

TOPPERSプロジェクト  
プレス発表会

# TOPPERS新世代カーネルの 開発ロードマップ

2007年11月14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](mailto:hiro@ertl.jp) URL: <http://www.ertl.jp/~hiro/>

Hiroaki Takada



# TOPPERSプロジェクトとは？

TOPPERS = **T**oyohashi **O**pen **P**latform for  
**E**MBEDDED and **R**eal-Time **S**ystems



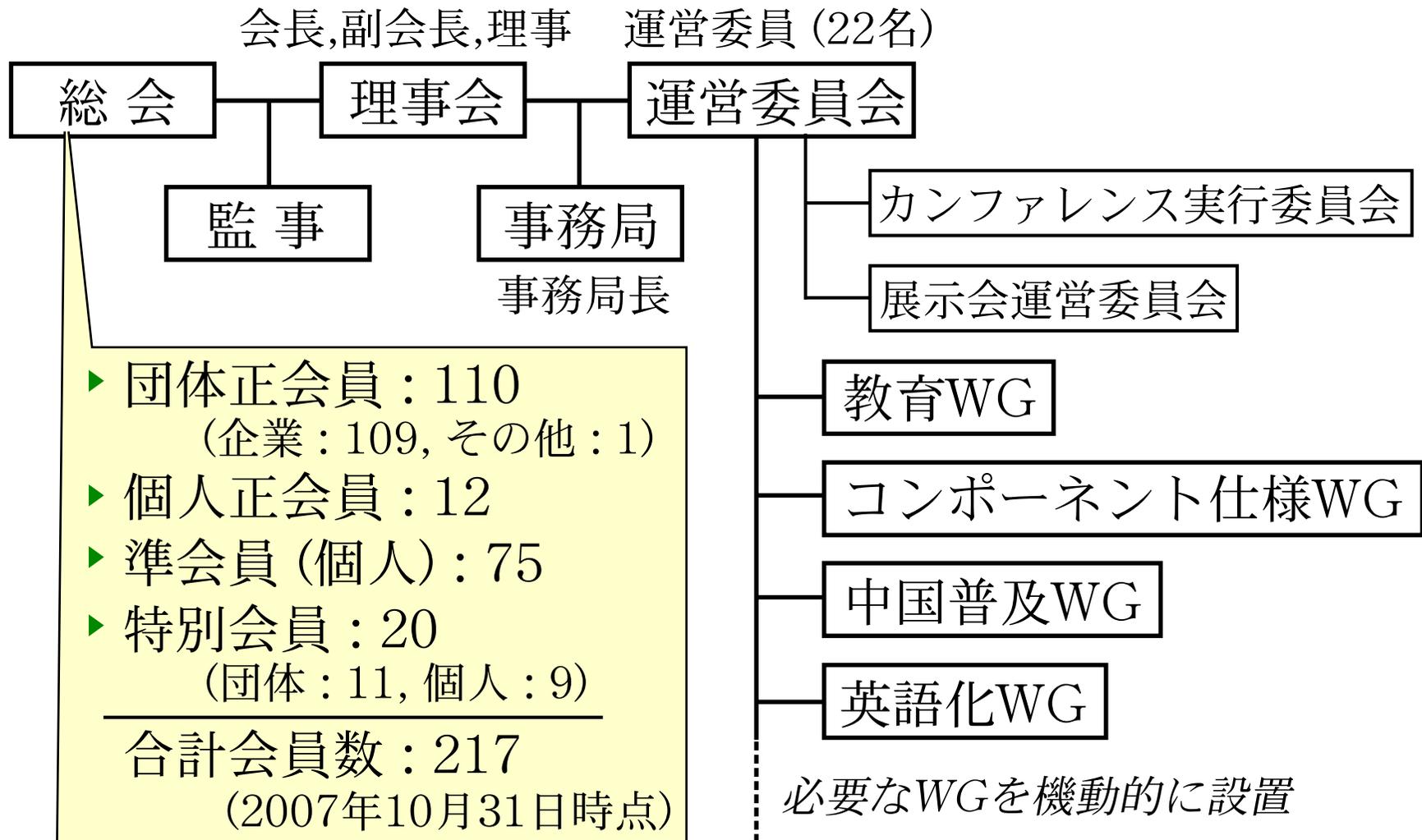
## プロジェクトの活動内容

- ▶ 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プロジェクトの現状

！プロジェクトの3つの狙いの進捗をチェック

### 現世代のリアルタイムOSの決定版の構築

- ▶ ソフトウェア開発という意味では一定の成果
