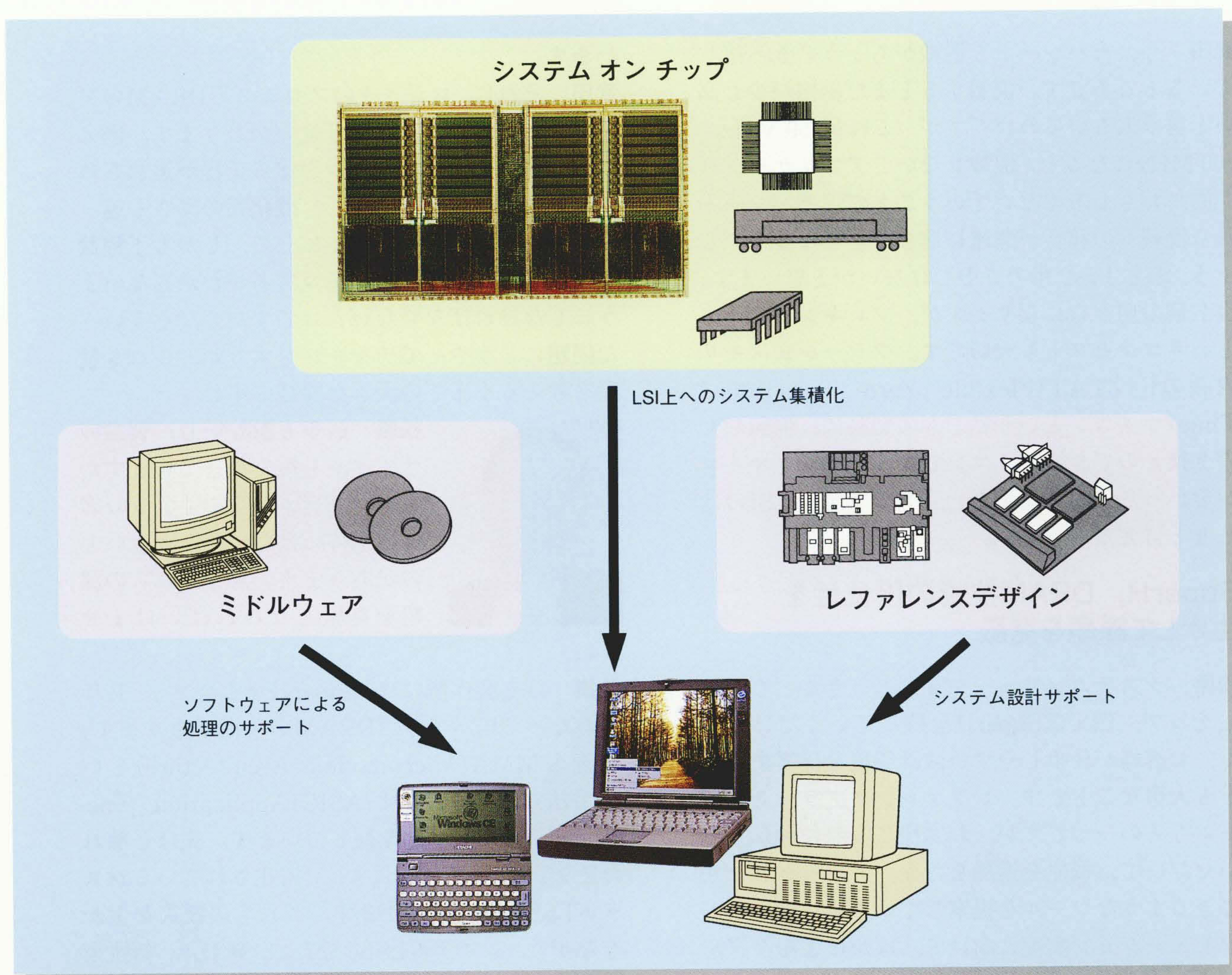


システムソリューションの実現を目指す半導体の動向

Semiconductor Technology Trends Toward Total System Solutions

■ 谷村信朗 Nobuyoshi Tanimura



注：Windowsは、米国およびその他の国における米国Microsoft Corp. の登録商標である。

システムソリューション

半導体技術は、エレクトロニクス産業を支える基盤技術として、エレクトロニクス機器の進化との相乗作用によって発展している。システムの高度化に伴って、LSIだけでなく、ミドルウェアに代表されるソフトウェアやレファレンスデザインなどの総合的なソリューションが必要である。

