

# リアルタイム OS 搭載コントローラ e-RT3

## e-RT3 Realtime Operating System On-board Controller

佐藤 智義<sup>\*1</sup>      澤本 伯明<sup>\*1</sup>      白津 英仁<sup>\*1</sup>  
 SATOH Tomoyoshi      SAWAMOTO Noriaki      SHIRATSU Hidehito

各種製造装置で使用される組み込み用コントローラとしては、アプリケーションプログラムを主にラダー言語で開発するプログラマブルコントローラ(PLC)とC言語で開発するボードコンピュータが採用されている。そこで、当社製PLCであるFA-M3Rシリーズに対して、ボードコンピュータと同じくプログラム開発をC言語で行うことができるCPUモジュールを開発し、新たに‘e-RT3’シリーズとした。e-RT3では、FA-M3Rシリーズと共通のI/Oモジュールを使用することで、FA-M3Rシリーズと同様の小型、高性能のコントロールシステムを実現している。OSには、リアルタイムOSを用い、プログラム開発をC言語で行うことにより、オープンなプログラム開発環境を使用可能とした。これにより、ボードコンピュータ使用時に開発したお客様のアプリケーションプログラム資産の再利用率を飛躍的に高めることになった。本稿では、e-RT3シリーズのハードウェア、ソフトウェアのアーキテクチャの概要説明とシステム構成例について紹介する。

Integrated controllers for various manufacturing devices employ programmable controllers (PLCs) for developing applications using mainly ladder language and board computers for development using C language. We have developed CPU modules for our FA-M3R series of PLCs that enable programs to be written using C language in the same manner as board computers. The e-RT3 series enables the development of compact, high-performance control systems the same as FA-M3R series thanks to the use of I/O modules in common with the FA-M3R series. The e-RT3 series features a realtime operating system and allows programs to be written in C language, thus providing an open environment for program development and so dramatically increasing the reusability of application resources created using board computers. This paper outlines the e-RT3 hardware and software architecture, as well as system configuration.

### 1. はじめに

各種製造装置で使用される組み込み用コントローラとしては、主としてプログラマブルコントローラ(PLC)やボードコンピュータが採用されている。PLCではラダー言語が、ボードコンピュータではC言語が主なアプリケーション開発言語となっている。

製造装置向け組み込みコントローラでは、C言語を採用する場合においても、ラダー言語の場合と同様に、アプリケーションプログラムの処理時間が予測可能であることが重要な要求事項となっている。このため、C言語の動作環境として、プログラムの実行時間が予測可能なリアルタイムOSを搭載することが必須とされている。また、ボードコンピュータのC言語ユーザーにおいては、近年、装置の小型化、コストダウンの要求が高まってきており、

小さくて安価なコントローラの要求が高まってきている。

こうした市場の要求に応えるために、FA-M3Rシリーズと組み合わせて使用でき、C言語開発環境に対応したリアルタイムOS-CPU(RTOS-CPU)モジュールを開発した。



図1 e-RT3シリーズ構成図

<sup>\*1</sup> IA事業部 PLCセンター 技術部

このRTOS-CPUモジュールを主体とするシステム構成をe-RT3シリーズとし、FA-M3Rシリーズとは独立した商品として販売を行っている。図1に、e-RT3シリーズの構成例を示す。

## 2. e-RT3シリーズの位置付け

e-RT3シリーズは、リアルタイムOSを搭載可能なボードコンピュータの機能、性能を包含するものである。また、FA-M3Rシリーズの豊富なI/Oモジュールとの組み合わせで使用できるので、ユーザーにとって最適なシステムを短期間に構築することが可能である。また装置組み込みシステム分野で多くの実績がある複数のOSをサポートしており、ユーザーに使い慣れたプログラムの開発環境を提供することができる。

このように、e-RT3ではFA-M3RシリーズのI/Oモジュールをそのまま使用できるようにしたので、単純な入出力制御の他、温度制御、位置決め制御、通信処理などを容易に実現できる。

