

TOPPERSプロジェクトの概要と現状

2007年11月14～16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

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

Hiroaki Takada



TOPPERSプロジェクトとは？

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



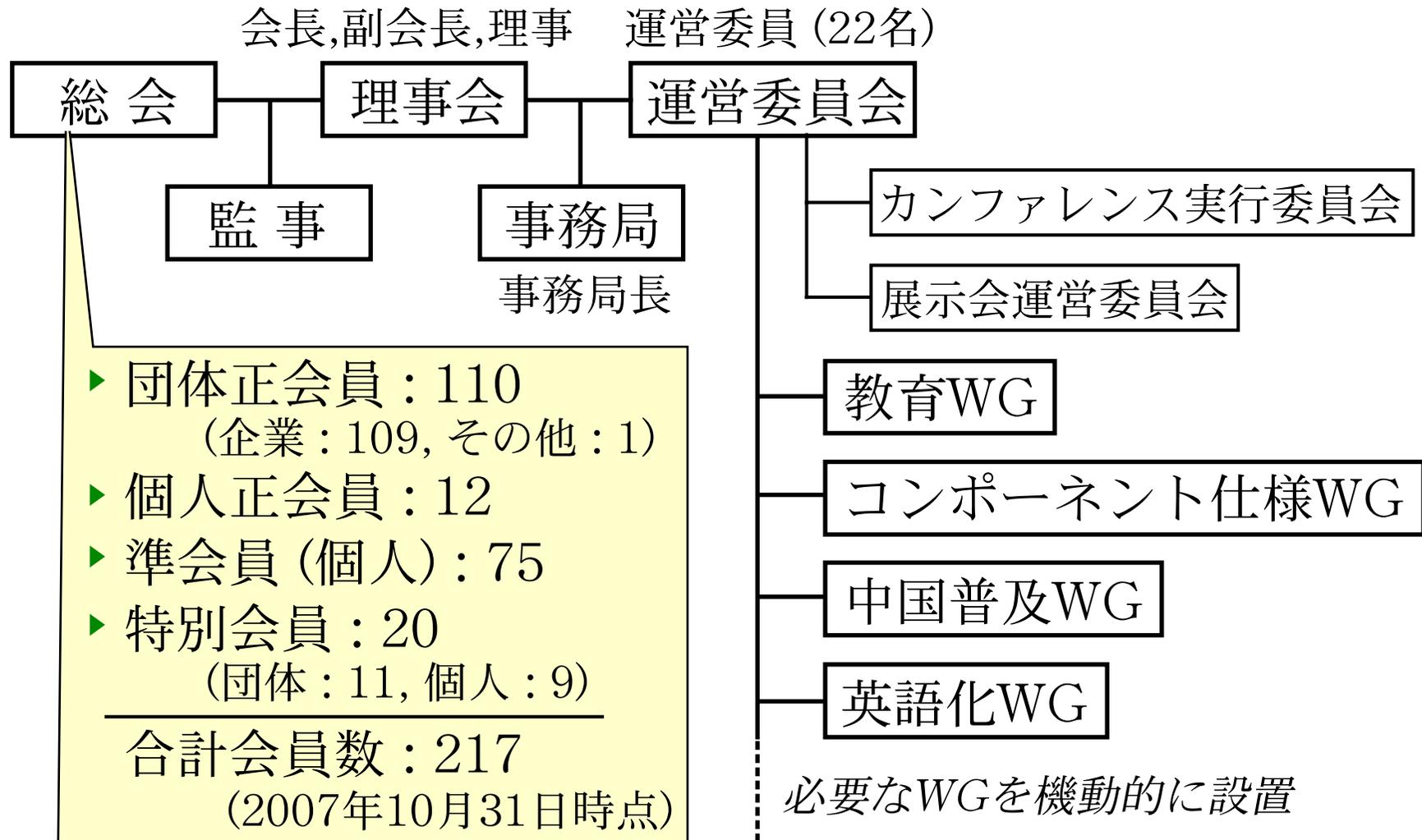
プロジェクトの活動内容

- ▶ 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のような位置付けとなる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

