

ASICの市場展望

ASIC Market Overview

近年の市場ニーズの多様化に伴い、これを実現する手段としてASIC(Application Specific IC：特定用途向けIC)が脚光を浴びている。半導体微細加工技術とあいまって、DA(Design Automation)技術の進歩が今日のASIC時代をもたらした。ゲートアレー、セルベースIC(スタンダードセル)、FPLD(Field Programmable Logic Device)などそれぞれの分野で活発な技術の革新が続けられ、それをサポートするCADツール分野からも新しい技術が提案されている。多くの分野からニーズの強いコア付きセルベースICは、今後さらに使いやすくなるよう、さまざまな試みが行われており、近い将来、いろいろな機能を取り込んだ要求どおりのICが容易に実現できるものと思われる。

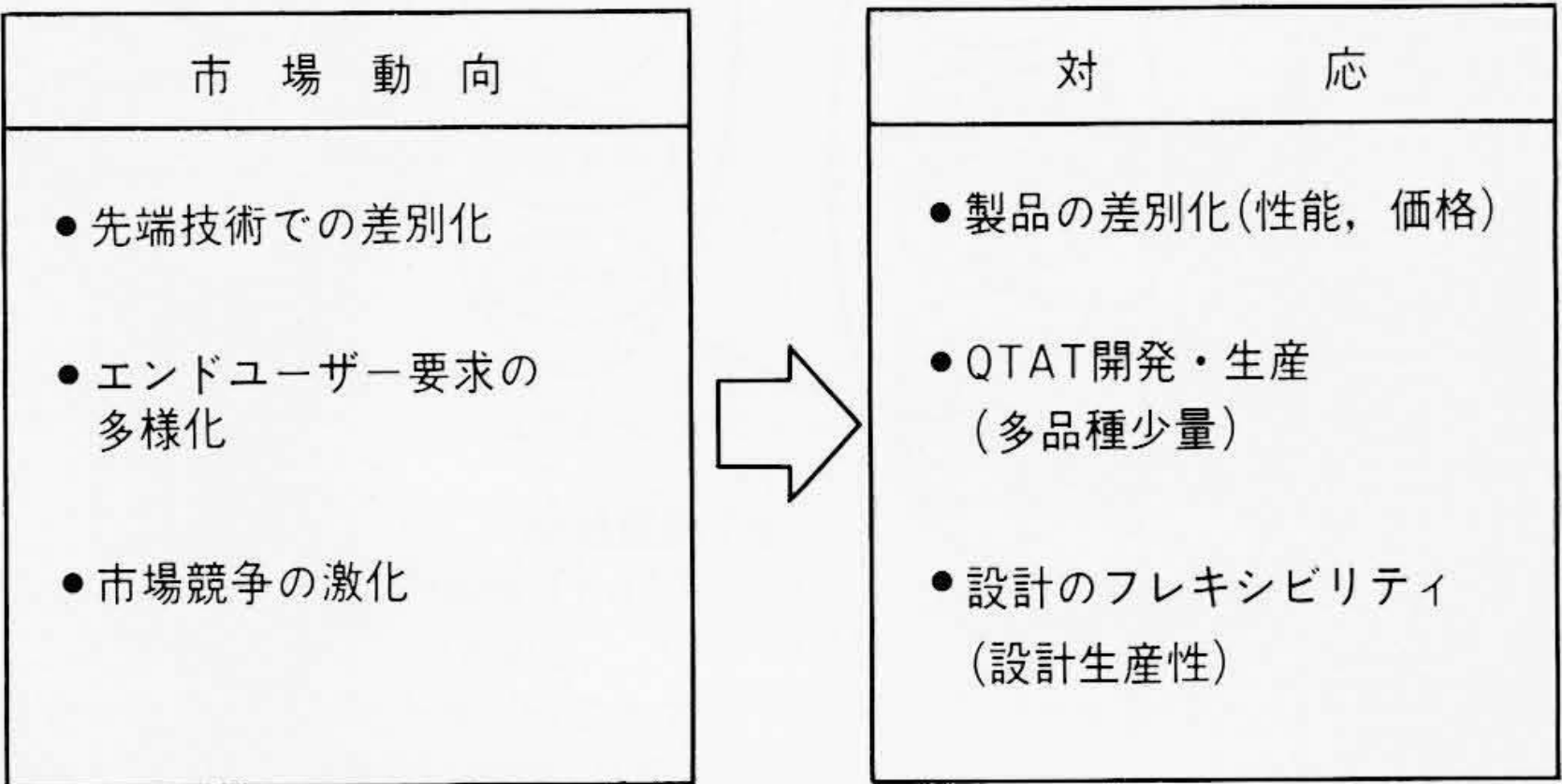
長瀬 晃* Akira Nagase

1 緒 言

近年、社会での生活価値感の多様化に伴い、商品に対する顧客ニーズも一段と多様化の様相を呈している。これらの市場の要請にこたえるため、メーカーは他社と差別化した製品を、どこよりも早く市場に送り出すことを目指して、激しい競争を繰り広げている。このような状況を背景に、市場ニーズを折り込んだICを、比較的短期間に開発する手法として、ASIC(Application Specific IC：特定用途向けIC)の重要性が一段と脚光を浴びつつある。特に、最近では半導体の微細加工技術の進歩によるチップ当たり搭載機能の大幅な改善や、DA(Design Automation)技術の進歩などにより、ASIC市場もともに活発な動きを示している(図1)。本論文では、これらの動向を踏まえて、ASIC市場の展望について述べる。

2 ASIC時代到来の背景¹⁾

ASIC(特にセミカスタムIC)は急速に伸びた市場ではあるが、これらの開発手法に関する考え方は今日に始まったわけではない。オリジナル仕様のICを、早く、安価に、容易に手に入れたいというのは、ICユーザーの「長年の夢」であった。この「夢」を実現するため、これまでさまざまな手法が試みられている。一つは、バイポーラICで用いられたマスタスライス方式である。これは、マスクの配線工程だけを変更して目的のICを実現しようというもので、現在のゲートアレー手法のもとになっている。次は、シングルチップマイクロコンピュータ(以下、シングルチップマイコンと略す。)で、チップ上のROMにアプリケーションソフトウェアを焼き付けて、目的



