

TOPPERSプロジェクトの現状と今後 ～NPO法人化10周年を迎えて～

2012年6月21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/>

AGENDA

TOPPERSプロジェクトの現状と方向性(復習)

- ▶ これまでの開発の流れと現状
- ▶ 次の10年を見据えた活動指針(2011年度に策定)

TOPPERSプロジェクトの最新成果

- ▶ この1年の成果(一般公開, 早期リリース, 利用状況など)
- ▶ TOPPERS/ATK2, mRuby, スペースワイヤOS

TOPPERSプロジェクトの今後

- ▶ 次の世代のリアルタイムカーネル
- ▶ TOPPERS/ATP
- ▶ ECHONET Lite規格対応通信ミドルウェアの開発

皆様へのお願い

TOPPERSプロジェクトの現状と 方向性（復習）

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、組み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

組み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 **今年で10周年**
- ▶ 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

- ▶ 組み込みシステムの要求に合致し, 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

組み込みシステム開発技術と開発支援ツールの開発

- ▶ 高品質な組み込みシステムの効率的な開発を支援

組み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

リアルタイムカーネル開発の流れ

! 高信頼性・安全性・リアルタイム性を追求

第1世代のリアルタイムカーネル

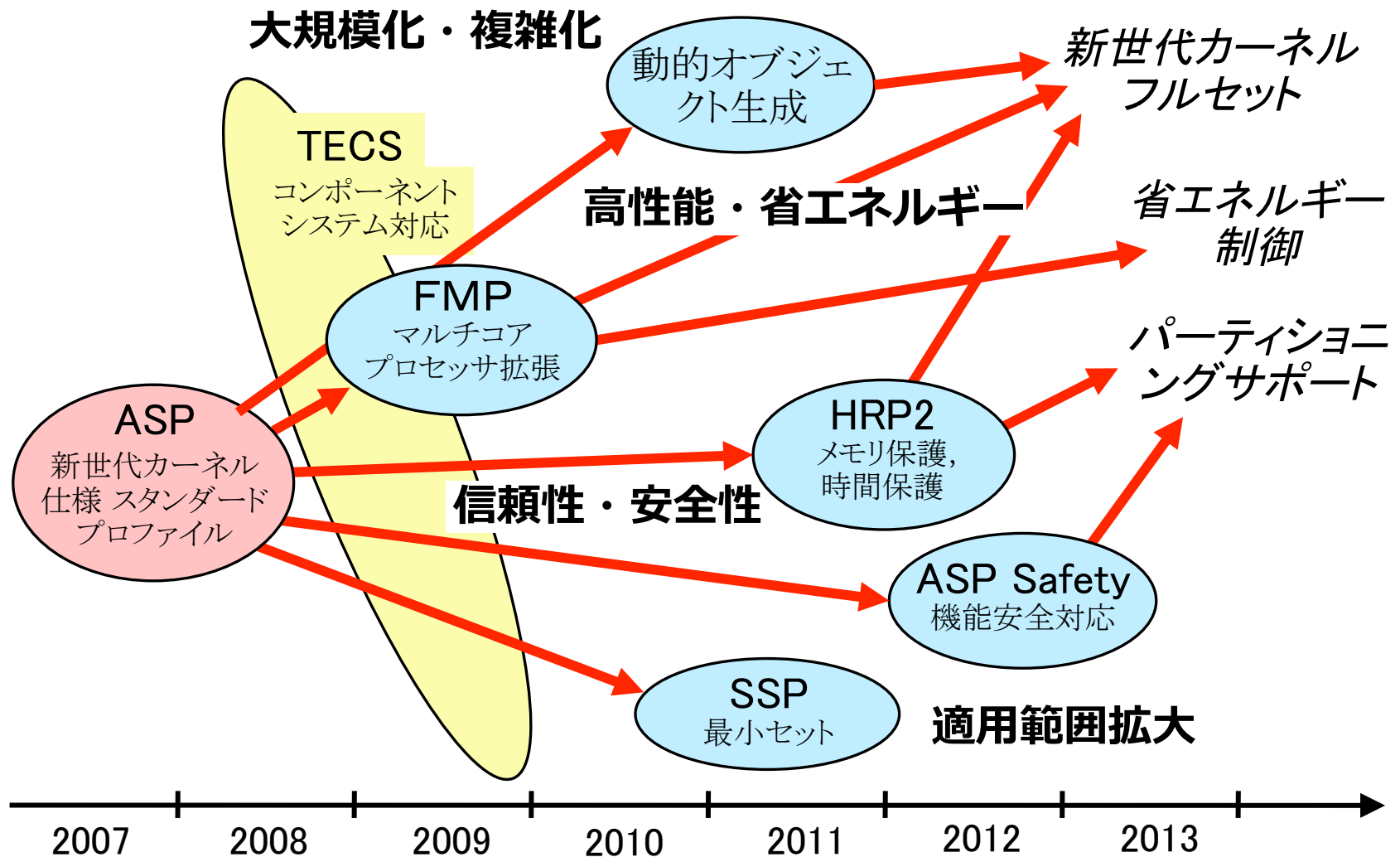
- ▶ μ ITRON4.0仕様準拠 + α のリアルタイムカーネル
 - ▶ TOPPERS/JSP, FI4, FDMP, HRP
- ▶ OSEK/VDX OS仕様準拠のリアルタイムカーネル
 - ▶ TOPPERS/ATK1

