

TOPPERSプロジェクトの最新状況

2006年11月15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



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

- ▶ 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プロジェクトの最初の開発成果

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

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仕様に準拠したリアルタイムカーネル

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向けに拡張したリアルタイムカーネル

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

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をラッピングするC++用のテンプレートライブラリ

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

モデルベース開発支援 (BridgePoint for JSP)

開発中のソフトウェア

- ▶ TOPPERS新世代カーネル (ITRONシリーズ)
 - ▶ 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)
- ▶ 自動車制御システム向けソフトウェアプラットフォーム
 - ▶ 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 (CAN, LIN, FlexRay)
- ▶ 対称型マルチプロセッサ向けのリアルタイムカーネル
- ▶ 組込みコンポーネント仕様 (TECS) のサポートツール
- ▶ “Linux on TOPPERS”
- ▶ 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

団体正会員数が100に

これまでの経緯

- ▶ 2000年11月 TOPPERS/JSPカーネルの最初のバージョンを公開. TOPPERSプロジェクトが開始
- ▶ 2001年11月 メンバが4組織に. 産業界への普及活動を開始
- ▶ 2002年4月 組込みシステム業界の有力4社が参加. その後も着実にメンバ数が増加
- ▶ 2002年11月 NPO法人設立に向けての準備を開始
- ▶ 2003年9月 NPO法人 TOPPERSプロジェクトを設立. 3年以内に団体正会員数を100にすることを目標に
- ▶ 2006年11月 **NPO法人 TOPPERSプロジェクトの団体
会員数が100に**

2006年11月14日時点の会員数

- ▶ 団体正会員：100 (企業：99, 大学：1)
- ▶ 個人正会員：11
- ▶ 個人準会員：73
- ▶ 特別会員：15 (団体：10, 個人：5)

合計会員数：199

団体正会員の業種 (主なもの)

- ▶ 組込みシステム/ソフトウェアハウス
- ▶ 大手の電機メーカーおよび半導体メーカー
- ▶ 海外の半導体メーカーの日本支社
- ▶ 大手の自動車メーカーおよび自動車部品メーカー
- ▶ これらの子会社・協力会社

エプソンがTOPPERS/JSPカーネルを採用

- ▶ セイコーエプソン(株)が、インクジェットプリンタ・複合機「マルチフォトカラリオ PM-A970」など複数機種に、TOPPERS/JSPカーネルを採用
- ▶ 今後、同シリーズのプリンタにTOPPERS/JSPカーネルを利用する予定

マルチフォトカラリオ PM-A970

- ▶ ダイレクトプリント機能、コピー機能、スキャナ機能を備えたインクジェットプリンタ・複合機
- ▶ 4.0インチ液晶とCD/DVDドライブを搭載



TOPPERSプロジェクトの目指す方向性



- ▶ TOPPERSプロジェクトは、高い信頼性と安全性を求められる組込みシステム向けに、高品質なオープンソースプラットフォーム（のコンポーネント）を提供する



- ▶ 多くのシステムでプラットフォームを共有することで、開発リソースの分散を防ぎ、コスト品質（コストあたりの品質）の高いシステム開発が可能に



- ▶ 組込みシステム開発の課題の解決（または軽減）につながる

高信頼性・安全性に向けての取組み

高信頼・安全なリアルタイムOSの要件

- ▶ リアルタイムOSの信頼性・安全性が高いこと
 - ▶ リアルタイムOS自身の信頼性が高いこと
 - ▶ ハードウェアの故障・誤動作に対処できること
- ▶ 高信頼・安全なアプリケーションの構築を容易にすること

取り組むべきこと

- ▶ RTOS自身の信頼性・安全性を上げること
- ▶ 高信頼・安全なアプリケーションの構築を容易にするRTOS仕様とすること
- ▶ ハードウェアの故障に対処できるRTOSとすること
- ▶ これらが達成されていることを示すエビデンスを示せるようにすること

IEC 61508 (JIS C 0508) — 安全に関する国際規格

- ▶ 「電気・電子・プログラマブル電子安全関連系の機能安全」に関する国際規格
 - ▶ 安全性にかかわるあらゆる電子システムに適用（もちろん，ソフトウェアも含む）
 - ▶ 分野別のサブ規格が存在．例えば，自動車分野向けのサブ規格は策定作業中 (ISO/WD 26262)
- ▶ 安全性確保のためのベストプラクティスの集大成
 - ▶ ソフトウェアに対しては，約100の技法が挙げられており，安全度水準 (SIL) に応じて使用すべきもの/すべきでないものを整理
- ▶ 欧州発の規格であり，我が国の産業界にとって非関税障壁となるおそれ

