

「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

事業原簿

担当部	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
-----	---

—目次—

概 要	1
プロジェクト用語集	6
1 事業の位置付け・必要性について	1-1
1. 事業の背景・目的・位置づけ	1-1
1.1 事業実施の背景と目的	1-1
1.2 政策的な重要性	1-1
1.3 技術戦略上の位置付け	1-2
1.4 本事業のねらい	1-4
1.5 国内外の研究開発の動向と比較	1-4
1.6 他事業との関係	1-7
2. NEDO の関与の必要性・制度への適合性	1-8
2.1 NEDO が関与することの意義	1-8
2.2 実施の効果（費用対効果）	1-8
2 研究開発マネジメントについて	2-1
1. 事業の目標	2-1
2. 事業の計画内容	2-2
2.1 研究開発の内容	2-2
2.2 研究開発の実施体制	2-5
2.3 研究開発の運営管理	2-6
2.4 研究開発成果の実用化・事業化に向けたマネジメント	2-8
3. 情勢変化への対応	2-9
3 研究開発成果について	3-1
1. 事業全体の成果	3-1
2. 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義	3-2
3. 個別テーマ毎の成果	3-2
4. 研究開発成果の普及	3-24
5. 知的財産権等の確保に向けた取組	3-25
4 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて	4-1
1. 成果の実用化・事業化に向けた戦略	4-1
2. 成果の実用化・事業化のに向けた具体的取組	4-3
3. 成果の実用化・事業化の見通し	4-4

(添付資料)

・プロジェクト基本計画

・プロジェクト開始時関連資料（事前評価結果）

概要

	最終更新日	2020年8月27日	
プロジェクト名	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	プロジェクト番号	P18002
担当推進部/ PMまたは担当者	ロボット・AI部 PM 柳本 勝巳（2020年9月現在） ロボット・AI部 PM 登 一生（2019年8月～2020年3月） ロボット・AI部 PM 樋口 知之（2018年4月～2019年7月）		
0. 事業の概要	<p>人工知能技術とその他関連技術を活用した省エネルギー等のエネルギー需給構造の高度化への貢献に加えて、研究開発を通じた技術の産業化に向けて、これまで開発、導入が進められてきた人工知能モジュールやデータ取得のためのセンサー技術、研究インフラを活用しながら、これらをインテグレートして、従来の人による管理では達成できない更なる省エネ効果を得る等安定的かつ適切なエネルギー需給構造を構築するとともに、人工知能技術の社会実装を加速し、それによりもたらされる新たな市場のシェアを他に先行しいち早く獲得する。</p> <p>これらの目的の達成のため、人工知能技術戦略で定めた「生産性」、「空間の移動」等重点分野における、次世代人工知能技術の早期社会実装を行う。さらに、既存の業務へ適合可能な人工知能技術の開発速度を向上させる技術、人の発想や創造、判断を支援する人工知能技術を開発し、共通基盤技術として確立する。</p>		
1. 事業の位置 付け・必要性について	<p>新たな人工知能技術の開発が世界的に進む中、我が国は人工知能技術とその他関連技術による産業化に向けて、研究開発から社会実装まで一元的に取り組む必要がある。</p> <p>特に「生産性」、「空間の移動」等の重点分野において人工知能技術の早期社会実装が求められていることから、人工知能技術の導入に関するノウハウを蓄積するとともに、模擬環境及び実フィールドにおける実証を通じて実用化を加速する必要がある。</p> <p>人工知能技術の早期社会実装が求められる中、人工知能技術の開発を加速する技術が重要となる。また、人工知能技術の社会実装は、業務の効率化から、経営等の施策運営の方法や戦略策定の支援、ものづくり現場での匠の技の伝承・効率的活用の支援へと拡大していくことが期待されている。</p> <p>人工知能技術の導入には、対象とする業務に関する知識と人工知能技術そのものの知識が必要であるため、容易に導入できず、加えて導入に多くの時間を要するという社会適合性の低さが課題である。このため、人工知能の社会適合性を高める人工知能技術の導入を加速する技術を開発する必要がある。</p>		
2. 研究開発マネジメントについて			
事業の目標	<p>①アウトプット目標 （最終目標）2022年度、2023年度 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に短縮すること、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%向上することを実現する。</p> <p>（中間目標）2020年度、2021年度 人工知能モジュールの開発速度向上の指標として特定のタスク毎に開発リードタイムの重要な要素である学習時間を1/10に短縮できること、人の判断を支援する人工知能技術により特定のタスクの生産性を30%向上できることを検証する。</p> <p>②アウトカム目標 ア) 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。</p> <p>イ) 市場獲得</p>		

	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。							
事業の計画内容	主な実施事項	2018fy	2019fy	2020fy	2021fy	2022fy	2023fy	
	人工知能技術の社会実装に向けた研究開発・実証	[Bar chart showing activity from 2018 to 2022]						
	人工知能技術の導入加速化技術	[Bar chart showing activity from 2020 to 2023]						
	仮説生成支援を行う人工知能技術	[Bar chart showing activity from 2018 to 2022]						
	作業判断支援を行う人工知能技術	[Bar chart showing activity from 2019 to 2023]						
事業費推移 (単位:百万円)	会計・勘定	2018fy	2019fy	2020fy	2021fy	2022fy	2023fy	総額
	特別会計(需給)	500	1,600	1,700	(1,700)	(1,700)	(1,200)	(8,400)
	(委託)	500	1,600	1,700	(1,700)	(1,700)	(1,200)	(8,400)
開発体制	経産省担当原課	産業技術環境局研究開発課、製造産業局自動車課、製造産業局産業機械課						
	プロジェクトリーダー	中央大学 樋口 知之 東京大学 堀 浩一						
	プロジェクトマネージャー	ロボット・AI部 柳本 勝巳						
	委託先	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」 <ul style="list-style-type: none"> ・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 コニカミルタ(株)(産業技術総合研究所、三井化学(株))、神戸大学 ・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 東北大学、(株)佐藤工務店(三洋テクノックス(株)、コーワテック(株))、千葉工業大学 ・人工知能技術の風車への社会実装に関する研究開発 (株)日立製作所、産業技術総合研究所、東京大学 ・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 (株)未来シェア、産業技術総合研究所、(株)NTTドコモ ・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 スキューズ(株)、東京都立大学、静岡大学、東洋大学 ・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(株)(東京理科大学) 研究開発小項目②-1「人工知能技術の導入加速化技術」 <ul style="list-style-type: none"> ・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 産業技術総合研究所、(株)ABEJA ・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 						

		<p>東京大学(THK(株))</p> <p>・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 産業技術総合研究所、(株)ブレインパッド、名古屋工業大学、統計数理研究所、筑波大学、横浜国立大学、中部大学、東京工業大学、東北大学</p> <p>研究開発小項目②-2「仮説生成支援を行う人工知能技術」</p> <p>・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 産業技術総合研究所、(株)ABEJA</p> <p>研究開発小項目②-3「作業判断支援を行う人工知能技術」</p> <p>・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(株)、(株)レトリバ、産業技術総合研究所(立命館、兵庫県立大学、東京工業大学、千葉工業大学)</p> <p>・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 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)</p> <p>・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 東京大学、(株)レクサー・リサーチ、(株)デンソー、(株)岐阜多田精機((株)名古屋多田精機、(株)福岡多田精機、(株)田中製作所、(株)加藤製作所、(株)ペッカー精工)、国立情報学研究所、産業技術総合研究所、早稲田大学</p> <p>・曲面形成の生産現場を革新する AI 線状加熱の作業支援・自動化システム研究開発 大阪府立大学、ジャパン マリンユナイテッド(株)</p> <p>・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 信州大学、富士紡ホールディングス(株)</p> <p>・最適な加工システムを構築するための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 (株)ナガセインテグレックス、ミクロン精密(株)、牧野フライス精機(株)、(株)シギヤ精機製作所、北海道大学、理化学研究所</p>
情勢変化への対応	<p>1) AI の導入加速化のため、世界各国で機械学習を自動化・効率化する技術 (AutoML) の開発競争が進んでいることを受け、AutoML 技術の寡占化・プラットフォーム化による海外企業への技術・データ集中を避けるために、日本としても AutoML 技術を追求する必要があるという背景から、機械学習を自動化する技術開発を 2020 年度に公募し 2 件を採択。</p> <p>2) 2020 年前半から COVID-19 の感染が拡大していることを受け、2020 年度の研究期間を確保するため各種委員会を延期せずオンラインで開催。また、特に影響が大きいテーマについては事業化・実証計画を再検討中。</p>	
評価に関する事項	事前評価	2017 年度実施 担当部 ロボット・AI 部
	中間評価	2020 年度 中間評価
	事後評価	2024 年度 事後評価
3. 研究開発成果について	<p>【全体中間目標】 6 テーマの成果により 2020 年度末、9 テーマの成果により 2021 年度末に達成見込み。</p> <p>【個別中間目標】 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」</p> <p>・4 テーマ 2020 年度末に達成見込み ・2 テーマ 2021 年度末に達成見込み</p>	

	<p>研究開発小項目②-1「人工知能技術の導入加速化技術」</p> <ul style="list-style-type: none"> ・1 テーマ 2020 年度末に達成見込み ・2 テーマ 2021 年度末に達成見込み <p>研究開発小項目②-2「仮説生成支援を行う人工知能技術」</p> <ul style="list-style-type: none"> ・1 テーマ 2020 年度末に達成見込み <p>研究開発小項目②-3「作業判断支援を行う人工知能技術」</p> <ul style="list-style-type: none"> ・5 テーマ 2021 年度末に達成見込み 	
	投稿論文	5 件
	特 許	「出願済」4 件（うち国際出願 0 件） 特記事項：その他 3 件出願準備中
	その他の外部発表 （プレス発表等）	研究発表・講演 58 件 受賞実績 6 件 新聞・雑誌等への掲載 26 件
4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて	<p>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」</p> <p>研究期間終了後 5 年以内の事業化を目指す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・5 テーマ 2027 年度までに事業化 ・1 テーマ 2025 年度までに事業化 <p>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」</p> <p>研究期間終了までに実用化検証を完了し、研究期間終了後 5 年以内の実用化を目指す。</p> <p>研究開発小項目②-1「人工知能技術の導入加速化技術」</p> <ul style="list-style-type: none"> ・1 テーマ 2022 年度までに実用化検証完了、2027 年度までに実用化 ・2 テーマ 2023 年度までに実用化検証完了、2028 年度までに実用化 <p>研究開発小項目②-2「仮説生成支援を行う人工知能技術」</p> <ul style="list-style-type: none"> ・1 テーマ 2022 年度までに実用化検証完了、2027 年度までに実用化 <p>研究開発小項目②-3「作業判断支援を行う人工知能技術」</p> <ul style="list-style-type: none"> ・6 テーマ 2023 年度までに実用化検証完了、2028 年度までに実用化 	
5. 基本計画に関する事項	作成時期	2018 年 2 月 作成
	変更履歴	2018 年 4 月 改訂（プロジェクトマネージャーの指名、他） 2019 年 1 月 改訂（研究開発項目の変更、他） 2019 年 5 月 改訂（プロジェクトリーダーの任命） 2019 年 8 月 改訂（プロジェクトマネージャーの交代、プロジェクトリーダーの任命） 2020 年 3 月 改訂（プロジェクトマネージャーの交代）

プロジェクト用語集

用語（日本語）	English	用語の説明
AASD	AI-Augmented System Design	AIを活用したシステムデザイン
ABCI	AI Briding Cloud Infrastructure	国立研究開発法人 産業技術総合研究所が構築・運用する、人工知能処理向け計算インフラストラクチャ
AGV	Automated guided vehicle	無人搬送車
AI タッチラリー	AI Tatch Rally	店舗に来店した顧客に非接触型通信機能（NFC）が組み込まれたリストバンドを配布し、顧客が各テナントの入り口に設置されたNFC 機器にタッチすることで、店舗内の顧客の回遊行動を記録した実証実験
AutoML	Automated machine learning	自動機械学習
CFD	Computational Fluid Dynamics	数値流体力学
DRBFM	Design Review Based on Failure Mode	トヨタ自動車によって確立された体系的なFMEA の運用方法
EMS	Energy Management System	エネルギーマネジメントシステム
LMD 複合加工	Laser Metal Deposition Combined processing	レーザ肉盛溶接 複合加工
MaxSAT	maximum satisfiability problem	充足最大化問題：重みづけを考慮した問題で最大の重みになる解（＝最適解）を求める問題
Nelder-Mead 法	Nelder-Mead method	最適化問題のアルゴリズム
OACIS	Organizing Assistant for Comprehensive and Interactive Simulations	web インターフェースを用いてインタラクティブにジョブを管理することができる、オープンソースの実行管理フレームワーク
OSS	Open Source Software	オープンソースソフトウェア
OD データ	O : Origin D : Destination	鉄道など公共交通機関の乗降人員データ
PDEM	Plan, Do, Evaluation, Modeling	AI 技術の進化（横軸）に加え、人の進化（縦軸）の2次元でサービスシステム全体を進化させる共創的な方法論
PMLfD3	Process Modeling Language for D3	デジタル・トリプレット(D3)のための実行、プロセス記述言語
PLSA	Probabilistic Latent Semantic Analysis	変数の数が多い（列数が多い）高次元データをいくつかの潜在変数で説明し、データを低次元化する次元圧縮の手法
ROS	Robot Operating System	ロボット用のソフトウェアプラットフォーム
SAVS	Smart Access Vehicle Service	公立ほこだて未来大学、名古屋大学、産業技術総合研究所と株式会社未来シェアが開発したシェア型リアルタイムオンデマンド公共交通サービスのプラットフォーム
Voxel-to-Mesh	Voxel-to-Mesh	ボクセル形式からメッシュ形式にデータ変換
アジャイル型	Agile	1つの機能を単位とした小さいサイクルの開

		発工程を繰り返す
アノテーション	Annotation	特定のデータに対して情報タグ（メタデータ）を付加すること
ウェイク	Wake	風車の後流
オドメトリ	Odometry	ロボットの位置を推定する手法
オントロジー	ontology	情報を構造化し整理していく方法
高速理想化陽解法 FEM	Idealized Explicit Finite Element Method (IEFEM)	公立大学大阪が開発した熱弾塑性解析手法で高速、省メモリな解析手法
ダイナミックプライシング	Dynamic Pricing	商品やサービスの価格を需要と供給の状況に合わせて変動させる価格戦略
転移学習	Transfer Learning	学習済みモデルを別の領域に役立たせ、効率的に学習させる方法
投機実行法	Speculative execution method	コンピューターの処理を高速化する手法
ニューロマーケティング	Neuromarketing	脳科学の立場から消費者の脳の反応を計測することで消費者心理や行動の仕組みを解明し、マーケティングに応用しようとする試み
ハイパパラメータ	Hyperparameter	その値が学習プロセスを制御するために使用されるパラメーター
バックホウ	Backhoe, Rear Actor, Back Actor	油圧ショベルの中で、ショベル（バケット）をオペレータ側向きに取り付けたものこと
非負値行列因子分解	NMF : Nonnegative Matrix Factorization	非負値のみからなる行列（0 か正の値を持つ）を解析する一手法
プラズマ発光	Plasma emission	レーザー溶接時の発光
ブローホール	blow hole	肉盛り溶接部の空間
ラミノグラフィ	Laminography	多方向から撮影した投影画像をもとに再構成する手法
ランドマーク	Landmark	空間、あるいは平面を構成する要素としての位置情報（目印）
レーザー肉盛	Laser overlay	レーザー溶接による肉盛り

1 事業の位置付け・必要性について

1. 事業の背景・目的・位置づけ

1.1 事業実施の背景と目的

アベノミクスの下、政府は 60 年ぶりの電力ガス小売市場の全面自由化や農協改革、世界に先駆けた再生医療制度の導入、法人実効税率の 20% 台への引下げなど、これまで「できるはずがない」と思われてきた改革を実現してきた。この結果、労働市場では就業者数は 185 万人近く増加し、20 年来最高の雇用状況を生み出した。企業は史上最高水準の経常利益を達成するとともに、設備投資はリーマンショック前の水準に回復し、倒産は 90 年以来の低水準となっている。

しかしながら、民間の動きはいまだ力強さを欠いている。これは、①供給面では、長期にわたる生産性の伸び悩み、②需要面では、新たな需要創出の欠如、に起因している。先進国に共通する「長期停滞」である。この長期停滞を打破し、中長期的な成長を実現していく鍵は、近年急激に起きている第 4 次産業革命（IoT、ビッグデータ、人工知能（AI）、ロボット、シェアリングエコノミー等）のイノベーションを、あらゆる産業や社会生活に取り入れることにより、様々な社会課題を解決する「Society 5.0」を実現することにある。

加えて、少子高齢化による生産年齢人口の減少下における製造業の国際競争力の維持・向上やサービス分野の生産性向上、国民の健康の向上や医療・介護に係るコストの適正化等、今後の我が国社会の重大な諸課題に対し、特に有効なアプローチとして、人工知能技術の早急な社会実装が大きく期待されている。

