



TOPPERSプロジェクトの最新状況と 本日の発表内容について



2013年11月20日

高田 広章

NPO法人 TOPPERSプロジェクト 会長
名古屋大学 大学院情報科学研究科 教授
附属組込みシステム研究センター長

Email: hiro@ertl.jp URL: <http://www.ertl.jp/~hiro/>

目次

TOPPERSプロジェクトの概要

- ▶ プロジェクトの組織と会員, プロジェクトの狙い
- ▶ 主な開発成果, 主な利用事例

本日の発表内容

- ▶ AUTOSARベースのプラットフォーム開発プロジェクトの開始について
- ▶ TOPPERS公式マスコットを決定！

TOPPERSプロジェクトの最新の活動状況

- ▶ 重点的に取り組んでいるテーマ
- ▶ ECHONET Liteミドルウェアの開発
- ▶ Mindstorms EV3向けプラットフォームの開発
- ▶ パーティショニング規格の検討
- ▶ 第3世代のリアルタイムカーネルへ

TOPPERSプロジェクトの概要

TOPPERSプロジェクトとは？

TOPPERS = Toyohashi Open Platform for
Embedded and Real-Time Systems



プロジェクトの活動内容

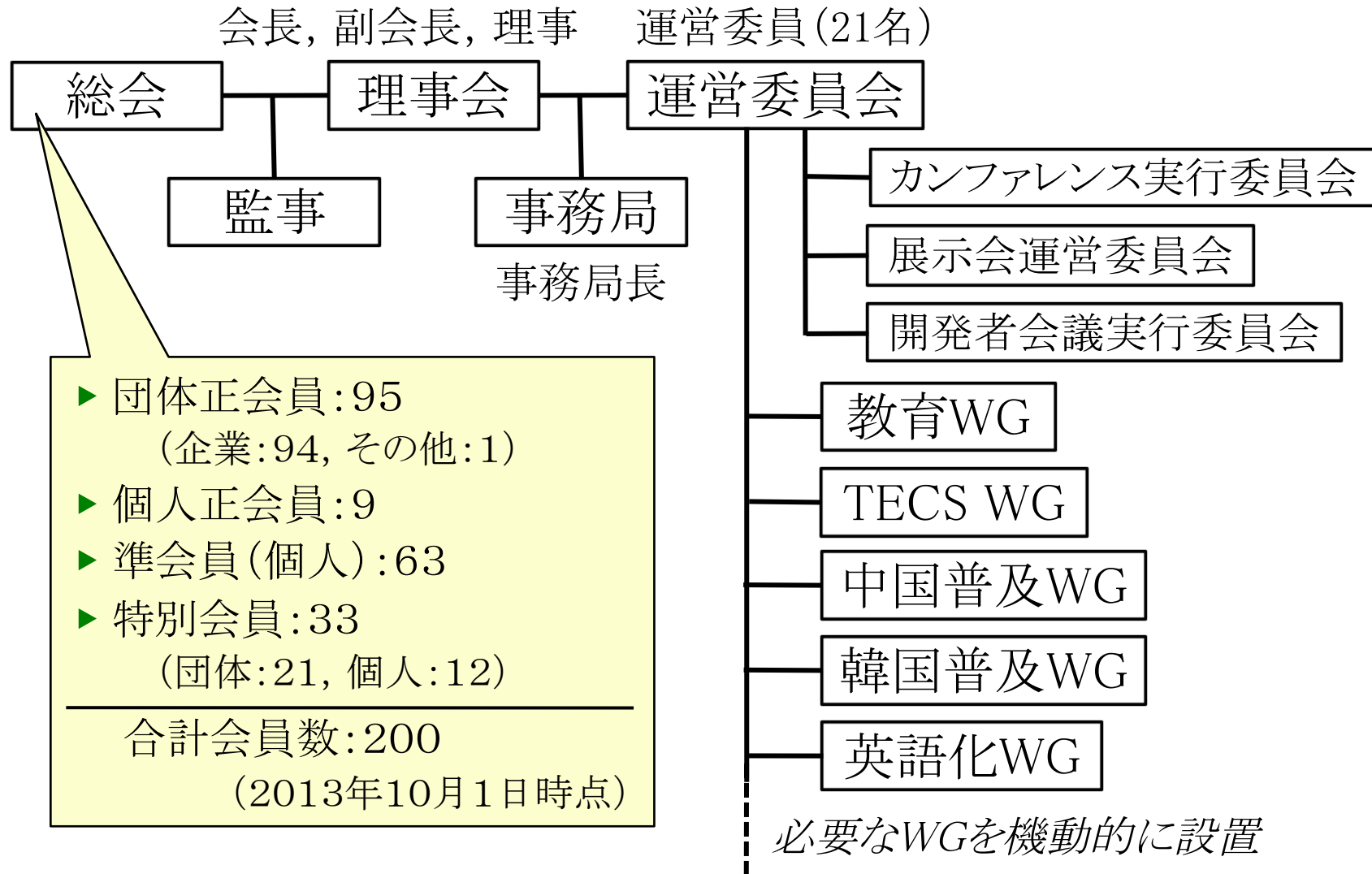
- ▶ ITRON仕様の技術開発成果を出発点として、組込みシステム構築の基盤となる各種の高品質なオープンソースソフトウェアを開発するとともに、その利用技術を提供

