



TOPPERSプロジェクトの概要

2008年11月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 URL: <http://www.ertl.jp/~hiro/>

Hiroaki Takada



TOPPERSプロジェクトとは？

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！

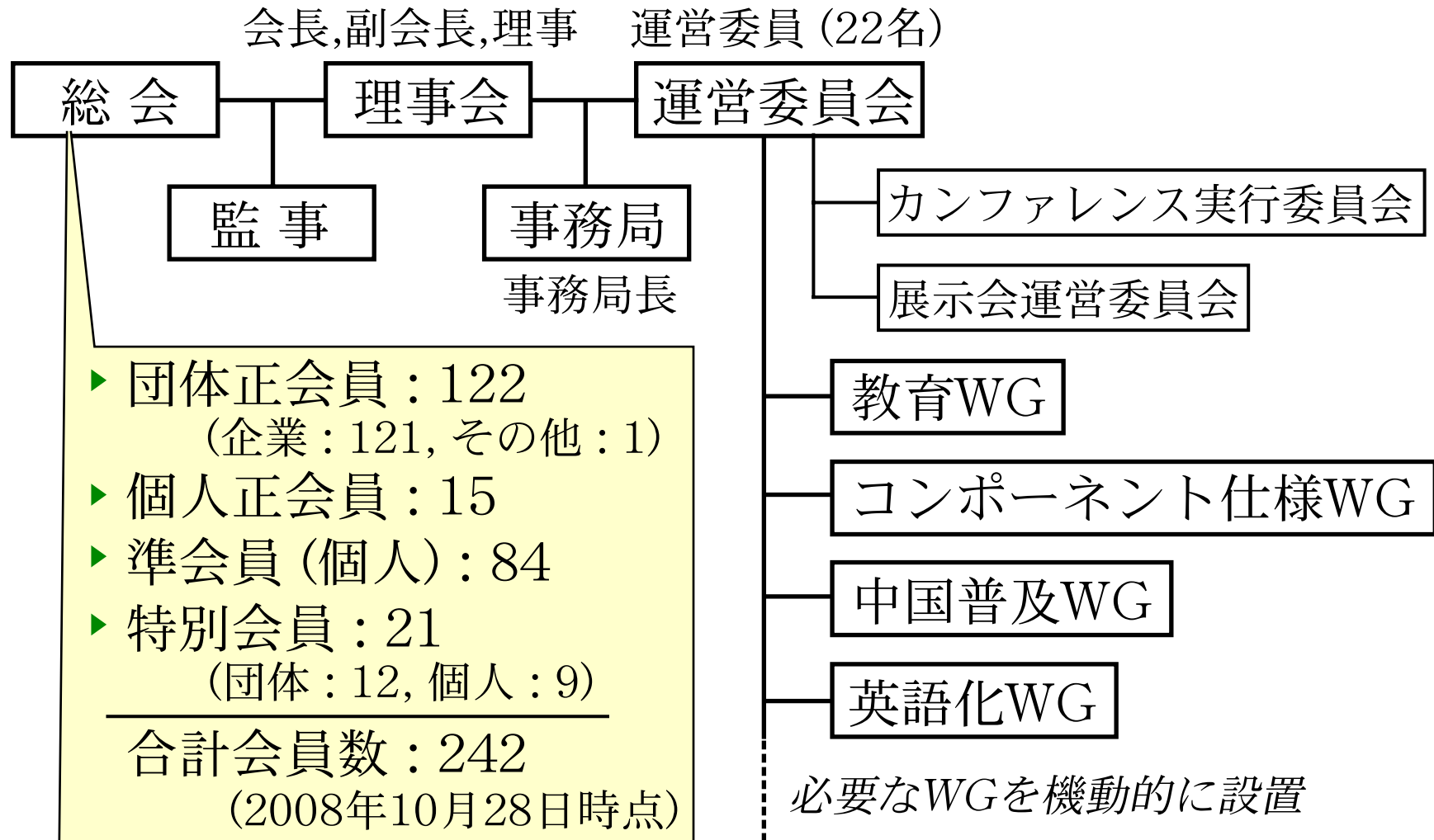
プロジェクトの推進主体

- ▶ 高田研究室を中心に開発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

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
- ▶ 組込みシステム技術者の育成への貢献

TOPPERSプロジェクトの組織と会員



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/Automotiveカーネル (ATK1) **名称を変更**