そこで本事業では、従来の人による管理では達成できない更なる省エネ効果を得る等安定的かつ適切なエネルギー需給構造を構築するとともに、人工知能技術の社会実装を加速し、それによりもたらされる新たな市場のシェアを他に先行しいち早く獲得するための研究開発を行う。

1.2 政策的な重要性

政府では、2016 年 4 月の「未来投資に向けた官民対話」における総理指示を受け、『人工知能技術戦略会議』が創設された。同会議が司令塔となって、総務省、文部科学省、経済産業省が所管する 5 つの国立研究開発法人を束ね、人工知能技術の研究開発を進めるとともに、人工知能を利用する側の産業（いわゆる出口産業）の関係府省と連携し、人工知能技術の社会実装を進めるため、人工知能の研究開発目標と産業化のロードマップの策定をめざした活動を行い、2017 年 3 月に「人工知能技術戦略」として取りまとめた。

1.3 技術戦略上の位置付け

「人工知能技術戦略」において、産業化ロードマップとして当面、取り上げるべき重点分野を、①社会課題として喫緊の解決の必要性、②経済波及効果への貢献、③人工知能技術による貢献の期待、の観点から検討した結果、「生産性」、「健康、医療・介護」、「空間の移動」の3分野に加え、横断的な分野として「情報セキュリティ」の4つの分野が特定された。

本事業では、産業化ロードマップで特定された重点分野のうち、省エネ効果の観点から「生産性」、「空間の移動」の分野に注力して取り組むこととしている（図 1-1 人工知能とその他関連技術が融合した産業化のイメージ）。それぞれの分野の具体的な産業化イメージを図 1-2、図 1-3 に示す。各図の黄色塗りつぶし部は本事業のテーマが関係する産業である。

また本事業では、NEDO が策定した「人工知能分野の技術戦略」を基に 2018 年 2 月に基本計画を策定、さらに、NEDO が策定した「AI を活用したシステムデザイン（AASD）技術分野の技術戦略」を受け、2019 年 1 月に基本計画へ反映している。

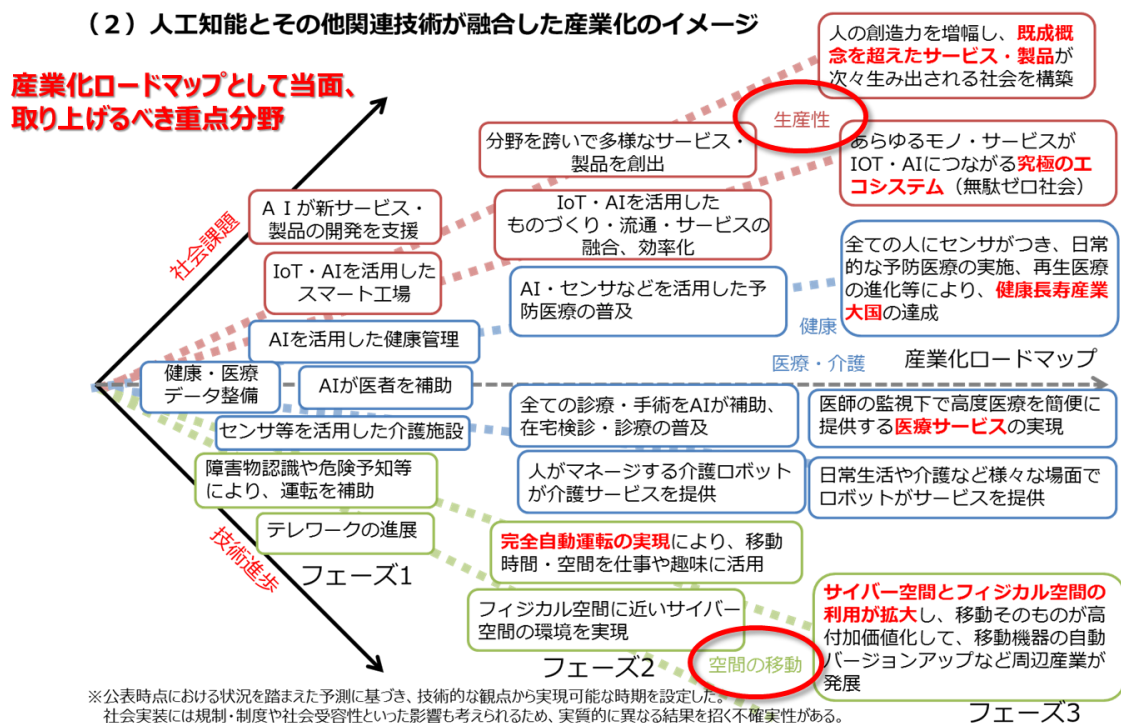


図 1-1 人工知能とその他関連技術が融合した産業化のイメージ

(出典 人工知能技術戦略会議 2017 年 3 月 31 日「人工知能の研究開発目標と産業化のロードマップ」)

(3-1) 人工知能とその他関連技術の融合による産業化のロードマップ【生産性分野】

- 生産システムの自動・最適化、サービス産業の効率化・最適化、物・サービスへのニーズとのマッチングによりハイパーカスタマイゼーションを実現することにより、ものづくり・流通・サービスの融合が進み、エネルギー・食料なども含めた社会全体としての生産性を高めた究極のエコシステムを構築する。
- 人が創造力を増幅することにより、次々と新しいサービス・製品が生み出される社会を構築する。

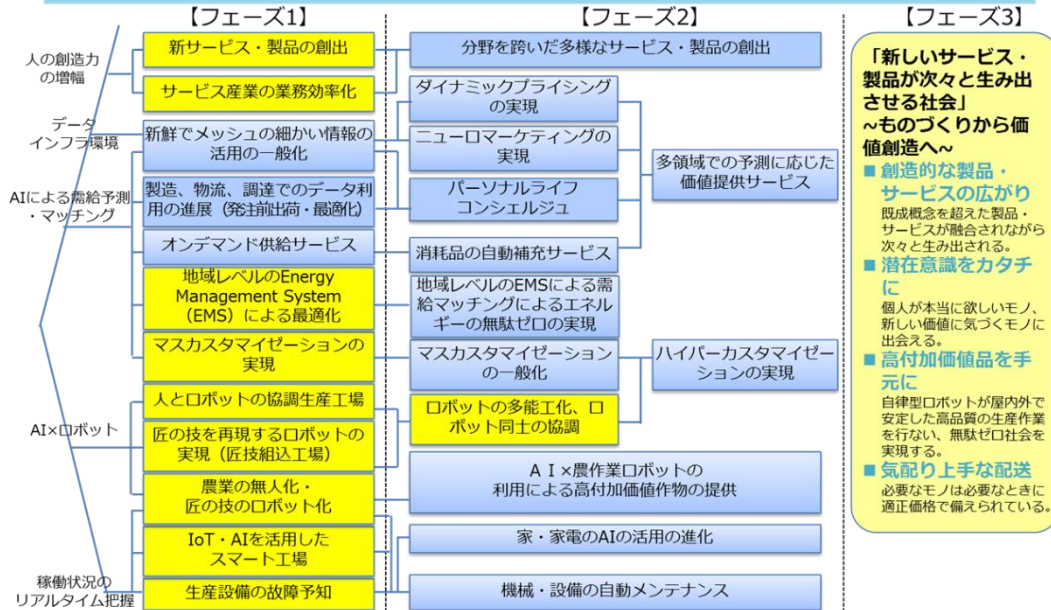


図 1-2 「生産性」分野の産業化イメージ

(出典 人工知能技術戦略会議 2017年3月31日「人工知能の研究開発目標と産業化のロードマップ」)

(3-3) 人工知能とその他関連技術の融合による産業化のロードマップ【空間の移動分野】

- 人の移動時間・移動空間を、「移動」そのものではなく、その他の「作業」、「生活」、「娯楽」を行う時間・空間にする。
- 全ての人に自由で安全な空間の移動を確保する社会を構築する。人・物の移動にかかる移動手段のシェアリングエコノミーを構築することにより、移動のエコ社会を実現する。これらにより、人的要因による事故を減らし、「移動」に伴う社会コストを最小化する。
- 移動の高付加価値化、自動運転等を活用した自律的な輸送配送、バーチャル移動も完成し、移動そのものに価値が生まれる社会を実現する。

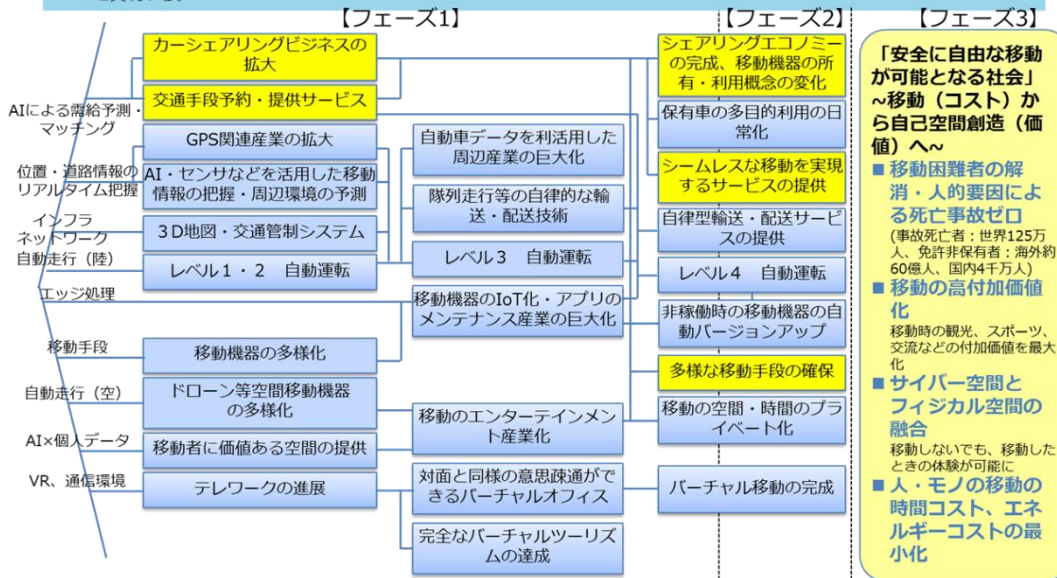


図 1-3 「空間の移動」分野の産業化イメージ

(出典 人工知能技術戦略会議 2017年3月31日「人工知能の研究開発目標と産業化のロードマップ」)

1.4 本事業のねらい

人工知能技術とその他関連技術を活用した省エネルギー等のエネルギー需給構造の高度化への貢献に加えて、研究開発を通じた技術の産業化に向けて、これまで開発、導入が進められてきた人工知能モジュールやデータ取得のためのセンサー技術、研究インフラを活用しながら、これらをインテグレートして、従来の人による管理では達成できない更なる省エネ効果を得る等安定的かつ適切なエネルギー需給構造を構築するとともに、人工知能技術の社会実装を加速し、それによりもたらされる新たな市場のシェアを他に先行しいち早く獲得する。

これらの目的の達成のため、人工知能技術戦略で定めた「生産性」、「空間の移動」等重点分野における、次世代人工知能技術の早期社会実装を行う。さらに、既存の業務へ適合可能な人工知能技術の開発速度を向上させる技術、人の発想や創造、判断を支援する人工知能技術を開発し、共通基盤技術として確立する。

1.5 国内外の研究開発の動向と比較

人工知能技術に関しては、海外では米国の大手 IT ベンダーや IT ベンチャーにより活発に研究開発が行われており、ディープラーニングの研究者を世界中から集め、強化学習と組み合わせたロボットの行動学習、データセンターでの消費電力の低減等、様々な展開を試みている。

人工知能技術関連の特許出願件数推移を図 1-4 に、論文発行数推移を図 1-5 に示す。日本は、中国・米国に 3 倍程度の差をあげられている。

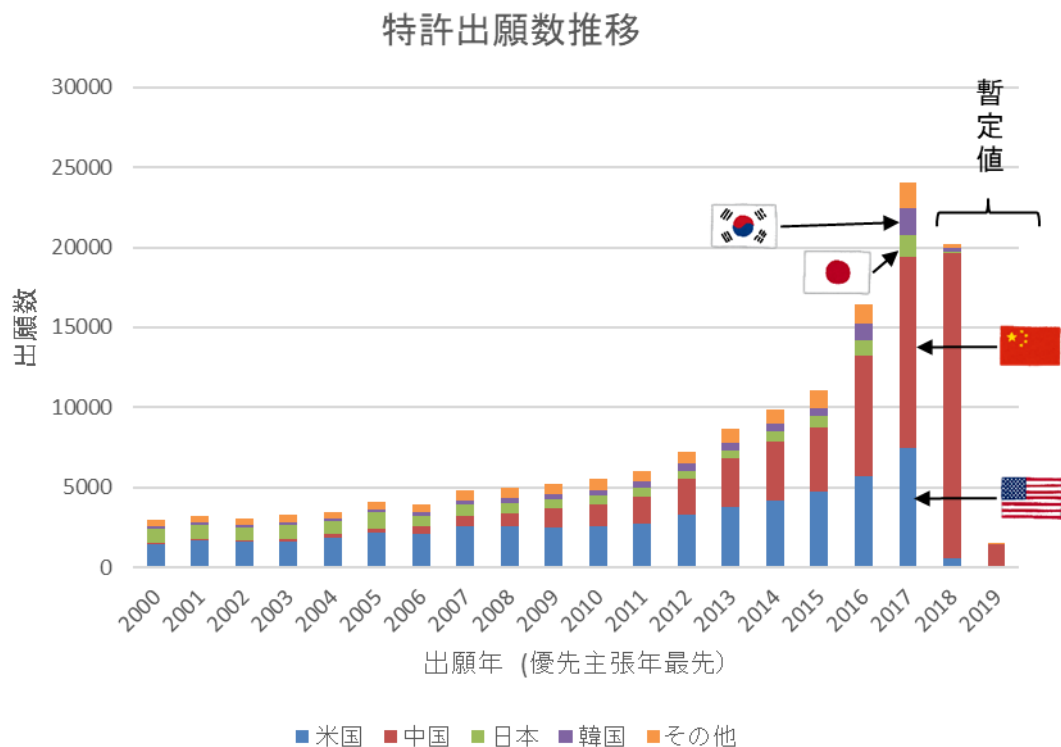
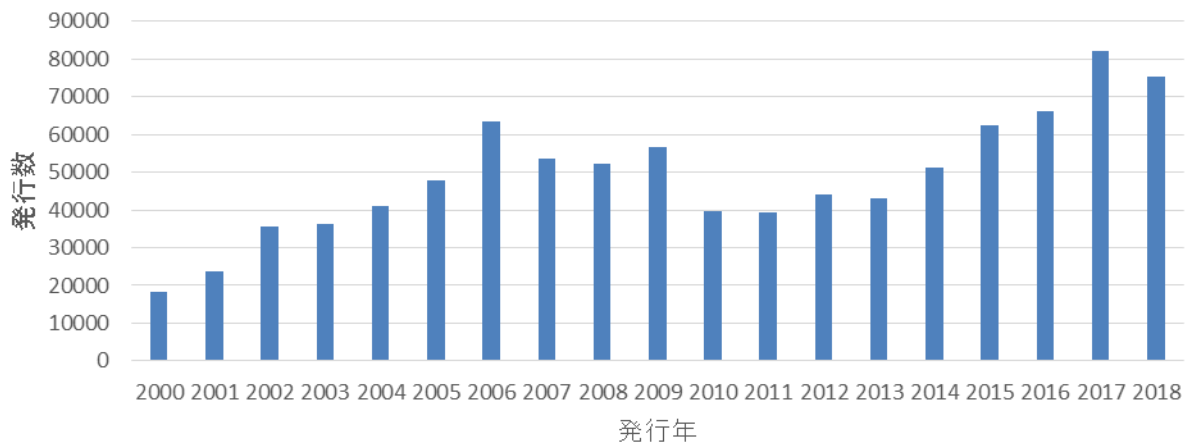


図 1-4 人工知能技術関連の特許出願件数推移
(出典 Derwent Innovation での検索結果を基に NEDO TSC 作成 (2019))

