



箱庭チュートリアル会 #5

組込みやさんが考えるコモングラウンド！！ ってなんなん？

2023年7月20日
コモングラウンド委員会
國井 雄介



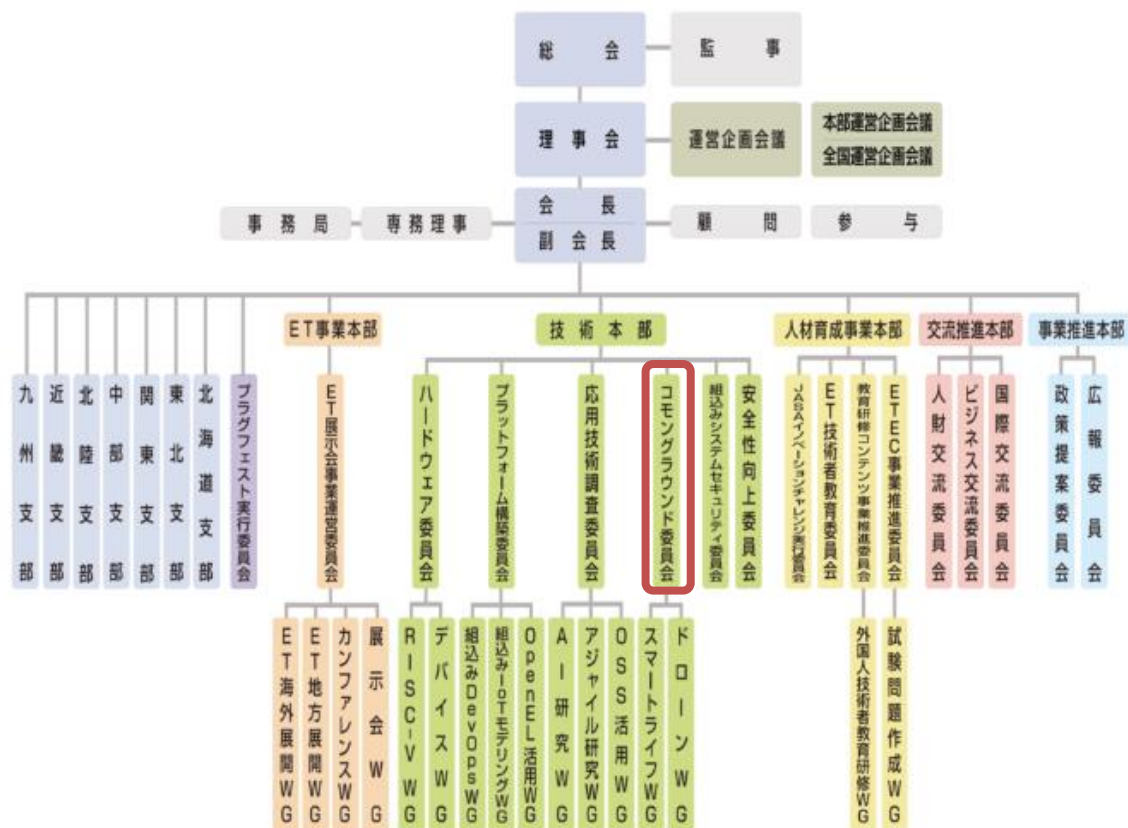
- JASA コモングラウンド委員会では、コモングラウンドについて、**調査、勉強中**です。認識を誤っているところもあるかもしれません。是非、指摘をお願い致します。
- コモングラウンドは、抽象度の高い概念（考え方）であり、それぞれの立場、捉え方により、いろいろな解釈、説明があると思っています。
- コモングラウンドの考え方の実装や実証実験をしているのが、COMMON GROUND LIVING LABになります。
<https://www.cgll.osaka/>
- JASAコモングラウンド委員会は、上記団体とは直接関わりはありません。コモングラウンドの考え方に賛同し、組込み開発者の立場で、コモングラウンドの実用化に向け協力していきたいと考えております。
- 今日の発表自体は、30~40分程度を予定しており、その後は、皆様とディスカッションできればと思っています。

豊田先生には、了承を得ています。

JASAについて



名称	組込みシステム技術協会
目的	組込みシステムにおける応用技術に関する調査研究、標準化の推進、普及及び啓発等を行うことにより、組込みシステム技術の高度化及び効率化を図り、もって我が国の産業の健全な発展と国民生活の向上に寄与すること。
URL	https://www.jasa.or.jp/



コモングラウンド委員会紹介



2015年より活動していた、IoT技術高度化委員会を継承し、2023年4月コモングラウンド委員会を立ち上げました。

コモングラウンド委員会

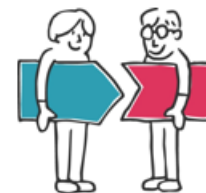
- ・コモングラウンドの調査・研究
- ・各WGのとりまとめ
- ・渉外、関連団体との連携

①ドローンWG

- ・ドローン開発におけるシミュレータ活用の研究調査
- ・国産産業用ドローンの機体開発(VTOL型)
- ・ドローンとローバーの協調動作
- ・衝突回避、墜落回避、制御不能状態の回避などの標準PF研究
- ・ドローンセンシングなどドローンの利活用技術の研究

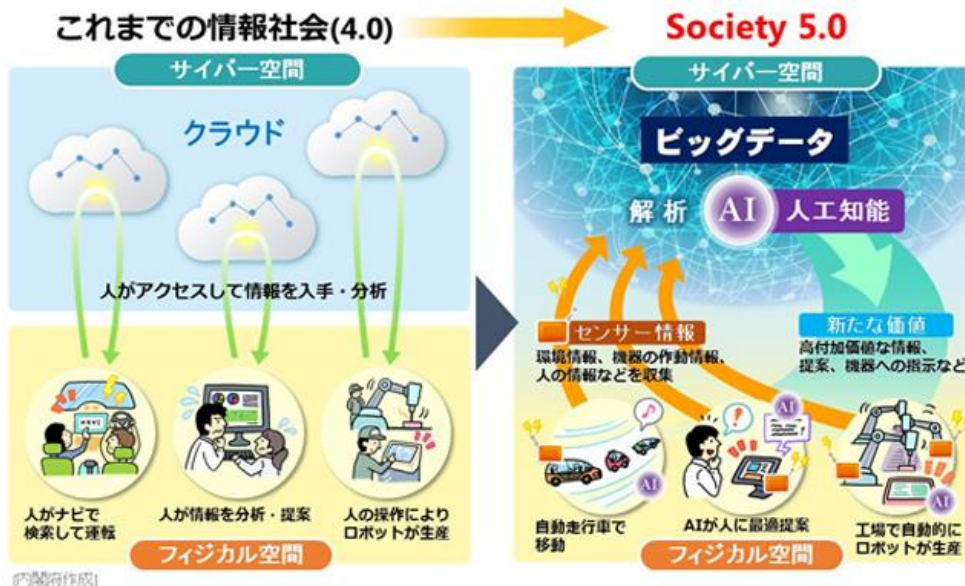
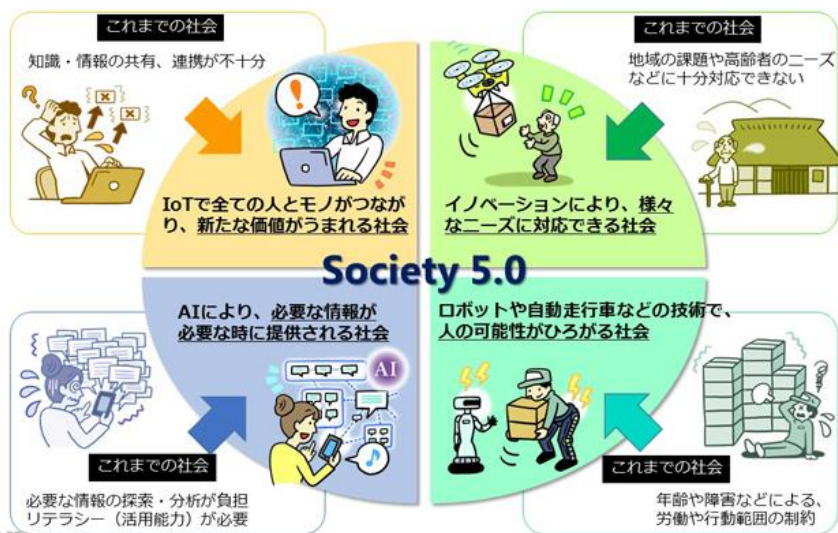
②スマートライフWG

