

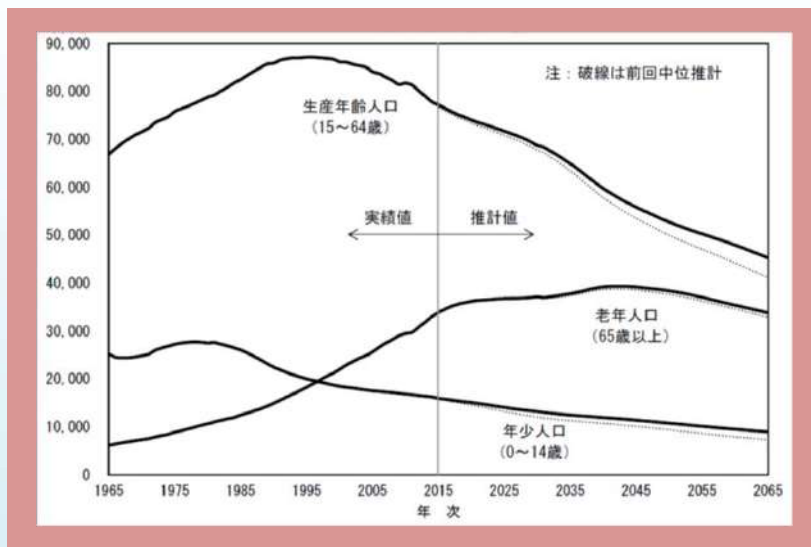
16:20-16:50 一般講演 4

産総研CPS人材育成講座について

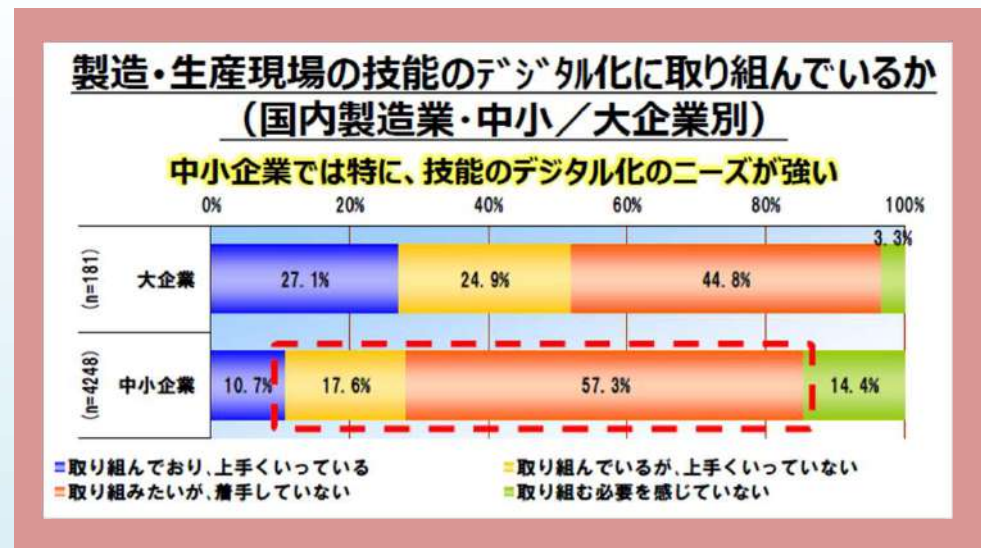
産業技術総合研究所 増井慶次郎

社会的背景

- 我が国の生産年齢人口(15~64歳)は、1995年の8,726万人をピークに、2040年にはおよそ6,000万人まで減少する見込み。
- 人手不足、技術・ノウハウの伝承の困難化等は、全ての産業に共通する社会課題。
- また、新型コロナウイルス対策のためにも働き方変革は待ったなしとなる中、労働集約型の職場ではテレワーク等への対応が十分にできない問題が顕在化。

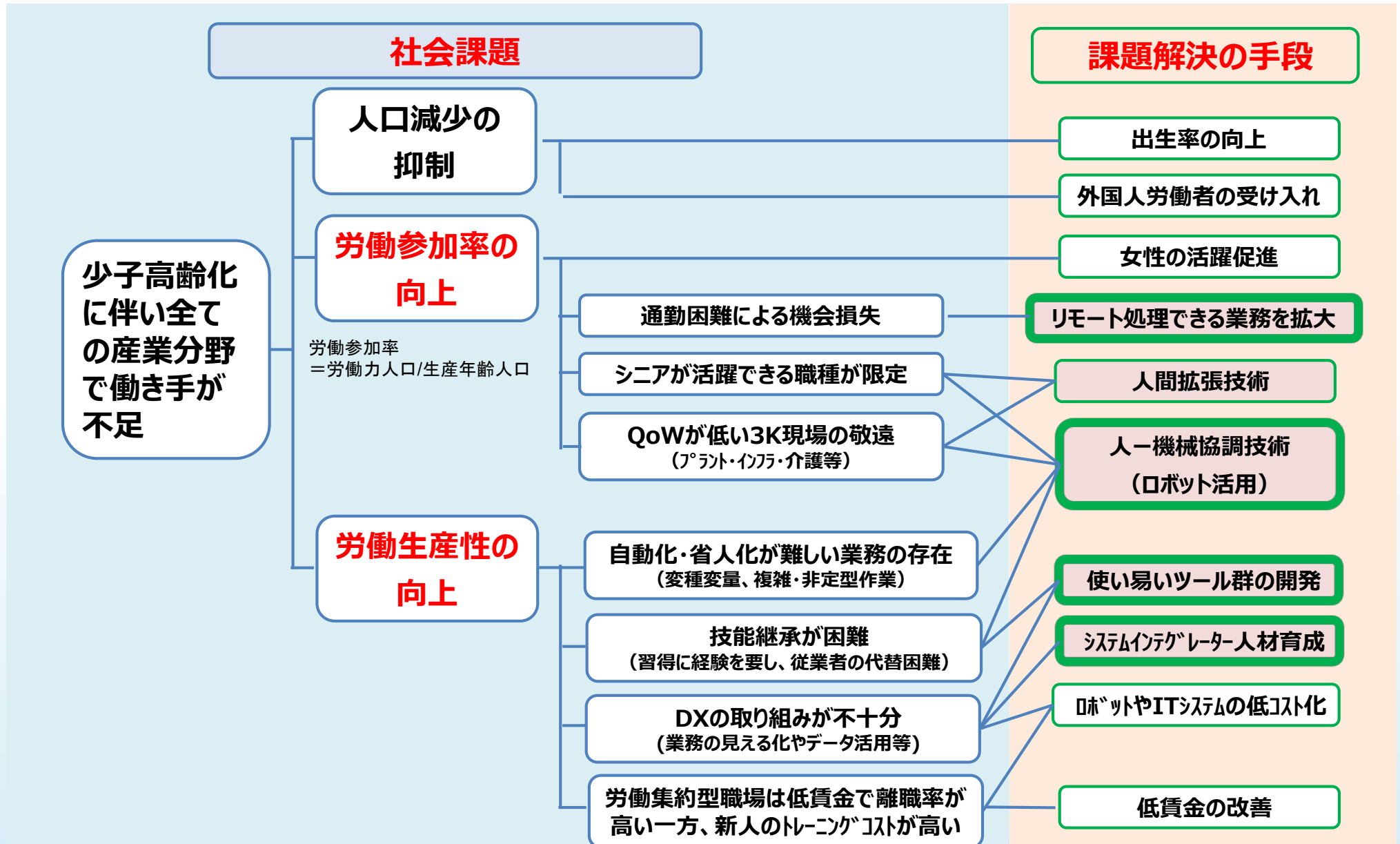


我が国の将来推計人口 (中位推計)

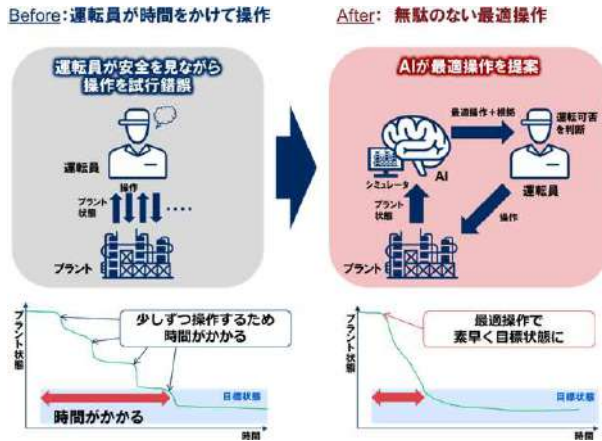


ものづくり白書 (2019)

