

マイクロコンピュータ応用システム開発支援ツールの今後の展開

Development of Microcomputer Application Systems Support Tool in Future

本間和彦* Kazuhiko Homma

前田利武** Toshitake Maeda

竹山 寛* Hiroshi Takeyama

マイクロコンピュータの発展に伴い、マイクロコンピュータ開発支援ツールの展開も様々に変化してきた。半導体メーカーだけから提供されていた時代から、ツールメーカーの出現へとユーザーニーズの変化とともに開発支援ツールも発展してきた。また、その発展を助けるように、言語(例えば、現在非常に多く使用されているC言語)の普及、汎用OSの普及と移植性のよいソフトウェアの発展も大きく、また、開発支援ツール自体のアーキテクチャの発展も進んでいる。今後ユーザー仕様に合ったマイクロコンピュータLSIの品種展開へと進展していくものと考えられるが、マイクロコンピュータ開発支援ツール自体も、これらユーザーニーズに呼応したシステムへと展開するものとする。こうしたマイクロコンピュータ開発支援ツールの今までの展開を眺め、今後のマイクロコンピュータLSIに対応した新しい開発支援ツールへの展開について記述する。

1 緒言

ゲームマシンからロボットまで、あらゆる分野に応用されているマイクロコンピュータLSIは、半導体の微細化技術の進歩とあいまって年々大規模化、高性能化の一途をたどっている。これに伴って、マイクロコンピュータLSIが適用される応用システム(以下、マイクロコンピュータシステムと略す。)の規模も大きく、かつ複雑になっている。マイクロコンピュータシステムの規模拡大とともに、その開発作業をいかに効率よく進めるかは重要な課題となってきた。マイクロコンピュータシステムを効率よく開発するために必要となる開発支援ツール(以下、サポートツールと略す。)は、開発効率のよいものを、必要なときに、安く、手軽に使用できることが必要である。このニーズを満たす方法として、既にパーソナルコンピュータやミニコンピュータ、汎用サポートツールが普及している現在、各ユーザーが手持ちのコンピュータを使って実現したいというニーズが、最近特に強くなってきている。

本論文では、こうしたニーズへの対応など、今後のサポートツールの展開について述べる。

2 市場の動向

サポートツールは、当初、半導体メーカーが自社製のマイクロコンピュータLSIのサポート用として販売し、ユーザーもこれを使用して開発を進める形が大部分を占めていた。しかし、マイクロコンピュータLSIの適用対象の拡大とニーズの多様化に伴って、種々のマイクロコンピュータLSIが使われるようになり、使用されるサポートツールも各社のマイクロコンピュータLSIをサポートするツールが多用されるようになってきている。多種類のマイクロコンピュータLSIをサポートするツールは主として計測器メーカー又はサポートツール専門メーカーによるもの、ミニコンピュータ、パーソナルコンピュータなどを活用し、エミュレータ及びクロスソフトウェア(以下、クロスソフトと略す。)を使用するものにより実現されて

表1 マイクロコンピュータサポートツールの実現方法とその特徴
サポートツールの実現に当たって、どんな装置によるかによってそれぞれ一長一短があるが、最近ではどんなマイクロコンピュータLSIにも柔軟に対応できるものが多用されるようになってきている。

サポートツールの種類	特 徴
1. 半導体メーカー製サポートツール	(1) そのメーカーのマイクロコンピュータの大部分について開発支援される。 (2) マイクロコンピュータLSIの販売開始当初から開発支援される。 (3) 他社のマイクロコンピュータLSIについては支援されない。
2. 開発装置メーカー製サポートツール	(1) 各社のマイクロコンピュータLSIについて開発支援が可能で、多品種のマイクロコンピュータに柔軟対応が可能である。 (2) 必ずしもすべてのマイクロコンピュータについて支援されない。 (3) 新規マイクロコンピュータでは、発売当初からの支援がされにくい。
3. パーソナルコンピュータ・ミニコンピュータなどによるサポートツール	(1) ユーザー手持ちのコンピュータが流用でき、安価に実現できる。 (2) クロスソフトの供給により、各種マイクロコンピュータに柔軟に対応できる。 (3) エミュレータの接続、一貫システムの実現面で多少難がある。

いる。

これらを実現方法別にその特徴を簡単に表わすと、表1のようになる。ユーザー側から見るとそれぞれ一長一短があるが、前述のように、当初、半導体メーカー製のものが大部分であったものが、既にユーザーが所有しているミニコンピュータ、パーソナルコンピュータなどを利用するようにユーザーニーズが移ってきている。そして、これらの全体に占める割合が70%強にまで及ぶと言われている。

こうしたニーズにこたえるには、ユーザーがそれぞれの事情に応じて最も適した開発環境を整えられるようにするため、ひとり半導体メーカーが自社製開発システムによるものだけでなく、第三者メーカー、いわゆるサードパーティによる開

