

超実時間モニタリングのための ロボット知能化基盤技術と5G社会

東京都立大学

久保田 直行

学内研究組織

武居 直行

和田 一義

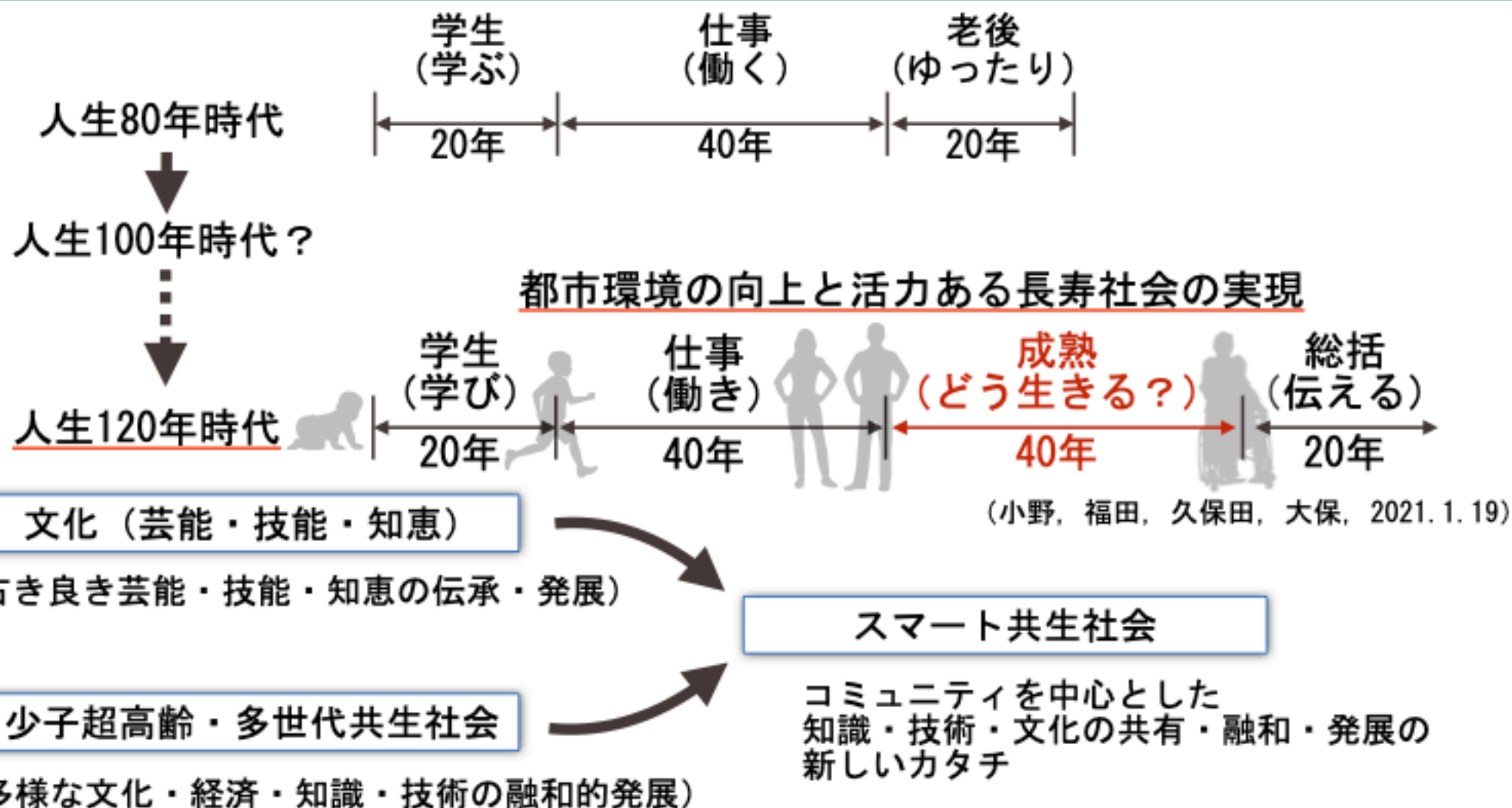
橋本 美芽

藤本 泰成

Wei Hong Chin

Azhar Aulia Saputra

*Wei Quan



背景 2 : 「国際研究環」から「ムーンショット」へ

内閣府ムーンショット目標 3. 2050年までに、
AIとロボットの共進化により、自ら学習・行動し
人と共生するロボットを実現 (PD: 福田敏男・名城大学)

「活力ある社会を創る適応自在AIロボット群」
(PM: 平田 泰久・東北大学)

「AIロボット群共進化システムインテグレーション」
ビッグデータに基づく暗黙知と形式知の体系化と
人・ロボット・AIをシームレスに統合する共進化型
システムインテグレーションプラットフォームの構築
(東京都立大学: 久保田・高間・和田・下川原)

NEW LIFE! *With* AI ROBOTs

すべての人がすこやかに生きるための、ロボット社会へ



「ゆりかごから墓場まで」持ち主とともに
成長するパートナー AI ロボットが豊かな
生活をサポート

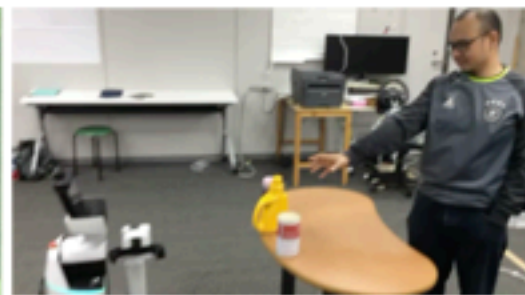
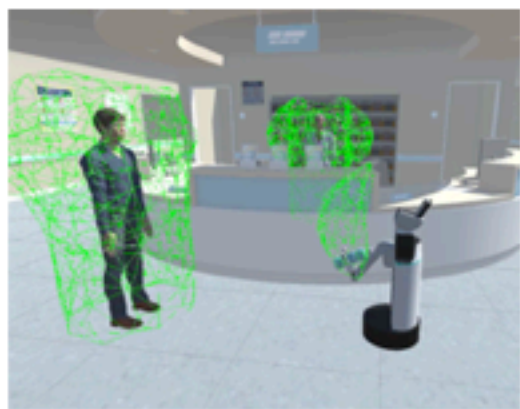
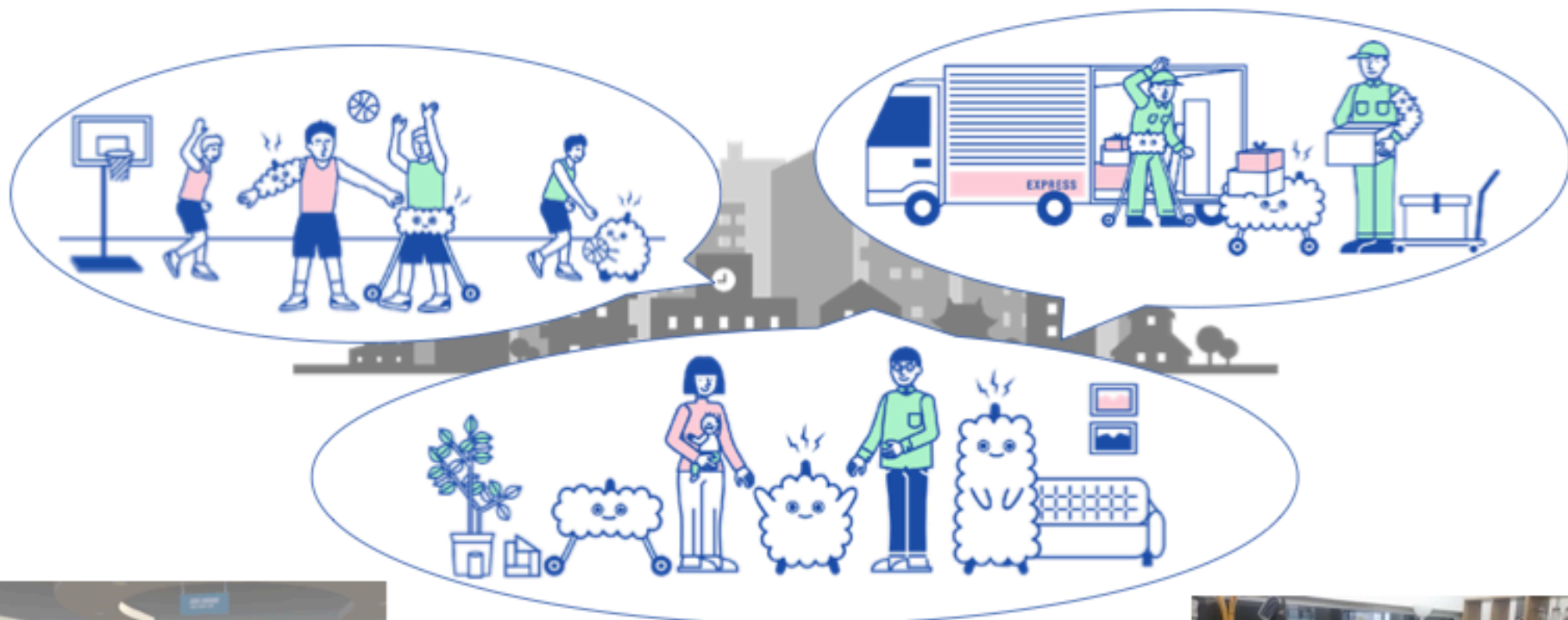


