

「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

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

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  
理事長 石塚 博昭 殿

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 委員長 小林 直人

NEDO技術委員・技術委員会等規程第34条の規定に基づき、別添のとおり評価結果について報告します。

「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

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

## 目次

はじめに	1
審議経過	2
分科会委員名簿	3
評価概要	4
研究評価委員会委員名簿	7
研究評価委員会コメント	8
第1章 評価	
1. 総合評価	1-1
2. 各論	1-5
2. 1 事業の位置付け・必要性について	
2. 2 研究開発マネジメントについて	
2. 3 研究開発成果について	
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	
3. 評点結果	1-20
第2章 評価対象事業に係る資料	
1. 事業原簿	2-1
2. 分科会公開資料	2-2
参考資料1 分科会議事録及び書面による質疑応答	参考資料 1-1
参考資料2 評価の実施方法	参考資料 2-1
参考資料3 評価結果の反映について	参考資料 3-1

## はじめに

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構においては、被評価プロジェクトごとに当該技術の外部専門家、有識者等によって構成される分科会を研究評価委員会によって設置し、同分科会にて被評価対象プロジェクトの研究評価を行い、評価報告書案を策定の上、研究評価委員会において確定している。

本書は、「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」の中間評価報告書であり、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）分科会において評価報告書案を策定し、第63回研究評価委員会（2021年1月8日）に諮り、確定されたものである。

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

## 審議経過

### ● 分科会（2020年9月24日）

#### 公開セッション

1. 開会、資料の確認
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. プロジェクトの概要説明

#### 非公開セッション

6. プロジェクトの詳細説明
7. 全体を通しての質疑

#### 公開セッション

8. まとめ・講評
9. 今後の予定、その他、閉会

### ● 現地調査会（2020年9月10日）

宮城県大崎市 株式会社 佐藤工務店 三本木テストフィールド および  
宮城県大崎市三本木保健福祉センター研修室

### ● 第63回研究評価委員会（2021年1月8日）

「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
	ただ たけだ かずや 武田 一哉	東海国立大学機構名古屋大学 未来社会創造機構 教授

敬称略、五十音順

## 評価概要

### 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も見える事から、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、現場の気づ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。

## 研究評価委員会委員名簿

(2021年1月現在)

	氏 名	所属、役職
委員長	こばやし なおと 小林 直人	早稲田大学 参与・名誉教授
委員	あさの ひろし 浅野 浩志	一般財団法人電力中央研究所 エネルギーイノベーション創発センター 研究アドバイザー
	あたか たつあき 安宅 龍明	先端素材高速開発技術研究組合 (ADMAT) 専務理事
	かわた たかお 河田 孝雄	株式会社日経 BP 日経バイオテック編集 シニアエディター
	ごないかわ ひろし 五内川 拡史	株式会社ユニファイ・リサーチ 代表取締役社長
	さくま いちろう 佐久間 一郎	東京大学 大学院工学系研究科 教授
	たからだ たかゆき 宝田 恭之	群馬大学 大学院理工学府 環境創生部門 特任教授
	ひらお まきひこ 平尾 雅彦	東京大学 大学院工学系研究科 化学システム工学専攻 教授
	まつい としひろ 松井 俊浩	情報セキュリティ大学院大学 情報セキュリティ研究科 教授 国立研究開発法人産業技術総合研究所 名誉リサーチャー
	やまぐち しゅう 山口 周	独立行政法人大学改革支援・学位授与機構 研究開発部 特任教授
	よしかわ のりひこ 吉川 典彦	東海国立大学機構名古屋大学 名誉教授
よしもと ようこ 吉本 陽子	三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社 政策研究事業本部 経済政策部 主席研究員	

敬称略、五十音順

## 研究評価委員会コメント

第63回研究評価委員会（2021年1月8日開催）に諮り、以下のコメントを評価報告書へ附記することで確定した。

- AIの社会実装を目指して、全体としては良い成果がでていると見られるが、様々なAIを使ったベンチャー企業が立ちあがる国際競争が激しい中で、生産性向上のためにAIを用いる方法と価値、さらにはそれを導入する企業のメリットの構図をきちんと示して進めて頂きたい。またNEDOで当該プロジェクトを実施する意義を明確にし、残りの期間でナショナルプロジェクトならではの成果創出を期待したい。

## 第1章 評価

この章では、分科会の総意である評価結果を枠内に掲載している。なお、枠の下の箇条書きは、評価委員の主な指摘事項を、参考として掲載したものである。

## 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、横串を通し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。

### 〈肯定的意見〉

- ・ 本事業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、現時点で積極的に投資すべきである。
- ・ 本事業は、基盤技術開発を目的とした「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」と、事業化を目的とした「人工知能技術適用によるスマート社会の実現」の中間に位置し、様々な分野における事業化の先導となる研究開発およ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 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。
- ・ 本プロジェクトの実施者が先導となり、より多くの分野で人工知能の導入が進むなど、本プロジェクトの波及効果が期待できる。
- ・ しっかりと工程に従って進めている事業がほとんどですが、迷走（しているように見える）とも見えてしまう事業も散見されるところではあります。とはいえ、PL の指導の下、具体的な進展があり、このまま最終年度に向けて加速的に事業を推進いただけ

ればと思います。

- 人工知能技術の実社会での適用・実証および、従来技術との融合のための研究開発という事業目的は、高度情報技術に基づく知識基盤社会の実現のために取り組むべき重要課題の一つであり、時期を得ている。紹介された取組に関しては、それぞれ、我が国の産業としても重要性の高い実領域である、中小規模の企業/事業体による、土木事業や製造業における課題を、人工知能技術の導入・融合で解決するという成果を示しており、高く評価できる。その中から、次世代人工知能技術の重要課題の報告・発見もあり、次世代の人工知能適用技術の研究開発推進として興味深い。
- AI 技術の社会実装を目的とした事業の意義は大きい。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、緊急性も高く本事業は重要な役割を果たすと考えられる。
- AI 技術をアジャイル型の開発手法による社会実装しようという事業の趣旨は重要であり、成果を社会に還元することで AI 技術にとどまらず、新規技術一般の社会実装手法の標準化手法として確立できる可能性を持った事業である。
- 人工知能技術の活用により業務革新や競争力の競争が見込める社会的課題について、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あると考えられる。特に、必ずしも人工知能技術に詳しいとはいえないユーザー企業が参画している意義は大きいと思う。企業にとって通常業務をこなしながらの IT 導入はハードルが高く、先進的な技術の導入についてはさらに難しく企業の努力だけではなかなか取り組めない現状がある中で、そこを支援する必要性は高い。
- 人工知能技術の社会実装が期待され、かつ比較的近い将来での実用化が可能なテーマについてバリエーション豊かなテーマを採択している点で事業全体の最終的な成果が期待できる。
- 重要な社会課題に対して、PL・事務局・課題受託者が一体となって取り組んでおられます特に、両 PL の前向きな姿勢が強く印象に残りました。

#### 〈改善すべき点〉

- 一部のプロジェクトにおいて、次世代人工知能への取り組みが不明確なものがみられ、PL による正確な状況理解と適切なマネジメントが必要である。
- 学習時間に着目した中間目標による評価が必ずしも妥当ではないプロジェクトも含まれており、中間目標、最終目標については再検討の余地があると考えられる。
- 単に 1/10 という数値ではなく、個々の事業における 1/10 の意味合いは異なります。それぞれの事業における目的の共有を個々の事業者と PL、評価者チームにて再確認することは重要かと思えます。
- 実世界・異分野適用から発見されている次世代人工知能技術の重要課題の解決については、世界的にも研究競争が盛んになっており。その解決は容易ではないと認識されているが、本事業で、個々の研究開発取組を超えて、そのような人工知能の実世界運

用・異分野適用において得られる萌芽的な課題を、次世代の最先端の人工知能技術開発につなげる仕組みが出てくれば、大きな成果になるのではないか。

- ・ 本事業で掲げる定量的な評価の指標が必ずしも適切でない。特に、AIシステムにおいて学習時間やデータの収集時間、データ量のみを評価とするのは問題がある。
- ・ アジャイル型の開発手法と成果のオープンソース化を促進するという目標に対して、参加企業の知財の考え方から必ずしも進められていない。
- ・ 解決の難しい「製造業の課題」からスタートしてどのような人工知能技術が適するかを検討していくのは意味があると思うが、事業原簿などでは課題に対しどのような人工知能技術がなぜ必要か、なぜ有望かの説明が不十分なものが見受けられ、説明の改善を要望したい。委員長の指摘で一部改善はなされたが、特に、現状では人工知能技術の他に現実的な解決手段がないという点を、人工知能の専門家でない人でも分かるように説明してほしい。人工知能技術でなくても似たことはできるのではと思ってしまふと、本事業に含める必要性が薄いと感ずることになるので。
- ・ 多角的な事業を展開している一方で、統一的な事業全体の成果を見出すためには、事業タイトルにもあるように、「インテグレーション技術の開発」が必要になる。この部分と強い関連があると考えられるのが開発項目②-1および②-2のテーマ群であるが、これまでの取り組みでは他の開発項目とのコラボレーションが不足している懸念がある。
- ・ プロジェクトの目的を考えると、「現場サイドにどの程度汎用性のある知識やスキルが移転されたのか」という点にも、何等かのマネジメントが必要だと思ひます。プロジェクト終了後に、「専門家サイドがいなくなったら、ブラックボックスだけが残った」ということでは困ります。

#### 〈今後に対する提言〉

- ・ 本プロジェクトの波及効果を最大化するためにも、PLの強いリーダーシップのもとで、本プロジェクトの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が望まれる。
- ・ プロジェクトの各実施者で共有可能な技術は公開し、全参加者が事業全体の目標、および各実施者の課題と目標についての相互理解を深めることで、事業としての一体感がより一層醸成されることを期待する。
- ・ NEDOの枠を超えたより大きな連携など、戦略的な取り組みが確実に必要になってくると思ひます。縦割り問題がよく指摘されますが、是非、横串を通した、日本の国力増強を目的とした事業化戦略を是非お願いいたします。中心となって動けるのはNEDOだと思ひます。
- ・ 感想に近い提言だが、(評者自身の反省も込めて述べると)、現在の世界的な人工知能開発競争において、圧倒的な優位を誇る米国に対する、我が国を含む他国の課題が、萌芽的な課題を開発につなげる仕組みの不備にあると考えられている。この点で、本プロジェクトは、さまざまな実世界の事業者－研究者のチームから構成されており、

かつ、人工知能技術の基礎と応用に精通した PL を擁する点で、大きな研究開発ポテンシャルをもっていると感じる。中小規模の事業者も含む、既存産業分野からの次世代人工知能技術の課題の発案と技術発明ができれば、次世代 AI 技術のための大きな一歩となると思う。既存技術の利用だけでなく、新規領域と新規技術の開発は困難な道のりであると考え、本プロジェクトに期待する点である。

- 2名の PL がそれぞれ分担してマネジメントを行っているが、お二人の専門分野に関しての対応は問題ないと思うが、専門外のアジャイル型の開発手法、社会実装の加速手法、知的財産とオープンソースなど多岐に渡る助言は難しいのではないかと感じた。PL あるいはそれに準ずるスタッフを充実させる必要がある。
- 研究開発項目②-3「レーザ肉盛」に関して中間評価分科会では「最新の人工知能技術の知見を応用する上で助言が不足していたのでは」という議論があったが、現場での課題解決には最新技術よりも安定して使いやすい技術の方が適する場合もあり、PM の関与や助言が不十分だったとはいえないと考える。一方で、本事業は純粋な製造現場の課題解決プロジェクトとも異なり、なるべく最新の知見を取り入れるようなチャレンジの場であるとも思うので、どのような技術を採用するかを検討の経緯と取捨選択の結果を明示するのがよいと考える。
- 事業終了とともにこの意欲的な取り組みが終了してしまうことを懸念している。NEDO 講座等で継続して追跡、支援を行なっていくことに加えて、事業内部・外部において人間関係を作ることも必要である。開発項目②-1、②-2のインテグレーション技術による横串が一つの方法なので、まずはこれを推進して欲しい。
- 事業に関わる企業人材の育成や、コンソーシアムの組成による技術エコシステム形成など本事業だけでなく、AI・ロボット関連の3事業を横断したプロジェクトにより、本事業のさらなる加速が期待できると思います。
- プロジェクトの成果を、研究成果だけでなく、中堅企業が AI を導入する際に参考となるような「事例集」の形にまとめると、成果の普及がはかれるのではないだろうか。

## 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も見える事から、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。

#### 〈肯定的意見〉

- 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。本事業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、基本技術開発で他国、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である。
- 本事業は、基盤技術開発を目的とした「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」と、事業化を目的とした「人工知能技術適用によるスマート社会の実現」の中間に位置し、様々な分野における事業化の先導となる研究開発およ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。本プロジェクトの実施者が先導となり、より多くの分野で人工知能の導入が進むなど、本プロジェクトの波及効果が期待できる。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による事業の実施は妥当かつ必要不可欠である。
- 基礎的な研究・調査や、収益性は低い（当面はマイナスかもしれない）ものの、まずは実証が必要な、将来有望が期待される事業を、その可能性を広い成長させる後押しは、国のサポートが必須であり、本事象はその位置づけに基づき実施されている、必要性の高い妥当な事業であると言えます。
- 人工知能技術が実社会に広く適用されつつある現在、その実社会での適用・実証およ

び、従来技術との融合のための研究開発という事業目的は、人間中心の知識基盤社会の実現のために取り組むべき重要課題の一つであり、時期を得ている。

- ・ 深層学習技術に代表される人工知能技術の一定の成功を踏まえた上で、正解的に性能向上だけでなく、安全性や、信頼性などの次世代の課題へ研究開発が進展しつつある。この状況を踏まえると、本事業が目指す実世界での運用事例を通じて、次世代技術のための課題発掘と、新しい中核技術の策定を行うことは、今後、我が国が人工知能技術の中核とした産業・サービスの分野で、存在感を示すために必要な研究開発推進であると考えられる。
- ・ AI 技術の社会実装を目的とした事業の意義は大きい。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。
- ・ AI 技術の適用の際に大きな問題になっている学習時間やデータ収集に関わる時間の削減は社会実装において特に重要な課題であり、延いては省エネルギーに貢献する。
- ・ コロナ禍の状況で新しい生活様式に対応した社会変革が求められており、それに関連する予算規模も今後増大すると考えられる。そのような状況下において AI 技術による省力化が生む金銭的効果は大きいと予測され、本事業が計画通りに進めば対費用効果は大きいと認められる。
- ・ 人工知能技術の活用により業務革新や競争力の競争が見込める社会的課題について、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あると考ええる。企業にとって通常業務をこなしながらの IT 導入はハードルが高く、先進的な技術の導入についてはさらに難しく企業の努力だけではなかなか取り組めない現状がある中で、そこを支援する必要性は高い。人工知能技術の実装がうまくいけば、今後日本の人口が減少する中での製造業の技術や技能の維持、生産性向上などに効果を見込めると考える。
- ・ 人工知能技術の社会実装に着目し、我が国の社会的背景、産業、学術の構造的な強みを分析しながら本プロジェクトの位置づけを行なっており、事業目的の策定過程は極めて妥当だと考えられる。
- ・ 時宜を得た事業目的が設定されています。応用領域を、空間移動・生産性に絞ったことも「アジャイル型の開発」との整合性が高く、適切な設定です。

#### 〈改善すべき点〉

- ・ 採択されている事業によっては、民間の独力で出来てしまうと思われる採択案件もあるように感じられますが、PL のしっかりした指導がされていることは確信できましたので、安心しました。国のサポートがあるならでは、個々の事業のチャレンジ性や、事業化への有望性をより明確化させるとよいと感じました。
- ・ 本プロジェクトの第一の目的は、現在の人工知能技術を従来の製造技術や専門領域へ適用することで、その有用性を実証し、今後の技術基盤を築くことと思われる。この目的に関しては、各取り組みがそれぞれの専門領域・企業規模の中では初の成功例となるような一定の成果をあげており、当初の目的を達成していると評価できる。一方

で、現在の既存の人工知能技術を超えた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、中間評価の現在の段階では、全体としての方向性が見えず、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に見える。現在の人工知能分野をふりかえると、深層学習技術の幅広い適用という成功例があるが、まだ将来の中核となる「次世代の人工知能技術」の全容は見ておらず、依然として、研究開発の過渡期の段階であると受け取られている。(わかりやすくいうと、「深層学習技術」で全ての問題が解決したわけではない。)

- プロジェクトの成果として、個々の適用例の解決と成功だけでなく、今後の研究開発の方向性を、この事業から見出していくことと、それをプロジェクトの構成員で共有することが、必要と思われる。この点に関しては、事業期間前半の成果を元にして、事業後半で解決すべき重要な課題であると考ええる。
- AI技術は日進月歩に進化し、日々新たな技術や応用課題が市場において生まれている。そのような分野においては民間の活動に重きを置くべきである。
- 計画ではアジャイル型の開発を取り入れるとしているが、本来このような迅速なターンアラウンドを前提とした開発手法はユーザー視点の民間が主導すべきであり、開発者視点にならざるを得ない公的な機関である NEDO が関与すべき事案では無いと考える。
- 説明を受ければ本事業の狙いは理解できるが、例えば「インテグレーション＝社会実装」であることなどは直接説明を受けなければなかなか分からないともいえる。本プロジェクトに何らかの関心を持つ人が現れるたびに説明を繰り返すのは大変なので、もっと的確な表現があればと考える。合わせて、人工知能技術を企業の現場で適用する(社会実装)には、人工知能技術自体の他にも現実にも多くのハードルがあるともっと説明する方が、NEDO が関与する必要性が分かりやすくなると思う。
- 事業目的における用語の定義に曖昧性がある。インテグレーションという言葉の定義について分科会では社会実装と同義であるとの回答を得たが、例えば本事業と関連が深いシステムエンジニアリングの分野では明確な定義が存在し、それは社会実装と同義ではない。事業の説明時の用語の定義について再度検討を加える必要がある。
- 採択テーマの中にはすでに民間でサービスインしている事業に酷似したテーマが散見され、民間活動のみで改善が不可能であるテーマを支援する事業とは実態が異なるように見える。何が課題だったのか、テーマごとの公益性がどこにあるのかが不明確であった。

## 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、できう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。

### 〈肯定的意見〉

- ・ 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、またより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、おおむね適切にマネジメントされている。個別のプロジェクトについても、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、おおむね適切に管理されている。
- ・ 現場に存在する問題の本質に対して、これを解決するために、単に現在の技術を適用するに止まっている採択事業は見られませんでした。
- ・ 目標の妥当性 として、個々の取組（委託先グループを指す）で選定した専門領域において、次世代人工知能技術を、既存の技術領域で使用すること、あるいは、既存技術と融合して運用するための運用技術を研究開発するという目標は重要であり、妥当である。個々の取組の計画の妥当性については、今回、詳細発表を受けた 3 つの取組については、おおむね問題ないと考える。実施体制についても、各取組には、実際の生産や事業領域と実務レベルでの次世代人工技術を保持するメンバーが共に含まれており、問題ない。
- ・ 人工知能における広い意味の知財戦略として、重要な観点である OSS（オープンソースソフトウェア）や運用知識の講習についても、活動しているグループの報告もあったのは評価できる。

- ・ 実施体制については、現状では距離がある人工知能技術と実際の製造現場・事業領域の協同について、よく運営されていると考える。
- ・ PLからの情報提供や助言も十分に行われていると感じた。
- ・ AIシステムにおける「学習時間を1/10に」や学習データを減らすなど、達成目標を定量的に示しているのは、従来の同様の事業が定性的評価により目標達成を判断していたのに比して優れている。
- ・ 特に研究開発項目②-3では、必ずしも人工知能技術に詳しいとはいえないユーザー企業が参画して、人工知能の技術者とともに適用方法（社会実装）の検討を進めた点で、特徴的で意義のある体制と考える。
- ・ 社会実装という高難易度なテーマに挑んでいる意欲的な事業であると考えられる。
- ・ 採択したテーマが多岐に渡り、マネジメントの困難さが窺えるがプロジェクトマネージャーは各テーマの状況把握に努めていることが理解できた。
- ・ また、知財戦略について必要な手段を講じていることが理解できる報告であった。
- ・ 変化が速い分野ですが、年2回の計画変更に加え、小規模な研究内容の変更を随時受け付けるなど、機動的な研究管理が行われています。
- ・ PLの両先生が課題研究グループと直接対話し、アドバイスをを行うなどプロジェクトが一体として管理されています。
- ・ ゲート審査が機能し、課題の最適化が行われています。

#### 〈改善すべき点〉

- ・ 当初、一部のプロジェクトにおいて事業原簿への記載が不十分であったが、追加資料の提出により現在では改善されている。
- ・ 一部のプロジェクトにおいて、次世代人工知能への取り組みや道筋が不明確なものがみられ、PLによる正確な状況理解と適切なマネジメントが必要である。
- ・ チャレンジ性は認められるものの、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事業や、例えば、深層学習の専門家との連携でさらなる高みに到達できると思われる事業も見られました。加えて、現状では具体性な成果が見られない事業も散見されました。
- ・ 個々の取組を超えたプロジェクト全体での目標の妥当性については、現在は数値目標が表に出ているようであるが、人工知能分野での研究開発をどのように行うべきかを明らかにすることは、それ自身が課題であり、改善の余地があるのではないかとと思われる。人工知能が決定的な中核技術が同定されていない過渡期の技術分野である現状を考えると、現在の目標設定と進捗管理では、異なる種類の技術と、異なる種類の評価方法が混在しており、参加の各取組がどのような目標の達成を目指すかがわかりにくいように思う。例として、中間評価では、速度向上に関する数値目標のみに注力しているように見えるのは残念な点である。目標を切り分けて、自己評価することが目標達成には有益ではないか。
- ・ 肯定的意見に挙げた定量的な評価を持つことは素晴らしいが、一方で、目標設定が学

習時間や学習データの規模や収集に関わる時間のように決められていることに問題がある。特に AI システムにおいては学習時間や学習データの規模は精度とのトレードオフになっており、目標達成のために数値を調整することが容易である。

- 社会実装を目標としている事業である以上、市場（ユーザ）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）を示したうえで目標設定をすべきである。
- オープンソース化を目標に掲げているが、それぞれの拠点において知財との関連から必ずしも本来の目的に沿った活動が進んでいない。本プロジェクトに直接関わっていないステークホルダーにとっては、プロジェクト終了後に枯れた、古くなった技術をオープンソース化されても意味はない。開発者にとってもアジャイル型の開発手法の本質である市場（ユーザ）からの迅速フィードバックを受けるメリットが乏しくなっている。
- 2名の PL がそれぞれ分担してマネジメントを行っているが、お二人の専門分野に関しての事案は問題ないが、アジャイル型の開発手法、社会実装の加速手法、知的財産とオープンソースなど多岐に渡る助言は難しいのではないかと感じた。PL あるいはそれに準ずるスタッフを充実させる必要がある。
- 解決の難しい「製造業の課題」からスタートしてどのような人工知能技術が適するかを検討していくのは意味があると思うが、事業原簿などでは課題に対しどのような人工知能技術がなぜ必要か、なぜ有望かの説明が不十分なものが見受けられ、説明の改善を要望したい。委員長の指摘で一部改善はなされたが、特に、現状では人工知能技術の他に現実的な解決手段がないという点を、人工知能の専門家でない人でも分かるように説明しておいてほしい。人工知能技術でなくても似たことはできるのではと思ってしまうと、本事業に含める必要性が薄いと感ずることになるので。
- 特にインテグレーションを課題としているテーマは現時点で存在する技術の延長線上にあるテーマが多く、またそのインテグレーション技術に関しても革新的なアプローチが採用されているテーマは見られない。特に類似の民間企業によるサービスや製品がある中で本事業で採択されたテーマの妥当性のみでなく先進性についても、アプローチや開発プロセスについて積極的な比較・検討が行われているべきであるが、報告には欠けていた点である。類似のサービスとの積極的な比較を行い、民間による他社サービスとの重複部分への支援よりも、非重複部分に関する部分を伸ばすなどのコントラストをつけるなどして本事業の目的に採択テーマが合致しているか、注意深く検証・改善を行う必要がある。
- 「現場」が想定されておらず、実用化・事業化の内容が明確でない課題が一部に見られます。デモシステム・プロトタイプ等の作成を行うなど、「インテグレート」を意識した研究管理を行って下さい。
- 成果として、「AI 技術の普及」と「世界初・世界最高水準の技術」の両者を狙うのは、理想ではありますが容易では無いと思います。必要以上に難しい技術を使ったり、重箱の隅で世界初を主張したりするなど、開発側に負担を強いることを恐れます。成果

目標として、技術的優位性が過度に強調されないようにして下さい。

〈今後に対する提言〉

- ・ 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、できうる限り詳細に公開すべきである。
- ・ 一部のプロジェクトにおいて、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にも、PLからのアドバイスのみならず、実施者間の交流の機会を確保し、PLの強いリーダーシップのもとで実施者間の連携を推進すべきである。
- ・ プロジェクトの各実施者で共有可能な技術は公開し、全参加者が事業全体の目標、および各実施者の課題と目標についての相互理解を深めることで、事業としての一体感がより一層醸成されることを期待する。
- ・ 具体的なアウトプットを分かりやすい例で示す工夫や、個々の事業で利用している個々の技術を洗い出し、現状においてさらなる向上が可能であるかどうかの検証を試みてもよいかもしれません。
- ・ プロジェクト全体での目標設定に関しては、例えば、研究開発目標として、第1の観点として、(a)各取り組みでの人工知能技術の成熟度を、(a1)萌芽的技術と(a2)確立した技術の高度化に分けた上で、第2の観点として、(b)目標達成の指標を、(b1)数値的目標と(b2)質的目標に分けて、研究の進捗評価や、必要な支援の種類を行う必要があるのではないかと。
- ・ 実施体制については、PLの樋口氏と堀氏が指摘されていたように、製造業における「暗黙知」の共有等は容易な問題でなく、このプロジェクトを超える長期的かつ大きな問題であるが、可能であれば、参加グループ同士での「暗黙知」の共有などが、プロジェクトを通じて実現されると、それ自身が次世代インテグレート技術の大きな成果になり得ると感じた。人工知能の専門家であるアドバイザー(PL)は中核技術(人工知能および数理統計)の基礎と実際の両方に精通しており、アドバイザーからの助言は十分であり、PLを中心とする支援は妥当である。一方で、各取り組みが自律的に暗黙知の共有をできるような有機的体制作りも重要である。本プロジェクトでも、アジャイル開発などの人工知能分野の特性に適合した開発体制を採用していることは高く評価できる。さらに期待すると、上記の観点を一層進めるために、もし守秘事項等の問題が解決できるならば、参加グループ同士の相互の情報交換や問題解決が可能になるような有機的な組織運営の仕組みを考案・実現できれば、本プロジェクトの成果となるのではないかと。また、それにより、多様な取り組みからなるプロジェクトの強みが出ると想像される。実際に、人工知能技術に基づくサービス分野では、アジャイル開発だけでなく、ハッカソンや、オープンな開発などのさまざまな仕組みが工夫されており、新しい方法論を提案できれば、人工知能技術の実用化への方法論としての貢献は大きいと考える。
- ・ これからの事業推進に関して、中間評価の折り返し点を迎えた現時点で、「次世代人工知能のインテグレート技術」とは何を指しており、現在の「インテグレート技術」のを

踏まえた上で、現在までの成果（開発技術や適用の成功例・失敗例）における弱点や不十分な点を同定し、そこから次世代の人工知能技術（ロボット技術）の課題は何かを提言し、どのような形でプロジェクト全体としてその実現を目指すのかについて、プロジェクト全体としての方向付けることが有用と思われる。

- ・ 目標設定の再検討を要する。
- ・ プロジェクト期間中でも開発技術を有償であり、提供できる枠組みを作る必要があると思います。PLあるいはそれに準ずるスタッフを充実させる必要がある。
- ・ 研究開発項目②-3「レーザ肉盛」に関して中間評価分科会では「最新の人工知能技術の知見を応用する上で助言が不足していたのでは」という議論があったが、現場での課題解決には最新技術よりも安定して使いやすい技術の方が適する場合もあり、PMの関与や助言が不十分だったとは必ずしもいえないと考える。一方で、本事業は純粋な製造現場の課題解決プロジェクトとも異なり、なるべく最新の知見を取り入れるようなチャレンジの場であるとも思うので、どのような技術を採用するかを検討の経緯と取捨選択の結果を明示するのがよいと考える。
- ・ 社会実装過程でインテグレーション技術および社会実装技術に関する潜在的な発見・発明がなされる可能性があるため、今後のマネジメントによってそれを明にすることが重要である。たとえば、システムに関する知的財産戦略についてサポートが必要であることが分科会で明らかになったので、改善を求める。
- ・ また、先進性の少ないテーマであっても報告書で知見を丁寧に言語化することで発明に綱がる可能性がある。各テーマの事業者には報告書等の文書化による知識・知見の蓄積に関して積極的に参加させる仕組み作りを心がけて欲しい。
- ・ 他の課題との協調により、加速可能な課題もあると思います。これまでも、PLの指導の下で課題間の協調が図られていますが、今後も継続して下さい。
- ・ 課題①全体のKPIとして、学習時間や導入期間が設定されていることは納得できますが、それを、すべての課題に適用して成果管理することには無理があると思います。

## 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。

### 〈肯定的意見〉

- ・ 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 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。
- ・ 数年先の事業化を重要視する、特に NEDO の事業においては、現場の問題解決が主眼となるものの、最先端の技術を導入しての取り組みや、世界初の取り組みもされており、いろいろなイノベーションが生まれていると思います。
- ・ 今回、詳細な報告を受けた 3 件の個々の取り組みについては、人工知能技術（ロボット技術）と実領域の専門技術の融合による適用例と実証例として、領域固有の問題に深く取り組み、成果をあげている点が、評価できる。個別には、「建機のレトロフィット自動化」では、既存技術（レガシー技術）と先端 AI 技術の融合という意味で一つの成功例を示している
- ・ 競合技術と比較した優位性に関しては、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る。
- ・ 現時点で、最終目標に向けた道筋は明確であるが、AI 関連技術は動きの速い分野であり、今後も最終目標の適切な見直しを適宜行う必要がある。

