



MOONSHOT 目標3

一人に一台一生寄り添う
スマートロボット

AIREC

(AI-driven Robot for Embrace and Care)

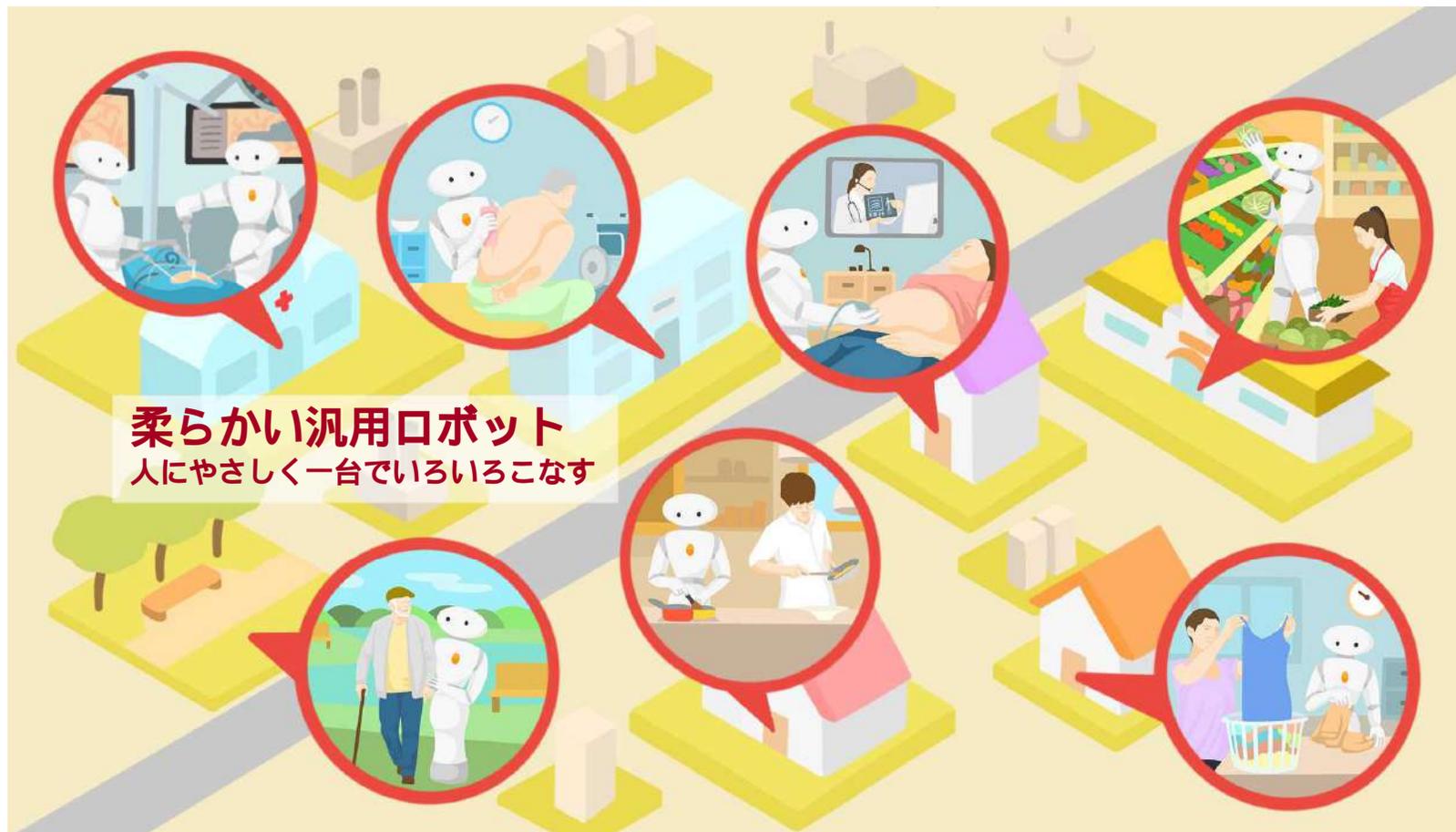


Waseda University

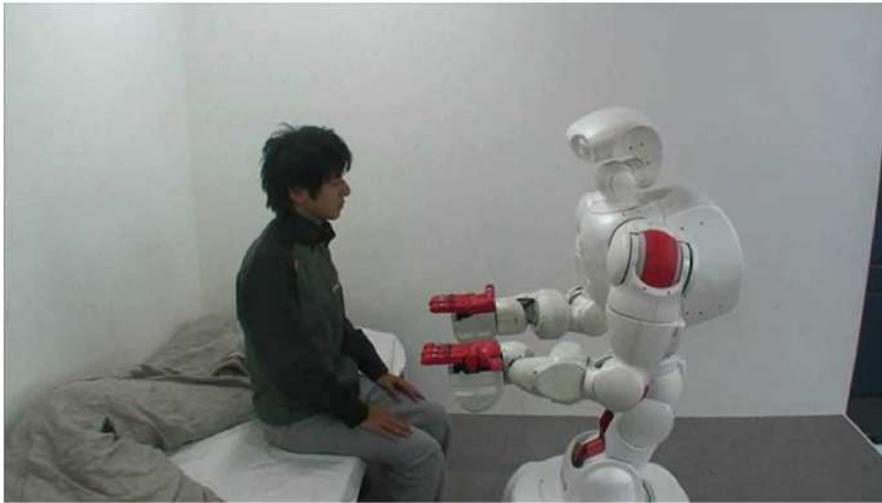
菅野 重樹 早稲田大学

次世代ロボット研究機構 ヒューマン・ロボット共創研究所 所長
理工学術院 理工学術院長
理工学術院 創造理工学部 総合機械工学科 教授

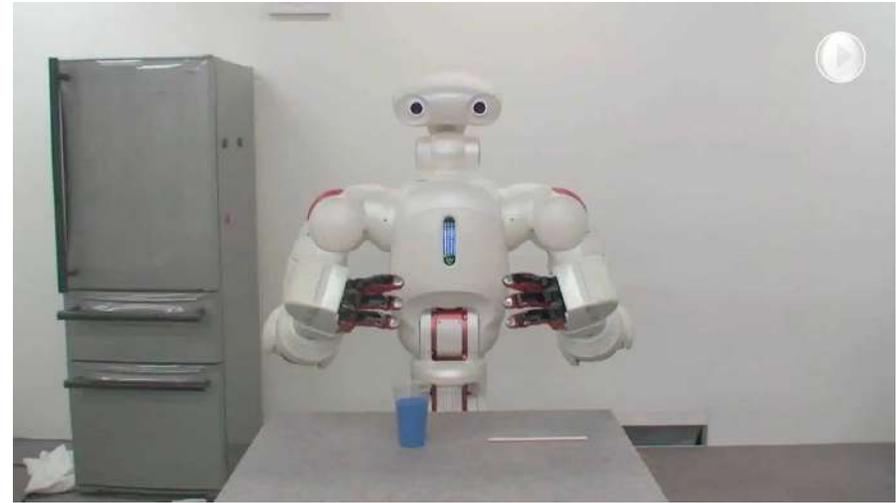
