



TOPPERSプロジェクトの最新状況と 本日の発表内容について



2015年11月18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/>

TOPPERSプロジェクトの概要と 最新状況

TOPPERSプロジェクトとは?



- ▶ 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!

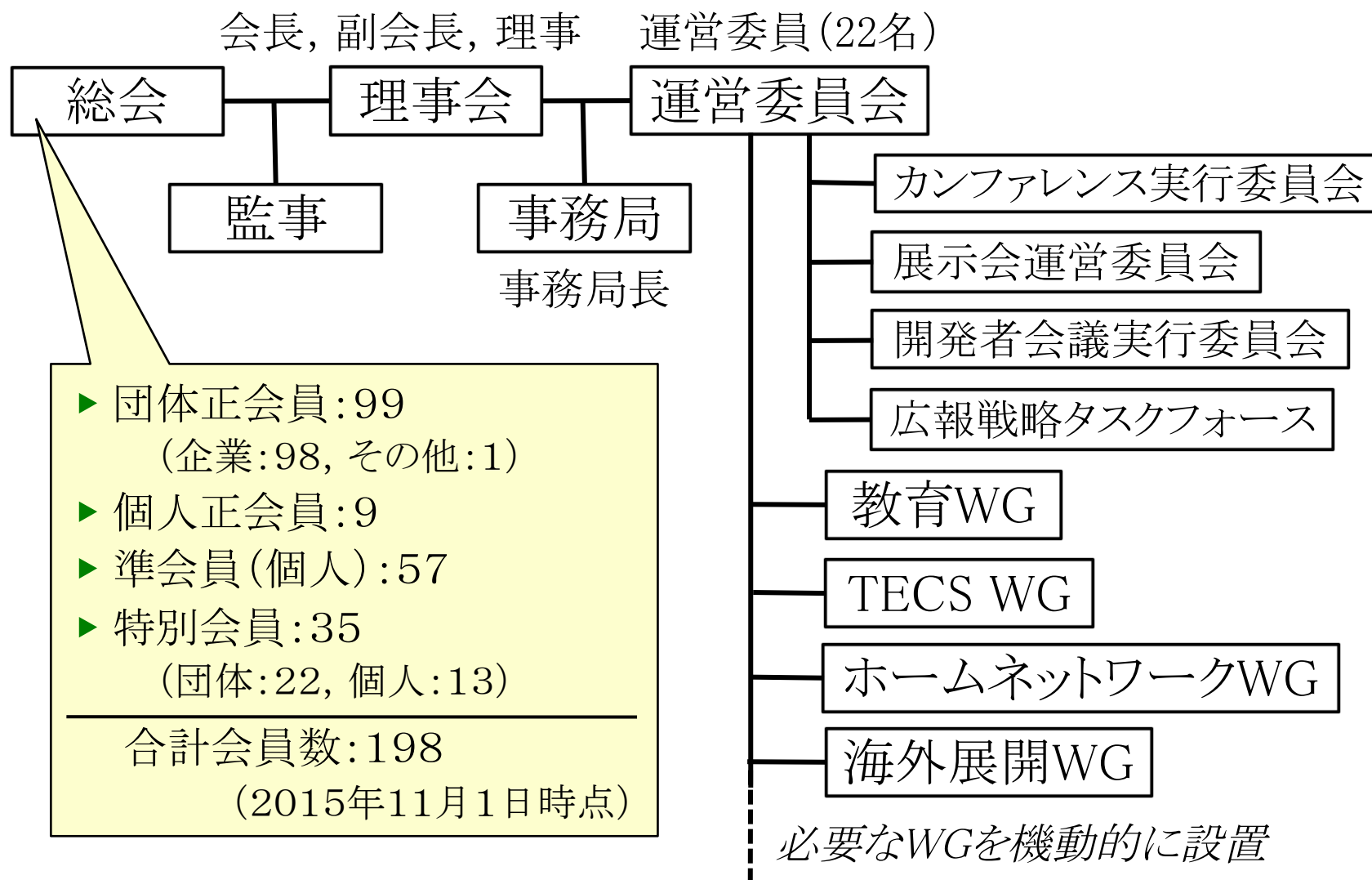
プロジェクトの狙い

- ▶ 決定版のITRON仕様OSの開発 ← **ほぼ完了**
- ▶ 次世代のリアルタイムOS技術の開発
- ▶ 組み込みシステム開発技術と開発支援ツールの開発
- ▶ 組み込みシステム技術者の育成への貢献

