

半導体の市場動向

Semiconductor Market Trend

1947年にトランジスタの発明で幕が開けた半導体産業は、IC、LSI、VLSIと発展し今や「産業の米」と言われる基幹産業に成長してきた。この間、メモリ、マイクロコンピュータ(以下、マイコンと略す。)、ASIC(Application Specific IC)など機能的な発明も相次ぎ、半導体技術は急速に進歩してきた。このような半導体技術がコンピュータ、通信などの高度化だけでなく産業機器、民生機器の隅々にまでエレクトロニクス化を進め、社会の高度エレクトロニクス化に寄与してきた。

社会の高度化から半導体に対しさらに新しいニーズが生まれてきているが、メモリをプロセスドライブとしたサブミクロン時代、ハーフミクロン時代への移行、ASICの進展など技術の進歩を続けることで、半導体市場の成長持続が見込まれる。

中島伊尉* Jôe Nakajima

周藤仁吉** Jinkichi Sutô

1 緒 言

半導体産業は、トランジスタの発明以来ほぼ40年が経過した現在、「産業の米」と言われる基幹産業に成長してきた。半導体産業の発展の歴史は、高集積・高速・低消費電力化の基本性能の向上およびメモリ・マイクロコンピュータ(以下、マイコンと略す。)、ASIC(Application Specific IC)など機能面での進歩という両面での絶え間ない技術革新であると言える。この技術の進歩が社会の高度エレクトロニクス化を支え、また逆に社会のニーズが半導体にフィードバックされ半導体技術の発達を促した。

本稿では、半導体産業の発展の経緯と、今後もサブミクロンメモリ、ASICなどで拡大が続くと予測される半導体市場の動向を明らかにする。

2 半導体産業の発展

2.1 半導体の発達

半導体の歴史をたどってみると、1947年のトランジスタの発明以来しばらくの間ダイオードや整流素子といったいわゆる個別半導体素子の発展期が続いた。この間の「トランジスタラジオのブーム」はあまりにも有名であるが、応用の多くは前世代の真空管の機能を置き換えるといったものであった。

ICの基本概念が1952年に発表されて、この概念に基づいて1958年にICの具体的試作が行われた。これが現在の半導体産業の飛躍的発展の基になっている。以後、時の経過とともに

シリコン基板上への半導体素子(抵抗などの受動素子も含めて)の実装密度は飛躍的に高まり、ICはSSI(Small Scale Integrated Circuit: 小規模集積回路)、MSI, LSI, VLSIへと発展し今日では数百万素子以上を実装するULSI(超々LSI)の時代に入りつつある。そして西暦2000年には5千万個の素子が実装可能と予測する人も現れている。

一方、機能面をみるとICの時代に入り数個のトランジスタを組み合わせたロジックIC、さらにこれを幾つか組み合わせた機能ロジックICや、電気信号を一時的に記憶するメモリICなどが考案・開発された。1971年には各種ロジック・機能モジュールを組み合わせることにより、みずから信号を制御するマイクロプロセッサ(マイコン)が米国で発明された。近年には積和演算を特別に高速化して信号処理を得意とするDSP(Digital Signal Processor)が各社から提案されている。

こうした半導体技術の進歩に伴い、各種電子機器は小形化、軽量化、高機能化、高信頼性化の恩恵を受けるようになった。このことから電気通信・情報処理分野といった産業機器分野の高度化と、公衆一般への普及拡大が可能になっただけでなく、テレビジョン、VTR(VCR)、音響機器から電子レンジ、冷蔵庫などの各種家庭電化製品や時計、自動車といった生活必需品にまでエレクトロニクスの波は押し寄せ、文化の高揚・社会環境の改善・安全確保に貢献するようになっている。

* 日立製作所 半導体設計開発センタ ** 日立製作所 半導体事業部

2.2 半導体市場の発展・拡大とその背景

半導体市場の発展の背景には以下の4要因が考えられる。
(1) 電子工業と半導体市場の発展は、切り離せないものである。半導体市場成長の背景には、半導体を多量に使用する電子機器の大ブームがあったことも見逃すことができない。1960年代後半に入り、電子式卓上計算機、時計、テレビジョン、音響製品などが民生機器分野で大ブームとなり、これらにICが本格的に採用され、半導体産業急成長の緒となった。

1970年代に入り、カラーテレビジョンが本格的普及期を迎えるとともに、半導体市場も急成長期に入った。1970年代後半には普及一巡でテレビジョン向け需要が低迷したが、新たにVTR(VCR)という大形民生商品が現れた。

その後も、オフィスコンピュータ、パーソナルコンピュータ(以下、パソコンと略す。)、ワードプロセッサなどOAブームが起こり、それがプリンタ、FDD(フロッピーディスクドライブ)、HDD(ハードディスクドライブ)といった周辺機器の市場拡大を巻き込んで、半導体産業の発展に貢献した。

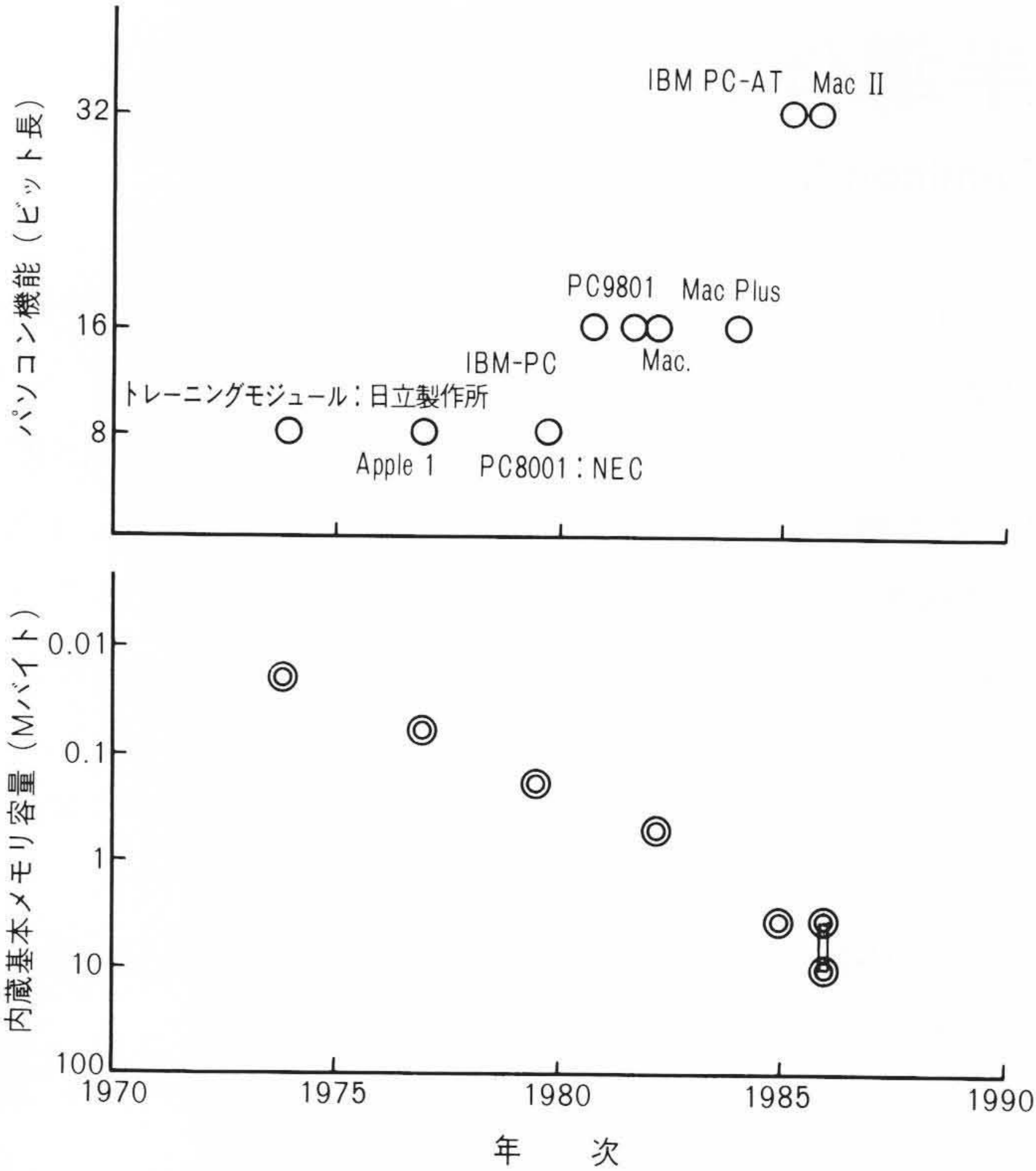
この結果、成熟商品の飽和市場に新たな大形商品ブームが重畳する形になり、それに同期して半導体産業も発展・成長してきた。

