



筑紫丘高等学校同窓会 研鑽委員会 第8回 学びの会

AIは、人間を置き換えるためではなく 人間を支えるためにある

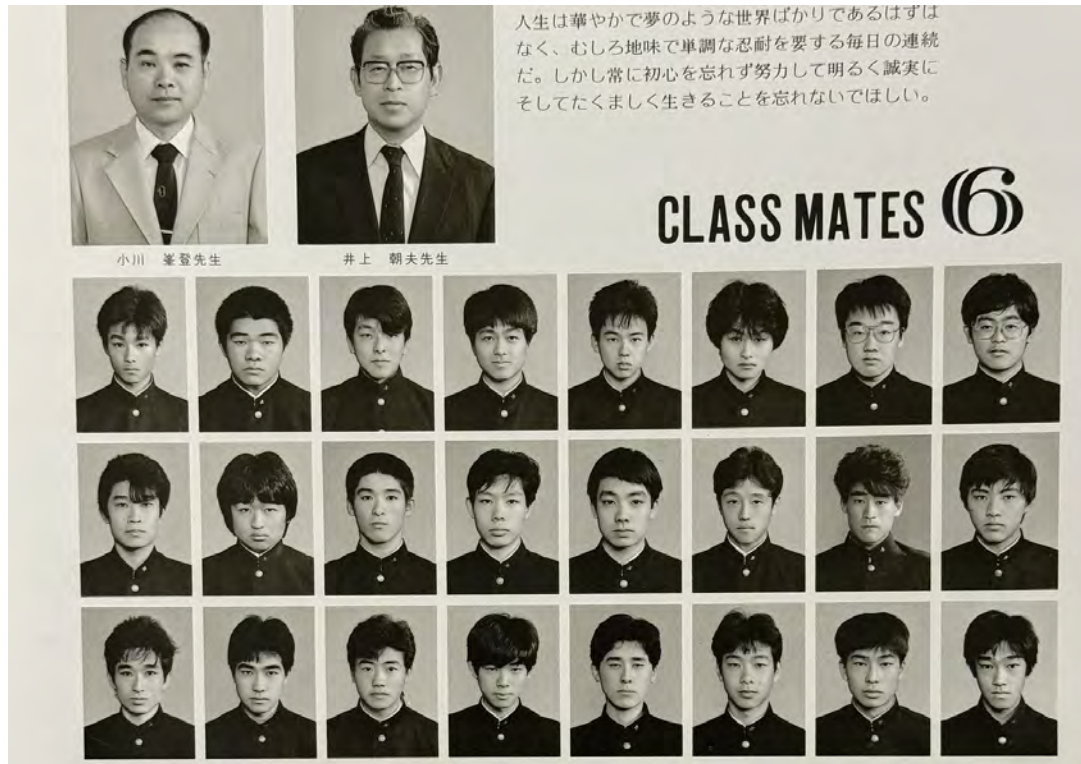
超高齢社会における
Human-centered Physical AIの社会実装

Speaker 柴田 智広 氏 (高39)

九州工業大学大学院 生命体工学研究科
人間知能システム工学専攻 教授



筑紫丘39回生です



1980年代

あの頃、今の自分を想像していただろうか？



私の研究者人生



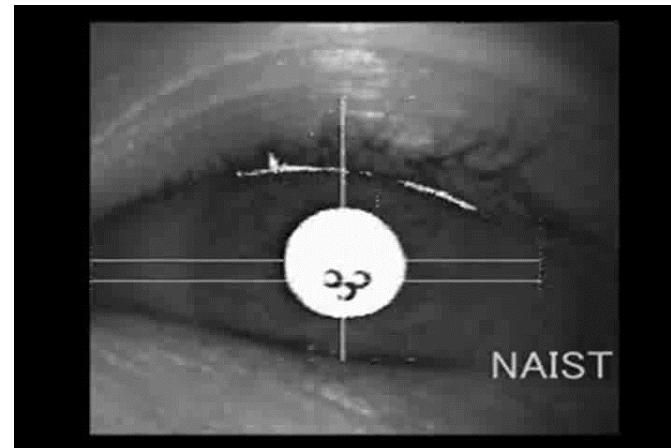
Kuniyoshi and Inoue (1992); 柴田 (1991)



1993年 日本ロボット学会研究奨励賞
Shibata, et al., IEEE Trans Mechatron (1996)