組込みシステム分野において、Linuxのように広く使われるオープンソースOSの構築を目指す！

プロジェクトの推進主体

- ▶ 産学官の団体と個人が参加する産学官民連携プロジェクト
- ▶ 2003年9月にNPO法人として組織化
- ▶ それ以前は、名古屋大学(2002年度までは豊橋技術科学大学)高田研究室を中心とする任意団体として活動

TOPPERSプロジェクトの組織と会員



TOPPERSプロジェクトの狙い

決定版のITRON仕様OSの開発

ほぼ完了

- ▶ ITRON仕様がかかえる過剰な重複投資と過剰な多様性の問題を解決(または軽減)

次世代のリアルタイムOS技術の開発

- ▶ 組込みシステムの要求に合致するし, ITRONの良さを継承する次世代のリアルタイムOS技術を開発

Linuxと類似のOSをもう1つ作っても意味がない!

- ▶ オープンソースソフトウェア化により産学官の力を結集

組込みシステム開発技術と開発支援ツールの開発

- ▶ 高品質な組込みシステムの効率的な開発を支援

組込みシステム技術者の育成への貢献

- ▶ 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を開発し, それを用いた教育の場を提供

主な開発成果（第1世代カーネル）

TOPPERS/JSPカーネル

最初の開発成果

- ▶ μ ITRON4.0仕様のスタンダードプロファイルに準拠したリアルタイムカーネル

TOPPERS/FI4カーネル

IPA

- ▶ μ ITRON4.0仕様のすべての機能を持つよう拡張

TOPPERS/ATK1 (Automotiveカーネル バージョン1)

- ▶ 自動車制御システム分野での国際標準であるOSEK/VDX OS仕様に準拠したリアルタイムカーネル

TOPPERS/FDMPカーネル

IPA

- ▶ 機能分散マルチプロセッサ向けのリアルタイムカーネル

TOPPERS/HRPカーネル

JAXAと共同開発

- ▶ メモリ保護機能などの高信頼システム向けの機能を追加
- ▶ JAXAが検証を実施

主な開発成果（第2世代カーネル）

TOPPERS/ASPカーネル

TOPPERS新世代カーネルの出発点

- ▶ JSPカーネルに対して、信頼性・安全性・ソフトウェアポータビリティ向上のための各種の拡張・改良
- ▶ 拡張パッケージにより、オブジェクトの動的生成をサポート

