



# TSC Foresight

## 「スマートテレオートノミー」

新エネルギー・産業技術総合開発機構  
技術戦略研究センター デジタルイノベーションユニット  
ユニット長 伊藤 智

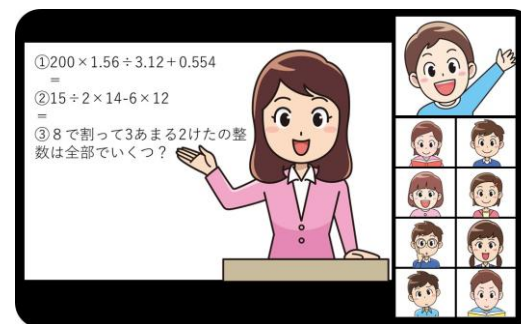
- コロナ禍を受けて人の密集を避けるため、ロボットなど自律して動く機械やリモート技術の活用が広く進んだ。
- 今後も**人の行う様々な活動に自律化・リモート化**の活用を広げ、社会実装を加速するためには**人工知能技術（AI）との融合**が不可欠

⇒ **スマートテレオートミー：テレオペレーション（リモート化）とオートミー（自律化）のスマートな融合**

## コロナ禍を受けて導入が進んだリモート技術および自律化技術



人込みでも自律して動く警備ロボット 出典：NEDOチャンネル



