



TOPPERSプロジェクトの最新状況と 本日の発表内容について



2016年11月16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
APTJ株式会社 代表取締役会長・CTO

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!

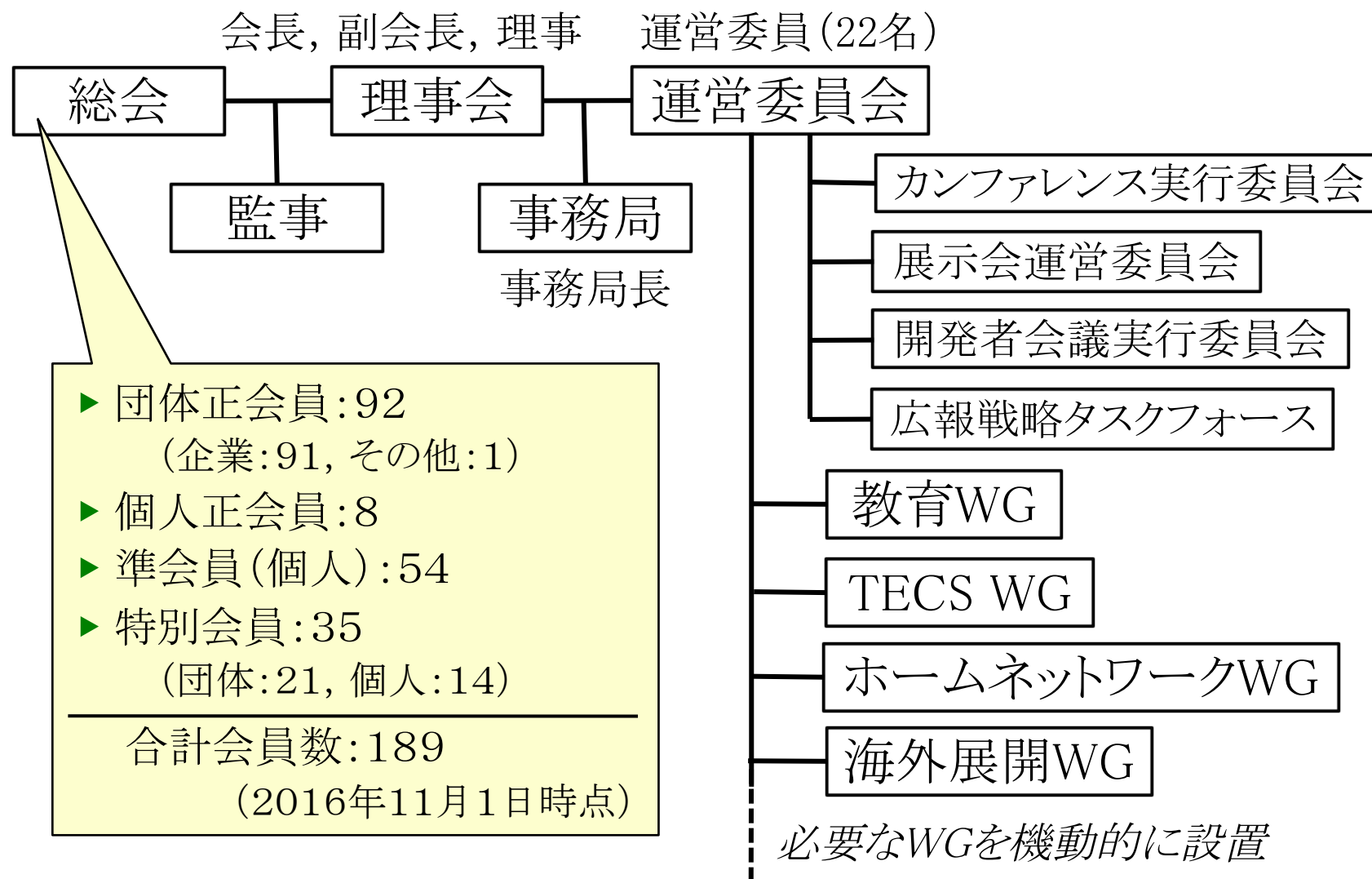
プロジェクトの狙い

- ▶ 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(第2世代)カーネル

- ▶ TOPPERS/ASPカーネル, TOPPERS/SSPカーネル
- ▶ TOPPERS/FMPカーネル, TOPPERS/HRP2カーネル

第3世代カーネル(ITRON系)

