

TOPPERSプロジェクトの現状と方向性 ～第3世代カーネル(ITRON系)の開発状況～

2019年6月14日

高田 広章

NPO法人 TOPPERSプロジェクト 会長
名古屋大学 未来社会創造機構 教授
名古屋大学 大学院情報学研究科 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/>

AGENDA

TOPPERSプロジェクトの概要と活動指針(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)
- ▶ 組込みソフトウェア開発効率化のためのTOPPERS

TOPPERSプロジェクトの最新の成果

- ▶ この1年にリリースした開発成果
- ▶ TOPPERS BASE PLATFORM

TOPPERS第3世代カーネル(ITRON系)の開発状況

- ▶ 第3世代カーネル(ITRON系)の必要性
 - ▶ TOPPERS/FMP3カーネル, TOPPERS/HRMP3カーネル
- ＜残りは当日＞

おわりに

TOPPERSプロジェクトの 概要と活動指針（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
- ▶ 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 **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

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, TOPPERS/HRP3カーネル
- ▶ TOPPERS/FMP3カーネル, TOPPERS/HRMP3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
- ▶ 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)
- ▶ TOPPERS BASE PLATFORM (ST, CV, RV)
- ▶ 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)
- ▶ MDCOM (MultiDomain Communication Module)

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
- ▶ 基礎ハードウェア設計セミナー教材
- ▶ 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-IIIB (JAXA)



Cell³iMager duos
(SCREEN
ホールディングス)



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)

