

TOPPERSプロジェクトの最新成果

2010年12月1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/>

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プロジェクトの狙い

決定版のITRON仕様OSの開発

- ▶ 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するし, 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

組み込みシステム開発技術と開発支援ツールの開発

- ▶ 高品質な組み込みシステムの効率的な開発を支援

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

これまでの主な開発成果（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に拡張

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

H-IIAロケット
への採用を公表

これまでの主な開発成果（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

- ▶ μ 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）

これまでの主な開発成果（ミドルウェア, ツール）

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

TLV (TraceLog Visualizer)

- ▶ RTOS等のトレースログを可視化するためのツール

これまでの主な開発成果（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)

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

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)

FMPカーネルの
最初の採用事例

945SH
(シャープ)



IPSiO GX e3300 (リコー)



GT-541 (ブラザー工業)



UA-101 (Roland)

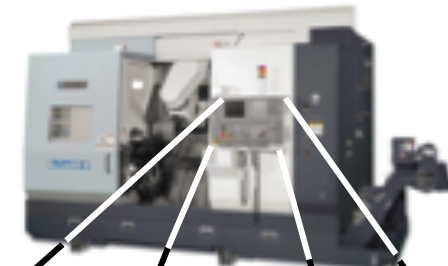
産業機器等への組み込み事例

今回、
採用を公表



キザシ (スズキ)

アーク溶接機
DP-350
(ダイヘン)



NC装置 OSP-P200
(オークマ)



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)

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(OSEK/VDX, AUTOSAR仕様をベースに)

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)

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仕様が公表されてから、すでに10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

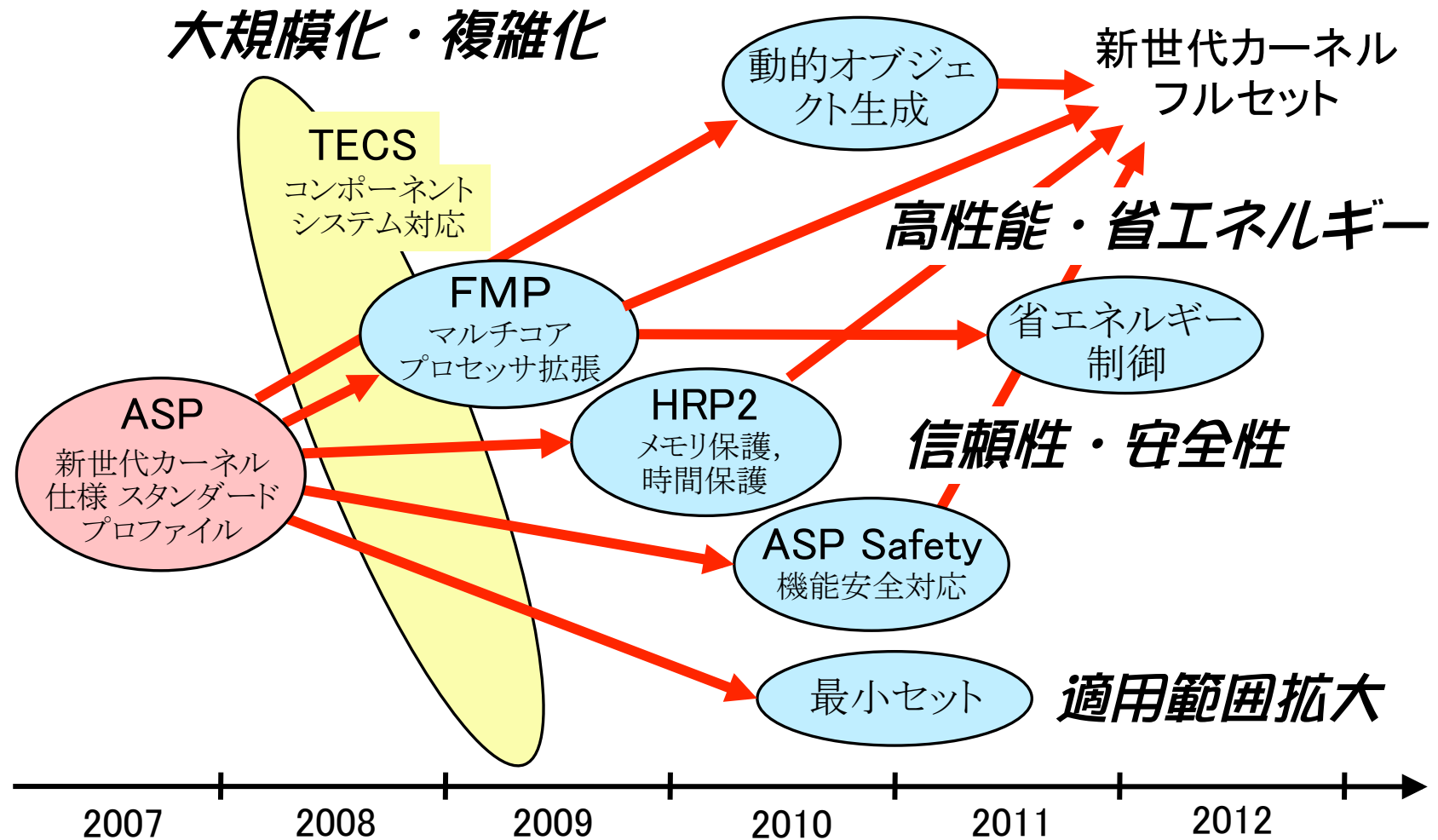
- ▶ マルチコアプロセッサ対応
- ▶ 保護機能(メモリ保護, 時間保護)
- ▶ 機能安全対応, 省エネルギー制御
- ▶ コンポーネントシステム対応

