年では北米77%、アジア20%、欧州3%である。
- <sup>58</sup> ファウンドリ企業は、半導体製造設備を持ち、半導体製造を受託する企業で、自社製品は作らない。台湾のTSMC、UMC、シンガポールのChartered Semiconductor、中国のSMICなどが主な専業ファウンドリ企業である。
- <sup>59</sup> IDM(Integrated Device Manufacturer)は、垂直統合型デバイスメーカーのことで、半導体の設計・開発から生産・販売まで一貫して行う企業である。ファブレスやファウンドリと対比して用いる。
- <sup>60</sup> 1998年~2005年の各年で分散分析を行った結果は、F境界値(5%水準)4.60に対して、F値(観測された分散比)は、0.75、0.69、1.36、2.60、2.65、0.52、1.18、3.13であるから、違いは有意ではない。

- <sup>61</sup> 1998年～2005年の8年間全体で分散分析を行った結果は、F境界値(1%水準)6.84に対して、F値(観測された分散比)は、10.91であるから、違いは有意である。
- <sup>62</sup> 一例としては、ZigBee Alliance(次世代低消費電力型無線センサネットワークの技術標準化コンソーシアム)には米国Ember、ノルウェーのChipcon(2005年12月TIが買収発表)などのベンチャーが参加している。
- <sup>63</sup> 日本の電子機器メーカー(NEC、三菱電機)の半導体購入責任者とのインタビューによると、「1990年代以降日本企業の半導体製品と海外の輸入半導体製品は余り競合していない。日本の半導体で購入したい製品が少ない。」という。
- <sup>64</sup> 日本経営品質賞への挑戦 第1回受賞企業 NEC半導体事業グループの経営品質 NEC半導体事業グループ編 1997年 page.22
- <sup>65</sup> 首鋼日電電子有限公司は、1991年に設立され、NECが50.3%、Shougangが49.7%出資している。
- <sup>66</sup> 1986年～2004年の期間にわたり、日本の半導体企業全体(およびNEC)の世界シェアと世界半導体消費市場における日本シェアの相関分析を行った。『表2「世界半導体市場における日本企業のシェア」「NECの世界市場シェア」と「各種変数」の相関』の最下行のとおりである。
- <sup>67</sup> 日本経営品質賞への挑戦 第1回受賞企業 NEC半導体事業グループの経営品質 NEC半導体事業グループ編 1997年 page.68
- <sup>68</sup> 前掲書 page.68-69
- <sup>69</sup> Nambisan, Satish “Why Service Businesses Are Not Product Businesses” MIT SLOAN MANAGEMENT REVIEW SUMMER 2001 page.73-80 によると、プロダクトビジネスは、知的所有権、製品の相補性(Complementarity)、規模からのリターン、知識の抽象化と技術の統合化、ユーザとの関係の5点で、サービスビジネスと異なるとともに、サービスビジネスは顧客の特徴にあったシステムを開発することが主目的であり、知識の抽象化は重要ではない。
- <sup>70</sup> ここでは次の資料を参考にしている。Collett, Ronald “Part 2 of 4 : Benchmarking IC Development Capability What To Measure?” [http://www.numetrics.com/LifeCycleManagement/public/white\\_papers.jsp](http://www.numetrics.com/LifeCycleManagement/public/white_papers.jsp)
- <sup>71</sup> ここでの顧客仕様とは、機能定義、プロセス技術、性能目標、チップサイズ、ピン数など。
- <sup>72</sup> Set Top Boxとは、テレビに接続して様々なサービス(衛星放送、ケーブルテレビ、インターネットなど)を利用できるようにする機器の総称。テレビの上に置くことが多いのでこう呼ばれる。
- <sup>73</sup> ASSPは、映画と似ていて、出してみないとわからないので、成功は保証されない面があるとの指摘がある。(Servati, Alireza & Simon, Anthony *introduction to SEMICONDUCTOR MARKETING*, 2005 pages.31-32)
- <sup>74</sup> 井上達彦 ケース NECエレクトロニクス page.11 [www.waseda.jp/sem-inoue/\(25\)NEC-EL.pdf](http://www.waseda.jp/sem-inoue/(25)NEC-EL.pdf)
- <sup>75</sup> ロームは、2005年3月期で売上高3690億円のうち、製品別内訳は集積回路43.1%、ディスクリート半導体(トランジスタ、ダイオード)38.4%、受動部品6.4%、ディスプレイ12.1%であるから、集積回路が中心の他の半導体企業と同列に論じることができない面もある。
- <sup>76</sup> 1980年代には日本が半導体企業のノウハウだと思っていた製造プロセス開発技術分野において、1990年代には米国SEMATECHが標準化活動を行い、製造装置メーカーにフィードバックしてきた。なお半導体製造装置分野では、依然として製造プロセス技術開発が重要な成功要因である。
- <sup>77</sup> NECの100年 2000年 日本電気株式会社 page.161-162, 238
- <sup>78</sup> 肥塚浩 1996年 現代の半導体企業 ミネルバ書房 および半導体データブック 2005 株式会社電子ジャーナル
- <sup>79</sup> 米国Cisco社報道資料“NEC Corporation Signs OEM Agreement with Cisco for Internetworking Products” April 6, 1992 [http://newsroom.cisco.com/dlls/1992/corp\\_040692.html](http://newsroom.cisco.com/dlls/1992/corp_040692.html)
- <sup>80</sup> 電子産業などの分業における収益構造を示す曲線。台湾のPCメーカーAcerのStan Shih Chen-Jung会長が最初にパソコン業界の加工組立の付加価値が低いことを示すために作成したといわれる。
- <sup>81</sup> この部分は、日経エレクトロニクス Cover Story “広がるC言語設計の波及効果 国内半導体メーカーの事業構造が変わる” 2002年7月29日 page.123 による。
- <sup>82</sup> 秘密漏洩リスクは、経済学でいう取引コスト(企業間の交渉・契約の費用)の一種と考えられる。市場における企業の境界は取引コストが最小になるように効率的に決まる(コースの定理)としたら、もし発生する取引コストが同一でも秘密漏洩リスクのコスト(リスク認識にもとづく一種のバーチャル・コスト、リスク・プレミアム)を勘案すると、トータルの取引コストが高くなる。1990年代後半以降、総合エレクトロニクス企業から半導体部門が分離独立する事例が増加した。その一因は半導体ビジネスが部品ビジネスからシステムビジネスに近づき、電子機器企業側の秘密漏洩コストが増大したという認識が影響して、市場における企業組織が変化したことが考えられる。この点はさらに検証が必要である。

<sup>83</sup> 経営学の競争戦略の観点では、「集中戦略」の発揮であるが、その背景には半導体・電子産業におけるスマイルカーブ現象、ファンドリの登場、半導体設計ツールの進歩、IT産業の部品のモジュール化などがある。

<sup>84</sup> 東芝の半導体生産額の製品別売上構成比率は、2004年3月期で、メモリ29%、ロジック47%、ディスクリート24%である。(半導体データブック 2005 による)

<sup>85</sup> 永井美智子(CNET Japan編集部)「モトローラの半導体新会社が国内戦略を発表、UWBのデモも」2004/09/06  
<http://japan.cnet.com/news/tech/story/0,2000047674,20071887,00.htm>

<sup>86</sup> レイアウト設計は、チップ上の回路配置と結線の設計のこと。

<sup>87</sup> net listとは、ゲート情報やゲート間の接続情報が記述された回路データ。

<sup>88</sup> reference designとは、半導体企業が顧客の電子機器メーカーに提供する半導体を利用した製品設計図。これを参照することで、高い技術を持たない電子機器企業でも製品の設計製造が容易になる。

<sup>89</sup> 最近のNECの規模は、売上高4.9兆円(2005年3月期連結決算)、従業員14.9万人(2005年9月末)、連結子会社293社(2005年12月末)である。

<sup>90</sup> NEC有価証券報告書の役員経歴情報によると、1984年～1999年の各年で役員総数(取締役、監査役)が33～42人に対して、半導体事業経験者は2～4人の範囲に留まる。

<sup>91</sup> Chris Argyris はHarvard大学教授で、MIT教授Donald A. Schonとの共著の*THEORY IN PRACTICE* (1974)p.19の中で、W.R. Ashby (1952)の*Design for a Brain*を引用して、自動温度調節のサーモスタットはシングルループ学習だが、人が状況を判断して温度設定を変えればダブルループ学習であると言い、この考え方が行動学習にも応用できることを述べている。

<sup>92</sup> たとえば、「経営幹部のリーダーシップ(半歩先行、現場100回、対話型コミュニケーション)」、「情報共有化と活用(全体状況をリアルタイムで把握できる半導体総合情報システム)」、「戦略立案マネジメント(中期・短期計画)」、「学習マネジメント(自己啓発と人材育成)」などである。出所:1996年度経営品質報告書要約版 日本電気株式会社半導体事業グループ(1997)

<sup>93</sup> Peter M. SengeはMIT経営学教授で、「最強組織の法則」(1995)(原題*The FIFTH DISCIPLINE* 1990)の中で、“ラーニング・オーガニゼーション”を提唱している。

<sup>94</sup> 蛙のセンサは、急激な変化は生存への脅威と感じとるが、環境のゆっくりした変化を脅威とは感じとらないので、徐々に水温が上がると蛙は満足した状態で消耗して、ついに湯から上がれなくなること。

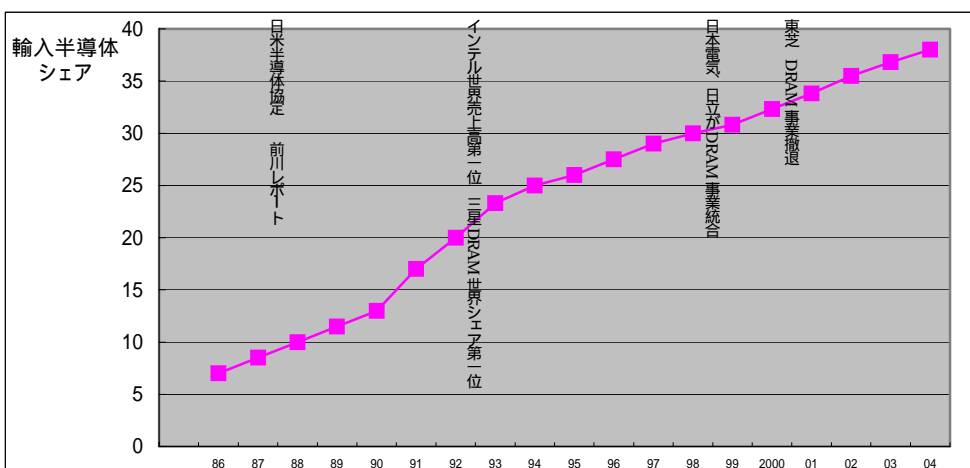
<sup>95</sup> Dorothy Leonardは、Harvard Business School教授で、*知識の源泉*(2001)(原題*WELLSPRINGS OF KNOWLEDGE* 1995)において、企業の知識資産は革新を誤ると組織の硬直性を生み出すことを述べている。

<sup>96</sup> DRP(Dynamically Reconfigurable Processor)は、用途に合わせて性能を高めるためにプログラムにより動的に再構成できるプロセッサである。まだ萌芽段階だが今後のConfigurable Processor/Reconfigurable Processor/DRP市場の拡大が期待されている。<http://www.necel.com/drp/ja/whats.html>

<sup>97</sup> Intel互換のVシリーズに対して、Intelが著作権侵害で訴訟を起こすという噂が流れたので、1984年NECが先に著作権侵害をしていない確認を求める訴訟をカルフォルニアで起こしたが、その後Intel社が反訴したので裁判が長期化し、1989年著作権侵害なしの判決が下りた。(NECの100年 日本電気株式会社 2000年 page.237)裁判には勝ったが、係争に縛られて結局オリジナルMPUの開発を断念しているため、マーケティング/ビジネスで負けた事例である。同じ互換性問題でも、メインフレームコンピュータビジネスでは、日立、富士通がIBMとの互換性係争を解決して乗り越えた事例に比べると、好対照である。