* 日立製作所武蔵工場 ** 日立製作所半導体事業部

発支援が拡充されることも必要である。こうしたニーズに対応するため、各種OS(Operating System)用のクロスソフトがシステムハウスなどで開発、販売されるようになってきた。また、半導体各メーカーが販売するエミュレータも種々なコンピュータと接続できるように、汎用シリアルインタフェース(RS232C)を用意して、こうした市場ニーズに応じようとしている。

一方、これとは別にエミュレータをいかに共用化するかはユーザーの負担の軽減及びエミュレータの開発期間の短縮上重要である。ハードウェア、ソフトウェア共に共通化できる部分とできない部分を分離し、マイクロコンピュータLSIによって異なる部分だけを別ユニットに収め、この部分だけを取り替えることで別のマイクロコンピュータLSIにも対応できるようにするものである。こうした動きは半導体メーカーだけでなく、その他のメーカーでも今後ともいっそう強くなるものと思われる。

開発システム用OSに対するニーズは、マルチタスク、マルチセッションなど使い勝手の面からのニーズと、開発システムとして使おうとするコンピュータシステムが、どういうOSのシステムであるか、の二つの面がある。前述のような手持ちシステム指向は後者のニーズであり、身近なコンピュータとしてのパーソナルコンピュータ用OSとしてMS-DOS^{*1)}、CP/M-80^{*2)}、CP/M-86^{*2)}、CP/M-68K^{*2)}などであり、ミニコンピュータではUNIX^{*3)}などが最も多用されている。したがって、市販されているクロスソフトも大部分がこれらのOS用となっている。これらはいずれも汎用OSと言われるもので、流通ソフトが多いためますます多用される傾向にある。

以上、サポートツールへのニーズと市場動向について述べたが、ユーザー手持ちのシステムを流用する場合は、特にOSをはじめとして、アセンブラなどのクロスソフト、エミュレータ、EPROM(Erasable Programmable Read Only Memory)プログラマ、その他各種ユーティリティソフトなどが、相互に有機的につながって統一性のある一貫した開発が可能となるように支援することが、効率のよい開発の条件であり、今後とも強く求められるところである。

3 マイクロコンピュータ開発ソフトの動向

3.1 OSの動向

前述したように、近年、既存の応用ソフトウェアを広範に利用したいというニーズと、実績のあるOSを利用したいというニーズが合致して、汎用OSが多く使われようとしている。

CP/M^{*2)}は、シングルユーザー シングルタスク機能を持ち、その優れた移植性のため、パーソナルコンピュータの標準のOSとして確固とした地位を築いており、16ビット68000用としてCP/M-68Kがリリースされている。

表2にCP/M-68Kの仕様を示す。

UNIXはマルチユーザー、マルチタスク機能をもつOSで、その使いやすさ、汎用性の高さ、豊富なツール群などを備え、ソフトウェア開発用として注目されている。

UNIXは、16ビットマイクロコンピュータを用いた高級パーソナルコンピュータやワークステーションに搭載されるとと

表2 CP/M-68Kの仕様 68000用CP/M-68Kで、標準支援している構成の仕様を示す。

項目	仕様
ハードウェア構成	最少 (1) CPU68000 (2) 128kバイトRAM (3) フロッピーディスク装置：2台 (4) CRTディスプレイ：1台
	拡張 (1) 16Mバイトまで主記憶装置拡張可能 (2) プリンタ装置：1台 (3) 補助入力装置：1台 (4) 補助出力装置：1台
ディスク装置(最大)	(1) 16ドライブ(A~P)まで (2) 1ファイルの大きさ：32Mバイト (3) 1ドライブの大きさ：512Mバイト
OS機能	(1) シングルユーザー、シングルタスク (2) BDOS機能：46種類 (3) BIOS機能：22種類
コマンド	(1) 組込みコマンド：7種類 (2) トランジェントコマンド：18種類
OSの大きさ	24kバイト(BDOS+CCP)+BIOSの大きさ
互換性	CP/M 2.2及びCP/M-86 1.1に対して以下の互換性がある。 (1) 8in片面単密度フロッピーディスク形式 (2) BDOS, BIOS機能(ただし、ハードウェア依存項目を除く。) (3) コマンドの指定方法

注：略語説明 OS(Operating System), CPU(Central Processing Unit), CRT(Cathode Ray Tube), BDOS(Basic Disc Operating System), BIOS(Basic Input/Output System), CCP(Command Control Processor), RAM(Random Access Memory)

