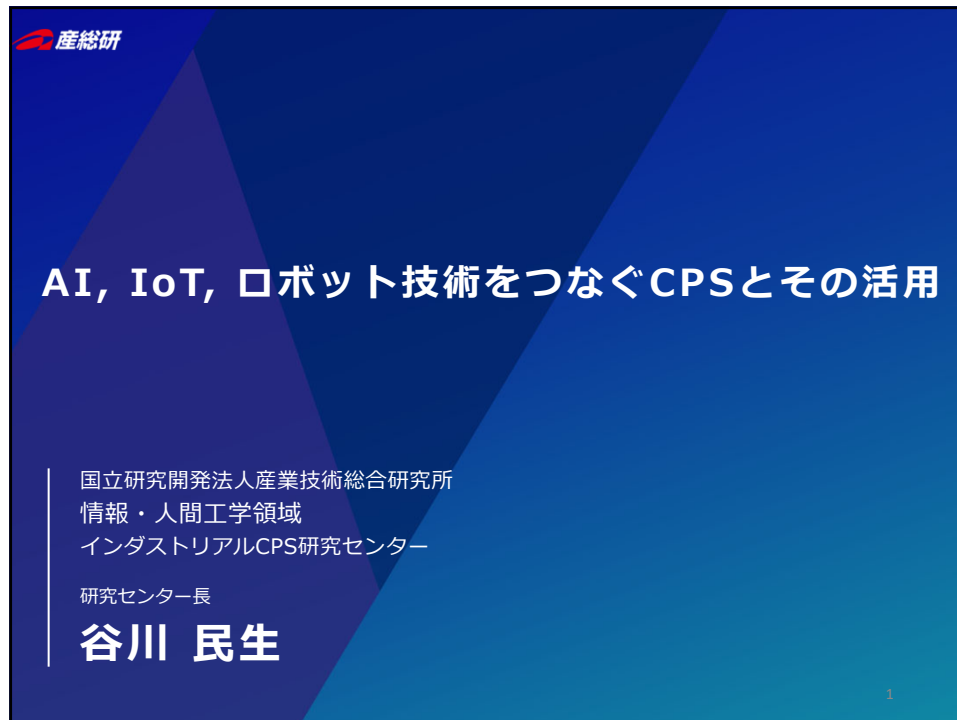
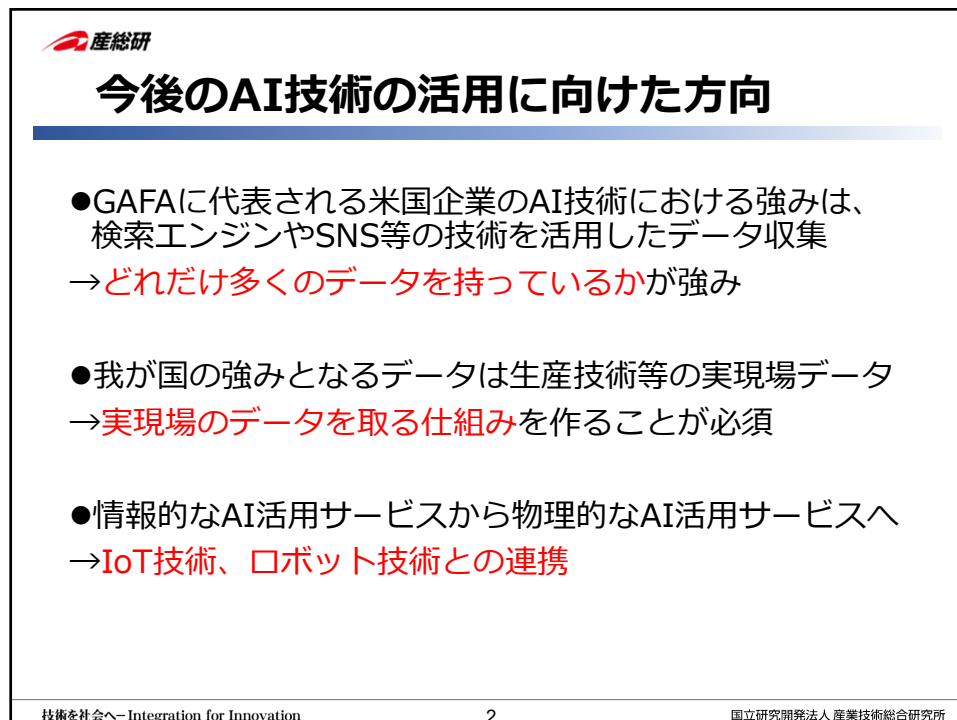
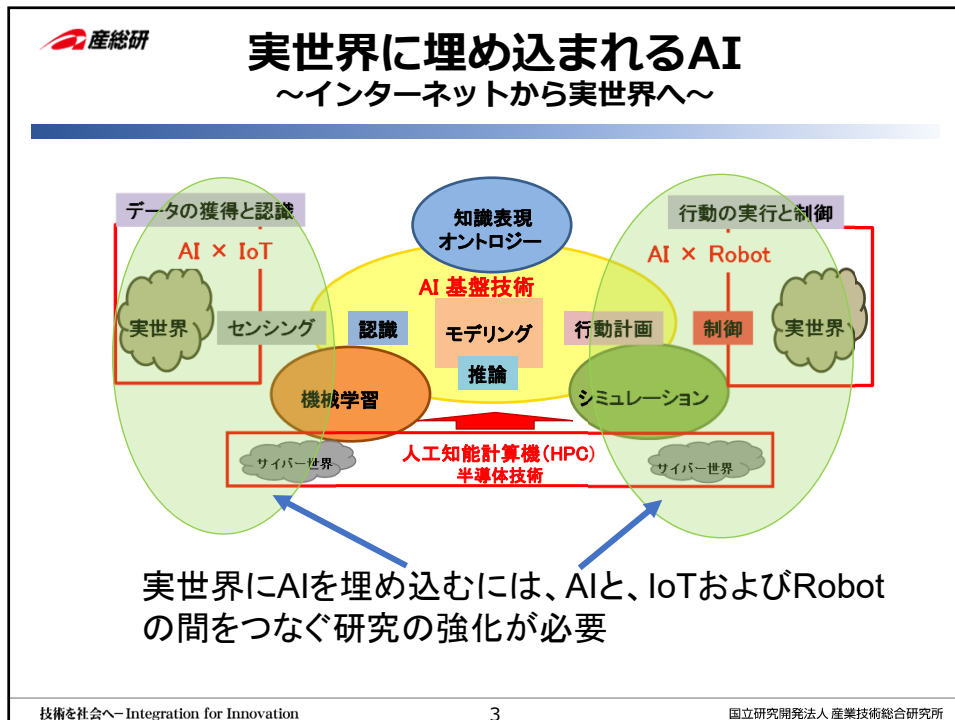