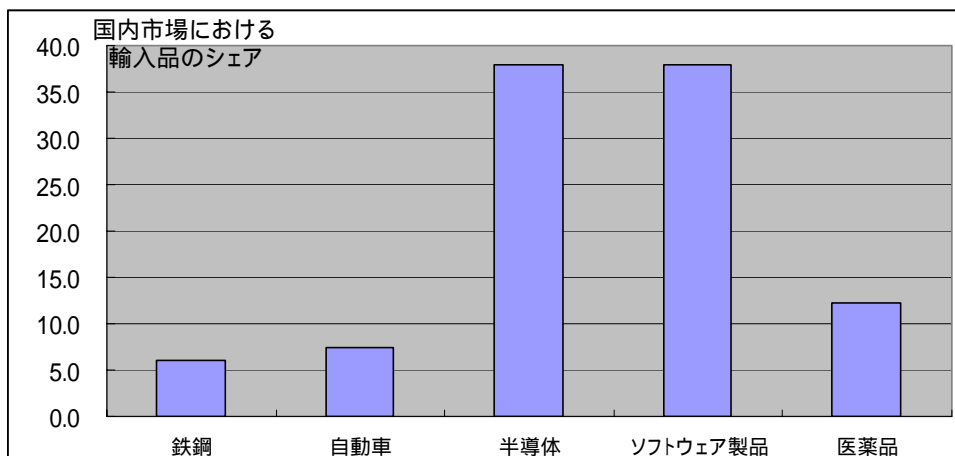
図と表

図1 日本市場における輸入半導体のシェアの推移



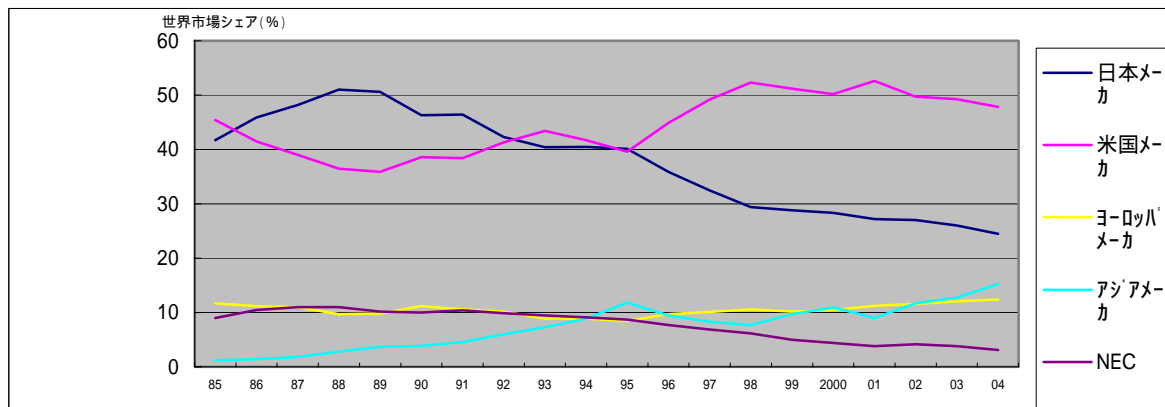
出所: 外国系半導体商社協会 森泉修一会长インタビュー EE Times Japan 2005年8月号 p.90を翻案

図2 国内市場における主要製品の輸入品シェア (2004年)



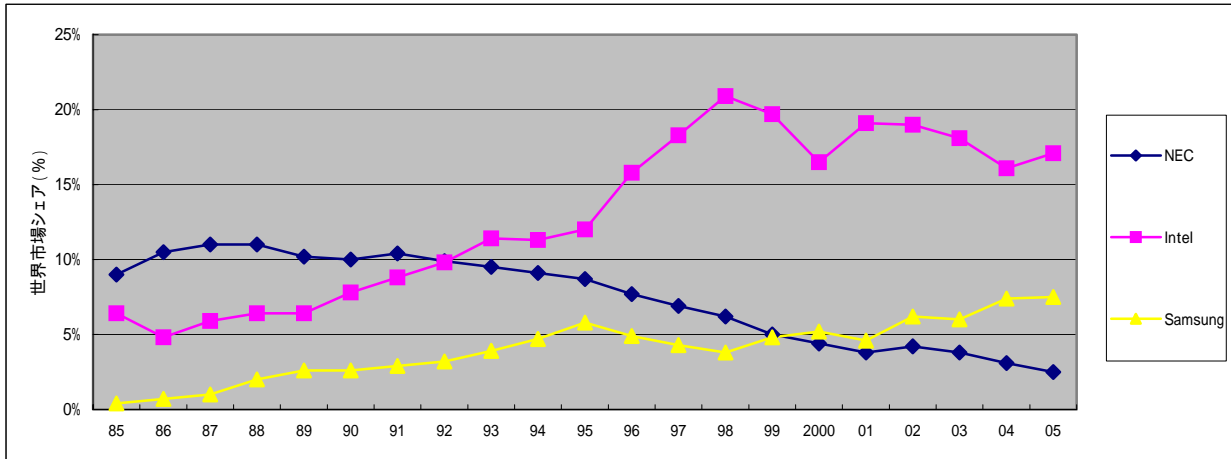
出所: 社団法人日本鉄鋼連盟 需給統計(粗鋼換算)2004年データ、社団法人:日本自動車販売協会連合会 2005年台数、外国系半導体商社協会、社団法人情報サービス産業協会「2005年コンピュータソフトウェア分野における海外取引および外国人就労等に関する実態調査」および経済産業省平成16年特定サービス産業実態調査(確報)の金額データから計算。(ゲームソフトを除く。基本ソフトとアプリケーションソフトウェア製品の合計)、厚生労働省統計表データベースシステムの2004年の生産、輸出、輸入の金額データから計算

図3 半導体メーカーの国籍別出荷シェア



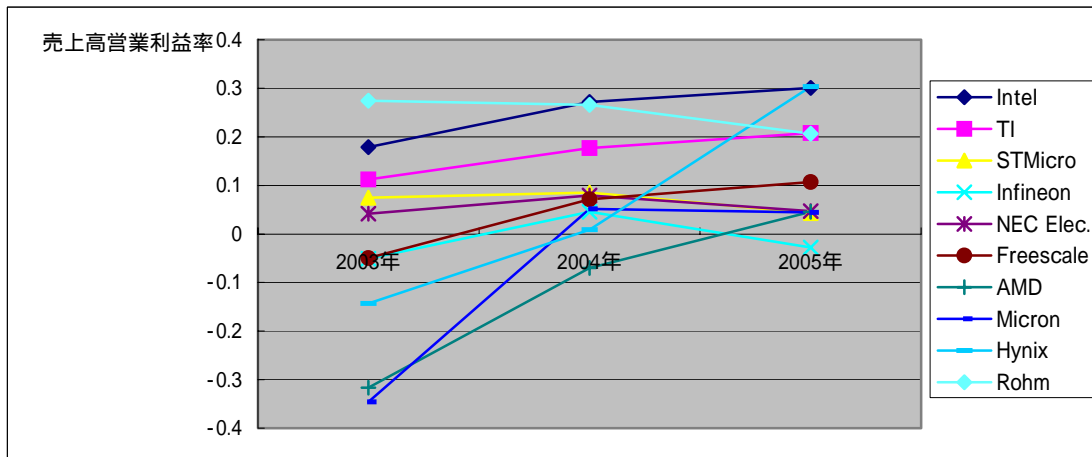
出所: ICガイドブック2006年版 社団法人 電子情報技術産業協会、日本半導体年鑑 プレスジャーナル

図4 世界半導体市場における NEC、Intel、Samsung のシェアの推移



出所: Compustat による財務データ、徐正解(1995) 企業戦略と産業発展 Pge.78、および日本半導体年鑑 1985～2005 プレスジャーナル、の半導体企業売上高(生産高)データ円ドル為替レートは、日本銀行(1985～2003年)、税関長公示レートの年平均データ(2004～2005年)のデータを使用。

図5 世界の半導体企業の売上高営業利益率の推移(2003～2005年)



出所: Compustat による各社財務データから作成

表1 半導体産業の新旧パラダイム

	旧パラダイム	新パラダイム	パラダイム変化の主な原因	パラダイム変化の意味
アプリケーション	アナログ家電、大型コンピュータ	PC、携帯電話 無線通信(モバイル)機器 インターネット通信機器	・半導体高集積化による小型化・軽量化・価格性能比向上による用途拡大	・情報通信分野の技術標準が半導体に及ぼす影響の増大 ・消費電力の削減が重要なテーマとして登場
ビジネスモデル	総合エレクトロニクス企業	半導体専業企業 Fabless/Foundry による水平分業	・半導体産業の発展 ・半導体製品の多様化 ・設計技術・IT の発達による水平分業取引コストの低下	・半導体と電子機器の利益相反(秘密漏洩リスク)の回避が必要になる
製品構成	百貨店型	専門店型	・製品開発に必要な知識や投資金額が増大したので、専門化することで市場競争力の強化を図る動きが加速	・専門店型が百貨店型より既製品の開発競争力で優位に立つ傾向が増加する
ハードウェア/ソフトウェア	Hard-wired	ソフトウェア志向の半導体 Programmability/ Configurability (MPU, DSP, MCU; FPGA, DRP)	・半導体の技術革新により、性能を犠牲にせずに Programmability/Configurability を実現できる領域が拡大した	・顧客の便宜の拡大 開発中・製造後にソフトウェアによる柔軟な修正が可能となる ・プロセッサ、FPGA などの市場拡大にともない、マーケティングの重要性が増大
半導体市場のグローバル化	日米欧の先進国中心	アジアなど発展途上国の電子産業が高成長	・発展途上国の電子産業の発展	・カスタム半導体ではなく標準製品の組合せで安価に電子機器を組み立てる需要が増大
ロジック半導体の製品仕様	カスタム半導体(ASIC)	標準製品(ASSP) なお、カスタマイズは組み込まれたプロセッサ上のソフトウェアで行う	・半導体高集積化に伴い、NREコストが急上昇して、特注品ASIC半導体はぜいたく品になる	・複数の顧客の潜在需要をASSPにまとめて上げる製品コンセプト作り(マーケティングを含む)が重要になる
事業領域	部品	システム領域に進出	・半導体高集積化(ムーアの法則) ・ソフトウェア志向の半導体の増大	・1システムの半導体需要が複数企業購買から単一企業購買に移行するので競争が激化 ・対象システム領域の選択と集中の必要性が増大 ・システムアーキテクチャー、ソフトウェア、マーケティングが重要になる
技術競争のルール	製造プロセス技術による差異化、高品質化(プロセスイノベーション)  自前主義	アプリケーションの半導体製品設計力による差異化、(プロダクトイノベーション) 開発/製造期間の短縮化、コスト競争力  外部資源の有効活用	・半導体製造装置産業の発達により、半導体企業の製造プロセス技術のノウハウが製造装置に移転  ・イノベーションを内部だけでなく、外部に求めることが効果的だという認識が高まる	・設計技術者がアプリケーション分野の知識を身につける必要性が高まる ・電子機器産業との連携が研究開発の重要課題になる ・産学連携、企業買収、企業目的に沿うコンソーシアムなどの活用の可能性が拡大



