



TOPPERS

TOPPERSプロジェクト プレス発表会

**TOPPERS組込みコンポーネントシステムの一般公開
第2世代のマルチコアプロセッサ向けRTOSの一般公開
トレースログ可視化ツールの早期リリース
マルチプロセッサ向けRTOSに関する
コンソーシアム型共同研究を開始**

2009年4月23日

本日の発表一覧

- (1) TOPPERS組込みコンポーネントシステムの一般公開について
～サポートツールと対応RTOSの一般配布を5月に開始
- (2) 第2世代のマルチコアプロセッサ向けRTOSの一般公開について
～TOPPERS/FMPカーネルの一般配布を5月に開始
- (3) トレースログ可視化ツールの早期リリースについて
～TraceLogVisualizer (TLV) の会員向け配布を5月に開始
! TOPPERSとNCESの共同発表
- (4) マルチプロセッサ向けRTOSに関するコンソーシアム型
共同研究を開始
! NCESとTOPPERSの共同発表

TOPPERSプロジェクト
プレス発表会

TOPPERSプロジェクトの最新状況と 配付開始するソフトウェアの概要

2009年4月23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



組込みシステム開発を取り巻く状況

半導体技術
の進歩

従来からの組込みシステムの大規模化・複雑化

- ▶ 機器の複合化・デジタル化・ネットワーク化
- ▶ 制御要素に情報処理要素が複合
- ▶ コンピュータ制御による高機能化・高付加価値化

組込みシステムの適用分野が拡大

- ▶ コンピュータの小型化・低価格化により広がる適用分野

開発期間の短縮やコストダウンに対する要求

- ▶ 製品の早期の市場投入が収益を大きく左右
- ▶ QCDの3つを同時に満たすことは困難. どれかが犠牲になっている (どれが犠牲になっているかは分野による)

(単一の) プロセッサの高速化の限界

- ▶ 消費電力 (= 発熱量) が最大の制約条件に

組込みシステム/ソフトウェア開発の課題

設計品質の確保／向上

- ▶ システムの複雑化により，ディペンダビリティ（信頼性，安全性，セキュリティ，…）の確保が困難に

設計の効率化（生産性の向上）

- ▶ システムの大規模化や品質要求により，設計効率が低下

その他にも多くの技術的課題（主なもの）

- ▶ 新しいハードウェア技術（例：マルチコア）への対応
- ▶ これまで以上に高い信頼性・安全性の達成
- ▶ 低消費電力（エネルギー）システム技術
- ▶ 組込みセキュリティ技術

