

TOPPERS 活用アイデア・アプリケーション開発 コンテスト

部門	: 活用アイデア部門 アプリケーション開発部門 がじえるね IoT 部門
作品のタイトル	: モデルベース開発から TOPPERS 搭載システムへのクロスレイヤ自動設計を利用したマルチコア動作モータ制御実装
作成者	: 竹松慎弥
共同作業	: 鍾兆前, 井上雅理, 横山静香, 小島流石, 近藤真己, 中本幸一, 安積卓也, 道木慎二, 本田晋也, 枝廣正人
対象者	: モデルベース開発から TOPPERS 搭載システム, 特にマルチコアシステム向け実装をお考えの方
使用する開発成果物	: TOPPERS/ATK2 カーネル

目的・狙い

組込み制御分野での設計生産性向上, 高性能化要求に応えるべく, Simulink に代表されるモデルベース開発と実装設計を協調させるクロスレイヤ設計手法, およびモデルベース並列化の研究開発を進めている. 本手法により, TOPPERS/ATK2 カーネル上で並列実行可能なコードおよびコンフィギュレーションファイルを自動生成できる. 手法の適用事例として, Simulink モデルから自動生成したコードを用いた RC カー制御アプリケーションを開発した. 今後モデルベース開発, マルチコア化が進み, TOPPERS アプリケーション開発も複雑化, 難化が予想されるが, 自動化の可能性を示すことを狙いとしている.

アプリケーションの概要

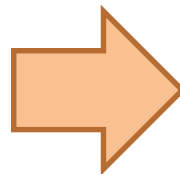
本アプリケーションは, プレイステーション 3 のコントローラを用いて RC カーの前進後退, ステアリング, ライト, ブザーを制御できる. 特にブラシレスモータによる前進後退の制御は Simulink で設計し, 本手法を用いて自動並列化を行ったコードを用いている. 適切に制御することができ, TOPPERS 搭載マルチコア上の制御アプリケーションを自動で生成できることを示すことができた.

目的と狙い

- 組込み業界(特に車載)の動向:
モデルベース開発からマルチコア上に向けた実装

現状の課題:

モデル設計で並列を
考えていないため
性能未達等手戻り大



我々の活動目標:

モデル設計と実装設計
の協調
⇒ クロスレイヤ設計

- 今回のアプリケーション開発の目的と狙い
 - クロスレイヤ設計手法を利用し, TOPPERS/ATK2向け並列化コードを自動生成
 - 適用事例としてモータ制御アプリケーションを開発

クロスレイヤ設計

- モデルベース開発 - 並列実装 協調設計(クロスレイヤ設計)

- 特徴

制御モデルの自動並列化はもちろん、
並列性能・動作をモデルにフィードバックし、
並列動作を意識した制御設計を支援

- 機能

- 性能見積もり

ハードウェア抽象化記述SHIMにより、処理時間を見積もる

- コアマッピング

処理時間の分散、通信最小化を意識したコア割当を自動算出

- 並列コード生成

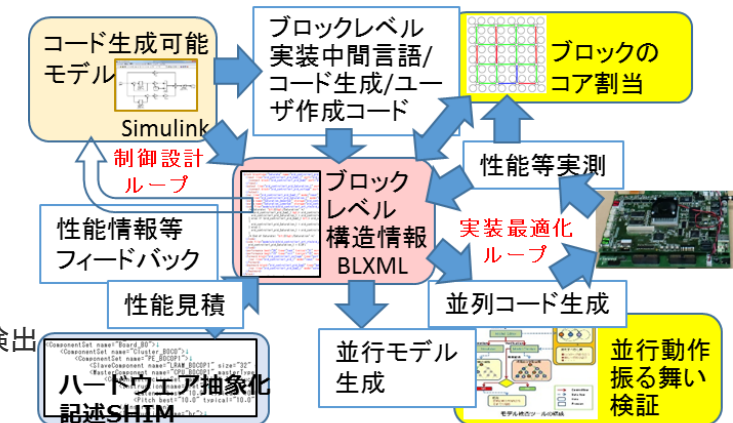
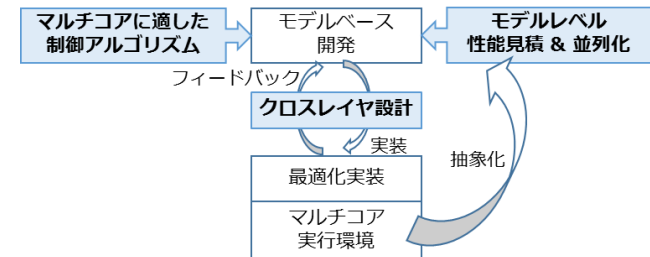
コア割当を基に並列実行可能なコードを自動生成
(TOPPERS/ATK2上で動かすことができるコードも生成可能)

