

# シングルチップマルチプロセッサ上のハイブリッド OS 環境の実現 - システムアーキテクチャ -

遠藤幸典<sup>†</sup> 菅井尚人<sup>†</sup> 山口義一<sup>‡</sup> 近藤弘郁<sup>‡</sup>  
三菱電機(株)<sup>†</sup> (株)ルネサステクノロジ<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

携帯電話やカーナビ, デジタル AV 機器等の高機能化が急速に進んでおり, 組み込みシステムとしての高リアルタイム性に加え, GUI やマルチメディア処理等の情報処理機能が求められている。そこで, 従来から使用しているリアルタイム OS (以下, RTOS) と, 多くの情報処理機能を持つ汎用 OS の両機能が必要となる。

我々は, シングルチップ内に複数の CPU コアを内蔵するハードウェア・プラットフォーム上で, RTOS と汎用 OS を独立に動作させる新しいハイブリッド OS 環境を実現した。

本稿では, このハイブリッド OS 環境のシステムアーキテクチャについて述べる。

## 2. 組み込みシステムでの情報処理の実現

組み込みシステムで, 情報処理機能を利用可能にするための方策として, 以下のアプローチがある。

- ・ 汎用 OS のリアルタイム性強化
- ・ RTOS 上の情報処理機能の追加

しかし, 前者に関しては, 汎用 OS のスケジューラの変更を行っているが, 既存の RTOS と同等の性能は実現できていない。また, 後者に関しては, RTOS 用の情報処理ソフトウェアが少ない。

そこで, 両 OS の不足している部分を補完し合うアプローチとして, 既存のハードウェア・プラットフォーム上で, RTOS と汎用 OS を共存させるハイブリッド OS 環境がある ([1], [2])。

## 3. マルチ OS 環境の特徴

### 3.1. 従来型ハイブリッド OS

従来型ハイブリッド OS の構成を図 1.(a)に示す。これは, 単一の CPU をベースにハードウェア資源を分割・共有しながら, 特性の異なる OS を動作させる方式であり, 以下の特徴がある。

[利点] 既存のハードウェア規模の中で OS 環境の拡張を実現しており, コスト面で組み込みシステムに適している

[欠点] 処理が OS 間にまたがる場合の動作検証が難しく, またシステム性能を引き出すために高度な設計ノウハウを必要とする

### 3.2. 疎結合型 OS

従来型の複数 OS 機能を搭載する最も単純な方法として, CPU を複数用意し, それぞれの上で別々の OS を動作させる疎結合型 OS がある (図 1.(b))。これは, 以下の特徴がある。

[利点] 各 OS はハードウェア資源を共有せず独立に動作するため, OS 間の設計検証がし易い

[欠点] ハードウェア規模が大きくなり, 組み込みシステムでは許容されない

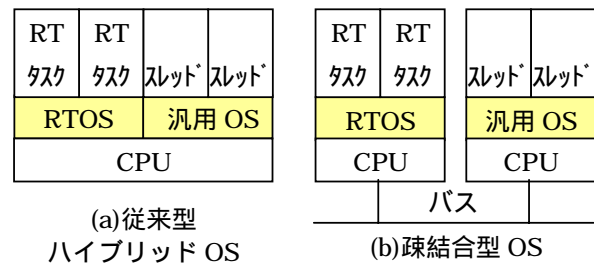


図 1. マルチ OS 環境の構成

## 4. 新しいハイブリッド OS 環境の提案

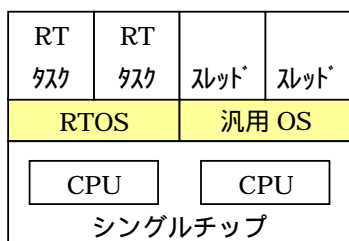
以上の各方式を踏まえ, それぞれの利点を継承しながら, 欠点を解決する新しいハイブリッド OS 環境を以下に提案する。

このシステムアーキテクチャでは, シングルチップ内に複数の CPU コアを内蔵するハードウェアをベースに, 各 CPU コア上で RTOS と汎用 OS を基本的に独立に動作させる (図 2)。本提案方式をマイクロクラスタリング OS と呼ぶ。

A Hybrid OS Environment on Single-Chip Multiprocessor  
- System Architecture -

<sup>†</sup> Yukinori ENDO, Naoto SUGAI, Yoshikazu YAMAGUCHI,  
Mitsubishi Electric Corp.

