

ET2005 TOPPERS/SESSAMEパビリオン

<http://www.toppers.jp/>

TOPPERSプロジェクトの概要と現状

2005年11月16～18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

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、組込みシステム構築の基盤となる各種の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プロジェクトの狙い

- ! 日本の主要産業に重要な役割を果たしている組み込みシステム分野で、ITRONによって築いてきた日本発の技術を維持・発展させていきたい

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仕様の標準的なオープンソース実装を用意することで、企業の開発投資をより先端的なソフトウェア部品や開発環境の開発に向ける
 - ▶ ITRON仕様の実装が絞られることで、ソフトウェアの移植性が向上し、それらにサポートが集中する
- ↓
- ▶ ITRON仕様がかかえる「過剰な重複投資」と「過剰な多様性」の問題が解決（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の良さを継承した，次世代のリアルタイムOS技術を開発する

Linuxと類似のOSをもう1つ作っても意味がない！

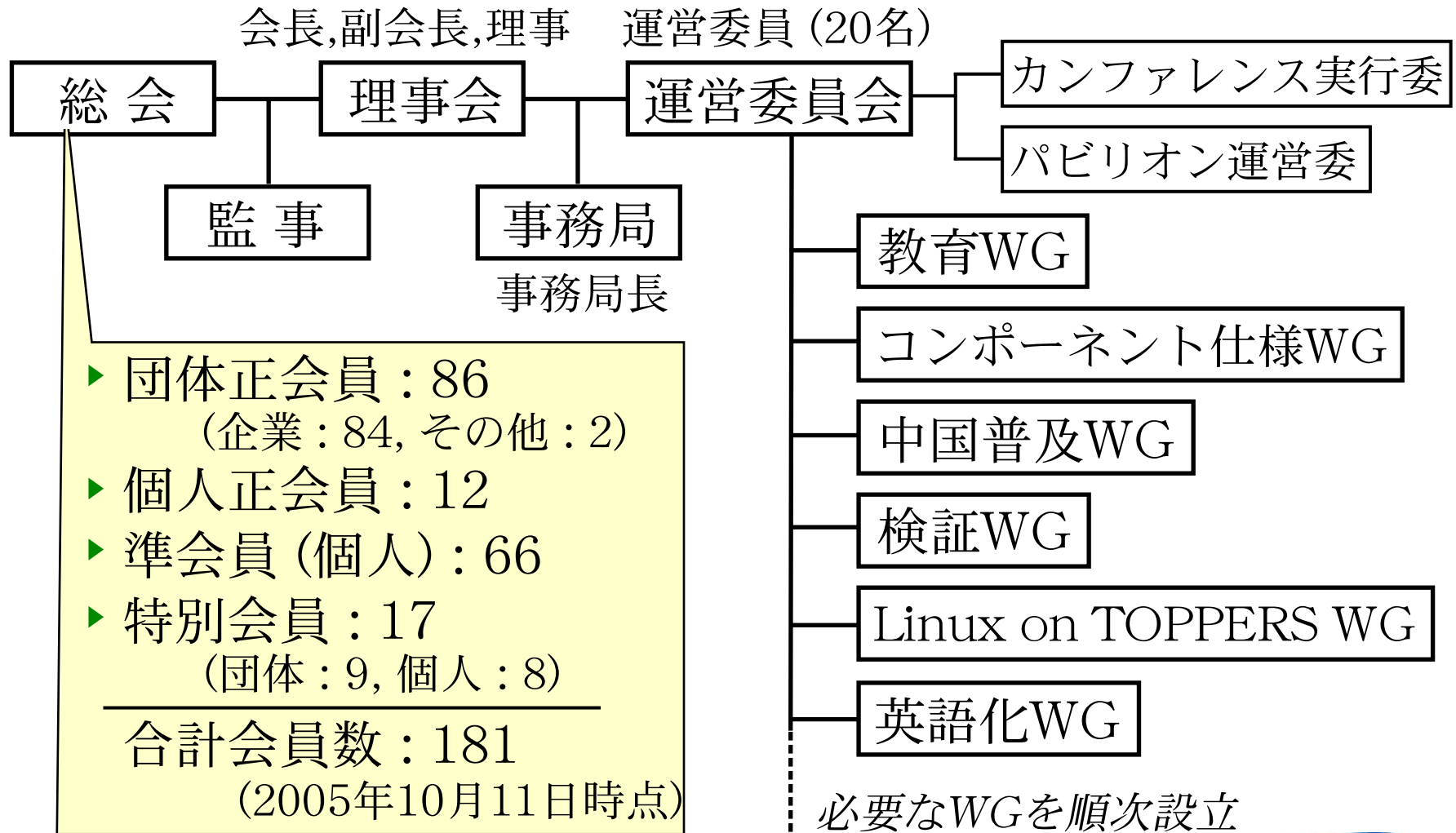
！汎用OS向けに開発された技術をそのまま導入するのではなく，組み込みシステムに向けた技術を開発する