その背景にある深刻な問題

組込みシステム技術者（人材）不足

組込みシステムの開発効率化と品質確保のために

! QCD要求を満たすシステム/ソフトウェア開発のために
設計抽象度を上げる

- ▶ 設計物を少ないライン数で記述できるようにする
- !** 一人の技術者が一定期間に記述できるソフトウェアのライン数は大きくは変わらないと言われている

設計資産の再利用の促進

- ▶ 過去の設計資産を再利用することで新規開発分を減らす
- ▶ 設計資産の質の向上が重要

応用分野毎のプラットフォームの構築・活用と共通化

- ▶ 応用分野毎に、それに向けたハードウェア上に、リアルタイムOSと必要なミドルウェアを載せたプラットフォームを構築し、広範に活用する

TOPPERSプロジェクトとは？

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



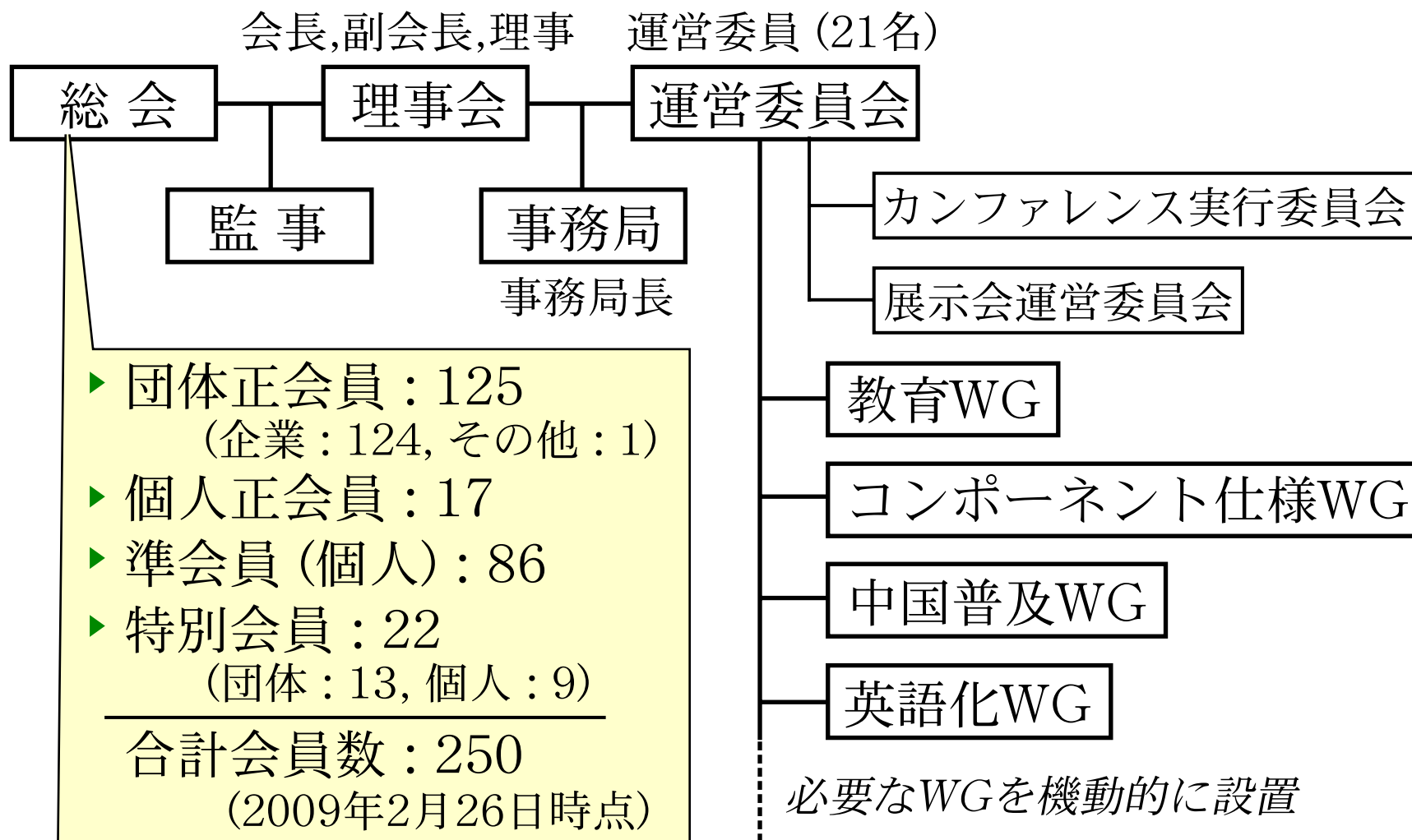
プロジェクトの活動内容

- ▶ 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)