- ・エモーションキャッチセンサとデータの研究
- ・エモーションドリブンのサービスユースケースの研究
- ・QOLの向上サービスへの展開
- ・プロトタイプを作成し、実証実験を行う
- ・エモーションのデジタル空間への適用



ifLink
Open Community

コモングラウンド委員会紹介



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（Society）

IoTが成熟し、データを集め、解析するところまでは、実現されている。今後は、実空間からの情報でシミュレーションした結果を、実空間へフィードバックし、人間とアバター（ロボット、ドローン、自動運転車など）が協調して動く世界を実現していく必要がある。そのために**コモングラウンド**という考え方が重要となると考え、委員会名を変更し新たに活動を開始しました。



活動内容

- 毎月の委員会の実施。今年度は基本ハイブリッドで実施予定。
- 委員会では、シミュレーション、デジタルツイン有識者を招き勉強会を実施。
- コモングラウンドを実現するための、技術調査、課題解決方法検討。
- コモングラウンドを活用したDX推進。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。
- WGと連携した活動。
- 共創プロジェクトの実現。

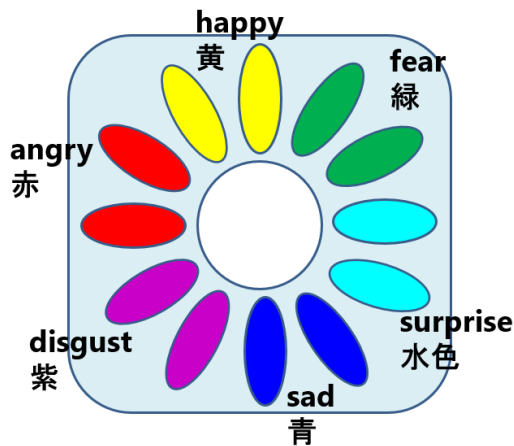
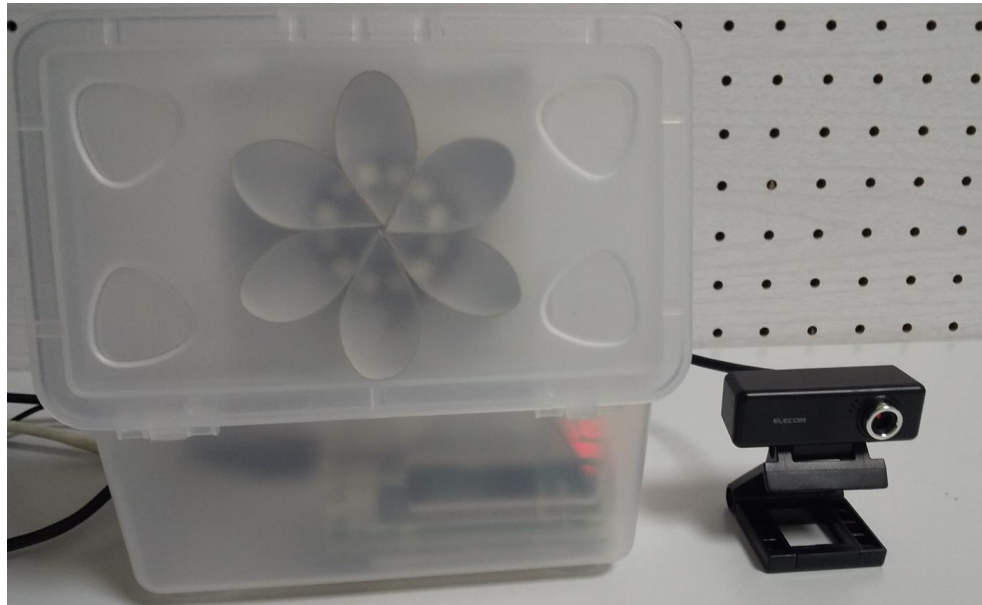
ドローンが活躍する小値賀町(最終イメージ)

一家に一台ドローンの町「小値賀町」構想



- ドローン開発におけるシミュレータ活用の研究調査
- 国産産業用ドローンの機体開発 (VTOL型)
- ドローンとローバーの協調動作
- 衝突回避、墜落回避、制御不能状態の回避などの標準PF研究
- ドローンセンシングなどドローンの利活用技術の研究

スマートライフWG紹介



- エモーションキャッチセンサとデータの研究
- エモーションドリブンのサービスユースケースの研究
- QOLの向上サービスへの展開
- プロトタイプを作成し、実証実験を行う
- **エモーションのデジタル空間への適用**



COMMON GROUND（コモングラウンド）

最初は、京都大学の西田豊明教授が提唱した人工知能分野での「コモングラウンド」という概念がある。

「人間社会が人工知能のもたらすベネフィットを最大限に享受できるようにするためには、人間社会と人工知能がともに依拠できる『共有基盤（Common Ground）』を構築し、発展させていく手法を確立することが不可欠です。