エレクトロニクス技術の発展は目覚ましい。半導体技術は、この発展を支える基盤技術として、エレクトロニクス機器との相乗作用によって急速に拡大、発展してきた。この拡大・発展に伴って、エレクトロニクス機器、半導体市場ともに激しい競争の中にあり、短いサイクルで新製品が投入されている。

機器の開発スピードの維持のためには、各種のモジュール、高性能プロセッサとそれに関連するOS (Operating

System)やミドルウェアに代表されるソフトウェア、あるいはハードウェアとソフトウェアをまとめたレファレンスデザインといった総合的なソリューションが必要である。また、システムのフレキシビリティを維持するうえで、フィールドプログラマビリティも重要になる。

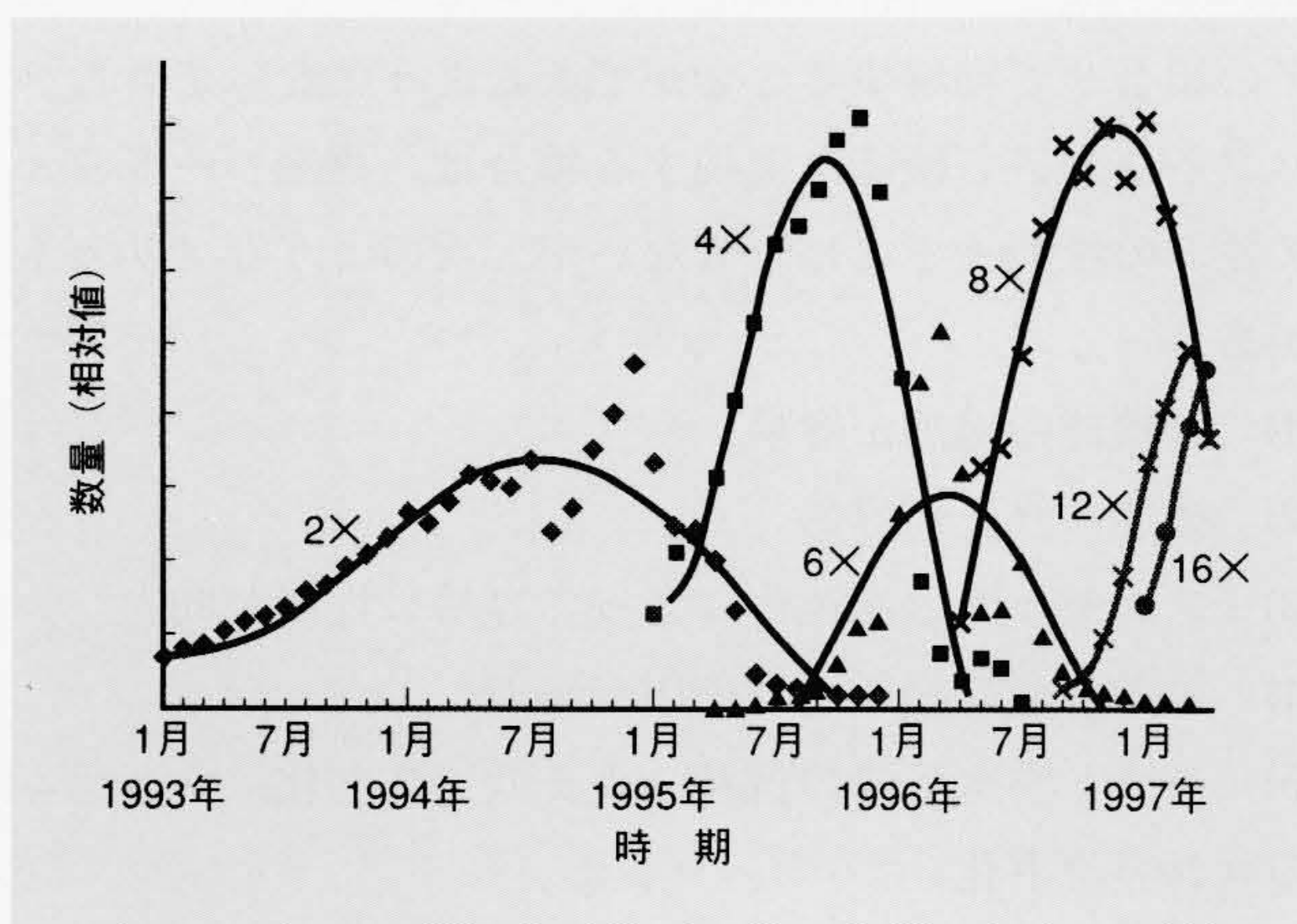
シリコン上に多くのサブシステムを集積化できる「システム オン チップ」が現実的になって、さらに高度の技術の集積が必要となっている。

