

令和3年度 JST 未来社会創造事業

物理的接触の遠隔化による レジリエントな社会の実現

2023/08/08 公開イベント

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
金広文男

研究課題概要

人との接触そのものを対象とする業務を遠隔化するサービスにより、生産年齢人口の減少やパンデミックの発生に対応できる社会へ

人との接触を安全に行える基盤技術

(1) 触覚センシング技術

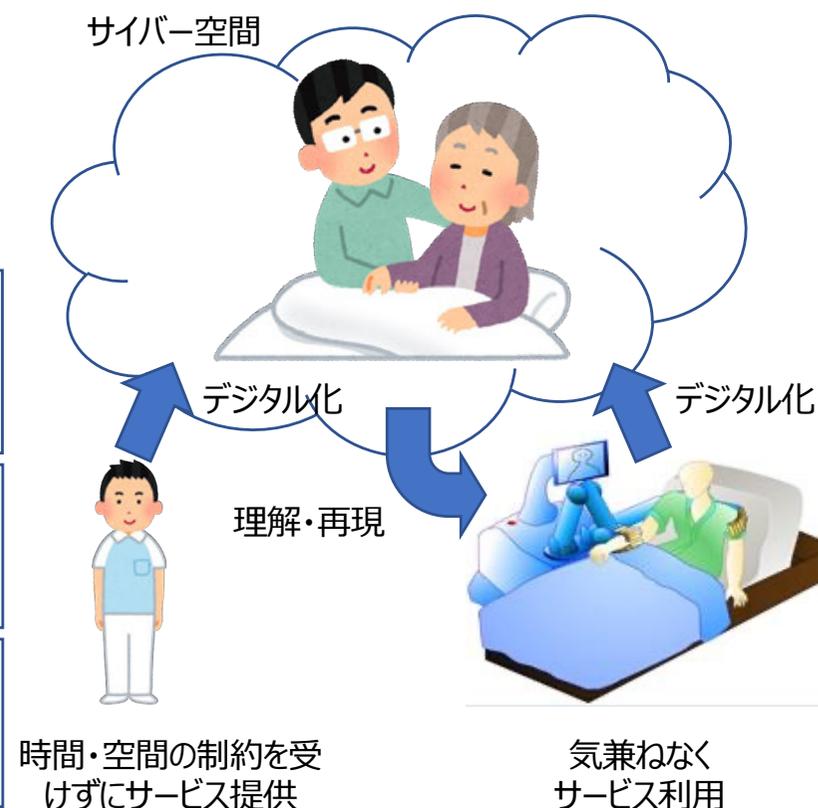
3次元曲面で複合的な物理情報を取得可能なシート状センサの製造法とデータ解析手法

(2) 動作理解・再現技術

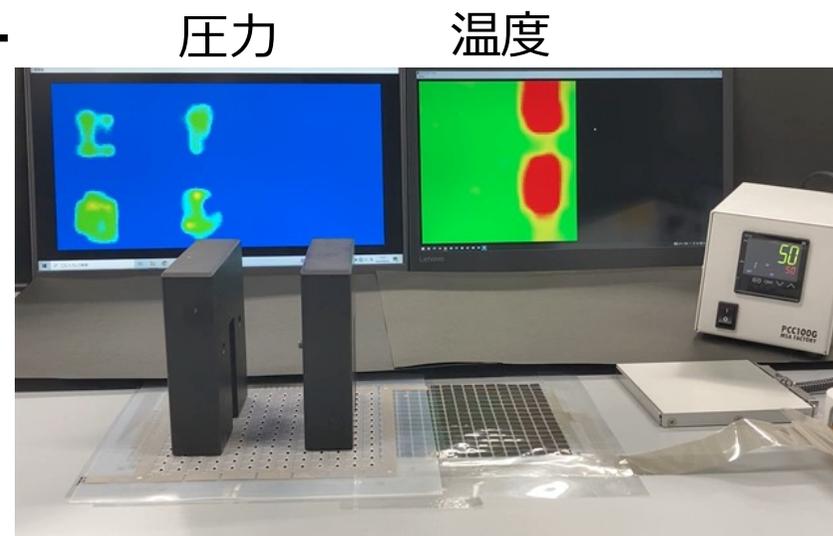
物理的接触を伴う動作意図再現法、安全性を保證する力制御手法

