



EdgeTech+2024セミナー

Society5.0を実現するための エッジテクノロジーの役割

2024年11月22日
コモングラウンド委員会
国井 雄介



© Japan Embedded Systems Technology Association

1

コモングラウンド委員会紹介



活動目的

Society5.0を実現するための、サイバー空間（仮想空間）と
フィジカル空間（現実空間）を融合させたデジタルツインにおいて、
インフラ協調型のロボット制御における、エッジ側の（センサ、アクチュ
エータ、ロボット等）の必要条件や技術的課題を調査研究し、
得られた成果や課題解決に向けた提案などを外部へ情報発信する。

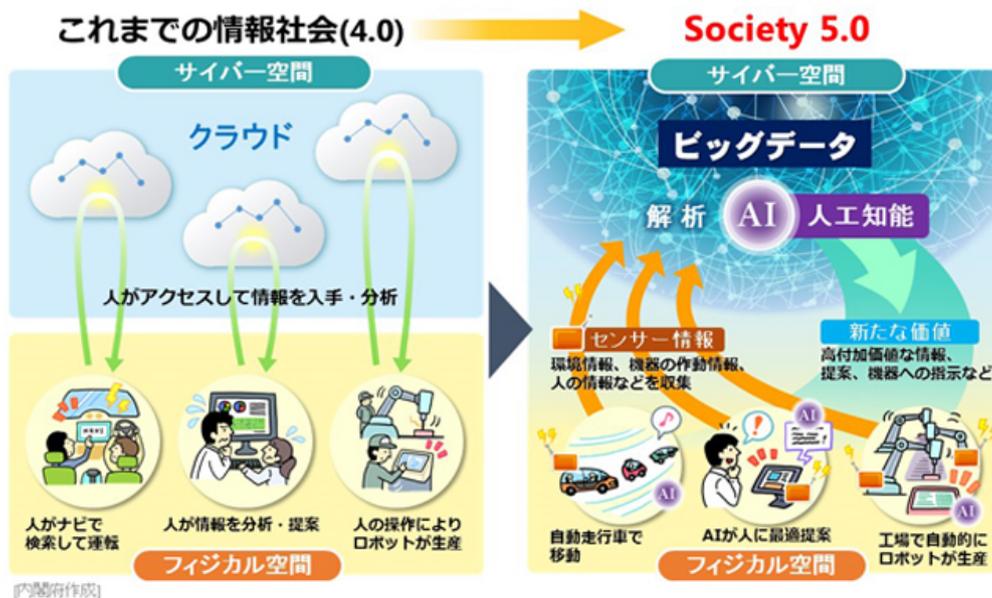
コモングラウンド委員会活動

- **デジタルツイン関連技術の調査研究**
デジタルツイン関連技術の見識を深めるため、有識者を招いて勉強会や
企業のサービス事例を題材とした「白熱教室」を実施。
（コモングラウンド、デジタルライフライン、箱庭など）
- **各WGのとりまとめ**
ドローンWG、スマートライフWGの活動状況のとりまとめ&連携を実施。
- **コモングラウンド委員会のアピール&仲間集め**
展示会におけるセミナー実施や、毎月の委員会をハイブリッドで実施し、
メンバーや連携団体を広く全国に求める活動を実施。
- **JASA デジタルツイン環境デモ構築**
箱庭を活用し、工場が自律的に稼働する構想を実現するデモを作成。