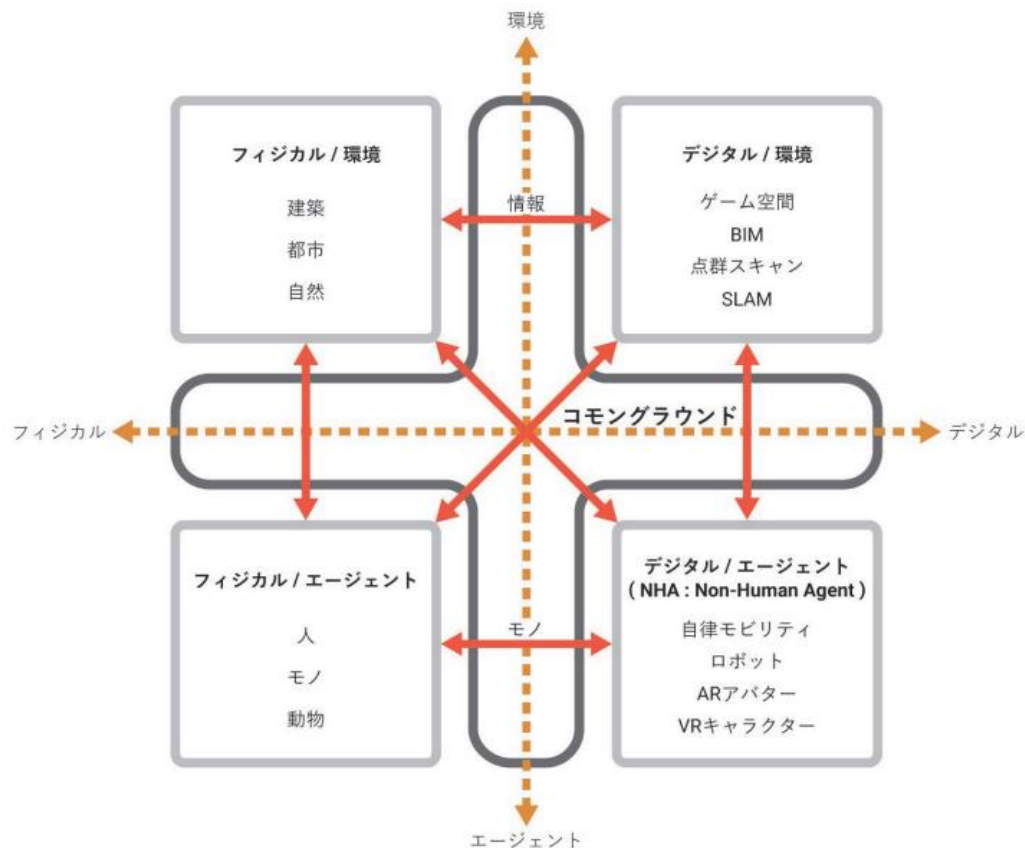
それを、建築デザイン事務所noizおよび株式会社gluon共同パートナー兼、建築家である豊田啓介氏が再定義。

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。

コモングラウンドとは？



＜建築・都市領域のコモングラウンド＞



今後、メタバースが現実世界に接続されていく。

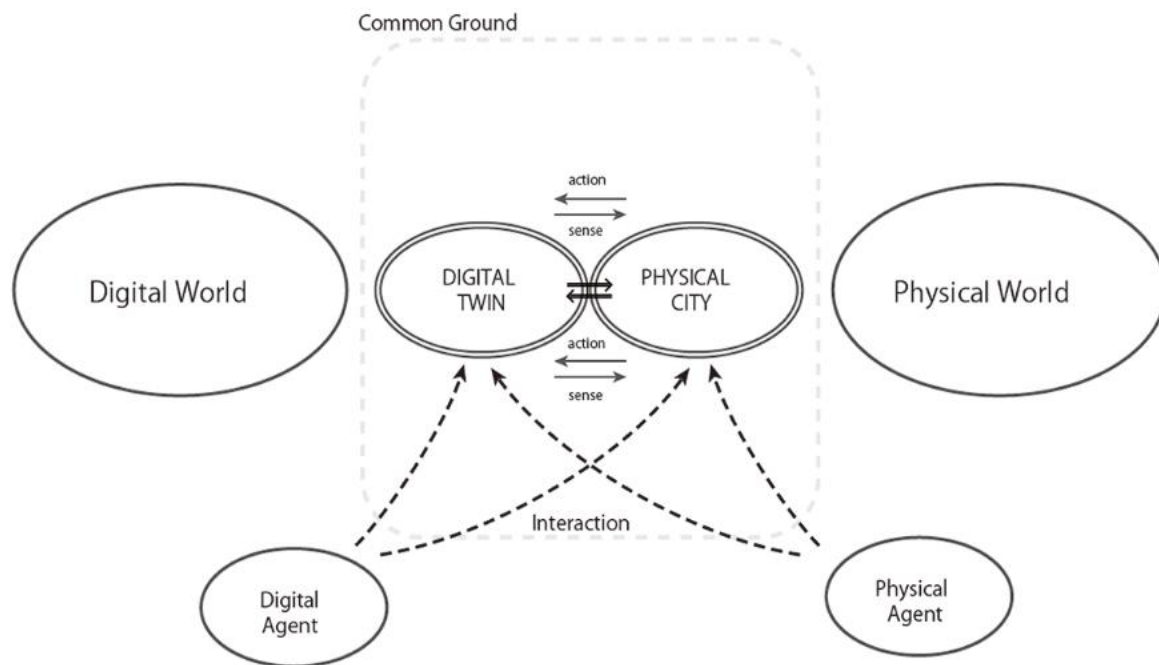
デジタルエージェントは、
フィジカル側を理解するのは難しい。

フィジカル環境 = デジタル環境を一致させれば、
現実世界を理解することができるが、
汎用的になっていない。
(それぞれモノがのセンサで取得している)

このデータ連携の仕組みを誰でも使えるように
空間記述をしておくのが、コモングラウンド。

https://www.iis.u-tokyo.ac.jp/media/2022-07/f_5_k-toyoda_j_2022.pdf

コモングラウンドとは？



コモングラウンドは、デジタルに閉じたものではなく、フィジカルから見たデジタルとデジタルから見たフィジカルを同等に重要なものとして扱う。

Year: 2018
Category: unsorted
Status: Built
Location: Tokyo, Japan
Photo Credit: noiz