社会課題から課題解決手段への展開



人手不足対策技術 (産総研プレスリリースより)



AIにより化学プラントの運転変更操作を40%効率化(20/11/16)



製造現場でのロボットの自律的な作業を実現するAI技術を開発(19/8/29)



人間と同じ重労働が可能な人間型ロボット試作機 HRP-5Pを開発(18/9/27)

人と協調するAI/ロボット/センサの融合技術



- ・労働等の投入資源の最適化
- ・従業員のQuality of Work(QoW)の向上
- ・産業構造の変化を先取る新たな顧客価値の創出
- ・技能の継承・高度化

サイバーフィジカルシステム研究棟における模擬環境

- 労働生産人口低下で影響を大きく受ける「工場」「物流」「創薬」の模擬環境として構築
- 模擬環境からAIの学習データ取得するため、各模擬環境のサイバーフィジカルシステムを構築
- 模擬環境をテストベッドとして活用し、ここで開発された仕組みを実際の現場へ展開

バイオ研究模擬環境

AIロボットバイオサイエンティスト開発により創薬研究生産性の向上を実証



小売店模擬環境

AIxロボットによるマテリアルハンドリングを実施



小型半導体製造模擬環境

半導体製造ラインを小型化してAIで最適制御



機械加工工場模擬環境

工場の生産ラインを模擬し、AI技術を用いて一連の行程を様々なロボットを連携させて、モノと情報の流通の先進モデルを実証



ロボット知能と連携制御



「つながる工場」の検証を可能とする

「我が国共有のテストベッド」

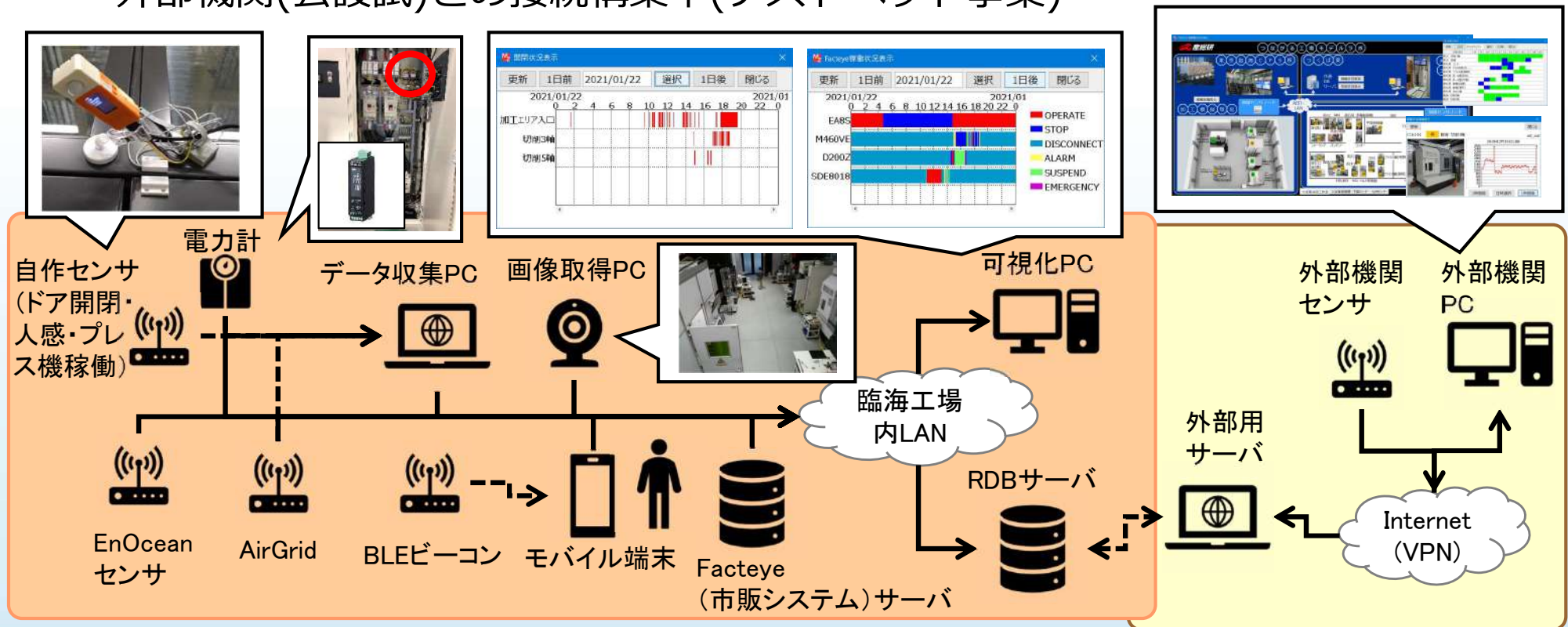


つながる工場モデルラボ(産総研臨海センター)

CPS加工模擬環境のデータ収集・可視化環境拡張

業務分析ツール統合化の検証環境として臨海センターCPS棟の加工模擬環境を拡張

- 工場内の画像記録
- 工場内の電力収集
- 市販システム(Facteye)による収集データの統合
- 自作センサの設置：ドア開閉・人感・プレス機稼働・温湿度気圧
- BLEビーコンを用いた作業実績情報取得(開発中)
- 外部機関(公設試)との接続構築中(テストベッド事業)





少子高齢化の対策
サイバーフィジカルシステム活用による
労働生産性向上

生産年齢人口の減少に伴い、労働生産性の向上や技能の継承・高度化が全ての産業分野に共通する社会課題となっています。これらの社会課題解決には、人と機械が協調したサイバーフィジカルシステム(CPS)の構築と活用が鍵と考えています。CPSにおける価値創造の基盤技術を開発し、産業界と連携してその実現に貢献していきます。

リモートワークに対応する人-機械協調技術の研究開発



構築したサイバー世界を記憶として活用し、物産複製環境においてロボットが自律的に判断します。

AIを活用したデータ同化技術による技能伝承



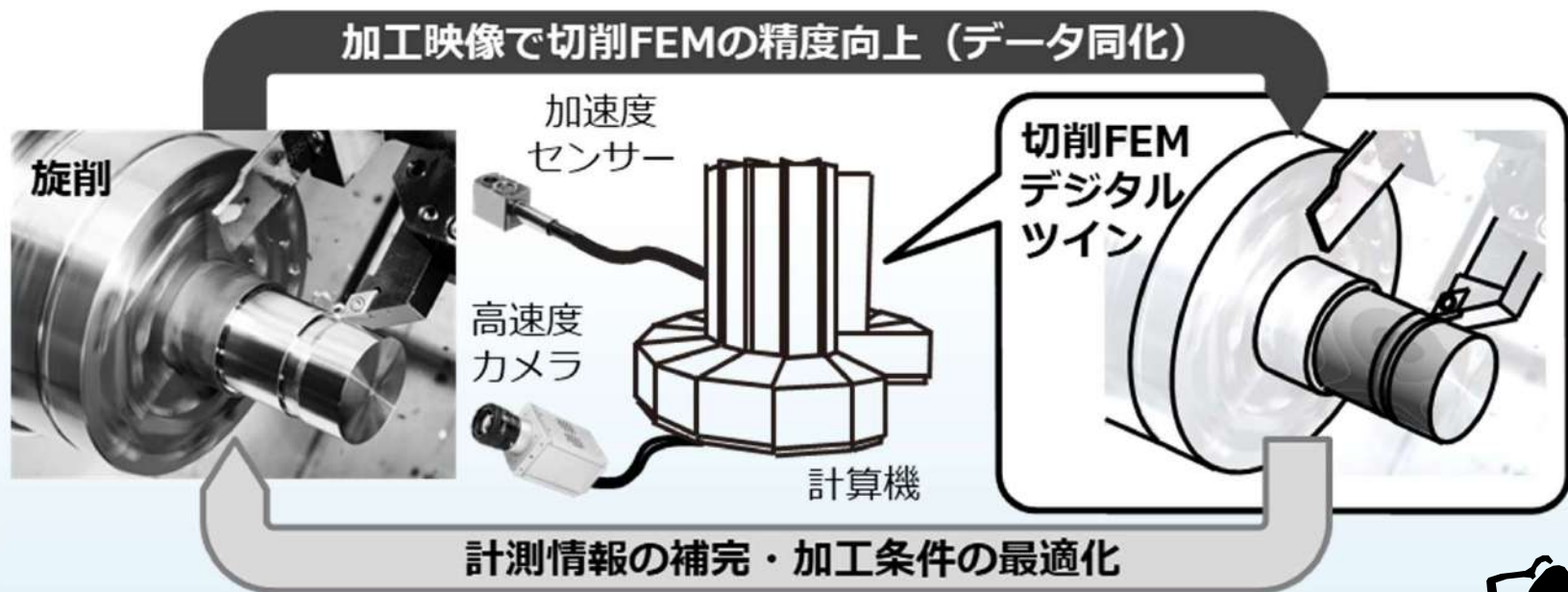
熟練者の加工作業を学習し、対象物の物理パラメータを特定することで、最適な加工条件を決定します。