- ▶ 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するには、さらなる普及が必要

### 次世代のリアルタイムOS技術の開発

- ▶ 次世代のリアルタイムOS技術を各方面で探究
  - ▶ メモリ保護, 時間保護, マルチコアプロセッサ
  - ▶ コンポーネント技術, 高信頼性・安全性

### 組込みシステム技術者の育成への貢献

- ▶ 各種の教材を開発・オープン化し、一定の成果

➡ **速度が十分とは言えがもしれないが、順調に進捗**

## TOPPERSプロジェクトの次のステップ

! 次のステップへ踏み出す時期に来ている

### 次世代リアルタイムOSの普及版の開発

- ▶ 次世代のリアルタイムOS技術に関するこれまでの研究開発成果から、有望な技術が見えてきた
- ▶ これまでの経験を反映して、普及版のOSを開発する

### 現世代のリアルタイムOSの完成度をさらに上げる

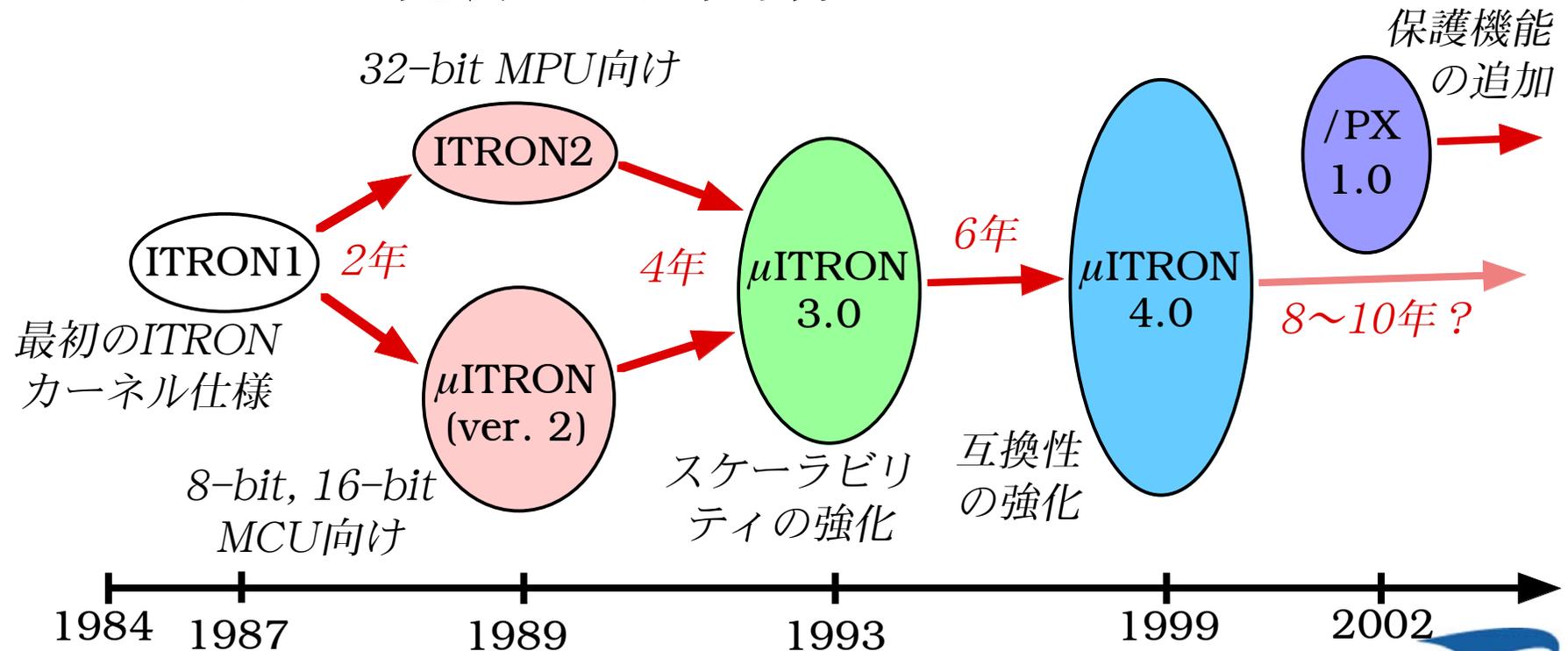
- ▶ 先へ進むために足場を固めることが必要 (大きい建物を建てるには、しっかりとした基礎が必要)