コモングラウンドとは？

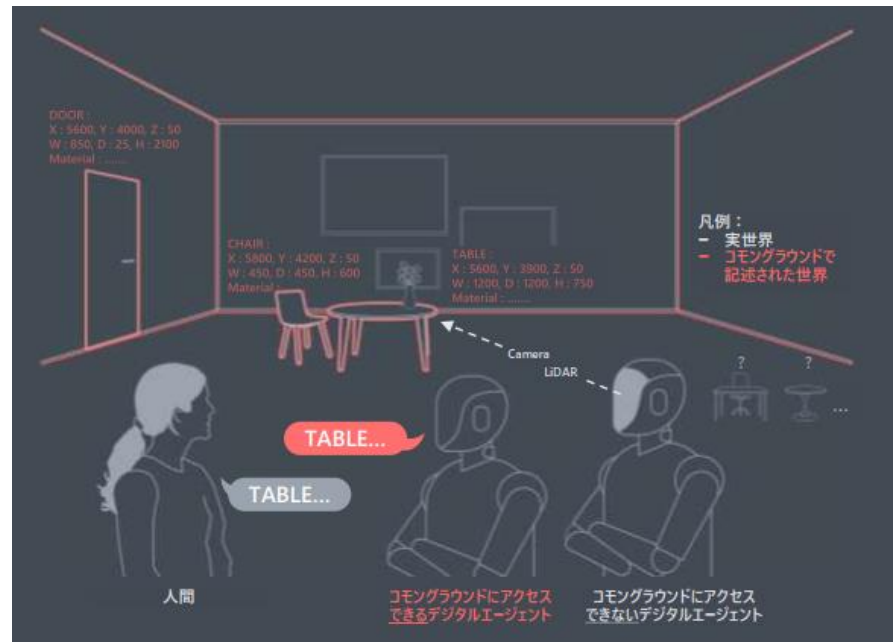


人が見る世界と、ロボットが見る世界の図解

リアルな世界

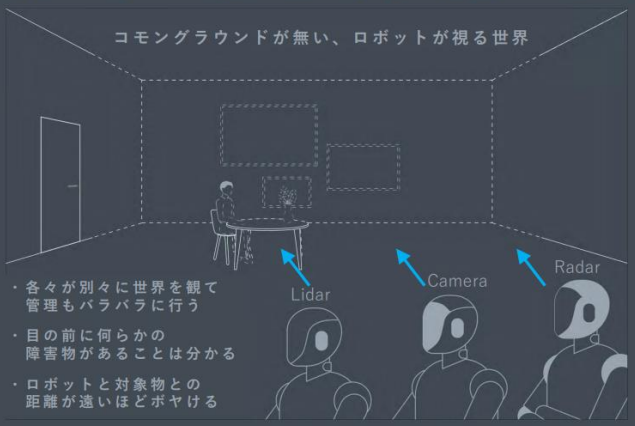


COMMON GROUND LIVING LAB



障害物の向こう側や遠い場所は把握できない。

コモングラウンドが無い、ロボットが見る世界



- ・ 各々が別々に世界を観て管理もバラバラに行う
- ・ 目の前に何らかの障害物があることは分かる
- ・ ロボットと対象物との距離が遠いほどボヤける

COMMON GROUND LIVING LAB

コモングラウンドが実現された世界では、人間とNHAが共通認識をもつ状態を作り出すことができる。

https://www.osaka.cci.or.jp/Chousa_Kenkyuu_Iken/press/210701cmn.pdf

コモングラウンドとは？





	説明	Pros	Cons
GIS(Geographic Information System)	地理的データ(空間的な情報)を収集、保存、管理、分析するためのシステム。 「PLATEAU」は「CityGML」、Google Earthには「KML」というGISの一種の体系が用いられている。	地理的な関係性の理解が容易。 地域計画やリソース管理などの活動に有用。 大きなスケールを静的データとして記述できる。	センチやミリ単位は扱えない。動的な記述には向かない。
BIM(Building Information Modeling)/CAD	建築物や施設に関するデータを3次元的にモデリングする手法	ミリ単位の記述も可能。	建築目的に特化しているため、環境記述の能力は低い。
Voxel	3次元空間を小さな立方体で区切り、各立方体に情報を割り当てる手法。	高い詳細度で物体や環境を表現できる。 ボクセルごとに属性を保持できる。 PointCloudよりも処理を軽くできる。	固定された格子状の構造を持つため、柔軟な形状表現には制約がある。 滑らかな曲面や細かい詳細を表現するのには向いていない。
PointCloud	3次元空間の点の集合で、物体や環境の形状を表現する手法。	高密度の点群を用いて精密な形状を表現できる。点ごとに属性情報を持てる。	データセットのサイズが大きく、処理が困難。 点の密度によっては形状の再構築が困難。



デジタル空間とフィジカル空間の連携

次元	名称	意味	特徴
0D	Connecting Point	接点。センサデータのようなスカラーデータ。	次元を持たない。
2D	Inter-Face	接面。画面越し。 今のCPS。 (例：スマホなど) 2次元 + 音声。 感覚のチャンネルが少ない。	情報がフィルタリングされているため没入感がない。
3D	Inter-Space	実空間の記述。 高次元情報。 次世代のCPS。	実空間がそのままインターフェースである。

Inter-Space1.0

1. 時間/空間スケール間の連携
2. 室内外測位のシームレス化
3. 静的・動的空間記述の連携



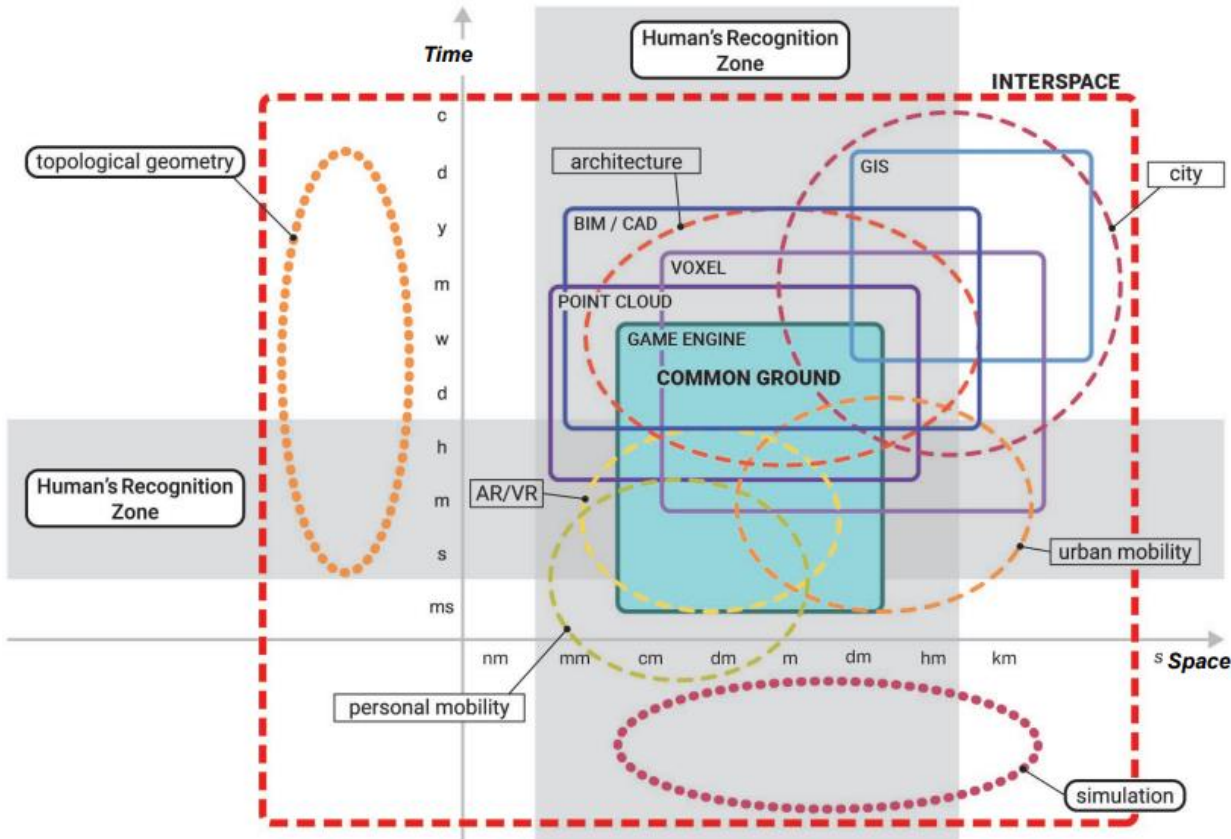
Inter-Space2.0

4. 空間の能動的メディアータ化

コモングラウンドとは？



デジタル空間記述の時空間スケールにおける分類



コモングラウンドは、
ゲームエンジン（UE）を利用している。
理由は、**双方向性**、**リアルタイム性**、
マルチエージェント性。

コモングラウンド
= ゲームエンジン + IoT

<https://commonground.iis.u-tokyo.ac.jp/wp-content/uploads/2022/12/12-NY-Symposium-%E5%A0%B1%E5%91%8A%E4%BC%9A.pdf>



