



インキュベーションラボ第一回成果報告 概要

対象テーマ：サービスロボットのより広範な活用に向けた
安全・安心を確保するためのガバナンスモデル
及び関連産業を含むビジネスエコシステムを
実現するアーキテクチャの検討

2021年7月

独立行政法人情報処理推進機構（IPA）
デジタルアーキテクチャ・デザインセンター（DADC）

インキュベーションラボ
サービスロボットプロジェクト

サービスロボットのアーキテクチャ検討 概要

テーマ

- ・ 労働力人口減少の解決策としての労働力代替や、コロナ禍における非接触ニーズで、社会実装の期待が高まっているサービスロボット（以下、「ロボット」とする）について、まだ導入が進んでいない屋外での活用のうち、まずは公道走行の実現に向けて検討を実施する。

活動の成果

- ・ 警備・清掃など多数ある分野のうち、最もニーズの高い物流に絞り、抱える課題やステークホルダーが大きく異なる「中山間地域」「都市部」「スマートシティ(※)」の3つの地域でユースケースを設定し、10～30年後のToBe像を仮説設定。3つの地域の課題を推定し、その課題に対して、シミュレーションを使った裏付けのもと、ロボット利用により期待できる効果を示した。
- ・ 諸外国の現状を調査してSociety5.0 リファレンスアーキテクチャの示す各視点で国内状況と比較整理することで、ロボットの産業ライフサイクルごとに実施すべき主要な課題、検討要素を導出した。
- ・ ToBe像からのバックキャストと、整理した課題からのフォアキャストから導出されたユースケースやコンテキスト、ステークホルダーを分析してアーキテクチャを試行した結果から、協調領域の候補を仮説提示した。

※参照：https://www.mlit.go.jp/toshi/tosiko/toshi_tosiko_tk_000040.html 国土交通省 都市局にて「都市の抱える諸課題に対して、ICT等の新技術を活用しつつ、マネジメント（計画、整備、管理・運営等）が行われ、全体最適化が図られる持続可能な都市または地区」をスマートシティと定義

終了審査結果

- ・ 有識者審査会での審議の結果、本テーマは協調領域のさらなる具体化等が重要であり、DADCにおいて活動を本格化することが妥当と判断された。

サービスロボットのアーキテクチャ検討 概要

- ToBe像でロボットが活躍すると仮説設定した3つの地域において推定される課題に対し、VRP (※) のシミュレーションを使った裏付けのもとロボット利用による効果を示した。

※Vehicle Routing Problem (輸送最適化問題) : 配送先の需要を満たしつつ総経路や総配送時間等を最小化するための問題

- 具体的には、中山間地域では配送コスト低減と集配送密度の引き上げ、都市部ではドライバーの負担軽減と収益性向上、スマートシティでは配達員の生産性向上を、ロボット利用により特に期待できる効果として示した。

● ToBe像 (ロボットが活躍すると想定する3つの地域)

