

# 「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」

## 事後評価報告書（案）概要

### 目 次

|               |   |
|---------------|---|
| 分科会委員名簿 ..... | 1 |
| 評価概要（案） ..... | 2 |
| 評点結果 .....    | 4 |

## はじめに

本書は、NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条に基づき研究評価委員会において設置された「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」(事後評価)の研究評価委員会分科会(2020年11月13日)及び現地調査会(2020年10月19日 於 産業技術総合研究所人工知能研究センター(臨海副都心センター))において策定した評価報告書(案)の概要であり、NEDO技術委員・技術委員会等規程第33条の規定に基づき、第65回研究評価委員会(2021年3月3日)にて、その評価結果について報告するものである。

2021年3月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
研究評価委員会「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」分科会  
(事後評価)

分科会長 川村 貞夫

「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」(事後評価)

分科会委員名簿

(2020年11月現在)

|                | 氏名                  | 所属、役職                               |
|----------------|---------------------|-------------------------------------|
| 分科<br>会長       | かわむら きたお<br>川村 貞夫   | 立命館大学 理工学部 ロボティクス学科 教授              |
| 分科<br>会長<br>代理 | しのだ こういち<br>篠田 浩一   | 東京工業大学 情報理工学院 教授                    |
| 委員             | さとう ひさひこ<br>佐藤 寿彦   | 株式会社プレシジョン 代表取締役社長                  |
|                | ながたけ かずお<br>長竹 和夫   | 公益財団法人 NSKメカトロニクス技術高度化財団<br>評議員     |
|                | にいむら よしろう<br>新村 嘉朗  | サステナビリティ経営研究所 代表                    |
|                | はせがわ やすひさ<br>長谷川 泰久 | 名古屋大学 大学院工学研究科<br>マイクロ・ナノ機械理工学専攻 教授 |
|                | ゆがみ のぶひろ<br>湯上 伸弘   | 株式会社 富士通研究所<br>人工知能研究所 シニアディレクター    |

敬称略、五十音順

# 「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」（事後評価）

## 評価概要（案）

### 1. 総合評価

人工知能開発、ロボット開発は、民間活動と並行して、国をあげて行うべき事業であり、国として予算を投じてよいプロジェクトであることは論をまたない。研究成果は多方面にわたり、世界的レベルの成果が出ており、また、幅広く多くの実施者を募り、人材育成をも含めた多様で長期的視点の研究計画と実施は評価できる。

一方、事業化として人工知能やロボットは、実際に利用するシステムとして価値があるので、各要素成果をどのようにシステム化するか視点での要素研究開発の強化が必要である。また、研究開発で得られた各成果を俯瞰的に理解することができ、システムに組み上げる方針が生まれるような成果の取りまとめ方法や情報発信なども重要と思われる。

今後、上記視点も鑑みつつ、本プロジェクトによって得られたロボットの実用化・事業化に繋がる多くの成果や人工知能技術コンソーシアムを、社会実装や社会貢献まで繋げていく仕組みの整備を期待したい。

### 2. 各論

#### 2. 1 事業の位置付け・必要性について

我が国の急速な少子高齢化、生産人口減少下における製造業の国際競争力の維持向上、並びに、サービス産業の生産性向上が必要な中、労働不足を補うため人間の代替を目指すロボット研究開発の推進やそれらをより人間の動作に近づけるための人工知能技術の導入・高度化は急務であり、2015年に本プロジェクトが開始されたことは、極めて妥当である。

また、人工知能とロボット分野は、大学のみ基礎研究では十分に市場開拓ができない場合が多く、民間企業単体では直近の限定し過ぎた課題解決となる傾向があることから、市場や社会での明確な問題設定からの研究開発に取り組める NEDO で推進する意義は大きい。

さらに、公的機関として人工知能の研究の核をセンターとして構築し、多くの実績を上げたことは高く評価できる。

#### 2. 2 研究開発マネジメントについて

本プロジェクトは、人工知能とロボットという技術革新が急速である分野において、常に動向や情勢を把握し、毎年、新規研究開発項目の追加や調整を行うマネジメント体制は評価に値する。また、ステージゲートを設け、研究開発項目の絞り込みや予算の優先配分が行われ、ロボットの実用化・事業化に向けた取り組みも多くあり、柔軟な対応がなされたことも高く評価したい。

一方、（研究開発拠点における人工知能分野の）知的財産戦略においてソフトウェアの知

的財産権をおさえるのに、著作権で十分なのかについては疑問が残る。

類似ビジネスを防ぐためにも、実用化をある程度行い、実用化の上で必須となるデザインの部分をあぶり出し、人工知能に関する関連特許を広く取りに行く戦略等も検討して欲しい。

### 2. 3 研究開発成果について

人工知能とロボットの両分野において、多くの研究者、企業人を巻き込み、幅広い分野で国際的レベルでの成果を上げている点、また、人材育成が重要であるとの方針で、コンテストなどを含む人材育成活動を実施していることは評価できる。さらに、日本にはない特定技術を保有する米国大学の研究者との連携を行うなど、次世代人工知能技術の日米共同研究開発を推進し、研究成果が各分野のトップジャーナル・国際会議で数多く発表されており評価できる。

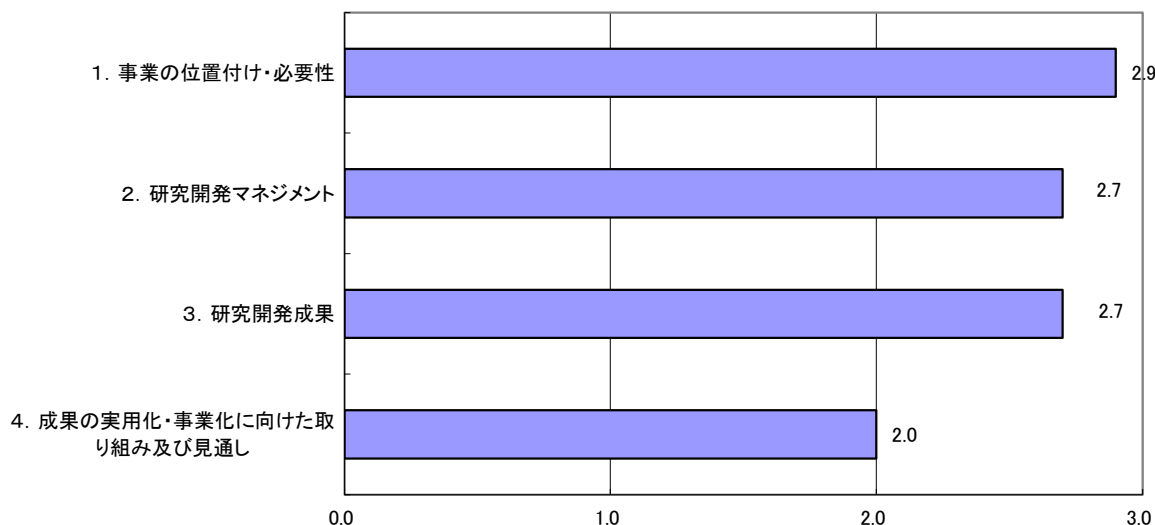
一方、成果の普及に関して、単に論文での発表とマスコミへの公開では、事業化を目的とする成果の普及としては不十分である。また、学術的成果をプラットフォームビジネスやデファクトスタンダードにつなげる戦略もまだ不明確である。今後は、多くの研究成果が、さまざまな利用希望者にも理解できるような情報発信、利用者の課題を研究開発にフィードバックする仕組み、企業間のアライアンスを組めるような取り組み等の強化も検討してほしい。さらに、人工知能とロボットの倫理的側面についての注意喚起もあわせて取り組んで頂きたい。

### 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

実用化・事業化に向けたビジネスマッチング、スタートアップの設立など成果を上げている。また、既に製品化されている例も見られ、さらに、プロジェクト終了後に実用化等に伴うプレスリリースを含めたフォローを行うなども評価できる。

一方、我が国の新しい産業の質と量の抜本的な改革が望まれている中、その要求レベルから見ると、全体として事業化の戦略が弱く、最終的に誰が事業化する技術開発かが不明確となっている。確実に事業化の覚悟のある企業に、可能な限り早い時点での参加を促すことや、成果が得られた場合には事業化のパートナーを組織的な支援により発掘するなどをより強化することが重要であり、プロジェクト終了後もそれら活動を支援していくことで、本プロジェクトの成果を幅広く日本の競争力強化につなげていくことを期待したい。

## 評点結果〔プロジェクト全体〕



| 評価項目                         | 平均値 | 素点 (注) |   |   |   |   |   |   |  |
|------------------------------|-----|--------|---|---|---|---|---|---|--|
| 1. 事業の位置付け・必要性について           | 2.9 | A      | A | A | A | A | B | A |  |
| 2. 研究開発マネジメントについて            | 2.7 | B      | A | A | B | A | A | A |  |
| 3. 研究開発成果について                | 2.7 | A      | A | A | A | B | A | 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 | 2.0 | C      | B | A | B | B | A | C |  |

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

### 〈判定基準〉

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

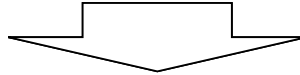
## ◆事業実施の背景と事業の目的

次世代人工知能・ロボット中核技術開発

## 社会的背景

## 我が国における社会課題

- ・ 生産年齢人口の減少化下においても**製造業の国際競争力を維持・向上**
- ・ 非常に大きな市場である**サービス分野の生産性向上**



## 事業の目的

- ・ 人間の代替により**労働力不足を補う**
- ・ 様々な場面において、**生活を豊かにする**機能を社会に提供する

(基本計画より抜粋)

## ◆政策的位置付けと技術戦略

- ・ 2つの政策「ロボット新戦略」「人工知能技術戦略」に基づき実施
- ・ 2つのNEDO技術戦略を反映して計画策定

■ **ロボット新戦略** (2015年2月)

- ・ データ駆動社会を勝ち抜くための研究開発を推進することが必要であり、そのための重要な要素技術等について、**革新的な次世代技術の研究開発**を推進することが必要
- ・ 開発すべき次世代技術としては、産業や社会に実装され、大きなインパクトを与える重要な**要素技術**（人工知能、センサ及び認識のシステム、機構・駆動（アクチュエータ）及びその**制御システム**等のコアテクノロジーや基盤技術等）

■ **人工知能技術戦略**(人工知能技術戦略会議 とりまとめ) (2017年3月)