機能安全対応ソフトウェアプラットフォームの開発

- ▶ TOPPERSプロジェクトとしては、IEC 61508のSIL 3に対応できるリアルタイムOSの開発を目指したい
- ▶ (株)ヴィッツと名古屋大学を中心とするコンソーシアムで、経済産業省の戦略的基盤技術高度化支援事業に「機能安全対応自動車制御プラットフォームの開発」のテーマで提案し、採択される(3年間の事業)
- ▶ 以下のソフトウェアを、IEC 61508のSIL 3に合致するプロセスで開発する計画
 - ▶ TOPPERS/ASPカーネルをベースとした機能安全対応リアルタイムカーネル
 - ▶ 車載ネットワーク用の通信ミドルウェア
 - ▶ 例示アプリケーション
- ▶ その過程で作成したドキュメントも公開したい

TOPPERS新世代カーネル (ITRONシリーズ)

! TOPPERSプロジェクトの6年間の技術開発を踏まえて、
 μ ITRON4.0仕様に対して、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改良を加える

TOPPERS/ASPカーネル (Advanced Standard Profile)

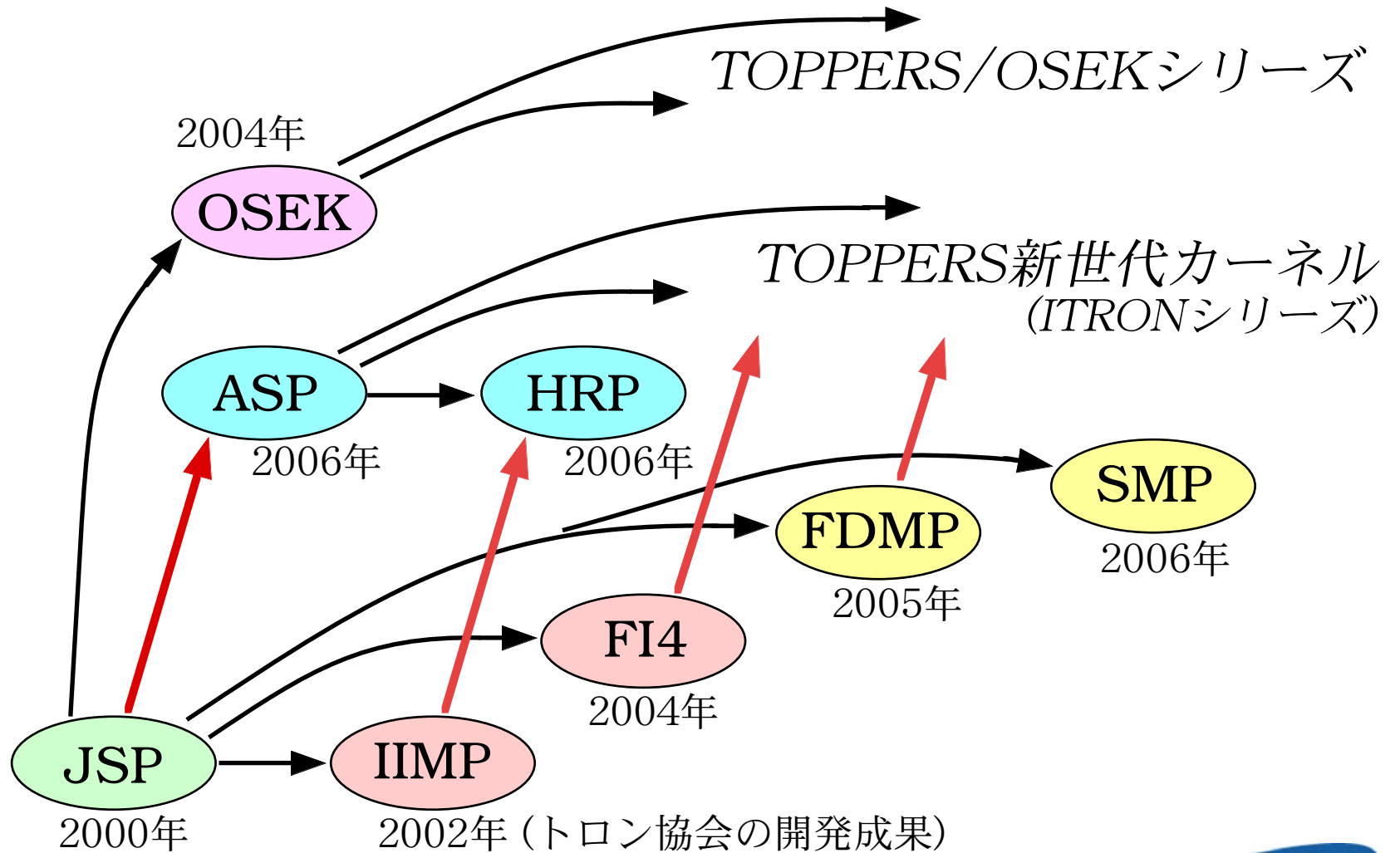
現世代のリアルタイムカーネルの完成度をさらに上げる!

