

TOPPERSプロジェクトの最新状況

2012年5月9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/>

目次

TOPPERSプロジェクトの概要

- ▶ プロジェクトの組織と会員, プロジェクトの狙い
- ▶ 主な開発成果, 主な利用事例
- ▶ 重点的取り組みテーマ, TOPPERS新世代カーネル

本日の発表項目

- ▶ 高信頼組込みシステム向けリアルタイムOS TOPPERS/HRP2カーネルの一般公開について
- ▶ マルチプロセッサRTOS向けテストスイート TTSP (TOPPERS Test Suite Package) の一般公開について

TOPPERSプロジェクトの活動状況と今後の活動方針

- ▶ 次の10年を見据えた活動方針
- ▶ TOPPERS新世代カーネル開発ロードマップ(改訂版)
- ▶ TOPPERS/ATK2, TECS, SafeG

TOPPERSプロジェクトの概要

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

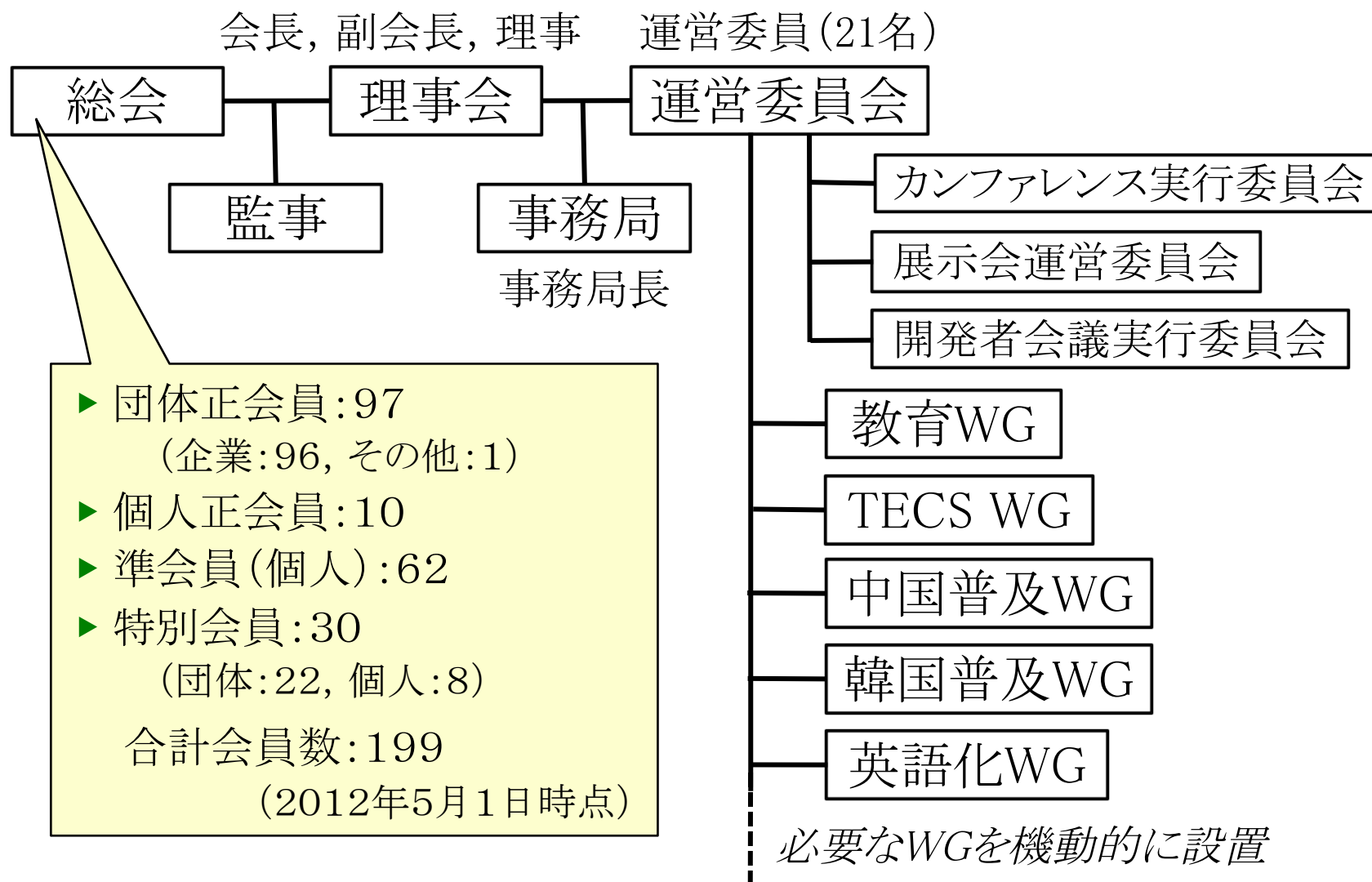
- ▶ ITRON仕様の技術開発成果を出発点として、組み込みシステム構築の基盤となる各種の高品質なオープンソースソフトウェアを開発するとともに、その利用技術を提供

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

決定版のITRON仕様OSの開発

ほぼ完了

- ▶ 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

組込みシステム開発技術と開発支援ツールの開発

- ▶ 高品質な組込みシステムの効率的な開発を支援

組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

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

- ▶ 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/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）

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
- ▶ 拡張パッケージにより、オブジェクトの動的生成をサポート

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/SSPカーネル **公募型事業**

- ▶ 機能を最小限に絞り込んだリアルタイムカーネル

TOPPERS新世代カーネル統合仕様書

- ▶ TOPPERS新世代カーネルの仕様を統合して記述したカーネル仕様書

TOPPERSテストスイートパッケージ(TTSP)

- ▶ TOPPERS新世代カーネル用のテストスイート

主な開発成果 (ミドルウェア)

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
- ▶ IPv4とIPv6の両方に対応

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

主な開発成果 (TECS, SafeG, ツール)

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)

SafeG

- ▶ 1つのマイクロプロセッサ上で、汎用OSとRTOSを安全に共存して動作させるデュアルOSモニタ

TLV (TraceLog Visualizer)

- ▶ RTOS等のトレースログを可視化するためのツール

TOPPERS Builder

- ▶ Eclipse/CDTを用い、TOPPERSカーネルを用いた開発を支援する統合開発環境
- ▶ CD-ROMだけで立ち上げられるCD-ROMイメージを用意

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

中級実装セミナーの教材

中文版も用意

- ▶ ネットワークプログラミングやシステム設計手法を学習

基礎1実装セミナーの教材

- ▶ 小規模な組み込みシステム開発とRTOSの基礎を学習

基礎2実装セミナーの教材

- ▶ RTOSの解説とサービスコールの実装体験を行う

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
- ▶ 組み込み技術者向けTECS教育教材
- ▶ ETロボコン向けTOPPERS活用セミナー教材