Shibata and Schaal (2001)
2002 Best Paper Award by JNNS



Kawawaki, Shibata, et al (2006)
Neuroscience Excellent Paper Award



Obayashi, et al. (2014)
2015 Best Paper Award by JNNS



Tamei, et al (2011)
Featured by IEEE Spectrum



社

スマートライフケア社会を創造する 研究室の主要な研究

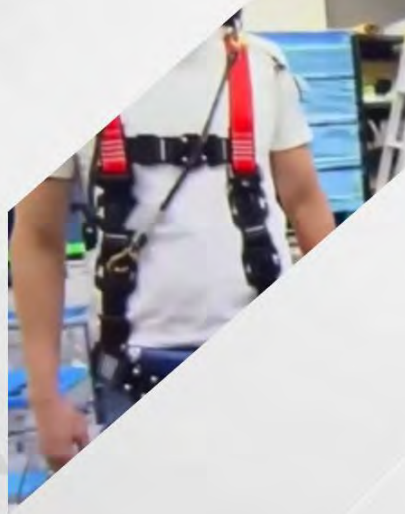
着衣介助
ロボット



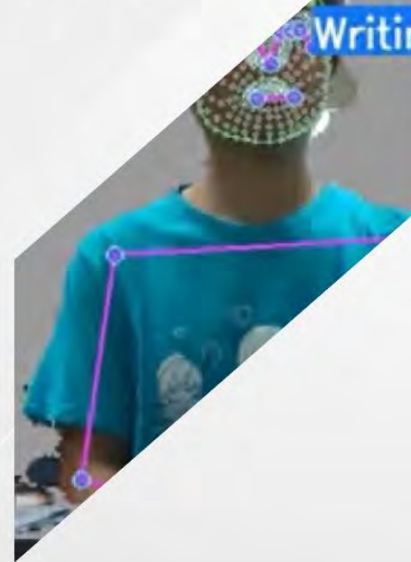
歩行アシ
スト



アシスト
スーツ



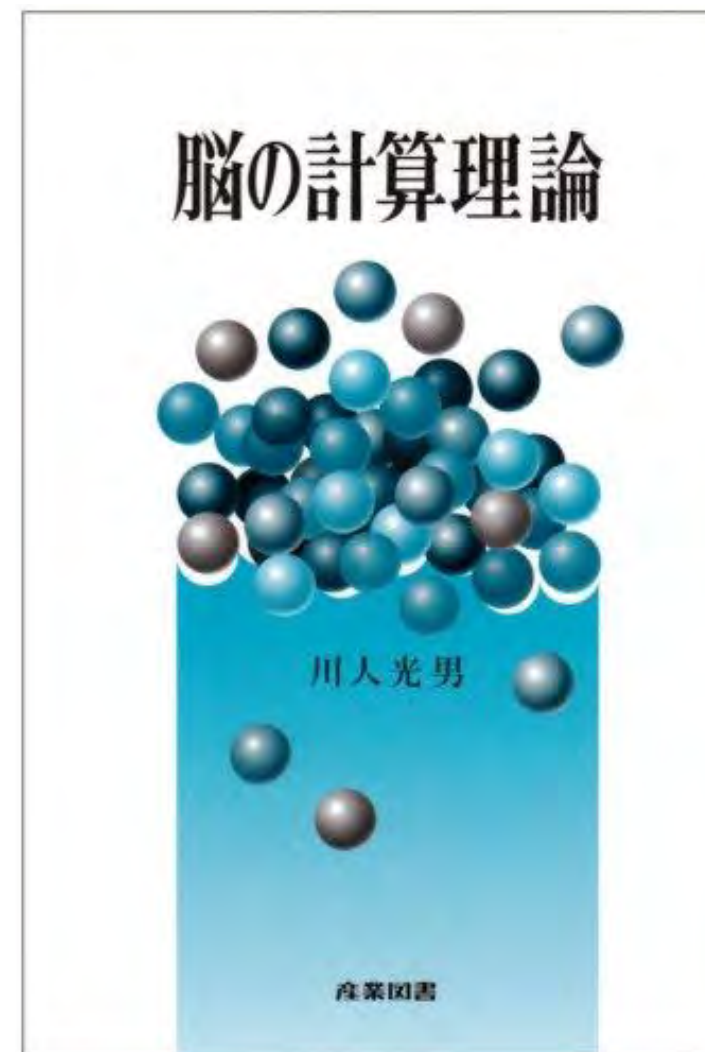
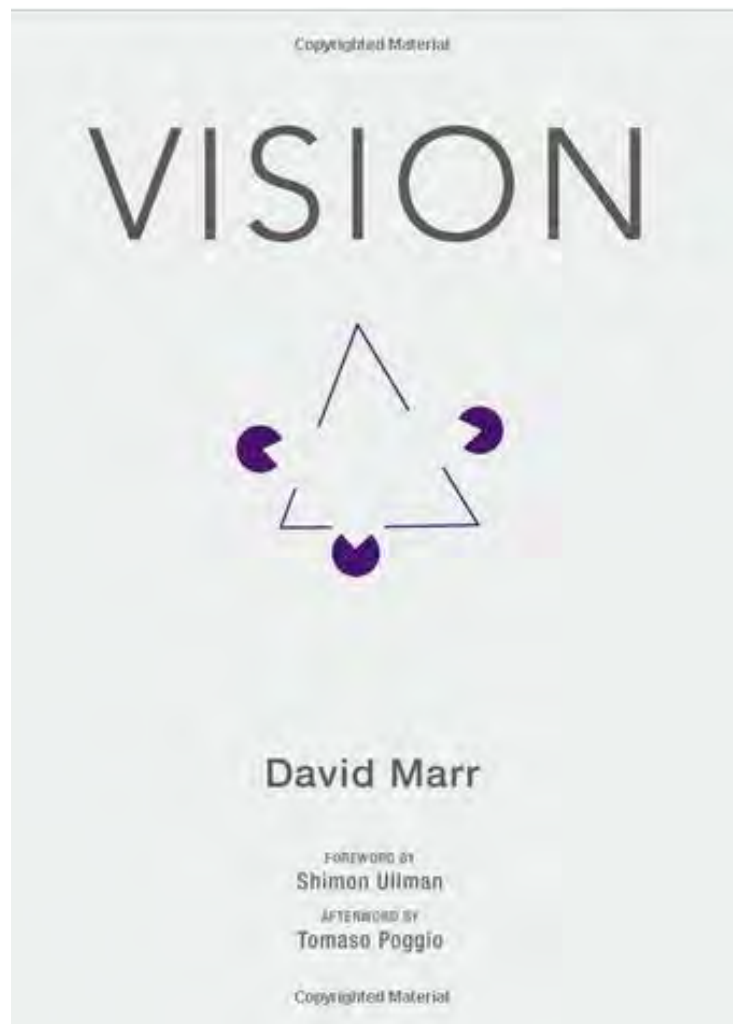
福祉工場
支援



IoTヘルス
ケア



私を神経科学に向かわせた書籍



Marrの3段階

VISION. David Marr. W.H.Freeman & Compay (1982)

- 情報処理課題を実行する機械を理解するために必要な3つの段階

計算理論

Computational theory

計算の目標は何か、なぜそれが適切なのか、そしてその実行可能な方略の理論は何か。

表現とアルゴリズム

Representation and algorithm

この計算理論はどのようにして実現することができるか。特に入力と出力の表現は何か、そして変換のためのアルゴリズムは何か。

ハードウェアによる実現

Hardware implementation

表現とアルゴリズムがどのようにして物理的に実現されるか。

脳やヒトを理解するためには



川人博士
(ATR)

- Marr
 - 三つのレベルでの理解が必要
- 川人
 - 上記に加え, 脳機能を脳と同じ方法で実現できる計算機のプログラムあるいは人工的な機械を作ることができる程度の理解が必要 (1996)