表2 「世界半導体市場における日本企業のシェア」「NECの世界市場シェア」と「各種変数」の相関

カテゴリー	各種変数 (世界半導体市場に占めるシェア)	日本企業の世界市場シェア との相関係数	NECの世界市場シェアとの 相関係数	データ期間 <sup>1</sup> (時系列各年)
アプリケーション	通信市場(半導体需要)のシェア	- 0.94	- 0.97	1991 ~ 2004 年
ビジネスモデル	Fabless 半導体企業のシェア	- 0.91	- 0.97	1987 ~ 2004 年
半導体製品のタイプ: ソフトウェア志向半導体	MOS マイクロ製品シェア	- 0.80	- 0.71	1986 ~ 2004 年
	MOS ロジック製品シェア	- 0.64	- 0.71	1986 ~ 2004 年
製品構成 専門店型企業	Intel のシェア	- 0.94	- 0.89	1986 ~ 2004 年
	Samsung のシェア	- 0.82	- 0.82	1986 ~ 2004 年
半導体消費地域市場の シェア	アジア市場のシェア	- 0.91	- 0.93	1986 ~ 2004 年
	日本市場のシェア	0.96	0.89	1986 ~ 2004 年

出所:通信市場のシェアは、半導体データブック 1995 - 2005、日本企業シェア、MOS マイクロ製品のシェア、MOS ロジック製品のシェア、日本市場のシェアは、IC ガイドブック 2006 年版 社団法人日本電子情報技術産業協会より算出。Fabless 半導体のシェアは、1994 年 ~ 2004 年は Fabless Semiconductor Association、および 1987 年 ~ 1993 年は D.A. Hodges, R.C. Leachman "The New Geography of Innovation in the Semiconductor Industry"から算出。mit.edu/ipc/www/pubs/articles/hodges.pdf、Intel のシェアは、財務諸表(Compustat)の売上高をもとに算出。Samsung のシェアは、徐正解「企業戦略と産業発展」page.78、半導体データブック 1995 ~ 2005 の売上高をもとに算出。

表3 世界半導体市場における各種変数(シェア)の変化

	データ開始年の シェア	2004 年の シェア	期間	シェアの変化
通信市場のシェア	12.9% (1991 年)	23.3%	13 年	+ 10.4%
Fabless 半導体シェア	0.03% (1987 年)	15.6%	17 年	+ 15.57%
MOS マイクロ製品シェア	12.0% (1986 年)	23.8%	18 年	+ 11.8%
MOS ロジック製品シェア	14.3% (1986 年)	23.3%	18 年	+ 9.0%
Intel のシェア	4.8% (1986 年)	16.1%	18 年	+ 11.3%
Samsung のシェア	0.07% (1986 年)	7.4%	18 年	+ 7.33%
アジア市場のシェア	7.8% (1986 年)	41.7%	18 年	+ 33.9%
日本市場のシェア	39.4% (1986 年)	21.5%	18 年	- 17.9%

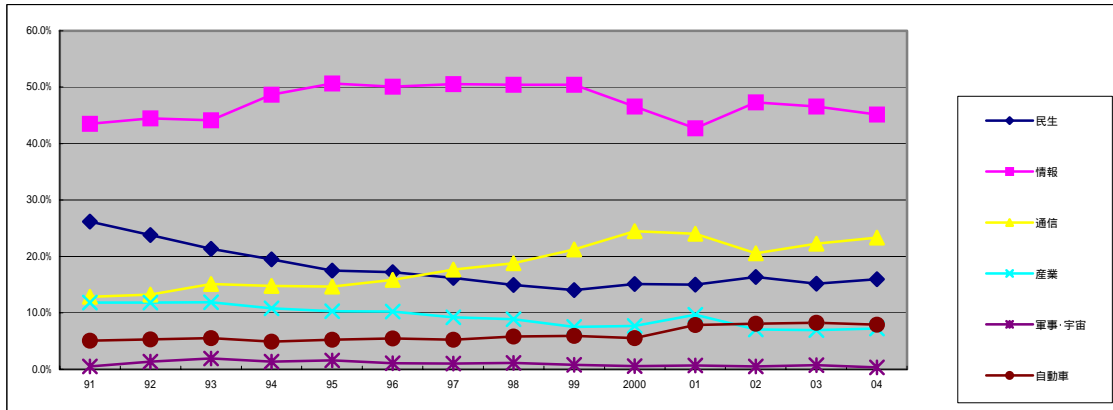
出所:筆者作成

入手可能な資料によりデータ期間が異なるので、それに対応した期間を対象に相関分析を実施した。

表4 新しい成長するパラダイムに関する日本企業、NECの対応状況

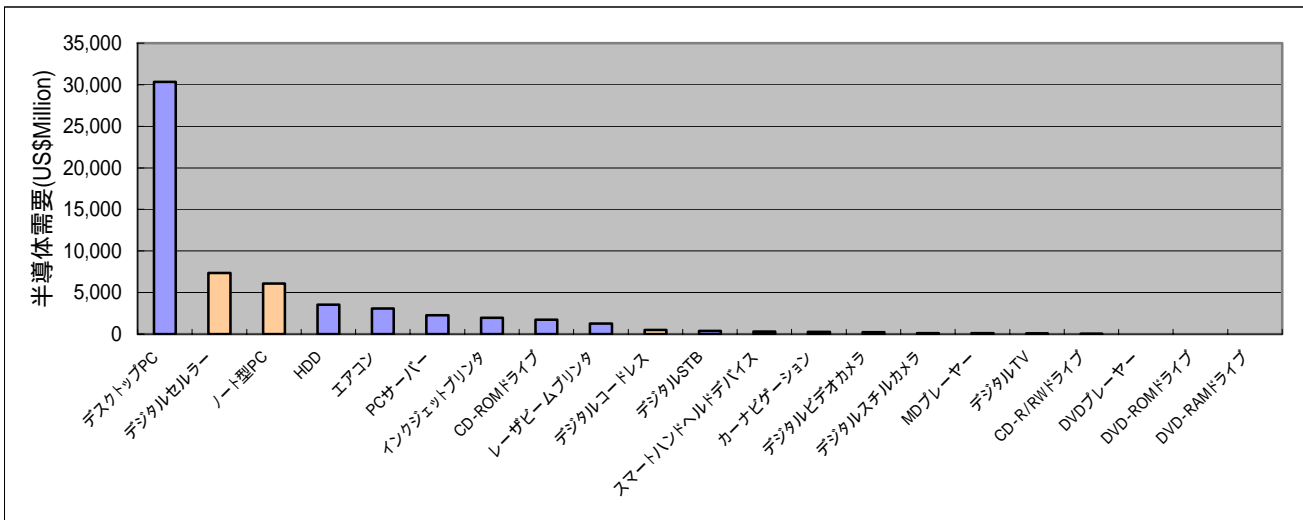
範疇・業態	新しい成長するパラダイム	日本の半導体企業の状況	NECの状況
アプリケーション	通信市場（特に携帯電話などの携帯型電子機器）	世界に通用する携帯電話用半導体などの通信用半導体の開発に取り組む日本企業が乏しい(米国 TI、QUALCOMMなどに遅れている)	基本的に同左のとおり NEC エレクトロニクスの売上高(半導体)に占める通信分野の比率は、13.4%(03年3月期)、16.7%(06年3月期)で限定的である
ビジネスモデル	Fabless 半導体企業	世界の Fabless 半導体企業売上高に占める日本のシェア(2004年 FSA)は2%で、非常に低い。海外では、米国75%、アジア20%、欧州3%である。	総合電機企業 NEC の傘下の子会社 NEC エレクトロニクスは IDM 半導体企業
半導体製品のタイプ	・高機能プロセッサ(マイクロ) ・ロジックにおける ASSP、FPGA	プロセッサの中で成長力のある MPU、DSP に弱く、低成長の MCU に強い。またロジックの中では、成長力のある ASSP、FPGA には弱く、衰退市場の Gate Array に強く、カスタム半導体(ASIC)が主体	NEC は、プロセッサ分野の MCU で世界3位、ロジック分野の ASIC で世界4位(2002年)
製品構成	専門店型企業	特定製品分野に特化した専門店型半導体企業は日本ではほとんどない	バランス経営による百貨店型製品構成 (2004年3月期) システム LSI(マイコン、専用 IC、民生用 IC) 77.1% ディスクリート 17.2% その他 5.7%
半導体市場のグローバル化	アジア市場	まだ国内市場中心の企業が多い	地域別売上構成(2005年3月期)は、日本57.6%、米国11.2%、欧州11.3%、アジア19.9%で、国内市場中心である
ハードウェア/ソフトウェア	ソフトウェア志向の半導体 ・Programmability ・Configurability	ソフトウェア志向の高機能な半導体製品の開発の取り組みが遅れている	技術シーズはあるが、ソリューションビジネス中心で、独自製品開発の動きは少ない
事業領域	システム事業領域	システム事業領域への進出は限られている。さらに近年は多品種少量のカスタム SoC に取り組んだが、採算低下、過当競争で見直しが必要になっている。	C言語による ESL 設計には取り組んでいるが、アプリケーション領域の選択と集中がないので、ASSP ではなく、カスタムビジネス(ASIC)に限定されている
技術競争のルール	製品企画力 外部のイノベーション源泉の活用	受託生産の製造中心思考から脱却できず、マーケティング主導の製品設計への転換が図られていない 産学連携、コンソーシアム、企業提携の効果的運営が不十分である	基本的に同左のとおり

図6 世界における用途別半導体市場の構成比の推移



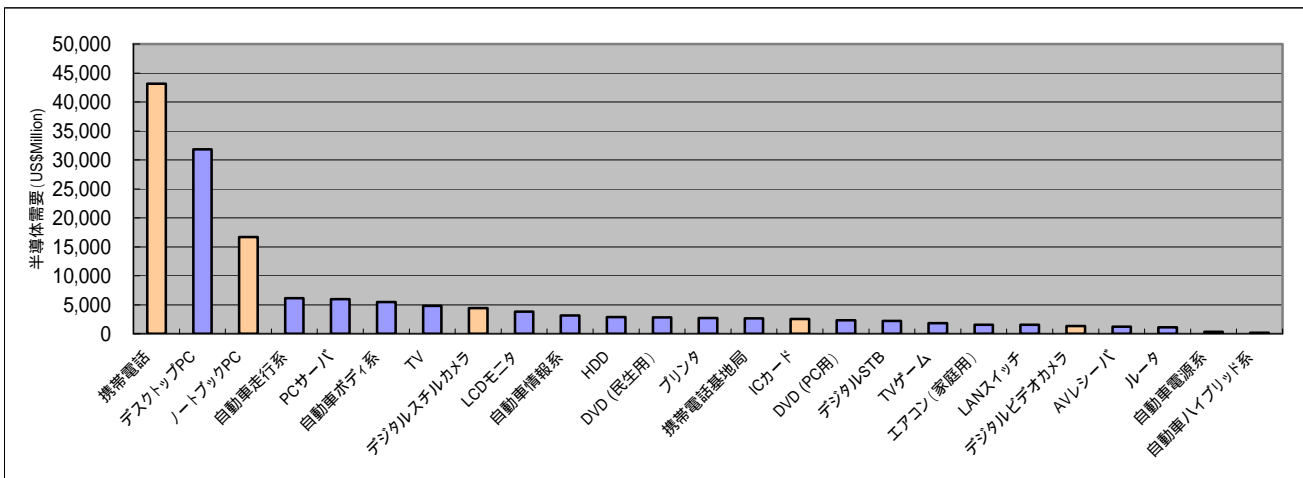
データソース:半導体データブック 1995～2005 発行 電子ジャーナル

図7 1996年における世界の主要電子機器の半導体需要ランキング



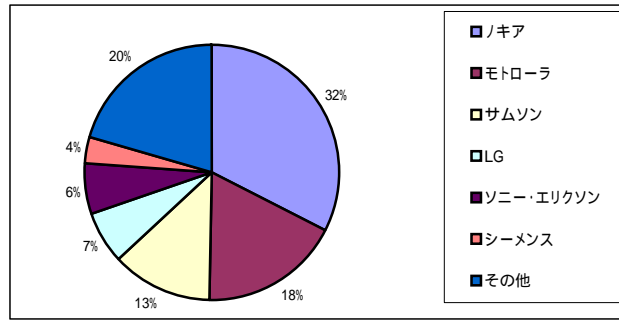
出所:世界の主要電子機器と半導体市場の中長期展望1998 1998年5月 社団法人 電子情報技術産業協会のデータをもとに作成