(2) 半導体の「応用分野の広がり」も、半導体市場の成長の大きな要因の一つである。家庭電化製品といっても電子レンジ、洗濯機、エアーコンディショナー(以下、エアコンと略す。)に始まり炊飯器、パン焼き器、蛍光灯にまで広がり、従来機械式が主流であったカメラ、ゲーム(アーケードゲームからパーソナルゲームまで)、自動販売機、自動車などの分野まで半導体の導入が広がっている。

自動車ではエアコン、音響装置や表示関係などの車内での快適性向上の目的・用途だけでなく、エンジン、ブレーキ、トルクコンバータやステアリングコントロールなどの用途に、社会環境の向上策の一環としてあるいは安全対策手段として、半導体による集中制御が進んでいる。

(3) 「大形商品のブーム」や「応用分野の広がり」に加えて、半導体市場の急成長をもたらした第三の要因があげられる。それは半導体の機器への使用比率(=投入係数:半導体の使用金額/機器の生産金額)の高まりである。ICが高機能化するに伴い、機器の周辺機能を取り込まれるなど機器の高機能化が進み、1台当たりの半導体使用量・金額が増加している。さらに、機器の普及に伴い製品差別化のため高機能化の波ができることによる1台当たりの半導体使用量・金額の増加もあり、これらにより投入係数が高まってくる。

また、パソコンや大形コンピュータでは記憶容量がわずか2、3年ごとに4倍のペースで増えている。これは機器の高性能化のため機器内蔵メモリを増加させたり、使い勝手をよくするための高機能ソフトの稼動にメモリを多用するためである(図1、表1参照)。



注: Apple 1, Mac., Mac Plus および Mac II はアップル社の商標である。
IBM-PC, IBM PC-AT は米国IBM社の、PC8001, PC9801 は日本電気株式会社 (NEC) の商標である。
略語説明: パソコン (パーソナルコンピュータ)

図1 パソコン(代表的なもの)機能(ビット長)と内蔵基本メモリ容量
パソコンの機能向上につれ、内蔵メモリ容量が増加していることを表している。

表1 半導体産業拡大の背景(代表的機器にみる1M DRAMメモリ使用数の増大) デジタルの概念の各種応用機器への普及に伴い、メモリの使用は大量化、多様化の方向にある。

機 器	年 次	1985年	1990年
パ ソ コ ン		16 ビット機 (2~4)	32 ビット機 (9~36)
ワークステーション		(10~20)	(80~100)
レーザビームプリンタ			(9~18)
複 写 機			デジタル複写機 (35~40)
テレビジョン			EDTV(4~8) HDTV(32)

注: 略語説明 EDTV (Extended Definition TV)
HDTV (High Definition TV)

(4) 半導体の応用機器での使われ方をみると、1980年以前、デジタルデバイスは情報産業機器に多く使われ、リニアデバイスは応用機器の歴史の古い音響機器、テレビジョン、VTR(VCR)や通信機器分野で使用されるといったとらえ方ができた。

ところが、1980年以降そのような構図が大きく変化した。リニアデバイスに微細加工技術、低消費電力化の限界、高集積化に飽和性がみられるようになったことから、比較的容易

表2 分野別機器動向 種々の分野で、将来にわたり新応用が次々と拡大し、情報の多様化とネットワーク化が進み、機器は高機能化していくと予想される。

分 野	現 状 の 機 器	動 向	将 来 の 新 分 野
映 像	カラーテレビジョン、液晶テレビジョン、VTR、ビデオカメラ、ビデオディスクプレーヤ	大画面化、高画質化、デジタル化	高品位テレビジョン、デジタルVTR、マルチメディア端末
音 響	ステレオコンポ、ラジカセ、カーオーディオ、CDプレーヤ	高性能化、デジタル化	DAT、デジタル音声放送
O A 機 器	複写機、ファクシミリ、パソコン、ワープロ、ワークステーション	デジタル化、インテリジェント化、高速化、多機能化	トータル・複合システム化、(ネットワーク・通信システムで結合)、図形・画像処理
コンピュータ	ミニコン、オフコン、大形コンピュータ、スーパーコンピュータ	小形化、高性能化、低価格化、パソコンとの競合	超大形化、第5世代コンピュータ、非ノイマン形コンピュータ
通 信	電話、セルラ・携帯電話、ファクシミリ	デジタル化、高度化、複合化、高速化	デジタル電話、狭帯域・広帯域ISDN LANとの結合
自 動 車	エンジン総合制御(エンジン、トルクコンバータ)、電子サスペンション、アンチスキッドシステム、自動車電話	通信・情報システムとの結合	外部情報に基づく車両制御、制御目標レベルの高度化、各システムの統合制御
産 業	計測器制御、数値制御、プログラマブルコントローラ、ICカード	高機能化、低価格化、高信頼性化	対話形ロボット・NC、省電力システム

注：略語説明 DAT(Digital Audio Tape)、NC(Numerical Control)、ワープロ(ワードプロセッサ)、ミニコン(ミニコンピュータ)、オフコン(オフィスコンピュータ)

にこれを越えられるデジタル技術を使って、通信分野や民生分野に、新たな方式・機器が誕生した。レーザビームプリンタ、デジタル複写機のような画像・図形を扱うことのできる情報機器、ISDN(Integrated Services Digital Network)、デジタル無線に代表される通信機器、テレビジョン、VTR(VCR)やビデオディスクプレーヤ、CDプレーヤなどの民生機器はそれら新しいデジタル化の波に乗った機器の例である。生産工程での調整が容易であること、経時変化がないこと、機器間のインタフェースが容易であり、データ処理に関する高度技術が応用しやすいことなどがデジタル機器の普及の背景と考えられる。