AIRECが目指す社会像



フィールド実験のゴールイメージ



ベッドから車椅子への移乗介助

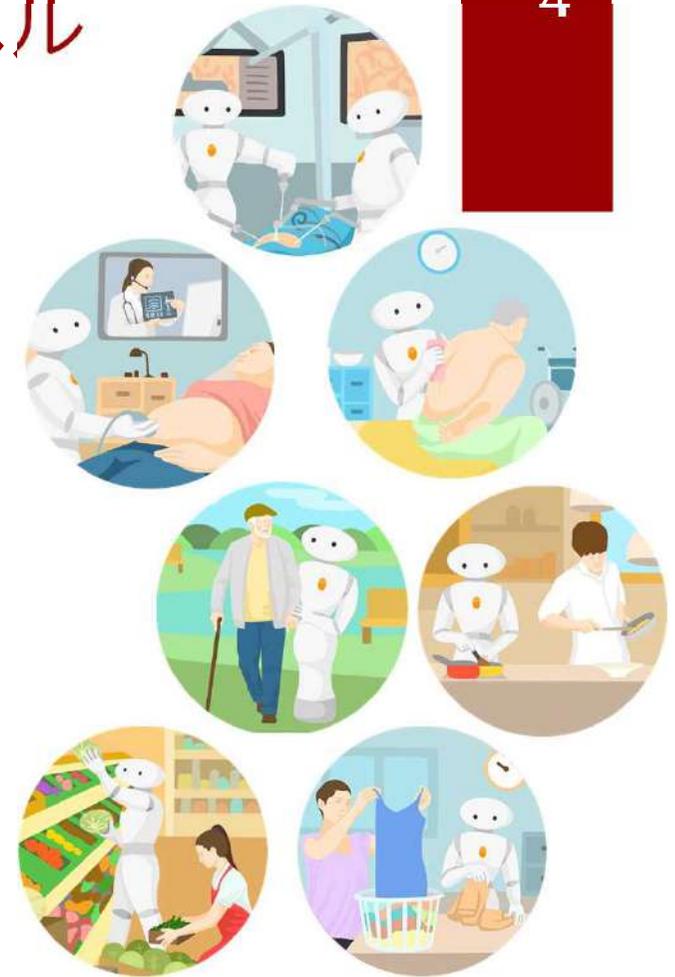


ストローの操り

人間共存ロボット TWENDY-ONE

スマートロボットの達成タスクレベル

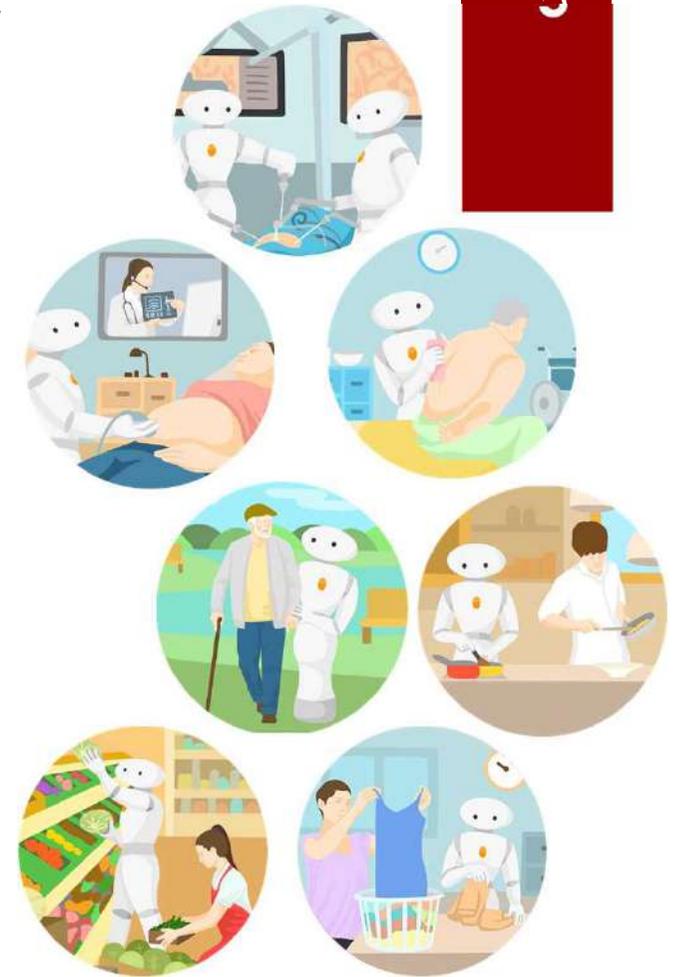
- レベル5（目標：2050年以降）：完全自律
 - ✓ 一台のロボットが，人との情緒交流を含めて，人間との接触を伴う，接客，家事，福祉，侵襲を含む医療などのマルチタスクを完全自律で実行可能
- レベル4（目標：2040年）：半自律
 - ✓ 一台のロボットが，人との情緒交流を含めて，人間との接触を伴う，接客，家事を自律的に実行可能で，介護，侵襲の低い看護・治療を人との協調により半自律で実行可能
- レベル3（目標：2030年）：協調自律
 - ✓ 一台のロボットが，人に情緒表出をしつつ，人間との接触を伴う，接客，家事，食事の介助と介護，侵襲の無い看護・治療業務を人との協調により半自律で実行可能
- レベル2（目標：2025年）：定型自律
 - ✓ 一台のロボットが，人と定型的なインタラクションをとりつつ，多様な物体を扱う一部の接客，家事，医事作業をほぼ自律で実行可能
- レベル1（現在）：個別作業自律
 - ✓ 個別ロボットが，特定の作業を実行可能