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



PM-A970 (エプソン)



DO!KARAOKE
(松下電器産業)

945SH
(シャープ)



IPSiO GX e3300 (リコー)



GT-541 (ブラザー工業)



UA-101 (Roland)

産業機器等への組み込み事例



キザシ (スズキ)

アーク溶接機
DP-350
(ダイヘン)



H-IIIB (JAXA)
<開発中>



ASTRO-H (JAXA)
<開発中>



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)

重点的に取り組んでいるテーマ

次世代のリアルタイムカーネル技術

- ! 高信頼性・安全性・リアルタイム性を追求
- ▶ TOPPERS新世代カーネル(ITRON仕様からの発展)
- ▶ 次世代車載システム向けRTOS(AUTOSAR仕様をベース)

ソフトウェア部品化技術

- ▶ TECS(TOPPERS組込みコンポーネントシステム)

組込みシステム向けプラットフォームと開発支援ツール

- ▶ 各種のミドルウェアや仮想化技術
- ▶ 開発支援ツール(シミュレータ, 可視化ツール)
- ▶ 宇宙機向けソフトウェアプラットフォーム

技術者育成のための教材開発

- ▶ プラットフォーム技術者の育成
- ▶ ETロボコン向けプラットフォームと教材の提供

TOPPERS新世代カーネルの必要性

μITRON4.0仕様の公表から、すでに10年以上が経過
組込みシステムにおける要求の変化

- ▶ システム/ソフトウェアの一層の大規模化・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仕様以降の各方面の技術開発成果

- ▶ 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, 省エネルギー制御
- ▶ 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

→ これらの要求にこたえる新しいカーネル仕様が必要

高信頼組込みシステム向けリアルタイムOS TOPPERS/HRP2カーネルの一般公開について

TOPPERS/HRP2カーネルとは？

名称の意味

- ▶ HRP … “High Reliable system Profile”の略
- ▶ 2 … バージョン番号

位置づけ(1)

- ▶ TOPPERS新世代カーネルの中で、高信頼組込みシステム向けのリアルタイムカーネル
- ▶ TOPPERS/ASPカーネル(TOPPERS新世代カーネルの出発点)に対して、メモリ保護機能など、高信頼組込みシステムに求められる各種の機能を追加

位置づけ(2)

- ▶ TOPPERS/HRPカーネル(この夏に打ち上げられるH-IIBロケットの制御ユニットに搭載予定)の改良版

HRP2カーネルの仕様

仕様の由来

- ▶ μ ITRON4.0仕様保護機能拡張 (μ ITRON4.0/PX仕様) をベースに様々な改良を実施

ASPカーネルとの差分

- ▶ 高信頼組込みシステムに必要な機能を追加
 - ▶ メモリ保護機能, オブジェクトアクセス保護機能
 - ▶ ミューテックス機能, オーバランハンドラ機能
 - ▶ 拡張サービスコール機能
- ▶ メモリ保護機能と相性の悪い機能を削除
 - ▶ メールボックス機能