## 3. 特 長

- (1) リアルタイムOSとして、VxWorks, NORTi(ITRON仕様), OS-9といった組み込みシステム向けで多数の実績がある複数のOSをサポートしている。
- (2) 組み込み系で多数の実績があるOSをサポートすることにより、幅広い範囲のユーザーが使い慣れた開発環境を使用可能となる。
- (3) C言語の開発環境を提供することにより、お客様のソフトウェア資産の再利用率を高めることができる。
- (4) 各種製造装置で実績のあるFA-M3RシリーズのI/Oモジュールをそのまま利用することで、信頼性を高くしている。
- (5) CPUモジュールを複数枚実装するマルチCPU構成を可能としたので、個々のCPUの負荷を下げたり、機能分割したり、といった分散処理を行うことができる。メインユニットに4モジュールまで実装可能である。
- (6) ロータリースイッチにより、動作モードを変更することができる。その一つのモードとして、コンパクトフラッシュカード内に納められたアプリケーションプログラムをCPUモジュール内蔵のフラッシュROMへ書き換えることができ、アプリケーションプログラムの入れ替えなど保守の効率アップとなる。

## 4. 仕 様

### 4.1 主な仕様

主な仕様を、表1に表す。

表1 e-RT3シリーズの主な仕様

項 目	仕 様
プロセッサ	SH-4 (SuperH RISC engine)
メモリ	フラッシュROM, SDRAM, SRAM
外部インタフェース	シリアル通信 (RS232C), Ethernet通信 (100Base-TX)
スイッチ	ロータリースイッチ (動作モード), リセットボタン
対応OS	VxWorks, NORTi, OS-9
状態表示 (LED)	動作状態表示 (プログラム, Ethernet通信, シリアル通信, PCカード)

### 4.2 対応可能な OS の特徴

#### (1) VxWorks

スレッドモデルのリアルタイム OS である。

高い信頼性を求められる組み込みシステム向けで、日本国内のみならず、世界的に採用事例が多いOSである。統合開発環境により、コーディング、デバッグ、ビルドを統一した操作で行える。プログラム開発環境を使用するには、提供社とのライセンス契約が必要である。

#### (2) NORTi (ITRON仕様)

スレッドモデルのリアルタイム OS である。

組み込みシステム向けで、ライセンス契約が不要であるということで、日本国内での採用事例が多い。開発環境は、OS、デバッガ、コンパイラをそれぞれのメーカーのものを用意する必要がある。

#### (3) OS-9

プロセスモデルのリアルタイム OS である。

プロセスモデルということで、高い信頼性を持ち、個々の機能がモジュール化され、プログラムの機能構成の変更が容易である。統合開発環境により、コーディング、デバッグ、ビルドを統一した操作で行える。開発環境を使用するには、提供社とのライセンス契約が必要となる。

## 5. e-RT3シリーズのアーキテクチャ

### 5.1 ハードウェア

図2に、e-RT3シリーズハードウェア基本構成を示す。

e-RT3シリーズは、リアルタイムOSの開発ツールの接続のために、Ethernet通信ポート、シリアル通信ポート、JTAGポートを装備している。Ethernet通信ポートは、多くのOSメーカーが、開発ツールの接続手段としている。シリアル通信ポートは、多くのお客様が、デバッグ時のメッセージ出力先としている。JTAGポートは、より厳密なデバッグを行う際に、ICE (In-circuit emulator) の接続手段としている。VxWorks, OS-9は、Ethernet接続によりデバッグを行い、NORTiは、JTAG接続によりデバッグを行う。

