



# **hakoniwa-ros2sim**

## 仮想環境を活用した ROS 2アプリケーションのシミュレーション手法



- 高瀬英希 (東京大学)
- 細合晋太郎 (東京大学)
- 福田竜也 ((株)インテック)
- 高田光隆 (名古屋大学)
- 久保秋真 ((株)チェンジビジョン)
- 森崇 ((株)永和システムマネジメント)



# アジェンダ

1. 箱庭とは？コンセプトとを目指すところ
2. 本研究の内容：hakoniwa-ros2sim
  1. 本研究の目的と要件・方針
  2. 準備：箱庭エンジン・Unity Robotics Hub
  3. ソフトウェアアーキテクチャ
  4. アセット間の通信機構
  5. 動作例と評価
3. 今後の方向性・箱庭WGへのお誘い

# IoTシステム開発時の課題

- IoT開発には**様々な分野の技術領域**  
= **技術者の結集が不可欠**
- 結合テストや検証が困難である
- 問題発生時にはその原因と  
経路の調査が複雑となる
- 実証実験コストも大きくなる

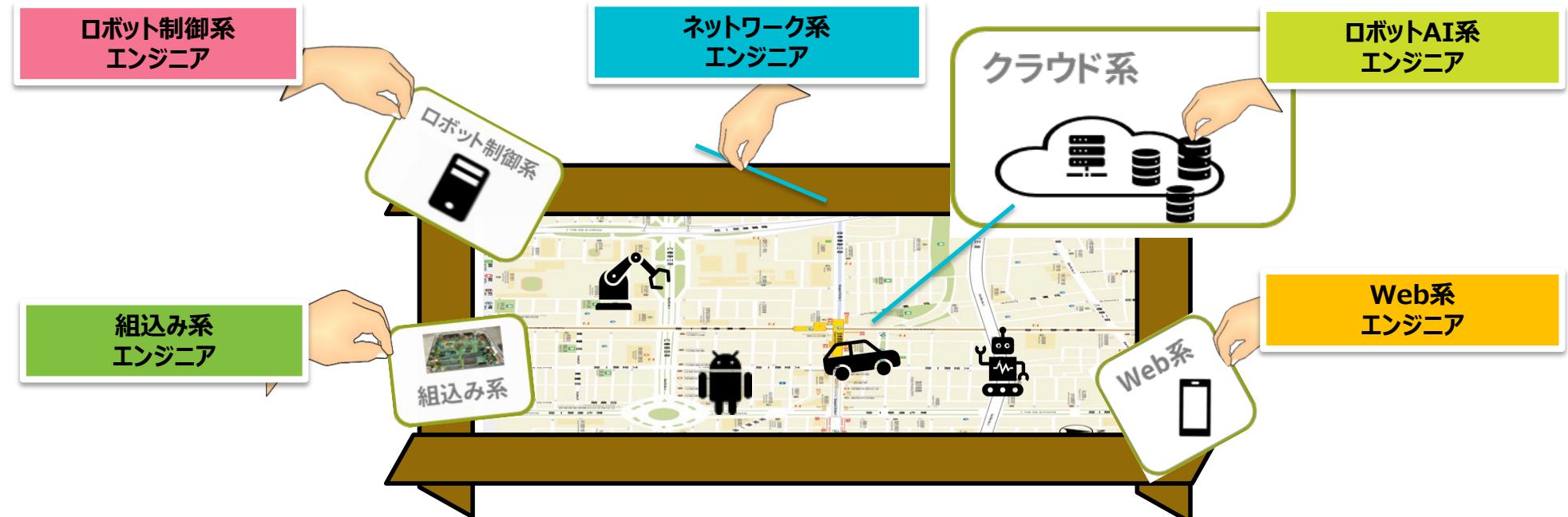
凡例
IT系エンジニア
制御系エンジニア
ET系エンジニア
ICTエンジニア





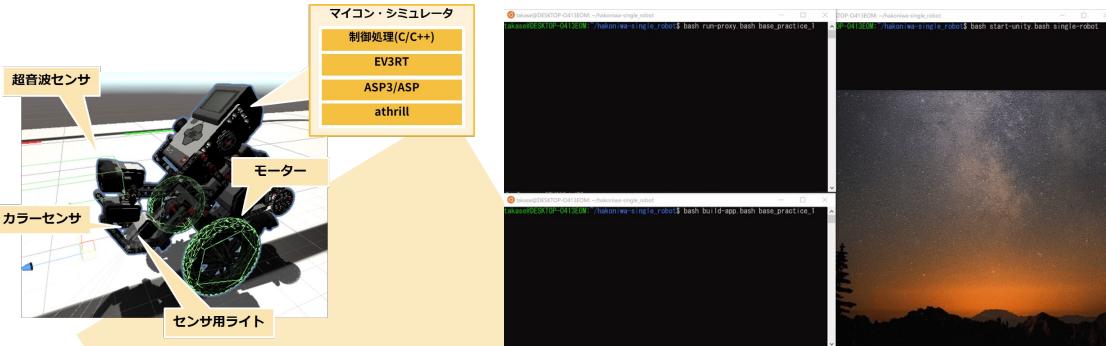
# 『箱庭』の狙いとコンセプト

- ・箱の中に、様々なモノをみんなの好みで配置して、いろいろ試せる！
  - ・仮想環境上(箱庭)でIoT/ロボット・システムを開発する  
⇒ 各分野の興味(SW)を持ち寄って、机上で全体結合＆実証実験！

