

令和4年度革新的ロボット研究開発等基盤構築事業（自動配送ロボットの社会実装及び導入コスト削減に資する技術等に関する調査）

調査報告書

PwCコンサルティング合同会社
2023年3月17日



目次

本調査事業のアプローチ・全体像 P.4

(1) 自動配送ロボットの導入コスト削減に資する技術等の調査 P.8

- 自動配送ロボットによるサービス実施時に必要な技術・システムの調査・整理、構成要素並びにコストとサプライヤー、コスト低減が必要又は可能な構成要素、性能変化・コスト変化の見通し
- コスト低減策の整理
- インフラの整備・維持コスト、その低減策
- インフラ整備・連携によるコスト低減効果、費用対効果
- 機体・運用・インフラ全体でのコスト低減策

(2) 事業採算性向上のためのサービスモデルの調査・分析 P.47

国内調査

- 自動配送ロボットの導入による経済的・社会的便益が必要経費を上回る条件の分析並びに類型化され得る模擬ケースの設定
- 国内での実装が有効と考えられるサービスモデルの整理

海外調査

- 先行する海外のサービスモデルの調査及び分析(ROI 調査、KSF 分析等)、および社会実装に向けた官民連携の在り方の調査

(3) 協議会及びWGの運営事務 P.77

- 協議会及びWGの事務局運営及び取りまとめ

エグゼクティブサマリ

- 今年度の自動配送ロボットの社会実装に向けた進展としては、2023年4月に改正道路交通法が施行され、国内での公道走行が届出により可能となることを見据え、業界団体（一般社団法人ロボットデリバリー協会）による安全基準・ガイドラインの策定が進んでいることが挙げられる。
- 本事業では、自動配送ロボットの運用に関するルールが整備されつつある中で、社会実装の加速に向け、導入コスト削減に資する技術等や、事業採算性向上のためのサービスモデルの観点から、産官学の関係者による議論を行い、社会実装を加速するための一助とした。

今年度の業界としての進展	本事業における取組	取組を通じた成果
<p>ルール整備</p> <ul style="list-style-type: none">■ 改正道路交通法の施行 2023年4月に改正道路交通法が施行され、自動配送ロボットの公道走行が届出により可能となる■ 業界団体での国内自主基準策定 2023年4月までの改正道路交通法の施行に向け、一般社団法人ロボットデリバリー協会において、安全基準とガイドラインの策定、認証の仕組みの構築が進められている <p>社会実装</p> <ul style="list-style-type: none">■ 実証実験の継続: NEDO事業にて実証実験を継続■ 社会受容性の向上: 社会受容性・認知度向上のためのシンポジウムやセミナー、自治体向け説明会を実施	<ul style="list-style-type: none">■ 道交法改正等を契機とした社会実装の加速に向け、自動配送ロボットの社会実装及び導入コスト削減に資する技術等に関する調査を実施■ 導入コスト削減の見通し等を示すことによる、業界におけるロボット活用促進のための機運醸成を図るとともに、コスト低減に向けた取組について、WGおよび協議会での議論を通じ、業界としての合意形成を図った■ 上記と一体的に、事業採算性向上のためのサービスモデルの調査を行い、有効なサービスモデルを整理した	<ul style="list-style-type: none">■ コスト構造と低減の見通しの提示 機体・運用については、市場規模の拡大や技術進展等が進むことによって、段階的にコスト低減が可能となることを示した■ 機体・運用、インフラ整備・活用におけるコスト低減策についての方向性提示 機体については、現時点での協調領域は限定的だが、運用については、遠隔監視・操作や駆けつけにおける協調の可能性を中心に、課題解決のための取組案をまとめた。インフラ整備・活用では、既存インフラの発展的活用として、行政が整備を進める既存の地図データの自動配送ロボ適用時課題検証や、中長期的にインフラを整備するための行政等との連携として、IoT信号機整備に向けた他モビリティ分野の取組との連携など、課題解決のための取組案をまとめた。また、それらを一体的に進める道筋も示した■ サービスモデルの整理 採算成立にあたっての条件や、国内での実装が有効と考えられるサービスモデルを整理した

本調査事業のアプローチ・全体像

本事業におけるステップ・検討事項

本事業では、自動配送ロボットの社会実装及び導入コスト削減に資する技術等に関する調査、および事業採算性向上のためのサービスモデルの調査を一体的に行い、WG及び協議会の開催を通じて合意形成を図った。

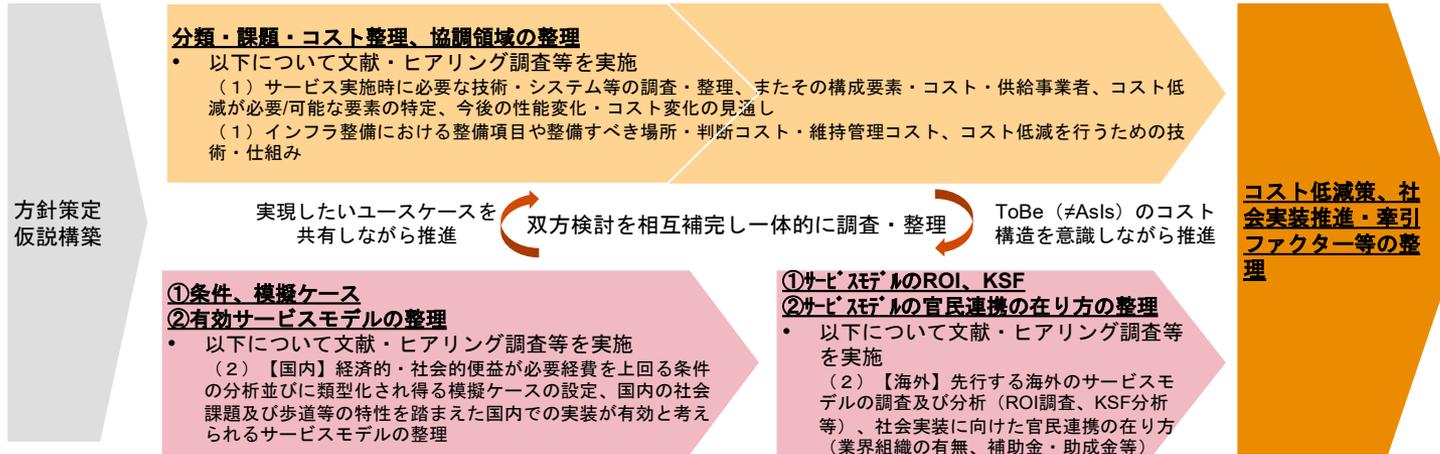
- (1) 自動配送ロボットの導入コスト削減に資する技術等の調査
- (2) 事業採算性向上のためのサービスモデルの調査・分析

※(1)と(2)を一体的に実施

報告書の作成

以下調査内容について、コスト削減・事業採算性向上の仮説を構築し、関連する他領域も含めたヒアリングやWG・協議会等を通じて仮説を検証することで、内容を深め、整理を行う

- 調査・分析結果のまとめ
- 調査分析結果
 - ヒアリング議事録
 - WG・協議会の議事録 等



- (3) 協議会の実施
- (4) 協議会に参画するメーカーを中心としたWGの実施

※(3)と(4)を一体的に実施

- 協議会及びWGの事務局運営（日程調整、会場設営、議事録・議事要旨作成、資料作成・印刷、構成員への委託・謝金等の事務作業、等）
- 必要に応じ、社会実装加速のカギとなるキーマンへの事前に加え、事後説明の実施



R4年度の検討体制について

供給側の導入コスト削減策を議論する「導入拡大・コスト削減WG」を令和4年11月に設置し、関係者間での議論を実施した（計3回）。またWGでの議論結果を官民協議会にて共有した。

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(R1～)

●目的	<ul style="list-style-type: none"> ✓ WGでの検討状況等の共有 ✓ 自治体を含む官民による対話 ✓ 制度整備状況等の共有 ✓ 情報発信 等 		
●体制	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 全事業者 ✓ 有識者 </td> <td style="width: 50%; border: none;"> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 自治体 ✓ 関係省庁 </td> </tr> </table>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 全事業者 ✓ 有識者 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 自治体 ✓ 関係省庁
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 全事業者 ✓ 有識者 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 自治体 ✓ 関係省庁 		



議論結果の共有等

導入拡大・コスト削減WG

令和4年11月
設置

●目的	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 導入コスト削減の見通し等を示すことによる、業界におけるロボット活用促進のための機運醸成 ✓ 更なる効果創出・コスト削減に向けた協調領域の特定
●体制	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 部品やインフラといった技術的事項が主な論点となることから、関連する観点の有識者、メーカーを中心とした事業者、関係省庁・機関で構成。 <ul style="list-style-type: none"> ● 事業者 <ul style="list-style-type: none"> ➢ メーカー ➢ システムベンダー ● 有識者 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 基準・認証及び国際標準化 ➢ (他領域含む)産業構造・ビジネス ➢ NEDOプロジェクトとの連携 ➢ ロボット研究

(参考)導入拡大・コスト削減WG設置の背景、議論の目的

低速・小型の自動配送ロボットの社会実装を加速させるためには、「導入コスト削減」が重要なポイントとなる。今回は供給側の導入コスト削減策に焦点を当て、それらを議論するためのWGを新たに設置した。

WG設置の背景

- 「道路交通法の一部を改正する法律」が22年4月に成立し、23年4月に施行予定。低速・小型の自動配送ロボットは「遠隔操作型小型車」として法律に位置付けられた。
- 社会実装加速化のため、導入コストの削減や、事業採算性向上のためのサービスモデルの構築が必要とされている。

WG議論の目的

- ロボット活用促進のための業界の気運醸成
- 更なる効果創出・コスト削減に向けた協調領域の特定
 - 構成要素ごとのコスト低減策、競争・協調領域の種別、優先度などの整理
 - 今後のコスト低減策として、誰が、どのように、どのくらいのスピード感で推進すべきかの明確化

(1) 自動配送ロボットの導入コスト削減に資する技術等の調査

- 自動配送ロボットによるサービス実施時に必要な技術・システムの調査・整理、構成要素並びにコストとサプライヤー、コスト低減が必要又は可能な構成要素、性能変化・コスト変化の見通し
- コスト低減策の整理
- インフラの整備・維持コスト、その低減策
- インフラ整備・連携によるコスト低減効果、費用対効果
- 機体・運用・インフラ全体でのコスト低減策

本事業におけるステップ・検討事項

自動配送ロボットの社会実装及び導入コスト削減に資する技術等に関する調査においては、ヒアリング調査に基づきコストや協調領域等を整理の上、WG・協議会での議論を通じ、コスト低減策等の整理を行った。

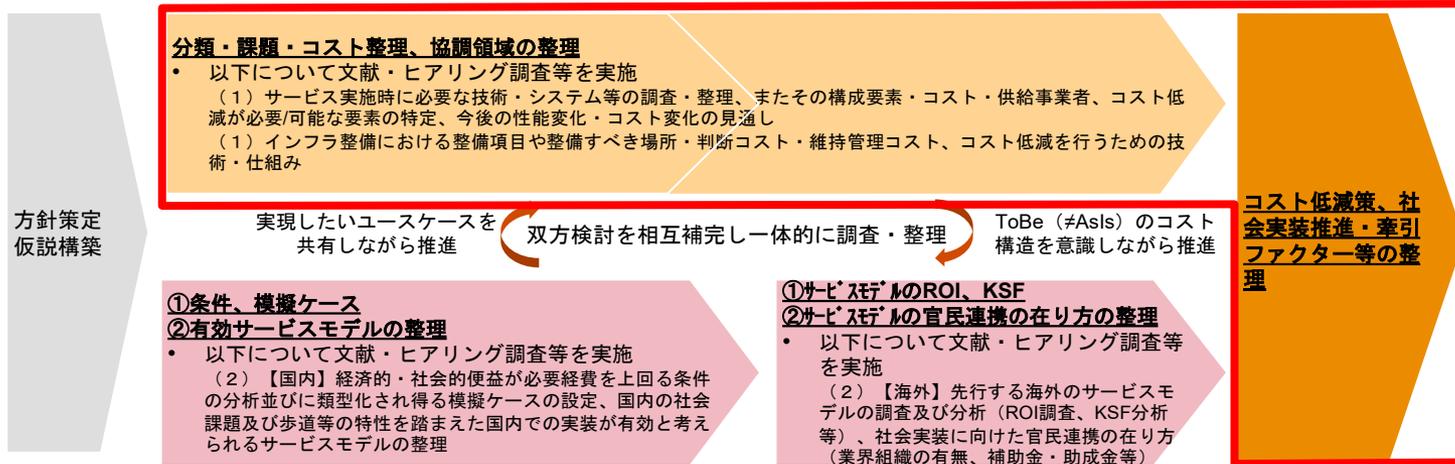
- (1) 自動配送ロボットの導入コスト削減に資する技術等の調査
- (2) 事業採算性向上のためのサービスモデルの調査・分析

※(1)と(2)を一体的に実施

報告書の作成

以下調査内容について、コスト削減・事業採算性向上の仮説を構築し、関連する他領域も含めたヒアリングやWG・協議会等を通じて仮説を検証することで、内容を深め、整理を行う

- 調査・分析結果のまとめ
- 調査分析結果
 - ヒアリング議事録
 - WG・協議会の議事録 等



- (3) 協議会の実施
- (4) 協議会に参画するメーカーを中心としたWGの実施

※(3)と(4)を一体的に実施

- 協議会及びWGの事務局運営 (日程調整、会場設営、議事録・議事要旨作成、資料作成・印刷、構成員への委託・謝金等の事務作業、等)
- 必要に応じ、社会実装加速のカギとなるキーマンへの事前に加え、事後説明の実施



自動配送ロボットの導入コスト削減に資する技術等の調査：アプローチ概要

コスト削減に資する技術等の調査観点を細分化・仮説構築の上、事業者へのヒアリングおよびその内容整理を行い、WGにて有識者、事業者等の意見整理・とりまとめを行った。

(1) 自動配送ロボットの導入コスト削減に資する技術等の調査

方針策定、仮説構築

- 必要となる情報やコスト項目、関連課題を網羅的かつ構造的に整理し、仮説検証を行う
- 機体/システム、運用、インフラの各要素におけるコスト項目を洗い出し

事業者等ヒアリング、文献調査を通じた分類・課題・コスト等の整理

- 国内事業者へのヒアリングおよび文献調査を行い、それらに基づき、機体/システム、運用、インフラにおけるコスト構造、課題等について内容を整理

WG議論等を通じたコスト、コスト低減策の整理

- 整理した内容に基づき、WGに参画する有識者及び事業者より意見・妥当性等に係る見解等を収集し、コストの精緻化や、低減策に関する意見を整理

双方検討を相互補完し一体的に調査・整理

(2) 事業採算性向上のためのサービスモデルの調査・分析

方針策定、仮説構築

- 条件・模擬ケースを定め試算を行うことで、ヒアリング前にモデルケースの仮説を構築

国内外事業者ヒアリングを通じた、条件・模擬ケース、有効サービスモデルに関する整理

- 国内事業者に、経済的・社会的便益が必要経費を上回る条件および類型化され得る模擬ケースについてヒアリングし、有効サービスモデルに関して整理
- 海外事業者に、ROIや官民連携等海外情勢をヒアリング

WG議論等を通じたサービスモデルの検証・見直し・有効モデル導出

- ヒアリングおよびWG等での議論を通じた、モデル検証・見直しを行い、有効モデルを導出

(1) 自動配送ロボットの導入コスト削減に資する技術等の調査

- 自動配送ロボットによるサービス実施時に必要な技術・システムの調査・整理、構成要素並びにコストとサプライヤー、コスト低減が必要又は可能な構成要素、性能変化・コスト変化の見通し
- コスト低減策の整理
- インフラの整備・維持コスト、その低減策
- インフラ整備・連携によるコスト低減効果、費用対効果
- 機体・運用・インフラ全体でのコスト低減策

整理イメージ

文献調査やヒアリングを通じて、必要となる情報や課題を網羅的かつ構造的に整理すると共に、仮説検証を進め、WG・協議会を活用しながら各種コスト低減策をまとめた。

自動配送ロボットによるサービス実施時に必要な技術・システム等

①大項目	②小項目	②供給事業者	②コスト	③コスト低減必要性 (課題)	④コスト変化の見通し			④性能変化の見通し			
					短期	中期	長期	短期	中期	長期	
機体本体	LiDAR										
	...										
遠隔操作システム	...										
	...										
:	...										
インフラ	...										

