

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 プロジェクト紹介

2023年度版



はじめに

プロジェクトリーダーから成果と期待

インテグレート技術開発の次なる発展形は、 現場の言語資源×生成AI

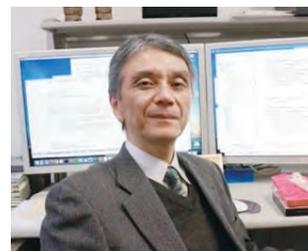
中央大学 理工学部ビジネスデータサイエンス学科 教授 樋口 知之



製造現場においては、暗黙知の活用や熟練者の判断といった、人間と人工知能技術とのインタラクションが本質的な役割を果たしています。本プロジェクトが目指すインテグレート技術開発とは、これらの作業を体系化し汎用性を高め、類似課題への応用の障壁を下げることでした。そのため本プロジェクトでは、人間の介在レベルに違いがあり、かつおのおのの産業領域でロールモデルとなりそうなテーマを複数選び、研究開発を実施してきました。最終年度を迎えるにあたり、社会実装を目指す段階で経験してきた困難さの度合いは異なりますが、どのテーマもユニークな技術力でもって汎用性の高い技術を生み出すことができました。また、機械学習の標準的利用法と、学習に適したデータ取得の理念を反映したDXも、このプロジェクト全体活動を通じて、これまでAI技術と縁遠かった産業界にもずいぶん浸透してきました。この5年間は、AI技術が人間の想像以上に驚異的な変化を遂げてきた時期であります。特にこの2年の生成AI、例えばChatGPT-4やStable Diffusionなどの技術が登場し、テキストや画像の生成、そしてその他のクリエイティブなタスクにおいて人間に近い、あるいはそれを超える結果をもたらしています。これらのめざましい進捗を見ると、設計、製造プロセスや品質管理を含めた製造業の多面的領域で新しい展開がいくらかでも花開きそうです。エキスパートの知識や経験を言語化し、それを生成AIに学習させることは思いのほか容易になりました。その結果、人の直感や勘を補完し、時には超越するようなAIによる判断が実現できそうです。また、エキスパートとAIが連携することで、予期しない問題や新しい改善点も見つけ出せるようになってくるでしょう。このような全く新しいビッグウェーブが来ている中、これまで開発された技術が日本の産業現場に真に役立ち、そして新しい波を駆動力としてさらなる高みへ発展していくことでしょう。さらなる次の進化を具体的にイメージするためにも、ここまで得られた成果をぜひご覧いただくと幸いです。

「インテグレート」の意味するところ

大学共同利用機関法人 人間文化研究機構 理事 堀 浩一



我々の世代は、1980年代の「第2次AIブーム」とその後の「AI冬の時代」を経験しておりますので、正直なところ、「第3次AIブーム」がいつどのように終焉するのか、内心では心配しておりました。が、幸いなことに、AI冬の時代が再来することはなく、第3次AIブームで花開いた新しいAIの技は、社会を支える技術として、着実に定着していきそうな気配です。

相変わらず、半分専門家半分素人のような方々の間で、AIへの不安に関する意見とAIへの期待に関する意見とがぶつかりあっています。おそらくは、今後、それらの議論の応酬の中で描かれている姿とは異なる姿で、AIが世の中に浸透していくのではないかと私は考えております。多くの方々が描くAIの姿は、しばしば、人間を超える知能をもった「何か」が独立して存在している姿です。実際には、そうではなく、AIのいろいろな技が、さまざまな他の技術や社会制度と混ざり合って、相互に関係しながら、人間社会に溶け込んでいくであろうと思われます。

このNEDOの「インテグレート」プロジェクトは、まさに、従来のさまざまな技術と最先端のAIの技を混ぜ合わせて、新しい世界を拓いていくという、ある意味で、先駆的な試みでした。もちろん、単に混ぜ合わせただけでは、新しい世界は生まれません。従来の技術および仕事そのものをゼロから見直し、再構成しなければなりません。それが、「インテグレーション」ということになります。熟練者が持っていた技能をAIに置き換えるというような単純なことではありません。AIのさまざまな技のうちの最適のものを取り込んで、仕事全体を作り替えることをめざしました。

私はプロジェクトリーダーの一人として、その「インテグレーション」の試みが、私の予想以上にうまくいったと、感じております。ものづくりの現場におられる方々が長年培ってこられた技術力、そしてAIを自分たちのものになりたいという強い思いには、あらためて感服いたしました。よくぞここまでAIの最先端に食いついて、従来の技を組み替えてくださったと感心しているところです。もちろん、これらのプロジェクトの成果が今後事業として大きく花開くには、プロジェクトの外の世界の急激な変化に的確に対応してゆくなど、乗り越えるべき山はまだ多くあると思います。が、これらのプロジェクトの実例は、他の業界の方々にも、参考になるところが多いのではないかと考えます。今後の仕事の新しい姿を模索しておられる方々にとって、少しでもお役に立つところがあれば幸いです。

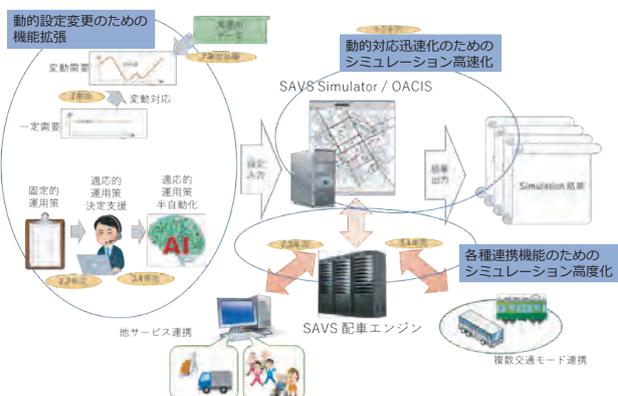
人工知能技術を用いた便利・快適で効率的な オンデマンド乗合型交通の実現

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。

キーワード MaaS、オンデマンド乗合型交通、高度化

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

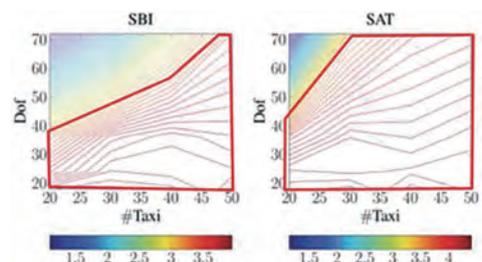
「平均待ち時間10分以内(サービス性)」と「路線バスと同等以上の運行効率(効率性)」を両立できるオンデマンド型配車を実現できることを確認した。

■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。



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
担当者または主要研究者：住吉 泰士(NTTドコモ)、松館 渉(未来シェア)、野田 五十樹(北海道大学)

