

TOPPERSプロジェクトの 現状と方向性

2015年6月9日

高田 広章

NPO法人 TOPPERSプロジェクト 会長

名古屋大学 未来社会創造機構 教授

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/>

AGENDA

TOPPERSプロジェクトの概要と方向性(復習)

- ▶ これまでの開発の流れと現状
- ▶ 次の10年を見据えた活動指針(2011年度に策定)

TOPPERSプロジェクトの最新の成果

- ▶ この1年に一般公開した開発成果
- ▶ TOPPERS/ECNL
- ▶ TOPPERS/EV3RT
- ▶ TOPPERS/AP関連の開発成果

TOPPERSプロジェクトの最新の取り組み

- ▶ ホームネットワークWG
- ▶ 第3世代カーネルの必要性和機能概要
- ▶ TOPPERS/ASP3カーネル

TOPPERSプロジェクトの 概要と方向性（復習）

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 **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

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, IoT）

- ▶ 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, スマートコミュニティ, エネルギーITS, ...
- ▶ 組み込みシステムと情報システムを結合した大規模な統合システムの構築が重要に

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

余談：IoTという用語に収束？

多くの類似用語が存在

- ▶ Ubiquitous, IoT, M2M, 統合システム, 融合システム, ...

ISO/IECの動き

- ▶ 2012年に, ISO/IEC JTC 1/SWG 5 Internet of Things (IoT) が発足
 - ▶ 標準化の前段階の検討を実施

ITU-TによるIoTの定義 (ITU-T Y.2060)

- ▶ a global infrastructure for the information society, enabling advanced services by interconnecting (physical and virtual) things based on existing and evolving interoperable information and communication technologies.
 - ▶ この下にNOTEが2つある
- ▶ “virtual things”が含まれることが1つのポイント

次の10年を見据えた活動指針 (2011年度に策定)

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

※ SPF:ソフトウェア
プラットフォーム

次世代のリアルタイムカーネル技術

- ▶ TOPPERS第3世代カーネル(ITRON系)
- ▶ 車載システム向けRTOS(AUTOSAR OS仕様からの発展)

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SPFと開発支援ツール

- ▶ 車載制御システム向けSPF(AUTOSAR仕様ベース)
- ▶ 宇宙機向けSPF(SpaceWire OS)
- ▶ 仮想化技術(SafeG), ホームネットワーク
- ▶ 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SPFと教材の提供

リアルタイムカーネル開発の流れ

! 高信頼性・安全性・リアルタイム性を追求

第1世代のリアルタイムカーネル

- ▶ μ ITRON4.0仕様準拠 + α のリアルタイムカーネル
 - ▶ TOPPERS/JSP, FI4, FDMP, HRP
- ▶ OSEK/VDX OS仕様準拠のリアルタイムカーネル
 - ▶ TOPPERS/ATK1

第2世代のリアルタイムカーネル

- ▶ TOPPERS新世代カーネル (ITRON仕様からの発展)
 - ▶ TOPPERS/ASP, FMP, HRP2, SSP
- ▶ AUTOSAR OS仕様ベースのリアルタイムカーネル
 - ▶ TOPPERS/ATK2 (SC1, SC3, SC1-MC, SC3-MC, ...)

第3世代のリアルタイムカーネル

- ▶ 開発に着手 … 後で詳しく紹介

TOPPERSプロジェクトの最新の成果

この1年に一般公開した主な開発成果

！ 特定ターゲット向けの簡易パッケージは除く

2014年6月～11月

- 6月17日 TOPPERS/A-OSBENCH 1.0
！ 最初の一般公開
- 9月30日 TOPPERS/ATK2シングルコア版Release 1.3.1, マルチコア版 Release 1.2.1
- 9月30日 TOPPERS/A-COMSTACK Release 1.0.1
- 9月30日 TOPPERS/A-RTEGEN Release 1.0.1
- 10月9日 TOPPERS/ECNL Release 1.0.0
！ 最初の一般公開
- 10月14日 TOPPERS基礎1・2実装セミナー教材
- 11月17日 TOPPERS新世代カーネル統合仕様書 Release 1.7.0
- 11月17日 TOPPERS/ASPカーネル Release 1.9.1
- 11月25日 TOPPERS/HRP2カーネル Release 2.2.0

2014年12月～2015年2月

- 12月2日 TOPPERS/A-COMSTACK Release 1.1.0
- 12月2日 TOPPERS/A-RTEGEN Release 1.0.2
- 1月23日 TOPPERS/FMPカーネル Release 1.2.3
- 1月29日 TOPPERS/ECNLアプリケーション作成手順書
! 最初の一般公開
- 2月10日 TINET Release 1.5.4
- 2月13日 TOPPERS/EV3RT
! 最初の一般公開
- 2月18日 TOPPERS/FMPカーネル Release 1.3.0
- 2月23日 TOPPERS/ECNL向けアプリケーションスケルトン
生成ツール
! 最初の一般公開

