

# 5 組み込みプラットフォームの動向

田丸 喜一郎

(株)東芝 セミコンダクター社  
ブロードバンドシステムLSI開発センター  
kiichiro.tamaru@toshiba.co.jp

組み込みシステムの進歩は著しく、搭載される組み込みソフトウェアの規模や複雑さが急激に増えている。その一方で、開発期間や品質の維持・改善への圧力は高まっている。これらに対応して組み込みソフトウェアの生産性を確保するため、プラットフォームベースの開発が主流になっている。しかしながら、組み込みソフトウェアが組み込みシステムの中に埋め込まれていて、産業的にも独立していないことから、定量的な実態は明確でなかった。本稿では、今般、経済産業省で実施された「組み込みソフトウェア産業実態調査」<sup>1)</sup>の集計結果も織り込みながら組み込みシステムのプラットフォームの動向を概説する。

## 組み込みシステムとは

組み込みシステム技術は従来からの機器制御、工場ライン制御などに加え、デジタルTVなど家電製品、自動車制御、カーナビ、携帯電話などの端末までをカバーする非常に広範な技術である。その技術領域を一言で表現するのは困難であるが、最終製品の性格によって課せられる制約条件の下で、ソフトウェアとハードウェアをインテグレーションする技術であり、装置のノウハウが詰め込まれたシステムLSIと、インテグレーションの主役である組み込みソフトウェアがその両輪となっている。

## 大規模化・複雑化が進む組み込みシステム

組み込みシステムはマイクロプロセッサを中核とするシステムLSIの性能の向上に伴い、高機能化・複雑化が進んでいる。最近では、従来型の制御中心の開発に加え、携帯電話の例のように情報処理型の大型開発が増えてきており、組み込み機器開発における組み込みソフトウェアの開発比率は増える一方で、平均では約4割にまでなっている(図-1)。組み込みソフトウェアの規模は、平均で約50万行、製品ごとに新規に開発される分はその約1/3の約18万行(図-2)。実際、携帯電話ではすでに百万行単位のソフトウェアが必要とされ、その効率的な扱いが今後の機器開発の

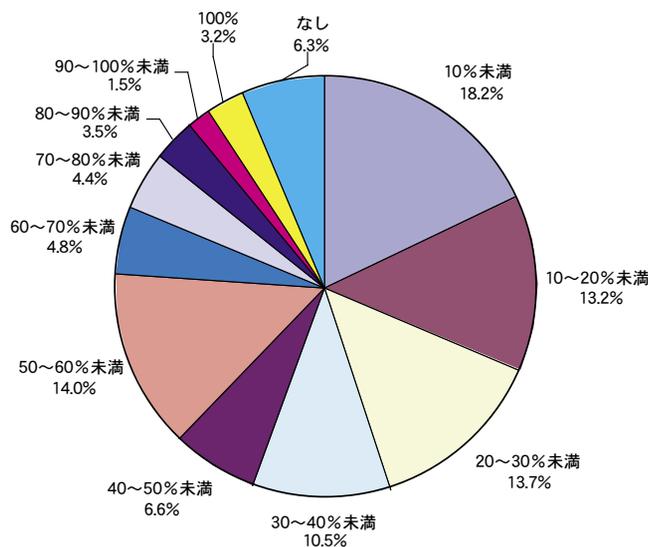


図-1 組み込みシステム開発におけるソフトウェア開発費の割合 (出典：経済産業省2004年版組み込みソフトウェア産業実態調査)