第2世代のリアルタイムカーネル

- ▶ TOPPERS新世代カーネル (ITRON仕様からの発展)
 - ▶ TOPPERS/ASP, FMP, HRP2, SSP
- ▶ AUTOSAR OS仕様ベースのリアルタイムカーネル
 - ▶ TOPPERS/ATK2 (SC1, SC3, SC1-MC, SC3-MC)

! 次の展開を考えるべき時期に来ている

TOPPERS新世代カーネル開発ロードマップ



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仕様ベース)

ソフトウェア部品化技術, セキュリティ向上技術

- ▶ TECS(TOPPERS組込みコンポーネントシステム)
- ▶ SafeG(高信頼組込みシステム向けデュアルOSモニタ)

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

- ▶ 開発支援ツール(シミュレータ, 可視化ツール)
- ▶ 車載制御システム向けソフトウェアプラットフォーム
- ▶ 宇宙機向けソフトウェアプラットフォーム(SpaceWire OS)

技術者育成のための教材開発

- ▶ プラットフォーム技術者育成のための教材
- ▶ ETロボコン向けプラットフォームと教材の提供

組み込みシステムの今後の変化

制御と情報処理の統合（統合システム，融合システム）

- ▶ 情報通信技術と組み込みシステム技術を活用したスマート社会を構築することが世界的な流れ
 - ▶ スマートグリッド，スマートコミュニティ，エネルギーITS，…
- ▶ 組み込みシステムと情報システムを結合した大規模な統合システム（融合システム）の構築が重要に

ネットワークによる機能再配置 ← クラウドコンピューティング

- ▶ それぞれのサービスの複雑化はさらに進むと思われる
- ▶ すべての機器がネットワーク接続されれば，すべての機器が汎用・多機能である必要はない
 - ! パラダイムチェンジの時期の見極めが難しい

消費電力あたりの性能の向上

- ▶ 新しいハードウェア技術の導入が必要

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

TOPPERSプロジェクトの最新成果

この1年に一般公開した開発成果

2012年(6月～12月)

- 6月8日 TOPPERS/SSPカーネル Release 1.1.1
- 6月12日 TECS Release 1.1.0 (RPC対応パッケージ)
- 7月13日 SafeG Release 0.4
- 11月14日 TOPPERS/ATK1+TECS Release 1.0.0
! 最初の一般公開
- 12月27日 TOPPERS新世代カーネル統合仕様書 Release 1.5.0
- 12月27日 TOPPERS/ASPカーネル Release 1.8.0
- 12月27日 TOPPERS新世代カーネル用コンフィギュレータ Release 1.9.0
- 12月28日 TOPPERS/HRP2カーネル Release 2.1.0
▶ コンフィギュレーション手順を改善