- ・ 我が国が世界をリードしていくために、我が国や世界が直面している社会課題に対して、我が国が有する現場の強みをも踏まえ、AI技術とその他関連技術による産業化に向けたチャレンジングなロードマップを掲げて、産学官の叡智を結集し、**研究開発から社会実装まで一貫した取組を加速**していく必要がある。

■ **NEDO技術戦略** ⇒ 基本計画へ反映 (2015年5月)

- ・ **人工知能分野の技術戦略**
- ・ **ロボット分野(2.0領域)の技術戦略**

◆国内外の研究開発の動向と比較：ロボット

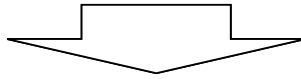
- 日本はロボット分野において、製造業分野を中心に世界をリードしてきた
- ロボット技術や活用において大きく革新させることが求められる

【日本の状況】

- 我が国のロボティクス研究は多くの先駆的成果を上げ、**世界をリードしてきた**
- **製造業分野**を中心に、生産の安定と省力化を動機とした生産プロセス自動化のためのロボット活用が主流である

【国外の状況】

- 先進国（欧米）及び中国をはじめとした新興国の双方において、改めてロボットが成長の鍵として注目を集めている。



ロボット技術やロボットを活用するためのシステムも含めて大きく**革新させる**必要がある

(『ロボット新戦略』日本経済再生本部 2015年2月10日)

◆国内外の研究開発の動向と比較：人工知能 1/2

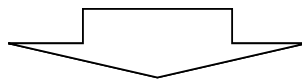
- 巨大IT企業によるリソースの寡占状態
- リソースを集約した公的な研究開発拠点によるオープンな研究開発エコシステムを構築する

【米国、中国の状況】

- 巨大IT企業が**計算環境・データ・人材**を自らのビジネスサイクルの中で**集積**し、スケール感のある研究・開発を行っている

【日本の状況】

- 研究者は**個別**に基礎研究に従事し、それらを統合して革新的な人工知能を開発する動きは少ない

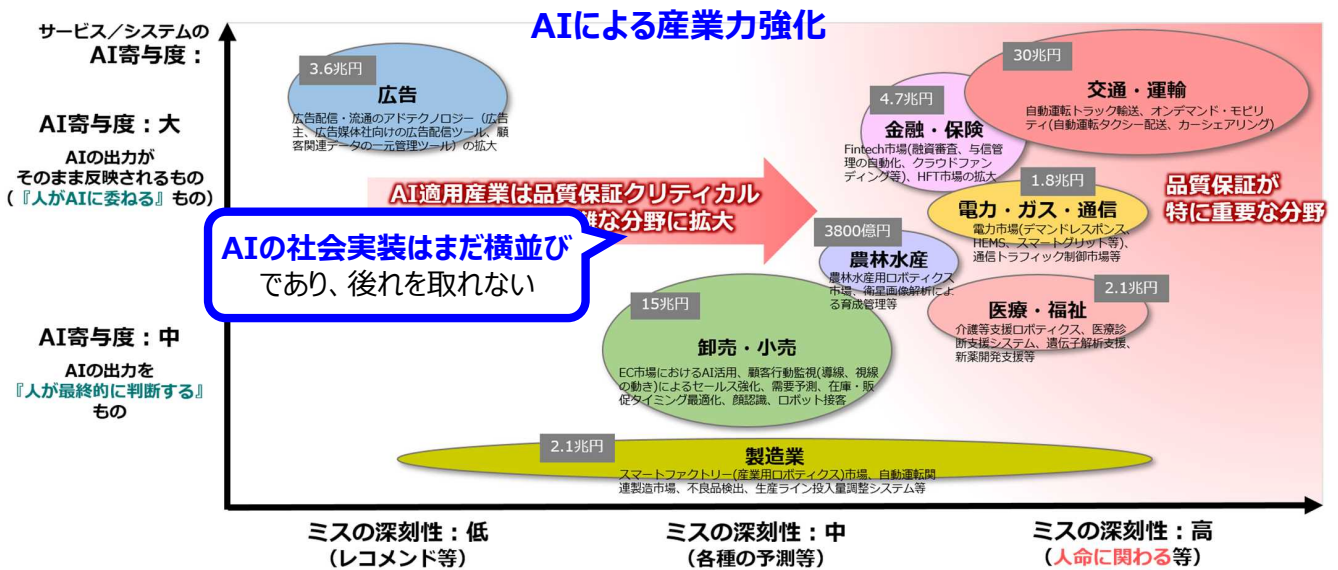


**公的な研究開発拠点**に計算環境・データ・人材を集約し、**オープンな研究開発エコシステム**を構築し、人工知能技術の研究開発と社会実装を加速する



◆ 国内外の研究開発の動向と比較：人工知能 2/2

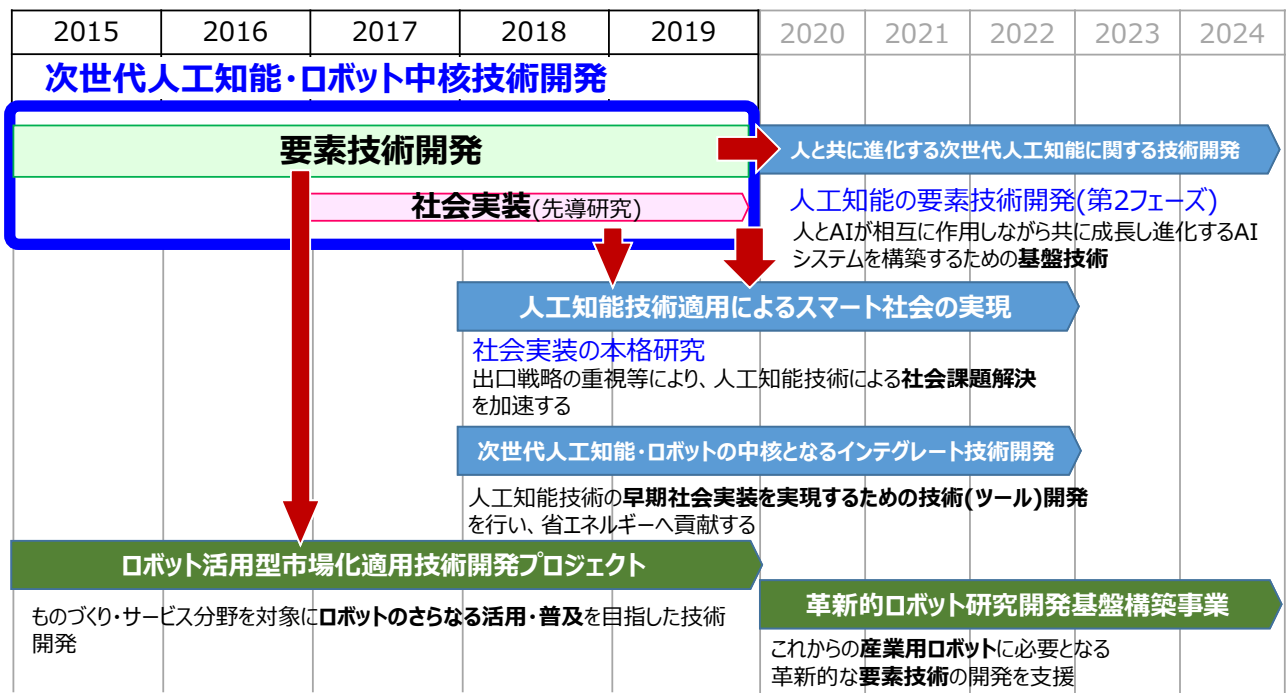
- 日本は、AI適用の対象分野で強いプレーヤーのいる社会
- 対象分野の専門家との緊密な連携体制を構築することで社会実装を加速する



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

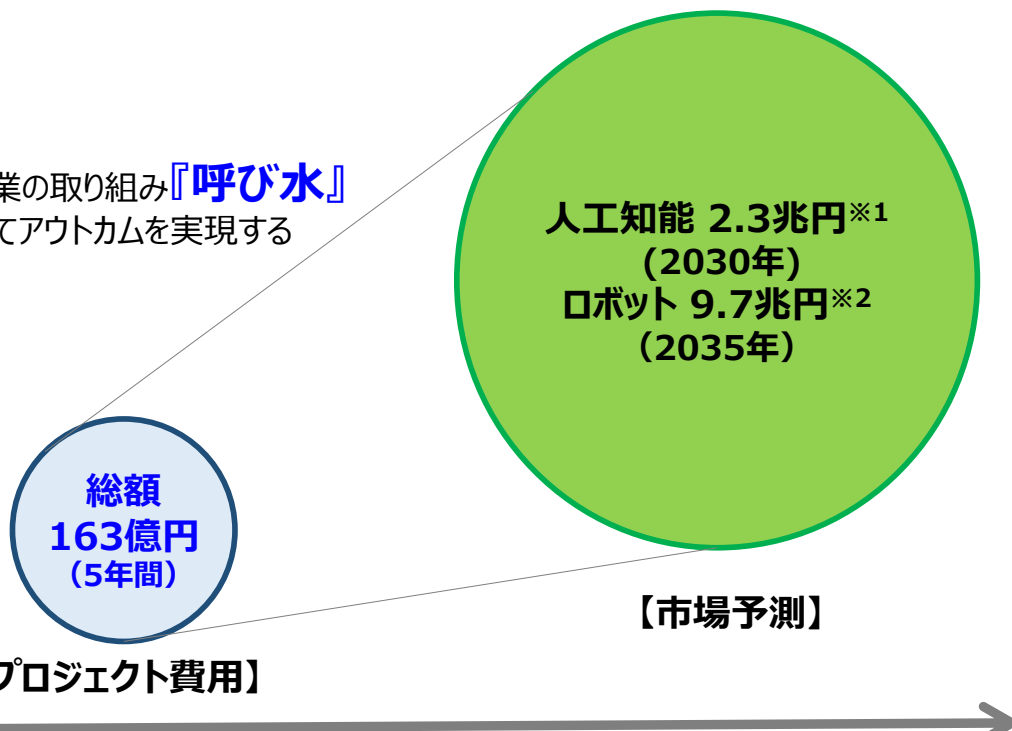
◆ 他事業との関係

- 本事業は、NEDOにおける人工知能及びロボットに関する事業の根幹となる



◆実施の効果 (費用対効果)