Level of Dynamics in Digital Twin(LoDDT)

LoDDT-01. 3D Background for Data Visualization

データ可視化のための3D背景

LoDDT-02. MD Database (e.g. BIM)

高次元空間データベース

LoDDT-03. MD Simulation / Reinforced Learning Environment

高次元空間シミュレーション／強化学習環境

LoDDT-04. MD Immersive & Interactive Virtual Space (e.g. Metaverse)

高次元没入型／双方向型バーチャル空間

LoDDT-05. MD Immersive & Interactive CPS (e.g. Common Ground)

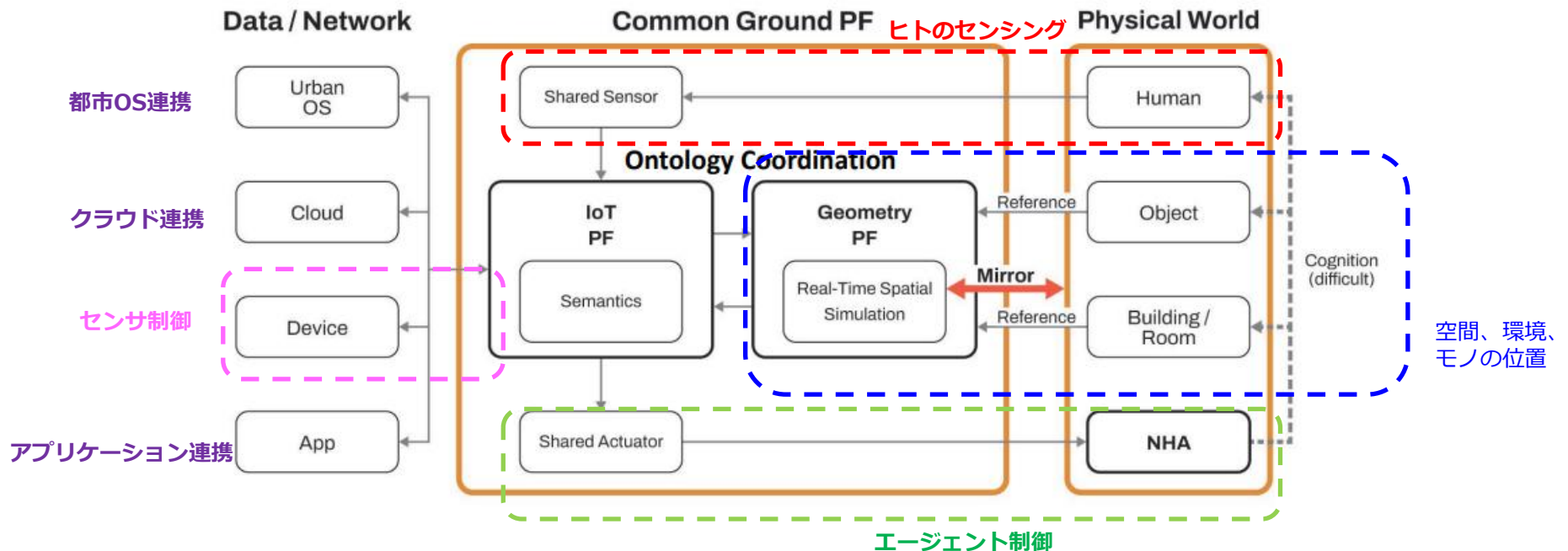
高次元没入型／双方向型 CPS (Cyber-Physical System)

<https://commonground.iis.u-tokyo.ac.jp/wp-content/uploads/2022/12/12-NY-Symposium-%E5%A0%B1%E5%91%8A%E4%BC%9A.pdf>

コモングラウンドとは？



コモングラウンド・プラットフォームの基本アーキテクチャ



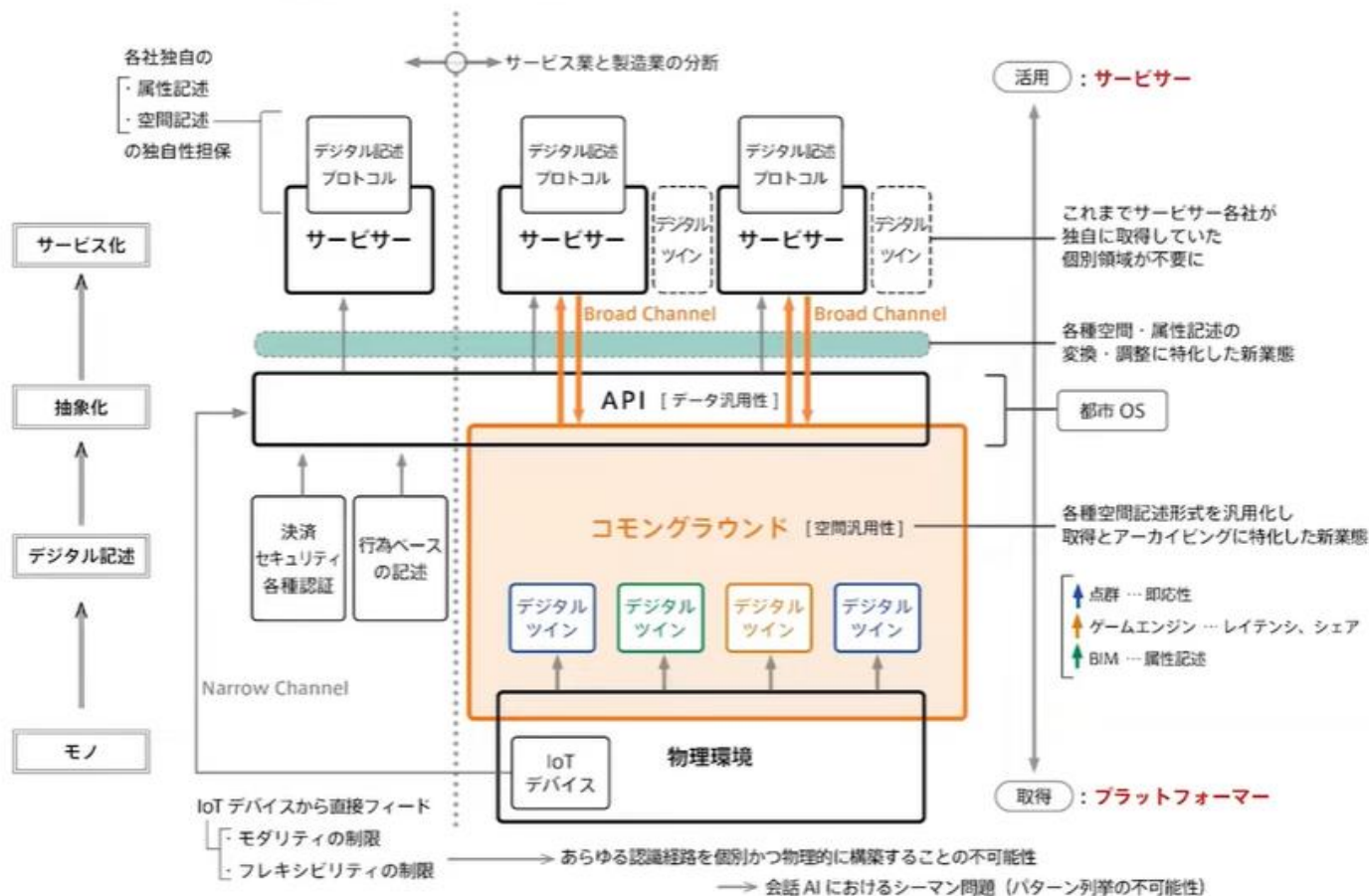
<https://commonground.iis.u-tokyo.ac.jp/wp-content/uploads/2022/12/12-NY-Symposium-%E5%A0%B1%E5%91%8A%E4%BC%9A.pdf>

