# マイクロコンピュータ応用システム開発環境の展開

# Development of Microcomputer Application System Support Tool

近年、マイクロコンピュータ(以下、マイコンと略す。)の応用範囲も広がり、またその使用方法も非常に高度化してきている。マイコンを使用したシステムの開発を効率的に進めるには、ソフトウェア、ハードウェア両面での開発環境が重要なポイントとなる。日立製作所では、高性能マイコンHシリーズを用いた応用システムの開発をマイコンの特長が生き、効率よく使用できるように、開発環境の充実を図ってきた。ソフトウェア面では、アセンブラやCコンパイラをはじめとしたクロスソフトウェア、ITRON (Industrial The Real-time Operating system Nucleus) 仕様に準拠したリアルタイムOS、またハードウェア面ではデバッグ効率のよいエミュレータ、マイコンの評価を短期間に行える評価ボードを開発・量産している。

長瀬賢一\* Ken'ichi Nagase 菅原正彦\* Tadahiko Sugawara 清水 剛\* Tsuyoshi Shimizu 佐野亮一\* Ryôichi Sano

## 1 緒 言

近年、マイクロコンピュータ(以下、マイコンと略す。)の機能や性能が向上するに従い、その応用システムもますます複雑なものとなってきている。そのため、ユーザーからは応用システムを効率よく開発するためのシステム開発環境の充実に対するニーズが非常に高くなってきている。日立製作所では、独自アーキテクチャを持つ高性能マイコンHシリーズの開発・展開に伴い、ユーザーフレンドリーな開発環境の充実を図ってきた。

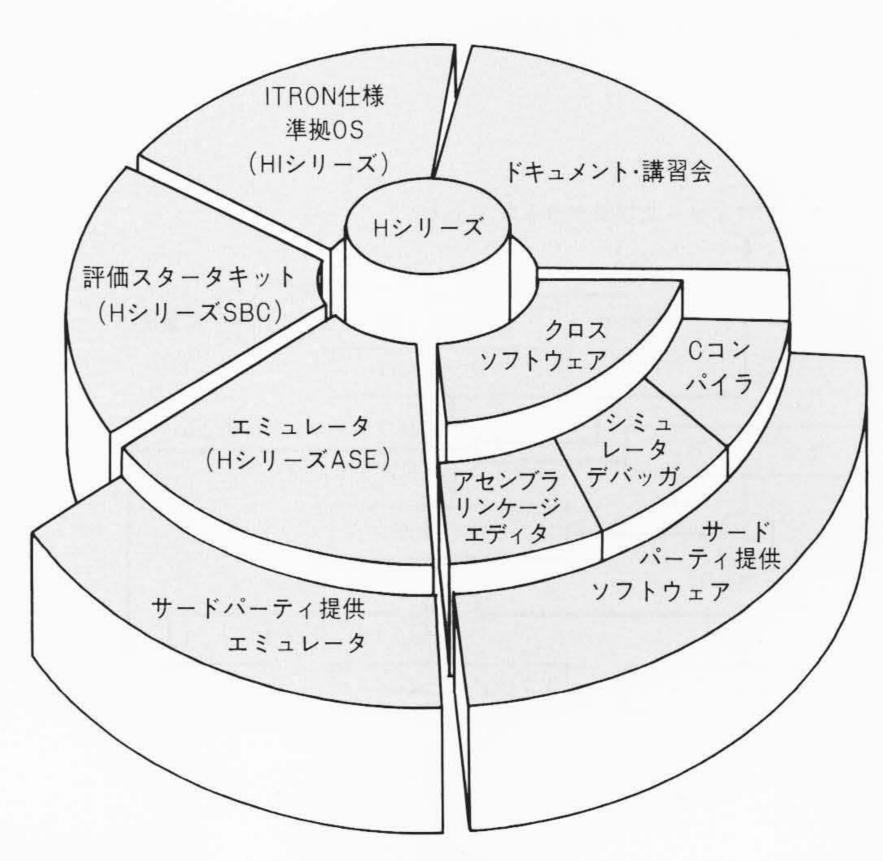
本稿では、Hシリーズ用を中心として、システム開発環境の 機能・特長と今後の展開について述べる。