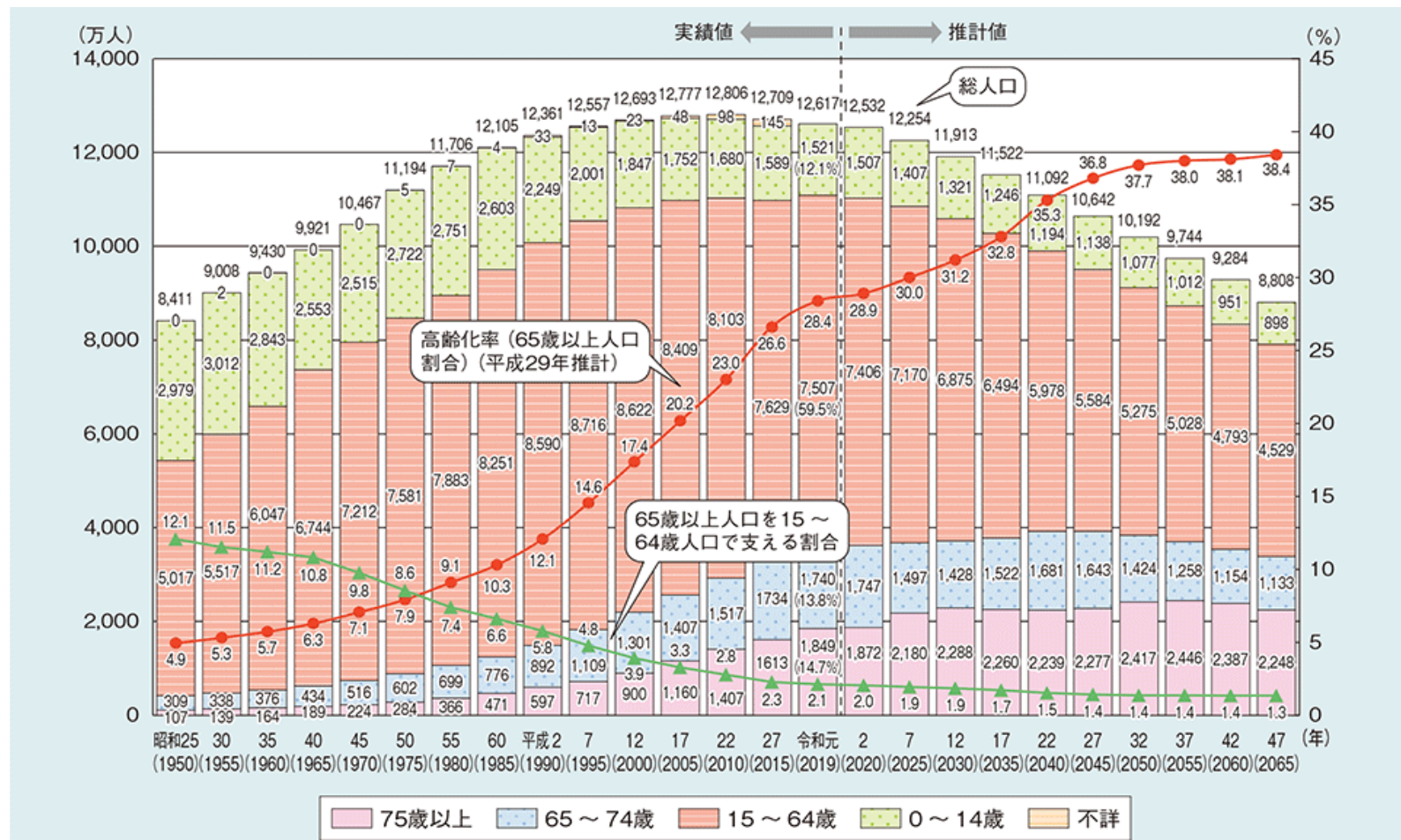
オンライン授業

## 今後、自律化およびリモート技術の導入が期待される分野の例（製造・生産現場）



## ■ 高齢化、生産人口減少、介護離職等、数百万人規模の労働力不足

【高齢化の推移と将来推計】 出典：内閣府「令和2年版高齢社会白書」（2020）

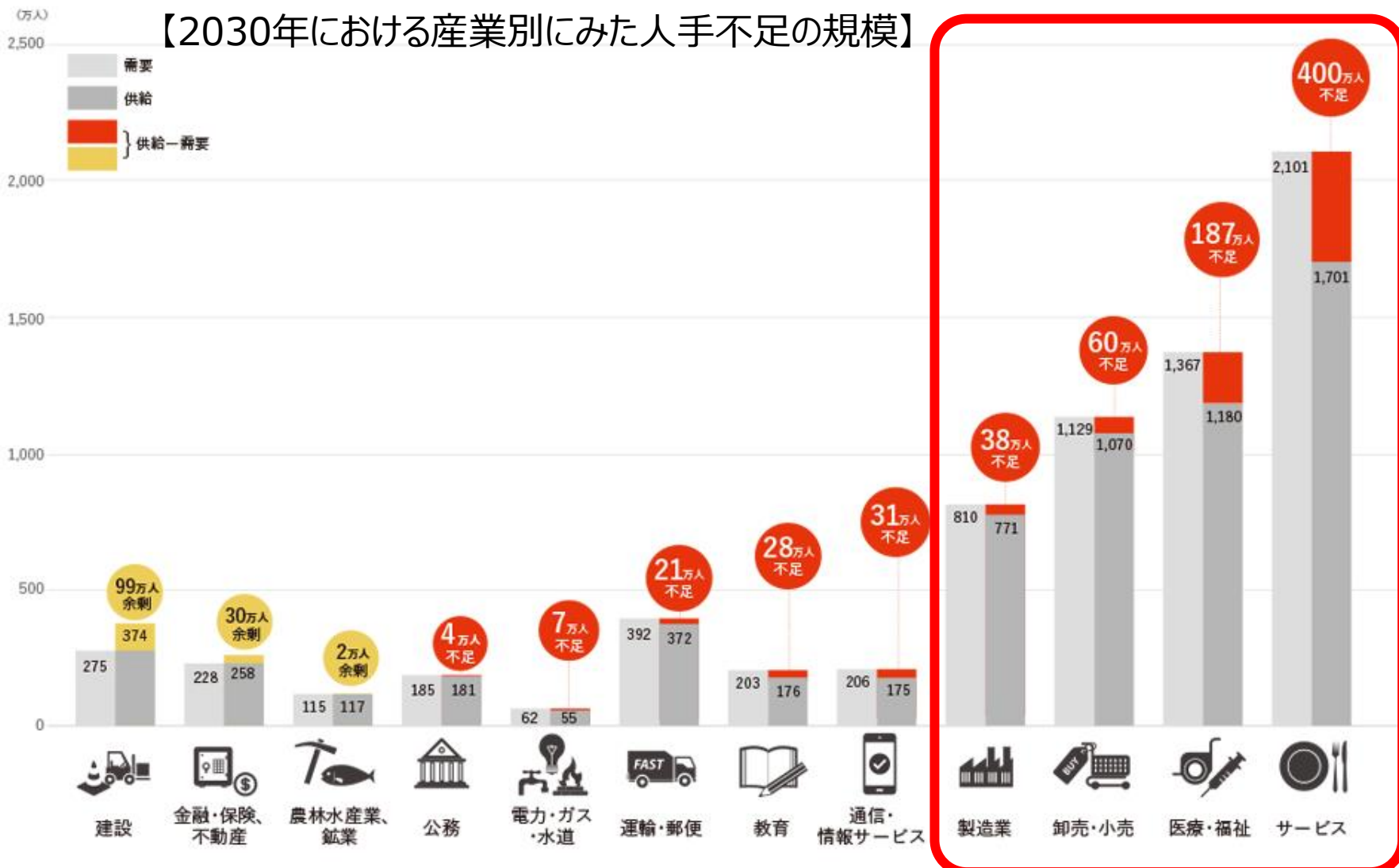


介護離職：約10万人、出産離職：約20万人、雇用障がい者数：約58万人（障がい者人口約963万人）<sub>3</sub>

出典：総務省 就業構造基本調査（2017年）出典：第一生命経済研究所（2018年）、出典：内閣府、厚生労働省

# 労働力不足が懸念される産業分野

■ 労働力不足は、製造業、卸売・小売、医療・福祉、サービス業で特に深刻