2015年4月～5月

- 4月6日 TOPPERS/ATK2シングルコア版Release 1.3.2, マルチコア版 Release 1.2.2
- 4月6日 TOPPERS/A-COMSTACK Release 1.2.0
- 4月6日 TOPPERS/A-RTEGEN Release 1.2.0
- 4月6日 TOPPERS/A-WDGSTACK Release 1.0.0
! 最初の一般公開
- 4月15日 TOPPERS/A-RTEGEN Release 1.2.1
- 5月19日 TOPPERS ATK2 SC2 Release 1.0.0, SC1-TP Release 1.0.0
! 最初の一般公開
- 5月19日 TOPPERS/A-WDGSTACK Release 1.1.0
- 5月20日 TOPPERS/SSPカーネル Release 1.3.0

TOPPERS/ECNL (ECHONET Liteミドルウェア)

ECHONET Lite(エコーネットライト)とは？

- ▶ エコーネットコンソーシアムが策定したプロトコル
- ▶ ISO規格およびIEC規格として国際標準化
- ▶ 日本国内でのHEMS標準プロトコルとして認定

開発とリリースの経緯

- ▶ TOPPERSプロジェクトからコアーズ(株)に開発委託
- ▶ 2014年10月にオープンソースソフトウェアとして公開

TOPPERS/ECNLの特徴

- ▶ ECHONET Lite規格に準拠した機器向けの通信スタック
- ▶ TOPPERS/ASPカーネルとTINET(TOPPERSの開発成果物であるTCP/IPプロトコルスタック)上で動作
- ▶ TOPPERSのコンフィギュレータを使用して、静的APIの記述で、機器のオブジェクトとプロパティを定義

静的APIの記述例

3. 3. 2 4 一般照明クラス規定

クラスグループコード : 0x02
 クラスコード : 0x90
 インスタンスコード : 0x01~0x7F



```
/*
 * 一般照明オブジェクト
 */
ECN_CRE_EOBJ (GENERAL_LIGHTING_EOBJ, { EOBJ_DEVICE, LOCAL_NODE_EOBJ, 0,
EOJ_X1_AMENITY, EOJ_X2_GENERAL_LIGHTING_CLASS, EOJ_X3_GENERAL_LIGHTING_CLASS_1 });
```

機器オブジェクトの定義例

プロパティ名称	EPC	プロパティ内容	データ型	データ サイズ	アクセス ルール	状態変化時ア ナウンス	
		値域					
動作状態	0x80	...	unsigned char	1 Byte	Get/Set	○	



```
/* 動作状態 */
ECN_DEF_EPRP (GENERAL_LIGHTING_EOBJ, { 0x80, EPC_RULE_SET | EPC_RULE_GET |
EPC_ANNOUNCE, 1, (intptr_t)&epc_data[0], (EPRP_SETTER *)data_prop_set, (EPRP_GETTER
*)data_prop_get });
```

プロパティの定義例

TOPPERS/EV3RT

TOPPERS/EV3RTとは？

- ▶ LEGO Mindstorms EV3向けのSPF
- ▶ ETロボコン2015の公式プラットフォームに採用される(他に, MonoBrick, leJOS)

TOPPERS/EV3RTの構成

- ▶ TOPPERS/HRP2カーネル＋動的生成機能拡張
 - ▶ TOPPERS新世代カーネル仕様(μ ITRON仕様ベース)に準拠したメモリ保護機能を持つRTOS
- ▶ アプリケーションプログラムの動的ローディング機能
- ▶ 各種周辺デバイス向けのデバイスドライバとミドルウェア
 - ▶ 各種センサ, モータ, Bluetooth, SDカード, LCDなど



TOPPERS/AP関連の開発成果

TOPPERS/AP (Automotive Platform) とは？

- ▶ AUTOSAR仕様をベースに開発した車載制御システム向けSPF
- ▶ 以下のソフトウェアで構成(現時点)
 - ▶ TOPPERS/ATK2 … リアルタイムカーネル(OS)
 - ▶ TOPPERS/A-COMSTACK … CAN通信スタック
 - ▶ TOPPERS/A-WDGSTACK … ウォッチドッグスタック
 - ▶ TOPPERS/A-RTEGEN … RTEジェネレータ