© Japan Embedded Systems Technology Association

デジタルツイン関連技術の調査研究

Society5.0とは？

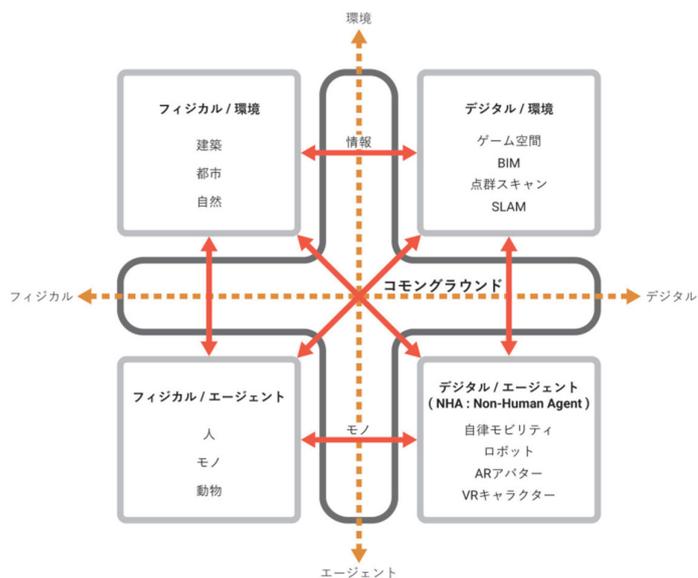


Society5.0は、サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会

フィジカル空間から**センサ**、**IoT**を通じてあらゆる情報が集積（**ビッグデータ**）
AIがビッグデータを解析し、高付加価値を**現実世界にフィードバック**。

コモングラウンドとは？

コモングラウンドとは？

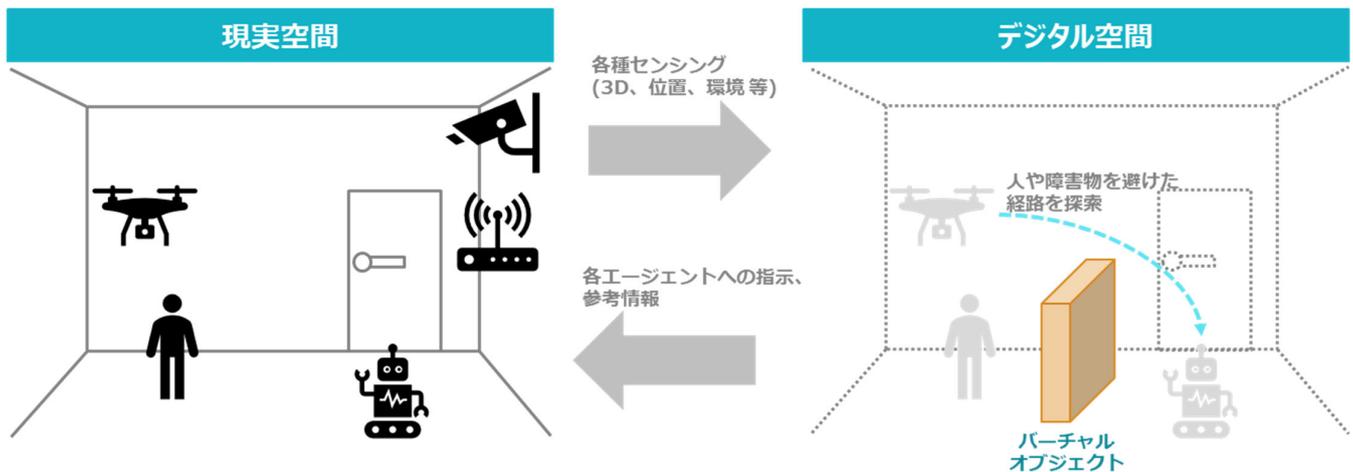


現実空間（フィジカル）と**情報空間**（デジタル）が合わさった次世代の社会において、**人とNHA**（Non-Human-Agent：ロボット、アバター等）が共存できる世界を目指すための**汎用的空間記述プラットフォーム**。

