

経済産業省 商務・サービスグループ 物流企画室
御中

令和5年度商取引・サービス環境の適正化に係る
事業（自動配送ロボットを活用した配送サービスの
省エネルギー化への貢献等に関する調査）

調査報告書

2024/3/19



目次

本調査事業のアプローチ・全体像

P.4

(1) 自動配送ロボットを活用した配送サービスの省エネルギー化への貢献に関する調査

P.7

- ① 自動配送ロボットとラストワンマイル配送を担う現行の配送手段とを比較した、代替・補完可能性の程度に関する調査分析 P.9
- ② 自動配送ロボットを配送目的で使用する過程において発生するCO₂排出量と、現行の配送手段の使用過程において発生するCO₂排出量との比較に関する調査分析 P.56
- ③ 上記①及び②を踏まえた自動配送ロボットのCO₂排出量削減への貢献度に関する調査分析 P.68
- ④ 上記③を踏まえた、主に省エネルギー化への貢献の観点による、自動配送ロボットの導入拡大に関する社会的価値の体系的整理 P.76

(2) 官民協議会の運営

P.83

- 協議会の事務局運営

エグゼクティブサマリ

- 自動配送ロボットの社会実装に向けて、2023年4月に施行された改正道路交通法のもと、届出制に基づく公道走行が開始されてきている。また、中速・中型をはじめとした、より配送能力が高い自動配送ロボットの将来的な社会実装への期待が高まっている。
- このような中、本事業では、自動配送ロボットによるサービスの更なる拡大に向けて、社会課題の解決、「グリーン」を新たな評価軸としたサービスの比較優位性の打ち出し、市場へのESG投資の呼び込みに繋げるべく、自動配送ロボットを活用した配送サービスの省エネルギー化への貢献に関する調査・分析を実施し、今後の施策検討の一助とした。

施策動向	本事業における取組	取組を通じた成果
<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った■ より配送能力が高い自動配送ロボットの社会実装への期待の高まり: 中速・中型をはじめとした、より配送能力が高い自動配送ロボットについて、特にラストワンマイル配送における人手不足対応への貢献の観点で、将来的な活用が期待されている■ 実証実験の継続: NEDOの「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」事業にて、1対多の遠隔監視・操作システムの開発とサービス実証実験を実施	<ul style="list-style-type: none">■ ラストワンマイル配送における現行の配送手段をどの程度自動配送ロボットが代替・補完する可能性があるか、低速・小型、中速・中型それぞれの自動配送ロボットの将来的な普及状況を踏まえ、定量的に算出した■ 自動配送ロボットおよび現行の配送手段それぞれによる配送において発生するCO₂排出量を定量的に算出し、比較した■ 上記を踏まえ、自動配送ロボットのCO₂排出量削減への貢献度について定量的に算出した■ また、自動配送ロボットの導入拡大がもたらす社会的価値について、省エネルギー化への貢献を中心に体系的に整理した	<ul style="list-style-type: none">■ 自動配送ロボットの将来的な普及状況の予測 低速・小型、中速・中型それぞれについて、複数のシナリオで普及台数を算出し、高位シナリオでは、低速・小型が3.6万台、中速・中型が0.77万台と予測した。また、ポテンシャル台数として、低速・小型が7.2万台、中速・中型が2.1万台と予測した■ シナリオごとのCO₂排出量削減への貢献度の予測 高位シナリオでは、低速・小型で2.4万トン/年、中速・中型で2.1万トン/年の削減と予測した。また、低速・小型で4.8万トン/年、中速・中型で5.9万トン/年の削減ポテンシャルがあると予測した■ 自動配送ロボットの導入拡大による社会的価値の整理 「物流GX/DX」が促進され、環境負荷削減などの社会的価値等の創出に繋がる。その結果、産業領域としての価値・魅力が向上・深化することで、「ESG投資の呼び込み」による好循環の発生に繋がることが期待される

(o) 本調査事業のアプローチ・全体像

(o)-1. 調査背景・目的

グリーンを新たな評価軸として打ち出し市場活性化を図るため、配送ロボットが現行の配送手段の置き換え、およびCO₂排出量の削減にどの程度貢献できるかを調査した。

背景

1. 労働力不足・トラックドライバーの高齢化とECの拡大による物流業界における労働力不足
2. 運輸部門のCO₂排出量の削減必要性

事業の目的

「グリーン」を新たな評価軸としたサービスの比較優位性の打ち出し、市場へのESG投資の呼び込みに向けた、自動配送ロボットを活用した配送サービスの省エネルギー化への貢献に関する調査・分析

調査内容

- ① 自動配送ロボットとラストワンマイル配送を担う現行の配送手段とを比較した、代替・補完可能性の程度に関する調査分析
- ② 自動配送ロボットを配送目的で使用する過程において発生するCO₂排出量と、現行の配送手段の使用過程において発生するCO₂排出量との比較に関する調査分析
- ③ 上記1及び2を踏まえた自動配送ロボットのCO₂排出量削減への貢献度に関する調査分析
- ④ 上記3を踏まえた、主に省エネルギー化への貢献の観点による、自動配送ロボットの導入拡大に関する社会的価値の体系的整理

(o)-2. 本事業におけるステップ・検討事項

「グリーン」を新しい評価軸とした施策等、今後の施策検討にあたり、自動配送ロボットを活用した配送サービスの省エネルギー化への貢献に関する調査を行った。また、取組の共有や合意形成を図るべく、官民協議会の運営を行った。