#### 2 システム開発環境の概要

Hシリーズの開発環境を**図1**に示す。ソフトウェア面では、ホストコンピュータ上で実行されるクロスソフトウェアと、ユーザーがアプリケーションプログラムを作る上で有効なリアルタイムOSがある。また、ハードウェア面では、デバッグ効率のよいエミュレータASE(Adaptive System Evaluator)、スタータキットとして最適なSBC(Single Board Computer)がある。

クロスソフトウェアには、CPUアーキテクチャを最大限に活用したオブジェクト効率の高いCコンパイラ、構造化アセンブル機能を持つアセンブラなどがある。また、Hシリーズ用には、ソフトウェアシミュレータを開発し、ホスト計算機上で一貫したプログラム開発ができるようにしている。

それに加え,サードパーティとの協力による開発環境の整備など多方面からユーザーのシステム開発を支援している。



注:略語説明

ITRON (Industrial The Real-time Operating system Nucleus), SBC (Single Board Computer), ASE (Adaptive System Evaluator)

図 I Hシリーズの開発環境 種々のサポートにより、ソフトウェア、 ハードウェア両面から効率のよい開発環境を提供する。

<sup>\*</sup> 日立製作所 半導体設計開発センタ

# 3 クロスソフトウェア

Hシリーズのプログラム開発手順を**図2**に示す。ユーザーは Hシリーズに共通なC言語またはH8/300, H8/500, H32用アセンブリ言語でプログラムを記述する。Cコンパイラやアセンブラ, リンケージエディタはこのソースプログラムを読み込み, マイコンが実行可能なロードモジュールに変換する。ホストコンピュータ上で作成したロードモジュールはASEを介してユーザーシステム上にダウンロードされ, デバッグされる。

#### 3.1 Cコンパイラ

HシリーズCコンパイラは、C言語で記述されたソースプログラムをHシリーズの各マイコン用オブジェクトプログラムに変換する。このC言語は、ANSI (American National Standard Institute)のC言語規格案に準拠した言語仕様<sup>1)</sup>を採用しており、ユーザーはマイコン間のソフトウェアの移行をスムーズに行うことができる。