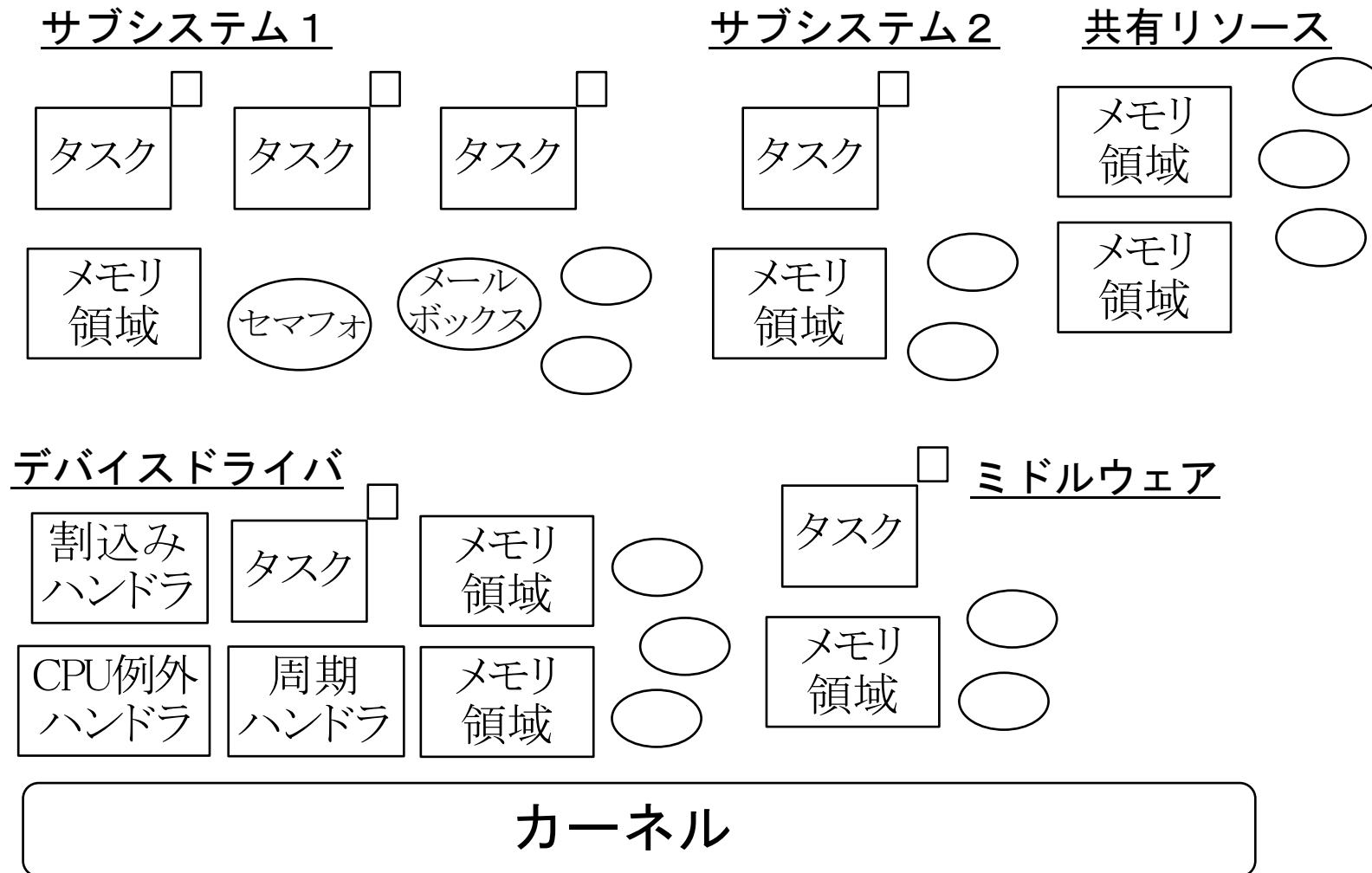
仕様を規定する仕様書

- ▶ TOPPERS新世代カーネル統合仕様書で仕様を規定

μITRON4.0/PX仕様の特徴

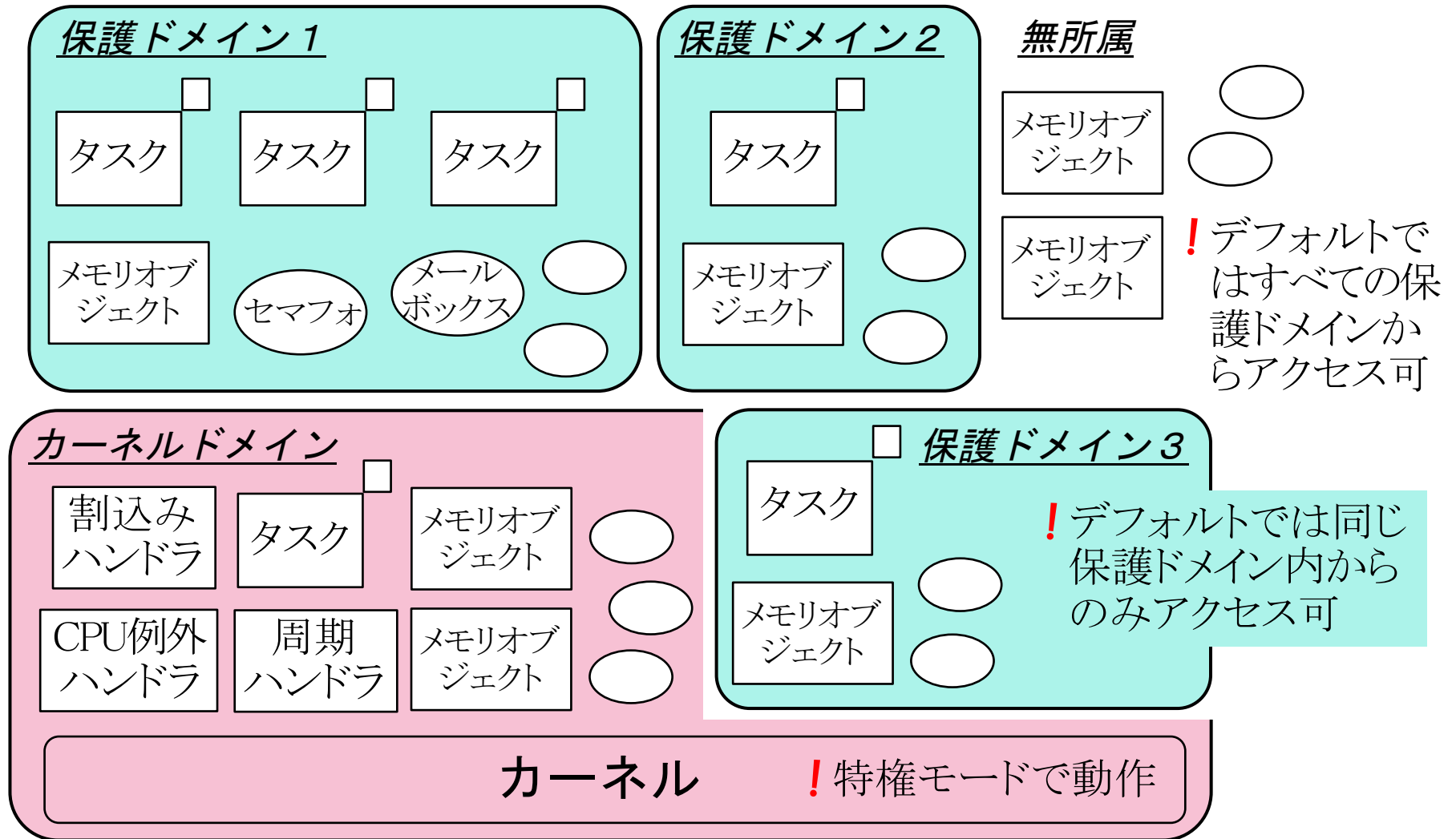
- ▶ オーバヘッドの小さい実装が可能
 - ▶ メモリ保護ユニット(MPU)を用いた実装が可能
 - ▶ アドレス変換を行う必要がない(行ってもよい)
 - ▶ 静的なコンフィギュレーションを活用し、最適化の余地を大きくする
- ▶ シンプルで理解しやすい仕様
 - ▶ メモリ保護に関する設定が簡単にできること
 - ▶ セキュリティホールを作らないためにも重要
- ▶ 多重アドレス空間・多重ID空間はサポートしない
- ▶ 資源の分配に関する保護機能(プロセッサ時間の保護, メモリ割当て量の保護)はサポートしない
- ➔ TOPPERS新世代カーネルでも, これらの特徴を踏襲

保護機能の導入イメージ (導入前)



保護機能の導入イメージ (導入後)

! 囲みに穴をあける機能も持つ



メモリ保護ユニット (MPU) とは？

MPUの概要

- ▶ アドレス変換を行わず, メモリ保護のみを提供するハードウェア機構
- ▶ アドレス空間内に8～32個程度のメモリ領域を設定し, メモリ領域毎に可能なアクセスの種類を設定できる

MPUの特徴

- ▶ メモリアクセス時のオーバヘッドはほとんどない
 - ▶ 実行する処理単位の切換え時に, アクセス可能なメモリ領域を切り換えるための固定時間のオーバヘッドが生じる
 - ▶ メモリ管理ユニット (MMU) でリアルタイム性確保の障害となるTLB (アドレス変換キャッシュ) のミスがないため, 最大実行時間の見積もりが容易
- ➡ ハードリアルタイムシステムでは利点が大い

ビットマスク方式のMPU(Cortex-M3のMPUなど)

- ▶ アドレスの上位の指定した数のビットが指定した値に一致するアドレスが1つのメモリ領域となる
 - ▶ メモリ領域のサイズは2の巾乗の値に制限され、ベースアドレスはサイズ境界にアラインしなければならない
- ▶ メモリ領域のサイズの制限から、ムダなメモリ領域(内部フラグメンテーション)が生じることは避けられない

