

マイクロコンピュータシステム開発装置

System Development Equipment for Microcomputer

マイクロコンピュータの応用分野が拡大する中で、応用システムの開発を効率よく行ない、応用プログラムの作成、修正からデバッグまで一貫して行なえる開発支援用ツールであるシステム開発装置が強く要求されている。日立製作所では、4ビット、8ビットマイクロコンピュータ用システム開発装置H68SD5、16ビット用マルチステーションシステム開発装置H680SD300、また、汎用オペレーティングシステムCP/M-68K™*)を製品化している。今回、CP/M-68K™を搭載した4ビット、8ビット及び16ビット用シングルステーションシステム開発装置H680SD200を開発し、各種高級言語、エミュレータ、EPROMライタなどの応用プログラムの使用を可能とした。

佐藤勝昭* *Katsuaki Satô*
 竹山 寛* *Hiroshi Takeyama*
 鳴島正親* *Masachika Narushima*
 前田利武** *Toshitake Maeda*
 渡辺 坦*** *Tan Watanabe*

1 緒 言

4ビット、8ビットマイクロコンピュータの応用が広く普及し、この応用を支援する4ビット、8ビット用システム開発装置が広く使われている。しかし、近年16ビットマイクロコンピュータの急速な普及により、従来の高機能な16ビット用システム開発装置以外に、パーソナルユースの小形デスクトップ形の4ビット、8ビット、16ビット用システム開発装置による効率の良い応用システムの開発が要求されるようになってきている。8ビット、16ビット用低価格システム開発装置の製品化¹⁾が各社で活発に推進されているが、4ビットも含んでいるものは少ない。日立製作所では、4ビット、8ビット、16ビットマイクロコンピュータサポート用ツール及び各種ソフトウェアの開発を進めている。

ここで、システム開発装置H68SD5、H680SD300の仕様と、今回開発したH680SD200の機能、特長について述べる。

2 システム開発装置概要

システム開発装置、H68SD5、H680SD200²⁾、H680SD300の仕様を表1に示す。

H68SD5は、日立製作所のマイクロコンピュータ製品のうち4ビット系マイクロコンピュータHMCS40シリーズ、HMCS400シリーズ、8ビットシングルチップマイクロコンピュータHD6305/63L05/6805、HD6301/6801をサポートしている。アセンブリ言語が各マイクロコンピュータシリーズごとにあり、クロスアセンブラ、クロスマクロアセンブラをH68SD5上で使用できる。プログラムの作成は、CRT(Cathode Ray Tube)エディタにより、画面上で修正、編集が容易に行なえる。作成したプログラムをクロスアセンブラで機械語に変換した後、マイクロコンピュータの品種ごとにサポートされているリアルタイムエミュレータにより、開発中のマイクロコンピュータ応用システムと接続したまま、その応用システムのデバッグを行なえる。更に、EPROM(Erasable and Programmable Read Only Memory)ライタを接続することで、応用システムの一貫した支援を行なっている。

H680SD300は、16ビットマイクロコンピュータ用マルチステーションシステム開発装置であり、大容量固定ディスクを接続し、高速ラインプリンタ、リアルタイムエミュレータをサポートしている。高級言語としてFORTRAN、スーパーPL/H、パスカルを使用し、効率の良いソフトウェアの開発が行なえる。接続されたCRTディスプレイごとにエミュレータを接続し、開発中のHD68000応用システムと直結しデバッグを効率良く行なえる。