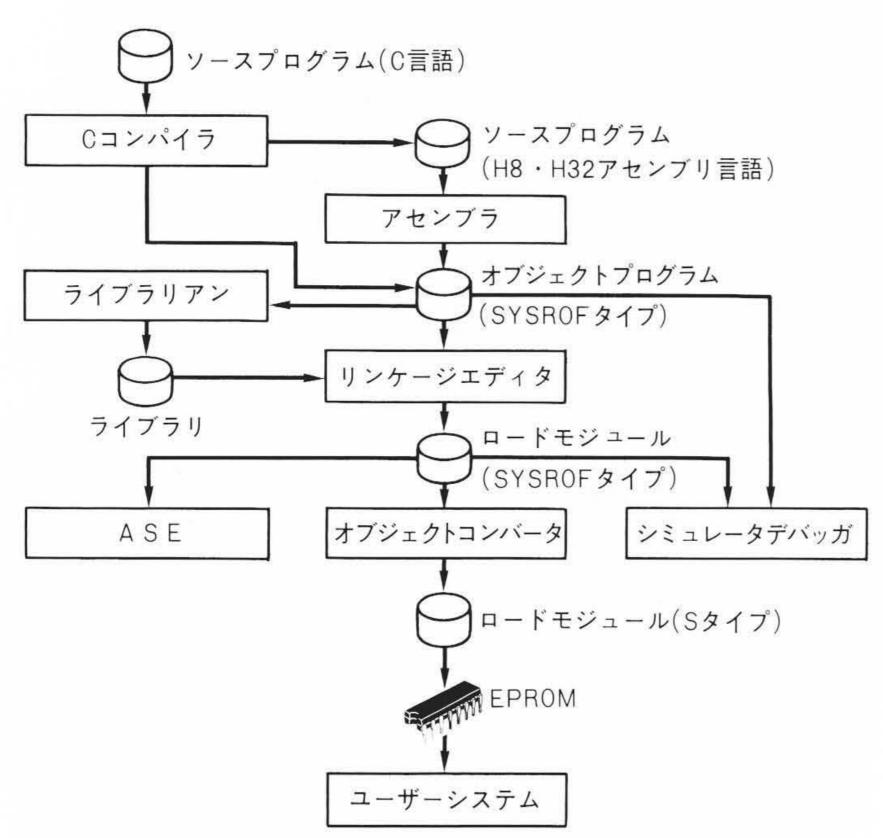
HシリーズCコンパイラ<sup>2)</sup>は次のような特長を持っている。

#### (1) 効率のよいオブジェクトの生成

Hシリーズマイコンファミリーの持つアーキテクチャの特性を生かし、効率のよいオブジェクトプログラムを生成する。

#### (2) デバッグ情報の出力

Cソースプログラムに対応したデバッグ情報を出力する。シミュレータデバッガやASEは、このデバッグ情報を用いたC言



注:略語説明

SYSROF (Symbol-Information Standard Relocatable Object Format)
EPROM (Erasable Programmable ROM)

図 2 Hシリーズのプログラム開発手順 Cコンパイラ, アセンブラ, リンケージエディタにより, ソースプログラムからロードモジュールに変換し, デバッグする。

語レベルのプログラムデバッグをサポートしている。

#### 3.2 アセンブラ

Hシリーズアセンブラはプリプロセッサとアセンブラから構成され、アセンブリ言語で書かれたソースプログラムを、Hシリーズの各オブジェクトプログラムに変換する。

また, 実行命令や制御命令のニーモニックは, Hシリーズマイコン間で統一された命令体系となっている。

Hシリーズアセンブラは次のような特長を持っている。

#### (1) 豊富なアセンブラ制御機能

引き数やマクロ内変数を自由に定義できるマクロ制御文など、約30種類の制御命令を備えている。

# (2) 構造化アセンブリ機能

構造化アセンブリ制御文には、選択機能を持つIF文や反復機能を持つWHILE文などがある。ユーザーは構造化アセンブリ制御文を用いることによって、アセンブラレベルで構造化プログラミングを行うことができる。

#### 3.3 クロスソフトウェアの今後の展開

現在、ユーザーの身近にあるコンピュータ上でプログラム 開発ができるように、ホストコンピュータの種類の拡大を行っているが、今後は以下に示すような点について改善を図っていく計画である。

- (1) Cコンパイラでは、さらに効率のよいオブジェクトプログラムを生成するために、レジスタ割り付けの改善やループ内処理の改善など最適化を図る。また、Hシリーズの持つアーキテクチャを十分生かせるようにメモリモデルを充実させる。
- (2) シミュレータデバッガでは、Cソースレベルデバッグ機能の強化や、ウインドウシステムを使用したユーザーインタフェースを導入し、使い勝手を向上させる。

#### 4 リアルタイムOS

Hシリーズ用リアルタイムOSとして、ITRON (Industrial The Real-time Operating system Nucleus) 仕様に準拠した HIシリーズを開発・量産化している。機器組み込みを前提としたHIシリーズの特長を以下に示す。

#### (1) ITRON仕様に準拠

ITRON仕様に準拠しているため、各Hシリーズや他のマイコン間での応用プログラムの移行が容易である。

#### (2) 高速リアルタイムOS

リアルタイム性を重視しており、割り込み発生時にはOSの介入なしに直接ユーザープログラムに制御を渡す方式となっている。

#### (3) 高い適応性

HIシリーズは、ビルディングブロック方式による機能モジュール構造を採用しており、必要のない機能の取り外しや、システムコールのパラメータチェックをバイパスすることができる。

HIシリーズの展開を**図3**に示す。今まではH8/500やH32な ど16ビット以上のマイコンを対象に開発を行ってきたが、今 後は民生系にも適用できる8ビットマイコンH8/300シリーズ 用の開発を進めていく。

