



ともに挑む。つぎを創る。

人・機械協調における 高度コミュニケーション技術とウェルビーイング向上

谷川 民生

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

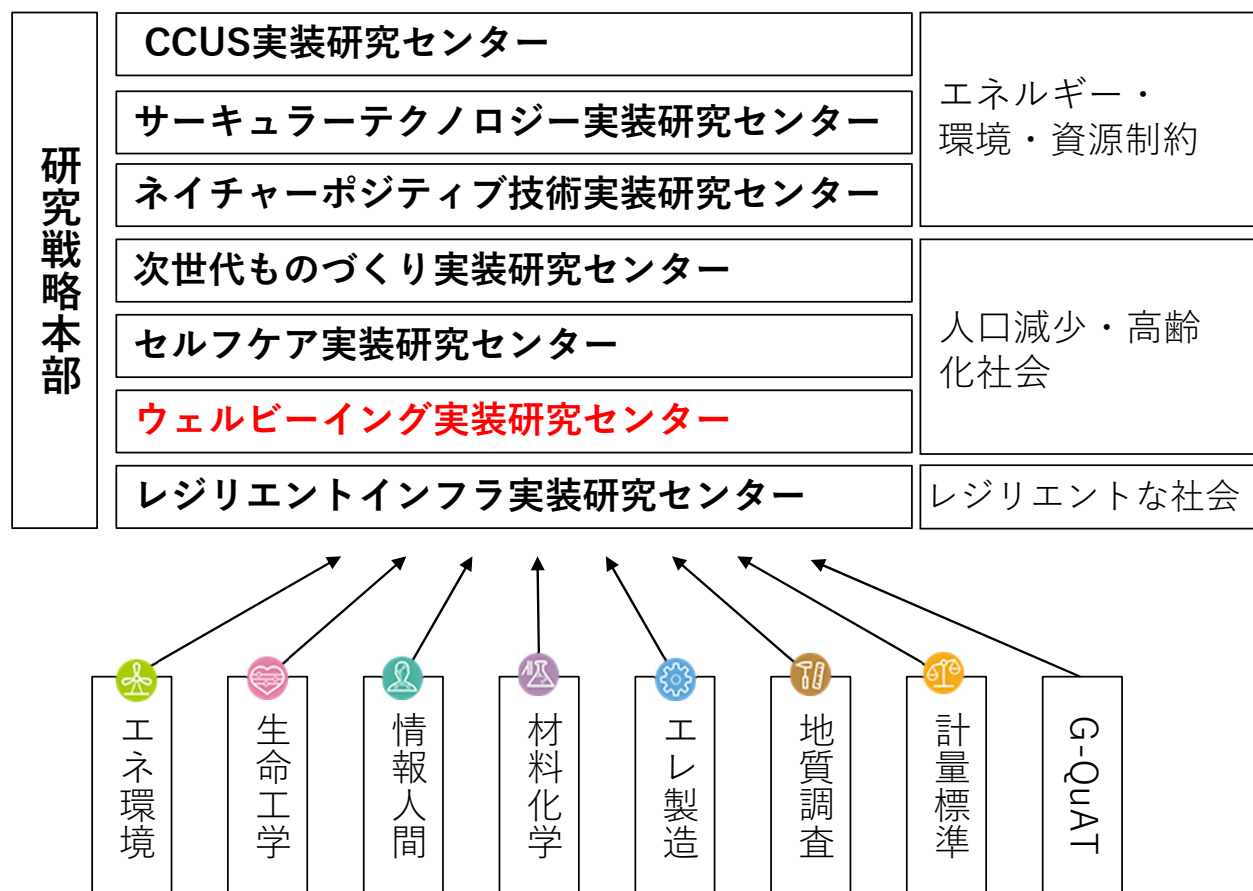
国立研究開発法人 産業技術総合研究所

研究戦略本部 ウェルビーイング実装研究センター

NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

社会課題解決に向けた取り組み（第6期：2025FY～2032FY）

実装研究センター（領域融合による総合力プロジェクトの実施）



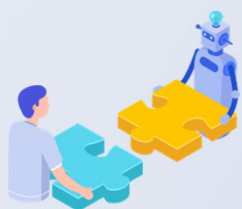
一人あたりの生産性を向上させる



人の柔軟性と機械の高い生産性を組み合わせた人・機械協調技術

