

## <論 説>

# 日本の半導体産業

新井光吉

### はじめに

思えば、「日本が半導体をソ連に売って米国に売らないと言えば、それだけで軍事バランスが崩壊する」と、ある日本の政治家が胸を張って見せたのは1989年のことだった。彼はそれを根拠に「NO」と言える日本の姿を思い描いて恍惚となっていたようである。さすれば、今日の日本半導体産業の深刻な状況を目撃した時、さぞかし「昨日きょうとは思わざりしを」と慨嘆したに違いないと思われるのである。

日本の半導体産業が米国を追い越し、IC王国としての地位を確立したのは86年であった。その後、日本は87年に世界半導体市場で50%を超えるシェアを獲得し、89年には米国に20%弱もの差を付けてIC王国としての地位を不動のものにしたかに見えた。それ故、彼の政治家ならずとも「藍より出でて藍より青し」と自画自讃してみたくなるのもむべなるかなと思われる。トランジスタでもICメモリでも本家の米国を凌ぐ下剋上は日本のお家芸だとさえいわれてきた。だが、この常識はマイコンがICの中心となるに従って通用しなくなった。つまり競争のルールが変わったのである。89年をピークに日本の半導体産業は後退し、米国の半導体産業が復活を遂げるに至った。92年以降、インテルが世界の半導体トップの地位をガッチリと握ったばかりではない。日本企業のジリ貧を尻目に米韓メーカーは目覚ましい躍進を続けている。また、93年にはついに世界半導体市場で日米のシェアが並び、米国が再びIC王国に返り咲くのは時間の問題となっている。しかも日本企業が依然として成熟した量産市

場へ依存しているのに対して、米企業は高成長分野を支配しているので、米国の優位はこれらの数字が示す以上に大きいのである。

そこで、本稿は戦後における日本の半導体産業の発達史を検討しながら、日本の半導体産業がなぜ世界一になり、またどうしてその地位からすべり落ちることになったのかを考えて見たい。さらにその上で、日本の半導体産業が現在直面している危機の本質を剔出し、それが今まで何度か遭遇したような一過性の危機とは異なり、産業そのものの衰亡にも繋がりがかねない危険性を孕んでいることを明らかにしたい。

## I 戦後復興期

### [1] ラジオブーム

日本の電子工業の復興はラジオ受信機の生産再開から始った。というのも国民が最も手軽で身近な情報源、娯楽源としてラジオを求めており、GHQも早急な生産再開を指示していたからである。ラジオ受信機の実産は1946年の67万台から48年には80万台を超え、戦前の最高水準（40年85万台）近くにまで回復した。だが、真空管の生産が追い付かず、各社は真空管の量産体制を確立するために本腰を入れた。GHQのCCS（民間通信局）は資材配給を部品メーカーに直接行なうように指示し、セットメーカーと対等な地位まで引き上げるべく部品メーカーの育成に力を注いだ。これが一因となって、電子工業の産業構造はセットメーカーを頂点とした系列形態をとらず、セット、部品のそれぞれ独立した企業が対等の形で発展することになった。<sup>(1)</sup>

また、ラジオ受信機がCCCの指示により4球再生式から混信も少なく感度もよいスーパー方式へ切り替えられたことも日本の電子工業の発展に大きく寄与したといわれる。真空管がST管からGT管、更にはMT管へと進歩するに伴って、性能が向上し、小型化、簡便化も進展した。だが、こうしてようやく復興したラジオ受信機生産もドッジ・ラインの影響によって50年には不況のどん底に叩き落とされた。ラジオの受信機、真空管メーカーの中には転廃業するものが跡を絶たず、200社に達した受信機メーカーは短期間のうちに10分の

1に激減した。むろん、この厳しい試練を潜り抜けた受信機、真空管、部品メーカーは強い耐久力を身につけた。因みに、ラジオ受信機の生産集中度は52年の上位1社32%、上位3社57%から55年のそれぞれ32%、50%へとやや低下している<sup>(2)</sup>。

しかし朝鮮戦争の勃発と51年以降の民放時代の開幕によって、ラジオ受信機の普及率は急速に上昇し、52年4月末には64%（受信契約者数1,000万世帯）に達した。ラジオ受信機はスーパー化によって高級化と量産化が急ピッチで進むと同時に、ポータブル化が実現し、真空管式携帯ラジオの時代が到来する。ラジオメーカー各社の量産体制も整って、受信機の生産台数は52年93万台、53年109万台、55年179万台と順調に増大した<sup>(3)</sup>。また50年代の半ば近くになって、日本製真空管ポータブルラジオが米国でも評価されるようになり、輸出額が53年の19万ドルから55年には92万ドルへと増加した。それに伴って部品輸出も増加し始めた。むろん、この日本製ラジオに対する高い評価はトランジスタラジオの登場によって確固たるものとなるのだが、50年代末までは真空管式が依然として輸出の主流であった<sup>(4)</sup>。

47年の民間貿易の再開に伴って、55年以降にラジオ受信機の輸出が東南アジア、中近東、中南米、南アフリカ向けを中心に急増した。これは日本企業がようやく真空管式ポータブルラジオの量産体制を確立し、54年不況に伴う輸出ドライブが働いた結果であった。しかもトランジスタ時代を迎えると、日本製ラジオの国際競争力が急速に高まり、その9割が主として米国やカナダへ輸出された。ラジオ受信機の輸出はその後も堅調な伸びを示し、56年の17億円から58年の122億円へと一気に輸出商品の花形に成長したのである。

## [2] テレビ生産の本格化

53年にはテレビの本放送が開始され、ラジオとテレビの併用時代を迎えた。テレビ受像機は52年9月頃から国産化が始り、53年1月に国産第1号のテレビが早川電機から発売され、55年末には月産2万台の量産ベースに乗った。また、テレビの普及率は57年9月の8%から60年8月には55%と半数を超え、

早くも62年8月には85%にまで達したのである。その結果、テレビ受像機の生産台数は53年度2.1万台から55年度18万台、57年度69万台と着実に増加している。その結果、55年度までは圧倒的な入超（輸出額30万円、輸入額2,033万円）だったテレビの貿易収支は、56年度には輸入減（1,346万円）と輸出増（2,250万円）によって出超に転じ、58年度においても輸出額3億415万円、輸入額1,539万円と黒字基調が完全に定着したのである<sup>(5)</sup>。

テレビの輸出先は57年にはタイが85%を占めて最大で、これに次ぐ米国が9%であった。一方、輸入先は米国が98%と圧倒的だった。むろん、57年には対米テレビ貿易収支は赤字であった（輸入額は輸出の1.2倍）。58年には輸出先ではタイが51%でやはり最大で、スウェーデンが31%でこれに次ぐが、輸入先では米国が97%と依然圧倒的である。生産の増加に伴って、テレビ受像機の価格は14型では53年2月の17.5～18万円から60年5月の5.7～6.2万円へ、17型では22万円から9.9万円へ、また21型では55年12月の19.2～19.8万円から60年5月の15万円へと大幅に低下している<sup>(6)</sup>。

もちろん、テレビ受像機の生産には外国企業との特許契約が不可欠であったので、日本企業はRCA、ウェスティングハウス、EMI、フィリップスなどと技術提携を結び、生産を開始した。56年10月にウェスティングハウスの特許（使用料0.7%）は期間満了のため失効となったが、特許使用料は各メーカーの売上高比率でRCA1.75～2%、EMI2%、フィリップス1.1%に上ったという。だから、その後、テレビ需要の増大に伴って生産量が増加すると共に、日本企業の使用料支払額は55年度の9,700万円（テレビ、ラジオ）から59年度の11億9,200万円と膨大な額となったのである<sup>(7)</sup>。

### 〔3〕 トランジスタの工業化

54年に東京通信工業（東通工、59年以降ソニー）がトランジスタラジオの商品化と工業化に成功したが、その5年後の59年には日本はトランジスタの生産で米国を凌駕し、トランジスタラジオでも世界一の生産国となった。つまり、日本の成功はトランジスタのラジオへの応用にあったといつてよい。しかし、

この成功はトランジスタ化に即応した各種超小型電子部品の開発と工業化に成功したことによってもたらされた点も忘れてはならない。単にトランジスタのみならず関連部品の小型化にも成功したことは、トランジスタラジオの海外進出を可能にし、規模の経済も働いて、部品産業に飛躍的な発展の機会を提供した。この時期にパイオニア、アルプス電気、東光、ミツミ電機など多くの部品企業が独自技術により高成長の切っ掛けを掴んだのである。<sup>(8)</sup>

さて、日本の電子工業はソニーが民生用トランジスタの量産体制を確立し、トランジスタラジオの発表で先鞭を付けると、様相を一変させた。周知のようにトランジスタは48年にショックレーらにより米国のベル研究所で発明された。日本でも49年に電電公社の電気通信研究所(通研)やNEC、その他一部の企業がトランジスタの研究に着手したが、本格的な開発は国内各社が52年にRCA社、55年にWE社(ウェスタンエレクトリック)から技術導入を図ってからのことである。もちろん、通産省も半導体の重要性に鑑み、研究補助を通じてその工業化を促進した。その結果、53年に通研が接合型トランジスタの試作に成功し、翌54年には東通工と神戸工業(68年に富士通に吸収合併)が他社に先駆けてトランジスタの工業化と外販を開始し、他社も55年後半には量産体制に入った。東通工は55年8月にトランジスタラジオを発表すると共に、トランジスタの量産にも先鞭を付け、56年に月産30万個、58年には月産80万個の量産体制をいち早く築き上げ、この時期まで完全に独走体制にあったといわれる。<sup>(9)</sup>

日本経済は56年から57年初頭にかけて空前の神武景気を迎え、高度成長期に入った。その原動力たる技術革新は専ら外国技術の輸入に依存しており、日本の技術水準は米国のそれと比較して20年の遅れがあったという。そこで、日本政府はこの技術格差を早急に埋めるために外国技術の導入とその国産化を奨励すると共に、国内産業の保護育成策を実施した。その結果、産業界は先を争って外国技術を導入し、その国産化を図るために生産設備の近代化を急いだので、投資が投資を呼ぶという設備投資主導型の高度成長パターンが定着するに至った。電子工業も、57年の電子工業振興臨時措置法(電振法)と同法に基づく電子工業振興5カ年計画を背景に、技術革新と消費革命に重要な役割を果た

し、50年代後半の高度成長を支える一翼を担った。そして、日本の電子工業は50年代半ばに白黒テレビの普及とポータブルラジオの輸出増進により飛躍への足掛を掴んだのである。特にテレビ時代の幕開により、白黒テレビの生産が本格化し、54年の3万台から55年の13万台へと増加すると共に、テレビ受像機用MT管に対する需要が激増した。ラジオもまたテレビと共存しながら成長し、その受信機はMT管からポータブル、トランジスタへと発展して行った。こうした中で、日立製作所、東芝、三菱電機に代表される総合電機メーカーは一応戦前から重電部門を中心に家電製品も生産してきたが、55年前後の不況による重電部門の不振を契機として、急速に市場が拡大し始めた家電部門に本格的に参入したのである。<sup>(10)</sup>

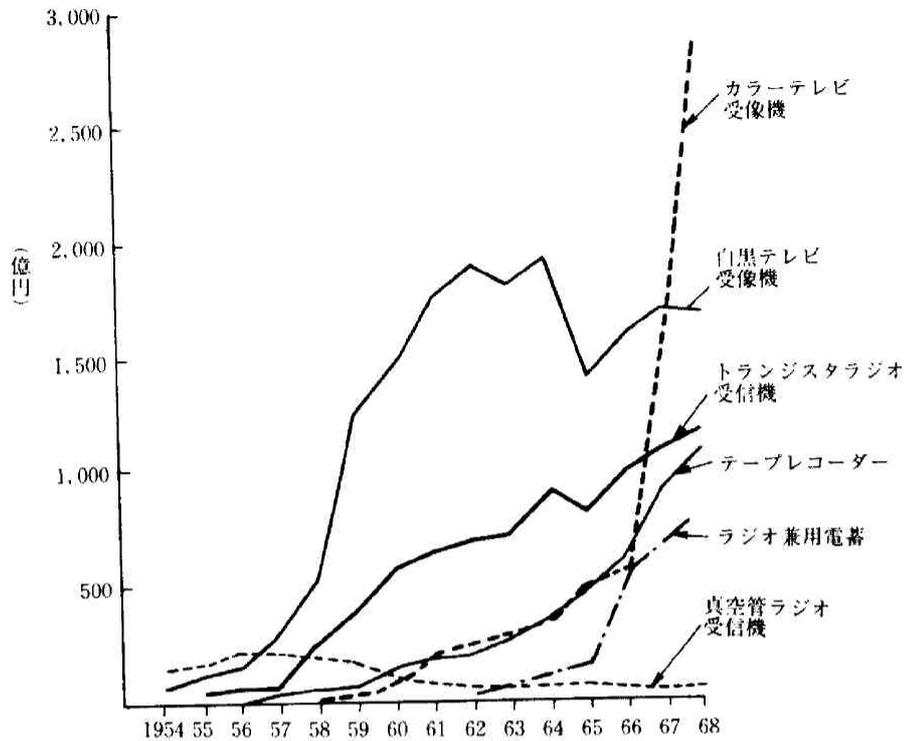
## II トランジスタ時代の到来

### [1] トランジスタ需要の増大

50年代後半以降、第1図のように民生用機器、特にラジオとテレビの生産が急増した結果、電子部品の中でも一般電子部品の生産が急速に増大した。ラジオは2台目需要や真空管式ポータブル型の生産増加と共に、部品の品質や性能が安定し、輸出市場の開拓も順調に進んだ。このポータブルラジオ向け部品技術は小型化・高性能化の技術であり、60年代以降のトランジスタラジオの量産テンポを速める大きな礎石となる。<sup>(11)</sup>57年7月にはトランジスタ式の生産台数が真空管式のそれを凌駕し、トランジスタラジオ時代が到来したのである。

トランジスタ化に伴う小型化・低価格化により、日本製ラジオは海外で好評を博し、輸出が急増した。例えば、59年にはトランジスタラジオの輸出は電子製品輸出額の4分の3を占め、輸出額は59～65年に9,400万ドルから1.8億ドルへと倍増している。輸出比率(金額)も59～65年に77%(うち米国向け61%)から75%(同45%)と極めて高かった。<sup>(12)</sup>そのためトランジスタラジオの生産は58年の300万台(9月に月産50万台達成)から60年には1,000万台近くに達した。一方、59年以降にはテレビ受像機に対する需要も急増する。テレビの輸出は59年の212万ドルから61年の615万ドルへと急増したが、これは61年以

第1図 民生用機器の生産推移



(資料) 『電子工業年鑑 1969』 18 頁。

降トランジスタテレビの対米輸出が開始され、好評を得たからである。その輸出先は60年には琉球が25%でトップ、米国が17%でこれに次いだが、61年には米国が28%で最大、琉球が25%でこれに続いていた。部品の輸出もまた55年以降対米テレビ部品輸出が増加し、ようやく軌道に乗った。

このように日本の電子工業はテレビやラジオなど民生用機器とその部品を中心に発展した。そのため民生用機器は55~69年に電子機器生産額(部品を除く)の44%から72%を占めるに至ったのである。<sup>(13)</sup>もちろん、トランジスタはラジオ以外にもパトロール用無線機、短距離搬送電話装置、コンピュータなどにも使用された。例えば、トランジスタ使用機器の生産は58年度にトランジスタラジオ487万台、搬送装置1台(1,000チャンネル)、コンピュータ40台であった。用途別トランジスタ販売高は58年度にラジオ用1,792万個(81%)、搬送装置用1万個(0.5%)、コンピュータ4万個(1%)、その他機器100万個(4%)、時計・おもちゃ用100万個(4%)、トランジスタ単体輸出30万個(1%)、経常在庫270万個<sup>(14)</sup>(10%)、とラジオが圧倒的であった。ポータブルラジオのトランジス

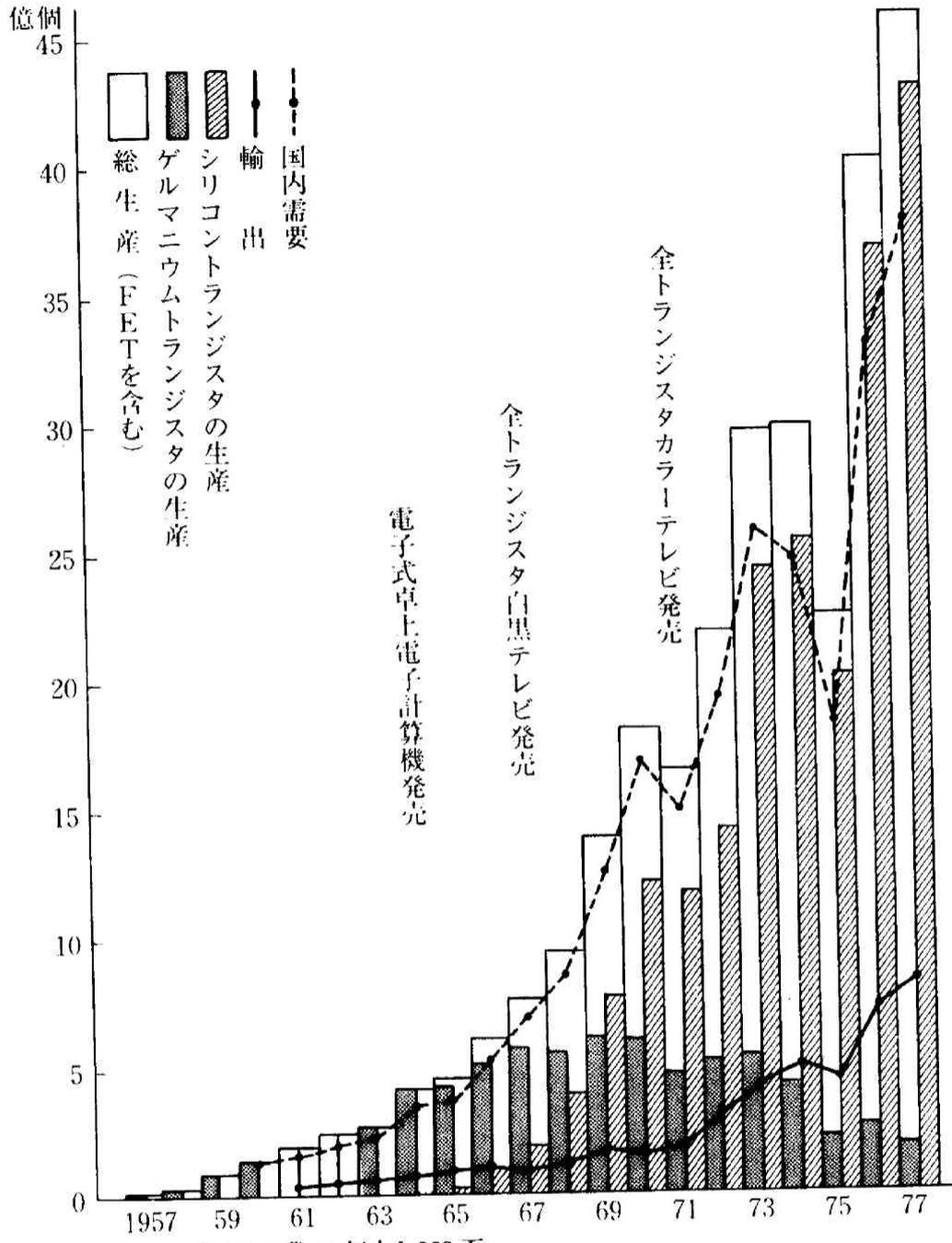
タ化も57年6月の31%から58年6月の91%へと急速に高まっている。しかもポータブルラジオの需要は60%を海外市場に、またその60~70%を米国市場に依存していたといわれる。

## 〔2〕 トランジスタ王国

周知の如くトランジスタは米ベル研究所が48年に点接触型を、次いで49年に接合型を発明したことによって初めて工業化が可能となった。その後もベル研究所は52年にシリコン単結晶の精製に成功し、55年にはメサ型トランジスタを発明して高周波化と大量生産を可能にし、更に60年にはエピタキシャル法を開発して単結晶板上に随意の抵抗値を持つ単結晶層を成長させることに成功した。また、米WE（ウエスタンエレクトリック）社は55年に選択拡散法を、フェアチャイルド（FC）社も59年にプレナー技術を発明した。このプレナー技術はシリコン結晶表面にできる酸化膜を積極的に利用して不純物の部分的拡散、表面劣化防止などを行うもので、半導体部品の信頼性向上とIC（集積回路）への発展の基礎となったのである。<sup>(15)</sup>

さて、前述のように東通工と神戸工業が先陣を切る形で始まったトランジスタの工業化は57年に東芝が新工場の建設に着手したことを切っ掛けに、各社が大規模な設備投資に乗り出すこととなり、第2図のように目覚ましい発展を遂げることになった。特に当初は労働集約的なゲルマニウム製がトランジスタの中心であったため、日本企業は手先の器用な女性労働者に支えられて間もなく質・量ともに米国を凌駕するに至った。トランジスタの生産は53年の6,462個から54年1.1万個、55年8.6万個、56年56万個と急速に増加し、57年後半には各社の量産体制も整って、57年の575万個（32億円）から58年の2,674万個（77億円）へと劇的に増大した。この勢いに乗って、日本は59年にトランジスタ生産量8,650万個（160億円）で世界一となり、価格・品質面での優位から輸出でも世界最大となった。<sup>(16)</sup>かくして57年まで大幅な入超であったトランジスタ貿易は58年には大幅な出超に転じ、59年には輸出474万個（11億3,376万円）、輸入8万個（5,809万円）と完全に輸出産業となった。だが、59年の米国の

第2図 トランジスタの生産、内需および輸出の推移



生産は 8,229 万個 (799 億円) で、なるほど数量では日本を僅かに下回るが、金額では未だ 5 倍の規模に達していた。むろん、これはトランジスタのうち、1 個 1,400 円もする軍用や産業用が米国では 3 分の 2 を占め、僅か 360 円のラジオ用が 3 分の 1 にすぎないからである。その結果、米国製は大幅に割高となり、日本からの輸入が激増した。例えば、米国製ゲルマニウムトランジスタは 61 年

に軍用平均単価が2.43ドル、非軍用が1.03ドルで、日本製の0.3ドルと比べて非常に割高だったのである<sup>(17)</sup>。

日本は59年にトランジスタ王国のみならず、トランジスタラジオでも世界一となった。つまり、日本の成功はトランジスタのラジオへの応用にあったのである。日本経済は56年から57年初めにかけて空前の神武景気を迎えて高度成長期に入ったが、その原動力たる技術革新は外国技術の輸入に依存し、米国に比べて技術面で20年もの遅れがあった。そこで、官民協力による技術格差の解消と国産技術の向上などを目的として57年6月、電子工業振興臨時措置法（電振法）が制定され、電子工業振興5カ年計画が策定された。その内容は長期低利融資、補助金や税制上の優遇などを中心としたものであったが、ICやLSI（大規模集積回路）に繋がる半導体技術の向上、コンピュータやレーダーなど先端分野での対米技術格差の縮小、優れた応用技術の基礎形成などに大きな成果を上げたという。

