
ロボットソフトウェア軽量実行環境

ROS の最新状況と 今後のロードマップ

高瀬 英希
(京都大学)

目次

- **mROSの概要と全体構成**
- これまでの開発状況と評価結果・活用事例
- 研究開発ロードマップと現在の取り組み



ROSとは？

- ロボットシステムの開発支援フレームワーク
 1. 分散システムを容易に構築できるPub/Sub通信
 2. 強力かつ高機能なビルドシステムとツール群
 3. オープンソースの豊富なパッケージ
 4. 活発なコミュニティ活動



なぜROSを使うのか??

- ロボットシステムの開発支援フレームワーク

これはとっても使いやすい!!

1. 分散システムを容易に構築できるPub/Sub通信
2. 強力かつ高機能なビルドシステムとツール群
3. オープンソースの豊富なパッケージ
4. 活発なコミュニティ活動

ROS1ならこれも手軽に使いたい!

でも高機能なデバイスとLinuxが必要,,,

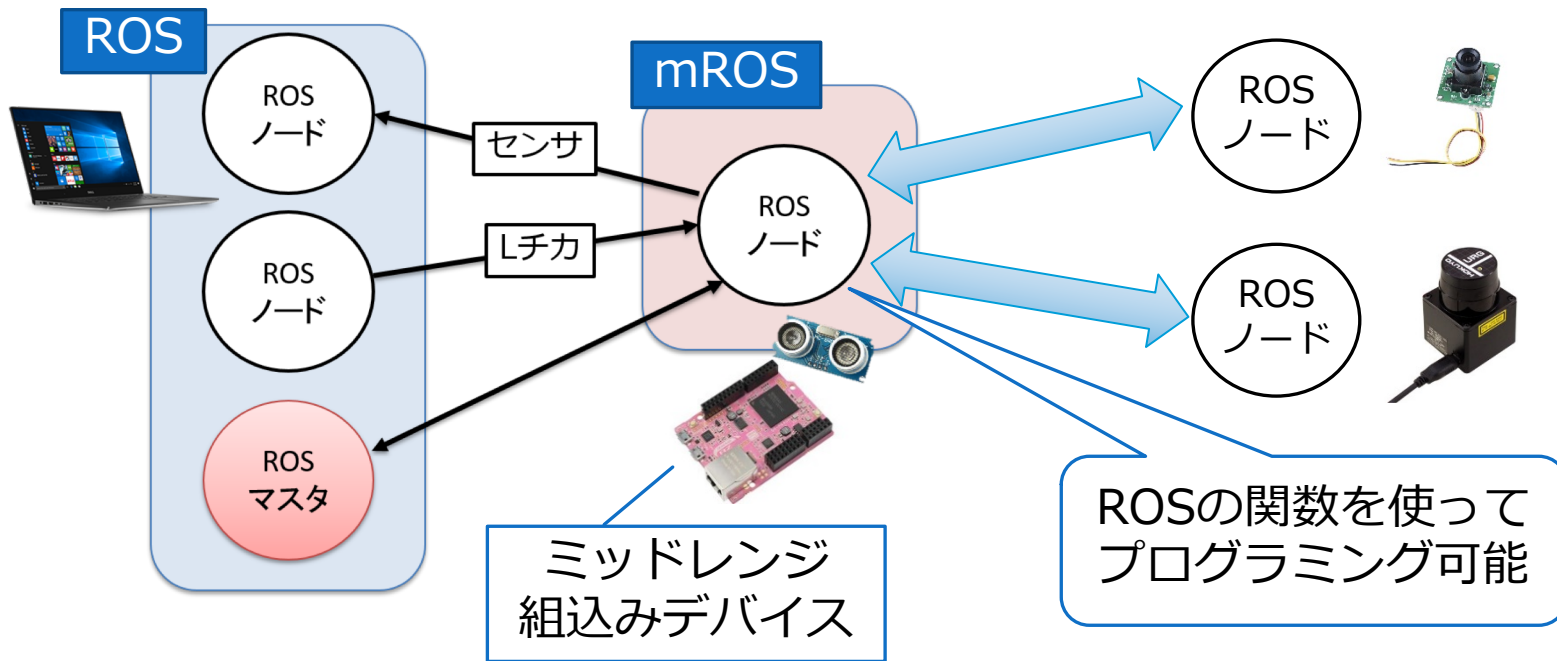


ということでmROSを作ってます

ITRONでROS !

ROSの通信プロトコルをサポート！

オープンソースの既存パッケージが使えるかも！？



ホストデバイス + エッジデバイス からの
分散ロボットシステムを想定

mROSが提供する機能

- ✓ ROSマスタとの通信
- ✓ ノード間でのpub/sub通信

mROSの構成

アプリケーションは組込み記述を気にせずにROS記述可能！

ITRON仕様の設計を行うことでリアルタイム性の確保も容易！？

lwIPを使用

アプリケーション

ROSのAPIを
そのまま使える
(advertise, publish,
subscribe等)