本事業の取り組み『呼び水』  
 となってアウトカムを実現する



※1 富士キメラ総研『2018人工知能ビジネス総調査』2018年  
 ※2 NEDO『ロボット白書2014[第1版]』2014年

◆事業の目標

|          |   |
|----------|---|
| アウトプット目標 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>非連続な研究開発</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ブレイクスルーを生み出す要素技術</li> <li>● 要素技術を統合するシステム化技術</li> <li>● 実用化研究を開始できる水準にまで技術を完成させる</li> </ul> </li> <li>● 2020年度：次世代人工知能を実装した6種類のロボットの実現可能性を示す。</li> <li>● 2023年度：次世代人工知能を実装したロボットの2種類以上の実用化を含む3件以上の人工知能の社会実装を目指す。</li> </ul> |
| アウトカム目標  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 人間の代替えにより<b>労働力不足を補うのみならず、生活を豊かにする</b>機能を社会に提供する</li> <li>● 2020年：IoT、ビッグデータ、人工知能、ロボットに係る30兆円<sup>※1</sup>の付加価値創出に資する。</li> <li>● 2030年：人工知能に係る2.3兆円<sup>※2</sup>、2035年には、ロボットに係る9.7兆円<sup>※3</sup>の我が国の市場創出に資する。</li> </ul>   |

※1 閣議決定『日本再興戦略 2016』、※2 富士キメラ総研『2018人工知能ビジネス総調査』、※3 NEDO『ロボット白書 2014 [第1版]』

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 1/4

| 研究開発項目   | 研究開発目標  | 根拠  |
|--|---|---|
| <p>研究開発項目①<br/>「大規模目的基礎研究・先端技術研究開発」</p> <p>1. 次世代脳型人工知能の研究開発</p> | <p><b>大規模目的基礎研究</b>：脳型人工知能システムの概念検証システムを構築し、実世界規模のデータ・課題で定量的な評価を行い、<b>実用可能性</b>を確かめる。また、概念検証システムの大規模並列実行環境を構築し、一度に入力するデータのサイズや処理の複雑さが増大しても、<b>処理に必要な時間がほぼ変わらないことを確かめる</b>。</p> <p><b>先端技術研究開発</b>：開発した手法を先進中核モジュールとして実装し、先導研究で設定した評価指標に関して、<b>世界トップレベルの性能</b>を達成可能なことを確認する。</p> | <p>現状のDeep Learning技術は神経科学の一部の知見を利用している段階にあり、今後より多くの知見を取入れていくことでさらに高い性能が得られる可能性がある。また、現状の技術は、個別の課題に適用されている段階にあり、人間の脳のように多種多様な情報を同時に扱い、多様な課題を総合的に解決できる状況にはない。</p>  |
| <p>2. データ・知識融合型人工知能の研究開発</p>                                     | <p><b>大規模目的基礎研究</b>：データ・知識融合型人工知能技術の概念検証システムを構築し、ロボット等の複雑なサイバーフィジカルシステムを深く理解し、制御するような実世界規模の複数の応用課題に適用して<b>有効性を確かめる</b>。</p> <p><b>先端技術研究開発</b>：先進中核モジュールとして実装し、先導研究で設定した評価指標に関して、<b>世界トップレベルの性能</b>を達成可能なことを確認する。</p>   | <p>データ駆動型の人工知能技術では多くの場合、大量に収集されて静的に蓄積された単一種類のデータを扱っており、時々刻々と変化する時間的・空間的な状況や個人ごとに変化する状況依存的で動的な多種種類のデータを十分に活用するものにはなっていない。また、知識駆動型の人工知能研究では、知識の多くは人手で構築されたものであり、センサ等から時々刻々得られる大量のデータと密に連携するものにはなっていない。</p> <p>こうした人工知能技術の二つの流れを融合することで、時間的・空間的に局在する実世界大規模データの深い理解ときめ細かい活用を可能にするとともに、人工知能に人間との共通言語、共通表現を持たせて従来のブラックボックス的な人工知能の気持ち悪さを解消し、人間にとって理解・制御・協働しやすい人間協調型の人工知能が実現可能になると期待されるが、未だに十分な形では実現されていない。</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 2/4

| 研究開発項目  | 研究開発目標  | 根拠   |
|---|---|--|
| <p>研究開発項目②<br/>「次世代人工知能フレームワーク研究・先進中核モジュール研究開発」</p> | <p>ビッグデータの活用が期待されている実社会課題の領域を対象にして、時々刻々得られる大規模なデータをリアルタイムに活用する実社会サービスの研究開発を効率的に実施し、実際の生活空間の中で、時間・空間や状況に依存した高度な判断や生活行動を支援する<b>複数のサービスが実現可能</b>になることを示す。</p> <p>複数の大学や企業が、開発した次世代人工知能フレームワークや先進的中核モジュールを用いて新規な次世代<b>人工知能技術の研究開発</b>や評価を効率的に行うことができる<b>体制、エコシステムを実現</b>する。</p> | <p>実世界規模のデータと新しい課題に先端的な人工知能技術を迅速に適用していくためには、時々刻々と変化する多種多様な大規模データや知識を、多様な端末、センサ、ロボット等を通して収集し、プライバシー等の観点から安全・安心に蓄積・管理し、学習や推論に利用し、適切な場所やタイミングでユーザや環境への働きかけを実現するための情報処理基盤と、それを有機的に使いこなす高度なプログラミングが必要となる。</p> <p>また、実世界規模の複雑な課題に対処するためには、複数の要素機能のモジュールを統合する必要があるが、統合の方法が悪いと、誤差の伝播による性能の低下や組み合わせ爆発による著しい効率の低下を招くことになる。</p> |
| <p>研究開発項目③<br/>「次世代人工知能共通基盤技術研究開発」</p>              | <p>複数の標準的課題（タスクセット）を設定するとともに、<b>標準的ベンチマークデータセットを構築</b>して、研究開発項目①、②の研究開発の中で次世代人工知能技術の性能や信頼性の<b>評価方法を確立</b>する。</p> <p>「説明できるAI」の必要性が高い分野・具体事例及び<b>有望な次世代技術を検証</b>する。</p>  | <p>人工知能技術の社会適用を進めるためには、技術の有効性や信頼性を定量的に評価し、性能を保証することが重要である。</p> <p>人工知能技術の社会適用を進めるためには、技術の有効性や信頼性を定量的に評価し、性能を保証することが重要である。しかしながら、人工知能技術はその性能や信頼性の評価・保証は容易ではない。このことは、最先端の人工知能技術の継続的な進歩と実社会課題解決への探を妨げることにもつながっている。</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 3/4

| 研究開発項目                               | 研究開発目標   | 根拠   |
|--------------------------------------|--|--|
| 研究開発項目⑦「次世代人工知能技術の社会実装に関するグローバル研究開発」 | これまで実現されていなかった性能若しくは機能を提供する人工知能等の要素技術のアイデアについて、提案者が最終目標として掲げる技術課題に関する課題の明確化、その <b>課題解決の方法を示し</b> 、想定した環境において成果物の動作を確認することで、設定した <b>最終目標を十分に達成</b> することを示す。   | 今後、我が国産業が欧米等とのグローバル競争に伍していくためには、人工知能技術そのものの研究開発に加えて、国内外の叢智を結集し、人工知能技術とものづくり技術との融合等をグローバルに行うことが重要である。 |
| 研究開発項目⑧「次世代人工知能技術の日米共同研究開発」          | <b>米国からの卓越した研究者の招聘等</b> による新たな研究開発体制を整備し、これまで実現されていなかった性能若しくは機能を提供する人工知能技術のアイデアについて、提案者が最終目標として掲げる社会実装における <b>技術的課題を明確</b> にするとともに、その <b>解決方法を提示し</b> 、その最終目標を十分に <b>達成する見込みを示す</b> 。さらに、課題解決に応じた対応シナリオからなる <b>後期計画を策定</b> する。 | 日本の国際競争力を強化するため、次世代人工知能技術の進歩をより強固に加速する必要がある。   |