- ▶ 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

TOPPERS新世代カーネルの必要性

μITRON4.0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

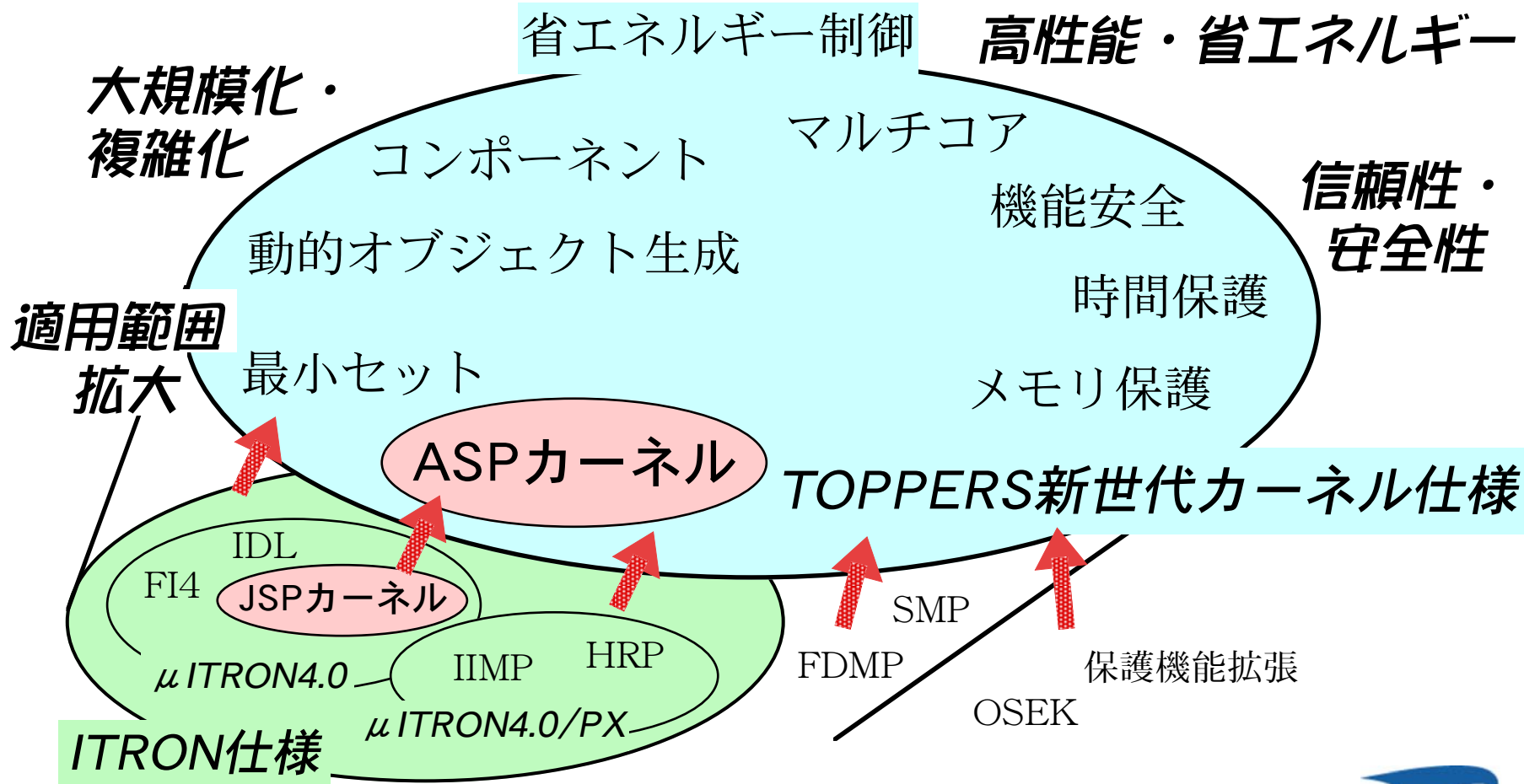
μITRON4.0仕様以降の技術開発成果の取込み（上記と対応）

- ▶ 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

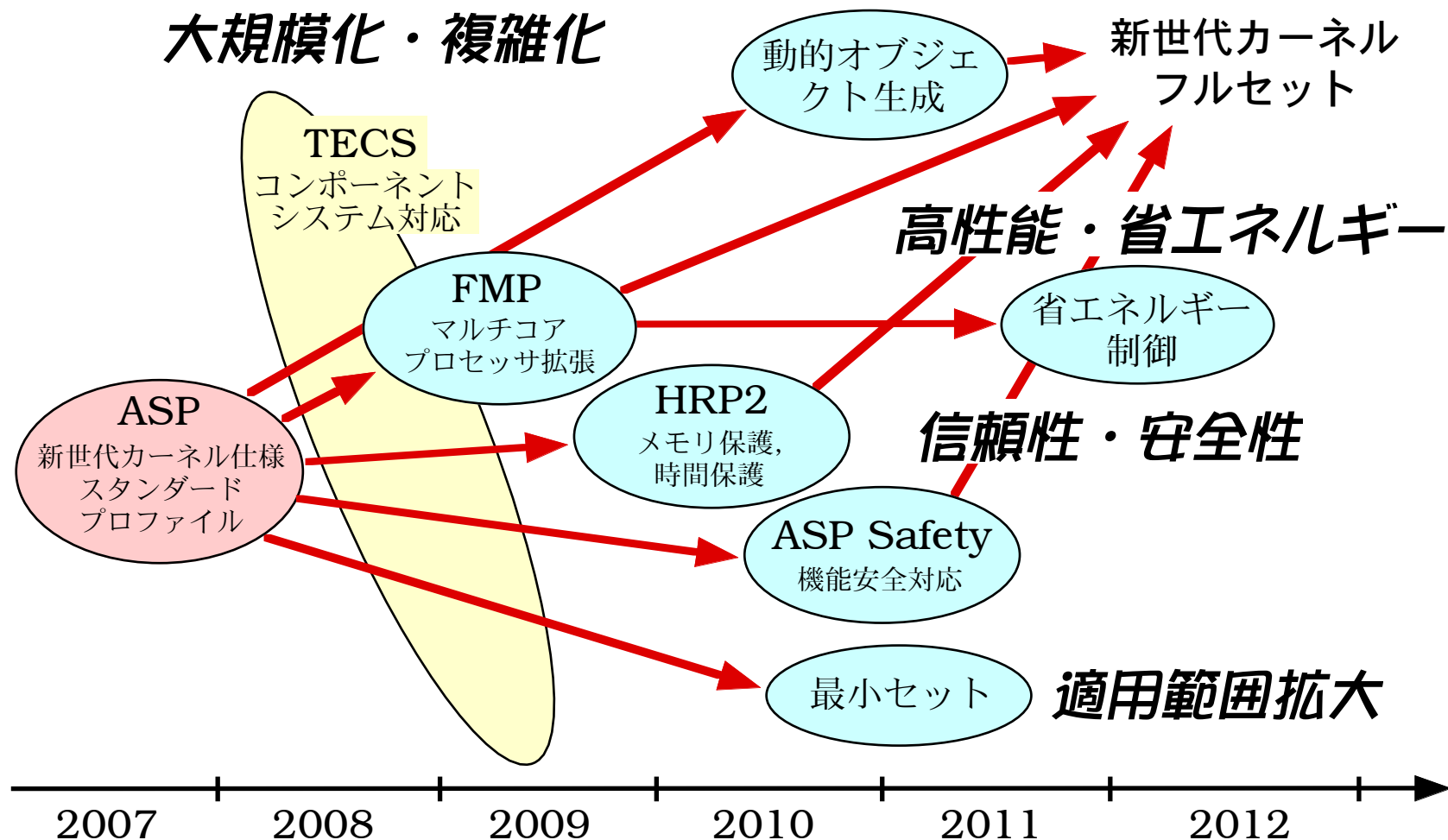
μITRON4.0仕様で完成度が低かった箇所の改良

- ▶ 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仕様からの発展



TOPPERS新世代カーネル開発ロードマップ (改訂)