(3) 安全基準

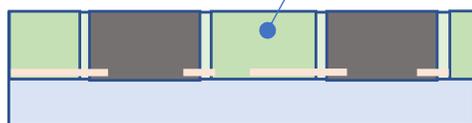
安全コンセプトの探索、安全要求分析書の作成



(1) 触覚センシング技術 マルチモーダル分布センサ設計手法お よび製造手法の確立

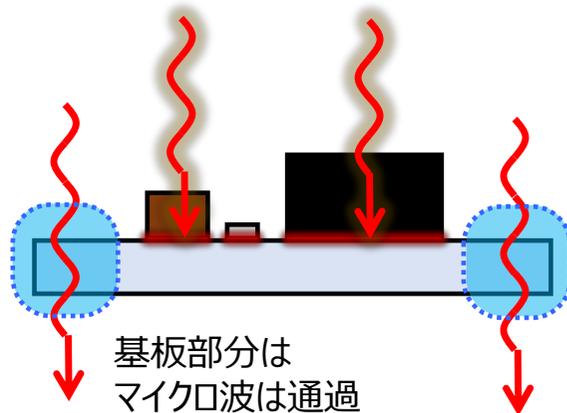


チップの段差を解消する
ためのラミネート加工



断面図

マイクロ波照射による選択加熱

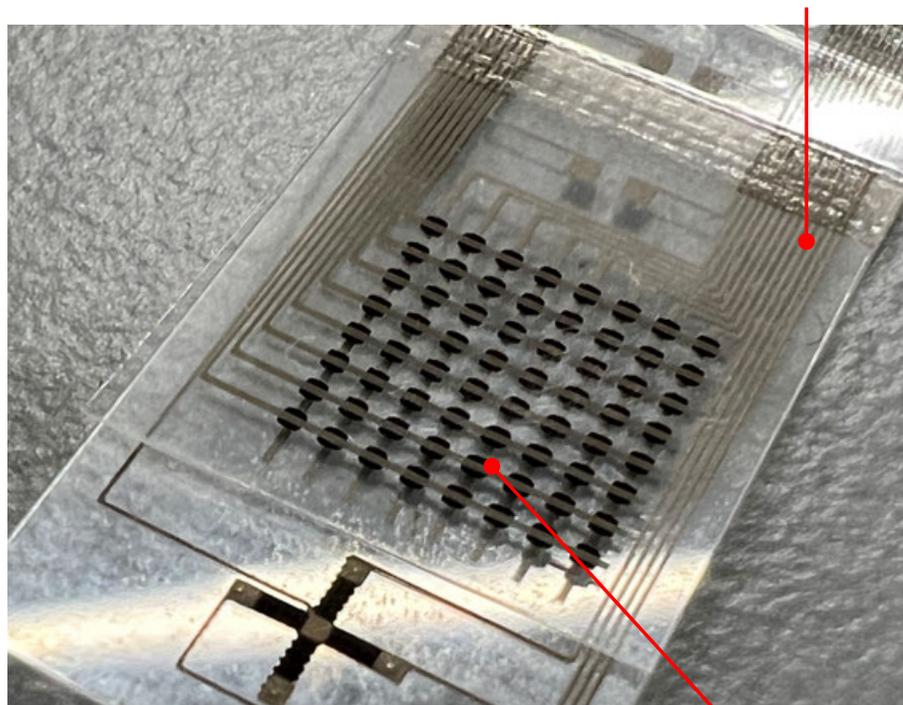


各センサの空間分解能を
損ねずにマルチモーダル
化が可能

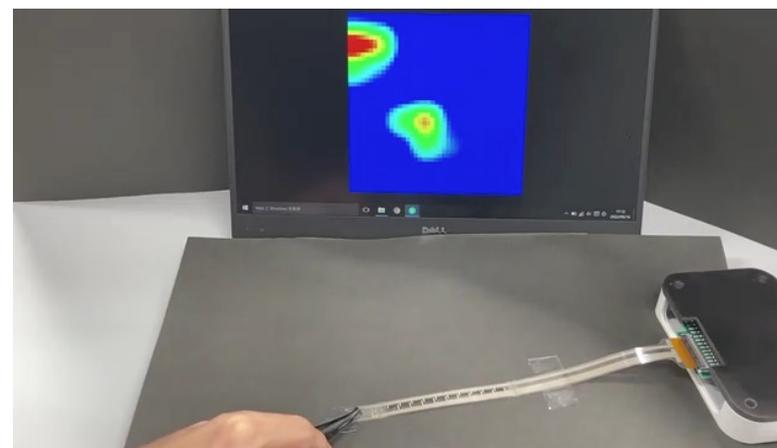
(1) 触覚センシング技術 超高解像圧力センサシートによる表面 プロフィール及び質感評価手法の確立