WG・協議会等を踏まえた低減策の整理

⑤コスト低減が必要又は可能な技術・システム等のコスト低減策の整理

⑧技術及び仕組みの導入によるコスト低減効果の整理

上記については、誰がいつどのように、推進していくべきかも深掘りし整理した

- ・(誰が)牽引プレイヤーの整理
- ・(いつ)時間軸の整理
- ・(どのように)低減策の整理

⑥インフラ整備における各種項目

⑥項目	⑥目的	⑥ユースケース (整備すべき場所)	⑥活用判断コスト	⑥維持管理コスト	⑦コスト低減技術・仕組み
2次元バーコード					
ビーコン					
信号機連携					
歩道マップ					
:					
充電設備					

※各種番号は仕様書の番号と紐づけております

コスト低減項目	コスト低減策	効果	牽引ファクター	時間軸
運用	・XXXXX	・XXXXX	・XXXXX	・XXXXX
システム (インフラ含む)	・XXXXX	・XXXXX	・XXXXX	・XXXXX
機体	・XXXXX	・XXXXX	・XXXXX	・XXXXX
要素部品	・XXXXX	・XXXXX	・XXXXX	・XXXXX

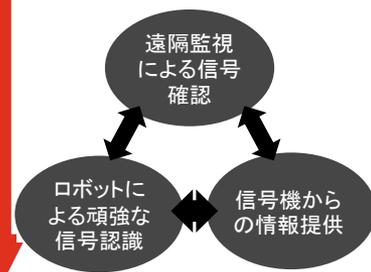
コスト削減における仮説のポイント

コスト低減策の整理にあたり、各構成要素における削減余地、及び全体アーキテクチャとして、総合的に有効となる打ち手を事前に仮説立てし、ヒアリングによる検証を進めた。

アーキテクチャ(概略)	課題仮説(一例)	削減策仮説(一例)
運用 <ul style="list-style-type: none"> 遠隔監視・操作 配送 保守対応 事故時対応等々 	<ul style="list-style-type: none"> ロボットの稼働率・積載率向上 遠隔監視者の人員コスト 充電・メンテナンス体制 有事の際の対応コスト 	<ul style="list-style-type: none"> ロボットのシェアリング 複数台・多数台監視の安全な実現 充電・メンテナンス体制の共同整備 トラブル時の保険スキームの構築
システム (インフラ含む) <ul style="list-style-type: none"> 遠隔監視・操作 ルート制御 予防保全 通信等々 	<ul style="list-style-type: none"> ルート作成のためのマップ構築を各事業者がそれぞれ行っており高コスト 横断歩道や信号の認識など環境の認識のためロボットに高度な機能が必要 通信遅延や断絶の考慮・対応コスト 	<ul style="list-style-type: none"> 事業者横断での環境マップ整備 信号機等インフラ設備との連携 遅延や断絶の少ない通信網整備 充電・メンテナンスインフラの共同整備
機体 <ul style="list-style-type: none"> 自律走行部 安全装置 搬送部 外装等々 	<ul style="list-style-type: none"> 安全性担保の対応コストが大きい 自律走行のために複数種類のセンサ手段の組合せが必要 台数が出ず量産効果が乏しい 	<ul style="list-style-type: none"> 業界としての試験・認証の仕組み確立 画像認識の高度化によるセンサ構成のシンプル化 ユースケース確立による導入台数増加
要素部品 <ul style="list-style-type: none"> バッテリー センサー モーター ブレーキ等々 	<ul style="list-style-type: none"> 発注量が少なく単価が高い カスタム開発品が多く高コスト 自動配送ロボットに最適な部品がない LiDAR等の基幹部品が高コスト 	<ul style="list-style-type: none"> 非競争領域の部品の共通仕様化 重要部品(機能安全認証済みモジュール)の供給プレイヤー確立 より安価な部品・仕組みへの代替

各構成要素の削減余地を踏まえつつ、全体像を捉え相反する削減策を見極めた上で**ベストミックスの打ち手を見出していく必要がある**

【相反するケース例】



ヒアリング調査概要

自動配送ロボットの走行に関する実証実験の実績があるメーカー、サービスを主な対象とし、機体・運用・インフラに関するコスト構造や見通し、および関連するサービスモデルについても、あわせてヒアリングを行った。

ヒアリングの目的	<ul style="list-style-type: none">自動配送ロボットの社会実装加速に向けて、実際に取り組む事業者からヒアリングし、文献調査等から整理した仮説を検証し、導入コスト削減に向けた方策や協調領域等をまとめる
ヒアリング先	<ul style="list-style-type: none">自動配送ロボットの社会実装に取り組んでいる事業者 (15社から回答を回収)<ul style="list-style-type: none">▶ ロボット機体設計・製造事業者▶ ロボットサービス事業者
ヒアリング内容	<ul style="list-style-type: none">サービス実施時に必要となる運用・技術・システム等の構成要素、コスト等サービスモデルのユースケース、経済的効果・社会的効果、成功要因等

コスト削減に資する技術等について：ヒアリング内容

機体・運用・インフラの構成要素、主要コストやその見通しについて、以下の観点から回答を得た。

Q-1	• サービス実施時に必要なシステムや技術について	
	Q-1-1	• 全体の構成要素として不足や齟齬等があるか
	Q-1-2	• コストに大きく寄与する項目はどこか(またその課題やコスト・性能変化の見通し等)
	Q-1-3	• 協調領域と考えられる項目はあるか
Q-2	• サービス実施時に必要な運用について	
	Q-2-1	• 全体の構成要素として不足や齟齬等があるか
	Q-2-2	• コストに大きく寄与する項目はどこか(またその課題やコスト・性能変化の見通し等)
	Q-2-3	• 協調領域と考えられる項目はあるか
Q-3	• サービス実施時に必要なインフラ整備について	
	Q-3-1	• 全体の構成要素として不足や齟齬等があるか
	Q-3-2	• コストに大きく寄与する項目はどこか(またその課題やコスト・性能変化の見通し等)
	Q-3-3	• 協調領域と考えられる項目はあるか

サービスモデルに関して：ヒアリング内容

サービスモデルについても一体的調査とし、コスト削減に資する技術等調査と合わせて、同様の事業者から、以下の項目について回答を得た。

Q-4		<ul style="list-style-type: none">自動配送ロボットにおけるサービスモデルのユースケースについて
	Q-4-1	<ul style="list-style-type: none">ユースケースの区分について不足や齟齬等があるか
	Q-4-2	<ul style="list-style-type: none">サービス提供による経済的効果(例:サービス提供地域のその他宿泊事業や飲食事業への寄与)や社会的効果(例:サービス提供による新たな地域コミュニティの形成)等の波及効果はあるか
	Q-4-3	<ul style="list-style-type: none">ロボット領域の他事業者様や他領域の事業者様との協調により事業採算性が向上するポイントはあるか

事業者ヒアリング 対象事業者

ヒアリング対象企業は、協議会参画者を中心に選定した。うち以下15社より回答を受領した。

No	事業者	事業者の区分			
		機体設計・製造	インフラ提供	サービス	付帯サービス
1	パナソニック	○			
2	楽天グループ			○	
3	ZMP	○			
4	日本郵便			○	
5	川崎重工	○			
6	TIS		○		
7	ティアフォー	○			
8	本田技術研究所	○			
9	LOMBY	○			
10	三菱商事			○	
11	ソフトバンク		○	○	
12	ENEOSホールディングス		○	○	
13	三菱地所			○	
14	東京海上日動火災保険				○
15	ゼンリン		○		

コスト低減策検討に向けた考え方

ヒアリングを踏まえ、機体・運用・インフラを組み合わせたコスト低減策打ち出しに向け、短期での社会実装促進と、中長期でのさらなる社会実装加速の二段階に区分けし、低減策検討を進めた。

	短期(2~3年後)	中長期(4~10年後)
削減策の在り方	各構成要素の削減余地を踏まえつつ、全体像を捉え相反する削減策を見極めた上で、機体・運用・インフラなどの構成要素のベストミックスの打ち手を見出す	
コスト低減の主な狙い	<ul style="list-style-type: none">社会実装の促進・本格化	<ul style="list-style-type: none">社会実装の加速配送ロボット活用の裾野を広げる
導出するコスト低減策	<ul style="list-style-type: none">社会実装を進めるにあたり必要と思われるコスト水準の実現に資する施策機体・運用といった面で、ある程度短期的な実現に資する施策	<ul style="list-style-type: none">社会実装がさらに加速する望ましいコスト水準を見据えられる施策機体・運用に加え、各種インフラの進展・連携を見据えた施策

機体・運用におけるコスト構造と低減の見通し

機体・運用については、市場規模の拡大や技術進展等が進むことによって、段階的にコスト低減が可能となる。

		現状	短期(2~3年後)	中長期(4~10年後)
機体	主な構成要素	500万円 超/台	400万円 程度/台	100~300万円 程度/台
	センサー (3D-LiDAR)	社会実装が本格化する前段階であり、一品モノを開発・製造しているため、主に左記の構成要素のコストが高い	市場規模の拡大等に伴い、一定のボリュームディスカウントが進む	走行技術等の進展による部品の合理化や、機体量産化によるコスト低減が進む
	制御基板・部品			
	バッテリー			
	外装			
メンテナンス パーツ				
運用	主な構成要素	100万円 程度/月・台 (9時間稼働/日)	20万円~ /月・台 (18時間稼働/日)	10万円~ /月・台 (18時間稼働/日)
	遠隔監視・操作	以下のような人件費コストが大きい <ul style="list-style-type: none"> 遠隔監視・操作 (1人が1台を監視・操作) 事故時の駆けつけ 荷積み降ろし バッテリー交換 	以下のような技術・運用方法の進展により、人件費コストが低下が進む <ul style="list-style-type: none"> 1人が同時に監視・操作できる台数増加 小売店等と協調した荷積み降ろし 	同時走行台数の更なる増加や、業界を挙げた人材育成により、更なる人件費の低減
	事故・トラブル対応			
	社会受容性			
	人が行う作業との連携			
	通信			
教育				

コスト削減に資する技術等について：ヒアリングサマリ

ヒアリングを通じて得られた、機体・運用における各コスト項目の現状および見通しの詳細は以下の通り。

なお、将来の事項について、技術等の環境変化を前提としており、確定しているものではない。

	現状	短期（2～3年後）	中長期（4～10年後）			
機体	500万円 超／台		400万円 程度／台		100～300万円 程度／台	
	センサー（3D-LiDAR）	50～100万円程度。海外メーカーがブライズリーダーでコントロールが困難。納期も不安定	一定のボリュームディスカウントがあり得る		Visual SLAMやカメラによる代替、遠隔操作の充実化による自律移動高度化などで不要となり得る	
	制御基板・部品	PCやCPUで数十万円/個。LiDAR等が高性能ならより高額化			部品類はモジュラー化することで修繕を効率化・合理化	
	バッテリー	15万～30万円。安全性の観点から国産を使用することが多い			サービスロボット、モビリティなど他用途と共有化しバッテリーコストをロボットにのせない工夫	
	外装	100万円～数百万円（3Dプリンタ、インク代だけで100万～）。一品もの製造になると高コスト	金型化で1個当たりのコスト低減化もあり得る		金型量産化で10万～数十万	
	メンテナンスパーツ	3D-LiDAR、カメラで40万円～。数年に1回の交換	パーツは一定のボリュームディスカウントがあり得る		3D-LiDARは自律移動高度化などで不要となり得る	
運用	100万円程度／月・台（9時間/日稼働）		20万円～／月・台（18時間/日稼働）		10万円～／月・台（18時間/日稼働）	
	遠隔監視・操作	1:1での監視・操作が前提となっており、人件費負担が大きい	1:10など操作・監視者1名当たりの台数や、ロボット当たり配送件数増による稼働率の向上		システムのUX・UI共通化、ルールやエコシステムの形成、20台程度/人での監視・操作	
	事故・トラブル対応	非常時駆けつけや、配送ミス、故障時代替などの要員が必要	ルール緩和されれば対応人員コストの削減が見通せる		エンジニアでなくとも事故・トラブルに対応できるような体制や人材育成の仕組みが整備	
	社会受容性	住民説明の必要性もサービスモデルによるが、手間がかかる場合ありその場合にはコストに影響し得る	サービス生同士の連携や、業界団体による周知活動を広く展開することで社会認知を高めていく		周知活動や学校教育なども通じて、社会受容性や認知度を高めていくことが重要	
	人が行う作業との連携	荷物積み・降ろしや、バッテリー交換・充電など、人による対応が必要	SSスタッフや小売店店員と協調した取組を行う		積載・搬送ロボットなど、他ロボットとの連携により配送サービス全体における人の介在減	
	通信	安定的な接続が重要でありコストをかけざるを得ない。5Gだと50万円～、マルチSIMだと3万円～	マルチSIMでは一定のボリュームディスカウントがあり得る		ローカル5G実装やロボット優先の遅滞ない通信インフラを活用	
	教育	ロボ扱い、通信ラグ踏まえた遠隔監視・操作の座学・訓練、機体・システムの残存リスクへのオペレーション対応など	各社で共通する部分があれば共通化も		業界としてのオペレーター教育・訓練カリキュラムやスクールの整備	

※上記は、各社で共通してかかるサービス実施時のコストが対象。各社で考え方の異なる研究開発費や、システム構成等の違いでコストに関する意見が大きく変わる部分(サービス開始前の検討・準備等含む)はコストに含めていない

機体における必要な技術・システムの調査・整理、構成要素とサプライヤー、コスト低減し得る構成要素、性能・コスト見通し - ヒアリング内容詳細(1/5)

機体における必要な技術・システム、サプライヤー、コスト低減し得る構成要素、コスト等について回答を回収した。

No	大項目	中項目	小項目	コスト寄与	コスト寄与の理由	供給事業者
1	システム	監視機能	遠隔監視	○	・安全性への寄与度からコストがかからざるを得ない ・操作の切り替えもコスト要因 ・システム構築費用は、現状では個別構築しており高コストになり得る ・現状は、1:1監視のため、人件費がかさむ	開発者個別に構築
2			近接監視			
3			複数台監視	○	同上	開発者個別に構築
4		操作機能	遠隔操作	○	同上	開発者個別に構築
5			複数台操作	○	同上	開発者個別に構築
6		管理機能	ルート制御			
7			ルート最適化			
8			複数台制御			
9		安全・セキュリティ機能	予防保全			
10			緊急通報			
11		販売機能	注文管理			
12			ユーザー注文アプリ			
13		認証機能				
14		支援機能				
15	機体	制御部(自律走行)	自律制御(自己位置推定を含む)	○	・制御のためのCPUコストは、LiDAR等が高性能なら高額化	開発者個別に構築
16			モーター制御			
17			センサー制御			
18			電源制御			
19	センサ	LiDAR(2D)	○	・2Dのみだと価格1/5程度にできる	北陽電機*2 Velodyne*2 Slamtec*1	

*1: 文献調査より抽出 *2: 当社内部ヒアリングより抽出 *3: 外部ヒアリングより抽出

機体における必要な技術・システムの調査・整理、構成要素とサプライヤー、コスト低減し得る構成要素、性能・コスト見通し - ヒアリング内容詳細(2/5)

機体における必要な技術・システム、サプライヤー、コスト低減し得る構成要素、コスト等について回答を回収した。

No	大項目	中項目	小項目	コスト寄与	コスト寄与の理由	供給事業者
20	機体	センサ	LiDAR(3D)	○	・2D LiDARと比較して、データ量・消費電力が大きいため、CPUやバッテリーのコストに影響する ・シェアNo1のVelodyneがプライスリーダー。他のメーカーの低価格製品もあるが性能で劣る。 ・納期スケジュールも見通しが立ちづらい	北陽電機*3 Velodyne*3 Slamtec*1 等
21			ミリ波レーダー			旭化成エレクトロニクス*1 アムテックス*1 アカサカテック*1 等
22			超音波センサー			Maxbotix 等
23			カメラ	○	・ピンキリだが、安全性見合いで、求められる性能によっては高額	Tier IV*2 等
24			サーモカメラ	○	・ピンキリだが、安全性見合いで、求められる性能によっては高額	Flir Systems*2 等
25			赤外線センサー			
26			走行部	タイヤ(キャスト)		
27		モーター(DCモーター)				Maxon*2 等
28		ホイール(オムニホイール)				WHILL*2 等
29		ホイール(メカナムホイール)				Nexus robot*1
30		減速機(サイクロイド減速機)				
31		ブレーキ(無励磁作動形ブレーキ)				
32		走行部(安全装置)		非常停止装置	○	・どこまでを安全基準として各社が必須にするかによってはコストに影響
33			転倒防止			
34			冗長化・多重化			
35	充電部	自動充電	○	・共通インフラやバッテリー含めて性能によってコスト変動あり		
36		手動充電				

機体における必要な技術・システムの調査・整理、構成要素とサプライヤー、コスト低減し得る構成要素、性能・コスト見通し - ヒアリング内容詳細(3/5)

機体における必要な技術・システム、サプライヤー、コスト低減し得る構成要素、コスト等について回答を回収した。

No	大項目	中項目	小項目	コスト寄与	コスト寄与の理由	供給事業者
37	機体	電源部	リチウムイオン電池	○	・安全性を考えると、品質の高いものを用いることが多い。性能がよいものはコスト高	パナソニック*1 村田製作所*2 等
38		外装	外装一式(防塵・防水・耐熱)	○	・一品もの製造であり高コスト	
39			意匠・デザイン			
40		通信部	無線ルーター			
41			GPS (GNSS)			

*1 : 文献調査より抽出 *2 : 当社内部ヒアリングより抽出 *3 : 外部ヒアリングより抽出

運用における必要な技術・システムの調査・整理、構成要素とサプライヤー、コスト低減し得る構成要素、性能・コスト見通し - ヒアリング内容詳細(4/5)

運用における必要な技術・システム、サプライヤー、コスト低減し得る構成要素、コスト等について回答を回収した。

No	大項目	中項目	小項目	コスト寄与	コスト寄与の理由	供給事業者
1	運用開始前コスト	研究開発	研究開発	○	・人件費を中心に研究開発コストは必要	事業者ごと
2		試験	試験	○	同上	
3		認証	認証	○	同上	
4		組み立て	アSEMBリ			
5		営業	営業			
6		周知	住民説明	○	・現状は人海戦術であるため、人件費がかかる場合あり	
7			利用者説明	○	・現状は人海戦術であるため、人件費がかかる場合あり ・不特定多数の人が来る場所の場合、説明コスト、方法に工夫が必要な場合もある	
8		運行計画の決定	路面状況の調査	○	・現状は実証単位で現地調査しており、人手がかかる ・道路工事や道路沿いの住宅工事、引っ越しトラック等による不通など、不定情報が多い	
9			交通量の調査	○	・現状は実証単位で現地調査しており、人手がかかる	
10			電波環境の調査	○	同上	
11	運用時コスト	監視・操作	遠隔監視操作員	○	・遠隔監視者と別に、遠隔監視者の管理者が必要。双方ともコストがかかる ・一人当たり何台監視できるかにより、コストが変わる ・信号監視もあると負担大になる	事業者ごと
12			オペレーター教育・人材育成	○	・オペレーター育成は必要 ・どれだけ教育や人材育成に係るコストを減らせるかは、安全基準との兼ね合いもある	
13			遠隔監視操作拠点			
14			通信費用(5G等)	○	・遠隔の場合、自律走行よりコストかかる場合がある ・通信の遅延、ライセンス料、帯域保証プランの有無がコスト要因となる ・帯域保証プランの要否は、安全性とコストの見合いにもよる	
15			配送	荷物積載スタッフ(ユーザー側の人件費)	○	

運用における必要な技術・システムの調査・整理、構成要素とサプライヤー、コスト低減し得る構成要素、性能・コスト見通し - ヒアリング内容詳細(5/5)