1



2



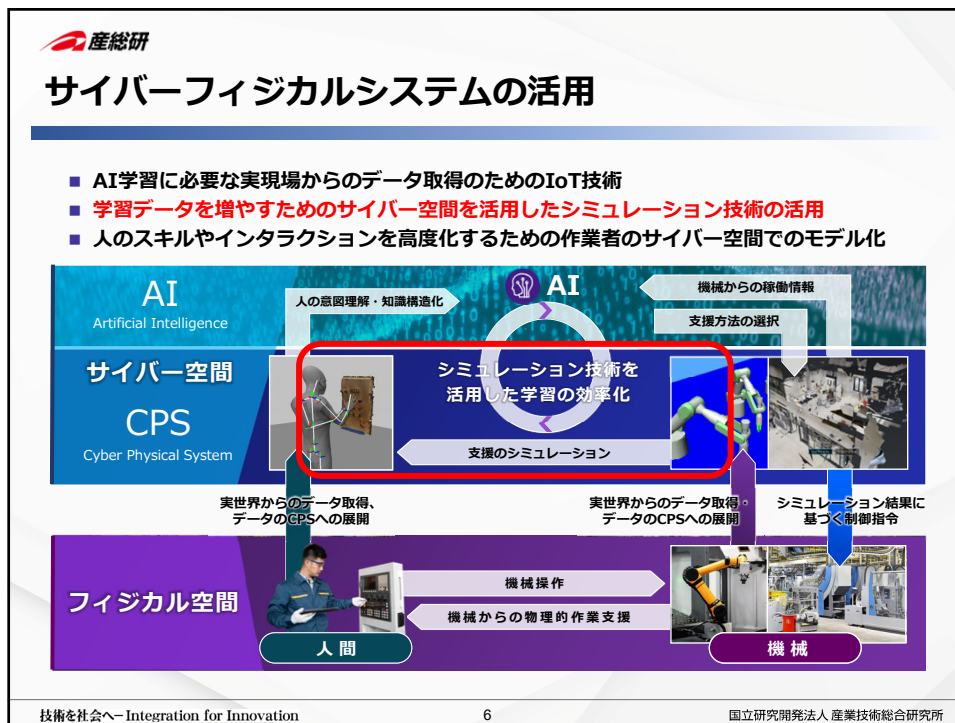
3



4



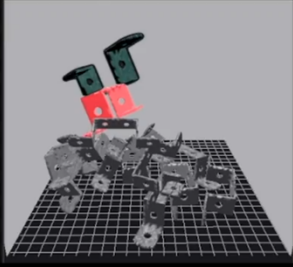
5



6

サイバー空間を活用したAI学習効率化の事例

物理シミュレータ



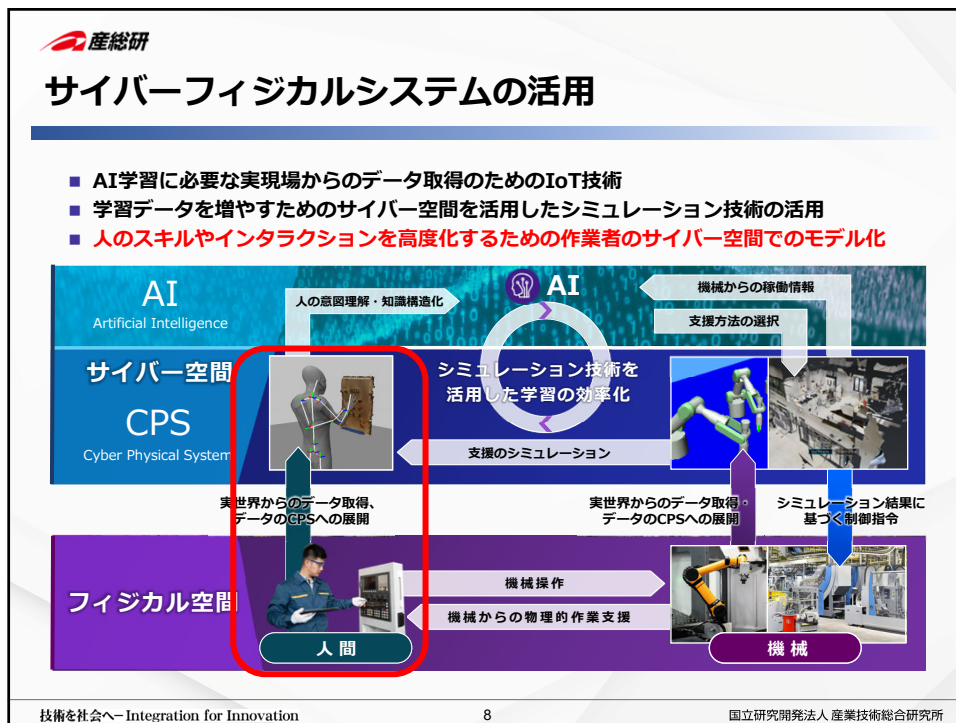
距離画像シミュレータ



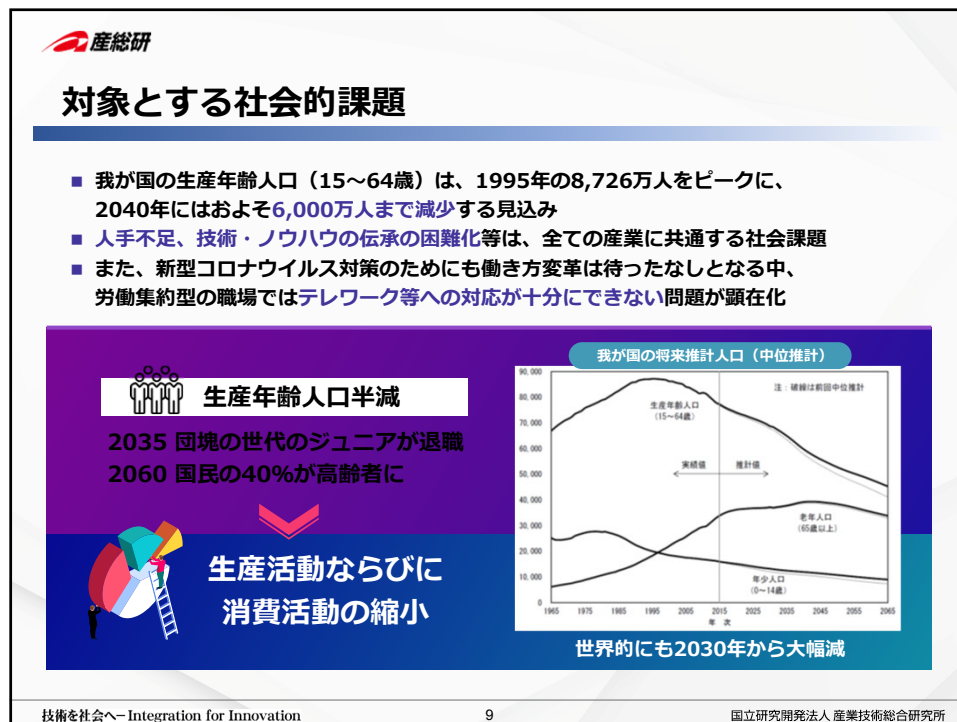
ばら積みされた物品の摘み上げシミュレーションを繰り返し、絡みの判定に必要となる大量のデータを収集する。