超微細配線印刷技術により、指先における触覚の空間分解能 1~2 mmを超える高解像度化を実現

配線幅: 100 μm



センサピッチ: 0.8 mm



今後圧力センサ出力と歪センサ出力を組み合わせることで質感評価が行えるか検証

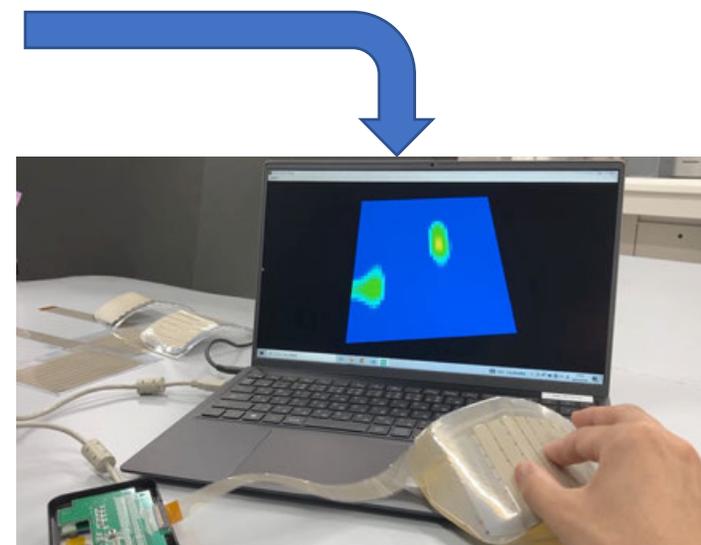
(1) 触覚センシング技術 ロボット体表面への実装方法の開発

熱可塑性樹脂基板、樹脂成形技術、ヒーター個別制御、加熱マスクにより
立体化成形

立体デバイス製造装置 デモ動画(2倍速)