- 並列動作検証

デッドロック、読み書き順序逆転等の並列動作による問題発生を検出

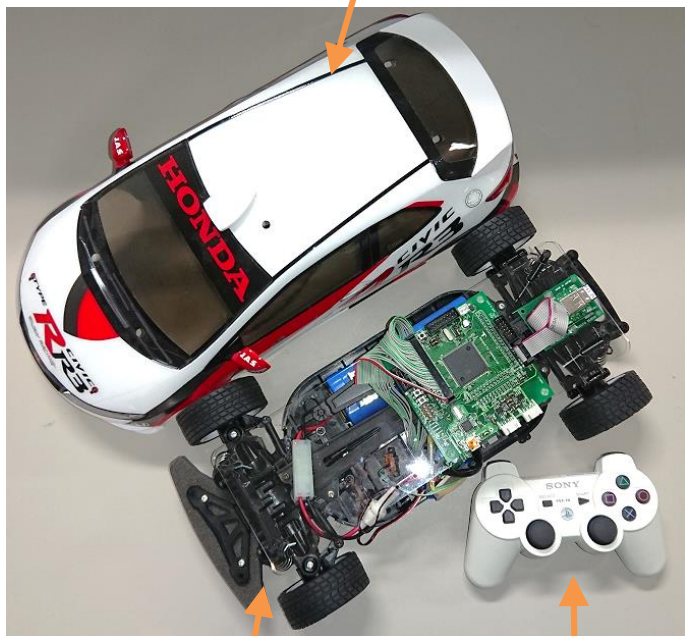
- 可視化

コア割当をモデルに反映させ、更なる高並列制御設計につなげる



RCカー

ボディ
(ヘッドライト, ブレーキランプ, ブザー等が搭載)

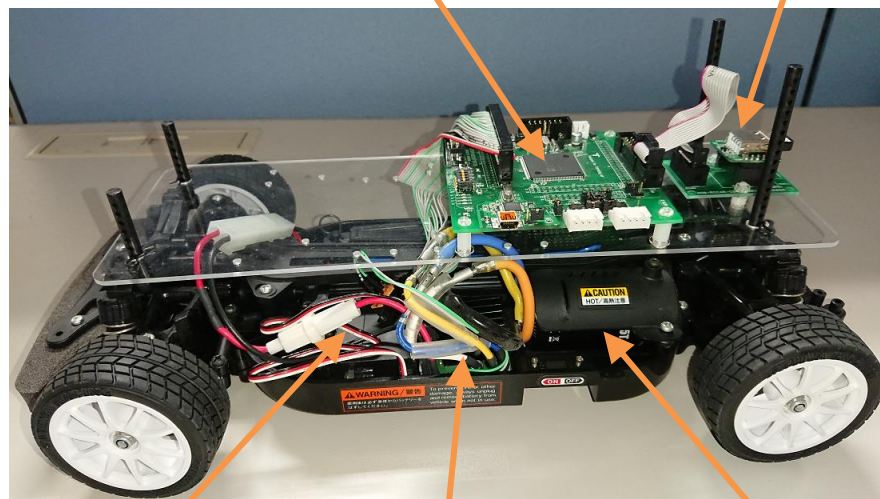


本体

PS3コントローラ

F1Hボード
(HSBRH850F1H176)