技術を社会へ Integration for Innovation 7 国立研究開発法人 産業技術総合研究所

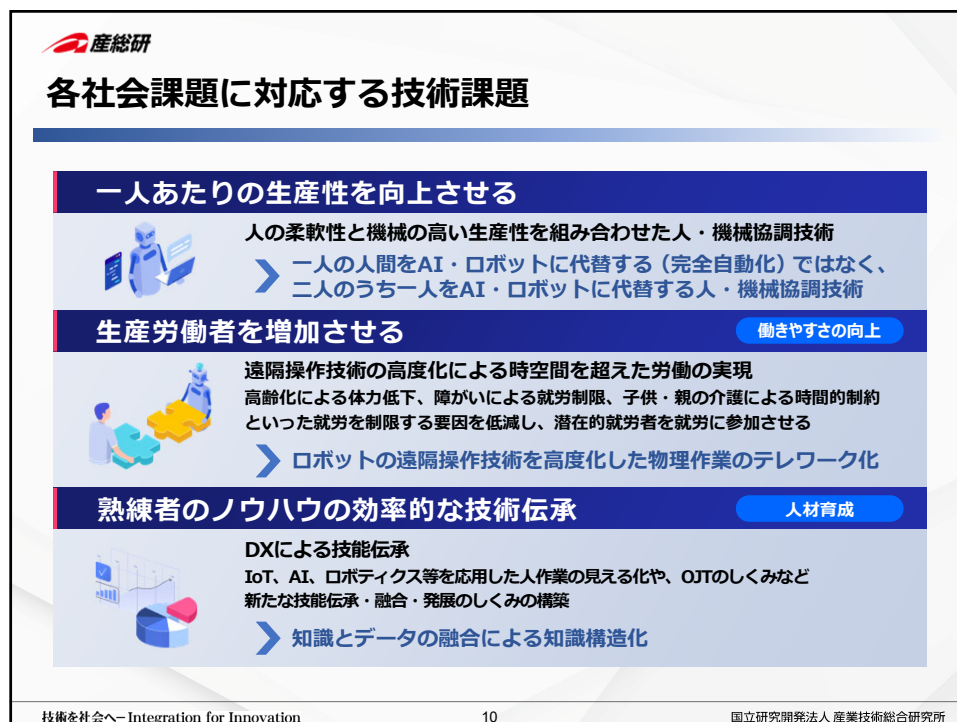
7



8



9



10

産総研

社会課題に対応する技術課題

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 働きやすさの向上

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

熟練者のノウハウの効率的な技術伝承 人材育成

DXによる技能伝承
IoT、AI、ロボティクス等に応用した人作業の見える化や、OJTのしくみなど
新たな技能伝承・融合・発展のしくみの構築

➤ 知識とデータの融合による知識構造化

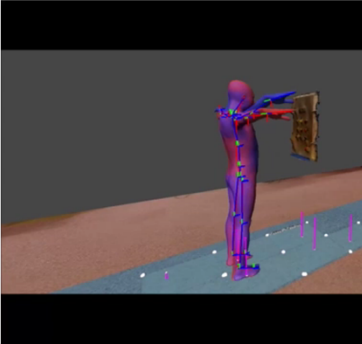
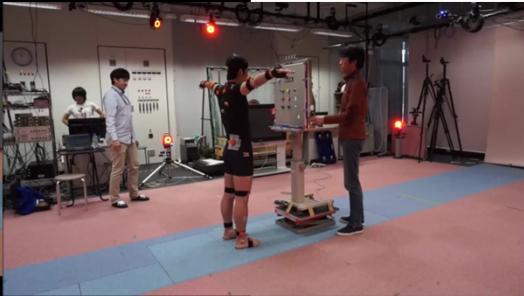
技術を社会へ Integration for Innovation 11 国立研究開発法人 産業技術総合研究所

