



# 「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

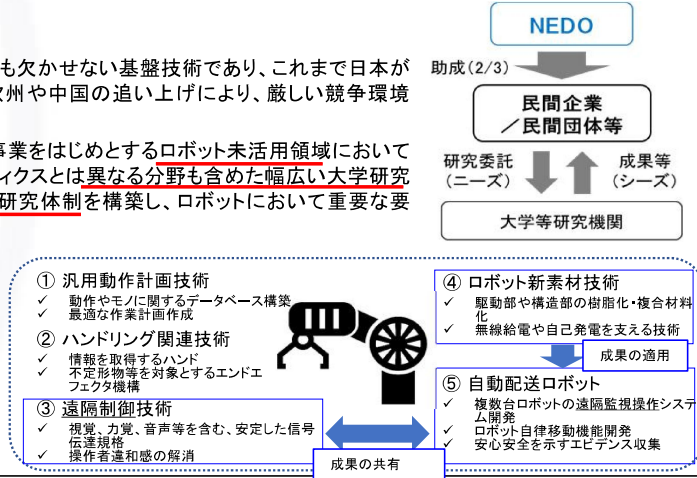
### 【背景・概要】

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"> <li>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）。</li> <li>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。</li> <li>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。</li> </ul>
アウトカム目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>
出口戦略（実用化見込み）	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>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。</li> <li>国際標準化活動予定：無</li> <li>委託者指定データ：無</li> </ul>
グローバルポジション	<ul style="list-style-type: none"> <li>プロジェクト開始時：→ プロジェクト終了時：L D</li> <li>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。</li> </ul>

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/モーターデータベース構築		
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		複数台ロボットの遠隔監視操作システム開発	実証実験を通じた安全安心の確立	
予算(億円)	5.5 うち⑤3.0	3.0 うち⑤0.3	5.1 うち⑤1.7	6.2 うち⑤2.7	5.5 うち⑤2.3

# 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

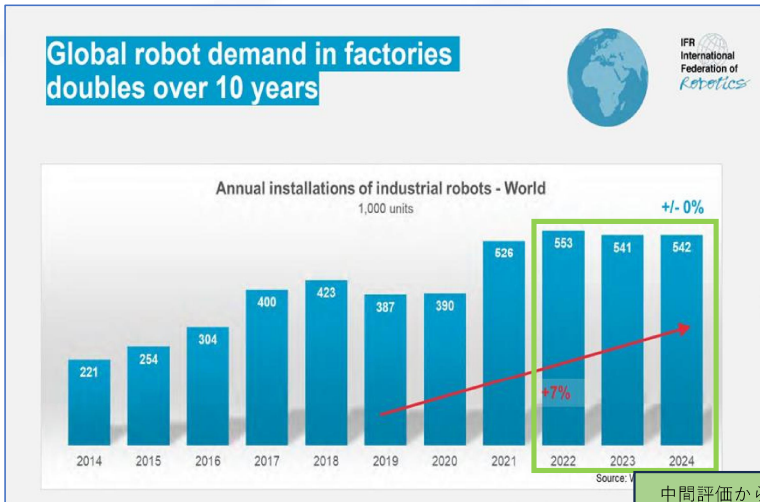
- (1)実施体制
- ※受益者負担の考え方
- (2)研究開発計画



# 事業の背景・目的・将来像

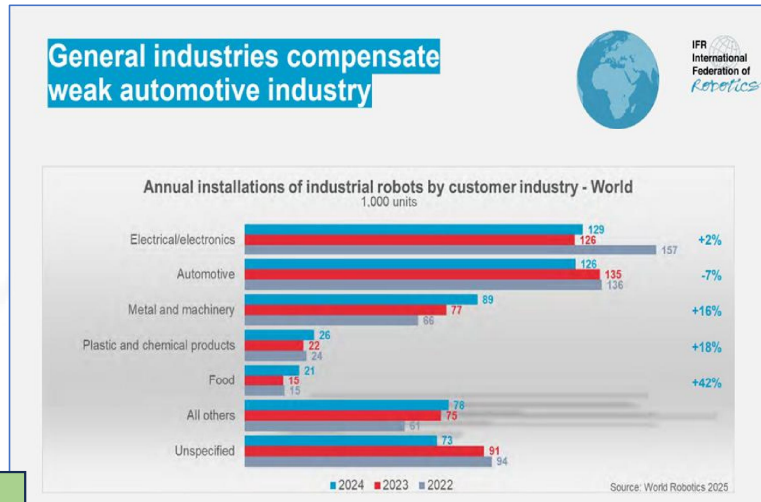
## ロボット産業の市場動向（世界の動向）

- 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

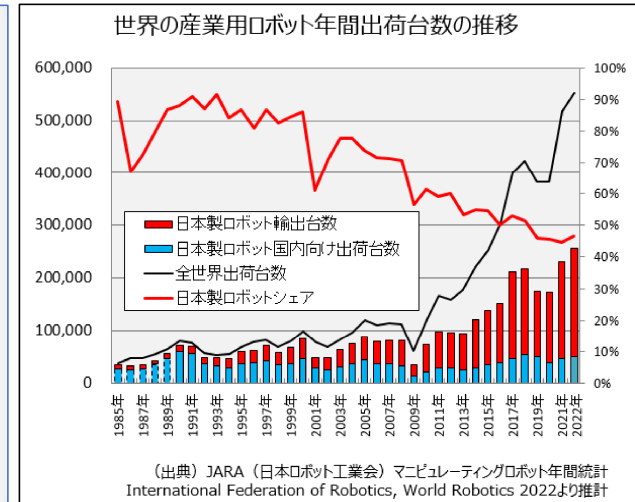


産業用ロボットの年間設置台数（世界）

中間評価からの変更部分



顧客産業別ロボットの年間設置台数（世界）



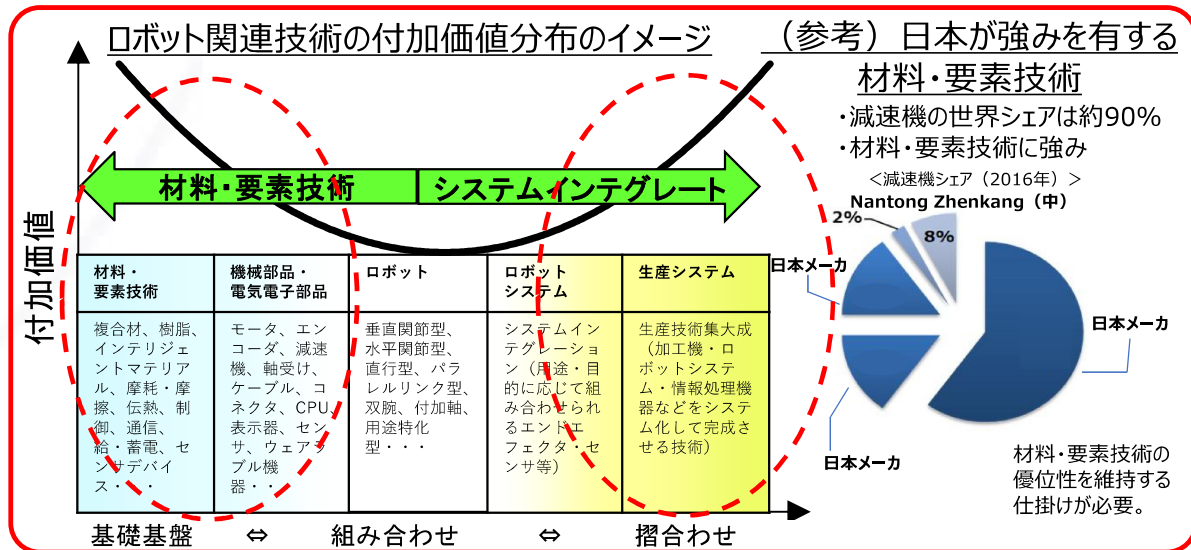
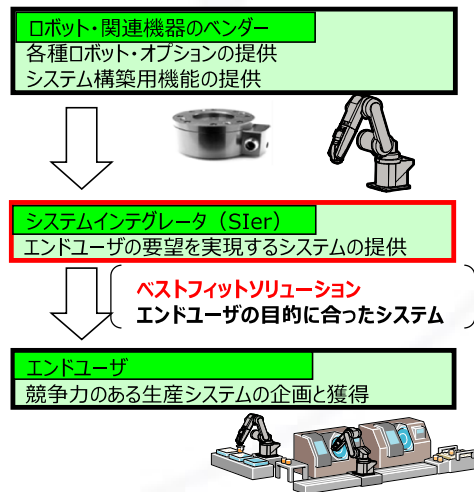
日本製ロボットの世界シェア動向

# 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	<b>Starship Technologies (米・エストニア)</b> 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 	<b>Savioke (米)</b> 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) 	<b>Universal Robots (デンマーク)</b> 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。 	<b>Seismic (米)</b> 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 	
	<b>Doog (日)</b> 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) 	<b>MUJIN (日)</b> 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) 	<b>Asratec (日)</b> 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 	<b>SEQSENS (日)</b> 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) 	<b>オリイ研究所 (日)</b> 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。
  - (1) 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。
  - (2) 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）