- ▶ オープンソースソフトウェア化により，産学官の力を結集することが可能に
- ▶ 標準化よりもソフトウェア開発の方がスピードが速い

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の開発と，それを用いた教育の場を提供するなどの活動を通じて，組み込みシステム技術者の育成に貢献する
- ▶ 開発した教育コンテンツもオープン化する

TOPPERSプロジェクトの組織と会員



これまでの主な開発成果

TOPPERS/JSPカーネル オープンソース化5周年

- ▶ 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
- ▶ 2000年11月に配付開始したプロジェクトの最初の開発成果物。現世代のリアルタイムOSとして高い完成度に
- ▶ 実システム・教育等への豊富な利用事例
- ▶ 約15種類のターゲットプロセッサに対応（増加中）

TOPPERS/FI4カーネル IPA

- ▶ JSPカーネルをベースに、 μ ITRON4.0仕様に規定されたすべての機能を持つよう拡張したリアルタイムカーネル
 - ! JSPカーネルで機能不足となるアプリケーションへの適用を狙う
- ▶ JSPカーネルをベースとして開発

IIMPカーネル（トロン協会にて開発・配付中） **IPA**

- ▶ JSPカーネルをベースに、メモリ保護などの保護機能を追加したりリアルタイムカーネル
- ▶ μ ITRON4.0仕様 保護機能拡張 (μ ITRON4.0/PX仕様) に準拠
 - ! 組み込みシステムの要求に合致したオーバヘッドの小さいメモリ保護機能を実現
- ▶ この開発成果を活用して、TOPPERS/HRPカーネルを開発中

TOPPERS/OSEKカーネル

- ▶ 自動車制御システム分野での国際標準であるOSEK/VDX OS仕様に準拠したりリアルタイムカーネル
 - ! 自動車制御システム分野での普及を狙う
- ▶ JSPカーネルの開発成果を活用する形で開発

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をラッピングするC++用のテンプレートライブラリ
- ▶ JSPカーネルとFI4カーネルの両方に対応

TOPPERSカーネルテストスイート IPA

- ▶ JSPカーネルとFI4カーネルが、 μ ITRON4.0仕様に合致しているかを検証するために必要なテストプログラム
- ▶ μ ITRON4.0仕様のスタンダードプロファイル部分のテスト内容は、「 μ ITRON4.0検定仕様書(案)」に基づく
- ▶ それ以外の機能をテストするテストスイートを追加

モデルベース開発支援 (BridgePoint for JSP)

- ▶ モデル駆動型アーキテクチャ (MDA) をサポートする開発ツールの BidgePoint の生成するコードを、JSPカーネル上で動作させるためのランタイムおよびツール

TINET **経済産業省 地域コンソ**

- ▶ ITRON TCP/IP API仕様に準拠した組込みシステム用のコンパクトなTCP/IPプロトコルスタック
- ▶ FreeBSDのコードをベースに、メモリ使用量やオーバヘッドを減らすように改造
- ▶ IPv6にも対応 (KAMEのコードをベースに)