運用における必要な技術・システム、サプライヤー、コスト低減し得る構成要素、コスト等について回答を回収した。

No	大項目	中項目	小項目	コスト寄与	コスト寄与の理由	供給事業者	
16	運用時コスト	保守	定期保守				
17			日常保守				
18		トラブル・事故時対応	事故時体制費用 (配達物破損、配達先間違い、故障時復旧、故障時配達代替、通報経路)	○	・フィールドスタッフの配置状況によって、コストは変動する ・駆けつけの要件や、フィールド対応のレベルによっても変動し得る ・配送ミス、代替商品、代替機体、回収、遅延といったトラブル対応も必要		
19			保険(機体、対人・対物、搬送物)	○	・機体価格に対して料率をかけて算出しており、一定のコストはかかる ・ただし収益性に大きく影響するレベルでのコストではない	東京海上日動、損保ジャパン等	
20			保険(対人・対物)				
21			保険(商品)				
22			管理	充電(電気代)			
23		充電(充電作業)					
24		料金回収	機体利用費(買い切り、サブスク)				
25			商品代金				
26		運用終了後コスト	廃棄 サービス代替	機体廃棄			
27				インフラ廃棄			
28				代替サービスの手配			

(1) 自動配送ロボットの導入コスト削減に資する技術等の調査

- 自動配送ロボットによるサービス実施時に必要な技術・システムの調査・整理、構成要素並びにコストとサプライヤー、コスト低減が必要又は可能な構成要素、性能変化・コスト変化の見通し
- コスト低減策の整理
- インフラの整備・維持コスト、その低減策
- インフラ整備・連携によるコスト低減効果、費用対効果
- 機体・運用・インフラ全体でのコスト低減策

機体・運用におけるコスト低減策

機体については、現時点での協調領域は限定的。運用については、遠隔監視・操作や駆けつけにおける協調の可能性を中心に、課題解決のための取組案をまとめた。

		コスト低減に向けた課題	課題解決のための取組案	
機体	センサー (3D-LiDAR)	<ul style="list-style-type: none"> 安全性等の観点で採用される場合が多いが、海外メーカーがプライスリーダーでありコントロールが困難 	<ul style="list-style-type: none"> 走行環境に応じた、3D-LiDARを用いない機体の開発 市場拡大に伴うボリュームディスカウント 	
	運用	遠隔監視・操作人員	<ul style="list-style-type: none"> 同時走行可能台数の増加に向けた技術開発 遠隔監視・操作人員の教育やそのコスト低減 	<ul style="list-style-type: none"> <u>多数台同時運行時の実証シチュエーション・条件の事業者間の共通化</u> UXやマニュアルの共通化による遠隔監視・操作者の教育
		駆けつけ要員	<ul style="list-style-type: none"> 実サービスの内容次第では、これまでの実証実験と同様に、駆けつけ要員を設置する必要あり 	<ul style="list-style-type: none"> <u>駆けつけ要件の工夫による対応を整理</u> 事業者間における駆けつけ人員の共通化 <u>地域住民・通行者による駆けつけ対応への協力の仕組み</u>
		サービス開始時のコスト	<ul style="list-style-type: none"> 地図・経路の作成、試験走行、充電・待機スペースの確保など、初期コストが大きくなる場合あり 	<ul style="list-style-type: none"> 当該エリアでセンサー類から取得されたデータの事業者間共有 地域・自治体の協力による走行路・停止場所・路面情報の提供や、配送拠点に関する整備
	全体	<ul style="list-style-type: none"> 自治体が推進主体となって取り組む方法やコスト感が分からず、取組をスムーズに開始できない可能性あり 	<ul style="list-style-type: none"> 適する配送範囲、体制整備、拠点整備など、<u>地域における活用時に必要な検討事項を手引きにまとめる</u> 	

機体におけるコスト低減策 - ヒアリング内容詳細 (1/3)

ヒアリングにおいてあがった、機体における主なコスト低減策に関する意見は以下の通り。

No	大項目	中項目	小項目	コスト寄与	コスト低減策
1	機体(システム)	監視機能	遠隔監視	○	<ul style="list-style-type: none"> ・1:NのNを増やしていくことで、人件費を減らすことにつながる ・1配送当たりの人の関与度を下げ、配送効率を向上させることができれば、コスト低減につながる ・業界団体等における議論を通じ、形式化・システム化していくことで、ルールやエコシステムを形成すれば、効率化・コスト低減につながり得る。共通UI、UXもこの一環ではないか
2			近接監視		
3			複数台監視	○	
4		操作機能	遠隔操作	○	遠隔監視と同様
5			複数台操作	○	遠隔監視と同様
6		管理機能	ルート制御		
7			ルート最適化		
8			複数台制御		
9		安全・セキュリティ機能	予防保全		
10			緊急通報		
11		販売機能	注文管理		
12			ユーザー注文アプリ		
13		認証機能			
14		支援機能			
15	機体	制御部(自律走行)	自律制御(自己位置推定を含む)	○	
16			モーター制御		
17			センサー制御		
18			電源制御		
19		センサー	LiDAR(2D)	○	

機体におけるコスト低減策 - ヒアリング内容詳細 (2/3)

ヒアリングにおいてあがった、機体における主なコスト低減策に関する意見は以下の通り。

No	大項目	中項目	小項目	コスト寄与	コスト低減策
20	機体	センサー	LIDAR(3D)	○	・Visual SLAMによる代替など、技術進歩もあり、コストは下がっていく見通し ・自動運転車が普及していく中でコスト下がっていくのではないかと
21			ミリ波レーダー		
22			超音波センサー		
23			カメラ	○	
24			サーモカメラ	○	
25			赤外線センサー		
26		走行部	タイヤ(キャスト)		
27			モーター(DCモーター)		
28			ホイール(オムニホイール)		
29			ホイール(メカナムホイール)		
30			減速機(サイクロイド減速機)		
31			ブレーキ(無励磁作動形ブレーキ)		
32		走行部(安全装置)	非常停止装置	○	
33			転倒防止		
34			冗長化・多重化		
35		充電部	自動充電	○	・人手が必要な現地作業(荷積み降ろし、バッテリー交換充電等)は、他のモビリティやサービスロボットとも連携できる仕組みがあるとよい ・充電サービスのEVとの共通化、オートチャージ化がなされるとコストは下がり得る ・オペレーションの全過程が自動になるためには、自動充電や店舗等スタッフによる充電交換などで、稼働率を上げていくことも必要ではないかと
36			手動充電		
37		電源部	リチウムイオン電池	○	・上部構造やバッテリーを着脱可能にし、また共通化できるとよい ・解体しやすい構造にし、部品ごとの耐用年数や摩耗度合いに応じた修繕もコスト減につながる

機体におけるコスト低減策 - ヒアリング内容詳細 (3/3)

ヒアリングにおいてあがった、機体における主なコスト低減策に関する意見は以下の通り。

No	大項目	中項目	小項目	コスト寄与	コスト低減策
38	機体	外装	外装一式(防塵・防水・耐熱)	○	・安全性を担保した設計が確立し、運用条件が整い、量産化されればコストは大きく下がる
39			意匠・デザイン		
40		通信部	無線ルーター		
41			GPS (GNSS)		

運用におけるコスト低減策 - ヒアリング内容詳細 (1/2)

ヒアリングにおいてあがった、運用における主なコスト低減策に関する意見は以下の通り。

No	大項目	中項目	小項目	コスト寄与	コスト低減策
1	運用開始前コスト	研究開発	研究開発	○	<ul style="list-style-type: none"> ・専用設計を避けてコストを下げる ・安全性を担保した設計が確立し、運用条件が整えばコスト減につながり得る
2		試験	試験	○	
3		認証	認証	○	<ul style="list-style-type: none"> ・運用でカバーできる項目はそうようにし、機体側に必要なプロセスが増えないように配慮できるとよい
4		組み立て	アセンブリ		
5		営業	営業		
6		周知	住民説明	○	<ul style="list-style-type: none"> ・一般公道の場合、住民説明は対象が多くなってしまうため、効率的に実施できるといい ・住民説明、利用者説明は、必要性の程度や形式(説明会等)は場合により異なる
7			利用者説明	○	<ul style="list-style-type: none"> ・利用者説明コストは、特に不特定多数の人の利用を想定する場合には、認知度含めて人海戦術になりがち。学校教育などを通じて社会認知度をあげていくことでロボットの挙動が理解されれば、事故トラブル時のコストが低減し得る ・社会受容性が必要であり、そのためにはロボット自体のUXやデザイン、挙動も重要。社会的認知を上げていくことは業界や関係者全体で取り組んでいくことが望ましい
8		運行計画の決定	路面状況の調査	○	<ul style="list-style-type: none"> ・ルート設定や現地調査は、共通化・情報として整備されるのが望ましい
9			交通量の調査	○	
10			電波環境の調査	○	
11	運用時コスト	監視・操作	遠隔監視捜査員	○	<ul style="list-style-type: none"> ・求められる安心・安全のレベルによる ・目先の低コスト化を機体で進めると、遠隔監視部分にしわ寄せが行き、オペレーションコストが上がり得る ・無人でオペレーションを回せる体制を目指す。人件費や場所代を低減し、オペレータを配置できるような体制が望ましい ・エンジニアでなくとも操作できるような技術開発がなされれば、運用コストは大きく減らせる可能性がある
12			オペレーター教育・人材育成	○	<ul style="list-style-type: none"> ・オペレーターの管理人材、教育体制構築も重要。事故時の責任所在の議論にもつながる
13		遠隔監視・操作拠点			
14		通信費用(5G等)	○	<ul style="list-style-type: none"> ・通信は速度も重要だが、安定的な接続の方がより重要。その観点で、マルチSIMの運用とする場合もある。現状は、複数のSIMを使えば、その分コストは上がる 	

運用におけるコスト低減策 - ヒアリング内容詳細 (2/2)

ヒアリングにおいてあがった、運用における主なコスト低減策に関する意見は以下の通り。

No	大項目	中項目	小項目	コスト寄与	コスト低減策	
15	運用時コスト	配送	荷物積載スタッフ(ユーザー側の人件費)			
16		保守	定期保守			
17			日常保守			
18		トラブル・事故時対応	事故時体制費用(配達物破損、配達先間違い、故障時復旧、故障時配達代替、通報経路)	○	・運用でカバーできる項目はそのようにし、機体側に必要なプロセスが増えないように配慮できるとよい	
19			保険(機体、対人・対物、搬送物)	○	・対物、対人保険は10~20万円程度の価格帯となるのではないかと ・自動車と比較すればリスクは低く、コストに大きく影響するものではない	
20			保険(対人・対物)			
21			保険(商品)			
22			管理	充電(電気代)		
23				充電(充電作業)		・異業種、他業種とのバッテリー共有、共通化がなされるとコスト低減につながり得る。除雪機、農業機器、建機など、他用途と共有できるのが望ましい
24			料金回収	機体利用費(買い切り、サブスク)		
25		商品代金				
26		運用終了後コスト	廃棄	機体廃棄		
27				インフラ廃棄		
28			サービス代替	代替サービスの手配		

(1) 自動配送ロボットの導入コスト削減に資する技術等の調査

- 自動配送ロボットによるサービス実施時に必要な技術・システムの調査・整理、構成要素並びにコストとサプライヤー、コスト低減が必要又は可能な構成要素、性能変化・コスト変化の見通し
- コスト低減策の整理
- インフラの整備・維持コスト、その低減策
- インフラ整備・連携によるコスト低減効果、費用対効果
- 機体・運用・インフラ全体でのコスト低減策

インフラの整備・維持コスト・低減策および整備の見通し－ヒアリングサマリ

インフラ連携によるコスト低減策の検討に向け、ヒアリング、WG等を通じて、業界におけるインフラ整備の方向性を整理の上、共通認識の形成を図った。

		現状	短期（2～3年後）	中長期（4～10年後）
インフラ	地図	<ul style="list-style-type: none"> ロボットの規格、性能に応じて各社作成 主に高精度3D点群地図データ（MMSで取得）やベクターマップとの組み合わせ 3D点群は更新も必要 ネットワークRTKやGPSのみ利用もあり（事前測量が不要に） 歩行者空間ネットワークデータの活用実証も開始 	<ul style="list-style-type: none"> 特定のエリアなどで、必要に応じて事業者間で相互共有もあろう 	<ul style="list-style-type: none"> 行政のオープンデータなどを活用しつつ、作成・更新の方法を共通化した上で、ロボットの仕様・規格に合わせた地図を整備
	環境情報	<ul style="list-style-type: none"> 気象情報、路面状況、交通情報が利用されているが、実際の状況と異なる場合あり、走行不可になってしまうこともある 	<ul style="list-style-type: none"> 環境情報を提供するサービスとの連携 	<ul style="list-style-type: none"> 屋内外における、気象、交通、人流、人の挙動など様々な環境情報を取得・評価できるサービスの参入や、プラットフォームの整備
	充電インフラ	<ul style="list-style-type: none"> ロボット専用の充電拠点を設置するのはコスト高につながる 	<ul style="list-style-type: none"> 充電拠点をサービスとして提供する事業者の参入 	<ul style="list-style-type: none"> 充電拠点をサービスとして提供する事業者の参入 自動運転車や小型電動モビリティなど他モビリティとの共用化
	通信インフラ	<ul style="list-style-type: none"> 安定性重視であり、コストをかけざるを得ない領域。帯域保証プランなどは高コスト化につながる 	<ul style="list-style-type: none"> 遅延のない低コストな通信インフラが整備されれば、サービス向上につながる 通信領域の優先度（ロボットの優先可否等）の議論が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 遅延のない通信インフラの整備
	信号機	<ul style="list-style-type: none"> ロボット搭載カメラでの信号認識や遠隔操作により対応しているため、通信遅滞時の対応や監視人員コストにつながる IoT信号機は、一部配送ロボでの実証もあるが、主に自動運転の関係者で議論進む 	<ul style="list-style-type: none"> スマート信号システムなどIoT信号機は整備途上 	<ul style="list-style-type: none"> ロボットに直接情報提供可能なスマート信号等の整備
	道路	<ul style="list-style-type: none"> 低速・小型のロボットは歩道等を走行することが前提 	<ul style="list-style-type: none"> スマートシティなどにおける専用道路の活用 	<ul style="list-style-type: none"> 専用道の整備に対する期待がある一方で、整備の現実性は見通せない。 専用道路により走行路が限定される懸念

ヒアリング項目ごとのサマリ - インフラの整備・維持コスト・低減策および整備の見通し (1/2)

サービス実施時に必要なインフラに関する主だった回答は以下の通り。

・ サービス実施時に必要なインフラ整備について

Q-4-1 ・ 全体の構成要素として不足や齟齬等があるか

- ・ 公共EVと共通化でよいが、ロボット用の標識や待機場所の明示があるとよい

Q-4-2 ・ コストに大きく寄与する項目はどこか

●地図

- ・ 3D地図は、国のデータ等を活用し、コスト低減できないか。走行運用に資する地図の更新含め、長期運用されればコスト低減につながり得る
- ・ 使用するロボットの規格や用途によって、必要な3D地図は異なる

●通信

- ・ 通信速度も重要だが、安定的な接続の方がより重要。その観点から、マルチSIMでの運用する場合もある
- ・ 遅延のない低コストな通信インフラが整備されれば、サービス向上につながる
- ・ 安定性確保には、帯域保証プランの利用が確実だが、高コスト化につながる

●信号機連携

- ・ 信号機から直接情報を得られれば、移動精度が上がるため重要
- ・ 画像認識が不要になり、信号認識コストや遅延が大幅に下がり得る

Q-4
※

ヒアリング項目ごとのサマリ - インフラの整備・維持コスト・低減策および整備の見通し (2/2)

サービス実施時に必要なインフラに関する主だった回答は以下の通り。

- サービス実施時に必要なインフラ整備について

Q-4-2

- コストに大きく寄与する項目はどこか ※前ページからの続き

●その他

- 気象情報: 安全性に紐づくため、ビジネスモデルによってはコスト要因となる。悪天候時はサービスをしないということもあり得る
- 充電: 充電サービスのEVとの共通化、オートチャージ化がされるとよい。充電設備をコンビニ等に共用設置するのも一案
- 小型モビリティ専用レーン: 歩者分離が実現できるとよい

Q-4-3

- 協調領域と考えられる項目はあるか

- 地図については、情報の一元化、共有化、常時更新等が、官民連携でなされるとなるとよい
- バッテリー、充電設備の共通化も一案

Q-4
※

インフラの整備・維持コスト・低減策および整備の見通し(1/2)

ヒアリングにおいてあがった、インフラにおける整備・維持コスト・低減策や整備見通しに関する意見は以下の通り。

No	大項目	小項目	コスト寄与	コスト寄与の理由
1	環境情報	2D地図情報		・道路幅員の把握は、事業者間で共通化できると良い
2		3D地図情報	○	・マップ提供事業者、国・自治体など公共的な事業体に、協調領域として取り組んでもらえるとよい ・ロボットの自律走行に資するものの、最新の状態に保たれていないと利用が難しい。精度・鮮度が高いものを用意する必要あり
3		気象情報		・サービスによっては、気象情報がサービス実施可否の判断のポイントになる場合もある ・評価するのみでもコストがかかる。各社が集まって色々な環境を評価、共有できれば、コストダウンにつながり得る
4		交通情報	○	・既存の工事情報等を活用できるとよい
5		道路使用状況		
6		電波情報(電波マップ)	○	
7	走行路設置物	ビーコン		
8		通行標識		
9		道路標示		・公共EVとの連携などもあり
10		2次元バーコード		・位置情報をキャリブレーションするものとして利用する場合、物理的な位置と、ロボットが認識している位置を認証させる必要あり
11	信号機	信号機連携用IoT	○	・安全確認するため、信号動作情報が提供されると、人員低減につながり得る ・信号の管理元から直接情報を得られれば、ある程度コスト低減できる可能性あり ・信号機とIoT連携できれば、画像認識AIや高精度カメラ、PC性能などが不要になるかもしれない ・信号機と連携できると、遠隔監視のコストだけでなく、認証コストも下がるのではないかと
12	通信	無線ネットワーク	○	・5G LTEを使うのが安全性上よいが、整備が必要。1キャリアだけでは日本全域カバーできず、道路をカバーするネットワークは協調して整備する必要あり ・通信状況によっては走行ルートが変わる場合があり、4G LTEを利用するにせよ、安定性は重要 ・使い放題プランを利用する場合、コストはLTE1台で1万/月程度。 ・遠隔監視の場合、安全上の観点から、一定以上の遅延が生じた場合はロボットを止めないといけない。高層マンションが多いと、通信が断絶する場合がある。 ・現状はLTE回線を使うのが安定的。マルチSIMで安定的にネットワークを繋ぐことも一案 ・キャリアをどう巻き込んでいくか、専用帯域レベルが必要なのかは議論が分かれる。遠隔監視時の通信ラグなども考慮要