注：略語説明 QTAT(Quick Turn Around Time)

図1 ASICへの潮流 市場ニーズにより、ASIC化に対するさまざまな対応が要求されている。

の機能を持ったICを実現する手法である。このいずれの手法も、そのベースとなるチップは共通化され、フルカスタムに比べてICの開発期間の短縮はできた。しかし、マスタスライス方式は、当時のDA技術ではユーザーに十分なサポートができなかったこともあり、回路設計からマスク化に至る工程で半導体の専門家を必要とした。また、設計作業もマニュアル作業がメインであったため、開発期間も十分満足のいくものではなかった。これらの問題点を解決し、今日のゲートアレー市場の基を作ったのは、なんといってもDA技術の進歩である。セルライブラリのデータベース化、回路・論理シミュレーションのサポート、自動配置配線などが可能になったことが大きく貢献している。さらに、これらのDA技術が半導体メ

* 日立製作所 電子営業本部

一カー固有のものから、CAE/CADベンダにより商用ベースとなり、半導体ユーザーが比較的入手しやすい開発環境が提供されたことも見逃せない要因である。

一方、シングルチップマイコンは、アプリケーションソフトウェアによって目的とする機能を実現するものであり、この市場は今後とも順調に伸び続けていくと思われる。しかし、差別化のためハードウェアを含めた変更という要求に対しては対応不可能であり、ここにきてマイコンをメガセルとして持つ、いわゆるCPUコア付きセルベースIC(スタンダードセル)が大きな注目を浴びるに至っている(図2)。

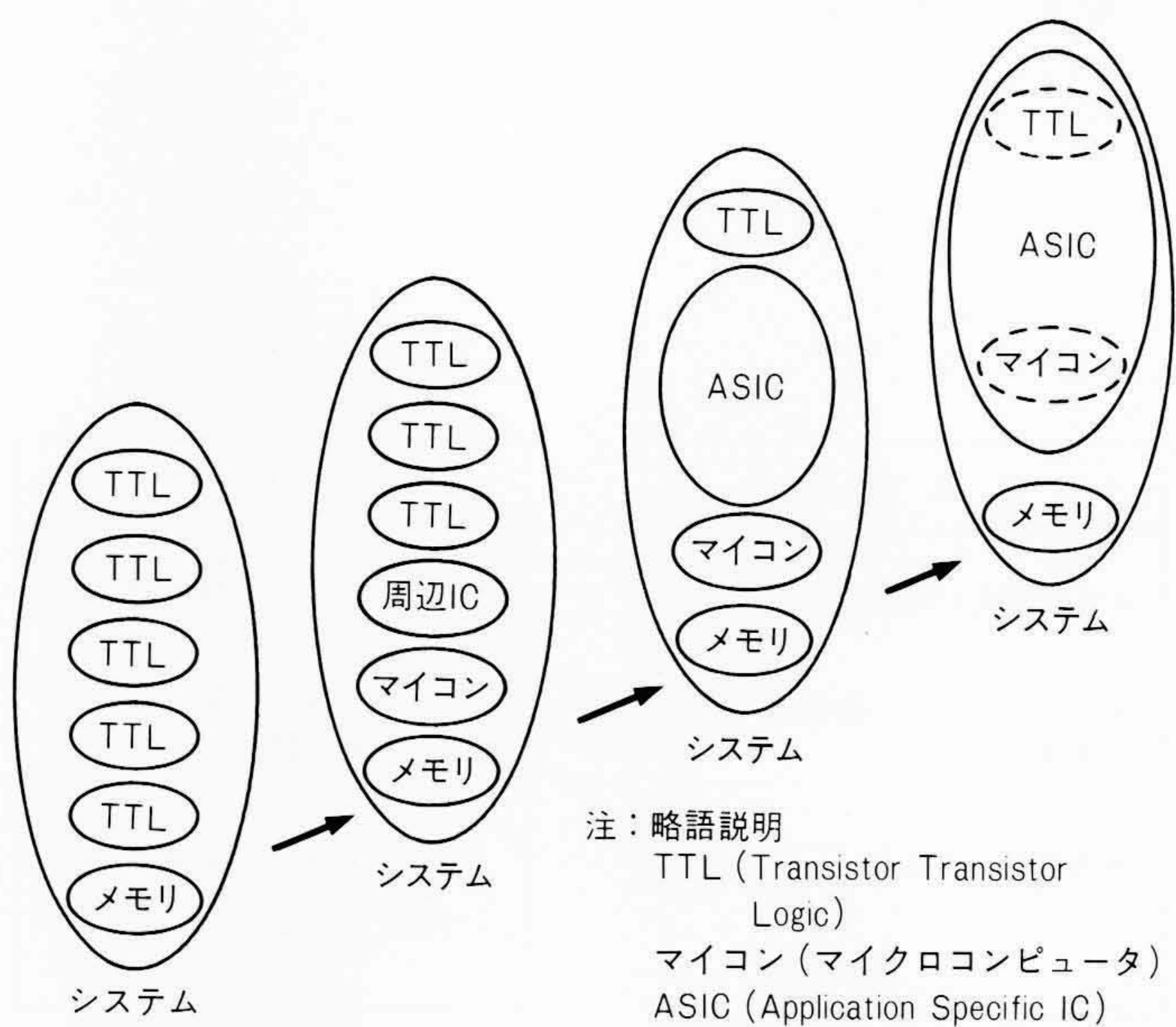


図2 システムLSIの動向 標準品のみで構成されていたシステムが将来的には大部分がASIC化していく傾向にある。

3 ASICの分類

ASICは、1980年代初期に米国のデータクエスト社が名づけた名称である。顧客のニーズに合わせて設計・製作したカスタムLSIの総称として広く用いられている。一般的なASICの分類を図3に示す。広義のASICは、単一顧客向けのASCP (Application Specific Custom Products: 狭義のASIC)と複数顧客向けのASSP (Application Specific Standard Products)とに大きく分類される。ASCPは、さらにフルカスタム、セミカスタムおよびFPLD (Field Programmable Logic Device)と分類される。セミカスタムはゲートアレーとセルベースICが代表的なものとして挙げられる。ASSPはユーザーが異なっても、同種のシステムに使用できる特定用途向け標準品で、汎(はん)用ASICと言えるものである。