- ・ 知的財産権の出願は計画に沿って行われている。
- ・ 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、目に見えて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と考える。
- ・ 多くのテーマが目標を達成している点について肯定的に評価する。
- ・ 研究開発項目②-1および②-2に関わるテーマでは、他の事業主体が実際にそれを使って評価を得る過程が重要であり、予算の配分などの対策を講じて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する。
- ・ プロジェクトの方針に従い、多くの課題で「できるものから具現化して行く」形で順調に成果が上がっています。

#### 〈改善すべき点〉

- ・ 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プロジェクトも含まれており、中間目標、最終目標については再検討の余地があると考えられる。
- ・ まだ中間評価の段階ではありますが、事業化の確度において、面白い取り組みであるものの、大手企業での事業化の脅威のある事業や、具体的な事業化に至ることができるのか懸念される事業も見受けられました。
- ・ 成果の普及に関して、知的財産権の確保が優先されておりオープンソース化の取組が不十分な傾向がある。
- ・ プロジェクト期間中でも開発技術を有償であり、提供できる枠組みを作る必要があると思います
- ・ 世界初、世界最高という点を強調している報告が目立つが、一方でその技術の意味や有益性について検証が足りていないテーマがある。独自性と有益性は一致しない。世界初・世界最高と同時にその技術の社会実装への有益性に関して多角的な視点を入れるマネジメントを行うべきである。特に、技術開発に注力している部分が、社会実装の妨げとなっている課題であるか否かの視点を導入すべきである。
- ・ 一部の課題で、技術的課題が不明確なまま開発を進め、単なる試作に留まっている例が見られます。成果として、汎用的な知見・ノウハウが抽出できる形で課題を進めて下さい。研究開発の技術的内容自体を理解することが困難な課題があります。課題とその解決の道筋を、平易かつ明確に示して下さい。このような課題では、成果を広く活用することが困難と思われれます。

#### 〈今後に対する提言〉

- ・ 中間目標、最終目標の妥当性について慎重に検討し、改善すべき点は変更するべきである。
- ・ PLを入れての、外部コンサルティングを入れた検討会などを企画されるとよいと思いました。ご存じのように、NEDO「人工知能技術適用によるスマート社会の実現」ではそのような試みが実施されております。また、PLに事業化の専門家をさらに入れる

といった方策もよいのかもしれませんが。

- 本事業前半の成果としては、現在出ている成果だけでなく、本事業による人工知能の異分野適用により、次世代の人工知能の課題を発見すること自体が重要な成果になり得ると感じた。その意味で、今回の中間評価の3取り組みからも、単なる適用事例の成功でなく、次世代の人工知能の課題の掘り起こしと考えられる報告があり、当初の目標（実用化時間の短縮）だけでなく、事業の進捗として高く評価できる。今後としては、課題を見つける（気づく）だけでなく、次世代技術の掘り起こしにつなげる仕組みを作ることができれば、研究開発として大きな成果ではないか。専門家（PL）による助言を超えた仕組みを期待する。
- 今回の評価での具体例をあげる：建機という技術分野内部の視点では、建機専門メーカーによる自動運転建機の開発が最終的な回答となる可能性があるが、その一方で、今回の建機のレトロフィット自動化のための取組からは、今後解決すべき重要課題として、人工知能技術のレガシー技術融合（いわゆる「AIシステム構築」）に関する一般的な課題である、(i)ソフトウェアのオープンソース化（例：ROSの利用、OSS）や、(ii)蓄積した運用データの共有方法・活用法（例：作業履歴）、(iii)一般性のある人工知能技術の特定分野への転用（例：HMMによる時系列解析法）等が見つかっている。また、「レーザ肉盛り加工」の取組からも、現在、機械学習分野でも注目されている「属性エンジニアリング」（高度なデータ前処理技術）や「変数重要性」につながる課題が、現場の取り組みから発見されていることは興味深い。これらは、今後、人工知能分野の産業応用に関して非常に重要な競争項目になり得る課題であり、そのことがGAFANAなどの大規模ネットプラットフォーム事業者だけでなく、本事業からボトムアップに出てきていることは評価できる。
- 新しい人工知能技術とサービス基盤の確立には、既存技術の運用だけでなく、競争力のある独自の適用領域をもち、技術開発を行うことは、技術開発戦略として必須または有用である。当該取組（建機のレトロフィット自動化）のチーム内には、人工知能技術の専門家が含まれており、取り組み内で自己完結に解決できている。一方で、中小企業を主体とした取り組み（例：レーザ肉盛り加工）では、必ずしもその条件が満足される保証はなく、現在、PLなどの専門家から、十分な助言は受けている。さらに、対象取組の数が増えた場合には、PL等の少数の専門からの助言だけでは足りない可能性があるため、今後どのように組織的なやり方で、現場の気づきや発見を先端技術とつなげていくかが、大事な課題に思われる。（この点に関しては、質問では、当該取組のリーダーである産総研 本村氏と樋口 PL から、それぞれの対応が行われていることが説明されたことを補足する。）
- AI関連技術は動きの速い分野であり、今後も最終目標の適切な見直しを適宜行う必要がある。
- 研究開発項目②-3「設計リスク評価業務の支援」「次世代生産システムの設計・運用基盤」などもそれぞれの確に成果を出していると思うが、やや抽象的で分かりにくい分野なので、期間終了時の最終成果とユーザー企業での導入、普及を期待したい。

- 学会発表・知財化については考慮されていますので、成果の活用・実用化の担い手に向けた成果普及の取り組みにより注力して下さい。

## 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。

### 〈肯定的意見〉

- ・ 事業全体において多くの産学連携プロジェクトが推進されており、また各プロジェクト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。
- ・ 研究開発項目①の方が②より具体的な進展を見ることができました。
- ・ 成果の実用化・事業化については、「技術の市場での販売」という視点であれば、達成の途上であると考えられる。ただし、具体的紹介のあった「建機のレトロフィット自動化」と「レーザ肉盛り加工」の取組に関しては、各分野の特性から、実用化と事業化は可能と理解できるのではないかと思われる。具体的には、前者は我が国の各地方ごとに需要がある普遍的な事業であること、後者は我が国に散在している高度であるが、属人的な専門技術をもつ分野であり、同時に、中小規模だが市場ニッチに基づいた産業競争力をもつ分野といえる。このことから、技術の市場化がない場合も、それ自体で事業の効率化といった利点が確保されており、本事業の成果は、広義の実用化・事業化の可能性が高いと考えられる。
- ・ 従来目標作成・計画・実行型の開発事業化だけでなく、アジャイル型開発のようなサイクルの短い開発の採用は、人工知能技術の実用化・事業化の方策として有効だと思う。
- ・ 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。

- ・ もともと製造業の現場での課題を出発点にするテーマが多いためでもあるが、そのようなテーマでは少なくとも1社では実用(システム導入)に至るのではと感じられた。
- ・ 分科会にてプロジェクトリーダーには豊富な経験がありテーマ実施をサポートするだけの知識や技術を有することは理解できた。
- ・ 多くのプロジェクトで、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います。知財の取得に対して支援が行われ、特許の取得につながっています。

#### 〈改善すべき点〉

- ・ 研究開発項目②は技術に焦点を当てているわけですが、何を加速するのかが明確化されておらず、実際は、①のような個々の問題解決を主眼とした取り組みになってしまっているように思えます。加速化技術の具体的な切り出しを行い、どのような諸問題に利用可能であるか、また他の技術との比較、整理などが必要だと思えます。
- ・ 成果の普及に関して、学会発表等の普及活動が目に見えた成果をあげていないことから、顕著な波及効果(特に人材育成等)を期待できるとは言えない。
- ・ 本事業に関わる報道等の普及活動が不十分と考えられ、当初の計画に留まらない他の技術や用途への展開、新たな市場の創造の見通し、社会的な効果を現時点では判断できない。
- ・ 分科会での代表的なテーマによる発表内容からは、実施者には人工知能技術に対する理解・利用を難しく感じている例があることが示唆された。
- ・ 研究開発項目②-1および②-2に関わるテーマでは、他の事業主体が実際にそれを使って評価を得る過程が重要であり、ワークショップ等で他の研究開発項目での試用を求めているとの報告を受けたが、評価を実際の製品にフィードバックするためには再利用の更なる促進が必要不可欠である。
- ・ 一部の課題で、実用化への筋道がはっきりしないものが見られました。例え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ありません。事業主旨である「インテグレート」を踏まえ、全体の成果に繋げて下さい。

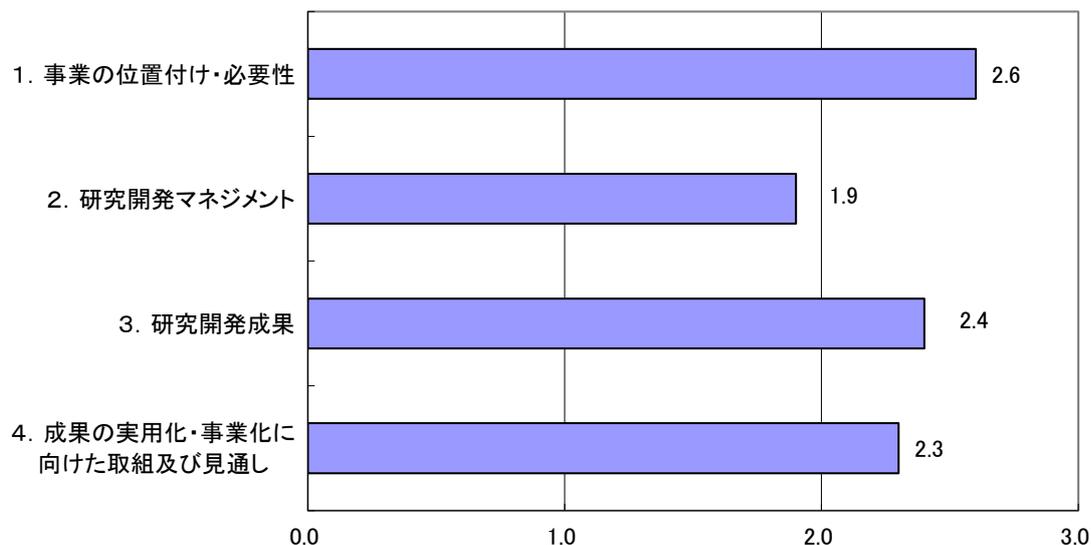
#### 〈今後に対する提言〉

- ・ ②においては今一度、現状の整理が必要だと思えます。
- ・ 一方で、個々の取組でなく、事業全体の達成としてみたときは、既存の人工知能の大規模応用の成功例である、ネット空間でのサービス事業と異なる形の実用化・事業化の方策については、世界的にも未解決の課題である。前半の、後半の事業実施の成果から、実世界での製造や専門領域での人工知能応用にあう方策を形にすることを期待する。
- ・ 感想に近い提言です：(よく知られた議論で恐縮だが)、従来から、GAFに代表されるいわゆる超大規模インターネットプラットフォームでは、開発した先端技術は自社の(ハードウェアと、ソフトウェア、サービスの)プラットフォーム上で利用するため、技術の市場販売を必要とせず、技術開発と実用化がシームレスに行われるという

利点が指摘されてきた（例、引用：「GAFA」、Scott Galloway 著）。これに対して、我が国はそのような大規模インターネットプラットフォームを持たないが、（繰り返し言い古された議論で恐縮ですが）、本事業が対象とする中小企業を含むが、人工知能による業務改善が期待できる領域は、地味に見えるが、ある種の研究開発と事業が密接につながった技術開発分野として、有望かもしれない。一方で、中小企業体や、地方の公共団体には、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も指摘されている。

- 本事業の推進により、このジレンマ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と考えられるのではないかと。
- 参考文献：Scott Galloway 著、「GAFA: the four 四騎士が創り変えた世界」、東洋経済新報社、2018. ISBN: 978-4492503027.
- 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望む。
- 現場の課題は企業によって異なるから、1社で実用に至ったとしても他社や他分野への普及は別と考えられる。もとよりユーザー企業のノウハウとは明確に切り離して、広く転用可能な技術や方法論となるように研究開発を進めておられると思うが、研究成果について核となる技術と解決できる課題が何かを明確に説明できるようにしておくことが極めて重要と考える。
- 個々のテーマ実施者にプロジェクトリーダー自らアドバイスを実施している点は評価できるが、テーマが事業化したのちも引き続き人工知能技術の社会実装に取り組むためには、他テーマもしくは本事業に含まれない外部の有識者との相談体制の構築が有効である。例えば若手の大学教員等と顧問契約するなどの方向性が考えられる（相談料を払えば、基本的なことも質問がしやすいものです）。
- 研究開発項目②-1および②-2に関わるテーマでは、他の事業主体が実際にそれを使って評価を得る過程が重要であるが、再利用をより加速するためにはプロジェクトリーダーやマネージャーは、当該技術のセールスマンとなって他のテーマを説得し、可能な限り全てのテーマでの再利用を達成するなど、高い目標をマネジメント側に立てることが必要だと考える。また一方で、「売れるインテグレーション技術」を開発するために、セールス側からのフィードバックが不可欠であり、これについてプロジェクトリーダーらの豊富な経験が役立つと考えられる。
- 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ます。例え「実用化・事業化」に至らなくても、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て下さい。「××は想定どおりにいかなかった」「××程度のデータ量では正しく学習できなかつた」等、現場の方々に失敗例は大変参考になると思います。

### 3. 評点結果



評価項目	平均値	素点 (注)							
1. 事業の位置付け・必要性について	2.6	A	A	A	C	A	B	A	
2. 研究開発マネジメントについて	1.9	B	B	B	C	C	B	A	
3. 研究開発成果について	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について	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

## 第2章 評価対象事業に係る資料

## 1. 事業原簿

次ページより、当該事業の事業原簿を示す。

「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 .....	5
<b>1 事業の位置付け・必要性について .....</b>	<b>1-1</b>
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
<b>2 研究開発マネジメントについて .....</b>	<b>2-1</b>
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
<b>3 研究開発成果について .....</b>	<b>3-1</b>
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
<b>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 .....</b>	<b>4-1</b>
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><b>①アウトプット目標</b>  <b>（最終目標）2022年度、2023年度</b>          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><b>（中間目標）2020年度、2021年度</b>          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><b>②アウトカム目標</b>  <b>ア) CO2排出量削減効果</b>          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><b>イ) 市場獲得</b></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	[Redacted]						
	人工知能技術の導入加速化技術	[Redacted]						
	仮説生成支援を行う人工知能技術	[Redacted]						
	作業判断支援を行う人工知能技術	[Redacted]						
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	<b>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」</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> <li>・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</li> <li>・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</li> <li>・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</li> <li>・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</li> <li>・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)</li> </ul> <b>研究開発小項目②-1「人工知能技術の導入加速化技術」</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> <li>・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</li> </ul>						

		<p>東京大学(THK(株))</p> <p>・<b>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</b> 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><b>研究開発小項目②-2「仮説生成支援を行う人工知能技術」</b></p> <p>・<b>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</b> 産業技術総合研究所、(株)ABEJA</p> <p><b>研究開発小項目②-3「作業判断支援を行う人工知能技術」</b></p> <p>・<b>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</b> 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>・<b>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</b> 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>・<b>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</b> 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>・<b>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</b> 大阪府立大学、ジャパン マリンユナイテッド(株)</p> <p>・<b>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</b> 信州大学、富士紡ホールディングス(株)</p> <p>・<b>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</b> (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><b>【全体中間目標】</b> 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><b>【個別中間目標】</b> <b>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」</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・4 テーマ 2020 年度末に達成見込み</li> <li>・2 テーマ 2021 年度末に達成見込み</li> </ul>	

	<p><b>研究開発小項目②-1「人工知能技術の導入加速化技術」</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・1 テーマ 2020 年度末に達成見込み</li> <li>・2 テーマ 2021 年度末に達成見込み</li> </ul> <p><b>研究開発小項目②-2「仮説生成支援を行う人工知能技術」</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・1 テーマ 2020 年度末に達成見込み</li> </ul> <p><b>研究開発小項目②-3「作業判断支援を行う人工知能技術」</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・5 テーマ 2021 年度末に達成見込み</li> </ul>	
	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><b>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」</b></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"> <li>・5 テーマ 2027 年度までに事業化</li> <li>・1 テーマ 2025 年度までに事業化</li> </ul> <p><b>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」</b></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><b>研究開発小項目②-1「人工知能技術の導入加速化技術」</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> <li>・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</li> </ul> <p><b>研究開発小項目②-2「仮説生成支援を行う人工知能技術」</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> </ul> <p><b>研究開発小項目②-3「作業判断支援を行う人工知能技術」</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> </ul>	
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。

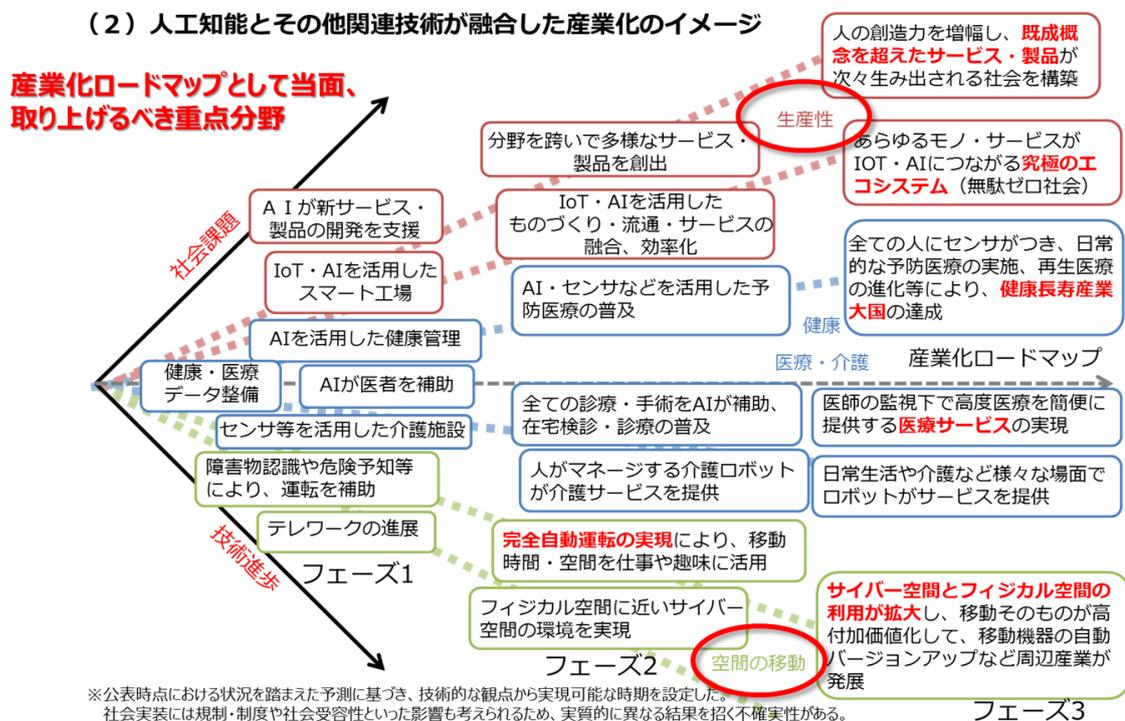


図 1-1 人工知能とその他関連技術が融合した産業化のイメージ

(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。

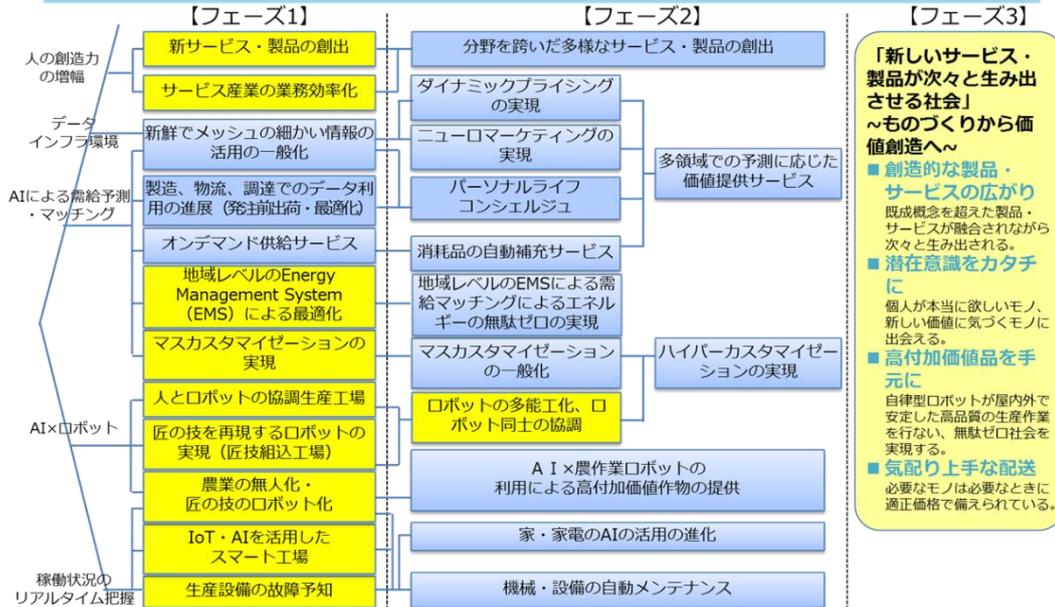


図 1-2 「生産性」分野の産業化イメージ

(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。

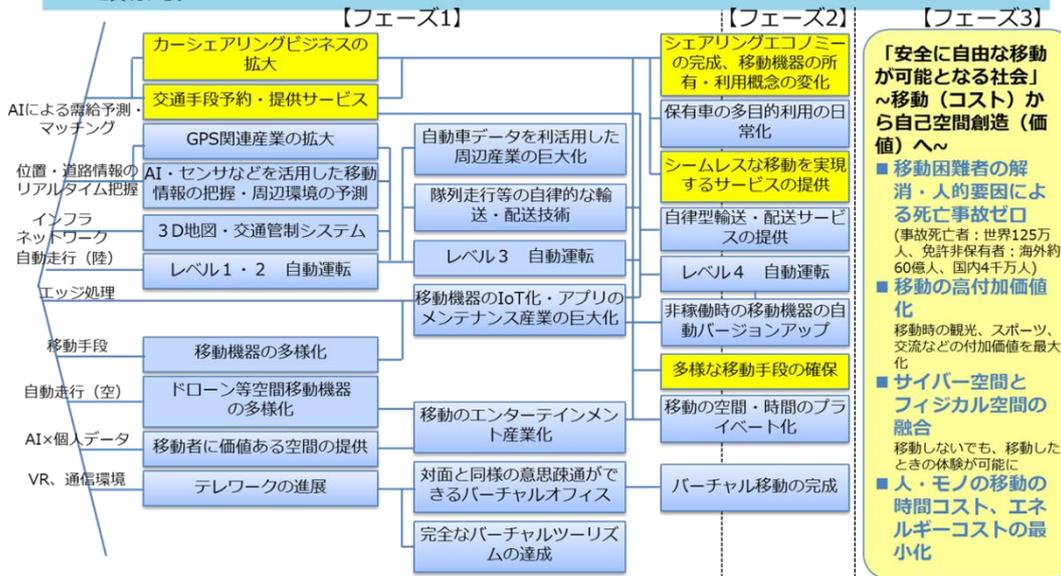


図 1-3 「空間の移動」分野の産業化イメージ

(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。

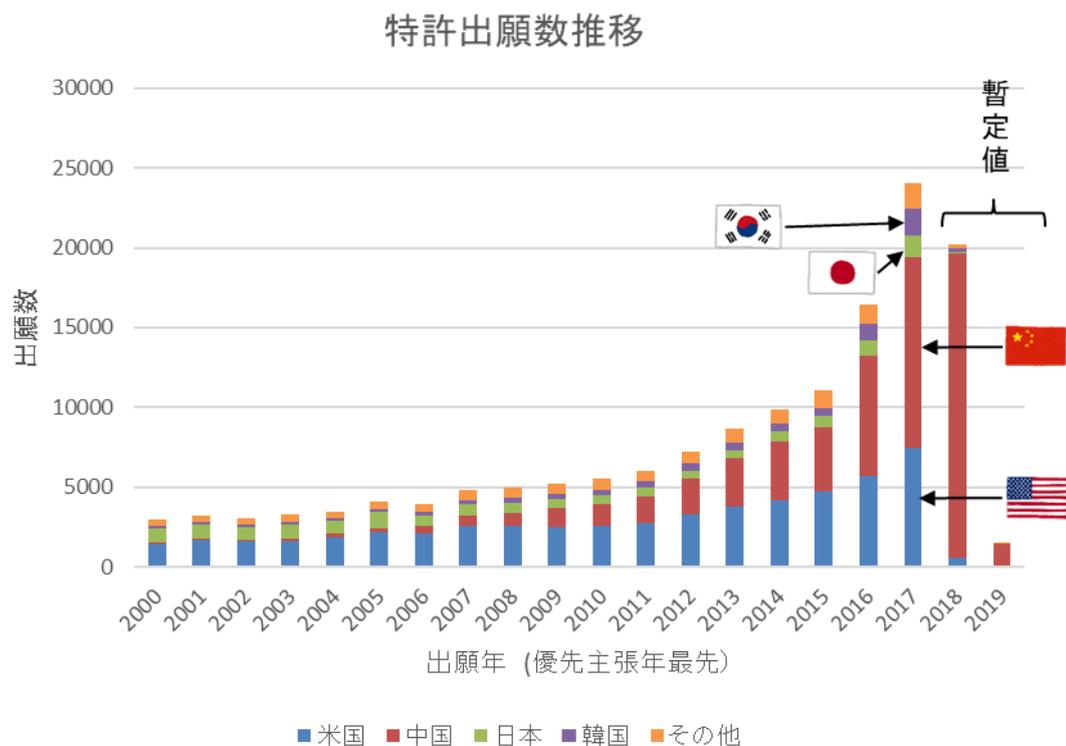
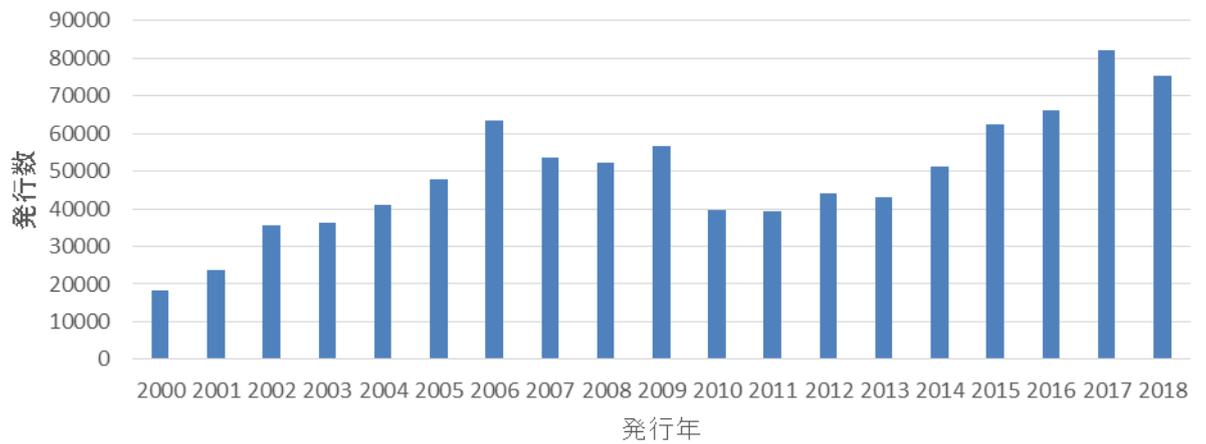


図 1-4 人工知能技術関連の特許出願件数推移  
(出典 Derwent Innovation での検索結果を基に NEDO TSC 作成 (2019))