スマートロボットのマイルストーン

2030年

- 接客、調理や拭き掃除などの家事、歩行介助や清拭などの介護、看護や超音波診断などの一部の医療を可能とする心的インタラクション機能を備えたスマートロボット（レベル3）を開発し、公共施設、一般家庭、介護および医療現場で実際に試験運用を行います。スマートロボット（レベル3）によって、人々は、福祉や医療を含む支援を受けられるようになります。



アプローチとAIRECの最重要課題

AIとロボットが様々な社会ニーズに基づいて**共進化**

ロボティクスの革新

柔軟な身体を持つドライ・ウェットハイブリッドロボットが環境とインタラクションし、知的行動が自然に創発される

AIの革新

人のスキル変換で柔軟なロボットハードウェアの機能を、数少ない経験で学習できる”予測AI”で最大限に引き出す

OS: ROS50

社会ニーズ把握と実用化戦略

実証実験とAI世代 (GEN Z) の社会ニーズ調査により必要かつ適切な機能が選択される

AIRECの最重要課題：

AIを「ソフトウェア」から「ソフトウェア+ハードウェア」として変革
身体知 Embodied Intelligence

身体知 (Embodied Intelligence)

◆ ソフトロボットハードウェア

- ✓ ドライ・ウェットハイブリッドメカニズム
- ✓ エラストマー, 流体材料
- ✓ 自己保存生体系システム
- ✓ 自己修復システム

◆ 深層予測学習

- ✓ リアルタイム予測と感覚・運動系制御
- ✓ ロボットへのスキル移転 (模倣)
- ✓ 「身体知」に基づくロボット独自の世界モデルを獲得
- ✓ 自律性情動反応



身体知の例 (手首柔軟関節特性込み) :
折り畳み (タオル配置・種類, 本)

Cebit 2017, CEATEC2017, iRex2017
IEEE RA Letters, 2016., ICRA2017 etc.