図8 2004年における世界の主要電子機器の半導体需要ランキング



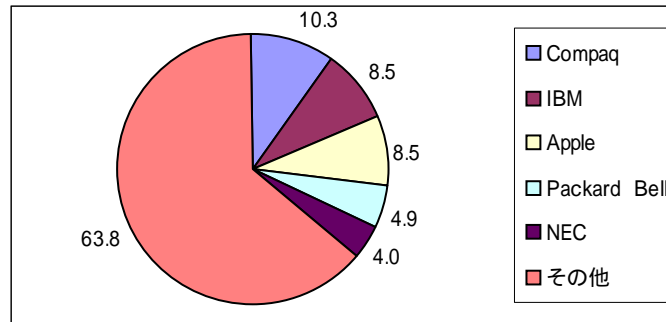
出所:世界の主要電子機器からみた半導体市場の中長期展望2005 2005年6月 社団法人 電子情報技術産業協会 のデータをもとに作成

図9 2005年における世界の携帯電話端末市場(8.2億台)のメーカー別市場シェア



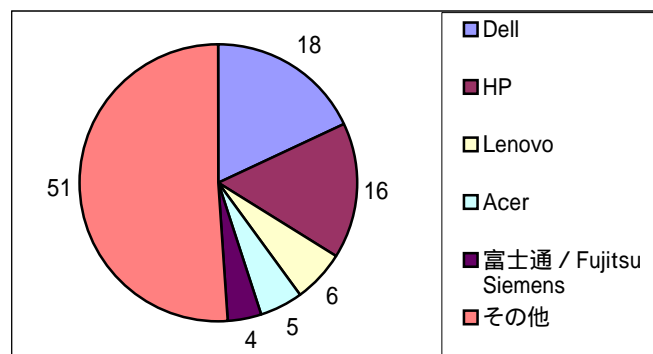
データソース: ガートナー公開資料 <http://www.gartner.co.jp/>

図10 1994年における世界のパソコン出荷台数(4652万台)のメーカー別市場シェア(%)



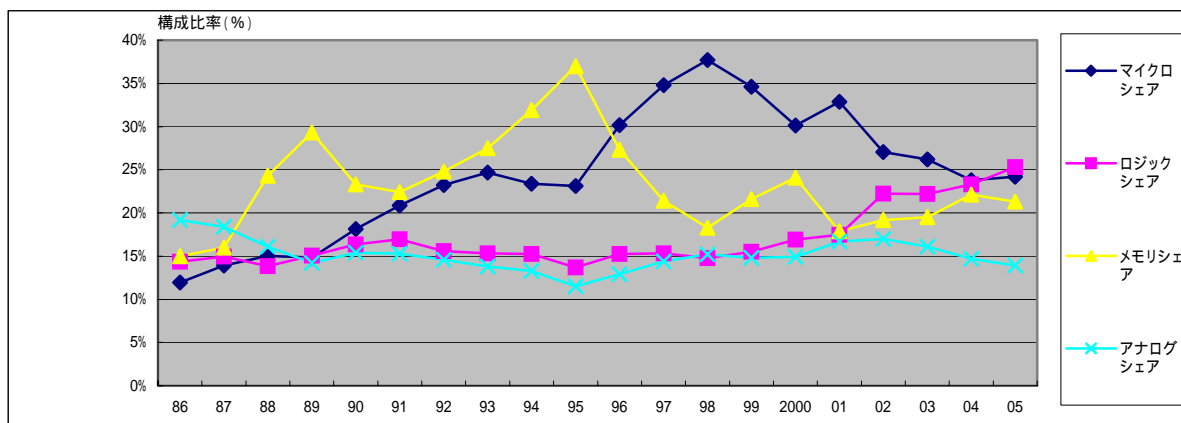
出所: コンピュータノート 1995年版 日本電子計算機株式会社編著 p.149

図11 2005年における世界のパソコン出荷台数(2.1億台)のメーカー別市場シェア(%)



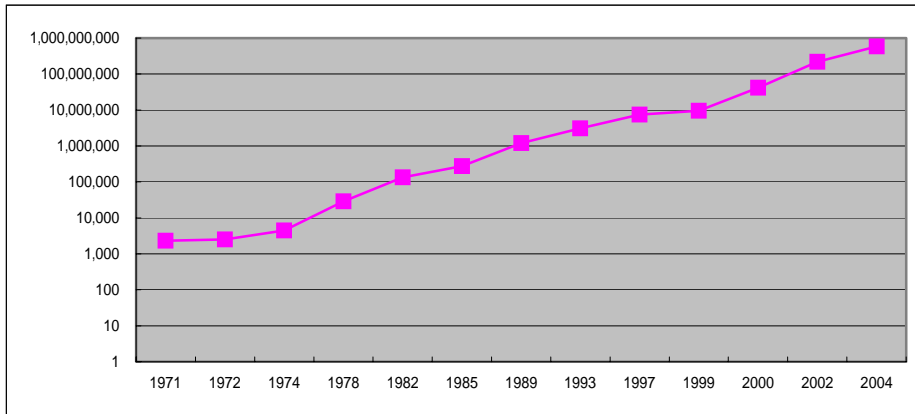
データソース: IDC公開資料 <http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/USNEWS/20060120/227626/>

図12 主要半導体製品の構成比率の推移



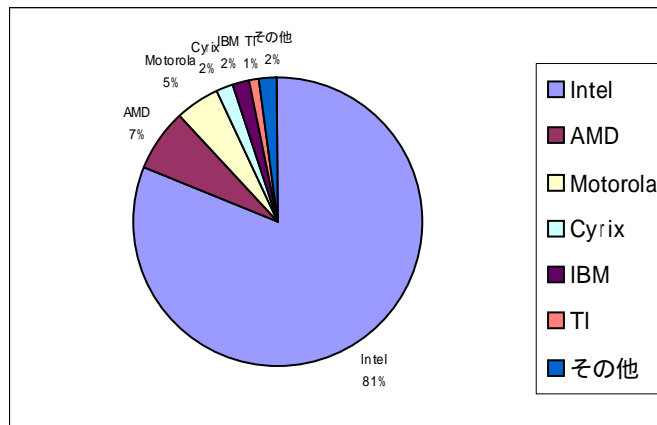
出所: ICガイドブック 2006年版 社団法人 電子情報技術産業協会 のデータから作成

図 13 マイクロプロセッサの半導体集積度の指数的增长



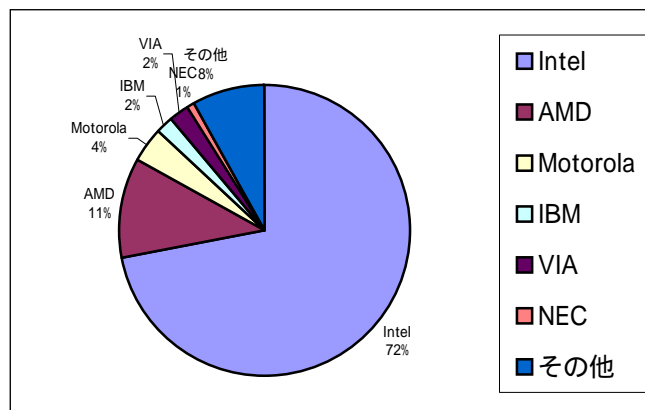
出所: Intel の Web Site データから作成

図 14 1994 年 MPU 市場\*における企業別シェア (総額 104 億 100 万ドル)



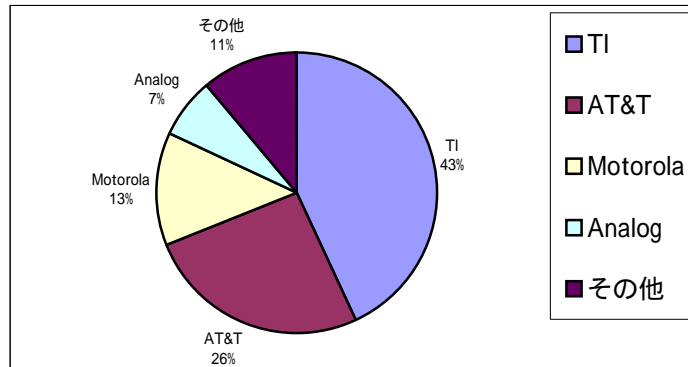
出所: 半導体データブック 1995 (注\* 32/64 ビット MPU)

図 15 2001 年 MPU 市場における企業別シェア (総額 233 億 5400 万ドル)



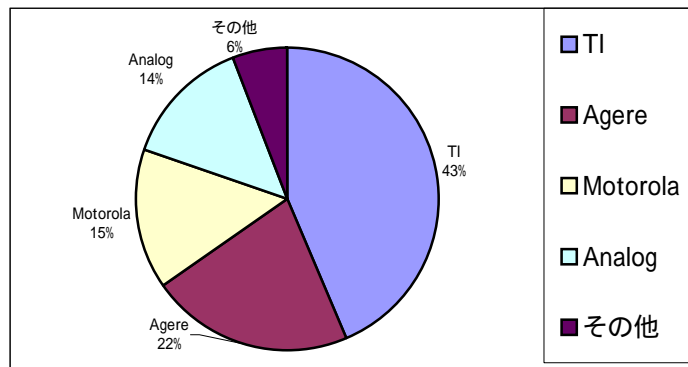
出所: 半導体データブック 2002

図 16 1994 年 DSP 市場における企業別シェア (総額 10 億ドル)



出所: 半導体データブック 1995

図 17 2001 年 DSP 市場における企業別シェア (総額 42.6 億ドル)



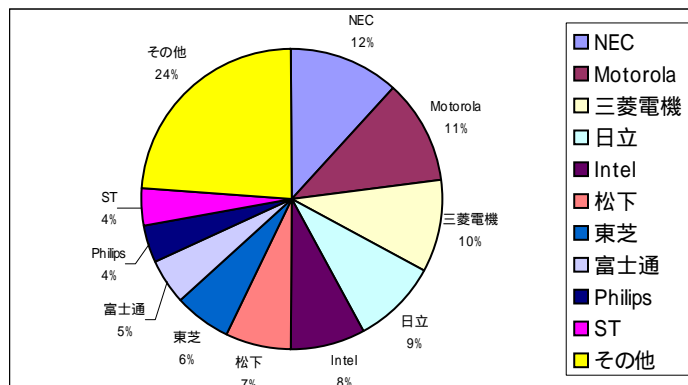
出所: 半導体データブック 2002

表 5 プロセッサにおける製品別世界市場規模の成長 (1994/2001 年)

	1994 年市場規模( \$ B)	2001 年市場規模( \$ B)	1994 2001 年成長倍率
MPU	10.41	23.35	2.25
DSP	1	4.26	4.26
MCU	7.3	9.66	1.32