## 論文発行数推移



## AI関連論文著者所属機関国籍別発行数

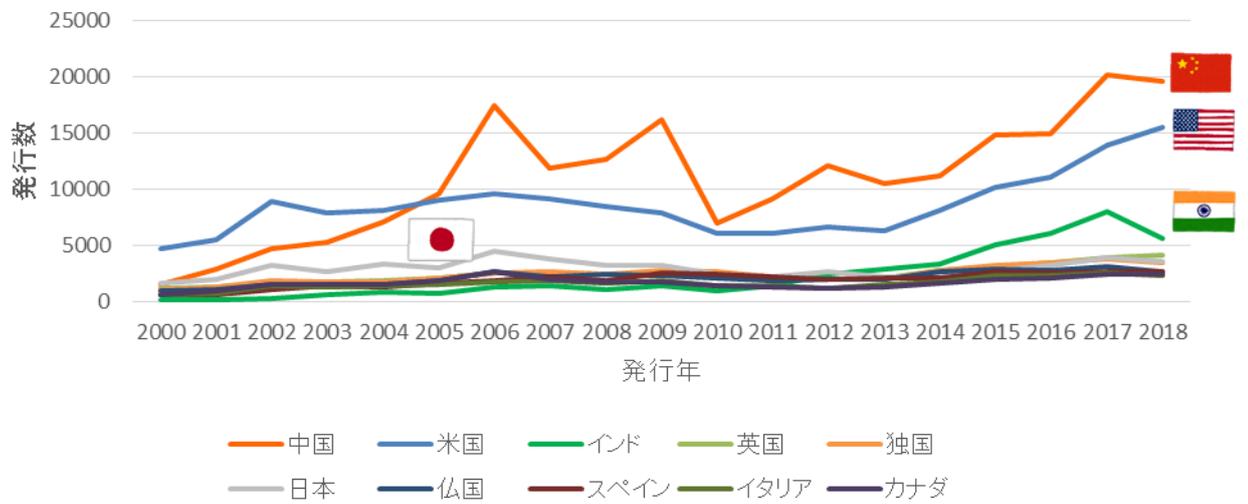


図 1-5 人工知能技術関連の論文発行数推移

(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。

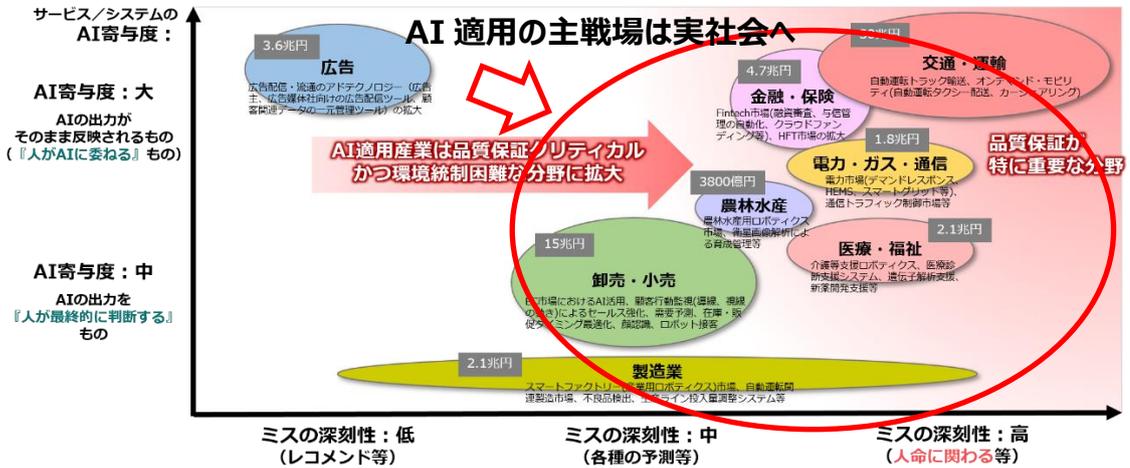


図 1-6 2030 年の AI 適用産業

(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。

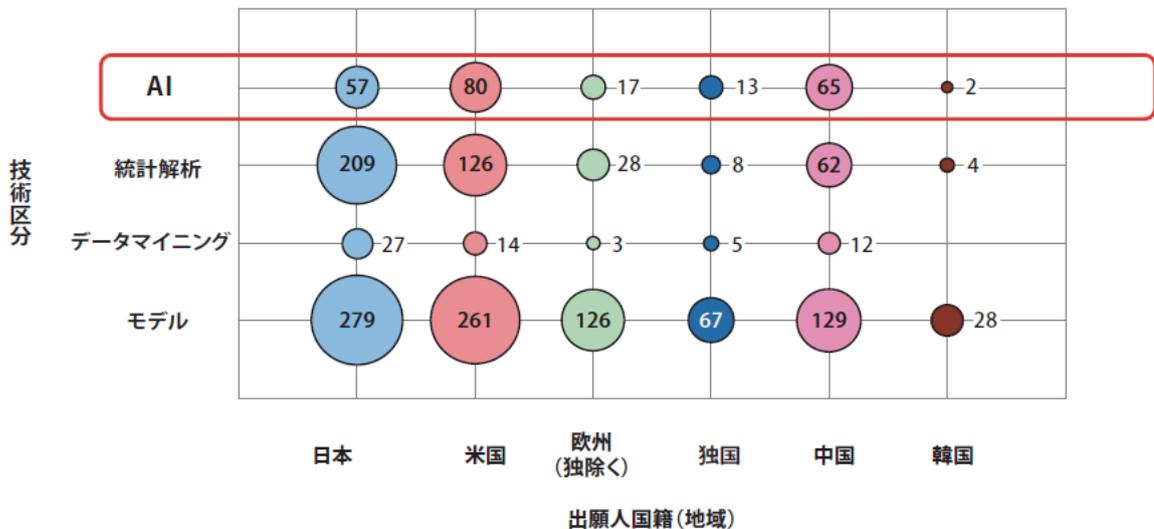


図 1-7 データ解析手法における特許出願動向

(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。

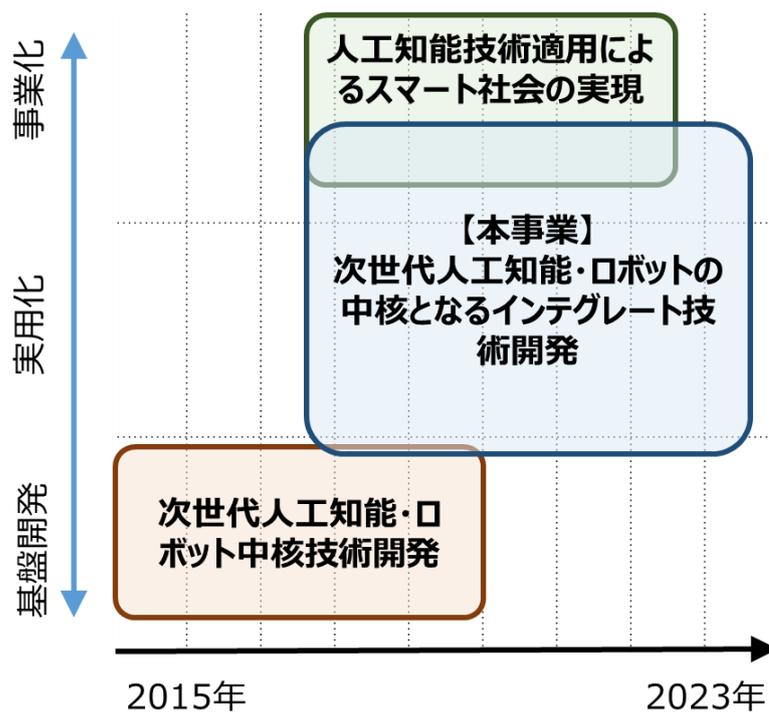


図 1-8 各 NEDO 事業の位置付け

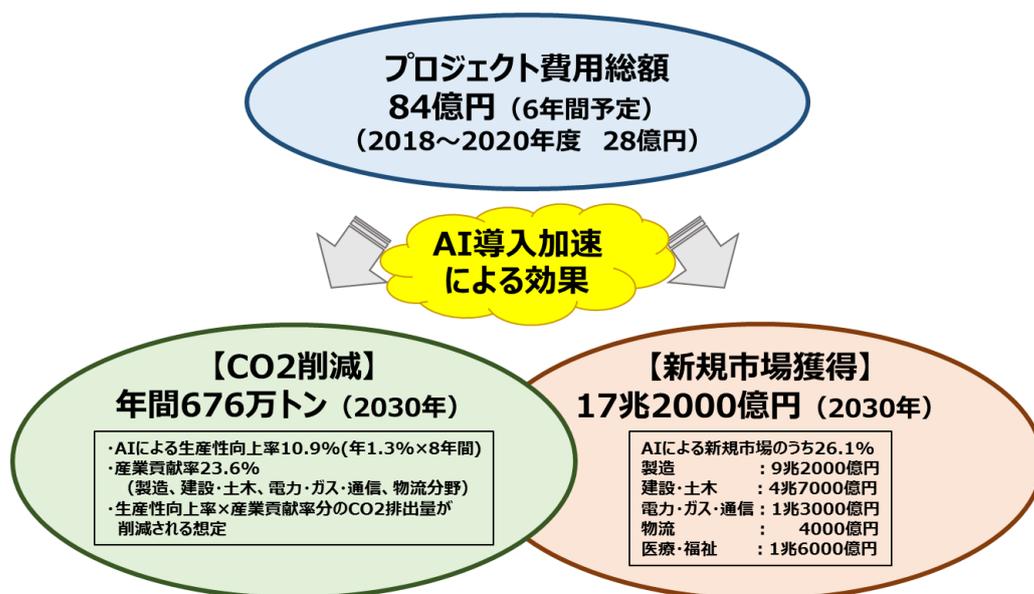
## 2. NEDO の関与の必要性・制度への適合性

### 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、CO<sub>2</sub> 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

CO<sub>2</sub> 排出削減量、新規市場獲得額の算出根拠は以下の通り。

(1) CO<sub>2</sub> 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、CO<sub>2</sub> 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。

CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> が削減されるとして算出。

2030 年時点：6,761×10<sup>3</sup>[t-CO<sub>2</sub>]

262,848×10<sup>3</sup>[t-CO<sub>2</sub>] $\times$ 10.9[%] $\times$ 23.6[%]=6,761×10<sup>3</sup>[t-CO<sub>2</sub>]

CO<sub>2</sub> 排出量：

2030 年時点=2016 年時点：262,848×10<sup>3</sup>[t-CO<sub>2</sub>]

直接エネルギー投入量：97,351×10<sup>3</sup> [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/](http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/energy_consumption/ec001/2014_02/)

97,351×10<sup>3</sup> [kl]  $\times$ 2.7[t-CO<sub>2</sub>/kl]=262,848×10<sup>3</sup>[t-CO<sub>2</sub>]

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](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>■ <b>中間目標（2020年度、2021年度）</b> 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<b>学習時間を1/10に短縮</b>できること、人の判断を支援する人工知能技術により<b>特定のタスクの生産性を30%向上</b>できることを検証する。</p> <p>■ <b>最終目標（2022年度、2023年度）</b> 複数の応用分野で人工知能技術の社会への<b>導入期間を1/10に短縮</b>すること、人の判断を支援する人工知能技術により<b>特定の工程の生産性を30%向上</b>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、<b>2030年時点でCO2排出量を年間約676万トン削減</b>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、<b>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</b>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、従来人が見つめ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	<b>■ 中間目標（2020年度、2021年度）</b> ・「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 <b>学習時間を1/10に短縮</b> 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。
	<b>■ 最終目標（2022年度、2023年度）</b> ・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 <b>導入期間を1/10に短縮</b> 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	<b>■ 中間目標（2020年度、2021年度）</b> ・ <b>データ整備の所要時間を1/10に短縮</b> する。 ・人工知能モジュール開発における <b>学習時間を1/10に短縮</b> する。 ・人工知能技術の <b>導入効果を確認する時間を1/10に短縮</b> 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。
	<b>■ 最終目標（2022年度、2023年度）</b> ・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 <b>導入期間を1/10に短縮</b> 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	<b>■ 中間目標（2020年度）</b> ・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 <b>基本動作の開発を完了</b> する。	人工知能の導入を加速化するためには、互いに相関する目的変数の関係を把握し、従来人が見つけることが困難であったKPIの発見や当該組織では不足する技術等の要素を他の組織等から補うといった高度な仮説を生成・評価・提案を行う基盤技術を開発する必要があるため。
	<b>■ 最終目標（2022年度）</b> ・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 <b>開発及び実証を完了</b> 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	<b>■ 中間目標（2021年度）</b> ・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 <b>特定のタスクの生産性を30%向上</b> 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。
	<b>■ 最終目標（2023年度）</b> ・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 <b>特定の工程の生産性を30%向上</b> 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。

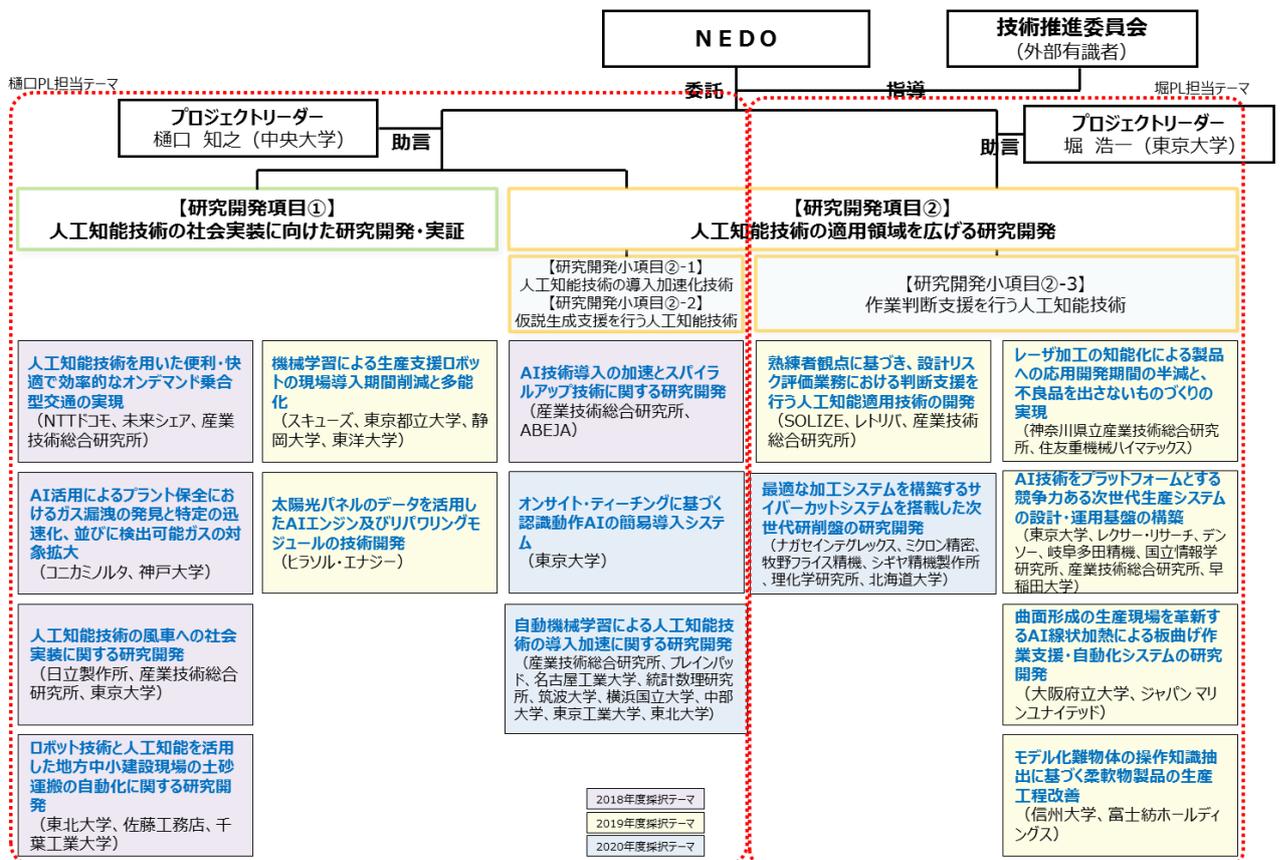


図 2-2 研究開発体制

## 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、 <b>成果が期待できるテーマへ研究予算を優先配分。</b>
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 <b>ものづくり系に精通した堀PLを追加。</b>
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 <b>特許出願を進言し、2件の特許出願を実現。</b>
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 <b>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。</b>
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 <b>PLの技術指導を実施。</b>
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 <b>PLの技術指導を実施。</b>

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"> <li>● 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></li> <li>● 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></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 「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」</li> <li>● 「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」</li> <li>● 「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」</li> </ul>
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 <b>学習時間を 1/10 に短縮</b> 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	・ <b>データ整備の所要時間を 1/10 に短 縮</b> する。 ・人工知能モジュール開発における <b>学 習時間を 1/10 に短縮</b> する。 ・人工知能技術の <b>導入効果を確認 する時間を 1/10 に短縮</b> 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 <b>基 本動作の開発を完了</b> 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、 <b>特定のタス クの生産性を 30%向上</b> 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)

目的 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。

中間目標	研究開発成果	達成度
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。	SAVS を用いた配車・運行技術の高度化  ・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)	・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)
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	・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	・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

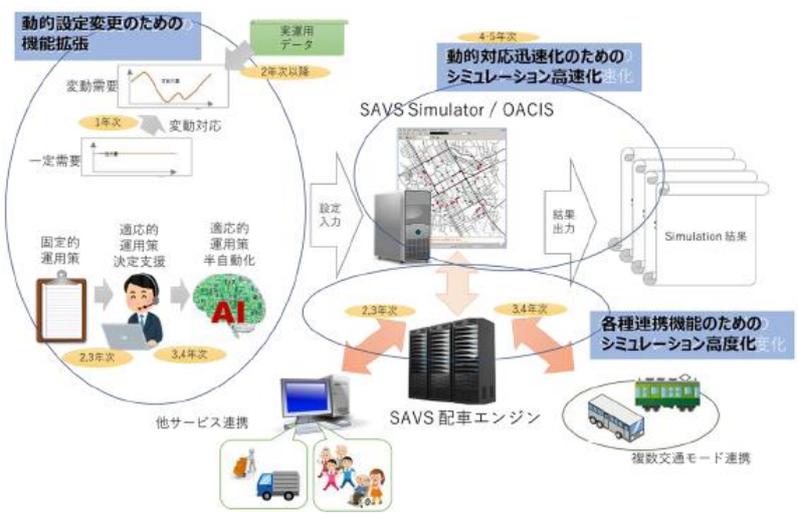


図2 本研究の取り組みイメージ図

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

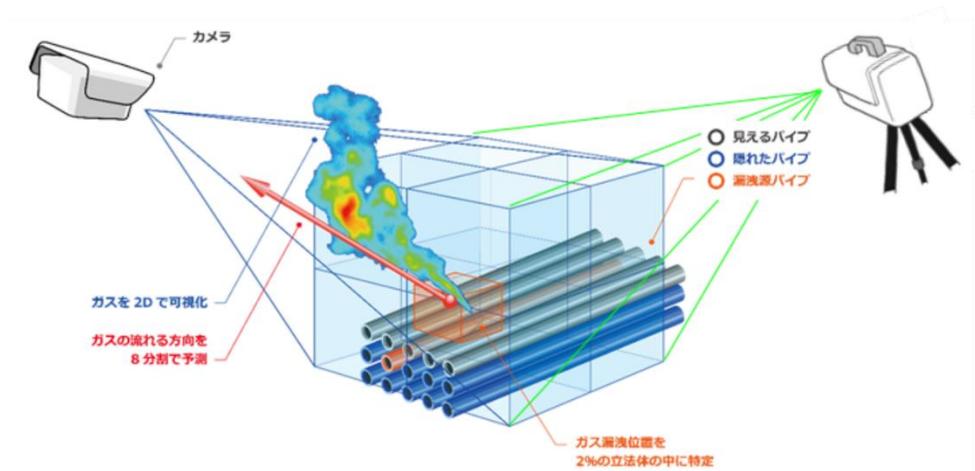
「AI 活用によるプラント保全におけるガス漏洩の発見と特定の迅速化、並びに検出可能ガスの対象拡大」  
(委託先：コニカミノルタ株式会社、国立大学法人神戸大学)

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りのため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"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・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%。</li> <li>・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）。</li> </ul>
漏洩ガス定量的推定方法の検討	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・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）。</li> </ul>
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"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・逆解析による障害物背後に隠れた漏洩源同定の達成。</li> <li>・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）。</li> </ul>
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"> <li>・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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・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）。</li> </ul>

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

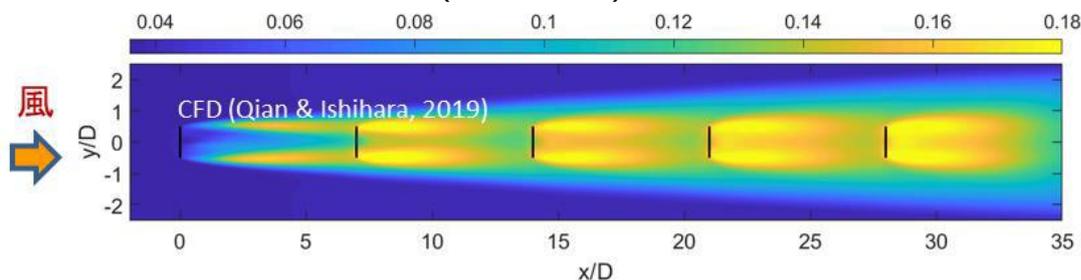


図2 CFD による5基解析結果事例(東大)

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



ハンドル駆動機構

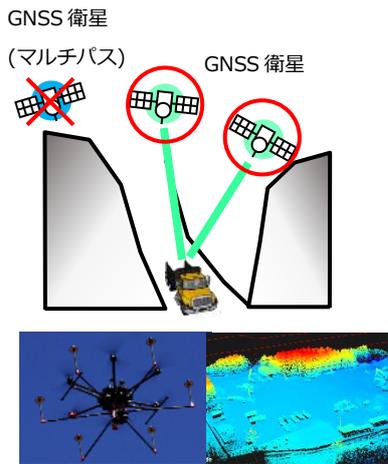
バルブユニット

ハンドル角センサ

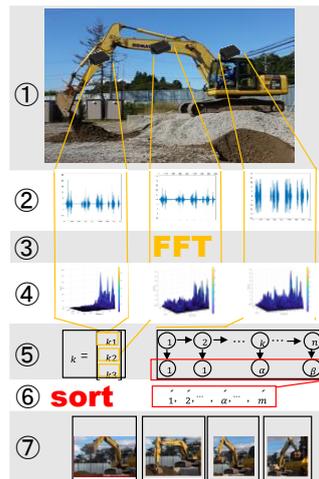
制御ユニット

ペダル駆動機構

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

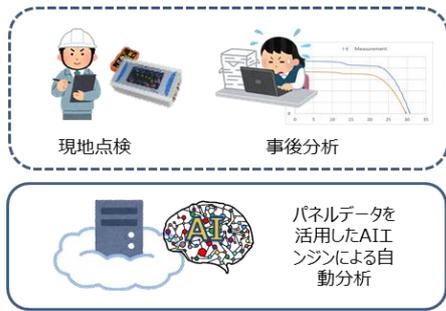


図1 太陽電池の電気特性の調査に要する時間を1/10にするAIエンジンを開発

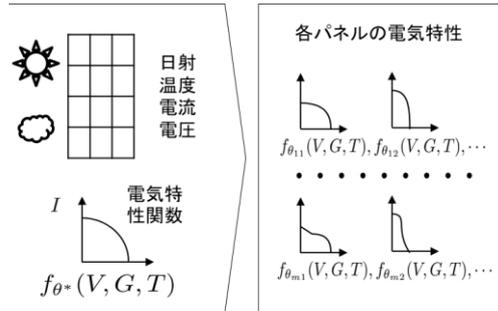


図2 実発電データを利用した電気特性推定の学習手法を開発

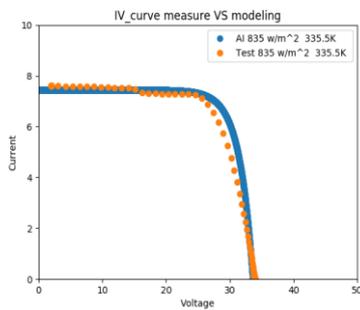


図3 専用機器 (I-V トレーサー) の測定結果に遜色ないカーブ推定結果

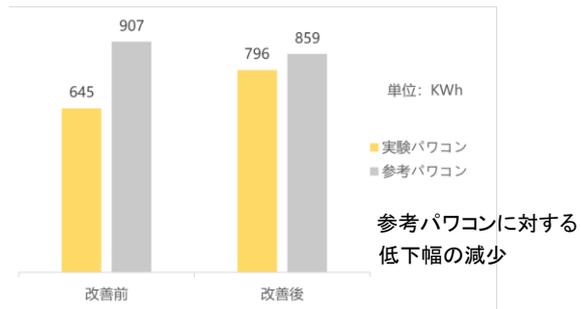


図5 単月の発電量データから実験対象のパワコンは参考パワコンと比べて発電量が約30%改善されたと確認

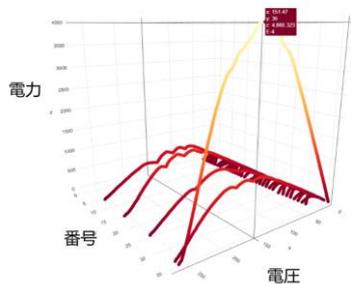


図4a 山梨県の発電設備に、太陽光パネル電気特性曲線を生かしたシミュレーターで現在発電性能を推定  
最大出力点は4KWで電圧が151V

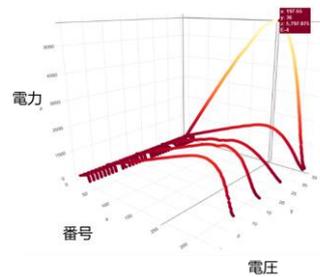


図4b 当該発電設備にパネル交換・組み換え後の性能を推計し、電能力が35%上がることを予想した  
最大出力点は5.8KWで電圧が198V

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）

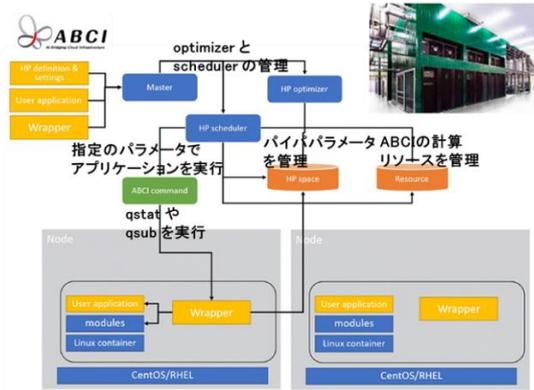
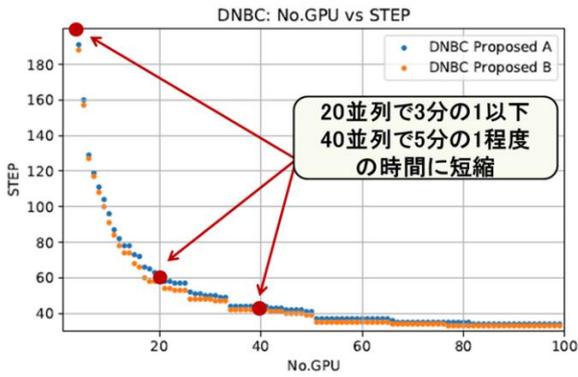
目的

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、よりメタな視点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。

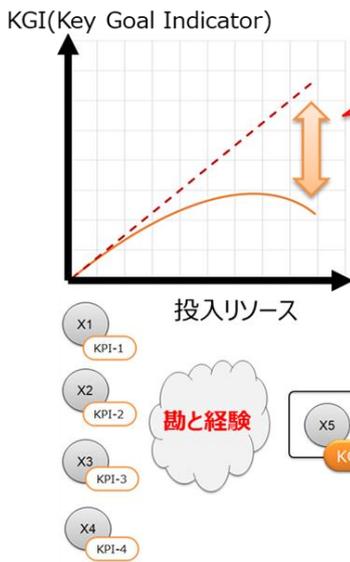
	中間目標	成果	達成度
人工知能技術の導入効果をj確認する時間を1/10程度に短縮する	Nelder-Mead 法や Coordinate search 法を産総研の持つ GPU クラスタマシンである ABCI に実装し、並列処理を行うことで従来よりも 5~10 倍程度の高速化を実現すると共に誰もが使えるオープンソースとして公開する準備をする。	Nelder-Mead 法の simplex の初期点の良さを検証し、並列化による投機実行法を産総研 ABCI に実装。40 並列で 1/5 程度までの時間短縮を達成。また OSS 化に向け、他のインテグレートプロジェクトとも連携し、可視化ツールの拡充、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>



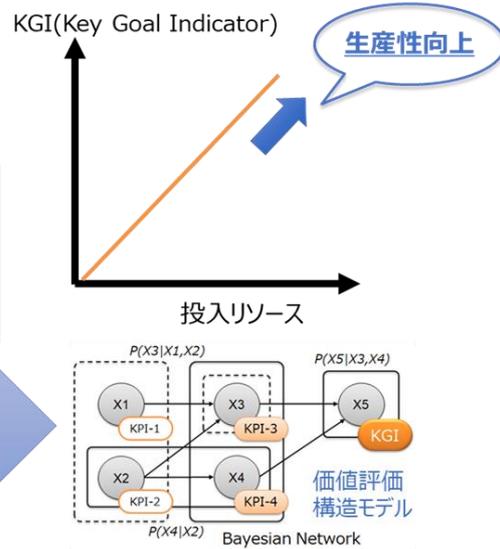
＜② - 2 : スパイラルアップ技術による現場・経営支援＞

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

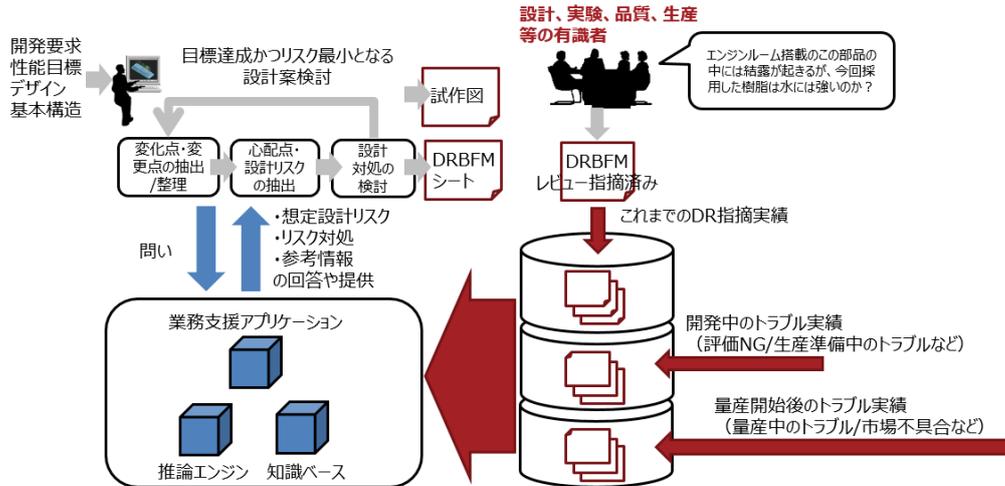
「熟練者観点に基づき、設計リスク評価業務における判断支援を行う人工知能適用技術の開発」(委託先：SOLIZE 株式会社、株式会社レトリバ、国立研究開発法人産業技術総合研究所)