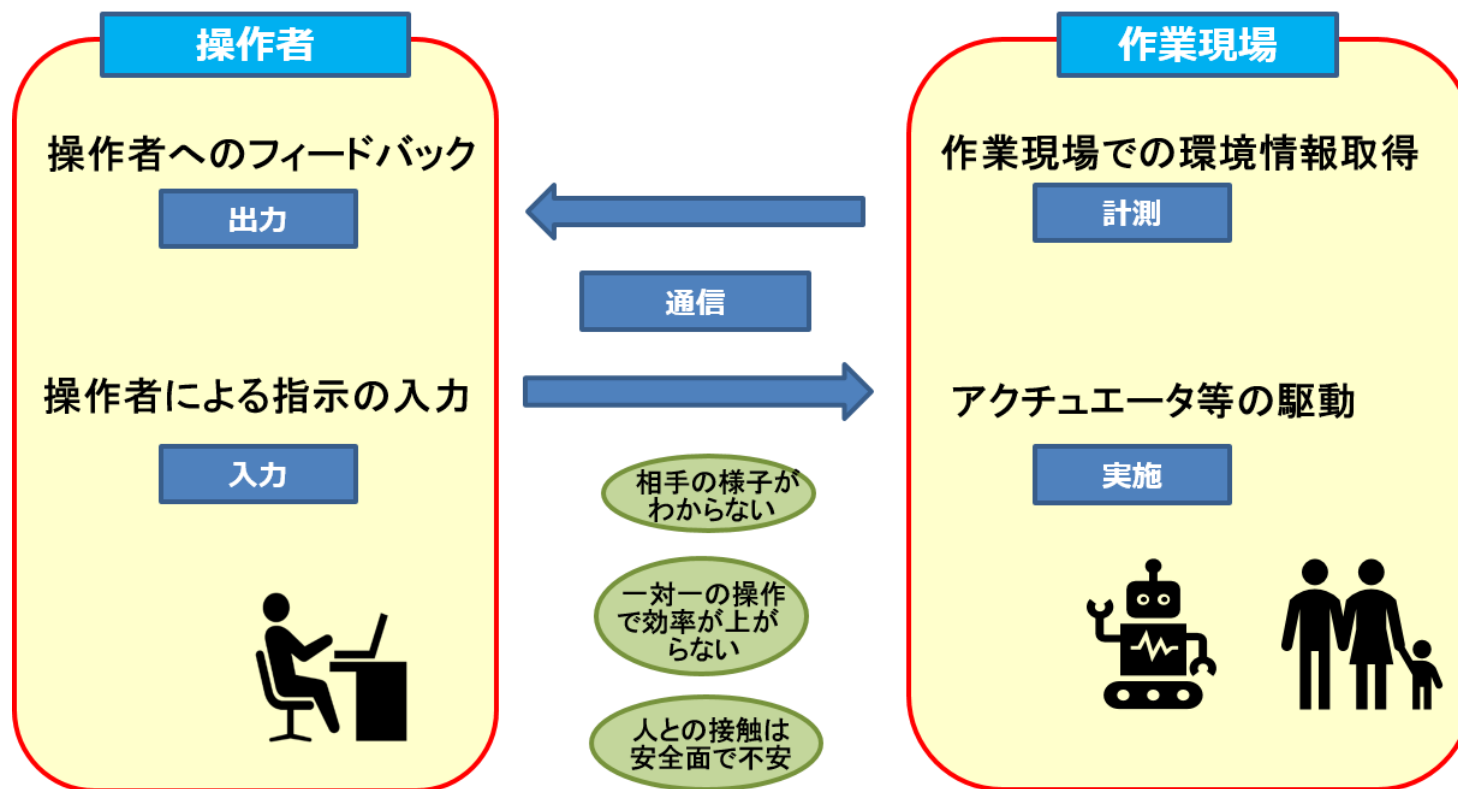


- コロナ禍による活動自粛、高齢化・障がい等による制限⇒ 制限下の活動
- 職場と住居の分離、働き方改革 ⇒ 多様な働き方
- 労働人口減少の状況下でも経済活動を継続⇒ 競争力の向上
- 経済活動に関わる全ての人（働く人、サービスを受ける人）の生活の質向上⇒ QoLの向上

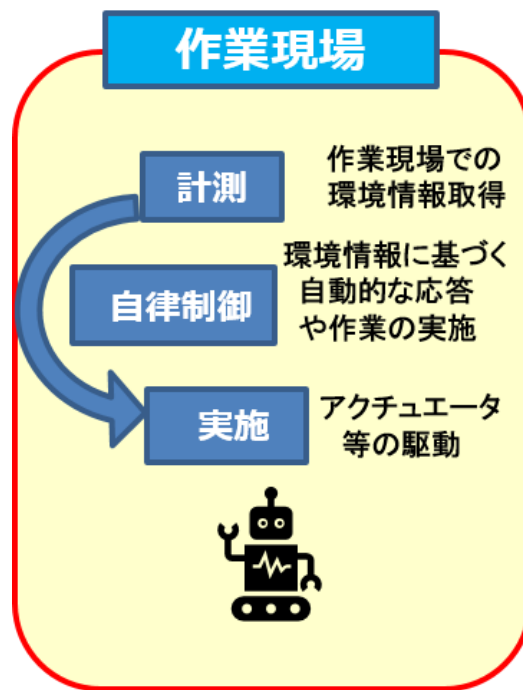
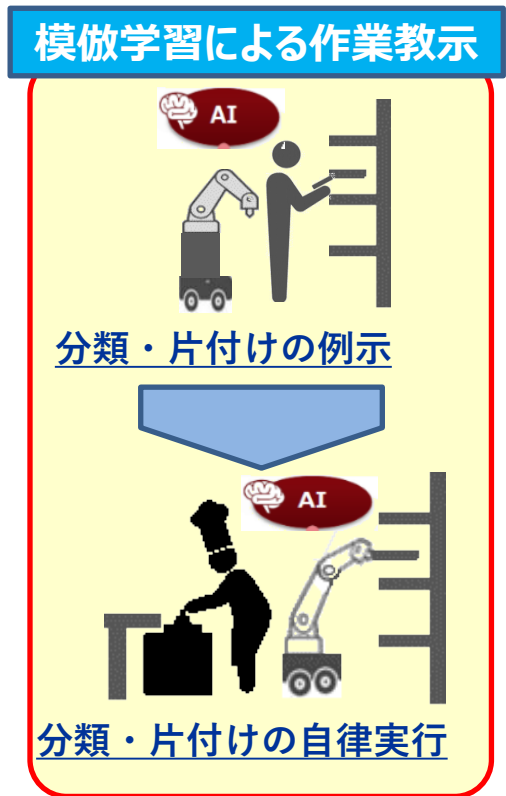
アプローチ	提供したい価値			
	制限下の活動	多様な働き方	競争力の向上	QoLの向上
生産等のデジタル トランスフォーメーション			✓	
データ駆動型サービス				✓
リモート化	✓	✓		✓
自律化	✓		✓	
能力拡張技術				✓