Bluetoothモジュール
(SBDBT5V)



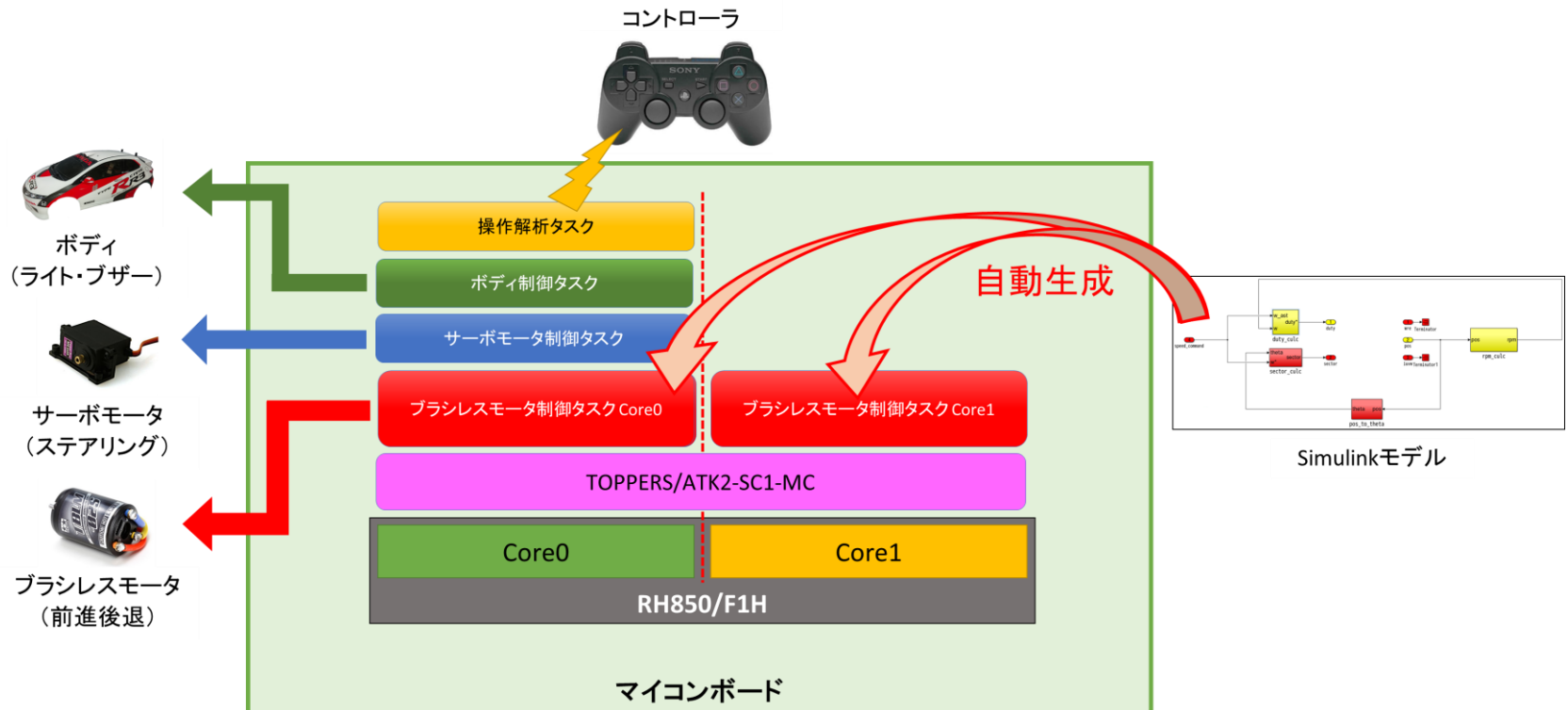
サーボモータ

組込用小型
モータドライバボード

ブラシレスモータ

システム全体イメージ

- PS3コントローラで操作
- RH850/F1H(デュアルコア)を利用
- TOPPERS/ATK2-SC1-MC上で動作
- ブラシレスモータ制御はクロスレイヤ設計手法によってモデルから自動生成された並列タスクで実行