- ▶ 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と共同で開発**

- ▶ 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

TOPPERS/ASPカーネル **新世代カーネルの出発点**

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**

- ▶ 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

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

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)



KR-107 (Roland)

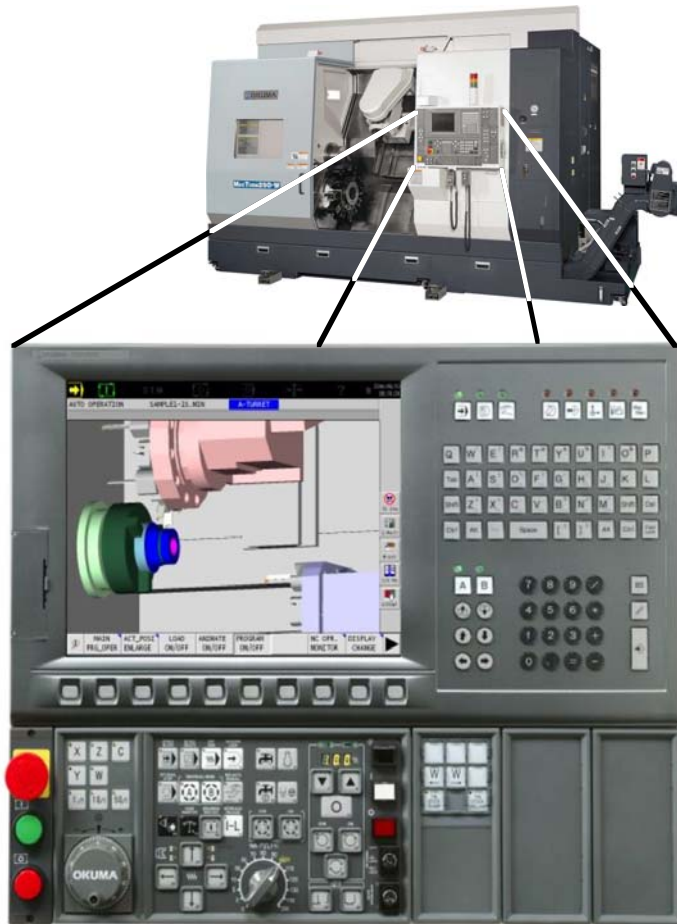


UA-101 (Roland)



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、知らずに侵害する可能性がある）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

主な早期リリース中の開発成果 **会員限定で配付**

TOPPERS/FMPカーネル (仮称)

- ▶ ASPカーネルをマルチコアプロセッサ向けに拡張
- ▶ SMPとFDMPの両タイプのマルチプロセッサに適用可

TOPPERS組込みコンポーネントシステム (TECS)

- ▶ 仕様書 (作成中) とツール (インタフェースジェネレータ)
- ▶ ASPカーネルのTECS対応版

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

TOPPERS標準割込み処理モデル

- ▶ TOPPERSにおける割込み処理を、ターゲットに依存せずに標準化したモデル (ドキュメント)

TOPPERSプロジェクトの次のステップ

! 次のステップへ踏み出しつつある

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

TOPPERS新世代カーネル仕様の必要性

! μ ITRON4.0仕様が公表されてから、すでに9年が経過
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)