2013年(1月～5月)

- 1月31日 TOPPERS基礎3実装セミナー教材
 - ! 最初の一般公開
- 1月31日 TOPPERS/ATK2 Release 1.0.0
 - ! 最初の一般公開
 - ▶ SC1(基本機能)のフルセットとSC3(メモリ保護拡張)のサブセットに対応
 - ▶ 「次世代車載システム向けRTOS外部仕様書」も同時に公開
- 3月21日 SafeG Release 0.5
- 4月5日 TOPPERS新世代カーネル用コンフィギュレータ Release 1.9.1
- 4月8日 TOPPERS/ATK2 Release 1.0.1
- 4月27日 TOPPERS/SSPカーネル Release 1.2.0

TOPPERS/ATK2

TOPPERS/ATK2とは？

- ▶ AUTOSAR OS仕様をベースに開発した次世代の車載システム向けのリアルタイムOS (RTOS)

開発の体制と成果の取扱い

- ▶ 名古屋大学 組込みシステム研究センター (NCES) が中心となり、複数の企業と共同で実施している「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」(略称: ATK2コンソ) により開発
- ▶ ATK2コンソは、2011年度～2013年度の3年計画で実施中
 - ▶ 2012年度は13社、2013年度は11社の企業が参加
- ▶ 開発したRTOSは一般公開．検証スイートと設計書は公開しない(参加企業以外には有償でライセンス)

配布の現状と計画

- ▶ 2013年1月に, AUTOSAR OS仕様のSC1(基本機能)のフルセットおよびSC3(メモリ保護拡張)のサブセットに相当する機能を持つRTOSを一般公開
- ▶ これと同時に, 「次世代車載システム向けRTOS外部仕様書」(AUTOSAR OS仕様をベースに, 同仕様の不都合と考えられる点の修正や, 曖昧な点の明確化などを行ったRTOSの外部仕様書)も一般公開
- ▶ これらをマルチコアプロセッサ向けに拡張したものを, 2013年6月に一般公開予定

利用の見込み

- ▶ 複数の自動車部品メーカーが採用を検討中

この1年に早期リリースした開発成果

- ▶ 早期リリース後に一般公開したものは除く

2012年(6月～12月)

11月14日 mruby⇒TECSブリッジ

- ▶ mRubyからTECSコンポーネントを呼び出すプログラムを自動生成

11月14日 mruby on ASP+TECS

- ▶ mRuby VMのTECSコンポーネント

2013年(1月～5月)

5月7日 パーティショニング機能に関する標準規格の提案

5月8日 TOPPERS/PARK (パーティション機能を持つリアルタイムOS)の安全コンセプト, 安全要求仕様書, TUV SUD コンセプトレポート

- ▶ ソースコードは6月に早期リリース予定

軽量Ruby (mRuby) フォーラムとの連携

軽量Rubyとは？

- ▶ Rubyを組み込み開発に適用できるよう軽量化し、2012年4月に公開されたオープンソースソフトウェア
- ▶ 高生産性・高可読性などのRubyの良さはそのままに、既存のC/C++アプリケーションとの共存が可能

軽量Rubyフォーラム (<http://forum.mruby.org/>)

- ▶ 軽量Rubyの維持・メンテナンス・普及活動等を行うために2013年1月に設立されたNPO法人

TOPPERSプロジェクトと軽量Rubyフォーラムの協業

- ▶ TOPPERSプロジェクト TECS WGと軽量Rubyフォーラム ライブラリWGで、以下の趣旨とする協業を行うことを合意
 - ▶ 技術を広める活動で相互に協力
 - ▶ 両技術を組み合わせて活用する