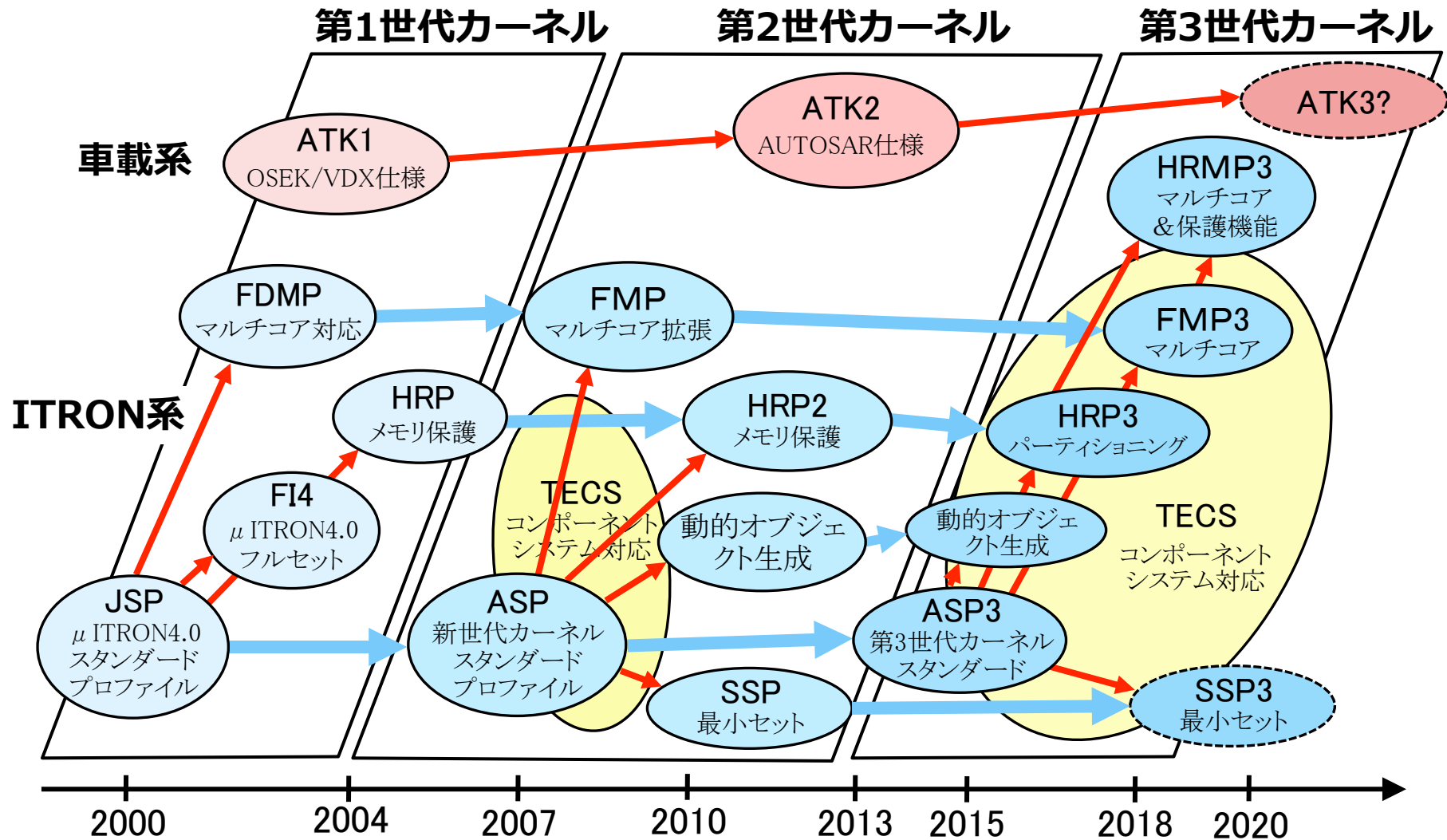
組込みシステム向けSPFと開発支援ツール

- ▶ 車載制御システム向けSPF, 宇宙機向けSPF
- ▶ TOPPERS BASE PLATFORM, ホームネットワーク
- ▶ 開発支援ツール(シミュレーション環境, 可視化ツール)
- ▶ 仮想化技術(SafeG), ドメイン間通信(MDCOM)

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



組込みソフトウェア開発効率化のためのTOPPERS

応用分野毎のプラットフォームの構築・活用と共通化

- ▶ 組込みソフトウェアプラットフォーム構築のための、品質が高く使いやすい(… 使うことで開発の効率化ができる)部品と構築技術を提供する
- ▶ いくつかの分野向けに、プラットフォーム全体を提供する

設計資産の再利用を促進する仕組みの構築

- ▶ ソフトウェアコンポーネント技術(TECS)
- ▶ TOPPERSソフトウェア自身の再利用(業界レベルでの設計資産の蓄積)

人材育成

- ▶ オープンな教材(セミナー資料とソフトウェア)
- ▶ “お手本としてのTOPPERS”

TOPPERSプロジェクトの最新の成果

この1年にリリースした主な開発成果

! 特定ターゲット向けの簡易パッケージは除く
2018年6月～2019年2月 一般公開

6月3日 mruby on EV3RT+TECS beta 2.1.0

6月6日 TOPPERS BASE PLATFORM (最初の一般公開)

- ▶ TOPPERS BASE PLATFORM (ST) V1.3.0

- … STM32マイクロコントローラ向け

- ▶ TOPPERS BASE PLATFORM (CV) V1.0.0

- … Cyclone V SoC (高機能 SoC-FPGA) 向け

- ▶ USBホストデバイスミドルウェアなど、各種のデバイスドライバとミドルウェアを含むSPF

8月23日 TOPPERS/EV3RT Version Beta 7.2

1月11日 SafeG 1.2.5

2月1日 MDCOM Release 1.0.1

2019年3月～2019年4月 一般公開

- 3月23日 TOPPERS/ASP3カーネル Release 3.4.0
- 同日 TOPPERS/HRP3カーネル Release 3.1.0
- 同日 TOPPERS第3世代カーネル統合仕様書 Release 3.3.0
- 3月25日 TOPPERS BASE PLATFORM 最新版
- 3月30日 TOPPERS/HRMP3カーネルRelease 3.0.0 (最初の一般公開)
- 4月1日 TOPPERS/FMP3カーネル Release 3.0.0 (最初の一般公開)
- 5月9日 TOPPERS/ASP (Release 1.9.3) iRISC-V/32 HI-FIVE1アーキテクチャ・GCC依存部パッケージ