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

TOPPERSプロジェクトの組織と会員



主な開発成果物

一般公開しているもの

第1世代カーネル

- ▶ TOPPERS/JSPカーネル, TOPPERS/FI4カーネル
- ▶ TOPPERS/ATK1 (Automotiveカーネル バージョン1)
- ▶ TOPPERS/FDMPカーネル, TOPPERS/HRPカーネル

新世代カーネル(第2世代)

- ▶ TOPPERS/ASPカーネル, TOPPERS/SSPカーネル
- ▶ TOPPERS/FMPカーネル, TOPPERS/HRP2カーネル
- ▶ TOPPERSテストスイートパッケージ (TTSP)

AUTOSAR関連

- ▶ TOPPERS/ATK2 (Automotiveカーネル バージョン2)
- ▶ TOPPERS/A-COMSTACK, TOPPERS/A-WDGSTACK
- ▶ TOPPERS/A-RTEGEN

ミドルウェア

- ▶ TINET (TCP/IPプロトコルスタック), FatFs for TOPPERS
- ▶ TOPPERS/ECNL (ECHONET Lite通信ミドルウェア)
- ▶ RLL (Remote Link Loader), DLM (Dynamic Loading Manager)
- ▶ CAN/LINミドルウェアパッケージ

ツール, その他

- ▶ 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)
- ▶ EV3RT (LEGO Mindstorms EV3向けSPF)
- ▶ TLV (TraceLogVisualizer), TOPPERS Builder

教育コンテンツ

- ▶ 初級・中級実装セミナー教材
- ▶ 基礎1・基礎2・基礎3実装セミナー教材
- ▶ 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



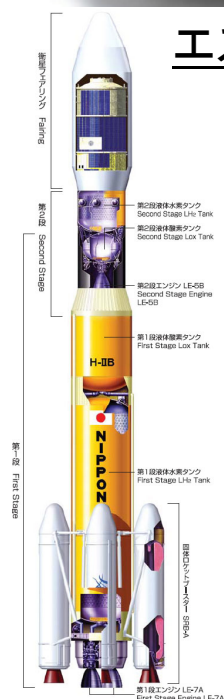
エスクード[®] (スズキ)



スカイラインハイブリッド（日産）



IPSiO GX e3300 (リコー)



H-IIB (JAXA)



提供:JAXA, イラスト:池下章裕

ASTRO-H (JAXA)

＜開発中＞



OSP-P300
(オークマ)



SoftBank
945SH
(シャープ)



UA-101 (Roland)



PM-A970(エプソン)

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

重点的に取り組んでいるテーマ

※ SPF:ソフトウェア
プラットフォーム

次世代のリアルタイムカーネル技術

- ▶ TOPPERS第3世代カーネル(ITRON系)
- ▶ 車載システム向けRTOS(AUTOSAR OS仕様からの発展)

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SPFと開発支援ツール

- ▶ 車載制御システム向けSPF(AUTOSAR仕様ベース)
- ▶ 仮想化技術(SafeG, A-SafeG), ホームネットワーク
- ▶ 宇宙機向けSPF(SpaceWire OS)
- ▶ 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SPFと教材の提供

ホームネットワークWG

設立の経緯・目的

- ▶ TOPPERS/ECNL (ECHONET Liteミドルウェア, 2014年10月にオープンソースソフトウェアとして公開)の利用促進や開発成果の発展のため, ECHONET Liteに限定せず, TOPPERSのホームネットワーク利用を促進する

活動内容(計画)

- ▶ ホームネットワークに関するプロトコルの調査
- ▶ ミドルウェアのポーティング・開発と公開
- ▶ ドライバやサンプルアプリケーションの開発と公開

体制と進め方

- ▶ 主査:長島宏明(コアーズ)
- ▶ まずは, メーリングリストとTrac/Wikiを用いて活動

TOPPERS/EV3RT

TOPPERS/EV3RTとは？

- ▶ LEGO Mindstorms EV3向けのSPF
- ▶ ETロボコン2015の公式プラットフォームに採用される(他に, MonoBrick, leJOS)