### 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。



##### 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。



##### 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。



##### 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。



#### (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。



##### 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。



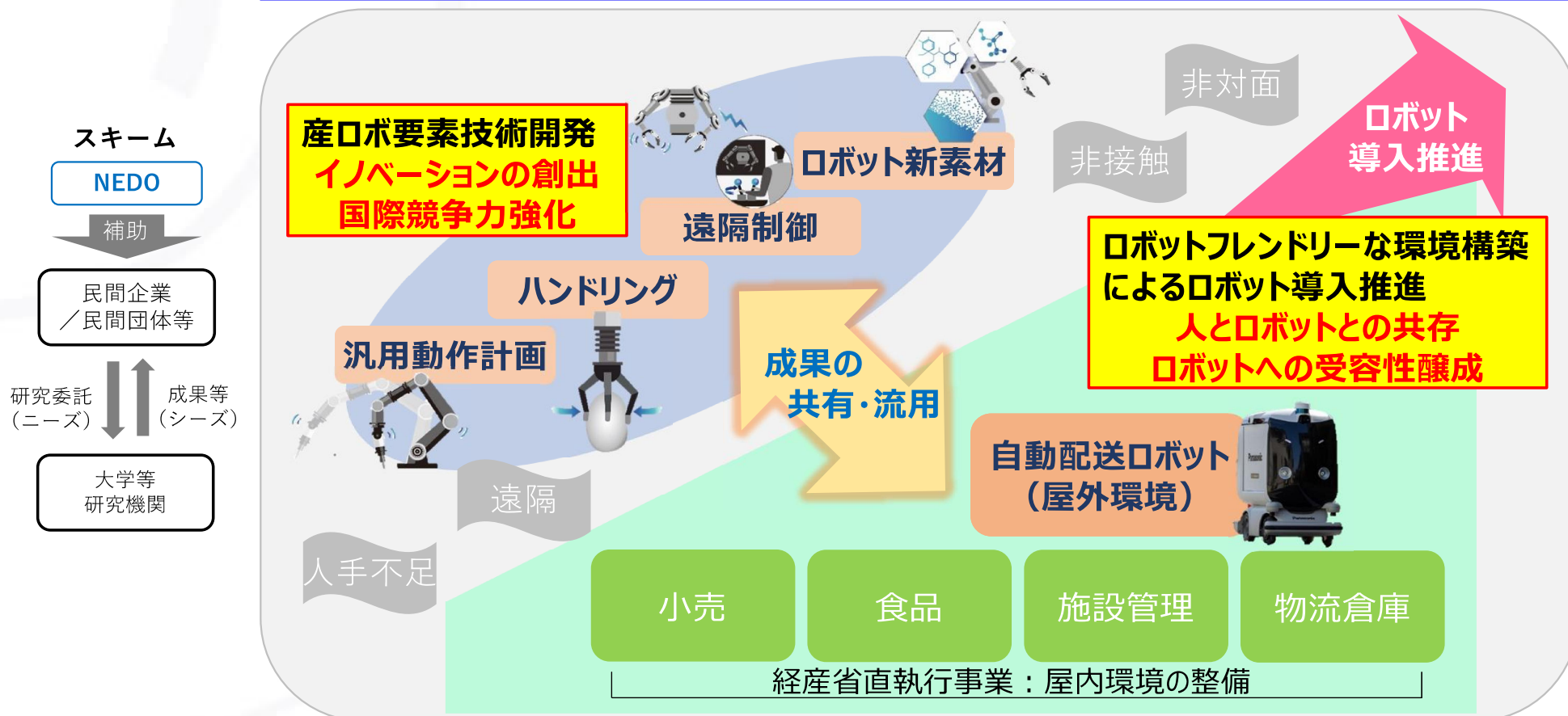
##### 汎用動作計画技術

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。



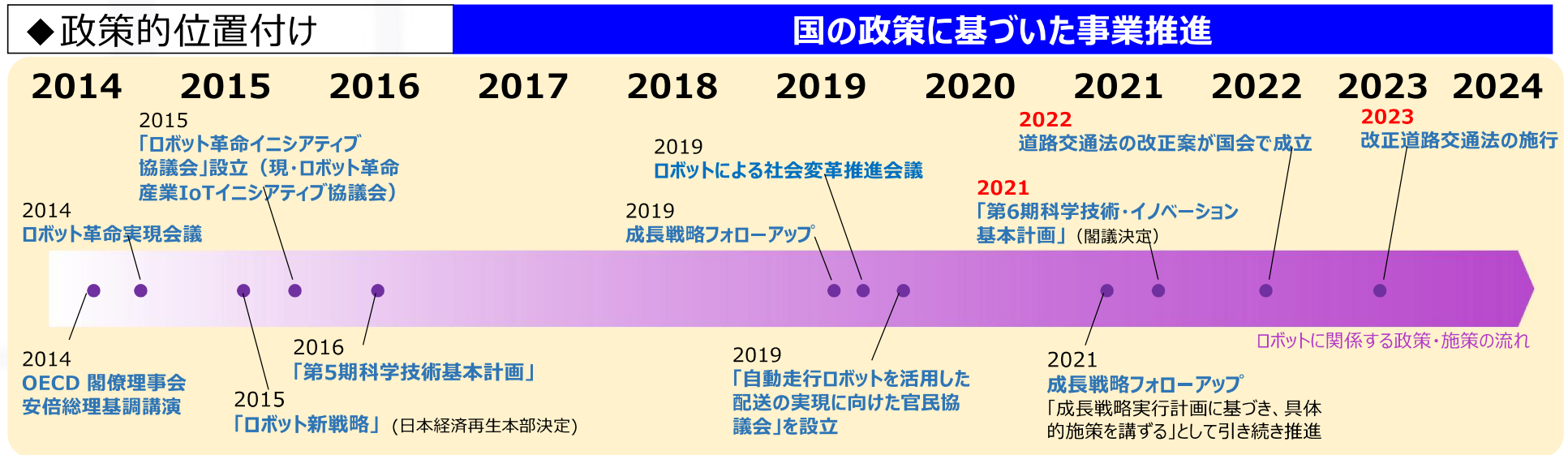
# 政策・施策における位置づけ

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



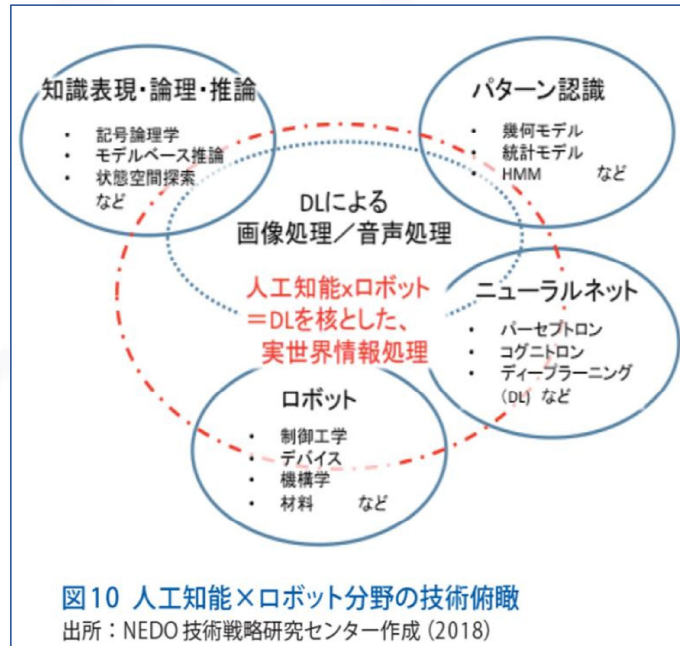