1. はじめに

エレクトロニクス技術の発展には目覚ましいものがあり、その市場は引き続き高い率で成長を遂げていくと予測されている。半導体技術はこの発展を支える基盤技術として位置づけられ、機器のニーズを満たすための新半導体技術の創出、あるいは半導体技術の革新によって実現した新機器の登場といったように、エレクトロニクス機器との相乗作用によって発展してきた。1970年代の電卓の発展に呼応するLSI技術の進化、1980年代のマイコン(マイクロコンピュータ)・メモリの高性能化に伴うパソコンの登場はその代表例である。

こうした相乗作用の結果、半導体技術の進歩は加速され、エレクトロニクス機器・半導体両市場に急速な拡大とともに激烈な競争をもたらしている。市場の動きが加速され、新製品の投入サイクルが短くなっている。CD-ROM(Compact Disc Read-Only Memory)の例を図1に示す。高速化が競争のポイントとなっており、より高速の世代製品が次々に投入され、世代交代のピッチも速まっている。使用される半導体も、この動きに追随して高性能化されている。

この激しい市場競争に対応するためには、短期間に設計を完了し、量産化しなければならない。このとき、みずからすべての技術開発を行うのではスピードが遅く、コア技術開発以外は外部リソースを使うことが増えている。シリコン上に多くのサブシステムを集積化できる「システム オン チップ」時代の到来とともに、従来はユー



注：記号説明 ◆(倍速機), ■(4倍速機), ▲(6倍速機), ×(8倍速機)
×(12倍速機), ●(16倍速機)

図1 CD-ROMの市場推移

次々に新世代の製品が市場に投入され、世代交代のピッチが速くなっている。

ザーが設計していたサブシステムを、モジュールの形で半導体メーカーから供給することが求められ始めている。さらには、半導体の供給にとどまらず、供給する半導体を中心としたシステムソリューションの提示、すなわちハードウェア設計例やソフトウェアの提供も要求され始めている。

ここでは、システムソリューションの実現を目指す半導体の動向について述べる。

2. システム オン チップへの道

微細加工技術の進歩に支えられて、シリコンチップ上に搭載することができるトランジスタ数は拡大の一途をたどっている。従来は多数のLSIで構成していたシステムを、1個のLSIで構成する「システム オン チップ」が現実的になってきた。