- ▶ TOPPERS/JSPカーネルの改良版
- ▶ TOPPERS新世代カーネルの基盤
- ▶ α 版を会員向けに配付中

TOPPERS/HRPカーネル (High Reliable system Profile)

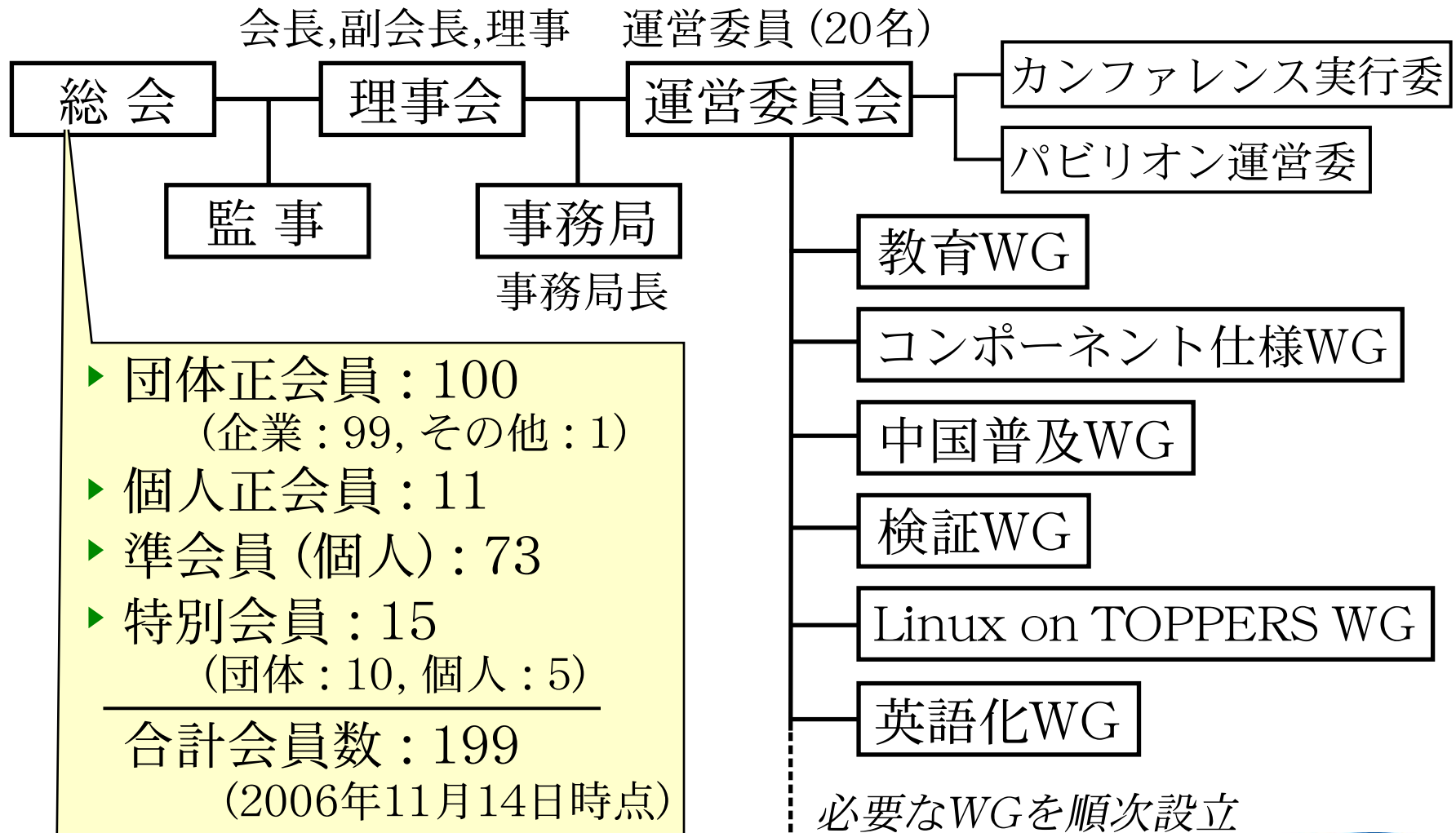
- ▶ TOPPERS/ASPカーネルに対してメモリ保護機能などの高信頼システム向けの機能を追加
- ▶ 宇宙航空研究開発機構 (JAXA) と共同で開発
- ▶ 会員向けに早期リリース中