# 政策・施策における位置づけ



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

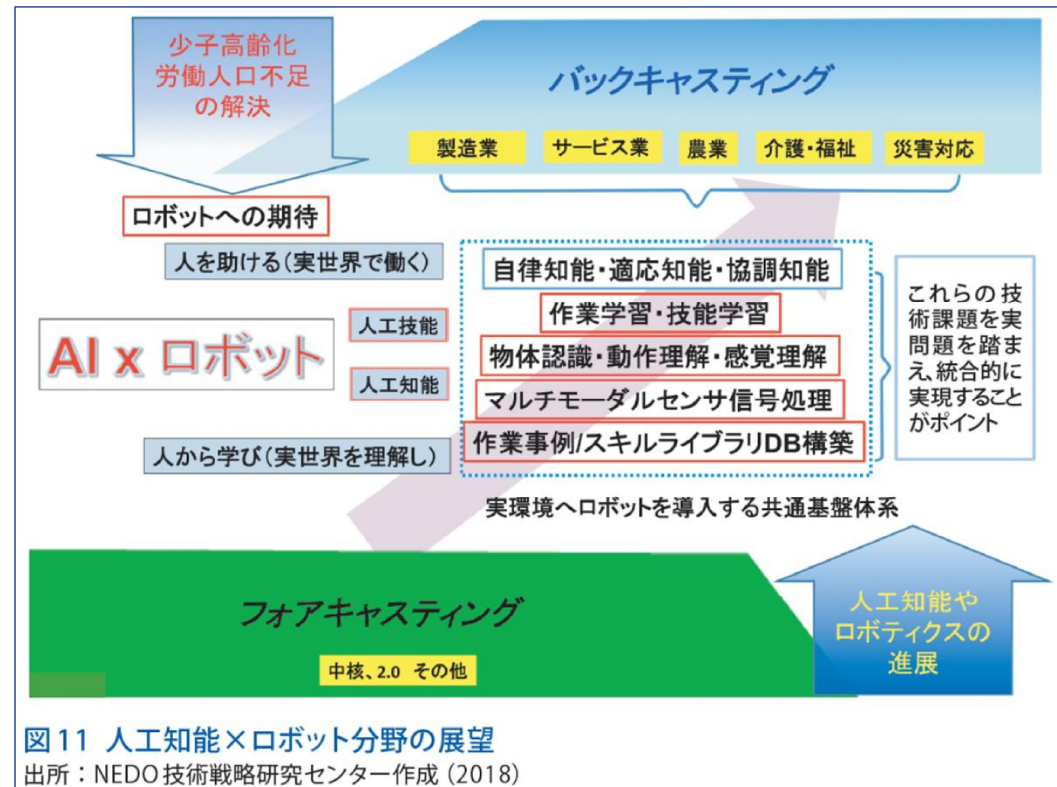
# 技術戦略上の位置づけ



**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」

### 「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。

**各種国策により優先順位をつけた施策を早急に行う必要がある**

### 「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

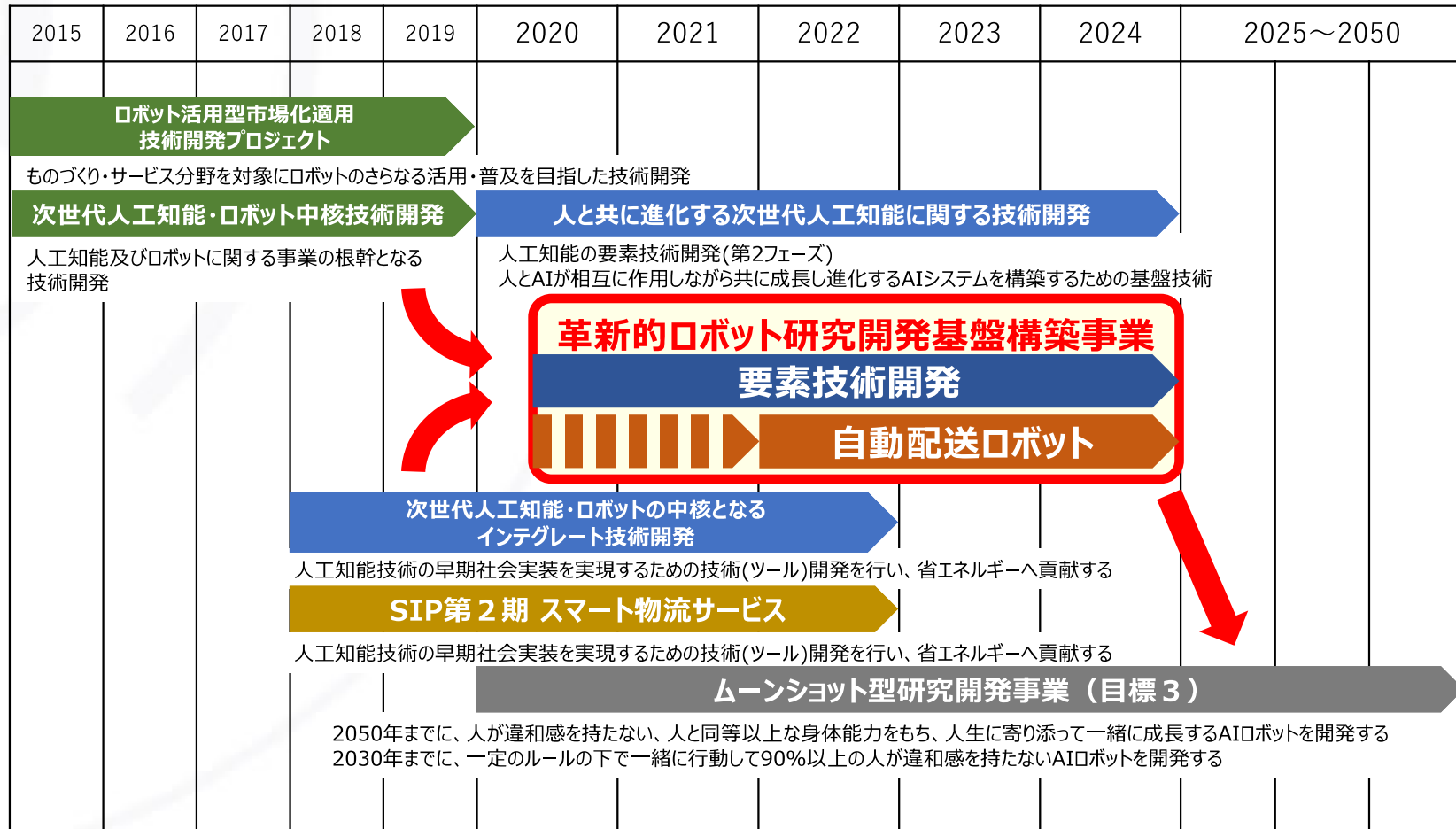
### 「中国製造2025」

**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）

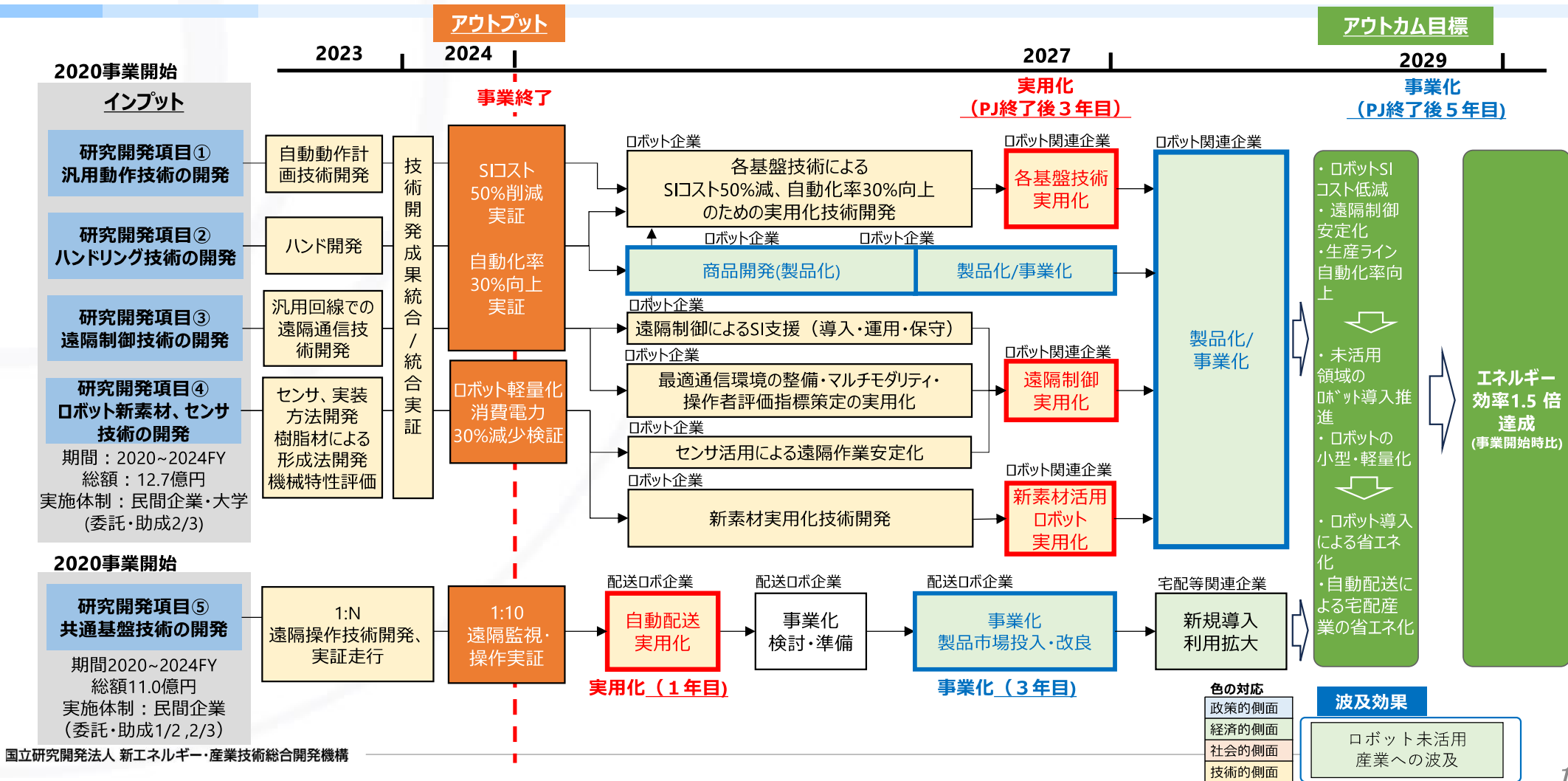
NVIDIA創業者が「**フィジカルAI**」が強く提唱。「AIが次の産業革命をもたらす」「**フィジカルAI時代**に突入し、ロボットや自動運転車などが現実世界で知覚・推論・行動する」ことで、社会基盤や産業構造が再構築されるというビジョンが示された。