TOPPERS/EV3RTの構成

- ▶ TOPPERS/HRP2カーネル＋動的生成機能拡張
 - ▶ TOPPERS新世代カーネル仕様(μ ITRON仕様ベース)に準拠したメモリ保護機能を持つRTOS
- ▶ アプリケーションプログラムの動的ローディング機能
- ▶ 各種周辺デバイス向けのデバイスドライバとミドルウェア
 - ▶ 各種センサ, モータ, Bluetooth, SDカード, LCDなど



TOPPERS/ASP3カーネルのリリース

～IoT時代のリアルタイムOS技術構築に向けての第一歩～

TOPPERS第3世代カーネルの必要性

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
- ▶ ティックレスの高分解能時間管理と外部時刻同期
- ▶ 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 … 今後の課題

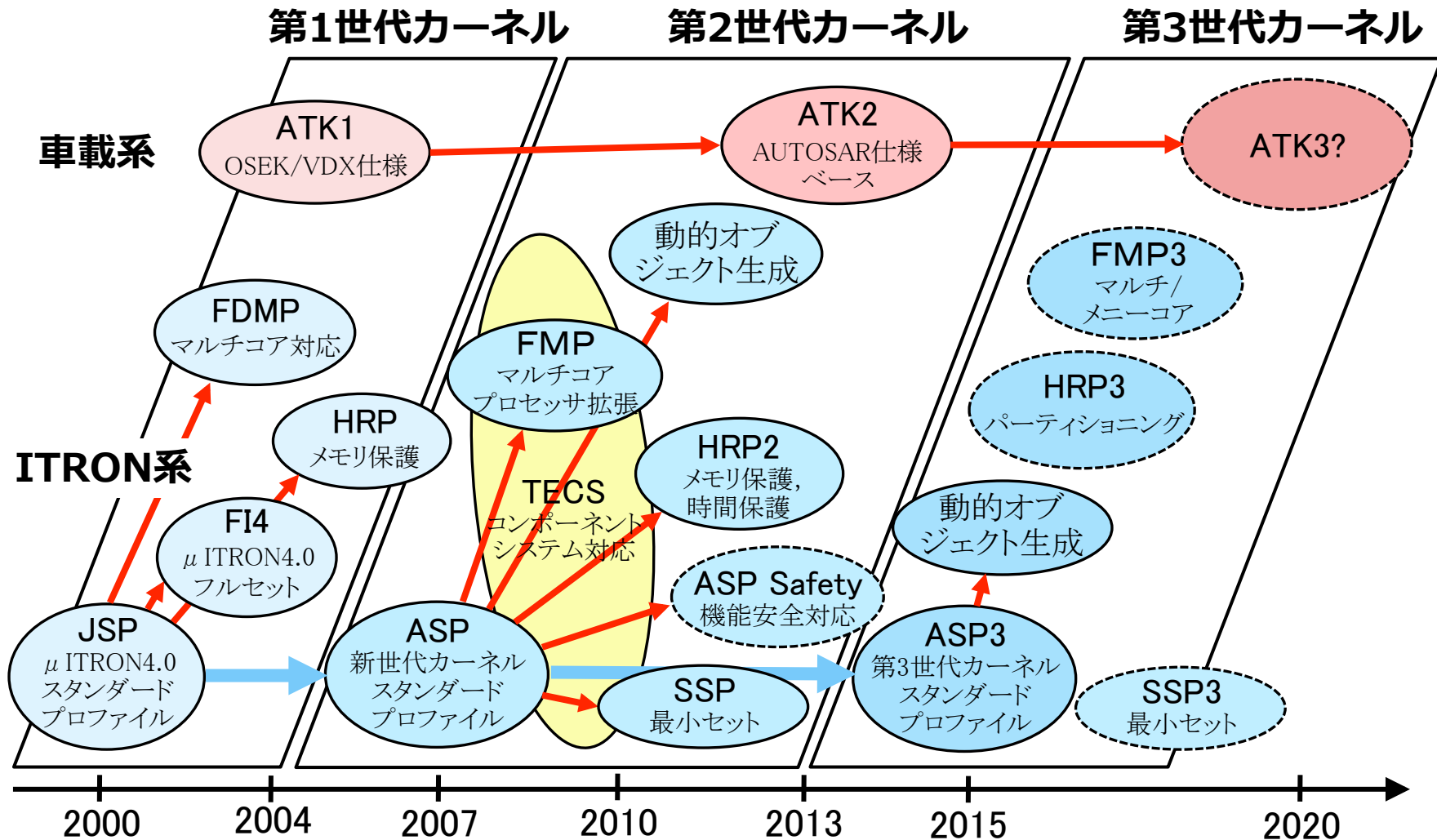
一方, 廃止すべきと考えられる機能もある

- ▶ タスク例外処理機能, メールボックス

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, 大胆な仕様変更が可能
- ▶ 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