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>【活動全体】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・開発する設計支援システムの構想具体化</li> <li>・顧客協力企業との実証テーマの整合</li> <li>・知識獲得と知識活用に向けたプロトタイプ</li> </ul> <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"> <li>・構想設計と公知データを用いたプロトタイプを実施し、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。</li> <li>・上記に基づき、受領した顧客データを用いた 1st プロトタイプを行い、評価いただいた。</li> <li>・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</li> </ul>
<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"> <li>・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</li> <li>・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</li> </ul> <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"> <li>・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）</li> <li>・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"> <li>- 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）</li> <li>- DRBFM等の開発実績文書（知識獲得の研究・実証用）</li> </ul> </li> </ul>	<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><b>【アプリケーション実用化】</b> ・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><b>【自動車業界の連携と共通基盤構築】</b> ・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><b>【付加価値向上と効果拡張の取組み】</b> ・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



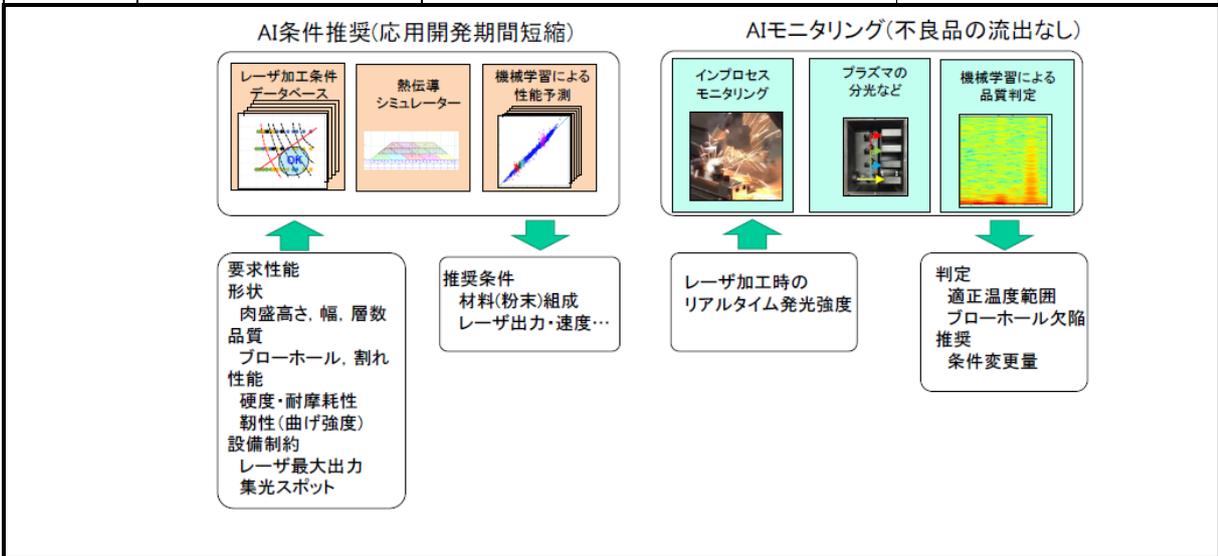
設計リスク評価業務支援イメージ

**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

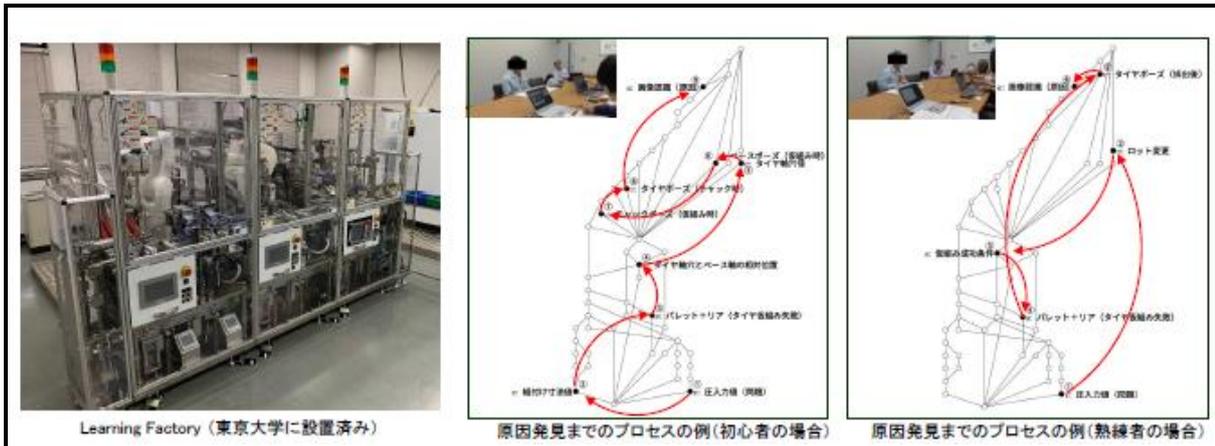


図1 LearningFactory 上での熟練者カイゼンプロセスのモデル化

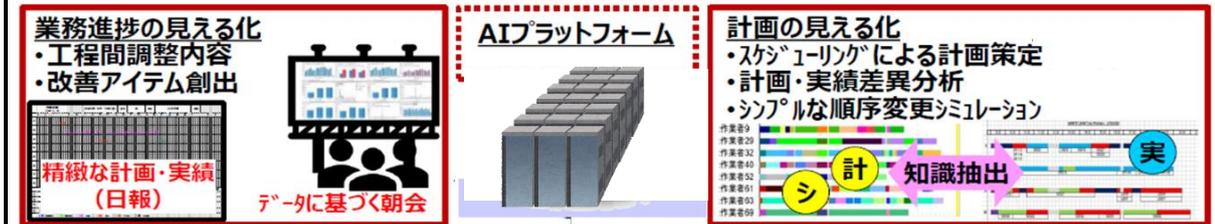


図2 AIプラットフォーム導入 (金型生産システム)

**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

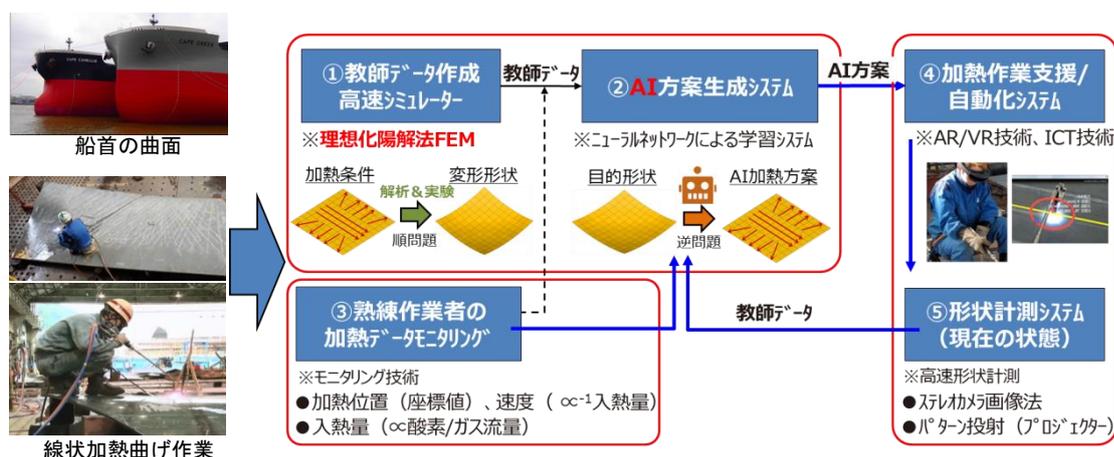


図 1 大型鋼板の曲げ加工の現状と本取組みの概要

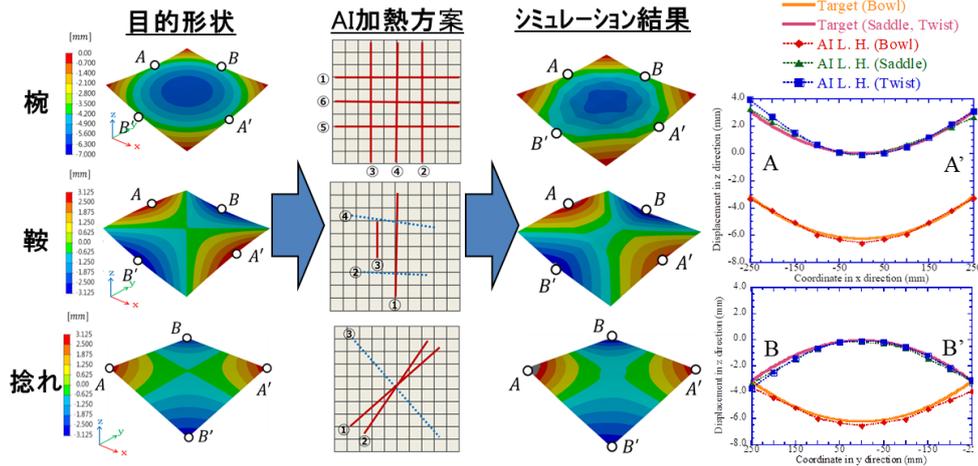


図2 基本形状に対するAI加熱方案とシミュレーション結果

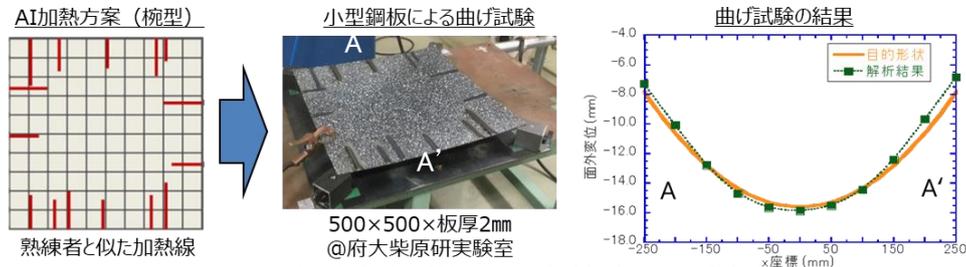


図3 AI加熱方案（腕型の端部絞り）と曲げ試験

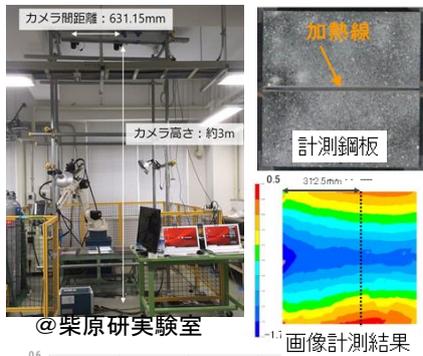


図4 計測システムの開発



図5 加熱データ収集



図7 作業支援システム

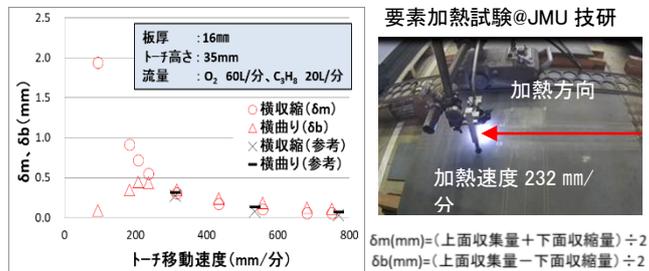
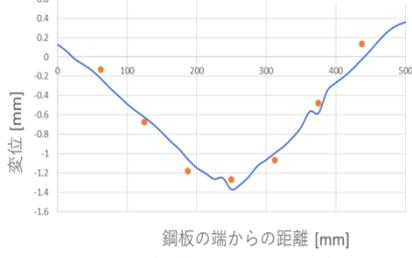


図6 板厚16mmの固有ひずみデータベース

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

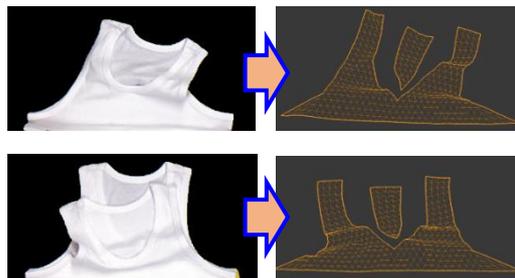
「モデル化難物体の操作知識抽出に基づく柔軟物製品の生産工程改善」(委託先: 信州大学、富士紡ホールディングス株式会社)

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。

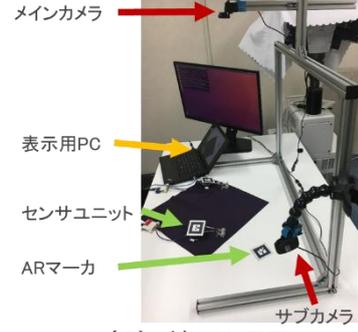
中間目標	成果	達成度	
非熟練者の作業習得速度を30%向上する	(A)加工作業のセンシング 手先位置誤差 5mm 以内, 布の形状誤差 5mm 以内での計測	・手先位置誤差 5mm 以内達成 ・指先の感覚を阻害せずに, 指先にかかる力を 0~10N の範囲で計測	目標達成
	(B)技能の抽出とモデル化 布の形状推定誤差 15mm 以下, 0.5 秒後の形状状態予測、作業サポート装置を製作し, 3 工程で自動化 (作業速度: 人の 1/4)	・布の形状推定誤差 15mm 以下達成 ・0.5 秒後の形状状態予測達成 ・3 種の作業サポート装置を製作し, 実際の布部品を用いて動作検証中	ほぼ目標達成
	(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



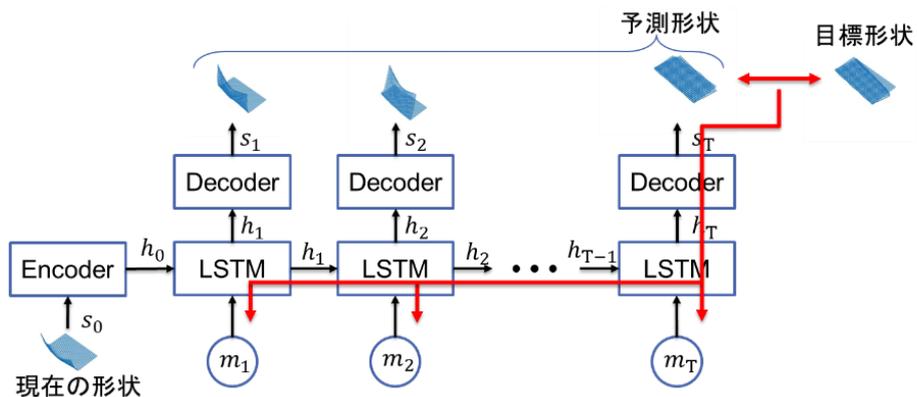
(A) 指先荷重センサ



(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 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	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"><li>・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</li><li>・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</li><li>・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</li></ul>
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"><li>・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</li><li>・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</li></ul>
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"><li>・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</li></ul>

## 2. 分科会公開資料

次ページより、プロジェクト推進部署・実施者が、分科会においてプロジェクトを説明する際に使用した資料を示す。

# 「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)

(2018年度～2023年度 6年間)

## プロジェクトの概要 (公開)

NEDO

ロボット・AI部

2020年9月24日

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】

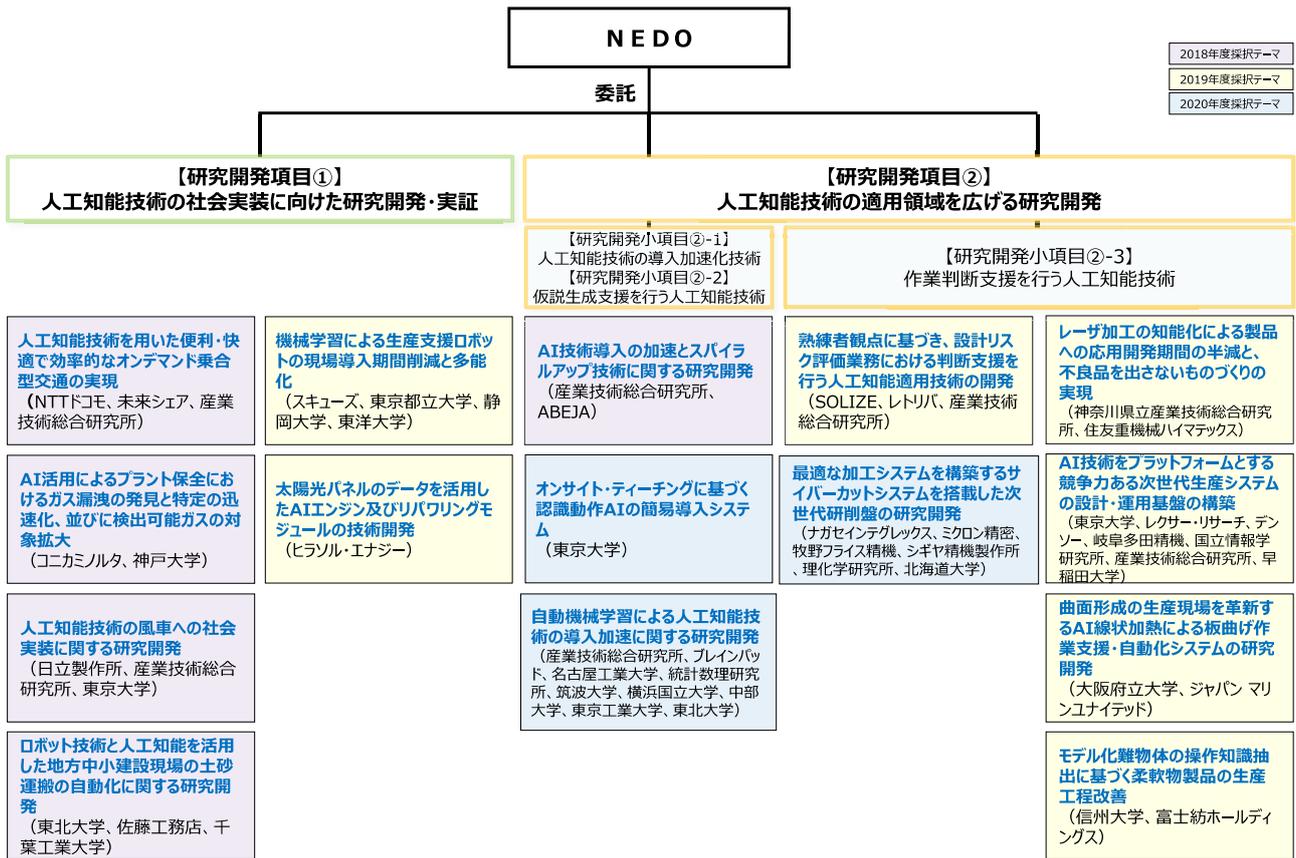
人工知能技術の導入加速化技術  
人工知能モジュールを現場に導入するまでの期間を従来比10分の1に短縮する技術を開発。

##### 【研究開発小項目②-2】

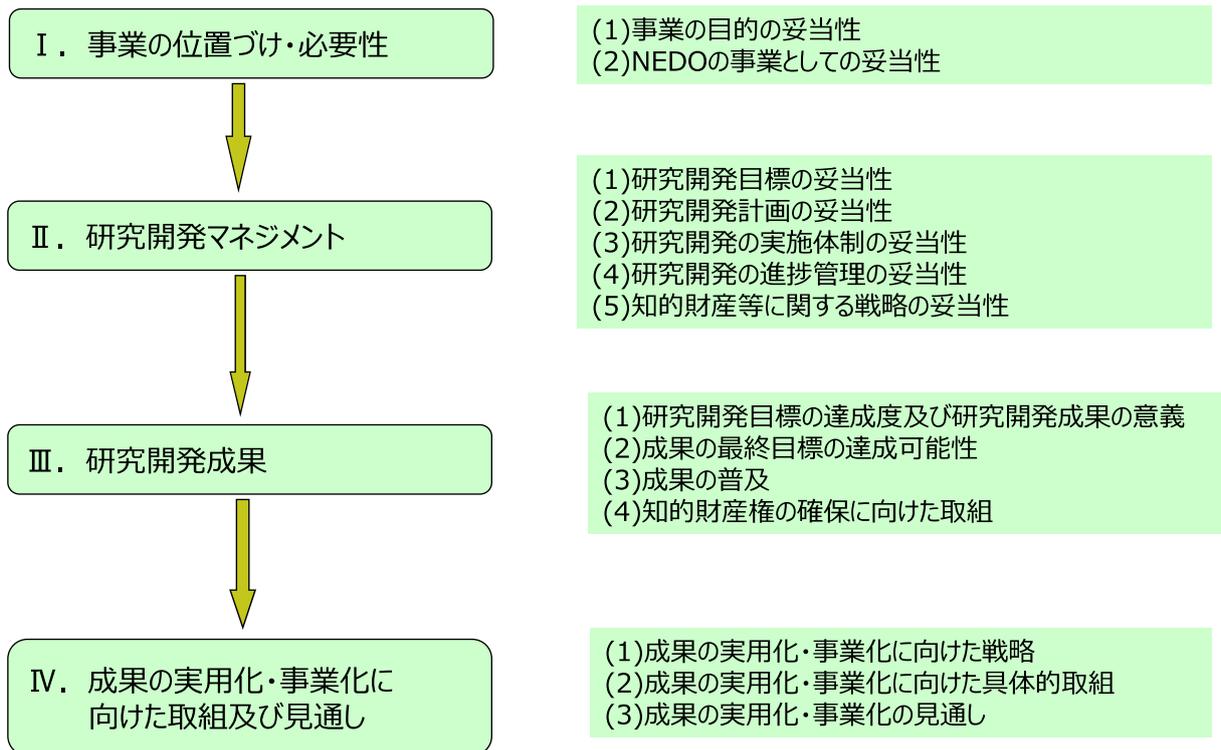
仮説生成支援を行う人工知能技術  
新たなKPIの発見など高度な仮説を生成・評価・提案を行う経営シミュレーションシステムを実現する基盤技術を開発。

##### 【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。



発表内容



◆事業実施の背景と事業の目的

**社会的背景**

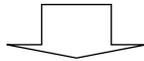
少子高齢化による生産年齢人口の減少下における製造業の国際競争力の維持・向上やサービス分野の生産性向上が重大な課題



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

◆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）

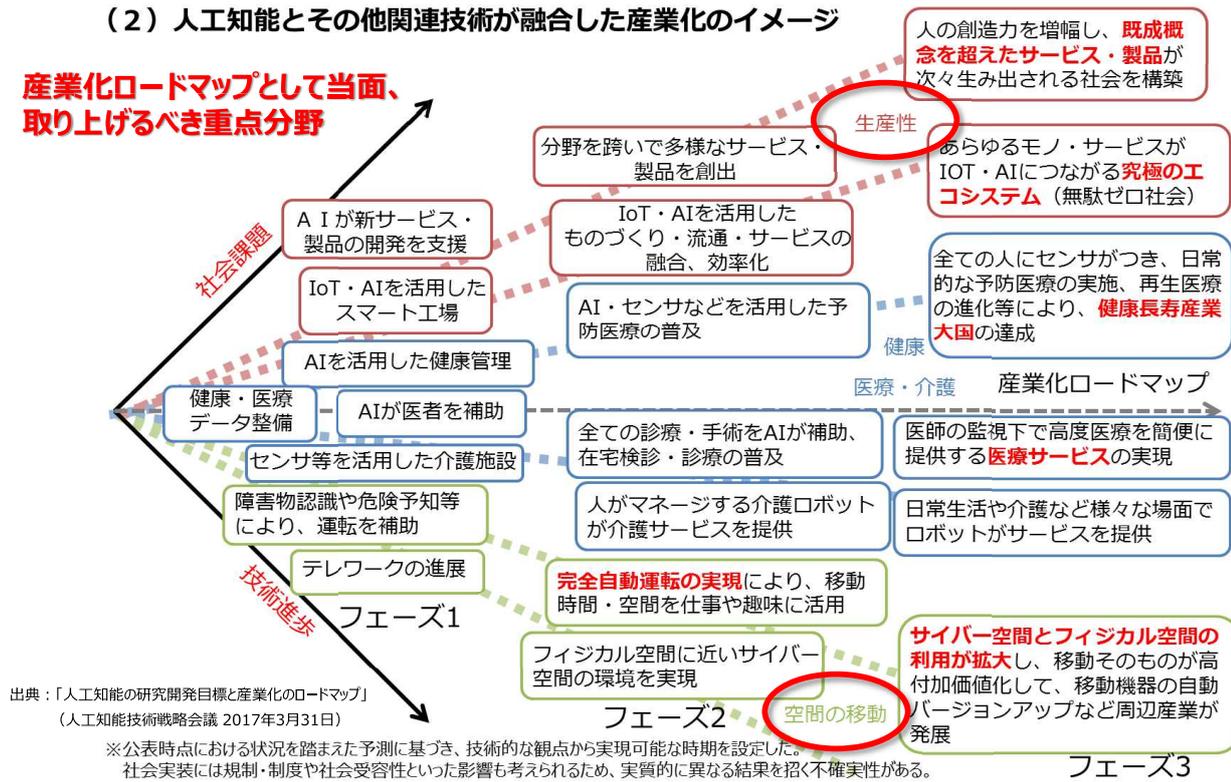
産業化ロードマップとして当面、取り上げるべき重点分野が検討された結果、「生産性」、「健康、医療・介護」、「空間の移動」の3分野に加え、横断的な分野として「情報セキュリティ」の4つの分野が特定された。

◆技術戦略上の位置付け

■人工知能技術戦略 (2017年3月)

(2) 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

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

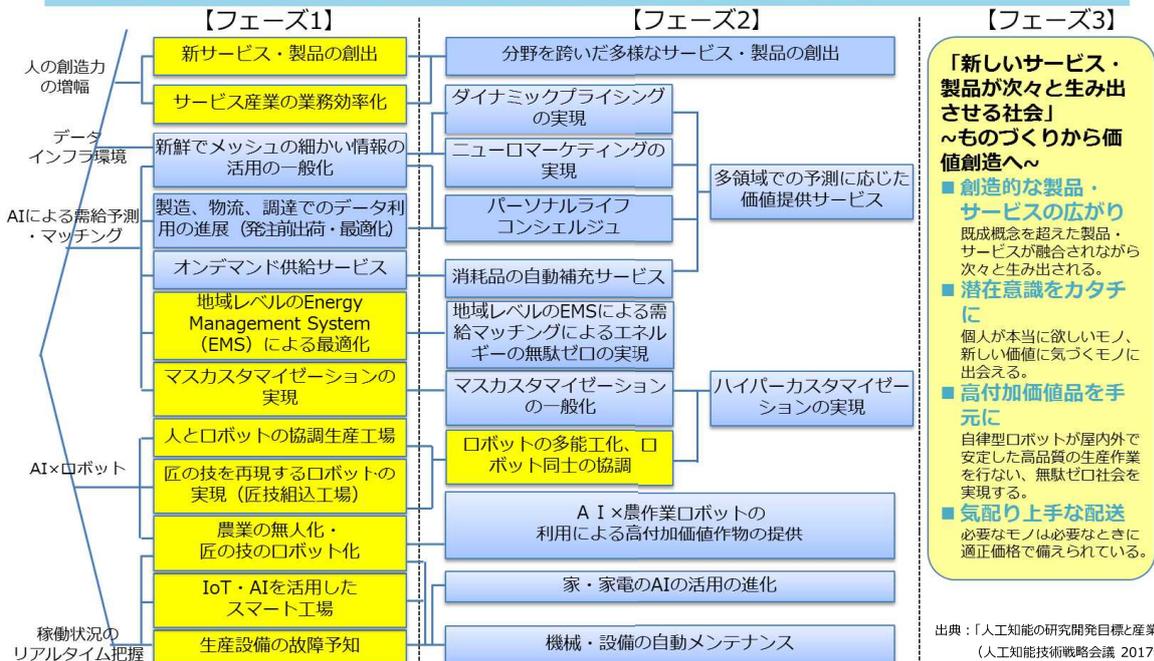


◆技術戦略上の位置付け

■人工知能技術戦略 (2017年3月)

(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。



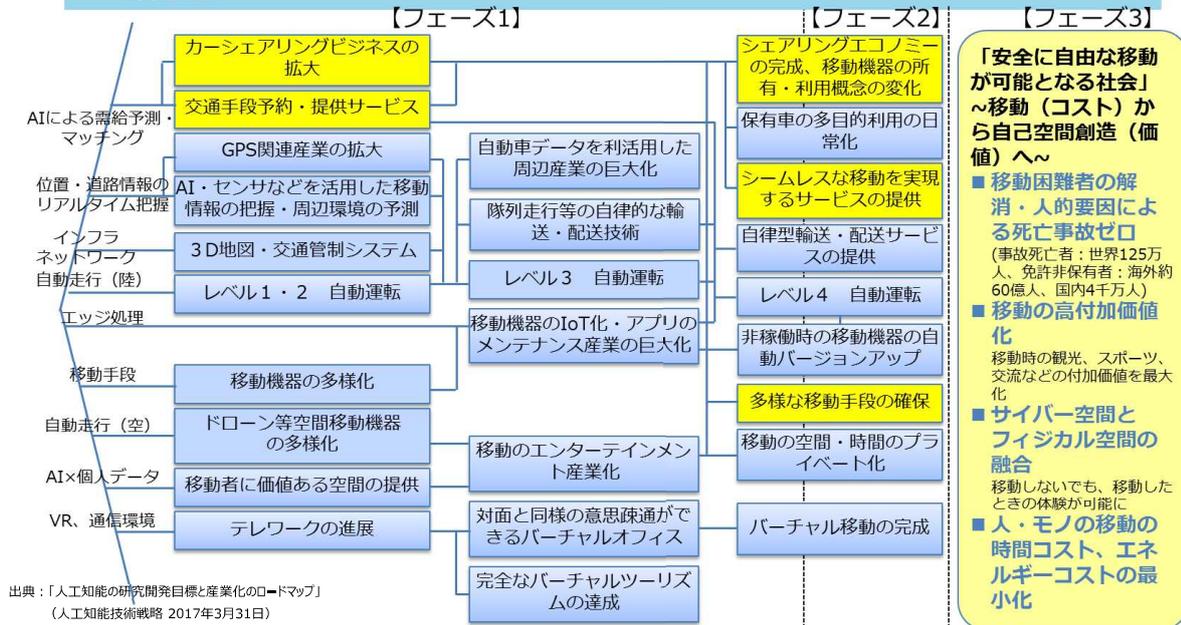
◆技術戦略上の位置付け

■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。



◆技術戦略上の位置付け

NEDO 技術戦略

■人工知能分野の技術戦略

⇒ 基本計画へ反映 (2018年2月)