1. 中山間地域

過疎や高齢化が進んだ地域の住民の生活維持のためのサービスへの活用

2. 都市部

都市部住民への新たな生活支援サービスへの活用

3. スマートシティ

様々なデータを組み合わせ、複合サービスへの活用

SDGs「住み続けられるまちづくり」にむけて、ロボットやドローンで地域に労働力と、快適で便利な生活を提供できる未来を、3つの地域で実現する



● ToBe像での推定課題と配送ロボット利用により期待できる効果

集配送密度

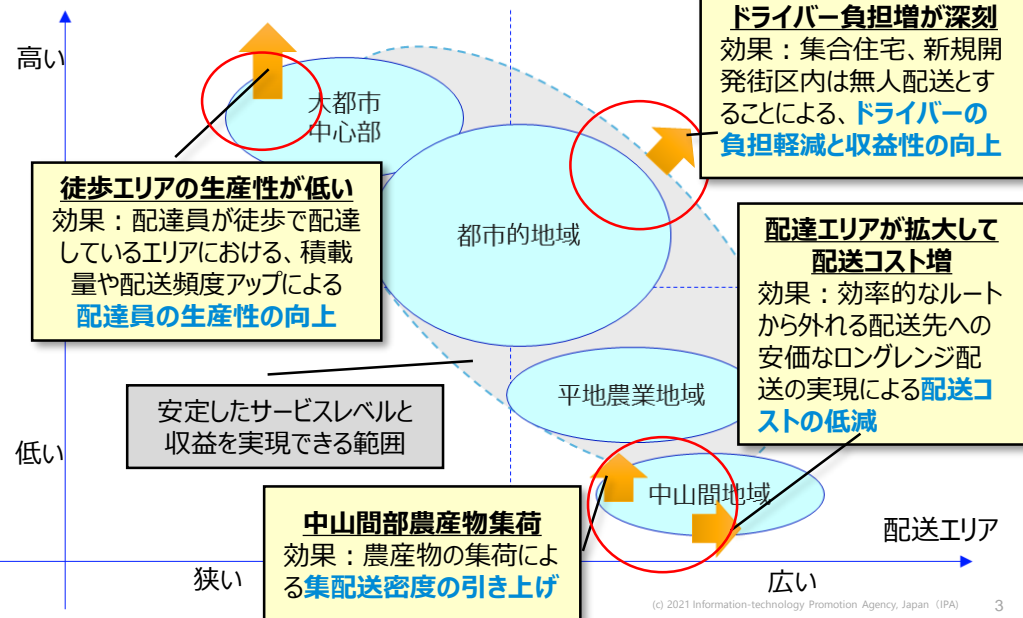
高い

低い

狭い

広い

配送エリア



徒歩エリアの生産性が低い
効果：配達員が徒歩で配達しているエリアにおける、積載量や配送頻度アップによる**配達員の生産性の向上**

ドライバー負担増が深刻
効果：集合住宅、新規開発街区内は無人工配送とすることによる、**ドライバーの負担軽減と収益性の向上**

配達エリアが拡大して配送コスト増
効果：効率的なルートから外れる配送先への安価なロングレンジ配送の実現による**配送コストの低減**

安定したサービスレベルと収益を実現できる範囲

中山間部農産物集荷
効果：農産物の集荷による**集配送密度の引き上げ**

サービスロボットのアーキテクチャ検討 概要

- ロボット導入が先行する米国、英国、中国のロボットの活用状況をガバナンス・運用事例の視点で調査し、国内でのロボット活用についての検討状況とのギャップと共通課題の整理を元に国内固有課題、アーキテクチャ設計に向けた論点と検討要素を導出した。
- 具体的には、産業立ち上げ期における国としての製品安全指針の不備、事業立ち上げ期における官民の組織間連携不足、事業運用期における交通管制に関する指針の不足等が、今後の国内固有課題として挙げられた。

● 調査抽出元 (一部のみ掲載)

米国	英国	中国
カリフォルニア州 サンフランシスコ PDD(※)に関する法令	政策文書「無人運転車への進路：自動運転技術に関する規制調査の詳細版」	国务院「新世代人工知能開発計画」
バージニア州 PDDに関する法令	英国法務委員会「政府への自動運転に関する包括的な法的枠組みの提案」	智通智能交通産業連盟「サービス型自動自動走行式車両技術要求」
ノースカロライナ州 PDDに関する法令	バッキンガム州、ノーザンプトン州 Starship社ロボットによる配送サービス	中国共産党中央委員会・国务院「交通強国建設大綱」

※PDD：Personal Delivery Device

国内の検討状況を文献から抽出	組織	自律移動体分類
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	経済産業省	自動走行ロボット
国土交通省自動運転戦略本部	国土交通省	自動運転
未来投資会議	日本経済再生本部	配送ロボット
成長戦略フォローアップ	内閣官房	配送ロボット
自動走行ビジネス検討会	経済産業省	自動運転
自動走行に係る官民協議会	日本経済再生本部	自動運転
資料「自動運転の実現に向けた警察の取組」	警察庁	自動運転

