

## 「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」基本計画

ロボット・AI部

## 1. 研究開発の目的・目標・内容

## (1) 研究開発の目的

## A. 政策的な重要性

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、地域資源を活用した新産業の育成等による地域の活性化等、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、人間の代替となる、又は人間以上の能力を発揮しうる人工知能とロボットの活用が大きく期待される。

また、少子高齢化、労働力不足、インフラ老朽化対策、災害等課題対応先進国である日本において高度な人工知能を備えたロボットを用いた解決の切り札を創り出し、世界に先駆けた技術を示すことで、世界へ売り出す魅力ある製品・サービスの実現につなげることができると期待される。

日本政府は2014年に「ロボット革命実現会議」を設置し、2020年までに国内のロボット市場規模を、製造分野で2倍（6,000億円から1.2兆円）、サービス等の非製造分野で20倍（600億円から1.2兆円）に拡大するとしている。また、IFR(International Federation of Robotics) 2016およびWord Robotics 2016 Service Robotsによると、2016年には世界のロボット市場は約2.6兆円であり、2035年には、ロボット市場は約28.4兆円になると予想している。なお、ここでのロボットとは、産業用ロボット（ロボテック製品を含む製造業用ロボット）、サービスロボット（個人用及び家庭用ロボット）、フィールドロボット（産業用サービスロボット）を指す。

こうした中で、ロボット新戦略にもあるとおり、日本が将来的にも世界最先端の地位であり続けるためには、現在のロボット技術に比して非連続な次世代ロボット要素技術の研究開発を、強力なリーダーシップのもとで行うことが極めて重要である。

経済産業省が2014年から開催した「日本の「稼ぐ力」創出研究会」では、ビッグデータ・人工知能の活用の重要性が指摘され、国内研究拠点の設立が提言されている。総務省情報通信政策研究所では、インテリジェント化が加速しているICT（Information Communication Technology）が社会にどのような影響を与えるかを展望し、課題の整理と今後の取組に係る提言を行うため、「インテリジェント化が加速するICTの未来像に関する研究会」を開催している。経済産業省では、産業構造審議会（商務流通情報分科会 情報経済小委員会）において、「Cyber Physical System（CPS）」によるデータ駆動型社会の到来を見据え、我が国が持つ強みを戦略的に活用し、企業の先進的なチャレンジを促していくための環境整備等についての議論がなされており、2015年4月に中間とりまとめが発行された。

「日本再興戦略 改訂2015」（平成27年6月30日閣議決定）では、IoT（Internet of Things）、ビッグデータ、人工知能による産業構造・就業構造変革の検討が主要施策の一つとして掲げられている。2015年8月には、IoT、ビッグデータ、人工知能等による変革に的確に対応するため、産業構造審議会に「新産業構造部会」が設置され、IoT、ビッグデータ、人工知能等の発展がどのような経済・社会的インパクトをもたらす、これに向けてどのような対応を取っていくべきか、官民が共有できるビジョンを策定すると共に、官民に求められる対応について検討を進めることとなった。この中で、次世代の人工知能技術の

研究開発体制として、経済産業省、総務省、文部科学省の3省が連携し、研究開発成果を関係省庁にも提供し、政府全体として更なる新産業・イノベーション創出や国際競争力強化を牽引することの重要性が述べられている。

また、2016年4月12日に開催された、第5回「未来投資に向けた官民対話」での総理発言を踏まえ、人工知能技術の研究開発に係る経済産業省、総務省、文部科学省の3省連携を深化させるための司令塔となる「人工知能技術戦略会議」が創設され、人工知能技術の研究開発と成果の社会実装を加速化する体制が整えられ、人工知能の研究開発目標と産業化のロードマップの検討が進められることとなった。2017年3月31日、人工知能技術戦略会議において、「人工知能の研究開発目標と産業化のロードマップ」が策定されるとともに、その策定に向けた議論を踏まえ、「人工知能技術戦略」がとりまとめられた。

このような動きの中、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下「NEDO」という。）は、同年4月18日付けで、ロボット・AI部内に「AI社会実装推進室」を設置し、産業化のロードマップ等を検討する「産業連携会議」の各種タスクフォースの運営支援等を始めとし、人工知能技術の社会実装を研究開発と両輪で推進する体制をとっている。

「日本再興戦略 2016」（平成28年6月2日閣議決定）、「未来投資戦略 2017」（平成29年6月9日閣議決定）では、今後の生産性革命を主導する最大の鍵として、IoT、ビッグデータ、人工知能、ロボット・センサの技術的ブレイクスルーを活用することの重要性が示されている。

## B. 我が国の状況

人工知能・ロボット技術は、知的な情報処理を行う（人工知能の他）、ロボット技術として、センサ、アクチュエータ等の要素、筐体、制御ソフトウェア等を高度に統合することにより実現される。人工知能技術に関しては、1971年から通商産業省（当時）が「パターン情報処理システムの研究開発」を行い、文字認識や指紋認識等の技術が開発された。次いで同省は、1982年に「第五世代コンピュータプロジェクト」を開始し、強力な並列推論コンピュータの開発を行った。

さらに、1992年からは「リアルワールド・コンピューティング・プロジェクト」を実施し、確率・統計的アプローチによる実世界のマルチモーダルデータの統合処理等の先駆的成果を得た。

人工知能技術以外の、センサ、アクチュエータ、インテグレーション技術等、ロボット要素技術に関しては、日本では、経済産業省が中心となって、2005年の愛・地球博以降、サービスロボットの実用化のために継続的な施策を実施している。

また、NEDOは2014年に「NEDO ロボット白書 2014」を発表し、ロボットを取巻く様々な課題と、現実的な観点からの今後の見通しや目指すべき姿などを示した。ロボット用ミドルウェア（RTミドルウェア）は、「戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト」（2006～2010年度）、「次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト」（2007～2011年度）等を通して共通プラットフォーム化が進められ、社会への普及を目指した活動が継続している。近年のロボットに関する研究開発は実証に重点が置かれており、多くの新たなロボットの実証成果が得られてきたが、次世代技術の研究開発も重要であり、今後のロボット市場創出のための、非連続で革新的なロボット要素技術開発が期待されている。総合科学技術会議で策定された第4期科学技術基本計画の中でも、ライフイノベーションとしてロボット手術や生活支援ロボットが挙げられている。さらに、「ロボット革命実現会議」がとりまとめたロボット新戦略において、「自律化」「情報端末化」「ネットワーク化」が進むことで劇的に変化する

ロボットを製造現場から日常生活まで様々な場面で活用し、社会における新たな付加価値を生み出す「ロボット革命」が求められている。

さらに、2016年1月に、2016～2020年度の「第5期科学技術基本計画」が閣議決定された。同計画において、今後強化する技術として人工知能やロボット、サイバーセキュリティ技術等が挙げられている。

2016年4月25日には、日本科学未来館において、人工知能技術の研究開発に係る経済産業省、総務省、文部科学省の3省及びその関係機関による連携のキックオフとして、今後の人工知能の研究開発と利活用や施策の連携をテーマに、第1回「次世代の人工知能技術に関する合同シンポジウム」を開催した。2017年5月22日には、人工知能技術戦略会議における「人工知能の研究開発目標と産業化のロードマップ」のとりまとめを受け、同会議の取組に係る成果発信や関係機関等との連携を加速するため、同シンポジウムの第2回を開催した。

2017年6月に安倍総理は、未来投資会議において、「イノベーションをあらゆる産業や日常生活に取り入れ社会課題を解決する Society 5.0 の実現を図る。そのために必要な取組をどんどん具体化してまいります。」と発言し、人工知能技術の社会実装を推進していく姿勢を示した。また、Society 5.0 の実現に向けては、官民データの活用が鍵であるとの認識の下「官民データ活用推進基本法」（平成28年法律第103号）が策定され、人工知能技術の社会実装に不可欠なデータの整備が進められている。

政府は、2017年12月に総合科学技術・イノベーション会議と経済財政諮問会議が合同で取りまとめた「科学技術イノベーション官民投資拡大イニシアティブ」に基づき、600兆円経済の実現に向けた最大のエンジンである科学技術イノベーションの創出に向け、官民の研究開発投資の拡大等を目指して、官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）が創設された。

また、2019年3月29日に統合イノベーション戦略推進会議にて「人間中心のAI社会原則」が、AIの適切で積極的な社会実装を推進するために各ステークホルダーが留意すべき基本原則として決定された。さらに、2019年6月には統合イノベーション戦略推進会議にて「AI戦略2019」が決定し、4つの戦略目標として、持続的な人材育成の仕組み構築、AI応用のトップ・ランナー化による産業競争力の強化、技術体系とその運用体制の確立、リーダーシップを発揮してAI分野の国際的な研究・教育・社会基盤ネットワークを構築し、AIの研究開発、人材育成、SDGsの達成などを加速することに取り組むことを明言している。

### C. 世界の取組状況

ロボット技術に関しては、米国では、2007年にDARPAが開催した「DARPA Grand Challenge」において、ロボットカーが標識や対向車等を認識し応答する画像認識機能を擁し、自律走行で市街地を想定した総延長96kmのコースをおよそ4時間で完走した。