現世代のリアルタイムOSの決定版の構築

- ! 約20年間に渡るITRON仕様の技術開発成果をベースに
- ▶ 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
- ▶ 開発した教育コンテンツもオープン化

TOPPERSプロジェクトの主な開発成果

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/OSEKカーネル

- ▶ 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 **10月に公開**

- ▶ 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
- ▶ 宇宙航空研究開発機構 (JAXA) が検証作業を実施

TINET **経済産業省 地域コンソ** **Release 1.4を公開**

- ▶ 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. IPv6にも対応

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 **新たに一般公開**

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

TOPPERS C++ APIテンプレートライブラリ **IPA**

- ▶ μ ITRON仕様準拠のカーネルAPIをラッピング

TOPPERSカーネルテストスイート **IPA**

これまでに開発した教育コンテンツ

- ▶ SESSAMEとも連携して教育コンテンツを開発

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を、実習を通して学習するセミナーの教材（講義テキスト，配付資料，環境設定用のプログラムなど）
- ▶ 2日間のセミナーを想定（初日：座学中心，2日目：実習中心）

中級実装セミナーの教材

- ▶ RTOS上でのネットワークプログラミングやシステム設計手法を実習を通して学習するセミナーの教材
- ▶ 4日間のセミナーを想定（基礎編，アプリケーション実習編）

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

開発成果物の主な利用事例

機器への組み込み事例



PM-A970 (エプソン)



DO!KARAOKE
(松下電器産業)



RG-7 (Roland)



UA-101 (Roland)



GT-541 (ブラザー工業)

機器への組み込み事例 ～ 続き



OSP-P200 (オークマ)



TimeSlit (アビックス)



DP-350 (ダイヘン)

TOPPERSライセンス

- ▶ TOPPERSプロジェクトで独自に開発したソフトウェアには、独自のライセンス条件を設定する

基本的な考え方

- ▶ 組み込みシステムの事情を考慮し、GNU GPLやBSDライセンスより自由に使えるライセンス条件とする
- ▶ 成果をアピールすることが開発資金獲得に繋がることから、どこでどう使われているかをなるべく知りたい

ライセンスの内容

- ▶ 派生物をオープンする義務は課さない。派生物を販売するビジネスも可能
- ▶ 機器に組み込んで使用する場合の実質的な義務は、利用したことを報告することのみ… **レポートウェア**

開発成果物の知的財産権に関する規則

基本的な考え方

- ▶ ユーザの利益と開発者の参加しやすさを折衷させる
- ▶ 著作権（侵害が自覚できる）と産業財産権（特許権など、知らずに侵害する場合がある）を区別して考える

規則の最も重要な部分

- ▶ TOPPERSの開発成果物は、TOPPERSの会員（この規則を守ることに合意している）が開発する
- ▶ 会員は著作権侵害をしない義務
- ▶ 会員は、自らが開発する開発成果物中に、自らが所有する産業財産権が利用されている場合には、開発成果物の利用者に対して、当該産業財産権の実施を無償許諾
- ▶ 会員は、開発成果物が何らかの知的財産権を侵害していることを発見した場合に、報告する義務

活動中のワーキンググループ

教育WG (主査: 竹内良輔)

- ▶ 教育コースと教材の作成
- ▶ 実験セミナーや講師向けセミナーの実施

コンポーネント仕様WG (主査: 大山博司)

- ▶ 組込みシステム向けのコンポーネント仕様 (TECS; TOPPERS組込みコンポーネントシステム) の検討
- ▶ TECSのサポートツールの開発と実証実験

中国普及WG (主査: 山本雅基)

- ▶ 対中国普及活動 (ウェブサイト等の中国語化, セミナーや講演会の開催)

英語化WG (主査: 邑中雅樹)

- ▶ ウェブサイト, 教材, ドキュメント等の英語化

早期リリース中の開発成果 **会員限定で配付**

TOPPERS/ASPカーネル (Advanced Standard Profile)

- ▶ TOPPERS/JSPカーネルの改良版
- ▶ TOPPERS新世代カーネルの基盤 (出発点)

