

SWEST28

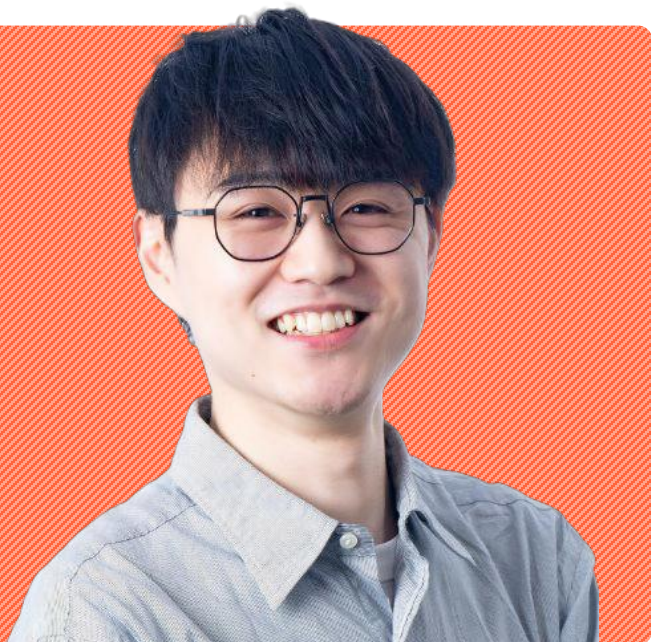
s5b_リアルに飛び出せ-箱庭でつなごうリアルとバーチャル

実車ソフトウェアを仮想空間へ ー ECU統合シミュレーション

CRESCO 

2026年8月27日

自己紹介



川崎 雄也

株式会社クレスコ

モビリティDXビジネス本部

モビリティトランスフォーメーション推進部

サービススペシャリスト

経歴

- 2019年 半導体商社に入社、組込みソフトウェア部門に配属
- 2022年 研究所出向 自工会・自技会にて機能安全／サイバーセキュリティ関連業務に従事
- 2024年 クレスコ入社、名古屋大学NCESとの共同研究でOTAに関する研究に従事
- 2025年 「箱庭」を活用したNCES教材仮想化・マルチECUシミュレーションの共同研究を開始
- 2026年 箱庭WGに参画

社外活動

- 暗号と情報セキュリティシンポジウム（SCIS）2025
 - 論文発表「車載向けOTA更新における差分更新アルゴリズムの比較評価」
- SDVサミット2026
 - 講演「実車ソフトウェアを仮想空間へ — ECU統合シミュレーション」

クレスコとは



クレスコは1988年の創業以来、IT開発技術と高品質なサービスで、
世の中のさまざまな仕組みづくりを手掛ける独立系のシステムインテグレータです

ビジョン

人が思い描く未来、その先へ

クレスコグループは 最高のテクノロジーと絆で“わくわくする未来”を創造します

特徴

「品質」と「技術」にこだわり、情報システムに関わるサービスを提供

CRESCO
II
ラテン語で
「成長する」

社名

株式会社クレスコ

本社所在地

東京都港区港南2-15-1
品川インターシティA棟25階～27階

従業員 [2026年4月1日時点]

連結：3,602名（男性:2,668名 女性:934名）
単体：1,678名（男性:1,210名 女性:468名）

代表者

代表取締役会長 根元 浩幸
代表取締役 社長執行役員 富永 宏

設立・上場

設立	1988年4月
東証一部 上場	2001年9月
東証プライム市場 上場	2022年4月

売上高 [2026年3月期]

連結：646億76百万円
単体：323億32百万円

はじめに

車載ソフトウェア開発における実機依存の課題



従来からの実機を中心とした開発

実機の制約による課題に対して、
SILS(Software-in-the-Loop Simulation)が
従来から活用されてきた



- 実機の台数が限定的
- 手配に時間がかかる など
- ▶ **評価・検証が遅れる**
などの課題あり

SDV時代では・・・

ソフトウェアファーストの考え方のもと、
より高速に開発・検証を回すことが求められる



実機レスな検証を可能とするSILSは、SDV時代のソフトウェア開発を支える上で、
これまで以上に重要であると考え

NCES 共同研究にて AUTOSAR CP教材開発

従来の実機を用いた教材に課題があり、オンラインで対応可能なシミュレーション教材の開発を実施



実機教材の課題

- 実機の台数が限定的
- メンテナンス必須
- 大学での集合研修が前提

教材開発で直面した課題は、

実開発における実機依存課題と本質的に同じ構造を持つ



開発したシミュレーション環境は、SDV時代における実機依存課題への一つのアプローチとして、実開発にも適用可能ではないかと考える

シミュレーション環境の構成

モデルカーを移植したシミュレーション環境の全体像



特徴

- **OSS**で構築 ← 仮想シミュレーション技術「箱庭」
TOPPERS OSS(Athrill、TOPPERS/ATK2)
- 高いスペックのPCを要求しない

実開発への適用

低コスト・軽量な
統合ソフトウェア検証環境

活用のイメージ

- ・ 実機検証前の事前確認
- ・ 本格的なシミュレーション
環境に進む前の事前確認

機能

- ・ 車両の制御入力

機能

- ・ 操舵角
- ・ 車速

機能

- ・ ヘッドランプ
- ・ フォグランプ
- ・ ブレーキランプ
- ・ バックライト
- ・ 方向指示器(L/R)

ゲームコントローラ
アプリケーション



操作系ECU①

AUTOSAR CP
ソフトウェア

TOPPERS/ATK2①

Athrill

制御系ECU②

AUTOSAR CP
ソフトウェア

TOPPERS/ATK2②

Athrill

ボディ系ECU③

AUTOSAR CP
ソフトウェア

TOPPERS/ATK2③

Athrill

3Dエンジン (Unity)