### 自動車制御システム向けプラットフォームの開発

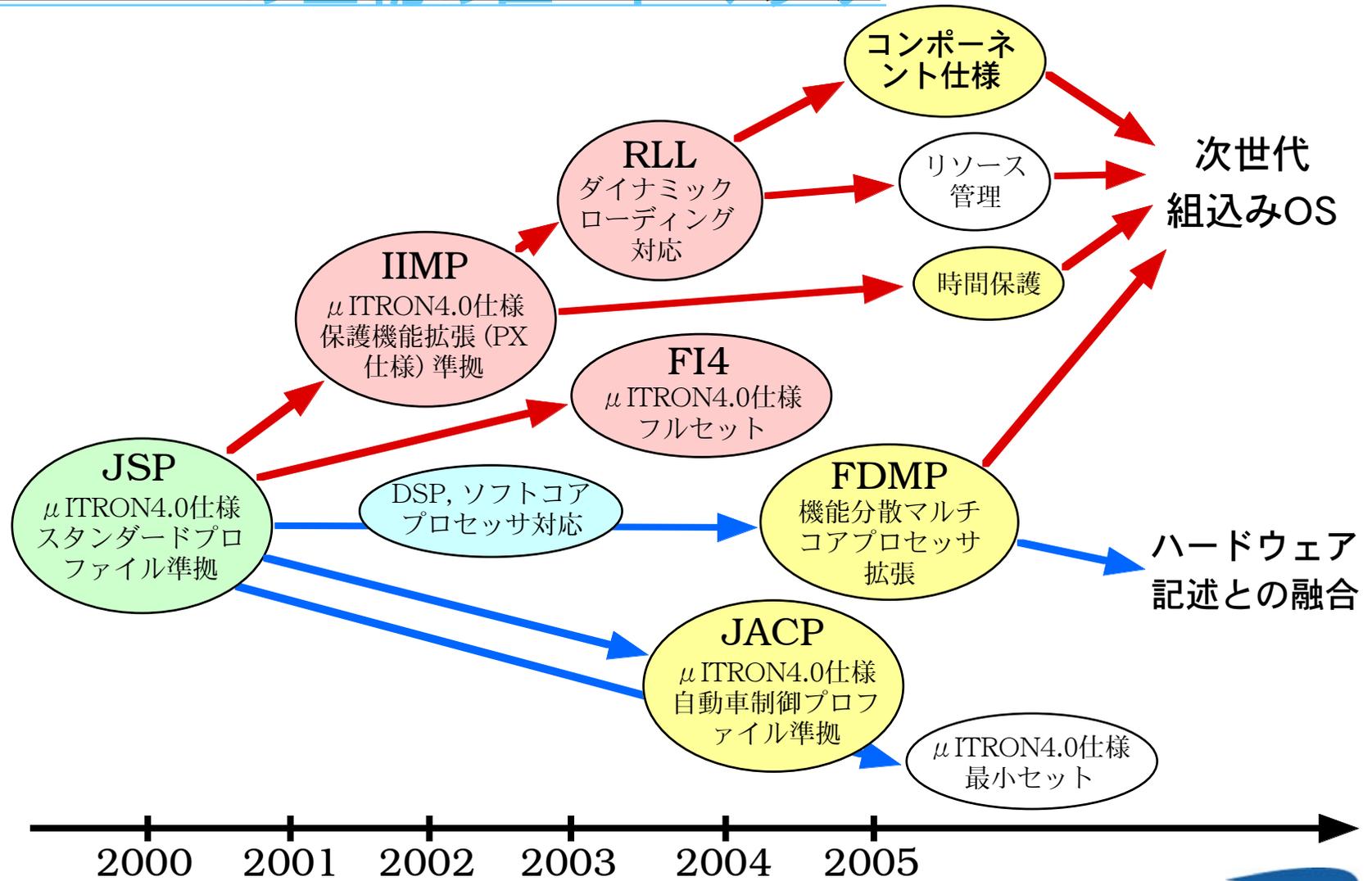
- ▶ 日本では、自動車向けの組込みシステム技術が、組込みシステム技術全体のドライビングフォースに
- ▶ プラットフォーム開発の成果をOSにも反映