#### 5 エミュレータ

Hシリーズ用ASEは効率よくデバッグするためのインサー キットエミュレータで、そのシステム構成を**図4**に示す。Hシ リーズASEは、共通して使用できるASE本体と各マイコンご とに替わるエミュレータボックス, およびユーザーケーブル から構成3)される。また、ユーザーが希望する種々のホストコ ンピュータとの接続を可能にする必要から、汎(はん)用性の 高いRS-232Cシリアルポートをインタフェースとして持って いる。

#### 5.1 ASEの機能概要

HシリーズASEの主な仕様を表1に示す。機能面では以下 のような特長を持っている。

# (1) リアルタイムエミュレーション機能

各マイコンの最高動作周波数でリアルタイムにエミュレー トする。また、強力なブレーク機能やトレース機能を組み合 わせて、プログラムを効率よく開発できる。

#### (2) パラレルモード

エミュレーションを実行させたままで、トレース情報の表 示やメモリ内容の表示・変更ができ、機械の制御系のような ブレークできないシステムのデバッグが容易にできる。

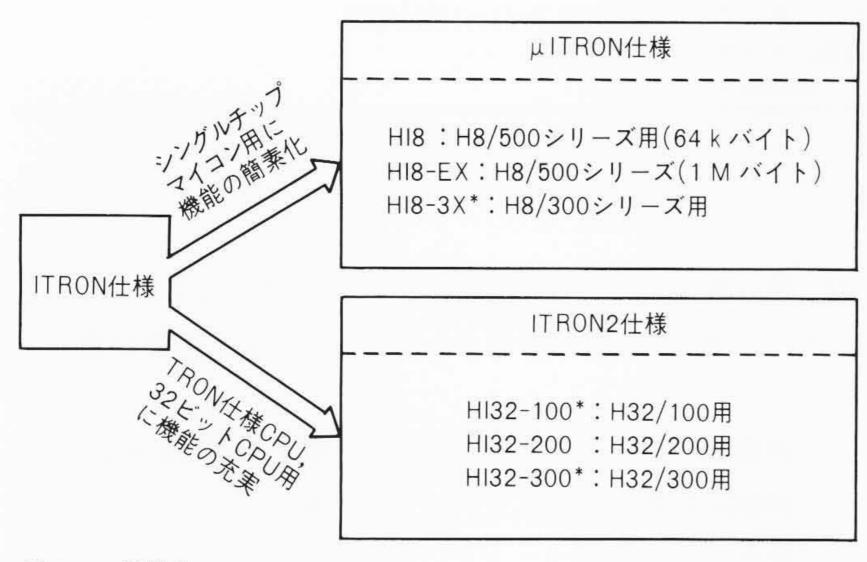
## (3) シンボリックデバッグ

ホストコンピュータから出力されるアセンブラやC言語のデ バッグ情報を使い, ラベルや行番号を使用したソースプログ ラムのデバッグを容易にする。

#### 5.2 エミュレータの今後の展開

エミュレータはユーザーのニーズとともにサポートするデ バイスの進歩に大きな影響を受ける。主な項目としては以下 がある。

(1) デバイスの動作周波数の高速化



注:\* 開発中

TRON仕様CPU用への機能充実に加え, シン 図3 HIシリーズの展開 グルチップマイコン用に機能の軽量化を図ったμITRON仕様を展開する。

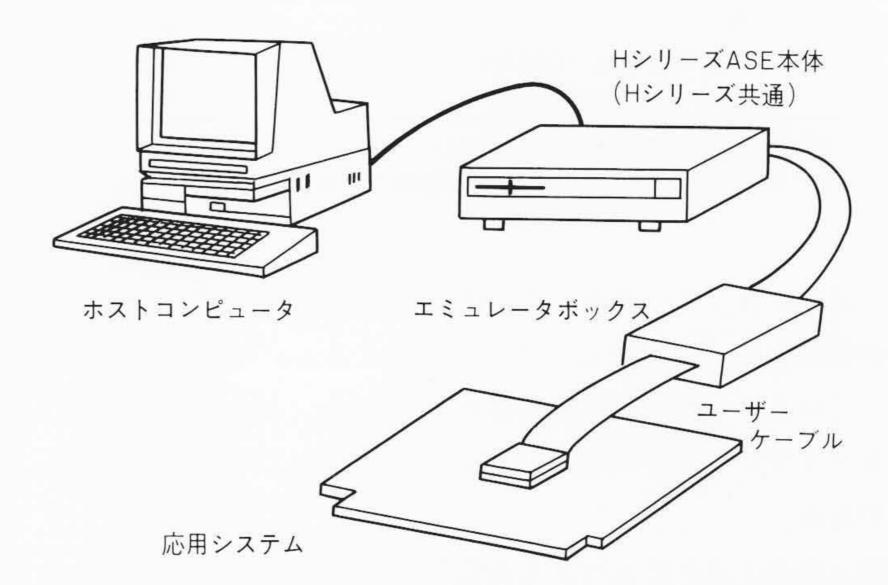