TOPPERS新世代カーネルからの仕様変更

(1) 時間パーティショニング機能の導入

- ▶ 機能安全におけるソフトウェアパーティショニングの実現を容易にするための機能

(2) ティックレスの高分解能時間管理と外部時刻同期

- ▶ カーネルが管理する時間の分解能をミリ秒からマイクロ秒に変更
 - ▶ タイムティックを使わない実装に変更
- ▶ 外部時刻との同期のための機能を導入

(3) マルチコアにおける動的負荷分散機能への対応

- ▶ マルチコアプロセッサにおけるロードバランシングを実現するために以下の機能を導入
 - ▶ タスクとスケジューリング状態の参照機能
 - ▶ サブ優先度機能

(4)仕様のスリム化・シンプル化(主なもの)

- ▶ タスク例外処理機能の廃止とタスク終了要求機能の導入
 - ▶ 必要性が低いにもかかわらず, ターゲット依存部(特に保護機能対応の場合)の実装負担が大きいタスク例外処理機能と待ち禁止状態を廃止
- ▶ 非タスクコンテキスト専用のサービスコールの廃止
- ▶ メールボックス機能の廃止
 - ▶ 保護機能対応では不適切な機能(サポートしていない)

(5)ミューテックスの標準機能化

(6)その他の改良(主なもの)

- ▶ タイムイベント処理機能の見直し
- ▶ 起動要求をキューイングしないタスクの追加
- ▶ 保護ドメインに対するアクセス許可ベクタの新設
- ▶ 保護ドメイン毎の標準メモリリージョン

TOPPERS/ASP3カーネル

位置づけ

- ▶ TOPPERS第3世代カーネル(ITRON系)の出発点
- ▶ TOPPERS/ASPカーネルの改良版

新しく実装した機能(主なもの)

- ▶ 高分解能(マイクロ秒単位)の時間管理
- ▶ ティックレスタイマ … 省電力化に貢献
- ▶ 外部時刻同期のための機能
 - ▶ システム時刻の調整(adj_tim)
 - ▶ ドリフト量の設定(set_dft)… 拡張パッケージで実装
 - ▶ システム時刻の参照/設定(get_tim/set_tim)
- ▶ タスク終了要求機能 … タスク例外処理機能に代えて導入
 - ▶ アプリケーション単位の安全な終了/再起動に必要と考えられる機能を定義

実装の改良

- ▶ タスク例外処理機能を削除したことに伴う実装の単純化
- ▶ RTOSのコア部分に踏み込んで多数の細かな改良を実施

リリース計画

- ▶ TOPPERS会員には、β版 (Release 3.B.0) を早期リリース中
 - ▶ 最新のバージョンは、subversionからアクセス可能
- ▶ 今年末 (もしかしたら、年明けになるかも...) に一般公開

今後の計画

- ▶ 各種のプロセッサへのポーティング
- ▶ HRP3カーネル (パーティショニング機能を追加), FMP3カーネル (マルチ/メニーコアプロセッサ対応) などの開発に取り組む

ブースにおけるデモの紹介

CEREVO社製のBlueNinjaにポーティング

- ▶ 東芝製TZ1001MBG (Cortex-M4F) を搭載したCEREVO社製のBlueNinja上で, TOPPERS/ASP3カーネルを用いて, サンプルプログラムを実行



IoT向け超小型モジュール

- 幅11.0mm 奥行き37.5mm
高さ5.1mm
 - BLE対応
 - 9軸センサー(加速度, 角速度, 地磁気)と気圧センサを搭載
- ▶ ASP3の提供するティックレス高分解能タイマ機能を利用
 - ▶ ソフトウェア開発環境はすべて無償で構築可能
 - ▶ BlueNinjaBSP, TOSHIBA TZ1000 BSP, GCC

APコンソーシアムの2015年度成果の一般公開 ～AUTOSAR仕様OSのパーティショニング機能が完成～

AUTOSAR (AUTomotive Open System ARchitecture)