2050年の技術ゴール

8

- ハードウェア : ドライ・ウェットハイブリッド
メカニズム
- AI : 原始的感情コミュニケーション

2050年のイメージ

従来型機械の強みと生体の強みの融合

ドライ・ウェットハイブリッドロボット

- **従来型機械**
 - 大出力，耐久性
 - ✓ ドライ，隙間
- **生体**
 - 自己保存
 - ✓ ウェット，充填

アクチュエータ，表皮，自己修復，
関節，バッテリーなどのロボット
構成要素・制御は，**流体ベース**へ
移行

流体アクチュエータ，ゾル，潤滑，
燃料電池など

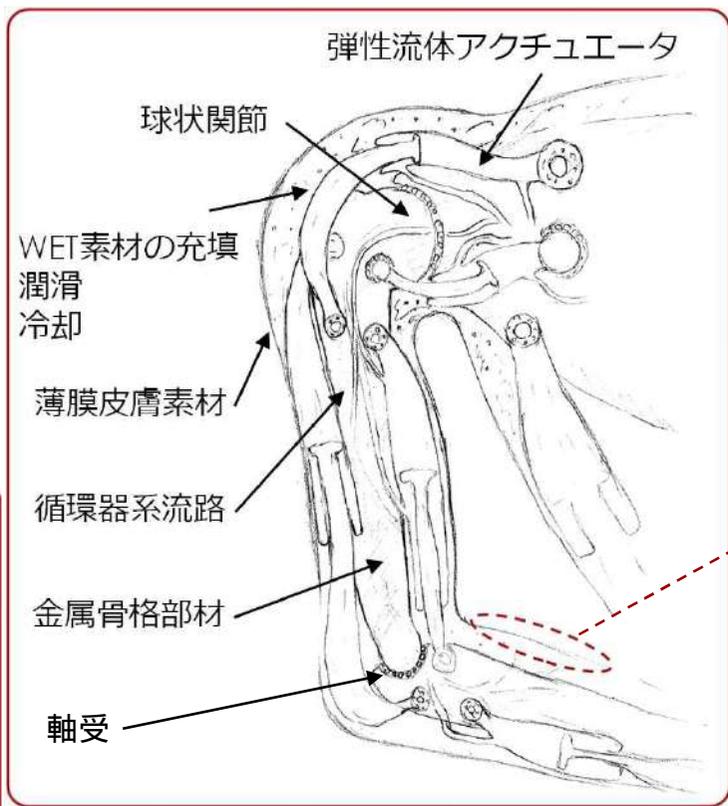
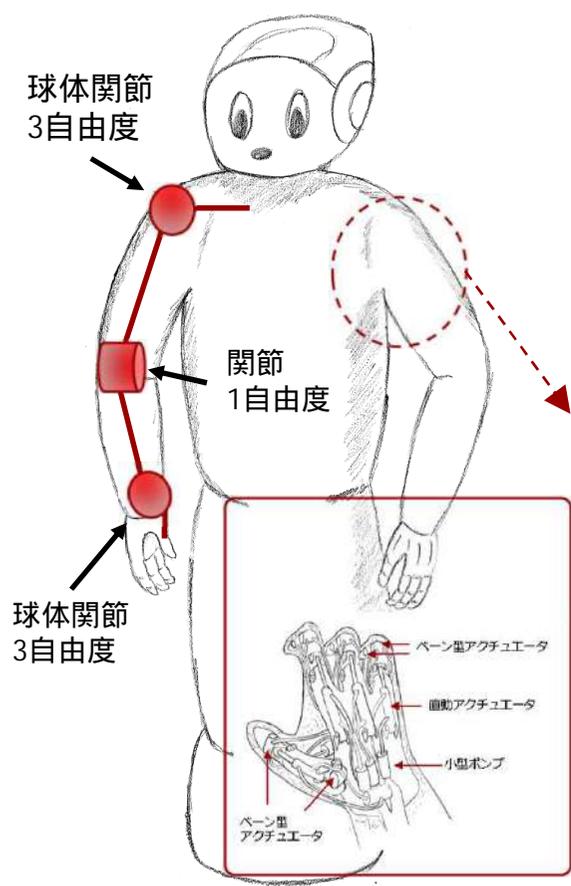
必然的にウェットロボットへ

2050年のイメージ

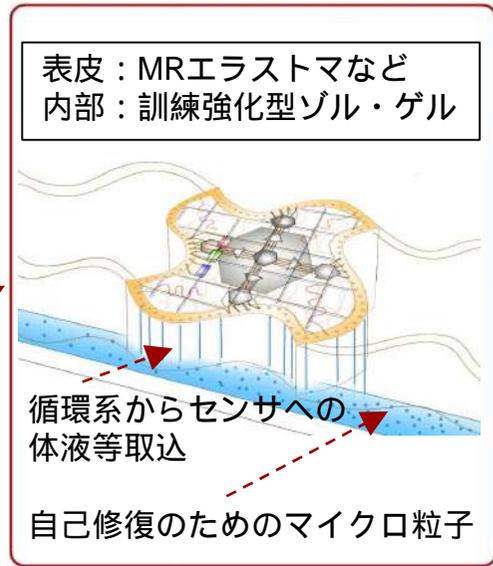
■ Dry-Wet Hybrid Robot

- ハイブリッドハードウェア
- リンク + ボールジョイント構造 機械 + 生体
- 油圧人工筋 (液駆動 : ポンプ = 心臓) 機械 + 生体
- エネルギー (燃料電池 : 液体水素, 水) 機械 + 生体
- 全身カバーセンサ (表皮 : ゼル) 機械 + 生体
- 体液 (潤滑, 循環系と機構系との接続) 機械 + 生体
- 循環系 (内分泌, 血管 : 修復材などを流路で供給) 生体 → 情動・AI
- 自律神経系 (一体型プリント信号線) 生体 → 情動・AI