(1) 自動配送ロボットを活用した配送サービスの省エネルギー化への貢献に関する調査

以下調査内容について、文献調査や前年度調査から、将来的な普及状況や、現行配送手段の代替・補完可能性等を仮説立てし、整理を行う。

方針策定
仮説構築

①自動配送ロボットとラストワンマイル配送を担う現行の配送手段とを比較した、代替・補完可能性の程度に関する調査分析

②自動配送ロボットを配送目的で使用する過程において発生するCO₂排出量と、現行の配送手段の使用過程において発生するCO₂排出量との比較に関する調査分析

③①及び②を踏まえた自動配送ロボットのCO₂排出量削減への貢献度に関する調査分析

④上記③を踏まえた主に省エネルギー化への貢献の観点による、自動配送ロボットの導入拡大に関する社会的価値の体系的整理

報告書の作成

調査・分析結果のまとめ

- 調査分析結果
- ヒアリング議事録
- 協議会の議事録等

(2) 官民協議会の運営

- ・ 協議会の事務局運営(日程調整、会場設営、議事録・議事要旨作成、議事次第等資料作成、構成員となる有識者の委嘱・謝金支払い等の事務作業、等)

協議会
開催

第8回(9月)

- ・ 上記に係る共通認識の形成、検討課題収集

第9回(3月)

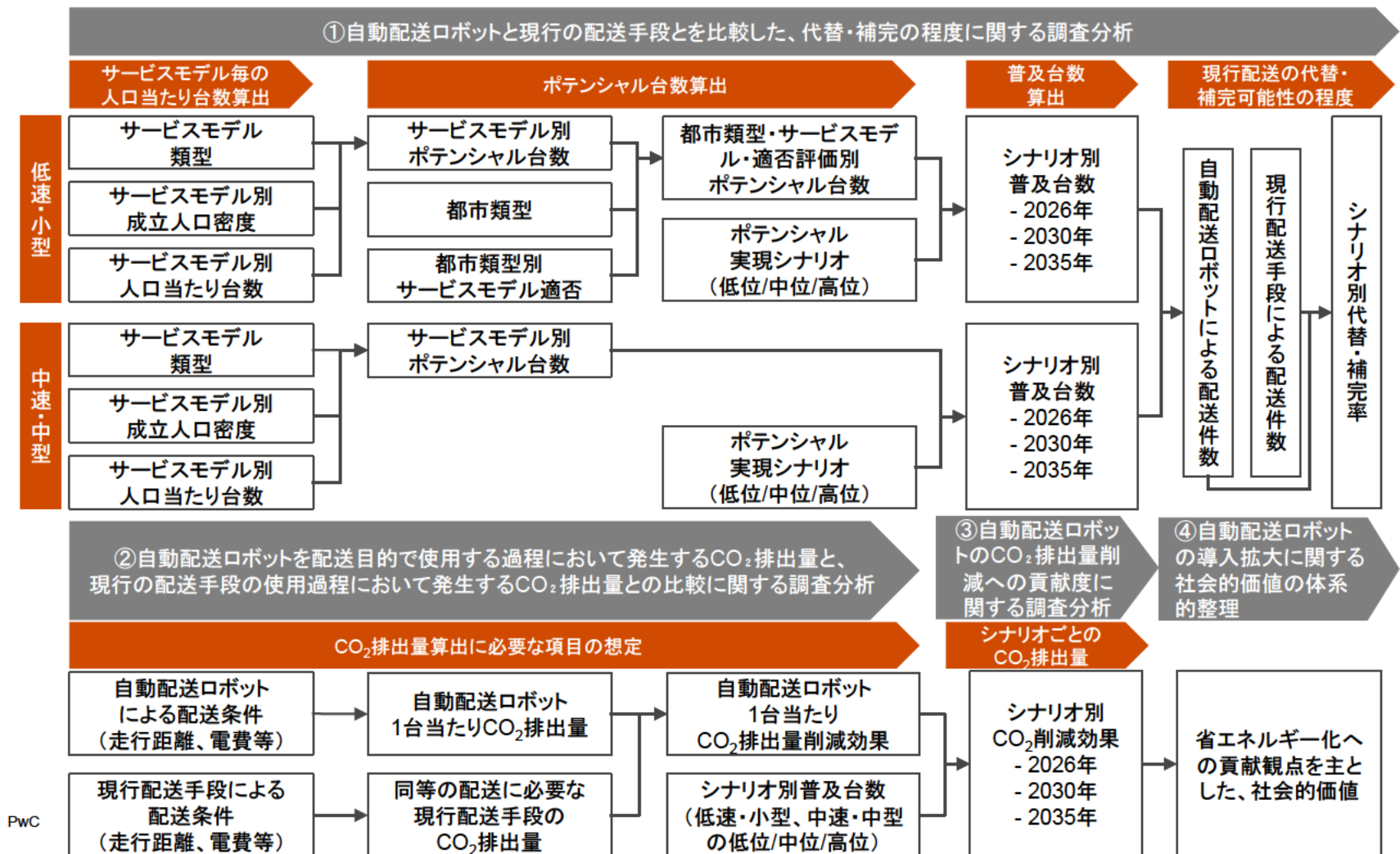
- ・ 上記に係る共通認識の形成、検討課題収集

(1) 自動配送ロボットを活用した配送サービスの省エネルギー化への貢献に関する調査

- ① 自動配送ロボットとラストワンマイル配送を担う現行の配送手段とを比較した、代替・補完可能性の程度に関する調査分析
- ② 自動配送ロボットを配送目的で使用する過程において発生するCO₂排出量と、現行の配送手段の使用過程において発生するCO₂排出量との比較に関する調査分析
- ③ 上記①及び②を踏まえた自動配送ロボットのCO₂排出量削減への貢献度に関する調査分析
- ④ 上記③を踏まえた、主に省エネルギー化への貢献の観点による、自動配送ロボットの導入拡大に関する社会的価値の体系的整理