上下限指定方式のMPU(SH-2AのMPUなど)

- ▶ メモリ領域の上限と下限のアドレスを設定する
- ▶ メモリ領域のサイズやベースアドレスのアラインメント制約がなく、内部フラグメンテーションが生じない
- ▶ メモリ領域を設定するレジスタが(最低)2つとなり、処理単位の切換え時のオーバヘッドが大きくなる

HRP2カーネルの最大の特徴

プロセッサのメモリ保護機構を隠蔽

- ▶ プロセッサの持つメモリ保護の機構(の細部)を知ることなしに、メモリ保護機能を活用できる
 - ▶ MMUを持つプロセッサも、どちらのタイプのMPUを持つプロセッサも、同じように扱える
- ▶ 強力なコンフィギュレーション機能により実現
 - ▶ アプリケーション設計者は、各オブジェクトファイル(またはセクション)を配置するメモリ領域をどのように保護するかを指定
 - ▶ コンフィギュレータは、各セクションをメモリ上にどのように配置するかを決定し、その配置下におけるメモリ保護情報を静的に生成

コンフィギュレーションの記述例

```
DOMAIN (DOM_A) {  
    CRE_TSK (TASK_A, { TA_NULL, 1, taskA_main, ... });  
    CRE_SEM (SEM_A, { TA_NULL, 1, 1 });  
    ATT_MOD ("obj_a1.o");  
    ATA_MOD ("obj_a2.o", { TA_DOM (DOM_A), TA_SHARED,  
                          TA_KERNEL, TA_SHARED });  
}  
KERNEL_DOMAIN {  
    CRE_TSK (TASK_K, { TA_ACT, 0, task2_main, ... });  
    ATT_ISR ({ TA_NULL, 1, INTNO_SIO1, sio_isr, 1 });  
    ATT_MOD ("obj_k.o");  
}  
CRE_SEM (SEM_S, { TA_TPRI, 1, 1 });  
ATT_MOD ("shared_lib.a");
```

obj_a1.oは、DOM_Aの専有領域に配置

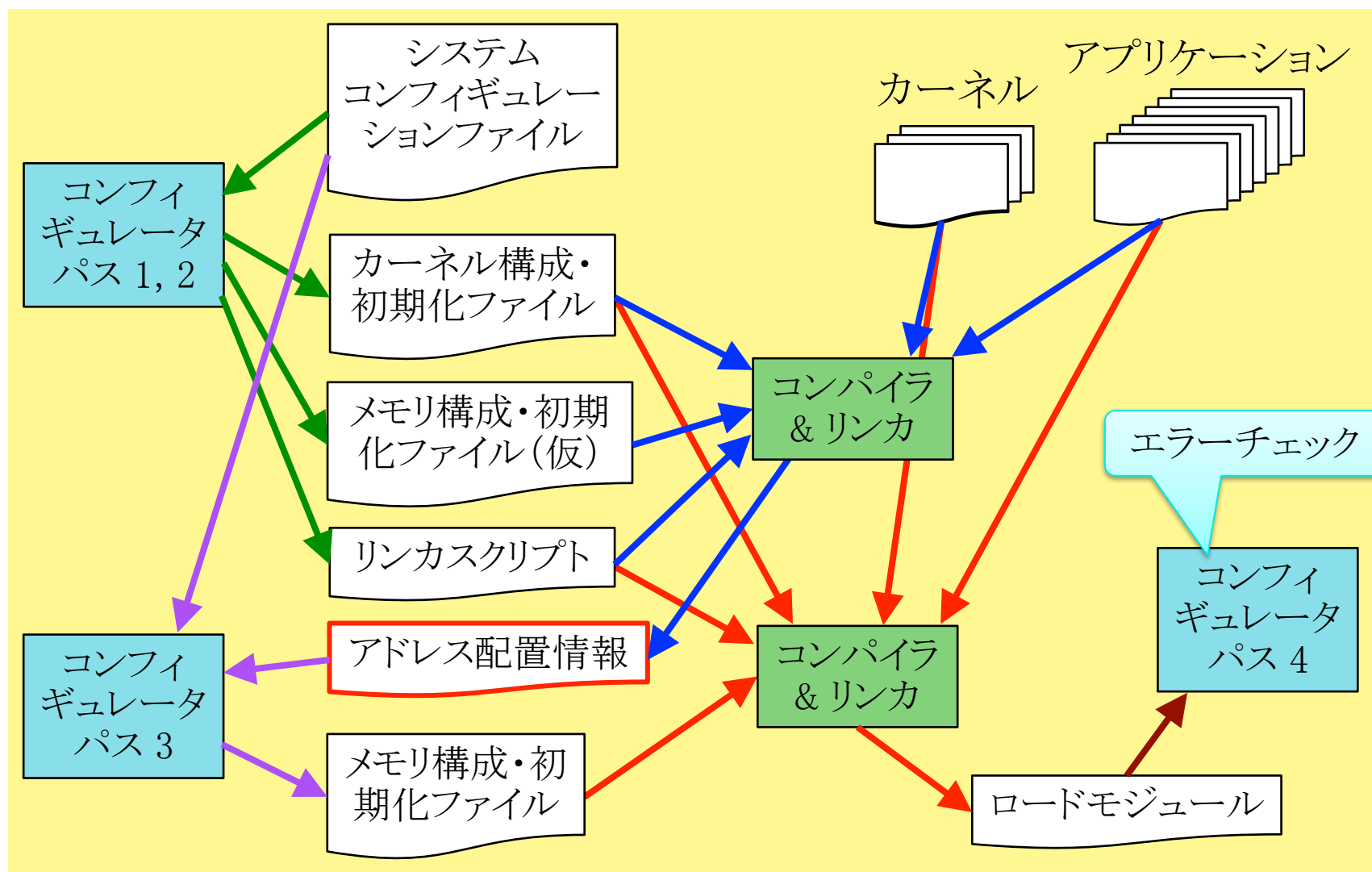
アクセス許可ベクタ

obj_a2.oは、DOM_Aの専有
ライト共有リード領域に配置

obj_k.oは、カーネルドメ
インの専有領域に配置

shared_lib.aは、
共有領域に配置

コンフィギュレータの処理の流れ (概要)



開発体制とターゲットプロセッサ

HRP2カーネルの開発体制

- ▶ 名古屋大学 大学院情報科学研究科 組込みリアルタイムシステム研究室(高田研究室)と組込みシステム研究センター(NCES)を中心に開発

現時点でサポートするターゲットプロセッサ

- ▶ SH-4
- ▶ SH-2A (SH72AWグループなどMPUを持つもの)
- ▶ Cortex-M3 (MPUを持つもの)