TOPPERS/FMPカーネル

- ▶ ASPカーネルをマルチコアプロセッサ向けに拡張

TOPPERS/HRP2カーネル

- ▶ メモリ保護機能などの高信頼システム向けの機能を追加

TOPPERS/SSPカーネル

- ▶ 機能を最小限に絞り込んだリアルタイムカーネル

TOPPERSテストスイートパッケージ(TTSP)

TOPPERS/ATK2 (Automotiveカーネル バージョン2)

- ▶ AUTOSAR OS仕様をベースとしたリアルタイムカーネル

主な開発成果 (ミドルウェア)

TINET 経済産業省 地域コンソ

- ▶ ITRON TCP/IP API仕様に準拠したコンパクトなTCP/IPプロトコルスタック
- ▶ IPv4とIPv6の両方に対応

FatFs for TOPPERS

- ▶ FAT12/16/32に対応したファイルシステム

CAN/LINミドルウェアパッケージ 経済産業省 地域コンソ

- ▶ CANとLIN向けの通信ミドルウェア

RLL (Remote Link Loader) IPA

DLM (Dynamic Loading Manager)

- ▶ いずれも、モジュールの動的なローディングを行うためのミドルウェア。実現アプローチが異なる

主な開発成果 (TECS, SafeG, ツール)

TECS (TOPPERS組込みコンポーネントシステム)

- ▶ 各種のソフトウェアモジュールを部品化し、必要な部品を組み合わせることによって大規模な組込みソフトウェアを効率的に構築するための技術(仕様とツール)

SafeG

- ▶ 1つのマイクロプロセッサ上で、汎用OSとRTOSを安全に共存して動作させるデュアルOSモニタ

TLV (TraceLogVisualizer)

- ▶ RTOS等のトレースログを可視化するためのツール

TOPPERS Builder

- ▶ Eclipse/CDTを用い、TOPPERSカーネルを用いた開発を支援する統合開発環境
- ▶ CD-ROMだけで立ち上げられるCD-ROMイメージを用意

主な開発成果（教育コンテンツ）

初級実装セミナーの教材

英語版, 中文版も用意

- ▶ RTOS上に組み込みソフトウェアを構築する手法の基礎

中級実装セミナーの教材

中文版も用意

- ▶ ネットワークプログラミングやシステム設計手法

基礎1実装セミナーの教材

- ▶ 小規模な組み込みシステム開発とRTOSの基礎

基礎2実装セミナーの教材

- ▶ RTOSの解説とサービスコールの実装体験

基礎3実装セミナーの教材

- ▶ RTOSを用いた組み込みプラットフォームの構築手法

独立の教育コンテンツ

- ▶ TOPPERS版鹿威し, TOPPERS二足歩行ロボット教材
- ▶ ETロボコン向けTOPPERS活用セミナー教材

開発成果物の主な利用事例

コンシューマ機器への組み込み事例



PM-A970 (エプソン)



DO!KARAOKE
(松下電器産業)

945SH
(シャープ)



IPSiO GX e3300 (リコー)



UA-101 (Roland)



XW-P1 (カシオ)

産業機器等への組み込み事例



キザシ (スズキ)



H-IIIB (JAXA)



ASTRO-H (JAXA)
<開発中>

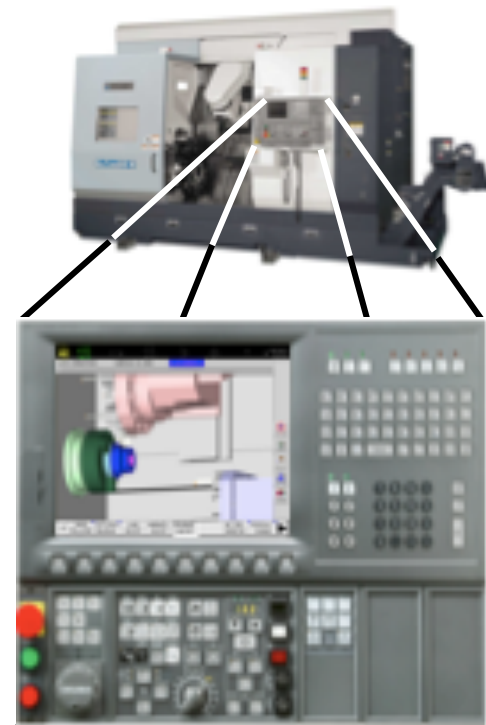
アーク溶接機
DP-350
(ダイヘン)