(1)自動配送ロボットの省エネルギー化への貢献に関する調査の全体像

将来的な自動配送ロボット普及のポテンシャル台数を算出し、実現シナリオの仮説を立て、普及台数を算出した。配送ロボット1台あたりのCO₂排出削減量と、普及台数から、CO₂排出量削減効果を算出した。それらを踏まえ、社会的価値を整理した。



(1) 自動配送ロボットを活用した配送サービスの省エネルギー化への貢献に関する調査

- ① 自動配送ロボットとラストワンマイル配送を担う現行の配送手段とを比較した、代替・補完可能性の程度に関する調査分析
- ② 自動配送ロボットを配送目的で使用する過程において発生するCO₂排出量と、現行の配送手段の使用過程において発生するCO₂排出量との比較に関する調査分析
- ③ 上記①及び②を踏まえた自動配送ロボットのCO₂排出量削減への貢献度に関する調査分析
- ④ 上記③を踏まえた、主に省エネルギー化への貢献の観点による、自動配送ロボットの導入拡大に関する社会的価値の体系的整理

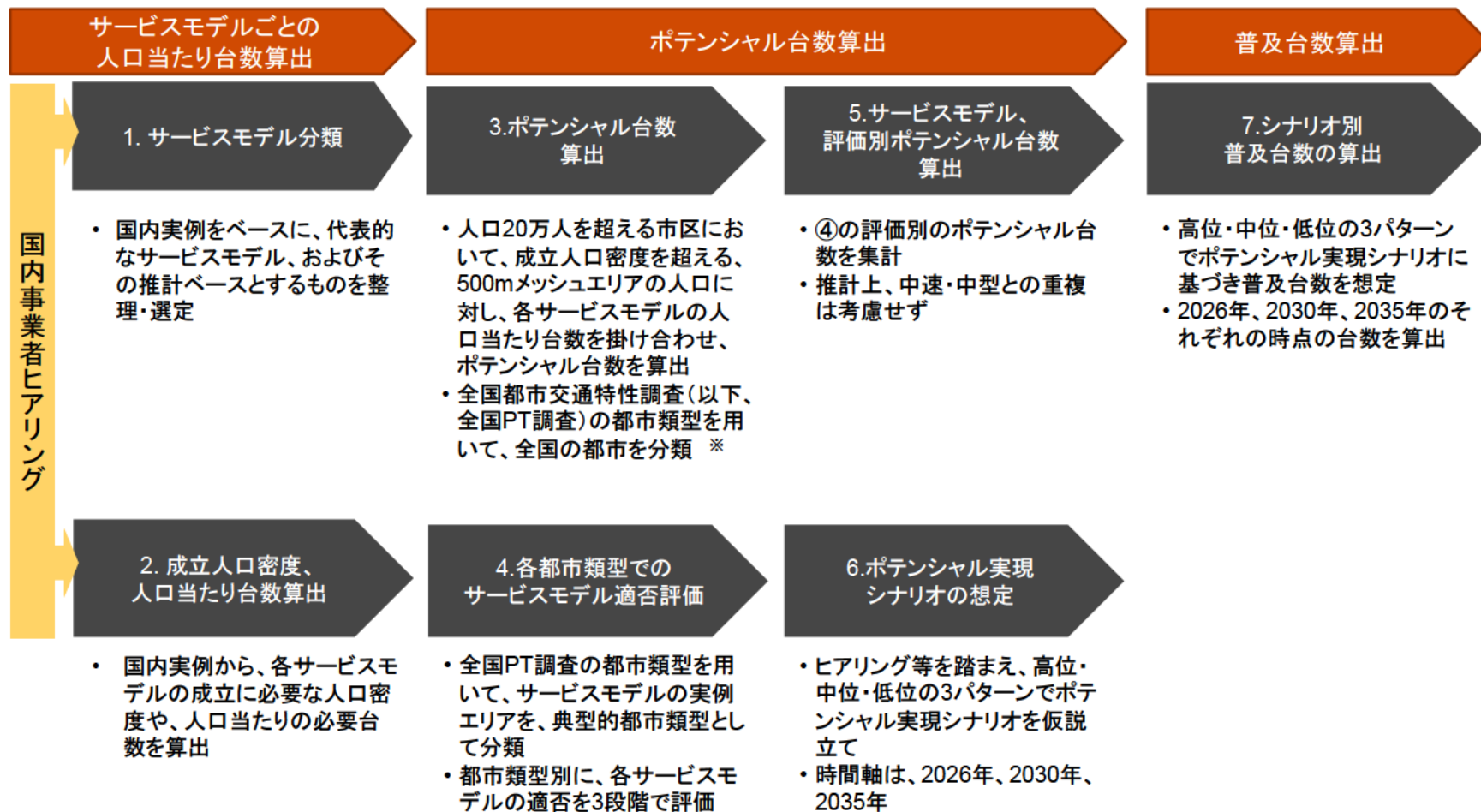
(1)① 自動配送ロボットによる現行配送の代替・補完程度の調査分析

将来的な自動配送ロボット普及のポテンシャル台数を算出し、実現シナリオの仮説を立て、普及台数を算出した。また、自動配送ロボットと、現行配送手段による配送件数を算出し、代替・補完率を算出した。