DARPAは2012年には災害等に対応する技術を確立するためのコンペ「DARPA Robotics Challenge（DRC）」を新たに設定した。

欧州では、「FP7」（2007年～2013年）で「Cognitive Systems and Robotics」をICT分野のチャレンジ領域の1つに選定し、知能化技術に関する研究プロジェクトへ年約2億ユーロの投資をした。2014年から2020年までは後継の「Horizon 2020」が始まり、総額800億ユーロが投資される計画である。韓国ではユビキタスロボットコンパニオンプロジェクト（URC）が終了し、その成果の実用化が進められたが新規市場創出までには至らなかった。その後、同国の知識経済部が中心となり、2013年から10年間のロボット未来戦略を発表した。中国は国家中長期科学技術発展規画綱要（2006年～2020年）において、先端技術8分

野の中で知的ロボットの技術開発を推進し、「中国製造 2025」により製造業に注力した産業高度化の長期戦略を進めている。

人工知能技術に関しては、海外では米国の Google、Facebook、Microsoft、Apple 等、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いる。IBM は、1997 年にチェス専用マシン「DeepBlue」を開発し、人間のチャンピオンに勝利した。さらに、2009 年には人工知能アプリケーション「Watson」を開発し、米国のクイズ番組 Jeopardy! で人間のチャンピオンに勝利した。その後、同システムは医師のがん治療のサポート、個人の資産運用のサポート、カスタマーサポート等へ適用されている。

また、2006 年、カナダのトロント大学の Geoffrey Hinton 教授により、従来のニューラルネットワークの認識力を上回るディープニューラルネットワーク（Deep Learning）が発表された。2012 年には、人工知能分野の画像認識に関する国際大会（ILSVRC2012）において、トロント大学がディープラーニングを用いて従来手法に比べ飛躍的に高い認識精度を得た。

また、中国では、人材の豊富さも手伝って、人工知能の研究開発が加速している。2017 年 7 月には中国政府は「次世代人工知能発展計画」を、2017 年 12 月に「次世代人工知能産業の発展促進に関する三年行動計画（2018～2020 年）」を相次いで発表し、2020 年までに人工知能重点製品の大量生産、重要な基礎能力の全面的強化、スマート製造の発展深化、人工知能産業の支援体制の確立等を通じた重点分野の国際競争力の強化、人工知能と実体経済の融合深化等を目指すとの目標を達成するためのタスクが示された。また、Baidu、Alibaba、Tencent 等の情報系企業は人工知能を活用したビジネスを積極的に進めている。

欧州連合（EU）では、欧州委員会が、2018 年 4 月に AI 戦略をまとめた政策文書を発表し、2020 年末までに AI 分野へ官民あわせて 200 億ユーロを投資するという数値目標を示すなど、加盟各国に対して AI 戦略フレームワークを示した。また、2019 年 4 月には、EU が AI 活用に関する「信頼できる AI のための倫理ガイドライン」を発表した。

ドイツでは、2011 年 11 月にもものづくりを核とした「Industrie 4.0」を掲げ、「サイバーフィジカルシステム（Cyber Physical System）」に基づく、新たなものづくりの姿を目指している。また、2018 年 11 月には「AI 戦略」を発表し、人工知能を倫理的、法律的、文化的、制度的に社会に定着させることなどを重要な目標として位置付けた。

#### D. 本プロジェクトのねらい

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を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を研究開発する。

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を研究開発する。

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。

特に、人工知能分野との関係においては、融合を進めるべき分野として次の 3 点が挙げら

れる。すなわち、

- (a) **AI for Manufacturing**：我が国の高いものづくり力や世界シェア第1位の産業用ロボットと融合し、他の追従を許さない製造業や食品加工業等を実現する。例えば、ティーチングレスの産業用ロボットによる多品種少量生産の作業支援、組み立て作業時の異常予測等により、製造業や食品加工業等の生産性向上を図る。
- (b) **AI for Human Life / Services**：我が国の高品質な農林水産業、サービス業、医療・介護、社会・交通インフラ等と融合し、農商工連携等を推進することで、豊かな生活を提供する。例えば、消費者行動を解析し、多様な業種を支援することで、サービスの高付加価値化により、生活満足度を向上させる。また、人工知能の自律移動への応用として、自動車等に人工知能を搭載することで、認知・判断・操作に時間を要する高齢者にもやさしい移動手段を実現したり、ドローン（小型無人航空機）をはじめとする陸上・空中・水中等移動体、ビル、社会環境全体がロボットであるような場合を想定した人工知能技術とロボット技術の研究開発も実施したりすることなどが考えられる。
- (c) **AI for Science / Engineering**：世界トップクラスの基礎科学と融合し、科学技術の発展を促進する。例えば、生命科学、臨床医学、材料工学等において、多様な実験データから仮説や新たな理論等を自動生成し、基礎研究を加速させる。

## (2) 研究開発の目標

### A. 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。

例えば、次世代人工知能技術においては、新しいサービスの実現へ向けた実用化研究を開始可能なレベルにまで人工知能フレームワークとモジュールを完成させ、それらを統合したロボットを含むアプリケーションを設定した上で、その実現可能性を示すことを目標とする。センサやアクチュエータ等のロボット要素技術においては、次世代人工知能技術の活用も考慮して、実用化研究を開始可能なロボット要素技術を組み込んだプロトタイプ機を試作することを目標とする。

### B. 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、社会工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<sup>1</sup>、2035 年には、ロボットに係る 9.7 兆円<sup>2</sup>の我が国の市場創出に資する。

### C. アウトカム目標達成に向けての取組

現在、産業用ロボットは基本的にティーチングされたとおりにしか動けず、エラーリカバリ等が十分でない。サービスロボットは開発途上であり、人間の幼児に及ばない。これらの原因は数多く存在するが、その主要なものとして、ロボットに人間ほど十分な知能が備わっていないこと、ロボットが人間ほど環境の情報を得て活用していないこと、ロボットのアクチュエータの出力重量比が人間に及ばないこと、ロボットのインテグレーション技術が非常に複雑であることなどが挙げられる。本プロジェクトはこれら課題の解決に向けたものであるが、ロボットが人間と協働する社会を実現するためには、これら課題の解決手段が単に研究開発されるだけでなく、認知され、試験的に活用され、人材が育成され、将来的に普及されていく必要があると考えられる。

そこで、NEDO は研究開発する技術間の連携を図るとともに、本プロジェクトの成果普及の素地を築くべく、機を捉えてワークショップを開催するなどの取組を通じて、本プロジェクトの情報発信を行う。

また、アワード方式（チャレンジプログラム）を開催するなどして本プロジェクトの成果物の試験的活用による動作確認や更なる研究開発の促進、一般への広報を図る。

さらに、我が国の人工知能分野の人材が少なく、小規模分散型である現状に鑑み、NEDO は先端分野や融合分野の技術を支える人材の育成と、人的交流の面から産学連携を促進する「場」を形成するため、NEDO 特別講座等を通じて、人工知能分野の人材育成、人的交流等の展開、周辺研究の実施等を行う。

本プロジェクトとは別に、NEDO では、ユーザーニーズや市場化出口に応える「ロボット活用型市場化適用技術開発プロジェクト」を併せて実施しているところであるが、このような市場化技術開発の成果も必要に応じて活用することで、本プロジェクトとの相乗効果が期待される（例えば、市場化技術で開発されたロボットへの人工知能技術の適用により、より効率のよい動作が可能となるような効果）。

## (3) 研究開発の内容

### A. プロジェクトの概要

変化の速いロボット分野で、計算機の指数関数的な性能向上の恩恵を十分に享受するためには、国内外のロボット関連技術の動向や水準を把握した上で、人とロボットの協働の実現等、データ駆動型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、ブレイクスルーを生み出す革新的な要素技術、及び、それらを統合する革新的なシステム化技術の研究開発を行う。具体的には、ロボットが日常的に人と協働する、あるいは、人を支援する社会を実現させるため、大量の実世界データに基づいて人の状況や行動を理解する技術、ロボットが柔軟に行動を計画する技術等、必要だが未達な技術について、中核的な次世代人工知能技術と革新的ロボット要素技術を、別紙 1 の研究開発計画に基づき研究開発する。

なお、次世代人工知能技術分野（研究開発項目①、②及び③）は、研究開発成果を最大化するため、重要な研究開発テーマを選定し、課題設定型により実施する。2017 年度及び 2018 年度は、社会実装の実現可能性を評価するため、書面による審査に加えてデモンストレーシ