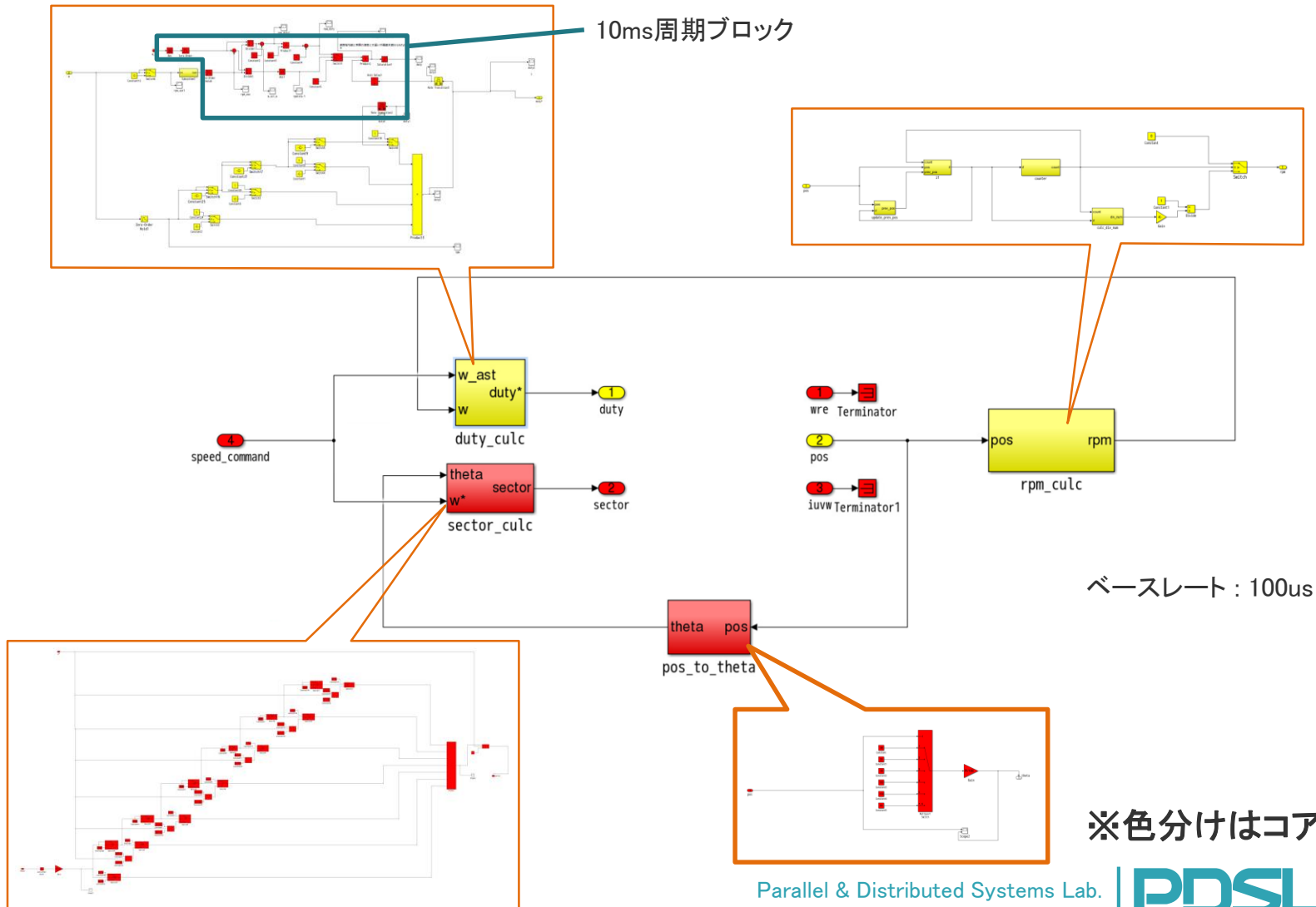
操作方法

- 左アナログLR
 - ステアリング操作
- 右アナログUD
 - 前進・後退
 - バック時はブザーが鳴る
- 左・右ボタン
 - ステアリングニュートラルを調整
- 上ボタン
 - ステアリングニュートラルを初期状態に
- L1/R1ボタン
 - 方向指示器のON/OFF
- △ボタン
 - ハザード
- ○ボタン
 - ヘッドライトのON/OFF
- □ボタン
 - フォグランプのON/OFF
- ×ボタン
 - ブレーキ・ブレーキランプ