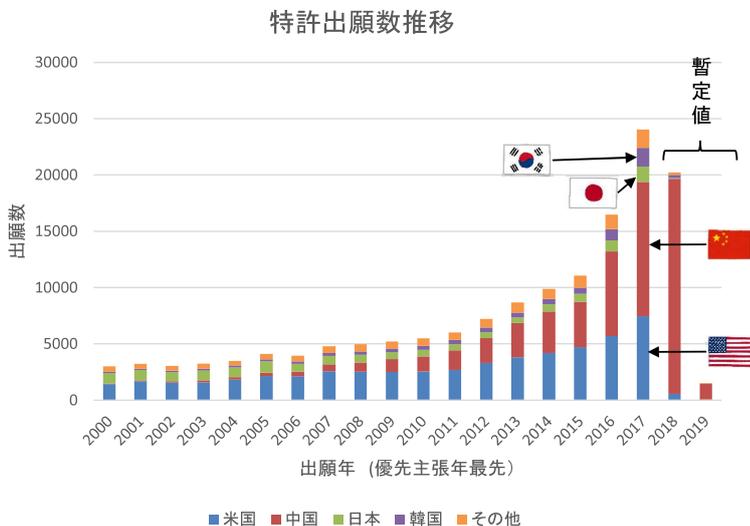
■AIを活用したシステムデザイン (AASD) 技術分野の技術戦略

⇒ 基本計画へ反映 (2019年1月)

1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性

◆国内外の研究開発の動向と比較

■人工知能技術関連特許出願数は、2016年以降は中国が最も多く、続いて米国である



2013-2017年特許出願数トップ15

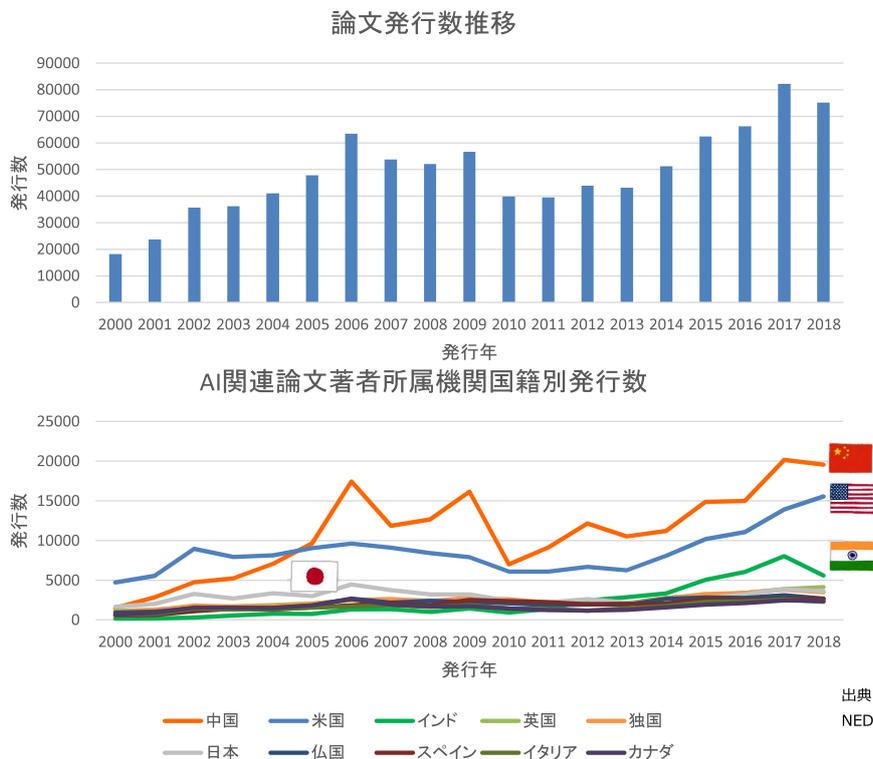
出願人	出願数
1 アイビーエム(米)	4485
2 マイクロソフト(米)	1339
3 グーグル(米)	1239
4 国家电网(中)	1110
5 サムスン(韓)	908
6 バイドゥ(中)	732
7 インテル(米)	592
8 NTT(日)	554
9 日本電気(日)	523
10 富士通(日)	506
11 フェイスブック(米)	472
12 シーメンス(独)	427
13 清華大学(中)	419
14 西安電子科技大学(中)	405
15 アリババ(中)	404

出典：Derwent Innovationでの検索結果を基にNEDO TSC作成 (2019)

1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性

◆国内外の研究開発の動向と比較

■人工知能技術関連論文発行数は、2005年以降中国が1位、次いで米国が2位、近年はインドが3位



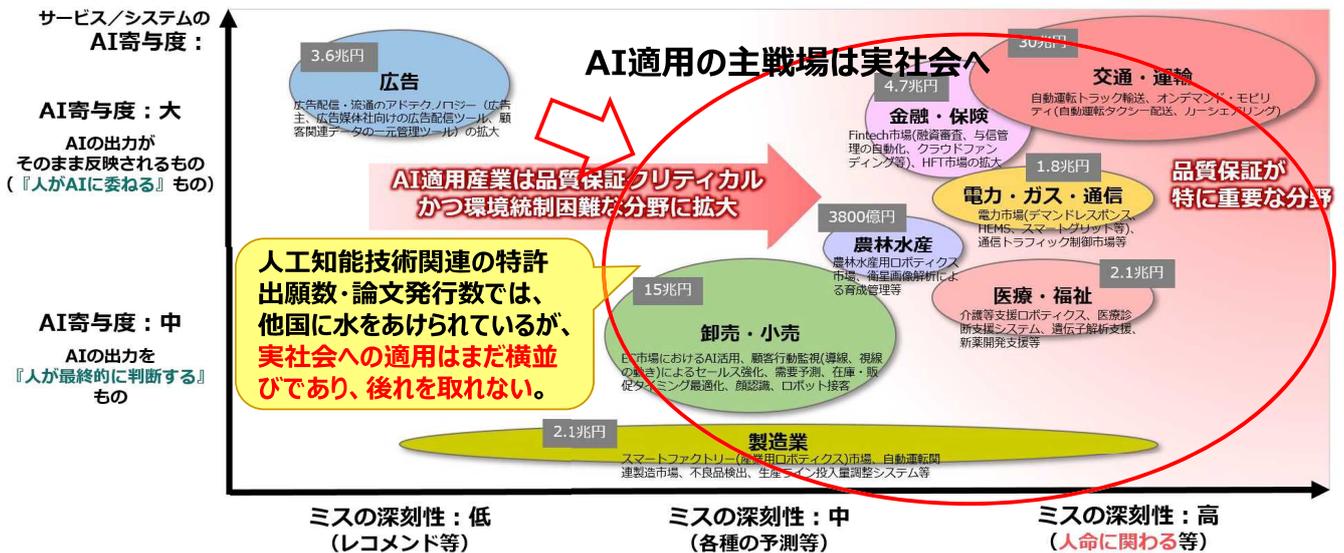
所属機関国籍別発行数 2014-2018年累計		
1	中国	80,774
2	米国	58,779
3	インド	28,091
4	英国	17,357
5	独国	16,713
6	日本	15,784
7	仏国	14,109
8	スペイン	12,605
9	イタリア	11,320
10	カナダ	10,522

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

1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性

◆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人工知能技術の適用が進む

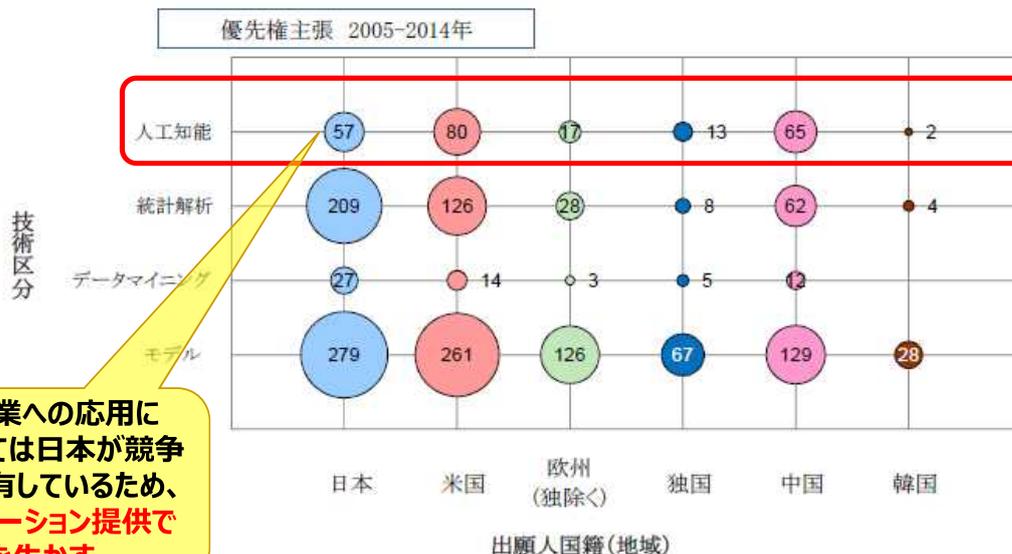


出典：JST CRDS、「戦略グローバル AI応用システムの安全性・信頼性を確保する新世代ソフトウェア工学の確立」にNEDO TSCが追記

1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性

◆国内外の研究開発の動向と比較

- スマートマニファクチャリングに関する人工知能関連の特許出願数では米中に並んでおり、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。

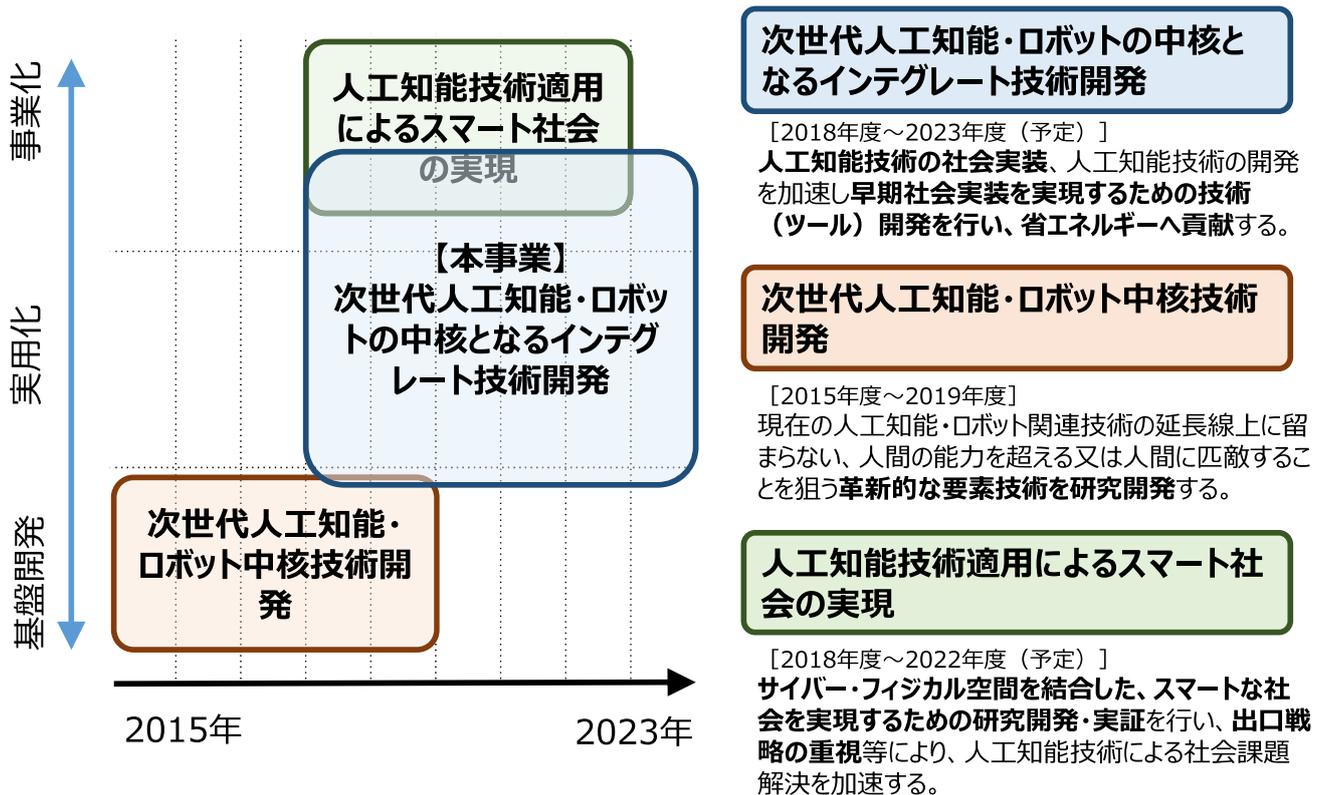


製造業への応用に関しては日本が競争力を有しているため、ソリューション提供で強みを生かす。

「データ解析手法」における「人工知能」区分の特許出願数

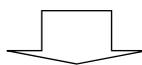
(出展：2016年度特許庁調査「スマートマニファクチャリング技術」)

◆他事業との関係



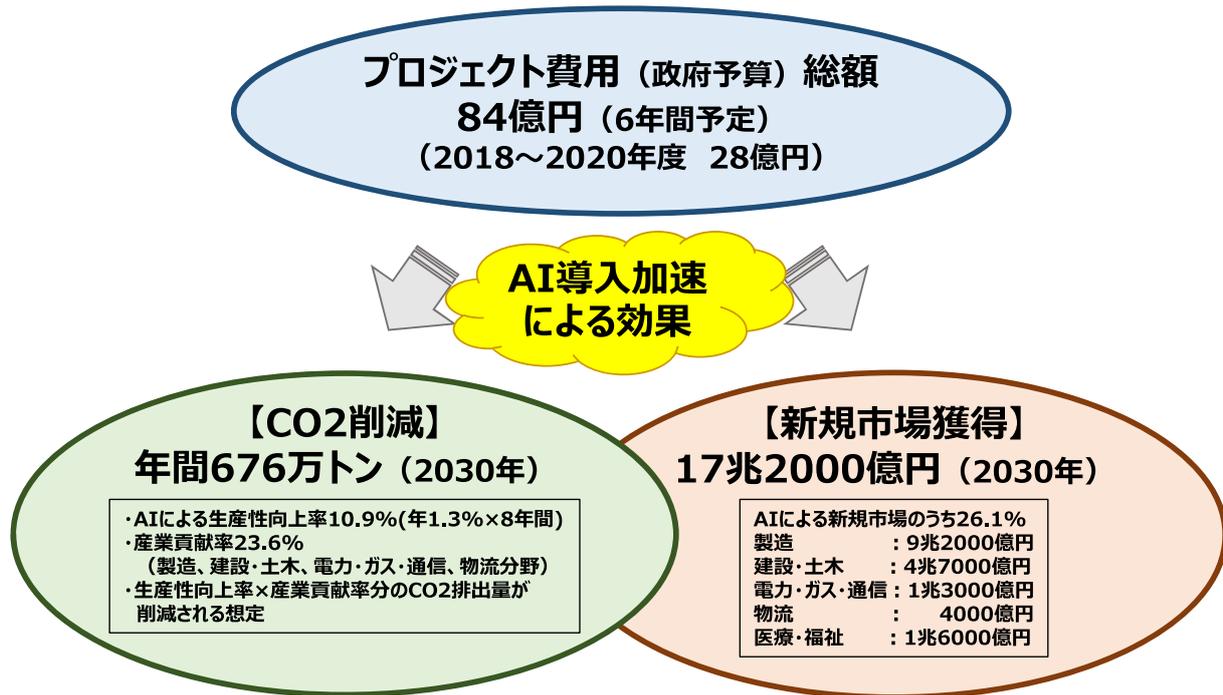
◆NEDOが関与する意義

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。



**産学官の英知を結集させ研究開発の加速化を図るために  
 NEDOが推進すべき事業**

◆実施の効果（費用対効果）



※ 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

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

◆事業の目標

	目標	根拠
<b>アウトプット目標</b>	<p>■ <b>中間目標（2020年度、2021年度）</b> 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<b>学習時間を1/10に短縮</b>できること、人の判断を支援する人工知能技術により<b>特定のタスクの生産性を30%向上</b>できることを検証する。</p> <p>■ <b>最終目標（2022年度、2023年度）</b> 複数の応用分野で人工知能技術の社会への<b>導入期間を1/10に短縮</b>すること、人の判断を支援する人工知能技術により<b>特定の工程の生産性を30%向上</b>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>
<b>アウトカム目標</b>	<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、<b>2030年時点でCO2排出量を年間約676万トン削減</b>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、<b>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</b>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<b>学習時間を1/10に短縮</b>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<b>導入期間を1/10に短縮</b>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>・<b>データ整備の所要時間を1/10に短縮</b>する。 ・人工知能モジュール開発における<b>学習時間を1/10に短縮</b>する。 ・人工知能技術の<b>導入効果を確認する時間を1/10に短縮</b>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<b>導入期間を1/10に短縮</b>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

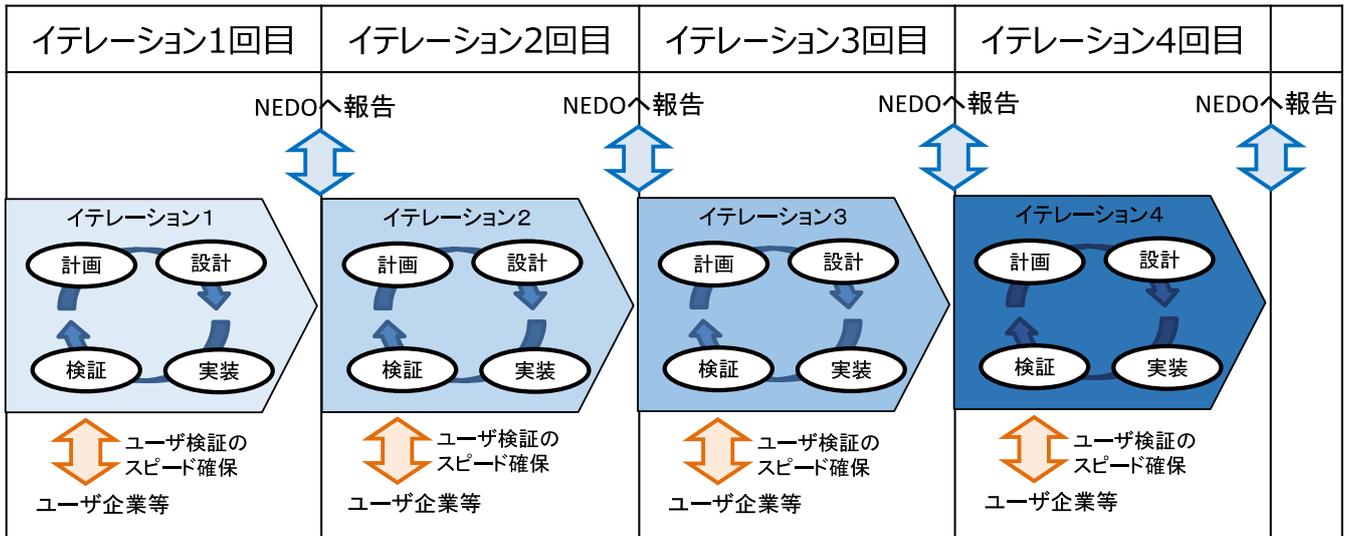
◆研究開発目標と根拠

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<b>基本動作の開発を完了</b>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<b>開発及び実証を完了</b>する。</p>	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。
【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<b>特定のタスクの生産性を30%向上</b>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<b>特定の工程の生産性を30%向上</b>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。

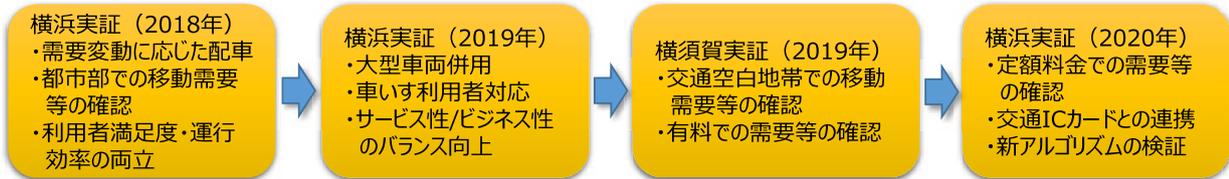
2. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性

◆「アジャイル型」の研究開発・検証

計画～検証を短い期間で行う「アジャイル型」の研究開発を採用し、進捗会議・技術推進委員会等で成果を報告。



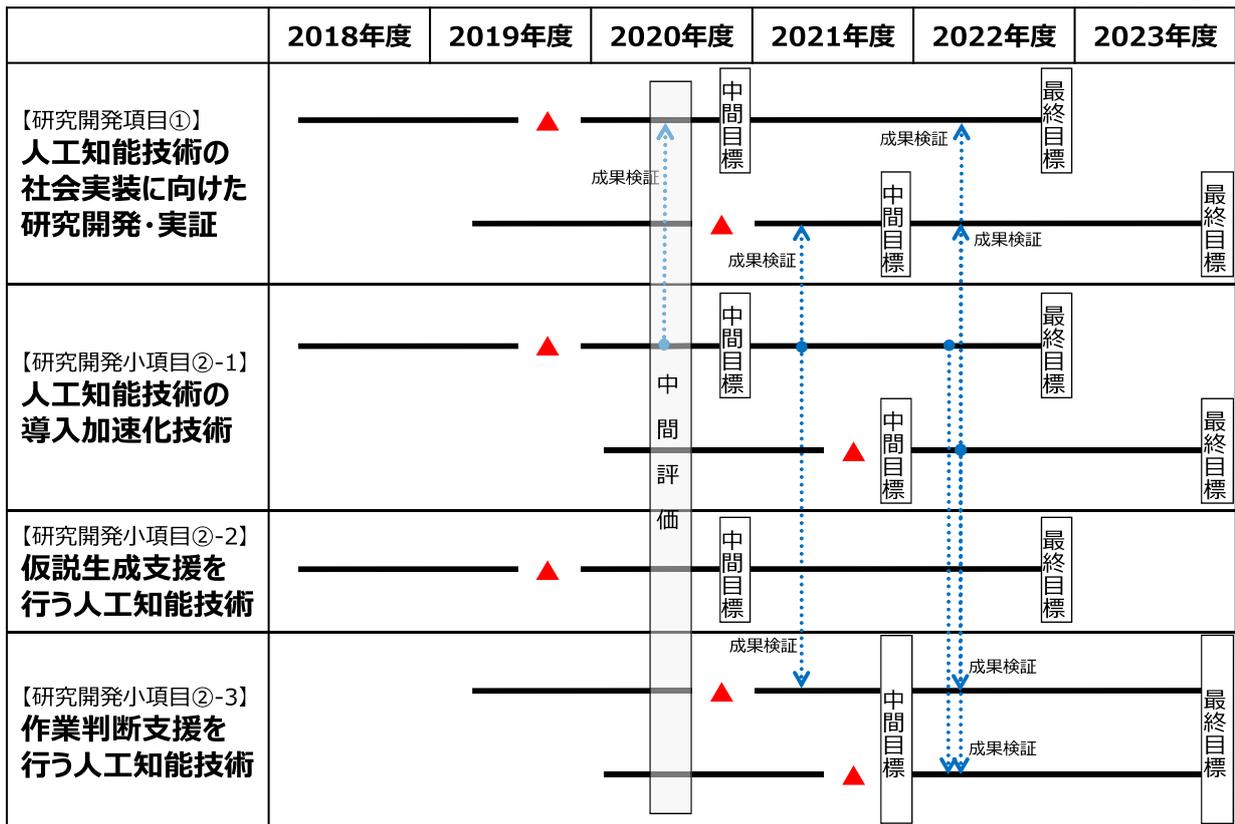
■「人工知能技術を用いた便利・快適で効率的なオンデマンド乗合型交通の実現」テーマの例



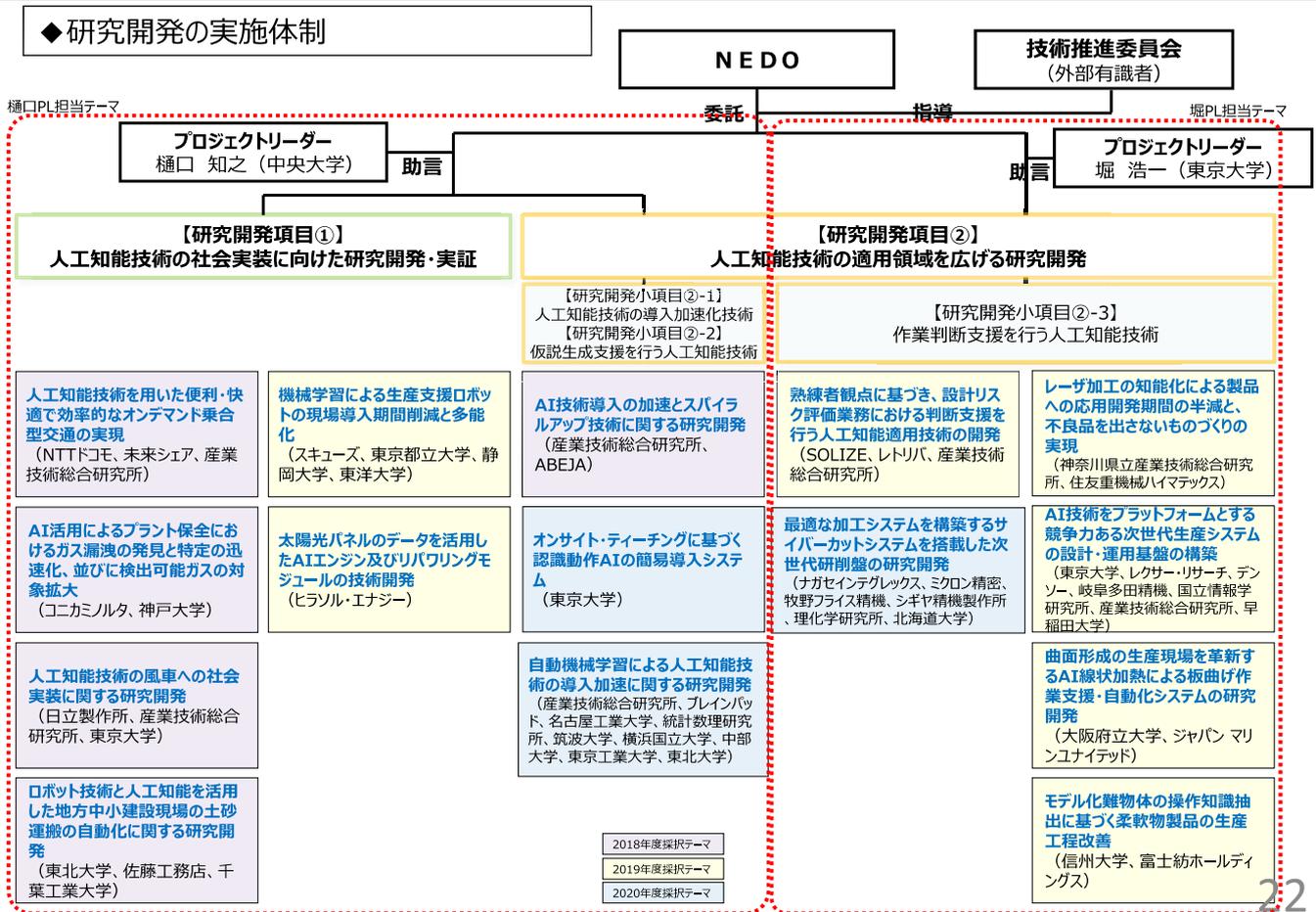
2. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性

◆研究開発のスケジュール

▲:ステージゲート評価



## 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



## 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

	役割	氏名・所属・分野	担当
PM	<ul style="list-style-type: none"> <li>研究開発目標の達成に向けた進捗管理</li> <li>研究開発成果の最大化 (実用化・事業化に向けた確認・検討)</li> </ul>	<b>柳本 勝巳</b> 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	<b>樋口 知之</b> 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
		<b>堀 浩一</b> 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

2. 研究開発マネジメント (4) 研究開発の進捗管理の妥当性

◆研究開発の進捗管理

プロジェクト運営 (2018年度採択テーマ例)

2018年									2019年		
4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
事前書面審査 公募	採択審査	契約・助成審査		委託契約	キックオフ			技術推進委員会 フィードバック			
2019年									2020年		
4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
		技術推進委員会 フィードバック	ワークショップ					ステージゲート フィードバック 実施計画更新		委託契約延長	
2020年									2021年		
4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
	技術推進委員会 フィードバック				中間評価 フィードバック		技術推進委員会 フィードバック			委託契約延長	

- ★現場でのテーマ進捗会議(月1回)で課題解決に向けた議論・指導
- ★年2回の技術推進委員会で実用化・事業化の見通しを確認・指導
- ★全テーマによるワークショップで研究内容を共有

2. 研究開発マネジメント (4) 研究開発の進捗管理の妥当性

◆研究開発の進捗管理

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、 <b>成果が期待できるテーマへ研究予算を優先配分。</b>
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 <b>ものづくり系に精通した堀PLを追加。</b>
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 <b>特許出願を進言し、2件の特許出願を実現。</b>
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 <b>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。</b>
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 <b>PLの技術指導を実施。</b>
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 <b>PLの技術指導を実施。</b>

2. 研究開発マネジメント (4) 研究開発の進捗管理の妥当性

◆ 動向・情勢の把握と対応

	情勢	対応
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。 ・2018年、GoogleはCloud AutoMLを発表。 ・アメリカの経済誌Forbesは2019年のAIトレンドでAutoMLを挙げた。	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。
2	2020年前半からCOVID-19の感染が拡大。	・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。 （採択審査委員会のオンライン開催はNEDO初） ・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・実証計画を再検討中。

2. 研究開発マネジメント (4) 研究開発の進捗管理の妥当性

◆ 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こと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。

2. 研究開発マネジメント (4) 研究開発の進捗管理の妥当性

◆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。

28

2. 研究開発マネジメント (5) 知的財産権等に関する戦略の妥当性

◆知的財産管理

▶ 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。

また、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

29

◆知的財産権等に関する戦略

▶オープン/クローズ戦略

	非競争域	競争域	
公開	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 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 [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]</li> <li>● 最適ハイパラメータ探索アルゴリズム [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]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 「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」</li> <li>● 「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」</li> <li>● 「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」</li> </ul>	積極的に権利化
非公開		個別研究データ	ノウハウとして秘匿

↓  
OSS化を推進

◆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**。

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

◆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 <b>学習時間を1/10に短縮</b> 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	・ <b>データ整備の所要時間を1/10に短縮</b> する。 ・人工知能モジュール開発における <b>学習時間を1/10に短縮</b> する。 ・人工知能技術の <b>導入効果を確認する時間を1/10に短縮</b> 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 <b>基本動作の開発を完了</b> 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、 <b>特定のタスクの 生産性を30%向上</b> 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的な機器改造(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



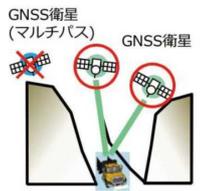
後付けて既存建機を自動化

アウトプット・効果

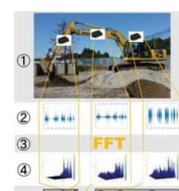
- レトロフィット(後付け)で既存の大型ダンプトラックの土砂運搬を自動化
- 自動化を支えるロボット・AIの要素技術とシステムインテグレート技術の研究開発



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

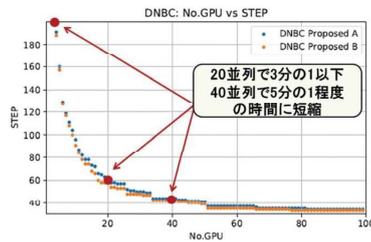
②-2



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

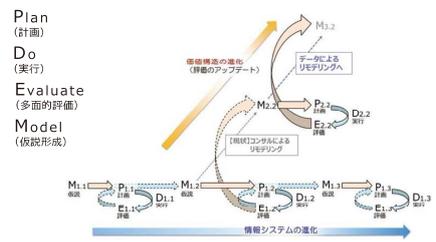
②-1



20並列で3分の1以下40並列で5分の1程度の時間に短縮

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

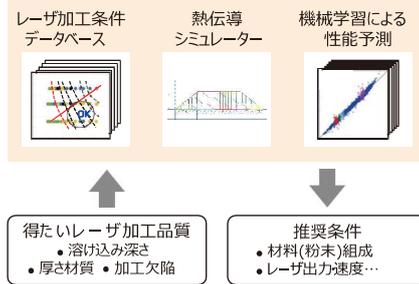
「レーザ加工の知能化による製品への応用開発期間の半減と不良品を出さないものづくりの実現」

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...

