

「革新的ロボット研究開発基盤構築事業」
終了時評価報告書

2026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

2026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
理事長 斎藤 保 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 木野 邦器

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。

「革新的ロボット研究開発基盤構築事業」
終了時評価報告書

2026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

目次

はじめに	1
審議経過	2
分科会委員名簿	3
研究評価委員会委員名簿	4
第1章 評価	
1. 評価コメント	1-1
1. 1 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋	
1. 2 目標及び達成状況	
1. 3 マネジメント	
（参考）分科会委員の評価コメント	1-3
2. 評点結果	1-13
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

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、「革新的ロボット研究開発基盤構築事業」の終了時評価報告書であり、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「革新的ロボット研究開発基盤構築事業」（終了時評価）分科会において評価報告書案を策定し、第 82 回研究評価委員会（2026 年 3 月 17 日）に諮り、確定されたものである。

2026 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

審議経過

● 分科会（2025年12月19日）

公開セッション

1. 開会
2. プロジェクトの説明・詳細説明

非公開セッション

3. プロジェクトの補足説明
4. 全体を通しての質疑

公開セッション

5. まとめ・講評
6. 閉会

● 第82回研究評価委員会（2026年3月17日）

「革新的ロボット研究開発基盤構築事業」（終了時評価）

分科会委員名簿

(2025年12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	はせがわ やすひさ 長谷川 泰久*1	名古屋大学 未来社会創造機構 ナノライフシステム研究所 所長／教授
委員	ありき としひろ 有木 俊博	アーサー・ディ・リトル・ジャパン株式会社 パートナー
	こくど しんご 国土 晋吾	一般社団法人 TXアントレプレナーパートナーズ 代表理事
	たなか まみ 田中 真美*2	東北大学 大学院医工学研究科 医工学専攻 教授
	とみなが まこと 富永 誠	株式会社ヒロテック neXt 事業部 FA システム部 部長
	やました あつし 山下 淳*3	東京大学 大学院新領域創成科学研究科 人間環境学専攻 教授

敬称略、五十音順

注*：実施者の一部と同一大学であるが、所属部署が異なるため（実施者：名古屋大学 ナショナルコンポジットセンター*1、東北大学 大学院情報科学研究科*2、東京大学 大学院工学研究科 人工物工学研究センター*3）「NEDO 技術委員・技術委員会等規程（平成30年11月15日改正）」第35条（評価における利害関係者の排除）により、利害関係はないとする。

研究評価委員会委員名簿

(2026年3月現在)

	氏 名	所属、役職
委員長	きの くにき 木野 邦器	早稲田大学 理工学術院 教授
委員	あさの ひろし 浅野 浩志	東海国立大学機構 岐阜大学 特任教授
	いなば みのる 稲葉 稔	同志社大学 理工学部 教授
	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
	すずき じゅん 鈴木 潤	政策研究大学院大学 政策研究科 教授
	はらだ ふみよ 原田 文代	株式会社日本政策投資銀行 常務執行役員
	まつい としひろ 松井 俊浩	東京情報デザイン専門職大学 情報デザイン学部 教授
	まつもと まゆみ 松本 真由美	東京大学教養学部附属教養教育高度化機構 環境エネルギー科学特別部門 客員准教授
	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 産業創発部 主席研究員

敬称略、五十音順

第 1 章 評価

1. 評価コメント

1. 1 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

本事業は、Industrie4.0 や中国製造 2025 など諸外国の強力なロボット産業振興政策に対して、我が国が強みを持つ産業用ロボットの適用領域拡大および自動配送ロボットの社会実装を目指すものであり、その意義は重要かつ当該研究開発により見込まれる社会的影響を十分に考慮したものであった。特に、生成系 AI の急速な進展に対応して、新たな AI 技術を外部環境として適切に位置付け直し、その社会的影響も含めて「アウトカム達成までの道筋」を再構築している点は高く評価できる。また、自動配送ロボットの社会実装を促進する「道路交通法の一部を改正する法律」への対応など、必要な政策・施策が適切に実施されていた。

知的財産については、本事業は複数の同業他社および大学が参画する体制であり、協調領域と競争領域の切り分けが本質的に難しい状況にあった。しかしながら、役割分担を明確にするとともに、研究開発項目ごとに、論文として公開する内容、特許取得を行う内容、秘匿化すべき内容を事前に整理・決定しつつ、オープン・クローズ戦略を適切に運用していた点は高く評価できる。

一方で、短期間で実用化・事業化を実現させるためには、中間評価で指摘された System Integrator (SIer) に加え、実際にロボットを活用するサービス事業者など想定されるエンドユーザとの連携も必要であったのではないかと。エンドユーザからの要求仕様など、より具体的な要求も考慮して技術開発を進めることで、実用化・事業化の早期実現につながることを期待される。また、現在の技術のアピールだけでなく、そこから考えられる波及効果などもよりアピールし、ひいてはロボットが未利用な分野への展開にもつなげていただきたい。

本分野においては、国際標準化や海外動向との整合性がアウトカムの社会実装や競争力確保に直結することから、海外研究機関・企業との連携、国際実証、国際標準化活動への参画等についても、より積極的かつ戦略的な取組が望まれる。

1. 2 目標及び達成状況

ロボットの小型化・軽量化を実現し、またエネルギー効率の高い最適な動作を事前に計画・蓄積して手軽に利用可能とすることで、エネルギー効率を 1.5 倍に高めるアウトカム指標および目標値は適切であった。特に、近年急速に進展する各種 AI 技術の活用を見据え、研究データを体系的に整理・蓄積するためのデータベース構築に着手している点は、将来の技術発展や社会実装を見据えた先見的な取組であり、アウトカム達成に向けた活動として評価できる。また、これらの取組は、本事業が目指す将来像と整合したアウトカムの創出に寄与するものであり、目標達成の見込みは概ね認められる。

アウトプット目標の達成状況は、最終目標に対して全ての項目をクリアしており大いに評価できる。論文発表および特許出願を適切に実施し、オープン・クローズ戦略および実用化・事業化計画と整合した形で、極めて優れたアウトプットを創出した。研究開発成果は量・質の両面において十分であり、本事業の目標を鑑みて高く評価できる。

一方で、ロボットの軽量化に関するアウトカム目標については、単なる消費電力削減やCO₂削減への貢献度のみならず、多視点的に社会的アウトカムとの関係を明確にした上で、より踏み込んだ評価指標および目標値の設定が求められるのではないかと。今後、これらの成果が迅速に実用化・事業化へと展開されることにより、社会的・経済的価値の創出が強く期待される。

また、アウトプット目標については実証成果の内容に曖昧性があり、達成したと明言できるか不明瞭な部分も残るのではないかと。今後の成果の有効活用、研究テーマの引継ぎなど、実用化・事業化に向け、これまでの実証・検証の前提や評価指標の内容をより現実に即して見直すことで、実際にはどこまで達成できたのか、残課題は何か、どのような応用研究による利活用の方針が描けるのかなど、今一度レビューすることが望まれる。

1. 3 マネジメント

実施体制は、PLのリーダーシップの下、指揮命令系統および責任体制が明確に定義され、事業期間を通じて実効的に機能していた。実施者は高い技術力ならびに実用化・事業化能力を十分に発揮しており、本事業の目標達成に資する適切な運用がなされていたと評価できる。また、現場への導入で重要となる意見を取り入れるために、SIerを技術推進委員に加えるなど、中間評価を踏まえた対応も適切に行われていた。自動配送については、様々なサービス方法等について検討実証している点、「自動配送ロボット活用の手引き」の発行など、実用化や社会受容性を目指したものとなっており、優れた活動を展開していた。

研究開発計画は、アウトプット目標の達成に必要な要素技術が適切に整理・網羅されており、要素技術間の連携を意識した立案がなされ、実行された。アウトカムとアウトプットの関連性がやや不明瞭な状況からスタートしつつも、中間評価までの段階でそれらを整合させた計画を再構築し、明確な目標を定めて終了時評価までに効果的な研究成果実証を進めていた。

一方で、産業用ロボットの要素技術開発と自動配送ロボットの導入推進の間で、横断的な取り組みの具体的な成果があまり見られなかった。事業初期の段階から各研究テーマを横断した体制の整備、研究開発計画の立案が望ましかった。今後の事業では、開始当初からSIer企業やエンドユーザーと連携した実施体制を構築するなどして、その改善が望まれる。初期の段階から連携して進めることで、より一層のスピードアップも期待出来るのではないかと。

今後に向けては、事業終了後も見据え、新たに創出された技術、データ、運用ノウハウなど、本事業の成果を他の事業や施策へ円滑に引き継ぐための仕組みなどを検討・準備しておくことが望まれる。

(参考) 分科会委員の評価コメント

1. 1 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

<肯定的意見>

- **Industrie4.0** や中国製造 2025 など諸外国の強力なロボット産業振興政策に対して、我が国が強みを持つ産業用ロボットの適用領域拡大および自動配送ロボットの社会実装を目指した本事業の意義は重要であり、当該研究開発により見込まれる社会的影響を十分に考慮したものであった。ロボットフレンドリーな環境構築によるロボット導入推進の一環として、自動配送ロボットの社会実装を促進する「道路交通法の一部を改正する法律」への対応など、必要な政策・施策とともに実施されていた。
- 自動配送ロボットについて、法律改正への対応など協調領域である周辺環境の整備と、競争領域であるロボット制御部の開発は、設定されたオープン・クローズ戦略のもとで適切に実施されていた。産業用ロボットの要素技術開発について、設定されたオープン・クローズ戦略のもとで、スキルライブラリデータベースなど共通化可能な成果物は適切に共有され、活用されていた。
- 本プロジェクト開始当初においては、AI 技術は現在ほどの高機能化・汎用化（コモディティ化）には至っておらず、外部環境として十分に想定されていなかったと考えられる。しかしながら、その後の急速な技術進展を踏まえ、大規模言語モデル（LLM）、視覚言語モデル（VLM）、フィジカル AI といった新たな AI 技術を外部環境として適切に位置付け直し、社会的影響も含めて「アウトカム達成までの道筋」を再構築している点は高く評価できる。特に、技術進化に応じて計画を固定化せず、アジャイルな見直しを行った姿勢は、不確実性の高い分野における研究開発として妥当かつ実効性の高い対応である。
- 本プロジェクトは、複数の同業他社および大学が参画する体制であり、協調領域と競争領域の切り分けが本質的に難しい状況にあった。そのような中で、基盤的・基本的な特許については大学が出願し、応用・実装段階の特許については企業が出願するといった役割分担を明確にするとともに、研究開発項目ごとに、論文として公開する内容、特許取得を行う内容、秘匿化すべき内容を事前に整理・決定しながら、オープン・クローズ戦略を運用していた点は高く評価できる。また、研究データの取扱いも含め、実用化・事業化を見据えた知的財産マネジメントが行われており、外部環境の変化を踏まえても概ね妥当な戦略であったと判断される。
- 対外発信を多数実施し、業界へのインプットや巻き込みを進められていた。技術組合を通じて得た知見を各社でブラッシュアップして事業につなげていくことでアウトカムを達成していくシナリオが描かれていた。明確な事業化プランを打ち出せない前提があるなかで過不足ない取り組み方針となっている。
- 知財化を意欲的に進めて成果を上げ業界横断で活用可能な知見へと集約を進めることで、業界の活性化につながる成果を生み出している。
- 2020 年当初に立案した計画は妥当であり、アウトカム達成に向け、新たに SI 事業者を体制に加えるなど中間評価のフィードバックを生かした取り組みがなされている。

- ・ **ROBOCIP** (技術研究組合 産業用ロボット次世代基礎技術研究機構)においてオープン・クローズ戦略や共有化戦略を見据えて、事業期間中に得られた部品や流通商材などのオブジェクトデータの標準化や共有をする仕組みを構築している。配送ロボット事業では、個々の技術においては各社のノウハウや技術として研究開発が進められたものの、ヒヤリハットなどの安全に関する重要情報の共有がなされており、実用化や事業化を見据えた情報共有がなされている。
- ・ 生成系 AI の進展に対応して、未知物体に対する把持やロボット動作手順生成における LLM 活用における課題抽出と知見獲得ができたことは極めて高く評価できる。また、道交法の改定への対応などを含め、自動配送ロボットの実装実験などに対応したことも大変高く評価できる。また、ROBOCIP による DB の構築は大変有益である。情報発信においても、特許や論文だけでなく展示会や新聞等メディアに広く発表されていることは高く評価できる。
- ・ 外部環境の変化については、すでに未知物体に対する把持やロボット動作手順生成における LLM 活用において課題抽出や知見獲得ができた部分は高く評価できる。オープン戦略としての論文公開については、発表された論文、またクローズ戦略としての特許取得などうまく機能していると評価できる。特に ROBOCIP ではすべての共同研究先と共同研究契約を締結し、研究成果の知的財産権は共同研究先と技術組合の共有になっており、技術組合員企業が研究成果たる共有知的財産権を無償実施できることや、技術組合員企業各社で本事業の成果を持ち帰って実用化することが可能であるシステムは非常に有益であると評価できる。
- ・ 細かく工程分け担当分けがされ、誰が、どのように・・・を計画されていた。
- ・ 中間報告時 System Integrator の意見を反映するよう指摘があり意見を述べたが、成果に対する表現の仕方、例えば、これをやるとどうなれるのか？世界一になれるのか？日本独自の差別化できる技術なのか？世界の現状はどうなのか？等々をベンチマークすることで、現状無い技術に対する具体的な施策が限定的ではあるが表現されていたように思う。
- ・ 「アウトカム達成までの道筋」の見直しの工程において、外部環境の変化及び当該研究開発により見込まれる社会的影響等を適切に考慮している。将来像の実現に向けて、必要な取組が網羅されている。官民の役割分担を含め、誰が何をどのように実施するのか、時間軸も含めて明確である。本事業終了後の自立化を見据えている。幅広いステークホルダーに情報発信するための具体的な取組が行われている。
- ・ 実用化・事業化を見据えた上で、研究データも含めた上で、クローズ領域とオープン領域が適切に設定されている。オープン・クローズ戦略及び標準化戦略に整合し、研究開発成果の事業化に資する適切な知財財産の取り扱いがなされている。

<問題点・改善点・今後への提言>

- ・ 「自動配送ロボットによる配送サービスの実現」については、特許出願や論文発表などの情報発信が少なく、開発技術の公開は十分とは言い難かった。

- ・ 国際連携に関する取組については、全体としてやや消極的な印象を受ける。
- ・ 本分野においては、国際標準化や海外動向との整合性がアウトカムの社会実装や競争力確保に直結することから、海外研究機関・企業との連携、国際実証、国際標準化活動への参画等について、より積極的かつ戦略的な取組が望まれる。
- ・ オープン・クローズ戦略は、研究分野や技術成熟度、時代背景、さらには取り扱う成果の性質に応じて、最適な設計や運用方法が大きく異なる。本プロジェクトで採用された手法は有効な一例ではあるものの、今後の展開においては、他の戦略的選択肢も含めた柔軟な検討が望まれる。また、標準化戦略については、全体としてやや消極的な取組にとどまっていた印象がある。事業化段階や外部環境の変化を踏まえ、国際的な標準化活動への参画や主導的な関与を含めた、より積極的な取組が期待される。
- ・ アウトカムとアウトプットの整合性確保のためやや無理やり整理している部分も観察される。アウトカムにこだわりすぎると説明がつきにくい重要な研究テーマについてはアウトカムの表現の追加にも柔軟に対応していくべきと感じる。
- ・ 実施期間中において AI (LLM、フィジカル AI など) やセンサ技術の劇的な進歩があり、一部においてそのような変化に十分に対応できていなかったのではないかと思われる。これは実施者だけの問題ではなく、制度的に当初の目標設定を柔軟に変更できるような仕組みがあり、それが十分に活用されるべきである。3年後の実用化や5年後の事業化を目標に掲げられているが、事業化を実現させるためには、中間評価で指摘された SI 事業者に加えロボットを活用するサービス事業者（コンビニ事業者、スーパー事業者、配食事業者、デリバリー事業者、警備会社など）との連携体制が必要であり、そのような体制が取られるべきであったのではないかと思われる。サービス事業者からの具体的な要求仕様などのヒアリングに基づき、事業化に向けた開発目標を設定しなければ実用化に繋がって行かないのではないか。
- ・ AI などの最新技術を用いると、今後もっとうまくできるという予測はできるのではないかなと感じる。現在の技術のアピールだけでなく、そこから考えられる波及効果などもアピールしていただけるとなお良いと感じる。国際連携については今回の資料では読み取れなかったが、必要に応じて、国際連携も進めていただきたい。
- ・ 非常に良いシステムになっていると感じるが、オープン戦略を論文公開以外の、データ活用の仕組みや活用事例の開拓と公開などの部分も是非さらに充実させていただき、ロボットが未利用な分野への展開にもつなげていただきたい。
- ・ フォーカスするポイントがぼけてしまうので技術者でなく一般の人でもアウトカムが一目で理解できる様、キーワードや重点施策表現の工夫や改善が必要と思う。具体的にはアウトカムと要素技術の関係は、(((①消費電力削減 ← ロボット小型化、軽量化)、(②省エネ ← ロボット無駄動作削減 (効率的動作))) → エネルギー効率、現状より 1.5 倍の様に、このプロジェクトの恩恵が分かる様、難しい言葉を使わず、口語的でなく現状の課題に対し社会の為にどのように役に立つのかをもっとシンプルに表現したほうが良い。プレゼン資料は、口語的でなくキーワードのみに集約する。

- ・ 知財は助成先に帰属と説明があり、一方で『知財共有』と説明されているが、これが事業展開に有用と思われる場合、どのような範囲で、どのように共有されるのか、具体的に示された方が良い。例えば、共有は無償、有償なのか。参画した団体、企業間のみ共有なのか。

1. 2 目標及び達成状況

<肯定的意見>

- ・ ロボットの小型化・軽量化を実現し、またエネルギー効率の高い最適な動作を事前に計画・蓄積して手軽に利用可能とすることで、エネルギー効率を 1.5 倍に高めるアウトカム指標および目標値は適切であった。実証実験を通してアウトプット目標の実現可能性が示され、アウトカム目標値の達成の見込みが得られた。
- ・ 自動動作計画やハンド共通化を通して SI コストの削減を実現し、ロボット未活用領域への導入を進めることで、従来の産業用ロボットと比較して自動化率を 30%以上向上、およびシステムインテグレーションコストを 50%削減する目標は、現状分析及び達成された場合の社会的影響から適切であった。自動配送ロボットに対して、オペレータ対ロボットを 1:10 とする目標は適切であり、複数の事業者で実現されていた。
- ・ 本プロジェクトにおいては、論文発表および特許出願といった客観的指標から、研究開発成果が着実に創出されていることが明確であり、高く評価できる。また、近年急速に進展する各種 AI 技術の活用を見据え、研究データを体系的に整理・蓄積するためのデータベース構築に着手している点は、将来の技術発展や社会実装を見据えた先見的な取組であり、アウトカム達成に向けた活動として評価できる。これらの取組は、本事業が目指す将来像と整合したアウトカムの創出に寄与するものであり、目標達成の見込みは概ね認められる。
- ・ 本プロジェクトにおいては、外部環境の変化および社会的影響を踏まえたアウトプット指標・目標値の設定および見直しが適切に行われ、設定されたすべてのアウトプット目標は達成された。アウトカム達成に必要なアウトプット指標は、技術仕様および TRL (Technology Readiness Level) を併用した形で明確に設定されており、指標の妥当性、達成状況の計測可能性ともに十分に確保されている。特に、自動配送ロボットによる配送サービスに関しては、各実施項目について事業化を前提とした合理的かつ根拠のある目標設定が行われ、この先の外部環境の変化や事業性の検討を踏まえ、指標値は中間目標の 1:2 に対して最終目標では 1:10 と適切に設定されていた。これらの最終目標についても確実に達成されており、技術的成熟度のみならず、経済的成立性の観点からも高い水準の成果が得られた。また、延べ走行距離の拡大や多数台数のロボット同時運用といった実運用を想定した大規模実証実験が複数実施され、事業化に必要な運用ノウハウおよび信頼性データが十分に蓄積された。さらに、警察等の関係機関と連携した制度・社会受容性に関するアウトリーチ活動も実施されており、社会実装に向けた環境整備においても具体的な成果を上げている。ハンドリング分野においては、対象物体をドライ商品に限定せず、不定形物体や取扱いが困難な物体への適用可能性が検証され、当初想定

を上回る波及効果および応用ポテンシャルが確認された。これらの成果は、今後の多分野展開や技術横断的活用に資する重要な副次的成果である。総合的に見て、本プロジェクトは、論文発表および特許出願を適切に実施し、オープン・クローズ戦略および実用化・事業化計画と整合した形で、極めて優れたアウトプットを創出した。研究開発成果は量・質の両面において十分であり、本事業の目標に照らして高く評価される。

- 多様な研究テーマを、アウトカム目標に適切に接合するように工夫いただき、研究成果をとりまとめ頂いた。現段階では机上検証のものもあるが、実現可能性を示唆する段階まで研究成果を構築できている。
- アウトプット目標をすべて充足した研究成果実証成果をあげられている。
- 論理的な仮説や計算上の数値によってエネルギー効率が 1.5 倍になる道筋が付いたとされている。
- 記載されているアウトプット目標は全て達成されており、成果としては大変良い結果となっている。
- 中間評価後に、アウトカム達成までにロードマップを策定し、それに向けた対応や取り組みは非常に高く評価できる。目標設定において、エネルギー効率の定義として、消費電力の削減と最適なロボット動作で無駄な動きを省いたロボット動作の実現による効率から定義しており、妥当であると考ええる。また、現時点での定義においては、達成の見込みは十分にあると判断できた。
- 最終目標に対して全てにおいてクリアしているのは極めて評価できる。知的財産における特許や、論文数も数多く出されている。学会や展示会などで発表されており、受賞にもつながっており、オープン可能な範囲で公開されていると評価できる。また、オープン戦略領域範囲での交流会の実施なども非常に有効であると感じた。ROBOCIP で構築された DB は非常に貴重なものであり、副次的成果として非常に有益なものであり、競技用 DB としても活用された点など、大変優れている。
- アウトカムの設定をされる際の社会ニーズや課題根拠示されたうえで実状データを交え把握され、容易くできない目標値を設定されていることは素晴らしいと思う。設定値は皆に共感を与え”達成出来たらいいな”と思える。
- 外部環境の変化及び当該研究開発により見込まれる社会的影響等を踏まえてアウトカム指標・目標値が適切に設定されている。
- 外部環境の変化及び当該研究開発により見込まれる社会的影響等を踏まえてアウトプット指標・目標値を適切に見直していた。最終目標を達成している。副次的成果や波及効果等の成果で評価できるものがあつた。オープン・クローズ戦略や実用化・事業化の計画も踏まえて、必要な論文発表、特許出願等が行われていた。

<問題点・改善点・今後への提言>

- ロボットの軽量化に関するアウトカム目標については、社会実装を見据えた検討および定量的な目標設定が十分とは言い難い。軽量化は、消費電力の低減、可搬性の向上、安全性の確保といった観点から、社会的影響が大きい重要な要素であることから、単なる

消費電力削減や CO₂削減への貢献度のみならず、多視点的に社会的アウトカムとの関係を明確にした上で、より踏み込んだ評価指標および目標値の設定が求められる。

- 本プロジェクトは、アウトプット目標の設定、見直し、達成のすべての段階において高い完成度を示し、研究開発成果は確定したものとして評価できる。今後、これらの成果が迅速に実用化・事業化へと展開されることにより、社会的・経済的価値の創出が強く期待される。
- 検討テーマが多岐にわたるなか、アウトカム目標がやや限定的な設定になっており、取り組み内容を無理やりアウトカムにつなげた印象が残る。アウトカムの大目標は変更できないものの、各検討テーマの目標や価値を踏まえてアウトカムを追加していくなど、運営上無理のない変更の余地は検討すべきだったと感じる。
- 実証成果の定義に曖昧性があり、アウトプット目標を達成したと明言できるか不明瞭な部分も残る。プロジェクトの最終評価にあわせるという目的では曖昧性を残しつつ達成したという表現にしたい点は理解できるが、今後の成果の有効活用、今後の研究テーマの引継ぎに向けて、実証検証の前提や評価指標の明確化をも一段進めて、現実的にはどこまで達成できたか、残課題は何か、どのような応用研究による利活用の方針が描けるのかなど示唆されるコメントが NEDO 内に残せると良い。
- 目標達成の内容を精査すると、かなり限定的な状況下での数値などもあり、実際の使用状況における数字ではないと思われる。
- アウトプット目標達成の内容を精査すると、限られた環境での達成であったり、時間的な制約がない状況での達成である項目もある。実用化や事業化に向けた道筋を描けているのか疑問も残る。
- 汎用性を考えると、今回のテーマだけではまだ不十分な点があるかと思うが、活躍できる場面などの検討を具体的に進めていただいて、未活用の領域へのロボットの導入などを実現していただきたい。また、ロボット効率が AI や LLM によって効率が劇的に上がることも期待され、今後も定義等について考えながら進めていただきたい。
- ROBOCIP で構築された DB は非常に有益なものであるので、引き続き今後も活用できるように管理を行うだけでなく、バージョンアップなどをすることを期待する。
- マスタースケジュールとサブスケジュールを作られていたと思うが、報告の中では、日程の途中段階のマイルストーンがはっきりしておらず、進捗管理の上では期間終盤に課題の刈り取り状況や最終見通しが見えなかったのではないかと思われ、プロジェクト管理上どうだったのかの報告も欲しい。成果アウトカムを伝えるときは、何が従来と違うのか、変わったのか？従来に対して開発技術を相対的にデータで示さないと分からない。
- 事業説明時のアウトカム（社会への影響度）はこの事業期間内で達成、到達する見通しのような印象を受けたが、報告では”事業終了後何年を目指す”といった報告となっているが、達成齟齬を生まないような表現が必要と感じた。特許〇件、論文〇件では、それが有用なのかどうか判断できない上、論文においては何を論文の件数と加算されているのか疑問が残る。出願特許、発表論文の中で、代表的なモノを具体的に、分かり易く、

効果のありそうな紹介や説明も成果やアウトプット透明性の上では必要と思う。企業での開発は、新たな事が出来た出来ないの上に“Q、C、D”（Q、品質である適応性、信頼性、耐久性。C、価格コスト。D、効果）による従来からの短縮期間、削減工数を必ず開発取り組みする為の評価項目とされる上、開発成果の要求をされる。達成が簡単ではない困難な以下の課題を解決する技術に取り組んでいるのだから、数値目標を達成する為、今一度、達成、未達成を明確に意識したほうが良い。

●アウトプット目標：ロボットメーカー等が製品開発適用可能な要素技術 8 件以上確立／自動化率 30%向上／SI コスト 50%削減。

●アウトカム目標：省エネエネルギー効率が現状 1.5 倍になる。

- ・「研究開発項目⑤：自動配送ロボットによる配送サービスの実現」について、積極的な報道実績や社会実装などといった技術的な内容を開示しないタイプの社会への情報発信と同様に、オープン・クローズ戦略に基づいて論文等の技術的な内容についても社会への積極的な情報発信が期待される。

1. 3 マネジメント

<肯定的意見>

- ・産業用ロボットの要素技術開発において、最適動作データベースや物品把持データベースの構築、および各テーマを統合した実証試験による性能確認など、高い技術力を発揮していた。自動配送ロボットの開発において、1:10 の遠隔監視制御を実証するなど、高度な技術力を発揮していた。
- ・要素技術の関係図の作成や、現場導入で重要となる意見を取り入れるために現場の当事者である SIer を技術推進委員に加えるなど、中間評価を踏まえた対応が適切に行われていた。
- ・本プロジェクトにおいては、実施者は高い技術力ならびに実用化・事業化能力を十分に発揮しており、事業目的の達成に資する適切な実施体制が構築・運用されていたと評価できる。指揮命令系統および責任体制は明確に定義され、事業期間を通じて実効的に機能していた。特に、中間評価時に指摘された「各研究グループの協働による相乗効果の創出」については、原田 PL の明確なリーダーシップの下で体制の再整理および連携強化が進められ、複数の研究成果を横断的に結び付ける取組が着実に実行された点は高く評価できる。また、本プロジェクトには、国内において十分な技術力および開発実績を有する企業および研究者が参画しており、各ロボットの実用化・事業化を見据えた現実的かつ実行力のある体制が構築されていた。実施者間の連携に加え、成果のユーザーによる関与も適切に確保されており、研究開発段階にとどまらない社会実装を志向した体制であったと判断される。
- ・本プロジェクトにおいては、アウトプット目標の達成に必要な要素技術が適切に整理・網羅されており、要素技術間の連携を意識した研究開発計画が立案・実行された。特に、ロボットの動作環境の多様性が大きく、網羅的な設計・検証が困難とされる自動搬送およびハンドリング分野において、必要となる要素技術について計画的かつ体系的に研究

開発が進められ、設定された目標値を上回る成果が得られた点は高く評価できる。研究開発の進捗管理についても、WBS（Work Breakdown Structure）等を活用した適切な管理手法が採用され、進捗状況は関係者間で継続的に共有されていた。複数回にわたる成果報告会議が開催されるなど、進捗状況の可視化および課題共有の機会が十分に確保されており、事業期間を通じて研究開発は計画どおり円滑に進められた。

- 多様な研究テーマを、産学連携で先端技術開発を進めながら包括的に推進する難度の高いプロジェクトに対して、民間事業者からの明確な課題・実現目標提示による、技術開発方針の提示。多頻度のタッチポイント形成による個別テーマの産学連携円滑化。複数テーマの統合によるユースケース描画&効果検証により、複雑な体制ながらも的確な研究成果を構築されている。
- アウトカム、アウトプットの連関性がやや不明瞭な状況からスタートしつつも、中間までの段階で研究開発計画を整合させたプランを描き、中間報告～最終までに明確な目標を定めて効果的な研究成果実証を進められていた。
- 中間評価の結果を反映するなどして適切に運営されている。
- 概ね適切に計画・実施されている。
- 実施体制について、民間企業と大学、また、企業のみプロジェクトがあり、内容によって分けられている点など、オープン・クローズ戦略等も十分に配慮されていると感じました。また、多くの企業が関係しており、本プロジェクトの推進に大きく寄与していると感じた。競争と共通の部分など大変難しい内容だったと思われるが、ROBOCIPによるDBの構築、そしてそれらが利用可能となっている点など優れた組織体制になっていると感じた。自動配送については、民間企業が実施機関となっているが、様々なサービス方法等について検討実証している点、「自動配送ロボット活用の手引き」の発行など実用化や社会受容性を目指したものとなっていて、優れていると感じた。
- 中間評価後の対応として、テーマ間で連携して、成果統合の実証実験を計画、実行、成果報告を行った点は非常に高く評価できる。特に技術相関で関係や、個社でのハンド部のデータなども汎用動作計画のデータベースと連携する取り組みも行っており、お互いに進展に役立ち、適切に対応されていたと評価する。進捗に関しては、NEDOや実施者によるPL会議、SPL会議、定例会議、またオープン戦略の範囲内での交流会なども行われていたことが、プロジェクトの推進の上で有益に働いたといえ、高く評価できる。技術推進委員に2名のSIer企業委員を追加し、四半期ごとに技術指導などを受けられるようにした点も高く評価できる。
- 参画されていた個々の技術やコミュニケーション能力はとて高いと感じた。
- 実施者は技術力及び実用化・事業化能力を発揮した。指揮命令系統及び責任体制は明確であり、かつ機能していた。実施者間での連携、成果のユーザーによる関与など、実用化を目指した体制となっていた。
- アウトプット目標達成に必要な要素技術の開発は網羅され、要素技術間で連携が取れており、スケジュールは適切に計画されていた。研究開発の進捗を管理する手法は適切であった。

<問題点・改善点・今後への提言>

- ・ 産業用ロボットの要素技術開発とロボットフレンドリーな環境構築による自動配送ロボットの導入推進の間で成果の共有・流用が見込まれ、交流会なども実施されていたが、取り組みの具体的成果があまり見られなかった。今後は、プロジェクト開始当初から、現場事業者・当事者を入れた実施体制の構築が望まれる。民間事業組合に助成され、さらに大学研究室に委託される実施体制については、知財の取り扱い、および予算効率性の観点から慎重な調査が望まれる。
- ・ 本事業は助成事業であり、各社の具体的な開発技術を十分に確認できず、また一部で特許・論文等での情報発信も積極的ではなかったことは、今後改善の余地がある。助成事業であり、アプトット目標を達成したとしても、本事業によりどのような技術的な進展があったか、確認できる仕組みは必要である。研究成果のうち、特に本事業で構築した様々なデータベースを維持、更新、活用しているか、継続した確認が望まれる。
- ・ 本プロジェクトで創出された技術、データ、運用ノウハウ等を、次期プロジェクトや他施策へと円滑に引き継ぐための仕組みを、事業終了後も見据えて検討・準備しておくことが望まれる。こうした連携・継承の枠組みが整備されることで、本事業の成果の持続的な活用および波及効果が一層高まると期待される。
- ・ 本プロジェクトでは、進捗の遅れが生じることなく、全体として順調な進行が実現されていた。一方で、成果報告会議に加え、その間に進捗報告会議を定期的に設けることで、研究者間の情報共有や要素技術間のさらなる連携が一層促進される可能性がある。今後、類似の大規模・複数主体型プロジェクトにおいては、こうした中間的な情報共有の場を活用することが有効であると考えられる。
- ・ 初期の段階で研究テーマ横断統合に向けた体制整備ができていることが望ましいが、本件の評価期間においては適切に対応されていた。
- ・ 初期の段階で研究開発計画を横断的に描けていることが望ましいが、本件の評価期間においては適切に対応されていた。
- ・ 上記の項目で記載した通り、以下の項目については改善頂きたい。1. アウトプット目標は、技術動向や市場情勢に合わせて柔軟に対応する体制作り。2. サービス事業者との連携。3. 研究開発データの管理主体の明確化。4. 実用化に道筋を繋ぐことを想定した目標内容や実施環境の設定。
- ・ 要素技術間の連携は限定的であると思われる。
- ・ ユーザーの利用方法やユーザーの拡大などは今後も開拓していく必要があるので、今後も積極的に調査等を進めていただきたい。
- ・ 連携のスケジュールについては、あまりよくわからず、それぞれの要素技術が確立してからかと想像したが、ご一緒に進められるとスピードアップが図られるところもあるかと考えられ、戦略的に進めて欲しい。
- ・ この技術効果の周知の仕方として、産業界、企業活動においてコストは避けて通れないので、コスト感を示す意味でも現状を1とした表現でも入れるべき。個別の成果がプロジェクト全体の成果（アウトプットとアウトカム）にどのように関連付いているかの表

現も必要。成果の普及の為の紹介活動が、一方向の説明、紹介になっているように思えるが、紹介を通して意見を聞こうとする姿勢と、活動に活かせる意見があれば、方向性含めて検討材料にすることは公金を使っている上では重要なのではないかと思う。

- 何が出来たら成果なのか、社会実装できるのか、社会にどう還元できるのかを全員で共有し、そのために、どの時点でどうでなければいけないか、を見据えて進める必要があったように思う。結果的に、途中段階での到達点が最終迄尾を引いている感は否めないように思う。十分できていない事や、率直に、できなかったことの報告も必要。そんなに簡単なアウトカム、アウトプットではないので、ここまでは出来たがここからは今後、こう取り組むことで・・・という報告もあって良い。WBSで開発業務細分化されると各タスク工数が把握されると思うが、どの開発作業にどれだけかかりそうかの時間査定と実績管理が曖昧のように思える。結果的にだれが、いつまでに、どれだけが把握できておらず節目（ゲート管理）も曖昧だったのではないかと思われ納期管理の上で見通し建てに困難を極めたのではないかと思われる。

2. 評点結果

評価項目・評価基準	各委員の評価							評点
1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋								
(1) アウトカム達成までの道筋	A	A	A	A	A	B	C	2.6
(2) 知的財産・標準化戦略	A	A	A	A	B	B	B	2.6
2. 目標及び達成状況								
(1) アウトカム目標及び達成見込み	A	A	B	B	A	B	B	2.4
(2) アウトプット目標及び達成状況	A	B	A	A	A	B	B	2.6
3. マネジメント								
(1) 実施体制	A	A	A	A	B	B	B	2.6
(2) 研究開発計画	A	A	A	B	B	B	B	2.4

《判定基準》

A：評価基準に適合し、非常に優れている。

B：評価基準に適合しているが、より望ましくするための改善点もある。

C：評価基準に一部適合しておらず、改善が必要である。

D：評価基準に適合しておらず、抜本的な改善が必要である。

(注) 評点はA=3、B=2、C=1、D=0として事務局が数値に換算・平均して算出。

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。

「革新的ロボット研究開発基盤構築事業」

事業原簿 (公開版)

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 A I ・ロボット部
-----	---

更新履歴

更新日	更新内容
2025年12月19日	初版発行

目次

1.	事業全体概要	1
1.1.	意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋.....	1
1.2.	目標及び達成状況.....	2
1.3.	マネジメント	4
1.3.1.	実施体制	4
1.3.2.	受益者負担の考え方	7
1.3.3.	研究開発計画	7
1.4.	その他.....	9
2.	事業全体説明資料	10
3.	目標及び達成状況の詳細	53
3.1.	研究開発項目①：汎用動作技術	53
3.1.1.	汎用動作計画技術開発	53
3.2.	研究開発項目②：ハンドリング技術	55
3.2.1.	ハンドリング関連の技術.....	55
3.2.2.	変種変様な多能工作業を可能にするセンシング技術搭載エンドエフェクタの開発と 実証	57
3.2.3.	果菜作物収穫システムの開発.....	59
3.3.	研究開発項目③：遠隔制御技術	61
3.3.1.	ロボット遠隔制御技術の加発.....	61
3.4.	研究開発項目④：ロボット新素材技術の開発	63
3.5.	研究開発項目⑤：自動配送ロボットによる配送サービスの実現	65
3.5.1.	⑤-1 セキュリティマンション向け複数台自動走行ロボットによるラストワンマイル 配送サービスの実現	65
3.5.2.	⑤-2 住宅街向け小型低速ロボットによる安全・安定なラストマイル配送サービス の実現.....	66
3.5.3.	⑤-3 人共存下における配送ロボット・運行管理システムの開発と屋外環境調査.....	67
3.5.4.	⑤-4 オフィス街向けオフィスビル内外配送サービスの実現	68
3.5.5.	⑤-5 個人向け自動走行ロボットによる安全な配送サービスの実現.....	69
3.5.6.	⑤-6 工業地域向けロボットシェアリング型配送サービスの実現	70
3.5.7.	⑤-7 中山間地域の生活支援向けロボットシェアリング型配送サービスの実現	71
3.5.8.	⑤-8 団地の居住者や団地内でのサービス提供者に向けた配送サービスの実現	72
3.5.9.	⑤-9 大型商業施設向け店舗から駐車場への商品自動配送サービスの実現.....	73
3.5.10.	⑤-10 大規模オフィスビル向け異種ロボット連携による館内配送サービスの実現... 74	
3.5.11.	⑤-11 商業施設バックヤード向け複数ロボット連携システムによる配送サービスの 実現	75
3.5.12.	⑤-12 中型中速配送ロボットを複数台利用する、多様な地域内サービス提供の実証 および、雪上走行技術の研究開発	76

3.5.13.	⑤-13 自動宅配ロボットの複数台同時配送を実現する遠隔管理システムの確立と安全性の実証	77
3.5.14.	⑤-14 人共存下における配送ロボット・運行管理システムの開発と住宅街などでの配送サービスの実現	79
3.5.15.	⑤-15 ラストワンマイル配送の現場を無人化する自動積み下ろし機能を有した自動配送ロボットの開発	80
添付資料		82
●	基本計画	82
●	各種委員会開催リスト	97
●	特許論文等リスト	99

1. 事業全体概要

プロジェクト名	革新的ロボット研究開発基盤構築事業 (経済産業省予算要求名称：革新的ロボット研究開発基盤等構築事業)	プロジェクト番号	P20016 P20018
担当推進部/ プロジェクトマネージャー (PMgr) または担当者 及び経済産業省担当課	<p>【研究開発項目①～④】</p> <p>AI・ロボット部 PMgr 細谷 克己 (2024年1月～2025年3月) ロボット・AI部 PMgr 竹葉 宏 (2021年11月～2023年12月) ロボット・AI部 PMgr 和佐田 健二 (2021年5月～2021年10月) ロボット・AI部 PMgr 茂手木 敦史 (2020年4月～2021年4月) (経済産業省 製造産業局 産業機械課 ロボット政策室)</p> <p>【研究開発項目⑤】</p> <p>AI・ロボット部 PMgr 三浦 一幸 (2025年12月現在) ロボット・AI部 PMgr 鶴田 壮広 (2022年6月～2024年3月) ロボット・AI部 PMgr 神山 和人 (2022年4月～2022年5月) (経済産業省 商務・サービスグループ 物流企画室)</p>		
0. 事業の概要	<p>多品種少量生産にも対応可能な産業用ロボットの実現に向け、鍵となる、「ハンドリング関連技術」「遠隔制御技術」「ロボット新素材技術」「汎用動作計画技術」等の要素技術に係る基礎・応用研究について、産業界と大学等研究機関とが協調して推進する研究開発を支援します。また、物流拠点や小売店舗などから住宅や指定地への配送サービス（ラストワンマイル物流）では、物流分野の人手不足、宅配取扱個数の急増、生活必需品などの調達ニーズの増加といった課題が顕在化しており、昨今の新型コロナウイルス感染症の拡大を契機にあらゆる産業分野で「遠隔」「非接触」「非対面」を実現することが求められている状況も踏まえて、ラストワンマイル配送におけるこれらの課題や自動配送ロボットを活用した新たなサービスの実現を目指します。</p>		

1.1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

1.1.1 本事業の位置付け・意義	<p>ロボットは日本の産業を発展させていく上でも欠かせない基盤技術であり、これまで日本が世界をリードしてきた市場であるが、近年欧州や中国の追い上げにより、厳しい競争環境に晒されている。内閣府、厚生労働省、文部科学省、経済産業省により合同で開催された「ロボットによる社会変革推進会議」の取り纏め（ロボットによる社会変革推進計画）では、国内需要よりも海外需要が拡大する中、国際競争力を強化していく上で、如何に国内でキープロダクツを育て、システムインテグレート能力を強化していくかが重要な課題であるとされている。</p> <p>本事業では、多品種少量生産現場や配送事業をはじめとするロボット未活用領域においても対応可能なロボットの実現に向け、ロボティクスとは異なる分野も含めた幅広い大学研究者等との連携を図りつつ、産学が連携した研究体制を構築し、ロボットにおいて重要な要素技術の開発を行うことは、政策的にも極めて重要な位置づけにある。</p>
1.1.2 アウトカム達成までの道筋	<p>各研究開発項目において、国内ロボットメーカー等主導のもと、大学における基礎研究を活用しつつ、産学が連携して基礎・応用研究を実施する。その際、従来のアカデミアの分野に囚われることなく、異分野の技術シーズを積極的に取り込んでいくことに加えて、ロボット関連企業、大学や研究機関との間で人材交流等を行いながら、産学の連携体制で実施することにより、本事業で得られた研究成果の社会実装の確度を高める。</p>
1.1.3 知的財産・標準化戦略	<p>各事業者にて戦略を策定し事業化を目指す。また、知的財産は助成先に帰属する。</p> <p>1. 要素技術開発 <ROBOCIP> すべての共同研究先と共同研究契約を締結し、研究成果の知的財産権は共同研究先と技術組合の共有。</p>

	<p>共同研究契約において、技術組合員企業が研究成果たる共有知的財産権を無償実施できる。</p> <p>技術組合員企業各社で本事業の研究成果を持ち帰って実用化することが可能な仕組み。</p> <p><パナソニックホールディングス> 大阪大で原理に立ち戻った研究を行い、基本特許となるアイデアを考案 → 出願前譲渡契約を行い、パナソニックで出願。</p> <p><ヤンマーホールディングス> 共同研究先での開発ソフトウェアは知的財産として共有する。</p> <p>2. 自動配送</p> <p><パナソニックホールディングス> 助成事業に関連する代表的知財として、①複数台モビリティ制御向け遠隔監視技術、②ロボット自律移動における安全停止技術を出願。</p> <p>ロボットの遠隔監視技術について出願状況を調査したところ、全体的に出願数が少ない状況。この分野の出願で優位性を確保していく方針。</p>
--	---

1.2. 目標及び達成状況

1.2.1 アウトカム目標及び達成見込み	革新的ロボット研究開発基盤構築事業		
	アウトカム目標	達成見込み	課題
	<p>本事業により得られた要素技術が活用されることで、ロボットの小型化・軽量化が進み、ロボット動作における消費電力削減を実現することを目標とする。また、最適なロボット動作計画を用いることで、無駄な動きを省いた効率的なロボットの動作を実現し、ロボット導入における省エネ化に寄与する。測定指標として、エネルギー効率について、現状（事業開始時）と比較して1.5倍とすることをアウトカム目標に掲げる。</p>	<p>事業化を完了し、ロボット SI コスト低減が進めば、ロボット未活用領域への導入が進み、小型軽量ロボットとの相乗効果で、ロボット導入による省エネ効果でアウトカム達成を実現できる。</p>	<p>ロボット関連企業の事業推進への取組が重要であり、本事業の成果を生かしつつ、政策的な総合的なロボット技術に対する取り組みが必要である。</p>
1.2.2 アウトプット目標及び達成状況	革新的ロボット研究開発基盤構築事業		
	◎ 大きく上回って達成、○達成、△一部未達、 ×未達		
	成果(実績)(2024年3月)	達成度	達成の根拠/解決方針
	<p>【要素技術開発の確立】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ROBOCIP ・パナソニック HD/阪大 ・ヤンマー <p>研究開発項目①②③④</p> <p>【SI コスト削減】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ROBOCIP <p>研究開発項目①②③</p> <p>【生産ライン自動化率】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ROBOCIP ・パナソニック HD/阪大 <p>研究開発項目①②③</p>	<p>◎ 18件確立</p> <p>○50%削減実証</p> <p>○30%向上実証</p>	<p>目標 8 件に対して大きく上回って達成</p> <p>コスト削減に繋がる要素技術の統合した実証実験成功</p> <p>物流現場で取扱う代表的な日用品(難把持物含む)のハンドリングの実証実験成功</p>

	<p>【ロボットの消費電力削減】 ・ROBOCIP 研究開発項目④</p> <p>【自動配送ロボットによる配送サービスの実現】 研究開発項目⑤</p>	<p>○35%削減実証</p> <p>○</p> <ul style="list-style-type: none"> ・1:10 遠隔監視達成 ・のべ1600km 達成 ・6ヶ月運用達成 	<p>産業用ロボットの典型的な運動パターンによる消費電力削減の実証実験成功</p> <ul style="list-style-type: none"> ・1:10 遠隔監視公道走行達成：3実施者 ・走行距離達成：4実施者 ・実運用(プレ運用)達成：3実施者達成
--	--	---	--

1.3. マネジメント

1.3.1. 実施体制

要素技術開発 プロジェクトリーダー	国立大学法人大阪大学 原田 研介 (プロジェクト1) 国立大学法人神戸大学 横小路 泰義 (プロジェクト2) 国立大学法人東京科学大学 遠藤 玄 (プロジェクト3)
----------------------	--

研究開発項目①「汎用動作計画技術」

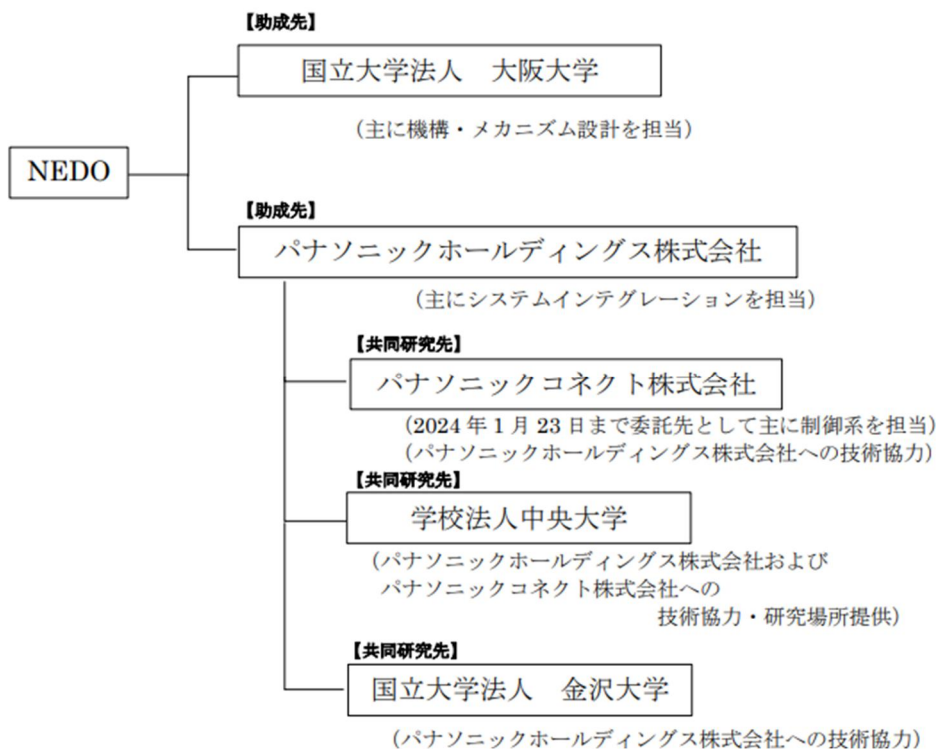
研究開発項目②「ハンドリング関連技術」

研究開発項目③「遠隔制御技術」

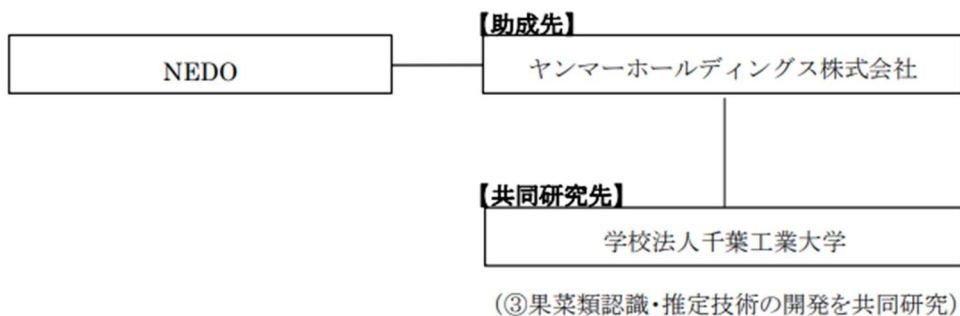
研究開発項目④「ロボット新素材技術」



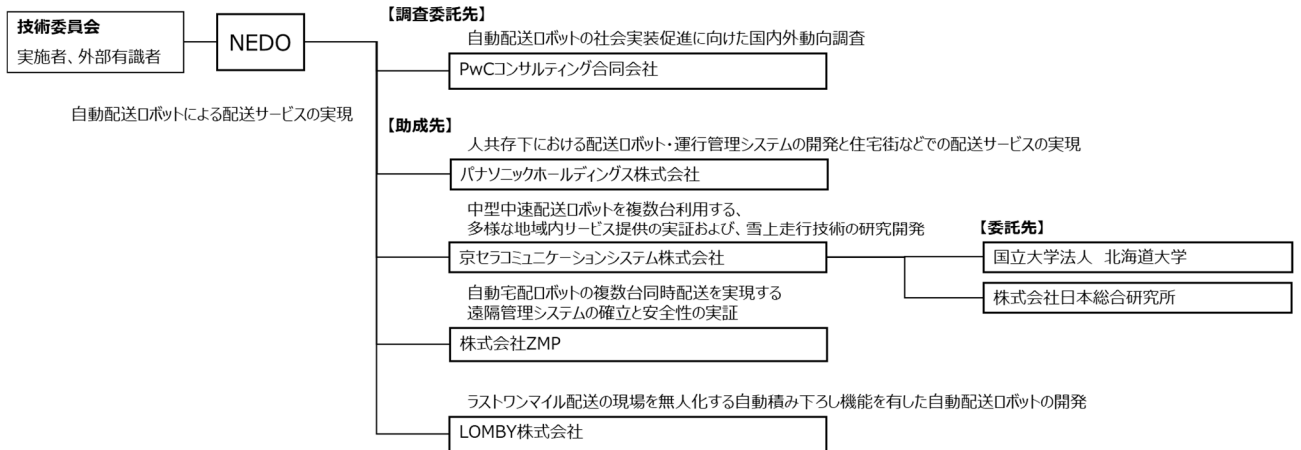
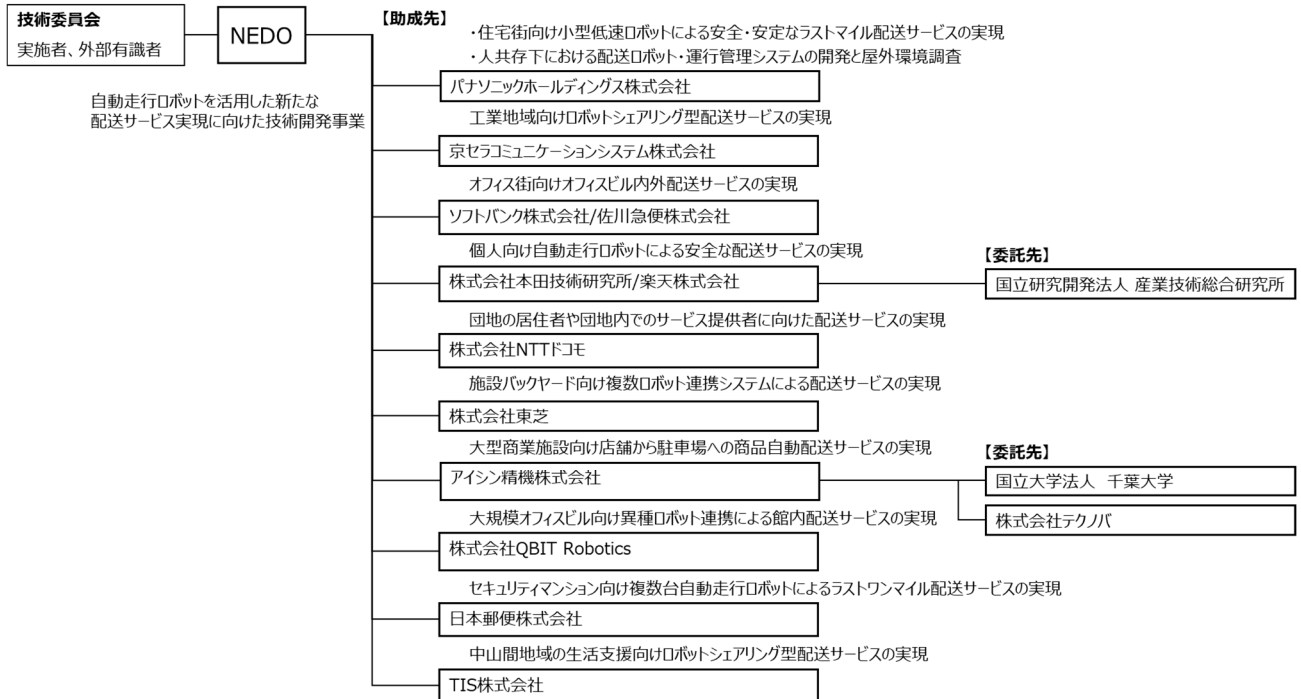
研究開発項目②「ハンドリング関連技術」：変種変様な多能工作業を可能にするセンシング技術搭載
 エンドエフェクタの開発と実証



研究開発項目②「ハンドリング関連技術」：果菜作物収穫システムの開発



研究開発項目⑤「自動配送ロボットによる配送サービスの実現」



1.3.2. 受益者負担の考え方

1.3.2 受益者負担の考え方	<p>受益者負担の考え方</p> <p>研究開発項目①～④についてはロボット産業における共通基盤となり得る協調領域の基礎・応用研究開発を支援するものであり、主として大学等研究機関が実施するものであるため、従来であれば、委託事業で実施すべき研究開発内容である。しかしながら、早期の実用化と普及を確実なものにするため、民間企業の積極的な関与を初期から得て推進することを目的に、助成事業として実施する(NEDO 負担率:2/3)</p> <p>研究開発項目⑤は、配送分野に向けた応用研究開発及び実証を支援するものであり、実用化に向けて企業の積極的な関与により推進されるべき研究開発であるため、助成事業として実施する(NEDO 負担率:大企業 1/2、助成、中堅・中小・ベンチャー企業 2/3 助成。)</p>					
	主な実施事項	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	技術研究組合産業ロボット次世代基礎技術研究機構(ROBOCIP)研究開発項目①②③④	助成率 2/3	助成率 2/3	助成率 2/3	助成率 2/3	助成率 2/3
	パナソニックHD/大阪大学研究開発項目②	助成率 2/3	助成率 2/3	助成率 2/3	助成率 2/3	助成率 2/3
	ヤンマーHD研究開発項目②	助成率 2/3	助成率 2/3	助成率 2/3	助成率 2/3	助成率 2/3
	研究開発項目⑤自動配送ロボットによる配送サービスの実現	助成 1/2, 2/3	助成 1/2, 2/3	助成 1/2, 2/3	助成 1/2, 2/3 委託 100%	助成 1/2, 2/3 委託 100%

1.3.3. 研究開発計画

事業費推移 [単位:百万円]	主な実施事項	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY	総額
	ROBOCIP研究開発項目①②③④	62	257	370	248	282	1,219
	パナソニックHD、大阪大研究開発項目②	21	43	48	33	38	183
	ヤンマー研究開発項目②	3	6	13	-	-	22
	自動配送研究開発項目⑤	133	185	197	248	241	1,004
	事業費	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY	総額
	会計(一般)	219	491	628	529	561	2,428
	追加予算	-	-	26	-	-	26
	総NEDO負担額	219	491	654	529	561	2,454

<p>情勢変化への対応</p>	<p>要素技術開発関係では、大規模言語モデル（LLM）や視覚言語モデル（VLM）の登場により、ロボットが人間の言葉や視覚情報を理解し、課題を解決する能力を獲得しだしている。ロボットのシステムインテグレートも生成 AI により自動生成されだしてきたのを受け、当初計画されていなかった生成 AI を活用した産ロボへの展開に関するトライアルを事業期間中に始めた。まとまった成果出力はなかったが、多くの課題が明確になり、今回の知見を基盤として今後の研究活動につなげていく。</p> <p>自動配送関係では、2022年4月に可決、2023年4月に施行された改正道路交通法により、一定の要件（最高速度6km/h以下、長さ1.2m×幅0.7m×高さ1.2m以内）を満たし、遠隔操作で走行する車を「遠隔操作型小型車」と定義し、通行場所を管轄する都道府県公安委員会への事前届出により歩行者（電動車椅子）と同様の交通ルールで行動の通行が可能となった。これにより、歩道を走行する低速・小型車は届出制の対象となり、道路使用許可によらず公道走行が可能になり、社会実装に向けて大きな追い風となった。本事業においても国内初の届出制に基づく運用を実現する事業者を輩出するなど、当該制度の利点・欠点を把握するとともに、積極的な活用により社会実装に向けて開発を加速した。</p>
<p>中間評価結果への対応</p>	<p>【1】「現在の日本の立ち位置、日本または世界における研究の位置づけの総括やそれぞれの分野における達成目標についてのベンチマークも必要。ロボット領域の他の事業や AI 領域の事業等と本事業の連携によるさらなる成果・インパクトの拡大についても検討が必要。」とのコメントに対して、要素技術開発では、ベンチマークを行い、インパクトがある AI 利用の検討も開始した。また AI 領域の他事業（共進化 PJ/商品情報 DB）と、小売現場のデータ活用や動作計画に必要な情報等について相互に連携への取組をした。自動配送では、中速・中型/中速・小型については調査事業で調査を実施した。</p> <p>【2】「研究開発項目間の関係性の整理が十分でない。要素開発の全体的なロードマップについて見直しを図ること。」とのコメントに対して、目標達成に必要な要素技術の関係図を作成し、アウトカム達成までのロードマップを策定した。</p> <p>【3】「実証実験に必要な知識、手続きなどに加えて、可能な限り技術面での実施者間の情報共有等を行い、研究開発項目・各テーマ間の相乗効果が得られるよう期待する。」とのコメントに対して、テーマ成果統合のための議論の場を設け、成果統合の実証実験を行った。また要素技術開発事業と自動配送事業の間でも、遠隔操作技術の交流を実施し、事業推進の上で共通する課題や工夫などオープン戦略領域の範囲で交流会を実施した。</p> <p>【4】「要素技術開発では、System Integrator（Sier）など現場の意見を十分に反映していない。現場導入を見据えた目標を設定して、評価する指標の設定、実現目標値の設定が必要。」のコメントに対して、技術推進委員に2名の Sier 企業委員を追加し、四半期ごとに技術指導による現場の意見を伺いながら、最終目標達成に向けた実証実験での目標を設定した。</p> <p>【5】「プロジェクトの成果が個別の研究成果を束ねたものとならないよう、関係者で改めて認識共有した上で、事業完了に向けて個別の研究成果をプロジェクト全体の成果として融合していくことが重要と考えられる。」とのコメントに対して、テーマ間で連携して成果統合の実証実験を計画、実行、成果報告を行った。また個</p>

	<p>社で開発したハンド部のデータなども汎用動作計画のデータベースと連携する取り組みをした。</p> <p>【6】「実現したいユースケースが十分に明確化されていないテーマもあり、事業終了時の達成状態をより具体化し、関係者で認識を共有していくことを期待したい。自動配送ロボットでは、社会受容性を考慮した戦略的な取り組みを望みたい。」とのコメントに対して、アウトカム達成までのロードマップを策定するとともに、自動配送では、各事業者が実装実験を通じて社会実装につながるユースケースを検討することで社会受容性を考慮した。さらに自動配送ロボットの社会受容性の向上を目指し、セミナーでの講演や「自動配送ロボット活用の手引き」の発行などの活動を推進した。</p>	
評価に関する事項	事前評価	2019年度実施 担当部 ロボット・AI部
	中間評価	2022年度 中間評価実施
	終了時評価	2025年度 終了時評価実施

1.4. その他

投稿論文	「査読付き」74件、「その他」103件	
特許	「出願済」57件、「登録」8件、「実施」6件（うち国際出願41件）	
その他の外部発表 (プレス発表等)	プレス・ビジネス誌 291件 発表・講演 68件 その他 受賞等 5件	
基本計画に関する事項	作成時期	2020年6月 作成
	変更履歴	2021年11月 改訂 (プロジェクトマネージャーの変更) 2022年2月 改訂 (「自動走行ロボットを活用した新たな配送サービス実現に向けた技術開発事業 (P20018)」を本事業の研究開発項目⑤として統合) 2022年9月 改訂 (プロジェクトマネージャーの変更) 2023年3月 改訂 (技術分野における動向の把握・分析内容の修正) 2024年2月 改訂 (プロジェクトマネージャーの変更。使用する文言の修正) 2024年8月 改訂 (部署名およびプロジェクトマネージャーの変更)

2. 事業全体説明資料

革新的ロボット研究開発基盤構築事業

プロジェクトの概要

【背景・概要】
 ロボットは日本の産業を発展させていく上で欠かせない基盤技術であり、これまで日本が世界をリードしてきた市場であるが、近年欧州や中国の追い上げにより、厳しい競争環境に晒されている。
 本事業では、多品種少量生産現場や配送事業をはじめとするロボット未活用領域においても対応可能なロボットの実現に向け、ロボティクスとは異なる分野も含めた幅広い大学研究者等との連携を図りつつ、産学が連携した研究体制を構築し、ロボットにおいて重要な要素技術の開発を行う。

【実施内容】
 産業界と大学等研究機関が協調して研究を推進する体制を構築し、ロボットにおいて重要な要素技術である「汎用動作計画技術」、「ハンドリング関連技術」、「遠隔制御技術」、「ロボット新素材技術」、「自動配送ロボット」について、基礎・応用研究を実施する。

① 汎用動作計画技術

- ✓ 動作やモーションに関するデータベース構築
- ✓ 最適な作業計画作成

② ハンドリング関連技術

- ✓ 携物を取得するハンドの形状等を対象とするエンドエフェクタ機構

③ 遠隔制御技術

- ✓ 視覚、力覚、音声等を含む、安定した情報伝送技術
- ✓ 操作者への負担軽減

④ ロボット新素材技術

- ✓ 駆動部や構造部の樹脂化・複合材料化
- ✓ 無線給電や自己発電を支える技術

⑤ 自動配送ロボット

- ✓ 複数台ロボットの遠隔監視制御システム構築
- ✓ ロボット自律移動機能開発
- ✓ 安心安全を示すエビデンス収集

成果の共有

想定する出口イメージ等

アウトプット目標	<ul style="list-style-type: none"> 各研究開発項目において、多品種少量生産現場をはじめとするロボット未活用領域においても対応可能な産業用ロボットの実現に向け、ロボットメーカー等が自社の製品開発に適用可能となる要素技術を8件以上（中間時点で4件以上）確立することを目標とする（TRL2~4）。 各研究開発項目で得られた成果を統合したロボット試作機を製作し、実現場を模した環境での実証試験を行い、いずれも従来の産業用ロボットと比較して、「自動化率30%向上」、「システムインテグレーションコストの50%削減」を実現することを目標とする。 開発成果を組み込んだ自動配送ロボットや遠隔制御システム等を用い、下記のうち2つ以上の目標を達成すること。10台以上のロボットを遠隔監視・操作可能なシステムの開発、月平均400km以上あるいは1600km以上の走行、実際にサービスインをする環境でサービスとして実運用（プレ運用）し事業としての運用可能性を検証するため週3日以上6か月以上継続した荷物の配送・受領に相当する作業を実施。
アウトカム目標	<ul style="list-style-type: none"> 本事業により得られた要素技術が活用されることで、ロボットの小型化・軽量化が進み、ロボット動作における消費電力削減を実現することを目標とする。また、最適なロボット動作計画を用いることで、無駄な動きを省いた効率的なロボットの動作を実現し、ロボット導入における省エネ化に寄与する。測定指標として、エネルギー効率について、現状（事業開始時）と比較して1.5倍とすることをアウトカム目標に掲げる。
出口戦略（実用化見込み）	<ul style="list-style-type: none"> 本事業では、中長期的視点に立ったリスクの高い基礎・応用研究を対象としながらも、助成事業として民間企業等の主体性に基づいて事業を推進し、成果の確実な社会実装を促進する。 基礎研究を担う大学や研究機関の研究者がロボットメーカー等の企業と緊密に連携して研究開発を実施することで、ロボット関連企業、大学や研究機関との間で人材交流等を行い、産学の連携体制を構築する。 国際標準化活動予定：無 委託者指定データ：無
グローバルポジション	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト開始時：一 一 プロジェクト終了時：L D 現状、多品種少量生産現場をはじめとするロボット未活用領域において産業用ロボットの導入はほとんど進んでいないものの、プロジェクト終了時には当該現場での普及が加速されることを見据え、その際に日本が世界をリードできるよう本事業を推進する。