<https://www.ist.go.jp/moonshot/program/goal3/index.html>

<http://srd.mech.tohoku.ac.jp/moonshot/>

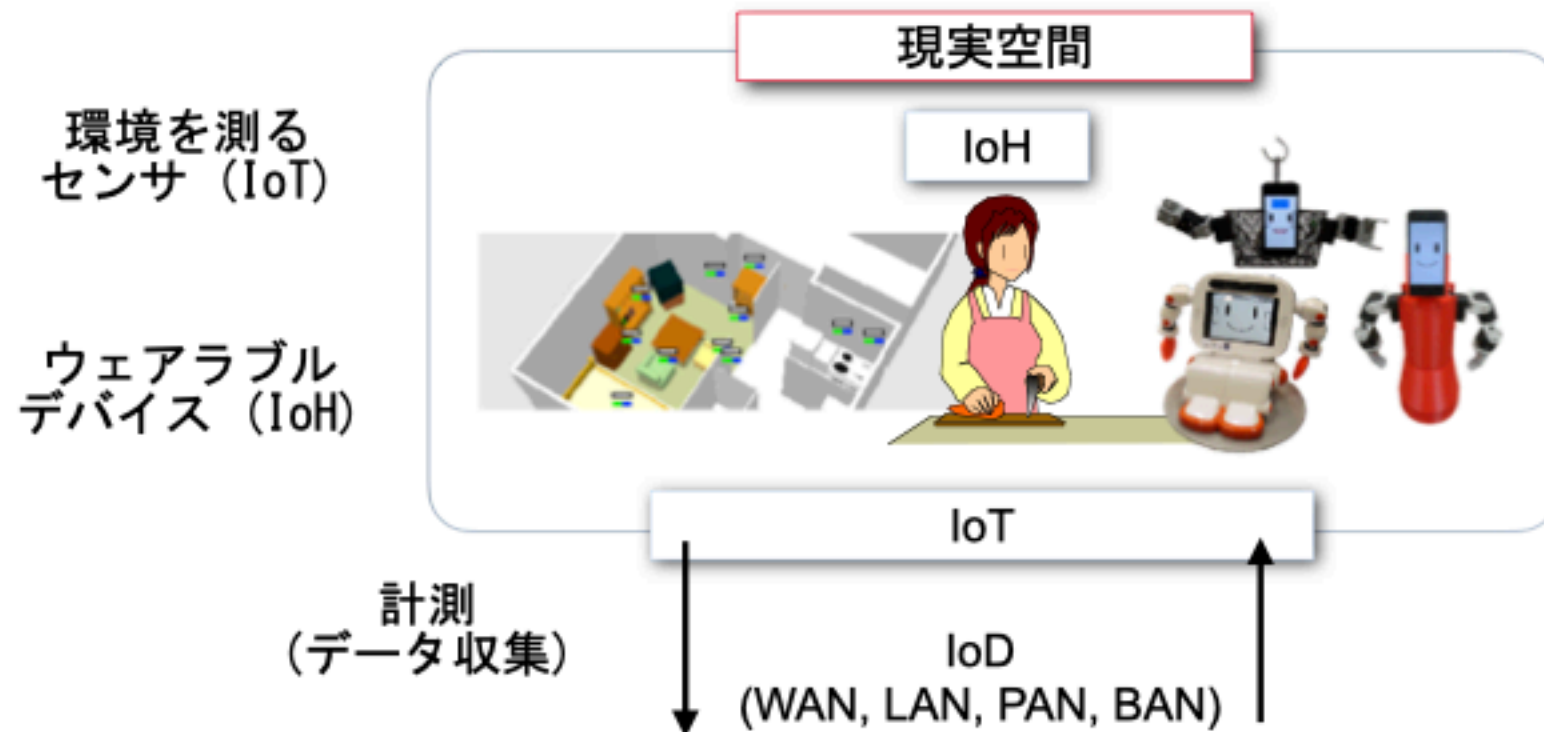
・ スマーター・インクルーシブ・ソサエティ

- ・ 全ての人々のための社会 “a society for all”
- ・ 誰1人取り残さない多様性のある包括的な世界 “leave no one behind”