TOPPERSにおけるmRuby関連の開発

- ▶ TOPPERS/ASPとmRubyで、リアルタイム制御を実現
 - ▶ mRubyをASPカーネル上にポーティングし、mRubyのリアルタイム制御への適用性を評価
- ▶ TECS Mruby Bridge Plugin
 - ▶ mRubyからTECSコンポーネントを呼び出すプログラムを自動生成



- ▶ mRuby VMのTECSコンポーネント化

開発成果物の利用状況と受賞

利用状況

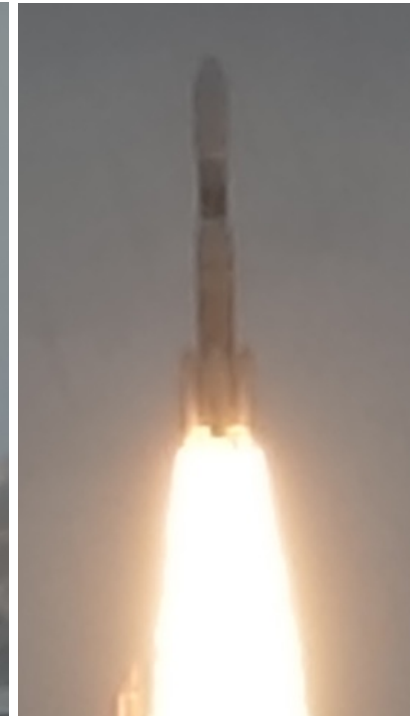
- ▶ 利用状況を正確に把握できていない
- ▶ この1年で、約50件の利用報告
 - ▶ 利用報告されていない事例が多いと思われる
- ▶ 社名を非公開とする報告が多い
- ▶ 社名を公開可とする利用報告があった企業（感謝の意味で掲載させていただきます）
 - ▶ (株)パイロン, ローランド(株), カシオ計算機(株), (株)ワイ・イー・シー

受賞

- ▶ 日本OSS推進フォーラムによる「第8回 日本OSS貢献者賞・日本OSS奨励賞」において、日本OSS奨励賞を受賞（プロジェクトとして受賞）

重要な利用事例

- ▶ TOPPERS/HRPカーネルが用いられた誘導制御計算機等を搭載したH-IIBロケットが, 2012年7月21日に, 種子島宇宙センターから打ち上げに成功



撮影: 高田広章

スペースワイヤOSの研究開発

スペースワイヤ(SpaceWire)とは？

- ▶ 次世代の宇宙機向け通信ネットワーク規格
- ▶ 国内においては、JAXA 宇宙科学研究所(ISAS)が中心になって研究開発
- ▶ 国内外の科学衛星への採用が始まっている
 - ▶ 小型実証衛星1号機(2009年打ち上げ)で実証実験
 - ▶ X線天文台衛星ASTRO-H(開発中)では, 衛星全体の通信インフラとして全面採用

研究開発の体制と成果の取扱い

- ▶ JAXAと名古屋大学 組込みシステム研究センター(NCES)の共同研究(2011年度～2012年度)により開発
- ▶ 開発したスペースワイヤOSは, オープンソースにする方向で, JAXAと協議中

研究開発の内容

- ▶ スペースワイヤ上で, リアルタイム性を保証するための柔軟な仕組みを提案 → 「SpaceWireリアルタイム性保証手法ガイドライン」
- ▶ それをサポートするソフトウェアプラットフォーム → 「スペースワイヤOS」
 - ▶ カーネルにTOPPERS/HRP2カーネルを利用
 - ▶ スペースワイヤ上での通信機能を実現するミドルウェア
- ▶ スペースワイヤ上でのメッセージスケジューリングを自動決定するためのツール

現状のターゲットハードウェア

- ▶ SpaceCard (三菱重工)
 - ▶ JAXAと三菱重工が共同開発した耐放射線システムLSI (SOI-SoC) を用いており, 宇宙機への搭載が可能

TOPPERSプロジェクトの今後

今後の展開の方向性

リアルタイムカーネル技術

- ▶ TOPPERS新世代カーネルの技術は、残っている課題はあるものの、出口が見えつつある
- ▶ 昨年度の講演では、「さらに次の世代のカーネル技術(メニーコアプロセッサや動的再構成ロジックへの対応?)までは少し時間がありそう」と言ったが...