ロボット・AI部
 PMgr：細谷 克己 主査(①~④)
 PMgr：三浦 一幸 主査(⑤)

関連する技術戦略：ロボット分野(2.0領域)
 プロジェクト類型：基礎的・基盤的研究開発

既存プロジェクトとの関係

- 2015~2019年度 NEDOプロジェクト
「ロボット活用型市場化適用技術開発プロジェクト」
- 2015~2022年度 NEDOプロジェクト
「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」
- 2020~2021年度 NEDOプロジェクト
「自動走行ロボットを活用した新たな配送サービス実現に向けた技術開発事業」
- 2021年度 NEDOプロジェクト
「自動走行ロボットを活用した新たな配送サービス実現に向けた屋外環境の整備検討及び研究開発事業」

事業計画

期間：2020~2024年度(5年間)
 総事業費(NEDO負担分)：253億円(予定) 1/2, 2/3助成

評価対象：2023~2024

年度	2020	2021	2022	2023	2024
研究開発項目① 「汎用動作計画技術」	データベース構築の検討	動作/モーションデータベースの構築	ロボットシステム評価手法検討		
研究開発項目② 「ハンドリング関連技術」	把持対象物の情報取得	データベースの連携	汎用ロボットハンド(不定形物)		実証試験
研究開発項目③ 「遠隔制御技術」	次世代通信技術を活用した遠隔制御技術	遠隔監視等の人的影響検討	遠隔監視等への対応検討		
研究開発項目④ 「ロボット新素材技術」	軽量化材料選定の検討	軽量化材料選定に向けた研究開発	軽量化材料選定の検討		
研究開発項目⑤ 「自動配送ロボット」	自動走行ロボット開発	複数台ロボットの遠隔監視制御システム構築	実証試験を模した環境での実証試験		
予算(億円)	5.5 うち③0.0	3.0 うち③0.3	5.1 うち①1.7	6.2 うち②0.7	5.5 うち②0.3

本事業は、多品種少量生産現場や配送事業等のロボット未活用領域においても対応可能なロボットのの実現に向け、ロボットとは異なる分野も含めた幅広い研究機関と産業界と連携を図り、ロボットにおいて重要な要素技術である「ハンドリング関連技術」、「遠隔制御技術」、「ロボット新素材技術」、「自動配送ロボット」について、基礎・応用研究を2020年度から2024年度の5年間実施する事業である。

全体のアウトプット目標は、各研究開発項目で得られた成果を統合し、実現場を模した環境で産業用ロボット(ロボットシステム)と比較して、「自動化率30%向上」、「SI(システムインテグレーション)コストの50%削減」を実証することを目標とした。

また、得られた要素技術が活用されることで、ロボットの小型化・軽量化やロボットの効率的な動作を実現し、システム全体で省エネ化することで事業開始時と比べてエネルギー効率1.5倍のアウトカム目標としている。

<評価項目 1> 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

- ※ 本事業の位置づけ・意義
- （1）アウトカム達成までの道筋
- （2）知的財産・標準化戦略

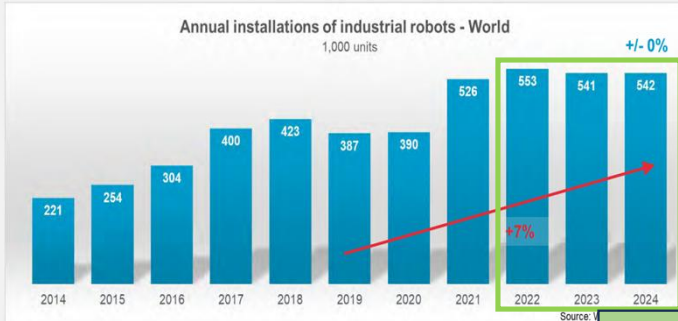


事業の背景・目的・将来像

ロボット産業の市場動向（世界の動向）

- 世界の産業用ロボット販売台数は2013年から2017年の5年間で2倍強に増加、2020年から2021年では27%の増加
- 日本は世界一のロボット生産国。販売台数のシェアは90年代の9割程度よりは低下したものの、世界のロボットの6割弱が日本メーカー製（約38万台中21万台）
- 電気、自動車産業がロボットの最大の導入先。米中貿易摩擦の影響で、販売台数が伸びていた電機・エレクトロニクスは2019年に一時減少、食品等の三品産業やサービス分野では導入が進まず

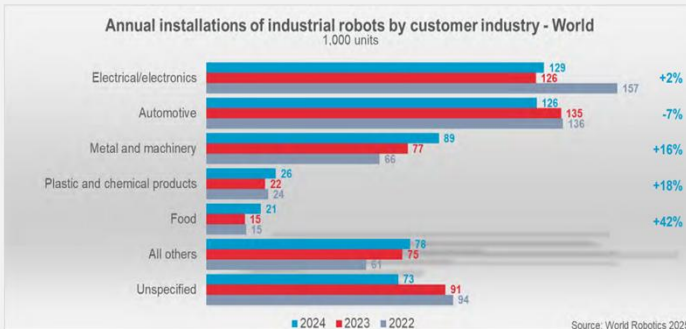
Global robot demand in factories doubles over 10 years



産業用ロボットの年間設置台数（世界）

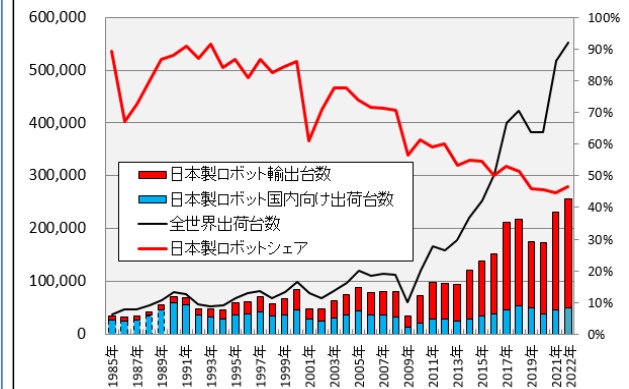
中間評価からの変更部分

General industries compensate weak automotive industry



顧客産業別ロボットの年間設置台数（世界）

世界の産業用ロボット年間出荷台数の推移



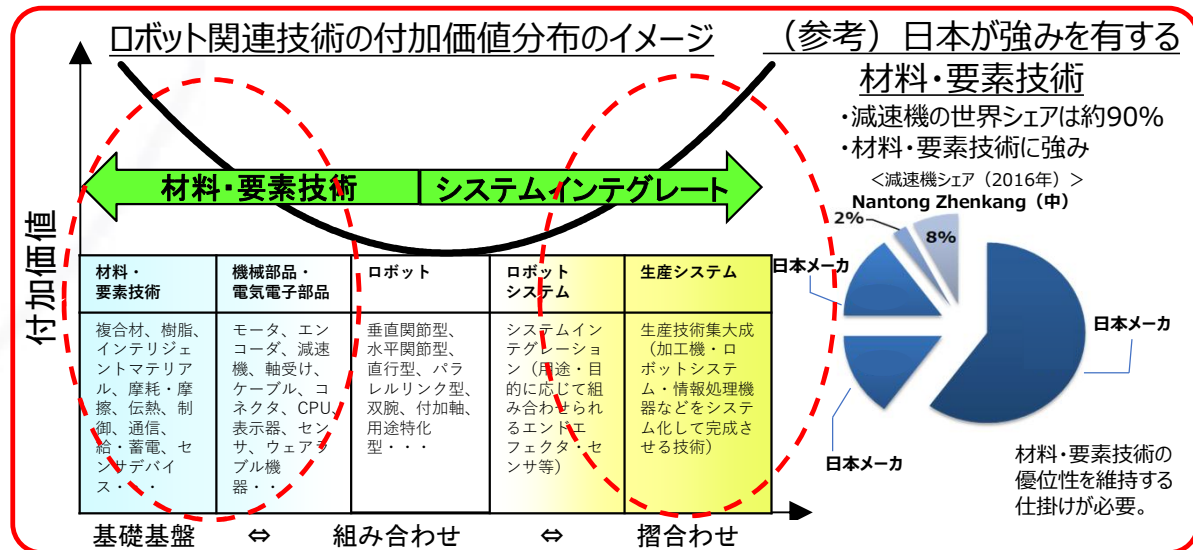
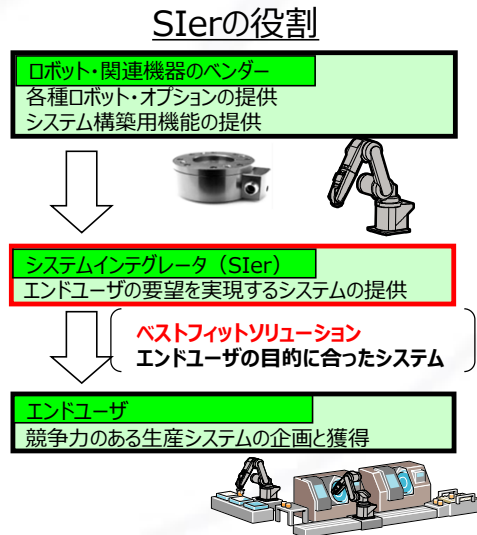
（出典）JARA（日本ロボット工業会）マニピュレーティングロボット年間統計 International Federation of Robotics, World Robotics 2022より推計

日本製ロボットの世界シェア動向

事業の背景・目的・将来像

ロボット関連技術の付加価値分布

- ▶ 産業用ロボットのバリューチェーン全体を見渡すと、上流と下流、すなわち、**材料・要素技術とシステムインテグレーションの部分の付加価値(収益性)が高い**U字カーブ構造になっている。
- ▶ 例えば、**上流部分の減速機は、日本メーカーの世界シェアは約90%**。引き続き、強みを維持すべく、中長期的視点に立って、大学の抱える潜在的シーズを活用し、**ハンドリング、遠隔制御、素材、汎用動作計画**等の**基礎・応用研究を実施していく必要がある**。
- ▶ **下流部分のシステムインテグレーション**について、コスト的にロボット本体と同額程度とも言われ要対策、日本では、**2018年に「FA・ロボットシステムインテグレート協会」設立し活動している**。（現在会員数約306社）



事業の背景・目的・将来像

新たなプレイヤーの出現

- **AIやIoT技術の取り込み**や、非製造業をはじめとする**ベンチャー企業等新たなプレイヤー**が出現
- **物流、配送、警備**などの分野における**ロボット導入の動きが活発**になっている

	モビリティ関連		製造関連		サービス関連
海外	Starship Technologies (米・エストニア) 食品や小荷物の配達の変革のため、ロボットを使った新たなサービスを提供。2014年設立。 非製造分野(配送) BtoC展開 	Savioke (米) 自律走行型デリバリーサービスロボットを開発（エレベーター乗降、障害物回避等が可能）。2013年設立。 非製造分野(配送) 	Universal Robots (デンマーク) 2005年設立の大学発のベンチャー企業であり、協働ロボットの世界No.1のシェア。世界の32,000を超える生産現場に導入。 	Seismic (米) ロボティクスをアパレルに融合させた Powered Clothingを開発。2015年設立。 非製造分野(ヘルス) BtoC展開 	
	Doog (日) 人の近くで動作可能な移動ロボットを開発。2012年設立。 非製造分野(物流) 	MUJIN (日) ロボット自身に動作を考えさせる、ティーチレス技術であるモーションプランニング技術を開発。2011年設立。 非製造分野(物流)	Asratec (日) ロボット制御システムの企画・開発・ライセンス販売。また、開発支援やコンサルティングなどを展開。2013年設立。 非製造分野	SEQSENS (日) 自律移動型のセキュリティロボットを開発。巡回警備業務が可能。2016年設立。 非製造分野(警備) 	オリィ研究所 (日) ロボットを介して人々の社会参画を実現するテレプレゼンス型ロボットを開発。2012年設立。 非製造分野(家庭) 
日本					

「ロボットを取り巻く環境変化と今後の施策の方向性～ロボットによる社会変革推進計画～」より抜粋

事業の背景・目的・将来像

市場動向・社会変革計画を受けて

- 「ロボットによる社会変革推進計画」において、施策方向性の4本柱の1つ、「Ⅲ. 中長期的課題に対応するR&D体制の構築」に位置づけられる技術開発事業
- ロボット導入比率が低い三品産業や中小企業等に導入するためには、ロボット価格と同額程度と試算されるSI費を半減させることで全体としてロボット導入への障壁を低くし、ロボット導入を拡大させることを目指した事業
- 我が国で課題となる人手不足、COVID-19により「遠隔」「非接触」「非対面」を実現することが求められている状況も踏まえて、幅広い産業分野へのロボットの導入を進めていくことが急務

- 様々な課題に対応できるシステムインテグレータ（メガインテグレータ）を育成し、**ロボットの社会実装を更に推進**
- 産学が連携し、**人材育成やロボット技術の更なる高度化を目指す**

エコシステムの構築、協調体制を創出（ユーザー、メーカー、システムインテグレータ、大学、高専等）

今後の施策の方向性

I. 導入・普及を加速するエコシステムの構築

- 業務プロセス、データ連携等の標準化、安全性、ビジネスモデルの整理
- 中小企業等へのロボット導入に向け、自治体、金融機関等地域との連携促進

II. 産学が連携した人材育成枠組の構築

- 産業界と高専等が連携し、教員への支援等を実施する体制構築
- スキル標準の海外普及
- システムインテグレータに係る技能検定職種の創設等

III. 中長期的課題に対応するR&D体制の構築

- 産業界が協調し、産学連携して基礎・応用研究を実施する体制構築
- AI等各コミュニティの緊密な連携、社会実装に向けAIが活用されやすい環境整備

IV. 社会実装を加速するオープンイノベーション

- 2020年以降もWorld Robot Summitを開催
- 産業界の強いコミットメントを得つつ、大学等のシーズをビジネスに繋げる仕掛け検討。2024年頃の実施を目指す

「ロボットを取り巻く環境変化と今後の施策の方向性～ロボットによる社会変革推進計画～」より抜粋

政策・施策における位置づけ

革新的ロボット研究開発等基盤構築事業 令和4年度予算額 9.5億円（6.6億円）

(1) ①、(2) 製造産業局 ロボット政策室
(1) ② 商務・サービスグループ 物流企画室

事業の内容

事業目的・概要

- 我が国における人手不足への対応に加えて、昨今の新型コロナウイルス感染症の拡大を契機にあらゆる産業分野で「遠隔」「非接触」「非対面」を実現することが求められている状況も踏まえて、幅広い産業分野へのロボットの導入を進めていきます。具体的には、以下の取組を実施します。
 - サービスロボットの社会実装に向けて、ユーザーの業務フローや施設環境の変革を含むロボットフレンドリーな環境の実現が必要です。このため、ユーザー、メーカー、システムインテグレーター等が連携し、当該環境の実現に向けて研究開発等を実施します。
 - 多品種少量生産にも対応可能な産業用ロボットの実現に向け、鍵となる、「ハンドリング関連技術」、「遠隔制御技術」、「ロボット新素材技術」、「汎用動作計画技術」等の要素技術に係る基礎・応用研究について、産業界と大学等研究機関とが協調しつつ、研究を推進します。

成果目標

- (1) のプロジェクト終了時（2024年度）までに、屋内においては少なくとも3業種において、ロボットフレンドリーな環境を備えた社会実装事例を創出する。また屋外においても、自動配送ロボットによる配送サービスの実現を目指す。
- (2) のプロジェクト終了時（2024年度）までに、8つの新たな要素技術を確立。また、本事業の成果を活用し、2030年を目標に、ロボットの動作作業の省エネルギー化を目指す（効率を現状の1.5倍）。

条件（対象者、対象行為、補助率等）

国	(1)① 定額補助	民間団体等	補助(2/3)	民間企業等
	(1)②調査委託	民間企業等		
	(1)②技術開発、(2) 交付	NEDO	(1)②補助(2/3, 1/2) (2)補助(2/3)	民間団体等

事業イメージ

(1) ロボットフレンドリーな環境の実現

※下記画像はイメージ

①屋内環境の整備

- 施設管理**
ロボットと施設との連携インターフェースや、施設設計の標準化を進め、ロボットが活動しやすい施設内環境を整備。
 薬剤などの搬送
 ビルにおける清掃
- 小売・飲食**
ロボットが、店舗内において在庫管理、品だし、レジ決済をするための商品画像の開発を実施。
 店舗での在庫確認
 店舗での食器洗い
- 食品**
惣菜盛り付け工程等、多くの人手を要する工程について、ロボットで実現しやすい盛り付け方法の開発や、安価な省人化・無人化ラインの開発を実施。
 惣菜の盛り付け

②屋外環境の整備

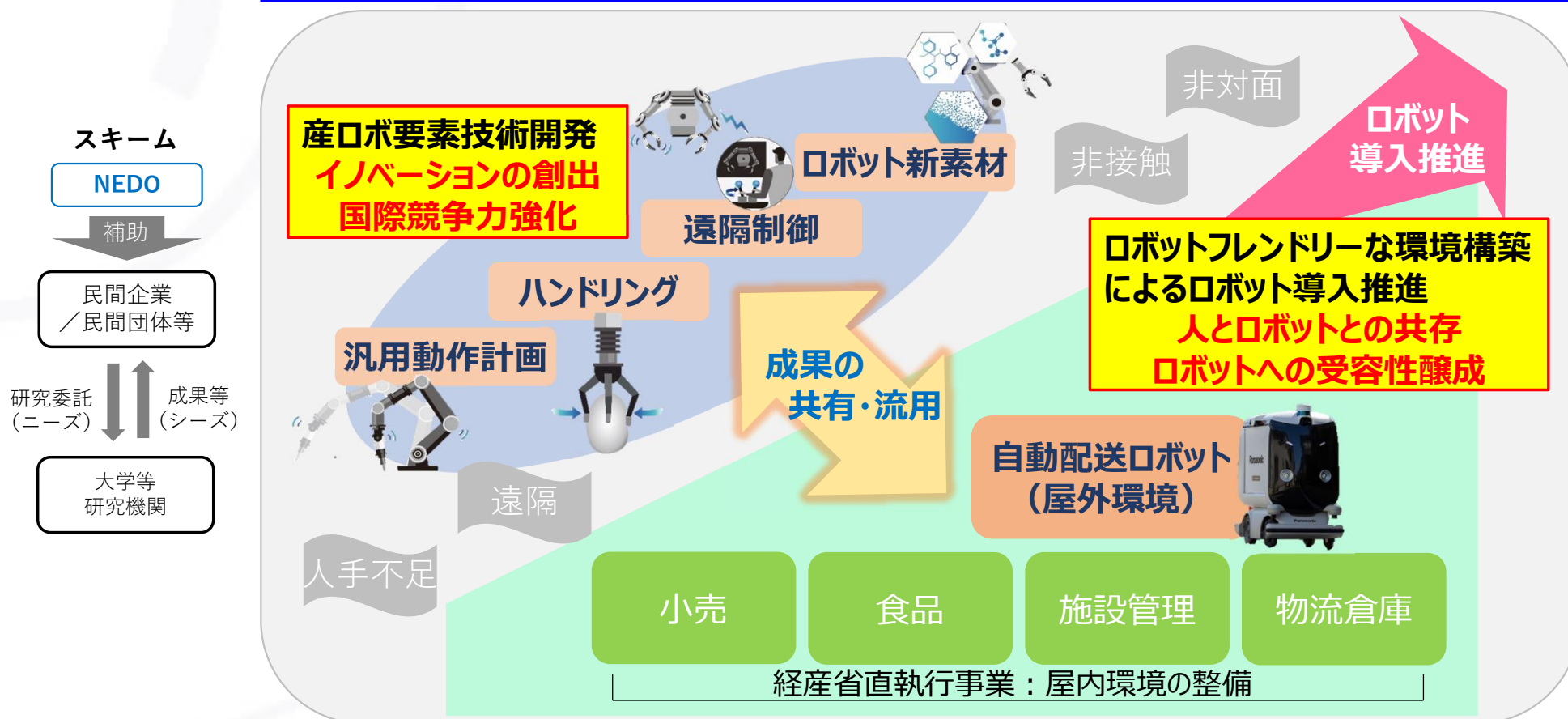
公道における自動配送ロボットの活用に向けた技術開発及び実証を実施するとともに、関連調査及び社会受容性向上を目的とした発信等を実施。
 自動配送ロボットの公道走行

(2) 要素研究開発の例

- ハンドリング関連技術**
用途に応じた最適なエンドエフェクタ適用技術及びエンドエフェクタ知能化技術を確立。
 人の手の動きを模倣した機構
 把持からモノ情報の取得・利用
- 遠隔制御技術**
あたかもその場にいるような高臨場感が得られる遠隔制御技術や遠隔操作支援技術を確立。
 ロボット管理・操作のためのIF
 脳モデルの構築から指示の学習
- ロボット新素材技術**
ロボットに用いられる素材の「軽い」、「小さい」、「柔らかい」の実現。
 ロボット用センサへの応用開発
- 汎用動作計画技術**
導入や仕様変更の負担が限りなく少ないロボットシステム（ティーチングレスロボット）技術の確立。
 学習による汎用作業計画
 シミュレーションによる作業計画作成

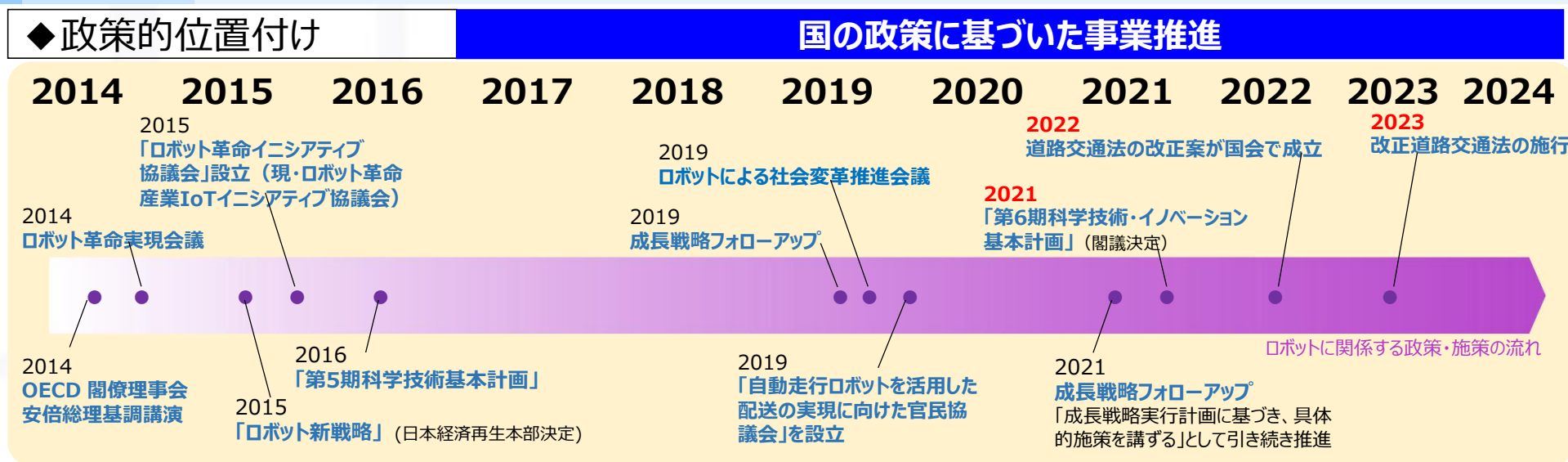
政策・施策における位置づけ

日本の生産年齢人口の減少に備え、幅広い産業分野へのロボット導入を推進する



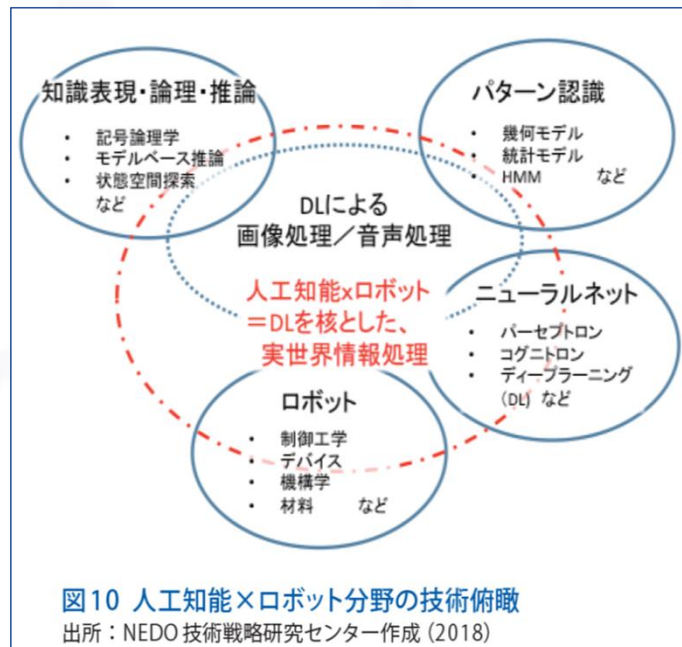


政策・施策における位置づけ



主な政策	具体的内容
「第5期科学技術基本計画」 (2016.1)	「超スマート社会」における競争力向上と基盤技術の戦略的強化が提唱され、新たな価値創出のコアとなる強みを有する技術としてロボット等の強化が記されている
「第6期科学技術・イノベーション基本計画」 (2021.3)	Society5.0時代にてロボット導入を容易にするロボットフレンドリーな環境の構築推進、中長期的課題に対応する研究開発体制構築について産官学が連携して取組を推進
道路交通法の改正案成立 (2022.4)	低速、小型の自動配送ロボットに関する制度化を含む「道路交通法の一部を改正する法律」が成立、2023年に施行
「デジタル田園都市国家構想基本方針」 (2022.6)	ラストワンマイルにおけるドライバー不足や買い物弱者対策への活用に向け、低速・小型の自動配送ロボットを活用した配送サービスの社会実装に向けた支援を実施

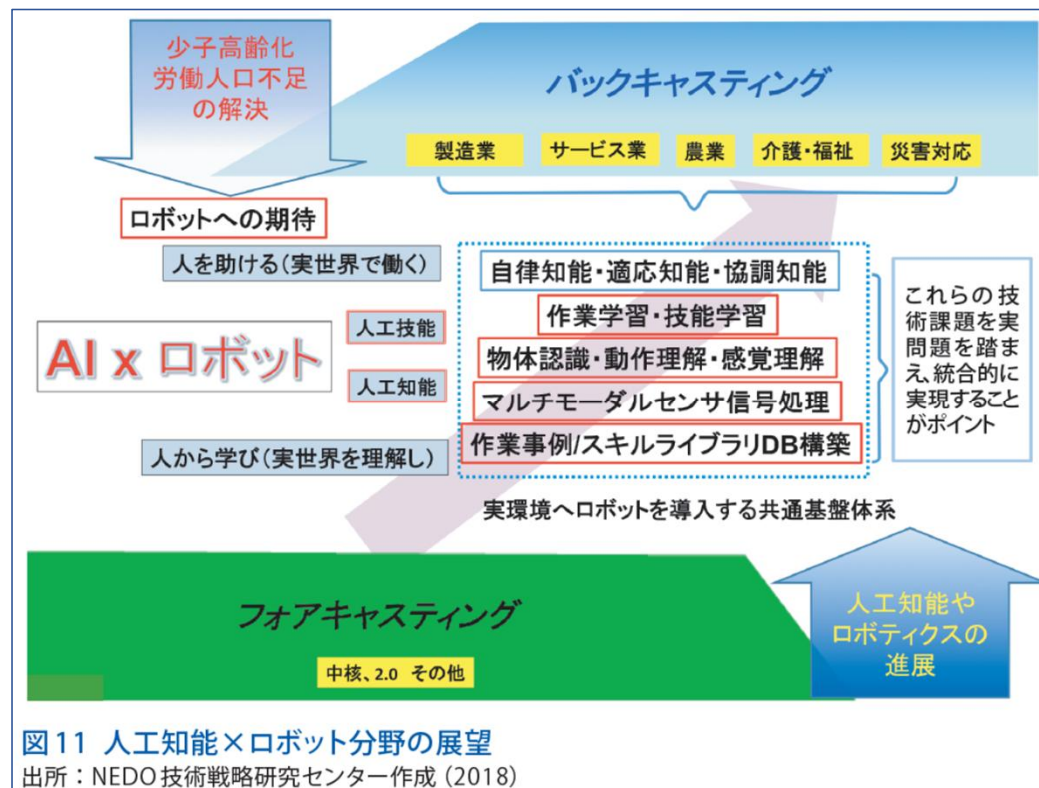
技術戦略上の位置づけ



**生産人口減少への対応
人間作業代替ロボット
DB構築による効率化
ロボットへの受容性醸成**

要素技術開発により課題を解決

NEDO 技術戦略センター発信『TSC Foresight』
Vol.29「人工知能×ロボット分野の技術戦略策定に向けて」より抜粋



外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など）

◆ 国内外の研究開発の動向と比較

主要国・地域でのロボットに係る取組み

金融危機後のEU経済の土台を築くために、「**研究室から産業へ、そして世界へ**」を掲げ、産学連携によるイノベーション創出の取組みに対し、770億ユーロを助成。ロボットについては、23のプロジェクトを実施（年間2億ユーロを助成）

世界におけるデジタルフロンティアとなることを目指し、「生命科学・環境・ロボティクス等分野の研究開発への税制優遇等支援」、「初等・中等教育でのSTEM人材教育の充実」を推進、また、オーデンセ市では、自治体を挙げて、世界有数の企業とも連携しつつ、ロボティクスに関わる技術、経営に関するプロフェッショナル集団による基礎研究から市場参入までの一貫通貫型支援を実施

人とロボットが共生する世界の到来を前提に、「ロボットとのコミュニケーションに関わる技術の研究開発（ティーチング・インターフェース等）」や「ロボットとの協働を前提としたワーカーの育成」を提言

「Horizon2020」



「Strategy for Denmark's Digital Growth」

中国

各種国策により優先順位をつけた施策を早急に実行していくことが必要

アメリカ

「A Roadmap for US Robotics: From Internet to Robotics」

大規模言語モデル（LLM）や視覚言語モデル（VLM）の登場(2021)により、ロボットが人間の言葉や視覚情報を理解し、課題を解決する能力を獲得しだしている。ロボットのシステムインテグレートも生成AIにより自動生成されだしてきた。

「Industrie4.0」

製造業のサービス化・高負付加価値化を世界に先駆けて行うことによる**国際標準獲得**に向け、「企業の枠を超えた工場間の水平統合の推進・標準化」や「産学連携を通じた、マネジメントやプロジェクト管理が可能な人材育成の推進」を提言

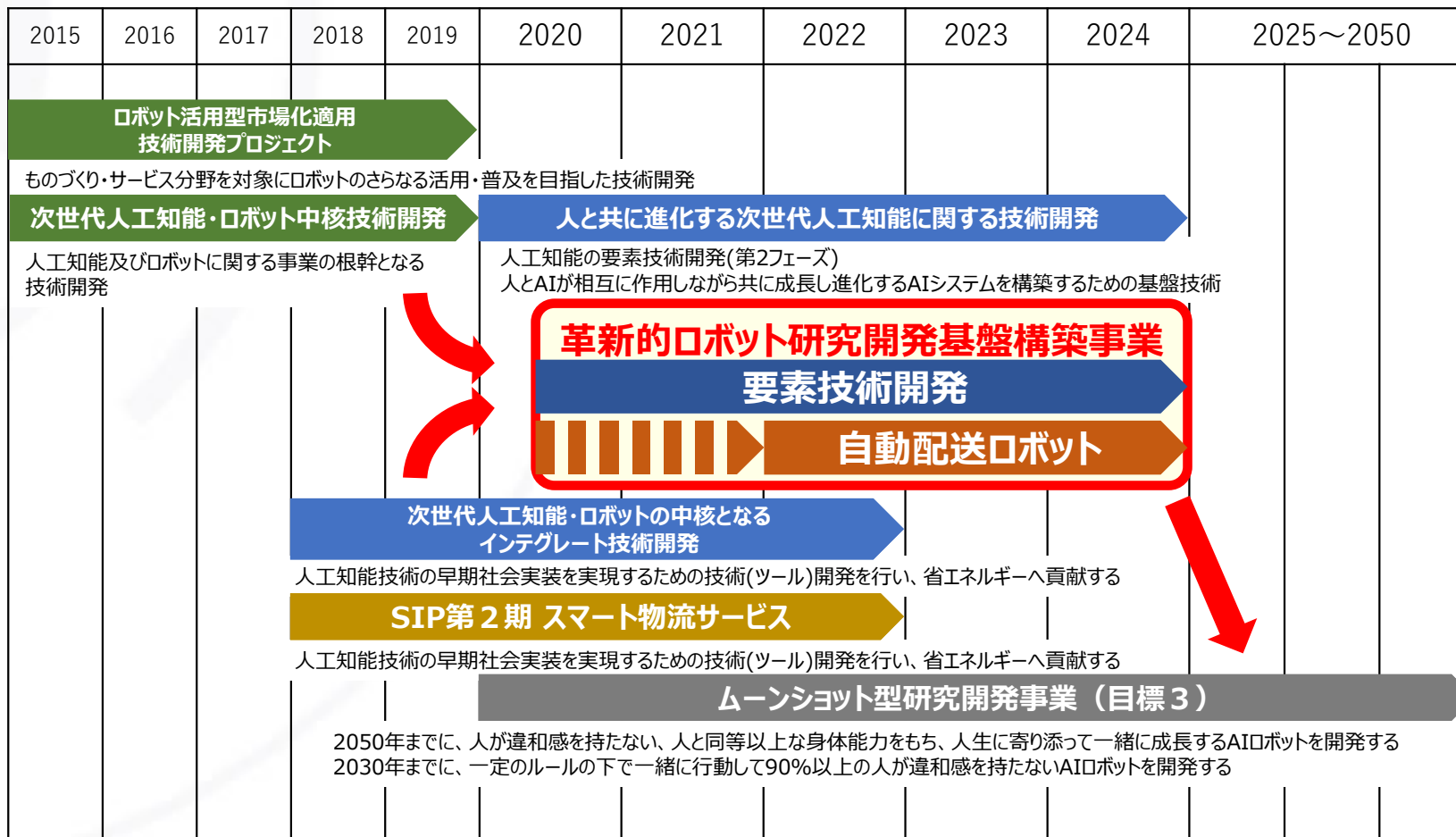
「中国製造2025」

ロボット産業発展計画（2016～2020年）中国製造2025を受け、2016年に工業信息化部が発表した発表したロボット産業振興の総合的計画、①ロボット市場の拡大、②ロボット装備率拡大、③国内ブランドの生産・シェア拡大、④サーボモーター・コントローラーなどのコア技術の国産化などを目標

フィジカルAIの提唱(2025/1)

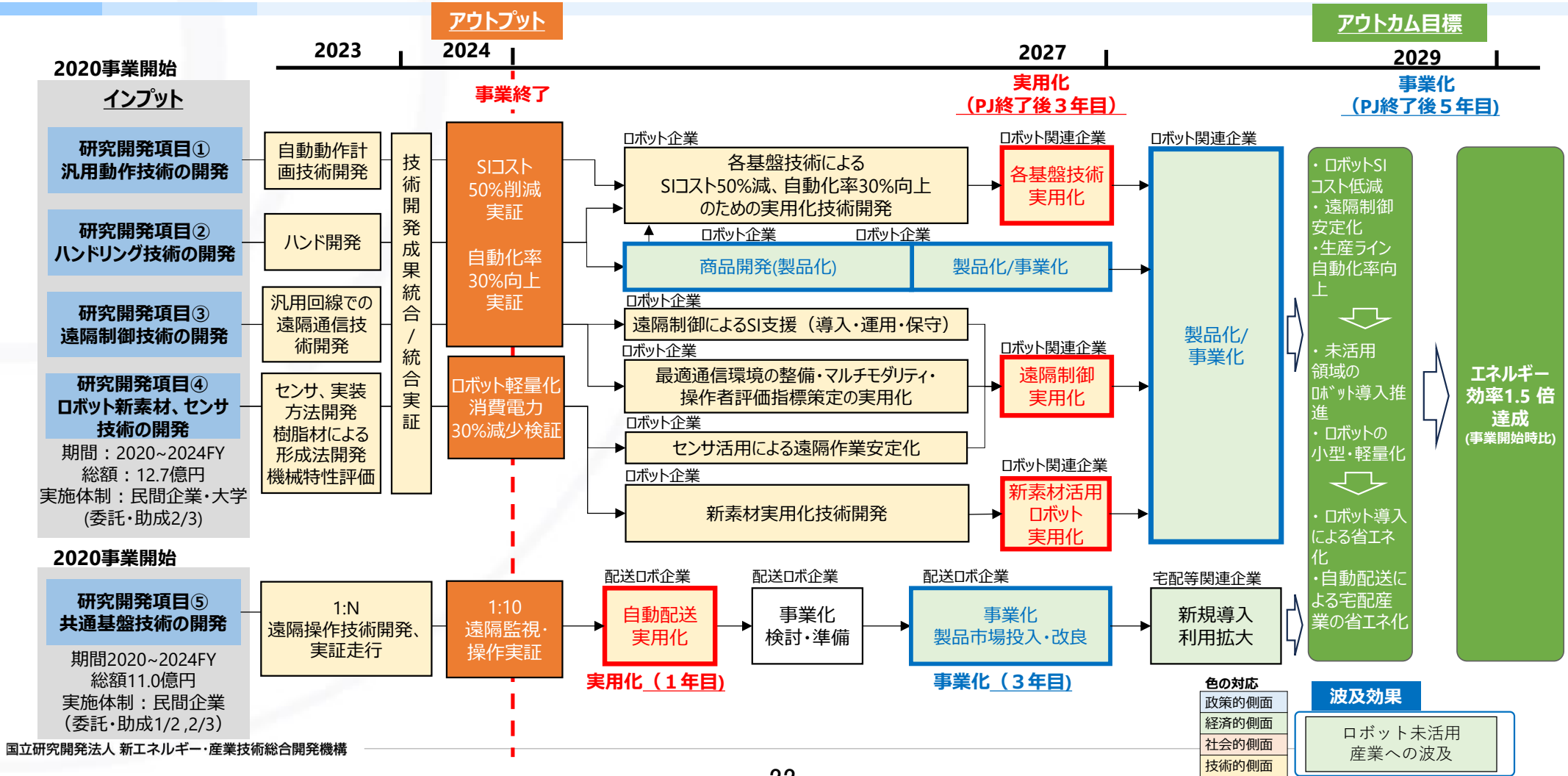
NVIDIA創業者が「**フィジカルAI**」が強く提唱。「AIが次の産業革命をもたらす」「**フィジカルAI時代**に突入し、ロボットや自動運転車などが現実世界で知覚・推論・行動する」ことで、社会基盤や産業構造が再構築されるというビジョンが示された。

他事業との関係





アウトカム達成までの道筋



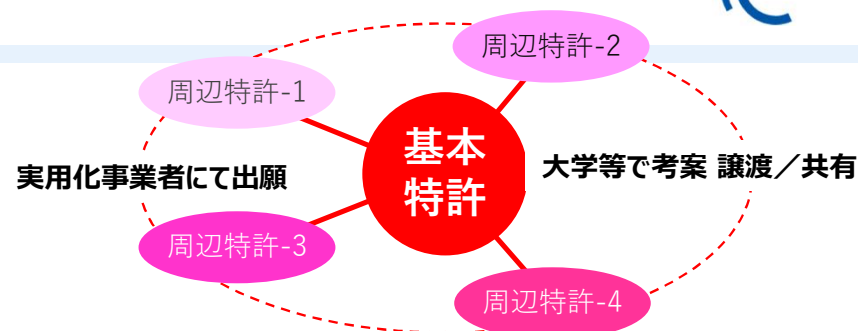
知的財産・標準化:オープン・クローズ戦略

研究開発項目	オープン戦略	クローズ戦略	戦略の考え方
①汎用動作計画技術 ②ハンドリング関連技術	<ul style="list-style-type: none"> 要素技術開発における技術・評価などの論文公開 データ活用の仕組み(著作権、データ作成工フォート等を考慮)を実装しての活用ケースの提示と将来のサービス化 	<ul style="list-style-type: none"> ロボット動作計画支援方法に関する特許取得 詳細データ及びソフトウェアの秘匿化 	<ul style="list-style-type: none"> データ活用の仕組み化により、ロボットSierの開発効率向上と、導入コストを削減 詳細データ及びソフトウェアはロボットメーカ(ROBOCIP組合員企業)での製品・サービス改善に活用
③遠隔制御技術	<ul style="list-style-type: none"> 要素技術開発における技術・評価などの論文公開 リファレンス実装での遠隔制御活用事例開拓と公開 	<ul style="list-style-type: none"> 遠隔制御での特異点回避手法に関する特許取得 詳細データ及びソフトウェアの秘匿化 	<ul style="list-style-type: none"> リファレンス実装での事例開拓により遠隔制御活用市場を拡大 詳細データ及びソフトウェアはロボットメーカ(ROBOCIP組合員企業)での製品・サービス改善に活用
④ロボット新素材応用技術/ センサ応用技術	<ul style="list-style-type: none"> 要素技術開発における技術・評価などの論文公開 	<ul style="list-style-type: none"> 軽量化素材での剛性確保手法に関する特許取得 詳細データ及びソフトウェアの秘匿化 	<ul style="list-style-type: none"> 軽量化素材の特性・課題の公開により、軽量化素材活用ケース拡大による素材コスト低下を期待 詳細データ及びソフトウェアはロボットメーカ(ROBOCIP組合員企業)での製品・サービス改善に活用
⑤「自動配送ロボットによる 配送サービスの実現」	<ul style="list-style-type: none"> 業界団体の活動による市場醸成と競争による業界全体の技術力の向上 	<ul style="list-style-type: none"> 個社の技術・ノウハウ蓄積により他社差別化および競争力醸成 	<ul style="list-style-type: none"> オープン戦略として、ロボットデリバリー協会における安全基準・運用ガイドライン等の策定活動や、個別技術の権利化を進めるとともに、リスクアセスメントやステークホルダーとの意見交換はクローズ戦略として個社ごとに進めた。

※オープン・クローズ戦略：ノウハウの秘匿、知財、標準化、規制の組合せ等により、市場を拡大しつつ本研究開発の成果の優位性を確保する戦略

知的財産戦略と考え方

各事業者にて戦略を策定し事業化を目指す
知的財産権は助成先に帰属する



項目	事業者	考え方
要素技術開発	ROBOCIP (共同研究先)	<ul style="list-style-type: none"> すべての共同研究先と共同研究契約を締結し、研究成果の知的財産権は共同研究先と技術組合の共有 共同研究契約において、技術組合員企業が研究成果たる共有知的財産権を無償実施できる 技術組合員企業各社で本事業の研究成果を持ち帰って実用化することが可能な仕組み
	パナソニックホールディングス 大阪大学 (共同研究先)	<ul style="list-style-type: none"> 大阪大で原理に立ち戻った研究を行い、基本特許となるアイデアを考案 → 出願前譲渡契約を行い、パナソニックで出願
	ヤンマーホールディングス (共同研究先)	<ul style="list-style-type: none"> 共同研究先での開発ソフトウェアは知的財産として共有する。
自動配送	パナソニックホールディングス	<ul style="list-style-type: none"> 助成事業に関連する代表的知財として、①複数台モビリティ制御向け遠隔監視技術、②ロボット自律移動における安全停止技術を出願 ロボットの遠隔監視技術について出願状況を調査したところ、全体的に出願数が少ない状況。この分野の出願で優位性を確保していく方針

<評価項目 2> 目標及び達成状況

- (1) アウトカム目標及び達成見込み
- (2) アウトプット目標及び達成状況

実用化・事業化の考え方とアウトカム目標の設定及び根拠

	目 標
アウトプット	<p>【要素技術開発】</p> <p>ロボット未活用領域においても対応可能なロボットの実現に向け、</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 「製品開発に適用可能となる要素技術を8件以上確立」すること。 <p>成果を統合したロボット試作機で実証試験を行い、従来のロボットと比較して、</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 「自動化率30%向上」 ● 「システムインテグレーションコストの50%削減」を実現し、ロボットの更なる普及に資すること。
	<p>【自動配送】</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 開発成果を組み込んだ自動配送ロボットや遠隔制御システム等を用い、適切なリスクアセスメントを行った上で自動配送実証試験を行い、下記のうち2つ以上の目標を達成すること。 <ol style="list-style-type: none"> 1. 10台以上のロボットを遠隔監視・操作可能なシステムの開発 2. 月平均400km以上、あるいはのべ1600km以上の走行 3. 実際にサービスインをする環境で、サービスとして実運用（プレ運用）し、事業としての運用可能性を検証するため、週3日以上、6か月以上継続した荷物の配送・受領に相当する作業を実施。
アウトカム	<ul style="list-style-type: none"> ● 本事業により得られた要素技術が活用されることで、ロボットの小型化・軽量化が進み、ロボット動作における消費電力削減を実現すること。 ● 最適なロボット動作計画を用いることで、無駄な動きを省いた効率的なロボットの動作を実現し、ロボット導入における省エネ化に寄与する。測定指標として、エネルギー効率について、現状（事業開始時）と比較して1.5倍とすること。



アウトカム目標の達成見込み

	達成見込み	課題
事業アウトプット	<ul style="list-style-type: none"> 本事業の最終目標は、実証もでき達成できた。 	<ul style="list-style-type: none"> 実際の現場を模した実証ができたが、実際の使用による多くの条件下での検証が必要で、実用化の中で解決していく必要がある。
実用化/事業化	<ul style="list-style-type: none"> 要素技術は、技術組合企業への引取り渡され実用化を進める取組が進んでいる。 実用化後は、事業化に向け製品としての開発が進める見込み。 一部の技術(③ハンドリング技術、⑤自動配送)では、製品化/事業化の進んでおり、着実にアウトカム達成に向かっていく。 	<ul style="list-style-type: none"> 技術組合企業への引取られた要素技術が性能や信頼性確保に向けた技術開発を共同研究先と引き続き連携して開発を進める必要がある。 事業化には、さらに信頼性や収益性についての開発を行う必要があり、またユーザビリティの工場やサービス体制を構築する必要がある。
アウトカム達成	<ul style="list-style-type: none"> 事業化を完了し、ロボットSIコスト低減が進めば、ロボット未活用領域への導入が進み、小型軽量ロボットと最適なロボット動作の相乗効果で、ロボット導入による省エネ効果でアウトカム達成を実現できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ロボット関連企業の事業推進への取組が重要であり、本事業の成果を生かしつつ、政策的な総合的なロボット技術に対する取り組みが必要である。

【目標設定時】エネルギー効率1.5倍達成見込

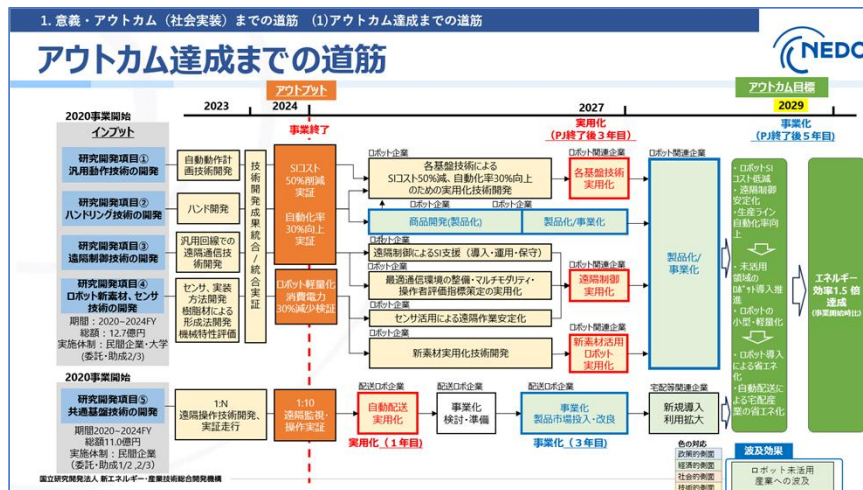
$$= 1 \div (1 - 0.3) * (1 + 0.05)$$

ここで0.3は、消費電力削減30%

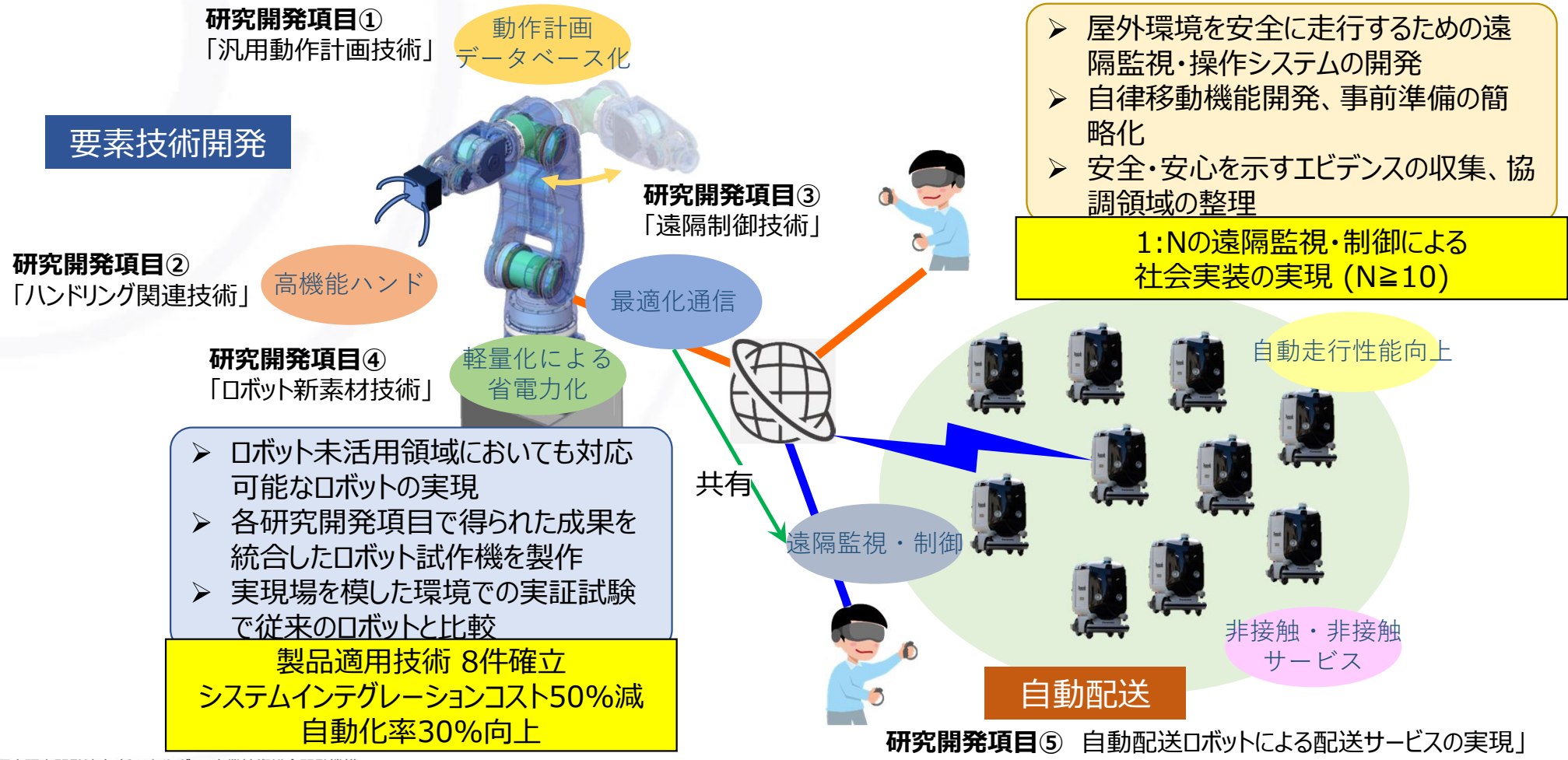
0.05は、汎用動作計画/ハンドリング技術にて、「最適なロボット動作で無駄な動きを省いたロボット動作」の実現で効率5%向上

【事業終了】1.62倍達成見込 (= 1 ÷ (1 - 0.35)) * (1 + 0.05))

消費電力削減率35%



本事業における研究開発項目の位置づけ



アウトプット (終了時) 目標の設定及び根拠

研究開発目的/目標	研究開発項目	最終目標 (2025年3月)	根拠
要素技術開発の確立 ・ROBOCIP ・パナソニックHD/阪大 ・ヤンマー	研究開発項目①「汎用動作計画技術」 研究開発項目②「ハンドリング関連技術」 研究開発項目③「遠隔制御技術」 研究開発項目④「ロボット新素材技術」	8件以上確立	各研究開発項目での目標2件確立
S Iコスト削減 ・ROBOCIP	研究開発項目①「汎用動作計画技術」 研究開発項目②「ハンドリング関連技術」 研究開発項目③「遠隔制御技術」	50%削減	数値自体は、SIコスト半減より設定 ロボットシステム構築の作業工程(企画構想、設計、製造、テスト)の各工程のコスト分解から、削減率を設定し、十分チャレンジングであることを確認して決定。
生産ライン自動化率 ・ROBOCIP ・パナソニックHD/阪大	研究開発項目①「汎用動作計画技術」 研究開発項目②「ハンドリング関連技術」 研究開発項目③「遠隔制御技術」	30%向上	全行程人手作業ラインを基準に、3割の人員増加による人手不足対策させることを目標として設定。
ロボットの消費電力削減 ・ROBOCIP	研究開発項目④「ロボット新素材技術」	30%削減	アウトカム「エネルギー効率1.5倍達成」から、汎用動作計画技術によるロボット動作最適化で、最適化軽量化による効率5% x 軽量化による消費電力30%削減で効率43%=効率1.5倍から設定
自動配送ロボットによる配送サービスの実現	研究開発項目⑤ 「自動配送ロボットによる配送サービスの実現」	<ul style="list-style-type: none"> ・オペレータ対ロボット1:10の遠隔操作・監視 ・走行距離のべ1600km以上 ・配送実運用 6ヶ月 	<ul style="list-style-type: none"> ・遠隔操作・監視に関しては、事業開始時点の宅配取扱99,600個/年/人とロボット配送能力18,250個/年/台から算出 ・走行時間240h x 速度6km/h x 1.1(安全率10%) ÷ 1,600km ・継続的な事業化に向けた課題抽出に必要な期間として設定

アウトプット目標の達成状況

研究開発目的/目標	関連研究開発項目	最終目標 (2025年3月)	成果 (実績) (2025年3月)	達成度	達成の根拠/解決方針
要素技術開発の確立 ・ROBOCIP ・パナソニックHD/阪大 ・ヤンマー	研究開発項目①「汎用動作計画技術」 研究開発項目②「ハンドリング関連技術」 研究開発項目③「遠隔制御技術」 研究開発項目④「ロボット新素材技術」	8件以上確立	18件確立	◎	目標件数を大きく上回って達成 ROBOCIP 12、パナHD/阪大 4 ヤンマー 2
S Iコスト削減 ・ROBOCIP	研究開発項目①「汎用動作計画技術」 研究開発項目②「ハンドリング関連技術」 研究開発項目③「遠隔制御技術」	50%削減	50%削減実証	○	コスト削減に繋がる要素技術を 統合した実証実験成功 計算上50%削減
生産ライン自動化率 ・ROBOCIP ・パナソニックHD/阪大 ・ヤンマー	研究開発項目①「汎用動作計画技術」 研究開発項目②「ハンドリング関連技術」 研究開発項目③「遠隔制御技術」	30%向上	33%向上実証	○	物流現場で取扱う代表的な日 用品(難把持物含む)のハンドリ ングの実証実験成功 計算上33%削減
ロボットの消費電力 ・ROBOCIP	研究開発項目④「ロボット新素材技術」	30%削減	35%削減実証	○	産業用ロボットの典型的な運動 パターンを使用しての消費電力 削減の実証実験成功
自動配送ロボットによる 配送サービスの実現	研究開発項目⑤ 「自動配送ロボットによる配送サービスの 実現」	・オペレータ対ロボット1:10の 遠隔操作・監視 ・走行距離のべ1600km以上 ・配送実運用 6ヶ月	・1:10達成 ・のべ1600km達成 ・6ヶ月運用達成	○	・1:10公道走行：3実施者 ・走行距離達成：4実施者 ・実運用(プレ運用)達成：3者

◎ 大きく上回って達成、○達成、△一部未達、×未達

研究開発成果の副次的成果等

■ 要素技術

- ROBOCIPで構築されたDB（対象物、機器、ハンドリング、軌道、動作環境など各種）は、本年度開始されたNEDO事業(※1)にて、社会実装加速に向け、開発が進められている。
- 本年度開始の先導研究NEDO事業(※2)でも、樹脂による超軽量ロボットの研究開発が進められている。
- WRS2025愛知大会では競技用DBとしても活用された。

※1「ロボティクス分野におけるソフトウェア開発基盤構築(委託)」 ※2「熱溶融積層造形による樹脂製超軽量ロボットの研究開発」

■ 自動配送

- 事業内では、「公道走行での配送」に限定で進められたが、実施者の個社の取り組みとして、屋外私有地や屋内にて配送・搬送での活用を進めている。

例として

- ・長崎スタジアムシティでの牽引型ロボット
- ・TAKANAWA GATEWAY CITYにおける敷地内モバイルオーダーシステムの商品配送

特許出願及び論文発表

要素技術開発 研究開発項目 ①「汎用動作計画技術」、②「ハンドリング関連技術」、③「遠隔制御技術」、④「ロボット新素材技術」

	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	計
特許出願 (うち外国出願)	1 (0)	5 (5)	22 (11)	11(4)	19(10)	58(30)
論文	0	7	31	58	78	174
研究発表・講演	0	0	13	12	16	41
受賞実績	0	1	0	0	2	3
新聞・雑誌等への掲載	0	4	2	19	75	100
展示会への出展	0	4	8	12	8	32

特許出願及び論文発表

自動配送ロボット 研究開発項目⑤「自動配送ロボットによる配送サービスの実現」

	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	計
特許出願 (うち外国出願)	1(0)	5(5)	2(2)	2(2)	3(2)	13(11)
論文	0	0	1	1	1	3
研究発表・講演 (うちNEDO)	0	5(4)	8(3)	10(4)	4(2)	27(13)
受賞実績	0	0	2	0	0	2
新聞・雑誌等への掲載	0	0	78	36	77	191
展示会への出展	0	0	1	4	5	10

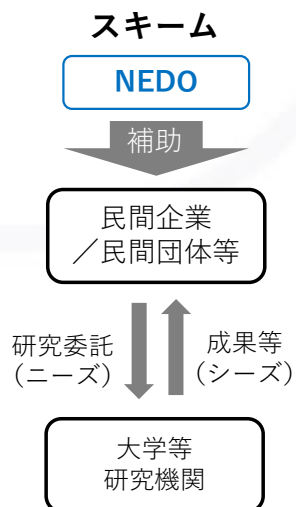
※2025年3月31日現在

<評価項目 3> マネジメント

- (1) 実施体制
 - ※ 受益者負担の考え方
- (2) 研究開発計画

NEDOが実施する意義

海外需要が拡大する中、国際競争力を強化していく上で、如何に国内でキープロダクツを育て、ロボット導入を推進し生産年齢人口の減少に如何に対応していくかが重要な課題



■ 日本の生産年齢人口は年々減少していくことが顕著化されており対策が急務である

■ 日本は課題先進国かつロボットメーカを複数擁するものの、ロボット導入数は世界4位、配送ロボットでは事業化で差が開いており、抜本的に技術力を強化し、強力に推進することが必要

■ 個々の民間企業ではスピード感を持った技術開発・共有と協調による実用化は困難

NEDOが関与し推進すべき事業

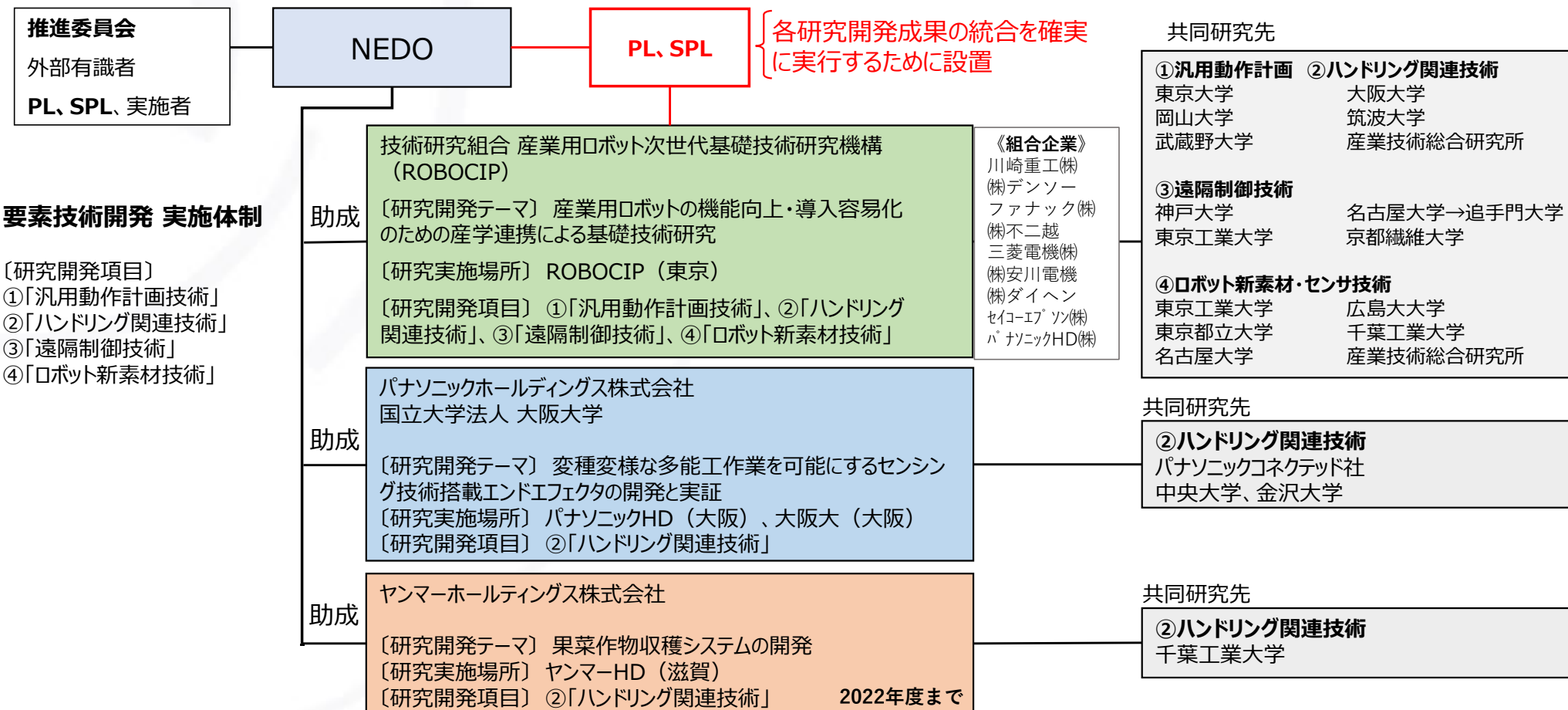
現在ロボット導入が進んでいないサービスや三品産業分野でのロボット化推進、及び自動配送ロボットによるラストワンマイル物流の実現は、我が国の少子高齢化の中での**人手不足やサービス産業の生産性向上等の課題解決**を図る重要な取組み

本事業は、少子高齢化の中での人手不足やサービス産業の生産性の向上等の課題解決を図るものであり、これは**日本社会が乗り越えなければならない重大な課題**への対応となる

従来にない新たなロボット技術開発や、自動配送ロボットの早期実用化を実現させるためには難度の高い課題を広範囲に亘って解決し統合する取組みが必要、**民間企業単独ではリスク**があり、市場原理のみで技術開発の推進を図ることは困難

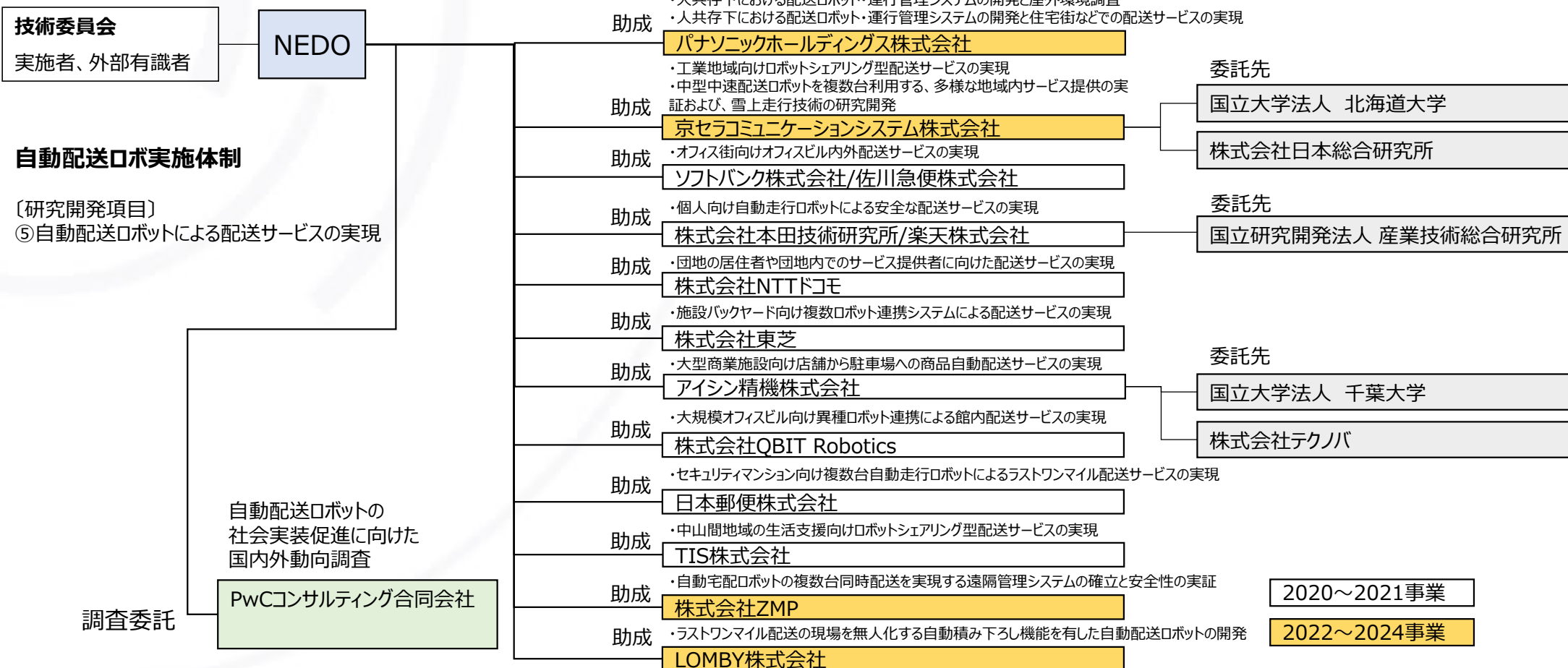


実施体制





実施体制



個別事業の採択プロセス

<既存資料から転記>

【公募】

- 公募内容（本事業では、多品種少量生産現場をはじめとするロボット未活用領域においても対応可能な産業用ロボットの実現に向け、ロボティクスとは異なる分野も含めた幅広い大学研究者等との連携を図りつつ、**産学が連携した研究体制を構築**し、産業用ロボットにおいて重要な要素技術の開発を行います。）
- 公募予告（2020年3月30日）⇒公募（2020年6月30日）⇒公募〆切（2020年8月28日）