TOPPERS FlexRayミドルウェアパッケージ

- ▶ 次世代の車載ネットワークであるFlexRayに対応するためのカーネルの拡張機能と通信ミドルウェア

対称型マルチプロセッサ (SMP) 向けのカーネル仕様

TOPPERS標準割込み処理モデル

- ▶ TOPPERSにおける割込み処理のモデルを、ターゲットに依存せずに標準化する

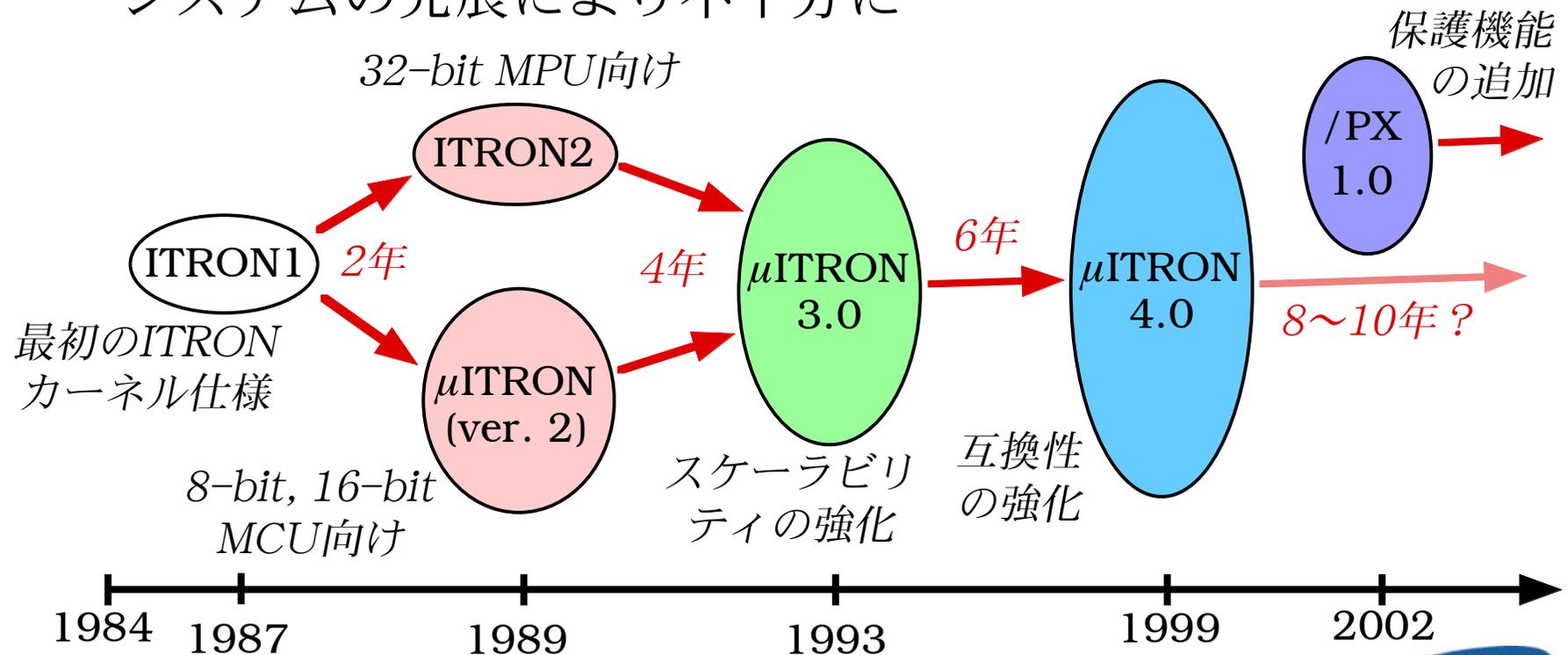
TOPPERS組込みコンポーネントシステム (TECS) 仕様

- ▶ 開発中のサポートツールも早期リリース中

TOPPERS新世代カーネルへの展開

ITRONカーネル仕様の歴史

- ▶ μ ITRON4.0仕様が公表されてから、すでに8年が経過
- ▶ μ ITRON4.0仕様は、現世代のリアルタイムOS技術の範囲では完成度の高い仕様になっているとは言え、組み込みシステムの発展により不十分に



