

TOPPERS プロジェクトが送り出す 新世代カーネルと TOPPERS/ASP の概要

NPO 法人 TOPPERS プロジェクトでは、フリーな μITRON 実装として TOPPERS/JSP カーネルを公開してきた。μITRON 4.0 仕様は約 10 年の歴史をもち、多くの組み込み機器で使われている。そして、10 年間のノウハウの蓄積から、μITRON 4.0 仕様をベースに新しい OS への取り組みがなされた。その成果の一つが TOPPERS/ASP である。ここでは、TOPPERS の新世代カーネルと、その代表である TOPPERS/ASP について解説する。

(編集部)

昌中 雅樹

1. TOPPERS プロジェクト前夜 —— μITRON 4.0 仕様の特徴とその限界

本誌読者にとって、μITRON 仕様は、なじみの深いカーネル仕様だと思います。TOPPERS プロジェクトの新世代カーネルを説明する前に、約 25 年の歴史を持つ μITRON 仕様について、整理してみたいと思います。

● μITRON 仕様とは

μITRON 仕様は、日本国内を中心として、高いシェアを誇る組み込み向け Operating System (OS) の仕様です。

μITRON 仕様はあくまでも“仕様”であり、μITRON の実装は各カーネル・ベンダに任されています。そのため、自社のマイコンの拡張を目的とする各半導体メーカや、システム開発を一括受託する独立系ソフトウェア・ハウスなど、組み込みシステムにかかわる多くの企業が、それぞれに μITRON の実装を行ってきました。

また、μITRON 仕様は“緩やかな標準化”と呼ばれ、標準からの逸脱をある程度許容する方針が取られました。この方針により、制約が大きいターゲット・システムへの適用が容易になり、セット・メーカによるカーネルの内製も多く見かけられました。

Intel 社と Microsoft 社が仕掛けた性能競争に巻き込まれてドッグ・イヤーを生き抜いた IT 系ソフトウェアに比べて、組み込みシステムのソフトウェアは、その進化が緩やかだったと言えるかもしれません。それでもハードウェアの進化やアプリケーションからの要求による変遷はありました。それらの流れに伴い、μITRON 仕様も 1.0 → 2.0 →

3.0 → 4.0 と進化を重ね、現在の最新版は 4.03 になっていません。

2. 10 年を担うカーネル仕様 —— μITRON 4.0

μITRON 4.0 仕様は、1999 年に発表されました。3.0 仕様から踏み込んだ拡張をいくつも行った意欲的かつ現実的な仕様といわれ、発表当時は、10 年間は変更せずに済む仕様といわれました。実際に、現在に至るまでの 10 年間、現場の第一線で使われています。その μITRON 4.0 仕様の子な四つの拡張・変更点を以下に説明します。

● 静的 API および自動車プロファイルの採用

静的 API と自動車プロファイルの採用は、欧州の車載システムの事実上の標準となりつつあった仕様への対抗と捉えることができます。それだけでなく、静的 API を採用することにより、3.0 仕様以前は RAM に置かざるを得なかった情報を、ROM に置けるようになりました。特に小規模システムでのメモリ使用効率が高まり、車載システム以外へのメリットも得られるようになりました。

● スタンダード・プロファイル

スタンダード・プロファイルは、3.0 仕様以前の μITRON 仕様が採ってきた“緩やかな標準化”への反省として規定されました。“やきつめの標準化”を行うことで、移植性の確保、ひいてはミドルウェアやデバイス・ドライバの流通を狙ったものです。

μITRON 仕様では、さまざまな機能を API セットとして提供しています。μITRON 仕様を名乗るために、最低

コラム1 μ ITRON is dead?