- ▶ TOPPERS/ASP3カーネル

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, FatFs for TOPPERS
- ▶ CAN/LINミドルウェアパッケージ
- ▶ TOPPERS/ECNL (ECHONET Lite通信ミドルウェア)
- ▶ RLL (Remote Link Loader), DLM (Dynamic Loading Manager)

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)
- ▶ 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

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)

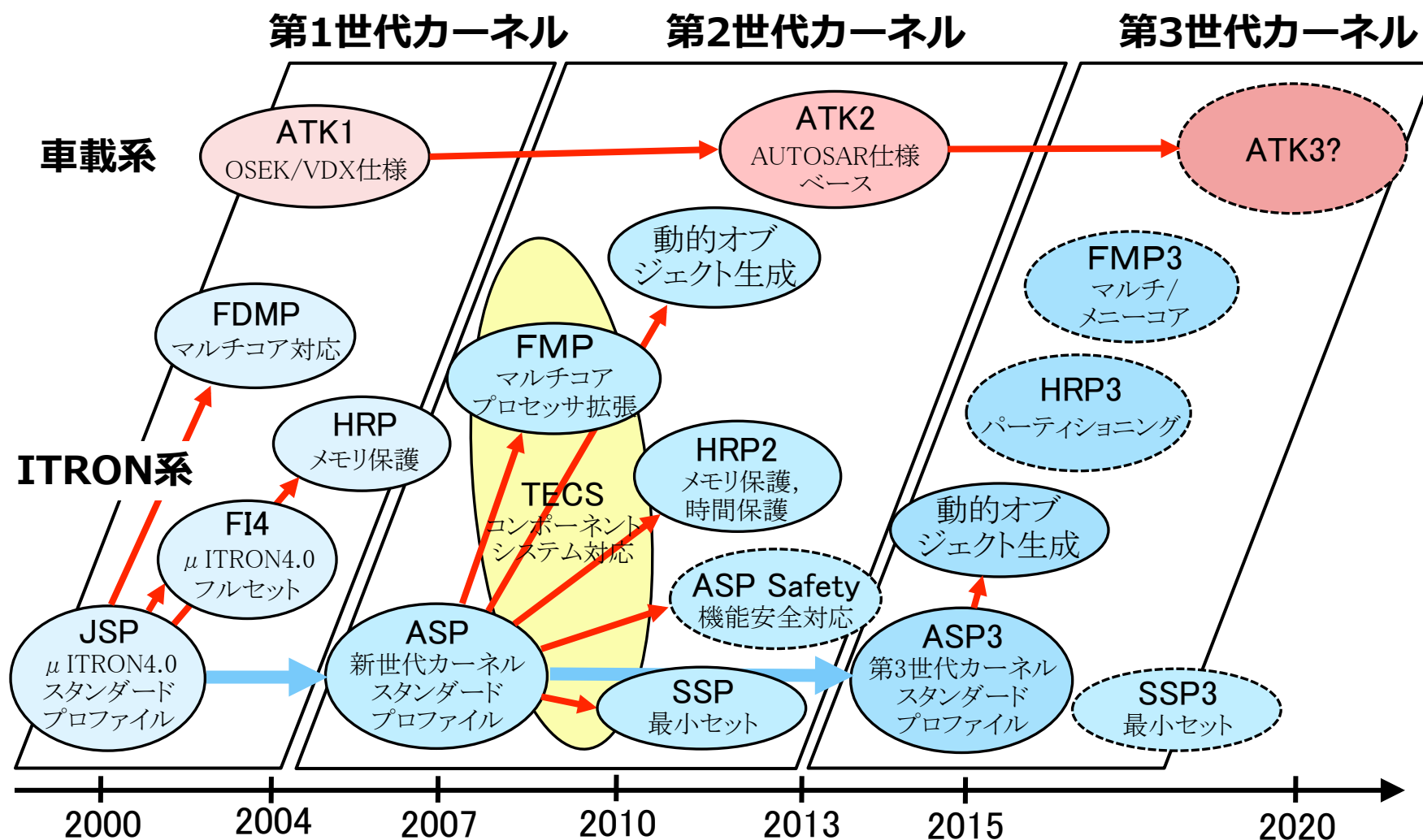
組込みシステム向けSPFと開発支援ツール

- ▶ 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