- ▶ 自動車, 自動車部品, エレクトロニクス, 半導体, ソフトウェア企業によるグローバルパートナーシップ(2003年に設立)
 - ▶ ソフトウェアの複雑性を軽減するために, ソフトウェア基盤 (infrastructure) の業界標準を作成
- ▶ コアパートナー(2015年時点)

BMW	Daimler	PSA Peugeot Citroen
Bosch	Ford	トヨタ自動車
Continental	GM	Volkswagen
- ▶ 最初の仕様書(群)は, 2006年春から順次発行
- ▶ Release 4.0の仕様書(群)が, 2010年春に公開
- ▶ 最新の仕様書(群)はRelease 4.2 Revision 2
 - ▶ 約100の標準仕様書と約110の関連ドキュメントなど

AUTOSAR仕様ベースのSPFの開発

問題意識と取り組み

- ▶ AUTOSAR仕様準拠SPFは、海外企業が開発競争で優位に. 近い将来, すべて海外製になる可能性も
- ▶ 名古屋大学 組込みシステム研究センター (NCES) と複数の企業によるコンソーシアム型共同研究で取り組み

ATK2コンソーシアム

- ▶ 2011～2013年度に実施. 13社が参加
- ▶ 一般公開している開発成果
 - ▶ TOPPERS/ATK2 (Automotiveカーネル バージョン2)
 - ▶ TOPPERS/A-COMSTACK
 - ▶ TOPPERS/A-RTEGEN

APコンソーシアム

※ AP: Automotive Platform

- ▶ 2014年度に開始. 28社が参加中 (オブザーバ参加を含む)

APコンソーシアムの参加企業(28社)

*は部分参加

†はオブザーバ参加

- ▶ アイシンコムクルーズ(株)
- ▶ イーソル(株)
- ▶ (株) ヴィッツ
- ▶ (株) 永和システムマネジメント†
- ▶ SCSK(株)
- ▶ APTJ(株)
- ▶ (株) OTSL†
- ▶ オムロン オートモーティブエレクトロニクス(株)†
- ▶ 京セラ(株)†
- ▶ (株) サニー技研
- ▶ (株) ジェイテクト
- ▶ スズキ(株)
- ▶ (株) デンソー *
- ▶ 東海ソフト(株)†
- ▶ (株) 東海理化電機製作所 *
- ▶ (株) 東芝
- ▶ (株) 豊田自動織機
- ▶ (株) 豊通エレクトロニクス†
- ▶ 日本電気通信システム(株)
- ▶ パナソニック(株)†
- ▶ パナソニック アドバンステクノロジー(株)
- ▶ 富士通テン(株)
- ▶ 富士ソフト(株)
- ▶ マツダ(株)
- ▶ ルネサス エレクトロニクス(株)
- ▶ 矢崎総業(株)
- ▶ ヤマハ発動機(株)†
- ▶ 菱電商事(株)†

APコンソーシアムの研究開発項目(2014～2015年度)

- (a) TOPPERS/ATK2の機能安全規格対応 **さらなる品質向上**
 - ▶ 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
- (b) 時間パーティショニング機能の検討・開発 **新機能の提案**
 - ▶ 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)
- (c) BSWモジュールの開発 **開発範囲の拡大**
 - ▶ CAN通信スタックのマルチコア向け最適化
 - ▶ ウォッチドックマネージャの開発
- (d) RTEジェネレータの拡張とインテグレーション
 - ▶ RTEジェネレータの拡張
 - ▶ 開発成果がインテグレーションできることの確認

