参考資料１
科学技術・学術審議会
基礎研究振興部会（第19回）
令和7年9月5日

【ムーンショット目標３】

「2050 年までに、AI とロボットの共進化により、自ら学習･行動し人と共生するロボットを実現」

研究開発構想案

令和２年２月
令和７年〇月改訂
文 部 科 学 省

１．ムーンショット目標

文部科学省は、国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）を研究推進法人として、ムーンショット目標（令和２年１月 23 日総合科学技術・イノベーション会議決定）のうち、以下の目標の達成に向けて研究開発に取り組む。

＜ムーンショット目標＞
「2050 年までに、AI とロボットの共進化により、自ら学習･行動し人と共生するロボットを実現」

- 2050 年までに、人が違和感を持たない、人と同等以上な身体能力をもち、人生に寄り添って一緒に成長する AI ロボットを開発する。
- 2050 年までに、自然科学の領域において、自ら思考・行動し、自動的に科学的原理・解法の発見を目指す AI ロボットシステムを開発する。
- 2050 年までに、人が活動することが難しい環境で、自律的に判断し、自ら活動し成長する AI ロボットを開発する。

- 2030 年までに、特定の現場[1]における特定のタスクについて、人による支援のもと、実用上違和感なく状況の変化に対応しながら一連のタスクを完遂でき、民間投資対象となり得る汎用自律人型 AI ロボットのプロトタイプを開発する。
- 2030 年までに、あらゆる状況に対応できる汎用自律人型 AI ロボットの実現に向けた開発要素の基礎を確立する。

[1] 工場、病院・介護施設、家庭、研究室、災害現場など

２．研究開発の方向性

ムーンショット国際シンポジウム（令和元年 12 月 17、18 日開催）での議論や、近年の AI ロボットの研究開発動向を踏まえ、現時点での研究開発の方向性を以下のとおりとする。

（１）挑戦的研究開発を推進すべき分野・領域

少子高齢化が進展する中で、危険な現場や人手不足の現場における労働、人類のフロンティア開発、生活のサポートなど、社会のあらゆる場面においてロボットを活用できるようにすることが重要であり、そのためには、AI とロボットの共進化によって、自ら学習・行動するロボットを実現することが鍵となる。その際、実世界にある物体、道具、環境などは人が取り扱う前提で設計されており、破壊的イノベーションを目指す観点から AI ロボットが完全に人の環境に適応できるよう、人型ロボットを研究開発対象とすることが肝要である。

具体的には、人が生活の中で違和感なく接することができ、今後人手が足りなくなる場所や人が活動するには危険な場所等で、その場で学習し、状況の変化に対応しながら一連のタスクを完遂できる汎用自律人型 AI ロボットの開発が想定される。

このような汎用自律人型 AI ロボットを実現するためには、単に個別要素技術を組み合わせるのではなく、多くの異分野技術を有機的に融合させる必要がある。図１に汎用自律人型 AI ロボットの実現に必要な研究開発の主な分野・領域を示す。