【採択】

- 採択審査委員会（2020年9月17日）
- 採択審査項目；NEDOの標準的採択審査項目。
- 採択条件；採択審査委員会では、「我が国の産業用ロボット産業の競争力向上に資する基盤構築を前提とした研究計画を策定した上で、**本事業の他実施者との連携を図ること**。また、事業推進の過程において、本事業の他実施者との連携ができるよう、適宜実施計画の見直しを行うこと。」「事業期間中に各項目で得られた**成果を統合した実証**ができるよう、組合としてのマネジメント体制を構築すること。」等を条件に採択が行われた。
- 留意事項；研究の健全性・公正性の確保に係る取組；公募の際にその他の研究費の応募・受入状況を確認し、不合理な重複及び過度の集中がないか確認した。

予算及び受益者負担

(百万円)

研究開発テーマ	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	合計
要素技術開発 ROBOCIP 研究開発項目①②③④	38	237	350	248	282	1,155
要素技術開発 パナソニックHD・大阪大学 研究開発項目②	21	43	48	33	38	183
要素技術開発 ヤンマーHD 研究開発項目②	3	6	13	-	-	22
自動配送 パナソニックHD、KCCS、LOMBY、ZMP 研究開発項目⑤	133	185	223	193	195	929
調査事業	24	20	20	55	46	165
合計	219	491	654	529	561	2,454

研究開発項目①～④は、要素技術開発であり、本来委託事業であるが、社会実装を強く意識させるために助成事業とし、助成比率2/3となる。
 研究開発項目⑤は、個社の社会実装が非常に近いフェーズのため、助成比率を 大企業：1/2、中小・ベンチャー：2/3と設定された。
 ※ヤンマーは、3年目で目標達成のため早期終了

目標達成に必要な要素技術

研究開発項目①

「汎用動作計画技術」

- ・ユーザー要望の解釈
- ・機器選定アルゴ開発
- ・機器配置最適化アルゴ開発
- ・汎用動作DB構築

動作計画
データベース化

研究開発項目③

「遠隔制御技術」

- ・一般回線での最適通信方式
- ・多感覚通信方式制定
- ・ヒューマンファクタ計測/評価

最適化通信

自動配送

研究開発項目⑤

自動配送ロボットによる配送サービスの実現」

- ・1:10遠隔監視操作システム開発
(多数台監視UI、高効率タスク分配機能開発)
- ・自律走行の実績と運行設計領域(ODD)拡大

1:Nの遠隔監視・制御による
社会実装の実現 (N≥10)

研究開発項目②

「ハンドリング関連技術」

- ・ハンドリング評価アルゴ開発
- ・不定形物把持汎用ハンド開発
- ・柔軟可変ヘラ機構原理開発
- ・不定形果菜類吸着ハンド開発

高機能ハンド

軽量化による
省電力化

共有

遠隔監視・制御

自動走行性能向上

非接触・非接触
サービス

要素技術開発

研究開発項目④

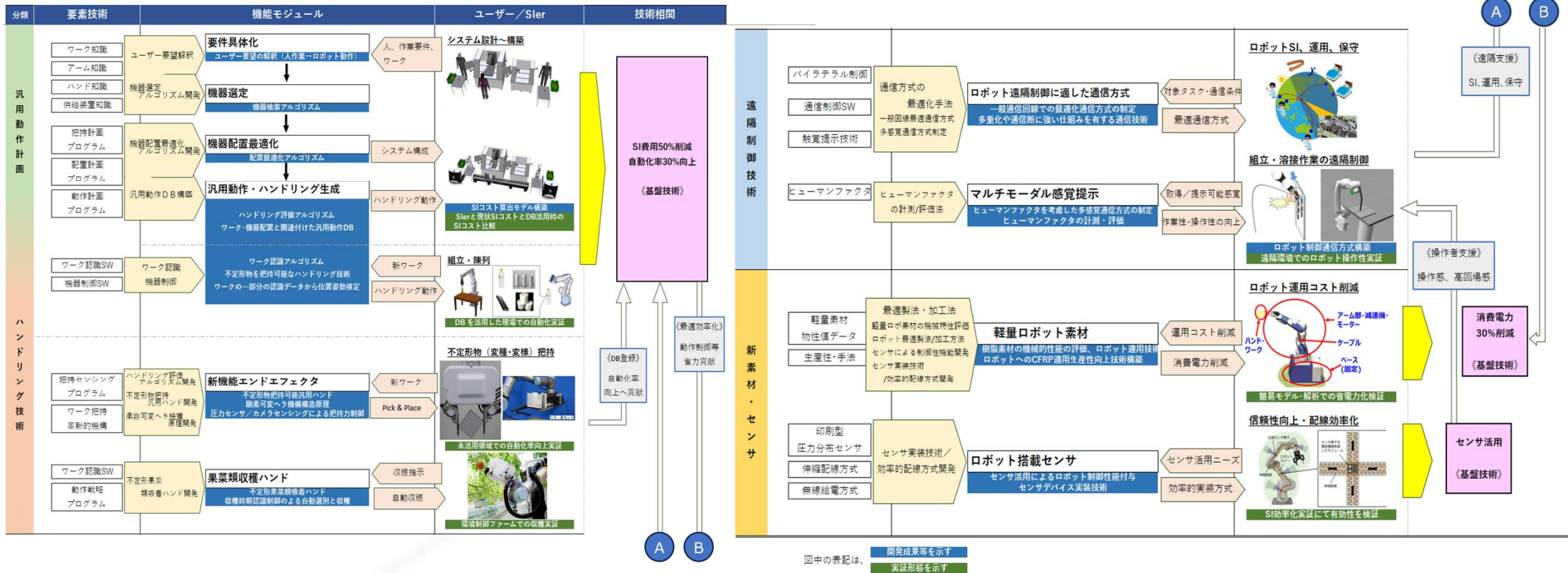
「ロボット新素材技術」

- ・軽量ロボット素材の機械特性評価
- ・ロボット最適製法/加工方法
- ・センサによる制御性機能開発
- ・センサ実装技術/効率的配線方式開発

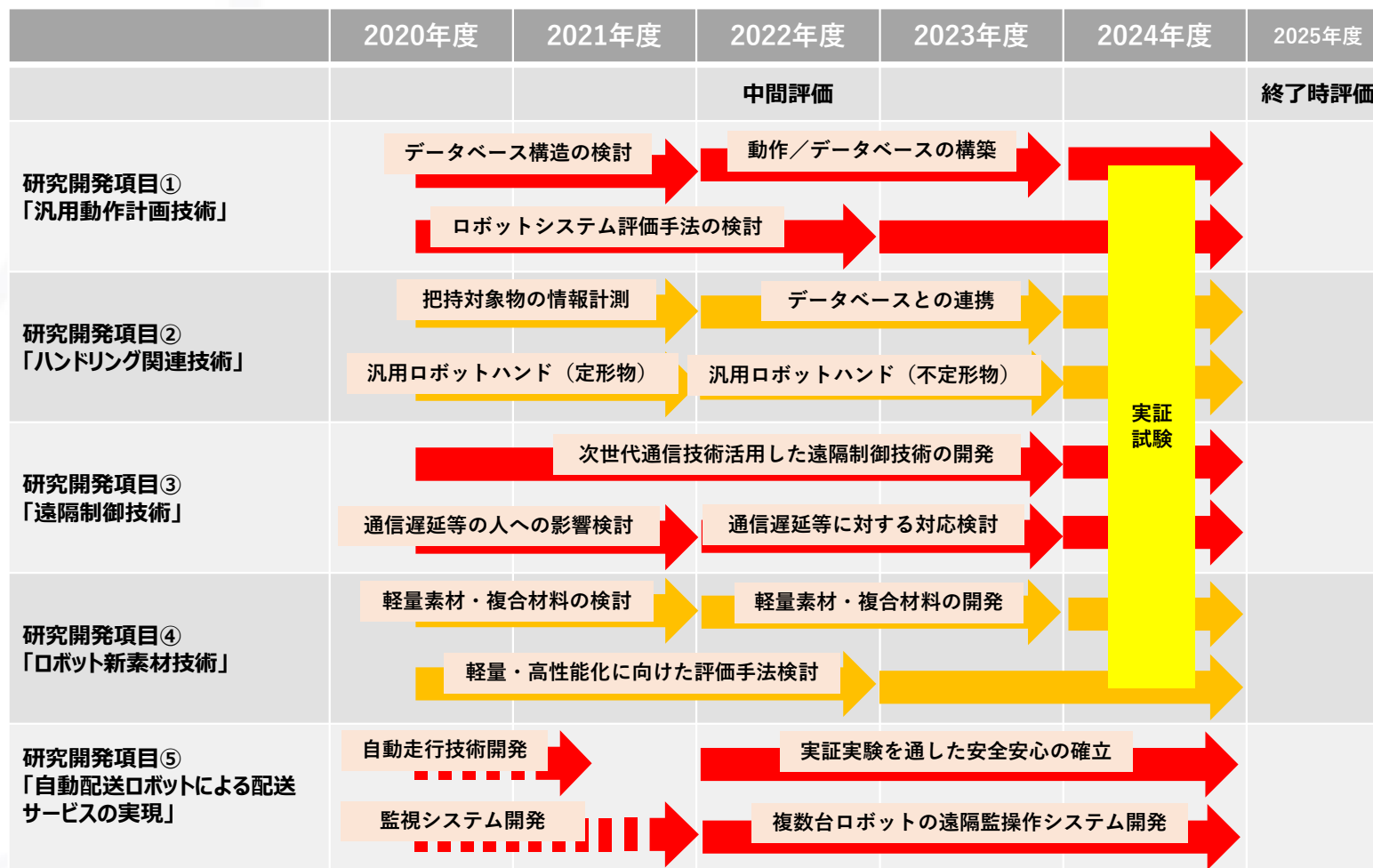
製品適用技術 8件確立
システムインテグレーションコスト50%減
自動化率30%向上

要素技術の関係図

要素技術と機能モジュールおよび成果の関係図



研究開発のスケジュール



進捗管理

要素技術開発

会議名	主なメンバー	対象・目的	頻度	主催
NEDO技術推進委員会	<ul style="list-style-type: none"> 外部有識者 PL、SPL、PMgr、PT、METI 	<ul style="list-style-type: none"> ロボット活用企業の意見を取り入れる目的で、SIer企業の技術委員を2名追加し、現場の目線も加え外部有識者のレビューを実施。 	<ul style="list-style-type: none"> 2023年 2回 2024年 1回 	NEDO
成果実証推進会議	<ul style="list-style-type: none"> 実施者 PL、SPL、PMgr、PT 	<ul style="list-style-type: none"> 各テーマの成果統合実証を確実にかつ加速させることを目的とし、技術組合(ROBOCIP)の研究開発に絞ってPL、SPLを設置し、SI企業の技術委員のレビューと指導、意見交換を四半期毎に実施。 	<ul style="list-style-type: none"> 四半期に1回 	NEDO
共同研究先訪問	<ul style="list-style-type: none"> 各実施者 PMgr、PT、METI 	<ul style="list-style-type: none"> 開発状況や事業以外の研究などの現場で確認し、課題や意見交換することを目的とし、実施者およびROBOCIP組合企業(9社)、共同研究先(13機関)の訪問を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> 2023年 2回 	実施者
PL、SPL会議	<ul style="list-style-type: none"> PL、SPL、PMgr、PT 	<ul style="list-style-type: none"> 成果統合実証を確実に進める目的で、PL、SPLとNEDOで定期的に成果統合の進捗を確認や今後の方向性を議論を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> 毎月1回 	NEDO
定例会議	<ul style="list-style-type: none"> 事業者(ROBOCIP)、PMgr、PT 	<ul style="list-style-type: none"> ROBOCIPの成果最大化を目的とし、定期的に研究開発の進捗と予算執行状況、相談事等の確認、今後の方向性を議論。 	<ul style="list-style-type: none"> 毎月1回 	実施者

自動配送ロボット

会議名	主なメンバー	対象・目的	頻度	主催
NEDO技術推進委員会	<ul style="list-style-type: none"> 外部有識者 PMgr、PT、METI 	<ul style="list-style-type: none"> 成果最大化を目的として、推進実施者ごとに技術開発の進捗状況等について外部有識者のレビューを実施。 	<ul style="list-style-type: none"> 年1回 	NEDO
実施者間情報共有会	<ul style="list-style-type: none"> 事業者、PMgr、PT METI 	<ul style="list-style-type: none"> 事業者間で共通の課題や工夫などを共有し事業推進を効率化を目的で実施。特に1:10運用の具体的要件を整理等を議論。 	<ul style="list-style-type: none"> 2023年 2回 	NEDO
定例会議	<ul style="list-style-type: none"> 事業者、PMgr、PT 	<ul style="list-style-type: none"> 成果最大化を目的とし、四半期毎に研究開発の進捗の確認、予算執行状況、相談事等の確認、今後の方向性を議論。 	<ul style="list-style-type: none"> 四半期に1回 	NEDO

進捗管理：中間評価結果への対応

	問題点・改善点・今後への提言	対応
1	現在の日本の立ち位置、日本または世界における研究の位置づけの総括やそれぞれの分野における達成目標についてのベンチマークも必要。ロボット領域の他の事業や AI 領域の事業等と本事業の連携によるさらなる成果・インパクトの拡大についても検討。	<ul style="list-style-type: none"> ・【要素技術開発】ベンチマークを行い、インパクトがあるAI利用の検討も開始した。またAI 領域の他事業（共進化 PJ/商品情報 DB）と、小売現場のデータ活用や動作計画に必要な情報等について相互に連携 【自動配送】 ・中速・中型/中速・小型については調査事業で調査を実施。
2	研究開発項目間の関係性の整理が十分でない。要素開発の全体的なロードマップについて見直しを図ること。	<ul style="list-style-type: none"> ・目標達成に必要な要素技術の関係図を作成 ・アウトカム達成までのロードマップを策定
3	実証実験に必要な知識、手続きなどに加えて、可能な限り技術面での実施者間の情報共有するなどし、研究開発項目・各テーマ間の相乗効果が得られるよう期待する。	<ul style="list-style-type: none"> ・テーマ成果統合のための議論の場を設け、成果統合の実証実験を行った。また要素技術開発事業と自動配送事業の間でも、遠隔操作技術の交流を実施し、事業推進の上で共通する課題や工夫などオープン戦略領域の範囲で交流会を実施した。

進捗管理：中間評価結果への対応

	問題点・改善点・今後への提言	対応
4	System Integrator (SIer) など現場の意見を十分に反映していない。 現場導入を見据えた目標を設定して、評価する指標の設定、実現目標値の設定が必要。	・技術推進委員に2名のSIer企業委員を追加し、四半期ごとに技術指導による現場の意見を伺いながら、最終目標達成に向けた実証実験での目標を設定した。
5	プロジェクトの成果が個別の研究成果を束ねたものとならないよう、関係者で改めて認識共有した上で、事業完了に向けて個別の研究成果をプロジェクト全体の成果として融合していくことが重要と考えられる。	テーマ間で連携して成果統合の実証実験を計画、実行、成果報告を行った。また個社で開発したハンド部のデータなども汎用動作計画のデータベースと連携する取り組みをした。
6	実現したいユースケースが十分に明確化されていないテーマもあり、事業終了時の達成状態をより具体化し、関係者で認識を共有していくことを期待したい。 自動配送ロボットでは、社会受容性を考慮した戦略的な取り組みを望みたい。	【要素技術】 ・アウトカム達成までのロードマップを策定 【自動配送】 ・各事業者が実装実験を通じて社会実装につながるユースケースを検討することで社会受容性を考慮した。さらに自動配送ロボットの社会受容性の向上を目指し、セミナーでの講演や「自動配送ロボット活用の手引き」の発行などの活動を推進した。

進捗管理：中間評価結果への対応

■ 革新ロボ事業 成果統合に向けたキックオフ会議開催

1. 日 時 : 2023年6月15日 (木)
: 15時~17時、懇親会

2. 場 所 : TKP新橋カンファレンスセンター ホール13A

・革新ロボ事業関係者（要素技術関係実施者、共同研究先、技術委員、ROBOCIP組合企業、経産省、NEDO）が一堂に会して、今後の成果創出、協力体制構築等について意識合わせ、情報交換を実施。

(総勢 57名参加)



NEDO プレゼン



事業者決意表明



会場写真

進捗管理：動向・情勢変化への対応

日々の実施者とのコミュニケーションや情報収集（展示会、意見交換、調査事業等）を通じて、動向・情勢の把握を行い、必要な計画見直しがないか、NEDOからも積極的に働きかけを行い、必要な計画変更を柔軟・迅速に実施

(1) 生成AIのロボット進展(要素技術)

当初計画されていなかった生成AIを活用した産ロボへの展開に関するトライアルを事業期間中に始めた。何らかの成果が出るまでには至らなかったが、未知物体に対する把持やロボット動作手順生成におけるLLM活用における課題抽出と知見獲得ができた。

(2) 道交法の改定(配送ロボ)

事業開始に比較し、道路使用許可が不要な届出制が整備され走行実験の追い風に変化した。これにより、事業者の実証実験の場所、回数自由度が増し、研究開発を促進できた。また、そのため課題抽出にも注力できた。



Fujisawa SST
(23/7~)



丸の内地区
(23/8-9)



SAGAサンライズパーク
(23/10~)



ひろしまゲートパーク
(23/11-12)



御堂筋チャレンジ
(24/9)



吉野家・出前館:FSST
(24/11)

進捗管理：成果普及への取り組み

■ 国際ロボット展 2023出展

日時:2023年11月29～12月2日

会場:東京ビッグサイト

要素技術 6 展示、配送ロボ 4 展示を実施。実演デモを中心にいき、研究内容と成果をより分かりやすく解説。来場者からの質問も多く寄せられた。

ブース来場者 13050人

■ 研究成果報告会 (ROBOCIP主催)

日時:2025年2月27日～28日

会場:羽田イノベーションシティ KAWARUBA(天空橋)

要素技術のROBOCIP主催の成果報告会。セミナー、各研究成果ポスターセッションおよび各研究開発項目の成果統合実証デモも行われました。リアルタイムでの日本-米国間の遠隔操作などの体験でも実施し、多くの来場者の関心を集めました。

来場180人(うち体制外の方87人)、招待外来場社 22社

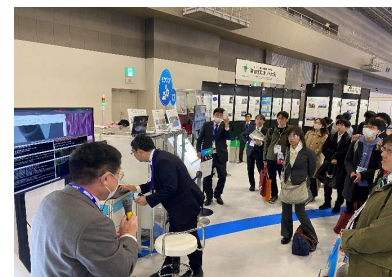
■ 新産業技術促進検討会シンポジウム(モノづくり日本会議)

日時:2025年3月17日

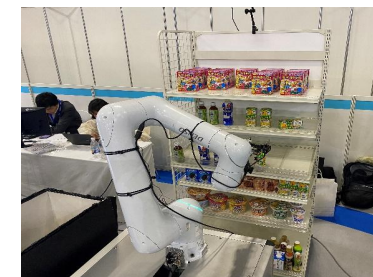
会場:JA共済ビル(永田町)

NEDOのロボット関係事業の最終成果をセミナー講演およびポスターセッションにより紹介しました。たいへん多くの方々に来場いただき、盛況な交流の場となりました。

セミナー157人 アンケート回答52件



遠隔操作のデモ説明



ロボット動作計画デモ展示



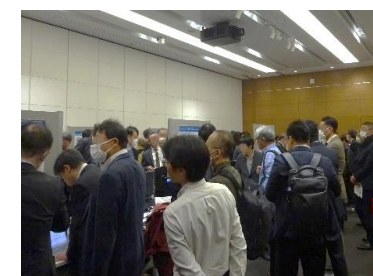
来場者への説明



遠隔操作デモ



セミナー講演の様子



ポスターセッションの様子

進捗管理：成果普及への取り組み

■ 自動配送ロボットに関する自治体首長サミット

日時:2023年10月16日

会場:YouTube Live (オンライン)

自動配送ロボットに関して、自治体の首長（北海道石狩市長、茨城県つくば市長、神奈川県藤沢市長）や取組企業のキーマンより、取組紹介や未来展望を発信していただき、自動配送ロボットの利活用に対する機運醸成を図りました。

参加申込者数の約半数が自動配送ロボットサービスの利活用を検討/調査しているターゲット層の中、視聴回数446回（最大同時視聴者数233人）の聴講結果となりました。

■ 自動配送ロボット活用の手引き

日時:2024年2月(初版発行)／2025年10月(第2版)

公開先：

<https://www.nedo.go.jp/content/100971896.pdf>

新たに自動配送ロボットを活用しようとするサービス提供者が、活用開始までのプロセスや関係法令等を一元的に把握し、サービス提供の具体的な企画を行い易くするための手引きとなる資料をまとめました。



自治体首長サミットの様子



進捗管理：成果普及への取り組み（NEDO特別講座）

自動走行ロボットを活用した配送サービスを普及・発展させていくための人材の育成・交流・研究の活性化に係る特別講座

実施期間：2021～2022年度 拠点：（株）角川アスキー総合研究所

●活動概要

- 「自動走行ロボットを活用した新たな配送サービス実現に向けた技術開発事業」のNEDO事業参画者の取り組み等について全5回のシンポジウム・セミナー実施
- 自動配送ロボット紹介動画作成

●目的（講座の必要性）

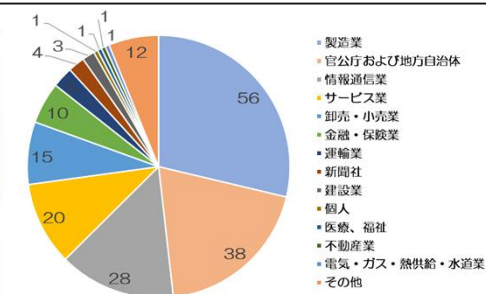
- 自動配送ロボットのNEDO事業参画者を中心に自治体、ロボットメーカー等による講演、ステークホルダー間の情報共有の場としてNEDO講座を活用し、サービス実現を加速させる

●成果

- 全5回のセミナーを開催し、のべ1,147人が参加。参加者内訳は、製造業やサービス、地方自治体など多岐に渡っており、狙ったターゲット層の参加あり。
また、開催したセミナーについて専用のHPやNEDO HP、経産省HP等で広報を実施。
- 自動配送ロボットのNEDO事業参加者であるLOMBY社とスズキ社の共同開発に繋がった。
⇒セニアカー（スズキ社の電動シニアカー）の部品利用により機体のコスト削減を目指す
- 自動配送ロボットのユースケース例を中心に紹介した動画を作成しYouTube公開（8/29時点 計8,664回視聴）。TBS「THE TIME,」をはじめテレビや講演会等で活用



第5回セミナー会場の様子
(2022/12/7 横浜ロボットワールドにて)



第5回セミナーオンライン参加者内訳



LOMBYとスズキ 自動配送ロボットを共同開発
(LOMBY HP引用) <https://lomy.jp/2023/03/16>



自動配送ロボット紹介動画
<https://www.youtube.com/watch?v=wHg16wZe500>

進捗管理：成果普及への取り組み

■ 成果動画制作 NEDOチャンネルによる公開



ロボットSIのための要素技術最前線

<https://www.youtube.com/watch?v=ZzCF1k8wnGo>

自動配送ロボットによる配送サービスの実現

https://www.youtube.com/watch?v=WIIdYV_-IOj4



■ 成果紹介パンフレット制作 冊子およびNEDO HPで公開

革新的ロボット研究開発基盤構築事業紹介ハンドブック

革新的ロボット研究開発基盤構築事業紹介ハンドブック

目次

- はじめに 4
- 1. プロジェクト概要 6
 - ・事業技術に係る経緯・応用研究
 - ・自動配送ロボット
- 2. 要素技術に係る基礎・応用研究の成果 14
 - (1) 汎用動作計画技術・ハンドリング技術
 - ・汎用動作計画技術及びハンドリング技術
 - ・ハンドリング技術の検証・評価手法の確立
 - ・ハンドリング技術のアーキテクチャ・実用化に向けた実証
 - ・ロボットと労働者の協働と手続最適化手法の開発
 - ・稼働率向上と安全・高度な作業性向上手法の開発
 - ・稼働率向上と安全・高度な作業性向上手法の開発
 - (2) 遠隔制御技術 20
 - ・ロボット遠隔制御技術
 - ・インターネットでも受入した遠隔制御技術の開発
 - ・新しい遠隔制御の応用領域・インタフェースの開発
 - ・ヒューマンファクタの要素の実証評価
 - (3) ロボット新素材 24
 - ・ロボット新素材・センサの開発
 - ・新素材がロボット駆動機構システムでのロボット部品構成プロセス確立
 - ・新素材としての3Dプリント及び特殊化材料のロボット素材としての評価手法
 - ・電力供給システム構築と運用管理への応用
 - ・応用センシングの実証技術
 - (4) ハンドリング技術 (ハンドシステム開発) 30
 - ・MR (Multi-skilled Intelligent) ハンド
 - ・産業現場を多岐にわたる稼働による稼働率向上の稼働率向上
 - ・産業現場稼働システムの開発
- 3. 自動配送ロボットの成果 35
 - (1) 自動配送ロボットによる配送サービスの実現技術 35
 - ・人共下におけるロボット配送ソリューションの開発と実証的検証サービスの実現
 - ・人共下におけるロボット配送ソリューションの開発と実証的検証サービスの実現
 - ・自動配送ロボットの小型化の一歩の導入
 - ・2020年度に予定している稼働率向上に向けた開発
 - ・事業を進め、中長期にわたる自動配送ロボット

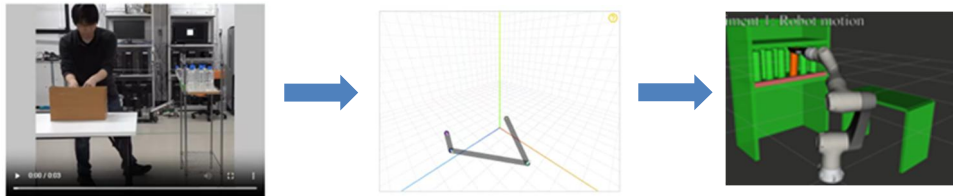
進捗管理：開発促進財源投入実績

件名	年度	金額 (百万円)	目的	成果・効果
研究開発項目⑤	2022年度	8	最終目標である10台以上の同時制御を実施するにあたり、複数の遠隔操縦者と複数のロボットの効率的なマッチング手法の開発を行い、時間当たりの収益性や配送効率の向上をねらう。	複数台のロボットを同時運行するにあたり、安定的な遠隔監視/操作が可能となった。
研究開発項目⑤	2022年度	18	ロボット自律移動用マップの取得・生成を簡易化することで、マップの開発効率が向上し、マップの整備範囲が広がることが期待され、将来的には自動配送ロボットの普及のスピードアップにつなげることをねらう。	大規模なマップの生成にかかる課題（表示時間やメモリ不足、複数マップの重複箇所の整合処理）を解決できた。
研究開発項目②	2022年度	12	<ul style="list-style-type: none"> ・ハンド市場における日本の国際競争力強化を図るために、開発で得た知見を一般化し、ハンド開発の道標となる指針を作成 ・新機構の拡大製作し、リアルタイムでの実現性確認試験を実施するため 	<ul style="list-style-type: none"> ・ロボットハンドの一般化された指標により、開発の指針を明確に認識できるようになった。 ・新機構の研究が加速し、実現性を前倒しで確認できた。
研究開発項目②	2023年度	8	開発ハンドのコントローラを極小化し、コントローラサイズに起因した実用化の阻害要因を排除することで、事業化・普及促進に向けた加速させるために目標を追加する。	ハイパワーなPC制御から非力な専用小型コントローラが実現したことで、実用化検証が加速した。

3. 目標及び達成状況の詳細

3.1. 研究開発項目①：汎用動作技術

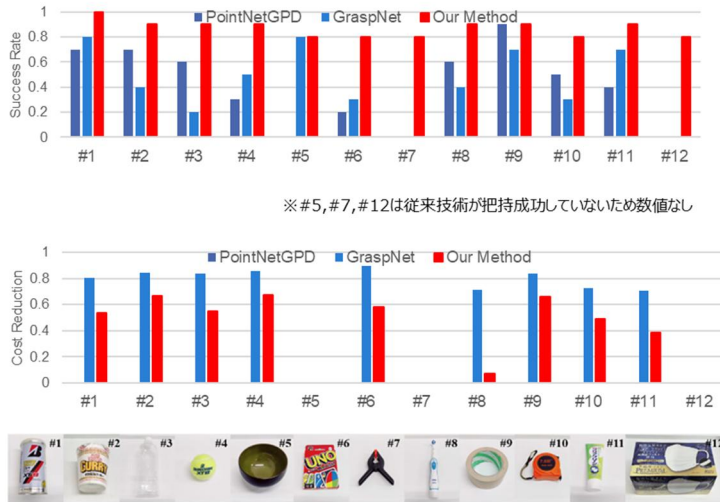
3.1.1. 汎用動作計画技術開発

テーマ名	ロボットや対象物 DB の構築と手順最適化、経験を利用した柔軟・高速な最適動作計画手法の開発、類似物体を探索し把持計画する動作計画手法の開発	達成状況	○
実施者名	技術研究組合 産業用ロボット次世代基礎技術研究機構 (ROBOCIP) 共同研究機関：大阪大学、東京大学、岡山大学、武蔵野大学		
達成状況の根拠	<p>下記要素技術を確立し、研究項目②・③の成果をあわせてのインテグレーションコスト 50%削減可能性を検証した。</p> <ul style="list-style-type: none"> 人の作業経験を利用したアーム動作計画生成技術 新規対象物に対して既存類似物を探索・活用することによる把持動作計画生成技術 		
<p>●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係</p> <p>人手不足など社会課題の解決に向けてロボット導入領域拡大への期待は大きい。従来の同じ動作の繰り返し高精度で実行する作業へのロボット導入は進んでいるが、頻繁な変更が発生する多品種少量生産現場などでは初期コスト（機器+多品種対応 SI）課題もありロボット導入が進んでいない。</p> <p>本テーマでは、アウトカム目標である「ロボットの小型化・軽量化が進み、ロボット動作における消費電力削減を実現することを目標とする。また、最適なロボット動作計画を用いることで、無駄な動きを省いた効率的なロボットの動作を実現し、ロボット導入における省エネ化に寄与」を実現する為の要素技術の一つである「汎用動作計画技術」の開発を目的としている。</p> <p>●アウトプット目標</p> <p>ロボット動作に関するデータベース及び作業対象物に関するデータベースを構築し、各種データベースを活用した最適化ロジックやアルゴリズムを 1 件以上構築する。さらにインテグレーションコストの 50%削減について検証を行う。</p> <p>●実施体制</p> <p>本テーマの実施に際しては、ROBOCIP 研究員及び組員企業であるロボットメーカーからの研究員に加え、下記研究機関との共同研究体制を構築し、研究開発活動を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> 大阪大学：ロボット動作戦略の開発（初見物体の把持戦略等） 東京大学：ロボットなどの最適配置の開発、人動画からの動作計画生成手法の開発 武蔵野大学：最適化の為のデータベース検索手法の開発 岡山大学：複数セルの動作最適化、作業手順最適化手法の開発 <p>アウトプット目標達成に向けて、研究開発項目②チームと連携しての取り組みを実施した。</p> <p>●成果とその意義</p> <ul style="list-style-type: none"> 人の作業経験を利用したアーム動作計画生成技術 <p>人手作業の自動化に向けて、人作業動画からロボット軌道データに変換し、自動化対象環境での軌道データ最適化を行うことで、容易に自動化の為の基本的動作を生成できる。</p>			
			

本方式は、各種動作計画生成手法と比較して、効率的な軌道を高い成功率で生成できる。また、来はロボットシステムを実際に構築してのティーチング操作が必要であり、変化ある実現場においては多くのパターンでのティーチング作業が必要であったが、画像認識結果と組み合わせて上記基本動作位置を補正し最適化することで、リアルタイムでのロボットの実動作を決定・実行することで変化への対応が可能となっている。

- ・新規対象物に対して既存類似物を探索・活用することによる把持動作計画生成技術

センサノイズや視点の制約下でも把持成功率を高く維持するために、セマンティック・幾何、寸法の観点から初見対象物の類似性を評価し、動作計画を生成する。本技術により従来約40%程度であった把持成功率を約87%まで高めることが可能である。



- ・インテグレーションコスト 50%削減検証

本テーマに加え、ハンドリング関連技術（研究開発項目②）とあわせ、SIプロセスである引合→仕様検討→設計→製造→運用の中で、特に設計と製造に対する効果を検証した。ROBOCIP 組合員企業での社内事例からコストモデルを構築し、産総研の模擬コンビニでの商品ハンドリングを事例とした要素技術適用によるコスト削減効果を数値化し、50%削減が可能であることを検証した。

実際の適用にあたっては、対象商品・部品数、把持パターン数、機器選定、配置設計、作業手順の最適化などがシステム毎に異なる為、効果は変動するが、開発した要素技術の組み合わせにより大きなコスト削減が可能である。

●実用化・事業化への道筋と課題

2028年度目標での事業化に向け2025年度は確立した要素技術のROBOCIP 組合員企業への技術移転がほぼ完了し、組合員企業での基礎検証を実施中である。また、ROBOCIPでは要素技術のエンハンス(一部)を並行して実施し、組合員企業での製品・サービス適用を後押しできるよう活動する。

●期間・予算 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	12	67	85	63	68

●特許出願及び論文発表				
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
3件	68件	6件	3件	0件

※「その他」は日刊工業新聞でのNEDO 事業に関する記事

3.2. 研究開発項目②：ハンドリング技術

3.2.1. ハンドリング関連の技術

テーマ名	ハンドリング関連技術の開発、ハンドリング対象物の形状データ構築手法の確立、ハンドリング向けデータベース構築とハンド選択支援	達成状況	○
実施者名	技術研究組合 産業用ロボット次世代基礎技術研究機構 (ROBOCIP) 共同研究機関：産総研、筑波大学		
達成状況の根拠	<p>下記要素技術を確立し、研究項目①・③・④の成果をあわせての自動化率30%向上可能性を検証した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ロボットでのハンドリング制御に活用可能なハンドリング対象物の形状データ(3D)構築技術 把持安定性に基づく把持位置・把持力などの情報生成手法とこれらデータによる自律的ハンドリング技術 		
<p>●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係</p> <p>人手不足など社会課題の解決に向けてロボット導入領域拡大への期待は大きい。従来の同じ動作の繰り返し高精度で実行する作業へのロボット導入は進んでいるが、頻繁な変更が発生する多品種少量生産現場などでは初期コスト(機器+多品種対応SI)課題もありロボット導入が進んでいない。</p> <p>本テーマでは、アウトカム目標である「ロボットの小型化・軽量化が進み、ロボット動作における消費電力削減を実現することを目標とする。また、最適なロボット動作計画を用いることで、無駄な動きを省いた効率的なロボットの動作を実現し、ロボット導入における省エネ化に寄与」を実現する為の要素技術の一つである「ハンドリング関連技術」の開発を目的としている。</p> <p>●アウトプット目標</p> <p>研究開発項目①で構築するデータベースと連携し、不定形物を把持することの可能な汎用ロボットハンドの基幹部品となる要素技術を1件以上確立する。さらに、開発したロボットハンドを搭載した産業用ロボットを用いて、実現場を模した環境での実証実験を完了し、自動化率30%向上について検証を行う。</p> <p>●実施体制</p> <p>本テーマの実施に際しては、ROBOCIP 研究員及び組合員企業であるロボットメーカーからの研究員に加え、下記研究機関との共同研究体制を構築し、研究開発活動を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> 産総研：物体データの登録方法の開発 筑波大学：把持戦略データの開発 <p>アウトプット目標達成に向けて、研究開発項目①・③・④チームと連携しての取り組みを実施した。</p> <p>●成果とその意義</p> <ul style="list-style-type: none"> ロボットでのハンドリング制御に活用可能なハンドリング対象物の形状データ(3D)構築技術 <p>従来の3Dモデルは、透明物・半透明物・鏡面物・黒色物などでのモデリングが困難であったが、多数視点画像からの形状データ(3D)生成技術を開発し、これら課題に対応する本手法により、100種類以上の高品質な3Dモデル生成が可能なることを検証した。</p>			



本生成処理とともに、物体認識学習の為のプロセス自動化を行い、モデル活用を支援する仕組みの整備に取り組んだ。

- ・把持安定性に基づく把持位置・把持力などの情報生成手法とこれらデータによる自律的ハンドリング技術

最適把持位置を導出する為の対象物の力学特性測定システムを開発し、形状データ(3D、上記参照)を基にした把持候補領域算出共に、自律的把持の為に必要なデータを揃える環境(ハンドリングDB:右図参照)を整備した。従来だと対象物ごとに把持安定性を考慮して人が指定し、ソフトウェア開発を行っているが、本技術により把持候補領域が提示されるため、汎用動作計画(研究項目①)と組み合わせることで、新規対象物に対しても形状データ構築技術とともに本技術を介してデータベース登録することで、新規対象物に対応することができる。



また、複数対象物に対して把持可能な推奨ハンドを提示する「ハンド選択システム」を開発し、人が調査・実験で確認する方法に対し、大幅に効率化可能であることを検証した。

- ・自動化率30%向上について検証

多品種ハンドリング作業での自動化阻害要因に対し、センサ(研究開発項目④)・各種データ(研究開発項目①・②)を活用した自律的ハンドリング手法、ハンドリングトラブル時の遠隔からの対処(研究開発項目③、特異点回避機能を含む)などにより、要素技術適用により自動化率30%向上が可能であることを検証した。検証においては、小売りスーパーでの従業員の作業時間分析と要素技術を適用したロボットシステム導入により削減可能な時間を算出した。

●実用化・事業化への道筋と課題

2028年度目標での事業化に向け2025年度は確立した要素技術のROBOCIP組合員企業への技術移転がほぼ完了し、組合員企業での基礎検証を実施中である。また、ROBOCIPでは要素技術のエンハンス(一部)を並行して実施し、組合員企業での製品・サービス適用を後押しできるよう活動する。

●期間・予算 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	10	65	43	51	78

●特許出願及び論文発表

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
0件	20件	6件	4件	0件

3.2.2. 変種変様な多能工作業を可能にするセンシング技術搭載エンドエフェクタの開発と実証

テーマ名	変種変様な多能工作業を可能にするセンシング技術搭載エンドエフェクタの開発と実証	達成状況	○
実施者名	パナソニック ホールディングス株式会社 国立大学法人大阪大学		
達成状況の根拠	<p>次に示す本テーマの最終目標を達成した。</p> <ul style="list-style-type: none"> 不定形物や柔軟物の把持に貢献する「柔剛切替技術」や「把持トリガ生成技術」、指先ベルト機構による「密集物把持技術」や「IHM 技術」など4件以上の要素技術の開発を行った。 本事業で開発した多品種の把持が可能なエンドエフェクタにより、代表的な日用品 90 品目の 96%を把持可能であることを確認した。このエンドエフェクタを人手で作業を行っている物流の「仕分け工程」に投入することで、物流現場全体の自動化率を 30%向上できる見込みであることを確認した。 		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

工場における把持作業や組立作業、農業における収穫などの手作業、物流における搬送作業などにおいて、自動で動作ができる多能工エンドエフェクタ、および、その作業の正確性に寄与するセンシング技術、また制御技術を確立することで、産業界において広く実用できる。

●アウトプット目標

本プロジェクトの目的である「自動化率 30%向上」、
「システムインテグレーションコストの 50%削減」を実現するために、具体的に以下の開発テーマの取り組みを実施した。

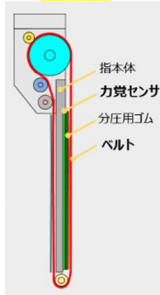
a. 汎用性の高いエンドエフェクタの開発

ジャミング技術などの把持技術を活かすことで、単一のハンドで複数の作業を実現できるようにすることで、自動化率向上とシステムインテグレーションコストの削減につなげる。(図 1)

開発したエンドエフェクタ

可搬重量	1700g
最大把持幅	300mm
指 長さ x 幅	300 x 50mm
最大把持力	20N
ベルト力	20N
ハンド自重	3kg以下

指先構造



<パナソニックホールディングス> <大阪大学>

図 1. エンドエフェクタの開発

b. 正確なエンドエフェクタ作業を可能にするセンシング技術の開発

ジャミング技術などのソフトロボティクスにおけるセンシング技術、搭載方法を確立した。(図 2)

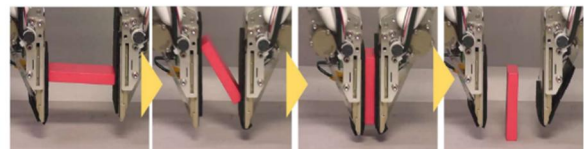


図 2. センシング技術によるインハンドマニピュレーション

c. エンドエフェクタを搭載したシステムの開発

データベースを活用して立上時間を短縮できるシステムを開発した。(図 3)



図 3. データベースを活用したシステム

d. 開発ハンドの活用体系化とハンド開発の体系化

本開発ハンドの事業化・普及 促進するため、活用ノウハウの体系化を行い、また、「タスク」x「対象物」に着目した本ハンドの開発で得た知見を一般化し、今後のハンド開発の道標となる指針を作成し、ハンド市場における日本のプレゼンス向上につなげる。

e. 小型ロボットハンドコントローラの開発

本開発ロボットハンドは、「つまみ上げ」「すくい上げ」「インハンドマニピュレーション」(図 2)などの エンドエフェクタ動作を可能としている。そのため、ロボットハンドコントローラを小型化することで、様々な現場導入ができるようになり、広く普及をすすめることができる。(図 4)

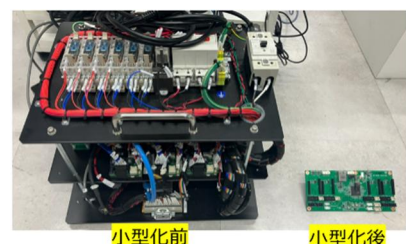
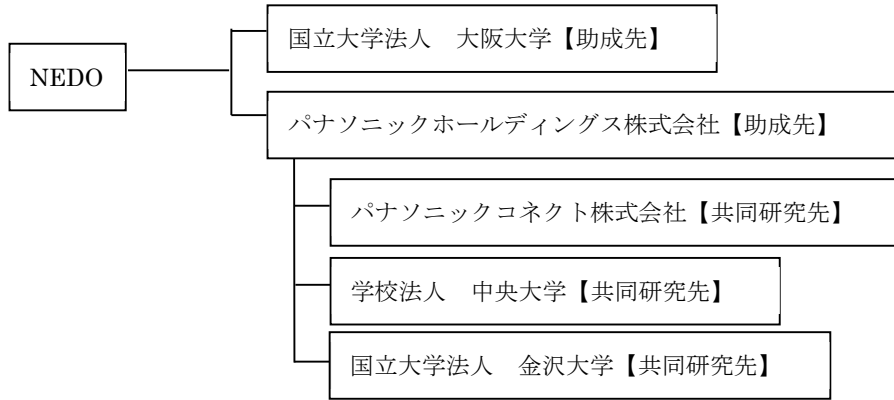


図 4. ロボットハンドコントローラの小型化

●実施体制



●成果とその意義

本事業では、多品種を取り扱う必要性から自動化されておらず人手作業が多く存在する物流現場に着目して行なった。物流現場の中でも、人手工数の75%が投下されている「仕分け工程」(図.5)をターゲットに確認を行なった。作業の対象となる物品は「日用品」であり、開発したエンドエフェクタは、代表的な日用品の96%(把持網羅率)を把持することができることを確認した。実証実験の結果、開発エンドエフェクタを用いて「仕分け工程」の作業を行うことが確認できた。その効果は、実用的把持網羅率を80%、動作効率が人の50%と見積もると、最終目標である「自動化率30%向上」を達成出来ることを確認した。これにより、これまでに把持困難とされていた柔軟な不定形対象物の把持動作を可能とすることで、作業自動化が実現していなかった分野の新たな工場ソリューションビジネスに繋げることが可能となる。

■自動倉庫から排出されたコンテナからの多品種ピックアップを想定した実証

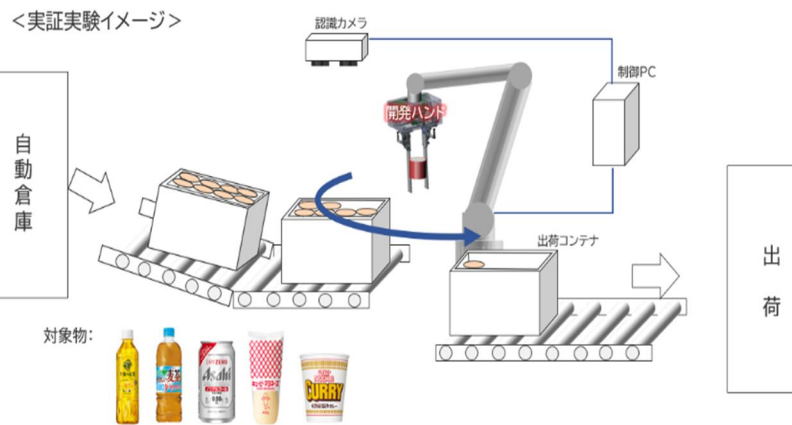


図5. 物流現場の仕分け作業の実証イメージ図

●実用化・事業化への道筋と課題

開発エンドエフェクタの適用業界を絞り込むため、外部コンサルを通じたビジネスマッチングやヒアリング、展示会を通じたニーズ調査を行った。開発エンドエフェクタの特長や市場性などを考慮して検討した結果、1stターゲットとして物流業界への適用に絞り込んだ。また、事業化を推進するため、弊社グループ内の事業会社との連携体制を構築した。事業化に先んじて、開発メンバーも当該事業会社へ異動して実用化・事業化に向けた加速を行ってきている。今後は、エンドエフェクタの耐久性など品質の担保、PoCを通じた実用上の課題抽出・改善、コスト設計を行い、市場ニーズにマッチさせて数年以内に物流業界向けに市場投入する予定である。また、並行して他業界への展開も検討していくことでエンドエフェクタの適用分野を拡大していく。

●期間・予算 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	21	43	48	33	38

●特許出願及び論文発表

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
26件	3件	17件	2件	0件

3.2.3. 果菜作物収穫システムの開発

テーマ名	果菜作物収穫システムの開発	達成状況	○
実施者名	ヤンマーホールディングス株式会社		
達成状況の根拠	要素技術開発において、以下の目標を達成した。 ① ハンドリング技術開発：目標とする96%以上の実を吸着出来ることを確認。 ② 認識技術：実の位置の認識は目標の96%以上を達成。 ③ 自動収穫の経路生成：目標とする到達可能割合96%以上を達成。		
<p>●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係</p> <p>現在、トマトの年間産出額は年間約2400億円ある。そのほとんどは生食用トマトであり、生産はハウス栽培で行われている。生食用トマトの7割以上が大玉トマト、残りが中玉とミニトマトである。トマトの収穫はほとんどが人手で行われている。中玉及びミニトマトに対して、自動収穫ロボットをパナソニックとデンソーが開発し、事業実証段階にある。大玉トマトの自動収穫については国内で公表された取り組みはないが、農水省取組みなどで2020年代前半の実現が予測されている。ハウスのうち自動化に適した大型のハウス(0.5ha以上)が約7000戸あり、我々はこれを自動収穫ロボットの潜在ユーザー総数とみている。そこで本事業では、大玉トマトを自動収穫するロボットを実現することを目的とする。</p> <p>●アウトプット目標</p> <p>本事業で実現するトマト自動収穫ロボットの性能目標を、平均収穫作業速度1個当たり16秒、収穫可能割合を80%とする。収穫可能割合の定義は以下である。</p> <p>収穫可能割合 = ロボットが収穫した数 / 収穫すべき実の数 x100[%]なお、前提条件として、収穫の対象は長期多段栽培の大玉トマトとし、収穫適期の実が所定の高さ範囲で葉と重ならず露出するように適切に栽培管理された環境で、基準品種に対し作業した場合とする。</p> <p>●実施体制</p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph TD NEDO --- Yanmar["ヤンマーホールディングス株式会社【助成先】"] Yanmar --- Chiba["学校法人千葉工業大学【共同研究先】"] </pre> </div> <p>●成果とその意義</p> <p>成果として、汎用吸着パッドと小型ハサミによる切断式ハンド、複数レーン運転可能なコンテナ収納式収穫システム、隠れた枝の推定技術の要素技術を3件確立した。トマト自動収穫ロボットの性能目標も80%を達成した。</p> <p>農業従事者の人口減少及び高齢化に伴い、作業効率向上及び重労働からの解放の観点から、農作業の機械化/自動化が必要である。特に果菜類に対する機械化/自動化は作業環境の複雑さから水稻や根菜、葉菜に比べ進んでいない。以上の背景から、果菜類を対象とした作業機械が必要だと考えられる。</p> <p>トマト収穫ロボットの開発は各社で行われているが製品化には至っていない中、本事業では他社が取り組んでいない大玉トマトを対象とした技術を構築し、吸着把持方式により凹凸など不定形と不規則な実り方に対応した収穫作業を可能(様々な品種、もしくはトマト以外への応用が可能)(図1.参照)とするとともに、トマトと同形状の果実(りんご、みかん等)収穫への応用を可能としたことで、今後の農業の自動化への寄与が期待できると考える。</p>			
		<p style="text-align: center;">大玉トマト</p> <p style="text-align: center;">表面が凹凸のピーマン</p>	
		<p>図1. トマト収穫ハンドによる把持</p>	

●実用化・事業化への道筋と課題

<事業化への課題>

初期ユーザー向けの仕様で商品化・試験販売後の、他ユーザーの開拓方法が課題として挙げられる。対応策としては、主要生産方式である長期多段方式で大規模、主要なユーザーを初期ユーザーとし、その導入事例を自動化モデルケースとしてアピールしていくことが必要と考える。また、運用面での課題としてハウス内で無人で走行し作業するロボットに対する安全確保が必須と考える。そこで、遠隔監視手段を設けるとともに、リスクアセスメントにより適切と考えられる安全防護策を組み込む。また初期ユーザーにて十分な安全運用ノウハウを蓄積し改良を重ねることで、安全性の向上を図る。



図2. 収穫試験の様子

(図2. 参照)

<事業化の道筋>

2020年～2022年に特定の顧客向けプロト機にて実証試験を実施し、ヤンマーグループ内の事業体、関連部門の実用化・事業化に対するコミットメントを獲得し、2023年～2025年に年間10台程度販売し、事業実証する。ヤンマーグループでは、農業機械や農業用プラントを専門とする下記の事業体を保有しておりこれら事業体と連携予定である。

- ・ヤンマーアグリ株式会社 農業関連機械の開発、製造、販売、サービス
- ・ヤンマーアグリジャパン株式会社 農業機械の販売、サービス
- ・ヤンマーグリーンシステム株式会社 農業用プラントの設計、施工、サービス

●期間・予算 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	3	6	12	—	—

●特許出願及び論文発表

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
7件	0件	2件	0件	1件

3.3. 研究開発項目③：遠隔制御技術

3.3.1. ロボット遠隔制御技術の加発

テーマ名	タスクモデル及び実験システムの構築、対障害性の高い通信システムの開発、操作感ある遠隔操縦手法の開発、人間要素の評価手法の開発	達成状況	○
実施者名	技術研究組合 産業用ロボット次世代基礎技術研究機構 (ROBOCIP) 共同研究機関：神戸大学、追手門大学、京都工芸繊維大学、東京科学大学		
達成状況の根拠	<p>下記要素技術・手法(方針)を確立し、研究項目①・②成果とあわせることでアプトプット目標達成に寄与した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・一般回線でも遠隔操作を可能とする通信制御技術 ・特異姿勢による停止や姿勢急変回避のための特異点適合法を用いた手先制御技術 ・遠隔操作者への対応方針として、操作者の能力や状態の評価手法 		
<p>●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係</p> <p>人手不足など社会課題の解決に向けてロボット導入領域拡大への期待は大きい。従来の同じ動作の繰り返し高精度で実行する作業へのロボット導入は進んでいるが、頻繁な変更が発生する多品種少量生産現場などでは初期コスト(機器+多品種対応SI)課題もありロボット導入が進んでいない。</p> <p>本テーマでは、アウトカム目標である「ロボットの小型化・軽量化が進み、ロボット動作における消費電力削減を実現すること」を目標とする。また、最適なロボット動作計画を用いることで、無駄な動きを省いた効率的なロボットの動作を実現し、ロボット導入における省エネ化に寄与」を実現する為の要素技術の一つである「遠隔制御技術」の開発を目的としている。</p> <p>●アウトプット目標</p> <p>ロボットの遠隔作業の領域に応じた通信仕様の検討を行い、通信の多重化や通信断に強い仕組みを有する高度な遠隔制御技術を1件以上開発する。また、ロボット操縦者の身体疲労等を考慮したロボットの遠隔操作による人への影響に関する対応方針を1件以上確立する。</p> <p>●実施体制</p> <p>本テーマの実施に際しては、ROBOCIP 研究員及び組合員企業であるロボットメーカーからの研究員に加え、下記研究機関との共同研究体制を構築し、研究開発活動を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・神戸大学：タスクモデル及び実験システムの構築 ・追手門大学：対障害性の高い通信システムの開発 ・京都工芸繊維大学：操作感ある遠隔操縦手法の開発 ・東京科学大学：人間要素の評価手法の開発 <p>●成果とその意義</p> <ul style="list-style-type: none"> ・一般回線でも遠隔操作を可能とする通信制御技術 			

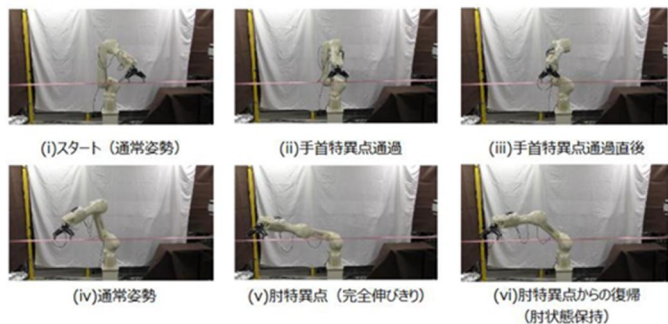
遠隔からの各種支援は、従来現場横に待機せざるを得ない環境を改善する有力な手段であり、働き方やスキル活用の面でも期待されている。また、5Gなどの専用環境の導入が不要な一般回線を使用できることは活用にとって大きな意味を持つ。本テーマでは、遅延・変動が発生する環境においても、その影響を緩和し、遠隔からのロボット動作の把握と操作を可能とする技術開発を行った。

検証においては、日本・北米間での模擬溶接実験や第三者評価を実施し、本技術が有効であることを確認した。



・特異姿勢による停止や姿勢急変回避のための特異点適合法を用いた手先制御技術

遠隔操作においてロボットが特異点にて停止するケースがあり、スムーズな操作上での課題となっている。そこで、特異点適合法を用いた手先制御技術を開発し、連続した操作を可能とした。遠隔操作の安定性・確実性が要求される用途での適用を後押しできる。



・遠隔操作者への対応方針として、操作者の能力や状態の評価手法

操作者の属性・経験などと作業品質の関係・影響を大規模実験で定量化し、評価ガイドラインとして手法化した。ガイドラインでは、模擬タスクで許容されるネットワーク遅延の上限を示すなど、安定した操作の為の指標としている。また、操作においては、力覚フィードバック効果や力覚を含むバイラテラル制御手法、圧力分布センサ可視化・可触化するなどのマルチモダリティ化による操作性改善手法を示した。

●実用化・事業化への道筋と課題

2028年度目標での事業化に向け2025年度は確立した要素技術のROBOCIP組合員企業への技術移転がほぼ完了し、組合員企業での基礎検証を実施中である。また、ROBOCIPでは要素技術のエンハンス(一部)を並行して実施し、組合員企業での製品・サービス適用を後押しできるよう活動する。

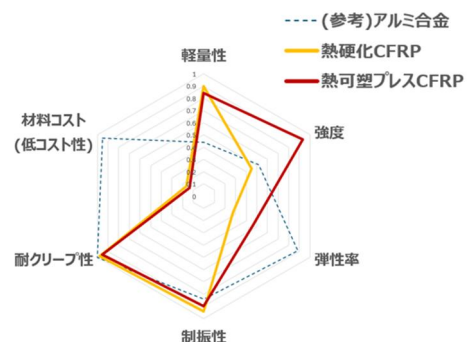
●期間・予算 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	0	27	124	68	57

●特許出願及び論文発表

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
3件	28件	6件	3件	0件

3.4. 研究開発項目④：ロボット新素材技術の開発

テーマ名	ロボット新素材技術の開発 (ロボット新素材技術、センサ応用技術)	達成状況	△
実施者名	技術研究組合 産業用ロボット次世代基礎技術研究機構 (ROBOCIP) 共同研究機関：東京科学大学、広島大学、千葉工業大学、東京都立大学、 名古屋大学、山形大学(～2021年度)、産総研(2022年度～)		
達成状況の根拠	<p>下記要素技術を確立した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ロボットの軽量化・高性能化に資する軽量素材開発(2件) センサデバイスとして基幹部品となる要素技術確立(2件) <p>しかしながら「消費電力30%減少の検証」については、一部素材で30%減を実証したものの、現行材に対して剛性が劣る。(ただし適用可能な部位はあると考える)</p>		
<p>●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係</p> <p>人手不足など社会課題の解決に向けてロボット導入領域拡大への期待は大きい。従来と同じ動作の繰り返し高精度で実行する作業へのロボット導入は進んでいるが、頻繁な変更が発生する多品種少量生産現場などでは初期コスト(機器+多品種対応SI)課題もありロボット導入が進んでいない。</p> <p>本テーマでは、アウトカム目標である「ロボットの小型化・軽量化が進み、ロボット動作における消費電力削減を実現すること」を目標とする。また、最適なロボット動作計画を用いることで、無駄な動きを省いた効率的なロボットの動作を実現し、ロボット導入における省エネ化に寄与を実現する為の要素技術の一つである「ロボット新素材技術及びセンサ応用技術」の開発を目的としている。</p> <p>●アウトプット目標</p> <p>駆動部及び構造部の軽量化・高性能化に資する軽量素材や複合材料を1件以上開発する。また、ロボットの信頼性向上や制御性能の付与、安全性の向上に資するセンサデバイスについて、基幹部品となる要素技術を1件以上確立する。さらに、開発したロボット新素材やセンサデバイスを適用したロボット試作機を用いて、実現場を模した環境での実証試験を完了し、消費電力の30%減少について検証を行う。</p> <p>●実施体制</p> <p>本テーマの実施に際しては、ROBOCIP 研究員及び組合員企業であるロボットメーカーからの研究員に加え、下記研究機関との共同研究体制を構築し、研究開発活動を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> 東京科学大学：ロボット新材料探索と研究(ロボットの耐久性に着目) 広島大学：ロボット新材料探索と研究(ロボットの高速性に着目) 千葉工業大学：ロボット新材料探索と研究(ロボットの高ペイロード化に着目) 東京都立大学：ロボット新材料探索と研究(ロボットの剛性に着目) 名古屋大学：ロボット材料(CFRP)研究 産総研：ロボットへのセンサデバイス実装技術の研究開発 <p>●成果とその意義</p> <ul style="list-style-type: none"> 軽量化・高性能化に資する軽量素材や複合材料の開発 <p>軽量素材としてのCFRPは航空機等で実用化されているが、ロボット素材としては量産性に課題があるため、量産性課題の解決を主目的に、各種候補材の探索・評価を実施した。候補材の探索の結果、現行材(アルミ合金)と比べ比重が半分程度で弾性率は劣るものの強度と制振性は同等以上である熱硬化CFRP・熱可塑プレスCFRPが有力候補となった(右図)。この熱硬化CFRPは、メーカーが平板形状で提供した材料をユーザーが切削加工して成形するもので、大きさに制約はあるが、小物部品等には適すると考えられる</p>			



一方熱可塑プレス CFRP では実際にロボットアーム部品を試作するなど量産性確保の為のプロセス開発を実施した(右下図)。従来、パラレルリンクロボットのアームにCFRPが使われることはあったが、シートワインディング法やフィラメントワインディング法により成形したパイプを使用するもので、円筒形の部材しか製造できなかった。これに対し今回開発したプロセスでは多様な形状の産業用ロボットのアームに適用可能である。また自動車向けのCFRP製法として別のNEDO事業で開発されたLFT-D法では、混練設備、大型プレス機、混練プレス間のマテハン設備等、大規模設備投資が必要と思われるが、今回のプレス成形法ではほぼプレス機のみで済み、初期投資が低く抑えられ、自動車ほどの量産品ではない産業用ロボットには適している。



なお、弾性率が低いと剛性確保が難しい課題が残っているが、実用化の為の基礎データの取得が完了し、設計上の工夫等により適用可能領域の見極めが可能である。

・ロボットの信頼性向上や制御性能付与、安全性向上に資するセンサデバイスについて、基幹部品となる要素技術を確認

印刷型で各種形状に対応できる低コスト圧力分布センサを開発し、ずり落ち防止も含む把持制御アルゴリズムとあわせて固定物・柔軟物に対して適切な把持ができることを実証した。把持検証では、2指ハンドのグリップ部に実装した。従来の圧力分布センサは固定形状のものが多く、また(計測機器等を除いた)センサ単体でもやや高額であり、今回開発したセンサの各種形状へ柔軟に対応できることにより、多くの用途で活用できると考える。

近距離から遠距離までカバーする安価な市販の近接センサを活用して、リスクのある物体のみ抽出するアルゴリズムと組み合わせる実ロボットへの人や物体の衝突回避が可能であることを検証した。検証ではロボット基部(周囲監視目的)・手先部(エンドイフェクタリスク監視目的)に実装し、有効な回避動作が可能であることを示した。本方式により、安価で汎用的なリスク軽減機能の実装が可能となったと考える。

・消費電力 30%減少の検証

垂直多関節ロボットについての動作モデルと、質量と消費電力の関係を再現する試験機を製作し、各種ロボット素材活用により消費電力の30%減が可能であることを実証した。なお、現行材(アルミ合金)に対して、軽量となっているものの弾性率が劣る結果となっており、同等の剛性確保には設計上の工夫などの対策や用途を見極めての適用が必要である。その為、達成状況を「△」とした。


●実用化・事業化への道筋と課題

2028年度末～2030年度目標での事業化に向け2025年度は製品化事前検討として、事業性やコストを含む製品化に向けた課題洗い出しと対応方針検討を実施中である。ロボット新素材については、アルミ合金並みの剛性確保が難しい点を踏まえた用途・適用箇所を選定、コスト動向の見極め等、またセンサ応用については今回得られた成果を活用するための用途開発等、多くの課題があり、これらを踏まえて、製品化評価・準備につながるよう活動する。

●期間・予算 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	16	78	99	66	79
●特許出願及び論文発表					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
3件	51件	18件	2件	0件	

3.5. 研究開発項目⑤：自動配送ロボットによる配送サービスの実現

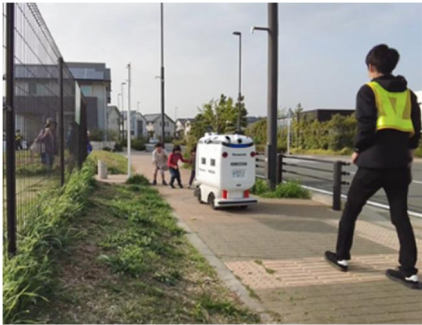

3.5.1. ⑤-1 セキュリティマンション向け複数台自動走行ロボットによるラストワンマイル配送サービスの実現

テーマ名	セキュリティマンション向け複数台自動走行ロボットによるラストワンマイル配送サービスの実現		達成状況	○	
実施者名	日本郵便株式会社				
達成状況の根拠	<p>(1) 自動走行ロボットの技術開発：複数機体を平行して運行させつつ、配送サービスの提供者が配送業務の現場で特定の専門性や高度な訓練を要さずとも適切な管理を実施可能とするために必要となる運行管理システムを開発した。</p> <p>(2) 開発成果の実証：2021年2月～3月にかけて20戸程度のマンション屋内において、複数台の自律走行ロボットによる宅配物の配送実証を実施した。</p> <p>(3) 社会受容性向上に向けた分析・検討：ロボットとの共生環境や受取利便性等に関するアンケート、機体・運行管理システムの評価反省内容と照らし、総合的な評価を実施した。</p>				
<p>●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係 「遠隔」「非接触」「非対面」を実現するためのサービスロボットとしての自動配送ロボットの研究開発であり、マンション屋内におけるロボットフレンドリーな環境の実現に向けた取り組みである。</p> <p>●アウトプット目標 「遠隔・非対面・非接触」での配送サービスを実現するための自動走行ロボットの技術開発及び開発成果の実証を行い、自動走行にかかるデータの収集、分析を行う。さらに、自動走行ロボットを活用した新たな配送サービス実現の観点から、住民や利用者等へのアンケートによる、社会受容性向上に向けた取組の在り等方等の分析・検討を実施する。</p> <p>●実施体制 ・【助成先】日本郵便株式会社</p> <p>●成果とその意義 複数機体を平行して運行させつつ、配送サービスの提供者が配送業務の現場で特定の専門性や高度な訓練を要さずとも適切な管理を実施可能とするために必要となる運行管理システムを開発した。</p> <p>●実用化・事業化への道筋と課題 <技術的課題> 走行調整に時間を要しており、自律走行、障害回避などの自動化が必要である。また、エレベータ乗降において、籠内に人がいると乗り込めない問題などが発生している。 <業務的課題> 到着通知においてメール等では通知の遅延を含め受取人が気付かない可能性が存在する。同じマンション内で世帯ごとにロボット配達可否が混在するケースでの運用が複雑となる問題などが発生している。</p>					
					
●期間・予算 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	2	38	—	—	—
●特許出願及び論文発表					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
0件	0件	0件	0件	0件	