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
- ▶ RLLは、サーバに格納されたりロケータブルファイルをサーバ側でリンクし、それをダウンロードして実行
- ▶ DLMは、ファイルに格納されたりロケータブルファイルを読み込み、それをロード・リンクして実行

これまでに開発した教育コンテンツ

- ▶ 組み込みシステム開発技術者の質・量両面での充実が必要であるにもかかわらず、良い教材や教育の場が少ない
- ▶ SESSAME (組み込みソフトウェア管理者・技術者育成研究会) と連携して教育コンテンツを開発

初級実装セミナーの教材 **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

- ▶ 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

独立の教育コンテンツ

- ▶ TOPPERS版鹿威し

開発成果物の主な利用事例

機器への組み込み事例



UA-101 (Roland)



GT-541 (ブラザー工業)



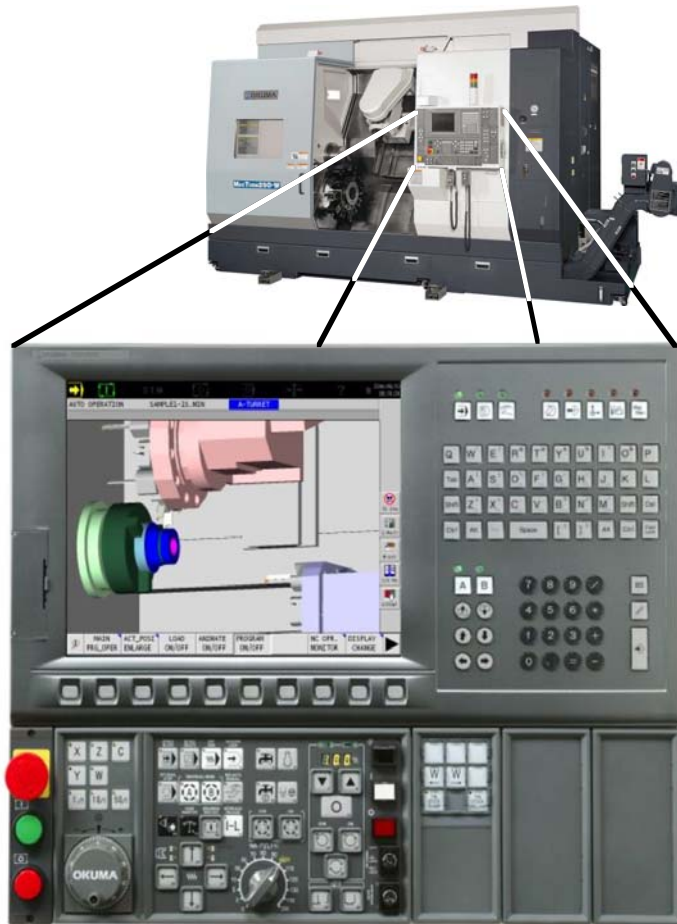
DO!KARAOKE
(松下電器産業)

RG-7
(Roland)



KR-107 (Roland)

機器への組み込み事例 ～ 続き



OSP-P200 (オークマ)



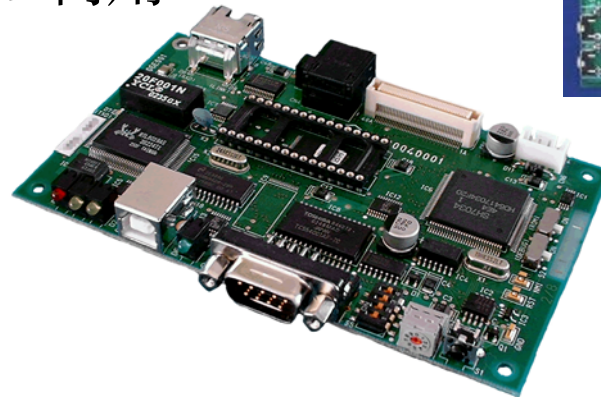
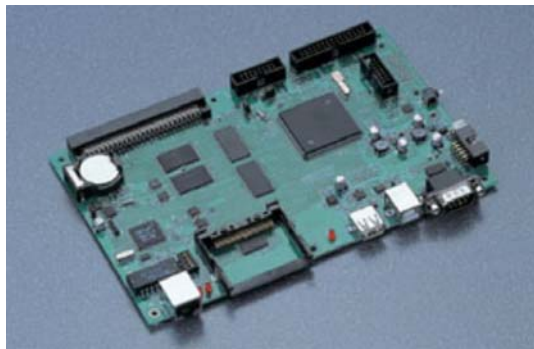
TimeSlit (アビックス)