複数のLSIの機能を1チップに集積化した場合には、次のような効果が現れる。

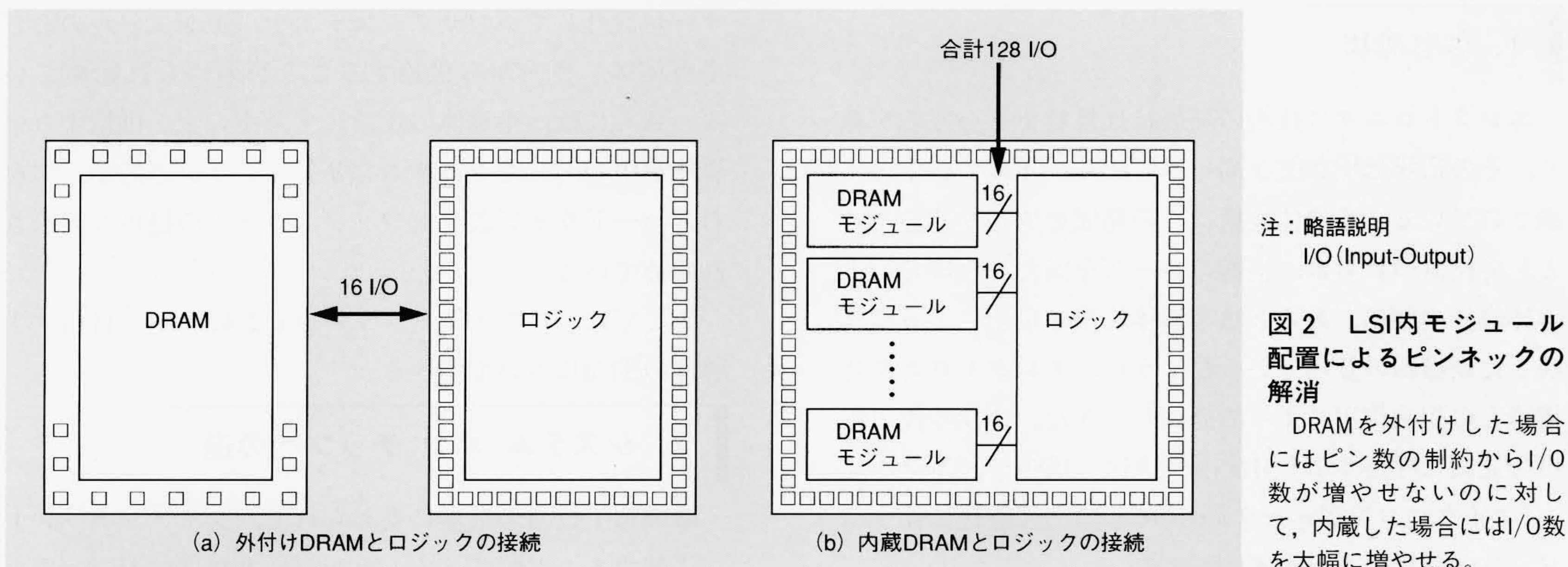
- (1) LSI間ボード配線部の浮遊容量に起因する遅延時間や消費電力の低減
- (2) ボード搭載チップ数の低減による実装面積の縮小、信頼性の向上
- (3) 部品コスト、実装コストの低減
- (4) LSI内システムモジュール配置によるピンネックの解消、あるいは新アーキテクチャの実現

上述の(4)では、外付けでは×16構成のDRAM(Dynamic Random Access Memory)しか接続することができなかったものが、内蔵した場合には×128構成にすることができ、メモリのバンド幅を1けた増加することができるといった効果がある(図2参照)。従来はLSIのピン数の制限で実現できなかった、新しい機能の登場も可能になってくる。

こうした効果の一方で、システム オン チップの実現には次のような課題がある。

- (1) 各種のLSIで使用している、異なるプロセス技術の複合化
- (2) 各種モジュール間の相互作用を考慮したチップ内配置技術
- (3) 複合シミュレーションテスト技術の実現

上述の(1)は、DRAMのメモリセルサイズの縮小のための立体型容量の実現やマイクロプロセッサでの多層配線化といったように、異なる方向で最適化が進められてきた技術をすべて取り込む必要があり、単なる組合せでは複雑になりすぎる、あるいは従来並みの性能を確保で



きないという問題である。(2)はアナログ回路とデジタル回路の電源分離、クロック回路の配分などの問題で、すでにこれまでの技術で対策されているものもあるが、新しい組合せによって新たな問題が発生しうる。(3)は、異種のデバイスを組み合わせた設計・評価が精度よく実行できるかという問題である。いずれも、性能の劣化あるいは経済性とのトレードオフが鍵になる。

システム オン チップを実現していくためには、上記の課題に加えて、各種の機能モジュールの充実が必須になる。このような機能モジュールはプロセス技術の違いを越えて使用することができなくてはならず、高位レベルの設計記述で財産を保有しておく必要がある。また、ハードウェアとして実現するだけでなく、サブシステムを動かすためのソフトウェアサポートも必須である。