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

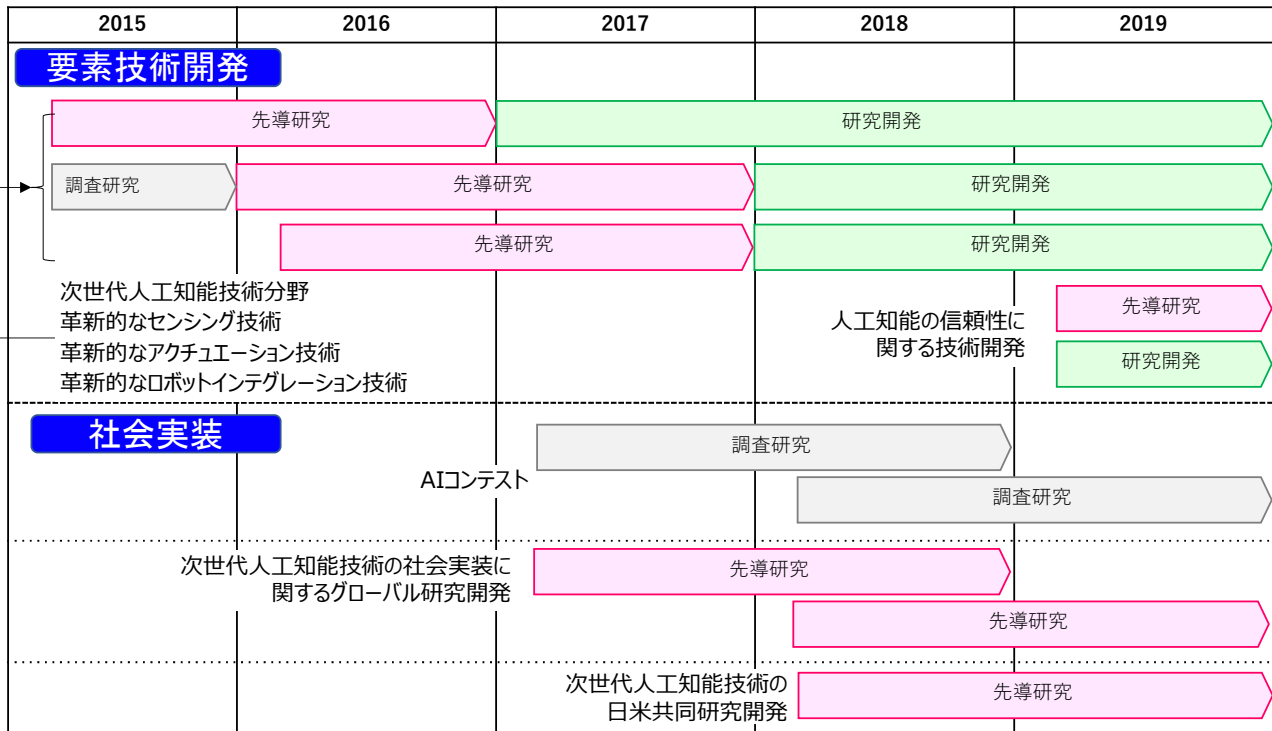
◆研究開発目標と根拠 4/4

| 研究開発項目                                  | 研究開発目標  | 根拠  |
|---|---|---|
| 研究開発項目④「革新的なセンシング技術（スーパーセンシング）」         | これまで実現されていなかった性能若しくは機能を提供する要素のアイデアについて、先導研究完了時に策定する後期計画の実行を通して、当該技術の応用例を提案して機能・性能を動作確認し、その <b>実用化研究開発のシナリオを策定</b> する。 | 噴火、地震等の災害に見舞われることの多い我が国においては、災害時にいち早く生存者の位置を確認し、救出することがより一層重要となる。このため、遠隔操作でロボットを災害現場に派遣し、がれきや土砂等に埋もれてしまって見えない生存者・心肺停止者の早期の発見を可能にするなど、自由に操れる遠隔操作が可能なロボットが必要である。さらに、センシング技術の活用により、生存者・心肺停止者を認識できるロボットの開発が期待される。 |
| 研究開発項目⑤「革新的なアクチュエーション技術（スマートアクチュエーション）」 | これまで実現されていなかった性能若しくは機能を提供する要素のアイデアについて、先導研究完了時に策定する後期計画の実行を通して、当該技術の応用例を提案して機能・性能を動作確認し、その <b>実用化研究開発のシナリオを策定</b> する。 | 人と協働し補完し合うロボットにおいては、外部に働きかけを行うための装置に関する技術が必要となる。また、人工筋肉を中心とした「軽量でソフトな」アクチュエータの開発が必要となる。   |
| 研究開発項目⑥「革新的なロボットインテグレーション技術」            | これまで実現されていなかった性能若しくは機能を提供する要素のアイデアについて、先導研究完了時に策定する後期計画の実行を通して、当該技術の応用例を提案して機能・性能を動作確認し、その <b>実用化研究開発のシナリオを策定</b> する。 | ロボットと人が同居したり、自然が支配するなどの複雑な実空間で真に効果的に稼働したりするためには、従来にない革新的なロボット技術が必要である。  |

2. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性

◆研究開発のスケジュール

- 時代の要請に合わせ、**毎年新規研究開発項目を追加**
- 政策「人工知能技術戦略」を受け、2017年度より**社会実装の研究開発項目を追加**



2. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性

◆プロジェクト費用

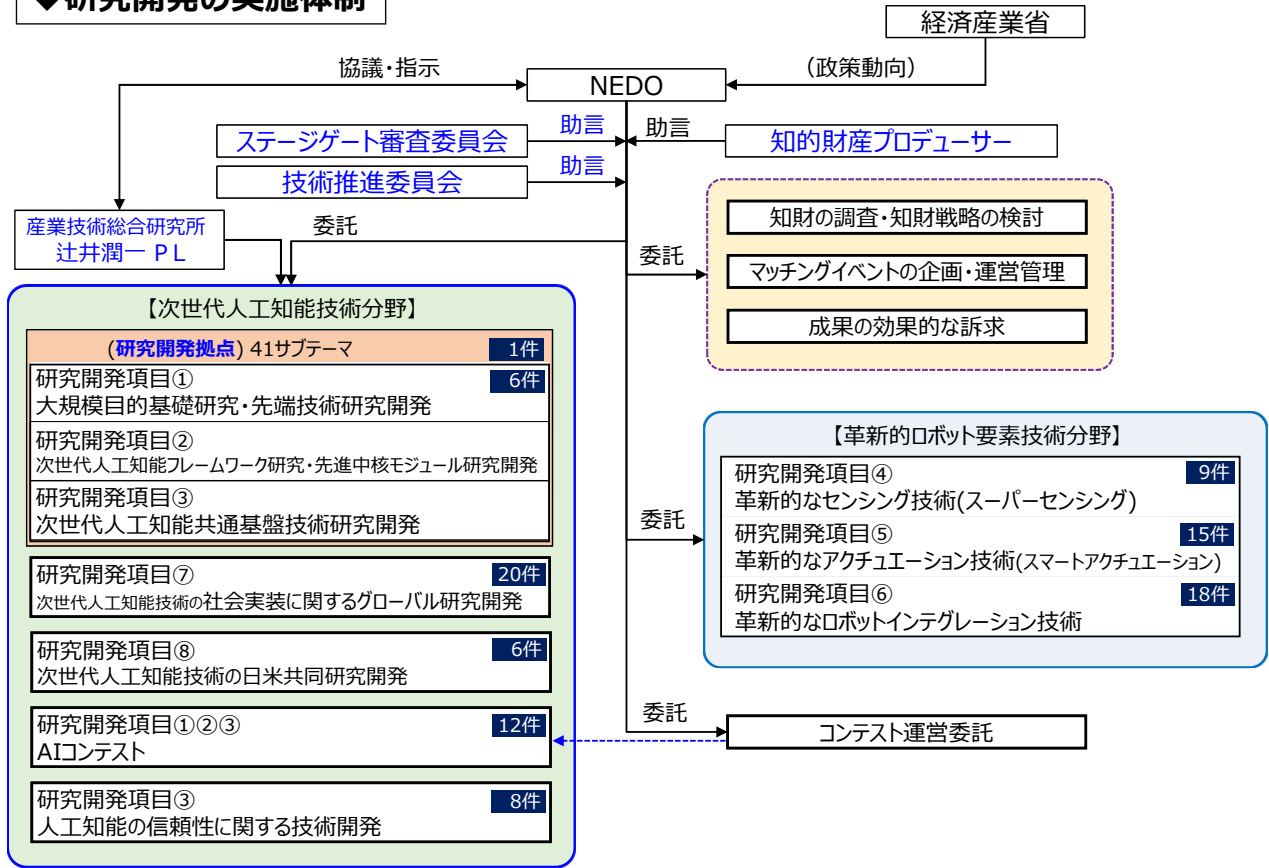
- 5年間(2015年度～2019年度)で **163億円**

(単位：百万円)

| 研究開発項目                               | 2015年度     | 2016年度       | 2017年度       | 2018年度       | 2019年度       | 合計            |
|--------------------------------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| ①②③次世代人工知能技術分野                       | 562        | 1,796        | 1,860        | 1,362        | 1,291        | 6,871         |
| ④革新的なセンシング技術(スーパーセンシング)              | 70         | 280          | 364          | 305          | 336          | 1,354         |
| ⑤革新的なアクチュエーション技術(スマートアクチュエーション)      | 189        | 393          | 435          | 404          | 415          | 1,835         |
| ⑥革新的なロボットインテグレーション技術                 | 125        | 476          | 558          | 409          | 372          | 1,940         |
| ③人工知能の信頼性に関する技術開発【先導研究のみ】            |            |              |              |              | 361          | 361           |
| ①②③AIコンテスト                           |            |              | 80           | 168          | 113          | 362           |
| ⑦次世代人工知能技術の社会実装に関するグローバル研究開発【先導研究のみ】 |            |              | 1,197        | 1,167        | 430          | 2,794         |
| ⑧次世代人工知能技術の日米共同研究開発【先導研究のみ】          |            |              |              | 289          | 305          | 594           |
| 企画・運営・知財調査等(プロジェクト推進費)               |            | 20           | 58           | 60           | 70           | 207           |
| <b>合計</b>                            | <b>945</b> | <b>2,965</b> | <b>4,551</b> | <b>4,164</b> | <b>3,692</b> | <b>16,318</b> |



◆ 研究開発の実施体制



## ◆ 中間評価結果への対応 1/2

| 指摘 |  | 対応  |
|----|--|---|
| 1  | アウトプット、アウトカム目標が漠然としているので、後半に向けて <b>出口イメージ</b> を明確にすべきである。          | 各研究開発テーマについては、先導研究目標、最終目標として明確となっている。<br>プロジェクトのアウトプット目標である、「 <b>次世代人工知能を実装した6種類のロボット</b> の実現可能性を示す」については、専門対応チームを設置し、月例のPM/PL会議で議論した。さらに、技術推進委員会にてアドバイスを受けながら推進した。<br>これらの取り組みを元に <b>各研究開発テーマとの関連性を定義しながら、出口イメージを明確</b> にした。   |
| 2  | 研究開発成果がアウトプット目標、アウトカム目標にどう近づいているかが明確でなく、 <b>残課題とその対策</b> を示す必要がある。 | 各研究開発テーマのNEDO担当者による管理に加え、PM/PLおよび技術推進委員会により定期的に下記の項目を確認しながらプロジェクトを進めた。これにより <b>目標に対する状況を明確にしながら、残課題とその対策</b> を示した。<br>・要素技術開発のテーマにおいては、ステージゲート等により途中で研究を中断したテーマを除き基本的に課題をすべて解決した状態で終了した。<br>・社会実装のテーマにおいては、先導研究を終え現在「人工知能技術適用によるスマート社会の実現」プロジェクトにて、課題管理を行いながら社会実装に向けた研究開発を実施している。 |

## ◆ 中間評価結果への対応 2/2

| 指摘 |   | 対応  |
|----|---|---|
| 3  | <b>次世代人工知能</b> は、内容がソフトウェア、アルゴリズムにかかわる案件が多く特許出願はこれからだと思われるが、国際競争が激化していく分野であり、 <b>特許、著作権対策に引き続き注力</b> することが望まれる。 | 独立行政法人工業所有権情報・研修館（INPIT）からの常駐派遣である専任の知的財産プロデューサーを2018年4月より1名追加し、人工知能分野の知的財産権対策を強化した。 <b>特許に加え著作権を考慮した人工知能分野の知財戦略</b> に基づくプロジェクト推進により、特許権、著作権対策に注力した。<br>結果として、人工知能に関する特許を33件、著作権を138件取得した。  |
| 4  | 全体目標としてのアウトプット目標・アウトカム目標に繋がる <b>実用化に向けた戦略</b> がまだ見えていない。  | ・各実施内容の具体的な成果物と事業との関連性をつけるために、採択やステージゲート審査時に <b>実用化・事業化計画を評価基準</b> として使用した。また、実用化・事業化に向けて、技術推進委員会等に企業経営者層等を参画させた。<br>・ <b>要素技術開発</b> の研究開発項目においては、初期実施体制として企業が参画していないことが多いため、 <b>ビジネスマッチング</b> および <b>スタートアップ設立</b> の推進を、実用化・事業化に向けた取り組みを行った。 |