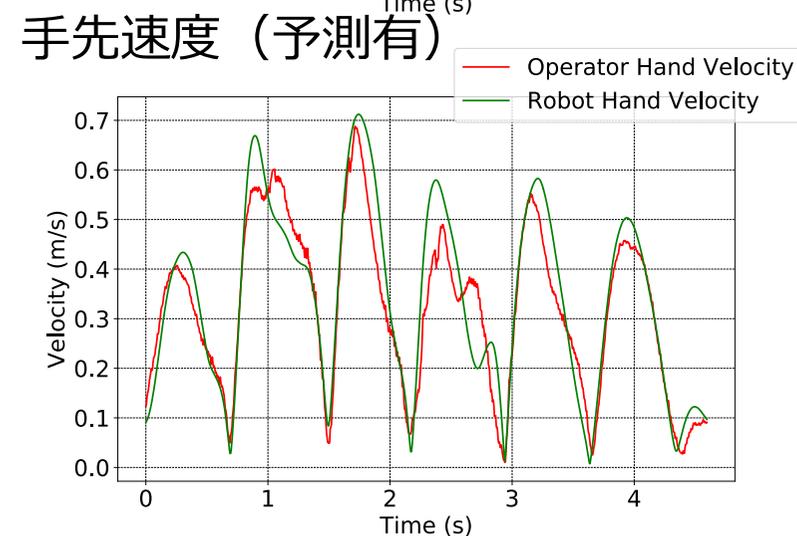
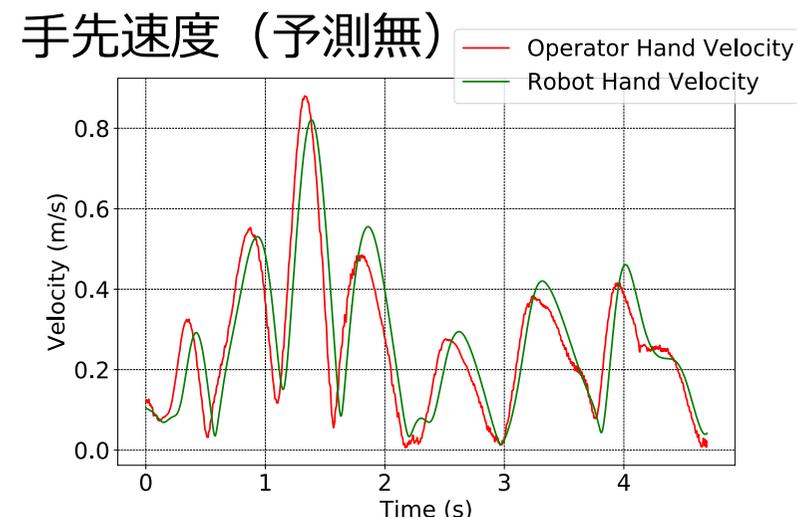
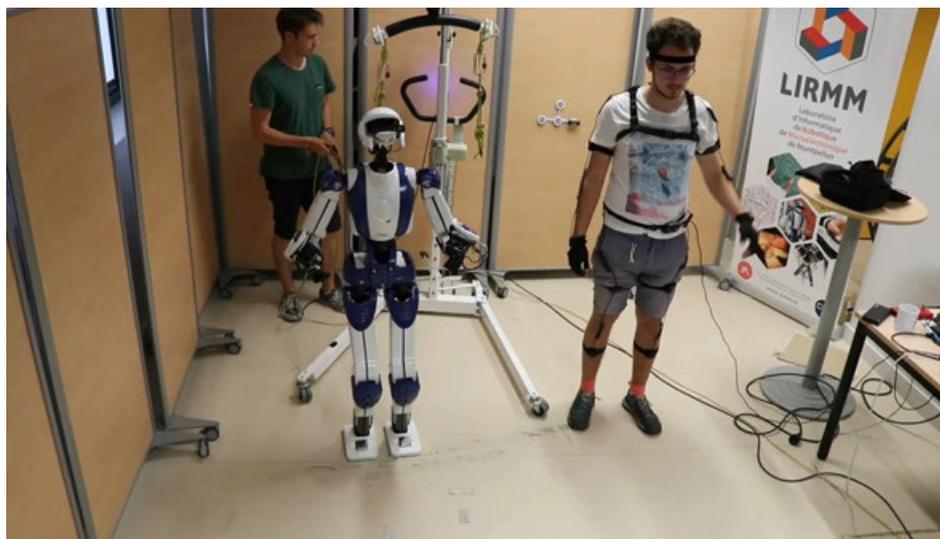
使用した素材)
シート:PET 厚み1.0mm(軟化点 90℃)
配線:ストレッチャブル導電ペーストを圧力センサ状に印刷



加熱成形後も動作 (要校正)

(2) 動作理解・再現技術 人動作予測による低遅延遠隔操作

- 通信遅延及び制御計算による遅延を人動作の予測によって低減
- 躍度最小モデルとRLSフィルタを用いて未来の人動作を予測
- 手先の位置情報に適用し、遅れを58msから3msに低減



(2) 動作理解・再現技術 外力下での安全制御

- 従来手法：安全性確保のためにシステムのパフォーマンス（速度等）を制限、時には逆効果に
- 提案手法：
 - 直接計測（力センサや触覚センサ）と残差法の融合させた外力推定
 - 外力を陽に考慮した制御により、外力下においても各種拘束条件（関節の位置や速度の制限等）を満たした動作を実現

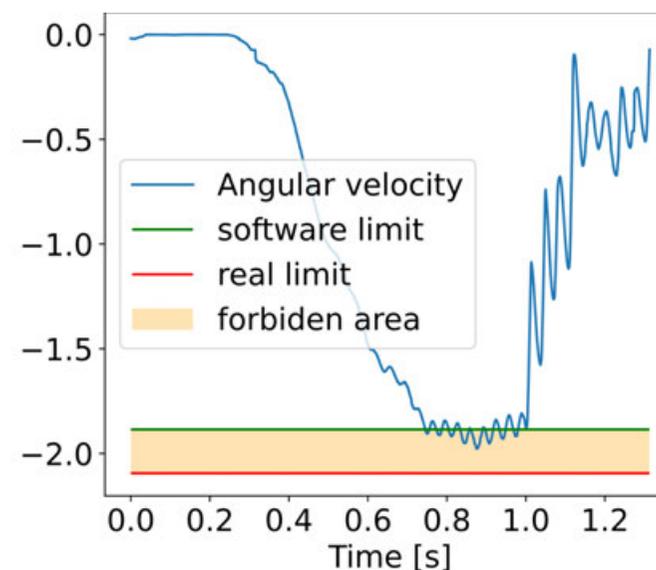
Explicit safety and compliance on torque controlled robots for physical interaction