インフラの整備・維持コスト・低減策および整備の見通し(2/2)

ヒアリングにおいてあがった、インフラにおける整備・維持コスト・低減策や整備見通しに関する意見は以下の通り。

No	大項目	小項目	コスト寄与	コスト寄与の理由
13	通信	CPS・デジタルツイン		
14	ポート	充電ポート	○	・誰が運用するかによるが、電動2輪等と共用もあり得るのではないか ・誰でも使えるものとして、EVとの共通規格になるとなおよい
15		配送ポート		
16				
17	その他	道路		・専用レーンがあるとよいのではないか。歩行者と配送ロボが分離されているのが本来は望ましい

(1) 自動配送ロボットの導入コスト削減に資する技術等の調査

- 自動配送ロボットによるサービス実施時に必要な技術・システムの調査・整理、構成要素並びにコストとサプライヤー、コスト低減が必要又は可能な構成要素、性能変化・コスト変化の見通し
- コスト低減策の整理
- インフラの整備・維持コスト、その低減策
- インフラ整備・連携によるコスト低減効果、費用対効果
- 機体・運用・インフラ全体でのコスト低減策

インフラ整備・連携におけるコスト低減策

既存インフラの発展的活用や、中長期的にインフラを整備するための行政等との連携を中心として、課題解決のための取組案をまとめた。

インフラ

	コスト低減に向けた課題	課題解決のための取組案
地図	<ul style="list-style-type: none"> ● 各社個別に3D点群データ等を作成しておりイニシャルコストが高い場合あり ● 省庁がオープン化している地図データもあるが、自動配送ロボットに適する形で活用できない場合あり 	<ul style="list-style-type: none"> ● 事業者間における地図データの共有化 ● 行政が整備を進める既存データの活用・連携 → <u>自動配送ロボットへの適用時の課題検証</u> ● 走行環境に応じた、最適な自己位置特定方法の選択
道路環境情報	<ul style="list-style-type: none"> ● 道路工事情報など、地図情報からは把握できない動的情報が存在するが、オープン化されておらず、道路環境が変化する場合に対応できない場合あり 	<ul style="list-style-type: none"> ● 行政保有データのオープン化、リアルタイム提供化 → <u>オープン化可能な情報の整理</u>
IoT信号機	<ul style="list-style-type: none"> ● 自動運転等の分野で信号機連携の議論が進んでいるが、自動配送ロボットと信号の連携や、歩行者用信号機部分は明示的には議論に含まれていない ● ロボット側で信号を認識する場合と、信号機と連携可能な環境を整備する場合の、コスト見合いを考慮する必要がある 	<ul style="list-style-type: none"> ● <u>他モビリティ分野の取組との連携</u> ● <u>恒常的なサービスを実施する場合の、信号機との連携の手続き等の検討</u>
全体	<ul style="list-style-type: none"> ● 最初にインフラを整備する主体は、コスト負担が大きい ● 個別に整備したインフラについて、事業者間で共有することの是非およびその方法 	<ul style="list-style-type: none"> ● <u>自動配送ロボット向けインフラを整備する初期段階における行政の支援</u> ● 事業者横断での協調整備・コスト負担

インフラ整備・連携に向けた、課題・打ち手整理内容

各インフラについて整備、制度・手続き、技術面での利活用に向けた課題を整理の上、それらを踏まえた今後の打ち手の方向性を整理した。

		各項目での記載内容
配送ロボ利用拡大への貢献度		<ul style="list-style-type: none"> WG等での意見も踏まえた、当該インフラの整備によってもたらされる、自動配送ロボットの安全性やコスト低減に対する貢献内容
利活用に向けた課題	整備面	<ul style="list-style-type: none"> 各インフラがまだ実証段階で未整備など、インフラ自体や関連法など整備面での課題を整理
	制度・手続き面	<ul style="list-style-type: none"> 利用にあたっての手続き等を以下のように分類し、手続きにおける煩雑さなどの課題を整理 <ol style="list-style-type: none"> ① 行政がインフラを管理しており、特段の申請なしに当該情報等を活用できる見込みがあるもの ② 行政がインフラを管理しており、何らかの申請行為によって活用できる見込みがあること ③ 民間事業者が自社サービスとして提供しているもの ④ それ以外 (構築・実証段階など)
	技術面	<ul style="list-style-type: none"> 配送ロボットでの利用実証や実用状況から見た、配送ロボットへの適用にあたっての技術面からの課題を整理
課題を踏まえた打ち手方向性		<ul style="list-style-type: none"> 各インフラの主な課題の状況を踏まえたうえで、今後の打ち手の方向性を整理

インフラ整備・連携に向けた、課題・打ち手整理 (1/2)

地図および環境情報については、配送ロボットでの利用における有効性の技術的検証が主な打ち手の方向性と想定。

	配送ロボ利用拡大への貢献度	利活用に向けた課題			課題を踏まえた打ち手方向性	
		整備面	制度・手続き面 ※1	技術面		
地図 ※2	地理院地図 (2D地図)	<ul style="list-style-type: none"> 整備済 データ更新頻度が2-4年に1回と鮮度低い 	<ul style="list-style-type: none"> ①地図サービスとしての商用展開がなければ申請不要 	<ul style="list-style-type: none"> 自律走行への活用についてはどのように活用するのか自体が不透明 	<ul style="list-style-type: none"> 整備済み、利用手続き不要だが、有効性の検証から必要 →活用の有効性検証に向けた技術実証 	
	国交省 3D点群データ	<ul style="list-style-type: none"> 事業者間での共有・共通化、既存地図サービス・PFとの連携によって、正確・安全な運行と、地図作成コストの低減に寄与 	<ul style="list-style-type: none"> ②国土交通省が収集・公開。有償で利用可能 	<ul style="list-style-type: none"> 異なるセンサ・センサ取付位置・アルゴリズム・ファイル形式で作成された地図を用いた自己位置推定 	<ul style="list-style-type: none"> 整備済み、利用手続きもあるが、有効性の検証から必要 →活用の有効性検証に向けた技術実証 	
	PLATEAU		<ul style="list-style-type: none"> 令和4年度までに100超の都市で整備予定だが未整備エリアも多い 構築、ユースケースの実装支援あり 	<ul style="list-style-type: none"> ①申請不要で商用利用可能 	<ul style="list-style-type: none"> LiDARベース: PLATEAUの地図データ精度が粗く地図と実測データと乖離あり カメラベース: 天候等による取得映像の変化に対する堅牢性 	<ul style="list-style-type: none"> 一部エリアで整備済み、利用手続き不要だが、PLATEAUを用いた自律走行・自己位置推定の有効性から検証が必要 →活用の有効性検証に向けた技術実証
	空間ID		<ul style="list-style-type: none"> アーキテクチャ検討、実証・整備段階 	<ul style="list-style-type: none"> ④整備・実証途上であり実証以外の利用手続きは不明瞭 	<ul style="list-style-type: none"> 整備途上であり、配送ロボットにおける有効性、利用方法が確立されていない 	<ul style="list-style-type: none"> 整備・実証途上のため手続き等も不明瞭。また有効性から検証が必要 →空間IDの実証に屋外配送ロボユースケースを加える制度設計などを関係機関と協議
	歩行空間ネットワークデータ	<ul style="list-style-type: none"> 動的(人の混雑)・静的(段差など)歩道情報が安全・安定運行に寄与 	<ul style="list-style-type: none"> 都市部を中心とした一部のエリアのみデータあり 配送ロボ実証を通じ、ロボットの自動走行を考慮したデータ仕様に改訂予定 	<ul style="list-style-type: none"> ①データ利用自体は申請不要で商用利用可能 	<ul style="list-style-type: none"> 走行路設計等への利用については、技術的に実装・利用し得る 地図として利用する場合は、地理座標情報や人流などの動的データの取得方法・有効性検証が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 一部エリアで整備済み、手続き不要で利用できるが、地図としての利用の有効性検証が必要 →活用の有効性検証に向けた技術実証 →課題整理によるデータ整備への反映
環境情報 ※2	気象情報	<ul style="list-style-type: none"> ロボット稼働可否の判断による安定・安全な走行 	<ul style="list-style-type: none"> ドローン向け気象情報提供サービスあり 民間での管制プラットフォームサービスあり 	<ul style="list-style-type: none"> ③民間主体でのサービス化 	<ul style="list-style-type: none"> 天候情報と防水規格や雨天時の対応を考慮した走行可否を決定する評価をどのように行うか 	<ul style="list-style-type: none"> 民間主体で整備・サービス化進んでおり、気象情報の提供を競争領域と捉え、サービスとして提供する事業者の参入に期待する
	交通情報 (車道/路側帯/工事等)	<ul style="list-style-type: none"> 工事・交通情報把握による安定運行、路側帯走行時の利用可能 	<ul style="list-style-type: none"> カーナビ向けにVICIS(道路交通情報通信システムセンター)がリアルタイムの工事等情報提供中 	<ul style="list-style-type: none"> ③VICISと協議の上、利用申請が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 歩道・路側帯におけるVICIS情報を利用した自律走行への有効性から検証要 	<ul style="list-style-type: none"> 民間主体で整備・サービス化進んでいるが、VICIS情報の自律走行への有効性から検証が必要 →活用の有効性検証に向けた技術実証

※1: 凡例

- ①行政がインフラを管理しており、特段の申請なしに当該情報等を活用できる見込みがあるもの
- ②行政がインフラを管理しており、何らかの申請行為によって活用できる見込みがあること
- ③民間事業者が自社サービスとして提供しているもの
- ④それ以外 (構築・実証段階など)

※2: 各インフラの参考URLは以下

- 地理院地図(2D地図): <https://www.gsi.go.jp/kibanjoho/kibanjoho40025.html>
- 国交省3D点群データ: https://www.mlit.go.jp/report/press/road01_hh_001577.html
- PLATEAU: <https://www.mlit.go.jp/plateau/>
- 空間ID: https://www.ipa.go.jp/dadc/architecture/pj_autonomousmobilerobot_conference.html
- 歩行空間ネットワークデータ: https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/soukou/seisakutokatsu_soukou_ik_000026.html
- 気象情報: <https://weathernews.jp/s/topics/202212/140205/> 等
- 交通情報(VICIS): <https://www.vicis.or.jp/>

インフラ整備・連携に向けた、課題・打ち手整理 (2/2)

IoT信号機は、利用時手続き調整やさらなる技術検証が打ち手の方向性と思料。ローカル5Gにおいては配送ロボットでの利用にあたっての課題整理・協議が必要と想定。

	配送ロボ利用拡大への貢献度	利活用に向けた課題			課題を踏まえた打ち手方向性	
		整備面	制度・手続き面 ※1	技術面		
IoT信号機 ※2	<ul style="list-style-type: none"> 信号認識や、遠隔監視・操作のスムーズ化に有効 	<ul style="list-style-type: none"> 自動運転車における実証が進む見通し 信号機・配送ロボ連携はNEDO助成事業で取組有効 信号機の灯火情報は、警察庁である程度集中管理 	<ul style="list-style-type: none"> ②、③IoT部分は事業者単独、公共財どちらもあり得、どちらとも言えない。現状は都道府県警、所轄警察署、道路管理者等への申請が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 信号の灯火情報は技術的には利用・実装し得る より有効に利用するためには、以下のような点が課題と想定 <ul style="list-style-type: none"> - 点滅状態および赤信号に切り替わるまでの時間の把握・利用方法の検討 - 時間帯による青信号期間の変化に動的に対応する方法の検討 	<ul style="list-style-type: none"> 技術的には利用できるが、整備途上で、また手続きはあるものの実証ベースでしかなく煩雑 →配送ロボでの利用時手続きの調整 →制度整備等で、SIP/交通インフラDXコンソーシアムと連携 →自律走行へのさらなる活用に向けた技術検証の実施 	
通信 ※2	ローカル5G	<ul style="list-style-type: none"> 安全・安心な遠隔操作や自律走行には、安定した高速通信回線が有効 民民・官民連携によってインフラ整備を進めていくことで、コスト低減に寄与 	<ul style="list-style-type: none"> 実証実験を中心に整備進むが民間での整備は限定的 他者土地利用は制限あり、緩和策検討中 	<ul style="list-style-type: none"> ②無線局の免許(電波法第4条)の申請が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 技術的には実装し得る 実利用にあたっては、電波受信強度に対して通信データ量・種類の制御、サーバー側でのデータ処理による自律走行などが課題となる想定 	<ul style="list-style-type: none"> 技術的には利用・実装可能だが、実サービス利用には他者土地利用など広いエリアでの利用制限の緩和が必要 →既存実証を配送ロボットで活用するべく、課題(他者土地利用やユースケース化)について関連省庁と協議
	QZSS		<ul style="list-style-type: none"> 整備済/増強中 QZSSを利用した実証あり 	<ul style="list-style-type: none"> ①特段の申請は不要 	<ul style="list-style-type: none"> 都市部においては、衛星電波の遮断、反射などの影響をQZSSの補正信号・補強信号だけではカバーできず、自律走行に寄与する精度は出にくい 	<ul style="list-style-type: none"> 整備済み、利用手続き不要だが活用には技術的課題あり検証が必要 →都市部での自己位置推定の方法確立に向けた技術実証
充電インフラ	<ul style="list-style-type: none"> 充電設備やバッテリー共通化(規格化)の有効性はあり得る 	<ul style="list-style-type: none"> ロボット専用の充電設備は事業者が整備 自動運転車向け充電設備設置は公的補助あり 自動運転車向けの充電設備との互換性はない 	<ul style="list-style-type: none"> ③配送ロボ向けは民間主体 	<ul style="list-style-type: none"> 各社異なる充電方法(無線/有線、コネクタ形状、電圧など)を採用しており、共通した充電方式が確立されていない 	<ul style="list-style-type: none"> 民間主体で整備進む想定で、充電方法や設備の規格共通化は民間主体で議論しつつ、充電拠点をサービスとして提供する事業者の参入に期待 	
歩行者空間整備 ※2	<ul style="list-style-type: none"> 歩行者空間整備によって、安全かつ効率的な走行環境が整う 	<ul style="list-style-type: none"> 歩きやすい歩行者空間の整備に向けた取組として、「まちなかウォーカブル推進事業」が国交省にて施策化されている 	<ul style="list-style-type: none"> ④「まちなかウォーカブル推進事業」施策の利用は、自治体が対応 	(走行路整備のため該当せず)	<ul style="list-style-type: none"> まちなかウォーカブル推進事業による配送ロボ関連インフラ整備を進めるため、補助対象範囲の見直し等について関連省庁と協議 	

※1: 凡例
 ①行政がインフラを管理しており、特段の申請なしに当該情報等を活用できる見込みがあるもの
 ②行政がインフラを管理しており、何らかの申請行為によって活用できる見込みがあること
 ③民間事業者が自社サービスとして提供しているもの
 ④それ以外(構築・実証段階など)

※2: 各インフラの参考URLは以下
 ・IoT信号機: https://www.signal.co.jp/wordpress/wp-content/uploads/2021/07/9_20210624_robot.pdf
 ・ローカル5G: https://www.soumu.go.jp/main_content/000802944.pdf
 ・QZSS: <https://qzss.go.jp/>
 ・歩行者空間整備: https://www.mlit.go.jp/toshi/toshi_gairo_tk_000092.html

(1) 自動配送ロボットの導入コスト削減に資する技術等の調査

- 自動配送ロボットによるサービス実施時に必要な技術・システムの調査・整理、構成要素並びにコストとサプライヤー、コスト低減が必要又は可能な構成要素、性能変化・コスト変化の見通し
- コスト低減策の整理
- インフラの整備・維持コスト、その低減策
- インフラ整備・連携によるコスト低減効果、費用対効果
- 機体・運用・インフラ全体でのコスト低減策

