

「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」
中間評価報告書（案）概要

目 次

分科会委員名簿	1
評価概要（案）	2
評点結果	5

はじめに

本書は、NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条に基づき研究評価委員会において設置された「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」(中間評価)の研究評価委員会分科会(2020年9月24日)及び現地調査会(2020年9月14日於 宮城県大崎市三本木総合支所、及び、株式会社佐藤工務店三本木テストフィールド)において策定した評価報告書(案)の概要であり、NEDO技術委員・技術委員会等規程第33条の規定に基づき、第63回研究評価委員会(2021年1月8日)にて、その評価結果について報告するものである。

2021年1月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会「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」
分科会(中間評価)

分科会長 倉爪 亮

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 研究評価委員会
 「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」

(中間評価)

分科会委員名簿

(2020年9月現在)

	氏名	所属、役職
分科 会長	くらづめ りょう 倉爪 亮	九州大学 大学院 システム情報科学研究所 教授
分科 会長 代理	くりはら さとし 栗原 聡	慶應義塾大学 理工学部 管理工学科 教授
委員	ありむら ひろき 有村 博紀	北海道大学 大学院情報科学研究所 情報理工学部門 知識ソフトウェア科学講座 教授
	おかだ ひろゆき 岡田 浩之	玉川大学 工学部 情報通信工学科 教授
	きざき けんたろう 木崎 健太郎	株式会社日経 BP 日経クロステック／日経ものづくり 編集委員
	すが ゆうき 菅 佑樹	株式会社 SUGAR SWEET ROBOTICS 代表取締役
	たけだ かずや 武田 一哉	名古屋大学 未来社会創造機構 教授

敬称略、五十音順

「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」

(中間評価) 評価概要 (案)

1. 総合評価

本事業は特に早期の AI 社会実装に焦点を当て、様々な応用分野における人工知能技術の活用・導入例の具現化を目指したものである。先端技術の産業応用は、様々な分野における事業化の先導となる研究開発及び導入への取り組みを後押しするものであり、本事業の重要性は高い。研究開発成果についても、世界初の技術や、トップレベルの国際会議への採択など、基盤技術及び実用化技術において、いくつかの顕著な成果が得られていることは評価できる。特に、製造業の現場業務など具体的な対象を設定し、そこで人工知能技術の実装を図るとする事業の位置付けは大変に重要で、人工知能分野以外の多様なユーザー企業も参画している意義は大きいといえる。少子高齢化が進む日本社会においてシステムの知能化は必須の課題であり、緊急性も高く本プロジェクトは重要な役割を果たすものと期待される。

一方、例えば、学習時間を 1/10 に短縮するといった中間目標による評価が必ずしも妥当とは言えないテーマもあり、目標設定については再検討の余地があると考えられる。また、プロジェクトタイトルにもある「インテグレーション技術の開発」に向けて、他の開発項目とのコラボレーションが十分でないとの見方もあり、横串を通じた事業化戦略をお願いしたい。

今後、プロジェクトの共有可能な技術は公開し、プロジェクト全体の目標及び各実施者の課題と目標についての相互理解を深める事により、実施者全体の次世代人工知能に対する技術レベルの底上げを図り、本プロジェクトの波及効果を最大化させることを期待したい。

2. 各論

2. 1 事業の位置付け・必要性について

人工知能分野はインターネット等と同様に次世代社会基盤となる基幹技術であり、世界的に開発競争が激化している。当該プロジェクトは、特に早期の社会実装に焦点を当て、様々な応用分野における人工知能技術の活用・導入例の具現化を目指したものである。先端技術の産業応用は、伝統的に我が国の得意とする分野であり、基本技術開発で諸外国や海外の企業が先行している状況も踏まえ、現時点で積極的に投資すべき分野である。AI 技術の社会実装を目的とした当該プロジェクトの意義は大きく、少子高齢化が進む日本社会においてシステムの知能化は必須の課題であり、緊急性も高い。このような先端分野への挑戦的な投資は民間のみでは難しく、NEDO によるプロジェクトの実施は妥当かつ必要不可欠である。

一方で、次世代人工知能技術をどのように実現するかという点については、さまざまな分野における各取り組みの成功例を集めたものの様にも映り、現段階では全体としての方向性が見えにくく、さらに、民間の独力で出来てしまうと思われる採択テーマもあるように見えることから、今後は、NEDO が支援するプロジェクトとして、個々の実施テーマにおける

チャレンジ性や、事業化への有望性をより明確化させることを期待したい。さらに、事業目的における用語として、例えば「インテグレーション＝社会実装」など、説明を受けなければ分からない場合もあることから、用語の使い方については工夫を図ってほしい。