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(人工知能分野) 1/6

| 研究開発項目   | 目標  | 成果  | 達成度 | 今後の課題と解決方針  |
|--|---|---|-----|---|
| <p>研究開発項目①<br/>「大規模目的基礎研究・先端技術研究開発」</p> <p>1. 次世代脳型人工知能の研究開発</p> | <p><b>大規模目的基礎研究</b>：脳型人工知能システムの概念検証システムを構築し、実世界規模のデータ・課題で定量的な評価を行い、<b>実用可能性</b>を確かめる。また、概念検証システムの大規模並列実行環境を構築し、一度に入力するデータのサイズや処理の複雑さが増大しても、<b>処理に必要な時間がほぼ変わらないことを確かめる。</b></p> <p><b>先端技術研究開発</b>：開発した手法を先進中核モジュールとして実装し、先導研究で設定した評価指標に関して、<b>世界トップレベルの性能</b>を達成可能なことを確認する。</p> | <p><b>大規模目的基礎研究</b>：<b>世界初</b> (特許出願とトップジャーナル論文採択)の脳型人工知能の研究における最大248億シナプス規模のスパイクニューロン全脳モデルとヒト型ロボット身体<small>（ヒト型）</small>の統合実験により<b>実用可能性の確認</b>と、複雑さが増大しても<b>処理時間に大きな変化がないことを確認</b>した。</p> <p><b>先端技術研究開発</b>：開発した手法である海馬-嗅内皮質等のモデルをサービスロボットとして統合して、ロボカップ@ホームリーグ2019<b>世界大会3位入賞</b>、2018年World Robot Summit サービスロボット部門<b>Partner Robot Challenge優勝</b>という、世界トップレベルの性能の達成可能性を示した。</p> | ◎   | <p><b>プロジェクト終了後も、実用化等に伴うプレスリリースを含め引き続きフォローを行う。</b></p> <p>また、NEDOではプロジェクト終了後の実用化状況、成果の活用状況等の追跡調査を行っている。</p> |

◎大きく上回って達成、○達成、△一部達成(事後)、×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

◆研究開発項目毎の目標と達成状況(人工知能分野) 2/6

| 研究開発項目   | 目標  | 成果   | 達成度 | 今後の課題と解決方針   |
|--|---|--|-----|--|
| <p>研究開発項目①<br/>「大規模目的基礎研究・先端技術研究開発」</p> <p>2. データ・知識融合型人工知能の研究開発</p> | <p><b>大規模目的基礎研究</b>：データ・知識融合型人工知能技術の概念検証システムを構築し、ロボット等の複雑なサイバーフィジカルシステムを深く理解し、制御するような実世界規模の複数の応用課題に適用して<b>有効性を確かめる。</b></p> <p><b>先端技術研究開発</b>：先進中核モジュールとして実装し、先導研究で設定した評価指標に関して、<b>世界トップレベルの性能</b>を達成可能なことを確認する。</p> | <p><b>大規模目的基礎研究</b>：画像、動画、時系列データをテキストと結びつける技術：株式市場や画像の美しさを説明する研究などの応用課題に適用しその<b>有効性を確かめた</b>。また、これらの研究は<b>国際的にも類似研究がなく</b>、自然言語処理やマルチメディア処理のトップカンファレンスにおいて論文が採択され、<b>国際的にも評価</b>を得ている。</p> <p><b>先端技術研究開発</b>：深層ニューラルネットワークの3値技術およびFPGA上での実装：ハードウェアへの実装は<b>世界初</b> (FPL2019に採録)。小型AIコンピュータであるMobile GPU(Jetson Nano)と比較して、約4倍高速、5分の1の消費電力を実現しており、<b>世界トップレベルの性能を達成可能</b>であることを示した。</p> | ◎   | <p>プロジェクト終了後も、実用化等に伴うプレスリリースを含め引き続きフォローを行う。</p> <p>また、NEDOではプロジェクト終了後の実用化状況、成果の活用状況等の追跡調査を行っている。</p> |

◎大きく上回って達成、○達成、△一部達成(事後)、×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

◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況(人工知能分野) 3/6

| 研究開発項目                                      | 目標   | 成果   | 達成度 | 今後の課題と解決方針   |
|---|--|--|-----|--|
| 研究開発項目②<br>「次世代人工知能フレームワーク研究・先進中核モジュール研究開発」 | <p>ビッグデータの活用が期待されている実社会課題の領域を対象にして、時々刻々得られる大規模なデータをリアルタイムに活用する実社会サービスの研究開発を効率的に実施し、実際の生活空間の中で、時間・空間や状況に依存した高度な判断や生活行動を支援する<b>複数のサービスが実現可能</b>になることを示す。</p> <p>複数の大学や企業が、開発した次世代人工知能フレームワークや先進の中核モジュールを用いて新規な次世代人工知能技術の研究開発や評価を効率的に行うことができる<b>体制、エコシステムを実現</b>する。</p> | <p>新規な次世代人工知能技術の研究開発や評価を効率的に行うための<b>体制と、モジュール、データ、およびインフラを中心としたエコシステムを実現</b>した。これを利用した<b>複数のサービスが実現可能</b>となる。</p> <p><b>モジュール</b>：複数のサービスを実現可能にする、要素技術を<b>99のモジュール</b>として実現し、そのうち55を公開し共同研究で利用されている。</p> <p><b>データ</b>：<b>GoogleのKineticsに先立って公開</b>した、日常動作認識のためのデータセット STAIR Actions は、2020年2月末時点までに累計 <b>23,580回以上ダウンロードされ、国際的に広く研究開発で活用</b>されている。</p> <p><b>インフラ</b>：モジュールの開発や利活用に資する世界トップレベル性能(<b>深層学習のベンチマーク問題での世界最速の達成</b>)のAI研究開発用クラウドを構築して運用を行い、AIスタートアップから総合電機メーカーまで幅広いユーザ(延1700名以上、<b>外部利用機関140以上</b>)によって活用されている。</p> <p>多様で大規模な時空間データを統合的に処理できるデータプラットフォームおよび、多様なデータセットと要素機能モジュールを横断的に活用するためのAI研究資源ハブシステムを開発した。また、地理空間情報の標準化に取り組む非営利団体である Open Geospatial Consortium: <b>OGCにおいてデータアクセスAPIが標準仕様として採択</b>された。</p> | ◎   | <p>プロジェクト終了後も、実用化等に伴うプレスリリースを含め引き続きフォローを行う。</p> <p>また、NEDOではプロジェクト終了後の実用化状況、成果の活用状況等の追跡調査を行っている。</p> |

◎大きく上回って達成、○達成、△一部達成(事後)、×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

◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況(人工知能分野) 4/6

| 研究開発項目                         | 目標   | 成果   | 達成度 | 今後の課題と解決方針   |
|--------------------------------|--|--|-----|--|
| 研究開発項目③<br>「次世代人工知能共通基盤技術研究開発」 | <p>複数の標準的課題(タスクセット)を設定するとともに、<b>標準的ベンチマークデータセットを構築</b>して、研究開発項目①、②の研究開発の中で次世代人工知能技術の性能や信頼性の<b>評価方法を確立</b>する。</p> <p>「説明できるAI」の必要性が高い分野・具体事例及び<b>有望な次世代技術</b>を検証する。</p> | <p>4つの典型的な課題(生活現象、空間の移動、ロボット、科学技術研究)を設定し、その中の各タスクにおいて、3次物体の元データセット、文献データセットなどの<b>標準的ベンチマークデータセットを構築</b>した(データセットは研究開発項目②の成果であるデータセットも含む)。これらのデータセットを用いて、研究開発項目①②の<b>評価</b>を行った。</p> <p><b>健康・医療</b>における発がんリスクの説明、画像診断の判断根拠の説明、<b>空間の移動分野</b>における自動運転における判断根拠の視覚的説明と言語的説明、道路画像の誤認識の原因説明等、必要性の高い分野と<b>具体事例</b>があげられ、そこでの人工知能技術の検証を行い、<b>技術の優位性と今後の課題を整理</b>した。</p> | ○   | <p>プロジェクト終了後も、実用化等に伴うプレスリリースを含め引き続きフォローを行う。</p> <p>また、NEDOではプロジェクト終了後の実用化状況、成果の活用状況等の追跡調査を行っている。</p> <p>実世界での検証した次世代技術を参考にし、「人と共に進化する次世代人工知能に関する技術開発事業」プロジェクトにて新規公募により研究開発を実施する。</p> |

◎大きく上回って達成、○達成、△一部達成(事後)、×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

◆研究開発項目毎の目標と達成状況(人工知能分野) 5/6

| 研究開発項目                               | 目標   | 成果   | 達成度 | 今後の課題と解決方針  |
|--------------------------------------|--|--|-----|---|
| 研究開発項目⑦「次世代人工知能技術の社会実装に関するグローバル研究開発」 | これまで実現されていなかった性能若しくは機能を提供する人工知能等の要素技術のアイデアについて、提案者が最終目標として掲げる技術課題に関する課題の明確化、その <b>課題解決の方法を示し</b> 、想定した環境において <b>成果物の動作を確認</b> することで、設定した <b>最終目標を十分に達成</b> することを示す。  | <b>空間の移動</b> における交通信号制御や革新的ドローン、 <b>医療・介護</b> における製剤処方設計など、幅広い課題に対し人工知能技術を用いて解決する方法を提示した。先導研究終了前に <b>ステージート審査</b> により、目標達成度、研究開発期間の実施計画、最終目標の達成見込み、成果の実用化の見込み等を総合的に審査し、研究開発を行うテーマを決定した。  | ○   | 最終目標に向けて設定した技術課題の解決、社会実装の実現に向けての研究開発は、「人工知能技術適用によるスマート社会の実現」に移行し実施する。 |
| 研究開発項目⑧「次世代人工知能技術の日米共同研究開発」          | <b>米国からの卓越した研究者の招聘等</b> による新たな研究開発体制を整備し、これまで実現されていなかった性能若しくは機能を提供する人工知能技術のアイデアについて、提案者が最終目標として掲げる <b>社会実装における技術的課題を明確</b> にするとともに、その <b>解決方法を提示</b> し、その最終目標を十分に <b>達成する見込みを示す</b> 。さらに、課題解決に応じた対応シナリオからなる <b>後期計画を策定</b> する。 | <b>米国大学との共同研究等の体制</b> を構築し、 <b>生産性</b> 向上のためのデータ解析技術、 <b>空間の移動</b> のための判断根拠を言語化する技術、 <b>医療・介護</b> におけるスマートコーチングと分子標的薬創出など、幅広い課題に対し人工知能技術を用いて解決する方法を提示した。先導研究終了前に <b>ステージート審査</b> により、目標達成度、最終目標の達成見込み、研究開発期間の実施計画、成果の実用化の見込み等を総合的に審査し、研究開発を行うテーマを決定した。 | ○   |   |