ところで、半導体素子の生産額は60～65年に一般電子部品（受動部品、機能部品、機構部品）と能動部品（電子管、半導体素子、集積回路）からなる電子部品の18%から21%を占めていた<sup>(18)</sup>。能動部品の中では、ゲルマニウムトランジスタが61年にMT管を凌駕したが、65年以降は減産に転じ、一方、シリコントランジスタは66年以降になって急速に増産され始めた。また、ICは61年に電気試験所で試作され、64年には生産も始まったが、本格的な工業化は66年頃までずれ込み、成長軌道に乗るのはようやく67～68年に至ってからのことである<sup>(19)</sup>。

### [3] シリコントランジスタ時代

だが、トランジスタの製造方法が合金拡散型からメサ型（55年にWEが開発）に取って代われ、半導体材料もゲルマニウムからシリコンへと移るに従って、トランジスタ王国日本の地位は失われ、次のIC時代（米国では69年以降）には米企業が圧倒的な優位を占めるのである。日本企業はシリコントランジスタが一般トランジスタ市場にまで進出して来ることはあるまいと楽観していたが、59年に開発されたFC社のシリコンプレーナ技術はシリコンをトランジス

タの主流の地位に就けた。この間に米国はシリコントランジスタへの切替えを進め、装置産業化して主力をプレーナ型に移した。既に61年、米国ではシリコントランジスタの割合が金額で32%、数量で7.4%に達していたが、日本では金額で1.4%、数量では0.2%にすぎなかった(但し、米国では軍用が数量で67%、金額で69%)。日本では、シリコントランジスタは58年には未だ試作研究段階で、月産100個前後だったが、同年12月に初めて367個に達するという状態だった。日本企業がシリコンに注目し本格的な生産に乗り出すのは63年にNECがFC社からプレーナ技術を導入してからのことである。日本企業の多くは65年以降になって初めて転換に踏切ったので、米国との技術格差は再び大きく隔絶したものとなったのである。<sup>(20)</sup>

ところで、トランジスタの主要輸出先であった香港では、米企業の現地進出と、スクラップ製品を米国から輸入して調達した安価なトランジスタの使用が増加したため、日本製トランジスタも大幅な価格引下げを要求され、スクラップ並みの価格での輸出を強いられる企業もあった。また、この安価なトランジスタを使う香港製ラジオに対抗するため、日本のラジオ業界も安価なトランジスタを要求したので、ゲルマニウムトランジスタの価格は勢い大幅に下落せざるを得なかった。<sup>(21)</sup>

しかもトランジスタは用途の中心がラジオやテープレコーダであった60年代前半頃まではゲルマニウムを主流としていたが、電卓(64年)や白黒テレビ(67年)のトランジスタ化によってシリコンの需要が急増すると、国内生産の不足から輸入が増加した。もちろん、シリコントランジスタの国内生産は65年後半には月産250~350万個を記録し、66年にはゲルマニウムの16%(金額では30%)にまで達する。というのも、ゲルマニウムトランジスタは主要需要先であるラジオの販売不振と主要輸出先である香港での米企業の現地生産により価格が暴落したので、各半導体メーカーは一斉に高価格のシリコンへの転換に拍車を掛けたからである。

#### [4] 半導体メーカーの特徴

この時期の半導体メーカーには電子管メーカーと新設企業という2種類の系譜があり、外国系100%出資法人は存在しなかった。54年に富士通、神戸工業、NEC、ソニー、東芝、日立の6社が半導体デバイスの生産を開始して以降、56年にオリジン電子、57年に日本ラジオ、松下電器、三菱電機、59年に沖電気、60年に三洋電機、富士電機、61年に新電元工業、八政電機、62年にサンケン電機、国際整流器、65年に協同、などがこれに続いた。ソニーは日本で半導体を商業生産した最初の企業だったが、間もなく電子管メーカーに追い抜かれた。また、新設企業の参入は1社を除きすべてが50年代後半か60年代前半で、それ以降の参入は著しく困難となっている。<sup>(22)</sup>

研究開発支出額は50年代を通じて低位で、日本企業は専ら外国企業との技術提携に依存し、限られた資金を外国からのノウハウ導入に向けた。日本企業の革新的発明は57年の江崎玲於奈博士(ソニー)によるエサキダイオードの開

第1表 米国で取得された日本企業の半導体特許

企業名	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	合計
〈電子管メーカー〉											
NEC				3	3	7	11	11	8	6	49
松下電器									3	5	8
日立製作所								1	1	1	3
東芝				1				1			2
小計				4	3	7	11	13	12	12	62
〈新設企業〉											
ソニー	1	3		3	3	1	1	2		1	15
富士通								2	1	1	4
三洋						1	1				2
小計	1	3		3	3	2	2	4	1	2	21
合計	1	3		7	6	9	13	17	13	14	83
比率(%)											
電子管メーカー	0	0		57	50	78	85	76	92	86	75
新設企業	100	100		43	50	22	15	24	8	14	25

(資料) Tilton, *op. cit.*, p. 141.

発が唯一であったが、国内ではあまり評価されず、その価値にいち早く着目した米企業によってその開発技術のほとんどを押さえられてしまった。60年代半ばに至っても、日本企業は研究開発に半導体売上高の僅か2%しか支出しておらず、米国の6%と比べて極めて低かった。だが、日本企業は輸入技術の改良によって欧米にキャッチアップすると共に、自主技術の開発にも力を入れ始めた。その結果、日本企業は第1表の如く米国でも半導体特許を取得し得るようになった。電子管メーカーは新設企業の3倍もの特許を取得し、就中NECが電子管メーカー取得特許の79%を、ソニーが新設企業取得特許の71%をそれぞれ占めていた。とはいえ、

日本の半導体研究開発は50年代には極めて低位で、専ら外国技術の吸収に費やされたといつてよい。60年代に入ると、NECは特許取得で支配的な地位を確立した。こうして欧米の場合とは逆に、日本では電子管メーカーが半導体特許取得で指導権を握ることになったのである。

トランジスタの商業生産はソニー、神戸工業、NEC、東芝の4社によって開始された。特にソニーは52年に同社の井深大社長が訪米中にトランジスタ開発に関心を抱き、日本におけるトランジスタ生産の開拓者となった。だが、60年代になると、国内市場は第2表のように電子管メーカーによって支配されるようになった。68年には日立、東芝、松下の電子管メーカーが上位3社を独占し、新設企業では三洋が4位を占めたが、社内向け生産に専念したソニーはシェアをジリジリと低下させて行った。これは電子管メーカーが量産市場を重視して大きなシェアを獲得したのに対して、新設企業が市場の限られた特定用

第2表 企業別半導体市場シェア  
(単位：%)

企業名	1959年	1968年
〈電子管メーカー〉		
東芝	26	21
松下電器	16	15
日立製作所	15	23
NEC	15	7
神戸工業	5	3
三菱電機	2	3
小計	79	72
〈新設企業〉		
ソニー	11	2
三洋	2	13
富士通	1	1
その他	5	2
小計	19	18
輸入	2	10
合計	100	100

(資料) Tilton, *op. cit.*, p. 144.

第3表 日本の半導体メーカーと海外メーカーとの技術提携状況<sup>(1)</sup>

会社名	技術提携状況	ロイヤリ ティ計	ノウ・ハウ
ソニー	WE=2%, RCA=1%相当, GE=3%	6%	GE
日立製作所	WE=2%, RCA=3%	5%	RCA
日本電気	ITT=0.3%, RCA=1.5%, GE=3%	4.8%	GE
神戸工業	WE=2%, RCA=3%	5%	RCA
東京芝浦電気	WE=2%, RCA=3%	5%	RCA
松下電子工業	フィリップス=4.22%	4.22%	フィリップス
三菱電機	WE=2%, RCA=1.5%	3.5%	なし
日本無線	WE=2%, テレフンケン=2%, RCA=1.5%	5.5%	テレフンケン
富士電機	WE=2%, RCA=1.5%, ジーメンス=6.4%	9.9%	ジーメンス
沖電気	WE=2%, RCA=1.5%	3.5%	なし
三洋電機	WE=2%, RCA=1.5%	3.5%	RCA
八欧電機	WE RCA		WE
新電元工業	RCA		

(資料) 『電子工業年鑑1963』414頁。(1) 1960年代初期。

途デバイスに生産を集中させた結果である。<sup>(23)</sup>

さて、トランジスタに関する国内特許は応用回路を含めて200件にも上ったが、その大部分は外国企業の所有となっていた。このうち、最も重要なものはトランジスタに関する基本特許ともいべきWE社の特許とアロイ型製造技術に関するRCA社の特許であった。52年以降、神戸工業、日立、東芝がRCAから、また富士電機が独シーメンスからそれぞれトランジスタ技術を導入した。しかしトランジスタ生産の開始にはWE社の特許使用が不可欠であったから、東通工が54年2月に同社と基本特許契約を結ぶと、各社も漸次これに追随した(第3表)。59年3月までに技術援助契約に基づき生産を開始した企業はソニー、日立、NEC、神戸工業、東京芝浦電気、松下電子工業、及び富士通信機の7社のみであったが、同年3月には三菱電機、日本無線、沖電気、三洋電機も新たに特許使用を許可された。<sup>(24)</sup> こうして日本のトランジスタ生産は56年に6社、57年にも7社による完全な独占だったが、58年には9社中上位7社で99.5%を占めていたといわれる。<sup>(25)</sup>

周知の如く日本の電子産業は軍需の欠如から民生用市場(特にラジオ、テレビ)

を中心に海外市場、特に米国市場への輸出を通じて急成長した。一方、ヨーロッパでは、小規模な軍需市場が新設企業の参入と成長を阻害したといわれる。というのも、既存メーカーは習熟の経済的利益を得られるので、新設企業はこれに対抗するため新しいデバイスや生産工程に集中する以外に競争できなかったからである。新開発の半導体はまず軍需品に用いられ、習熟の経済によってコストが低下した後になって初めて、産業用や民生用市場に浸透して行くのである。それ故、ヨーロッパでは国内生産を支え得るに足る市場が育つまでに、米企業がヨーロッパ企業のコストより低価格で新しいデバイスを供給したので、ヨーロッパの新設企業は技術を開発し、成長する機会をほとんど持ち得なかったのである。むろん、軍需市場の欠如は日本でも同様に新設企業の参入と成長を阻害した。だが、日本の最終電子機器製品の相当部分は輸出されたので、国内市場は保護されていても、日本の半導体産業は外国企業と直接競争しなければならなかった。さもなければ、日本製電子機器製品に対する海外需要は伸び悩み、日本の半導体需要は急速に萎んでしまったであろうから。<sup>(26)</sup>

半導体技術が誕生した時に、規模の小さい日本の電子管メーカーは欧米企業ほど電子管事業に大きな利害を持っておらず、この技術変化に柔軟に対応することができた。また、日本製半導体は直接的な輸出はそれほど大きくなくとも、大部分が輸出市場向け最終電子機器に使用されたので、国際競争の刺激と試練に晒されていた。従って、日本の半導体産業が国際競争力を維持できなければ、最終電子機器製品の輸出競争力は失われ、国内半導体市場も縮小してしまうのである。しかも電子管メーカーは主要半導体企業であると同時に大手最終電子機器メーカーでもあったので、機器輸出の減退によって直接的な打撃を被らざるを得なかったからである。

むろん、日本が半導体王国になり得たのは労働集約的な産業で低賃金のメリットを活用したからである。日本企業が50年代初めに半導体生産に参入し、トランジスタラジオの生産を始めた頃は、米企業が主要な競争相手であり、米国市場が主要な戦場であった。その時に日本の賃金率は米国よりかなり低く、日本企業は米国の技術的優位にもかかわらず十分に競争することができた。し

かしながら、50年代半ば以降の高度成長が日本の賃金を押し上げ、日本より低賃金の東南アジア諸国が60年代に半導体生産を開始したことにより、日本の優位は徐々に後退した。だが、日本の電子管メーカーは新しい半導体技術を積極果敢に採用してこうした圧力を撥ね除け、高成長を維持したのである。<sup>(27)</sup>

### Ⅲ IC時代

#### 〔1〕 IC工業化の試練

トランジスタを初めとする半導体素子は日本の有力な輸出品として成長してきたが、米企業の競争力に圧倒され、66年をピークに輸出が減少し、70年には入超に転じた。日本は60年代前半まで世界一安く性能も良いトランジスタの生産を誇ってきた。だが、半導体の主流がシリコンに移ると、日本のトランジスタ産業はゲルマニウムで培った国際競争力を著しく低下させて行った。というのも、プレーナ技術がシリコンをゲルマニウムに比べて品質や性能ばかりでなく価格においても優位に立たせたからである。むろん、ゲルマニウムトランジスタの価格も大幅に下落したが、シリコンプレーナトランジスタの価格はそれを遙かに超える猛スピードで低下したからである。<sup>(28)</sup>

しかも、米大手半導体メーカーは64年頃から低賃金労働力を求めて香港、台湾、韓国などで現地生産を開始した。ゲルマニウム時代には先進国型産業であったトランジスタ産業も、シリコン時代に入ると資本と労働力さえあればどこでも生産できる完全な装置産業となった。近代的な米国工場でバッチ処理によりシリコンプレーナトランジスタをシリコンウェハー内に作り、ウェハーを東南アジアの工場へ空輸して組み立て、再び米国に空輸することができた。シリコンプレーナトランジスタはゲルマニウムトランジスタとは違って、ウェハーのまま空輸されても表面が二酸化シリコン被膜で覆われていたために、特性が変化する恐れもなかった。労働集約的な組立工程を東南アジアの低賃金労働力を使って行えば、世界一安価なトランジスタを作ることも容易だった。実際、米企業は60年代末からダンピング寸前の価格で日本にICの積極的な輸出攻勢を掛けてきたのである。<sup>(29)</sup>

こうして66年まで米国が輸入するトランジスタの80%以上を占めた日本製は67年には僅か20%まで激減した。米企業の現地生産は東南アジアのみならずヨーロッパにも及んだから、低価格の米国製に抗して日本がシリコントランジスタを輸出し得る地域は急速に縮小して行った。むしろ対日輸出攻勢を掛けて来る米国製シリコントランジスタやICに対して国内市場をどうやって守るかが日本企業の緊急の課題となる有様だった。

日本のIC研究は60~61年頃から始まったが、63年頃まではあくまでも将来技術と看做され、工業化に着手する動きはほとんど皆無とあってよかった。ところが、64年1月に米TI(テキサスインスツルメント)社が日本国内でのIC生産を計画し、通産省に100%出資法人の設立を申請したことから、IC工業化が現実問題として急速に浮上してきた。TI社の設立申請は保留状態のまま放置されたが、日本企業は俄然ICの研究開発や工業化に積極的となり、65年から67年にかけてIC工業化の気運が急速に高まった。日本政府もまた65年に電振法の2号機種(工業生産の開始、または生産の増加を計るべき機種)に指定し、更に67年以降は電振法3号機種(生産の合理化、品質の向上、または生産費の引下げを計るべき機種)に指定して資金、税制上の優遇措置を与え、その振興を計ったのである。<sup>(30)</sup>

ところで、通産省は半導体産業で、外国資本に株式の50%以上を支配する合弁や100%出資法人を認めていなかったのも、TIの申請を拒絶し、日本企業との合弁(少数持株)を勧告した。だが、TIはあくまでも100%出資法人に固執し、交渉を有利にするために対日IC特許供与を拒絶する挙に出た。むろん、これによっても日本企業はIC生産を妨げられた訳ではなかった。なぜならば、TIが日本で提出したIC関連特許(キルビー特許)の申請は何年も認可が遅らされていたからである(89年に認可)。しかし日本企業が67年にICを使った電卓やその他の機器を輸出するようになると、TIが米国特許の侵害を盾に取って訴訟に訴える恐れが生じ、さすれば日本企業に対する禁輸措置は不可避の事態と見做されるに至った。一方、既に60年代末には日本企業数社がIC事業に参入し、IC輸入制限によって保護されながら着実に力を付けつつあったので、TI

にとっても認可の遅延は日本市場への参入を致命的にする恐れがあったのである。

かくして、両者の利害打算から和解の気運が高まり、68年に妥協に達した。TIは100%出資法人設立の要求を取り下げ、代わりに各50%の株式を所有するソニーとの合併に同意した。その上、TIはNEC、日立、三菱、東芝、ソニーにIC特許を供与し、日本のIC市場の90%以上をこれらの企業に残すべく生産制限を実施することにも同意した。このTI問題の解決は外国企業と競争する国際化時代への突入ということと同時に、IC工業化の大きな障害となっていたIC特許問題の解決（TIのIC特許公開）を意味した<sup>(31)</sup>。かくして半導体ICの生産を本格化させ得る条件が整ったので、日本企業各社は半導体ICトップのNECを追いかけて生産体制の拡充に奔走することになった。むろん、半導体ICの生産にはTI社の他に、WE社（トランジスタ、ダイオードの構造・製法）及びFC社（シリコンプレーナ構造）と特許使用契約を結ばねばならなかった。そのため日本企業は特許使用契約により売上の10%（WEに2%、FCに4.5%、TIに3.5%）を支払う重荷を負うことになったのである<sup>(32)</sup>。

60年代後半、日本のIC需要はコンピュータや電卓向けを中心に相当部分が輸入によって満たされていた。特に最大の需要先である電卓産業は特許問題を回避するために月間10万個単位でICを輸入していた。60年代末にトランジスタラジオ輸出国の地位を香港や台湾などの発展途上国に奪われつつある中で、電卓の生産はIC技術を駆使した新しい日本の輸出品として海外需要を中心に急速に拡大していた。そこで、電卓メーカーはICに関する製法・構造上の特許問題に伴うトラブルを避けるために、特許問題を保証する外国製ICへの依存を強めた<sup>(33)</sup>。68年に特許問題が決着を見た後も、日本のIC輸入額は毎年増加傾向を辿り、第4表のように71年には内需の36%を輸入品によって占有されるに至ったのである。これは日本のICメーカーが電卓のLSI化に追い付かず、輸入依存度が高まったためで、71年には輸入額の実に65%が電卓用LSIであったという<sup>(34)</sup>。

日本国内でもシリコントランジスタは68年にようやく本格的に立ち上がっ

第4表 IC輸出入

(単位：万個，億円，円，%)

	生産	国内 需要	輸 入				輸 出				輸出額 ÷ 輸入額
			数量	金額	平均 単価	依存率	数量	金額	平均 単価	輸出 比率	
1967	25	43	266	18	686	42					
1968	103	146	924	43	467	30					
1969	210	282	1,462	71	488	25					
1970	476	681	2,959	206	695	30					
1971	432	674	2,217	242	1,091	36					
1972	590	754	3,877	164	424	22					
1973	946	1,253	11,296	332	294	27	695	26	370	3	8
1974	1,099	1,543	12,083	511	399	33	2,194	67	304	6	13
1975	1,047	1,313	8,105	400	494	31	3,753	135	360	13	34
1976	1,762	2,162	23,664	627	250	29	6,272	227	268	13	36
1977	1,900	2,140	20,806	558	246	26	9,538	317	281	17	57

(資料) 『電子工業年鑑 1979』 798, 802 頁より作成。

$$\text{輸入依存率} = \frac{\text{輸入}}{\text{生産} + \text{輸入} - \text{輸出} = \text{国内需要}} \times 100, \quad \text{輸出比率} = \frac{\text{輸出額}}{\text{生産額}} \times 100$$

た。その生産は69年にゲルマニウムを上回り、71年のカラーテレビを初めとして大半の電子機器がトランジスタ化されたこともあって急速な拡大を遂げた。IC生産も66年に始まり、68年以降、工業化が急速に進展して本格的なIC時代に突入した。だが、米国のような宇宙開発や軍用といった政府需要が欠如していたため、ICメーカーは自社のコンピュータに需要先を限定され、しかも高い信頼性が要求されるコンピュータは開発したばかりの国産ICを敬遠しがちだった。それ故、生産は伸び悩み、ICメーカーはいずれも赤字に苦しんだ。<sup>(35)</sup>この苦境を克服し、本格的な量産に入る切っ掛けを提供したのが電卓とテレビ受像機であった。電卓用ICはLSI数個からなる電卓が開発された69年頃から、テレビ用はカラーテレビがIC化された72年頃から、生産が軌道に乗った。またその後の電子機器の生産増加や各種機器の電子化もIC生産を躍進させることになったのである。

米国のIC産業が軍需に支えられて順調な発展を遂げた一方で、軍需を欠く日本では、ようやく66年に至ってNECが本格的にIC事業に乗り出すという

第5表 ICの主な用途と特徴

分類			主 な 用 途	設 備 投 資	開 発 費	集 積 度	量 産 性	そ の 他 の 特 徴	
								長 所	欠点
半 導 体 I C	バイ ポー ラ	リニア	AV機器, カメラ, 通信機	大	大	中	良	低雑音, 低ドリフト	消費電力大
		デジタル	電算機, 計測機器						
	MOS	電卓, 時計, マイコン, 電算機のメモリ	大					優	低消費電力, 低価格
混 合 I C	薄 膜	通信機	中	小	小	可	インダクタンスも組込める	高周波, 高精度	やや大形
	厚 膜	カメラ, 時計, AV機器, 自動車	小					高電力, 高電流	割高

(資料) 『電子工業年鑑1984』777頁。

有様だった。それ故、日本のIC生産額は68年ではアメリカの僅か1割にすぎなかったのである。そこで、日本企業は高性能で米企業が圧倒的な優位を誇るバイポーラICよりもむしろ新タイプで製造しやすいMOS・ICを戦略的に選択した。MOSはバイポーラに比べて速度などの性能面ではやや劣るものの、コストダウン効果が大きく量産向きで、消費電力も少ないことからラジオやテレビなどの民生用電子機器に最適の半導体であった(第5表)。軍需の欠如から日本のICメーカーは民生用MOS・ICを中心に発展せざるを得なかったが、電卓とカラーテレビがそのIC需要拡大の先導役を十分に果たした。特に66年にシャープによって開発されたIC電卓はIC需要の中心となり、60年代末以降IC電卓の急成長が日本のIC生産を牽引することになった。70年代に入ると、民生用分野では電卓の他に時計、カメラ、オーディオなども大口の需要先となったが、コンピュータや計測機などの産業用電子機器も次第にIC需要を増大させた。その結果、日本企業は小型・軽量化に不可欠な高集積化に優れるMOS・ICで競争力を蓄積することになるのである。