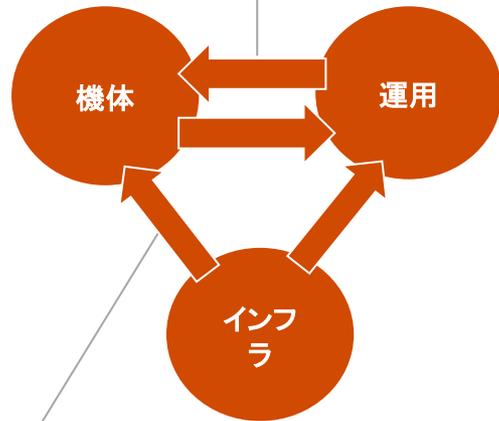
コスト低減策の一体的な進め方

まずは運用コストの低減により市場を拡大し、2~3年後を見据えた量産効果や機体・運用の変化によるコスト低減を図る。並行して、中長期的なインフラ活用にも着手する。

機体・運用・インフラの基本的な関係性

機体・運用の変化による、機体/運用コストの相互低減

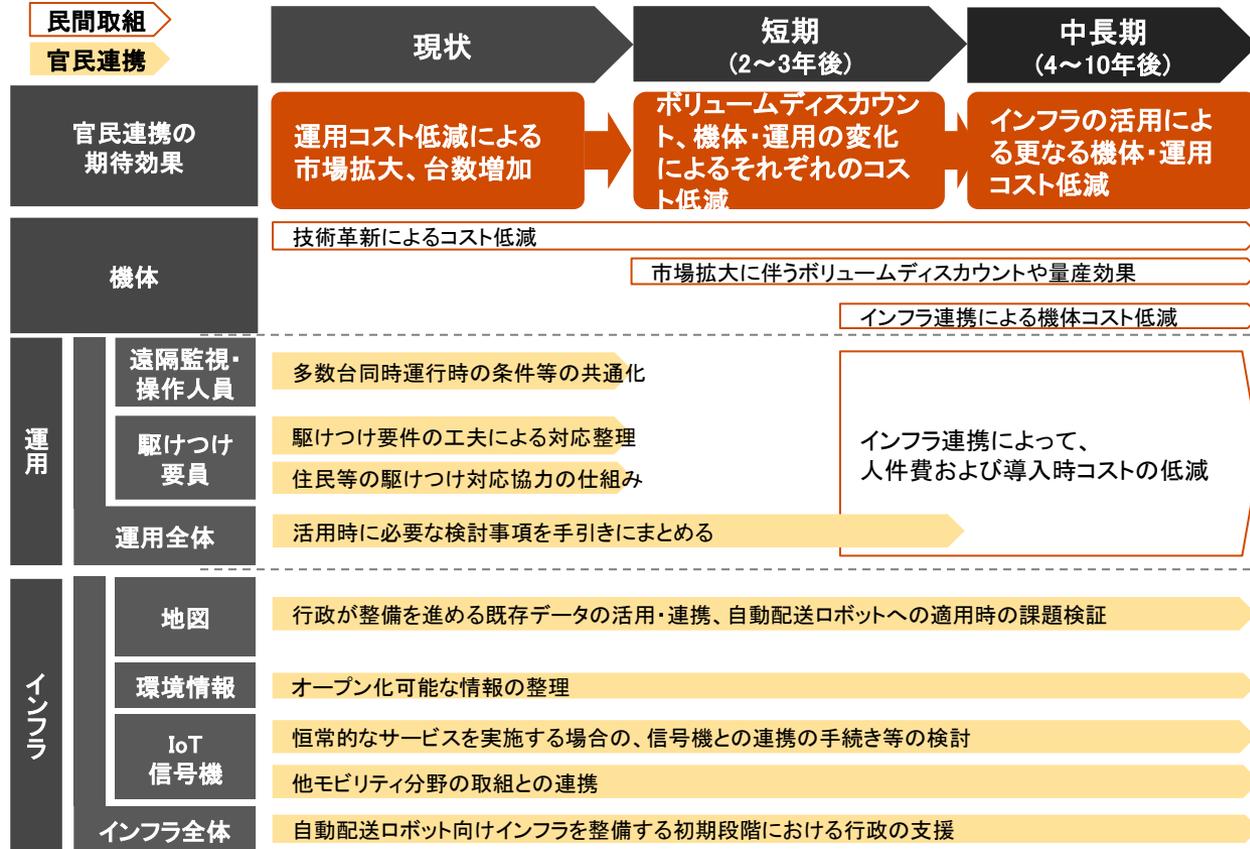
- <運用変化による機体コストの低減例>
自治体が走行環境を整備することによる機体スペックダウン
- <機体変化による運用コストの低減例>
UX共通化や簡易化による、遠隔監視・操作のコスト低減



インフラ連携による機体・運用コスト低減

- <機体コストの低減例>
IoT信号機との連携による機能分担
- <運用コストの低減例>
歩行空間ネットワークデータ等の活用によるルート設計コストの低減

時系列に沿った進め方



協調施策における直近の具体的取組

各協調施策について、現状想定している直近での具体的な取組案を整理した。

		協調施策	直近の具体的な取組案
運用	遠隔監視・操作人員	事業者間での1:N運行実証シチュエーション、条件の共通化	事業者や警察庁と連携して共通化する実証条件を整理する
	駆けつけ要員	駆けつけ要件の工夫による対応を整理	駆けつけ要員の確保方法やサービス内容に応じた人員配置の実践事例を調査・分析し、課題の特定につなげる
		地域住民・通行者による駆けつけ対応への協力の仕組み	地域住民・通行者による対応内容(停止時の初期対応や復帰対応など)を整理・協議・周知する
	運用全体	適する配送範囲、体制、上記の情報・拠点の整備など、地域における活用時に必要な検討事項のパッケージ化	活用時に必要な検討事項(機体メーカー選定、サービス提供エリア、駆けつけ要員の確保・配置等)や手続き(各種届出、保険加入等)などの導入時パッケージの内容を整理・周知する
インフラ	地図	行政が整備を進める既存データの活用・連携	自動配送ロボット適用時の技術的・制度的課題を整理し、検証に向け他省庁等での施策への織り込みを働きかける
	道路環境情報	行政保有データのオープン化、リアルタイム提供化	工事情報など、オープン化可能な道路情報の利活用に向けた課題や、検証すべき点を整理する
	IoT信号機	信号機との連携の手続き等に関する調整	実サービス時の連携にあたっての手續の策定、および調整
	インフラ全体	他モビリティ領域の取組(SIPや交通インフラDXコンソ)との連携	他モビリティ領域での取組に、自動配送ロボット業界として参画、意見を整理し提供する
	インフラ全体	配送ロボット向けインフラ整備の初期段階における行政の支援	配送ロボット向けインフラ整備の支援、および整備したインフラの活用支援

(2)事業採算性向上のためのサービスモデルの調査・分析

国内調査

- 自動配送ロボットの導入による経済的・社会的便益が必要経費を上回る条件の分析並びに類型化され得る模擬ケースの設定
- 国内での実装が有効と考えられるサービスモデルの整理

海外調査

- 先行する海外のサービスモデルの調査及び分析(ROI 調査、KSF 分析等)、および社会実装に向けた官民連携の在り方の調査

本事業におけるステップ・検討事項

事業採算性向上のためのサービスモデルの調査においては、類型化され得る模擬ケースや有効なサービスモデルについて、ヒアリング、WGを通じて整理した。あわせて海外のサービスモデルの調査分析を行った。

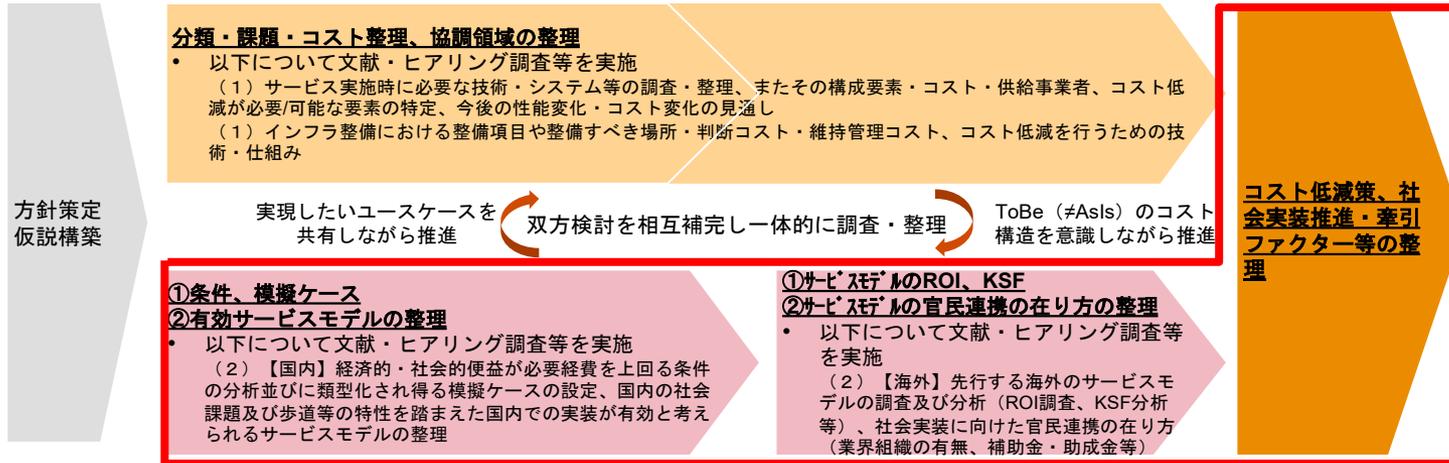
- (1) 自動配送ロボットの導入コスト削減に資する技術等の調査
- (2) 事業採算性向上のためのサービスモデルの調査・分析

※(1)と(2)を一体的に実施

報告書の作成

以下調査内容について、コスト削減・事業採算性向上の仮説を構築し、関連する他領域も含めたヒアリングやWG・協議会等を通じて仮説を検証することで、内容を深め、整理を行う

- 調査・分析結果のまとめ
- 調査分析結果
 - ヒアリング議事録
 - WG・協議会の議事録 等



- (3) 協議会の実施
- (4) 協議会に参画するメーカーを中心としたWGの実施

※(3)と(4)を一体的に実施

- 協議会及びWGの事務局運営（日程調整、会場設営、議事録・議事要旨作成、資料作成・印刷、構成員への委託・謝金等の事務作業、等）
- 必要に応じ、社会実装加速のカギとなるキーマンへの事前に加え、事後説明の実施



アプローチ概要

事業採算性向上のためのサービスモデルの調査をコスト削減に資する技術の調査と一体的に行い、ヒアリング、WG等を通じて有効モデルを導出した。

(1) 自動配送ロボットの導入コスト削減に資する技術等の調査

方針策定、仮説構築

- 必要となる情報やコスト項目、関連課題を網羅的かつ構造的に整理し、仮説検証を行う
- 機体/システム、運用、インフラの各要素におけるコスト項目を洗い出し

事業者等ヒアリング、文献調査を通じた分類・課題・コスト等の整理

- 国内事業者へのヒアリングおよび文献調査を行い、それらに基づき、機体/システム、運用、インフラにおけるコスト構造、課題等について内容を整理

WG議論等を通じたコスト、コスト低減策の整理

- 整理した内容に基づき、WGに参画する有識者及び事業者より意見・妥当性等に係る見解等を収集し、コストの精緻化や、低減策に関する意見を整理

双方検討を相互補完し一体的に調査・整理

(2) 事業採算性向上のためのサービスモデルの調査・分析

方針策定、仮説構築

- 条件・模擬ケースを定め試算を行うことで、ヒアリング前にモデルケースの仮説を構築

国内外事業者ヒアリングを通じた、条件・模擬ケース、有効サービスモデルに関する整理

- 国内事業者に、経済的・社会的便益が必要経費を上回る条件および類型化され得る模擬ケースについてヒアリングし、有効サービスモデルに関して整理
- 海外事業者に、ROIや官民連携等海外情勢をヒアリング

WG議論等を通じたサービスモデルの検証・見直し・有効モデル導出

- ヒアリングおよびWG等での議論を通じた、モデル検証・見直しを行い、有効モデルを導出

サービスモデルに関する国内ヒアリング内容 (再掲)

サービスモデルについても一体的調査とし、コスト削減に資する技術等調査と合わせて、同様の事業者から、以下項目について回答を得た。

Q-4	• 自動配送ロボットにおけるサービスモデルのユースケースについて	
	Q-4-1	• ユースケースの区分について不足や齟齬等があるか
	Q-4-2	• サービス提供による経済的効果(例: サービス提供地域のその他宿泊事業や飲食事業への寄与)や社会的効果(例: サービス提供による新たな地域コミュニティの形成)等の波及効果はあるか
	Q-4-3	• ロボット領域の他事業者様や他領域の事業者様との協調により事業採算性が向上するポイントはあるか

サービスモデルに関する国内ヒアリング - 事業採算性向上における仮説のポイント

事業採算性向上の整理にあたり、ユースケース（及びその構成要素）や効果の捉え方を事前に仮説立ての上、ヒアリングによる確認・検証を進めた。

ユースケースの構築

- **当初に一定のユースケースの仮説を議論・構築**した上で、各事業者等へのヒアリングを情報収集の場としてだけでなく、仮説検証の場としても利用することで内容の深掘り・効率性向上を狙う
- ユースケースの構築にあたっては、仕様書の内容も踏まえた以下を特に考慮し検討を行う
 - どのようなユーザをターゲットとしているか
 - どのようなエリア特性か
 - どのような課題が解決できるか

効果の捉え方

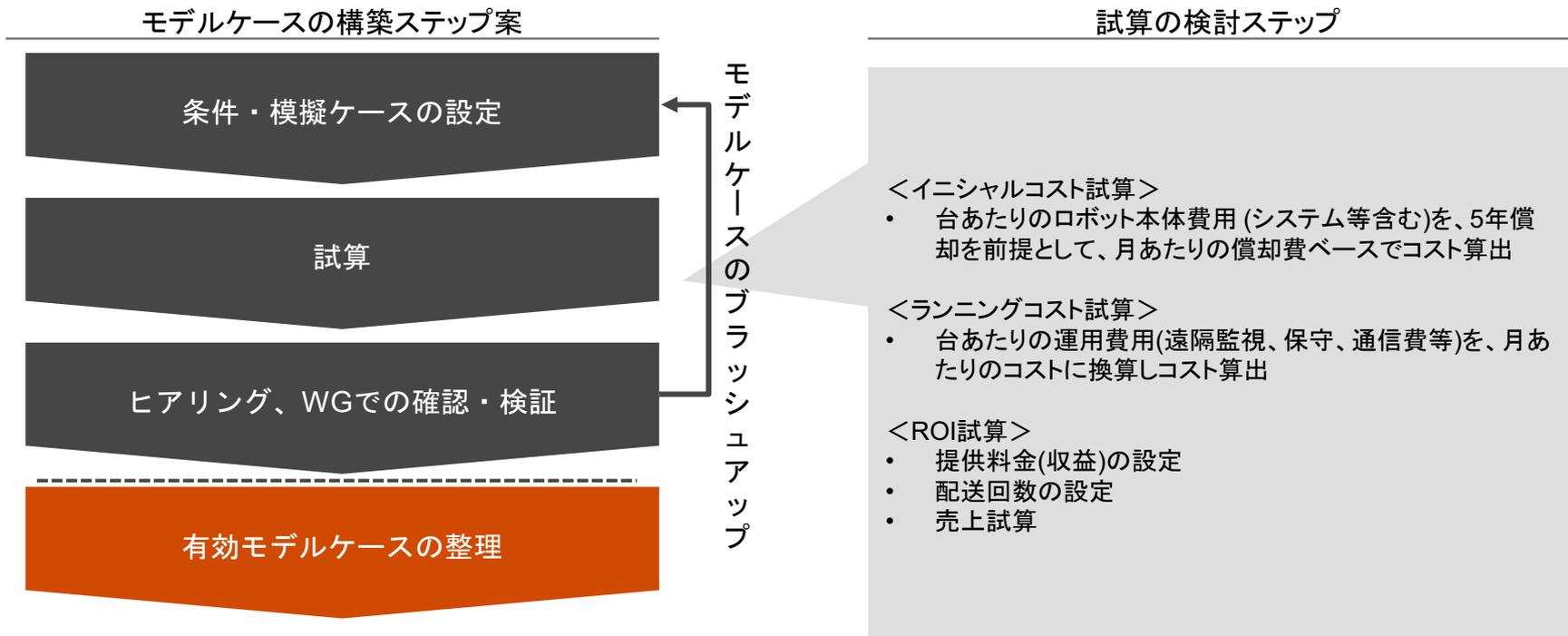
- 各事業者による効果に加え、**ロボット領域の他事業者や他領域の事業者との協調により事業採算性が向上するケースも観点に加味**し検討を図る
- 効果創出にあたり人件費削減だけでなく、サービス提供による**経済的効果**（例：サービス提供地域のその他宿泊事業や飲食事業への寄与）や**社会的効果**（例：サービス提供による新たな地域コミュニティの形成、新しい地域文化・情報の発信）等の**波及効果観点も捉えた検討**を図る

海外事業者へのヒアリング

- 情報開示インセンティブが無い場合、海外のロボット機体設計・製造事業者へのヒアリングは難しい可能性があるため、本調査後に公開資料となるレポートの英訳を共有する、日本への参入にあたっての不明点にお答えする等のインセンティブ設計を検討する（※内容については貴省と要相談）
- 上記に加え、サービス提供側が持つ経済的効果や社会的効果の情報取得の観点から、サービス事業者を候補とし多面的な情報整理を目指す

サービスモデルに関する国内ヒアリング - ROI試算によるモデルケースの抽出

条件・模擬ケースを定め試算を行うことで、ヒアリング前にモデルケースの仮説を構築し、ヒアリングやWGを通じた検証とモデルケースの改善を繰り返し、有効モデルケースを導き出した。



サービスモデルに関する海外ヒアリング内容

官民連携の在り方や、ROI、KSFといった観点に加え、事業を通じて導出されたインフラとの連携に関する考え方などを設問に追加し、ヒアリングを行った。

	<ul style="list-style-type: none">配送ロボへの取組状況について
Q-1	<p>Q-1-1</p> <p>【官民連携(業界組織有無、概要等)、パートナーシップの在り方】</p> <ul style="list-style-type: none">サービス提供や拡大にあたり、官公庁、および民間での連携として、どのような団体と、どのような連携を行っていますか。
	<p>Q-1-2</p> <p>【インフラ整備・連携に対する期待感】</p> <ul style="list-style-type: none">配送ロボット活用の進展に向け、短期・中長期的に、どのようなインフラ整備・連携を、どんな効果を期待して見越していますか。
	<p>Q-1-3</p> <p>【今後の配送ロボット活用やビジネス拡大に向けた課題感】</p> <ul style="list-style-type: none">今後の配送ロボット活用やビジネス拡大に向けて、どのような点を課題ととらえていますか。またそれにどのように対応する想定ですか。 課題例:収益性の改善(コスト削減/収益拡大の方法など)、自社の強みの拡大によるシェア拡大 等現状および今後のビジネス展開・拡大において、強みは何と考えていますか
	<p>Q-1-4</p> <p>【収益構造】</p> <ul style="list-style-type: none">収益性を成り立たせるにあたり、屋外配送ロボットであれば、どの程度の配送単価、配送回数が一般的には求められると考えますか。コスト(機体、運用、人件費など)について、低速・小型の配送ロボット一般として、主にコストがかかるものと、それらの価格感を可能な範囲でご教示いただけますか。