3.5.2. ⑤-2 住宅街向け小型低速ロボットによる安全・安定なラストマイル配送サービスの実現

テーマ名	住宅街向け小型低速ロボットによる安全・安定なラストマイル配送サービスの実現				達成状況	○
実施者名	パナソニック株式会社					
達成状況の根拠	<p>(1)自動走行ロボットの技術開発：障害物等の回避に関する技術、走行モードに関する技術、屋外環境対応のための技術などを開発・検討した。</p> <p>(2)開発成果の実証：2020年12月～2021年2月にかけて公道（原則歩道）において、自律移動技術、遠隔監視/操作技術、安全性の検討を宅配物等の配送を通じて実施した。</p> <p>(3)社会受容性向上に向けた分析・検討：宅配サービス提供時のエンドユーザ視点・店舗視点でのサービス受容性や、住民視点での安全性の受容性、事業者視点でのオペレーションコストの分析を実施した。</p>					
<p>●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係 「遠隔」「非接触」「非対面」を実現するためのサービスロボットとしての自動配送ロボットの研究開発であり、屋外の住宅街におけるロボットフレンドリーな環境の実現に向けた取り組みである。</p> <p>●アウトプット目標 「遠隔・非対面・非接触」での配送サービスを実現するための自動走行ロボットの技術開発及び開発成果の実証を行い、自動走行にかかるデータの収集、分析を行う。さらに、自動走行ロボットを活用した新たな配送サービス実現の観点から、住民や利用者等へのアンケートによる、社会受容性向上に向けた取組の在り等方等の分析・検討を実施する。</p> <p>●実施体制 ・【助成先】パナソニック株式会社</p> <p>●成果とその意義 屋外公道を走行して荷物を搬送するための低速モビリティを製作し、公道走行許可を取得し藤沢 Sustainable Smart Town エリアでの医薬品や冷蔵弁当などの配達サービスを実現した。</p> <p>●実用化・事業化への道筋と課題 事業化検証に向けて、ロボット本体、遠隔監視操作や運行管理のためのシステム、ロボット本体とシステムを活用した搬送サービスのオペレーションの実証用システムを構築し、サービス実現のために実現すべき領域、アライアンスの見極めを進めていく。</p>						
						
●期間・予算 (単位: 百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY	
	70	—	—	—	—	
●特許出願及び論文発表						
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他		
6件	0件	0件	0件	2件		

3.5.3. ⑤-3 人共存下における配送ロボット・運行管理システムの開発と屋外環境調査

テーマ名	人共存下における配送ロボット・運行管理システムの開発と屋外環境調査				達成状況	○
実施者名	パナソニック株式会社					
達成状況の根拠	<p>(1)自動走行ロボットの技術開発：人共存下における安全技術、歩道等における人共存下技術、遠隔監視と自律移動における安全性確保技術を開発した。</p> <p>(2)開発成果の実証：2021年10月～2022年3月にかけて公道（原則歩道）において、配送ロボットの遠隔監視・制御システムの現地実証を行った。</p> <p>(3)社会受容性向上に向けた分析・検討：走行実績に基づく環境側課題や条件の整理を実施した。</p>					
<p>●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係 「遠隔」「非接触」「非対面」を実現するためのサービスロボットとしての自動配送ロボットの研究開発であり、屋外の住宅街におけるロボットフレンドリーな環境の実現に向けた取り組みであり、人共存状況の環境走行における機能開発と配送ロボット走行上の屋外環境課題や必要条件の整理を実施する。</p> <p>●アウトプット目標 「遠隔・非対面・非接触」での配送サービスを実現するための自動走行ロボットの技術開発及び開発成果の実証を行い、自動走行にかかるデータの収集、分析を行う。さらに、自動走行ロボットを活用した新たな配送サービス実現の観点から、住民や利用者等へのアンケートによる、社会受容性向上に向けた取組の在り等方等の分析・検討を実施する。</p> <p>●実施体制 ・【助成先】パナソニック株式会社</p> <p>●成果とその意義 配送ロボットの屋外走行のためのリスクアセスメントおよび走行機能を開発した。並行して走行速度の高速化（移動速度6km/h）、屋外環境対応（降雨量10mm/h）や、インタラクション機能をロボットへ搭載し、評価用機体にて正しく機能していることを確認した。また、歩道上における走行安定性の向上により人とのすれ違い走行を可能とした。</p> <p>●実用化・事業化への道筋と課題 事業化検証に向けて、ロボット本体、遠隔監視操作や運行管理のためのシステム、ロボット本体とシステムを活用した搬送サービスのオペレーションの実証用システムを構築し、サービス実現のために実現すべき領域、アライアンスの見極めを進めていく。</p>						
 						
●期間・予算 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY	
	—	25	—	—	—	
●特許出願及び論文発表						
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他		
0件	0件	0件	0件	2件		


3.5.4. ⑤-4 オフィス街向けオフィスビル内外配送サービスの実現

テーマ名	オフィス街向けオフィスビル内外配送サービスの実現		達成状況	○	
実施者名	ソフトバンク株式会社、佐川急便株式会社				
達成状況の根拠	<p>(1)自動走行ロボットの技術開発：館内配送用自律走行ロボットの屋外配送用ロボットへの改造、配送予定案内通知および受取手段の開発、遠隔操作の検証、信号システムやエレベータシステムとの連携技術の確立などを実施した。</p> <p>(2)開発成果の実証：2020年12月～2021年6月にかけて公道（原則歩道）において、遠隔・非対面・非接触での配送サービスに必要なユーザーインターフェース、信号機との協調機能の検証を実施した。また、2021年6月～7月にかけて、オフィスビル内において、遠隔監視・操作機能、エレベータシステムとの協調機能などの検証を実施した。</p> <p>(3)社会受容性向上に向けた分析・検討：改善課題の洗い出しおよび社会実証に向けた評価を実施した。</p>				
<p>●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係 「遠隔」「非接触」「非対面」を実現するためのサービスロボットとしての自動配送ロボットの研究開発であり、屋外の信号のあるオフィス街におけるロボットフレンドリーな環境の実現に向けた取り組みである。</p> <p>●アウトプット目標 「遠隔・非対面・非接触」での配送サービスを実現するための自動走行ロボットの技術開発及び開発成果の実証を行い、自動走行にかかるデータの収集、分析を行う。さらに、自動走行ロボットを活用した新たな配送サービス実現の観点から、住民や利用者等へのアンケートによる、社会受容性向上に向けた取組の在り等方等の分析・検討を実施する。</p> <p>●実施体制 ・【助成先】ソフトバンク株式会社 ・【助成先】佐川急便株式会社</p> <p>●成果とその意義 自動走行車公道実証WGの審議を受け安全性の向上を図った機体にて、ナンバープレートを取得して公道での実証実験を実施した。公道では信号機システムとの協調における交差点の安全な走行に関して実証実験を行い、自動走行ロボットの制御に利用可能であることが検証できた。また、屋内でのエレベータシステムとの連携も実施し、一部人手での支援が必要なエリアもあったが実業務の一環として館内配送が可能であると検証できた。</p> <p>●実用化・事業化への道筋と課題 自動走行ロボットおよびロボット配送に関するアンケート結果より、公道をロボットが走行することに対する認知度向上や、事故やトラブル時の駆付け対応などに関する課題が想定される。</p>					
					
●期間・予算 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	14	8	—	—	—
●特許出願及び論文発表					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
0件	0件	0件	0件	0件	



3.5.5. ⑤-5 個人向け自動走行ロボットによる安全な配送サービスの実現

テーマ名	個人向け自動走行ロボットによる安全な配送サービスの実現		達成状況	○	
実施者名	楽天グループ株式会社、株式会社本田技術研究所				
達成状況の根拠	<p>(1) 自動走行ロボットの技術開発： 人混在環境における安全配送を行うための安全対策手法の検証や、経済性と安全性を備えたシステムの開発をした。</p> <p>(2) 開発成果の実証： 2020年11月～2021年2月にかけて私有地内において、公道環境に近く、かつ通行をコントロール可能な環境での実証実験を実施した。また、2021年7月～8月にかけて大学構内において、商品等を配送するサービスを想定した実証を実施した。</p> <p>(3) 社会受容性向上に向けた分析・検討： サービス利用者へのアンケートや機体・運行サービスに関する分析等を勘案して社会的受容性の総合評価を実施した。</p>				
<p>●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係 「遠隔」「非接触」「非対面」を実現するためのサービスロボットとしての自動配送ロボットの研究開発であり、サービス側、ロボティクス側、安全関連技術側の専門を有するプレイヤーによる早期実用化とサプライチェーン強靱化の実現に向けた取り組みである。</p> <p>●アウトプット目標 「遠隔・非対面・非接触」での配送サービスを実現するための自動走行ロボットの技術開発及び開発成果の実証を行い、自動走行にかかるデータの収集、分析を行う。さらに、自動走行ロボットを活用した新たな配送サービス実現の観点から、住民や利用者等へのアンケートによる、社会受容性向上に向けた取組の在り等方等の分析・検討を実施する。</p> <p>●実施体制 ・【助成先】楽天グループ株式会社 →【委託先】国立研究開発法人産業技術総合研究所 ・【助成先】株式会社本田技術研究所</p> <p>●成果とその意義 配送圏や衝突時の安全性などの検討項目に対し、パラメータを用いた理論値として机上での検討を行い、実証実験に必要な条件を網羅的に検討した。また、歩道における自転車起因より低いリスク発生レベルを目標にリスクマネジメントを実施し、物理的な切創や挟み込み、防水、感電、EMI、非常停止等のフェールセーフ機能、運用によるリスク低減などの多段の対策により、安全目標を達成した。</p> <p>●実用化・事業化への道筋と課題 助成事業実施時点の規制の下で運行するためには人的コストがかかりすぎるため事業として成立が困難であるため、技術レベルに合致した規制の整備が重要となる。また、それを可能とするための自動走行ロボットの安全性向上に取り組んでいく。同時に、サービス提供機会を増やすことで社会受容性を醸成する。</p>					
					
●期間・予算 (単位: 百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	12	23	—	—	—
●特許出願及び論文発表					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
0件	0件	0件	0件	0件	

3.5.6. ⑤-6 工業地域向けロボットシェアリング型配送サービスの実現

テーマ名	工業地域向けロボットシェアリング型配送サービスの実現		達成状況	○	
実施者名	京セラコミュニケーションシステム株式会社				
達成状況の根拠	<p>(1)自動走行ロボットの技術開発：高精度地図とセンサーによる走行制御、遠隔監視および遠隔操作機能、情報セキュリティ機能、無人自動配送ロボットの走行を周囲の人々へ通知する機能を開発した。</p> <p>(2)開発成果の実証：2021年5月以降に公道（原則車道）において、無人配送サービスの実証を実施した。</p> <p>(3)社会受容性向上に向けた分析・検討：地域における配送ニーズ調査を実施する研究会を設立し、ニーズ調査、社会受容性向上に向けた説明会、ヒアリングを実施した。</p>				
<p>●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係 「遠隔」「非接触」「非対面」を実現するためのサービスロボットとしての自動配送ロボットの研究開発であり、小売店等の密集度の小さい工業地域における実用化とサプライチェーン強靱化の実現に向けた取り組みである。</p> <p>●アウトプット目標 「遠隔・非対面・非接触」での配送サービスを実現するための自動走行ロボットの技術開発及び開発成果の実証を行い、自動走行にかかるデータの収集、分析を行う。さらに、自動走行ロボットを活用した新たな配送サービス実現の観点から、住民や利用者等へのアンケートによる、社会受容性向上に向けた取組の在り等方等の分析・検討を実施する。</p> <p>●実施体制 ・【助成先】京セラコミュニケーションシステム株式会社</p> <p>●成果とその意義 無人自動走行に伴い道路運送車両法の各種の基準緩和認定を受け車道走行を実施し、周囲数kmの広域でのサービス提供が可能であることを確認した。また、自動配送ロボットを地域で共有するシェアリングサービスの実証実験を行い、複数社でシェアリングしながらの運用における実現可能性を確認した。</p> <p>●実用化・事業化への道筋と課題 自律運転走行比率の向上やインフラ設備により自律走行しやすい環境を整備するなどの対策により、遠隔運転手1名が対応する自動配送ロボットの台数（1:N運用）の比率を高める必要がある。また、低速の自動運転車両が車道を走行するに当たり、一般車両側が対処に迷わないように、PoCの継続による認知度向上などを含めた対策が必要となる。</p>					
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>					
●期間・予算 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	1	19	—	—	—
●特許出願及び論文発表					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
0件	0件	0件	0件	0件	



3.5.7. ⑤-7 中山間地域の生活支援向けロボットシェアリング型配送サービスの実現

テーマ名	中山間地域の生活支援向けロボットシェアリング型配送サービスの実現				達成状況	○
実施者名	TIS 株式会社					
達成状況の根拠	<p>(1)自動走行ロボットの技術開発：低コストかつ高精度な自己位置推定技術、脆弱なネットワーク環境下での安全安定的な自律走行が可能で社会受容性の高いインタフェースを備えた機体、異なる事業主体間で管理可能な管理プラットフォームを開発した。</p> <p>(2)開発成果の実証：2021年7月～8月にかけて公道（歩道と車道の分離の無い道路）において、ラストワンマイル配送と収穫物などの集荷など地域住民の生活支援の実証を実施した。</p> <p>(3)社会受容性向上に向けた分析・検討：事業推進検討委員会を発足し、新たな配送サービス実現にむけての課題抽出や、配送サービスが継続的に提供できるための事業のありかたなどを検討分析し、サービスモデルのひな型作成に向けて整理を実施した。</p>					
<p>●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係 「遠隔」「非接触」「非対面」を実現するためのサービスロボットとしての自動配送ロボットの研究開発であり、経済的・技術的な導入ハードルの高いと想定される中山間地域における実用化とビジネスエコシステムの醸成に向けた取り組みである。</p> <p>●アウトプット目標 「遠隔・非対面・非接触」での配送サービスを実現するための自動走行ロボットの技術開発及び開発成果の実証を行い、自動走行にかかるデータの収集、分析を行う。さらに、自動走行ロボットを活用した新たな配送サービス実現の観点から、住民や利用者等へのアンケートによる、社会受容性向上に向けた取組の在り等方等の分析・検討を実施する。</p> <p>●実施体制 ・【助成先】TIS 株式会社</p> <p>●成果とその意義 地図作成せずに衛星測位とRGB-DカメラのVisual Odometryのみで正しい走行が可能か検討し、Visual Odometryの自己位置推定誤差の蓄積の問題はあるものの衛星測位は目的地到着に十分な精度であった。買い物先まで15km程度のエリアにて路線バスとの連携によりロボット配送を実証した。</p> <p>●実用化・事業化への道筋と課題 中山間地域では衛星測位の受信状況がよいエリアが多く、トンネル等のみの地図作成により高精度な走行が期待できる。また、地域に密着した配送拠点を運用する事業者が必要不可欠であるとともに、収益構造の検討が重要となる。</p>						
						
●期間・予算 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY	
	12	18	—	—	—	
●特許出願及び論文発表						
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他		
0件	0件	0件	0件	0件		


3.5.8. ⑤-8 団地の居住者や団地内でのサービス提供者に向けた配送サービスの実現

テーマ名	団地の居住者や団地内でのサービス提供者に向けた配送サービスの実現				達成状況	○
実施者名	株式会社 NTT ドコモ					
達成状況の根拠	<p>(1) 自動走行ロボットの技術開発： 高速・低遅延通信でセキュアな閉域ネットワークによる通信経路の提供、複数の走行ロボットの動態管理技術の検証と確立、積載状態の確認や顔認証による本人確認技術を活用した荷積み・受け渡しの実現性や受容性の検証などの開発を実施した。</p> <p>(2) 開発成果の実証： 2021年8月に敷地内（歩道と車道の区別のない道路）において、自動走行ロボット試作機による物流サービス実証を実施した。</p> <p>(3) 社会受容性向上に向けた分析・検討： 高齢者等の親和性、受容性に必要な機能および最適な運用方法検討のための調査、サービサーによるサービスの仮説立案、経済性・採算性の分析のための調査を実施した。</p>					
<p>●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係 「遠隔」「非接触」「非対面」を実現するためのサービスロボットとしての自動配送ロボットの研究開発であり、高齢者が多く居住する地域でのロボットの運用に対するビジネスエコシステムの醸成に向けた取り組みである。</p> <p>●アウトプット目標 「遠隔・非対面・非接触」での配送サービスを実現するための自動走行ロボットの技術開発及び開発成果の実証を行い、自動走行にかかるデータの収集、分析を行う。さらに、自動走行ロボットを活用した新たな配送サービス実現の観点から、住民や利用者等へのアンケートによる、社会受容性向上に向けた取組の在り等方等の分析・検討を実施する。</p> <p>●実施体制 ・【助成先】株式会社 NTT ドコモ</p> <p>●成果とその意義 団地内での配送サービスを実現するための自動走行・遠隔システムとしての要件検討・開発を行い、実証実験を実施した。換装用台座により、物の移動と人の移動のモードを切り替え可能な多用途転用機能を実装した。またサービサー候補の事業者へ遠隔監視・遠隔操縦を実施してもらい実運用に必要な課題等を検討した。</p> <p>●実用化・事業化への道筋と課題 実用化に向けた課題として、LiDARによるセンシングにて段差とスロープの見分けが重要である点、GNSS信号取得が難しい環境での自動走行のルート逸脱、伝送帯域の不足による遠隔操作の映像遅延、日々変化する走行環境への動的ルート設定対応などが挙げられる。</p>						
						
●期間・予算 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY	
	3	11	—	—	—	
●特許出願及び論文発表						
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他		
0件	0件	0件	0件	0件		

3.5.9. ⑤-9 大型商業施設向け店舗から駐車場への商品自動配送サービスの実現

テーマ名	大型商業施設向け店舗から駐車場への商品自動配送サービスの実現		達成状況	○	
実施者名	株式会社アイシン				
達成状況の根拠	<p>(1)自動走行ロボットの技術開発：低コストかつ高精度な事故位置推定技術、ならびに脆弱なネットワーク環境下でも安定的に稼働可能な自立走行機体を開発した。</p> <p>(2)開発成果の実証：2021年1月および6月に大型商業施設内において、施設内から駐車場指定位置までの自律走行技術の実証を実施した。</p> <p>(3)社会受容性向上に向けた分析・検討：実証実験開始前・実験中・終了後の店舗運営者・施設利用者・地域住民などからの意見収集を実施した。</p>				
<p>●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係 「遠隔」「非接触」「非対面」を実現するためのサービスロボットとしての自動配送ロボットの研究開発であり、商業施設屋内および駐車場内におけるロボットフレンドリーな環境の実現に向けた取り組みである。</p> <p>●アウトプット目標 「遠隔・非対面・非接触」での配送サービスを実現するための自動走行ロボットの技術開発及び開発成果の実証を行い、自動走行にかかるデータの収集、分析を行う。さらに、自動走行ロボットを活用した新たな配送サービス実現の観点から、住民や利用者等へのアンケートによる、社会受容性向上に向けた取組の在り等方等の分析・検討を実施する。</p> <p>●実施体制 ・【助成先】株式会社アイシン →【委託先】国立大学法人千葉大学 →【委託先】株式会社テクノバ</p> <p>●成果とその意義 歩行者の多い商業施設屋内では人による遮蔽が存在し、駐車場のようランダムマークの少ない屋外も含め、LiDARによる自己位置推定の精度に問題があったが、LiDARを斜めに設置することで高い位置のランダムマークを活用し、屋外では屋根付き通路や外壁際などの経路選択とジャイロセンサの活用による有効性を確認した。</p> <p>●実用化・事業化への道筋と課題 ショッピングセンターでの実証実験の結果、障害物に対する安全担保などを考慮すると移動速度が実用に足るレベルではなく走行速度向上が必要であった。また、歩行人とのインタラクションによる効率的な回避行動が促せる仕組みが重要となる。</p>					
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>					
●期間・予算 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	3	17	—	—	—
●特許出願及び論文発表					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
0件	0件	1件	0件	1件	

3.5.10. ⑤-10 大規模オフィスビル向け異種ロボット連携による館内配送サービスの実現

テーマ名	大規模オフィスビル向け異種ロボット連携による館内配送サービスの実現		達成状況	○	
実施者名	株式会社 QBIT Robotics				
達成状況の根拠	<p>(1)自動走行ロボットの技術開発：自律走行ロボット向け異種ロボットの群制御ソフトウェア、外部搬送と施設内ロボット搬送とのシステム連携プラットフォームを開発した。</p> <p>(2)開発成果の実証：2021年4月～5月にかけて大規模オフィスビルにおいて、管内物流における自律搬送ロボットの実証を実施した。</p> <p>(3)社会受容性向上に向けた分析・検討：館内物流関係者、館内利用者へのヒアリングとアンケート調査により社会受容されるポイントについて分析を実施した。</p>				
<p>●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係</p> <p>「遠隔」「非接触」「非対面」を実現するためのサービスロボットとしての自動配送ロボットの研究開発であり、大規模オフィスビルや大規模ショッピングセンター屋内におけるロボットフレンドリーな環境の実現に向けた取り組みである。</p> <p>●アウトプット目標</p> <p>「遠隔・非対面・非接触」での配送サービスを実現するための自動走行ロボットの技術開発及び開発成果の実証を行い、自動走行にかかるデータの収集、分析を行う。さらに、自動走行ロボットを活用した新たな配送サービス実現の観点から、住民や利用者等へのアンケートによる、社会受容性向上に向けた取組の在り等方等の分析・検討を実施する。</p> <p>●実施体制</p> <p>・【助成先】株式会社 QBIT Robotics</p> <p>●成果とその意義</p> <p>オフィスビルにおける館内の配送集荷サービスの実証を通じて、セキュリティ付き自動ドアやエレベータとの連携、ロボットアームから自動走行ロボットへの荷物の自動積載などに関わる連携制御システムを開発した。</p> <p>●実用化・事業化への道筋と課題</p> <p>自動走行ロボットの積載容量の向上、複数テナントへの巡回配送、およびマルチバンング・エレベータ対応による単位時間内での配送集荷能力の向上を実現し、無人受取りラック、およびロボット化荷受け棚の導入によりロボット稼働率の向上を実現することで製品化を目指す。</p>					
					
●期間・予算 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	9	9	—	—	—
●特許出願及び論文発表					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
0件	0件	0件	0件	0件	

3.5.11. ⑤-11 商業施設バックヤード向け複数ロボット連携システムによる配送サービスの実現

テーマ名	商業施設バックヤード向け複数ロボット連携システムによる配送サービスの実現		達成状況	○		
実施者名	株式会社東芝					
達成状況の根拠	<p>(1)自動走行ロボットの技術開発： 走行ロボット用協調連携システムにおける通信インターフェース、異機種・複数ロボット共存環境における走行ロボット用自律センシングユニットを開発した。</p> <p>(2)開発成果の実証： 2021年8月～9月にかけて公共施設および実験場において、無線環境で相互通信状態を確立しロボット同士が直接情報を交換することで回避や協調搬送する実証を実施した。</p> <p>(3)社会受容性向上に向けた分析・検討： 移動や搬送を伴う異種ロボットの連携システムを用いたサービスが安全に運用できるかの調査・検討、社会受容性の向上について検討を実施した。</p>					
<p>●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係 「遠隔」「非接触」「非対面」を実現するためのサービスロボットとしての自動配送ロボットの研究開発であり、走行ロボット間の協調連携に向けたロボットフレンドリーな環境の実現に向けた取り組みである。</p> <p>●アウトプット目標 「遠隔・非対面・非接触」での配送サービスを実現するための自動走行ロボットの技術開発及び開発成果の実証を行い、自動走行にかかるデータの収集、分析を行う。さらに、自動走行ロボットを活用した新たな配送サービス実現の観点から、住民や利用者等へのアンケートによる、社会受容性向上に向けた取組の在り等方等の分析・検討を実施する。</p> <p>●実施体制 ・【助成先】株式会社東芝</p> <p>●成果とその意義 上位システムを介さずにロボット間で直接やり取りを行うプロトコルを策定し、異種移動ロボット同士の衝突回避のためのすれ違い動作や、複数台の同種移動ロボットでの協調搬送を実現した。また、自律センシングユニットによる人物検知を用いて、人物を回避しながら混雑した店内などを走行可能であった。</p> <p>●実用化・事業化への道筋と課題 開発した協調連携システムを用いて、運行システムの異なる移動ロボットの導入を促進し移動ロボットソリューションとしての事業化、ならびに協調通信ユニットや自律センシングユニットの事業化を図る。</p>						
●期間・予算 (単位:百万円)		2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
		11	19	—	—	—
●特許出願及び論文発表						
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他		
0件	0件	0件	0件	0件		



3.5.12. ⑤-12 中型中速配送ロボットを複数台利用する、多様な地域内サービス提供の実証および、雪上走行技術の研究開発

テーマ名	中型中速配送ロボットを複数台利用する、多様な地域内サービス提供の実証および、雪上走行技術の研究開発	達成状況	○
実施者名	京セラコミュニケーションシステム株式会社		
達成状況の根拠	アウトプット目標1に対しては、12台のロボットを遠隔監視・操作可能なシステムを開発し、私有地にて運用試験を実施した。目標2および目標3に対しては、2024年5月から10月までの6か月間、北海道石狩市緑苑台地区で実運用を行った。コンビニ商品の当日時間指定配送や移動型宅配ロッカーといったサービス形態で週5日運用し、走行距離はのべ2,482kmを実現した。目標4に対しては、雪上走行の課題抽出と解決を繰り返した。その結果、平地や積雪10cmの除雪路において、降雪条件下であっても時速10km~15kmでの走行が可能であることを明確化した。		
<p>●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係</p> <p>「遠隔」「非接触」「非対面」を実現するためのサービスロボットとしての自動配送ロボットの研究開発であり、屋外環境での配送サービスを実現するための自動配送ロボットの研究開発である。特に、車道を走行する中速・中型ロボットの複数台の同時走行に関する技術的課題、ならびに社会実装のために有る。ユーケースを検討しサービス実証における課題を洗い出し解決することを目的とした取り組みである。</p> <p>●アウトプット目標</p> <p>開発成果を組み込んだ自動配送ロボットや遠隔制御システム等を用い、適切にリスクアセスメントを行った上で自動配送実証試験を行い、下記の1~3のうち2つ以上の目標を達成すること。</p> <ol style="list-style-type: none"> 10台以上のロボットを遠隔監視・操作可能なシステムの開発 月平均400km以上、あるいはのべ1,600km以上の走行 実際にサービスインをする環境で、サービスとして実運用（プレ運用）し、事業としての運用可能性を検証するため、週3日以上、6か月以上継続した荷物の配送・受領に相当する作業を実施 雪上走行における課題抽出と走行条件の明確化（目標：平地、積雪10cm除雪路、移動速度5km/h~15km/h、降雪・降雨、夜間走行、勾配路等） <p>●実施体制</p> <ul style="list-style-type: none"> 【助成先】京セラコミュニケーションシステム株式会社 <ul style="list-style-type: none"> →【委託先】国立大学法人北海道大学 (雪上走行技術のための車両開発/雪上走行技術の研究開発) →【委託先】株式会社日本総合研究所 (配送サービス実現に向けた社会受容性向上の取り組みや、あり方等の分析、検討) <p>●成果とその意義</p> <p><無人自動配送ロボットによる車道での実証実験を実施></p> <ul style="list-style-type: none"> 中速・中型ロボット（ミニカー規格）を活用 一般車両の走行を阻害せず、車道走行を実現（最高速度15km/hで走行） 周辺の幹線道路を活用することにより、配送距離を延伸し、対象エリアの拡大が可能 常に遠隔監視し、必要に応じて遠隔操作可能 <p><無人自動配送ロボットに多様な機能やサービスを搭載></p> <ul style="list-style-type: none"> ニーズや用途にあわせた機能の搭載が可能（ロッカー、温冷蔵、決済機能など） 電子マネーを活用した決済などに対応可能 スマホアプリからロボットの現在地を確認 積載量：90kg 各種サービス提供（移動販売サービス、注文配送サービス、宅配便配送サービス） <p><雪上走行ロボットの研究開発></p> <ul style="list-style-type: none"> 閉域港内にて複数台の自立走行、遠隔操縦実験を実施・成功 北海道大学との雪上走行・降雪環境でのAI技術による共同開発 準公道（北海道大学構内）での積雪・降雪環境での自立走行成功（~15km/h） 			

●実用化・事業化への道筋と課題

中速・中型ロボットは、低速・小型ロボットと異なり車道走行させる必要があるため、現行法令上はミニカー規格の車両として公道を走行させた。実用化に向けて、1人の遠隔オペレーターが監視する自律走行台数を増加させるには、自動運転レベル4相当の運用が不可欠であり、関連する法制度の整備が待たれる。今後は公道におけるレベル4相当の機能開発・改良を重ねることで、さらなる社会実装の加速が期待できる。



●期間・予算 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	—	—	58	42	42

●特許出願及び論文発表				
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
0件	0件	2件	100件	16件

3.5.13. ⑤-13 自動宅配ロボットの複数台同時配送を実現する遠隔管理システムの確立と安全性の実証

テーマ名	自動宅配ロボットの複数台同時配送を実現する遠隔管理システムの確立と安全性の実証	達成状況	○
実施者名	株式会社 ZMP		
達成状況の根拠	アウトプット目標1に対しては、オペレーター1人で10台以上のロボットを遠隔監視・操作可能なシステムを開発し(m:Nにも対応)、1:10走行の道路使用許可を取得して、公道にて実証試験を実施した。目標2に対しては、2025年3月までの間に東京都文京区茗荷谷周辺にて、のべ1,982kmを走行した。目標3に対しては、2022年12月~23年3月の4か月において中間目標である週1日間、3か月以上の実運用を達成した。		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

「遠隔」「非接触」「非対面」を実現するためのサービスロボットとしての自動配送ロボットの研究開発であり、屋外環境での配送サービスを実現するための自動配送ロボットの研究開発である。特に、歩道を走行する低速・小型ロボットの複数台同時走行に関する技術的課題、ならびに社会受容性向上のための安全性やコスト効率における課題を洗い出し解決することを目的とした取り組みである。

●アウトプット目標

開発成果を組み込んだ自動配送ロボットや遠隔制御システム等を用い、適切なリスクアセスメントを行った上で自動配送実証試験を行い、下記の1～3のうち2つ以上の目標を達成すること。

1. 10台以上のロボットを遠隔監視・操作可能なシステムの開発
2. 月平均400km以上、あるいはのべ1,600km以上の走行
3. 実際にサービスインをする環境で、サービスとして実運用（プレ運用）し、事業としての運用可能性を検証するため、週3日以上、6か月以上継続した荷物の配送・受領に相当する作業を実施

●実施体制

- ・【助成先】株式会社 ZMP

●成果とその意義

<自動運転配送ロボット>

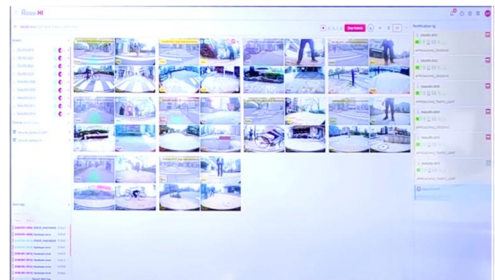
- ・横断歩道、信号、障害物を自動認識技術で検知
- ・危険個所では自律的に一時停止し、遠隔オペレーターへ即時通知
- ・「安全基準適合審査」に合格し、安全に公道での自動配送を実現

<マルチベンダー・ロボプラットフォーム>

- ・1人の遠隔オペレーターで10台以上のロボットをリアルタイム一括監視
- ・ロボットの安全確認と一時停止解除を簡単操作で実現
- ・他社製のロボットも含め、複数のロボットを統合的に管理・運行可能

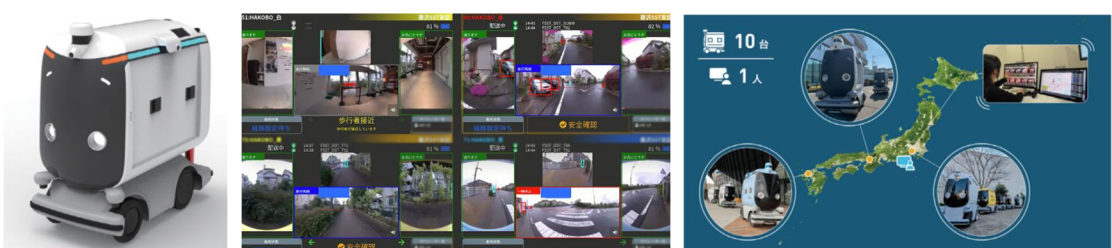
●実用化・事業化への道筋と課題

低速・小型ロボットに関しては遠隔操作型小型車の届出制など法的な整備が進んでおり、事業開始時点よりも公道走行による配送サービスの実現の見通しが立ってきた。遠隔オペレーター1人が運用可能なロボット台数の増加は大きくビジネス性に作用する要素であり、普及のための最重要課題の1つである。今後、24時間の完全遠隔監視や1対多の同時監視のサービス実証を進め、価格競争力を高めていくことで、単なる人による配送の互換サービス以上の新たな価値を提供するロボットデリバリーサービスの展開を目指す。



●期間・予算 (単位: 百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	—	—	55	57	54
●特許出願及び論文発表					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
0件	0件	1件	0件	1件	

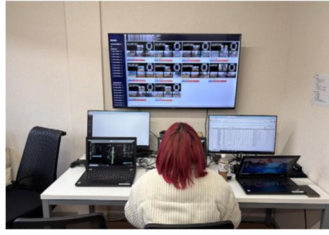
3.5.14. ⑤-14 人共存下における配送ロボット・運行管理システムの開発と住宅街などでの配送サービスの実現

テーマ名	人共存下における配送ロボット・運行管理システムの開発と住宅街などでの配送サービスの実現	達成状況	○
実施者名	パナソニック ホールディングス		
達成状況の根拠	<p>アウトプット目標1に対しては、オペレーター1人で10台のロボットを遠隔監視・操作可能なシステムを開発し（複数拠点同時運用にも対応）、1:10走行の道路使用許可を取得して、3拠点をまたぐ公道にて実証試験を実施した。目標2に対しては、2025年3月までに神奈川県藤沢市Fujisawa SST内にて、のべ3,337kmを走行した。目標3に対しては、2023年4月～9月の6か月においてプレ運用としてFujisawa SST内にて週3日の荷物の配送・受領相当の作業を実施した。</p>		
<p>●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係</p> <p>「遠隔」「非接触」「非対面」を実現するためのサービスロボットとしての自動配送ロボットの研究開発であり、屋外環境での配送サービスを実現するための自動配送ロボットの研究開発である。特に、歩道を走行する低速・小型ロボットを複数台活用したサービス運用を通じ、事業としての運用可能性を検証することを目的とした取り組みである。</p> <p>●アウトプット目標</p> <p>開発成果を組み込んだ自動配送ロボットや遠隔制御システム等を用い、適切なリスクアセスメントを行った上で自動配送実証試験を行い、下記の1～3のうち2つ以上の目標を達成すること。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 10台以上のロボットを遠隔監視・操作可能なシステムの開発 2. 月平均400km以上、あるいはのべ1,600km以上の走行 3. 実際にサービスインをする環境で、サービスとして実運用（プレ運用）し、事業としての運用可能性を検証するため、週3日以上、6か月以上継続した荷物の配送・受領に相当する作業を実施 <p>●実施体制</p> <ul style="list-style-type: none"> ・【助成先】パナソニック ホールディングス <p>●成果とその意義</p> <p><遠隔アシスト技術></p> <ul style="list-style-type: none"> ・遠隔オペレーターの迅速な判断のための危険予測/検知可能な技術と負荷低減に有効な操作ガイドUI ・遠隔オペレーター1名でロボット4台の運行管理が可能 <p><自動配送ロボット></p> <ul style="list-style-type: none"> ・通信途絶状態でも安全に移動する車両運動制御技術 ・街中の障害物もスムーズに回避する自立走行技術 <p><日本初の同時10台運行の実証実験を実施></p> <ul style="list-style-type: none"> ・神奈川5台、佐賀3台、大阪2台のロボット計10台を1名の遠隔オペレーターで運行管理する実証実験を2025年1月から2月に実施 <p>●実用化・事業化への道筋と課題</p> <p>今後の事業化に向けて、自動配送ロボットサービスの、①効率化、②走行条件の拡大、③走行に適した環境整備、④社会受容性と需要性の向上が課題として想定される。①に関しては、10台運行システムの商品化やロボットを含めた機能拡張によるさらなる効率化などが重要となる。②は夜間走行などを含めた24時間のサービス提供が重要であり、③は安全性の確保が可能で、かつ運行効率を確保できるような環境整備が重要となる。そして④に関しては、ロボットサービスの被提供者側のマインドを変えるような取り組みや実績作りが必要である。</p>			
			

●期間・予算 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	—	—	68	50	50
●特許出願及び論文発表					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
7件	3件	8件	1件	4件	

3.5.15. ⑤-15 ラストワンマイル配送の現場を無人化する自動積み下ろし機能を有した自動配送ロボットの開発

テーマ名	ラストワンマイル配送の現場を無人化する自動積み下ろし機能を有した自動配送ロボットの開発	達成状況	○
実施者名	LOMBY		
達成状況の根拠	アウトプット目標1に対しては、10台のロボットを遠隔監視・操作可能なシステムを開発し、公道と私有地を含む3拠点にて10台同時走行の実証試験を実施した(みなし歩行者区分)。目標2に対しては、2025年3月までに東京都八王子市南大沢1丁目～5丁目及び別所1丁目の約4km ² のエリアにて、のべ1,944kmを走行した。目標3に対しては、2023年10月以降の6か月以上において、南大沢地区にてコンビニ商品のプレ運用と実運用を合わせて週5日程度の実運用を継続した。		
<p>●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係 「遠隔」「非接触」「非対面」を実現するためのサービスロボットとしての自動配送ロボットの研究開発であり、屋外環境での配送サービスを実現するための自動配送ロボットの研究開発である。特に、歩道を走行する低速・小型ロボットを用いた実社会でのサービス検証およびユニットエコノミクスの成立条件を検証し、低コストで運用可能な配送インフラの構築を目的とした取り組みである。</p> <p>●アウトプット目標 開発成果を組み込んだ自動配送ロボットや遠隔制御システム等を用い、適切なリスクアセスメントを行った上で自動配送実証試験を行い、下記の1～3のうち2つ以上の目標を達成すること。</p> <ol style="list-style-type: none"> 10台以上のロボットを遠隔監視・操作可能なシステムの開発 月平均400km以上、あるいはのべ1,600km以上の走行 実際にサービスインをする環境で、サービスとして実運用(プレ運用)し、事業としての運用可能性を検証するため、週3日以上、6か月以上継続した荷物の配送・受領に相当する作業を実施 <p>●実施体制 ・【助成先】LOMBY</p> <p>●成果とその意義 主な成果として以下があげられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・IoT宅配ロッカーとの連携による現場無人での自動積載システム ・株式会社セブン-イレブン・ジャパンと連携した配送業務の自動化と商用運行開始 ・1:10の遠隔監視による省人化したロボット運行体制の構築 ・2025年3月に南大沢にて届出による1:4運行を開始 (同5月より南大沢のセブン-イレブン2店舗で計4台の商用運行を開始) <p>●実用化・事業化への道筋と課題 本事業の低速・小型ロボットに対する成果と、2025年4月以降も事業推進中の状況であるディープテック・スタートアップ支援事業(DTSU)の成果を活用することで、量産機を試作し100台規模でのセブン-イレブン店舗での試験運用を目指す。将来的には、運用台数をより増やすことで事業としての採算性が確保できる見込みである。また、人輸送型モデルや中速・中型モデルなどへの展開も検討を進めていく。</p>			



●期間・予算 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	—	—	41	44	49

●特許出願及び論文発表				
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
0 件	0 件	5 件	3 件	3 件

添付資料

●基本計画

P 2 0 0 1 6
P 2 0 0 1 8

「革新的ロボット研究開発基盤構築事業」基本計画

AI・ロボット部

1. 研究開発の目的・目標・内容

(1) 研究開発の目的

①政策的な重要性

2016年1月、総合科学技術・イノベーション会議において「第5期科学技術基本計画」が策定され、2020年度まで第5期基本計画に沿った科学技術政策を推進するとされている。当該計画では、未来の産業創造と社会変革に向けた新たな価値創出の取組として、世界に先駆けた超スマート社会「Society 5.0」の実現を示すとともに、超スマート社会における競争力向上と基盤技術の戦略的強化について掲げ、新たな価値創出のコアとなる、ロボット等の強みを有する技術について、中長期的な視点から高い達成目標を設定し、その強化を図るとしている。

また、2019年7月、内閣府、厚生労働省、文部科学省、経済産業省により合同で開催された「ロボットによる社会変革推進会議」の取り纏め（ロボットによる社会変革推進計画）では、国内需要よりも海外需要が拡大する中、国際競争力を強化していく上で、如何に国内でキープロダクツを育て、システムインテグレート能力を強化していくかが重要な課題であるとされている。今後プレイヤーが急拡大することが見込まれる中、将来の乱立に向けて、早い段階で、産業界が協調すべき領域を特定し、大学における基礎研究を活用しつつ、産学が連携して基礎・応用研究を実施していくための体制整備が必要であるとされており、国内ロボットメーカー等の主導によりアカデミアの基礎研究を促進、支援する本事業は政策的にも極めて重要な位置づけにある。

②我が国の状況

我が国のロボットの活用状況を見ると、1980年代以降、製造現場を中心にロボットが急速に普及してきた。特に産業用ロボットについて、現在に至るまで日本のロボット産業は世界で高いシェアを保ってきたものの、近年、中国等のロボットメーカーや欧州の大学発ベンチャー等の追い上げにより、1990年台後半から約20年で30%近く低下し、現在は60%弱となっている。また、導入先に着目すると、自動車産業が最大の導入先であり、近年は電気・エレクトロニクス産業でも同様の規模まで増加しているものの、食品、化粧品、医薬品といった、いわゆる三品産業等では導入があまり進んでいないといった点も大きな課題となっている。また、製造のみならず物流配送などの

モビリティ関連や、警備ロボットやコミュニケーションといったサービス関連分野においても新たなプレイヤーの参入が拡大している。

ロボットの研究開発は多岐の分野にわたるとともに、世界における開発スピードも加速している中、厳しい競争環境に晒されている。このため、各社が単独で基礎・応用研究を実施していくのではなく、協調すべき領域では協調し、従来とは異なる分野の技術シーズなども取り込みつつ、研究開発を進めていくことが、今後もロボットの開発において日本が世界をリードするために不可欠である。

③世界の取組状況

世界の産業用ロボットの販売台数は、2013年から2017年の5年間で約2倍に増加しており、今後も年平均12%の増加が見込まれている。また、サービス関連・物流関連ロボットの市場も2026年には4兆円を超える規模となり、年平均25%以上の成長率での成長が見込まれている。

産業用ロボットの導入台数に着目すると、2012年には日本が1位であったが、2017年には中国が日本を抜いて1位となっており、6年間で約5倍に増加している。同様に、サービス関連・物流関連ロボットに関しても欧米中において様々な企業の参入拡大が続いている。

この他、欧州では、EUの「Horizon2020」において金融危機後のEU経済の土台を築くために、「研究室から産業へ、そして市場へ」を掲げ、産学連携によるイノベーション創出が進められており、ロボット分野については23のプロジェクトが実施されており、年間2億ユーロが助成されている。なかでもデンマークにおいては、オーデンセ市により技術クラスター「オーデンセロボティクス」が発足し、2019年2月時点で約120社のロボット関連企業や研究・教育機関及び投資機関・企業が参画するなど、ロボティクスに係る技術・経営を熟知したプロフェッショナル集団による基礎研究から市場参入までの一気通貫型支援を目指した、自治体による各種支援が実施されている。

④本事業のねらい

産業用ロボットは、日本経済を牽引する自動車産業や電機・エレクトロニクス産業で数多く導入されており、その技術は日本の産業を発展させていく上でも欠かせない基盤技術である。また、近年では労働力不足を背景に、サービス分野・物流分野におけるロボットの活用についても着目されており、今後もロボットの市場は拡大が見込まれている。

他方で、欧州や中国の追い上げにより、日本のロボット産業は極めて厳しい競争環境に晒されており、中長期的視点に立った、企業が投資しづらい

スクの高い基礎・応用研究を支援する必要がある。また、現状、日本の産業用ロボットメーカーにロボットのみを手掛ける企業はなく、数多くあるセグメントの一つがロボット分野となっているに過ぎず、基礎・応用研究に割くリソースは極めて限定的であるというのが実態である。そこで、これまで直接関わることの少なかった、ロボティクスとは異なる分野も含めた幅広い大学研究者等との連携を図りつつ、産学が連携した研究体制を構築し、産業界における協調領域について検討を進めながら研究開発を実施する必要があるが、これには、国の関与が不可欠である。

本事業では、中長期にわたり、産業用ロボットにおける重要技術について世界をリードし続けていくことを目指し、既存技術の改良・改善のアプローチのみならず、サイエンスの領域に立ち返った技術開発や、異分野の技術シーズの取り込み等によるイノベーションの創出、延いては国際競争力の強化をねらいとする。

(2) 研究開発の目標

①アウトプット目標

本事業では5つの研究開発項目（汎用動作計画技術、ハンドリング関連技術、遠隔制御技術、ロボット新素材技術、自動配送ロボット）を定め、検証・評価を行う。各研究開発項目において、多品種少量生産現場や配送事業をはじめとするロボット未活用領域においても対応可能なロボットの実現に向け、ロボットメーカー等が自社の製品開発に適用可能となる要素技術を8件以上確立することを目標とする。研究開発項目ごとの最終目標及び中間目標については別紙1を参照。

さらに、各研究開発項目で得られた成果を統合したロボット試作機を製作し、実現場を模した環境での実証試験を行い、いずれも従来のロボットと比較して、「自動化率30%向上」、「システムインテグレーションコストの50%削減」を実現し、ロボットの更なる普及に資することを目標とする。

②アウトカム目標

本事業により得られた要素技術が活用されることで、ロボットの小型化・軽量化が進み、ロボット動作における消費電力削減を実現することを目標とする。また、最適なロボット動作計画を用いることで、無駄な動きを省いた効率的なロボットの動作を実現し、ロボット導入における省エネ化に寄与する。測定指標として、エネルギー効率について、現状（事業開始時）と比較して1.5倍とすることをアウトカム目標に掲げる。

③アウトカム目標達成に向けての取組

各研究開発項目において、国内ロボットメーカー等主導のもと、大学における基礎研究を活用しつつ、産学が連携して基礎・応用研究を実施する。その際、従来のアカデミアの分野に囚われることなく、異分野の技術シーズを積極的に取り込んでいくことに加えて、ロボット関連企業、大学や研究機関との間で人材交流等を行いながら、産学の連携体制で実施することにより、本事業で得られた研究成果の社会実装の確度を高める。

(3) 研究開発の内容

上記目標を達成するために、以下の研究開発項目について、別紙2の研究開発スケジュールに基づき研究開発を実施する。

研究開発項目①「汎用動作計画技術」

研究開発項目②「ハンドリング関連技術」

研究開発項目③「遠隔制御技術」

研究開発項目④「ロボット新素材技術」

研究開発項目⑤「自動配送ロボットによる配送サービスの実現」

なお、研究開発項目①～④についてはロボット産業における共通基盤となり得る協調領域の基礎・応用研究開発を支援するものであり、主として大学等研究機関が実施するものであるため、従来であれば、委託事業で実施すべき研究開発内容である。しかしながら、早期の実用化と普及を確実なものにするため、民間企業の積極的な関与を初期から得て推進することを目的に、助成事業として実施する（NEDO負担率：2/3）。

研究開発項目⑤については、配送分野に向けた応用研究開発及び実証を支援するものであり、実用化に向けて企業の積極的な関与により推進されるべき研究開発であるため、助成事業として実施する（NEDO負担率：大企業1/2、助成、中堅・中小・ベンチャー企業2/3助成）。

2. 研究開発の実施方式

(1) 研究開発の実施体制

プロジェクトマネージャー（以下、「PMgr」という。）として、研究開発項目①～④についてはNEDO AI・ロボット部 細谷 克己を、研究開発項目⑤についてはNEDO AI・ロボット部 三浦 一幸を任命して、プロジェクトの進行全体を企画・管理し、その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させる。

NEDOは公募により研究開発実施者を選定する。研究開発実施者は、企業や

大学等の研究機関等（以下、「団体」という。）のうち、原則として日本国内に研究開発拠点を有するものを対象とし、単独又は複数で研究開発に参加するものとする。ただし、国外の団体の特別の研究開発能力や研究施設等の活用又は国際標準獲得の観点から必要な場合は、当該の研究開発等に限り国外の団体と連携して実施することができるものとする。

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、研究開発項目①～④については、NEDO はプロジェクトリーダー（以下「PL」という。）として大阪大学大学院基礎工学研究科システム創成専攻 教授 原田 研介氏、サブプロジェクトリーダー（以下「SPL」という。）として国立大学法人神戸大学大学院工学研究科機械工学専攻 教授 横小路 泰義氏及び国立大学法人東京工業大学工学院 教授 遠藤 玄氏を委嘱し、PMgr の指示の下、プロジェクトに参画する実施者の研究開発を主導する。

（２）研究開発の運営管理

NEDO は、研究開発全体の管理、執行に責任を負い、研究開発の進捗のほか、外部環境の変化等を適時に把握し、必要な措置を講じるものとする。運営管理は、効率的かつ効果的な方法を取り入れることとし、次に掲げる事項を実施する。

①研究開発の進捗把握・管理

PMgr は、PL や SPL、研究開発実施者と緊密に連携し、研究開発の進捗状況を把握する。また、テーマ間連携による相乗効果や相補的技術要素の整理等についても実施者含め検討を行う。

②技術分野における動向の把握・分析

プロジェクトで取り組む技術分野について、国内外の技術開発動向、政策動向、市場動向、自動配送ロボットの社会実装促進のための調査、事業成果の周知・普及業務等を行う。なお、調査の効率化の観点から、必要に応じて本プロジェクトにおいて委託事業として実施する。

3. 研究開発の実施期間

2020 年度から 2024 年度までの 5 年間とする。

4. 評価に関する事項

NEDO は技術評価実施規程に基づき、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、プロジェクト評価を実施する。

評価の時期は、中間評価を 2022 年度、終了時評価を 2025 年度とし、当該研究開発に係る技術動向、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研究開発の加速・縮小・中止等の見直しを迅速に行う。

5. その他重要事項

(1) 「プロジェクト基本計画」の見直し

PMgr 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、研究開発費の確保状況等、プロジェクト内外の情勢変化を総合的に勘案し、必要に応じて目標達成に向けた改善策を検討し、達成目標、実施期間、実施体制等、プロジェクト基本計画を見直す等の対応を行う。

(2) 根拠法

本プロジェクトは、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十五条第三号及び第九号に基づき実施する。

(3) 標準化施策等との連携

得られた研究開発成果については、標準化等との連携を図ることとし、標準化に向けて開発する評価手法の提案、データの提供等を積極的に行う。

(4) その他

本事業の実施を通じて、イノベーションの担い手として重要な若手研究員及び女性研究員の育成を支援することとする。

6. 基本計画の改定履歴

(1) 2020年6月 制定

(2) 2021年11月 改定 : プロジェクトマネージャーの変更

(3) 2022年2月 改定 : 「自動走行ロボットを活用した新たな配送サービス実現に向けた技術開発事業 (P20018)」を本事業の研究開発項目⑤として統合

(4) 2022年9月 改定 : プロジェクトマネージャーの変更

(5) 2023年3月 改定 : 技術分野における動向の把握・分析内容の修正

(6) 2024年2月 改定 : プロジェクトマネージャーの変更。使用する文言の修正。

(7) 2024年8月 改定 : 部署名およびプロジェクトマネージャーの変更

(別紙1) 研究開発計画

研究開発項目①「汎用動作計画技術」

1. 研究開発の必要性

現状の産業用ロボットでは、一連の動作をプログラミングする「動作計画(ティーチング)」が必要であり、作業員の大きな負担や導入コストの増につながり、ロボットの導入拡大の障壁になっていた。この負担軽減は、多品種少量生産用途など従来導入が進んでいない産業分野でのロボット活用のためには必要不可欠である。

そこで本項目では、これまでロボットの導入が進んでこなかった分野へのロボットの導入を容易にすべく、ロボット作業に関わるデータベースの構築や、自動的かつ汎用的なロボットの動作計画技術に関する研究開発を行い、ロボット導入コストの削減を目指す。

2. 具体的な研究内容

- ① 産業用ロボットの把持動作、組立ノウハウ等に関するデータベースや、把持対象物の形状に関する画像データや重さ、触覚データといったロボットの作業対象物についてのデータベースを構築する。
- ② ①で構築するデータベースを活用して、作業計画の最適化に向けたロジックやアルゴリズムの開発を行い、ロボットシステム構築の実証を行う。実証に当たっては、併せてロボットシステムの評価方法についての検討を行う。

3. 達成目標

【中間目標】

各種データベースの構造を検討し、必要なデータの洗い出しを行う。また、ロボットシステムの評価方法を1件以上確立し、検証を行う。

【最終目標】

ロボット動作に関するデータベース及び作業対象物に関するデータベースを構築し、各種データベースを活用した最適化ロジックやアルゴリズムを1件以上構築する。さらに、インテグレーションコストの50%削減について検証を行う。また、ロボットシステムの評価方法について、規格化に向け着手する。

研究開発項目②「ハンドリング関連技術」

1. 研究開発の必要性

日本の人口減少等に伴う労働力不足を解消するために、産業用ロボットの導入が進んでいない分野にも裾野を広げることが求められている。しかしながら、三品産業（食品・化粧品・医薬品）や物流・サービス分野では、人手不足が深刻となっているにもかかわらず、少量生産への対応や不定形物の取り扱いが必要となるため、人手による作業をロボットが代替することは困難であり、これまでロボットの導入が進まなかった背景がある。

こうした課題の解決に向け、本項目では、把持・搬送できる対象物を増やし、ロボット適用範囲を拡大することを目的に、柔軟で汎用性のある、新たなハンドリング技術の開発を行う。

2. 具体的な研究内容

- ① 研究開発項目①と連携し、ロボットの把持対象物等のデータを計測できるよう、各種センシング技術を搭載したエンドエフェクタ等を開発する。
- ② 多品種少量生産への対応を見据え、研究開発項目①で構築するデータベースと連携して、各種対象物を安定的に把持することの可能なロボットハンドの要素技術開発を行う。さらに、対象物が不定形物であることも想定したハンドリング関連技術を開発する。

3. 達成目標

【中間目標】

把持対象物の情報計測を行うことの可能なセンシング機能を有するエンドエフェクタ等を開発し、10件以上の定型物・不定形物サンプルに対し、把持するモノの情報計測を実施する。さらに、定型物を把持する汎用ロボットハンドの基幹部品となる要素技術を1件以上確立する。

【最終目標】

研究開発項目①で構築するデータベースと連携し、不定形物を把持することの可能な汎用ロボットハンドの基幹部品となる要素技術を1件以上確立する。さらに、開発したロボットハンドを搭載した産業用ロボットを用いて、実現場を模した環境での実証試験を完了し、自動化率の30%向上について検証を行う。

研究開発項目③「遠隔制御技術」

1. 研究開発の必要性

生産現場では、工場内外にあるロボットを、快適・自在に制御できる技術が求められている。従来、工場内でロボットの配置換えを行う際、ロボットを制御する有線通信回線の敷設変更作業のため、長時間にわたり稼働停止する必要があった。

そこで、次世代無線通信技術等を活用した遠隔制御を導入することにより、ロボットの配置換えに伴う回線敷設作業を省略し、稼働停止時間を短縮することが可能となり、メンテナンスの高効率化、システム立上げ・段取り替え時間の短縮に貢献する。また、労働人口の減少に伴う人手不足、特に熟練工不足に対応する必要がある中、遠隔制御によるロボットの集中操作が求められており、高臨場感が得られる遠隔制御技術や遠隔操作支援技術の確立を目指す。

2. 具体的な研究内容

- ① 視覚、力覚、音声等を含む制御データに関し、通信遅延や擾乱があっても安心安全に制御できるよう、5G通信等に対応した遠隔操作を安定的に可能とする信号伝達規格の開発を行う。
- ② 遠隔制御によるロボットの集中操作が求められることを見据え、操作遅延が人の感覚に与える影響を定量的に評価し、操作者の疲労が少ない通信方法の開発を行う。

3. 達成目標

【中間目標】

次世代の通信技術を活用したロボットの実現に必要な規格の検討を行い、5G通信等に対応したロボットの遠隔制御に必要な基幹となる要素技術を1件以上確立する。また、ロボットの遠隔操作による遅延が人の感覚に与える影響の定量化に必要な指標を検討する。

【最終目標】

ロボットの遠隔作業の領域に応じた通信仕様の検討を行い、通信の多重化や通信断に強い仕組みを有する高度な遠隔制御技術を1件以上開発する。また、ロボット操縦者の身体疲労等を考慮したロボットの遠隔操作による人への影響に対する対応方針を1件以上確立する。

研究開発項目④「ロボット新素材技術」

1. 研究開発の必要性

現状、ケースやカバーといったロボットの外装部については樹脂化等による軽量化が実現できているものの、駆動部や構造部の軽量化の実現については、強度・剛性・耐熱性・耐久性の確保の点から技術的に実現できていない。

そこで本項目では、複合材料化や樹脂化等により重要素材の軽量化を実現し、ロボット新素材技術による省エネルギー化や導入コストの低減に貢献する。さらに、新たなセンサーデバイスの実装等に関する研究開発を実施し、信頼性向上、制御性能の付与、安全性能の向上等を図る。

2. 具体的な研究内容

- ① 駆動部（減速機・モータ・連結など）及び構造部（アームなど）それぞれについて、強度・剛性・耐熱性・耐久性など、ロボットとして主に必要な仕様を設定し、CFRP を含めた樹脂化や複合素材をベースにした複合材料化を進め、候補素材について駆動部及び構造部への適用可能性をシミュレーションや試作モデルで評価・検討する。
- ② 圧力・振動・温度などのセンサー材料をロボットに組み込む技術を開発するとともに、無線給電や自己発電を実現するための技術を開発する。

3. 達成目標

【中間目標】

ロボットの駆動部若しくは構造部のうち、ロボットの消費電力削減に寄与する項目を 2 件提示し、軽量化・高性能化に資する軽量素材や複合材料の探索を行い、適用可能性を検証する。その上で、ロボットの軽量化・高性能化による性能を評価する指標を 1 件確立する。

【最終目標】

駆動部及び構造部の軽量化・高性能化に資する軽量素材や複合材料を 1 件以上開発する。また、ロボットの信頼性向上や制御性能の付与、安全性の向上に資するセンサーデバイスについて、基幹部品となる要素技術を 1 件以上確立する。さらに、開発したロボット新素材やセンサーデバイスを適用したロボット試作機を用いて、実現場を模した環境での実証試験を完了し、消費電力の 30%減少について検証を行う。

研究開発項目⑤「自動配送ロボットによる配送サービスの実現」

1. 研究開発の必要性

新型コロナウイルス感染症による影響で、ラストワンマイル物流において、宅配要望の急増、配達員の感染等による影響により、ドライバー不足や配送の一時的な停滞が発生している。引き続き、国内においても新型コロナウイルス感染症による影響が懸念されており、ラストワンマイルにおける「遠隔・非対面・非接触」での配送ニーズ増加や配達員不足が見込まれる中での対応策として、自動走行ロボットを活用した新たな配送サービスの早期実現が求められている。

このような中、政府では成長戦略（2019年6月21日フォローアップ）において、具体的な政策として、「宅配等への活用が期待される自動走行ロボットの社会実装を目指し、2019年度内に道路使用許可の申請に対する取扱いの基準を策定するなどして実証のための枠組みの構築を行い、自動走行ロボットの公道上での実証を実現する。加えて、本格的な社会実装に向け、2019年度内に官民による協議会を立ち上げ、同協議会における議論も踏まえながら、ロードマップの策定及び社会受容性の向上のために必要な措置、必要なルールの在り方、求められる安全性等についての検討に着手する。」ことを掲げている。

さらに、内閣が設置した「新しい資本主義実現本部」による緊急提言（2021年11月8日付）では、「低速・小型の自動配送ロボットは、現行制度（道路運送車両法、道路交通法）には位置付けられていないが、自動配送サービスを早期に実現するため、道路運送車両には該当しないこととした上で、配送サービスの提供エリアや事業者の連絡先等について事前の届出を求め、安全管理義務に違反した場合には行政機関が措置を行えることとし、機体の安全性・信頼性の向上が図られるよう、産業界における自主基準や認証の仕組みの検討を促すこと等を前提に、次期通常国会に関連法案を提出する。」とあり、自動配送ロボット実現に向け、官民一体となり進めていく体制が構築されてきている。

自動走行ロボットの実用化を早期に実現し、有事においても物流サービスの維持を可能とすることで、サプライチェーンの強靭化を図るとともに、関連するビジネスエコシステムの醸成を図る。さらに、自動走行ロボットを活用した新たな配送サービス実現の観点から、社会受容性向上に向けた取組の在り方等の分析・検討を実施する。

2. 具体的な実施内容

2-1 研究開発業務（助成）

- ① 自動走行ロボットが屋外環境を安全に走行するための遠隔監視・操作シス

テムの開発を行う。オペレータが少ない訓練時間で対応可能な監視操作システムの開発、同時に複数台のロボットを監視できるシステムの開発、安定し遅延の少ない通信環境構築等を行う。

- ② 自動走行ロボットの自律移動機能開発を行う。GNSS や SLAM を用いた高精度な自己位置推定技術や走行に必要な事前準備の簡略化等を行う。
- ③ 安全・安心を示すエビデンスの収集、協調領域の整理（地図、メーカー・サービサーをまたいだ集中管理・遠隔制御システム等）を行う。

2-2 調査業務等（委託）

配送能力の高い機体に係る調査や自動配送ロボットの社会実装促進のための調査、事業成果の周知・普及業務等を行う。

3. 達成目標

【中間目標】

開発成果を組み込んだ自動配送ロボットや遠隔制御システム等を用い、適切なリスクアセスメントを行った上で自動配送実証試験を行い、下記のうち 2 つ以上の目標を達成すること。

1. 2 台以上のロボットを遠隔監視・操作可能なシステムの開発
2. 月平均 100km 以上、あるいはのべ 400km 以上の走行
3. 限りなく実際のサービス実施環境に近い場所で、ロボットによる配送サービスのコンセプトが、実際に事業として顧客価値を提供するのかを検証するため、週 1 日以上、3 か月以上継続した荷物の配送・受領に相当する作業を実施。以下は例示であり、特定の地域や用途において以下の条件の下回っても継続的な事業化が可能となる場合はこの限りではない。
 - ① 都市部の人口密集地域：月あたり 100 件～170 件程度（2 台同時運用、週 3 日稼働時）
 - ② 郊外の低人口密度地域：月あたり 50 件～100 件程度（2 台同時運用、週 3 日稼働時）

【最終目標】

開発成果を組み込んだ自動配送ロボットや遠隔制御システム等を用い、適切なリスクアセスメントを行った上で自動配送実証試験を行い、下記の 1～3 うち 2 つ以上の目標を達成すること。

1. 10 台以上のロボットを遠隔監視・操作可能なシステムの開発
2. 月平均 400km 以上、あるいはのべ 1600km 以上の走行
3. 実際にサービスインをする環境で、サービスとして実運用（プレ運用）し、

事業としての運用可能性を検証するため、週3日以上、6か月以上継続した荷物の配送・受領に相当する作業を実施。以下は例示であり、特定の地域や用途において以下の条件を下回っても継続的な事業化が可能となる場合はこの限りではない。

- ① 都市部の人口密集地域：月あたり300件～500件程度（2台同時運用、週3日稼働時）
- ② 郊外の低人口密度地域：月あたり150件～300件程度（2台同時運用、週3日稼働時）

(別紙2) 研究開発スケジュール



●各種委員会開催リスト

採択審査委員会(要素技術開発)		
件名	内容	実施日
第1回	「革新的ロボット研究開発基盤構築事業」採択審査委員会	2020/09/17

採択審査委員会(自動配送)		
件名	内容	実施日
第1回	自動走行ロボットを活用した新たな配送サービス実現に向けた技術開発事業	2020/07/14
第2回	自動走行ロボットを活用した新たな配送サービス実現に向けた屋外環境の整備検討及び研究開発事業	2021/07/30
第3回	革新的ロボット研究開発基盤構築事業／【研究開発項目⑤】自動配送ロボットによる配送サービスの実現	2022/05/19
第4回	革新的ロボット研究開発基盤構築事業／自動配送ロボットによる配送サービスの実現／自動配送ロボットの社会実装促進に向けた国内外動向調査	2023/05/29

中間評価分科会		
件名	内容	実施日
第1回	「革新的ロボット研究開発基盤構築事業」(中間評価)分科会	2022/09/26

技術委員会		
件名	内容	実施日
第1回	「革新的ロボット研究開発基盤構築事業」に係る第1回技術委員会	2021/06/10
第2回	「革新的ロボット研究開発基盤構築事業」に係る第2回技術委員会	2022/02/18
第3回	「革新的ロボット研究開発基盤構築事業」に係る第3回技術委員会	2022/06/06
第4回	「革新的ロボット研究開発基盤構築事業」に係る第4回技術委員会	2023/01/26
第5回	「革新的ロボット研究開発基盤構築事業」に係る第5回技術委員会	2024/01/23
第6回	「革新的ロボット研究開発基盤構築事業」に係る第6回技術委員会	2024/12/12

技術委員会(研究開発項目⑤)		
件名	内容	実施日
第1回	自動走行ロボットを活用した新たな配送サービス実現に向けた技術開発事業	2020/10/02
第2回	自動走行ロボットを活用した新たな配送サービス実現に向けた技術開発事業	2020/10/09
第3回	自動走行ロボットを活用した新たな配送サービス実現に向けた技術開発事業	2020/10/12

第4回	自動走行ロボットを活用した新たな配送サービス実現に向けた技術開発事業	2020/10/16
第5回	自動走行ロボットを活用した新たな配送サービス実現に向けた技術開発事業	2020/10/19
第6回	自動走行ロボットを活用した新たな配送サービス実現に向けた技術開発事業	2021/04/27
第7回	自動走行ロボットを活用した新たな配送サービス実現に向けた技術開発事業	2021/07/29
第1回	革新的ロボット研究開発基盤構築事業／自動配送ロボットによる配送サービスの実現	2022/01/23
第2回	革新的ロボット研究開発基盤構築事業／自動配送ロボットによる配送サービスの実現	2023/12/19
第3回	革新的ロボット研究開発基盤構築事業／自動配送ロボットによる配送サービスの実現	2025/03/21

●特許論文等リスト

【特許】

<ROBOCIP>

番号	出願者	出願番号	国内・国外・PCT	出願日	状態	名称
1	岡山大学、ROBOCIP	特願 2022-078971	日本	2022/5/12	審査中	ロボット動作計画支援システム、ロボット動作計画支援方法、およびコンピュータプログラム
2	岡山大学、ROBOCIP	特願 2022-078972	日本	2022/5/12	審査中	ロボット制御システム、ロボット制御方法、およびコンピュータプログラム
3	都立大学、ROBOCIP	特願 2023-103144	日本	2023/6/23	審査中	歯車機構およびロボット
4	神戸大学、ROBOCIP	特許番号第7706134号	日本	2024/11/22	登録済	プログラム、記憶媒体、情報処理装置、システム及びロボットの動作を制御する方法
5		PCT 出願番号 JP2024/032211	アメリカ、EU、中国	2024/9/9	出願済	
6	神戸大学、ROBOCIP	特許番号第7703155号	日本	2023/9/6	登録済	溶接ロボットシステム等
7		PCT 出願番号 JP2024/025384	アメリカ、EU、中国	2025/7/12	出願済	
8	東京科学大学、広島大学、ROBOCIP	特願 2023-219155	日本	2023/12/26	審査中	積層造形樹脂部品嵌合接合体
9	広島大学、東京科学大学、東京都立大学、千葉工業大学、ROBOCIP	特願 2024-103573	日本	2024/6/27	審査中	傾斜機能造形物の製造方法