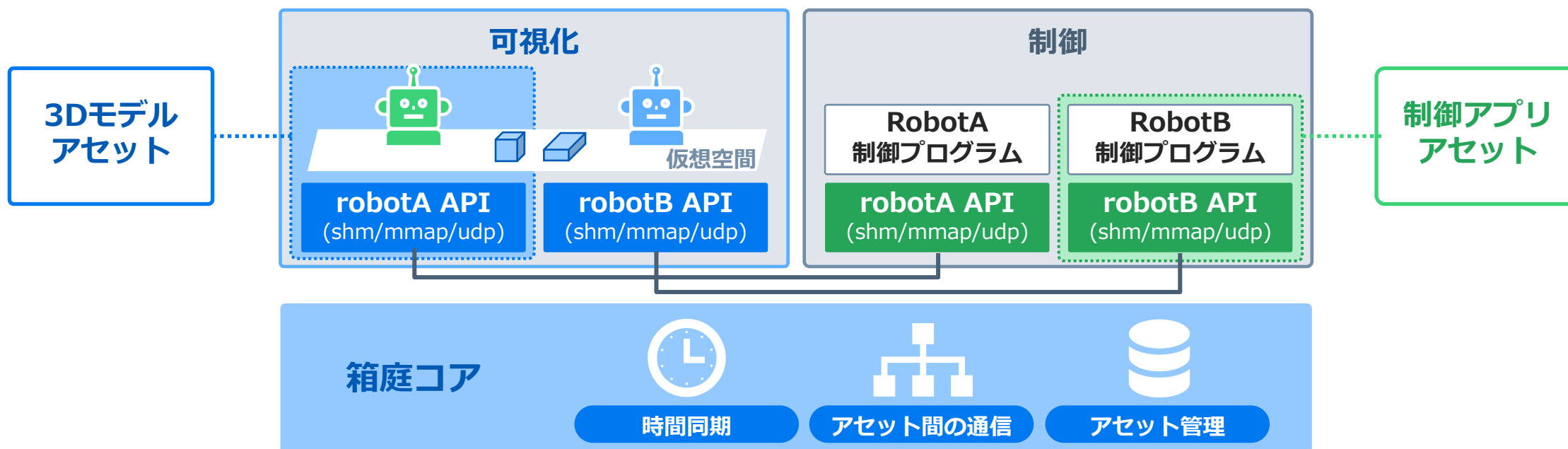
箱庭

シミュレーション基盤

仮想シミュレーション技術「箱庭」



- TOPPERSプロジェクトが研究開発を進めるオープンソースの シミュレーションハブ
<https://github.com/toppers/hakoniwa>
- 各システムを「アセット」として登録し、箱庭コア が統一時間で制御・同期を行う
- ドローンシミュレータやデジタルツインでの活用実績あり
- PX4、ROSなどと連携が可能