図 4 HシリーズASEのシステム構成 HシリーズASEは共通に使用 できるASE本体と、各マイコンごとに替わるエミュレータボックス、応用 システムと接続するユーザーケーブルで構成される。

表 I HシリーズASEの主な仕様 HシリーズASEは、各マイコンを最高動作周波数でエミュレートする。

項目	形 名	H8/(HD6473308)用ASE	H8/532(HD6475328)用ASE H32(HD642032)用ASE		
サ ポ ー ト ク ロ ッ ク 3.6864, 4.9152, 7.3728, 9.8304 MHz, 外部			6.25, 9.8304, 外部クロック	20 MHz, 外部クロック	
エミュレーションメモリ		64 kバイト(標準)	SRAMメモリボード…512 kバイト(オプション) DRAMメモリボード… 4 Mバイト(オプション)	256 kバイト(標準)	
ブ	レーク	ハードウェアブレーク… 2 か所 PCブレーク255か所	ハードウェアブレーク… 2 か所 (PCブレーク含む。) ソフトウェアブレーク…255か所	ハードウェアブレーク… 2 か所 PCブレーク… 2 か所 ソフトウェアブレーク…255か所	
リアルタイムトレース容量			4,096サイクル		
ホスト	インタフェース	RS-232Cインタフェー	ス300, 600, 1,200, 2,400, 4,800, 9,	600, 19,200ビット/s	
プリング	タインタフェース	セントロニクス仕様			
14	ーインタフェース - トパッケー ジ)	CP-84	CP-84	PGA-135	
ASE寸法	本体	幅443×奥行き401×高さ133(mm)			
	エミュレータボックス	幅182×奥行き282×高さ53(mm)	幅210×奥行き320×高さ74(mm)	幅209×奥行き320×高さ91 (mm)	

SRAM (Static RAM), DRAM (Dynamic RAM), PC (Program Counter), MFM (Modified Frequency Modulation)