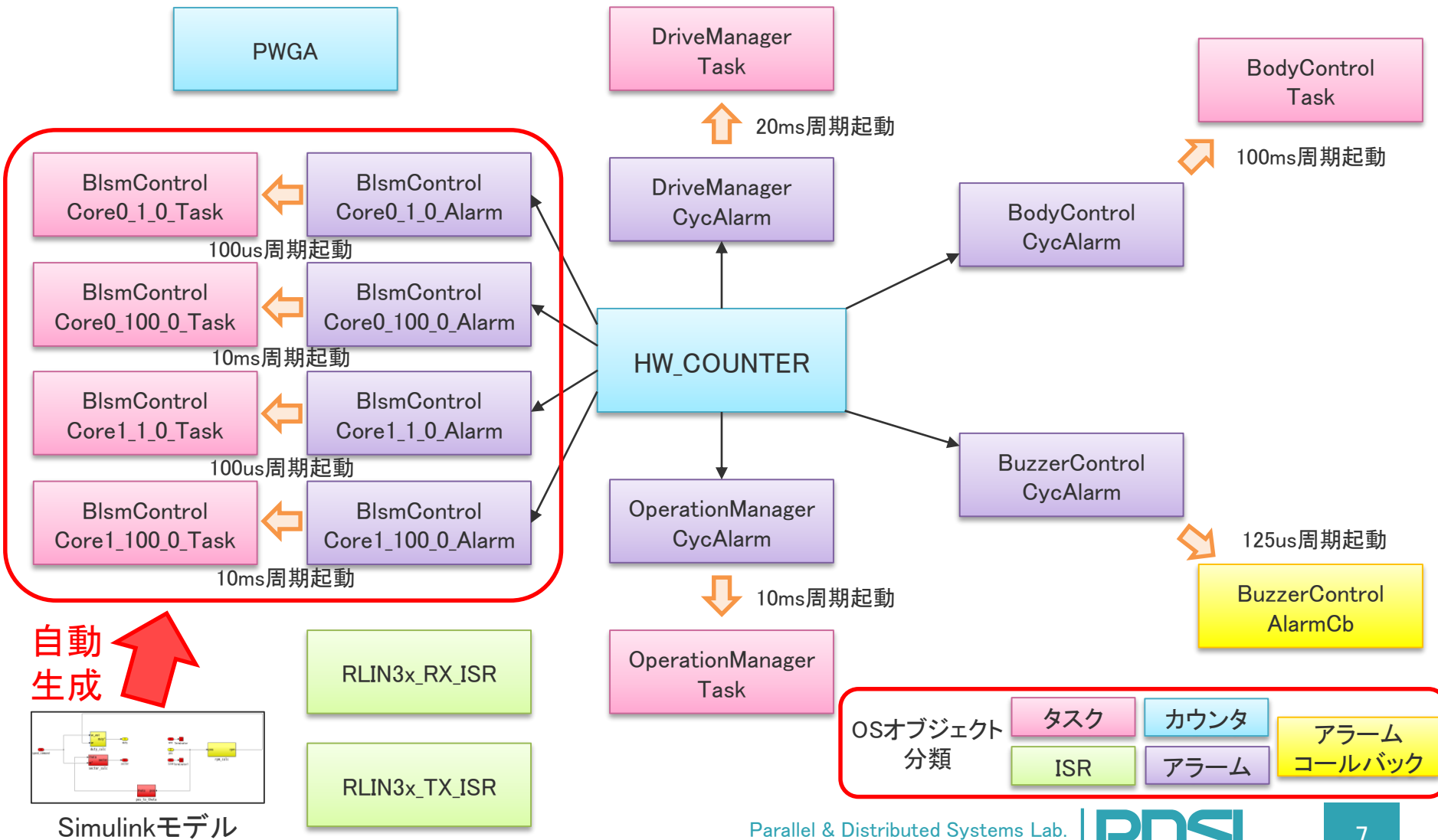
ブラシレスモータ制御モデル

- クロスレイヤ設計手法を用いて、制御設計および自動並列化したモデル

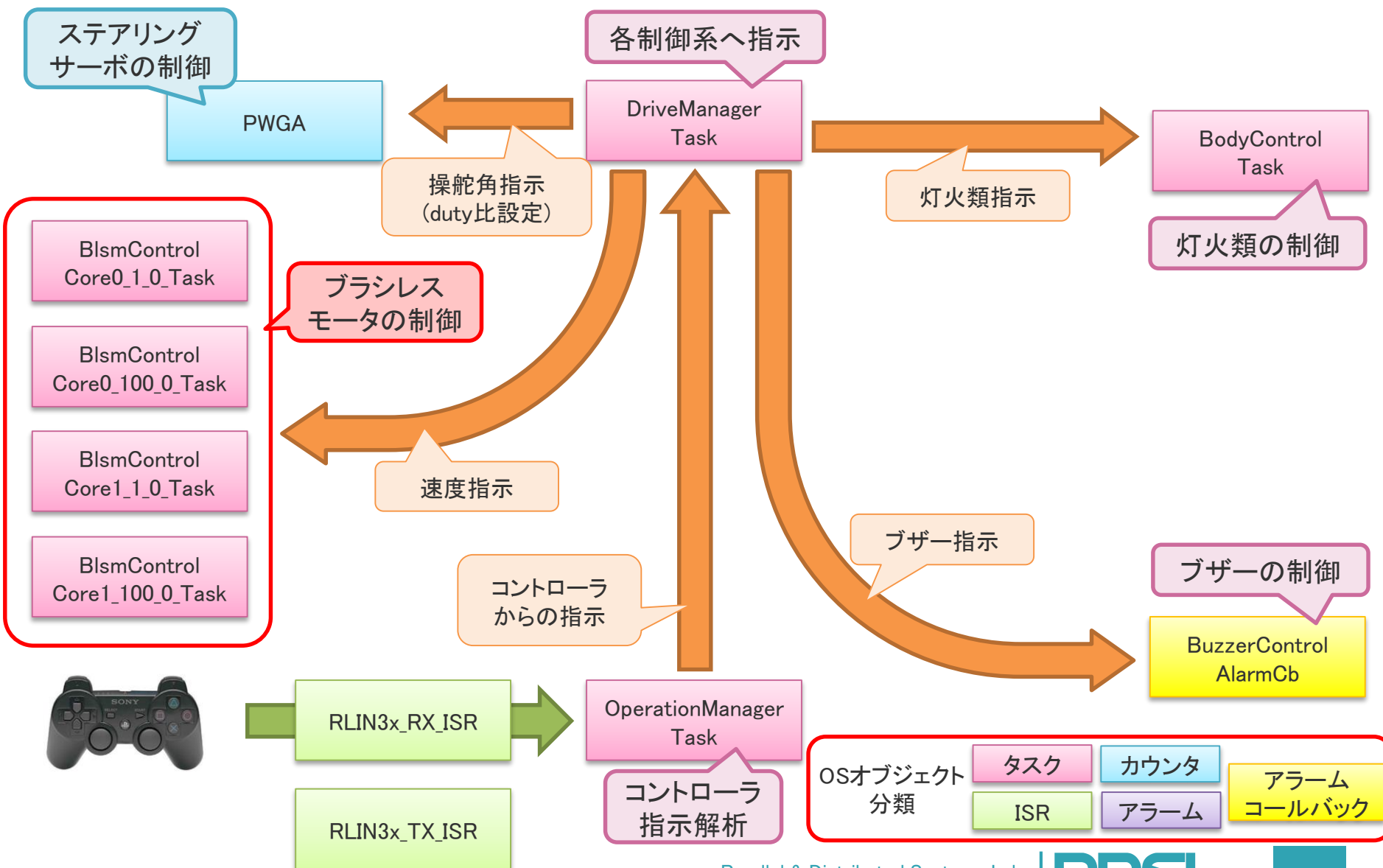


※色分けはコア割当を表す

システム構成



システム動作



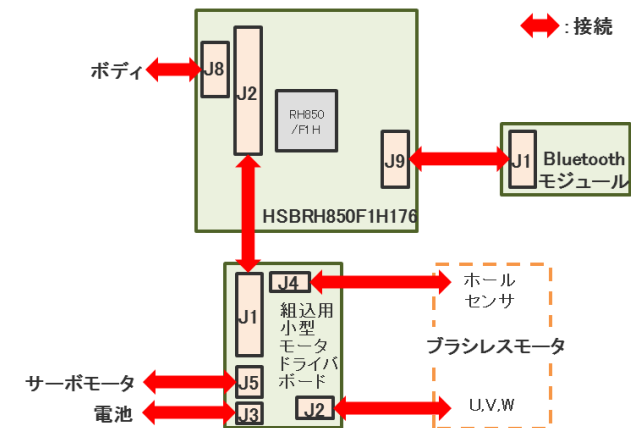
必要機材まとめ

- RCカー
 - 完成品を程度で量販店から購入
- マイコンボードHSBRH850F1H176
 - 北斗電子から購入
- 組込用小型モータドライバボード
 - 北斗電子から購入
- RCカーキット(各種必要材料)
 - 北斗電子から購入
- SBDBT5V