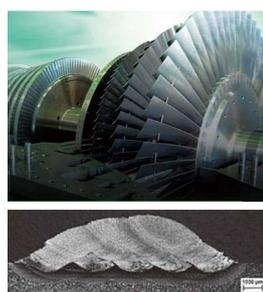
AIモニタリングシステム



レーザ加工

リアルタイムの品質判定

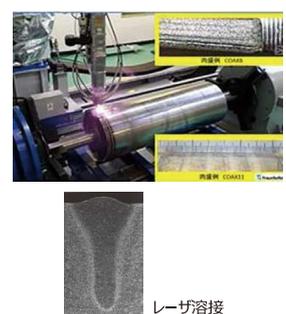
アウトプット・効果



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 (2) 成果の最終目標の達成可能性

#### ◆成果の最終目標の達成可能性

研究開発項目	最終目標	達成見通し
【研究開発項目①】 <b>人工知能技術の 社会実装に向けた 研究開発・実証</b>	複数の応用分野で人工知能技術の社会 への <b>導入期間を1/10に短縮</b> する。 (2022年度末、2023年度末)	◎ 各テーマの成果により達成できる見込み。 研究開発小項目②-1「人工知能技術の導入加速化 技術」の成果を活用することにより更なる効果を目指す。
【研究開発小項目②-1】 <b>人工知能技術の 導入加速化技術</b>	人工知能技術の導入者が人工知能モ ジュールを現場に導入するまでの <b>導入期 間を1/10に短縮</b> する。 (2022年度末、2023年度末)	◎ テーマでの検証により達成できる見込み。 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」のテーマでも成果を実証する。
【研究開発小項目②-2】 <b>仮説生成支援を 行う人工知能技術</b>	人工知能技術の導入者を新たな業務体 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 <b>開発及び実証を完了</b> する。 (2022年度末)	◎ テーマの成果により達成できる見込み。
【研究開発小項目②-3】 <b>作業判断支援を 行う人工知能技術</b>	ものづくり現場において、 <b>特定の工程の生 産性を30%向上</b> する。 (2023年度末)	◎ 各テーマの成果により達成できる見込み。

36

### 3. 研究開発成果 (3) 成果の普及

#### ◆成果の普及

論文等件数

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

※2020年3月31日現在

【代表論文】

- ・渡邊修平, 尾崎嘉彦, 大西正輝, "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)

37

3. 研究開発成果 (3) 成果の普及

◆成果の普及

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 包装タイムズ 出展内容	2019年12月 2020年2月

38

3. 研究開発成果 (3) 成果の普及

◆成果の普及

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	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	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	

39

◆知的財産権の確保に向けた取組

**戦略に沿った具体的取組例**

**[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]**

知財プロデューサーを交えて特許戦略を検討。

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ベストな組替えを提案

**[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]**

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、特許出願する予定。

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)

**【特許出願実績】**

※2020年3月31日現在

- ・建機のGNSSの高精度測位技術（2件）  
【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】
- ・経路計画装置、経路計画方法、ならびに、プログラム  
【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】
- ・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  
【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】

4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し

◆本プロジェクトにおける「実用化・事業化」の考え方

**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。

◎ **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み**

◎ **様々な機会に実用化・事業化の見通しを確認**

- 公募の採択審査
- 技術推進委員会（年2回）
- ステージゲート

◆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。

◆実用化・事業化に向けた戦略

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

※各テーマの実用化・事業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。

4. 成果の実用化・事業化に向けての取組及び見通し (1) 成果の実用化・事業化に向けた戦略

◆実用化・事業化に向けた戦略

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	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②-2】 仮説生成支援を 行う人工知能技術		
【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

※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。

4. 成果の実用化・事業化に向けての取組及び見通し (1) 成果の実用化・事業化に向けた戦略

◆実用化・事業化に向けた戦略

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	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カ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。

◆実用化・事業化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。

◆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。

◆波及効果

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"> <li>・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</li> <li>・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</li> <li>・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</li> </ul>
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	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> <li>・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</li> </ul>
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	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> </ul>

まとめ

**「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」によって、プロジェクト目標を達成します！！**



## 参考資料 1 分科会議事録及び書面による質疑応答

## 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 議事録及び書面による質疑応答

日時：2020年9月24日（木）10：30～17：25

会場：NEDO 川崎 23 階 2301、2302、2303 会議室（リモート接続有り）

出席者（敬称略、順不同）

#### <分科会委員>

分科会長	倉爪 亮	九州大学 大学院 システム情報科学研究院 教授
分科会長代理	栗原 聡	慶應義塾大学 理工学部管理工学科 教授
委員	有村 博紀	北海道大学 大学院情報科学研究院 情報理工学部門 教授（リモート参加）
委員	岡田 浩之	玉川大学 工学部 情報通信工学科 教授
委員	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
委員	菅 佑樹	株式会社 SUGAR SWEET ROBOTICS 代表取締役
委員	武田 一哉	名古屋大学 未来社会創造機構 教授

#### <推進部署>

弓取 修二	NEDO ロボット・AI 部	部長
金山 恒二	NEDO ロボット・AI 部	主任研究員
柳本 勝巳	NEDO ロボット・AI 部	【PM】主査
中井 康博	NEDO ロボット・AI 部	専門調査員
鈴木 智康	NEDO ロボット・AI 部	主査（リモート参加）
古林 宏基	NEDO ロボット・AI 部	主査（リモート参加）
井土 幸夫	NEDO ロボット・AI 部	専門調査員（リモート参加）
尾崎 大輔	NEDO ロボット・AI 部	主査（リモート参加）
荒平 慎	NEDO ロボット・AI 部	主査（リモート参加）
井上 満智	NEDO ロボット・AI 部	主任
前原 正典	NEDO ロボット・AI 部	専門調査員（リモート参加）
小林 彩乃	NEDO ロボット・AI 部	職員（リモート参加）

#### <実施者>

樋口 知之(PL)	中央大学 理工学部経営システム工学科 教授
堀 浩一(PL)	東京大学 大学院工学研究科 教授
鈴木 高宏	東北大学 未来科学技術共同研究センター 教授
大野 和則	東北大学 未来科学技術共同研究センター 准教授
浅野 公隆	三洋テクニクス株式会社 代表取締役社長
薩田 寿隆	地方独立行政法人神奈川県立産業技術総合研究所 情報・生産技術部 部長
森 清和	地方独立行政法人神奈川県立産業技術総合研究所 情報・生産技術部 特任研究員
石川 毅	住友重機械ハイマテックス株式会社 技術部 主任技師
大西 正輝	国立研究開発法人産業技術総合研究所 人工知能研究センター 研究チーム長
本村 陽一	国立研究開発法人産業技術総合研究所 人工知能研究センター 首席研究員（リモート参加）

<評価事務局>

森嶋 誠治 NEDO 評価部 部長

塩入 さやか NEDO 評価部 主査

木村 秀樹 NEDO 評価部 専門調査員

議事次第

（公開セッション）

1. 開会、資料の確認
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. プロジェクトの概要説明
  - 5.1 事業の位置付け・必要性
  - 5.2 研究開発マネジメント
  - 5.3 研究開発成果
  - 5.4 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し
  - 5.5 質疑応答

（非公開セッション）

6. プロジェクトの詳細説明
  - 6.1 【研究開発項目①】

「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」
  - 6.2 【研究開発小項目②-3】

「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」
  - 6.3 【研究開発小項目②-1、②-2】

「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」
7. 全体を通しての質疑

（公開セッション）

8. まとめ・講評
9. 今後の予定
10. 閉会

## 議事内容

(公開セッション)

### 1. 開会、資料の確認(評価事務局)

- ・開会宣言・配布資料1～8の確認・会議運営上の注意事項の説明

### 2. 分科会の設置について(評価事務局)

- ・研究評価委員会分科会の設置について、資料1に基づき評価事務局より説明
- ・出席者の紹介(分科会委員、推進部署、PL、評価事務局)

### 3. 分科会の公開について(倉爪分科会長)

- ・事前配布資料参照

評価事務局より、資料3及び4は事前の配布資料の通りで、公開の議事録については公開、非公開の議事録については非公開とした。

### 4. 評価の実施方法について(倉爪分科会長)

- ・評価事務局より、議題3及び議題4については事前配布資料の通りとし、評価の手順を説明

### 5. プロジェクトの概要説明

#### 5.1 事業の位置付け・必要性

推進部署より資料5に基づき説明が行われた。

#### 5.2、研究開発マネジメント

推進部署より資料5に基づき説明が行われた。

#### 5.3 研究開発成果

引き続き、推進部署より資料5に基づき説明が行われた。

#### 5.4 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し

引き続き、推進部署より資料5に基づき説明が行われた。

#### 5.5 質疑応答

推進部署からの5.1および5.2, 5.3, 5.4の説明に対し、以下の質疑応答が行われた。

**【倉爪分科会長】** ありがとうございます。これから質疑に移りたいと思いますが、非公開資料の最後のところに皆様から事前に頂いた質問票への回答が載っております。非公開ですので、回答できませんという回答が非常に多かったのですが、それが全てうまっているようですので、そこもぜひご覧頂いて、その内容を含むものでも構いませんのでご質疑お願いします。今日、質疑応答が大きく2回あります。非公開情報に関するものは、最後の非公開セッションのところで質疑応答して頂ければと思います。今回は、公開情報に基づくご質疑がありましたら宜しくお願い致します。では、質疑ある方から挙手をお願いします。

**【武田委員】** ありがとうございます。全体の位置付け等については、非常によくできており、感銘を受けています。特にアジャイル型でAIを普及していくという考え方は優れているのだと思いますが、やってみてこれがあれがというのがどんどん出てくるところが、良いところだと思います。反面、計画や期間の見直しも必要になってくると思うのですが、そのあたりはどのような管理のやり方をされているか教えてくださいか。

**【柳本PM】** 先程の説明の中にも少し入っていましたが、例えば今のコロナの状況ですとか、そういうことによっても計画に影響がございまして、基本的にそれぞれの実施計画の変更というところは、技術推進委員会の方

で、委託先から提案して頂きまして、外部の委員の方も含めて内容を確認して、承認する形で、実施計画の変更を進めています。基本的に技術推進委員会は、ステージゲートか技術推進委員会という形で、年2回行っておりますので、最低限半年に1回は見直せる。ちょっとした変更は、随時、NEDOで確認して実行できるのですが、大規模な計画の変更になると技術推進委員会で承認した上で進めています。

【武田委員】年2回というのは、ちょっと間が空くのかなという感覚があったのですが、具体的にどのくらいの件数が、計画変更をしたりしているのですか。

【柳本PM】大きく計画を変更したものというのは、2、3件しかないと思うのですが、細かい修正は、随時受け付けて、NEDOで承認をして進めております。

【武田委員】分かりました。ありがとうございます。

【倉爪分科会長】他にございますでしょうか。

【栗原分科会長代理】ありがとうございました。事前に資料を送って頂いて、僕自身勉強させて頂いたのですが、漠然とした質問なのですが、ここでいうAIとは何を言っているのだというのが、結局わからないのです。本事業名ですが、AIの定義が曖昧な上に、さらに『次世代』という言葉が枕詞に付きますので、さらに混沌としてくるのですけれども。ざっくり言えば、ここで言うAIというのは、マシンラーニング（機械学習）のことを指しています。機械学習には、大量のデータが必要です。ですので、一番時間がかかるのは学習する部分なので、いかにして、学習フェーズを短くするのか、少ないデータでワンショットラーニングを可能とするのか、うまくいくかどうか分からないですけど、データを水増しすると色々な技術を結集する必要があると思います。このように、AI研究開発では色々な角度からの見方ができてしまいますので、僕から見ると、次世代AIと言われても、焦点がぼけているふうに聞こえてしまって、どういう風に整理したらいいかわからないところがあります。

冒頭で、人の創造をサポートするような話がありましたが、これは、マシンラーニングを使えばできるというものではありません。人の創造性を支援することに本格的に着手するのであれば、機械学習研究をやっている場合ではなくて、まずは人のことを調べなければならないはずなのですが、そういうテーマはこの事業には含まれないわけです。

そうすると、AIと言う言葉ではなくて、AIとは分野の名称なので、もう少し、具体的で技術を全面にだしてクラス分けした方が、一般に分かりやすく、参画されている方は理解されているわけで、ギャップをうめるような説明があると良いなとずっと思って聞いてました

【柳本PM】今のご意見について補足させていただきます。スライドで少し説明しましたとおり、もともとの「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」のように先進的なAIの技術を開発するとういような位置づけのものではなくて、どちらかというところ、今まであるような技術を使ってインテグレーションしていきこうというところが、大きな目的としてあります。今、分科会長代理からお話があったAIの定義に関しては、例えば、AI白書でいわれているような分類で言いますと、ディープラーニング、ディープラーニング以外の機械学習、その他のAI技術というような3つで区分されているのですけれども、このプロジェクトに関しては、そのうちのどれに取り組みなさいという指定はしておりません。公募の際にもどういう技術を使ってください、このうちのどれを使ってくださいというような指定をしておりますので、専門の皆様から見ますと、その他のAI技術、ルールベース、探索のアゴリズム、そういうようなものを使っているのは、本来、AIじゃないという方もいらっしゃるかもしれないのですが、そういうところも含めて、AIとして定義して取り組んでいますので、テーマによってAIの考え方が本当のディープラーニングをやっているものもあれば、あくまでも、探索な技術や知識処理の技術だけをいれているものなど、様々なものがあるというのが実際のところになっております。

今、お話があったような人の発想や創造みたいなものを支援するところでは、もともとそういう狙いでやっております。例えば、人の発想を支援するところでは、こちらの研究小項目②-2でやってい

る、経営者の視点の新しい発想、新しいKGIとかKPIとかをどんどん導き出していくようなソリューションの開発をやっていますし、人の判断を支援するということでは、研究開発小項目②-3のものづくり系に限定してしまっていますが、そちらで、熟練者の知識を生かして、非熟練者を支援していくような技術の開発も行っています。お答えになっておりますでしょうか。

【栗原分科会長代理】 そうすると、目標として、処理時間が10分の1とかいくつか大きな目標があったと思うのですが、人の判断を支援するとなった時に、回答が難しいのは承知でお聞きするのですが。発想の場合、時間ではないわけですよ。何を発想したかの質の評価となると、単純にAI学習時間の10分の1という指標で評価することはできません。10分の1じゃないと目標達成したことにならないのかということ、本来やりたい目標とは違うかもしれない。創造性を高めるためには、すごい時間をかけても良いわけですよ。

それぞれのチームに対して、プロジェクトリーダーから10分の1とは言っていますが、実はこういう目的だよということは個別に指示されているということで良いですか？

【柳本PM】 そうなっております。私の説明が非常に分かりにくかったかもしれませんが、社会実装を目指したテーマと導入、加速化の技術を開発するそのものは、学習時間、導入期間を10分の1に短縮するという目標をもって進めているのですけれども、作業判断支援を行うものに関しては、生産性向上を目標にかかげて進めておりますので、その点では、差別化しております。

【倉爪分科会長】 今回の件に非常に関連するのですが、非常に違和感があったのが、目標です。学習時間と書いてあるのですけれども、後ろの方を見ると、データの整備時間と学習時間を他の項目とわざわざ分けて書いていますね。研究開発項目①については、学習時間だけに注目している。普通、AIをやっている人達は学習時間だろうと思うわけです。学習時間、こういう書き方をすると非常に狭い意味に捉えると思います。これに合わせるために、実施者の皆さんが非常に苦勞して報告書を書いているのがありありと見えます。この目標自体、あまり適切ではないのではないかという印象がありますが、いかがでしょうか。全く同じ質問になってしまいますが、ここは、非常に懸念しているところです。

【柳本PM】 おっしゃっているとおり部分はございます。このプロジェクトそのものが、人工知能の導入に時間がかかってしまうというところが、社会実装が遅れてきているところから、とにかく導入を早くしたいというところが狙いとしてありました。それに対して、最終目標が、導入期間全体を10分の1に短縮するということを掲げております。それに対して、中間的な目標としてはいきなり、最終目標を達成するというよりは、まず、学習時間を短縮するということが開発の中では重要な要素だということで、まずは、10分の1を達成しましょうという目標をたてさせて頂いています。

【倉爪分科会長】 ここは、非常に大きな隔たりがあるような気がします。これは、非公開のところにもかかりますので、後半でまたご説明して頂ければと思います。他にどうぞ。

【岡田委員】 ほぼ全く同じ質問だったので、繰り返さないですが、17頁の目標の達成状況のところ、学習時間は、倉爪さんが言っていたことと全く同じです。個別の資料を見ても、無理やり10分の1にしているような書き方がたくさんあった。学習時間は、ハードウェアを倍にすれば半分になるので、そういうことをやってしまっただけは意味ないような気がする、ここは問題だと思います。同じ質問ですみません。

【有村委員】 質問よろしいでしょうか。

【倉爪分科会長】 はいどうぞ。

【有村委員】 事前の資料読ませていただきました。今までの質問と大体同じ方向なのですが、分からないことがあるので、教えてください。このプロジェクトのカギになるのは、インテグレート技術ということですが、人工知能に関する一般的な定義はないと思います。ついては、プロジェクトでは、どのようにインテグレート技術の定義をとらえて、かつ、どのように6年間の期間で達成しようとしているかをお教えてください。

【柳本 PM】具体的に、こういうインテグレート技術を開発しなさいと指定しているわけではないのですが。

【有村委員】インテグレート技術で示すところを私はわかりませんでしたので、今後の議論のために、お考えの定義をお教えいただければ幸いです。恐らく、この言葉は現実の社会応用を行う場面で使われる言葉だと思いますが、資料を見る限りでは、ここで目指すものは一般の人工知能技術開発のプロジェクトとは違う意味で使われているようで、制度設計等の社会融合のためのプロジェクトとも違う意味だと思うのですが、その点が頂いた資料ではわかりませんでした。他の技術開発プロジェクトの差別化も大事ですが、それに先立ってプロジェクトで何を指すが重要だと思います。6年という短い実施期間で何を目的としているかをご説明頂きたいと思います。この分野では、インテグレート技術とはどういう意味なのでしょう。

【柳本 PM】インテグレート技術とは、社会実装です。このプロジェクトで目指している人工知能を社会実装するために、必要な技術という意味。

【有村委員】いただいた事前資料では、プロジェクトにおいて何を何とインテグレートするかがわからなかったのでお教えください。インテグレートというのは、あるものを他のものに組み込むとか、一緒に働くように一つに合わせるという意味だと思います。この点について、現状でできている技術が何で、何が出来ていないという認識で、どのようなもの同士をインテグレートかが重要だと思いますので、お教えいただければ幸いです。このプロジェクトでは、インテグレートという言葉がキーワードだと思いますが、細かな点の記述はありますが、数値目標としてあげている「10分の1の効率化」に先立つ大目標が見えなかったもので、その点をご説明して頂ければと思います。

【柳本 PM】今まで、人工知能が使われていないような分野のそれぞれの課題を解決するために AI をインテグレーションするというような意味合い。

【有村委員】主幹業務や主幹的な事業の中で、伝統的だったり、レガシーであったりする従来のシステムや技術の中に、AI 技術を入れていく意味だと理解して良いでしょうか。

【柳本 PM】はい。そういうところを目指しています。

【有村委員】AI システムといわれる、レガシーなシステムの中に AI 技術を融合して入れていくと。

【柳本 PM】そういうことです。AI の社会実装が進んでいないような分野に AI を新しく導入していこうというような取組になっています。

【有村委員】分かりました。2点目の質問です。人工知能技術の社会的影響が世界的に議論されており、そこで AI 技術のインパクトが3段階ぐらいに分けて考えることができると思います。1番目は例えばディープラーニングのような要素技術があり、2番目に中間的な適用技術があり、3番目は、そういう要素技術と適用技術を使うことで、社会全体や、人と人の関わりに変化をもたらすという点だと思います。例えば、実事業への AI 技術で影響を受けるものには、業務のワークフローやサービスの仕組みそのものがあります。典型的には、業務のデジタル化や自動化において、今まで情報化が難しいために人や仕事のフローが迂回していたり、自動化ができなかったりしたものが、人手による処理というボトルネックを外すことで、新しい事業やフローを見なおすことができるようになることだと思います。その影響のもう一つは、例えばディープラーニングのような人工知能の要素技術を社会に入れていくことは、単なる要素技術の導入ではなく、それを受け入れる社会や事業自体を変えることにつながり、その受容のための努力が必要となるということです。これら3つが、人工知能のインパクトであり、人工知能の社会的における研究開発は、その3つのどれかを進めていくということだと思います。その場合、研究開発は、要素技術、中間、社会適用の3つのレベルがあると思いますが、資料では、個々の研究開発の事例はありましたが、プロジェクト全体として、どのレベルを対象とするか分からなかったもので、お教えください。

【柳本 PM】プロジェクトとしては、3つのうちのどれかに特化しているものではなく、どれも適用されると考えている。

【有村委員】対象を絞らずに3つやっているということでしょうか。研究開発項目ごとに対象レベルを対応させているという意味か、各項目でそれぞれのチームが自発性を生かして、それぞれの項目に取り組んでいけばいいという考えなのかをお教えてください。

【柳本PM】研究開発項目①の社会実装を目指しているテーマは、有村先生がおっしゃった②か③に該当するかと思います。研究開発項目②の小項目も含めてですが、そちらは①も一部含まれています。要素技術といっても先進的なものを追うというものではないので、要素技術として弱い部分はあるかもしれないのですが、技術開発という意味では一番目も取り組んでいます。

【有村委員】一番目に関しては、革新的に要素技術を作ることは対象にしないが、要素技術を既存システムに適合させることは目標として考えて良いですね。すると、今回はこの観点からの評価をするという理解でよろしいでしょうか。ご回答で疑問がはっきりしました。ありがとうございます。

【弓取部長】有村先生ありがとうございます。最初のご質問で、インテグレートですが、例えば、タクシーのテーマにつきましては、AIシステムを従来のナビゲーションシステムに組み込んで、さらに従来あるタクシーの業態に組み込んで、社会の中に組み込んでいくことで、積み上げていくという技術を社会システムまで繋いでいってということインテグレートと私どものプロジェクトの中では呼んでおります。

【有村委員】新領域への適用により、AI技術の新しい意味合いを持たせているということですね。素晴らしいことに思います。

【弓取部長】我々のプロジェクトは、社会実装を通じて新たな価値を創造していくということをテーマにしていますので、AIシステムが従来のナビゲーションシステムに導入されて便利だねとドライバーさんが言うだけでなく、お客さんまで使って頂いて、それが従来の交通システムの中でもうまくワークして、より多くの人達に便利だと言ってもらって、また意見をフィードバック頂いて、またそれをソフィステイクイトしていく。そのような成果を出していくようなプロジェクトにさせて頂いております。

【有村委員】分かりました。

【弓取部長】中間目標の件なのですが、ご指摘ありがとうございます。この分野は本当に動きが早いといえますか、技術の進歩も早いものですから、頂いたご指摘を真摯に受け止めまして、柔軟に考えていかなければいけないと思っております。アジャイルと言っているわけですから、プロジェクトの名称はタグがついていますので、途中で変えると記号のようなもので分からなくなってしまうところもあるのですが、中身の中間目標については、見直すべきところは見直していくということをやっていないと、今の技術革新の流れ、そしてそれを使おうとしている人の目的に合致してこないと思っておりますので、有識者の先生方と共に議論し柔軟に対応していきたいと思っておりますし、個別の課題についても、当初は10分の1、それは、あなた方のテーマだったらこういうことですよねと言ったような、咀嚼をしながらプロジェクトを進めさせて頂きたいと思っております。

【有村委員】ありがとうございます。コメントしてよろしいでしょうか。

【倉爪分科会長】どうぞ。短めにお願いします。

【有村委員】プロジェクト全体に対するコメントですが、本プロジェクトでは、インテグレート技術の解釈や、社会への組み込みについて、新しい非常に良い考えをお持ちですが、それが事前資料では十分伝わっていないように感じました。ついては、本プロジェクト全体として、個々の研究成果の発疹だけでなく、大きな目標として何を目指して、現在どのような研究開発を進めているかの全体像を、ご発信とご説明いただけると、より理解されるメッセージになると思えました。詳細な成果説明に加えて、一般人にももっと伝わる説明があると、この分野外の人間にもありがたいと思えます。タクシーの件も、交通の仮想を目指すのは、社会的にも重要で、野心的かつ大きな目標だと思います。そのことが伝わりにくく感じましたので、目指すものがより伝わる説明があると良いと思えます。

【倉爪分科会長】ありがとうございました。

【栗原分科会長代理】今のインテグレートのご説明で大分、分かった気がしていますが、とするとインテグレート技術の開発ですね。そうすると各12個のテーマにおいて、現場はどういう技術を使っているのだという構図は、全てのチームで出るはずですね。インテグレートする技術自身が汎用的で誰でも使える技術として残っていかなければならないので、うまく整理しないと。個別になってしまっているのに、インテグレート技術として統合する時に、これはどう使えるのだと言ったような洗い出しをされると良いのですね、ということが聞いていてはっきりしました。ありがとうございます。

【倉爪分科会長】他にございますか。

【菅委員】補足なのですが、事前の質問のところで、インテグレートという言葉に対する定義がおかしいのではないかとことはご質問差し上げたのですが、回答としては、先程おっしゃっていたことで、インテグレーションという言葉が社会実装だとおっしゃっていたと思うのですが、社会実装がないインテグレーションもあるのかなと思うので、そういう定義だということを説明頂ければ良いのかなと思いました。とても良いことだと思います。

別の質問で、オープン戦略について伺いたいのですが、資料で、オープンということを使っているのは、オープンソースにするということと、特許が公開されるので、その2つがオープンだというふうに解釈しているのですが、もっと色々なオープン戦略が考えられるかと思います。例えば、インターフェースの標準化が行われることによって、そのシステムが外から利用ができるということも、オープン化の戦略になると思うのです。正直、NEDOのこれまでのプロジェクトを見ていて、オープンソースとして出したものが、その後継続して運用管理されるということが、殆どないのではないかと。そのことに対する具体的な対策と、これまでとの違いがあれば伺いたいです。

【柳本 PM】ご指摘ありがとうございます。その辺はもっと考えていかなければいけないところだと思いますが、他で使えるという意味では、単なるOSS化ということではなくて、事業化の1つとして、サービスシステムとして公開するというところに取組んでいるというテーマもございますので、そのような観点でオープンになるところもあると思っております。ご指摘頂いた部分については、色々な方法論を考えていかなければいけないと思っております。

【菅委員】継続してサポートがなされるということが、非常に重要だと思っていて、このプロジェクトが終わると、金の切れ目が、になってしまうので、間違いなくその日が来ると思うので、事業化や商品化が非常に大事だと思っている。その辺意識してNEDOの方もやってらっしゃると思うのですが、よくあるNEDOの事業者の話として、事業が継続している間にお客さんがついて、買ってもらえないということがある。そのため、社会実装が遅れたり、フィードバックが得られなかったりということがありますが、外側からそういう人達が入ってくることが現状として可能なかどうか、これからそういう対応をしていく予定があるのか伺いたい。