◎大きく上回って達成、○達成、△一部達成(事後)、×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

◆研究開発項目毎の目標と達成状況(ロボット分野) 6/6

| 研究開発項目                                  | 目標  | 成果  | 達成度 | 今後の課題と解決方針   |
|---|---|---|-----|--|
| 研究開発項目④「革新的なセンシング技術(スーパーセンシング)」         | これまで実現されていなかった性能若しくは機能を提供する要素のアイデアについて、先導研究完了時に策定する後期計画の実行を通して、当該技術の応用例を提案して機能・性能を動作確認し、その <b>実用化研究開発のシナリオを策定</b> する。 | <ul style="list-style-type: none"> <li>ロボット皮膚センサ・曲面感圧センサのほか高温配管の超音波非破壊検査用素子などの用途に向けた<b>事業化・社会実装するためのスタートアップを設立</b>。</li> <li><b>世界初</b>の新たに開発した人工甘味料用センサ、うま味センサ、苦味センサ、塩味センサについても従来型の味認識装置のみならず生産ロボットに<b>導入を計画</b>。</li> </ul> | ○   | 研究テーマの約70%の実用化が見込まれる。プロジェクト終了後も、実用化等に伴うプレスリリースを含め引き続きフォローを行う。<br><br>また、NEDOではプロジェクト終了後の実用化状況、成果の活用状況等の追跡調査を行っている。 |
| 研究開発項目⑤「革新的なアクチュエーション技術(スマートアクチュエーション)」 |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>100:1の減速比でも逆駆動可能なギヤ(<b>革新的要素技術</b>)を日本電産シンボが<b>試作品を出荷</b>。</li> <li>e-Rubberを用いた医療シミュレータ「Supere BEAT」の<b>発売を開始</b>。</li> </ul>   | ◎   |  |
| 研究開発項目⑥「革新的なロボットインテグレーション技術」            |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>自律移動ロボット技術を用いたスタートアップを設立。自動警備<b>サービスを開始</b>。</li> <li>さまざまな形状を把持する可変剛性機構付き3本指ロボットハンドの<b>受注生産開始</b>。</li> <li>高速で長距離飛行が可能な新産業用ドローンを<b>販売開始</b>。</li> </ul>                              | ◎   |  |

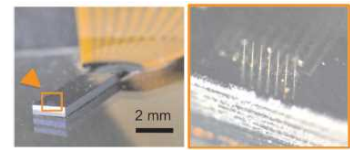
◎大きく上回って達成、○達成、△一部達成(事後)、×未達

◆プロジェクトとしての達成状況と成果の意義(具体例) 1/2

- 複数の革新的な要素技術の創出

**世界初を含む革新的な要素技術**

- **世界最細**の針電極
- スーパーコンピュータ省電力性能ランキング**Green500**で**世界1位**
- 次世代人工知能フレームワーク【**ディープラーニングの分散学習の世界記録の達成**】
- 3次元物体認識モジュール【国際コンペティションSHREC 2017の**2部門において世界一位**】
- キャプション数、動画数ともに**世界最大**の動画キャプションデータセット
- **不定形物操作システム**
- 知能を「実世界と身体とのインタラクション」として捉える**認知発達ロボティクス**
- **世界初**、煙の先を見ることができる高速デジタルスキャン視覚システム
- **世界初**100：1の減速比でも逆駆動可能なギヤ
- **世界初**単純制御でさまざまな物をつかむロボットハンド
- **世界初**の味を測る唯一の味覚センサ
- スパイキングニューロン全脳モデル【**世界に先駆けて効果を発見**】



細胞の大きさよりも細い針電極



単純制御でさまざまな物をつかむロボットハンドの「からくり」

◆プロジェクトとしての達成状況と成果の意義(具体例) 2/2

- 「次世代人工知能を実装したロボット」の実現可能性の提示
- これまでは困難であった領域において、ロボットによる人間の代替が実現

**「次世代人工知能を実装したロボット」の実現可能性**

- これまで実現できなかった領域において、**人間の代替による労働力不足の解決**等の社会課題が、革新的な要素技術により解決される

1. 道具の機能を認識するロボット
2. 人の動作から布のたたみ方を自動で学ぶロボット
3. 不定形物の操作を短時間の試行錯誤で獲得するロボット
4. 人の動作から組立動作を自動で学ぶロボット
5. バラ積みピッキングロボット
6. 作業を行うヒューマノイドロボット
7. 実環境、実時間で学習・動作するロボット
8. 脳型人工知能搭載レストランのウェーターロボット
9. 状況を判断しながら自律移動する警備ロボット **事業化**
10. 人間の操縦技能を模倣するロボット
11. 粉体を正確に計量するロボット **事業化**



3. 研究開発成果 (2) 成果の普及

◆成果の普及 1/3

・数多くの論文等と受賞実績

|          | 2015年度 | 2016年度 | 2017年度 | 2018年度 | 2019年度 | 計            |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------------|
| 論文(査読付き) | 5      | 95     | 185    | 192    | 169    | <b>646</b>   |
| 研究発表・講演  | 64     | 452    | 608    | 730    | 630    | <b>2,484</b> |
| 受賞実績     | 5      | 16     | 41     | 40     | 47     | <b>149</b>   |

(2020年10月16日現在)

論文の例

- A Hand Combining Two Simple Grippers to Pick up and Arrange Objects for Assembly, IEEE Robotics and Automation Letters, 4(2) p.958-965, 2019/01/16
- Distinct mechanisms of temporal binding in generalized and cross-modal flash-lag effects, Scientific Reports, 9 Article number:3829, 2019/03/07
- RotationNet for Joint Object Categorization and Unsupervised Pose Estimation from Multi-view Images, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2019/06/14 など

本事業の成果を人工知能学会誌特集号として掲載 (22本の論文)

国際学会 / コンペティションでの受賞の例

- The **Most Influential Paper over the Decade Award**, IAPR Conference on Machine Vision Applications, "A Cloth Detection Method Based on Image Wrinkle Feature for Daily Assistive Robots" Kimitoshi Yamazaki and Masayuki Inaba
- The **First Prize** at Task 1 in the SHREC2017 Large-scale 3D Shape Retrieval from ShapeNet Core55 Challenge
- The **First Prize** at the SHREC2017 RGB-D Object-to-CAD Retrieval Contest など

3. 研究開発成果 (3) 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取組

・人工知能分野は特許に加え著作権を考慮した知的財産権の確保

|                    | 2015年度   | 2016年度           | 2017年度            | 2018年度            | 2019年度            | 計                    |
|--------------------|----------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
| <b>特許</b> (うち国際出願) | <b>4</b> | <b>37</b><br>(4) | <b>57</b><br>(10) | <b>58</b><br>(16) | <b>41</b><br>(10) | <b>197件</b><br>(40件) |
| ロボット分野 (うち国際出願)    | 4        | 37<br>(4)        | 51<br>(10)        | 44<br>(15)        | 28<br>(7)         | 164件<br>(36件)        |
| 人工知能分野 (うち国際出願)    |          |                  | 6                 | 14<br>(1)         | 13<br>(3)         | 33件<br>(4件)          |
| <b>著作権</b>         |          |                  |                   |                   |                   | <b>138件</b>          |

(2020年11月6日現在)

特許の例 (実用化したもの、スタートアップ設立したものの例)

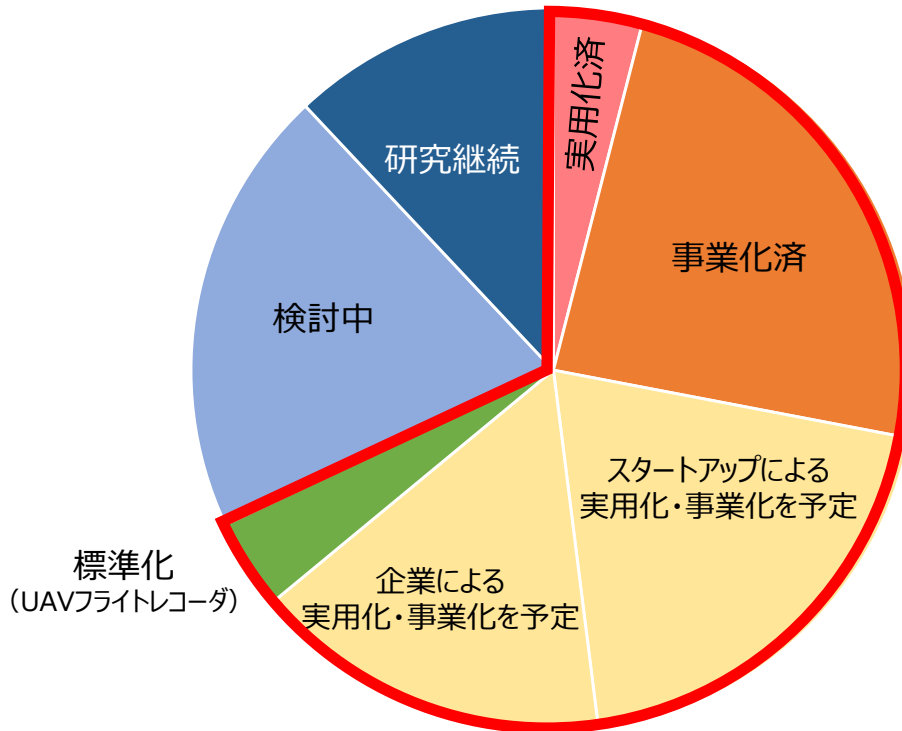
- PCT/JP2017/021022 遊星歯車装置及び遊星歯車装置の設計プログラム 横浜国立大学  
 PCT/JP2018/034660 エラストマー製圧電素子、及びエラストマー製圧電素子の製造方法 豊田合成  
 特願2016-237060 噴射システム 熊本大学  
 特開2019-120597 甘味料用センサ膜及び甘味料用センサを用いた甘味度を検出する方法 九州大学 / 株式会社インテリジェントセンサーテクノロジー  
 特願2019-221611 両親媒性物質を含むセンサの洗浄液 九州大学 / 株式会社インテリジェントセンサーテクノロジー  
 特願2019-088151 児童相談所などにおける情報処理方法及び装置 産業技術総合研究所  
 特開2019-126668 アシスト装置の制御方法及びアシスト装置 中央大学