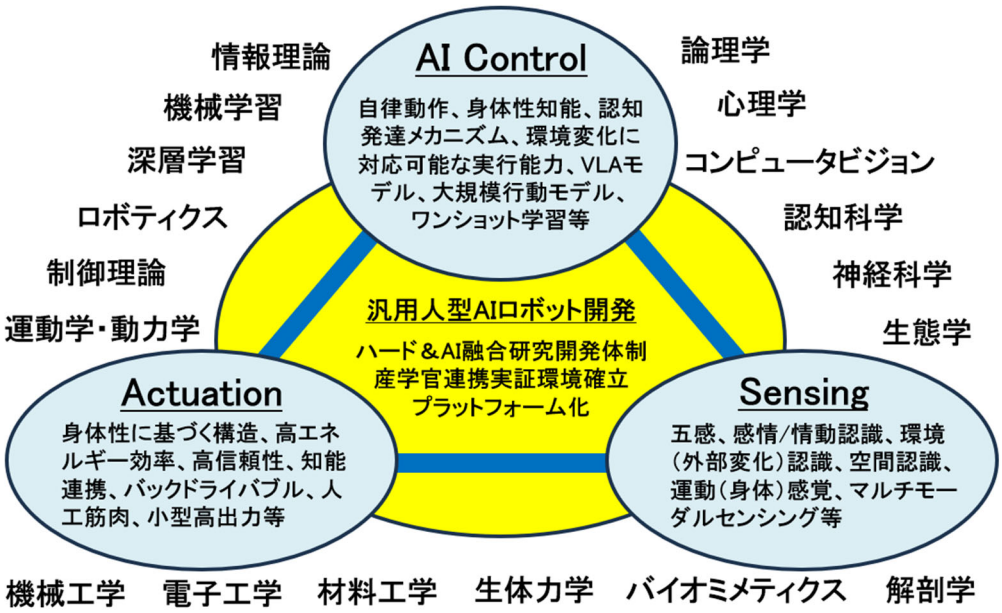

図１．汎用自律人型 AI ロボットの実現に必要な研究開発の主な分野・領域

大きくはAI Control、Actuation、Sensingの三つのキーワードに集約される。AI Controlは、人工知能における機械学習、強化学習を中心に、人間の知覚や認知を模倣し適応するための技術群であり、認知科学や神経科学などを加えることで、ロボットの意思決定や社会的適応力を強化する必要がある。Actuationは、ロボティクスや機械工学、制御理論を基に、ロボットの物理的動作をサポートする技術群であり、材料科学等による動作の耐久性並びに効率化向上や、生体力学等による生物の動きを模倣した新しい構造研究も必要である。Sensingは、コンピュータビジョンやセンサー技術による環境情報をリアルタイムで収集し分析する能力の強化に加え、生態学やバイオミメティクスなどが絡むことで、知覚能力の向上と、複雑な状況への対応を可能にする。これらは相互に密接な関係にあり、有機的融合を目指して統合的な開発体制化で取り組む必要がある。

（２）目標達成に当たっての研究課題

ムーンショット型研究開発プログラムにおいては、図１に示す推進すべき分野・領域について、ムーンショット目標である、自ら学習・行動するAIロボットの実現に貢献する挑戦的な研究開発を進める。なお、最も効率的かつ効果的な手段を取り得るよう、最新の科学的動向を調査し研究開発の推進に活かす。

具体的には、以下のような研究開発を推進する。

① 人の身体構造や動作の本質を理解した上で、知能と身体が有機的に融合した安全で効率の良い構造を持つロボット身体の開発が想定される。
② 人の教示や自らの試行錯誤から短期間でやるべき事を学び、現場の状況に適応しながら一連のタスクを自律で達成できる知能の開発が想定される。
③ 人の感情や嗜好、周囲の環境や社会を継続的に学び、その場の状況や倫理面を考慮した行動を生成できる知能の開発が想定される。

汎用自律人型AIロボットの実現を目指したこれらの研究においては、単なるAI 研究とロボット研究の連携ではなく、革新的な実世界知能の研究開発に重点を置いたAIとロボットの融合を進めることとする。

また、研究成果を円滑に社会実装する観点から、倫理的・法的・社会的課題について様々な分野の研究者が参画できるような体制を検討することとする。

（３）目標達成に向けた研究開発の方向性

汎用自律人型AIロボットの実現とは、人との関わりの中であらゆる状況に対応しながらミッションを達成する自律人型ロボットを実現することである。

その実現のためには、人が出来ることは基本的に何でもできる（最初から最後まで一連のタスクを完遂できる）ことや、周囲の環境や必要な作業をその場で理解し、人の意図や嗜好を理解した上でそれらを踏まえた行動することを可能にする仕組みや要素技術の研究開発が必要である。強化学習や模倣学習のような既存の技術だけでなく、例えば、身体性を考慮したハードウエアと AI の有機的融合による新しい体系や、認知発達の進化・拡張など、AI とロボットの融合による新しい発想や研究開発が必要である。汎用自律人型 AI ロボットを基本的に実現するための統合研究に加え、現在は確立されていないが将来の礎となる要素研究も必要である。一方で、実環境（人の生活環境）や物理世界の理解もこの研究開発としては必要不可欠である。従って、研究開発を進めると共に、節目毎に要素技術の一部やコア技術を実世界で実証（PoC）し、多くのフィードバックやデータを取得しながら研究開発の方向も修正して行くべきである。図２に汎用自律人型 AI ロボットの実現に向けた研究開発の進め方を示す。