M. Celerier¹, M. Benallegue¹, Y. Hu³,
R. Cisneros L.¹, H. Kaminaga¹, G. Venture²

¹ CNRS-AIST JRL (Joint Robotics Laboratory), IRL3218, Tsukuba, Japan

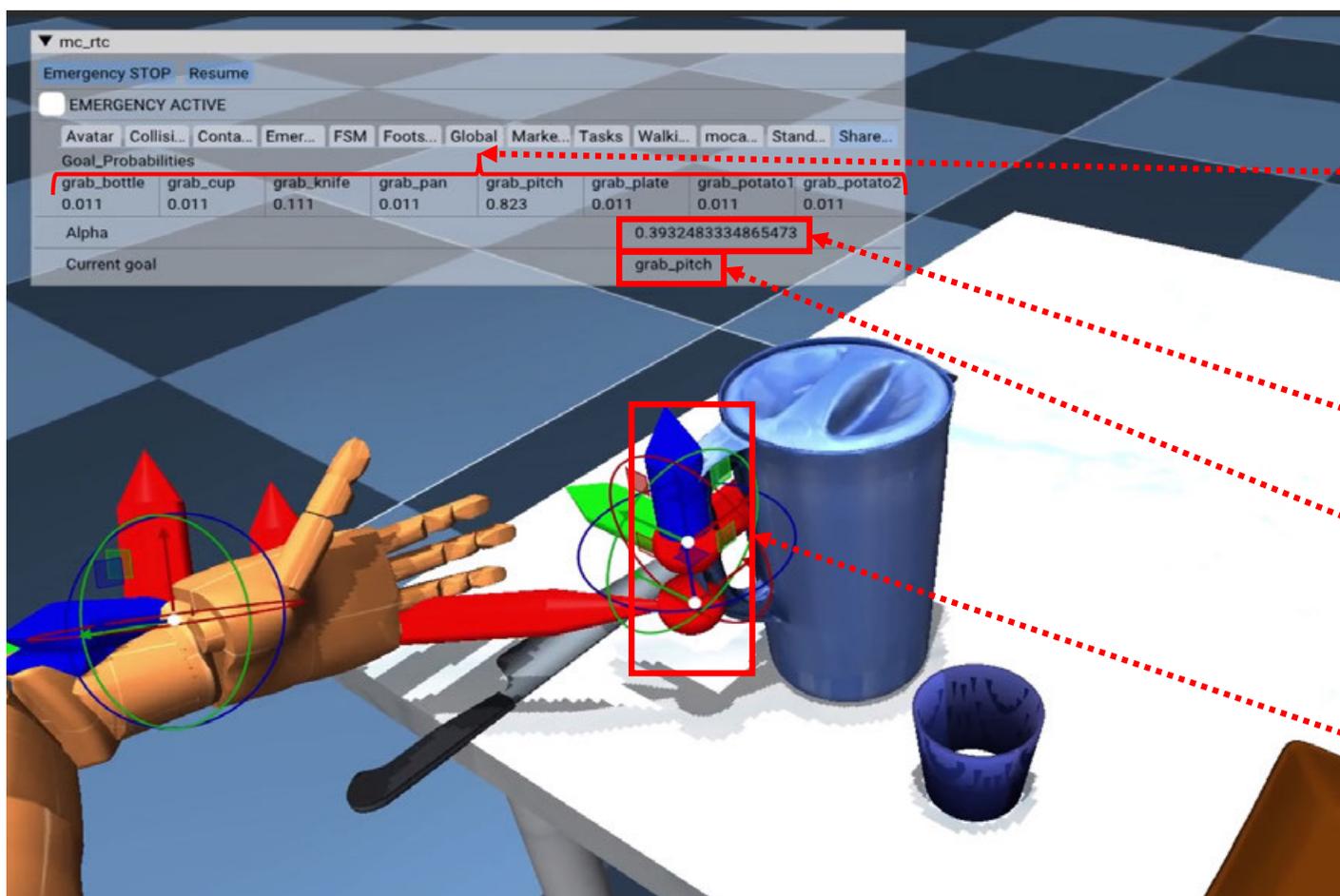
² Department of Mechanical Engineering, Tokyo University, Tokyo, Japan

³ Department of Mechanical & Mechatronics Engineering, University of Waterloo, Waterloo, Canada



