

「次世代人工知能・ロボットの中核となる インテグレート技術開発」（終了時評価）

2018年度～2023年度 6年間

プロジェクトの詳細説明（公開版）

2024年11月26日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

AI・ロボット部

2. 目標及び達成状況（詳細）

研究開発項目 ●

- (1)アウトカム目標及び達成見込み
- (2)アウトプット目標及び達成状況

ページ構成

- アウトカム達成に向けた戦略・具体的な取組
- アウトカム目標達成の見込み
- 個別事業ごとの目標と根拠
- 個別事業ごとの目標達成状況
- 個別事業の成果（アウトプット目標達成度）と意義

実用化・事業化の考え方とアウトカム目標の設定及び根拠 (2)

➤ 本プロジェクトでは、以下の2つのアウトカムを設定

① CO2排出量削減効果

本プロジェクトで開発された人工知能技術のインテグレーション技術による労働生産性の向上が製造業、建築・土木、電力・ガス・通信、介護・福祉及び物流分野等へ波及することにより、**2030年時点でCO2排出量を年間約676万トン削減**することを目指す。

- ・AIによる生産性向上率10.9%(年1.3%×8年間)
- ・産業貢献率23.6%
(製造、建設・土木、電力・ガス・通信、物流分野)
- ・生産性向上率×産業貢献率分のCO2排出量が削減される想定

※ 生産性向上率

経済産業省「新産業構造ビジョン 中間整理」の現状放置シナリオ・変革シナリオより算出

※ 産業貢献率

EY総合研究所「人工知能が経営にもたらす創造と破壊」人工知能関連の市場規模（対象4分野）より算出

② 新市場獲得

人工知能モジュールを他に先駆けて開発し、人工知能関連産業の新規市場に先行者として参入することで、**2030年時点における製造業、建築・土木、電力・ガス・通信、介護・福祉及び物流分野等での人工知能関連産業の新規市場約17兆2000億円の獲得**をめざす。

AIによる新規市場のうち26.1%	
製造	: 9兆2000億円
建設・土木	: 4兆7000億円
電力・ガス・通信	: 1兆3000億円
物流	: 4000億円
医療・福祉	: 1兆6000億円

※ EY総合研究所「人工知能が経営にもたらす創造と破壊」人工知能関連の市場規模（対象5分野）より算出



(参考) CO2排出量削減の根拠

本事業で開発した技術により生産性を向上することで、
「**生産性向上率**」×「**普及産業貢献割合**」分のCO2が削減されるとして算出



2030年時点でCO2排出量を
年間約**676万トン**削減

2016年時点の
CO2排出量

$262,848 \times 10^3 [\text{t-CO}_2]$



2030年時点の
生産性向上率

10.9[%]



2030年時点の
普及産業貢献割合

23.6[%]



2030年時点の
CO2排出量削減量

$6,761 \times 10^3 [\text{t-CO}_2]$

直接エネルギー投入量（原油換算）： $97,351 \times 10^3 [\text{kl}]$ ※1
二酸化炭素排出量： $2.7 [\text{t-CO}_2/\text{kl}]$
 $97,351 \times 10^3 [\text{kl}] \times 2.7 [\text{t-CO}_2/\text{kl}] = \mathbf{262,848 \times 10^3 [\text{t-CO}_2]}$

変革シナリオでは2030年まで労働生産性は年率+3.6[%]向上。※2
一方、現状放置シナリオでは、労働生産性の年率は+2.3[%]向上。※2
従って、人工知能により、年率+1.3[%]生産性が向上。
本事業終了時点の2023年より2030年までの8年間の生産性向上は
 $[100+1.3]^8 = \mathbf{110.9[\%]}$

「生産性」、「空間の移動」分野に対応する製造、建設・土木、
電力・ガス・通信、物流の産業分野に成果展開が行われると仮定。
2030年の全産業の市場規模合計87.0[兆円] ※3
対象とする4分野の市場規模合計20.5[兆円] ※3
 $20.5/87.0 \times 100 = \mathbf{23.6[\%]}$

※1 資源エネルギー庁 エネルギー消費統計調査（H26年度）「第2表 直接エネルギー投入表」
http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/energy_consumption/ec001/2014_02/

※2 新産業構造ビジョン 中間整理（平成28年4月27日）産業構造の試算結果
https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/shinsangyo_kozo/pdf/ch_01.pdf

※3 EY総合研究所『人工知能が経営にもたらす「創造」と「破壊」』表2 人工知能関連の産業別市場規模の詳細
元サイトは参照不可。https://cdn.kyodonewsprwire.jp/prwfile/release/M103415/201509143541/_prw_OA1fl_O8ov31l1.pdf にコピーあり。

(参考) 新市場獲得の根拠

人工知能関連の産業別市場規模より、「生産性」、「健康・医療・介護」、「空間の移動」に対応する5分野（製造、建設・土木、電力・ガス・通信、物流、医療・福祉）での市場規模は、**2020年時点では5.4[兆円]、2030年時点では22.7[兆円]**である。
これより、**新規市場獲得額は17.2[兆円]**である。

内訳：製造分野9.2[兆円]、建設・土木分野4.7[兆円]、電力・ガス・通信分野1.3[兆円]、物流分野0.4[兆円]、医療・福祉分野1.6[兆円]

産業分野	2015年	2020年	2030年
農林水産	28	316	3,842
製造	1,129	29,658	121,752
建設・土木	791	12,157	59,229
電力・ガス・通信	300	5,217	18,810
情報サービス	1,825	8,245	23,731
卸売・小売り	14,537	46,844	151,733
金融・保険	5,964	22,611	47,318
不動産	49	2,426	4,853
運輸	1	46,075	304,897
物流	465	1,443	5,035
専門・技術サービス	90	2,440	6,149
広告	6,331	19,305	36,047
エンターテインメント	2,260	5,990	15,104
教育・学習支援	2,030	5,039	9,285
医療・福祉	343	5,761	21,821
生活関連	1,308	17,111	40,015
合計	37,450	230,638	869,620

出典：EY総合研究所『人工知能が経営にもたらす「創造」と「破壊」』

表2「人工知能関連の産業別市場規模の詳細」

(元サイトは参照不可。https://cdn.kyodonewsprwire.jp/prwfile/release/M103415/201509143541/_prw_OA1fl_O8ov31l1.pdf にコピーあり。)

アウトカム達成見込み（CO2削減）

- 特にCO2削減に効果のあるテーマについて試算※。
- 本プロジェクトの成果が社会実装されることによるCO2削減の「直接的な効果」と、その社会実装が拡大することによる「波及効果」を併せた結果、アウトカム（2030年度676万トン削減）の達成は可能と試算。

テーマ名	直接的な効果	効果の度合い	波及効果	効果の度合い
人工知能技術を用いた便利・快適で効率的なオンデマンド乗合型交通の実現	都市部にオンデマンド型乗合交通が普及	★	地方部にオンデマンド型乗合が他交通が普及し自家用車利用が減る	★★★
人工知能技術の風車への社会実装に関する研究開発	風力発電量が2%向上	★★	(なし)	
ロボット技術と人工知能を活用した地方中小建設現場の土砂運搬の自動化に関する研究開発	自動運転化で走行距離が5%短縮	☆	(なし)	
太陽光パネルのデータを活用したAIエンジン及びリパリングモジュールの技術開発	太陽光発電が火力発電を代替	★	(なし)	
自動機械学習による人工知能技術の導入加速に関する研究開発	学習・推論時の電力削減	★	自動機械学習の普及でAI適用事例が加速し、中小企業のDX化を推進し、生産性が向上	★★★★★
レーザ加工の知能化による製品への応用開発期間の半減と、不良品を出さないものづくりの実現	条件出しの試行回数の削減	☆		
モデル化難物体の操作知識抽出に基づく柔軟物製品の生産工程改善	(なし)		製品ロス焼却に必要な重油の削減	☆

☆ わずかながら効果がある、★効果がある（星の数で効果の大きさを表現している）。



アウトカム達成見込み（新市場獲得）

➤ 今回の成果が下記のような市場導入、拡大を経ることで、新市場獲得は可能と試算。

テーマ名	導入当初の新市場のイメージ	市場場拡大のイメージ	市場化を後押しする要因
ガス漏洩	ガス漏洩検知システムがプラントに普及し始める。	ガス漏洩検知システムがプラント建設の必須要件となる	ガス漏洩システムの法制化、標準化
中小土木	レトロフィット機器による土砂運搬のダンプ自動運転それらを組み合わせたソリューションビジネスが始まる。	建設現場での自動運転の適用場面が他の建機にも広がる。	自動施工に対する法整備、
風車	AI活用した風車の制御システムの提供が始まる。	適用事例が広がる。	さらなるグリーンエネルギーに対する社会的要請
乗合交通	これまで実証実験を進めてきた都市部や地方での乗合交通の適用が始まる。	自動運転や日本版シェアライドと連携して市場が広がる	乗合交通を後押しする法律、自動運転、公共交通運転手の不足
太陽光	太陽光ファームの監視運用システムのビジネスが始まる。	適用事例が広がる。	太陽光ファームの更新、さらなるグリーンエネルギーに対する社会的要請
生産支援ロボ	AI導入したAGVやそのソリューションがの影響が始まる。	適用事例が広がると共に、他のロボットにもAI適用が広がる。	
スパイラルアップ	AI適用効果見える化～KGI改善のソリューションの先端ユーザへの適用が始まる。	適用事例が広がる。	
自動機械学習	AI導入を大幅に簡素化するプラットフォームやサービスが先進ユーザを中心に導入が始まる。	提供したOSSを利用したビジネスが始まる。AIの適用が一般的となり、市場が広がる。LLMや生成AIといった技術にも技術が進化し、市場が広がる。	
オンサイト・ティーチング	工場のピッキングソリューションの提供が始まる。	リテールなど幅広い分野でのピッキングシステムに市場が広がる	
設計リスク	自動車業界での設計手戻り減少させるソリューション・サービスの提供が始まる。	他業種の設計分野に広がる。	
次世代生産	自動車部品の組み立てや、金型製造の現場でのAI導入したスケジューリングの提供が始まる。	他業種での適用事例が増え、への適用に広がる。	
レーザ加工	AI化したレーザ肉盛、レーザ溶接が使われるようになる。	適用事例が増えると共に、他のレーザを使った加工への適用がひろまる。	
線状加熱	AI線状加熱の適用が始まる。	造船への適用が増えると共に、他分野への適用が始まる。	
モデル化難物体	縫製物の製造を効率化・低コスト化する自動機器やソリューションの提供が始まる	適用事例が広がるとともに、他の柔軟物への適用も始まる。	
サイバーカット	AI搭載した研削盤の普及が始まる。	AI搭載した研削盤が普及し、他の工作機械にもAI適用が広がる。	
方法論体系化	加工現場でのAI導入の裏付けを与えることで、AIの導入のしやすさ、AIの質が向上する（間接的効果）。	左記の成果が深化し、AIの導入のしやすさ、AIの質がさらに向上する。	