表 2 Hシリーズ用評価ボードの仕様 モニタを内蔵したCPUボードを使用し、マイコンの評価や、簡単なプログラム開発ができる。

種	類	形 名	特 長 ・ 機 能
СРリボード	H8/532評価ボード	HS538STC01H	<ul> <li>● H8/532の評価用,スタータキットとして活用可能(CPUクロック10 MHz)</li> <li>● デバッグ用モニタプログラム(EMS: Executive Monitor System)搭載</li> <li>● 標準I/Oインタフェース(RS-232C: 2本,セントロニクスインタフェース:  本)</li> <li>● H8/532CPUバス準拠の拡張バス</li> <li>● ITRON仕様リアルタイムOS(HI8)搭載可能</li> </ul>
	H32/200CPUボード (VMEバス仕様) HS232SBC01H		<ul> <li>●H32/200の評価用,スタータキットとして活用可能(CPUクロック20 MHz)</li> <li>●デバッグ用モニタプログラム(EMS)搭載</li> <li>●標準I/Oインタフェース(RS-232C: 2本,セントロニクスインタフェース:  本)</li> <li>●大容量メモリ搭載(RAM   .25 Mバイト, ROM   0.75 Mバイト搭載可能)</li> <li>●ITRON仕様リアルタイムOS(HI32)搭載可能</li> </ul>
	H32/200CPUボード (VMEバス仕様)	HS232SBC02H	<ul> <li>●H32/200の評価用,スタータキットとして活用可能(CPUクロック20 MHz)</li> <li>●デバッグ用モニタプログラム(EMS)搭載</li> <li>●標準I/Oインタフェース(RS-232C: 2本,セントロニクスインタフェース:  本)</li> <li>●大容量メモリ搭載(NO-ウェートRAM 2.25 Mバイト,ROM 0.75 Mバイト搭載可能)</li> <li>●ITRON仕様リアルタイムOS(HI32)搭載可能</li> </ul>
E 'T + L'	ファイル制御ボード	HS032SFH01H	● 5 インチFDD 4 台,SCSIインタフェースHDD3台まで制御可能 ●H32/EMSのコマンドで読出し,書込み,ブートをサポート
周 辺 ボ ー ド (VMEバス仕様)	LANボード	HS032SLN01H	●H32/EMSのコマンドでVAX/VMS*から高速ダウンロードをサポート
(TITE: 177)	シリアルI/0ボード	HS032SSF01H	●RS-232Cインタフェース 4 チャネル ●各チャネル送信, 受信バッファを持ち, 転送オーバヘッド低減可能
メモリボード	8 MバイトDRAMボード	HS032SDM01H	<ul><li>●メモリを2分割し、各ブロックを独立にアドレス設定可能</li><li>●データ先読み機能、インタリーブ機能搭載</li><li>●パリティチェック機能付き</li></ul>
(VMEバス仕様)	32 MバイトDRAMボード	MS032SDM02H	<ul><li>●メモリを2分割し、各ブロックを独立にアドレス設定可能</li><li>●データ先読み機能、インタリーブ機能搭載</li><li>●パリティチェック機能付き</li></ul>

注:略語説明 FDD(Floppy Disk Drive), HDD(Hard Disk Drive)

現在、Hシリーズの中ではH32/200のバスサイクル20 MHz が最高速で、ASEでもリアルタイムエミュレーションを実現している。しかし、近々登場する33 MHz、40 MHzで動作するマイコンやDSP(Digital Signal Processor)に対応する必要がある。

- (2) ホストコンピュータとASE間の転送スピードの高速化
- (3) マンマシンインタフェースの充実

これらのニーズに対応するため、EWS (Engineering Work Station)をホストコンピュータとした新しいASEシステムの開発を進めている。

#### 6 評価ボード

マイコンが高機能・高性能になってくるに従い新しいマイコンを短時間で評価することは非常に難しくなってくる。そこで、日立製作所ではより簡単に構築できる評価用ハードウェアとして、評価ボードを開発し提供している。Hシリーズ用評価ボード仕様を表2に示す。主な特長としては以下のようなものがある。

(1) デバッグ用モニタプログラムEMS(Executive Monitor System)をシステムROMとして標準実装しているため、ボード単体でマイコンの機能・性能の評価、簡単なプログラムの開発ができる。

- (2) Hシリーズマイコンの持つ機能・性能を正しく評価できるように、その特長を十分生かしたハードウェア構成になっている。
- (3) 評価ボード単体でITRON仕様OSの評価が行えるように、 その動作に必要な機能を1ボードに搭載している。

評価ボードはCPUボードだけでなく、メモリボード、ファイル制御ボードなど評価や機器組み込みのシステム構築を簡単にできるよう、品種展開を行っている。

# 7 結 言

日立オリジナルマイコンHシリーズの開発環境について、仕様および今後の展開について述べた。開発環境については、ユーザーニーズをいかに取り込んで使い勝手のよいものにするかという点が非常に重要である。機能・性能面でますますその開発テンポが早まっていくマイコンに遅れることなくサポートしていく考えである。

#### 参考文献

- 1) 日立製作所: HシリーズC言語マニュアル(1987-9)
- 日立製作所: VAX/VMS H8/500シリーズCコンパイラ(1989 2)
- 3) 日立製作所:マイクロコンピュータサポートシステム(1990-9)

<sup>※</sup> VAX/VMSは米国DEC社の登録商標である。