

# 「革新的ロボット研究開発基盤構築事業」

(中間評価)

(2020年度～2024年度 5年間)

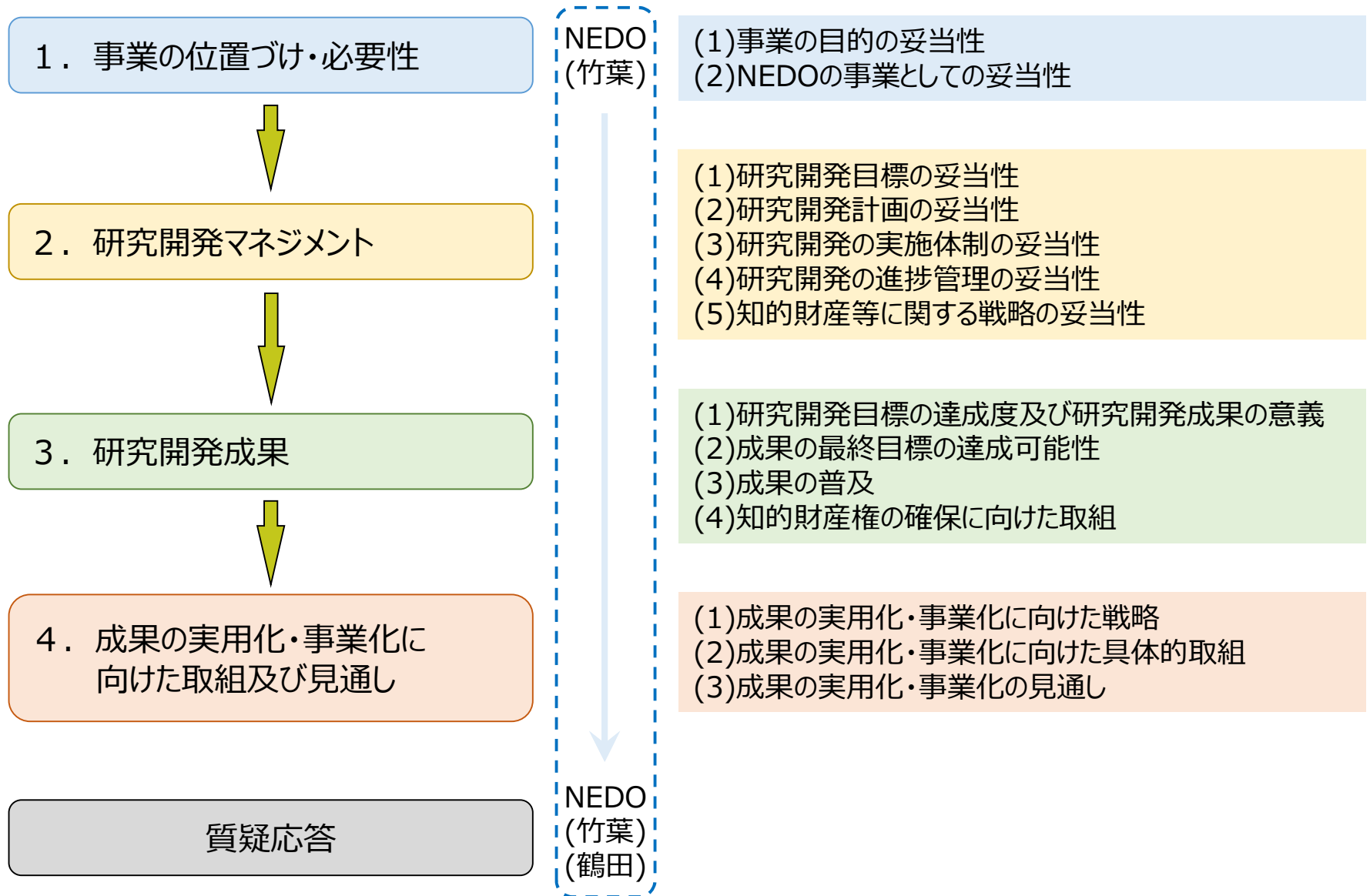
プロジェクトの概要 (公開)

NEDO

ロボット・AI部

2022年 9月26日

# 発表内容



# 1. 事業の位置付け・必要性

(1)事業の目的の妥当性

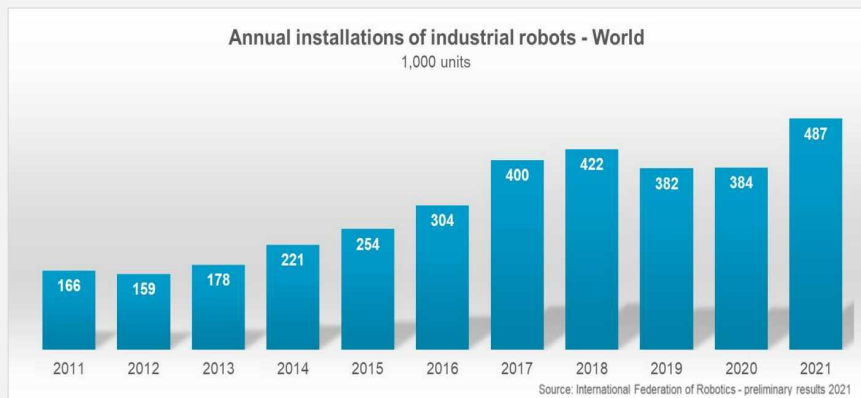
(2)NEDOの事業としての妥当性

## ◆ 事業実施の背景と事業の目的

### ロボット産業の市場動向（世界の動向）

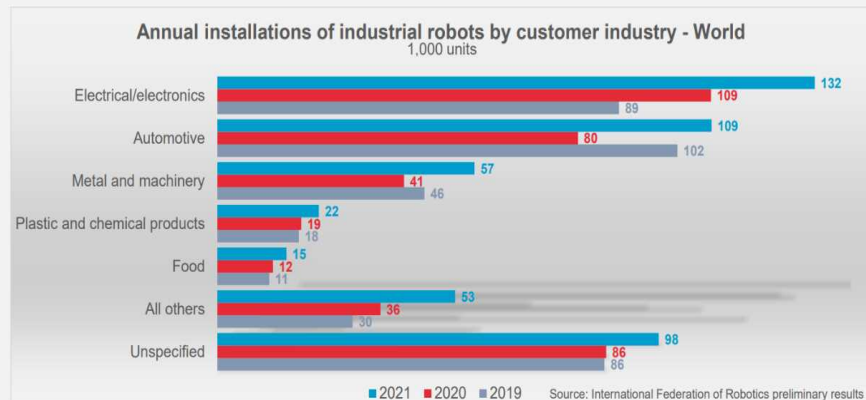
- 世界の産業用ロボット販売台数は2013年から2017年の5年間で2倍強に増加、**2020年から2021年では27%の増加**
- 日本は世界一のロボット生産国。販売台数のシェアは90年代の9割程度よりは低下したものの、**世界のロボットの6割弱が日本メーカー製**（約38万台中21万台）
- **電気、自動車産業がロボットの最大の導入先**。米中貿易摩擦の影響で、販売台数が伸びていた電機・エレクトロニクスは2019年に一時減少、**食品等の三品産業やサービス分野では導入が進まず**

#### Global installations 2021: 486,785 units (+27%)



産業用ロボットの年間設置台数（世界）

#### Electronics largest customer



顧客産業別ロボットの年間設置台数（世界）

## ◆ 事業実施の背景と事業の目的

### 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が高いU字カーブ構造**
- ▶ 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**
- ▶ **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タ協会」設立し活動**（現在会員数約200社）

#### SIerの役割

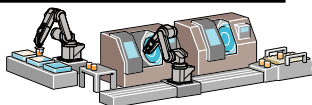
**ロボット・関連機器のベンダー**  
各種ロボット・オプションの提供  
システム構築用機能の提供



**システムインテグレータ (SIer)**  
エンドユーザの要望を実現するシステムの提供

**ベストフィットソリューション**  
エンドユーザの目的に合ったシステム

**エンドユーザ**  
競争力のある生産システムの企画と獲得



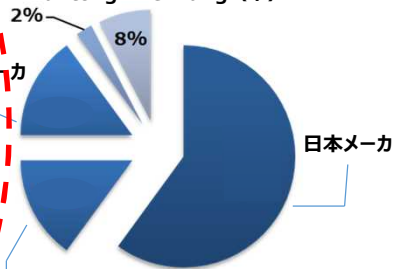
#### ロボット関連技術の付加価値分布のイメージ

(参考) 日本が強みを有する

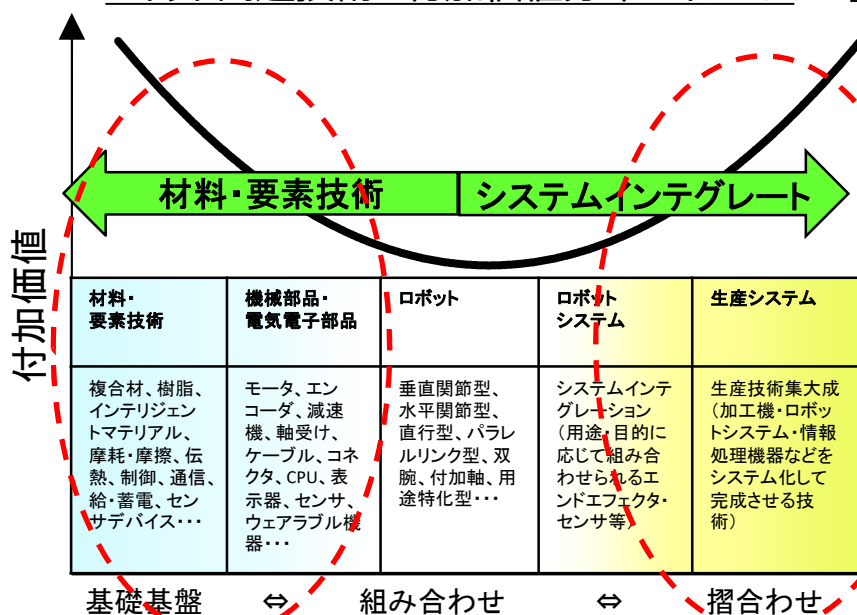
#### 材料・要素技術

- ・減速機の世界シェアは約90%
- ・材料・要素技術に強み

＜減速機シェア（2016年）＞  
Nantong Zhenkang (中)



材料・要素技術の優位性を維持する仕掛けが必要。



## ◆ 事業実施の背景と事業の目的

### 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

海外

日本

	モビリティ関連	製造関連	サービス関連		
	<p>Starship Technologies (米・エストニア)</p> <p>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。 <b>非製造分野(配送)</b> <b>BtoC展開</b></p> 	<p>Saviok (米)</p> <p>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。 <b>非製造分野(配送)</b></p> 	<p>Universal Robots (デンマーク)</p> <p>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。</p> 	<p>Seismic (米)</p> <p>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。 <b>非製造分野(ヘルス)</b> <b>BtoC展開</b></p> 	
	<p>Doog (日)</p> <p>人の近くで動作可能な移動ロボットを開発。2012年設立。 <b>非製造分野(物流)</b></p> 	<p>MUJIN (日)</p> <p>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。 <b>非製造分野(物流)</b></p>	<p>Asratec (日)</p> <p>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。 <b>非製造分野</b></p>	<p>SEQSENS (日)</p> <p>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。 <b>非製造分野(警備)</b></p> 	<p>オリ研究所 (日)</p> <p>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。 <b>非製造分野(家庭)</b></p> 

「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

## ◆事業実施の背景と事業の目的

### 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）

##### 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

今後の施策の方向性

「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

# 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)

経済産業省資料抜粋

(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年を目途に、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。



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。



弁当の盛り付け

##### 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。



人の手の働きを模倣した機構



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



# ◆事業実施の背景と事業の目的

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

産ロボ要素技術開発  
イノベーションの創出  
国際競争力強化



ロボット新素材

遠隔制御

非対面

非接触

ロボット  
導入推進

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  
人とロボットとの共存  
ロボットへの受容性醸成

ハンドリング

汎用動作計画

成果の  
共有・流用

自動配送ロボット  
(屋外環境)