(1)①-1. 低速・小型の普及台数の算出方法

成立人口密度および人口当たり台数を整理し、各サービスモデルの全国でのポテンシャル台数を算出した。ポテンシャル実現シナリオを検討し、普及台数を算出した。



(1)①-1-1. サービスモデル分類

実例をベースに、サービスモデルの即時性、エリアを整理の上、推計の考え方を整理した。医薬品、宅配便・郵便のモデルについては、想定を置いて推計を行うものとした。

サービスモデル分類

#	即時性	サービスモデル※	エリア	推計対象	推計の考え方
1	高い	フードデリバリー	都市部	○	・各社へのヒアリング結果から、代表的かつ見通しが一定程度収集できた、都市部、郊外のをベースに、成立人口密度や人口当たり台数を設定した
2			地方都市中心部	-	
3			郊外	○	
4		公園、施設へのフード等配送	郊外/都市部	-	・実証段階で回答得られず、フードデリバリーの一部ととらえ、個別の算出対象外とした
5		日用品・食料品	都市部	○	・各社へのヒアリング結果から、代表的かつ見通しが一定程度収集できた、郊外の1モデルをベースに、成立人口密度や人口当たり台数を設定した ・都市部についても配送想定されるため、都市部のフードデリバリーを元に、成立人口密度や人口当たり台数を設定した
6			郊外 (A社)	○	
7			郊外 (B社)	-	
8			地方都市中心部	-	
9			中山間・過疎地	-	
10		医薬品	都市部	○	・実証段階であり、見通しに関する情報は得られなかったが、サービスモデルとしては一定の規模があり得るため、想定を置いて、成立人口密度や人口当たり台数を設定した
11			郊外		
12			中山間・過疎地	-	
13	低い	宅配便・郵便	都市部	○	・中山間・過疎地は、人口20万人切る都市を中心としたサービスモデルのため、算出対象外とした
14			郊外		
15			中山間・過疎地	-	
16		農作物集荷	中山間・過疎地	-	・#9と同様の理由で、対象外とした

(1)①-1-2. 成立人口密度・人口当たり台数の算出(1/3)

ヒアリング、デスクトップ調査で得られた各社の将来見通しをもとに、各サービスモデルが成立する人口当たり台数、成立人口密度を仮定した。

サービスモデル実例をベースとした、人口当たり台数と成立人口密度
(ヒアリング、デスクトップ調査ベース。医薬品、宅配便・郵便は推計)

サービスモデル		対象人口 (a) ※1	必要台数 (b) ※1	サービス展開面積 (km ²) (c) ※1
フード デリバリー	都市部	30,000	10	1.2
	郊外	2,000	2	0.19
日用品・ 食料品	都市部	30,000	10	1.2
	郊外	25,000	20	4
医薬品	都市部	30,000	0.8	1.2
	郊外	25,000	1.6	4
宅配便・郵便		24,000	2	4

推計に利用		
人口当たり台数 (千人当たり台数) (b ÷ a × 1,000)	成立人口密度 (500mメッシュ /0.25km ² 人口) (a ÷ c ÷ 4) ※2	適用する0.25km ² 人口の範囲 ※3
0.33	6,250	6,250人以上
1.00	2,632	2,632～6,249人
0.33	6,250	6,250人以上
0.80	1,563	1,563人以上
0.03	6,250	6,250人以上
0.06	1,563	2,632～6,249人
0.08	1,500	1,500人以上

※1:各サービスモデルの対象人口、必要台数、サービス展開面積は、デスクトップ調査、事業者ヒアリングにおける各事業者の将来的な見通しから仮定

※2:500mメッシュ人口は、令和2年国勢調査のデータを利用

<https://www.e-stat.go.jp/gis/statmap-search?page=1&type=1&toukeiCode=00200521>

※3:上記人口密度を超える500mメッシュエリアすべてでポテンシャルありとするが、同じサービスモデルの中で、「より人口密度が高いモデル」がある場合は、そのモデルの人口密度を上限とする。上限を超える500mメッシュエリアでは、「より人口密度が高いモデル」の成立人口密度、人口当たり台数を用いて算出する。

例:フードデリバリーの場合、郊外モデルは2,632人/0.25km²以上であればポテンシャルありとするが、都市部モデルは6,250人/0.25km²以上のため、6,250人以上は都市部モデル、2,632人～6,249人は郊外モデルを適用して、ポテンシャル台数を算出する。

(1)①-1-2. 成立人口密度・人口当たり台数の算出(2/3)

宅配便・郵便、医薬品の台数については、ヒアリングやデスクトップ調査をもとに想定を置いて推計を行った。

サービスモデル	推計の考え方
宅配便・郵便	<ul style="list-style-type: none">・ ヒアリングで得られた、郊外における宅配物の小売店からの個宅配送のケースをベースとする。対象人口2.4万人、配送範囲2km(4km²前後)、成立人口密度1,500人/0.25km²とする・ 人口当たり台数<ul style="list-style-type: none">- 配送量： ヒアリングから、宅配便と、食料品等別の配送で、あわせて20個/日・台(それぞれ10個/日・台)で行い、2km圏で3台の配備が想定される。 そこから、宅配便のみの対象人口における必要な配送量を推定。宅配便のみで10個/日・台x3台=30個/日運ぶと想定した。- 必要台数：宅配便のみを運ぶと想定すると、上記30個/日の配送量に対し、上記の20個/日・台をすべて宅配便配送に利用すると仮定し、30個÷20個/日・台=四捨五入して概ね2台程度が必要と仮定- 1,000人当たり台数は、2.4万人に対して2台のため、0.08台とする
医薬品	<p><u>台数規模の推計：</u></p> <ul style="list-style-type: none">・ 配送の特徴が類似する日用品・食料品のサービスモデルをベースとする。・ 市場規模：食料品小売市場規模は47.6兆円^{※1}、医療用医薬品市場は10.6兆円(2021年)^{※2}、OTC医薬品市場規模8,380億円^{※3}・ 単価：日用品・食料品4,000円と仮定、調剤医療費9,648円^{※4}、OTC医薬品1,000円と仮定・ 必要容量：事業者へのヒアリングより、フードデリバリーが1荷室利用するところを、日用品・食料品の配送は2荷室必要である。医薬品はサイズや重量がフードに近いと想定し、1荷室とする・ 医薬品台数：市場規模、単価から、それぞれの購入回数を算出。その購入回数を、上記で仮定した配送時の利用荷室数で割り、日用品・食料品に必要な荷室数に対し、医薬品に必要な荷室数の割合を算出。 日用品・食料品の8%とする <p><u>人口閾値・人口当たり台数等</u></p> <ul style="list-style-type: none">・ 日用品・食料品の必要台数に、上記8%を掛け合わせ算出する