11

産総研

人とロボットの協調には人を理解することが重要

作業者の3次元リアルタイム動作計測（配電盤組立作業）

モーションキャプチャー：青
モーションデバイス：赤

技術を社会へ Integration for Innovation 12 国立研究開発法人 産業技術総合研究所

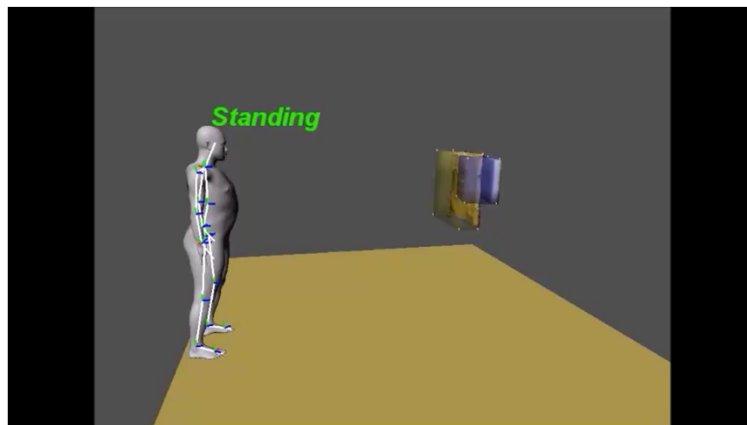
12

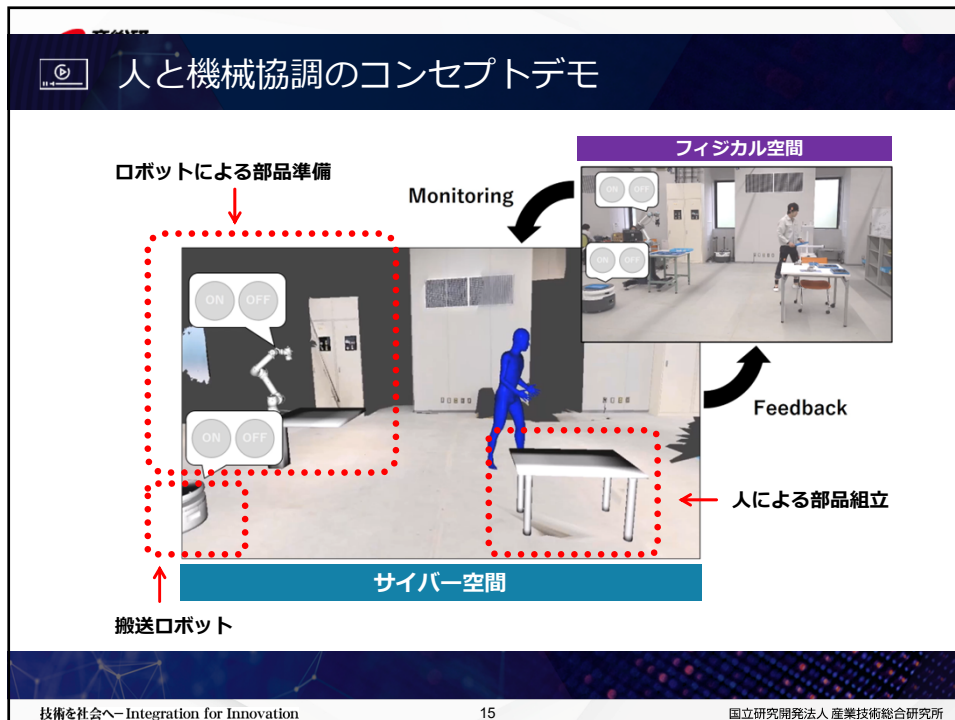
移動軌跡、全身姿勢、身体力学的負担推定する手法の開発

- 運動データから筋張力・関節間力をリアルタイムで推定するシステムを開発
- 光学式モーションキャプチャおよび複数の慣性センサを利用した計測試験により、開発したシステムのリアルタイム性を検証
- 筋骨格モデルのリアルタイム描画や筋張力・関節間力のオンライングラフ表示により、筋骨格系の運動情報の見える化が可能



AIによる人の作業の推定





15



16

産総研

CPS棟による検証実験

■ 空箱の発生に伴う作業計画の変更

- 空箱の検出
 - LEDの点滅で空箱の発生を可視化
- 作業計画の更新
 - 空箱の取り替えを作業者にアサイン
 - 作業負担が高いパーツをロボットにアサイン




The dynamic scheduling recovered the delay (yellow: the parts reassigned to the robot)

トヨタ自動車、デジタルヒューマン研究チームとの共同開発

技術を社会へ Integration for Innovation 17 国立研究開発法人 産業技術総合研究所

17

産総研

社会課題に対応する技術課題

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 働きやすさの向上

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

熟練者のノウハウの効率的な技術伝承 人材育成

DXによる技能伝承

IoT、AI、ロボティクス等に応用した人作業の見える化や、OJTのしくみなど新たな技能伝承・融合・発展のしくみの構築

- 知識とデータの融合による知識構造化

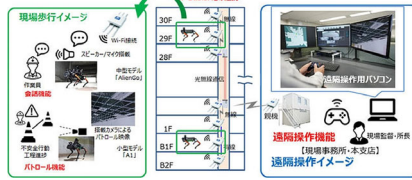
技術を社会へ Integration for Innovation 18 国立研究開発法人 産業技術総合研究所