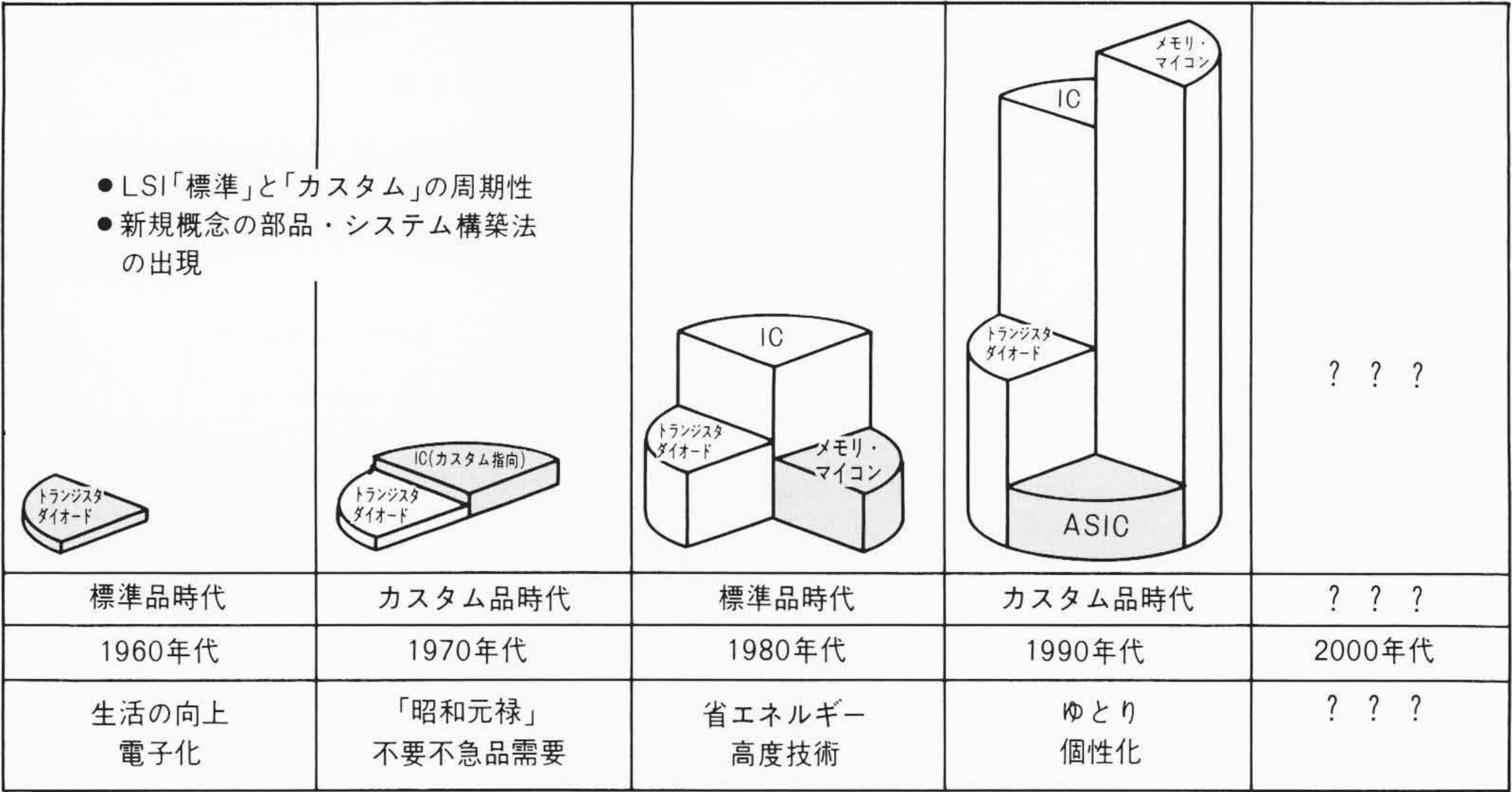
今後もこの流れは継続し、デジタル移動無線、HDTV

(High Definition TV)、マルチメディア対応パソコンなどが普及していくと予想されており、各種デジタル機器用のコントローラとメモリの伸びが期待されている。

以上述べたように半導体市場の発展を支えている分野別機器の動向を表2に示す。

2.3 社会・市場のニーズと製品シーズ

1960年代、戦後十数年を経て混乱状態も一段落し、生活の向上を図ろうとする気運が高まった。この時期に合わせて、電話・電気が国内に広く普及し、生活の電子化の基盤が構築されつつあった。この情勢に同期して「電子化」の呼び声のもと各種家庭電化製品の電子化が急速に進み、トランジスタの需要が喚起された。



注：略語説明 ASIC (Application Specific IC)、マイコン (マイクロコンピュータ)

図2 半導体の流れと社会の流れ グラフ縦軸は、市場規模(相対値)を示す。

1970年代に入って、生活が安定し家庭電化製品の普及は一巡したが、消費ブームは継続・拡大し、「昭和元禄」の呼び声の中で不要不急品の消費が増大した。メーカーは差別化・嗜好(し)好商品を次々と市場に送り出し購買意欲の高揚を図った。ここにICの登場とほぼ同期して電卓用ICに代表されるカスタムICが急伸・普及した(図2)。

1980年代に入ると新興国の台頭の中での抗争に端を発した情勢の急変「オイルショック」から、省エネルギーが叫ばれるようになった。さらに、世界諸国の個々の動きが相互に関係し合うようになり、情報の伝達速度が重要視されるようになってきた。ここに通信の普及・高度化、また情報のデジタル化・多様化が拡大し、このための各種機器の普及・高度化が始まった。

1990年代は「平成元禄」とも言えるが、経済拡大のもと実質的に日本も国際社会・先進国に入り、個性化、豊かさを語る時代に入ってきた。すなわち、市場にある商品には個性あるいは個々に差別化されていることが不可欠になってきたと言える。

1960年から社会・経済環境は10年ごとに大きく変わってきており、堅実性と個性化が10年ごとに繰り返されていると言える。

これに同期して、半導体製品は「標準化指向の製品」成長期と「カスタム指向の製品」成長期を10年ごとに繰り返している。また1960年代のトランジスタ、1970年代のIC・LSI、1980年代のマイコン・メモリ、1990年代のASIC(予想)のように、1世代10年ごとに新しい機能製品が出現し急成長し、これが前世代までの製品の成長を継続・加速していることは興味深い。

2000年代には社会地球環境対策(省石油消費、省エネルギー機器、排気ガス汚染対策)、自然熱(太陽熱、地熱など)高効率利用、高齢化社会対応(安全衛生、居住性改善など)がいっそう重視されると考えられる。ここに現れると予想される製品イメージはあまりにも不確定である。しかし、エレクトロニクス利用製品が各種機器に活用されることは疑いなく、その中核となるVLSIがさらに重要な役割を果たすことに間違いはない。

3 半導体製品の市場動向

3.1 半導体市場の拡大

半導体市場の規模は、半導体技術の発展と応用分野の広がりによって急速に拡大してきている。最近の10年間をみると、世界の半導体需要は年平均15%の高成長を遂げており、特にMOSメモリ、マイコン、MOSロジックのMOS ICの成長が顕著である。今後も半導体需要はMOS ICを中心に高成長が予測されている(図3参照)。

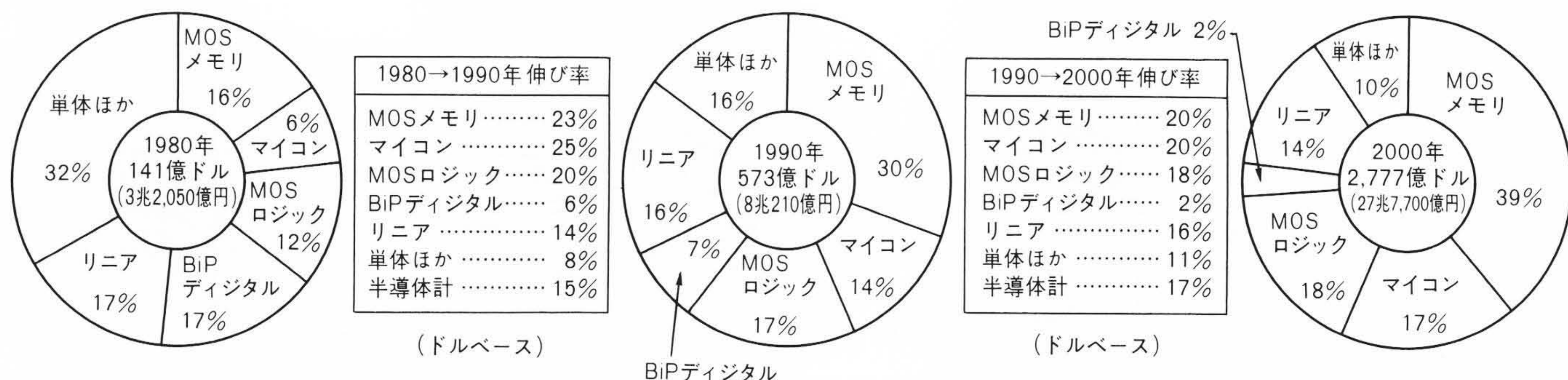
しかし、今後の半導体需要の構造はしだいに変化してくると思われる。図4に示すような社会の状況の変化が考えられ、これに伴い電子機器も多様化、高性能化が進み半導体需要が拡大するとともに、半導体に対するニーズも多様化すると思われる。このような動きの中で、今後の半導体の中でも特にニーズが高くなるものとして以下の製品があげられる。