個別事業ごとの目標と根拠

研究開発項目		最終目標（2024年3月）	根拠
【研究開発項目①】 人工知能技術の社会実装に向けた研究開発・実証		・重点分野において、複数の応用分野で人工知能技術の社会への導入期間を1/10に短縮する。	人工知能の導入期間は1/6まで短縮できるとの2018年の先導研究結果から、チャレンジングな目標として1/10に設定。
【研究開発項目②】 人工知能技術の適用領域を広げる研究開発	【研究開発小項目②-1】 人工知能技術の導入加速化技術	・人工知能技術の導入者が業務分析・施策仮説から人工知能モジュールを現場に導入するまでの導入期間を1/10に短縮する。	人工知能の導入期間は1/6まで短縮できるとの2018年の先導研究結果から、チャレンジングな目標として1/10に設定。
	【研究開発小項目②-2】 仮説生成支援を行う人工知能技術	・人工知能技術の導入者を、より経営者に近い視座に導くことで新たな業務体系や新しい技術の導入を提案できるように導くことをサポートする人工知能システムの開発及び実証を完了する。	人工知能の導入を加速化するためには、互いに相関する目的変数の関係を把握し、従来人が見つけることが困難であったKPIの発見や当該組織では不足する技術等の要素を他の組織等から補うといった高度な仮説を生成・評価・提案を行う基盤技術を開発する必要があるため。
	【研究開発小項目②-3】 作業判断支援を行う人工知能技術	・ものづくり現場において、人の判断を支援する人工知能技術により特定の工程の生産性を30%向上する。	熟練者の不足に伴い、設計～加工を何度も繰り返す手戻りによる生産性低下が30%程度発生しているとの企業ヒアリング結果から、その生産性低下を補うために30%向上を設定。



個別事業ごとの目標達成状況

➤ 多くのテーマでアウトプット目標を達成

研究開発項目		目標 (2024年3月)	成果（実績） (2024年3月)	達成度	達成の根拠
【研究開発項目①】 人工知能技術の社会実装に向けた研究開発・実証		・重点分野において、複数の応用分野で人工知能技術の社会への導入期間を1/10に短縮する。	左記を達成。	◎	・多くのテーマで、目的とした社会実装のための実用化を達成し、商用化に向けた活動も加速している（一部商用化も達成）。
【研究開発項目②】 人工知能技術の適用領域を広げる研究開発	【研究開発小項目②-1】 人工知能技術の導入加速化技術	・人工知能技術の導入者が業務分析・施策仮説から人工知能モジュールを現場に導入するまでの導入期間を1/10に短縮する。	左記を達成	◎	・各テーマで左記目標を達成している。 ・本小項目の中で、新たな取り組みとして懸賞金事業を立ち上げることができた。
	【研究開発小項目②-2】 仮説生成支援を行う人工知能技術	・人工知能技術の導入者を、より経営者に近い視座に導くことで新たな業務体系や新しい技術の導入を提案できるように導くことをサポートする人工知能システムの開発及び実証を完了する。	左記を達成。	◎	・複数の施設で実証実験を行い、開発した手法およびツールが有効であることを確認し、一部の施設では継続利用いただけることとなった。
	【研究開発小項目②-3】 作業判断支援を行う人工知能技術	・ものづくり現場において、人の判断を支援する人工知能技術により特定の工程の生産性を30%向上する。	左記を達成。	◎	・各テーマで左記目標を達成している。 ・熟練者の知見のAI化にとどまらず、現在の工程を根本から見直すこともでき、AI化の効果を拡大することができた。 ・一部テーマについては、組織内での試用が、大きな成果を挙げている。

各テーマごとの目標達成状況および特記事項

【研究開発項目①】人工知能技術の社会実装に向けた研究開発・実証

テーマ名	実施者※	期間	狙い	成果	アウトカムへの貢献	特記事項
AI活用によるプラント保全におけるガス漏洩の発見と特定の迅速化、並びに検出可能ガスの対象拡大	コニカミノルタ、神戸大学	2018-2022	ガス漏洩を可視化するカメラのシステムにAI技術を導入し、漏洩源の位置、流れ方向、危険度をより正確に把握するシステムを開発する。	・入り組んだ配管のあるプラントにおいて、隠れた漏洩源の位置を3次的に推定する技術および、漏洩したガスの流れの立体的な方向、流量を推定する技術を開発。漏洩時にす素早く安全な対処が可能となった。これらの技術を常時監視するシステムに組み込むことでプラント保全に対する安全性の向上に関与できる基礎技術が完成した。 ・実用上必要と設定した、目標精度7画素（撮影距離100mで1m精度）での漏洩源検出に対し、必須シーンについて6.4画素の精度を達成。	・ひとたび事故が起きると経済的にも社会的にも多大な損失を与えるガス漏洩を早期に発見・対処することができる、社会的な安心を与えるプラントおよびその監視システム・サービスという新しい市場が創出できる。	・様々な工夫で、当初の目標精度を実現。
ロボット技術と人工知能を活用した地方中小建設現場の土砂運搬の自動化に関する研究開発 非公開セッションでご説明	東北大、佐藤工務店、千葉工大	2018-2022	中小企業が所有する既存建機のレトロフィット（後付け）で簡易実装できる自動化システム・AIを実用化する。	・高精度な3次元地形計測、後付け運転ロボット、位置推定技術、知能化ソフトの個々の要素等を統合したレトロフィット自動運転技術確立。中小規模の現場に合わせて柔軟に自動運転シナリオを作成できる技術も開発。 ・現場適用で時間を要すると考えられる、ドローンによる3次元地図の作成、土砂をダンプトラックに積むためのバックホウのオペレータの行動モデルの作成、に要する時間をそれぞれ1/10とした。	・既存の大型ダンプトラックに後付けで設置し、使用後に取り外して元の状態に戻せる自動運転用のレトロフィット技術により、中小土木建設業での自動化の導入、自動化による省力・省人化という新しい価値を提供する市場を創出することができる。	・産学が連携した好事例。 ・プロジェクト終盤で、新たな実験先を見つけ、適用可能性を広げた。 ・学生主著者の論文、表彰多数。 ・成果の展開のための、別予算を獲得し、特別講座を開講中（2021-2024）。

各テーマごとの目標達成状況および特記事項

テーマ名	実施者	期間	狙い	成果（アウトプット）	アウトカムへの貢献	特記事項
人工知能技術を用いた便利・快適で効率的なオンデマンド乗合型交通の実現	NTTドコモ、未来シェア、北海道大	2018-2022	効率的な地域公共交通の形成に向け、エリア全体の大規模で動的に変動する移動需要に合わせ動的な配車・運行戦略を実行できるようSAVS※の知的処理を飛躍的に高度化する。	・多様な移動需要に応える先進的な分析手法、配車アルゴリズム、シミュレーション技術を確立したことで、同じ移動需要に対し、運行車両台数（運行コスト、環境負荷等）を相対的に減らす、あるいは、利用者に対するサービスレベル（待ち時間短縮・混雑回避等）を相対的に上げることが可能な柔軟な配車サービスの基盤を確立した。 ・この基盤を用いた大規模な実証実験を通じて実用化している点における技術的安定性、成熟度を確認することができた。	・都市化・過疎化の二極化が進行する日本で、これまでの公共交通とは異なる使い勝手の良い交通手段という新たな価値を持った市場ができあがる。 ・自家用車や交通公共機関等を代替することで、CO2削減に貢献。	・COVID-19によって計画の見直しを強いられたが、地域特性の異なる場所選んで4回の実証実験を予定通り実施。 ・プロジェクト期間中に、バリアフリー対応の成果をまとめて事業化。 ・新アルゴリズムの効果を実証。
人工知能技術の風車への社会実装に関する研究開発	日立、産総研、東大	2018-2021	ウィンドファーム全体の発電量を向上するために、流入する風を予測するAIと、予測結果を用いて風車のヨーを制御し、風下側風車に流入するウェイクを低減するアルゴリズムを開発する。	・風況推定モジュールの開発やウエイクステアリング制御等の技術の開発ができたこと、シミュレーション、実証試験によりその効果を確認した。	・AIにより風車の発電量を増加させることで、新たな価値を持った風車の市場ができると共に、CO2削減に貢献。	・実証実験ができなくなったことで、2021年度途中の段階の成果をまとめて終結。 ・今回の成果を広く活用いただけるよう、積極的に論文等を公開。

各テーマごとの目標達成状況および特記事項

テーマ名	実施者	期間	狙い	成果（アウトプット）	アウトカムへの貢献	特記事項
太陽光パネルのデータを活用したAIエンジン及びリパワリングモジュールの技術開発	ヒラソル・エナジー	2019-2020	IoT技術を活用し、パネルの状態を収集し、ソーラーファームの状態をAIで判断する技術を提供することで、ソーラーファームの改修や増設などの投資判断の助けとする。	- 太陽光パネルの状態測定で一般的に用いられるIVカーブ測定を代替するIVGT特性を推定することで、Operation Moduleを太陽光発電所に提供できるようにした。 - モジュール1枚単位での特性が把握できることで劣化したモジュール群を組合せて再配置計算するというリパワリングシミュレーションが実施でき、6～7%の発電量向上が見込めることがわかった。	- 太陽光発電所を長期に安定的にわたって運用できるようにすることで、再生エネルギーの利用拡大につながり、CO2削減に貢献。 - 太陽光発電所の長期的な維持運用という新しい市場を創出することができる。	プロジェクト終了後、ビジネス開発を継続。その中で見えてきた日本の太陽光発電所の規模の小ささに着目し、それに適した新たな管理手法を提案し、ビジネスの可能性を探っている。
機械学習による生産支援ロボットの現場導入期間削減と多能化	芝浦機械、都立大、静岡大、東洋大	2019-2022	工場や農地などの生産現場で、環境との接触がある高度な物体操作を伴う作業を行う生産支援ロボットを、自律多能化して現場に導入しやすくする。	- 手と腕と走行を連動させて視覚位置認識した物体を操作する能力を持つ生産支援ロボットを、ロボットの自律性を高めることで実現しようとしている。そのための制御システムの全体構造として、新たに従属アーキテクチャを提案、ロボットの自律動作の実証を完了した。 - 最終評価対象である部品箱交換作業について評価したところ、作業教示に要する時間を従来比で約1/8以下にまで短縮することに成功。	少ない指示で自律的に動くことのできる多機能の生産支援ロボットという新たな市場を創出することができる。	- 従属アーキテクチャは芝浦機械の戦略上重要な技術として位置づけられている。 - プロジェクト終了後も芝浦機械を中心とした産学連携体制で研究を継続。 - 当初の委託先の会社清算に伴い、芝浦機械に事業承継を行うこととなったが、研究開発期間の中断を最小限に抑えて研究開発を完了した。