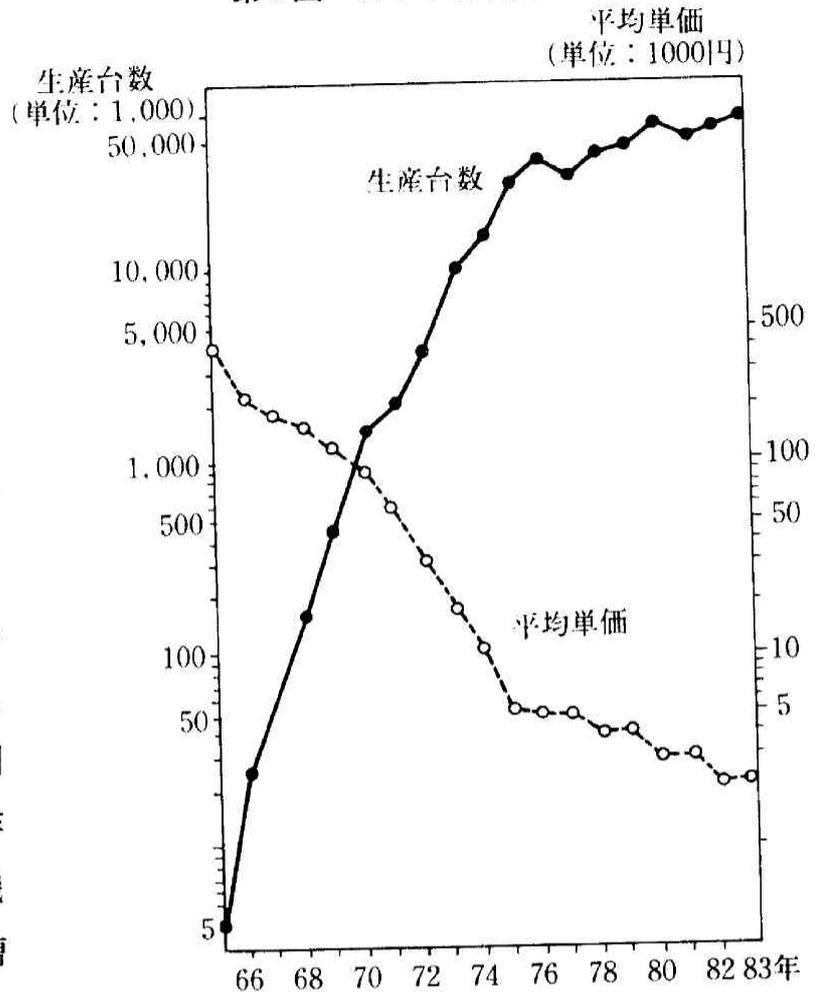
## [2] IC工業化の成功

シリコントランジスタで後れを取った日本がICで急速に台頭したのはIC電卓を開発したことによる。もしIC電卓が米国で誕生していれば、米国はあ

らゆる半導体技術で圧倒的な優位に立ち、日本企業に追い上げられることもなかったに違いない。

さて、64年3月にシャープ（当時は早川電機）とソニーが世界初のトランジスタ電卓を発表して以来、その小型化・低価格化が急速に進展するに至った。<sup>(36)</sup> 次いでシャープは電卓のIC化に取り組み、66年1月にバイポーラIC145個を使ったIC電卓を試作し、67年2月には実用機（IC28個使用）の発売に漕ぎ着けた。だが、第1号機に使用されたバイポーラ

第3図 日本の電卓生産



(資料) 『カイシャ』68頁。

は高集積化に限度があり、小型化を指向する電卓には不向きであった。一方、MOS・ICは高集積化が容易で電卓には最適だったが、未だ実用化の段階に至らず、学界でも否定的な意見が多かった。シャープは技術的に先行していたNECと日立にMOS・ICの開発を依頼し、67年12月にMOS・IC電卓の第1号機をどうにか完成させた。この電卓はMOS・IC35個を使用し、4キロと軽量で、値段も23万円と、バイポーラ電卓より10万円も安く、本格的な電卓戦争の幕開けとなったのである<sup>(37)</sup> (第3図)。

これに対して電卓の出現により瀕死の打撃を被ったカシオ計算機（機械式計算機の最大手）も65年9月のトランジスタ電卓開発を皮切りに、次々と新製品を市場に送り出して対抗した。その結果、鎗を削るような電卓戦争が展開され、

第6表 日本の用途別 IC 需要

(単位：%)

	1969年	1970年	1971年
コンピュータ・同端末	28.6	35.0	34.1
電卓	53.4	42.2	31.9
通信機器	2.4	6.8	7.2
計測器・その他	7.5	5.4	6.8
産業用機器計	92.8	89.5	80.2
テレビ, ラジオ, ステレオ	7.5	9.9	18.3
その他 (楽器等)	—	0.4	1.3
民生用計	7.5	10.3	19.7
合計	100	100	100

(資料) 『電子工業年鑑 1971-72』 713 頁。

第7表 日本の用途別 IC 需要

(単位：%)

	1974	1975	1976
コンピュータ関連機器	35.5	37.0	39.2
電卓	30.0	27.0	21.3
通信機器	8.6	9.2	9.4
計測器	5.3	4.5	4.2
電子応用機器	0.7	0.8	1.0
テレビ・ビデオ機器	9.4	9.5	10.6
ラジオ・オーディオ機器	6.2	5.8	6.5
(小計)	95.7	93.8	92.2
自動車	2.0	2.4	2.7
時計	0.3	1.7	2.2
カメラ	0.3	0.5	0.7
その他	1.7	1.6	2.2
(小計)	4.3	6.2	7.8
合計	100.0	100.0	100.0

(資料) 『電子工業年鑑 1977』 650 頁。

その他は自動制御機器, 自動販売機, 電子レジスタ, 家電, ゲームマシンなど。

コンピュータ用 IC で細々と食いつないでいた IC メーカーに大規模な民生用 IC 市場を提供することになった。更にシャープは LSI 化により電卓の小型・低価格化を図ろうと日立, NEC, 三菱電機に LSI の開発と生産を依頼したが, 3 社は開発には応じたものの, 生産の受注を断ってきた。ようやく米ロックウェル社から電卓用 LSI の開発と供給を受け, シャープは 69 年 3 月に MOS・LSI 電卓の第 1 号機を発売した。これは LSI 4 個と IC 1 個を使用し, 価格も 9 万 9,800 円と初めて 10 万円の大台を切るという画期的な電卓<sup>(38)</sup>だった。

だが, これを契機に国内電卓メーカーがシャープに追随して一斉に対米輸入に飛び付いたため, 米国製 IC が日本市場にどっと流入し, 忽ち電卓用 IC, LSI の 90% 近くを奪ってしま

い、国内 IC メーカーは重大な窮地に陥った<sup>(39)</sup>。電卓市場は第 6 表及び第 7 表のように半導体企業にとって最も重要な市場だったから、これは甚だ深刻な問題であった。むろん、日本企業も 70 年以降、LSI 生産設備への投資を実施し、必死に防戦に努めたが、開発力、技術力、資金力における彼我の差が大きすぎて、事態の好転はほとんど望み薄だった。

しかしながら突然の天佑がこの窮地を救った。即ち、71 年に安い米国製 IC を組み込んだ電卓にトラブルが続出し、電卓メーカーは大量のクレームと返品を抱え、パニック状態に陥った。これらの米国製 IC は主として東南アジアの低賃金国で生産されたものであった。米 IC メーカーは低賃金国に工場を建設する際、低コストに重点を置き、品質管理への配慮を怠ったから、製造過程でのミスや欠陥要因（ゴミ、キズ、汚れ）を事前に排除できず、不良品の大量発生を招いたのである。このトラブルは 1 年足らずで終息を見たが、この騒動の渦中で倒産や業績悪化に陥る企業が続出する一方で、日本製 IC を使っていた電卓メーカーは逆に業績を目覚ましく拡大した。その典型がカシオ計算機で、72 年 8 月、販売価格 1 万 2,800 円のミニ電卓を発売し、10 カ月で 10 万台を販売し、誰もが 1 台持てる電卓の新時代を切り開いた<sup>(40)</sup>。当初はオモチャのようなものと馬鹿にしていた他の電卓メーカーもようやく電卓の大衆化という新しい潮流に気付き、本腰を入れ始めたので、安い米国製 IC の氾濫で低迷を強いられてきた国内 IC メーカーは完全に息を吹き返した。つまり、電卓は立ち後れていた日本の半導体産業に唯一の巨大な市場を提供し、IC から LSI への迅速な移行を可能にした救世主であったといえる<sup>(41)</sup>。

むろん、電子時計も初期における IC 需要の重要な一翼を担った。電子腕時計は 69 年に日本のセイコーグループによって世界で初めて開発された。セイコーは電子腕時計に最適な低消費電力の C-MOS・IC（相補型金属酸化膜半導体）の開発を大手半導体メーカーに依頼したが、電子時計の将来性が不確定だとの理由で断られてしまった。そこで、仕方なく米企業に発注したところ、69 年に納入された C-MOS・IC は半分以上が不良品という深刻な問題に陥った。こうした内憂外患に直面して、同社は 71 年から自社生産に踏切ったが、予想外の高

第8表 電子時計原価の推移  
(単位ドル)

	1972	1975
水 晶	3.00	1.50
C-MOS	10.00	2.50
時 計 ケ ー ス	4.00	2.00
液晶ディスプレイ	3.00	1.00
バ ッ テ リ ー	0.80	0.50
労 働 コ ス ト	5.00	1.00
製 造 コ ス ト 計	33.30	10.50

(資料)『電子工業年鑑1973』831頁。

MOS・ICに対しては極めて冷淡だったのである<sup>(43)</sup>。しかし69~70年頃のLSI出現と共に、MOSメモリの生産が世界的に急増した。

折りしも通産省の超高速電子計算機研究プロジェクトでMOSメモリを担当することになったNECは、メモリのトップ・メーカーであるインテルのPチャンネルとは異なるNチャンネルの開発を目指すことになった。Pチャンネルは演算速度が遅い反面、生産技術が簡単で生産費も安い。一方、Nチャンネルは演算速度が速く集積度を高めやすい反面、多大な技術的困難を伴っていた。だが、NECは量産化によりNとPのコスト差は解消するとして、演算速度の速いNチャンネルを選択し、72年にN-MOS 1Kメモリ、74年にN-MOS 4Kメモリ(インテルやTIのものと互換)を発表した。しかも品質や信頼性を向上させるために製造工程の自動化や品質管理を徹底させた。即ち、自動化に関しては、71年に自動化推進部とCAD(コンピュータを使った設計)部を設置し、工場の海外移転によってコスト削減を図ろうとして不良品の頻発を招いた米企業の轍を踏まぬよう、大胆な自動化を推進した。また、品質管理に関してはTQC(全社的品質管理)に加えて、世界で初めて空気中の塵を最小限に抑える作業場を作るなど清浄度管理を実施した。これらの成果に基づいて、NECは歩留りの良い製造技術を確立し、世界最高水準の品質を維持したので、同社の4Kメモリは日米両市場でベストセラーとなった<sup>(44)</sup>。NECは70年代初期、73年まで半導体売上高で日立の優位を許していたが、これらの新機軸や積極策により再び首

い歩留り率を確保し、73年にはLSIを開発し、更には超LSIメーカーとしても活躍する基盤を築いたのである<sup>(42)</sup>。こうして電子時計は第8表のように製造コストを大幅に引き下げることができた。

一方、米企業は外部からのノイズやショックに弱いMOS・ICを非実用的と看做して敬遠した。というのも、米国のIC生産はほとんどが軍用で、信頼性が最優先されたから、

<sup>(43)</sup>

位を奪回することができたのである。<sup>(45)</sup>

更に MPU (マイクロプロセッサ) が 71 年にインテルによって開発されると、72 年に NEC も独自に MPU を開発し、当初は社内用に、73 年以降は市販をも開始した。最初は 4 ビットで電子キャッシュレジスタ用がほとんどであったが、やがて家電製品全般に搭載されるようになった。だが、8 ビット MPU になると、NEC は米企業に大きく引き離されるようになった。4 ビットのユーザーは日本の家電メーカーが中心で、相互の信頼関係からセカンドソース (2 次供給者) を必要としなかった。一方、8 ビット MPU は当時、国内需要がほとんどなく、対米輸出もセカンドソースを持たぬことから著しく困難であった。そこで、日本企業は 8 ビット MPU については米企業のセカンドソース路線を採り、NEC もインテルのセカンドソース生産に甘んじた。だが、16 ビットや 32 ビットの時代になると、NEC は V シリーズを発表して独自路線に復帰し、日米両市場にセカンドソースを持つことになる。

ところで、74 年に IC 産業の輸入と資本が自由化されたが、70~74 年頃までの日本企業は高品質の LSI を生産できず、電卓用 LSI は米企業から調達するしかなかった。しかるに自由化後、米国製 LSI の不良品問題が発生し、日本市場における米企業のシェアはむしろ逆に低下した。71 年には MOS・LSI 市場の 74% が輸入品によって占められていたが、72 年に入ってから国産 MOS・LSI による電卓市場の奪回が急速に進んだ。<sup>(46)</sup> 72 年後半から日立、NEC、三菱の国内メーカーが相次いで LSI の量産化に成功し、急速にシェアを奪回した。というのも、軍需用 IC は大量に作ってその中から選り抜きのものを納入し、残りの不良品も経費明細があれば代金を得られたので、軍需用中心の米企業は不良品や材料の無駄を排除する努力を怠ったからである。これに対して日本企業は製造中に品質を作り込む努力を積み重ねた。そして、日本企業の民生用指向はやがて大きな成果を探り当てる。電卓や電子時計などの民生用電子機器が IC に大規模な市場を提供したのである。その結果、72 年の IC 輸入は 70 年を下回り、輸入依存率も過去最低の 22% にまで低下した。そのために 70 年代に労働コストが上昇した時、日本企業は生産能力拡大や自動化によって単位コス

トと欠陥率を削減し、米企業の技術的優位を完全に相殺することができた。つまり、日本企業は民生用指向により70年代末までに資本集約的大量生産体制と低コスト・高品質戦略を確立し、国際競争力を強化したのである。<sup>(47)</sup>

### 〔3〕 IC化のメリット

では、何故このように急激なICの工業化が進展したのか。それはIC化には次のようなメリットがあったからである。第1に、小型・軽量化が可能になる。第2に、ICは信頼性の目覚ましい向上を可能にする。ICでは数多い部品が1つの連続した薄膜あるいは半導体内に組み込まれることから部品の結線数を大幅に削減できた。従来の電子機器の故障要因は各種部品の結線部分にあったので、結線の減少は故障の低減を中心とする信頼度の向上に繋がるのである。しかも総合的な工程の縮減、部品材料の種類・使用度数が少なくなるために故障原因が単純化され、信頼度の試験・推定も容易となり、信頼性は飛躍的に向上した。第3に、ICは価格低減にも威力を発揮した。価格低減は個別部品をICに置き換えることによって実現できた。写真技術を利用したフォトエッチングによるIC製造法は1回の処理によって数百、数千個の電子回路を生産し、個別部品に換算すると数万、数十万の部品や配線を一挙に作り込むことができる。従って、個別部品の自動組立が実現しても、このフォトエッチングによる配線にはコスト的に全く対抗できなかったのである。<sup>(48)</sup>

実際、ICの量産化と共に、その単価が下落し始め、日本でも67年頃からコンピュータや電卓では個別部品の組立よりICを採用した方が経済的に有利になった。日本のIC需要は宇宙開発や軍用電子機器の需要が少なく、用途が民生用と産業用に限られたために、特にIC化に伴う経済性のメリットが重視された。

電子機器のIC化は急速で、まず第3世代を迎えたコンピュータのIC化が進展した。次いで電卓のIC化が急速に進み、生産コストの引下げや信頼性の向上によるアフターサービスコストの低減などのメリットが得られ、従来の個別部品による組立よりも経済的優位性を持つことができた。トランジスタ工業化

の初期にトランジスタラジオの製品化の成功が半導体産業の発展を需要面から支える先導的役割を果たしたように、今度は電卓がIC産業に対する需要面からの牽引車となった。この電卓による旺盛なIC需要は従来の個別部品による組立よりもICを採用した方が経済的に有利になるというメリットの故である。電卓は第9表のようにIC化によって部品点数やハンダ付け箇所が大幅に削減された。電卓はトランジスタ式からIC式への転換により部品点数を5分の1以下、ハンダ付け箇所も半分に減少させたが、LSI式になるとそれぞれ更に10分の1、11分の1に削減させたのである。資料は異なるが、66年製トランジスタ電卓と71年製LSI電卓を比べれば、第10表のように部品点数は4,900から29、ハンダ付け箇所も21,600から935と激減していることが分る。このた

第9表 14桁電卓の部品推移

部品	機種	トランジスタ電卓	IC電卓	LSI電卓
部品点数		8,500	1,600	165
ハンダ付箇所		20,000	10,000	945

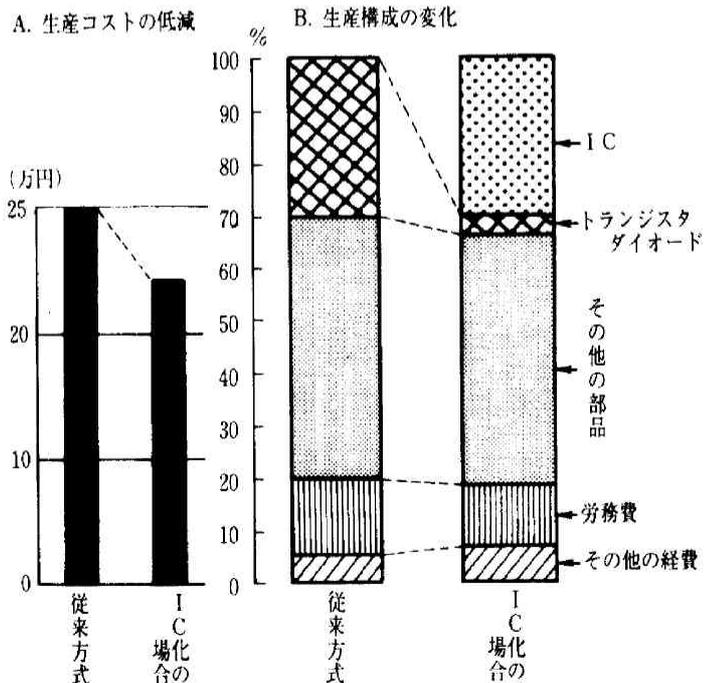
(資料) 『電子工業年鑑 1971-72』 703頁。

第10表 電卓における部品点数の推移

	(1966年)	(1971年)
	トランジスタ電卓	LSI電卓
抵抗器	400 (個)	1 (個)
コンデンサ	600	5
ダイオード	3,000	10
トランジスタ	900	3
I C	0	9
L S I	0	1
計	4,900	29
ハンダ付け箇所	21,600箇所	935箇所

(資料) 『電子工業年鑑 1974』 844頁。

第4図 電卓のIC化



(資料) 『電子工業年鑑 1968』 471頁。

第11表 電卓用 MOS・IC 価格の推移 (指数)

	SSI	LSI	電卓1台当りのIC使用量
1967年上期	100	—	65(SSI)
下期	69	—	
1968年上期	62	—	
下期	58	—	
1969年上期	53	—	
下期	47	—	
1970年上期	38	—	35(SSI)
下期	31	100	6(LSI)
1971年上期	23	68	4(LSI)
下期	17	43	2(LSI)
1972年上期	—	35	1(LSI)

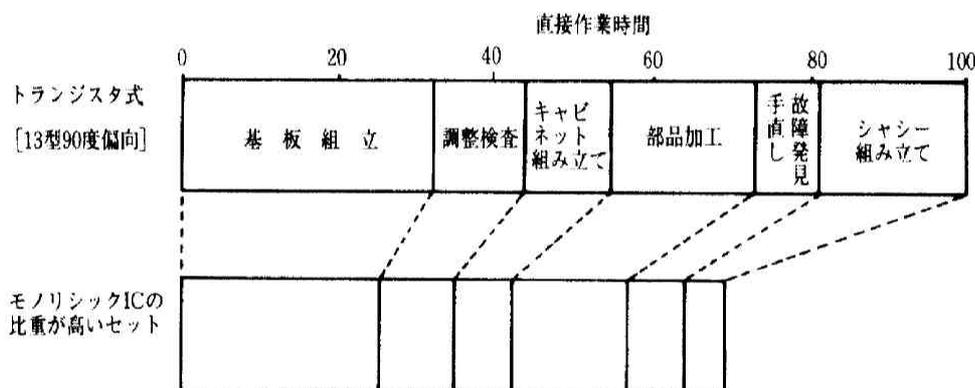
(資料) 『電子工業年鑑 1973』 829 頁。

第12表 電子計算機における使用部品数の推移

	ディスクリート大型計算機	IC化大型計算機
フィルム・タンタルアルミコンデンサ	21,000個	9,000個
その他のコンデンサ	47,000	3,000
炭素被膜抵抗器	155,000	23,000
パルストランス	2,000	11,000
コネクタ	5,000	6,000
トランジスタ	52,000	9,000
ダイオード	177,000	22,000
I C	—	45,000
合計	459,000	122,000

(資料) 『電子工業年鑑 1971-72』 705 頁。

第5図 IC化による直接作業時間の短縮 (カラーテレビ)



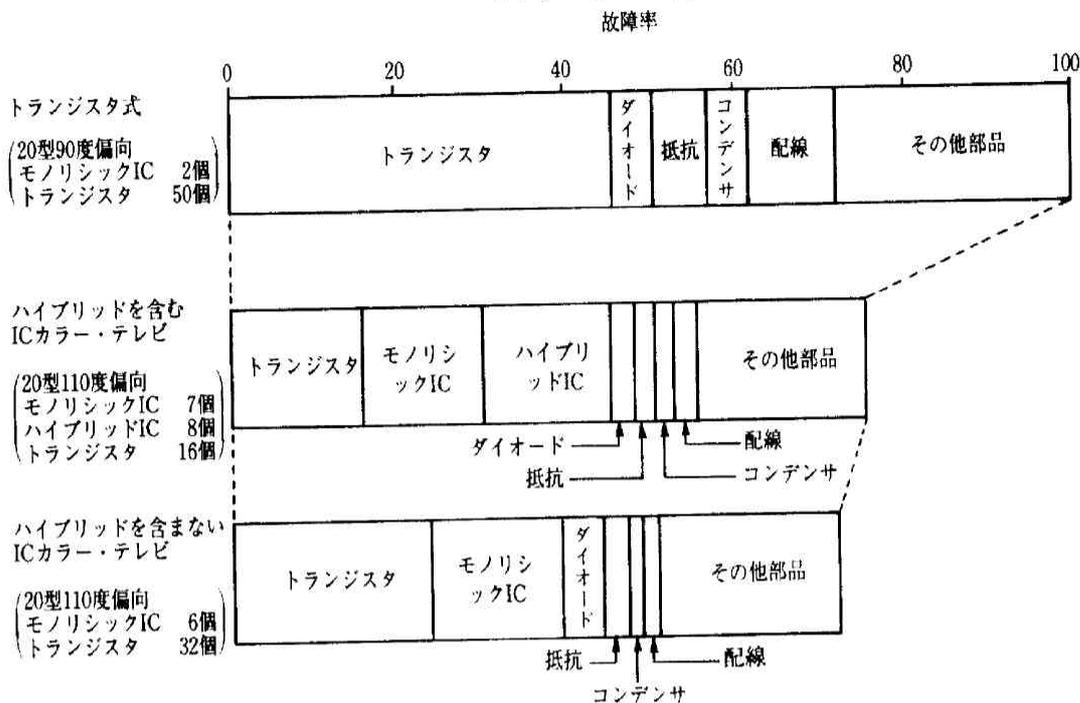
(資料) 『電子工業年鑑 1975』 824 頁。

め第4図のように IC 化によって電卓のコストは大幅に低下した。むろん、その背景には第11表の如く IC の急速な価格下落と高集積化があった。こうして組立配線コストの節減、個別部品接続点の減少による信頼性の向上、アフターサービスコストの改善などが実現されることから、IC の採否は電子機器コストの格差を決定的に左右する鍵となったのである。<sup>(49)</sup>