早期リリース

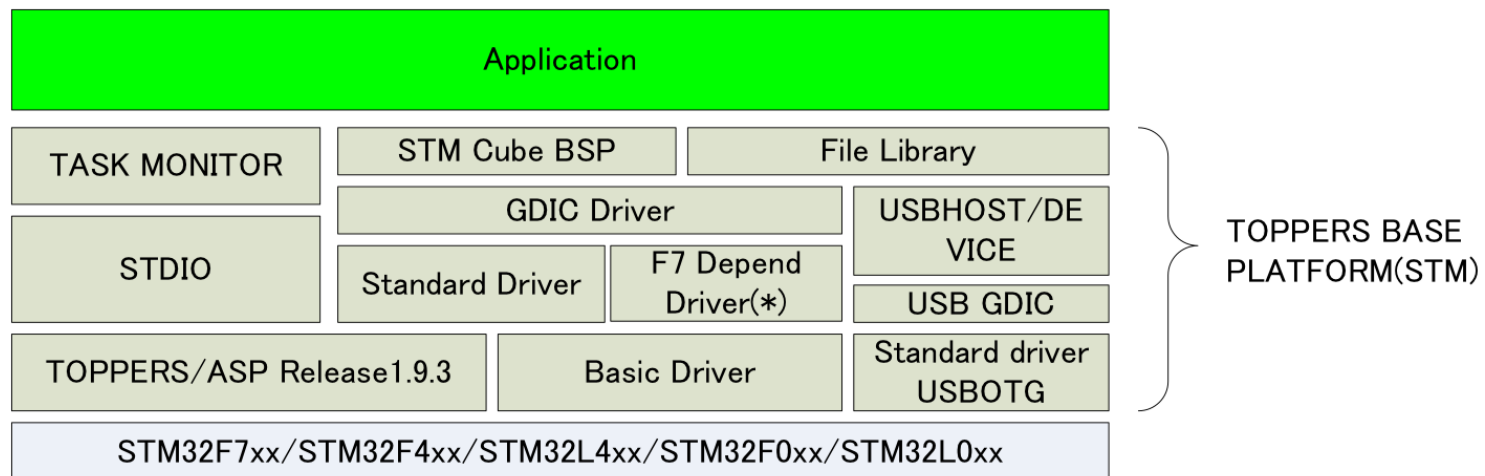
- 5月9日 TOPPERS BASE PLATFORM (RV) V0.1.0
 - ▶ iRISC-V/32向け

TOPPERS BASE PLATFORM

- ▶ 教育WGにおいて、リファレンスシステムとなりうる2種類のソフトウェアプラットフォームを開発

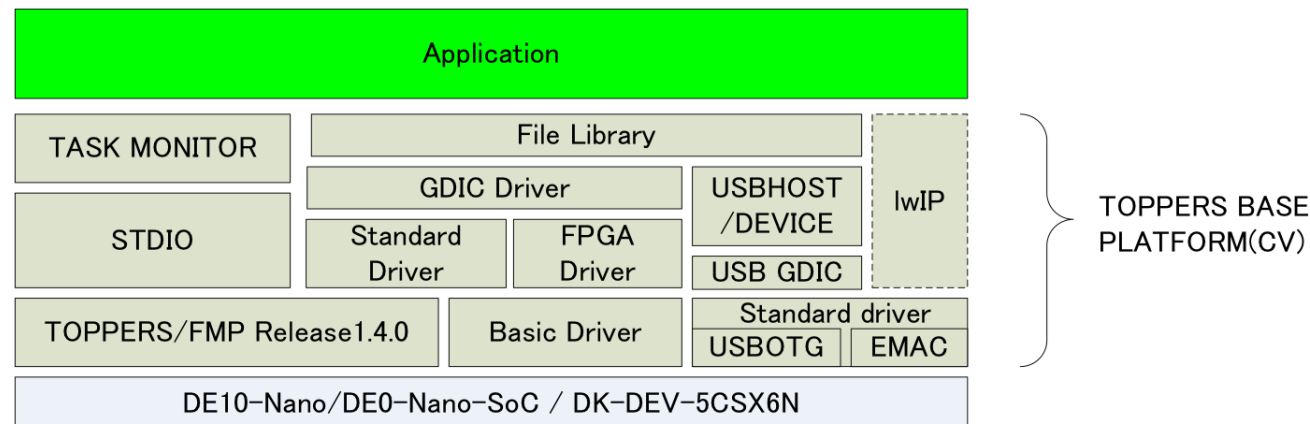
TOPPERS BASE PLATFORM(ST)