※ リリース前のカーネルの名前は仮称

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新世代カーネル統合仕様書

位置付け

- ▶ 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

- ▶ TOPPERS/ASPカーネルの仕様に関する記述が完成したものを、2008年11月に公開
- ▶ マルチプロセッサ対応、保護機能対応、動的生成対応等について、TOPPERS開発者会議等で仕様検討を行い、記述を進めている

今回配付開始を発表するソフトウェア

組込みシステム開発技術展 (ESEC; 5月13日~15日) の開催にあわせて、以下のソフトウェアの配付を開始

TOPPERS組込みコンポーネントシステム (TECS)

- ▶ 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

TOPPERS/FMPカーネル

- ▶ 第2世代のマルチコアプロセッサ向けリアルタイムカーネル
- ▶ TOPPERS新世代カーネル統合仕様書の改訂も実施

TraceLogVisualizer (TLV)

- ▶ リアルタイムOSやアプリケーションプログラムのトレースログをグラフィカルに表示するためのツール
- !** 会員向けの早期リリース

保護機能対応

開発内容

- ▶ メモリ保護機能などの高信頼システム向けの機能を持つ TOPPERS/HRPカーネルを，TOPPERS新世代カーネル仕様に整合するようにバージョンアップ
- ▶ TOPPERS/HRP2カーネル (仮称)

開発計画

- ▶ 名古屋大学において，カーネルの開発が進行中．1年以内に早期リリースすることが目標
- ▶ さらに，TOPPERS/FMPカーネルとのマージも計画
- ▶ コンフィギュレータの拡張とTOPPERS新世代カーネル統合仕様書の改版作業も進行中

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とサポートライブラリ
- ▶ リアルタイムカーネルに対する安全要求分析を実施
- ▶ 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カーネルをサブセット化 (安全システムの構築に必要な機能に絞り込む)

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

TOPPERSカンファレンス2009

- ▶ 6月19日(金) に東京 (大田区産業プラザ) で開催

招待講演

- ▶ 産総研におけるサービスロボット研究について
大場光太郎氏 (産総研 知能システム研究部門 副部門長)

オーバビューセッション・チュートリアルセッション

- ▶ TECSの概要と事例
- ▶ TOPPERS新世代カーネルの概要と開発状況 (FMPカーネル, HRP2カーネルなど)
- ▶ 利用事例の紹介 (製品への適用事例, ETロボコンなど)
- ▶ TECSに関するチュートリアル

基調講演

- ▶ TOPPERSプロジェクトの活動と今後について
高田広章 (TOPPERSプロジェクト会長)

TOPPERS組込みコンポーネント システム (TECS)

TECSの概要

TECS (TOPPERS組込みコンポーネントシステム) 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
- ▶ マルチコアプロセッサシステム/分散システムにおける遠隔呼出し (RPC; Remote Procedure Call) にも対応

コンポーネントシステムを用いる利点

- ▶ 大規模な組込みソフトウェアの見える化
 - ▶ ソフトウェア構造の見える化により，システムの理解が容易になり，ソフトウェアの体系的な再利用が促進
 - ▶ 部品間の呼び出しの見える化により，検証作業が容易に
- ▶ ソフトウェア部品の流通性の向上
- ▶ 分散フレームワークによる分散システムの開発効率化

汎用システム向けのコンポーネント技術で不十分な理由

- ▶ コンポーネント間の結合を動的に行うため、オーバヘッドが大きい
- ▶ オブジェクト指向言語をベースにしている（組み込みシステムでは、オブジェクト指向言語が普及していない）
- ▶ コンポーネントを動作させるプラットフォームが用意されることが前提となっており、組み込みシステム分野で使われている多様なプラットフォーム（例えば、ネットワークにCANを用いた場合）に対応できない