IC 化に伴う生産コストの改善は IC 価格の下落と共に多くの電子機器にも経済的メリットを与えるようになった。民生用機器の IC 化は 60 年代末以降の

### 第6図 信頼性の比較 (カラーテレビ)

(トランジスタ式の故障率を100としたときの比較)



(資料) 『電子工業年鑑 1975』 824 頁。

IC 価格の下落によって 70 年代に大きく進展した。例  
 えば、電子時計も前出の第 8 表のように C-MOS・IC 価格の大幅な低下によっ  
 て製造コストが激減した。また、大型コンピュータは第 12 表のように IC 化に  
 よって部品点数が 4 分の 1 になっている。更にカラー

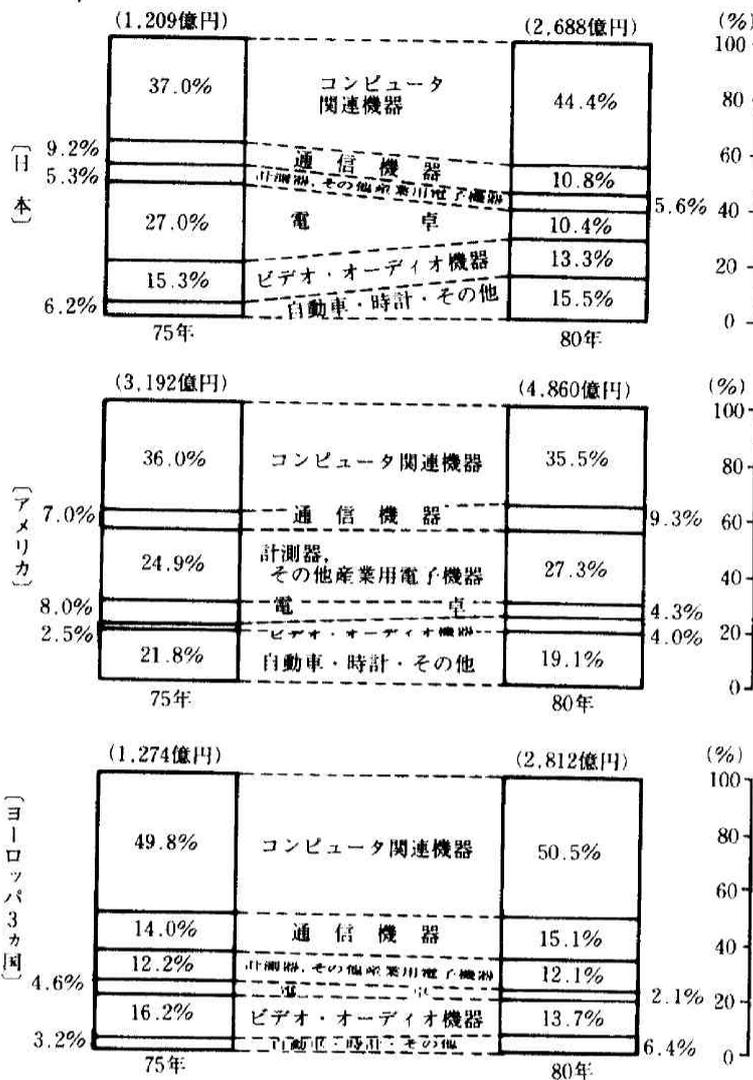
第13表 カラーテレビにおける部品点数の推移(1972)  
 (東芝, 日立, 松下 20 型の平均値)

区 分	トランジスタ テレビ	IC テレビ	減少率 %
I C	1(個)	10(個)	—
トランジスタ	55	24	56
ダイオード	67	39	42
抵抗器	394	248	37
コンデンサ	293	215	27
トランス	27	16	41
コイル	62	30	52
計	606	367	40

(資料) 『電子工業年鑑 1974』 844 頁。

テレビでも IC 化は第 5 図のように直接作業時間を大幅に短縮させ、第 6 図の  
 ように故障率を削減して信頼性を向上させることになった。72 年時点における  
 東芝, 日立, 松下の 3 社のカラーテレビ部品点数は第 13 表のようにトランジスタ  
 式から IC 式への転換によって 40% も減少しているのである。

第7図 世界の主要地域における用途別 IC 需要構成



(資料) 『電子工業年鑑 1977』 650 頁。

ヨーロッパ3カ国はイギリス, 西ドイツ, フランス。

次に IC の需要分野を見ると、前出の第6表と第7表のように 69~70 年には電卓が最大で、コンピュータがこれに次ぎ、この2つのみで3分の2以上を占めていた。電卓とコンピュータのシェアは71年に逆転し、その後は差が拡大している。特筆すべきことは IC 需要先としての電卓の重要性が第7図の如く日本にのみ特徴的なことだった点である。電卓は日本の IC 産業が60年代末から70年代初めにかけて軌道に乗るまでの間、需要面から支えるという大きな役割を果たしている。むろん、民生用電子機器の IC 化も

第14表のように71年までにはかなり進んだ。特にテレビの IC 化などを中心に民生用も71年からはシェアを急速に高めている。<sup>(51)</sup>

こうして日本の IC 生産額は66年5.8億円から74年の1,255億円(3.4億個)へ、また半導体 IC は3.3億円(29万個)から本格的な工業化を迎えた68年には103億円(1,988万個で米国の15%)、そして74年には1,099億円(3億個)へと増加した。特に75年には IC が生産額でトランジスタを凌駕し、以後半導体の中心となる。平均単価は66~75年に1,114円から347円に大きく下落している。種類別では、MOS が数量のシェアでは半減したが、金額のシェアでは上昇し

第14表 民生用電子機器のIC化率

(%、1971年1月現在、主要6社)

	A (1)	B (2)	C (3)	D (3)	E (1)	F (1)
F M / A M ラジオ	50~60	50	75	65	20	35
A M ラジオ	50~60	50	80	30	25	60
カセットテレコ	60~70	75	75	60	30	40
オープンリールテレコ	60~70	80	10	60	30	40
ステレオ	50~60	40~80	60	40	25	10%以下
カラーテレビ	20~30	60	60	5	} 20	—
白黒テレビ	30~40	50	—	—		—

(資料) 『電子工業年鑑 1971-72』 714 頁。

(注) (1) IC化テレビの総部品点数/ディスクリートテレビの総部品点数

(2) トランジスタのないIC化ブロック/全ブロック (各機器を基本ブロックに分割)

(3) 能動部品における比較

て過半を占めた。というのも、平均単価が71~75年にリニアは237円から177円、バイポーラデジタルも516円から284円に低下したが、MOSは428円から784円に上昇したからである。これは電卓・時計用LSIやメモリの需要増に支えられ、MOSの高集積化が急速に進展したからである。例えば、MOSのLSI化率(金額)は70年の4%から75年の91%へと急上昇している。<sup>(52)</sup> ICの輸出も73年に始まり、75年には135億円(輸入額400億円の3分の1)に達した。一方、ICの輸入は輸入割当品目であったにもかかわらず、67年の18億円から74年の511億円へと激増している。

#### IV ME革命

##### [1] ME化の進展

この時期の特徴はマイクロエレクトロニクス(ME)革命が急速に進展したところにある。特にマイコンの出現はコンピュータを1つの部品として各種機械に組み込み、その自己制御を可能にすると共に、思い切った超小型化と低価格化を実現した。マイコンは他産業における新製品開発、高付加価値化、生産性の向上や省エネなどを促し、経済全般に大きなインパクトを与えた。ME化は生活の質の向上や石油危機後の省資源・省エネなどの要請と、これに対応するエ

レクトロニクス技術の進歩が相俟って、急速に進展した。民生用電子機器を例に挙げれば、4ビット1チップマイコンがテレビ、VTR、プログラムタイマー、チューナー、プレーヤー、カセットデッキ、電子レンジ、電子オーブン、炊飯器、冷蔵庫、エアコン、洗濯機などに広く応用されている<sup>(53)</sup>。

思えば、キルビーが初めて製作したICはトランジスタ2個、抵抗6個、コンデンサ2個からなる素子数僅か10個の単純なものだった。しかしICは数ミリ角のシリコン板上に10万個以上の素子を作り込む超LSIの時代を迎え、どんな電子機器も小型化・軽量化が可能となった。しかもICは集積度が高くなればなるほど単位機能当たりコストが低下し、量産すればするほど安価になる。その結果、マイコンのような複雑な電子回路もIC1個に納り、価格も非常に安くなったので、例えば、テレビなどにもマイコンが組み込まれ番組予約などの便利な機能が付加されるようになったのである<sup>(54)</sup>。

ICは73年秋の石油ショックに伴う不況によって減産に陥ったが、75年後半には底に達し、76年以降の輸出増に伴う電子産業全般の活況によって、77年から再び高成長期に入った。だが、77年以降の需要増加は、過去のカラーテレビのようなブーム的なものではなく、家電製品の電子化や産業用電子機器の好調と、国産品による輸入品代替などに依存していた。半導体ICの中でもMOS・ICの生産は78年以降、メモリ(16KDRAM)やMPUの急成長により目覚ましく拡大した。またリニアICの生産はVTR、カメラ、自動車用などの新規需要に支えられて堅調に推移した。さらにバイポラデジタルICはコンピュータ及び端末用に旺盛な需要があったが、国内生産能力の不足から供給が追いつかず、輸入が急増した。もちろん、これは日本企業がMOSへの設備投資を偏重してきた結果であったといえる<sup>(55)</sup>。

81年には民生用部門ではVTRが躍進して1兆円産業となり、産業用部門もワープロ、ファクシミリ等のOA関連機器、コンピュータ等が着実な発展を遂げた。ICは産業のコメとして広範な分野に浸透し、メカトロ化など大きなインパクトを与えている。とはいえ、リニアICはVTRの生産増大により好調だったが、MOS・ICはメモリ価格の下落で生産量の増大にもかかわらず生産額は

あまり増加しなかった。半導体 IC の生産は 82 年も世界的な不況、民生用部門の不振、量産による価格下落などのために低成長に止まっている<sup>(56)</sup>。特にリニア IC は需要の 8 割を民生用部門に依存していたので、VTR の高成長が終わり、オーディオなど他の民生用機器も低迷したため、大幅な減産となった。MOS・IC のみはメモリ新製品の 64KDRAM 需要が急増したため比較的好調だった。リニア IC の生産も 83 年に入って、民生用部門の需要回復から増加に転じた。しかしながら、84 年には IC 生産が米国のパソコン需要の減退や全般的な景気低迷から大幅に鈍化すると同時に、日米半導体摩擦が激化する。更に 85 年には IC 産業は世界半導体不況に遭遇し、石油ショックの影響を被った 75 年以来 10 年ぶ

りの前年実績割れという深刻な不況に陥ったのである<sup>(57)</sup>。

ともあれ、半導体 IC の生産は第 15 表のように 76 年の 1,762 億円 (6.2 億個) から 83 年に 1 兆円を超え、84 年には 1 兆 8,280 億円 (92 億個) に達したが、85 年には 1 兆 6,774 億円 (90 万個) と 75 年以来の前年割れとなった。IC の平均単価は 76~85 年に 282 円から 187 円に低下している。また、MOS の生産額は第

第 15 表 半導体 IC の生産推移

暦年	数 量 (千個)	金 額 (百万円)	単純平均単価 (円)
76	624,524	176,217	282
77	758,471	185,233	244
78	1,120,027	251,690	225
79	1,694,345	343,202	203
80	2,542,990	515,624	203
81	3,334,365	621,965	187
82	4,173,534	743,813	178
83	5,950,644	1,039,293	175
84	9,178,587	1,828,019	199
85	8,990,660	1,677,373	187

(資料) 『電子工業年鑑 1987』750 頁。

第 16 表 半導体 IC 品種別生産額推移

(単位：百万円，%)

暦年	構 成 比			生 産 額 合 計
	リニア	バイポーラ デジタル	MOS	
76	33.4	17.9	48.7	176,217
77	35.0	19.1	45.9	185,233
78	31.4	16.3	52.3	251,690
79	27.9	14.9	57.2	343,202
80	25.9	14.1	60.0	515,624
81	30.2	15.2	54.6	621,968
82	23.8	17.5	58.7	743,813
83	21.4	14.8	63.9	1,039,293
84	18.1	14.2	67.5	1,828,019
85	20.9	15.3	63.8	1,677,373

(資料) 『電子工業年鑑 1987』751 頁。

16表のように75年に半導体ICの49%だったが、84年68%、85年64%と3分の2を占めるまでになった。<sup>(58)</sup>

ところで、日本の半導体産業は70年代末までに従来の民生用IC中心からコンピュータ・電気通信用IC中心へと転換を遂げた。特に76~80年の超LSI研究組合プロジェクトは半導体・コンピュータ産業の競争力を強化する上で重要な役割を果たした。<sup>(59)</sup>そして、対米輸出の増大がこれを需要面から促進した。米国大手流通業者は76年以前にはマージンが低く、メモリやMPUを大量かつ継続的に供給できない日本企業との取引を敬遠した。だが、こうした状況は日本企業が技術と生産能力を高めると共に一変する。NEC、富士通、日立、東芝の各社は米国内に広範な流通網を構築し、78年以降のメモリ需要急増という追い風に乗って80年に米国IC市場の8%を占めるに至ったのである。

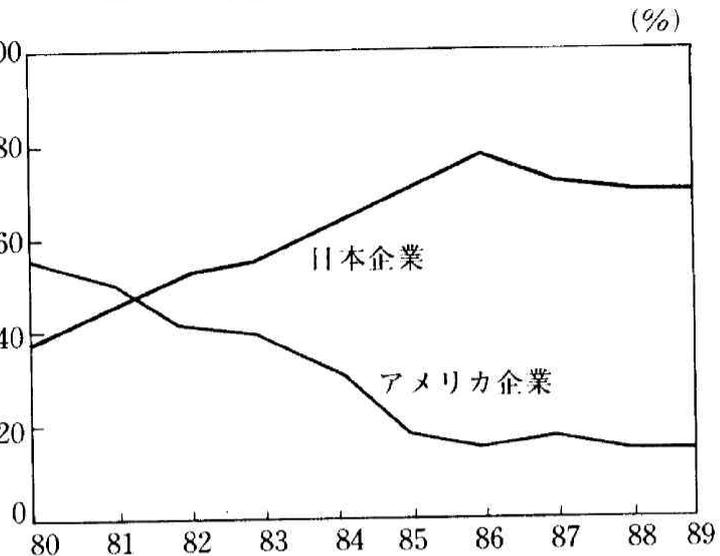
そのため70年代末には日本の対米IC輸出をめぐって日米半導体摩擦が勃発する。米国では、4Kと16KのDRAMがビット当たり価格で同額となった78年に、16KDRAM需要が激増し、深刻なメモリ不足が生じた。また、IBMがコンピュータ新シリーズ4300の爆発的なヒットに伴うメモリ不足の解消のために16KDRAMを市場から大量に調達したこともこれに拍車を掛けた。というのも75年の景気後退期に米IC専門企業が生産能力の拡大を抑制し、その後も設備投資に慎重な姿勢を堅持したからである。これに対して日本企業は供給余力を背景に輸出攻勢を掛け、79年末までに米国16K市場の43%を占有した。日本企業は81~82年の景気後退期にも64KDRAMの能力拡張投資を継続し、81~82年に最先端の64KDRAMで世界市場の67~69%、16KSRAMでも約95%を掌握した。かくして64KDRAMは日本企業が米IC専門企業を凌駕した最初のICデバイスとなったのである。

以上のように猛烈な生産拡大と自動化により日本企業は米企業よりも急速に習熟曲線を駆け降り、コストと価格を低下させた。しかも、この熾烈な価格競争を先導したのは市場での地位を早急に確立する必要に迫られていた二番手メーカーの三菱電機と沖電気であった。両社は64Kの価格を16Kの4倍弱に設定し、その需要交替を強行したのである。日本企業は相次いで生産設備を16

K から 64K に転換し、米企業の予想を遙かに上回る急速な世代交替を推進した。そのため 83 年に米 IC 専門企業が 64K に本格参入した後も、主導権を維持することができたのである。日本企業は第 8 図のように 86 年までに DRAM 市場の 70%、SRAM 市場の 50% を占有した。その結果、DRAM 市場における米企業のシェアは第 9 図のように集積度が上がるに従って低下した。そのため TI とマイクロテクノロジーなどを除く米 IC 専門企業は第 17 表のように 256K 世代の出現と共に DRAM 市場から完全に撤退し、ニッチ市場へと追いやられることになったのである。<sup>(60)</sup>

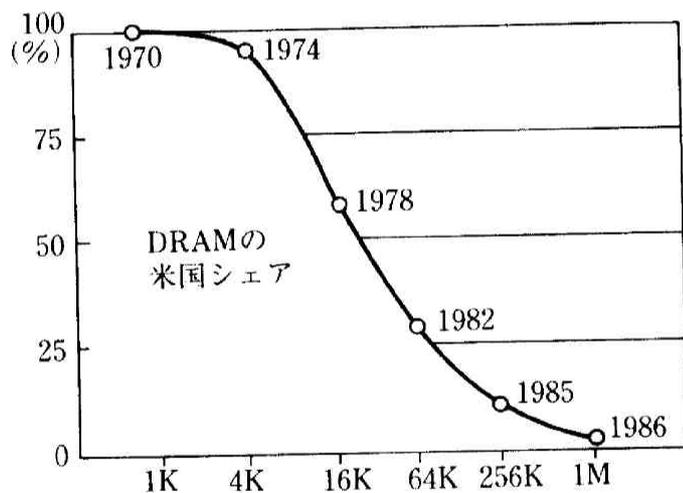
こうして日本企業は第 18 表の如く世界半導体企業の上位を独占するに至った。80 年代初頭に半導体売上高ランキングで NEC が世界一となり(91 年までその地位を維持)、83 年には日本企業が上位 10 位

第 8 図 世界 DRAM 市場のシェア



(資料) Business Week, Oct. 23, 1989, p. 70.

第 9 図 DRAM 市場での米国シェアの推移



(資料) ハイテク戦略研究会『米国の技術戦略』67 頁。

第 17 表 DRAM メーカー数の推移

年	DRAM のレベル	米 国	日 本
1970	1K	14	8
1974	4K	15	6
1978	16K	12	6
1982	64K	5	6
1985	256K	3	7
1986	1M	3	7

(資料) 『米国の技術戦略』67 頁。

第18表 世界の10大半導体メーカー

順位	1993年	1992年	1991年	1990年	1989年	1988年	1987年	1986年	1985年	1984年	1983年	1980年
1	インテル	インテル	インテル	インテル	インテル	インテル	インテル	インテル	インテル	インテル	インテル	インテル
2	NEC	NEC	NEC	NEC	NEC	NEC	NEC	NEC	NEC	NEC	NEC	NEC
3	モトローラ	東芝	インテル	日立製作所	日立製作所	日立製作所	日立製作所	日立製作所	日立製作所	日立製作所	日立製作所	日立製作所
4	東芝	モトローラ	モトローラ	モトローラ	モトローラ	モトローラ	モトローラ	モトローラ	モトローラ	モトローラ	モトローラ	モトローラ
5	日立製作所	日立製作所	日立製作所	インテル	富士通	富士通	富士通	富士通	富士通	富士通	富士通	富士通
6	T	IT	IT	富士通	富士通	富士通	富士通	富士通	富士通	富士通	富士通	富士通
7	三星電子	富士通	富士通	富士通	三菱電機	三菱電機	三菱電機	三菱電機	三菱電機	三菱電機	三菱電機	三菱電機
8	富士通	三菱電機	三菱電機	三菱電機	三菱電機	三菱電機	三菱電機	三菱電機	三菱電機	三菱電機	三菱電機	三菱電機
9	三菱電機	フィリップス	松下電子	松下電子	松下電子	松下電子	松下電子	松下電子	松下電子	松下電子	松下電子	松下電子
10		松下電子	フィリップス	松下電子	フィリップス	フィリップス	松下電子	松下電子	松下電子	松下電子	松下電子	松下電子

(出所) 『日本経済新聞』1994年5月27日号, 『電子工業年鑑』1989-94年, 『週刊東洋経済』臨時増刊号, 1991年12月13日号, 102頁。

第19表 アメリカと日本の64K・DRAMコスト比較

A. ウェハ・コストの構成要素 (ウェハ1枚当たりドル)		
	アメリカ	日本
1. 原材料費	\$ 32	\$ 49
2. 資本費 (減価償却)	29	37
3. 人件費	24	20
合計	\$ 85	\$ 106
日本ウェハ・コスト÷アメリカ=1.25		
B. 工場コストの決定要因		
	アメリカ	日本
1. ウェハ・プロセスコスト	\$ 85	\$ 106
2. ウェハ・プロセス歩留まり	80%	95%
3. 良品ウェハ1枚当たりコスト	\$ 106	\$ 112
4. チップサイズ (mil <sup>2</sup> )	35100	38600
ウェハ1枚当たり理論収量	313	280
5. ウェハ・検査コスト	\$ 14	\$ 12
テスト済みウェハ1枚当たりコスト	\$ 120	\$ 124
6. ウェハ検査歩留まり	40%	52%
7. 良品チップ数	125	146
8. 良品チップ1個当たりコスト	\$ 0.96	\$ 0.85
9. 組立てコスト	\$ 0.20	\$ 0.40
10. 組立て歩留まり	90%	95%
11. 組立て完了品1個当たりコスト	\$ 1.40	\$ 1.32
12. 最終検査コスト	\$ 0.20	\$ 0.20
13. 最終検査歩留まり	80%	80%
14. 最終製品1個当たり工場コスト	\$ 2.00	\$ 1.90
15. 累積歩留まり	23%	38%
良品数	72	106
16. 粗利益	45%	40%
17. 最終売価	\$ 3.64	\$ 3.17
18. 総収益	\$ 262	\$ 336