<パナソニックホールディングス（要素技術開発）>

番号	出願者	出願番号	国内・国外・PCT	出願日	状態	名称
1	パナソニック株式会社	特願 2022-029907	国内	2022/2/28	出願済	保持装置および保持方法
2	パナソニック株式会社	特願 2022-03450	国内	2022/3/7	出願済	物品保持装置
3	パナソニック株式会社	意願 2022-004347	国内	2022/3/3	登録	ロボットハンド
4	パナソニックコネクト株式会社	29/851436	国外 (USA)	2022/8/29	登録	ロボットハンド (意匠)
5	パナソニックコネクト株式会社	009151657-0002	国外 (EU)	2022/8/29	登録	ロボットハンド (意匠)
6	パナソニックコネクト株式会社	2.0223E+11	国外 (China)	2022/8/29	登録	ロボットハンド (意匠)
7	パナソニックコネクト株式会社	6226375	国外 (UK)	2022/8/29	登録	ロボットハンド (意匠)
8	パナソニックコネクト株式会社	特願 2022-121852	国内	2022/7/29	出願済	ロボット制御装置

9	パナソニック ホールディング ス株式会社	特願 2022-189109	国内	2022/11/28	出願済	把持装置
10	パナソニック ホールディング ス株式会社	特願 2022-194089	国内	2022/12/5	出願済	把持装置および 把持方法
11	パナソニック ホールディング ス株式会社	特願 2023-036405	国内	2023/3/9	出願済	ロボットハンド
12	パナソニック ホールディング ス株式会社	特願 2023-084489	国内	2023/5/23	出願済	把持装置および 把持方法
13	パナソニック ホールディング ス株式会社	特願 2023-071352	国内	2023/4/25	出願済	把持装置
14	パナソニック ホールディング ス株式会社	PCT/JP2023/040766	PCT	2023/11/13	出願済	把持装置
15	パナソニック ホールディング ス株式会社	特願 2024-030392	国内	2024/2/29	出願済	把持装置の制御 方法および制 御 装置
16	パナソニック ホールディング ス株式会社	特願 2024-030399	国内	2024/2/29	出願済	把持装置および 把持方法
17	パナソニック コネクト株式会 社	PCT/JP2023/020002	PCT	2023/5/30	出願済	ロボットシステム、 ロボッ トハンドの制 御装置、およ びロ ボ ッ ト ハ ン ド の 制 御方法
18	パナソニック コネクト株式会 社	特願 2023-189601	国内	2023/5/30	出願済	ロボットハンド、お よびロ ボットシステ ム
19	パナソニック ホールディング ス株式会社	特願 2024-103951	国内	2024/6/27	出願済	把持装置
20	パナソニック ホールディング ス株式会社	特願 2024-109518	国内	2024/7/8	出願済	ロボットハンド
21	パナソニック ホールディング ス株式会社	特願 2024-116855	国内	2024/7/22	出願済	把持装置
22	パナソニック ホールディング ス株式会社	PCT/JP2024/039257	PCT	2024/11/5	出願済	把持装置および 把持方法
23	パナソニック ホールディング ス株式会社	PCT/JP2024/039792	PCT	2024/11/8	出願済	把持装置の制御 方法およ び制 御 装置
24	パナソニック ホールディング ス株式会社		国内			把持装置
25	パナソニック コネクト株式会 社		国内			把持装置
26	パナソニック コネクト株式会 社		国内			把持装置
27	パナソニック コネクト株式会 社		国内			把持装置
28	パナソニック ホールディング ス株式会社		国内			ロボットハンド

29	パナソニック ホールディング ス株式会社		国内			ロボットハンド・アーム
30	パナソニック ホールディング ス株式会社	PCT/JP2024/038857	PCT	2024/10/31	出願済	ロボットハンド、および ロボットシステム
31	パナソニック ホールディング ス株式会社	特願 2024-536808	国内	2024/12/23	出願済	ロボットシステム、ロボ ットハンドの制 御装置、お よびロ ボ ッ トハン ドの制 御方法
32	パナソニック ホールディング ス株式会社	19/040063	米国	2025/1/29	出願済	ROBOT SYSTEM, DEVICE FOR CONTROLLING ROBOT HAND, AND METHOD FOR CONTROLLING ROBOT HAND

<大阪大学（要素技術開発）>

番号	出願者	出願番号	国内・国 外・PCT	出願日	状態	名称
1	パナソニック株 式会社	特願 2022- 029907	国内	2022/2/28	出願済	保持装置お よび 保持方法
2	パナソニック 株 式会社	特願 2022- 03450	国内	2022/3/7	出願済	物品保持装置
3	パナソニック 株 式会社	意願 2022- 004347	国内	2022/3/3	登録	ロボットハンド

<ヤンマー（要素技術開発）>

番号	出願者	出願番号	国内・国 外・PCT	出願日	状態	名称
1	ヤンマーホー ル ディングス 株式 会社	202211353693.3	国外（中 国）	2022/11/1	公開前	農作物操作装置
2	ヤンマーホー ル ディングス 株式 会社	22205557.6	国外（欧 州）	2022/11/4	公開前	農作物操作装置
3	ヤンマーホー ル ディングス 株式 会社	20220145134	国外（韓 国）	2022/11/3	公開前	農作物操作装置
4	ヤンマーホー ル ディングス 株式 会社	17/983379	国外（米 国）	2022/11/8	公開前	農作物操作装置
5	ヤンマーホー ル ディングス 株式 会社	202211172598.3	国外（中 国）	2022/9/28	公開前	吸着パッド
6	ヤンマーホー ル ディングス 株式 会社	20220120582	国外（韓 国）	2022/9/23	公開前	吸着パッド
7	ヤンマーホー ル ディングス 株式 会社	17/971476	国外（米 国）	2022/10/21	公開前	吸着パッド

<配送ロボット>

番号	出願者	出願番号	国内・国 外・PCT	出願日	状態	名称
1	パナソニック ホールディング ス（株）	2020-185043	国内	2020/11/5	実施権 の設定	自己位置推定装置および移 動体

2	パナソニック ホールディング ス (株)	2. 02111E+11	外国	2021/11/4	実施権 の設定	自己位置推定装置および移 動体
3	パナソニック ホールディング ス (株)	17/453035	外国	2021/11/1	実施権 の設定	移動体
4	パナソニック ホールディング ス (株)	21206364.8	外国	2021/11/4	実施権 の設定	自己位置推定装置および移 動体
5	パナソニック ホールディング ス (株)	17/453505	外国	2021/11/4	実施権 の設定	自己位置推定装置および移 動体
6	パナソニック ホールディング ス (株)	21206364.8	外国	2021/11/4	実施権 の設定	自己位置推定装置および移 動体
7	パナソニック ホールディング ス (株)	63/452513	国外(米)	2023/3/16	出願中	ハンドル回転角の可視化
8	パナソニック ホールディング ス (株)	63/452518	国外(米)	2023/3/16	出願中	オペレータの負荷を低減さ せた複数車両映像同時監視 システム
9	パナソニック ホールディング ス (株)	63/621912	国外(米)	2024/1/17	出願中	遠隔監視・補助システム
10	パナソニック ホールディング ス (株)	63/566471	国外(米)	2024/3/18	出願中	移動体管理システム
11	パナソニック ホールディング ス (株)	2024-099083	国内	2024/6/19	出願中	移動体、制御方法、及び、 プログラム
12	パナソニック ホールディング ス (株)	PCT/JP2025/010563	PCT	2025/3/18	出願中	移動体、制御方法、及び、 プログラム
13	パナソニック ホールディング ス (株)	PCT/JP2025/010562	PCT	2025/3/18	出願中	情報処理方法、情報処理装 置及びプログラム

【論文】

<ROBOCIP>

番号	発表者	所属	タイトル	発表名、ページ番号	査読	発表年月
1	Ryota Takamido and Jun Ota	東京大学	Learning task constraints and robot motion from unreliable human skeleton data using human action recognition algorithm	IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems	有り	(査読中)
2	川嶋太陽、 西竜志	岡山大学	逆強化学習による AGV の デッドロック回避経路計画 問題に対する報酬設計	日本機械学会 生産システム 部門研究発表 講演会 2021pp. 608- 609, https://doi.org/10.1299/jsmemsd.2021.608	無し	2021年 3月

3	○黒田 和暉 (大阪大), 清川 拓哉(大阪大), Damien Petit(大阪大), 小山 佳祐(大阪大), 万 偉偉(大阪大), 原田 研介(大阪大)	大阪大学	Mixed Reality を用いた仮想環境上での組立作業の教示	第 22 回 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会(SI2021)	無し	2021 年 12 月
4	岡山大学 野々山和樹, 西竜志	岡山大学	遺伝的アルゴリズムを用いた双腕ロボットの PID ゲイン調整による省エネルギー動作計画	システム制御情報学会研究発表講演会 (SCI)2021pp.306-308	無し	2021 年 5 月
5	Kazuki Nonoyama, Tatsushi Nishi	岡山大学	Every-Efficient Motion Planning for Dual Armed Robot by PID Gain Optimization with Genetic Algorithm*	IEEE CASE 2021 (IEEE International Conference on Automation Science and Engineering 2021)pp.1155-1160, 10.1109/CASE49439.2021.951508	有り	2021 年 8 月
6	Zhengtao Hul, Weiwei Wanl, Keisuke Koyamal, and Kensuke Harada1, 2	大阪大学	Reducing Uncertainty Using Placement and Regrasp Planning on a Triangular Corner Fixture	TASE2021Vol. 21, No. 1, pp. 652 - 670. 10.1109/TASE.2023.3234047	有り	2021 年 8 月
7	Hao Chen, Takuya Kiyokawa, Weiwei Wan, Kensuke Hara	大阪大学	Vision-Based Novel Object Grasping based on Object-Semantics Matching with Grasp Database	第 39 回 日本ロボット学会学術講演会 (RSJ2021)	無し	2021 年 9 月
8	Takuma Bando, Tatsushi Nishi, Md Moktadir Alam, Liu Ziang, Tomofumi Fujiwara	岡山大学	Automatic Generation of Optimization Model using Process Mining and Petri Nets for Optimal Motion Planning of 6-DOF Manipulators	IEEE IROS 2022pp.11767-11772, 10.1109/IROS47612.2022.9982201	有り	2022 年 10 月
9	Tomoya Kawabe, Ziang Liu, Tatsushi Nishi, Md Moktadir Alam, Tomofumi Fujiwara	岡山大学	Optimal Motion Planning and Layout Design Robotic Cellular Manufacturing Systems	IEEE IEEM 2022 (IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management 2022)pp.1541-1545, 10.1109/IEEM55944.2022.9989566	有り	2022 年 12 月
10	Yushi Oyama, Tatsushi Nishi, Liu Ziang, Moktadir Alam,	岡山大学	Decision Support System for Selecting Robot Systems for Pick-and-Place Operations of Robot Manipulator	IEEE IEEM 2022 (IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management 2022)pp.530-540, 10.1109/IEEM55944.2022.9989780	有り	2022 年 12 月

	Tomofumi Fujiwara					
11	竹田 泰典, Yi-Fei Wang	山形大学	ロボット分野へのフレキシブル有機センサ応用	JFlex2022	無し	2022年1月
12	Floris Erich and Noriaki Ando	産総研	A Framework for 3D Scanning using RGB-D Cameras and an Automated Rotary Table	2022 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII2022)	有り	2022年1月
13	Hiroki Kanazawa, Hiroyuki Nabael, Koichi Suzumori, and Gen Endo	東京科学大学	3Dプリンタの産業応用に向けたロボットアームを用いた実践的検	2022 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII2022)	有り	2022年1月
14	Kazuki Nonoyama, Ziang Liu, Tomofumi Fujiwara, Md. Moktadir Alam, Tatsushi Nishi	岡山大学	Energy-efficient robot placement and motion planning using metaheuristic algorithms	Energies Vol. 15, No. 6, p. 207410. 3390/en15062074	有り	2022年3月
15	山形大 ROEL ○竹田 泰典, Yi-Fei Wang, 関根智仁, 熊木大介, 時任静士	山形大学	高感度フレキシブル圧力センサアレイを用いたロボットハンドの触覚機能	応用物理学会	無し	2022年3月
16	石川隆司	名古屋大学	CFRPの各産業分野への適用の現状 (P57~58)	中部パック 2022	無し	2022年4月
17	高橋哲平, Moktadir Alam, 藤原始史, 劉子昂, 西竜志 (岡山大学)	岡山大学	PSOによる消費エネルギーを考慮したロボットアームの動作計画と配置問題の同時最適化	システム制御情報学会研究発表講演会 (SCI) 2022pp. 47-48	無し	2022年5月
18	岡山大学 板東 巧真, 西竜志, 劉子昂, Alam M. D. Moktadir, 藤原 始史	岡山大学	ペトリネットを用いたプロセスマイニングによるロボットの動作計画最適化システム	システム制御情報学会研究発表講演会 (SCI) 2022pp. 49-50	無し	2022年5月

19	大山 裕士, Liu Ziang Moktadir Alam 藤原 始史, 西 竜志	岡山大学	ロボットアームのピックブ レース動作のための機器選 定決 定支援システム	システム制御情報学会研究発 表講演会 (SCI)2022pp. 45-46	無し	2022年 5月
20	Hao Chen, Takuya Kiyokawa, Weiwei Wan, and Kensuke Harada	大阪大学	Category-Association based Similarity Matching with Grasp Databasefor Novel Object Pick and Place Task	ICRA2022(International Conference on Robotics and Automation)+IEEE RA- LVol.7, No. 2, pp. 2961- 2968, 10.1109/LRA.2022.3145 956	有り	2022年 5月
21	竹田 泰 典、Yi Fei Wang、大 関根 智仁、 熊木大 介、 時任 静 士	山形大学	印刷型フレキシブル圧カセ ンサアレイを用いたロボッ トハン ドの触覚機能	日本機械学会 ロボティク ス・メカトロニクス講演 会 2022 in Sapporo (ROBOMECH2022)	無し	2022年 6月
22	牟田 真尋 (大阪大) 清川 拓哉 (大阪大) 万 偉偉 (大 阪大) 原田 研介 (大阪 大)	大阪大学	迅速な箱詰め作業のための 投射物の状態を考慮したト ス動作の学習	日本機械学会 ロボティク ス・メカトロニクス講演 会 2022 in Sapporo (ROBOMECH2022)	無し	2022年 6月
23	金澤 洸輝 (東工大) 難波江 裕之 (東工大) 鈴 森 康一 (東工大) 遠藤 玄 (東 工大)	東京科学 大学	産業応用に向けた 3D プリ ンタ製ロボット機構部品- 第 3 報 : 造形中組立法と 積み勾配法の提案	日本機械学会 ロボティク ス・メカトロニクス講演 会 2022 in Sapporo (ROBOMECH2022)	無し	2022年 6月
24	Md Moktadir Alam, Tatsushi Nishi,	岡山大学	Inclusion of Rapidly Exploring Random Tree based Optimal Motion Planning Algorithm for 6-DOF Industrial Robot	International Symposium on Flexible Automation 2022pp. 346- 348, 10.11509/isfa.2022.346	有り	2022年 7月
25	佐々木郁治 ベン ナイラ シャドリ ア 岡田 啓 片山 正昭	名古屋大 学	遠隔映像を用いた産業用ロ ボット制御における 通信 不 完全性の制御作業品質 への影響の実験的評価	電子情報通信学会 高信頼無 線制御研究 会 Vol. RCC2022, No. RCC2022- 23, pp. 30-35	無し	2022年 7月
26	高城 洋介、 ベンナイラ シャドリ ア、岡田 啓、片山 正 昭	名古屋大 学	産業用ロボット無線制御に おける通信の不完全性が作 業品質に与える実験的評価	電子情報通信学会 高信頼無 線制御研究 会 Vol. RCC2022, No. RCC2022- 22, pp. 24-29	無し	2022年 7月
27	Sho Kobayashi1, Weiwei Wan1, Takuya Kiyokawa1;2 , Keisuke Koyama1 and Kensuke Harada	大阪大学	Obtaining an Object' s 3D Model Using DualArm Robotic Manipulation and Stationary Depth Sensing	IEEE Transactions on Automation, Science and EngineeringVol. 20, No. 3, pp. 2075 - 208710.1109/TASE.2022.3193 691	有り	2022年 8月

28	Kosuke Watanabe (筑波大)、Shunsuke Sato (筑波大)、Yasumichi Aiyama (筑波大)	筑波大学	Handling-Design Method by Multi-primitive Recognition of Object Shape	IEEE CASE 2022 (IEEE International Conference on Automation Science and Engineering 2022) with RAL option pp. 1292--1297	有り	2022年8月
29	Kim Junhui (金俊熙), Yoshida Takako (葭田貴子)	東京科学大学	The temporal order judgment between saccade and visual stimulation just after saccade	21st European Conference on Eye Movements	無し	2022年8月
30	Kim Junhui (金俊熙), Yoshida Takako (葭田貴子)	東京科学大学	Sense of agency in jittery temporal interval between gaze shift and visual feedback - Gaze-contingent multi-resolutional display study	44th European Conference on Visual Perception 2022	無し	2022年8月
31	川部知也 劉子昂 西竜志 Md Moktadir Alam 藤原始史 (岡山大学)	岡山大学	ロボットセル生産システムにおけるマニピュレータの動作計画とレイアウト配置計画の同時最適化	第40回日本ロボット学会学術講演会 (RSJ2022)No. 40, ROMBUNNO. 3F1-06, https://jglobal.jst.go.jp/detail?JGLOBAL_ID=202202249701846092	無し	2022年9月
32	陳浩、清川拓哉、万偉偉、原田研介	大阪大学	(講演投稿分) 把持物体オントロロジーを用いた未知物体把持	第40回日本ロボット学会学術講演会 (RSJ2022)	無し	2022年9月
33	宮本七星 (筑波大) 佐藤俊介 (筑波大(卒)) 渡邊康祐 (筑波大) 相山康道 (筑波大)	筑波大学	把持安定度に基づくハンド選択手法の基礎的検証	第40回日本ロボット学会学術講演会 (RSJ2022) 3F1-02	無し	2022年9月
34	高御堂良太、太田順	東京大学	人手作業データを活用した新規ロボットシステム設計手法の提案	第40回日本ロボット学会学術講演会 (RSJ2022)pp. 1-4	無し	2022年9月
35	Jiaxi Lu, Ryota Takamido, Jun Ota	東京大学	Experience-based problem solving for robotic pick and place system design	第40回日本ロボット学会学術講演会 (RSJ2022)pp. 1-4	無し	2022年9月
36	糸田孝太 (武蔵野大学) 渡邊紀文 (武蔵野大学) 清木	武蔵野大学	マルチロボットシステムを対象としたタスクプリミティブによるロボット選択方式の提案	第40回日本ロボット学会学術講演会 (RSJ2022)No. 3F1-04, ROMBUNNO. 3F1-04	無し	2022年9月

	康 (武蔵野大学)					
37	水野 太智, 荒井 政大 (名大)、 石川 隆司, 市来 誠, 山 中 淳彦 (名 大 NCC), 神野 昌明 (Robocip)	名古屋大 学	CFRTP 製ロボットアームの 特性評価	日本複合材料学会 第 47 回複 合材料シンポジウム	無し	2022 年 9 月
38	Masaaki Katayama	名古屋大 学	[Keynote Speech I] Reliable Remote Control with Unreliable Communication Channels	WSCE 2022	無し	2022 年 9 月
39	Ziang Liu, Shun Ito, Tomaya Kawabe, Tatsushi Nishi, Tomofumi Fujiwara	岡山大学	Multi-Objective Optimization for ThreeDimensional Packing Problem Using the Sequence-Triple Representation with Robot Motion Planning	2023 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM 2023)pp. 1- 5, 10.1109/IEEM58616.2023.1 0406772	有り	2023 年 12 月
40	Masaya Shiraga, Tatsushi Nishi, Liu Ziang, Tomofumi Fujiwara	岡山大学	Motion Planning of Industrial Robot by Data- Driven Optimization Using Petri Nets	2023 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM 2023)pp. 1199- 1203, 10.1109/IEEM58616.202 3.10406354	有り	2023 年 12 月
41	Bao Yuanhao, 高 木 健	広島大学	3D プリントによる四辺形 の内部充填形状の異なる充 填方向がロボット構造の振 動特性に関する研究	第 24 回 計測自動制御学会 システムインテグレーション 部門講演会 (SI2023)	無し	2023 年 12 月
42	谷岡 智成, 永野 光, 田 崎 勇一, 横 小路 泰義	神戸大学	遠隔操縦ロボットを用いた 嵌め合いタスクにおける通 信環境と作業性能の関係 の調査	第 24 回 計測自動制御学会 システムインテグレーション 部門講演会 (SI2023)No. 3E1-01	無し	2023 年 12 月
43	余昌史 陳浩 清川拓哉 万 偉偉 原田 研介	大阪大学	局所形状の類似性評価に基 づくオクルージョンのある 未知物体の把持生成	第 24 回 計測自動制御学会 システムインテグレーション 部門講演会 (SI2023)	無し	2023 年 12 月
44	杉原 一真, 武居 直行	東京都立 大学	リンク部材と一軸関節から 構成されるロボットアーム の剛性測定および剛性モ デルの考察	第 24 回 計測自動制御学会 システムインテグレーション 部門講演会 (SI2023)No. 1E5-05pp. 923- 924	無し	2023 年 12 月

45	高城 洋介, ベンナイラ シャドリ ア, 岡田 啓, 片山 正 昭	名古屋大 学	Video transmission for robot teleoperation with automatic image quality control considering packet loss and communication bandwidth limitation	International Conference on Materials and Systems for Sustainability 2023 (ICMaSS 2023)No. A6-II- 4	無し	2023 年 12 月
46	高城 洋介, ベンナイラ シャドリ ア, 岡田 啓, 片山 正 昭	名古屋大 学	Operability Improvement by Interpolation of Missing Data in Industrial Robot Wireless Operation	International Conference on Materials and Systems for Sustainability 2023 (ICMaSS 2023)No. A6-II- 3	有り	2023 年 12 月
47	Takeshi Takaki, Masahito Kanekiyo and Gen Endo	広島大学	Damping Characteristics in Adaptation of Plastics for Robot Structures	2023 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII2023)10. 1109/SII55687. 2023. 10039233	有り	2023 年 1 月
48	Floris Erich, Baptiste Bourreau, Chun Kwang Tan, Guillaume Caron, Yusuke Yoshiyasu, Noriaki Ando	産総研	Neural Scanning: Rendering and determining geometry of household objects using Neural Radiance Fields	2023 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII2023)	有り	2023 年 1 月
49	Yusuke OTA , Ryuichi SHIINA , Koki KATO and Rintaro MATSUSHITA	千葉工業 大学	Geometric Shape Accuracy and Hygroscopic Characteristics of a 3D- printed Part	2023 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII2023)pp. 531-536	有り	2023 年 1 月
50	渡邊康祐, 相山康道	筑波大学	Fast method of computing grasp quality measure by random sampling from wrench vectors	2023 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII2023) pp. 95-100	有り	2023 年 1 月
51	Gen Endo, Yuta Tsukamoto, Hiroyuki Nabae, Koichi Suzumori, Takeshi Takaki	東京科学 大学	Proposal of a Fastening Method for Soft Deformable Plastic Parts and Rigid Metal Parts	2023 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII2023)	有り	2023 年 1 月
52	Naoyuki Takesue, Yuri Ode	東京都立 大学	Stiffness Model of Joint and Link in Robot Arm	2023 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII2023)pp. 525-530, DOI: 10. 1109/SII55687. 2023. 1003 9160	有り	2023 年 1 月

53	Kota Iizuka, Naoyuki Takesue	東京都立大学	Comparison of Characteristics of Internal Planetary Gear Reducer with Epitrochoid Curve using Metal and 3D Printed Parts	2023 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII2023)pp. 515-520, DOI: 10.1109/SII55687.2023.10039229	有り	2023年1月
54	Jiayi Lu, Ryota Takamido, Jun Ota	東京大学	Experience-based problem solver for robot system design	ICARApp. 55-59, 10.1109/ICARA56516.2023.10125871	有り	2023年2月
55	野々山和樹, 西竜志, Alam Md Moktadir, Liu Ziang, 藤原始史	岡山大学	ロボットアームによる品出し作業における経路点を用いた動作の生成法	日本機械学会生産システム部門講演会 2023 https://doi.org/10.1299/jsmemsd.2023.104	無し	2023年3月
56	伊藤駿, 西竜志, 劉子昂, Md. Moktadir Alam, 藤原始史	岡山大学	Sequence-Triple を用いた3次元配置計画とロボット動作計画の多目的最適化	システム制御情報学会研究発表講演会 (SCI)2023pp. 1-7	無し	2023年5月
57	原健悟, 西竜志, 劉子昂, Md Moktadir Alam, 藤原始史	岡山大学	Deep Q-Network とグラフ探索を組み合わせた複数台ロボットアーム衝突回避動作計画法	システム制御情報学会研究発表講演会 (SCI)2023pp. 23-24	無し	2023年5月
58	白神 雅也, 西 竜志, 劉子昂, Md Moktadir Alam, 藤原始史	岡山大学	ペトリネットを用いたデータ駆動最適化による産業用ロボットの動作計画法	システム制御情報学会研究発表講演会 (SCI)2023pp. 20-22	無し	2023年5月
59	藤原 始史, 西 竜志, 劉子昂, Alam Md Moktadi	岡山大学	PSO による産業用ロボットの省エネルギー動作計画最適化の実験的検証	システム制御情報学会研究発表講演会 (SCI)2023pp. 8-11	無し	2023年5月
60	Floris Erich	産総研	Learning Depth Completion of Transparent Objects using Augmented Unpaired Data	ICRA2023 (International Conference on Robotics and Automation)	有り	2023年5月
61	高木 健, 兼清 真人, 遠藤 玄	広島大学	樹脂材料のロボット構造材への適応における減衰特性に関する研究	日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会 2023 (ROBOMECH2023)	無し	2023年6月
62	高木 健	広島大学	熱熔融型 3D プリンタにより製作した樹脂部品とのキー 締結	日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会 2023 (ROBOMECH2023)	無し	2023年6月

63	松下 倫太朗, 太田 祐介	千葉工業大学	3D プリント造形物の吸湿特性について	日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会 2023 (ROBOMECH2023)pp. 1A2-I19	無し	2023年6月
64	塚本悠太, 難波江裕之, 鈴森康一, 遠藤玄	東京科学大学	炭素繊維不織布による強化樹脂材の特性評価	日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会 2023 (ROBOMECH2023)	無し	2023年6月
65	塚本悠太, 難波江裕之, 鈴森康一, 遠藤玄	東京科学大学	木材における継手・仕口加工の 3D プリント部品への適用	日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会 2023 (ROBOMECH2023)No. 1A2-I21,	無し	2023年6月
66	飯塚 浩太, 武居 直行	東京都立大学	金属と CFRP を組み合わせたトロコイド歯車減速機の性能比較	日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会 2023 (ROBOMECH2023)No. 1A2-I18, p. 2	無し	2023年6月
67	杉原 一真, 武居 直行	東京都立大学	リンク部材と一軸関節から構成されるロボットアームの剛性測定	日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会 2023 (ROBOMECH2023)No. 1A1-I18, p. 2	無し	2023年6月
68	Kim Junhui (金 俊熙), Yoshida Takako (葭田貴子)	東京科学大学	Neural Correlates of the Sense of Agency in Temporally Delayed Gaze-Contingent Display: An fMRI Study	Neuroscience 2023(SOCIETY for Neuroscience)	有り	2023年7月
69	Ryota Takamido and Jun Ota	東京大学	Learning robot motion in cluttered environment using unreliable human skeleton data collected by a single RGB camera	IEEE Robotics and Automation Letters (Volume 8, Issue 9)Vol. 8, No. 9, pp. 5504-551110. 1109/LRA. 2023. 3296930	有り	2023年7月
70	高城 洋介, ベンナイラ シャドリ ア, 岡田 啓, 片山 正昭	名古屋大学	産業用ロボットの無線操作における通信の不完全性を考慮した作業品質改善手法	電子情報通信学会 高信頼無線制御研究会 Vol. RCC2022, No. RCC2022-53, pp. 257-262	無し	2023年7月
71	Tomoya Kawabe, Tatsushi Nishi, Liu Ziang, Tomofumi Fujiwara	岡山大学	Optimal Motion Planning and Layout Design by Symbolic Sequence Input	IEEE CASE 2023 (IEEE International Conference on Automation Science and Engineering 2023) with RAL optionpp. 1-6, 10. 1109/CASE56687. 2023. 10260452	有り	2023年8月
72	Kengo Hara, Tatsushi Nishi, Ziang Liu, Tomofumi Fujiwara	岡山大学	Collision-free Motion Planning for Multiple Robot Arms by Combining Deep Q-Network and Graph Search Algorithm	IEEE CASE 2023 (IEEE International Conference on Automation Science and Engineering 2023) with RAL optionpp. 1-6, 10. 1109/CASE56687. 2023. 10260329	有り	2023年8月

73	Zhengtao Hu , Weiwei Wan , Keisuke Koyama , and Kensuke Harada	大阪大学	Reducing Uncertainty Using Placement and Regrasp Planning on a Triangular Corner Fixture	IEEE CASE 2023 (IEEE International Conference on Automation Science and Engineering 2023) with RAL option Vol. 21, No. 1, pp. 652-670. 1109/TASE. 2023. 3234047	有り	2023年8月
74	川部知也, 西竜志, 劉子昂, 藤原始史 (岡山大学)	岡山大学	記号列入力によるロボットマニピュレータのタスクと動作計画のデータ駆動最適化	第41回 日本ロボット学会学術講演会 (RSJ2023) No. 41, ROMBUNNO. 2E1-05, https://jglobal.jst.go.jp/detail?JGLOBAL_ID=202402244196140599	無し	2023年9月
75	Md Muktadir Alam, Tatsushi Nishi, Ziang Liu, Tomofumi Fujiwara	岡山大学	A Novel Sampling-Based Optimal Motion Planning Algorithm for Energy-Efficient Robotic Pick and Place	Energies Vol. 16, No. 19, p. 6910. 10.3390/en16196910	有り	2023年9月
76	Floris Erich, Chou Koukan, Kazuyuki Nagata, Noriaki Ando, Yusuke Yoshiyasu	産総研	Automated Segmentation for Neural Scanning of Food Products and Household Objects	第41回 日本ロボット学会学術講演会 (RSJ2023)	無し	2023年9月
77	横小路 泰義	神戸大学	マニピュレータの特異点適合法の数値解法	第41回 日本ロボット学会学術講演会 (RSJ2023) No. 3E4-04	無し	2023年9月
78	横小路 泰義	神戸大学	ANA Avatar XPRIZE Finals Testing の結果報告	第41回 日本ロボット学会学術講演会 (RSJ2023) No. 3C4-01	無し	2023年9月
79	Hao Chen, Takuya Kiyokawa, Zhengtao Hu, Weiwei Wan, Kensuke Harada	大阪大学	Similarity-based fast grasp planning of unknown objects on a conveyor belt	第41回 日本ロボット学会学術講演会 (RSJ2023)	無し	2023年9月
80	陳浩, 清川拓哉, 万偉偉, 原田研介	大阪大学	対象物体の重心推定に基づく遮蔽のある未知物体の把持計画	第41回 日本ロボット学会学術講演会 (RSJ2023)	無し	2023年9月
81	渡邊康祐・劉聰睿・相山康道	筑波大学	最適把持位置導出のための並列処理を用いた把持安定度の計算高速化	第41回 日本ロボット学会学術講演会 (RSJ2023) 1E1-05	無し	2023年9月

82	山崎聖平・ 相山康道	筑波大学	複数の面接触モデルによる 最適把持位置・把持力の検 討	第41回 日本ロボット学会学 術講演会 (RSJ2023) 2E2-03	無し	2023年9月
83	Kim Junhui (金 俊熙), Yoshida Takako (葎 田貴子)	東京科学 大学	Sense of agency at a gaze-contingent display with jittery temporal delay	Journal of Vision	有り	2023年9月
84	高御堂 良 太, 太田順	東京大学	ロボット化を指向した人作 業解析とそれに基づく新規 動作設計手法の提案	第41回 日本ロボット学会学 術講演会 (RSJ2023)pp.1-4	無し	2023年9月
85	Jiaxi Lu, Ryota Takamido, Jun Ota	東京大学	Experience-based problem solving for robotic pick and place system design	第41回 日本ロボット学会学 術講演会 (RSJ2023)pp.1-4	無し	2023年9月
86	川田 正明 (武蔵野大 学) 清木 康 (武蔵野 大学) 佐々 木 史織 (武 蔵野大学)	武蔵野大 学	人の動作を対象としたロ ボット検索知識ベースシス テム	第41回 日本ロボット学会学 術講演会 (RSJ2023)No.3K3- 04, ROMBUNNO. 3K3-04	無し	2023年9月
87	糸田孝太 (武蔵野大 学) 渡邊紀 文 (武蔵野 大学) 清木 康 (武蔵野 大学)	武蔵野大 学	汎用ロボットDB構築を対 象としたロボットシミュ レーションによる構造化 データ生成方式	第41回 日本ロボット学会学 術講演会 (RSJ2023)No.2E1- 04, ROMBUNNO. 2E1-04	無し	2023年9月
88	高城 洋介, ベンナイラ シャドリア, 岡田 啓, 片山 正 昭	名古屋大 学	Interpolation of Missing Data for Wireless Operation of Industrial Robot	The 49th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Societypp.1- 6, DOI:10.1109/IECON51785.2 023.10312364	有り	2023年9月
89	佐々木 郁 治, 岡田 啓, ベンナ イラ シャ ドリア, 片 山 正昭	名古屋大 学	Robust Video Transmission for Robot Teleoperation over Networks with Packet Loss	The 49th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Societypp.1- 6, DOI:10.1109/IECON51785.2 023.10312023	有り	2023年9月
90	高城 洋介, ベンナイラ シャドリア, 岡田 啓, 片山 正 昭	名古屋大 学	産業用ロボット無線操作に おける損失データの補間 による作業品質の改善	電子情報通信学会 ソサイエ ティ大会 No. B-15-23, p. 348	無し	2023年9月
91	名古屋大学 ナショナル コンポジット センター	名古屋大 学	熱可塑性 CFRP による軽量 化への挑戦~CFRTP 製 ロ ボットアームの試作~	N-plus	無し	2023年9月

92	Floris Erich, Bruno Leme, Noriaki Ando, Ryo Hanai, Yukiyasu Domae	産総研	Neural Labeling: A versatile toolset for labeling vision datasets using Neural Radiance Fields	2024 IEEE/RSJ International Conference on Robots and Systems (IROS)	無し	2024年10月
93	Floris Erich, Geoffrey Biggs, Noriaki Ando	産総研	PEGASUS: Physical Enhanced Gaussian Splatting Simulation System for 6DOF Object Pose Dataset Generation	2024 IEEE/RSJ International Conference on Robots and Systems (IROS)	無し	2024年10月
94	片山 正昭, 高城 洋介, ベンナイラ シャドリ ア, 岡田 啓	追手門大学	通信誤りを伴う無線回線による産業用ロボット制御の作業品質向上のための制御手法	電子情報通信学会 革新的無線通信技術に関する横断的研究会	無し	2024年10月
95	片山 正昭, 高城 洋介, ベンナイラ シャドリ ア, 岡田 啓	名古屋大学	[ポスター講演] 通信誤りを伴う無線回線による産業用ロボット制御の作業品質向上のための制御手法	電子情報通信学会 革新的無線通信技術に関する横断的研究会(MIKA2024)	無し	2024年10月
96	藤原始史, 西竜志, 劉子昂, (岡山大学)	岡山大学	粒子群最適化による産業用スカラ型ロボットの省エネルギー動作計画の検討	システム制御情報学会論文誌(SCI'23論文特集号/2024年37巻11号)Vol. 37, No. 11, pp. 283-29010. 5687/iscie. 37. 283	有り	2024年11月
97	Kun Qi, Yasumichi Aiyama	筑波大学	Development of a Vacuum Hand for Dense Arrangement of Various Objects in a Narrow Space	日本機械学会 JSME The 8th International Conference on Advanced Mechatronics (ICAM 2024) pp. 053--054	有り	2024年11月
98	金井規聡, 遠藤玄	東京科学大学	大型化のための3Dプリント部品接合法の提案	Agora of Additive Manufacturing paper24005, 10.69361/agorajams. paper24005	有り	2024年11月
99	Jiayi Lu, Ryota Takamido, Yusheng Wang and Jun Ota	東京大学	How to Arrange the Robotic Environment? Leveraging Experience in Both Motion Planning and Environment Optimization	Frontiers in Robotics and AIVol. 11, No. - pp. 146838510. 3389/frobt. 2024. 1468385	有り	2024年11月
100	Takato Taniguchi, Tatsushi Nishi, Ziang Liu and Tomofumi Fujiwara	岡山大学	Simultaneous Optimization of Placement Planning and Motion Planning for a Single Robotic Arm Using Genetic Algorithm	IEEE IEEM 2024 (IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management 2024) pp. 708-712, 10.1109/IEEM62345. 2024. 10857105	有り	2024年12月

101	Hyo Matsuda, Tatsushi Nishi, Ziang Liu and Tomofumi Fujiwara	岡山大学	Transfer Learning for Estimation of Operation Time for 6-axis Robot Arms	IEEE IEEM 2024 (IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management 2024) pp. 1154-1158, 10.1109/IEEM62345.2024.10857125	有り	2024年12月
102	Yuanhao Bao, 高木健	広島大学	3D プリントの異なる充填率を組み合わせる平等強さの梁の振動特性に関する研究	第25回 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 (SI2024)	無し	2024年12月
103	大野 薫, 永野 光, 田崎 勇一, 横小路 泰義	神戸大学	遠隔操縦による組み立て作業における振動触覚・聴覚・力覚フィードバックの有効性の調査	第25回 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 (SI2024) No. 3C1-01	無し	2024年12月
104	谷岡 智成, 永野 光, 田崎 勇一, 横小路 泰義	神戸大学	遠隔操縦での嵌め合いタスクにおけるフィードバック・通信条件が作業性能に及ぼす影響	第25回 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 (SI2024) No. 3C1-02	無し	2024年12月
105	松下 倫太郎, 太田 祐介	千葉工業大学	融着層温度の違いによる3Dプリント造形物の強度・剛性変化	第25回 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 (SI2024) pp. 2325-2327	無し	2024年12月
106	Mahiro Muta Takuya Kiyokawa Weiwei Wan Kensuke Harada	大阪大学	Task-Difficulty-Aware Efficient Object Arrangement by Taking Advantage of Tossing Motions	IEEE International Conference on Robotic Computing (IRC) pp. 170-173	有り	2024年12月
107	山崎聖平・相山康道	筑波大学	3次元つりあい把持のための2指ハンドの面接触モデルに基づく必要把持力の検討	第25回 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 (SI2024) pp. 307-312	無し	2024年12月
108	関口兼司, 塚本悠太, 難波江裕之, 高木健, 遠藤玄	東京科学大学	支圧接合により固定された樹脂製片持ち梁の見なし曲げ応力-ひずみ特性	第25回 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 (SI2024) No. 2E5-02	無し	2024年12月
109	Yuanhao Bao and Takeshi Takaki	広島大学	Relationship Between Size and Strength Depending on The Amount of Water in the 3D Printed Object (tentative)	2024 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII2024) 10.1109/SII58957.2024.10417457	有り	2024年1月
110	Floris Erich, Naoya Chiba, Noriaki Ando, Yusuke	産総研	Scanning and Affordance Segmentation of Glass and Plastic Bottles	2024 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII2024)	有り	2024年1月

	Yoshiyasu, Ryo Hanai, Yukiyasu Domae					
111	Rintaro MATSUSHITA, Yusuke OTA	千葉工業 大学	Size and Toughness Changes of 3D Printed Parts due to Hygroscopic Characteristics (tentative)	2024 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII2024)pp.1524-1530	有り	2024年1月
112	Yuta Tsukamoto, Kenji Sekiguchi, Hiroyuki Nabae, Gen Endo (tentative)	東京科学 大学	Measurement of Creep Deformation of Resin Structural Parts for a Lightweight Industrial Robot	2024 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII2024)No.592- 597, 10.1109/SII58957.2024. 10417463	有り	2024年1月
113	Hironori Satake, Naoyuki Takesue	東京都立 大学	Comparison of Characteristics of Cycloidal Gear Reducer using Metal, Plastic and 3D Printed Parts (tentative)	2024 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII2024)pp. 1531- 1536, DOI: 10.1109/SII58957.2024.1041 7517	有り	2024年1月
114	Yasunori Takeda*, Yi-Fei Wang, Ayako Yoshida, Tomohito Sekine, Daisuke Kumaki, Shizuo Tokito	山形大学	Advancing Robotic Gripper Control with the Integration of Flexible Printed Pressure Sensors	Advanced Engineering MaterialsVol. Vol. 26, No. Issue 9, pp. 230203110. 1002/adem. 2 02302031	有り	2024年2月
115	Tomoya Koshi, Atushi Takei, Taiki Nobeshima, Shusuke Kanazawa, Ken-ichi Nomura and Sei Uemura	産総研	Stretchability dependency on stiffness of soft elastomer encapsulation for polyimide-supported copper serpentine interconnects	Flexible and Printed ElectronicsVol.9, No.1, pp.1 500910.1088/2058- 8585/ad2778	有り	2024年2月
116	Jiayi Xu and Yasumichi Aiyama	筑波大学	Machine Learning-Based Deformation Estimation for Grasping 3D Soft Objects	2024 AMC - IEEE 18th International Conference on Advanced Motion Control AMC24-000028	有り	2024年2月
117	渡邊康祐、 劉聰睿、相 山康道	筑波大学	A speed-up method for calculating grasp quality measure for optimal grasp in real time by a robot hand	2024 AMC - IEEE 18th International Conference on Advanced Motion Control AMC24-000117	有り	2024年2月

118	原健悟, 西竜志, 劉子昂, 藤原始史	岡山大学	ロボットアームによる商品取出手順最適化問題のモデル化と分解法	日本機械学会生産システム部門講演会 2024pp. 255-259	無し	2024年3月
119	川部知也, 西竜志, 劉子昂, 藤原始史	岡山大学	大規模言語モデルを用いた自然言語タスク入力によるロボットマニピュレータの作業手順最適化	日本機械学会生産システム部門講演会 2024pp. 329-333	無し	2024年3月
120	大山裕士, 西竜志, 劉子昂, 藤原始史	岡山大学	ロボットアームによるピックアップ動作のためのロボットシステムの機器選定と配置計画の同時最適化	日本機械学会生産システム部門講演会 2024pp. 246-250	無し	2024年3月
121	白神雅也, 西竜志, 劉子昂, 藤原始史	岡山大学	複数ピックアップ中継姿勢を考慮した産業用ロボットのピックアップ動作計画法	日本機械学会生産システム部門講演会 2024pp. 251-254	無し	2024年3月
122	水野 太智, 市来 誠, 荒井 政大, 吉村 彰記, 後藤 圭太	名古屋大学	CFRTP 製ロボットアームの特性評価	第15回 日本複合材料会議 (JCCM- 15)	無し	2024年3月
123	Bao Yuanhao, 高木 健	広島大学	3D プリントの異なる充填率の新しい複合方法に基づいて組み合わせはりの開発	日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会 2024 in Utsunomiya (ROBOMECH2024)	無し	2024年5月
124	松下 倫太郎, 太田 祐介	千葉工業大学	造形温度・ノズルの違いによる 3D プリント造形物の強度変化	日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会 2024 in Utsunomiya (ROBOMECH2024) pp. 1P1-Q02	無し	2024年5月
125	牟田真尋, 清川拓哉, 万偉偉, 原田研介	大阪大学	作業難度に基づいてトス動作を活用する陳列作業計画	日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会 2024 in Utsunomiya (ROBOMECH2024)	無し	2024年5月
126	山崎聖平・相山康道	筑波大学	複数の面接触モデルによる2指ハンドの最小把持力の検討とその実機検証	日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会 2024 in Utsunomiya (ROBOMECH2024) 1P2-J06	無し	2024年5月
127	Kim Junhui (金 俊熙), Yoshida Takako (葭田貴子)	東京科学大学	Sense of agency at a gaze-contingent display with jittery temporal delay	Frontiers in Psychology	有り	2024年5月

128	関口兼司, 塚本悠太, 難波江裕 之, 遠藤玄	東京科学 大学	産業用ロボットへの適用に 向けた繊維強化樹脂材料の クリープ変形量計測	日本機械学会 ロボティク ス・メカトロニクス講演 会 2024 in Utsunomiya (ROBOMECH2024)No. 1P1-P05	無し	2024年 5月
129	金井規聡, 遠藤玄	東京科学 大学	産業応用に向けた 3D プリ ンタ製ロボット機構部品 - 第 9 報: 大型化のための 3D プリント部品接合法の提 案-	日本機械学会 ロボティク ス・メカトロニクス講演 会 2024 in Utsunomiya (ROBOMECH2024)No. 1P1-P04	無し	2024年 5月
130	Ryota Takamido and Jun Ota	東京大学	Learning robot motion in cluttered environment using unreliable human skeleton data collected by a single RGB camera	ICRA2024(International Conference on Robotics and Automation)Vol. 8, No. 9, pp. 5 504- 551110. 1109/LRA. 2023. 32969 30	有り	2024年 5月
131	武居 直行, 杉原 一真, 遠藤 玄, 塚 本 悠太, 高 木 健	東京都立 大学	リンク部材と一軸関節から 構成されるロボットアーム の剛 性測定およびモデリ ング	日本機械学会 ロボティク ス・メカトロニクス講演 会 2024 in Utsunomiya (ROBOMECH2024)No. 1P1- P02, p. 4	無し	2024年 5月
132	佐竹 宏紀, 武居 直行	東京都立 大学	金属および樹脂製トロコイ ド歯車減速機の特性格比較	日本機械学会 ロボティク ス・メカトロニクス講演 会 2024 in Utsunomiya (ROBOMECH2024)No. 1P1- P01, p. 2	無し	2024年 5月
133	遠藤玄	東京科学 大学	熱溶融積層法による 3D プ リント技術の産業応用に向 けた課題と展望	精密工学会誌 Vol. 90, No. 6, pp. 441- 44510. 2493/jjspe. 90. 441	無し	2024年 6月
134	Ryota Takamido · Jun Ota	東京大学	Action recognition and subsequent in-depth analysis for improving time efficiency of industrial bimanual works	IEEE AccessVol. 12, No. - pp. 79875- 7989110. 1109/ACCESS. 2024. 3 409645	有り	2024年 6月
135	市来 誠, 水 野 太智, 荒 井 政大	名古屋大 学	チョップドシートを用いた CFRTP 製ロボットアームの 試作 と特性評価	第 66 回構造強度に関する講 演会	無し	2024年 7月
136	Tomoya Kawabe, Liu Ziang, Tatsushi Nishi, Tomofumi Fujiwara	岡山大学	Task Planning for Robot Manipulator Using Natural Language Task Input with Large Language Models	IEEE CASE 2024(IEEE International Conference on Automation Science and Engineering 2024)pp. 3484- 3489, 10. 1109/CASE59546. 202 4. 10711671	有り	2024年 8月
137	Kim Junhui (金 俊熙), Yoshida Takako (葎 田貴子)	東京科学 大学	Sense of agency at a gaze-contingent display with jittery temporal delay	46th European Conference on Visual Perception 2024	有り	2024年 8月

138	Yasunaga Monno (門野泰長), Kim Junhui (金俊熙), Yoshida Takako (葭田貴子)	東京科学大学	Effects of temporal delay on task performance and sense of agency in continuous tracking task	46th European Conference on Visual Perception 2024	有り	2024年8月
139	原健悟, 西竜志, 劉子昂, 藤原始史	岡山大学	ロボットアームによる商品取出手順最適化問題の分解法	第42回日本ロボット学会学術講演会 (RSJ2024)No. 42, ROMBUNNO. 3B 1-01, https://jglobal.jst.go.jp/detail?JGLOBAL_ID=202402211810743773	無し	2024年9月
140	白神 雅也, 西 竜志, 劉 子昂, 藤原 始史	岡山大学	複数の配置目標を考慮した商品整列問題における動作計画最適化	第42回日本ロボット学会学術講演会 (RSJ2024)No. 42, ROMBUNNO. 3B 2-05, https://jglobal.jst.go.jp/en/detail?JGLOBAL_ID=202402214468608968	無し	2024年9月
141	Ziang Liu, Shun Ito, Tomoya Kawabe, Tatsushi Nishi, and Tomofumi Fujiwara	岡山大学	Multi-Objective Surrogate Optimization for Simultaneous Three-Dimensional Bin Packing and Motion Planning Problems Using the Sequence-Triple Representation	Applied Artificial Intelligence An International Journal Volume 38(ジャーナル論文) Vol. 38, No. 1, pp. 239889510. 1080/08839514. 2024. 2398895	有り	2024年9月
142	Floris Erich, Jerome Susgin, Noriaki Ando, Yusuke Yoshiyasu	産総研	Language-Based Pose Estimation of Convenience Store Objects,	第42回日本ロボット学会学術講演会 (RSJ2024)	無し	2024年9月
143	Hao Chen, Takuya Kiyokawa, Weiwei Wan, Kensuke Harada	大阪大学	Single-View Dexterous Object Grasping Under High Uncertainty Using Multi-Level Similarity Matching	第42回日本ロボット学会学術講演会 (RSJ2024)	無し	2024年9月
144	増永航大 万偉偉 原田研介	大阪大学	SQL サーバを使用した細密なW-C マッピングによる動作生成の検証	第42回日本ロボット学会学術講演会 (RSJ2024)	無し	2024年9月
145	Kim Junhui (金俊熙), Yoshida Takako (葭田貴子)	東京科学大学	Sense of agency at a temporally-delayed gaze-contingent display	PLOS ONE	有り	2024年9月
146	高御堂 良太, 太田順	東京大学	不確実な人教示データを活用した柔軟かつ高速な最適動作計画手法の提案	第42回日本ロボット学会学術講演会 (RSJ2024) pp. 1-3	無し	2024年9月

147	川田 正明 (武蔵野大学) 清木 康 (武蔵野 大学) 佐々 木 史織 (武 蔵野大学)	武蔵野大 学	人の動作・ロボット動作の 連動知識ベース検索システ ム	第 42 回 日本ロボット学会学 術講演会 (RSJ2024)No. 3B1- 05, ROMBUNNO. 3B1-05	無し	2024 年 9 月
148	糸田孝太 (武蔵野大 学) 渡邊紀 文 (武蔵野 大学) 清木 康 (武蔵野 大学)	武蔵野大 学	HA-RA DB 構築のための人の 物体移動時の行動デー タ を対象としたシミュレー ションによる動作生成	第 42 回 日本ロボット学会学 術講演会 (RSJ2024)No. 3B2- 02, ROMBUNNO. 3B2-02	無し	2024 年 9 月
149	Yuanhao Bao, Takeshi Takaki	広島大学	Estimation of the 3D printing filling density effect on natural frequency and damping ratio and the optimal filling density of robot structure	2025 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII2025)10. 1109/SII59315. 2025.10870977	有り	2025 年 1 月
150	Floris Erich, Naoya Chiba, Abdullah Mustafa, Tomohiro Motoda, Ryo Hanai, Yukiyasu Domae	産総研	Transparency Estimation of Glass and Plastic Bottle Images for Neural Scanning	2025 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII2025)	有り	2025 年 1 月
151	Rintaro MATSUSHITA, Yusuke OTA	千葉工業 大学	Stiffness and Strength Changes of 3D Printed Parts due to Bonding	2025 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII2025)pp. 339-344	有り	2025 年 1 月
152	金井規聡, 遠藤玄	東京科学 大学	Empirical Strength Comparison of 3D printed Beams and Proposal of a Joining Method for Large Parts	2025 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII2025)pp. 332- 338, 10. 1109/SII59315. 2025. 10871082	有り	2025 年 1 月
153	Kenji Sekiguchi , Yuta Tsukamoto, Hiroyuki Nabae, and Gen Endo	東京科学 大学	Creep Deformation Measurement of Fiber- reinforced Plastic Materials for Industrial Robot Applications	2025 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII2025)pp. 320- 325, 10. 1109/SII59315. 2025. 10871048	有り	2025 年 1 月
154	Yasunaga Monno (門野 泰長), Yoshida Takako (葎 田貴子)	東京科学 大学	労働年齢層において年齢と 経験が操作主体感に及ぼ す影響	日本視覚学会 2025 冬季大会 Vol. 37, No. 1, pp. 49, https:// doi.org/10.24636/vision.37 .1_9	無し	2025 年 1 月

155	Hironori Satake, Naoyuki Takesue	東京都立大学	Comparison of Characteristics of Cycloidal Gear Reducer of 20 Different Combinations of Metal and Plastic Parts	2025 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII2025)pp. 309-314	有り	2025年1月
156	Naoyuki Takesue, Kazuma Sugihara, Gen Endo, Yuta Tsukamoto, Takeshi Takaki	東京都立大学	Stiffness Measurement and Modeling of Robot Arm Consisting of Single Geared Joint and Link Made of Different Materials	2025 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII2025)pp. 315-319	有り	2025年1月
157	Tomoya Kawabe, Tatsushi Nishi, Liu Ziang, Tomofumi Fujiwara	岡山大学	Surrogate-Assisted Motion Planning and Layout Design of Robotic Cellular Manufacturing Systems	Engineering Applications of Artificial Intelligence Vol. 150, No. 15, pp. 110530 https://doi.org/10.1016/j.engappai.2025.110530	有り	2025年3月
158	Tomonari Tanioka, Hikaru Nagano Yuichi Tazaki and Yasuyoshi Yokokohji	神戸大学	Effects of Haptic Feedback on Precision Peg Insertion Tasks under Different Visual and Communication Latency Conditions	Robotics 2025 Vol. 14, 10.3390/robotics14030034	有り	2025年3月
159	Jiaxi Lu, Ryota Takamido, Yusheng Wang, Jun Ota	東京大学	Experience-based optimal motion planning algorithm for solving difficult planning problems with limited dataset	IEEE Robotics and Automation Letters Vol. 10, No. 11, pp. 11102-11109 https://doi.org/10.1109/lra.2025.3606360	有り	2025年3月
160	H Chen, T Kiyokawa, W Wan, K Harada	大阪大学	Adaptive Grasping of Moving Objects in Dense Clutter via Global-to-Local Detection and Static-to-Dynamic Planning	ICRA2025 (IEEE International Conference on Robotics and Automation) pp. 14059-14065	有り	2025年5月
161	Kim Junhui (金俊熙), Yoshida Takako (葭田貴子)	東京科学大学	A Methodology and Experimental Paradigm for Investigating the Human Control Sensations for Displays with Jittery Temporal Delays	2025 ACM Symposium on Eye Tracking Research & Applications (ETRA)	有り	2025年5月
162	関亮太, 田崎勇一, 横小路泰義	神戸大学	産業用ロボットを用いた遠隔操縦のためのバイラテラル制御則の検討	日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会 2025 in Yamagata (ROBOMECH2025) No. 2A1-I02	無し	2025年6月
163	松下倫太郎, 太田祐介	千葉工業大学	融着層温度・充填率の違いによる3Dプリント造形物の強度・剛性の変化	日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会 2025 in Yamagata (ROBOMECH2025)	無し	2025年6月

164	山崎聖平・相山康道	筑波大学	並進慣性力を考慮した2指ハンドによる安定把持のための面接触モデル	日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会 2025 in Yamagata (ROBOMECH2025) 1A2-M12	無し	2025年6月
165	関口兼司, 難波江裕之, 高木健, 武居直行, 太田祐介, 遠藤玄	東京科学大学	炭素繊維不織布強化樹脂を主要構造材とする3自由度マニピュレータ試作と消費電力比較	日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会 2025 in Yamagata (ROBOMECH2025)No. 1A2-R10	無し	2025年6月
166	遠藤玄, 山本快, 兼清真人	東京科学大学	繰り返し荷重に対する樹脂材支圧接合部の耐久性評価	日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会 2025 in Yamagata (ROBOMECH2025)No. 1A2-Q09	無し	2025年6月
167	金井規聡, 関口兼司, 難波江裕之, 高木健, 武居直行, 太田祐介, 遠藤玄	東京科学大学	産業応用に向けた3Dプリンタ製機構部品-第11報: 3Dプリント樹脂材製垂直多関節ロボットマニピュレータの試作と消費電力測定-	日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会 2025 in Yamagata (ROBOMECH2025)No. 1A2-R09	無し	2025年6月

<パナソニックホールディングス（要素技術開発）>

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	Yuzuka Isobe 他	Chuo University	Vision-Based In-Hand Manipulation for Various Shaped and Sized Objects by a Robotic Gripper With Active Surfaces	IEEE Access	127317-127333	2023年11月
2	金田侑他	パナソニックホールディングス株式会社	柔軟物体のすくい取り・引き込み機能を備えたロボットハンド機構—原理創案・実機具現化と基礎把持実験の実施—	日本ロボット学会誌	809-812	2023年11月
3	磯邊柚香 他	パナソニックコネクタ株式会社	ベルト搭載グリッパによる画像を使った物体のつまみ上げ制御	日本ロボット学会誌	187-197	2023年3月

<大阪大学（要素技術開発）>

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
----	-----	----	------	------------	----	------

1	Takumi Saeki, Yu Kaneda, Issei Onda, Kazuki Abe, Masahiro Watanabe, Kenjiro Tadakuma	大阪大学	Variable stiffness spatula mechanism that can be made highly stiff by deformed into a U-shape for high stiffness	The 2025 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation (IEEE ICMA 2025)		2025年8月
---	--	------	--	--	--	---------

<配送ロボット>

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	東島 勝義	パナソニック ホールディングス株式会社	X-Area® (クロスエリア) ロボット配送サービス	ITUジャーナル	無	2023年2月
2	東島 勝義	パナソニック ホールディングス株式会社	くらし・しごとを支える X-Area® (クロスエリア) ロボット配送サービス	KEC情報誌	無	2023年10月
3	東島 勝義、新井 稔也、穴吹 元嗣、櫛木 雄介	パナソニック ホールディングス株式会社	遠隔管制システム XAreaRemote の概要と活用事例	日本ロボット工業会、11	無	2025年3月

【外部発表】

(a) 学会発表・講演

<ROBOCIP>

番号	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	発表年月
1	山形大学	ロボット分野へのフレキシブル有機センサ応用	JFlex2022	2022年1月
2	ROBOCIP	NEDO プース内における革新的ロボット研究開発 基盤構築事業に関するデモ展示	国際ロボット展 2022	2022年3月
3	名古屋大	CFRP の各産業分野への適用の現状 (P57 ~ 58)	中部パック 2022	2022年4月
4	ROBOCIP	革新的ロボット研究開発基盤構築事業に関する ポスター、デモ展示説明	日本ロボット学会	2022年9月
5	ROBOCIP	革新的ロボット研究開発基盤構築事業に関する デモ展示、セミナー講演、ROBOCIP の活動紹介	横浜ロボットワールド	2022年12月
6	名古屋大	熱可塑性 CFRP による軽量化への挑戦～CFRTP 製ロボットアームの試作～	第15回オートモーティブワールド クルマの先端技術展	2023年1月
7	名古屋大	熱可塑性 CFRP による軽量化への挑戦～CFRTP 製ロボットアームの試作～	第12回 次世代ものづくり 基盤技術産業展 -TECH Biz EXPO 2023-	2023年2月
8	産総研	高精細圧力センサによるロボットハンドへの触覚 付与	展示会 SmartSensing2023	2023年5月
9	産総研	ロボットハンドへの触覚付与	JASIS	2023年9月
10	名古屋大	熱可塑性 CFRP による軽量化への挑戦～CFRTP 製ロボットアームの試作～	IPF Japan 2023(国際プラスチックフェア)	2023年11月

11	名古屋大	熱可塑性 CFRP による軽量化への挑戦～CFRTP 製ロボットアームの試作～	先端材料技術協会 (SAMPE Japan)	2023 年 11 月
12	ROBOCIP 研究機関	NEDO ブース内における革新的ロボット研究開発 基盤構築事業に関するデモ展示、セミナー講演	国際ロボット展 2023	2023 年 11 月
13	産総研	ロボットハンドへの触覚付与	展示会 MEMS センシング& ネットワークシステム 2024	2024 年 1 月
14	名古屋大	CFRTP 製ロボットアームの特性評価	第 15 回日本複合材料会 議 (JCCM-15)	2024 年 3 月
15	産総研	ロボットハンドへの触覚付与	展示会 SmartSensing2024	2024 年 6 月
16	産総研	ロボットハンドへの触覚付与	展示会 MEMS センシング& ネットワークシステム 2025	2025 年 1 月
17	ROBOCIP	研究成果報告会～人とロボットの協働社会を目指して～	研究成果報告会	2025 年 2 月
18	ROBOCIP	革新的ロボット研究開発基盤構築事業に関する パネル展示、セミナー講演	NEDO ロボット関連事業 合同シンポジウム	2025 年 3 月

<パナソニックホールディングス (要素技術開発) >

番号	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	発表年月
1	磯邊柚香 他 パナソニック株式会社	大きさや硬さの異なる物体をつまみ上げ可能な画像を用いたロボットハンド制御	第 27 回ロボティクスシンポジア	2022 年 3 月
2	パナソニック株式会社	変種変様な多能作業を可能にするセンシング搭載エンドエフェクタ	2022 国際ロボット展	2022 年 3 月
3	金田侑 他 パナソニックホールディングス株式会社	柔軟物体のすくい取り・引き込み機能を備えたロボットハンド機構	第 40 回日本ロボット学会学術講演会	2022 年 9 月
4	池内宏樹 パナソニックホールディングス株式会社	変種変様な多能作業を可能にする エンドエフェクタ	横浜ロボットワールド (ロボット・モビリティ専門セミナー)	2022 年 12 月
5	パナソニックホールディングス株式会社	変種変様な多能作業を可能にするセンシング搭載エンドエフェクタ	横浜ロボットワールド	2022 年 12 月
6	金田侑 他 パナソニックホールディングス株式会社	円弧状薄板ばねを用いた断面二次モーメント式柔剛切替機構 — 原理創案・変形解析と基礎剛性評価の実施 —	ROBOMECH2023	2023 年 6 月
7	姜淳熙 他 パナソニックコネクタ株式会社	4 指ロボットハンドを用いた物体の 6 自由度インハンドマニピュレーション	第 41 回日本ロボット学会学術講演会	2023 年 9 月
8	磯邊柚香 他 中央大学	接触点の予測に基づく画像を用いた In-Hand Manipulation	第 41 回日本ロボット学会学術講演会	2023 年 9 月
9	Yuzuka Isobe 他 Chuo University	Vision-Based In-Hand Manipulation of Various Shaped Objects via a Contact Point Prediction	2023 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)	2023 年 10 月
10	パナソニックホールディングス株式会社、東北大学	変種変様な多能作業を可能にするセンシング搭載エンドエフェクタ	2023 国際ロボット展	2023 年 11 月

11	池内宏樹 パナソニック ホールディングス株式会社	ピッキング作業の自動化を実現するロボットハンド	関西物流展2024（出展社セミナー）	2024年4月
12	パナソニック ホールディングス株式会社	ピッキング作業の自動化を実現するロボットハンド	関西物流展2024	2024年4月
13	パナソニック ホールディングス株式会社	変種変様な多能作業を可能にするエンドエフェクタ	SANKO DENGYO ロボット展2024	2024年7月
14	金田侑他 パナソニック ホールディングス株式会社	シート状感圧センサと力センサの併用による大レンジ力センシング機能を備えたロボットハンド機構—原理創案・実機具現化と基本的な有効性の確認—	第42回日本ロボット学会学術講演会	2024年9月
15	渡辺哲陽他 金沢大学	変形物体に対する把持指標導出の効率化	第42回日本ロボット学会学術講演会	2024年9月
16	パナソニック ホールディングス株式会社	変種変様な多能作業を可能にするエンドエフェクタ	ROBOCIP 研究成果報告会	2025年2月
17	パナソニック ホールディングス株式会社	変種変様な多能作業を可能にするエンドエフェクタ	モノづくり日本会議	2025年3月

<大阪大学（要素技術開発）>

番号	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	発表年月
1	東北大学	ベルト付き柔剛切替ヘラを有する後方崩し式隙間生成メカニズム	第23回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会（SI2022）	2022年12月
2	東北大学・パナソニック株式会社	張力調整型先端折返しベルト付き柔剛切替ヘラ機構	ロボティクス・メカトロニクス講演会2022	2022年5月
3	東北大学	流路内包型スプロケット機構—無限循環体への持続的流体供給メカニズム—	ロボティクス・メカトロニクス講演会2022	2022年5月
4	東北大学	遊星歯車を用いた放射状配置型劣駆動メカニズム	第24回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会（SI2023）	2023年12月
5	東北大学	経営ひと言／東北大学・多田隈建二郎准教授「ハード研究死守」	日刊工業新聞 https://www.nikkan.co.jp/articles/view/00699326	2024年1月
6	大阪大学	角度付き伸展・格納を可能とする捻りスライド機構	計測自動制御学会システムインテグレーション部門	2024年12月
7	大阪大学	コの字形形状への変形により高剛体化が可能な柔剛切替ヘラ機構	ロボティクス・メカトロニクス講演会2024	2024年5月
8	大阪大学	変種変様な多能作業を可能にするエンドエフェクタ	モノづくり日本会議	2025年3月

<ヤンマー（要素技術開発）>

番号	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	発表年月
1	千葉工業大学 大和田恭平	畳み込みニューラルネットワークを用いた果実の姿勢推定	SI2022	2022年12月

2	千葉工業大学 金子直樹	植物が密生した圃場における深度画像のみを用いた茎と葉の検出	S I 2 0 2 2	2022年12月
---	----------------	-------------------------------	-------------	----------

<配送ロボット>

番号	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	発表年月
1	NEDO 飛塚 雄二	ロボット導入拡大に向けたNEDOの最新の取り組み	関西ロボットワールド	2021年8月
2	NEDO ISHIHARA Takuro	Aiming for Service Implementation of Autonomous Last-mile Delivery Robots	World Robot Summit	2021年9月
3	株式会社アイシン	NEDO 自律走行ロボット	World Robot Summit	2021年9月
4	NEDO 神山 和人	ロボット導入拡大に向けたNEDOの最新の取り組み	横浜ロボットワールド	2021年11月
5	NEDO Kazuto KAMIYAMA	Service Implementation of Autonomous Last-mile Delivery Robots	国際ロボット展	2022年3月
6	NEDO 細谷 克己	ロボット導入拡大に向けたNEDOの最新の取り組み	関西ロボットワールド	2022年6月
7	パナソニック ホールディングス株式会社 村本 衛一、 河本 弘和、 東島 勝義、 澤井 薫、 篠田 陽一	自動配送ロボットによる配送サービスのインタラクティブな設計・評価手法に関する一考察	情報処理学会CDS35	2022年9月
8	NEDO 鶴田 壮広	自動走行ロボットを活用した新たな配送サービス実現に向けた技術開発事業	横浜ロボットワールド	2022年12月
9	パナソニック ホールディングス株式会社 東島 勝義	「魅力ある街づくり・住宅街におけるユースケース	自動配送ロボットに関する説明会	2022年12月
10	パナソニック ホールディングス株式会社 東島 勝義	住宅街における配送ロボットサービスの取組み状況	自動配送ロボットを活用した新たな配送サービスに関するセミナー	2022年12月
11	NEDO 鶴田 壮広	自動配送ロボットによる配送サービスの実現へ向けたNEDOの取組	ロボット研究・連携交流会（物流編）	2023年2月
12	パナソニック ホールディングス株式会社 藤川 大	ロボット搬送ソリューション 取組紹介	第7回 自動走行ロボットを活用した配送の実現に向けた官民協議会	2023年2月
13	パナソニック ホールディングス株式会社 東島 勝義	魅力ある街づくり・住宅街におけるユースケース	自動配送ロボットに関する自治体向け説明会（近畿ブロック）	2023年3月
14	NEDO 鶴田 壮広	自動配送ロボットの社会実装へ向けたNEDOの取組	関西物流展	2023年4月
15	NEDO 鶴田 壮広	ロボット導入拡大に向けたNEDOの最新の取り組み	関西ロボットワールド	2023年6月
16	パナソニック ホールディングス株式会社 東島 勝義	新しい挑戦ができるクリエイティブなまちづくりの推進～Fujisawa SSTの自動はそうロボットの取組～	全国自治体首長サミット	2023年10月