<sup>1</sup> 富士キメラ総研『2018 人工知能ビジネス総調査』,2018

<sup>2</sup> NEDO『ロボット白書 2014[第 1 版]』,2014

ョンによる審査を経て、上位から委託費上限額を傾斜配分する AI コンテスト方式により実施する。次世代人工知能技術分野において 2015 年度に拠点として委託した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 (AIRC) と実施者が、共同研究開発等により連携することを考慮する。さらに、2019 年度には「ディープラーニングなどを使った”判断過程を追いきれない人工知能システム”を社会実装する場合、説明がつかないものはリスクだと考える議論を背景として、それらをホワイトボックス化するため説明できる人工知能の研究開発を実施する。併せて、人工知能を安心して社会で利活用するため、人工知能の信頼性を確保する研究開発を課題設定型テーマ公募により実施する。また、次世代人工知能技術分野 (研究開発項目⑦) は、平成 28 年度第 2 次補正予算として成立した経済産業省の「人工知能に関するグローバル研究拠点整備事業」により、東京都臨海副都心地区及び千葉県柏地区に整備される国立研究開発法人産業技術総合研究所の産学官連携の施設において、国内外の叡智を集めて、2018 年度以降に実施される社会実装に向けた本格的な研究開発に繋げるべく、産学官連携による先導研究から実施する。具体的には、人工知能技術戦略会議において策定される「人工知能の研究開発目標と産業化のロードマップ」における当面の検討課題のうち、(1) 生産性、(2) 健康、医療・介護、(3) 空間の移動の 3 領域を踏まえ、AIRC の研究開発成果の実装や融合等を目指す人工知能技術の研究開発を実施する。グローバル研究拠点内に用意される AI の社会実装を推進する AI 橋渡しクラウド「ABCI: AI Bridge Cloud Infrastructure」及び良質な現場データの取得を目的とした物理的なロボットや模擬環境を活用した上で、本プロジェクトで研究開発する中核モジュールを利用した人工知能技術や人工知能と融合させるロボティクス技術、材料・デバイス技術等の研究開発を推奨する。次世代人工知能技術分野 (研究開発項目⑧) は、2018 年度以降、米国の卓越した研究者の招聘等による研究開発の加速と人工知能分野の人材育成を目的として、新たな研究開発体制による研究開発をテーマ公募により実施する。

革新的ロボット要素技術分野 (研究開発項目④、⑤及び⑥) は、革新的な新たなセンサやアクチュエータ技術の発掘を積極的に進めるため、テーマ公募型により実施する。特に、2016 年度は、解決が求められる社会課題に対応可能な、革新的なロボット要素技術を俯瞰したうえで、重点的な研究開発が必要と考えられるテーマを選定し、課題設定型テーマ公募により実施する。

次世代人工知能技術分野と革新的ロボット要素技術分野の研究開発内容で、有機的に連携させられるものは、機動的に連携を図っていき、次世代人工知能を実装したロボットを目指した研究開発を行う。

また、リスク・性能評価技術等、各種の手法・技術等を調査・研究する。

本プロジェクトは、実用化まで長期間を要するハイリスクで非連続な研究開発に対して、産学官の複数事業者が互いのノウハウ等を持ちより協調して実施するものであり、委託プロジェクトとして実施する。

## 次世代人工知能技術分野

### 研究開発項目①「大規模目的基礎研究・先端技術研究開発」

最新の計算論的神経科学の知見を取入れた脳型人工知能及びデータ駆動型の人工知能と知識駆動型の人工知能の融合を目指すデータ・知識融合型人工知能に関して、大規模なデータを用いた実世界の課題への適用とその結果の評価を前提とした目的基礎研究 (大規模目的基礎研究) と、世界トップレベルの性能の達成を目指す先端技術の研究開発を実施する。

#### 研究開発項目②「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」

広範な人工知能応用の研究開発や社会的実用化に資するため、研究開発項目①の成果である脳型人工知能技術、データ・知識融合型人工知能技術、その他大学や企業が保有する様々な人工知能技術をモジュール化し統合するための次世代人工知能フレームワークと、次世代人工知能技術を統合し、多様な応用に迅速につなげるための核となる先進中核モジュールの研究開発を実施する。

#### 研究開発項目③「次世代人工知能共通基盤技術研究開発」

次世代人工知能の共通基盤技術として、人工知能技術の有効性や信頼性を定量的に評価し、性能を保証するための方法、そのために必要となる標準的問題設定や標準的ベンチマークデータセット等が満たすべき性質と構築の方法に関する研究開発を実施する。

また、それらを用いて、研究開発項目①、②の成果の評価を行う。

#### 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」(2017年度より実施)

次世代人工知能技術の社会実装が求められる領域として、「人工知能の研究開発目標と産業化のロードマップ」における当面の検討課題のうち、(1)生産性、(2)健康、医療・介護、(3)空間の移動の3領域において、関連する課題の解決に資するため、次世代人工知能技術の社会実装に関する研究開発を先導研究から実施する。

なお、人工知能技術とものづくり技術との融合等を国内外の叢智を結集して、グローバルに行うことを考慮する。

#### 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」(2018年度より実施)

「人工知能の研究開発目標と産業化のロードマップ」として、取り上げるべき重点分野として特定された、(1)生産性、(2)健康、医療・介護、(3)空間の移動の3領域と横断的な分野としての(4)情報セキュリティの領域において、喫緊に解決すべき社会課題のうち、人工知能技術による貢献が期待され、経済波及効果が見込まれる課題の解決に資する次世代人工知能技術の研究開発を実施する。研究開発においては、産学官連携により、日本の産業競争力の強化につなげ、アウトカムの最大化を目指す。

人工知能の研究開発は、早期の社会実装による社会課題の解決が求められている。省庁連携による研究開発の加速や出口戦略の重視等により、社会実装の一層の加速が見込まれるテーマについては、本プロジェクト体制の枠にとらわれない、府省・分野を超えた横断型な体制に基づいたマネジメントにより推進することが効果的である。このため、2018年度より、本プロジェクトの次世代人工知能技術分野において実施するテーマの中で、これらに該当するテーマについては、「官民研究開発投資拡大プログラム(PRISM)」(革新的サイバー空間基盤技術/革新的フィジカル空間基盤技術)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」へ移行して研究開発を実施する。移行するテーマの選定基準を別紙4に示す。2020年度より、社会実装を目的としたプロジェクトをまとめ、社会実装に特化したプロジェクト推進による更なる加速を目指し、本プロジェクトの研究開発項目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」及び研究開発項目⑧「次世代人工知能技術の日米共同研究開発」の各テーマについては、「人工知能技術適用によるスマート社会の実現」へ移行して研究開発を実施する。



加えて、人工知能を実世界に適用するにあたっては、人工知能の品質評価や管理における課題が依然残っており、2020年度より「人と共に進化する次世代人工知能技術に関する技術開発事業」を立ち上げて解決を目指す。それに類する課題項目については移行して研究開発を実施する。

### 革新的ロボット要素技術分野

#### 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）」

屋外等の外乱の多い空間でも、的確に信号抽出ができる画期的な視覚・聴覚・力触覚・嗅覚・加速度センシングシステムやセンサと行動を連携させて、検知能力を向上させる行動センシング技術等の研究開発を実施する。

#### 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）」

人共存型ロボットに活用可能なソフトアクチュエータ（人工筋肉）、高度な位置制御やトルク制御を組み合わせるソフトウェア的に関節の柔軟性を実現する新方式の制御技術や機構等の研究開発を実施する。

#### 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」

実環境の変化を瞬時に認知判断し、即座に対応して適応的に行動する技術や個別に開発された要素技術を効果的に連携させ統合動作させるシステム統合化技術等の研究開発を実施する。

さらに、必要に応じて、次世代人工知能分野及び革新的ロボット要素技術分野の研究開発項目に関連し、将来有望又は必要とされる可能性がある技術的な課題について、その周辺技術や実現可能性について、別紙2に示す情報提供依頼（Request For Information: RFI）を行う。RFIにより、必要と考えられる技術に関しては、調査研究につなげる。さらに、調査研究の結果特に有望と考えられる技術に関しては、先導研究につなげる。

### B. 対象事業者

日本に登記されていて、日本国内に本申請に係る主たる技術開発のための拠点を有する、本邦の企業、大学等の研究開発機関等の事業者

### C. 研究開発テーマの実施期間

5年を限度とするものとし、実施者は全期間に係る実施計画を策定する。ただし、RFIを受けた調査研究は、2年以内とする。

## 2. 研究開発の実施方式

### (1) 研究開発の実施体制

次世代人工知能技術分野（研究開発項目①、②及び③）の研究開発は、これらの研究開発項目が互いに密接に関連しており、総合的かつ集中的に行うことが必要かつ適切であると考えられることから、拠点进行、産学官の英知を結集することにより実施する。

また、拠点の形成により、我が国の人工知能研究者の多くが個別に、実世界との接点が限られた中で研究している状況を変え、先進的な次世代人工知能の開発・実用化と基礎研究の進展という好循環の形成を図る（2015年度より、AIRCを拠点として委託）。

次世代人工知能技術分野（研究開発項目⑦）は、グローバル研究拠点と連携しながら、次世代人工知能技術の社会実装を図る。

次世代人工知能技術分野（研究開発項目⑧）は、大学を中心とした研究機関に米国の大学や研究機関から卓越した研究者を招聘すること等による新たな研究開発体制を整備する。さらに、産学官の連携を行うことにより、次世代人工知能技術の社会実装を図る。

本プロジェクトは、研究者の創意工夫を最大限発揮することを目指し、PM（Project Manager）を設置し、NEDO ロボット・AI部 主査の渡邊 恒文を任命する。PMは、実施体制の構築、予算配分、プロジェクトの実施等、プロジェクトの進行全体を企画・管理し、プロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化することを念頭に任務を遂行する。PMは、その任務の遂行に当たって必要となる資金配分や技術開発内容の見直し、実施体制の変更の権限と裁量を有するものとする。具体的なPMの役割は、以下のとおりである。