【柳本 PM】研究期間途中で事業化していくことも可能です。実際にそういう相談を受けているところもあります。乗合交通のテーマにおいては、どんどんアジャイルで回して繰り返していますので、新しい機能をどんどん入れていきたいので、販売に関してもどんどん進めていける形にはなっています。

【倉爪分科会長】よろしいでしょうか。まだ15分くらいあります。

【弓取部長】補足でよろしいでしょうか。売らなかつたらやめてくださいということが、かつてはあったんですね。今は、事業化できるものはうまく切り離して、残りのやるべき分はプロジェクトとして残しましょうというやり方をしております。ご懸念点は、随分解消されてきていると思っております。アジャイルでやっても、お金を頂かないと、本当の意味でのご批判や喜びは出てこないのです。タダだと、良いと言うに決まっているのです。そこを、乗合交通では、やっていこうということで、前に一步踏み出したやり方で、チャレンジしております。

【菅委員】お金をもらいながら、NEDOから補助を受けるとか、プロジェクトの中に参画しながらお金を頂くと

いうことは難しいのでしょうか。

【柳本 PM】できます。それが利益にはなっていないが、乗合交通では、実際お金を利用者から頂きながら研究を続けています。

【菅委員】利益にならないというのは、会社の売上として計上できないお金が入ってくるということでしょうか。細かい話ですが。

【柳本 PM】後程の、非公開のセッションでもう少し説明させていただきます。

【倉爪分科会長】ありがとうございます。他にございますか。

【武田委員】アジャイル開発ということで、小さいシステムから作っていくということで、技術と実装とビジネスが回っていくわけですが、そこではテクノロジートランスファーというか、人材育成が非常に重要になってくると思うのです。その辺りはどのように研究管理されているのでしょうか。

【柳本 PM】AI 技術者の育成になっているかどうか分からないのですが、今、取組んでいるテーマの中で、熟練者が少なくなっていく中で、非熟練者をどんどん育てていこうという取組の為に、AI を使うということもやっています。そういう意味では、現場で人を育てていくという形を進めてはいます。その中には、一部 AI によって解決している部分もあるので、人の知識が高まっていく効果もあると思っています。

【武田委員】AI の利用技術が必要だという認識が重要だと思うのですが、利用技術を持つ人材が決定的に不足しているという現状がありますので、そこもこの技術開発の中で評価して頂きたいと思います。

【柳本 PM】ありがとうございます。

【弓取部長】NEDO の中に NEDO 特別講座というスキームがございまして、プロジェクトの後に自主予算で成果の普及に資する事業をすることができます。あるロボットの講座では、あまり普及しないソフトウェアを NEDO 特別講座の中で、講座を開いて色々な実例を出しながら、使い方を示すというような事業も展開しています。このプロジェクトの終了後もしつこくサポートしてなんとか、社会に使われるような活動をしていくこともできますし、実際にやっております。

【倉爪分科会長】ありがとうございます。

【堀 PL】途中からプロジェクトに参加したので、理解が間違っているかもしれませんが、栗原先生のご質問のあった AI の定義はなんなのかということについて、補足させてください。このプロジェクトでは、こういう人工知能の技術があるという定義を明確にトップダウンに定めて適用するという方向ではなくて、実際、産業界の方々が色々困っていることがあるので、そこからボトムアップに問題解決を目指したいという方向になっています。1 つには、熟練者がどんどん辞めていって、そこに埋もれていた知識が消失しちゃうからなんとかしたいという問題があります。その時に、使える技術は何でも使おうというのが、基本方針です。今流行のマシンラーニングに加えて、昔からやってきた model-based reasoning、発想支援や仮説生成支援なども 20 年の伝統があるわけですが、それらも産業界が持っているデータと組み合わせ、まさに色々な技術をインテグレートして、実際に現場で、実装して役に立てることができるようになってきました。産業界と学術系が組んで実現出来るようになってきたというのが、このプロジェクトだと思います。途中で、議論がありました学習時間 10 分の 1 というのは、私も最初やや違和感があったのですが、技術推進委員会の議論の中では、分かりやすく目に見える数値化よりは、むしろトータルなインテグレーションした後のアウトカム、一体何ができたのか、何が出来るようになって、本当にベテラン技術者がいなくなっても大丈夫なのか、というようなことを、実際、現場のデータを使ってどこまでできたのか、というトータルな効果の評価に重点を置いて議論をしているのが現状でございます。

【倉爪分科会長】ありがとうございます。よく理解したのですが、この 10 分の 1 が一人歩きしていて、報告書が非常に書きにくくなっているという印象を強く受けましたので、先程、ご説明頂きました通り、見直しが可能でしたら、是非見直しをして頂ければと思います。他にございますか。

【菅委員】別の角度から質問したいのですが、インテグレーションする技術開発というところで、それぞれの

サービスドメインに特化した形で実装するグループがテーマ1で、2がインテグレーションのコアとなるような1段階2段階、抽象化したような技術をやっていると思うのですが、横串をどうやって刺していくのかなということを知りたい。事前に伺った話では、ワークショップだったり、説明会の場を作ったりして、勝手にどうぞというような感じに聞こえたのですが、できればもっと踏み込んだ形でやった方がいいのではないかと。外から見た感じでは、少し押しが弱いのではないかとということをしごく思いました。テーマが終わった後に、お金を払ってでも使いたいと思ってもらうのが目標に沿っているのではないかと思います。現状でどのようなことをやってらっしゃるのかを具体的に伺いたいのと、どうしてこうかというのを聞きたいと思います。

【柳本PM】ご指摘ありがとうございます。実際にやっていることということ、ワークショップの中で、導入加速化の技術というのは基盤技術となっていますので、この技術は色々な所で使ってもらいたいという強い思いがNEDOとしてあります。ワークショップでは、テーマを紹介するというのではなく、もう少し踏み込んだところを紹介してもらって、一緒にやってくれる所を探しています。実例としてはかなり少ないのですが、横串という意味では、そういうことで、単にテーマを紹介するというよりは、この技術を導入したら効果ももっと出そうな所をそれぞれのテーマの進捗会議でも各担当で進めています。

【菅委員】少し、消極的すぎるのではないかと思っています。新しいツールを使うのは、人件費もかかるし、時間もかかるので、しごく負担ですが、その部分をNEDOでサポートしないで、誰がサポートするのかという気がします。可能かどうか考えて頂ければと思うのですが、これを使えという極端な言い方も必要なのではないかと思っているのですが、ご意見があればお願いします。

【柳本PM】もう少し、強い発信というか、強制力があるというかそういうような意味合いでしょうか。

【弓取部長】ご意見ありがとうございます。そのとおりだと思っています。他のプロジェクトでもこういう取り組みはしていて、プロジェクト内でのマッチングというのを強力的に進めております。先程、ご指摘あったように導入加速の技術的なことをやっている方々が、実際に使おうとしている方がこのプロジェクトの中にいるわけですから、その人達から見たいと思えるような、こう使ったら良いよと言えるようなせまり方や議論をしていきたいと思っております。

【倉爪分科会長】最後に私から2点だけ。今の最後の議論ですけれども、私が関わっているプロジェクトでは、予算配分でそれをもしコラボしたらお金を出すというような仕組みもやっていますので、強制力ではないですが、インセンティブを与えるというのものもあるのかなと思っています。

【柳本PM】予算面では支援はしております。別テーマでやるときは追加予算として取ってやっていただいています。

【倉爪分科会長】もう1点は、コメントなのですが、資料に、テーマ毎にやっていることを書いて頂いていますが、非常に差が大きい。これを事業原簿なり最後に残すのは問題ではないかなというテーマがいくつも見られます。これについてご検討頂ければと思います。これはコメントです。先生方よろしいでしょうか。

【木崎委員】研究開発小項目②-3は、具体的なテーマが設定されていて私も馴染みがあるのですが、研究開発項目①と②-3は同じような位置付けに私からは見えるのですが、ここを教えて頂ければと思いました。

【柳本PM】見え方としては、ご指摘の通りのところはあるのですが、研究開発項目②-3は人工知能を適応する場を広げていこうという技術開発をするところとして定義してしまっていて、課題が多いという所を受けて、ものづくり系に特化して現場の課題を解決している。研究開発項目①は、現場の課題を解決するという所では同じではあるが、特化したものがあるわけではなく、色々な分野で人工知能を社会実装していくというテーマです。

【木崎委員】ありがとうございました。

【倉爪分科会長】ありがとうございました。時間になりましたので、終わりにしたいと思います。

(非公開セッション)

## 6. プロジェクトの詳細説明

省略

## 7. 全体を通しての質疑

省略

(公開セッション)

## 8. まとめ、講評

【倉爪分科会長】 それではこのまま続けて入りたいと思います。ちょっと時間が押していますので、講評ですけれども、一人2分厳守ということで講評のほうをお願いしたいと思います。では最初に申しあげました通り、武田先生から順に講評をお願いいたします。

【武田委員】 はい、ありがとうございます。武田でございます。非常に勉強させていただきました。ありがとうございました。冒頭申しあげましたけれども、次世代人工知能技術を社会実装するという目標は非常に重要であるというふうに思いますし、その中でも生産性と空間の移動、この二つを重点的に取り上げられたということもよく理解できるといいますか、物理的などころからスタートしていくというのは良いアプローチではないかなと思いました。また選択されている研究テーマも、バランスよく多岐にわたっていて、ちょっと大きな企業の生産現場というのは入っていないなというのは思ったのですが、まあある意味、切迫感があるところでやっているのだろうという意味で非常に良いのではないかなと思いました。今日3つお話を聞かせていただきまして、どれも非常に一生懸命取り組んでいるというのがよくわかりました。特に最初の2つの課題については、なんとかAIの力を借りてやっていきたいという切実な現場の願いとエンジニアリングが結びついていて、非常に今後の展開が期待できるのではないかなと思いました。一方で3番目のプロジェクトについては、確かに先端的なことをやっていらっしゃるのはわかるのですが、どういう形で社会実装に結びついていくのかというのはちょっと見えなところがありましたので、どこをゴールにするかということ、プロジェクトの中で議論して、はっきりさせていけばいいと思います。最後にちょっと議論になりましたけれども、今日話を聞いていて私はAIに一般論は無いなど、個別の問題を、技術を使って解いていくということに尽きるのかなという感想を持ちました。以上です。ありがとうございました。

【倉爪分科会長】 はい、では菅先生、お願いします。

【菅委員】 ありがとうございます。早速なのですけれども、こういうプロジェクトだと終わった後に、さっきも申しあげたのですが、金の切れ目が縁の切れ目にならないようにするにはどうしたらいいのだろうか、というところのほうが大変なんじゃないかと思っていて、いくつかのプロジェクトでは人であったりとか、人と人が出会うということとか、あとはやっぱり商品になる、経済合理性があるということが、そのプロジェクトが終わった後も、出来上がった成果物がメンテナンスされていくであったり、バージョンアップされていくであったりするキーになると思うので、そのあたりを強く推し進めていけるようなマネジメントを期待しています。ほかのプロジェクトだと、このNEDOのプロジェクト中にお客さんをどうやったら見つけられるかといったことを、日々議論したりとかということもありますので、その部分を注目していますのでよろしく願いいたします、というコメントでした。ありがとうございます。

【倉爪分科会長】 はい、木崎さん、お願いいたします。

【木崎委員】 はい、ありがとうございます。ついていくのが大変で、いっぱい、いっぱいございましたけれども、講評というような大それたことは申しあげられませんが、AIの社会実装というのは大変なことで、それをテーマに選ばれたというのは非常に大切なことだったのだなど、改めて認識いたしました。私は仕事

では製造の IT 化というので、現場では IT 推進部門の、なんていうか履行、交流がうまくいっていないという話を良く感じることもありまして、DX といえるようなことでなくて IT 化のレベルの話であっても、そういう感想を持っておりまして、AI を現場に導入するというのは、もっと大変なことなのだろうなど、改めて感じました。そこをなんとか切り込んでいこうという研究プロジェクトなので、それは大変貴重なものだというふうに思いました。以上です。

【倉爪分科会長】ありがとうございます。岡田先生、お願いいたします。

【岡田委員】とても勉強になりました。というのも、普段から AI をやっているのですけれども、AI 使うのなんて簡単だと思ってやっているのですけれども、やっぱり社会実装しようとするといろんな問題があるのだなど、改めて思いました。いくつか気になったことがあるのですけれども、1 番の発表で事前に質問したことなのですけれども、アジャイル型でやっているわりには、オープンソース化も知財の関係で肝心なところは使えないという状況になっているみたいなので、こういうのはやっぱり広く使われてこそフィードバックもたくさん入ってくると思うので、完成した暁には公開を進めますという回答をいただいたのですけれども、もちろん知財は大事だと思うのですけれども、なるべくどんどん出して、いいことも悪いことも出して、ぐるぐる回すようなことができればいいじゃないかなというふうに思います。あと、議論のところで再三出てきた評価のところ、AI だけに限らないのですけれども、時間っていろいろなものとしてトレードオフになっているので、精度を犠牲にすれば時間はどんどん早くなりますし、それが社会実装した結果的に顧客のなかで淘汰されるという、そういう仕組みが働けばいいのだと思うのですけれども、時間がかかるので、その成果の定量的なところだけでなく、定性的なところというの、当然やっている人は考えていると思うので、この評価自体にもっと取り組んでいったらいいという感想がありました。以上です。

【倉爪分科会長】はい、ありがとうございました。有村先生、お願いいたします。

【有村委員】私自身は大学で、人工知能分野の基礎技術について、主に学術的な立場から研究教育に携わっていますが、今回は、実際の社会・産業応用において、学術的な分野だけではわからない大事な課題があることを学ばせていただきました。プロジェクトについて、事業の位置づけに関しては、最先端・次世代の人工知能技術を、実世界の生産現場や事業領域に適用することは、たいへん大事なことであり、必要性も高く、大変良い目標を掲げておられると思います。マネジメントについては、各グループで、先端的な技術を、切実さがある課題に適用して、成果を出されている点は、高く評価できると思いました。個別の開発取り組みとして、建機のレトロフィット自動化と、レーザ肉盛り溶接の取り組みは、今回お話を伺うと、実現が難しい課題に対して、しっかり取り組んで成果を出されており、たいへん価値がある取り組みだと思いました。今後の課題として、これからそれぞれの対象領域での AI 技術の実応用の成功事例が蓄積されたときに、それらを抽象化・一般化して他の対象領域にも適用できるようにすることが、次の大事なステップだと思います。個々の成功事例を一般化する際には、単なる手順のマニュアル化ではおそらく不十分で、事例で開発・発見されたさまざまなノウハウや技術を概念化する必要があり、今後の人工知能技術の社会応用においてこの点に困難があると思います。自分自身の研究も含めた自戒として、今後、人工知能研究を進める上での大きな課題だと思いました。今日のご報告で何度か言及された「暗黙知」の獲得や共有の問題は学術的にも大きな問題と認識されていますが、最終的には学者による学術的な研究だけでは解決しない問題であり、産業と学術の間で課題を共有する必要があると感じました。その上で、将来、このような社会や産業における実務的な問題を、抽象的な学術に一般化できて、産業と学術の両方で活躍できる若い人たちが育つようなお手伝いを、我々自身も進めていく必要があると思いました。以上、コメントです

【倉爪分科会長】ありがとうございました。栗原先生。

【栗原分科会長代理】だいぶ質問が出尽くしている所もあると思うのですけれども、やっぱり事業化の話は継続性にあります。僕も NEDO から研究費をいただいている者として、なかなか僕みたいな大学の人間からすると、研究プロジェクトには期間がありますし、どういうふうに事業化していくのかというのは、やってみなけれ

ば分からないところも大きいです。AI は、結局は道具なのです。道具の幅が増えてきたということだけのことであって、どの道具を使うかというだけのことですから、ここにそもそも一般化なんてあるわけがないのですよね。この問題の解決にはこの道具を使うべき、という話だけなのです。どこに何をを使うかというのがノウハウで、ノウハウは多分共通化できると思うのですね。そこノウハウをどれだけ増やせるかということだとすると、今回いろんな研究の現場があり、いろいろなノウハウが集まるはずで、それを我々がツールボックス化できるかどうか重要なのだと思います。自由にいろいろなテーマにて研究を実施させ、いろいろな有用な道具が出てきたタイミングで、それらを共通ノウハウ化するという、一番の漁夫の利を得るのが NEDO だ、というのが理想なのだと思います。そのような形で事業を進めていただければと思っています、僕自身もよい道具を創り上げていきたいと思っています。ありがとうございました。

**【倉爪分科会長】** はい、ありがとうございます。最後に私のほうから。

午前中の議論だったのですが、中間目標で目標設定が妥当なのかという話がありました。これについてはいろんなお考えがあってこういう数値になっていると思うのですが、必ずしもこの実施者に伝わっていないという印象を受けます。それについても先ほど弓取部長のほうから、柔軟に考えようというお話がありましたので、もう一度お考えになっていただければなと思っています。全体としては AI の技術をうたっている割には、最初のもの2番目のものはよちよち歩きのものだと思っています。ただ全く歩けなかったのがよちよち歩きまで来たということがプロジェクトリーダーのお二人の先生方の力がよかったのだと思っています。さらに最終的にまとめるときには、それが立ち上がって走れるようになるくらいまで力をつけて、巣立っていくということを期待していますので、よろしく願いいたします。以上です。

**【事務局】** ありがとうございました。推進部長、および樋口 PL、堀 PL からひと言いただけますか。

**【樋口 PL】** 適切なコメントをどうもありがとうございます。PL を引き受けた時に、十分にできるかなと思ったのですが、でも今やっているととても楽しいです。それはどういうことかということ、それはやはり、この日本が、AI という技術を使って勝ち残っていくには、やはり現場に解決策があるというふうに確信しました。技術推進委員会のほうで先生方が客観的に技術の進展状況、あるいはステージゲートごとの評価をいただいております。私や堀先生は PL です。NEDO サイドの人間で、いろいろアドバイスをする立場で、結果として採択されたプロジェクトをご覧になられたように、分野も多岐にわたりますし、現場との近さというのも非常に様々です。この様々な中で、現場との近さ等々、やはりそこを AI がどう踏み込んで導入していくのか、そこが私は日本が生き残る策ですし、日本が十分に勝てる場所ではないかと思っています。そういうプロジェクトに今 PL として携わらせていただいている、各現場の技術者の方、あるいは研究開発されている方、本当に熱心です。学者の先生方、何かいいアイデアはないでしょうか、みたいな、ちょっと前はそういうことがありましたが、自ら手を動かし、いろいろ試してみたいと、この中で若い人を呼び込んで、ああいう分野はですね、最先端の人材をどこから雇用する、あるいはアウトソーシングしてどこになげればいいやという金銭的な余裕も全然ないのです。でも日本はそういうところに、中小企業等々が実は重要なところを担っていたりします。そういうところに少しでもこの NEDO のプロジェクトを通して輪が広がっていく、それに私は関与できているということで、とても楽しく、またやりがいを感じています。今日はいろいろ貴重なコメントをありがとうございました。以上です。

**【堀 PL】** 堀でございます。本当に貴重なコメントをたくさんありがとうございました。どれも私、納得できるご指摘でした。今後に生かしたいと思います。このプロジェクトを応募したときはおそらくは AI の専門家と産業界からの応募が多いのではと予想していたのですが、ふたを開けてみると、AI とは全く無縁な産業界の方からの応募もかなりあって、面白そうなものを採択させていただきました。やっている最初はなかなかうまくいかないわけですが、やっているうちに、AI は本当に役に立ちそうだということがわかってまいりました。AI の専門家のグループと、AI の素人のグループが混在しているわけですが、ようやくそれぞれがうまくいき始めたので、それらが全体として、統一的にどうしていけるかというところの絵を描くと

というのは、ご指摘の通りでありますので、今後このプロジェクトの成果を世の中に広めていく段階においても、きちんと絵に書いていきたいと思えます。しろうとの分野の方が一生懸命やってくださっている効果が私は二つあると思っていて、今日は建設現場とレーザ粉体肉盛りの例をご覧いただきましたが、他にも造船ですとか紡績の繊維業界ですね、そんなこと言っちゃいけないですけど、造船とか繊維って終わっているんじゃないかと思っている人もいるかもしれない分野で、AI を入れることでまた活性化していくかもしれない。日本が再び造船王国になることは無いかもしれないけれども、造船という分野や、繊維という分野だとかが輝くかもしれない、そういう日本の産業構造を底上げすることができるかもしれない、ということが見えてきたということが一つの成果。それから AI の素人の方が一生懸命やってくださることが、我々AI の専門家に新たな問題を突き付けて、今後の AI そのものの研究課題を提供してくれている、という学術的な貢献も実はあるように思えます。そのあたりの、現場と学術的な技術の研究とのループを今後回していく、という全体の絵をかいて、このプロジェクトをさらに発展させていくということで努力したいと思えます。どうもありがとうございました。

【弓取部長】ロボット・AI 部の弓取です。先生方、大変ありがとうございました。大変すばらしいコメントをいただきまして、これからそれを生かしていきたいと思えます。私どもの部も 2015 年に発足しまして、ロボット・AI というのも、そこからぐっとプロジェクトが増えていったわけですけども、実はわたくしども NEDO のソフトウェア開発というのはそれまで、ほぼしていない、ですからソフトウェアのご専門家の先生方からすると、NEDO は無理なんじゃないかと。NEDO は常に目標、材料開発、引張強度このくらい、機械精度このくらい、というものをを出して行って、その 5 年間のプロジェクトで達成していく。ソフトウェア開発というのはそうではないのだということを、よく発足当初から言われてきました。確かに、わたくしどもソフトウェア開発の経験はないのですけれども、社会実装に向けてのこだわりというは持っております。ですからソフトウェアとハードの開発、社会実装のこだわりも持って、さらにそれに優れた PL の先生方、有識者の先生方のお知恵を拝借しまして、これからも AI の開発を進めていきたいと思っております。

プロジェクトが終了して、プロジェクトのコミュニティが消滅してしまうというのは非常に残念なことであります。プロジェクトを発足させるには大変なエネルギーをかけて行います。ですからこれも一つの財産だと思っております。このコミュニティをどうやって大きく発展させていくか、一つのレガシーにしていくのか、これも一つの我々の課題だと思っておりますので、私ども先ほど NEDO の特別講座といたしましたけれども、人材育成であるとか、あるいはコミュニティ形成であるとか、成果の啓蒙であるとか、あるいは補助事業、スタートアップの支援、さまざまなツールが NEDO にございますので、それを総動員して、どうやって今ここにあるコミュニティを次に世代に、次の技術につないでいくのか、つながる場としてのプロジェクトの輝きをさらに強くするためにはどうすればいいのかということを、今から考えていきたいと思えます。これから先生方にもご指導を賜ることが多いと思えますけれども、引き続き、どうぞよろしくお願いいたします。本日はありがとうございました。

【倉爪分科会長】はい、ありがとうございました。これで議題 8 を終了いたします。

## 9. 今後の予定

## 10. 閉会

以下、分科会前に実施した書面による公開情報に関する質疑応答について記載する。

資料番号 ・ご質問 箇所	ご質問の内容	回答	委員 氏名
スライド 4, 15, 17, 32	事業の目的および NEDO が関与する意義である人工知能の社会適合性の向上と、研究開発項目①の中間目標で掲げた「学習時間を 1/10 に短縮」との関係について、特に学習時間に着目した理由とともに説明してください。また、この中間目標による評価が必ずしも妥当ではないテーマがあれば、その理由と対応を説明してください。	人工知能の社会実装を加速して新たな市場を獲得する、生産性向上によって省エネへ貢献することを実現させるためには、人工知能の社会適合性を向上させることが必要であると考えています。そのための手段として、人工知能の利活用の企画段階から導入までの時間を 1/10 に短縮することを最終目標としています。  導入時間のうち、人工知能モジュールのアルゴリズム選定や性能の作りこみを行うための繰り返し学習等を行う学習時間を開発リードタイムの重要要素と考え、その短縮を中間目標として設定しました。	倉爪 分科 会長
スライド 32	転移学習による学習時間の短縮や、シミュレーションの高度化、援用によるデータ生成時間の短縮により、中間目標である「学習時間を 1/10 に短縮」が達成されたことは評価できますが、それ以外の手段、工夫により上記中間目標が達成された例があれば説明してください。	基本的には、ご認識どおりの手段で目標を達成しようとしています。また、ハイパパラメータ最適化や自動機械学習により計算時間そのものを 1/10 とする取り組みも行っており、その成果の活用によって更なる短縮を計画しています。	倉爪 分科 会長
スライド 31	②-1 の成果を①のテーマに活用した例と現時点までの成果があれば説明してください。	連携事例は、【研究開発項目②-1】「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」の発表資料 p14 をご参照ください。	倉爪 分科 会長
スライド 25、31、事 業原簿 2-8	研究開発項目間での連携を推奨する取り組みがあれば説明してください。	プロジェクト概要説明資料 p24 に記載しているとおり、全テーマ合同のワークショップにて、各テーマの研究内容を共有しています。また、研究開発小項目②-1 のハイパパラメータ最適化技術を他テーマで導入してもらうことを促進するために、協力先を募る説明も 2019 年度	倉爪 分科 会長

		のワークショップで実施しています。(COVID-19の影響で2020年度のワークショップはまだ未開催)	
事業原簿 3-7 ページ	当該実施項目について、目的、中間目標、成果、達成度に関する記述が不十分であり、理解できません。特に各事業者間の連携に関して、より詳細に説明してください。	産総研が取得した風況データを用いて東大がシミュレーションに基づいた風車制御アルゴリズムを開発、産総研が開発した風況推定 AI モジュール、東大が開発した風車制御アルゴリズムを日立が風車実機に実装して発電量向上効果を実証します。	倉爪 分科 会長
事業原簿 3-10 ページ、4-14 ページ	当該実施項目について、プロジェクトの目的である人工知能の社会実装との関係を具体的に説明してください。	回答に非公開情報が含まれるため、当日配布する回答資料で回答します。	倉爪 分科 会長
様式 7- 2, 4 3- 3	サービス導入の度に、毎回シミュレーション実行のためにスパコンを使用することになるのでしょうか？	必ずしも使用しません。 スパコンを必要とするような大規模なシミュレーションは、新規の配車アルゴリズムのテストなど、新規性の大きな技術開発事案の場合に必要ですが、個別のサービス導入(例: ●●市でデマンド交通を導入)する場合には、シミュレーションは必須工程ではない、もしくは、通常の PC でも実行可能な小規模なシミュレーションを行うことになると、想定しています。	栗原 分科 会長 代理
様式 7- 2, 3-8	人間の感覚も、ある意味での最適化です。人の感覚に対するもう少し具体的な定義が欲しいです。	人間の感覚に近いというのは、ダンプやバックホウを運転している人間がいつもこうしていることに近い動作やタイミングを、自動化建機が実現することと定義しています。人間が運転する建機と自動化建機が混在する時に、自動化建機が人間とは全く異なる動作を行うと、混乱や事故の原因になります。土木工事の敷地内の作業員にとっても同様の混乱や事故の原因になります。このような行動の違いはロボットと人間の能力の違いによって起こりますが、ロボットの行動を人側に寄せて作り込むことでその問題を解決します。	栗原 分科 会長 代理

		<p>例)</p> <p>本プロジェクトの取り組みの一例ですが、ロボットに取っては前進も後進も移動コストがかわらないため、経路全体を後進で移動するなどの経路が作られます。しかし、このような経路は人間の直感とは反するため、現場の方に見せると拒否反応があります。このような人間が決めたルールと異なる動きを作らないような経路計画を本プロジェクトでは提案しています。</p>	
7-1 (公開の事業原簿) 3-5	化学メーカーなどプラントの運用者に共同研究者として協力を得る考えはありますか	再委託先として三井化学のプラント技術者が最初から参加しています。三井化学の実際のプラントを使用したデータ採取～実証も計画に含まれています。	木崎委員
7-1 3-10	台車搬送 AGV について、現在実用化されている無軌道型 AGV と異なるところが分かりにくいと思いますので、あらためて教えてください	<p>従来の無軌道式とは無軌道は共通ですが、搬送形式と搬送する台車を取得・開放するプロセスが異なります。</p> <p>従来の AGV には、搭載式と牽引式、搭載式では低床潜り込み式がありますが、本 AGV はいずれにも該当しません。人が扱っている既存の搬送台車を抱え込み一体化して、人と同様に台車を離床させずに押し引きして運ぶ、台車搬送に特化した新形式です。搭載式と異なり設備側に荷物の荷積み・荷降ろし・整列装置は不要です。従来のジョイント牽引式と異なり前後長は人の歩幅以下で台車と一体化しているため広い旋回スペースは不要、低床潜り込み式と異なり台車の種別を選びません。</p> <p>なお、この AGV は、双腕移動ロボットの開発過程で全方位走行・環境認識・一部の学習機能を切り出した形の、先行成果物です。キャスタ式全方位走行機構で真横・斜めにも動け、台車を振り回さずに台車中心</p>	木崎委員

		<p>に回れるため、重い台車も運べます。受取り側では所定範囲内で位置姿勢がずれていても台車を認識して把持でき、受渡し側では所定範囲内で空きスペースを認識し、台車を詰めて整列させられます。台車の癖を補償する学習機能も開発中です。</p>	
7-1 3-10	<p>双腕生産支援ロボットについて、現在実用化されている双腕型産業用ロボットと異なるところが分かりにくいと思いますので、あらためて教えてください</p>	<p>移動式ですので、移動式の双腕ロボットとの違いを記載します。従来の双腕移動ロボットとは、教示とプログラムの形態が異なります。</p> <p>従来、教示では両手・両腕・走行の全自由度の位置姿勢を逐一設定していました。プロジェクト参加企業スキューズは過去に、双腕移動型のロボットを自動車工場で試験運用した実績があります。両手・両腕・走行はそれぞれ製造元が異なり別個の CPU、別個の教示とプログラム形態であるため、教示・プログラムが非常にたいへんで、各自由度の協調(同期)も難しい状況でした(特に走行とマニピュレーションが同時の場合)。</p> <p>本開発では、操作対象物の始点・終点・中間点(少数)の 6 自由度姿勢のみを教示し、行動学習でそれらを結ぶ操作対象物の軌道を衝突回避含め最適化します。両手・両腕・走行を 1CPU で制御するため、それらの協調も容易です。この場合、操作対象物の運動から、冗長自由度となる走行と両腕の動作をどのように決めるかという課題が生じます。これに対しては、新たに考案した多目標・優先度付き逆運動学解法で対応します。両手先と走行移動の多目標に個別に優先度を与えられるため、操作対象物を持つ手先から優先度順に、他の自由度の姿勢も定めることができます。</p>	木崎 委員