2. 2 研究開発マネジメントについて

ステージゲートなどにより事業の選択と研究予算の集中を行い、また、事業分野に精通した PL を追加し研究管理体制を拡充するなど、適切にマネジメントされている。個別のテーマについても、PL が定期的にヒアリングを行い、AI 技術や知的財産の権利化へのアドバイスを行うなど、適切に管理されている。また、研究開発小項目②-3「作業判断支援を行う人工知能技術」では、人工知能技術分野以外の多様なユーザー企業が参画して、人工知能の技術者ととともに適用方法（社会実装）の検討を進めた点で、特徴的で意義のある体制であり評価できる。

一方、一部のテーマにおいて、チャレンジ性は認められるものの、「現場」が想定されていない・具体的にどのような成果が得られるのかが分かりにくい・現状では具体的な成果が見られない等、次世代人工知能への取り組みや道筋が不明確なテーマも散見されることから、これまで以上に、適切なマネジメントを行ってほしい。また、民間企業に類似のサービスや製品があることから、採択テーマについては妥当性のみではなく、アプローチや開発プロセスの先進性についても積極的に比較・検討を行って頂きたい。さらに、市場（ユーザ）からのヒアリングを十分に行い、それぞれの目標に対する適切な精度（性能）を示したうえでの目標設定を求めたい。

今後、事業の実施内容については、知的財産の保護について十分な配慮を払ったうえで、できる限り詳細な公開を望むとともに、一部のテーマにおいては、より高度な次世代人工知能への取り組みを加速するため、実施者間の交流の機会を確保し、PL のリーダーシップのもとで、実施者間連携の推進を検討されたい。

2. 3 研究開発成果について

AI 技術の社会実装を目的とした事業は、他にほとんど例が無いこともあり、現時点で諸外国の状況に比べて優位性を保っていると認められ、世界初の技術や、トップレベルの国際会議への採択など、基盤技術および実用化技術において、いくつかの顕著な成果が得られている。ROS (Robot Operating System) などのオープンソースソフトウェアを最大限に活用し、開発の効率化と知の蓄積へ貢献することは、世界的な潮流とも合致している。また、研究開発項目①の「中小建設現場の土砂運搬」「ガス漏洩の発見と特定」、同小項目②-3 の「レーザ肉盛」「線状加熱システム構築」など、世界的にも先進的なテーマに取り組み、分かりやすく応用の広がりを感じさせる成果が出ている。さらに、研究開発小項目②-1 および②-2 に関わるテーマでは、その成果を他の事業主体が実際に使い、予算の配分などの対策を講じ、他の研究開発項目での再利用を進めている点については高く評価できる。

一方、学習時間のみに着目した中間目標による評価が必ずしも適さないテーマも含まれており、目標値の設定等、再検討を望みたい。また、世界初、世界最高を謳う報告がある一方

で、その技術の意味や有益性について検証が不足しているテーマもあることから、その技術の社会実装への有益性に関しては、多角的な視点でマネジメントを行ってほしい。

今後、例えば、具体的な事業化に向けた外部コンサルティングを含む検討会の企画や、PL等の少数の専門家からの助言だけでなく、現場の気付きや発見を組織的に先端技術とつなげていく仕組みを検討してほしい。

2. 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

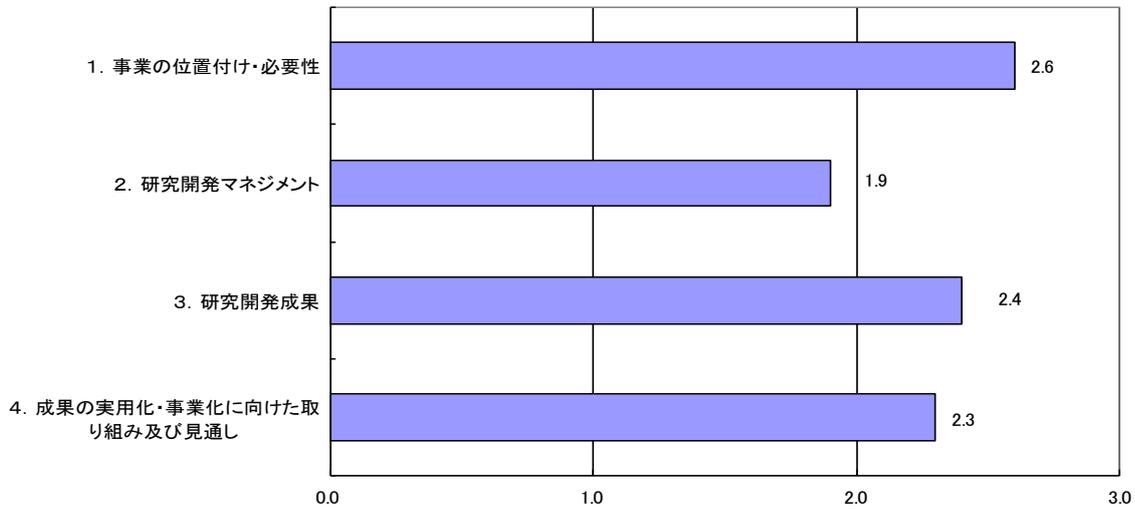
成果の実用化・事業化に向けた戦略は明確であり、実現に向けて概ね計画通り進んでいる。事業全体において多くの産学連携テーマが推進されており、各テーマにおいても事業化実施者について具体的検討が進められていることから、事業化、実用化への取り組みは妥当である。また、多くのテーマで、現場サイドが事業化に意欲を持つような、目に見える成果が上がっており評価できる。