➤ 一人の人間をAI・ロボットに代替する（完全自動化）ではなく、
二人のうち一人をAI・ロボットに代替する人・機械協調技術

生産労働者を増加させる



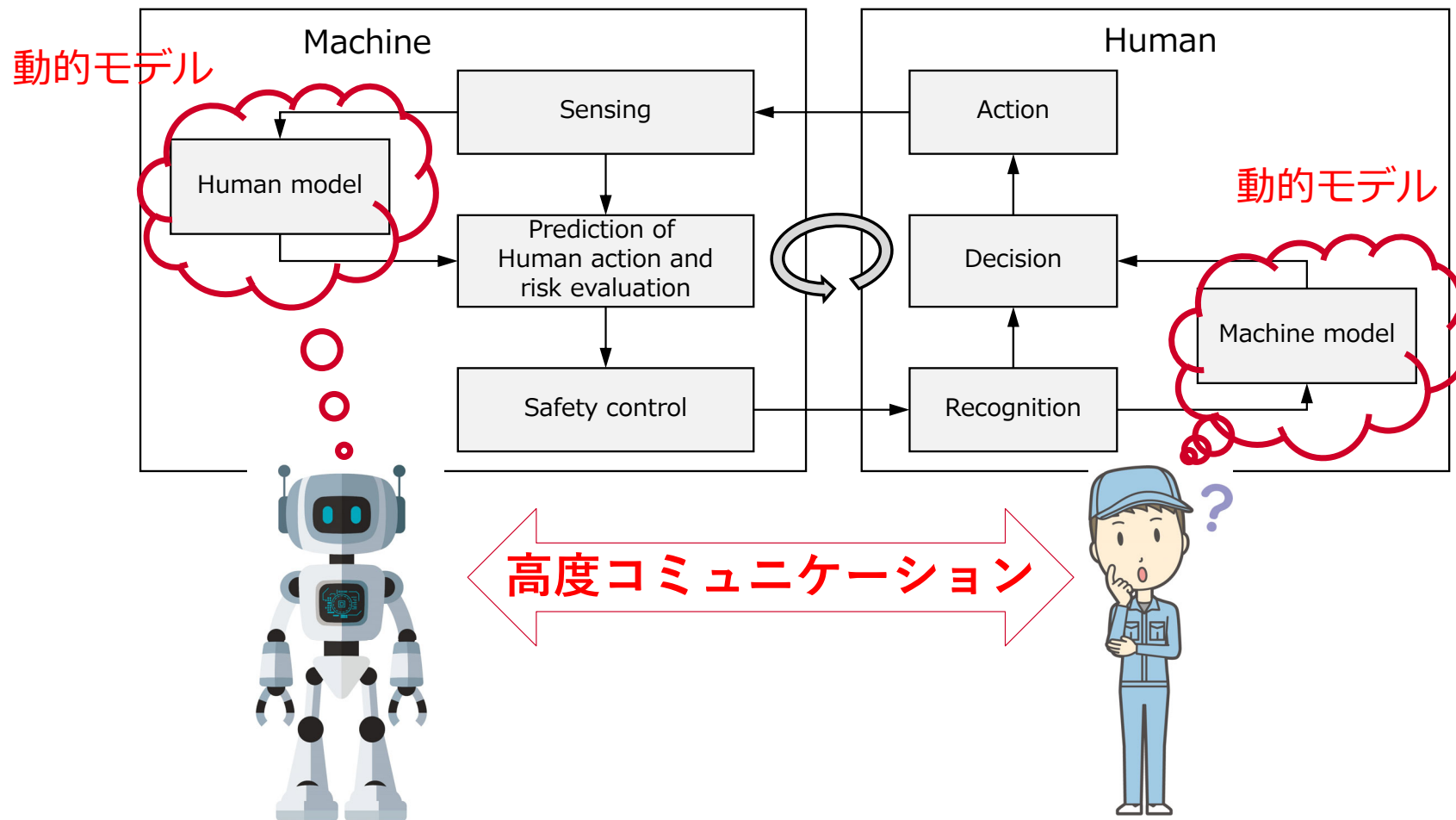
遠隔操作技術の高度化による時空間を超えた労働の実現

高齢化による体力低下、障がいによる就労制限、子供・親の介護による時間的制約
といった就労を制限する要因を低減し、潜在的就労者を就労に参加させる

➤ ロボットの遠隔操作技術を高度化した物理作業のテレワーク化

安全からウェルビーイングへの拡張：労働者が安心して働ける環境とは

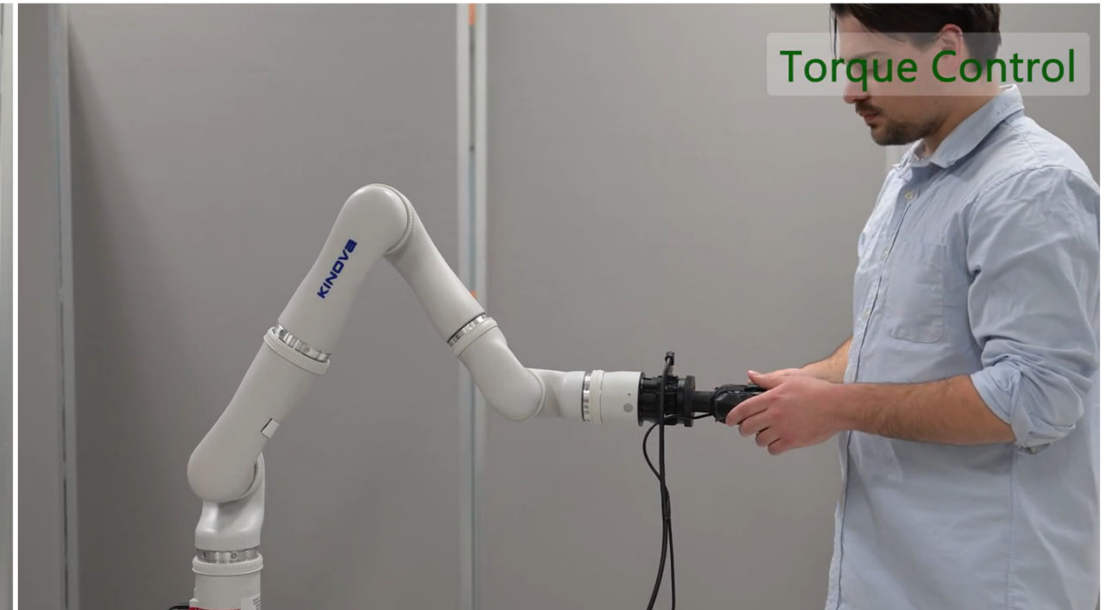
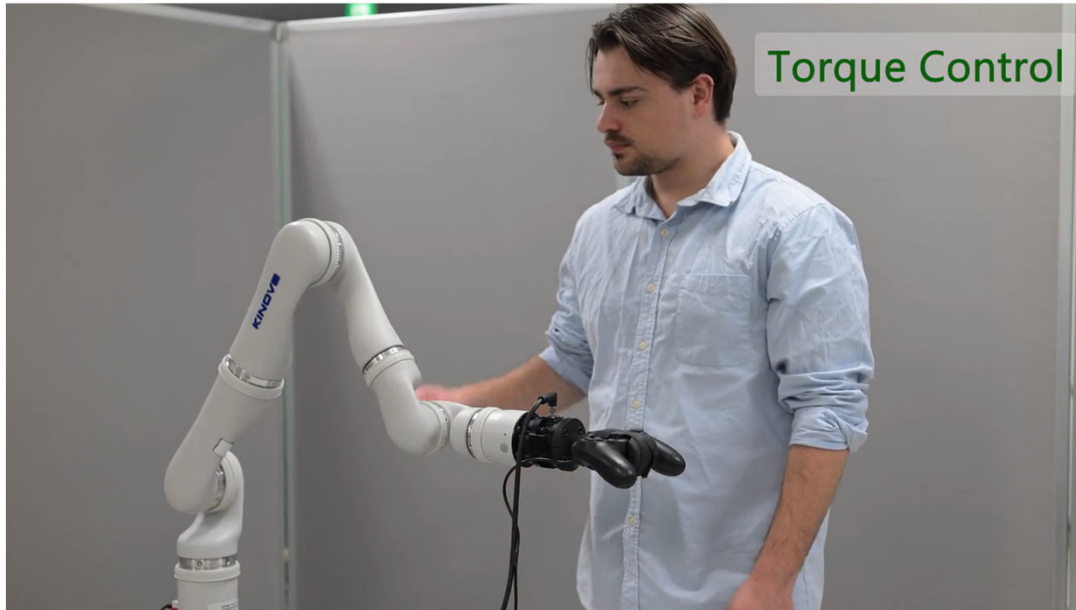
Human-Machine Collaborative Safety Model