## ITRONカーネル仕様の歴史

- ▶  $\mu$ ITRON4.0仕様が公表されてから、すでに8年が経過
- ▶  $\mu$ 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いえ、組み込みシステムの発展により不十分に



# TOPPERSの当初のロードマップ



# 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)

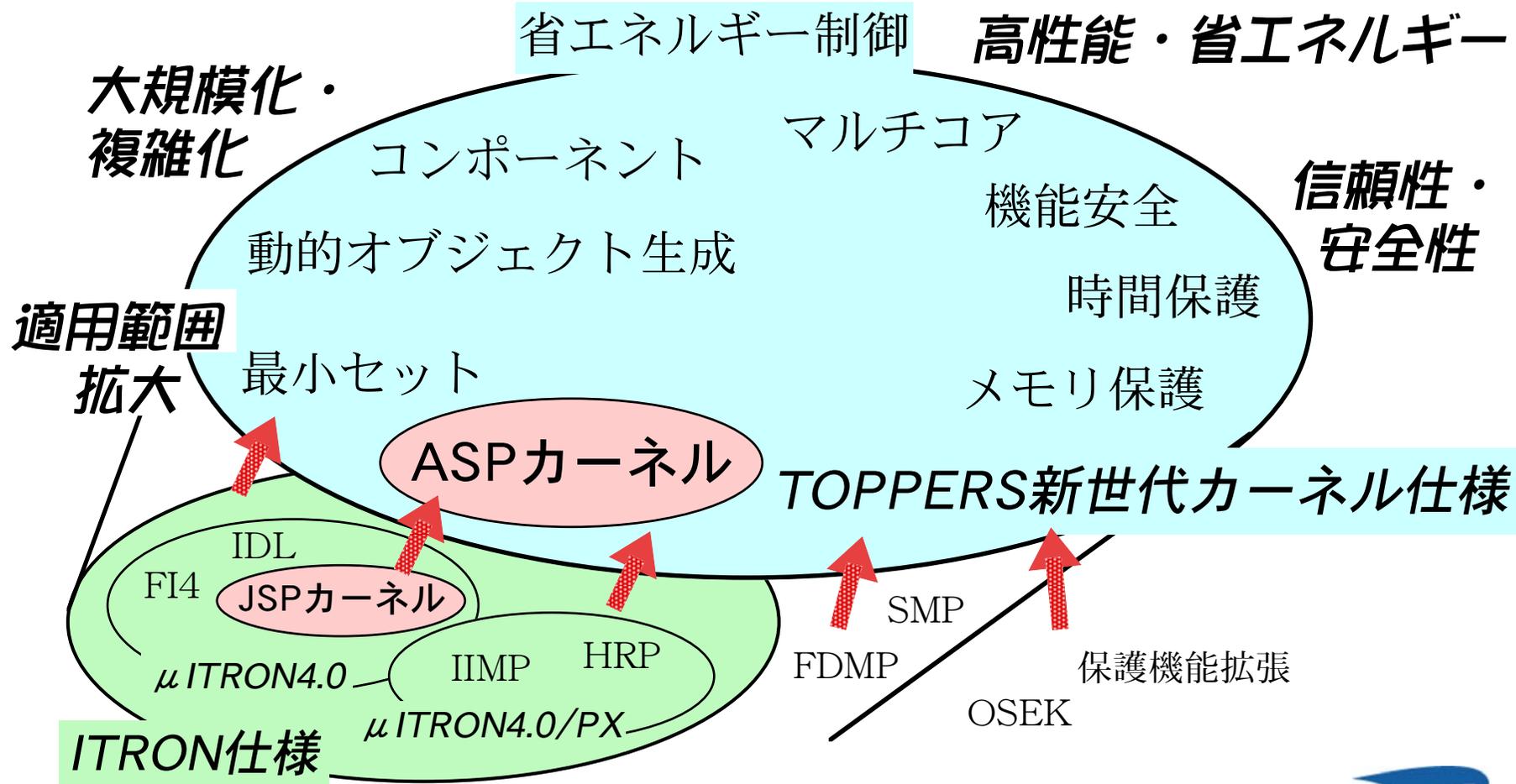
## μITRON4.0仕様以降の技術開発成果の取込み (上記と対応)