ハードウェアの展開



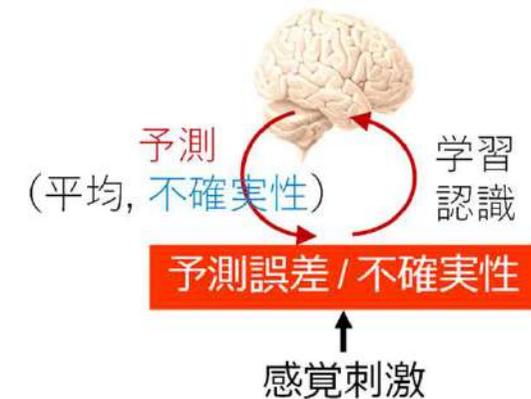
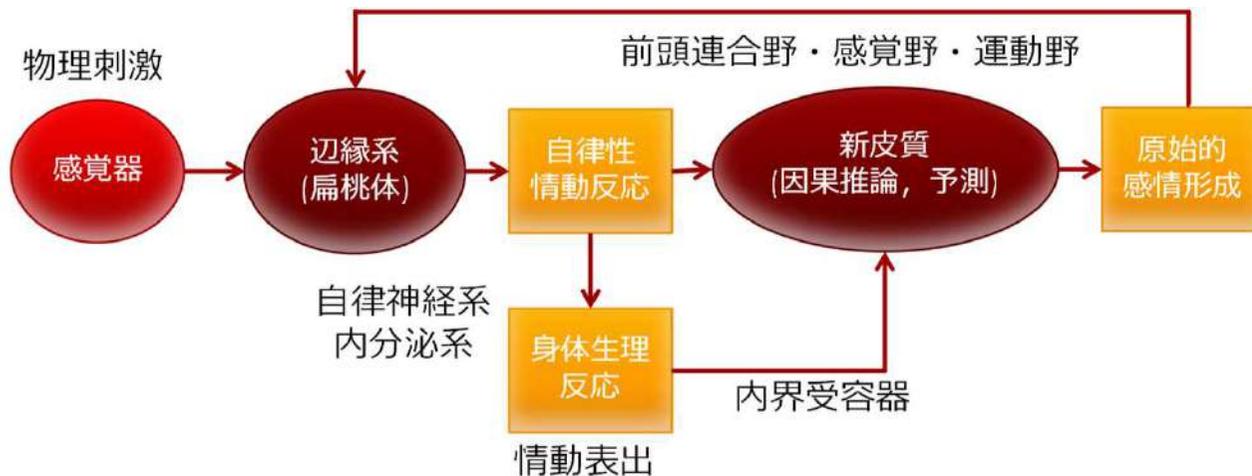
隙間の無いウェットロボットメカニズム



張り巡らされた表皮

人に近づく新しいAI

- 辺縁系での判定が生体器官の維持（ホメオスタシス）や，環境適応のための身体変化（情動反応）を生成，その反応を新皮質が処理して原始的な感情を作り出す
 - ジェームズ・ランゲ説



スマートロボットの福祉・医療への適用

13

◆ 2050年における介護，看護，治療

- ✓ 移乗支援
- ✓ 清拭・入浴介助
- ✓ 食事支援
- ✓ 診断
- ✓ 注射（点滴）
- ✓ 手術



◆ 研究開発項目

- ✓ ハードウェアと制御：侵襲性の高い治療を行う患者の状態に応じた，適応型の器用なマニピュレーターとその制御システムの構築
- ✓ 標準化：AIRECに導入される生体情報のデータ構造の設計
- ✓ リスクマネジメント：評価結果に基づくリスクマネジメントシステムの更新

