



# TOPPERSプロジェクトの概要と現状

2009年11月18~20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

## 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！**

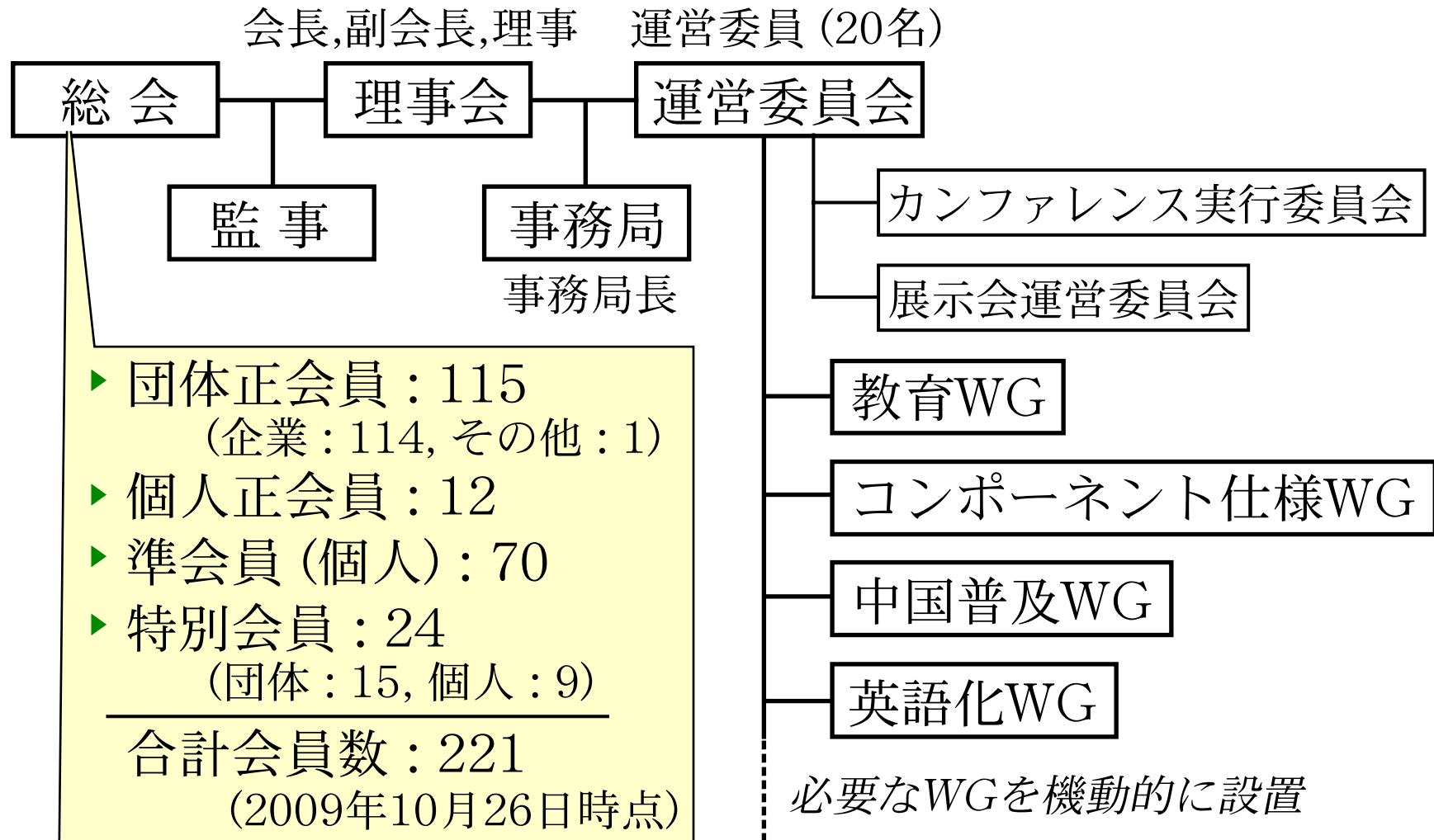
## プロジェクトの狙い

- ▶ 現世代のリアルタイムOSの決定版の構築
- ▶ 次世代のリアルタイムOS技術の開発
- ▶ 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