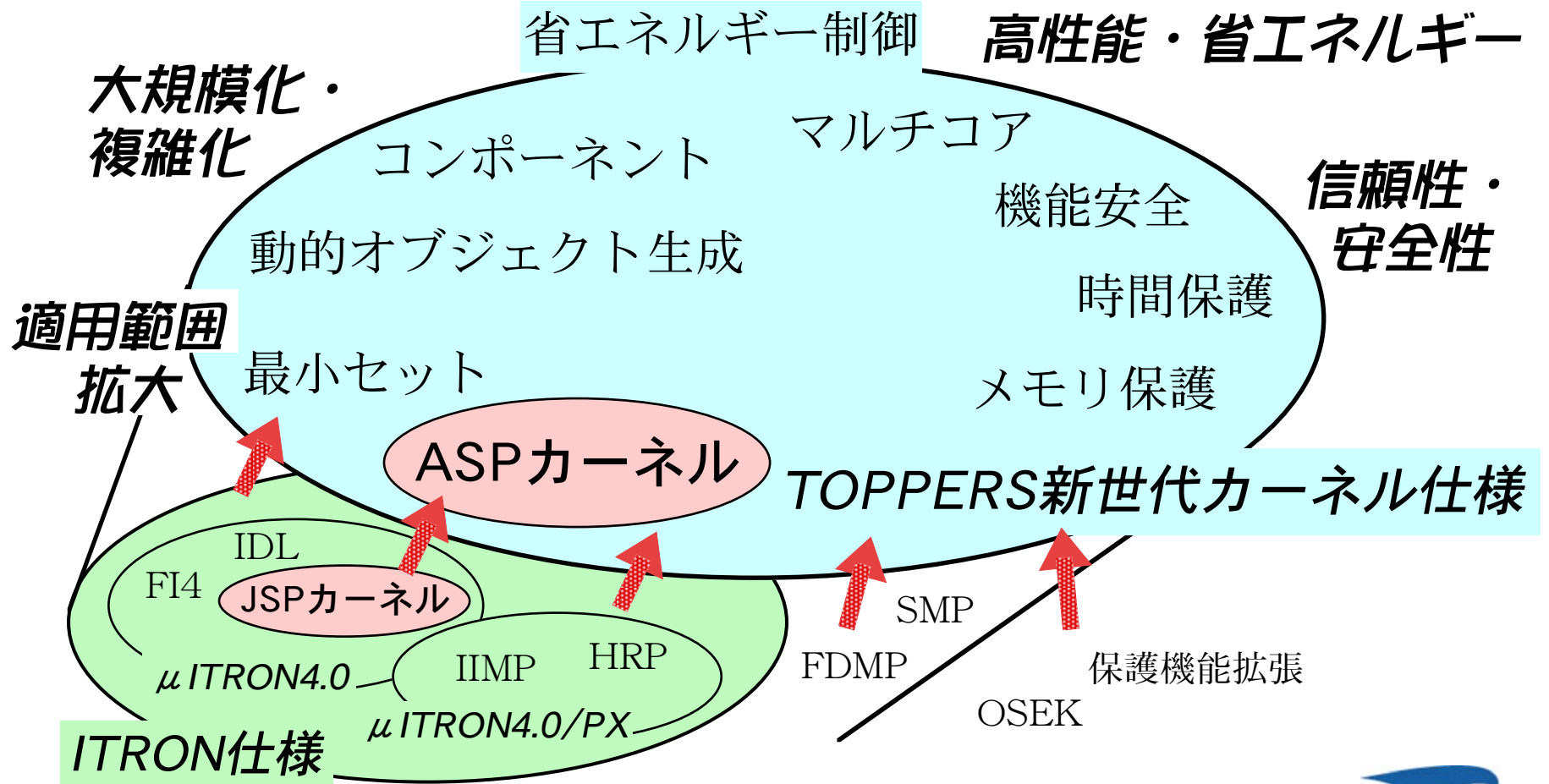
μ ITRON4.0仕様以降の技術開発成果 (要求に対応) の取込み

- ▶ 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

μ 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仕様からの進化



TOPPERS/ASPカーネルの概要

2008年5月に公開

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新世代カーネル統合仕様書

位置付け

2008年11月に公開