Athrillとは・・・

<https://www.toppers.jp/athrill.html>

仮想マイコン上で組込みソフトを実行できるCPUエミュレータ

- ・ v850やRH850などに対応した仮想CPU
- ・ 割り込みやタイマ、通信デバイス（CAN）の仮想周辺デバイスにも対応
- ・ RTOSにも対応

TOPPERS/ATK2とは・・・

<https://www.toppers.jp/atk2.html>

AUTOSAR OS仕様に準拠した車載向けリアルタイムOS

- ・ タスク、割り込み、イベント、リソース管理など車載制御に必要な基本機構を提供

シミュレーション環境の価値

シミュレーション環境「3つの価値」



1 ECU単体のSILS

2 複数ECUを統合したSILS

3 3Dモデルで車両挙動を可視化

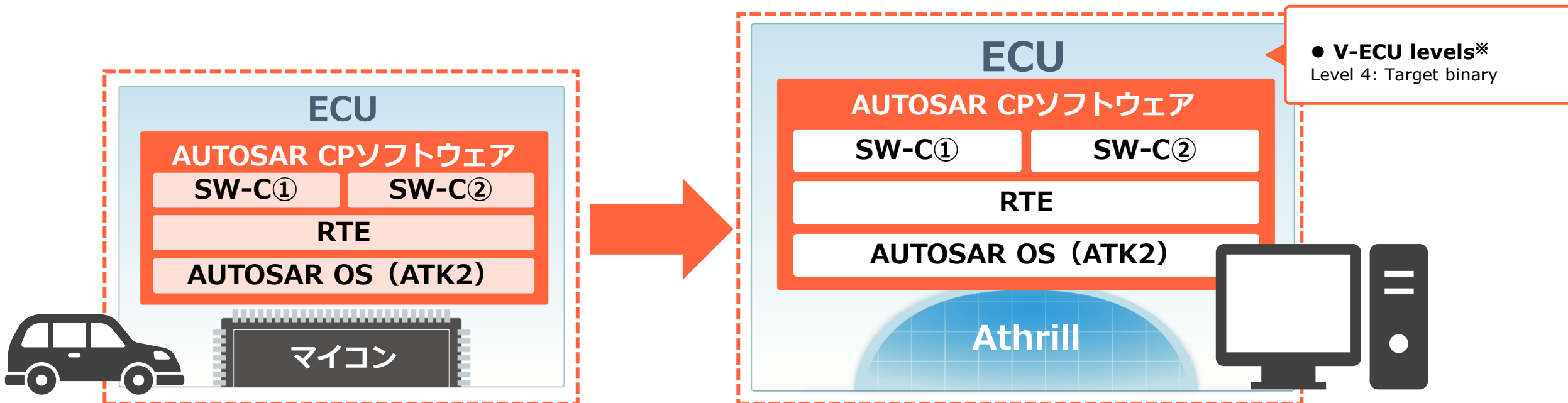


1. ECU単体のSILS



実機利用のAUTOSAR CPソフトウェアをPC上で再現

- AUTOSAR OS (ATK2) 上のタスク／割り込み／イベント処理を再現
- タイマや割り込みなど、周辺デバイスの処理も再現



価値

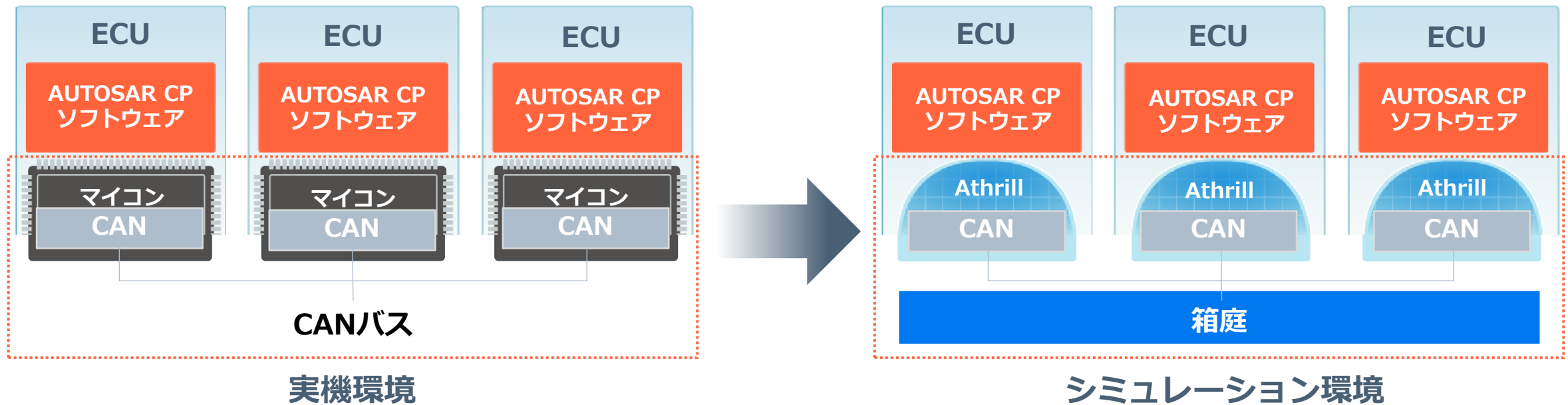
実機レスで、実機利用のソフトウェアをそのままPC上で実行・検証ができる

2. 複数ECUを統合したSILS



複数ECUを同時に実行し、統合した状態でシステム挙動を再現

- ・ 箱庭により、複数のAthrill ECUエミュレーションを同期実行
- ・ ECU間通信は箱庭を介して接続・中継し、実機のCANバスに相当する通信を再現



価値

複数ECU間の通信を含め、システム全体の機能・挙動を統合的に検証できる

3. 3Dモデルで車両挙動を可視化



入力から出力まで一連の流れを3Dモデルで統合検証

- 入力用のゲームコントローラ、3Dエンジン（Unity など）を、箱庭を介して容易に接続可能



価値

実機を模した動きを、3Dモデルとして視覚的に確認・検証できる

今後の展望 適用拡大と技術進化



本シミュレーション環境の展望を、**3つの観点**で示します

CI/CD連携による **継続的な結合検証**

クラウド活用による **シミュレーション環境の拡張**

SDVを見据えた **統合シミュレーション**

CI/CD連携による継続的な結合検証



実車ソフトウェアをそのまま用いたリグレッションテスト

- ・ 評価前に結合時の不整合を早期に把握し、手戻りの低減に寄与



CI/CD連携で実現できること

- ・ ビルド、シミュレーション実行、テストを自動化
- ・ シナリオによる自動実行・結果記録で継続的な品質確認

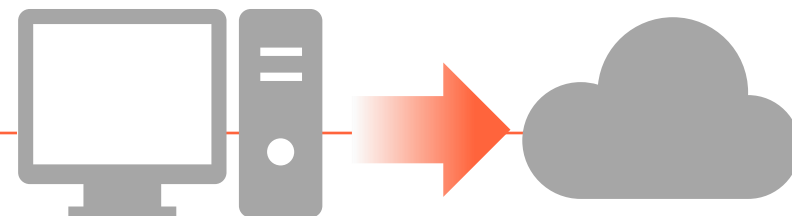


ローカル環境の制約を減らし、検証を効率的に

- ・ 環境構築における差異や手間を低減
- ・ 大規模シミュレーションやシナリオを並列実行
- ・ センサデータやログデータなどをDBで集中管理
- ・ クラウド提供のツールやサービスの連携が容易