 - ランニングエレクトロニクスから購入
- Bluetooth Dongle
 - 量販店から購入
- PS3コントローラ
 - 量販店から購入

実行手順

ハードウェア

- マイコンボードの加工
 - 必要に応じてピンのはんだ付け等を行う
- Bluetoothモジュールのセットアップ
 - SDBDTのマニュアルにしたがって、PS3コントローラとペアリング
- 基板の固定
 - マイコンボードとBluetoothモジュールをアクリル板に固定
- ボードやアクチュエータ等の接続
 - 右図のように接続



ソフトウェア

- 環境
 - 右表の開発・動作環境で確認
- ソースの入手
 - <https://github.com/ts1413/CrossLayerDesign.git>より入手
- ビルド
 - obj/blsm_rc_f1hにおいてビルドを実施
 - make depend
 - make
 - マイコンへの書き込み
 - obj/blsm_rc_f1h/blsm_atk2/blsm_atk2.mtpjでCS+を起動
 - メニューの デバッグ > デバッグツールへダウンロード で書き込み
- 動作例
 - ソース入手先にデモ動画あり

開発環境

OS	Windows7
コンパイラ	GHS社 コンパイラ
ターミナル	Cygwin 2.8.0-1
書き込み	CS+ および E1エミュレータ

動作環境

RTOS	TOPPERS/ATK2-SC1-MC (1.4.0)
------	-----------------------------