サービスモデルに関する海外ヒアリング – ヒアリング実施事業者

海外で先行するサービスモデル、および海外市場や各社の動向に関して、以下の事業者へヒアリングを行った。

#	事業者名 (カッコ内は利用配送ロボメーカー名)	国
1	Cyan Robotics	米
2	George Mason University (Starship)	米
3	三菱電機 (Cartken)	日(米)
4	Uber Technologies (Serve, Cartken, Nuro)	米
5	Amazon – US	米
6	Amazon - UK	英
7	Drone Future Aviation (e-NOVIA/YAPE)	日(伊)
8	Effidence	仏
9	Matternet – 医薬品ドローン配送	米
10	日本郵便 - 米国配送ロボ業界全般	日

(2)事業採算性向上のためのサービスモデルの調査・分析

国内調査

- 自動配送ロボットの導入による経済的・社会的便益が必要経費を上回る条件の分析並びに類型化され得る模擬ケースの設定
- 国内での実装が有効と考えられるサービスモデルの整理

海外調査

- 先行する海外のサービスモデルの調査及び分析(ROI 調査、KSF 分析等)、および社会実装に向けた官民連携の在り方の調査

類型化され得る模擬ケースの設定

自動配送ロボットの導入による経済的・社会的便益、およびそれらが必要経費を上回る条件の分析の材料とすべく、各模擬ケースのプロファイルや波及効果について、ヒアリングを行った。

No	区域	タイプ	模擬ケース(サービスモデル)概要	移動距離	対象ターゲット	配送対象物
1	都市部	オフィス街	オフィスワーカー向け飲食物の配送	数十m	オフィスワーカー	飲食物
2			宅配荷物の配送	数百m	オフィスワーカー	宅配荷物
3			病院処方薬の収集、病院内コンビニへの配送	数百m	病院利用者	医薬品、コンビニ食料品
4		都市公園	公園利用者への飲食物の配送	数百m	イベント参加者等	ホテル飲食物
5		団地	スーパー等からの飲食物・日用品の配送	数百m	地域住民	スーパー購入品、クリーニング等
6		住宅街	スーパー等からの飲食物・日用品の配送	数百m	地域住民(駅周辺1,000世帯)	スーパー購入品
7			・住宅街における医薬品の配送 ・冷蔵品ややきたてパン配送	数百m	地域住民	医薬品、冷蔵品、パン
8			住宅街における商品の配送	数百～数km	地域住民	エリア内飲食店の飲食物
9			薬局からの医薬品、日用品の配送	数km	介護付きホームの入居者 在宅介護サービス等の利用者	医薬品や食品、日用品などの生活必需品
10			オートロックシステムつきマンション内での荷物配送	数十m	マンション住民	マンション居住者宛ての荷物
11	過疎地域	中山間地域	山間部等における郵便・宅配便、生活用品等の配送	数百～数km	地区住民	スーパー購入品、宅配物、等
12			人手のかかる離れた一軒家などへの配送	数百m	地区住民	郵便物
13			複数の農作物を集荷し地域拠点への配送、およびエリア内の民家への配送	数百m	地区住民	農作物、道の駅の商品
14			ドラッグストア、郵便局、公園、カフェ、クリーニング店等で荷物を受け取り、複数箇所へ荷物を配送	数百m	地区住民	医薬品/日用品
15			既存の交通インフラと自動配送ロボットが連携し、中山間地域の住民に商品を配送	数百m	地区住民	日用品
16		離島	ドローン配送との連携しドローンポートから住民の個別宅や小売店等へ配送	数百～数km	地区住民	食料品
17	公園	大規模公園	敷地内のレストランや売店から飲食物を来園者に配送	数百m	公園利用者	飲食物
18	大学	-	大学内での配送	数百m	学生、教授、職員	飲食物
19	その他	都市部・中山間ハイブリッド	都市部・中山間地域のロボットを1つの運用で多数台制御する	数百～数km	各地区住民	飲食物、食料品等

経済的・社会的便益が必要経費を上回る条件・前提

ヒアリング、WGでの議論を踏まえ、サービスモデルの便益が必要経費を上回る条件・前提を整理した。特に過疎地でのサービスモデルでは、コスト低減や稼働率確保のため地域協力が必要。

サービスモデル成立の前提		①条件を満たすエリアであれば成立する (経済的便益が、早期に必要な経費を上回り得るモデルの実現)	②地域住民・自治体の協力があれば成立する (社会的便益、社会課題への対応に有効と考えられるモデルの早期実現)	③インフラ整備があれば成立する (中長期的な配送ロボ活用の裾野拡大の実現)
想定実現時期		短期 (2~3年後)		中長期 (4~10年後)
共通前提		<ul style="list-style-type: none"> ・ 駆けつけ人員は、遠隔監視人員の兼務や5分以内駆けつけ要件緩和を前提でコストから除外。また積載人員も店舗等の人員兼務とし除外。 ・ オペレータ等教育についてはカリキュラムの充実や一定の標準化が進むと仮定し、専門性が高くない人員でも対応できるようになると想定。 		
現状の課題		<ul style="list-style-type: none"> ・ 機体・運用コストが高い 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 道路条件が悪い ・ 運用する人がいない ・ 配送距離が遠い 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 配送ロボット単体でのインフラ投資は難しい ・ どのようなインフラ投資がよいか見極められていない
課題に対応した具体的な前提条件		<ul style="list-style-type: none"> ・ 業界としての直近のコストダウンに向けた取組 例: 既存インフラ/法規制への運用での対応 等 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地域住民の協力により ・ 道路環境が整備されている ・ 配送ロボット運用が行われる ・ 集荷・配荷拠点が作られる ・ 集荷拠点での受け取りなど一定の不便が許容される 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 他業界や他官庁と協調したインフラ整備 ・ 運用～要素部品まで全体的なアーキテクチャを踏まえた、ベストミックスの打ち手としてのインフラ連携施策
実現内容	機体・運用コスト	事業者や業界の取組によりコストが下がる	地域協力により、主に運用面でコストが下がる	インフラ連携等により、配送ロボット側の機体・運用コストが下がる
	配送頻度	高頻度な配送ができる	地域の協力によって高頻度な配送ができる	高頻度な配送でなくとも成立する
	成立エリア	都市部、郊外で一定の人口・商業集積や走行条件を見れば成立し得る	過疎地-中山間エリアなどで成立し得る	幅広いエリアで成立し得る

ヒアリング項目ごとのサマリ - サービスモデルに関する国内ヒアリング

サービスモデルに関する主だった回答は以下の通り。

Q-1-1

・ ユースケースの区分について不足や齟齬等があるか

● 都市部におけるサービスモデル:

- ・ 商業店舗からの商品配送は、ニュータウンも対象になりうる
- ・ 都市部は、市街地と住宅地において、日中・夜間というニーズも分かれる

● サービスモデル全般:

- ・ 事業モデル: 2パターンと考えており、配送ロボットのコスト、および配送単価を下げ、大量のものを運ぶパターンと、ニーズが高い商品・サービスで付加価値を上げ、配送単価を上げる(医薬品やホテル飲食物)パターンがあると想定

Q-1-2

・ サービス提供による経済的効果(例: サービス提供地域のその他宿泊事業や飲食事業への寄与)や社会的効果(例: サービス提供による新たな地域コミュニティの形成)等の波及効果はあるか

● サービス展開エリア:

- ・ 都市部など、事業採算性のあるところからサービスを開始するのがよい。通常の配送サービスと同様の考え方である
- ・ 地方や過疎地域の場合、地域全体で配送コストを最適化するという考え方もある

● 多用途での配送ロボットの利用:

- ・ 多用途展開による稼働率向上や、ドローン・自動運転車との組み合わせによるユースケースも考える
- ・ 不審物、行動検知など、街の安全監視を行う機能があると、エリアの付加価値向上につながり得る

● その他:

- ・ 商品・販売形態による付加価値: 高付加価値商品の配送や、ロボットによる移動販売により、エリアの付加価値向上
- ・ サービス時間帯による付加価値: 深夜帯や悪天候時にロボットが配送し、サービス価格に上乘せすることも一案

Q-1-3

・ ロボット領域の他事業者や他領域の事業者との協調により事業採算性が向上するポイントはあるか

- ・ 配送ロボットの社会的認知の向上は、業界や関係者全体で取り組むほうがよい

Q-1
※

類型化され得る模擬ケースに関するヒアリング結果整理 (1/3)

ヒアリングにおいてあがった、類型化され得る模擬ケースの内容は以下の通り。

No	区域	タイプ	移動距離	サービスモデル					
				概要	対象ターゲット	配送対象物	最大荷量	提供時間	走行ルート
1	都市部	オフィス街	数十m	オフィスワーカー向け飲食物の配送	オフィスワーカー	飲食物	1kg	数分	荷積み場からオフィス街のメイン通り
2			数百m	宅配荷物の配送	オフィスワーカー	宅配荷物	10kg	数十分	オフィスビル間
3			数百m	病院処方薬の収集、病院内コンビニへの配送	病院利用者	医薬品、コンビニ食料品	10kg	数十分	郵便局から病院内敷地
4		都市公園	数百m	公園利用者への飲食物の配送	イベント参加者等	ホテル飲食物	30kg	数十分	ホテルから公園付近
5		団地	数百m	スーパー等からの飲食物品・日用品の配送	地域住民	スーパー購入品、クリーニング等	-	数十分	団地入口から各棟
6		住宅街	数百m	スーパー等からの飲食物品・日用品の配送	地域住民	スーパー購入品	30kg	30分～60分	スーパーから個別宅
7			数百m	・住宅街における医薬品の配送 ・冷蔵品ややきたてパン配送	地域住民	医薬品、冷蔵品、パン	30kg	数十分	店舗から戸建て個別宅
8			数百～数km	住宅街における商品の配送	地域住民	エリア内飲食店の飲食物	50kg	注文から1時間程度	サービスステーション等から配送先個別宅

類型化され得る模擬ケースに関するヒアリング結果整理 (2/3)

ヒアリングにおいてあがった、類型化され得る模擬ケースの内容は以下の通り。

No	区域	タイプ	移動距離	サービスモデル					
				概要	対象ターゲット	配送対象物	最大荷量	提供時間	走行ルート
9	都市部	住宅街	数km	薬局からの医薬品、日用品の配送	・介護付きホームの入居者 ・近隣に居住する在宅介護サービス等の利用者	医薬品や食品、日用品などの生活必需品	30kg	数十分	薬局から福祉施設
10			数十m	オートロックシステムつきマンション内での荷物配送	マンション住民	マンション居住者宛での荷物	10kg	数分	マンション入り口からエレベーター経由し個別宅
11	過疎地域	中山間地域	数百～数km	山間部等における郵便・宅配便、生活用品等の配送	地区住民	スーパー購入品、宅配物等	25kg	数十分	スーパーから役場
12			数百m	人手のかかる離れた一軒家などへの配送	地区住民	郵便物	10kg	数分	郵便局から利用者宅
13			数百m	複数の農作物を集荷し地域拠点への配送、およびエリア内の民家への配送	地区住民	農作物、道の駅の商品	10kg	10分程度	道の駅など拠点から周辺農家・民家
14			数百m	ドラッグストア、郵便局、公園、カフェ、クリーニング店等で荷物を受け取り、複数箇所へ荷物を配送	地区住民	医薬品／日用品	10kg	10分程度	市役所から周辺のドラッグストア、郵便局等
15			数百m	既存の交通インフラと自動配送ロボットが連携し、中山間地域の住民に商品を配送	地区住民	日用品	10kg	数十分	集落拠点から周辺個別宅

類型化され得る模擬ケースに関するヒアリング結果整理 (3/3)

ヒアリングにおいてあがった、類型化され得る模擬ケースの内容は以下の通り。

No	区域	タイプ	移動距離	サービスモデル					
				概要	対象ターゲット	配送対象物	最大荷量	提供時間	走行ルート
16	過疎地域	離島	数百～数km	ドローン配送との連携で、ドローンポートから住民の個別宅や小売店等への配送	地区住民	食料品	10kg	数十分	拠点から個別宅
17	公園	大規模公園	数百m	敷地内のレストランや売店から飲食物を来園者に配送	公園利用者	飲食物	50kg	数十分	公園内レストラン、売店から広場
18	大学	—	数百m	大学内での配送	学生、教授、職員	飲食物	50kg	数分	大学構内の宿舎周辺と一般公道
19	—	都市・過疎地域ハイブリッドモデル	数百～数km	都市部・中山間地域のロボットを1つの運用で多数台制御する	各地区住民	飲食物、食料品等	—	—	—

類型化され得る模擬ケースに関する波及効果・重要成功要因 (1/4)

ヒアリングにおいてあがった、類型化され得る模擬ケースの波及効果や重要成功要因は以下の通り。

No	区域	タイプ	サービスモデル概要	波及効果		KSF（重要成功要因）
				経済的効果	社会的効果	
1	都市部	オフィス街	オフィスワーカー向け飲食物の配送	<ul style="list-style-type: none"> 来街者をターゲットに、ロボットからしか買えないものを販売する ロボットだからこそ新たな価値向上、エリアへの価値提供があるとよい 	<ul style="list-style-type: none"> ロボットからの購買体験や、必要な時に届く体験 オフィス入居テナントや来街者に対する、先進性のアピール 不審行動の検知など、街の安全要素として効果もある 	-
2			宅配荷物の配送	<ul style="list-style-type: none"> ロボットを使うことによる付加価値、人がサービスすることよりもよい点は、深堀が必要 	<ul style="list-style-type: none"> オフィス街における交通インフラのスマート化や、さらなる連携を推進し得る 	<ul style="list-style-type: none"> 拠点間の配送だけでなく、同一ビル内などで何度も配送するなど、高密度に縦に配送するユースケースもある
3			病院処方薬の収集、病院内コンビニへの配送	-	-	-
4		都市公園	公園利用者への飲食物の配送	<ul style="list-style-type: none"> 公園はレジャーとして来る人が多く、フード販売の単価アップにつながりやすい 	<ul style="list-style-type: none"> ロボットからの購買体験 	-
5		団地	スーパー等からの飲食物品・日用品の配送	-	-	-

類型化され得る模擬ケースに関する波及効果・重要成功要因 (2/4)

ヒアリングにおいてあがった、類型化され得る模擬ケースの波及効果や重要成功要因は以下の通り。

No	区域	タイプ	サービスモデル概要	波及効果		KSF（重要成功要因）
				経済的効果	社会的効果	
6	都市部	住宅街	スーパー等からの飲食料品・日用品の配送	<ul style="list-style-type: none"> ・住宅地を中心にスーパー、コンビニ、レストランなどのいろいろな商業施設から商品を配送することで、ロボットの稼働率を上げ得る ・都市部は、事業採算性が成り立ちうる。サービスをそういったエリアから始めるのが良い ・住宅街においては、安価な単価でも大量に運び、日中/夜間でいつでも配送するビジネスが、最も成立しやすいのではないかと 	-	<ul style="list-style-type: none"> ・特定の商品からということではなく、ユーザのニーズがあるものを、低コストに配送すること ・飲食物・食料品配送等の需要の出方、時間帯のピーク変化を踏まえ、配送コストを下げる
7			<ul style="list-style-type: none"> ・住宅街における医薬品の配送 ・冷蔵品ややきたてパン配送 	-	<ul style="list-style-type: none"> ・コロナ禍、非対面での医薬品の受け取りなど、多様化するニーズへの対応 	<ul style="list-style-type: none"> ・配送物の単価に、どの程度配送費を含められるか ・ユーザー満足度をどう考えるか
8			住宅街における商品の配送	-	-	<ul style="list-style-type: none"> ・一人がみるべきロボット台数が一定必要
9			薬局からの医薬品、日用品の配送	<ul style="list-style-type: none"> ・単価が高いがニーズも高いものを供給でき、収益性に貢献し得る 	<ul style="list-style-type: none"> ・高齢者に対する、医療・介護・介護予防・住まい・生活支援など、包括的な支援体制の構築における、物流面の課題の解決 	<ul style="list-style-type: none"> ・単価が高いがニーズも高いものの配送など、付加価値による単価アップ
10			オートロックシステムつきマンション内での荷物配送	-	-	-

類型化され得る模擬ケースに関する波及効果・重要成功要因 (3/4)

ヒアリングにおいてあがった、類型化され得る模擬ケースの波及効果や重要成功要因は以下の通り。

No	区域	タイプ	サービスモデル概要	波及効果		KSF（重要成功要因）
				経済的効果	社会的効果	
11	過疎地域	中山間地域	山間部等における郵便・宅配便、生活用品等の配送	<ul style="list-style-type: none"> ・配送インフラの維持、および維持コストへの貢献 ・都市部・中山間地域の全体で輸送コストを最適化し得る。都市部の輸送コストが下がるのであれば、その分を中山間エリアへの輸送コストへ補填することも一案 	<ul style="list-style-type: none"> ・将来的に現状の物流インフラの維持が困難になることが懸念される、中山間地域の新たな物流インフラの構築 ・高齢者や冬場の買い物支援など、地域課題の解決 	<ul style="list-style-type: none"> ・地域の配送インフラをどう維持するか ・中山間地域等の局地的な実施ではなく、全体として捉えた、収益の再分配
12			人手のかかる離れた一軒家などへの配送	<ul style="list-style-type: none"> ・既存のネットワークを持続可能にするために必要なコストとの対比 	<ul style="list-style-type: none"> ・中山間地における配送の省人化実現 ・ドローン等では配送困難な、斜面や樹木に囲まれた住宅などへも配送可能 	-
13			複数の農作物を集荷し地域拠点への配送、およびエリア内の民家への配送	-	<ul style="list-style-type: none"> ・深刻化する物流の人手不足への対応 ・非接触型の配送が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・主要都市部の近郊などで、稼働率を確保できること ・機体の積載量（中型など大きなもの、量を運ぶニーズへの対応）
14			ドラッグストア、郵便局、公園、カフェ、クリーニング店等で荷物を受け取り、複数箇所へ荷物を配送	-	<ul style="list-style-type: none"> ・高齢化の進む中、運転免許返納などによる地域交通手段の維持 ・非接触型の配送ニーズが高まっており、無人の自動配送ロボットを活用した新たな配送サービスの実現 	<ul style="list-style-type: none"> ・社会実装できるよう、ロボットの運用が少人数でもできるようにすること

類型化され得る模擬ケースに関する波及効果・重要成功要因 (4/4)