論文発行数推移



AI関連論文著者所属機関国籍別発行数

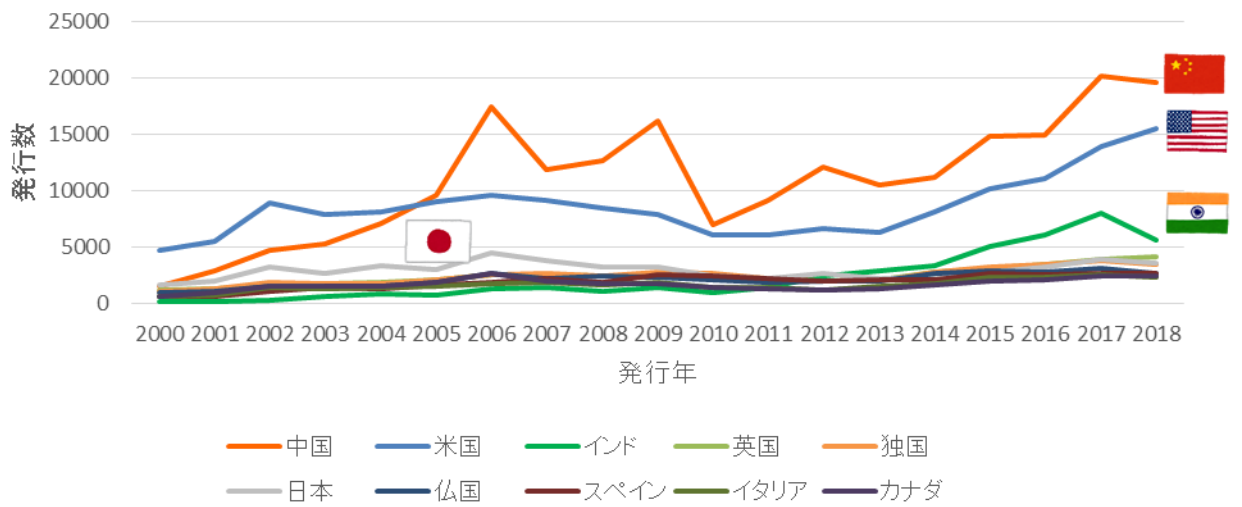


図 1-5 人工知能技術関連の論文発行数推移

(出典 Web of Science Core Collection での検索結果を基に NEDO TSC 作成 (2019))

一方、人工知能技術は、広告をはじめとするネット産業から、実社会への適用が進行中であり、実社会の中でも、製造業、卸売・小売り等から始まり、医療・福祉、インフラストラクチャー（電力・ガス・通信、交通・運輸等）などのミッションクリティカルな分野への適用が進んでいる。（図 1-6 2030 年の AI 適用産業）

前述のとおり、人工知能技術関連の特許出願数・論文発行数では他国に水をあけられているが、主戦場となる実社会への人工知能の適用はまだ他国と横並びであり、日本としては後れを取れない状況である。

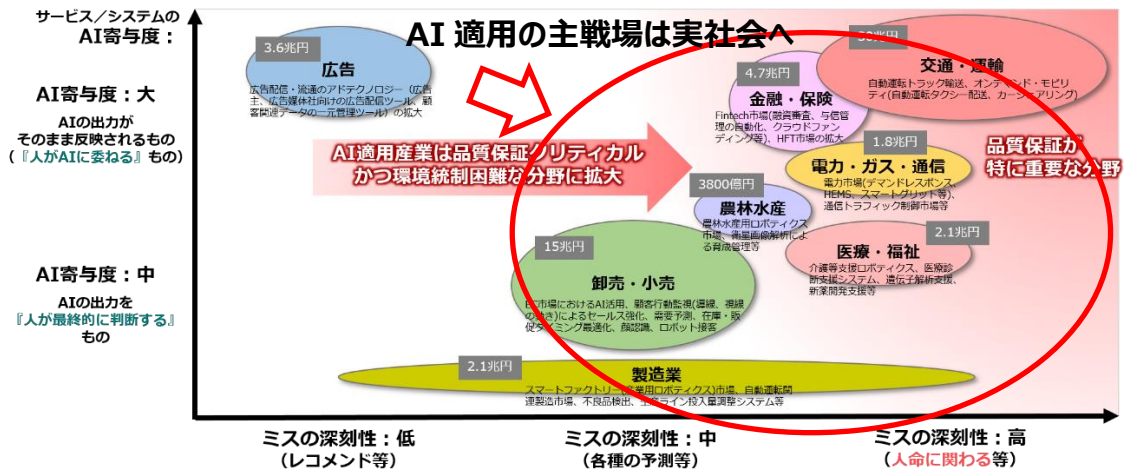


図 1-6 2030 年の AI 適用産業

（出典 JST CRDS, 「戦略プロポーサル AI 応用システムの安全性・信頼性を確保する新世代ソフトウェア工学の確立」に NEDO TSC が追記）

また、図 1-7 に示すとおり、「スマートマニュファクチャリング技術」に関する人工知能技術関連の特許出願数では米国・中国に並んでおり、日本の人工知能技術は製造業への応用という領域に関しては競争力を有していると言えるため、ソリューション提供によって強みを生かしていくべきと考えられる。

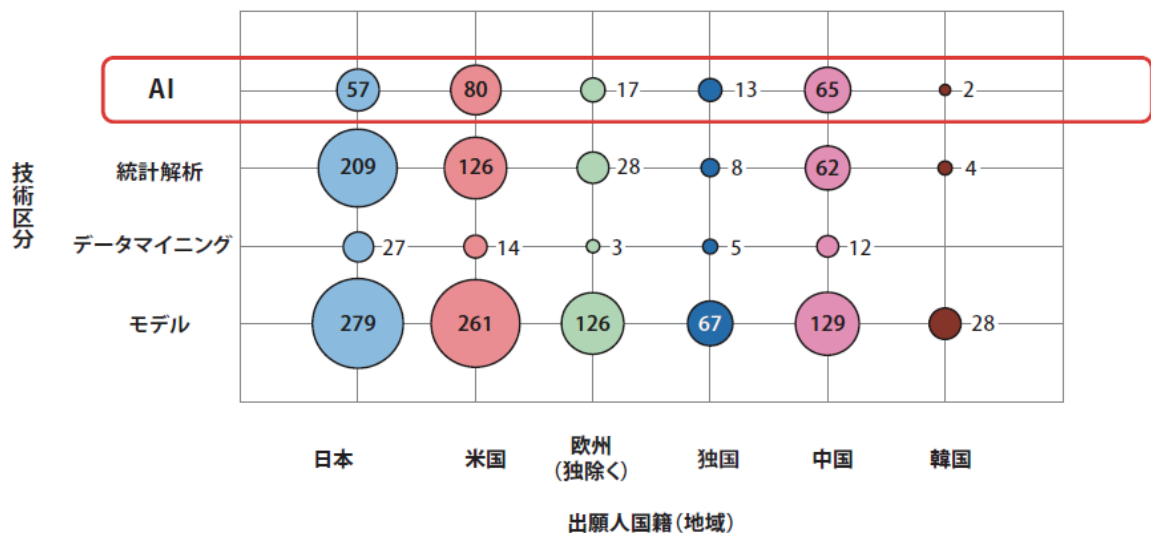


図 1-7 データ解析手法における特許出願動向

（出典 平成 28 年度特許出願技術動向調査報告書「スマートマニュファクチャリング技術」（特許庁, 2016））

1.6 他事業との関係

人工知能に関する基盤開発、実用化、事業化に取り組む NEDO 事業の内容を表 1-1、各事業の位置付けを図 1-8 に示す。本事業は、実用化・事業化（社会実装）を中心に、基盤（ツール）開発にも取り組む点で他事業と差別化される。

表 1-1 NEDO 内 AI 関連事業

事業	実施年度	内容
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	2018 年度～ 2023 年度 (予定)	人工知能技術の社会実装、人工知能技術の開発を加速し早期社会実装を実現するための技術（ツール）開発を行い、省エネルギーへ貢献する。
次世代人工知能・ロボット中核技術開発	2015 年度～ 2019 年度	現在の人工知能・ロボット関連技術の延長線上に留まらない、人間の能力を超える又は人間に匹敵することを狙う革新的な要素技術を研究開発する。
人工知能技術適用によるスマート社会の実現	2018 年度～ 2022 年度 (予定)	サイバー・フィジカル空間を結合した、スマートな社会を実現するための研究開発・実証を行い、出口戦略の重視等により、人工知能技術による社会課題解決を加速する。

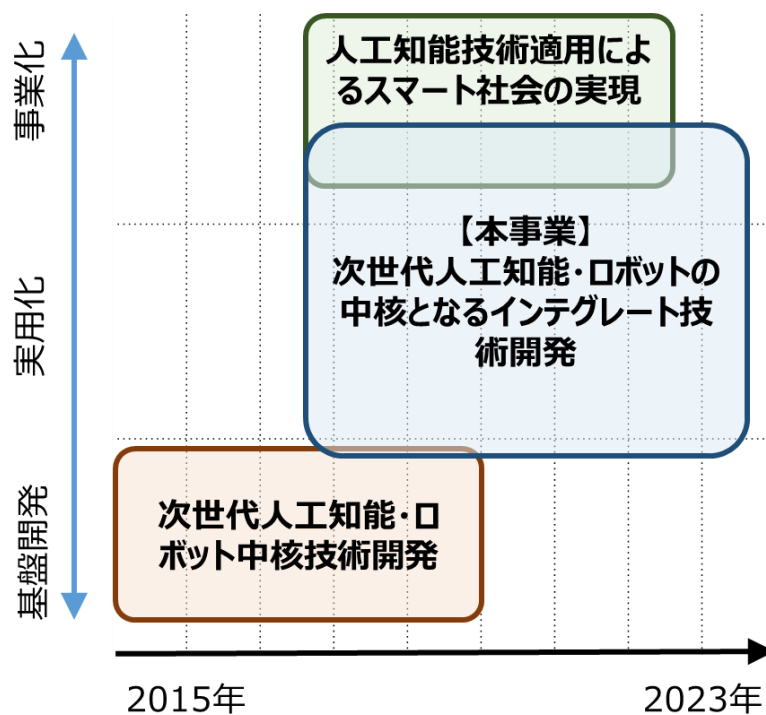


図 1-8 各 NEDO 事業の位置付け

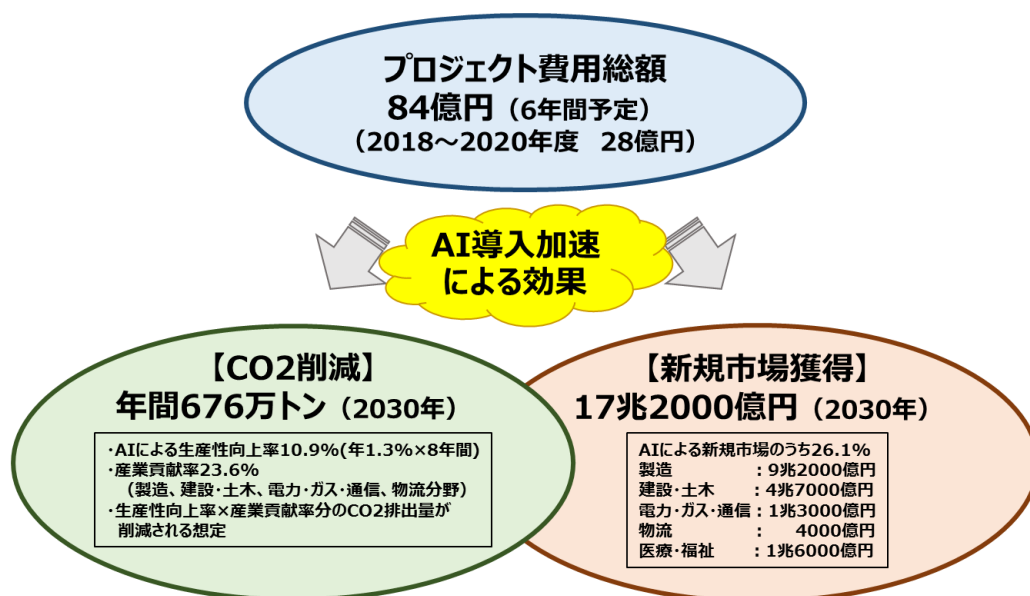
2. NEDO の関与の必要性・制度への適合性

2.1 NEDO が関与することの意義

人工知能技術の導入には、対象とする業務に関する知識と人工知能技術そのものの知識が必要であるため、容易に導入できず、加えて導入に多くの時間を要するという社会適合性の低さが課題である。このため、人工知能の社会適合性を高める人工知能技術の導入を加速する技術を開発する必要がある。人工知能技術の社会実装における共通基盤技術を特定の民間企業のみで開発することは困難である。そこで、本事業は、産学官の英知を結集させ研究開発の加速化を図るため NEDO が推進すべき事業と考える。

2.2 実施の効果（費用対効果）

本プロジェクトは、2018 年度から 2020 年度までの 6 年間において、総額 84 億円で実施する予定である。これに対し、2030 年には、CO₂ 排出量を 676 万トン削減、17 兆 2000 億円の新規市場獲得を見込んでいる。（図 1-10）



※ 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

※ 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

図 1-9 本事業の費用対効果

CO₂ 排出削減量、新規市場獲得額の算出根拠は以下の通り。

(1) CO₂ 排出量削減

本事業で開発した技術により生産性を向上することで、同じものを製造するために必要なエネルギー量が削減されるとして、CO₂ 排出量は 676 万トンの削減になると試算する。算出根拠は下記。

CO₂ 排出削減量：本事業を実施しなかった場合、2030 年において、2016 年と同量の CO₂ が排出されると仮定し、本事業の技術により、「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：6,761×10³[t-CO₂]

262,848×10³[t-CO₂] \times 10.9[%] \times 23.6[%]=6,761×10³[t-CO₂]

CO₂ 排出量：

2030 年時点=2016 年時点：262,848×10³[t-CO₂]

直接エネルギー投入量：97,351×10³ [kl] (原油換算)

(資源エネルギー庁 エネルギー消費統計調査 (H26 年度))

http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/energy_consumption/ec001/2014_02/

97,351×10³ [kl] \times 2.7[t-CO₂/kl]=262,848×10³[t-CO₂]

普及産業貢献割合：「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(普及産業貢献割合)

2030 年時点：23.6[%]

2030 年の全産業の市場規模合計 87.0[兆円]

対象とする 4 分野の市場規模合計 20.5[兆円] (表 1-2)

生産性向上率：人工知能による生産性向上率 (年率)

2030 年時点：10.9[%]向上

変革シナリオでは 2030 年まで労働生産性は年率+3.6[%]向上。

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。

(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

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下記の通り。

$[100+(3.6-2.3)]^8=110.89[\%]$

(2) 新規市場獲得

表 1-2 の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。内訳は、製造分野が9.2[兆円]、建設・土木分野が4.7[兆円]、電力・ガス・通信分野が1.3[兆円]、物流分野が0.4[兆円]、医療・福祉分野が1.6[兆円]である。

表 1-2 人工知能関連の産業別市場規模の詳細 [単位：億円]

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	37,451	230,638	869,621

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」

(<https://www.shinnihon.or.jp/shinnihon-library/publications/issue/eyi/knowledge/fsi/pdf/2015-09-15.pdf>)

2 研究開発マネジメントについて

1. 事業の目標

アウトプット目標とアウトカム目標と根拠を表 2-1 に示す。

表 2-1 事業目標

	目標	根拠
アウトプット目標	<p>■ 中間目標（2020年度、2021年度） 人工知能モジュールの開発速度向上の指標として特定のタスク毎に開発リードタイムの重要な要素である学習時間を1/10に短縮できること、人の判断を支援する人工知能技術により特定のタスクの生産性を30%向上できることを検証する。</p> <p>■ 最終目標（2022年度、2023年度） 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に短縮すること、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%向上することを実現する。</p>	<p>・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。 中間目標としてはまずは学習時間の短縮を目指す。 ・熟練者の不足に伴い、設計～加工を何度か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。 中間目標としてはまずは特定タスクのみを対象とする。</p>
アウトカム目標	<p>ア) 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産業分野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。 イ) 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年時点における人工知能関連産業の新規市場約17兆2000億円の獲得を目指す。</p>	<p>ア) 新産業構造ビジョンで示される労働生産性向上率10.9%をAIによる生産性向上率と設定、製造、建設・土木、電力・ガス・通信、物流の産業分野への普及貢献率23.6%分をCO2排出量削減効果として算出。 イ) 2030年時点の人工知能関連産業の新規市場規模のうち26.1%（製造、建設・土木、電力・ガス・通信、物流、医療・介護の分野）を獲得するとして算出。</p>

2. 事業の計画内容

2.1 研究開発の内容

本プロジェクトでは以下の研究開発項目を実施する。

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

これまで開発、導入が進められてきた人工知能モジュールやデータ取得のためのセンサー技術、研究インフラを活かしながら、これらをインテグレートして、従来の人による管理では達成できない更なる省エネルギー効果等のエネルギーの需給構造の高度化の成果を得るため、重点分野の課題を題材として、次に述べる(1)業務分析・課題明確及びデータの収集・蓄積・加工、(2)人工知能モジュールの開発・適用、(3)実フィールドでの実証及び(4)評価系確立及び新たな人工知能技術開発・適用へのフィードバックを実施するアジャイル型の研究開発・実証を行う。

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

省エネルギー等エネルギー需給構造の高度化に資する人工知能の導入を加速化するため、人工知能導入時のソリューション探索技術、複雑系データへのアノテーションの効率化、ハイパラメータ自動探索、半教師あり学習、転移学習活用等の人工知能導入に係る業務の棚卸・分析・効率化を行う技術及び互いに相關する様々なレベルの KPI の体系と確率モデル等で構造が管理されている様々な変数間のダイナミクスを可視化することにより、省エネルギー等エネルギー需給構造の高度化に資する人工知能技術の導入の効果の予測に加えて施策の波及効果の予測を支援する技術を開発する。