クラウド活用例

- ・ 複数の走行条件やイベント条件を変えたリグレーションテストの並列実行
- ・ 交通環境やインフラ条件を変えた多数ケースのシミュレーション



SDVを見据えた統合シミュレーション



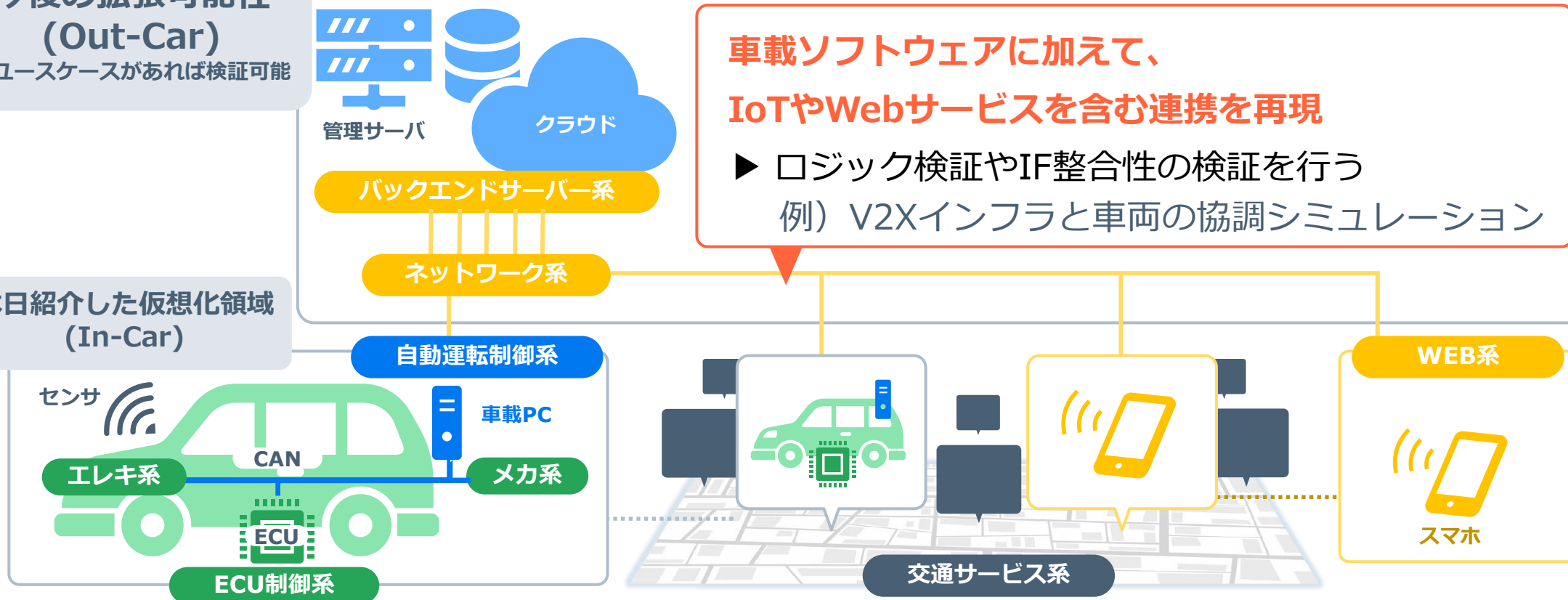
様々な領域をつなぐシミュレーション基盤

In-Car・Out-Car領域の連携をシミュレーション上で再現し、結合確認を効率化

今後の拡張可能性 (Out-Car)

※ユースケースがあれば検証可能

本で紹介した仮想化領域 (In-Car)



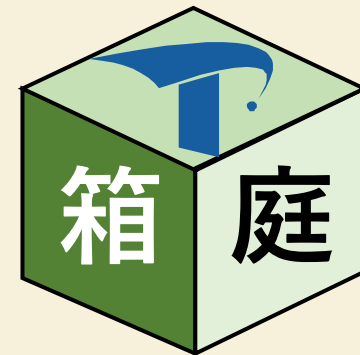
Thank You



【注意事項】

- 本資料上の当社（株式会社クレスコ）ブランドマークは、登録商標です。
- 本資料のデザインおよび内容の著作権は、当社に帰属します。
- 本資料は信頼できると思われる各種データを使用して作成しておりますが、当社が当該情報全ての正確性を保証するものではありません。本資料は貴社との討議を目的としており、この目的から生じた結果や資料の信頼性に起因する損害について、当社は一切の責任を負いません。

8/28(金) 13:50～15:00 セッションS5B



リアルに飛び出せ！ 箱庭でつなごうリアルとバーチャル



久保秋 真

(株)チェンジビジョン

川崎 雄也

株式会社クレスコ

TOPPERS/箱庭WG



久保秋 真(くぼあき しん)

- 1963年生まれ、青森市出身、藤沢市在住
- 株式会社チェンジビジョン勤務(2014年～)
 - モデリングツール「Astah*」の開発支援、技術導入
 - UMLやSysMLを使ったモデリングのコンサルティングや技術教育の開発、講師
- ETロボコン本部モデル審査員、教材開発、技術教育
- アジャイル開発とモデル駆動開発(MDD)の双方に関心
- 情報処理学会、日本ソフトウェア科学会各会員
- 日本大学生産工学部、関東学院大学理工学部、福岡大学工学部、各非常勤講師
- トップエスイー講師、スマートエスイー講師
- 日本雨女雨男協会IT本部長
- 日本あんこ協会あんバサダー





セッションの構成

00:00



実車ソフトウェアを仮想空間へ
ECU統合シミュレーション (川崎)

10:00



sonar_radarのデモ (久保秋)

20:00

グループディスカッション

50:00

全体で共有

60:00

まとめ



箱庭を使ったデモ

複数のシミュレータの協調動作のデモ

実機に箱庭を組み込んだデモ



実車ソフトウェアを仮想空間へ — ECU統合シミュレーション

• どんなデモ？

- 実機向けAUTOSAR Classic PlatformのソフトウェアをAthrill+ATK2上で動かす
- 箱庭を介して複数の仮想ECUを連携
- Unityを用いて車両の挙動を可視化する



• 見どころ

- 実機向けソフトウェアをシミュレーション用に大きく改修することなくPC上で動作
- 複数ECUの協調動作まで確認できる
- 箱庭をシミュレータ同士を接続する基盤として利用
- 箱庭を実機向けソフトウェアを含む複数の構成要素をつなぐシステム統合基盤として活用