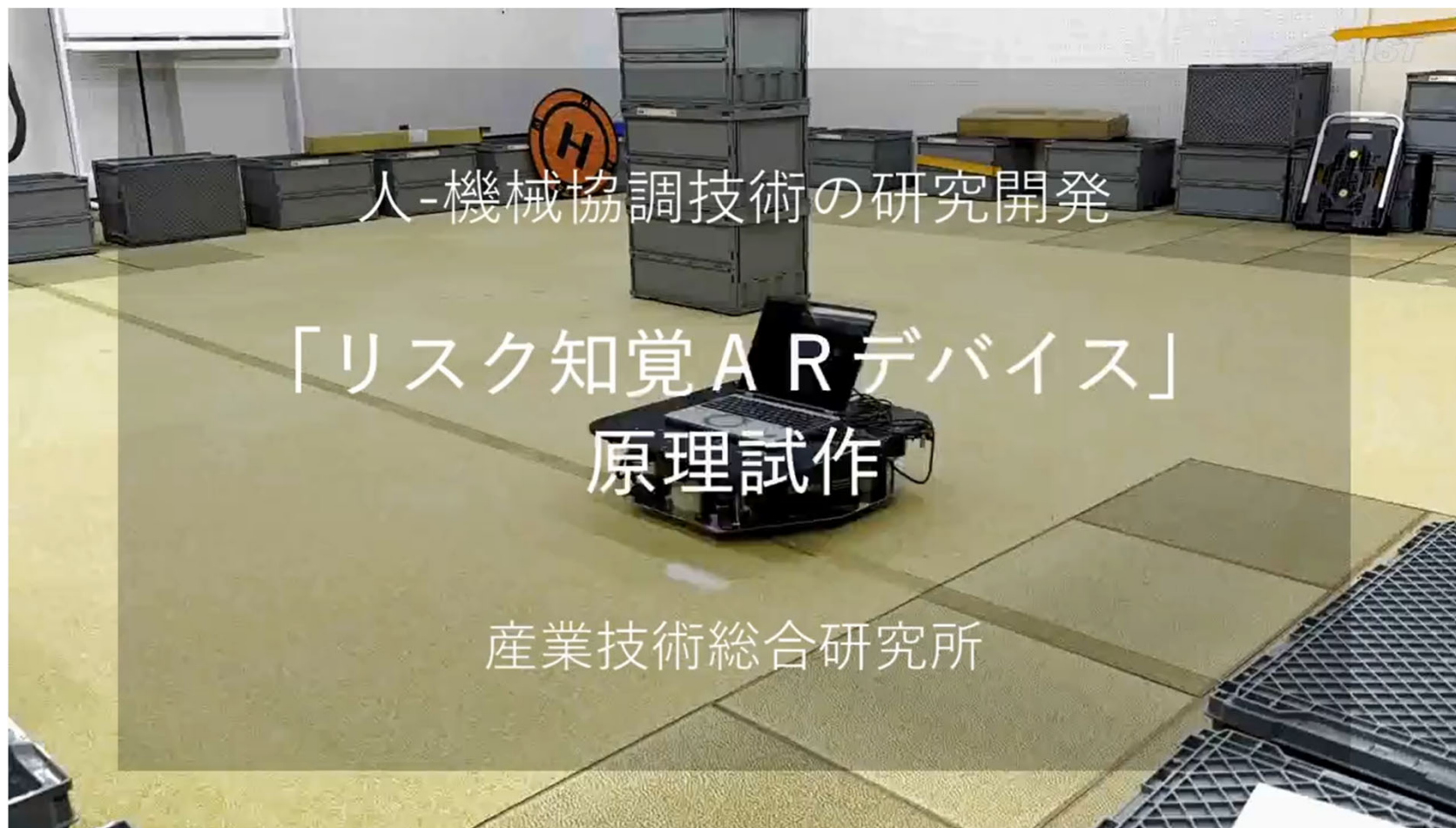


人と共存するロボットとしての安全確保



作業に応じたコンプライアンス選択制御





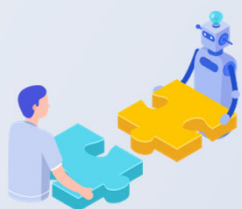
一人あたりの生産性を向上させる



人の柔軟性と機械の高い生産性を組み合わせた人・機械協調技術

➤ 一人の人間をAI・ロボットに代替する（完全自動化）ではなく、