研究開発小項目②-2 仮説生成支援を行う人工知能技術

省エネルギー等エネルギー需給構造の高度化に資する人工知能の導入を加速化するため、互いに相關する目的変数（KPI）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・提案を行う経営シミュレーションシステムを実現する基盤技術を開発する。

研究開発小項目②-3 作業判断支援を行う人工知能技術

省エネルギー等エネルギー需給構造の高度化に資する人工知能の導入を加速化するため、ものづくり現場において、暗黙知として保留されている製造技術情報を人工知能に適用できるように体系化するとともに、熟練者の判断をモデル化することにより、問題点や改善点を自動的に指摘し、非熟練者の判断を支援する人工知能技術を開発する。

本プロジェクトの研究開発項目内容を図 2-1 に示す。

各研究開発項目の研究開発目標を表 2-2、表 2-3 に示す。

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



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

図 2-1 本プロジェクトの研究開発項目内容

表 2-2 研究開発目標①

研究開発項目	研究開発目標	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	■ 中間目標（2020年度、2021年度） ・「生産性」、「空間の移動」等の重点分野において、特定のタスクごとに開発リードタイムの重要な要素である 学習時間を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。 中間目標としてはまずは学習時間の短縮を目指す。
	■ 最終目標（2022年度、2023年度） ・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。	
【研究開発小項目②-1】 人工知能技術の 導入加速化技術	■ 中間目標（2020年度、2021年度） ・ データ整備の所要時間を1/10に短縮 する。 ・人工知能モジュール開発における 学習時間を1/10に短縮 する。 ・人工知能技術の 導入効果を確認する時間を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。 中間目標としては、個別の時間（データ整備、学習時間、導入効果の確認）の短縮を目指す。
	■ 最終目標（2022年度、2023年度） ・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。	

表 2-3 研究開発目標②

研究開発項目	研究開発目標	根拠
【研究開発小項目②-2】 仮説生成支援を 行う人工知能技術	■ 中間目標（2020年度） ・人工知能技術の導入者に対して、新たな視点での業務分析やデータ分析を提案する人工知能システムの 基本動作の開発を完了 する。	人工知能の導入を加速化するためには、互いに関連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。
	■ 最終目標（2022年度） ・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。	
【研究開発小項目②-3】 作業判断支援を 行う人工知能技術	■ 中間目標（2021年度） ・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 特定のタスクの生産性を30%向上 する。	熟練者の不足に伴い、設計～加工を何度か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。 中間目標としてはまずは特定タスクのみを対象とする。
	■ 最終目標（2023年度） ・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。	

2.2 研究開発の実施体制

本プロジェクトにおいて各実施者はプロジェクトマネージャーの下、研究テーマ毎に社会実装を行う上で必要となる主体の協力を得る体制を構築し、研究開発を実施する。

また、各実施者の研究開発能力を最大限に活用し、効率的かつ効果的に研究開発を推進する観点から、NEDO が選定した研究開発責任者（プロジェクトリーダー） 中央大学理工学部経営システム工学科教授 樋口知之氏の下で、研究開発項目①「人工知能の社会実装に向けた研究開発・実証」、研究開発小項目②-1「人工知能技術の導入加速化技術」及び研究開発小項目②-2「仮説生成支援を行う人工知能技術」の実施者が、プロジェクトリーダー 東京大学大学院工学系研究科教授 堀 浩一氏の下で、研究開発小項目②-3「作業判断支援を行う人工知能技術」の各実施者が、それぞれの研究テーマについて研究開発を実施する。

本プロジェクト研究開発の実施体制を図 2-2 に示す。

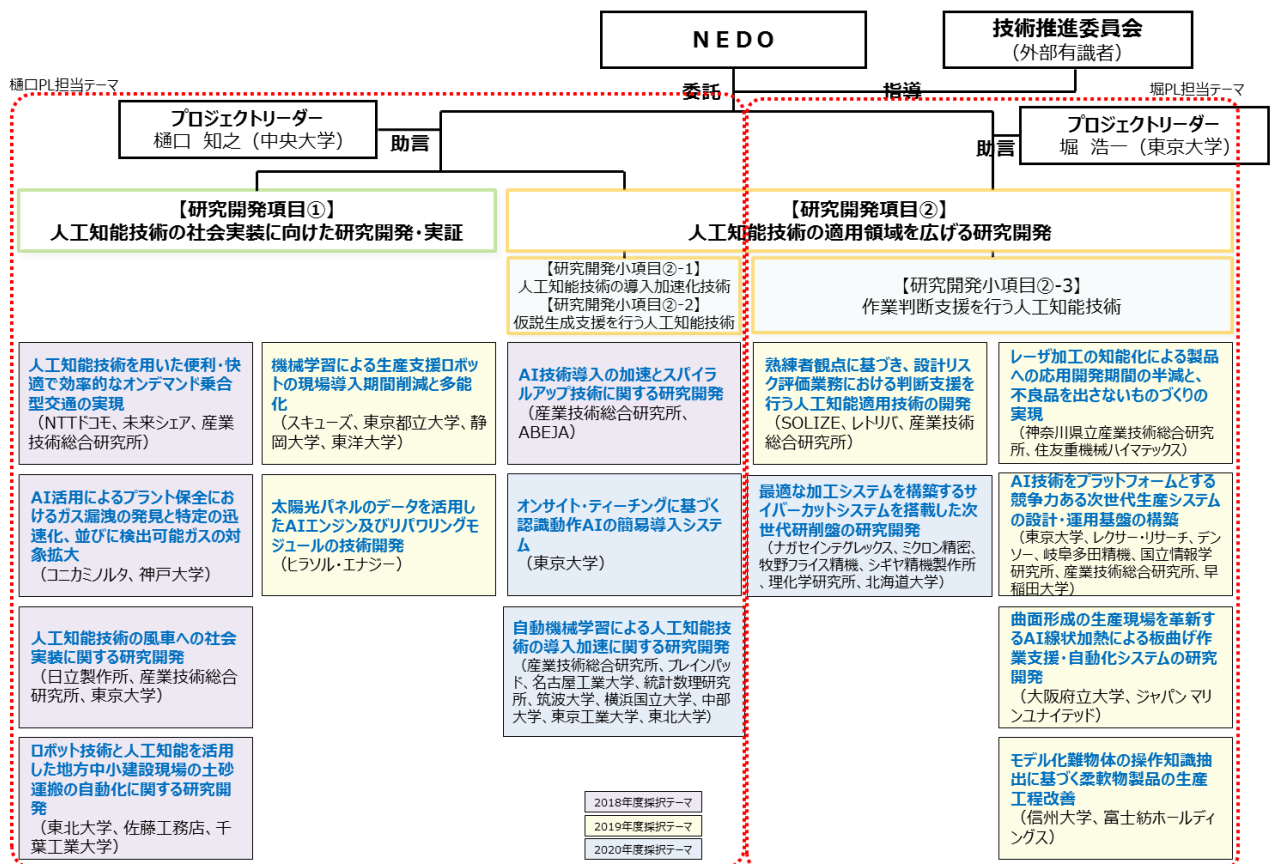


図 2-2 研究開発体制

2.3 研究開発の運営管理

研究開発全体の管理・執行に責任を有する NEDO は経済産業省やプロジェクトリーダー等と密接な関係を維持しつつ、適切な運営管理を実施する。具体的には以下のような運営管理を実施している。

- ・月 1 回の研究開発現場でのテーマ進捗会議で、課題解決に向けた議論・指導を行う。
- ・年 2 回の技術推進委員会で、目標達成度、実用化・事業化の見通しの確認を行い、委託先へフィードバックする。
- ・全テーマによるワークショップで研究内容を共有する。
- ・研究開始から 2 年後のステージゲート評価で、目標達成度、実用化・事業化の見通しの確認を行い、委託先へフィードバックするとともに実施計画を更新する。

実施したマネジメントの代表例を表 2-4 に示す。

また、本事業では研究開発の加速化を図る為、開発促進財源を投入し成果を得ている。開発促進財源の投入実績を表 2-5 表 2-6 に示す。

表 2-4 マネジメントの代表例

	マネジメント内容
1	[全体] 2019年度の外部委員によるステージゲート評価にて、対象6テーマから1テーマを終了し、 成果が期待できるテーマへ研究予算を優先配分。
2	[全体] 2019年度公募にて研究開発項目②-3「作業判断支援を行う人工知能技術」のテーマを採択し、研究体制を強固にするために ものづくり系に精通した堀PLを追加。
3	[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] 中小企業の知財戦略として 特許出願を進言し、2件の特許出願を実現。
4	[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] 事業化に向けての特許戦略を検討するためNEDOの 知財プロデューサーを交えて協議し、特許出願することとした。
5	[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] 研究成果の確認、今後の研究の優先順位などについて PLの技術指導を実施。
6	[レーザー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] より精度の高いAIの出力結果を得るため PLの技術指導を実施。

表 2-5 研究開発項目①開発促進財源投入実績

テーマ	件名	年度	目的	成果
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	赤外線カメラの購入	2019年度	事業化の際に使用する赤外線カメラの導入により仕様・特性を合わせるため。	ガス漏洩量・漏洩源推定の完成度が高まる。
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	人件費の増加	2019年度	OSS化に向けたソフトウェア整備のため。	建機の自動化を目指す中小建設事業者の社会実装加速に繋がる。
	バックホウのレンタル	2019年度	バックホウの土砂積み込みデータの継続的な収集のため。(プロジェクトで占有可能とする)	バックホウを実業務で使用するようになった際にデータ収集ができなくなる課題が解決され、計画通りの成果を達成できる。
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	人件費の増加、実証の運営費の増加	2019年度	交通不便地帯での実証を追加実施するため。	様々な需要条件における社会実装時の課題の早期抽出が可能となる。

表 2-6 研究開発項目②開発促進財源投入実績

テーマ	件名	年度	目的	成果
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	人件費の追加、計算機利用料の追加	2019年度	最適ハイパラメータ探索の他テーマでの実証のため。	探索アルゴリズムの有効性・適用範囲の明確化、他テーマの導入加速が可能となる。
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	試験材料の追加購入、試験片加工費の追加	2019年度	予測精度向上に向け性質の異なる材料での試験を追加実施するため。	実用化を多面的に検証できるデータの取得、予測精度向上が可能となる。
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	人件費の追加、IoT装置の購入、IoTデータ収集外注	2019年度	熟練者IoTをフィードバックする機能を先行開発するため。	2021年度以降に開発を予定している機能が前倒しで実装できる。
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	計算機利用料の追加	2019年度	特許情報等大量の文書から文脈情報の埋め込みの学習を行うため。	設計リスク評価の網羅性が向上する。

2.4 研究開発成果の実用化・事業化に向けたマネジメント

(1) 実用化・事業化に向けたマネジメント

- ・実用化・事業化を担う事業者を研究体制に組み込み
- ・様々な機会に実用化・事業化の見直しを確認
 - 公募の採択時
 - 技術推進委員会（年2回）
 - ステージゲート評価

(2) 知的財産管理

- ・「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」における知財マネジメント基本方針
 - ・NEDO プロジェクトにおけるデータマネジメントに係る基本方針
- に基づき、「知財及びデータの取り扱いについての合意書」を全委託先間（再委託先含む）で締結してもらい、
- ・知財運営委員会の設置、秘密保持、知的財産権の帰属・実施・実施許諾、研究開発データの管理・利用許諾等を規定
 - ・研究開発データの種類・公開レベル等を記入する「データマネジメントプラン兼簡略型データマネジメントプラン」を全委託先から提出してもらうことで、データの提供・利活用の範囲を把握
 - ・知財プロデューサー（INPIT より派遣）を交えて特許戦略を検討

本事業の知的財産権等に関するオープン／クローズ戦略を図 2-3 に示す。

	非競争域	競争域
公開	<ul style="list-style-type: none"> ● ダンプトラックの土砂運搬を自動化するためのシミュレーション、センシング、知能化ソフト <small>〔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〕</small> ● 最適ハイパラメータ探索アルゴリズム <small>〔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〕</small> 	<ul style="list-style-type: none"> ● 「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」 ● 「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」 ● 「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」
非公開		個別研究データ

図 2-3 オープン／クローズ戦略

3. 情勢変化への対応

- ・人工知能技術の導入加速化技術での追加公募の実施

AI の導入加速化のため、世界各国で機械学習を自動化・効率化する技術（AutoML）の開発競争が進んでいる。アメリカの経済誌 Forbes は 2019 年の AI トレンドで AutoML を挙げている。

AutoML 技術の寡占化・プラットフォーム化による海外企業への技術・データ集中を避けるために、日本としても AutoML 技術を追求する必要があるという背景から、機械学習を自動化する技術開発を 2020 年度に公募し 2 件を採択。

- ・2020 年前半から COVID-19 の感染拡大による対応

研究開発期間を確保するため各種委員会を延期せずにオンラインで開催実施。採択審査委員会のオンライン開催は NEDO では初の試み。

特に影響が大きい「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」テーマについては、事業化・実施計画を再検討中。

3 研究開発成果について

1. 事業全体の成果

(1) 達成状況

・プロジェクトの中間目標は 6 テーマの成果により 2020 年度末、9 テーマの成果により 2021 年度末に達成できる見込み。

・研究開発小項目 2-1「人工知能技術の導入加速化技術」の成果を研究開発項目①「人工知能技術の社会実装に向けた研究開発・実証」のテーマに活用することでも導入加速の実証を進めている。

(2) プロジェクト成果の意義

・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」においては、AI が社会実装されていない以下のような分野へ先例として加速導入することで、新たな市場の獲得に繋がる。

- プラントのガス漏洩源特定
- 後付け装置による土砂運搬自動化
- ウインドファームの風車制御
- オンデマンド乗合交通
- 生産支援ロボットの導入期間削減
- 太陽光パネルの保守

・研究開発小項目 2-3「作業判断支援を行う人工知能技術」の成果は、ものづくり現場で課題になっている熟練者の不足に対して非熟練者を支援することにより、各産業分野の生産力向上・国際競争力向上に貢献できる。

2. 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

研究開発項目毎の目標と達成状況を表 3-1 に示す。

表 3-1 研究開発項目毎の目標と達成状況

研究開発項目	中間目標	達成度
【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	・特定のタスクごとに 学習時間を 1/10 に短縮 する。 (2020 年度末、2021 年度末)	△ ・4 テーマ 2021 年 3 月達成見込み ・2 テーマ 2022 年 3 月達成見込み
【研究開発小項目②-1】 人工知能技術の導入加速 化技術	・ データ整備の所要時間を 1/10 に短 縮 する。 ・人工知能モジュール開発における 学 習時間を 1/10 に短縮 する。 ・人工知能技術の 導入効果を確認 する時間を 1/10 に短縮 する。 (2020 年度末、2021 年度末)	△ ・1 テーマ 2021 年 3 月達成見込み ・2 テーマ 2022 年 3 月達成見込み
【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に対して、 新たな視点での業務分析やデータ分 析を提案する人工知能システムの 基 本動作の開発を完了 する。 (2020 年度末)	△ ・1 テーマ 2021 年 3 月達成見込み
【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、 特定のタス クの生産性を 30%向上 する。 (2021 年度末)	△ ・5 テーマ 2022 年 3 月達成見込み

(達成度：◎大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達)

3. 個別テーマ毎の成果

次頁以降に、2018 年度、2019 年度採択の各テーマ毎の中間目標と成果、達成の状況について記載する。

2018 年度採択

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

「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」
 (委託先：株式会社 N T T ドコモ、株式会社未来シェア、国立研究開発法人産業技術総合研究所)