- ▶ 高田研究室を中心に協力する組織の参加を得て推進してきたが、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（第1世代カーネル）

### TOPPERS/JSPカーネル **最初の開発成果**

- ▶  $\mu$ 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**

- ▶  $\mu$ ITRON4.0仕様のすべての機能を持つよう拡張

### TOPPERS/ATK1 (Automotiveカーネルバージョン1)

- ▶ 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 **JAXAと共同開発**

- ▶ 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
- ▶ JAXAが検証を実施

## 主な開発成果（新世代カーネルとTECS）

### TOPPERS/ASPカーネル **新世代カーネルの出発点**

- ▶ 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

### TOPPERS/FMPカーネル

- ▶ ASPカーネルをマルチコアプロセッサ向けに拡張

### TOPPERS新世代カーネル統合仕様書

- ▶  $\mu$ ITRON4.0仕様をベースに、最近10年の新しい要求に対応できるように改良・拡張したカーネル仕様
- ▶ 作成中（ASP, FMPカーネルの仕様の記述は完成）

### TECS（TOPPERS組込みコンポーネントシステム）

- ▶ 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（仕様とツール）

## 主な開発成果 (ミドルウェア等)

### TINET **経済産業省 地域コンソ**

- ▶ 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

### 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**

- ▶  $\mu$ ITRON仕様準拠のカーネルAPIをラッピング

## 主な開発成果（教育コンテンツ）

### 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 **中文版も用意**

- ▶ 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）

### 基礎 1 実装セミナーの教材

### 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

## TLV – 最新の開発成果 **今回、新たに一般公開**

### TLV (TraceLogVisualizer) とは？

- ▶ RTOSやアプリケーションプログラムのトレースログを可視化 (グラフィカルに表示) するためのツール