4 ASIC市場規模²⁾

ASIC市場は過去数年間、年率30%近い伸び率で成長し今後も引き続き15%以上の伸び率で成長し続け、1991年には1兆円を超える市場規模になると言われている(図4)。1989年の市場規模をセグメント別にみると、全体の約半分をゲートアレーが占め、セルベースIC24%、フルカスタム16%、FPLD11%と続く。1993年までの年平均伸び率でみると、セルベースICが23%ともっとも大きく、FPLD、ゲートアレー、フルカスタムの順になる。このASIC市場を、全IC市場の中で占める比率でみると、1983年にはわずか9%に過ぎなかったものが1988年には14.8%となり、1993年には20.9%に達すると見込まれ、半導体市場でのASICの存在がますます顕著なものになっていくと見込まれている。

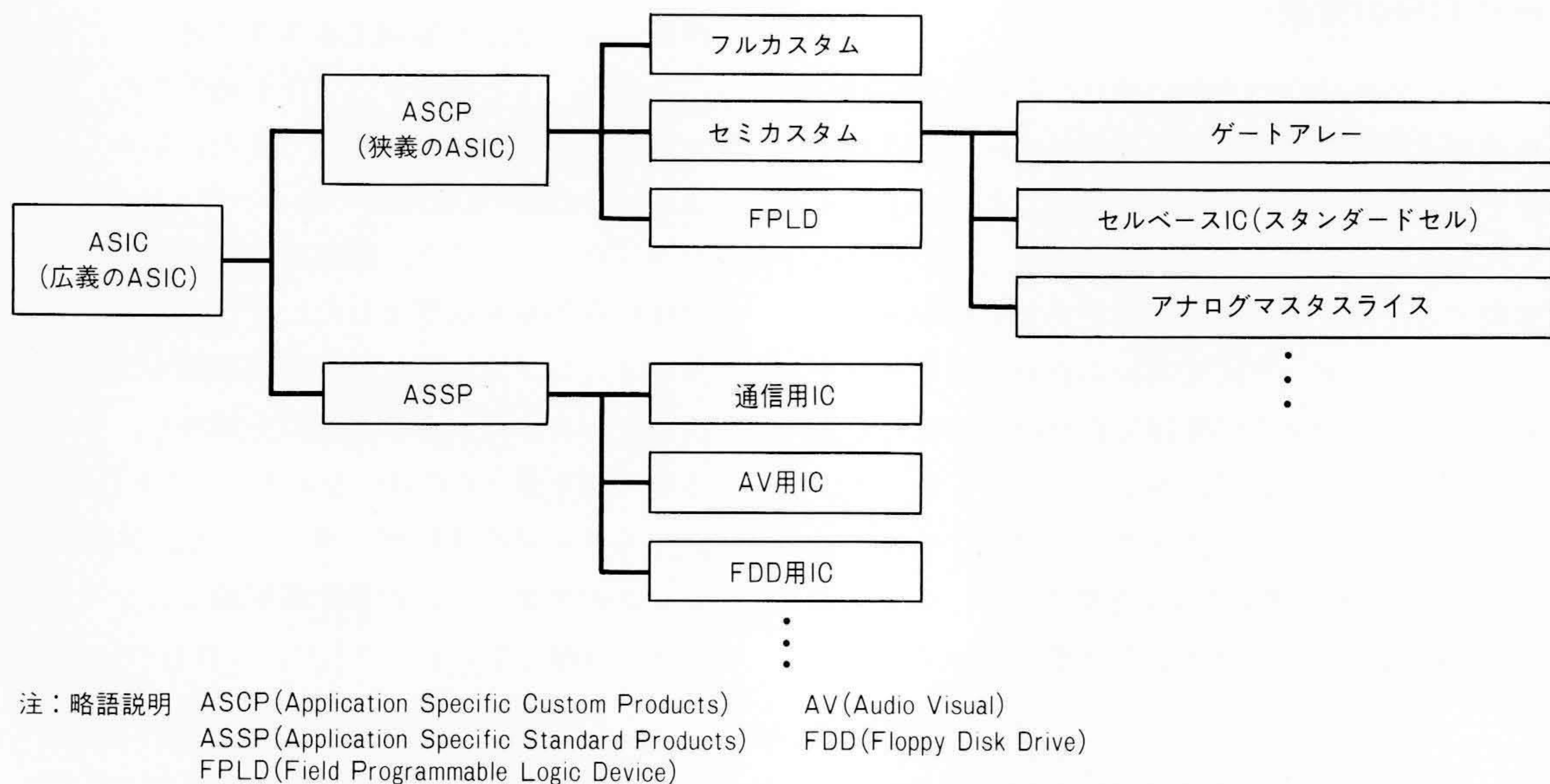


図3 ASICの分類 広義のASICは、単一顧客向けのASCPと複数顧客向けのASSPに分けられる。

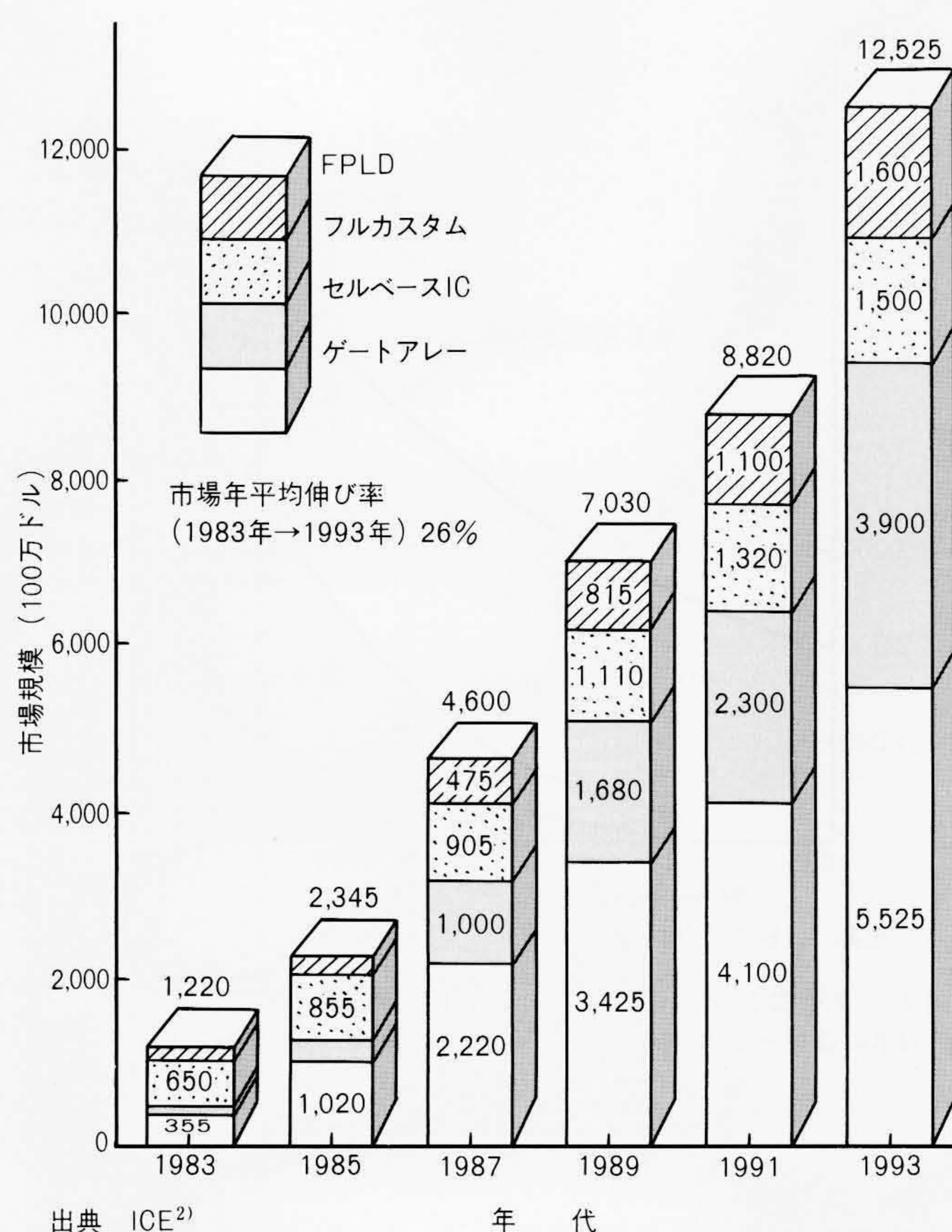


図4 ASIC世界市場規模 ASIC市場は過去数年間、年率30%近い伸び率で成長し、今後も引き続き15%以上の伸び率で成長すると予測されている。

5 ASICのセグメント別動向

5.1 ゲートアレー

LSIのチップ上に、あらかじめ基本セルと呼ばれるゲートが整然とアレー上に並べられたもので、配線パターンだけでいろいろな品種への展開が可能である。従来のアレーの部分と配線領域をあらかじめ分離しておく方式(固定チャネルタイプ)に加え、アレーを全面に敷き詰め、アレーの上も配線領域として使える方式(フリーチャネルタイプ)の2種類がある。各社の製品化状況をみると2万ゲート以下は固定チャネルタイプ、それ以上の高ゲートではフリーチャネルタイプが採用されている(図5)。フリーチャネルタイプは、従来の固定チャネルタイプに比べて大規模マクロセルの搭載が有利な点に加え、ROM/RAMメモリの搭載も容易という利点がある。このような背景から、メーカーによっては低ゲートまでフリーチャネルタイプでカバーしていこうという動きもある。今後フリーチャネルタイプ用のDAソフトが充実し、ノウハウが蓄積されてくると、この動きにますます拍車がかかることが予想される。