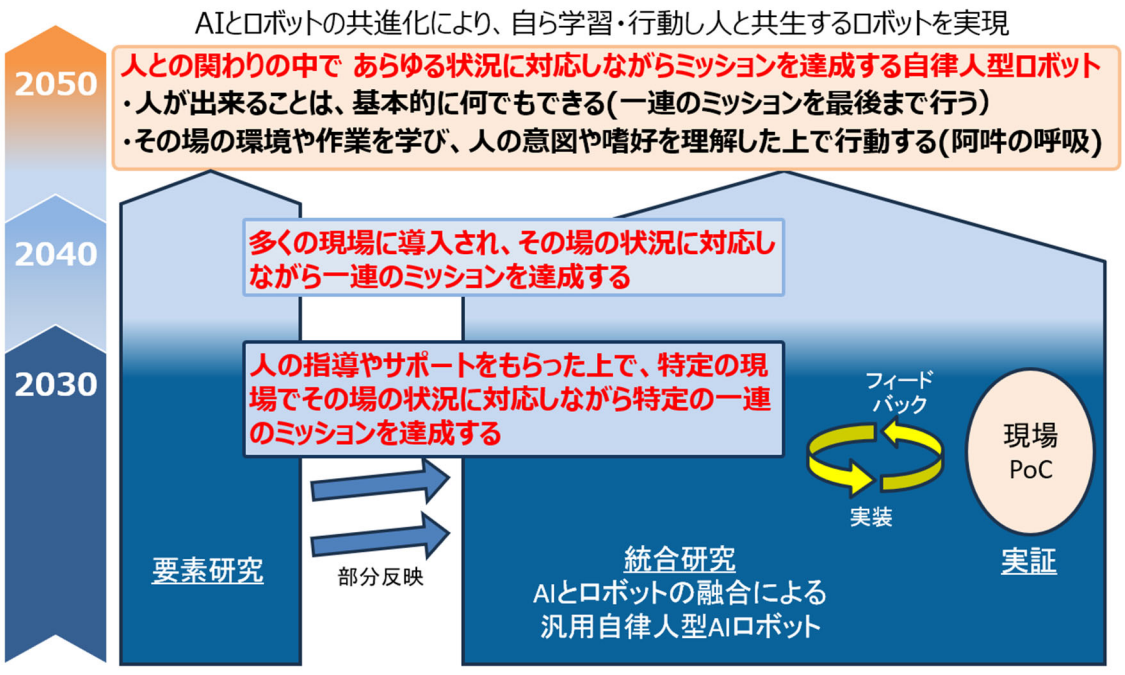

図２．汎用自律人型 AI ロボットの実現に向けた研究開発の進め方

＜参考：目標達成に向けた分析＞

JST CRDS 発行の各種 Report において分析された内容および近年の AI ロボットの研究開発動向を、要約して以下に示す。

（１）目標に関連する分野・技術群の構造

図１に示す汎用自律人型 AI ロボットの実現に必要な研究開発の主な分野・領域において、これらの分野は進化のスピードが早いだけでなく、融合して新しい分野を生み出すなどの革新が起こっており、ここで記載した分野が全てではない。特に、今まで独立していた AI 分野とロボット分野は急速に融合され、フィジカル AI という分野が登場するなど、AI ロボットの技術群の構造は複雑である。従って、本目標においては、既存分野での技術要素を組み合わせるのではなく、異分野融合による新しい分野を切り開く挑戦的な研究開発が求められる。