3 H680SD200システムの機能

3.1 H680SD200システムの特長と概要

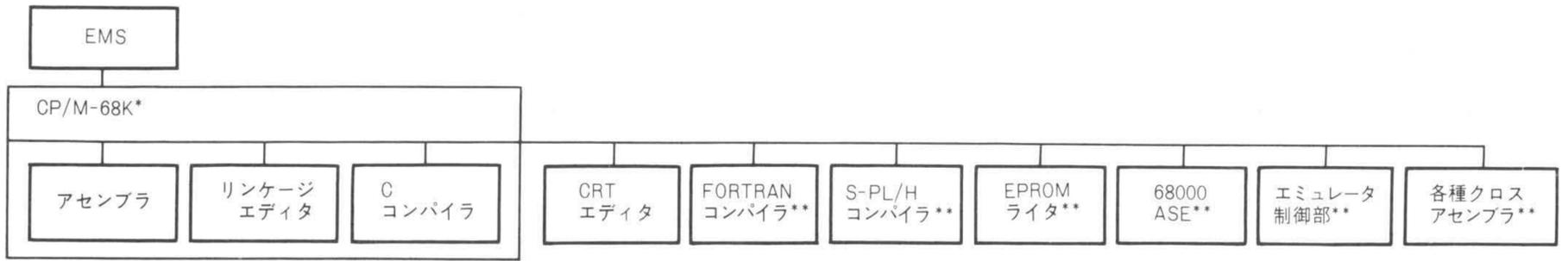
H680SD200システムのソフトウェア構成を図1に、またハ

表1 システム開発装置の仕様 システム開発装置H68SD5、H680SD200及びH680SD300の各仕様を示す。

項 目	H68SD5	H680SD200	H680SD300*	
ハードウェア	MPU	HD6800	HD68000	
	メモリ容量	56kバイト	256kバイト	256~2Mバイト
	フロッピーディスク	256kバイト×2台	1Mバイト×2台	512kバイト×2台
	ハードディスク	なし	最大40Mバイト*	最大80Mバイト
ソフトウェア	OS	FDOSIII	CP/M-68K™	FDOS CP/M-68K™
	言語	クロスアセンブラ クロスマクロアセンブラ	アセンブラ、C FORTRAN スーパーPL/H	マクロアセンブラ FORTRAN スーパーPL/H パスカル
	タスク管理	シングルタスク	シングルタスク	マルチタスク
サポート マイクロ コンピュータ	HMCS40 HMCS400 6305/63L05 6805 6301/6801	HMCS404C** HD6301X** HD68000	HD68000	

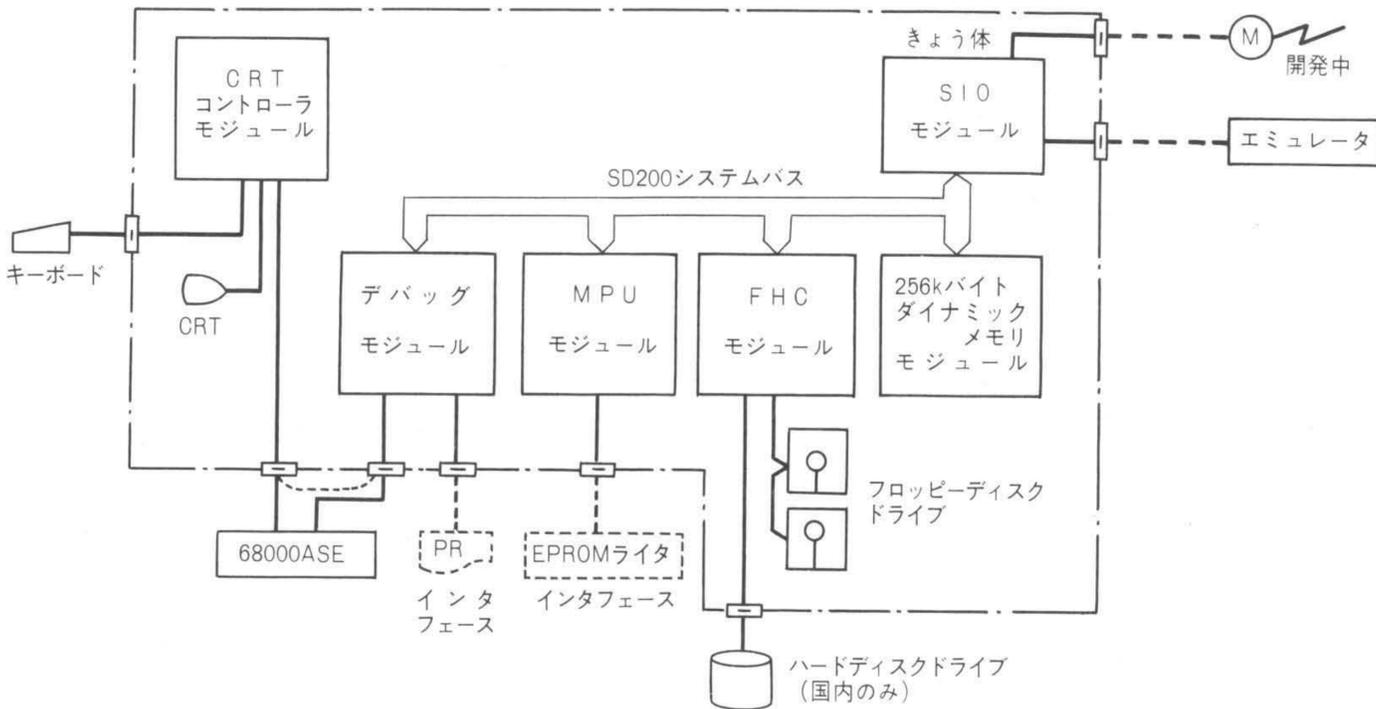
注：略語説明ほか
 FDOS(Floppy Disk Operating System)
 MPU(Micro Processing Unit)
 OS(オペレーティングシステム)
 * 国内のみを示す。
 ** 開発中を示す。