各テーマごとの目標達成状況および特記事項

【研究開発項目②】人工知能技術の適用領域を広げる研究開発

【研究開発小項目②-1】人工知能技術の導入加速化技術

【研究開発小項目②-2】仮説生成支援を行う人工知能技術

テーマ名	実施者	期間	狙い	成果（アウトプット）	アウトカムへの貢献	特記事項
AI 技術導入の加速とスパイラルアップ技術に関する研究開発	産総研、ABEJA	2018-2022	②-1：ハイパパラメータ最適化の自動化ソフトを開発、産総研ABCIに実装、オープンソースソフトウェア化する。 ②-2：よりメタな視座でサービスシステム全体を捉えたKGI・KPI向上施策の検討を可能とするモデリング技術を開発。	②-1：目標を上回る15分の1の学習時間短縮効果を達成したアルゴリズムをオープンソースソフトウェア（OSS）として2022年5月に公開。 ②-2：AI導入において、本来の目的（KGI）に近いマネジメントを可能とするAI応用ソフトウェア群の開発を完了。科学教育分野、ヘルスケア分野、製造業の各領域での実証、企業への技術移転を実施。	②-1：AIの性能を最大限引き出すハイパパラメータ最適化を自動化することで、試行錯誤を最低限にすることで、必要となる電力やCO2削減に貢献するとともに、新たなAIソリューションビジネスの市場を形成する。 ②-2：組織のKGI向上のためAIソリューションビジネスの市場を形成する。	・OSSは、懸賞金事業の原動力となった。 ・KGI向上は、日本科学館で適用し効果を実証した後、継続して運用されることとなった。
自動機械学習による人工知能技術の導入加速に関する研究開発 非公開セッションでご説明	産総研、ブレインパッド、名古屋大、統数研、筑波大、横国大、中部大、東工大、東北大	2020-2023	ハイパーパラメーター最適化、ニューラルアーキテクチャサーチ、転移学習を融合し、多目的最適化に拡張することでさまざまな産業用途に合わせたネットワークモデルを自動的かつ高速に構築することを目指した研究開発。	・多目的ハイパパラメータ最適化、ニューラルアーキテクチャサーチ、転移学習、Transformerのニューラル構造探索手法を確立し、上記テーマで公開したOSSを拡充した。 ・実問題を想定した画像識別問題のデータセット3種類を用意し、これらでAI導入時間を評価し、目標の1/10を達成した。	・AI導入を自動化する技術を作ったことで、AI導入のコストが下がり、必要となる電力やCO2削減に貢献するとともに、新たなAIソリューションビジネスの市場を形成する。	・日本を代表するAIの研究者がスクラムを組んでAIのツールに関する成果を多数創出（HPO、NAS、停止判定、転移学習、など）。 ・世界のトップクラスの学会での論文受理多数。 ・研究者自身が計算機を大規模に活用した経験が、今後のLLMや生成AI研究に活かせる素地を作った。 ・コンテスト開催の原動力となった。

各テーマごとの目標達成状況および特記事項

テーマ名	実施者	期間	狙い	成果（アウトプット）	アウトカムへの貢献	特記事項
オンサイト・ティーチングに基づく認識動作AIの簡易導入システム	東大	2020-2023	認識動作の知能モジュールにより、ロボットが、人がその場で見せた対象物と、それに対する動作を基本情報として蓄積し、自ら試行錯誤を繰り返す中で適切なAIソリューションの選択やデータアノテーション、ハイパーパラメータの探索を行う。	・見まわしデータ獲得と半自律アノテーション技術により物品の認識AIデータを取得する「認識AIの簡易導入技術」、1回の指示で動作を教示し、その動作を自己実行学習修正する「動作AIの簡易導入技術」、の研究開発を行った。 ・併せて、安心低電力ティーチングロボットとウェアラブル型の作業ティーチングシステムの開発を行った。 ・工場のピッキングを題材とし、商品の認識AIに必要なデータセットの構築と学習をロボット自らが自身が行うシステムを構築、人手に比べ1/10以下の時間でAI認識の導入が可能であること実証。	・工場やリテールなどのピッキングの省力化・省人化する新たな市場が形成される。	・技術推進委員会での応用面の議論を深める用途の指摘に応じて、事業者とNEDOとの定例会議でもブレストを含む議論を要所要所で行った。 ・2023国際ロボ展に出展、来場者がその場で認識AIデータセットを追加できるようにし、一般の方が手間暇を掛けることなく認識AIを導入できることを示した。 ・「人と共に進化するAIプロジェクト」の「商品情報データベース」テーマとの連携の具体化を進めている。

各テーマごとの目標達成状況および特記事項

【研究開発項目②】人工知能技術の適用領域を広げる研究開発

【研究開発小項目②-3】作業判断支援を行う人工知能技術

テーマ名	実施者	期間	狙い	成果（アウトプット）	アウトカムへの貢献	特記事項
レーザ加工の 知能化による 製品への応用 開発期間の半 減と、不良品 を出さないもの づくりの実現 非公開セッションで説明	KISTEC、 住重ハイマ テックス	2019- 2023	複雑な粉体肉盛などのレーザ加工において、製品の多様な仕様に合わせた熟練者の加工条件設定判断をモデル化し非熟練者による加工条件設定にかかる時間を半減するAIと、レーザ加工時の情報収集により加工品質（良／不良）の判定を支援するAIによる製造支援システムの研究開発。	・要求仕様を満たすロバスト性の高いレーザ加工の条件を求め、その条件の納得性をわかりやすく図示するAI条件推奨システムを開発。条件出しの回数を削減することを確認。圧延ロールでは試作回数が11回から7回に削減（36%）、金型の開発では、期間を7ヶ月から3.5ヶ月（50%）に短縮。 ・レーザ溶接に対して、ロバスト性の高い加工条件域からの逸脱検出と逸脱原因の特定することのできるAIモニタリングシステムを開発。	・レーザ加工の条件推奨を的確に行う事で、これまで試行錯誤していた条件出しの回数を減らし、CO2削減に貢献する。 ・特に肉盛が普及することで、これまで鑄造仕上げ切削していた工程が簡素化され、CO2削減に貢献する。 ・レーザ加工の利用がより一般的になり、新たな加工方法としての位置を獲得することで、新しい市場が形成される。	・PL指導によって、AIに関する知識の底上げを図った。若手研究者がこの指導によく応え、短期間で急速にレベルアップ。 ・成果の促進を図るため、レーザ加工に興味のある組織（企業、公設試験場大学）を募った研究会を立ち上げ、活動を進めている。
A I 技術をプラットフォームとする競争力ある次世代生産システムの設計・運用基盤の構築 非公開セッションで説明	東大、レクサーリサーチ、デソー、岐阜多田精機、NII、産総研、早稲田大	2019- 2023	熟練者を含めた人の意思決定を高度化する「良質な仮説導出を支援するAI」による、次世代の組立加工システム、金型加工システムの構築、人の熟練度発展や人材育成に資するAIの研究開発。	・組立生産システム：作業者のカイゼン活動をデータやAIで支援するエンジニアリングナビゲーションシステムとその主要な要素を組み込んだシステムを開発。非熟練者が熟練者と同等の計画立案を従来比で40%効率良く実施できることを確認した。 ・金型生産システム：熟練者知識組み込んだスケジューラを導入。人手では1ヶ月先が限界であった工程計画を3ヶ月先まで計画できるようにし、20年度比でリードタイムを43%削減することに成功した。	・IoTを活用し、熟練者のナレッジを取り込んだ生産管理システムという、新たな市場を獲得することができる。	・金型生産計画への適用では、現場のマネジメントが若手の専任者をアサインしたことで、リードタイム短縮につながり、現場全員の意識改革につながった。 ・日本型の生産システムを取り入れているASEAN各国の生産管理にも適用が期待できる。

各テーマごとの目標達成状況および特記事項

テーマ名	実施者	期間	狙い	成果（アウトプット）	アウトカムへの貢献	特記事項
モデル化難物体の操作知識抽出に基づく柔軟物製品の生産工程改善	信州大	2019-2023	数値モデル化が困難な柔軟物（布など）の切断、縫製、ピッキング作業を高速・高精度に行うため、熟練者の作業をモデル化し、非熟練者の加工技能獲得の効率化、ロボットと作業者の連携による作業効率化、工場内作業者と機器配置の最適化等を可能にするAI工程改善支援システムの研究開発。	・1)布部品の安定的に取り置き可能にするロボットハンド、2)ミシンへの布送りを自動化するための機械指およびその制御方式、3)布部品を計測したデータからその形状を正確に推定する方法や、その方法を利用して自動機が操作計画を立てる方法、オペレータがミシンで縫製作業をしている最中に得られた映像および指先力から作業の時系列分類をおこなう方法、4)協力工場の工場診断の結果から、本研究開発で直接着手している技術に限らず生産性向上が可能な事項とその効果を試算した。 ・これら成果が縫製ラインに適用された場合、特に余裕率と編成効率を改善でき、生産性30%向上に関しては、布製品の日産量の観点で達成できる見込みがあることを確認した。	・熟練者の動作を認識・再現することで、縫製物の取り扱いの自動化・省力化をする機器やソリューションという新たな価値を持った市場が創出できる。 ・上記の機器やソリューションがアパレルの分野に導入され、新たな価値をもった服飾の縫製市場が創出できる。	・実用化・事業化に向け、プロジェクト終了後も信州大・JUKI間で共同研究を継続。 ・当初参加の企業がやむなく撤退することとなったが、JUKIを再委託先に選定し、ほぼ研究期間の中断なく研究開発を継続することができた。