コモングラウンドとは？



モノと情報の世界を接続する新しいデジタル3Dインターフェースとしてのコモングラウンドの概念

実空間、デジタル空間（都市OS）とコモングラウンド



Year: 2020

Category: unsorted

Status: Built

Location: Tokyo, Japan

Photo Credit: noiz

noiz



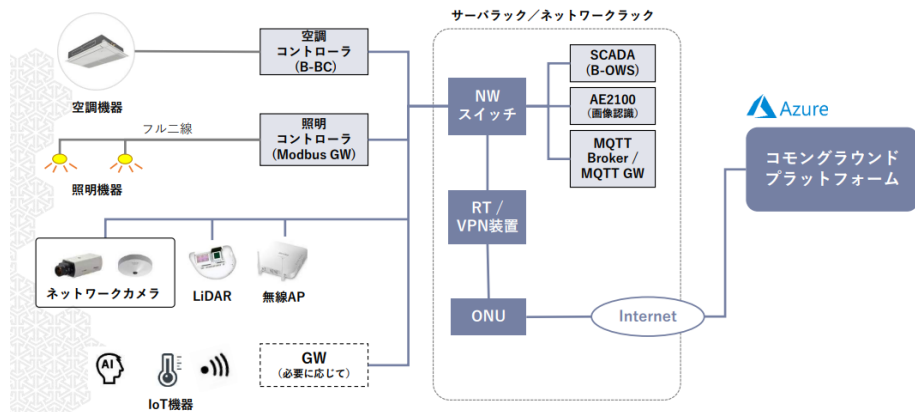
COMMON GROUND
LIVING LAB

異業種が集まり、コモングラウンドを試して作れる実験場

参加者がデータ/実験結果を互いに提供し、共有実証を進め、技術・運営ノウハウを先行して集積。
複数企業や団体が「フラットに議論、実験し、次世代都市の空間情報プラットフォーム実装を探る。

利用可能な設備とデータ

建物設備システム



コモングラウンド・プラットフォーム

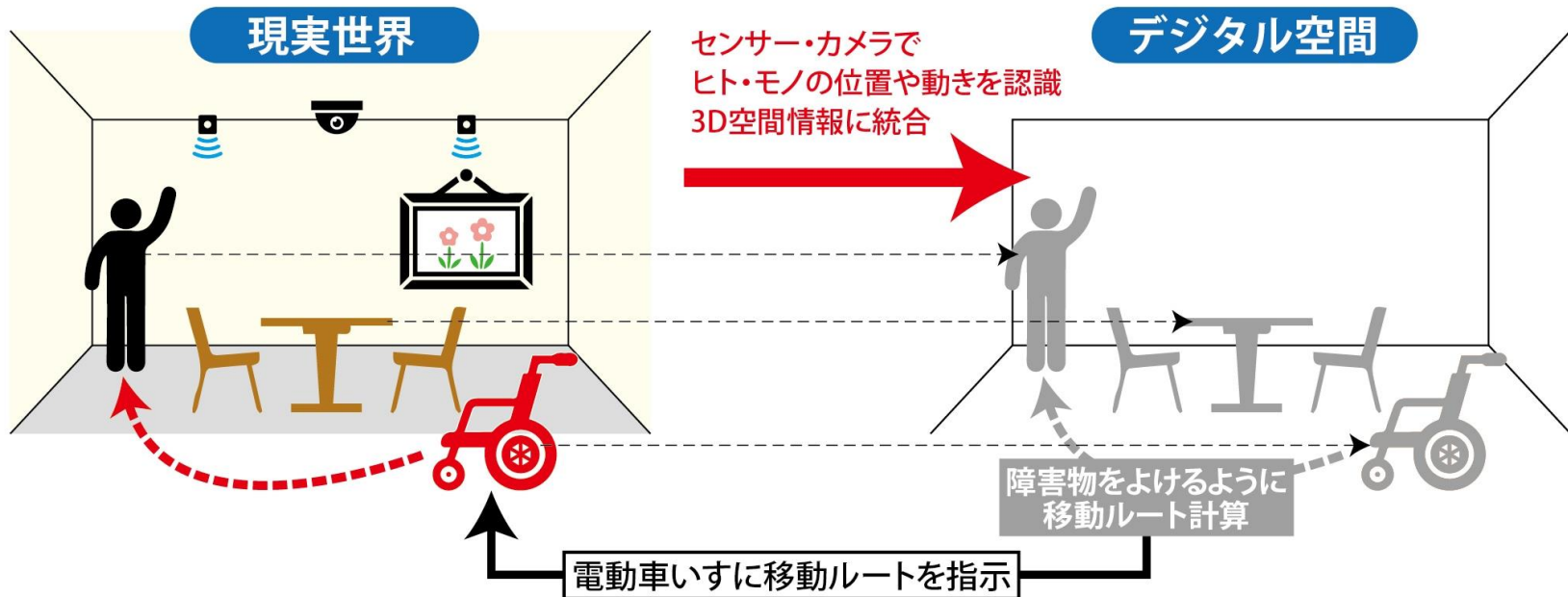
- ジオメトリデータ（点群データ、サーフェスマッシュ、など）や建物設備システムデータ、IoT設備データの取得が可能
- 既設のIoT設備を活用した解析結果や、メンバーがラボ内に設備やシステムを設置して取得したデータを、プラットフォームにデータを登録することが可能
- データ取得のためのサンプルコードの提供が可能