Smart Futureに向けての研究開発課題(再掲)

- ▶ Safety & Security
- ▶ Ecology (高エネルギー効率)
- ▶ Connectivity → 分野毎の通信プロトコルへの対応が必要

次の世代のリアルタイムカーネルへ

求められている技術・機能(主なもの)

- ▶ 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

第2.5世代？第3世代？

- ▶ 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
例) タスク例外処理機能の見直し
例) 時間のパーティショニング機能の導入
- ▶ 特に車載制御システム向けは、AUTOSAR OS仕様からの乖離がしやすくなる
- ▶ 2系列(ITRON系, OSEK/AUTOSAR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/ATP

TOPPERS/ATPとは？

ATP : AuTomotive Platform

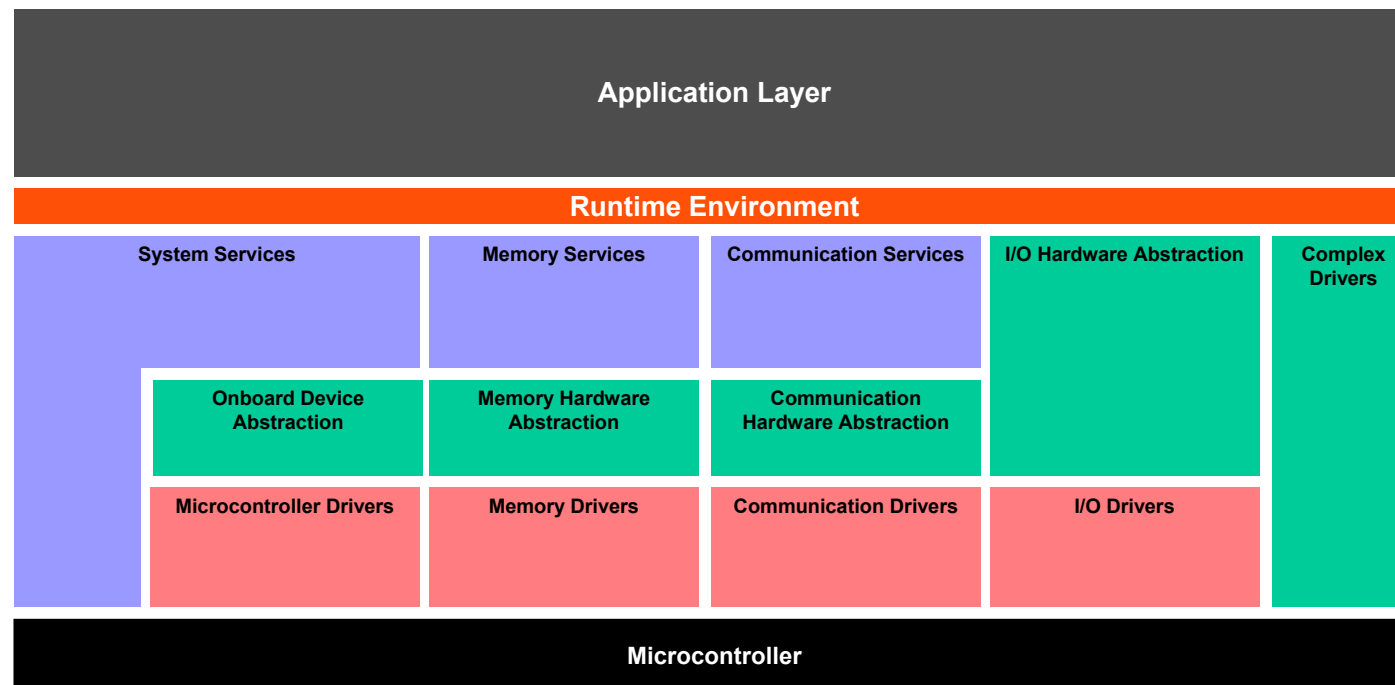
- ▶ AUTOSAR仕様をベースとした車載制御システム向けソフトウェアプラットフォーム
- ▶ TOPPERS/ATK2を核として、各種のBSWモジュールやRTEジェネレータを開発していきたい