情報科学

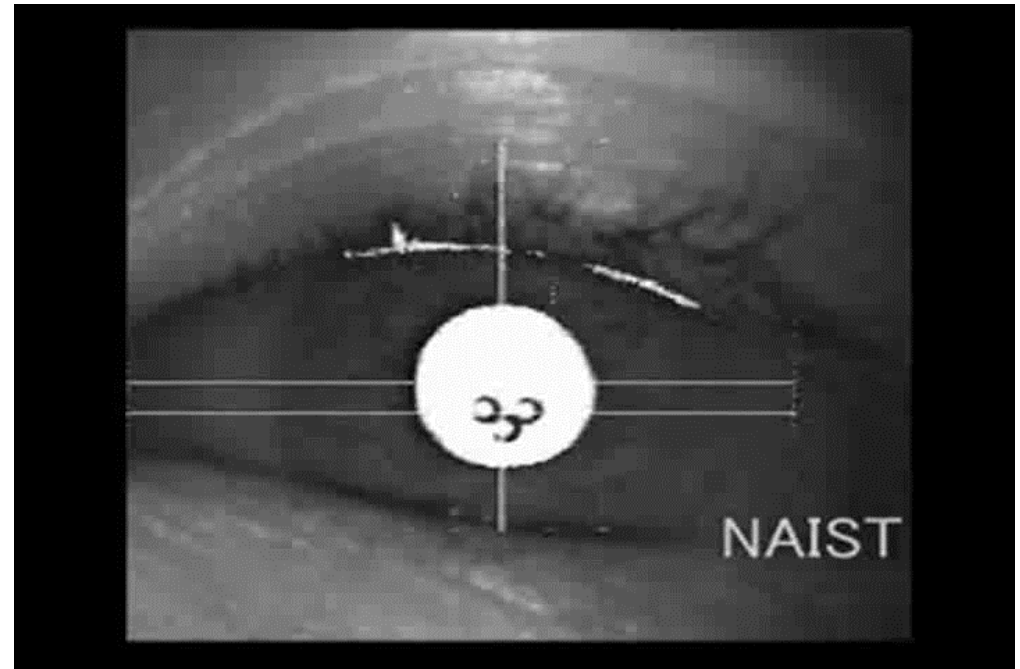
ロボティクス

ATRでの神経科学研究

- Human Oculomotor Control Research
- Robot-in-the-loop Computational



2002 Best Paper Award by JNNS
Shibata and Schaal (2001)



Neuroscience Excellent Paper Award (2006)
Kawawaki,
Shibata, et al (2006)

BLUE BACKS

知能の謎

認知発達ロボティクスの挑戦

けいはんな社会的知能発生学研究会 編

瀬名秀明 浅田 稔 銅谷賢治 谷 淳 茂木健一郎

開 一夫 中島秀之 石黒 浩

國吉康夫 柴田智広



人間の知能を
さぐる



瀬名秀明と
9人の知能・
ロボット研究者が

絶版なので、
図書館で探してください



国立大学法人

九州工業大学

「知能」とは何だろう？



「賢い」とは何だろう？



知識が多いこと？ 考えられること？ 行動できること？

脳やヒトを理解するためには



川人博士
(ATR)

- Marr
 - 三つのレベルでの理解が必要
- 川人
 - 上記に加え、脳機能を脳と同じ方法で実現できる計算機のプログラムあるいは人工的な機械を作ることができる程度の理解が必要 (1996)
- 柴田
 - 上記に加え、社会の中で持続的に受容される程度の理解が必要

情報科学

ロボティクス

社会科学・
サービス科学

脳科学とロボティクス

カテゴリ **からさがす** 本 ロボットフロンティア **検索**

本 詳細検索 ジャンル一覧 新刊・予約 Amazonランキング コミック・ラノベ 雑誌 文庫・新書 Amazon Student 本のお買い得情報

岩波講座 ロボット学 6

ロボットフロンティア

下山 勲 柴田 智広 渡多 伸彦 谷 淳 生田 幸士 松井 俊浩 比留川 博久

価格: ¥ 3,456 **プライム**

3点在庫あり。(入荷予定あり) 在庫状況について
この商品は、[Amazon.co.jp](https://www.amazon.co.jp) が販売、発送します。ギフトラッピングを利用できます。

中古品の出品: 5¥ 2,828より

amazonstudent 会員なら、この商品は **10% Amazonポイント還元** (Amazonマーケットプレイスでのご注文は対象外)。
新規登録 で最大4000ポイント キャンペーン実施中。

岩波書店

[イメージを拡大](#)
[自分のイメージを掲載する](#)
[出版社・著者の方へ「なか見！検索」で書籍を紹介しませんか？](#)

脳科学とロボティクスの共進化

- 1941 アイザック・アシモフが「ロボティクス」という言葉を作った.
- 1943 マカロック・ピッツがニューロンモデル発表.
- 1946 フォン・ノイマンがノイマン型計算機のモデルを提案.
- 1948 ウィーナーが「サイバネティクス」を出版.
- 1949 世界初のノイマン型計算機EDSACが稼動. ヘブの仮説が発表された.
- 1952 ペンフィールドが自動症を発見. ホジキン-ハクスリー方程式が提案された
- 1950年代末 ローゼンブラットがパーセプトロンを提案. ウイドローがLMSアルゴリズムを提案.
- 1961 世界初の産業用ロボット「ユニメート」「バーサトラン」が発売された.
- 1963 ロバーツがコンピュータビジョン研究を発表.
- 1960年代 後半スタンフォード研究所で視覚知能移動ロボット・Shakeyが研究された.
- 1969 マーが小脳理論を発表. ミンスキーとパパートが「パーセプトロン」を出版・マツカーシーとヘイズが「フレーム問題」を提案.
- 1972 中野, コホネン, アンダーソンらによって相関型連想記憶モデルが独立に提案された.