一方、世界トップでも単一の要素技術だけでは産業社会的インパクトは無いことから、プロジェクトの主旨である「インテグレート」を踏まえつつ、全体の成果に繋げる取り組みを図ってほしい。また、成果の普及に関して、学会発表や報道等の普及活動が十分でないと考えられるテーマもあり、他の技術や用途への展開、新たな市場の創造の見通し、社会的な効果を得るため、成果の積極的な発信を増やし、一層の社会への普及活動を行ってほしい。

今後に向け、いずれの課題も「事業化」には、技術以上に難しい課題が沢山あり、「実用化・事業化」に至らなくても、それら課題を後に続くチャレンジャーが学べるような形で、プロジェクトの報告書をまとめる等の検討も図って頂く事を望む。

本事業の推進により、中小企業体や地方の公共団体に、先端的人工知能の研究開発の人材や余力がないという問題の解決方策のヒントが得られると、将来的には、経済産業的にも非常に大きな成果につながるものと期待したい。

評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素点 (注)							
		A	A	A	C	A	B	A	
1. 事業の位置付け・必要性	2.6	A	A	A	C	A	B	A	
2. 研究開発マネジメント	1.9	B	B	B	C	C	B	A	
3. 研究開発成果	2.4	A	B	A	C	B	A	A	
4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し	2.3	A	B	A	B	B	C	A	

(注) 素点：各委員の評価。平均値は A=3、B=2、C=1、D=0 として事務局が数値に換算し算出。

〈判定基準〉

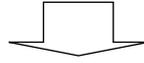
- | | |
|--------------------|------------------------------|
| 1. 事業の位置付け・必要性について | 3. 研究開発成果について |
| ・非常に重要 →A | ・非常によい →A |
| ・重要 →B | ・よい →B |
| ・概ね妥当 →C | ・概ね妥当 →C |
| ・妥当性がない、又は失われた →D | ・妥当とはいえない →D |
| 2. 研究開発マネジメントについて | 4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通しについて |
| ・非常によい →A | ・明確 →A |
| ・よい →B | ・妥当 →B |
| ・概ね適切 →C | ・概ね妥当 →C |
| ・適切とはいえない →D | ・見通しが不明 →D |

◆事業実施の背景と事業の目的

「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」(中間評価)

社会的背景

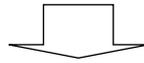
少子高齢化による生産年齢人口の減少下における製造業の国際競争力の維持・向上やサービス分野の生産性向上が重大な課題



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

事業の目的

人工知能技術とその他関連技術を活用して省エネルギーへ貢献する
人工知能技術の社会実装を加速し、新たな市場のシェアをいち早く獲得する



- 次世代人工知能技術の早期社会実装を行う
- 人工知能技術の開発速度を向上させる技術を開発する
- 人の発想や創造、判断を支援する人工知能技術を開発する

事業の概要 [研究開発項目]

人工知能技術の社会実装と、社会実装を加速する基盤技術の開発



【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
「生産性」、「空間の移動」等の重点分野において、**アジャイル型開発**により人工知能技術を社会実装。

【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
人工知能技術の開発を加速し、**早期社会実装を実現するための基盤技術を開発。**

【研究開発小項目②-1】
人工知能技術の導入加速化技術
人工知能モジュールを現場に導入するまでの期間を従来比10分の1に短縮する技術を開発。

【研究開発小項目②-2】
仮説生成支援を行う人工知能技術
新たなKPIの発見など高度な仮説を生成・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。

【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ける熟練者の暗黙知を形式化し非熟練者を支援する技術を開発。

◆政策的位置付け

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。



出典：首相官邸HP



■人工知能技術戦略（2017年3月）

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が検討された結果、「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。