(資料) 『日本の脅威、アメリカの選択』393頁。

以内に5社も入っている。しかも日本製ICの品質の良さは80年3月、米国の国際セミナーで米ヒューレット・パッカード社の詳細なデータ(16KDRAM)によって保証された。<sup>(61)</sup>この品質格差は第19表の64KDRAMにおける日米コスト差にも歴然と表れている。むろん、日本企業は厳格な純度基準を採用している

ため原材料費が高く、高度の自動化のために資本費用も高い。また、良品チップ1個当たりの総コストは日本企業1.9ドル、米企業2ドルと僅かな差にすぎない。しかし米企業の平均総歩留り率は40~50%で、日本企業の60%以上と比べてかなり低い。その結果、日本企業は同一の公称生産能力と総費用の工場において、米企業の場合よりも約50%も多い良品チップを得、50%も多い総収入を上げていた。つまり、米企業は同数の良品チップを生産するために40%も多くの投資を実施しなければならなかったのである<sup>(62)</sup>。

## [2] IC市場の構造

ICの生産額は76~85年に電子部品の11%から31%へとシェアを高め、79~85年に半導体の6割以上を占めるに至った。国際市場では、79年に16KDRAMで日系企業が米国市場の約40%を占有し、第20表のように日本は対世界半導体貿易で初めて黒字となり、80年には対米貿易も黒字に転換した。つまり日本は70年代末までにIC輸出国となったのである。ICの輸入は72年のIC関税引下げや74年の輸入・資本の自由化によって急増したが、石油ショッ

第20表 IC・半導体素子の輸出入

(単位：億円)

種別			1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
半導体素子	対世界	輸出	568	632	732	700	869	1,204	1,148
		輸入	234	292	374	323	341	479	340
	対米	輸出	100	106	147	177	217	335	288
		輸入	65	75	76	79	85	117	107
	対EC	輸出	53	52	47	63	77	120	159
		輸入	13	16	24	16	14	22	21
I C	対世界	輸出	1,083	1,833	1,966	2,850	4,238	7,768	5,818
		輸入	985	1,089	1,113	1,274	1,526	2,222	1,654
	対米	輸出	418	724	712	1,168	1,843	3,722	2,195
		輸入	741	696	705	835	1,076	1,636	1,254
	対EC	輸出	125	316	280	419	552	1,192	1,092
		輸入	88	145	137	119	122	137	138

(資料) 『電子工業年鑑1987』752頁。

クの影響で75年以降は減少した。一方、輸出は国内生産の増加と共に増大し、79年にはMOSメモリの対米輸出増加によって1,000億円を突破した。輸出は地域別では81年に東南アジア向けが急増して対米向けを凌駕した。とはいえ、対米輸出の比率は76年の22%から80年の40%に上昇し、81年は36%まで低下したものの、84年には48%と再び上昇している。輸出比率も76年の12%から80年に32%に増大した後、80年代前半は29%~39%で推移している。一方、輸入依存率は76年の27%から85年の12%へと顕著な縮小傾向を辿った。また、平均輸出単価は東南アジア向けが比較的安価な低級品であったのに対して、先進国向けは高級品が中心となっていたが、この格差は漸次縮小傾向にある。

ICの需要分野を見ると、第21表のように民生用電子機器分野は80年度の49%から81年度の54%まで上昇した後、84年度には33%まで大きく後退したが、VTRの比率は80年度の7%から81年度の15%まで高まり、84年度も13%に達している。一方、産業用電子機器では、OA機器での需要が81~84年度に16%から33%へと大幅に上昇した。これはパソコンやワープロが急速にオフィスに浸透したためであり、結局はMPUの出現と高度化によってパソコンがマニア用おもちゃからビジネス用実用機に進化した結果であったともいえる。

次に、日本のICメーカーは第22表のように総合電機メーカーの日立、東芝、三菱、コンピュータ・通信機メーカーのNEC、富士通、沖電気、家電メーカーの松下、三洋、シャープ、ソニーなどに大別されるが、いずれも社内に大きな市場を持っていた。社内需要を持たない部品専門メーカーは東光やロームなど僅かで、生産品種も限られている。また、大手メーカーの比重が高いが、これはキャッチアップには多くの優秀な技術者、安定した社内需要、多額の資金などが必要とされるからである。更に家電メーカーなどは機器の回路がIC化されるに従い、機器に関する設計ノウハウ、アイデア等がICに集約され、ひいてはICメーカーの手中に帰する可能性が高まってきたため、自社製機器用ICの内製化に積極的に乗り出したのである。<sup>(63)</sup>

第21表 ICの国内出荷の需要分野割合の推移

需要分野 \ 年 度	1980	1981	1982	1983	1984 (見込)	1985 (計画)
民生用電子機器	48.6	53.5	46.3	38.9	32.6	31.9
テレビ	7.6	7.7	6.4	5.1	4.0	4.1
V T R	7.3	14.7	14.2	12.9	12.7	12.5
オーディオ	16.7	15.8	11.0	9.6	7.5	7.1
電子楽器	0.8	1.0	1.1	1.1	0.9	1.0
家電	1.3	1.2	1.0	0.0	0.8	0.9
カメラ	1.7	2.1	2.1	1.0	0.8	0.7
時計	6.0	3.7	3.4	2.6	1.7	1.4
ゲーム	4.0	4.7	6.3	4.9	2.9	2.8
その他	3.2	2.6	1.2	1.0	1.3	1.3
産業用電子機器	51.4	46.5	53.2	61.1	67.4	68.1
OA機器	15.6	12.8	21.1	27.7	32.5	32.7
事務機	3.8	4.0	4.0	4.9	5.4	5.3
電卓	10.5	7.2	5.0	3.2	2.2	1.7
ファクシミリ	1.3	1.6	2.0	1.9	2.2	2.2
パソコン・ワープロ	N・A	N・A	7.3	14.6	19.1	19.8
オフコン	N・A	N・A	2.7	3.1	3.7	3.7
一般産業機器	29.4	28.4	28.5	30.9	31.3	31.7
電算機・端末	15.7	14.3	14.2	15.9	15.4	15.4
通信機器	6.9	7.6	6.8	7.5	8.5	8.8
計測制御機器	3.6	3.6	3.7	3.4	3.8	3.9
医療機器	N・A	N・A	0.3	0.4	0.5	0.5
自動車	2.0	2.2	2.3	2.3	1.9	1.9
ロボット	N・A	N・A	0.3	0.5	0.4	0.4
自動販売機	0.6	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5
トランシーバ	0.6	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1
電源	N・A	N・A	0.3	0.3	0.2	0.3
その他	6.6	5.3	3.6	2.5	3.6	3.6
合 計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

(資料) 『電子工業年鑑 1986』 701頁。

第22表 日本のIC企業の分類

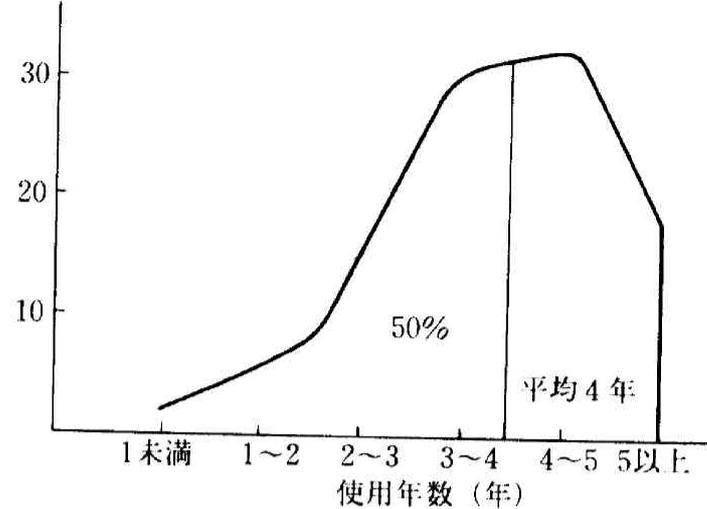
総合電機メーカー コンピュータ・ 通信機メーカー 家電メーカー 電子部品メーカー 自己消費型メーカー (一部外販)	日立, 東芝, 三菱 NEC, 富士通, 沖 松下電子, 東京三洋, シャープ, ソニー 東光, ローム 日本楽器, 諏訪精工舎, パイオニア, 日本プレジジョンサー キット (セイコーグループ), 日本電装, リコー, クラリオン, 富士ゼロックス, キヤノン
外資系メーカー	TI, モトローラ, IBM, フェアチャイルド, アナログデバイ ス, インテル (デザインセンター)

(資料) 『電子工業年鑑 1986』706頁。

こうして日本では大手企業の兼業または系列企業がIC生産の中心となった。それは第1に、海外で開発された先進技術であるIC技術を吸収するためには良質な技術者を多く抱える企業が圧倒的に有利であったからである。第2に、ICはある意味ではトランジスタの延長であったから、既に半導体技術を持っていた大企業は非常に有利だった。第3に、米国では膨大な政府需要がIC産業の発展を促してきたが、日本ではIC産業を強力に牽引する国家プロジェクトがなく、生産技術を修得し市場の信頼を得るまでは安定した社内マーケットの存在が重要だった。第4に、米国では、政府機関がIC事業に必要な巨額の研究開発費や設備投資資金を負担したが、日本では民需が中心であったため、これらの負担は企業が自ら引き受けねばならなかった。結局、大企業のみがこれらの資金負担に耐えられたのである。<sup>(64)</sup>

一方、これまで社内使用目的でIC事業を展開してきたソニーや日本楽器などの企業が外販市場に積極的に進出した。従来の電子機器関連企業以外にも、自動車、事務機器、カメラ、時計などのメーカーがICの内製化に取り組み始めた。というのも、大手半導体メーカーは量産効果や高付加価値を期待できるICに開発や生産の重点を置き、特殊なICの開発や生産を敬遠したからである。しかも供給を受けるまで長期間を浪費し、商品開発に間に合わない場合も多かった。更に膨大な費用を支払ってICを開発してもらっても、その技術はIC

第10図 IC製造設備の使用年数実績  
構成比 (%)



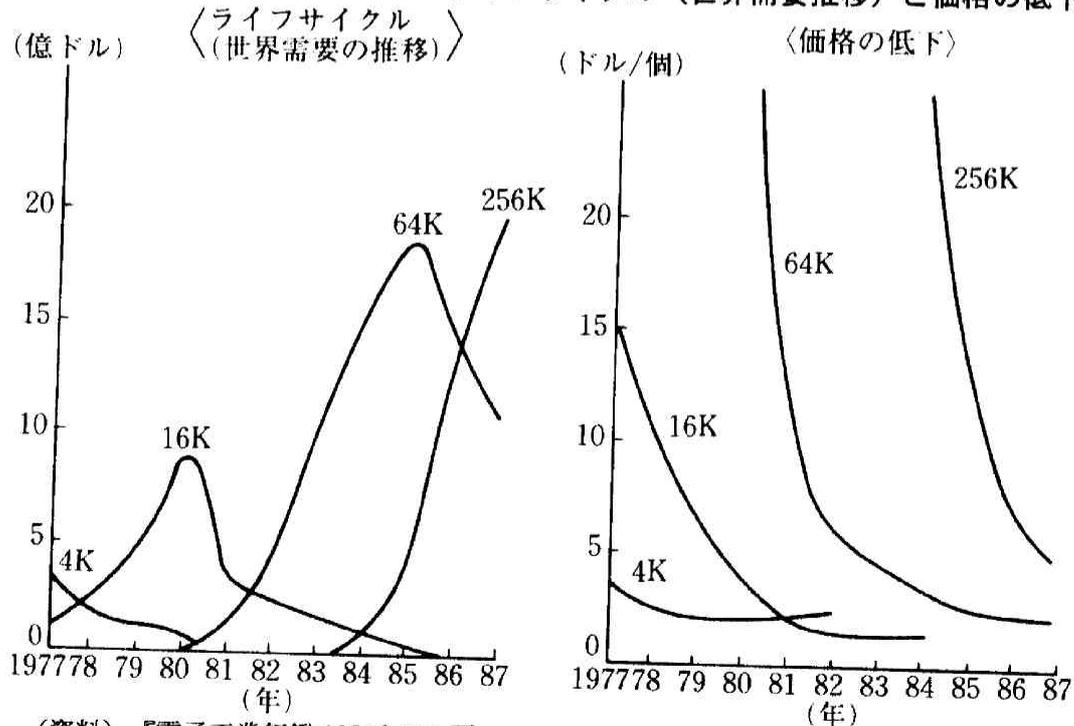
(資料) 『電子工業年鑑1981』707頁。

のスピードで容量が増加するため、微細加工技術の高度化と製造機械の精度向上を必要とするので、新製品の供給には莫大な研究開発費と設備投資資金が不可欠となる。ICの製造機械は1台が1億円を超えるものが少なくなく、専用機でしかも機械の進歩も激しいので、第10図のように4~5年で陳腐化してしまうといわれる<sup>(66)</sup>。従って、この投資に耐えられぬ企業は脱落する以外にないので

メーカーのものとなり、商品の設計ノウハウや開発企画が流出してしまう恐れがあったのである<sup>(65)</sup>。

しかしIC産業は技術の高度化により労働集約型産業から知識集約型産業へ、またIC製造技術の自動化により装置産業へと大きな変革期を迎えた。ICメモリは年に2倍近く

第11図 MOS・DRAMのライフサイクル (世界需要推移) と価格の低下

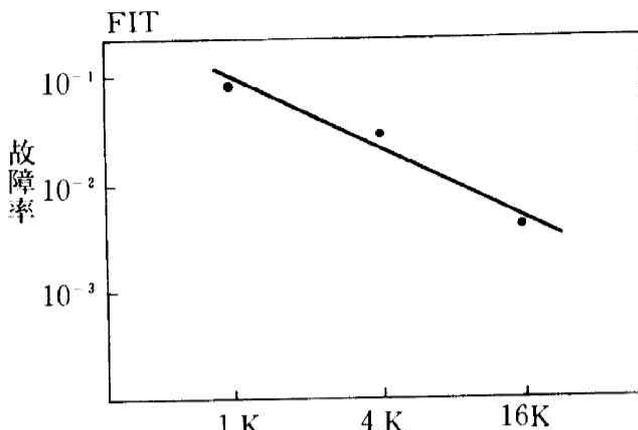


(資料) 『電子工業年鑑1984』804頁。

ある。

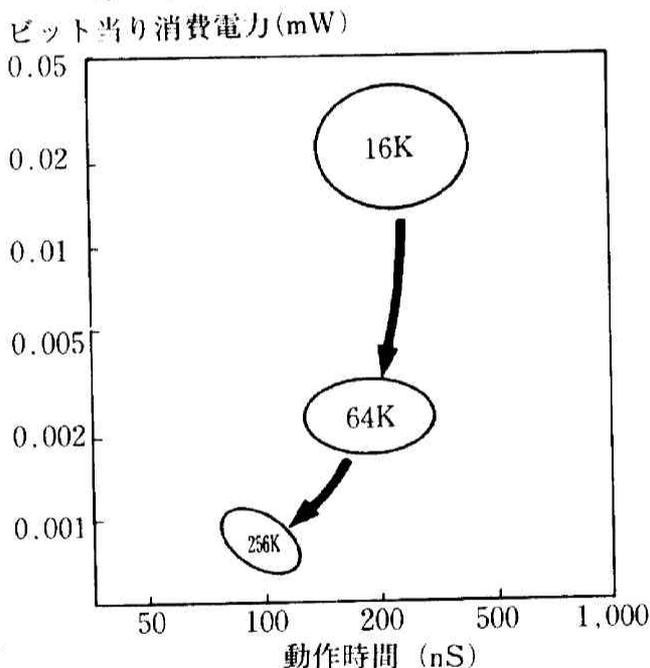
しかも IC 産業の技術革新は激しく、第 11 図のように製品のライフサイクルが極めて短く、価格下落も甚だ激しい。MOS・DRAM では、需要のピークは約 4 年ごとに訪れるという。だが、かかる技術革新は故障率の低下 (第 12 図)、動作時間の短縮や消費電力の減少 (第 13 図) など信頼性と性能を大幅に向上させ、IC を極めて魅力的な商品にした。こうして IC の価格性能比は新しい高性能製品ほど低廉になったのである。むしろ、技術革新を推進するためには膨大な研究開発及び設備投資が必要とされる。例えば、研究開発支出 (対 IC 売上高) は 76~81 年に 15% 台を維持し、設備投資額は 76 年の 21% から 25% へと上昇している。米企業の研究開発支出が 74~78 年平均で 17%、設備投資額が 25% で

第 12 図 MOS・RAM の信頼性



(資料) 『電子工業年鑑 1983』 766 頁。

第 13 図 MOS・RAM の性能変化



(資料) 『電子工業年鑑 1983』 766 頁。

あったから、70 年代末には日本企業は研究開発・設備投資の水準で米企業にほぼ追い付いたといえよう。そこで、日本の半導体大手企業 11 社の設備投資の推移を見ると、第 23 表のようになっている。NEC は 74 年以降半導体売上高トップの地位を維持するため、83~84 年を除き投資額でも 1 位を占めたのである。また、82~83 年の日立の活発な投資は同社の躍進をもたらしたが、特に東芝は 83 年以降積極果敢な投資を行って、従来の遅れを挽回し、やがて 1 メガ DRAM でトップのシェアを確保することになるのである。<sup>(67)</sup>

第23表 半導体大手11社の設備投資の推移 (単位：億円)

社名	年度	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
N E C		70	100	100	155	220	300	400	480	670	1,400	1,000
日立製作所		—	—	60	100	150	230	340	600	810	1,300	900
東芝		—	—	—	60	100	130	200	320	970	1,480	900
富士通		—	—	56	116	187	298	334	433	638	1,310	535
松下電子工業		—	—	—	—	100	220	200	100	230	1,100	600
三菱電機		—	55	60	65	80	100	130	230	355	700	580
東京三洋電機		5	20	16	16	43	80	123	90	120	315	592
シャープ		—	—	—	19	97	104	106	172	217	350	370
沖電気工業		—	—	—	—	55	151	114	140	144	364	214
ソニー		—	—	—	—	—	—	—	—	100	155	350
セイコーエプソン		—	—	—	—	—	—	—	—	130	250	300
ローム		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	65
合計		—	—	—	—	1,032	1,613	1,947	2,565	4,384	8,724	6,406

(資料) 『電子工業年鑑1987』756頁。

(注) ロームを含めると12社である。

さて、77年に米国で誕生したパソコンは、79年の表計算プログラムの登場によってマニアのオモチャからビジネスにも使える実用機として認知され、市場が拡大した。<sup>(68)</sup> 81年8月にはIBMが16ビット機PCを引っ提げて市場に参入し、瞬く間に16ビット機の世界標準としての地位を確立した。これによって日本を除く全世界で、IBMがハード、マイクロソフトがOS、インテルがMPUをそれぞれ支配する体制が出来上がった。しかるに84年以降、IBMはパソコン業界に対する支配力を失い、IBM・PC互換機メーカーが技術とマーケットの両方を支配するに至ったのである。<sup>(69)</sup>

一方、日本では82年にNECが16ビット機PC-9801を発表し、国内の業界標準を確立した。82年当時のPC-9801は世界的な水準から見ても圧倒的に優れたパソコンだった。だが、日本のパソコンは日本語処理の必要から漢字ROMなど独特なハードウェア的な仕組が工夫され、そのために海外のパソコン・メーカーは日本市場への参入が著しく困難となった。というのも、日本市場への参入には日本向けに日本語処理ができるように特別な改造を加えなけれ

ばならず、そのために割高となって市場での競争力を失ったからである。こうして80年代、日本のパソコン市場は日本メーカーだけの競争という完全な鎖国状態となった。日本語の障壁に守られて、NECも84年頃から高性能・低価格という技術指向の初期の戦術をマーケティング指向の戦術へと変更した。<sup>(70)</sup>競争が完全に消滅すると、パソコンは電卓のようには価格が下がらず、高値で安定し、新技術の取込も遅れ、国際競争力を完全に失った。

### [3] 国際化の波

日本企業は貿易摩擦や85年から始まった円高の進行など、ICを取り巻く厳しい国際環境に対応するために海外現地生産を急速に拡大した。第24表のように米国へは80年代半ばまでにNEC、日立、東芝、富士通、三菱電機、シャープの6社が進出している（生産拠点はロームも）。米国以外では、NECはシンガポール、マレーシア、英国、アイルランドで、松下電子はシンガポールで、日立は西ドイツと米国で、東芝は西ドイツとメキシコで、富士通はアイルランドで、東京三洋は韓国でそれぞれICの生産を開始した。目立った特徴は半導体摩擦を反映して、70年代末から米国を始めとした先進国への進出が急増し、米国やメキシコでは一貫生産が実施されるようになったことである。これに対して東南アジアでの現地生産は低賃金を利用するために労働集約的な後工程が中心となっている。<sup>(71)</sup>

このように日本の半導体メーカーは海外現地生産を積極化させ始めたが、その先駆者ともいえるNECを取り上げて、その海外展開を見ておこう。NECは既に73年を境に半導体で日本一の座を確保した。しかしその時点では、NECは世界5位にすぎず、世界一位のTIの僅か3分の1の売上高規模しか持たなかった。しかも当時、NECの半導体事業は国内市場が中心で、その輸出比率は4%にとどまり、海外シェアは微々たるものであった。そこで、NECは海外市場を開拓すべく、輸出と海外現地生産を積極的に展開した。例えば、74年7月にはアイルランドのダブリン郊外にEC域内向けICの製造拠点としてNECアイルランド社を設立し、76年4月からロジックIC、ICメモリの現地生産を

第24表 日本メーカーの海外進出状況(1986年11月現在)