分光測色計 CM-3700A
(コニカミノルタ)



HDDデュプリケータ
Demi XG3031 (YEC)



NC装置 OSP-P200
(オークマ)

AUTOSARベースのプラットフォーム 開発プロジェクトの開始について

AUTOSARの現状と我々の問題意識

AUTOSARの開発の現状

- ▶ AUTOSARプラットフォームは、欧州の2～3社のソフトウェアベンダがほぼ独占的に提供
 - ▶ それらのベンダは100人以上の技術者で開発
 - ▶ 国内で、これだけの規模でOSを開発できる企業は？
- ▶ この状況のままでは、近い将来に、車載制御システム向けのプラットフォーム(OS)は寡占状態になる可能性も
 - ▶ 他の分野(PC, スマホ)では、有力なOSは、グローバルに3つ程度しか残っていない

我々の問題意識

- ▶ 車載制御システムのプラットフォーム(OS)がすべて海外製になって大丈夫か？(自動車産業の「ものづくり力」が低下しないか？)

APコンソーシアムの概要

正式名称

- ▶ 車載制御システム向け高品質プラットフォームに関するコンソーシアム型共同研究

コンソーシアム型共同研究とは？

- ▶ 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)が設定した研究開発テーマに、複数の企業の参加を得て研究・開発を進める共同研究

実施内容と実施期間

- ▶ AUTOSAR仕様をベースとして、高品質な車載制御システム向けプラットフォームに関する研究開発を行う
 - ▶ AUTOSAR仕様に対して大幅な修正(改良)を行うような研究開発も含む
- ▶ 単年度毎の実施契約で、3年程度の継続実施を予定

APコンソーシアムの目標とアプローチ

研究開発の目標

- ▶ 日本の自動車産業のニーズに合致した、軽量で高品質なプラットフォームを開発する
- ▶ 開発するプラットフォームを、グローバルに有力な車載制御システム向けプラットフォームのトップ3の内の1つとすることを目指す

目標に向けてのアプローチ

- ▶ 開発したプラットフォームは、TOPPERSプロジェクトからオープンソース化することを基本とする
 - ▶ 目標達成のためには、多くの企業の協力を得る必要があり、オープンソースはそのための手段
- ▶ ただし、コンソーシアムメンバー以外には有償でライセンスする部分も設定する

2014年度の研究開発項目

(a) TOPPERS/ATK2の機能安全規格対応

- ▶ ATK2を機能安全規格対応するために不足している開発項目（設計書ベースの検証、既存の検証スイートで不足しているテストの開発など）を実施
- ▶ SC1, SC3, MCの順に実施する（2014年度内にどこまで実施できるかは、参加する企業数による）
- ▶ ATK2コンソーシアムのクローズな開発成果をベースにする
 - ▶ 開発成果を持ち帰るためには、ATK2カーネルの設計書および検証スイートの利用権を持っていることが必要

(b) 時間パーティショニング機能の検討・開発

- ▶ 「パーティショニング機能に関する標準規格の提案」をベースとして、機能安全要件を満たす時間のパーティショニング機能を検討・開発（AUTOSAR仕様に対する大幅な修正）
- ▶ 検討成果は、AUTOSAR Japan WPに提案する計画（欧州で実施のWPに参加するのは難しい）