※1: 矢野経済研究所「2021-2022 食品小売市場白書 ～コロナ禍で競争激化する食品スーパー業界の動向と展望～」の抜粋プレスリリースを参照

https://www.yano.co.jp/press-release/show/press_id/2882

※2: 厚生労働省「医薬品業界の概況について」(第1回 医薬品の迅速かつ安定的な供給のための流通・薬価制度に関する有識者検討会 資料1)

<https://www.mhlw.go.jp/content/10807000/000982834.pdf>

※3: 矢野経済研究所「OTC市場に関する調査を実施(2022年)」

https://www.yano.co.jp/press-release/show/press_id/3044

※4: 厚生労働省「令和3年度 調剤医療費(電算処理分)の動向」

https://www.mhlw.go.jp/topics/medias/year/21/dl/gaiyo_data.pdf

(1)①-1-2. 成立人口密度・人口当たり台数の算出(3/3)

成立人口密度以上の500mメッシュエリアを算出対象とした。該当エリアの総人口と、人口当たり台数を掛け合わせ、ポテンシャル台数を算出した。

ポテンシャル台数算出方法※

- 対象: 人口20万人を超える市区
- 算出方法: 成立人口密度の値を超える500mメッシュエリアを対象として、該当エリアの総人口に対し、人口当たり台数(千人当たり台数)を掛け合わせ、台数を算出

市区人口	サービスモデル		500mメッシュエリア 人口密度	該当エリア 総人口	人口当たり台数 (千人当たり台数)
20万人 以上	フードデリバリー	都市部	6,250人以上	419万人	0.33台
		郊外	2,632~6,249人	4,405万人	1台
			2,631人以下は対象外	対象外	算出の対象外
	日用品・食料品	都市部	6,250人以上	419万人	0.33台
		郊外	1,563~6,250人	2,671万人	0.8台
			1,562人以下は対象外	対象外	算出の対象外
	医薬品	都市部	6,250人以上	419万人	0.03台
		郊外	2,632~6,249人	4,405万人	0.06台
			2,631人以下は対象外	対象外	算出の対象外
	宅配便・郵便		1,500人以上	4,946万人	0.08台
		1,499人以下は対象外	対象外	算出の対象外	
20万人 未満	算出の対象外				

ポテンシャル台数

(1)①-1-3. ポテンシャル台数の算出

各サービスモデルの成立人口密度、人口当たり台数を用いて、ポテンシャル台数を算出した。低速・小型のポテンシャル台数は、71,811台となった。

	フードデリバリー		日用品・食料品		医薬品		宅配便・郵便
	都市部 (6,250人～)	郊外 (2,632人～ 6,249人)	都市部 (6,250人～)	郊外 (1,563人～ 6,249人)	(想定) 都市部 (6,250人～)	(想定) 郊外 (1,563人～ 6,249人)	(想定) (1,500人～)
該当エリア 総人口	4,190,499	26,717,651	4,190,499	44,059,992	4,190,499	44,059,992	49,462,003
千人あたり 台数	0.33	1.0	0.33	0.8	0.03	0.06	0.08
ポテンシャル 台数	<u>1,396</u>	<u>26,717</u>	<u>1,396</u>	<u>35,248</u>	<u>112</u>	<u>2,820</u>	<u>4,122</u>
		<u>28,113</u>		<u>36,644</u>		<u>2,932</u>	<u>4,122</u>

ポテンシャル台数計:71,811台

(1)①-1-3. 典型的都市類型の適用

全国都市交通特性調査(以下、全国PT調査)における都市類型を用いて、各サービスモデルの実例エリアを、典型的都市類型として分類した。

国土交通省 全国PT調査における都市類型			中心からの距離			
都市類型			三大都市圏	東京	京阪神	中京
分類内容	a	三大都市圏	※1 都市類型 b	40km 未満	30km 未満	—
	b		※2 都市類型 c	40km 以上	30km 以上	全域
	c					
	d	地方中枢都市圏				
	e					
	f	地方中核都市圏 (中心都市 40 万人以上)				
	g					
	h	地方中核都市圏 (中心都市 40 万人未満)				
	i					
	j	地方中心都市圏 その他の都市				

出典: <https://www.mlit.go.jp/common/001229430.pdf>

サービスモデル	典型的都市類型	
フードデリバリー	都市部	a. 三大都市圏 中心都市
	郊外	c. 三大都市圏 周辺都市 (都市類型c)
日用品・食料品		h. 地方中核都市圏(中心都市40万人未満) 中心都市
医薬品	都市部	(フードデリバリーと同様)
	郊外	
宅配便・郵便		b. 三大都市圏 周辺都市 (都市類型b)

実例エリアに該当する類型を適用

概要	都市交通の特性(外出率、交通手段分担率等)を把握するため、都市圏規模、都市圏内における都市の位置の観点で分類	
特性	<ul style="list-style-type: none"> 三大都市圏でも都市圏における位置の観点で分類しており特性がとらえやすい 過疎地等はその他の都市とひとくくりになるが、主要なエリア性を捉えられる 	

(参考) 適用する都市類型の詳細

全国PT調査における都市類型を用い、全国の都市を分類した。全国PT調査では、都市圏における位置、人口規模等から、全国の都市を10の都市類型に分け、都市類型a~cを三大都市圏、d~jを地方都市圏としている。