各テーマごとの目標達成状況および特記事項

テーマ名	実施者	期間	狙い	成果（アウトプット）	アウトカムへの貢献	特記事項
熟練者観点に基づき、設計リスク評価業務における判断支援を行う人工知能適用技術の開発	SOLIZE、レトリバ、産総研	2019-2023	熟練者の経験や勘に基づくノウハウ（暗黙知）を解き明かし、その観点に基づいて、設計リスク評価業務における設計者のリスク抽出・対処策検討判断を支援し、検証漏れによる手戻り削減と有識者を含めたデザインレビューの高度化を実現するAI技術の研究開発。	・組織内の文書を再利用性の高いデータに加工し、その中の語彙を設計者の観点で種々のカテゴリに分類し、データにタグ付けを行うことによって、検索・抽出して活用する際には各観点(カテゴリ)を用いたピンポイントの抽出を実現し、更に各カテゴリの中で語彙を拡張することで、類似文書を漏れなく抽出する技術基盤構築した。 ・協力企業のある1年の不適合事例のうち、過去の類似事例に辿り着ければ流出が防げた5件について実験。類似事例を提示することができ、うち2件(40%)はノイズも少なく抽出でき、当時気づきに繋がった可能性が高いと判断いただいた。	・設計に不良があった場合の手戻り、最悪の場合のリコールを減らすことで、CO2削減に貢献すると考えられる。 ・過去の知見を的確に活用できる設計ソリューションという新たな価値を持った市場ができる。	・検索の方法に関し、技術推進委員の指摘と事業者との考えとが噛み合っていないと判断したため、NEDOからの働きかけで別途技術指導の場を設け、議論を尽くし研究の方向性を定めた。 ・成果は2024年4月にSOLIZE社から製品化され、すでに引きあいがあるとのこと。
曲面形成の生産現場を革新するAI線状加熱による板曲げ作業支援・自動化システムの研究開発 現地見学会にてご紹介済	大阪公立大、JMU	2019-2023	大型鋼板の曲面成型の線状加熱加工において、数値解法と熟練者の経験をインテグレートしたAIを融合し、非熟練作業者の線状加熱加工作業の判断支援を行うシステムの研究開発。	・AI技術、シミュレーション技術、ICT技術をインテグレートすることにより、所望の鉄板形状を得るための加熱法案を求める仕組みを構築し、実証を行った。 ・加工結果を素早く測定するためのシステム、作業効率化のための自動ロボット、非熟練者支援のためのARシステム、も研究開発し、線状加熱のプロセス全体を見渡して、実用化・事業化に向けた成果を創出した。	・高速かつ正確な加工ができることで、コスト削減につながるとともに、人間の能力を超えた加熱法案の提示で、付加価値の高い造船ができる可能性がある。	・熟練者に匹敵する線状加熱法案が出るようになり、現場導入に向けて活動継続中。 ・プロジェクト終了後も2者の共同研究が続いている。 ・産学連携が機能した好例。 ・若手学生の育成にも貢献（論文、表彰多数）。

各テーマごとの目標達成状況および特記事項

テーマ名	実施者	期間	狙い	成果（アウトプット）	アウトカムへの貢献	特記事項
最適な加工システムを構築するサイバーカットシステムを搭載した次世代研削盤の研究開発	ナガセインテグレックス、ミクロン精密、牧野フライス精機、シギヤ精機、北海道大、理化学研	2020-2023	暗黙知とされる熟練者思考をグラフデータ化して最適な加工システムを導出し、熟練者の感覚をセンサーが捉えるマシンの挙動と加工変化に置き換えて数値化することで、加工最適化を行えるAI技術を搭載した複数種類の研削盤を開発する。	①加工条件を推奨する加工システム構築AIを構築し、教師データを入れ替えることで複数種類の研削盤で共通に使えるようにし、 ②加工中の状態に応じて加工条件を調整する加工条件最適化AIを構築し、 ③上記研究成果を取り込んだサイバーカットシステム搭載型各種研削盤の製作（ユニットの製作）を行い、評価を行った。総合試験の7件中の5件で30%以上の生産性向上を得ることができた。	・AI導入により、熟練作業並の高精度の加工が若手作業員にも可能な研削盤が新たな市場を作る。 ・他の工作機械にもAIが適用されるようになり、新たな工作機械の市場ができる。	・方式が異なるとはいえ、同じ研削盤というビジネスセグメントにある4社が、企業の壁を越え連携体制を築いて研究開発を実施。 ・成果を拡充するための4社の協議会を設置し活動中。 ・技術推進委員会での報告がわかりにくいとの指摘があり、定例の進捗会議での議論、個別の事業者への訪問で、改善案をNEDOから提案。
加工技術の熟練ノウハウAI化のための方法論体系化	産総研	2022-2023	取り扱う情報量が多く、AIに対する理解もこれからである加工業において、AI導入に必要な情報を企業自身で取捨選択できる指針を定め、加工業でのAI導入を促進する。	・伝承が困難と考えられている技能者の思考・行動を形式知化するAIST法を提案した。AIST法によって、物理的な因子に変換した加工条件、技能者インタビューにより抽出した加工素過程、加工により生ずる熱や力、最終的な加工結果に至る加工関係因子の因果関係を表現したAISTモデルを構成できる。 ・加工条件等は物理的な因子で表現されており、他加工技術、加工技能間の比較や標準化、横断的な加工の体系化を実現できる可能性がある。	・（間接的効果）加工業へのAIの適用が広がるとともに、その過程がスムーズになる。その結果、加工業務が効率化される事によるCO2削減や、AIを用いた加工サービスという新たな市場が期待できる。	・本プロジェクトの他テーマにおいて得られた知見を分析し、共有知化が可能な情報や加工技術の熟練ノウハウAI化のための方法論の体系化を行った。 ・プロジェクト終了後も加工技術の形式化、AI化に関して、本プロジェクトの他テーマと継続的に意見交換予定。

以下付録

AI活用によるプラント保全におけるガス漏洩の発見と特定の迅速化、並びに検出可能ガスの対象拡大

背景と狙い

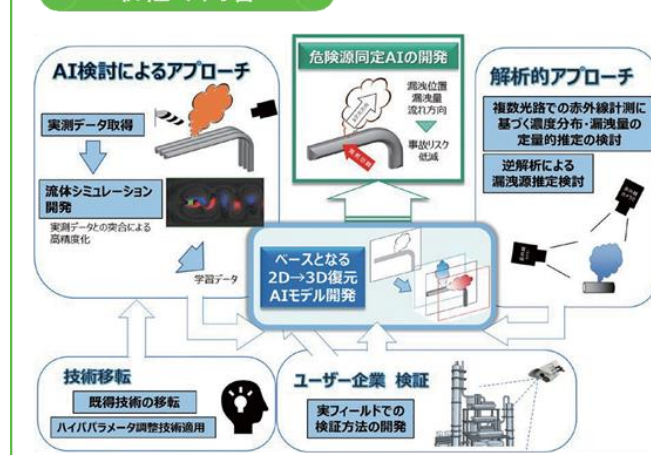
プラントは高経年化が進み、経年劣化損傷に起因する重大事故の発生が懸念されている。また、保全作業を担う熟練者の引退で技術継承が進まず、人手がかかる問題が起きている。これに対しガス漏洩を可視化するカメラシステム（コニカミノルタ製）にAI技術を導入し、漏洩源の位置、流れ方向、危険度をより正確に把握するシステムを開発する。限られた人的・財政的リソースの中でプラントを高水準で保守管理できるシステムの構築が可能となる。

委託先：コニカミノルタ株式会社、国立大学法人神戸大学

再委託先：三井化学株式会社、国立研究開発法人産業技術総合研究所

期間：2018～2022年度

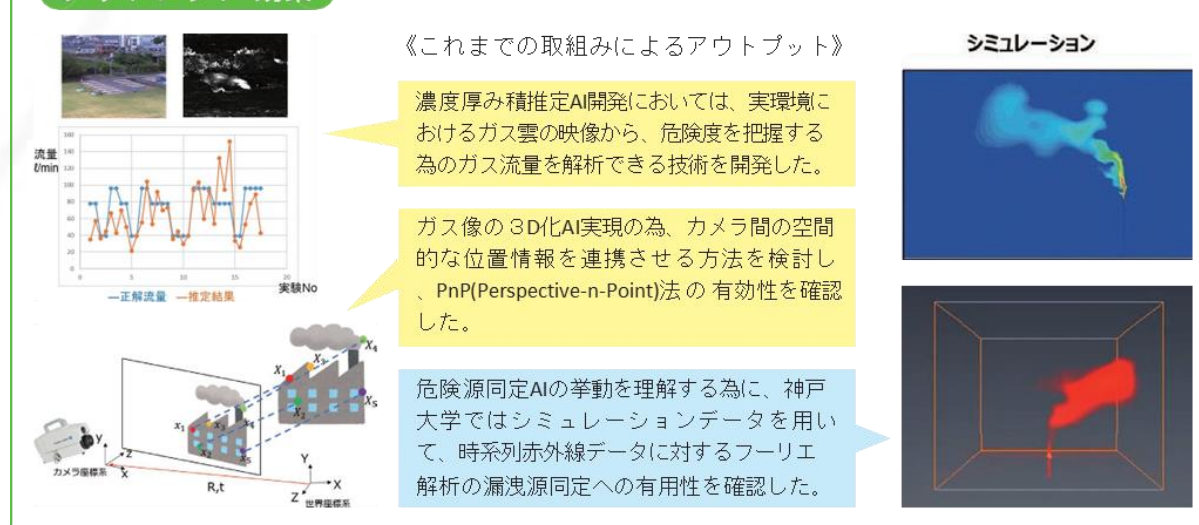
取組み内容



先導研究では、ガスカメラで一方向から捉えたガスの2次元画像から3次元ガス雲形状を復元する、本取組のベースとなるAIを開発した。

本格研究では、危険源同定AI、濃度厚み積推定AI、ガス像3D化AIの3つのAIから構成されるAIにより、配管の後ろに隠れた配管の漏洩位置や、漏洩ガス量を推定する、実フィールドへの適用性の高い技術開発を進めている。

アウトプット・効果



ロボット技術と人工知能を活用した地方中小建設現場の土砂運搬の自動化に関する研究開発

背景と狙い

土木建設分野では、作業に従事する担い手の減少（ピーク時の3割減）や、高齢化（55歳以上34 %、29歳以下 11%）などから、作業の自動化のニーズが高い。また、国による情報化施工（i-construction）推進の方針も自動化を後押ししていることもあり、大企業等を中心に研究開発が進んでいる。一方、現場では投資余力の少ない中小企業が多くを占めている（94%）。本提案では、中小企業やレンタル業者が所有する既存建機のレトロフィット（後付け）で簡易実装できる自動化システム・AIを実用化する。

委託先： 国立大学法人東北大学、株式会社佐藤工務店、学校法人千葉工業大学

再委託先： コーワテック株式会社、三洋テクニクス株式会社

期間： 2018~2022年度

取組み内容

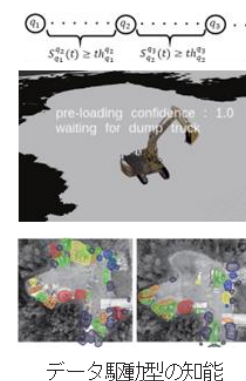
簡易後付けロボット技術と人工知能を活用した中小建設現場の大型ダンプの土砂運搬の自動化

- 1 市場に豊富に存在する既存の建設機械の簡易的な機器改造（レトロフィット）による作業監視・遠隔操縦・自動運転の実現
- 2 LiDAR搭載ドローンで施工現場の高精度三次元計測と、GNSS衛星選択とIMUを利用した頑健な位置推定の確立
- 3 熟練作業者の操縦データの収集／分析による複数建機の協調連携や自動運転に必要な知能の高度化
- 4 現場状況に応じて柔軟に建設機械の行動を適応させるための動作計画手法を実機とシミュレータで開発



アウトプット・効果

- ・レトロフィット（簡易後付け機器改造）で大型ダンプトラックの土砂積載／運搬／積み下ろしを自動化
- ・レトロフィットを加速する簡易後付けロボット・AI技術の研究開発と主要機能のオープンソース化