## ■ 製造業やサービス業、医療・福祉分野での活用には課題が顕在化

- 相手の様子がわからない
- 一対一の操作で効率が上がらない
- 人との接触は安全面で不安

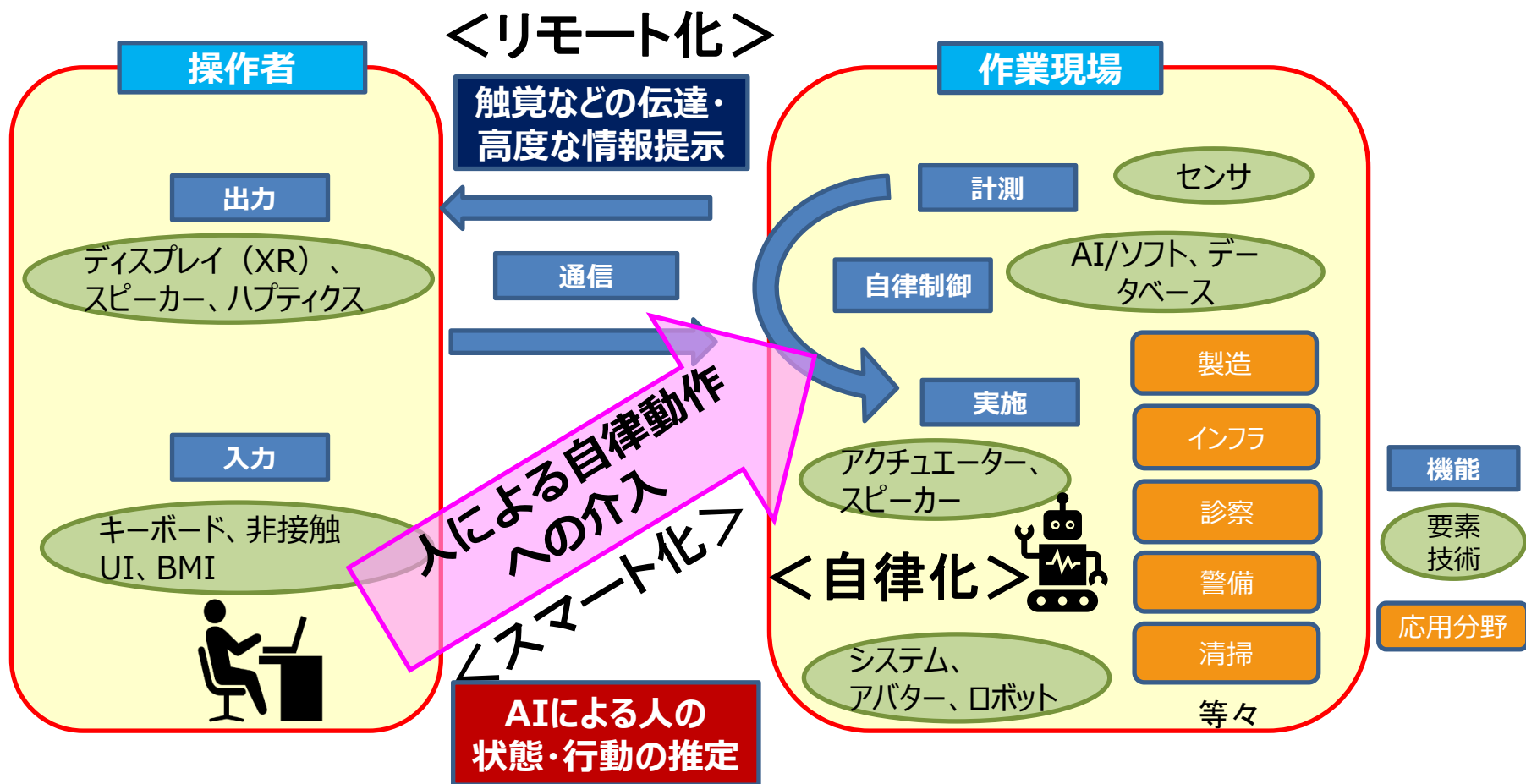


- 少量多品種生産の製造業や卸売・小売、医療・福祉、サービス業への自動機械の適用には様々な課題が顕在化
  - 作業の教示や準備の費用が回収できない
  - 教示と作業の実施が分かれ、効率が悪い
  - 急な障害の発生に対応できない



- 作業の教示や準備の費用が回収できない
- 教示と作業の実施が分かれ、効率が悪い
- 急な障害の発生に対応できない

- リモート化技術および自律化技術がそれぞれ持つ課題を両技術を融合することで相補的に解決
- より高度に融合することで、実操作と学習の同時達成による高い作業効率、障害発生時の人の介入による高い信頼性も実現





## ■ スマートテレオートノミー（全体）

多様な応用分野に対応するスマートテレオートノミー共通基盤の構築

## ■ 高度なXR

遠隔地点間で視・聴覚を超えた力触覚、味覚、嗅覚情報や、複数のセンシング結果を高度に情報伝達し、統合して人に提示

## ■ 人間の状態・行動の推定

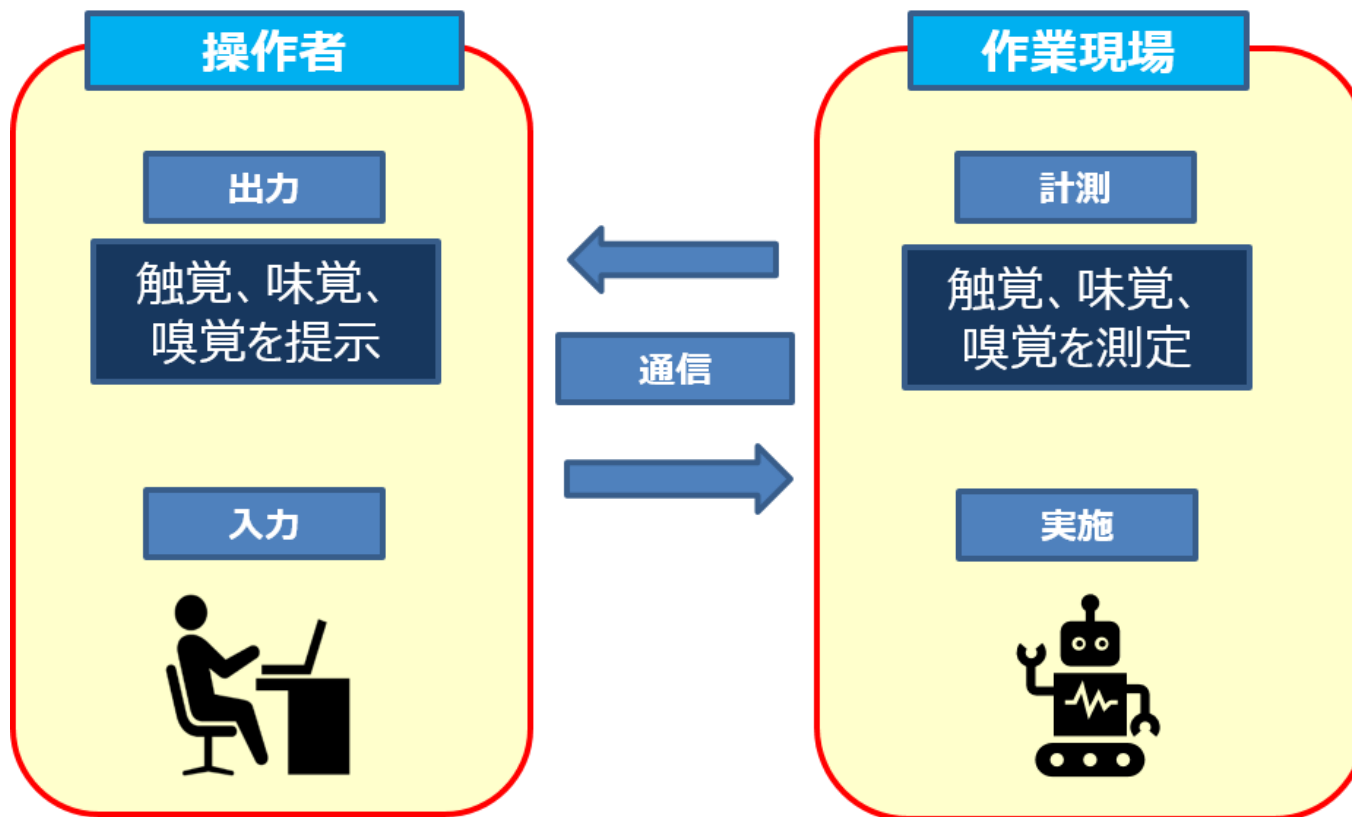
人間の行動や、離れた相手同士の感情およびニュアンスの推定、推定結果に基づき適切に反応する技術