- ▶ Windows環境で動作

### TLVの特徴 – 汎用性と拡張性

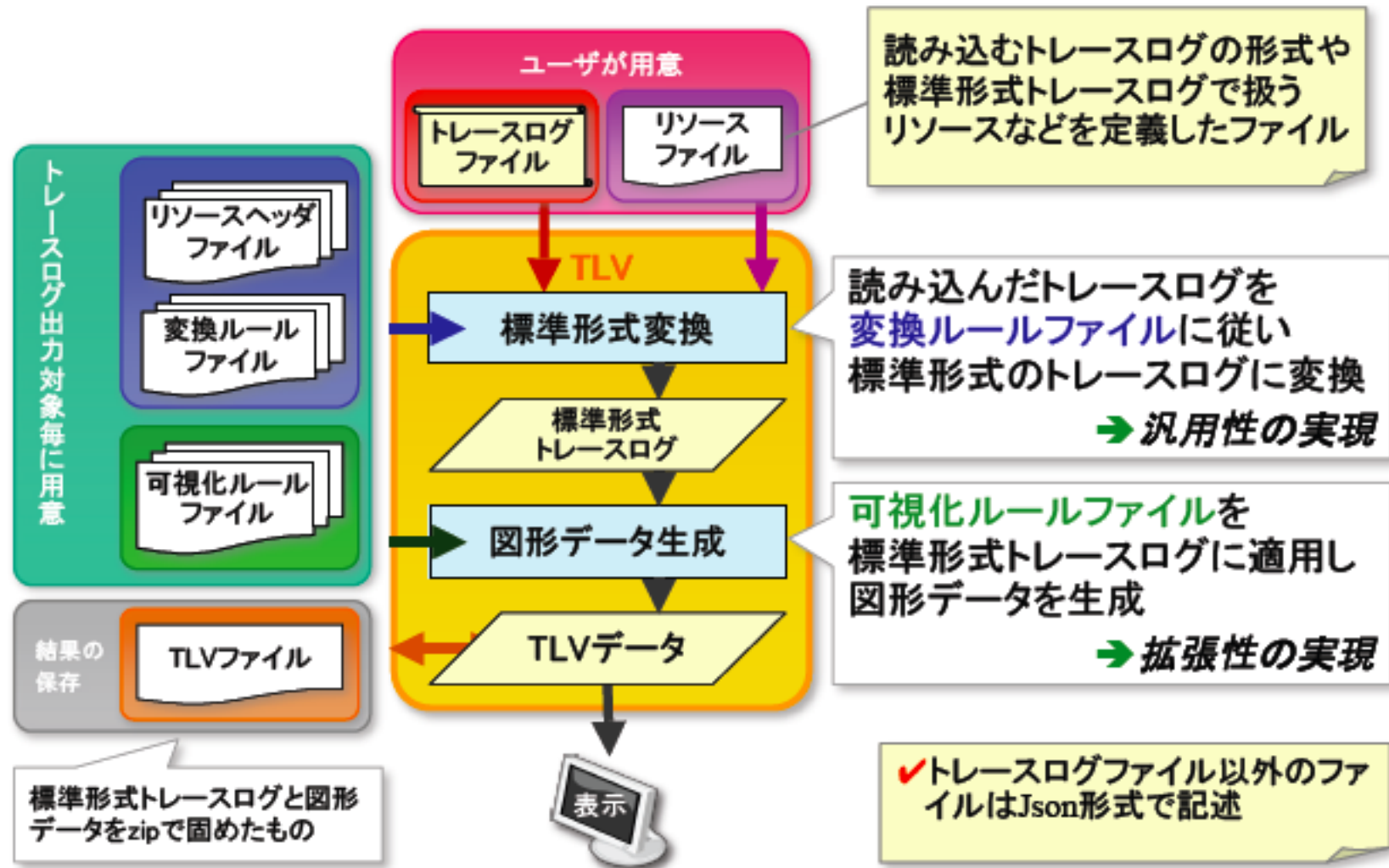
- ▶ 汎用性：トレースログの標準形式を定め、独自のトレースログを標準形式に変換する仕組みを提供 (既存のRTOSの可視化ツールは、特定のRTOSにしか対応していない)
- ▶ 拡張性：汎用的な可視化表示の仕組みを持ち、可視化方法を設定可能 (既存の可視化ツールは、可視化できる項目がツールにより提供されたものに限られる)
- ▶ ASPカーネル, FMPカーネル, TECSのトレースログ可視化設定ファイルを用意



# TLVのスクリーンショット

The screenshot displays the TraceLogVisualizer 1.1 interface. The main window shows a timeline of task execution for tasks MAIN\_TASK, TASK1, TASK2, and TASK3. The timeline is color-coded by task and includes callout boxes for specific events like 'wait\_lock(addr=0)', 'return err=0', and 'sig\_...'. On the right, a 'Thread Core' window shows a list of threads with their IDs, names, and states. Callouts point to various UI components: 'テキストログ表示部' (Text Log Display) points to the thread list; '可視化表示部' (Visualization Display) points to the main timeline; '表示リソース選択部' (Resource Selection) points to the left-hand task tree; '表示項目選択部' (Item Selection) points to the bottom-left filter menu; and '全体表示部' (Overall Display) points to the bottom-most summary view.

## TLVの構成



## 開発成果物の主な利用事例

### コンシューマ機器への組み込み事例

今回、採用を発表



PM-A970 (エプソン)



IPSiO GX e3300 (リコー)



DO!KARAOKE  
(松下電器産業)



GT-541 (ブラザー工業)