# 他事業との関係





# アウトカム達成までの道筋



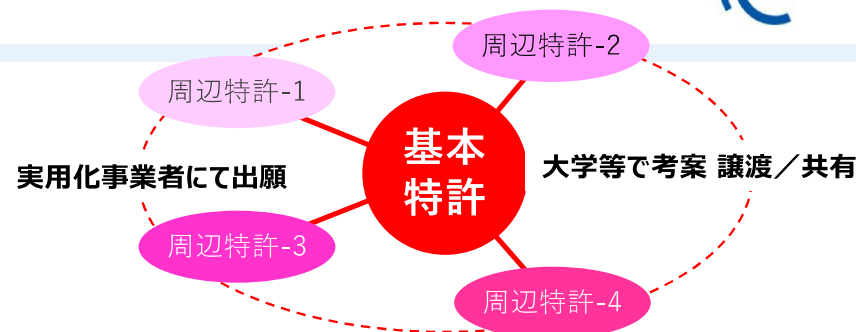
# 知的財産・標準化:オープン・クローズ戦略

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"> <li>要素技術開発における技術・評価などの論文公開</li> <li>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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ロボット動作計画支援方法に関する特許取得</li> <li>詳細データ及びソフトウェアの秘匿化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>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</li> </ul>
③遠隔制御技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>要素技術開発における技術・評価などの論文公開</li> <li>リファレンス実装での遠隔制御活用事例開拓と公開</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>遠隔制御での特異点回避手法に関する特許取得</li> <li>詳細データ及びソフトウェアの秘匿化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>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</li> </ul>
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"> <li>要素技術開発における技術・評価などの論文公開</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>軽量化素材での剛性確保手法に関する特許取得</li> <li>詳細データ及びソフトウェアの秘匿化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>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</li> </ul>
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"> <li>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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>

※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"> <li>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</li> <li>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</li> <li>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</li> </ul>
	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"> <li>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</li> </ul>
	ヤンマーホールディングス (共同研究先)	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>
自動配送	パナソニックホールディングス	<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>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</li> </ul>

## <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"> <li>● 「<b>製品開発に適用可能となる要素技術を8件以上確立</b>」すること。</li> </ul> <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"> <li>● 「<b>自動化率30%向上</b>」</li> <li>● 「<b>システムインテグレーションコストの50%削減</b>」を実現し、ロボットの更なる普及に資すること。</li> </ul>
	<p>【自動配送】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 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、<b>下記のうち2つ以上の目標を達成</b>すること。             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>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</b></li> <li>2. <b>月平均400km以上、あるいはのべ1600km以上の走行</b></li> <li>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、<b>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</b>。</li> </ol> </li> </ul>
アウトカム	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 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<b>消費電力削減を実現</b>すること。</li> <li>● 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、<b>ロボット導入における省エネ化に寄与</b>する。測定指標として、<b>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</b>とすること。</li> </ul>



# 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"> <li>本事業の最終目標は、実証もでき達成できた。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>
実用化/事業化	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>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。</li> <li>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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>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。</li> </ul>
アウトカム達成	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>

## 【目標設定時】エネルギー効率1.5倍達成見込

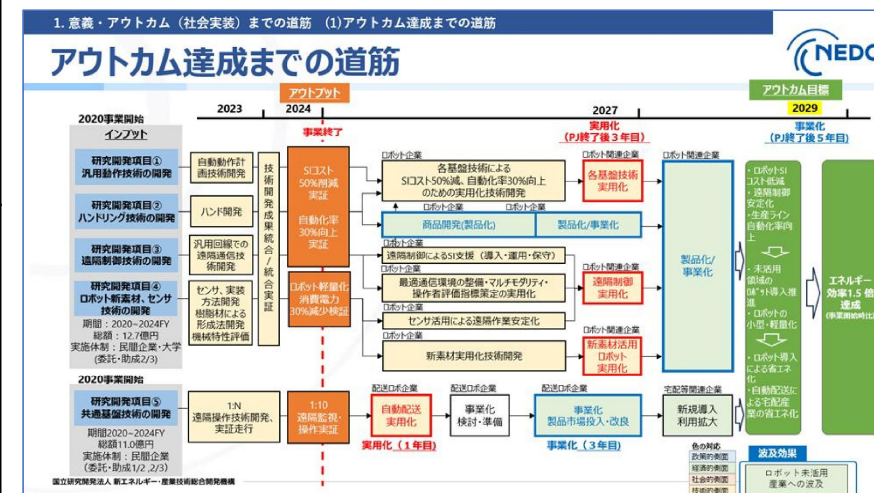
$$= 1 \div (1 - 0.3) * (1 + 0.05)$$

ここで0.3は、消費電力削減30%

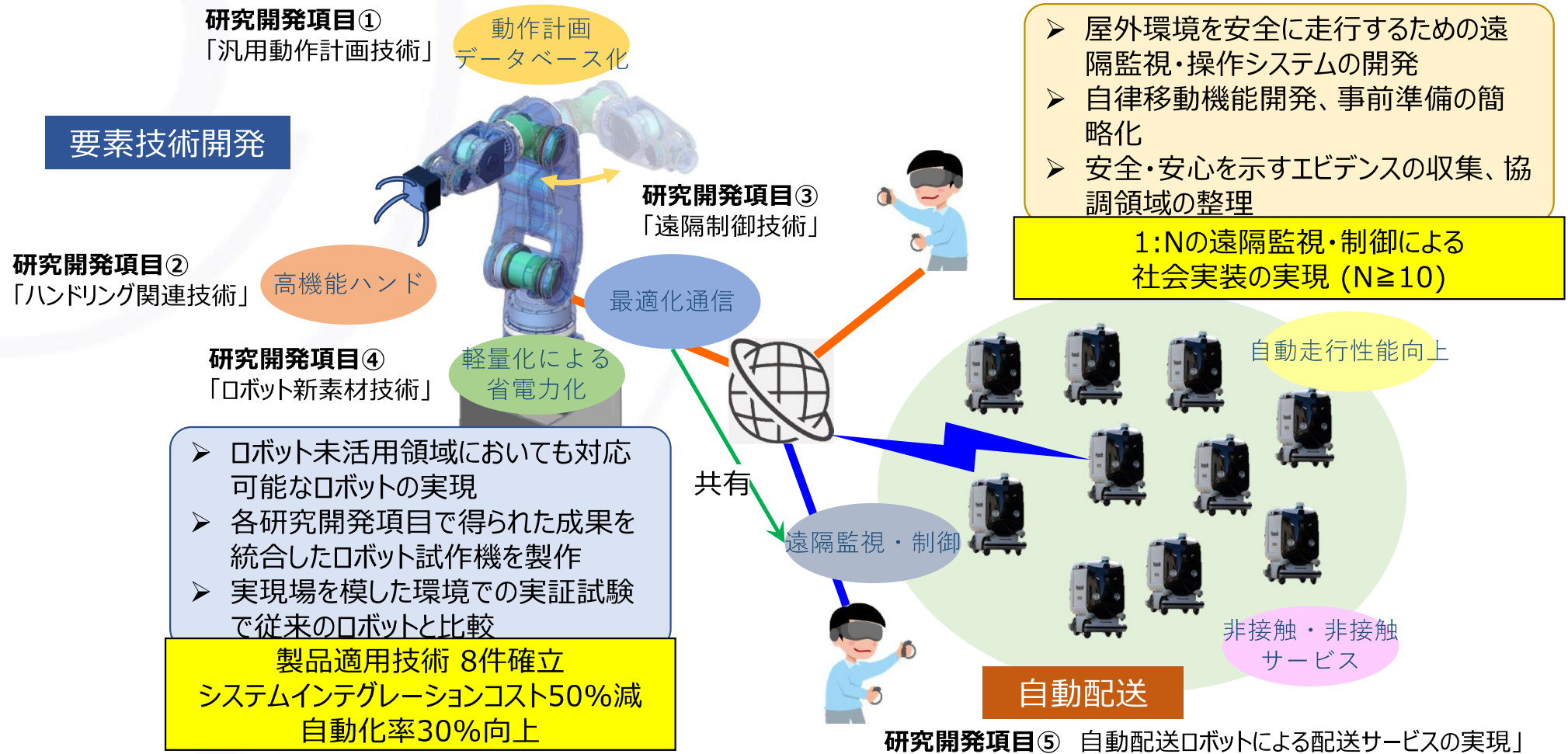
0.05は、汎用動作計画/ハンドリング技術にて、「最適なロボット動作で無駄な動きを省いたロボット動作」の実現で効率5%向上