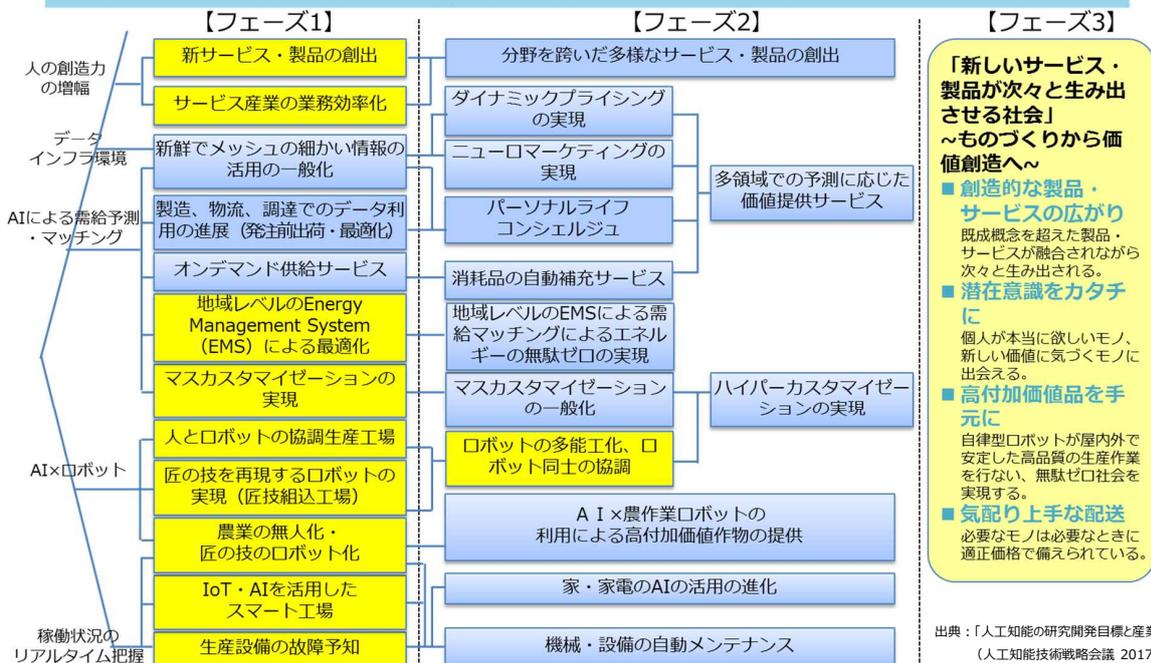
◆技術戦略上の位置付け

■人工知能技術戦略（2017年3月）

本事業のテーマが関係する産業

(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。



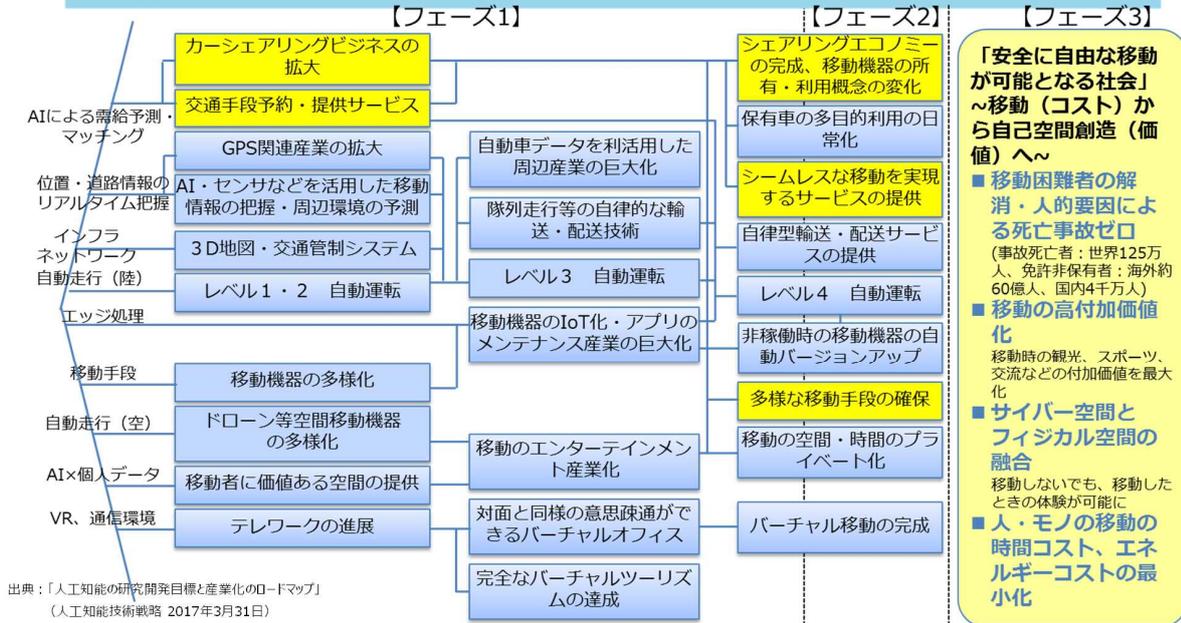
◆技術戦略上の位置付け

■人工知能技術戦略 (2017年3月)