開発体制

- ▶ ATK2コンソーシアム(2011年度～2013年度), APコンソーシアム(2014年度～, 後で紹介)で開発

TOPPERS/A-OSBENCH

- ▶ AUTOSAR OS仕様に準拠したリアルタイムカーネルの性能評価スイート
 - ▶ リアルタイムカーネル＋プロセッサの性能を評価

TOPPERS/A-WDGSTACK

- ▶ AUTOSAR仕様をベースに開発したウォッチドッグスタック
- ▶ 以下のソフトウェアで構成される(：の右はベースとしたAUTOSAR仕様の名称)
 - ▶ TOPPERS/A-WDGM: AUTOSAR WDGM (ウォッチドッグマネージャ) 仕様
 - ▶ TOPPERA/A-WDGIF: AUTOSAR WDGIF (ウォッチドッグインタフェース) 仕様
 - ▶ TOPPERS/A-WDG: AUTOSAR WDG (ウォッチドッグドライバ) 仕様

TOPPERS/ATK2 SC2

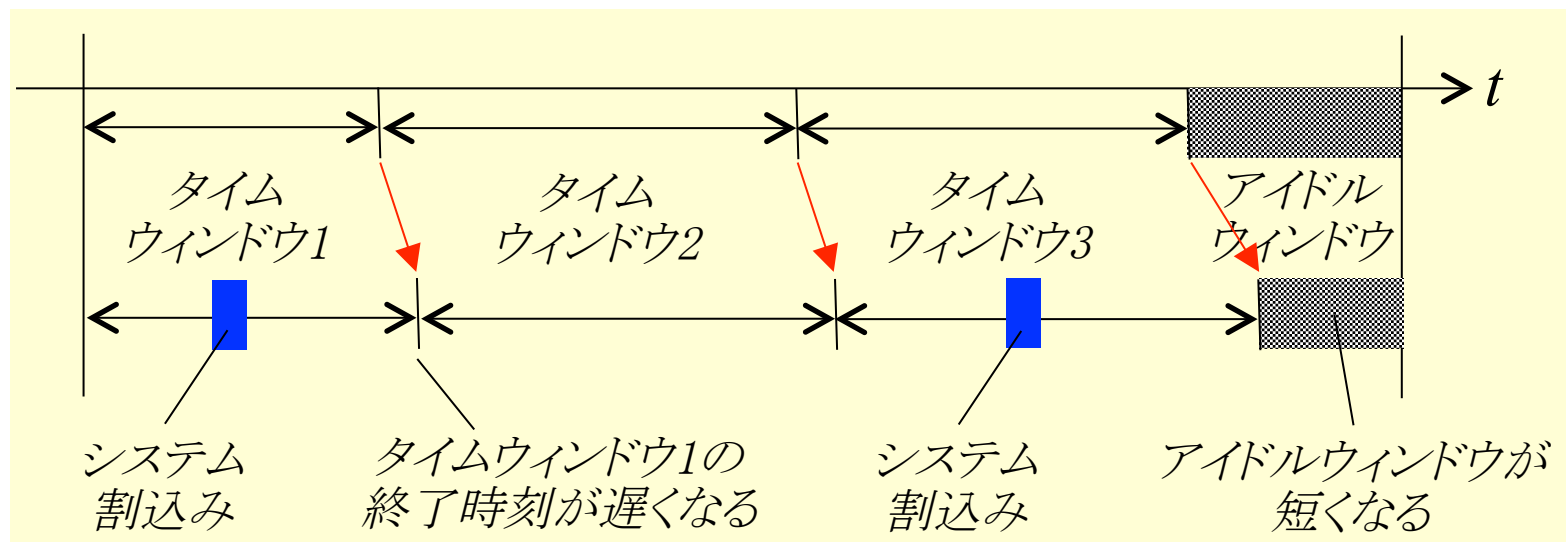
- ▶ AUTOSAR OS仕様のSC2(基本機能+タイミング保護機能)のサブセット仕様に基づくリアルタイムカーネル
 - ▶ サポートする機能:タスクの実行時間・到着間隔・リソース占有時間・OS割込み禁止時間の監視, カテゴリ2ISRの到着間隔監視
- ▶ 不都合な仕様の修正, オーバヘッドが大きいにもかかわらず有用性が低い機能の削除を実施

TOPPERS/ATK2 SC1+TP

- ▶ AUTOSAR OS仕様のSC1(基本機能)に独自の時間パーティショニング機能(TOPPERS時間パーティショニングスキーム)を追加したリアルタイムカーネル
- ▶ 機能安全規格のパーティショニング要求に効率的に対応