(c) BSWモジュールの開発

- ▶ 各種のBSWモジュールを開発
 - ▶ どのBSWモジュールを開発するかは、参加企業の希望により定める
- ▶ (工数があれば)BSWモジュールのマルチコア化を実施
- ▶ 通信スタックの開発は、ATK2コンソーシアムのクローズな開発成果をベースとする
 - ▶ 該当する開発成果を持ち帰るためには、通信スタックの設計書およびテスト環境の利用権を持っていることが必要

(d) RTEジェネレータの拡張とインテグレーション

- ▶ RTEジェネレータを、(a)～(c)の開発成果物に対応できるように拡張
- ▶ APコンソーシアムの開発成果がインテグレーションできることの確認作業を実施
- ▶ ATK2カーネルと他のオープンなBSW (COMASSO等) のインテグレーションを実施

知的財産権の取り扱い

知的財産権の帰属

- ▶ 開発したソフトウェアの著作権は、その開発に研究者/技術者を出した企業および名古屋大学が、出した研究者/技術者の数に応じた比率で所有する

オープンにする開発成果

- ▶ ターゲットシステム上で動作するソフトウェアとRTEジェネレータのソースコードおよびその利用に必要な文書(ユーザズマニュアル等)は、TOPPERSプロジェクトからオープンにする
 - ▶ その際の知的財産権の取扱いは、TOPPERSプロジェクトの「開発成果物の知的財産権に関する規則」に従う
 - ▶ 参加企業は、TOPPERSプロジェクトの会員であることを想定
- ▶ 研究開発項目(d)の開発成果は、すべてオープンにする

参加のメリット

自由に改変できるプラットフォームの獲得

- ▶ 自由に改変できるAUTOSARプラットフォームを自社で持ちたい企業には、重複投資が回避でき、自社だけでは難しい広範囲の開発が可能になる
- ▶ 自社の要求を、開発するソフトウェアに盛り込むことができる

開発成果物の無償利用権

- ▶ コンソーシアムの開発成果物を無償で利用できる

AUTOSARに関する知験の獲得

- ▶ AUTOSARに関する深い知験(例えば、オーバヘッドが大きい仕様は何かや問題点がどこにあるか)を獲得することができる

技術者育成

- ▶ AUTOSARおよび開発したソフトウェアの技術に精通した技術者を育成することができる
- ▶ 開発したソフトウェアに対するサポートビジネス等が可能になる

今後のスケジュール

2013年

- ▶ 11月:ET2013においてAPコンソーシアムの開始をアナウンス. 参加企業の募集を正式に開始
- ▶ この間:知財規則等について検討

2014年

- ▶ 1月末:参加企業の第1次締め切り
- ▶ 3月18日:準備運営委員会(同日に, ATK2コンソーシアム成果報告会を実施)
- ▶ 4月:活動開始

連絡先

- ▶ APコンソーシアムに関するお問い合わせは, 以下のメールアドレス宛にお願いします

atk2-conso-staff@nces.is.nagoya-u.ac.jp

参考) ATK2コンソーシアムの概要

正式名称

- ▶ 次世代車載システム向けRTOSの仕様検討及び開発に関するコンソーシアム型共同研究

コンソーシアム型共同研究とは？

- ▶ 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)が設定した研究開発テーマに、複数の企業の参加を得て研究・開発を進める共同研究の形態

実施期間

- ▶ 2011年度～2013年度の3年計画で実施中(名古屋大学と参加企業との間の共同研究契約は年度単位)

研究開発成果の取扱い

- ▶ 開発したRTOS, 通信スタック, RTEジェネレータは, 開発終了後, TOPPERSプロジェクトからオープンソース化
- ▶ 検証スイートと設計書は, コンソーシアム参加企業は自由に使用できる. 参加企業以外には有償でライセンス

参加企業

- ▶ (株) ヴィッツ
- ▶ (株) 永和システム
マネジメント
- ▶ (株) OTSL
- ▶ (株) サニー技研
- ▶ (株) デンソー
- ▶ (株) 東芝
- ▶ トヨタ自動車(株)
- ▶ (株) 豊田自動織機
- ▶ 日本電気通信システム(株) [2012
年度まで]
- ▶ パナソニック アドバンステクノロジー(株)
- ▶ 富士通VLSI(株) [2012年度まで]
- ▶ 富士ソフト(株)
- ▶ ルネサス エレクトロニクス(株)