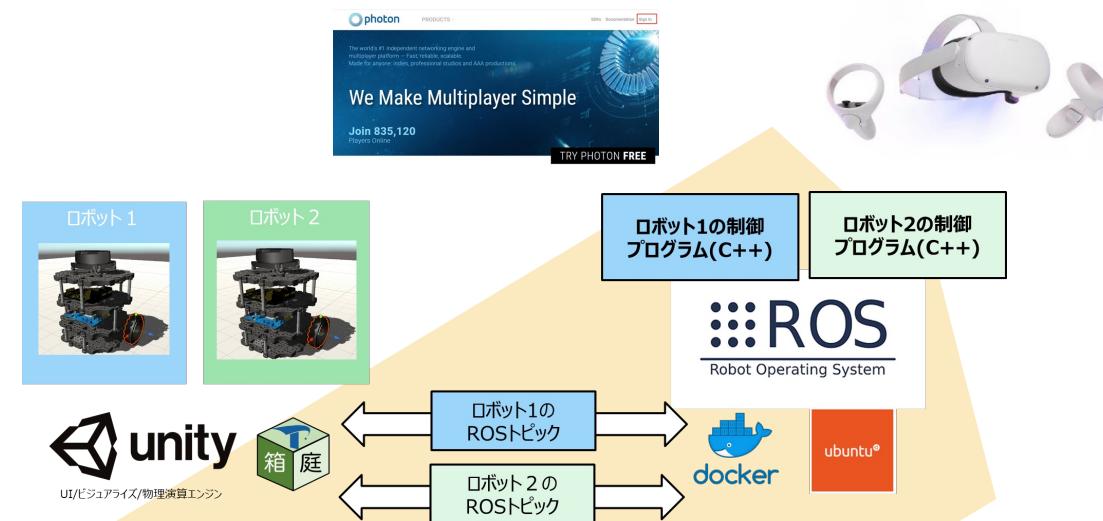




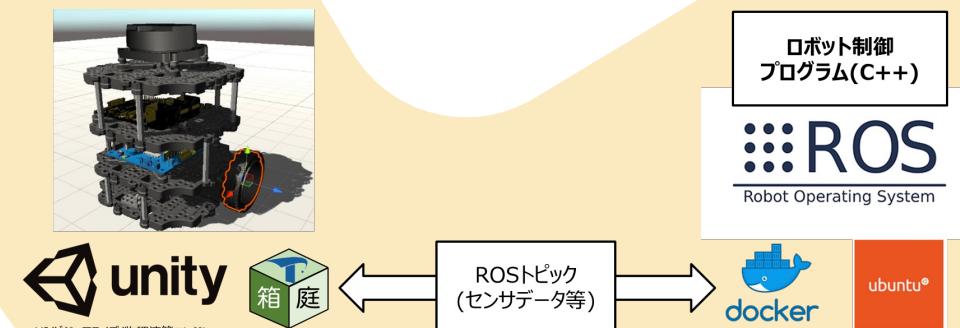
# 箱庭のプロトタイプモデル



## マイコン制御ロボットシミュレーション



## 複数ロボットの連携制御シミュレーション



## ROS制御ロボットシミュレーション





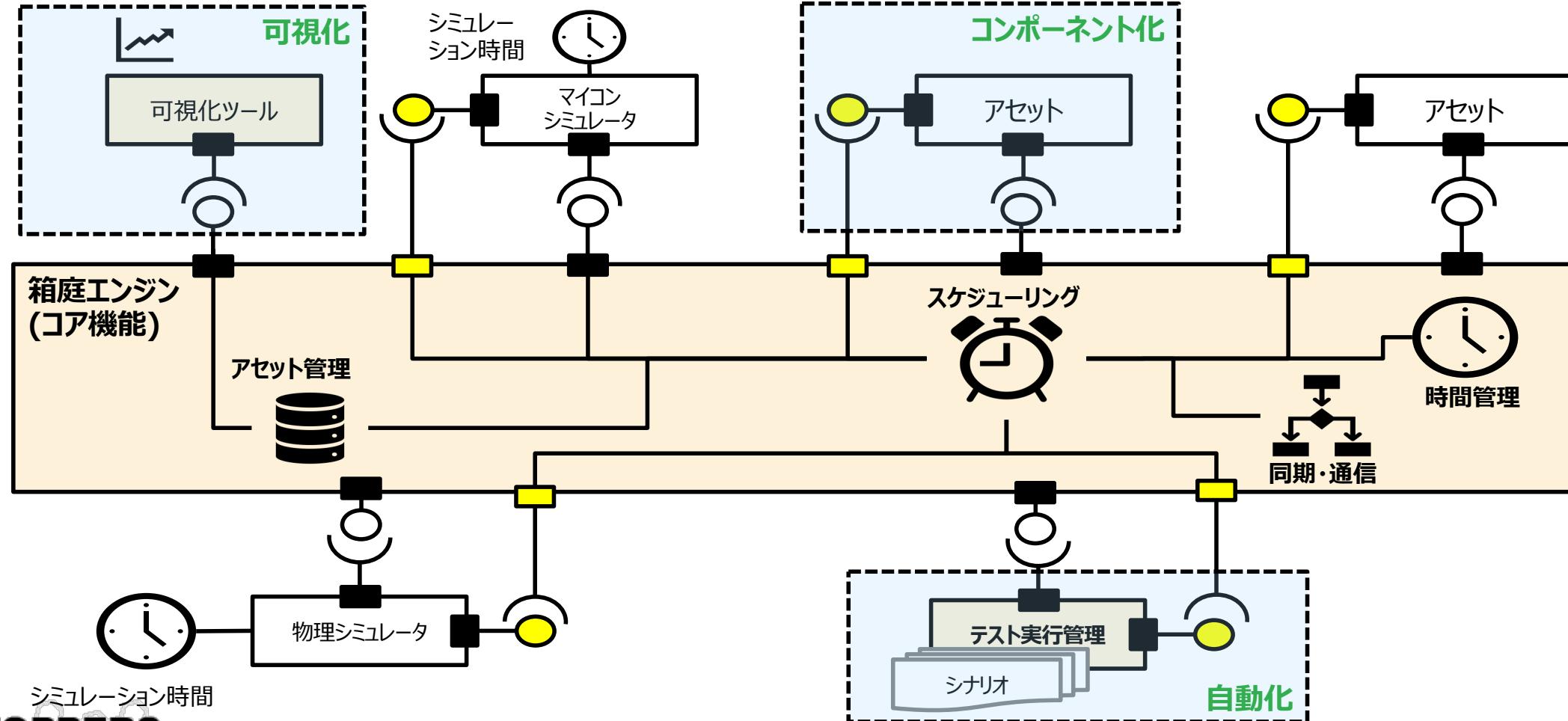
# 本研究の目的と要件・方針

- 目的：箱庭技術を活用したROS 2アプリケーションのシミュレーション手法の確立
- 要件と方針
  - 導入と活用の容易性：誰でも手軽に何度も利用できるようにする
  - シミュレーション対象の拡張性：ロボットの構成や外部環境などを手軽に変更できる
  - 実行環境としての軽量性：CPU使用率やメモリ使用量などの負荷が抑えられる
  - アプリケーションの機能レベルでの検証（再現性は重視しない）