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 2018年5月～2023年3月

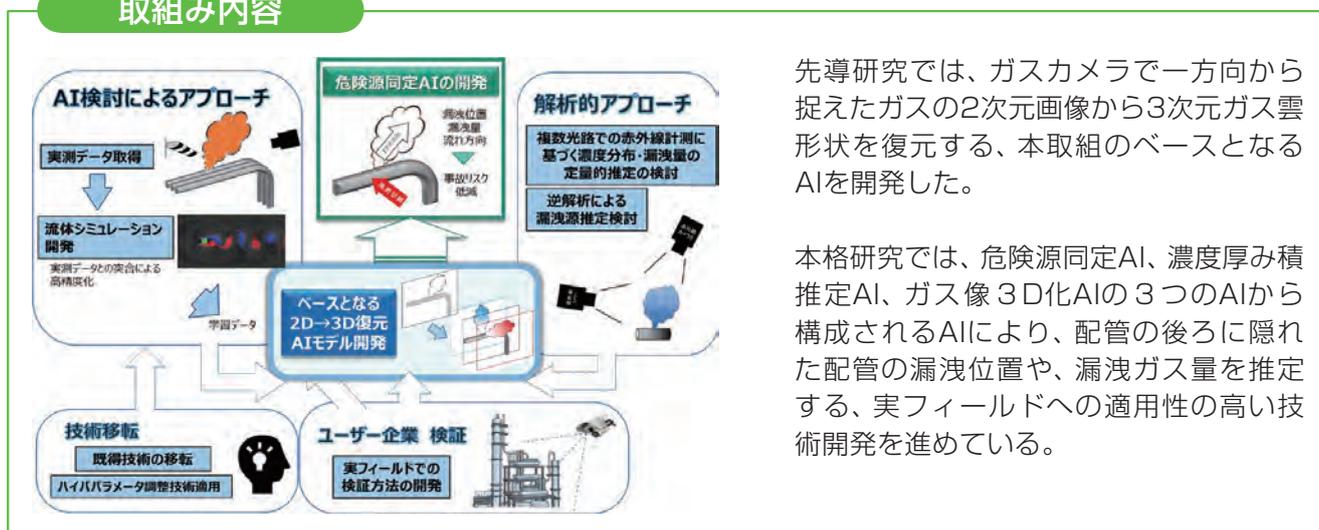
AI活用によるプラント保全におけるガス漏洩の発見と 特定の迅速化、並びに検出可能ガスの対象拡大

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。

キーワード ガス、カメラ、プラント保全、AI

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

《これまでの取組みによるアウトプット》

濃度厚み積推定AI開発においては、実環境におけるガス雲の映像から、危険度を把握する為のガス流量を解析できる技術を開発した。

ガス像の3D化AI実現の為、カメラ間の空間的な位置情報を連携させる方法を検討し、PnP(Perspective-n-Point)法の有効性を確認した。

危険源同定AIの挙動を理解する為に、神戸大学ではシミュレーションデータを用いて、時系列赤外線データに対するフーリエ解析の漏洩源同定への有用性を確認した。

シミュレーション

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
担当者または主要研究者：都築 斉一・浅野 基広・森本 隆史・高村 俊介・木内 美佳子(コニカミノルタ)、阪上 隆英・塩澤 大輝(神戸大学)

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 2018年5月～2023年3月

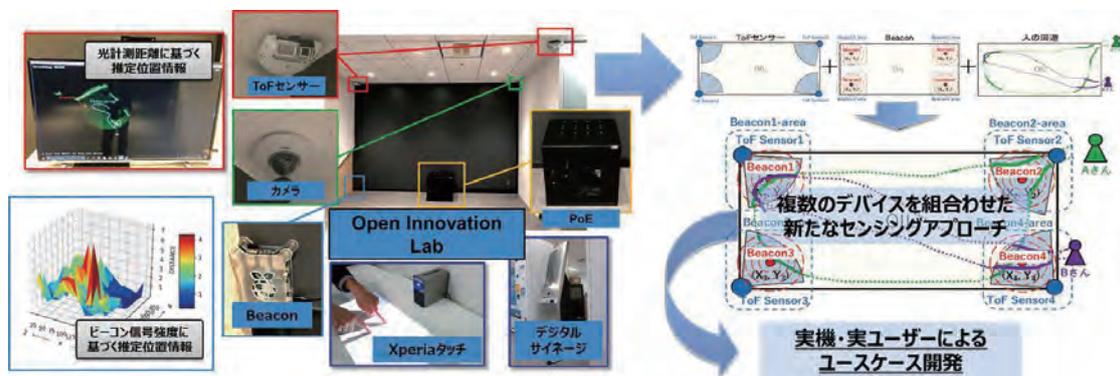
サイバーフィジカルバリューチェーン(CPVC)の構築に関する研究開発

背景と狙い

サプライチェーンと比べ手薄になりがちであったデマンド(需要)サイドのバリューチェーンについて、昨今のIoTデバイスの普及(高性能化)を背景に、フィジカル領域・フィールドサイドでのデータ取得・AI技術等を用いた解析が可能となってきている。本研究開発においては新たなフィジカル領域のデータ群とサイバー領域とを連携・統合し、価値創出を実現するためのユースケース考案から実現までを企図したCPVC構築技術の開発を目指す。

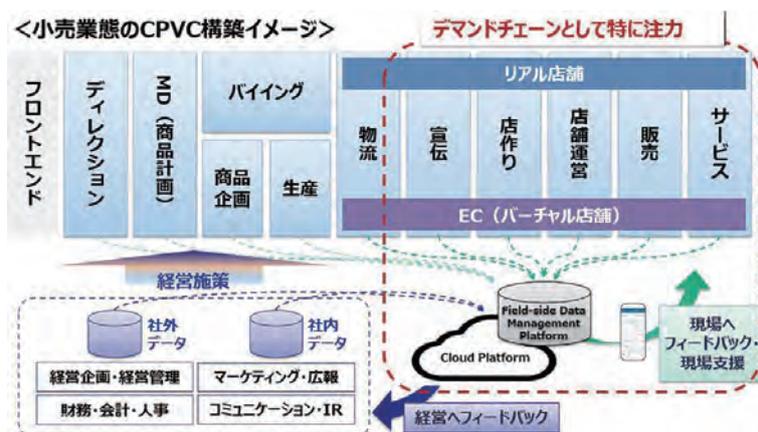
キーワード デマンドチェーン、データマネジメントプラットフォーム

取組み内容



実店舗での実証と併行して、事業者と顧客双方の視点でユースケース創出を実行するためのオープンイノベーションの場を構築。

アウトプット・効果



本研究開発のアウトプット(フィールドサイドデータマネジメントプラットフォーム、CPVC構築技術)によって、小売等サービス業へのAI技術適用領域および適用対象(ユーザ)の拡大を目指す。

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

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 2018年5月～2020年2月

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

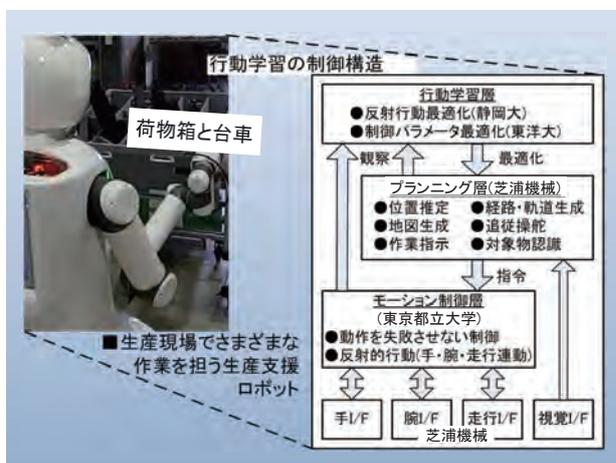
生産現場では労働力不足を背景に、環境との接触や物体操作を伴う作業を行う、生産支援ロボットのニーズがある。委託者らのグループは、かつてそのための双腕移動ロボットを開発して自動車工場で実証評価し、作業成功率では及第点を得た。しかし、作業教示や変更に時間を要したこと、そのため多能化できなかったことから、採用は見送られた。新たにロボット自身が行動を学習する枠組みを開発し作業指示時間を短縮することで、生産支援ロボットを実現する。

キーワード 生産支援ロボット、行動学習、モーション制御

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。

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
担当者または主要研究者：中村 陽一郎(芝浦機械)、武居 直行(東京都立大学)、小林 祐一(静岡大)、山田 和明(東洋大)

