

2012年5月9日

NPO 法人 TOPPERS プロジェクト  
<http://www.toppers.jp/>

## 高信頼組込みシステム向けリアルタイム OS TOPPERS/HRP2 カーネルの一般公開について

TOPPERS プロジェクトでは、TOPPERS 新世代カーネル開発の一環として、高信頼組込みシステム向けのリアルタイム OS である TOPPERS/HRP2 カーネルの仕様検討・実装を進めてきましたが、この度、オープンソースソフトウェアとして配布を開始することになりました。

TOPPERS/HRP2 カーネル(HRP は“High Reliable system Profile”の略。2 はバージョン番号を示す。以下、HRP2 カーネル)は、TOPPERS 新世代カーネルの出発点である TOPPERS/ASP カーネルに対して、高信頼組込みシステムに求められる各種の機能を追加し、さらに高い信頼性・安全性を要求される組込みシステムや、より大規模な組込みシステム向けに適用できるように拡張したものです。HRP2 カーネルはまた、この夏に打ち上げ予定の H-IIB ロケットの制御ユニットへの搭載が決まっている TOPPERS/HRP カーネルの改良版と位置づけることもできます。

HRP2 カーネルの仕様は、 $\mu$  ITRON4.0 仕様保護機能拡張 ( $\mu$  ITRON4.0/PX 仕様) をベースに様々な改良を実施したもので、TOPPERS 新世代カーネル統合仕様書に規定されています。ASP カーネルに対しては、高信頼組込みシステムに必要となるメモリ保護機能とオブジェクトアクセス保護機能、拡張サービスクール機能、ミューテックス機能、オーバランハンドラ機能を追加し、メモリ保護機能と相性の悪いメールボックス機能を削除しています。

HRP2 カーネルの最大の特徴は、メモリ管理ユニット(MMU)を持つプロセッサに加えて、メモリ保護ユニット(MPU)を持つプロセッサを有効に活用できることです。メモリ保護ユニット(MPU)は、アドレス変換の機能を持たずメモリアクセスの保護のみを実現するハードウェアで、厳しいリアルタイム性を要求される組込みシステムに適したものです。保護できるメモリ領域にプロセッサ依存の制限があり、有効に活用するのは容易ではありません。HRP2 カーネルでは、各オブジェクトファイル(またはセクション)を配置するメモリ領域をどのように保護するかを指定すると、コンフィギュレータが各セクションをメモリ上にどのように配置するかを決定し、その配置下におけるメモリ保護情報(MMU のページテーブルなど)を静的に生成します。そのため、アプリケーション設計者は、プロセッサの持つメモリ保護の機構の細部を知ることなしに、メモリ保護機能を活用することができます。

HRP2 カーネルの開発は、TOPPERS プロジェクトの中心メンバーである名古屋大学大学院情報科学研究科 組込みリアルタイムシステム研究室(高田研究室)と組込みシステム研究センター(NCES)を中心に行いました。TOPPERS プロジェクトの会員には、2010年12月から開発中のソースコードにア



クセスできるようになっています。

現時点で HRP2 カーネルが対応しているプロセッサは、SH-4、SH-2A(SH72AW グループなど MPU を持つもの)、Cortex-M3(MPU を持つもの)です。また、ARM11 および Cortex-A シリーズにも近日中に対応予定です。HRP2 カーネルは、他のプロセッサへのポーティングも容易な設計となっており、今後、対応プロセッサを増やしていく計画です。

また、HRP2 カーネルは、名古屋大学 大学院情報科学研究科 附属組込みシステム研究センター(NCES)と宇宙航空研究開発機構(JAXA)が共同で開発中のスペースワイヤ OS のカーネルとしても利用する計画で、すでに、宇宙機向けのネットワーク規格であるスペースワイヤを搭載した耐放射線システム LSI(SOI-SoC)へのポーティングも完了しています。今後は、HRP2 カーネル上に、スペースワイヤ対応のミドルウェアを開発する計画です。

今回の HRP2 カーネルの一般公開により、2007 年に策定した TOPPERS 新世代カーネル開発ロードマップの大部分を実現したことになります。TOPPERS 新世代カーネルの今後の方向性としては、省エネルギー制御機能に加えて、パーティショニングのサポートが重要な研究開発課題となります。また、これまでの開発成果を統合した新世代カーネルのフルセットについても、ニーズに対応して開発する計画です。

なお、6 月 12 日(火)に東京で開催する「TOPPERS カンファレンス 2012」において、HRP2 カーネルを用いたアプリケーション開発の方法について解説する予定です。興味をお持ちの方の参加をお待ちしています。

## お問い合わせ先

本発表に関するお問い合わせは、以下にお願いします。

NPO 法人 TOPPERS プロジェクト  
〒103-0007 東京都中央区日本橋浜町 1-8-12 東実年金会館 8F  
一般社団法人組込みシステム技術協会内  
TEL&FAX: (03) 3865-5616  
Email: secretariat@toppers.jp

## TOPPERS プロジェクトについて

TOPPERS プロジェクトは、組込みシステム構築の基盤となる各種のソフトウェアを開発し、高品質なオープンソースソフトウェアとして普及させることで、組込みシステム技術と産業の振興を図ることを目的としたプロジェクトです。また、教育コースや教材の開発と、それを用いた教育の場を提供するなどの活動により、組込みシステム技術者の育成に貢献することも目的としています。

TOPPERS プロジェクトは、2003 年 9 月に設立した NPO 法人を中心に、名古屋大学教授の高田広章をリーダーとして、産学官の団体と個人の連携により推進しています。



TOPPERS プロジェクトは、次の 4 つの狙いをもってプロジェクトを進めています。

- 決定版の ITRON 仕様 OS を開発する

ITRON 仕様 OS の決定版を構築し、普及させる活動を進めます。組み込みシステム分野において、Linux のように広く使われる OS に育てていきます。

- 次世代のリアルタイム OS 技術を開発する

組み込みシステムの要求に合致し、ITRON 仕様の良さを継承した、次世代のリアルタイム OS 技術を開発します。オープンソースソフトウェアにすることで、産学官と個人の力を結集することが可能になります。

- 組み込みシステム開発技術と開発支援ツールを開発する

高品質な組み込みシステムを効率的に開発するための技術と開発支援ツールを開発します。

- 組み込みシステム技術者の育成に貢献する

オープンソースソフトウェアを用いた教育コースや教材の開発と、それを用いた教育の場を提供するなどの活動を通じて、組み込みシステム技術者の育成に貢献します。

TOPPERS プロジェクトに関する詳細は、TOPPERS プロジェクトのウェブサイト (<http://www.toppers.jp/>) をご参照いただくと幸いです。

---

※ “TOPPERS”および TOPPERS プロジェクトのロゴは、TOPPERS プロジェクトの登録商標です。

※ TRON は“The Real-time Operating system Nucleus”の略称、ITRON は“Industrial TRON”の略称、 $\mu$ ITRON は“Micro Industrial TRON”の略称です。

※ 本文中の商品名およびサービス名は、各社の商標または登録商標です。