<sup>‡</sup> Hiroyuki KONDO, Renesas Technology Corp.



(c)マイクロクラスタリング OS

図 2. 本提案方式の構成

各マルチ OS 環境のシステムアーキテクチャと比較評価しながら，本提案方式の特徴を明らかにする(表 1)。

### 1) コスト

マルチ OS 環境を構築する上で，ハードウェアのコスト増大を抑えられるかという観点である。従来型は既存のハードウェア規模の中で実現しているため，コスト増大はない。疎結合型はその構成上コストの増大が大きいが，本提案方式はシングルチップ構成であるため，大きなコスト増大は発生しない。

### 2) 設計検証容易性

従来型の欠点として議論した観点であり，OS 間の独立性に着目する。疎結合型は各 OS がハードウェア資源を共有せず独立に動作するため，設計検証は比較的容易である。本提案方式も各種ハードウェア資源はあらかじめ分割定義して使用するため，実体としては疎結合型の場合と同じであり，独立性を確保している。

### 3) 小型&低消費電力

ハードウェアの構成上，小型化を図り電力消費を抑えることができるかという観点である。組み込みシステムとして大きな付加価値となるため，これらの点で優れているアーキテクチャが良い。疎結合型はその構成上，小型&低消費電力に適さない。本提案方式はシングルチップ構成であるため，外見上は従来型と同じであり，小型&低消費電力性は良い。

### 4) システム堅牢性

ソフトウェア障害に対して OS 環境として何ら

かの対処が可能かという観点である。疎結合型と本提案方式は OS 相互の動作監視や相手側 OS のみを再起動することが可能であるが，従来型は難しい。

### 5) システム拡張性

マルチ OS 環境として複数 OS による機能分担を進めることができるかという観点である。疎結合型は分散化が可能であるが，本提案方式はマルチプロセッサ化の限界がある。

以上の比較評価の結果から，本提案方式はハードウェア規模の増大を抑えながら，各 OS を独立に動作させることができ，これまでの問題点を解決する優れたアーキテクチャである。

## 5. おわりに

本稿では，シングルチップマルチプロセッサ上で，RTOS と汎用 OS を独立に動作させる新しいハイブリッド OS 環境のシステムアーキテクチャについて述べた。本方式は，従来と同等のハードウェア規模で，CPU 毎に OS を割り付け独立に動作させるため，設計検証容易性，小型・低消費電力等の面で優れていることを示した。

## 関連文献

- [1] 金田一勉「第 17 章 Linux on ITRON - ハイブリッド構造の実装」，インタフェース増刊 TECHI vol.16, CQ 出版社，2003 年 4 月。
- [2] 齊藤ほか「組み込み向けデュアル OS 実行システム DARMA の開発」，情報処理学会第 59 回全国大会 4B-3, 1999 年 9 月。
- [3] 菅井ほか「シングルチップマルチプロセッサ上のハイブリッド OS 環境の実現 - OS 間インタフェースの実装 - 」，情報処理学会第 66 回全国大会 2D-6, 2004 年 3 月。

表 1. システムアーキテクチャの比較評価

	コスト	設計検証容易性	小型&低消費電力	システム堅牢性	システム拡張性
(a)従来型 ハイブリッド OS		×		×	×
(b)疎結合型 OS	×		×		
(c)マイクロクラ スタリング OS					