- ▶ 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

## 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

- ▶ 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標準割込み処理モデル

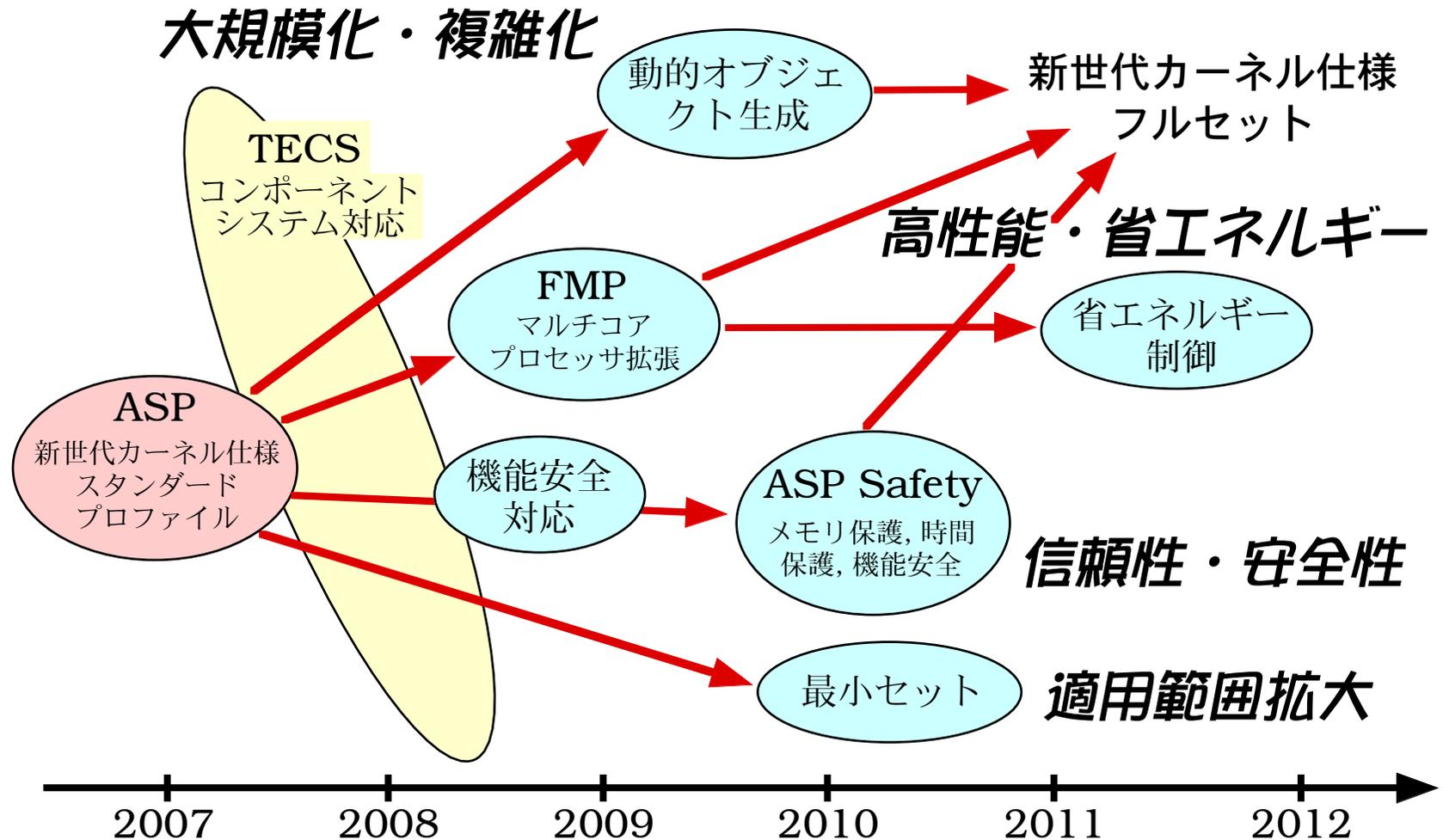
## 策定の背景

- ▶  $\mu$ ITRON仕様では、標準化によるオーバヘッドを避けるために、割込み処理機能は弱く標準化するに留めており、ターゲットプロセッサやカーネルによる違いが大きい
- ▶  $\mu$ ITRON4.0仕様策定時点とはトレードオフが変化し、ソフトウェアの生産性向上のためには、若干のオーバヘッドは許される状況に

## 策定の目標

- ! プロセッサの割込みアーキテクチャの詳細を知ることなしに、割込みを用いたアプリケーション構築を可能に
- ▶ 割込み処理に関わるソフトウェアの再利用性の向上
- ▶ オーバヘッドの増加は最小限に抑える

# 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

## コンポーネント対応

### 開発内容

- ▶ カーネルをTECS (TOPPERS組込みコンポーネントシステム) から呼び出せるようにする