類型	類型名		概要 ※1	市区例	平均人口	対象市区※2 総人口	対象市区数
a	三大都市圏	中心都市	東京圏、京阪神圏、中京圏の中心都市	東京特別区、横浜市、京都市	2,824,608	25,421,468	31
b	三大都市圏	周辺都市 (都市類型b)	東京圏において中心からの距離40km未満、京阪神において中心からの距離30km未満の都市	川崎市、流山市、西宮市	187,524	11,530,204	30
c	三大都市圏	周辺都市 (都市類型c)	東京圏において中心からの距離40km以上、京阪神において中心からの距離30km以上の都市、中京圏全域	熊谷市、相模原市、明石市	114,691	5,222,720	15
d	地方中枢都市圏	中心都市	札幌、仙台、広島、福岡・北九州の地方中枢都市と社会的、経済的に一体性を有する地域の中心都市	札幌市、仙台市、北九州市	1,364,455	6,822,274	5
e	地方中枢都市圏	周辺都市	上記の周辺都市	小樽市、呉市、久留米市	77,072	517,908	2
f	地方中核都市圏 (中心都市 40 万人以上)	中心都市	地方圏(東京圏、関西圏、名古屋圏の三大都市圏以外の地域)における県庁所在市等と社会的、経済的に一体性を有する地域の、人口40万人以上の中心都市	宇都宮市、豊田市、姫路市	559,574	8,953,190	16
g	地方中核都市圏 (中心都市 40 万人以上)	周辺都市	上記の周辺都市	日光市、燕市、倉敷市	71,131	1,122,036	3
h	地方中核都市圏 (中心都市 40 万人未満)	中心都市	地方圏(東京圏、関西圏、名古屋圏の三大都市圏以外の地域)における県庁所在市等と社会的、経済的に一体性を有する地域の、人口40万人未満の中心都市	函館市、水戸市、長野市	260,826	7,932,667	28
i	地方中核都市圏 (中心都市 40 万人未満)	周辺都市	上記の周辺都市	常陸太田市、高崎市、出雲市	61,240	584,823	2
j	地方中心都市圏 その他の都市	-	地方圏(東京圏、関西圏、名古屋圏の三大都市圏以外の地域)における人口が概ね30万人未満の都市である地方中心・中小都市と社会的・経済的に一体性を有する地域。	釧路市、南相馬市、熱海市	56,044	255,051	1

(参考) 都市類型別ポテンシャル台数

都市類型別のポテンシャル台数は以下の通り。

都市 類型	フードデリバリー		日用品・食料品		医薬品		宅配便・郵便
	都市部 (6,250人～)	郊外 (2,632人～ 6,249人)	都市部 (6,250人～)	郊外 (1,563人～ 6,249人)	(想定) 都市部 (6,250人～)	(想定) 郊外 (1,563人～ 6,249人)	(想定) (1,500人～)
a	1,263	15,651	1,263	16,195	101	1,296	2,017
b	85	6,723	85	8,262	7	661	893
c	7	1,006	7	2,250	1	180	246
d	41	2,472	41	3,868	3	309	427
e	0	36	0	130	0	10	14
f	0	520	0	2,873	0	230	322
g	0	8	0	208	0	17	24
h	0	293	0	1,393	0	111	169
i	0	5	0	38	0	3	5
j	0	3	0	31	0	3	5
計	1,396	26,717	1,396	35,248	112	2,820	4,122
		28,113		36,644		2,932	4,122

ポテンシャル台数計:71,811台

(1)①-1-4. サービスモデル適否評価(1/2)

各サービスモデルの他の都市類型での適否を、人口規模の観点から3段階評価した。評価結果は、ポテンシャル実現シナリオ、およびサービスモデル別普及台数の算出に用いた。

サービスモデル適否評価と台数算出の考え方

評価の考え方

- 元となるサービスモデルの属する都市類型と比較して、他の都市類型での適否、普及する有望性を評価
- 元の都市類型の平均人口に対し、他の都市類型の平均人口を比較
同規模以上であれば、サービスが成立する都市としての特性(需要量、商業集積等)が同程度以上と仮定
- ◎とする基準: 比較元以上の平均人口を持つ類型
- とする基準: 平均人口が比較元未満の都市類型のうち、平均人口が最も多い1類型
- △とする基準: 平均人口が比較元未満の都市類型のうち、上記○を除くすべての類型

評価単位

- サービスモデル全体で評価
- 同じサービスモデルの中で、郊外、都市部の2つがある場合、評価の高いものを、サービスモデル全体の評価として採用※

台数算出単位

- 都市部・郊外等、個別サービスモデル単位で算出
- フードデリバリーの都市部、郊外など、個別サービスモデル別に設定した、成立人口密度、人口当たり台数(P9の内容)を用いて、ポテンシャル台数を算出

評価内容の定義



サービスモデルの市区と比較して、同等以上の需要が見込まれ、有望性がある

(類型の平均人口が、サービスモデル市区の類型と同等以上のもの)



サービスモデルの市区ほどではないが、一定の需要が見込まれ、◎の次点として有望性がある

(類型の平均人口が、サービスモデル市区の類型未満だがそのうち最も平均人口が多いもの)



サービスモデルの市区より需要が小さく見込まれ、相対的に有望でない

(類型の平均人口が、サービスモデル市区の類型より少なく、○未満のもの)

※フードデリバリーの都市部モデルの別都市類型への適否を例にすると、都市部と同じ以上の平均人口の都市類型でない、「相対的に有望でない」という評価となる。しかし実際には、都市部モデルより平均人口が小さくとも、フードデリバリーの郊外モデルの成立人口密度があれば、フードデリバリーというサービスモデル自体は有望性があると考えられる。そのため、より評価の高い郊外のもの、サービスモデル全体の評価とする。一方でポテンシャル台数は、都市部モデル・郊外モデルといった、個別サービスモデルの成立人口密度、人口当たり台数を用いて算出する。

(1)①-1-4. サービスモデル適否評価(2/2)