TOPPERS/ATK2の概要

概要

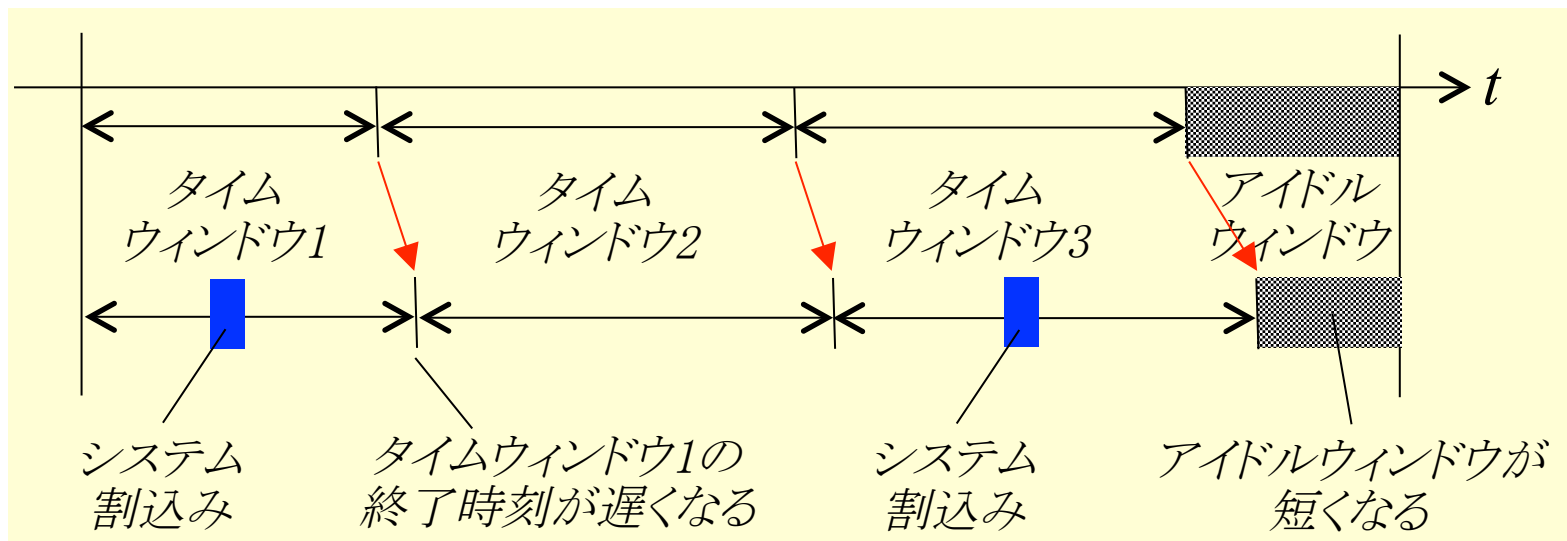
- ▶ AUTOSAR OS仕様をベースに開発したRTOS
- ▶ ATK2コンソーシアムにおいて開発を開始
- ▶ APコンソーシアムにおいて機能拡張, 品質向上
- ▶ 最初のバージョンは, 2013年4月に一般公開

現時点で一般公開しているスケーラビリティクラス

- ▶ SC1 … SC1 (基本機能) のフルセット相当の機能
- ▶ SC3 … SC3 (メモリ保護拡張) のサブセット相当の機能
- ▶ SC1-MC … SC1のマルチコア対応
- ▶ SC3-MC … SC3LF2のマルチコア対応
- ▶ SC2 … SC2 (時間保護拡張) のサブセット相当の機能
- ▶ SC1-TP … 独自の時間パーティショニング機能

TOPPERS時間パーティショニングスキーム

- ▶ 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)



新たに一般公開するスケーラビリティクラス

- ▶ SC4 … SC4 (時間保護＋メモリ保護拡張) のサブセット相当の機能
- ▶ SC3-TP … メモリ保護＋独自の時間パーティショニング機能
 - ! OSが備えるべきパーティショニング機能が揃った
- ▶ 他のスケーラビリティクラスについてもバージョンアップ

時間保護	なし	AUTOSAR 時間保護	独自の時間 パーティ ショニング
メモリ保護			
なし	SC1	SC2	SC1-TP
あり	SC3	SC4	SC3-TP

シングルコア向け

時間保護	なし
メモリ保護	
なし	SC1-MC
あり	SC3-MC

マルチコア向け

進行中の活動

- ▶ TOPPERS/ATK2の機能安全対応
- ▶ 時間パーティショニング機能の有効性評価
- ▶ BSWモジュール(TOPPERS/A-COMSTACK:通信スタック, A-WDGSTACK:ウォッチドッグスタック)の改良, テストスイートの開発
- ▶ TOPPERS/A-RTEGENの拡張
- ▶ ITRON系のRTOSへのTOPPERS時間パーティショニングスキームの導入(TOPPERS/HRP3カーネル)

今後の計画

- ▶ BSWモジュールとRTEジェネレータのバージョンアップは年度末を予定
- ▶ BSWモジュールとRTEジェネレータもソフトウェアパーティショニングに対応させていく