- ▶ 12種類のSTM32 nucleo/Discoveryボードに対応
 - ▶ ARM Cortex-M0/M3/M4/M7を搭載
- ▶ 各種の周辺デバイスをサポート
- ▶ 基礎教育用(基礎1, 新基礎2, 新基礎3セミナーで利用)



TOPPERS BASE PLATFORM(CV)

- ▶ DE0-Nano-SoC開発キット(Intel社 Cyclone V SoC (ARM Cortex-A9×2+FPGA)) に対応



DICアーキテクチャの採用

- ▶ デバイスドライバ, ミドルウェア群を, DIC (Device Interface Component) アーキテクチャに基づき, 階層化して構築

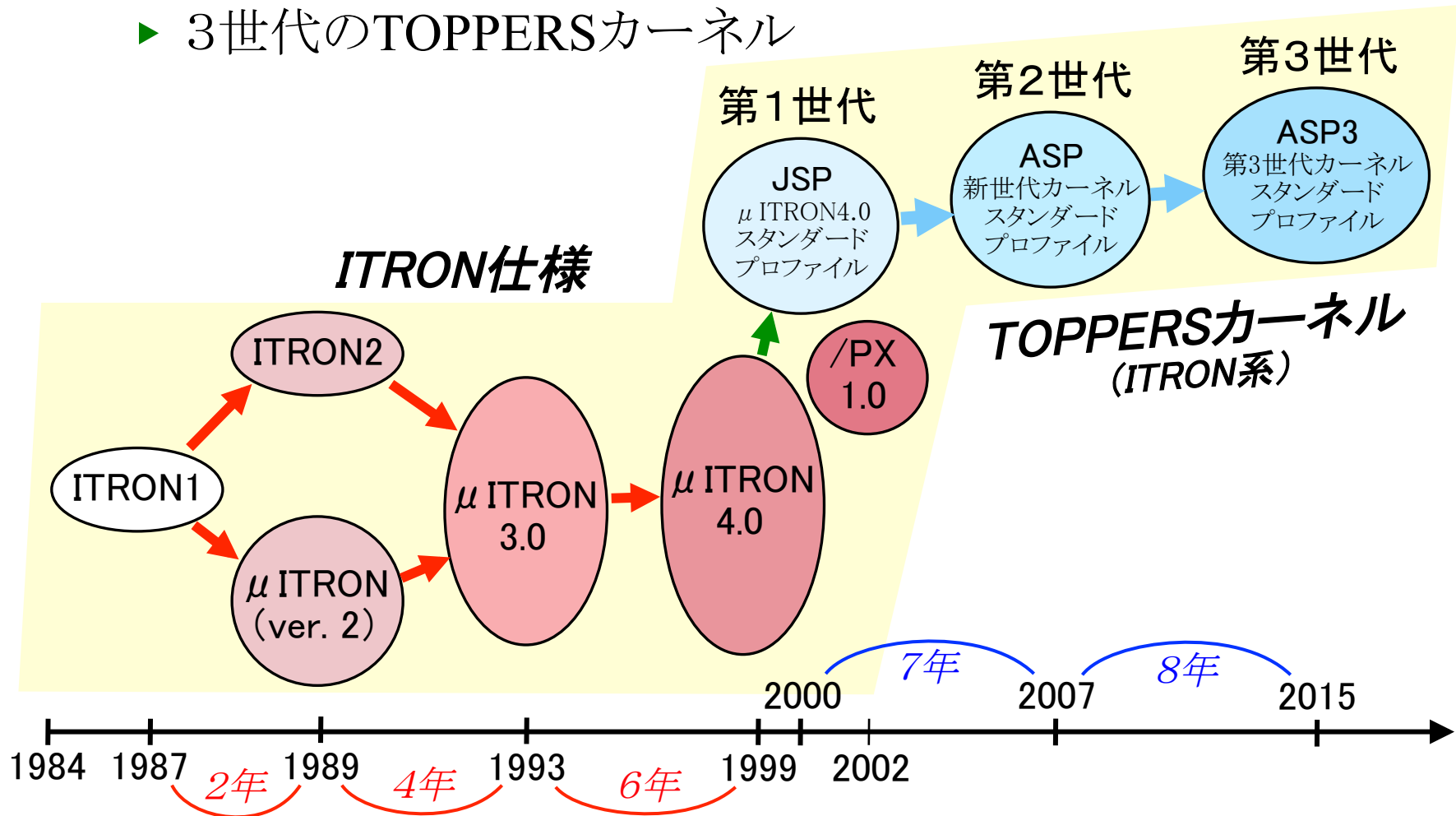
USBホスト／デバイスミドルウェア