人とNHAが共通に世界を認識するための基盤

図1 フィジカルとデジタル、エージェントと環境による四象限と相互連携におけるコモングラウンドの位置づけ

<https://drive.google.com/file/d/1WoWAS6Sofqva-cNxTX6Eoz3BG5qHaUG/view>



人とロボットの
共生

自動運搬、協調動作、避難誘導など

リアル×デジタル
重ね合わせ

MRデバイスによる作業指示・支援など

離れた場所でも
『現場』を共有

遠隔監視・制御、予兆検知など



ロボット側に機能を追加するアプローチ



各ロボットに『死角』が発生する

協調動作には高度な通信・処理が必要

ロボットの高機能化→コスト高

コモングラウンドを活用するアプローチ



現場の『共通認識』を確立できる

柔軟なコミュニケーションが可能

ロボットは最低限の機能で動作→コスト減

Society5.0を実現するために



JASAコモングラウンド委員会では、下記に着目して活動をしている。

人とロボット、ロボット同士が 協調動作する世界

2025年の戦略的テクノロジーのトップトレンド（ガートナー）

9、多機能型スマートロボット

(Polyfunctional Robots)

→複数タスクをこなす能力を備え、人間の様々なタスクを支援する。「どのように行うか」ではなく、

「何をすべきか？」について指示を受ける。

ヒューマノイドやイヌ型など新しいフォームファクタが使用される。

2030年までに、人間の80%はスマートロボットと日常的に関わるようになる。
現時点では、10%未満。



人とロボット、ロボット同士が 協調動作する世界

これを実現するには、下記がエッジテクノロジー（組み込み）の観点で、重要であると考えている。

1. 現実空間とサイバー空間を接続する技術

センシング、IoT、通信

2. データ連携

人とロボット、ロボット同士、産業横断

3. シミュレーション結果を現実世界にフィードバックする 技術

アクチュエータ、ロボット制御



補足

2025年の戦略的テクノロジーのトップトレンド（ガートナー）の中に、関連するトレンドとして以下がある。

5. 環境に溶け込むインテリジェンス

(Ambient Invisible Intelligence)

→超低コストの小型スマートタグとセンサーによって実現され、大規模で手頃な価格の追跡やセンシングを提供する。

8. 空間コンピューティング

(Spatial Computing)

→AR（拡張現実）やVR（仮想現実）などのテクノロジーによって物理世界をデジタルで強化する。
現実世界の位置情報や3次元情報にその状態や周辺環境などを関連データとして統合的に扱う。