- ▶ TOPPERS新世代カーネルに属する一連のリアルタイムカーネルの仕様を統合的に記述した仕様書

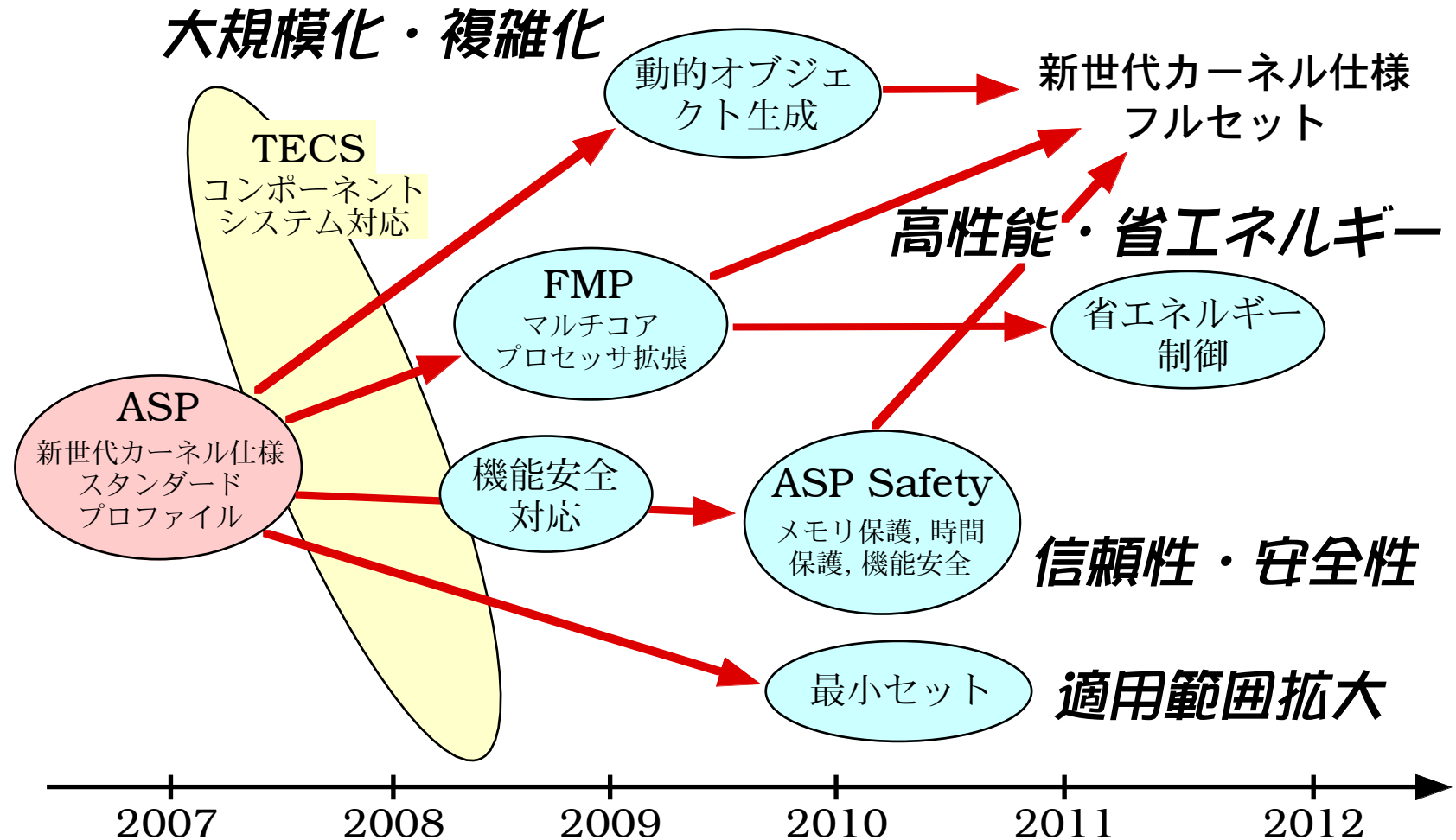
仕様書作成の意義

- ▶ これまで、TOPPERSカーネルの仕様書/ユーザズマニュアルは、 μ ITRON4.0仕様との差分で記述していた
- ▶ 著作権の関係で、元の仕様書を書き換えることは不可

進捗と策定方法

- ▶ 現時点で、TOPPERS/ASPカーネルの仕様に関しては記述が完成している
- ▶ 保護機能対応、マルチプロセッサ対応、動的生成対応等については、今後、TOPPERS開発者会議等で仕様検討を行い、記述を進める