近い内にサポートするターゲットプロセッサ

- ▶ ARM11およびCortex-Aシリーズ

活用計画 –スペースワイヤOS

スペースワイヤ(SpaceWire)とは？

- ▶ 次世代の宇宙機向け通信ネットワーク規格
- ▶ 国内外の科学衛星への採用が始まっている
- ▶ 国内においては, JAXAが中心になって研究開発

スペースワイヤOSの構成

- ▶ カーネルにTOPPERS/HRP2カーネルを利用
- ▶ スペースワイヤ上での通信機能を実現するミドルウェア

研究開発の計画

- ▶ 名古屋大学 組込みシステム研究センター(NCES)とJAXAの共同研究により, 2011年度～2012年度にかけて開発する計画(進行中)
- ▶ ターゲットハードウェアは, スペースワイヤインタフェースを持った耐放射線システムLSI(SOI-SoC)

マルチプロセッサRTOS向けテストスイート TTSP (TOPPERS Test Suite Package) の 一般公開について

TTSP (TOPPERS Test Suite Package) の概要

TTSPとは？

- ▶ TOPPERS新世代カーネル向けのテストスイート

開発の動機(課題)

- ▶ TOPPERSの開発成果であるオープンソースのリアルタイムカーネルは、品質が十分に確認されていない
 - ▶ 組込みシステムの品質の説明責任が重視される中で、品質確認の仕組みは不可欠
- ▶ マルチプロセッサ向けのRTOSに関する検証手法が確立していない

開発体制

- ▶ 名古屋大学 組込みシステム研究センター(NCES)が呼び掛け、複数の企業や公的研究機関と共同で実施したコンソーシアム型共同研究の中で開発

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し、2009年度～2010年度に実施
- ▶ NCESで実施中の高度な研究開発人材育成事業の一環

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)

実施内容と参加企業

- ▶ 検証手法の検討と開発に重点をおいて実施
- ▶ 動的負荷分散手法についても研究開発
- ▶ 2009年度は7社, 2010年度は5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
 - ▶ NEC通信システム
 - ▶ 富士ソフト
 - ▶ デジタルクラフト
 - ▶ 三洋電機(2009年度のみ)
 - ▶ 松浦商事(2009年度のみ)
 - ▶ 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

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

TTSPにおけるAPIテストの考え方

- ▶ API発行前後のシステム状態の変化を確認する(テストシナリオ)

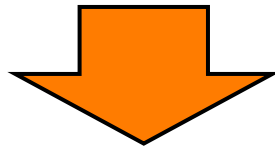
wup_tskの仕様抜粋

wup_tsk タスクの起床

:

【機能】

tskidで指定したタスク(対象タスク)を起床する。
対象タスクが起床待ち状態である場合には、
対象タスクが待ち解除される。



仕様の振舞いを確認するテストを実施する

- ・ 自タスク以外のタスクを指定して呼び出す。
- ・ 起床待ち状態のタスクを指定する。
- ・ 対象タスクの優先度が、実行状態のタスクより高い場合、対象タスクが実行状態になること。

前状態



(実行中)
優先度:中



(起床待ち)
優先度:高

処理



wup_tsk



後状態



(実行可能)



(実行中)

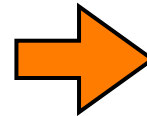
テストシナリオの記述 (TESRY記法)

- ▶ 階層型データ形式言語であるYAML形式を用いて、テストシナリオを記述する方法を定義 (TESRY記法)

(例)wup_tskのテストケース

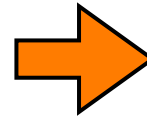
前状態

優先度中のTASK1が実行状態
優先度高のTASK2が起床待ち状態



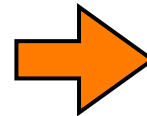
処理

TASK1がwup_tsk(TASK2)を
発行してE_OKが返る



後状態

TASK1が実行可能状態となる
TASK2が実行状態となる



前状態から変化のないパラメータは省略可能→

pre_condition:

TASK1:

type : TASK
tskpri : TSK_PRI_MID
tskstat: running

TASK2:

type : TASK
tskpri : TSK_PRI_HIGH
tskstat: waiting
wobjid : SLEEP

do:

id : TASK1
syscall: wup_tsk(TASK2)
ercd : E_OK

post_condition:

TASK1:

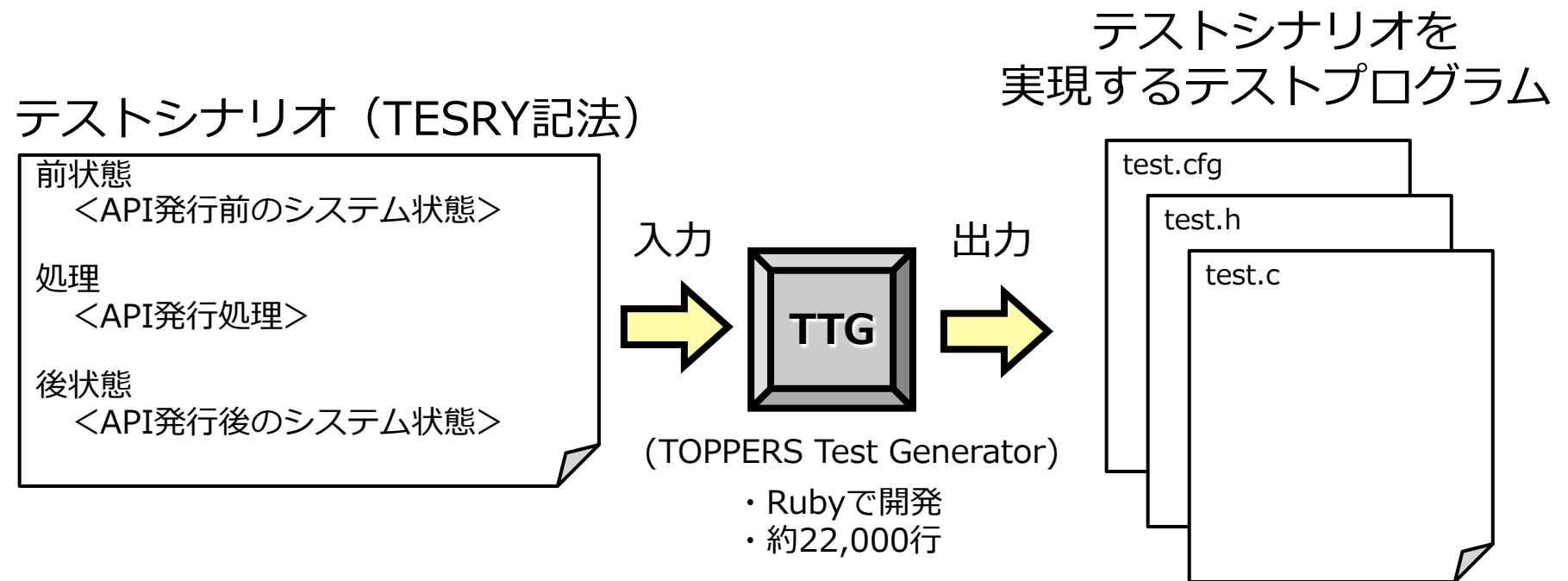
tskstat: ready

TASK2:

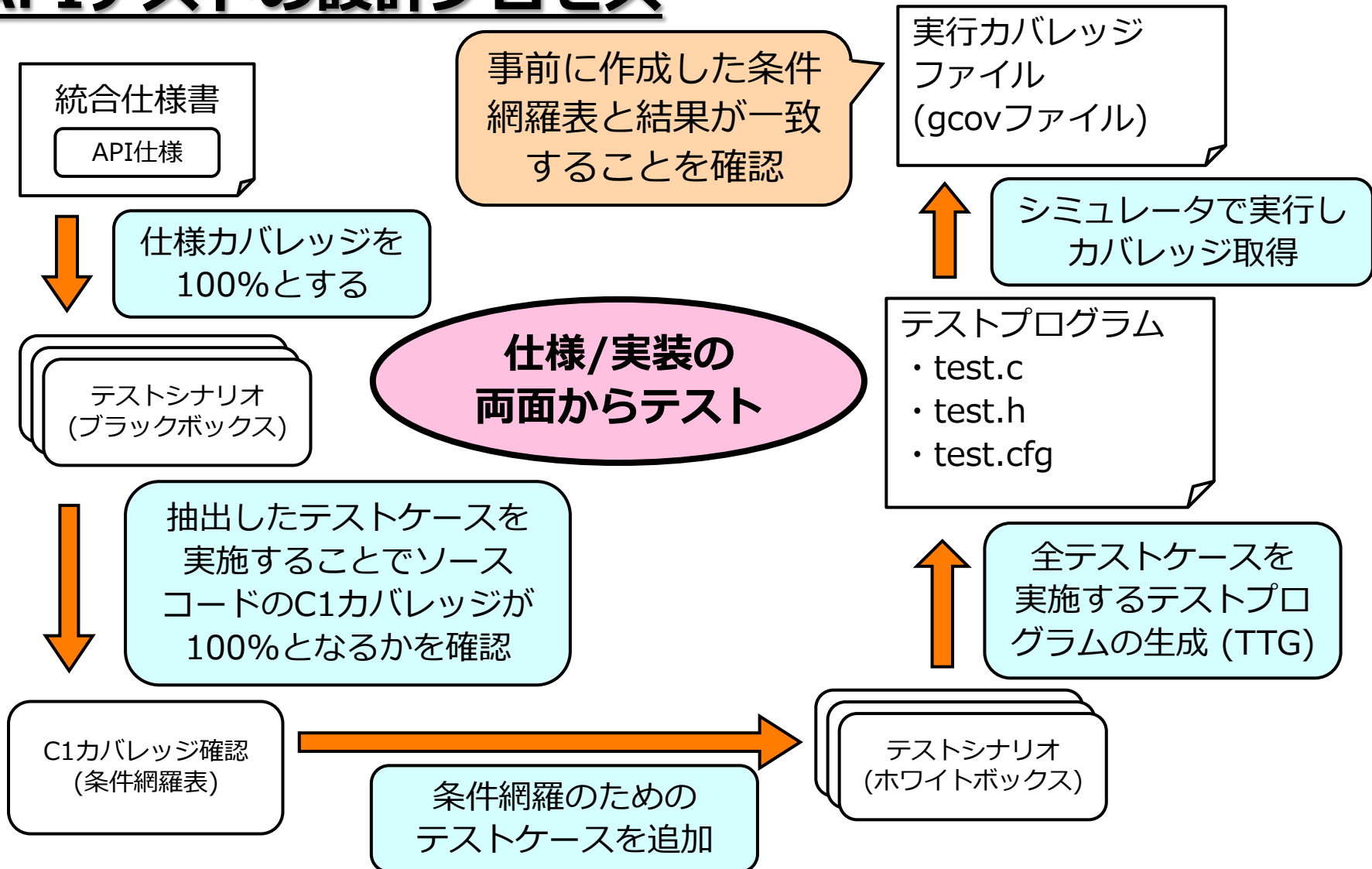
tskstat: running

テストシナリオからのテストプログラム生成

- ▶ TESRY記法で記述したテストシナリオから、それを実現するテストプログラムを生成する
- ▶ テストプログラムを生成するツール(TTG:TOPPERS Test Generator)を開発



APIテストの設計プロセス



テストケース数

機能名	ASP	FMP
タスク管理機能(task_manage)	181	604
タスク付属同期機能(task_sync)	205	280
タスク例外処理機能(task_except)	85	123
データキュー機能(dataqueue)	280	370
イベントフラグ機能(eventflag)	145	116
メールボックス機能(mailbox)	98	66
固定長メモリプール機能(mempfix)	97	66
優先度データキュー機能(pridataq)	264	322
セマフォ機能(semaphore)	106	91
周期ハンドラ機能(cyclic)	20	61
アラームハンドラ機能(alarm)	39	146
システム状態管理機能(sys_manage)	76	135
割込み管理機能(interrupt)	25	17
CPU例外管理機能(exception)	9	10
タスクの状態参照機能(task_refer)	39	88
システム時刻管理機能(time_manage)	6	3
スピンロック(spin_lock)	0	48
静的API	110	47
合計	1,785	2,593

- テストケースの抽出は、コンソーシアム参加企業におけるRTOS開発の経験を活かし、組み合わせ爆発を抑止
- FMPカーネルは、ASPカーネルのマルチプロセッサ拡張であるため、ASPカーネル用のテストケースは、そのままFMPカーネルで使用可能
- FMPカーネルで追加されたAPIやプロセッサを跨ぐテストケースをFMPカーネル用のテストケースとして追加
- FMPカーネルに対するテストケースは合計**4,378件**となった