もに、32ビットマイクロコンピュータでは主流のOSになるものと注目されている。

現在、UNIXの設計思想、ユーザーインタフェースの考え方を取り込んだOSも数多く市場に出回っている。

日立製作所ではUniPlus^{*4)}をシステム開発装置H680SD 200に搭載している。UniPlus⁺は、今後UNIXの標準とみられているATT社のSYSTEM Vをベースとし、高機能なツールで定評のある米国カリフォルニア大学バークレイ分校のUNIX 4.2BSD(Burkeley Software Distribution)の機能が追加されたOSである。表3にその仕様を示す。

また、図1から分かるように成長が著しく、見逃すことのできないOSとしてMS-DOSがあり、IBM-PC^{*5)}(PC-DOS)をはじめとし、各種パーソナルコンピュータに搭載されている。

以上三つのOSは、高級言語、各種MPU(Micro Processing Unit)用アセンブラ、応用ソフトも整備されてきているので、これらの汎用OSでの応用システムの開発がますます展開されてゆくものと予想される。

汎用OS以外に、計測・制御システムなどの産業用としてリアルタイムOSがあり、日立製作所では8ビット、16ビット用のRMS(Realtime Monitor System)とITRON^{*6)}/68K仕様に準拠した16ビット68000用ITOS68Kを支援している。

3.2 開発用ソフトの動向

マイクロコンピュータ応用システム開発作業のうち、開発効率に大きく影響する主要なものとして、プログラミング言語とプログラムデバッグがある。

プログラミング言語はアセンブラが主流ではあるが、ソフトウェアの規模拡大に伴い、高級言語のニーズが高まっている。高級言語としては、C, FORTRAN, PASCAL, BASIC, COBOL, Adaなどがあるが、今後は次のような理由からC言

*1) MS-DOSは、米国マイクロソフト社のソフトウェアの名称である。

*2) CP/M80, CP/M86, CP/M-68K, CP/Mは、米国Digital Research社の登録商標である。

*3) UNIXは、米国ATTベル研究所が開発したオペレーティングシステムの名称である。

*4) UniPlus⁺は、米国Uni Soft社の登録商標である。

*5) IBM-PCは、米国IBM社の登録商標である。

*6) 東京大学の坂村 健氏提唱のTRONプロジェクト中の機器組込み用リアルタイムマルチタスクOSである。ITRONは、Industrial The Realtime Operating system Nucleusの略称である。

表3 SD200搭載UniPlus+システムの仕様 日立製作所のシステム開発装置H680SD200上に搭載したUniPlus+の仕様である。

項目	仕様
ハードウェア構成	最少 (1) CPU68000 (2) 2MバイトRAM (3) フロッピーディスク装置：2台 (4) CRTディスプレイ：1台 (5) 20Mバイトハードディスク：1台
	拡張 (1) プリンタ：1台 (2) 増設端末：2台 (3) 68000ASE：1台 (4) EPROMライター：1台 (5) 増設20Mバイトハードディスク：1台
OS機能	(1) マルチユーザー、マルチタスク (2) C-shell, Borne-shellを装備 (3) システムコール機能：60種類
コマンド	C言語による68000応用ソフトウェア開発用として110種類
OSの大きさ	コマンドを含め、システム領域としてディスク領域13Mバイトを占有
互換性	UNIX SYSTEM Vがベースとなっている。

注：略語説明 ASE(Adapted System Evaluator)
EPROM(Erasable and Programmable Read Only Memory)