- (1) サブミクロンメモリ・ハーフミクロンメモリ(高集積化)
- (2) 32ビットマイクロプロセッサ、RISC(Reduced Instruction Set Computer)プロセッサ(高速・高性能化)
- (3) ASIC(多様化)
- (4) 薄形パッケージ(軽薄短小化)
- (5) BiCMOS(Bipolar CMOS)(高速・高性能化)
- (6) 化合物半導体(高速・高性能化)

3.2 メモリの動向

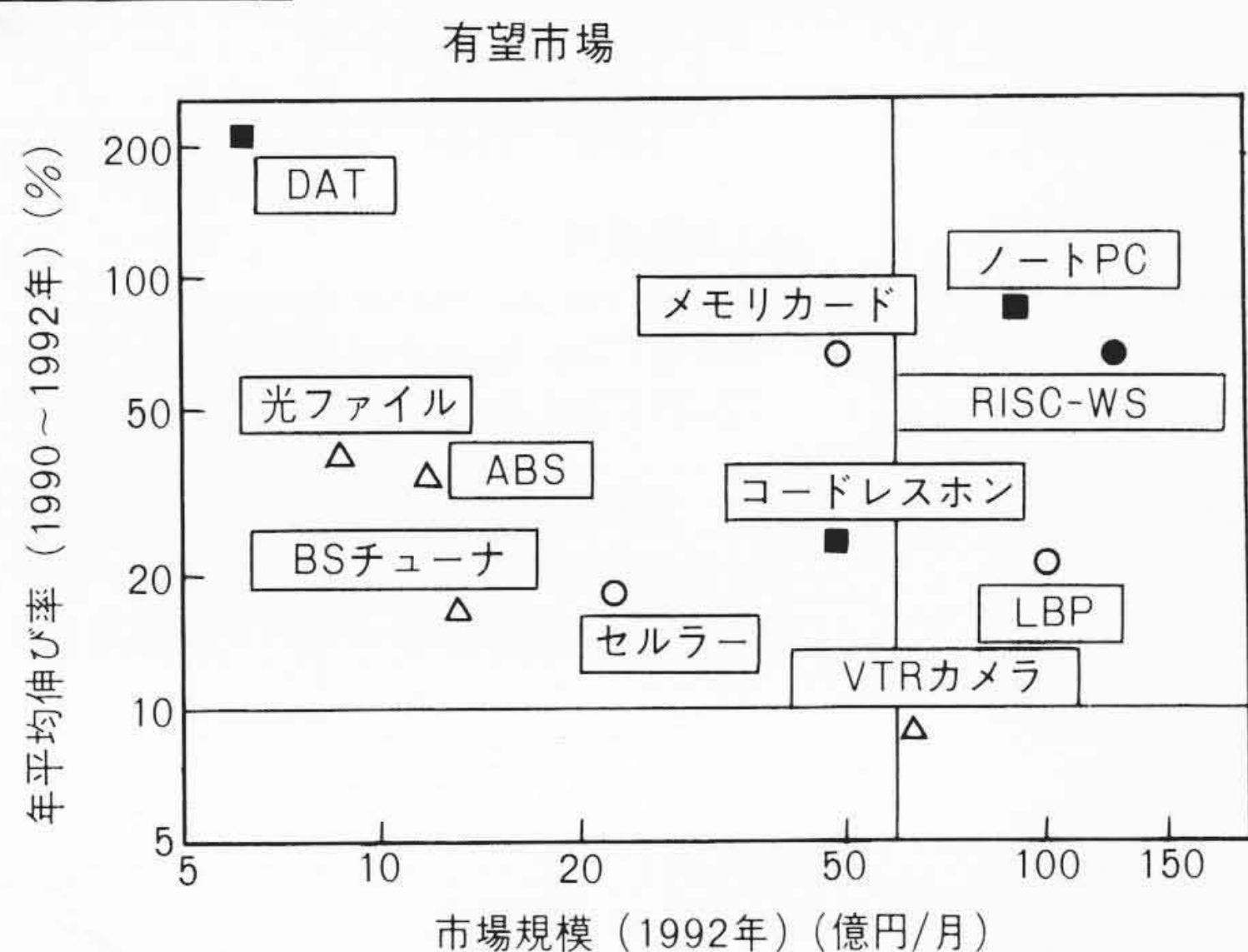
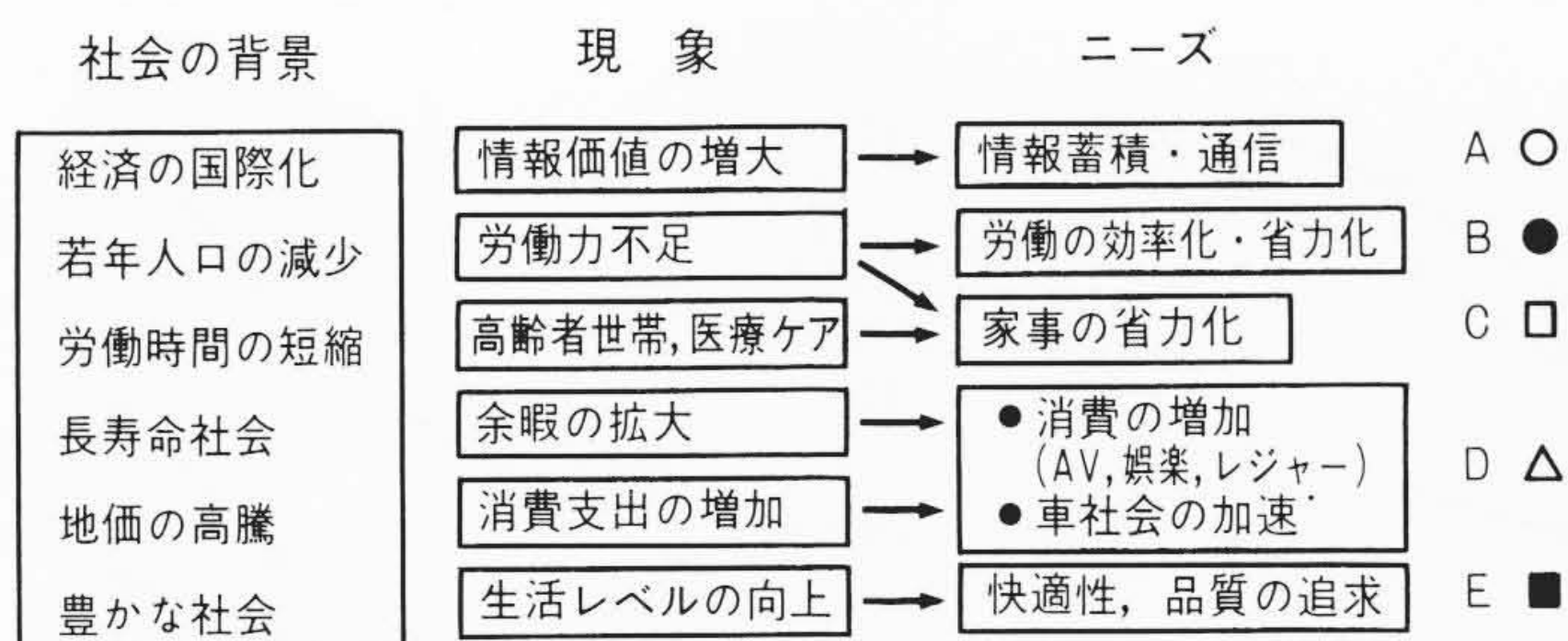
図5のDRAM(Dynamic RAM)のライフサイクルにみられるように、1980年代に入ってから64 k、256 k、1 Mと高集積化が進んできた。現在は4 M DRAMの立上り期にあたり、1990年はサブミクロン時代の幕開けと言える。今後もさらに微細化が進み、ハーフミクロンの16 M DRAMおよびディープサブミクロン64 M、256 Mなどが続いて市場に出てくると思われる。このような高集積化の進展と、先の図1、表2に示すようなメモリ使用量の増加によって社会で使われるビット数も増加を続け、1990年には全世界で一人当たり実に16万ビットのDRAMを使うことになる。