mROS通信ライブラリ

mbed

TOPPERS/ASPカーネル

ハードウェア

mbedライブラリで
デバドラも開発できる

マルチタスク化（複数ノード化）は
ITRONプログラミングで実現できる

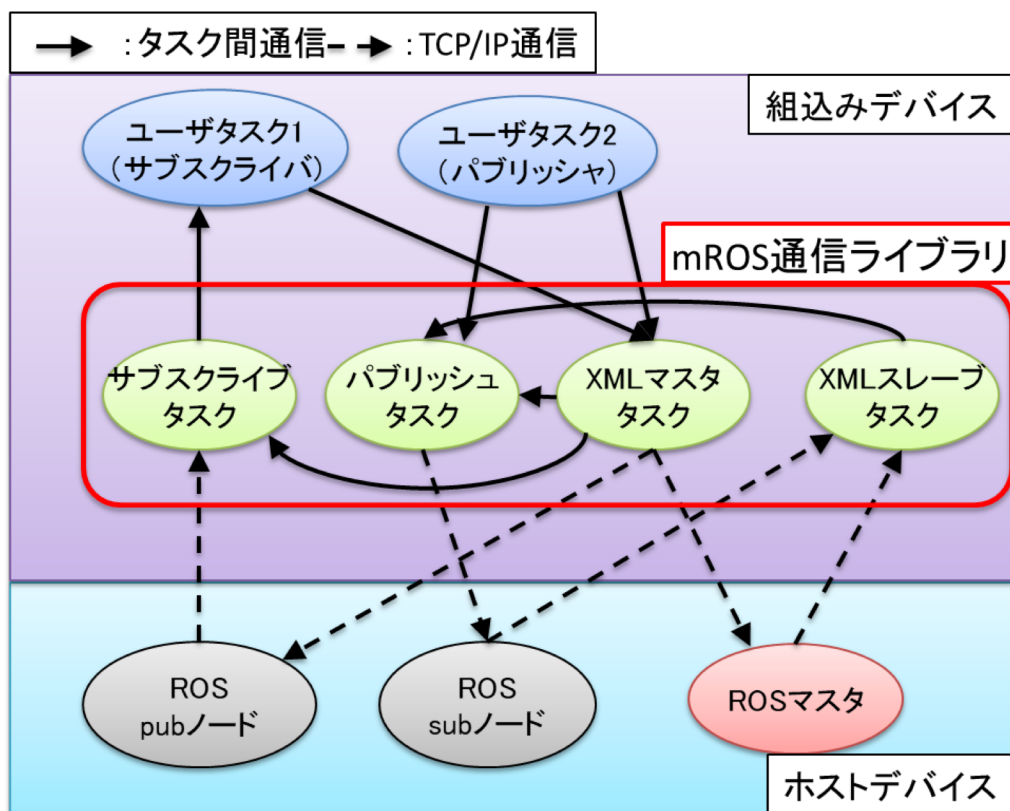
下回りは https://github.com/ncesnagoya/asp-gr_peach_gcc-mbed を活用