次に、使用ゲート数からみた市場規模の推移をみる(図6)。現時点では、2,000ゲートと8,000ゲート付近に需要の二つの

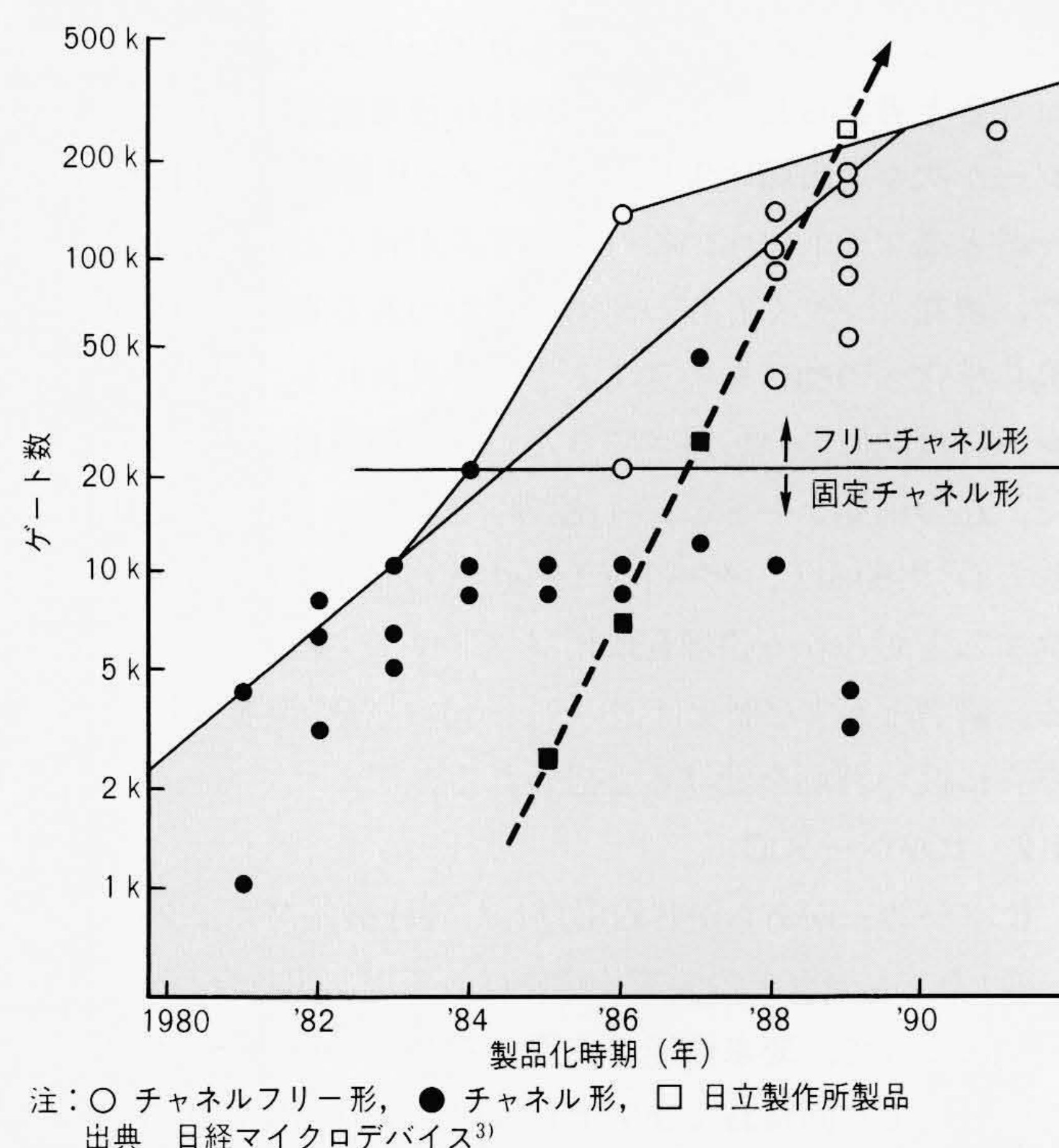


図5 各社のゲートアレーの製品化時期と規模 各社共通して、2万ゲート以下は固定チャネルタイプ、それ以上の高ゲートはフリーチャネルタイプを採用している。

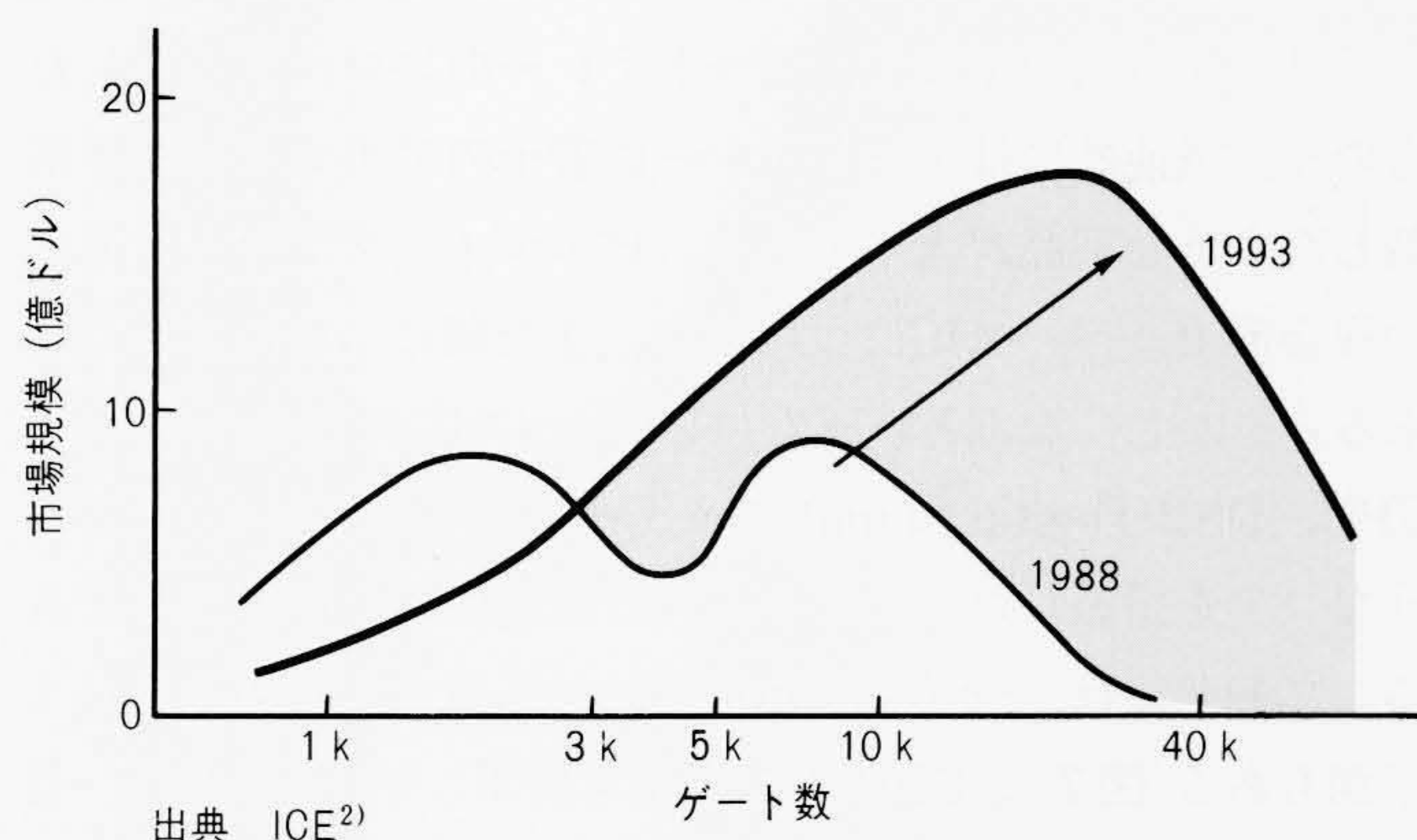


図6 使用ゲート数から見た市場規模の推移 現時点では、需要に二つのピークがあるが、今後は全体的に高ゲートに移行し、いずれはこの二極化現象はなくなる。

ピークが存在するのが特徴的である。前者は各種電子機器のCPU周辺用として使用されるもので、各メーカーが他社製品との差別化を図るため、独自の機能を取り込むICとして開発され、これに要するゲート数が2,000ゲート近辺となり、一つの需要のピークとなっている。後者は製品の小型化、コストダウンを図るために開発されるもので、用途として、ラップトップ形パーソナルコンピュータ(以下、ラップトップ形パソコンと略す。)などのOA機器や、コンピュータの周辺(例：ディスク装置)が中心で機器の小型化に大きく貢献している。数年後の予測としては、全体的に高ゲートに移行し二極化現象