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 2019年4月～2023年3月

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。

キーワード 大型ダンプトラック、レトロフィット、人間機械協調

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

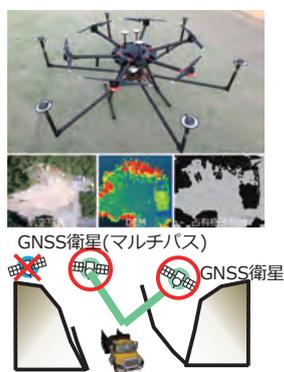


アウトプット・効果

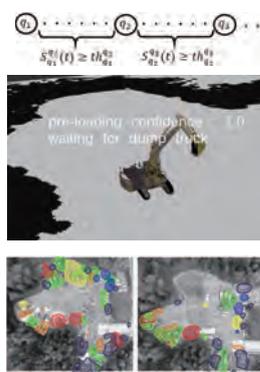
- レトロフィット(簡易後付け機器改造)で大型ダンプトラックの土砂積載/運搬/積み下ろしを自動化
- レトロフィットを加速する簡易後付けロボット・AI技術の研究開発と主要機能のオープンソース化



簡易後付け装置



山間部での地形計測/位置推定



データ駆動型の知能



大型ダンプのシミュレータ



大型ダンプ自動土砂運搬

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
担当者または主要研究者：大野 和則(東北大学)

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 2018年5月～2023年3月

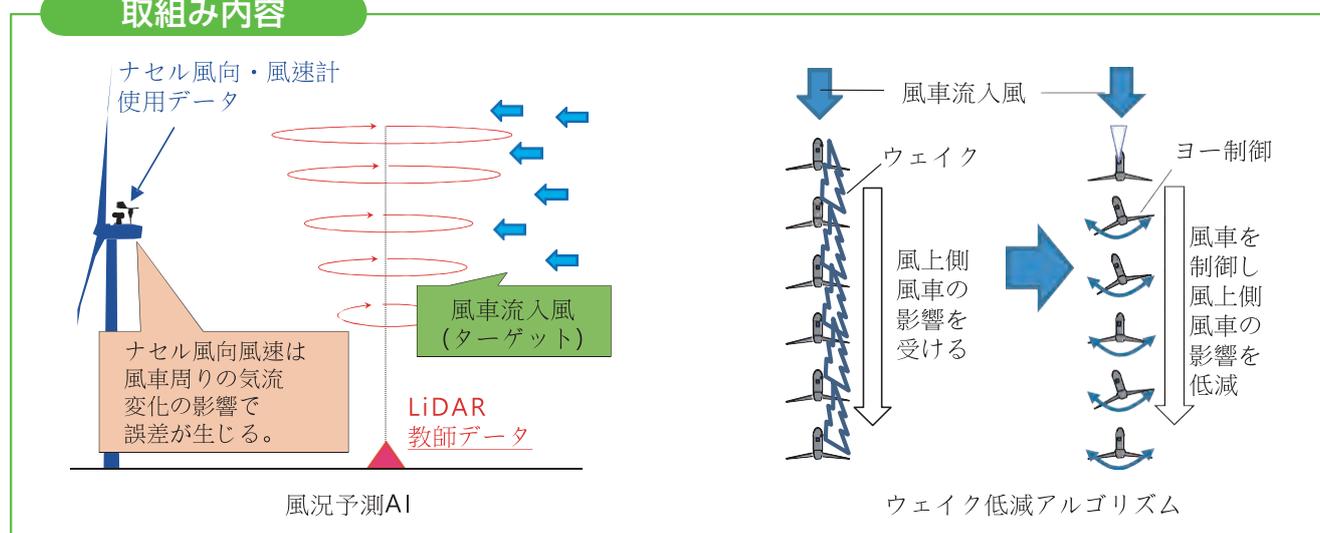
人工知能技術の 風車への社会実装に関する研究開発

背景と狙い

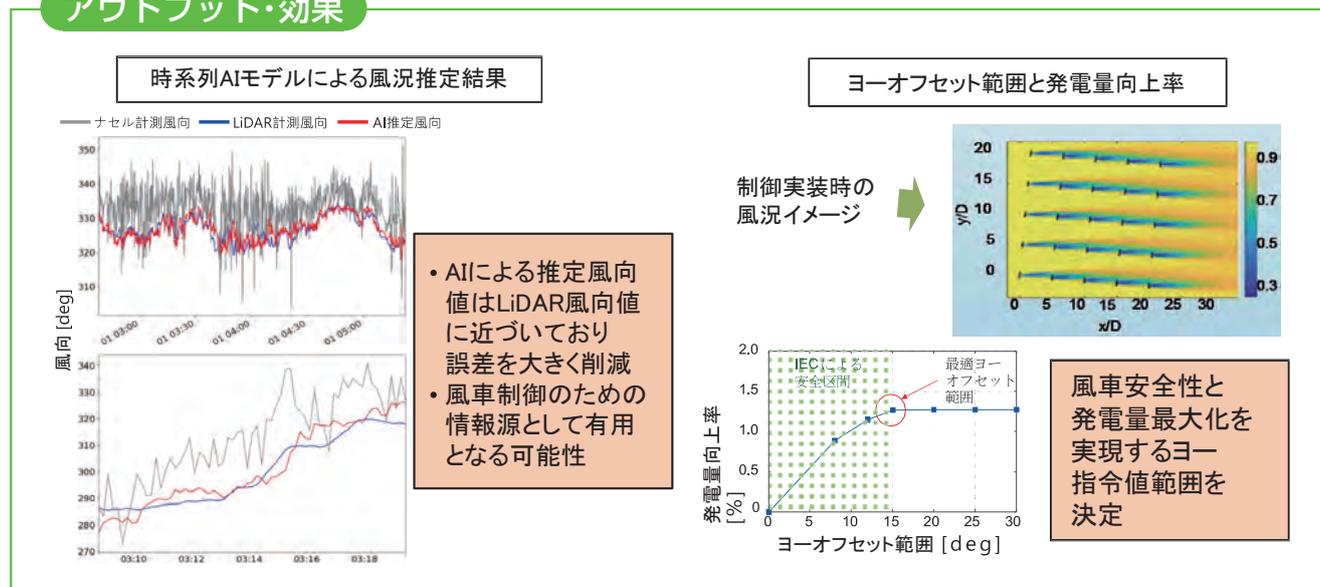
ウィンドファームでは、複数の風車が風に対して直線状に並ぶ状況が発生する。このとき、風上側風車が生成する変動の大きい風(ウェイク)が風下側風車に流入し、発電量が低下する課題がある。そこで、全体の発電量を向上するために、流入する風を予測するAIと、予測結果を用いて風車のヨーを制御し、風下側風車に流入するウェイクを低減するアルゴリズムを開発する。

キーワード ウィンドファーム、発電量向上、風況予測、ウェイク低減

取組み内容



アウトプット・効果



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

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 2018年5月～2021年9月

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、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。

キーワード 太陽光発電、パネル稼働データ、時系列解析、設備維持管理

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
監視設備	PCS連隔監視設備	ストリング監視設備	パネル監視設備
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)	パネル毎
追加現地点検用道具	サーモグラフィ (Fロン含む)	イメージセンサーや熱線センサー	必要
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 監視効果の定量的計算が困難		天候・専門性制限無 点検・分析自動化可 定量的計算可能
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

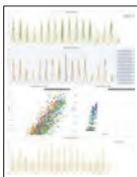


● パネルパフォーマンスのリアルタイム計測によるエネルギー運用の「最適化」



アウトプット・効果

● パネルパフォーマンスの「見える化」



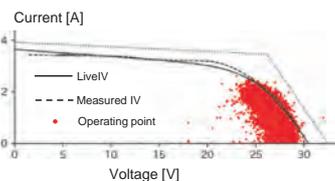
● 複数PVサイトの「計測モデル実証実験」



最終目標：ROIが見える最適修繕案の自動提示

項目	内容	効果率	投資額 (万円)	削減効果 (万円)	ROI (%)	ROI 年数
結露対策	屋根下の結露防止工 （防湿シート、断熱材の 増設など）	+4%	200万円	78,000円 (2.4ヶ月)	5.0%	7年
ボルトナット の点検	パネル固定ボルトナット の点検、緩み調整 （作業員の手作業）	+3%	250万円	82,000円 (1.7ヶ月)	4.8%	6年
パネル交換 （劣化対策）	劣化したパネル （劣化率 8.5%）	+8%	217万円	85,000円 (0.9ヶ月)	4.8%	5年
パネル交換 （劣化対策）	パネル交換 （劣化率 10%）	+7%	250万円	84,000円 (1.6ヶ月)	4.7%	5年
清掃	パネル清掃	+2%	100万円	37,000円 (0.7ヶ月)	3.7%	3年