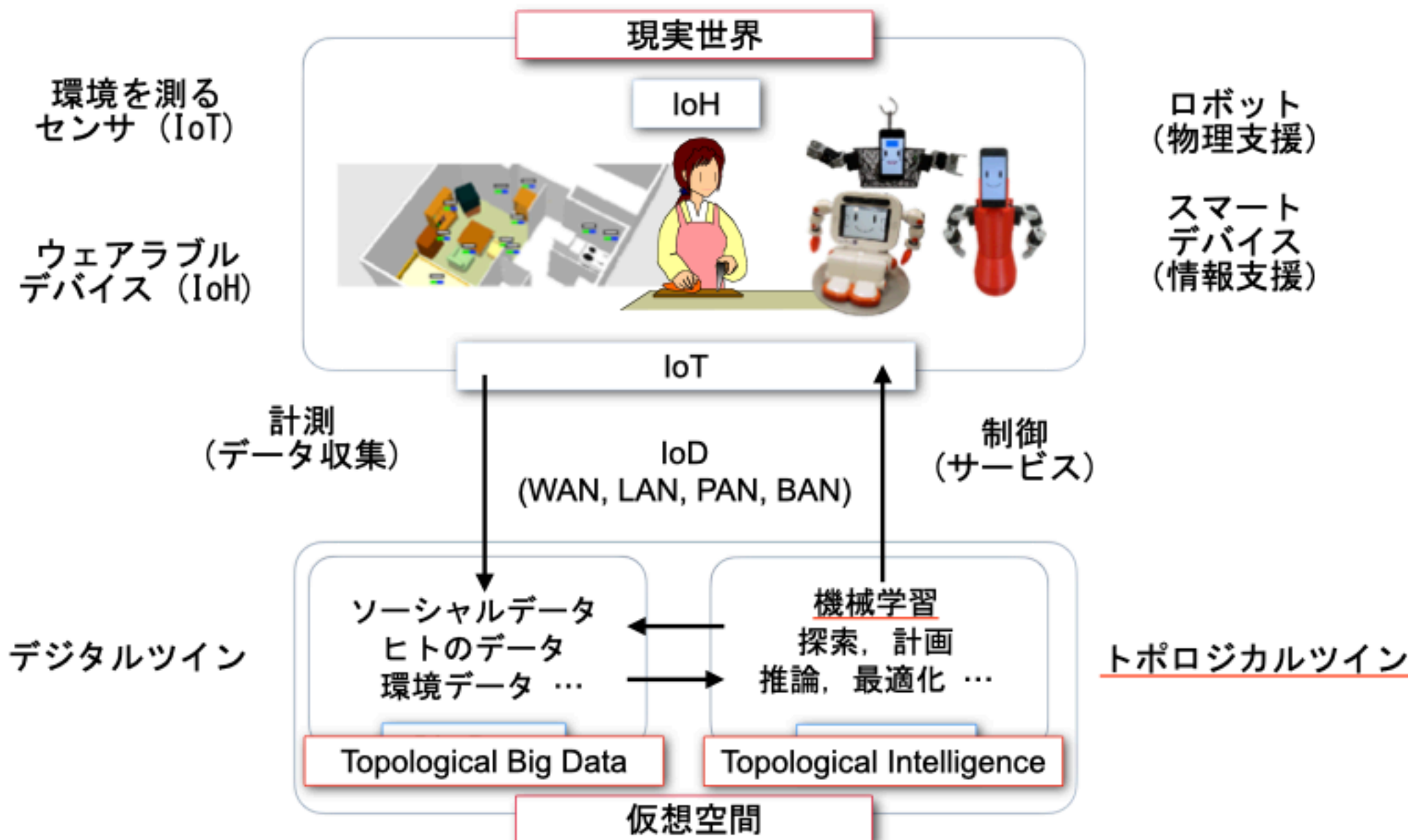
・ IoE (Internet of Everything)

- IoD (Internet of Digital / Data, デジタル (機器) のインターネット)
- IoT (Internet of Things, モノのインターネット)
- IoH (Internet of Human, ヒトのインターネット)



- ・ Industry 4.0、
- ・ Society 5.0、
- ・ スマーター・シティ、
- ・ デジタルトランスフォーメーション (Digital Transformation : DX)
- ・ Cyber-Physical-Social/Human System (CPSS, CPHS)、
- ・ デジタルツイン、

Cyber-Physical System (CPS)、デジタルツイン



Cyber-Physical-Social/Human System (CPSS, CPHS)

心の世界

現実世界

IoH



環境を測る
センサ (IoT)

ウェアラブル
デバイス (IoH)

ロボット
(物理支援)

スマート
デバイス
(情報支援)

IoT

計測
(データ収集)

IoD
(WAN, LAN, PAN, BAN)

制御
(サービス)

ソーシャルデータ
ヒトのデータ
環境データ ...

機械学習
探索, 計画
推論, 最適化 ...