写真：臨海副都心センターCPS構つながる工場実証環境

加工プロセスのデータ同化

直接的な計測が難しい切削加工に対して、画像の特徴情報に基づくデータ同化の活用を検討

→ モデルに基づくデータ同化と画像深層学習の組み合わせ



見て学ぼう!!



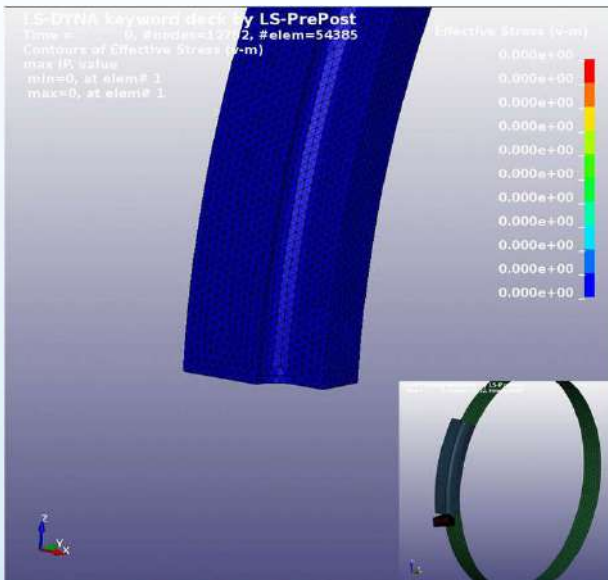
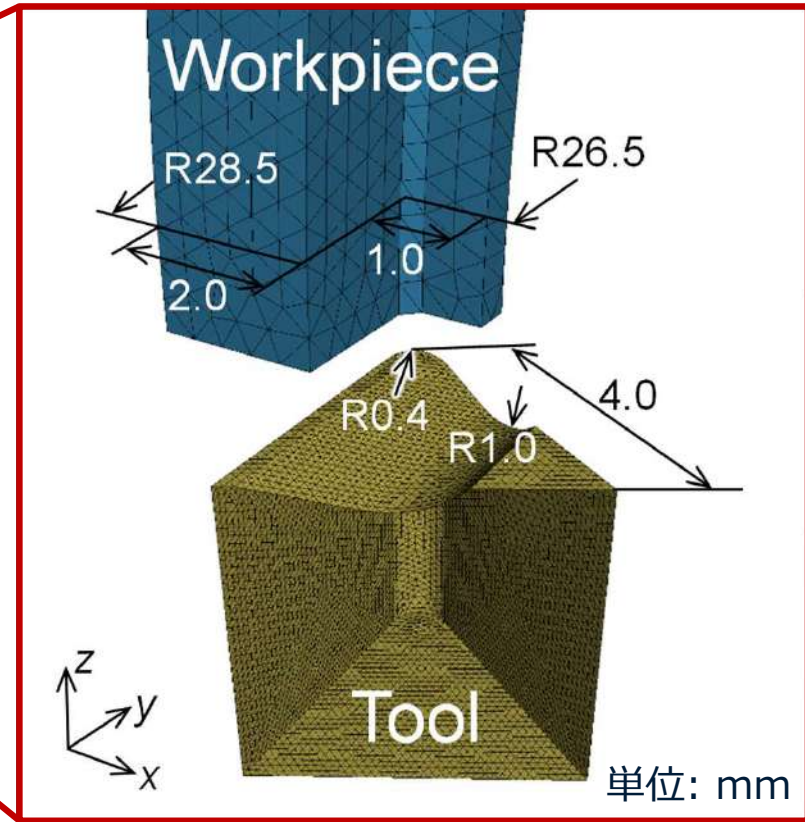
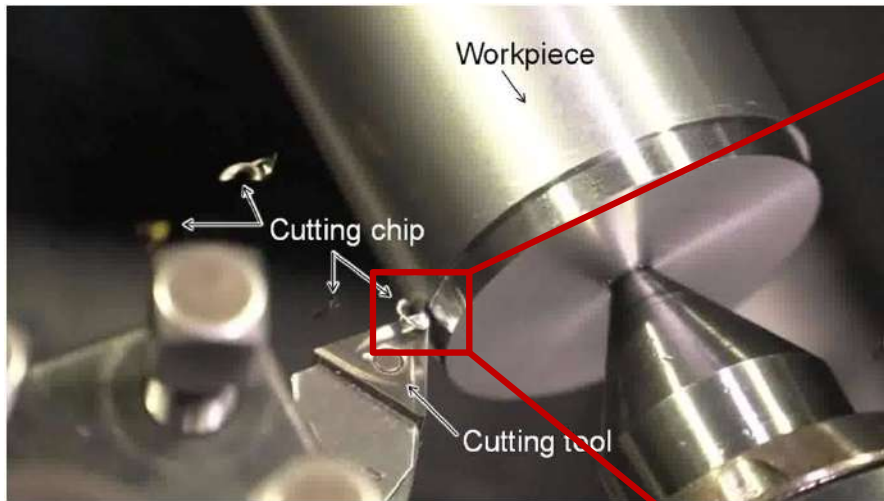
実加工映像でDNNの学習



オリジナル旋盤動画: 沖縄県立総合教育センター様ご提供
(<https://www.youtube.com/watch?v=fU7YXfmbNa0>)