TOPPERSカーネル開発ロードマップ



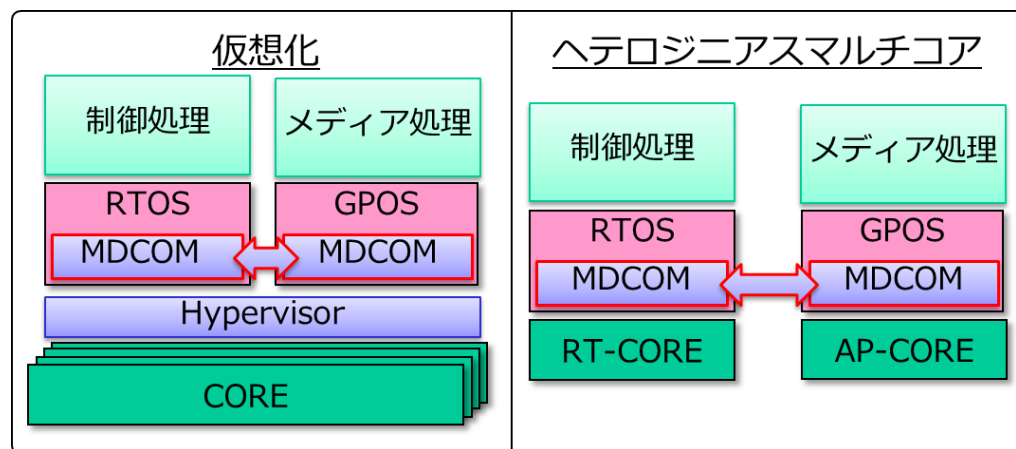
**ヘテロジニアスマルチチッププロセッサへの
対応が進むTOPPERS
～TOPPERSカーネルが
64ビットARMアーキテクチャにも対応～**

重要性を増すヘテロジニアスシステム

ヘテロジニアスシステム:リアルタイムOSと汎用OSの併用

- ▶ リアルタイムOSと汎用OSの併用は以前からある技術
 - ▶ リアルタイム性や信頼性求められる処理をリアルタイムOS上で実現
 - ▶ GUIやネットワーク処理を汎用OS上で実現
- ▶ 組込み機器の高機能化と、ヘテロジニアスマルチコアの一般化により、さらに広く使われつつある

ヘテロジニアスシステムの2つの実現方法



仮想化技術

- ▶ シングルコアないしは同種類のコアで構成されたマルチコア上で、ハイパーバイザ等を用いてリアルタイムOSと汎用OSを動作させる

SafeG

- ▶ ARM TrustZone (Cortex-Aプロセッサ向け)を用いて、TOPPERSカーネルとLinuxを安全に共存動作させる技術
- ▶ 2011年より一般公開