17	京セラコミュニケーションシステム株式会社 村上 宙也	石狩市における自動配送ロボットの取り組み	全国自治体首長サミット	2023年10月
18	LOMBY 株式会社		JAPAN MOBILITY SHOW 2023	2023年10月
19	京セラコミュニケーションシステム株式会社 村上 宙也	ゼロエミッション・データセンターと自動配送ロボットの取り組み	石狩市民カレッジ	2023年10月
20	株式会社 ZMP	屋内と屋外で人と共生するロボットとマネジメントシステム	国際ロボット展	2023年11月
21	パナソニックホールディングス株式会社	自動配送ロボットに関するパナソニックHDの取組み	国際ロボット展	2023年11月
22	LOMBY 株式会社 内山 智晴	ラストマイル配送の現場を無人化する自動積み下ろし機能を有した自動配送ロボットの開発	国際ロボット展	2023年11月
23	NEDO 鶴田 壮広	「自動配送ロボット活用の手引き」の紹介	自動配送ロボットの導入促進に関するセミナー	2024年3月
24	LOMBY 株式会社 内山 智晴	南大沢でのロボット配送サービス事例	自動配送ロボットの導入促進に関するセミナー	2024年3月
25	NEDO 三浦 一幸	自動配送ロボットの社会実装に向けた取り組み	横浜ロボットワールド	2024年12月
26	LOMBY 株式会社		CES2005	2025年1月
27	パナソニックホールディングス株式会社 東島 勝義	革新的ロボット研究開発等基盤構築事業の成果 X-Area の取組み	第10回 自動走行ロボットを活用した配送の実現に向けた官民協議会	2025年3月
28	NEDO 三浦 一幸	自動配送ロボットによる配送サービスの実現	モノづくり日本会議	2025年3月
29	LOMBY 株式会社 内山 智晴	現場を無人化するロボット配送インフラ	モノづくり日本会議	2025年3月

(b) 新聞・雑誌等への掲載

<ROBOCIP>

番号	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	発表年月
1	ROBOCIP	産ロボ6社、組合設立し共同研究 課題解決へ 産学の知見結集	日刊工業新聞	2020年8月
2	ROBOCIP	NEDO、ロボ革新技術創出で産学連携の3件 採択	日刊工業新聞	2020年10月
3	ROBOCIP	AI・IoT進化型ロボ展 広島市で来月開催	日刊工業新聞	2020年11月
4	ROBOCIP	一次代を創るーロボット最前線(12)産業ロボット 編(1)政策動向と課題	日刊工業新聞	2020年11月
5	ROBOCIP	一次代を創るーロボット最前線(21)産業ロボット 編(10)次世代基礎技術研究	日刊工業新聞	2021年1月
6	ROBOCIP	神戸大など、産ロボ遠隔操作に新技術 遅延の揺らぎ抑制	日刊工業新聞	2023年12月
7	ROBOCIP	未来をつかめ力触覚ロボ 「手探り」実現、海外が 猛追	日刊工業新聞	2023年12月
8	ROBOCIP	For Future 先端技術(115)NEDO 物流ロボのハンドリング	日刊工業新聞	2024年1月

9	ROBOCIP	硬さ・重さでつかみ分け 産総研など、ロボハンド 開発	日刊工業新聞	2025年2月
10	ROBOCIP	ヒューマノイドの用途模索 国内製造業、顧客と 共創で開発	日刊工業新聞	2025年3月
11	ROBOCIP	産総研、透明・光沢物体を3D化 ナーフで実用 レベル実現	日刊工業新聞	2025年3月
12	ROBOCIP	京都工繊大など、ロボハンド操縦システム開発 形・つかみ具合を体感	日刊工業新聞	2025年3月

<パナソニックホールディングス（要素技術開発）>

番号	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	発表年月
1	パナソニックコネクト株式会社	パナソニック コネクトと中央大学、つかんだものを落とさずに回し続けられるロボットハンド制御技術を開発	パナソニックグループHP	2023年10月
2	中央大学	パナソニック コネクトと中央大学、つかんだものを落とさずに回し続けられるロボットハン制御技術を開発	中央大学HP	2023年10月

<大阪大学（要素技術開発）>

番号	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	発表年月
1	東北大学	“吸い上げて回せる”ハンド技術も！？ エンドエフェクタの発想転換「柔剛切替」	Apérza TV https://tv.aperza.com/watch/1352	2023年12月
2	東北大学	東北大がクローラー開発流体供給で履板自在、移動ロボに提案	日刊工業新聞 https://www.nikkan.co.jp/articles/view/00697171	2023年12月

<配送ロボット>

番号	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	発表年月
1	パナソニックホールディングス株式会社	ようやくスタートラインに立つ日本の配送ロボット23年法改正で大幅な規制緩和、歩道型は飛躍なるか	日経Robotics	2022年8月
2	京セラコミュニケーションシステム株式会社	京セラコミュニケーションシステム 石狩市自動配送ロボット活用研究会を発足	物流ウィークリー	2022/09/19
3	京セラコミュニケーションシステム株式会社	個人向けロボ配送実験	日本経済新聞（札幌）	2022/11/09
4	京セラコミュニケーションシステム株式会社	ヤマトが無人自動配送ロボで実証実験	日刊通運情報	2022/11/11
5	京セラコミュニケーションシステム株式会社	無人配送ロボで実証実験	都政新報	2022/11/11
6	京セラコミュニケーションシステム株式会社	無人配送ロボで宅配 ヤマト運輸など	日刊自動車新聞	2022/11/12
7	京セラコミュニケーションシステム株式会社	無人自動配送ロボを活用 石狩市で実証実験	輸送新聞	2022/11/14

8	京セラコミュニケーションシステム株式会社	KCCS、大和運輸 自動配送ロボ公道実証	日本流通新聞	2022/11/14
9	京セラコミュニケーションシステム株式会社	無人自動配送ロボ ヤマト運輸などが実証実験	交通毎日新聞	2022/11/14
10	京セラコミュニケーションシステム株式会社	住宅街にロボ 荷物配送	北海道新聞	2022/11/15
11	京セラコミュニケーションシステム株式会社	大和運輸など 石狩市で無人配送ロボの公道実証	カーゴニュース	2022/11/15
12	京セラコミュニケーションシステム株式会社	無人自動配送ロボを実証 KCCS、石狩市、ヤマト運輸	北海道建設新聞	2022/11/15
13	京セラコミュニケーションシステム株式会社	個人向け補遺そうロボ実証 京セラコムとヤマト運輸 北海道石狩市で	日刊工業新聞（東京）	2022/11/16
14	京セラコミュニケーションシステム株式会社	個人向け補遺そうロボ実証 京セラコムとヤマト運輸 北海道石狩市で	日刊工業新聞（大阪）	2022/11/16
15	京セラコミュニケーションシステム株式会社	宅配ロボ、北海道・石狩で公道実験	日経MJ（東京）	2022/11/16
16	京セラコミュニケーションシステム株式会社	無人配送ロボで宅配 京セラG ヤマト運輸 石狩市で実証実験	日本海新聞	2022/11/16
17	京セラコミュニケーションシステム株式会社	京セラコミュニケーションシステム・北海道石狩市と無人自動配送ロボット活用 配送サービス実証実験開始 ヤマト運輸	物流ウィークリー	2022/11/17
18	京セラコミュニケーションシステム株式会社	京セラコムケS・石狩市・ヤマト運輸 車道で配送ロボット走行 宅配便を受取人の指定先へ	通販新聞	2022/11/17
19	京セラコミュニケーションシステム株式会社	担い手確保へ自動配送 ヤマト運輸 京セラG 石狩市で公道実証	輸送経済	2022/11/22
20	京セラコミュニケーションシステム株式会社	無人自動配送ロボ活用 個人向け配送のデモ実施 KCCS	物流ウィークリー	2022/11/24
21	京セラコミュニケーションシステム株式会社	「配送ロボット」民家にも 石狩市など実証実験	毎日新聞（札幌）	2022/11/26
22	京セラコミュニケーションシステム株式会社	News Scramble 石狩市/KCCS/ヤマト 自動配送ロボ公道実証実験	MATERIAL FLOW	2022/12/01
23	京セラコミュニケーションシステム株式会社	無人配送ロボットによる公道配送実証 ヤマト運輸と京セラコミュニケーションシステム	ロジスティクス・ビジネス	2022/12/01
24	京セラコミュニケーションシステム株式会社	ヤマトなど、石狩で実験 無人配送ロボ 住宅前までお届け	朝日新聞（札幌）	2022/12/03
25	京セラコミュニケーションシステム株式会社	自動配送ロボ1人で3台制御	京都新聞，11面	2023年10月
26	京セラコミュニケーションシステム株式会社	配送ロボ 1人で3台監視 京セラコム NEDO 北海道石狩市で実証	日刊工業新聞，25面	2023/10/26
27	京セラコミュニケーションシステム株式会社	京セラ子会社 石狩で配送ロボ実証	北海道新聞，11面	2023/10/26

28	京セラコミュニケーションシステム株式会社	石狩市公道で自動配送車走行	北海道建設新聞, 12面	2023/10/26
29	京セラコミュニケーションシステム株式会社	自動配送ロボット 国内初、複数台運用	運輸新聞, 1面	2023/10/27
30	京セラコミュニケーションシステム株式会社	自動配送ロボ公道実証実験 京セラ系、北海道で	日本経済新聞 関西経済面, 35面	2023/10/27
31	京セラコミュニケーションシステム株式会社	NEDO 事業 自動配送ロボットの实証実験 KCCS が石狩市で実施	交通毎日新聞, 2面	2023/11/6
32	京セラコミュニケーションシステム株式会社	KCCS、1人で複数の自動配送ロボを遠隔操作	カーゴニュース, 25面	2023/11/2
33	京セラコミュニケーションシステム株式会社	車道を走行する複数台自動配送ロボット 1人のオペレーターが遠隔監視・操作 NEDO・KCCS	電波タイムズ, 5面	2023/11/6
34	京セラコミュニケーションシステム株式会社	新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) と京セラコミュニケーションシステム (KCCS)	週刊 BCN, 7面	2023/11/6
35	京セラコミュニケーションシステム株式会社	1人で不空数台遠隔監視 北海道石狩市 自動配送を実証	日本流通新聞, 5面	2023/11/6
36	京セラコミュニケーションシステム株式会社	京セラと自動配送ロボット実証実験	通信興業新聞, 3面	2023/11/6
37	LOMBY 株式会社	24年度に配送ロボの商用導入目標	電子デバイス産業新聞	2023/9/21
38	LOMBY 株式会社	セブン、公道使いロボ宅配	日経 MJ	2024/1/12
39	京セラコミュニケーションシステム株式会社	自動配送ロボ 実証着々 京セラ系、石狩で移動販売など検証	日本経済新聞 (札幌)	2024/6/12
40	京セラコミュニケーションシステム株式会社	京都経済特集 オムロン社長兼 CEO 辻永順太氏 人手不足 先端技術で	日本経済新聞 (東京)	2024/7/29
41	京セラコミュニケーションシステム株式会社	京都経済特集 オムロン社長兼 CEO 辻永順太氏 人手不足 先端技術で	日本経済新聞 (名古屋)	2024/7/29
42	京セラコミュニケーションシステム株式会社	京都経済特集 オムロン社長兼 CEO 辻永順太氏 人手不足 先端技術で	日本経済新聞 (札幌)	2024/7/29
43	京セラコミュニケーションシステム株式会社	京都経済特集 オムロン社長兼 CEO 辻永順太氏 人手不足 先端技術で	日本経済新聞 (大阪)	2024/7/29
44	京セラコミュニケーションシステム株式会社	京都経済特集 オムロン社長兼 CEO 辻永順太氏 人手不足 先端技術で	日本経済新聞 (福岡)	2024/7/29
45	京セラコミュニケーションシステム株式会社	KCCS と出前館 自動配送ロボット実証実験 北海道石狩市 人手不足、買い物弱者など解決へ	電波新聞	2024/8/26
46	京セラコミュニケーションシステム株式会社	無人配送サービス 石狩で実証実験 京セラ	北海道建設新聞	2024/8/23
47	京セラコミュニケーションシステム株式会社	出前館ら、自動配送ロボットの試験を北海道石狩市で	冷食日報	2024/8/23

48	京セラコミュニケーションシステム株式会社	無人自動配送ロボ 石狩市でデリバリーの実証 KCCS/出前館	輸送新聞	2024/8/26
49	京セラコミュニケーションシステム株式会社	石狩市で無人配送ロボの実証 京セラコミュニケーション	運輸新聞	2024/8/27
50	京セラコミュニケーションシステム株式会社	KCCS/出前館 北海道で配送ロボ活用のデリバリー実証 車道を走行してセコマ商品を配達	カーゴニュース	2024/8/29
51	京セラコミュニケーションシステム株式会社	京セラコミュニケーションシステムなど出前ロボを実験 無人で自動配送	商業施設新聞	2024/9/10
52	京セラコミュニケーションシステム株式会社	無人配送ロボ 北海道で実験 ヤマトなど	読売新聞 (大阪)	2024/9/12
53	京セラコミュニケーションシステム株式会社	宅配ロッカー無人ロボ配送 石狩 京セラ子会社など実証実験	北海道新聞	2024/9/12
54	京セラコミュニケーションシステム株式会社	セコマ商品配達 無人ロボが行く 石狩で実証実験	朝日新聞 (札幌)	2024/9/12
55	京セラコミュニケーションシステム株式会社	自動配送ロボに宅配ロッカー搭載	日本経済新聞 (札幌)	2024/9/13
56	京セラコミュニケーションシステム株式会社	ヤマト運輸など3社 北海道石狩市で移動型 宅配サービス実証実験	新聞情報	2024/9/14
57	京セラコミュニケーションシステム株式会社	無人ロボで配送実験 石狩 京セラなおd 来月下旬まで	読売新聞 (札幌) Web版	2024/9/15
58	京セラコミュニケーションシステム株式会社	ヤマト、KCCS 移動型宅配を実証「PUDO」搭載	日本流通新聞	2024/9/16
59	京セラコミュニケーションシステム株式会社	無人自動配送ロボットにPUDO搭載し実証実験開始 KCCS、大和運輸など	運輸新聞	2024/9/17
60	京セラコミュニケーションシステム株式会社	京セラやヤマト 石狩市で移動型宅配サービス 無人自動配送ロボットに宅配便ロッカー搭載	電経新聞	2024/9/16
61	京セラコミュニケーションシステム株式会社	自動配送ロボット 宅配サービス 北海道で実証 ヤマト運輸など	電気新聞	2024/9/17
62	京セラコミュニケーションシステム株式会社	KCCS 出前館と実証実験 石狩市でロボ配送	電子デバイス産業新聞	2024/9/19
63	京セラコミュニケーションシステム株式会社	ヤマト運輸が移動型宅配サービスの実証実験	日刊通運情報	2024/9/19
64	京セラコミュニケーションシステム株式会社	ヤマト運輸/京セラなど 移動型宅配サービスの実証を開始 自動配送ロボットにPUDO搭載	カーゴニュース	2024/9/17
65	京セラコミュニケーションシステム株式会社	ヤマト運輸やKCCSら3社 無人配送ロボで宅配 宅配ロッカーを搭載 利用者宅近くまで自走	通販新聞	2024/9/26
66	京セラコミュニケーションシステム株式会社	ヤマト運輸 移動型宅配、実証実験 北海道石狩市の一部地域で	日本ネット経済新聞	2024/9/26
67	京セラコミュニケーションシステム株式会社	無人自動配送の実証 ヤマト運輸 KCCS など 北海道石狩市で	輸送新聞	2024/9/23

68	京セラコミュニケーションシステム株式会社	今月の EC 業界の主な動き 業界リーダー	月刊ネット販売	2024/9/25
69	京セラコミュニケーションシステム株式会社	News Scramble KCS/出前館, 自動配送ロボットで配達実証実験	MATERIAL FLOW	2024/10/1
70	京セラコミュニケーションシステム株式会社	News Scramble PUDO 搭載型ロボットで移動宅配サービスを実証	MATERIAL FLOW	2024/10/1
71	LOMBY 株式会社		NHK ONE 東京	2024/12/12
72	京セラコミュニケーションシステム株式会社	水平垂直 配送ロボ 物流変える	経済新聞 (大阪)	2025/1/5
73	京セラコミュニケーションシステム株式会社	自動配送ロボット 雪上走行に成功 KCCS 北海道大	日刊自動車新聞	2025/2/7
74	京セラコミュニケーションシステム株式会社	KCCS 北大 雪上自動配送ロボ 準公道での走行成功	化学工業日報	2025/2/6
75	京セラコミュニケーションシステム株式会社	降雪時も自動配送尾 OK 北大など開発 AI 駆使し走行	北海道新聞	2025/2/6
76	京セラコミュニケーションシステム株式会社	降雪時も走れる自動配送車	北日本新聞	2025/2/6
77	京セラコミュニケーションシステム株式会社	降雪時も走れる自動配送車	信濃毎日新聞	2025/2/6
78	京セラコミュニケーションシステム株式会社	北大など国内初試験成功 降雪時も走れる自動配送車	佐賀新聞	2025/2/6
79	京セラコミュニケーションシステム株式会社	降雪時 OK 自動配送車 北大など発試験成功	南日本新聞	2025/2/6
80	京セラコミュニケーションシステム株式会社	降雪時でも走れる自動配送ロボ開発 北大で国内初試験成功	四国新聞	2025/2/6
81	京セラコミュニケーションシステム株式会社	降雪時も自動で配送 国内初成功 北大で走行試験	室蘭民報	2025/2/7
82	京セラコミュニケーションシステム株式会社	降雪時も走れる自動配送車 京セラと共同開発 北大で国内初試験成功	千葉日報	2025/2/7
83	京セラコミュニケーションシステム株式会社	降雪時も走れる自動配送車 国内初試験が成功	聖教新聞	2025/2/7
84	京セラコミュニケーションシステム株式会社	京セラ系北大 配送ロボ 雪上を快走 ドライバー不足に貢献	電気新聞	2025/2/7
85	京セラコミュニケーションシステム株式会社	自動配送車 降雪時もはしれます 北海道大など試験成功	中国新聞 SELECT	2025/2/8
86	京セラコミュニケーションシステム株式会社	雪上を走行可能 KCCS と北大が開発 無人自動配送ロボ	北海道建設新聞	2025/2/7
87	京セラコミュニケーションシステム株式会社	雪道でも自動配送 国内初の走行試験成功	福島民友	2025/2/8
88	京セラコミュニケーションシステム株式会社	降雪時も走れる配送ロボ開発	愛媛新聞	2025/2/8

89	京セラコミュニケーションシステム株式会社	降雪時も走れる 自動配送車	神戸新聞 夕刊	2025/2/10
90	京セラコミュニケーションシステム株式会社	配送ロボ 雪道も OK 京セラ系・北大が走行試験	毎日新聞 (札幌)	2025/2/11
91	京セラコミュニケーションシステム株式会社	京セラ 北海道大 自動配送 雪道でも	日本農業新聞	2025/2/13
92	京セラコミュニケーションシステム株式会社	自動は言おうロボ 雪道走行成功 京セラ、北大開発	釧路新聞	2025/2/14
93	京セラコミュニケーションシステム株式会社	雪でも走れる自動配送ロボ 北大など 実用化視野	北陸中日新聞 夕刊	2025/2/15
94	京セラコミュニケーションシステム株式会社	雪でも走れる自動配送ロボ 北大など 実用化視野	中日新聞 夕刊	2025/2/15
95	京セラコミュニケーションシステム株式会社	配送ロボ 雪上スムーズ 札幌 北大などが走行試験	北海道新聞	2025/2/16
96	京セラコミュニケーションシステム株式会社	KCCS 自動配送ロボの雪上相応試験に走行 北海道大学と共同開発	カーゴニュース	2025/2/18
97	京セラコミュニケーションシステム株式会社	北大など共同開発 降雪時も自動配送 ロボット走行試験成功	河北新報	2025/2/20
98	京セラコミュニケーションシステム株式会社	雪道も OK 自動配送ロボ 京セラ子会社など開発 走行試験成功	毎日新聞 京都	2025/2/21
99	京セラコミュニケーションシステム株式会社	国内初、雪上走行ロボットを開発 KCCS	金属産業新聞	2025/2/24
100	京セラコミュニケーションシステム株式会社	自動配送ロボ 制度拡大へ 経産省	読売新聞 (東京)	2025/2/27
101	京セラコミュニケーションシステム株式会社	軽自動車より一回り小さく、最高時速 20 キロで車道走行 中型自動配送ロボ実用化へ向け提言	東京新聞	2025/2/27
102	京セラコミュニケーションシステム株式会社	「配送ロボ、時速 20 キロで」経産省有識者会議 実用化へ提言	日本経済新聞 (東京)	2025/2/27
103	京セラコミュニケーションシステム株式会社	自動配送ロボ 実装へ着々 経産省が工程表 実証 3 年	日刊工業新聞 (東京)	2025/2/27
104	京セラコミュニケーションシステム株式会社	降雪時も走行 自動配送 sh あ 企業と北海道大 試験に成功	茨城新聞	2025/2/24
105	京セラコミュニケーションシステム株式会社	自動配送ロボ 実装へ着々 経産省が工程表 実証 3 年	日刊工業新聞 (大阪)	2025/2/27
106	京セラコミュニケーションシステム株式会社	産業春秋	日刊工業新聞 (東京)	2025/3/3
107	NEDO	自動配送ロボットの将来像について	ロボット, 285, p. 36-41	2025 年 7 月

(c)その他

<大阪大学（要素技術開発）>

番号	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	発表年月
1	大阪大学	角度付き伸展・格納を可能とする捻りスライド機構	計測自動制御学会システムインテグレーション部門にて、SI2024 優秀講演賞を受賞	2024年12月

<ヤンマー（要素技術開発）>

番号	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	発表年月
1	ヤンマーホールディングス株式会社 才木みゆき	球状作物のための吸着式収穫ハン Trunccone pad の開発	SI2021 技術奨励賞	2021年12月

<配送ロボット>

番号	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	発表年月
1	LOMBY 株式会社		第9回 JEITA ベンチャー賞 Early edge 賞	2024年3月

2. 分科会公開資料

次ページより、推進部署・実施者が、分科会において事業を説明する際に使用した資料を示す。

「革新的ロボット研究開発基盤構築事業」(終了時評価)

2020年度～2024年度 5年間

プロジェクトの説明 (公開版)

2025年12月19日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

AI・ロボット部

革新的ロボット研究開発基盤構築事業

プロジェクトの概要

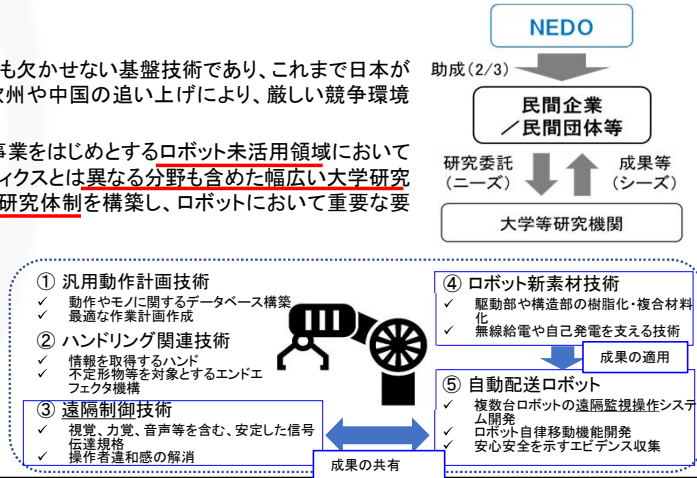
【背景・概要】

ロボットは日本の産業を発展させていく上で欠かせない基盤技術であり、これまで日本が世界をリードしてきた市場であるが、近年欧州や中国の追い上げにより、厳しい競争環境に晒されている。

本事業では、多品種少量生産現場や配送事業をはじめとするロボット未活用領域においても対応可能なロボットの実現に向け、ロボティクスとは異なる分野も含めた幅広い大学研究者等との連携を図りつつ、産学が連携した研究体制を構築し、ロボットにおいて重要な要素技術の開発を行う。

【実施内容】

産業界と大学等研究機関が協調して研究を推進する体制を構築し、ロボットにおいて重要な要素技術である「汎用動作計画技術」、「ハンドリング関連技術」、「遠隔制御技術」、「ロボット新素材技術」、「自動配送ロボット」について、基礎・応用研究を実施する。



想定する出口イメージ等

アウトプット目標	<ul style="list-style-type: none"> 各研究開発項目において、多品種少量生産現場をはじめとするロボット未活用領域においても対応可能な産業用ロボットの実現に向け、ロボットメーカー等が自社の製品開発に適用可能となる要素技術を8件以上（中間時点で4件以上）確立することを目標とする（TRL2～4）。 各研究開発項目で得られた成果を統合したロボット試作機を製作し、実現現場を模した環境での実証試験を行い、いずれも従来の産業用ロボットと比較して、「自動化率30%向上」、「システムインテグレーションコストの50%削減」を実現することを目標とする。 開発成果を組み込んだ自動配送ロボットや遠隔制御システム等を用い、下記のうち2つ以上の目標を達成すること。10台以上のロボットを遠隔監視・操作可能なシステムの開発、月平均400km以上あるいはのべ1600km以上の走行、実際にサービスインをする環境でサービスとして実運用（プレ運用）し事業としての運用可能性を検証するため週3日以上6か月以上継続した荷物の配送・受領に相当する作業を実施。
アウトカム目標	<ul style="list-style-type: none"> 本事業により得られた要素技術が活用されることで、ロボットの小型化・軽量化が進み、ロボット動作における消費電力削減を実現することを目標とする。また、最適なロボット動作計画を用いることで、無駄な動きを省いた効率的なロボットの動作を実現し、ロボット導入における省エネ化に寄与する。測定指標として、エネルギー効率について、現状（事業開始時）と比較して1.5倍とすることをアウトカム目標に掲げる。
出口戦略（実用化見込み）	<ul style="list-style-type: none"> 本事業では、中長期的視点に立ったリスクの高い基礎・応用研究を対象としながらも、助成事業として民間企業等の主体性に基づいて事業を推進し、成果の確実な社会実装を促進する。 基礎研究を担う大学や研究機関の研究者がロボットメーカー等の企業と緊密に連携して研究開発を実施することで、ロボット関連企業、大学や研究機関との間で人材交流等を行い、産学の連携体制を構築する。 国際標準化活動予定：無 委託者指定データ：無
グローバルポジション	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト開始時：→ プロジェクト終了時：LD 現状、多品種少量生産現場をはじめとするロボット未活用領域において産業用ロボットの導入はほとんど進んでいないものの、プロジェクト終了時には当該現場での普及が加速されることを見据え、その際に日本が世界をリードできるよう本事業を推進する。

AI・ロボット部
PMgr：細谷 克己 主査(①～④)
PMgr：三浦 一幸 主査(⑤)
関連する技術戦略：ロボット分野(2.0領域)
プロジェクト類型：基礎的・基盤的研究開発



既存プロジェクトとの関係

- 2015～2019年度 NEDOプロジェクト
「ロボット活用型市場化適用技術開発プロジェクト」
- 2015～2022年度 NEDOプロジェクト
「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」
- 2020～2021年度 NEDOプロジェクト
「自動走行ロボットを活用した新たな配送サービス実現に向けた技術開発事業」
- 2021年度 NEDOプロジェクト
「自動走行ロボットを活用した新たな配送サービス実現に向けた屋外環境の整備検討及び研究開発事業」

事業計画

期間：2020～2024年度（5年間）
総事業費（NEDO負担分）：25.3億円（予定）（1/2、2/3助成）

<スケジュール・評価時期・予算規模> 評価対象：2023～2024

年度	2020	2021	2022	2023	2024
研究開発項目① 「汎用動作計画技術」	データベース構築の検討 ロボットシステム評価手法検討		動作/モデータベースの構築		
研究開発項目② 「ハンドリング関連技術」	把持対象物の情報計測 汎用ロボットハンド(定形物)		データベースとの連携 汎用ロボットハンド(不定形物)		実証試験
研究開発項目③ 「遠隔制御技術」	次世代通信技術を活用した遠隔制御技術 通信遅延等の人への影響検討		通信遅延等への対応検討		
研究開発項目④ 「ロボット新素材技術」	軽量素材・複合材料の検討 軽量・高性能化に向けた評価手法検討		軽量素材・複合材料の開発		
研究開発項目⑤ 「自動配送ロボットによる配送サービスの実現」	自動走行技術開発 監視システム開発		実証実験を通じた安全安心の確立 複数台ロボットの遠隔監視制御システム開発		
予算（億円）	5.5 うち③0.0	3.0 うち③0.3	5.1 うち③1.7	6.2 うち③2.7	5.5 うち③2.3

報告内容



ページ構成

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

- ※本事業の位置づけ・意義
- (1)アウトカム達成までの道筋
- (2)知的財産・標準化戦略

- 事業の背景・目的・将来像
- 政策・施策における位置づけ
- 技術戦略上の位置づけ
- 外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など）
- 他事業との関係
- アウトカム達成までの道筋
- 知的財産・標準化：オープン・クローズ戦略
- 知的財産管理

2. 目標及び達成状況

- (1)アウトカム目標及び達成見込み
- (2)アウトプット目標及び達成状況

- 実用化・事業化の考え方とアウトカム目標の設定及び根拠
- アウトカム目標の達成見込み
- ※費用対効果
- 非連続ナショプロに該当する根拠
- 前身事業との関連性
- 本事業における研究開発項目の位置づけ
- アウトプット目標の設定及び根拠
- アウトプット目標の達成状況
- 研究開発成果の副次的成果等
- 特許出願及び論文発表

3. マネジメント

- (1)実施体制
- ※受益者負担の考え方
- (2)研究開発計画

- NEDOが実施する意義
- 実施体制
- 個別事業の採択プロセス
- 研究データの管理・利活用
- ※予算及び受益者負担
- 目標達成に必要な要素技術
- 研究開発のスケジュール
- 進捗管理
- 進捗管理：事前/中間評価結果への対応
- 進捗管理：動向・情勢変化への対応
- 進捗管理：成果普及への取り組み
- 進捗管理：開発促進財源投入実績
- モティベーションを高める仕組み

<評価項目 1> 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

- ※ 本事業の位置づけ・意義
- （1）アウトカム達成までの道筋
- （2）知的財産・標準化戦略

報告内容



ページ構成

- 事業の背景・目的・将来像
- 政策・施策における位置づけ
- 技術戦略上の位置づけ
- 外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など）
- 他事業との関係
- アウトカム達成までの道筋
- 知的財産・標準化：オープン・クローズ戦略
- 知的財産管理

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

- ※本事業の位置づけ・意義
- (1)アウトカム達成までの道筋
- (2)知的財産・標準化戦略



2. 目標及び達成状況

- (1)アウトカム目標及び達成見込み
- (2)アウトプット目標及び達成状況



3. マネジメント

- (1)実施体制
- ※受益者負担の考え方
- (2)研究開発計画

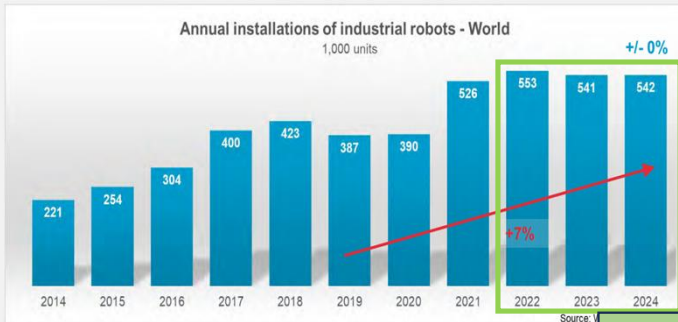


事業の背景・目的・将来像

ロボット産業の市場動向（世界の動向）

- 世界の産業用ロボット販売台数は2013年から2017年の5年間で2倍強に増加、2020年から2021年では27%の増加
- 日本は世界一のロボット生産国。販売台数のシェアは90年代の9割程度よりは低下したものの、世界のロボットの6割弱が日本メーカー製（約38万台中21万台）
- 電気、自動車産業がロボットの最大の導入先。米中貿易摩擦の影響で、販売台数が伸びていた電機・エレクトロニクスは2019年に一時減少、食品等の三品産業やサービス分野では導入が進まず

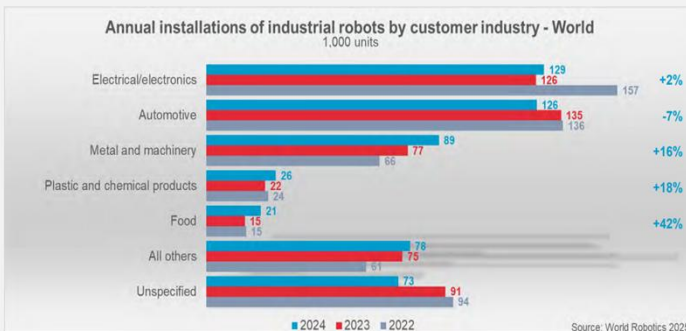
Global robot demand in factories doubles over 10 years



産業用ロボットの年間設置台数（世界）

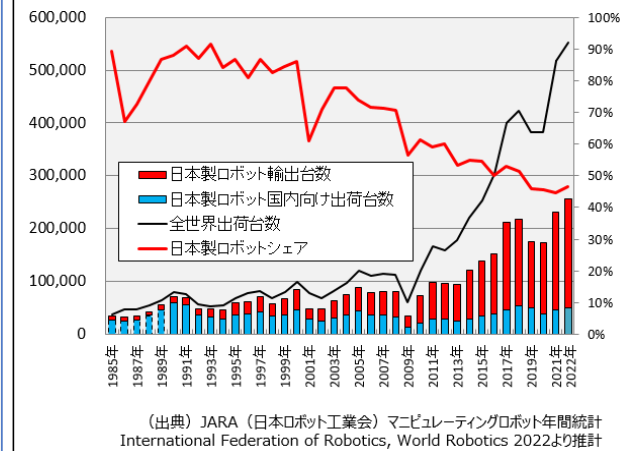
中間評価からの変更部分

General industries compensate weak automotive industry



顧客産業別ロボットの年間設置台数（世界）

世界の産業用ロボット年間出荷台数の推移



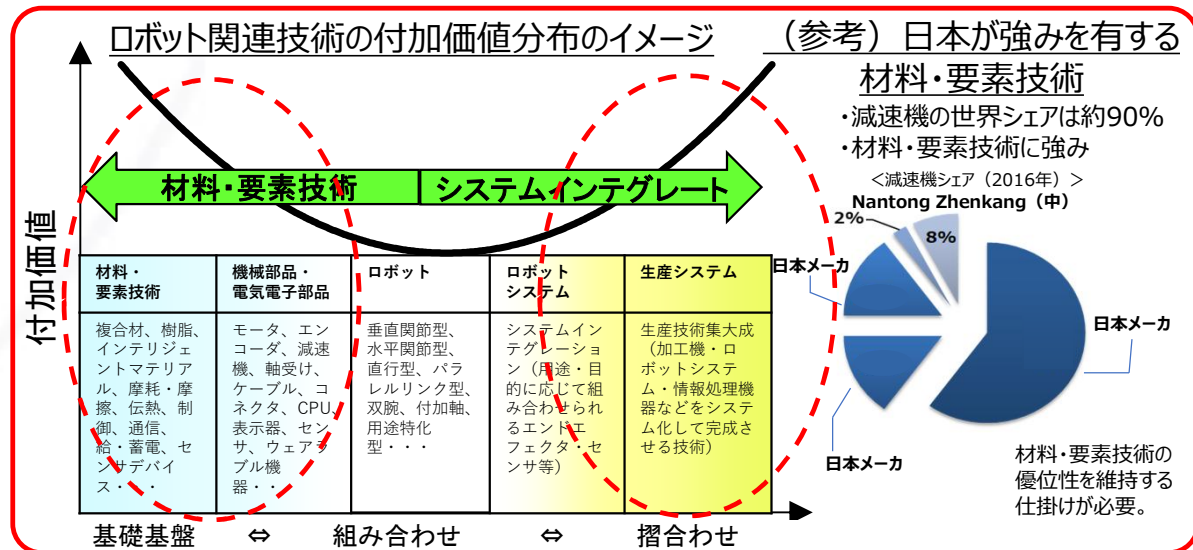
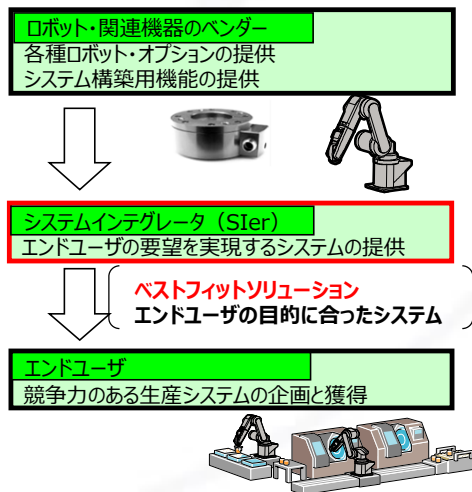
日本製ロボットの世界シェア動向

事業の背景・目的・将来像

ロボット関連技術の付加価値分布

- ▶ 産業用ロボットのバリューチェーン全体を見渡すと、上流と下流、すなわち、**材料・要素技術とシステムインテグレーションの部分の付加価値(収益性)が高い**U字カーブ構造になっている。
- ▶ 例えば、**上流部分の減速機は、日本メーカーの世界シェアは約90%**。引き続き、強みを維持すべく、中長期的視点に立って、大学の抱える潜在的シーズを活用し、**ハンドリング、遠隔制御、素材、汎用動作計画**等の**基礎・応用研究を実施していく必要がある**。
- ▶ **下流部分のシステムインテグレーション**について、コスト的にロボット本体と同額程度とも言われ要対策、日本では、**2018年に「FA・ロボットシステムインテグレート協会」設立し活動している**。（現在会員数約306社）

SIerの役割



事業の背景・目的・将来像

新たなプレイヤーの出現

- **AIやIoT技術の取り込み**や、非製造業をはじめとする**ベンチャー企業等新たなプレイヤー**が出現
- **物流、配送、警備**などの分野における**ロボット導入の動きが活発**になっている

	モビリティ関連		製造関連		サービス関連
海外	Starship Technologies (米・エストニア) 食品や小荷物の配達の変革のため、ロボットを使った新たなサービスを提供。2014年設立。 非製造分野(配送) BtoC展開 	Savioke (米) 自律走行型デリバリーサービスロボットを開発（エレベーター乗降、障害物回避等が可能）。2013年設立。 非製造分野(配送) 	Universal Robots (デンマーク) 2005年設立の大学発のベンチャー企業であり、協働ロボットの世界No.1のシェア。世界の32,000を超える生産現場に導入。 	Seismic (米) ロボティクスをアパレルに融合させた Powered Clothingを開発。2015年設立。 非製造分野(ヘルス) BtoC展開 	
	Doog (日) 人の近くで動作可能な移動ロボットを開発。2012年設立。 非製造分野(物流) 	MUJIN (日) ロボット自身に動作を考えさせる、ティーチレス技術であるモーションプランニング技術を開発。2011年設立。 非製造分野(物流)	Asratec (日) ロボット制御システムの企画・開発・ライセンス販売。また、開発支援やコンサルティングなどを展開。2013年設立。 非製造分野	SEQSENS (日) 自律移動型のセキュリティロボットを開発。巡回警備業務が可能。2016年設立。 非製造分野(警備) 	オリィ研究所 (日) ロボットを介して人々の社会参画を実現するテレプレゼンス型ロボットを開発。2012年設立。 非製造分野(家庭) 
日本					

「ロボットを取り巻く環境変化と今後の施策の方向性～ロボットによる社会変革推進計画～」より抜粋

事業の背景・目的・将来像

市場動向・社会変革計画を受けて

- 「ロボットによる社会変革推進計画」において、施策方向性の4本柱の1つ、「Ⅲ. 中長期的課題に対応するR&D体制の構築」に位置づけられる技術開発事業
- ロボット導入比率が低い三品産業や中小企業等に導入するためには、ロボット価格と同額程度と試算されるSI費を半減させることで全体としてロボット導入への障壁を低くし、ロボット導入を拡大させることを目指した事業
- 我が国で課題となる人手不足、COVID-19により「遠隔」「非接触」「非対面」を実現することが求められている状況も踏まえて、幅広い産業分野へのロボットの導入を進めていくことが急務

- 様々な課題に対応できるシステムインテグレータ（メガインテグレータ）を育成し、**ロボットの社会実装を更に推進**
- 産学が連携し、**人材育成やロボット技術の更なる高度化を目指す**

エコシステムの構築、協調体制を創出（ユーザー、メーカー、システムインテグレータ、大学、高専等）

今後の施策の方向性

I. 導入・普及を加速するエコシステムの構築

- 業務プロセス、データ連携等の標準化、安全性、ビジネスモデルの整理
- 中小企業等へのロボット導入に向け、自治体、金融機関等地域との連携促進

II. 産学が連携した人材育成枠組の構築

- 産業界と高専等が連携し、教員への支援等を実施する体制構築
- スキル標準の海外普及
- システムインテグレータに係る技能検定職種の創設等

III. 中長期的課題に対応するR&D体制の構築

- 産業界が協調し、産学連携して基礎・応用研究を実施する体制構築
- AI等各コミュニティの緊密な連携、社会実装に向けAIが活用されやすい環境整備

IV. 社会実装を加速するオープンイノベーション

- 2020年以降もWorld Robot Summitを開催
- 産業界の強いコミットメントを得つつ、大学等のシーズをビジネスに繋げる仕掛け検討。2024年頃の実施を目指す

「ロボットを取り巻く環境変化と今後の施策の方向性～ロボットによる社会変革推進計画～」より抜粋

政策・施策における位置づけ

革新的ロボット研究開発等基盤構築事業 令和4年度予算額 9.5億円（6.6億円）

(1) ①、(2) 製造産業局 ロボット政策室
(1) ② 商務・サービスグループ 物流企画室

事業の内容

事業目的・概要

- 我が国における人手不足への対応に加えて、昨今の新型コロナウイルス感染症の拡大を契機にあらゆる産業分野で「遠隔」「非接触」「非対面」を実現することが求められている状況も踏まえて、幅広い産業分野へのロボットの導入を進めていきます。具体的には、以下の取組を実施します。
 - サービスロボットの社会実装に向けて、ユーザーの業務フローや施設環境の変革を含むロボットフレンドリーな環境の実現が必要です。このため、ユーザー、メーカー、システムインテグレーター等が連携し、当該環境の実現に向けて研究開発等を実施します。
 - 多品種少量生産にも対応可能な産業用ロボットの実現に向け、鍵となる、「ハンドリング関連技術」、「遠隔制御技術」、「ロボット新素材技術」、「汎用動作計画技術」等の要素技術に係る基礎・応用研究について、産業界と大学等研究機関とが協調しつつ、研究を推進します。

成果目標

- (1) のプロジェクト終了時（2024年度）までに、屋内においては少なくとも3業種において、ロボットフレンドリーな環境を備えた社会実装事例を創出する。また屋外においても、自動配送ロボットによる配送サービスの実現を目指す。
- (2) のプロジェクト終了時（2024年度）までに、8つの新たな要素技術を確立。また、本事業の成果を活用し、2030年を目標に、ロボットの動作作業の省エネルギー化を目指す（効率を現状の1.5倍）。

条件（対象者、対象行為、補助率等）

国	(1)① 定額補助	民間団体等	補助(2/3)	民間企業等
	(1)②調査委託	民間企業等		
	(1)②技術開発、(2) 交付	NEDO	(1)②補助(2/3, 1/2) (2)補助(2/3)	民間団体等

事業イメージ

(1) ロボットフレンドリーな環境の実現

※下記画像はイメージ

①屋内環境の整備

- 施設管理**
ロボットと施設との連携インターフェースや、施設設計の標準化を進め、ロボットが活動しやすい施設内環境を整備。
 薬剤などの搬送
 ビルにおける清掃
- 小売・飲食**
ロボットが、店舗内において在庫管理、品だし、レジ決済をするための商品画像の開発を実施。
 店舗での在庫確認
 店舗での食器洗い
- 食品**
惣菜盛り付け工程等、多くの人手を要する工程について、ロボットで実現しやすい盛り付け方法の開発や、安価な省人化・無人化ラインの開発を実施。
 惣菜の盛り付け

②屋外環境の整備

公道における自動配送ロボットの活用に向けた技術開発及び実証を実施するとともに、関連調査及び社会受容性向上を目的とした発信等を実施。
 自動配送ロボットの公道走行

(2) 要素研究開発の例

- ハンドリング関連技術**
用途に応じた最適なエンドエフェクタ適用技術及びエンドエフェクタ知能化技術を確立。
 人の手の動きを模倣した機構
 把持からモノ情報の取得・利用
- 遠隔制御技術**
あたかもその場にいるような高臨場感が得られる遠隔制御技術や遠隔操作支援技術を確立。
 ロボット管理・操作のためのIF
 脳モデルの構築から指示の学習
- ロボット新素材技術**
ロボットに用いられる素材の「軽い」、「小さい」、「柔らかい」の実現。
 ロボット用センサへの応用開発
- 汎用動作計画技術**
導入や仕様変更の負担が限りなく少ないロボットシステム（ティーチングレスロボット）技術の確立。
 学習による汎用作業計画
 シミュレーションによる作業計画作成

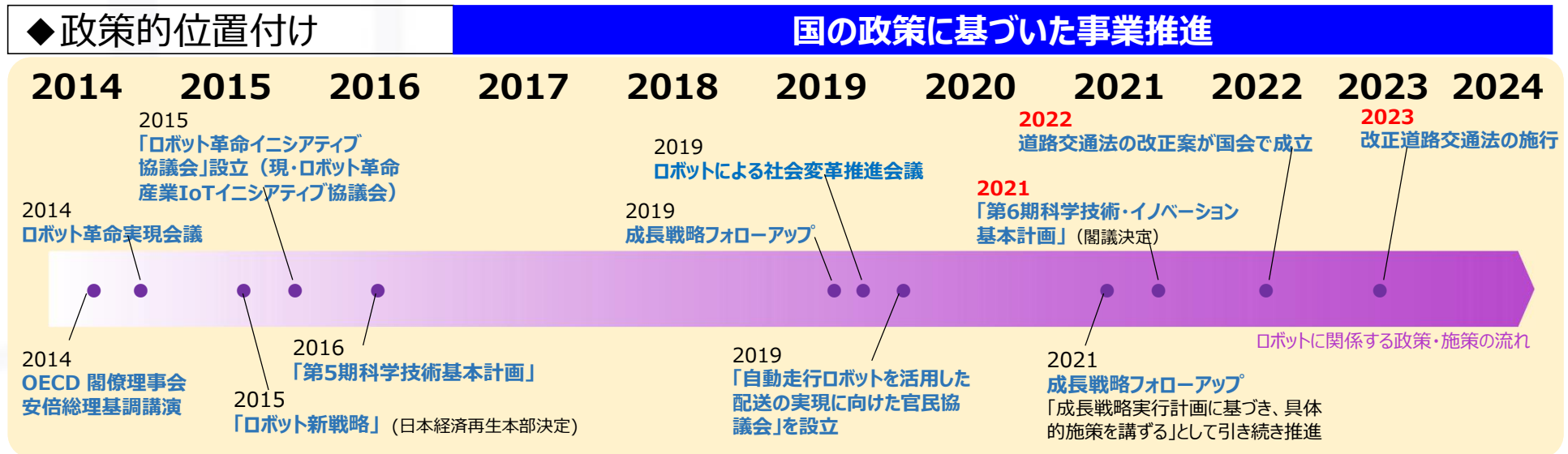
政策・施策における位置づけ

日本の生産年齢人口の減少に備え、幅広い産業分野へのロボット導入を推進する



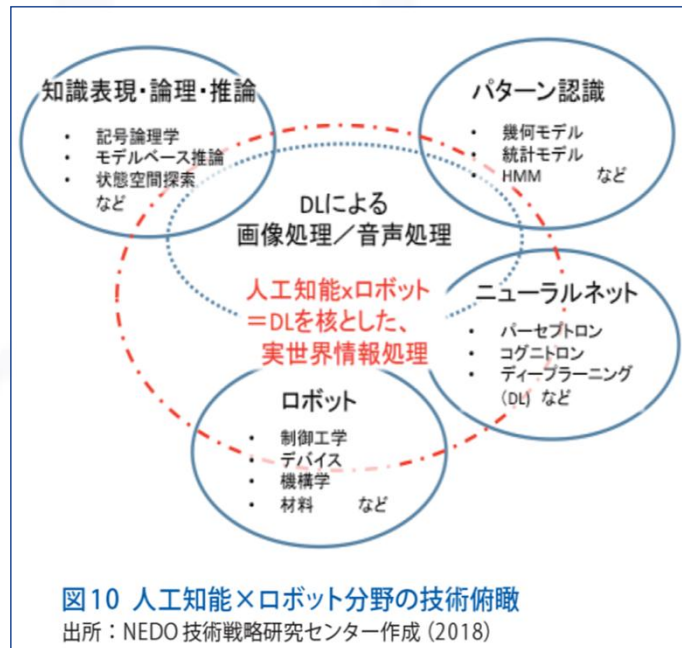


政策・施策における位置づけ



主な政策	具体的内容
「第5期科学技術基本計画」 (2016.1)	「超スマート社会」における競争力向上と基盤技術の戦略的強化が提唱され、新たな価値創出のコアとなる強みを有する技術としてロボット等の強化が記されている
「第6期科学技術・イノベーション基本計画」 (2021.3)	Society5.0時代にてロボット導入を容易にするロボットフレンドリーな環境の構築推進、中長期的課題に対応する研究開発体制構築について産官学が連携して取組を推進
道路交通法の改正案成立 (2022.4)	低速、小型の自動配送ロボットに関する制度化を含む「道路交通法の一部を改正する法律」が成立、2023年に施行
「デジタル田園都市国家構想基本方針」 (2022.6)	ラストワンマイルにおけるドライバー不足や買い物弱者対策への活用に向け、低速・小型の自動配送ロボットを活用した配送サービスの社会実装に向けた支援を実施

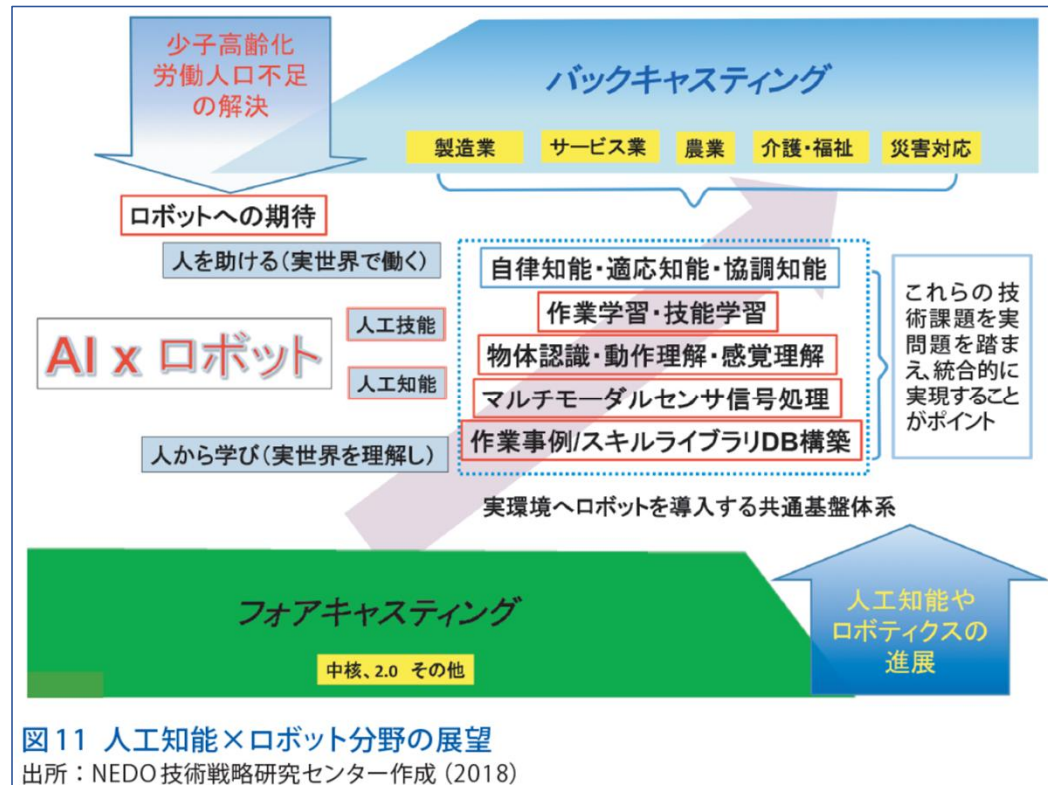
技術戦略上の位置づけ



**生産人口減少への対応
人間作業代替ロボット
DB構築による効率化
ロボットへの受容性醸成**

要素技術開発により課題を解決

NEDO 技術戦略センター発信『TSC Foresight』
Vol.29「人工知能×ロボット分野の技術戦略策定に向けて」より抜粋



外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など）

◆ 国内外の研究開発の動向と比較

主要国・地域でのロボットに係る取組み

金融危機後のEU経済の土台を築くために、「**研究室から産業へ、そして世界へ**」を掲げ、産学連携によるイノベーション創出の取組みに対し、770億ユーロを助成。ロボットについては、23のプロジェクトを実施（年間2億ユーロを助成）

世界におけるデジタルフロンティアとなることを目指し、「生命科学・環境・ロボティクス等分野の研究開発への税制優遇等支援」、「初等・中等教育でのSTEM人材教育の充実」を推進、また、オーデンセ市では、自治体を挙げて、世界有数の企業とも連携しつつ、ロボティクスに関わる技術、経営に関するプロフェッショナル集団による基礎研究から市場参入までの一貫通貫型支援を実施

人とロボットが共生する世界の到来を前提に、「ロボットとのコミュニケーションに関わる技術の研究開発（ティーチング・インターフェース等）」や「ロボットとの協働を前提としたワーカーの育成」を提言

「Horizon2020」



「Strategy for Denmark's Digital Growth」

中国

各種国策により優先順位をつけた施策を早急に実行していくことが必要

アメリカ

「A Roadmap for US Robotics: From Internet to Robotics」

大規模言語モデル（LLM）や視覚言語モデル（VLM）の登場(2021)により、ロボットが人間の言葉や視覚情報を理解し、課題を解決する能力を獲得しだしている。ロボットのシステムインテグレートも生成AIにより自動生成されだしてきた。

「Industrie4.0」

製造業のサービス化・高付加価値化を世界に先駆けて行うことによる**国際標準獲得**に向け、「企業の枠を超えた工場間の水平統合の推進・標準化」や「産学連携を通じた、マネジメントやプロジェクト管理が可能な人材育成の推進」を提言

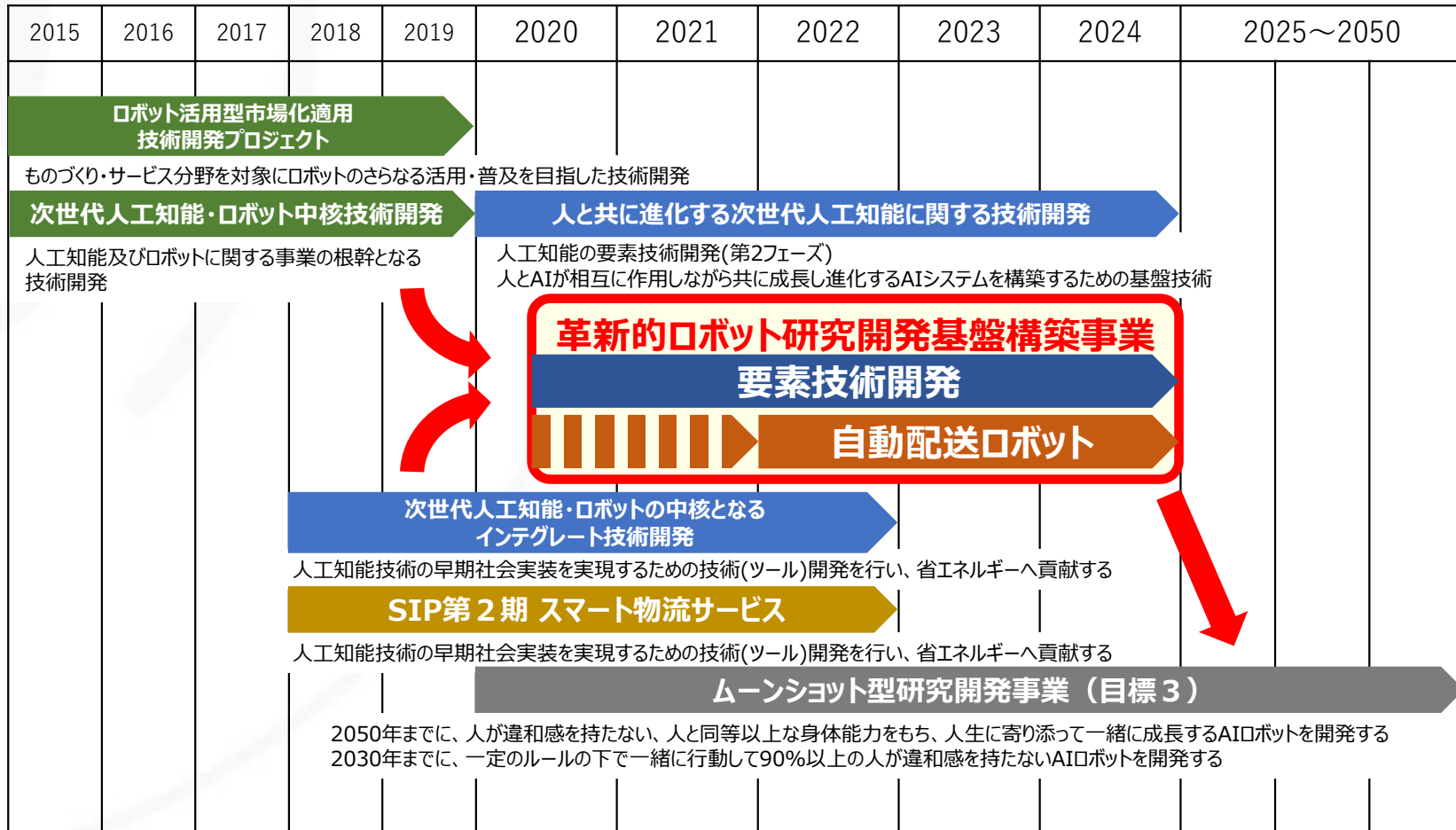
「中国製造2025」

ロボット産業発展計画（2016～2020年）中国製造2025を受け、2016年に工業信息化部が発表した発表したロボット産業振興の総合的計画、①ロボット市場の拡大、②ロボット装備率拡大、③国内ブランドの生産・シェア拡大、④サーボモーター・コントローラーなどのコア技術の国産化などを目標

フィジカルAIの提唱(2025/1)

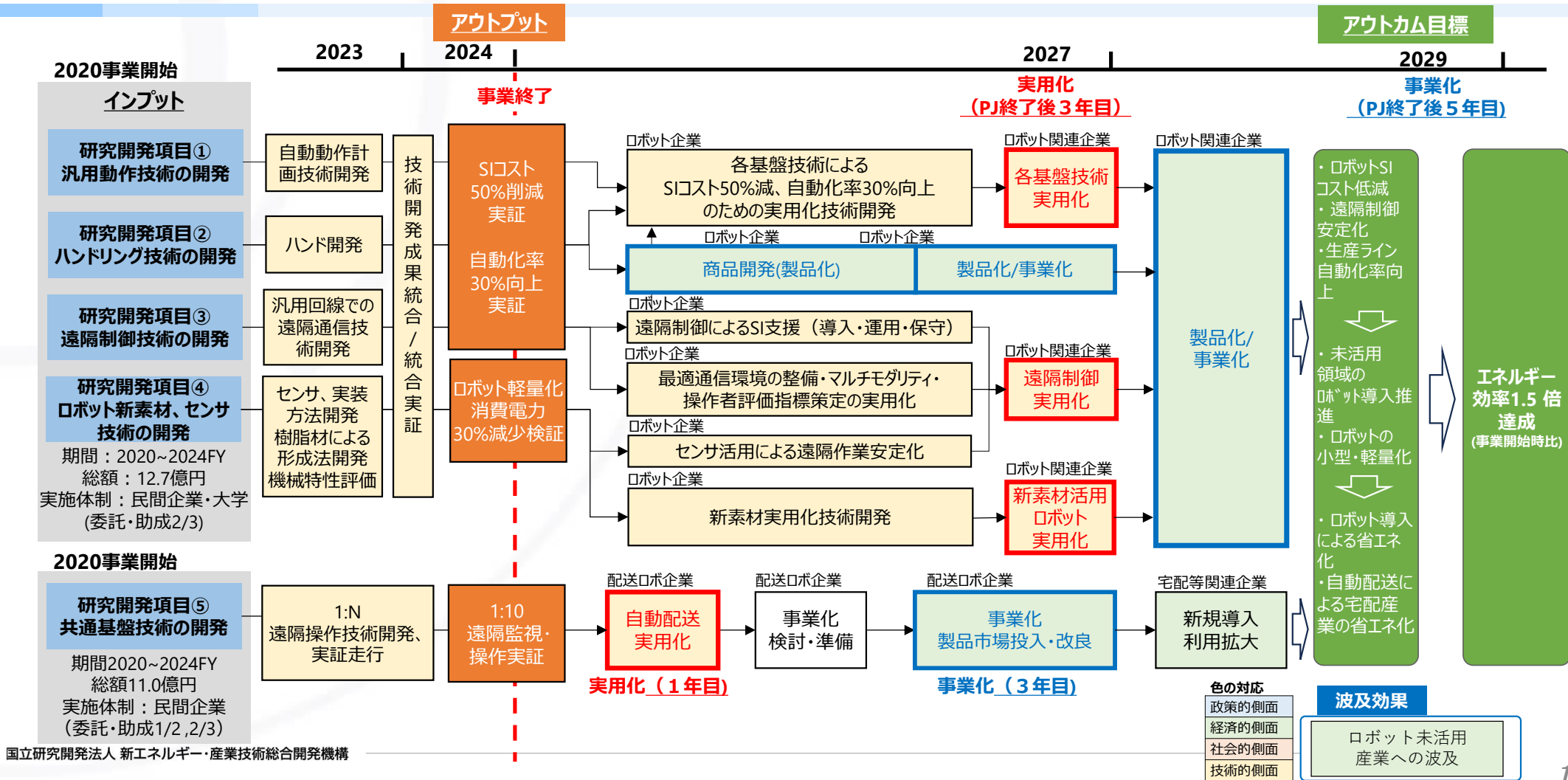
NVIDIA創業者が「**フィジカルAI**」が強く提唱。「AIが次の産業革命をもたらす」「**フィジカルAI時代**に突入し、ロボットや自動運転車などが現実世界で知覚・推論・行動する」ことで、社会基盤や産業構造が再構築されるというビジョンが示された。

他事業との関係





アウトカム達成までの道筋



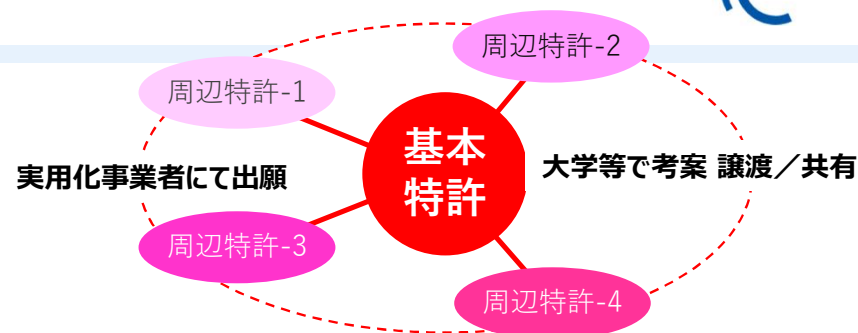
知的財産・標準化:オープン・クローズ戦略

研究開発項目	オープン戦略	クローズ戦略	戦略の考え方
①汎用動作計画技術 ②ハンドリング関連技術	<ul style="list-style-type: none"> 要素技術開発における技術・評価などの論文公開 データ活用の仕組み(著作権、データ作成工フォート等を考慮)を実装しての活用ケースの提示と将来のサービス化 	<ul style="list-style-type: none"> ロボット動作計画支援方法に関する特許取得 詳細データ及びソフトウェアの秘匿化 	<ul style="list-style-type: none"> データ活用の仕組み化により、ロボットSierの開発効率向上と、導入コストを削減 詳細データ及びソフトウェアはロボットメーカ(ROBOCIP組合員企業)での製品・サービス改善に活用
③遠隔制御技術	<ul style="list-style-type: none"> 要素技術開発における技術・評価などの論文公開 リファレンス実装での遠隔制御活用事例開拓と公開 	<ul style="list-style-type: none"> 遠隔制御での特異点回避手法に関する特許取得 詳細データ及びソフトウェアの秘匿化 	<ul style="list-style-type: none"> リファレンス実装での事例開拓により遠隔制御活用市場を拡大 詳細データ及びソフトウェアはロボットメーカ(ROBOCIP組合員企業)での製品・サービス改善に活用
④ロボット新素材応用技術/ センサ応用技術	<ul style="list-style-type: none"> 要素技術開発における技術・評価などの論文公開 	<ul style="list-style-type: none"> 軽量化素材での剛性確保手法に関する特許取得 詳細データ及びソフトウェアの秘匿化 	<ul style="list-style-type: none"> 軽量化素材の特性・課題の公開により、軽量化素材活用ケース拡大による素材コスト低下を期待 詳細データ及びソフトウェアはロボットメーカ(ROBOCIP組合員企業)での製品・サービス改善に活用
⑤「自動配送ロボットによる 配送サービスの実現」	<ul style="list-style-type: none"> 業界団体の活動による市場醸成と競争による業界全体の技術力の向上 	<ul style="list-style-type: none"> 個社の技術・ノウハウ蓄積により他社差別化および競争力醸成 	<ul style="list-style-type: none"> オープン戦略として、ロボットデリバリー協会における安全基準・運用ガイドライン等の策定活動や、個別技術の権利化を進めるとともに、リスクアセスメントやステークホルダーとの意見交換はクローズ戦略として個社ごとに進めた。