脳科学とロボティクスの共進化

- 1975 グリルナーがヤツメウナギを対象とした神経振動子の神経生理学研究を出版.
- 1980年代初期 伊藤が小脳シナプスの長期抑制を発見. ホップフィールドがニューラルネットに物理理論を導入して巡回セールスマン問題を解いた.
- 1983 バルト, サットン, アンダーソンらがTD型の強化学習を提案.
- 1985 ポジオらが標準正則化理論を発表. つくば万博開催. 加藤らが地子オルガンを演奏する人型ロボットWABOT-2を公開. 銅谷らが多様な運動パターンを学習する歩行ロボットを発表.
- 1987 マーの名著「ビジョン」が出版.
- 1986 ラメルハートが誤差逆伝搬アルゴリズムを発表. ヒントンらがボルツマンマシンを発表. ブルックスがサブサンプリング・アーキテクチャを発表.
- 1987 川人がフィードバック誤差学習理論を発表.
- 1988 宮本らがフィードバック誤差学習理論をロボット制御に適用. クーバースタインの学習するロボットの研究が「サイエンス」誌に掲載された. 日本神経回路学会発足.
- 1990 3期10年つづいた, 工学系と医学系が結集した脳の重点領域研究が開始

私の研究を変えたのは、
新しいAI技術ではありませんでした。

家族でした。

母がパーキンソン病になった。



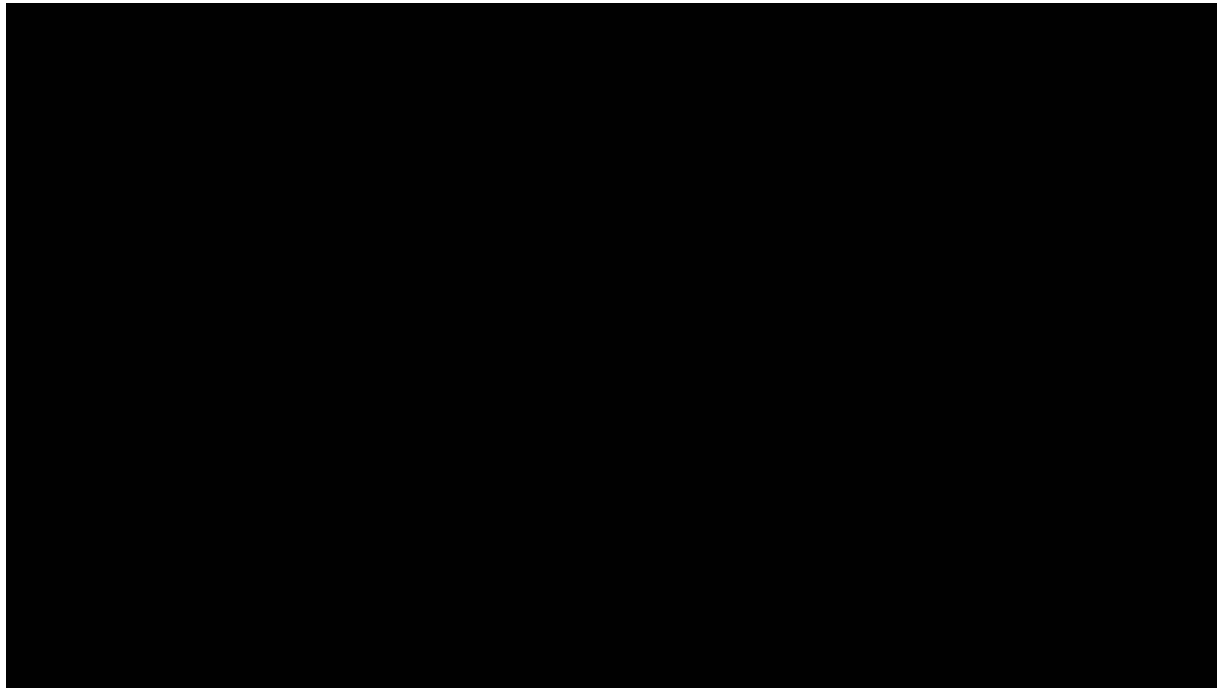
歩く

着替える

日常生活を送る

——当たり前だったことが、難しくなる。

一人っ子長男が10年以上在宅介護



Tamei, et al (2011)
Featured by IEEE Spectrum

ieee spectrum INSIDE TECHNOLOGY

MAGAZINE MULTIMEDIA BLOGS SPE

AEROSPACE BIOMEDICAL COMPUTING CONSUMER ELECTRONICS ENERGY GREEN TECH RO

AUTOMATON *The future of robots and other silicon*

BLOGS // AUTOMATON

Robot Helps You Put Your Shirt On

POSTED BY: ANGELICA LIM / 月, 10月 31, 2011

Print Email Facebook Twitter YouTube LinkedIn +1 Google Plus 0



If you've ever gotten stuck in a t-shirt, this robot is for you.

about this b

IEEE Spectrum's av
featuring news, arti
humanoids, automa
intelligence, robot ki

Follow @Auto

EDITOR: Er
New York,
e.quizzo@

SENIOR WI
Berkeley, C

CONTRIBU
Zurich, Sw

CONTRIBU
Cambridge,

CONTRIBU
Quebec Cit

[Contact us](#)

[RSS feed](#)