開発主体と公開予定

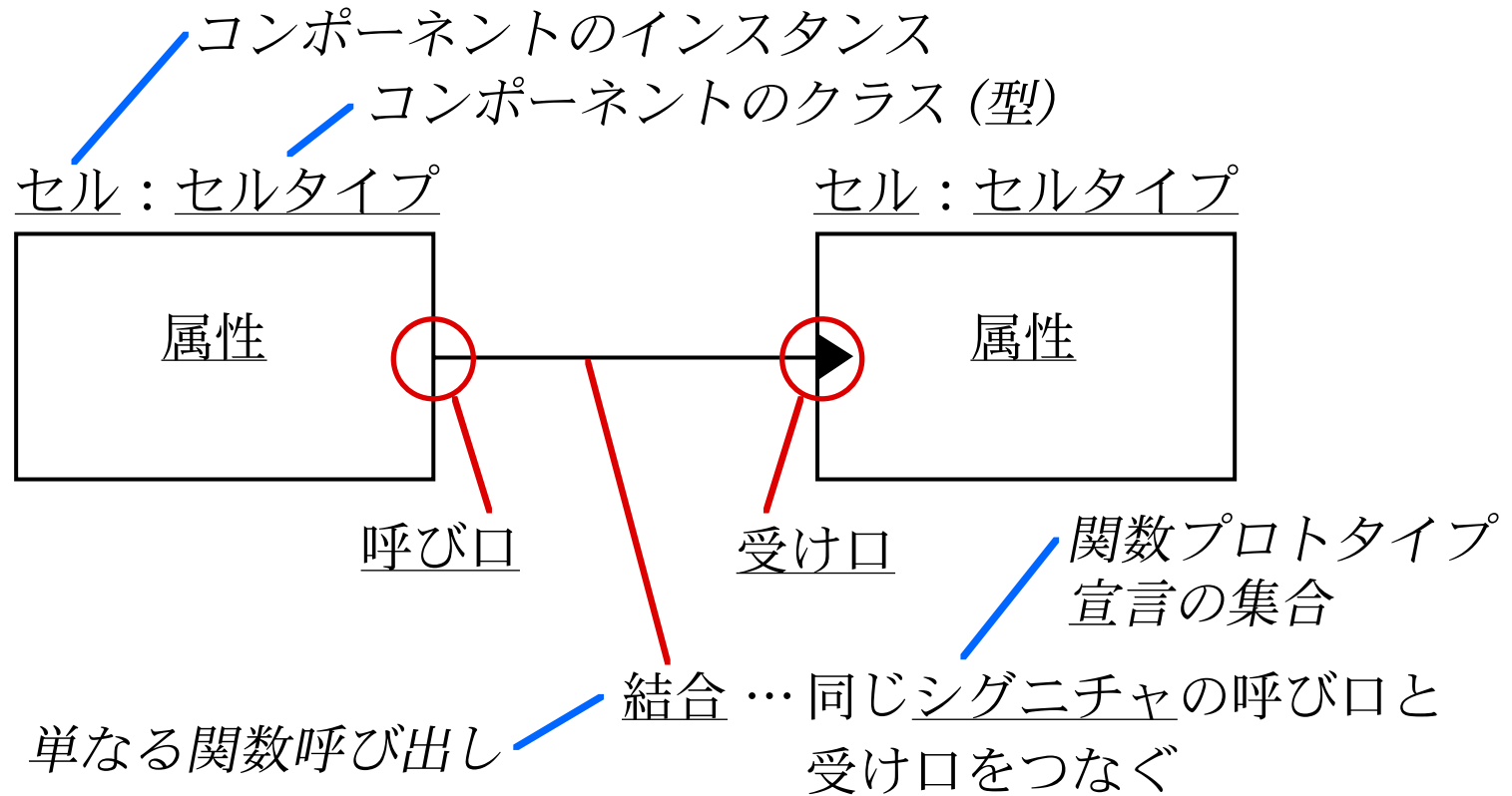
- ▶ TOPPERSプロジェクト コンポーネント仕様WGにおいて、2004年1月より約5年間に渡り仕様検討・実装作業を実施

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最適化する
 - ▶ コンポーネント間は静的に結合するのが基本
 - ▶ 状況に応じた最適なコンポーネント間インタフェースをツールにより生成 (インタフェース生成)
 - ▶ オーバヘッドが小さいため, コンポーネントの粒度を小さくすることができる
- ▶ システム内のすべてのソフトウェアをコンポーネントとして扱う
 - ▶ プラットフォームも含めて構築が可能
 - ▶ 多様なプラットフォーム (プロセッサ, OS, ネットワーク) に対応可能
- ▶ ネットワークを超える遠隔呼出し (RPC) のためのコンポーネントをツールにより生成 (RPC生成)