## ■ 部分自律化

人の動作を見たり人による操作を通して自ら作業を学ぶ学習機能により、自動機が実行可能な自律化程度を高める技術

- 視覚・聴覚に加え、力触覚・嗅覚・味覚などを遠隔情報の伝達に活用
- 遠隔操作中でも遠隔の必要な情報が現場にいるように、あるいは現場以上の知覚を可能に

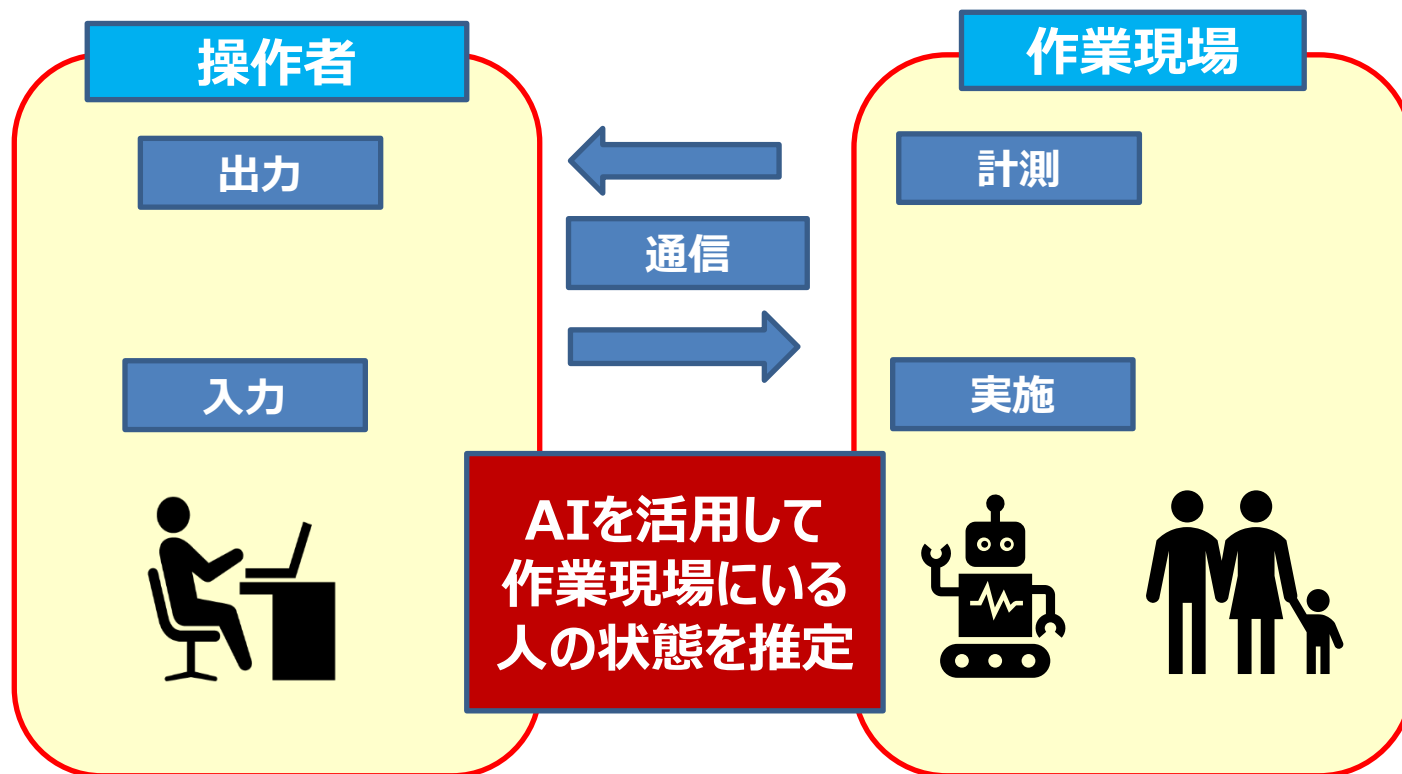
## 高度XRの概念と構成要素



- ・出力は入力した感覚と異なる種別の感覚として出力する場合もある  
－嗅覚入力に対して振動やアラーム音を鳴動出力、味覚入力に対して遠隔の調理機の時間調整など

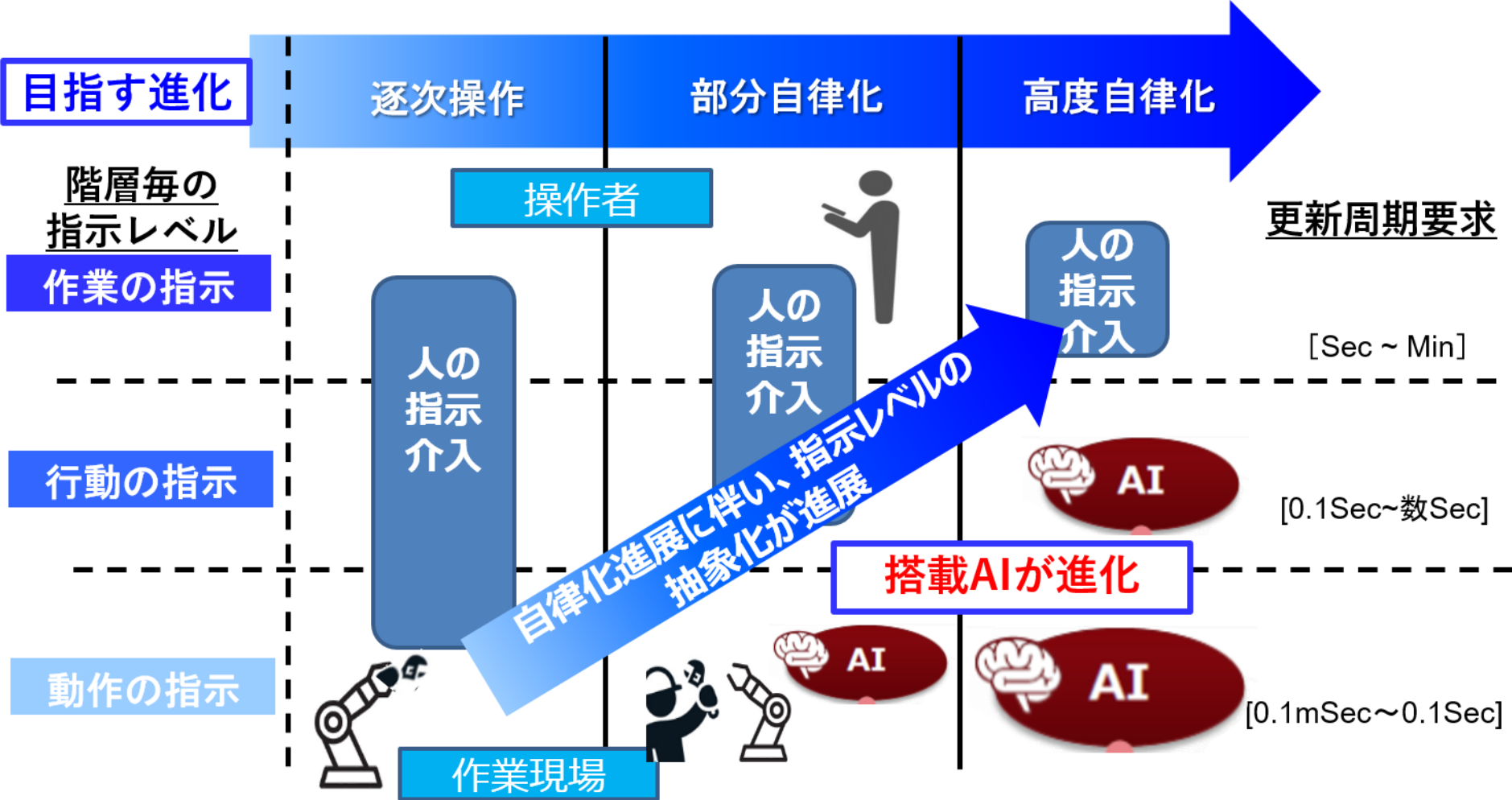
- 近傍の操作者及び遠隔の人間の観察情報から、感情・行動を推定
- 感情・行動推定の研究を進め、正確な推定とリモートの応用への活用を推進