## 【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	アウトカムの「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"> <li>・オペレータ対ロボット1:10の遠隔操作・監視</li> <li>・走行距離のべ1600km以上</li> <li>・配送実運用 6ヶ月</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> <li>・走行時間240h x 速度6km/h x 1.1(安全率10%) ÷ 1,600km</li> <li>・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</li> </ul>

# 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

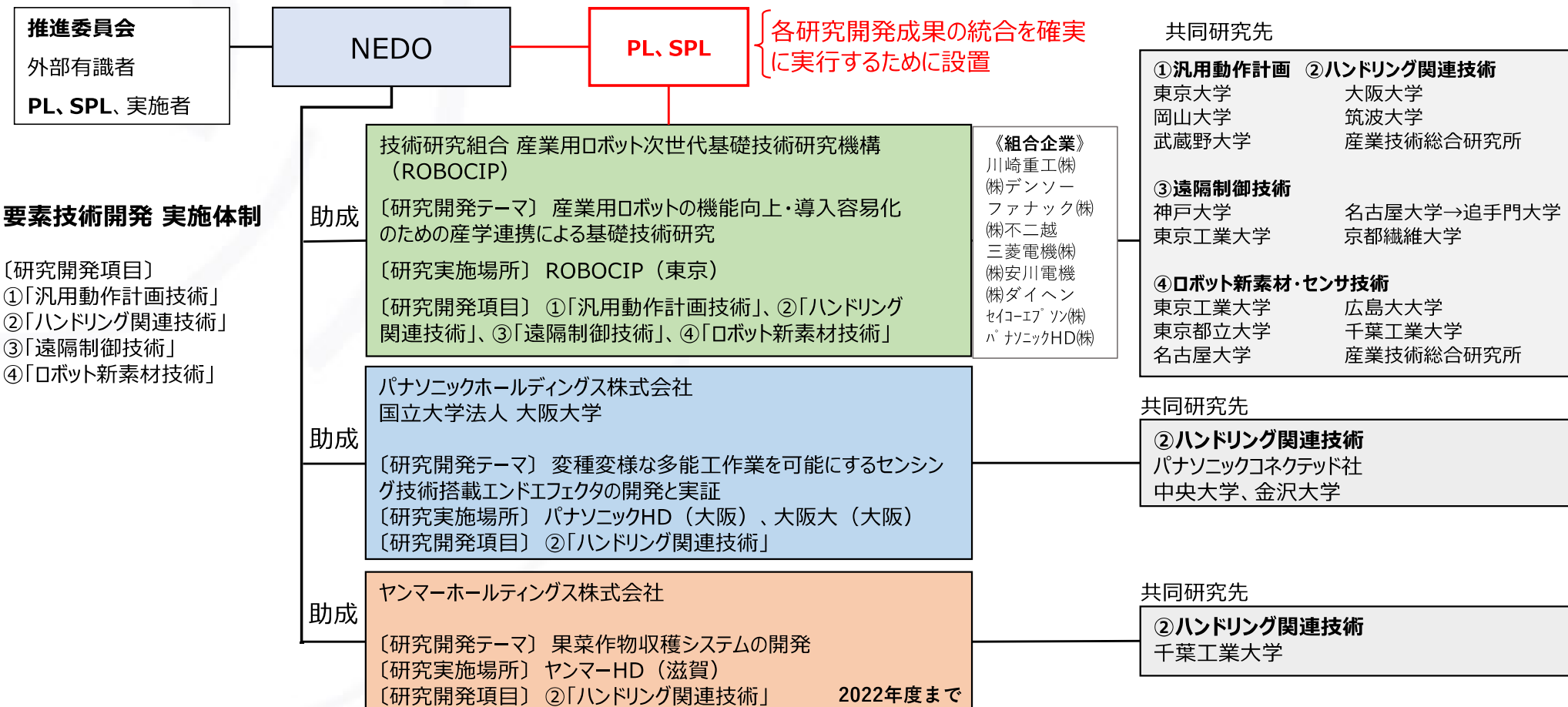
**NEDOが関与し推進すべき事業**

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

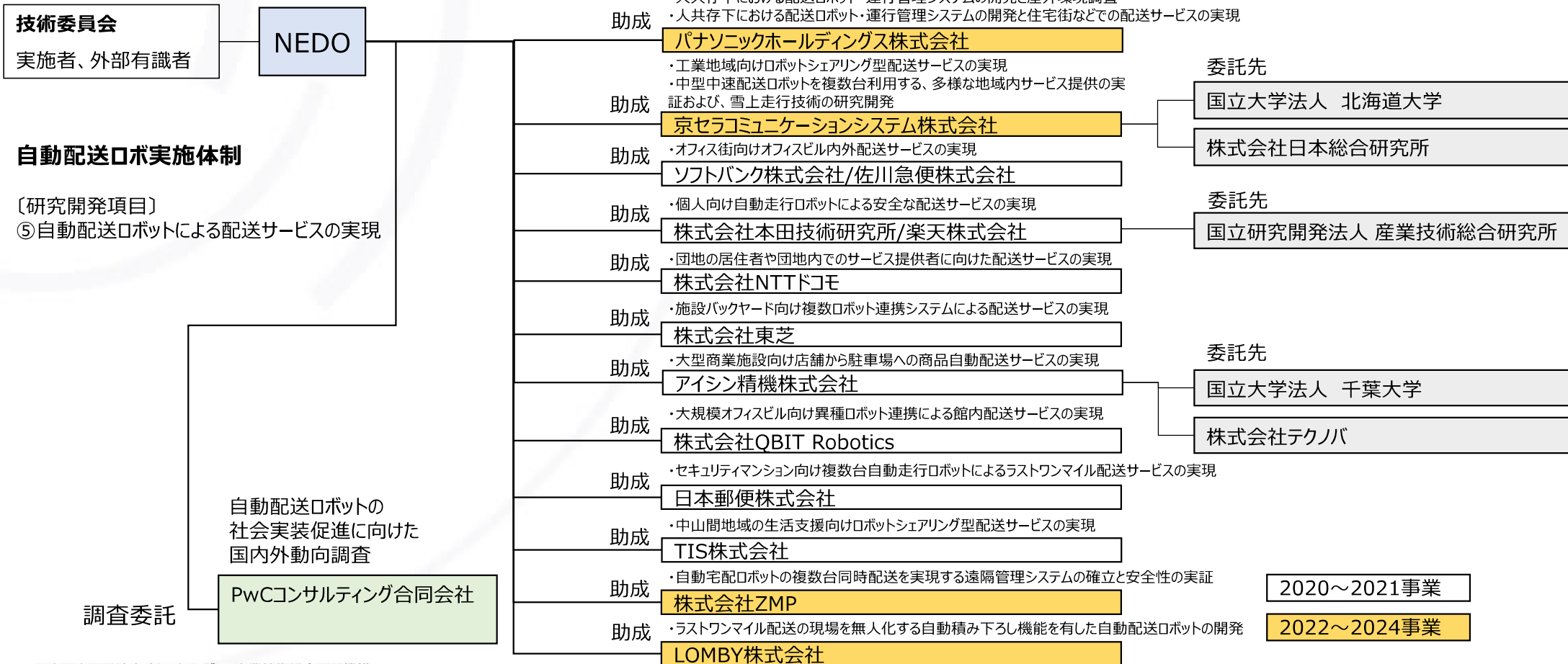
本事業は、少子高齢化の中での人手不足やサービス産業の生産性の向上等の課題解決を図るものであり、これは**日本社会が乗り越えなければならない重大な課題**への対応となる