18

現状の遠隔による物理作業の事例



無人化施工（建設無人化施工協会）



建設現場の遠隔監視（大成建設）



**遠隔操作ハイブリッド型
自動配送ロボット（パナソニック、楽天、西友）**



**遠隔監視型
無人自動走行システム（農研機構）**

19

19

現状の遠隔による物理作業の事例



遠隔操作ロボットによる空港案内（JAL）



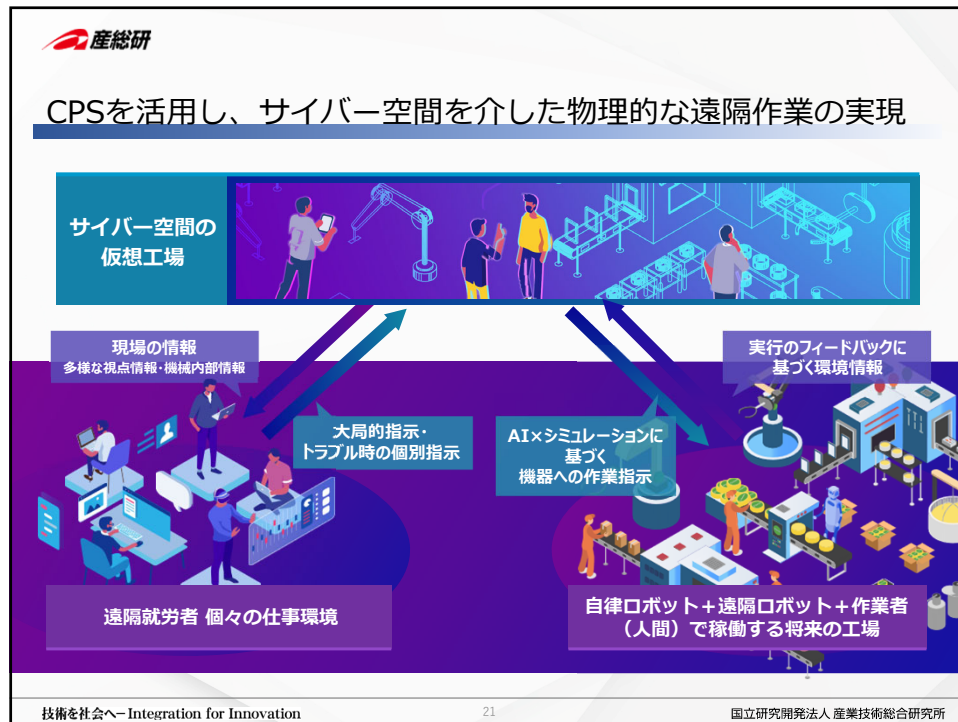
**分身ロボットカフェDAWN ver.β
（株式会社オリイ研究所）**

課題

- 現場の環境情報の取得および操作者への提示方法
 - ・ 現場に多数のカメラが必要。作業者は多くのモニターで現場環境を認識
- 高速通信の必要性
 - ・ 操作性の向上のためにはリアルタイムな遠隔制御が必要
- 一人あたりの生産性が低い（一人が一台のロボットを操作）
 - ・ 一人の人的コストに遠隔システムの設備投資が加算されるだけで生産性が向上されるわけではない。

20

20



21



22

協調安全Safety 2.0の実現を目指した標準活動

23

23



Safety 2.0とは？

日経BP社
Nikkei Business Publications, Inc.

<推進の目的>

- ・2015年夏から日経BP社のプロジェクトとしてスタート
- ・新時代にふさわしい安全の新コンセプトを打ち立て、世界に発信・リードする
- ・管理型の安全確保が主流になる中、日本の良さ、強さである、相互の関わり合いの中から生まれる現場の賢い知恵や現場の高い能力を最大限活用する
- ・ロボットや自動運転など新しい産業の波を安全面から支援する



<技術的定義>

- ・人、モノ、環境など各構成要素を情報（ICT）でつなぐ
- ・リスク関連情報（危険／安全情報）をモニタリングし、発信する
- ・（リスク関連情報を受けて）自律的（自身）、あるいは他律的（周囲の人やモノ）な制御により安全側に導く

<導入の効果>

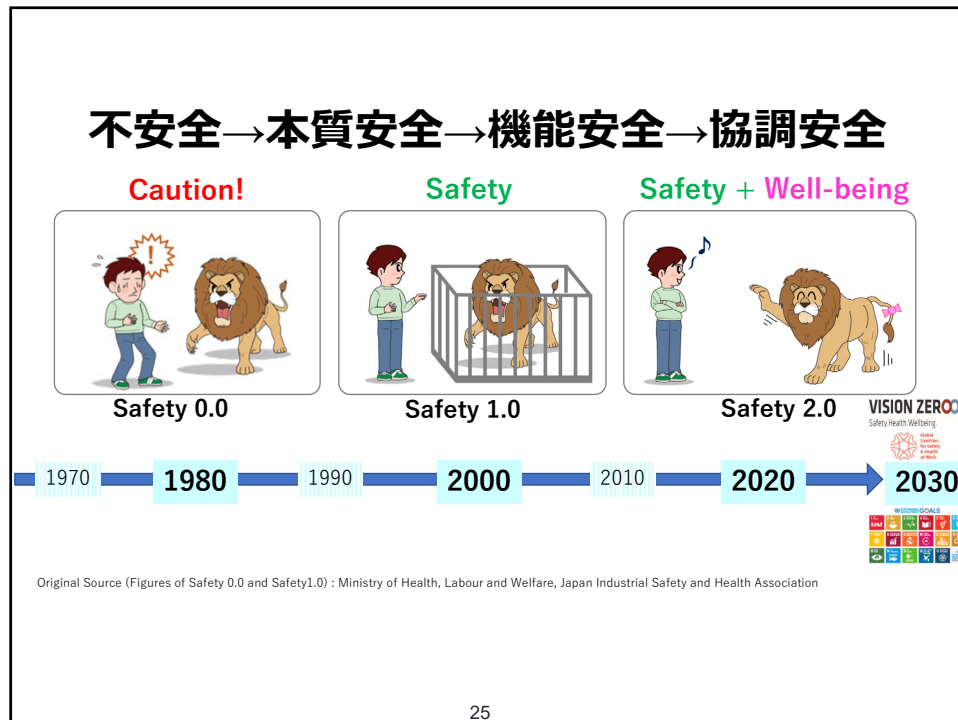
- ・安全を端緒に、生産性向上、コスト低減、地域活性化などを同時に実現する
- ・契約・認証に依拠した安全“管理”を中心とした欧州型の安全確保の限界を超える

Copyright 2020 IGSAF All rights reserved.