遠隔

人手不足

小売

食品

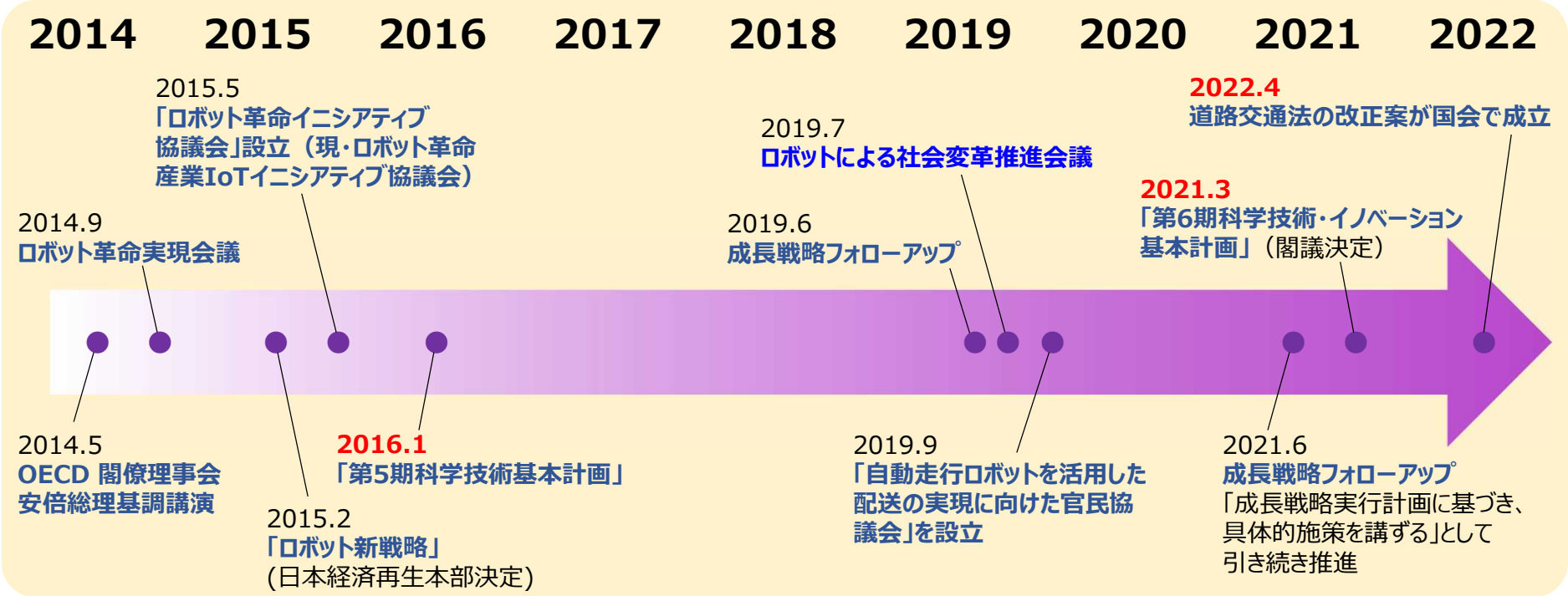
施設管理

物流倉庫

経産省直執行事業：屋内環境の整備

◆政策的位置付け

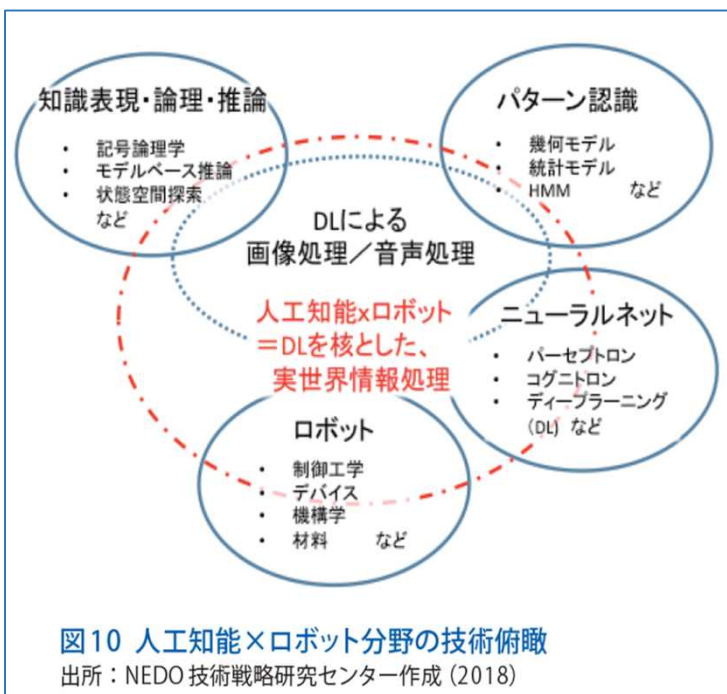
国の政策に基づいた事業推進



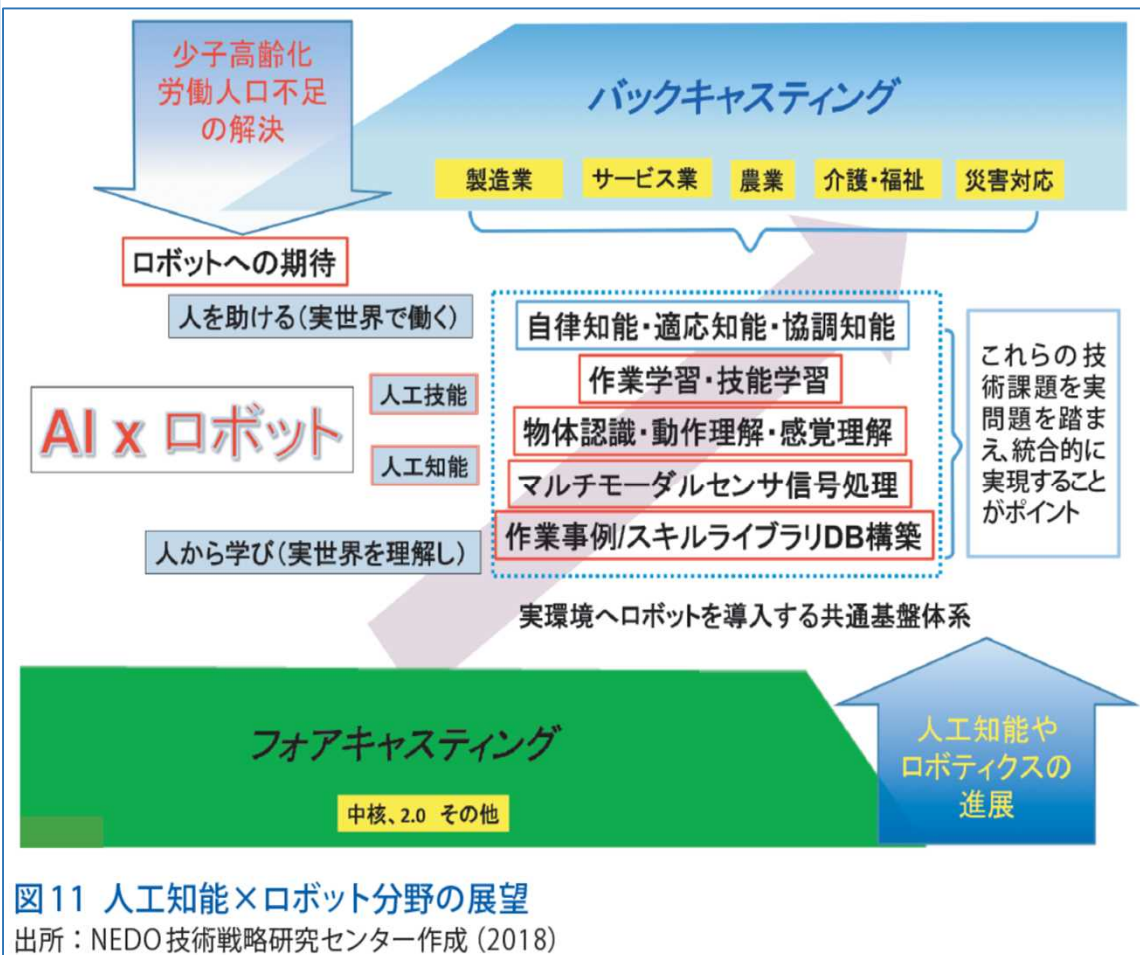
主な政策	具体的内容
「第5期科学技術基本計画」 (2016.1)	「超スマート社会」における競争力向上と基盤技術の戦略的強化が提唱され、新たな価値創出のコアとなる強みを有する技術としてロボット等の強化が記されている
「第6期科学技術・イノベーション基本計画」(2021.3)	Society5.0時代にてロボット導入を容易にするロボットフレンドリーな環境の構築推進、中長期的課題に対応する研究開発体制構築について産官学が連携して取組を推進
道路交通法の改正案成立 (2022.4)	低速、小型の自動配送ロボットに関する制度化を含む「道路交通法の一部を改正する法律」が成立、2023年までに施行される予定
「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

# ◆ 技術戦略上の位置付け

# 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



**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**

◆ 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）

「Horizon2020」



「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

**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気通貫型支援**を実施

「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

「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

**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

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

アメリカ

◆ 他事業との関係

過去事業からの学びと将来事業への展開

2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025～2050
<p><b>ロボット活用型市場化適用技術開発プロジェクト</b></p> <p>ものづくり・サービス分野を対象にロボットのさらなる活用・普及を目指した技術開発</p>										
<p><b>次世代人工知能・ロボット中核技術開発</b></p> <p>人工知能及びロボットに関する事業の根幹となる技術開発</p>					<p><b>人と共に進化する次世代人工知能に関する技術開発</b></p> <p>人工知能の要素技術開発(第2フェーズ) 人とAIが相互に作用しながら共に成長し進化するAIシステムを構築するための基盤技術</p>					
					<p><b>革新的ロボット研究開発基盤構築事業</b></p> <p><b>要素技術開発</b></p> <p><b>自動配送ロボット</b></p>					
					<p><b>次世代人工知能・ロボットの中核となるインテグレート技術開発</b></p> <p>人工知能技術の早期社会実装を実現するための技術(ツール)開発を行い、省エネルギーへ貢献する</p>					
					<p><b>SIP第2期 スマート物流サービス</b></p> <p>人工知能技術の早期社会実装を実現するための技術(ツール)開発を行い、省エネルギーへ貢献する</p>					
					<p><b>ムーンショット型研究開発事業 (目標3)</b></p> <p>2050年までに、人が違和感を持たない、人と同等以上な身体能力をもち、人生に寄り添って一緒に成長するAIロボットを開発する 2030年までに、一定のルールの下で一緒に行動して90%以上の人が違和感を持たないAIロボットを開発する</p>					

## ◆NEDOが関与する意義

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、ロボット導入密度は世界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

◆実施の効果 (費用対効果)

事業費合計: 13.2億円(2020~2022年度)

製造業、卸売・小売、物流分野の人材不足、3K職場人離れ、宅配取扱個数の急増、買い物弱者の増加への対策が急務

期待される経済効果  
市場規模の5%と仮定しても  
**3.7兆円×0.05=1,850億円/年**  
**1,850億円÷13.2億円=140倍**  
の効果と試算 (設備投資費用は除く)

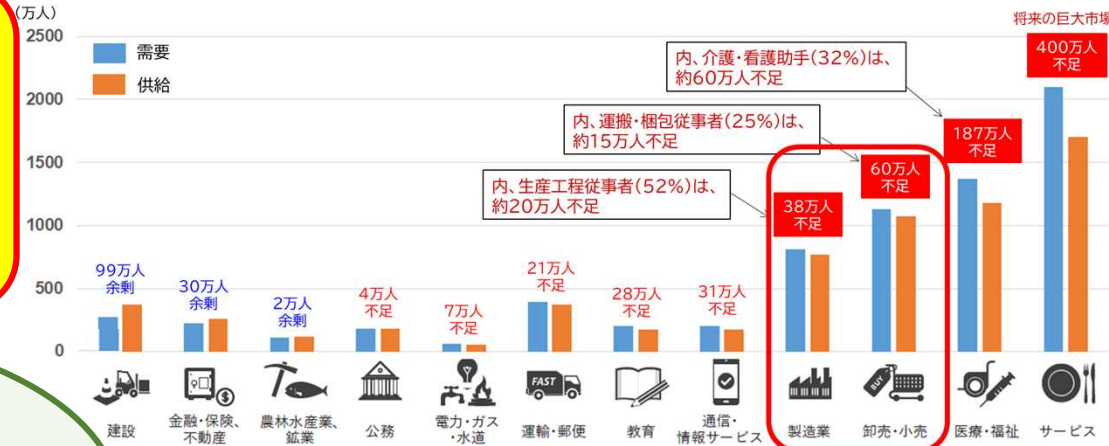
要素技術開発

卸売・小売業では  
2030年までに15万人が不足  
**市場規模: 6,495億円/年**



製造業では  
2030年までに20万人が不足  
**市場規模: 8,660億円/年**

平均年収: 433万円 (R3 国税庁発表)



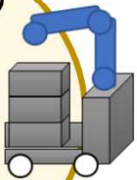
(製造業): ニーズの強い潜在顧客(3K職場、自動化が困難、人手不足が深刻な業界)  
(物流・サービス分野): 市場規模の大きな物流・サービス分野(コロナ禍による社会構造と国民心理が大きな変化)

自動配送ロボット

物流トラックドライバーは2027年には  
24万人不足、2030年には物流需要の  
約36%が運べなくなる



2030年には**124億個**  
**500円/個** (宅配単価)  
とすると**2.2兆円分**が不足



## 2. 研究開発マネジメント

- (1)研究開発目標の妥当性
- (2)研究開発計画の妥当性
- (3)研究開発の実施体制の妥当性
- (4)研究開発の進捗管理の妥当性
- (5)知的財産等に関する戦略の妥当性



## 2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

### ◆ 事業の目標

### 研究開発項目毎の目標

課題	研究開発項目	研究開発最終目標 (2024年度)
実用化	①「汎用動作計画技術」	◆ 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、 <b>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</b> する。さらに、 <b>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</b> 。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。
	②「ハンドリング関連技術」	◆ 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 <b>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</b> 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、 <b>自動化率の30%向上について検証を行う</b> 。
	③「遠隔制御技術」	◆ 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、 <b>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</b> する。また、ロボット操縦者の身体疲労等を考慮した <b>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</b> する。
	④「ロボット新素材技術」	◆ 駆動部及び構造部の <b>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</b> 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 <b>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</b> 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、 <b>消費電力の30%減少について検証を行う</b> 。
実用化・事業化	⑤「自動配送ロボットによる配送サービスの実現」	◆ 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。 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> 2. <b>月平均400km以上、あるいはのべ1600km以上の走行</b> 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> 。 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）