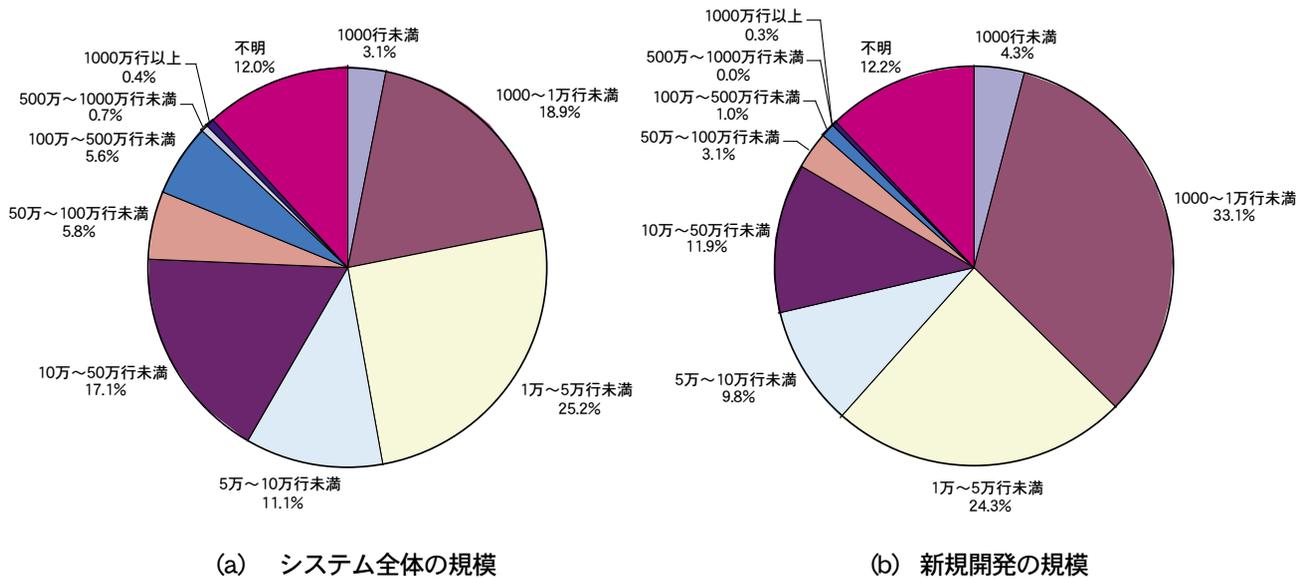


図-2 組み込みソフトウェアの規模 (出典：経済産業省2004年版組み込みソフトウェア産業実態調査)

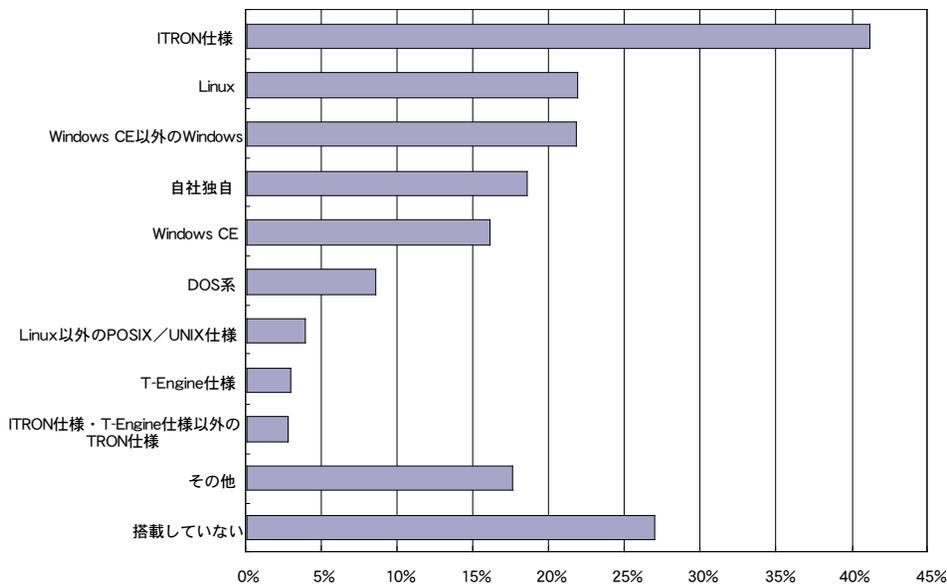


図-3 組み込みシステムで使われているOS (オペレーティングシステム) (出典：経済産業省2004年版組み込みソフトウェア産業実態調査)

鍵となることが予想されている。具体的には組み込み向けOSとその上で動作するミドルウェアにより構成されるプラットフォーム (開発共通基盤)の導入、利用である。

## ITRON仕様OSで始まったプラットフォーム化

我が国の組み込みシステムのプラットフォーム化はITRON仕様OSによって始まったと言っても過言ではない。1987年に最初のITRON仕様を公開した後、1989年には32ビットマイクロプロセッサ向けのITRON2仕様と8ビットマイクロプロセッサへも適用可能なμITRON仕

様を公開して、組み込みシステムで使用されるほとんどすべてのマイクロプロセッサに対応した。この頃から、従来、ハードウェア上に直接アプリケーションソフトウェアを構築していた組み込みシステムも、ハードウェアにまずリアルタイムOSを搭載し、その上にアプリケーションソフトウェアを構築していく開発スタイルが主流となってきた。その後も、プラットフォームとして単一の仕様で8ビットマイクロプロセッサから32ビット/64ビットマイクロプロセッサまでをカバーできるμITRON3.0仕様を1993年に、実装ごとの差異を少なくして、より標準のレベルを高めたμITRON4.0仕様を1999年に公開している。現在では、組み込みシステム開発の4割以上でITRON仕様OSが使用され(図-3)、