切りくず位置を検出, 切りくずの検出精度 (尤度) も出力

切削FEMモデリング



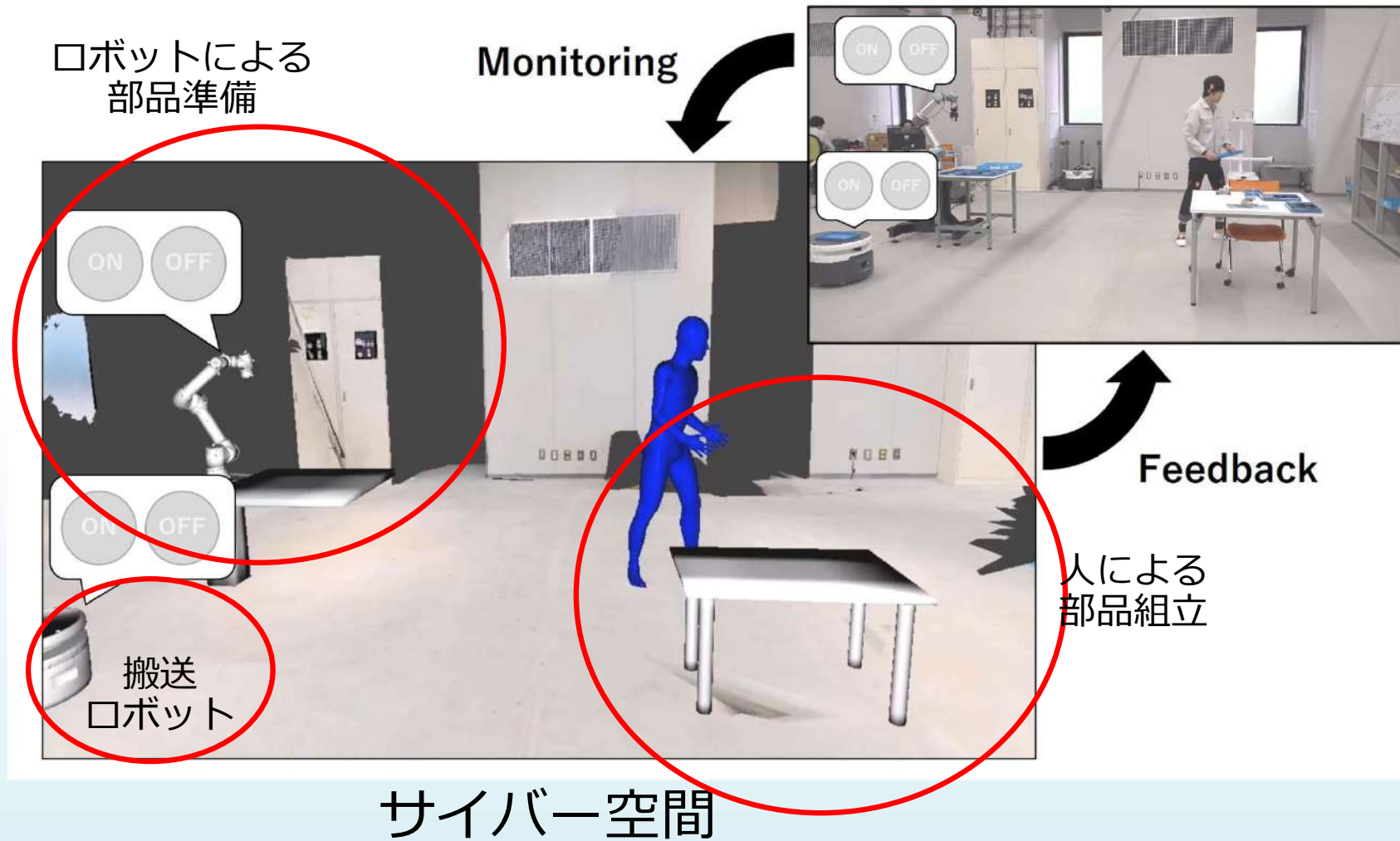
残留応力や切削力を予測

構成モデルのパラメータを推定量とする



人と機械が協調する
環境創出を目指して

人と機械協調のコンセプトデモ

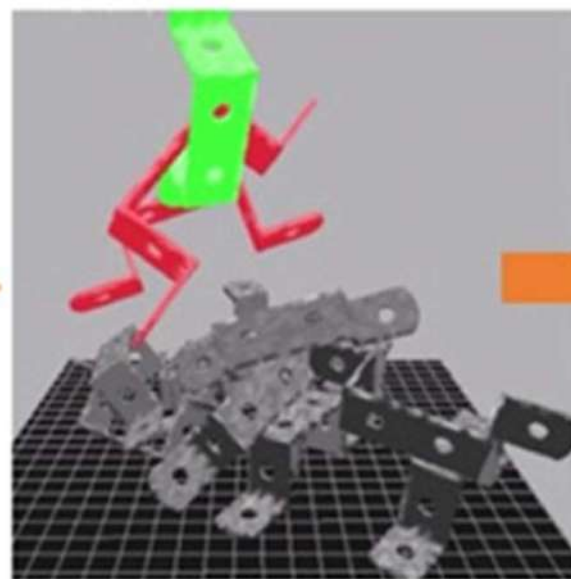


絡み合う部品の供給技術

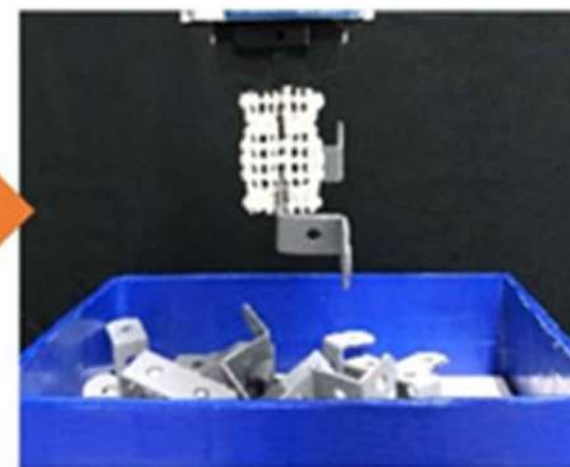
実機を使わずにシミュレーションだけで困難な作業を学習



通常は絡んで作業できないような扱うのが難しい部品



シミュレータ上で、絡みそうな掴み方かを判断して学習



バラ積み状態からでも、絡まずに部品を取り出し

R2年度CPS人材育成講座

■入門編

目的: 公設試のIoT人材育成

←中小企業からの問い合わせに専門家を紹介できるレベル

実施日及び参加者:

第1回: 令和2年11月27日(金) 13:30-17:00

所外61名(公設試等機関数 24機関)、所内7名

第2回: 令和2年12月10日(木) 13:30-17:00

所外40名(公設試等機関数 22機関)、所内11名

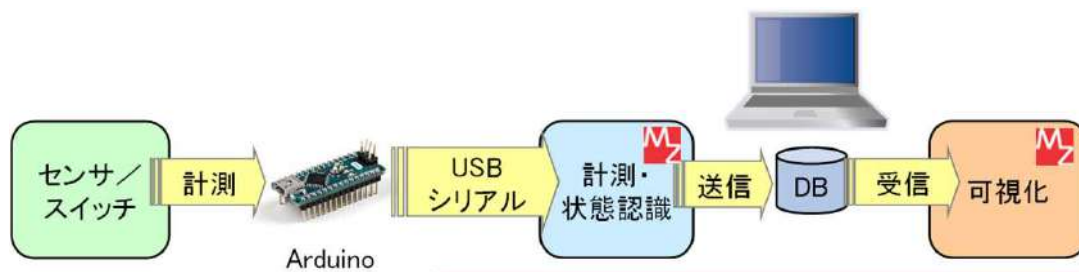
- 講習内容:
1. 日本の社会環境変化とモノづくり現場の課題
 2. ITイノベーションの最新動向
 3. 製造業が抱える問題事例
 4. IoTを活用した問題解決事例
 5. 産業システム向けサイバーセキュリティの動向
 6. 産業ロボットの動向
 7. 質疑応答



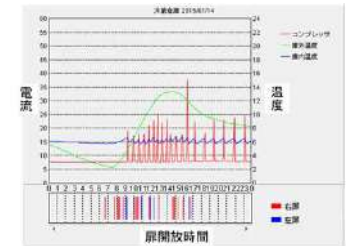
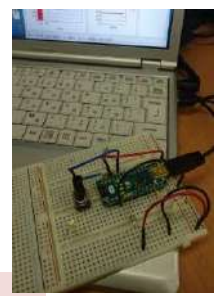
Teamsによる配信

R3年度CPS人材育成講座

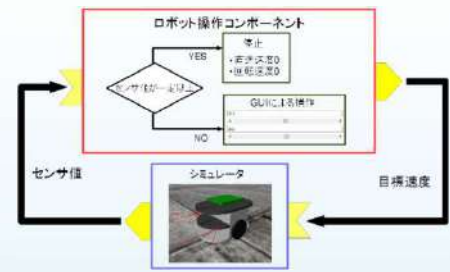
対象： 独立系システムインテグレーション事業者の技術者
 企業で生産システムの自動化、ロボット導入を担当している技術者



1. IoTスマート製造ツールキット



機器の状態監視



2. 機器協調環境構築PF(ロボット)



3. 屋内統合測位技術(主に人)