※) CP/M-68K™は、米国DRI社(デジタルリサーチ社)の登録商標である。



注：略語説明など EMS(Executive Monitor System), CRT(Cathode Ray Tube), ASE(Adaptive System Evaluator)
 * CP/M-68Kに含まれる部分を示す。 ** オプションを示す。

図1 H680SD200ソフトウェア構成 H680SD200システムのOS (オペレーティングシステム) とユーティリティプログラムの構成を示す。



注：略語説明 FHC(Floppy Disk/Hard Disk Control)
 SIO(Serial Input Output)
 PR(Printer)
 EPROM(Erasable and Programmable Read Only Memory)

図2 H680SD200ハードウェア構成 H680SD200システムのハードウェア最大構成を示す。

ードウェア構成を図2に示す。H680SD200は、汎用OS (オペレーティングシステム) であるCP/M-68K™を搭載しており、既存のCP/M系ソフトウェアの流用が可能である。4ビット用、8ビット用、又は16ビット用エミュレータを接続することで、対応したマイクロコンピュータの搭載される実機と直結して、ハードウェアとソフトウェアの両面からソフトウェアのデバッグ、ハードウェアの調整を行なうことができる。上位機種であるH680SD300と同等の機能をもつCRTエディタを使用し、画面上でのソフトウェアの作成、修正及び編集を効率良く行なうことができる。

言語は、アセンブリ言語、C言語を標準装備しており、更に高級言語としてFORTRAN、スーパーPL/Hをオプションとして使える。以上の特長のほかにEPROMライターまでサポートしており、ソフトウェアの開発からデバッグまで、エミュレータによる実機テストからEPROMへの書込みまでを一貫して行なえるシステムである。

3.2 H680SD200ソフトウェアの機能

図2に示したように、CP/M-68K™の装備しているアセンブラ、リンケージエディタ、Cコンパイラを使用できる。

高級言語として、FORTRAN、スーパーPL/Hを日立製作所で提供できる。また、OSとしてCP/Mを使用しているため、高級言語で書かれた過去のソフト財産の流用が可能である。CRTエディタはフロッピーディスク内にソースプログラムのファイルを作成したり、既に登録されているファイルの内容を、

修正あるいは編集するためのプログラミングシステムである。編集操作のモードとしてページモードがあり、編集に有効な、キーボード上の12個のファンクションキー、各種編集キーを使用する。CRTの画面上のカーソルを移動して位置を決めることによって、テキストの修正を行なうコマンドモードも使用できる。

FORTRANは、アメリカ規格協会が制定されたFORTRAN 77のサブセットFORTRANを包含し、ISA (米国計測協会) 規格のビット処理機能などが拡張された言語であり、FORTRAN言語で書かれたソースプログラムをHD68000機械語プログラムに翻訳する。

スーパーPL/Hは汎用高級言語PL/Iからマイクロコンピュータの応用システム記述に必要な機能を抜粋し、他にマイクロコンピュータ特有の機能を考慮追加した言語である。

ほかにユーティリティとしてEPROMライターがある。EPROMライターは、H680SD200で開発したフロッピーディスク上のオブジェクトプログラムを、EPROMに書き込む。EPROMの品種は、キー入力により指定する。

図3に、H680SD200のシステムメモリマップを示す。システムエリアは、入出力装置エリア、診断プログラムエリア、モニタエリアである。CP/M-68K™は、コールドローダのロード後、本体常駐部がロードされる。トランジェントプログラムエリアにはユーティリティがロードされる。

以上述べたソフトウェアを使用することにより、H680SD200上でユーザープログラムの開発を効率良く行なうことが

できる。また、完成したプログラムのユーザー実機への移植については、**図4**に示した方法で行なう。RMS(Realtime Monitor System)とは、汎用リアルタイムOSで実機制御を主としたOSであり、標準ハードウェアとしてはSBC(シングルボードコンピュータ)が用意されている。