(2) 動作理解・再現技術 ゴール推定による遠隔操作支援

物体の位置、手先の位置、視線からベイジアンフィルタを用いてゴールを推定、動作をアシスト



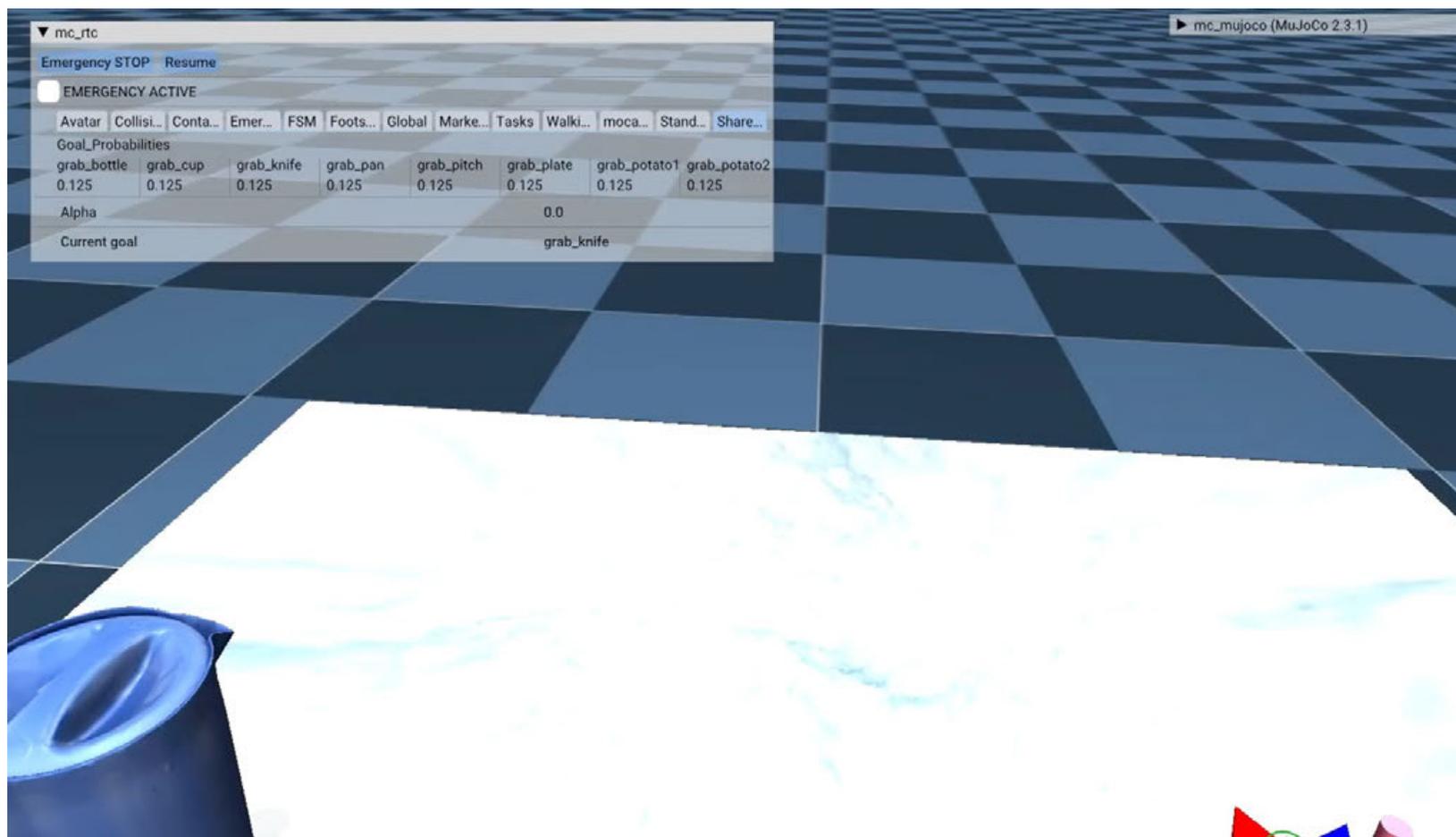
各物体がゴールである確率

AIのアシスト比率

推定されたゴール

推定されたゴールの位置・姿勢

(2) 動作理解・再現技術 ゴール推定による遠隔操作支援



比較評価実験を実施後、論文投稿の予定

(3) 安全基準 排泄支援機器を重度要介護者が使 う場合の用途要求分析

	人のトイレ動作	現行の施設での介助方法	自動・遠隔化の方法
(1)	尿意・便意の知覚	定時の声掛け	(a) タイマーによる起動 (b) リフトの自走 (※)
(2)	トイレ・便器の認識	(必要なし)	(必要なし)
(3)	トイレまでの移動	車いすに乗せて移動	(a) 自動化した移乗動作 (※) (b) リフトで搬送 (※)
(4)	ドアの開閉	ドアの操作	カーテンにして自動化
(5)	下衣の脱衣	掴まり立ちで脱がす	自動・遠隔化で脱がせる (※)