JASA デジタルツイン環境デモ構築

デジタルツインを構成する要素技術



1. センサ技術

現実世界の物理的パラメータを正確に捉え、デジタルデータに変換。
センサフュージョン技術も重要。

2. 通信技術

高速で安定した通信。
大量のデータをリアルタイムで送受信するための広帯域の通信チャネル。
マルチ接続かつ非同期的な通信方式。

3. シミュレーション技術

物理モデルをバーチャル環境で忠実に再現するための技術。
単一のシミュレーションだけでなく、
複数のシミュレーションを組み合わせた連成シミュレーションも重要。

4. IoTプラットフォーム

センサやロボットなど様々なデバイスを統合的に管理し、
データを一元的に集約する。

これ以外にもクラウドなど様々な技術の組み合わせで実現される。

1. バーチャル側を構築するためのノウハウが必要

デジタル空間でのシミュレーションモデルの作成やデータの統合に、専門的な知識やスキルが求められる。

2. エッジからデジタルに簡単に接続することが難しい

エッジデバイスとデジタルツインのプラットフォームをシームレスに接続通信する技術が必要。

3. 通信データ定義や通信方式の選定が難しい

データの通信方式やプロトコルの選定、データ定義の標準化など、通信に関する知識が必要。

4. コストが高い

高性能なハードウェアや専門的なソフトウェアが必要

5. リアルタイムかつ同期の仕組みを作り込むのが難しい

リアルタイムでデータを反映し、デバイスやシミュレーション環境を同期させる機能の実装が難しい。

➡ **箱庭を使ってみよう!**

デジタルツイン課題検討のために

TOPPERSプロジェクト箱庭WGで開発されている、OSSのシミュレーション環境。

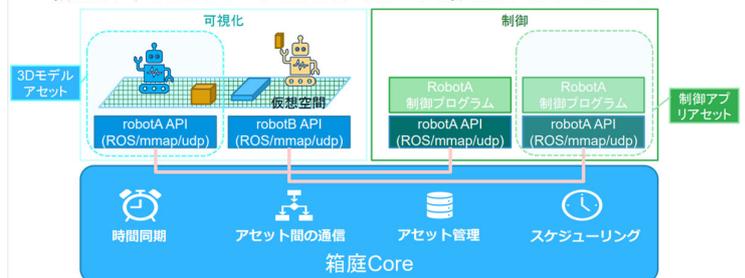
『箱庭』とは？ コンセプトと狙い

- ・箱の中に様々なモノをみんなの好みに配置して、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
⇒ 各分野のソフトウェアを持ち寄って、机上で全体結合 & 検証



箱庭のしくみ

箱庭は、単なるシミュレータではなくシミュレータを作るためのフレームワーク



ETロボコンでもシミュレータ環境として、箱庭を活用しています。

<https://toppers.github.io/hakoniwa/>
<https://toppers.github.io/hakoniwa/doc/TOppersConf2023-1.pdf>

箱庭ブリッジの詳細は、Interfaceの雑誌に掲載されています。

Interface 2024年10月号

第3回 箱庭を活用したデジタルツイン（前編）

https://interface.cqpub.co.jp/wp-content/uploads/if2410_185.pdf

Interface 2024年12月号

第4回 箱庭を活用したデジタルツイン（後編）

https://interface.cqpub.co.jp/wp-content/uploads/if2412_178.pdf



© Japan Embedded Systems Technology Association

19

デジタルツインを活用した工場例



1. 工場内トラブル発生時にオペレータに通知

工場内のラックで荷崩れなどのトラブルが発生した場合、現場をリアルタイムでセンシングしているデータからトラブルを検知し、オペレータに通知。

また、トラブルの再現ができるため、再現防止の検討に活用可能。

2. ロボットの工場内移動経路の最適化

工場内でAGVを利用して荷物を運搬する場合、工場内の最新状況データを元に最適な経路を設定するが可能。

3. 様々なセンサデータを組み合わせ可視化

工場のインフラに設置された各種センサや、ロボットが搭載するカメラやセンサが取得する動的データをリアルタイムでバーチャル側に反映させることで、最新の工場内部の状況を常に把握すること可能。

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

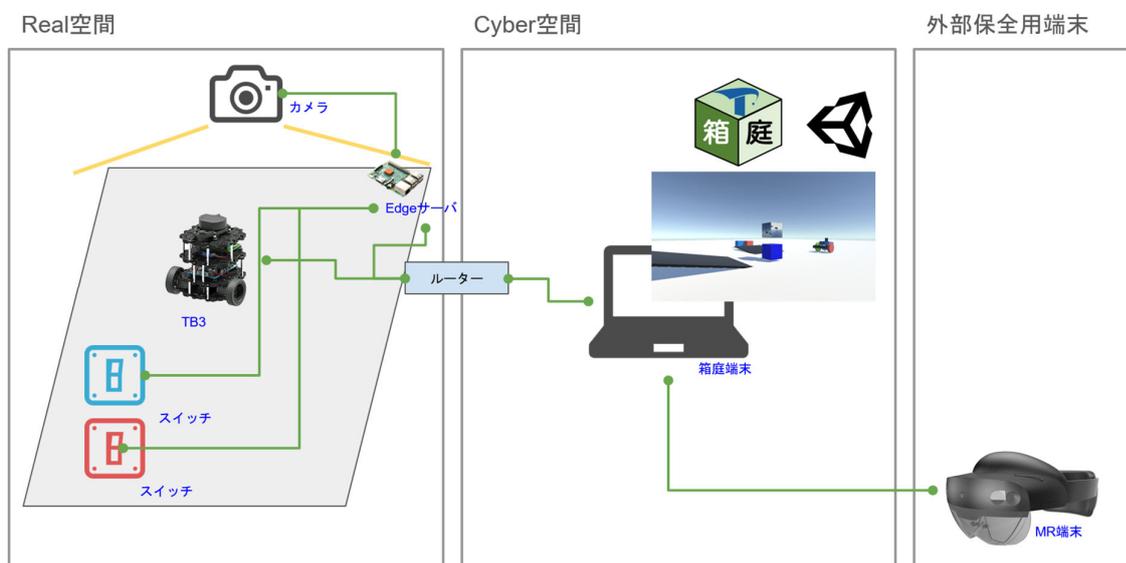
© Japan Embedded Systems Technology Association