はなくなり、2万ゲートから3万ゲートをピークとする分布になると考えられている。これは今後集積度の高いゲートアレーが次々と市場に現れ、これにメモリ搭載が可能になると、一段と高ゲート化への移行にはずみが付くと考えられる。また、現在ようやく存在が認められつつある自動診断機能も、高集積化への動きを加速するものと思われる。以上ゲートアレーの動向について述べてきたが、今後注目すべきものとして、超短納期ゲートアレー(論理完からサンプルまで2日ないし5日)の動向と、ゲートアレーの大容量化に伴って重要度が高まるとされる論理合成用ソフトウェアの二つが挙げられる。両者ともまだ歴史は浅いが、今後技術の改良が加えられ、さらに高い評価を受けられると思われる。

5.2 セルベースIC

ICメーカーがあらかじめ用意した各種機能ブロック(モジュール)を、ユーザーの要求仕様に従って選び組み合わせていくことによって、要求機能を実現するものである。これは論理回路、メモリ回路およびアナログ回路を自由に使えるので、これらを含む大規模な機能のLSIに適している。セルベースICは、セルの高さが同一で配列されたポリセル方式、セルの高さが可変で配列の自由度が高いビルディングブロック方式、およびコンパイルドセルや各種の機能マクロを含む複合形セルベースICに分類される。セルベースIC市場の現状は、前述のポリセル方式が主流で、ゲートアレーのコンパクト化したものや、機能的にはゲートアレーに若干のアナログ回路を搭載したような製品が大半であり、ビルディングブロック方式や複合形セルベースICについては、まだ緒についたばかりである。しかし、なんといってもセルベースICの将来の本命は、CPU、DSP(Digital Signal Processor)、各種プロセッサのようなコアを搭載したものになるのは間違いのないところである。1999年には、マイコン市場の約50%以上を占めるという予測もある(図7)。CPUコアASICを要求している市場は、自動車、ファクシミリ、VTR、カメラ、OA機器など、いずれも商品の開発競争が激しい分野である。共通の目的は小形化、高機能化である。セルベースIC市場は今後5年間もっとも伸びると期待されているが、まだ解決すべき課題も多い。一つはCPU搭載によるゲート規模の大幅アップによる論理シミュレーション時間の増大、テストの複雑さ、アプリケーションソフトウェア開発のための開発支援ツールの整備などの問題がある。おのおのの問題についてはさまざまな試みがなされているが、今後まだまだ改良の余地が残されている。次に、アナログ機能を持ったセルを中心としたセルライブラリ充実の課題がある。これはプロセステクノロジーの最適化も含めて検討する必要がある。以上述べた問題点を解決していくにつれて、今までフルカスタム品を使うことを余儀なくされていたユーザーを、セルベースICに引き付けることができると思われる。