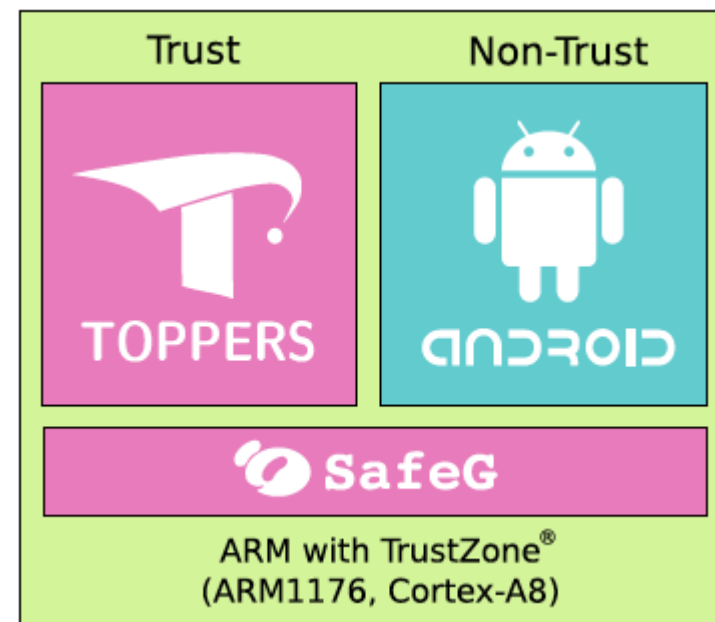
64ビットARMアーキテクチャへの対応

- ▶ ARM TrustedFiremwareの拡張により、TOPPERSカーネルとLinuxを共存動作させることが可能に
- ▶ この開発の中で、TOPPERSカーネルを64ビットARMアーキテクチャに対応させた

SafeG

SafeGの概要

- ▶ 1つのマイクロプロセッサ上で、汎用OS (LinuxとAndroid)とRTOSを安全に共存して動作させるデュアルOSモニタ
- ▶ ARM TrustZone技術を用い、RTOSをTrust状態、汎用OSをNon-Trust状態で実行
- ▶ 汎用OSにセキュリティホールがあり、特権モードで不正なプログラムが動作しても、RTOS側を保護できる



最近のリリースと開発の状況

- ▶ Release 1.2.3を、2016年7月にリリース
 - ▶ Altera社 Cyclone V SoC 開発キット (Altera SoC) と Freescale社 Sabreボード (i.MX6Q) に対応