(6)	便器の準備	手でふたと便座を操作	自動化した便座
(7)	便器への着座	移乗動作	自動化した移乗動作
(8)	排尿・排便		
(9)	清拭	臀部温水洗浄 手で水滴を清拭	自動化した臀部温水洗浄
(10)	便器からの起立	移乗動作	自動化した移乗動作
(11)	下衣の着衣	捕まり立ちで着せる	自動・遠隔化で着せる (※)
(12)	便器の洗浄操作	手でレバーを操作	自動化した便器洗浄
(13)	トイレからの移動	車いすに乗せて移動	リフトで搬送 (※)
(14)	手洗い	洗面台に連れていく	自動で洗面台に連れていく
(15)	居室に戻る	車いすに乗せて移動	(a) リフトで搬送 (※) (b) 自動化した移乗動作 (※)

実現していない技術

1. リフトの自走
2. 搭乗者の安全を評価して
リフト昇降動作する
3. 着衣／脱衣／臀部水滴
清拭のための柔軟物ハン
ドリング

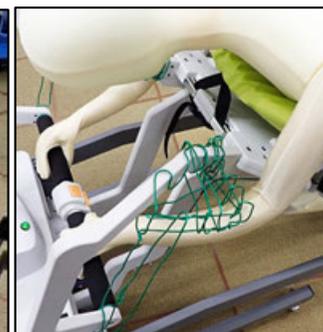
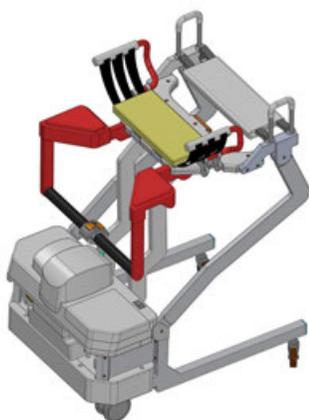
(3) 安全基準 用途要求分析に基づく機器の改良検討