ATK2コンソーシアムの予定成果

RTOS

- ▶ 次世代車載システム向けRTOS外部仕様書
- ▶ RTOSの実装(ソースコード) → ATK2
 - ▶ SC1 … SC1(基本機能)のフルセット相当の機能
 - ▶ SC3FL2 … SC3(メモリ保護拡張)のサブセット(機能レベル2)相当の機能
 - ▶ SC1-MC … SC1のマルチコア対応
 - ▶ SC3FL2-MC … SC3LF2のマルチコア対応
- ▶ RTOSの設計書
 - ▶ 外部仕様書からのトレーサビリティが取れたもの
- ▶ RTOSの検証スイート → AKTSP
 - ▶ 開発したRTOSの機能範囲に対応
 - ▶ 外部仕様書からのトレーサビリティが取れたもの

通信スタック

- ▶ 通信スタックの外部仕様書
- ▶ 通信スタックの実装(ソースコード)
 - ▶ AUTOSAR COM仕様, CAN Interface (CANIF) 仕様のサブセット
- ▶ 通信スタックの設計メモ
- ▶ 通信スタックの検証スイート
 - ▶ AUTOSARのコンフォーマンステストを実行できる環境

RTEジェネレータ

- ▶ RTEジェネレータの実装(ソースコード)
 - ▶ 開発したRTOSと通信スタックの範囲に限定したもの

デモアプリケーション

TOPPERS公式マスコットを決定！

TOPPERS公式マスコットを決定！

公式マスコット決定の経緯

- ▶ NPO法人化10周年を記念して公式マスコットを作ることに
- ▶ 運営委員会でモチーフを検討. 小柄ながら空高く自由に舞う機敏な姿にTOPPERSプロジェクトのイメージを重ねて, 「ツバメ」に決定
- ▶ 「ツバメ」をモチーフに公式マスコットのデザインを募集
- ▶ 多数の応募の中から運営委員会において審査し, 松本美菜子さんの作品を公式マスコットに選定



TOPPERSプロジェクトの 最新の活動状況

重点的に取り組んでいるテーマ

次世代のリアルタイムカーネル技術

- ▶ TOPPERS新世代カーネル(ITRON仕様からの発展)
- ▶ 次世代車載システム向けRTOS(AUTOSAR仕様をベース)

ソフトウェア部品化技術

- ▶ TECS(TOPPERS組込みコンポーネントシステム)

組込みシステム向けプラットフォームと開発支援ツール

- ▶ 車載制御システム向けプラットフォーム(AUTOSAR仕様)
- ▶ 宇宙機向けソフトウェアプラットフォーム
- ▶ 各種のミドルウェアや仮想化技術
- ▶ 開発支援ツール(シミュレータ, 可視化ツール)

技術者育成のための教材開発

- ▶ プラットフォーム技術者の育成
- ▶ ETロボコン向けプラットフォームと教材の提供

次の10年を見据えた活動指針 (2011年度に策定)

Smart Futureのための組込みシステム技術

- ▶ 組込みシステム技術を、持続可能なスマート社会の実現 (Smart Future) のための重要な要素技術の1つと位置づけ、その研究開発と普及に取り組む
- ▶ それに向けての研究開発課題
 - ▶ Safety & Security
 - ▶ Ecology (高エネルギー効率)
 - ▶ Connectivity

コンソーシアムによるオープンソースソフトウェア開発

- ▶ 同じ技術に関心を持つプロジェクトメンバによりコンソーシアムを結成し、複数組織の協力によりソフトウェアを開発
- ▶ 開発したソフトウェアは、TOPPERSプロジェクトからオープンソースソフトウェアとして公開