TOPPERS時間パーティショニングスキーム

- ▶ 各パーティションは、システム周期内で各パーティションを実行するタイムウィンドウを決める方式(航空機向け規格であるARINC 653で採用)をベースとして、システム割込み(タイムウィンドウによらずに受け付けられる割込み)を許すように拡張した方式でスケジュール
- ▶ パーティション内で複数のタスクを実行する場合には、従来のOSと同じ方式でスケジュール(階層型スケジュール)



ウォッチドッグスタックの必要性と機能

プログラムフロー監視とは？

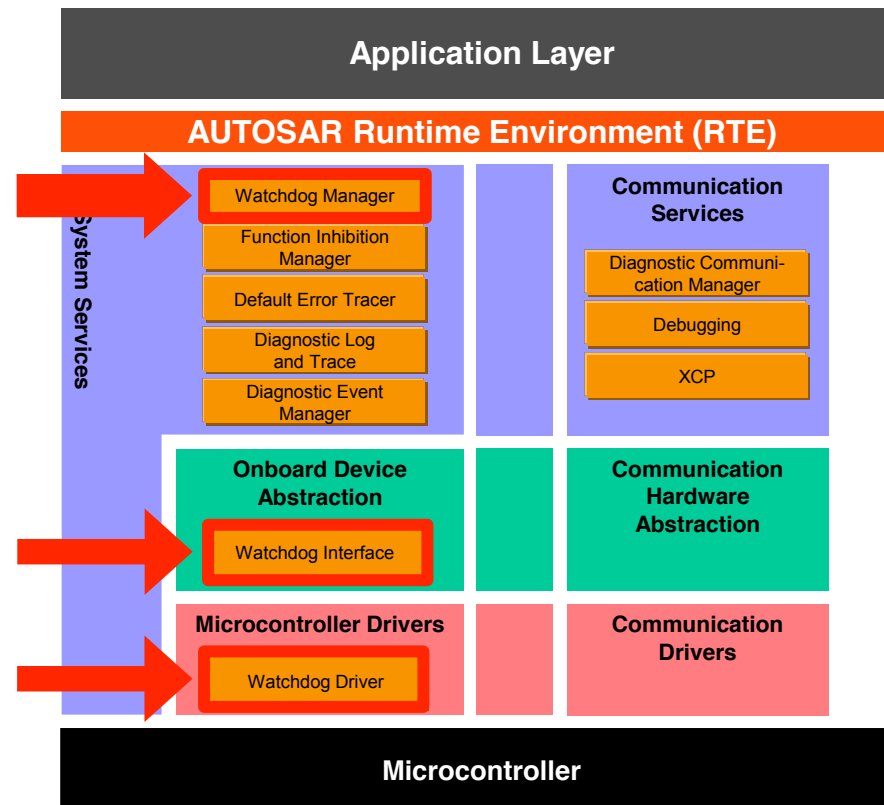
- ▶ プログラムの実行順序やタイミングを監視することで、ハードウェアの故障やソフトウェアの不具合を検出する手法
 - ▶ プログラム中のチェックポイントを決められた順序で通過することを監視する … ロジカル監視
 - ▶ プログラム中の(1つまたは複数の)チェックポイントが実行される時間間隔を監視する … タイミング監視
- ▶ メインクロックの監視のためには、タイミング監視に、メインクロックとは異なるクロックを使うことが必要
- ▶ プログラムシーケンス監視、制御フロー監視などと呼ばれる場合も

ISO 26262におけるプログラムフロー監視

- ▶ ハードウェアの故障を検出する手法として, ISO 26262-5 表D.10に, “Program sequence monitoring” の5つの手法がリストアップされている
 - ▶ Watchdog with separate time base without time-window
 - ▶ Watchdog with separate time base and time-window
 - ▶ Logical monitoring of program sequence
 - ▶ Combination of temporal and logical monitoring of program sequence
 - ▶ Combination of temporal and logical monitoring of program sequences with time dependency
 - ▶ これらの手法の説明は, ISO 26262-5 D.2.9にある
- ▶ ソフトウェアの不具合を検出する手法として, ISO 26262-6 表4に, “Control flow monitoring” が挙げられている
 - ▶ ASIL CとDで強く推奨(++), ASIL Bで推奨(+)

AUTOSARウォッチドッグマネージャの位置付け

- ▶ プログラムフロー監視を実現するためのAUTOSARのBSWモジュール
- ▶ 下の階層にウォッチドッグインタフェースとウォッチドッグドライバ



AUTOSARのエラー処理アーキテクチャ
 (AUTOSAR Layered Software Architecture 4.2.1より)