<p>目的</p>	<p>効率的な地域公共交通網の形成に向け、多様な公共交通モードとオンデマンド乗合型交通コア技術 (SAVS : Smart Access Vehicle Service (図 1 参照)) 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え、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た動的な配車・運行戦略を実行できるように SAVS の知的処理を飛躍的に高度化することである。(図 2 参照)その結果を生産性の高い新たな移動手段を提供すると共に新たなビジネスモデルの創出を目指す。</p>		
<p>中間目標</p>	<p>研究開発成果</p>	<p>達成度</p>	
<p>人工知能技術の社会実装に向けた研究開発・実証 : 特定のタスク毎に学習時間を 1/10 に短縮する。</p>	<p>SAVS を用いた配車・運行技術の高度化</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・需要変動の大きい横浜都心臨海部、横須賀市の交通不便な近郊住宅地での実証実験 (計 3 回) において、現行 SAVS での、高い利用者満足度の獲得と、輸送効率の着実な向上の実現。 ・高需要でもサービスレベルを低下させないシステム環境の整備 ・多様な配車条件の組み合わせによる網羅的配車シミュレーションを行う評価システムの開発 ・実証実験のフィードバックに基づく配車プラットフォームの改良 (配車条件/条件変動 (平日/休日) の対応) 	<ul style="list-style-type: none"> ・変動需要に応じた配車アルゴリズム (パラメータ) の切替機構、および幅広い需要変動に効果的なアルゴリズム (別項の成果として開発した MaxSAT) の実装予定 ・新アルゴリズムの実装は、事前に導入先の需要パターンを精緻に把握して最適化のためのチューニングをかける必要性を低下させ、事前の 2 週間から数か月を要する試行運行の必要性を低下させる点で、大幅な導入時間の削減につながる事が期待される。 ・AI 運行バスの車椅子利用者への機能拡大 (2020 年下期予定)
	<p>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</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・SAV 運行シミュレータ (SAVSim) を、OACIS の管理下で実行させるための SAVSim を機能拡張 ・OACIS の Watcher 機能を用いた、OACIS による多目的最適化を進化的手法で実現するフレームを構築 ・動的運用方策変更に対応したシミュレーション技術開発において、非負値行列因子分解を用いて OD データを要素に分解する手法の確立 (20 年度以降実施項目の前倒し成果) ・シミュレーション環境の活用によるオンデマンド乗合型交通のための MaxSAT 手法を用いた新しい配車アルゴリズムの開発 	<ul style="list-style-type: none"> ・OACIS を ABCI 上で動作させて、大規模な網羅的探索を可能とする枠組みを構築 ・非負値行列分解による OD 分析により、多様な需要条件でのシミュレーション検証にかかるコストを半分以下に押さえられる目処がたった。 ・シミュレータの拡張により、実運行データに基づくシミュレーション評価を多様な条件で行うことが可能になった ・これらシミュレーションによる評価技術の確立と高度化により、導入に際して、あるいは、パラメータ調整等に際して、実フィールドで 2 週間から数か月かけた精緻なデータ取得をする必要性が低下し、試行/実証運行に必要な期間の削減、短縮が見込める。 ・MaxSAT については別項で記載あるよう、S A V S に実装予定。

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

- ・待ち時間、キャンセル率に直結する運行時間帯ごとの需要規模と車両キャパシティのバランスを、利用者満足率でモニターし、需要に応じて供給車両キャパシティを変動させる枠組みを考案
- ・交通事業者との連携における需要に合わせたダイナミックリソース調達、運行シフトの組み立て等のビジネス課題の重要性を確認。

- ・需給バランス管理の枠組みの構築
- ・利用者の不満発生要因の深堀とパラメータチューニングによる不満抑制手法の確立
- ・上記により、最小限の需要予測と需要変動の情報に基づき、最適なパラメータ設定を導き出すことで、事前の2週間から数か月を要する試行運行の必要性、および、パラメータ変更の影響確認と評価に要する試行運行の必要性を低下させ、大幅な導入時間の削減につながる事が期待される。
- ・MaxSATの実装、シミュレーション技術の高度化と合わせ、導入に際する全体としてのシステム最適化までに要する時間を従来の10分の1以下に短縮することが可能になる。



図1 SAVSが実現するオンデマンド乗合型交通

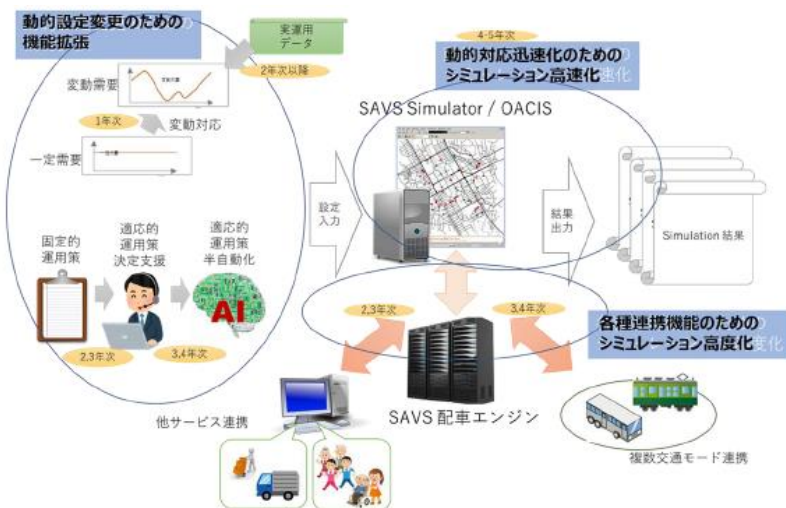


図2 本研究の取り組みイメージ図

2018 年度採択

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

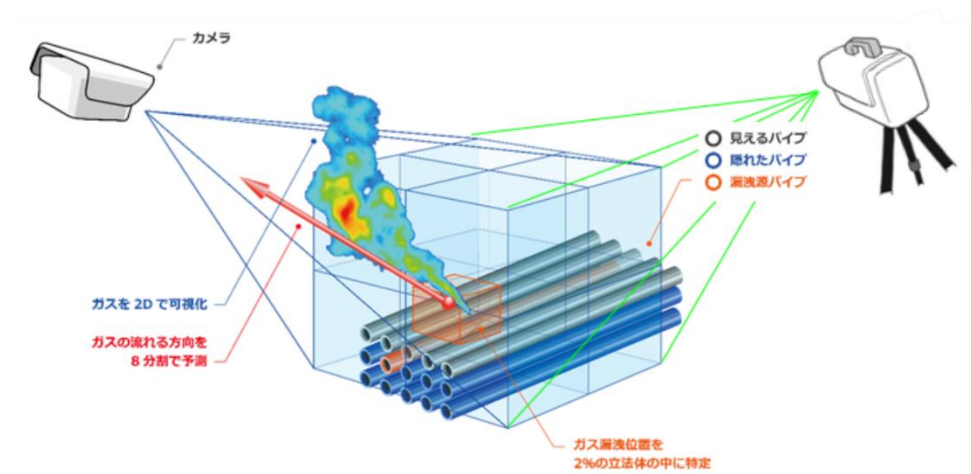
「AI 活用によるプラント保全におけるガス漏洩の発見と特定の迅速化、並びに検出可能ガスの対象拡大」
(委託先：コニカミノルタ株式会社、国立大学法人神戸大学)

目的
現在、産業用プラント等のインフラは高経年化が進んでおり、経年劣化損傷に起因する爆発・火災事故や破壊事故の発生が懸念されている。これらプラントにおいて、保全管理実務を担う作業員の経験を問わず、少数の作業員であっても、即時に適切な保全管理作業や避難を可能にさせる。具体的には、複雑にパイプ等の入り組んだ建造物であり、風向計や配置図があっても風の周り込みやパイプの重なるの為にガス漏洩位置の特定が非常に困難であるプラントに対して、赤外線カメラと可視カメラによってガス漏洩を可視化するガス監視システムに AI 技術を導入し、漏洩源の位置、漏洩ガスの量や流れの方向をより正確に把握するシステムを開発する。

中間目標	成果	達成度
漏洩源の位置精度：撮影距離に対して±1%角（100mの距離であれば1m角、画素数では約7pix） 流れの向き、危険度：立体全方位の8分割での最大濃度位置と濃度、漏洩ガス量を示す	<ul style="list-style-type: none"> ・基本モデルより、出力を変更することで、精度が大幅に改善することを確認。 ・3次元流体 Sim 技術を開発し、AIモデル学習にかかるコストを大幅に低減した。 ・外乱光ノイズ影響に対応するロバスト性確保のための Sim（背景温度分布、振動）開発を、開始した。 	<ul style="list-style-type: none"> ・基本モデルによる障害物への対応・目標精度（漏洩源位置推定誤差 7pix 以内）の達成。 ・Sim での AI モデル開発により、学習コストを 1/10 に低減。達成度 100%。 ・ロバスト性確保のための Sim 開発のデータ生成ツール完成。最終目標に対するデータ生成進捗 40%（計画通り）。
漏洩ガス定量的推定方法の検討	<ul style="list-style-type: none"> ・濃度厚み積推定 AI とガス像 3D 化 AI による AI 構成案を作成し、AI モデル調査を開始した。並行して、AI 検討用データ作成を開始している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・濃度厚み積推定 AI はモデル構成を決定し学習データを使った検討着手。 ・ガス像 3D 化 AI はモデル調査中。最終目標に対する進捗 10%（計画通り）。
以上の性能を有する漏洩ガス監視システムにおいて、 深層学習におけるデータ作成コストを 1/10 以下に抑えることを中間目標とする。 また、ガス監視システムの設置条件による固有の外乱光ノイズ影響を AI 技術により、短期間かつ自動的に除外する調整が可能とし、現場への導入期間を従来の 1/10（1週間）に短縮することを最終目標とする。	<ul style="list-style-type: none"> ・漏洩源が配管に隠れた位置にあっても、拡散後のガス雲の情報をもとに漏洩源の位置を、20ピクセル以内の精度で推定できること、風でガス雲がたなびいている場合でも、風の影響を受けて配管方向にガス雲がたなびき、拡散したガス雲の大部分が配管の陰に隠れて漏洩源同定に有効なデータが使えない特殊な場合を除き、風速、風向によらず 10ピクセル以内の良好な精度でガス漏洩源の位置を同定できることを実証した。 ・フーリエ変換によるガス雲の時間変動特徴抽出に基づく漏洩源の逆解析推定のため、フーリエ変換によるガス雲の時間変動特徴抽出プログラムの開発。 	<ul style="list-style-type: none"> ・拡散後のガス雲データの逆解析手法の構築と漏洩源同定の達成。 ・逆解析による障害物背後に隠れた漏洩源同定の達成。 ・フーリエ変換による漏洩源の逆解析推定の方針決定。最終目的に対する進捗 10%（計画通り）。
ラミノグラフィ再構成による漏洩ガス濃度分布および漏洩量の定量推定	<ul style="list-style-type: none"> ・漏洩ガス拡散の複数光路の透過赤外線画像データをもとに、ガス雲の 3次元分布の再構成を行い、ガス雲の流れる方向を含めたガス雲の拡散状態を 3次元的に求めることが可能であること 3光路ではガス雲の 3次元再構成を確実に行うことができ、2光路についてもガスが 	<ul style="list-style-type: none"> ・2光路データからのガス雲の 3次元分布の再構成手法の達成。 ・撮影角度間隔の影響評価は最終目的に対する進捗 20%（計画通り）。

拡散する方向を正しく決定できることが明らかにした。
・撮影角度間隔が再構成結果に与える影響の評価を開始した。

危険源同定 AI のシステムイメージ



2018 年度採択

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

「人工知能技術の風車への社会実装に関する技術開発」（委託先：株式会社日立製作所、産業技術総合研究所、東京大学）

目的	本研究は、社会実装の例として近年導入量が拡大しつつある風車を取り上げ、風車に関わる課題を、AI 技術を適用して解決することで、日本の風力発電技術の向上と社会課題を解決することを目的とする。		
	中間目標	成果	達成度
学習時間取得時間 10/10	(産総研)風況推定AIモジュールの開発に利用する教師データ及び検証データを取得する。	深芝風力発電所の 5MW 風車近傍に鉛直ライダーを設置し、約 1 年分の流入風データを取得した。	100%目標を達成
	(産総研)類似条件での転移学習で、学習データ量 1/10での予測を実現する	転移学習により 1 ヶ月の学習 (1/5 以下のデータ量) で転移元と同等の AI 予測性能を達成可能な見込み	達成率：70%
	東大) 高精度のCFDシミュレータを開発する	多重ウエイク下の乱流強度の予測モデルを開発し、乱流強度及び発電量に対して高い予測精度を有することを確認した。	100%目標を達成
	(日立)風況推定AIを用いた単基風車制御を実機実装し、発電量向上率を評価する	AI 予測値を活用した制御技術により風車の正対性を向上させ、発電量が向上することを確認	シミュレーションは達成。実機による実験は未達成

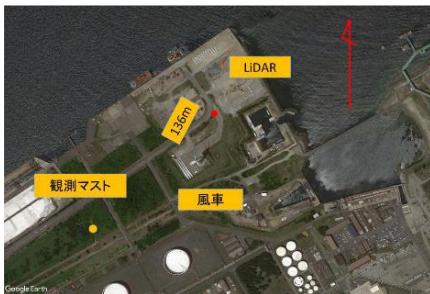


図1 鹿島港深芝風力発電所位置図(産総研、日立)



図3 単基風車制御の実証サイト

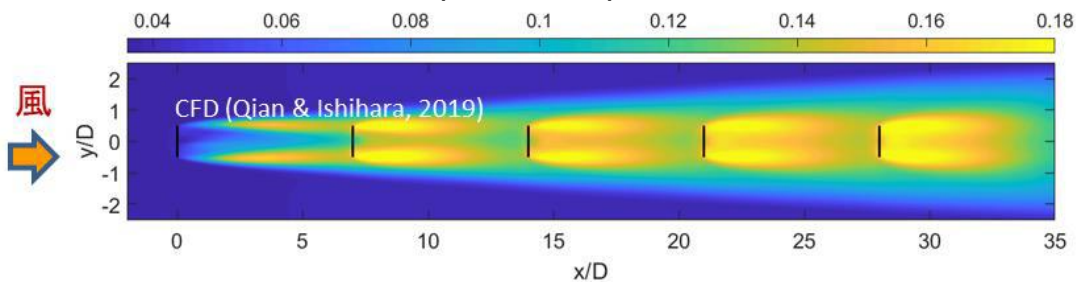


図2 CFDによる5基解析結果事例(東大)

2018 年度採択

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

「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」（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）

目的

地方中小建設会社の急務の課題として、過疎・高齢化に伴う現場作業員の減少に伴う人手不足の解消がある。地方中小建設会社やレンタル会社が保有する ICT 化されていない建設機械を簡易に ICT 化・自動化することで、作業員が減少した将来も現状と同等の施工を行うことを目指す。そのために、

- ・既存の建設機械を、簡易的な機器取付による改造で ICT 化・自動化
- ・工事進捗に伴う現場環境の変化を的確に認識、柔軟に作業計画を適合する自動化技術
- ・人間が操縦する建機と混在した環境に対応可能な自動化技術

などの新技術を、バックホウによる掘削作業と連携して土砂を運搬する大型六輪ダンプトラック群による土砂運搬を対象に開発する。

中間・最終目標

成果

達成度

レトロフィット（既存機器改造）で約 90% 以上を占める中小事業者向けの既存建設機械の自動化に貢献する技術を開発する。そのために、右記の個別目標において、 C. 従来の 1 / 10 の期間で操縦者モデルを構築できることを確認 D. 積込・移動・積下しの計画時間を従来の 1/10 に短縮を中間目標とする。また、 B. 地図構築にかかる時間を従来の 1/10 に短縮 C. 現場に導入する期間を従来の 1/10 に短縮を最終目標とする。	A. ICT 化されていない既存建設機械の簡易的な機器改造によるロボット化。既存建機に 4h 設置、現場導入に掛かる時間を 1 日程度に短縮。	40t の大型ダンプトラックをロボット OS(ROS) 対応簡易後付け装置搭載と自動化技術で自動化を実施した。バックホウに ROS 対応簡易後付け装置搭載と自動化技術で、積み込み動作をリアルタイム計測・可視化した。	40t の大型ダンプトラックに 4h 程度設置可能な簡易後付け操縦ロボットと制御装置を開発。簡易後付け装置と自動化技術を利用して、土砂運搬に必要な切り返しを含む経路の走行停車を実現した。(60%) バックホウの積み込み作業の衝撃や 50℃ の高温に耐えられ、4h 程度の時間で設置可能な簡易後付けセンサを開発。バックホウの土砂積み込み動作をリアルタイムに計測・可視化を実現した。(70%)
	B. 山間部の施工現場の高精度な三次元地図生成と位置推定手法の確立。10cm 精度の三次元地図を構築、地図構築にかかる時間を従来の 1/10 に短縮。	複数の GNSS 受信器と LiDAR を搭載した三次元地図生成用のドローンを開発した。三次元地形を利用した衛星選択技術を搭載した安価で高性能な GNSS 測位モジュールを開発した。	LiDAR と複数の全地球測位システム (GNSS) を搭載したドローンにより 10cm 程度の誤差の 3 次元計測を 1 時間程度の短時間で実現した。(60%) 複数の簡易後付け GNSS を利用した大型ダンプトラックの高精度 (数 cm、1°未満) 位置・姿勢推定を実現した。(50%)
	C. 熟練作業者のデータ収集と分析による他建機との協調連携作業の確立。従来の 1/10 の期間で操縦者モデルを構築できることを確認し、現場に導入する期間を従来の 1/10 に短縮。	機械学習により特定の操縦者のバックホウの土砂積載動作のモデル化と数秒前に土砂積み込みの時期を予測する技術を開発した。	特定の操縦者のバックホウ積み込み動作に共通して表れる動作に注目し数秒前に土砂積載を予測する方法を開発した。人が積み込み時にスイッチで付けたラベルを基準にキーとなる動作を見つけることで、モデル構築にかかる時間を 1/10 に削減できる目処が立った。(50%)
	D. 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の計画手法の確立。積込・移動・積下しの計画時間を従来の 1/10 に短縮。	40t の大型 6 輪ダンプトラックが追従しやすい走行経路を計画する技術を開発した。特に、人の感覚に近い切り返しを含む積み込み動作を行う方法を開発した。	人が操縦する建機と自動建機が混在する環境で Lv 5 の自動運転を実現するために必要な、人間の感覚に近い経路を生成する方法を開発した。積み込み時に、短い距離だけバックで移動するための、切り返しを含む動作を計画する方法を開発した。また、経路の再計画の時間を従来方法と比較して 1/10 に短縮する目処が立った。(40%)