◆事業の目標

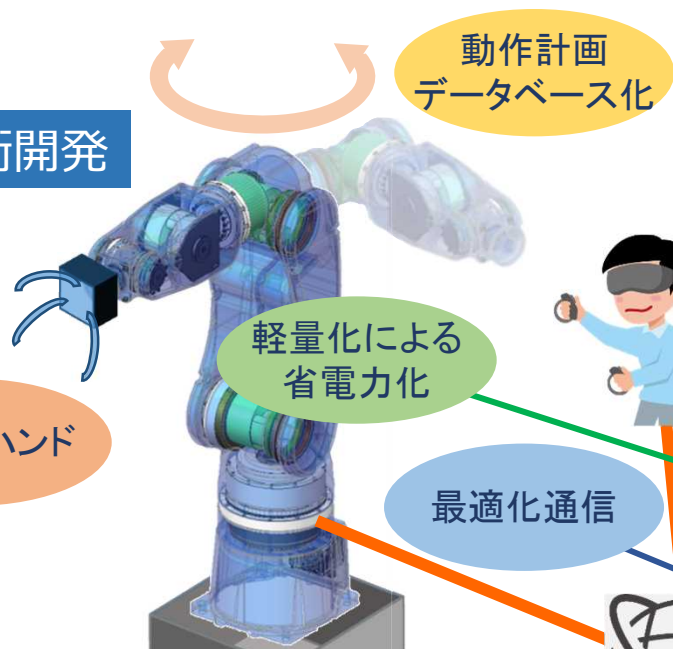
各研究開発成果の統合による成果創出

目 標	
アウトプット	<p>【中間目標】（2022年度）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 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、<b>要素技術の立案・検証・評価</b>を行う。</li> <li>● 各要素技術について、開発研究を実施し、<b>最終目標に向けた課題抽出、新たな要素技術を確立</b>する。</li> </ul>
	<p>【最終目標】（2024年度）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 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、<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> <li>● 成果を統合したロボット試作機で実証試験を行い、<b>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」</b>を実現し、ロボットの更なる普及に資すること。</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>

## ◆事業の目標

## アウトプット目標 (最終)

### 要素技術開発



- 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
- 自律移動機能開発、事前準備の簡略化
- 安全・安心を示すエビデンスの収集、協調領域の整理

**1:Nの遠隔監視・制御による  
社会実装の実現 (N≥10)**

- 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
- 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
- 実現場を模した環境での実証試験で従来のロボットと比較

**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**

最適化通信

流用

共有

遠隔監視・制御

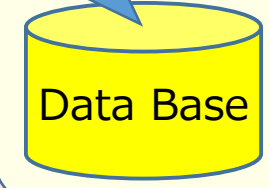
自動走行性能向上

自動配送

非接触・非接触  
サービス

◆事業の目標

事業目標達成の指標：SI費用50%削減

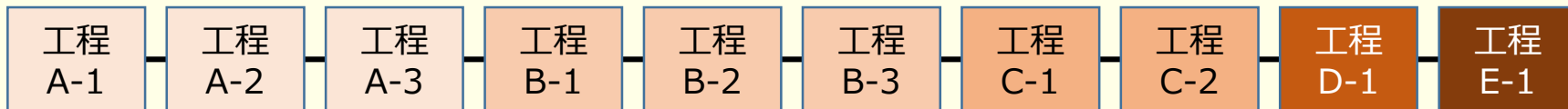
作業工程		概要	比率	削減施策と効果	
準備	引合い	顧客内で自動化要望取りまとめ 要望を基にシステムイメージ提案	-	基本無償	
	企画構想	現場確認、ヒアリング実施、構想イメージ作成 見積り条件明確化、概算見積り提示	5%	<b>要素技術 統合による 検索システム</b> ワーク認識 アーム動作 ハンド選択 構成システム 部品表、等  <b>遠隔制御</b>	
設計	仕様定義	構想イメージ作成、要素技術検証実施 要件定義、見積り確定	50%		5%→ <b>3%</b>
	基本設計	構想イメージから各機能ユニット化 ロボットや必要部品の調達			50%→ <b>20%</b>
	詳細設計	各ユニット内容の具体化			
製造	製造	設計を基に加工、組立、配線、プログラミング	30%	30%→ <b>15%</b>	
	内部テスト	ロボットシステムの内部動作確認 出荷前立会い検査			
テスト	総合テスト	実現場での動作確認	15%	15%→ <b>12%</b>	
	ユーザーテスト	ユーザーの最終確認、検証			
運用	運用保守サポート	定期メンテナンス、保守サポート	-	<b>遠隔制御</b> 別契約	

各種要素  
技術を集約

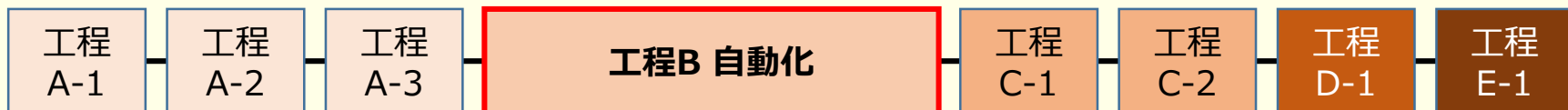
◆ 事業の目標

事業目標達成の指標：自動化率30%向上

自動化なし：全行程人手作業（工程／人）

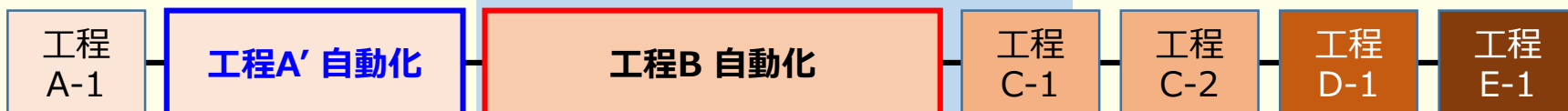


自動化率30%：一部作業をロボット化：**スタートライン（基準）**



要素技術開発により自動化率向上を実現する

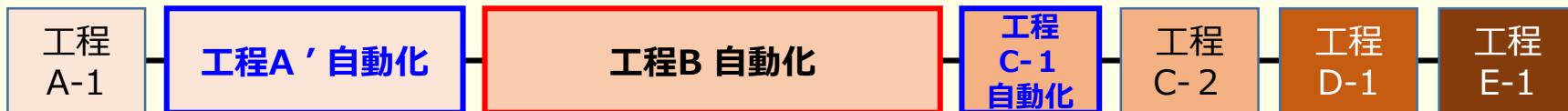
ロボット化工程を増加（+2工程）：自動化率29%向上・未達成



革新的エンドエフェクタの開発、等

自動化率向上により  
生産人口減少に貢献

さらにロボット化工程を増加（+1工程）：**自動化率43%向上・目標達成**



◆ 事業の目標

事業目標達成の指標：1:Nの遠隔監視・制御

◆ ラストワンマイルを担うドライバーと荷物の推定

- ラストワンマイルに従事する配達人数：23千人
  - 宅配便の取扱い個数：22.9億個
- $22.9\text{億個} \div 23\text{千人} = 99,600\text{個} / \text{年} / \text{人}$

□ これらに対応するために

- 遠隔操作で1(人):N(台)を実現させる
- 機体1台・1年あたり18,250個の荷物配送  
(1日5回配送×10個/回×365日)



□ ロボットによる配送可能な荷物の割合

遠隔操作台数

1:1

18.3% (18,250個 / 99,600個)

1:3

55.0% (54,750個 / 99,600個)

1:10

**183.2%** (182,500個 / 99,600個)

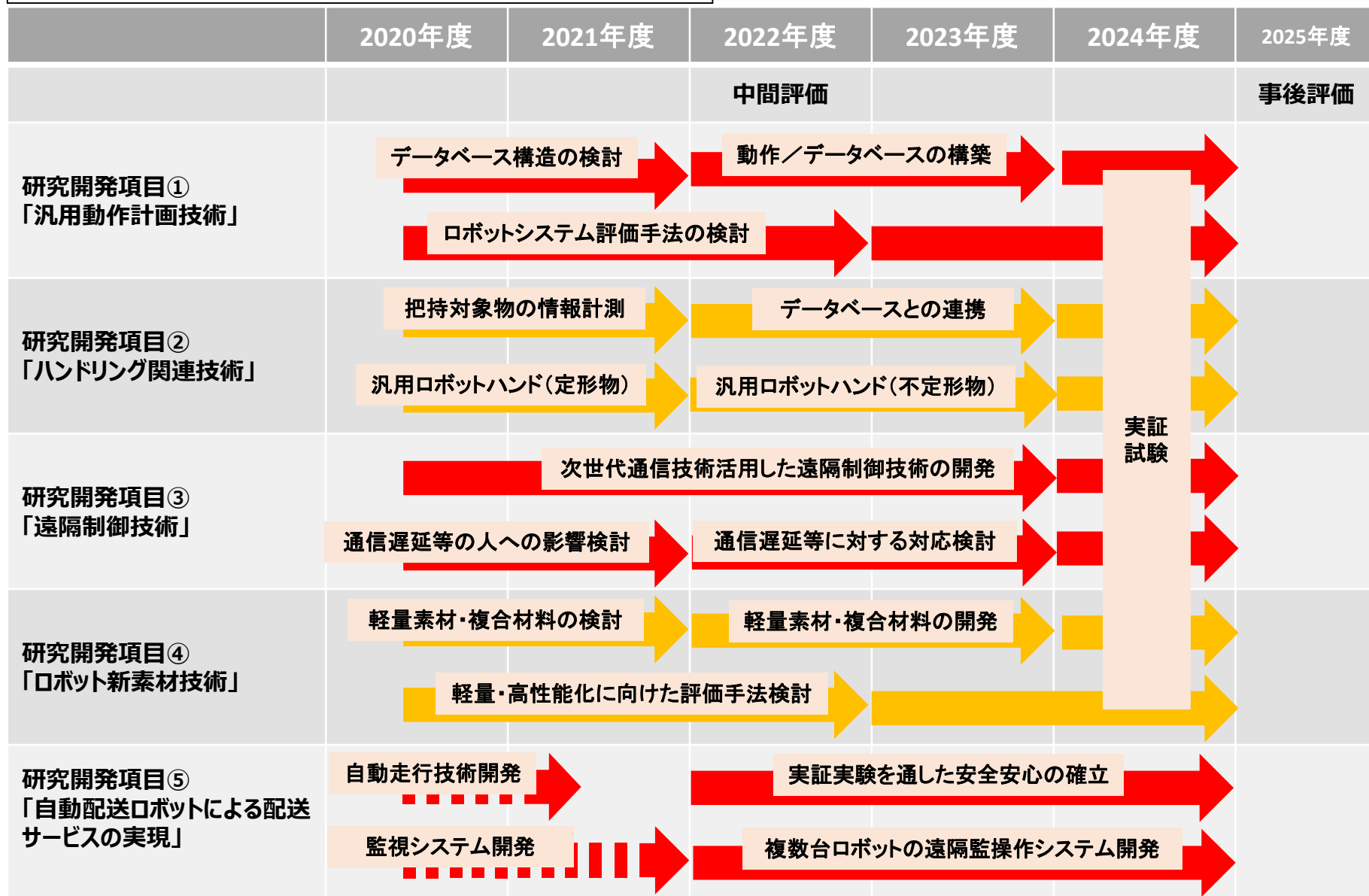
遠隔監視・制御技術  
自動走行技術向上  
法整備・改正  
地域との連携

◆ 研究開発目標と根拠

アウトプット目標達成への基盤づくり

課題	テーマ	研究開発目標 (2022年度末)	設定根拠
要素技術開発	産業用ロボットの機能向上・導入容易化のための産学連携による基礎技術研究  《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」	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 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、<b>ロボットシステムの評価方法を1件以上確立</b>し、検証を行う</li> <li>◆ 把持対象物の情報計測を行うことの可能な<b>センシング機能を有するエンドエフェクタ等を開発</b>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、定形物を把持する<b>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</b>する。</li> <li>◆ 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<b>遠隔制御に必要な基幹となる要素技術を1件以上確立</b>する。また、ロボットの遠隔操作による遅延が<b>人の感覚に与える影響の定量化に必要な指標を検討</b>する。</li> <li>◆ ロボットの駆動部若しくは構造部のうち、<b>ロボットの消費電力削減に寄与する項目を2件提示</b>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<b>軽量化・高性能化による性能を評価する指標を1件確立</b>する。</li> </ul>	<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件以上確立し、その統合により、システムインテグレーション費:50%減、自動化率:30%向上を実現する。</b></li> <li>● 本事業は、既存の技術やそのアプリケーションの開発といった連続的な開発ではなく、実用化までに長期間を要するハイリスクで非連続な研究開発を実施する。そのため、本事業では、<b>非連続なブレイクスルーを生み出す基盤技術を研究開発</b>し、その技術が<b>開発研究</b>（本事業の成果を活用し、付加的な知識を創出して、新しい製品、サービス、システム等の創出又は既存のこれらのものの改良を狙いとする研究をいう）を<b>開始できる水準までに達すること</b>を本事業の目標とする。</li> <li>● 本事業の成果により、ロボットシステムが導入され、人との協調が求められる分野・タスクにおいて<b>生産人口減少に対応し、併せて環境へも配慮も実現</b>する。</li> </ul>
自動配送	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、他 《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>◆ 下記のうち2つ以上の目標を達成すること</li> <li>● 2台以上のロボットを<b>遠隔監視・操作可能なシステムの開発</b>。(最終目標は10台以上)</li> <li>● <b>月平均100km以上、あるいはのべ400km以上</b>の走行</li> <li>● <b>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</b>。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ <b>1:N(≥10)遠隔監視・制御による社会実装を実現する。</b></li> <li>● 事業としての運用可能性を検証するため左記の通りとする。なお、自動配送ロボットによるラストワンマイルの配送個数の試算によれば、<b>遠隔監視操作が1人あたり10台で配送員1.8人分の配送個数</b>となり、ロボット導入の効果を得られる。</li> </ul>