SRAM(Static RAM)もDRAMと同様にサブミクロンの1 M SRAMからハーフミクロンの4 M SRAMへ微細化が進む。



注：出典：Dataquest, 日立製作所 略語説明：BiP(バイポーラ)

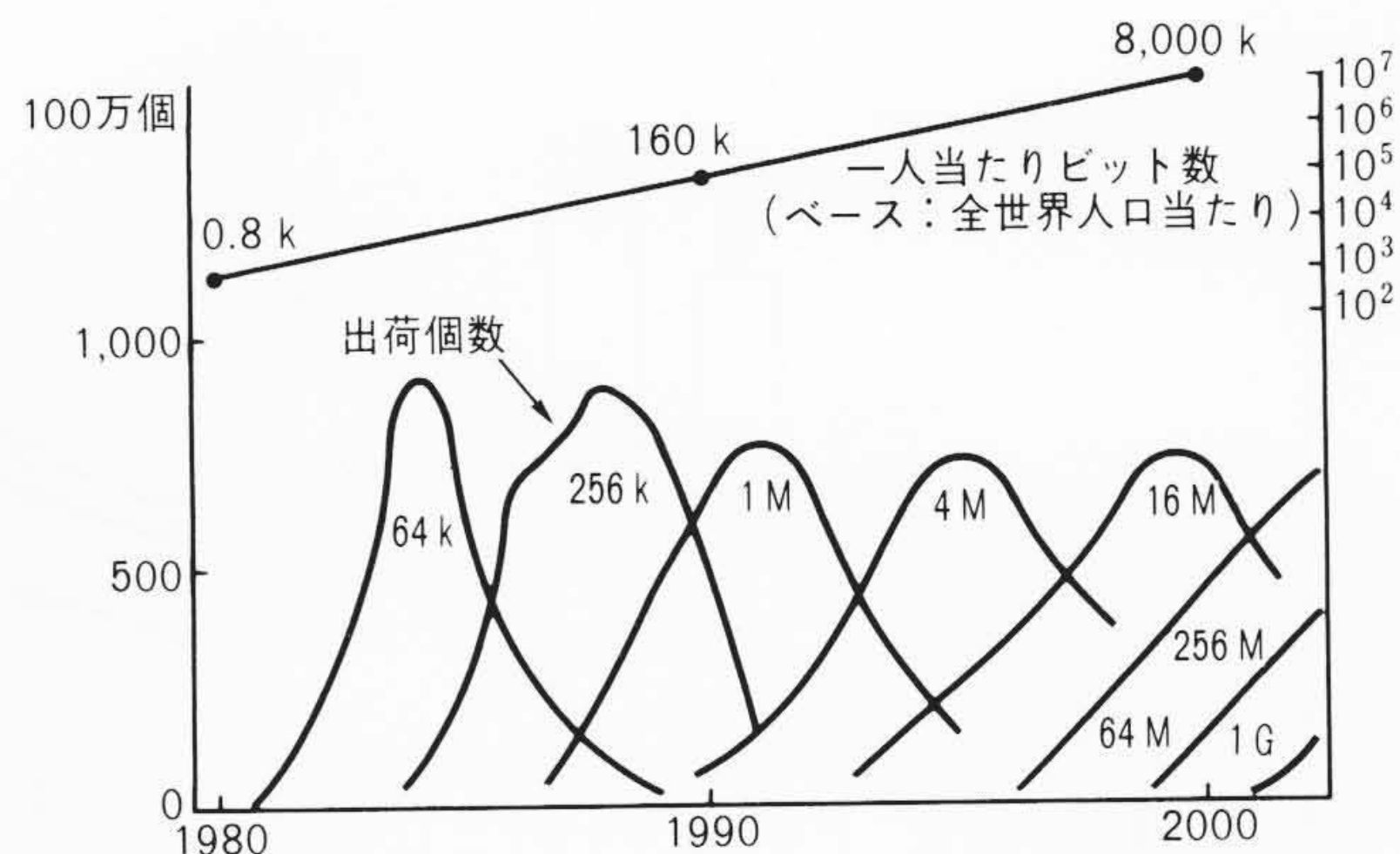
図3 世界の半導体需要の推移 今後の10年間もメモリをはじめとするMOS系の伸びが著しい。



注：略語説明

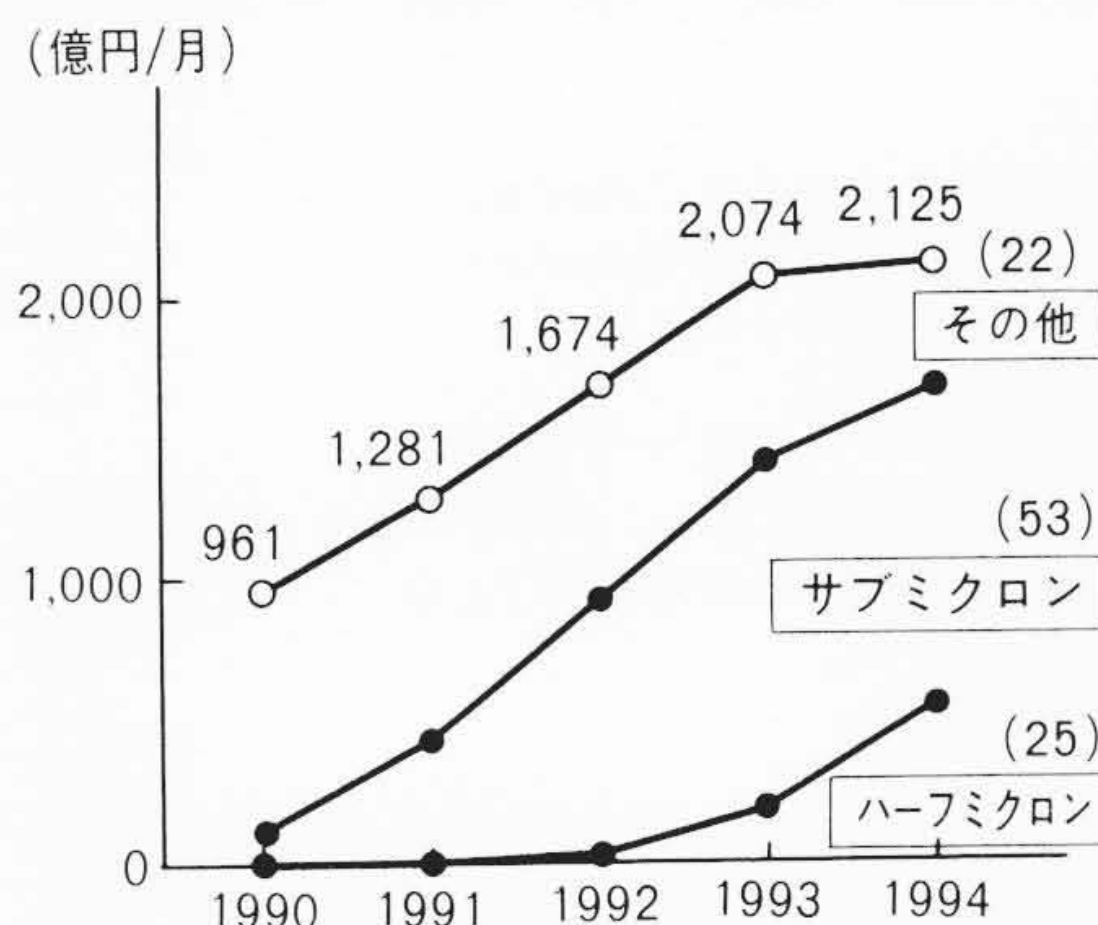
AV (Audio Visual) RISC-WS (Reduced Instruction Set
ABS (Antilock-Braking System) Computer-Work Station)
PC (Personal Computer) LBP (Laser Beam Printer)