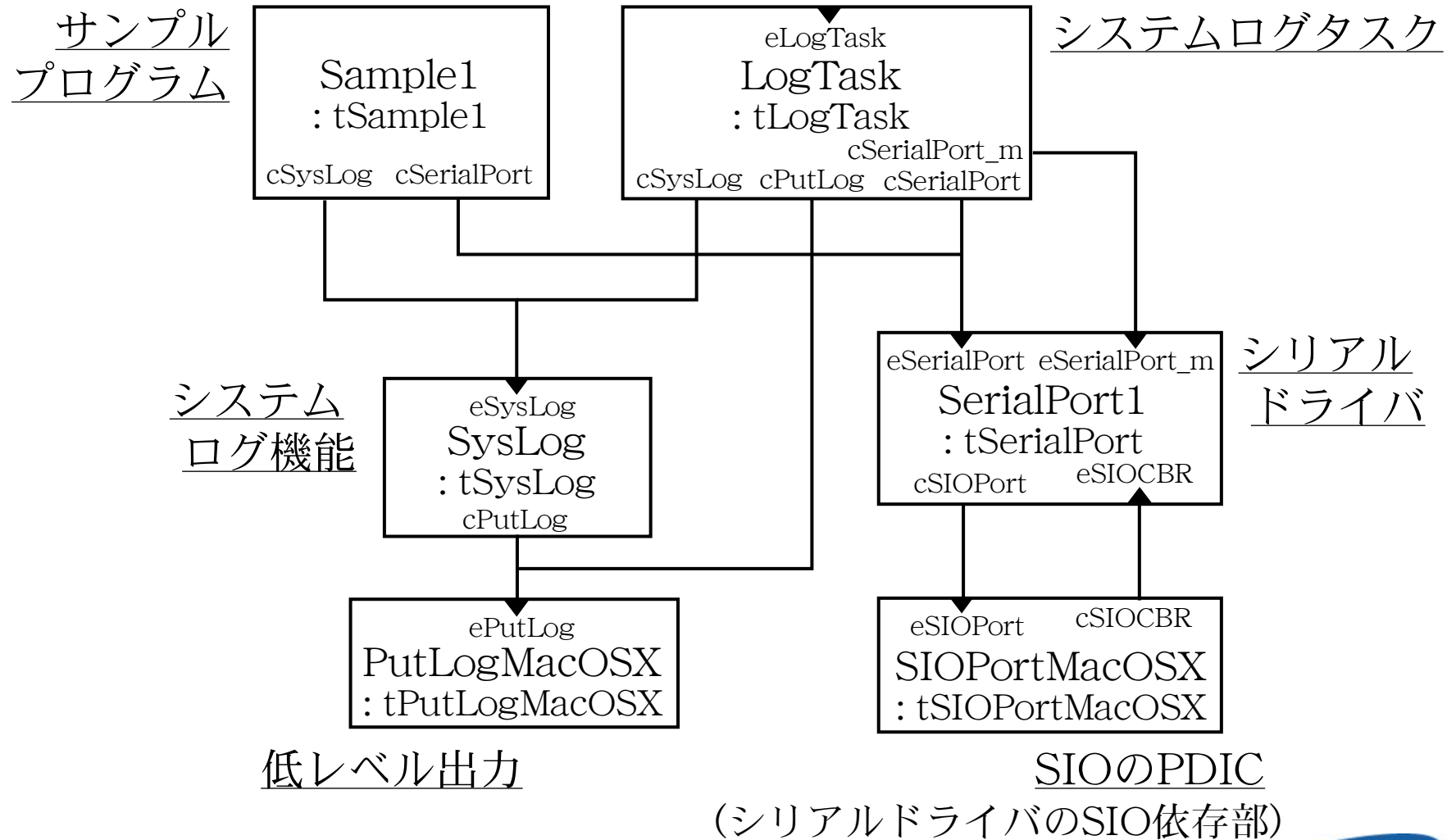
TECSにおけるコンポーネントモデル

基本的なコンポーネントモデル



! UMLにおけるインスタンス図に相当する図であるが、インスタンス図よりも記述が詳細

TOPPERS/ASPカーネルの周辺ドライバ等のTECS図



コンポーネント記述の例 (システムログ機能)

```
signature sSysLog {
    ER      write([in] uint_t prio, [in] const SYSLOG *p_syslog);
    ER_UINT read([out] SYSLOG *p_syslog);
    ER      mask([in] uint_t logmask, [in] uint_t lowmask);
    ER      refer([out] T_SYSLOG_RLOG *pk_rlog);
};
```

シグニチャの定義

Singleton (インスタンスが1つのみ) であることの宣言

[singleton]

セルタイプの定義

```
celltype tSysLog {
    entry   sSysLog      eSysLog; /* システムログ機能のサービス */
    call    sPutLog      cPutLog; /* 低レベル出力との接続 */
    attribute {
        uint_t log_bufsz; /* ログバッファサイズ */
    };
    var {
        [省略 (内部変数の定義)]
    };
};
```