など



◆成果の実用化・事業化の見通し 1/3

ロボット要素技術のテーマ25件のうち、約70%が実用化・事業化に向けて進んでいる



◆成果の実用化・事業化の見通し 2/3

- 研究開発拠点で構築されたオープンなモジュール、学習用データ、計算環境を活用した実用化・事業化が期待される



◆成果の実用化・事業化の見通し 3/3

- ・ コンソーシアムでの技術や環境のユースケースの探求による実用化・事業化が期待される

**研究開発拠点の成果を実用化につなげる仕組み**

産総研人工知能研究センター **人工知能技術コンソーシアム**

- ・ データ活用の共創的価値創出をより加速させ、成功事例を多く創出する
  - 課題や強みを共有し、ベストマッチングを模索していく場の形成
  - データ活用の知識やノウハウ、最新情報の獲得を促進させ、データ活用力を強化
  - コンソーシアムの活動成果はシンポジウムなどを通じて外部発信し、普及を促進



会員の業種別内訳

|               |       |
|---------------|-------|
| 情報通信業         | 40.0% |
| 製造業           | 23.3% |
| 専門サービス業       | 12.7% |
| サービス業         | 8.7%  |
| 広告業           | 5.3%  |
| 教育、学習支援業      | 4.0%  |
| 建設業           | 2.7%  |
| 電気・ガス・熱供給・水道業 | 2.0%  |
| 医療、福祉         | 0.7%  |
| 運輸業、郵便業       | 0.7%  |

(スタートアップの比率は7.3%)

※ 2020年4月時点約200社が会員として参画  
業種別内訳はホームページ会員一覧よりNEDO作成



# 概要

|                    |  | 最終更新日 | 2020年10月13日 |        |
|--------------------|--|-------|-------------|--------|
| プロジェクト名            | 次世代人工知能・ロボット中核技術開発   |       | プロジェクト番号    | P15009 |
| 担当推進部/<br>PMまたは担当者 | ロボット・AI部<br><b>【プロジェクトマネージャー】</b><br>関根 久 (2015年4月～2018年3月)<br>渡邊 恒文 (2018年4月～2020年3月)<br><b>【アドバイザー】</b><br>高木 宗谷 (2015年5月～2018年3月)<br><b>【知的財産プロデューサー】</b> ※独立行政法人工業所有権情報・研修館 (INPIT) より派遣。<br>本田 卓 (2015年9月～2016年8月)<br>松村 善邦 (2016年4月～2017年2月)<br>後藤 哲也 (2017年4月～2020年3月)<br>吉川 和博 (2018年4月～2020年3月)<br><b>【プロジェクト担当者】</b><br>松本 剛明 (2015年4月～2016年7月)<br>松本 崇 (2015年4月～2017年3月)<br>服部 祐人 (2015年4月～2017年3月)<br>石倉 峻 (2015年4月～2018年5月)<br>吉野 順 (2016年1月～2018年3月)<br>野中 俊一郎 (2016年8月～2018年3月)<br>森村 直樹 (2017年4月～2019年3月)<br>寺岡 真 (2017年5月～2018年4月)<br>金山 恒二 (2017年5月～2018年3月)<br>村本 衛一 (2017年5月～2018年3月)<br>堀川 隆 (2017年5月～2018年3月)<br>藤田 裕子 (2017年5月～2018年3月)<br>渡邊 恒文 (2017年10月～2018年3月)<br>田谷 紀彦 (2018年4月～2018年12月)<br>中井 康博 (2018年5月～2019年4月)<br>友草 均 (2018年6月～2019年5月)<br>葛馬 弘史 (2017年5月～2020年3月)<br>前原 正典 (2017年10月～2020年3月)<br>鈴木 賢一郎 (2018年5月～2020年3月)<br>高橋 宏卓 (2019年4月～2020年3月)<br>木下 久史 (2019年4月～2020年3月)<br>仙洞田 充 (2019年4月～2020年3月)<br>大塚 亮太 (2019年6月～2020年3月)<br>古畑 武夫 (2019年10月～2020年3月)<br>小村 啓一 (2019年10月～2020年3月) |       |             |        |
| 0. 事業の概要           | 本事業は、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革新的な要素技術の研究開発を狙いとして、人間の能力に匹敵する、更には人間の能力を超える人工知能、センサ、アクチュエータ等を新たな技術シーズとして研究開発し、これまで人工知能・ロボットの導入について考えもつかなかった分野での新たな需要の創出や我が国が強みを有する分野との融合による産業競争力の強化に繋げる。   |       |             |        |
| 1. 事業の位置付け・必要性について | 人工知能・ロボット関連技術の熟度に応じて、1) すでに技術的に確立し社会への普及促進が図られる段階、2) 技術的に概ね確立し実用化研究開発によりモデルを提示する段階、3) 人工知能・ロボットの利用分野を念頭におきつつ人間の能力を超えることを狙う、又は人間に匹敵する大きな汎用性、ロバスト性等を有する革新的な要素技術の研究開発する段階の三つの領域に整理する。本プロジェクトでは、単なる現在の人工知能・ロボット関連技術の延長上にとどまらない、人間の能力を超えることを狙う革新的な要素技術の研究開発する。<br>具体的には、人工知能技術やセンサ、アクチュエータ等のロボット要素技術について、我が国と世界の状況に鑑み、速やかに実用化への道筋をつける革新的な要素技術の研究開発する。<br>また、人間を超越する又は人間に匹敵する人工知能、センサ、アクチュエータ等を新たな技術シーズとして研究開発し、これまで人工知能・ロボットの導入について考えもつかなかった  |       |             |        |

分野での新たな需要の創出や我が国が強みを有する分野との融合による産業競争力の強化につなげていく。

2. 研究開発マネジメントについて

事業の目標

【アウトプット目標】

本プロジェクトは、既存の技術やそのアプリケーションとは非連続な、いわゆる未踏領域の研究開発を実施する。このためのブレイクスルーを生み出す要素技術、あるいは、それらを統合するシステム化技術を研究開発し、実用化研究を開始できる水準にまで技術を完成させる橋渡し研究を本プロジェクトの目標とする。

なお、次世代人工知能技術とロボット要素技術の有機的な連携を図ることで、2020年度には、次世代人工知能を実装した6種類のロボットの実現可能性を示す。

また、「人工知能技術戦略」を踏まえ、「生産性」、「健康、医療・介護」、「空間の移動」分野における人工知能について、2023年度には、次世代人工知能を実装したロボットの2種類以上の実用化を含む3件以上の人工知能の社会実装を目指す。

【アウトカム目標】

本プロジェクトの取組により生まれた成果を用いた人工知能・ロボット等の活用を通じて、人間の代替により労働力不足を補うアプローチに留まるのではなく、従来に比べて非連続なロボット技術がどのように社会から評価されるか、どのようなアプローチであれば人々に受容されるかを、心理学、社会学や社会受容性の観点から考察・考慮した上で、様々な場面において、直接的あるいは間接的な複合的ロボットサービスとして、人類の生活を豊かにする機能を社会に提供する。こうして開発した次世代人工知能技術及び革新的なロボット要素技術を応用して、「日本再興戦略 2016」において2020年には、IoT、ビッグデータ、人工知能、ロボットに係る30兆円の付加価値創出に資する。2030年には、人工知能に係る2.3兆円、2035年には、ロボットに係る9.7兆円の我が国の市場創出に資する。

事業の計画内容

| 2015  | 2016                         | 2017                        | 2018                            | 2019                |
|---|------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------|
| <p>※1「人工知能技術活用によるスマート社会の実現」に移行<br/>①②③選定研究の5サブテーマ及び④の6テーマ<br/>※2「人工知能技術活用によるスマート社会の実現」に移行<br/>ステージゲート審査結果後の4テーマ（④4テーマ、⑤4テーマ）<br/>※3「人と共に進化する次世代人工知能に関する技術開発事業」に移行</p> |                              |                             |                                 |                     |
| <p>I. 人工知能分野 [研究開発項目①②③] (課題設定型) / ロボット分野 [研究開発項目④⑤⑥] (テーマ公募)</p>   |                              |                             |                                 |                     |
| 公募  | 先導研究<br>【AI: 2件】 【ロボット: 12件】 | 研究開発                        | 研究開発<br>【AI: 2件】 【ロボット: 12件】    |                     |
| <p>II. 人工知能分野 [研究開発項目①] / ロボット分野 [研究開発項目④⑤⑥] (RFIを踏まえた課題設定型)</p>  |                              |                             |                                 |                     |
| 公募  | 調査研究<br>【AI: 2件】 【ロボット: 13件】 | 先導研究<br>【AI: 1件】 【ロボット: 7件】 | 研究開発<br>【AI: 0件】 【ロボット: 6件】     |                     |
| <p>III. 人工知能分野 [研究開発項目①] / ロボット分野 [研究開発項目④⑤⑥] (課題設定型テーマ公募)</p>  |                              |                             |                                 |                     |
| 公募  | 先導研究<br>【AI: 2件】 【ロボット: 11件】 | 研究開発<br>【AI: 1件】 【ロボット: 7件】 | 研究開発<br>【AI: 1件】 【ロボット: 7件】     |                     |
| <p>IV. 人工知能分野 [研究開発項目⑦] (課題設定型テーマ公募)</p>  |                              |                             |                                 |                     |
|   |                              | 公募                          | 先導研究<br>【AI: 15件】 - 【AI: 9件】 ※1 | 先導研究<br>【AI: 5件】 ※2 |
| <p>V. 人工知能分野 [研究開発項目①②③] (課題設定型テーマ公募: AIコンテスト方式)</p>  |                              |                             |                                 |                     |
|   |                              | 公募                          | 調査研究<br>【AI: 6件】                | 調査研究<br>【AI: 6件】    |
| <p>VI. 人工知能分野 [研究開発項目⑧] (テーマ公募)</p>   |                              |                             |                                 |                     |
|   |                              | 公募                          | 先導研究<br>【AI: 6件】                | 先導研究<br>【AI: 6件】 ※2 |
| <p>VII. 人工知能分野 [研究開発項目③] (課題設定型テーマ公募)</p>   |                              |                             |                                 |                     |
|   |                              | 公募                          | 先導研究<br>【AI: 6件】                | 研究開発<br>【AI: 1件】 ※3 |
|   | ステップゲート                      | ステージゲート                     |                                 |                     |