TOPPERS新世代カーネル仕様の必要性

組込みシステムにおける要求の変化

- ▶ システム/ソフトウェアの大規模化・複雑化
- ▶ これまで以上に高い信頼性・安全性
- ▶ 小さい消費エネルギーで高い性能
- ▶ 適用範囲の拡大 (より小規模なシステムへも)

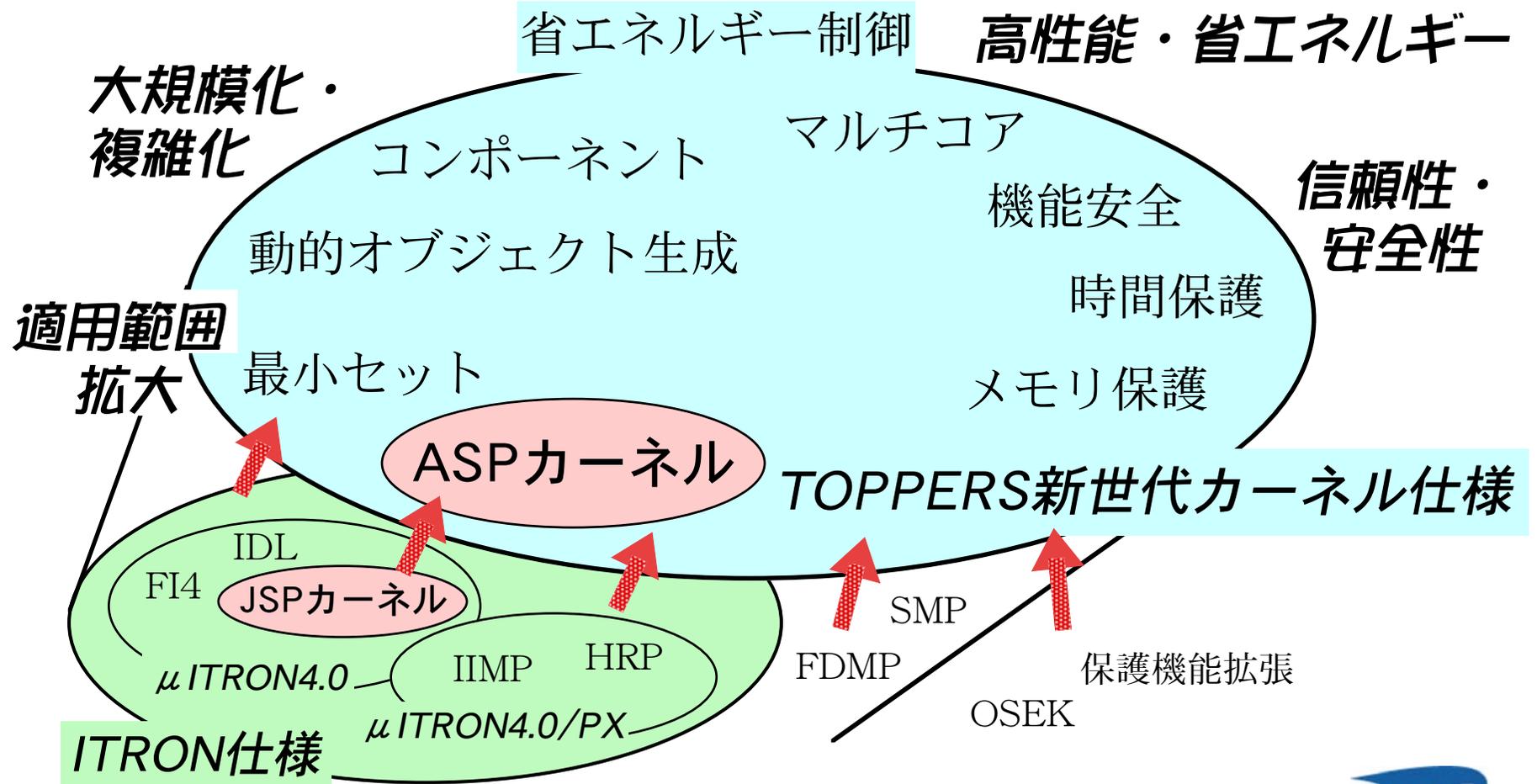
μITRON4.0仕様以降の技術開発成果の取込み (上記と対応)