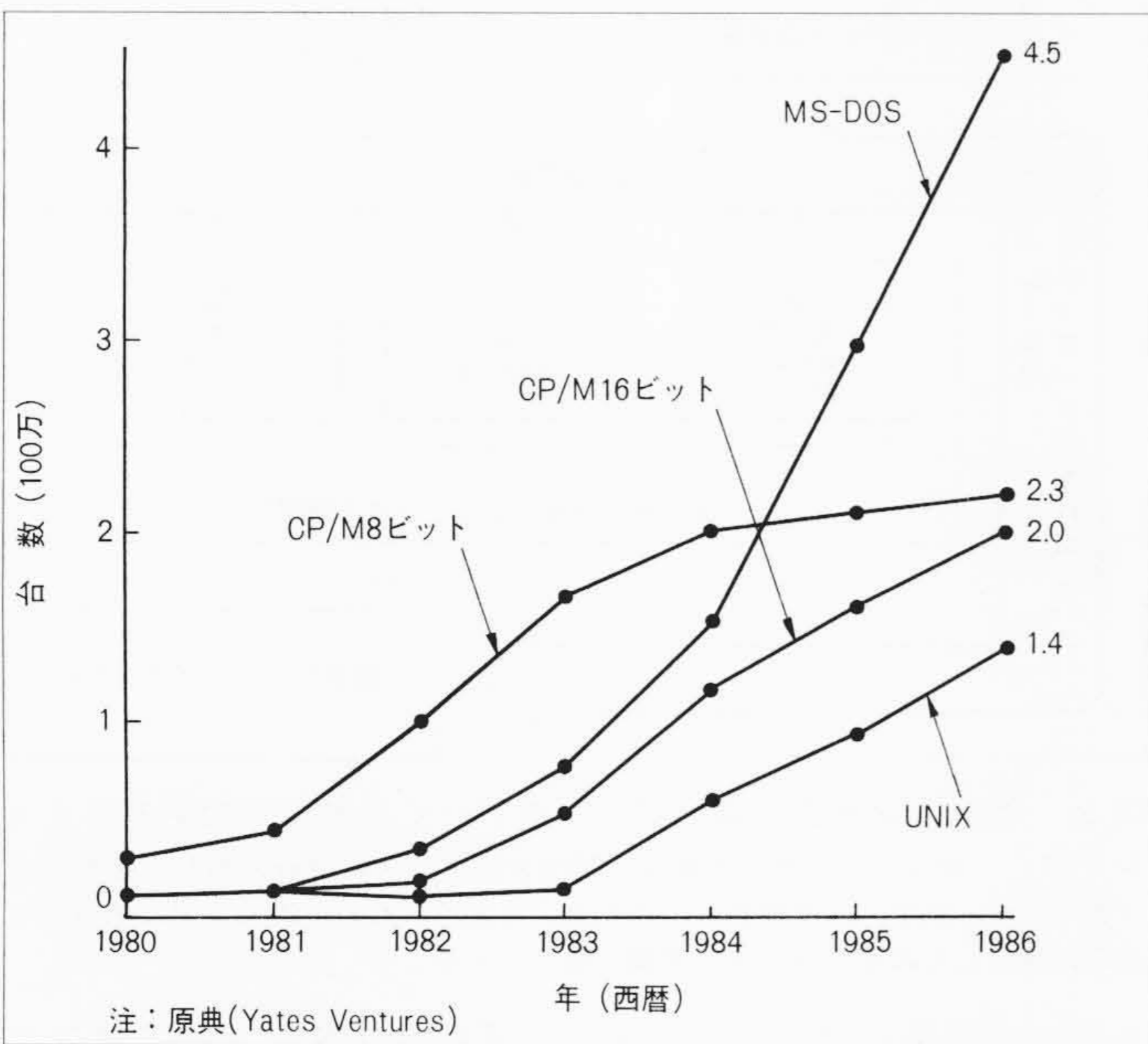


図1 汎用OSの動向 汎用OSであるCP/M, MS-DOS及びUNIXを搭載した装置台数の推移を表わしたものである。

語が主流になるものと考えられる。

- (1) Cを標準言語とするUNIXシステムの普及
- (2) プログラムの移植性が高い。
- (3) プログラムが書きやすく、読みやすい。
- (4) システムに即したプログラム記述ができる。
- (5) 整然としたプログラム記述ができる。

上記から、32ビット、16ビット、8ビット用マイクロコンピュータでのCコンパイラの支援が急速に行なわれている。

日立製作所では、68000(16ビット)、64180, 6301(8ビット)用のCコンパイラを既に提供しており、今後更に支援の範囲を拡大してゆく予定である。

しかし、プログラム作成に高級言語を使用するようになっても、プログラムデバッグをアセンブラレベルでしかできないのでは、ソフトウェア規模の拡大に伴うソフトの開発効率の向上は図れない。このため、高級言語レベルでデバッグのできる構造化エディタについて、VAX^{*7)}などのミニコンピュータ及びIBM-PCなどのパーソナルコンピュータ上で開発が

*7) VAXは、米国DEC社の登録商標である。

行なえるクロスソフトウェアの整備を図ってゆく予定である。

4 開発支援システムの展開

4.1 開発支援装置の展開

日立製作所での従来の開発支援装置(プログラム開発装置)の展開について図2に示す。同図から分かるように、最初は専用ツールとして開発されていた。その後シングルチップマイクロコンピュータ用ツールとなり、4ビット、8ビット兼用可能なSD5及びSD200が開発されて初めてマルチシングルチップマイクロコンピュータ兼用で、かつ4ビット、8ビット、16ビットすべてに使用できるツールとなった。しかし、現在では、マイクロコンピュータの活用が常識化し、かつ応用分野により、そのマイクロコンピュータの機種を使い分ける時代になると、使用するマイクロコンピュータの機種が増えてくる。したがって、前述のようにユーザーが既に所有しているミニコンピュータなどのホストコンピュータを有効に活用できることが最も望ましくなってきた。欧米では、IBM-PC, VAX11(DEC社)、国内でも、ユーザー手持ちのパーソナルコンピュータをはじめ、HP64000などをその開発支援装置として利用を望む声が大きく、今後パーソナルコンピュータを開発支援装置として活用する傾向は強くなるものと見ている。