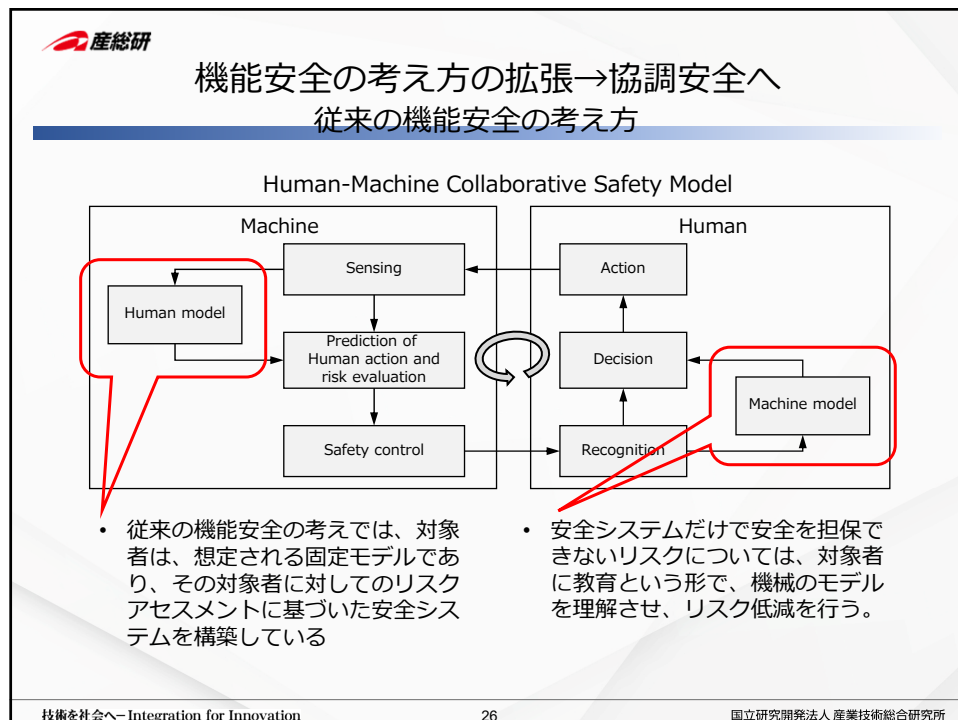
4

24

24



25



26

産総研

機能安全の考え方の拡張→協調安全へ

機能安全の拡張（協調安全）

- 人と機械の協調では、よりインタラクションの強い作業が要求され、従来の機能安全の考え方だけでは、安全を担保できない作業が発生する。

- IoT技術による人の状態のリアルタイム計測ならびに、個人に合わせたAIによる状態予測技術を組み込むことで、人のモデルにダイナミクスを加えることで、作業に応じたインタラクションの強度を制御