日本の高齢化と介護の現状

高齢化率（2024年）

 **29.3%**

65歳以上人口：3,625万人

脳血管疾患患者数予測（2025年）

 **約300万人**

2019年の130万人から大幅増加

介護サービス利用者数

 **増加傾向**

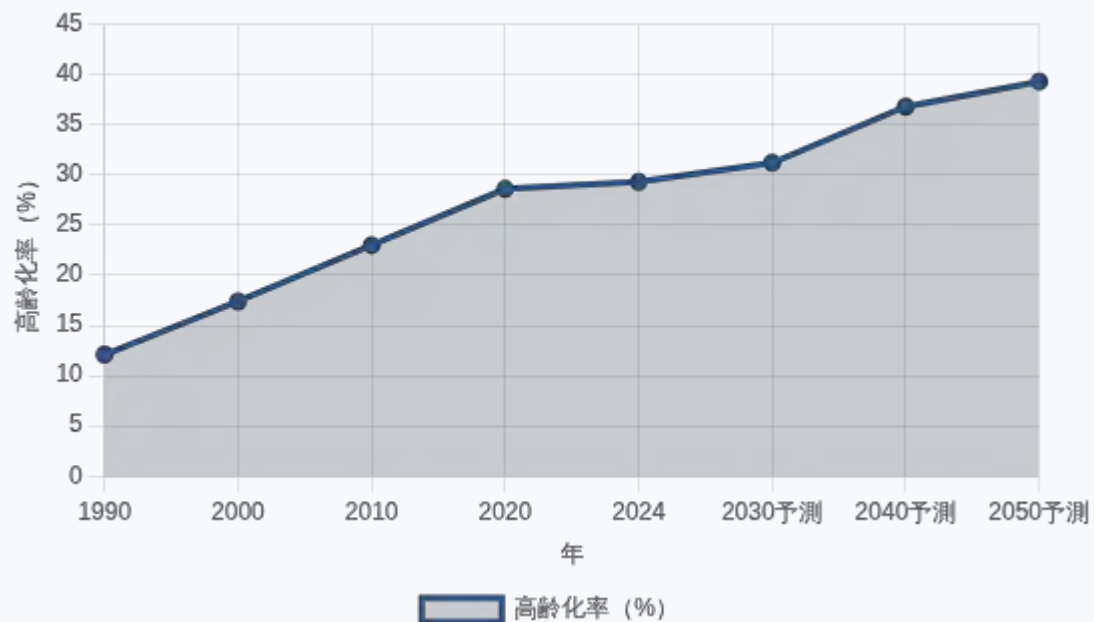
要支援・要介護認定者数も増加継続中

介護人材不足（2025年予測）

 **約32万人**

介護職有効求人倍率：4.25倍（2024年12月）

日本の高齢化率推移と予測



出典：内閣府「令和6年版高齢社会白書」、厚生労働省「人口動態統計」

介護労働力不足の深刻化

介護職員不足予測（2025年）

 **約32万人**

団塊の世代が全て後期高齢者になる頃

介護サービス職業有効求人倍率

 **4.25倍**

全産業平均（1.3倍）の3倍以上（2024年12月）

介護職の平均月収

 **約25-34万円**

調査手法により差異あり・処遇改善加算で上昇傾向

採用困難の主な理由

- 賃金水準の低さ
- 身体的・精神的負担の大きさ
- 夜勤・シフト制による不規則な勤務
- 社会的評価・認知度の課題

介護人材の需給ギャップ予測



出典：厚生労働省「介護人材確保の現状」（2024年）、「一般職業紹介状況」

介護に限らずすべての分野 で人材不足

- 2040年までの労働需給シミュレーション全体の動きとしては、労働需要がほぼ横ばい、微増の状況に対し、労働供給が大きく減少
- 労働供給の不足は2030年に341万人余、2040年に1100万人余
- 分野別にみても、全て大きな労働供給不足

2040年の日本が直面する危機と“希望”

「働き手不足 1100万人 の衝撃」

古屋星斗+リクルートワークス研究所

- ▶ 宅配便が届かない
- ▶ 救急車を呼んでも来ない
- ▶ 道路や橋が未修繕のまま放置
- ▶ 警察官のなり手が足りなくなる
- ▶ デイサービスに週3日しか通えない…

生活維持サービスが
消滅する前に
何をすべきか

驚愕のシミュレーション予測 &
4つの解決策を緊急公開!!

プレジデント社

介護テクノロジー利用の重点分野

2025年4月から改訂後の重点分野での運用を開始



排泄支援
普及率 0.5%

介護業務支援
普及率 10.2%

移乗支援
普及率 9.7%

移動支援
普及率 1.2%

入浴支援
普及率 11.2%

見守り・コミュニケーション
普及率 30.0%

介護テクノロジー利用の重点分野

2025年4月から改訂後の重点分野での運用を開始



移乗支援（装着）

介助者のパワーアシストを行う装着型の機器



移乗支援（非装着）

介助者による移乗動作のアシストを行う非装着型の機器



移乗支援
普及率 0.5%

排泄支援（排泄物処理）

排泄物の処理にロボット技術を用いた設置位置の調整可能なトイレ



排泄支援
普及率 0.5%

排泄支援（排泄予測・検知）

排泄を予測又は検知し、排泄タイミングの把握やトイレへの誘導を支援する機器



排泄支援（動作支援）

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



見守り（施設）

介護施設において使用する、各種センサー等や外部通信機能を備えた機器システム、プラットフォーム



介護業務支援

介護業務に伴う情報を収集・蓄積し、それを基に、高齢者等への介護サービス提供に関わる業務に活用することを可能とする機器・システム



介護業務支援
普及率 10.2%

機能訓練支援

介護職等が行う身体機能や生活機能の訓練に



移動支援（屋外）

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



移動支援
普及率 1.2%

移動支援（装着）

高齢者等の外出等をサポートし、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



見守り（在宅）

在宅において使用する、各種センサー等や外部通信機能を備えた機器システム、プラットフォーム



食事・栄養管理支援

高齢者等の食事・栄養管理に関する周辺業務を支援する機器・システム



移動支援（屋内）

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



入浴支援

入浴におけるケアや動作を支援する機器



入浴支援
普及率 11.2%

コミュニケーション

高齢者等のコミュニケーションを支援する機器



見守

認知症生活支援・認知症ケア支援

認知機能が低下した高齢者等の自立した日常生活または個別ケアを支援する機器・システム



普及の実像

普及は"二極化"している

— "普及しなかった"は事実と異なる。機器種別で状況は大きく違う —

普及進行中(令和6年度)	導入初期(身体介助系ロボット)
介護記録ソフト — 75.4%	移乗支援機器(全体) — 15.8%
見守り支援機器(全体) — 47.2%	入浴支援ロボット(入所型) — 8.4%
業務支援機器(全体) — 56.4%	移動支援ロボット(入所型) — 5.4%
タブレット・スマホ記録 — 50.5%	排泄支援ロボット(入所型) — 1.9%
ベッドセンサー(入所型) — 70.1%	コミュニケーションロボット — 0.3%
※業務支援機器は令和4年度10.2% → 5.5倍に成長	※身体を直接支援する機器ほど、依然として導入初期段階