※オープン・クローズ戦略：ノウハウの秘匿、知財、標準化、規制の組合せ等により、市場を拡大しつつ本研究開発の成果の優位性を確保する戦略

知的財産戦略と考え方

**各事業者にて戦略を策定し事業化を目指す
知的財産権は助成先に帰属する**



項目	事業者	考え方
要素技術開発	ROBOCIP (共同研究先)	<ul style="list-style-type: none"> すべての共同研究先と共同研究契約を締結し、研究成果の知的財産権は共同研究先と技術組合の共有 共同研究契約において、技術組合員企業が研究成果たる共有知的財産権を無償実施できる 技術組合員企業各社で本事業の研究成果を持ち帰って実用化することが可能な仕組み
	パナソニックホールディングス 大阪大学 (共同研究先)	<ul style="list-style-type: none"> 大阪大で原理に立ち戻った研究を行い、基本特許となるアイデアを考案 → 出願前譲渡契約を行い、パナソニックで出願
	ヤンマーホールディングス (共同研究先)	<ul style="list-style-type: none"> 共同研究先での開発ソフトウェアは知的財産として共有する。
自動配送	パナソニックホールディングス	<ul style="list-style-type: none"> 助成事業に関連する代表的知財として、①複数台モビリティ制御向け遠隔監視技術、②ロボット自律移動における安全停止技術を出願 ロボットの遠隔監視技術について出願状況を調査したところ、全体的に出願数が少ない状況。この分野の出願で優位性を確保していく方針

<評価項目 2> 目標及び達成状況

- (1) アウトカム目標及び達成見込み
- (2) アウトプット目標及び達成状況

報告内容



ページ構成

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

※本事業の位置づけ・意義
(1)アウトカム達成までの道筋
(2)知的財産・標準化戦略



2. 目標及び達成状況

(1)アウトカム目標及び達成見込み
(2)アウトプット目標及び達成状況

- 実用化・事業化の考え方とアウトカム目標の設定及び根拠
- アウトカム目標の達成見込み
- ※費用対効果
- 非連続ナショプロに該当する根拠
- 前身事業との関連性
- 本事業における研究開発項目の位置づけ
- アウトプット目標の設定及び根拠
- アウトプット目標の達成状況
- 研究開発成果の副次的成果等
- 特許出願及び論文発表



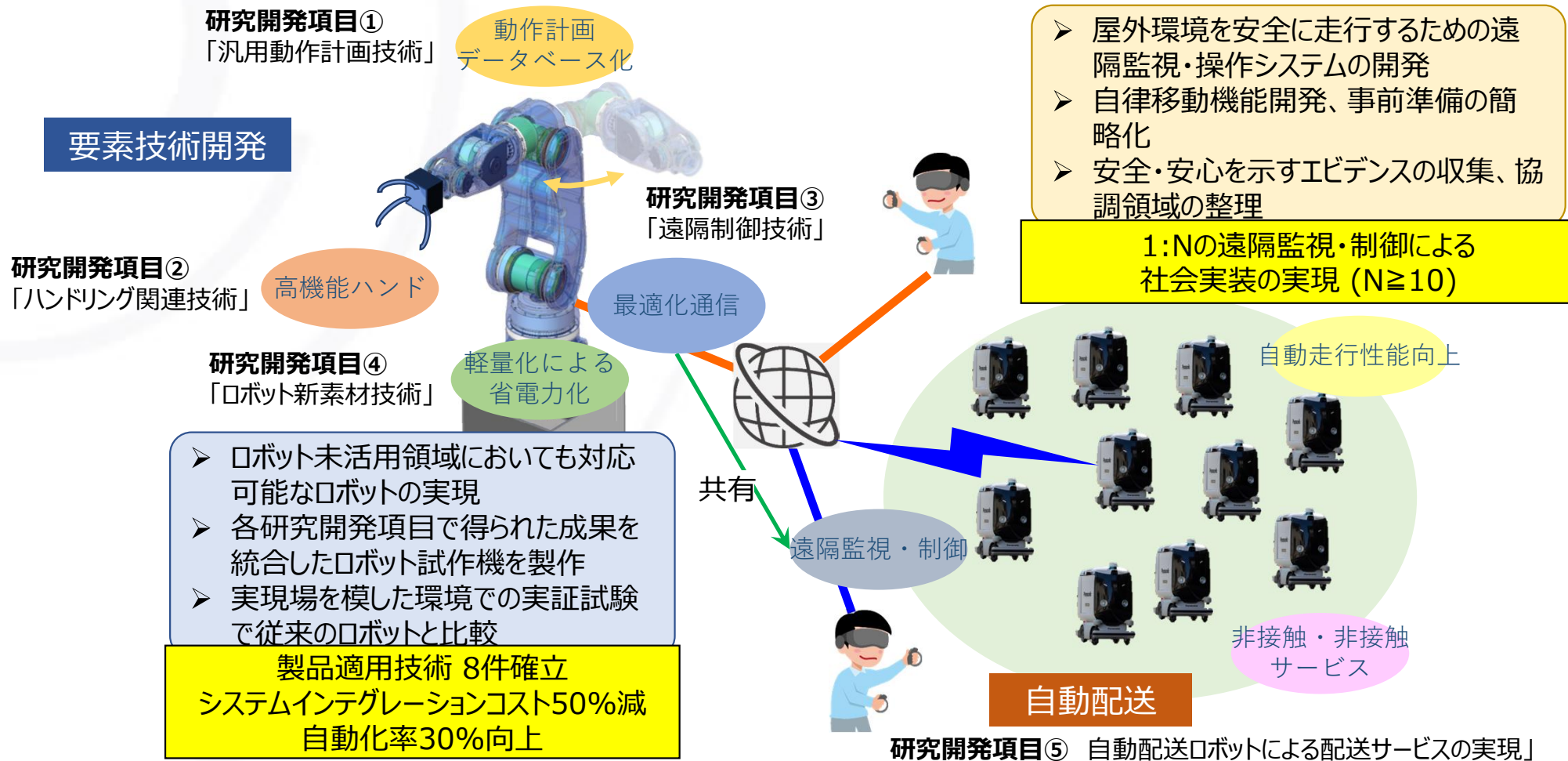
3. マネジメント

(1)実施体制
※受益者負担の考え方
(2)研究開発計画

実用化・事業化の考え方とアウトカム目標の設定及び根拠

	目 標
アウトプット	<p>【要素技術開発】</p> <p>ロボット未活用領域においても対応可能なロボットの実現に向け、</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 「製品開発に適用可能となる要素技術を8件以上確立」すること。 <p>成果を統合したロボット試作機で実証試験を行い、従来のロボットと比較して、</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 「自動化率30%向上」 ● 「システムインテグレーションコストの50%削減」を実現し、ロボットの更なる普及に資すること。
	<p>【自動配送】</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 開発成果を組み込んだ自動配送ロボットや遠隔制御システム等を用い、適切なリスクアセスメントを行った上で自動配送実証試験を行い、下記のうち2つ以上の目標を達成すること。 <ol style="list-style-type: none"> 1. 10台以上のロボットを遠隔監視・操作可能なシステムの開発 2. 月平均400km以上、あるいはのべ1600km以上の走行 3. 実際にサービスインをする環境で、サービスとして実運用（プレ運用）し、事業としての運用可能性を検証するため、週3日以上、6か月以上継続した荷物の配送・受領に相当する作業を実施。
アウトカム	<ul style="list-style-type: none"> ● 本事業により得られた要素技術が活用されることで、ロボットの小型化・軽量化が進み、ロボット動作における消費電力削減を実現すること。 ● 最適なロボット動作計画を用いることで、無駄な動きを省いた効率的なロボットの動作を実現し、ロボット導入における省エネ化に寄与する。測定指標として、エネルギー効率について、現状（事業開始時）と比較して1.5倍とすること。

本事業における研究開発項目の位置づけ



アウトプット (終了時) 目標の設定及び根拠

研究開発目的/目標	研究開発項目	最終目標 (2025年3月)	根拠
要素技術開発の確立 ・ROBOCIP ・パナソニックHD/阪大 ・ヤンマー	研究開発項目①「汎用動作計画技術」 研究開発項目②「ハンドリング関連技術」 研究開発項目③「遠隔制御技術」 研究開発項目④「ロボット新素材技術」	8件以上確立	各研究開発項目での目標2件確立
S Iコスト削減 ・ROBOCIP	研究開発項目①「汎用動作計画技術」 研究開発項目②「ハンドリング関連技術」 研究開発項目③「遠隔制御技術」	50%削減	数値自体は、SIコスト半減より設定 ロボットシステム構築の作業工程(企画構想、設計、製造、テスト)の各工程のコスト分解から、削減率を設定し、十分チャレンジングであることを確認して決定。
生産ライン自動化率 ・ROBOCIP ・パナソニックHD/阪大	研究開発項目①「汎用動作計画技術」 研究開発項目②「ハンドリング関連技術」 研究開発項目③「遠隔制御技術」	30%向上	全行程人手作業ラインを基準に、3割の人員増加による人手不足対策させることを目標として設定。
ロボットの消費電力削減 ・ROBOCIP	研究開発項目④「ロボット新素材技術」	30%削減	アウトカム「エネルギー効率1.5倍達成」から、汎用動作計画技術によるロボット動作最適化で、最適化軽量化による効率5% x 軽量化による消費電力30%削減で効率43%=効率1.5倍から設定
自動配送ロボットによる配送サービスの実現	研究開発項目⑤ 「自動配送ロボットによる配送サービスの実現」	<ul style="list-style-type: none"> ・オペレータ対ロボット1:10の遠隔操作・監視 ・走行距離のべ1600km以上 ・配送実運用 6ヶ月 	<ul style="list-style-type: none"> ・遠隔操作・監視に関しては、事業開始時点の宅配取扱99,600個/年/人とロボット配送能力18,250個/年/台から算出 ・走行時間240h x 速度6km/h x 1.1(安全率10%) ÷ 1,600km ・継続的な事業化に向けた課題抽出に必要な期間として設定

アウトプット目標の達成状況

研究開発目的/目標	関連研究開発項目	最終目標 (2025年3月)	成果 (実績) (2025年3月)	達成度	達成の根拠/解決方針
要素技術開発の確立 ・ROBOCIP ・パナソニックHD/阪大 ・ヤンマー	研究開発項目①「汎用動作計画技術」 研究開発項目②「ハンドリング関連技術」 研究開発項目③「遠隔制御技術」 研究開発項目④「ロボット新素材技術」	8件以上確立	18件確立	◎	目標件数を大きく上回って達成 ROBOCIP 12、パナHD/阪大 4 ヤンマー 2
S I コスト削減 ・ROBOCIP	研究開発項目①「汎用動作計画技術」 研究開発項目②「ハンドリング関連技術」 研究開発項目③「遠隔制御技術」	50%削減	50%削減実証	○	コスト削減に繋がる要素技術を 統合した実証実験成功 計算上50%削減
生産ライン自動化率 ・ROBOCIP ・パナソニックHD/阪大 ・ヤンマー	研究開発項目①「汎用動作計画技術」 研究開発項目②「ハンドリング関連技術」 研究開発項目③「遠隔制御技術」	30%向上	33%向上実証	○	物流現場で取扱う代表的な日 用品(難把持物含む)のハンドリ ングの実証実験成功 計算上33%削減
ロボットの消費電力 ・ROBOCIP	研究開発項目④「ロボット新素材技術」	30%削減	35%削減実証	○	産業用ロボットの典型的な運動 パターンを使用しての消費電力 削減の実証実験成功
自動配送ロボットによる 配送サービスの実現	研究開発項目⑤ 「自動配送ロボットによる配送サービスの 実現」	・オペレータ対ロボット1:10の 遠隔操作・監視 ・走行距離のべ1600km以上 ・配送実運用 6ヶ月	・1:10達成 ・のべ1600km達成 ・6ヶ月運用達成	○	・1:10公道走行：3実施者 ・走行距離達成：4実施者 ・実運用(プレ運用)達成：3者

◎ 大きく上回って達成、○達成、△一部未達、×未達

研究開発成果の副次的成果等

■ 要素技術

- ROBOCIPで構築されたDB（対象物、機器、ハンドリング、軌道、動作環境など各種）は、本年度開始されたNEDO事業(※1)にて、社会実装加速に向け、開発が進められている。
- 本年度開始の先導研究NEDO事業(※2)でも、樹脂による超軽量ロボットの研究開発が進められている。
- WRS2025愛知大会では競技用DBとしても活用された。

※1「ロボティクス分野におけるソフトウェア開発基盤構築(委託)」 ※2「熱溶融積層造形による樹脂製超軽量ロボットの研究開発」

■ 自動配送

- 事業内では、「公道走行での配送」に限定で進められたが、実施者の個社の取り組みとして、屋外私有地や屋内にて配送・搬送での活用を進めている。

例として

- ・長崎スタジアムシティでの牽引型ロボット
- ・TAKANAWA GATEWAY CITYにおける敷地内モバイルオーダーシステムの商品配送

特許出願及び論文発表

要素技術開発 研究開発項目 ①「汎用動作計画技術」、②「ハンドリング関連技術」、③「遠隔制御技術」、④「ロボット新素材技術」

	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	計
特許出願 (うち外国出願)	1 (0)	5 (5)	22 (11)	11(4)	19(10)	58(30)
論文	0	7	31	58	78	174
研究発表・講演	0	0	13	12	16	41
受賞実績	0	1	0	0	2	3
新聞・雑誌等への掲載	0	4	2	19	75	100
展示会への出展	0	4	8	12	8	32

特許出願及び論文発表

自動配送ロボット 研究開発項目⑤「自動配送ロボットによる配送サービスの実現」

	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	計
特許出願 (うち外国出願)	1(0)	5(5)	2(2)	2(2)	3(2)	13(11)
論文	0	0	1	1	1	3
研究発表・講演 (うちNEDO)	0	5(4)	8(3)	10(4)	4(2)	27(13)
受賞実績	0	0	2	0	0	2
新聞・雑誌等への掲載	0	0	78	36	77	191
展示会への出展	0	0	1	4	5	10

※2025年3月31日現在

<評価項目 3> マネジメント

- (1) 実施体制
 - ※ 受益者負担の考え方
- (2) 研究開発計画

報告内容



ページ構成

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

※本事業の位置づけ・意義
(1)アウトカム達成までの道筋
(2)知的財産・標準化戦略



2. 目標及び達成状況

(1)アウトカム目標及び達成見込み
(2)アウトプット目標及び達成状況



3. マネジメント

(1)実施体制
※受益者負担の考え方
(2)研究開発計画

- NEDOが実施する意義
- 実施体制
- 個別事業の採択プロセス
- 研究データの管理・利活用
- ※予算及び受益者負担
- 目標達成に必要な要素技術
- 研究開発のスケジュール
- 進捗管理
- 進捗管理：事前/中間評価結果への対応
- 進捗管理：動向・情勢変化への対応
- 進捗管理：成果普及への取り組み
- 進捗管理：開発促進財源投入実績
- モティベーションを高める仕組み

NEDOが実施する意義

海外需要が拡大する中、国際競争力を強化していく上で、如何に国内でキープロダクツを育て、ロボット導入を推進し生産年齢人口の減少に如何に対応していくかが重要な課題



■ 日本の生産年齢人口は年々減少していくことが顕著化されており対策が急務である

■ 日本は課題先進国かつロボットメーカを複数擁するものの、ロボット導入数は世界4位、配送ロボットでは事業化で差が開いており、抜本的に技術力を強化し、強力に推進することが必要

■ 個々の民間企業ではスピード感を持った技術開発・共有と協調による実用化は困難

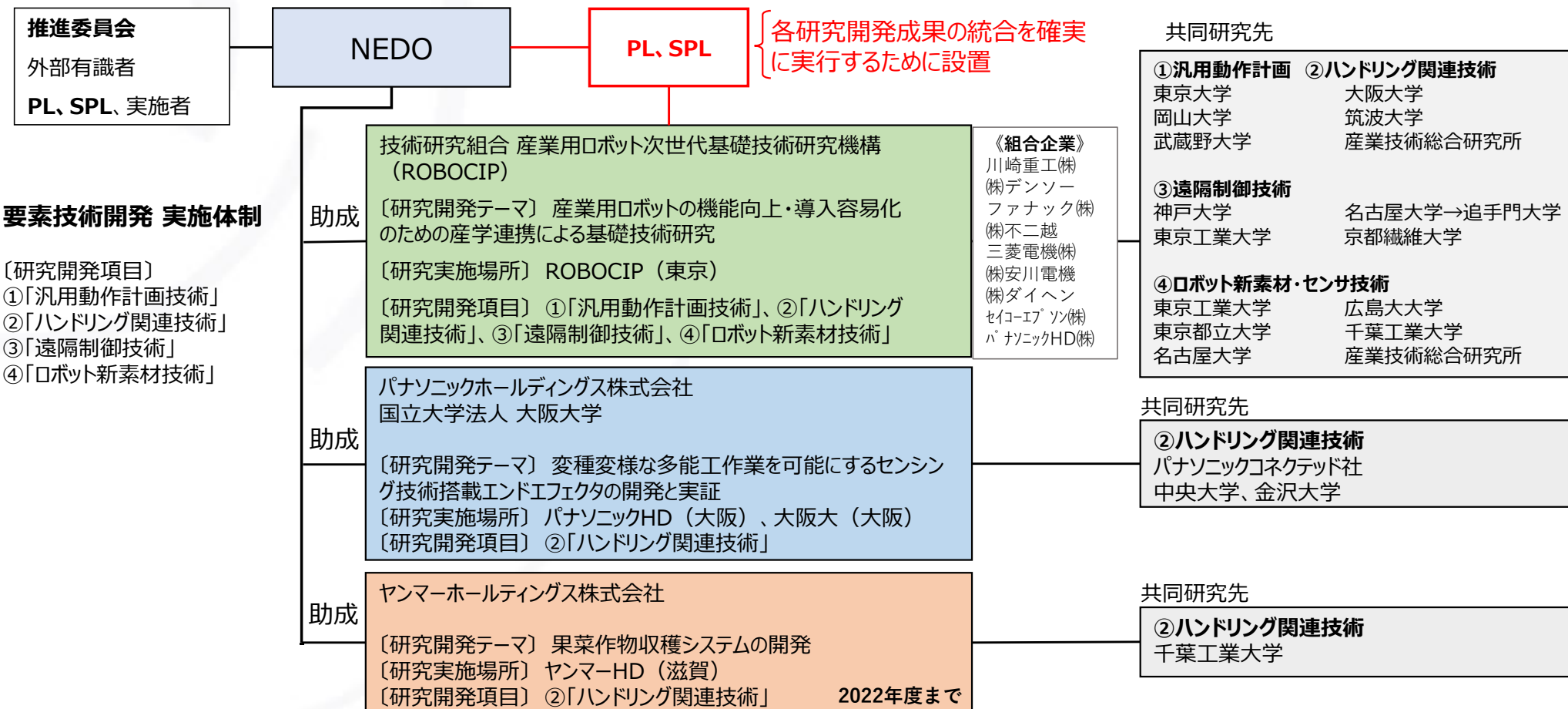
NEDOが関与し推進すべき事業

現在ロボット導入が進んでいないサービスや三品産業分野でのロボット化推進、及び自動配送ロボットによるラストワンマイル物流の実現は、我が国の少子高齢化の中での**人手不足やサービス産業の生産性向上等の課題解決**を図る重要な取組み

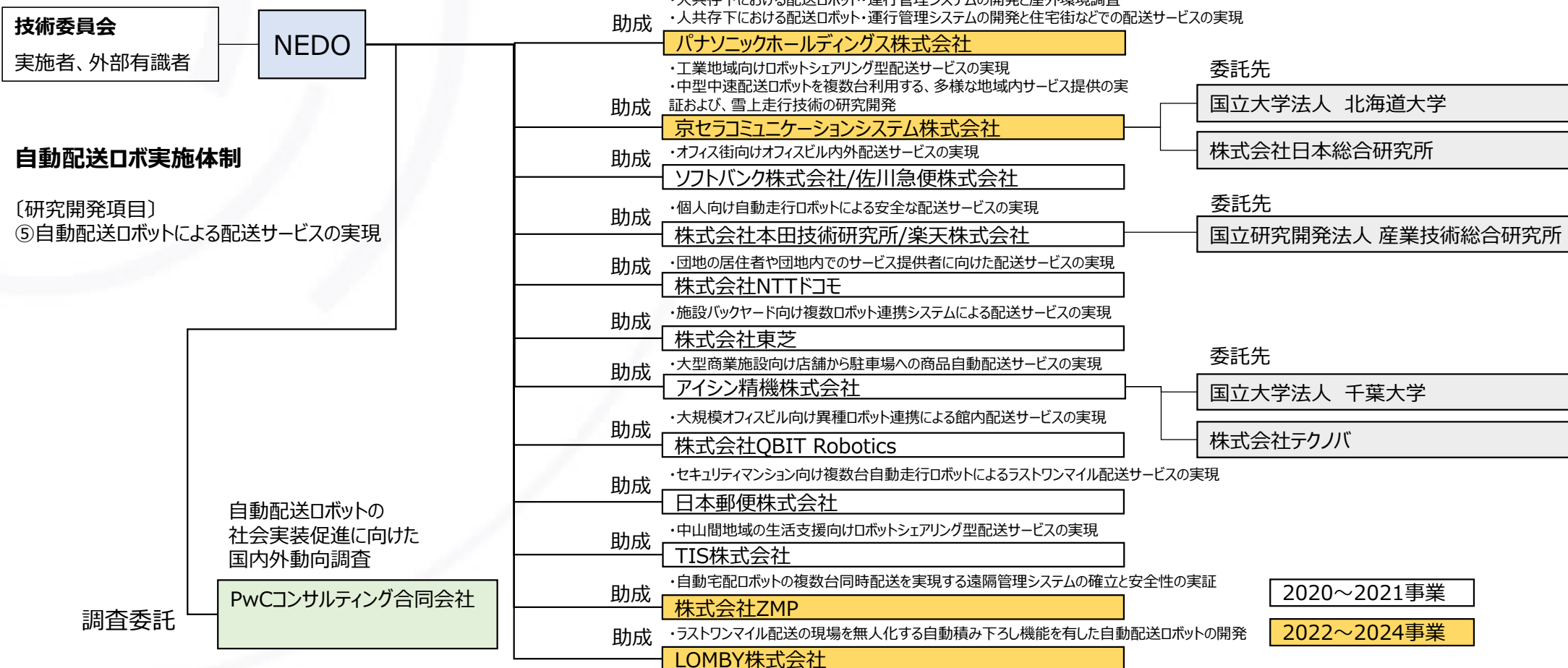
本事業は、少子高齢化の中での人手不足やサービス産業の生産性の向上等の課題解決を図るものであり、これは**日本社会が乗り越えなければならない重大な課題**への対応となる

従来にない新たなロボット技術開発や、自動配送ロボットの早期実用化を実現させるためには難度の高い課題を広範囲に亘って解決し統合する取組みが必要、**民間企業単独ではリスク**があり、市場原理のみで技術開発の推進を図ることは困難

実施体制



実施体制



個別事業の採択プロセス

<既存資料から転記>

【公募】

- 公募内容（本事業では、多品種少量生産現場をはじめとするロボット未活用領域においても対応可能な産業用ロボットの実現に向け、ロボティクスとは異なる分野も含めた幅広い大学研究者等との連携を図りつつ、**産学が連携した研究体制を構築**し、産業用ロボットにおいて重要な要素技術の開発を行います。）
- 公募予告（2020年3月30日）⇒公募（2020年6月30日）⇒公募〆切（2020年8月28日）

【採択】

- 採択審査委員会（2020年9月17日）
- 採択審査項目；NEDOの標準的採択審査項目。
- 採択条件；採択審査委員会では、「我が国の産業用ロボット産業の競争力向上に資する基盤構築を前提とした研究計画を策定した上で、**本事業の他実施者との連携を図ること**。また、事業推進の過程において、本事業の他実施者との連携ができるよう、適宜実施計画の見直しを行うこと。」「事業期間中に各項目で得られた**成果を統合した実証**ができるよう、組合としてのマネジメント体制を構築すること。」等を条件に採択が行われた。
- 留意事項；研究の健全性・公正性の確保に係る取組；公募の際にその他の研究費の応募・受入状況を確認し、不合理な重複及び過度の集中がないか確認した。

予算及び受益者負担

(百万円)

研究開発テーマ	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	合計
要素技術開発 ROBOCIP 研究開発項目①②③④	38	237	350	248	282	1,155
要素技術開発 パナソニックHD・大阪大学 研究開発項目②	21	43	48	33	38	183
要素技術開発 ヤンマーHD 研究開発項目②	3	6	13	-	-	22
自動配送 パナソニックHD、KCCS、LOMBY、ZMP 研究開発項目⑤	133	185	223	193	195	929
調査事業	24	20	20	55	46	165
合計	219	491	654	529	561	2,454

研究開発項目①～④は、要素技術開発であり、本来委託事業であるが、社会実装を強く意識させるために助成事業とし、助成比率2/3となる。
 研究開発項目⑤は、個社の社会実装が非常に近いフェーズのため、助成比率を 大企業：1/2、中小・ベンチャー：2/3と設定された。
 ※ヤンマーは、3年目で目標達成のため早期終了

目標達成に必要な要素技術

研究開発項目①

「汎用動作計画技術」

- ・ユーザー要望の解釈
- ・機器選定アルゴ開発
- ・機器配置最適化アルゴ開発
- ・汎用動作DB構築

動作計画
データベース化

研究開発項目③

「遠隔制御技術」

- ・一般回線での最適通信方式
- ・多感覚通信方式制定
- ・ヒューマンファクタ計測/評価

研究開発項目②

「ハンドリング関連技術」

- ・ハンドリング評価アルゴ開発
- ・不定形物把持汎用ハンド開発
- ・柔軟可変ヘラ機構原理開発
- ・不定形果菜類吸着ハンド開発

高機能ハンド

軽量化による
省電力化

最適化通信

共有

遠隔監視・制御

自動配送

研究開発項目⑤

自動配送ロボットによる配送サービスの実現」

- ・1:10遠隔監視操作システム開発
(多数台監視UI、高効率タスク分配機能開発)
- ・自律走行の実績と運行設計領域(ODD)拡大

1:Nの遠隔監視・制御による
社会実装の実現 (N≥10)

自動走行性能向上

非接触・非接触
サービス

要素技術開発

研究開発項目④

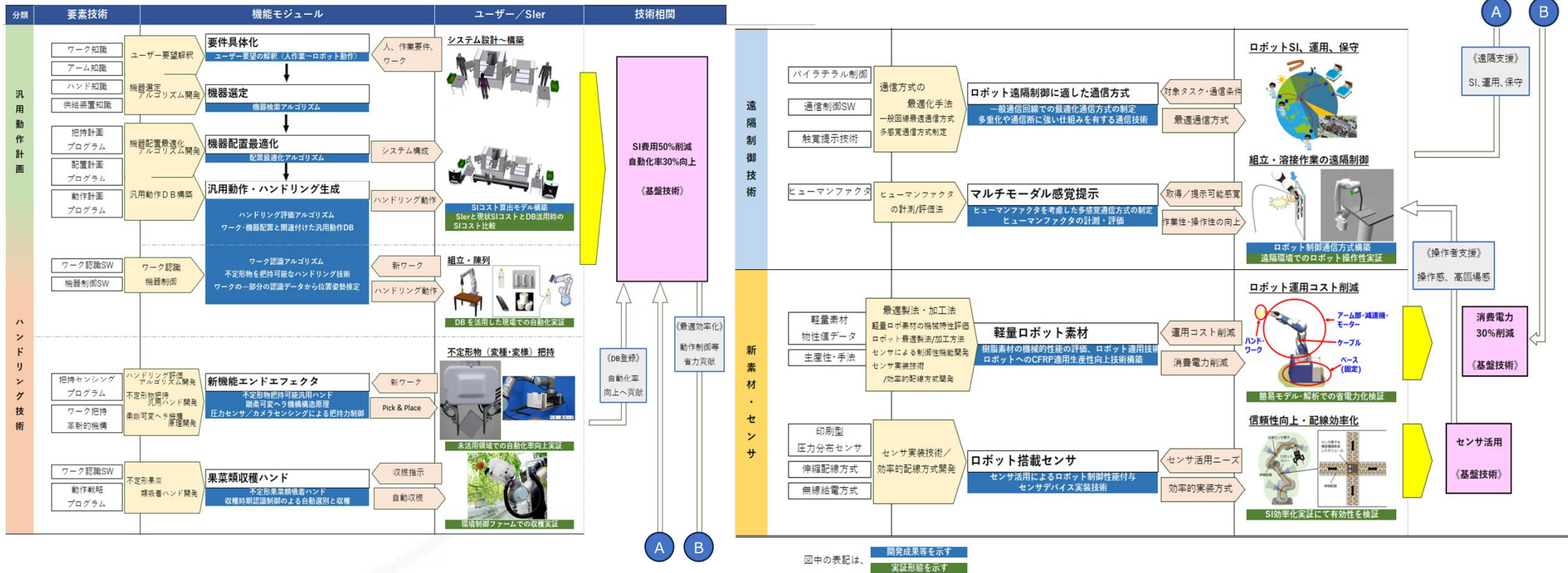
「ロボット新素材技術」

- ・軽量ロボット素材の機械特性評価
- ・ロボット最適製法/加工方法
- ・センサによる制御性機能開発
- ・センサ実装技術/効率的配線方式開発

製品適用技術 8件確立
システムインテグレーションコスト50%減
自動化率30%向上

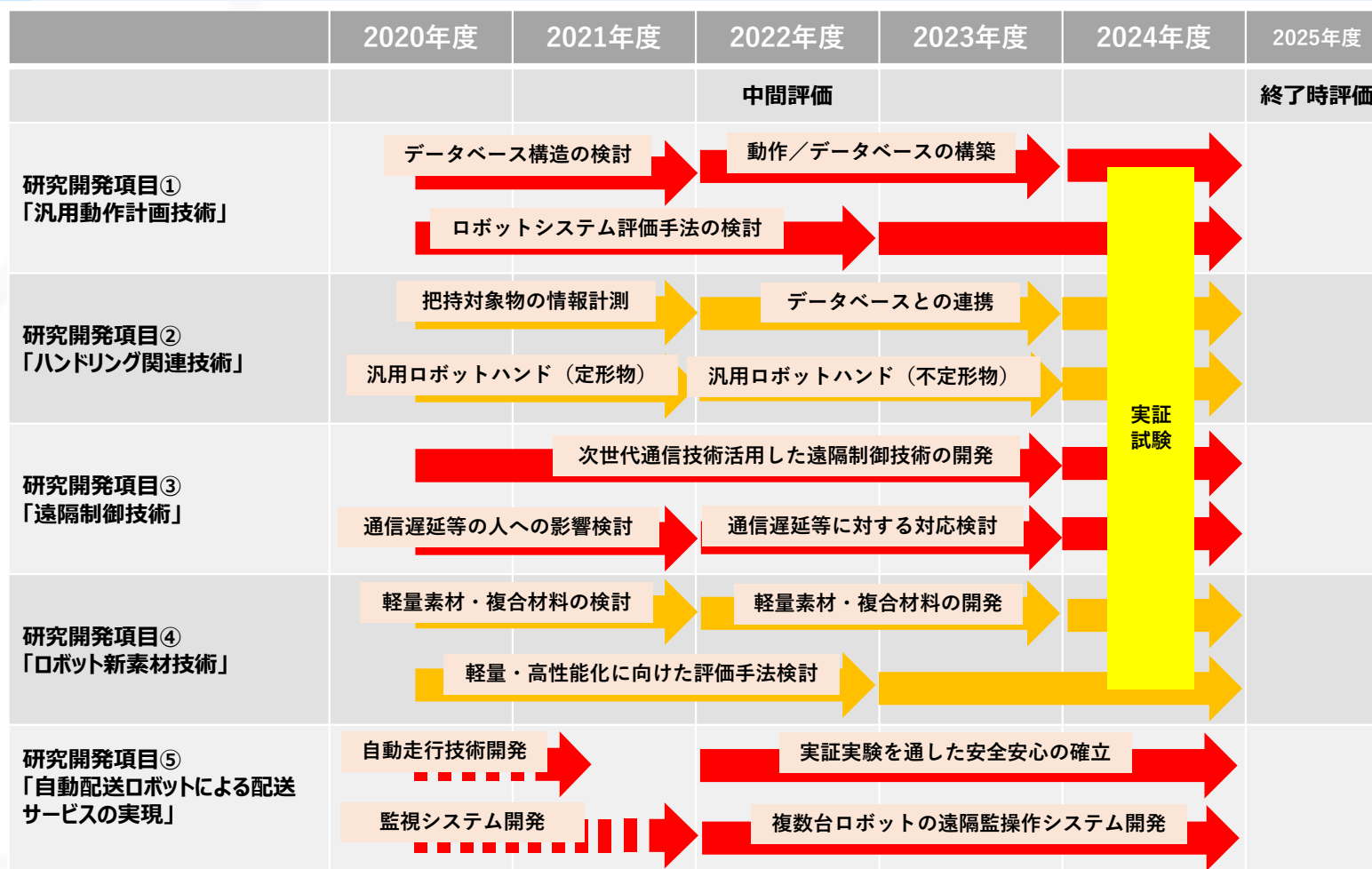
要素技術の関係図

要素技術と機能モジュールおよび成果の関係図



図中の表記は、
開発成果を示す
実証形態を示す

研究開発のスケジュール



進捗管理

要素技術開発

会議名	主なメンバー	対象・目的	頻度	主催
NEDO技術推進委員会	<ul style="list-style-type: none"> 外部有識者 PL、SPL、PMgr、PT、METI 	<ul style="list-style-type: none"> ロボット活用企業の意見を取り入れる目的で、SIer企業の技術委員を2名追加し、現場の目線も加え外部有識者のレビューを実施。 	<ul style="list-style-type: none"> 2023年 2回 2024年 1回 	NEDO
成果実証推進会議	<ul style="list-style-type: none"> 実施者 PL、SPL、PMgr、PT 	<ul style="list-style-type: none"> 各テーマの成果統合実証を確実にかつ加速させることを目的とし、技術組合(ROBOCIP)の研究開発に絞ってPL、SPLを設置し、SI企業の技術委員のレビューと指導、意見交換を四半期毎に実施。 	<ul style="list-style-type: none"> 四半期に1回 	NEDO
共同研究先訪問	<ul style="list-style-type: none"> 各実施者 PMgr、PT、METI 	<ul style="list-style-type: none"> 開発状況や事業以外の研究などの現場で確認し、課題や意見交換することを目的とし、実施者およびROBOCIP組合企業(9社)、共同研究先(13機関)の訪問を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> 2023年 2回 	実施者
PL、SPL会議	<ul style="list-style-type: none"> PL、SPL、PMgr、PT 	<ul style="list-style-type: none"> 成果統合実証を確実に進める目的で、PL、SPLとNEDOで定期的に成果統合の進捗を確認や今後の方向性を議論を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> 毎月1回 	NEDO
定例会議	<ul style="list-style-type: none"> 事業者(ROBOCIP)、PMgr、PT 	<ul style="list-style-type: none"> ROBOCIPの成果最大化を目的とし、定期的に研究開発の進捗と予算執行状況、相談事等の確認、今後の方向性を議論。 	<ul style="list-style-type: none"> 毎月1回 	実施者

自動配送ロボット

会議名	主なメンバー	対象・目的	頻度	主催
NEDO技術推進委員会	<ul style="list-style-type: none"> 外部有識者 PMgr、PT、METI 	<ul style="list-style-type: none"> 成果最大化を目的として、推進実施者ごとに技術開発の進捗状況等について外部有識者のレビューを実施。 	<ul style="list-style-type: none"> 年1回 	NEDO
実施者間情報共有会	<ul style="list-style-type: none"> 事業者、PMgr、PT METI 	<ul style="list-style-type: none"> 事業者間で共通の課題や工夫などを共有し事業推進を効率化を目的で実施。特に1:10運用の具体的要件を整理等を議論。 	<ul style="list-style-type: none"> 2023年 2回 	NEDO
定例会議	<ul style="list-style-type: none"> 事業者、PMgr、PT 	<ul style="list-style-type: none"> 成果最大化を目的とし、四半期毎に研究開発の進捗の確認、予算執行状況、相談事等の確認、今後の方向性を議論。 	<ul style="list-style-type: none"> 四半期に1回 	NEDO

進捗管理：中間評価結果への対応

	問題点・改善点・今後への提言	対応
1	現在の日本の立ち位置、日本または世界における研究の位置づけの総括やそれぞれの分野における達成目標についてのベンチマークも必要。ロボット領域の他の事業や AI 領域の事業等と本事業の連携によるさらなる成果・インパクトの拡大についても検討。	<ul style="list-style-type: none"> ・【要素技術開発】ベンチマークを行い、インパクトがあるAI利用の検討も開始した。またAI 領域の他事業（共進化 PJ/商品情報 DB）と、小売現場のデータ活用や動作計画に必要な情報等について相互に連携 【自動配送】 ・中速・中型/中速・小型については調査事業で調査を実施。
2	研究開発項目間の関係性の整理が十分でない。要素開発の全体的なロードマップについて見直しを図ること。	<ul style="list-style-type: none"> ・目標達成に必要な要素技術の関係図を作成 ・アウトカム達成までのロードマップを策定
3	実証実験に必要な知識、手続きなどに加えて、可能な限り技術面での実施者間の情報共有するなどし、研究開発項目・各テーマ間の相乗効果が得られるよう期待する。	<ul style="list-style-type: none"> ・テーマ成果統合のための議論の場を設け、成果統合の実証実験を行った。また要素技術開発事業と自動配送事業の間でも、遠隔操作技術の交流を実施し、事業推進の上で共通する課題や工夫などオープン戦略領域の範囲で交流会を実施した。

進捗管理：中間評価結果への対応

	問題点・改善点・今後への提言	対応
4	System Integrator (SIer) など現場の意見を十分に反映していない。 現場導入を見据えた目標を設定して、評価する指標の設定、実現目標値の設定が必要。	・技術推進委員に2名のSIer企業委員を追加し、四半期ごとに技術指導による現場の意見を伺いながら、最終目標達成に向けた実証実験での目標を設定した。
5	プロジェクトの成果が個別の研究成果を束ねたものとならないよう、関係者で改めて認識共有した上で、事業完了に向けて個別の研究成果をプロジェクト全体の成果として融合していくことが重要と考えられる。	テーマ間で連携して成果統合の実証実験を計画、実行、成果報告を行った。また個社で開発したハンド部のデータなども汎用動作計画のデータベースと連携する取り組みをした。
6	実現したいユースケースが十分に明確化されていないテーマもあり、事業終了時の達成状態をより具体化し、関係者で認識を共有していくことを期待したい。 自動配送ロボットでは、社会受容性を考慮した戦略的な取り組みを望みたい。	【要素技術】 ・アウトカム達成までのロードマップを策定 【自動配送】 ・各事業者が実装実験を通じて社会実装につながるユースケースを検討することで社会受容性を考慮した。さらに自動配送ロボットの社会受容性の向上を目指し、セミナーでの講演や「自動配送ロボット活用の手引き」の発行などの活動を推進した。

進捗管理：中間評価結果への対応

■ 革新ロボ事業 成果統合に向けたキックオフ会議開催

1. 日 時 : 2023年6月15日 (木)
: 15時~17時、懇親会

2. 場 所 : TKP新橋カンファレンスセンター ホール13A

・革新ロボ事業関係者（要素技術関係実施者、共同研究先、技術委員、ROBOCIP組合企業、経産省、NEDO）が一堂に会して、今後の成果創出、協力体制構築等について意識合わせ、情報交換を実施。

(総勢 57名参加)



NEDO プレゼン



事業者決意表明



会場写真

進捗管理：動向・情勢変化への対応

日々の実施者とのコミュニケーションや情報収集（展示会、意見交換、調査事業等）を通じて、動向・情勢の把握を行い、必要な計画見直しがないか、NEDOからも積極的に働きかけを行い、必要な計画変更を柔軟・迅速に実施

(1) 生成AIのロボット進展(要素技術)

当初計画されていなかった生成AIを活用した産ロボへの展開に関するトライアルを事業期間中に始めた。何らかの成果が出るまでには至らなかったが、未知物体に対する把持やロボット動作手順生成におけるLLM活用における課題抽出と知見獲得ができた。

(2) 道交法の改定(配送ロボ)

事業開始に比較し、道路使用許可が不要な届出制が整備され走行実験の追い風に変化した。これにより、事業者の実証実験の場所、回数の自由度が増し、研究開発を促進できた。また、そのため課題抽出にも注力できた。



Fujisawa SST
(23/7~)



丸の内地区
(23/8-9)



SAGAサンライズパーク
(23/10~)



ひろしまゲートパーク
(23/11-12)



御堂筋チャレンジ
(24/9)



吉野家・出前館:FSST
(24/11)

進捗管理：成果普及への取り組み

■ 国際ロボット展 2023出展

日時:2023年11月29～12月2日

会場:東京ビッグサイト

要素技術 6 展示、配送ロボ 4 展示を実施。実演デモを中心にいき、研究内容と成果をより分かりやすく解説。来場者からの質問も多く寄せられた。

ブース来場者 13050人

■ 研究成果報告会 (ROBOCIP主催)

日時:2025年2月27日～28日

会場:羽田イノベーションシティ KAWARUBA(天空橋)

要素技術のROBOCIP主催の成果報告会。セミナー、各研究成果ポスターセッションおよび各研究開発項目の成果統合実証デモも行われました。リアルタイムでの日本-米国間の遠隔操作などの体験でも実施し、多くの来場者の関心を集めました。

来場180人(うち体制外の方87人)、招待外来場社 22社

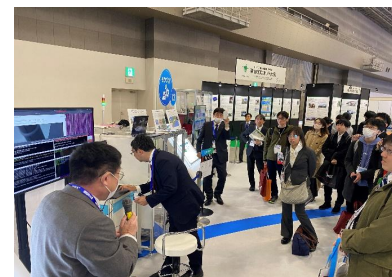
■ 新産業技術促進検討会シンポジウム(モノづくり日本会議)

日時:2025年3月17日

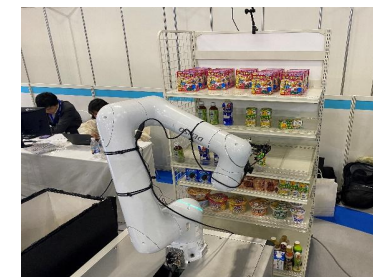
会場:JA共済ビル(永田町)

NEDOのロボット関係事業の最終成果をセミナー講演およびポスターセッションにより紹介しました。たいへん多くの方々に来場いただき、盛況な交流の場となりました。

セミナー157人 アンケート回答52件



遠隔操作のデモ説明



ロボット動作計画デモ展示



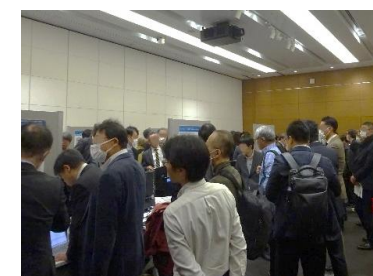
来場者への説明



遠隔操作デモ



セミナー講演の様子



ポスターセッションの様子

進捗管理：成果普及への取り組み

■ 自動配送ロボットに関する自治体首長サミット

日時:2023年10月16日

会場:YouTube Live (オンライン)

自動配送ロボットに関して、自治体の首長（北海道石狩市長、茨城県つくば市長、神奈川県藤沢市長）や取組企業のキーマンより、取組紹介や未来展望を発信していただき、自動配送ロボットの利活用に対する機運醸成を図りました。

参加申込者数の約半数が自動配送ロボットサービスの利活用を検討/調査しているターゲット層の中、視聴回数446回（最大同時視聴者数233人）の聴講結果となりました。

■ 自動配送ロボット活用の手引き

日時:2024年2月(初版発行)／2025年10月(第2版)

公開先：

<https://www.nedo.go.jp/content/100971896.pdf>

新たに自動配送ロボットを活用しようとするサービス提供者が、活用開始までのプロセスや関係法令等を一元的に把握し、サービス提供の具体的な企画を行い易くするための手引きとなる資料をまとめました。



自治体首長サミットの様子



進捗管理：成果普及への取り組み（NEDO特別講座）

自動走行ロボットを活用した配送サービスを普及・発展させていくための人材の育成・交流・研究の活性化に係る特別講座

実施期間：2021～2022年度 拠点：（株）角川アスキー総合研究所

●活動概要

- 「自動走行ロボットを活用した新たな配送サービス実現に向けた技術開発事業」のNEDO事業参画者の取り組み等について全5回のシンポジウム・セミナー実施
- 自動配送ロボット紹介動画作成

●目的（講座の必要性）

- 自動配送ロボットのNEDO事業参画者を中心に自治体、ロボットメーカー等による講演、ステークホルダー間の情報共有の場としてNEDO講座を活用し、サービス実現を加速させる

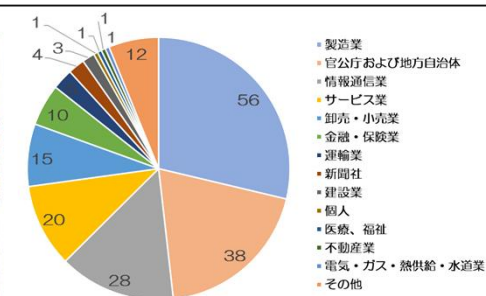
●成果

- 全5回のセミナーを開催し、のべ1,147人が参加。参加者内訳は、製造業やサービス、地方自治体など多岐に渡っており、狙ったターゲット層の参加あり。
また、開催したセミナーについて専用のHPやNEDO HP、経産省HP等で広報を実施。
- 自動配送ロボットのNEDO事業参加者であるLOMBY社とスズキ社の共同開発に繋がった。
⇒セニアカー（スズキ社の電動シニアカー）の部品利用により機体のコスト削減を目指す
- 自動配送ロボットのユースケース例を中心に紹介した動画を作成しYouTube公開（8/29時点 計8,664回視聴）。TBS「THE TIME,」をはじめテレビや講演会等で活用



第5回セミナー会場の様子

(2022/12/7 横浜ロボットワールドにて)



第5回セミナーオンライン参加者内訳



LOMBYとスズキ 自動配送ロボットを共同開発

(LOMBY HP引用) <https://lomy.jp/2023/03/16>



自動配送ロボット紹介動画

<https://www.youtube.com/watch?v=wHg16wZe500>

進捗管理：成果普及への取り組み

■ 成果動画制作 NEDOチャンネルによる公開



ロボットSIのための要素技術最前線

<https://www.youtube.com/watch?v=ZzCF1k8wnGo>

自動配送ロボットによる配送サービスの実現

https://www.youtube.com/watch?v=WIIdYV_-IOJ4



■ 成果紹介パンフレット制作 冊子およびNEDO HPで公開

革新的ロボット研究開発基盤構築事業紹介ハンドブック

革新的ロボット研究開発基盤構築事業紹介ハンドブック

目次

- はじめに 4
- 1. プロジェクト概要 6
 - ・事業技術に係る経緯・応用研究
 - ・自動配送ロボット
- 2. 要素技術に係る基礎・応用研究の成果 14
 - (1) 汎用動作計画技術・ハンドリング技術
 - ・汎用動作計画技術及びハンドリング技術
 - ・ハンドリング技術の検証・評価手法の確立
 - ・ハンドリング技術のアーキテクチャ・実用化に向けた実証
 - ・ロボットや作業機との協調・手動操作手法の開発
 - ・稼働率向上と安全・高度な作業性向上手法の開発
 - ・新技術を開発・実用化する取組の手法
 - (2) 遠隔制御技術 20
 - ・ロボット遠隔制御技術
 - ・インターネットでも受けた遠隔制御技術を開発
 - ・新しい遠隔制御の応用機・インタフェースを開発
 - ・ヒューマンファクタの考慮の実証評価
 - (3) ロボット新素材 24
 - ・ロボット新素材・センサの開発
 - ・新技術が搭載されたロボットシステムでのロボット部品構成プロセス確立
 - ・新素材としての3Dプリント及び特殊化材料のロボット素材としての評価手法
 - ・電力供給システム構築と運用管理への応用
 - ・応用センシングの実証評価
 - (4) ハンドリング技術 (ハンドシステム開発) 30
 - ・AI Multi-skilled Intelligent ハンド
 - ・産業現場を問わず稼働可能な汎用型作業機を開発
 - ・実用化に向けたシステムの開発
- 3. 自動配送ロボットの成果 35
 - (1) 自動配送ロボットによる配送サービスの実現技術 35
 - ・人共存下におけるロボット配送ソリューションの開発と実証的検証サービスの実現
 - ・人共存下におけるロボット配送ソリューションの開発と実証的検証サービスの実現
 - ・自動配送ロボットの小型化の一歩の導入と実証
 - ・2020年度に予定している実証的検証サービスの実証
 - ・実証的検証サービスの実証的検証サービスの実証

進捗管理：開発促進財源投入実績

件名	年度	金額 (百万円)	目的	成果・効果
研究開発項目⑤	2022年度	8	最終目標である10台以上の同時制御を実施するにあたり、複数の遠隔操縦者と複数のロボットの効率的なマッチング手法の開発を行い、時間当たりの収益性や配送効率の向上をねらう。	複数台のロボットを同時運行するにあたり、安定的な遠隔監視/操作が可能となった。
研究開発項目⑤	2022年度	18	ロボット自律移動用マップの取得・生成を簡易化することで、マップの開発効率が向上し、マップの整備範囲が広がることが期待され、将来的には自動配送ロボットの普及のスピードアップにつなげることをねらう。	大規模なマップの生成にかかる課題（表示時間やメモリ不足、複数マップの重複箇所の整合処理）を解決できた。
研究開発項目②	2022年度	12	<ul style="list-style-type: none"> ・ハンド市場における日本の国際競争力強化を図るために、開発で得た知見を一般化し、ハンド開発の道標となる指針を作成 ・新機構の拡大製作し、リアルタイムでの実現性確認試験を実施するため 	<ul style="list-style-type: none"> ・ロボットハンドの一般化された指標により、開発の指針を明確に認識できるようになった。 ・新機構の研究が加速し、実現性を前倒しで確認できた。
研究開発項目②	2023年度	8	開発ハンドのコントローラを極小化し、コントローラサイズに起因した実用化の阻害要因を排除することで、事業化・普及促進に向けた加速させるために目標を追加する。	ハイパワーなPC制御から非力な専用小型コントローラが実現したことで、実用化検証が加速した。



「革新的ロボット研究開発基盤構築事業」(終了時評価) 2020年度～2024年度 5年間

プロジェクトの詳細説明 (公開版)

2025年12月19日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

AI・ロボット部

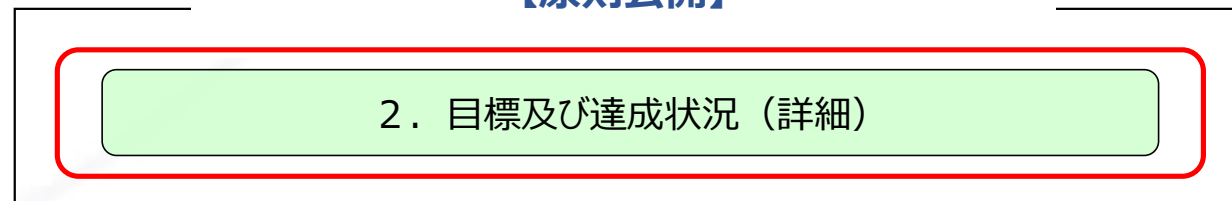
報告内容



資料3-1_プロジェクトの説明【公開】



資料3-2_プロジェクトの詳細説明 【原則公開】



目標達成状況詳細

研究開発目的/目標	関連研究開発項目	最終目標 (2025年3月)	成果 (実績) (2025年3月)	達成度	達成の根拠/解決方針
要素技術開発の確立 ・ROBOCIP ・パナソニックHD/阪大 ・ヤンマー	研究開発項目①「汎用動作計画技術」 研究開発項目②「ハンドリング関連技術」 研究開発項目③「遠隔制御技術」 研究開発項目④「ロボット新素材技術」	8件以上確立	18件確立	◎	目標件数を大きく上回って達成 ROBOCIP 12、パナHD/阪大 4 ヤンマー 2
S I コスト削減 ・ROBOCIP	研究開発項目①「汎用動作計画技術」 研究開発項目②「ハンドリング関連技術」 研究開発項目③「遠隔制御技術」	50%削減	50%削減実証	○	コスト削減に繋がる要素技術の 統合した実証実験成功
生産ライン自動化率 ・ROBOCIP ・パナソニックHD/阪大 ・ヤンマー	研究開発項目①「汎用動作計画技術」 研究開発項目②「ハンドリング関連技術」 研究開発項目③「遠隔制御技術」	30%向上	30%向上実証	○	物流現場で取扱う代表的な日 用品(難把持物含む)のハンドリ ングの実証実験成功
ロボットの消費電力 ・ROBOCIP	研究開発項目④「ロボット新素材技術」	30%削減	35%削減実証	○	産業用ロボットの典型的な運動 パターンによる消費電力削減の 実証実験成功
自動配送ロボットによる 配送サービスの実現	研究開発項目⑤ 「自動配送ロボットによる配送サービスの 実現」	・オペレータ対ロボット1:10の 遠隔操作・監視 ・走行距離のべ1600km以上 ・配送実運用 6ヶ月	・1:10達成 ・のべ1600km達成 ・6ヶ月運用達成	○	・1:10公道走行：3実施者 ・走行距離達成：4実施者 ・実運用(プレ運用)達成：3者

◎ 大きく上回って達成、○達成、△一部未達、×未達

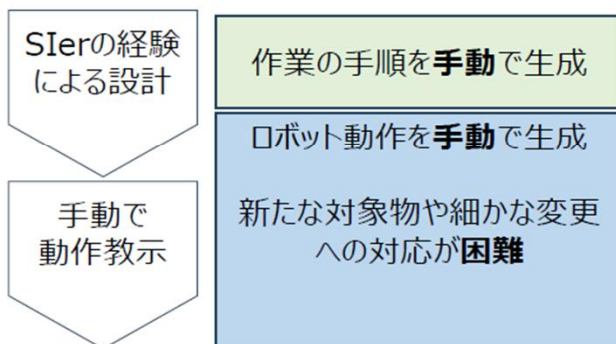
最終目標：「SIコスト50%削減」のシナリオ

研究開発項目 ①汎用動作計画 ②ハンドリング関連技術 ③遠隔制御技術

ロボット導入課題となっている多様な環境への対応を、各プロセスで支援



従来手法：プログラミング&ティーチング



開発手法：データドリブン自律制御

※データドリブンとは、データに基づいた判断やアクション



DB支援による設計・調整支援

モノ・機器・動作のデータ化

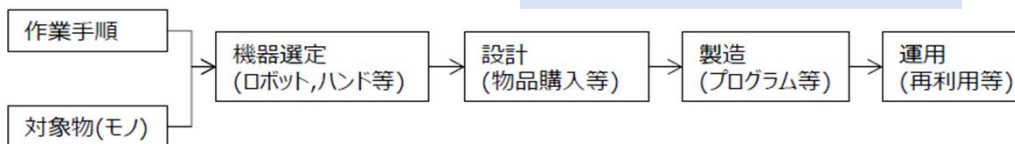
最終目標：「SIコスト50%削減」 自動化支援によるコスト低減効果

研究開発項目①汎用動作計画 ②ハンドリング関連技術 ③遠隔制御技術

ロボット導入課題となっている多様な環境への対応を、各プロセスで支援



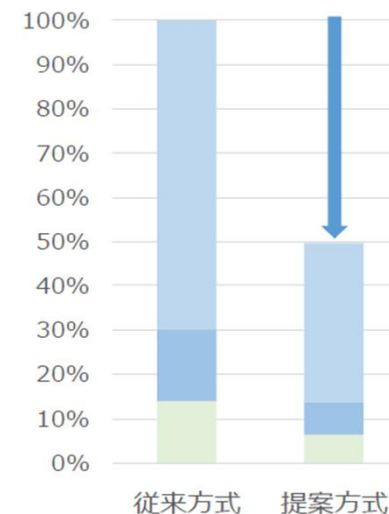
コストモデルからの効果算出 (ROBOCIP組合員企業からのモデル化)



産総研)模擬コンビニ構成適用時の想定効果 ※運用工程貢献は含まず

機器選定・設計コスト (54%減)	製造コスト/ハード (54%減)	製造/ソフト・調整コスト (49%減)
機器配置設計支援 19%	動作計画とシミュレーションによる事前確認 ±0	現場環境での自動動作計画 (教示レス) 28%
ハンド設計支援 (既存爪活用含む) 8%	新規対象物ハンドリングの半自動対応 20%	ハンド設計支援 (ハンド種削減、既存爪活用) 54%
複雑な手順の最適化支援 18%		
人動作DBによる類似動作探索 9%		

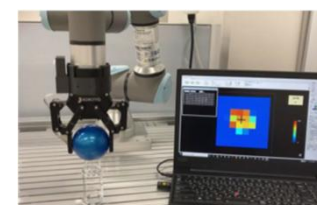
参考：産総研) 模擬コンビニ
 ・商品種類：623種類
 ・商品分類：151 (カテゴリ)
 ・把持種類：24種類
 ※袋物、箱、円筒形など



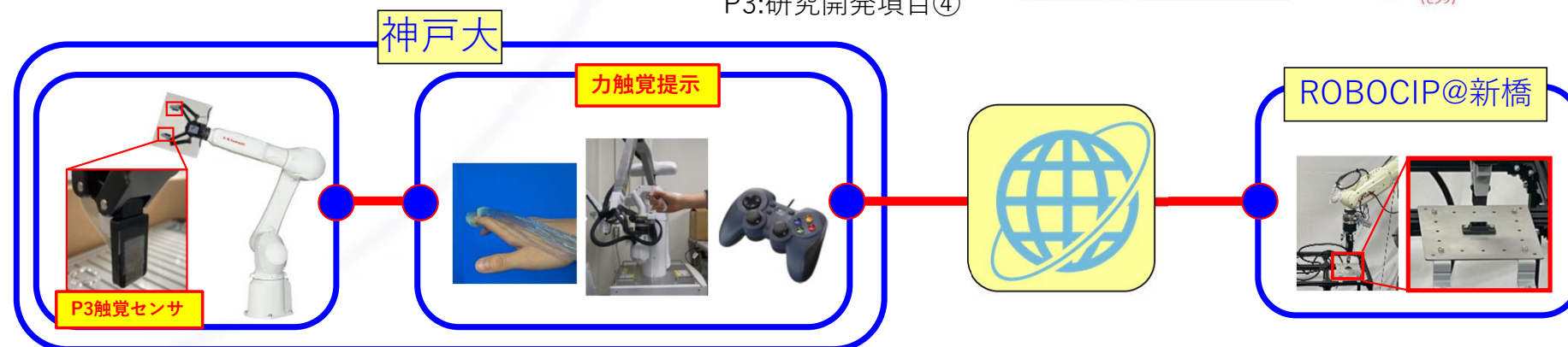
成果連携実証 遠隔操作による組立作業 隔操作によるSI費用の更なる削減

対象作業：力触覚を必要とするエラー復旧作業

- 組立（コネクタ勘合）作業 ⇒ 力触覚がないと遠隔からのエラー復旧が難しい
- 力触覚情報を利用したコネクタ嵌合（P2）
 - バイラテラル制御（力覚） ⇒ 組立作業スキルの移送が可能
 - モダリティ変換（力覚→振動） ⇒ 安価な操縦デバイスが使用可能
- 触覚分布センサの遠隔操作への応用（P2-P3連携）
 - 触覚分布を視覚提示（ライトスペック）
 - 吸引型圧力分布提示（ハイスペック）⇒ ハンド内の把持部品の姿勢検知による作業性向上



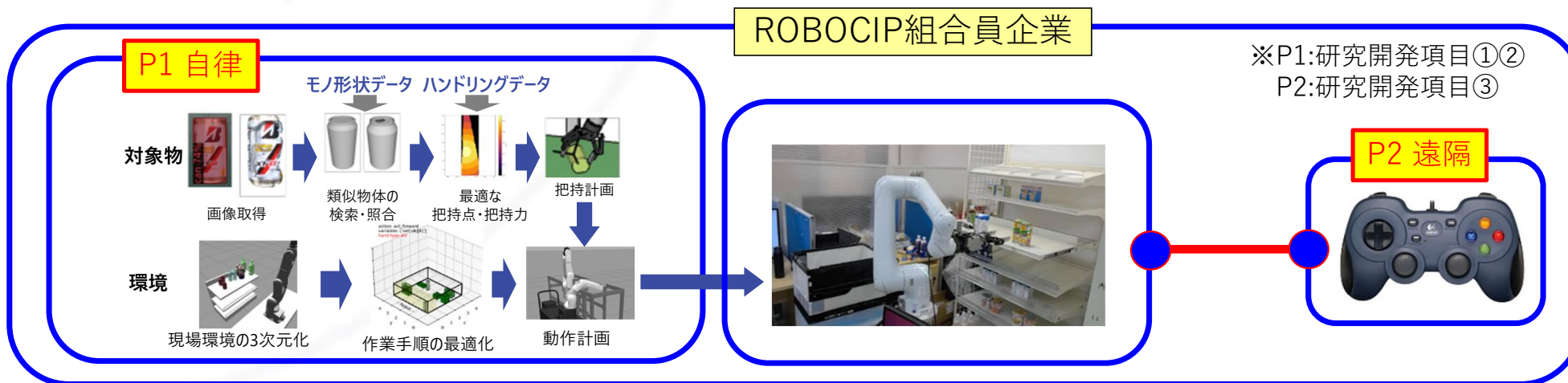
※P2:研究開発項目③
P3:研究開発項目④



成果連携実証 ロボットによる自動品出し作業中のエラー対策実証

- 遠隔操作によるエラーハンドリング
 - 対象物認識段階のエラー, ロボット動作時のエラー, etc.
 - 2024年度最終デモでは**ロボット動作時エラー**を対象
 - 動作エラー発生時の復帰手順**
 - 【エラー発生】: ロボットが把持に失敗する/途中で商品を落とす
 - 【エラー検知】: 目的の位置に商品がない状態を自動検知し, 遠隔操作支援を要求
 - 【遠隔操作によるエラー対応】: 遠隔操作で対象物を把持し指定の位置に移動
 - 【自律への復帰】: 再度画像認識させ自律制御を再開

大きな情報の欠損(5%のロス)があってもエラーハンドリング対応可能か検証しつつ, 動作データとして追加することを目指す



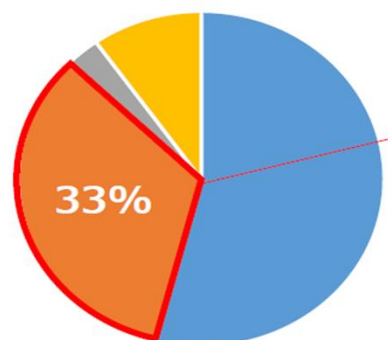
最終目標：「自動化率30%削減」 遠隔操作によるSI費用の更なる削減

研究開発項目①汎用動作計画 ②ハンドリング関連技術 ③遠隔制御技術

従来課題：ハンドリングでの自動化阻害要因	今回の提案手法
<ul style="list-style-type: none"> 多種多様な対象物ごとにティーチング実施が必要であり、設計・調整工数が増大 	<ul style="list-style-type: none"> DB登録属性に基づく自律的ハンドリング手法の提供（把持位置・把持力等）。ハンド選択支援機能も用意。
<ul style="list-style-type: none"> 種類が多いと変更頻度も高く、運用開始後も継続して設計・調整が発生 	<ul style="list-style-type: none"> DBへの登録や属性変更により即時対応 未登録時は類似品属性にてハンドリング
<ul style="list-style-type: none"> 対象物によっては把持推奨位置・把持力が決まっており、準じた設計・調整が必要 	<ul style="list-style-type: none"> DBへの登録属性には、把持推奨領域を設定可能
<ul style="list-style-type: none"> 透明物や鏡面物や柔軟物など、個別の認識手法と設計・調整が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 対象物固有属性設定とハンドリング手法を提供（柔軟物属性、標準把持力、等）
<ul style="list-style-type: none"> 対象物の状況（バラ積み）や置き方（密着整列等）によっては、専用のハンド開発が必要 	<ul style="list-style-type: none"> グリップ（+印刷型圧力センサ）及びセンサ搭載ハンドによる方式を検証。把持計画生成不可時等は遠隔で支援。

検証事例：商品補充における期待される効果

■ 日配 ■ ドライ(定番) ■ 米 ■ 酒



- ドライ(定番)品に対し、DBを活用した透明物やパウチなどの柔軟物を含む**多品種ハンドリングにより自動化ポテンシャルあり**
※模擬コンビニだと、商品カテゴリ 151・把持種類 24 のうち
 ドライ(定番)商品は 把持種類 6に相当
- ハンドリング時のトラブル**に対しては、**遠隔と併用して人が補助**することで自動化範囲を広げることが可能

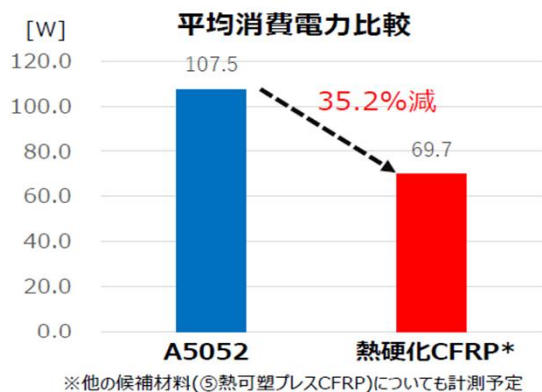
※日配：生鮮食品やパンなど毎日補充される商品
 ※ドライ(定番)：飲料、カップ麺などの定番商品

スーパーの1週間の全従業員(パート含む)の作業時間合計

最終目標：「消費電力30%削減」 軽量化による消費電力の低減化

研究開発項目④ロボット新素材技術

軽量化により平均消費電力30%削減に目途 (検証値35.2%)



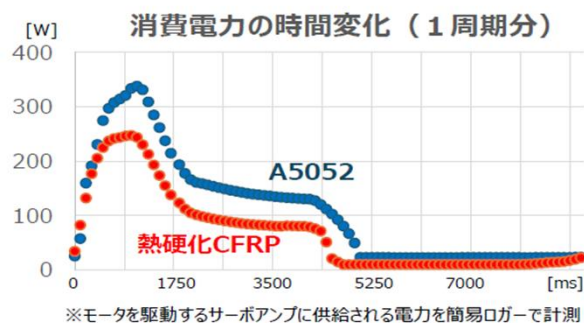
産業用ロボットアームの運動パターンを模擬

慣性モーメントや静力学負荷を調整した一軸試験機を製作し測定

入力電力	静力学的負荷	摩擦損失	モータ慣性モーメント	アーム慣性モーメント
100%	30.2%	9.5%	9.5%	50.8%

【想定アーム仕様】

- ・可搬質量 : 8kg
- ・最大リーチ : 約730mm
- ・アーム部質量 : 約13kg



アルミ合金 A5052

リンク質量 : 11.05 kg
手先質量 : 3.15kg

熱硬化CFRP

リンク質量 : 5.64kg (-49%減)
手先質量 : 3.15kg



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
「革新的ロボット研究開発基盤構築事業」(終了時評価) 分科会
議事録及び書面による質疑応答