ヒアリングにおいてあがった、類型化され得る模擬ケースの波及効果や重要成功要因は以下の通り。

No	区域	タイプ	サービスモデル概要	波及効果		KSF（重要成功要因）
				経済的効果	社会的効果	
15	過疎地域	中山間地域	既存の交通インフラと自動配送ロボットが連携し、中山間地域の住民に商品を配送	<ul style="list-style-type: none"> ・ロボットを多用途に利用すれば、稼働率が上がる 	<ul style="list-style-type: none"> ・中山間地域住民の生活品質を維持するためのロボット物流社会に道筋をつけること ・地方中山間地域の課題(住民高齢化、過疎化等)への対応 ・運送業界における課題(労働環境問題による担い手不足 等) ・公共交通業界の課題(利用者減少により路線維持困難、運転免許返納者の増加 等) 	<ul style="list-style-type: none"> ・広大なエリアでどのようにロボットサービスを提供するか(採算をとるための効率的な配送方法) ・配送ロボットの多用途利用や、地域内での共有 ・多くの物を、中長距離で運ぶニーズへの対応
16		離島	ドローン配送との連携しドローンポートから住民の個別宅や小売店等へ配送	-	-	-
17	公園	大規模公園	敷地内のレストランや売店から飲食物を来園者に配送	<ul style="list-style-type: none"> ・公園はレジャーとして来る人が多く、フード販売の単価アップにつながりやすい 	-	<ul style="list-style-type: none"> ・公園の中でのサービスは法対応などの観点で、準備するコストが安く済む
18	大学	—	大学内での配送	-	-	<ul style="list-style-type: none"> ・稼働率の向上。配送以外にも警備、道路の清掃などの別用途で利用したり、様々な配送物を運ぶことで、稼働率を上げ、それによってコストを下げる ・冷蔵、保温できる荷室の必要性 ・場所によっては除雪機能など付属機能も必要
19	—	都市・過疎地域ハイブリッドモデル	都市部・中山間地域のロボットを1つの運用で多数台制御する	-	-	<ul style="list-style-type: none"> ・都市部、過疎地をまとめて運用することによる、収益性の確保

(2)事業採算性向上のためのサービスモデルの調査・分析

国内調査

- 自動配送ロボットの導入による経済的・社会的便益が必要経費を上回る条件の分析並びに類型化され得る模擬ケースの設定
- 国内での実装が有効と考えられるサービスモデルの整理

海外調査

- 先行する海外のサービスモデルの調査及び分析(ROI 調査、KSF 分析等)、および社会実装に向けた官民連携の在り方の調査

国内での実装が有効と考えられるサービスモデルの整理

都市部-住宅街は早期収益化するモデル、過疎地-山間部は社会課題対応モデルと位置づけ、プロフィールや成立前提・条件を整理した。

サービスモデル	位置づけ・意義
都市部 – 住宅街	<ul style="list-style-type: none">• 経済的便益が、早期に必要経費を上回り得るモデルとして想定
過疎地 – 山間部	<ul style="list-style-type: none">• 社会的便益、社会課題への対応に有効と考えられるモデルとして想定

国内での実装が有効と考えられるサービスモデル - 収益試算前提となるプロファイル

現実性のあるサービスモデルとなるよう、想定配送ルート、片道配送距離、想定エリア等をヒアリング等を踏まえて設定した。

短期 (2~3年後) におけるサービスモデル収益試算の元となるプロファイル			
想定サービス区域	都市部 - 住宅街	過疎地域 - 中山間地域	
想定サービスモデル	マンションが立ち並ぶ、都市部の住宅街におけるエリア内の複数箇所の荷物を、複数箇所へ24時間配送	隣接する複数自治体・地域の複数品の日中配送を担う	
試算前提	共通前提	<ul style="list-style-type: none"> ・ 駆けつけ人員は、遠隔監視人員の兼務や5分以内駆けつけ要件緩和を前提でコストから除外。また積載人員も店舗等の人員兼務とし除外。 ・ オペレータ等教育についてはカリキュラムの充実や一定の標準化が進むと仮定し、専門性が高くない人員でも対応できるようになると想定。 	
	稼働台数	10台 (1名監視)	10台 (2台×5自治体・地域などを想定) (1名監視)
	サービス提供時間 1台あたり稼働時間	24時間サービス、18時間/台稼働 (10:00 - 翌4:00 等)	16時間サービス、9時間/台稼働 (8:00 - 17:00 等)
	想定配送ルート	設置拠点からエリア内の2-3か所で荷受けし、2-3か所に配送する	配送ロボ以外の手段で集落の拠点(道の駅など)まで荷物を運んだ後、拠点から各家庭や、個別の集落拠点への配送を行う
	片道配送距離	~1km <ul style="list-style-type: none"> ・ 荷受け・荷渡し時間：1回あたり5分程度、3回×2(受け・渡し)=30分 ・ 移動時間：残り30分の半分は戻る時間とすると30分÷2= 15分 ・ 移動距離：平均速度4km/hとすると、15分で移動最大距離1km 	~2km程度 <ul style="list-style-type: none"> ・ 荷受け・荷渡し時間：1回あたり10分 ・ 移動時間：残り50分の半分は戻る時間とすると50分÷2= 25分 ・ 移動距離：平均速度4km/hとすると、25分で移動最大距離1.7km程度
	1日あたり稼働/配送回数	40回/日・台前後 <ul style="list-style-type: none"> ・ 1台あたり稼働時間/日：18時間稼働、10:00 - 翌4:00 ・ 昼・夜間(10:00-24:00)：平均2回/h × 14h = 28回 ・ 深夜(24:00-翌4時)：平均3回/h × 4h = 12回 	9回/日・台前後 <ul style="list-style-type: none"> ・ 1台あたり稼働時間/日：9時間稼働、8:00 - 17:00 ・ 平均1回/h × 9h = 9回
	提供時間	~60分	~60分
	想定エリア/人口・世帯数	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1km圏内に住宅・商業が集積、もしくは複合商業施設と住宅地が近接 ・ 1km圏に数千世帯~ 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 市街地から一定以上の距離がある(10km超など歩けない距離) ・ 2km圏に100世帯程度の山間部
	地理的要件 (道路条件)	安定運行でき、障害物等による配送ロボの停止等が少ない (歩道整備されている/歩行者専用道がある、歩道幅2m以上、平坦等)	通行量は少ないが、歩車分離はされておらず深い側溝などもあり
	主な配送物	昼間：食料品、医薬品、クリーニングなど 夜間：食料品等	食料品、医薬品など
対象利用者	住宅街の住民	高齢者を中心とした住民	

国内での実装が有効と考えられるサービスモデル - 短期(2~3年後)での収益試算

コスト低減の実現や前提条件がそろえば、各モデルとも、短期(2~3年後)の時点で収益が成り立つと想定される。

短期(2~3年後)におけるサービスモデルの収益性試算						
想定サービス区域		都市部 - 住宅街	過疎地域 - 中山間地域			
想定サービスモデル		都市部の住宅街におけるエリア内の複数箇所の荷物を、複数箇所へ24時間配送	隣接する複数自治体でエリアの複数品の日中配送を担う			
共通前提	稼働台数	10台				
	監視台数	1名が10台監視				
	その他	<ul style="list-style-type: none"> 駆けつけ人員は、遠隔監視人員の兼務や5分以内駆けつけ要件緩和を前提でコストから除外。また積載人員も店舗等の人員兼務とし除外。 オペレータ等教育についてはカリキュラムの充実や一定の標準化が進むと仮定し、人員の裾野が広がると仮定 				
月・台あたりコスト	合計	30万円/月・台	25万円/月・台			
	機体	8万円/月	機体400万円÷60カ月(5年償却前提) メンテ：40万円(LiDAR、カメラ)÷24カ月(3年で交換、2年利用)=1万円	8万円/月	機体400万円÷60カ月(5年償却前提) メンテ：40万円(LiDAR、カメラ)÷24カ月(3年で交換、2年利用)=1万円	
		遠隔監視システム	2万円/月	20万円/月÷10台	2万円/月	20万円/月÷10台
	運用	通信コスト	2万円/月	2万円/月	2万円/月	2万円/月
		遠隔操作・監視人員	10万円	@100万円/月÷10台(18時間)	5万円	@50万円/月÷10台(16時間) (教育の充実により地元NPO等の人員が実施)
		メンテ人員	7万円	人員：@16万円/月×4台÷10台(1名3時間×4名メンテ)	7万円	人員：@16万円/月×4台÷10台(1名3時間×4名メンテ)
		保険料等	1万円	@10万円/年・台÷12カ月	1万円	@10万円/年・台÷12カ月
合計	36万円/月・台		27万円/月・台			
収益	配送単価	@300円		@1,000円		
	回数・時間	1,200回/月	2.2回/1時間×18時間**×30日	270回/月	1回/1時間×9時間**×30日	
粗利		6万円/月・台		2万円/月・台		

*充電や点検等の時間を6時間/日程度想定し、24時間サービス、1台が18時間稼働するものと想定

**上記同様だが各エリアで数台運用として深夜は稼働せず16時間サービス、1台が9時間程度稼働するものと想定

(2)事業採算性向上のためのサービスモデルの調査・分析

国内調査

- 自動配送ロボットの導入による経済的・社会的便益が必要経費を上回る条件の分析並びに類型化され得る模擬ケースの設定
- 国内での実装が有効と考えられるサービスモデルの整理

海外調査

- 先行する海外のサービスモデルの調査及び分析(ROI 調査、KSF 分析等)、および社会実装に向けた官民連携の在り方の調査

海外事業者ヒアリングサマリ (1/6)

海外事業者へのヒアリングを通じて、各社の特徴や官民連携等の状況、重要成功要因などを整理した。

Cyan Robotics (米国)

基本情報	国名	アメリカ
	事業者名	Cyan Robotics
	サービス名	Coco Delivery
	ロボット名	COCO1
	状況	実用段階
	サービス概要	Cyan Robotics社製の配達ロボットCOCO1を用いた食料品配達サービス。スーパーマーケットや飲食店と契約を結び、既に複数州でサービスを展開中。ロボットは遠隔で操作され、通信用マイクによる会話も可能。搭載コンテナにはロック機能があり、盗難防止対策もとられている。

サービスイメージ

①客がスマホアプリで注文 ③ロボットによる商品配送

Place an order A partner loads the robot Delivery is just \$1.99! Unlock and enjoy!

②店員が商品を詰め込み ④客が商品受け取り

出典： <https://appadvice.com/app/coco-robot-delivery/1532572102>

特徴	実現手段	運用	• Cyan社による運用
		システム	• Cyan社による遠隔監視・制御 ※自律走行は行わず、遠隔での操作のみ
		機体	• 走行形態：自律走行ではなく遠隔での操作 • 搭載機器：GPS装置、通信用マイク、カメラ等
	収益構造	収益	• 配送料金：7.5ドル/回（平均） • 配送頻度：5~6回/1日（想定）
		コスト	• 遠隔操作型の機体：4,000~ 5,000ドル/台

外部連携	官民連携	<ul style="list-style-type: none"> • 商工会議所、レストラン組合などに参画し、モビリティやフードサービス関連の会議に参加している • フードサービス各社ともパートナーシップを持ち、そちらを通じて、地方自治体の政策策定に影響を与えている
	民民連携	<ul style="list-style-type: none"> • ロボットの設計・デザインは、基本的にCyan Robotics社が行うが、機体製造は中国企業に委託
重要成功要因/ 今後の課題		<ul style="list-style-type: none"> • 1,200台のロボットを所有しており、ロジスティクス企業としてのロボット管理のシステムを持ち、都市型のロボットデリバリーサービスを提供。

海外事業者ヒアリングサマリ(2/6)

海外事業者へのヒアリングを通じて、各社の特徴や官民連携等の状況、重要成功要因などを整理した。

George Mason University / Starship (米国)

基本情報	国名	アメリカ	サービスイメージ	①客がスマホアプリで注文	③ロボットによる商品配送	
	事業者名	George Mason University				
	サービス名	Starship Food Delivery App		②店員が商品を詰め込み	④客が商品受け取り	
	ロボット名	Starship robot				
	状況	実用段階		出典： https://www.sodexo.com/home/blog/all-articles/blogList-area/all-blog-articles/george-mason-university-students.html		
	サービス概要	Starship社、大学敷地内でレストランサービスを手掛けるSodexo社が連携し、Starship社の配送ロボットを用いて、フードデリバリーサービスを実施。利用者はStarshipのアプリから商品を注文し、受け取り場所を指定。ロボットは拠点から店に移動し、店員がロボットに商品を収納した後、指定した地点へ自動配送する。支払いはクレジットカードの他、大学内通貨（Mason Money）の利用も可能。				
特徴	実現手段	運用	• Starship社による運用	外部連携	官民連携	• Starship社の専門家の働きかけにより、自動運転車の走行許可に関するヴァージニア州法が州議会で承認された
		システム	• Starship社による遠隔監視・制御		国民連携	• Starship社は、フードサービス企業等と協力して、公立大学や企業の敷地内走行許可を取得している
	収益構造	機体	• 走行形態：自律走行 • 搭載機器：カメラ、センサ等	重要成功要因/ 今後の課題	• 大学として、Starship社には、配送ロボットをリードし続ける技術力の維持を期待 • 大学としては、建物内走行やエレベーターを使用した配送ができるとサービスの幅が広がり得る	
		収益	• 配送料金：1.99米ドル/回 • 配送頻度：40回/日			
コスト	• 機体、メンテナンスコストはStarship社が負担 • レストランのコストは1人/台・週の人員のみ • 大学は配送ロボットの保管・メンテナンスの場所を提供するのみ					

※別事業者へのヒアリングでは、Starship社の配送ロボット利用サービスにおいては、約3米ドル/貨物との回答あり。なお機体価格は2,500~3,000米ドルとなる模様。

海外事業者ヒアリングサマリ(3/6)

海外事業者へのヒアリングを通じて、各社の特徴や官民連携等の状況、重要成功要因などを整理した。

Cartken (米国)

基本情報	国名	アメリカ/日本
	事業者名	Cartken/三菱電機
	サービス名	自律走行搬送ロボットによる商品配送
	ロボット名	Cartken model C delivery robot
	状況	実証実験段階(米国では実用段階)
	サービス概要	日本では、Cartken社のロボットを用い、イオンモール常滑・土岐における実証を実施。利用者はスターバックスのアプリから商品を注文し、モール敷地内の受け取り場所を指定。スタッフが専用タブレットでロボットを呼び出し、配達先を指定すると、ロボットが自動走行し利用者のもとに配送する。

サービスイメージ

①客がスマホアプリで注文



③ロボットによる商品配送



②店員が商品を詰め込み



④客が商品受け取り



出典： https://www.mitsubishielectric.co.jp/news/2022/0119-b.pdf?utm_source=businessinsider&utm_medium=content-text&utm_campaign=amt_20220308

特徴	実現手段	運用	<ul style="list-style-type: none"> Cartken社による運用
		システム	<ul style="list-style-type: none"> Cartken社による遠隔監視・制御
		機体	<ul style="list-style-type: none"> 走行形態：自律走行 搭載機器：カメラ、センサ等
	収益構造	収益	<ul style="list-style-type: none"> 配送料金：300円/回(想定) 配送頻度：数回/1時間(想定)
		コスト	<ul style="list-style-type: none"> 機体価格(リース)：実用化段階では10万円未満が理想

外部連携

官民連携	<ul style="list-style-type: none"> 三菱電機として、業界団体において安全基準や認証等については歩調を合わせている
民民連携	<ul style="list-style-type: none"> 三菱電機の実証実験は、常滑(愛知県)、土岐(岐阜県)のイオンと行っている Cartkenは、米国内では大学との連携が多い

重要成功要因/今後の課題

- ビル内エレベーターやセキュリティゲートとの連携ができることよい
- 最適な配送ルートを算出するため、混雑状況データを活用できるとよい
- 収益性向上のためには、稼働率(24時間稼働も視野)向上や、同時遠隔監視可能台数の拡大が重要

海外事業者ヒアリングサマリ(4/6)

海外事業者へのヒアリングを通じて、各社の特徴や官民連携等の状況、重要成功要因などを整理した。

Uber (米国)

基本情報	国名	アメリカ
	事業者名	Uber Technologies
	サービス名	Uber Eats
	ロボット名	Serve, Cartken, Nuro
	状況	実証実験段階
	サービス概要	飲食店・小売店等から個人宅へのフードデリバリーサービスプラットフォーム。既存の人による配送を提携メーカーのロボットに置き換えるため、カリフォルニア、フロリダ、ネバダ州等における自動配送ロボットを利用したサービスの実証を行っている。

サービスイメージ

①Uber Eatsから注文

②配送状況の確認

③アプリでロック解除

④商品の受取

出典: <https://www.serverobotics.com/uber-eats>

特徴	実現手段	運用	<ul style="list-style-type: none"> 配送ロボット自体は、各メーカーが運用 Uberとしては、配送プラットフォームの提供
		システム	<ul style="list-style-type: none"> 各メーカー個別のシステムでの遠隔監視・制御
		機体	<ul style="list-style-type: none"> 各メーカー個別の機体
	収益構造	収益	<ul style="list-style-type: none"> メーカーは配送料金を収益として得るが、具体的な料金は未定 ※ Uberはプラットフォーム提供に対する手数料を収益として得る
		コスト	<ul style="list-style-type: none"> Uberとしてはプラットフォーム運営費のみ。配送ロボット自体やその運用コストは、ロボットメーカー側で負担

外部連携	官民連携	<ul style="list-style-type: none"> 配送ロボットの技術実証に積極的な州、自治体でのサービス実証実験を行う
	民民連携	<ul style="list-style-type: none"> AVIA(Autonomous Vehicle Industry Association、米国の自動運転技術に関する業界団体)の創設メンバーであり、その枠組み内での議論が中心
重要成功要因/ 今後の課題		<ul style="list-style-type: none"> 配送プラットフォームとしての経験や能力、サポート体制 提携メーカーや飲食店等のパートナーシップの拡大 配送ロボットによるサービスに関する、地域コミュニティと顧客の受容性向上 複数メーカーが利用可能な配送プラットフォームの構築

海外事業者ヒアリングサマリ(5/6)

海外事業者へのヒアリングを通じて、各社の特徴や官民連携等の状況、重要成功要因などを整理した。

Amazon (米国)