（２）関連する研究開発の動向

図３に、AI 技術とロボット技術の進展を示す。

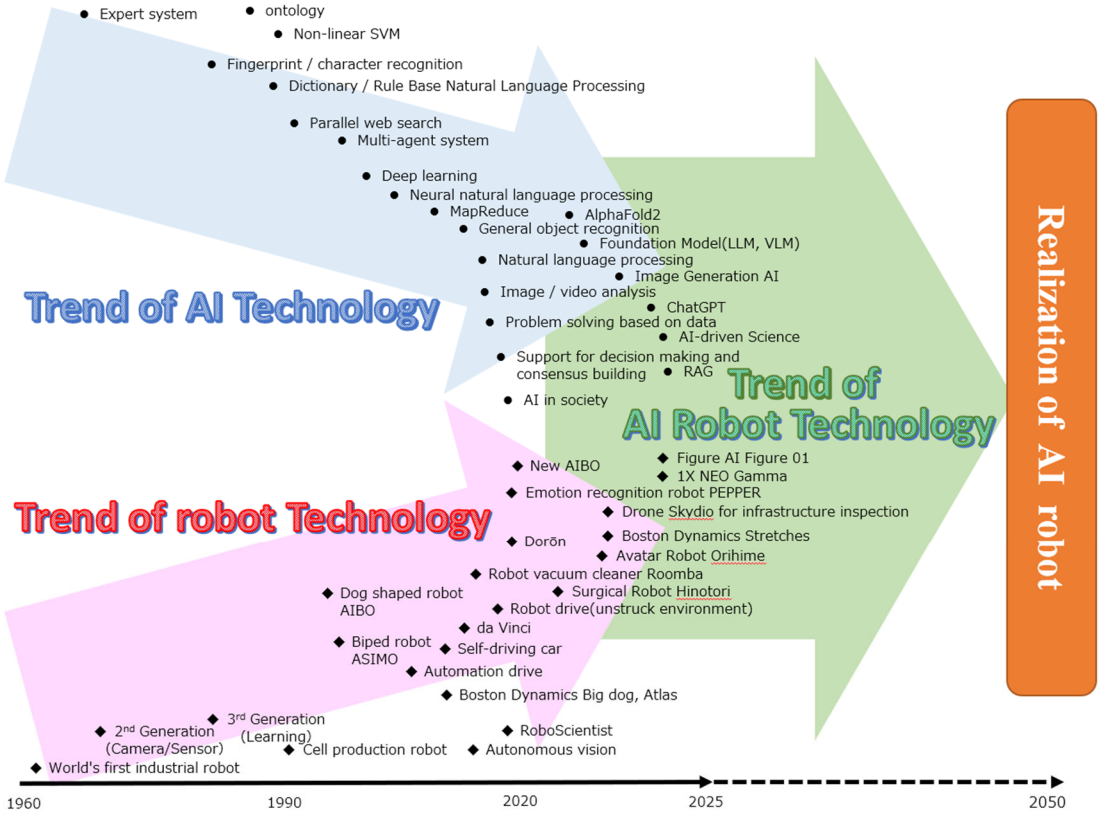

図３．AI 及びロボットに関する技術動向

（出典）JST CRDS 研究開発の俯瞰報告書 システム・情報科学技術分野（2024 年）及び人工知能研究の新潮流 2025 を元に作成

AI 技術は、第 1 次 AI ブーム（1950 年代後半から 1960 年代）、第 2 次 AI ブーム（1980 年代）を経て、第 3 次 AI ブーム（2000 年代後半から 2010 年代）には、ディープラーニング（深層学習）の登場により、画像認識、自然言語処理、シミュレーションなど、AI の活用範囲が大きく向上した。第 4 次 AI ブーム（2020 年代）に入ると、生成 AI の登場により、文章や画像などを自律的に生成することが可能になり、また、ChatGPT のような大規模言語モデルの登場により、ビジネスや日常生活への AI 活用が急速に進んだ。