● 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



● 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



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
 担当者または主要研究者：李 旻(ヒラソル・エナジー)、植田 謙(東京理科大学)

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 2019年4月~2021年2月

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

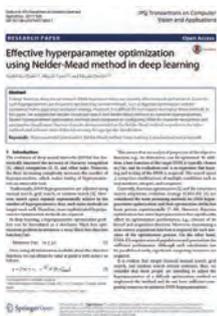
背景と狙い

- ②-1 ニューラルネットの発展等により性能の良いハイ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。
- ②-2 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。

キーワード AutoML、ハイパラメータ調整、KPI、KGI、サービスシステム、価値構造モデリング

取組み内容

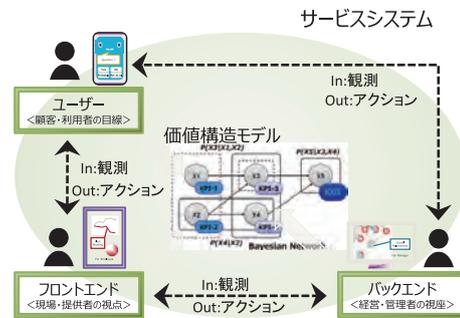
②-1



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

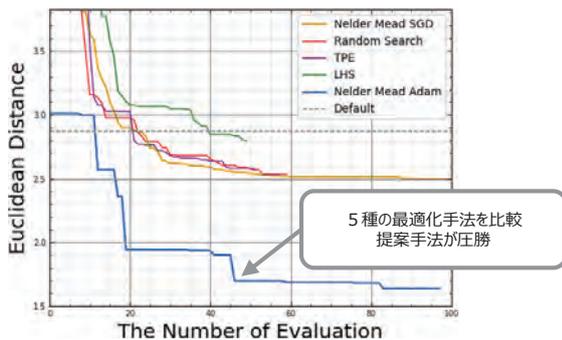
②-2



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

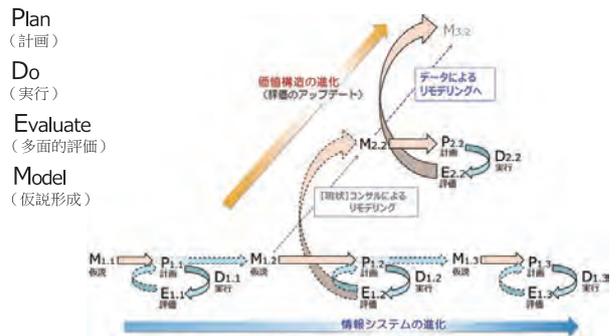
アウトプット・効果

②-1



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
PDEMスパイラルの概念を導入

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

研究開発項目②-1 人工知能技術の適用領域を広げる研究開発／人工知能技術の導入加速化技術

研究開発項目②-2 人工知能技術の適用領域を広げる研究開発／仮説生成支援を行う人工知能技術 2018年5月～2023年3月

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

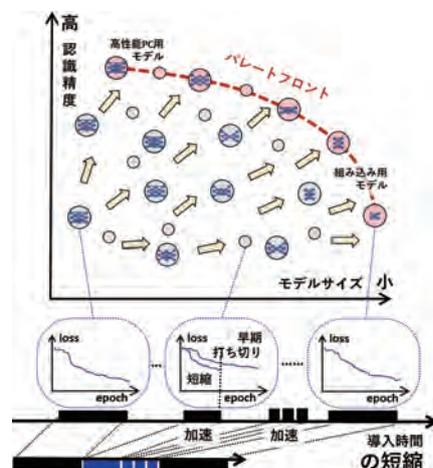
背景と狙い

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。

キーワード AutoML、ハイパラメータ最適化、ニューラルアーキテクチャサーチ、転移学習

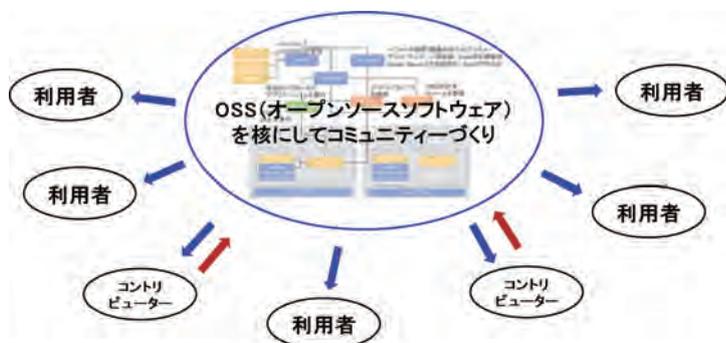
取組み内容

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。



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

研究開発項目②-1 人工知能技術の適用領域を広げる研究開発／人工知能技術の導入加速化技術 2020年5月～

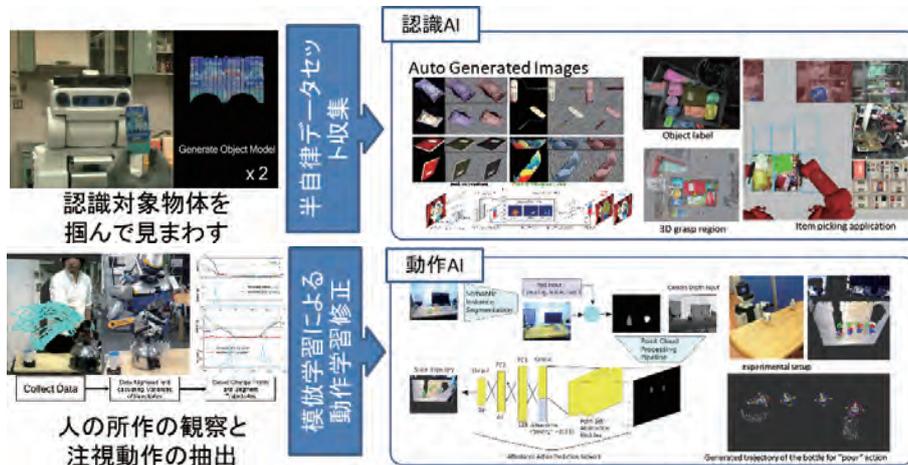
オンサイト・ティーチングに基づく 認識動作AIの簡易導入システム

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、智能ロボットにより代替することで、AI導入工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。

キーワード 半自律データセット収集、模倣学習による動作学習修正、安全低電力教示ロボット

取組み内容



アウトプット・効果



委託先：国立大学法人東京大学
再委託先：THK株式会社
担当者または主要研究者：岡田 慧

研究開発項目②-1 人工知能技術の適用領域を広げる研究開発／人工知能技術の導入加速化技術 2020年5月～

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。

キーワード 自然言語処理、探索・推論アルゴリズム、知識獲得、知識発見とデータマイニング、知識ベースシステム、オントロジー

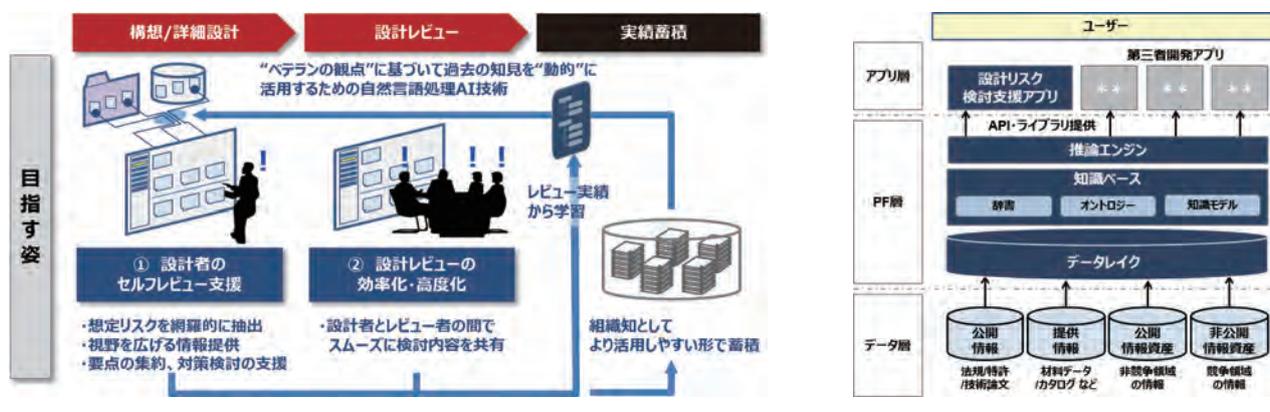
取組み内容

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。



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)