必要とするすべての機能モジュールをみずから開発するのは困難になっているため、複数のベンダからIP (Intellectual Property) を入手し、自前のIPとの組合せによってシステム オン チップを実現する方向が追求されている。こうした動きを支えるために、VSIA (Virtual Socket Interface Alliance) でのインタフェースの標準化などが進められており、プロセスが異なっても所望の機能・性能が実現できる仕掛けが整いつつある。

3. 高性能プロセッサとソフトウェアソリューション

半導体技術の発展によって、各種プロセッサの性能向上が著しい。汎用性を重視しているマイクロプロセッサ(MPU)、デジタル信号処理に特化しているデジタルシグナル プロセッサ(DSP)、グラフィックス処理用等の

専用プロセッサなどいずれのプロセッサでも、動作周波数の増加や新しいアーキテクチャの採用などによって性能が高められ、機器の高性能化の原動力になっている。

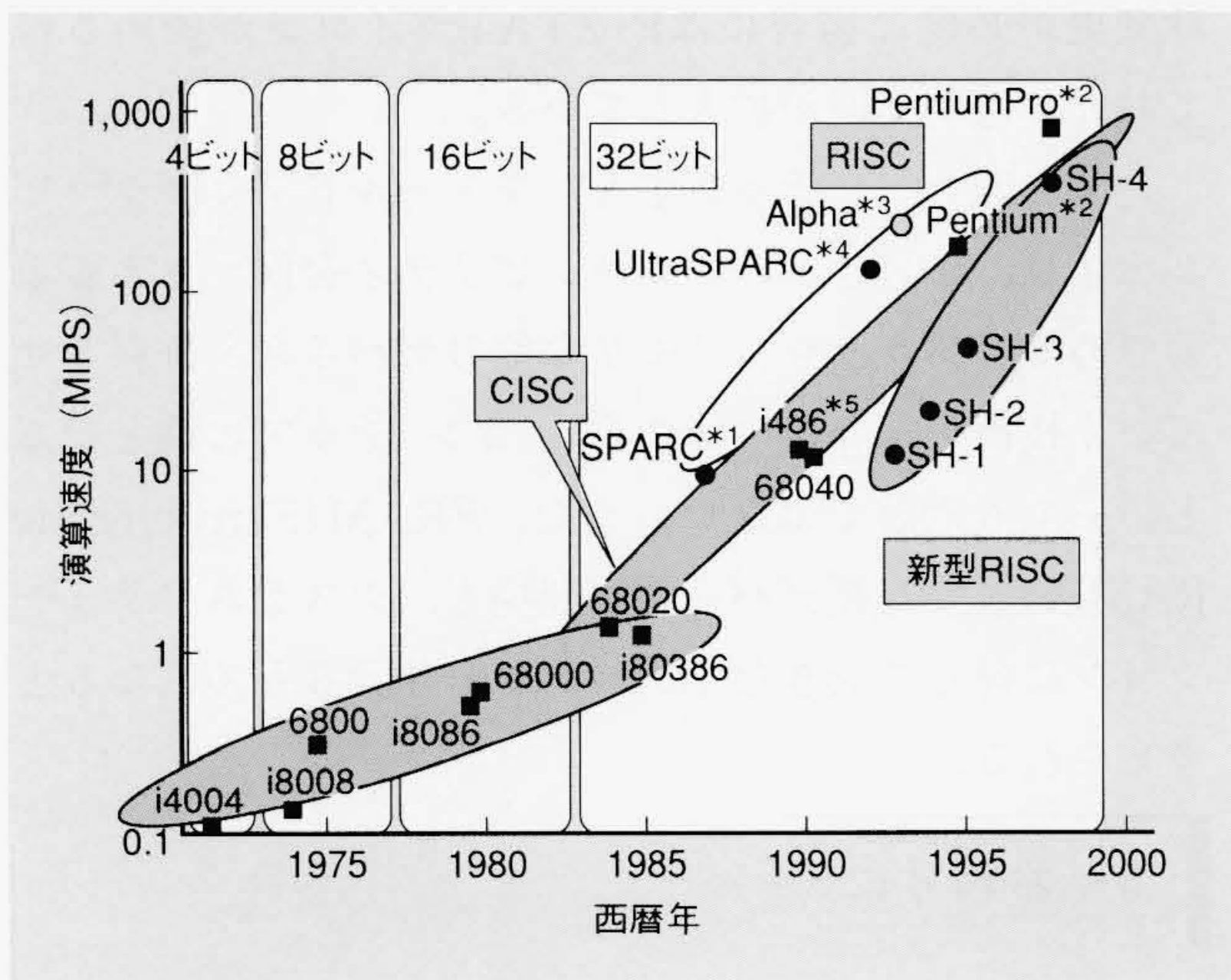
プロセッサの高性能化が進む一方で、既存の型のプロセッサでは消費電力やチップサイズの増加が顕著であり、部品そのものや実装に要するコストも増大してきた。このような状況の中で、命令セットを簡略化し、消費電力とチップサイズを抑えたまま高いプロセッサ性能を実現する、新しいRISC (Reduced Instruction Set Computer) 型マイクロプロセッサ「SuperHマイコン」を開発した。SuperHに代表される新しい型のマイクロプロセッサの登場によって、高性能プロセッサを低価格で入手することができるようになり、採用分野が拡大している(図3参照)。