デジタルツイン

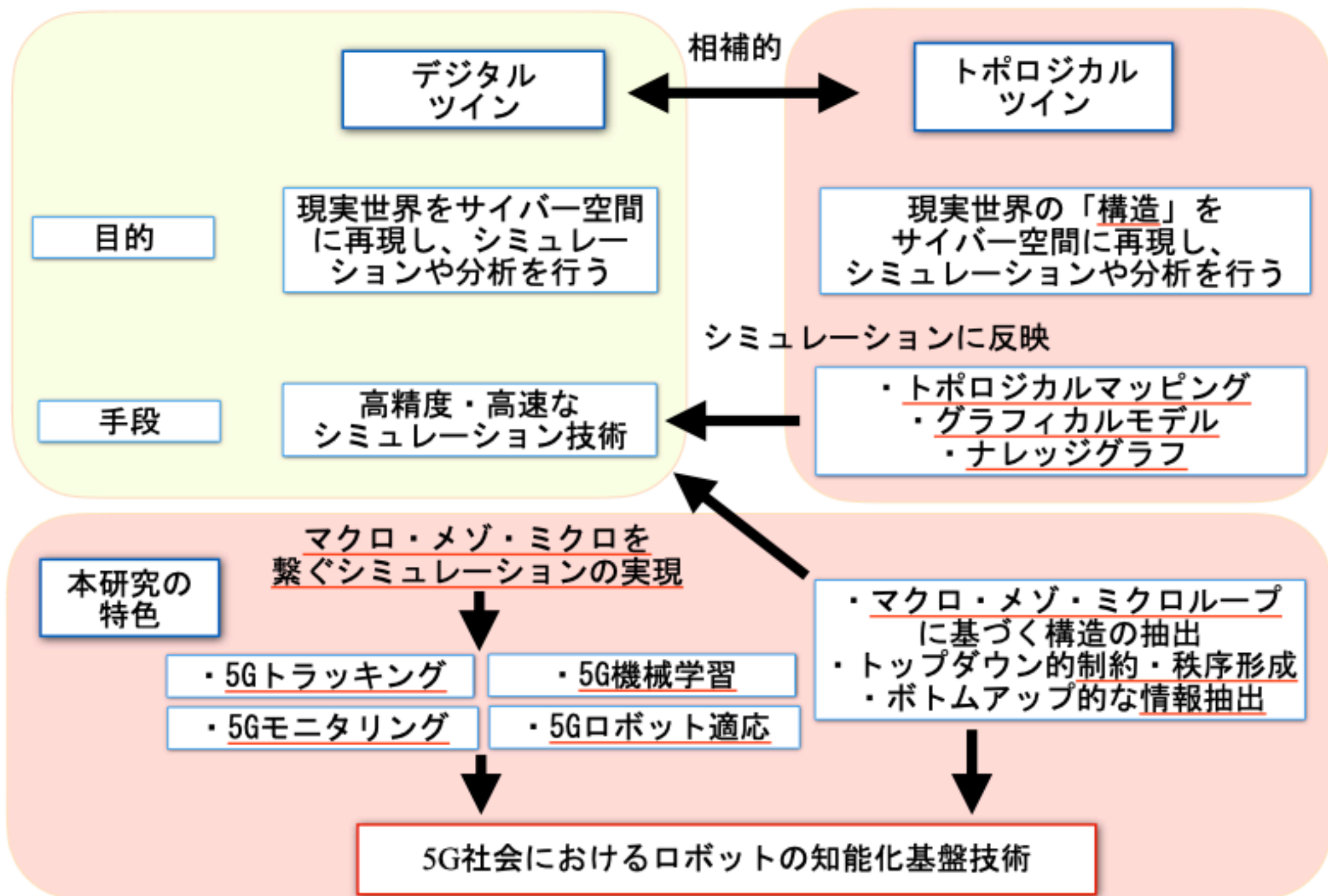
トポロジカルツイン

Topological Big Data

Topological Intelligence

仮想空間

デジタルツイン技術と比べた機能・付加価値の差異



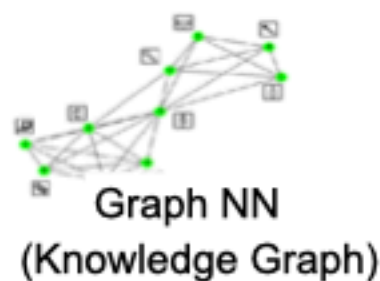
トポロジカルツインの実現

【本研究の希少性】物理空間にある様々な構造を「トポロジカルマッピング」を用いて抽出し、これを用いた「高精度なシミュレーション」を実現

マクロ
スコーピック
AI



大域的GIS

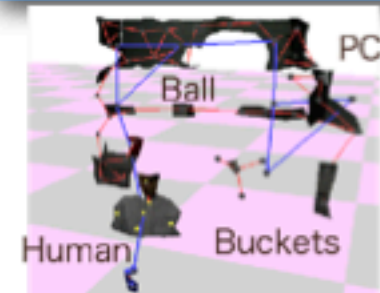
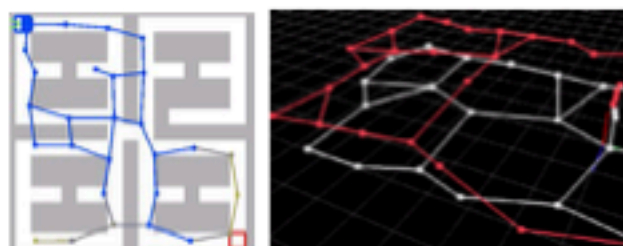


知識構造

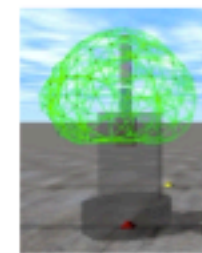
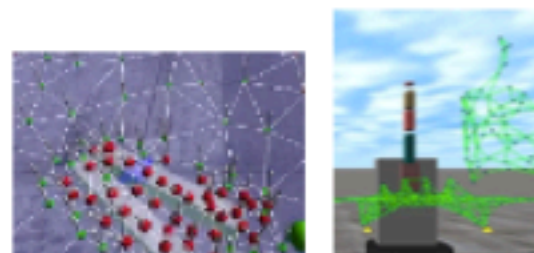
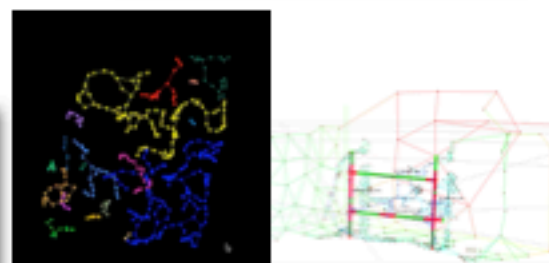


タスク計画構造

メゾ
スコーピック
AI



ミクロ
スコーピック
AI



都民のQOL向上を目指した研究全体としての達成点

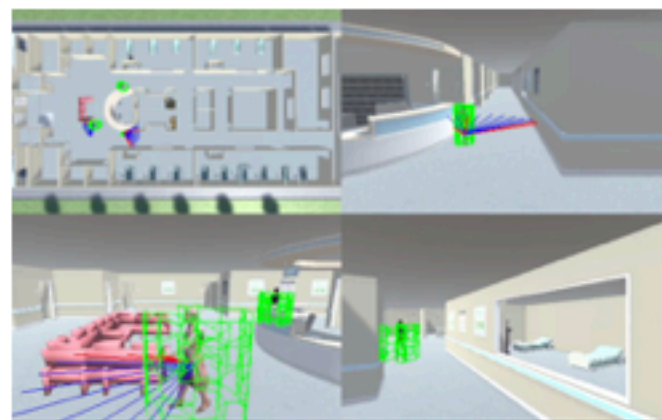


屋内テレプレゼンスロボット



グッドデザイン賞
2017年度受賞

屋内ロボット歩行器



3D空間計測システム

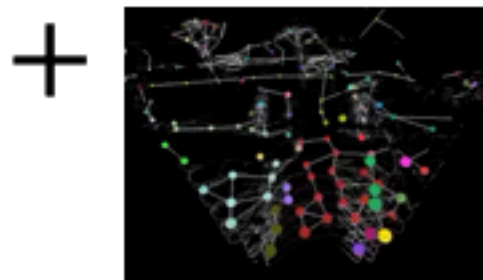
周囲の人や環境、自転車などをトラッキング・モニタリングする手法の確立



パーソナルモビリティ



自律・半自律走行制御



- ・ 移動支援ロボットのシミュレーション構築にむけて（平田PMとの連携）

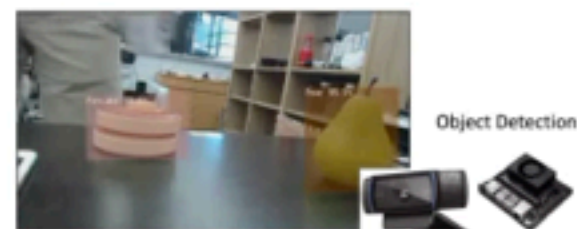
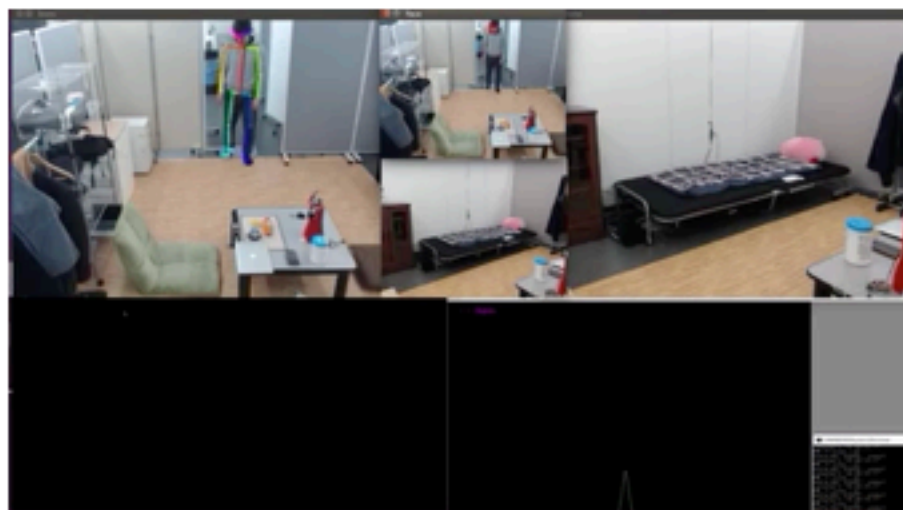