一方、ロボット技術は、1960 年代の産業用ロボットに始まり、2000 年前後には、産業用ロボットに加えて、お掃除ロボット、家庭用エンタメロボット、ドローンなどが登場した。2010 年代に入るとサービスロボットなどが登場し、AI 技術との融合が始まった。2020 年代に入ると、大規模言語モデル（LLM）や生成 AI の登場がフィジカル AI の研究開発を加速させている。これらの自然言語を基盤とする技術は、人間の動作や理解を模倣する面で人型ロボットとの親和性が非常に高いため、多くの国で人型ロボットの研究開発が急速に活発化している。

ムーンショット型研究開発プログラムでは、2050 年に向けて、AI 技術とロボット技術の融合にとどまらず、さらに異分野を融合した新しい発想を用いてムーンショット目標の達成を目指す。

（３）日本の強み、海外の動向

① 特許出願、論文発表の動向

図４に、AI 技術とロボット技術の両技術が含まれる国別特許出願数を示す。

出願数は世界的に増え続けており、産業界では、この分野が注目されていることがうかがえる。

近年日本の出願数は、中国、韓国、米国に次いで第４位となっており、依然日本のこの分野での産業競争力は高いと考えられる。

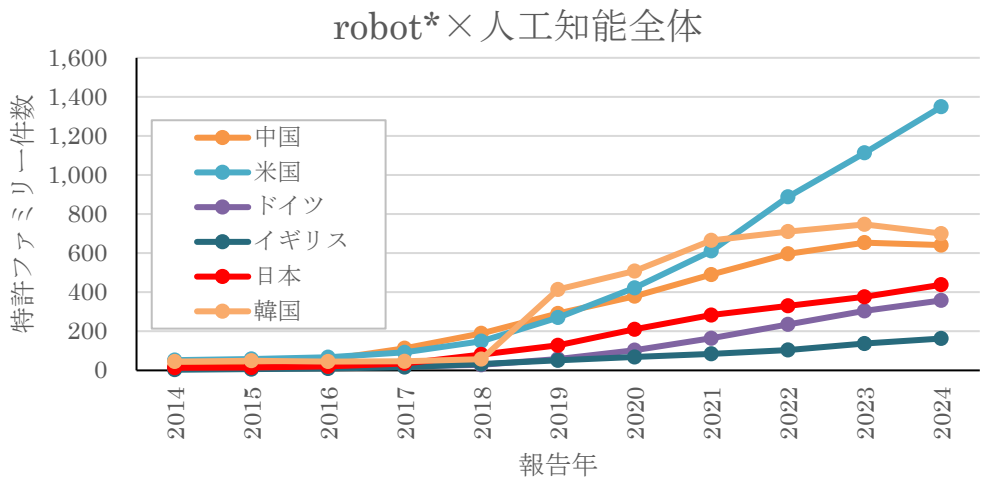

図４．AI ロボットに関する国別特許出願数年次推移

(出典)JST CRDS　フィジカル AI システムの研究開発　～身体性を備えた AI とロボティクスの融合～から

図５に AI 技術とロボット技術との両技術が含まれる論文発表動向を示す。2014 年以降は増加しており、特に 2022 年以降の増加は顕著である。

知的財産権と同様に、この分野が科学コミュニティにおいても注目されている分野であることがうかがえる。

論文数、特許出願数ともに、AI ロボットの分野では増加しており、世界的に注目されている分野の一つであるといえる。

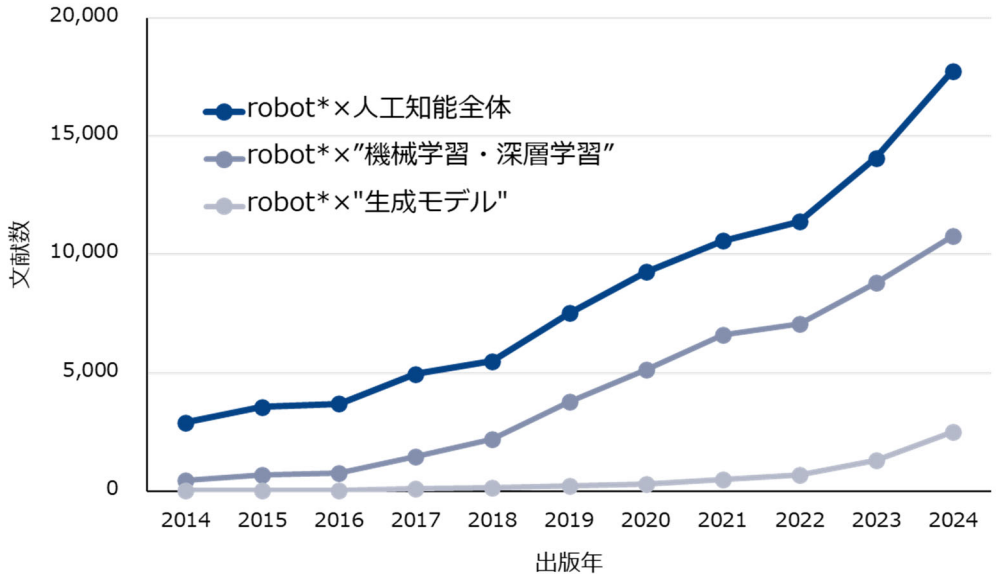

図５．AI ロボットに関する文献数の年次推移

(出典)JST CRDS　フィジカル AI システムの研究開発～身体性を備えた AI とロボティクスの融合～から