<https://www.cgll.osaka/>
https://www.cgll.osaka/assets/img/home/cgll_document.pdf

コモングラウンドとは

3D 情報を活用して、**現実世界とデジタル空間をリアルタイムにつなぐ** 技術



https://social-innovation.hitachi/ja-jp/article/common_ground/

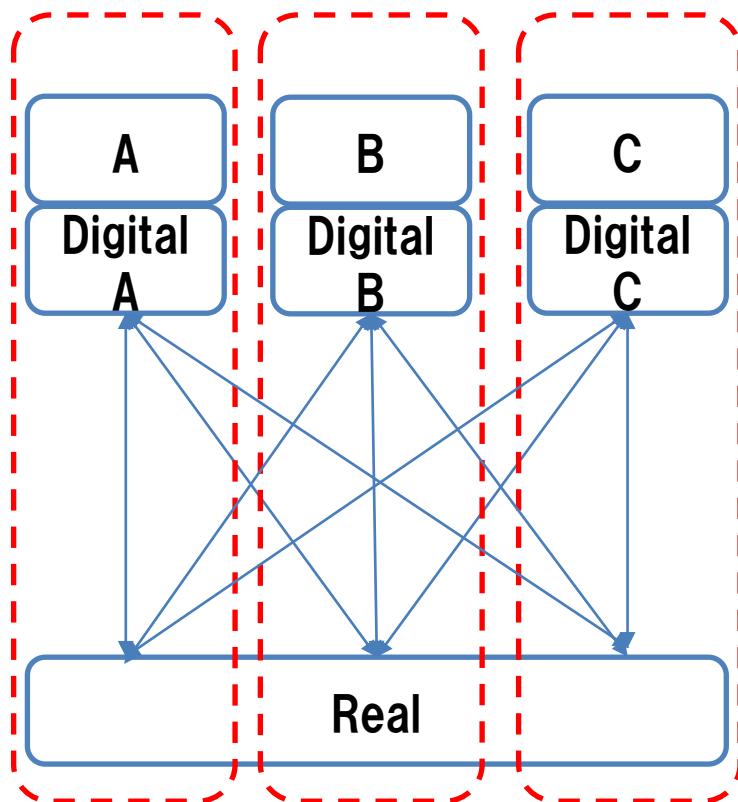


https://www.youtube.com/watch?v=IIMk2w35_c8&t=7s

コモングラウンドと、デジタルツインの違い

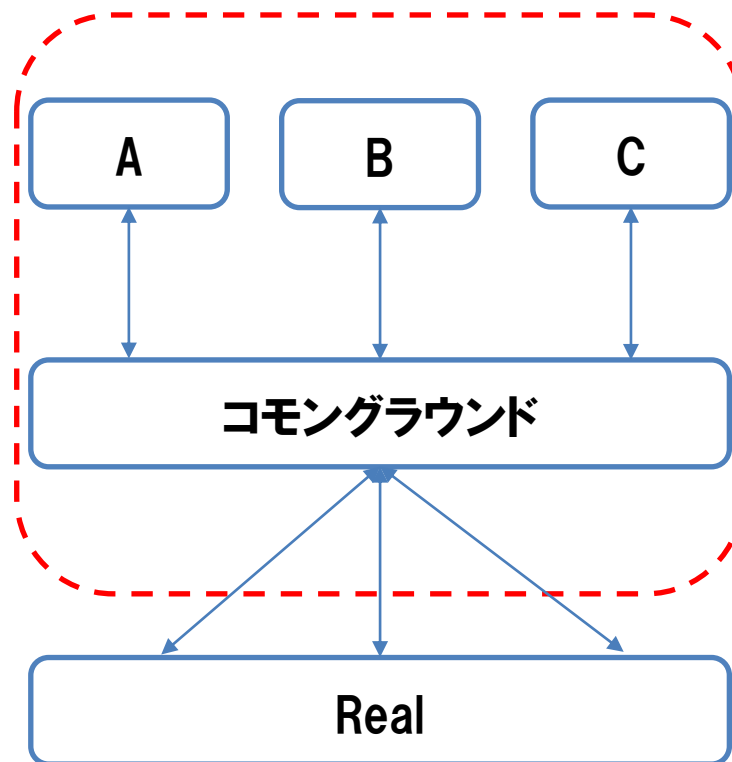


デジタルツイン



センサデータ、BIM、CADなどデータをそれぞれで取得し利用する。

コモングラウンド



センサデータ、BIM、CADなどデータを共通言語に変換したものを利用する。

デジタルツインは、現実世界をそっくりそのまま仮想世界にコピーした環境。コモングラウンドは、現実世界と仮想世界の間に位置し、リアルとデジタルの世界が重なり合う2つの共通基盤



1. 複数ロボットの位置情報管理、移動の可視化
2. 複数ロボットの最適ルート検索（ナビゲーション）
3. センサーでの3次元空間把握
（BIMと、建築現場の3D差分の比較）
4. ドローン、宅配ロボ等のスマートシティ実装
5. デジタルエージェント同士の回避行動
6. 動作する本体に極力センサーや機器を載せない
シンプルで安価なAGV開発
7. 設備側のシステムで管制制御

これら以外にもアイデア次第でまだまだ活用可能。



コモングラウンドと言っても、異なる領域や専門分野において、共通の基盤や枠組みを持つことは難しく、それぞれの分野で独自の概念や知識体系が存在することになる。
それぞれの領域で少しずつ異なるものが生まれていく。

コモングラウンドを実現するには、AI、クラウド、ゲームエンジンだけでは、不可能。
物理世界につながる、センサ、アクチュエータの制御など**組込み技術**が必要かつ重要になってくる。
そこに、JASAとしての知見を活かし、ともにコモングラウンドを推進していきたい。



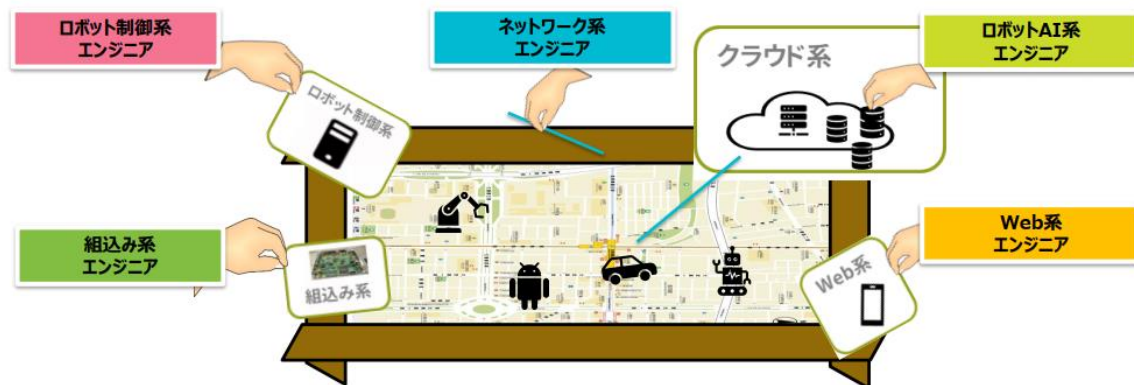
1. ゲームエンジンへのデータ（BIMなど）の取り込み
2. 3DCGの作成（テクスチャのマッピングやライティング）
3. 点群データの処理（億単位の高速処理とラベル付）
4. コモングラウンドでの分析や予測結果を
現実空間に反映する技術
5. シミュレーションの課題（得意分野が異なる）
6. 室内から室外、室外から室内へのシームレスな移動
7. リアルタイム性
8. ビジネスの課題（どのように価値をお金に変えるか）
9. 空間センシングの課題（センサの種類、精度、数など）
10. 空間情報の再現率（リアルにすればするほどデータ量増）

**これら以外にも課題はまだあると考えられるが、
青字の部分は、組み込みとして考えるべき課題でもある。**

コモングラウンド委員会では、箱庭のコンセプトに賛同しており、箱庭を活用し、コモングラウンドの実証実験ができないか？ということを考えています。

『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&実証実験!