github.com/tlk-emb/mROS

タスクによるROS通信機能の実現

- 4つのシステムタスクがROS通信機能を実現
- 複数ノード（複数ユーザタスク）の実行にも対応



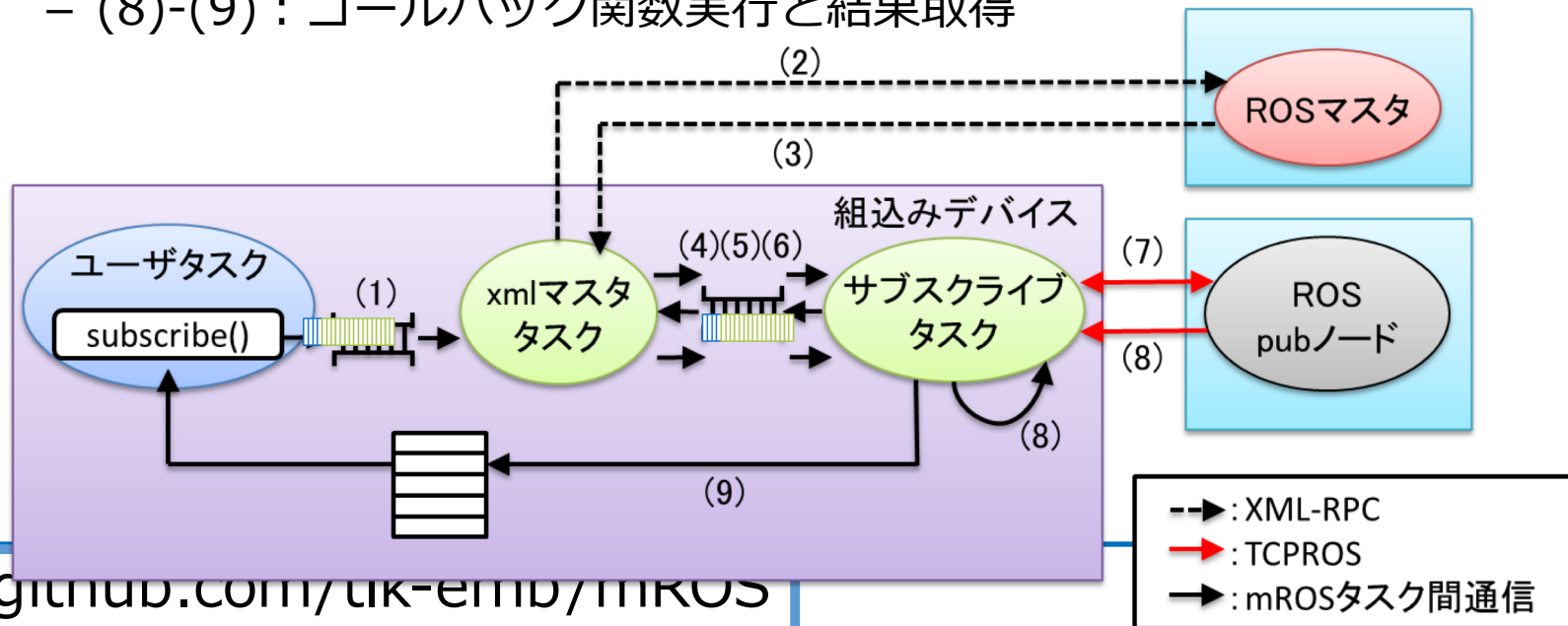
タスク間通信は
共有メモリ+データキュー

サブスクリブタスク,
XMLスレーブタスク
は周期的に実行

それぞれのタスクは
ITRON仕様に則る

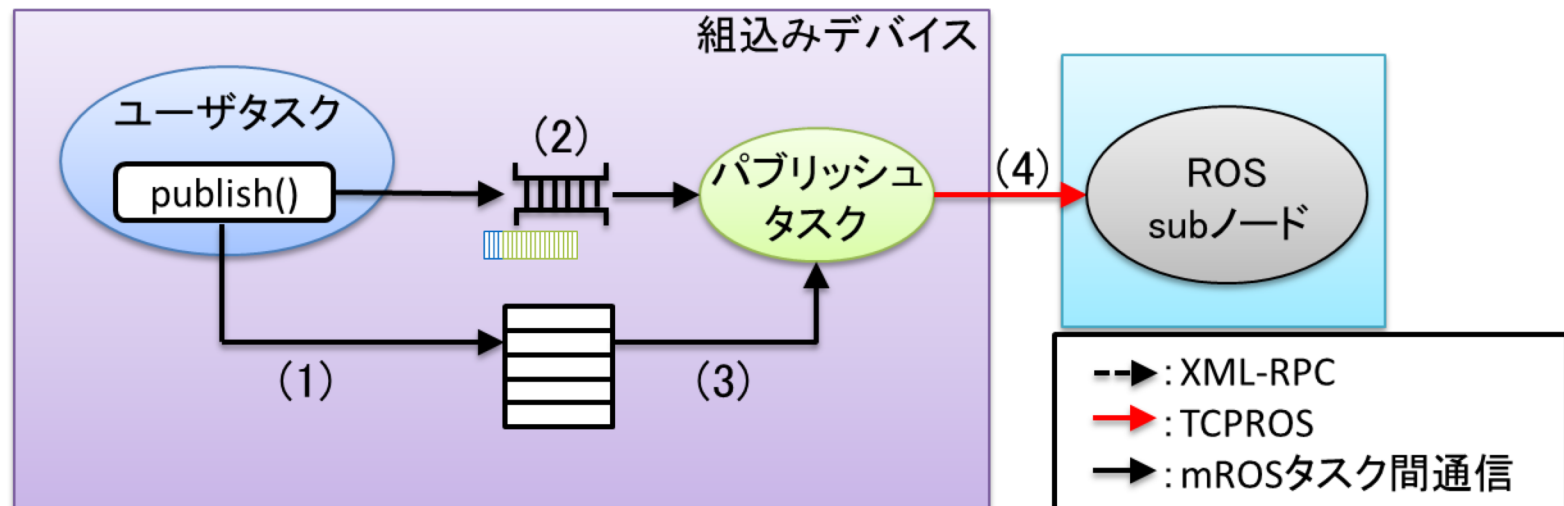
データ購読フロー

- subscribe()呼び出し
 - (1)-(3) : xmlマスタによるROSマスタへのノード登録
 - (4) : サブスクライブタスクによるmROSサブスクライバ初期化
 - (5)-(7) : ROSパブリッシャノードへのトピック購読リクエスト送信
- 周期実行によるデータ購読
 - (8)-(9) : コールバック関数実行と結果取得



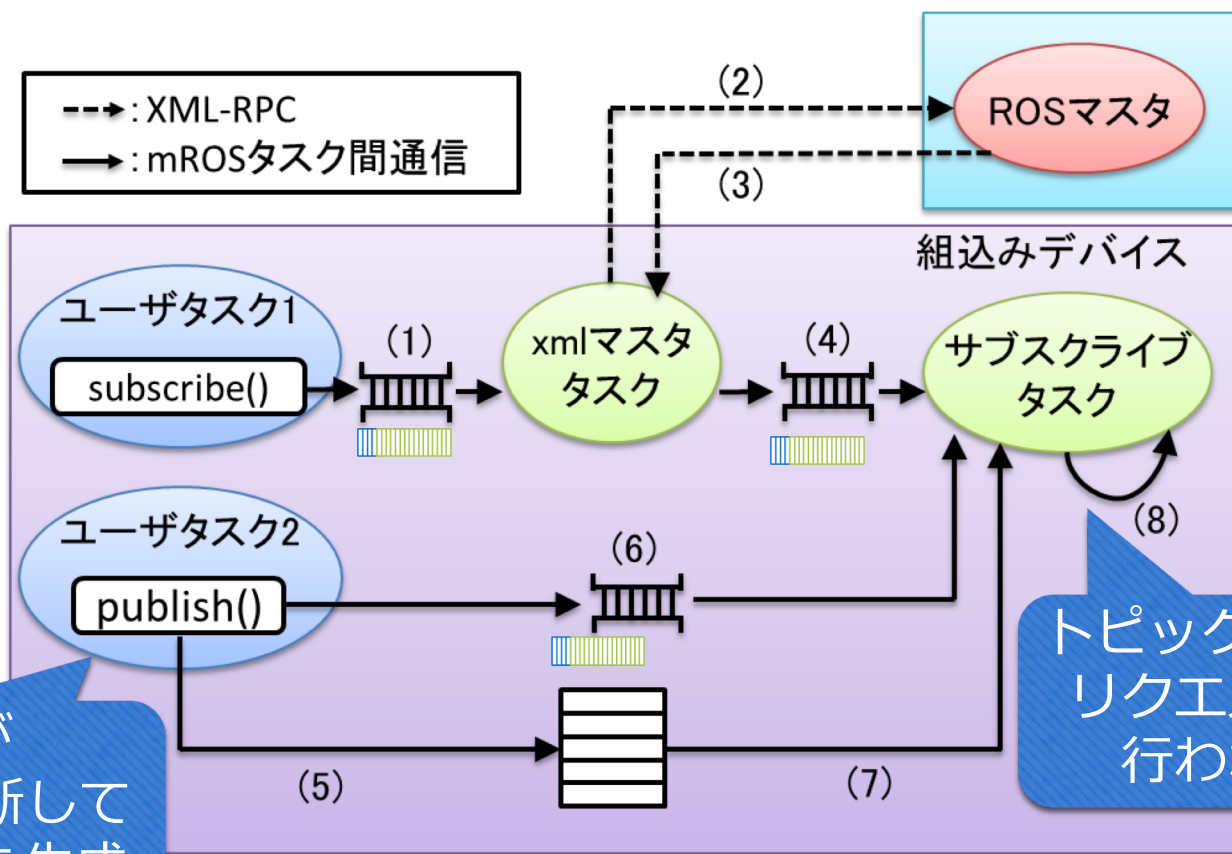
データ出版フロー

- データ出版：advertise()によるROSマスタへの登録後
 - publish()呼び出しによりデータ出版可能
 - (1)：共有メモリに出版データ書き込み
 - (2)：パブリッシュタスクへの出版通知
 - (3)：出版データ読み込み
 - (4)：対応するTCPソケットからデータ出版