知能化ソフトのオープンソース化により、社会実装の加速を図る

世界最先端、ダンプトラックの土砂運搬を自動化するためのシミュレーション、センシング、知能化ソフトの公開を準備中。

ソフトの公開に必要なマニュアル整備、Webサイトの立ち上げ、公開するソフトの選定を行った。今後、スケジュールに則って公開に向けた準備を進めることで達成すの見込み。(30%)

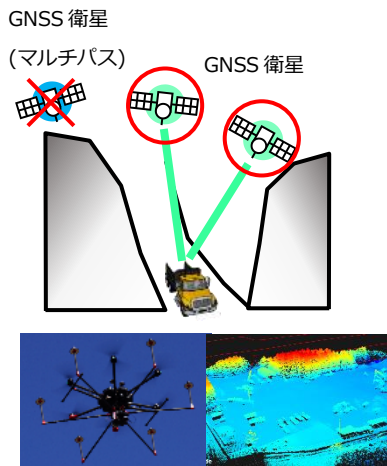


簡易後付けセンサ

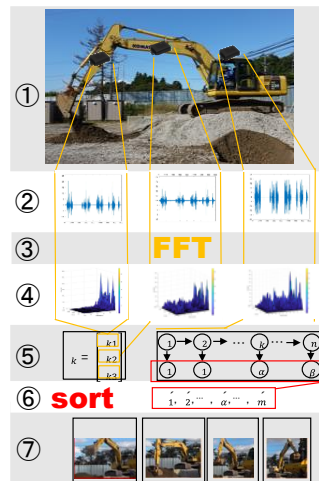


簡易後付けの足踏駆動機構

大型ダンプの後付け自動化装置による自動化



山間部の高精度計測・測位



建機行動のモデル化



大型ダンプ自動土砂運搬

2019年度採択（先導研究）

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

「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」（委託先：スキューズ株式会社、首都大学東京、静岡大学、東洋大学）

目的	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し、そのロボットを労働力不足対策の一助とする		
	中間・最終目標	成果	達成度
最終目標： 現場導入期間1/10 中間目標： 対象範囲の作業立ち上げ時間1/10短縮	台車搬送AGV 食品工場で評価試験を実施し、台車搬送自動化に対し有効であることを実証する（スキューズ）	ハード ・1号機完成、安全性・性能向上に向け改良中。 制御機能 ・オドメトリ、ランドマーク自己位置認識、経路追従、全体の統括運転制御ソフト実装完了。位置計算部拡張中、ランドマーク地図作成機能の開発に着手。 ・制御パラメータのオンライン学習機能をシミュレーション検討中（東洋大） 客先とのコミュニケーション 国際ロボット展でのデモ等を通じ、想定外の用途含め多方面の10社以上から導入オファーを得た。	50%
	双腕生産支援ロボット力覚緩和連動（都立大）、制御パラメータ学習（東洋大）、行動学習（静岡大）の各機能を統合し、旧型機の自動車工場内作業の一部を対象に実機評価する（スキューズ）。評価を通じ基本原理の成立と対象範囲の作業立ち上げ時間1/10短縮を確認する。	ハード ・1号機完成（スキューズ） 制御機能 ・両腕と走行、複数の目標姿勢に対する優先度付き解を与える、移動マニピュレータの逆運動学数値解法を確立（都立大）、双腕ロボット実機に組込中（スキューズ）。腕単独での動作確認まで終了。 ・搬送対象物の移動軌道記述式を決定、軌道の強化学習法をシミュレーション検討中（静岡大） ・簡単教示方法とROS2上で操作対象物の視覚認識法を検討および実装中（スキューズ）	50%



図1 台車搬送AGV



図2 双腕生産支援ロボット

2019 年度採択（先導研究）			
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			
「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」（委託先：ヒラソル・エナジー株式会社）			
目的	<p>本提案では IoT（モノのインターネット）技術の発展により容易に取得可能になった太陽光発電（PV）パネル単位の稼働データを活用し、提案者が独自に構築した学習手法を用いて発電設備全体からパネル 1 枚まで発電性能を正しく理解する「知能」及びこの知能を発電設備性能改善（リパワリング）に生かすための手法を開発する。</p> <p>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する。</p>		
中間目標	成果	達成度	
太陽電池の電気特性の調査に要する時間を 1/10 にし、かつ調査結果を発電性能改善（リパワリング）に生かす技術を開発（図 1）	太陽電池の電気特性を推定する AI アルゴリズムの開発	太陽光パネルの電気特性（I-V 特性等）関数の係数同定の機械学習アルゴリズムを開発、計測データから I-V 特性を推定するプログラムを開発（図 2）	I-V トレーサーに遜色しないカーブを推定でき（図 3）、特許出願中 一部データで I-V 特性推定結果と異なることに対し、モデルの修正、学習データ増加により推定精度向上を目指す
	推定した各パネル I-V 電気特性を用いた PV 設備発電量再生支援の自動シミュレーター開発	自動シミュレーション手法を開発。なお、自主的にシミュレーターの原理検証を実施 具体的に山梨県での発電設備において、シミュレーションによる性能が低下したパネルとそうでないパネルの位置交換により全体発電量が 35% 向上することを推定（図 4a, 4b）	山梨県での発電設備において実際に交換を実施したところ、シミュレーション結果とほぼ同等の結果を確認、有用性を検証した（図 5） 推定した電気特性の有効性を確認しつつ、シミュレーターの自動化を進めている 特許出願中

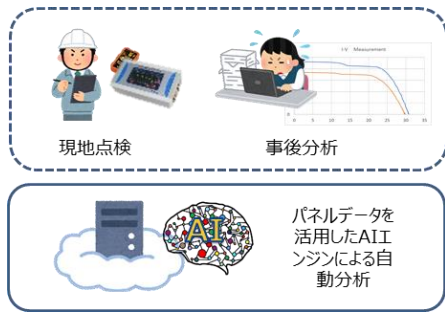


図1 太陽電池の電気特性の調査に要する時間を1/10にするAIエンジンを開発

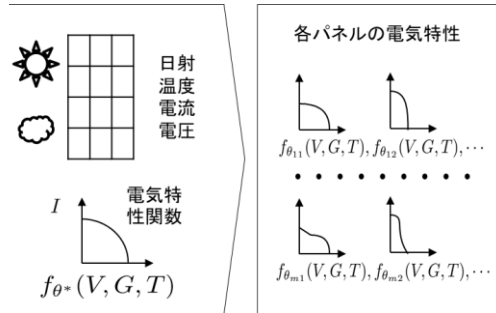


図2 実発電データを利用した電気特性推定の学習手法を開発

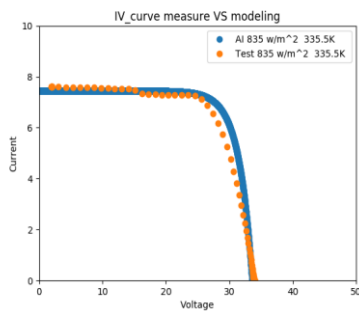


図3 専用機器 (I-V トレーサー) の測定結果に遜色ないカーブ推定結果

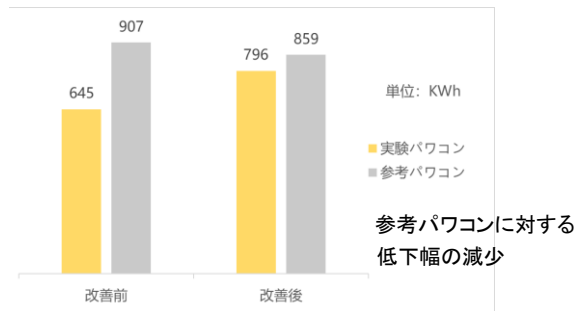


図5 単月の発電量データから実験対象のパワコンは参考パワコンと比べて発電量が約30%改善されたと確認

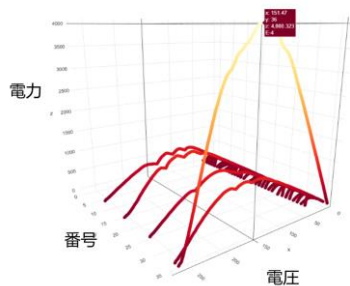


図4a 山梨県の発電設備に、太陽光パネル電気特性曲線を生かしたシミュレーターで現在発電性能を推定
最大出力点は4KWで電圧が151V

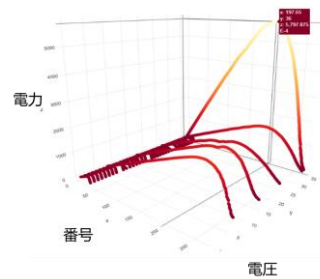


図4b 当該発電設備にパネル交換・組み換え後の性能を推計し、電能力が35%上がることを予想した
最大出力点は5.8KWで電圧が198V

2018 年度採択

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

研究開発項目②-1 作業判断支援を行う人工知能技術

研究開発項目②-2 仮説生成支援を行う人工知能技術

「A I 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」（委託先：産業技術総合研究所、A B E J A）

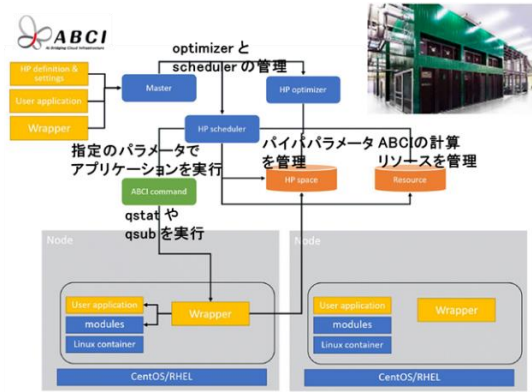
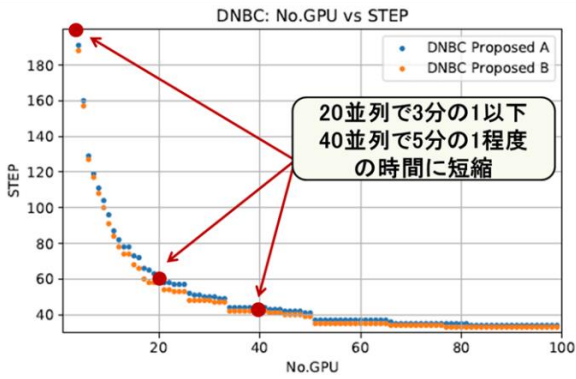
目的

②-1：AI 技術導入の加速
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（電力）が必要とされ、またその探索手法も経験的・属人的な要素が強い。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 A B C I に実装、オープンソースソフトウェア（OSS）化とユーザーコミュニティ形成を併行して実施することで、広く社会に当該技術を普及させ、AI 技術の現場適用を加速（AI 技術現場導入期間を短縮）する。

②-2：スパイラルアップ技術による現場・経営支援
現場レベルの局地的な K P I 追求では KGI（本来達成したい目標）の到達に限界がある為、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の開発を行う。
AI 技術導入における従来の問題：社会適合性が低い問題を解決するため、現在喫緊の課題となっている大規模集客（制御）を題材として、サービスシステムモデリングと（セルフ）アウェアネス&オペレーション支援技術となる PDEM スパイラルアップ方法論と現場を支援する AI プラットフォームであるプログラム群を確立する。

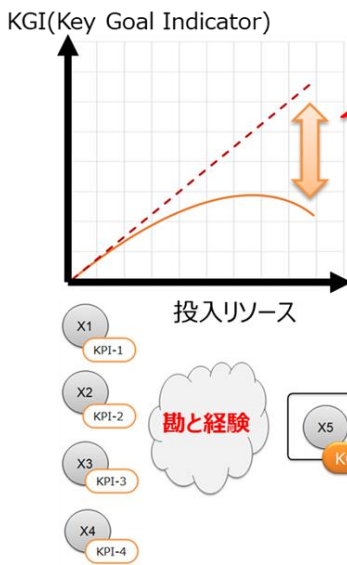
	中間目標	成果	達成度
人工知能技術の導入効果をj確認する時間を1/10程度に短縮する	Nelder-Mead 法や Coordinate search 法を産総研の持つ GPU クラスタマシンである ABCI に実装し、並列処理を行うことで従来よりも 5～10 倍程度の高速化を実現すると共に誰もが使えるオープンソースとして公開する準備をする。	Nelder-Mead 法の simplex の初期点の良さを検証し、並列化による投機実行法を産総研 ABCI に実装。40 並列で 1/5 程度までの時間短縮を達成。また OSS 化に向け、他のインテグレートプロジェクトとも連携し、可視化ツールの拡充、エラー処理の実装などのユーザビリティ向上を実施。以上と更なるアルゴリズムの改良とを合わせ、導入効果を確認する時間を 1/10 程度に短縮する見込みが立っている。	導入効果を確認する時間を 1/10 程度に短縮する見込みが立っている。
人工知能技術の導入において、新たな視点での定性的・定量的業務分析や施策に関する仮説発想支援を行う人工知能システムの基本動作の開発を完了する	KGI と KPI の構造をモデル化するフレームワークと、それを可視化するシミュレーション環境を開発する。	情報システムの概念を拡張し、ステークホルダー、KGI、KPI、リソース、プロセスを包含する AI サービスシステムの概念を導入。各ステークホルダーの価値構造を可視化する価値評価表のフォーマット化と AI タッチラーにおける計測データのリアルタイム PLSA（確率的潜在意味解析）とそれを経営・現場へフィードバックするシミュレーション環境・GUI を開発。	開発完了見込み。
	フィールド実証のデータを活用し、一部機能するプロトタイプを作成する。さらに定性調査支援、仮説発想支援ツールの検討を行い、実フィールドにおいて試作、基盤技術の開発、基本動作の確認、検証までを完了させる。	COVID-19 による現下の影響ならびに今後の With/After コロナにおける社会状況への対応として、価値評価構造を計算モデルとして構築（サービスモデリング）し、Web システムに転移することでフィジカル領域（リアル）とサイバー領域（デジタル）双方を対象フィールドとして扱うことを可能とするフィールドサイド（FS）マネージャーのプロトタイプを作成。日本科学未来館においてその基盤技術・基本動作の試行を実施しており、今後は全国科学館連携協議会を通じた水平展開を見込んでいる。	実フィールドにおいて試作、基盤技術の開発、基本動作の確認、検証までを完了見込み。

<②-1：AI 技術導入の加速>



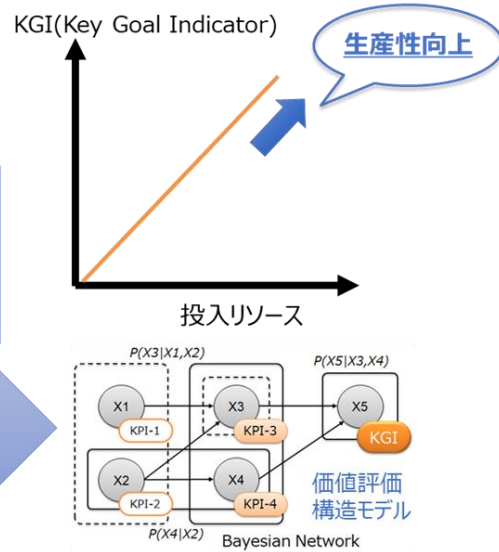
＜② - 2 : スパイラルアップ技術による現場・経営支援＞

現状



価値評価構造モデル
を明らかにし、推論によってリソースを最適化
=> 価値向上

目指す方向性



2019 年度採択（先導研究）

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
研究開発項目②-3 作業判断支援を行う人工知能技術

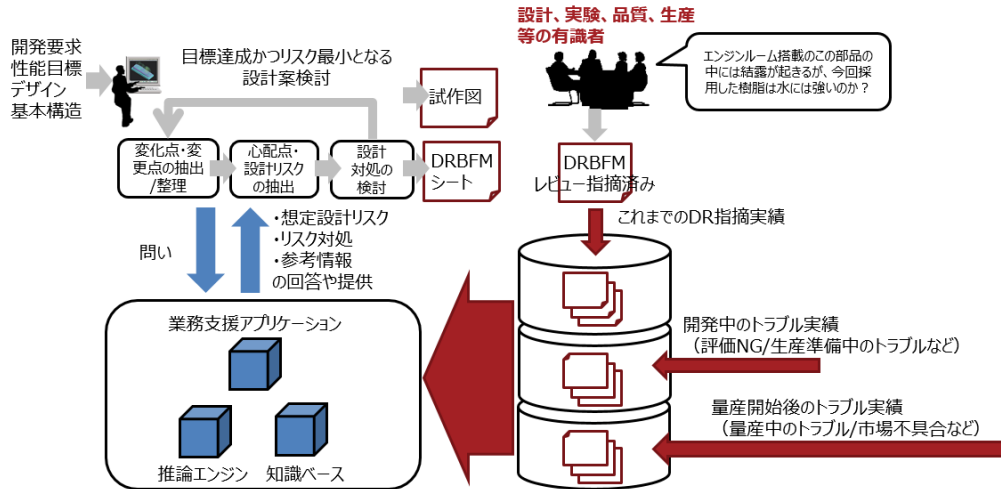
「熟練者観点に基づき、設計リスク評価業務における判断支援を行う人工知能適用技術の開発」（委託先：SOLIZE 株式会社、株式会社レトリバ、国立研究開発法人産業技術総合研究所）