4.2 エミュレータの展開

前節で開発支援装置について簡単に述べたが、ここではユーザーがマイクロコンピュータ応用システムで非常に労力を費やすデバッグ(ユーザープログラムを実機上でリアルタイムにデバッグ)用ツール、すなわちエミュレータ(インサーキットエミュレータ：日立製作所名称ASEを含む。)について述べる。図3に、エミュレータの今までの展開を示す。同図から分かるように、当初は開発支援装置とエミュレータは一体のものとなっており、半導体メーカーから提供されていた。その後、同一開発支援装置に複数品種のエミュレータを接続できる構成に変化した。開発支援装置の展開とあいまって、エミュレータのホストインタフェースも汎用化(標準インタフェースRS232Cを介して接続)され、現在ではミニコンピュータ、パーソナルコンピュータ及び主要ツールメーカーの開発支援装置へも接続できる構成へと変化している。今後、マイクロ

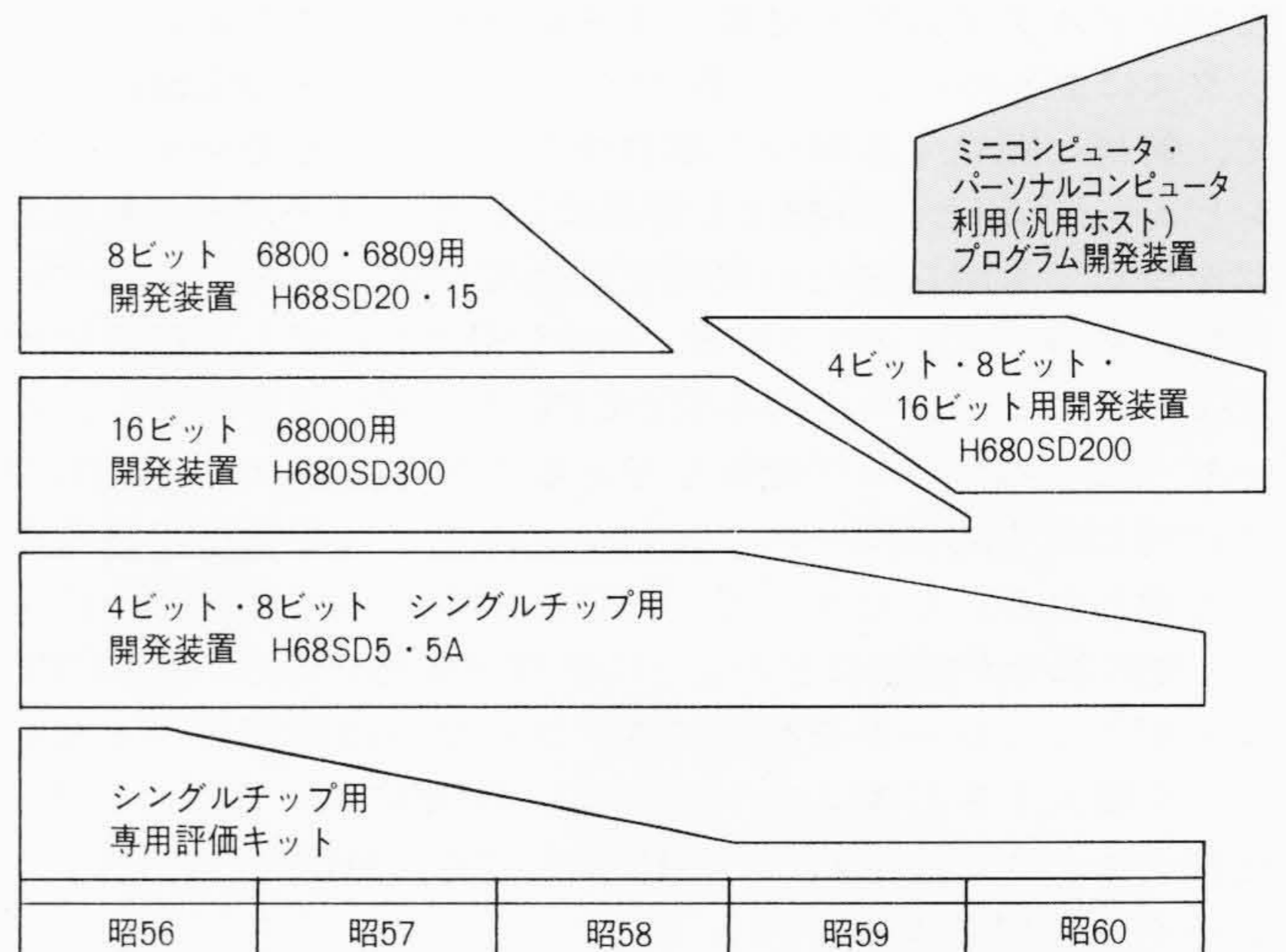


図2 日立製作所における開発支援装置の展開 過去5年間の開発装置の展開、及び今後は汎用ホストを中心としたプログラム開発が、いっそう進むものと思われる。

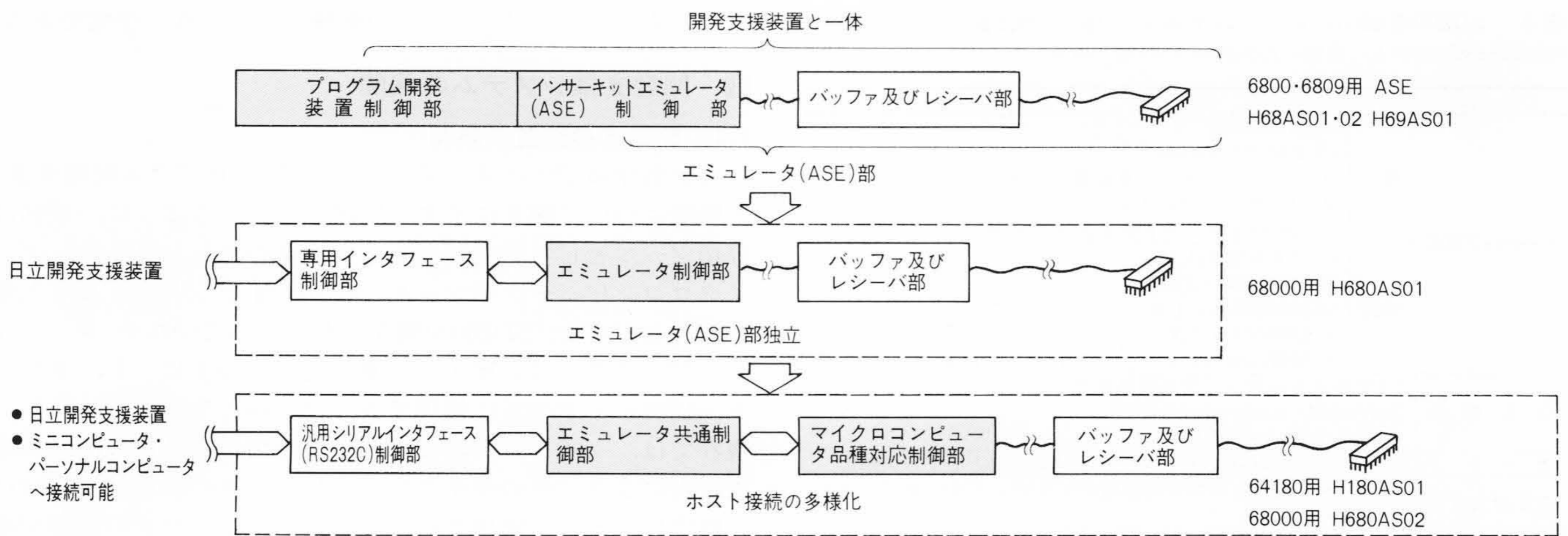
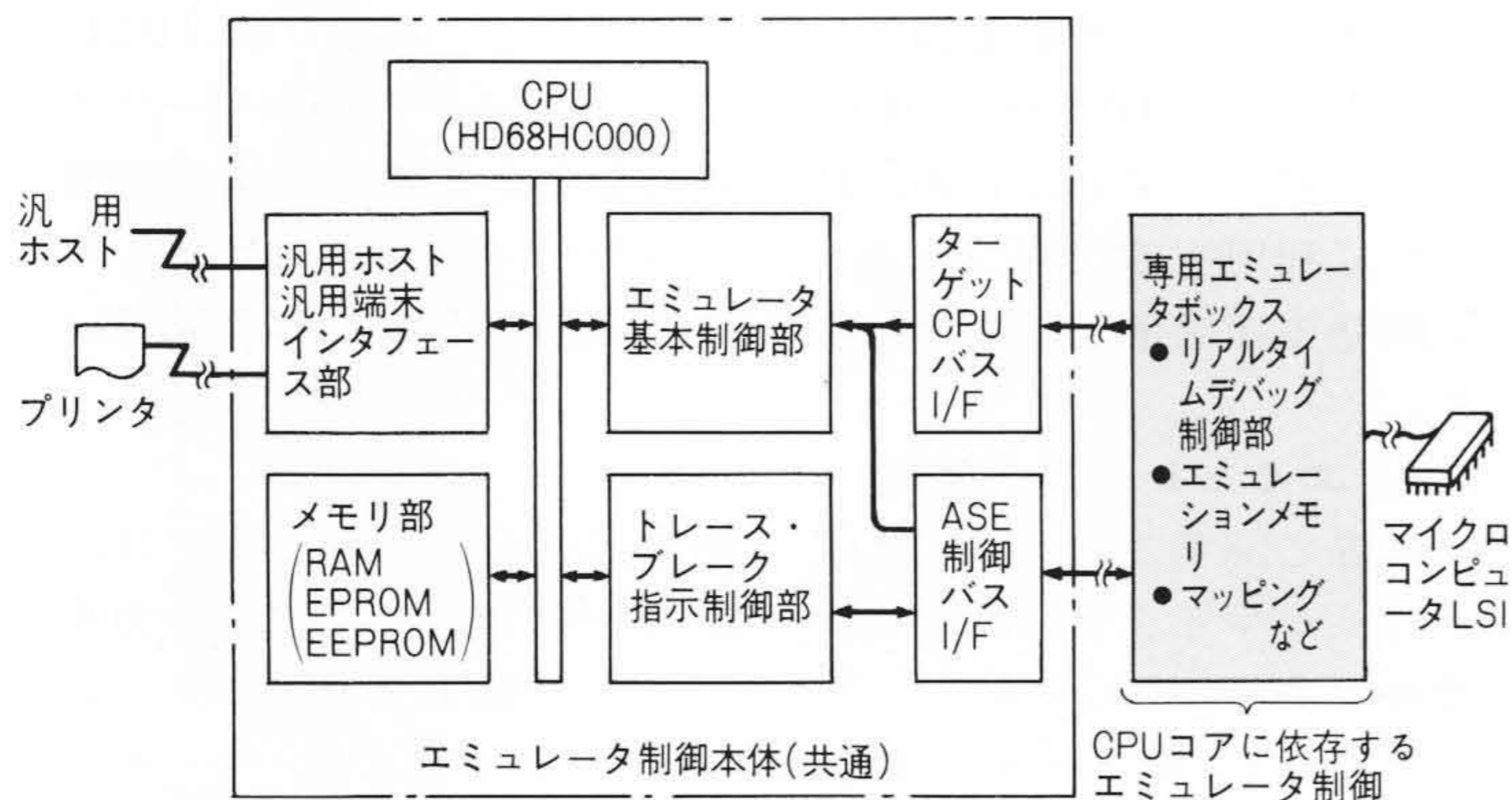