ECHONET Liteミドルウェアの開発

ECHONET Lite(エコーネットライト)とは？

- ▶ エコーネットコンソーシアムが策定したスマートハウス向け制御プロトコルおよびセンサーネットプロトコル
- ▶ ISO規格およびIEC規格として国際標準化されている
- ▶ 2011年12月に、経済産業省に日本国内でのHEMS標準プロトコルとして認定された

開発のスキーム

- ▶ 「ソフトウェア開発委託事業」により開発を実施中
 - ▶ TOPPERSプロジェクトで開発テーマをECHONET Lite規格対応通信ミドルウェアに決定し、開発者を公募
 - ▶ 応募者の中から、コアーズ(株)を選定し、開発を委託
- ▶ 開発が完了したら(2013年度末を予定)、オープンソースソフトウェアとして公開予定

Mindstorms EV3向けプラットフォームの開発

LEGO Mindstorms EV3

- ▶ LEGO Mindstormsシリーズ (ETロボコンで採用) の最新版
 - ▶ 2013年9月発売
- ▶ 標準のOSはLinux
- ▶ 主なハードウェア仕様
 - ▶ プロセッサ: ARM9
 - ▶ メインメモリ: 64MB
 - ▶ ストレージ: フラッシュメモリ (16 MB), SDカード



開発中のプラットフォームの構成

- ▶ HRP2カーネル
- ▶ 各種のデバイスドライバ
- ▶ TECSサポート, mRubyサポート

パーティショニング規格の検討

仕様検討の背景

- ▶ 機能安全規格への対応が求められる中で、ソフトウェアの開発/検証コストを最適化するために、パーティショニング機能は不可欠
- ▶ 良いパーティショニング規格がない(AUTOSAR OS仕様は、時間保護に問題が多い)

策定した仕様におけるパーティション間の時間保護

- ▶ 各パーティションは、システム周期内で各パーティションを実行するタイムウィンドウを決める方式(航空機向け規格であるARINC 653で採用)をベースとして、システム割込み(タイムウィンドウによらずに受け付けられる割込み)を許すように拡張した方式でスケジュール
- ▶ パーティション内で複数のタスクを実行する場合には、従来のOSと同じ方式でスケジュール(階層型スケジュール)

パーティショニング規格の策定経緯

- ▶ 名古屋大学 組込みシステム研究センター(NCES), (株) ヴィッツ, (株) OTSL, TOPPERSプロジェクトの4者合同で検討し, パーティショニング規格を取りまとめ
- ▶ 2013年5月に, TOPPERS会員向けの公開
- ▶ 2013年11月に, 一般公開

パーティショニング規格の活用状況と計画

- ▶ NCES: TOPPERS/ATK2へ, 規格に基づいた機能の導入を検討する
- ▶ (株) ヴィッツ: 規格に基づいたRTOS TOPPERS/PARKおよびOwls Partitioningパッケージを開発した
- ▶ (株) OTSL: 規格に基づいた機能をPikeOSに実装する
- ▶ TOPPERSプロジェクト: 第3世代カーネルの1つとして, 規格に基づいたリアルタイムカーネルを開発する

第3世代のリアルタイムカーネルへ

求められている/求められつつある技術・機能

- ▶ 機能安全からの要求に応えられるパーティショニング機能
- ▶ ティックレスの高分解能タイマと外部時刻同期
- ▶ マルチコアにおける動的ロードバランシング
- ▶ メニーコアプロセッサへの対応

一方、必要性が低いと考えられる機能もある

例) タスク例外処理機能

TOPPERS第3世代カーネルへ

- ▶ 現状のリアルタイムカーネル(第2世代)の次の世代と位置付けた方が、大胆な仕様が導入できる
- ▶ 第3世代においても、2系列(ITRON系, 車載系)のリアルタイムカーネル開発は、引き続き維持していく

TOPPERSカーネル開発ロードマップ