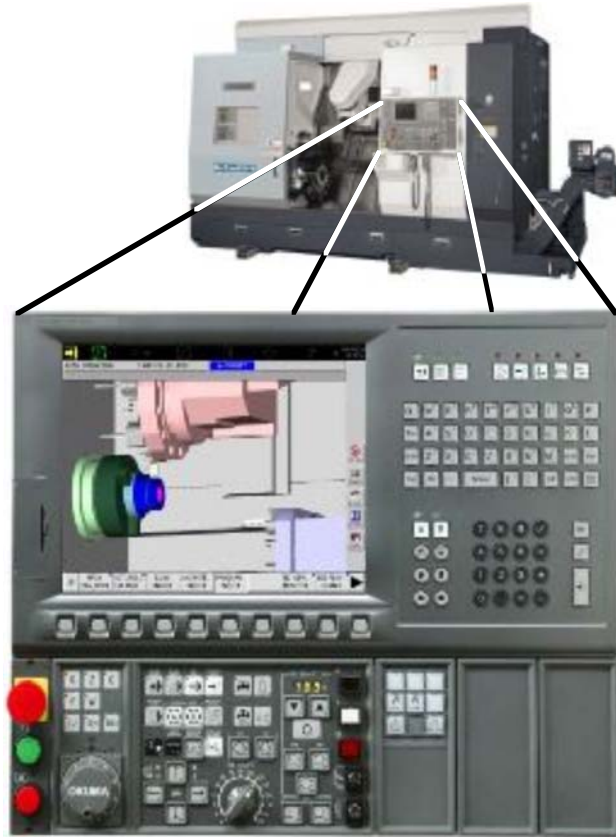


UA-101 (Roland)

産業機器等への組み込み事例



マイクロプレート  
分析装置 AP-X  
(協和メデックス)



NC装置 OSP-P200  
(オークマ)



LED表示器 TimeSlit  
(アビックス)