AUTOSARウォッチドッグマネージャの機能

- ▶ 監視の対象
 - ▶ 監視エンティティ: 監視対象の単位. 典型的には, SW-C, SW-C内のランナブル, BSWモジュールなど
 - ▶ チェックポイント: 監視エンティティ内の監視点
- ▶ 3種類の監視機能
 - ▶ アライブ監視
 - ▶ デッドライン監視
 - ▶ ロジカル監視
- ▶ エラー検出時の処理
 - ▶ RTEやDEM (Diagnostic Event Manager) を介したエラーの通知
 - ▶ パーティションシャットダウン
 - ▶ ウォッチドッグタイマによるリセット, 即時リセット

アライブ監視

- ▶ 周期的に実行されるプログラムの監視
- ▶ 指定された周期内に指定されたチェックポイントが実行された回数を監視. 回数が指定された範囲内に収まっていない場合はエラーと判定

デッドライン監視

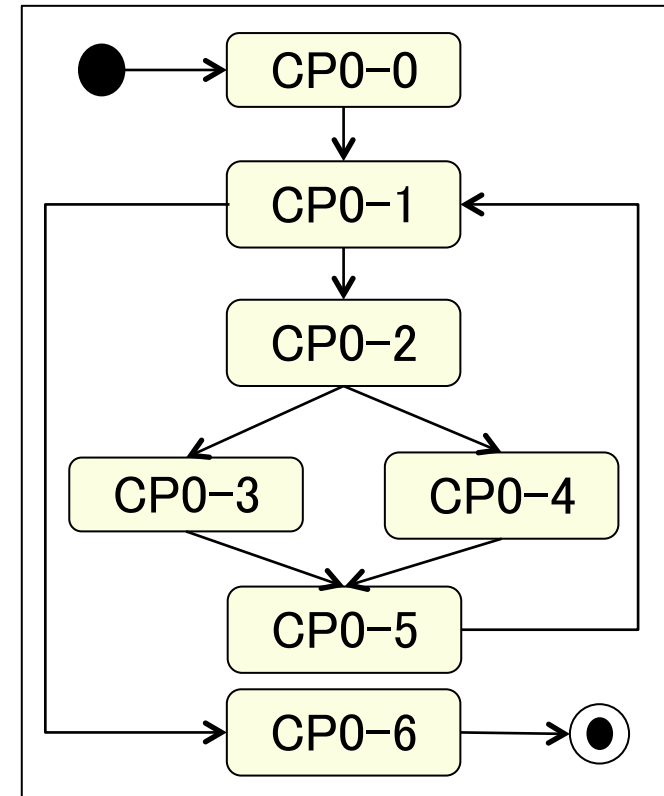
- ▶ 1つの監視エンティティ内の2つのチェックポイントが実行される時間間隔を監視
- ▶ 時間間隔が指定された範囲内に収まっていない場合はエラーと判定

ロジカル監視

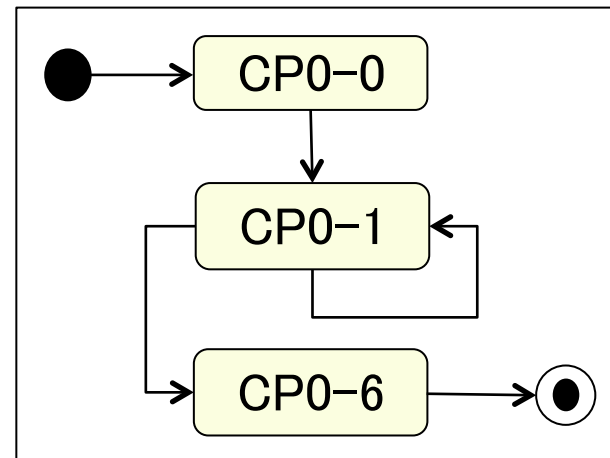
- ▶ チェックポイントがグラフ(内部グラフ, 外部グラフ)によって指定された順序に従って実行されることを監視
- ▶ 指定された順序に従っていない場合はエラーと判定

ロジカル監視の設定例 (Specification of Watchdog Manager 4.2.1より)

```
① i = 0;  
while( ② i < n) {  
  ③ if(a[i] < b[i])  
    ④ a[i] = b[i];  
  else  
    ⑤ a[i] = 0;  
  i++ ⑥  
}
```



細かく監視



粗く監視

APコンソーシアムの概要

※ AP = Automotive Platform

正式名称

- ▶ 車載制御システム向け高品質プラットフォームに関するコンソーシアム型共同研究

コンソーシアム型共同研究とは？

- ▶ 名古屋大学 大学院情報科学研究科 附属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・開発を進める共同研究

実施内容

- ▶ AUTOSAR仕様をベースとして、高品質な車載制御システム向けプラットフォームに関する研究開発を行う
- ▶ ATK2コンソーシアム(2011年度～2013年度に実施)の成果をベースに、品質向上・開発範囲拡大を行う