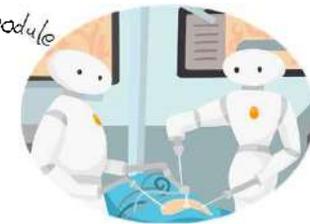
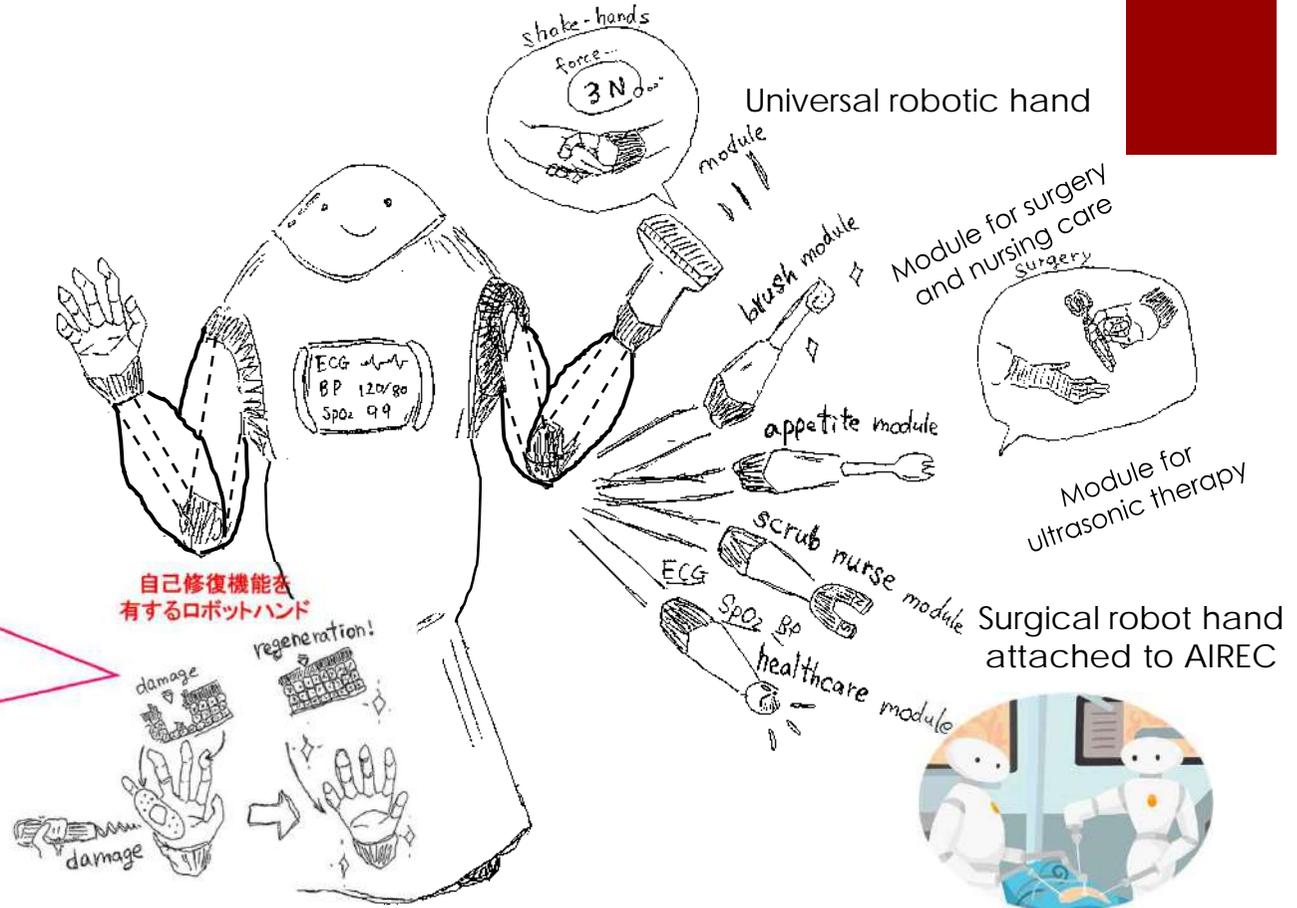


スマートロボットの福祉・医療への適用



生体診断センサ

- 低リスク作業：
汎用ハンド用アダプター開発
- 高リスク作業：
専用ハンド開発



社会ニーズ，受容性の評価

■ 現状:

- ⊖ 特定ロボット，特定地域のフィールド実験のみ
- ⊖ 国際標準に関する議論が希薄



- **2023**：ニーズ把握により設計規範を確定
 - 定量調査 欧米・アジア 8カ国 若者(GEN Z)対象 比較調査
10,000人規模
- **2025**：ロボットプロトタイプの評価 設計にフィードバック
 - **ELSI** (AI・ロボットに対する信頼、社会受容)に関する国際シンポジウム 協力：ハーバード(法学)，ケンブリッジ(哲学・倫理学)
- **2030**：国際的な文化差も考慮した社会実装の道筋を確定
 - 定性調査 フィールド調査(人とロボットとのエンゲージメント)
- **2030以降**：一般の人々へのリテラシー教育