アーク溶接機 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

## 進行中のソフトウェア開発（主なもの）

### TOPPERS新世代カーネル

- ▶ TOPPERS開発者会議等で仕様検討を実施
- ▶ 実装活動は，名古屋大学等により実施

### マルチコアプロセッサ向けRTOSと開発支援ツール

- ▶ 名古屋大学を中心とするコンソーシアム型共同研究により開発中

### TOPPERS組込みコンポーネントシステム (TECS)

- ▶ TOPPERSコンポーネント仕様WGのメンバにより，各種の拡張や完成度向上のための開発が進行中

### 機能安全対応プラットフォーム

- ▶ 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)ヴィッツを中心に開発中

### TOPPERSプロジェクト公募型事業



## TOPPERS新世代カーネルの必要性

**$\mu$ ITRON4.0仕様が公表されてから、すでに10年が経過**  
組み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

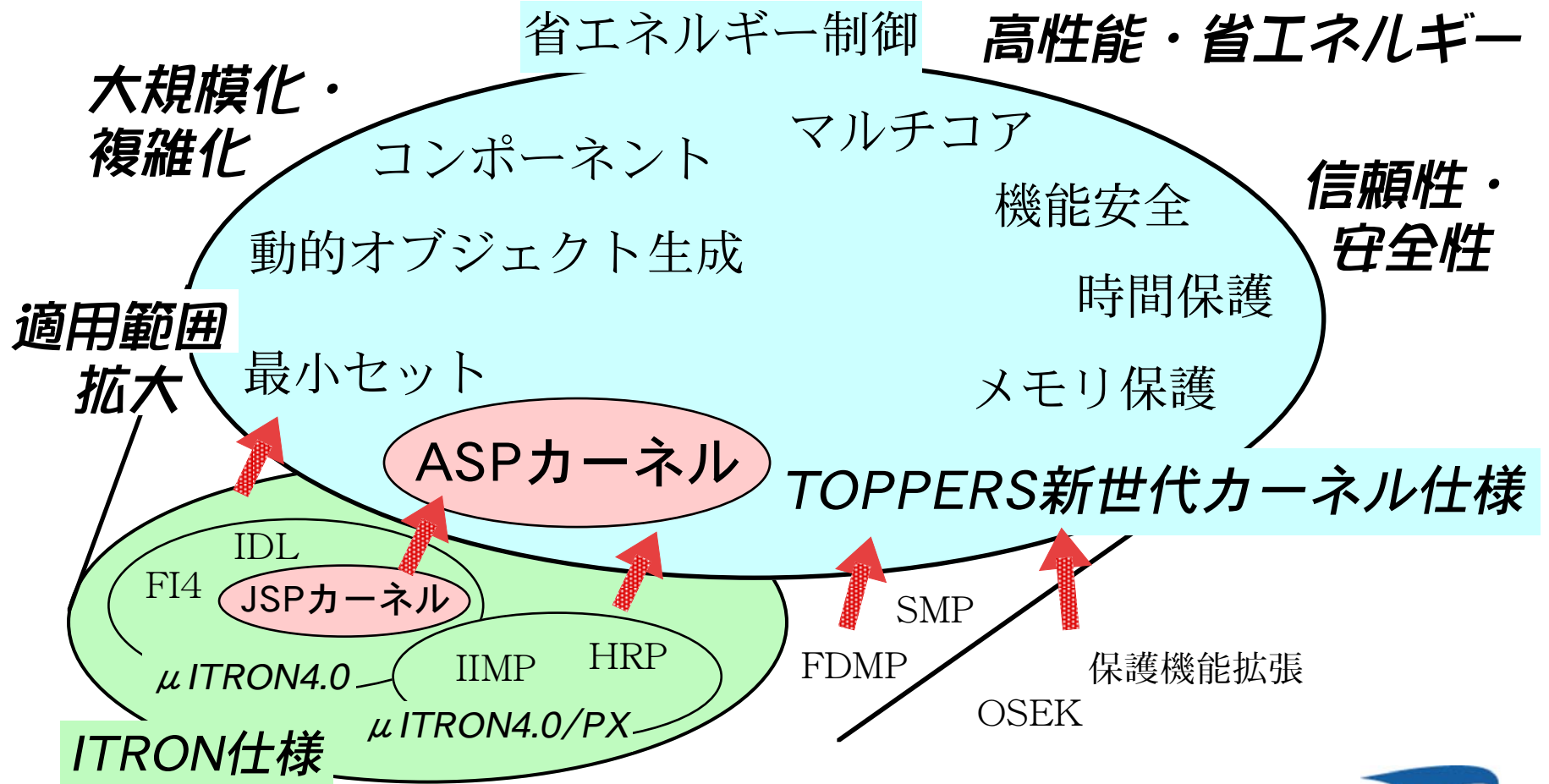
$\mu$ ITRON4.0仕様以降の技術開発成果の取込み（上記と対応）

- ▶ 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