TTSPの特徴と有用性

テストプログラム生成(TTG)の利点

- ▶ テストスイートの開発効率化, 拡張性・保守性の向上
 - ▶ テストシナリオの記述は, テストプログラムを直接記述するよりも容易で, 保守性も高い
- ▶ 実施するテストやテストプログラムの粒度を変更可能
 - ▶ どれだけのテストシナリオをまとめて1つのテストプログラムにするかを, テストプログラム生成時に指定

TOPPERS新世代カーネルの品質向上に貢献

- ▶ ASPカーネル, FMPカーネル, TOPPERS新世代カーネル統合仕様書の不具合を数多く発見

ユーザにとっても有用

- ▶ TOPPERSは, ユーザ側で新しいプロセッサやSoCにポーティングされて使用されることも多いため

TTSPのリリースと今後

TTSPの内容

- ▶ TESRY記法により記述されたテストシナリオ
- ▶ テストプログラム生成ツール(TTG)
- ▶ その他, カーネルのテストに必要なプログラムとドキュメント一式

リリーススケジュール

- ▶ 2011年5月: TTSP Release 1.0.0
 - ▶ ASPカーネルのみに対応
- ▶ 2012年5月: TTSP Release 1.1.0
 - ▶ FMPカーネルにも対応
 - ▶ 不備の修正や利便性の向上

今後の計画

- ▶ HRP2カーネルへの対応

TOPPERSプロジェクトの活動状況と 今後の活動方針

組み込みシステムの今後の変化

制御と情報処理の統合（統合システム）

- ▶ 情報通信技術と組み込みシステム技術を活用したスマート社会を構築することが世界的な流れ
 - ▶ スマートグリッド, エネルギーITS, スマート...
- ▶ 組み込みシステムと情報システムを結合した大規模なシステム (System of Systems) の構築が重要に

ネットワークによる機能再配置 ← クラウドコンピューティング

- ▶ それぞれのサービスの複雑化はさらに進むと思われる
- ▶ すべての機器がネットワーク接続されれば, すべての機器が汎用・多機能である必要はない
 - ! パラダイムチェンジの時期の見極めが難しい

消費電力あたりの性能の向上

- ▶ 新しいハードウェア技術の導入が必要

次の10年を見据えた活動指針

Smart Futureのための組込みシステム技術

- ▶ 組込みシステム技術を、持続可能なスマート社会の実現 (Smart Future) のための重要な要素技術の1つと位置づけ、その研究開発と普及に取り組む
- ▶ それに向けての研究開発課題
 - ▶ Safety & Security
 - ▶ Ecology (高エネルギー効率)
 - ▶ Connectivity

コンソーシアムによるオープンソースソフトウェア開発

- ▶ 同じ技術に関心を持つプロジェクトメンバによりコンソーシアムを結成し、複数組織の協力によりソフトウェアを開発
- ▶ 開発したソフトウェアは、TOPPERSプロジェクトからオープンソースソフトウェアとして公開

重点的に取り組んでいるテーマ (再掲)

次世代のリアルタイムカーネル技術

- ! 高信頼性・安全性・リアルタイム性を追求
- ▶ TOPPERS新世代カーネル(ITRON仕様からの発展)
- ▶ 次世代車載システム向けRTOS(AUTOSAR仕様をベース)

ソフトウェア部品化技術

- ▶ TECS(TOPPERS組込みコンポーネントシステム)

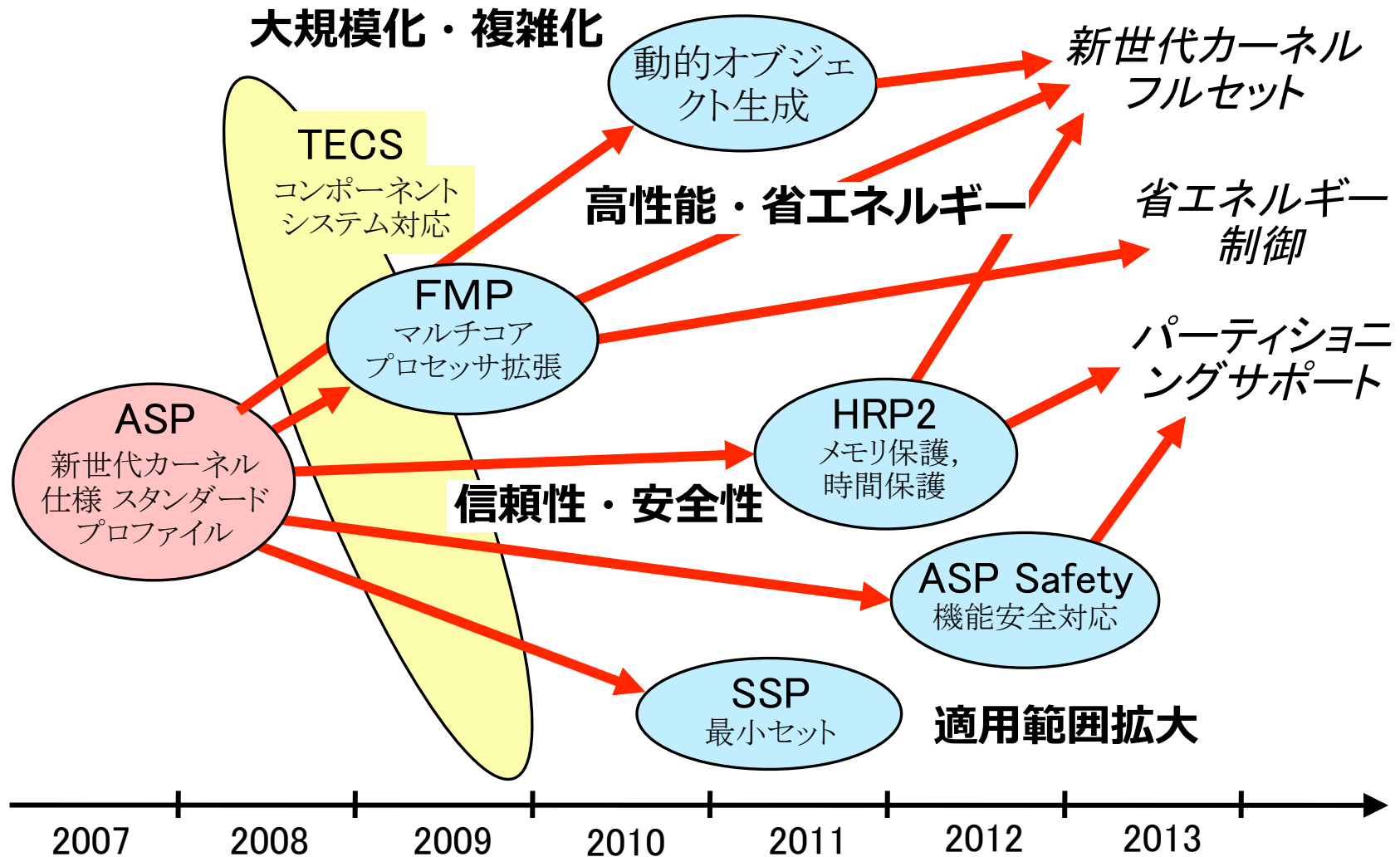
組込みシステム向けプラットフォームと開発支援ツール

- ▶ 各種のミドルウェアや仮想化技術
- ▶ 開発支援ツール(シミュレータ, 可視化ツール)
- ▶ 宇宙機向けソフトウェアプラットフォーム

技術者育成のための教材開発

- ▶ プラットフォーム技術者の育成
- ▶ ETロボコン向けプラットフォームと教材の提供

TOPPERS新世代カーネル開発ロードマップ (改訂版)