デバイス内のノード間通信

- タスク間の購読通知にはデータキューを使用
- `publish()`がサブスクライバタスクへと購読通知



目次

- mROSの概要と全体構成
- **これまでの開発状況と評価結果・活用事例**
- 研究開発ロードマップと現在の取り組み

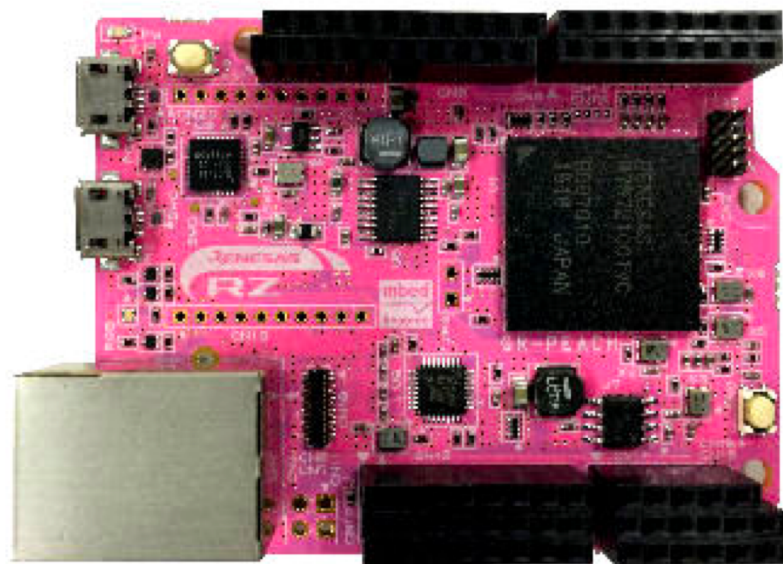


これまでの開発対象

- Renesas GR-PEACH

搭載マイコン	RZ/A1H
ROM/RAM	外部FLASH 8MB 内蔵10MB
動作周波数	400MHz
動作電圧	3.3V/1.18V

- mbedライブラリ対応
 - ✓オンラインコンパイラ有り
- Arduino互換ピン
- 純正カメラシールドあり
 - ✓OpenCVも使える！？



画像認識ROSノードが
きびきび動く、かも！？

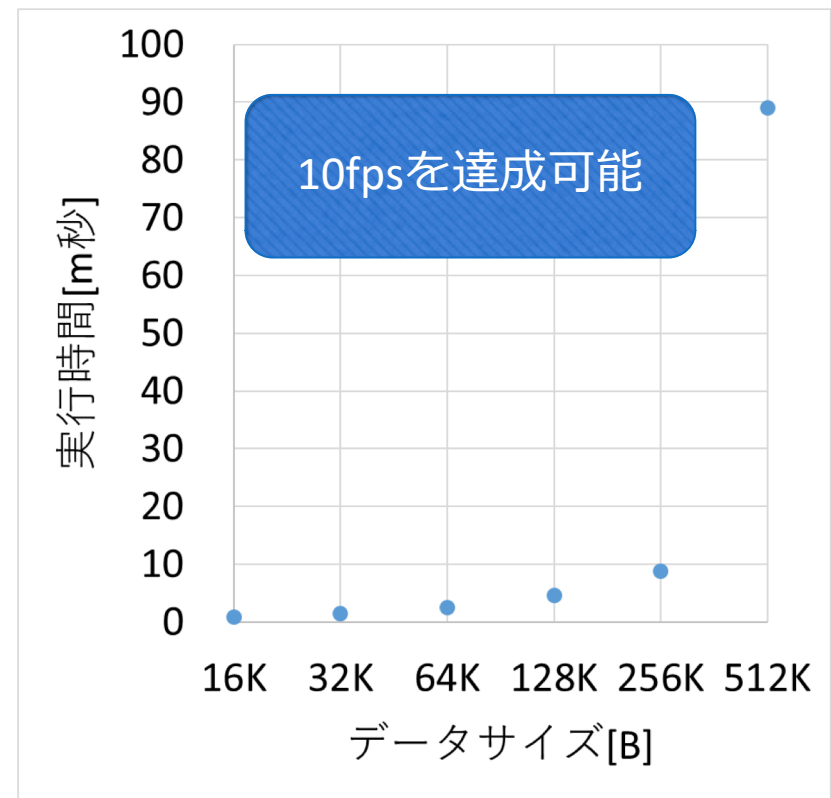
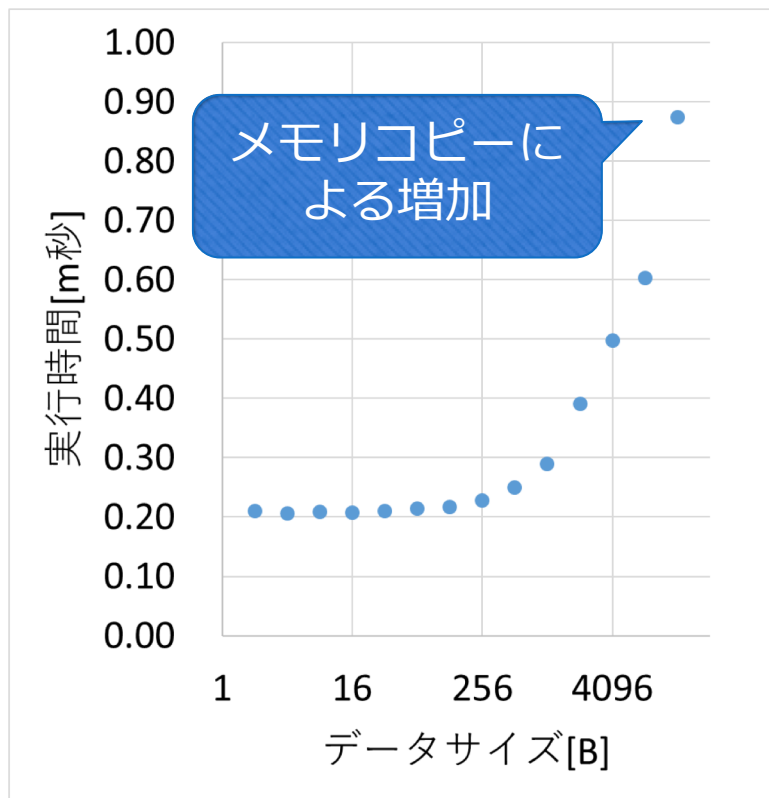
<http://gadget.renesas.com/ja/product/peach.html>