共通の障壁 — コスト:60% 信頼性への懸念:41% UI/UX・伴走者不足・Wi-Fi未整備
--

こんなにロボットが研究されているのに、
なぜ介護の現場には
ロボットがないのだろう？

研究室の外にある「壁」



技術だけでは越えられない壁がある。

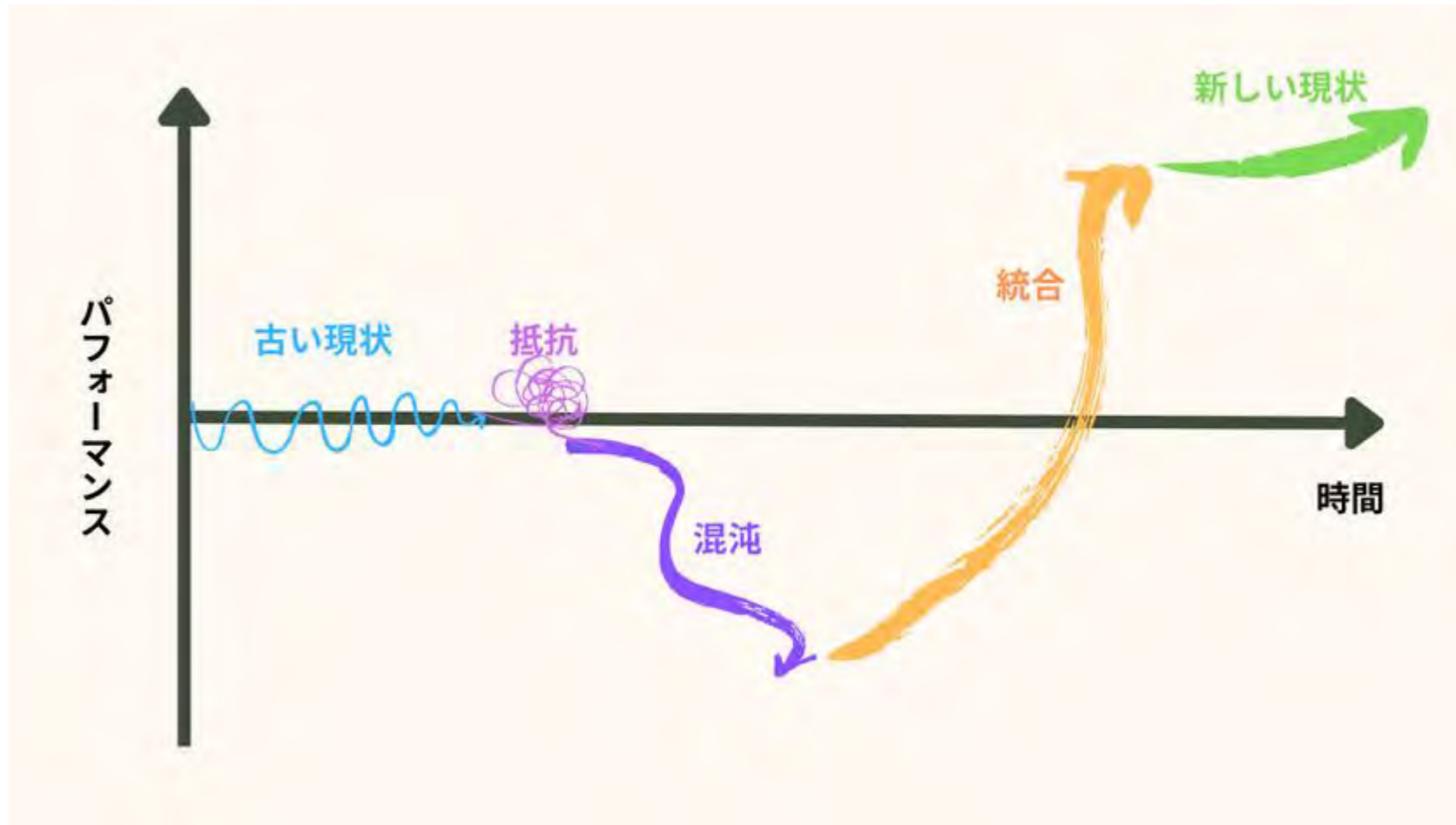
介護ロボットが導入されていない理由

第26回社会保障審議会介護給付費分科会介護報酬改定検証・研究委員会資料より

- 導入費用が高額(64.6%)
- 導入した機器を職員が使いこなせるか不安がある(37.3%)
- 設置場所や準備・点検等, 維持管理が大変そう(32.5%)
- 使い方の周知や教育・研修など, 業務改革が必要(31.9%)
- 効果やどのような機器があるか分からない(24.3%)
- 現場の実態を踏まえた介護ロボットがない(22.3%)
- 利用者・職員の安全面に不安がある(18.8%)
- 導入する必要がある課題や必要性を感じていない(15.5%)

介護ロボット導入時にありがちな生産性のパターン

https://ssaits.jp/promapedia/method/satirs-change-model.html#index_id0
より抜粋



「ヴァージニア・サティアの変革モデル」 (Satir's Change Model)

Technologyだけで足りないなら、
Ecosystemを作る。

令和2～6年度 「介護ロボットの開発・ 実証・普及のプラットフォーム」事業 (令和7年度からCARISOへ継承)