本事業のテーマが関係する産業

(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】

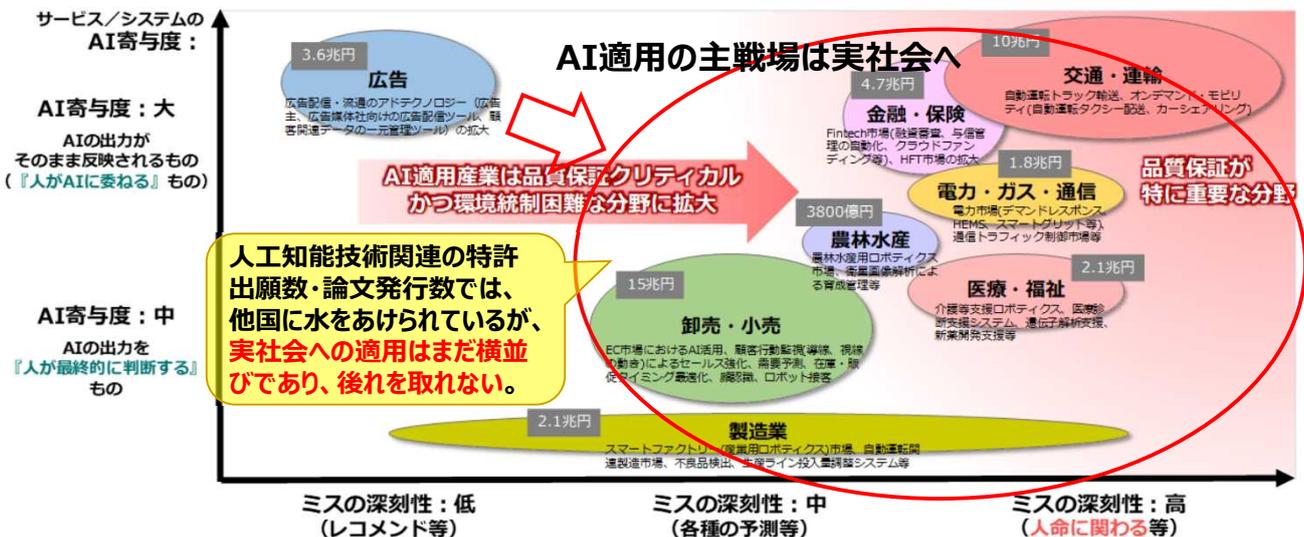
- 人の移動時間・移動空間を、「移動」そのものではなく、その他の「作業」、「生活」、「娯楽」を行う時間・空間にする。
- 全ての人に自由で安全な空間の移動を確保する社会を構築する。人・物の移動にかかる移動手段のシェアリングエコノミーを構築することにより、移動のエコ社会を実現する。これらにより、人的要因による事故を減らし、「移動」に伴う社会コストを最小化する。
- 移動の高付加価値化、自動運転等を活用した自律的な輸送配送、バーチャル移動も完成し、移動そのものに価値が生まれる社会を実現する。