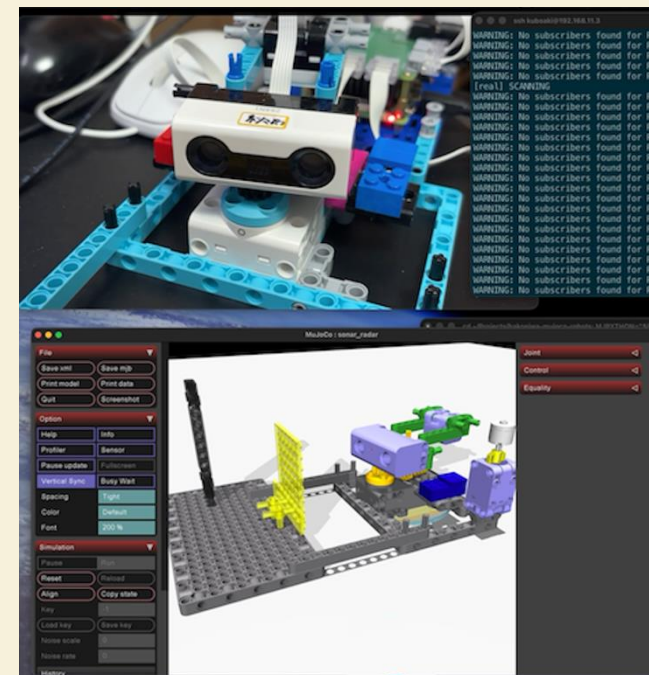
実機と仮想のsonar_radarをつなぐ

• どんなデモ？

- 実機はRaspberry Pi+BuildHATでSPIKEのモーターやセンサーを動かす
- モーターやセンサーをMuJoCoモデルでシミュレーション
- 実機とシミュレータのアプリケーションは同じコード
- 実機とシミュレータは、互いにzenohメッセージを交換して連携する

• 見どころ

- 実機向けアプリケーションをそのままPC上で動作
- 実機とシミュレータを協調動作
- 箱庭をシミュレータ同士を接続する基盤として利用
- 箱庭を実機向けソフトウェアを含む複数の構成要素をつなぐシステム統合基盤として活用

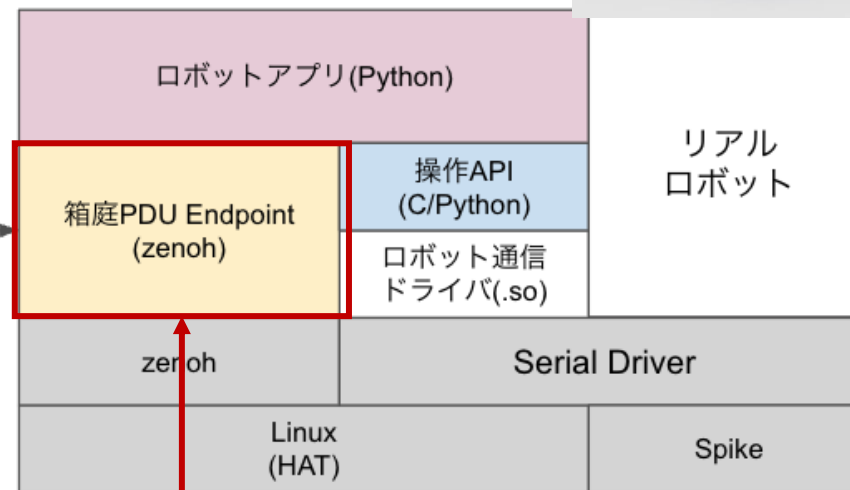
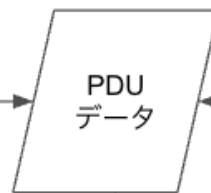
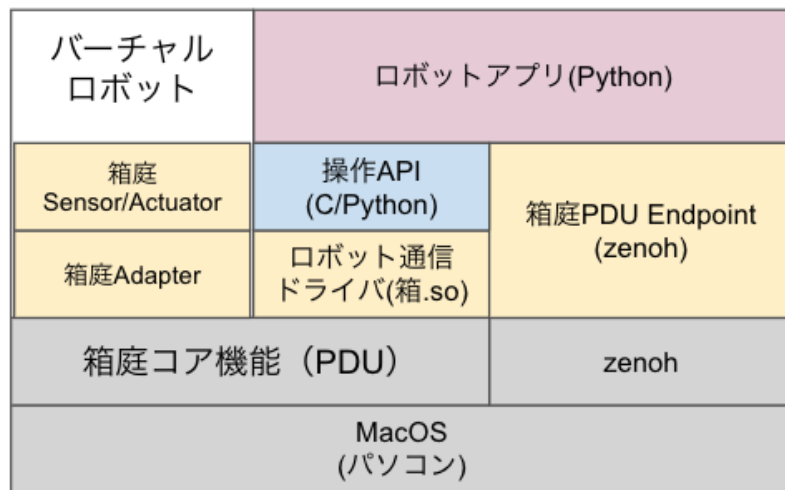
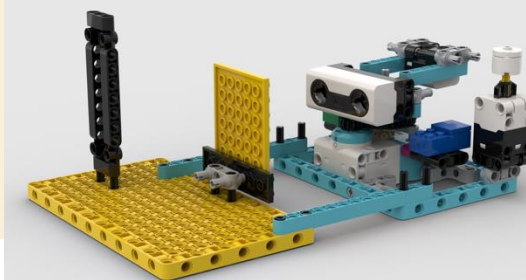