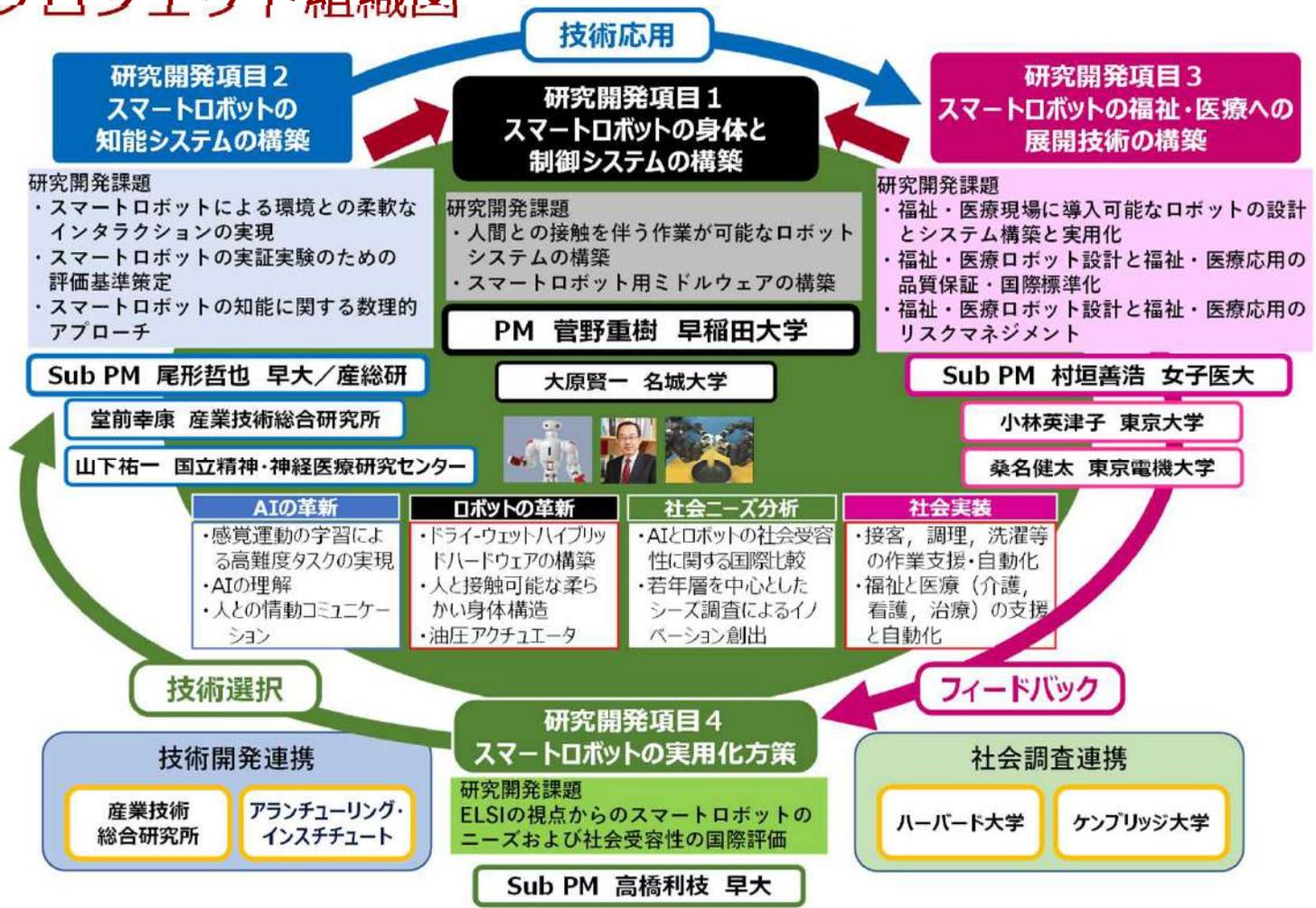


柴田氏
パロのフィールドワーク
(2018)



Yoshua Bengio氏
(2019)

AIRECプロジェクト組織図



AIREC URL

<https://www.waseda.jp/airec/>



2050年までの研究計画