21

JASA デジタルツインデモ構築



製造現場でのトラブル初動対応を想定したデジタルツインデモを作成。
インフラ協調型で制御されたロボットTB3（TurtleBot3）が、
トラブル地点に移動する。

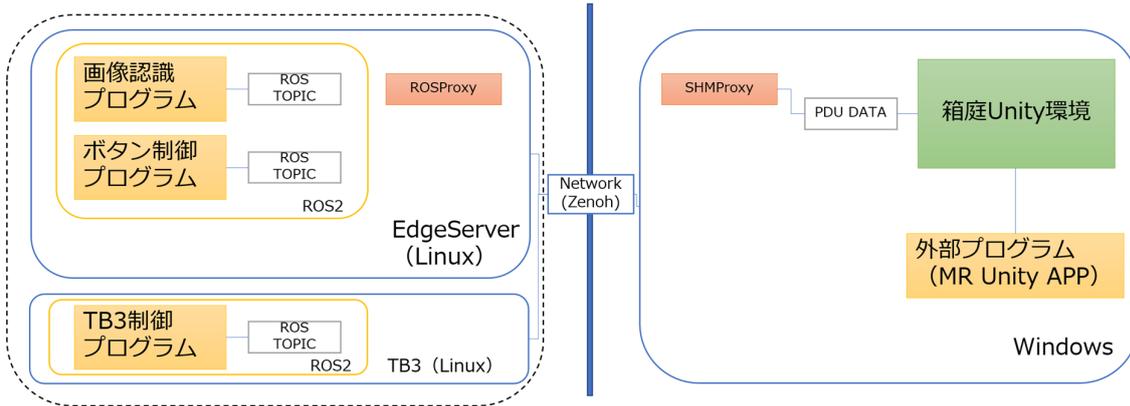


一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© Japan Embedded Systems Technology Association