ATK2コンソで開発中のソフトウェア(2013年度の成果目標)

- ▶ 通信スタック(COM, CANIF)
 - ▶ AUTOSAR COM仕様, CAN Interface (CANIF) 仕様をサブセット化した通信スタック
- ▶ RTEジェネレータ
 - ▶ ATK2と開発中の通信スタックの範囲に限定したもの

参考) AUTOSARプラットフォームの全貌

- ▶ BSW (Basic SoftWare) 層は, 4つの機能グループ(システム, メモリ, 通信, I/O)のそれぞれ3つの階層(サービス層, ECU抽象化層, マイクロコントローラ抽象化層(MCAL))のモジュールで構成される



AUTOSAR Layered Software Architecture 3.0.0より

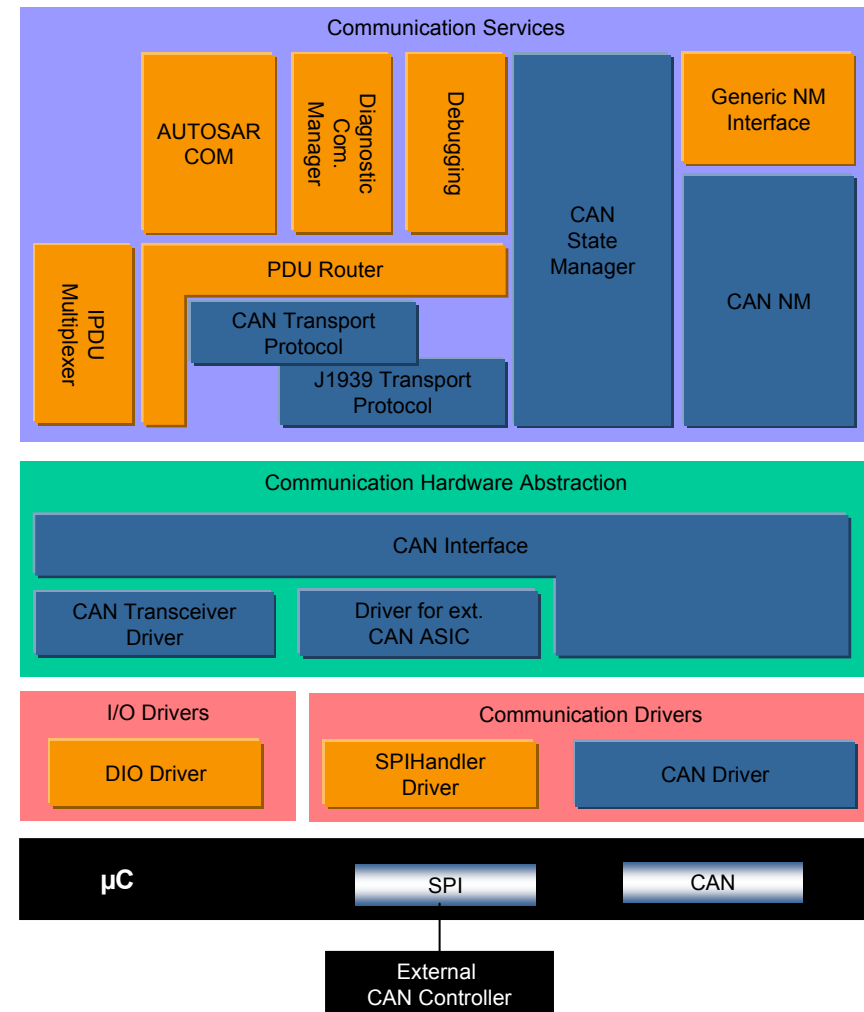
System Servicesを構成するモジュール

- ▶ AUTOSAR OS (構成図で下まで突き抜けているのがOS)
- ▶ ECU State Manager (EcuM)
- ▶ Basic Software Mode Manager (BswM)
- ▶ Communication Manager (ComM)
- ▶ Watchdog Manager (WdgM)
- ▶ Time Service (TM)
- ▶ Synchronized Time-Base Manager (StbM)
- ▶ Crypto Service Manager (CsM)
- ▶ Diagnostic Log and Trace (Dlt)
- ▶ Development Error Tracer (Det)
- ▶ Function Inhibition Manager (FiM)
- ▶ Diagnostic Event Manager (Dem)

CANのための通信スタックを構成するモジュール

- ▶ AUTOSAR COM
- ▶ Generic NM Interface
- ▶ CAN NM
- ▶ CAN State Manager
- ▶ PDU Router
- ▶ IPDU Multiplexer
- ▶ CAN Transport Protocol
- ▶ CAN Interface
- ▶ CAN Transceiver Driver
- ▶ CAN Driver

など



AUTOSAR Layered Software Architecture 3.0.0より

AUTOSARの適用の現状

- ▶ AUTOSAR推進の中心メンバ(ダイムラー, BWM, Audi)は, 積極的に適用
- ▶ 国内の自動車メーカーも徐々に適用する方向

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