ロボット・人の測位



4. 人-ロボット協働安全技術

規格/規格名称	概要	主要規格番号
ロボットの安全	ロボットの安全規格及びこれに関する技術	ISO 10219-1 (JIS S 9429-1) ISO 10219-2 (JIS S 9429-2) ISO 10219-3 (JIS S 9429-3) ISO 15118 (JIS S 15098) ISO 15119 (JIS S 15099)
ロボットシステムの安全	ロボットシステム全体の安全規格	ISO 15026-1 (JIS S 9433-1) ISO 15026-2 (JIS S 9433-2)
ロボットシステムの安全	ロボットを有するシステム全体の安全規格	ISO 15026-3 (JIS S 9433-3) ISO 15026-4 (JIS S 9433-4) ISO 15026-5 (JIS S 9433-5) ISO 15026-6 (JIS S 9433-6) ISO 15026-7 (JIS S 9433-7) ISO 15026-8 (JIS S 9433-8) ISO 15026-9 (JIS S 9433-9) ISO 15026-10 (JIS S 9433-10) ISO 15026-11 (JIS S 9433-11) ISO 15026-12 (JIS S 9433-12) ISO 15026-13 (JIS S 9433-13) ISO 15026-14 (JIS S 9433-14) ISO 15026-15 (JIS S 9433-15) ISO 15026-16 (JIS S 9433-16) ISO 15026-17 (JIS S 9433-17) ISO 15026-18 (JIS S 9433-18) ISO 15026-19 (JIS S 9433-19) ISO 15026-20 (JIS S 9433-20) ISO 15026-21 (JIS S 9433-21) ISO 15026-22 (JIS S 9433-22) ISO 15026-23 (JIS S 9433-23) ISO 15026-24 (JIS S 9433-24) ISO 15026-25 (JIS S 9433-25) ISO 15026-26 (JIS S 9433-26) ISO 15026-27 (JIS S 9433-27) ISO 15026-28 (JIS S 9433-28) ISO 15026-29 (JIS S 9433-29) ISO 15026-30 (JIS S 9433-30) ISO 15026-31 (JIS S 9433-31) ISO 15026-32 (JIS S 9433-32) ISO 15026-33 (JIS S 9433-33) ISO 15026-34 (JIS S 9433-34) ISO 15026-35 (JIS S 9433-35) ISO 15026-36 (JIS S 9433-36) ISO 15026-37 (JIS S 9433-37) ISO 15026-38 (JIS S 9433-38) ISO 15026-39 (JIS S 9433-39) ISO 15026-40 (JIS S 9433-40) ISO 15026-41 (JIS S 9433-41) ISO 15026-42 (JIS S 9433-42) ISO 15026-43 (JIS S 9433-43) ISO 15026-44 (JIS S 9433-44) ISO 15026-45 (JIS S 9433-45) ISO 15026-46 (JIS S 9433-46) ISO 15026-47 (JIS S 9433-47) ISO 15026-48 (JIS S 9433-48) ISO 15026-49 (JIS S 9433-49) ISO 15026-50 (JIS S 9433-50) ISO 15026-51 (JIS S 9433-51) ISO 15026-52 (JIS S 9433-52) ISO 15026-53 (JIS S 9433-53) ISO 15026-54 (JIS S 9433-54) ISO 15026-55 (JIS S 9433-55) ISO 15026-56 (JIS S 9433-56) ISO 15026-57 (JIS S 9433-57) ISO 15026-58 (JIS S 9433-58) ISO 15026-59 (JIS S 9433-59) ISO 15026-60 (JIS S 9433-60) ISO 15026-61 (JIS S 9433-61) ISO 15026-62 (JIS S 9433-62) ISO 15026-63 (JIS S 9433-63) ISO 15026-64 (JIS S 9433-64) ISO 15026-65 (JIS S 9433-65) ISO 15026-66 (JIS S 9433-66) ISO 15026-67 (JIS S 9433-67) ISO 15026-68 (JIS S 9433-68) ISO 15026-69 (JIS S 9433-69) ISO 15026-70 (JIS S 9433-70) ISO 15026-71 (JIS S 9433-71) ISO 15026-72 (JIS S 9433-72) ISO 15026-73 (JIS S 9433-73) ISO 15026-74 (JIS S 9433-74) ISO 15026-75 (JIS S 9433-75) ISO 15026-76 (JIS S 9433-76) ISO 15026-77 (JIS S 9433-77) ISO 15026-78 (JIS S 9433-78) ISO 15026-79 (JIS S 9433-79) ISO 15026-80 (JIS S 9433-80) ISO 15026-81 (JIS S 9433-81) ISO 15026-82 (JIS S 9433-82) ISO 15026-83 (JIS S 9433-83) ISO 15026-84 (JIS S 9433-84) ISO 15026-85 (JIS S 9433-85) ISO 15026-86 (JIS S 9433-86) ISO 15026-87 (JIS S 9433-87) ISO 15026-88 (JIS S 9433-88) ISO 15026-89 (JIS S 9433-89) ISO 15026-90 (JIS S 9433-90) ISO 15026-91 (JIS S 9433-91) ISO 15026-92 (JIS S 9433-92) ISO 15026-93 (JIS S 9433-93) ISO 15026-94 (JIS S 9433-94) ISO 15026-95 (JIS S 9433-95) ISO 15026-96 (JIS S 9433-96) ISO 15026-97 (JIS S 9433-97) ISO 15026-98 (JIS S 9433-98) ISO 15026-99 (JIS S 9433-99) ISO 15026-100 (JIS S 9433-100)

協働における安全規格・リスク評価

開催スケジュール

9月開催

月	火	水	木	金
			9日 コース1 1日目 13:30-16:30	10日 コース1 2日目 10:00-16:30
			16日 コース2 1日目 13:00-17:00	17日 コース2 2日目 10:00-17:00
				24日 コース3 9:00-17:00
			30日 コース4 1日目 13:00-17:00	10/1 コース4 2日目 9:30-17:00

※コース1, 2, 4は両日とも受講が必須

※コース3は事前に e ラーニングの受講(約5時間30分)が必須

11月開催

月	火	水	木	金
8日 コース1 1日目 13:30-16:30	9日 コース1 2日目 10:00-16:30			
15日 コース2 1日目 13:00-17:00	16日 コース2 2日目 10:00-17:00			
22日 コース3 9:00-17:00				
29日 コース4 1日目 13:00-17:00	30日 コース4 2日目 9:30-17:00			

※コース1, 2, 4は両日とも受講が必須

※コース3は事前に eラーニングの受講(約5時間30分)が必須

R3年度CPS人材育成講座

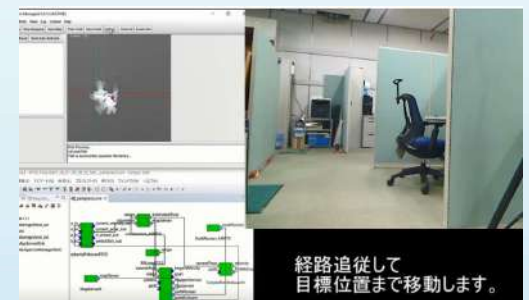
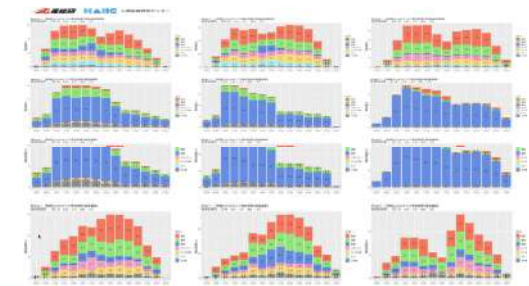
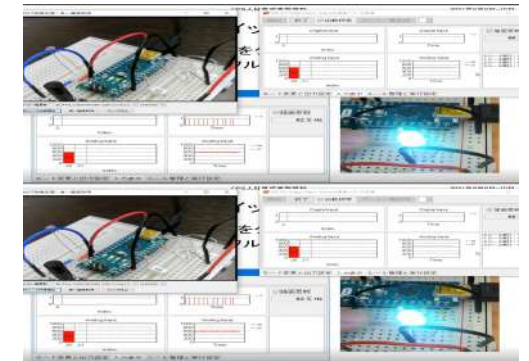
■ 実習編

1. 対象(ターゲット)

独立系SI事業者の技術者、または企業で生産システムの自動化、ロボット導入を担当している技術者

2. 各コース概要および受講者数

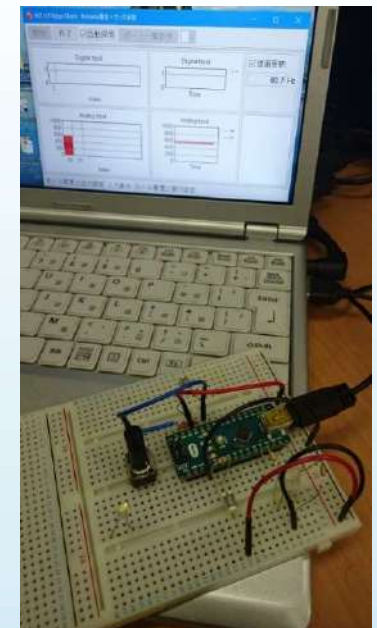
コース名称	9月開催 受講者数	11月開催 受 講者数(予定)
コース1:スマート製造ツールキットを用いたIoT化実習	5名	11名
コース2:IoTと屋内測位による現場改善支援実習	8名	9名
コース3:ロボット導入時のリスクアセスメント演習	6名	7名
コース4:ロボットシステムのコンポーネント指向開発を習得	8名	4名