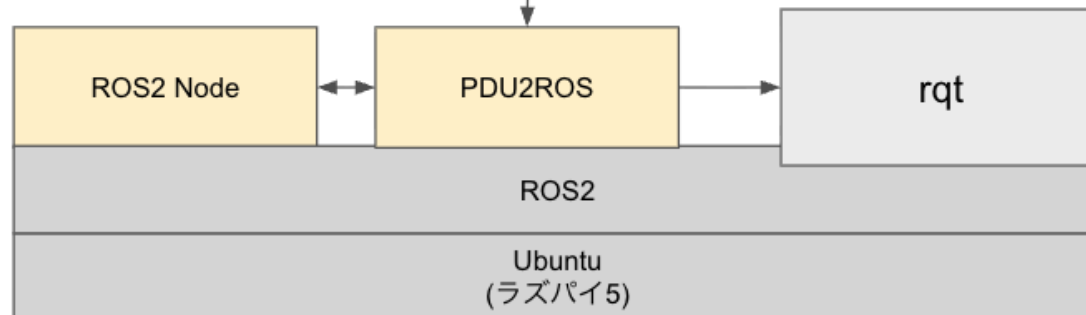
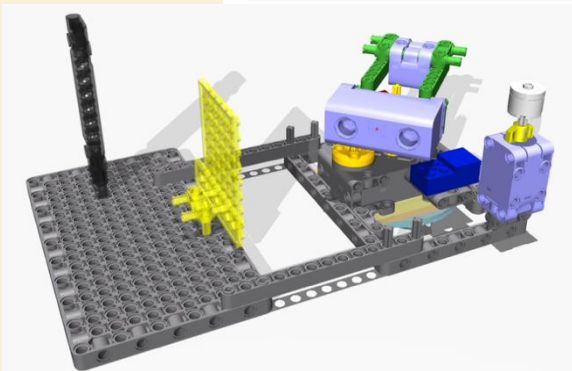
システムの構成