図3 エミュレータ(ASE)の展開 開発装置の展開に合わせて、エミュレータの汎用インタフェース化も進んできた。



注：略語説明

EEPROM(Electrically Erasable and Programmable Read Only Memory)

図4 今後のエミュレータ(ASE)の構成 今後エミュレータはマイクロコンピュータLSIの品種展開に合わせて、より使いやすいエミュレータへと展開が進む。

コンピュータLSIの品種展開がますます多くなるにつれて、そのエミュレータの構成もデバッグ効率の向上はもとより、安く、マイクロコンピュータLSIと同期してユーザーに提供することが重要なポイントとなる。これらニーズに対処するため、図4に示すように、エミュレータの基本部分をすべて共通にするよう考えている。すなわち、マイクロコンピュータの品種展開に対し、そのマイクロコンピュータLSIの専用制御部分、及びリアルタイム性を必要とする部分だけをエミュレータボックスにまとめることで、新マイクロコンピュータLSIに対して、新規に開発する部分を極力少なくすることでマイクロコンピュータLSIとの同期化を容易にし、かつユーザーの新規負担を少しでも減らすため展開を進めている。また、ユーザー仕様に基づくマイクロコンピュータLSIに対しても、図5に示すようにエミュレータの本質がCPUチップバスを解析し、ユーザーにそのデバッグ情報を与えることである限り、CPUコアに対し基本的に同一エミュレータボックスで対応できるものと思われる。したがって、同図に示すようにユーザーにより、周辺部分が個別にどのように仕様が変わっても、標準CPUコア用エミュレータを利用でき、ユーザーは新規にエミュレータを購入する必要はない(例えば、HD64180コアのユーザー仕様マイクロコンピュータLSIに対しても、HD64180用エミュレータを利用できる)。