技術を社会へ Integration for Innovation 27 国立研究開発法人 産業技術総合研究所

27

産総研

IoT技術、AI技術を活用した サイバーヒューマンモデルの状態に応じた作業支援

技術を社会へ Integration for Innovation 28 国立研究開発法人 産業技術総合研究所

28

産総研

人と機械の協調におけるコンセプトデモ

ロボットによる
部品準備

Monitoring

搬送
ロボット

サイバー空間

フィジカル空間
Feedback

人による
部品組立

技術を社会へ Integration for Innovation 29 国立研究開発法人 産業技術総合研究所

29

産総研

AGVから作業者へのアプローチ 1

Monitoring

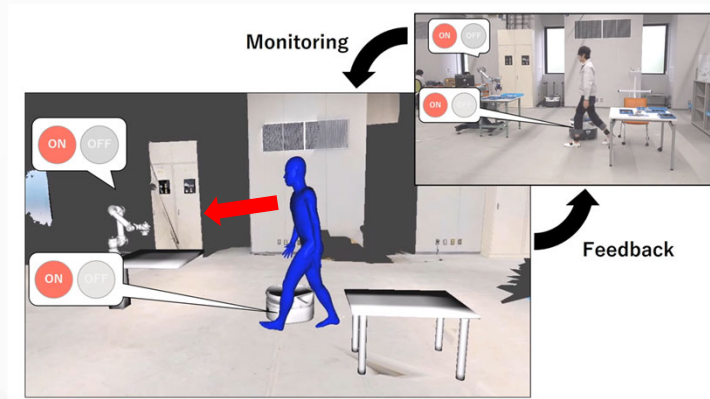
Feedback

AGVが製品を受け取りに作業者に接近

技術を社会へ Integration for Innovation 30 国立研究開発法人 産業技術総合研究所

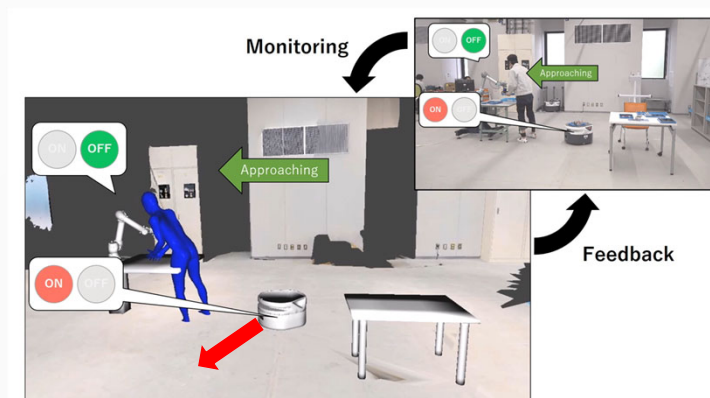
30

AGVから作業者へのアプローチ 2



作業者が追加部品を取りに行くのを予測し、AGVは待機

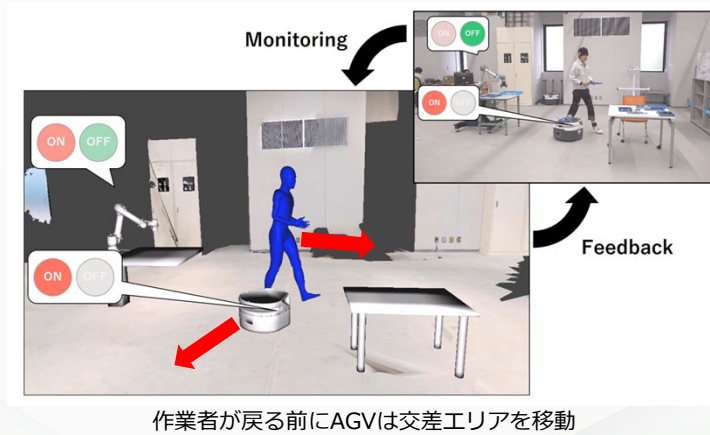
AGVから作業者へのアプローチ 3



作業者が追加部品を取る間にAGVは目的地に移動

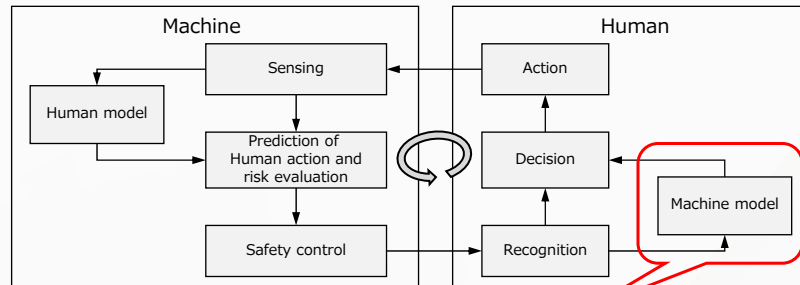


AGVから作業員へのアプローチ 4



安全は定量化しやすいが安心とは？

安心に対する定量化→生産性での評価



- ・ 安心なシステムの評価は困難、対象者にとって主観的な評価
- ・ 安全なシステムとしても、対象者にとって安心なシステムとは言えない。