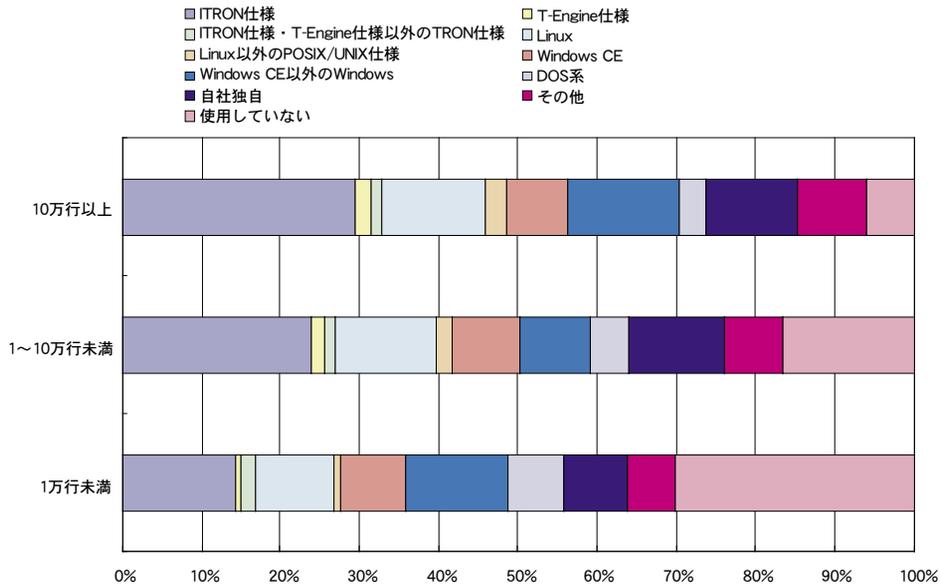


図-4 組み込みシステムで使われているOS (システム全体の規模別) (出典：経済産業省2004年版組み込みソフトウェア産業実態調査)

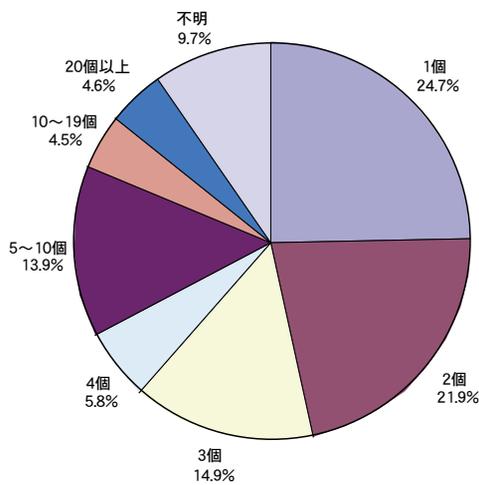


図-5 組み込みシステムに使用されるプロセッサの数 (出典：経済産業省2004年版組み込みソフトウェア産業実態調査)

10万行を超える組み込みシステム開発では、9割以上でリアルタイムOSが使用されるに至っている(図-4)。

### 処理の特性に応じて選ばれるプラットフォーム

組み込みシステムが制御型と情報処理型などの特性の異なる複数の処理を要求するのに対応するため、1つの組み込みシステムでも複数のマイクロプロセッサが使用される。携帯電話で、通信処理用のプロセッサとユーザインタフェースや各種アプリケーションを処理するプロ

セッサで構成する例が、その典型である。現在では、組み込みシステムの約3/4は複数のプロセッサを使用しており(図-5)、各プロセッサに割り当てられる特性の異なる処理に応じて、プラットフォームとしての組み込みOSが選択される。たとえば、制御型の処理にはITRON仕様OS、情報処理型の処理には組み込み向けLinuxといった選択である。

複数のプロセッサで、異なる組み込みOSが使用されるのと同様な理由で、1つのプロセッサ上でも処理の特性に応じて複数のOS — APIが使用され始めている。たとえば、ITRON仕様OSとJAVAを混載するJTRON仕様は携帯電話などで広く使用されている。

### ミドルウェアと組み込みソフトウェアのライフサイクル

プラットフォームの構成要素のもう1つがミドルウェアである。近年の組み込みシステムで要求されるさまざまな機能は、それらの実現のために高度な専門知識が要求されることも少なくない。これら高度な機能を効率的に実現するため、これらをミドルウェアとして導入するのが一般的となっている(図-6)。組み込み向けOSと同様に、大規模な開発ほどミドルウェアが導入されている(図-7)。導入したミドルウェアをプラットフォームに組み込み、プラットフォームの機能として提供することによって、アプリケーションの開発者は本来のアプリケー