人工知能技術を用いた便利・快適で効率的な オンデマンド乗合型交通の実現

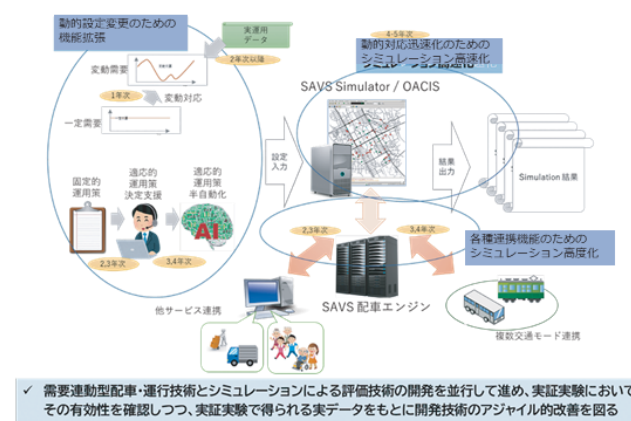
背景と狙い

効率的な地域公共交通者形成に向け、多様な公共交通モードとSAVSが実現するオンデマンド乗合交通が相互に補完・連携する将来像を見据、エリア全体の大規模で動的に変動する移動需要に合わせ動的な配車・運行戦略を実行できるようSAVSの知的処理を飛躍的に高度化することを目指す。

委託先： 株式会社NTTドコモ、株式会社未来シェア、国立大学法人北海道大学

期間： 2018~2022年度

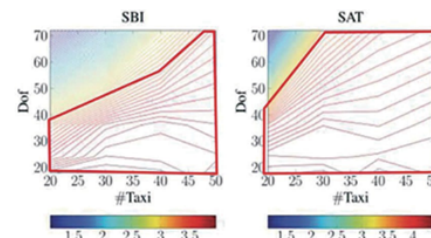
取組み内容



- I 「オンデマンド乗合型交通コア技術（SAVS）を用いた配車・運行技術の高度化と優位性評価手法にかかる研究開発」（株式会社未来シェア）
- II 「オンデマンド乗合型交通のための配車・運行シミュレーション技術の高度化」（国立大学法人北海道大学）
- III 「オンデマンド乗合型交通の社会的実装におけるリソース管理手法の研究開発」（株式会社NTTドコモ）

アウトプット・効果

- 大規模需要におけるオンデマンド配車機能の有効性確認
「平均待ち時間10分以内（サービス性）」と「路線バスと同等以上の運行効率（効率性）」を両立できるオンデマンド型配車を実現できることを確認した。
- 内部パラメータ変更によるサービス性を維持した更なる効率化の取り組み・検証
利用者満足度を維持しながら、効率性を更に高める設定パラメータをシミュレーション評価後、フィールド実証にて同定。効率を前年比で23%高めた。今後、運行の生産性向上の自動化に向けた設計に活用する。
- シミュレータを用いた拡張配車アルゴリズム開発・評価
新たに「MaxSAT」を用いた新配車方式を開発・評価し、より広範囲の条件（右図の赤枠）で効率化を実現、実時間運用条件で整数計画法をも上回る性能を確認。動的な需要変動に対して非常に有効な手法と期待される。今後、フィールド実証にて評価予定。



人工知能技術の風車への社会実装に関する研究開発

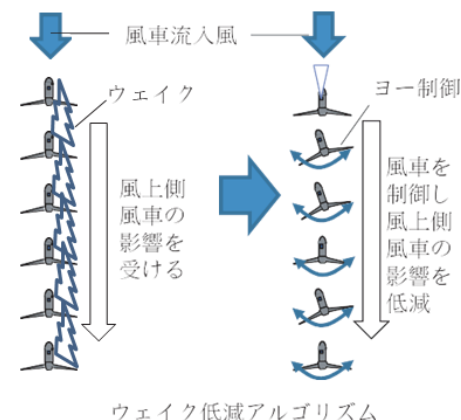
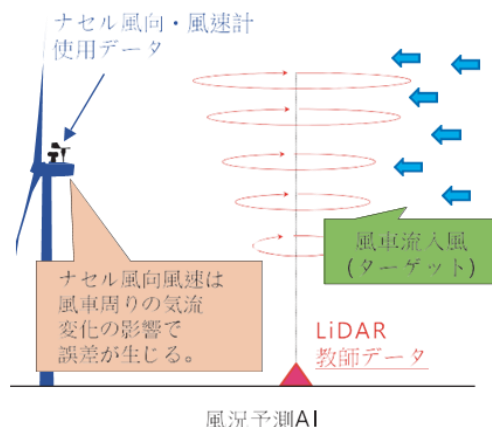
背景と狙い

ウィンドファームでは、複数の風車が風に対して直線状に並ぶ状況が発生する。このとき、風上側風車が生成する変動の大きい風（ウェイク）が風下側風車に流入し、発電量が低下する課題がある。そこで、全体の発電量を向上するために、流入する風を予測するAIと、予測結果を用いて風車のヨーを制御し、風下側風車に流入するウェイクを低減するアルゴリズムを開発する。

委託先： 株式会社日立製作所、国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立大学法人東京大学

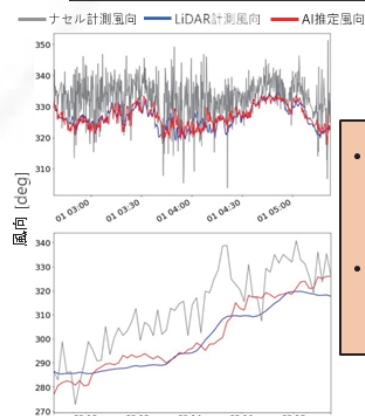
期間： 2018～2021年度

取組み内容



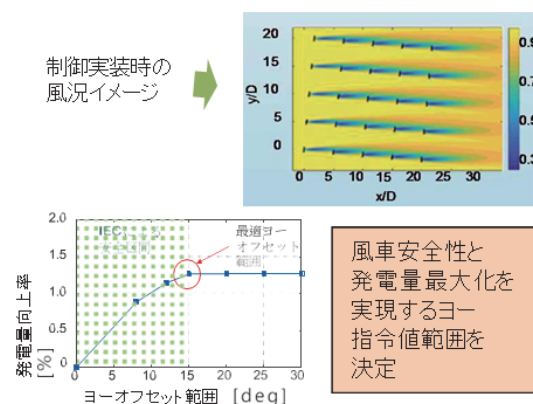
アウトプット・効果

時系列AIモデルによる風況推定結果



- AIによる推定風向値はLiDAR風向値に近づいており誤差を大きく削減
- 風車制御のための情報源として有用となる可能性

ヨーオフセット範囲と発電量向上率



風車安全性と発電量最大化を実現するヨー指令値範囲を決定

太陽光パネルのデータを活用したAIエンジン及びリパワリングモジュールの技術開発

背景と狙い

太陽光発電（PV）は適切な維持管理を通じて長期安定稼働を実現することが重要になります。現状では、PV設備は直流側の発電性能点検がまだ高額な専用機器と人海戦術に頼っている状況です。我々はPVパネル単位の稼働データを活用し、パネル1枚から発電設備全体までを正しく理解する「知能」の開発を行います。本研究開発の成果は太陽光発電設備のメンテナンス性向上や、発電所再生のための投資の意思決定支援に利用できます。

委託先：ヒラソル・エナジー株式会社

共同実施先：学校法人東京理科大学

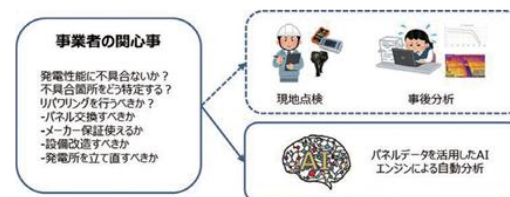
期間：2019~2020年度

取組み内容

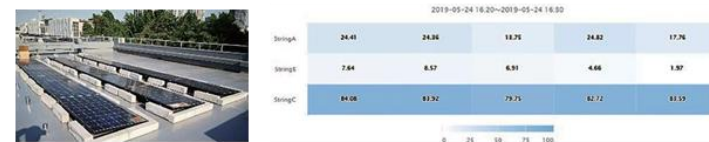
● PVパネルデータの利点

	PV発電所・PCSデータ	PVストリングデータ	PVパネルデータ
監視装置	PCS連隔監視装置	ストリング監視装置	パネル監視装置
不具合解析の範囲	エリア毎（数百〜数千枚）	パネルの直列（16〜40枚）	パネルずつ
追加現地点検用道具	サーモグラフィ（F0-100℃） インベータスや I-VIレーザ		不要
その他	好天候に依存 点検も事後分析も業者専門性に依存 修理効果の定量計算が困難	天候・専門性制限 点検・分析自動化可 定量計算可能	
利用コスト	中小規模：高 大規模：低	中小規模：高 大規模：低	低〜中

● 本取り組みの狙い

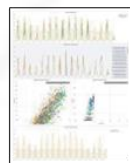


● パネルパフォーマンスのリアルタイム計測によるエネルギー運用の「最適化」



アウトプット・効果

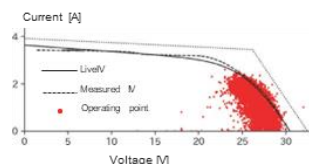
● パネルパフォーマンスの「見える化」



● 複数PVサイトの「計測モデル実証実験」



● パネル単位監視データ+物理モデル+機械学習でのパネル単位でのIVカーブ推定技術



最終目標：ROIが見える最適修繕案の自動提示

項目	内容	従来値	改善後(2020年)	改善率(%)	備考
総発電量	従来値(2019年実績)より1.5%向上	28,000kWh	28,420kWh	+1.5%	太陽電池の劣化率を考慮
コスト削減効果	パネル単位での劣化率を考慮し、劣化率の高いパネルを優先的に交換	27,000kWh	28,420kWh	+5.2%	パネル単位の劣化率を考慮
パネルの劣化率	劣化率の高いパネルを優先的に交換	27,000kWh	28,420kWh	+5.2%	パネル単位の劣化率を考慮
パネルの劣化率	劣化率の高いパネルを優先的に交換	27,000kWh	28,420kWh	+5.2%	パネル単位の劣化率を考慮
パネルの劣化率	劣化率の高いパネルを優先的に交換	27,000kWh	28,420kWh	+5.2%	パネル単位の劣化率を考慮
パネルの劣化率	劣化率の高いパネルを優先的に交換	27,000kWh	28,420kWh	+5.2%	パネル単位の劣化率を考慮
パネルの劣化率	劣化率の高いパネルを優先的に交換	27,000kWh	28,420kWh	+5.2%	パネル単位の劣化率を考慮
パネルの劣化率	劣化率の高いパネルを優先的に交換	27,000kWh	28,420kWh	+5.2%	パネル単位の劣化率を考慮
パネルの劣化率	劣化率の高いパネルを優先的に交換	27,000kWh	28,420kWh	+5.2%	パネル単位の劣化率を考慮
パネルの劣化率	劣化率の高いパネルを優先的に交換	27,000kWh	28,420kWh	+5.2%	パネル単位の劣化率を考慮