TOPPERS新世代カーネルの位置付け



参考資料

TOPPERSプロジェクトの組織と会員



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 **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

- ▶ 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

NEW



PM-A970 (エプソン)



DO!KARAOKE
(松下電器産業)



KR-107 (Roland)

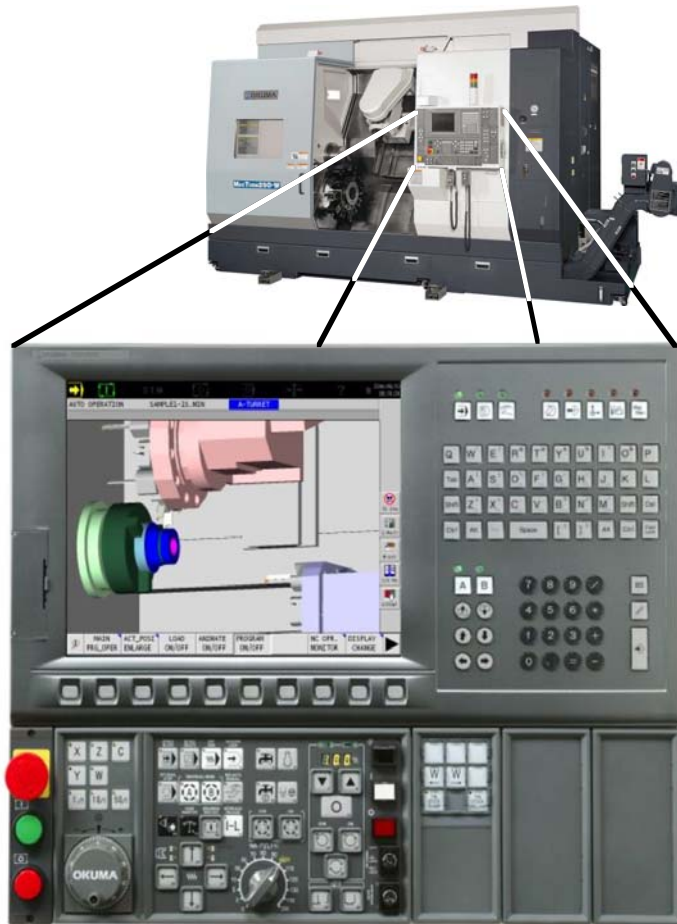


UA-101 (Roland)



GT-541 (ブラザー工業)

機器への組み込み事例 ～ 続き



OSP-P200 (オークマ)



TimeSlit (アビックス)



DP-350 (ダイヘン)

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、知らずに侵害する可能性がある）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プロジェクトのこの1年

ソフトウェア開発

- ▶ TOPPERS/ASPカーネル
 - ▶ TOPPERS/JSPカーネル (μ ITRON4.0仕様スタンダードプロファイル準拠) を改良したりアルタイムOS
 - ▶ 2006年9月: 開発者会議において仕様・実装検討
 - ▶ 2006年10月,11月: 早期リリース開始
- ▶ TOPPERS/HRPカーネル
 - ▶ 宇宙機などの高い信頼性が求められるシステムに用いることを想定したりアルタイムOS
 - ▶ 宇宙航空研究開発機構 (JAXA) と共同で開発
 - ▶ 2006年3月,9月: 早期リリース開始
 - ▶ JAXAによる検証作業が進行中