相談窓口やリビングラボを活用すれば
解決できる課題も多い！

スマートライフケア共創工房

<https://newsdig.tbs.co.jp/articles/-/1724346> より抜粋



九州工業大学 × 北九州市 | 2018—

研究室から、共創の場へ。

スマートライフケア共創工房を核として共創を推進



先天性ミオパチーの会代表の伊藤亮さん



特別養護老人ホームと共創



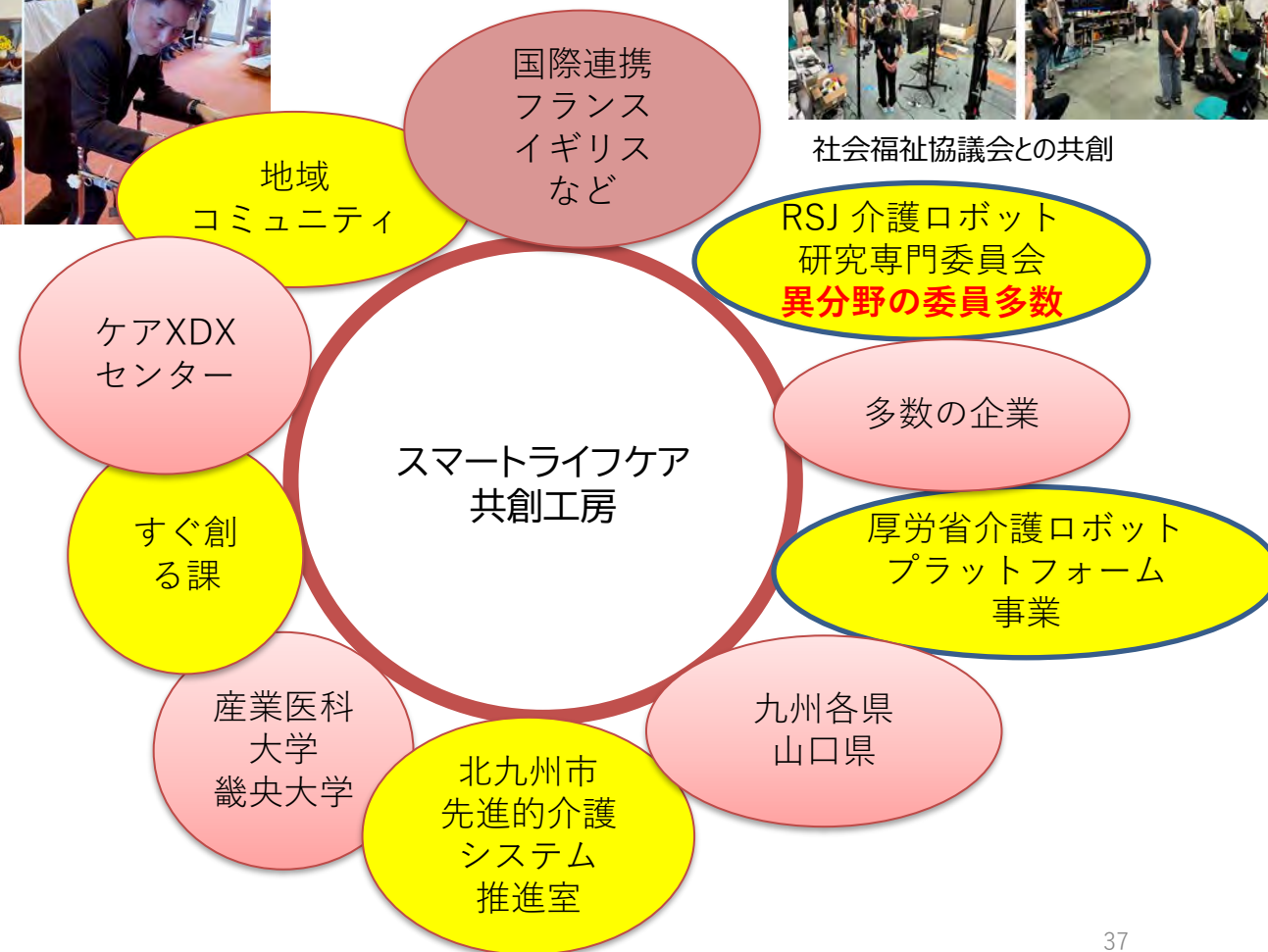
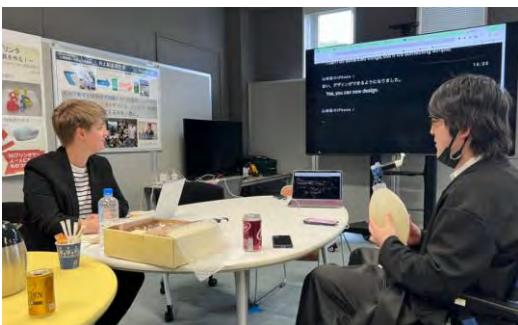
社会福祉協議会との共創



伊藤さんは3Dプリンタで自助具を作るワークショップに参加し、その後複数の自助具をデザイン



シェフィールド大学の参加型デザイン専門の研究者からヒアリング



北九州モデルの全体像

地域実装モデル(3層構造) × 価値還元エコシステムの両輪駆動

上層(実装)	先進モデル施設	実運用・改善ループ・モデル化
中層(接続)	テクノケア北九州	体験・比較・導入判断
下層(基盤)	スマートライフケア 共創工房	知見蓄積・現場共創 ・実証