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

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称は仮称

これまでの主な開発成果（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

- ▶ μ 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）

新たに早期リリースするソフトウェア(1)

TOPPERS/HRP2カーネル

- ▶ ASPカーネルにメモリ保護機能とオブジェクトアクセス保護機能を追加したリアルタイムカーネル
- ▶ メモリ保護ユニット(MPU)を備えたプロセッサを有効活用できる

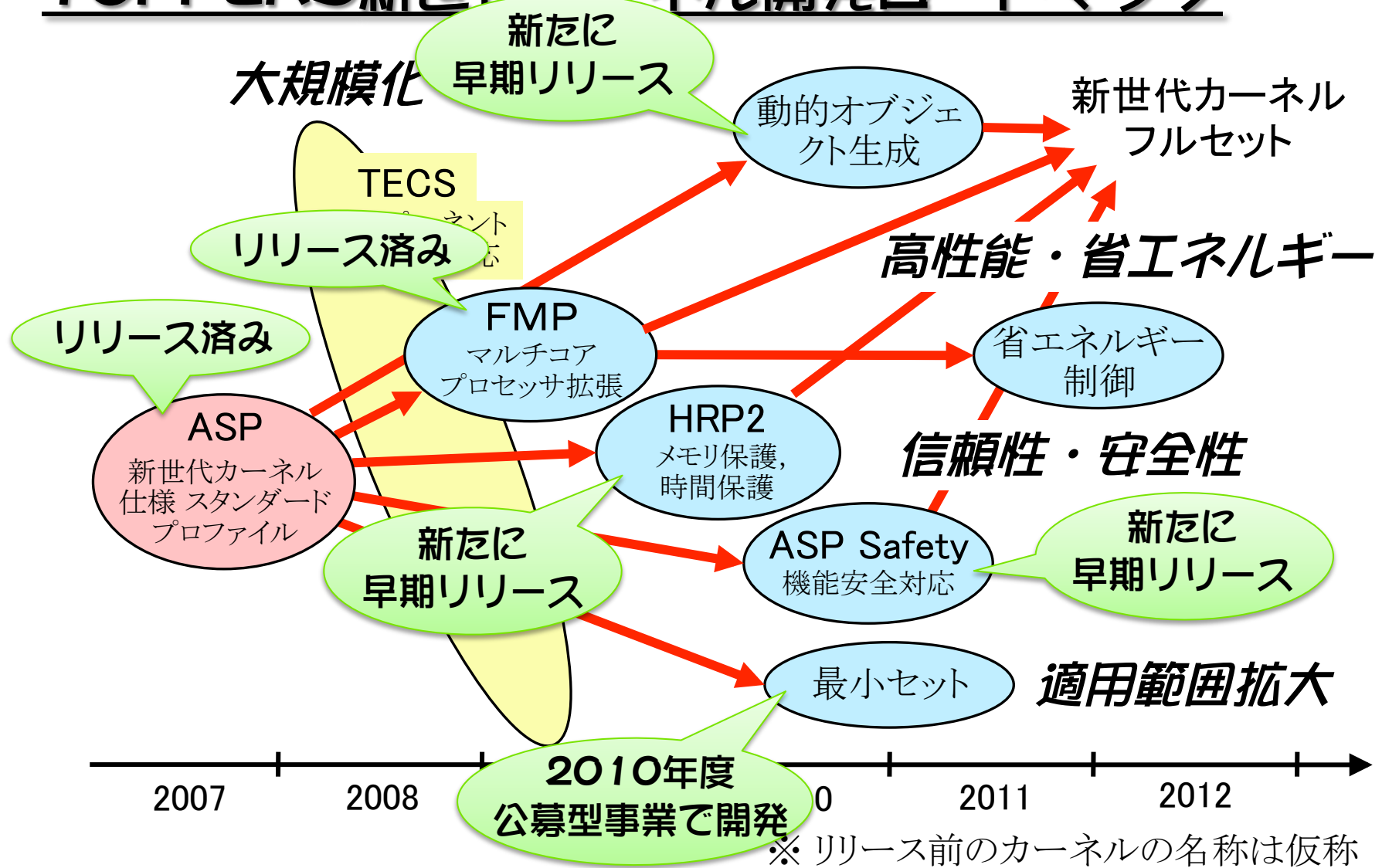
TOPPERS/ASPカーネル 動的生成機能拡張パッケージ

- ▶ ASPカーネルにオブジェクトの動的生成／削除機能を追加するための拡張パッケージ

TOPPERS/ASP Safetyカーネル

- ▶ IEC 61508(機能安全規格)のSIL 3に準拠したソフトウェア開発プロセスで開発されたリアルタイムカーネル
- ▶ 規格認証に必要な各種のドキュメントを含む
- ▶ 機能的には, ASPカーネルのサブセット

TOPPERS新世代カーネル開発ロードマップ



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(現時点では未完成)

組み込み開発者向けTECS教育教材

TECS教育教材の目的

- ▶ TECSの基礎を理解
- ▶ TECSを用いたプログラム作成の実習
 - ▶ STM32Primer2 (写真)を利用