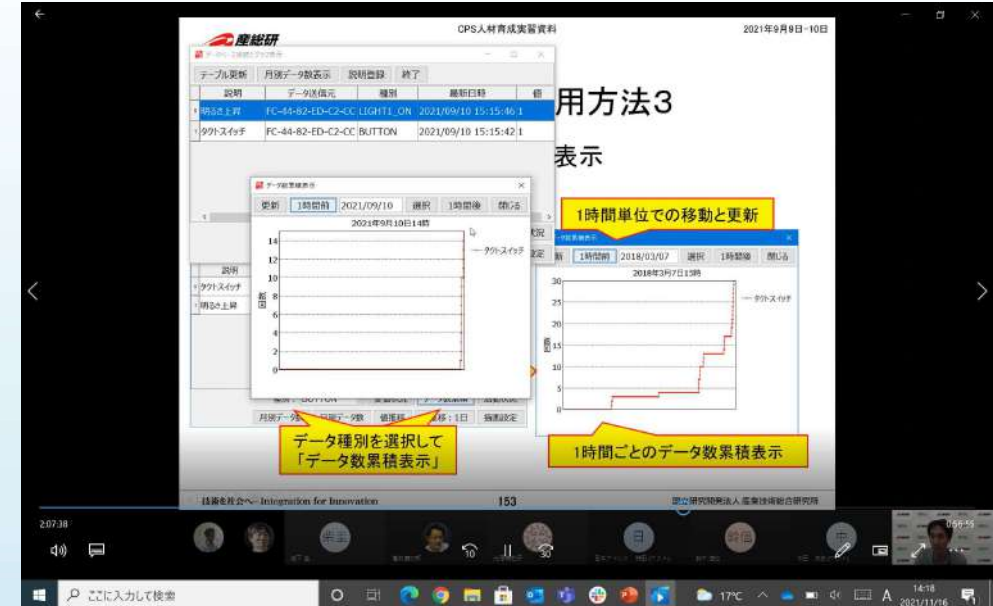
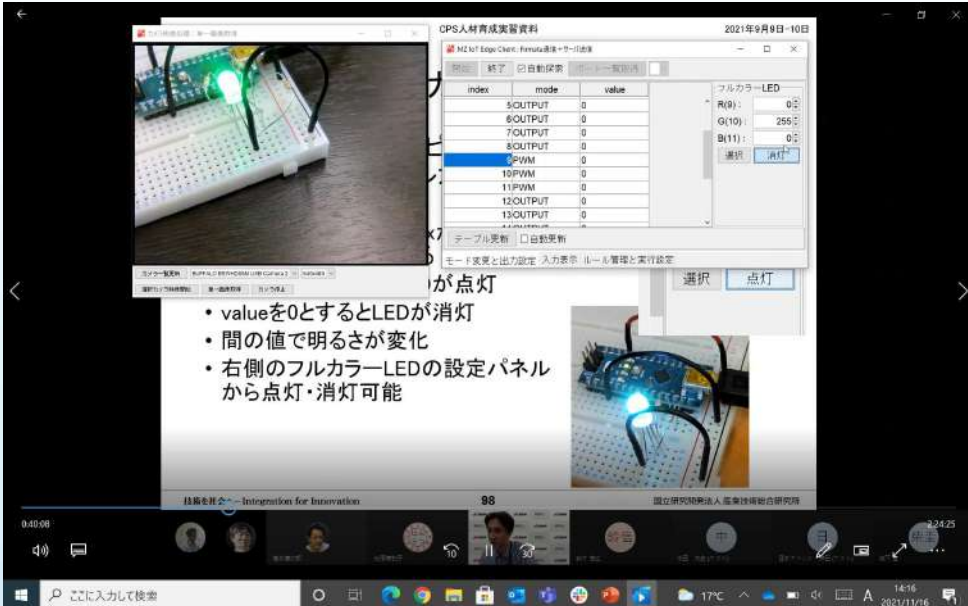
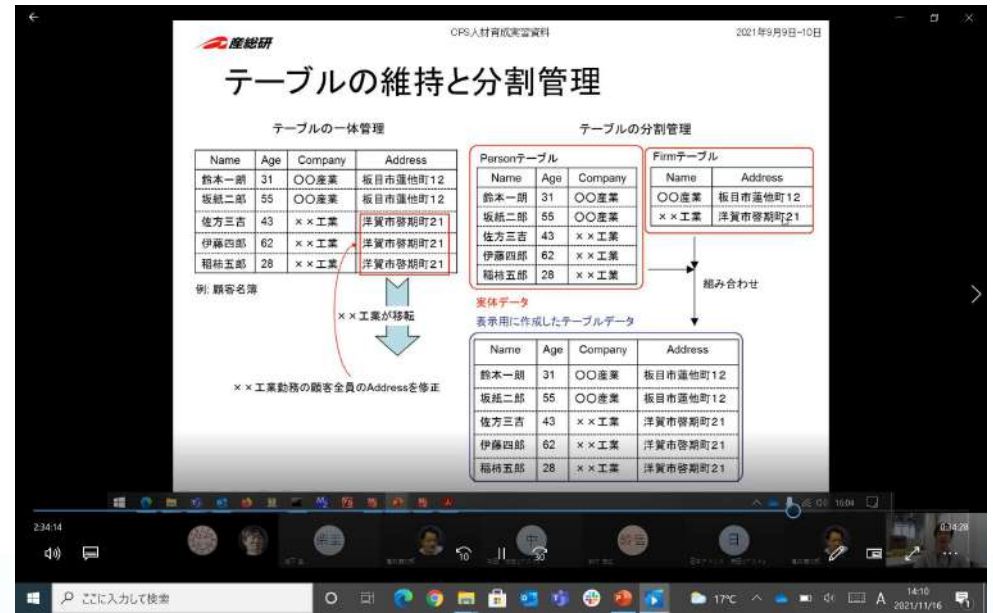
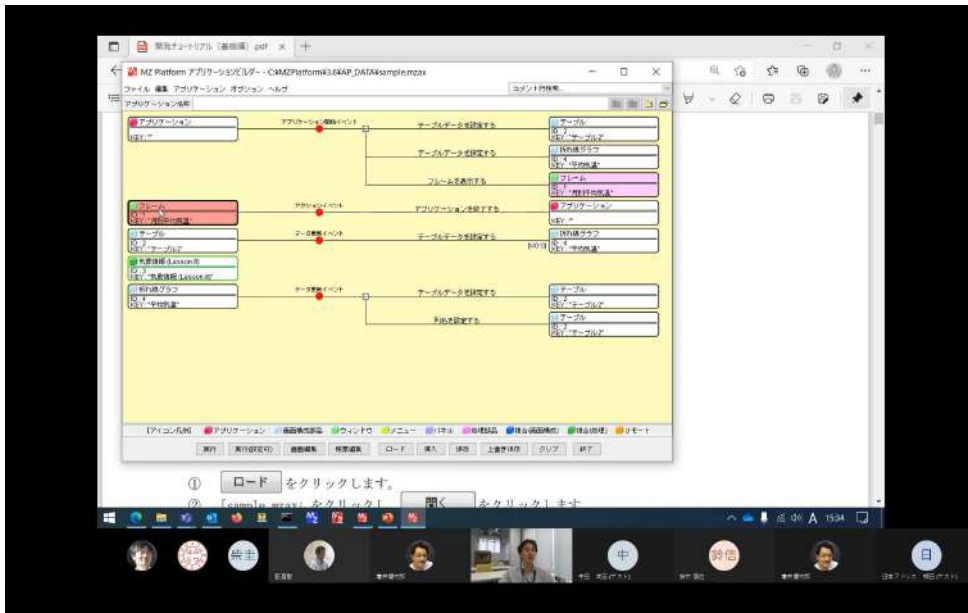
コース1: スマート製造ツールキットを用いたIoT化実習