## 人間の状態・行動推定の概念と構成要素

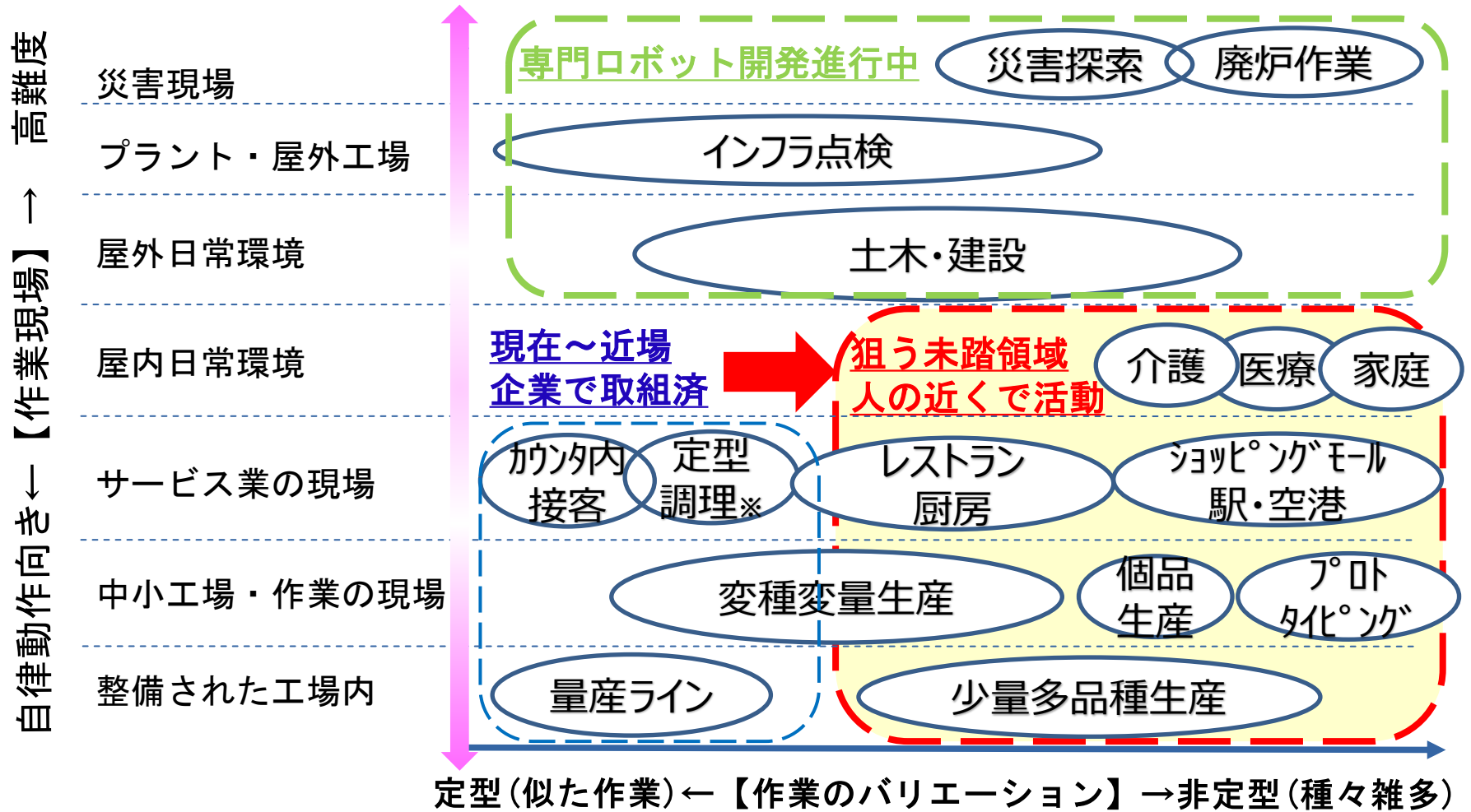


- ・遠隔及び近傍の人間を対象
- ・人の直後の行動を推定して安全性を確保
- ・状態(感情等)推定結果により遠隔操作を円滑化

- 人の動作指示を細かく伝達する逐次操作の段階から、搭載するAIを進化させ高度自律化へ
- 逐次の遠隔操作により人の動作がデジタル化され、学習データとして活用することでAIが進化



■ 自律動作が困難で、非定型作業を行う製造業、飲食・小売、医療・介護などを応用対象に



※ 一定の調理を自動で行うもの。例、たこ焼き、カクテル