プロセッサの性能向上により、従来は専用のハードウェアで構成した各種の機能を、プロセッサとソフトウェアの組合せで実現することができるようになってきた。ソフトウェアで機能を実現する場合は、専用ハードウェア並みの性能までには至らないが、次のようなメリットがある。

- (1) 新機能の追加が容易
- (2) 機能の修正が容易
- (3) プロセッサの高速化によって容易に性能が向上
- (4) 設計財産の繰り返し使用が可能
- (5) ハードウェア量の低減による低コスト化、システムのコンパクト化

これらはエレクトロニクス機器の開発動向に合致しており、ソフトウェアによる対応は拡大方向にある。

ソフトウェア処理が増えてプログラム構造が複雑になったのに対応し、OS (Operating System) を使用するシ



注：略語説明ほか

MIPS (Million Instructions per Second), CISC (Complex Instruction Set Computer)

*1 SPARC は、米国における米国 SPARC International, Inc. の登録商標である。

*2 Pentium は、Intel Corp. の登録商標である。

*3 Alpha は、Digital Equipment Corp. の商標である。

*4 Ultra SPARC は、Sun Microsystems, Inc. の商標である。

*5 i486 は、米国 Intel Corp. の商標である。

図3 マイクロプロセッサの性能推移

SuperHシリーズ(SH-1, SH-2, SH-3, SH-4)を代表とする、低価格ながら高性能を実現した新型RISCの登場により、高性能マイクロプロセッサが適用される分野が拡大している。

システムが増えており、従来はOSとは無縁であった分野にまで適用範囲が拡大している。この拡大に伴って、既存のデファクトスタンダードOSに加えて、該当分野のニーズに対応するために、リアルタイム応答性やネットワーク性能を重視するといった種々の特徴を持ったOSが登場している。SuperHでも、各種のOSを使用することがで