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

## 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

## 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)

共有

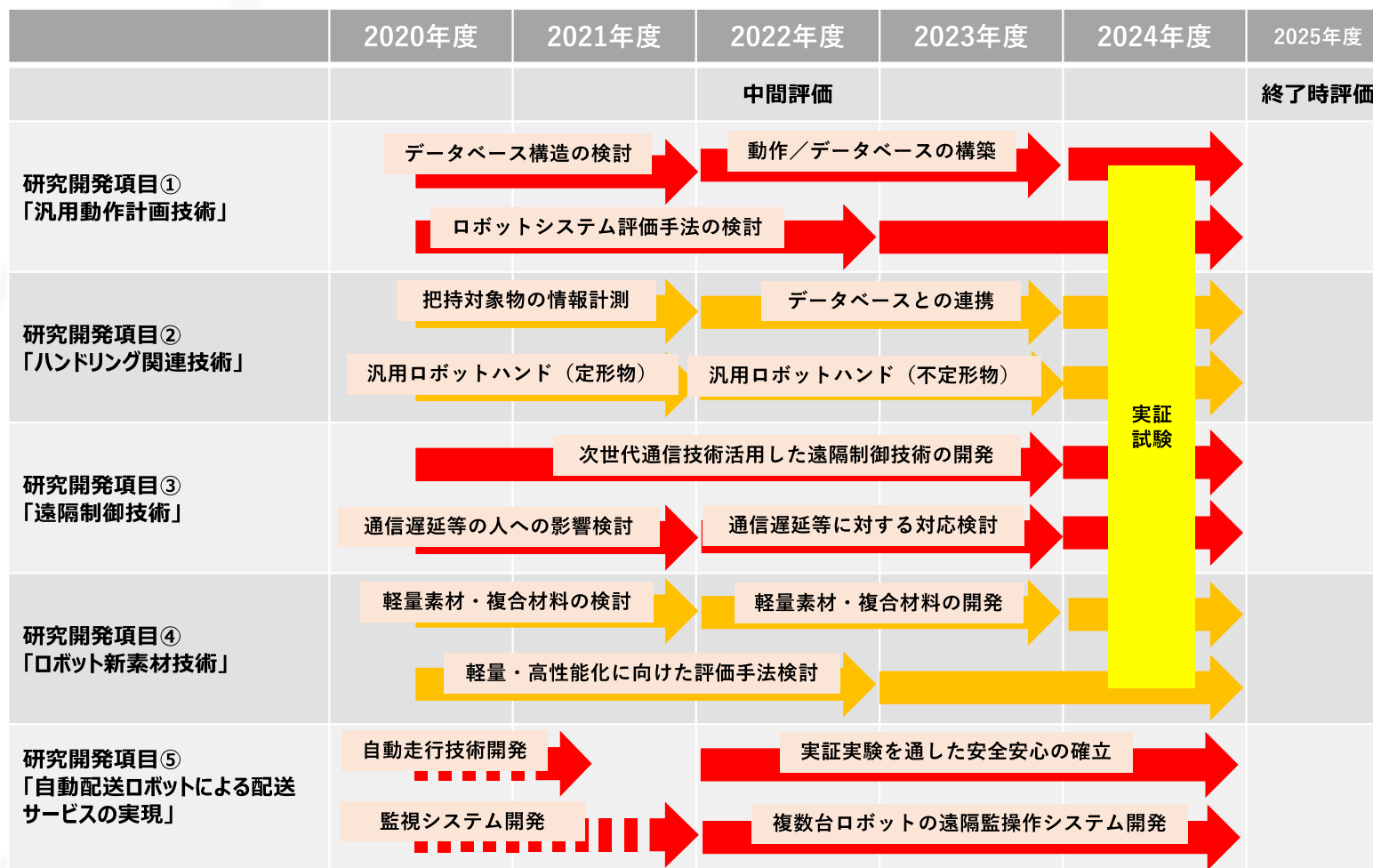
遠隔監視・制御

自動走行性能向上

非接触・非接触  
サービス



# 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"> <li>外部有識者</li> <li>PL、SPL、PMgr、PT、METI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ロボット活用企業の意見を取り入れる目的で、<b>SIer企業の技術委員を2名追加</b>し、現場の目線も加え外部有識者のレビューを実施。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2023年 2回</li> <li>2024年 1回</li> </ul>	NEDO
成果実証推進会議	<ul style="list-style-type: none"> <li>実施者</li> <li>PL、SPL、PMgr、PT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>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</b>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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>四半期に1回</li> </ul>	NEDO
共同研究先訪問	<ul style="list-style-type: none"> <li>各実施者</li> <li>PMgr、PT、METI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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、<b>実施者およびROBOCIP組合企業(9社)、共同研究先(13機関)の訪問</b>を実施。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2023年 2回</li> </ul>	実施者
PL、SPL会議	<ul style="list-style-type: none"> <li>PL、SPL、PMgr、PT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>毎月1回</li> </ul>	NEDO
定例会議	<ul style="list-style-type: none"> <li>事業者(ROBOCIP)、PMgr、PT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>毎月1回</li> </ul>	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"> <li>外部有識者</li> <li>PMgr、PT、METI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>年1回</li> </ul>	NEDO
実施者間情報共有会	<ul style="list-style-type: none"> <li>事業者、PMgr、PT</li> <li>METI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。<b>特に1:10運用の具体的要件を整理等を議論。</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2023年 2回</li> </ul>	NEDO
定例会議	<ul style="list-style-type: none"> <li>事業者、PMgr、PT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>四半期に1回</li> </ul>	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"> <li>・【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</li> <li>【自動配送】</li> <li>・中速・中型/中速・小型については調査事業で調査を実施。</li> </ul>
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"> <li>・目標達成に必要な要素技術の関係図を作成</li> <li>・アウトカム達成までのロードマップを策定</li> </ul>
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"> <li>・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。</li> </ul>

## 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。	<b>【要素技術】</b> ・アウトカム達成までのロードマップを策定 <b>【自動配送】</b> ・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。実演デモを中心にを行い、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

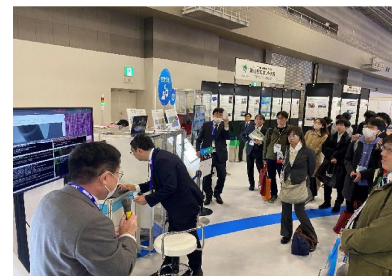
## ■ 新産業技術促進検討会シンポジウム(モノづくり日本会議)

日時:2025年3月17日

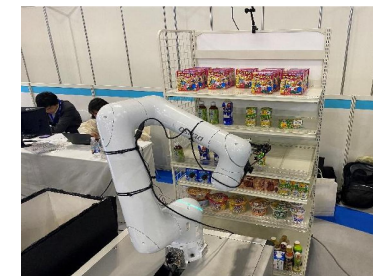
会場:JA共済ビル(永田町)

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



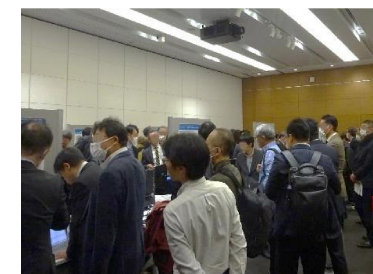
来場者への説明



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）

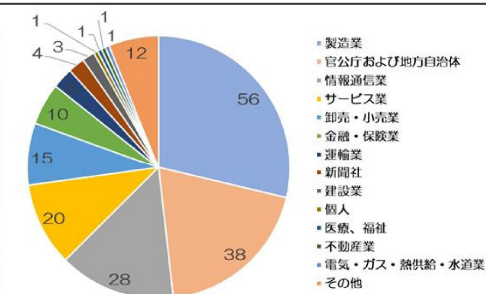
- 自動配送ロボットのNEDO事業参画者を中心に自治体、ロボットメーカー等による講演、ステークホルダー間の情報共有の場としてNEDO講座を活用し、サービス実現を加速させる

### ●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](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



目次

- はじめに ..... 4
- 1. プロジェクト概要 ..... 8
  - 事業目標に係る基礎・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) 汎用動作計画技術及びハンドリング技術 ..... 14
    - 汎用動作計画技術及びハンドリング技術
    - ハンドリング対象物の形状データ取得手法の開発
    - ハンドリング対象物データベース構築からハンドリング計画
    - ロボットや対象物の位置と手帳読み取り手法の開発
    - 経路を利用した並列・高速な取組動作手法の開発
    - 取組精度を向上・安定化する動作制御手法
  - (2) 連携制御技術 ..... 20
    - ロボット連携制御技術
    - インターネットでも使えた連携制御技術を開発
    - 新しいもの連携制御の実現例「インクジェット印刷」
    - ヒューマンインタフェースの実現例「印刷」
  - (3) ロボット制御技術 ..... 24
    - ロボット制御技術
    - 動作計画ソフトの移植とロボットプラットフォーム構築型プロセス実証
    - 新事業としてのロボット製造の自動化・省力化を実現
    - 高効率なロボット製造を実現するための評価手法
    - 高効率なロボット製造を実現するための評価手法
    - 遠隔センシングと実証評価
  - (4) ハンドリング技術（ハンドシステム開発） ..... 30
    - AI Multi-skilled Intelligent Hand
    - 産業現場をそのまま稼働させる汎用型ロボット開発
    - 産業現場導入システムの開発
- 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
    - 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
    - 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
    - 自動配送ロボットの導入実証
    - 自動配送ロボットの導入実証
    - 自動配送ロボットの導入実証
  - (2) 自動配送ロボットの成果 ..... 35
    - 実証実証実証
    - 実証実証実証
    - 実証実証実証

# 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"> <li>・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</li> <li>・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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・新機構の研究が加速し、実現性を前倒しで確認できた。</li> </ul>
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