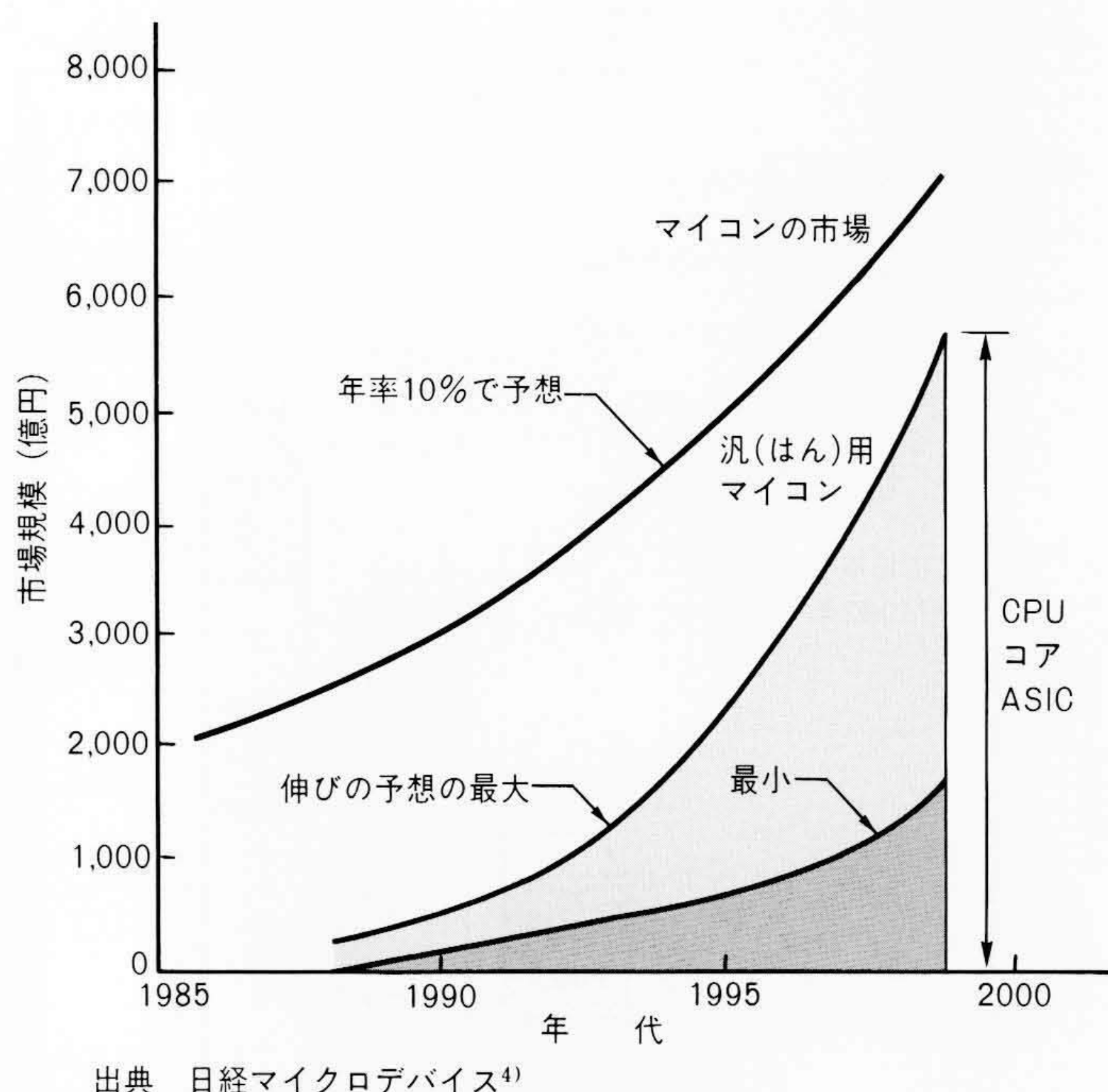


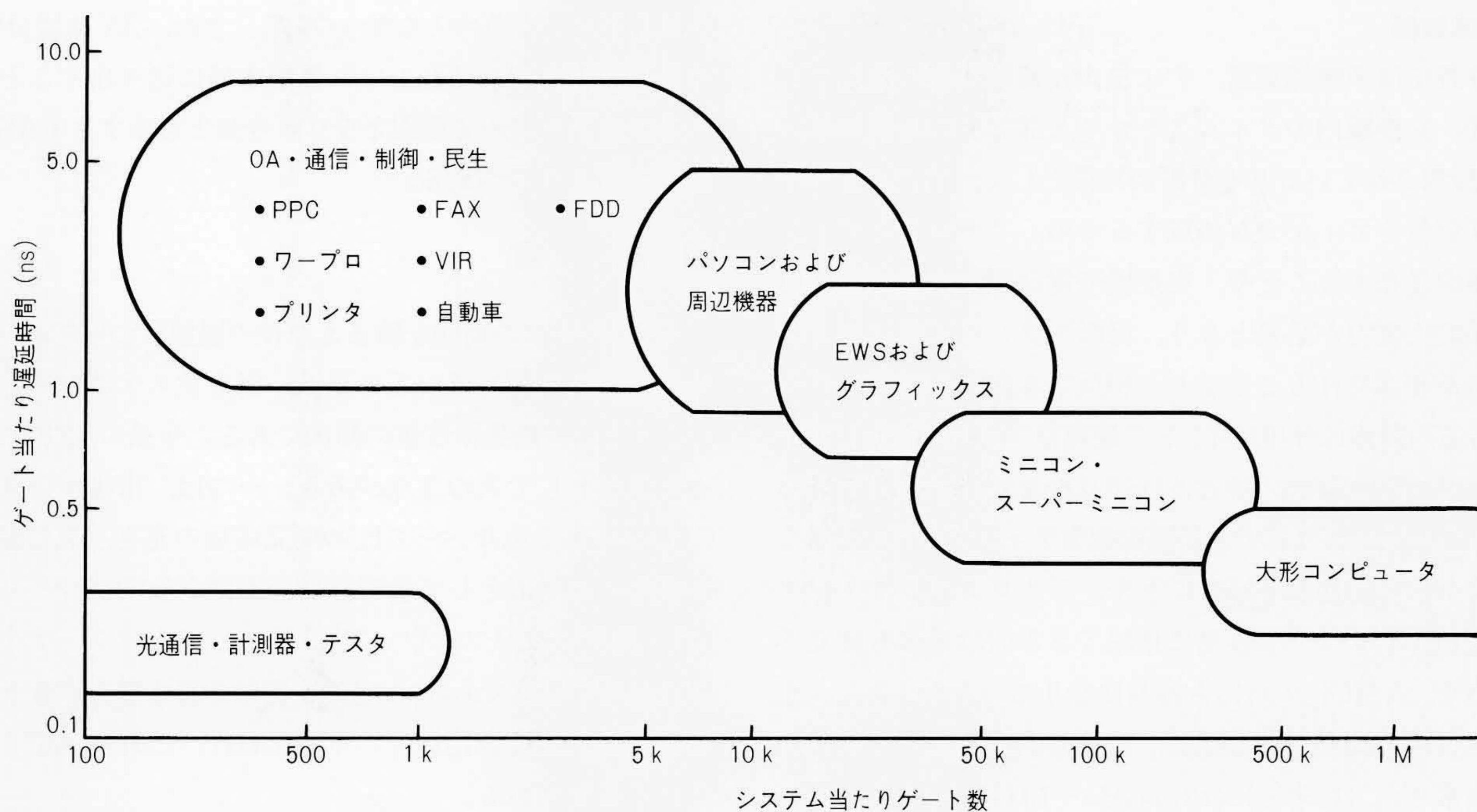
図7 マイコン市場でのCPUコアASIC市場規模 CPUコアASICは、1999年にはマイコン市場の約50%以上を占めるという予測もある。

5.3 FPLD

FPLDは、その名の示すとおりユーザーが専用書き込み機を使って自分の手でプログラムすることによって要求するICを実現できるもので、ASICの中でももっとも小回りの効く手軽なASICと言える。ゲートアレーに比べると、実現できる回路規模が小さくチップ価格も高いが、開発期間が短いのが特徴である。FPLDは歴史的にみてORアレー固定式のPAL(Programmable Array Logic)形素子から始まっているが、最近では設計自由度を高めるため、固定アレー部分をマクロセルオプション化しつつある。また、さらにPLA(Programmable Logic Array)形の論理構造から脱却した素子も登場しており、プログラマブルな多段論理構造になっており、PGA(Programmable Gate Array)という新たなカテゴリーを作り出しつつある。ICユーザーにとって開発TAT(Turn Around Time)の短縮は大きな魅力であり、試作品や少量製品には今後ますます採用され市場規模も拡大していくと思われる。特に前述のPGAは歴史はまだ浅いが小規模ゲートアレー市場に食い込むものと注目を集めている。FPLDの問題としてはツール類の整備が遅れ気味なことである。新デバイスの出現によって開発されたツールも、以前のものと互換性を保つような配慮は最低限必要と思われる。

6 応用分野からみた動向⁶⁾

図8は、ASICの応用分野を、要求スピードとシステムのゲート規模をパラメータとして分類したものである。高速性能が優先される光通信・計測器分野を除けば、システム当たり