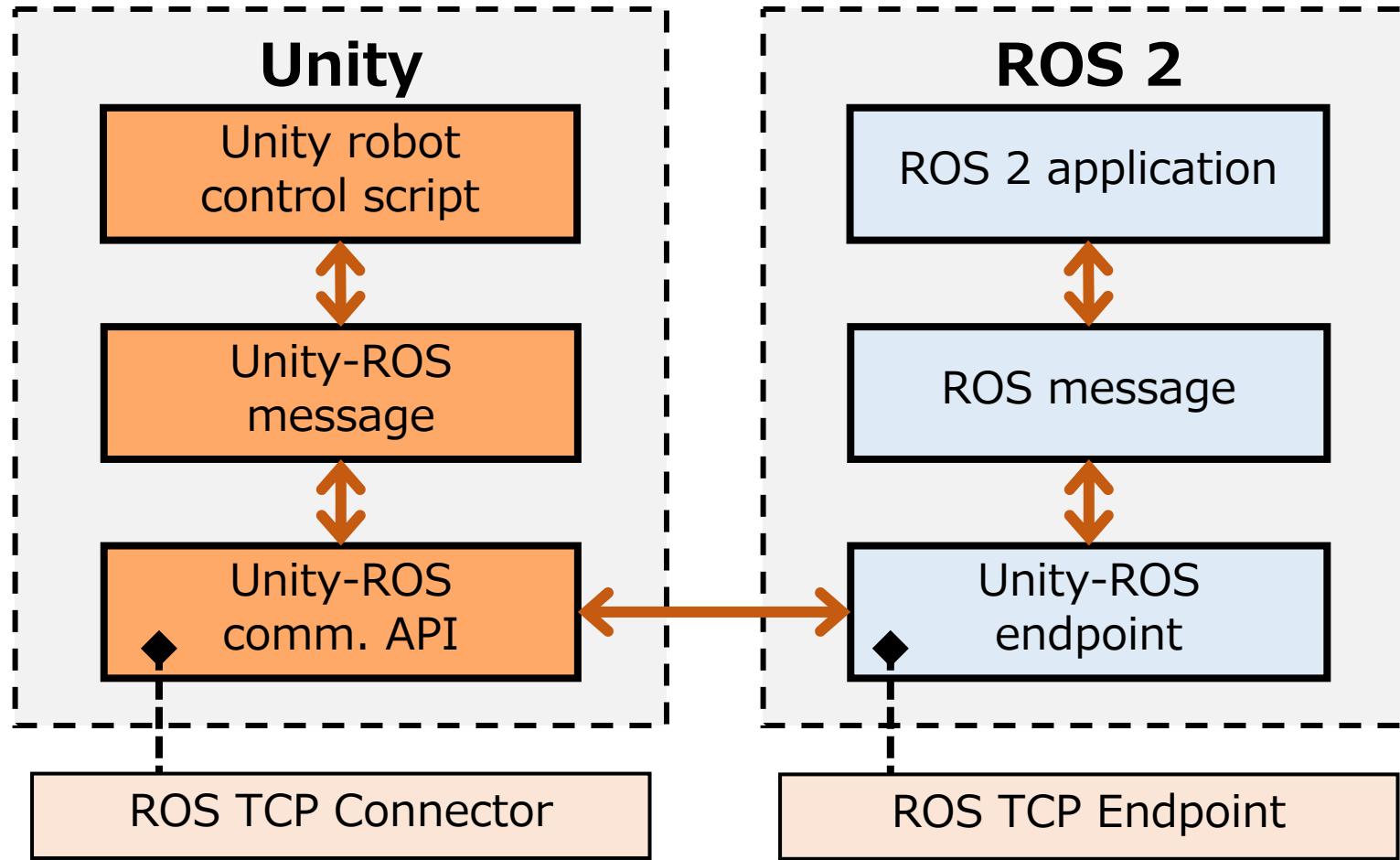


# 準備 : *Hakoniwa Engine*

複雑なシステムを仮想環境で動作させるためのコア機能

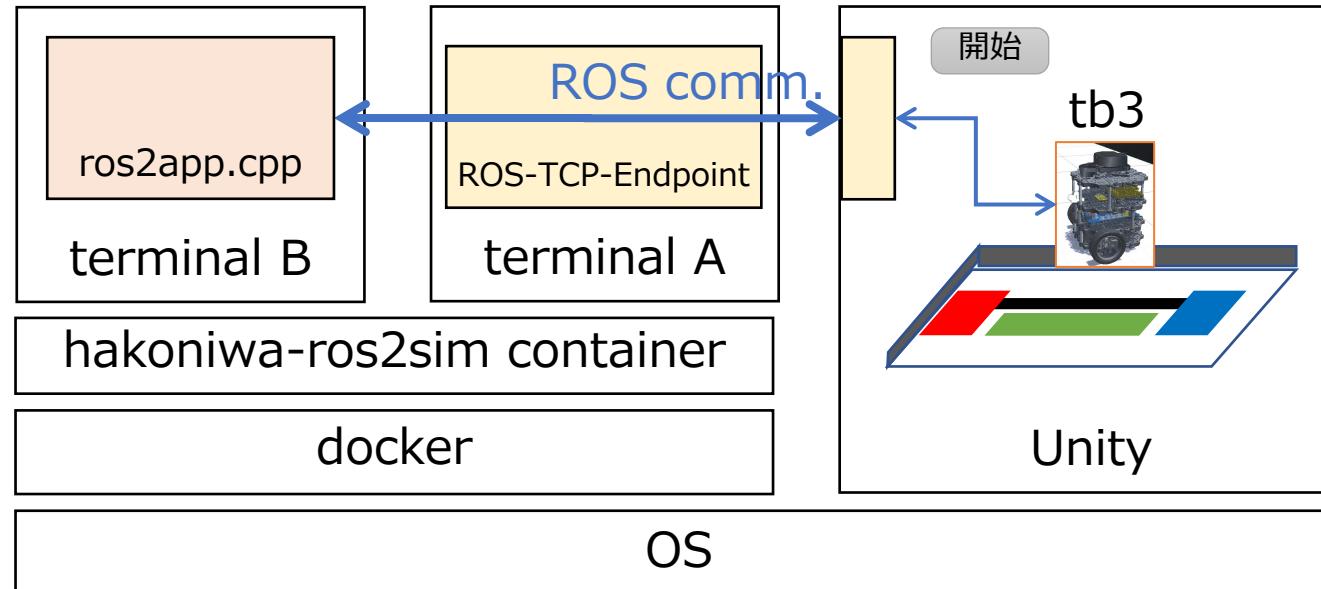


# 準備 : Unity Robotics Hub



- ROS TCP Endpoint/Connector: ROS 2アプリ<->UnityのROS通信を仲介
- アセットモデル変換のためのURDF Importerも提供