② 要素技術の国際比較

AI を構成する要素技術の国際比較を表 1 に示す。

米国は、基礎研究、応用研究開発とも全般的に優位が顕著である。AI を中心にした産業界と DARPA、NSF など大型な研究開発投資を受けられる研究者層が厚いためと思われる。

近年、中国の伸びが著しく、これは、政府の後押しもあって AI を活用した産業に勢いがあることも背景にある。

一方、日本は認知発達ロボティクス分野では優位であり、上昇傾向でもある。

表1　　AI 研究開発状況の国際比較

国・地域	日本		米国		欧州		中国		韓国	
フェーズ	基礎	応用	基礎	応用	基礎	応用	基礎	応用	基礎	応用
①知覚・運動系のAI技術	○↗	○↗	◎↗	◎↗	○→	○↗	○↗	◎↗	△→	△↗
②言語・知識系のAI技術	○↗	○→	◎→	◎↗	○→	○→	◎↗	◎↗	△→	○↗
③エージェント技術	○→	○↗	◎→	◎→	◎→	○→	○↗	○↗	△→	△→
④AIソフトウェア工学	○↗	○↗	○↗	○↗	○↗	○↗	○↗	○↗	×→	×→
⑤人・AI協働と意思決定支援	○↗	○↗	◎↗	◎↗	◎↗	◎↗	◎↗	△→	△→	△→
⑥AI・データ駆動型問題解決	○↗	○↗	◎↗	◎↗	○↗	○→	○→	◎↗	△→	○→
⑦計算脳科学	◎→	○→	◎→	◎→	◎→	◎→	◎↗	○↗	○→	○→
⑧認知発達ロボティクス	○↗	○↗	△→	△↘	○→	○→	△↘	△↘	△↘	△↘
⑨社会におけるAI	◎→	○↗	◎→	◎→	◎→	◎→	△→	△↗	△→	△→

（出典）CRDS 人工知能研究の新潮流 2025～基盤モデル・生成 AI のインパクトと課題～から

（註 1）フェーズ　基礎研究フェーズ ：大学・国研などでの基礎研究の範囲
応用研究・開発フェーズ ：技術開発（プロトタイプの開発含む）の範囲

（註 2）現状　※我が国の現状を基準にした相対評価ではなく、絶対評価である。
◎：特に顕著な活動・成果が見えている、○：顕著な活動・成果が見えている、
△：顕著な活動・成果が見えていない、×：活動・成果が見えていない

（註 3）トレンド　↗：上昇傾向、 →：現状維持、 ↘：下降傾向