## ◆ 研究開発のスケジュール





## 2. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性

### ◆プロジェクト費用

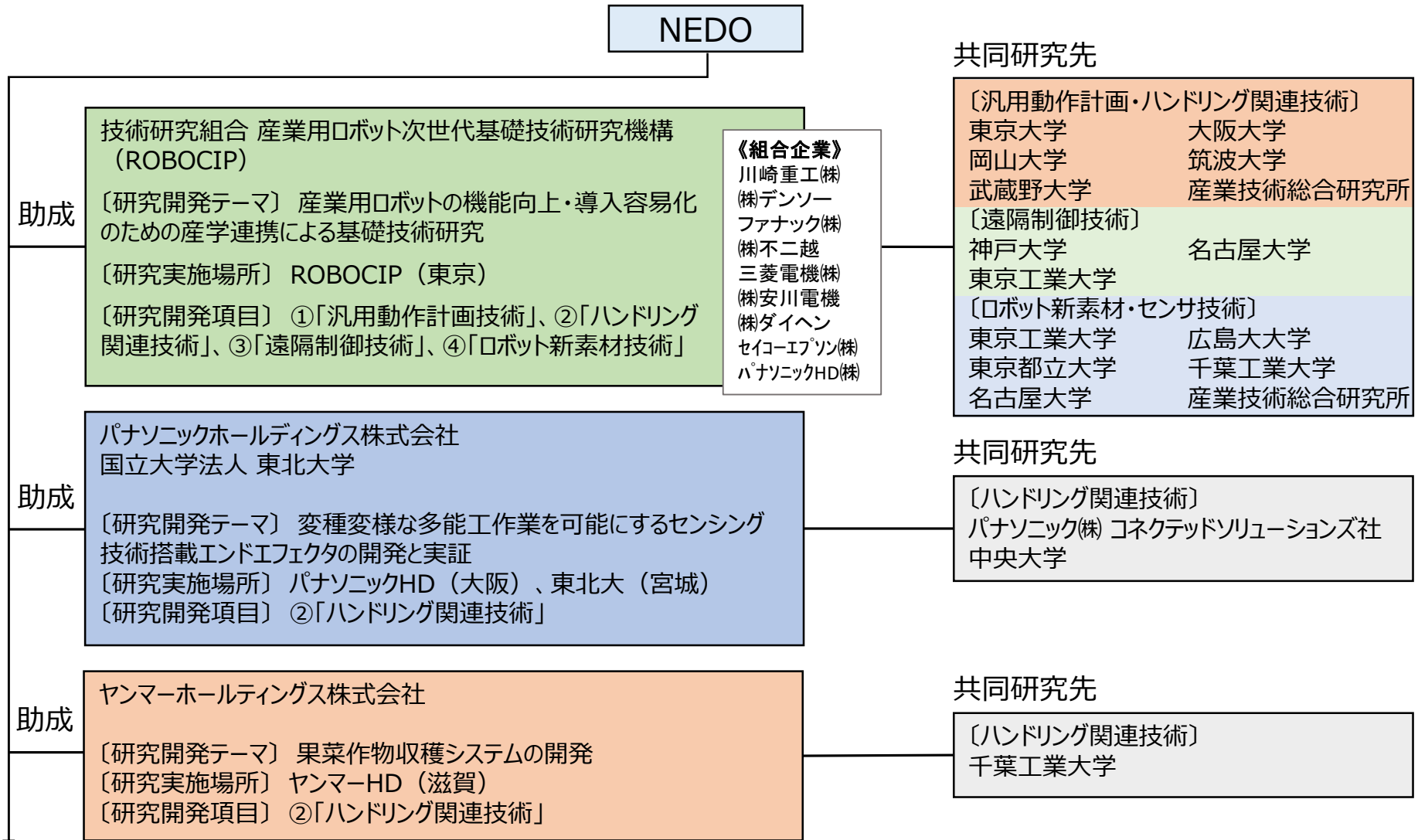
### 助成事業者への交付金額 (2/3助成)

(単位：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
研究開発項目① 「汎用動作計画技術」	11	49	64	—	—	124
研究開発項目② 「ハンドリング関連技術」	36	132	158	—	—	326
研究開発項目③ 「遠隔制御技術」	1	30	113	—	—	144
研究開発項目④ 「ロボット新素材技術」	14	75	83	—	—	172
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」	133	185	(注) 170	—	—	488
調査事業	24	20	20	—	—	64
合計	219	491	608	—	—	1,318

注. 2022年度より自動配送ロボットは、助成比率が変動する  
大企業：1/2、中小・ベンチャー：2/3

# ◆研究開発の実施体制



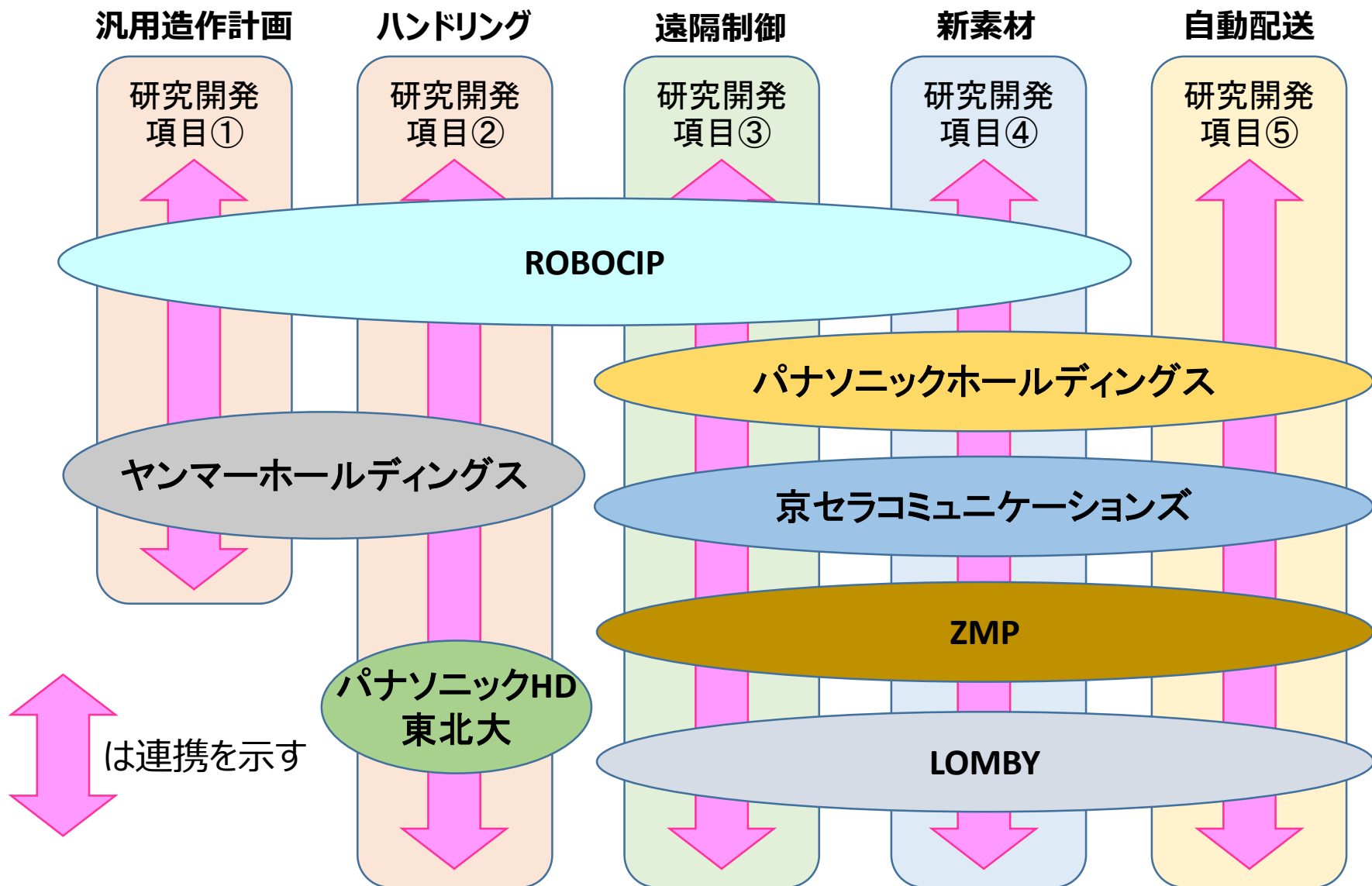
(次頁へ続く)

## ◆ 研究開発の実施体制



◆ 研究開発の運営体制

テーマ間連携による課題共有と協調領域の検討



## ◆ 研究開発の運営体制

## 技術委員との連携による事業運営の実施

### 《テーマ構成》

産業用ロボットの機能向上・導入容易化のための  
産学連携による基礎技術研究

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」

変種変様な多能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

②「ハンドリング関連技術」

果菜作物収穫システムの開発

①「汎用動作計画技術」

②「ハンドリング関連技術」

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、他

⑤「自動配送ロボットによる配  
送サービスの実現」

### 《委員会構成》

「革新的ロボット研究開発  
基盤構築事業」に係る  
技術委員会

### 《実績》

開催回数

4

- 研究開発進捗と技術内容・実用化レビュー・アドバイス教示
- 研究開発体制の変更・追加審査
- 研究開発を加速のため予算の再配分検討・審査
- 中間評価対応アドバイス、他

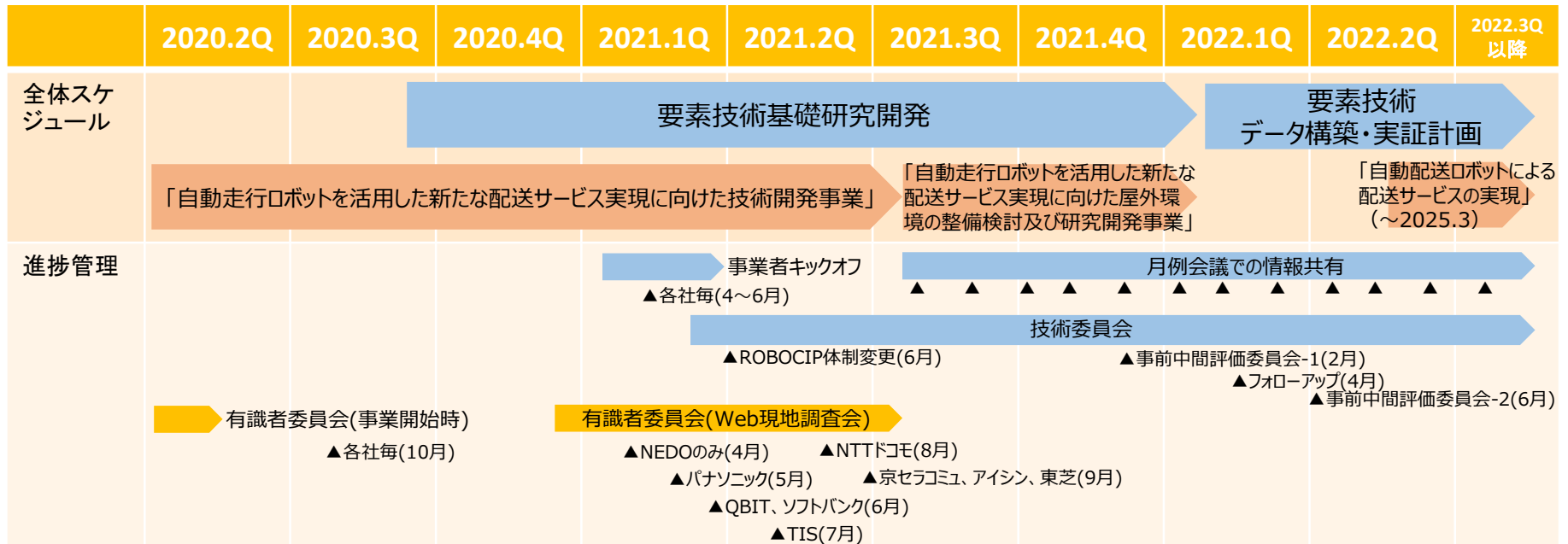
「自動走行ロボットを活用した  
新たな配送サービス実現に  
向けた技術開発事業」に係る  
技術委員会

開催回数

19

◆ 研究開発の進捗管理 事業者との情報・課題共有と解決施策検討

- 年度初めに各事業者とのキックオフ実施、定例会議開催（2021年4月～）
  - ・ 年度初頭に全テーマ毎、プレゼン形式でヒアリングを実施、定例会議での情報共有
  - ・ 中間目標、最終目標の達成へ向けた取組みについて、各事業者へフィードバックの実施
- 技術委員会の開催による事業内容の精査・向上（2020年10月～2022年6月）
  - ・ 事業執行内容向上、体制見直し、予算管理等での技術委員アドバイスとフィードバックの実施
  - ・ 委員は全テーマ毎に、取組の詳細説明を受け、テーマ理解を深めたうえで、各テーマの課題に対する技術指導を実施
  - ・ 安全確保の取組や社会受容性の調査方法等、横連携を図った方が良い情報について、各事業者へフィードバックを実施
  - ・ 開発成果の実証時には、現場をWEB会議で接続



◆ 動向・情勢の把握と対応

調査事業により、動向と情勢を把握

情 勢

対 応

- 海外での最新の産業用ロボット研究開発加速による国際市場への参入
- 国際競争力の強化のため、国内の産業用ロボット業界の要諦を検討・整理が急務

「産業用ロボットへの展開が見込まれる異分野アカデミアシーズに係る調査」  
(2020年度：一般財団法人製造科学技術センター)