実施期間

- ▶ 2014年度に開始. 3年程度の継続実施を予定

研究開発の目標

- ▶ AUTOSAR仕様をベースとして、**その問題を解決し、日本の自動車産業のニーズに合致した、軽量で高品質なSPF**を開発する
 - ▶ AUTOSAR仕様に対して大幅な修正(改良)を行うような研究開発も実施する
- ▶ 開発するSPFを、**グローバルに有力な車載制御システム向けSPF**のトップ3の内の1つとすることを目指す

目標に向けてのアプローチ

- ▶ 開発したSPFは、TOPPERSプロジェクトからオープン化することを基本とする
 - ▶ 目標達成のためには、多くの企業の協力を得る必要があり、オープン化(無償公開)はそのための手段
- ▶ ただし、品質確保に用いる開発成果については、コンソーシアムメンバー以外には有償でライセンスする

APコンソーシアムの研究開発項目 (2014年度)

(a) TOPPERS/ATK2の機能安全規格対応 **さらなる品質向上**

- ▶ ATK2を機能安全規格対応するために不足している開発項目(設計書ベースの検証, 既存の検証スイートで不足しているテストの開発など)を実施

(b) 時間パーティショニング機能の検討・開発 **新機能の提案**

- ▶ 機能安全要件を満たす時間のパーティショニング機能を検討・開発(AUTOSAR仕様に対する大幅な修正)

(c) BSWモジュールの開発 **開発範囲の拡大**

- ▶ CAN通信スタックのマルチコア向け最適化
- ▶ 各種のBSWモジュール(ウォッチドックマネージャ等)の開発

(d) RTEジェネレータの拡張とインテグレーション

- ▶ RTEジェネレータの拡張
- ▶ 開発成果がインテグレーションできることの確認

APコンソーシアムの参加企業 (26社)

*は部分参加

†はオブザーバ参加

- ▶ アイシンコムクルーズ(株)
- ▶ イーソル(株)
- ▶ (株) ヴィッツ
- ▶ (株) 永和システムマネジメント†
- ▶ SCSK(株)
- ▶ (株) OTSL†
- ▶ オムロン オートモーティブエレクトロニクス(株)†
- ▶ 京セラ(株)†
- ▶ (株) サニー技研
- ▶ (株) ジェイテクト
- ▶ スズキ(株)
- ▶ (株) デンソー *
- ▶ (株) 東海理化電機製作所 *
- ▶ (株) 東芝
- ▶ (株) 豊田自動織機
- ▶ (株) 豊通エレクトロニクス†
- ▶ 日本電気通信システム(株)
- ▶ パナソニック(株)†
- ▶ パナソニック アドバンステクノロジー(株)
- ▶ 富士通テン(株)
- ▶ 富士ソフト(株)
- ▶ マツダ(株)
- ▶ ルネサス エレクトロニクス(株)
- ▶ 矢崎総業(株)
- ▶ ヤマハ発動機(株)†
- ▶ 菱電商事(株)†

車載制御システム向けSPFの現状・動向

標準化動向

- ▶ AUTOSAR仕様が国際的に広く採用されつつある

開発動向

- ▶ AUTOSAR仕様準拠のSPFは、欧州のソフトウェア企業が開発競争で優位に
 - ▶ それらの企業は100人以上の技術者でSPFを開発
 - ▶ 現状のAPコンソーシアムでは力不足か…
- ▶ この状況のままでは、近い将来、車載制御システム向けSPFは寡占状態になる可能性も
 - ▶ 他の分野(PC, スマホ)では、有力なOSは、グローバルに3つ程度しか残っていない

我々の問題意識

- ▶ 車載制御システム向けSPFがすべて海外製になると、日本の自動車産業の「ものづくり力」が低下するのでは？

AUTOSAR-Wiki

AUTOSAR利用時の課題

- ▶ AUTOSAR仕様は公開されているが、曖昧な仕様、未定義な仕様が多数
- ▶ AUTOSARという1つの仕様に対して、(少なくとも国内企業間で)同じ解釈・考え方を持つために、情報交換・ディスカッションの場が必要

AUTOSAR-Wikiの概要

- ▶ AUTOSAR仕様に関する情報交換の場
- ▶ Wikiによる仕様解説, tracのチケットによる質問・意見交換
 - ▶ TOPPERSプロジェクト会員は, Wikiの更新, チケット(質問)の発行が可能
 - ▶ 非会員は, 閲覧のみ可能
 - ▶ ただし, 協力していただける非会員のAUTOSARベンダにはアカウントを付与