RFIDリーダライタ
(大日本印刷)

その他の利用事例

- ▶ CPUボードへのバンドル
- ▶ プロトタイプ開発での利用
- ▶ 開発ツールへの利用
- ▶ 教育セミナー等での利用



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 (売ってもよい)
- ▶ 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**
- ▶ GNUソフトウェアとリンクして使えるように、デュアルライセンスに (BSDライセンスも選択できる)

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）と工業所有権（特許権など、知らずに侵害する場合がある）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
- ▶ 会員が自らが開発する開発成果物に、自らが所有する工業所有権を利用する場合には、開発成果物を利用する場合に限って、当該工業所有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

TOPPERSプロジェクトで進行中の活動

活動中のワーキンググループ (WG)

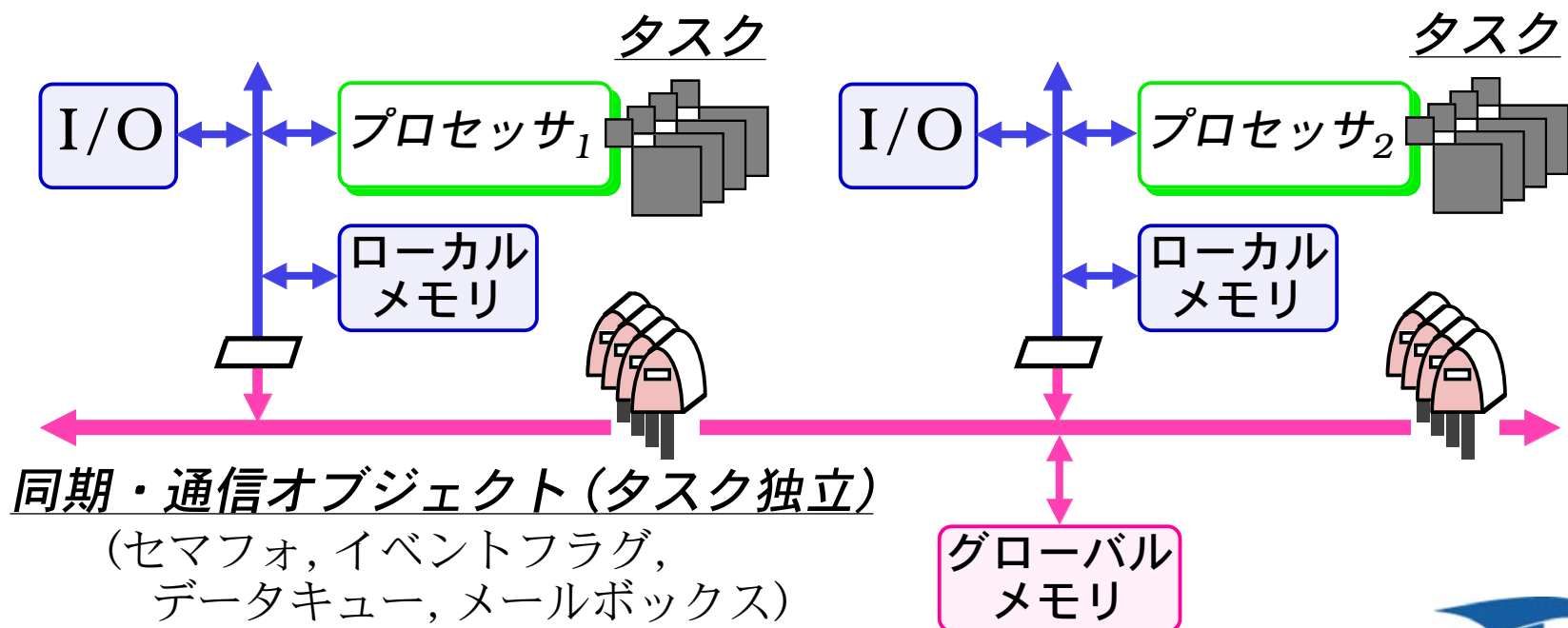
- ▶ 教育WG (主査: 竹内良輔)
 - ▶ 教育コースと教材の作成
 - ▶ 実験セミナーや講師向けセミナーの実施
- ▶ コンポーネント仕様WG (主査: 大山博司)
 - ▶ 組み込みシステム向けのコンポーネント仕様の検討
 - ▶ インタフェースジェネレータの開発と実証実験
- ▶ 中国普及WG (主査: 山本雅基)
 - ▶ 対中国普及活動 (資料の中国語訳など)
- ▶ 検証WG (主査: 二上貴夫)
 - ▶ カーネルの検証手法と性能評価手法の検討
- ▶ Linux on TOPPERS WG (主査: 岸田昌巳)
- ▶ 英語化WG (主査: 邑中雅樹)