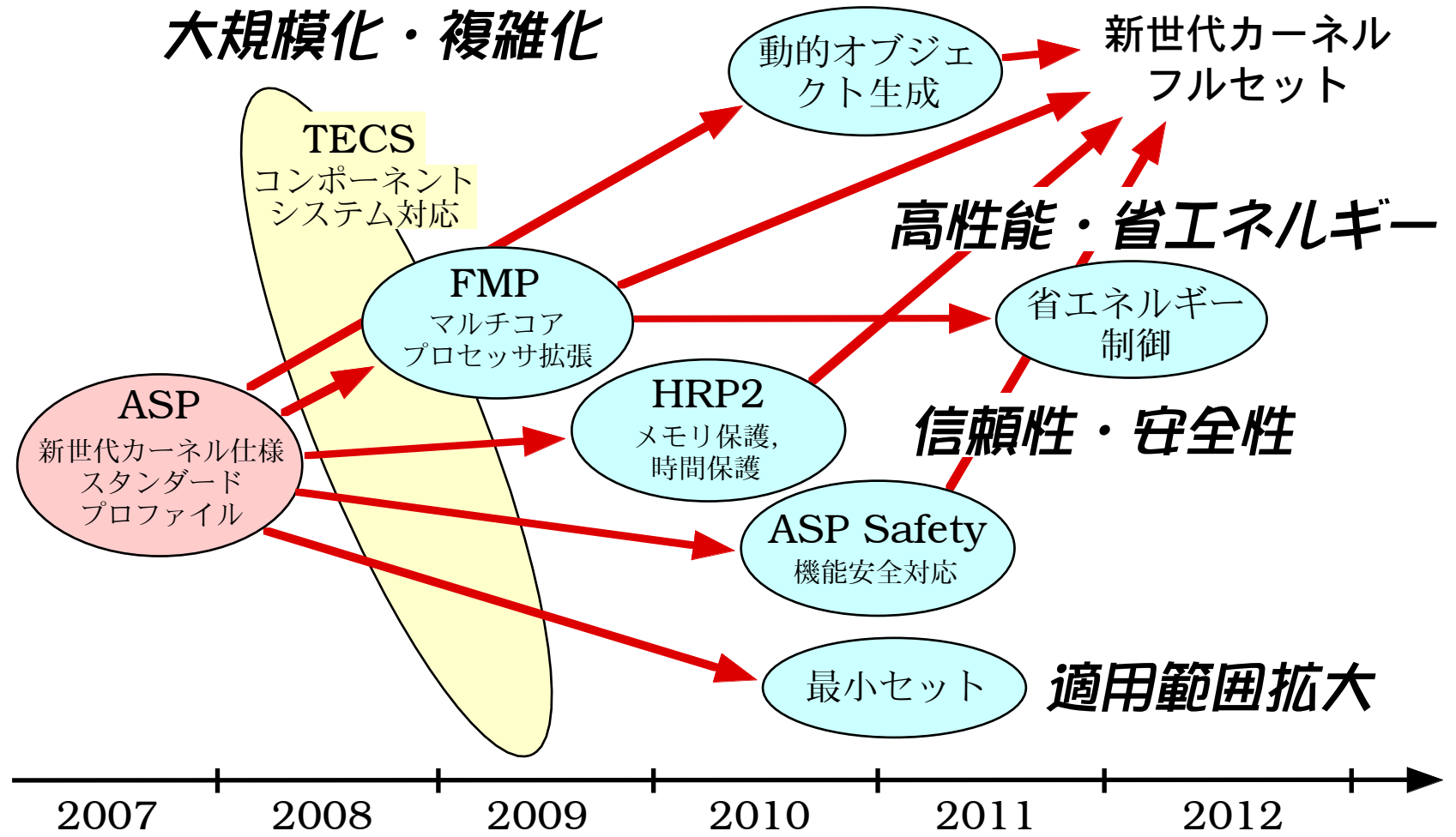
$\mu$ ITRON4.0仕様で完成度が低かった箇所の改良

- ▶ 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仕様からの発展



# TOPPERS新世代カーネル開発ロードマップ



※ リリース前のカーネルの名前は仮称

## マルチコアプロセッサ向けRTOSと開発支援ツール

### TOPPERS/FMPカーネル

- ▶ TOPPERS新世代カーネルの1つで，第2世代のマルチコアプロセッサ向けのリアルタイムカーネル．リアルタイム性と柔軟性の両立を狙う
- ▶ 名古屋大学において開発．マルチプロセッサ向けRTOSに関するコンソーシアムにより，検証手法の検討と実施が進行中．動的負荷分散手法等についても開発が進行中

### TraceLogVisualizer (TLV)

- ▶ RTOSやアプリケーションプログラムのトレースログを可視化 (グラフィカルに表示) するためのツール
  - ▶ マルチコアプロセッサ上でのシステム開発には，トレースログの活用が有効
- ▶ 名古屋大学において開発が進行中

## マルチプロセッサ向けRTOSに関するコンソーシアム

### プロジェクトの位置付け

- ▶ 名古屋大学独自に実施してきたマルチプロセッサ向けRTOSの研究開発プロジェクトに企業からの参加を募集
- ▶ このプロジェクトを，名古屋大学における高度な研究開発人材の育成事業にも活用