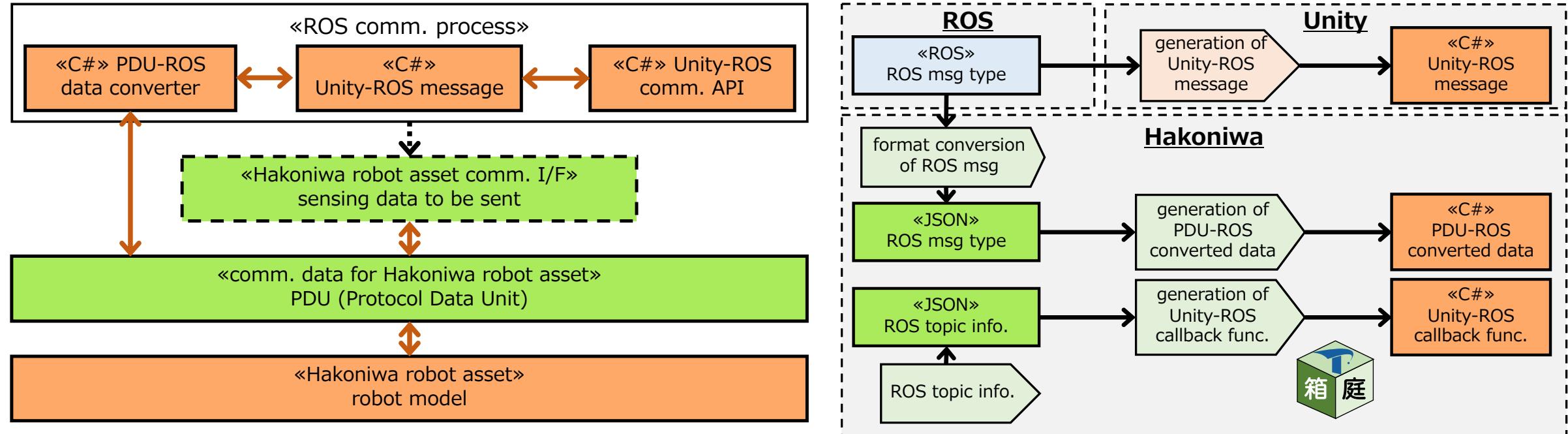
# ソフトウェアアーキテクチャ



- 実行環境 : Docker
  - ビルド&実行向けコンテナイメージを配布
  - マルチプラットフォームに対応可能  
(リファレンスはWindows/WSL2)
- 物理演算と可視化 : Unity
  - TurtleBot3をリファレンスとする
  - アセット間通信にはROS TCP Endpointを利用



# アセット間の通信機構

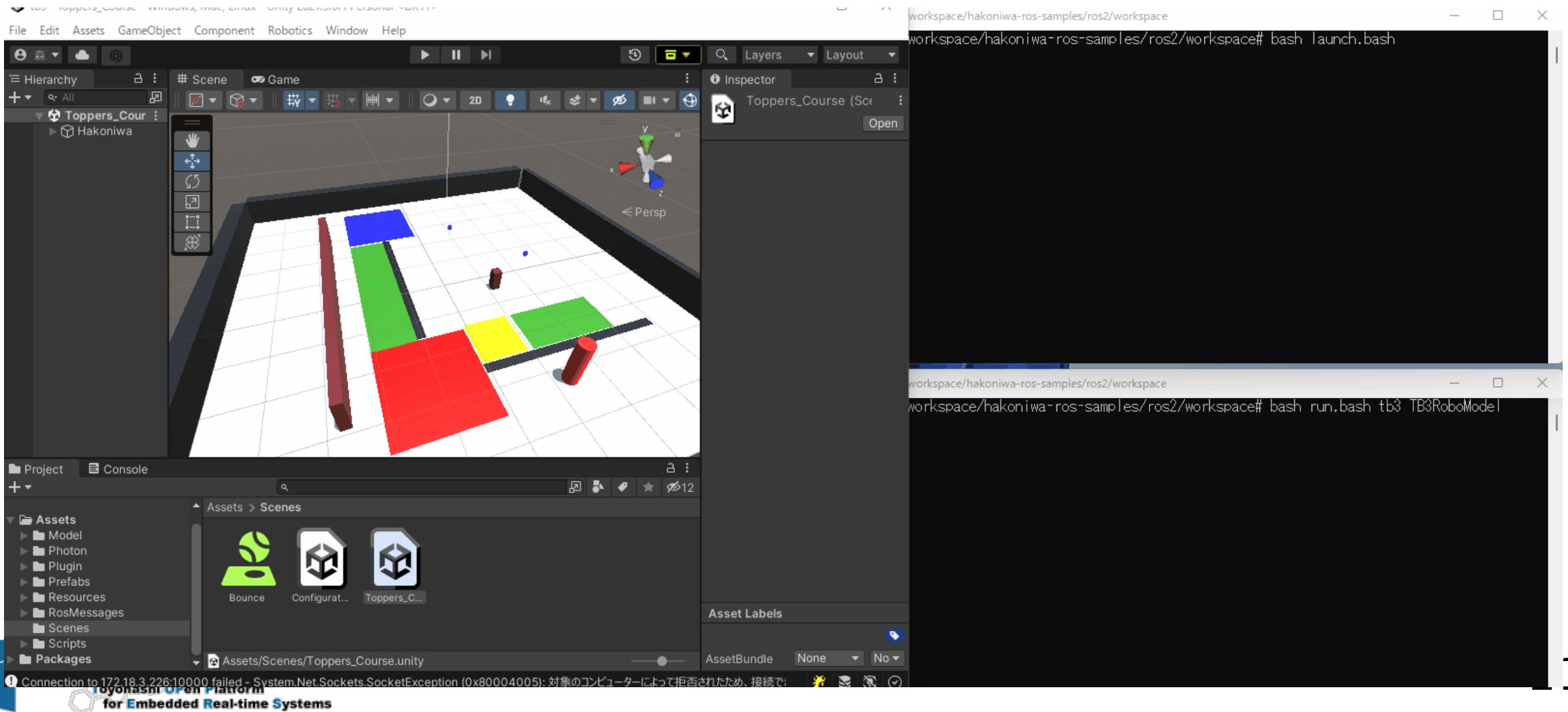


- PDU (Protocol Data Unit) : 箱庭における通信データの共通フォーマット (データ構造)
- (既存のUDP・MMAPに加えて) ROSの通信方式のサポート
- データ構造の生成処理を含めて, Unityに依存／非依存部を分離して設計・実装
  - 箱庭においてはUnityも"アセット"の一つの位置付け