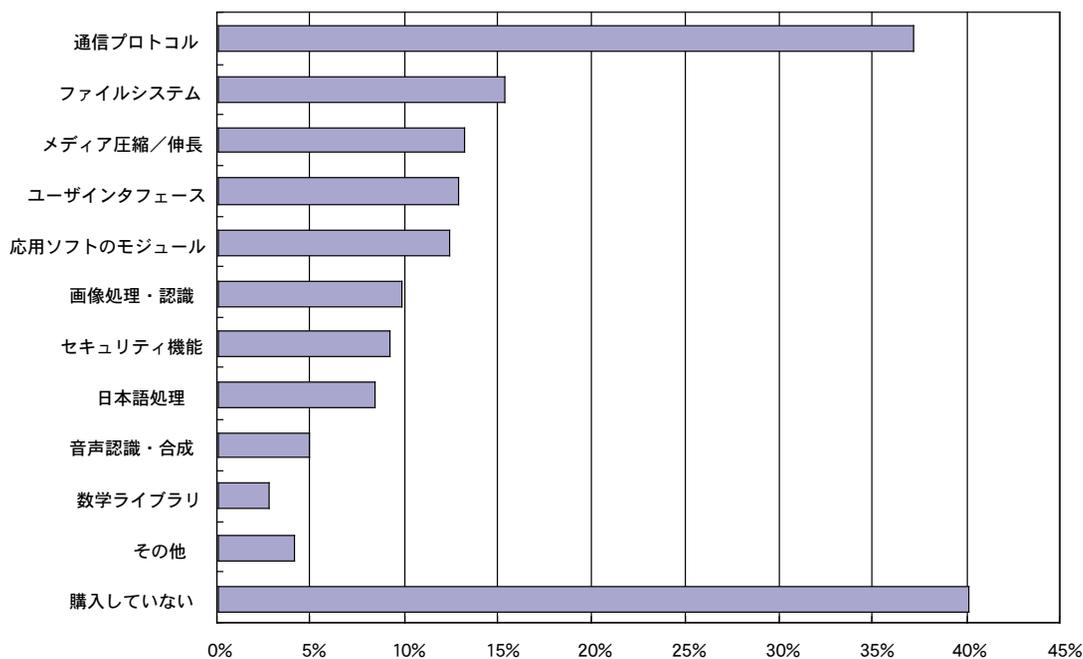


図-6 組み込みシステムで使われているミドルウェア (出典: 経済産業省2004年版組み込みソフトウェア産業実態調査)

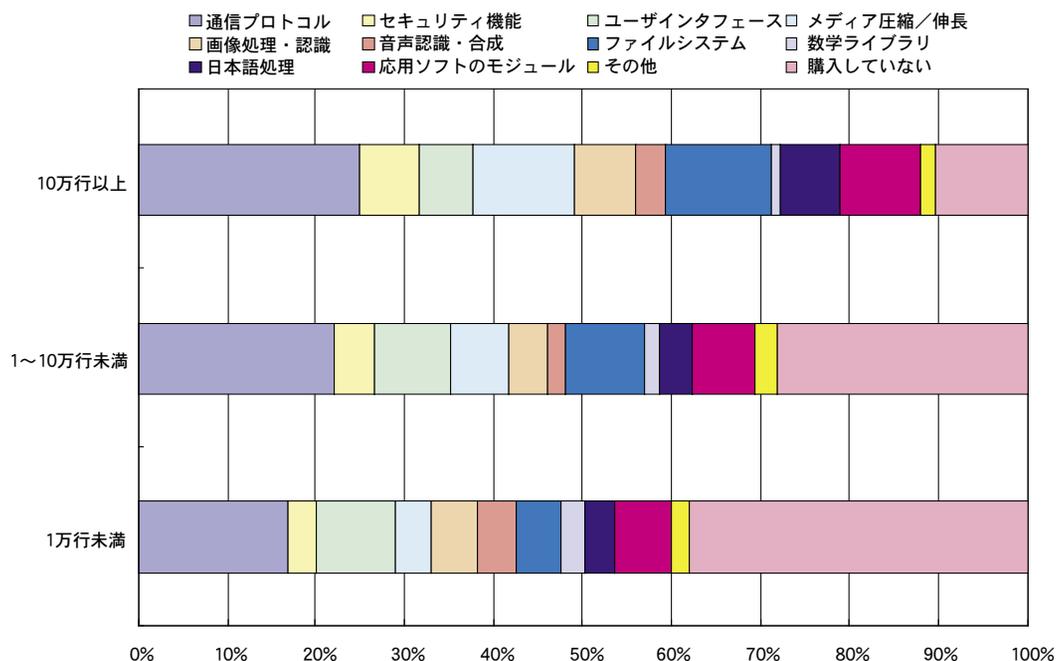


図-7 組み込みシステムで使われているミドルウェア (システム全体の規模別) (出典: 経済産業省2004年版組み込みソフトウェア産業実態調査)