きる環境を整えている。

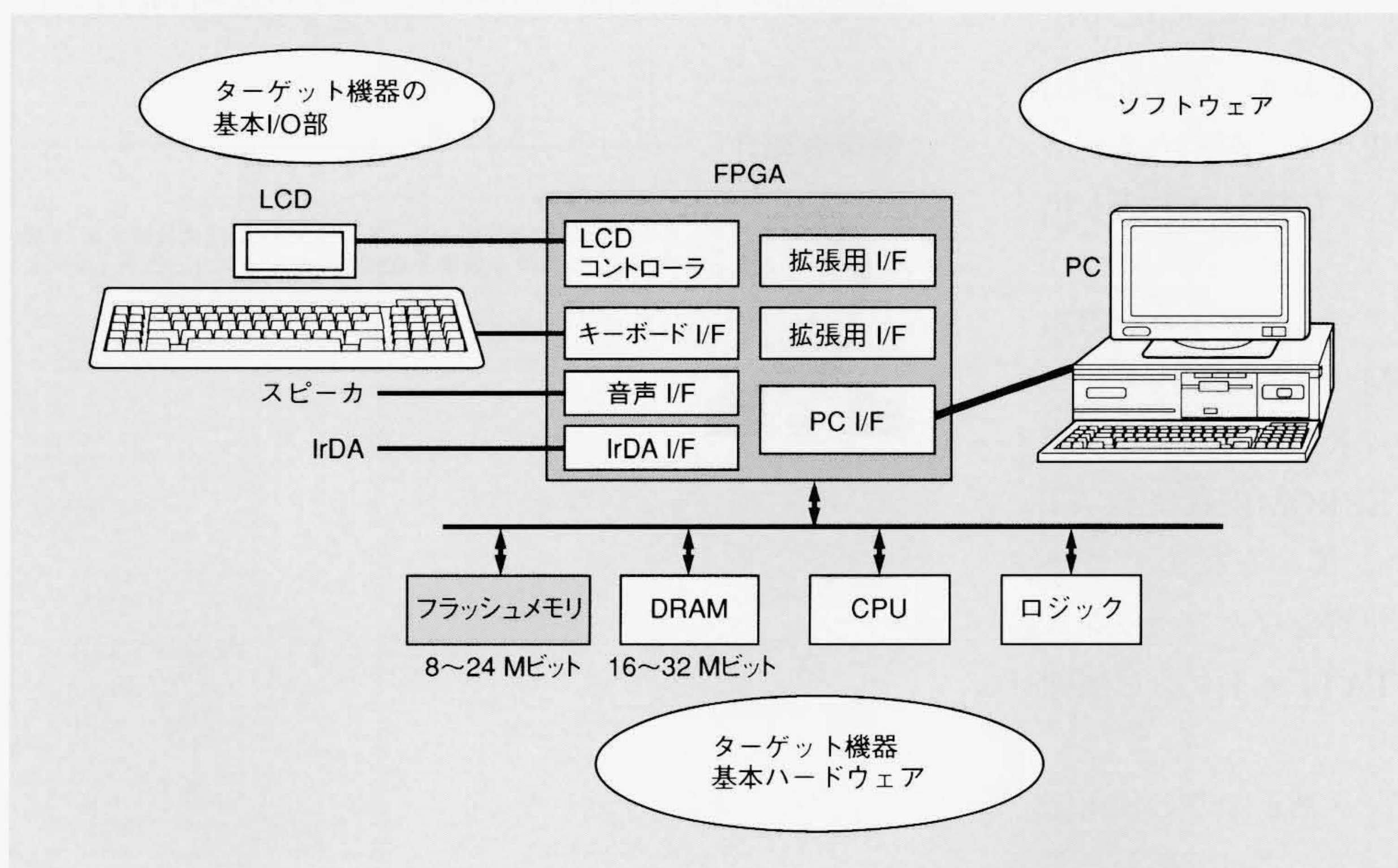
OSベンダからは、OSカーネルとともに、種々のデバイスドライバなどのモジュールが提供されているが、これに加えて、各種の標準機能を提供するミドルウェアと呼ぶソフトウェアの整備も進められている。SuperHでも、通信機能、画像圧縮・伸長、音声圧縮・伸長、手書き文字認識、音声合成・認識などのミドルウェアを整備している。

システム設計者は、OSやミドルウェアの組合せで必要とする基本ソフトウェアを容易に構築することができ、アプリケーションに依存する部分のソフトウェアの開発に専念することができるようになる。

4. ソリューションの提供

半導体ベンダの基本はハードウェアの提供にあるが、該当ハードウェアに関連するソフトウェアや、ハードウェアとソフトウェアを合わせたシステム全体に関するソリューションも要求され始めている。

ソフトウェアについては前述のとおりであるが、システム全体のソリューションをレファレンスデザインという形でユーザーに提示することも行われている。レファレンス デザイン システムの概念例を図4に示す。ターゲットとする機器のプロトタイプに近い設計を行い、基本的なハードウェアとソフトウェアを準備する。ボードには、パソコンまたはWS(Workstation)とのインタフェースや、ハードウェア拡張用のインタフェースなども備える。ハードウェアを追加し、パソコンあるいはWSか



注：略語説明

LCD (Liquid Crystal Display)

IrDA (Infrared Data Association)

FPGA (Field Programmable Gate Array)

I/F (Interface)