担当者または主要研究者：西田 公祐(SOLIZE株式会社)、西鳥羽 二郎(株式会社レトリバ)、西村 拓一(産総研、JAIST)

研究開発項目②-3 人工知能技術の適用領域を広げる研究開発／作業判断支援を行う人工知能技術 2019年4月～

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

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。

キーワード 線状加熱、匠の技、シミュレーター、ディープラーニング

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



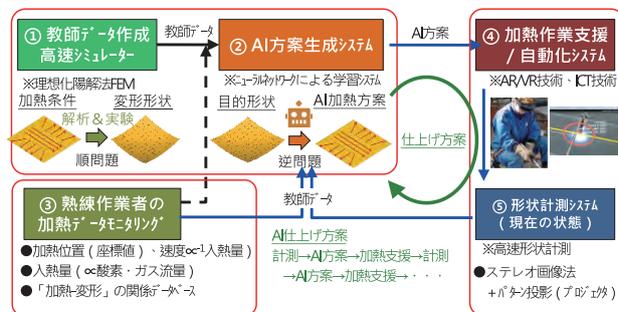
熟練技能者による線状加熱



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

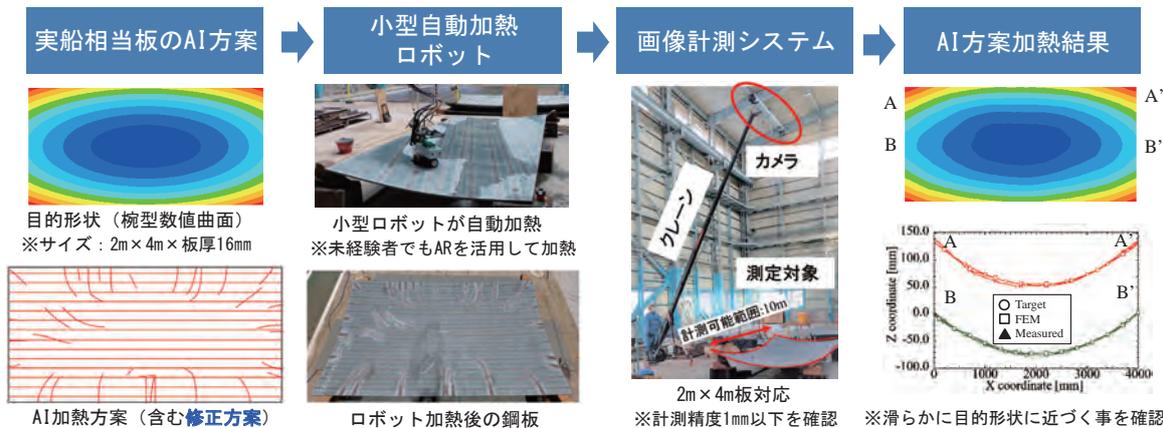
研究開発の内容



熟練作業者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。



注)上の図及び写真は2022年度の成果

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
担当者または主要研究者：柴原 正和(大阪府立大学)

研究開発項目②-3 人工知能技術の適用領域を広げる研究開発／作業判断支援を行う人工知能技術 2019年4月～

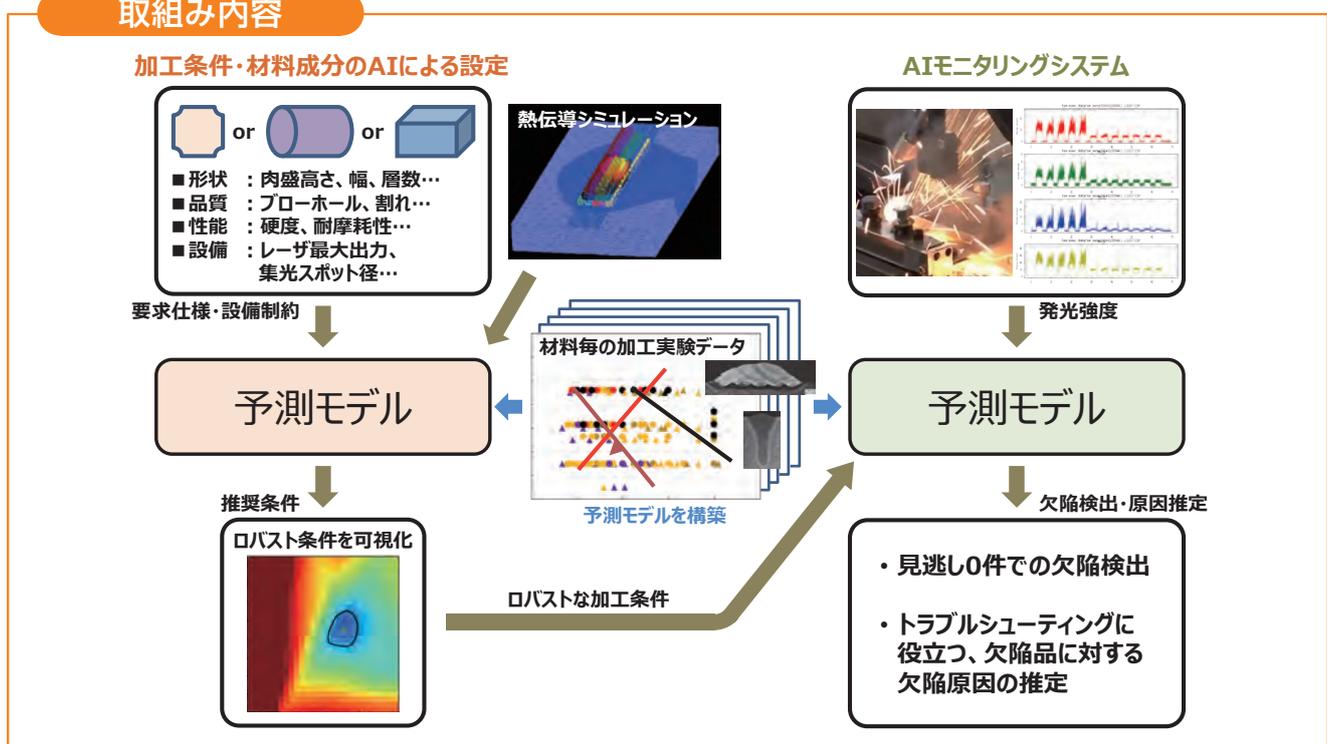
レーザ加工の智能化による製品への 応用開発期間の半減と、不良品を出さないものづくりの実現

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。

キーワード レーザ加工、肉盛り、溶接、機械学習、条件選定、モニタリング

取組み内容



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

(1) 出典 : <https://www.awt.amada.co.jp/ja/whoweare/app/laserwelding/>

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
 主要研究者：薩田 寿隆(神奈川県立産業技術総合研究所)、石川 毅(住友重機械ハイマテックス)