注：略語説明 PPC(Plain Paper Copier) FDP(Floppy Disk Drive)
 ワープロ(ワードプロセッサ) EWS(Engineering Work Station)
 FAX(ファクシミリ)

出典：日経エレクトロニクス⁵⁾

図8 ゲートアレイセルベースICの応用分野 高速性能が優先される光通信・計測器分野を除けば、システム当たりゲート数の大きい順に高速性も要求される。

ゲート数の大きい順に高速性も要求されている。以下に、ASICにとって特徴的な応用分野での動向、将来課題などについて述べる。

6.1 大形コンピュータ

コンピュータ本体は性能が最優先となるため、速度の点からECL(Emitter Coupled Logic)が全面的に採用されている。さらに高速化を実現するため、GaAsも採用されられると思われる。また、高性能・小形化のためマルチチップ実装した特殊なパッケージも使われている。さらに、今後ECLゲートアレイの大容量化に伴い、放熱処理を考慮したパッケージ技術も重要な課題となる。ディスク装置などの周辺機器については、要求スピードにより、CMOS、BiCMOS(Bipolar CMOS)などが使い分けられている。この周辺機器分野は他分野と同様に、CPUコア付きセルベースICによる小形化の要求が強い。大形コンピュータ分野の特筆すべき点として、通常各メーカーは、自社コンピュータを最大限に利用した強力なCADツールを所有しているため、半導体メーカーとしては、そのツールとの円滑なインタフェースを持つことも重要な任務である。

6.2 ワークステーション

機器の心臓部となるプロセッサ部は回路規模が大きいため、一般には標準品が使用されており、ゲートアレイはシステム周辺回路に使われている。この部分はシステムごとに仕様が異なるため、ゲートアレイの採用によって、仕様の個別化対応、小形化、低価格化が実現されている。ワークステーショ

ンメーカー間の性能競争は今後も激化が予想され、そのためにRISC(Reduced Instruction Set Computer)チップのような独自アーキテクチャを持ったCPU開発気運もでてくると考えられる。これらの大規模論理回路設計を支援するため、各種コンパイラを持ったCADツールの採用も増えると思われる。

6.3 パソコン

現在、ASICの対象となっているのはCPUの周辺回路部、および周辺機器コントロール部である。このパソコン分野は競争が激しく各社が機能差別化のため、ゲートアレイを積極的に採用したため、ASIC市場立ち上がり時の牽(けん)引車的役割を果たした。パソコン分野ではソフト互換性を保つため、標準CPUが採用されている。しかし、競争激化のためますます高集積化の傾向にある。特に、ラップトップ形パソコンについてはこの傾向が顕著である。

6.4 制御機器・自動車

制御機器と自動車の両分野は共通した点が多い。前者は昼夜無人運転が要求され、後者は安全走行という点で、共に高信頼性が厳しく要求される。また、両者とも使用環境が厳しいことで共通している。このため、ASIC化により部品点数の低減を図り、高信頼性の実現に大いに貢献してきた。基本的にはこの傾向は今後も変わらず、CPUの取り込みにとどまらず、ドライブ機能としてのパワーIC、センサとしてのアナログ回路の搭載も望まれている。

6.5 通信機器

通信分野では多機能電話、デジタル端末機器の通信プロトコル部、交換機内のタイムスロット部などの各制御部にASICが採用されている。本分野の特徴として、音声のようなアナログ信号をデジタル処理するため、アナログとデジタル回路が混在することや、交換機や電話機のように、使用時は比較的大電力が必要となり、反面スタンバイ時は極力低消費電力が要求されることなど、相反する条件を満足させる必要がある。従来は専用LSIとして最適なプロセス技術を選ぶことで対応してきたが、最近ではDSP(Digital Signal Processor)技術の採用によりアナログ部を極力デジタル処理することでプロセスの共通化を図ることや、アナログ部、デジタル部などの各ブロックを容易に接続できる設計手法も確立されつつあり、ASIC化の対応も容易になりつつある。また、光通信分野での交換機間の伝送は、現在650 MHzという高周波対応が要求され、将来的には2.4 GHz~10 GHzとさらに厳しい要求となり、GaAs素子での対応が不可欠なものとなるであろう。

6.6 AV(Audio Visual)機器

最近、AV機器では高音質化、高画質化の市場ニーズに対応するため、デジタル化の動きが、ますます活発になっており、CD(Compact Disc)、DAT(Digital Audio Tape)、IDTV(Improved Definition Television)、VTR等々のデジタル化は、顕著な例といえる。これらのデジタル化が進むことによって、従来専用リニアICであった部分がゲートアレーなどへのASIC化が容易になったが、機器の高機能化・小形化への要求に対応するため、極力周辺部も取り込むため高性能ADC(AC-DC Converter)、DACなどのアナログ回路の

搭載も不可欠な条件となりつつある。また、AV機器分野では、他社との差別化とそれをいち早く市場に送り出すことがビジネスの成否を決める要因となり、今後ともますますASICへの期待が高まりつつある。

7 結 言

ASICの現状の動向を踏まえ今後の展望について述べた。市場ニーズに共通していることは、極力システムを一体化していこうという高集積度化の傾向である。今後のASICに対する主な課題として次の3点がある。一つは、市場ニーズの強いCPUコア付きセルベースICの開発環境の充実、次に回路の大規模化への対応として論理設計を支援するCADツールの整備(例：論理合成ソフトウェア)、最後にアナログ・デジタル混在技術の確立である。ASIC市場は今後も拡大するとともに、市場ニーズも多様化していくと思われ、これに幅広く対応していく必要がある。

参考文献

- 1) 大前：半導体デバイス現状と展望，電波(平1-1-23)
- 2) ICE編：ASIC OUTLOOK(1990)
- 3) 宮崎：出番まつ大規模ゲートアレーの本命，20万ゲート級全面敷き詰め型，日経マイクロデバイス(平1-6)
- 4) 中村，外：CPUコアASIC時代が幕明け，日経マイクロデバイス(平1-1)
- 5) 多様な分野へ広がり見せるASIC市場，日経エレクトロニクス(平1-1-9)
- 6) 富永，外：ASICデザインハンドブック，サイエンスフォーラム社(1989-5)