PC (Personal Computer)

CPU (Central Processing Unit)

図4 レファレンス デザイン システムの概念例

ターゲット機器の基本ハードウェアとPCとのインタフェース、および拡張用インタフェースを備え、ハードウェアとソフトウェアの展開を可能にする。

らアプリケーションソフトウェアなどをダウンロードしてシステムを動作させ、デバッグ情報も、パソコンあるいはWSを介してアクセスを可能にする。

マイクロプロセッサのエミュレータのように、従来は単独LSI用の開発環境を用意していたが、このようなレファレンス デザイン システムを利用することにより、システム設計者は、アプリケーションに特化したハードウェアとソフトウェアの開発に集中することができる。

システムソリューションとしては、システムの多様性への対応も重要である。標準LSIで要求を満たせない場合には、システム設計者がASIC(Application Specific IC)技術を用いてLSIをみずから設計する。ここでは、設計の容易さが最重要課題であり、提供するライブラリの豊富さ、わかりやすい設計環境やテスト容易化技術の提供が必要である。

システムの多様性へのもう一つの対応策は、フィールドプログラマビリティである。フィールドプログラム技術によって、設計の各段階や量産段階で、ハードウェアやソフトウェアをフレキシブルに修正することができる。フィールドプログラマビリティを実現するためのデバイスとしては、ヒューズ素子、EPROM(Erasable Programmable ROM)、およびSRAM(Static RAM)が使われてきたが、(1)再プログラムができない、(2)ボード上で書き換えができない、(3)電源を切るとデータが消失するなどの限界があり、最近では、ボード上で書き換えが可能なフラッシュメモリを使用するものが増えてきている。

フレキシブルなハードウェアを実現するフィールドプログラマブル製品としては、FPGAが代表的であり、設計段階や少量量産で多用されている。最近では、ボード上で書き換えが可能な製品も増えてきており、これを利用してリアルタイムにロジックを変更する、ダイナミックコンフィギュラブル ロジックといった新しい手法も出てきている。

元来、修正が容易なソフトウェアでも、マイコンの組み込み応用では、プログラムをROMに搭載して固定化することが多い。この場合もフィールドプログラマビリティが重要であり、日立製作所でも、EPROM内蔵型ZTAT(Zero Turnaround Time)マイコン製品を拡充してきた。続いて、ボード上で書き換えが可能な、フラッシュメモリ内蔵F-ZTAT(Flexible ZTAT)マイコンを展開している。

少量多品種やフィールドでのデータ補正などの使用法だけでなく、大量生産品でも仕向け先によって頻繁に設

計変更が必要な場合にはF-ZTATマイコンが使用されており、適用範囲が拡大している。

システム オン チップでも、フィールドプログラマビリティは、システムのフレキシビリティを保つうえで重要である。フラッシュメモリを他のデバイスと併存させていく技術が、今後のシステム オン チップの鍵となると言っても過言ではない。また、FRAM(Ferroelectric RAM)のような新デバイスの登場も、システムソリューションに対して大きなインパクトを与えるものになると考えられる。

5. おわりに

ここでは、システムソリューションの実現を目指す半導体の動向について述べた。

かつて、フォトリソグラフィ技術の限界など、半導体技術の種々の限界について盛んに議論されたことがあった。実際には各種のブレークスルー技術が発案されて、当時指摘された限界をはるかに越えた状況が実現されている。今後も幾多の限界に挑戦する必要があると予想されるが、半導体技術がシステムを支え、「産業の米」と呼ばれるのにふさわしい役割を担っていくことになるのはまちがいないと考える。そのためには、従来の枠を越えた技術の結集により、いっそう高度なソリューションを提供していくことが必須となっていくものと考えられる。

参考文献

- 1) 特集：新しいライフスタイルとパラダイムシフトを牽引する半導体デバイス，日立評論，78，11(平8-11)
- 2) 特集：「IP時代」到来，日経マイクロデバイス，145(平9-7)

執筆者紹介



谷村信朗

1974年日立製作所入社，半導体事業部 応用技術本部 所属
現在，システム技術を基盤とした半導体マーケティングに従事
E-mail: tanimura@cm.musashi.hitachi.co.jp