研究開発項目②-3 人工知能技術の適用領域を広げる研究開発／作業判断支援を行う人工知能技術 2019年4月～

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

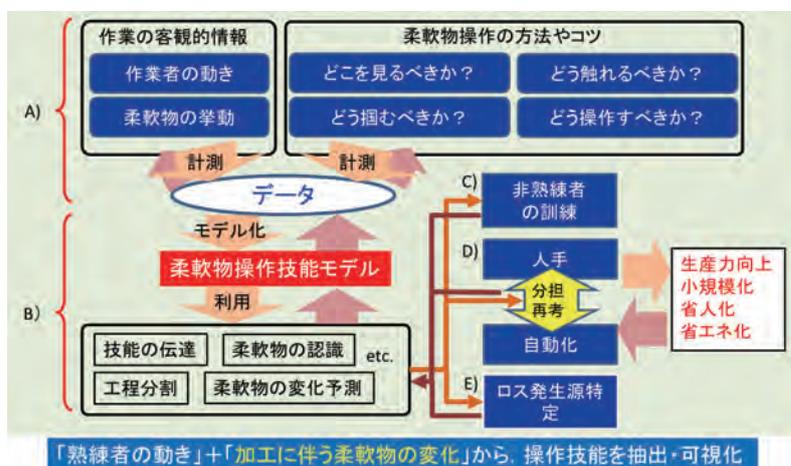
背景と狙い

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。

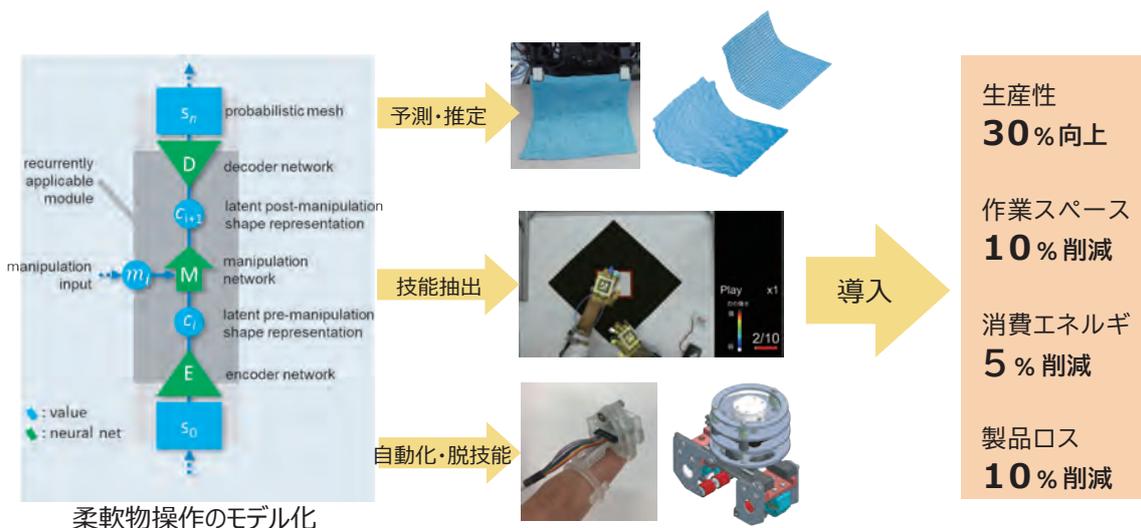
キーワード 布製品の製造、加工技能の抽出、工程の効率化

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



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)
担当者または主要研究者：山崎 公俊(信州大学)

研究開発項目②-3 人工知能技術の適用領域を広げる研究開発／作業判断支援を行う人工知能技術 2019年4月～

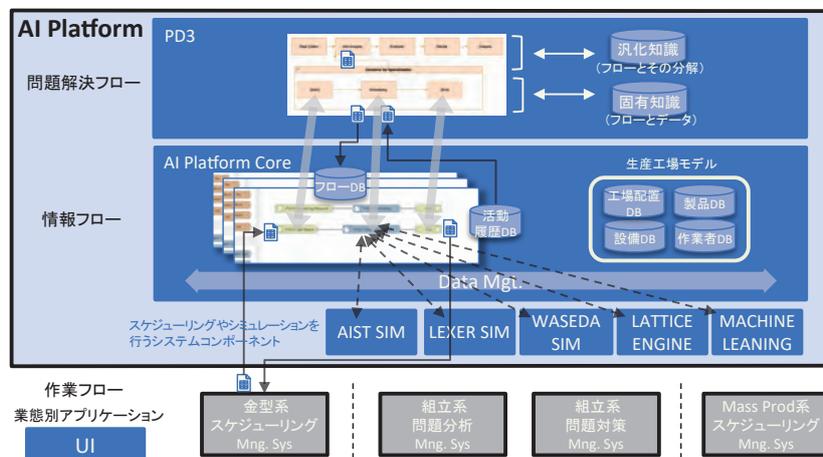
AI 技術をプラットフォームとする競争力ある次世代生産システムの設計・運用基盤の構築

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。

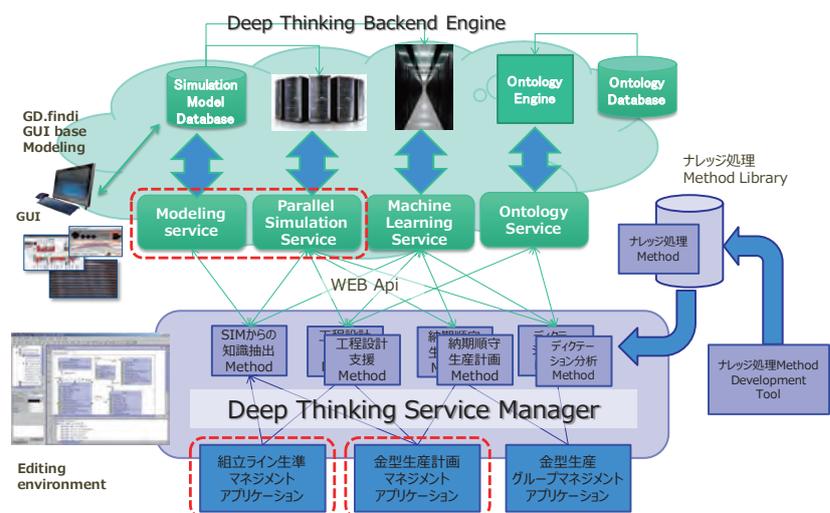
キーワード 組立・金型生産システム、リーン生産、リソースマネジメント

取組み内容



アウトプット・効果

- 生産ライン設計、スケジュール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



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
 担当者または主要研究者：太田 順(東大)、中村 昌弘(レクサー・リサーチ)、安井 俊徳(デンソー)、多田 憲生(岐阜多田精機)、武田 英明(国立情報学研究所)、高本 仁志(産総研)、谷水 義隆(早大)