日 時 : 2025年12月19日(金) 13:00~16:50

場 所 : NEDO 川崎本部 2101~2103 会議室 (オンラインあり)

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	長谷川 泰久	東海国立大学機構 名古屋大学 未来社会創造機構 ナノライフシステム研究所 所長/教授
委員	有木 俊博	アーサー・ディ・リトル・ジャパン株式会社 パートナー
委員	國土 晋吾	一般社団法人 TX アントレプレナーパートナーズ 代表理事
委員	田中 真美	東北大学 大学院医工学研究科 医工学専攻 教授
委員	富永 誠	株式会社ヒロテック neXt 事業部 FA システム部 部長
委員	山下 淳	東京大学 大学院新領域創成科学研究科 人間環境学専攻 教授

<推進部署>

高田 和幸	NEDO AI・ロボット部 部長
土井 浩史	NEDO AI・ロボット部 チーム長
細谷 克己(PM)	NEDO AI・ロボット部 統括調査員
三浦 一幸(PM)	NEDO AI・ロボット部 主査
齊藤 洋和	NEDO AI・ロボット部 主査
渡会 岳	NEDO AI・ロボット部 主事
佐藤 知正	NEDO AI・ロボット部 アドバイザー
杉村 正史	NEDO AI・ロボット部 専門調査員
芝田 兆史	NEDO AI・ロボット部 主査
西尾 勇佑	NEDO AI・ロボット部 主任
安江 麻帆子	NEDO AI・ロボット部 主事

<実施者>

原田 研介(PL)	大阪大学 大学院基礎工学研究科 教授
横小路 泰義(SPL)	神戸大学 大学院工学研究科 機械工学専攻 教授
遠藤 玄(SPL)	東京科学大学 教育研究組織 工学院 教授
楠原 伸介	ROBOCIP 理事長
泉田 直樹	ROBOCIP 研究部 部長
馬場 裕康	ROBOCIP 株式会社デンソー 社会イノベーション事業開発統括部 先進自動化開発課 課長
蓮沼 仁志	ROBOCIP 川崎重工業株式会社 技術開発本部 システム技術開発センター システム基盤技術開発部 特別主席研究員
武原 純二	ROBOCIP 三菱電機株式会社 FA システム事業本部 機器事業部 ロボット・センサ部 Chief Expert

東島 勝義 パナソニック ホールディングス株式会社 総括担当

<オブザーバー>

武藤 圭亮	経済産業省	ロボット政策室	室長補佐
梁島 拓郎	経済産業省	ロボット政策室	室長補佐
山本 知宏	経済産業省	ロボット政策室	調査員
野地 俊紀	経済産業省	ロボット政策室	係長
工藤 さやか	経済産業省	商務・サービスグループ物流企画室	室長補佐
谷本 旭	経済産業省	商務・サービスグループ物流企画室	係長
小仁所 直輝	経済産業省	商務・サービスグループ物流企画室	係長
山中 悠揮	経済産業省	イノベーション・環境局	研究開発課 課長補佐
金子 貴光	経済産業省	イノベーション・環境局	研究開発課
三浦 ヨヒアム	経済産業省	イノベーション・環境局	研究開発課
堀 宏行	経済産業省	イノベーション・環境局	研究開発課 課長補佐
根上 友美	経済産業省	イノベーション・環境局	研究開発課 課長補佐
木村 貴之	経済産業省	イノベーション・環境局	研究開発課
白木 茜	経済産業省	イノベーション・環境局	研究開発課 係長
菱本 貴康	経済産業省	イノベーション・環境局	研究開発課 研究開発専門職
柴尾 優一	経済産業省	イノベーション・環境局	研究開発課

<評価事務局>

薄井 由紀	NEDO 事業統括部	研究評価課	課長
松田 和幸	NEDO 事業統括部	研究評価課	専門調査員
中島 史夫	NEDO 事業統括部	研究評価課	専門調査員

議事次第

(公開セッション)

1. 開会
2. プロジェクトの説明・詳細説明
 - 2.1 プロジェクトの説明
 - 2.1.1 意義・アウトカム (社会実装) 達成までの道筋
 - 2.1.2 目標及び達成状況
 - 2.1.3 マネジメント
 - 2.2 プロジェクトの詳細説明
 - 2.3 質疑応答

(非公開セッション)

3. プロジェクトの補足説明
 - 3.1 研究開発項目①～④要素技術に係る基礎・応用研究
 - 3.2 研究開発項目⑤自動配送ロボットによる配送サービス実現
4. 全体を通しての質疑

(公開セッション)

5. まとめ・講評
6. 閉会

議事内容

(公開セッション)

1. 開会、出席者紹介

- ・開会宣言 (評価事務局)
- ・出席者の紹介 (評価委員、評価事務局、推進部署)

【倉爪分科会長】 分科会長を仰せつかりました九州大学の倉爪と申します。専門はフィールドロボット、あるいはXRなどのシステムになります。よろしくお願ひいたします。

【長谷川分科会長代理】 分科会代理を拝命しました名古屋大学の長谷川と申します。私自身の専門分野は、人支援であるとか遠隔操作のロボットの研究になります。今日はよろしくお願ひします。

【有木委員】 アーサー・ディ・リトルジャパン(ADL)の有木と申します。ロボットに関わる事業技術戦略を見ております。今日はどうぞよろしくお願ひいたします。

【国土委員】 TXアントレプレナーパートナーズの代表をしております国土です。私のもともとの専門は半導体ですが、弊社ではあらゆるディープテックの支援をしております。よろしくお願ひいたします。

【田中委員】 東北大学の医工学研究科の田中と申します。工学研究科も兼任しており、ロボティクス専攻の教授をしております。専門は医療福祉工学分野ということで、特に触診のロボット、センサシステムなどに従事しております。本日はどうぞよろしくお願ひいたします。

【富永委員】 株式会社ヒロテックのFAシステム部を担当しております富永と申します。弊社はロボットを活用して手作業の生産活動を自動化するシステムインテグレーターを一つの事業としてやっている企業です。自動車業界、非自動車業界を含め様々な自動化に携わっております。今日は、そういう立場から評価をさせて頂きたいと思っておりますので、よろしくお願ひいたします。

【山下委員】 東京大学の山下と申します。私はセンシングを中心としたロボットに興味を持っており、その研究を進めております。本日はどうぞよろしくお願ひいたします。

2. プロジェクトの説明・詳細説明

(1) 意義・社会実装までの道筋、目標及び達成度、マネジメント

推進部署より資料3-1に基づき説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

(2) プロジェクトの詳細説明

PLより資料3-2に基づき説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

【倉爪分科会長】 御説明ありがとうございました。

それでは、ここからは事業全体についての質疑応答となります。意義・アウトカムの達成までの道筋、目標及び達成状況、マネジメントに関する御意見、御質問等をお受けします。長谷川委員お願ひします。

【長谷川分科会長代理】 名古屋大学の長谷川です。まず、配送ロボットについて質問します。事前の質問において別の委員から質問されていたと思いますが、1人で10台以上達成できたとの報告がありました。実際にはサポート員であるとか、それはよいとしても、実際には「10台できた」というのは、恐らく同時という話ではなく、例えば15台であればどうなるのかということ、多分稼働率は下がってくると思うのです。要するに、様々な人が介入しなければいけない頻度は、台数が増えれば当然増えると思えます。そうすると、リカバリする動作というのはゼロではないものですから、そこに時間が加わると2台目の介入も必要なきも出てくると思えます。そうすると、通常は台数を増やしていくと稼働率が100%からどんどん下がっていく。そうしたグラフを大体書けるとは思えます。そういうグラフの下、何パーセントになったことにより10台以上ができたという評価を下されたのか。その点がまだ分からずにあります。そういう何をもって10台ができたのかについて、もう少ししっかりと評価いただける

こと、そういうバックアップのデータがあれば、そういうものを示していただけるとありがたいです。

【三浦 PM】 三浦から回答します。まず 10 台に関して、御指摘のとおり介入が増えていくと実際の細かいパーセンテージが変わっていくと認識しております。そのあたりは、個別事業者様の考え方という意味では非公開セッション 3-2 において必要であればお答えします。そうしたところで、NEDO 全体の考え方としては、今回はある一連の配送の実証実験の中で、1 人のオペレータープラス補助のオペレーターをつけた状態で 10 台運用するということで、停止時間は極力少なくするといった制限の下になりますが、具体的に何パーセント以上というところまでは定義していない状況です。ただし、基本的に 1 台に介入するときには必ず 1 人のオペレーターであれば、ほか全台止めなければいけないという前提の下で進めていますので、実際 1 対 10 の運用を達成したという扱いにしている事業者様は、おおむね補助を、介入専用のオペレーターを 1 人つけるという形で、1 台の介入中に他の 9 台は運用を進めるという形の実証実験を進め、それをもって 1 対 10 達成したという扱いにしています。よろしいでしょうか。

【長谷川分科会長代理】 要するに、1 対 10 を達成したというときの基準はどういった基準だったのでしょうか。まだその点を理解し切れずしております。

【三浦 PM】 細かな内容としますと、例えば 1 回の実証実験だけではなく、10 台全体で例えば合計 240 時間程度は走行実験を続けるという条件であるとか、あとは公道の中で最低 6 台以上走らせる。私有地 4 台くらいは走ってもいいが、公道の中では 6 台以上走らせるという条件など、全てはこの場でお伝えできませんが、10 項目程度の制約条件をつけ、それを一応達成条件としています。

【長谷川分科会長代理】 1 対 10 で大体コスト的にも合うというコメントは既にいただいており、内容はすばらしいと思っております。その点に対し、どのように評価されたかという部分が明確になっていなかったように思い質問した次第です。それから 2 点目ですが、自動化率になります。原田先生から、確か 3-2 の資料で 8 ページだったと思います。最初の部分はもう当たり前のところですが、こちらの自動化率は多分 30% 「向上」 でしょうか。「削減」 ではないですよね。最初のタイトルの部分です。

【原田 PL】 おっしゃるとおりです。申し訳ございません。

【長谷川分科会長代理】 ここは多分「向上」 だと思います。それで、今回の報告の中では、このようなスーパー等のドライの商品を扱うところが 33% 等などといった話でした。また、コンビニというのもあったと思います。実際、産総研のほうのコンビニの模擬環境でされたということで、実際は、要するにスーパーでは様々なものがある中のドライは 33%、ここを自動化すると。逆に、そうではないハンドリングがもっと難しい、ドライではないものといった難しいものが当然あると思います。そこへの効果というのは何か一石といただけますか、もう完全に捨ててしまうのか。それとも、そこにもそれなりの知見がありまして、何パーセントかなんか向上できる余地があったのか。このあたりを教えていただきたいと思います。

【原田 PL】 これに関しては、今回資料には載っていない話ではあるものの、大阪大学の我々のほうでは、データベースにあるそのものでないとかつかめないというのは困るため、なるべくそのデータベースにあるモデルとどれぐらい似ているかというのを、どれぐらい似ていたらつかめるといった感じのことをずっとやっています。ですので、ここに今 30% と書いているものの、例えば酒でも、似たペットボトルがあったらつかめるといったことには当然なってくると思いますので、そういう意味では、もっとこれが上がる余地はあると思っています。

【長谷川分科会長代理】 多分 30% よりもっと期待できるでしょうし、そのあたりも実際に評価に入れていただくと、よりインパクトがあるものになると思います。30% 達成しているのは全く問題ありませんが、本当はより潜在的にもっと可能性があるのではないかと考え、指摘を行った次第です。以上になります。

【倉爪分科会長】 ありがとうございます。それでは、有木委員お願いします。

【有木委員】 ADLの有木と申します。よろしく申し上げます。アウトプット目標のところでも2点伺います。

25 ページですけれども、まず SI コストの低減と書かれているところのコストの定義の確認になります。これは SI に関わる労務費だけを見られているのか、試作品の開発によって再度部品の調達が必要になるなど、ハードウェア製造やソフトウェアの製造の手戻りの部分、実際の物としてロスが出る部分があれば、その部分も含んでいるのか。どういう概念のものなのかをお聞かせいただきたいというのが1つです。それからもう1つは、このページの成果全般に関するところです。この成果、いずれも目標を達成しているようには見えますが、一方で、本来的には制約条件としてこの成果以上に導入コストがかかってしまうものであるとすれば、それは実用化のめどが立たないものなので、あまり意味がないと思っています。この導入成果を達成する上で、しっかり制約を考えられた上でこの成果が生まれているのかどうかをお聞かせください。分かりやすい例でいうと、ロボットの消費電力のところでは、コスト制約がなければどんな材料でも何でも使ってしまうので、この30%目標というのは達成し得ると思いますが、この30%の消費電力削減効果以上にコストがかかるものだとすると、それはユーザー側がなかなか使えないものですから、そういったものの削減コストの部分も勘案した材料費の制約を入れているのかどうか。こうしたポイントなどから御説明いただくと幸いです。

【原田 PL】 基本的に労務費で考えていたと記憶しています。また、制約条件に関しては、今回計算したときに、やはり一番かかってくるのがハンドの設計、ハンドリングのための動作をつくるという部分です。基本的には扱うワークの数が多くなれば多くなるほど削減率は高くなるということになっています。逆に、扱うワークの数が減ってくると削減率は少なくなってくるというような今回は計算になっています。そういう中で、大体これぐらいのワークの数であれば50%削減できると考えながら、それは課題設定にも関係してくるのですけれども、そのような計算になっています。

【有木委員】 ありがとうございます。2点目は NEDO にお伺いしたほうがいいのかもかもしれませんが、いかがでしょうか。

【細谷 PM】 樹脂のほうは、実際にコストまでしっかり考えて、採用できるという樹脂で評価できればよかったのですが、本事業ではそこまで至らず、樹脂の加工性、組立方法、構造、基本的な機械特性についての評価を実施しました。そして、次につなげるためのデータベースができたこと認識しております。実際にコストが高い樹脂を使ってできましたというのは違うのではないかと御指摘はごもつともで、今後も、ロボットに適した樹脂の研究開発については、引き続き違う事業で進めています。そこで引き続き艇コストでしっかり使えるというものを開発したいと考えています。

【有木委員】 ありがとうございます。位置づけについて理解いたしました。少しコメントになるかもしれませんが、原田先生のおっしゃった SI コストのところは、もしかすると労務費だけではなく、実際の部材のロスなども含めて積み上げると、もう少しコスト削減効果が出る可能性もあると思いましたので、余剰ポテンシャルとして見てもよいと感じました。そして、細谷様から御説明いただいた研究成果の取扱いの位置づけについて理解しましたので、あくまで実用性のある制約というのを過剰に課すというよりは、それをまず目標とした中での実現可能性のあるアプローチを見るというところでの成果達成指標になっているという意味で判断すればよいと捉えた次第です。それからもう1点、細かな質問になるかもしれませんが、アウトプット目標とアウトカムの連動性がまだ少し分からずにあります。アウトカムのところで省エネが非常にハイライトされている一方、SI コストの低減というのは、どちらかというとコスト削減によるロボットの普及という方向性のドライバーで、場合によってはエネルギーという意味だと消費量の上がる方向にもいきます。ここのアウトプットとアウトカムの目標の連動性の部分で、SI コストなどはどのように、低減のものはどう理解したらよいでしょうか。

【細谷 PM】 最終的には広がったことまで試算をしなくてははいけません、この事業の中での評価の考え

方として、こういう成果でそういう可能性が出たと。それを広げるためにはSI コストを削減しないとこれが進まないという観点で、今回は直接SI コストをここに入れるというよりは、これを広げるための手段として必要だという捉え方をして評価しています。

【有木委員】 分かりました。ありがとうございます。以上になります。

【倉爪分科会長】 ありがとうございます。それでは、田中委員お願いします。

【田中委員】 東北大学の田中です。御説明ありがとうございます。NEDOに伺いますが、NEDO の実施する意義において、スピード感を持ち、そしてリスク回避を行いながらというところで、それというのは、37 ページなど進捗管理で様々な会議を行われていることによって、情報交換等を行うことですごくうまくできたという捉え方でよろしいでしょうか。ここのスピード感であるとかリスクをうまくできたということはどうやって評価するのだろうかと考え、NEDO の意義について教えていただければと思います。

【細谷 PM】 ありがとうございます。スピード感について、定量的には評価できませんでしたが、実際、要素技術開発は非常にハードルが高く、当初は成果が出る・出ないの話もありました。この事業はステークホルダーが多くいますので、まとめるために強制的に皆様を集めて、NEDO が ROBOCIP 様と協力し、皆様、大学の方々も含め一致団結するような形で成果に向けて取り組めたという点では、マネジメント的にはうまく行えたと考えます。本当はもっと自主的に進んで「もっとより高みを目指そうよ」という取組であればさらによかったのですが、開発当初はコロナ禍でもありましたので、初めの3年間はなかなか難しいところもございました。言い訳になってしまうかもしれませんが、そこをキャッチアップするのに若干翻弄させられた部分はあります。ROBOCIP 様、名だたるロボットメーカー9社が入っていますので、本当はコンペティターでもありますから、経産省とNEDO で協力してまとめるというところで、ROBOCIP 様と協力してできたというところは、個人的には評価できると思っています。

【田中委員】 ありがとうございます。

【倉爪分科会長】 それでは、国土委員お願いします。

【国土委員】 TX アントレプレナーパートナーズの国土です。2点伺います。まずは25 ページのアウトプット目標の達成状況です。生産ライン自動化率ということで達成されていると書かれていますが、実際にロボットでやっていくときに様々な条件があると思います。今回は、ある一定条件の中で達成されたものと理解しております。事前に送られてきた成果発表ビデオ等も拝見しますと、実際に現場に導入する部分とのギャップは大いにあります。スピードであるとか、それから若干思考する時間があるといった印象です。そうしたスピードや導入現場とのギャップ、これはもちろんこの後、実用化にあと3年、実際の事業化に2年、要は5年ありますので、その間にやろうということだとは思いますが、現行の下、実際の実用化のところにはまだ大きなギャップがあると感じます。このあたりは、実際今回プラスアルファの部分でやられていくのでしょうかけれども、この辺をどうしていくかというその部分の整理みたいなものは、今回の事業を行った成果として何か出されていると思ってよろしいのでしょうか。

【原田 PL】 このプロジェクトの問題でもあり、我々ロボット全体の問題でもあるというような御質問であったと理解します。私も、このプロジェクトもそうでありましたし、今までのプロジェクトもそうですけれども、やはり人ってもうむちゃくちゃ早いですし、正確度もむちゃくちゃ高いのです。そういう中で、ロボットがゆっくり動いて取って、籠（かご）に入れてまたゆっくり動いて取ってといっても、効率も全く違うわけです。そういう中で、では、どのようにすればよいか。これから動作などファインチューニングをしていくと正確性とか動作速度も上げられていくとは思いますが、それがどこまでいくかということは、やはりこれから考えていかなければいけない問題です。そして、どこまで速度を上

げられるのかを見ると同時に、人だったら1人でやるわけですが、ロボットだったら2台、3台用意できるわけです。そのときに何台ロボット用意をすればペイするか。本当の意味でも自動化が達成できるかということ、これから計算していかなければいけないと思いますし、今回のプロジェクトに関しては、正確なところはまだやっていないということになりますが、これからやります。

【国土委員】 ありがとうございます。それからもう1つ、これは多分NEDO側に聞いたほうがいいと思いますが、23ページの本事業における研究開発項目の位置づけに関して伺います。ここで、今回大きく2つのプロジェクトといいますか、事業としてやられており、1つが要素技術開発、もう1つが自動配送のほうという形になっています。この間、様々な技術を共有し、このロボットの普及に努めていくというような形で計画されていると思います。要素技術のほうに遠隔操作というものがありまして、もちろん自動配送のほうも先ほど10対1という話がございました。この間、事業の中でそのあたりの共通する部分についてどの程度本当に技術のやり取りがなされたのか。その部分について御説明いただければと思います。

【土井チーム長】 では、私のほうから回答します。おっしゃるように、両方の事業において「遠隔操作」あるいは「遠隔」という言葉がございまして、革新ロボで遠隔を担当いただいた横小路先生と、自動配送ロボットを進めていただいている事業者の方と交流会のようなものを実際にやりました。情報交換も行っています。その中で議論として出てきたのは、遠隔という言葉は一緒でしたので、例えば「操作する人の疲労度といったところで何か交流できる場所はないか」など要素ごとの技術的な情報交換は行っており、そこは有意義だったと思います。一方で、やはり見ていくと、自動配送ロボットの場合は、先ほど御質問のあった遠隔の監視と遠隔の操作があり、大半のところはこの遠隔の監視になります。基本的には、10台を常時監視するようになるような形で行うところに主眼がある。一方で、産業用ロボットは、これはどちらかというとか何か起こるとアラートが起こり、それに対して遠隔操作会議介入という形で入るということで、分析していくと動作のイメージが大分異なってくるところになります。分解していくと、なかなか同一の技術というわけでもないということもありました。ですので、初めの入り口の部分ではいろいろな技術交換、情報交換を行いました。そこからは個別の研究開発になったというのが実態です。

【国土委員】 ありがとうございます。

【倉爪分科会長】 ありがとうございます。富永委員お願いします。

【富永委員】 御説明ありがとうございました。幾つか伺いますが、1つは予算及び受益者負担に関するところです。5年間で25億円ほど、ここ最近2年間でも10億円余りであると34ページに紹介されています。合計幾ら使われたという紹介はありますが、やはり企業でこういう開発などをするときにも、先ほどもあったかと思いますが、細かい内訳でなくとも、大枠でもどの様なモノを購入したのか。それからどのくらいの工数やコストがかかったのか。このぐらいは紹介されたほうがよいと考えます。これだけかかったというのは分かりますが、それが何にどう使われたからこういう成果なのかというつながりについて、なかなか理解し難いところがあるのではないかと思います。そういうところを少し公開されるという思いはおありなのでしょうか。

【細谷PM】 思いと申しますか、コメントをいただきまして、今回はそういう細かいデータなどはまとめていないことから集計していませんが、今後そういうことができるかどうか踏まえて検討できればと思います。ただ、あまり細かいものを出せるかどうかは定かではありませんが、そういうものも回答できるように今後の終了時等に生かしたいと思います。

【富永委員】 分かりました。次に、アウトカムがすごく高い目標であり、この目標だけを見ると、これができたら世の中や、社会が変わるというイメージできる事やモノものに取り組んでおられます。それに対しての24、25ページで報告された達成度ですが、「え、本当なの？」とどこか無理やり感のあるとこ

ろも見受けられます。やはり高い目標に対して開発しようと思うと、「やろうと思ったけれどもここまでできなかった」とか、「やりたいのはこういうことです」というような視覚的理解のできる3D画像シミュレーションでもいいので、実物を作らなくても「こういうところまでできる可能性がある」というような表現をされることも成果として大事だと思いますが、いかがでしょうか。

【原田 PL】 おっしゃるとおりです。実際、例えばSIコスト50%削減というのは本当に野心的な目標だと思っています。それに対し、今回データベースの中にデータがある。そして動作が自動的につくれるという過程の下の50%というわけです。やはり、実際に全く新しいことをしようと思うと、データベースにデータがないとかそういうことも往々にして起こり得ます。本当はこういう話というのは、もっともっと大きく大きくやってみるまで取り組んでいくような課題であると思っていますところで、今回はこのスモールセットに対して50%削減という目標が達成できたという理解をいただけたらと思っています。

【富永委員】 分かりました。ありがとうございます。

【倉爪分科会長】 それでは、山下委員お願いします。

【山下委員】 ありがとうございます。東京大学の山下と申します。まず、全体の感想としては全ての項目で非常にすばらしい内容を達成されたのではないかと考えています。その上で少し伺いますが、ほかの委員の方からも御質問があったかと思えますけれども、例えば自動化率が30%であるとかコストが50%など、ほかの項目も1対10であるとか、これは非常にすばらしい内容かと思えます。定義について、これは公表していただくことはできないのでしょうか。それというのは、NEDOあるいは様々な団体の方がこういう定義でやった上で何パーセントという情報をここで残していただくと、後につながる人もそれを非常に参考でき、考え方として日本のこういうものを進める上で、非常に重要な知見になると思い伺う次第です。

【細谷 PM】 ありがとうございます。私の一存ではあれですけれども、世の中になるためにここまでだったら参考として出せるという部分は、十分吟味して出せる範囲で検討したいと思います。今ここまで出しますというのは、非常に細かい話もありますので、公開・非公開の部分も含めてここまでだったら出せるといったところの検討を行いたく思います。

【山下委員】 ありがとうございます。よろしく願いいたします。以上です。

【倉爪分科会長】 ありがとうございます。時間がちょうど来たところですが、最後に私からも1点お願いいたします。今回、副次的効果のところでも御説明ありましたが、やはりデータベースをメーカーの垣根を超えてつくられたところが1つ大きな成果になると個人的には思った次第です。そういう意味で、このデータベースを誰がどのように維持管理していくのか、アップデートしていくのかについて、質問票でも伺いましたが、改めて御説明いただきたく思います。

【細谷 PM】 こちらについて、ROBOCIP様からお答えいただけますか。

【馬場課長】 株式会社デンソーの馬場です。データベースに関しては、まずROBOCIPのほうでメンテ・維持をしていきます。一部のデータベースに関しては、弊社においても導入しており、例えば自動車部品のデータ化といったところは、うちのほうで追加しています。ですので、データベース自身においては、しばらくはROBOCIPのほうで維持・メンテをしつつ、新しいデータに関しては組合企業で使っていくまで、徐々にデータを増やしていきたいと思っています。ほかにもデータベースの連携をしたいという話はいただいていますので、そういう新しい連携先についても徐々に増やしていければと思う次第です。

【倉爪分科会長】 ありがとうございます。仕組みができたことは大変すばらしいと思いますので、これをぜひ発展させるという形で、このプロジェクトは成功だと後世に見られるように尽力していただければと思っています。それでは、時間になりましたので、以上で議題2を終了いたします。

(非公開セッション)

3. プロジェクトの補足説明

省略

4. 全体を通しての質疑

省略

(公開セッション)

5. まとめ・講評

【山下委員】 東京大学の山下と申します。本日いろいろと話を伺いまして、全ての項目において適切な目標の設定をされ、かつ、その目標を適切に達成されていたものと理解しております。マネジメントについても非常に適切に管理されていたと思います。個々については、研究開発項目 1 から 4 の要素技術に関わる基礎・応用研究に関して、特に題目にあるように、基礎・応用研究も踏まえてこのような事業を行われたとのことで、立派な論文なども非常に多く出されており、まさにタイトルどおりの内容で適切に行われていると感じました。項目 5 の自動配送ロボットによる配送サービス実現につきましても、これもまさにタイトルどおりで、しっかりと配送サービスの実現に向けた取組をされていました。かつ、それを様々な報道などでも積極的にアピールされていたということで、こちらも素晴らしい内容であると感じた次第です。以上になります。

【中島専門調査員】 山下委員ありがとうございました。続きまして、富永委員お願いいたします。

【富永委員】 ヒロテックの富永です。今日は長時間にわたり御説明をいただき、ありがとうございました。13時から始まって17時までの4時間、成果報告と審査に本当にこんなに時間が必要なのだろうかと思っていましたがあっという間に時間が経過した気がします。それというのも、やはり皆様が長期間にわたって行われた成果を熱意をもって一生懸命説明していただいたからだと思います。私も2年ほどこちらに携わらせていただいておりますが、これまでの経過報告とは違って本日の最終報告は非常に伝わってきた次第です。今後大事なものは、この成果をどのようなつなげ方をしていくのかというスキームになります。「いつまでに」というのは言いにくいのかも分かりませんが、「誰がどのように今後つなげていくのか」という点と、技術的には今回の報告頂いたとおり概ね出来、アウトカム達成されたというところですが、本当に今後使ってもらえるのか。実用化できるのか。という視点に立ったときには、コスト感というのは避けて通れないと考えています。その点も含め、今後取り組んでいくときには、そういった視点も置きながら取り組んでいただきたいと思います。それから、42～45ページで成果の普及及び取組について報告がありましたが、「成果発表した」という一方向だけでなく、その発表に対して「どういうフィードバックがあった」、「ニーズがどうだった」など、取組の方向性や成果に対する意見を取られることも大事だと思います。こちらからはシーズを発信、それに対するニーズを・・・といった双方向で発展させていく取組も必要ではないかと感じた次第です。以上になります。

【中島専門調査員】 富永委員ありがとうございました。続きまして、田中委員お願いいたします。

【田中委員】 東北大学の田中です。本日はどうもありがとうございました。いろいろと話を伺い、全て達成されたところは素晴らしいと思いました。個々の技術においても、昨今のAIであるとかいろいろと発展していく中で対応していく部分もあるのだろう、現時点から考えていたことと異なりながらも進めていただけるのだろうと思っています。特に汎用動作、ハンドリング、全てありますけれども、いろいろなことを皆様でデータベース化及び共有しながら使っていけるようになっていることは非常に有効

ではないかと思っています。また、やはり社会にどのように貢献していただけるのか、ロボットが身近になって、特に自動配送なんかはもうすぐなのではないかと非常に期待される部分だと思いますが、小さな中小企業様などでも、ロボットをどんどん使っていけるようなことに今後もぜひ貢献していたければよいと思っています。以上になります。ありがとうございました。

【中島専門調査員】 田中委員ありがとうございました。続きまして、国土委員お願いいたします。

【国土委員】 TXアントレプレナーパートナーズの国土です。今日は長時間、御説明いただきましてありがとうございました。私からは、まず要素技術開発にしる、自動配送のプロジェクトにしる目標を達成されており、そういった意味では、意味のある事業だったのではないかと思います。ただ、この分野というのは本当にありとあらゆる要素が、もう毎日のように新しい技術が出てきております。こういったものをどのようにして本当に活用していくかという視点も大事だと思います。そういったことを取り込むことにより、実際に使えるロボットが出来てくると考えます。それと、この分野が非常に難しいと思うのは、1つのロボット側の技術開発要素だけでも成り立ちませんし、実際に自動配送のようなプロジェクトで動かして様々な現場のフィードバックを得るだけでも動かないと。実は、この中で中間評価からSIの視点も必要だということで、それは実際にやられて非常に有意義なフィードバックがあったと伺っています。ロボットメーカーであり、それからSIer（エスアイヤー）であり、今度は「サービサー」といわれるサービスを提供する側、こういうプレーヤーがそれぞれニーズであるとか、もしくは要素技術を持たれ、それがかみ合わないとなかなか事業化に進んでいきません。そうした点からは、今後このあたりのキープレイヤー3つのコミュニケーションが非常に大事になってくるように思います。今回の事業で、公道を走るということで、警察庁であったり国交省であったり経済産業省の様々な業界の取りまとめといったところが進んだのは非常に良かったと考えます。

【中島専門調査員】 国土委員ありがとうございました。続きまして、有木委員お願いいたします。

【有木委員】 ADLの有木です。今日は皆様、長時間ありがとうございました。この革新ロボット研究開発基盤構築事業ですが、5か年という非常に長い時間をかけながら、かつ、いろいろなプレーヤー、それから大学も巻き込みながら、非常に広範な範囲をカバーする複雑度の高い事業であったと思います。そういったテーマの中で、事業者様、それから大学の先生方が非常に的確に連携いただきながら、有用な成果をしっかりとつくっていただけたプロジェクトだったと今回感じています。ただ一方で、非常に複雑なテーマであり、時代変化も激しい領域での研究開発になりますので、より明確な目標定義を行うにおいて、初期の段階からもう少ししっかりすべきだったとも思います。そして、周辺変化を踏まえたときに、テーマの改廃というのもスピーディーに進めていくような取組が必要な領域の研究だったとも思いますので、少しその部分は各課題の経緯も含め、今後の取組方について少し見直しも必要ではないかと感じたところです。そういった中でも非常に難しいテーマを取りまとめたいただいたNEDO様、それからPLの皆様には大変貢献いただいたと思いますので、その点を大いに評価したいと思います。ありがとうございました。

【中島専門調査員】 有木委員ありがとうございました。続きまして、長谷川分科会長代理お願いいたします。

【長谷川分科会長代理】 名古屋大学の長谷川です。今回、終了時評価ではありますが、前回の中間評価の際にもいろいろと意見がありました。その意見に対して、例えば各グループの共同による相乗効果等についても、原田PLがリーダーシップを取られ対応されているのは大変評価できると思います。また、進捗管理も複数回、成果報告会議など開かれており十分であったと思います。その結果としても、論文の発表、特許申請についても申し分ない成果が出されていますので、十分評価できるプロジェクトであったと捉えます。また、特に配送ロボットでは走行距離であるとか同時の稼働台数など、そういうロボットの運用、さらには事業化に向けた複数の実証実験PoCなども評価できますし、さらに警察などを巻

き込んで社会変革へ向けたアウトリーチ活動というのは、大変すばらしい内容でありました。そしてハンドリング分野も、対象物体はドライの商品だけでしたが、ハンドリング困難な物体である例えば不定形の物体のハンドリングなどへの波及効果も検討されており、今回報告いただいた以上の成果が出ているのではないかと理解しています。また、近年のAIなどの新技術がどんどん出てきていますが、その活用を見越した取組も既に始まっているということで、その辺の対応も十分できています。今回のプロジェクトは、協調分野と競争分野のバランスが大変難しいプロジェクトであったと思いますし、このバランスはまだ答えはないかと思いますが、内容に合わせてどのようなバランスで行うかについて引き続き検討され、よりすばらしいプロジェクト運用につなげていけたらと思います。大変すばらしいプロジェクトでありました。今日はありがとうございました。

【中島専門調査員】 長谷川分科会長代理ありがとうございました。それでは最後に、倉爪分科会長お願いいたします。

【倉爪分科会長】 今日は、長時間ありがとうございました。この事業は2020年に始まっていますので、皆様もう忘れていますが、コロナが始まったときに始まった事業であり、従来のプロジェクトの管理が、恐らく常識が通用しないことも多々あったのではないかと思います。第2部でもございましたが、特にE2E（End to End）フィジカルAI、その台頭が後半にガッと来まして、それへの対応についても非常に御苦労されたのではないかと考えています。その中でも、この協調領域であるデータベースの作成や新素材技術、あるいは配送ロボット実験など着実な成果が出ているということは、これはもう賞賛に値すると心から思います。特に作成された物品データベースですが、繰り返しになりますけれども、いろいろところで使えます。例えばE2EのフィジカルAIでも十分使える技術ですので、着実に利用することを考えていただければと思っていますし、貴重な技術だと確信しています。それから中間評価への反映ですが、先ほど委員の方からもコメントありましたが、SIerをメンバーに加える点、あるいは要素技術の相関図の作成もお願いして作成いただいた点もあります。中間評価への反映についても適切に行われたと考えています。今回の事業で構築された知見、特に私としては、データベースについて確実にアップデート及び運用、それから更新をされ、これが貴重な財産となるように引き続き取り組んでいただければと思っています。以上になります。

【中島専門調査員】 倉爪分科会長、委員の皆様、御講評をありがとうございました。それでは、ただいまの御講評を受けまして、まずはオンラインで御参加の経済産業省ロボット政策室の梁島室長補佐から一言お願いしたいと思います。

【梁島室長補佐】 経済産業省ロボット政策室の梁島です。本日は、室長の石曾根、補佐の武藤が政務の都合で参加できず、申し訳ありませんでした。僭越ながら、私からコメントをいたします。まず本事業、終了時評価分科会を開催いただき、また御参集いただきまして誠にありがとうございます。本事業は、ハンドリング、遠隔制御、新素材、汎用動作計画、そして自動配送ロボットという5つの領域で研究開発を進めていただきまして、従来ロボット導入が難しかった分野において、新たな可能性を示す取組でありました。産学官が連携して技術開発だけでなく標準化や安全性評価、社会実装に向けた制度面の検討まで進められたことは、今後のロボット政策にとって非常に意義深いものであると思います。今回の取組では、テーマ1のほうでは、エネルギー効率の目標や要素技術開発研究において当初の目標を上回る成果が得られたことも確認されていますけれども、重要なのは、こうした成果が次のステップにつながるのだと思っています。分科会長や評価委員の先生方からも御指摘いただいたように、実用化に向けては、コストの制約や現場での適用性といった課題を十分に考慮し、伴走型で取り組んでいくことが不可欠です。こうした視点を踏まえ、今後の政策や事業運営に反映してまいりたいと思っています。また、評価会中にNEDOの細谷様からも御説明ありましたように、その副次的な効果として期待できるものとして、今年度始動しました委託事業である「ロボティクス分野におけるソフト

ウェア開発基盤構築」との連携により、社会実装を加速するための開発が期待できると思っています。この両事業、成果が融合することでロボットの使いやすさ、拡張性、そして安全性が向上して、製造業や物流、サービス分野でのロボットの活用が広がるものと思っています。これに向けた取組で、日本の産業競争力の強化に直結する取組だと思っていますので、さらに国際標準化や中小企業への波及効果も視野に入れ、ロボット技術のオープン化、共通化を進めることでグローバル市場での競争力を高めたいと考えています。最後に、5年間という長期間にわたり本事業に御尽力いただきました企業、大学、研究機関、そして評価委員の皆様にご心より感謝申し上げます。今後も産業界、学术界、行政が一体となり、日本のロボット産業の未来を切り開いてまいりたいと思いますので、引き続きよろしくお願いします。本日は誠にありがとうございました。

【中島専門調査員】 梁島室長補佐ありがとうございました。続きまして、原田 PL から一言お願いいたします。

【原田 PL】 委員の皆様、本日は遠い中、また御多用のところお集まりいただきまして、どうもありがとうございました。また NEDO の皆様、このような場を開いていただきまして、いろいろと準備は大変だったと思います。皆様にもまず御礼を申し上げたいと思います。私は後半からプロジェクトリーダーになりましたが、前半からずっと研究担当者としては携わってきております。このプロジェクトには2つのチャレンジがあったと思っています。まず1つのチャレンジは、倉爪分科会長から言われたように、最初のところがコロナと重なってしまい、プロジェクトのスタートアップのところで対面がなかなかなかったというのは非常に大きなチャレンジとなりました。それからもう1つチャレンジがありまして、私は ROBOCIP と一緒にずっとやっていましたが、ROBOCIP はロボットメーカーと一緒にになった技術組合であり、もともとはコンペティターなわけです。そのコンペティターと一緒に1つのプロジェクトでみんなそろってやるというのは非常にチャレンジングなことだったと、今になっても思っています。そういう中で、みんなでどうにかしてプロジェクトを進めていこうということでもやったわけです。評価に関してはいろいろとできた部分があれば、できなかった部分もあるとは思いますが、ただし、少なくとも言えることは、今回このテーマ設定をしたことは、SI の問題、自動化率の問題、遠隔操作の問題、ロボットの軽量化の問題も全て、ロボットの本当に核心を突くような根源的な問題であったと思っています。今回のプロジェクトを受けて、どのようにこれから進めていくかというのが非常に大事だと思っている次第です。皆様ありがとうございました。以上です。

【中島専門調査員】 原田 PL ありがとうございました。それでは最後に、AI・ロボット部の高田部長からお願いいたします。

【高田部長】 改めまして、今日はお忙しいところ長時間評価をいただきまして、委員の皆様方ありがとうございました。御指摘もありましたとおり、やはりサプライサイドの開発をする人たちに資金提供をしてプロジェクトを進めるというのが我々 NEDO の立場になってしまい、なかなか始める際の目標設定であるとか、それを評価するという視点がどうしてもそちら寄りになってしまう。そうした点について、よりデマンドサイドのしっかりとしたその時々の実ニーズであるとか、はたまた外部要因、変化をしっかり踏まえて対応する、こういったことの必要性・重要性を多々御指摘いただいたと認識しています。特に今日、経産省のロボット政策室様から代表に御挨拶いただきましたが、ロボット政策室様に加え、物流企画室様も⑤のテーマの所掌であり、そういう意味では目指している政策、それから扱っているフェーズの違いがあるものを1つにまとめて、今日御評価いただいたところの難しさに大変御苦労があったのではないかと考えています。それに対し、しっかり御指摘をいただきまして大変感謝申し上げます。ロボット政策室様からも話のあったとおり、今このプロジェクトの後には、ソフトウェア開発のウエートが高まっているロボットについて、そのプラットフォームを構築し、よりユーザーが自らのニーズに沿って形づくる、そういう環境を構築するためのプラットフォーム事業というのが始

まっています。そこには引き続き ROBOCIP 様も入っています。加えて所掌の役所の原課は異なりますが、今まさしく基盤モデルに基づく個別モデルの開発、これを強力に推し進める施策というのも私ども AI・ロボット部で進めています。その中には「フィジカル AI」という文脈も出てきていますし、これを追及する取組の支援のための予算が非常に大きくついているところです。こういったところともしっかり連携しながら、この成果をしっかりと生かしていけるような運営というのも、今この我々の部、「AI・ロボット」と言っていますが、いつまでこの真ん中の「・(ポツ)」が要るのだというところも意識しながら、しっかり一体的に回していく中で、こういった今日御評価いただいたプロジェクトの成果が世に出ていくということを強力に進めてまいりたいと思います。重ね重ね、本日はお忙しいところを御評価に時間を割いていただきまして誠にありがとうございました。

【中島専門調査員】 高田部長ありがとうございました。それでは、以上で議題 5 を終了いたします。

6. 閉会、今後の予定

配布資料

番号無し	議事次第
資料1	分科会委員名簿
資料2	評価項目・評価基準
資料3-1	プロジェクトの説明資料（公開）
資料3-2	プロジェクトの詳細説明資料（公開）
資料4	プロジェクトの補足説明資料（非公開）
資料5	事業原簿（公開）
番号無し	評価コメント及び評点票
番号無し	評価スケジュール

以上

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。

研究評価委員会
「革新的ロボット研究開発基盤構築事業」(終了時評価) 分科会

質問・回答票(公開)

参考資料1-16

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3-1 P17,P18	データ著作権を考慮したデータ、データベース、ソフトウェアなどの研究成果の活用の仕組みについて、オープン戦略、クローズ戦略に従い実際にどのように取り込まれるのか、特にデータ共有で重要な役割を担うROBOCIPが実施した具体的な取り組みについて説明してください。さらに期間終了後、どのように維持管理されているのかについても、説明をお願いいたします。	倉爪 分科会長	一例として、ハンドDBにおけるカスタム爪データ登録の仕組みがあります。データ登録したSIerがそのデータの公開可否を指定できる機能を実装しており、公開時はシステムにログインした全員が参照・使用できますが、非公開時は当該SIerさんの範囲での活用に限ることができます。今後、システムのセキュリティ確保検討・実装を経て提供できるよう準備していきます。 ワークの3Dデータの著作権管理については、産総研にも相談しながら引き続き検討していきます。
資料3-1 P9 ,P16,P22, P23,P24,P25 資料4 P8	「コスト削減に繋がる要素技術の統合した実証実験成功」(P25)からSIコスト削減目標である50%削減を実証した(P16、P22、P25)とされています。これについて、事業原簿P60では「産総研の模擬コンビニでの商品ハンドリングを事例とした要素技術適用によるコスト削減効果を数値化し、50%削減が可能であることを検証した」とされ、さらに非公開資料P8ではこれらとは異なる表現が使われています。すなわち結論が一致していない印象を受けますが、何をもちてSIコストを評価し、どのような結果から実証したと判断したのか、検証手順と評価結果について具体的に説明してください。さらに、ロボット導入比率が低い「未活用領域」への導入を目標とするのであれば、それらの領域(例えば三品産業である食品・医薬品・化粧品)におけるSIコストも検討されるべきと思いますが、上記コンビニでの効果検証はどの程度の一般性を持って「未活用領域」に対する評価が可能でしょうか。また、コンビニ品出しなどの直接的な評価対象以外の「未活用領域」に対しても、本プロジェクトの成果がどのように利用されていくのか、導入戦略があれば示してください。	倉爪 分科会長	ご指摘の説明資料の「50%削減を実証した」の表現は、事業での最終目標の条件を実現現場を模した環境での実証実験としているため、この条件下では達成したとの表現にしておりますが、本当の意味では、事業原簿や非公開資料に記載の通り、実際の現場でのSIコスト50%削減については可能性を示した、という表現が正しいかと存じます。 説明資料の表現は変えずに、補足説明の追加と説明での補足をさせていただきます、適切な表現があればご指導賜ればと存じます。 SIコスト評価については、実際のラインが構築できないため、産総研の模擬コンビニおよびROBOCIP組合企業の生産ラインを題材として、その工程での削減率の計算となっております。詳細につきましては、公開セッションのPL説明および非公開セッションのROBOCIPで説明させていただきます。 また、ご指摘の通り未活用領域への導入であれば例えば三品産業でのSIコスト検証などをしていく必要があると考えます。実際に小売りスーパーにご協力を頂き、作業内訳(開店前補充～廃棄)をヒアリング・数値化までしましたが、実際の実証実験までにはいたりませんでした。本プロジェクトの成果は今年度から開始されました「ロボティクス分野におけるソフトウェア開発基盤構築(委託)」でより未活用領域での導入促進にアプローチするNEDO事業へ展開(ROBOCIPも参画)して行きます。

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3-1 P38	中間評価結果への対応において、[2] 目標達成に必要な要素技術の関係図を示し、各機関での研究開発および成果報告会などにおいて、作成した図に基づいてどのような取り組みが行われたのかについて説明してください。	倉爪 分科会長	要素技術の関係図については、各要素技術が多岐にわたり、関係性を簡単に説明できる図にならなかったため、発表資料に含めまずご説明しておりませんでした。 関係図につきましては、本回答票の補足資料としてお送りいたしますのでまずご確認くださいませ幸いです。また関係図については、説明資料の末尾に追加し、分科会で簡単にご説明させていただければと存じます。
資料3-1 P22	アウトカムにて設定されました「エネルギー効率を1.5」にすとなっておりませんが、プロジェクト終了時(2024年)に達成したエネルギー効率と、その後の効率向上に向けた具体的な値の算出をお示し頂きたい。既に資料では、ロボットの消費電力が35%削減が達成されているなか、アウトカムに対する見直しは行われたのか、ご説明頂きたい。	長谷川分科 会長代理	設定時では、消費電力削減30%、汎用動作計画+ハンドリングによる最適動作(無駄ないロボット動作)で効率アップ分は5%(以上と考えられるので下限で設定)とし、トータル効率は1.5倍 ($=1 \div (1 - 0.30) * (1 + 0.05)$)と設定しました。 成果では、消費電力削減35%が示せたこと、汎用動作計画の実証ができたことによりトータル効率1.62倍($=1 \div (1 - 0.35) * (1 + 0.05)$)の見通しが得られたと考えています。 目標達成が残り数か月で達成させたこと、また、要素技術開発のため成果によるアウトカムは正確に直接算出できないため、見直しは実施しませんでした。
評価コメント 表2(2)	プロジェクトのアウトプットにおいて、副次的成果や波及効果について教えて頂きたい。	長谷川分科 会長代理	波及効果としては、要素技術で構築されたロボットデータベース(ROBOCIPのUROBOROS)が、今年度からスタートしたNEDO事業の「ロボティクス分野におけるソフトウェア開発基盤構築(委託)」でのベースの一つとして取り込まれています。 また、WRS2025の競技で、本データベースを利用した競技設定となり、広く展開していく流れになりだしています。 自動配送ロボット(研究開発項目⑥)においては、革新ロボ事業に組み込まれた2022年度以降は公道を走行する自動配送ロボットの研究開発に限定した取り組みとさせていただいております。その観点から、事業者における屋外私有地や屋内を含むエリアでの取り組みは波及効果の1つと考えています。具体的にはROBO-HI株式会社(当時は株式会社ZMP)における、長崎スタジアムシティにおける牽引型ロボットの取り組み、TAKANAWA GATEWAY CITYにおける敷地内のモバイルオーダーシステムの商品配送などが挙げられます。

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3-1 P17	成果として、安全基準や運用ガイドラインなど策定したものがあれば、ご説明頂きたい。	長谷川分科 会長代理	<p>本回答後半の【背景】のもと、NEDOプロジェクトに直接的に係る成果ではない点にご留意願います。資料3-1の当該箇所でご言及させていただいた「安全基準・運用ガイドライン」は、資料3-1のP.41で言及している道交法の改正に伴う「届出制」の運用で必要となる「安全基準適合審査」にかかる内容となり、ロボットデリバリー協会にて運用を行っております。下記URLをご参照願います。</p> <p>https://robot-delivery.org/safety</p> <p>【背景】自動配送ロボット(研究開発項目⑨)におけるロボットデリバリー協会での活動は直接的にNEDOプロジェクト内に含まれるものではなく、NEDO事業の実施者が当該協会の会員の立場で参画している活動です。また、研究開発項目⑨は、実施者がそれぞれの役割を分担して最終的に統合して1つの成果を構築する類の体制ではなく、同じ目標・目的を持ってプロジェクトに取り組む、競合にもなり得る立場で開発を推進しております。このような背景において実施者としては業界共通の課題を突破するための取組みは、業界団体であるロボットデリバリー協会の中でオープン戦略として進めていただいております。</p>
資料3-1 P16,P22	アウトカム目標として掲げるエネルギー効率について、既存ロボットとの比較では、経路計画や新材料で改善が期待されるが、Siコスト低減や新ハンド導入によるロボット活用拡大効果は、どうエネルギー効率改善と紐づけるか？測定指標における分母、分子をどう定義されているのか補足いただきたい。(SIコスト低減や新ハンドはロボット活用用途拡大の観点は大変に有意義であるとは認識しているが、エネルギー効率向上の大目的との関係性を理解したい。)	有木委員	Siコスト低減や新ハンド導入によるロボット活用拡大効果は、エネルギー効率改善には重要な影響と考えますが、直接的な影響ではないため、エネルギー効率計算の中では加味しておりません。計算式については、本票No.4の回答をご参照いただければ幸いです。
資料3-1 P16,P22	新素材の利用は、コスト増大を招きうるが、いかにコスト負担の壁を乗り越えてユーザーに利用させる仕組みを作っていく計画か？(製品化、事業化後の普及に向けた対策は?)	有木委員	<p>ロボット自身の軽量化は、ロボットの設置や載せ替えの容易化や、更なる設置架台の軽量化にも寄与し、装置の使用材料の削減にも貢献が出来ます。ロボットのユーザもその観点も評価対象としているため、ロボットの購入後の設置から保守、廃棄に渡るメリットを訴求できると考えます。</p> <p>一方で、まだ技術の進歩途中ではあるものの、3DプリンターによるCFRP造形も、金型を不要とし、設置場所を選ばない方式として、将来の適用が期待されています。</p> <p>またコスト面では、素材(炭素繊維)の普及に伴う価格低下が今後の鍵と言えます。</p>

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3-1 P16,P22	現段階で、各取り組み検討結果を踏まえて、エネルギー効率1.5倍は達成する見通しか？その場合の各研究成果の貢献寄与度はどの程度か？	有木委員	各研究成果の貢献寄与度は、研究開発項目④新素材87%、①+②汎用動作計画+ハンドリング12% となります。項目③遠隔制御は、導入を促進する側面で大きく貢献できるものの、エネルギー効率に対しては直接関わるものではないため、寄与度は無しとしています。①+②については、下限と考えられる5%で計算しているため寄与度は高くなる方向と考えます。ロボットシステム構築の期間や工数なども考慮すればさらに上がると考えます。

参考資料 2 評価の実施方法

NEDO における技術評価について

1. NEDO における技術評価の位置付けについて

NEDO の研究開発の評価は、プロジェクト/制度の実施時期毎に事前評価、中間評価、終了時評価及び追跡評価が行われ、研究開発のマネジメントにおける PDCA サイクル (図 1) の一角と位置づけられています。さらに情勢変化の激しい今日においては、OODA ループを構築し、評価結果を計画や資源配分へ適時反映させることが必要です。

評価結果は、被評価プロジェクト/制度等の資源配分、事業計画等に適切に反映させることにより、事業の加速化、縮小、中止、見直し等を的確に実施し、技術開発内容やマネジメント等の改善、見直しを的確に行っていきます。

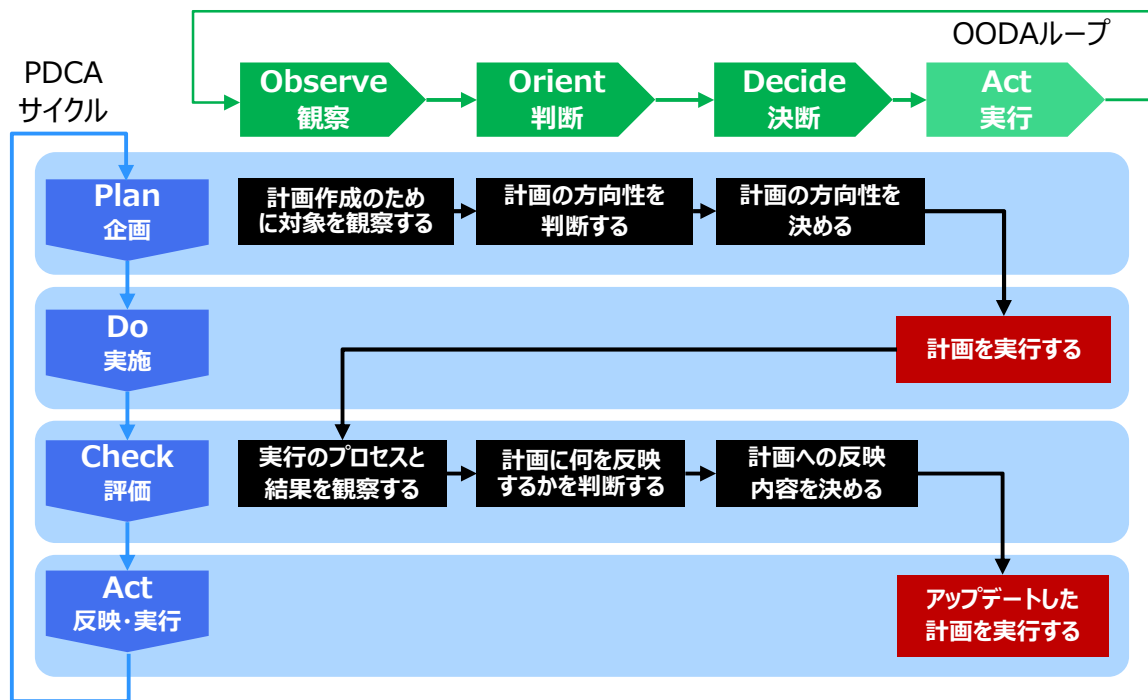


図 1 研究開発マネジメント PDCA サイクルと OODA ループ組み合わせ例

2. 技術評価の目的

NEDO では、次の 3 つの目的のために技術評価を実施しています。

- (1) 業務の高度化等の自己改革を促進する。
- (2) 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。
- (3) 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。

3. 技術評価の共通原則

技術評価の実施に当たっては、次の 5 つの共通原則に従って行います。

- (1) 評価の透明性を確保するため、評価結果のみならず評価方法及び評価結果の反映状況を可能な限り被評価者及び社会に公表する。なお、評価結果については可能な限り計量的な指標で示すものとする。
- (2) 評価の明示性を確保するため、可能な限り被評価者と評価者の討議を奨励する。
- (3) 評価の実効性を確保するため、資源配分及び自己改革に反映しやすい評価方法を採用する。
- (4) 評価の中立性を確保するため、可能な限り外部評価又は第三者評価のいずれかによって行う。
- (5) 評価の効率性を確保するため、研究開発等の必要な書類の整備及び不必要な評価作業の重複の排除等に務める。

4. プロジェクト評価/制度評価の実施体制

プロジェクト評価/制度評価については、図2に示す実施体制で評価を実施しています。

- (1) 研究開発プロジェクト/制度の技術評価を統括する研究評価委員会を、NEDO内に設置。
- (2) 評価対象プロジェクト/制度毎に当該技術の外部の専門家、有識者等からなる分科会を研究評価委員会の下に設置。
- (3) 同分科会にて評価対象プロジェクト/制度の技術評価を行い、評価（案）を取りまとめる。
- (4) 研究評価委員会の了承を得て評価が確定され、理事長に報告。

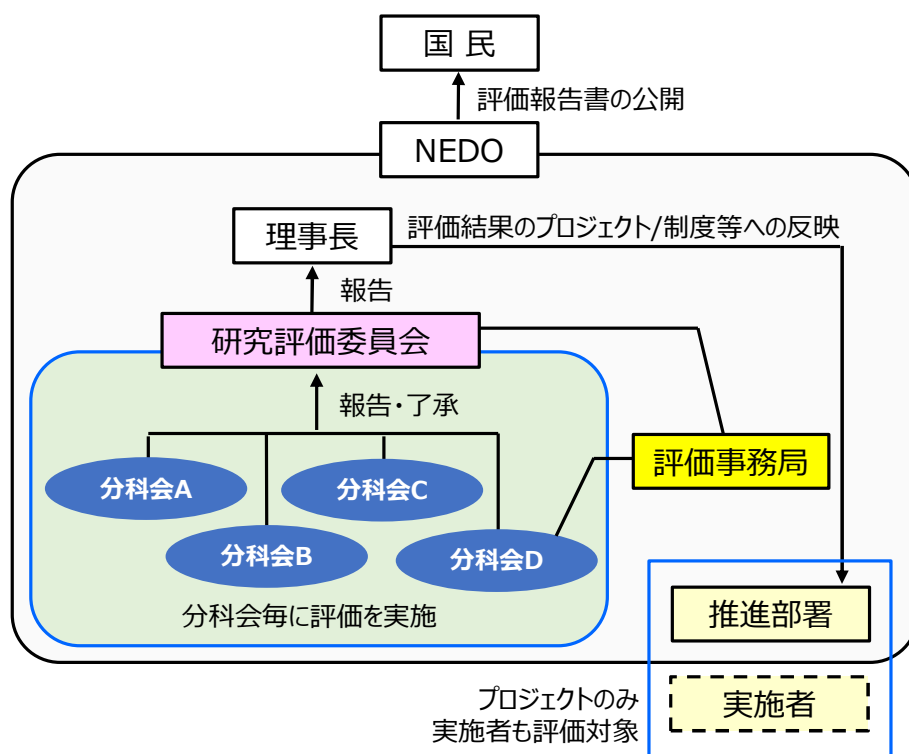


図2 評価の実施体制

5. 評価手順

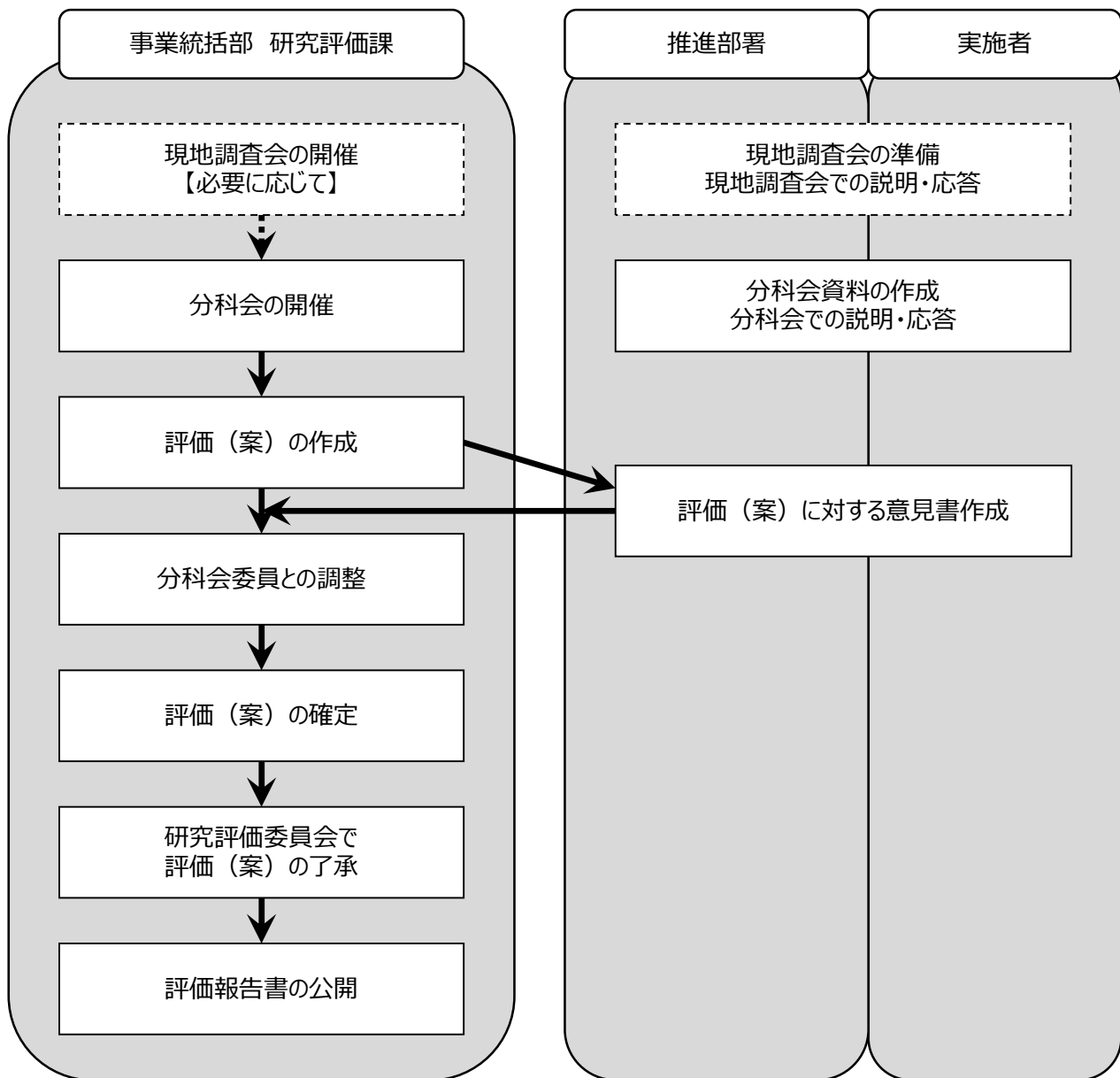


図3 評価作業フロー

研究評価委員会
「革新的ロボット研究開発基盤構築事業」（終了時評価）分科会に係る
評価項目・評価基準

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

(1) アウトカム達成までの道筋

- ・「アウトカム達成までの道筋」※の見直しの工程において、外部環境の変化及び当該研究開発により見込まれる社会的影響等を考慮したか。

※ 「アウトカム達成までの道筋」を示す上で考慮すべき事項

- ・将来像（ビジョン・目標）の実現に向けて、安全性基準の作成、規制緩和、実証、標準化、規制の認証・承認、国際連携、広報など、必要な取組が網羅されていること。
- ・官民の役割分担を含め、誰が何をどのように実施するのか、時間軸も含めて明確であること。
- ・本事業終了後の自立化を見据えていること。
- ・幅広いステークホルダーに情報発信するための具体的な取組が行われていること。

(2) 知的財産・標準化戦略

- ・オープン・クローズ戦略は、実用化・事業化を見据えた上で、研究データも含めた上で、クローズ領域とオープン領域が適切に設定されており、外部環境の変化等を踏まえてもなお、妥当であったか。
- ・本事業の参加者間での知的財産の取扱い（知的財産の帰属及び実施許諾、体制変更への対応、事業終了後の権利・義務等）や市場展開が見込まれる国での権利化の考え方は、オープン・クローズ戦略及び標準化戦略に整合し、研究開発成果の事業化に資する適切なものであったか。
- ・標準化戦略は、事業化段階や外部環境の変化に応じて、最適な手法・視点（デジュール、フォーラム、デファクト）で取り組んでいたか。

2. 目標及び達成状況

(1) アウトカム目標及び達成見込み

- ・外部環境の変化及び当該研究開発により見込まれる社会的影響等を踏まえてアウトカム指標・目標値を適切に*見直していたか。
- ・アウトカム目標の達成の見込みはあったか（見込めない場合は原因と今後の見通しは妥当であったか）。

※ アウトカム目標を設定する上で考慮すべき事項

- ・本事業が目指す将来像（ビジョン・目標）と関係のあるアウトカム指標・目標値（市場規模・シェア、エネルギー・CO₂削減量など）及びその達成時期が適切に設定されていること。
- ・アウトカムが実現した場合の日本経済や国際競争力、問題解決に与える効果が優れていること。
- ・アウトカム目標の設定根拠は明確かつ妥当であること。
- ・達成状況の計測が可能な指標が設定されていること。

(2) アウトプット目標及び達成状況

- ・外部環境の変化及び当該研究開発により見込まれる社会的影響等を踏まえてアウトプット指標・目標値を適切に*見直していたか。
- ・最終目標は達成しているか。未達成の場合の根本原因分析や今後の見通しの説明は適切だったか。
- ・副次的成果や波及効果等の成果で評価できるものがあったか。
- ・オープン・クローズ戦略や実用化・事業化の計画を踏まえて、必要な論文発表、特許出願等が行われていたか。

※ アウトプット目標を設定する上で考慮すべき事項

- ・アウトカム達成のために必要なアウトプット指標・目標値及びその達成時期が設定されていること。
- ・技術的優位性、経済的優位性を確保できるアウトプット指標・目標値が設定されていること。
- ・アウトプット指標・目標値の設定根拠が明確かつ妥当であること。
- ・達成状況の計測が可能な指標（技術スペックとTRL*の併用）により設定されていること。

※TRL：技術成熟度レベル（Technology Readiness Levels）の略。

3. マネジメント

(1) 実施体制

- ・実施者は技術力及び実用化・事業化能力を發揮したか。
- ・指揮命令系統及び責任体制は明確であり、かつ機能していたか。
- ・実施者間での連携、成果のユーザーによる関与など、実用化を目指した体制となっていたか。
- ・個別事業の採択プロセス（公募の周知方法、交付条件・対象者、採択審査の体制等）は適切であったか。
- ・本事業として、研究開発データの利活用・提供方針等は、オープン・クローズ戦略等に沿った適切なものであったか。また、研究者による適切な情報開示やその所属機関における管理体制整備といった研究の健全性・公正性（研究インテグリティ）の確保に係る取組をしたか。

(2) 研究開発計画

- ・アウトプット目標達成に必要な要素技術の開発は網羅され、要素技術間で連携が取れており、スケジュールは適切に計画されていたか。
- ・研究開発の進捗を管理する手法は適切であったか（WBS^{※1}等）。進捗状況を常に関係者が把握し、遅れが生じた場合、適切に対応していたか。

※1 WBS：作業分解構造(Work Breakdown Structure)の略。

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）事業統括部が委員会の事務局として編集しています。

NEDO 事業統括部 研究評価課

* 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)

〒212-8554
神奈川県川崎市幸区大宮町1310番地
ミュージア川崎セントラルタワー
TEL 044-520-5160