事業費推移  
(単位:百万円)

| 会計・勘定      | FY2015 | FY2016 | FY2017 | FY2018 | FY2019 | 総額     |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 一般会計       | 1,225  | 2,848  | 4,054  | 4,257  | 3,630  | 16,015 |
| 総 NEDO 負担額 | 943    | 2,970  | 4,536  | 4,126  | 3,751  | 16,325 |
| (委託)       | 943    | 2,970  | 4,536  | 4,126  | 3,751  | 16,325 |

開発体制

|            |  |
|------------|--|
| 経産省担当原課    | 産業技術環境局 研究開発課  |
| プロジェクトリーダー | 【次世代人工知能技術分野】<br>辻井 潤一 (国立研究開発法人産業技術総合研究所<br>人工知能研究センター/センター長) |



プロジェクト  
マネージャー

関根 久 (2015年4月～2018年3月)  
渡邊 恒文 (2018年4月～2020年3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 (NEDO)  
ロボット・AI部)



委託先

- 【委託先】 (99 者)
- AR アドバンステクノロジー株式会社
  - Axcelead Drug Discovery Partners 株式会社
  - BonBon 株式会社
  - Hmcomm 株式会社
  - IDEC ファクトリーソリューションズ株式会社
  - MI-6 株式会社
  - PuREC 株式会社
  - PwC コンサルティング合同会社
  - Rapyuta Robotics 株式会社
  - SOINN 株式会社
  - アースアイズ株式会社
  - アドバンスト・ソフトマテリアルズ株式会社
  - エアロセンス株式会社
  - オリンパス株式会社
  - キューピー株式会社
  - キング通信工業株式会社
  - サスメド株式会社
  - セイコーインスツル株式会社
  - ダブル技研株式会社
  - デロイトトーマツベンチャーサポート株式会社
  - パナソニック株式会社
  - ブルーイノベーション株式会社
  - 本郷飛行機株式会社
  - 豊田合成株式会社
  - 富士化学株式会社
  - 美津濃株式会社
  - 日本無線株式会社
  - 日本電気株式会社
  - 住友電気工業株式会社
  - 住友化学株式会社
  - 鹿島建設株式会社
  - 三菱電機株式会社
  - 株式会社豊田自動織機
  - 株式会社島津製作所
  - 株式会社竹中工務店
  - 株式会社 BEDORE
  - 株式会社 CES デカルト
  - 株式会社 DeepX
  - 株式会社 MICIN
  - 株式会社 MOLCURE
  - 株式会社 Preferred Networks
  - 株式会社アールテック
  - 株式会社アドライブ
  - 株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所
  - 株式会社ジェネシス

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | 株式会社シナモン<br>株式会社ステージ<br>株式会社ゼンリン<br>株式会社テムザック<br>株式会社デンソー<br>株式会社トプスシステムズ<br>株式会社ブイ・アール・テクノセンター<br>株式会社ロックガレッジ<br>株式会社角川アスキー総合研究所<br>株式会社菊池製作所<br>株式会社栗本鐵工所<br>株式会社古賀総研<br>株式会社国際電気通信基礎技術研究所<br>株式会社自律制御システム研究所<br>特定非営利活動法人植物工場研究会<br>地方独立行政法人神奈川県立産業技術総合研究所<br>国立研究開発法人理化学研究所<br>国立研究開発法人情報通信研究機構<br>国立研究開発法人産業技術総合研究所<br>一般社団法人日本ロボット工業会<br>一般社団法人組込みシステム技術協会<br>一般社団法人 UTMS 協会<br>一般財団法人マイクロマシンセンター<br>公立大学法人富山県立大学<br>国立大学法人名古屋大学<br>国立大学法人北陸先端科学技術大学院大学<br>国立大学法人北海道大学<br>国立大学法人豊橋技術科学大学<br>国立大学法人東北大学<br>国立大学法人東京大学<br>国立大学法人東京工業大学<br>国立大学法人電気通信大学<br>国立大学法人筑波大学<br>国立大学法人大阪大学<br>国立大学法人千葉大学<br>国立大学法人神戸大学<br>国立大学法人信州大学<br>国立大学法人埼玉大学<br>国立大学法人広島大学<br>国立大学法人熊本大学<br>国立大学法人九州大学<br>国立大学法人京都大学<br>国立大学法人岐阜大学<br>国立大学法人横浜国立大学<br>公立大学法人首都大学東京<br>学校法人慶應義塾<br>学校法人早稲田大学<br>学校法人中央大学<br>学校法人中部大学<br>学校法人東京医科大学<br>学校法人東京電機大学<br>学校法人日本医科大学<br>学校法人名城大学<br>学校法人明治大学<br><b>【再委託先】 (55 者)</b><br>ChiCaRo 株式会社<br>GE ヘルスケア・ジャパン株式会社<br>SMC 株式会社<br>SOINN 株式会社<br>キャッツ株式会社<br>セーレン株式会社<br>ダイヤ工業株式会社<br>マイクロテック・ラボラトリー株式会社<br>日本電産シンボ株式会社<br>株式会社明治ゴム化成<br>株式会社日立システムズ<br>株式会社 Cool Soft<br>株式会社 Human Dataware Lab.<br>株式会社アトックス<br>株式会社アトリエ<br>株式会社イームズラボ<br>株式会社システムフレンド |
|--|--|--|

|            |                             |  |
|------------|-----------------------------|--|
|            |                             | 株式会社デンソーウェーブ<br>株式会社ブリヂストン<br>株式会社ワコーテック<br>株式会社横浜ケイエイチ技研<br>株式会社興電舎<br>大学共同利用機関法人情報・システム研究機構<br>大学共同利用機関法人国立情報学研究所<br>国立研究開発法人理化学研究所<br>国立研究開発法人産業技術総合研究所<br>国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所<br>国立大学法人名古屋大学<br>国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学<br>国立大学法人徳島大学<br>国立大学法人東京大学<br>国立大学法人東京工業大学<br>国立大学法人電気通信大学<br>国立大学法人長崎大学<br>国立大学法人筑波大学<br>国立大学法人大分大学<br>国立大学法人大阪大学<br>国立大学法人千葉大学<br>国立大学法人神戸大学<br>国立大学法人信州大学<br>国立大学法人山梨大学<br>国立大学法人山形大学<br>国立大学法人九州大学<br>国立大学法人九州工業大学<br>国立大学法人金沢大学<br>国立大学法人京都大学<br>公立大学法人会津大学<br>学校法人玉川学園玉川大学<br>学校法人慶應義塾<br>学校法人千葉工業大学<br>学校法人早稲田大学<br>学校法人中部大学<br>学校法人梅村学園<br>学校法人名城大学<br>公立ほこだて未来大学<br>【共同研究先】（17 者）<br>TIS 株式会社<br>富士電機株式会社<br>独立行政法人国立病院機構仙台医療センター<br>国立研究開発法人産業技術総合研究所<br>一般財団法人マイクロマシンセンター<br>国立大学法人東北大学<br>国立大学法人東京大学<br>国立大学法人電気通信大学<br>国立大学法人大阪大学<br>国立大学法人新潟大学<br>国立大学法人信州大学<br>国立大学法人金沢大学<br>国立大学法人横浜国立大学<br>国立大学法人旭川医科大学<br>公立大学法人名古屋市立大学<br>学校法人関西大学<br>学校法人名城大学<br><br>（詳細については事業原簿「2.2研究開発の実施体制」を参照ください） |
| 情勢変化への対応   | （事業原簿「2.3 情勢変化への対応」を参照ください） |  |
| 中間評価結果への対応 | （事業原簿「2.5 中間評価への対応」を参照ください） |  |
| 評価に関する事項   | 事前評価                        | 2015 年 4 月実施 担当部：ロボット・機械システム部  |
|            | 中間評価                        | 2017 年度 中間評価実施   |
|            | 事後評価                        | 2020 年度 事後評価実施   |

|                              |  |   |
|------------------------------|--|---|
| 3. 研究開発成果について                | (事業原簿「3.1 事業全体の成果」を参照ください)                             |   |
|                              | 投稿論文(査読付)  | 646 件<br>(詳細は添付資料3「特許論文等リスト」を参照ください)  |
|                              | 特 許  | 特許 197 件 (うち国際出願 34 件)<br>著作権 137 件<br>(詳細は添付資料3「特許論文等リスト」を参照ください)  |
|                              | その他の外部発表<br>(プレス発表等)                                   | 研究発表・講演：2,482 件<br>受賞実績：148 件<br>新聞・雑誌等への掲載：434 件 (うちテレビでの報道等：37 件)<br>展示会への出展：104 件<br>(詳細は添付資料3「特許論文等リスト」を参照ください)   |
| 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 | (事業原簿「4.2. 実用化・事業化に向けた戦略」および「4.3. 実用化・事業化の見通し」を参照ください) |   |
| 5. 基本計画に関する事項                | 作成時期   | 2015 年 5 月 作成   |
|                              | 変更履歴   | 2015 年 9 月 改訂 (次世代人工知能技術分野のプロジェクトリーダー決定)<br>2016 年 3 月 改訂 (事業名称の変更、研究開発動向等の変化による背景・目的等の加筆)<br>2017 年 3 月 改訂 (最新の政策・研究開発動向等を踏まえた背景・目的等の加筆及び研究開発項目⑦(次世代人工知能技術分野)の追加)<br>2018 年 3 月 改訂 (最新の政策・研究開発動向等を踏まえた背景・目的等の加筆、研究開発の実施期間及び評価時期の変更、次世代人工知能技術分野で実施する一部テーマの PRISM に基づくプロジェクト「人工知能技術適用によるスマート社会の実現」への移行、研究開発項目⑧(次世代人工知能技術分野)の追加)<br>2018 年 4 月 改訂 (PM の変更)<br>2019 年 3 月 改訂 (研究開発の実施期間、評価時期の変更)<br>2020 年 3 月 改訂 (最新の政策・研究開発動向等を踏まえた背景等の加筆、実施期間の短縮及び評価時期の変更、研究開発項目③の一部のテーマの「人と共に進化する次世代人工知能に関する技術開発事業」への移行、研究開発項目⑦及び研究開発項目⑧の「人工知能技術適用によるスマート社会の実現」への移行) |