- ロボティクスとは異なる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が必要であるため、産業用ロボットへの展開が見込まれる異分野アカデミアシーズに係る調査を実施
- 各大学の研究室が有する技術シーズと産業用ロボットにおける重要技術との関係について整理し、その結果をとりまとめ

「欧州における産業用ロボットの研究開発および実装に関する動向調査」  
(2020年度：NEDO・欧州事務所)

- 欧州での最新の産業用ロボットの研究開発および実装に関する動向調査を実施することにより、国内の産業用ロボット業界の要諦を検討・整理し、国際競争力を強化することを目的とする

「商品画像を活用したロボット導入に係る調査・検討」  
(2020年度：三菱UFJリサーチ&コンサルティング、アーサー・ディ・リトル・ジャパン)

- 国内外における商品画像に関する調査研究を一元的に実施することで、あらゆる産業分野にロボットを導入していくための基礎となると考えられるため情勢調査を実施

「産業用ロボットの関連技術の標準化等に係る調査」  
(2021年度：一般財団法人製造科学技術センター)

- 産業用ロボットの国際競争力をより一層強化していくためには、標準化の推進や、イノベーションの創出が必要であり、産業用ロボットの要素技術に係る標準化の動向や、異分野の技術シーズについて調査する

「革新的ロボット研究開発基盤構築事業に係る技術動向及び市場調査」  
(2022年度：三菱ケミカルリサーチ)

- 要素技術開発で期待されている成果について、事業化の目途を広く探索するために、現状及び将来のロボットの国内外の技術動向、既存技術に対する優位性を明確にし、成果の応用範囲や実装可能性を拡大するための調査を行う

◆ 動向・情勢の把握と対応

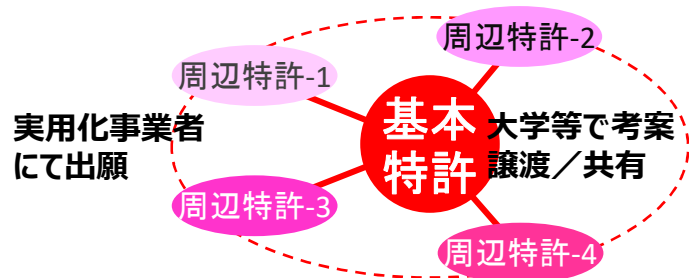
実用化促進のため、研究開発を前倒し

項目	テーマ	研究開発目標（2022年度末）	情勢の変化	目標の妥当性と対応
ハンドリング技術	変種変様な多能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	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 汎用性の高いエンドエフェクタの原理を考案し、考案原理に基づく実機を具現化し、対象物の形状・サイズに依らずすくい取り保持可能なエンドエフェクタの設計・試作を実施する</li> <li>◆ エンドエフェクタに搭載した小型カメラのセンシング情報を用いた エンドエフェクタの把持制御手法を開発する</li> </ul>	<p>研究開発の進捗が計画以上に推進</p> <p><b>研究開発加速予算の付与 14百万円</b></p>	<p>① 外部ビジョンセンサで検出した対象物を、ロボットアームに取付けたハンドで把持する実アプリケーションに近い動作でのハンド評価の実施</p> <p>②「ハンドと把持対象物の位置ズレの影響評価」や「実運用時に顕在化する現在未把握の課題抽出」を実施</p> <p>より現実に近い想定で評価・課題抽出を行うことで、自動化率の向上を早く達成することに寄与</p>
	果菜作物収穫システムの開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 所定ずれ範囲にあるトマトを90%以上収穫可能</li> <li>◆ 部分的に隠れたトマトの実を規定誤差以内で90%以上について検出</li> </ul>	<p>研究開発の進捗が計画以上に推進</p> <p><b>研究開発加速予算の付与 6百万円</b></p>	<p>①収穫ロボットの搬送、走行部分の外注化で社内リソースを収穫性能向上に集中、短期で目標性能を実現を目指す</p> <p>②画像認識担当メンバー増、研究用計算機導入で開発を加速</p> <p>③近隣に試験用の圃場環境を整備</p> <p>リソース・環境整備で研究加速</p>



## ◆ 知的財産権等に関する戦略

各事業者にて戦略を策定し事業化を目指す



- 研究開発に関連する他社出願状況の先行調査
- 抵触リスクのある特許については回避策を検討

## ◆ 知的財産管理

助成事業であり、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 東北大学 (共同研究先)	◆ 東北大学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 → さらにパナソニックで周辺特許の出願を実施
	ヤンマーホールディングス (共同研究先)	◆ 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、特許については2021年度は3件出願済み、2022年度も3件以上の出願を見込む
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>

# 3. 研究開発成果

- (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義
- (2)成果の最終目標の達成可能性
- (3)成果の普及
- (4)知的財産権の確保に向けた取組

### 3. 研究開発成果

#### (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

## ◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

◎ 大きく上回って達成、○ 達成／達成見込み（中間）  
△ 一部達成（事後）、×未達

課題	研究開発項目	研究開発目標（2022年度末）	主な成果状況	達成度
実用化	①「汎用動作計画技術」	◆ 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、 <b>ロボットシステムの評価方法を1件以上確立</b> し、検証を行う。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● データベースに必要な要素や構造の検討に加え、先行して<b>データベース構築と検証に着手</b>。</li> <li>● ロボットシステムの評価方法として<b>SIコスト算出モデルを確立・検証を実施</b>した。</li> </ul>	◎
	②「ハンドリング関連技術」	◆ 把持対象物の情報計測を行うことの可能な <b>センシング機能を有するエンドエフェクタ等を開発</b> 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 <b>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</b> する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● データベースの作業対象物のデータを活用し、情報計測(対象認識)可能なカメラによるセンシング機能付きエンドエフェクタを活用し、10件以上の定型物・不定形物サンプルの<b>情報計測(認識)を実施可能なシステム構築</b>を実施。</li> <li>● 把持戦略の原理検証により、要素技術として把持の際の<b>指標となる把持安定度を確立</b>した。</li> <li>● 最終目標である<b>不定形物の把持</b>についても<b>一部前倒しにて達成</b>した。</li> </ul>	◎
	③「遠隔制御技術」	◆ 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 <b>遠隔制御に必要な基幹となる要素技術を1件以上確立</b> する。また、ロボットの遠隔操作による遅延が <b>人の感覚に与える影響の定量化に必要な指標を検討</b> する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 公衆回線のように通信遅延(ディレイ)や変動(ジッター)のある通信環境でも<b>遠隔制御を安定的に実行できる通信方式を試作</b>。</li> <li>● 遠隔制御のタスクモデル及び評価方法を開発し、要件定義の作成を計画通り達成し、<b>複数感覚(マルチモダリティ)を考慮した通信制御技術を1件開発</b>。</li> <li>● 通信遅延や変動がロボット操縦者へ与える影響について、<b>視線追従などによる定量的指標を挙げて有効性を検証</b>。</li> </ul>	○

### 3. 研究開発成果

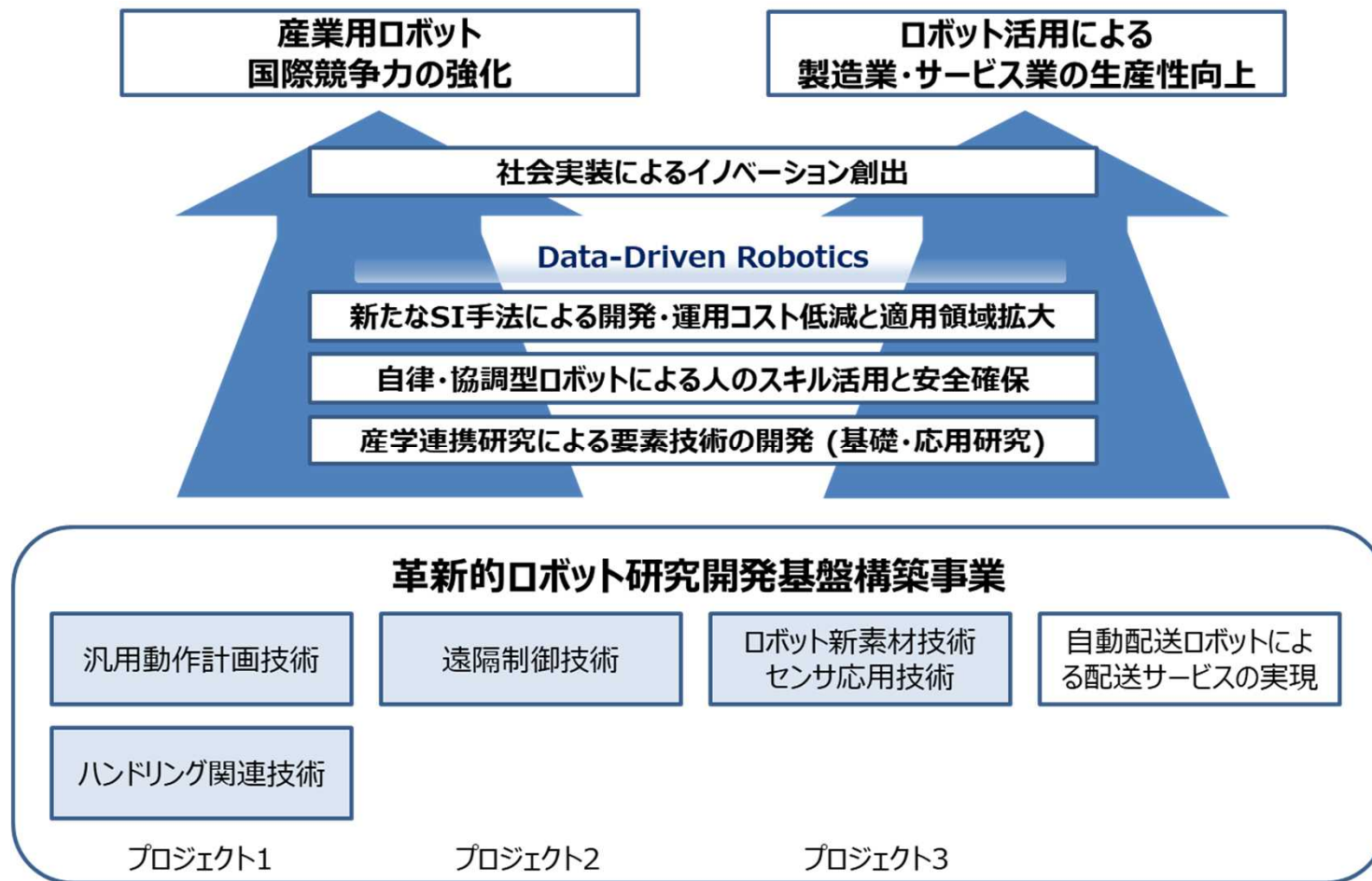
#### (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況		◎ 大きく上回って達成、○ 達成／達成見込み（中間） △一部達成（事後）、×未達		
課題	研究開発項目	研究開発目標（2022年度末）	主な成果状況	達成度
実用化	④「ロボット新素材技術」	◆ ロボットの駆動部若しくは構造部のうち、 <b>ロボットの消費電力削減に寄与する項目を2件提示</b> 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 <b>軽量化・高性能化による性能を評価する指標を1件確立</b> する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● プレス成形による<b>CFRP製ロボットアームのプロトタイプを開発し適用可能性検証</b>。軽量化25%及び現行材と同等程度の特性を得られる見通しを得た。</li> <li>● アーム部及び減速機の軽量化(25%)により省電力化(30%)できる考え方を整理。これにより<b>消費電力削減に寄与する2件(アーム部及び減速機)を提示</b>。</li> <li>● 上記の「軽量化(25%)により省電力化(30%)できる考え方」において「<b>動作パターンにおけるDuty比(の低減)</b>」が軽量化による省電力化(および高速化)の指標であることを示し、<b>軽量化による性能を評価する指標を1件確立</b>。</li> </ul>	○
実用化・事業化	⑤「自動配送ロボットによる配送サービスの実現」	◆ 下記のうち2つ以上の目標を達成すること <ul style="list-style-type: none"> <li>● 2台以上のロボットを<b>遠隔監視・操作可能なシステムの開発</b>。（最終目標は10台以上）</li> <li>● <b>月平均100km以上、あるいはのべ400km以上</b>走行</li> <li>● <b>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</b>を実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 2020-21年度の予算事業で、<b>自動配送ロボット単体の機能開発と実証を実施済</b>。</li> <li>● 2022-24年度の本事業では左記の<b>1:N遠隔監視制御と実用化へ向けて、所定の距離の走行及び自動配送の実証が可能な案件のみを採択しており、2022年度末に達成見込み</b>。</li> </ul>	○