基本情報	国名	アメリカ	
	事業者名	Amazon	
	サービス名	自律走行搬送ロボットによる商品配送	
	ロボット名	Amazon Scout	
	状況	<p>実証実験段階 (半導体不足の影響やカスタマーエクスペリエンス向上、投資見直しにより事業見直し中。当面の商業化は大学利用想定。2024 年度後半に再開見込み)</p>	
サービス概要	<ul style="list-style-type: none"> 自社開発のロボットを用い、歩道の混雑の少ない限定エリアにおいて、小規模で特定の顧客をターゲットに実証実験を実施。主として、食品・日用品、フードを配送 配達先を指定すると、ロボットが自律走行で配送し、目的地に到着するとアプリでユーザーに通知 		
特徴	実現手段	運用	<ul style="list-style-type: none"> Amazon社による遠隔監視・制御
		システム	<ul style="list-style-type: none"> Amazon社による運用
		機体	<ul style="list-style-type: none"> 走行形態：自律走行 搭載機器：カメラ、センサ等
	収益構造	収益	<ul style="list-style-type: none"> 配送料金：13~26米ドル/件（今後大幅な低下を見込む）
		コスト	<ul style="list-style-type: none"> 機体価格：17,000~23,000米ドル程度 主要コストは①部品、②人件費、③その他(配送に係る梱包、保険料等)

サービスイメージ

①横断歩道を横断中



②商品を搬送し指定場所に停止



③停止後、自動で開閉部が開き、商品取り出し可能



出典： <https://www.aboutamazon.com/news/innovation-at-amazon/amazon-is-working-with-communities-to-build-the-future-of-scout>

外部連携	<p>官民連携</p> <ul style="list-style-type: none"> 米国政府とは、規制、設備構造、道路上での移動体との通信や、歩道の衝突保護等について協議 公的セクターとの連携状況は非常にソフト
	<p>民生連携</p> <ul style="list-style-type: none"> 通常の配送サービスにて、以下の業界団体と連携しており、必要に応じその中で配送ロボットについて会話する可能性がある ①食品・日用品関連(Whole Food Industries Association) ②薬局関連(CVS Pharmacy、Rite aid)
重要成功要因/ 今後の課題	<ul style="list-style-type: none"> 技術面の強み（障害物回避機能、堅牢性のあるロボットで、意思決定能力を具備） 費用対効果の高い配送（Scout・ロボット・ドローンをミックスしたサプライチェーンの構築） 最大の課題はデリバリーコストの削減

海外事業者ヒアリングサマリ(6/6)

海外事業者へのヒアリングを通じて、各社の特徴や官民連携等の状況、重要成功要因などを整理した。

e-Novia (伊)

基本情報	国名	イタリア/日本
	事業者名	e-Novia / DFA
	サービス名	自動運転宅配ロボット「YAPE」
	ロボット名	YAPE
	状況	実証実験段階
	サービス概要	DFAでは、2020年に、伊・e-Novia社のロボットを用いて、日立製EVと連携した複数フロア間移動を行う社内便配送実証を行った。 また、e-Novia社自身は、2021年に、Foodra社、Tele2社と提携し、5Gネットワークを利用した屋外自動配送実証を典・ストックホルム市で開始した。現在はパイロット段階であり、ロボットから送られてくるカメラ映像をYapeの技術者が監視している。

特徴	実現手段	システム	<ul style="list-style-type: none"> e-NOVIA社による遠隔監視・制御
		運用	<ul style="list-style-type: none"> 5Gを利用した配送ルート選択、環境認識、IoT接続
		機体	<ul style="list-style-type: none"> 走行形態：自律走行、遠隔操作 搭載機器：3DLiDAR、カメラ、センサ等
	収益構造	収益	<ul style="list-style-type: none"> 配送単価は国や環境によって変化 e-Novia試算では数十回/日の配送で採算が取れる
		コスト	<ul style="list-style-type: none"> 小規模生産時はシャーシや外装が高価格だが、生産規模やサービス拡大によって費用は低下

サービスイメージ

①社内便を詰め込み

②ロボットによる社内便配送

③社内便受け取り

出典：<https://e-novia.it/en/azienda/yape/>

外部連携	官民連携	<ul style="list-style-type: none"> 2020年に、DFA社にて、日本郵便の実証実験にYAPEを提供し、日立製EV連携によるフロア間移動可能な社内便配送を試行
	民民連携	<ul style="list-style-type: none"> 2021年に、e-Novia社にて、e-フードサービス企業（Foodra）、通信事業（Tele2）と提携し、スウェーデン・ストックホルム市での屋外配送テストを開始

重要成功要因/ 今後の課題	<ul style="list-style-type: none"> 収益性を高めるには、付加価値とROIのあるユースケースを明確する必要がある シェア拡大には、いずれの国であっても、屋外配送に関連する法規制が緩和される必要がある
------------------	---

(3) 協議会及びWGの運営事務

- 協議会及びWGの事務局運営及び取りまとめ

本事業におけるステップ・検討事項

自動配送ロボットの社会実装及び導入コスト削減に資する技術等に関する調査、および事業採算性向上のためのサービスモデルの調査について、WGでの議論を通じた検証や、本取組に関する共通認識の形成を図った。

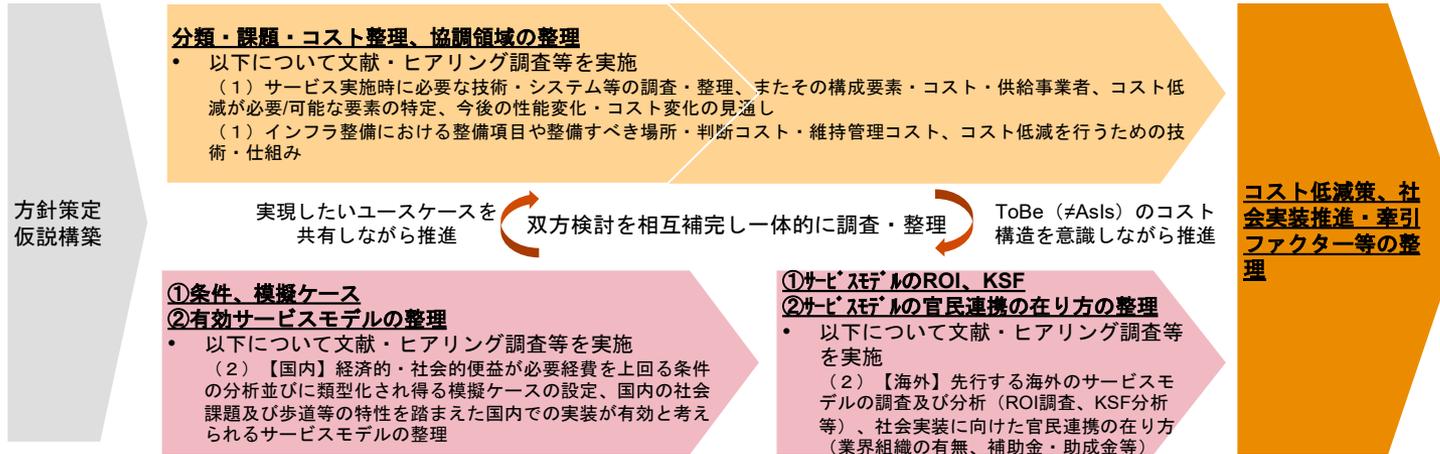
- (1) 自動配送ロボットの導入コスト削減に資する技術等の調査
- (2) 事業採算性向上のためのサービスモデルの調査・分析

※(1)と(2)を一体的に実施

報告書の作成

以下調査内容について、コスト削減・事業採算性向上の仮説を構築し、関連する他領域も含めたヒアリングやWG・協議会等を通じて仮説を検証することで、内容を深め、整理を行う

- 調査・分析結果のまとめ
- 調査分析結果
 - ヒアリング議事録
 - WG・協議会の議事録 等



- (3) 協議会の実施
- (4) 協議会に参画するメーカーを中心としたWGの実施

※(3)と(4)を一体的に実施

- 協議会及びWGの事務局運営 (日程調整、会場設営、議事録・議事要旨作成、資料作成・印刷、構成員への委託・謝金等の事務作業、等)
- 必要に応じ、社会実装加速のカギとなるキーマンへの事前に加え、事後説明の実施

WG開催	#1 ・ 調査/仮説内容の報告と検証・議論	#2,3 ・ 議論結果の整理報告と再検証・議論
協議会開催	#1 ・ 上記に係る共通認識の形成、検討課題収集	#2 ・ 上記に係る共通認識の形成、検討課題収集

R4年度の検討体制について(再掲)

供給側の導入コスト削減策を議論する「導入拡大・コスト削減WG」を令和4年11月に設置し、関係者間での議論を実施した(計3回)。またWGでの議論結果を官民協議会にて共有した。

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(R1~)

●目的	<ul style="list-style-type: none"> ✓ WGでの検討状況等の共有 ✓ 自治体を含む官民による対話 ✓ 制度整備状況等の共有 ✓ 情報発信 等 		
●体制	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 全事業者 ✓ 有識者 </td> <td style="width: 50%; border: none;"> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 自治体 ✓ 関係省庁 </td> </tr> </table>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 全事業者 ✓ 有識者 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 自治体 ✓ 関係省庁
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 全事業者 ✓ 有識者 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 自治体 ✓ 関係省庁 		



議論結果の共有等

導入拡大・コスト削減WG

令和4年11月
設置

●目的	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 導入コスト削減の見通し等を示すことによる、業界におけるロボット活用促進のための機運醸成 ✓ 更なる効果創出・コスト削減に向けた協調領域の特定
●体制	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 部品やインフラといった技術的事項が主な論点となることから、関連する観点の有識者、メーカーを中心とした事業者、関係省庁・機関で構成。 <ul style="list-style-type: none"> ● 事業者 <ul style="list-style-type: none"> ➢ メーカー ➢ システムベンダー ● 有識者 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 基準・認証及び国際標準化 ➢ (他領域含む)産業構造・ビジネス ➢ NEDOプロジェクトとの連携 ➢ ロボット研究

今年度の主な実施事項とマイルストーン

当初にコスト削減や採算性向上の仮説を構築し、ヒアリングやWG・協議会等を通じて検証することで、内容を深めるとともに整理を進めた。

事業内容	2022/7	2022/8	2022/9	2022/10	2022/11	2022/12	2023/1	2023/2	2023/3
全般事項		実施内容 計画						報告書作成	▲ 納品
(1) 自動配送ロボットの導入コスト削減に資する技術等の調査	方針策定 仮説構築	分類・課題・コスト 整理、協調領域の整理 文献・ヒアリング調査等			低減策（推進・ 牽引ファクター等）の整理 WG議論結果の整理、追加調査等			まとめ WG議論結果の 整理等	
(2) 事業採算性向上のためのサービスモデルの調査・分析	方針策定 仮説構築	【国内】 ①条件、模倣ケース ②有効サービスモデル 文献・ヒアリング調査			【海外】 ①サービスのROI、KSF ②サービスの官民連携の在り方 文献・ヒアリング調査				
(3) 協議会の実施									
(4) 協議会に参画するメーカーを中心としたWGの実施					▲ WG #1		▲ WG #2	▲ WG #3	

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 体制

下記有識者、事業者、関係省庁・機関により構成される官民協議会において、自動走行ロボットの導入拡大に向けたコスト低減策等に関する方向性の合意形成を図った。

有識者 (敬称略)	石田 東生	筑波大学 名誉教授
	梅嶋 真樹	慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科 特任准教授
	佐藤 知正	東京大学 名誉教授
	中坊 嘉宏	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 インダストリアルCPS研究センター ディペンダブルシステム研究チームチーム長
	比留川 博久	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 情報・人間工学領域招聘研究員
	鶴田 壮広	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 ロボット・AI 部プロジェクトマネージャー
事業者	<ul style="list-style-type: none"> • NTTコミュニケーションズ株式会社 • ENEOSホールディングス株式会社 • 川崎重工業株式会社 • 京セラコミュニケーションシステム株式会社 • 佐川急便株式会社 • セイノーホールディングス株式会社 • セイノーホールディングスグループ • ココネット株式会社 • 株式会社ZMP • ソフトバンク株式会社 • TIS株式会社 • 株式会社ティアフォー • 株式会社テムザック • 東京海上日動火災保険株式会社 • 株式会社東芝 • トヨタ自動車株式会社 • 日本郵便株式会社 • 株式会社Hakobot • パナソニックホールディングス 株式会社 • 株式会社日立製作所 • 株式会社本田技術研究所 • 三菱商事株式会社 • 三菱地所株式会社 • ヤマト運輸株式会社 • 楽天グループ株式会社 • ロボコム株式会社 • LOMBY株式会社 	
関係省庁	<ul style="list-style-type: none"> • 内閣官房 新しい資本主義実現本部事務局 • 警察庁 交通局 交通企画課 • 経済産業省 商務・サービスグループ物流企画室、製造産業局産業機械課ロボット政策室、商務情報政策局情報経済課 • 国土交通省 総合政策局総務課、総合政策局物流政策課、自動車局技術・環境政策課、道路局企画課評価室、道路局道路交通管理課高度道路交通システム推進室 	
関係機関	<ul style="list-style-type: none"> • 独立行政法人情報処理推進機構 (IPA) • 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) • 一般社団法人ロボットデリバリー協会 	
自治体	<ul style="list-style-type: none"> • 北海道、つくば市、千葉市、東京都、横須賀市、福岡市、宮崎市 	

導入拡大・コスト削減WG 体制

下記有識者、事業者、関係省庁・機関により構成されるWGにおいて、自動走行ロボットの導入拡大に向けたコスト低減策等の議論を推進した。

有識者 (敬称略)	倉爪 亮	九州大学 大学院 システム情報科学研究所 教授
	原 祥堯	千葉工業大学 未来ロボット技術研究センター(fuRo) 上席研究員
	中坊 嘉宏	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 インダストリアルCPS研究センター チーム長
	比留川 博久	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 情報・人間工学領域 招聘研究員
	鶴田 壮広	国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 ロボット・AI部 主査
	鍋島 厚太	株式会社Octa Robotics 代表取締役
	大前 創希	ドローンファンド株式会社 共同創業代表パートナー
事業者	<ul style="list-style-type: none"> • NTTコミュニケーションズ株式会社 • 川崎重工業株式会社 • 京セラコミュニケーションシステム株式会社 • 株式会社 ZMP • ソフトバンク株式会社 • TIS株式会社 • 株式会社ティアフォー • 株式会社テムザック • 株式会社Hakobot • パナソニックホールディングス株式会社 • 株式会社本田技術研究所 • LOMBY株式会社 	
関係省庁	<ul style="list-style-type: none"> • 経済産業省 製造産業局ロボット政策室、商務情報政策局情報経済課、商務・サービスグループ物流企画室 	
関係機関	<ul style="list-style-type: none"> • 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) • 一般社団法人ロボットデリバリー協会 	

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/ 導入拡大・コスト削減WGに係るアジェンダ

各会議体において、以下それぞれの日程、アジェンダにて議論を推進した。

会議	実施時期	アジェンダ／実施事項 概要
第1回WG	2022年11月8日(金) 9:00～11:00	<ul style="list-style-type: none"> WG設立趣旨・検討方針について 事業者ヒアリング等を踏まえた論点案の提示・今後の進め方について
第6回協議会	2022年12月2日(金) 13:00～15:00	<ul style="list-style-type: none"> 事務局説明 「令和4年度革新的ロボット研究開発基盤構築事業／【項目5】自動配送ロボットによる配送サービスの実現」進捗及び自動配送ロボラストワンマイルセミナー開催について 業界団体からの情報共有 事業者による取組紹介
第2回WG	2023年1月20日(金) 13:00～15:00	<ul style="list-style-type: none"> 第1回WG議論を踏まえた論点案の提示・今後の進め方について
第3回WG	2023年2月9日(木) 14:30～16:30	<ul style="list-style-type: none"> これまでの議論を踏まえた協調施策案の提示について
第7回協議会	2022年2月28日(月) 16:00～18:00	<ul style="list-style-type: none"> 事務局説明 道路交通法の一部を改正する法律の施行について 道路運送車両法に係る通達について 令和4年度「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」の進捗について 事業者による取組紹介 業界団体からの情報共有

(3) 協議会及びWGの運営事務

- 協議会及びWGの事務局運営及び取りまとめ
 - 第6回官民協議会
 - 第7回官民協議会
 - 第1回WG
 - 第2回WG
 - 第3回WG

議事次第

<第1部>

1. 開催挨拶（経済産業省）
2. 事務局説明（経済産業省物流企画室）
3. 「令和4年度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」の進捗および自動配送ロボットのラストワンマイルセミナー開催について（国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 ロボット・AI部）
4. 業界団体からの情報共有（一般社団法人ロボットデリバリー協会）
5. 事業者による取組紹介（楽天グループ株式会社、川崎重工業株式会社）
6. 質疑応答・意見交換

<第2部>

※非公表

(3) 協議会及びWGの運営事務

- 協議会及びWGの事務局運営及び取りまとめ
 - 第6回官民協議会
 - 第7回官民協議会
 - 第1回WG
 - 第2回WG
 - 第3回WG

議事次第

1. 開催挨拶（経済産業省）
2. 事務局説明（経済産業省物流企画室）
3. 道路交通法の一部を改正する法律の施行について（警察庁交通企画課）
4. 道路運送車両法に係る通達について（国土交通省技術・環境政策課）
5. 質疑応答
6. 令和4年度「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」の進捗について（国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 ロボット・AI 部）
7. 事業者による取組紹介（パナソニックホールディングス株式会社、TIS 株式会社、東京海上日動火災保険株式会社）
8. 業界団体からの情報共有（一般社団法人ロボットデリバリー協会）
9. 質疑応答・意見交換

Thank you

www.pwc.com/jp

© 2023 PwC. All rights reserved.

PwC refers to the PwC network member firms and/or their specified subsidiaries in Japan, and may sometimes refer to the PwC network. Each of such firms and subsidiaries is a separate legal entity. Please see www.pwc.com/structure for further details.

This content is for general information purposes only, and should not be used as a substitute for consultation with professional advisors.