- ▶ マルチコアプロセッサ対応
- ▶ 保護機能 (メモリ保護, 時間保護)
- ▶ 機能安全対応
- ▶ コンポーネントシステム対応

μITRON4.0仕様で完成度が低かった箇所の改良

- ▶ システムコンフィギュレーション手順など

TOPPERS新世代カーネル仕様の位置付け ～ ITRON仕様からの進化



TOPPERS/ASPカーネルの概要

位置付け

Release 1.0を早期リリース

- ▶ TOPPERS新世代カーネルの基盤（出発点）となるリアルタイムカーネル

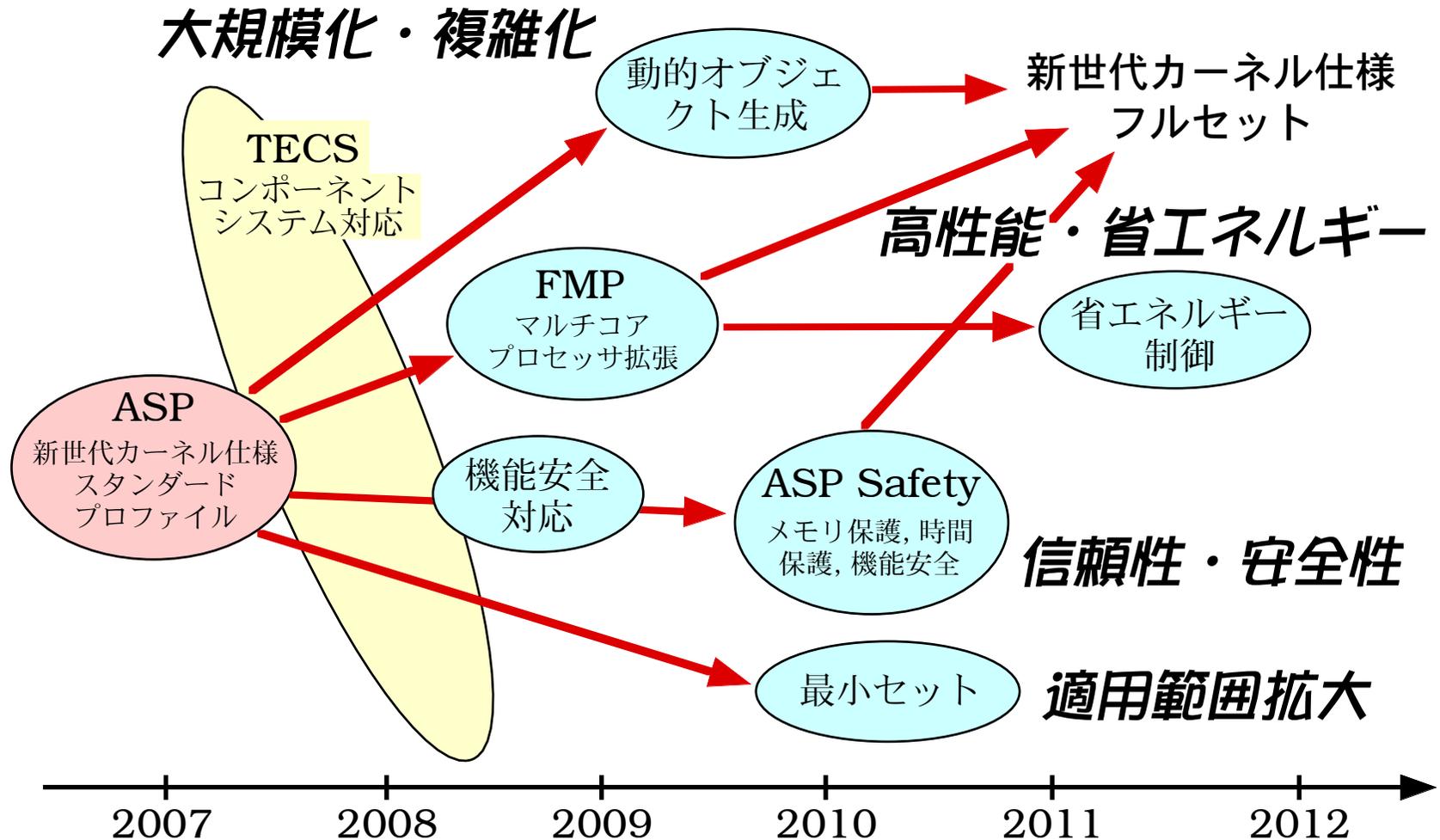
仕様の概要

- ▶ TOPPERS/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

μITRON4.0仕様からの主な拡張・改良点

- ▶ 割込み処理機能を「TOPPERS標準割込み処理モデル」によりプロセッサによらず標準化
- ▶ システムコンフィギュレーションの仕組みの見直し
- ▶ TOPPERS組込みコンポーネントシステムへの対応（検討中）
- ▶ 信頼性・安全性の向上については細かな改良の積み重ね
- ▶ いくつかの独自の機能拡張

TOPPERS新世代カーネルロードマップ



※ ASP以外のカーネルの名前は仮称

マルチコアプロセッサ対応

TOPPERS/FMPカーネル (仮称)

- ▶ 対称型 (SMP) またはそれに近いマルチコアプロセッサに対応した, リアルタイム性と柔軟性を両立させるリアルタイムカーネル
- ▶ TOPPERS/FDMPカーネルの仕様をベースに, タスクをマイグレーションさせるAPIなどを追加
- ▶ ASPカーネルをマルチコア拡張する形で実装

開発計画

- ▶ 名古屋大学 組込みシステム研究センターにおいて, 2007年度下期~2008年度にかけて開発する計画 (すでに開発が始まっている)
- ▶ 複数の半導体メーカーの5種類程度のターゲットプロセッサを当初からサポートする予定