二人のうち一人をAI・ロボットに代替する人・機械協調技術

生産労働者を増加させる

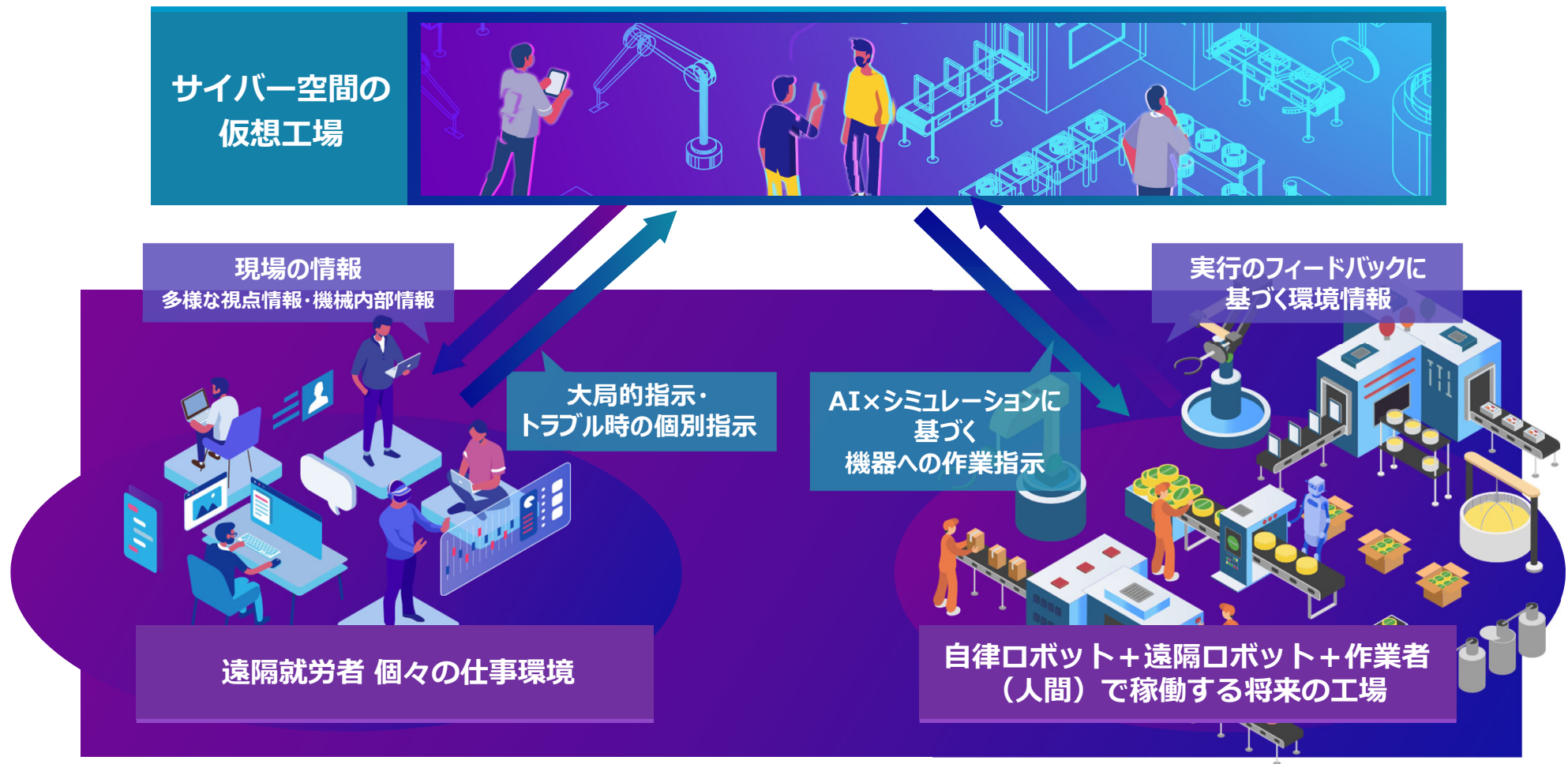


遠隔操作技術の高度化による時空間を超えた労働の実現

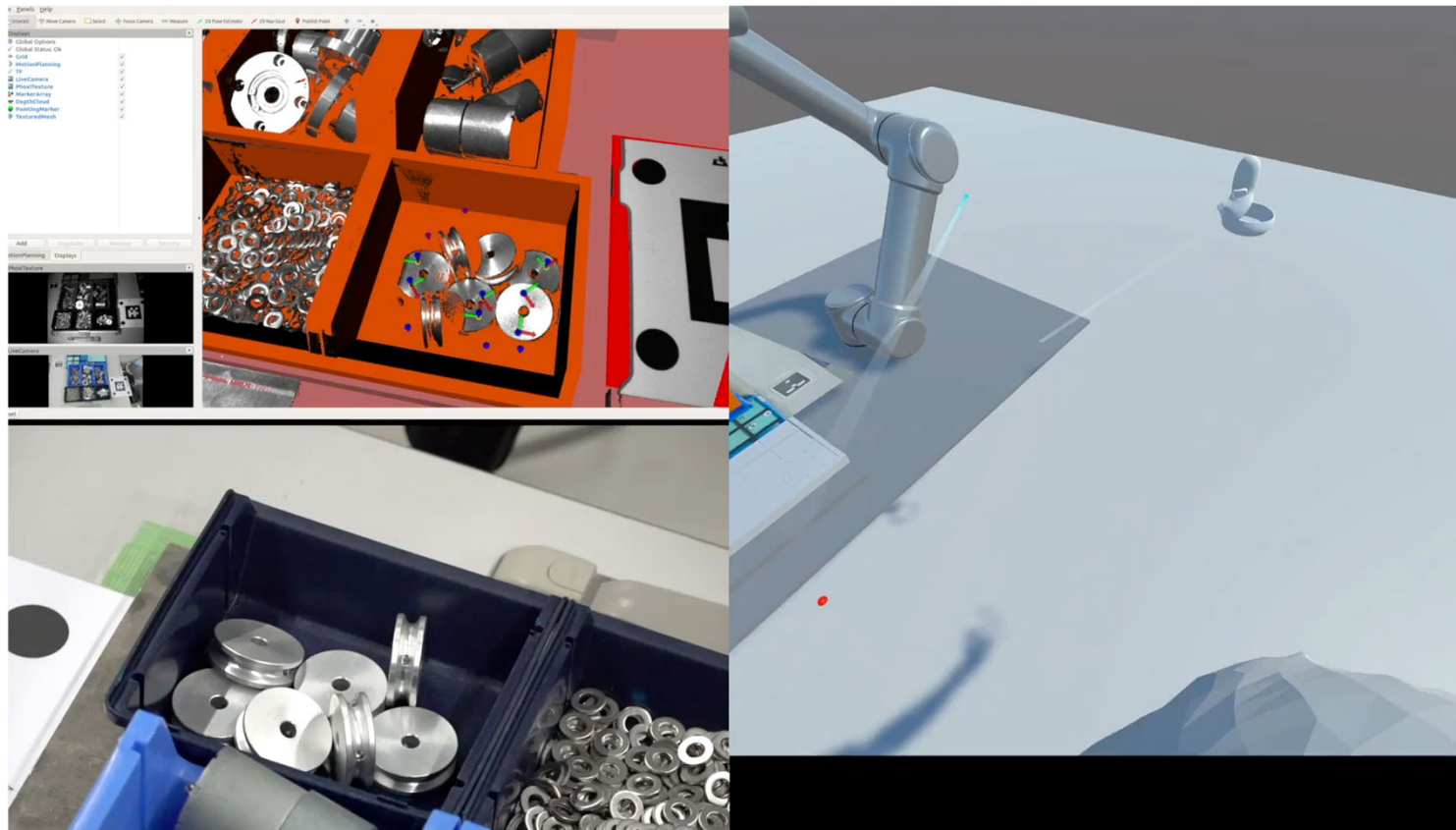
高齢化による体力低下、障がいによる就労制限、子供・親の介護による時間的制約
といった就労を制限する要因を低減し、潜在的就労者を就労に参加させる