国名	親会社名	会社名 (工場名)	所在地	生産開始 年月日	工程	主要製品名
米 国	日立	日立セミコンダクタアメリカ	テキサス州ダラス	1978年 5月	後工程	MOSメモリ
	富士通	サンジェゴ工場	カリフォルニア州サンジェゴ	1980年 7月	後工程	DRAM EPROM
	三菱	三菱セミコンダクタアメリカ	ノースカロライナ州	1985年 1月	後工程	DRAM
	東芝	東芝セミコンダクタ	カリフォルニア州サニーベール	1980年 4月	一貫	メモリ一般
	日本電気	NEC Roseville Plant	カリフォルニア州	1978年 12月	拡散・組立 で・検査	メモリ
	シャープ	RCA/SHARP	ワシントン州 CAMUS	未定	ウェアブ ロセス	VLSI
西 独	日立	日立セミコンダクタヨーロッパ	バイエルン州ランドフート	1980年 1月	後工程	MOSメモリ
	東芝	東芝セミコンダクタ	ニーダーザクセン州 ブラウンシュバイク市	1984年 2月	後工程	メモリ
アイルランド	富士通	富士通マイクロエレクトロニクス・アイルランド	タブリン	1981年 9月	後工程	DRAM EPROM
	日本電気	NECアイルランド	BALLIVOR, COUNTY	1976年 4月	組立 検査	メモリ
イギリス	日本電気	NECセミコンダクターズ(U.K.)	スコットランド	1982年 10月	組立 検査	メモリ
マレーシア	日立	日立セミコンダクタマレーシア	ペナン島	1972年 11月	後工程	トランジスタ
						バイポーラIC
	東芝	東芝エレクトロニクスマレーシア	セランゴール州ファランガット	1975年 1月	後工程	トランジスタ
						バイポーラIC
日本電気	NEC MALASIA SDN. BERHAD	マレーシア	1976年 5月	組立 検査	トランジスタ	
					リニアIC	
シンガポール	松下電子工業	シンガポール 松下電子工業(株)	シンガポール	1979年 8月	後工程	トランジスタ バイポーラIC
	日本電気	NEC SINGAPORE Pte, Ltd.	シンガポール	1976年 8月	組立 検査	リニアIC
台 湾	東京三洋	台湾東京晶体股招有限公司	台中県	1976年 8月	後工程	トランジスタ
	日立	高雄日立電子	高雄	1967年 5月	後工程	トランジスタ
韓 国	東京三洋	韓国京東シリコン(株)	馬山市	1974年 12月	後工程	トランジスタ IC
中 国	東京三洋	三洋半導体有限公司		1984年 9月	後工程	トランジスタ
メキシコ	東芝	INDUSTRIA MEXICANA TOSHIBA, S. A	クァティトラン市	1979年 10月	一貫	トランジスタ バイポーラ IC等

(資料)『電子工業年鑑1987』761頁。

開始した。アイルランドへの進出は同国政府が15年に及ぶ免税恩典と補助金交付という魅力的な企業誘致策で歓迎したことが大きな理由だったという。NECはまた東南アジア地域の生産拠点としてマレーシアを選び、74年7月にNECマレーシア社を設置し、76年6月から汎用トランジスタの現地生産を開始した。76年5月にはまた東南アジア地域の第2の海外工場としてシンガポールにNECシンガポールを設立した。更に78年12月には世界最大のマーケットである米国で、ICメーカーのエレクトロニック・アレーズ(EA)社を900万ドルで買収した。NECはEA社のマウンテンビュー工場(シリコンバレーの中心)に買収後約15億円を追加投入して新鋭設備に入れ替え、ICメモリ中心に月産150万個から200万個を生産する体制を整えた。そして、同社は海外生産の付加価値を高めるために79年以降は欧米で前処理工程からの一貫生産体制を整えるために大型新鋭工場の建設に踏切ったのである。<sup>(72)</sup>

80年代に入ると、NECは81年1月にNECセミコンダクターズ(UK)社を英国スコットランドに設立した。まず、後工程の工場が新設され、82年10月から64KDRAMやMPUなどが月産150万個体制で生産された(84年10月に前工程工場の建設が始まり、86年に稼働)。一方、米国では、カリフォルニア州サクラメント近郊のローズビルに半導体の一貫生産工場が82年10月に着工され、84年5月に完成した。総投資額200億円という大型工場で、84年10月からマウンテンビュー工場と合せて月産200万個体制で量産を開始した。同工場の主力製品であるICメモリの需要が旺盛なため、85年末の完成を目標に更に約5,500万ドル(約140億円)を追加投資して、両工場を合せ月産500万個まで拡大する大幅な増設工事に踏切ったのである。

このように日本企業は77年に日米間の半導体摩擦が発生し、以後激化の傾向を辿ったため、現地生産への傾斜を強めて行った。これに対して米国政府は半導体の量産技術で後れを取り始めた米企業の競争力を回復させるために84年に半導体チップ保護法を制定し、知的所有権の保護を強めている。<sup>(73)</sup>米企業が知的所有権を競争力維持の重要な戦略と位置付けるに至ったことは、既に82年6月に勃発したIBM産業スパイ事件でも明白となった。<sup>(74)</sup>インテルもまた85

年12月にNECをMPUの特許侵害で提訴した。しかも85年6月、米半導体工業会(SIA)がUSTR(米通商代表部)に日本企業を提訴したため、米商務省がダンピング調査を開始するに至り、日米間の摩擦は一触即発状態となった。そこで、妥協を図るべく85年10月に日米半導体協議が開始され、86年9月に日米半導体協定が調印の運びとなるのである。

## V IC王国

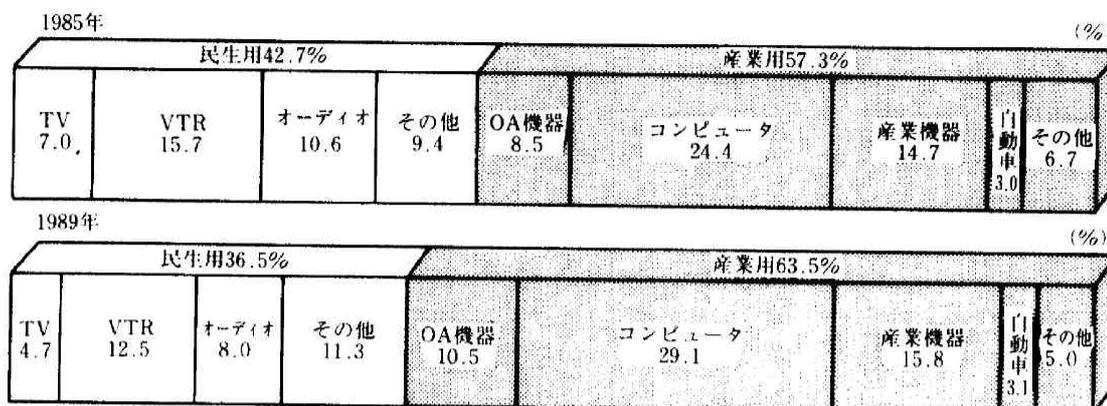
### [1] 日米逆転と貿易摩擦

90年の電子部品生産額8.1兆円の内訳は一般電子部品45%、能動部品53%(電子管9%、半導体素子9%、IC36%)、液晶素子2%で、半導体(半導体素子とIC)が全体の44%に達した(ICは半導体の80%)。また、世界半導体市場を見ると、85~90年に北米が38%から29%、欧州も21%から19%へとシェアを低下させたが、日本は35%から39%へとシェアを高めている。その結果、日本は86年に半導体の市場規模で北米を凌駕するに至った。品種別の目立った特徴は、米国ではロジック・マイクロのシェアが90年で日本よりも10ポイントも高いことである。MOSメモリ市場のシェアを見れば、80年には日本は米国の3分の1弱にすぎなかったが、85年に米国を凌駕している<sup>(75)</sup>。一方、MOSマイクロ市場では、米国は80年代後半を通じて6割近くを占めていたのである。

次に国内市場を見ると、70年代末頃まで半導体素子が半導体生産額中最大であったが、第2次石油危機以降、省エネ・省資源的な半導体ICの生産が急増し、90年には74%を占めるに至った。因みに、半導体の製品別分類と90年の生産高を示せば第14図のようになっている。特に半導体ICのうちMOSは85年の64%から90年の75%へと大幅に比率を上昇させた。また、ICの需要先は第15図のように89年には民生用電子機器37%、コンピュータ29%、産業機器16%、OA機器11%、自動車3%、その他5%と未だ民生用電子機器が3分の1以上の比重を占めていた。これを米国と比較すれば、コンピュータ53%、産業用電子機器16%、政府関係8%、自動車8%、民生用電子機器5%の順で、コンピュータや政府の比重が高くなっている。

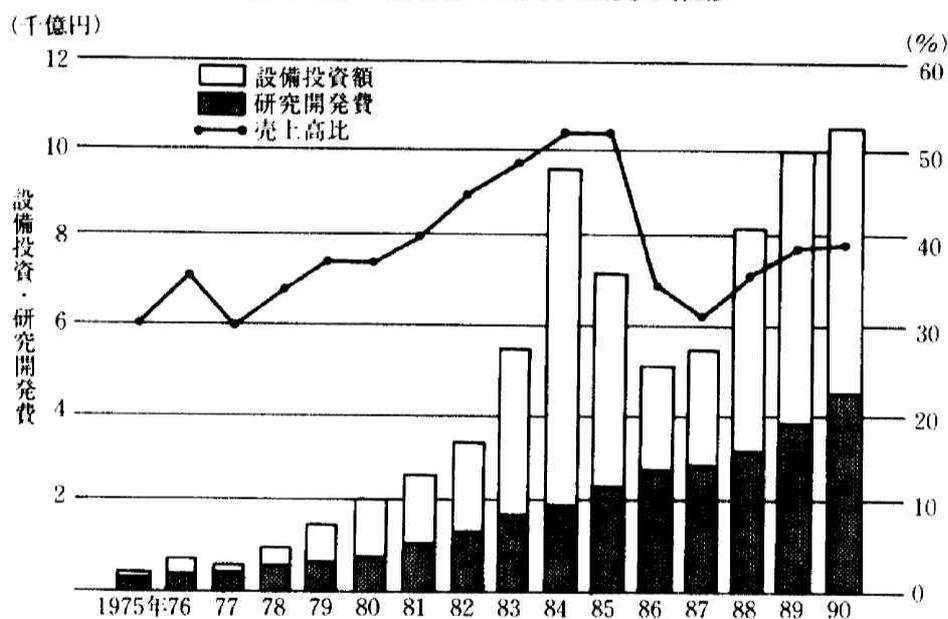


第15図 半導体の用途別出荷比率



(資料) 『1991年ICガイドブック』13頁。

第16図 日本のIC関連投資の推移



(出所) 『日本経済新聞』1991年11月14日号。

(注) 通産省12社調べ。

IC関連投資は超LSI時代に入って増大した。売上高投資比率は第16図の如く86~87年には大幅に低下し、88年以降回復するものの、80年代半ば頃の水準には及ばなかった。設備投資はIC需要の変動に応じて変化するためである。一方、研究開発投資は一貫して増加した。また、メモリの高集積化に伴って、投資額は第17図の如く世代ごとに大幅に増加しており、それが次第に半導体メーカー各社にとって大きな負担となりつつある。例えば、DRAM(月産300万個の量産ライン)の投資額は1メガの場合には500億円だったが、64メガになれば

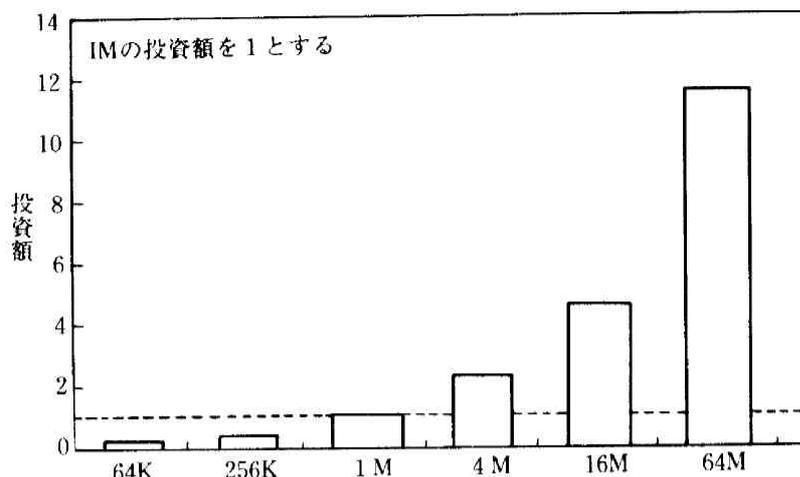
ば3倍の1,500億円に膨張するといわれる。

日本の半導体産業は86年に売上高シェアで米国を凌駕し世界一となった(92年まで)。また87年には世界半導体市場で5割以上のシェアを獲得したが、早くも89年にはシェ

アのピークに達し、以後日本の対米優位は縮小傾向を辿ることになった。そこで、世界10大半導体売上高ランキングを見ると、86年以降、日本企業はNEC、東芝、日立が3位までを独占し、10位以内に6社が入るなどIC王国としての地位を確立した。米国は86年以降僅かに3社のみが10位以内に止まっていたが、特筆すべき傾向としてTIの地位低下とインテルの目覚ましい躍進がある。インテルは89年の8位から90年には5位に躍進してTIを追い抜き、91年にはモトローラをも抜き去って米企業のトップに躍り出た。これはマイコンの好調に支えられ、パソコン用MPUで圧倒的優位を持つインテルが大きく地位を向上させることになったからである。

日本の半導体産業は87年に2年以上続いた不況から抜け出し、88年には高成長を記録した。これはパソコンを中心としたOA機器、大型テレビや高画質VTRといった民生用機器、ファクシミリ等の通信機器などの好調に依拠していた。特にメモリは深刻な供給不足から価格の高値安定が続いた。このような好況に支えられ、88年に日本の半導体メーカーは世界市場で87年より2ポイント高い51%のシェアを獲得した。世界半導体売上高ランキングでも、日本企業は上位3社を独占し、6社が10位以内に入った。この日本メーカーの台頭は日本企業が得意とするメモリ需要の成長が大きく、日本市場や東南アジア市場の高成長が特に日本企業に有利に働いたことなどによっている。

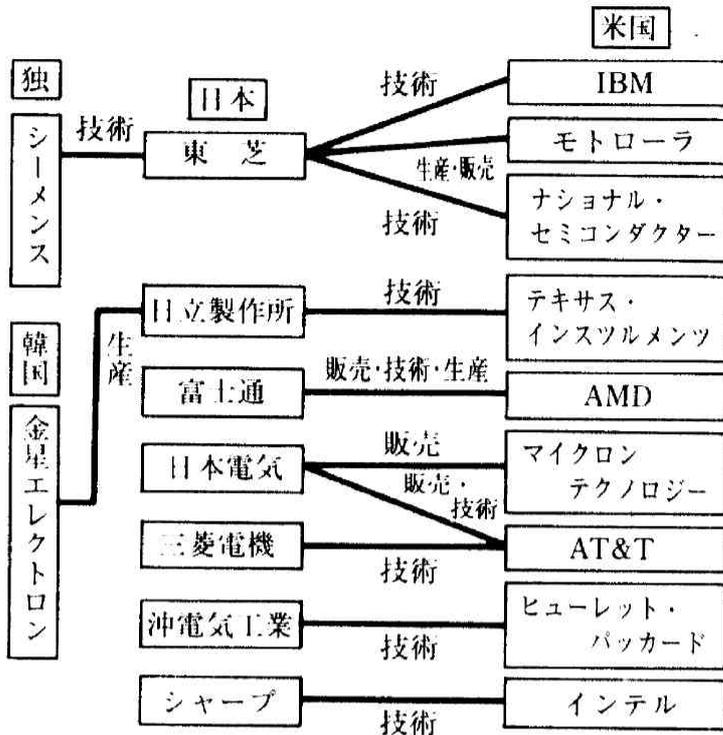
第17図 メモリー(DRAM)世代ごとの投資額



(出所) 『日本経済新聞』1991年11月14日号。

(注) 通産省12社調べ。

第18図 大手半導体メーカーの提携関係概略図



(出所) 『日本経済新聞』1992年7月4日号。

だが、89年5月以降、パソコンやファクシミリなどOA機器需要が減退したため、米国市場では半導体需要が減少した。そのため高値安定を続けていたメモリ価格は海外市場から下落し始め、シリコンサイクルの低迷期に入った。89年には生産と輸出が共に鈍化し、90年に入ると米国コンピュータ産業の不況も加わって、生産額は横這いとなり、輸出額は減少した。むろん、日本の半導体産業は不況

に陥ったが、このような状況下でも輸入額は依然高水準の伸びを示した。これは86年に締結された日米半導体協定に基づき日本の半導体ユーザーが外国系半導体の日本市場アクセスを拡大しようと努力してきた結果だといえる。<sup>(78)</sup>

ところで、85年に日本製DRAMに対するダンピング提訴と通商法301条(不公正貿易慣行)に基づく対日提訴が行われ、これを契機として日米半導体協議が開始された。その結果、86年9月、日本市場における外国系半導体の購入拡大のための勧奨、ダンピング防止のためのモニタリング等を内容とする日米半導体協定が締結された。しかし87年4月17日、米国は日本製半導体が第三国向けに不当にダンピング輸出され、日本市場における米国製半導体のシェアも拡大していないとの根拠から、日本の協定違反を理由としてパソコン、カラーテレビ、電動工具の3品目に対して一方的に関税を100%引き上げる措置(3億ドル)を発動した。その後、米国はダンピング問題に関して改善が見られたとして87年6月と11月にダンピング部分に相当する1億3,600万ドルの部分解除を行ったが、対日市場アクセス関連部分(1億6,400万ドル分の関税措置)は

日米半導体新協定が締結される 91 年まで存続させたのである。<sup>(79)</sup>

協定締結以後、日本の半導体ユーザーが市場アクセスの拡大に努める一方で、日米半導体メーカー間で技術・販売提携が急速に拡大した（第 18 図）。例えば、NEC は 90 年 3 月に米 AT&T マイクロエレクトロニクス社と半導体の製造・開発に関する提携を行った。NEC は同年 5 月にも米ナショナルセミコンダクタ社と 256KSRAM に関する販売契約を締結した。日立も 88 年 12 月に TI 社と 16 メガ DRAM の共同開発契約を結び、韓国金星エレクトロン社と 89 年 7 月に 1 メガ DRAM、90 年 10 月には 4 メガ DRAM の技術供与契約を締結した。また、東芝はモトローラ社と合弁企業東北セミコンダクタ社を設立し、DRAM 技術と MPU 技術を相互に供与し合っている。<sup>(80)</sup>

## 〔2〕 海外展開と韓国の台頭

日本の半導体メーカーは 70 年頃から賃金コストを削減するためにアジアで現地生産を開始したが、その後 80 年代半ば頃までは市場確保を目的として欧米に DRAM の組立工場（後工程）を次々と建設した。そして、80 年代半ば以降は通商摩擦を回避するために欧米で前工程（ウェハー処理段階）を含む一貫生産体制を確立した。

むろん、日本企業の積極的な海外展開は円高、貿易摩擦、ASIC 化への対応などのためであった。この時期の日本企業の海外展開を見れば、まず NEC は 89 年秋、カリフォルニア州ローズビル工場でカスタムマイコンの一貫生産を開始し、メモリから汎用マイコン、ASIC まで半導体製品の一貫生産体制を確立した。<sup>(81)</sup> 同社は 91 年には英国スコットランドにも前工程を含む一貫工場を建設し、日本メーカーとして初めて米欧両市場における半導体一貫生産体制を構築したのである。同社はアイルランドとシンガポールにも後工程（組立）工場を持っている。英工場で前処理された 1 メガ DRAM はスコットランドとシンガポールで組み立てられ、月間 50 万個の規模で対米輸出された。このような生産拠点の分散化によって、NEC はダンピングや日本製品に対する最低販売価格制度などの問題を回避しようとしたのである。<sup>(82)</sup>

また、富士通は89年夏からオレゴン州グレシャム工場でDRAMの一貫生産を始め、日立も89年5月にテキサス州ダラス工場でSRAMの一貫生産を開始した。<sup>(83)</sup>三菱電機も90年初頭にノースカロライナ州ダーラム工場でASICとDRAMの一貫生産を開始し、ASICデザインセンターを3カ所増設して北米のデザイン拠点を6カ所に拡充した。更に東芝はカリフォルニア州サニーベールにASIC一貫生産試作ラインを完成し、松下電子も91年に米国でメモリ、マイコン、ASICなどの組立工場を稼働させている。このように日本の半導体メーカーは貿易摩擦を回避する必要から欧米地域に前処理工場を相次いで建設する一方で、労働コストの低い東南アジアの組立工場を拡充して両者の連携を図り、半導体生産の国際分業を推進しようとしたのである。

日本企業の海外展開が進む中で、80年代半ば頃から韓国の半導体産業が急成長を遂げた。特に日米半導体交渉後、市場公正価格を引き上げられた日本メーカーに代わって三星電子などの韓国メーカーが米国市場でシェアを拡大した。<sup>(84)</sup>思えば、三星が半導体分野への本格的な進出を果たしたのは80年代初頭になってからで、256KDRAMや1メガDRAMでも製品寿命の末期に世界最大の生産量に達したことはあったが、低価格を武器とした二番手メーカーとしての地位を脱し得なかった。だが、4メガDRAMでは、三星は米国市場で日米のトップメーカーと互角以上の競争を展開できるまでに成長した。しかも、その量産技術は世界最高級の水準で、投資規模も日本企業を凌ぐほどだという評価が米国市場でも定着した。<sup>(85)</sup>実際、韓国の三星電子は91年の世界DRAM売上高ランキングで東芝に次ぐ堂々2位の地位を占めるに至った。韓国企業は90年代に入って日本企業の手強い競争相手となるまでに成長したのである。

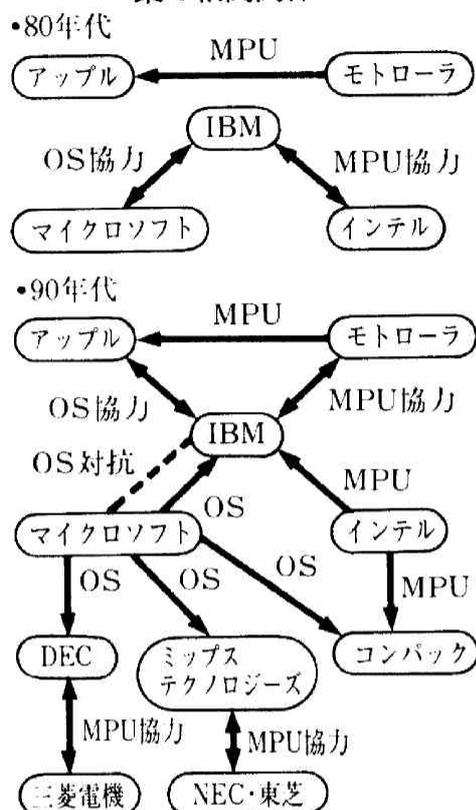
### 〔3〕 競争環境の変化

世界のパソコン業界はIBMとマイクロソフト（MS）社の訣別を契機に、80年代を特徴付けたIBM支配時代が崩壊し、疾風怒濤の時代に入った。周知のように80年代のパソコン業界はIBMがハードウェアを、MSがOSを、インテルがMPUをそれぞれ支配するという独特の分業型寡占構造を形成し、3社が

一体となって事実上の業界標準を作り出してきた(第19図)。だが、そうした中でMSが巨大化したために、10年間続いたIBMとの蜜月時代は破局が訪れることになった。というのもIBMが業績不振に陥った中で、MSとインテルが極めて好調な業績を維持し続けたからである。<sup>(86)</sup>特にMSが90年に新ソフト「ウィンドウズ」を大ヒットさせた結果、IBMは第二世代基本ソフト「OS/2」の大幅修正を迫られることになった。そして、IBMは巨大な利益を生み出すOSの主導権を奪回するため、かつての宿敵アップルとの提携を模索した。ともあれ、パソコン業界はIBMなどコンピュータメーカー主導の時代が終焉し、MS、インテルなどソフト会社やMPUメーカー主導の時代へと移行した。一方、日本のパソコンは80年代後半に競争の希薄な状態が続いたため、国際水準と比べて技術的には低すぎ、価格的には高すぎて、世界的なパソコン産業の再編にあたって脇役しか果たせない状況に陥っているのである。