(a) 自走機能の追加

※製品画像は販売サイト(Amazon)より転載

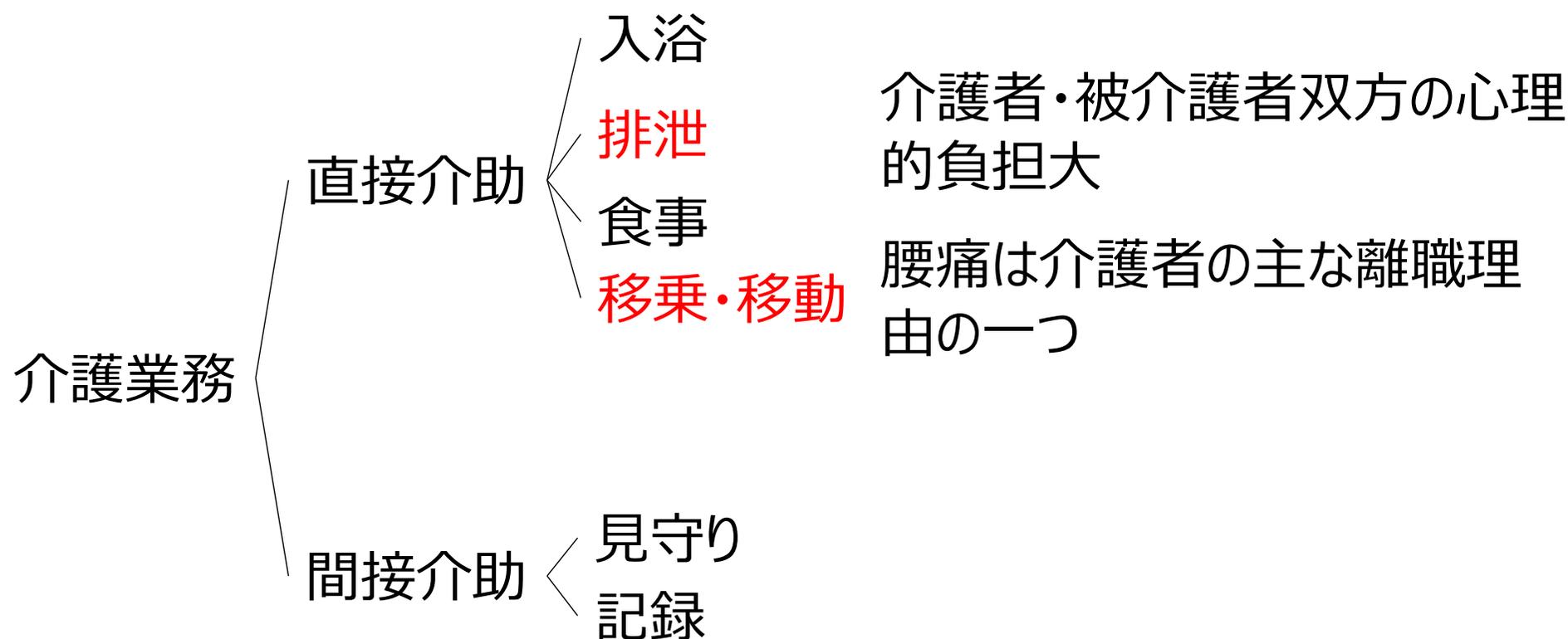


(b) ずり落ち防止機能の追加



本格研究に向けて

ロボットが担うべき介護業務



AMEDロボット介護機器の開発重点分野

移乗支援	移動支援	排泄支援	見守り・コミュニケーション	入浴支援
<p>○装着</p>  <ul style="list-style-type: none"> ・ロボット技術を用いて介助者のパワーアシストを行う装着型の機器 	<p>○屋外</p>  <ul style="list-style-type: none"> ・高齢者等の外出をサポートし、荷物等を安全に運搬できるロボット技術を用いた歩行支援機器 	<p>○排泄物処理</p>  <ul style="list-style-type: none"> ・排泄物の処理にロボット技術を用いた設置位置調節可能なトイレ 	<p>○施設</p>  <ul style="list-style-type: none"> ・介護施設において使用する、センサーや外部通信機能を備えたロボット技術を用いた機器のプラットフォーム 	 <ul style="list-style-type: none"> ・ロボット技術を用いて浴槽に出入りする際の一連の動作を支援する機器
<p>○非装着</p>  <ul style="list-style-type: none"> ・ロボット技術を用いて介助者による抱え上げ動作のパワーアシストを行う非装着型の機器 	<p>○屋内</p>  <ul style="list-style-type: none"> ・高齢者等の屋内移動や立ち座りをサポートし、特にトイレへの往復やトイレ内での姿勢保持を支援するロボット技術を用いた歩行支援機器 	<p>○トイレ誘導</p>  <ul style="list-style-type: none"> ・ロボット技術を用いて排泄を予測し、的確なタイミングでトイレへ誘導する機器 	<p>○在宅</p>  <ul style="list-style-type: none"> ・在宅介護において使用する、転倒検知センサーや外部通信機能を備えたロボット技術を用いた機器のプラットフォーム 	<p>介護業務支援</p>  <ul style="list-style-type: none"> ・ロボット技術を用いて、見守り、移動支援、排泄支援をはじめとする介護業務に伴う情報を収集・蓄積し、それを基に、高齢者等の必要な支援に活用することを可能とする機器
<p>厚労省・経産省によるロボット技術の介護利用開発重点分野の策定 H24.11月 重点分野公表 H26.2月 追加改定(青枠) H29.10月 追加改定(赤枠)</p>	<p>○装着</p>  <ul style="list-style-type: none"> ・高齢者等の外出をサポートし、転倒予防や歩行等を補助するロボット技術を用いた装着型の移動支援機器 	<p>○動作支援</p>  <ul style="list-style-type: none"> ・ロボット技術を用いてトイレ内での下衣の着脱等の排泄の一連の動作を支援する機器 	<p>○生活支援</p>  <ul style="list-style-type: none"> ・高齢者等とのコミュニケーションにロボット技術を用いた生活支援機器 	<p>1</p>

移乗・移動・排泄マルチ支援ロボット