● 推定IVカーブ+探索アルゴリズムを用いたPVシステムリパワリングシミュレーション



機械学習による生産支援ロボットの現場導入期間削減と多能化

背景と狙い

生産現場では労働力不足を背景に、環境との接触や物体操作を伴う作業を行う、生産支援ロボットのニーズがある。委託者らのグループは、かつてそのための双腕移動ロボットを開発して自動車工場で実証評価し、作業成功率では及第点を得た。しかし、作業教示や変更に時間を要したこと、そのため多能化できなかったことから、採用は見送られた。新たにロボット自身が行動を学習する枠組みを開発し作業指示時間を短縮することで、生産支援ロボットを実現する。

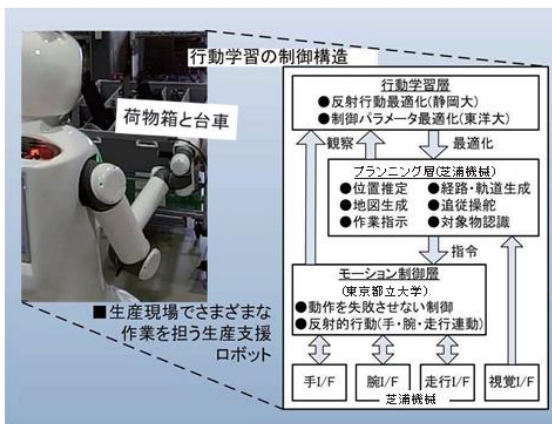
委託先： 芝浦機械株式会社、東京都立大学法人東京都立大学、国立大学法人静岡大学、学校法人東洋大学

期間： 2019～2022年度

取組み内容

手・腕・走行を連動させる行動をロボットが少ない試行で学習する手法、制御パラメータを学習する手法、人が簡単作業教示する方法を開発する。行動学習は、学習過程に人の介入を許容する新しい枠組みとする。また、モーション制御で機械学習を補完する。

■ 生産支援ロボットの制御システム構造と研究開発の分担



アウトプット・効果



■ 双腕生産支援ロボット(開発中)
周辺設備や環境との干渉と移動距離を最小化する軌道学習機能、全15自由度(走行3+両腕 12)の運動を操作対象物の6自由度の運動から自動決定する多軸連動機能を備える。



■ 台車搬送AGV(開発中)
荷物が載った台車をそのまま運ぶ、台車搬送作業専用のAGV。双腕型から自律移動と操作対象物認識、制御パラメータ学習の各機能を切り出した、腕のない無人搬送車。

AI 技術導入の加速とスパイラルアップ技術に関する研究開発

背景と狙い

ニューラルネットの発展等により性能の良いハイパパラメータ探索に膨大な時間が必要とされている為、ハイパパラメータ調整の自動化ソフトウェアを開発し産総研ABCIに実装、オープンソースソフトウェア化する。

現場（フロントエンド）と管理やバックエンドを支援し生産性と利用者価値を向上しながら、KGI（本来達成したい目標）と KPI、アクションの構造を仮説として生成、改善できる価値構造モデリング技術の開発を行う。

委託先： 国立研究開発法人産業技術総合研究所、株式会社ABEJA

期間： 2018～2022年度

取組み内容

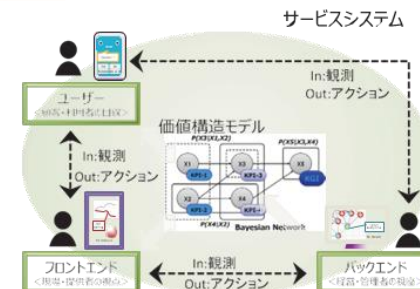
2-1



左の論文をABCIに実装オープンソース化予定

深層学習以外の様々なBlack Box最適化にも利用可能

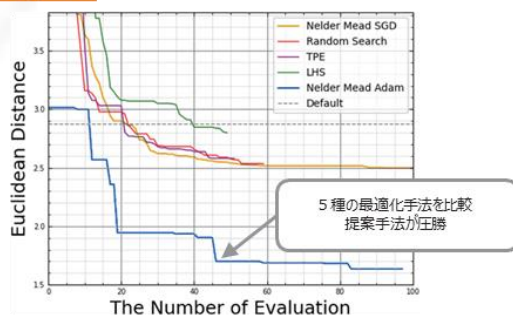
2-2



ステークホルダー及び価値構造を包含した“サービスシステム”としてモデリング

アウトプット・効果

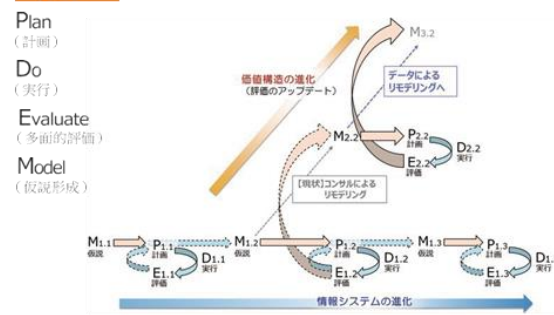
2-1



5種の最適化手法を比較提案手法が圧勝

約50%の精度向上
(WideResNet、
パラメータ数4、Adamで検証)

2-2



サービスシステム（価値構造モデル）と
情報システムが共進化する PDMM
スパイラルの概念を導入

自動機械学習による人工知能技術の導入加速に関する研究開発

背景と狙い

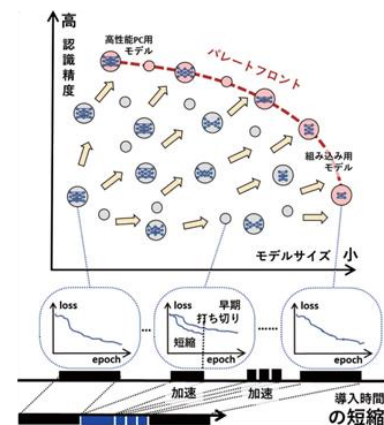
各種フレームワークなどの開発により誰もが手軽に人工知能技術を利用できるようになってきている一方で、解きたい問題や固有のデータに対応するためには経験と多くの試行錯誤が必要である。本研究ではハイパパラメータ最適化やニューラルアーキテクチャサーチ、転移学習などを用いることで経験や試行錯誤を自動化するためのソフトウェアを開発し人工知能技術の導入を加速させる。

委託先： 国立研究開発法人産業技術総合研究所、株式会社ブレインパッド、国立大学法人東海国立大学機構、大学共同利用機関法人情報・システム研究機構、国立大学法人筑波大学、国立大学法人横浜国立大学、学校法人中部大学、国立大学法人東京工業大学、国立大学法人東北大学

期間： 2020～2023年度

取組み内容

深層学習のモデルにはメモリサイズと精度といった幾つかのトレードオフが存在する。本研究開発ではハイパパラメータ最適化やニューラルアーキテクチャサーチ、転移学習などを行いながら保存されたデータセットに合わせた最適なトレードオフであるパレート最適解集合を高速に見つけ出す手法を明らかにして、組み込みやクラウドコンピューティングなど現場の制約や用途に合わせた深層学習モデルを誰もが手軽に速く自動的に構築できるようなソフトウェアを開発する。



アウトプット・効果

開発したソフトウェア(aiaccel)はOpen Source Software: OSSとすることで誰もが手軽に利用できるようにする。特に国立研究開発法人産業技術総合研究所が構築・運用するAI橋渡しクラウド (AI Bridging Cloud Infrastructure: ABCI) 上で並列動作させることでさらなる導入加速を実現する。



オンサイト・ティーチングに基づく認識動作AIの簡易導入システム

背景と狙い

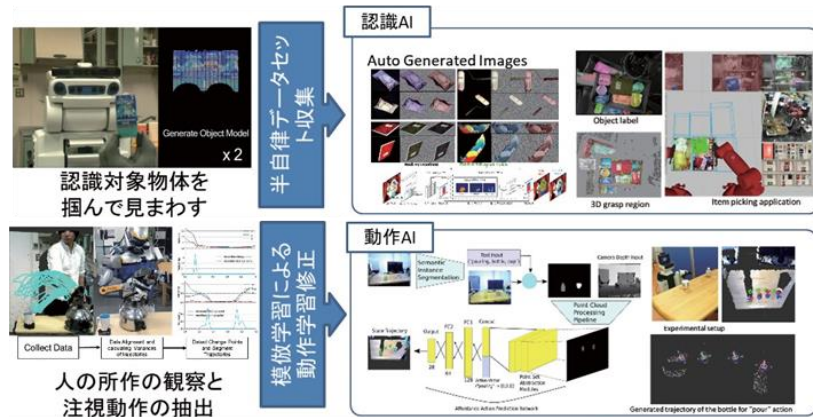
人工知能（AI）技術の社会実装では、ソリューション探索、アノテーション、ハイパーパラメータの探索など、その導入に多くの時間を要する。そこで本研究は、単純繰り返し型のAI導入作業を、知能ロボットにより代替することで、AI導入コストを大幅に下げることが目的とし、これを可能とするロボットのソフトウェアとハードウェアの開発を行う。

委託先：国立大学法人東京大学

再委託先：THK株式会社

期間：2020～2023年度

取組み内容



アウトプット・効果



レーザ加工の智能化による製品への応用開発期間の半減と、不良品を出さないものづくりの実現

背景と狙い

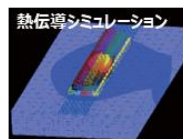
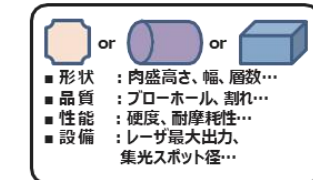
レーザ加工を製品の必要仕様に合わせて適用・応用するためには、熟練者が試作・実験を繰り返して条件設定を行うため多大な労力と時間が必要となっている。ここでは機械学習を援用し、事前に教師有学習によって作成したモデルを用いて非熟練者による加工条件設定にかかる時間の半減を図る。品質管理について、レーザ加工時に発生する光等の情報を収集しその情報を機械学習により処理することで、不良品を出さないものづくりを目指す。