内蔵メモリとしては、フラッシュROM, SDRAM,

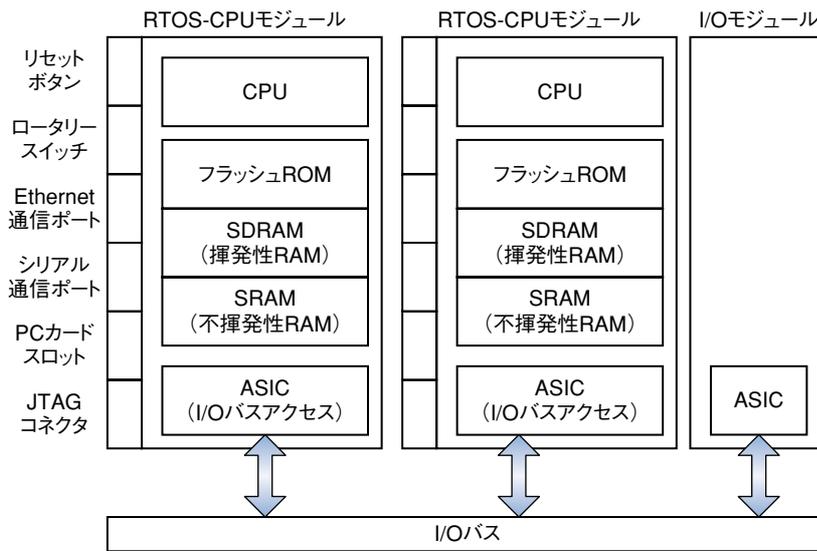


図2 e-RT3 シリーズハードウェア基本構成

SRAMを実装している。フラッシュROMは、アプリケーションプログラム、OSを含むプログラム格納領域である。SDRAMは、アプリケーションプログラム、OSを含むプログラム実行領域である。プログラムは、フラッシュROM上でも実行できるが、実行時間を速くするためにSDRAM上で動作させている。SRAMは、アプリケーションプログラムにおいて、電源OFF時に保持しておきたいデータの格納領域である。

また、フラッシュROMに書き込まれたOSを含むアプリケーションプログラムを簡単な手順で書き換えられるように、ロータリースイッチとリセットボタンとPCカードスロットを装備している。ロータリースイッチの切り替えにより、動作モードを変更し、リセットボタンを押すことにより、ブートプログラムの機能で、コンパクトフラッシュカードに書き込まれたアプリケーションプログラムをフラッシュROMに書き込むことができる。

FA-M3Rシリーズと同様のI/Oバスアクセス用ASICを実装することにより、各種I/Oモジュールを共用化し、マルチCPU構成も可能としている。

## 5.2 ソフトウェア

図3に、e-RT3シリーズCPUのソフトウェア基本構成を示す。

e-RT3シリーズCPUは、お客様がOS、および開発環境を購入し、図3に示すブートプログラム以外のプログラムを組み込んで動作させるものである。

実行プログラムは、OS、BSP (Board Support

Package)、ユーザー作成アプリケーションを一つにまとめたバイナリファイルであり、ブートプログラムの機能により、フラッシュROMに書き込み、SDRAMへ展開され動作する。

ブートプログラムは、様々なOSの移植を容易にするためのOS共通ブートとOS固有の機能をサポートするためのOS対応ブートに分離して組み込んでいる。

BSPは、一般的には、ボードコンピュータに実装するCPUボードメーカーから提供されるもので、図3に示すBSP(ボードメーカー標準機能)に相当する部分である。当社としては、CPUボード単体ではなく、完成されたコントローラと

して提供するので、図3に示すBSP(e-RT3シリーズCPU固有機能)を含めて、BSPとして提供している。

e-RT3固有のBSP内にあるI/Oモジュールアクセスドライバにより、FA-M3Rシリーズの全てのI/Oモジュールへのアクセスを可能にし、メモリリソースの削減とインタフェースの統一を図っている。CPU間通信ドライバ