➤ ロボットの遠隔操作技術を高度化した物理作業のテレワーク化

CPSを活用し、サイバー空間を介した物理的な遠隔作業の実現

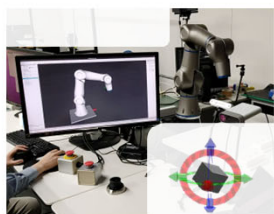


遠隔操作によるエラーリカバリー

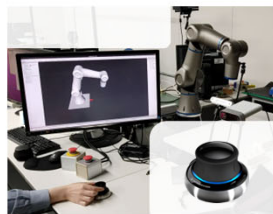


左上：工場側ROS環境，左下：工場側映像，右：VR側HMD映像

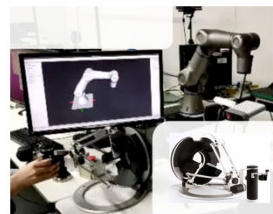
汎用遠隔操作ライブラリ（OpenHRC）の開発と産業タスクへの応用



InteractiveMarker



3D mouse



Haptics (Omega x7)



XR (Meta Quest 2)



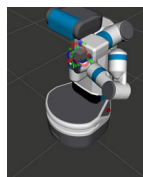
Skeleton (Azure Kinect)



UR5e



ToroboArm



Fetch

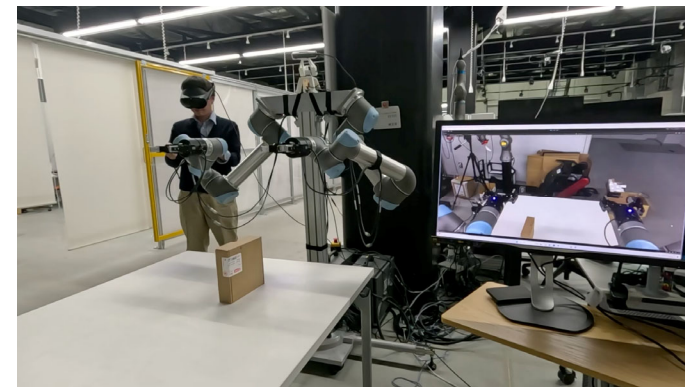


seednoid



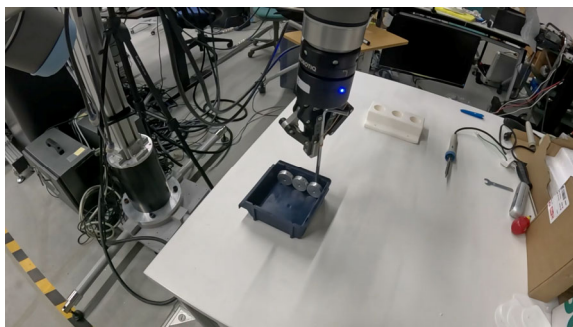
crane_7x

...