委託先： 地方独立行政法人神奈川県立産業技術総合研究所、住友重機械ハイマテックス株式会社

期間： 2019～2023年度

取組み内容

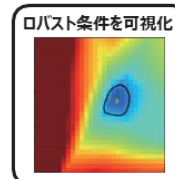
加工条件・材料成分のAIによる設定



要求仕様・設備制約

予測モデル

推奨条件

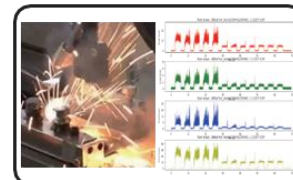


材料毎の加工実験データ

予測モデルを構築

ロバストな加工条件

AIモニタリングシステム



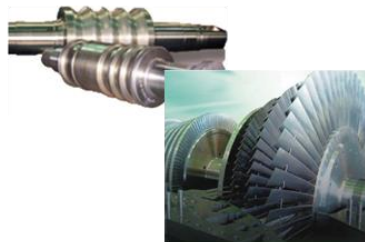
発光強度

予測モデル

欠陥検出・原因推定

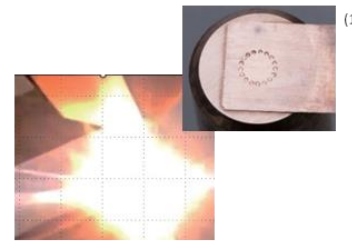
- ・見逃し0件での欠陥検出
- ・トラブルシューティングに役立つ、欠陥品に対する欠陥原因の推定

アウトプット・効果



レーザ粉末肉盛り
高品質なレーザ加工の
産業応用が飛躍的に進む

熟練技術・技能に
よらない高品質の
ものづくりを実現



レーザ溶接
AIによる条件設定の簡素化、
品質管理の高度化

AI 技術をプラットフォームとする競争力ある次世代生産システムの設計・運用基盤の構築

背景と狙い

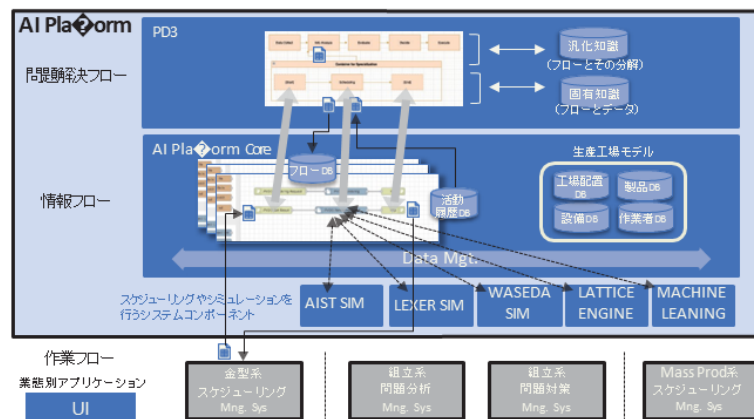
日本の生産システムにおける、自動車・自動車部品等の少品種大量生産システムの強みは、研ぎ澄まされた現場力によるリーンな生産により成り立ってきた。一方、金型などの領域では、多品種少量の生産システム技術、設備や人のリソースマネジメント技術で競争力を維持してきた。我々は、これらの組立・金型生産システムを対象として、日本が有する熟練技術を強化する、人の意思決定をより高度化する「良質な仮説導出を支援するAI」の開発を目指す。

委託先： 国立大学法人東京大学、株式会社レクサー・リサーチ、株式会社デンソー、株式会社岐阜多田精機、大学共同利用機関法人情報・システム研究機構国立情報学研究所、国立研究開発法人産業技術総合研究所、学校法人早稲田大学

再委託先： 株式会社名古屋多田精機、株式会社福岡多田精機、株式会社田中製作所、株式会社加藤製作所

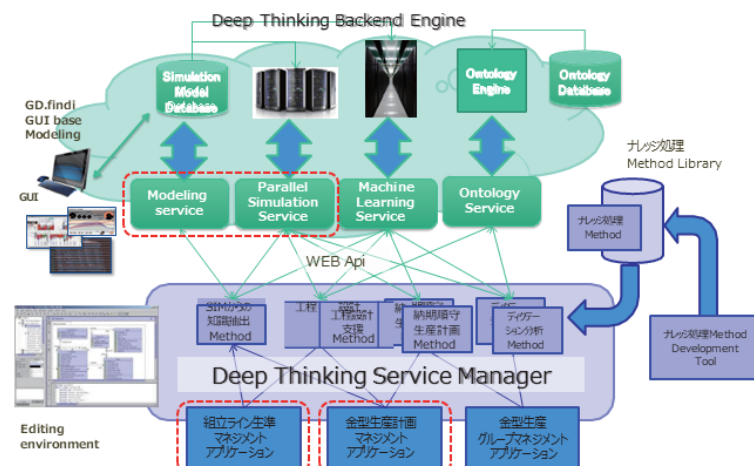
期間： 2019～2023年度

取組み内容



アウトプット・効果

- 生産ライン設計、スケジューリングに関して非熟練者であっても熟練者並み、熟練者以上の品質を提供できる商用AIサービスを展開
- 熟練者の知識構造記述方式、知識構造獲得プロセスの一般化
- 実際の生産システムにおいて生産能力30%向上を目指し、様々な製造業領域で競争力を強化



モデル化難物体の操作知識抽出に基づく柔軟物製品の生産工程改善

背景と狙い

モデル化難物体とは、布や紐のように、物理的ふるまいを計算機上でシミュレートすることが困難なものを指す。本研究開発では、モデル化難物体を加工し製品にする工程を対象として、その製造の仕組みを革新することを目指す。製品製造における熟練者への依存度を減らすのみならず、製造時間の短縮、ロス低減を実現する。さらに、作業工程の再分類、工数の削減、製造時間の短縮、設備のスリム化、運用時のエネルギー消費の抑制を実現する。

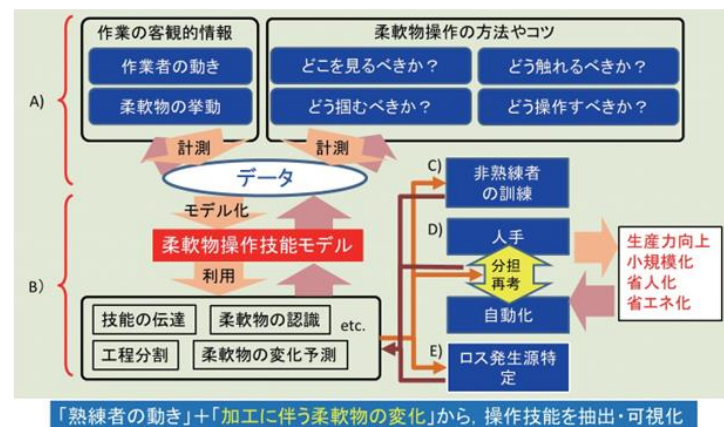
委託先： 国立大学法人信州大学、富士紡ホールディングス株式会社（2021年2月迄）

再委託先： JUKI株式会社（2021年3月より）

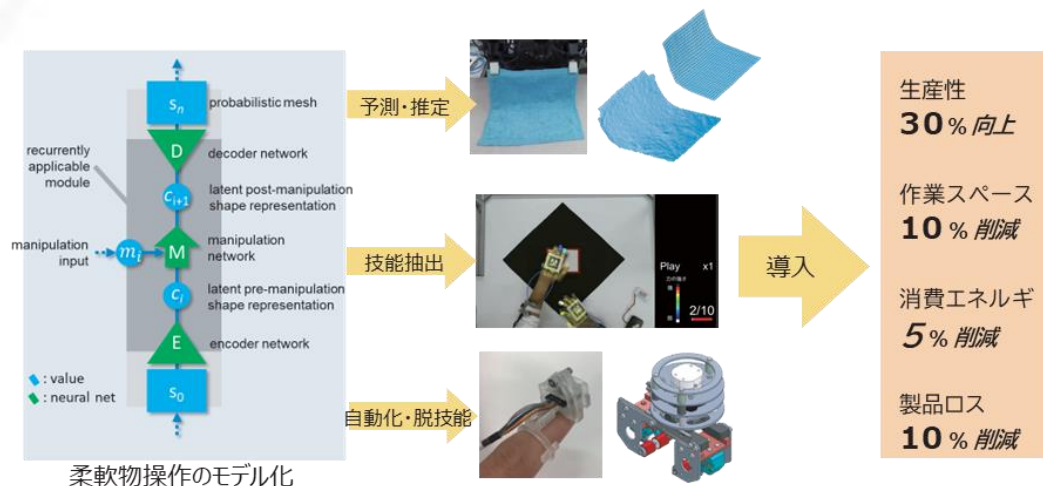
期間： 2019～2023年度

取組み内容

- A 加工作業のセンシングシステム
- B 技能の抽出とモデル化
- C 操作技能の獲得訓練
- D 分担推薦システム
- E ロス低減方策の推薦システム



アウトプット・効果



熟練者観点に基づき、設計リスク評価業務における判断支援を行う 人工知能適用技術の開発

背景と狙い

開発現場においては、設計品質のレビュー依存度・ベテラン指摘への依存度が増々高くなっていく傾向にある。この状況は、レビュー時間増加や検討漏れによる手戻り発生など、設計工程における生産性のネックになっている。本研究では、ベテランの暗黙知・属人知となっているノウハウを人工知能技術を適用したしくみで再現し、設計に活用することで、これらの問題を解決すると共に、企業・分野を跨いで展開可能な基盤技術を獲得することを目的とする。

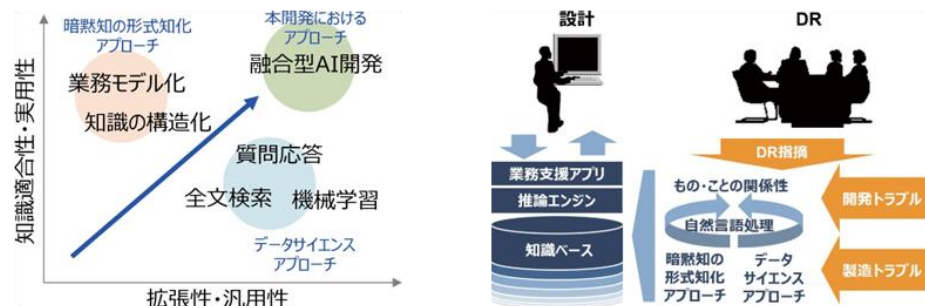
委託先： SOLIZE株式会社、株式会社レトリバ、国立研究開発法人産業技術総合研究所