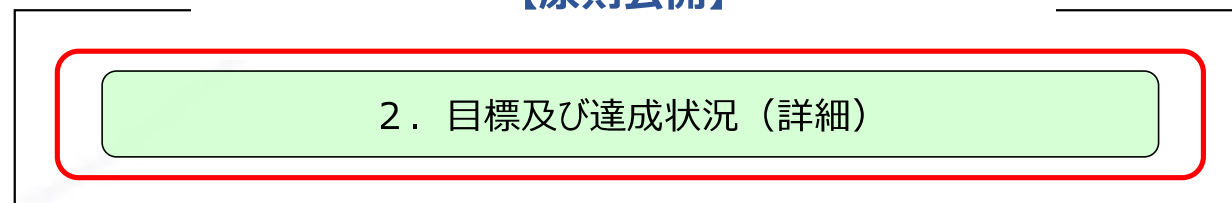
# 報告内容



## 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

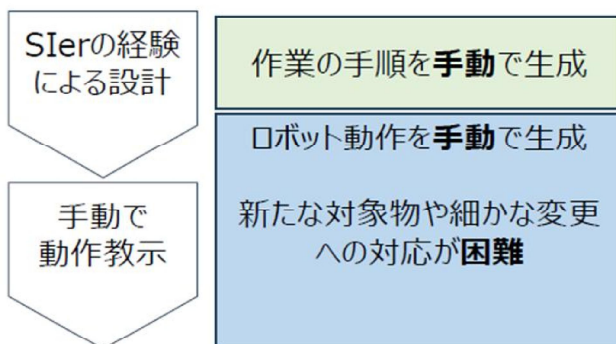
# 最終目標：「SIコスト50%削減」のシナリオ

## 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

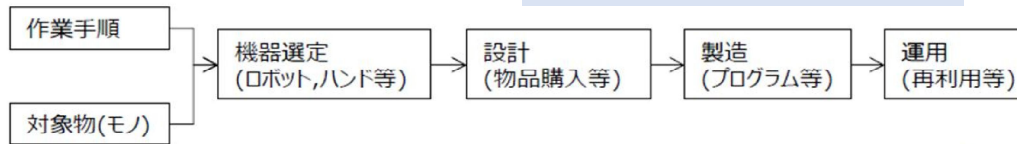
# 最終目標：「SIコスト50%削減」 自動化支援によるコスト低減効果

## 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



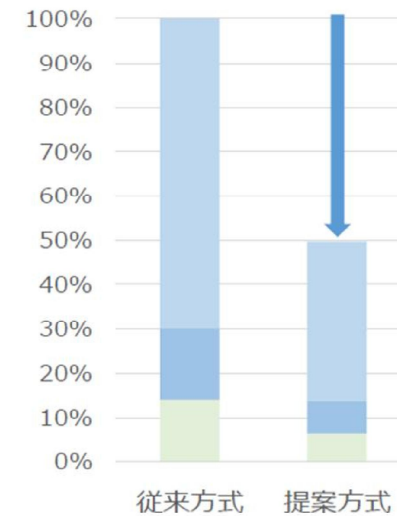
コストモデルからの効果算出 (ROBOCIP組合員企業からのモデル化)



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)
		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%
		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%
	機器配置設計支援 19%	
	ハンド設計支援 (既存爪活用含む) 8%	
	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%	

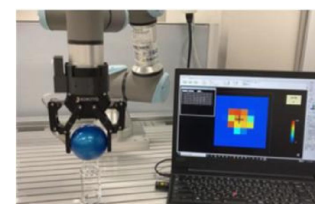
参考：産総研) 模擬コンビニ  
 ・商品種類: 623種類  
 ・商品分類: 151 (カテゴリ)  
 ・把持種類: 24種類  
 ※袋物、箱、円筒形など



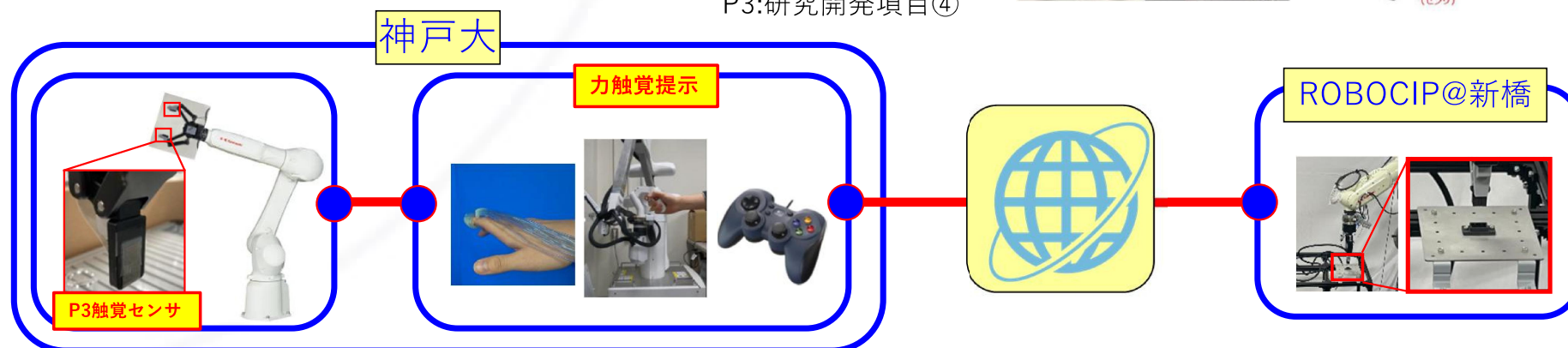
# 成果連携実証 遠隔操作による組立作業 隔操作によるSI費用の更なる削減

## 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



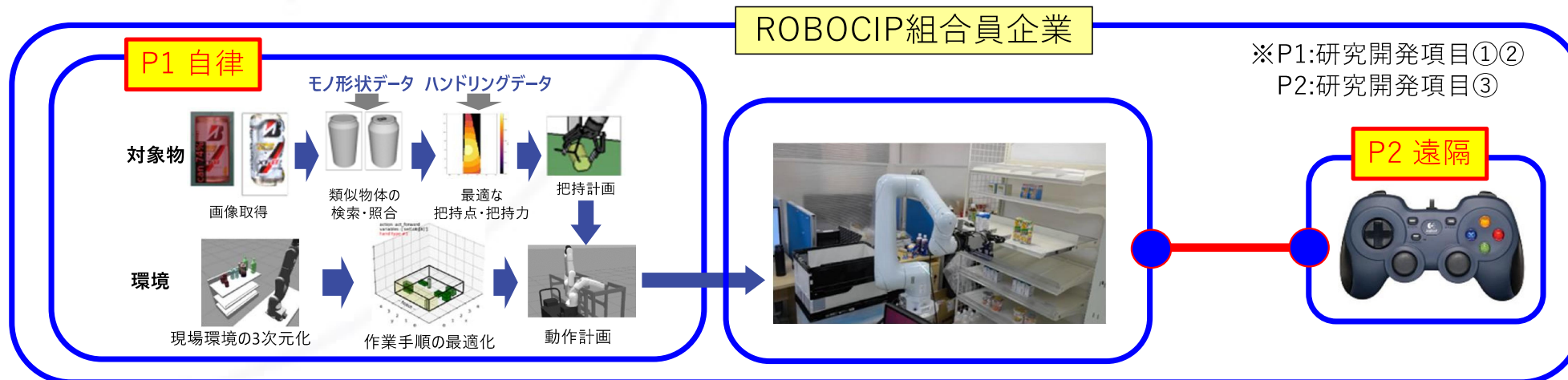
※P2:研究開発項目③  
P3:研究開発項目④



# 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



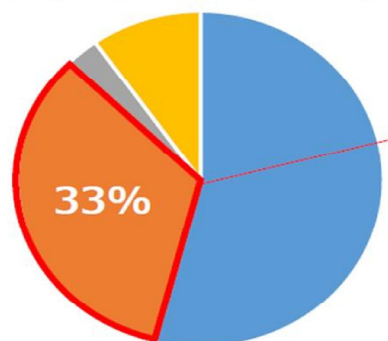
# 最終目標：「自動化率30%削減」 遠隔操作によるSI費用の更なる削減

## 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"> <li>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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DBへの登録や属性変更により即時対応</li> <li>未登録時は類似品属性にてハンドリング</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DBへの登録属性には、把持推奨領域を設定可能</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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）</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>

### 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



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

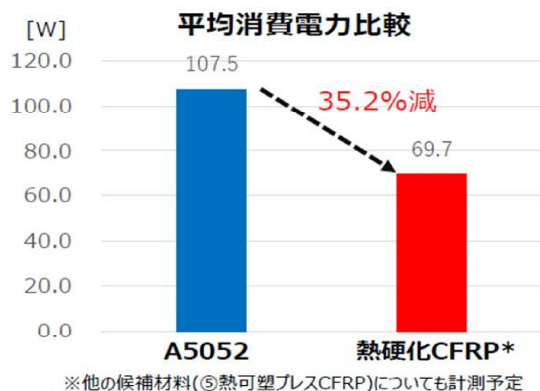
- ドライ(定番)品に対し、DBを活用した透明物やパウチなどの柔軟物を含む**多品種ハンドリングにより自動化ポテンシャルあり**  
 ※模擬コンビニだと、商品カテゴリ 151・把持種類 24 のうちドライ(定番)商品は 把持種類 6に相当
- ハンドリング時のトラブル**に対しては、**遠隔と併用して人が補助**することで自動化範囲を広げることが可能