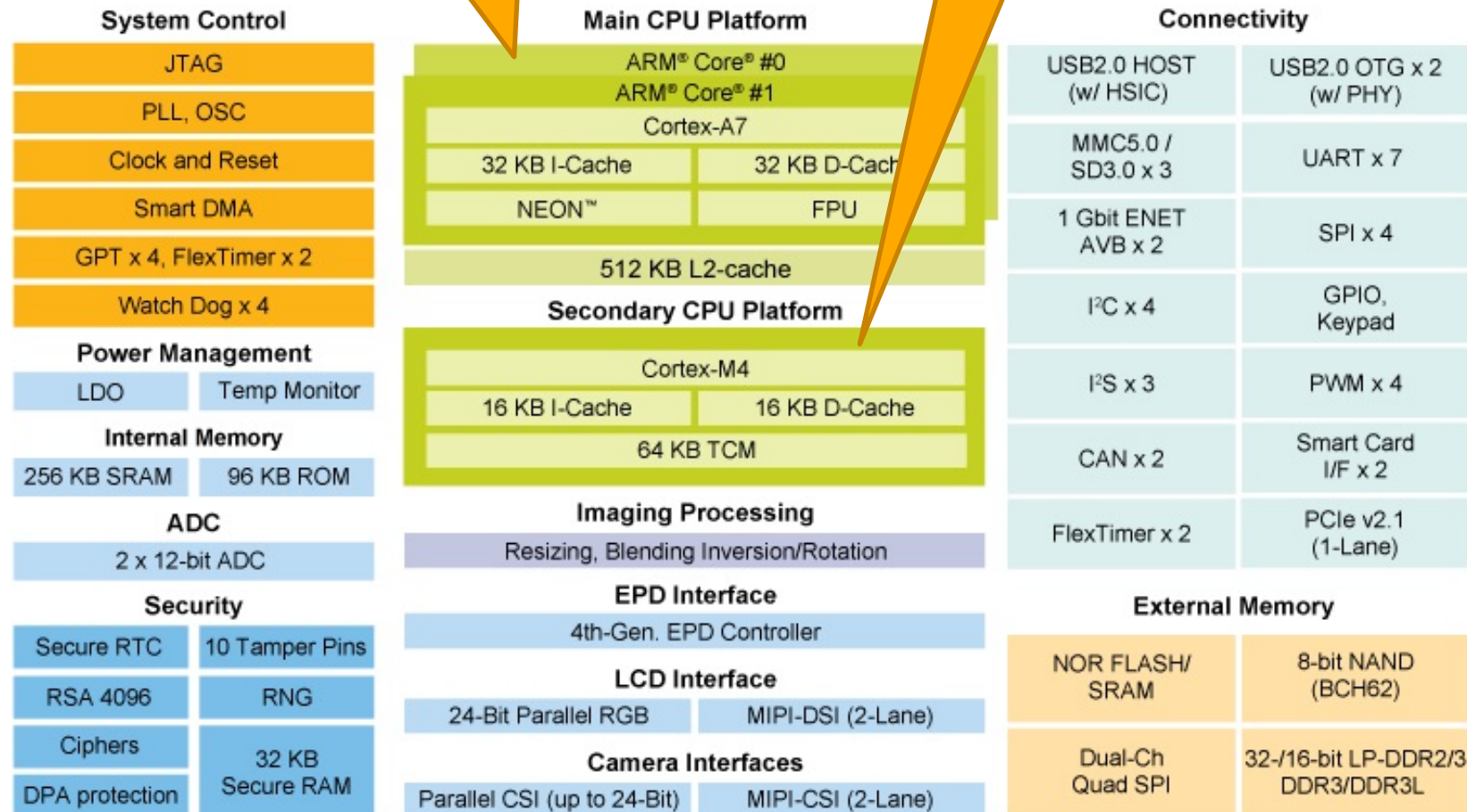
ヘテロジニアスマルチコア

- ▶ アプリケーションコア (AP-CORE) とリアルタイムコア (RT-CORE) を持つマルチコアプロセッサを利用
 - ▶ 汎用OS … AP-COREで実行
 - ▶ リアルタイムOS … RT-COREで実行

ヘテロジニアスマルチコアのサポート状況

- ▶ 現状で、以下のプロセッサで、TOPPERSカーネルとLinuxが動作
 - ▶ Zynq UltraScale+ MPSoC (Xilinx)
 - ▶ i.MX6SX, i.MX7D (NXP)
- ▶ AP-COREとRT-COREの両方でTOPPERSカーネルを動作させることも可能