あるサービスモデルにおいて、都市部型と郊外型のモデルがある場合、それぞれで評価を行い、より評価の高い方を都市類型の評価として採用した。ポテンシャル台数は、都市部・郊外それぞれの成立人口密度・人口当たり台数を用いて算出した。

サービスモデル適否評価の適用例

都市 類型	例：フードデリバリー					
	都市類型ごとの評価			ポテンシャル台数算出		
	都市部	郊外	評価の高い方を、 サービスモデル全 体の評価とする	都市部	郊外	都市部、郊外それぞれの 成立人口密度、人口当たり台数を用いて行う
	元となるサービスモデルの属する 都市類型の平均人口と比較する					
・都市部モデルの属 する都市類型aの平均 人口との比較	・郊外モデルの属す る都市類型cの平均 人口との比較		・成立人口密度： 6,250人~/0.25km ² ・人口当たり台数： 0.33台/千人	・成立人口密度： 2,632~6,249人/0.25km ² ・人口当たり台数： 1台/千人		
a	◎	◎	◎	1,263	15,651	
b	△	◎	◎	85	6,723	
c	△	◎	◎	7	1,006	
d	○	◎	◎	41	2,472	
e	△	○	○	0	36	
f	△	◎	◎	0	520	
g	△	△	△	0	8	
h	△	◎	◎	0	293	
h	△	△	△	0	5	
i	△	△	△	0	3	

(1)①-1-5. 評価別ポテンシャル台数

各都市類型における、各サービスモデルの評価別ポテンシャル台数を算出した。

類型	都市類型ごとのポテンシャル台数										
	フードデリバリー			日用品・食料品			医薬品			宅配便・郵便	
	評価	台数		評価	台数		評価	台数		評価	台数
		都市部 (6,250人～)	郊外 (2,632人～ 6,249人)		都市部 (6,250人～)	郊外 (1,563人～ 6,249人)		(想定)都市部 (6,250人～)	(想定)郊外 (1,563人～ 6,249人)		(想定)
a	◎	1,263	15,651	◎	1,263	19,222	◎	101	1,296	◎	2,017
b	◎	85	6,723	○	85	8,462	○	7	661	◎	893
c	◎	7	1,006	△	7	2,268	△	1	180	○	246
d	◎	41	2,472	◎	41	3,963	◎	3	309	◎	427
e	○	0	36	△	0	130	△	0	10	△	14
f	◎	0	520	◎	0	2,872	◎	0	230	◎	322
g	△	0	8	△	0	207	△	0	17	△	24
h	◎	0	293	◎	0	1,388	◎	0	111	◎	169
i	△	0	5	△	0	38	△	0	3	△	5
j	△	0	3	△	0	30	△	0	3	△	5
計		1,396	26,717		1,396	35,248		112	2,820		4,122
サービス モデル計			28,113			36,644			2,932		4,122

ポテンシャル台数計:71,811台

(参考)評価別のポテンシャル台数集計

評価	評価別のポテンシャル台数							合計
	フードデリバリー		日用品・食料品		医薬品		宅配便・郵便	
	都市部 (6,250人～)	郊外 (2,632人～6,249人)	都市部 (6,250人～)	郊外 (1,563人～6,249人)	(想定)都市部 (6,250人～)	(想定)郊外 (1,563人～6,249人)	(想定) (1,500人～)	
◎	1,396	26,665	1,304	24,329	104	1,946	3,828	59,572
○	0	36	85	8,262	7	661	246	9,297
△	0	16	7	2,657	1	213	48	2,942

ポテンシャル台数計:71,811台

(1)①-1-6. ポテンシャル実現シナリオ

制度・運用・技術・事業性の観点から、シナリオ内容、およびそのシナリオが実現する条件を整理した。

	シナリオ内容(どのような状況とみるか)	シナリオ条件		
		観点	概要	詳細イメージと想定する影響
高位	<ul style="list-style-type: none"> インフラ連携も含めた技術面・運用面での進歩により、機体・運用コストの低下が早期に進む。また、ロボットによる配送サービスが早期に社会的に受容される 2035年の時点で、サービスモデルのうち◎○△の多くが実現 	制度	普及を促進する枠組みが、多面的に整備される	遠隔操作の在り方など、コストに関連する様々な文脈での普及促進がなされ、より導入しやすくなる
		運用	機体・運用・インフラが連携して早期にコストダウンが進む	走行環境整備や、遠隔監視UIの標準化、信号機連携や地図共有化など、機体・運用・インフラの変化・連携を通じて、早期にコストが下がることで、導入しやすくなる
		技術	コストダウンにつながる関連技術が早期に確立される	1:N遠隔監視・操作台数の増加など、機体・運用・インフラの技術が早期に確立され、早期コストダウンに寄与する
		社会受容性	自動配送ロボットによる配送サービスが早期に受容される	自治体やサービス事業者、ユーザー・住民に早期に認知・受容され、サービス実現が容易。また関連事業者が多く参入
中位	<ul style="list-style-type: none"> インフラ連携も含めた技術面・運用面での進歩により、機体・運用コストの低下が一定程度進む。また、ロボットによる配送サービスが社会的に受容される 2035年の時点で、サービスモデルのうち◎○の一部が実現 	制度	普及を促進する枠組みが一定整備される	コストに関連する一定の文脈での普及促進がなされ、一定程度導入しやすくなる
		運用	機体・運用・インフラが連携してコストダウンが段階的に進む	機体・運用・インフラの変化・連携を通じて、コストが段階的に下がることで、段階的に導入しやすくなる
		技術	コストダウンにつながる関連技術が段階的に確立される	機体・運用・インフラの技術が段階的に確立され、段階的にコストダウンに寄与する
		社会受容性	自動配送ロボットによる配送サービスが受容される	自治体やサービス事業者、ユーザー・住民に段階的に認知・受容され、サービス実現される。また関連事業者が一定程度参入
低位	<ul style="list-style-type: none"> インフラ連携も含めた技術面・運用面での進歩や、それに伴う機体・運用コストの低下が緩やかに進む。また、ロボットによる配送サービスが社会的にゆるやかに受け入れられる 2035年の時点で、サービスモデルのうち◎が面的に広がり、○の一部が実現するにとどまる 	制度	普及を促進する枠組みが、部分的に整備される	コストに関連する部分的な文脈で普及促進がなされ、導入しやすくなる
		運用	機体・運用・インフラ相互連携によるコストダウンがゆるやかに進む	機体・運用・インフラの変化・連携を通じて、コストがゆるやかに下がる
		技術	コストダウンにつながる関連技術がゆるやかに確立される	機体・運用・インフラの技術がゆるやかに確立され、徐々にコストダウンに寄与する
		社会受容性	自動配送ロボットによる配送サービスがゆるやかに受容される	自治体やサービス事業者、ユーザー・住民に緩やかに認知・受容される。関連事業者の参入もゆるやかに、サービス実現も徐々に進む