22

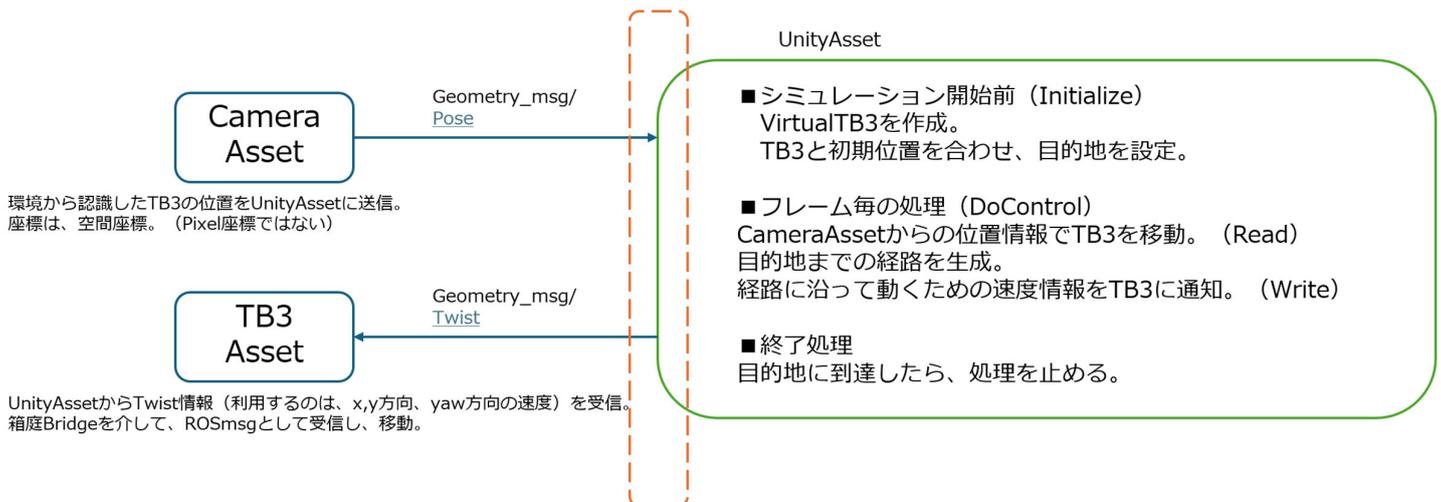
モジュール構成



TB3の位置を画像認識プログラムで推定。
 箱庭Unity環境へ、位置情報を送信。
 箱庭Unity環境で、目的地までの経路を生成し、
 目的地へ移動するための情報をTB3に送信。
 MR端末 (HoloLens2) で、目的地までの経路を重畳し確認。

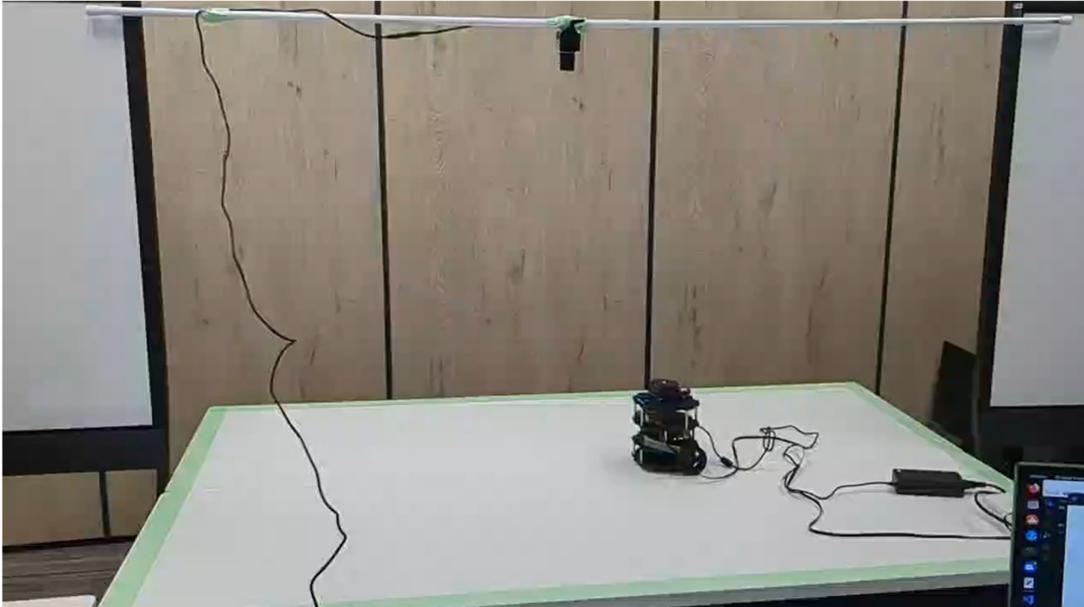
JASA デジタルツインデモ構築

データ形式と処理の流れ (イメージ)