3.3 H680SD200ハードウェアの機能

図2に示すように、CRTディスプレイ部、フロッピーディスクドライブ2台を同一きょう体に内蔵し、H680SD200システムバスで、各制御モジュールを接続している。実装モジュールは、標準5枚で構成されている。

CRTコントローラモジュールは、表示部のインテリジェント機能の制御、キーボードとの入出力制御、デバッグモジュールとのインタフェース制御を行なう。デバッグモジュール

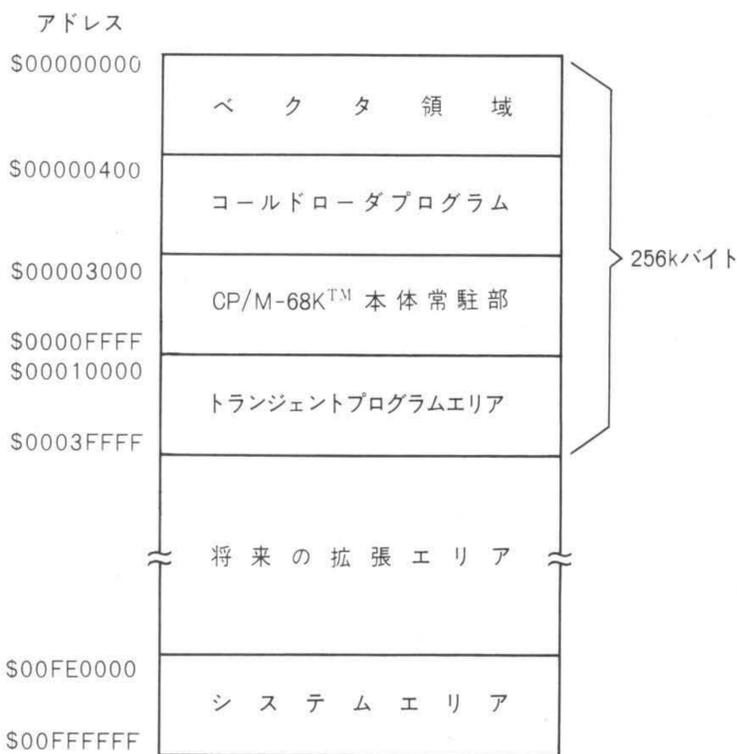


図3 メモリマップ H680SD200システムのメモリマップを示す。

表2 H680SD200ハードウェアの仕様 H680SD200ハードウェアの仕様を示す。

項目	仕様	
メイン制御部	MPU	HD68000(PGA)
	ファームウェア	モニタ 8kワード
	DMA制御	HD68450, HD68000(PGA)
	バス仕様	H680SD200システムバス
主記憶部	256kバイト	
I/Oユニット	CRTユニット	80字×25行, 7×9ドット 12in, 緑色表示
	FDDユニット	1Mバイト/ドライブ最大2Mバイト IBM両面倍密度物理フォーマット相当
	キーボードユニット	ASCII配列に準拠
外部I/Oインタフェース	EPROMライタ用RS-232Cインタフェース プリンタ用セントロニクスインタフェース エミュレータ用RS-232Cインタフェース ハードディスクインタフェース	
外部I/Oユニット	40Mバイトハードディスクドライブ68000ASE	

注：略語説明

- DMA (Direct Memory Access Controller)
- PGA (Pin Grid Array)
- FDD (Floppy Disk Drive)
- ASCII (American Standard Code for Information Interchange)

表3 68000ASEの機能 68000ASEの機能を示す。

項目	機能
実時間実行	(1) 実時間での実行 (2) ブレーク条件でシンクロスコープの同期信号としてのトリガ出力を行ないながらの実行 (3) 一定時間ごとにRESETから実行 (4) ブレーク条件の設定 ●プログラムカウンタ値によるブレーク ●アドレスバス, データバスの値によるブレーク ●外部信号レベルによるブレーク ●例外処理発生時のブレーク
実時間実行のトレース取得	(1) 実行命令のニモニク表示 (2) 実行バスサイクルごとの下記情報表示 ●命令ニモニク ●アドレスバス ●データバス ●外部信号 ●MPUの入出力信号 (3) 125nsごとの下記情報表示 ●アドレスバス ●外部信号
シングルステップ実行	(1) 1ステップごとに下記情報を表示しながらの実行 ●命令ニモニク ●レジスタ内容 ●指定されたメモリ内容 (2) 分岐命令のみ, (1)に示した情報を表示しながらの実行 (3) ストップ条件の設定 ●プログラムカウンタ値による停止 ●レジスタ値による停止 ●メモリ内容による停止
メモリアクセス	(1) メモリ内容の表示 (2) メモリ内容の変更(RAMのみ) (3) 下記メモリ属性の指定 ●書き込み禁止 ●アクセス禁止
ユーザーへの貸出し機能	(1) メモリ貸し出し(最大512kバイト)……オプション256kバイト単位 (形名 H680DM25S) (2) DTACK信号の自動入力 (3) クロック信号の自動入力
ユーザープログラムのロード, 出力	(1) フロッピーディスク上のユーザープログラムをユーザー実機へロード (2) ユーザーメモリ上の内容をフロッピーディスクへ出力
ユーザー信号チェック	ユーザーラインをチェックし, 異常時にエラー表示