### 研究開発の内容

- ▶ 名古屋大学で開発を進めているTOPPERS/FMPカーネルをコアとする
- ▶ マルチプロセッサ向けRTOSに関する以下のようなテーマに関して研究開発
  - ▶ 検証手法，性能評価手法（検証スイートなど）
  - ▶ 開発環境（トレースログの可視化ツールなど）
  - ▶ 仕様策定・実装技術（動的負荷分散手法など）

## 2009年度の実施状況と参加企業

- ▶ 2009年度は、特に検証手法の検討と実施に重点をおいて進めるが、動的負荷分散手法等についても研究開発
- ▶ 7社の企業と1公的機関(+名古屋大学)が参加
  - ▶ 東芝
  - ▶ ルネサステクノロジ
  - ▶ 三洋電機
  - ▶ NEC通信システム
  - ▶ 富士ソフト
  - ▶ デジタルクラフト
  - ▶ 松浦商事
  - ▶ 宮城県産業技術総合センター
- ▶ 5名がほぼフルタイムで共同研究開発に従事(予定)
- ▶ 共同研究期間は1年間とし、成果を見て継続を検討

## 開発したソフトウェアの取扱い

- ▶ 参加企業は自由に利用できる(相互に無償利用許諾)
- ▶ 共同研究終了の1年後に、TOPPERSプロジェクトよりオープンソースソフトウェアとして公開予定

## 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 (コンポーネント技術) を用いる利点

- ▶ 大規模な組込みソフトウェアの見える化
- ▶ ソフトウェア部品の流通性・再利用性の向上
- ▶ 分散フレームワークによる分散システムの開発効率化

### 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により生成 (現時点では未サポート)

## 機能安全対応プラットフォーム

### 開発内容

- ▶ 機能安全規格 (IEC 61508) のSIL 3の認証が取れるレベルのRTOSと車載ネットワークミドルウェアを開発
- ▶ リアルタイムカーネル (ASPカーネルのサブセット) に対する安全要求分析など、安全性を証明する活動が中心

### 開発の枠組み

- ▶ 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、2006年12月より3年間のプロジェクトで開発中
- ▶ 統括研究代表者: 高田広章      ▶ 管理法人: (株)ヴィッツ
- ▶ メンバ: (株)ヴィッツ, (株)サニー技研, 東海ソフト(株)  
名古屋大, 産総研, 名古屋市工研, 道立工業試験所
- ▶ アドバイザ: トヨタ自動車, アイシン精機, 東海理化, 他3社



# TOPPERSプロジェクト公募型事業

## 事業の概要

- ▶ TOPPERSプロジェクトの発展に役立つ事業提案を募集
- ▶ 運営委員会における審査により，事業を採択
- ▶ TOPPERSプロジェクトから提案者に事業委託

## 2008年度（初年度）の応募状況

- ▶ 11件の応募があった

## 2008年度の採択事業

- ▶ テーマ：組込み向けUSBスタックの実装・開発
- ▶ 事業者：富田恭夫（クロノス工房）
- ▶ 成果物：USBスタック，そのテストプログラム，マスタトレージクラスドライバ，API仕様書
- ▶ 成果物は，TOPPERSの成果物として公開予定

## 2009年度の採択事業

- ▶ テーマ：組込み開発者向けTECS教育教材作成
- ▶ 事業者：株式会社デジタルクラフト 金スノヨブ
- ▶ 概要：TOPPERS OSおよびTECS対応の「STM32 Primer2」マイコンボードの実習教材の作成



STM32 Primer2

- ▶ Cortex-M3コアのマイコンSTM32 (型番：STM32F103V) を採用
  - ・クロック：72MHz
  - ・内蔵フラッシュ：512kバイト
- ▶ カラー液晶 (128×160ピクセル), タッチスクリーン, 加速度センサ, 上下左右ボタンなどのユーザインターフェースを搭載
- ▶ リチウムイオン電池を内蔵, USBから充電

## 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/>

# TOPPERSカンファレンス2010

## 高信頼化への取組みとその成果

～機能安全, 検証スイート, 形式手法, 省エネルギー～

**6月18日(金)に東京で開催**