ところで、MPUはその設計思想に規定されるOSや応用ソフトがユーザーの間に蓄積されて行くので、有力コンピュータメーカーの機種に採用されれば市場制覇も可能である。実際、16ビットMPU分野では、モトローラ製がアップルの、インテル製がIBMのパソコンに搭載されて広く市場に普及し、他社製MPUは苦戦を強いられた。<sup>(87)</sup>当初、米企業はライセンス収入による研究開発投資の回収、生産設備投資軽減、生産拠点分散による安定供給の実現などのために日本企業に生産・販売の委託(セカンドソース)を行った。その結果、日本企業も8ビットMPUの生産で約3割、16ビットでも2割弱のシェアを占めてい

第19図 パソコンをめぐる主な企業の相関関係



(資料) 『日本経済新聞』1993年5月19日号。

た。だが、インテルとモトローラの両社はセカンドソース供与先である日本企業の安値攻勢に手を焼き、32ビットについてはセカンドソースを認めず、生産・販売を独占するに至った。特にインテルは世界のMPU市場をほぼ独占することによって世界のパソコン市場をも牛耳ることになった。パソコンは80年代には「IBM互換」がキーワードだったが、90年代には死語となり「インテル互換」に取って代わられつつある。パソコンメーカーはインテルからMPUをどれだけ調達できるかによってシェアが決まるとさえいわれているのである<sup>(88)</sup>。

しかし高速化・低価格化の要求が高まる中で、過去のソフトウェアとの互換性を重視する余りに構造が複雑化し、高速化が困難となってきた従来型のCISC（複雑命令セットコンピュータ）に対抗して、RISC（縮小命令セットコンピュータ）と呼ばれる新しい設計思想のMPUが登場するに至った。RISCは87年にサンマイクロシステムズがRISC型MPU「SPARC」を開発したのを契機として市場拡大期に入り、UNIXをOS（基本ソフト）とするWS（ワークステーション）やミニコン等への搭載が活発化<sup>(89)</sup>した。また、互換チップメーカーもパソコン用MPU市場でのインテルの独占的支配に敢然と挑戦し始めた<sup>(90)</sup>。一方、日本の半導体メーカーは互換MPU開発には極めて消極的である。現在のペースで技術が進歩していけば、集積度が更に高まり、今は複数のICで実現されている機能も1チップで実現できるようになり、1チップ・パソコンの登場も可能となろう。その時に要となるのがMPUである。というのもMPUを集積化しない限り1チップ化は不可能だからである。それ故、MPUは中核技術と呼ばれているのだが、日本企業は独自にMPUを開発して世界の標準品にまで育て上げるだけの力を持っていない。かつてインテルの16ビットMPU互換製品Vシリーズを独自開発したNECでさえインテルとの訴訟問題に懲りて互換路線には極めて消極的になっている。ここにIC王国日本の最大の泣き所があったとあってよい。

米企業は製造技術で日本に後れを取った結果、知的所有権の強化によって対抗を図った。そのため80年代末以降、日本企業が米企業から特許侵害で訴えら

第 25 表 TI 社の知的所有権収支

(単位：100 万ドル)

	87	88	89	90	91
ロイヤルティ収入等	223.7	152.1	165.0	172.0	256.0
裁判, 交渉費用等経費	32.7	28.1	18.0	18.0	?
純 収 入	191.0	124.0	147.0	154.0	?

(出所) 『電子』1992年10月号, 10頁。

第 26 表 米国インテル, TI 社の業績推移

(単位：100 万ドル)

〈インテル社〉	84	85	86	87	88	89	90	91
売 上 高	1,629	1,365	1,265	1,907	2,875	3,127	3,921	4,780
利 益	198	2	(203)	248	453	391	650	819
〈TI 社〉	84	85	86	87	88	89	90	91
売 上 高	5,742	4,930	4,988	5,816	6,477	6,522	6,567	6,784
利 益	316	(141)	63	321	366	292	(39)	(409)

(出所) 『電子』1992年10月号, 10頁。カッコ内の数字は赤字。

れ、巨額の特許料や和解金を支払わされる特許紛争が瀬発した。例えば、89年1月にモトローラ社が日立のMPU「H8」を特許侵害として連邦地裁に提訴し、特許紛争が生じた。90年3月に日立のMPU「H8/532」はモトローラが主張していた4件の米国特許のうち3件を侵害しており、同時にモトローラ社の32ビットMPU「68030」も日立の米国特許を侵害しているとの判決が下された。この判決により両社の当該製品に販売禁止命令が出されたため、両社は90年10月に和解による決着に合意した<sup>(91)</sup>のである。

むろん、知的所有権が半導体産業で重要性を持つようになったのは80年代半ば頃からである。その契機となったのはTIが86年に訴訟を通じて実現したロイヤリティ値上げ策と、インテルが80年代後半に強化したライセンス供与制限(占有化)策であった<sup>(92)</sup>といわれる。TIは巨額の赤字を抱えていたため、特許政策を変更しロイヤリティ収入の増加を図ろうとした。TIはDRAMの主要10特許使用料を10%とし、86年1月に日本企業など8社を特許侵害で米連邦

裁判所に訴え、ロイヤリティの値上げに成功し、経営基盤を再建した(第25表)。インテルもまた80年代後半から占有化政策によって、第26表のように高成長と高収益を享受するに至ったのである。

こうした中で89年11月、IC製造に関する基本特許であるTI社のキルビー特許が60年の出願以来29年ぶりに日本で成立した。この特許は半導体製造の核心にかかわる特許であるため日本の半導体メーカーは多額の特許料支払を強<sup>(93)</sup>いられることになった。かくして従来はただ同然で利用できた特許や著作権の利用は高価となった。例えば、DRAMの特許使用料は有力な交換特許を持っていない場合には売上高の10%にも達する。実際、NMBセミコンダクターは91年9月期決算で売上高の11.4%の特許使用料として支払ったという。また、占有化政策は技術供与の停止により他の企業の生産を不可能にしている。しかもインテルの成功は他の米企業にも大きな影響を及ぼし、技術移転に慎重な姿勢を強めさせた。このように半導体分野では知的所有権の重視が競争環境を著しく変化させ、企業の競争力を大きく左右するようになったのである。

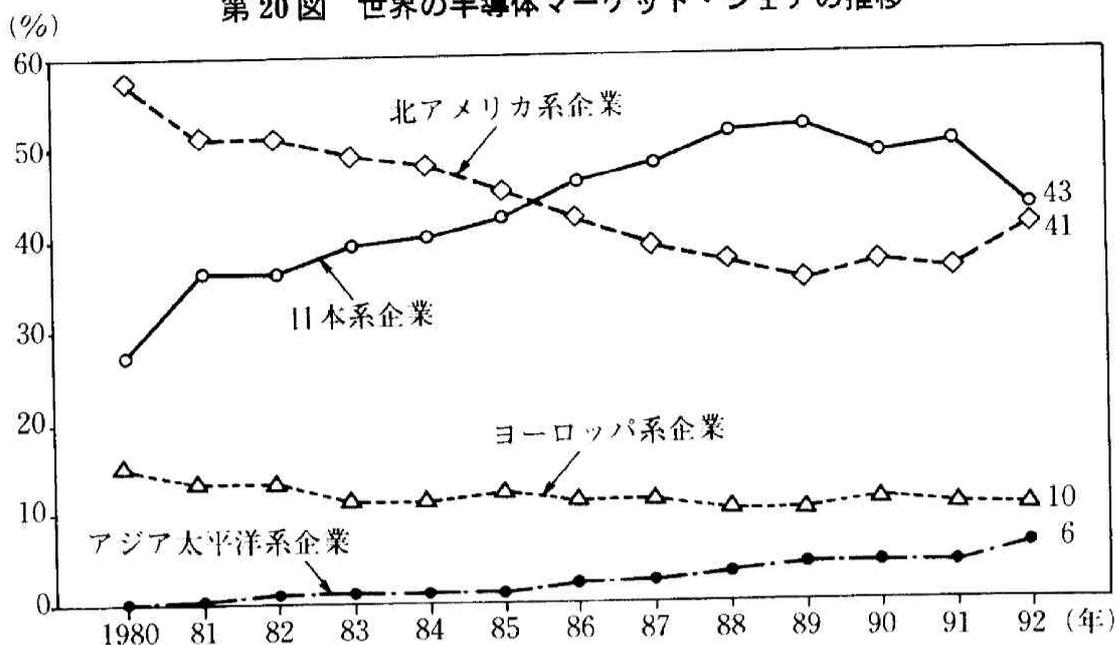
## VI 驕逝かず

### [1] 剣ヶ峰

日本は第20図のように86年から92年まで世界の半導体市場を支配した。しかし93年に米国はついに日本に追い付いた(データクエストの市場調査によれば日米両国はそれぞれ世界市場の42%を占めた)。また、92年の世界半導体売上高ランキング<sup>6</sup>でもインテル社がNECを抜いて首位に立ち、93年には更に差が拡大している。モトローラも3位を占めるなど米企業の復調は目覚ましい。さらに三星電子が7位に入るなど韓国企業の台頭も著しい。つまり日本企業はMPUで優位の米企業とDRAMで台頭した韓国企業の挟撃にあっているのである。日本の半導体産業はまさに剣ヶ峰に立っているといえよう。しかも半導体をめぐる競争で日本が後れを取るに至った原因は構造的なものであり、それは日本の市場構造にも如実に反映<sup>(94)</sup>されている。

そこで、世界半導体市場の地域別構成比を見ると、日本は88~91年には世界

第20図 世界の半導体マーケット・シェアの推移

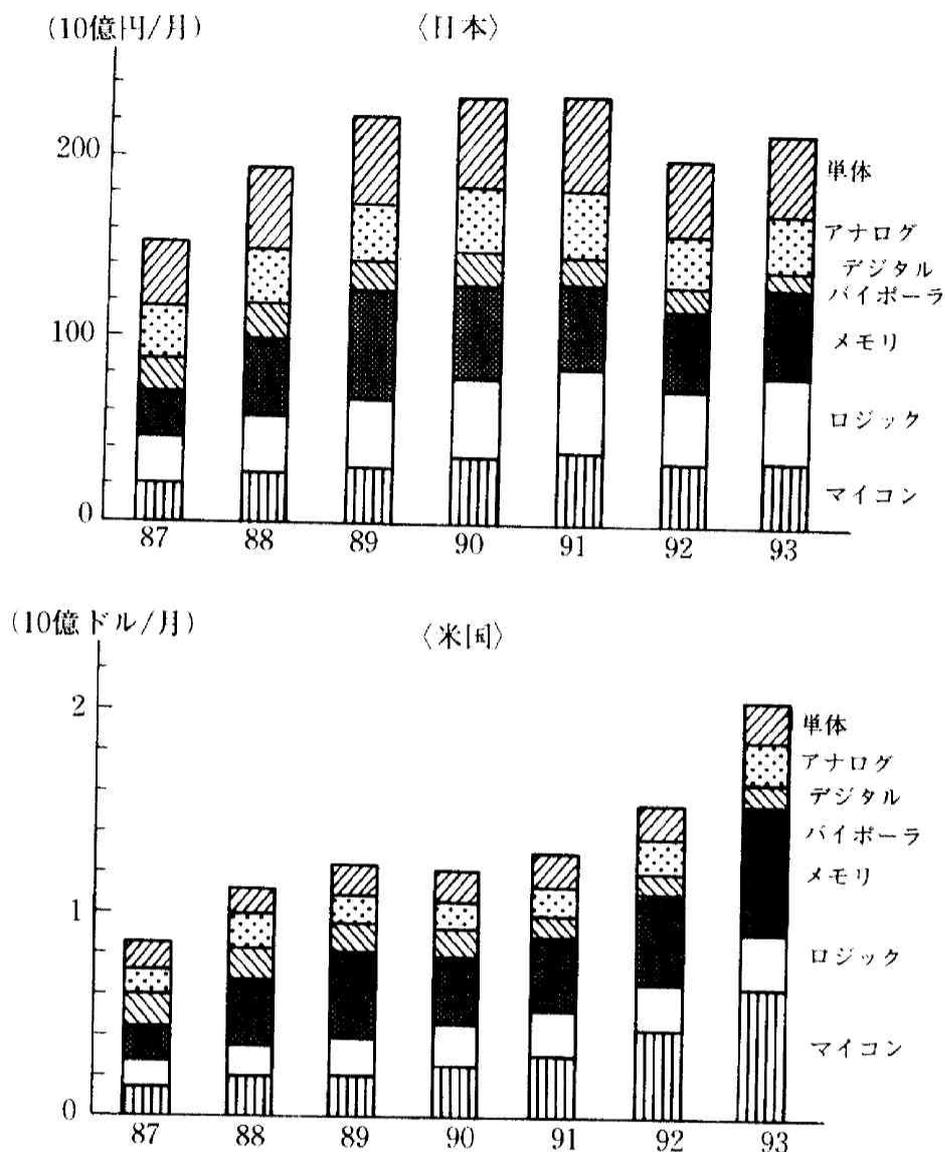


(資料) 『電子工業年鑑1994』196頁。

の40%前後を占めていたが、92～93年には米国が復調し、93年には8年ぶりに再び世界最大の市場となった。アジアの成長も著しく、アジアその他が93年に世界の19%を占めて欧州に並び、94年にはこれを凌駕するのは必至の状況となっている。製品別では、マイコンが最も高成長で、マイコンの周辺に使用されるロジック(ASICカスタムロジック・ゲートアレイ等)も高い成長率を示している。一方、MOSメモリは1メガDRAMの価格が下落し、4メガDRAMへの世代交代が遅れたことから90～91年にはほとんど成長が見られなかったが、92～93年は再び成長軌道に復帰した。マイコン、ロジック、メモリというMOS・LSI御三家は既に全体の68%を占め、早晩75～80%に達するという<sup>(95)</sup>。

さて、世界の半導体市場が90年以降ようやく回復に向かった一方で、日本市場は87～89年の世界的な不況期にも比較的好調だったことの反動もあって、90年を境に91年にゼロ成長、92年には12%のマイナス成長に陥った。しかも米国で進行中のダウンサイジングを中心とする技術革新が日本では起きていないので、日本市場では世界的に高成長しているマイコンが低調で、メモリも不振だった。世界の技術動向から見て日本の大きな弱点はマイコンが技術進歩を推進し、パソコンに代表される新しい情報通信機器の発展を促すという米欧型

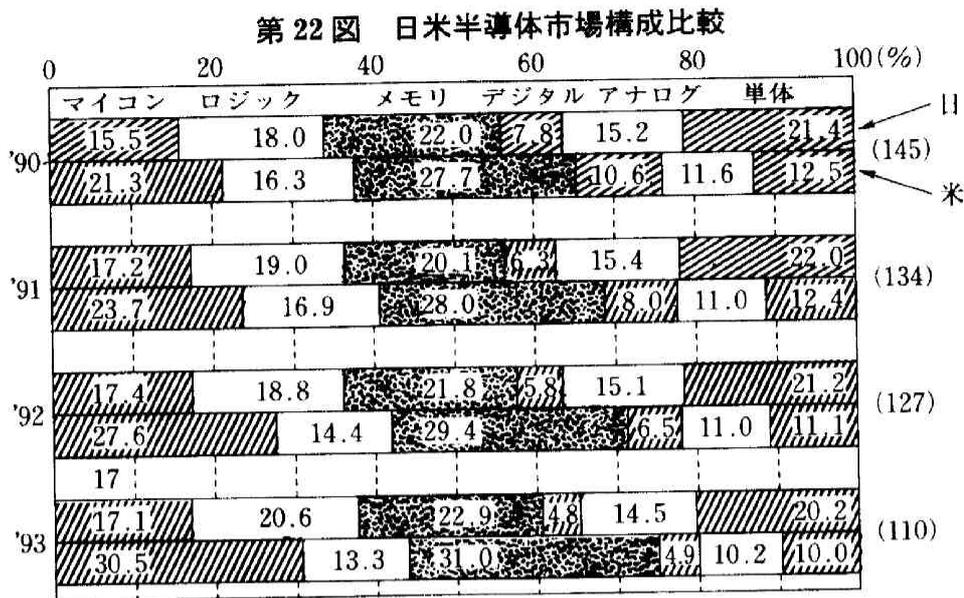
第21図 日米半導体市場



(資料) 『電子』1994年5月号, 9, 12頁。

の展開が日本市場ではほとんど見られない点にある。つまり世界がこの2～3年に激しい技術革新を通じてダイナミックに変貌を遂げた中で、日本だけがほとんど変化していないのである。

一方、米国の半導体市場は92年以降急成長した。これはまずマイコンが牽引車となり、次いで92年以降メモリ需要が増加したためである。というのも、92年にコンパック社が突然にパソコン価格を半額に引き下げ、他のメーカーもこれに一齐に追随したことでパソコン・ブームが起こったからである。このため



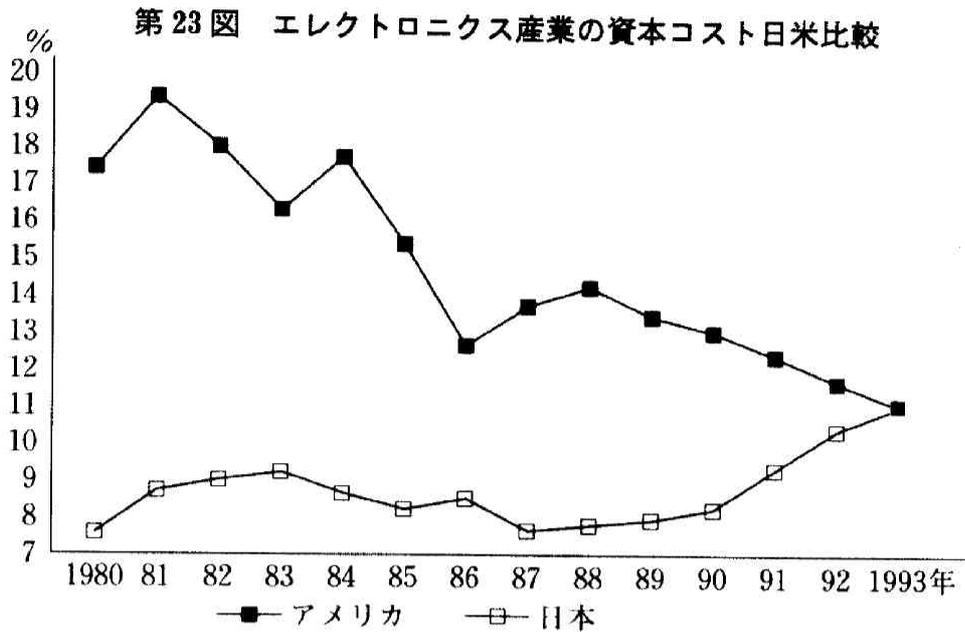
(資料) 『電子』1994年5月号, 12頁。

MOS 御三家が第 21 図のように目覚ましい勢いで成長し、94 年には 80% に達するという。これとは対比的に日本における構成はほとんど変化しておらず、MOS 御三家の比率は 60% 台にすぎず、米国の 90 年水準よりも低く、むしろ格差が拡大している。つまり技術進歩の点では、米国に追い付くどころか、逆に徐々に引き離されているといつてよい。

次に第 22 図によって半導体の用途別比較を見ると、日本とアジアは非常によく似ており、民生用需要が 40% ほどを占めている。一方、米国は民生用が少なく、コンピュータ用が圧倒的である。欧州は日米の中間型ながら、やや米国型に近い。日本の特徴は世界的に最も成長率の高いコンピュータ用の比率が減少している点にある。日本では技術革新が遅れているため、コンピュータ用のマイコン使用量が極めて低調であったからだ。マイコンをうまく使いこなしたものが将来の電子産業を制するといわれているが、日本はその利用に後れを取り、バイポーラデジタルやアナログや単体を根強く残しているのである。<sup>(96)</sup>

## [2] 四面楚歌

周知のように日本の電子産業は製造コストの安さによって競争力を維持してきた。だが、その優位性も 70 年代の賃金上昇と 80 年代半ば以降の円高によっ



(資料) ファイナン&フライ『日本の技術が危い』60頁。

て失われた。こうした構造変化はもはや生産性の上昇によっては吸収できず、国内の生産拠点は世界的に最も製造コストの高い工場となった。日本企業はこれまで頻繁なモデルチェンジと機能改善を要する民生用機器や量産型デジタル製品に依存し、製品寿命を短期化することによって国際的優位を維持してきた。だが、製品デザインを頻繁に変えて市場を獲得するというこの戦略は円高に伴うコスト増大のために困難となった。また、世界の電子機器市場が単品の量産市場からシステム指向へと移行したため、日本企業の得意とする従来の戦略は通用し難くなったのである<sup>(97)</sup>。

今日、日本の電子産業は単なる不況のためばかりではなく、90年までその競争力を支えてきた資本調達の容易さや高品質という優位性を失って不振に陥っている。例えば、90年代初頭までに資本調達コストの有利さは第23図の如く消失した。その結果、米企業は80年代半ば以降初めて半導体投資額で日本企業を凌駕した。米企業はまた80年代半ば以降、品質向上に大いに努力したので、品質面での格差もほとんど解消したという<sup>(98)</sup>。

しかも米国はデジタル設計とシステム集積技術で圧倒的な優位にあり、日本は足下にも及ばない。例えば、NEC製パソコンのマザーボードを見ると、基本

動作システムに使われている半導体 IC は米国製なら 1 チップで済むところを 5 個も使用しており、回路とシステムの集積技術で日本は米国に 3 年も遅れているという。また、小型化の精華といわれるソニーの 8 ミリビデオカメラでさえも多数の IC を 1 つの回路に組み込む技術を欠いている。今や日本は「成長の核」とされる 3 つの戦略的重要技術（コンピュータ、半導体、ソフトウェア）の開発とその融合化に失敗したことが明らかだ。これらの技術は将来の電子機器市場を支配するデジタル製品の基盤であることから、この分野における失敗が今日の日本の深刻な危機の核心をなしているといえよう。<sup>(99)</sup>日本でも 93 年にはコンピュータ、半導体、ソフトウェアの 3 分野がエレクトロニクス製品市場（ソフトウェア開発とハードウェア生産）の半分を占めるに至ったが、日本企業はこれら高成長分野では技術的に遅れ、主導力を失っているのである。

その上、アジア NIES 企業、特に韓国企業が競争力を強めたため、日本の電子産業は量産市場でも脅威にさらされている。これらの企業は日本企業が支配する量産市場に参入し、その利益を圧迫している。例えば、テレビでは、韓国や台湾は安い製造コストを武器に、部品の質向上や生産の自動化を進めて高品質で安価な製品を製造できるようになった。アジア諸国は低価格民生品や OA 機器でも競争力を高めており、量産市場で日本を徐々に駆逐し、DRAM 市場のような新分野や高級品市場への進出にも成功しつつある。