産総研では、製造現場のIT化を支援するソフトウェア作成ツール「MZプラットフォーム」を開発しており、そのIoT化用機能拡張がスマート製造ツールキットです。このツールキットで対象とするIoT化とは、物理世界の情報をデータとして自動収集し、人や機械がその意味を理解して行動につなげるためのシステム化を指しています。本実習ではIoT化の一例として、Windowsノート PCとデータベースに市販のセンサとマイコンを組み合わせた計測・可視化・通知システムの作成を体験できます。

- 講習内容
1. MZプラットフォーム紹介
 2. 計測用MZアプリケーション作成
 3. データベース (MySQL) 実習
 4. 計測システム自作 (Arduinoと電子回路)
 5. 可視化用MZアプリケーション作成



コース1: スマート製造ツールキットを用いたIoT化実習



コース2:IoTと屋内測位による現場改善支援実習

産総研では製造現場・サービスの提供現場における人の業務活動をIoTにより計測することでデジタル化し、その分析を通して現場の生産性の向上を支援する技術の研究に取り組んでいます。本実習では、国の研究開発プロジェクトや企業との共同研究で活用実績のあるツールと、実際の現場で得られたデータを基にしたサンプルデータを用いて、生産性向上のための分析手法を体験できます。

講習内容

1. 歩行運動データの取得と可視化(データ補正方法など)
2. データ分析(分析スクリプトの使用体験)
 - 接客行動と注文履歴
 - AGV導入前後の効果検証
3. データから人の行動をモデル化
4. 上記モデルに基づいたシミュレーションの活用、改善提案

コース2: IoTと屋内測位による現場改善支援実習

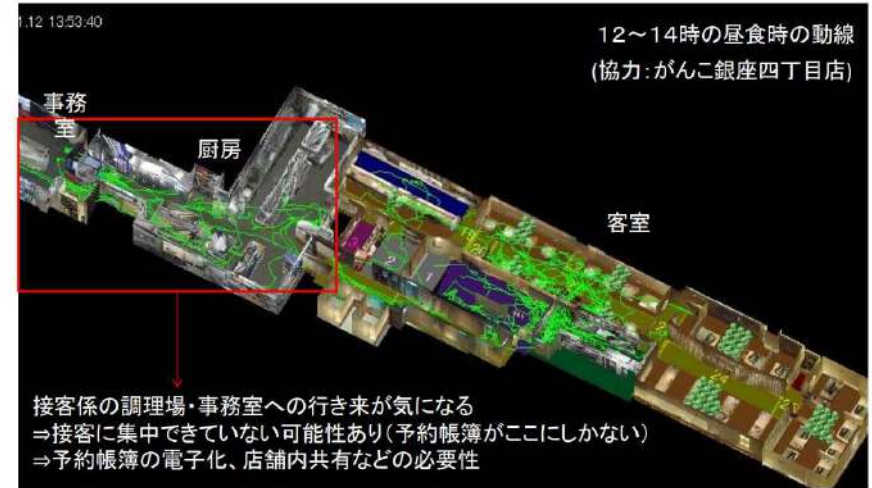
産総研 HARC 人間情報研究センター

実習ステップ1: テストデータを確認してみる

テストデータ取得の様子: 動きを確認してみてください

ビーコンによる補正が過敏に動いている
(本来ならば調整が必要な状況)

CSQCC: 対策検討時の事例

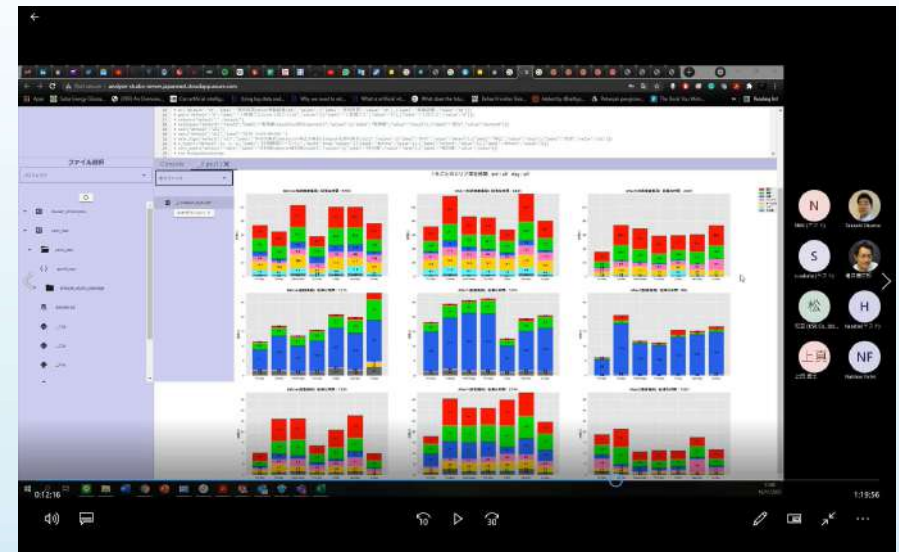


CSQCC: Computer Supported Quality Control Circle

産総研 HARC 人間情報研究センター

演習1: エリア間比較データの確認

- 役割別の各エリア滞在時間 (デフォルト設定) の出力からどのような「仮説」が立てられるか考える。
- 各エリアで「立ち止まって作業した時間」がどう変化したかを確認するための引数設定を考える。
 - その結果を見てどのような仮説が立てられるか考える。
- 「移動による負担」が各期間でどう変化したかを確認するための引数設定を考える。
 - その結果を見てどのような仮説が立てられるか考える。
- 他の引数についても設定変更をして可視化し、気づきがあったら発表してください!



コース3: ロボット導入時のリスクアセスメント演習

ロボットの危険性についてどのくらい理解していますか？本講座では、ロボットを導入する際に知っておかなければならない基礎知識(国内法令と国際規格等)がeラーニングで学べるとともに、リスクアセスメントやリスク低減の進め方についてオンラインでの演習を通じて習得できます。

【事前学習】

ロボット安全の背景

機械安全概要

国際規格

国内法令

リスクアセスメント

リスク低減

リスクコミュニケーション

【リスクアセスメント演習】

演習説明

危険源同定演習(個人)

危険源同定演習解説

リスクアセスメント演習(個人)

リスクアセスメント演習解説

リスク低減検討(個人)

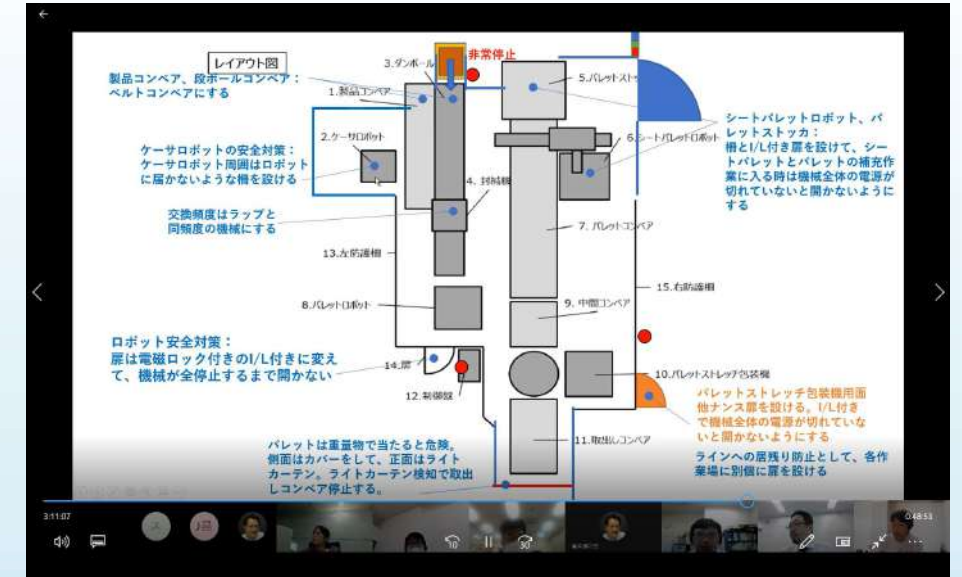
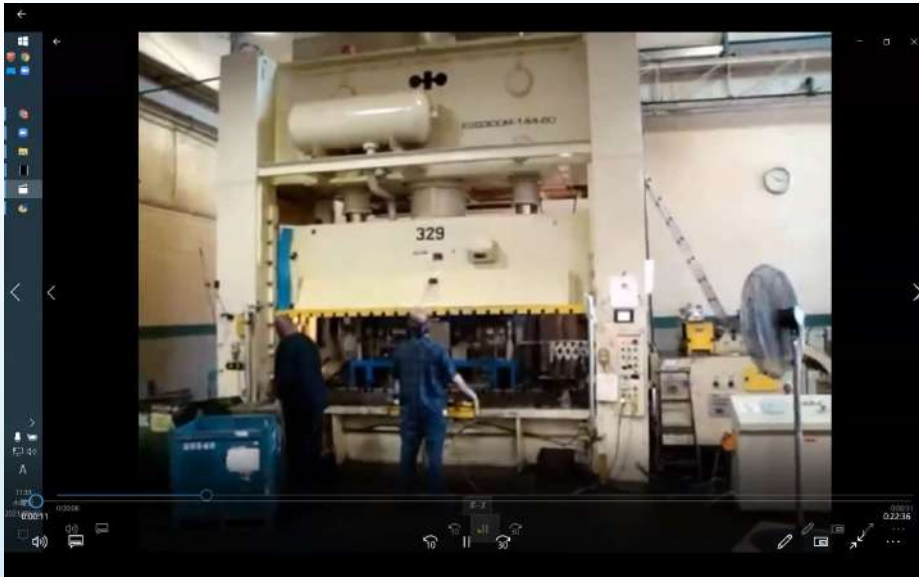
リスク低減検討(グループワーク)