CameraAssetやTB3Assetは、RosTopicで通信。
 UnityAsset側は、箱庭PDUで通信。

➡ ROS対応センサ、ロボットであれば、箱庭環境と簡単に接続できる！



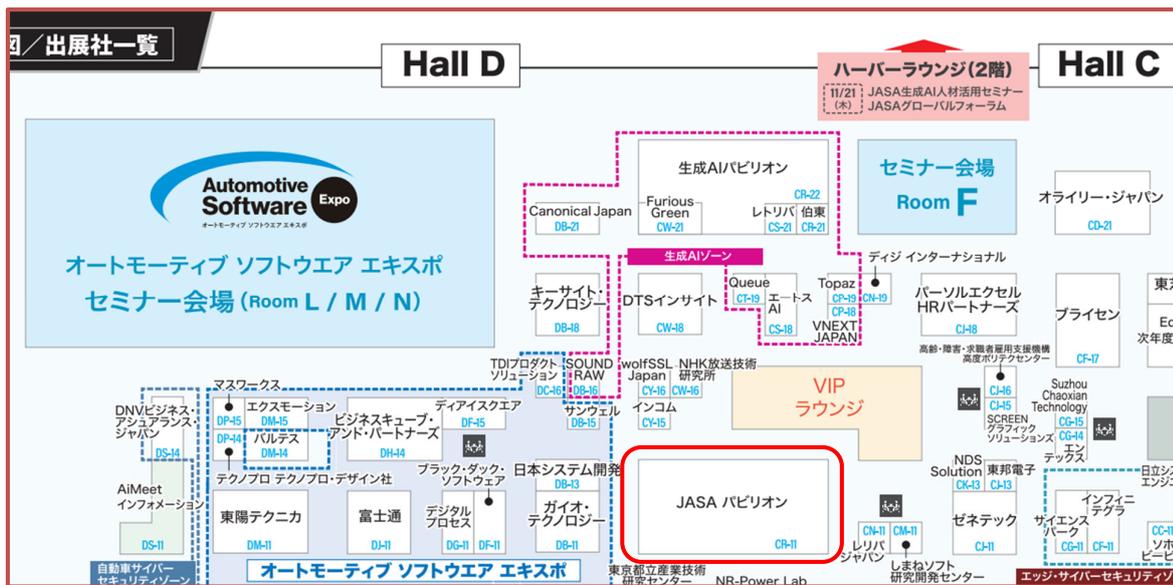
↑ 実際のデバッグ中の動作

HoloLensから見える画像→



一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© Japan Embedded Systems Technology Association



JASAパビリオン コモングラウンド委員会の展示スペースで、
展示していますので、ブースに遊びに来てください！
ご意見、アドバイスお待ちしております！！

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

© Japan Embedded Systems Technology Association



デモ開発で良かったところ

- ・箱庭がバーチャルとリアル通信部分など隠蔽してくれているため、PDUの型と名前さえ決めれば、バラバラに開発して繋げられる。
- ・ROS対応のものは、箱庭と簡単に通信できることが実証できた。
- ・Zenohを利用した通信は、リアルタイム性が高いことがわかった。
- ・箱庭側でサポートを手厚くしてもらった。

デモ開発で苦労したところ

- ・カメラの位置の設定。キャリブレーション。
- ・座標系の話。(単位、右手系、左手系、原点)
- ・TB3の位置ズレ。認識誤差、認識速度。
- ・TB3の応動時間。
- ・箱庭の環境構築の際、Windowsという部分でハマった。
- ・箱庭を利用するラーニングコストがかかった。
- ・通信部分の不具合を解析する場合、原因を特定するために時間がかかった。
→RaspberryPiなどを準備し、Unityからつながってるかどうかは事前に、確認しておいた方が良い。

今回のJASAデジタルツインデモ構築の内容は、Interfaceの続きの記事として、掲載予定です！

ベースができたので、これから色々検証していきます！



© Japan Embedded Systems Technology Association

27

コモングラウンド委員会メンバー募集



コモングラウンド委員会で一緒に活動してみませんか？
月に一回の委員会MTGをヒアリングのみでもOK！
ハイブリッドなので地方もOK！
JASA会員じゃなくてもOK！



活動内容

- ・デジタルツイン、コモングラウンド、デジタルライフラインについて、以下の活動を行い理解を深める。
 - 専門家、有識者を招き勉強会、白熱教室を実施
 - それらを、実現するための技術調査、課題解決方法の検討
- ・業界団体と連携し、情報交換、共創の場の提供
- ・技術成果発表会、展示会（EdgeTech+、EdgeTech+ West等）でのセミナーの実施
- ・共創プロジェクトの実現
- ・JASAデジタルツインデモ作成
- ・ドローンWG、スマートライフWGと連携した活動