- ▶ AUTOSARプラットフォームをフルセットで提供できる企業は, 国内にはない
 - ▶ 近い将来に, 車載制御システム向けのプラットフォームは, すべて海外製になる可能性も...

我々からの問題提起

- ▶ 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?)

ECHONET Lite規格対応通信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

- ▶ TOPPERSプロジェクトで開発テーマを決定し、公募により選定した企業に開発を委託する形でオープンソースソフトウェア開発を進める「ソフトウェア開発委託事業」として実施予定
- ▶ 2013年6月30日を応募期限として、開発を受託いただける企業(個人でも可)からの提案を募集中

皆様へのお願い

議論と開発への参加

議論への参加のお願い

- ▶ ユーザ要求の洗い出しや, 研究開発課題から研究開発項目へ落とし込むための議論が必要
- ▶ 以下のイベントに参加いただきたい
 - ▶ TOPPERS開発者会議
 - ▶ 技術報告会議・技術検討会議
 - ▶ TOPPERS活用アイデア・アプリケーションコンテスト
- ▶ プロジェクトの進め方に関するご意見も歓迎

(共同)開発者を募集

- ▶ TOPPERSの技術開発・ソフトウェア開発に参加して下さる方を常に募集している
 - ▶ 大きいテーマは, コンソーシアム型での開発へ

TOPPERS/ATPの開発への参加

新しいコンソーシアム(仮称: ATPコンソ)

- ▶ 2014年度から, TOPPERS/ATPの開発を進める新しいコンソーシアムを立ち上げたいと考えている
- ▶ 取り組み課題
 - ▶ AUTOSAR仕様をベースとしたBSWモジュールの整備
 - ▶ AUTOSAR仕様の不十分な点の改良(機能安全対応, マルチコアプロセッサ対応)
- ▶ 皆様へのお願い
 - ▶ 車載組込みシステムに取り組んでいる会社,に, 幅広く参加していただきたい
 - ▶ どういう形態であれば参加しやすいか, ご意見をいただきたい

最後に大事なお願い

利用事例の報告に関するお願い

- ▶ 利用事例を紹介することは、さらなる採用の促進やプロジェクトの発展につながる → ユーザにも利益が返ってくるはず
 - (1) 利用事例の把握率を上げたい
 - (2) 利用事例を公開させていただける比率を上げたい
- ▶ *TOPPERSのユーザに利用報告を促してほしい*

会員増加への協力をお願い

- ▶ TOPPERSプロジェクトは、活動資金を、広く薄く負担していただくという考え方で運営
- ▶ *TOPPERSのユーザにプロジェクトへの入会を促してほしい*