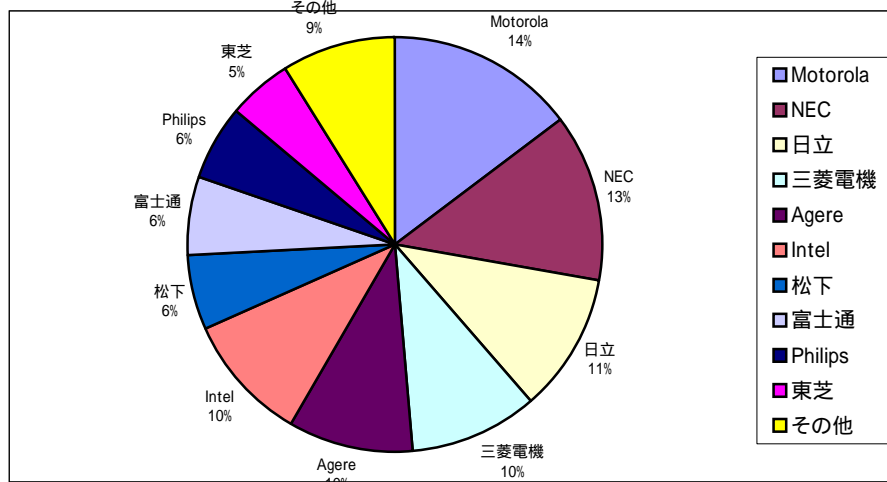
出所: 半導体データブック 1995, 2002

図 18 1994 年 MCU 市場における企業別シェア (総額 73 億ドル)



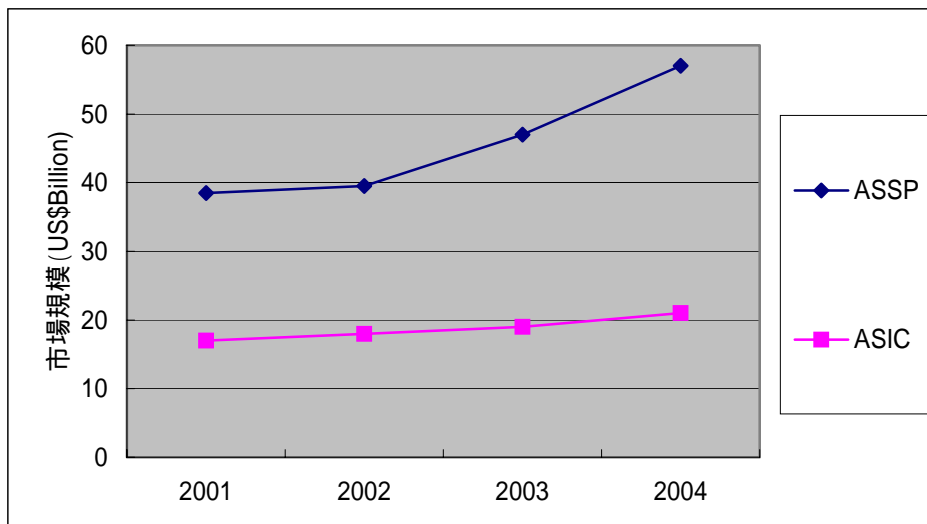
出所: 半導体データブック 1995

図 19 2001 年 MCU 市場における企業別シェア (総額 96.6 億ドル)



出所: 半導体データブック 2002

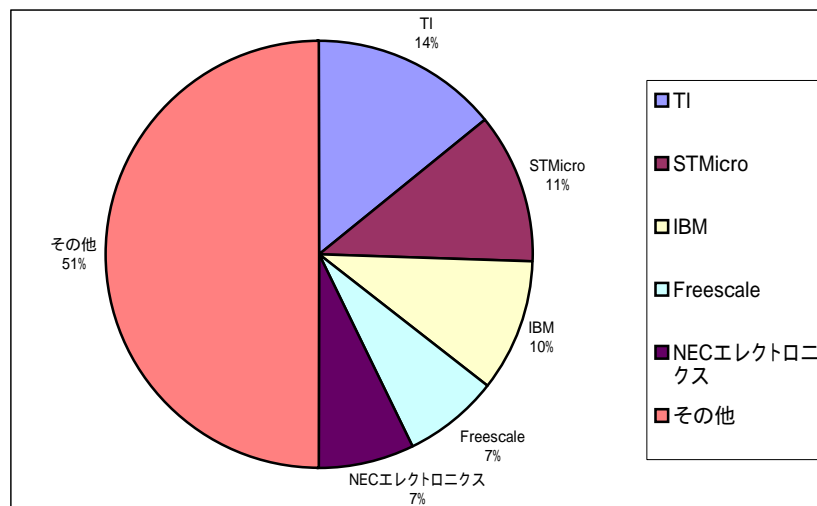
図 20 世界における ASSP と ASIC の市場規模の推移



出所: 豊崎禎久 アイサプライ・ジャパン 「FPGAの将来とストラクチャードASICビジネスのリスク」、Electronic Design and Solution Fair 2005 のデータをもとに作成。

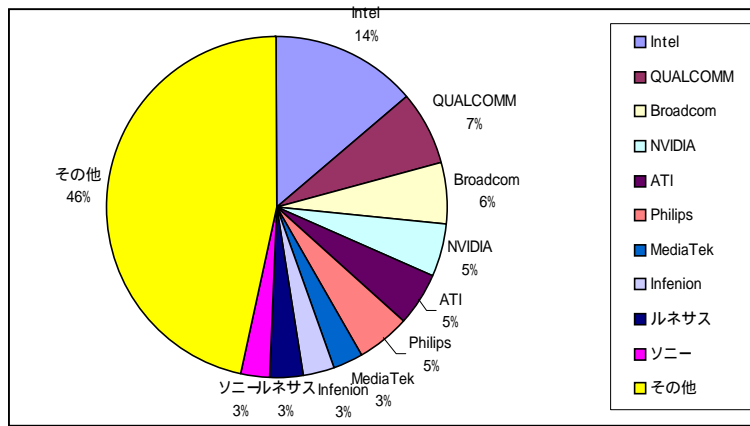
<http://www.edsfair.com/2005/speech/index.html>

図 21 2004 年世界の ASIC 市場における企業別シェア (総額 211 億 6600 万ドル)



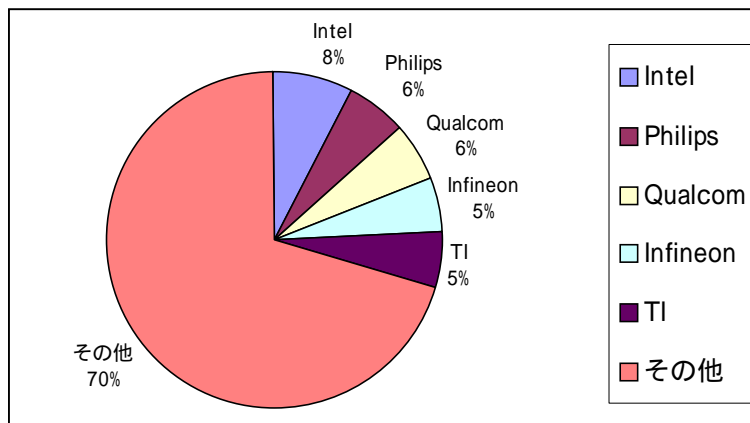
出所: アイサプライ・ジャパン EETimes Japan 2006 年 1 月号 マーケットデータブック 2006 年版

図 22 2003 年世界の ASSP 市場における企業別シェア



出所: 豊崎禎久 アイサプライ・ジャパン 「FPGAの将来とストラクチャードASICビジネスのリスク」 Electronic Design and Solution Fair 2005 のデータをもとに作成 (<http://www.edsfair.com/2005/speech/index.html>)

図 23 2004 年世界の ASSP 市場における企業別シェア (総額 571 億 5900 万ドル)



出所: アイサプライ・ジャパン EETimes Japan 2006 年 1 月号 マーケットデータブック 2006 年版。ロジック製品の ASIC は、実際には数種類のタイプに分かれるが、二つに大別すると、半導体企業が事前に開発した標準品と、ユーザの仕様にあわせて半導体工場のカスタマイズするカスタム品に分かれる。

図 24 ロジック半導体の分類

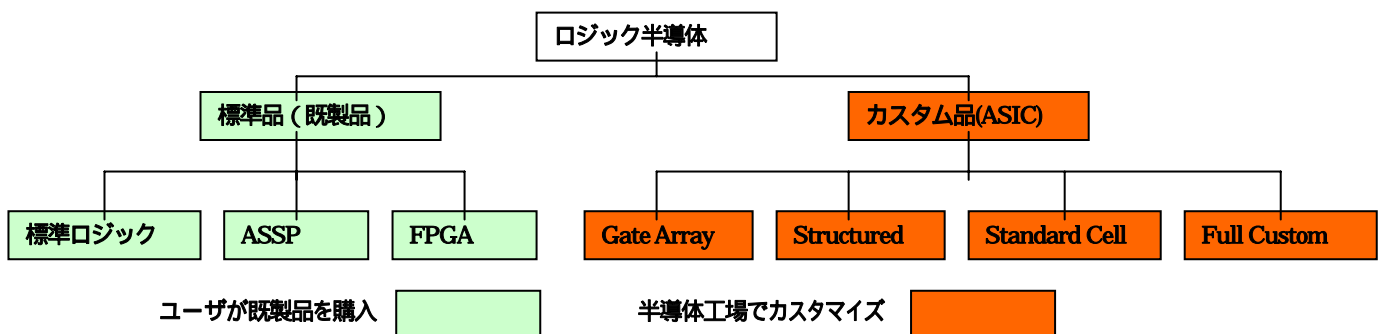
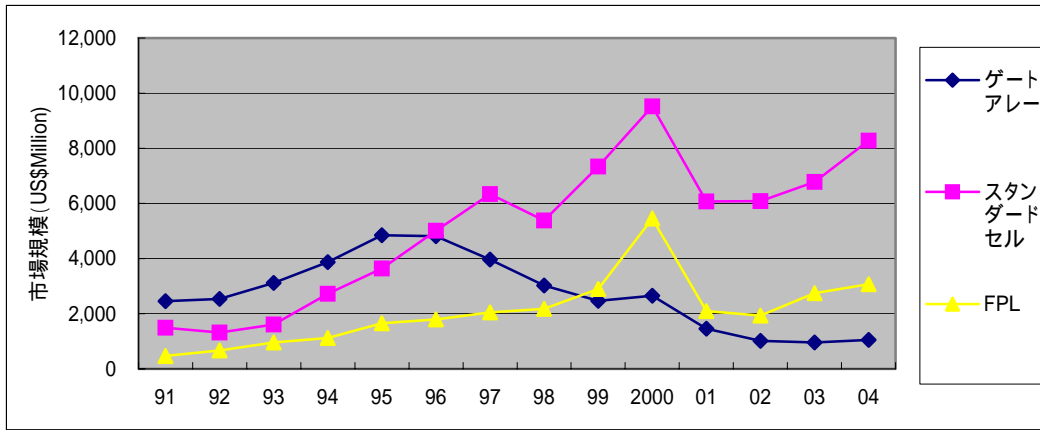