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

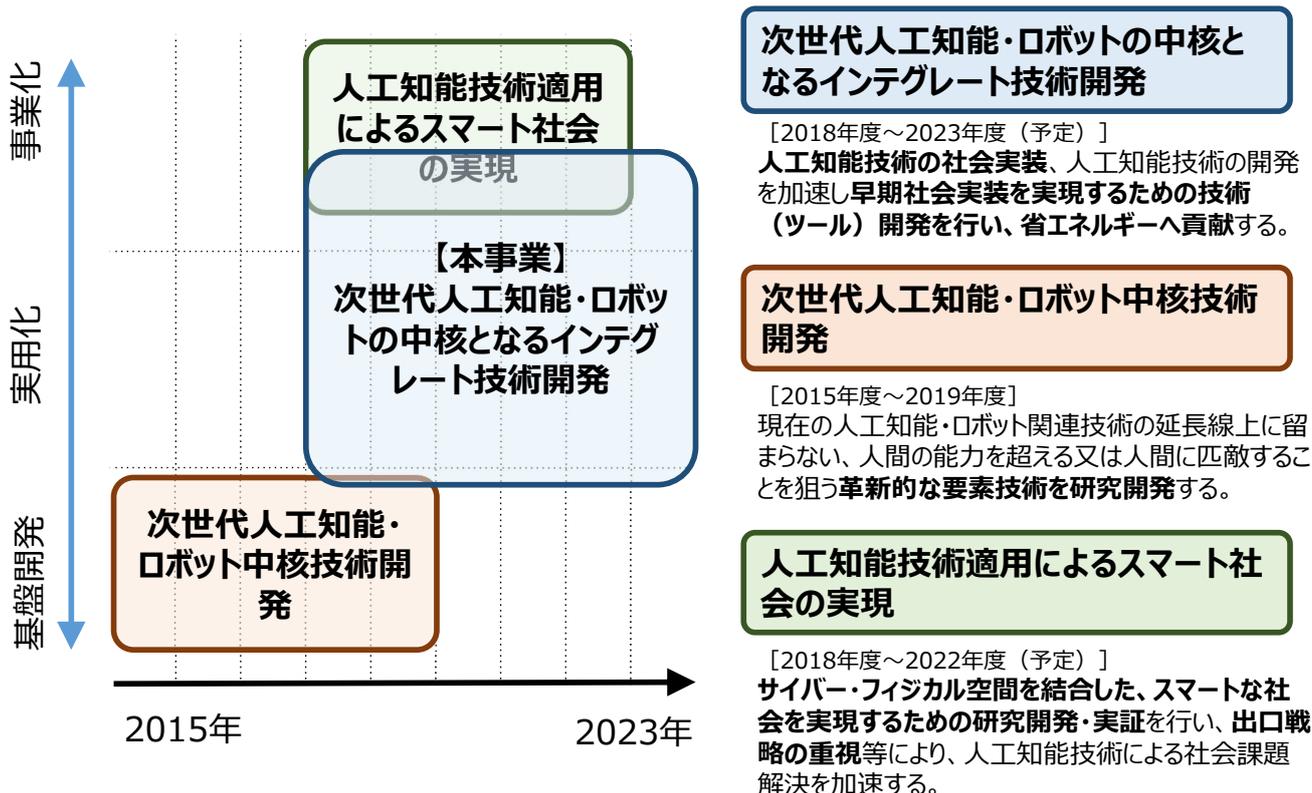
◆国内外の研究開発の動向と比較

- 人工知能技術は、広告をはじめとするネット産業から、**実社会へ適用が進行中**
- 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・ストレクチャー（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人工知能技術の適用が進む



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

◆他事業との関係



◆事業の目標

	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. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

◆研究開発目標と根拠

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	<p>■ 中間目標 (2020年度、2021年度)</p> <p>・「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。</p> <p>■ 最終目標 (2022年度、2023年度)</p> <p>・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。</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。
【研究開発小項目②-1】 人工知能技術の 導入加速化技術	<p>■ 中間目標 (2020年度、2021年度)</p> <p>・データ整備の所要時間を1/10に短縮する。</p> <p>・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。</p> <p>・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。</p> <p>■ 最終目標 (2022年度、2023年度)</p> <p>・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。</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、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。