視覚システムと組み合わせたデモ

（タスク応用1）ビンピッキングにおけるエラーリカバリ

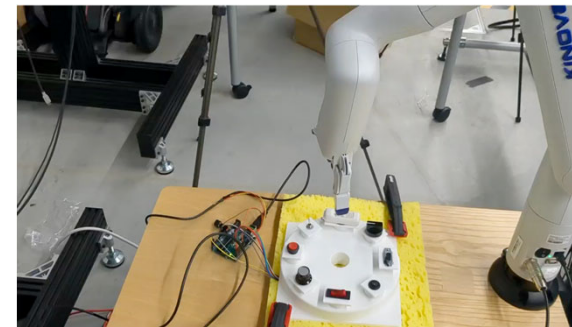


UR5 (Universal Robot) によるデモ



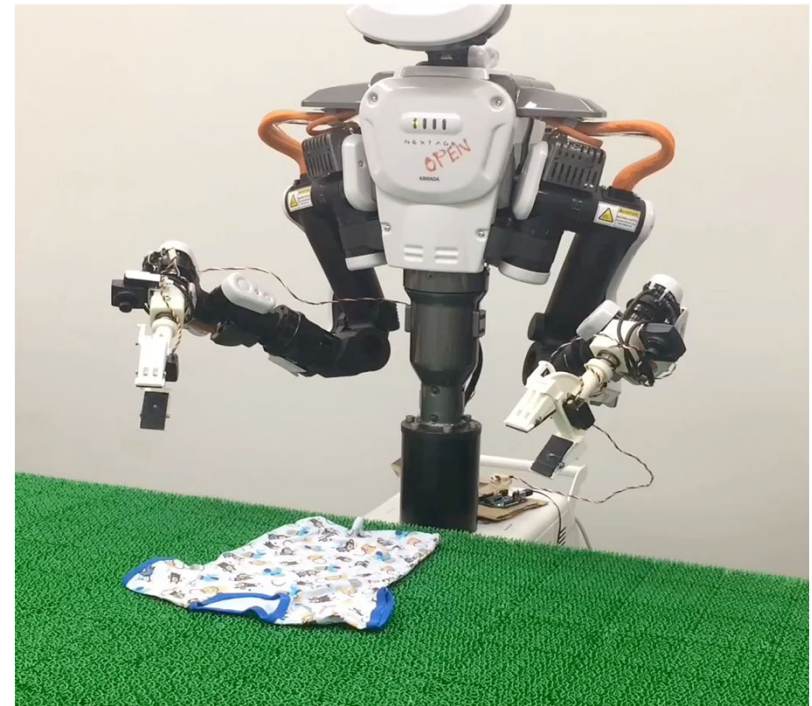
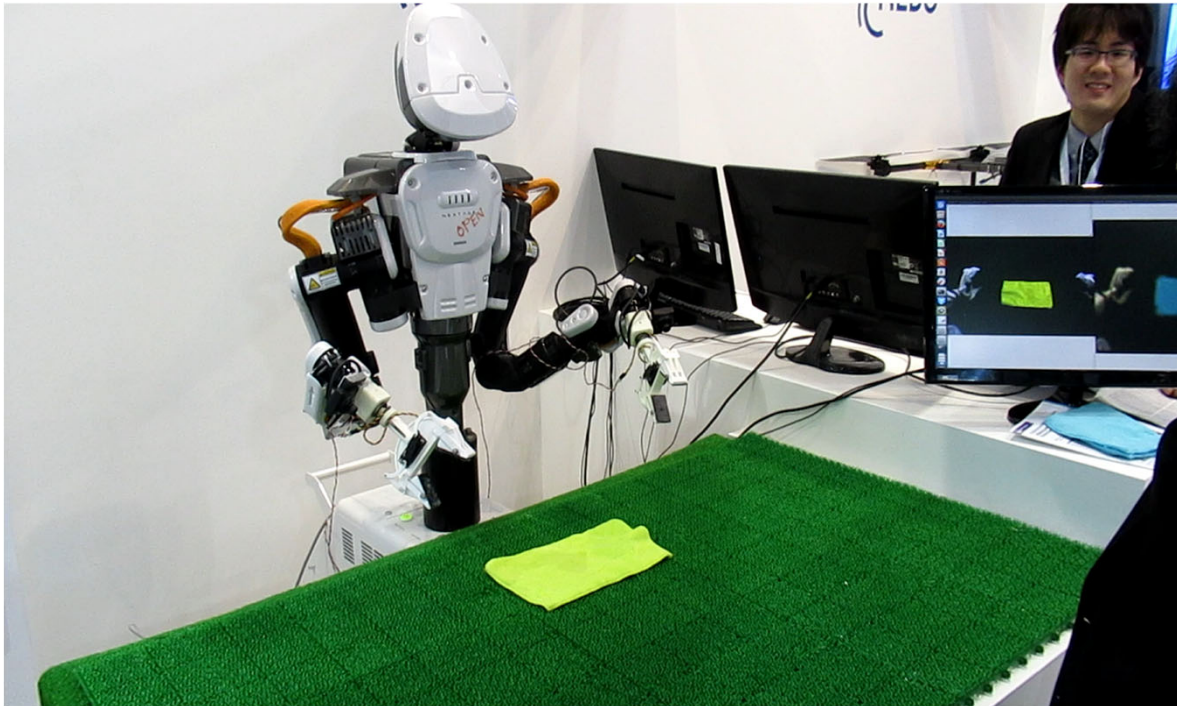
ToroboArm (東京ロボティクス) によるデモ