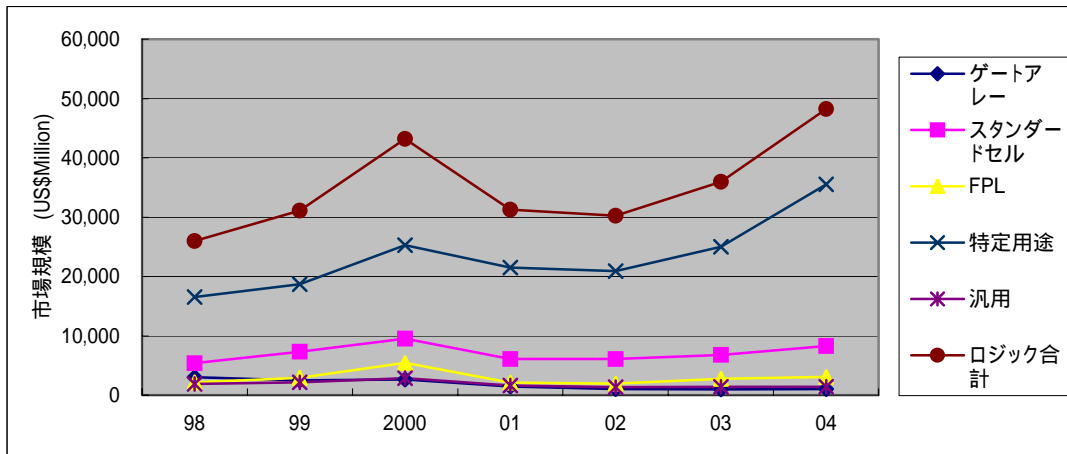


図 25 世界市場における ASIC 半導体の主な製品別売上高の推移



出所: 半導体データブック 1995年~2005年 株式会社電子ジャーナル のデータをもとに作成

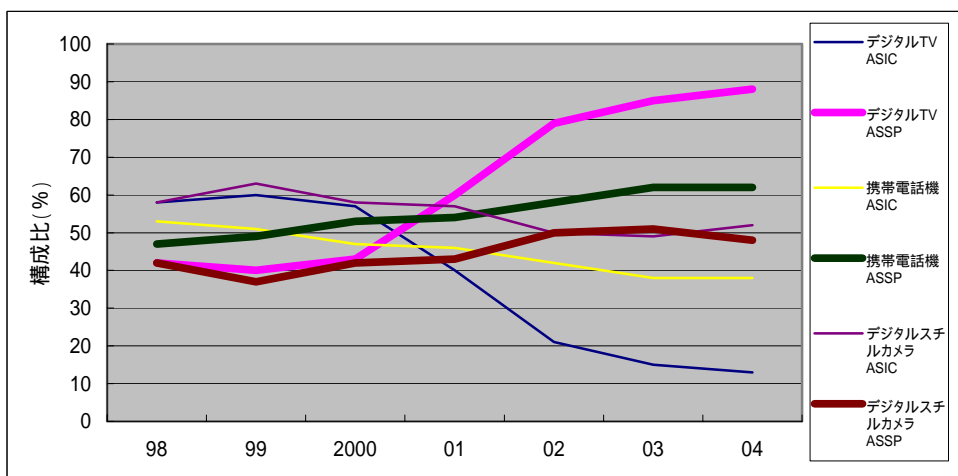
図 26 世界市場におけるロジック半導体の製品別売上高推移



出所: 半導体データブック 1995年~2005年 株式会社電子ジャーナル。

注: 特定用途については、WSTS(World Semiconductor Trade Statistics)が2002年にMPR(Microperipherals)をMOSマイクロからMOSロジック(特定用途)に変更した影響で、1998年まで遡及して特定用途の数字が変更されている。FPL(Field Programmable Logic)は、FPGA(Field Programmable Gate Array)とPLD(Programmable Logic Device)の総称

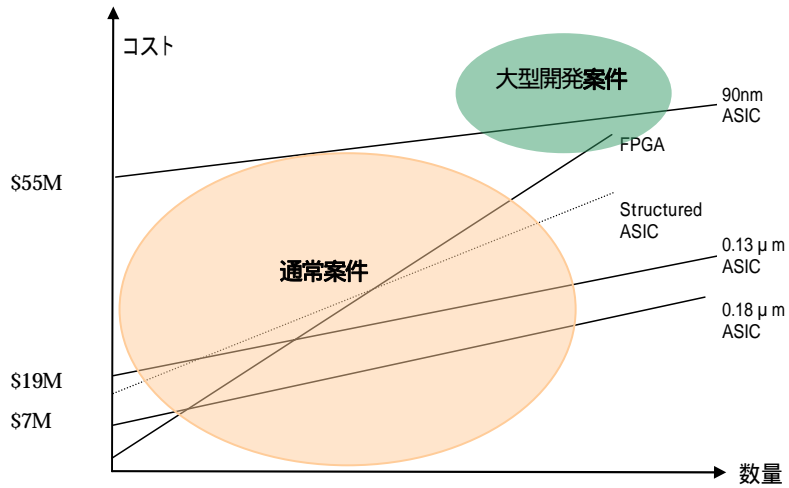
図 27 電子機器別に見た ASIC/ASSP の構成比の推移



出所: 豊崎禎久 アイサプライ・ジャパン 「FPGAの将来とストラクチャードASICビジネスのリスク」 Electronic Design and Solution Fair 2005 のデータをもとに作成

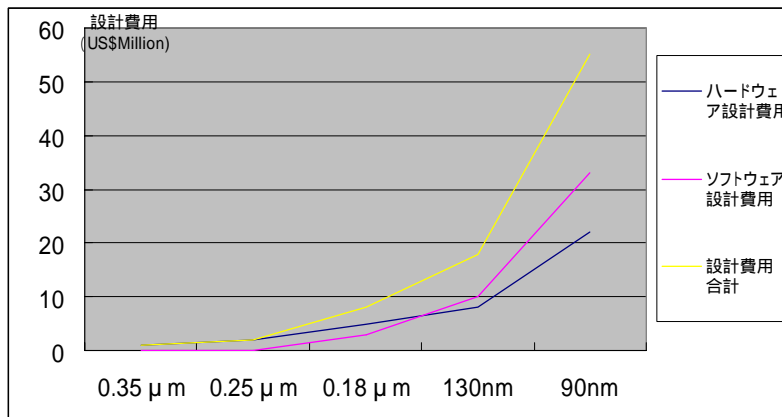
<http://www.edsfair.com/2005/speech/index.html>

図 28 増大する NRE コストにともなうロジック半導体 ASIC の市場領域の変化



注 NRE コストは大まかな傾向を示す目的で表示したもので、個別案件ごとに異なり、厳密なものではない

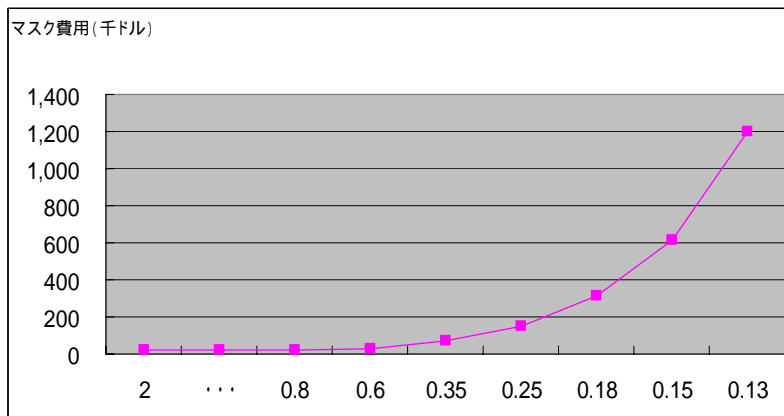
図 29 増加する半導体開発費用と其中でハードウェアとソフトウェアの占める割合の推移



出所: ガーベ・モレッティ (Gabe Moretti) EDA の行方 EDN Japan 2004 年 8 月号に掲載された IBS の推定データより作成

<http://www.ednjapan.com/content/issue/2004/08/cover/cover.html>

図 30 半導体微細加工技術の進展にともない急激に増加するマスク費用

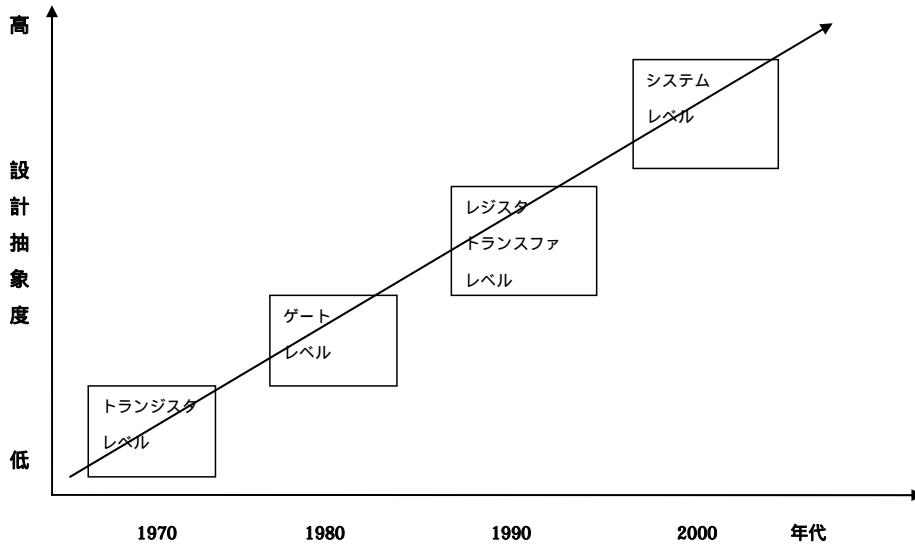


金額単位: 千ドル

設計基準 (μ)	2	...	0.8	0.6	0.35	0.25	0.18	0.15	0.13
マスクコスト	18	18	18	30	72	150	312	616	1200
マスク単価	1.5	...	1.5	2.5	4.5	7.5	12	22	40
マスク数	12	...	12	12	16	20	26	28	30

出所: Zvi Or-Bach (eASIC) "Programmable Circuit Fabrics" September 18, 2001, [www.ics.uci.edu/~rgupta/cande/zvi.ppt](http://www.ics.uci.edu/~rgupta/cande/zvi.ppt)

図 31 半導体設計の抽象度上昇



出所:黒坂均 竹村和祥 橘昌良 システムレベル設計フローと設計言語 情報処理 2004年5月 page.456

図 32 ハードウェアとソフトウェアの Trade-off

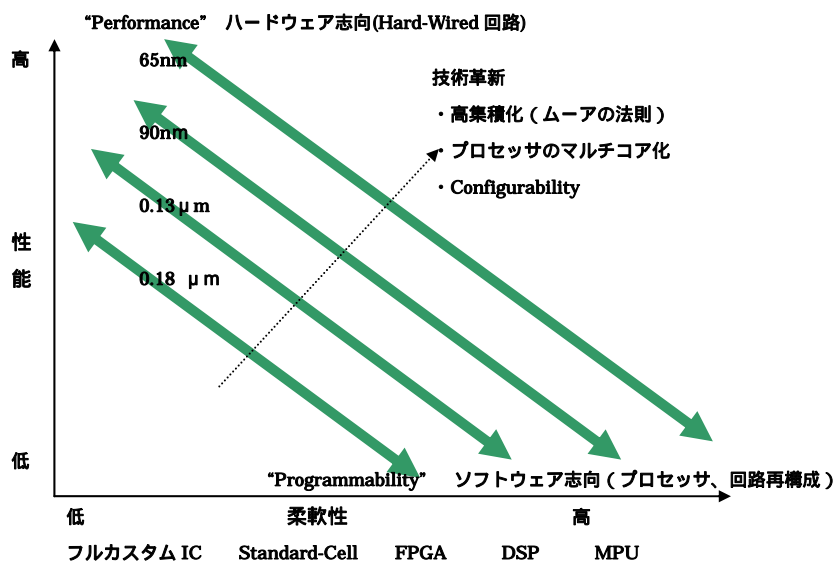
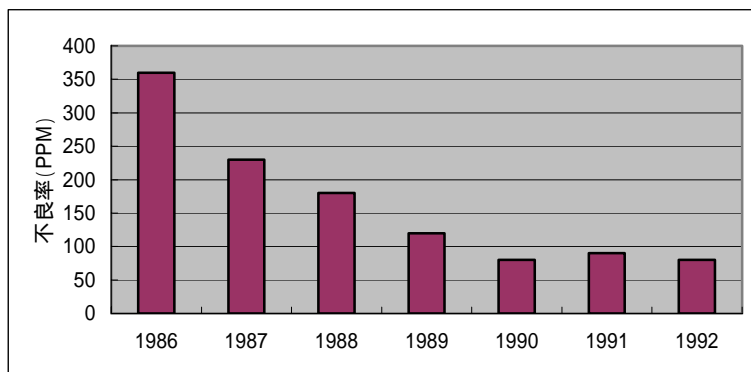
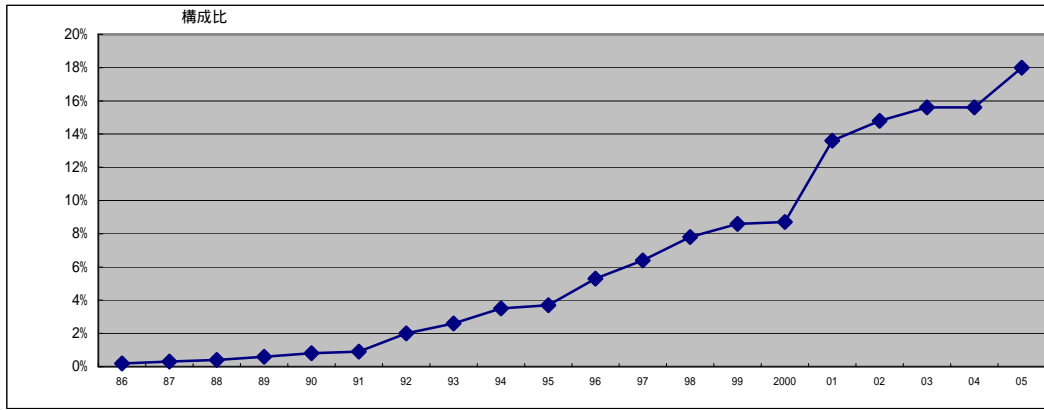