#### A. 実施体制の構築

- (a) PMは、策定した基本計画を公表し、本邦の企業、大学等の研究機関（本邦の企業等で日本国内に研究開発拠点を有していること。なお、国外の企業等（大学、研究機関を含む）の特別の研究開発能力、研究施設等の活用又は国際標準獲得の観点から、国外企業等との連携が必要な部分を、国外企業等との連携により実施することができる）から、公募によって研究開発テーマ事業実施者を選定し、委託により実施する。
- (b) PMは、採択時には各研究開発項目の開発技術に対し、あらかじめ技術を活用できる想定タスク（ユースケース）とその典型的応用シーンにおける貢献方法を確認する。このことで、開発技術の用途を明確化し、実用性、有用性において将来のロボットを飛躍的に高めるための革新的要素技術であることを確認する。また、想定タスクを実現するための段階的な目標として、ステージゲート及び最終評価時の到達目標、動作確認方法、評価基準をあらかじめ明確に設定する。
- (c) PMは、公募に対する応募内容を踏まえて設置された機構外部の専門家・有識者等からなる検討委員会の意見を基に、実施体制を構築する。その際、PMの判断により、数多くの提案の一次スクリーニング等にピア・レビュー方式（産業界、学术界等の外部の専門家・有識者を活用した提案書の審査方式）等を活用する。
- (d) PMは、特定の実施者の採択による利益相反を未然に防止するため、上記の検討委員会等による確認体制を設ける。

#### B. プロジェクトの実施

- (a) PMは、プロジェクトの実施期間中、NEDO 技術戦略研究センターの知見を活用しつつ、国内外の関連技術動向を把握するとともに、本プロジェクト全体の進捗を把握・管理し、その進捗状況を踏まえて、資金配分や技術開発内容の見直し、実施体制の変更、加速、方

向転換、中断、新規実施者の組み込みなどを柔軟かつ機動的に行う。

- (b)PM は、プロジェクトの成果の円滑な権利化及びその実用化・事業化を図るため、実施者間の知的財産の調整や標準化に関わる事項を主導する。

本プロジェクトにおいては、次世代人工知能技術分野（研究開発項目①、②及び③）は、主に拠点で研究開発が進められることから、拠点の長が PL（Project Leader）の役割を担うこととする。

NEDO は、2015 年度に実施した公募の結果、拠点として採択した AIRC 研究センター長の辻井 潤一 氏を次世代人工知能技術分野の PL とする。PL は、プロジェクトをより効率的かつ効果的に遂行するために、プロジェクトの技術目標等の達成に向けた取組、研究開発の進捗状況の把握、プロジェクトの実施体制の構築・改変、事業者間等の予算配分、当該プロジェクトに参画する研究者の人選及びプロジェクトの成果の評価等に係る業務の全部又は一部について、NEDO と協議して実施する。

研究開発項目⑦については、PL は、「人工知能に関するグローバル研究拠点整備事業」において整備される国立研究開発法人産業技術総合研究所の産学官連携の施設において、国内外の叡智を集めて、2018 年度以降に実施される社会実装に向けた本格的な研究開発に繋げるべく、産学官連携により、AIRC の研究開発成果の実装・融合等を図る。

研究開発項目⑧については、海外の卓越した研究者の招聘等による新たな研究開発体制を整備して実施するが、PL は、当該体制における研究者と AIRC の研究者との交流等を推進することにより、双方の技術力の向上等を図る。

NEDO は、本プロジェクトの実施に当たり、当該分野の研究開発のより一層の効果的な推進のため、適切に行われるような措置を講じた上で、PM の役割のうち必要かつ適切な裁量を PL に担わせることができる（ただし、基本計画の策定と公表、公募、対象事業者の選定と委託及びステージゲート等の評価を除く。）。

また、NEDO は、総務省や文部科学省をはじめとした関係府省及びその関係機関と連携し、人工知能に関する実効性のある研究開発を推進する。

## (2) 研究開発の運営管理

プロジェクトの管理・執行に責任を有する NEDO は、PM を置き、経済産業省と密接に連携させつつ、本プロジェクトの目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施する。

また、PM は、必要に応じて、NEDO に設置される検討委員会における外部有識者の意見を運営管理に反映させるなどを行う。具体的には以下の事項について運営管理を実施する。

### A. 研究開発テーマの公募・採択

- (a)NEDO は、ホームページ等のメディアを最大限に活用することにより公募を実施する。

公募に際しては、機構のホームページ上に公募に係る事前の周知を行う。また、地方の提案者の利便にも配慮し、地方での公募説明会を積極的に開催する。

- (b)NEDO は、機構外部からの幅広い分野の優れた専門家・有識者の意見を参考にしつつ、客観的な審査基準に基づく公正な選定を行う。特に、我が国の経済活性化により直接的で、かつ、大きな効果を有する案件を選定する。

- (c) NEDO は、選定結果の公開と不採択案件に対する明確な理由の通知を行う。

- (d)公募は原則として第 1 年度に実施するが、予算や社会動向、政策動向等に応じて適宜追加実施を検討することとする。

(e)次世代人工知能技術分野（研究開発項目①、②及び③）については、研究開発項目①、②及び③全てを一体で遂行することを拠点の条件とする。次世代人工知能技術分野の一部の項目（研究開発項目①、②又は③）のみへの提案も可能とするが、実施に当たっては、拠点への参加を原則とする。

#### B. 評価結果等に基づく研究開発テーマの予算配分の見直し等

非連続な研究開発を対象とする本プロジェクトにおいては、多様な可能性に対し幅広くチャンスを与え、進捗に応じて成果実現の可能性や期待がより明確となったテーマについて手当を継続する方式を採用する。大学・公的研究機関・企業等の優れたシーズ技術を対象として、技術的にブレイクスルーを達成できる目途を得るために、2年以内の先導研究期間において、開発提案テーマの実現可能性を調査・検討し、本プロジェクトの技術推進委員会の助言のもと、NEDOが、テーマの絞り込みを行うステージゲート評価等を実施する。

また、このような機会を捉え、関連する研究開発を行っている文部科学省、総務省等の参画を得たワークショップ等を開催し、情報発信・収集を行う。その後、先導研究で技術の確立に見通しがついた研究開発等を3年目以降本格的な研究開発として実施する。テーマ終了翌年度に事後評価を行う。

なお、先導研究終了時点での評価結果が一定水準に満たない案件については、抜本的な改善策等が無いものは原則として中止する。

#### (3)その他

本プロジェクトは、非連続ナショナルプロジェクトとして取扱う。

### 3. 研究開発の実施期間

本研究開発の期間は、2015年度から2019年度までの5年間とする。

### 4. 評価に関する事項

技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、技術評価実施規程に基づき、プロジェクト評価を行う。

評価時期

- ・中間評価：2017年度
- ・事後評価：2020年度（2019年度までに実施したテーマを評価の対象とする）

当該分野に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。

また、中間評価結果を踏まえ、必要に応じて加速・縮小・中止等の見直しを迅速に行う。

### 5. その他の重要事項

#### (1)研究開発成果の取扱い

##### A. 標準化等

得られた研究開発の成果については、標準化等を図るため、データベースへのデータの提供、標準案の検討及び提案等を積極的に行う。

##### B. 知的財産権の帰属、管理等取扱い

委託研究及び共同研究の成果に関わる知的財産権については、「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構新エネルギー・産業技術業務方法書」第25条の規定等に基

づき、原則として、全て委託先に帰属させることとする。

また、【「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」における知財マネジメント基本方針】に従ってプロジェクトを実施する。

なお、PM は、本プロジェクトの当初から、事業化を見据えた知財戦略を検討・構築し、適切な知財管理を実施する。適切な知財管理については、PM は、必要に応じ、そのための基本事項について公募時に示すこととする。

### C. データマネジメント

本プロジェクトは、「NEDO プロジェクトにおけるデータマネジメント基本方針（委託者指定データを指定しない場合）」を適用する。（2018 年 4 月以降の公募から適用）

#### (2) 基本計画の変更

PM は、当該研究開発の進捗状況及びその評価結果、社会・経済的状況、国内外の研究開発動向、政策動向、施策の変更、評価結果、事業費の確保状況、当該プロジェクトの進捗等を総合的に勘案し、研究開発内容、実施方式等、基本計画の見直しを弾力的に行うものとする。

#### (3) 根拠法

本研究開発は、「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法」第 15 条第 2 号及び第 9 号に基づき実施する。

#### (4) その他

産業界が実施する研究開発との間で共同研究を行うなど、密接な連携を図ることにより、円滑な技術移転・実用化を促進する。

## 6. 基本計画の改訂履歴

(1) 2015 年 5 月、制定。

(2) 2015 年 9 月、次世代人工知能技術分野の PL（Project Leader）決定に伴う改訂。

(3) 2016 年 3 月、事業名称の変更、研究開発動向等の変化による背景・目的等の加筆に伴う改訂。

(4) 2017 年 3 月、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）の追加に伴う改訂。

(5) 2018 年 3 月、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）の追加に伴う改訂。

(6) 2018 年 4 月、PM の変更に伴う改訂。

(7) 2019 年 3 月、研究開発の実施期間、評価時期の変更に伴う改訂。

(8) 2020 年 3 月、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」への移行に伴う改訂。

## 次世代人工知能技術分野

### 研究開発項目①「大規模目的基礎研究・先端技術研究開発」

#### 1. 次世代脳型人工知能の研究開発

##### (1) プロジェクトの必要性

計算機の処理能力の指数関数的な向上と電子化されたデータ量のあらゆる分野での飛躍的な増大を背景として、人間では活用が不可能な大規模データを解釈して価値に変える人工知能技術のニーズが増大している。しかしながら、現在の人工知能技術はパターン認識、自然言語処理、運動制御等の課題において一定程度の性能を実現しているものの、多様な状況への対応力、汎用性、データの「深い理解」の度合い等の点で、いまだ人間の脳には遠く及んでいない。