（タスク応用2）スイッチ操作



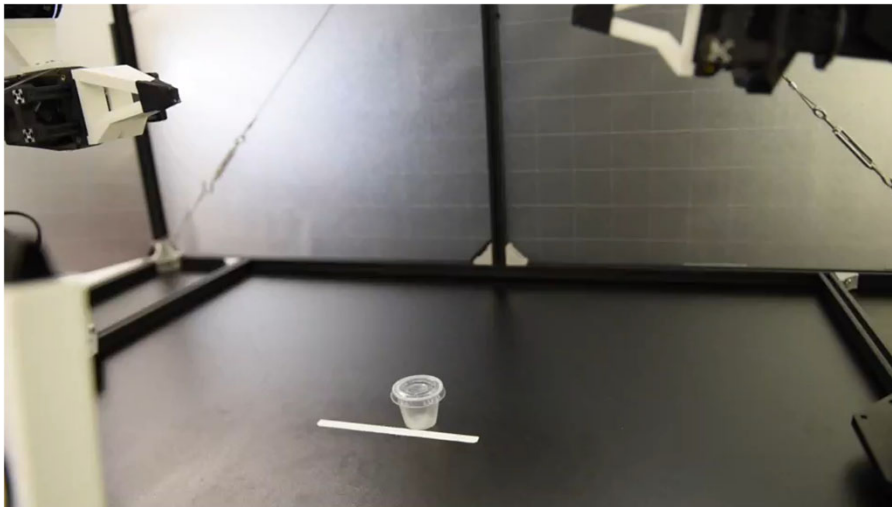
Kinova gen3 Lite (Kinova) によるデモ

遠隔操作から自律動作へ

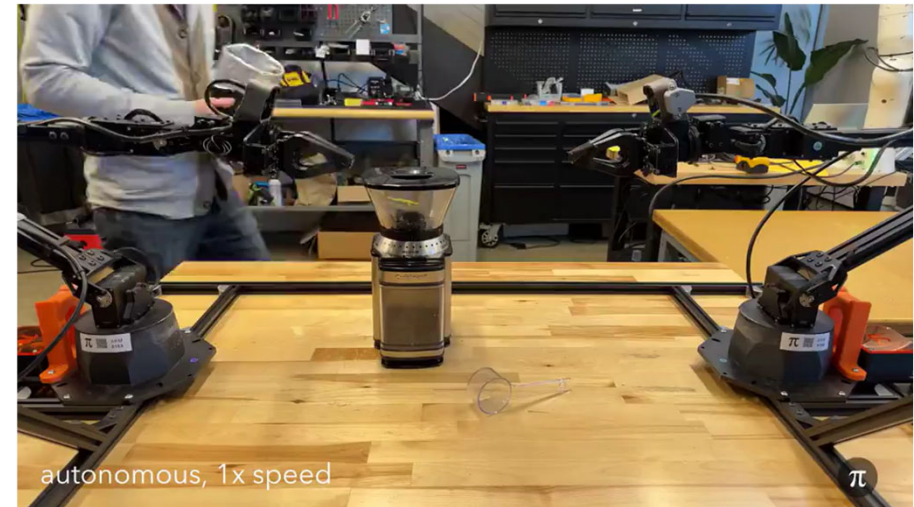


模倣学習モデル/ロボット基盤モデル

- 模倣学習
 - ACT, Diffusion Policy, 3D Diffusion Policy...
- ロボット基盤モデル
 - OpenVLA, $\pi 0$, GR00T...

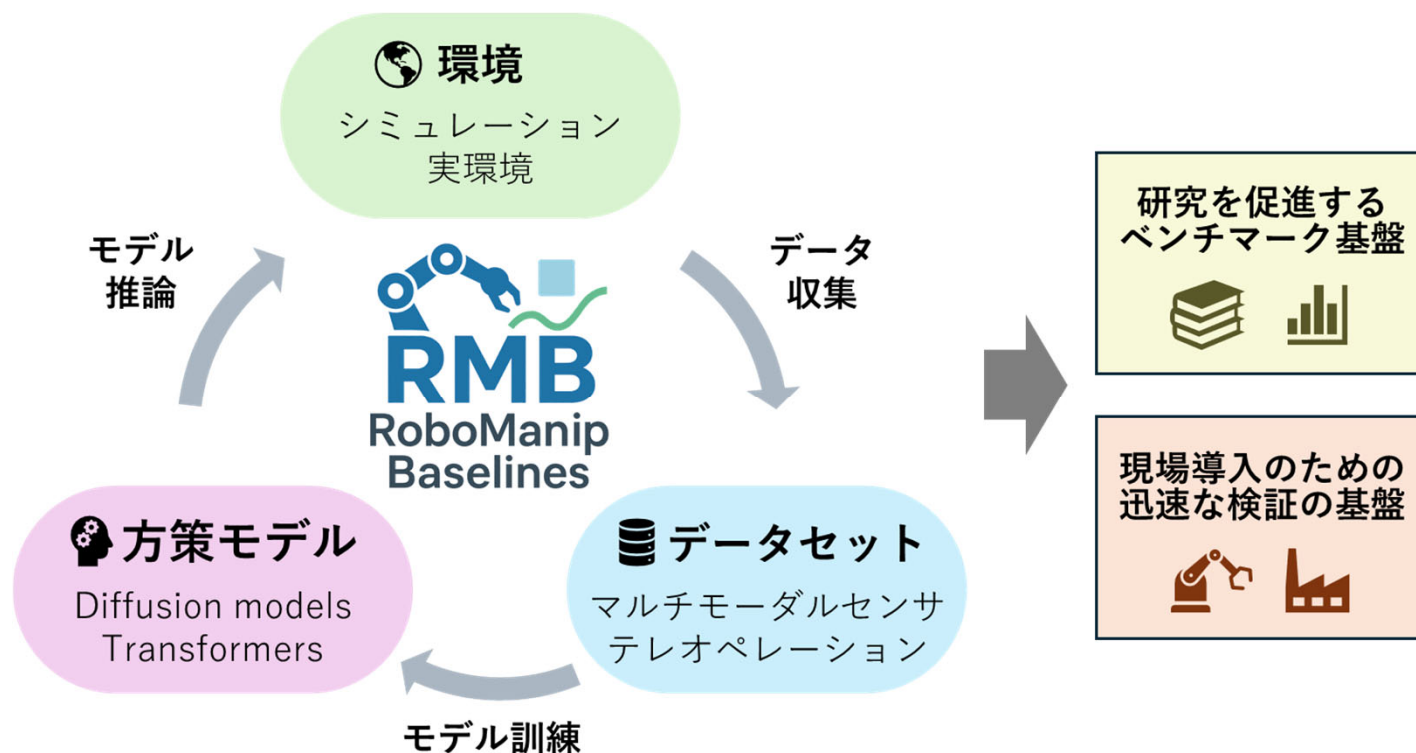


ACT [T. Zhao+ 2023]



$\pi 0$ [Physical Intelligence 2024]

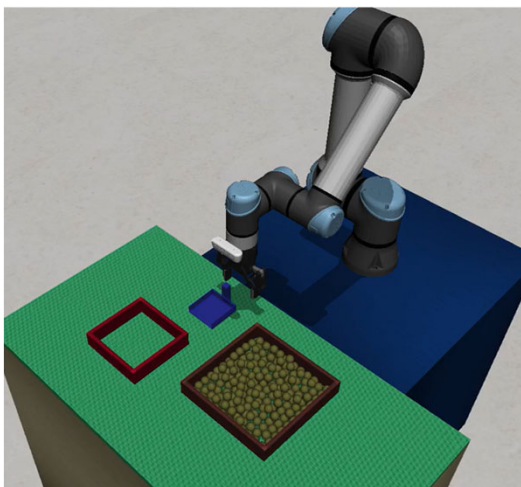
模倣学習モデル/ロボット基盤モデルを誰でも簡単に試せるようにするための
オープンフレームワーク <https://github.com/isri-aist/RoboManipBaselines>