TOPPERSプロジェクトの 最新の取り組み

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

- ▶ TOPPERS第3世代カーネル(ITRON系)
- ▶ 車載システム向けRTOS(AUTOSAR OS仕様からの発展)

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SPFと開発支援ツール

- ▶ 車載制御システム向けSPF(AUTOSAR仕様ベース)
- ▶ 宇宙機向けSPF(SpaceWire OS)
- ▶ 仮想化技術(SafeG), ホームネットワーク
- ▶ 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SPFと教材の提供

ホームネットワークWG

設立の経緯・目的

- ▶ TOPPERS/ECNLの利用促進や開発成果の発展のため、ECHONET Liteに限定せず、TOPPERSのホームネットワーク利用を促進する

活動内容(計画)

- ▶ ホームネットワークに関するプロトコルの調査
- ▶ ミドルウェアのポーティング・開発と公開
- ▶ ドライバやサンプルアプリケーションの開発と公開

体制と進め方

- ▶ 主査:長島宏明(コアーズ)
- ▶ まずは、メーリングリストとTrac/Wikiを用いて活動

TOPPERS第3世代カーネルの必要性

求められている/求められつつある技術・機能

- ▶ 機能安全からの要求に応えられるパーティショニング
- ▶ ティックレスの高分解能時間管理と外部時刻同期
- ▶ マルチコアにおける動的ロードバランシング
- ▶ メニーコアプロセッサへの対応 … 今後の課題