- 災害探索・廃炉作業、インフラ点検分野等は専門ロボット開発として研究開発が進行中であり、本検討からは除外
- 非定型の多様な作業が必要なもの、かつ労働力不足も深刻な分野として、以下の3分野を検討

## ■ 介護・医療

- 介護ロボット、遠隔診察など、一定の自動化・リモート化は進められている。
- **遠隔リハビリ・触診**をユースケースとして想定。

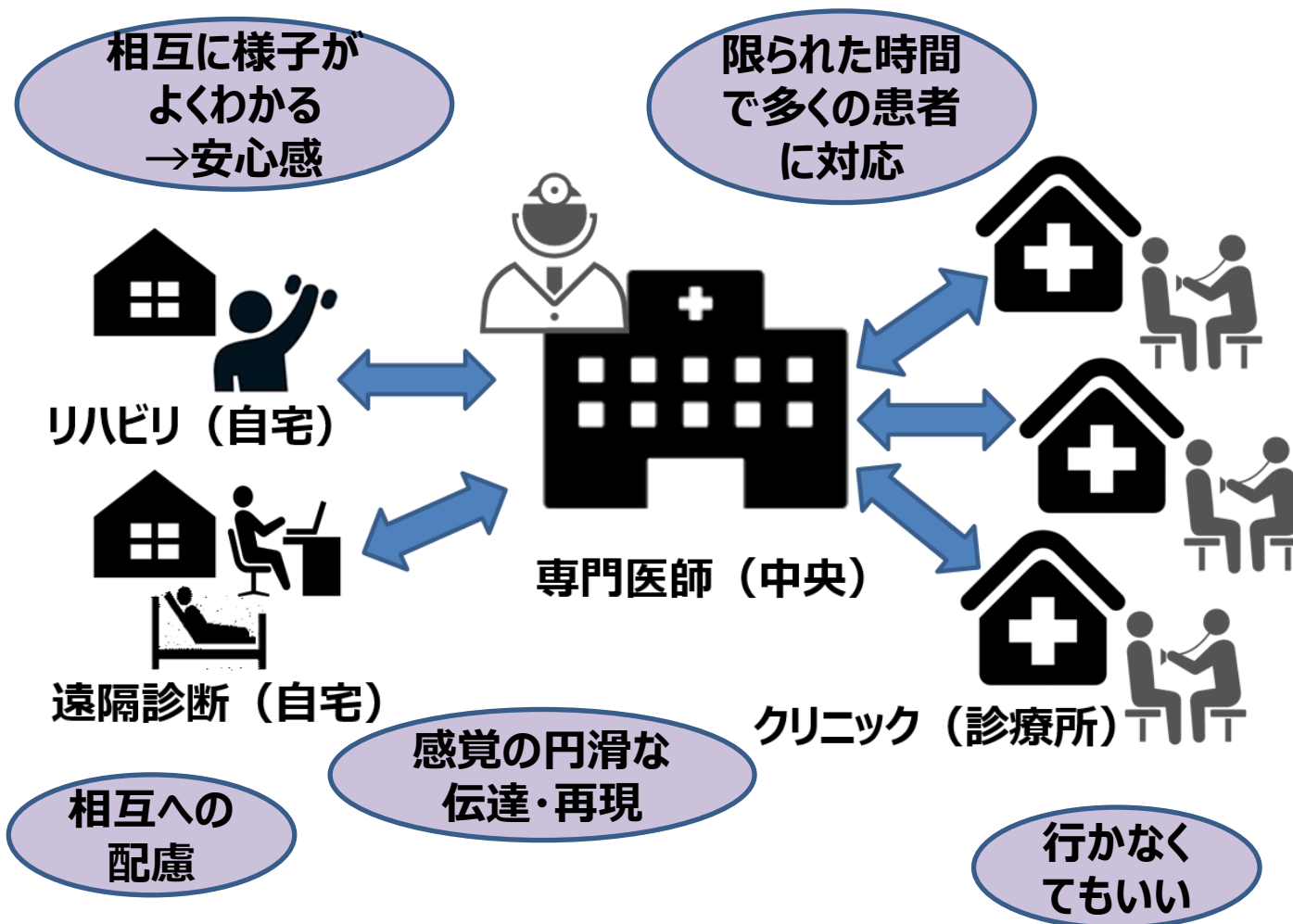
## ■ 製造業

- 製造業において、産業用ロボットなど、定型作業の自動化は進められている。
- 少量多品種を取り扱う工場が主な対象。安心・安全が求められ、非定型の作業が行われる**食品工場の材料の移送や多品目の盛り付け**を想定。