シミュレータ

実機



実機に箱庭のコンポーネント
を載せて、他と接続



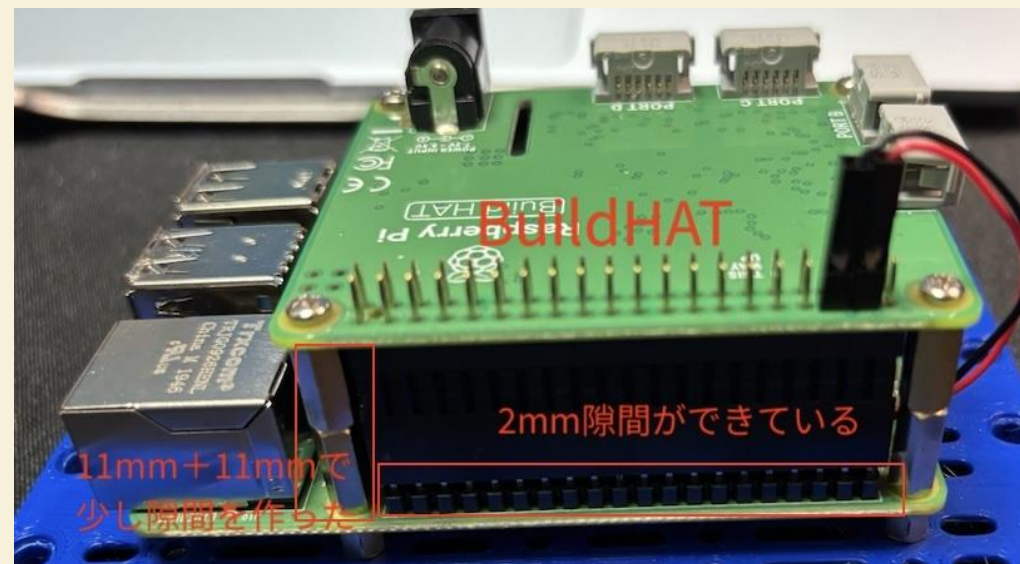
PDU2ROSブリッジ



(参考) Raspberry PiとBuild HAT

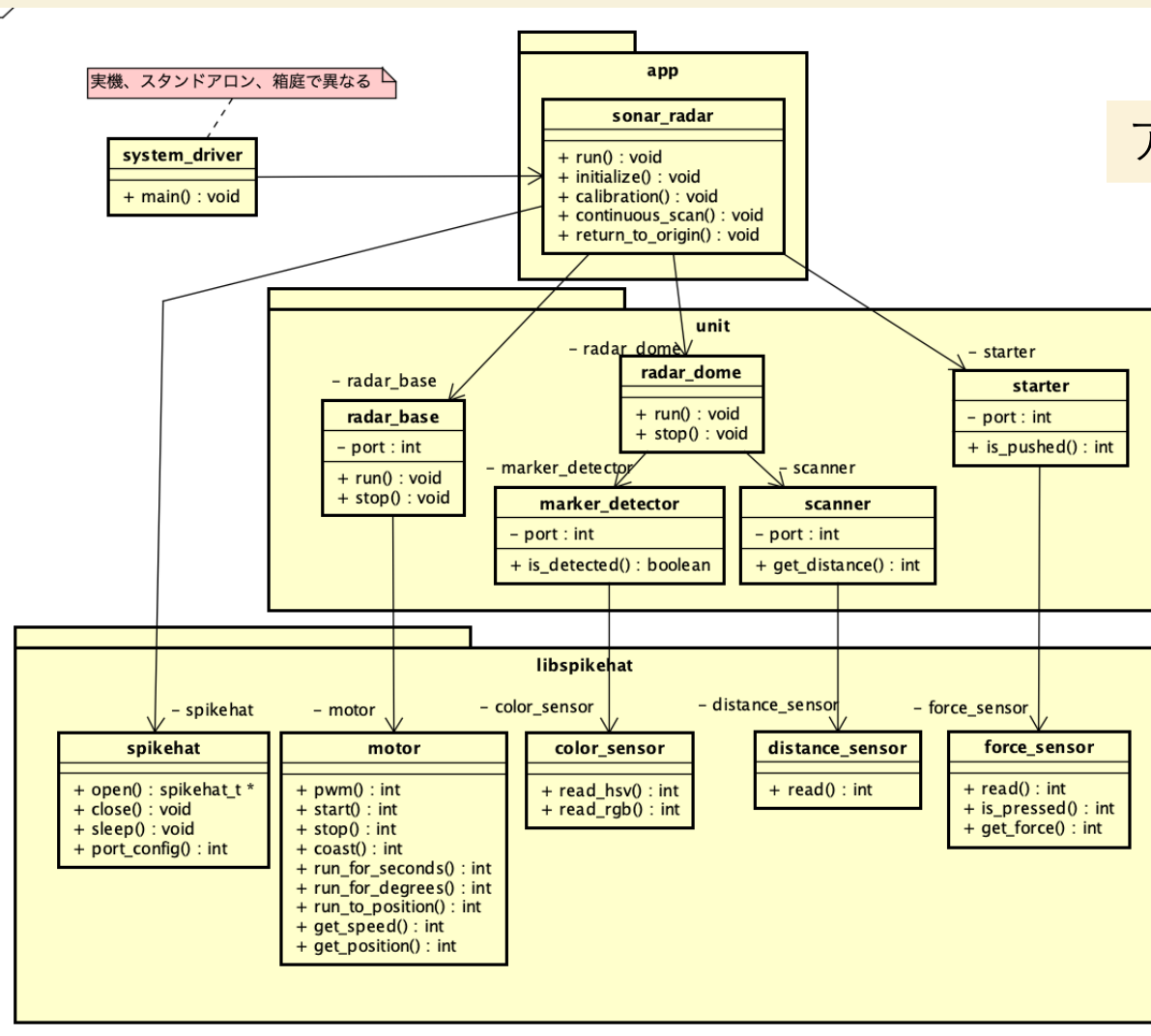
• Build HAT

- HAT: Raspberry Piに接続する拡張基板
- LEGO「SPIKE」やテックシリーズ用のモーターやセンサーをRaspberry Piに接続できる
- LEGOが認定している拡張基板 (HAT)
- ファームウェアは完全なオープンソース、カスタムも可能