- ▶ カーネルの周辺モジュール (システムログ機能, シリアルドライバ等) をTECS対応にする

### 開発計画

- ▶ コンポーネント仕様WGの中で, ASPカーネルをTECS対応にする開発が進行中

## その他の拡張の内容

### メモリ保護, 時間保護

- ▶ メモリ保護と時間保護のための機能を追加する
- ▶ TOPPERS/OSEKシリーズに対する保護機能拡張の研究開発が進行中であり, その開発成果を取り込む

### 動的オブジェクト生成

- ▶ カーネルオブジェクトの動的な生成・削除機能をサポートする

### 最小セット

- ▶ リアルタイムカーネルを使い始めるユーザのためのASPカーネルの下位互換のリアルタイムカーネル
- ▶ 待ち状態をサポートせず, すべてのタスクおよび割り込みハンドラが, 同一のスタックを使って実行する

## TOPPERS/ASPカーネルのリリース計画

### これまでの経緯

- ▶ 2005年に開発を開始
- ▶ 2006年11月から会員向けに早期リリース

### 正式版のリリース

- ▶ 今回のプレス発表にあわせて、ASPカーネルの Release 1.0 を会員向けに配付開始する

### 一般向けのリリース

- ▶ 一般向けのリリースは、来年5月を計画

**ASP Kernel Line Off Day  
in 第11回 ESEC  
2008年5月14日～16日**