図 33 米国半導体の不良率の推移



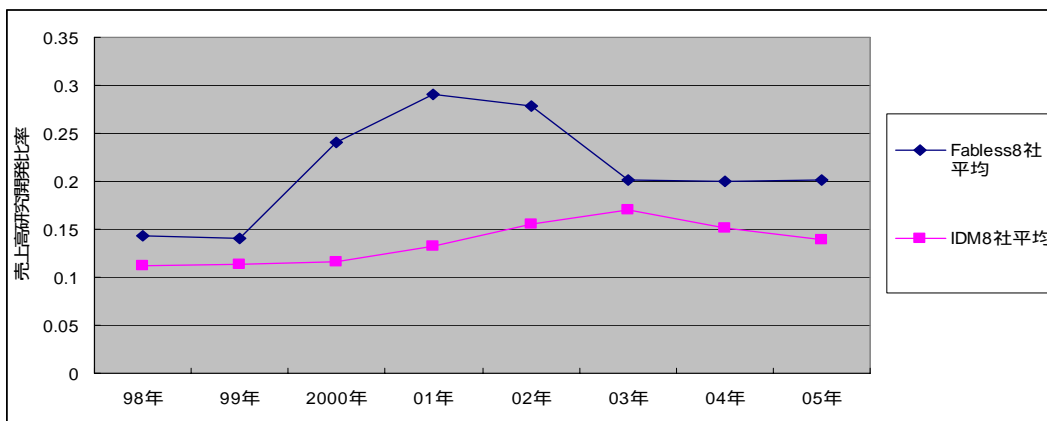
出所:SIA Quarterly Quality Survey (1992), cited in Finan, W. (1993) "Matching Japan in Quality: How the Leading U.S. Semiconductor Firms Caught up with the Best in Japan", M.I.T.-Japan Working Paper, p.28

図 34 世界の半導体産業に占めるファブレス半導体企業売上高のシェアの推移



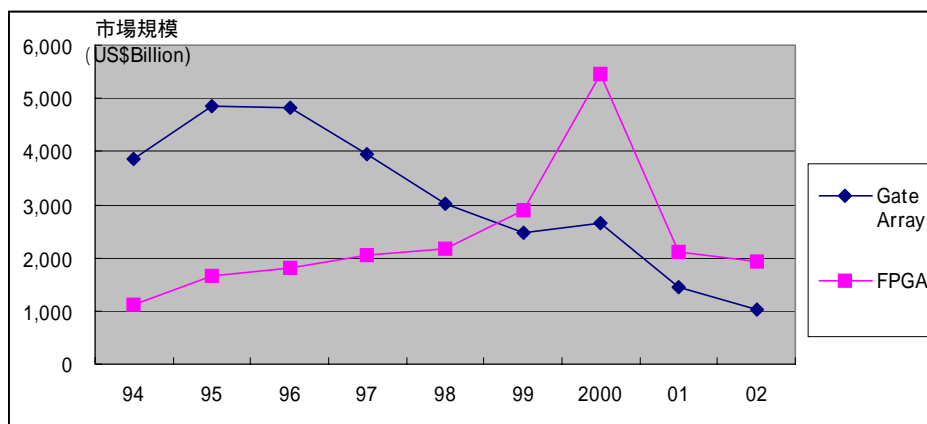
出所: 1994 - 2005 年は FSA, 1987-1993 年は D.A. Hodges, R.C. Leachman "The New Geography of Innovation in the Semiconductor Industry" のデータを用いて作成

図 35 半導体産業におけるファブレス企業と IDM 企業の売上高研究開発費比率の推移



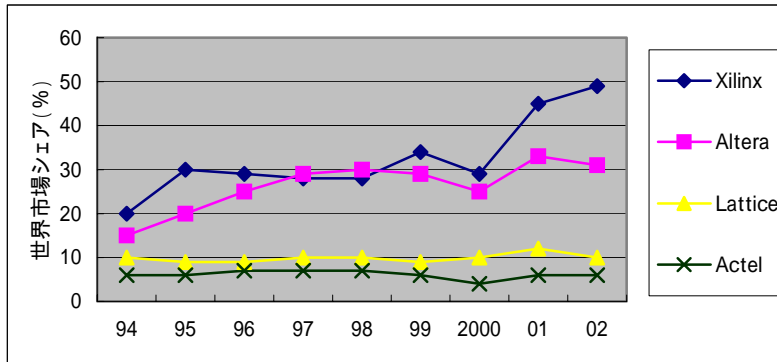
出所: Compustat の企業財務データをもとに作成。Fabless は、上位 10 社の中で 8 年間決算データが存在する以下の 8 社を選択した。Qualcomm, Broadcom, ATI, NVIDIA, SanDisk, Xilinx, Altera, Conexant, IDM は、大手企業の中で 8 年間半導体事業の決算が公開されている以下の 8 社を選択した。Intel, TI, STMicro, Infineon, AMD, Micron, Hynix, ローム

図 36 FPGA と Gate Array の世界市場規模の推移



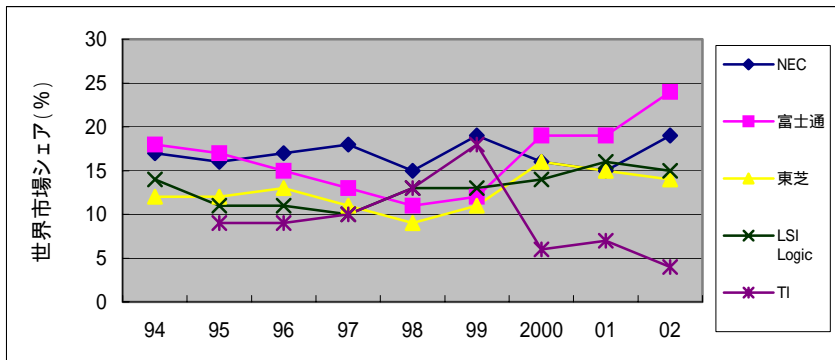
出所: 半導体データブック 1995~2003 株式会社電子ジャーナル のデータから作成。FPGA メーカーは、米国の Xilinx, Altera などの米国の Fabless 半導体企業が中心である。1980 年代から programmability のある独自のアーキテクチャーにもとづく製品開発を行い、市場を開拓してきたもので、半導体の高集積化とともに、最初は小さな対象市場であったものが拡大してきた。

図37 世界のFPGA市場における主要企業のシェアの推移



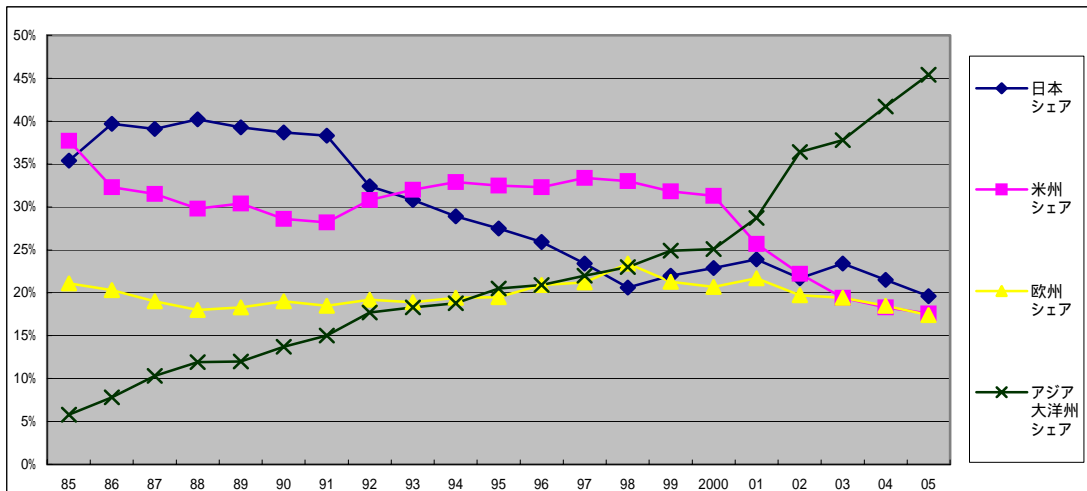
出所:半導体データブック 1995~2003 株式会社電子ジャーナル のデータから作成

図38 世界のGate Array市場における主要企業のシェアの推移



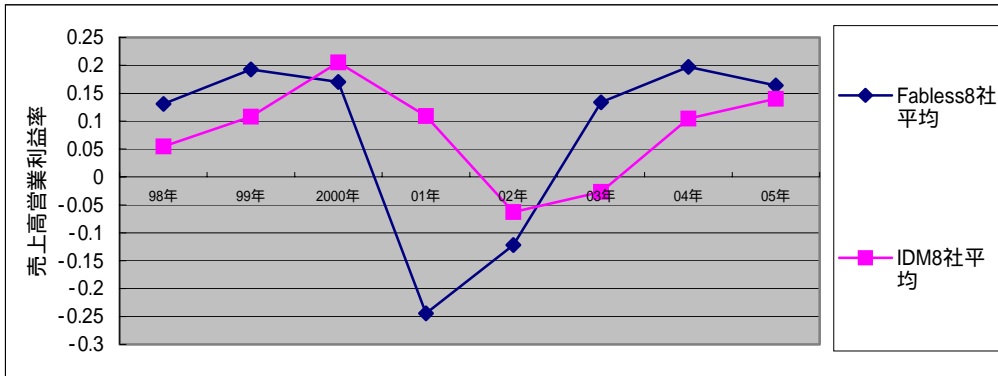
出所:半導体データブック 1995~2003 株式会社電子ジャーナル のデータから作成