sonar_radarのクラス図



アプリケーション

ユニット

libspikehatは
SPIKE + BuildHAT用ライブラリ
実機とシミュレータで入れ替える
C言語で作成
CTypes経由でPythonも使える



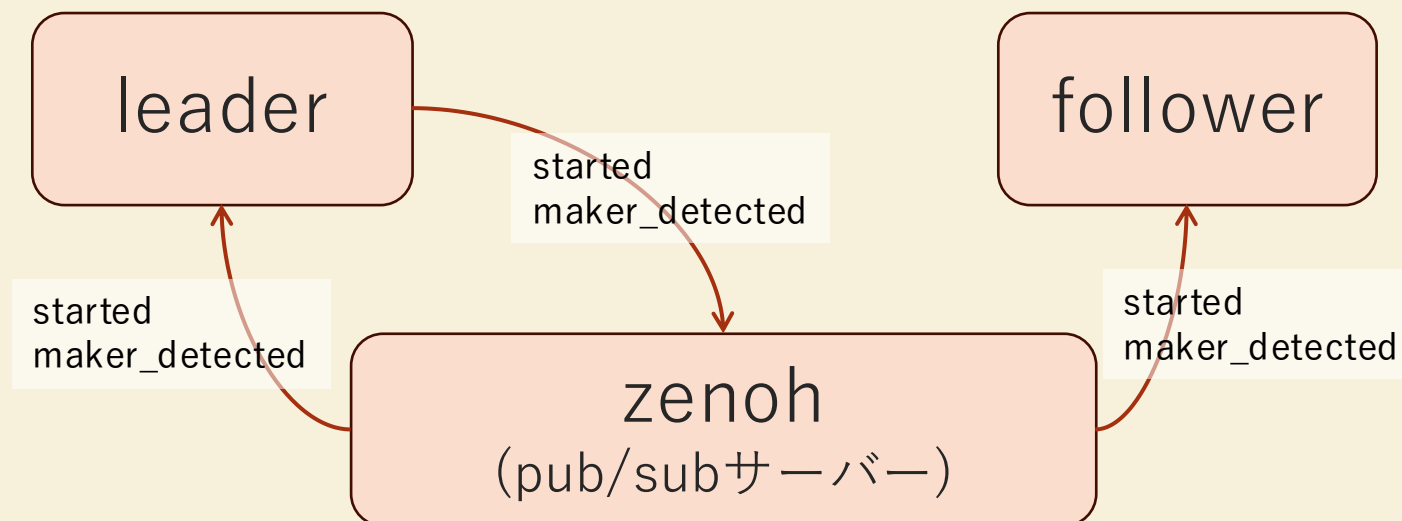
sonar_radarの協調動作のしくみ

- **ledaer**

- 操作やセンサー値の変化をzenohメッセージにして発行する

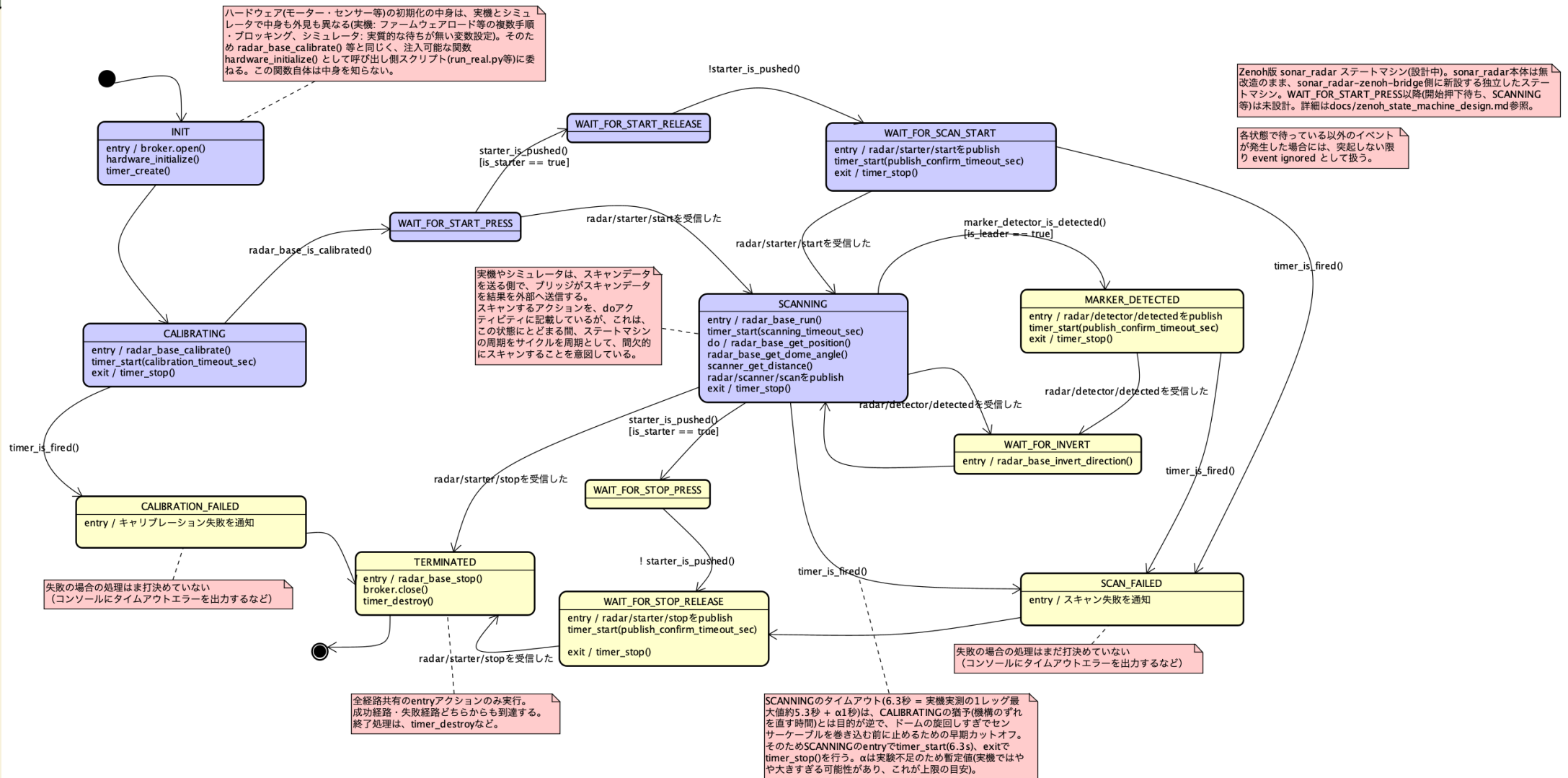
- **follower**

- zenohメッセージを購読し、としてアクションを実行する
- leaderも購読したメッセージに応じてアクションを実行する





sonar_radarのステートマシン図





デモ動画

- <https://youtu.be/QHJrBYw9pcl>





ワークショップの成果は
別途写真をアップしてあります

ワークショップ

シミュレーション普及の機器開発への関わり



グループディスカッション、共有の進めかた

- 4名程度のグループに分かれます

- 1セット：8分

- 1テーマごとに1セット

- 各自の書き出し：3分

- 1枚/1分 = 3枚

- グループ共有：5分

- 各自の書いたものを披瀝しあう

- 3セットやります



テーマ1) シミュレーションの活用現状

- 最低3枚 (1枚／1分見当)
- 開発の現状
 - 開発にシミュレータを使っているか
 - 実機にシミュレータで、システムの構造はどのくらい似ているか
 - シミュレータと実機で開発対象部分のコードはどのくらい同じか
 - 複数のシミュレータを組合せているか



テーマ2) デモや箱庭からみた期待と現状の課題

- 最低3枚 (1枚／1分見当)
- 箱庭のデモをみて
 - 期待するものがあるか
 - 適用するとしたら、どんな課題があるか
- 自分たちのシミュレーション環境について
 - 期待するものがあるか
 - 現在の利用状況には、どんな課題があるか



テーマ3) シミュレーションは 組み込み開発の何を変えるのか

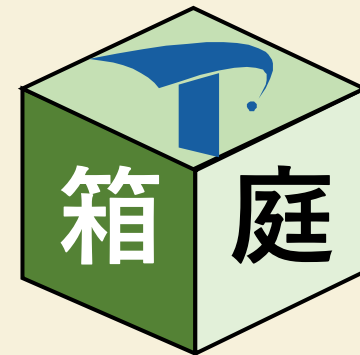
- 最低3枚 (1枚／1分見当)
- 実機の開発はシミュレーションでもっと変わりそうか
 - 現状の活用でじゅうぶんか、もっと変わるべきか
 - 実機とシミュレータの関係、位置づけはどう変わりそうか
 - もっと変わるとしたら、どんな変化があるか (予想)
- そのときの克服すべき課題 (の予想)
 - どんな課題があるか
 - その課題を克服するには、何をすべきか (何が必要か)



全体での共有、まとめ

- 各グループでのまとめ：10分
 - 各グループごとに、重要な2－3点を短く主張する
 - 1グループ2分
- 全体のまとめ：10分
 - 各グループの主張を1ステートメントずつにまとめる
 - 現状
 - 期待
 - 課題
 - 展望

8/28(金) 13:50～15:00 セッションS5B



リアルに飛び出せ！
箱庭でつなごうリアルとバーチャル



— おしまい —



久保秋 真

(株)チェンジビジョン

川崎 雄也

株式会社クレスコ

TOPPERS/箱庭WG