研究開発項目②-3 人工知能技術の適用領域を広げる研究開発／作業判断支援を行う人工知能技術 2019年4月～

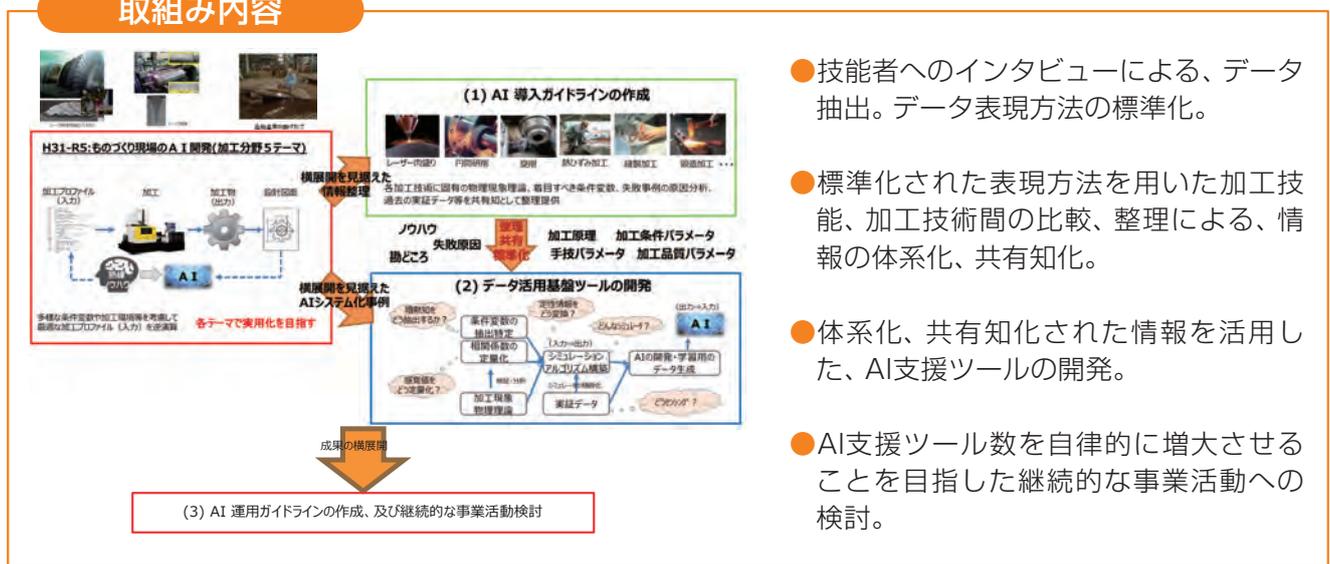
加工技術の熟練ノウハウ AI化のための方法論体系化

背景と狙い

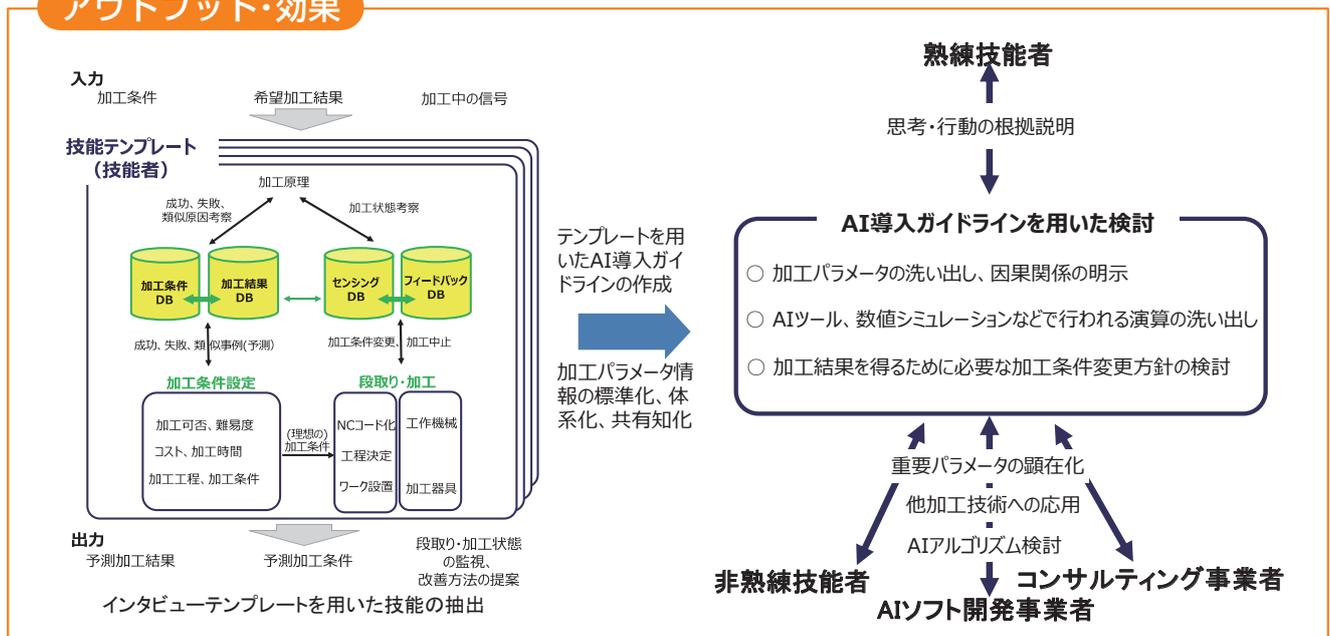
技能者が持つ様々な技能、及び扱われる加工条件や加工状態などのパラメータを抽出、それらの情報を体系化するAI導入ガイドラインを作成する。AI導入ガイドラインは、加工技術、加工技能を共有知化し、異分野事業者がAI導入ガイドラインを介して共通認識の基で連携し、精度の高いAIツールの開発、普及を自律的に促進することができる環境を構築するために活用されることを想定している。

キーワード 加工技能、加工条件、加工結果、加工パラメータ、因果関係

取組み内容



アウトプット・効果



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
担当者または主要研究者：栗田 恒雄(産業技術総合研究所)

研究開発項目②-3 人工知能技術の適用領域を広げる研究開発／加工技術の熟練ノウハウAI化のための方法論体系化 2023年2月～

中小建設業ROS活用人材育成講座

背景と狙い

中小建設業ROS活用人材育成講座では、業務に活かせる高度な人工知能の習得と、自動化技術の社会実装を目指して、最先端の知能化ソフトの開発や活用を、座学・実技を通じた講義で基礎から応用/実践レベルまで学ぶ。建設業の技術者や製品・ソリューション開発者が更なる技術力を身につけるためや、これから技術職を志す学生がより深く学びを得るための講座である。

キーワード 自動運転、レトロフィット、Robot Operating System (ROS)

取組み内容

- NEDO次世代人工知能システムインテグレートPJや大学の研究を通して開発したROSベースの知能化ソフトウェアやシミュレータを活用してレトロフィット技術を利用した自動化を紹介
- 建機や移動ロボットの自動化に興味がある企業や学生を対象に講義や演習を実施し、知能化ソフトやROSやAIに関する知識を有する人材を育成
- 定期的に周辺技術の研究の講演会や現場適応を考える企業との意見交換を開催して、人的交流の促進や新たな研究テーマや適応先を開拓



アウトプット・効果

- 下記図に示すレトロフィット技術を含む、東北大学やNEDO PJの先端研究成果の普及
- ROSを利用した知能化ソフトや自動化の知識を持つ人材の育成



委託先：東北大学 未来科学技術共同研究センター
担当者または主要研究者：大野和則(東北大学)

「人工知能技術の社会実装に向けた研究開発・実証／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」の成果を活用し、「NEDOプロジェクトを核とした人材育成、産学連携等の総合的展開」の一環として開講。2021年12月～

AI導入加速モジュールコンテストを通じたAI技術の普及方策や人材育成手法の調査

背景と狙い

人工知能(AI)技術の早期社会実装のためには、AIモデル構築や学習を効率化するという課題を解決し、AI技術の導入を加速する必要がある。本プロジェクトでは、2つのテーマ*でこの課題に取り組んでおり、その成果を「AI導入加速モジュール」としてまとめ、広く活用していただけるよう、オープンソース(OSS)として公開を進めている[†]。本活動は、このOSSを競争的環境で発展させるコンテストを開催することを通じ、本プロジェクト成果の普及のための方策や、今後のAI技術の研究開発手法のあり方の調査を行なう。併せて、AI技術者人口の拡大ならびに技術力向上、新しいアイデアや人材の発掘・育成を促すことも狙っている。

キーワード 自動機械学習、AIの社会実装、集合知

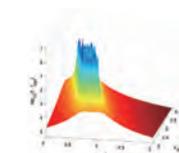
ハイパラメータ最適化モジュール(2022年度テーマ)