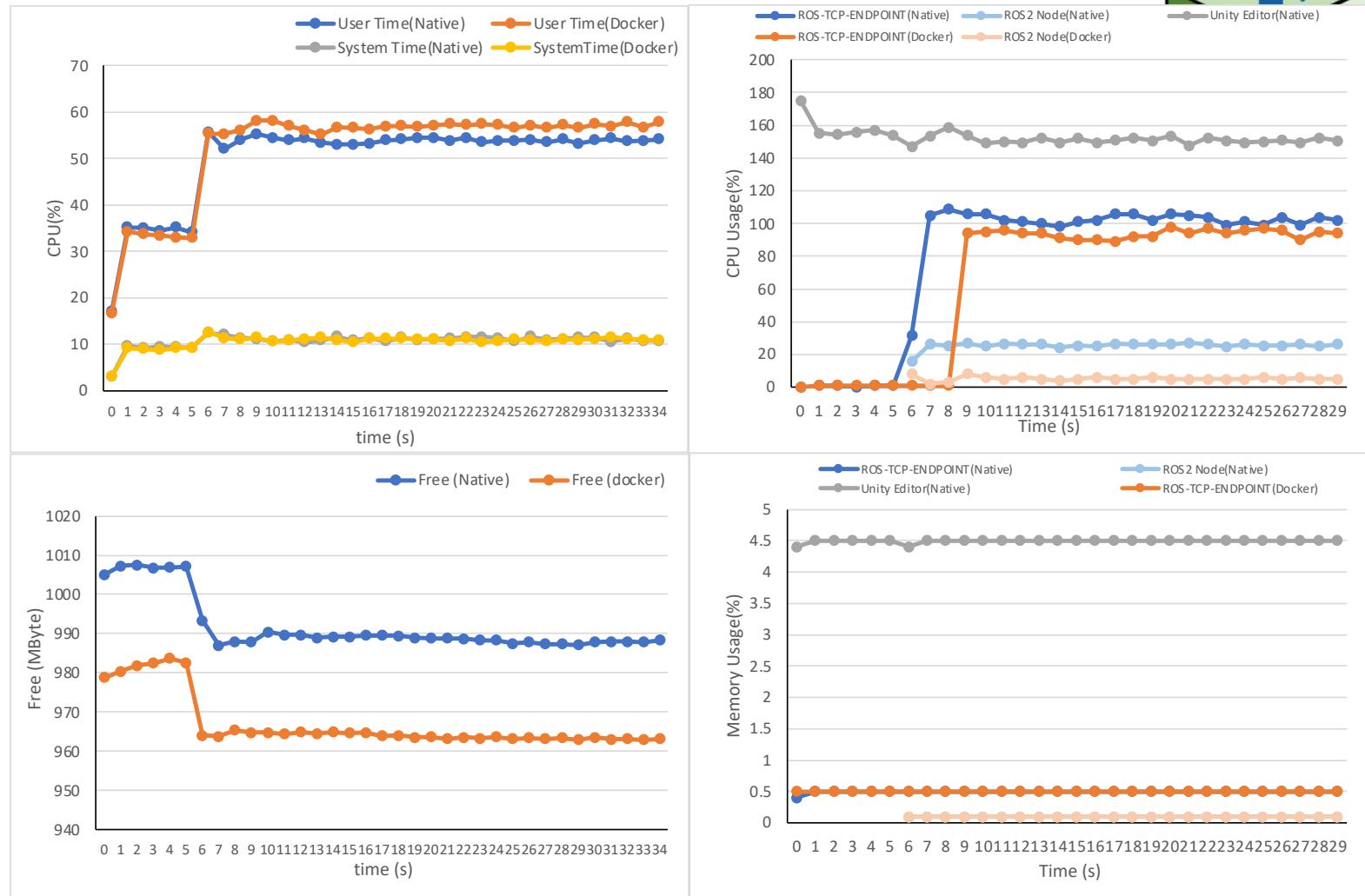
# 動作例

- 動作環境 : Lenovo ThinkPad X1 Carbon / Windows 10



# 定量的評価

- 評価内容：Docker環境とネイティブ環境での負荷の比較
- 評価環境
  - Core-i7 (6600U) 2.60GHz
  - Memory 16GB
  - Intel@HD Graphics 520
  - Ubuntu 20.04.4 LTS
  - hakoniwa-ros2sim  
Release v1.1.2
  - Unity Editor 2021.3.5f1
- 評価項目(10回計測の平均値)
  - vmstat によるCPU使用率・メモリ使用量
  - top によるCPU使用率・メモリ使用量



Docker環境ではメモリ使用量は大きくなる  
Unityの負荷が支配的

# 今後の方針性／ロードマップ

2019–2021



箱庭プロトタイプ  
モデル開発

結合環境構築  
(箱庭ベース環境)