目的
ベテラン設計者の概念的・自然言語的な思考に基づいて記されているノウハウ、
・保有知識（工学的な一般知識、専門知識、関連情報等）、経験や勘を汎用的知識として蓄積しておける能力
・状況と変化点を抽象的に捉えて漏れなく正確に類似状況を判断する抽象化能力
・上記保有知識の関連性を判別する判別能力
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によって、レビューにかかる工数や検討漏れによる手戻り工数を削減すると共に、汎用性を兼ね備え、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。

中間目標	成果	達成度
<p>設計変化点へのリスク抽出タスクにおける生産性を30%向上する。</p> <p>インプット（変化点）に対するアウトプット（抽出心配点・リスク）の網羅性が30%増加すること。</p> <p>2019 年度末までに1st イテレーションを回せる状態とし、実際に動くもので顧客協力企業に評価いただく（技術可能性の評価）</p>	<p>【活動全体】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・開発する設計支援システムの構想具体化 ・顧客協力企業との実証テーマの整合 ・知識獲得と知識活用に向けたプロトタイプング <p>【個別要素技術の開発】</p> <p>①推論エンジン/アプリケーション関連技術</p> <p>①-1 ベースラインとなる検索技術 検証環境の整備</p> <p>①-2 分散表現を利用したラベル分類モデル構築と検証（知識要素の意味分類向け）</p> <p>②知識構造化基盤技術</p> <p>②-1 顧客協力企業へのヒアリングと熟練者観点の知識構造化記述体系の検討</p> <p>②-2 設計に関する知識体系の利活用と文書検索のシナリオ検討</p> <p>②-3 不具合事象の概念要素に関するオントロジー的考察と見本構築</p> <p>②-4 固有表現抽出と関係分類の同時学習モデルの提案（オントロジーとデータの連結）</p>	<p>計画通り 達成度 100%（2019 年度末時点）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・構想設計と公知データを用いたプロトタイプングを実施し、そちらを基に顧客協力企業との実証テーマの整合を実施。 ・上記に基づき、受領した顧客データを用いた1st プロトタイプングを行い、評価いただいた。 ・1st イテレーションでは、顧客協力企業から設計者が関連知識を網羅的に把握し、関連するリスクを抽出する気づきを得ることに有効であり、期待以上の成果であると評価いただいている
<p>2020 年度は3回のイテレーションを回し、中間目標達成に向けた目途をつける（実用化可能性の評価）</p>	<p>【活動全体】（2020 年 6 月時点）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・知識活用プロトタイプ プロトタイプ環境の顧客協力企業へのセットアップと実操作評価を実施 ・知識獲得プロトタイプ 顧客実文書データへの適用検証と課題抽出 <p>【個別要素技術の開発】</p> <p>①推論エンジン/アプリケーション関連技術</p>	<p>概ね計画通り 達成度 40%（2020 年 6 月時点）</p> <p>19 年度 1st イテレーションを受けて、プロトタイプ環境を顧客協力企業にセットアップし、先方窓口による実際の操作感評価をいただいた。</p>

<p>・中間目標に対する達成状況が示せている ・目標との GAP に対する解決の方針と達成見込みが出せている</p>	<p>①-1 分散表現を利用した類似文検索モデル構築と顧客データ検証 ①-2 プロトタイプの実用化に向けたアプリケーション設計と実装準備</p> <p>②知識構造化基盤技術 ②-1 顧客協力企業への詳細ヒアリングと心配点発見に関する観点モデルの構築 ②-2 不具合表現や部品属性情報等の類義語の構造化に関する定義検討 ②-3 自動車部品の機能オントロジーと実データを連結させるモジュール開発 ②-4 固有表現抽出と関係分類の同時学習モデルの顧客データ検証に向けた検討</p>	<p>現在は、評価からのフィードバックを受けて、個別の技術要素課題にばらし課題解決に向けた開発を実行中。 個別要素毎の技術立証の目途付けが完了後、改めてシステム全体での評価を予定。</p>
<p>採択時の条件 (1) 自動車メーカーのうち少なくとも1社と組んで、DRBFM等の必要なデータを入手すること</p>	<p>現在、自動車メーカー1社が顧客協力企業として参画</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2020年1月に初回データを受領（エンジン関連の実データ2000件） ・2019年度成果も踏まえ、下記の追加データを受領 <ul style="list-style-type: none"> - 別領域（駆動系）のデータ（組織を跨いだ知識活用の研究実証用） - DRBFM等の開発実績文書（知識獲得の研究・実証用） 	<p>達成度 100%</p>
<p>採択時の条件 (2) 2020年度末までに、自動車メーカーに採用可能(実用化可能)なレベルであると認めてもらい、そのことを技術推進委員会にて確認することを、2021年度以降継続するための条件とする</p>	<p>上記の通り2020年度末までのイテレーションにおいて実証予定</p>	<p>上記1stイテレーションの結果を踏まえると、達成見込みは高いと想定</p>
<p>2021年度は実用化開発を行い中間目標を達成する (目標達成の評価)</p>	<p>【アプリケーション実用化】 ・設計業務支援アプリケーションのリリース版開発・実装 ・推論エンジンの精度向上に向けた基礎研究と実装開発 ・知識構造化手法の汎用化と企業/産業を跨いだレベルでの適用技術開発 ・知識ベースの適用領域拡大への対応のための開発 ・知識ベース構築支援システムの実用化開発</p> <p>【自動車業界の連携と共通基盤構築】 ・ユーザー企業拡大 ・情報資産共有化の検討 ・プラットフォーム全体設計</p> <p>【付加価値向上と効果拡張の取組み】 ・知識資源の対象を自然言語から広げる開発</p>	<p>2020年度で検証した中間目標の達成状況に対して、GAP解消の施策開発を行い、引き続き3ヵ月サイクルでユーザー企業による評価イテレーションを回しながら進める計画</p>

・対象の工程/業務範囲を広げる開発



設計リスク評価業務支援イメージ

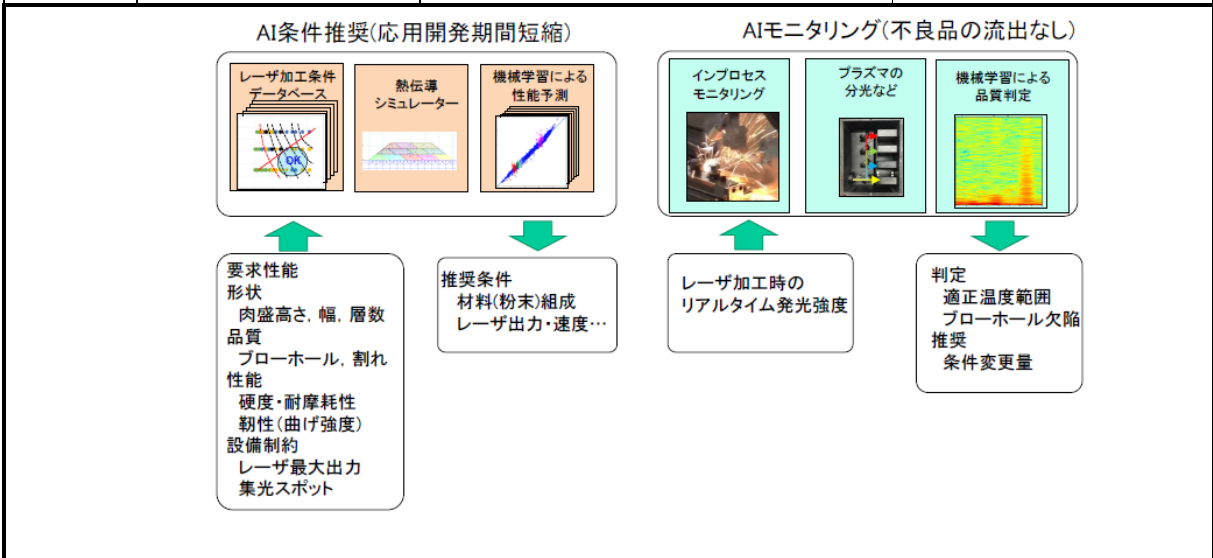
2019 年度採択（先導研究）

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
研究開発項目②-3 作業判断支援を行う人工知能技術

「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」（委託先：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）

目的
 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ます。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ります。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しています。

	中間目標	成果	達成度
製品への 応用開発 期間の 30%短縮	加工条件・粉末成分の A I が提案できるシステム構築	現状調査で具体値設定学習モデル設計し教師データ蓄積中（特許1件出願）	達成見込み ターゲット製品で検証予定。 システム構築済み。
欠陥検出 精度98% 達成	A I モニタリングシステム のプロトタイプ完成	レーザ肉盛加工中に発生するプラズマ発 光を同軸で計測し分光して強度をモニタ リングするハードウェアを設計・試作した （レーザ肉盛専用機は世界初）	達成見込み システム構築済み
	実験環境での検出精 度確認、検出アルゴ リズムの開発	実際の工場環境に合わせて、発生する 不具合データを収集。赤外線領域を周 波数分析するのが有望。	達成見込み 今後、工場環境での応用を 進める。
	レーザ加工研究会の設 立	研究会メンバー候補へのヒアリング実施 中。2020年度立ち上げ予定。	達成見込み



2019 年度採択

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
研究開発項目②-3 作業判断支援を行う人工知能技術

「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」
(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、国立研究開発法人産業技術総合研究所、学校法人早稲田大学)

目的 顧客ニーズが多様化し、将来の生産システムの目指す方向が、一品生産、マスカスタマイゼーションに向かう時、多品種少量になるとコストアップとなる従来の生産システム工学上の常識の打破が競争力強化の重要な方向性と言える。
そのためには、人が意思決定する際に必要となる仮説生成の基盤となる、システムの挙動を正確に再現できるシミュレーション技術の適切な利用が不可欠である。また、多様な少量データ同士をうまくマッピングできる AI アルゴリズムの開発が必須である。
本テーマでは、競争力のある次世代生産システムを設計、運用するために、熟練者の意思決定を高度化する「良質な仮説導出を支援する AI」の開発を目指す。

中間目標		研究開発成果	達成度
組立生産システム：特定工程(もしくは設備)の稼働率 30% 向上	設備稼働率向上に向けた取り組み	・IoT データと AI を用いた問題発見とカイゼンプロセス支援の基盤の確立	・データ分析により、今まで把握していなかった生産ラインの傾向・挙動の可視化。およびロス発見の容易化
	熟練者のカイゼンプロセスのモデル化とカイゼンプロセス支援	・熟練者が問題の原因を絞り込む際に重要となるシステム上のポイントの可視化 (図 1)	・(検証の場としての理想的な生産ラインとして) Learning Factory の構築 ・解析結果にもとづく部品組立工程の稼働率 30% 向上
金型生産システム：特定工程の稼働時間の 30% 向上	金型製造管理体系構築と見える化	・業務進捗、設備稼働状況のデータ収集、解析のシステム要件化と、リアクティブスケジューリングを活用した知識獲得の加速	金型生産進捗管理システム (見える化システム) 構築
	熟練者のスケジュール運用知識構造モデルの獲得	・稼働率、納期、作業負荷、Profit&Loss 等の相反する問題から優良な解候補を抽出するシミュレーションベース AI の開発 (図 2)	・KAI ベースの計画作成を KPI ベースの多面的計画作成につなげる AI プラットフォームの開発
AI アルゴリズム・プラットフォーム：プロトタイプ実装を行い、AI プラットフォームに統合	D3 知識記述フレームワークの構築	・D3 知識記述フレームワークを作成する言語 PMLfD3ver.2 の提案、および D3 知識記述フレームワークの構築。	・PMLfD3ver.2 の詳細設計および活動記述部分の実装と AI プラットフォームとの接続
	D3 用 AI プラットフォームの開発	・知識記述と活動記述、両面を組み込んだプロトタイプ開発の完了	・開発成果物を処理メソッドとして組み込んだプロトタイプによる初期段階のサービス構築

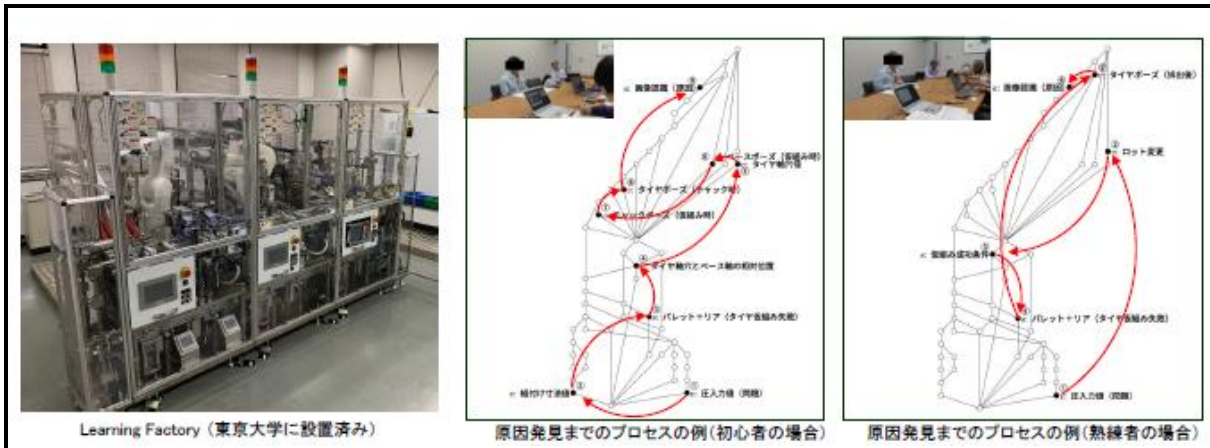


図 1 LearningFactory 上での熟練者カイゼンプロセスのモデル化

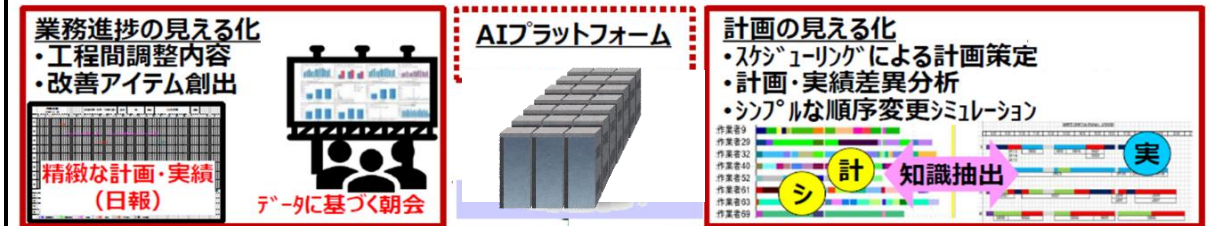


図 2 AI プラットフォーム導入 (金型生産システム)

2019 年度採択（先導研究）

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
研究開発項目②-3 作業判断支援を行う人工知能技術

「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」（委託先：公立大学法人大阪、ジャパン マリンユナイテッド株式会社）

目的	船舶やインフラ構造物における大型鋼板の曲面形成に用いられる「線状加熱」と呼ばれる加工技術は、大型鋼板の表面をガストーチによる加熱と水冷を繰り返しながら設計の曲面に曲げる高度な技能で、熟練作業者の経験と勘に依存している。本テーマでは、生産性 30%向上のため、非熟練者を支援する人工知能技術の開発、および、人間による作業を支援する自動線状加熱システムの開発を目指す（図 1）。		
	中間目標／最終目標	成果	達成度
非熟練者の加熱 方案作成の作業 性 30%向上	AI 線状加熱システム構築	深層強化学習と高速理想化陽解法 FEM を用いた線状加熱シミュレーションを統合した AI 線状加熱システムを構築（図 2）	実験室レベルで小型正方形鋼板での腕型変形にて検証済み（図 3）、他鋼板、他形状、実船鋼板で検証中
作業全体の生産 性 30% 向上に 向け、線状加熱 支援システム （AI 加熱方 案）および作業 自動化の開発	非接触形状計測 システムの開発	鋼板に平行に設置した 2 台のカメラの加熱前後の撮影画像から、加熱による鋼板の変形形状を計測（図 4）	2 台のカメラによる形状計測が可能となった 精度向上のため校正方法や 2 台間での補正方法検討中
	熟練作業者の作 業データベース構 築	熟練者作業のガス・酸素流量、加熱位置、速度のデータ収集（図 5）と板厚 16 mm（実船板相当）の固有ひずみデータベースを構築（図 6）	新型コロナにより熟練作業が鋼板に付与している変形量（固有ひずみ）のデータベース化が 4 ヶ月遅れで完成
	教示システムの開 発	AR グラス装着により、AI 加熱方案を作業者に教示するシステムを開発（図 7）	AI 加熱方案、形状計測システムと連携したリアルタイム作業支援システムを開発中
	自動線状加熱口 ボットの製作	鋼板上を移動しながら線状加熱可能な自動機の仕様作成	部品発注を開始