図4 社会のニーズと有望市場 社会の動向によってニーズも変化し、新しい市場が生まれてくる。



出典：日立製作所

図5 D(Dynamic)RAMライフサイクル 世代交替に約3年のサイクルがあり、集積度が4倍になる。



注：()内は構成比(%)を示す。

図6 微細化の進展 DRAM, S(Static)RAMでは、1994年にはサブミクロンが過半数となり、ハーフミクロンも25%に達する。

DRAMとSRAMを合わせた市場規模では、1994年には全体の80%弱をサブミクロンメモリとハーフミクロンメモリが占めると予測している(図6参照)。

メモリでも社会のニーズが多様化してきており、大容量化だけでなく、高速化、専用化(ビデオRAM, フレームメモリなど)、低消費電力化なども必要となっている。

3.3 マイコンの動向

マイコンは、ほとんどの電子機器システムの頭脳に相当する中核製品である。VTR, エアコンなどの民生分野からパソコン, ワークステーション, 多機能電話, 自動車のエンジン制御などの産業分野まで幅広い分野で使われている。また、電子機器の高機能, 高性能化に伴い4ビット, 8ビット, 16ビット, 32ビットとマイコンも高性能化が進んだ。

特に最近, パソコンでは32ビット化が進み現在では, パソコン全体に占める32ビット機の比率が30%となっている。したがって, 今後もパソコンにワークステーションも加え, 32ビットマイコンの需要が拡大していくと考えられる。32ビットマイコンの中でも, より高速・高性能を実現するRISCが注目を集めており, 今後急速に市場が拡大していくと思われる(図7参照)。

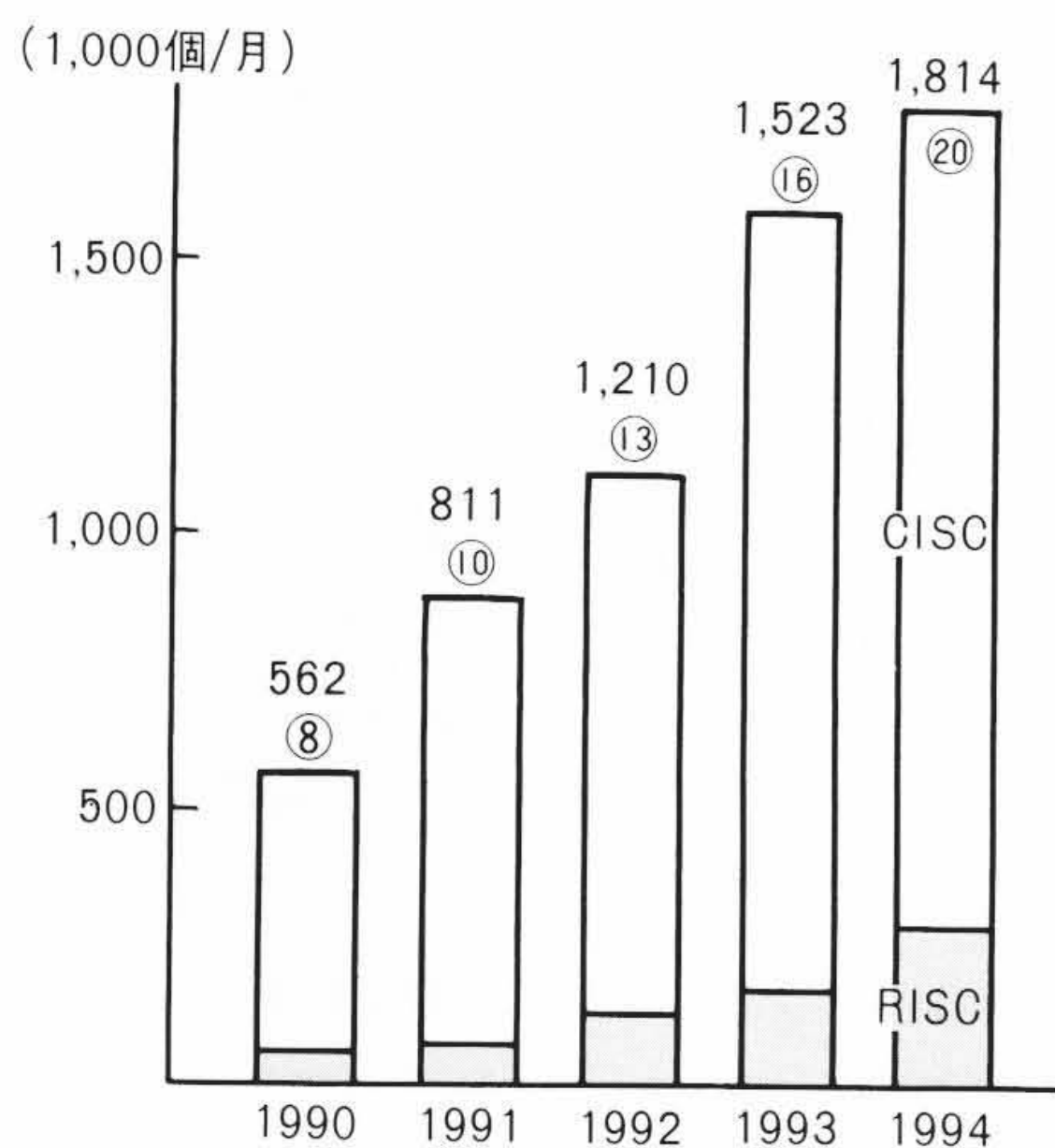
32ビットマイコンはマイコンでの先端製品であるが, 4ビットマイコン, 8ビットマイコンもブラッシュアップが進め

られており, 電子機器の制御を中心として幅広い安定した需要が期待できる。また, ノートパソコンなど電子機器の小形化, 携帯化に伴う液晶応用機器の拡大によってLCD(Liquid Crystal Display)コントローラ, ドライバが, ISDN, LANの進展によって通信用LSIなどが, そのほかの周辺LSIとともに需要が増大する。

マイコンのソフト開発では, 32ビットマイコンなどの高性能化および8ビットマイコンなどの応用範囲の拡大に対して, 高級言語によるサポート, 顧客サポート拠点の拡充などサポート環境の拡充が重要となる。