github.com/tlk-emb/mROS

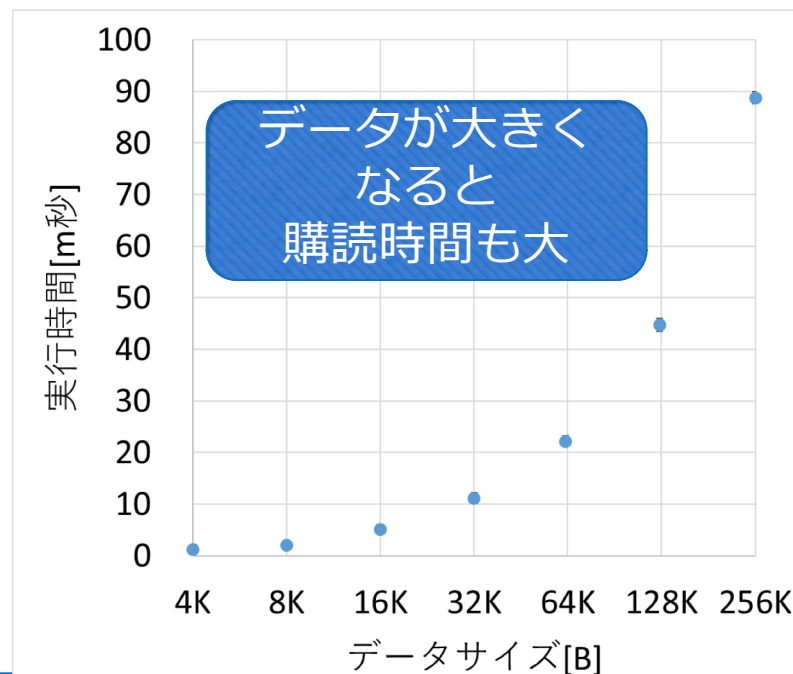
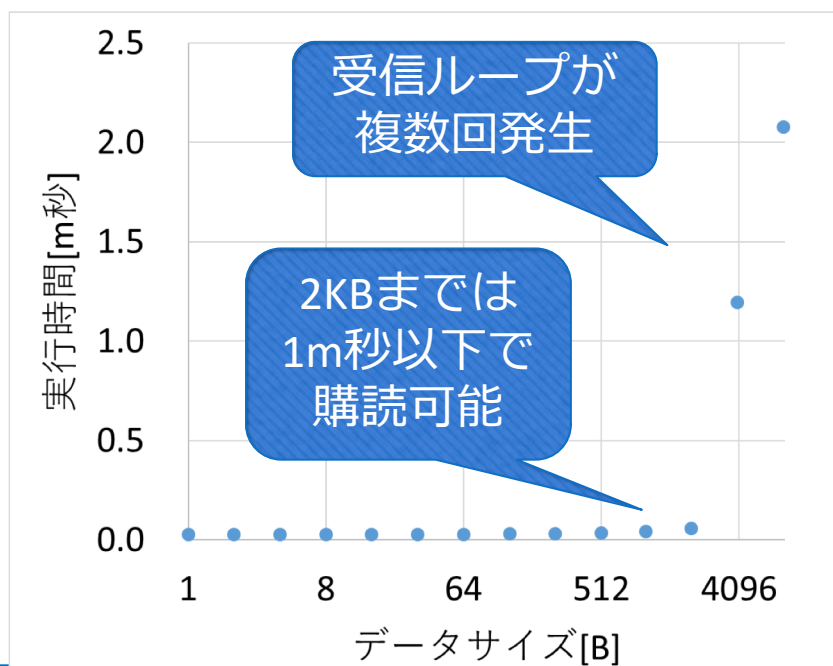
評価結果：データ出版時間