再委託先： 学校法人立命館、兵庫県公立大学法人、国立大学法人東京工業大学、学校法人千葉工業大学、国立大学法人北陸先端科学技術大学院大学（JAIST）

期間： 2019～2023年度

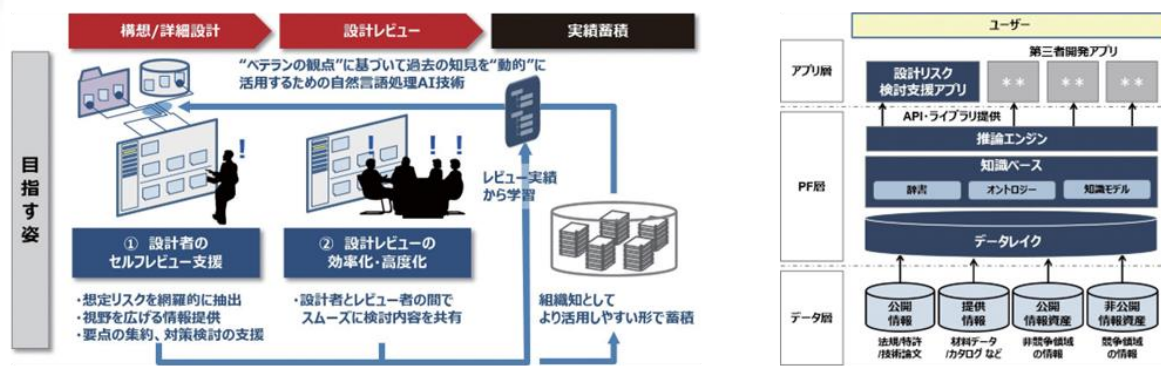
取組み内容

ベテランの思考パターンや観点を形式知化した知識ベースに、自然言語処理・機械学習などのデータ分析的な検索技術によって大量のデータを紐付けるといふ、二つの推論の融合型AI開発によって適切な情報提供を実現する技術を開発する。



アウトプット・効果

ベテランノウハウを再現して設計支援を行うシステムを構築し、若手設計者の設計品質と生産性を向上する。また、開発した人工知能技術/知識ベースの汎用化と展開基盤技術を獲得し、企業・分野を跨いだ普及を目指す。



曲面形成の生産現場を革新するA I 線状加熱による板曲げ作業支援・自動化システムの研究開発

背景と狙い

造船には線状加熱と呼ばれる鉄板を任意形状に加工する技術があるが、この技術は匠の技で、技能伝承が課題となっている。我々は、熟練技能者の線状加熱データを集めると共に、線状加熱シミュレーターで学習データを大量に作り、それらをディープラーニングさせることによって、非熟練技能者でも熟練技能者並みの線状加熱ができる、線状加熱支援システム（AI 方案）を開発する。

委託先： 公立大学法人大阪 大阪府立大学、ジャパン マリンユナイテッド株式会社

期間： 2019～2023年度

取組み内容

線状加熱とは

- 船体外板などの曲面を作る技術
- 匠の技であり、技能伝承や支援が喫緊の課題



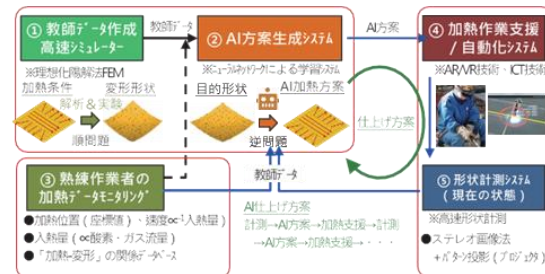
熟練技能者による線状加熱



曲げ型を使った測定作業

本開発研究ではこの両者を自動化するシステムを構築する

研究開発の内容

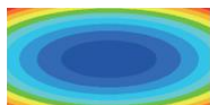


熟練作業以上のパフォーマンスを獲得することが期待できる

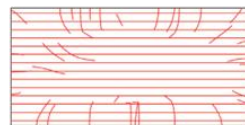
アウトプット・効果

熟練技能者の経験とノウハウを数値化したAI加熱方案（頭脳）と、ICT技術を活用した小型自動加熱ロボットおよびAR作業支援システム（技量・腕）により、曲面形成の生産現場を革新する。

実船相当板のAI方案

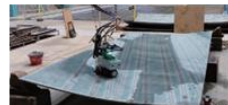


目的形状（楕円数値曲面）
※サイズ：2m×4m×板厚16mm



AI加熱方案（含む修正方案）

小型自動加熱ロボット



小型ロボットが自動加熱
※未経験者でもARを活用して加熱



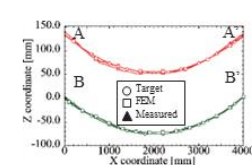
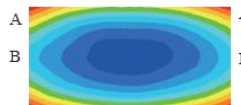
ロボット加熱後の鋼板

画像計測システム



2m×4m板対応
※計測精度1mm以下を確認

AI方案加熱結果



※滑らかに目的形状に近づく事を確認

注）上の図及び写真は2022年度の成果

最適な加工システムを構築するサイバーカットシステムを搭載した次世代研削盤の研究開発

背景と狙い

研削加工は研削砥石を用いた微少な切込みにより高い仕上げ精度を実現する加工法で、高精度な工具、部品、金型等の仕上げ加工に欠かせない。一方、研削条件を含む加工システムは関連するパラメータが非常に多く、これまで熟練技術者の試行錯誤によって構築されてきた。本テーマでは、AIを用いた推奨加工システム構築と加工状況を検知するセンシングシステムにより加工システムを最適化することで、工程内手戻り削減による生産性向上と技術教育期間の短縮を可能とする仕組み作りを目指す。

委託先：株式会社ナガセインテグレックス、ミクロン精密株式会社、牧野フライス精機株式会社、株式会社シギヤ精機製作所、国立大学法人北海道大学、国立研究開発法人理化学研究所

期間：2019～2023年度

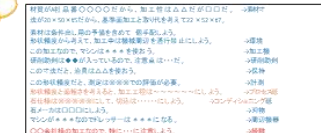
取組み内容

従来の研削加工



熟練者は頭の中で、

加工システムを構築して紙に落とし込む



構築した内容を作業者が直接マシンに入力する



加工変化に対応するためにマシンから離れられない



研究開発内容

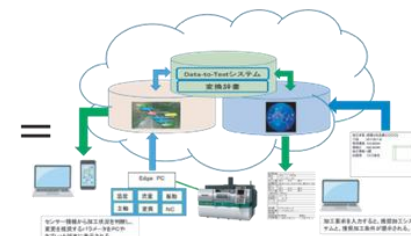


加工システム構築作業を自動化するAIの構築

+



加工状況を検知するセンシングシステム構築



サイバーカットシステム搭載研削盤

アウトプット・効果

アウトプット

加工要求を満たすための推奨加工システム

推奨加工システムによる加工時のセンシングデータ分析

センシングデータから想定される不具合事象

効果

加工者による確認時間の削減、試加工回数削減による時間短縮

最低限の技量が有れば誰でも適切な時間で高精度加工を行える

最終目標

- ① 加工結果評価を含む全体工程の生産性を40%向上
- ② 技術育成期間を40%短縮

加工技術の熟練ノウハウ A I 化のための方法論体系化

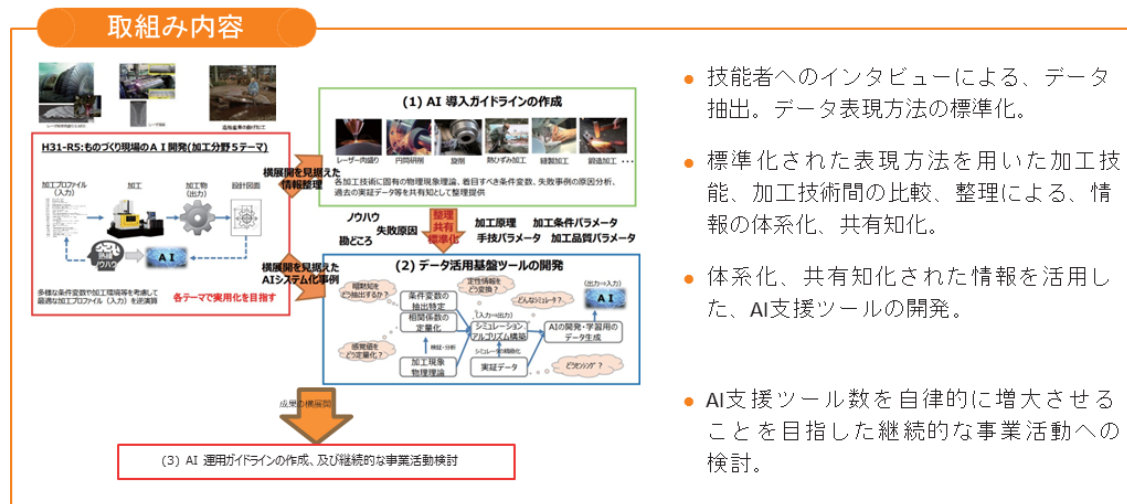
背景と狙い

技能者が持つ様々な技能、及び扱われる加工条件や加工状態などのパラメータを抽出、それらの情報を体系化する AI導入ガイドラインを作成する。AI導入ガイドラインは、加工技術、加工技能を共有知化し、異分野事業者がAI導入ガイドラインを介して共通認識の基で連携し、精度の高いAIツールの開発、普及を自律的に促進することができる環境を構築するために活用されることを想定している。

委託先： 国立研究開発法人 産業技術総合研究所

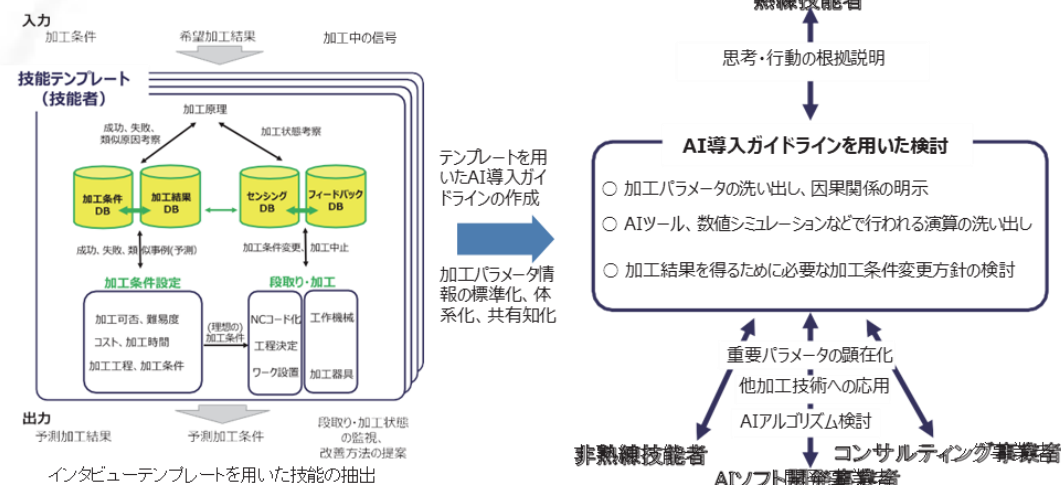
再委託先： 国立大学法人 東京大学、国立大学法人 東京工業大学、国立大学法人 秋田大学

期間： 2022～2023年度



- 技能者へのインタビューによる、データ抽出。データ表現方法の標準化。
- 標準化された表現方法を用いた加工技能、加工技術間の比較、整理による、情報の体系化、共有知化。
- 体系化、共有知化された情報を活用した、AI支援ツールの開発。
- AI支援ツール数を自律的に増大させることを目指した継続的な事業活動への検討。

アウトプット・効果



END