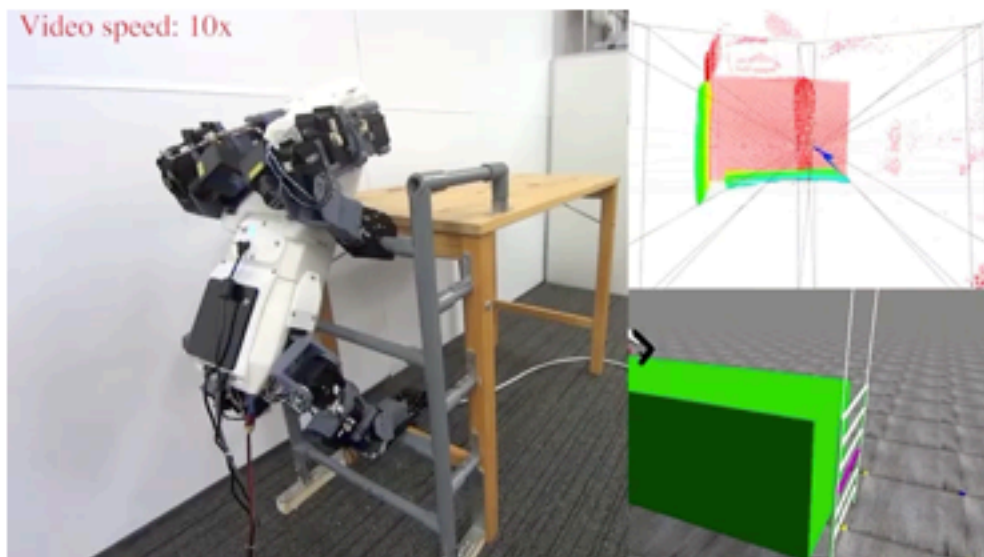
WHILLとRT2を想定した
シミュレーション（開発中）

超実時間5Gトラッキング1



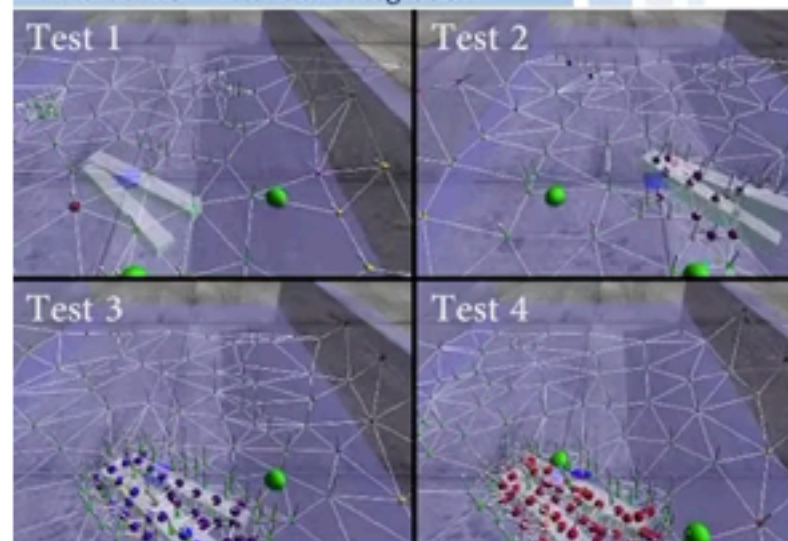
深層学習を用いた
超実時間トラッキング





ハシゴの検出・行動学習

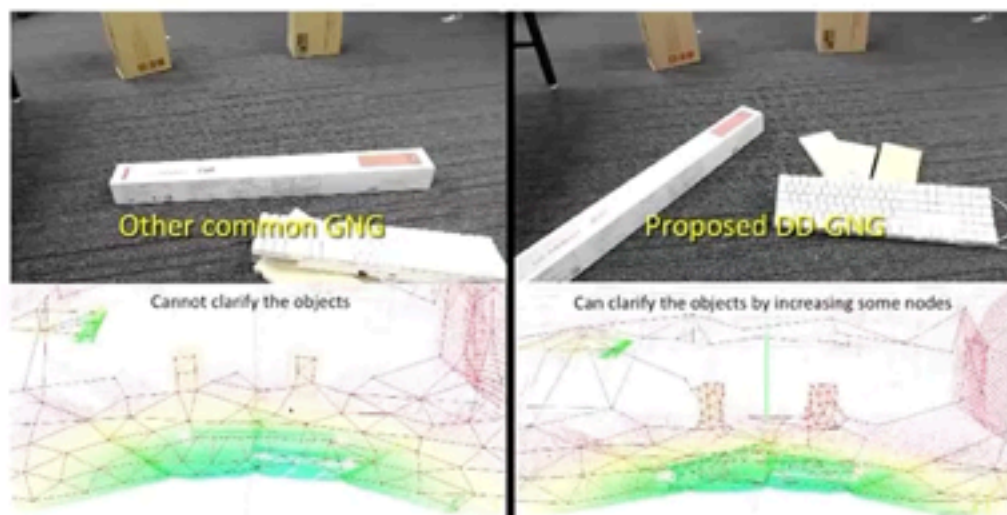
Affordance - Attention Integration



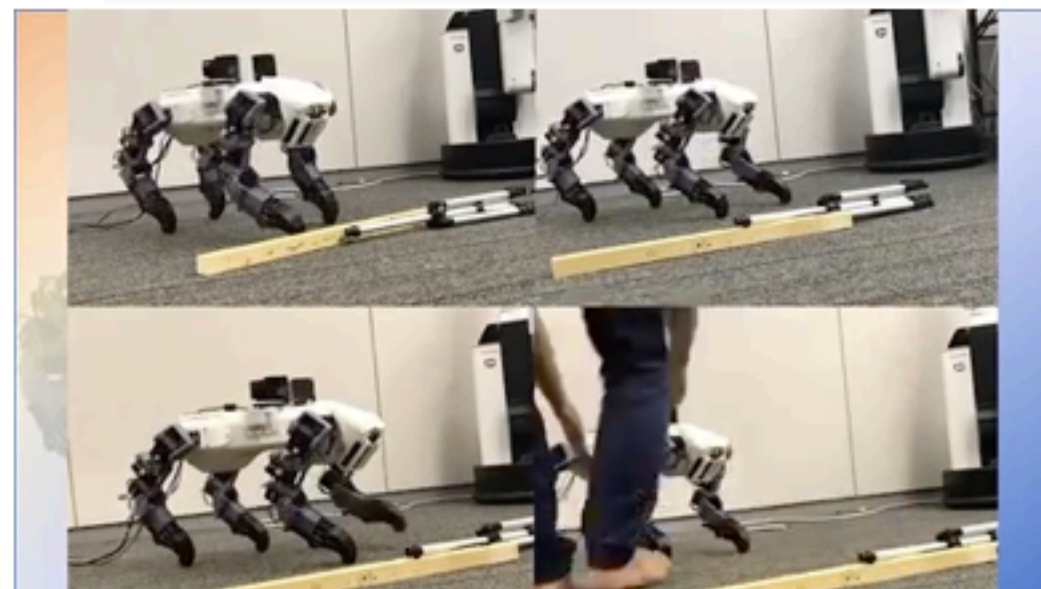
- The attention model provides the topological structure information to affordance model.
- The affordance model will perceive the environmental information by calculating the normal vector.
- When the normal vector is indicated as a suspected obstacle, the attention model will increase the nodes in the suspected area.
- This mechanism is efficient for cognitive processing since only important information processed.

障害物検出・歩行可能領域推定

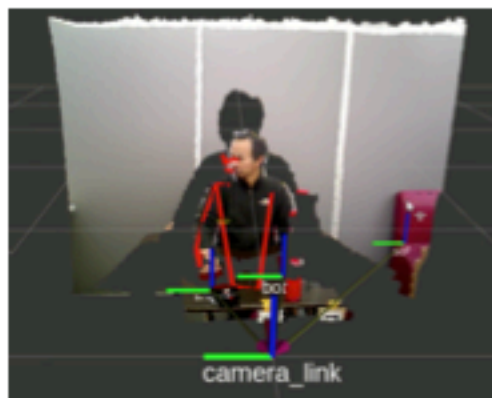
Comparison with other topological structure generator