7-1 3-19	<p>組み立て生産システムについて「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」の具体的な例を教えてください。その際に、どのような AI 技術を利用するのでしょうか</p>	<p>従来、CT や MT は生産ラインの最終工程のみを記録していましたが(データを手動で取得するため、生産現場の負荷が大きく最終工程のみを取得)。今回 IoT 導入により、全工程の CT,MT が取得できるようになったため、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・各工程の CT,MT の状態</li> <li>・各工程の CT,MT のバラツキ</li> <li>・CT,MT 異常値の回数</li> </ul> <p>など、工程をスルーしてみた傾向分析が可能となり、問題の早期発見に寄与できると考えています。</p> <p>この CT,MT の揺らぎに対し、<u>オントロジー等を活用し、またシミュレーション等を活用しながら機械学習を進める</u>(アンダーラインの部分)が AI) ことで事象と問題を自動で紐づけします。最終的には、CT、MT のみの変化から現場作業者に問題解決のヒントを与える AI プラットフォームの実現を目指します。</p>	木崎 委員
7-1 3-19	<p>組み立て生産システムについて「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」や「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」などの表現を拝見すると、トヨタ生産方式でいう「困らせる仕組み」を代替する取り組みというようにも受け取れますが、そう思ってよろしいでしょうか</p>	<p>ご指摘の通り、トヨタの「困らせる仕組み」を代替する取り組みとして見ることもできると考えます。前者の「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」では、これまで問題としてあがってこなかった(または、熟練者がカンで見つけ出していた)課題を、IoT とそのデータを用いる AI を駆使することで検出します。これにより、現場の作業者が改善活動において「悩むべき箇所」が示される仕組みを作ります。また、その一方で、悩むべき箇所に対し、後者の「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」を提示することで、課題を解決するヒントを、作業者に与える仕組みを作ります。悩むべき改善の答えそのものを提示するのではなく、本来は、熟練者</p>	木崎 委員

		<p>が現場で他の作業者に与えるヒントや、経験に基づく改善活動における勘所というものをシステムティックに記録し、伝えることを目指します。また、これにより、本来作業者が悩むべきポイントに注力できるようにします。</p>	
7-1 3-19	<p>金型生産システムについて「特定工程の稼働率の 30%向上」は、具体的にどのようなところを早くできるのか例示していただけないでしょうか。スケジューリングの最適化でしょうか。その短縮は AI を使わないと達成できないものでしょうか</p>	<p>1. 生産計画に対して機械装置、人をいかに活用するかにおいて、全工程がトライ対象であり、検討を進めています。全体工程の最適化を図る中で、特にキー工程であり、高額なマシニングセンターの稼働時間を増やすことによる稼働率向上の目処を付けることで生産性向上と収益性向上にもつながります。また、蓄積されている実データで机上での検証も含め進めています。</p> <p>2. 現状、現場責任者が日々の予実績で 1 案件あたり膨大な部品加工のスケジューリングを経験とノウハウで行っています。全て AI でやるのは難しいかもしれないがチャレンジしています。現状、3 日分程度の AI によるスケジュール管理は目途がついてきています。さらに、効率的な金型部品生産のためにはキメ細かい AI 的な指向のスケジューリング知識が不可欠であることはこれまでの活動で明らかになってきており、従来型のスケジューリングアルゴリズムも併用したハイブリッド型も検討しています。</p>	木崎委員
7-1 3-21	<p>図 1 中「AI 方案生成システム」での逆問題の推論方法（目的形状から加熱方案を求める方法）を教えてくださいませんか</p>	<p>現在は、直接逆問題を解くのではなく、「案作成→順問題で形状導出→特徴量学習→案修正」の繰り返しで、強化学習するとともに、効率的な方案探索を実施しております。本図では、これを「逆問題」としております。</p>	木崎委員

7-1 3-23	<p>実用化のイメージにつきまして、ミシンの運転を何らかの機構で自動化する、とあってよろしいでしょうか</p>	<p>比較的単純な形状の布部品や厚手の不織布などの縫い合わせについては、ミシンへの送り部分を自動化し、人手を要さないようにします。一方で、扱いが煩雑な布部品の場合は、熟練者の作業をセンシングおよびモデル化して、非熟練者でも高品質の作業を効率よく修得できるようにします。</p>	木崎
資料 5-1	<p>NEDOの事業としての妥当性および研究開発目標の妥当性、および実施体制の妥当性に関連しての質問です。</p> <p>事業目的として人工知能技術の早期社会実装、開発速度向上、人の判断等支援を挙げつつ、タイトルの中のキーワードとして「インテグレート技術」を挙げていますが、プロジェクト概要の当該資料の中にインテグレーション、インテグレートという言葉が出てきません。まず、本プロジェクトではインテグレーションという言葉をごどのように定義しているのでしょうか？たとえば INCOSE の定義として、インテグレーション(統合)とは、システムを構成する要素の「組み合わせ」と「検証」からなり、単なる組み合わせのための技術開発では統合技術として不足が生じます。</p> <p>本事業における研究開発目標では「小項目②-1 人工知能技術の導入加速化技術」が上述の「インテグレーション技術」に対応する開発項目かと考えられますが、人工知能モジュールの学習支援ツール開発や、ドメインに特化したツールの開発が採択されているように見えます。</p>	<p>本プロジェクトでのインテグレーションとは社会実装を意味しています。ご指摘のとおり、研究開発項目①のテーマでは、それぞれのテーマに関わるドメインに特化したアーキテクチャ定義と検証(実証)までを行うことにより社会実装(=インテグレーション)を実現します。一方で、インテグレーション(=社会実装)を加速するための汎用的な基盤技術の開発も必要との観点で、「インテグレーション技術」に真っ直ぐに焦点を当てたテーマ”として研究開発項目②を実施しています。また、”単なる組み合わせのための技術開発”とならないよう、研究開発項目②-1の成果は、テーマ内での検証のみでなく他テーマでの検証(実証)にも取り組んでいます。</p>	菅 委員

	<p>他の研究開発項目ではそれぞれのテーマに関わるドメインに特化したアーキテクチャ定義とインテグレーションのみが行われており、「インテグレーション技術」に真っ直ぐに焦点を当てたテーマが無いように見えます。</p> <p>「インテグレーション」について、もう少し焦点を当てた説明が必要かと考えます。</p>		
資料 4-3, pp.4	<p>「実用化」の定義に関してお聞きします。</p> <p>研究開発項目②において『「実用化」の考え方を、当該研究開発に関わる成果が利用可能になることをいう』とありますが、現時点でオープンソースになることや、公的に利用可能な場所での運用が始まることは、その後の持続的なサポートを意味していません。このことはサポートの不明確さから普及を著しく阻害すると考えられます。社会的なインパクトや「社会実装」という観点から、この定義は本事業が掲げるべき目標としては明らかに不十分であると考えられます。</p> <p>実現可能かつ、ツール等の資源の持続的な利用や普及が行われるような仕組みづくりについて、アイデアがあれば示してください。</p>	<p>プロジェクト概要説明資料 p41 に記載しているとおり、本プロジェクトでは実用化・事業化を担う事業者を各テーマの研究体制に組み込んでいます（公募時の応募要件）。研究開発項目②のテーマについても、事業者が実用化の検証を行い、その後の実用化（可能であれば事業化まで）の計画を立て推進しています。また、NEDO のマネジメントとしても、研究期間終了後も追跡調査（追跡評価）として実用化・事業化の状況を確認する仕組みがあります。</p>	菅委員
事業原簿（公開）2.3 節「研究開発の運営管理」	<p>変化の激しい領域ですが、個々のプロジェクトにおける研究計画の変更は、どのように管理・実施されているのでしょうか。</p>	<p>研究計画については進捗を毎月の進捗会議で確認しています。課題がある際は委託先・PL・NEDOで協議し、年2回の技術推進員会時に研究計画の変更を承認することで管理・実施しています。</p>	武田委員
事業原簿（公開）4. 節「研究開発成果の	<p>短期間で、新しい技術を普及させるためには、ベンチャー企業の活用も有効と思います。本事業では、研究成果としての起業</p>	<p>プロジェクトとしてはベンチャーの起業を支援するような取り組みは行っていませんが、NEDO 全体</p>	武田委員

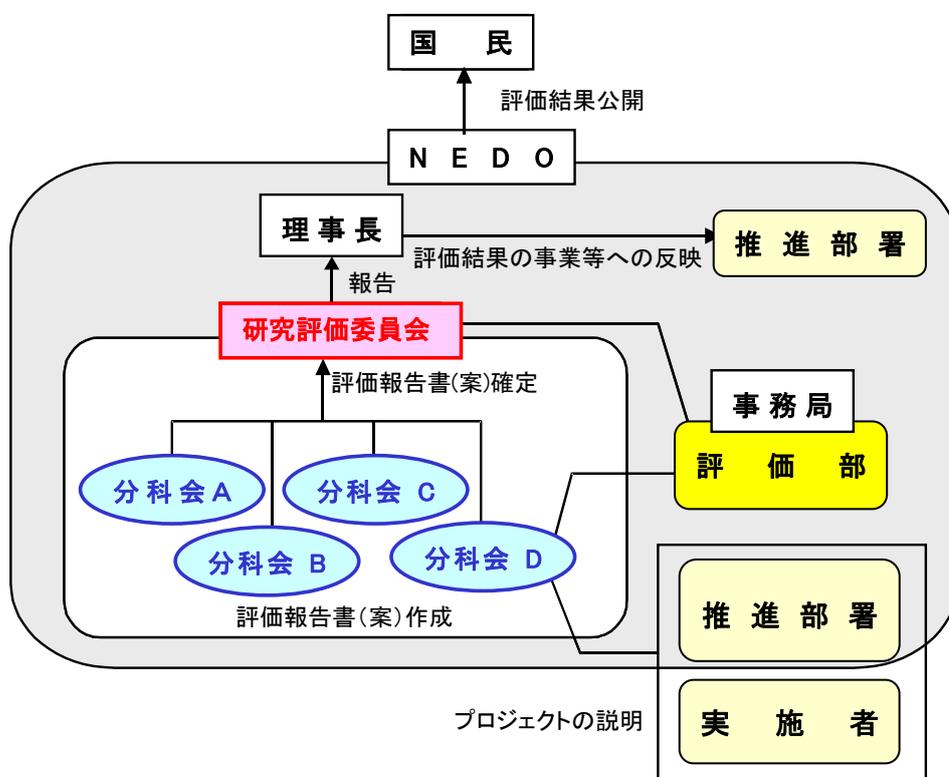
普及」	についてどのような考えでしょうか。	<p>としては様々な取り組み（「研究開発型スタートアップの起業家支援事業」など）を行っていますので、研究成果としての起業の支援も可能です。</p> <p>また、プロジェクトの公募において、採択審査時に中小・ベンチャー企業の参画に加点することを実施しています。</p>	
資料6「AI技術導入の加速とスパイラル」スライド31	本研究開発が有楽町商業施設（D&I フェス）に、どのように貢献したのか簡単に説明して下さい。	回答に非公開情報が含まれるため、当日配布する回答資料で回答します。	武田委員

## 参考資料 2 評価の実施方法

本評価は、「技術評価実施規程」（平成 15 年 10 月制定）に基づいて実施する。

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)における研究評価では、以下のように被評価プロジェクトごとに分科会を設置し、同分科会にて研究評価を行い、評価報告書（案）を策定の上、研究評価委員会において確定している。

- 「NEDO 技術委員・技術委員会等規程」に基づき研究評価委員会を設置
- 研究評価委員会はその下に分科会を設置



## 1. 評価の目的

評価の目的は「技術評価実施規程」において

- 業務の高度化等の自己改革を促進する
  - 社会に対する説明責任を履行するとともに、経済・社会ニーズを取り込む
  - 評価結果を資源配分に反映させ、資源の重点化及び業務の効率化を促進する
- としている。

本評価においては、この趣旨を踏まえ、本事業の意義、研究開発目標・計画の妥当性、計画を比較した達成度、成果の意義、成果の実用化の可能性等について検討・評価した。

## 2. 評価者

技術評価実施規程に基づき、事業の目的や態様に即した外部の専門家、有識者からなる委員会方式により評価を行う。分科会委員は、以下のような観点から選定する。

- 科学技術全般に知見のある専門家、有識者
- 当該研究開発の分野の知見を有する専門家
- 研究開発マネジメントの専門家、経済学、環境問題、国際標準、その他社会的ニーズ関連の専門家、有識者
- 産業界の専門家、有識者

また、評価に対する中立性確保の観点から事業の推進側関係者を選任対象から除外し、また、事前評価の妥当性を判断するとの側面にかんがみ、事前評価に関与していない者を主体とする。

これらに基づき、委員を分科会委員名簿の通り選任した。

なお、本分科会の事務局については、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構評価部が担当した。

## 3. 評価対象

「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」を評価対象とした。

なお、分科会においては、当該事業の推進部署から提出された事業原簿、プロジェクトの内容、成果に関する資料をもって評価した。

#### 4. 評価方法

分科会においては、当該事業の推進部署及び実施者からのヒアリング及び実施者側等との議論を行った。それを踏まえた分科会委員による評価コメント作成、評点法による評価により評価作業を進めた。

なお、評価の透明性確保の観点から、知的財産保護の上で支障が生じると認められる場合等を除き、原則として分科会は公開とし、実施者と意見を交換する形で審議を行うこととした。

#### 5. 評価項目・評価基準

分科会においては、次に掲げる「評価項目・評価基準」で評価を行った。これは、NEDOが定める「標準的評価項目・評価基準」をもとに、当該事業の特性を踏まえ、評価事務局がカスタマイズしたものである。

評価対象プロジェクトについて、主に事業の目的、計画、運営、達成度、成果の意義、実用化に向けての取組や見通し等を評価した。

## 「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」に係る評価項目・評価基準

**本評価項目・基準は、非連続ナショナルプロジェクト特有の評価視点を盛り込んだものであり、評価者は当該視点(アンダーラインで示す)によってプロジェクトを重点的に評価する。**

### 1. 事業の位置付け・必要性について

#### (1) 事業目的の妥当性

- ・ 内外の技術動向、国際競争力の状況、エネルギー需給動向、市場動向、政策動向、国際貢献可能性等の観点から、事業の目的は妥当か。
- ・ 上位の施策・制度の目標達成のために寄与しているか。

#### (2) NEDOの事業としての妥当性

- ・ 民間活動のみでは改善できないものであること又は公共性が高いことにより、NEDOの関与が必要とされる事業か。
- ・ 当該事業を実施することによりもたらされると期待される効果は、投じた研究開発費との比較において十分であるか。

### 2. 研究開発マネジメントについて

#### (1) 研究開発目標の妥当性

- ・ 従来技術の延長線上になく難易度の高い目標となっているか。
- ・ 内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、戦略的な目標を設定しているか。
- ・ 達成度を判定できる明確な目標を設定しているか。

#### (2) 研究開発計画の妥当性

- ・ 目標達成のために、従来の技術とは全く異なる原理、高効率・効果的なアプローチ、プロセス等を採用しているか。
- ・ 目標達成のために適切なスケジュール及び研究開発費（研究開発項目の配分を含む）となっているか。
- ・ 目標達成に必要な要素技術の開発は網羅されているか。
- ・ 計画における要素技術間の関係、順序は適切か。

#### (3) 研究開発の実施体制の妥当性

- ・ 技術力及び事業化能力を有する実施者を選定しているか。
- ・ 指揮命令系統及び責任体制は明確であり、かつ機能しているか。
- ・ 成果の実用化・事業化の戦略に基づき、実用化・事業化の担い手又はユーザーが関与する体制を構築しているか。
- ・ 目標達成及び効率的実施のために実施者間の連携が必要な場合、実施者間の連携関係は明確であり、かつ機能しているか。
- ・ 目標達成及び効率的実施のために実施者間の競争が必要な場合、競争の仕組みがあり、かつ機能しているか。
- ・ 大学または公的研究機関が企業の開発を支援する体制となっている場合、その体制は

企業の取組に貢献しているか。

(4) 研究開発の進捗管理の妥当性

- ・ 技術の取捨選択や技術の融合、必要な実施体制の見直し等を柔軟に図っているか。
- ・ 研究開発の進捗状況を常に把握し、遅れが生じた場合に適切に対応しているか。
- ・ 社会・経済の情勢変化、政策・技術の動向等を常に把握し、それらの影響を検討し、必要に応じて適切に対応しているか。

(5) 知的財産等に関する戦略の妥当性

- ・ 知的財産に関する戦略は、明確かつ妥当か。
- ・ 知的財産や研究開発データに関する取扱についてのルールを整備し、かつ適切に運用しているか。

3. 研究開発成果について

(1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

- ・ 成果は、中間目標を達成しているか。
- ・ 中間目標未達成の場合、達成できなかった原因を明らかにして、解決の方針を明確にしているか。
- ・ 成果は、競合技術と比較して優位性があるか。
- ・ 世界初、世界最高水準、新たな技術領域の開拓、汎用性等の顕著な成果があるか。
- ・ 設定された目標以外の技術成果があるか。

(2) 成果の最終目標の達成可能性

- ・ 最終目標を達成できる見通しはあるか。
- ・ 最終目標に向けて、課題とその解決の道筋は明確かつ妥当か。

(3) 成果の普及

- ・ 論文等の対外的な発表を、実用化・事業化の戦略に沿って適切に行っているか。
- ・ 成果の活用・実用化の担い手・ユーザーに向けて、成果を普及させる取組を実用化・事業化の戦略に沿って適切に行っているか。
- ・ 一般に向けて、情報を発信しているか。

(4) 知的財産権等の確保に向けた取組

- ・ 知的財産権の出願・審査請求・登録等を、実用化・事業化の戦略に沿って国内外で適切に行っているか。

「実用化・事業化」の定義を「研究開発項目」毎に定め、以下に例示する。

以下は【研究開発項目①のみに該当】

「実用化・事業化」の考え方

当該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)が開始されることであり、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)に貢献することをいう。

#### 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【研究開発項目①の場合】

(1) 成果の実用化・事業化に向けた戦略

- ・ 成果の実用化・事業化の戦略は、明確かつ妥当か。
- ・ 想定する市場の規模・成長性等から、経済効果等を期待できるか。

(2) 成果の実用化・事業化に向けた具体的取組

- ・ 実用化・事業化に取り組む者について検討は進んでいるか。
- ・ 実用化・事業化の計画及びマイルストーンの検討は進んでいるか。

(3) 成果の実用化・事業化の見通し

- ・ 実用化・事業化に向けての課題とその解決方針は明確か。
  - ・ 想定する商品・製品・サービス等は、市場ニーズ・ユーザーニーズに合致する見通しがあるか。
  - ・ 競合する商品・製品・サービス等と比較して性能面・コスト面等で優位を確保する見通しはあるか。
  - ・ 顕著な波及効果(技術的・経済的・社会的効果、人材育成等)を期待できるか。(※)
- ※特に、当初の計画に留まらない他の技術や用途への展開、新たな市場の創造の見通し、社会的な効果等が期待できるか。

「実用化」の定義を「研究開発項目」毎に定め、以下に例示する。  
以下は【研究開発項目②のみに該当】

「実用化」の考え方  
当該研究開発に係る成果が利用可能になることをいう。

#### 4. 成果の実用化に向けた取組及び見通しについて【研究開発項目②の場合】

(1) 成果の実用化に向けた戦略

- ・ 成果の実用化の戦略は、明確かつ妥当か。

(2) 成果の実用化に向けた具体的取組

- ・ 実用化に向けて、課題及びマイルストーンの検討は進んでいるか。

(3) 成果の実用化の見通し

- ・ 想定する成果に基づき、適用先が想定できているか。
- ・ 顕著な波及効果（技術的・経済的・社会的効果、人材育成等）を期待できる場合、積極的に評価する。

## 「プロジェクト」の中間評価に係る標準的評価項目・基準

※「プロジェクト」の特徴に応じて、評価基準を見直すことができる。

「実用化・事業化」の定義を「プロジェクト」毎に定める。以下に例示する。

### 「実用化・事業化」の考え方

当該研究開発に係る試作品、サービス等の社会的利用(顧客への提供等)が開始されることであり、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)に貢献することをいう。

なお、「プロジェクト」が基礎的・基盤的研究開発に該当する場合は、以下のとおりとする。

- ・「実用化・事業化」を「実用化」に変更する。
- ・「4. 成果の実用化に向けた取組及び見通しについて」は該当するものを選択する。
- ・「実用化」の定義を「プロジェクト」毎に定める。以下に例示する。

### 「実用化」の考え方

当該研究開発に係る試作品、サービス等の社会的利用(顧客への提供等)が開始されることをいう。

## 1. 事業の位置付け・必要性について

### (1) 事業の目的の妥当性

- ・内外の技術動向、国際競争力の状況、エネルギー需給動向、市場動向、政策動向、国際貢献可能性等の観点から、事業の目的は妥当か。
- ・上位の施策・制度の目標達成のために寄与しているか。

### (2) NEDO の事業としての妥当性

- ・民間活動のみでは改善できないものであること又は公共性が高いことにより、NEDO の関与が必要とされる事業か。
- ・当該事業を実施することによりもたらされると期待される効果は、投じた研究開発費との比較において十分であるか。

## 2. 研究開発マネジメントについて

### (1) 研究開発目標の妥当性

- ・内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、戦略的な目標を設定しているか。
- ・達成度を判定できる明確な目標を設定しているか。

### (2) 研究開発計画の妥当性

- ・目標達成のために妥当なスケジュール及び研究開発費(研究開発項目の配分を含む)となっているか。
- ・目標達成に必要な要素技術の開発は網羅されているか。
- ・計画における要素技術間の関係、順序は適切か。
- ・継続または長期の「プロジェクト」の場合、技術蓄積を、実用化の観点から絞り込んで活用を図っている

か。【該当しない場合、この条項を削除】

(3) 研究開発の実施体制の妥当性

- ・技術力及び事業化能力を有する実施者を選定しているか。
- ・指揮命令系統及び責任体制は明確であり、かつ機能しているか。
- ・成果の実用化・事業化の戦略に基づき、実用化・事業化の担い手又はユーザーが関与する体制を構築しているか。
- ・目標達成及び効率的実施のために実施者間の連携が必要な場合、実施者間の連携関係は明確であり、かつ機能しているか。【該当しない場合、この条項を削除】
- ・目標達成及び効率的実施のために実施者間の競争が必要な場合、競争の仕組みがあり、かつ機能しているか。【該当しない場合、この条項を削除】
- ・大学または公的研究機関が企業の開発を支援する体制となっている場合、その体制は企業の取組に貢献しているか。【該当しない場合、この条項を削除】

(4) 研究開発の進捗管理の妥当性

- ・研究開発の進捗状況を常に把握し、遅れが生じた場合に適切に対応しているか。
- ・社会・経済の情勢変化、政策・技術の動向等を常に把握し、それらの影響を検討し、必要に応じて適切に対応しているか。

(5) 知的財産等に関する戦略の妥当性

- ・知的財産に関する戦略は、明確かつ妥当か。
- ・知的財産に関する取扱(実施者間の情報管理、秘密保持及び出願・活用ルールを含む)を整備し、かつ適切に運用しているか。
- ・国際標準化に関する事項を計画している場合、その戦略及び計画は妥当か。【該当しない場合、この条項を削除】

3. 研究開発成果について

(1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

- ・成果は、中間目標を達成しているか。
- ・中間目標未達成の場合、達成できなかった原因を明らかにして、解決の方針を明確にしているか。
- ・成果は、競合技術と比較して優位性があるか。
- ・世界初、世界最高水準、新たな技術領域の開拓、汎用性等の顕著な成果がある場合、積極的に評価する。
- ・設定された目標以外の技術成果がある場合、積極的に評価する。

(2) 成果の最終目標の達成可能性

- ・最終目標を達成できる見通しはあるか。
- ・最終目標に向けて、課題とその解決の道筋は明確かつ妥当か。

(3) 成果の普及

- ・論文等の対外的な発表を、実用化・事業化の戦略に沿って適切に行っているか。
- ・成果の活用・実用化の担い手・ユーザーに向けて、成果を普及させる取組を実用化・事業化の戦略に沿って適切に行っているか。

・一般に向けて、情報を発信しているか。

(4) 知的財産権等の確保に向けた取組

- ・知的財産権の出願・審査請求・登録等を、実用化・事業化の戦略に沿って国内外に適切に行っているか。
- ・国際標準化に関する事項を計画している場合、その計画は順調に進捗しているか。【該当しない場合、この条項を削除】

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 【基礎的・基盤的研究開発の場合を除く】

(1) 成果の実用化・事業化に向けた戦略

- ・成果の実用化・事業化の戦略は、明確かつ妥当か。
- ・想定する市場の規模・成長性等から、経済効果等を期待できるか。

(2) 成果の実用化・事業化に向けた具体的取組

- ・実用化・事業化に取り組む者について検討は進んでいるか。
- ・実用化・事業化の計画及びマイルストーンの検討は進んでいるか。

(3) 成果の実用化・事業化の見通し

- ・実用化・事業化に向けての課題とその解決方針は明確か。
- ・想定する製品・サービス等は、市場ニーズ・ユーザーニーズに合致する見通しがあるか。
- ・競合する製品・サービス等と比較して性能面・コスト面等で優位を確保する見通しはあるか。
- ・顕著な波及効果(技術的・経済的・社会的効果、人材育成等)を期待できる場合、積極的に評価する。

4. 成果の実用化に向けた取組及び見通しについて 【基礎的・基盤的研究開発の場合】

(1) 成果の実用化に向けた戦略

- ・成果の実用化の戦略は、明確かつ妥当か。

(2) 成果の実用化に向けた具体的取組

- ・実用化に向けて、課題及びマイルストーンの検討は進んでいるか。

(3) 成果の実用化の見通し

- ・想定する製品・サービス等に基づき、市場・技術動向等の把握は進んでいるか。
- ・顕著な波及効果(技術的・経済的・社会的効果、人材育成等)を期待できる場合、積極的に評価する。

【基礎的・基盤的研究開発の場合のうち、知的基盤・標準整備等を目標としている場合】

(1) 成果の実用化に向けた戦略

- ・知的基盤・標準の整備及び活用の計画は、明確かつ妥当か。

(2) 成果の実用化に向けた具体的取組

- ・知的基盤・標準を供給・維持するための体制の検討は進んでいるか。

(3) 成果の実用化の見通し

- ・整備する知的基盤・標準について、利用の見通しはあるか。
- ・顕著な波及効果(技術的・経済的・社会的効果、人材育成等)を期待できる場合、積極的に評価する。

### 参考資料 3 評価結果の反映について

「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」の中間評価結果の反映について

評価のポイント	反映（対処方針）のポイント
<p>【1】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事から、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。</p> <p>【2】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。</p> <p>【3】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。</p> <p>【4】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。</p>	<p>【1】テーマ毎に、チャレンジ性・事業化への有望性等を明確にし、2021 年度前半に事業化計画書で明示化する。</p> <p>【2】基本計画・2021 年度実施方針の“インテグレート”の用語を、“インテグレート（社会実装）”に修正する。</p> <p>【3】成果がより分かりやすくなるよう 2020 年度中に各テーマの実施計画書を見直す。さらに、研究開発項目①のテーマについては「現場」を明確化し、2021 年度前半に事業化計画書で明示化する。</p> <p>【4】テーマ毎に、実用化・事業化にあたっての他との優位性を、2021 年度前半に各テーマの事業化計画書で明示化する。（11 月開催の技術推進委員会から明示化を採用している）</p>

【5】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。

【6】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、できう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。

【7】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。

【8】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。

【9】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。

【10】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

【5】市場に適した目標となるよう 2020 年度中に各テーマの実施計画書を見直す。

【6】全テーマ参加のワークショップを 2021 年度第 1 四半期中に開催し、テーマ間の情報共有・交流を図る。また、他テーマの AI 研究者からもアドバイス等を受けられるよう、PL と協力して相互連携を進めるようマネジメントする。

【7】プロジェクトの中間目標に即していないテーマに関しては目標設定の見直しを検討し、2020 年度中に各テーマの実施計画書に反映する。

【8】テーマ毎に、実用化・事業化での波及効果、他との優位性を 2021 年度前半に事業化計画書で明示化する。(11 月開催の技術推進委員会から明示化を採用している)

【9】実証での現場の気付きを研究開発項目②の技術開発につなげると共に、対外的なセミナー／ワークショップ等、ユーザとの意見交換を行う場を検討する。

【10】対外的なセミナー／ワークショップ等、ユーザとの意見交換を行う場を検討する。

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。

【1 1】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。

【1 2】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。

【1 1】成果が認められるテーマに関しては、学会発表、展示会等への出展、ニュースリリース等の成果発信を啓蒙するようマネジメントする。

【1 2】試行錯誤の段階も含めての事例として記録し、事例集のような形での公開を検討する。

本研究評価委員会報告は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）評価部が委員会の事務局として編集しています。

NEDO 評価部

部長 森嶋 誠治

担当 木村 秀樹

\* 研究評価委員会に関する情報は NEDO のホームページに掲載しています。

([https://www.nedo.go.jp/introducing/iinkai/kenkyuu\\_index.html](https://www.nedo.go.jp/introducing/iinkai/kenkyuu_index.html))

〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310番地

ミューザ川崎セントラルタワー20F

TEL 044-520-5160 FAX 044-520-5162