研究開発テーマ：産業用ロボットの機能向上・導入容易化のための産学連携による基礎技術研究

ROBOCIP - 研究開発内容

- ◆ 研究開発項目①～④を3プロジェクトで実施
- ◆ 各プロジェクトが産学連携で研究開発し、技術組合企業で検討可能な実用化を目指す



研究開発テーマ：産業用ロボットの機能向上・導入容易化のための産学連携による基礎技術研究

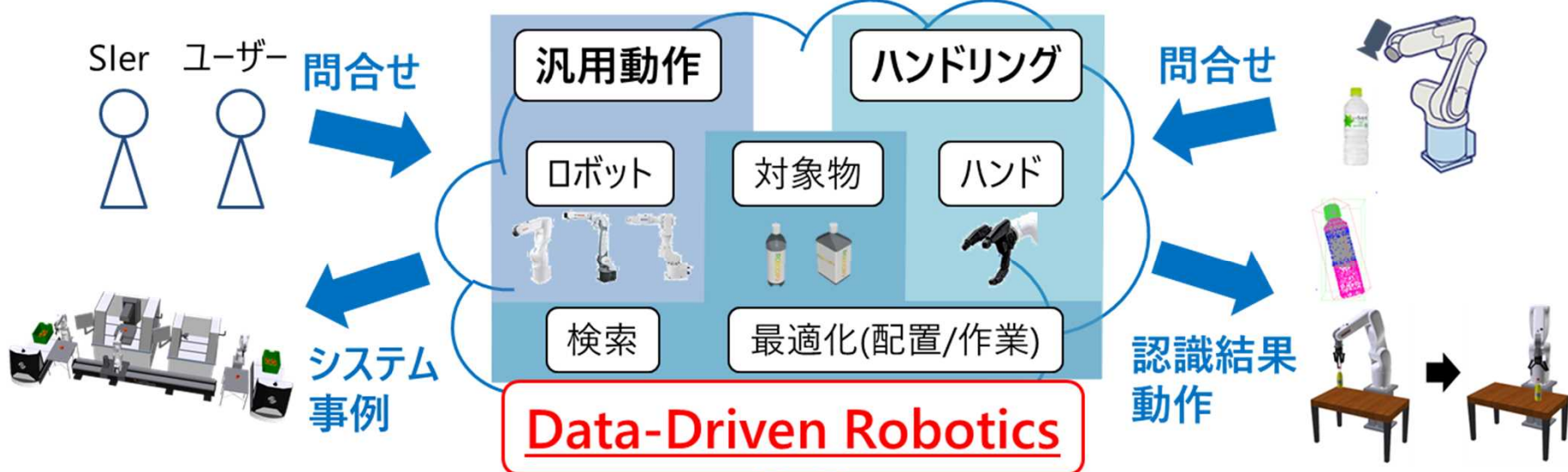
ROBOCIP - プロジェクト1 ハンドリング・汎用動作計画技術

- ◆ 狙い：ロボット活用による人手不足解消や製造業・サービス業の生産性向上に寄与
- ◆ 現状：ロボットシステム構築が個別対応・高コストであり、適用領域拡大を妨げ
- ◆ 目標：システムインテグレーションコスト50%削減及び自動化率30%向上

システム設計～構築

ロボットシステムデータベース

組立/陳列



**Data-Driven Robotics**

1-1 (武蔵野大)  
意味検索アルゴリズム構築

1-2, 1-3, 1-4 (産総研,大阪大,筑波大)  
システム設計用データ構築

1-5, 1-6 (東京大,岡山大)  
システム構築最適化アルゴリズム構築

1-7 (ROBOCIP) 研究した成果を統合するデータベース構築

研究開発テーマ：産業用ロボットの機能向上・導入容易化のための産学連携による基礎技術研究

ROBOCIP - プロジェクト2 遠隔制御技術

- ◆ 狙い：ロボット活用による人手不足や製造業・サービス業の生産性向上に寄与
- ◆ 現状：現場での人手作業や自律化困難な工程がロボット適用領域拡大を妨げ
- ◆ 目標：遠隔制御による作業支援・復旧を実現し、人間作業者の現場対応から脱却



2-1 ロボット遠隔操縦のための通信方式  
(神戸大)

2-2 通信性能評価・性能向上・制御との連携  
(名古屋大)

2-3 ヒューマンファクタの評価手法  
(東工大)

研究開発テーマ：産業用ロボットの機能向上・導入容易化のための産学連携による基礎技術研究

ROBOCIP - プロジェクト3 ロボット新素材・センサ応用技術

- ◆ 狙い：ロボット活用により人手不足解消や製造業・サービス業の生産性向上に寄与
- ◆ 現状：構成部材が重く、安全確保施策が必要な為、ロボットの適用領域が限定
- ◆ 目標：新素材による軽量化と消費電力30%削減、センサ実装による安全確保

**新素材による軽量化**

- 消費電力削減
- 移動の容易化
- 高精度化・高速化
- 適用領域拡大



**ロボットアーム・ハンド等の曲面・屈曲部への印刷型センサデバイスの実装**

- 状態検知  
⇒ロボットの健全性  
把持状態 など
- 接近検知  
⇒人や物体
- 信頼性向上
- 予防保全
- 安全性向上
- 動作範囲拡大
- 柵レス

3-1 ロボット新材料探索と研究  
(東工大・広島大・千葉工大・東京都立大)

3-2 ロボット材料(CFRP)研究  
(名古屋大)

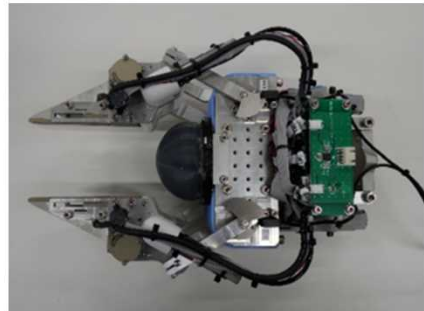
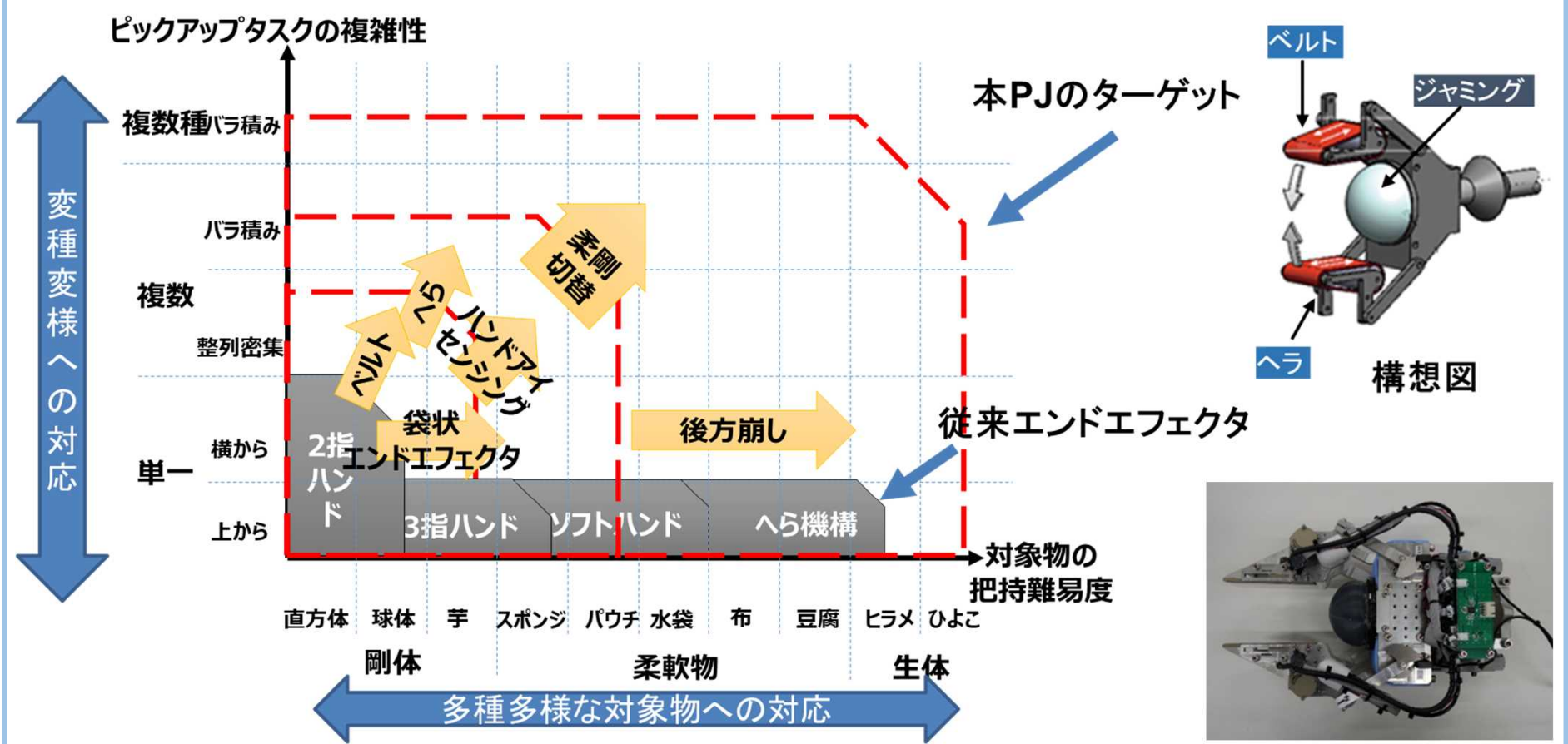
3-3 ロボットへのセンサデバイス実装  
技術の研究開発  
山形大(~2021)、産総研(2022~)



**研究開発テーマ：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**

**パナソニックホールディングス株式会社／東北大学**

- ◆ 従来のエンドエフェクタは、特定の対象物やタスクに特化
- ◆ 「多種多様な対象物へ対応」+「対象物の状態変化に対応」の2軸に注目し実現できる作業を面で広げていく開発を行う

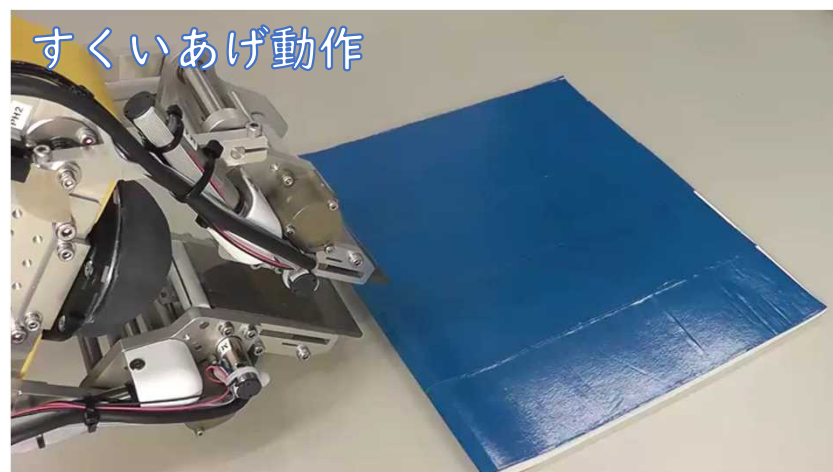
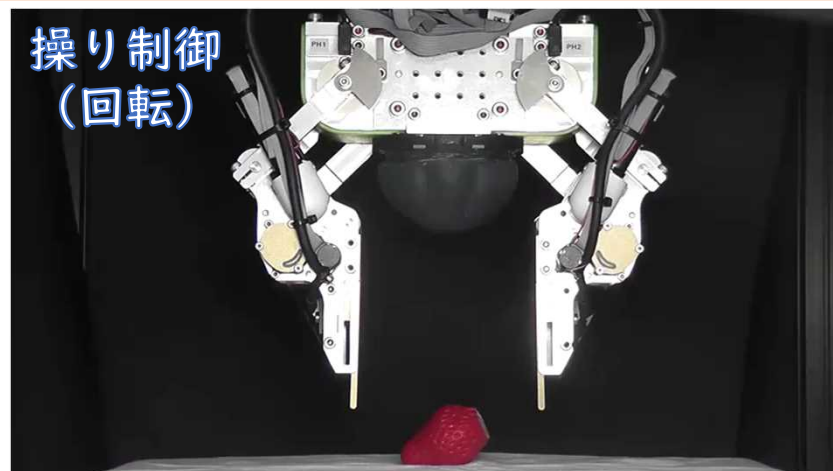
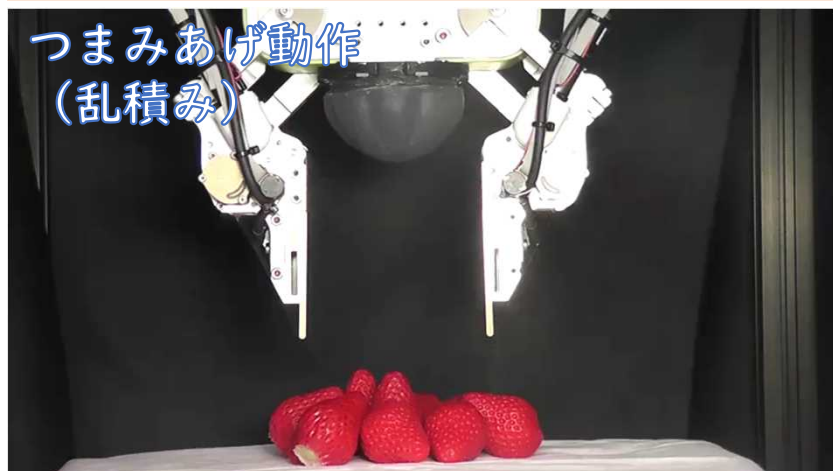


研究開発テーマ：変種変様な多能工作業を可能にするセンシング技術搭載エンドエフェクタの開発と実証

パナソニックホールディングス株式会社／東北大学

■ 統合エンドエフェクタの開発

➢ 成果：ヘラ・ベルト機構を応用したエンドエフェクタの動作確認（二次試作完了）



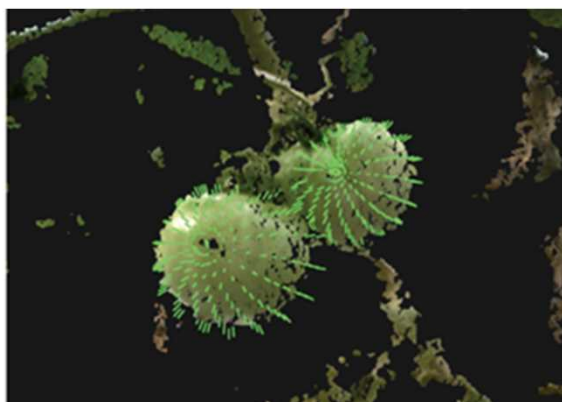
## 研究開発テーマ：果菜作物収穫システムの開発

### ヤンマーホールディングス株式会社

- ◆ 人手不足が進む農業分野でも、各作業の自動化が求められている
- ◆ 野菜・果物における生産額が最も高い大玉トマトは、実が密着して房になり、1つずつ向きが異なるため、単純な機械では収穫できないため大玉トマトの自動収穫機を開発