無線技術やPLCなどのネットワーク技術の進展、表示デバイスの高機能化/低価格化などに伴い、少なからずの組み込み機器では、組み込み用途を目的としたOSではなく、パソコン由来のOSを組み込みシステムに流用するという流れが加速しています。例えば、携帯電話やカー・ナビゲーション・システムがこの潮流の典型といえるかもしれません。かつては、 μ ITRON系OSが一定のシェアを確保していた領域でしたが、次第にLinuxやWindowsといったパソコン由来のOSが担うようになってきています。

このような傾向の中で、 μ ITRON系の仕様は、衰退していくのでしょうか。筆者は、衰退すると考えてはいません。

ハードウェア・リソースが潤沢になったからといっても、その利益を素直に享受できるのは、主にミドルウェアやアプリケーションです。応用製品の機能に対して支配的ではないOSは、いつの世でも省リソースを要求されます。Linuxは、小規模組み込み向けの μ CLinuxという亜種があり、2.6系カーネルではついに統合されました。

Windowsも、WindowsCEをラインナップに残しています。これは、パソコン由来のOSだけでは、組み込みシステム全般をカバーしきれないことをLinuxやWindowsの陣営

も認めていると見ることもできます。

また、これは筆者が勝手に命名しているのですが、冰山効果というものが、ソフトウェアにはあります。

冰山の一角、という言葉があるように、冰山は表に見える部分が大きくなるほど、その土台はさらに大きくなります。ここで、冰山の高さを機能、幅を応用分野として捉えると、高機能化が進む(冰山が高くなる)の応用分野が広がる(氷山の土台が広がる)のは相関関係にあります。

現に、電子玩具の高機能化には著しいものがありますし、無線処理をソフトウェアで行う(いわゆるソフトウェア・ラジオ)も珍しいものでもなくなりました。自動車に100個近いECUが組み込まれているというのは、本誌読者にとっては常識ともいえるでしょう。このような新興分野においては、パソコン由来のOSではなく、 μ ITRON仕様が活躍する余地が十分に残っています。

このように、いくつかの分野で、 μ ITRON仕様OSは他のカーネル仕様とその座を明け渡すこともあり、今後も類似のことは起こりえるかもしれません。しかし、組み込みシステムの土台を支える技術として、 μ ITRON仕様は、これからも一定の市場を支配することになると筆者は考えています。

限必要な機能は、たった四つのサービス・コールのみであり、独自に仕様を決められる幅が大きく、移植性が損なわれるという弊害があります。

● ハード・リアルタイムの拡張

ハード・リアルタイムの拡張は、オーバラン・ハンドラとミューテックス(優先度継承セマフォ)に関するAPIの追加が軸となりました。優先度逆転が起こる可能性は、 μ ITRON仕様をミッション・クリティカルなシステムに適用するときの壁になっていました。

後に、火星探査機のトラブルの原因が優先度逆転(搭載OSはVxWorksで、OSが提供する機能としては優先度逆転防止の仕組みはあった)であったことが判明し、組み込みシステムにおけるハード・リアルタイム性を保障することの重要性が広く知られることとなります。

● PX拡張の追加による保護機能の拡張

PX拡張(保護機能拡張)の追加は、 μ ITRON 4.0仕様の発表から遅れて規定されました。

主な内容は、メモリ保護ハードウェアを用いたメモリ・アクセス保護と、ドメインと呼んでいるリソース・アクセス制限の枠組みを用いたリソース・アクセス保護です。T-

Kernel/SEが採用しているプロセス・モデルとは異なるため、LinuxやWindowsの技術者がその知識を応用することは難しいのですが、低いオーバーヘッドで保護機能を提供できるメリットがあります。

PX拡張追加の背景には、メモリ管理ユニット(MMU)を搭載した組み込み向けCPUが珍しくなくなってきたことが挙げられます。

● 10年? そう10年です

μ ITRON 4.0仕様の初版は1999年です。言うまでもなく現在は2008年。10年というスパンを見据えたカーネル仕様ですので、そろそろ寿命を迎えつつあります。もちろん、想定寿命を超えても長く使えるものは、何も変えずに使い続けるのも一つの手です。

しかしながら、 μ ITRON仕様OSが動作するハードウェア環境やツールは、この10年で進化しました。新しい開発手法も提案されています。周辺環境変化に対応できない種の絶滅が避けられないのは、技術の世界でも必然です。 μ ITRON 4.0仕様は、現在でも適用可能な分野が認められるものの、フェードアウトしていくことは避けられないと言えます。