- ▶ TOPPERS BASE PLATFORM向けに新規に開発

TOPPERS第3世代カーネル (ITRON系)の開発状況

ITRON仕様～TOPPERSカーネル：30年超の歴史

- ▶ 4世代のITRON仕様
- ▶ 3世代のTOPPERSカーネル



第3世代カーネル (ITRON系) 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 **Safety**
- ▶ ティックレスの高分解能時間管理と外部時刻同期 **Connectivity**
- ▶ マルチコアにおける動的ロードバランシング **Ecology**
- ▶ メニーコアプロセッサへの対応 (… 今後の課題)

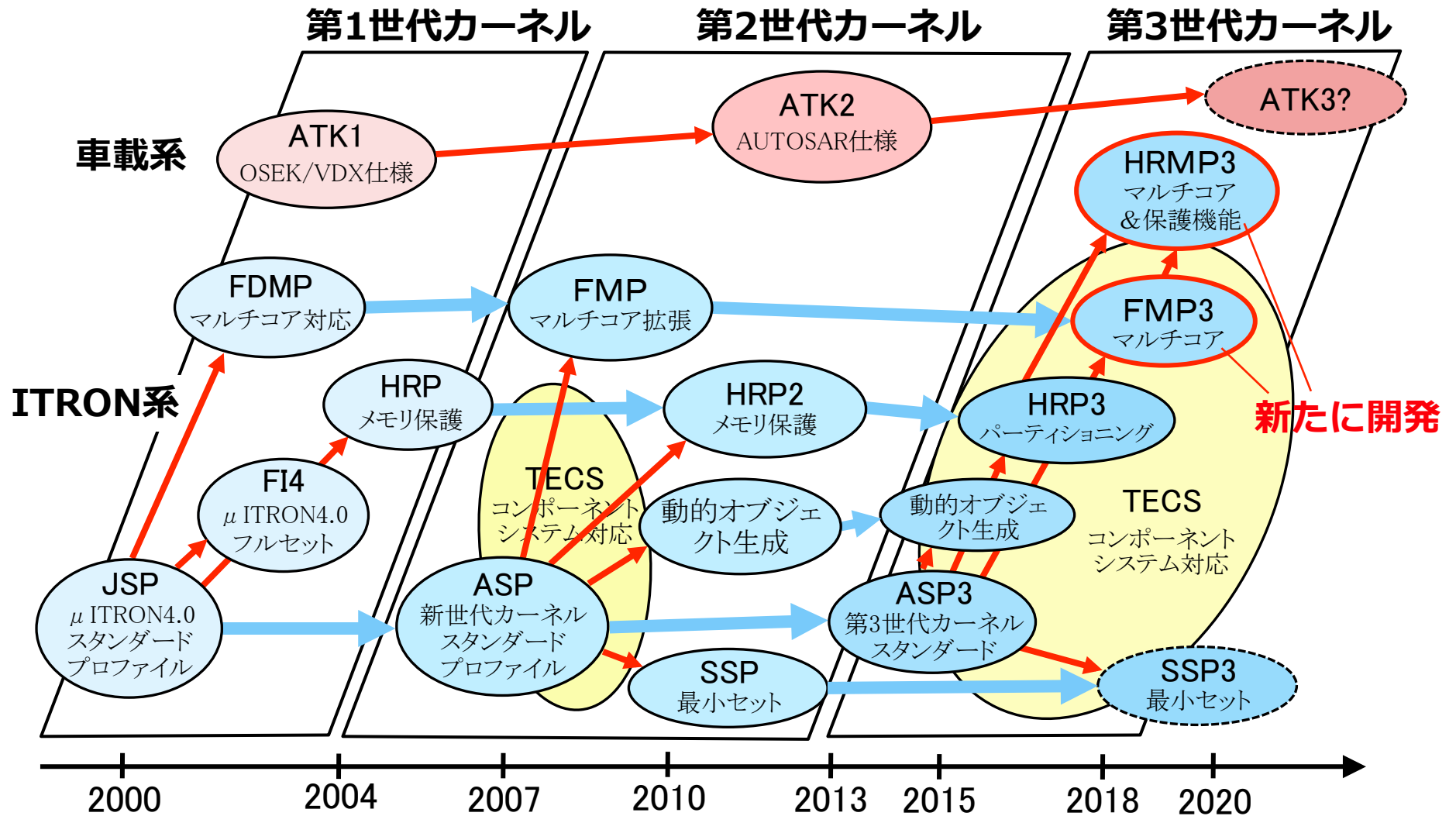
一方, 廃止すべきと考えられる機能もある **High performance**