は、SD200システムバスのバス使用权の制御、CRTコントロールモジュールインタフェース、プリンタ用インタフェースの制御を行なう。FHC(Floppy Disk/Hard Disk Control)モジュールは、両面倍密フロッピーディスクドライブ及び40Mバイトハードディスクドライブを制御する。256kバイトダイナミックメモリモジュールは、パリティ機能をもち、64kビットダイナミックメモリチップを使用している。オプションのSIOモジュールは、RS-232Cインタフェースを2チャンネルもっている。4ビット、8ビット、エミュレータ接続用に1チャンネル、またホストインタフェース用に1チャンネルを使用する。

3.4 68000ASEの機能

68000ASEは、HD68000マイクロコンピュータを使用したシステムと直結して、68000ASEの内部に実装しているHD68000を開発中のシステムのマイクロコンピュータとして使用する。このHD68000が開発中のシステムのマイクロコンピュータとして動作している間の実行内容(マイクロコンピュータの内部レジスタ, 入出力ピン信号レベル, 外部プローブ信号)を68000ASEハードウェアが取り込み、デバッグしやすい情

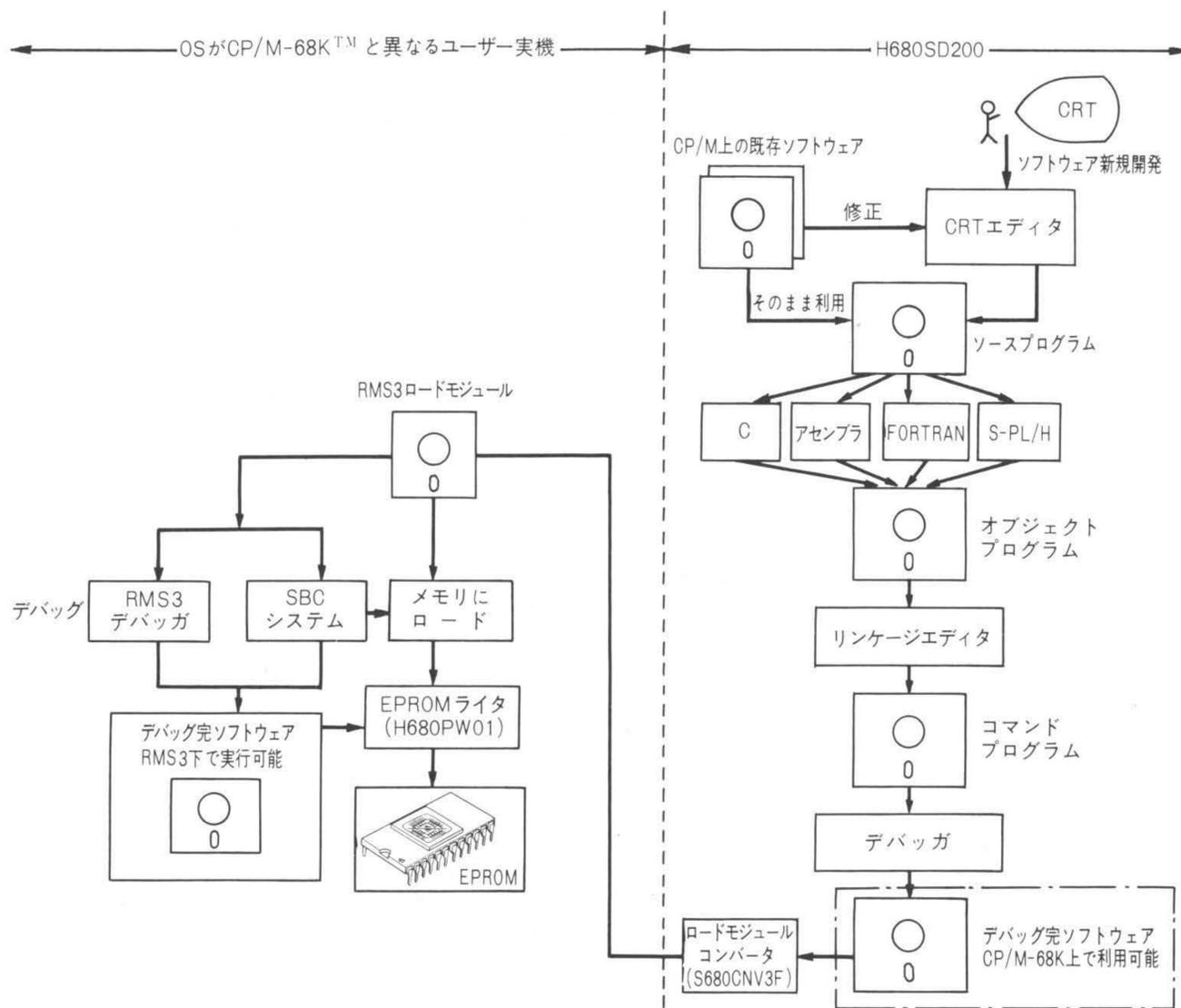


図4 CP/M-68K™を用いたプログラム開発手順 H680SD200上でユーザープログラムを開発したプログラムを、CP/M-68K™と異なるOSをもつユーザー実機で動作させる手順を示す。

報、例えば、実行した命令のモニタ表示などに変換して表示する。

表3に、68000ASEの機能を示す。実時間で動作しているとき、あらかじめ設定されたエミュレーション停止ポイントにプログラムが到達すると、68000ASEの制御プログラムに制御が移る（ブレイク）。内部メモリに記録されたアドレス、データバスなどの入出力ピンの信号レベルの情報（トレース）を、オペレータ操作に従い編集し画面上に表示する。ブレイク条件として、2本のハードウェアブレイクレジスタを内蔵しており、リアルタイムでブレイク発生をチェックする。実時間動作以外に、1命令ごとに命令を実行して、内部レジスタを表示するシングルステップモードを使用できる。エミュレーションを実行するときの各種デバッグ手段として、68000ASE内部に最大512kバイトのメモリを実装し、開発中のシステムのメモリの代わりに使用できる。これを貸出しメモリ機能と呼び、開発中のシステム（以下、ターゲットシステムと呼ぶ。）のどのようなメモリアドレスにも8kバイト単位に割り当てて使用できる。更に、各ブロックごとに、ライトプロテクト、リード・ライト禁止を指定できる。