人間の脳は、大脳新皮質の感覚野、運動野、言語野等の部位、古皮質の海馬、大脳基底核等の部位、小脳等の様々な部位を総合的に用いて様々な課題を解決していると考えられている。そして、それらの情報処理の原理やそれぞれの関係は、近年の脳科学研究、特に計算論的神経科学の急速な進展によって解き明かされつつある。

こうした背景の下、Deep Learning 等の人間の脳を模倣した情報処理原理による人工知能技術が注目を集め、画像認識等の分野で人間に近い性能を実現している。しかし、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。

そこで、人間の脳の情報処理原理に基づいた次世代人工知能を実現するために、計算論的神経科学の最新の知見を取入れた脳型人工知能技術の大規模目的基礎研究を実施する。

また、その成果も取込みつつ Deep Learning 等の先端技術を高度化し、大規模なデータを用いて、従来手法ではうまく解決できなかった実世界の課題で高い性能を示すことを目指す先端技術研究開発を実施する。それらにより、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、サービス分野の生産性向上、地域資源を活用した新産業の育成等による地域の活性化等の多様な社会的課題の解決に貢献する。

##### (2) プロジェクトの具体的内容

大規模目的基礎研究として、最新の計算論的神経科学の知見をより深く取入れた、人間により近いレベルの人工知能技術を実現するための脳型人工知能技術の研究開発を実施する。具体的には、脳の各部位、例えば、

- A. 大脳皮質の領野間の結合の双方向性を模倣することで、周囲の文字の並びから曖昧な文字をロバストに認識し、周囲の色合いから照明条件を推測し色や形を認識するなど、文脈を利用した視覚情報のロバストな認識を可能とする人工視覚野
- B. 大脳皮質運動野の階層構造や大脳皮質と大脳基底核・小脳との双方向接続の構造を模倣することで、人間のように少ない経験から滑らかな運動を学習する人工運動野
- C. 大脳皮質言語野と他の領野との間の解剖学的接続関係を模倣することで、外界との相互作用によって単語や文の意味を自律的に学習する概念獲得システム及び、文法制約と意味制約の両方を同時に満たす人工言語野等の研究開発を実施し、実世界の課題に関する大規模データ

に適用して有効性を検証する。

先端技術研究開発として、Deep Learning 等の先端的技術の性能の向上、新たな機能の追加、新たな課題への応用に関する研究開発を実施し、実世界の課題に関する大規模データに適用して性能を評価する。

### (3) 達成目標

#### 【先導研究の目標】

大規模目的基礎研究については、脳型人工知能のプロトタイプを試験的に構築し、下記の証拠を全て示すことによって、その技術の有望さと、最終目標を十分に達成する見込みを示す。

- A. 小規模な人工データを用いて、従来技術では不得意だが脳が得意とする機能を有することを定性的に示す。例えば、画像認識システムにおいて、文脈の情報を利用して、遮蔽物で隠された物体をロバストに認識・学習する機能を有することなどを示す。
- B. システムがスケーラビリティを持っていて、原理的に大規模化可能であることを示す。例えば、ニューラルネットワークの場合、ニューロン数に比例する程度の計算時間で動作することを示す。
- C. 機械学習理論的な証拠や神経科学的な証拠等を複数示すことにより、将来的に脳に匹敵する性能を発揮しうる有望さを備えていることを示す。例えば、脳の視覚野を模倣したシステムの場合、視覚野の情報表現に関して知られている自明でない神経科学的知見が再現可能であることなどを示す。

先端技術研究開発については、研究開発項目③で構築する標準的ベンチマークデータに対する識別精度等何らかの計測可能な指標を設定するとともに、アルゴリズムの試験的な実装あるいはそれに相当する動作確認により、最終目標を十分に達成できる見込みを示す。

#### 【最終目標】

大規模目的基礎研究については、研究開発項目②とも連携して、開発した手法を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、実用可能性を確かめる。実世界規模のデータ・課題とは、例えば、画像処理であればカメラから得られる動画像、運動制御であればロボットの実機若しくは物理エンジンを備えたシミュレータ、自然言語処理であれば WWW 等から得られる大規模なテキストデータを指す。さらに、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、処理に必要な時間がほぼ変わらないことを確かめる。

先端技術研究開発については、研究開発項目②とも連携して、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、世界トップレベルの性能を達成可能なことを確認する。

## 2. データ・知識融合型人工知能の研究開発

### (1) プロジェクトの必要性

近年、大量のテキスト、画像、音声、消費者行動履歴等のデータから確率分布や識別関数を学習し、新規なデータの分類・識別や観測できないデータの予測を行うデータ駆動型の人工知能技術が発展し、様々な分野で成功を収めている。しかし、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、そこで学習や予測された結果は人間にとって理解が困難であり、そのことが人工知能技術に対して不気味さや不安を感じさせ、人工知能技術の普及を妨げる要因になっている。

一方、人間に理解しやすい明示的な知識を記述することで知的なシステムを実現するという知識駆動型の人工知能研究の流れは、オントロジー、セマンティック Web、Linked-Open-Data (LOD) 知識ネットワーク等の形で発展し、検索システムや質問応答システム等の分野で成功を収めている。しかし、そうした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。

こうした人工知能技術の二つの流れを融合することは、人工知能の基本問題である記号接地問題やフレーム問題、特徴表現学習、自然言語理解等とも密接に関係しており、もし融合できれば、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。

そこで、後述するような、データ・知識融合型人工知能の大規模目的基礎研究と、先端技術研究開発を実施する。それによって、ロボットや社会環境等の複雑なサイバーフィジカルシステムを知的に制御して、システムの効率性、安全性、頑健性を向上させるとともに、人々の意思決定を支援して生活の質を向上させるサービスを実現して、様々な社会的課題の解決に貢献する。

### (2) プロジェクトの具体的内容

多様で非構造的な実世界の大規模データと、Web やテキストアーカイブ内の大量のテキストや人間により構造化された知識ネットワーク等の大規模知識を有機的に融合することで、人間知能との親和性が高い学習、推論、問題解決の能力を実現するための、データ・知識融合型人工知能技術の大規模目的基礎研究及び先端研究開発を実施する。

具体的には、大規模目的基礎研究として、ユーザの行動データのような、時間的・空間的に局在する大規模データを、状況依存性や個人性を考慮してきめ細かくモデル化する技術、自然言語テキストや知識グラフ等で記述された大規模な明示的知識を各種のセンサから得られる大規模な実世界データと融合して学習・理解・推論・行動計画を行う技術、推論結果や行動計画を、人間にわかりやすい形で提示・説明することで、人間と協働しながら意思決定を行うための技術等の研究開発を実施する。

また、先端技術研究開発として、データ・知識融合に適すると考えられる先端的な機械学習手法やベイジ的な確率モデリング手法等の性能の向上、新たな機能の追加、新たな課題への応用に関する研究開発を実施し、実世界の課題に関する大規模データに適用して性能を評価する。



### (3) 達成目標

#### 【先導研究の目標】

大規模目的基礎研究については、データと知識を融合するための基礎技術を試験的に実装し、例えば、データと知識を融合することによる予測・識別性能の向上や人間にとっての理解可能性の向上を評価することにより、最終目標を十分に達成する見込みを示す。

先端技術研究開発については、研究開発項目③で構築する標準的ベンチマークデータに対する識別精度等何らかの計測可能な指標を設定するとともに、アルゴリズムの試験的な実装あるいはそれに相当する中間検証により、最終目標を十分に達成できる見込みを示す。

#### 【最終目標】

大規模目的基礎研究については、研究開発項目②とも連携して、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有効性を確かめる。例えば、実世界の非構造的なマルチモーダル時系列データを基に人間の行動をモデル化して予測、制御する課題、大規模なイベントや施設、都市において交通や人の行動をナビゲーションする課題、それらの課題に関して自然言語で質問応答する課題等による動作確認が考えられる。

先端技術研究開発については、研究開発項目②の成果とも連携して、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、世界トップレベルの性能を達成可能なことを確認する。

## 研究開発項目②「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」

### (1) プロジェクトの必要性

これまでの人工知能技術の応用はインターネット上のデータや静的なデータ、知識を対象にするものが多いが、ビッグデータの活用により、今後は、未知の環境であっても過去の経験と蓄積を利用してロバストに行動できる自律型ロボットのみならず、生活空間中の製品の利用状況、消費者行動等のデータに応じた製造・流通制御、需要に即応したエネルギーの生産・流通制御、パーソナルな移動やヘルスケア等の生活支援、ビルや都市環境の管理や制御等、様々な応用分野（新たな物質・材料及びプロセス等の開発や高度化、ドローンや自動運転車等の広義のロボット）へ発展することが期待されている。

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、従来の普遍的で静的なデータや知識だけでなく、時間や空間、状況等への依存性が強く、特定の時間・空間にだけ存在し、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。

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。こうしたことが、人工知能の大規模目的基礎研究開発を困難にするとともに、幅広い応用課題に対して先端的な人工知能技術を迅速に適用することの妨げとなっている。

そこで、大規模なデータの収集・蓄積・管理・利用を容易にするとともに、各種の要素技術を容易に組み込み・統合することを可能にする情報処理基盤としての次世代人工知能フレームワークと、脳型人工知能やデータ・知識融合型人工知能の複数の要素技術を統合した先進中核モジュールの研究開発を実施する。