- ▶ タスク例外処理機能 … 複雑さと比べて使われていない
- ▶ メールボックス … 安全性の高い機能で代替

TOPPERS第3世代カーネル (ITRON系) へ

- ▶ 新しい世代のリアルタイムカーネルと位置付けた方が, 大胆な仕様変更 (特に, 機能の削除) が可能

TOPPERSカーネル開発ロードマップ (再掲)



TOPPERS/FMP3カーネル

今年4月に公開

位置づけ

- ▶ ASP3カーネルをマルチプロセッサ向けに拡張したもの
(ASP3カーネルの上位互換)
- ▶ TOPPERS/FMPカーネルの改良・拡張版
 - ▶ ただし、メニーコアプロセッサはターゲットから外す(メニーコアプロセッサ向けは、別途開発したい)

開発の背景

- ▶ ASP3カーネルの上位互換となるマルチプロセッサ向けカーネルの必要性
- ▶ 動的ロードバランシングを実現するためにカーネルに必要な機能を追加

適用対象となるターゲットハードウェア

- ▶ プロセッサ数が4～8個程度以下のホモジニアスなマルチプロセッサシステム

TOPPERS/HRMP3カーネル

今年3月に公開

位置づけ

“High Reliable Multiprocessor Profile”

- ▶ HRP3カーネルをマルチプロセッサ向けに拡張したもの (HRP3カーネルの上位互換)
- ▶ FMP3カーネルに対して保護機能／パーティショニング機能を追加したもの (FMP3カーネルの上位互換)
- ▶ 第2世代では、マルチプロセッサ対応と保護機能の両方を持つITRON系カーネルは開発しなかった

開発の背景

- ▶ 近年、高い信頼性が求められる組込みシステムの分野においても、マルチプロセッサの適用が求められている
- ▶ 高い信頼性が求められる組込みシステムを開発する産業分野からの要望を受けて開発

適用対象となるターゲットハードウェア

- ▶ プロセッサ数が4～8個程度以下のホモジニアスなマルチプロセッサシステム

今後の開発計画

リリース済みのカーネルと統合仕様書

- ▶ 対応ターゲットシステムを増やしていく
- ▶ 設計書などのドキュメントの充実を継続的に実施

TOPPERS/FMP3カーネル, HRMP3カーネル

- ▶ TECS対応を予定 (TECS WGの活動)

開発中のカーネル

- ▶ TOPPERS/SSP3カーネル

メニーコアプロセッサ向けのカーネル(名称未定)

- ▶ FMPカーネルはメニーコアプロセッサにも有用なことが示せているが, FMP3カーネルでは対象から除外
- ▶ 今後, 開発したいと考えている
 - ▶ ターゲットシステムを何にするかが課題

おわりに

おわりに ～ 恒例のお願い

TOPPERSの活動へのご意見を募集中

- ▶ IoT時代における組込みシステムに必要な技術は？

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 → ユーザにも利益に
- ▶ *TOPPERSのユーザには、利用報告をお願いしたい*

会員増加への協力のお願い

- ▶ TOPPERSプロジェクトの会員数が減少傾向．新しいユーザの勧誘が必要
- ▶ *TOPPERSのユーザやサポータには、プロジェクトへの入会をお願いしたい*