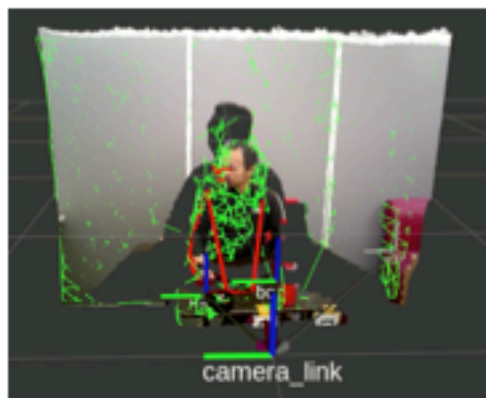
3D環境空間地図構築



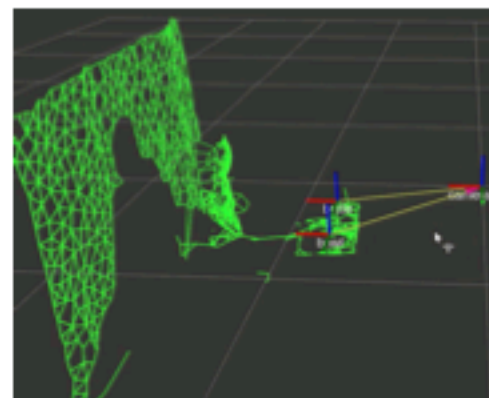
移動障害物回避行動



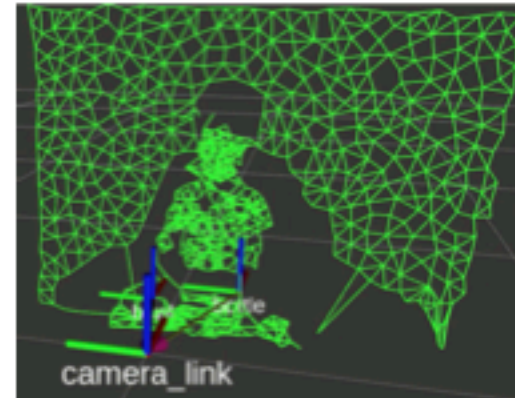
姿勢推定



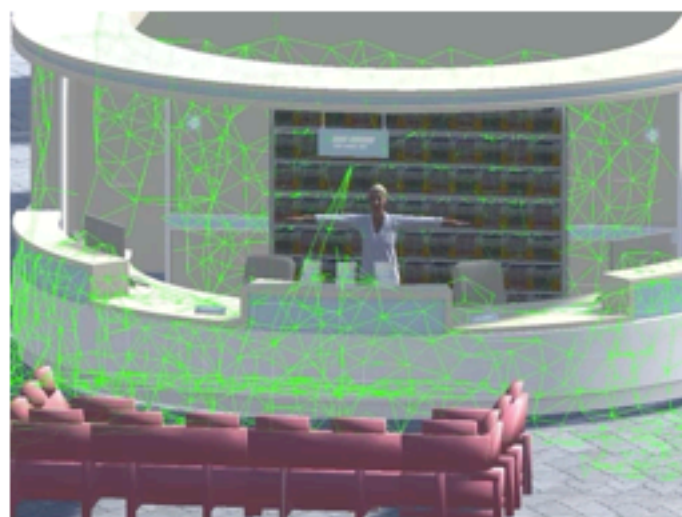
3D距離計測



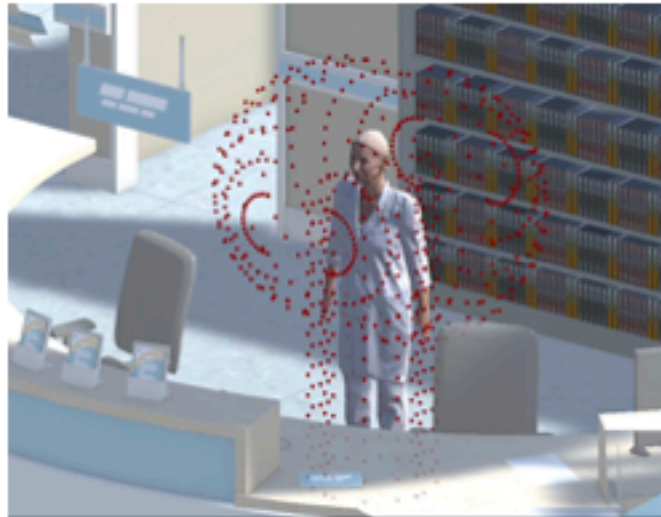
3D環境地図構築・3D人間計測



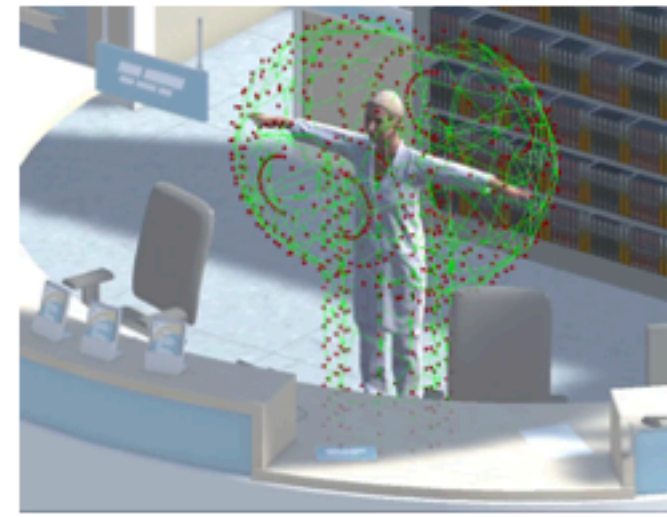
現実世界の「構造」を抽出し、高精度高速処理可能な「トポロジカルツイン」



3D地図構築



人間動作計測・推定



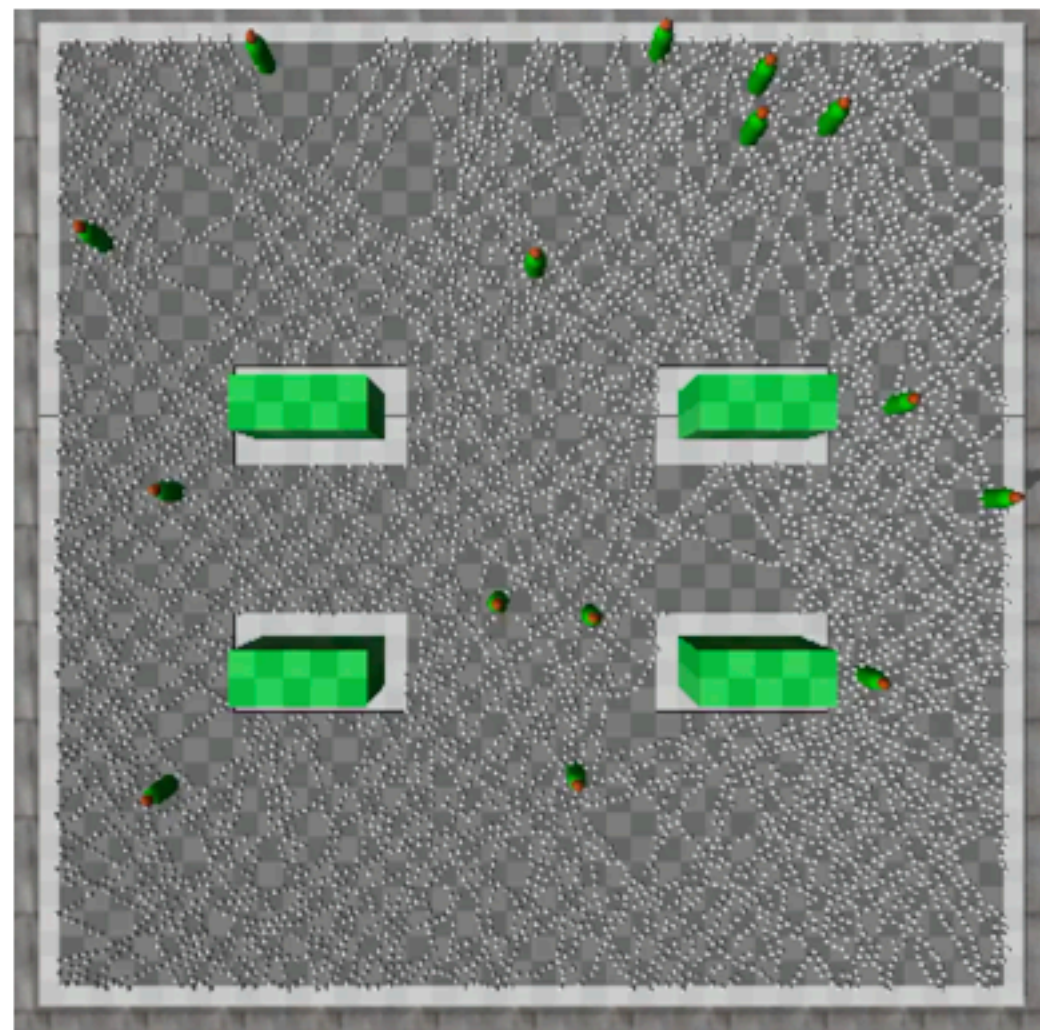
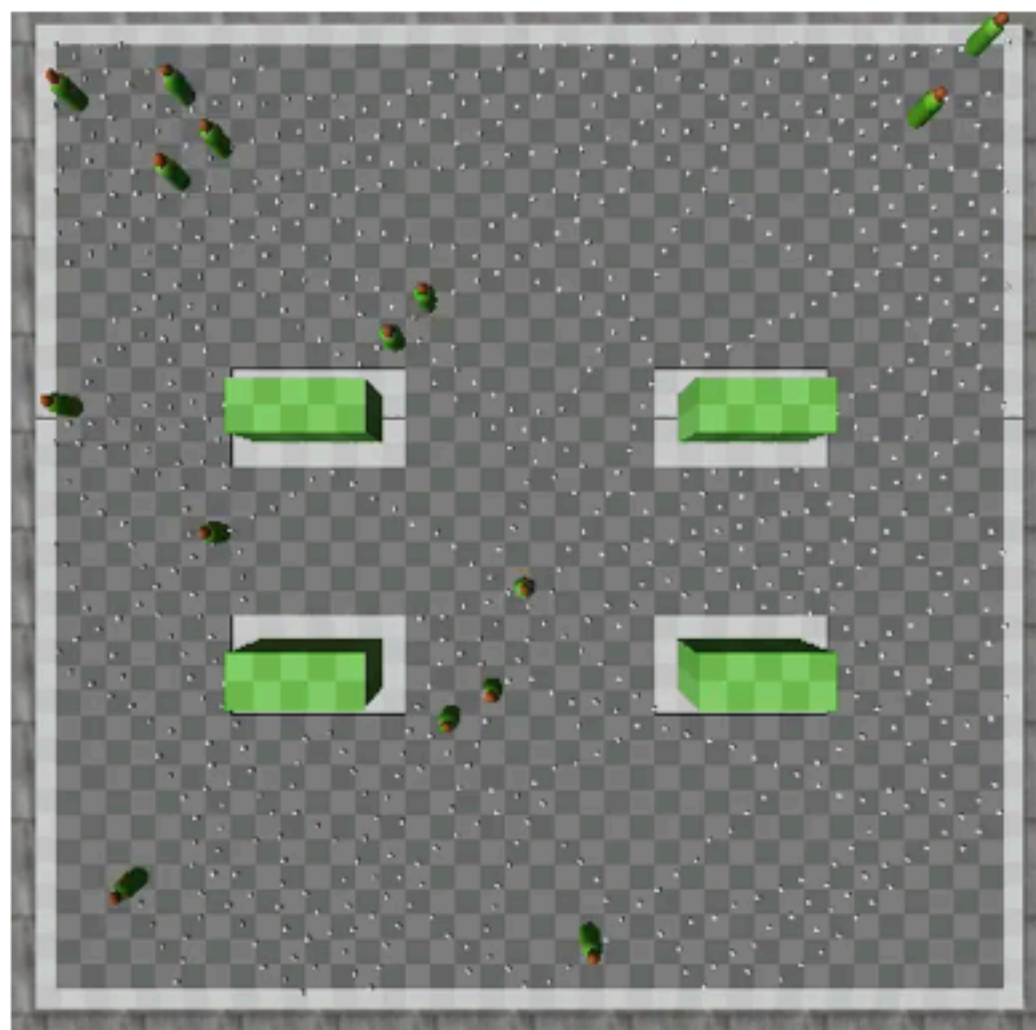
人間可動範囲推定

自己組織化的社会実装AI

適応自在AIロボット群から
支援ロボットを自動選択

複数の適応自在AI
ロボットによる協調支援





組織構成（共同研究実績のある組織との連携）

(A) 基盤研究

(1) 超実時間トラッキングイノベーション

- ・久保田（都立大）と戸田（岡山大）が連携してマルチビューロボットビジョン（5Gトラッキング）を構築

(2) 超実時間モニタリングイノベーション

- ・久保田（都立大）が他の研究分担者と連携してサロゲートモデルに基づくモニタリング（5Gモニタリング）を構築

(3) オンライン機械学習イノベーション