これにより、研究開発項目①の大規模目的基礎研究や先端技術研究開発の成果を組み込んだ各種の先進中核モジュールを研究開発し、それらを統合した実用的なシステムを容易に、かつ効率よく実装することを可能にし、利便性の高いサービスを迅速に提供しつつ、高度な次世代人工知能技術の研究開発のために必須となるデータの収集と基盤技術の改良を継続的に行うポジティブスパイラルを可能にする。こうして得られた研究成果を加速的に集積し、基礎研究から実応用開発に至る好循環の形成と、そこに携わる多くの研究者の協働の場としての次世代人工知能技術研究のプラットフォームを発展させることを通じて、我が国の次世代人工知能研究と実用化を促進し、人工知能技術の幅広い産業応用の創出にも貢献する。

### (2) プロジェクトの具体的内容

次世代人工知能研究プラットフォームの形成に資する、次世代人工知能フレームワークの研究と、その中で動作する先進中核モジュールの研究開発を実施する。具体的には、蓄積されたデータ並びに時々刻々と得られるデータに対するスケーラブルなデータ蓄積機能、プライバシーやセキュリティに配慮した柔軟なデータアクセス機能、先進中核モジュールを統合する機能を備えた次世代人工知能フレームワークの研究を行う。

また、脳型人工知能、データ・知識統合型人工知能の要素技術を組み込んだ先進中核モジュールの研究開発を行う。さらに、複数の先進中核モジュールによる要素機能を次世代

人工知能フレームワークの中で統合し、複数の大規模なサービスに適用して有効性を確認する。具体的には、例えば、生活中に局在するビッグデータからの学習推論によりユーザーモデルを構築して生活者の状況や意図の認識、行動理解を行うモジュールを統合した意思決定支援サービス、大規模な自然言語テキストの分析と理解に資するモジュールを統合した言語理解と意味を抽出するシステム、新たな物質・材料及びプロセス等を開発するためにデータや知識から物性や製造プロセス等を学習・解析・発見するシステム、データから環境モデルや行動モデルを学習し、未知の環境で行動することや新規な作業を容易に学習・実行することに資するモジュールを統合した高度なロボット制御システム等の動作確認が挙げられる。これにより、新たな大規模目的基礎研究の成果を早期に実用化に結びつけることを可能にし、さらに様々な機能を統合した実用システムのアジャイルな開発も容易にすることで、人工知能研究の発展と人工知能技術の実用化の促進を加速する。

### (3) 達成目標

#### 【先導研究の目標】

実世界に局在するビッグデータをプライバシーの観点から安全・安心に活用し、高度な次世代人工知能技術を実現するための情報処理基盤としての次世代人工知能フレームワークと、複数の先進的中核モジュールを試験的に実装し、個別モジュールの性能の先進性を検証するとともに、それらを用いてユーザの意思決定支援や生活行動支援を行うサービスのプロトタイプを複数構築して、最終目標を十分に達成する見込みを示す。

#### 【最終目標】

研究開発項目①と連携しつつ、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複数のサービスが実現可能になることを示す。

こうした成果を通じて、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体制、エコシステムを実現する。

## 研究開発項目③「次世代人工知能共通基盤技術研究開発」

### (1) プロジェクトの必要性

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、多くの場合、多様な状況の下で柔軟に機能することを求められるため、その性能や信頼性の評価・保証は容易ではない。さらに、人工知能が学習能力を持つ場合には、システムが時々刻々と変化していく可能性があるために、その性能の評価・保証はより一層困難な課題となる。また、疾病診断や貸付査定、自動走行等、人工知能技術による推定や行動が実社会で深刻な影響を及ぼしうる場面では、人工知能の学習結果や判断根拠を人が理解できる形で示されることが必要であるが、ディープラーニング等の複雑なモデルを用いた場合はそれらの説明性に乏しい。これらのことは、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採用を妨げることにもつながっている。

そこで、次世代人工知能共通基盤技術研究開発として、人工知能技術の有効性や信頼性を定量的に評価し、性能を標準的に保証するための方法、そのために必要となる標準的な問題設定、ベンチマークデータセットが満たすべき性質と構築の方法に関する研究開発、思考過程が不透明な人工知能の学習結果や判断根拠を説明できる技術等の研究開発を実施する。

また、関係学会等との連携等を通じて、標準化に向けて活動を行うと共に、企業との連携等を通じて、橋渡しに向けて活動を行う。これにより、次世代人工知能技術研究のプラットフォームの形成に資することを通じて、人工知能技術の幅広い産業応用の創出に貢献する。

### (2) プロジェクトの具体的内容

次世代人工知能技術の評価手法、評価のための標準的な問題設定やベンチマークデータセットの構築方法に関する研究開発を実施する。具体的には、統計的な機械学習手法やデータマイニング手法の性能や信頼性を評価するための、理論的・実験的な枠組みに関する研究開発を行う。

また、実世界での標準的な大規模課題を選定し、そこにおける性能や信頼性の評価・保証のための現実的な方法に関する研究開発を行う。さらに、評価に用いる標準的なベンチマークデータセットを構築するとともに、それらを用いて実際に研究開発項目①、②の評価を行いつつ、データセットの収集・構築・改良の方法について研究開発を行う。

さらに、人工知能技術の説明性を確保するために、学習内容や推論結果、判断根拠等を、人に理解しやすい形で可視化する「説明できる AI」技術を開発するとともに、機械学習ソフトウェア品質基準、管理手法、品質向上技術等を開発する。

### (3) 達成目標

#### 【先導研究の目標】

評価用の課題の選定や設定方法、ベンチマークデータセットの収集・構築方法を定める。その方法に基づいて複数の標準的課題（タスクセット）を設定するとともに、標準的ベンチマークデータセットを構築して、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評価を試みる。さらに、「説明できる AI」の必要性が高い分野・具体事例及び有望な次世代技術を検証する。

### 【最終目標】

先導研究の結果から改良点を洗い出し、複数の標準的課題（タスクセット）を設定するとともに、標準的ベンチマークデータセットを構築して、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日本が強みとしてきた品質保証のノウハウを取り入れたツール、試験評価方法等の評価方法を確立する。さらに、人工知能を安心して社会で活用するため、人工知能の信頼性を確保する基盤技術として学習内容や推論結果、判断根拠等を人に理解しやすい形で可視化する「説明できる AI」技術を構築する。

## 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」 (2017年度より実施)

### (1) プロジェクトの必要性

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、国内外の叡智を結集し、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。これを踏まえ、平成28年度第2次補正予算として成立した経済産業省の「人工知能に関するグローバル研究拠点整備事業」では、人工知能技術に関する最先端の研究開発・社会実装を産学官が連携して強力に推進するために、国立研究開発法人産業技術総合研究所が、東京都臨海副都心地区及び千葉県柏地区に産学官連携の施設を整備し、次世代人工知能技術の社会実装の加速を図ることとされている。

そこで、我が国が国際優位性を有するものづくり（ロボティクス及び材料・デバイス）等とその良質な現場データを活かした人工知能の実現による生産性、健康、医療・介護、空間の移動の3領域等における知能化を目指した研究開発を先導研究から実施する。

### (2) プロジェクトの具体的内容

次世代人工知能技術の社会実装が求められる領域として、「人工知能の研究開発目標と産業化のロードマップ」における当面の検討課題のうち、(1) 生産性、(2) 健康、医療・介護、(3) 空間の移動の3領域において、関連する課題の解決に資する次世代人工知能技術の社会実装に関する研究開発を先導研究から実施する。

具体的には、人工知能と融合させる領域として、ロボティクス（システム、シミュレータ、プラットフォーム）及び材料・デバイス（センサ、アクチュエータ等の人工知能/IoT デバイスと半導体、スマートマテリアル、ナノ材料等の製造に関する計測、加工、合成技術を含む）を中心に設定し、質の高い独自の現場データを取得した上で、次世代人工知能技術の生産性、健康、医療・介護、空間の移動の3領域等における社会実装に取り組むための研究開発を先導研究から実施する。

グローバル研究拠点内に用意されるAIの社会実装を推進するAI橋渡しクラウド「ABC1」及び良質な現場データの取得を目的とした物理的なロボットや模擬環境を活用した上で、本プロジェクトで研究開発する中核モジュールを利用した人工知能技術や人工知能と融合させるロボティクス技術、材料・デバイス技術等の研究開発を推奨する。

### (3) 達成目標

#### 【先導研究の目標】

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、その課題解決の方法を示し、想定した環境において成果物の動作を確認することで、設定した最終目標を十分に達成することを示す。

さらに、「人工知能に関するグローバル研究拠点整備事業」で東京都臨海副都心地区及び千葉県柏地区に整備される国立研究開発法人産業技術総合研究所の産学官連携の施設において、2018年度以降に実施される社会実装に向けた本格的な研究開発に繋げることを想定して、課題解決に応じた対応シナリオからなる実用化計画を策定する。

**【最終目標】**

先導研究の成果を踏まえて、グローバル研究拠点等を活用し、(1) 生産性、(2) 健康、医療・介護、(3) 空間の移動の3領域に関連した、先導研究完了時に策定する実用化計画の実証を行い、実世界のデータを活用した人工知能技術の社会実装に向けたシナリオを策定する。