リスク低減解説

コース3: ロボット導入時のリスクアセスメント演習



7	8	9	10	11	12						
1	1	1n	1E	7					S2	P4	IV
2	2	1a	1E	26					S2	P4	IV
3	2	1	1H	9					S3	P3	IV
4	4	1k	1E, 8E	23, 4					S2	P3	III



コース4: ロボットシステムのコンポーネント指向開発を習得

RTミドルウェアはロボットシステムの構築を効率化するソフトウェア基盤です。RTコンポーネント(RTC)と呼ばれるソフトウェアコンポーネントを組わせてシステムを構築するため、既存のRTCの再利用や第三者が作成したRTCと組み合わせ拡張性の高いシステムを構築可能です。講習会では、RTミドルウェアの概要、RTコンポーネントの作成方法について解説するとともに、実習形式で実際にRTCを作成、既存のRTCと組み合わせて簡単なロボットシステムを構築することで、これらのスキルを習得できます。

講習内容

1. ロボット操作コンポーネントの作成
2. シミュレータロボットと接続してテスト
3. 実機ロボットと接続してテスト
4. SLAMについて
5. 地図作成実習
6. 自己位置推定とナビゲーション実習

コース4: ロボットシステムのコンポーネント指向開発を習得

ロボットソフトウェア開発の方向

従来型開発 → **コンポーネント指向開発**

- ✓ 様々な機能を統合的に設計
- ✓ 実行時の効率が高いが、柔軟性に欠ける
- ✓ システムが複雑化してくると開発が困難に
- ✓ 大規模複雑な機能の分割・統合
- ✓ 開発・保守効率化 (機能の再利用等)
- ✓ システムの柔軟性向上

10

動作確認

- 距離センサに壁が近づくと停止する場合

壁まで前進する → 壁の手前に停止する

- 距離センサに壁が近づいても停止しない場合

壁に接触後も前進を続ける

70

移動ロボットの制御

- 内蔵センサ**: 車輪の角速度やジャイロセンサーの内部の情報を計測するセンサ
- 外蔵センサ**: レーザーや音波、カメラ、GPSなどの外部の情報を取得するセンサ
- 自己位置推定 (Localization, ロータリゼーション, ローカライゼーション)**: 車輪のセンサを利用して、ロボットの現在の位置を推定する技術。移動ロボットを制御するために最も基本的かつ必要とされる技術。
- SLAM (スラムと読み、Simultaneous Localization and Mapping)**: 外蔵センサを用いて、ロボット周辺のマップを作成しながら同時に自己位置も推定する技術。センサには、レーザー (2次元、3次元) やカメラ、音波などが用いられる。絶対位置を比較的安定的に推定できる。
- パスプランニング (Path Planning)**: 与えられたマップ上で、現在位置から目的地までの経路を計画する方法。
- ナビゲーション (Navigation)**: 現在位置を推定しながらロボットを目的地まで移動させること。
- デッドレコニング (Dead Reckoning)**: 車輪のエンコーダやジャイロセンサーのみの利用する自己位置を推定手法。誤差が蓄積するため長時間使用できない。オドメトリ (Odometry) と呼ばれることもある。

3

作業内容

ジョイスティックパネルで RaspberryPiマウスを移動させて 地図生成する

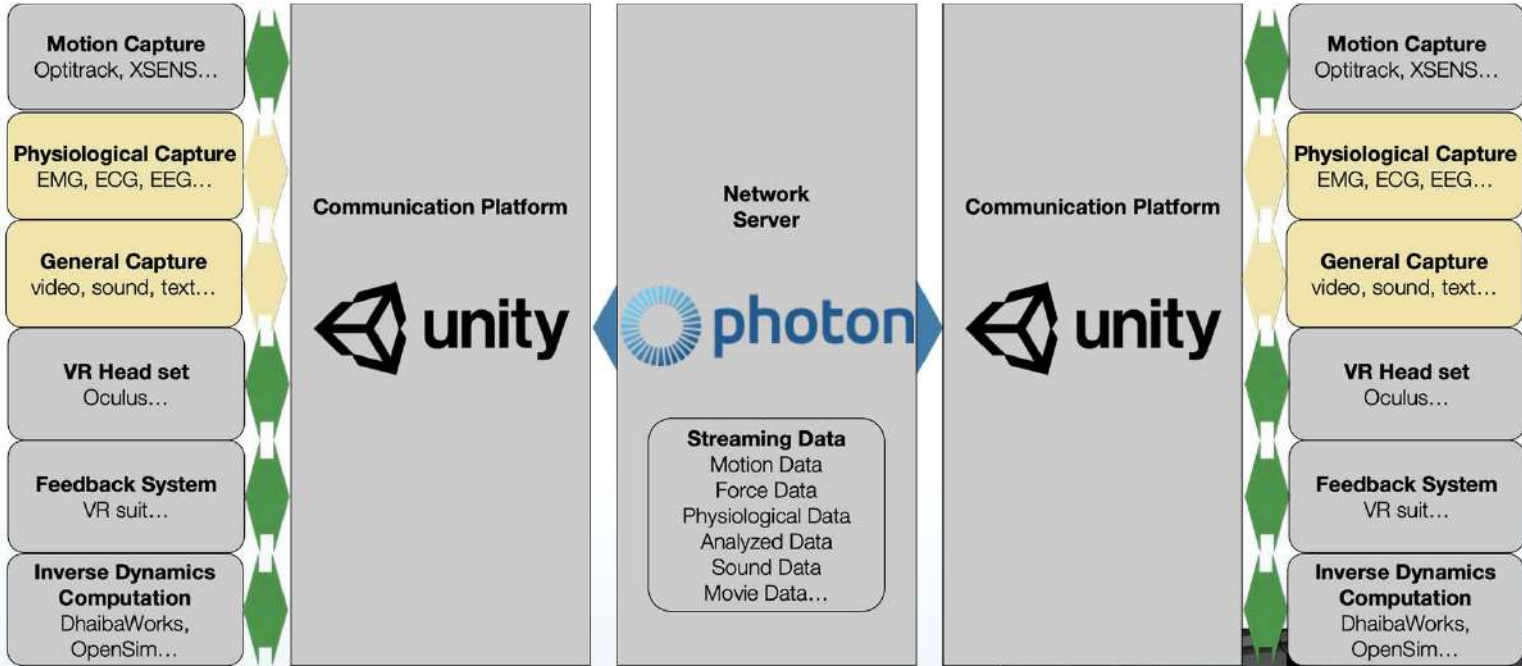
15

今後の計画：遠隔操作支援技術

遠隔地

サイバー空間

作業現場



遠隔感覚共有システム

遠隔地と現場との共通空間環境をサイバー上に表現。

この共有するサイバー空間に、各種ツールをミドルウェアを介して統合させ、遠隔操作支援、動作シミュレーション等の分析を可能としていく。



ご静聴ありがとうございました。

インダストリアルCPS研究センター
副研究センター長
増井 慶次郎
k-masui@aist.go.jp