比較整理課題抽出

● 今後想定される国内固有課題

	産業立ち上げ期	事業立ち上げ期	事業運用期
戦略	<ul style="list-style-type: none"> 国としての製品安全指針の不備 ガバナンス整備の方針が不明確・・・ 	<ul style="list-style-type: none"> 実証期間と移動距離が少なく、性能を高めるに有益な実証データの蓄積不可 	—
ルール	<ul style="list-style-type: none"> 事故時の法的責任分界点が不明確 ロボットの定義・区分けが不明確 被害者救済の指針が未整備・・・ 	<ul style="list-style-type: none"> 実証実験や公道走行の迅速な許可のための客観的で明確な基準がない 業界団体による標準や規制が未整備 	<ul style="list-style-type: none"> ロボットの運行台数が増加した場合の交通管制に関する指針がない
組織	<ul style="list-style-type: none"> 専門機関との連携不足 ルールメイクの主体があいまい 	<ul style="list-style-type: none"> 官民の連携不足 	<ul style="list-style-type: none"> ロボットの運行台数が増加した場合動態管理をする組織がない
ビジネス	<ul style="list-style-type: none"> 商業化・拡大を見据えた利用場所・展開の指針が未整備 被害者救済からの保険加入ルール不備 	<ul style="list-style-type: none"> 産業振興の観点でプレイヤーが限定的 商業化のスピード感に乏しい 日本製のロボットは価格が高い 	<ul style="list-style-type: none"> 諸外国で先行する物流、デリバリーサービスの分野においても、市場規模、収益性、収益化時期の不確実性が高い

※Society5.0リファレンスアーキテクチャの評価軸から、横軸を時間軸、縦軸を意味軸として整理したものを一部の軸のみ掲載

(c) 2021 Information-Technology Promotion Agency, Japan (IPA)

サービスロボットのアーキテクチャ検討 概要

- ロボット産業全体のToBe像からのバックキャストと、前項で整理した課題からのフォアキャストから導出されたユースケースやコンテキスト、ステークホルダーを分析してアーキテクチャを試行した結果から、多くの人が往来する公共の場に多種多様なロボットが多数当たり前に存在し走行する社会とするために必要な、ロボットの協調領域の候補となる「仕組み」を抽出した。
- 具体的には、多種多様なロボットと人が共存できるための仕組みや、多種多様なロボットを一定の品質で安定して供給できるための仕組みを、協調領域の候補として挙げた。

●アーキテクチャ構成イメージとロボット固有の協調領域の候補

セキュリティ・認証 安全・セキュリティ機能 試験・認証ビジネス	戦略・政策	社会・産業のあり方	戦略・ロードマップ	関連する政策・施策				
	ルール	機体ルール	電波利用 ルール	空間利用 ルール	運用・管理 ルール	社会的受容性に向けたガイドライン サイバーセキュリティ プライバシー保護		
	組織	規制/振興する組織 省庁 事故管理団体 自治体 標準化団体 業界団体			① ロボット活用インフラ事業者	ロボット活用事業者		
	ビジネス	空間利用ビジネス	試験・認証ビジネス	移動体 ビジネス	移動体管理 ビジネス	運用支援 ビジネス	周辺 ビジネス	活用ビジネス (物流、倉庫、...)
	機能	調整機能 運用計画 運用承認	安全・セキュリティ 機能	販売機能 製造機能	管理機能 静態管理 動態管理	支援機能 監視機能	補償機能 認証機能	業種別機能 運用機能
	データ	機体情報 計画データ 移動体データ 運用者データ		走行情報・道路情報 測位データ 走行状態データ 気象データ (風速・雨量) 他移動体データ 通行制限データ			走行実績 事故データ	業種別 データ
	データ連携	走行計画の データ収集・蓄積・連携		走行状況の データ収集・蓄積・連携			走行実績のデータ 収集・蓄積・連携	データ 連携基盤
アセット	移動体	運用者	③ 監視	ネットワーク 無線 測位 センサ 移動体内 センサ 地上気象 センサ 充電・ステーション 走行経路				

●ロボットの協調領域の候補

①多数のロボットと人が共存できるための仕組み

- ロボットの保安基準、製造品質管理基準、交通ルール、業務運用ルール等
- 他の交通手段とロボット、及びロボット同士の道路上での輻輳低減の仕組み（ロボット専用レーンの設定、交通管制、ロボット間通信の義務化等）

②多数のロボットを安定して供給できるための仕組み

- マップ、コントローラーなど主要部品の汎用化、オープンソース化等
- ユーザーインターフェースの統一、量産体制できる仕組みの導入支援

③多種多様なロボットを一定の品質で供給できるための仕組み

- 性能レベルの定義、性能試験方法の確立
- 実証実験の場所・環境・結果共有の仕組み