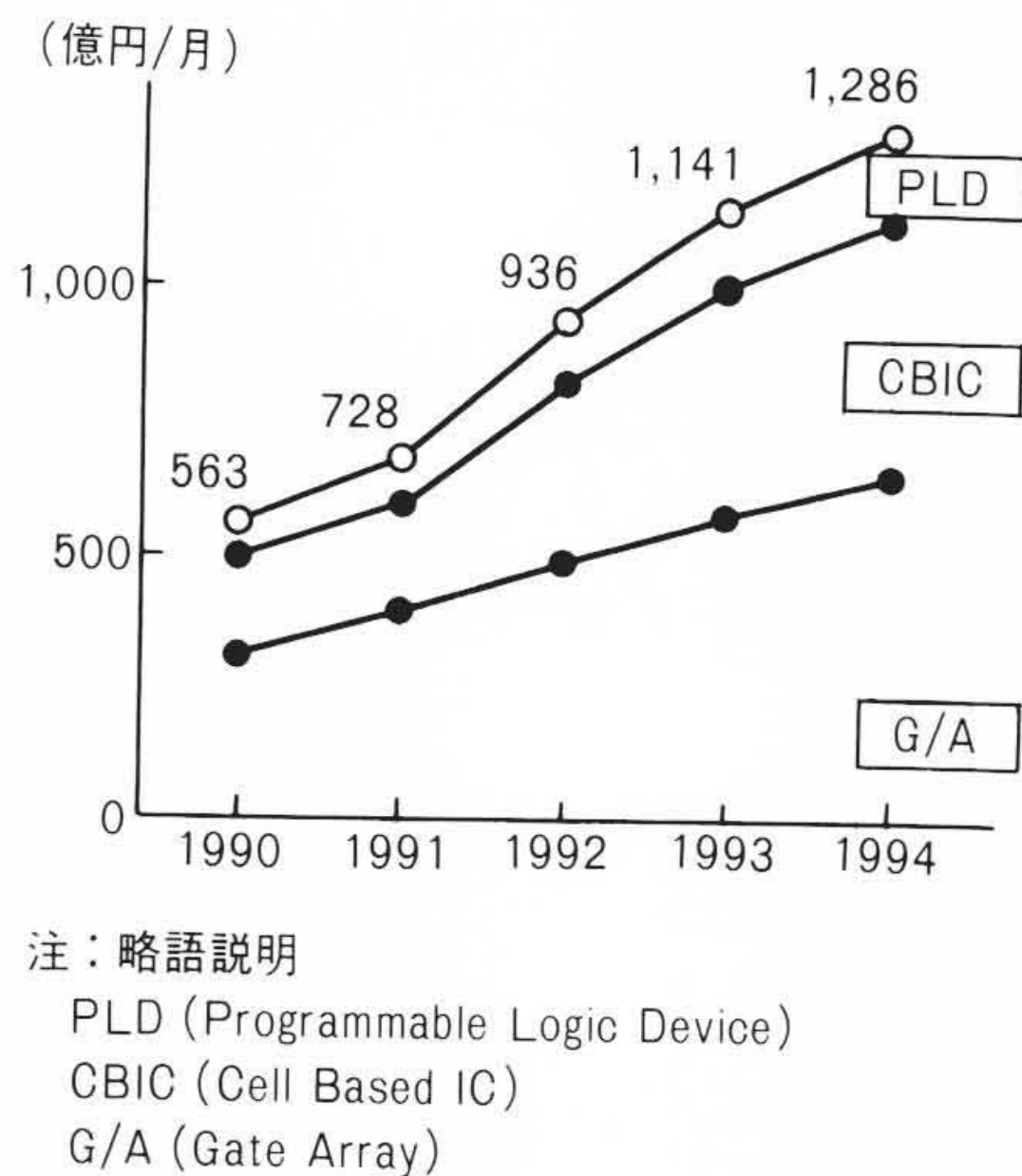
3.4 ASICの動向

1990年代の社会環境から半導体に対しても個性化, 多様化のニーズが高まる。これに対応するものとして, ASICが注目される。ゲートアレー, セルベースIC, プログラムロジックデバイスがASICの主要製品であり, それぞれ高成長が期待できる。今後, ベースとなる製品の高集積化, 高性能化, 性能価格比向上などの製品自体の性能強化とともに, 使いやすいサポートツールの準備および顧客に密着した設計拠点など顧客サポート環境の整備・拡充によりASIC市場はますます拡大していくと予想される(図8参照)。



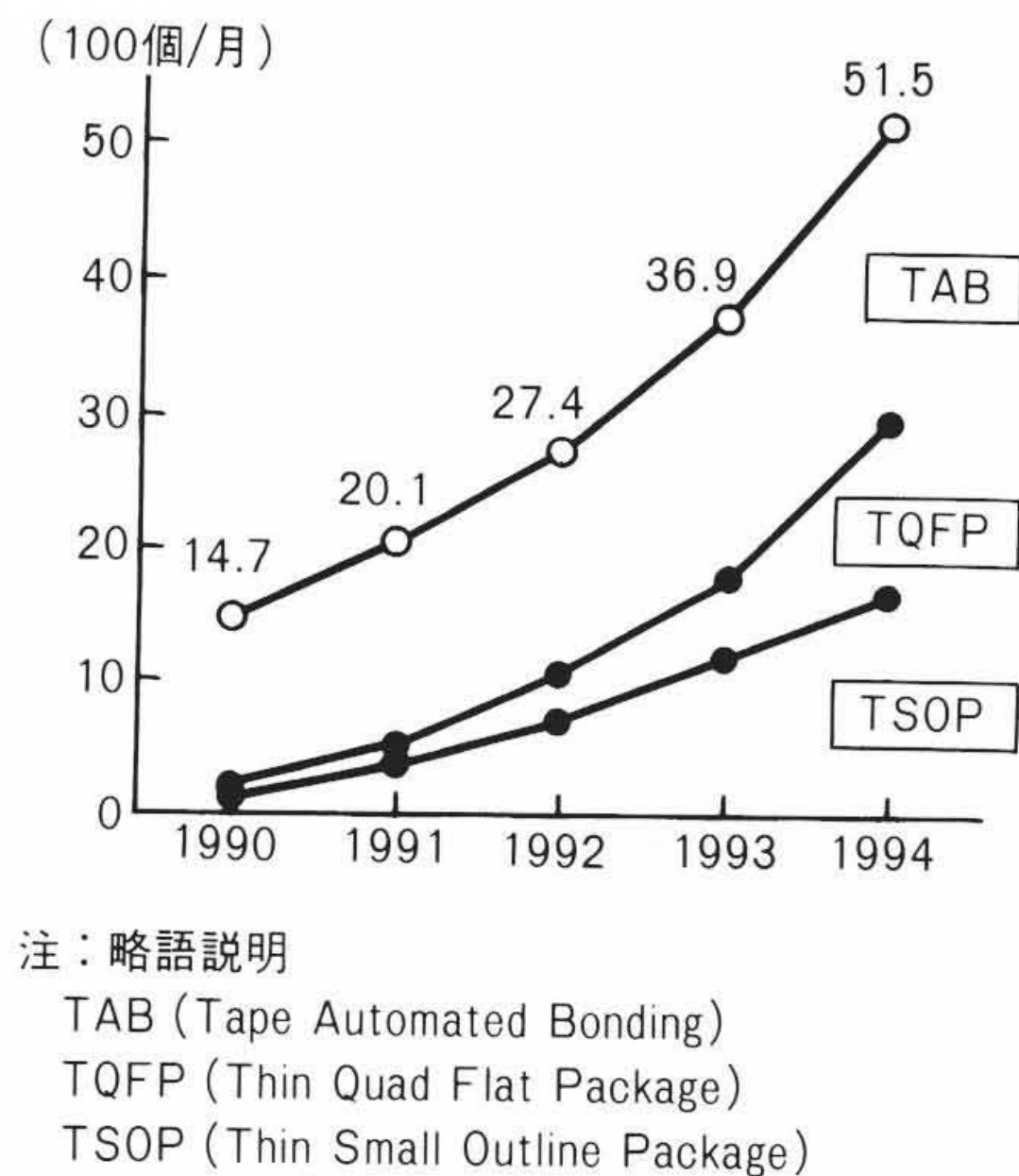
注：略語説明など
RISC (Reduced Instruction Set Computer)
CISC (Complex Instruction Set Computer)
○内はRISC比率(%)を示す。

図7 32ビット、RISCプロセッサの伸長
1994年にはRISC比率が20%に達し、金額ベースでは1990～1994年で年平均43%の伸びとなる。



注：略語説明
PLD (Programmable Logic Device)
CBIC (Cell Based IC)
G/A (Gate Array)

図8 ASICの進展 今後もG/Aを中心にASICが伸びる。



注：略語説明
TAB (Tape Automated Bonding)
TQFP (Thin Quad Flat Package)
TSOP (Thin Small Outline Package)