2022–2024

箱庭チュートリアル

組込み系  
エンジニア

ロボット制御系  
エンジニア

ロボットAI系  
エンジニア



箱庭ユーザを  
広める活動

箱庭チュートリアル開発  
広報活動

2025

目指せ  
大阪万博



組込み系エンジニア

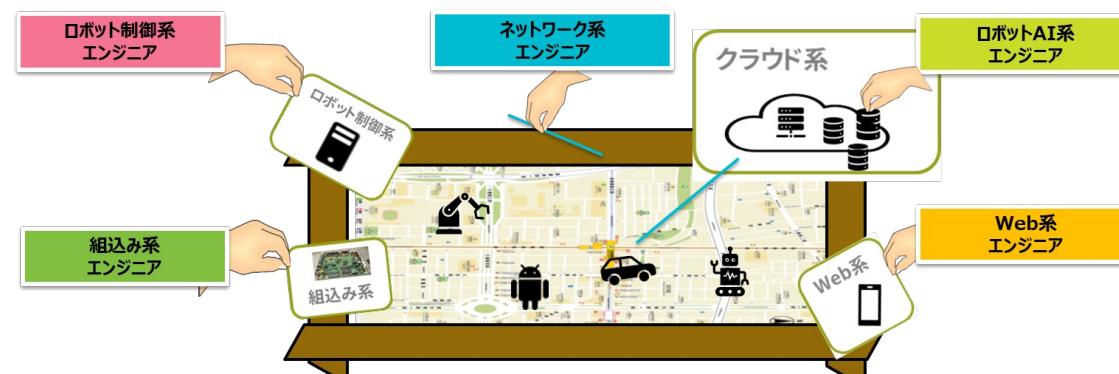
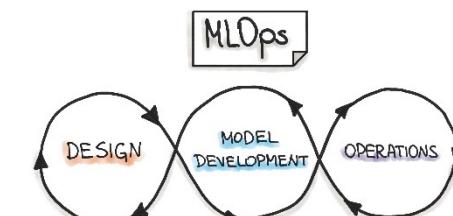
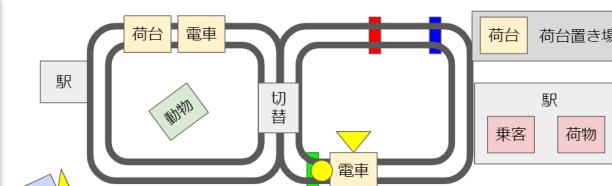
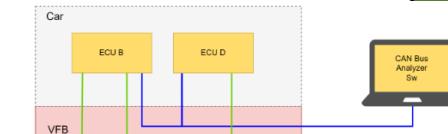
ECU/AUTOSAR開発入門  
シミュレーション環境