- ・久保田（都立大）とChin（都立大）が連携して転移学習と追加学習（5G機械学習）を構築

(4) オンラインロボット適応イノベーション

- ・久保田（都立大）とAzhar（都立大）が連携してロボットの適応的行動学習（5Gロボット適応）を構築

Society 5.0時代に
おける科学技術イノベーション

(B) 応用研究

(5) 実証実験用ロボットモジュール開発

5Gをフル活用するロボットプラットフォームと
ロボットモジュールを開発

- ・和田（都立大）が実装のためのミドルウェアを開発
- ・武居（都立大）が着脱自在協調リンク機構を持つロボットビジョンユニットを開発
- ・久保田（都立大）とAzhar（都立大）が連携して、高速平地移動用ロボットユニットと不整地用クローラロボットユニットを開発
- ・渡邊（職業大）がドローンユニットを開発

(7) 企業と連携した実証実験

都立大研究者と学外研究分担者が連携して
各種実証実験を実施

(C) 社会技術研究

(6) ロボット知能化イノベーションコンソーシアム

都立大研究者がロボット化・知能化が遅れている分野を
中心に学外研究分担者と連携して社会実装にむけた課題
抽出とプロトタイピングにむけた検討を実施

（初期メンバー：国内外の全研究者が参画）

- ・福田（農工大）と連携して農・水産業への社会実装を検討
- ・山口（森林総研）と連携して林業へ社会実装を検討
- ・松井（交通研）と連携して交通安全への社会実装を検討
- ・辻元（きんでん）と連携して建設業への社会実装を検討
- ・澤山（NSI）と連携して保全学への社会実装を検討
- ・橋本（都立大）と連携して社会的弱者の観点から検討
- ・Liu、Ju、Loo、Chan、Egerton（海外機関）と連携して世界における社会実装にむけた検討