開発中のソフトウェア

- ▶ 機能分散マルチプロセッサ対応のカーネル (TOPPERS/FDMPカーネル, 会員向けに早期リリース中)
- ▶ 組込みコンポーネント仕様のサポートツール
- ▶ TOPPERS/ASPカーネル (JSPカーネルの改良)
- ▶ TOPPERS/HRPカーネル (高信頼システム向けカーネル)
- ▶ TOPPERS/OSEKカーネルへのメモリ保護と時間保護機能の導入
- ▶ 自動車制御ネットワーク用通信ミドルウェア
- ▶ μ ITRON4.0仕様の他のプロファイル準拠のカーネル
- ▶ “Linux on TOPPERS” (TOPPERS/JSPカーネルとLinuxのハイブリッドOS)
- ▶ TOPPERSカーネルの各種のプロセッサへのポーティングなどなど

TOPPERS/FDMPカーネル IPA

- ▶ JSPカーネルを，機能分散マルチプロセッサシステム向けに拡張したリアルタイムカーネル
- ▶ 2005年4月に開発完了を発表．5月より会員向けに配付
- ▶ シングルプロセッサ向けに開発されたアプリケーションを，(比較的)容易にマルチプロセッサに移行可能



自動車制御システム向けプラットフォーム

TOPPERS/OSEKカーネル

- ▶ 2004年11月よりオープンソースソフトとして配布中

FlexRay対応ミドルウェア

- ▶ 2005年10月に開発完了を発表. JasParへ提案
- ▶ タイムトリガモジュール (TTM), 通信機能 (TT-COM), ネットワーク管理機能 (FlexRay-NM) などで構成

開発が進行中のソフトウェア **経済産業省 地域コンソ**

- ▶ TOPPERS/OSEKカーネルへの保護機能の導入
 - ▶ ハードリアルタイム性を持ったメモリ保護機能
 - ▶ カーネルオブジェクトに対するアクセス保護機能
 - ▶ プロセッサの時間保護機能
- ▶ CAN, LIN対応の通信ミドルウェア

TOPPERS/HRPカーネル

- ▶ 宇宙機 (例: 人工衛星) などの高信頼システム向けのリアルタイムカーネル
- ▶ TOPPERSプロジェクトメンバと宇宙航空研究開発機構 (JAXA) の共同で開発中

仕様の概要

- ▶ μ ITRON4.0仕様 保護機能拡張がベース
 - ▶ メモリ保護機能 (アドレス変換は行わない)
 - ▶ カーネルオブジェクトに対するアクセス保護機能
- ▶ 高信頼システム向けの機能をサポート
 - ▶ ミューテックス, アラームハンドラ, オーバランハンドラ
- ▶ TOPPERS標準割込み処理モデルに準拠
- ▶ TOPPERS/ASPカーネルの上位互換に

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



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/>