教育教材に含まれるもの

- ▶ 実習に用いるプログラムのソースコード
- ▶ 教育に用いるプレゼン資料
 - ▶ 組み込みシステムの基礎, 実習環境の構築方法, TECSを用いた基礎的なプログラミングから応用的なプログラミングまでをカバー

教育教材の開発経緯

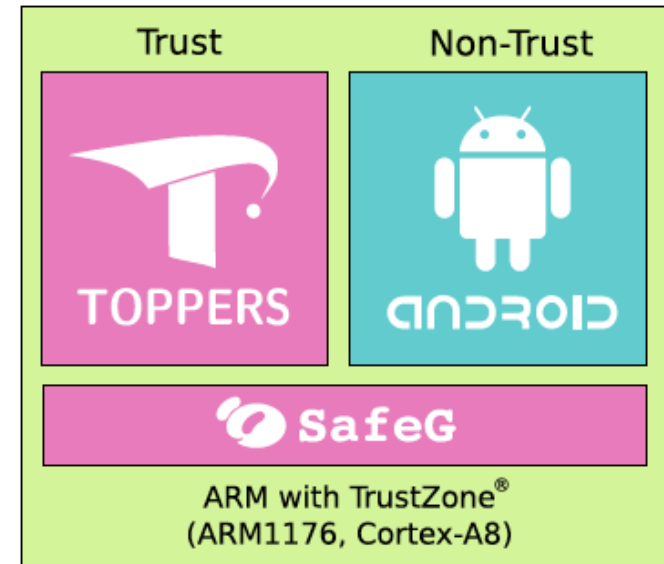
- ▶ 2009年度TOPPERS公募型事業により, TOPPERSプロジェクトからデジタルクラフトに委託する形で開発
- ▶ TOPPERSコンポーネント仕様WGによってブラッシュアップ



新たに早期リリースするソフトウェア (2)

SafeG

- ▶ 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



Tethys USB Host Stack

- ▶ USB2.0規格に準拠した組込みシステム向けUSBホストスタック
- ▶ 2008年度TOPPERS公募型事業により開発

進行中のソフトウェア開発（主なもの）

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のメンバーにより、各種の拡張や完成度向上のための開発が進行中

TOPPERS/FMPカーネルの検証スイート

- ▶ 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

最小セットカーネル

- ▶ 2010年度 TOPPERSプロジェクト公募型事業により開発中

次世代車載システム向けRTOS（TOPPERS/ATK2）

- ▶ AUTOSAR OS仕様に準拠したリアルタイムカーネルの開発を、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することを計画中