これに対して日本企業は盛んに生産拠点の海外移転を進めている。むしろ、米企業も 60 年代半ば以降、生産拠点を海外に移し、国内には設計とマーケティングを残したが、80 年代には民生用機器市場では生き残れなかった。しかしコンピュータ、半導体、通信、測定機器などの分野では 88 年以降、空洞化が進んだにもかかわらず、米企業は世界の 50% のシェアを確保し、従業員 1 人当たりの付加価値も日本を上回っている。つまり空洞化は米企業の競争力を必ずしも弱体化させた訳ではなかったのである。なるほど米企業は低価格機器部門では空洞化を避けられなかったが、製造技術よりも全体のシステム設計やアーキテクチャーが重要なコンピュータや通信などの戦略的技術分野では決して支配力を失わなかった。だが、現在日本で進行中の空洞化は 70～80 年代における米国

の状況とは異なって、競争力を大いに蝕む恐れがある。日本企業は低価格品市場から撤退しても、代わりに国内の工場で生産する有望な製品を持っていないからだ。米企業はシステム設計とソフトウェア開発という2つの重要技術を用いて高付加価値高成長の新分野へ参入することで空洞化問題をどうにか克服した。むろん、こうした能力を欠く日本企業は同じ道を歩みえず、また既存の低価格品市場ではアジア諸国に急速に追い上げられているのである。<sup>(100)</sup>

例えば、世界のMPU市場はメモリ市場を抜いて半導体市場最大の規模となりつつあるが、日本企業は最先端MPU市場でしかるべきシェアを得ておらず、この最重要な技術分野に対してほとんど影響力を持っていない。今やインテルのアーキテクチャーがMPUの85%を、モトローラのものが12%を占めており、米企業が技術開発の動向や標準を全て決定しているのである。また、DRAM市場は韓国企業の果敢な攻勢によって旨味のある市場から儲からない市場へと変貌した。それはまさに米企業が日本企業の攻勢による赤字のためDRAM市場から相次いで撤退した85年の状況の再現ともいえる。だが、米企業がメモリ事業からの撤退と新製品への移行に首尾よく成功したように、日本企業がDRAM事業からうまく他の成長分野へ移行できるとはあまり期待できない。日本企業は余りにもDRAM事業に依存しすぎており、しかもDRAM市場のように大きな市場は他にほとんどなく、あっても米企業の完全な支配下にあるからである。<sup>(101)</sup>

## むすび

日本の半導体産業は戦後幾多の困難に遭遇しながらも、その度に不死鳥の如く切り抜けてきた。だから日本企業は「敗れざる者」であるかの如き神話が生まれたのも無理からぬことだった。だが、半導体産業史を振り返って気付くことは、多くの天佑神助や幸運が自助努力と共に日本企業の発展を促してきた点である。例えば、ブレトン・ウッズ体制は曲がりなりにも自由貿易を促すことによって世界経済の高成長と世界貿易の順調な拡大を保障したから、日本企業は積極的に輸出主導型の成長を追求し、規模の経済を十分に享受することがで

きた。技術や市場の動向も独創的研究よりも製造技術を重視する日本企業に有利に働いた。世界の電子機器市場はシステム製品よりも単品の量産市場が主流で、頻繁なモデルチェンジや機能改善を得意とする日本企業の独壇場となった。また、日本企業はある時期までは豊富で低廉な労働力と円安に基づく低コストを武器に製品寿命を短期化させながら低価格量産市場（民生用機器や量産型デジタル製品）を支配した。というのも、米企業は概してこれらの市場を安易に放棄したし、アジア諸国の追い上げも80年代後半以降ほどには激しくなかったからである。こうして日本の半導体産業は旺盛な低価格量産市場向けの需要に支えられて、86年にはIC王国を築き上げた。

だが、90年代に入り、舞台は巡り、競争条件は一変した。ブレトン・ウッズ体制の崩壊は徐々に保護主義や経済ナショナリズムを台頭させ、日本企業の輸出主導型成長にブレーキを掛けて規模の経済の享受を困難にした。しかも電子技術はデジタル設計やシステム集積技術が中心となり、高成長市場はコンピュータ、半導体、ソフトウェアの3分野が中心となった。特に半導体市場では、マイコンが最大の比重を占めるに至り、マイコンを上手に使いこなせるもののみが将来の電子産業を制するという状況となっている。だが、残念ながら、日本企業はこれらの分野においては米企業に大きく後れを取っており、彼我の格差は益々拡大しつつあるとあってよい。米企業の復権や日米再逆転といわれる事態もこうした構造的な変化がようやく目に見える形で顕在化したにすぎないのである。

また、これまで日本の独壇場であった低価格量産市場では、韓国や台湾が低製造コストを武器に、部品の質的向上や生産の自動化を進めて安価で高品質な製品を製造して積極果敢に参入し始めた。これを迎え打つ日本企業は労賃の上昇と円高というディレンマを抱え、海外現地生産によるコスト削減によって対応しようとしているが、そのために空洞化の危機に直面している。製造技術を偏重し独創的研究開発を軽視してきた日本企業は、量産市場を支配するものが電子産業全体を支配するという競争条件の下では成功を収めたが、デジタル設計やシステム集積技術が競争の中心的条件となった時、その弱点を曝け出し

たのである。というのも、日本企業は米国が圧倒的な優位を持つ戦略的重要分野へ参入する能力を持たず、一方、アジア諸国の攻勢に対しては海外生産が不可避だが、それは深刻な空洞化を招かざるを得ないからである。つまり今や日本は米国という前門の虎、韓国や台湾といった後門の狼、さらには技術や市場動向への不適合という四面楚歌の苦境に立たされているのである。

## 注

- (1) 『電子工業 20 年史』 8 頁, 『電子工業 30 年史』 33-34 頁。
- (2) 『電子工業年鑑 1962』 233 頁。
- (3) 『電子工業年鑑 1962』 231 頁。
- (4) 『電子工業 30 年史』 246 頁。『電子工業年鑑 1963』 66 頁。
- (5) 『電子工業年鑑 1959』 232 頁, 『電子工業年鑑 1963』 36 頁。
- (6) 『電子工業年鑑 1959』 235 頁, 『電子工業年鑑 1962』 247 頁。
- (7) 『電子工業年鑑 1962』 247 頁。
- (8) 『電子工業年鑑 1969』 595-596 頁。
- (9) 『電子工業 30 年史』 51 頁。中川靖造『日本の半導体開発』ダイヤモンド社, 1981 年, 62-74 頁。
- (10) 吉川弘之監修『メイド・イン・ジャパン』ダイヤモンド社, 1994 年, 87 頁。
- (11) 『電子工業 30 年史』 247 頁。
- (12) J. E. Tilton, *International Diffusion of Technology: The Case of Semiconductors*, The Brookings Institution, 1971, p. 156.
- (13) 『電子工業年鑑 1969』 10 頁。
- (14) 『電子工業年鑑 1959』 447-448 頁。
- (15) 『電子工業年鑑 1968』 459-460 頁, 『電子工業年鑑 1971-72』 697-698 頁。中川前掲書 281-287 頁。
- (16) 『電子工業年鑑 1959』 441 頁。
- (17) 『電子工業年鑑 1962』 513 頁, 『電子工業年鑑 1963』 417-418 頁, 『電子工業年鑑 1959』 441-442 頁。
- (18) 『電子工業 30 年史』 332 頁。
- (19) 『電子工業年鑑 1971-72』 50 頁。
- (20) 『電子工業 30 年史』 262-264 頁。
- (21) 『電子工業年鑑 1966』 381-382 頁。
- (22) Tilton, *op. cit.*, pp. 137-139.
- (23) *Ibid.*, pp. 143-144.

(254)

- (24) 『電子工業年鑑 1959』445 頁, 『電子工業年鑑 1962』509 頁。トランジスタの生産には WE と RCA の特許を必要とするが, 松下電子はフィリップス, NEC は I T T を通じてこれらの特許使用を許諾された。
- (25) 『電子工業年鑑 1959』118, 443-445 頁。
- (26) *Ibid.*, pp. 152-153.
- (27) *Ibid.*, p. 158.
- (28) 『電子工業年鑑 1968』443-447 頁。
- (29) 『電子工業年鑑 1968』481-482 頁。
- (30) 中川前掲書 154-166 頁。『電子工業年鑑 1968』472 頁。
- (31) 『電子工業年鑑 1968』482 頁。
- (32) Tilton, *op. cit.*, pp. 147-149.
- (33) 『電子工業年鑑 1968』479 頁。
- (34) 『電子工業年鑑 1974』847-848 頁。
- (35) 『電子工業年鑑 1971-72』700 頁。
- (36) 中川前掲書 180-182 頁。森谷正規『技術開発の昭和史』朝日文庫, 163 頁。志村幸雄『IC 産業大戦争』ダイヤモンド社, 1979 年 (以下『IC 産業』と略記), 45-47 頁。シャープが開発した電卓第 1 号は卓上に乗る, トランジスタやダイオードを 4000 個も使い, 重さは 25 キロ, 価格は 53 万 5000 円もしたが, 内外でたちまち大評判となった。電卓そのものは 1962 年に英国企業によって発表されたものが世界初であったが, これはトランジスタではなく MT 管を使用していた (森谷前掲書 163 頁, 中川前掲書 180 頁)。
- (37) 中川前掲書 186-189 頁。67 年頃から IC 化が進展すると, 部品点数が一気に 1,000 点前後 (うち IC は約 50 個) に減少し, さらに 69 年には LSI の導入によって 60 点 (うち LSI は 4 個) 足らずに減り, 80 年頃には LSI が 1 個に集約され, 部品点数は全部合せても 5 点にすぎなかった。80 年頃の液晶表示カード電卓を電卓第一号と比較すると, 使用電子部品で 1,040 分の 1, 消費電力 150 万分の 1, 容積 1,650 分の 1, 重量 1,650 分の 1 になる (志村前掲書 45 頁)。
- (38) 中川前掲書 190-194 頁。森谷前掲書 164-165 頁。志村前掲書 45 頁。日本企業 3 社は歩留り率が悪く, 採算に合わないとして, 冒険を回避した。一方, 米企業は「軍用に追われ, 手が回りかねる」として断り, ロックウェル社のみが引き受けたという (中川前掲書 191-192 頁)。
- (39) 中川前掲書 198 頁。同『東芝の半導体事業戦略』ダイヤモンド社, 1989 年 (以下『東芝』と略記), 72-73 頁。電卓用 IC 市場における米国のシェアは 71 年でも 42% を占め, LSI に限れば依然 70% 以上に達した (『電子工業年鑑 1973』829 頁)。また, これは NASA が軍事用しか需要がなく, LSI の生産を手控えていた有力な米企業がシャープとロックウェルの商談成立を契機に, 争って LSI 生産に乗り出

- した結果である（中川前掲書 196 頁）。
- (40) 中川前掲書 203-207 頁。当時の電卓は 1 機種月産 3000~4000 台、ヒット商品でも 7000~8000 台であった（同上書, 205 頁）。電卓市場の高成長の波に乗じて積極的に生産を拡大し、シェアを 36%にも伸ばした（J. C. Abegglen and G. Stalk, *KAISHA*, 1985, 植山周一郎訳『カイシャ』講談社, 1986 年, 68 頁）。
- (41) IC 市場に占める電卓需要は 73 年 36%, 75 年 34%と依然として高かった（志村前掲書 30 頁）。
- (42) 志村前掲書 48-52 頁。森谷前掲書 166-169 頁。セイコーの成功は生産技術が IC の要であり、必ずしも電子技術が中心ではないという教訓を残した（森谷前掲書 169 頁）。米国でも半導体や時計メーカーが電子時計市場に参入したが、81 年の TI の撤退を最後に全ての企業が市場から撤退した（桑田耕太郎・新託純二郎「脱成熟の経営戦略」土屋守章編『技術革新と経営戦略』日本経済新聞社, 1986 年, 第 9 章）。
- (43) 森谷前掲書 203-210 頁。D. Okimoto eds., *Competitive Edge: The Semiconductor Industry in the U. S. and Japan*, 土屋正雄訳『日米半導体競争』中央公論社, 1985 年, 21-25 頁。伊丹敬之編『逆転のダイナミズム』NTT出版, 1988 年, 72-75 頁。なお、NEC は電子管メーカーであるが故にトランジスタの工業化で乗り遅れ、トランジスタで成功したソニーは IC に乗り遅れた。米企業はバイポーラで成功したため、またインテルも P チャンネル・メモリで成功したため、N チャンネルに乗り遅れたという（同上書 76 頁）。
- (44) 伊丹編前掲書 232-233 頁。柳田邦男『日本の逆転した日』講談社, 1981 年, 10-48 頁。中川前掲書 207-211 頁。NEC は 72 年に 1KRAM, 74 年に 4KRAM を国内メーカーに先駆けて発表し、「N-MOS 全盛時代」の糸口を開いた。中でも 4 KRAM「 $\mu$ PD411」はまだ日本から米国への輸出が考えられなかった時期に大量に輸出され大変好評を博した。日米半導体摩擦の濫觴はこの製品の対米輸出にあるとさえいえるという（志村幸雄『IC 工業の秘密』潮文社, 1981 年, 66 頁）。
- (45) 日本の IC 産業がようやく独り歩きできるようになったのは 73 年のことである。国内生産約 1100 億円のうち電卓需要が 4 割近くを占め、電卓を制する者が IC を制するという時代だった。即ち、業界トップの日立は年間約 300 億円の IC 生産のうち MOS が 200 億円を占め、その大半を電卓に依存していた。これに対して NEC の IC 生産は 220 億円にとどまり、そのうち約 100 億円が電卓用であった（志村前掲書 65 頁）。
- (46) 『電子工業年鑑 1974』847-848 頁。
- (47) M. G. Borrus, *Competing for Control: America's Stake in Microelectronics*, 1988, pp. 144-145. 唐津一『空洞化するアメリカ産業への直言』PHP 研究所, 1986 年, 71-74 頁。

- (48) 『電子工業年鑑 1968』 461-462 頁。
- (49) 『電子工業年鑑 1968』 477-478 頁。
- (50) 『電子工業年鑑 1968』 478-479 頁。
- (51) 『電子工業年鑑 1971-72』 667 頁。
- (52) 『電子工業年鑑 1981』 667 頁。なお、LSI は素子の数が 1,000 以上、MSI は 100~1,000、SSI は 100 未満である (『電子工業年鑑 1977』 635 頁)。
- (53) 『電子工業年鑑 1983』 67-70 頁, 『電子工業年鑑 1981』 568-569 頁。
- (54) 『電子工業年鑑 1979』 789 頁, 『電子工業年鑑 1981』 665 頁。
- (55) 『電子工業年鑑 1981』 668 頁。
- (56) 『電子工業年鑑 1983』 742 頁, 『電子工業年鑑 1984』 781-783 頁。
- (57) 『電子工業年鑑 1986』 695 頁, 『電子工業年鑑 1987』 748-750 頁。
- (58) IC の製品構成は世界的に MOS が支配的となった。70 年代初めにはバイポーラロジックが IC の 60% を占めていたが、70 年代を通して電卓、時計用チップ、それに MPU を主体とした MOS ロジックとメモリが急伸し、80 年にはバイポーラロジック、MOS ロジック、メモリ、リニアがそれぞれ 4 分の 1 ずつシェアを分けた。80 年代初頭には MOS が主流を占め、特にメモリへの傾斜を強めた。MOS の比重が高まったのは①超 LSI 化、つまり高集積化、高密度化に向けた構造で、バイポーラに比べて機能当たりのコストが大幅に低減でき、②速度などの改善が目立ち、バイポーラに比べて遜色なくなりつつある、などの点があった (志村『IC 産業』55-56 頁)。
- (59) 中川『東芝』13-132 頁, 西沢潤一・大内淳義編『日本の半導体開発』工業調査会, 1993 年, 164-168 頁, 柳田前掲書 67-70 頁。
- (60) Borrus, *op. cit.*, pp. 174-175.
- (61) ヒューレット・パカード社のアンダーソンが図表を示しながら「米国製 IC は日本製に比べて 5~10 倍故障する」ことを実証した (志村『IC 産業』118-122 頁, 柳田前掲書 6-10 頁)。また、82 年 1 月の『ビジネスウィーク』誌は国防省に納入している米国製半導体製品は市販品の 3~5 倍の価格なのにメーカーが誤魔化しをやっていることを暴露した (唐津一「決着のついた日米半導体戦争」G. ビリスキー/B. ウタル編著『日本を叩け』ダイヤモンド社, 1982 年, 198-199 頁)。
- (62) B. R. Scott and G. C. Lodge, *U. S. Competitiveness in the World Economy*, 1985. 『日本の脅威 アメリカの選択』第 1 部, 光文社, 1987 年, 389-392 頁。
- (63) 『電子工業年鑑 1986』 706 頁。
- (64) 半導体産業は創草期を脱して成熟期に入るに伴い、大手兼業メーカーの多い日本企業が資本力、総合技術力、コンスタントな社内需要をもつことなどから決定的に有利になったという (志村『IC 産業』122-126 頁)。
- (65) 『電子工業年鑑 1982』 706 頁。

- (66) 『電子工業年鑑 1983』768-769頁, 『電子工業年鑑 1986』695頁。
- (67) 脇英世『パソコン世界の嵐』講談社文庫, 1993年, 35頁。R. X. Cringely, *Accidental Empires*, 1992, 『コンピュータ帝国の興亡』(上), アスキー出版社, 1993, 82-122頁。田原総一郎『パソコンウォーズ最前線』講談社文庫, 1992年, 11-14頁。70年代半ばに, インテルの8ビットMPU8080などを用いた個人相手のマイコンキットが登場し, 1部のマニアや技術者の間でブームとなった。77年にはキットに代わって, アップルII, PET, TRS-80などの完成品マイコンシステムが次々と発売され, パソコン元年と呼ばれるようになった(田原前掲書12-13頁)。
- (68) 田原前掲書14-18頁。81年から84年にかけてIBMはパソコンの標準を確立した。だが, 84年以降, IBMはこの業界に対する支配力を失った。(クリンジー前掲書(下)182頁)
- (69) 脇前掲書35-42頁。田原前掲書18-21, 33-51頁。
- (70) 佐々木隆雄「IC産業の日米競争と日本企業の対米直接投資」佐々木隆雄・絵所秀紀編『日本電子産業の海外進出』法政大学出版局, 1987年, 90-97頁。
- (71) 『電子工業年鑑 1987』759-760頁。志村『IC産業』158-161頁。
- (72) 「世界の中の日本企業(15)日本電気」『財界観測』1985年3月1日号, 62-63頁。
- (73) 那野比古『知的所有権』中央公論, 1988年, 160頁。84年12月, NECはMPU「Vシリーズ」をめぐるインテルとの間に特許侵害紛争に巻き込まれた(同書160-164頁)。佐々木前掲論文74頁。
- (74) 同上論文69-89頁。
- (75) 拙稿「転機に立つ日本半導体産業」『経済貿易研究所年報』No. 19, 28-30頁。
- (76) *Financial Times*, February 19, 1993. 『日本経済新聞』1993年1月6日号。
- (77) 『電子工業年鑑 1990』761-762頁。
- (78) 『電子工業年鑑 1990』764頁, 『電子工業年鑑 1992』881頁。国内大手半導体メーカーの幹部は米メーカー復調の一因として「日米半導体協定のボディブローが効いてきた」点を挙げている(『日本経済新聞』1993年1月6日号)。
- (79) 『電子工業年鑑 1990』764頁, 『電子工業年鑑 1992』898頁。
- (80) 『電子工業年鑑 1991』862-863頁。
- (81) 『電子工業年鑑 1990』793-794頁。志村幸雄『2000年の半導体産業』日本能率協会マネジメントセンター, 1992年, 132-139頁。
- (82) 『日本経済新聞』1992年1月13日号, 2月6日号。
- (83) 『日本経済新聞』1992年2月13日号, 8月5日号, 10月17日号。
- (84) 『電子工業年鑑 1987』760-762頁。
- (85) 『日本経済新聞』1992年4月4日号, 5月7日号, 11月5日号。
- (86) *Financial Times*, March 3, 1993. 『日本経済新聞』1993年5月19日号。クリンジー前掲邦訳書(下)219-223頁。今後10年間で実質的成長を達成できるコン

ピュータ技術はソフトウェアとMPUだけだが、これらの分野では米国は優位にあるという（同書255頁）。協前掲書100-104頁。

- (87) 『日本経済新聞』1991年11月3日号, 11月4日号, 11月14日号。
- (88) 『日本経済新聞』1992年12月8日号。
- (89) クリンジリー前掲邦訳書(下)232-235頁。
- (90) 『日本経済新聞』1993年5月20日。
- (91) 『電子工業年鑑1991』863-865頁。
- (92) 大竹修「半導体産業と知的所有権」『電子』1992年10月号, 8-16頁。米国政府の措置や訴訟活動は半導体産業における知的所有権の役割や重要性を変化させることになった。即ち, 80年の米国コンピュータ・ソフトウェア著作権法と84年の半導体チップ保護法はソフトウェアやマイクロコードの保護を強化する動きを加速させたのである(同上9頁)。
- (93) 『電子工業年鑑1991』863頁。
- (94) R. Ristelhueber, "Setting sun: The slide of Japanese semiconductors", *Electronic Business Buyer*, April 1994. pp. 52-53.
- (95) 『電子』1994年5月号, 8-9頁。
- (96) 同上書13頁。
- (97) W. F. Finan and J. Frey, *Japan's Crisis in Electronics: Failure of the Vision*, 生駒俊明・栗原由紀子訳『日本の技術が危ない』日本経済新聞社, 1994年, 65頁。
- (98) ファイナン&フライ前掲邦訳書53-65頁。例えば, 日米企業のメモリを見ると, 80年には日本企業の平均欠陥発生率は百万個中160個(160PPM)であったのに対して, 米企業の平均は5倍の780PPMだった。日本企業は80年後半には欠陥率を100PPM以下まで減らし, 日米格差は拡大したが, 米企業も90年には100PPM以下まで低下させて日本企業と肩を並べたという(同上書63頁)。
- (99) 同上書75-77頁。日本はかつてマイクロコントローラーで圧倒的な優位を占めていたが, その後モトローラのアーキテクチャー(設計思想)が世界的に優位となった。80年代半ばに4ビットから8ビットにマイクロコントローラーの世代交代が起こった時に, 日本は転換に2年後れた(Ristelhueber, *op. cit.*, p. 56)。
- (100) 同上書83-86頁。
- (101) 92年まで半導体不況に懲りてメモリ依存からの脱却を唱えていた日本企業は再びメモリ依存を強めている。例えば, NECは半導体生産額中のメモリ比率を92~93年度に28%から33%, 東芝は35%から36%, 日立は39%から42%, 富士通も30%から35%と高めている(『日本経済新聞』1993年11月2日号)。