省エネルギー制御

- ▶ 最近出始めた省エネルギー制御が可能なプロセッサ (ARMのbig.LITTLE技術など)を有効に活用
- ▶ 名古屋大学等において, 基礎的な研究(評価実装も含む)は実施

パーティショニング機能のサポート

- ▶ これまでのロードマップには掲載なし
- ▶ 安全性要件の異なるアプリケーションを1つのコンピュータ上に統合する上で不可欠な機能
- ▶ セキュリティ向上の上でも極めて重要な機能
- ▶ 検討が必要な課題
 - ▶ プロセッサ時間のパーティショニングの実現方法
 - ▶ パーティション間で共有するリソースの管理方法

次世代車載システム向け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 組込みシステム研究センター(NCES)が設定した研究開発テーマに、複数の企業の参加を得て研究・開発を進めるコンソーシアム型共同研究
- ▶ NCESで実施中の高度な研究開発人材育成事業の一環
- ▶ 2012年4月時点で、12の企業が参加

参加企業(2012年4月時点, 参加順&五十音順)

- | | |
|-------------|--------------------------|
| ▶ (株) ヴィッツ | ▶ 日本電気通信システム(株) |
| ▶ (株) OTSL | ▶ パナソニック アドバンステクノロロジー(株) |
| ▶ (株) サニー技研 | ▶ 富士ソフト(株) |
| ▶ (株) デンソー | ▶ 富士通VLSI(株) |
| ▶ (株) 東芝 | ▶ ルネサス エレクトロニクス(株) |
| ▶ トヨタ自動車(株) | ▶ (株) 永和システムマネジメント |

研究開発体制(2012年4月時点)

- ▶ 参加企業から, 計12名の技術者がNCESに常駐(内2名はハーフタイムでの従事)
- ▶ 名古屋大学の教員・研究員8名が参加(内2名がフルタイムで従事)

研究開発の内容

- ▶ AUTOSAR OS仕様をベースとした次世代の車載組込みシステム向けのRTOS仕様の策定
- ▶ 策定した仕様に基づいたRTOSの実装と評価
- ▶ RTOSの検証スイートの開発

研究開発成果の取扱い

- ▶ 開発したRTOS(検証スイートを除く)は, 開発終了後, TOPPERSプロジェクトより, TOPPERS/ATK2の名称でオープンソースソフトウェアとして一般公開

プロジェクトの期間

- ▶ 2011年4月に開始
- ▶ 毎年更新で, 3年間程度継続実施する計画

2011年度に取り組んだ領域

- ▶ RTOS仕様の策定
 - ▶ AUTOSAR OS仕様の問題点や曖昧な点を修正
- ▶ RTOSの実装と評価
 - ▶ AUTOSAR OS仕様のSC1(基本セット)のすべてとSC3(メモリ保護)の一部の実装
 - ▶ トレーサビリティの取れた設計ドキュメント
 - ▶ 通信ミドルウェアを搭載して, 機能と性能を評価
- ▶ 検証スイートの開発
 - ▶ 実装したRTOSのテストスイート
 - ▶ コードカバレッジ(MC/DC) 100%を目指す

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

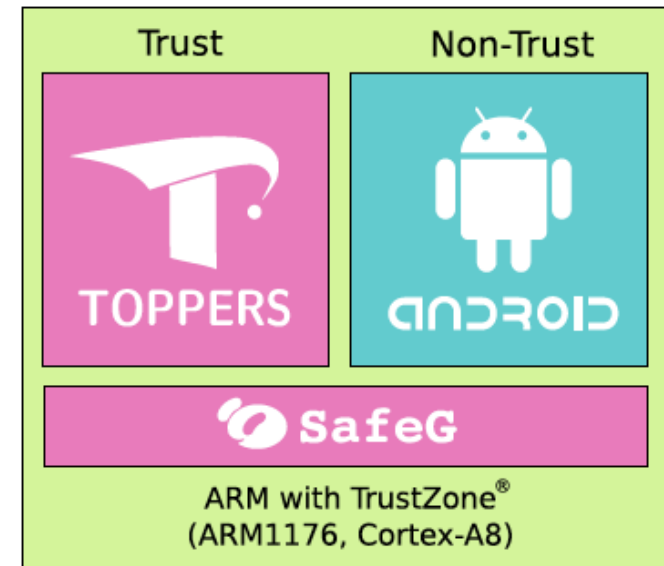
TECSの特徴とアプローチ

- ▶ 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

SafeG

SafeGの概要

- ▶ 1つのマイクロプロセッサ上で、汎用OS (LinuxとAndroid) とRTOS (ASPカーネル) を安全に共存して動作させるデュアルOSモニタ
- ▶ ARM TrustZone技術を用い、RTOSをTrust状態、汎用OSをNon-Trust状態で実行
- ▶ 汎用OSにセキュリティホールがあり、特権モードで不正なプログラムが動作しても、RTOS側を保護できる



リリース・開発計画

- ▶ 2011年6月に、オープンソースとして配布開始
- ▶ 名古屋大学 組込みシステム研究センター&高田研究室で各種の拡張開発が進行中

TOPPERSカンファレンス2012

開催概要

- ▶ 日時:2012年6月12日(火)10:00～19:30
- ▶ 場所:大田区産業プラザ(PiO)(東京都大田区)

プログラム概要

- ▶ 特別講演:組み込みシステムとしての衛星設計(高橋忠幸, 福田盛介(JAXA/ISAS))
- ▶ 基調講演: TOPPERSプロジェクトの現状と方向性(高田広章(名古屋大学))
- ▶ TOPPERSプロジェクト活動報告, 最新成果(HRP2, TTSP, SafeG, TECS, SSPなど)の技術解説, 開発事例の紹介など