価値還元エコシステム

Macro

① HITOWA広報一元化

② 産総研:見守り機器の安全性評価
・ガイドライン策定

③ 高齢社会DX協会:制度・政策連携

Micro

実証フィールド優先利用・知財保護・展示会補助

そして、AIが「身体」を持ち始めた



Introducing GEN-1.5, a one-shot learner

<https://youtu.be/1cIIcVK-9lo?si=yUIWhxtKB-K3faEx>



日本のPhysical AIの「勝ち筋」は？

01 ものづくり

ロボット・部品・素材・装置

02 現場力

擦り合わせ・改善・運用ノウハウ

03 リアルワールドデータ

製造・介護・医療・災害対応

04 先行する社会課題

高齢化・人手不足・人口減少

「現場データ × 実装・運用ノウハウ」を競争力に変える

出典：経済産業省 AIロボティクス戦略／フィジカルAI関連施策（2026）

介護現場は、Physical AIの重要な実世界データ空間

人の動き

歩く・立つ・着替える

個人差

体格・症状・能力

環境

住居・施設・障害物

支援と反応

何をすると人が変わる
か

DATA → MODEL → ASSIST → RESPONSE → BETTER DATA

ただし、尊厳・プライバシー・現場との共創が前提。

北九州は「Physical AIの実証都市」になれる

KITAKYUSHU

超高齢社会

介護現場

ものづくり

大学・人材

行政

Living Lab



Physical AI Social Implementation Testbed

地域の課題を、世界に展開できる解決モデルへ

国家戦略と、私たちの現場がつながり始めた

2026

第Ⅱ期 人工知能基本計画

「バーティカルAI・フィジカルAI中心に社会実装加速」

AIロボティクス戦略

2040年 約1,000万台 ／ 18分野 ／ 中核拠点・導入支援

国産マルチモーダル基盤モデル

「現場データ」「現場力」「ものづくり基盤」を競争力へ

重要なのは、政策を待つことなく、現場から実装例をつくること。

出典：内閣府 第Ⅱ期人工知能基本計画（2026/7/14）、経済産業省 AIロボティクス戦略等

課題先進国から、「解決輸出国」へ

JAPAN



Human-centered
Physical AI



WORLD

高齢化・人手不足という課題

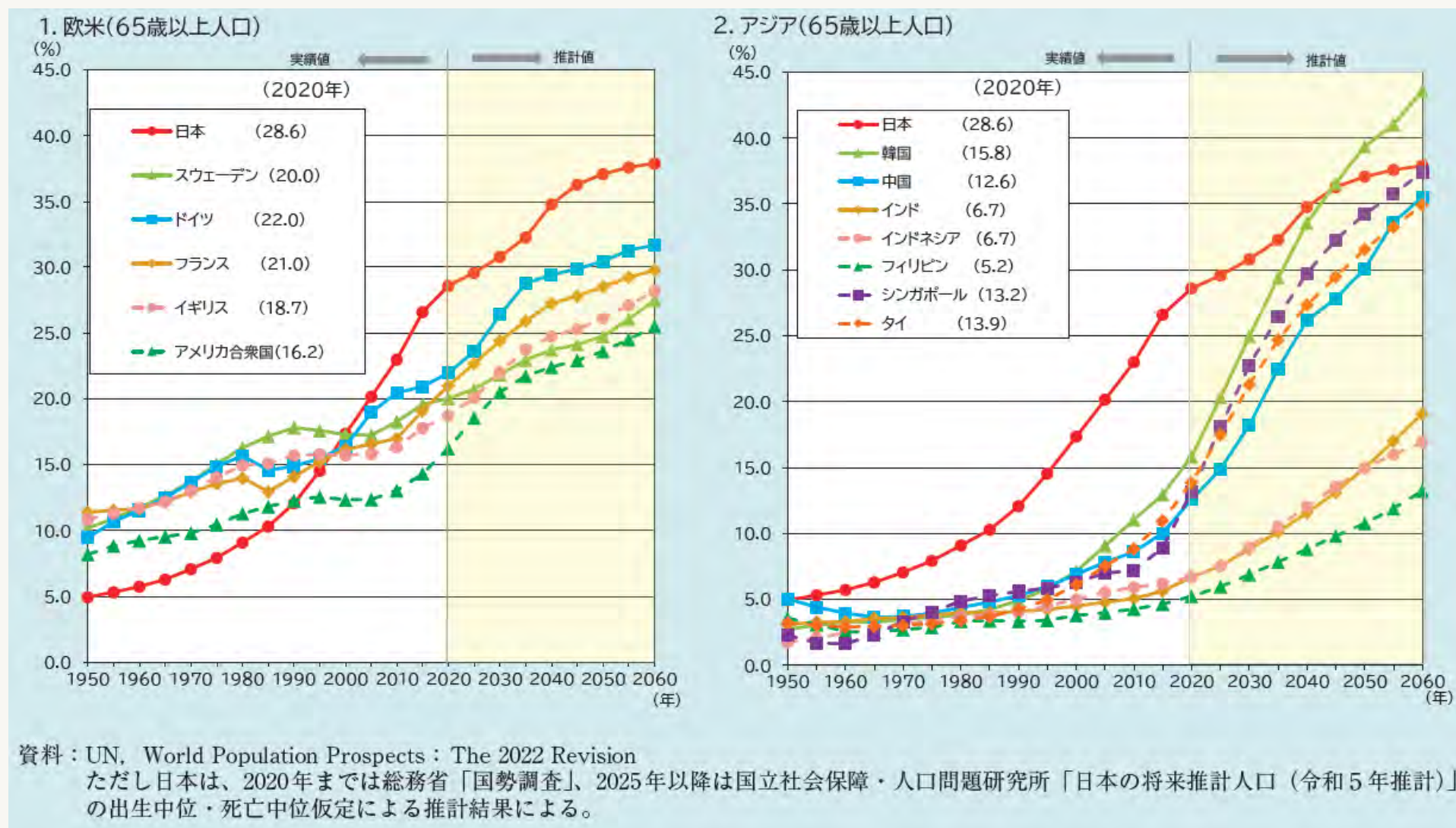
現場で解決策を磨く

世界がこれから必要とするモデル

「弱み」を先行者利益に変えられるか。

それが、日本のPhysical AIの挑戦。

世界の各年代別高齢者の割合及び推移



AIは人間の仕事を奪うのか？

AIは、
人間の仕事を
奪うのか？

Will AI replace us?



~~AIには、何ができるのか？~~

私たちは、
AIに何をさせたいのか？

誰のために？ 何を大切に？ どんな社会をつくるために？

PHOTO PLACEHOLDER: 柴田氏 + 学生 + 介護現場の人々の写真を背景に差し替え

AIは、
人間を置き換えるためではなく
人間を支えるためにある。

そして、どんな未来をつくるかを決めるのは
私たち人間である。



Discussion / Q&A

AI時代に、私たちは
何を人間に残したいでしょうか？

60–70 min

ご参加ありがとうございました！

**本日のイベントについてのアンケートへご協力をお願いいたします。
下記QRコードを読み取り、ご意見・ご感想をお聞かせください。**