- publish()の呼び出しから完了までを計測
- 512KBのデータ出版は100m秒以下で実行可能



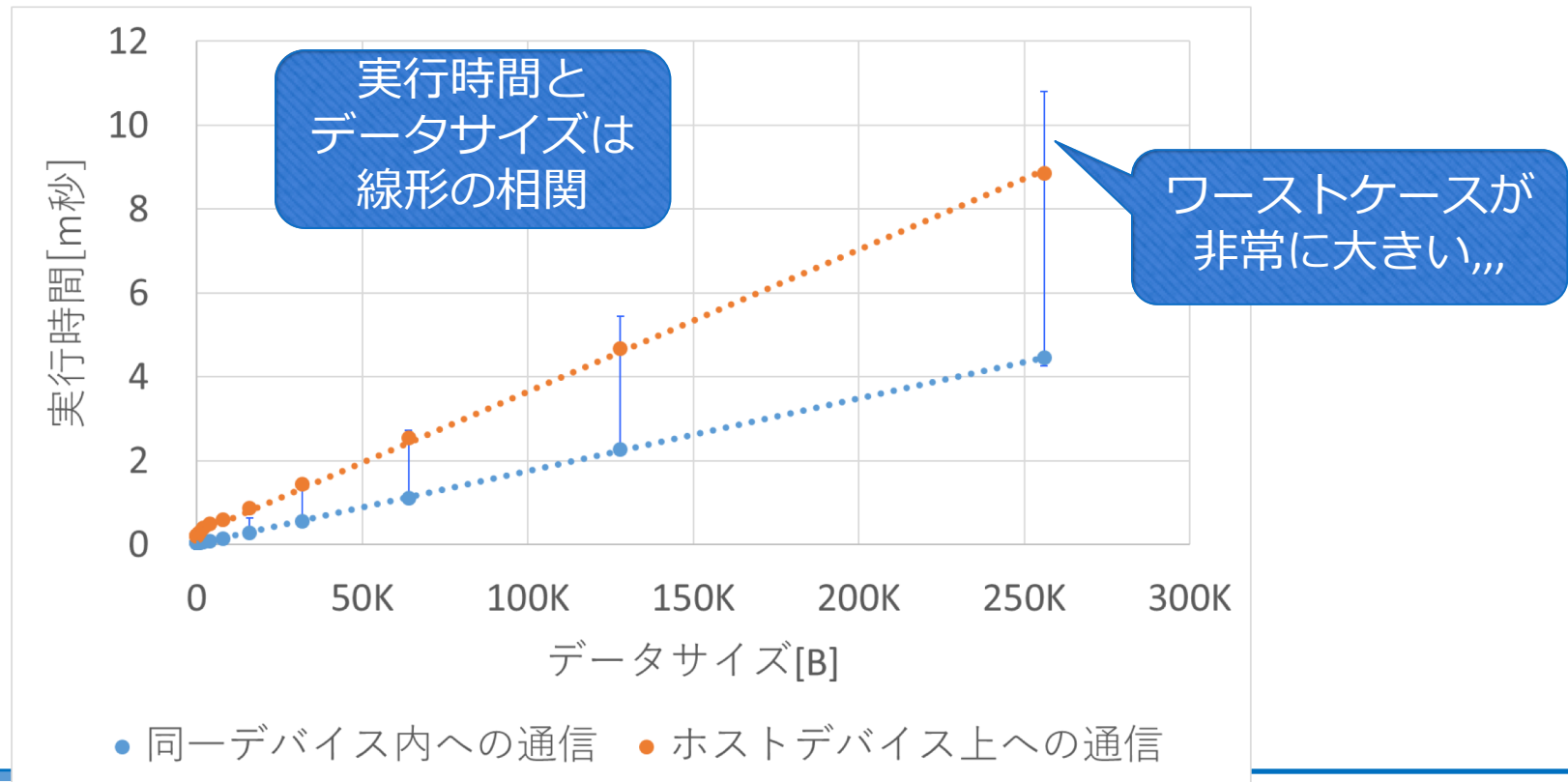
評価結果：データ購読時間

- データ受信からコールバック実行までを計測
- 2KB以下のデータ購読は1m秒以下で実行可能
- データサイズが大きくなるほどループ回数増大
- 大きなデータを購読するシステムは想定しない



評価結果：デバイス内通信

- publish()の呼び出しから完了までを計測
- ホストに対するデータ通信より2倍以上高速
 - データサイズが小さい (<1KB) 場合には約5倍高速



mROSサイズ

- 合計で2.6MB程度：GR-PEACHにとっては軽量
- さらなる軽量化は可能
 - 使用しないmbedライブラリを除く or そもそも生lwIPを使う
 - タスク間通信用のメモリ領域を必要なだけに絞る

ライブラリ	text	data	bss	合計
カーネル	99,676	0	16,408	116,084
mbed	264,477	52,940	45,711	363,128
mROS	57,950	28	2,097,310	2,155,288
合計	422,103	52,968	2,159,429	2,634,500