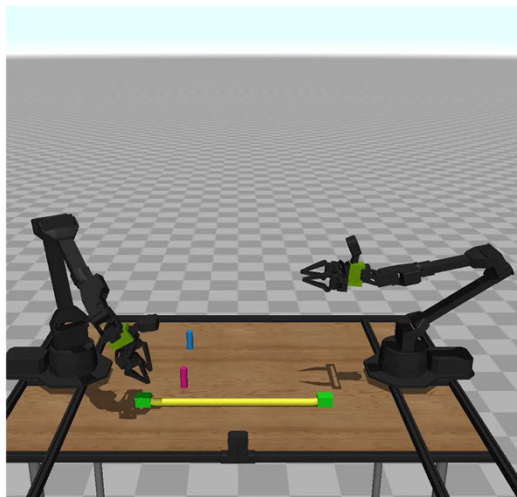


汎用性・拡張性・再現性を考慮したソフトウェア設計

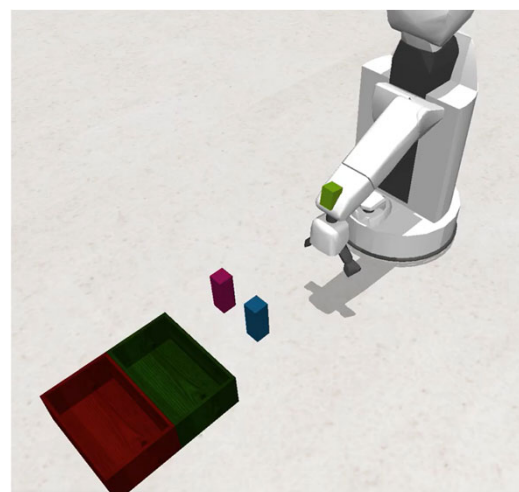
- ・ 不定形物（紐・布・粒子など）を扱う10種類以上の様々なタスク
- ・ 様々なロボット（単腕・双腕・モバイル・人型）に対応



Universal Robots



ALOHA



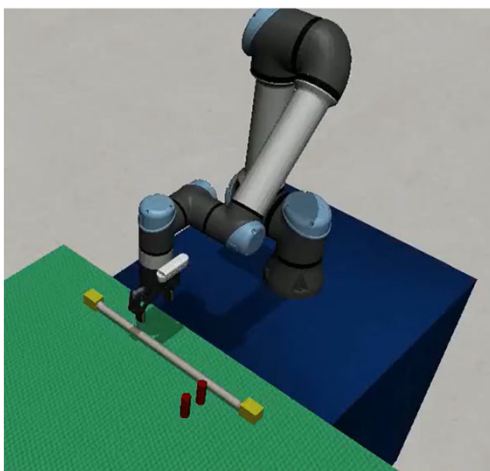
HSR



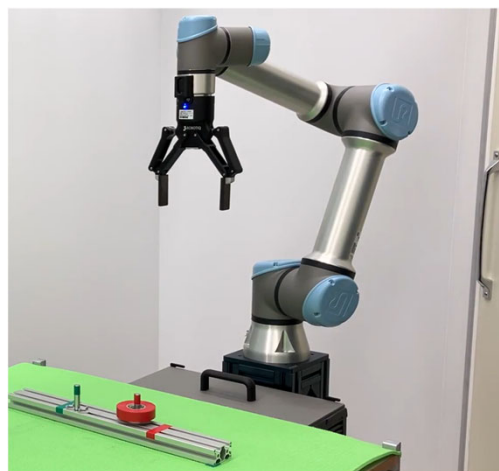
Unitree G1

汎用性・拡張性・再現性を考慮したソフトウェア設計

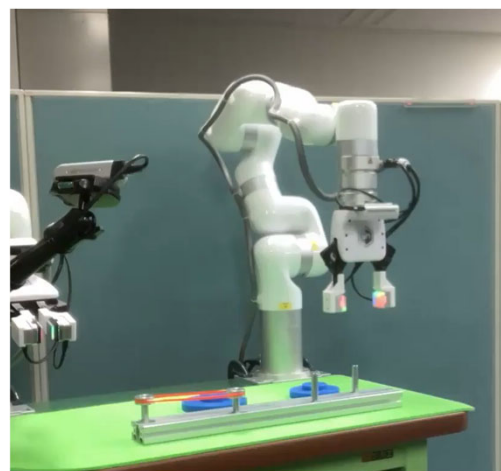
- ・ シミュレーション → 実機 のシームレスな移行
 - ・ シミュレーションで動けば実機でも動く
- ・ 複数（現在はMuJoCo, IsaacGym）のシミュレータに対応



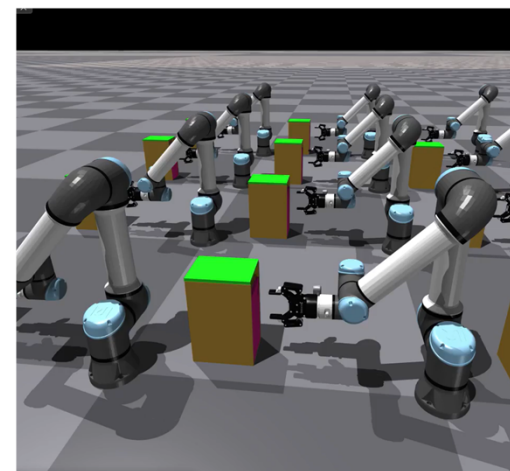
MuJoCo



Universal Robots
実機



UFactory xArm
実機



IsaacGym

基盤モデルに基づくロボット開発



**今後の労働者不足が深刻になる中、AI、ロボットの活用による一人当たりの生産性向上が必須
今後の就労環境は2つのパターンもしくは複合が考えられる。**

- ・ 人と機械が同じ空間内で協調作業する環境
- ・ 人が遠隔からロボットを介して作業する環境

どちらにおいても、人と機械とが高度なコミュニケーション技術でつながることで、安全で安心な就労環境を構築する仕組みが必要

労働者不足の中、生産性の維持には高齢者であっても働く必要性がある。

- 就労がネガティブなものではなく、ポジティブなものとしての仕組みづくりが必要
- 就労という社会参加が、健康、ウェルビーイングにつながるという社会的コンセンサス