※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

# 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%)



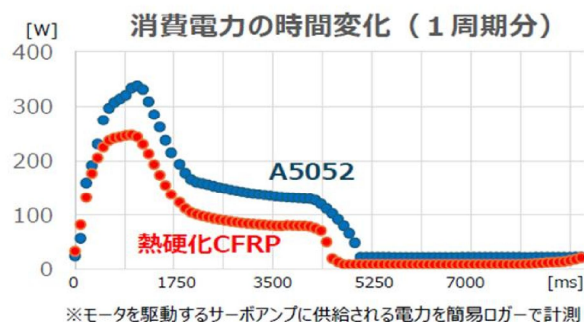
#### 産業用ロボットアームの運動パターンを模擬

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



# 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 &lt;ROBOCIP&gt; 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>&lt;パナソニックホールディングス&gt; 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>&lt;ヤンマーホールディングス&gt; 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>&lt;パナソニックホールディングス&gt; 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><b>【要素技術開発の確立】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ROBOCIP</li> <li>・パナソニック HD/阪大</li> <li>・ヤンマー</li> </ul> <p>研究開発項目①②③④</p> <p><b>【SI コスト削減】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ROBOCIP</li> </ul> <p>研究開発項目①②③</p> <p><b>【生産ライン自動化率】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ROBOCIP</li> <li>・パナソニック HD/阪大</li> </ul> <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"> <li>・1:10 遠隔監視達成</li> <li>・のべ1600km 達成</li> <li>・6ヶ月運用達成</li> </ul>	<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"> <li>・1:10 遠隔監視公道走行達成：3実施者</li> <li>・走行距離達成：4実施者</li> <li>・実運用(プレ運用)達成：3実施者達成</li> </ul>
--	--	---	--

### 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」

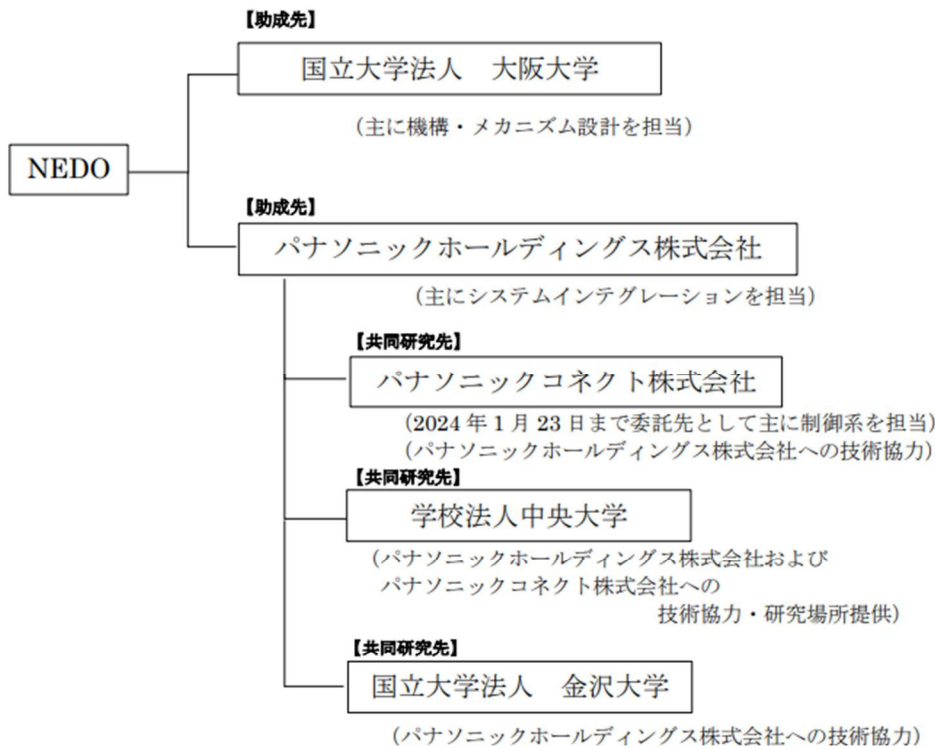
研究開発項目②「ハンドリング関連技術」

研究開発項目③「遠隔制御技術」

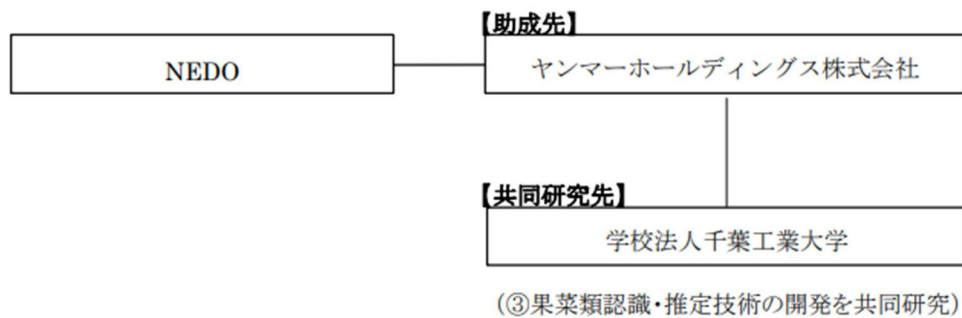
研究開発項目④「ロボット新素材技術」



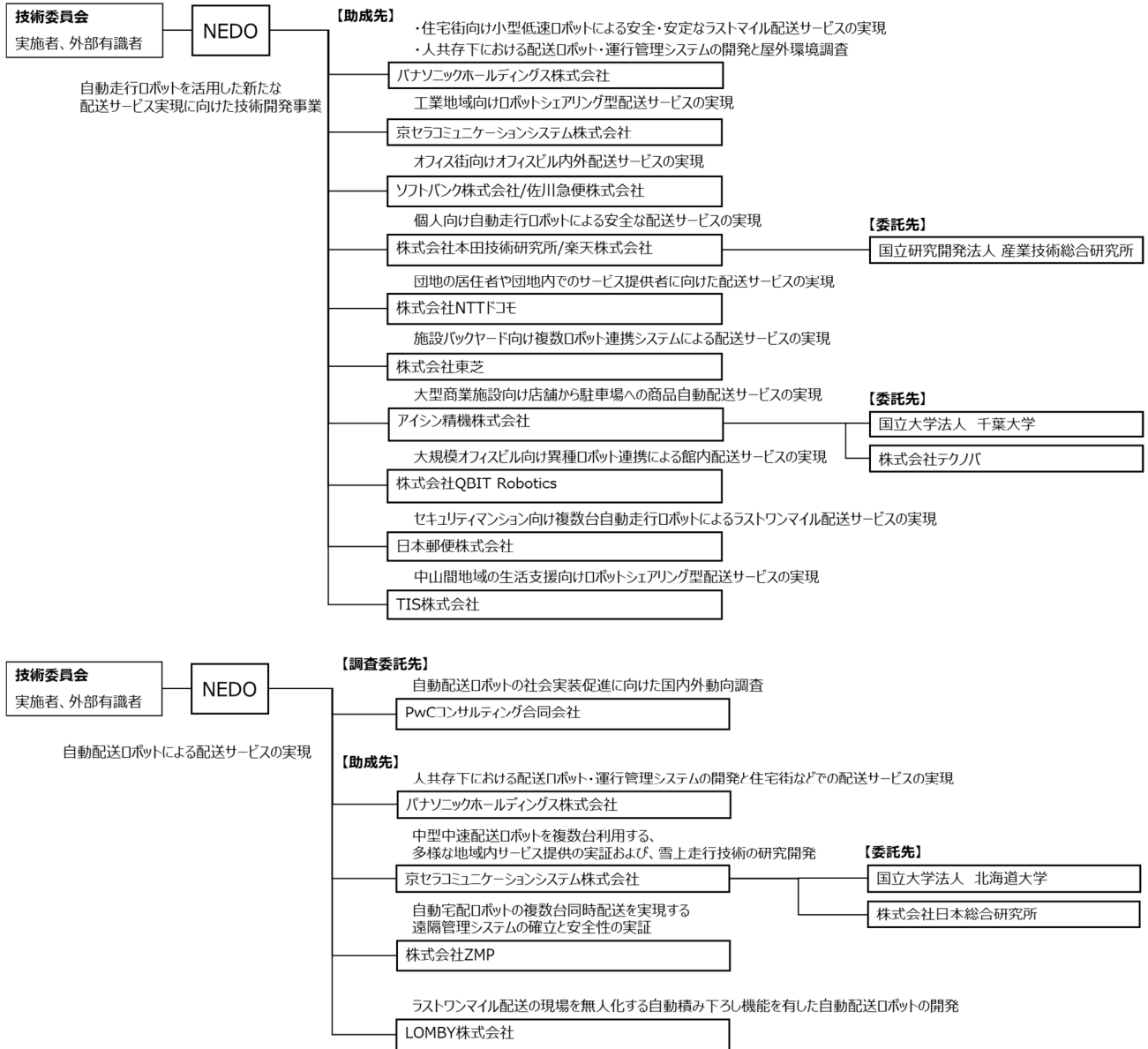
研究開発項目②「ハンドリング関連技術」：変種変様な多能工作業を可能にするセンシング技術搭載エンドエフェクタの開発と実証



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 ① ②③④	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)