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

コンポーネントシステム対応

TECS (TOPPERS組込みコンポーネントシステム) とは？

- ▶ 組込みシステムを構成するソフトウェアモジュールを、コンポーネント (部品) として扱うための技術
 - ▶ WindowsのCOM (およびDCOM) に対応する技術
 - ▶ コンポーネント間を静的に結合. ツール (インタフェースジェネレータ) が最適なインタフェースを生成
 - ▶ 分散システムにおけるRPCにも対応予定

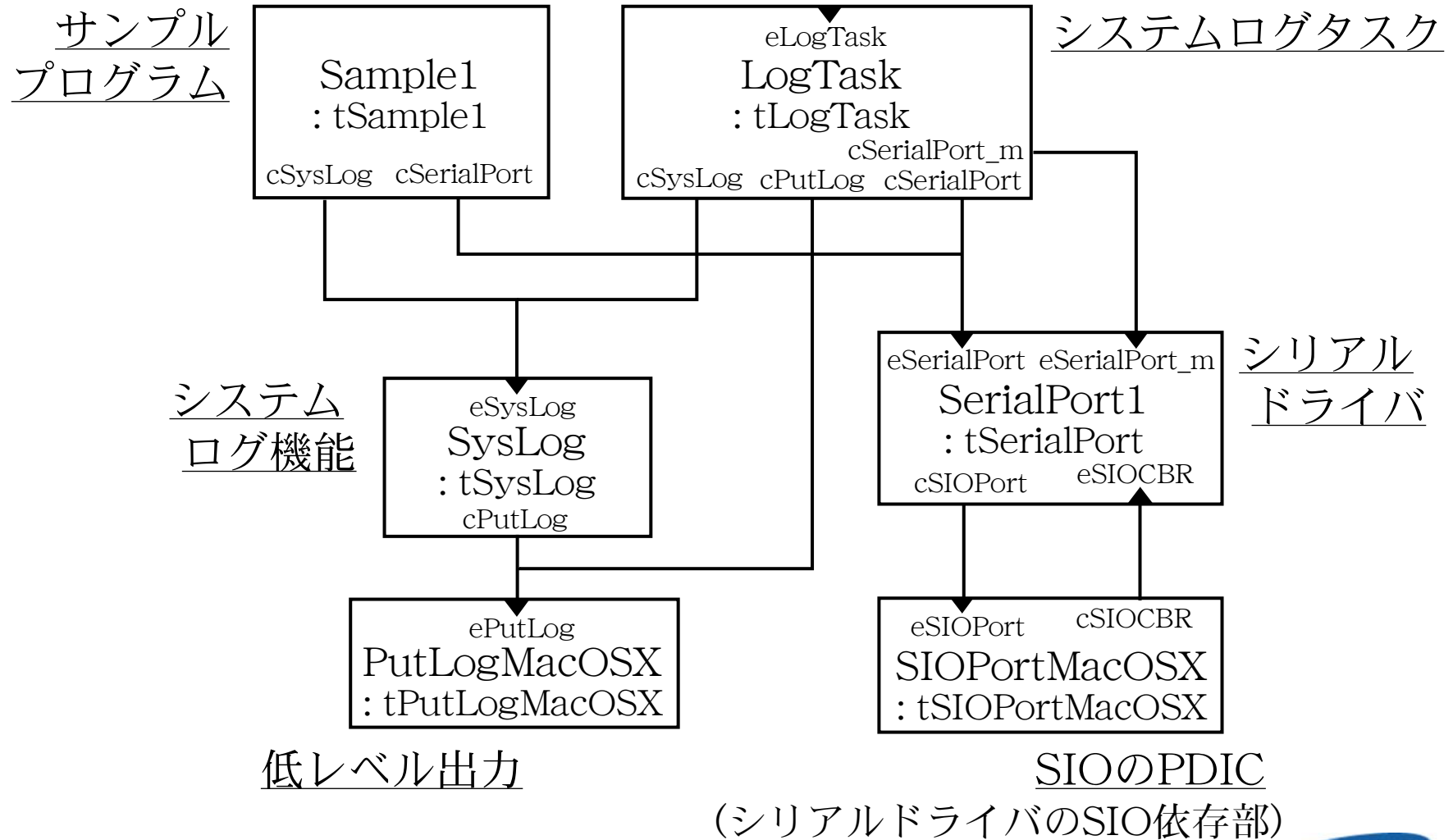
開発状況

早期リリース中

来春公開予定

- ▶ コンポーネントWGにおいて、仕様の検討と、サポートツールおよびカーネル対応の開発を実施中
- ▶ TECSのインタフェースジェネレータと、ASPカーネルのシステムログ機能やシリアルドライバ等をTECS対応にしたものを、会員向けに早期リリース中

ASPカーネルの周辺ドライバ等のTECS図



TECSの特徴

- ▶ オーバヘッドの小さいコンポーネントシステム
 - ▶ コンポーネントを静的に組み上げることにより、コンポーネント結合のオーバヘッドを最小限に
 - ▶ オーバヘッドを小さくすることで、コンポーネントの粒度を小さくすることが可能
 - ▶ 分散システムに対応
 - ▶ コンポーネント呼出しを、RPC (Remote Procedure Call) 化することが可能
 - ▶ システム全体をコンポーネントシステムで扱える
 - ▶ アプリケーションだけでなく、プラットフォームのコンポーネント化に重点
- ➡ **実装レベルのコンポーネントシステム**
一種の言語拡張とみなすこともできる

ZIPC Toy! 詳しくは最後から2番目のプレゼンで

- ▶ CATS社が開発中のTECS対応の構造設計ツール

The image shows a screenshot of the TECS structural design tool interface. The main window displays a hierarchical tree structure of components and their interconnections. A callout box in the top right shows a button labeled 'CDLファイル生成' (Generate CDL File) and a code snippet in CDL format. Another callout box in the center shows a component configuration window with the text 'コンポーネントを配置して インタフェースを繋げるだけ!' (Just place components and connect interfaces!). A third callout box in the bottom right shows a parameter input window with the text 'モデル配置を確認しながら パラメータ入力' (Input parameters while confirming model placement). A fourth callout box in the bottom left shows a tree view with the text 'モデル全体を把握' (Understand the entire model). A fifth callout box in the middle left shows a parameter check window with the text 'パラメータの 矛盾点をチェック' (Check for contradictions in parameters).