ションの実現に専念できるわけである。

また、個別アプリケーションの一部として実現された機能が、再利用を目的に他のアプリケーション開発でも利用されるようになり、次第にミドルウェア化してきたものも多く、近年では下記に示すライフサイクルを意識してプラットフォーム化が進みつつある。

1. 個別アプリケーションの一機能
2. アプリケーション開発組織の標準部品 (開発組織の標準ライブラリ)
3. アプリケーション開発組織体のプラットフォーム部品
4. アプリケーション分野特化のプラットフォーム部品

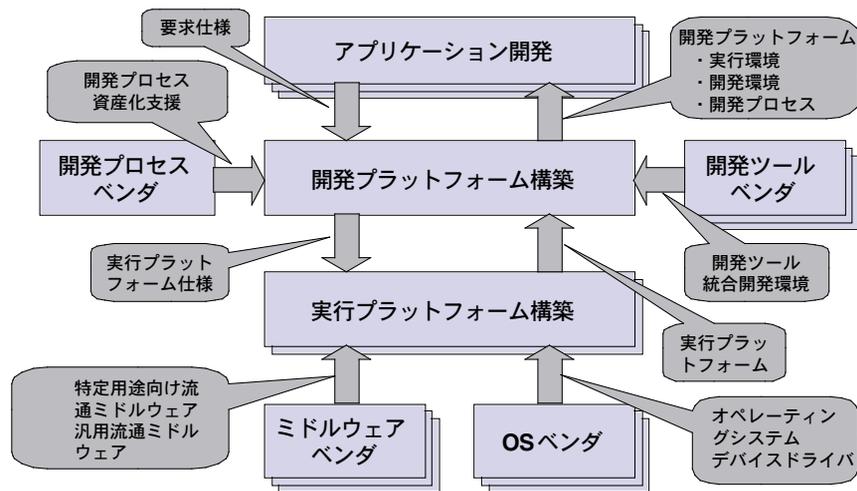


図-8 組み込みプラットフォーム構築のサプライチェーン

(特定用途向け流通ミドルウェア)

- 5. 汎用のプラットフォーム部品 (汎用流通ミドルウェア)
- 6. オペレーティングシステム上位層の標準部品

### 実行プラットフォームから開発プラットフォームへ

組み込みシステムでは、アプリケーションソフトウェアを動作させるための実行環境としてのプラットフォーム (実行プラットフォーム) からプラットフォームが発展したが、開発規模の増大による開発組織の肥大化に対応するため、開発環境や開発プロセス、プロジェクト管理なども含めたプラットフォーム (開発プラットフォーム) の概念が定着しつつある。開発プラットフォームの構築は、実行プラットフォームの構築に加え、より広範囲の技術の集大成となるため、サプライチェーンを意識した組織構築が重要になってきている (図-8)。

### ハードウェアも視野に入れたプラットフォーム化の動き

パソコンの場合はハードウェアもソフトウェアもデファクトで規定されてしまったため、標準のプラットフォームが確立し、ソフトウェアの流通も可能となった。一方、組み込みシステムでは多種多様なハードウェアを使ってきた。これがソフトウェアの共通化、流通を

妨げ、プラットフォーム構築を妨げる原因となっていた。ITRON仕様OSの登場で機器内部でのローカルなプラットフォーム化は可能になったが、ハードウェア性能などの未成熟もあり強く仕様を規定したかたちでの標準化はできなかった (これを弱い標準化と呼んでいる)。最近のトロンプロジェクトの中核となっているT-Engineではその反省に立ち、ハードウェアに弱い標準化を持ち込み、ITRON仕様OSに相当するT-Kernelに強い標準化を持ち込むことにより、グローバルなプラットフォームの実現を目指している。

組み込みアプリケーションも近い将来にはパソコンのプラットフォームと同様に異なる機器の上で動作させることも可能となろう。しかし、その一方で組み込みシステムとしての価値は組み込みプラットフォームに集約され、広範囲の技術を操り適確にプラットフォームを構築できる組み込み技術者の育成が最大の課題となろう。

**参考文献**

- 1) 2004年版組み込みソフトウェア産業実態調査報告書, 経済産業省. (平成16年6月11日受付)