NXP:i.MX7D

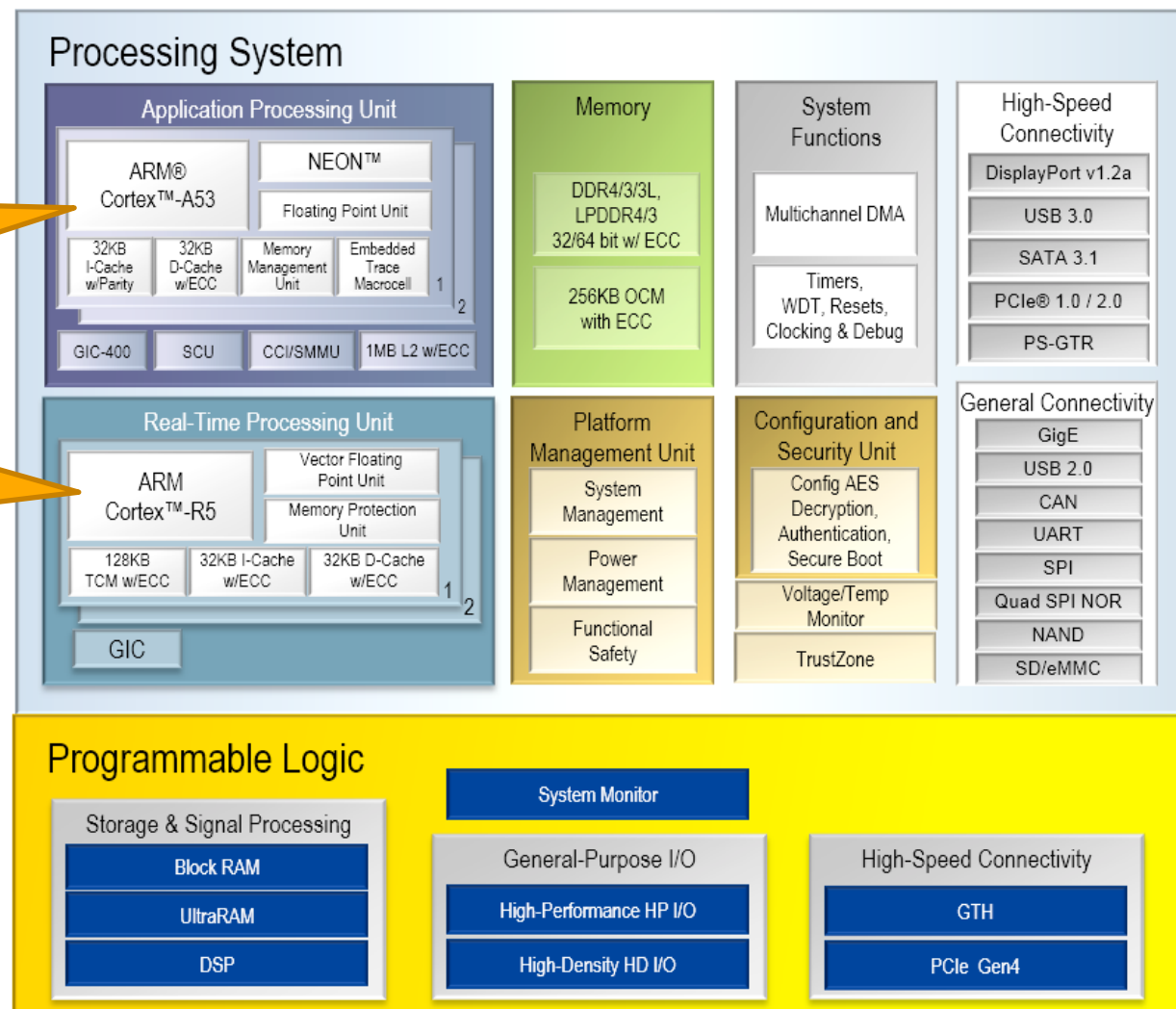


※ NXP社のウェブサイトより

Xilinx : Zynq UltraScale+ CG

AP-CORE
Cortex A53
(64ビットARM)
デュアルコア

RT-CORE
Cortex R5
デュアルコア
(ロックステップ動作可能)



※ Xilinx社のウェブサイトより

MDCOM (Multi Domain Communication Module)

OS間通信機能の必要性

- ▶ 両OS上で動作するアプリケーションが連携して処理を進めるために、OS間の通信機能が必要
- ▶ 既存のOS間通信機能であるOpenAMPがリアルタイムOSに向かない仕様となっていることから、新たなOS間通信機能が必要に

MDCOM (Multi Domain Communication Module)

- ▶ TOPPERSカーネル上のタスクとLinux上のプロセス間での通信をサポート
- ▶ 仮想化とヘテロジニアスマルチコアの両方で使用可能
- ▶ **2016年12月を目処に一般公開**

組込みコンポーネントシステム TECS V1.4.0のリリースについて

TECS (TOPPERS組込みコンポーネントシステム)