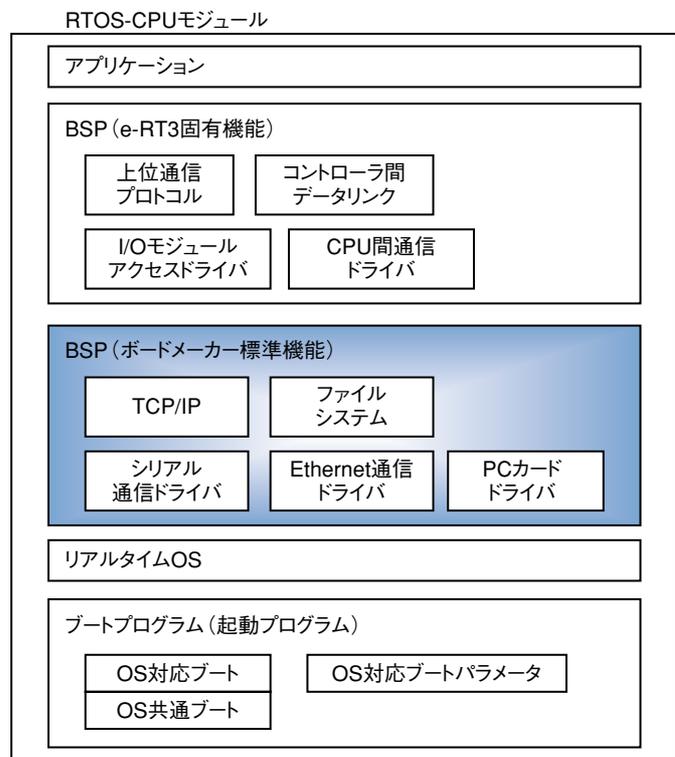


図3 e-RT3 シリーズCPUソフトウェア基本構成

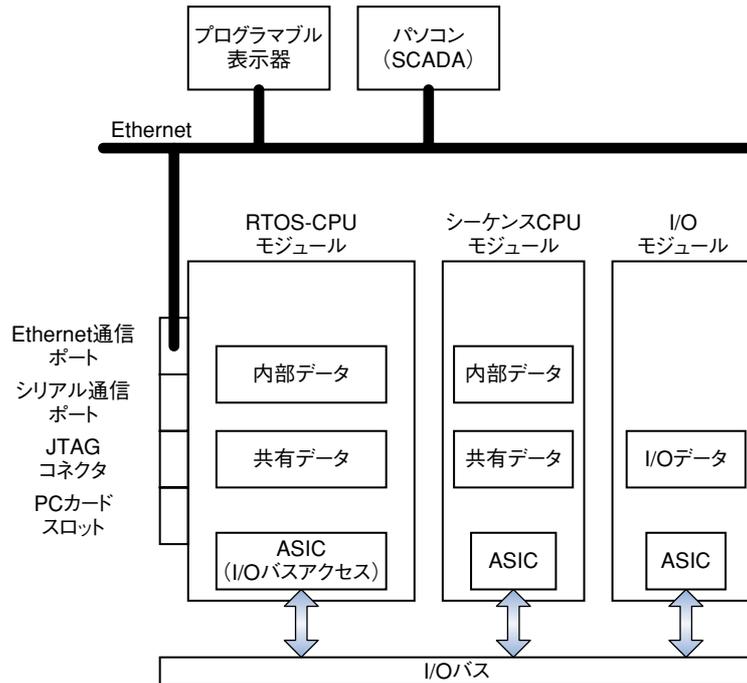


図4 e-RT3 シリーズシステム構成例

により、マルチCPU構成時に、CPUモジュール間でのデータアクセスと割り込み通知を容易にしている。上位通信プロトコルにより、プログラマブル表示器、SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)等、上位通信を必要とする機器との接続を容易にしている。コントローラ間データリンクにより、FL-net経由でe-RT3システム同士のデータ交換を容易にしている。

## 6. システム構成例

図4に、e-RT3 シリーズシステム構成例を示す。

e-RT3は、1つのI/Oバス上に最大4台のRTOS-CPU、又はシーケンスCPUを搭載することができる。この構成により、ラダー言語での記述が困難な通信処理、複雑な演算処理をC言語で記述し、コンパクトなシステム構成を採ることができる。

RTOS-CPUモジュールとシーケンスCPUモジュールとのデータのやり取りは、共有データ領域により自CPUモジュール内のデータのようにアクセスが可能であり、割り込み通知により、リアルタイムに情報の伝達が可能である。

また、RTOS-CPUモジュールの上位通信プロトコルをシーケンスCPUモジュールと同一プロトコルにすることで、プログラマブル表示器、SCADAでの通信設定(通信プロトコルの選択)を容易にしている。プログラマブル表示器、SCADAからシーケンスCPUのデータへのアクセスは、Ethernetで接続されたRTOS-CPUモジュール経由で行うことができる。

## 7. おわりに

製造装置用組み込みコントローラとして、数多く使用されているリアルタイム OSの開発環境を使用可能なe-RT3シリーズを紹介した。今後も、アプリケーションプログラムの動作環境としてはリアルタイムOSを、開発環境としては、独自のものではなく、OSメーカーが提供するオープンな開発環境を使用する需要は高まっていくと思われる。また、開発期間短縮やコストダウンが求められているため、部品改廃対応に迫られる自製ボードコンピュータからの置き換えも進んできている。また、大型で高価なVMEコントローラ、CompactPCIコントローラ等の置き換えを検討しているお客様も多く、e-RT3シリーズはC言語を用いているのでソフトウェア資産の再利用性が高く、小型で安価なコントローラとして需要が高まってきている。e-RT3シリーズは、こうした需要に応えるために、オープンな開発環境に対応し、更なる高機能化、高性能化そして、使い易さを追求していく所存である。

\* 'SuoverH' は(株)ルネサス テクノロジ、'VxWorks' はWind River Systems, Inc.の登録商標または商標です。'NORTi'は(株)ミスボ、'OS-9' は日本ラディシス(株)の登録商標です。