機能安全対応

開発内容

- ▶ 機能安全規格の認証を取れるレベルのリアルタイムカーネル
- ▶ リアルタイムカーネルに対する安全要求分析の結果、新しい機能の必要性が出てくる可能性
- ▶ 設計ドキュメントの整備や、検証の実施も重要な課題

開発計画

- ▶ 経済産業省の平成18年度戦略的基盤技術高度化支援事業の採択テーマとして、(株)ヴィッツを中心に、2006年12月より3年間のプロジェクトで開発中
- ▶ IEC 61508のSIL 3の認証が取れるレベルのリアルタイムカーネルと車載ネットワークミドルウェアを開発
- ▶ ASPカーネルをベースに

プロジェクトの発展の方向性

ビジネスの活性化を重視

- ▶ プロジェクト関連のビジネスを活性化させ、参加企業の研究開発投資を引き出すことが極めて重要

何でもオープンにすればよいというものではない！

- ▶ 組込みシステム分野では、オープンソースソフトウェアをベースにしたビジネスモデルが成立しやすい条件

国際展開・普及への取組み

- ▶ 欧米よりもアジア地域への展開を重視
- ▶ 中国普及のために「中国普及WG」を設置
- ▶ ドキュメント等の英語化のために「英語化WG」を設置

テーマ間の優先順位

- ▶ 取り組みたいテーマは多数あるが、積極的に取り組むメンバーがいるテーマから順に取り組む

成果物利用とプロジェクト参加のお誘い

- ▶ 開発成果物はウェブサイトから自由にダウンロードできますので、ぜひご利用ください
- ▶ プロジェクトの活動に参加したい方／活動を支援して頂ける方は、ぜひプロジェクトにご入会ください

 **HiQOS** •• High Quality Open Source
インダストリアルコントロールの新しいスタンダードへ

TOPPERSプロジェクトは、組込みシステム開発に有用な
高品質のオープンソースソフトウェアと教育コンテンツを開発し、
組込みシステム開発に新しいスタンダードを提案します

<http://www.toppers.jp/>