ソフトウェア開発 ～ 続き

- ▶ TOPPERS/FDMPカーネル **IPA**
 - ▶ μ ITRON仕様のリアルタイムOSを、機能分散マルチプロセッサ向けに拡張したリアルタイムOS
 - ▶ 2006年3月: 一般配付を開始
- ▶ TOPPERS/SMPカーネル
 - ▶ μ ITRON仕様のリアルタイムOSを、対称型マルチプロセッサ (SMP) 向けに拡張したリアルタイムOS
 - ▶ 2006年6月: 仕様書の早期リリースを開始
 - ▶ 2006年9月: 開発者会議において仕様検討
- ▶ TOPPERS向けEclipse開発環境 **IPA**
 - ▶ TOPPERSカーネル上のアプリケーション開発を行うためのEclipseベースの統合開発環境
 - ▶ 2006年3月: 開発成功を発表, 早期リリース開始

ソフトウェア開発 ～ 続き

- ▶ TOPPERS FlexRayミドルウェアパッケージ
 - ▶ 次世代の車載ネットワークであるFlexRay対応のためのリアルタイムOSの拡張機能と通信ミドルウェア
 - ▶ 2006年3月: 早期リリース開始
- ▶ 自動車統合制御システム向けプラットフォーム
 - ▶ 経済産業省 地域新生コンソーシアム研究開発事業 (中部地区) の採択テーマ
 - ▶ TOPPERS/OSEKカーネルへの保護機能の導入とCAN, LIN対応ミドルウェアの開発が進行中
- ▶ その他のソフトウェアも継続的に拡張・改良
 - ▶ JSPカーネル, FI4カーネルのバージョンアップ
 - ▶ TINETのバージョンアップ. IPSec, DHCP, リゾルバ等の開発が進行中

技術開発・検討

- ▶ TOPPERS標準割込み処理モデル
 - ▶ μ ITRON仕様では標準化されておらず，JSPカーネルでもターゲット依存となっていた割込み処理のモデルを標準化することで，ソフトウェアの移植性を向上
 - ▶ メーリングリスト，開発者会議，技術検討会議において検討．対称型マルチコアプロセッサも考慮
 - ▶ TOPPERS新世代カーネルに実装中
- ▶ TOPPERS組込みコンポーネント仕様 (TECS)
 - ▶ 仕様検討を継続 (検討会議を毎月開催)
 - ▶ サポートツールの開発が進行中
 - ▶ TOPPERS/ASPカーネルへの導入を目指す

教材開発

- ▶ 中級実装セミナー教材
 - ▶ リアルタイムOSを用いたリアルタイムシステム構築やネットワークプログラミングについて学ぶ4日間コースの教材
 - ▶ 2005年11月: 教材を一般配付開始
 - ▶ 2006年10月: 中級実装セミナーを開催
 - ▶ 2006年11月: 改良した教材の一般配付を開始
- ▶ 初級実装セミナー教材
 - ▶ リアルタイムOSを用いたシステム構築の基礎について学ぶ2日間コースの教材
 - ▶ 2006年6月: 英語版の一般配付を開始
- ▶ 二足走行ロボット教材
 - ▶ 制御ソフトウェアおよび教材の開発が進行中

普及・広報活動

- ▶ TOPPERSカンファレンス2006 (2006年5月)
- ▶ ET2006 TOPPERSパビリオン (2006年11月)
- ▶ プレス発表会 (2006年3月, 2006年11月)
- ▶ TOPPERSニュースレター, TOPPERS MAP

国際展開

- ▶ タイでの初級実装セミナーの実施 (2006年1月, バンコク)
- ▶ 中国での普及・広報活動 (2006年10月, 西安)
- ▶ ウェブサイトや初級実装セミナー教材の英語化

受賞等

- ▶ TOPPERS FlexRayミドルウェアが, 第8回LSI IPデザイン・アワード (企業部門) のIP優秀賞を受賞
- ▶ TOPPERS/FDMPカーネルが, 第8回LSI IPデザイン・アワード (大学部門) のIP賞を受賞