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

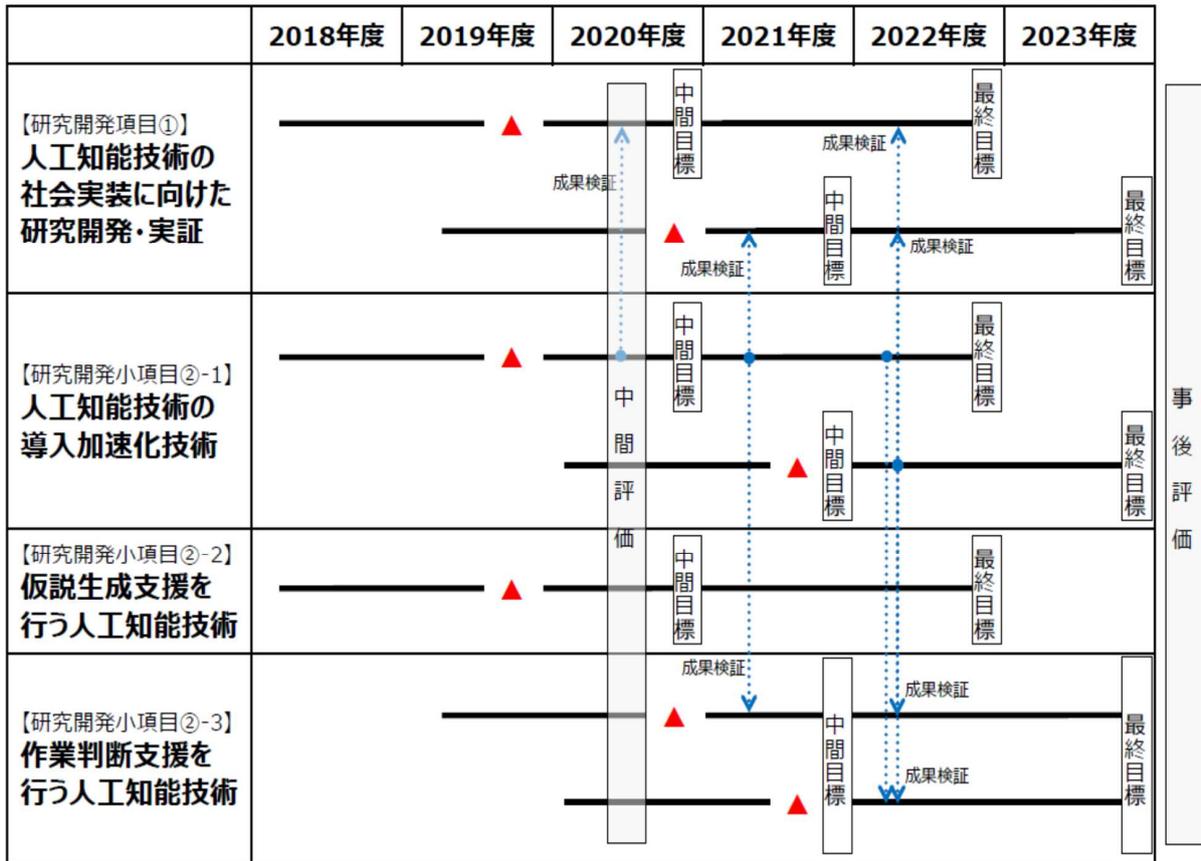
◆研究開発目標と根拠

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	<p>■ 中間目標 (2020年度)</p> <p>・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。</p> <p>■ 最終目標 (2022年度)</p> <p>・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。</p>	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	<p>■ 中間目標 (2021年度)</p> <p>・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。</p> <p>■ 最終目標 (2023年度)</p> <p>・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。</p>	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。

2. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性

◆ 研究開発のスケジュール

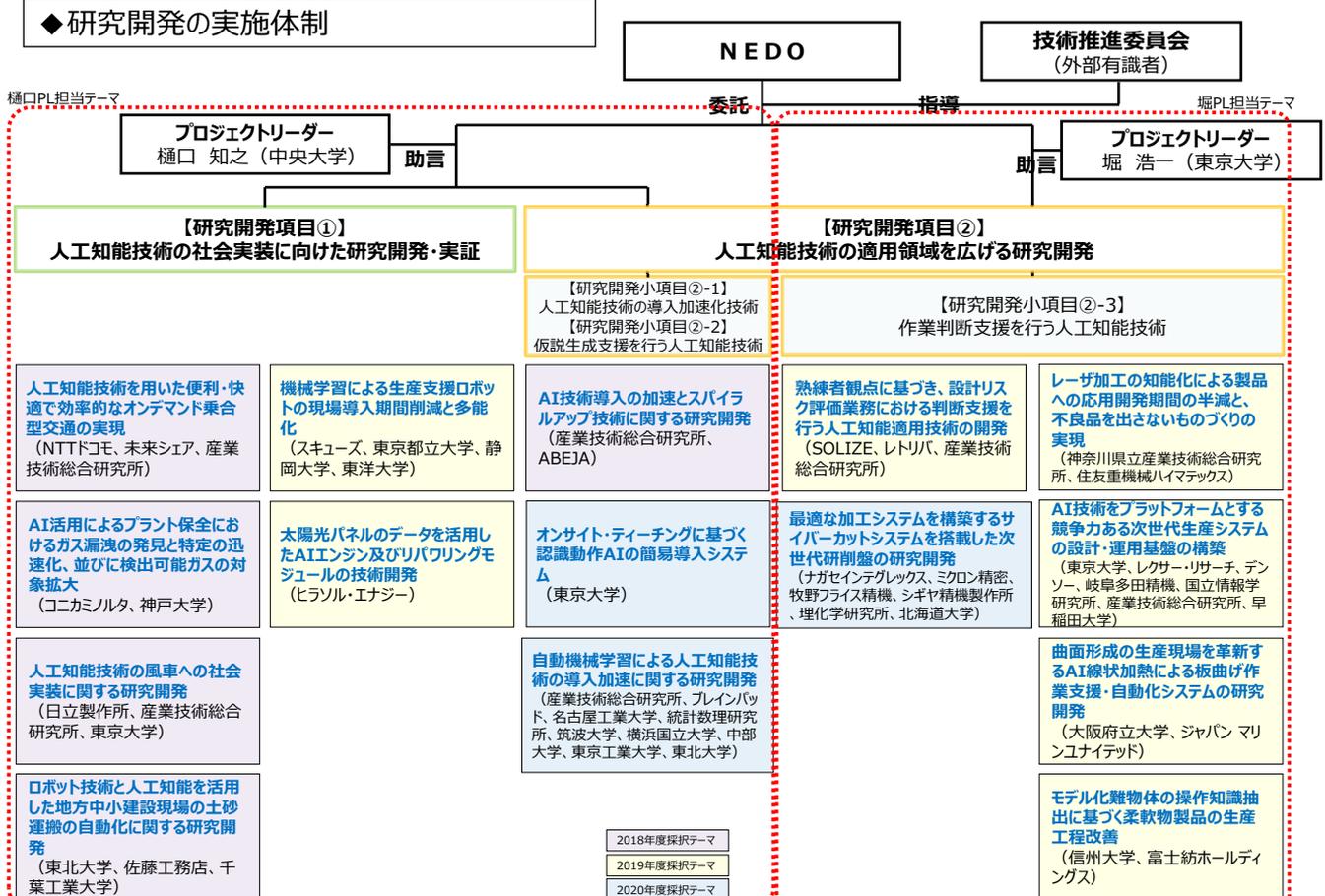
▲:ステージゲート評価



事後評価

2. 研究開発マネジメント (3) 研究開発の実施体制の妥当性

◆ 研究開発の実施体制



	役割	氏名・所属・分野	担当
PM	<ul style="list-style-type: none"> 研究開発目標の達成に向けた進捗管理 研究開発成果の最大化 (実用化・事業化に向けた確認・検討) 	柳本 勝巳 NEDO ロボット・AI部 主査	プロジェクト全体
PL	研究開発目標の達成、実用化・事業化に向けた指導・助言	樋口 知之 中央大学 理工学部経営システム工学科 教授 AI・データサイエンスセンター 所長 分野：統計科学、知能情報学	研究開発項目① 研究開発小項目②-1 研究開発小項目②-2
		堀 浩一 東京大学 大学院工学系研究科 教授 分野：人工知能、設計論	研究開発小項目②-3

◆プロジェクトとしての達成状況と成果の意義

[達成状況]

●プロジェクト中間目標

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**。

- 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**導入加速の実証を進めている**。

[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」にて、AIが社会実装されていない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**。

◆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. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

◆各個別テーマの成果と意義

「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%）。本テーマでは、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。

取組み内容

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

- 1 ICT化されていない既存の建設機械の簡易な機器改造（レトロフィット）によるロボット化
- 2 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
- 3 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
- 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の確立



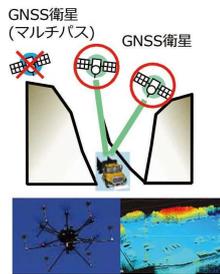
後付けて既存建機を自動化

アウトプット・効果

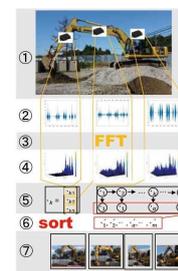
- レトロフィット（後付け）で既存の大型ダンプトラックの土砂運搬を自動化
- 自動化を支えるロボット・AIの要素技術とシステムインテグレート技術の研究開発



後付け自動化装置



山間部での高精度計測・測位



建機行動のモデル化と予測



大型ダンプ自動土砂運搬

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

◆各個別テーマの成果と意義

「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

現場レベルの局所的なKPI追求ではKGI（本来達成したい目）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。

取組み内容

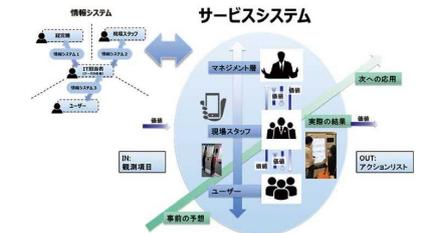
②-1



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

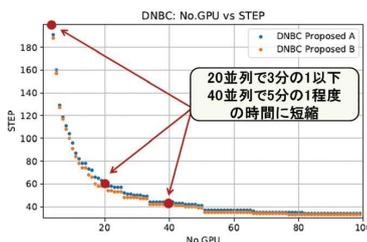
②-2



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

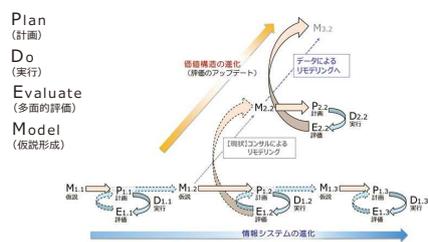
アウトプット・効果

②-1



投機実行による並列化がどの程度有効かを検証し、産総研ABCi(4352GPU)に実装

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

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

◆各個別テーマの成果と意義

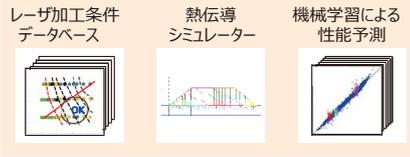
「レーザ加工の知能化による製品への応用開発期間の半減と不良品を出さないものづくりの実現」

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。

取組み内容

加工条件・材料成分のAIによる設定



得たいレーザ加工品質
● 溶け込み深さ
● 厚さ材質 ● 加工欠陥

推奨条件
● 材料(粉末)組成
● レーザ出力速度…

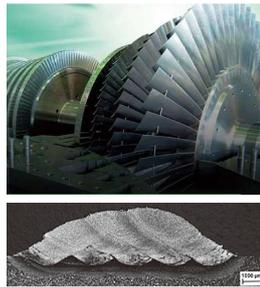
AIモニタリングシステム



レーザ加工

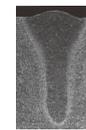
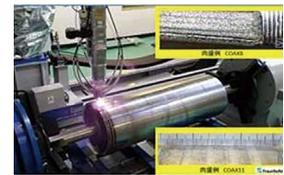
リアルタイムの品質判定

アウトプット・効果



レーザ粉末肉盛り(LMD)
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

3. 研究開発成果 (3) 成果の普及

◆成果の普及

	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

◆知的財産権の確保に向けた取り組み

出願件数

	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

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」 ・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」 ・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> <ul style="list-style-type: none"> ・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>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）