不要な
ライブラリも
含んでいる

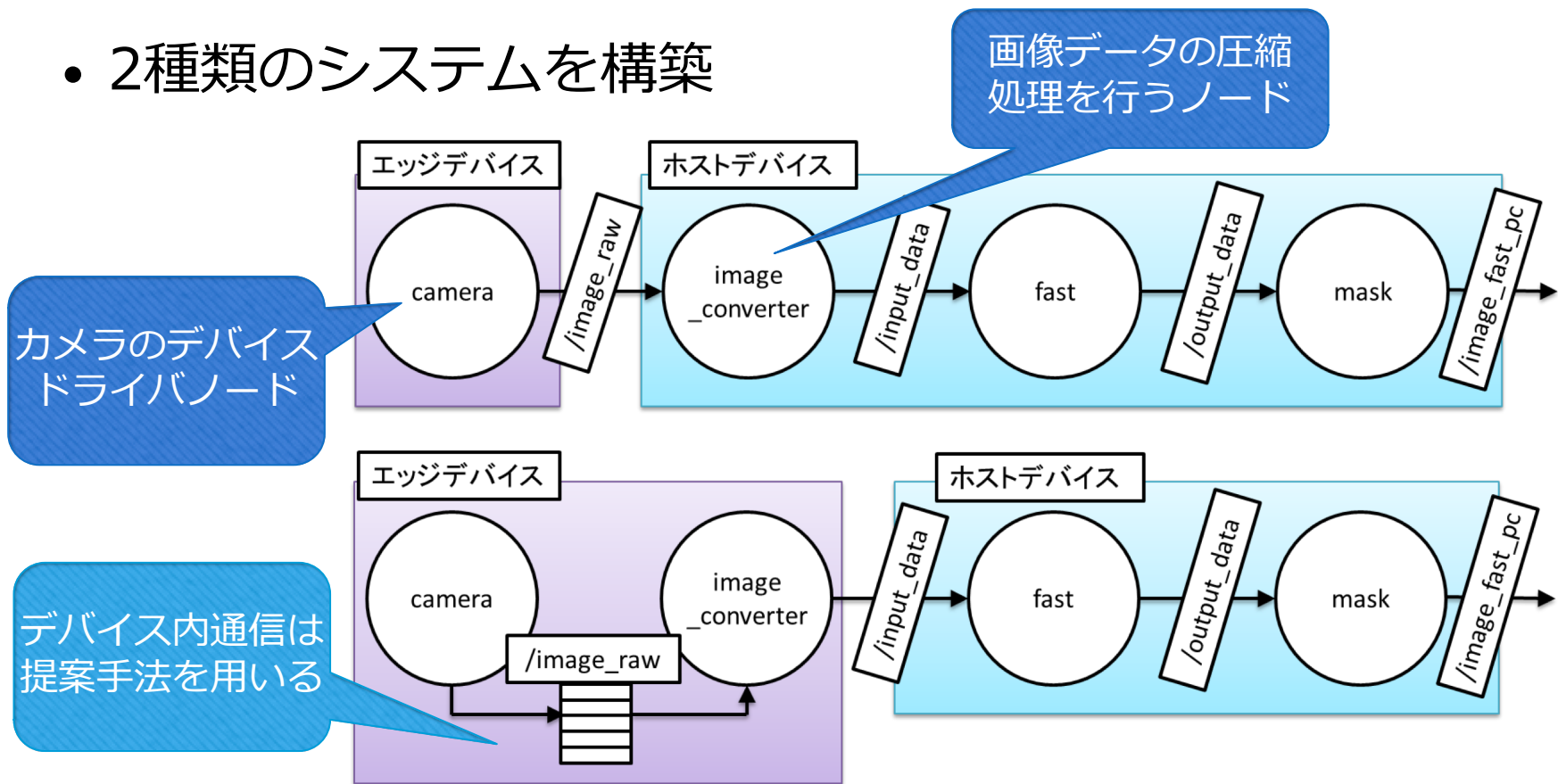
共有メモリの容量を
静的に確保しているため

確保領域除いて合計600KB程度
GR-PEACHにとっては十分軽量

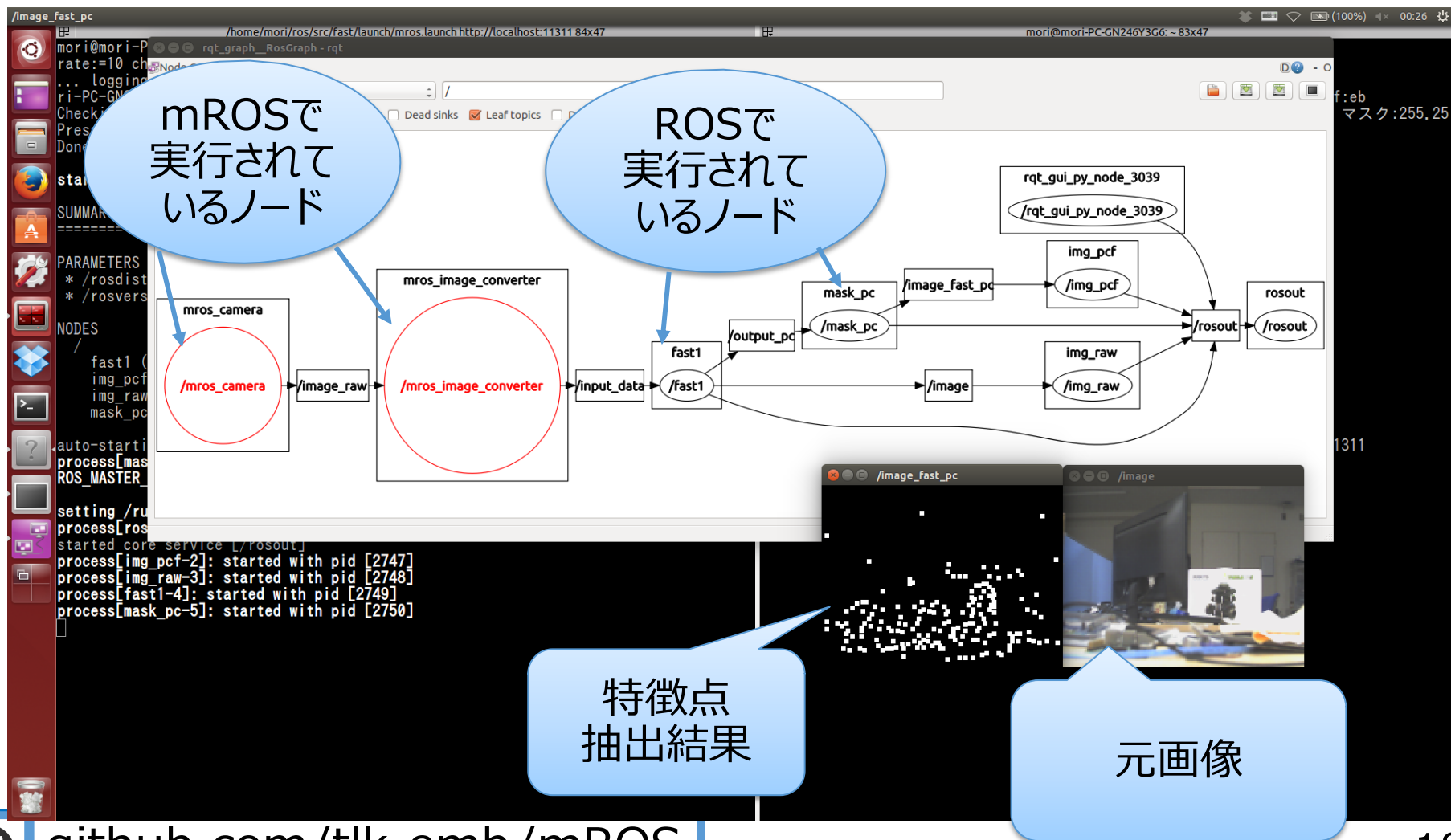


mROSの活用事例

- 特徴点抽出を行うROSパッケージ*¹を対象
- エッジデバイス上でシステムの一部を実行
- 2種類のシステムを構築



活用事例：カメラ画像から特徴点抽出

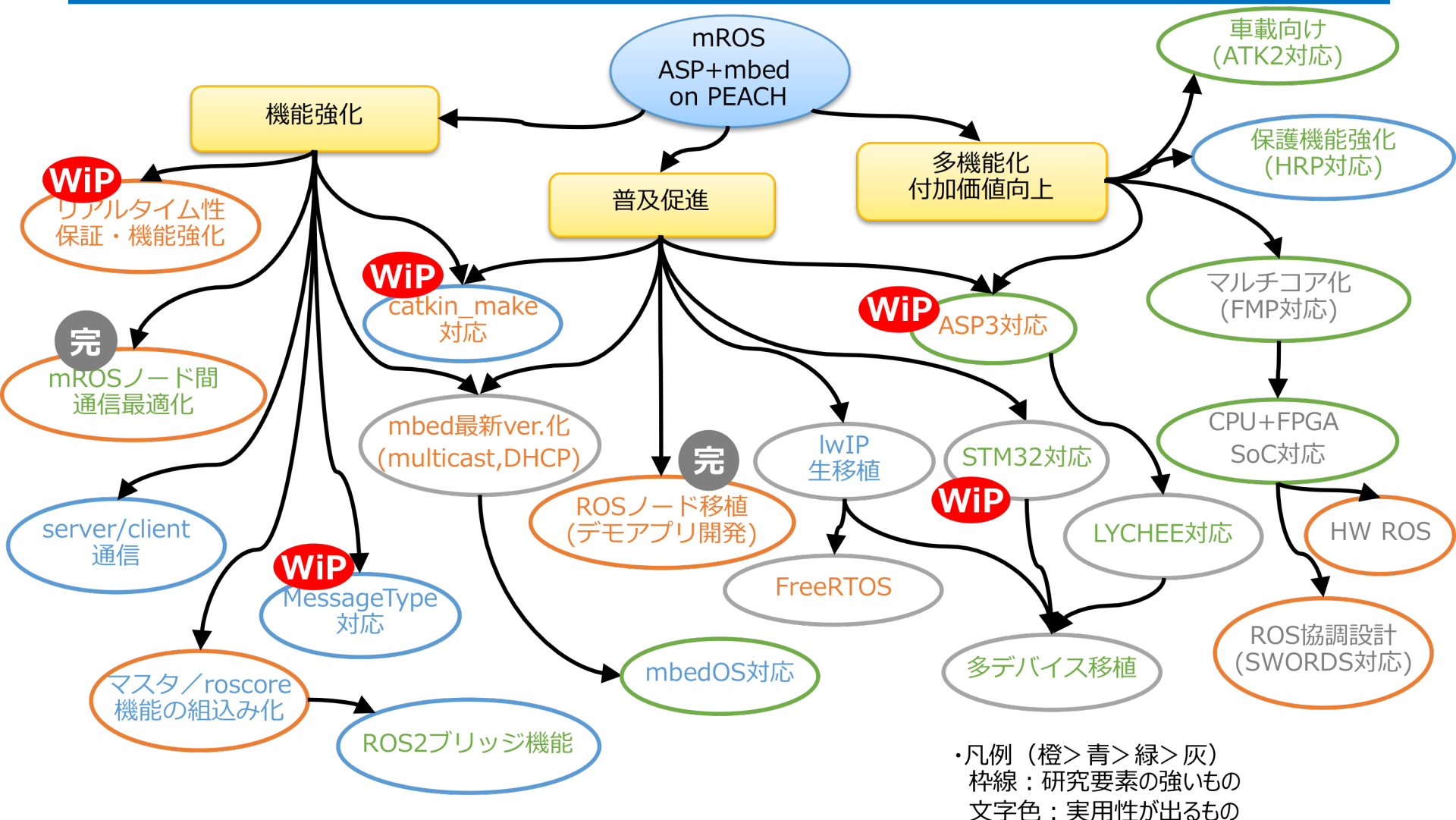


目次

- mROSの概要と全体構成
- これまでの開発状況と評価結果・活用事例
- **研究開発ロードマップと現在の取り組み**



mROSの研究開発ロードマップ



現在の取り組み状況

- リアルタイム性保証・機能強化
 - mROS通信タスクの設計や優先度を見直し、ノード間通信時間のぶれを抑える
 - リアルタイムシステム向け通信プロトコルスタックの導入・開発も視野に入れて検討する
- TOPPERS/ASP3対応
 - ASP3で導入された外部時刻同期、ティックレスの高分解能時間管理機能をmROSでもサポートする
 - ROSノード処理のリアルタイム性の向上が期待できる



現在の取り組み状況

- MessageType対応
 - ホストROSでユーザ定義されたパッケージの型をmROSのプログラミングで利用できるようにする
- catkin_make対応
 - mROSバイナリをROSのビルドシステム内で一体にビルドできるようにする
 - 分散システム全体の開発を容易化する
- STM32対応
 - CubeMX生成ライブラリ／HAL上でmROSをサポート
 - Cortex-M系での動作, ボードのバリエーション展開が期待できる



おわりに

- 組込みデバイス向けROSノードの軽量実行環境
 - 既存ROSパッケージをそのまま使える, かも!
 - ROS1ノードの省電力化に使える, かも!?
 - リアルタイム性能の向上に使える, かも!?
- 協力者募集中!!
 - ROS1を使っているけど資源制約が厳しい方
 - 開発済みのROS1資産を組込み化したい方
 - 結局ROSマスタ必要やん? 時代はROS2!! という方
 - ✓一緒にROSマスタ組込み化/ROS2対応に
取り組みませんか!??

そんな方はLet's pull!!