トマト収穫試作機



認識カメラによる形状解析



吸着パッドにて固定  
上部ハサミでカット

### 技術の特徴

#### ➤ 吸着切断ハンド

従来の球体を把持する吸盤では難しかった凹凸のあるトマトの吸着を、新たに独自開発した吸着パッド「Trun-cone pad」により実現、吸着したトマトの付け根「果梗」にハサミを差し込み、根元から切断して収穫

#### ➤ 収穫するトマトの形状/姿勢認識

吸着切断ハンドでの収穫には「①吸着できる位置」と「②切断する位置」を見つける必要がある

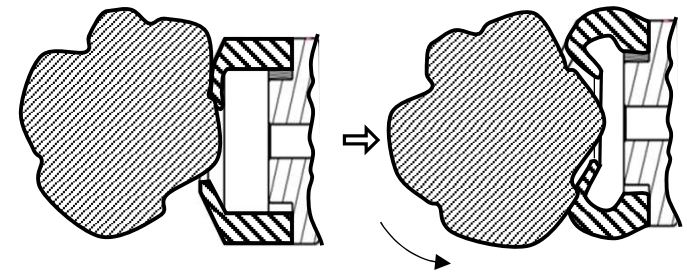
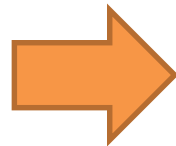
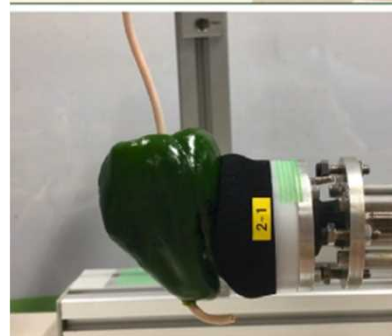
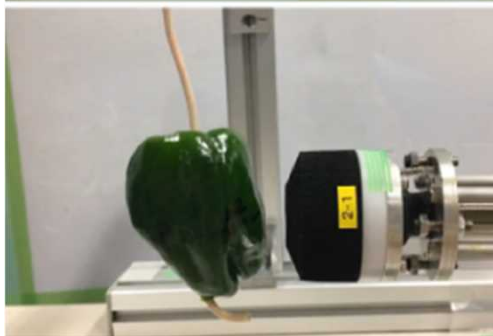
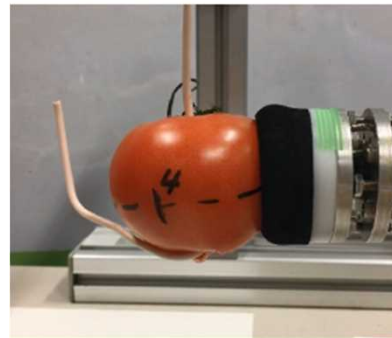
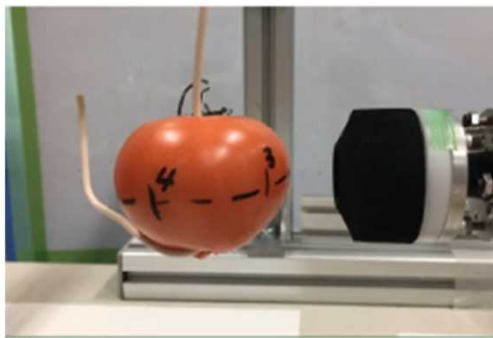
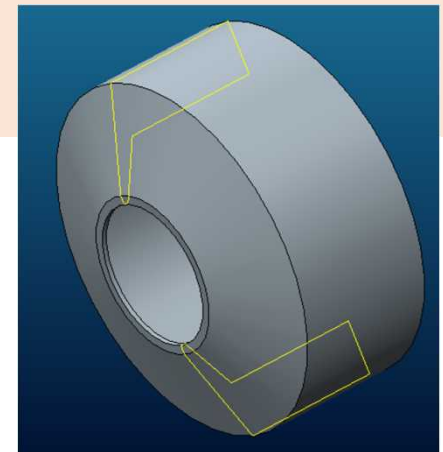
①はトマトの表面形状を認識して特定、②は大玉トマトの場合、葉や果実の陰に隠れて特定できないことがあるため、深層学習によって認識した果実の姿勢から間接的に切断位置を推定

研究開発テーマ：果菜作物収穫システムの開発

ヤンマーホールディングス株式会社

■ Trun-cone型吸着パッドの開発

- 成果：反力が得にくい球状作物を形状、姿勢によらず吸着可能  
位置ずれがあっても吸着でき、中央に引き込む  
同外形の従来吸盤と同等の把持力を発生  
高い性能を単一部品で実現し、非常に実用的



## 研究開発テーマ：自動配送ロボットによる配送サービスの実現

### パナソニックホールディングス株式会社

- ◆ 住宅街での人共存下で、ロボットの自律走行と遠隔操作を組み合わせることで、安全を確保した走行を実現



- 小型低速ロボットによる住宅街向け配送サービスの実証実験をFujisawaサステイナブル・スマートタウン(SST)で実施

実証期間：フェーズ1 2020年11月25日～12月24日  
フェーズ2 2021年5月

実証概要：FujisawaSST内にて、タウン内にある薬局から住宅に医薬品を届けるサービスの実証など、公道を含む住宅地内を走行。遠隔監視システムによる監視・操縦も実証。運用に影響のない通信遅延時間等の決定と低遅延な伝送技術。1人のオペレータによる複数台の遠隔同時監視での自動走行の実現。



## 研究開発テーマ：自動配送ロボットによる配送サービスの実現

### ソフトバンク株式会社／佐川急便株式会社

- ◆ 公道でロボットが信号機の表示情報を受信して交差点を横断し、安全に走行しながら荷物を配送

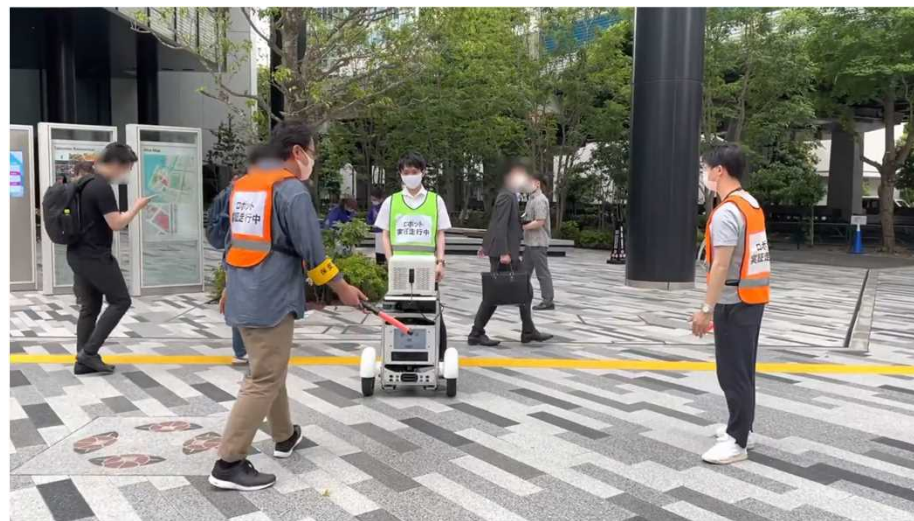
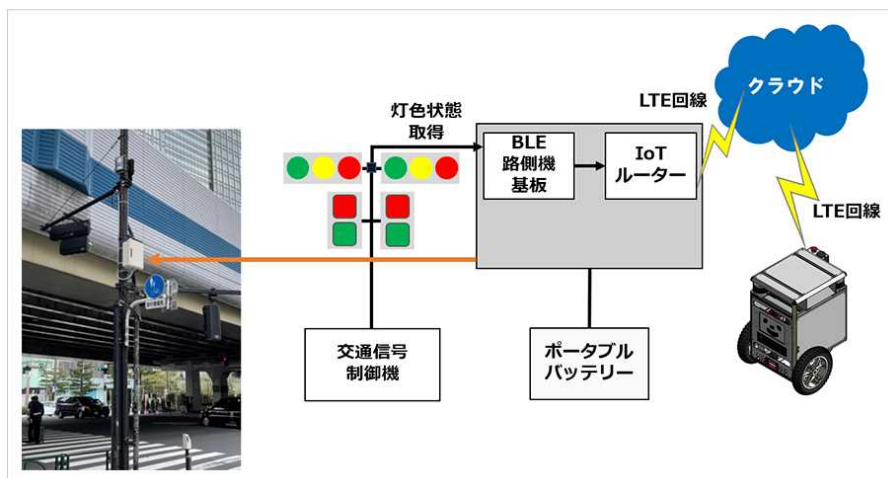


- 竹芝エリアの公道でロボットが信号機の表示情報を受信して交差点を横断し、安全に走行しながら荷物を配送

実証期間：2020年12月～2021年4月

実証概要：屋外と屋内の2つの配送シナリオに沿って、技術面やサービス実用性についての検証・評価を実施。屋外の配送では、自動走行ロボットと信号機の連携システムを開発し、日本で初めて信号機と連携した屋外配送に成功。

自動走行ロボットと信号機の連携システムの構成



### 3. 研究開発成果 (2) 成果の最終目標の達成可能性

## ◆ 成果の最終目標の達成可能性

分類	研究開発項目	最終目標	達成見通し
要素技術開発	①「汎用動作計画技術」	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、 <b>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</b> する。さらに、 <b>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</b> 。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。	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 動作<b>最適化アルゴリズム等の構築</b>を進めることで達成見込み</li> <li>◆ SI算出<b>コストモデルの構築及び活用した検証</b>を進めることで達成見込み</li> </ul>
	②「ハンドリング関連技術」	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 <b>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</b> 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 <b>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</b> 。	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 柔剛切替機構を搭載したエンドエフェクタの開発、<b>後方崩しメカニズムの採用などで、ピックアップタスクの汎用性を高めること</b>で、<b>達成の見通し</b></li> <li>◆ ハンドリング<b>評価指標の研究</b>を進めることで達成見込み</li> <li>◆ 小売り店舗での<b>実証実験を通して検証</b>することで達成見込み</li> </ul>
	③「遠隔制御技術」	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 <b>高度な遠隔制御技術を1件以上開発</b> する。また、ロボット操縦者の身体疲労等を考慮した <b>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</b> する	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 共同研究先の成果を統合した<b>多様な通信環境とマルチモードに対応した通信方式を開発</b>し達成見込み</li> <li>◆ 上記の通信方式を実装した<b>遠隔制御の実験システムを構築</b>し開発した<b>タスクボードを用いた評価実験で検証</b>を実施する</li> <li>◆ 評価実験を通じて、<b>操縦者が作業性能に及ぼす影響を評価</b>、開発した<b>ヒューマンファクタの評価方法の妥当性を検証</b>する</li> </ul>
	④「ロボット新素材技術」	駆動部及び構造部の軽量化・高性能化に資する <b>軽量素材や複合材料を1件以上開発</b> 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、 <b>基幹部品となる要素技術を1件以上確立</b> 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 <b>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</b> 。	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 産学の経験と知恵を活用して、<b>重量25%減を実現できる軽量素材を1件以上開発し、消費電力30%削減を検証</b>して、最終目標を達成できる見込み</li> <li>◆ センサデバイス実装・信頼性向上に向けた要素技術開発を通じて、<b>基幹部品となる要素技術を1件以上確立し、「ロボット新素材」の適用と合わせて消費電力30%削減を検証</b>して、最終目標を達成できる見込み</li> </ul>
自動配送	⑤「自動配送ロボットによる配送サービスの実現」	自動配送実証試験を行い、下記のうち <b>2つ以上の目標を達成</b> する <ul style="list-style-type: none"> <li>・10台以上のロボットの遠隔監視・操作システム開発</li> <li>・月平均400km以上、あるいはのべ1600km以上走行</li> <li>・週3日以上、6か月以上継続した荷物の配送</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 各研究開発成果の累積により達成可能見込み 自律移動機能及びイベント通知機能の強化により<b>10台以上の遠隔監視・操作の達成の見通し</b>。これに加え耐環境性能等の向上で<b>走行・配送量の達成見込み</b>。</li> </ul>

## ◆ 成果の普及

### 《シンポジウムの開催》

- 第34回新産業技術促進検討会シンポジウム「ロボット活用拡大に向けた最新の取り組み」  
(2021年8月31日) モノづくり日本会議・ウェビナー (NEDO、ROBOCIP)
- 「自動配送ロボットを活用した新たな配送サービス実現に向けたシンポジウム～自動配送ロボによるラストワンマイルの現在を知る」(経産省、NEDO、本事業参加事業者等)  
(2022年3月8日)
- NEDO講座 「自動配送ロボのラストワンマイル」(全5回)  
(2022年3月8日、5月11日、7月22日、9月9日、12月予定)