図9 薄形パッケージの拡大 TABは多ピン化が進む一方、メモリでのTSOP、ロジックでのTQFPの超薄形パッケージが急成長する。

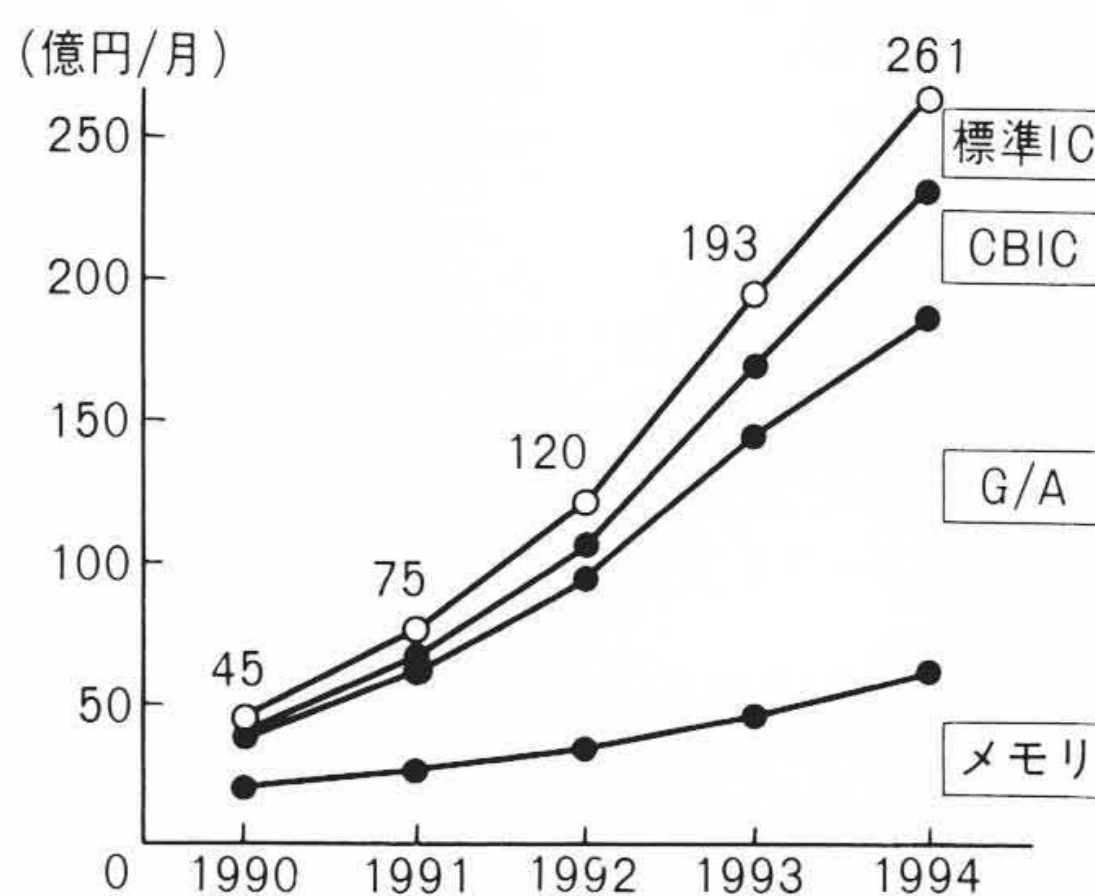


図10 BiCMOSの成長 現在主流のメモリに加え、G/Aを中心に適用製品が拡大する。

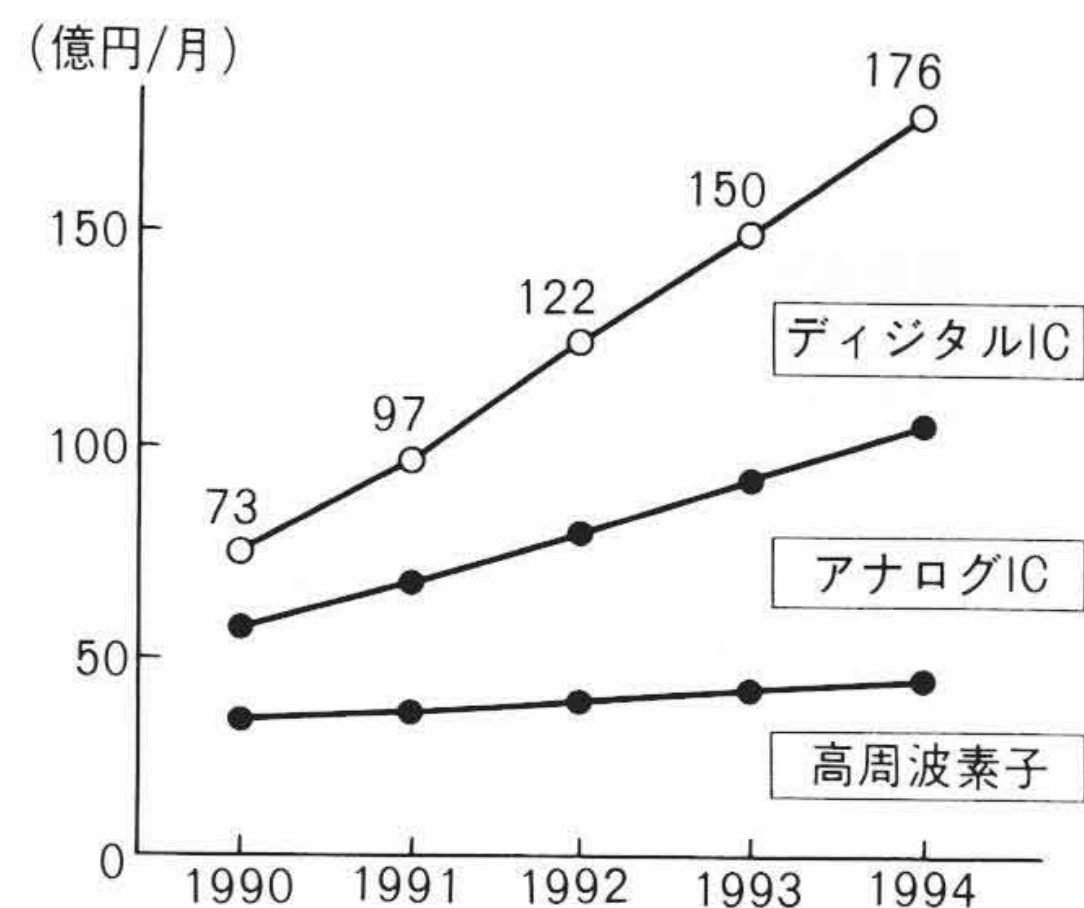


図11 化合物半導体の成長 化合物半導体もIC化が進む。

3.5 パッケージの動向

電子機器の軽薄短小化や携帯化の動きの中で、薄形面付けパッケージに対するニーズが高まってきている。このため、TAB(Tape Automated Bonding)、TQFP(Thin Quad Flat Package)、TSOP(Thin Small Outline Package)などの需要が急増しており、この種の高密度実装パッケージの全体に含める比率は増大していくと予想される(図9参照)1)。

3.6 BiCMOSの動向

BiCMOSはバイポーラICの高速性、高出力性とCMOSの高集積性、低消費電力特性を合わせ持った製品である。この特性を生かし、高速メモリ、高速ゲートアレーなどに応用されており、今後の高成長が見込まれる。集積度がさらに向上してくると、システムオンチップを実現できる製品として注目されてくる(図10参照)。

3.7 化合物半導体の動向

GaAsを使用した半導体であり、超高速動作が可能であるため最近衛星放送受信用に使われ始めた。今後、スーパーコンピュータなどの超高速分野、および低雑音性を生かしたアナ

ログ分野で高成長が期待される(図11参照)2)。

4 結 言

情報の多様化、大量化に伴い、複雑な処理・分析機器が不可欠となり、これらが巨大ネットワーク化されてゆくといった社会構造が生まれつつある。

このような流れの中で、デジタルシステム、高性能処理システムが普及し、半導体市場は急激な勢いで成長するものと考えられる。反面、この成長を支えるためには、ユーザーに使用してもらいやすいデバイス、あるいは設計環境の整備が不可欠であり、各半導体メーカーのユーザーに提供する差別化要因の一つになると予想される。

参考文献

- 1) 村上，外：薄形化，高密度，高速化対応パッケージ技術，日立評論，72，12，1251～1258(平2-12)
- 2) 増田，外：超高周波半導体素子，日立評論，72，12，1295～1300(平2-12)