図39 世界の半導体消費市場の地域シェアの推移



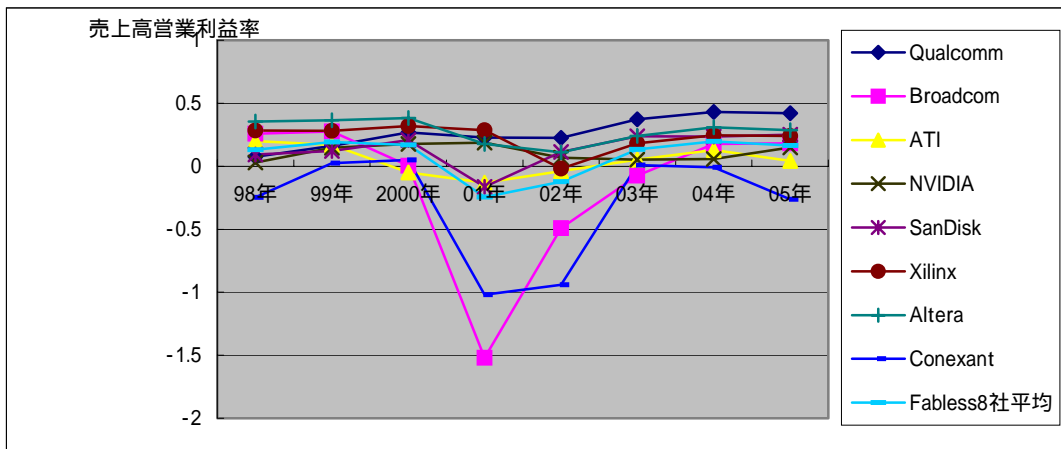
出所:ICガイドブック 2006年版 社団法人 電子情報技術産業協会

図 40 Fabless 半導体企業8社と IDM 半導体企業8社の売上高営業利益率の平均値の推移



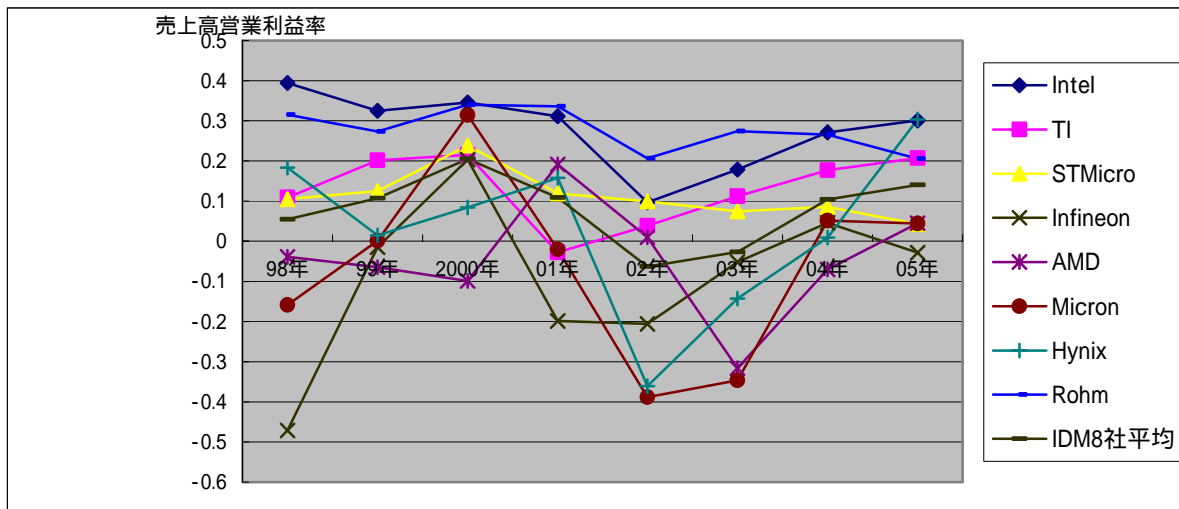
出所: 図 35 と同じ

図 41 主な Fabless 半導体企業の売上高営業利益率の推移



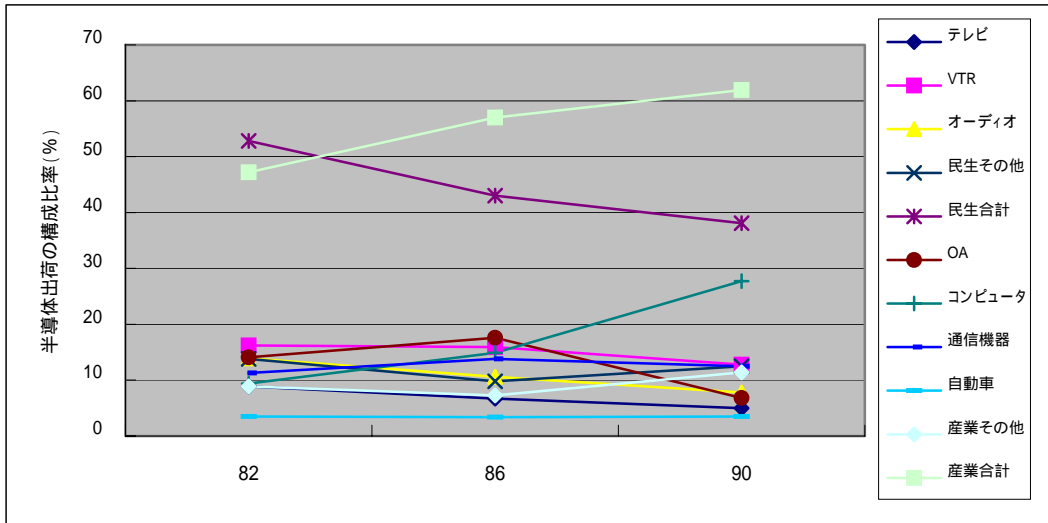
出所: 図 35 と同じ

図 42 主な IDM 半導体企業の売上高営業利益率の推移



出所: 図 35 と同じ

図 43 日本における用途別半導体出荷構成比率の推移



データソース:「半導体産業の現状と将来展望」日本電子機械工業会 1988年4月、ICガイドブック (第7版)日本電子機械工業会 1997年3月

表 6 世界のコンピュータ出荷状況 (機種別)

	大型コンピュータ	中型コンピュータ	小型コンピュータ	PC/WS	比率	合計
1985年台数	3,670	53,700	522,800	10,655,317	95%	11,235,487
1985年金額	19,680	17,920	14,680	23,694	31%	75,974
1990年台数	3,520	54,760	602,420	23,442,480	97%	24,103,180
1990年金額	30,440	24,790	23,040	67,460	46%	145,730

出所: コンピュータノート 1991年版 日本電子計算機株式会社編著。大型コンピュータ 100万ドル以上 中型コンピュータ 10~100万ドル、小型コンピュータ 1~10万ドル。PC(Personal Computer)/WS(Work Station)はマイクロプロセッサをベースとしたシングルユーザ・コンピュータ

図 44 スマイルカーブの現象

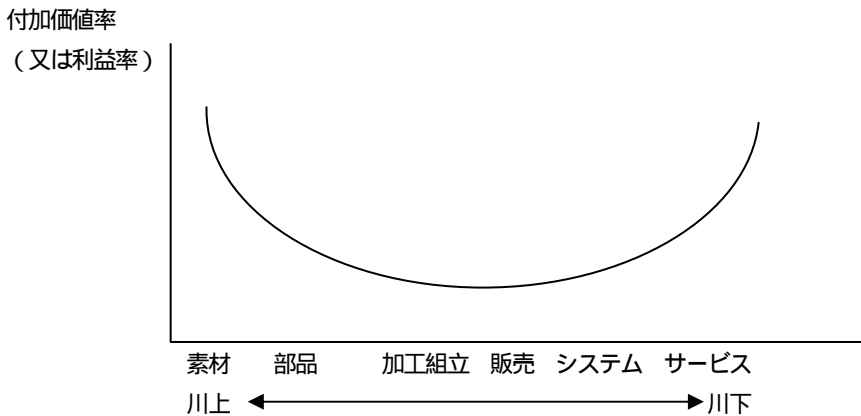


表7 世界の半導体売上高上位10社における半導体専業会社の推移

1886年 売上高		1990年 売上高		1996年 売上高		1999年 売上高		2005年 売上高	
NEC	2,638	NEC	4,952	Intel	16,938	Intel	25,810	Intel	35,849
日立	2,305	東芝	4,903	NEC	10,582	NEC	9,216	Samsung	17,096
東芝	2,261	日立	3,927	Motorola	8,437	東芝	7,594	TI	11,105
Motorola	2,925	Motorola	3,692	日立	8,052	Samsung	7,095	東芝	9,363
TI	1,820	Intel	3,135	東芝	7,981	TI	7,095	STMicro	8,871
Philips	1,356	富士通	3,019	TI	7,090	Motorola	6,425	Infineon	8,381
富士通	1,310	TI	2,574	Samsung	6,196	日立	5,521	ルネサス	8,372
松下	1,233	三菱電機	2,476	富士通	4,507	ST	5,080	Philips*	5,714
三菱電機	1,177	松下	1,945	三菱電機	4,200	Philips	5,065	AMD	5,711
Intel	991	Philips	1,932	ST	4,200	Infineon	5,010	NEC Ele.	5,710



半導体専業独立会社

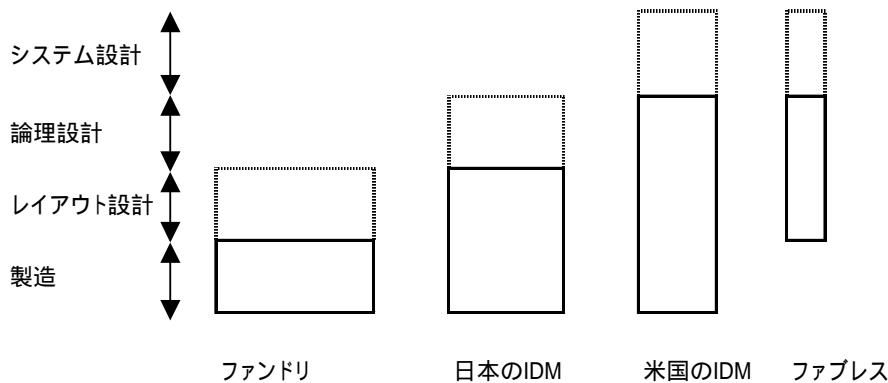


半導体事業分離子会社

表8 世界における半導体事業の独立会社化の動向

エレクトロニクス企業	半導体企業(分離後)	分離した年および参考事項
Texas Instrument	Texas Instrument	1997年 防衛部門売却
	Texas Instrument	1998年 メモリ部門を Micron に売却
Motorola	ON Semiconductor	1999年 アナログ、個別半導体
NEC、日立	エルピーダメモリ	1999年
Siemens	Infineon	1999年
Rockwell International	Conexant	1999年
AT&T	Agere	2000年
NEC	NEC エレクトロニクス	2002年 子会社化、株式上場
日立および三菱電機	ルネサス	2003年 合併子会社化
Motorola	Freescale	2004年
Agilent (前身は HP)	Avago Technologies	2005年
Philips	検討中	2005年 12月分離計画を発表*

図45 半導体の事業領域と隠れた能力の違い

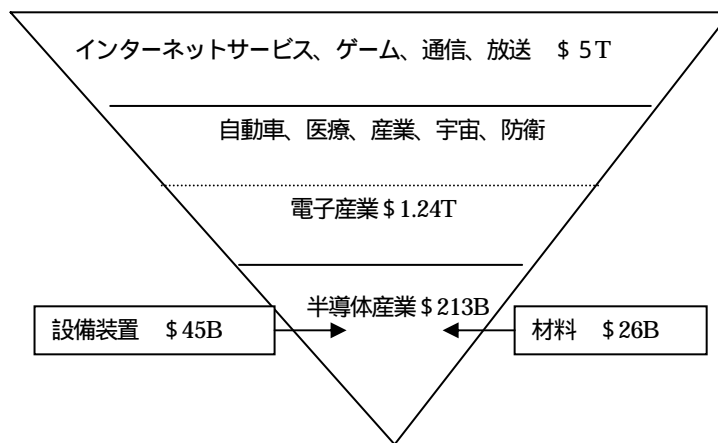


注: 実線は事業領域、点線は隠れた能力である

出所: 筆者作成



図 46 世界における半導体産業と関連する諸産業の規模 (2004 年)



出所: MEDEA+, EECA(European Electronic Component Manufacturers Association)/、ESIA (European Semiconductor Industry Association)、"The European Semiconductor Industry: 2005 Competitiveness Report" p.28 による。 <http://www.eeca.org/esia.htm>