各社会課題に対応する技術課題

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

働きやすさの向上



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

熟練者のノウハウの効率的な技術伝承

人材育成

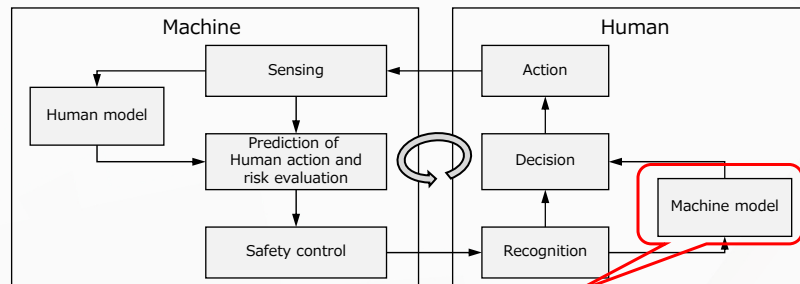


DXによる技能伝承

IoT、AI、ロボティクス等を応用した人作業の見える化や、OJTのしくみなど新たな技能伝承・融合・発展のしくみの構築

- 知識とデータの融合による知識構造化

安心に対する定量化→生産性での評価



- ・ 熟練者は扱う機械と自身の機械モデルが合致しているため、作業性が高く生産性が高い。
(例えば、熟練者の工具は熟練者自身がメンテナンスする。)
- ・ 作業者に対して、作業者の持つモデルを一致させるシステムが、安心システム
- ・ 操作感の自動チューニング、機械動作の見える化、作業者への提示装置も安心システム

ある作業を生産活動に固定するのであれば、
安心なシステムとしての定量評価は作業の生産性で評価できるのでは。

人と機械が協調作業するための安心で安全なシステム

- 人と機械の協調には、作業者のモデルを含むサイバーフィジカルシステムを基盤としたIoT技術、AI技術、シミュレーション技術が重要
- よりインタラクションの強い協調作業には、機能安全を拡張し、対象者のダイナミクスを考慮した安全技術（協調安全）の確立が必要
- 対象となる作業を生産活動に限定することで、安心という指標を生産性の指標で代替できる可能性を示唆。安心システムは生産性の向上に寄与



今までの安全は、マイナスを防ぐための考え→生産性が上がるわけではない→経営的にはプラスにはならない。
今後の安全の考えは、安心（生産性）と安全を両立することで、生産性向上につながる技術に拡張する方向へ