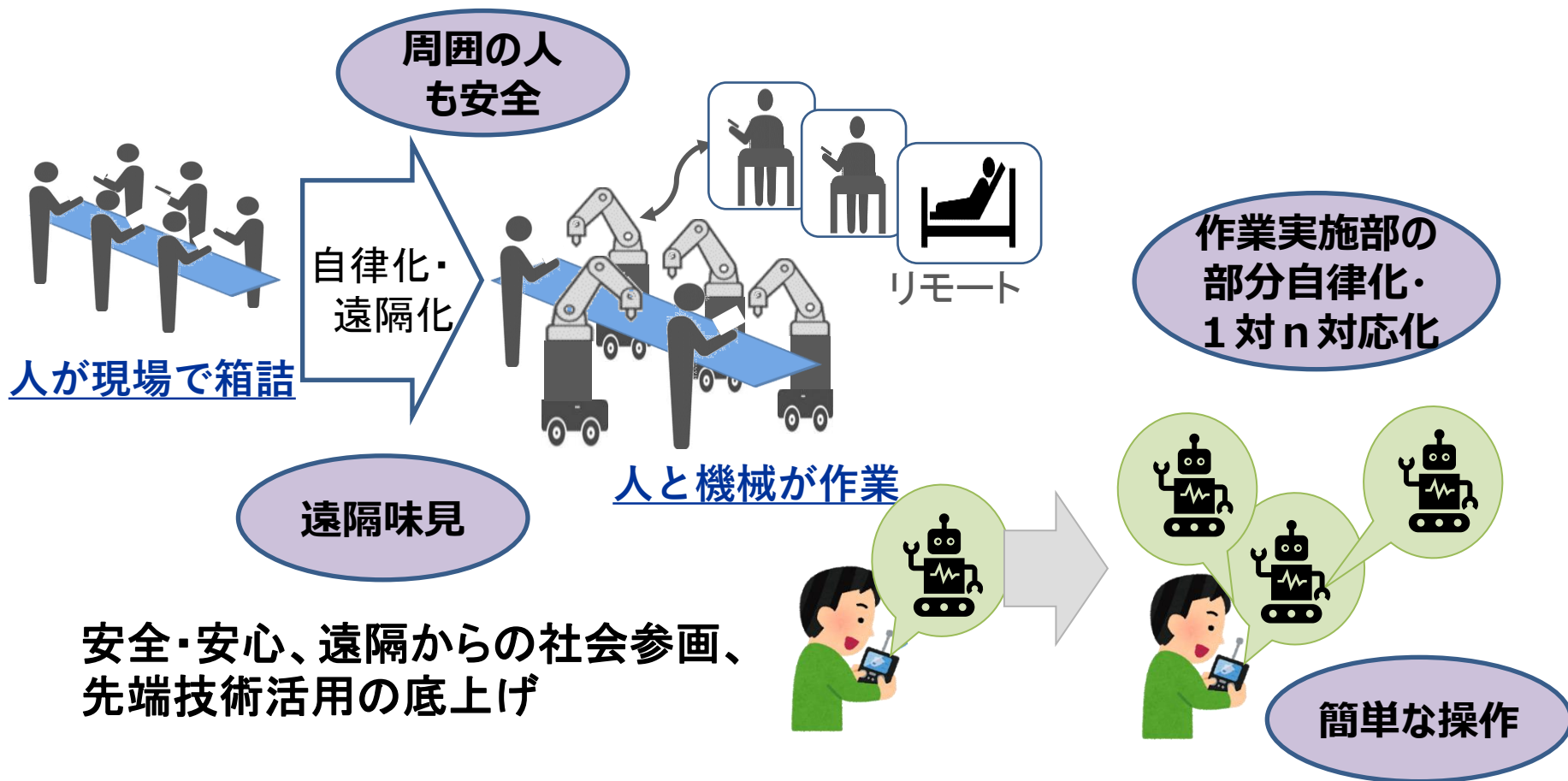
## ■ サービス業

- **小売**ではセルフレジ・無人店舗など、**飲食**では端末での注文入力など、定型作業の自動化は進められている。また、リモート接客の実験も進められている。
- 専門知識の必要な場面での**接客と商品陳列などのバックヤード作業**を想定。

- 人手不足の業界で、部分自律化推進により省人化、リモートにより働き方を改革
- 相手の状態・様子がわかったり、触診により、様子に配慮、安心感、安全性を醸成



- 食品工場での材料の移送や多品目の盛り付けにおいて、人と機械が協働し、密な作業を緩和
- 部分自律化による省人化推進、簡易操作で効率向上、嗅覚・味覚情報を利用して遠隔から食品の状態を検知、分散生産拠点間でも味を均質化





- 小売での接客や商品陳列、飲食での接客と配膳、食器の片付けなどを効率化、遠隔化
- 顧客の感情・状況や行動の把握と予測により接客品質を向上
- 部分自律化による省人化推進と、人の介入を容易に



- 労働力不足が懸念される日本において、コロナ禍を受けた要請からも人同士の接触を避けるリモート化技術、自律化技術に寄せられる期待が大きい
- リモート化（テレオペレーション）技術と自律化（オートノミー）技術を、AI技術を用いてスマートに融合するスマートテレオートノミーの概念を提唱した
- 特に労働力不足が深刻になる介護・医療、製造業、サービス業の分野において、社会実装を加速するために不可欠な技術課題を提示した
  - 高度なXR（視覚・聴覚に加え、力触覚・嗅覚・味覚などの情報を伝達）
  - 人間の状態・行動の推定（操作者や遠隔の人間の観察情報から推定）
  - 部分自律化（逐次操作から得られるデータを活用してAIを徐々に進化）

# 人工知能活用による革新的リモート技術開発事業概要

- 「革新的リモート技術」を確立することにより、物理的に遠隔地に出向いて作業する以上の認知を可能にするをことを目指します。
- 本プロジェクトでは、「状態推定AIシステムの基盤技術開発」および「高度なXRにより状態を提示するAIシステムの基盤技術開発」を実施します。



公募開始：3月上旬を予定しています。

[https://www.nedo.go.jp/koubo/CD1\\_100258.html](https://www.nedo.go.jp/koubo/CD1_100258.html)