## 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」 (2018年度より実施)

### (1) プロジェクトの必要性

人工知能に関する研究開発は世界規模で競争が激化しているが、その動向は特許の出願数にも表れている。例えば、2010年～2014年に中国の特許庁に出願された人工知能関連の特許の数は8,410件と、5年前（2005年～2009年）に比べ5,476件増の2.9倍となった。中国の人工知能分野での技術の進展は急加速的であるが、米国は3,170件増の1.26倍であり、依然独走している。一方、日本の特許庁への出願数は63件減の2,710件に留まっている。このような背景の下、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。

そこで、人工知能技術の研究開発及び社会実装の分野でトップである米国からの卓越した研究者の招聘等による新たな研究開発体制を整備することで、研究開発の加速を図る。共同研究への若手研究者の参加を促進することにより、次世代を担う研究者の人材育成の効果も期待できる。具体的には、(1) 人工知能技術の問題解決、(2) 人工知能技術の具現化、(3) 人工知能技術の活用の3つの知識・技能を有する人材を育成することが必要である。その際、若手研究者の育成を視野に入れた新たな研究開発体制を整備し、人工知能技術のみならず、研究開発のアプローチ、手法等も習得しながら、次世代人工知能の研究開発を行う。本研究開発で確立したグローバルなネットワークは、将来の日本の研究開発・社会実装に生かすことができると考えられる。

### (2) プロジェクトの具体的内容

「人工知能の研究開発目標と産業化のロードマップ」として取り上げるべき重点分野として特定された、(1) 生産性、(2) 健康、医療・介護、(3) 空間の移動の3領域と横断的な分野としての(4) 情報セキュリティの領域において、喫緊に解決すべき社会課題のうち、人工知能技術による貢献が期待され、経済波及効果が見込まれる課題の解決に資する次世代人工知能技術の研究開発を実施する。日本の産業競争力の強化のために、産業界との連携を前提とした研究開発を視野に置いたテーマ設定を行う。

研究開発の例としては、アノテーション付与技術、データのメタ化技術への人工知能の適用可能性、クレンジングのためのノイズ除去技術等、必要なデータを取得するスキーム等の技術とその社会実装に関する研究開発、秘匿技術、秘匿検索技術、プライバシー保護技術、サイバーセキュリティの強化等を含むセキュリティ技術とその社会実装に関する研究開発等が挙げられるが、これらの内容に縛られるものではない。

### (3) 達成目標

#### 【先導研究の目標】

米国からの卓越した研究者の招聘等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技術的課題を明確にするとともに、その解決方法を提示し、その最終目標を十分に達成する見込みを示す。さらに、課題解決に応じた対応シナリオからなる後期計画を策定する。

なお、最終目標は、日本の産業競争力強化につながり、アウトカムの最大化を目指すための社会課題を解決するものであり、研究開発において産学官連携体制を確立できる見通しを示すとともに、最終目標に対する計測可能な指標を設定する。



**【最終目標】**

先導研究終了時に見通しを付けた産学官連携体制を確立し、社会実装において明確化した人工知能技術の課題に対して設定した計測可能な指標を達成する。

## 革新的ロボット要素技術分野

### 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）」

#### (1) プロジェクトの必要性

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。

例えば、人間（生存者・心肺停止者）の発見には、従来以上の画期的な視覚、電磁波、化学的知覚センサ等のセンサや複数のセンサを統合することで実現の可能性がある。

また、センサそのものに加え、次世代人工知能技術と連携することにより、人間と同等、又はそれ以上の認識能力を実現できる可能性もある。

#### (2) プロジェクトの具体的内容

ロボットの能力を飛躍的に高めることのできる革新的なセンシング技術を研究開発する。以下に例①～例②として研究開発の例を列挙するが、本プロジェクトは、テーマ公募型で行うものでありこれらの内容に縛られるものではない。

##### 例①「革新的なセンシング技術」

変動する環境に柔軟に対応することでノイズに埋もれた弱い信号を的確に抽出することができる、従来にない革新的な視覚・聴覚・嗅覚・力触覚等のセンシング技術を研究開発する。例えば、外乱の多い屋外災害現場において人体位置を検出できるセンサシステムや超高感度な化学的知覚情報（嗅覚・味覚）センサシステム等を研究開発する。特に、視覚に関して 3D センサシステムは重要な技術と考えられる。ロボットの基本行動を実現する自律移動技術、物体把持技術、環境認識技術、個人認証や人認識等の個々が要求する 3D センサシステムに対する環境変動要求、計測距離要求、精度要求等を全て同時に満足し、対象物の物性や表面形状に依存しないセンサシステムを研究開発する。

また、高分解能で小型のジャイロセンサシステム、従来技術を超越した触覚センサシステム等を研究開発する。

##### 例②「革新的な能動的センシング技術」

センサが持つ性能をロボットが環境に対して能動的に働きかけることで、性能以上のセンシング能力を実現できる可能性がある。例えば、触ることで机上の髪の毛が分かるなどのセンシング技術と、移動する、持ち上げる、表面を擦るなどのロボットの行動との結合により、センサ単体の性能以上の解像度や分解能を発揮させることが可能となる。ロボットの能動的行動と連動させることで物体の状態や環境の状況を高性能に理解する能動的センシング技術を研究開発する。

また、触った時の動き方やへこみ方等から物体の状態を理解するために、ロボットの行動と密接に連携してセンシングする技術が必要であり、ロボットの能動的行動から実空間の物体や環境を理解する技術を研究開発する。

これらのセンシング技術を活かし、伝統技術を蓄積・伝承するための、職人技を習得する技術としてまとめてもよい。

### (3) 達成目標

#### 【先導研究の目標】

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要素に関する課題の明確化、課題解決の方法を示し、プロトタイプ機あるいはそれに相当する動作確認により最終目標を十分に達成する見込みを示す。さらに、課題解決に応じた複数の対応シナリオからなる後期計画を策定する。

#### 【最終目標】

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、その実用化研究開発のシナリオを策定する。

### (4) 特記事項

研究開発するセンサはロボットに接続して活用可能なセンサであること。さらに、ロボットと同期して利用可能なセンサであること。

(例えば、DNA チップのように試薬の発色の変化を人間が観察することにより、識別するような非接続的なセンサは本プロジェクトの対象とはしない。)

## 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）」

### (1) プロジェクトの必要性

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。例えば、今後の高齢化社会を見渡す中で、高齢者・障がい者のサポートの負担を軽減するのみならず、本人がロボットの補助を受けつつも自らの力で生活することが、生活の質を高める大きな力となる。これを実現するものとして、身体に貼り付けたり、衣類を着用したりする感覚で利用できる新しいウェアラブルアクチュエータが期待される。これにより、ロボットを身に着けること自体が負担となることを避け、ごく自然な生活を手に入れることが可能となる。

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。従来技術では、例えば細かな位置決め作業に不向きであるなどの課題があり、非線形性の高いシステムをスムーズに制御する制御理論等が必要となる。

このような従来にない静電力、電磁力、流体力、化学力等の新原理による高出力軽量のアクチュエータ、それらを駆動するための制御技術の研究開発等を行う。

### (2) プロジェクトの具体的内容

次世代のロボットを実現しうる革新的なアクチュエータ技術を研究開発する。以下に例①～例③として研究開発の例を列挙するが、本プロジェクトはテーマ公募型で行うものでありこれらの内容に縛られるものではない。

#### 例①「革新的なアクチュエータ」

例えば、生体の筋肉のように柔らかいソフトアクチュエータ（人工筋肉）を研究開発する。人工筋肉は、現在研究段階で、モータを用いたアクチュエータと比べ効率性・耐久性の面で劣るために実用化されているものは少ないものの、今後、人共存型産業用ロボット、パワーアシスト等の普及のためには、人工筋肉を中心としたソフトなアクチュエータの開発が必要である。そのため、高分子や金属、繊維等の材料開発等の研究開発を行い、人工筋肉を実現する。

また、従来にない高いエネルギー効率を持つアクチュエータや軽量な革新的アクチュエータ、小型で可変減速なアクチュエータの研究開発提案も歓迎する。

#### 例②「革新的なアクチュエータ制御」

ロボットの位置決め精度を向上させるには高剛性であることが求められるため、剛性の高い金属素材を用いることが常道であったが、この方法では柔軟なロボットの実現は困難であった。従来法の課題を画期的な方法で克服し、弾性のある素材で覆うことで衝突時の衝撃を和らげると同時に、高度な位置制御やトルク制御を組み合わせることでソフトウェア的に関節の柔軟性を実現する革新的な制御方式を研究開発する。

また、重量物の持ち上げと精密な動作の両方を実現し、かつ、軽量な革新的アクチュエータと制御技術を研究開発する。人間と同等サイズ・重量で、力強さ（出力）と器用さ（動作の精密さ）を両立させるアクチュエータが必要とされている。現在の剛性の高い機構や自由度の少ないアクチュエータと異なる原理により、柔軟な動きが可能で、かつ、細かい位置決め作業が実現できる革新的なアクチュエータ制御技術を研究開発する。

### 例③「革新的なアクチュエーションシステム」

単体では従来型のアクチュエータ（例えば油圧）であっても、組合せや制御法、革新的な機構との連携、分布構造等の革新的な工夫により、従来にないロボット用の革新的なアクチュエーションシステムを研究開発する。

#### (3) 達成目標

##### 【先導研究の目標】

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、課題解決の方法を示し、プロトタイプ機あるいはそれに相当する動作確認により最終目標を十分に達成する見込みを示す。さらに、課題解決に応じた複数の対応シナリオからなる後期計画を策定する。