概要

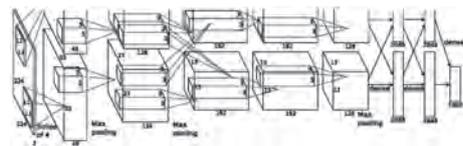
深層ニューラルネットワークに代表される近年のAIの進化は、文字認識、物体認識などの精度の劇的な向上をもたらし、これらのAIを実装したツールがオープンソースとして誰でも利用可能となった。しかし、これらのツールの性能を最大限引き出し、自分たちのデータで期待する結果を得るには、学習の精度などを左右する「ハイパラメータ」を事前に最適化することが不可欠であり、その効率化が課題となっていた。

そこで、2022年度は、ハイパラメータを自動的に最適化するモジュールを題材としたコンテストを、ベンチマーク関数のハイパラメータ最適化を競う予選、深層学習のハイパラメータ最適化を競う本戦、の2段階で実施した。予選の成績上位10名が本戦に進出し、本戦の成績上位5名を定量評価部門で表彰すると共に(賞金各50万円)、実現手法等が特に優れていると有識者に評価された2名を定性評価部門で表彰した(賞金各25万円)。

なお、評価には、産総研のAI橋渡しクラウド(ABCI)を利用した。



予選：ベンチマーク関数



本戦：深層学習

結果

予選には143名(社会人：学生=106:37)が登録し、うち26名が投稿した。AIの応用ではなく、AIの仕組みで競うコンテストは珍しく、多くの方の注目を引き、レベルの高いコンテストとなった。入賞者のモジュールは、オープンソースライセンスが付与され、一般公開された。

予選(2022/12/16~2023/2/2)：<https://signate.jp/competitions/918>

本戦(2023/2/22~2023/3/12)：<https://signate.jp/competitions/978>

表彰式(2023/4/24)：<https://www.youtube.com/watch?v=HTz9Ho2S940>

自然画像を使わない事前学習用データセットを生成するモジュール(2023年度テーマ)

概要

AIの研究開発には良質の画像データセットを用いた事前学習が不可欠であるが、新たに構築するには多大な労力を要する。一般に公開された自然画像データセットでは、商用利用に制約がある等、AIの本格的な社会実装に利用するのが困難な場面がある。

そこで、2023年度は、数式やアルゴリズム等で事前学習用データセットを生成するモジュールを開発するコンテストを開催し、その転移学習の精度の高さを競う。機械的に生成したデータで効果的な事前学習が出来ることが示されれば、今後のAIの開発に大きなインパクトがあることが期待されている。

前年度同様、予選、本戦の2段階で競い、予選の上位10チームが本戦に進む。定量評価部門で1位から3位までを表彰し(賞金は1位120万、2位、100万、3位80万)、定性評価部門で2名を表彰する(賞金は各50万円)予定である。

予選(2022/9/1~2022/11/15)：<https://signate.jp/competitions/1071>

$$x_{i+1} = \begin{bmatrix} a_i & c_i \\ b_i & d_i \end{bmatrix} x_i + \begin{bmatrix} e_i \\ f_i \end{bmatrix}$$



フラクタルによる事前学習用データの例

*「サイバーフィジカルバリューチェーンの構築及びAI導入加速技術の研究開発」、
「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」

[†]<https://github.com/aistairc/aiaccel>

委託先：株式会社SIGNATE

「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」の調査事業 2022年12月～

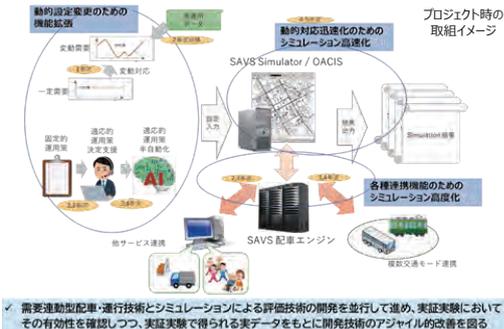
終了テーマの実用化・事業化に向けた最新状況

本ページでは、2022年度末までに終了したテーマの現状をご紹介します。

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

概要

オンデマンド乗合型交通コア技術(SAVS)及びシミュレーション技術の高度化を実現。現在、実用化に向け検討を継続中。



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

概要

経年劣化損傷に起因する重大事故を回避する為、AIによりカメラの死角も含めた漏洩源の位置、流れ方向、危険度をより正確に把握するシステムを開発した。

メタン10L/min
(撮影距離12.3m)



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

概要

委託開発期間終了後も当開発の成果物である2種類のロボット(台車搬送AGV、双腕生産支援ロボット)について、開発と芝浦機械社内および客先現地での実証試験を継続している。台車搬送AGVは2024年度からの試験販売をめざし、その対象となる2号機を製作するとともに、商談も進めている。



◆台車搬送AGV2号機

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

概要

大型ダンプトラックの土木建設現場における土砂運搬を自動で行うレトロフィット技術を開発。操舵方式が異なる碎石現場の重ダンプの自動運転にも適応し、実証実験を継続して実施中。



アークキュレート式ダンプ



リジッドフレーム式ダンプ

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

概要

太陽光パネル単位で収集したデータの利活用PJであった。本PJで得た知見を他の太陽光発電所に関連するデータにも応用し、発電量評価や予想、監視なども実現中。(予測技術はコンペ受賞、実績発電量のCJルート取得も実現)

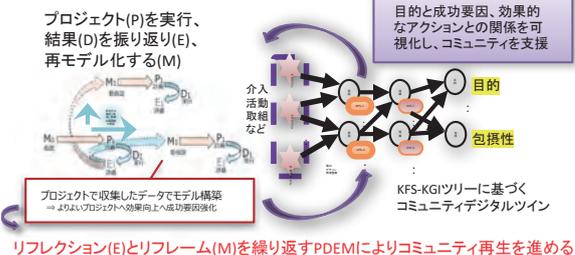


AI技術導入の加速と スパイラルアップ技術に関する研究開発

概要

地域コミュニティ再生と包摂性の評価技術の開発や社内変革マネジメントへの応用・展開

リフレクションとリフレームによる意識・行動変容支援技術





国内拠点

●本部

〒212-8554
神奈川県川崎市幸区大宮町1310
ミュージア川崎セントラルタワー(総合案内16F)
TEL:044-520-5100(代表) FAX:044-520-5103

●関西支部

〒530-0011
大阪府大阪市北区大深町3-1
グランフロント大阪 ナレッジキャピタルタワーC9F
TEL:06-4965-2130 FAX:06-4965-2131

海外事務所

●ワシントン

1717 H Street, NW, Suite 815
Washington, D.C. 20006, U.S.A.
TEL: +1-202-822-9298
FAX: +1-202-733-3533

●欧州

10, rue de la Paix
75002 Paris, France
TEL: +33-1-4450-1828
FAX: +33-1-4450-1829

●北京

2001 Chang Fu Gong Office Building
Jia-26, Jian Guo Men Wai Street
Beijing 100022, P.R.China
TEL: +86-10-6526-3510
FAX: +86-10-6526-3513

●シリコンバレー

3945 Freedom Circle, Suite 790,
Santa Clara, CA 95054 U.S.A.
TEL: +1-408-567-8033
FAX: +1-408-567-9831

●ニューデリー

15th Floor, Hindustan Times House,
18-20 Kasturba Gandhi Marg,
Connaught Place,
New Delhi 110 001, India
TEL: +91-11-4351-0101
FAX: +91-11-4351-0102

●バンコク

8th Floor, Sindhorn Building Tower 2
130-132 Wittayu Road, Lumpini
Pathumwan
Bangkok 10330, Thailand
TEL: +66-2-256-6725
FAX: +66-2-256-6727

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

ロボット・AI部

〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310 ミュージア川崎セントラルタワー15階
Tel 044-520-5241 Fax 044-520-5103(代表)

<https://www.nedo.go.jp>

November 2023(三版)