蓮沼氏

馬場氏

柳原氏



和佐田氏

三治氏

松浦氏

和佐田氏 蓮沼氏 馬場氏 柳原氏 三治氏 松浦氏  
 拡大に向けた最新の取り組みについて、各分野の有識者および業界をけん引するリーダーの方々に、プレゼンテーションやデモンストレーションをしていただく。革新的ロボット研究開発技術開発事業は2020年度から経産省とNEDOが、コロナ禍でも必要と認識されているもの、ロボットがテイクオフとなる分野も、幅広い研究者が集まる。

望ましい生産を実現する  
 ロボットの未来



## 人とロボ共存 多面的に技術検証

第34回新産業技術促進検討会シンポジウム  
 新聞掲載記事 (日刊工業新聞)

シンポジウムの様子 (2022年3月8日)



## ◆ 成果の普及

### 《講演》

- **横浜ロボットワールド2021** (2021年11月10日)  
「ロボット導入拡大に向けたNEDOの最新の取り組み」(NEDO)
- **国際ロボット展2022 NEDOセミナー** (2022年3月10日)  
「新たな領域での活用を目指した革新的ロボット技術開発」(NEDO)  
「人とロボットの共生社会を目指したROBOCIPの研究プロジェクト紹介」(ROBOCIP)  
「遠隔・非対面・非接触での配送サービス実現のための自動走行ロボット開発」(NEDO)  
「UR団地における、5G/4Gを用いた複数ロボットの遠隔監視・配送実証の実施」(NTTドコモ)
- **第40回 日本ロボット学会・講演及び展示** (2022年9月・予定)  
「データドリブンロボティクス」(ROBOCIP)

### 《展示会への出展》

- **World Robot Summit (WRS) NEDOブース展示** (オンライン) (2021年9月)
- **国際ロボット展2022 NEDOブース展示** : 各事業者 (2022年3月)



国際ロボット展2022への展示:NEDOブース全景

## ◆成果の普及

項目	2020年度	2021年度	2022年度	合計
論文	0	4	3	7
研究発表・講演	3	17	19	39
受賞実績	0	1	0	1
新聞・雑誌等への掲載	3	5	1	9
展示会への出展	0	8	4	12

## ◆知的財産権の確保に向けた取組

項目	2020年度	2021年度	2022年度	合計
特許出願(うち外国出願)	4 (2)	8 (0)	10 (1)	22 (3)

## 4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し

- (1) 成果の実用化・事業化に向けた戦略
- (2) 成果の実用化・事業化に向けた具体的取組
- (3) 成果の実用化・事業化の見通し

## ◆成果の実用化・事業化に向けた戦略

## 考え方

- 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、上記4項目の場合

### 「実用化」の考え方

実用化とは、当該研究開発における技術、試作品等が、社会的利用（産業分野への提供等）が開始されることをいう。

- 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

### 「実用化・事業化」の考え方

実用化とは、当該研究開発における技術、試作品等が、特定地域において社会的利用（顧客への提供等）が開始されることであり、さらに、事業化とは、当該研究開発の成果を用いた商品、製品、サービス等の販売や利用により、企業活動（売上等）に貢献することである。

# ◆成果の実用化・事業化に向けた戦略

## 要素技術開発

開発成果(要素技術)活用による社会的利用への着実な基盤構築と検証

競争領域  
(事業化)

製品・サービス  
(各事業者)

製品・サービス  
(一般企業)

サービス  
(システムインテグレータ)

製品・サービス提供

ライセンス提供

サービス提供

協調領域  
(実用化)

要素技術

活用エコシステム構築～運営

システムインテグレーション基盤

社会実装：試作/PoC、課題抽出～解決

ロボット新素材技術  
センサ応用技術

遠隔制御技術

汎用動作計画技術

ハンドリング関連技術

革新的ロボット研究開発基盤構築事業

◆成果の実用化・事業化に向けた具体的取組

要素技術開発

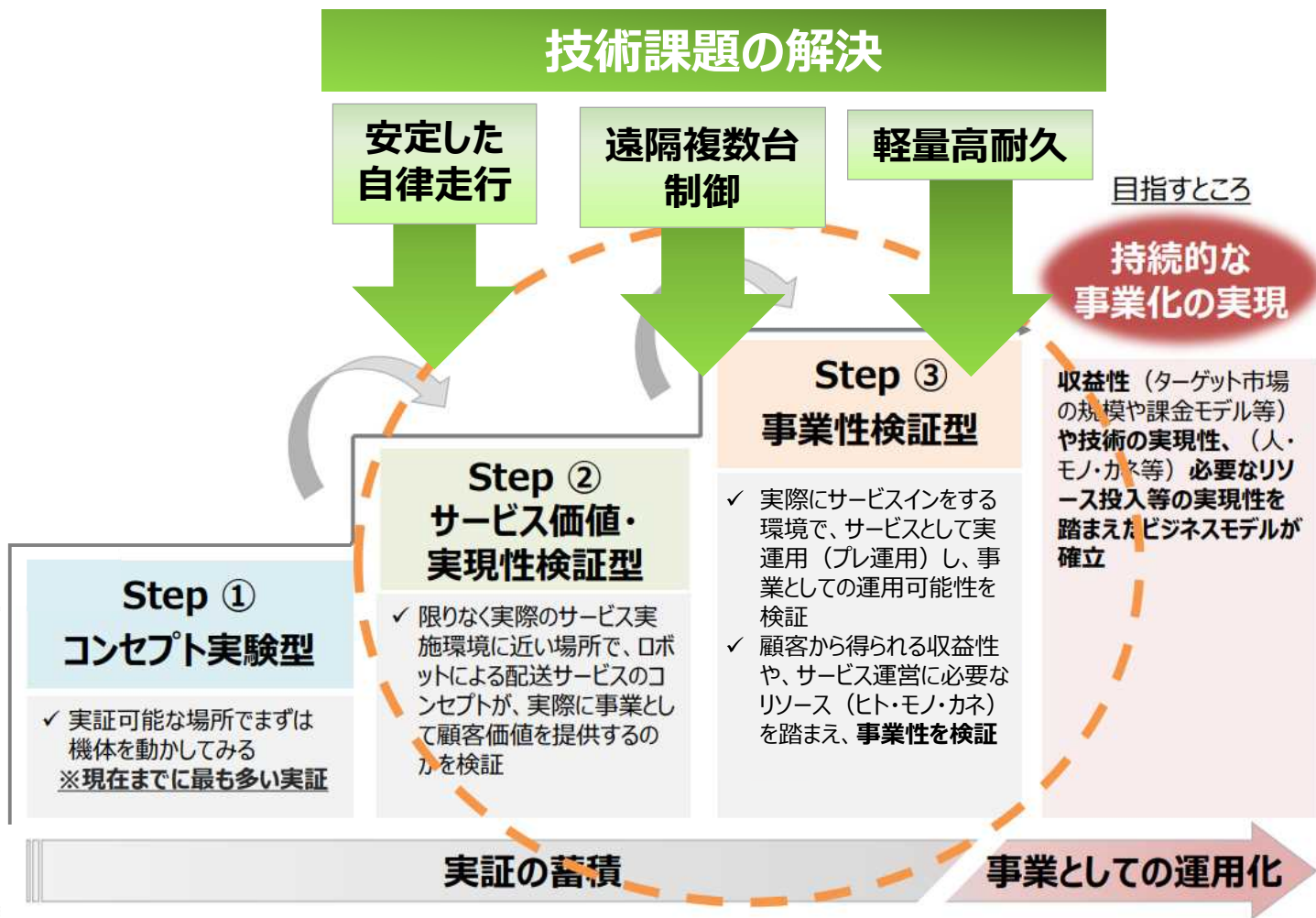
システムインテグレーション基盤の活用エコシステム構築(海外含む)とサービス化検討

研究開発項目	取り組み概要	2020年度～2024年度	2025年度～2030年度
		←プロジェクト実施期間→ 中間目標 最終目標	サービス提供 →普及
<ul style="list-style-type: none"> <li>汎用動作計画技術</li> <li>ハンドリング関連技術</li> </ul>	<p>システムインテグレーション基盤整備</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>実用化において必要となる機能の確認と不足部分の拡充</li> <li>遠隔制御サービス基盤との連携</li> <li>革新的エンドエフェクタの開発と検証</li> </ul>		<p>機能・サービス 拡充</p>
<p>既存開発環境への組み込み支援</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>SIツールなどの開発環境対応、他</li> </ul>	<p>実証実験</p>		
<p>SIerエコシステム構築</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>FA・ロボットシステムインテグレータ協会との協調活動</li> <li>海外SIerへのシステムインテグレーション基盤の展開</li> </ul>	<p>実証実験</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>遠隔制御技術</li> </ul>	<p>要素技術の実用化</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>組合企業製品・サービスでの活用支援</li> <li>自動配送ロボットによる配送サービスの実現への貢献</li> <li>遠隔制御サービス基盤の構築と提供</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>ロボット新素材技術 (センサ応用技術を含む)</li> </ul>	<p>要素技術の実用化</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>組合企業製品・サービスでの活用支援</li> <li>汎用ハンド実現を含む応用技術開発</li> </ul>	<p>実証実験</p>	

◆成果の実用化・事業化に向けた戦略

自動配送ロボット

2022年度～2024年度の自動配送ロボット開発フェーズ



## ◆成果の実用化・事業化の見通し

## 自動配送ロボット

**事業** 自動配送ロボットによる配送サービス事業の3つのレイヤ

**サービス：** 顧客に応じた搬送サービスのオペレーション事業

**システム：** 複数の搬送ロボットを管理するためのマネジメントシステム

**ハード：** ラストマイル搬送を行うための屋内外を走行可能なロボット

⇒ 各事業者の**得意領域の組合せ**で事業化を推進（課題：協調領域・競争領域の整理）

**政策** 2022年4月に低速・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」が成立し、2023年4月までに施行される予定

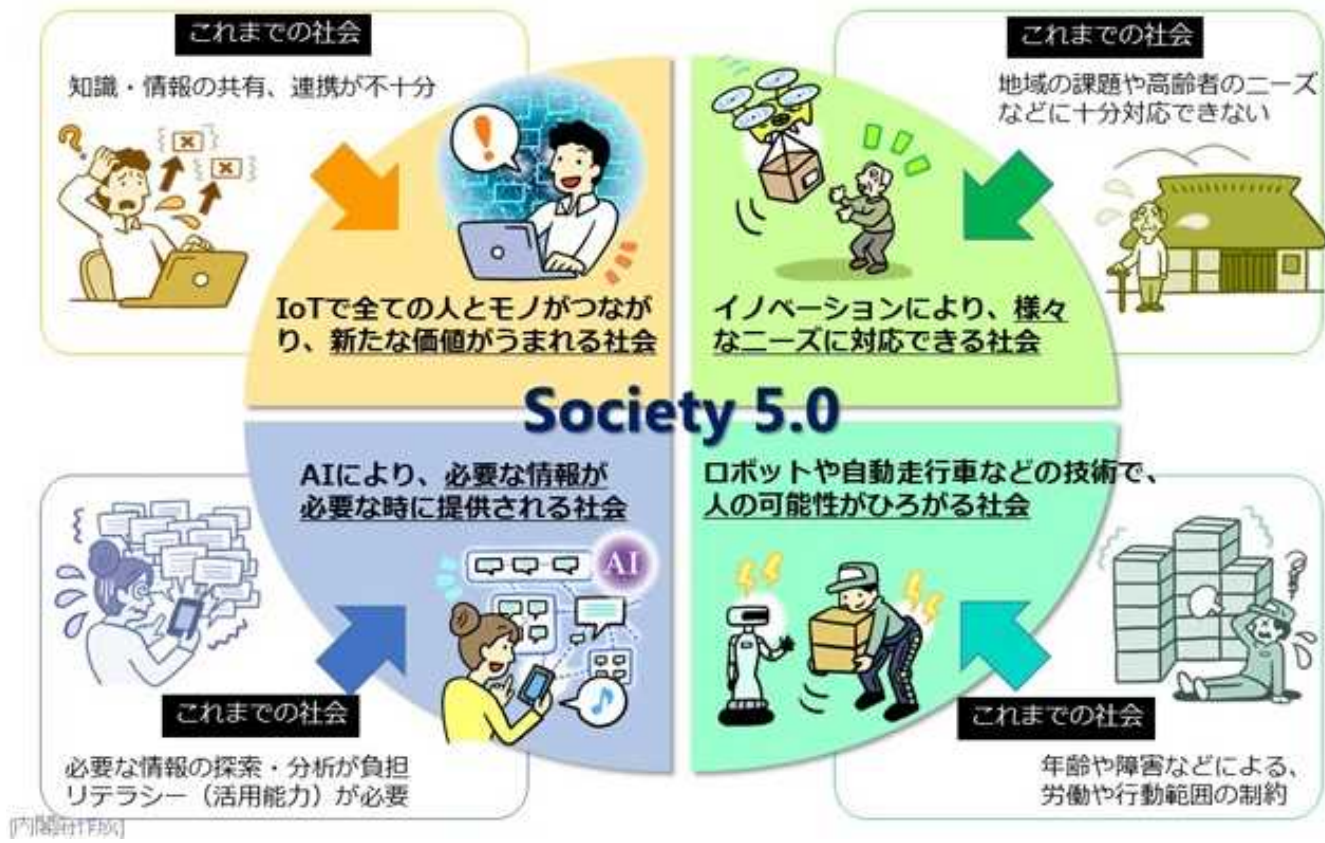
⇒ **社会実装**のスピードは**今後ますます加速**すると期待

**技術** 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

⇒ **安全性・効率性の向上**で**社会実装の加速**が期待、海外勢に対しても**優位**



# ◆波及効果



**本事業が提供する新規開発技術や、データベースとAI・IoTを融合することで、人とロボットと情報がつながる社会を実現し、ロボットにより高齢化・人手不足・格差の解消に貢献する**