マルチビュー3次元ロボットセンシングに基づく移動作業支援

正確な計測位置の推定



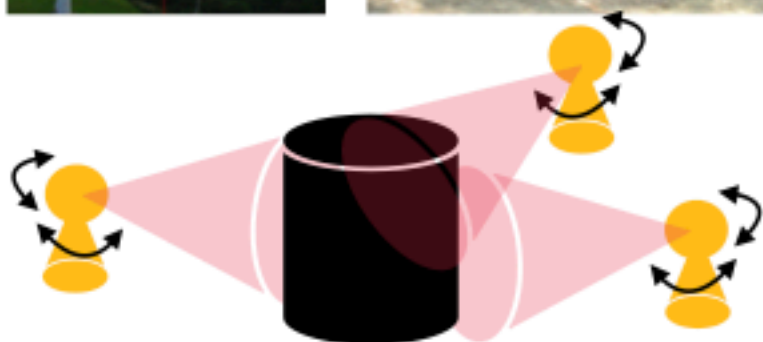
操作対象の正確な形状推定



操作対象の正確な動的状況の推定



3次元計測による正確な墨出し



3次元
形状データ + 対象物
計測データ
3次元リアルタイムモデリングと
リアルタイムシミュレーション

「移動」と「作業」を伴うあらゆる分野での広範囲な支援を実現する
「ロボット知能化基盤技術」



3次元
超音波診断



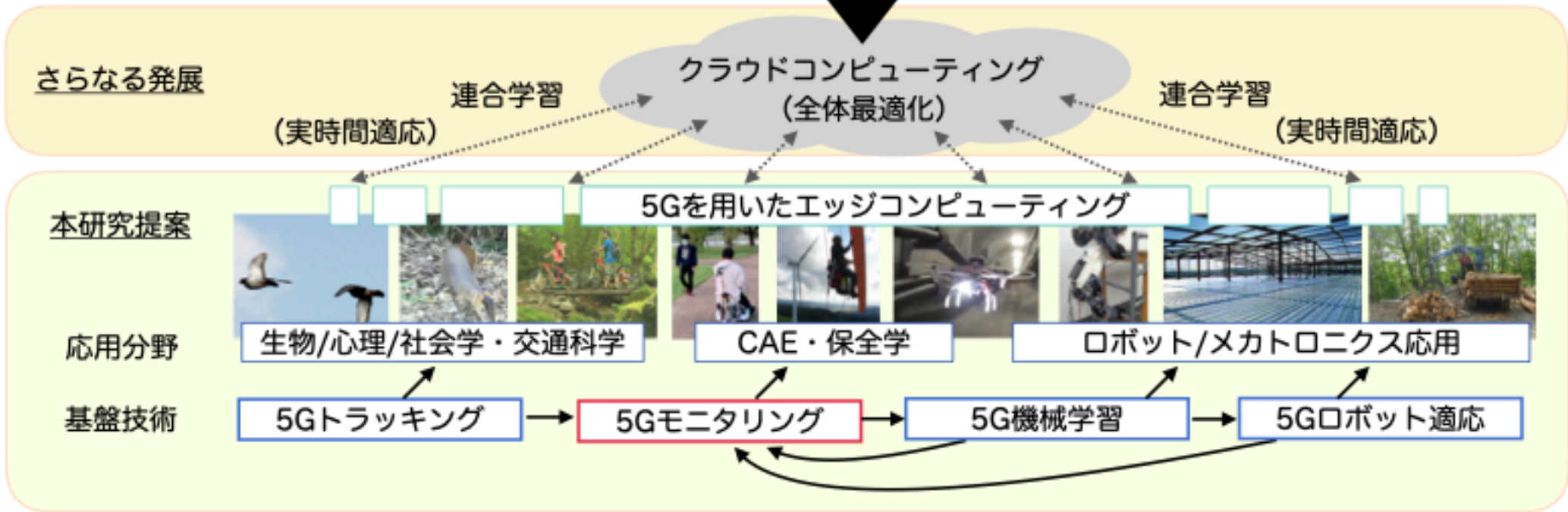
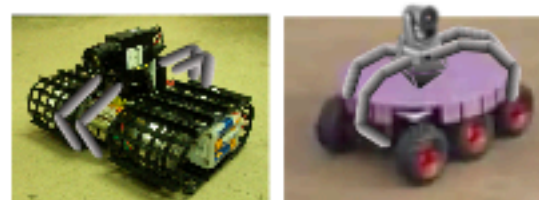
3次元密度情報に
基づくハンドリング

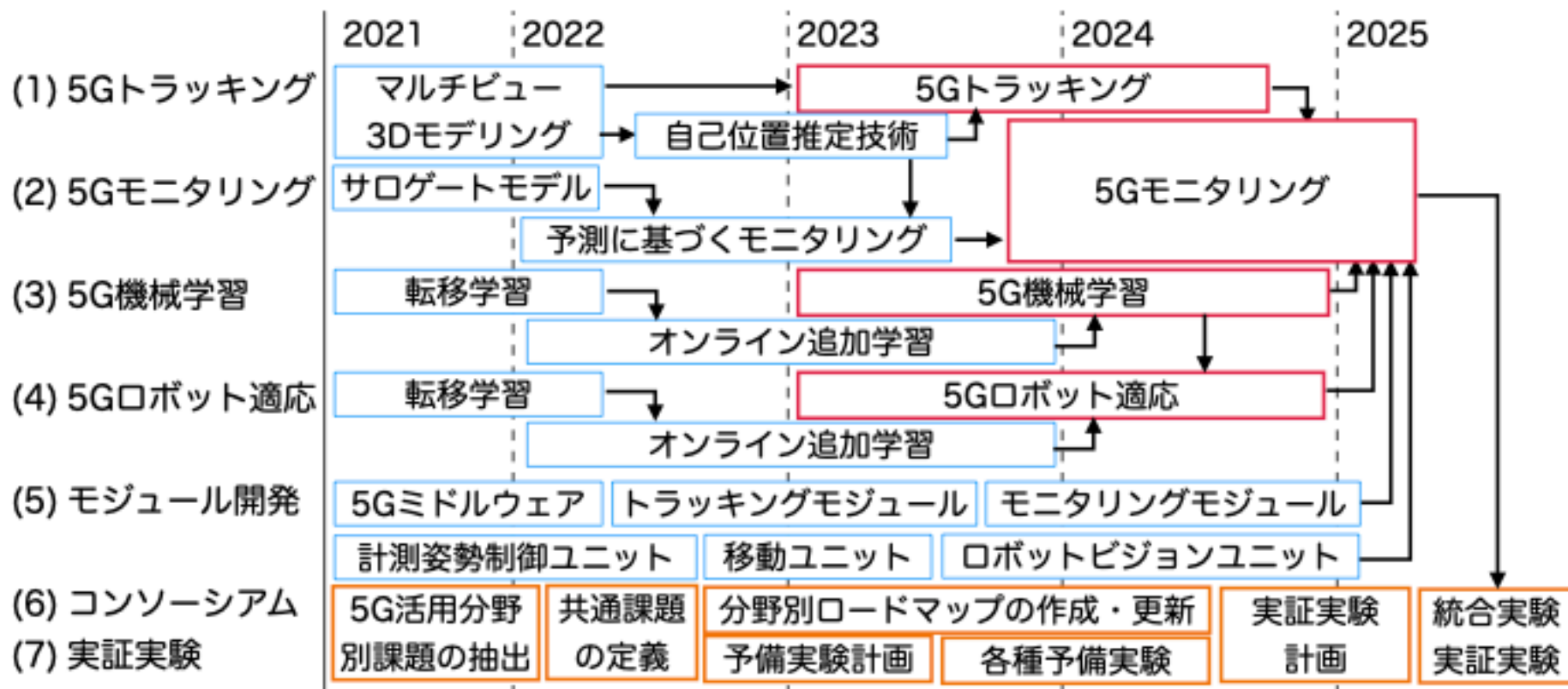


3次元伐倒モーメント
情報に基づく作業支援



GPSと連動した移動ロボットの
大規模空間モデリングと作業支援





5Gモニタリングへの応用（都民の QOL 向上）