TECSとは？

- ▶ 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

TECSの特徴とアプローチ

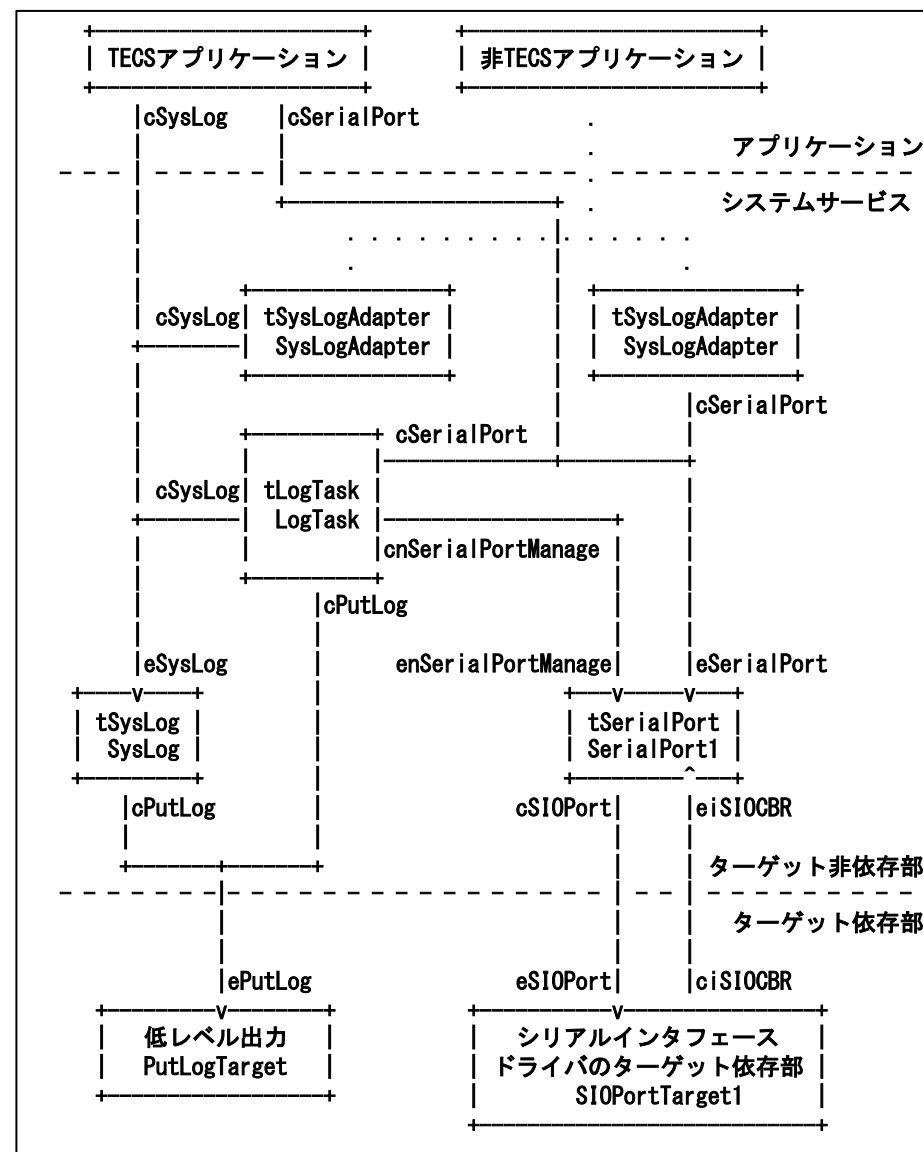
- ▶ コンポーネント間の結合を静的にし、最適化を可能に
- ▶ すべてのソフトウェアをコンポーネントとして扱える
- ▶ 遠隔呼出し(RPC)のためのコンポーネントをツールで生成

最近の取り組みと成果

- ▶ 2016年5月にmruby on EV3RT+TECSをリリース
- ▶ ASP3カーネルのシステムサービスを、TECSを用いて構築
- ▶ **2016年11月にTECS V1.4をリリース**
 - ▶ 動的結合と呼び出し制限の機能を追加

TECSの利用例) ASP3カーネルのシステムサービスとサンプルプログラム

- ▶ 右の図は, ASP3カーネルのサンプルプログラムのコンポーネント図
- ▶ ターゲット非依存部と依存部を分離 (TECSの有無に関係なし)
- ▶ 動的結合機能の追加で, 例えば, システムログの出力先を動的に切り換えることが可能に



TECS登場の背景

- ▶ ソフトウェアの部品化は必然的な流れ
 - ▶ ソフトウェアの再利用性向上のため
 - ▶ モジュール化を促進するためにも有益
 - ▶ 組込みシステムに向けたコンポーネント技術が必要
- ▶ 類似技術が同時多発的に生まれている
 - ▶ 例えば, AUTOSARの枠組みでは, アプリケーションはコンポーネントベースで構築する

TECSの普及に向けて

- ▶ システムの構築方法に大きな影響があるため, 製品への採用にはハードルが高い
 - ▶ 部分的な採用も可能ではあるが...
- ▶ TOPPERS第3世代カーネル(ITRON系)に標準利用することで, そのメリットをアピールし, 利用を促す