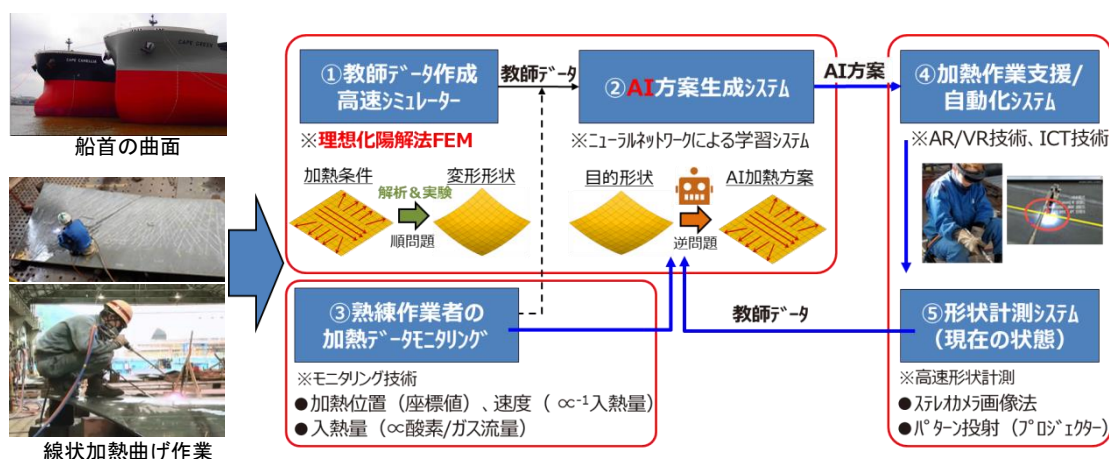


図 1 大型鋼板の曲げ加工の現状と本取組みの概要

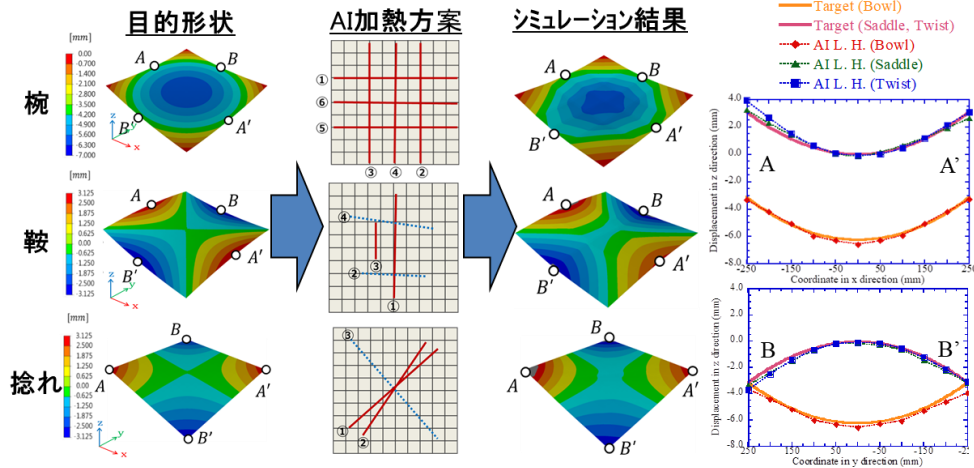


図2 基本形状に対するAI加熱方案とシミュレーション結果

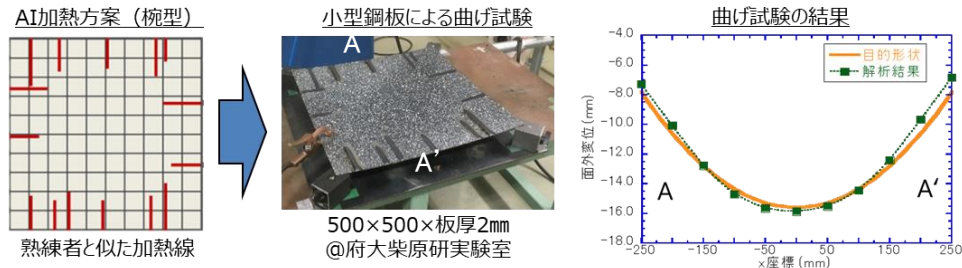


図3 AI加熱方案（腕型の端部絞り）と曲げ試験

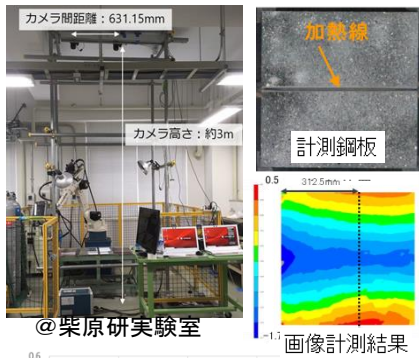


図4 計測システムの開発



図5 加熱データ収集



図7 作業支援システム

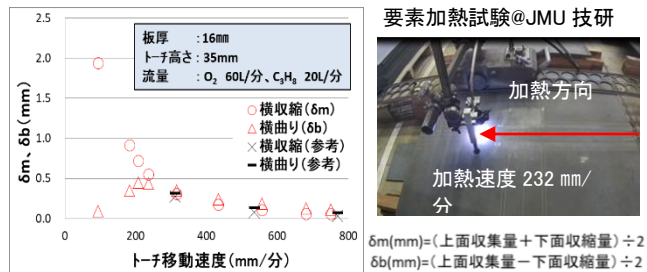
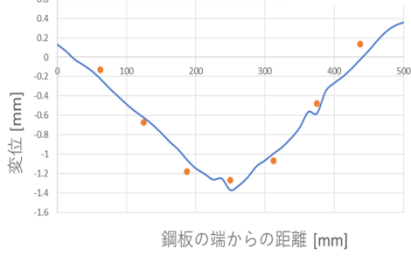


図6 板厚16mmの固有ひずみデータベース

2019 採択（先導研究）

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
②-3 作業判断支援を行う人工知能技術

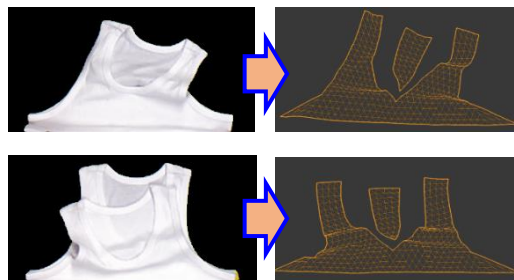
「モデル化難物体の操作知識抽出に基づく柔軟物製品の生産工程改善」（委託先：信州大学、富士紡ホールディングス株式会社）

目的 布や紐を代表とした、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物体をモデル化難物体と称する。そのモデル化難物体を加工し製品にする工程を対象とし、その製造の仕組みを革新するための研究開発を行う。

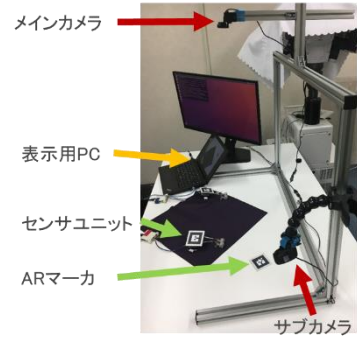
中間目標	成果	達成度	
非熟練者の作業習得速度を30%向上する	(A)加工作業のセンシング 手先位置誤差 5mm 以内、布の形状誤差 5mm 以内での計測	・手先位置誤差 5mm 以内達成 ・指先の感覚を阻害せずに、指先にかかる力を 0~10N の範囲で計測	目標達成
	(B)技能の抽出とモデル化 布の形状推定誤差 15mm 以下、0.5 秒後の形状状態予測、作業サポート装置を製作し、3 工程で自動化（作業速度：人の 1/4）	・布の形状推定誤差 15mm 以下達成 ・0.5 秒後の形状状態予測達成 ・3 種の作業サポート装置を製作し、実際の布部品を用いて動作検証中	ほぼ目標達成
	(C)操作技能の可視化 被験者 7 割からの肯定的評価、習得速度 30%向上	・視覚・触覚・手姿勢の記録システムを構築 ・作業手順の教示システム構築 ・簡単な布操作の手順教示による評価	6 割程度



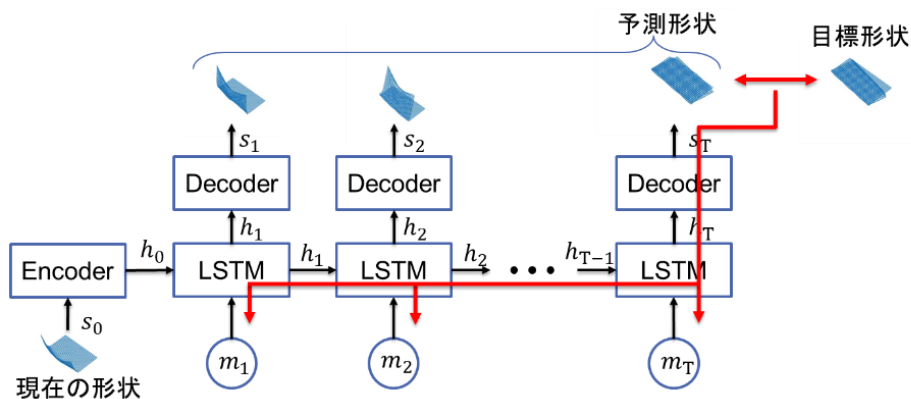
(A) 指先荷重センサ



(B) Voxel-to-Mesh を用いた布形状推定



(C) 教示システム



(B) 布操作のオンライン形状予測の仕組み

4. 研究開発成果の普及

論文、研究発表、講演等の研究開発成果の普及状況について以下に記載する。

	2018年度	2019年度	計
論文	2	3	5
研究発表・講演	15	43	58
受賞実績	0	6	6
新聞・雑誌等への掲載	5	21	26
展示会への出展	0	1	1

※2020年3月31日現在

[代表的な論文]

渡邊修平、尾崎嘉彦、大西正輝による“Nelder-Mead法の並列化による識別器のハイパラメータチューニングの高速化”、信学技報, PRMU2018-100, pp.33-38, Jan. 2019. (PRMU研究奨励賞受賞)

その他の新聞・雑誌等への掲載、プレス発表等について以下に記載する。

テーマ	媒体、掲載内容等	掲載等年月
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	河北新報 土砂自動運搬	2018年8月
	建設新聞 ダンプ自立走行	2018年9月
	日刊建設新聞 ダンプ自動運転	2019年6月
	河北新報オンラインニュース 最新 ICT	2019年6月
	日経産業新聞 大型ダンプ自動運転	2019年11月
	建設新聞 ダンプ自立走行システム	2020年1月
	日経コンストラクション ダンプのロボット化	2019年9.23号
人工知能技術の風車への社会実装に関する研究開発	日本経済新聞 研究内容	2018年12月
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	NEDO(共催) 横浜実証 記者会見・出発式	2018年10月
	NEDO ニュースリリース 横浜実証実験	2018年10月
	NEDO ニュースリリース 横浜実証実験	2019年10月
	NEDO ニュースリリース 横須賀実証実験	2019年11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	「2019 国際ロボット展」出展 AGV、双腕ロボット	2019年12月
	包装タイムズ 出展内容	2020年2月

テーマ	媒体、掲載内容等	掲載等年月
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	NEDO(連名) ニュースリリース マルイ実証実験	2019年9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	リーフレット「中小企業のための IoT ガイド」発行	
	技術講演会 「 KISTEC Innovation Hub 2019 in MIZONOKUCHI」研究紹介	2019年11月
	KISTEC 知財セミナー 研究紹介	2019年12月
	KISTEC IoT フォーラム 研究紹介	2020年1月
	「テクニカルショーヨコハマ 2020」研究紹介	2020年2月
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	大阪府立大学 プレスリリース 研究発表	2019年7月
	鉄鋼新聞 研究内容	2019年7月
	日刊産業新聞 研究内容	2019年7月
	日本海事新聞 研究内容	2019年7月
	日刊工業新聞 研究内容	2019年8月
	溶接ニュース 研究内容	2019年8月
	NHK 総合 「おはよう日本」、「ニュースほっと関西」 研究内容	2019年12月

5. 知的財産権等の確保に向けた取組

知的財産権の確保に向けた具体的取組例

[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] テーマ
NEDO の知財プロデューサーを交えて特許戦略を検討し、以下 2 件を特許出願する予定。

- ・太陽電池の稼働電圧、電流から IV カーブを推定
- ・IV カーブから太陽光パネルの最適な組替えを提案

[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] テーマ

技術推進委員会にて、事業化計画と併せて海外販売も視野に入れた知財戦略を検討するよう指導し、実施計画に追加・反映を行い、特許出願する予定。

また、本プロジェクト全体での特許出願件数を以下に示す。

	2018 年度	2019 年度	計
特許出願（うち外国出願）	0(0)	4(0)	4(0)

※2020 年 3 月 31 日現在

特許出願実績

[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]

・建機の GNSS の高精度測位技術（2 件）

[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]

・経路計画装置、経路計画方法、ならびに、プログラム

[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]

・線状加熱による金属板の曲げ加工に用いる加熱方案の算出方法

4 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて

本プロジェクトに研究開発項目における「実用化・事業化」の考え方は、

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」

人工知能技術の社会実装を行う（実用化・事業化）

研究開発に係る商品・製品・サービス等の社会的利用（顧客への提供等）が開始され、さらに、当該研究開発に係る商品・製品・サービス等の販売や利用により、企業活動（売り上げ等）に貢献する。

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」

人工知能技術の早期社会実装を実現するための基盤技術を開発する（実用化）

研究開発に係る成果の利用（現場への導入等）を可能にする。

また、公募への提案時に実用化・事業化を担う事業者を各テーマの研究体制に組み込むことを科し、その後も年 2 回実施する技術推進委員会、ステージゲート審査等の様々な機会を捉えて、実用化・事業化の見通しを確認して、実用化・事業化の具体化を図っている。

1. 成果の実用化・事業化に向けた戦略

【基本戦略】

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」

◆研究期間終了後 5 年以内の事業化を目指す。

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」

◆研究期間終了までに実用化検証を完了し、研究期間終了後 5 年以内の実用化を目指す。

各テーマにおける実用化・事業化に向けた戦略を以下にまとめる。

研究開発項目	テーマ	戦略
【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	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	2027年度までに事業化
	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	2027年度までに事業化
	人工知能技術の風車への社会実装に関する研究開発	2027年度までに事業化
	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	2027年度までに事業化
	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	2027年度までに事業化
	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	2025年度までに事業化

研究開発項目	テーマ	戦略
【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	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	2022 年度までに実用化検証完了 2027 年度までに実用化
【研究開発小項目②-1】 人工知能技術の 導入加速化技術	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	2023 年度までに実用化検証完了 2028 年度までに実用化
	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	2023 年度までに実用化検証完了 2028 年度までに実用化

研究開発項目	テーマ	戦略
【研究開発小項目②-3】 作業判断支援を行う 人工知能技術	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	2023 年度までに実用化検証完了 2028 年度までに実用化
	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	2023 年度までに実用化検証完了 2028 年度までに実用化
	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	2023 年度までに実用化検証完了 2028 年度までに実用化
	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	2023 年度までに実用化検証完了 2028 年度までに実用化
	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	2023 年度までに実用化検証完了 2028 年度までに実用化
	最適な加工システムを構築するサイバークットシステムを搭載した次世代研削盤の研究開発	2023 年度までに実用化検証完了 2028 年度までに実用化

※各テーマの実用化に向けた戦略の詳細は、「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」事業原簿【非公開】に記載する。

2. 成果の実用化・事業化のに向けた具体的取組

※成果の実用化・事業化に向けた具体的取組は、各テーマ単位で「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」事業原簿【非公開】に記載する。

3. 成果の実用化・事業化の見通し

※成果の実用化・事業化の見通しは、各テーマ単位で「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」事業原簿【非公開】に記載する。

個別テーマの成果により、以下の波及効果を見込んでいる。

テーマ	波及効果
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	<ul style="list-style-type: none">・大規模な爆発・火災・破壊事故を 1 件防ぐだけで、100 億円以上の経済効果・検出可能ガスの対象拡大により新たなエネルギーガスインフラや臭気対策、粉塵対策への応用が可能・水蒸気漏洩対策へ応用し、国内主要プラントからの年間 6 万 t の温暖化ガス排出量低減に寄与
レーザー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	<ul style="list-style-type: none">・金属製品製造業・輸送用機械器具製造業など主要 8 産業への応用展開での経済効果・レーザー溶接全般、3D 積層造形、LMD 複合加工機への適用拡大
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	<ul style="list-style-type: none">・切削加工、プレスに代わる加工方法として他の製造業に展開可能