© Japan Embedded Systems Technology Association

28

「箱庭まつり #2」を開催します！



■ 今年の怒涛の成果を見て触れて総まとめ！ [+忘年会あり]

- ・ 「箱庭のセカイ」に実際に見て触れて楽しめる！現地開催でのオフラインイベントです！！
- ・ 日時：2024年12月08日(日) 13:30-17:30 (13:00開場)
- ・ 会場：Good Space 西新宿401 (<https://maps.app.goo.gl/AbS2e3vvWU61n8HaA>)

第1部では、箱庭の活動に縁の深い方々をお招きしての「ゲストトーク」を企画しています。どのような活動をされているかを紹介いただき、そこからの箱庭技術への期待を語っていただきます。

第2部では、箱庭WGでコアに活動しているメンバによる「話題提供」を行います。最近の活動成果やこれからの野望！？などを語ります。

第3部では、実際に箱庭を触ってみよう！の「体験会」です。2024年の大きな開発成果である「箱庭ドローンシミュレータ」や箱庭ブリッジ技術を活用した「デジタルツインのセカイ」を存分に体験いただきます。途中入退場も歓迎です。

■ Connpassで参加者募集中です！

<https://connpass.com/event/323118/>



29

一般社団法人
組込みシステム技術協会
Japan Embedded Systems Technology Association

Robot Innovation Week 2024



Robot Innovation Week 2024でセミナー実施します。

概要：ロボットアームや移動ロボット、自動搬送、IoT、AIソリューションなどに関するユーザカンファレンスおよび最新技術の展示を通じて、活用事例や実証実験、研究開発の事例をご紹介し、それらのソリューションを体感できる技術交流イベントです。

日時：2024年12月11日(水)～13日(金)

会場：名古屋国際会議場 2号館

URL：<https://techshare.co.jp/riw2024-top/>

セミナー：<https://techshare.co.jp/riw2024-top/fadiy-conference2024/c10/>

JASAの取組みと箱庭を活用したデジタルツイン工場デモ紹介

JASA (組込みシステム技術協会) / 株式会社クレスコ

國井 雄介

JASACoMonground委員会では、人とロボットが協調動作するSociety 5.0の世界を実現するため、CoMongroundの考え方を参考に、インフラ協調型デジタルツイン環境のエッジ側設計ガイドラインについて議論している。本セミナーでは、フィジカル空間とサイバー空間を接続する際の組込み側のポイント、そして工場の自律化を事例に箱庭を用いて作成したデジタルツイン環境の紹介を行う。

30



参考URL

東京大学生産技術研究所5部 豊田研究室

<https://commonground.iis.u-tokyo.ac.jp/>

コモングラウンドリビングラボ

<https://www.cgll.osaka/>

コモングラウンドリビングラボ note

https://note.com/cgll_osaka

コモングラウンドコンセプトムービー

<https://www.youtube.com/watch?v=lfD73k55IDU>

デジタルライフライン全国総合整備計画

https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/digital_architecture/lifeline.html

Ouranos Ecosystem (ウラノス・エコシステム)

https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/digital_architecture/ouranos.html

箱庭

<https://toppers.github.io/hakoniwa/>

箱庭ラボ

<https://hakoniwa-lab.net/>



© Japan Embedded Systems Technology Association

31



【EdgeTech+2024
Society5.0を実現するためのエッジテクノロジーの役割】

2024/11/22 発行

発行者 一般社団法人 組込みシステム技術協会
東京都 中央区 入船 1-5-11 弘報ビル5階
TEL: 03(5643)0211 FAX: 03(5643)0212
URL: <http://www.jasa.or.jp/>

本書の著作権は一般社団法人組込みシステム技術協会(以下、JASA)が有します。
JASAの許可無く、本書の複製、再配布、譲渡、展示はできません。
また本書の改変、翻案、翻訳の権利はJASAが占有します。
その他、JASAが定めた著作権規程に準じます。



© Japan Embedded Systems Technology Association

32