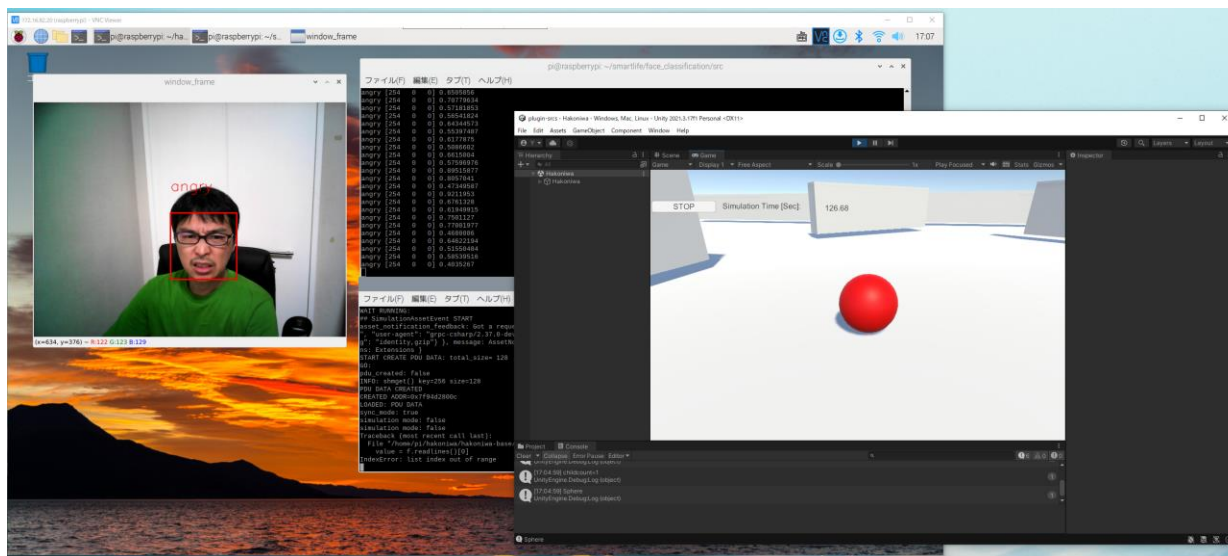
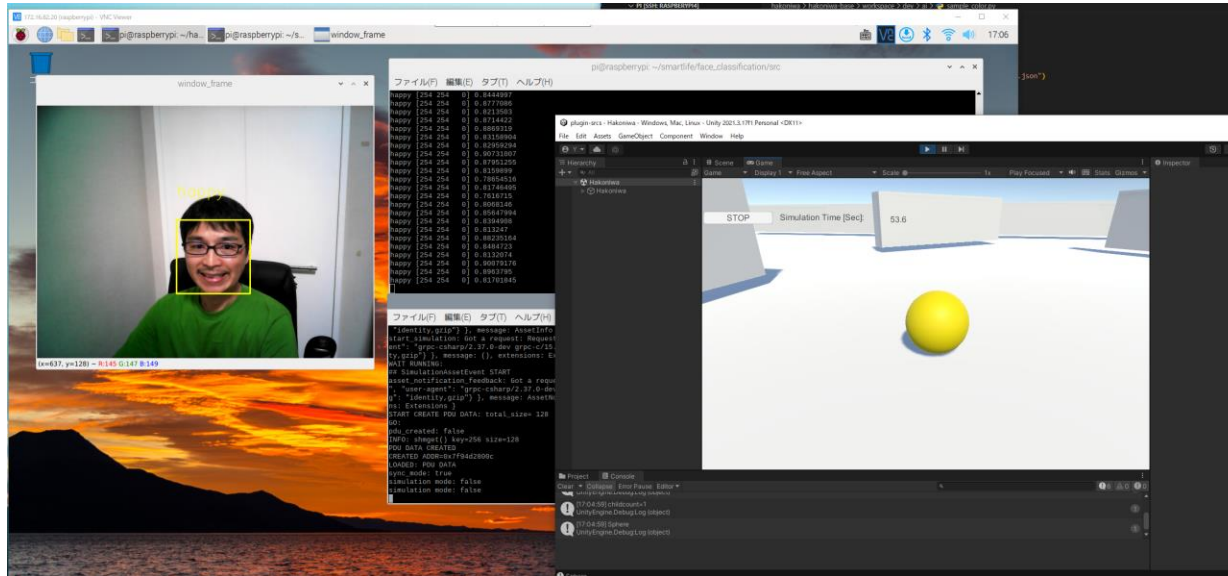
<https://www3.nhk.or.jp/news/html/20220530/k10013622841000.html>

ドローンとローバーの協調動作

CG対応・自律移動制御・参照アーキテクチャ（6月版）



アバターへのエモーションの投影





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

- 毎月の委員会の実施。今年度は基本ハイブリッドで実施予定。
- 委員会では、シミュレーション、デジタルツイン有識者を招き勉強会を実施。
- コモングラウンドを実現するための、技術調査、課題解決方法検討。
- コモングラウンドを活用したDX推進。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。
- WGと連携した活動。
- 共創プロジェクトの実現。



参考URL

Common Ground Symposium 2022

<https://commonground.iis.u-tokyo.ac.jp/wp-content/uploads/2022/12/12-NY-Symposium-%E5%A0%B1%E5%91%8A%E4%BC%9A.pdf>

メタバースの次：インタースペースとコモングラウンド

<https://www.youtube.com/watch?v=AroDQWw26IA&list=WL&index=4&t=3667s>

東京大学生産技術研究所5部 豊田研究室

file:///C:/Users/u2005094/AppData/Local/Temp/MicrosoftEdgeDownloads/5b8ee3c1-0abe-4db9-bfcd-f4d1615b455d/f_5_k-toyoda_j_2022.pdf

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



【組込みやさんが考えるコモングラウンド！！ってなんなん？】

2023/7/20 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、JASTA) が有します。
JASTA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JASTAが占有します。
その他、JASTAが定めた著作権規程に準じます。