##### 【最終目標】

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、その実用化研究開発のシナリオを策定する。

#### (4) 特記事項

研究開発するアクチュエータやアクチュエータ制御技術は、ロボットに活用可能なものであること。

## 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」

### (1) プロジェクトの必要性

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。

例えば、瞬時に様々に変化する環境やロボットが行動した結果に準じて生じる様々な状況変化、対応する人の動作の変化に応じて、即座に適応し行動するシステム技術が必要となる。即座に対応する性能を実現するためには、従来の情報処理型の人工知能とは別の、機械構造に密接に関係した高速な処理が必要となる。人の作業を代替したり、支援したりするロボットを実現するためには、実際の現場において、瞬時に状況に対応した行動を発揮できる技術が必要である。

### (2) プロジェクトの具体的内容

ロボットの機能・性能を非連続的に向上させる、革新的なロボット技術を研究開発する。以下に例①～例④として研究開発の例を列挙するが、本プロジェクトは、テーマ公募型で行うものでありこれらの内容に縛られるものではない。ただし、研究開発するロボットシステムで最終的に目指すタスクを明確にすること。

#### 例①「革新的な自律ロボットシステム技術」

ロボットが人の作業をその場で代替するには、人の作業内容や意図を瞬時に理解し、ロボット自身の行動に置き換え作業し、人による作業と同等かどうかを常に判断・修正しながら行動することが必要となる。さらに、何度か行動を繰り返すことで、作業の質向上や作業時間の短縮等を自律的に行うロボットシステム技術や要素技術を研究開発する。

#### 例②「革新的な遠隔操縦ロボットシステム技術」

人が直接行くことができない環境下では、ロボットを遠隔操縦する技術が必要となる。特に、多自由度を有するロボットにおいては、簡易に意図した行動をロボットに行わせるための操縦制御方法が必要となる。

また、ロボットとの通信切断が起きた場合に、ロボット自身が安定な状態を維持するために自律的に一時待避行動を取ることができるなどのロボットシステム技術や要素技術を研究開発する。

#### 例③「ドローンに係る要素技術開発」

強風等の環境変動に対して安定飛行する機体構造・制御技術、並びに逐次変化する複数のドローンの空路を考慮した自律移動技術など、実用化のために必要不可欠な基盤技術の更なる向上を目指した要素技術を研究開発する。

#### 例④「人間の知覚情報処理を参考にした革新的なロボットシステム」

人間とロボットを比較した場合、人間は、高度にかつ巧みに、知能・センサ・アクチュエーションを統合している。例えば、大脳皮質と大脳基底核及び小脳の機能の情報伝達システムと手・足の筋肉と関節等のアクチュエータは、シームレスな情報伝達・モーションの統合形態として相当程度洗練されていると考えられる。一方で、現在のロボットシステムは、人工知能と各種センサやアクチュエータが連携はしているが、個々の要素技術のつなぎ合わせ的な側面が存在すると考えられる。よって、人工知能、センサ、アクチュエータを、人間の脳・神経・筋肉の統合方法を参考にしながら、高度に関連させる革新的なロボットシステムを研究開発する。

#### 例⑤「革新的なウェアラブルロボットシステム技術」

人の作業を支援するロボットの形態としてウェアラブルロボットによる身体能力を拡張する技術がある。人の意図を瞬時に判断し、ロボットを装着している違和感を与えること無く身体能力を拡張することができるウェアラブルロボットシステム技術や要素技術を研究開発する。

#### (3) 達成目標

##### 【先導研究の目標】

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要素に関する課題の明確化、課題解決の方法を示し、プロトタイプ機あるいはそれに相当する動作確認により最終目標を十分に達成する見込みを示す。さらに、課題解決に応じた複数の対応シナリオからなる後期計画を策定する。

##### 【最終目標】

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実空間の行動として実現・評価し、その技術の実用化研究開発のシナリオを策定する。

#### (4) 特記事項

研究開発項目⑥のテーマにおいては、次世代人工知能技術分野の開発項目と連携することで情報領域の知能と実世界知能を掛け合わせ、実空間のタスクでさらに向上した機能・性能により効果的にロボットが活動可能であることを動作確認することを強く推奨する。

(別紙2) 情報提供依頼 (RFI) 項目

**情報提供依頼項目**

状況に応じ、以下に例として示す必要な RFI を行う。

例①「次世代人工知能のための革新的な計算機ハードウェア技術」

量子コンピュータ等の人工知能の性能を飛躍的に向上させる革新的な計算機ハードウェアに関するもの。

例②「次世代人工知能のための革新的なプログラミング基盤技術」

人工知能システム開発を飛躍的に高度化する可能性のある革新的なプログラミング基盤技術に関するもの。

例③「次世代人工知能のためのロボット用共通ソフトウェア」

ロボット用の OS、ミドルウェア、シミュレータ等のうち、次世代人工知能の先進中核モジュールを組み込み、実用に耐える高度なロボットシステムを容易に構成可能な、革新的なソフトウェアに関するもの。

例④「次世代人工知能のための革新的インタラクション知能」

人とのインタラクションの中から人の知識を収集・蓄積し、人に働きかけることにより、さらに対面者についての認識を深めることができるような認知モデル (ユーザーモデル) を持つ知能や人の習慣や社会心理学、文化的常識等を踏まえ、曖昧な指示の解釈や自律的な状況判断ができる知能のうち、特に、革新的な知能に関するもの。

例⑤「次世代人工知能のための身体性に着目する革新的知能」

ロボットの身体性に着目し、人間の動作等の非言語的情報を模倣・再現し、さらに習熟が可能であったり、環境の情報 (環境モデル) を推定可能であったりするロボット用人工知能のうち、特に、革新的な知能に関するもの。

例⑥「次世代人工知能のための革新的な神経科学研究方法論」

革新的な脳型人工知能の実現につながる期待のある、人工知能技術への応用を明確に意識した脳の神経科学研究や人工知能技術の成果をフィードバックして新たな神経科学研究の発展を目指す方法論のうち、特に革新的なもの。

例⑦「情報の安心安全な利用」

実世界に局在するビッグデータ (音声やテキスト、位置情報だけでなく、ロボット等の動きも含む) におけるプライバシーを保護し、利便性の高いサービスを提供しながら匿名性、安全性、安心さを確保する、ビッグデータの収集・保管・活用方法やロボットに関するライアビリティ、モーション安全性、ソフトウェアセキュリティに関するもの。

例⑧「ブレイン・マシン・インターフェース技術」

脳の生体信号を非侵襲に計測し、迅速かつ正確に必要な信号を取出し、高い応答性でロボット等の外部機器を操作したりソフトウェアを操作したりするなどの、革新的なブレイン・マシン・インターフェース技術に関するもの。

また、単に脳から機械への情報伝達だけでなく、機械から脳へもインタラクションする技術に関するもののうち、特に革新的なもの。



(別紙3) 研究開発スケジュール

FY2015 (H27FY)	FY2016 (H28FY)	FY2017 (H29FY)	FY2018 (H30FY)	FY2019 (R1FY)	FY2020 (R2FY)	FY2021 (R3FY)	FY2022 (R4FY)	FY2023 (R5FY)
		中間評価			事後評価			
I. 人工知能分野【研究開発項目①～③】(課題設定型)、 ロボット分野【研究開発項目④～⑥】(テーマ公募型)								
公募	先導研究	ステージゲート	研究開発					
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④～⑥】(RFIを踏まえた課題設定型)								
RFI	調査研究	先導研究	ステージゲート	研究開発				
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④～⑥】(課題設定型テーマ公募)								
公募	先導研究	ステージゲート	研究開発					
IV. 人工知能分野【研究開発項目⑦】(課題設定型テーマ公募)								
		公募	先導研究	公募	先導研究	ステージゲート	研究開発	
V. 人工知能分野【研究開発項目①～③】 (課題設定型テーマ公募：AIコンテスト方式)								
		公募	調査研究	公募	調査研究			
VI. 人工知能分野【研究開発項目⑧】(テーマ公募)								
		公募	先導研究	ステージゲート	研究開発			
VII. 人工知能分野【研究開発項目③】(課題設定型テーマ公募)								
				公募	先導研究			
				公募	研究開発			

「人工知能技術適用による  
スマート社会の実現」への移行

「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

(別紙 4)「人工知能技術適用によるスマート社会の実現」プロジェクトへ移行する研究開発テーマの選定基準

省庁連携や民間研究開発投資の促進、実用化の加速の観点から、「人工知能技術戦略」で策定された重点分野に係る研究開発であって、以下のテーマ移行基準に合致するテーマについては、「官民研究開発投資拡大プログラム (PRISM)」（革新的サイバー空間基盤技術／革新的フィジカル空間基盤技術）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」に移行する。

<移行する研究開発テーマの選定基準>

- (1) 実用化・事業化、市場の創出や獲得に向けた出口戦略の重視が望まれるもの
- (2) 基礎研究から実用化・事業化までを見据えて研究開発を推進すべきもの
- (3) 個々の企業が研究開発を行う「競争領域」と官民連携、企業間連携で行う「協調領域」の研究開発を峻別でき、開発投資の重点化方針の策定が明確化しやすいもの
- (4) 省庁連携や共同実施により効果的な研究開発が期待できるもの
- (5) 民間からの研究資金の導入を促進できるもの