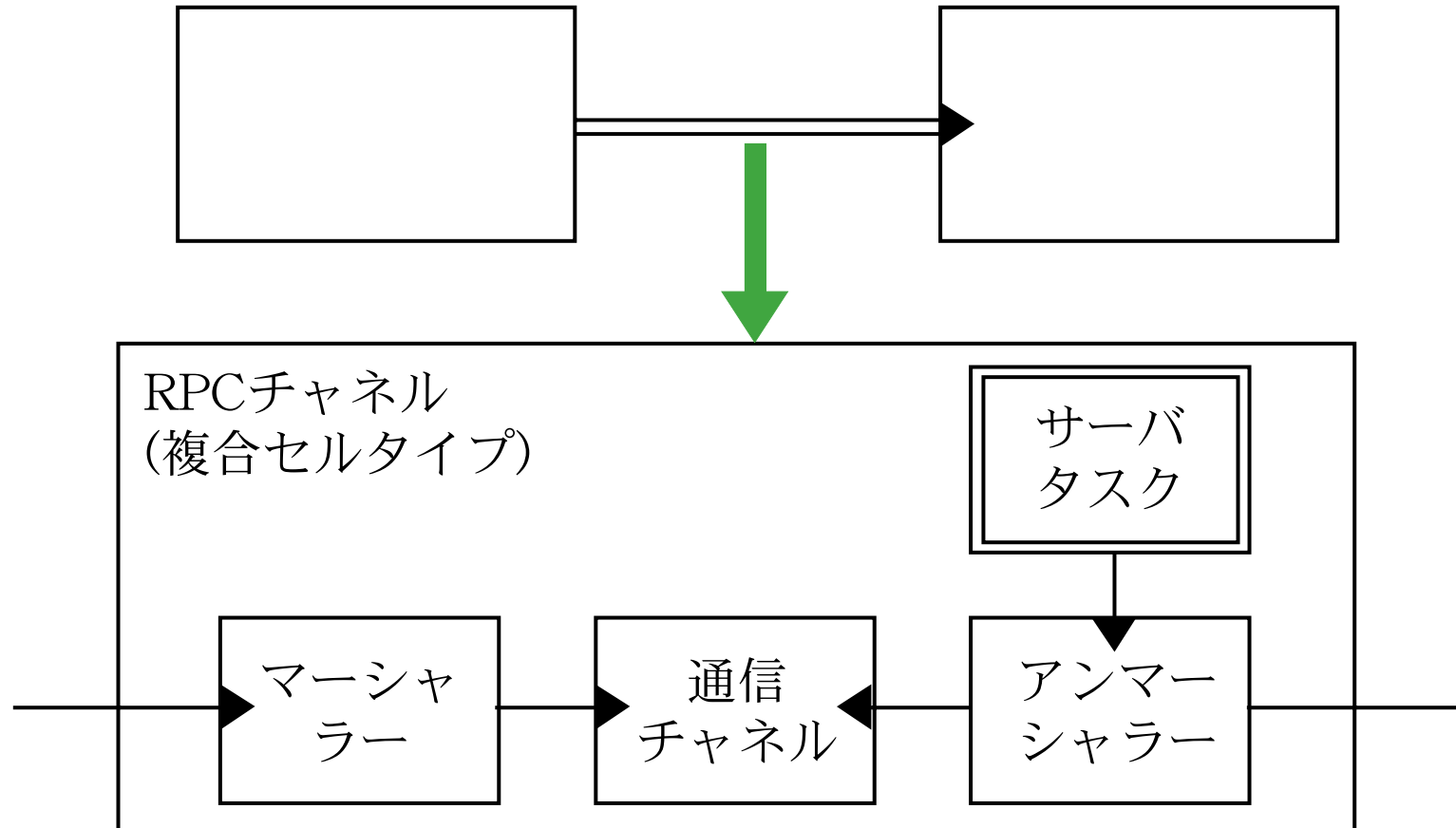
受け口

呼び口

属性

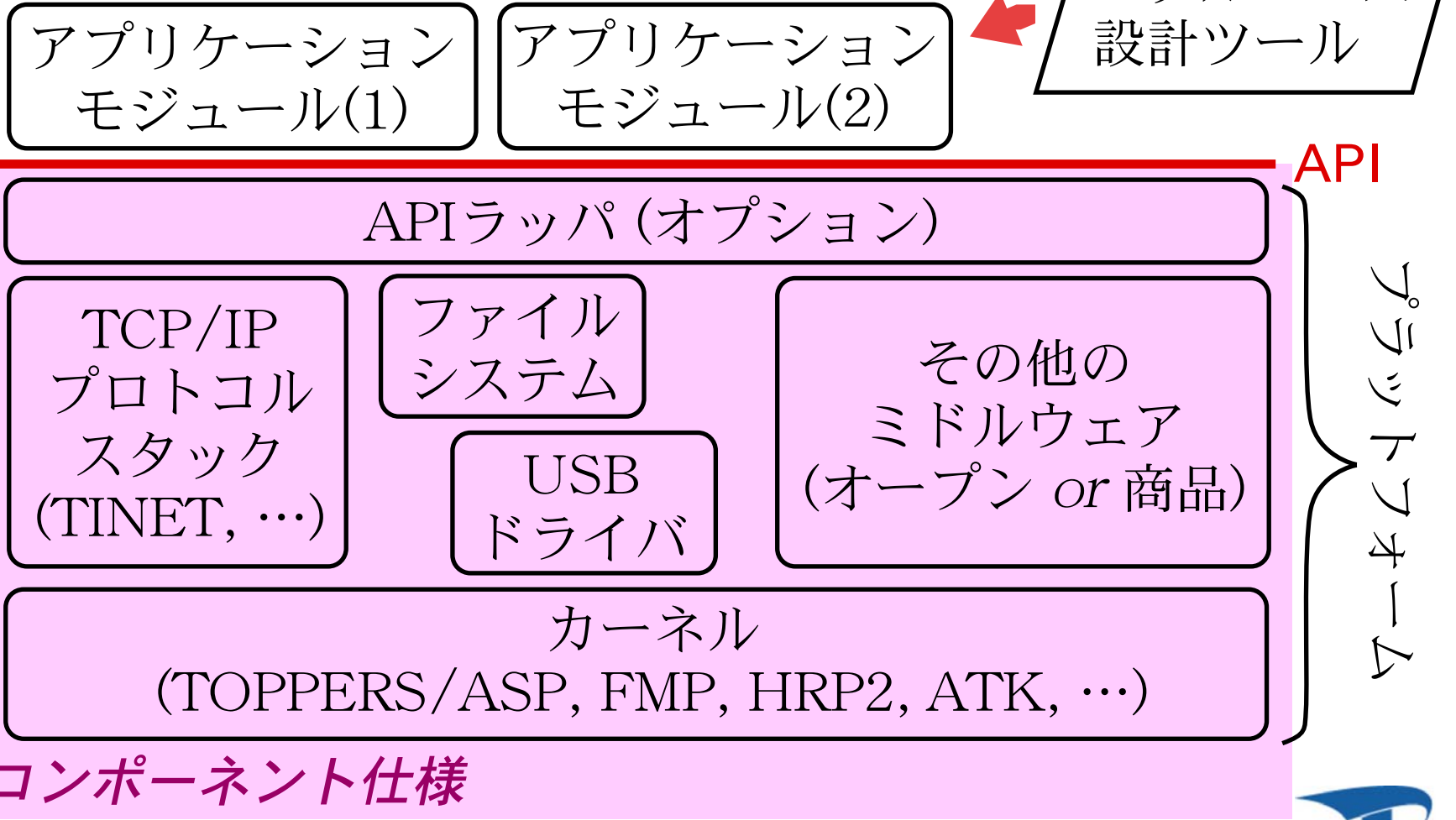
TECSにおける遠隔呼出し (RPC) の実現

- ▶ セル間の結合にRPCチャンネルを挟み込む

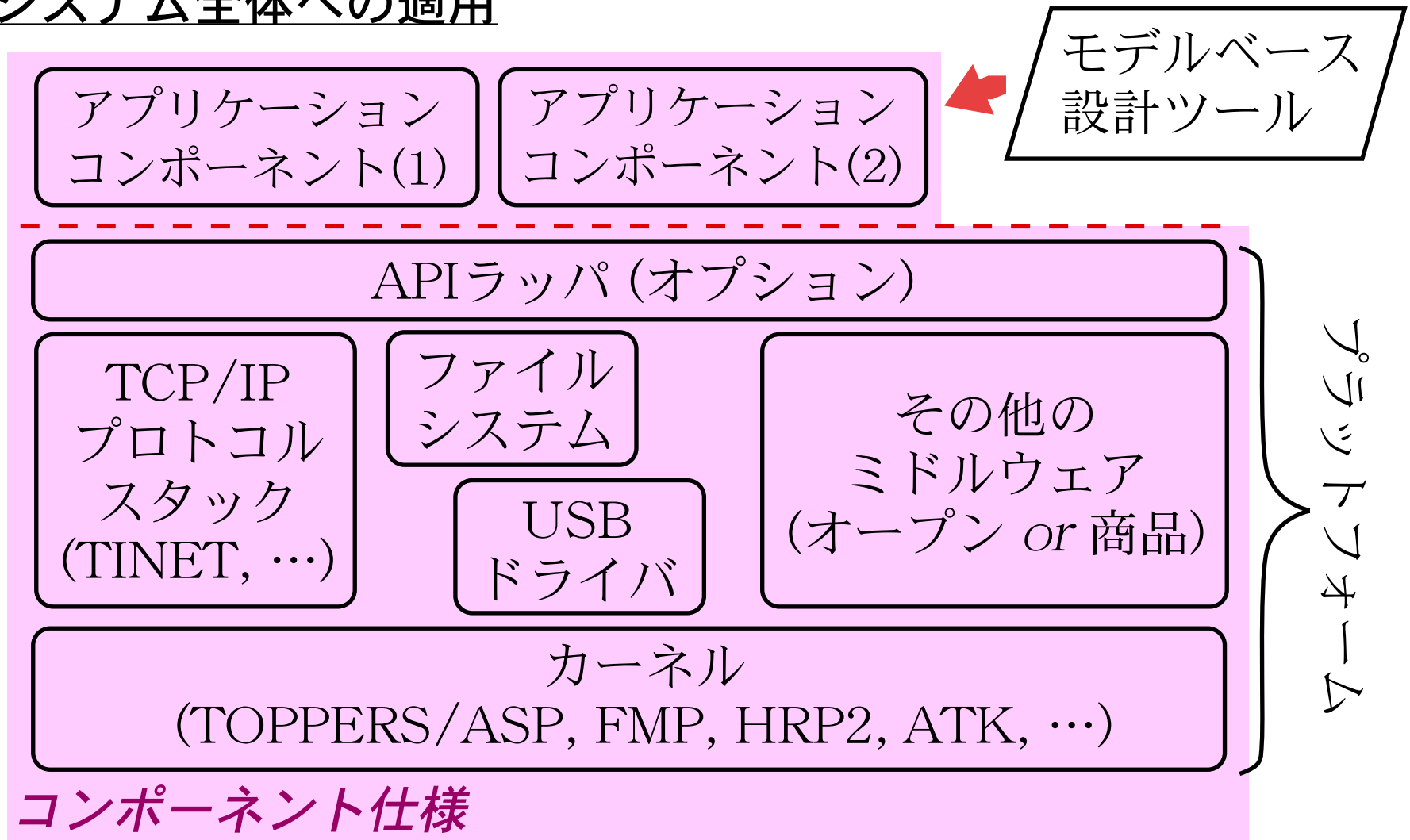


TECSの適用イメージ

プラットフォームへの適用



システム全体への適用



配付開始するソフトウェア

組込みコンポーネントシステムTECS仕様

- ▶ TECSにおけるコンポーネントモデルや、コンポーネント記述言語について規定した仕様書

TECSジェネレータ

- ▶ コンポーネント記述から、コンポーネント間を結合するためのインタフェースプログラムを生成するツール
- ▶ RPC生成は現時点では未完成

TECS対応のRTOS

- ▶ TOPPERS/ASPカーネルをTECS対応させたもの
- ▶ ASPカーネルのカーネルオブジェクト (タスク, セマフォなど) がTECSのコンポーネントとして扱える
- ▶ ASPカーネルの周辺ドライバ等がTECSで実現されている