5 結 言

以上述べてきたように、マイクロコンピュータ開発支援シ

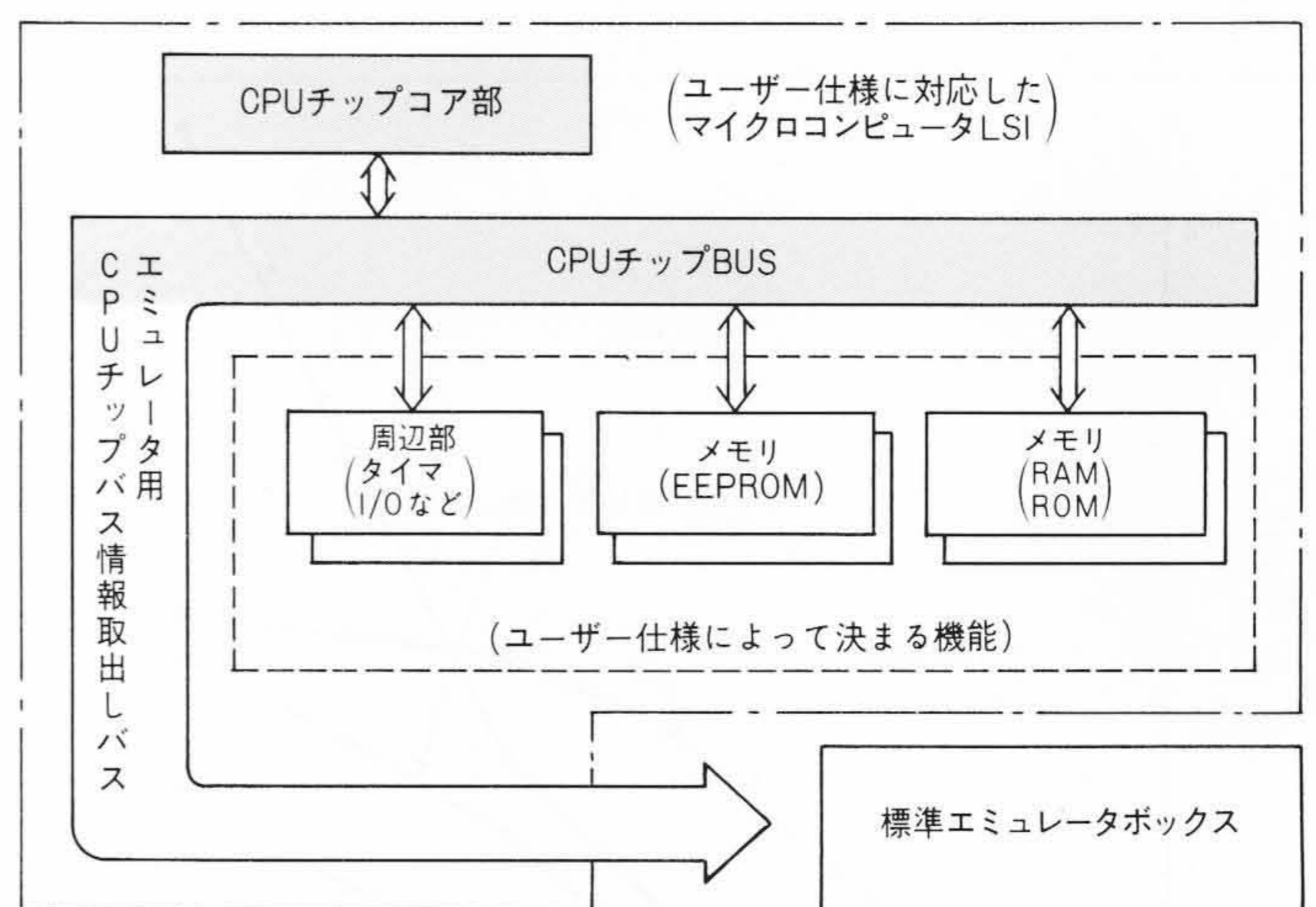


図5 今後のマイクロコンピュータデバイス展開に対するエミュレータ エミュレータの本質は、CPUチップバスの解析にあり、それに基づきユーザーにデバッグ情報を提供している。そのため、CPUコアに依存する部分に注目したエミュレータの展開となってくる。

システムの展開には、ユーザーニーズの変化及びマイクロコンピュータに対する期待度の変化に対応したマイクロコンピュータLSIの発展がある。それとともに、ツールメーカーの出現、汎用OSの出現、パーソナルコンピュータの出現及びサポートシステム技術の発展などが重なり合うことで、よりマイクロコンピュータLSIの普及を早めてきたと言える。今後は、ユーザーシステムに合ったマイクロコンピュータLSIをユーザーが求め、またそのニーズに合ったマイクロコンピュータLSIの品種展開が広がってゆくものと思われる。これに伴って、システム開発支援装置へのニーズも更に多岐にわたることになるが、言語の共通化、汎用OSの採用と市販クロスソフトの活用、エミュレータのホストインタフェースの標準化など、サポートハードウェア、ソフトウェアの標準化、共通化を図ることで、ユーザーニーズに対して柔軟な対応を図るべく、サポートシステムの展開を進めてゆく考えである。

参考文献

- 1) 石田：UNIX，共立出版社(1983-11)
- 2) 16ビット・マイクロコンピュータ開発システム特集，日経エレクトロニクス特集号(1983-5)
- 3) CP/M-68K オペレーティングシステムマニュアル S680 CPMOM(1983-9)
- 4) SD200 UniPlus+ ユーザーズマニュアル S680PLSOM(1986-5)