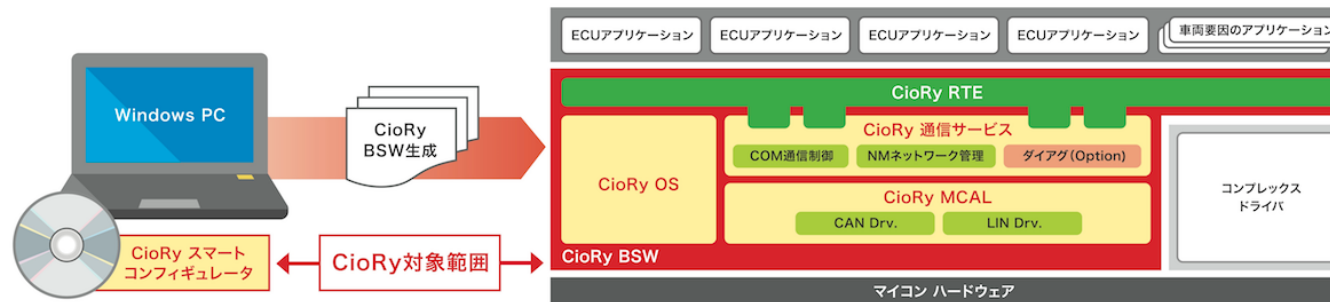
追加配付資料の説明 ～AUTOSAR関連ビジネスが活性化～

日本発、AUTOSAR準拠オールインワンフレームワークを販売開始（サニー技研）



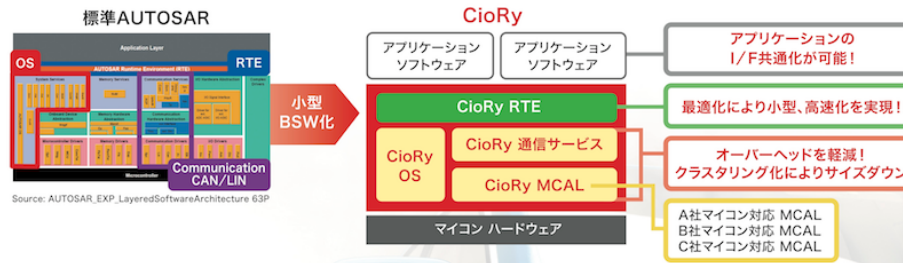
AUTOSAR準拠ICC1レベル

TOPPERS ATK1、ATK2、
A-RTEGENを活用



軽量、低負荷でローエンドマイコンでも軽快動作

- ROMサイズ30KB未満
- CPU処理負荷20%未満
- CAN/LIN MCAL搭載
- RL78/F13、F14対応
- RH850/F1L対応予定



名古屋大学発ベンチャー企業 APTJ株式会社を設立

APTJの活動と位置付け

- ▶ APコンソーシアムなどの研究開発成果を活用して、車載制御システム向けのSPFを開発・販売
 - ▶ 自動車部品メーカなどと共同でSPFを開発
 - ▶ 最新のAUTOSAR仕様をベースとする
 - ▶ 技術的な強みは、機能安全規格、サイバーセキュリティ対策、マルチコアプロセッサに効率的に対応できること
- ▶ パートナーソフトウェア企業と協力
- ▶ 名古屋大学発ベンチャー企業として設立

取締役

- ▶ 代表取締役会長・CTO(非常勤):高田広章
- ▶ 代表取締役社長:高嶋博之
- ▶ 取締役(非常勤):浅野真弘

富士ソフト、「APTJ株式会社」への出資に関するお知らせ

- ▶ 富士ソフトがAPTJ株式会社の第三者割当増資を引き受ける. 出資総額 30,000,000円
 - ▶ 今朝の日経の記事の「筆頭株主」は誤り
- ▶ 富士ソフトがAPTJ株式会社に技術者を派遣

車載ソフトウェア技術者向け「AUTOSAR開発体験キット」 ECU間アプリケーション開発の「COMスタック編」を販売 開始（富士ソフトの発表）

AUTOSAR開発体験キット

- ▶ AUTOSARの日本語解説による開発体験を可能とする教材
- ▶ 4月23日（木）より販売

COMスタック編

- ▶ 通信機能を追加拡張し、AUTOSAR準拠ECU間通信ソフトウェア開発の学習を可能に
- ▶ 11月18日（水）より販売開始