マルチコアプロセッサ対応

開発の枠組み

- ▶ 名古屋大学 組込みシステム研究センター (NCES) におけるマルチコアプロセッサ向けリアルタイムOSの研究開発プロジェクトにおいて開発

TOPPERS/FMPカーネル (仮称) **早期リリース中**

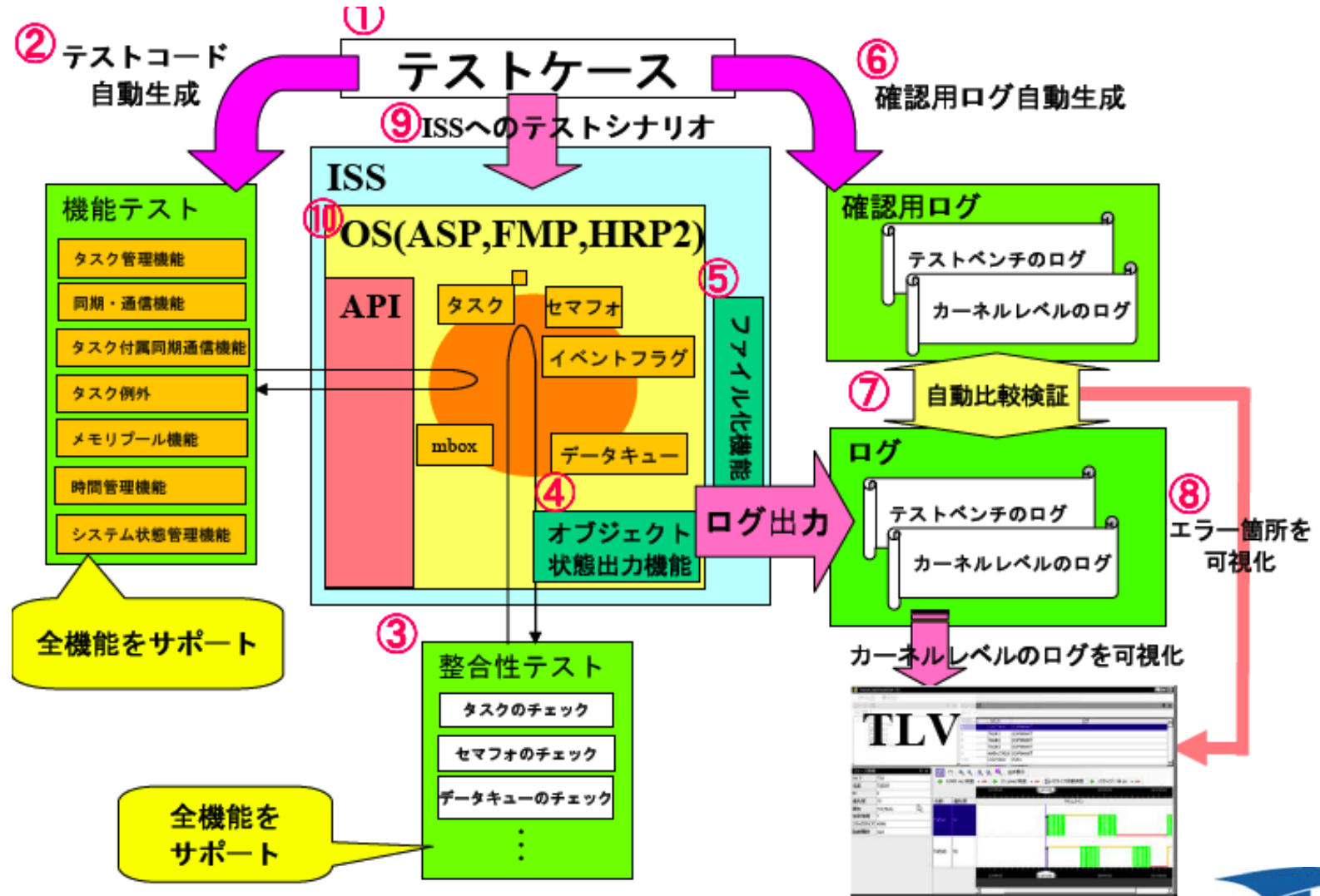
- ▶ 対称型 (SMP) またはそれに近いマルチコアプロセッサに対応した、リアルタイム性と柔軟性を両立させるリアルタイムカーネル
- ▶ TOPPERS/FDMPカーネルの仕様をベースに、タスクをマイグレーションさせるAPIなどを追加
- ▶ TOPPERS/ASPカーネルをマルチコア拡張する形で実装
- ▶ 複数の半導体メーカーの5種類程度のターゲットプロセッサをサポートする予定

NCES MP-RTOSプロジェクトにおける開発内容

NCES MP-RTOS：マルチコアプロセッサ向けリアルタイムOSの研究開発プロジェクト

- ▶ カーネル開発
 - ▶ TOPPERS/FMPカーネルの開発（ほぼ完了）
 - ▶ 各種のプロセッサへのポーティング
 - ▶ メモリ保護機能の統合
- ▶ カーネルの評価
 - ▶ マルチコアカーネルの性能評価手法
 - ▶ マルチコアカーネルのテスト手法
- ▶ トレースログの可視化 **詳しくは最後のプレゼンで**
 - ▶ 可視化ツール (TLV) の開発
 - ▶ オブジェクト状態出力機能
- ▶ 負荷分散手法

マルチコアカーネルのテストフレームワーク



機能安全対応

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、(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

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
- ▶ TOPPERS/ASPカーネルをベースに、リアルタイムカーネルに対する安全要求分析の実施
- ▶ リアルタイムカーネル自身に対する修正・拡張は無いか、あったとしてもわずか
- ▶ 設計ドキュメントの整備や検証の実施も重要課題

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

初年度の応募状況

- ▶ 11件の応募があった

初年度の採択事業

- ▶ 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, マスス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

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/>