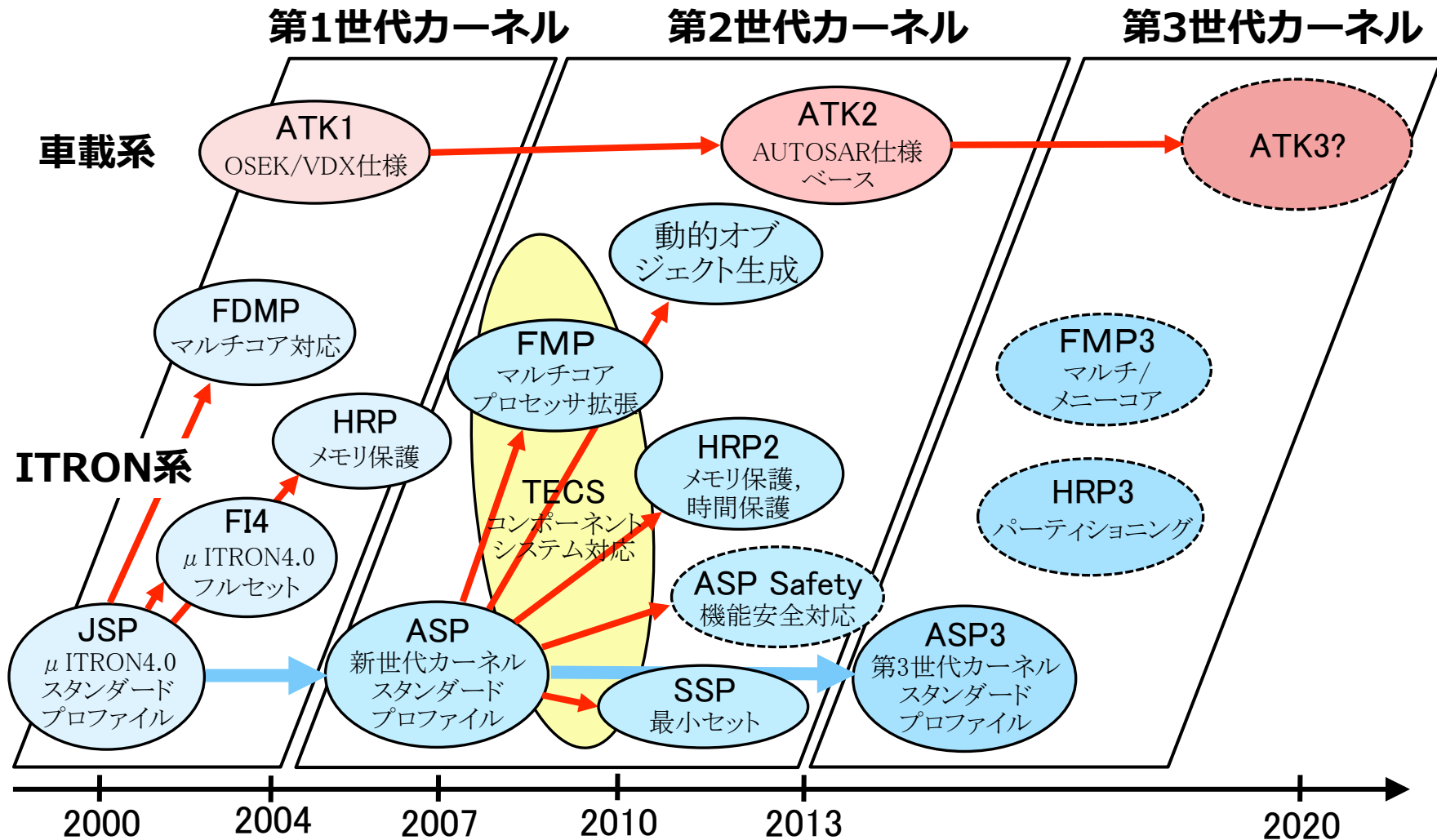
一方、廃止すべきと考えられる機能もある

- ▶ タスク例外処理機能, メールボックス

TOPPERS第3世代カーネルへ

- ▶ 現状のリアルタイムカーネル(第2世代)の次の世代と位置付けた方が, 大胆な仕様変更が可能
- ▶ 第3世代においても, 2系列(ITRON系, 車載系)のリアルタイムカーネル開発は, 引き続き維持していく

TOPPERSカーネル開発ロードマップ



第3世代カーネル (ITRON系) の機能概要

追加する機能(主なもの)

- ▶ タスク終了要求機能 … タスク例外処理機能, 待ち禁止状態を代替
- ▶ ティックレスの高分解能時間管理と外部時刻同期機能
- ▶ マルチコアにおける動的負荷分散の支援機能
- ▶ 時間のパーティショニング機能

廃止する機能

- ▶ タスク例外処理機能
 - ▶ 必要性が低いにもかかわらず, ターゲット依存部(特に保護機能対応の場合)の実装負担が大きい
- ▶ メールボックス機能
 - ▶ 保護機能対応では不適切な機能(サポートしていない)
 - ▶ データキューまたは優先度データキューで代替可能

その他の仕様変更

- ▶ 周期ハンドラ／アラームハンドラ機能を、周期通知／アラーム通知機能に拡張
- ▶ 非タスクコンテキスト専用のサービスコールの廃止
などなど

仕様策定の方針

- ▶ システム／アプリケーションによって要求が異なる機能は、ミドルウェア等で実現することとし、カーネルにはその実現に必要な最低限の機能を導入する
- ▶ 実装方法を合わせて検討し、オーバヘッドの大きい仕様を避ける

お断り

- ▶ 第3世代カーネルに関して紹介する内容は、検討中のものであり、今後変更になる可能性があります

TOPPERS/ASP3カーネルの概要

基本パッケージでサポート

- ▶ タスク終了要求機能
- ▶ ティックレスの高分解能時間管理, システム時刻の調整機能, システム時刻の参照／設定機能
- ▶ ミューテックス機能 … 基本機能に格上げ

拡張パッケージでサポート

- ▶ ドリフト調整機能
- ▶ メッセージバッファ機能
- ▶ オーバランハンドラ機能
- ▶ タスク優先度拡張
- ▶ 制約タスク
- ▶ サブ優先度機能
- ▶ 動的生成機能

内部構造の見直し(主なもの)

- ▶ ティックレスの高分解能時間管理の実装
- ▶ ディスパッチャ内のアイドル処理の実装方法を変更
- ▶ タスク例外処理機能の廃止に関連して、システム状態の持ち方を整理
- ▶ p_schedtskの意味を「実行すべきタスク」に変更
- ▶ kernel.tfの分割

開発状況

- ▶ ターゲット非依存部のコーディングはほぼ完成
- ▶ いくつかのプロセッサのターゲット依存部を開発中

リリース計画

- ▶ TOPPERS会員には、α版(Release 3.A.0)を早期リリース中
- ▶ 最新のバージョンは、subversionからアクセス可能
- ▶ 一般公開のスケジュールは未定(今年中には公開したい)

おわりに ～ 皆様へのお願い

TOPPERS第3世代カーネルへのご意見を募集中

- ▶ 第3世代へ移行するタイミングは、カーネル仕様を大きく見直すチャンス
- ▶ *カーネル仕様に対するご意見をお願いしたい*

利用事例の報告に関するお願い

- ▶ 利用事例を紹介することは、さらなる採用の促進やプロジェクトの発展につながる → ユーザにも利益に
- ▶ *TOPPERSのユーザには、利用報告をお願いしたい*

会員増加への協力をお願い

- ▶ TOPPERSプロジェクトは、活動資金を、広く薄く負担していただくという考え方で運営
- ▶ *TOPPERSのユーザやサポータには、プロジェクトへの入会をお願いしたい*