ロボット制御系エンジニア

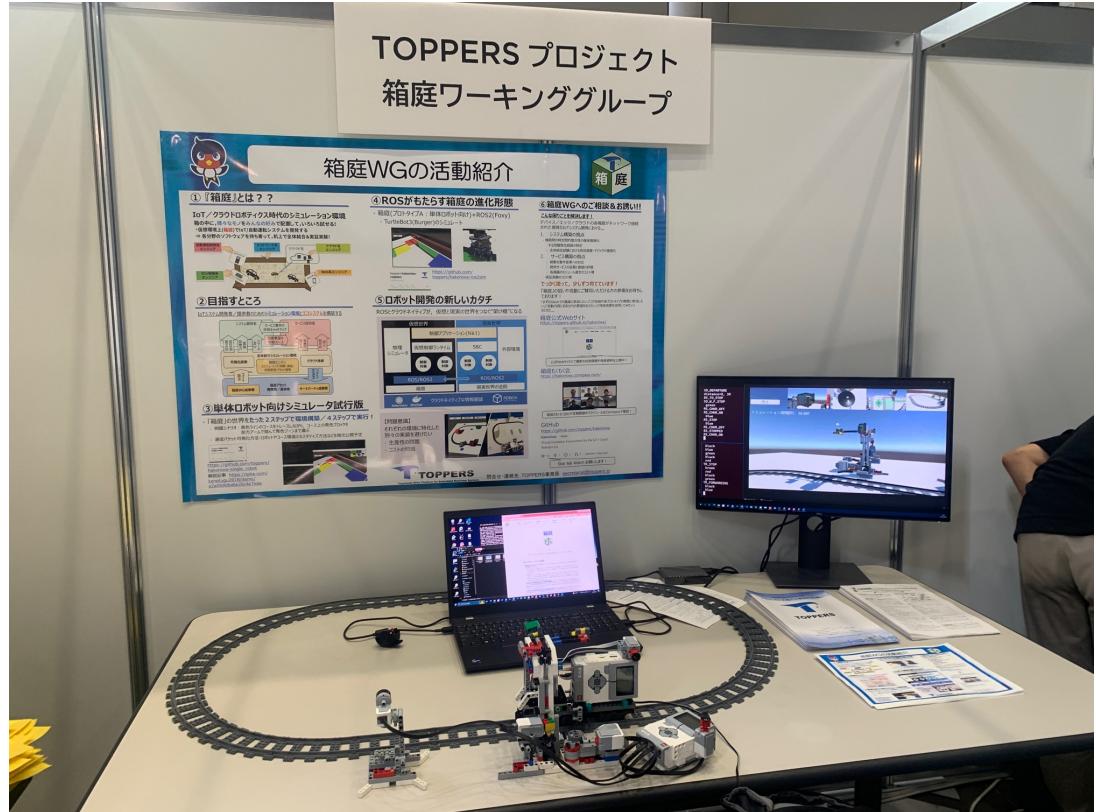
ロボット制御モデリング/プログラミング  
入門シミュレーション環境

ロボットAI系エンジニア

ロボット制御学習サイクル自動化  
入門シミュレーション環境

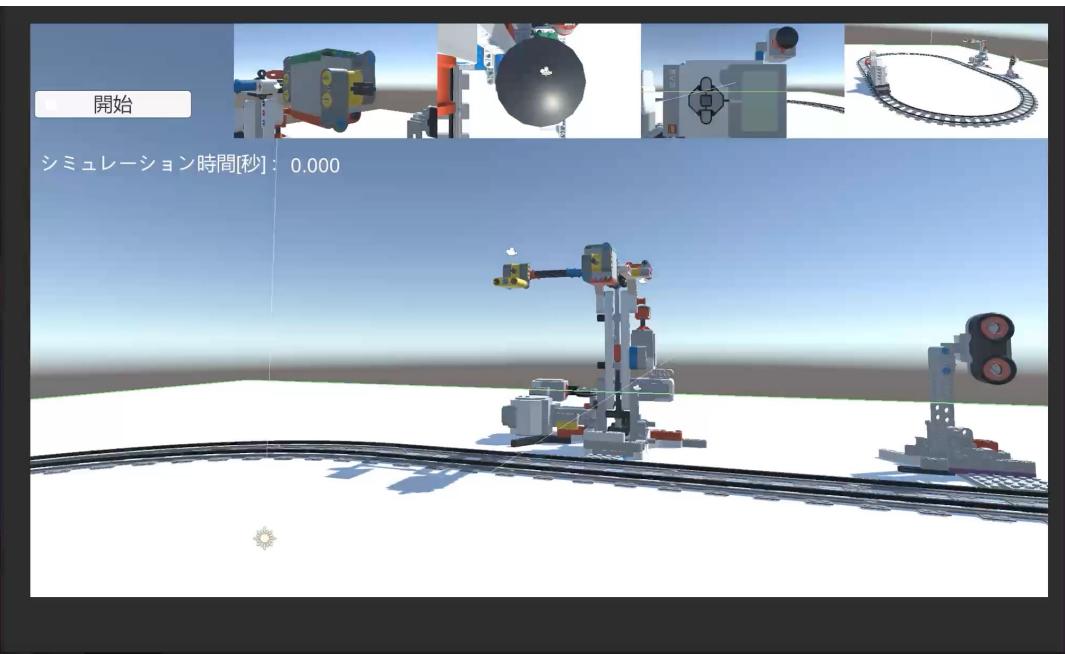


# 機器展示ブースのご案内



```
blue
RS_CHKR_OFF
BS_STOPPED
RS_CHKR_ON
red
RS_STOP
SD_STOP
^C[INFO] [1660684332.
pp]: signal_handler(s
root@LAPTOP-URPL5RT3:
niwa-ros2sim/ros2/wor
.bash ev3 EV3SignalMo
START: EV3SignalModel

niwa-ros2sim/ros2/wor
.bash ev3 EV3TrainMod
START: EV3TrainModel
train
TR_W_F_DEP1
^C[INFO] [1660684333.
pp]: signal_handler(s
root@LAPTOP-URPL5RT3:
niwa-ros2sim/ros2/wor
.bash ev3 EV3TrainMod
START: EV3TrainModel
train
TR_W_F_DEP1
```



# 『箱庭』WGへのご案内

- ・でっかく語って、少しづつ育てております！
  - ・3年目でだんだんとカタチになってきました！
  - ・<https://toppers.github.io/hakoniwa/>
- ・箱庭の狙い・趣旨にご賛同いただける方のWGへの参画をお待ちしております！！
  - ・雰囲気を知りたい → もくもく会へ(次回9/14です)
  - ・Slackでの議論、活動内容へのご要望、コア技術やアセットの開発、などに参加したい方
  - ・箱庭WGの技術成果を活用したい方
  - ・製品開発に展開してみたい方

よろしくお願いいたします！！

公式Webサイトにて  
最新の技術情報や  
発表資料を公開中！



The screenshot shows a web browser window with the URL [toppers.github.io/hakoniwa/](https://toppers.github.io/hakoniwa/). The page features the Box庭 logo at the top left, followed by a navigation menu with links to '箱庭とは', 'プロトタイプモデル', '技術情報・発表資料', 'リポジトリ', and '問合せ先'. The main content area has the title '箱庭' in large blue letters, followed by a smaller version of the logo and a horizontal line. Below this, the text 'IoT／自動運転時代の仮想シミュレーション環境' is displayed.

## お知らせ：箱庭もくもく会

TOPPERS箱庭WGでは、もくもく会を不定期に開催しています。本記事の内容を実際に試してみたい方や試してみたけど詰まっている方は、ぜひご参加ください。画面共有しながら参加者同士でサポートしたり、一緒に新しい機能を実装したりと“もくもく”しましょう。

箱庭  
<https://hakoniwa.connpass.com>