68000ASEは、ターゲットシステムのハードウェアに有効な調整機能も兼ね備えている。ターゲットシステムと68000ASEとの接続信号ラインのチェックを行なうコマンド、強制的に一定の周期をおいてマイクロプロセッサに繰り返しリセットをかけるとともに、ターゲットシステムも同時にリセットするコマンド、メモリのリードアフタライト動作を、指定したメモリ領域に対して実行するコマンドなどがその特長である。

作成したデバッグ対象となるプログラムを、ターゲットシステムへH680SD200上のフロッピーディスクからロードしたり、逆にターゲットシステムからフロッピーディスクへ書き込む機能、10進-16進変換機能などデバッグに有効な多くの機

能をもっている。

4 今後の展開

以上、H680SD200の4ビット、8ビット、16ビットマイクロコンピュータサポートについて述べたが、今後新たに開発する4ビット、8ビット、16ビットマイクロコンピュータのサポートも、H680SD200上で順次行なう予定である。更に、ソフトウェア開発ツールの性能、機能向上を行なう予定である。

5 結 言

以上システム開発装置について、H680SD200を中心に述べた。H680SD200システムに、汎用OSであるCP/M-68K™を搭載し、CRTエディタ、各種エミュレータ、EPROMライター、高級言語FORTRAN、スーパーPL/Hの使用できるシステムを実現した。MPU (Micro Processing Unit)に16ビットHD 68000を搭載することで、システム開発装置上で動作するプログラムに対しメモリ容量とフロッピーディスク容量を多く使用可能とし、今後開発される各種マイクロコンピュータのために柔軟性をもたせた。マイクロコンピュータの機能、性能が大きく向上する中で、そのマイクロコンピュータ用サポートツールが更に重要性を増していくことに対し、広くユーザーの要求にこたえられるH680SD200にしてゆく考えである。

参考文献

- 1) 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年5月)
- 2) H680SD200概説マニュアル, H680SDG2M(680-1-16)