(1)①-1-6. ポテンシャル実現シナリオごとの台数算出前提

サービスモデルの都市類型ごとの実現時期、立ち上がり初期の台数の観点から、3つのシナリオを設定した。年平均成長率は58%として、台数を推計した。

・ シナリオの考え方:

- 適否評価の結果が高い都市類型から、各サービスモデルが実現されていくと想定し、その実現時期についてシナリオ分けを行った
- 立ち上がり初期の台数について、ヒアリング等に基づきシナリオ分けを行った
- 成長率は、屋外配送ロボットの国内台数に関する、2023年～2030年にかけての年平均成長率(CAGR)をレポート^{*1}から援用し、CAGRを58%とした。

	シナリオ内容(どのような状況とみるか)	サービスモデルの実現時期	立ち上がり初期 ^{*2} の台数	年平均成長率(CAGR)
高位	<ul style="list-style-type: none">インフラ連携も含めた技術面・運用面での進歩により、機体・運用コストの低下が早期に進む。また、ロボットによる配送サービスが早期に社会的に受容される2035年の時点で、サービスモデルのうち◎○△の多くが実現	各時点ごとに ◎○△が素早く実現 有望な都市類型以外も含め段階的に実現が進むと想定	500台 社会実装に前向きな事業者が目論む台数程度で立ち上がると想定	
中位	<ul style="list-style-type: none">インフラ連携も含めた技術面・運用面での進歩により、機体・運用コストの低下が一定程度進む。また、ロボットによる配送サービスが社会的に受容される2035年の時点で、サービスモデルのうち◎○の一部が実現	◎○は実現されるが △は遅れて実現 有望な都市類型で段階的に実現が進むが、相対的に有望でない都市類型の実現が遅れると想定	100台 高位・低位の間と想定	シナリオを問わず、評価ごとに、CAGR58%で台数が伸長すると想定
低位	<ul style="list-style-type: none">インフラ連携も含めた技術面・運用面での進歩や、それに伴う機体・運用コストの低下が緩やかに進む。また、ロボットによる配送サービスが社会的にゆるやかに受け入れられる2035年の時点で、サービスモデルのうち◎が面的に広がり、○の一部が実現するととどまる	◎は実現されるが ○△は遅れて実現 有望な都市類型で段階的に実現が進むが、次点となる都市類型での実現が遅れると想定	50台 既に先進的な活用が進んでいる地域をはじめとし、限定的なエリア・規模での立ち上がりになると想定	

PwC ※1:屋外配送ロボットだけに絞ったレポートである、富士経済「2023年版ワールドワイドロボット関連市場の現状と将来展望 サービスロボット編」では、国内における2023年～2035年の台数ベースで、CAGR58%との推計 <https://eczine.jp/news/detail/12416>

※2:あるサービスモデルについて商用レベルでの利用が本格的に始まった時期を指す

(1)①-1-7. シナリオ別普及台数の算出 (1/4)

シナリオ別の台数算出前提に基づき、2035年時点で、高位36,105台、中位7,121台、低位3,118台と算出した。

ポテンシャル台数

71,811台

(◎:59,572台 ○:9,297台 △:2,949台)

想定年平均成長率(CAGR)

シナリオを問わず、評価ごとに、CAGR58%で台数が伸長すると想定

	シナリオ内容(どのような状況とみるか)	評価	2026年	2030年	2035年	2035年時点 ポテンシャル 台数実現率
高位	<ul style="list-style-type: none"> インフラ連携も含めた技術面・運用面での進歩により、機体・運用コストの低下が早期に進む。また、ロボットによる配送サービスが早期に社会的に受容される 2035年の時点で、サービスモデルのうち◎○△の多くが実現 	◎	500台	3,616台	36,105台	50%
		○	500台	3,116台	30,682台	52%
		○		500台*	4,923台	53%
		△			500台*	17%
中位	<ul style="list-style-type: none"> インフラ連携も含めた技術面・運用面での進歩により、機体・運用コストの低下が一定程度進む。また、ロボットによる配送サービスが社会的に受容される 2035年の時点で、サービスモデルのうち◎○の一部が実現 	◎	100台	723台	7,121台	10%
		○	100台	623台	6,136台	10%
		○		100台*	985台	11%
		△				
低位	<ul style="list-style-type: none"> インフラ連携も含めた技術面・運用面での進歩や、それに伴う機体・運用コストの低下が緩やかに進む。また、ロボットによる配送サービスが社会的にゆるやかに受け入れられる 2035年の時点で、サービスモデルのうち◎が面的に広がり、○の一部が実現するにとどまる 	◎	50台	312台	3,118台	4%
		○	50台	312台	3,068台	5%
		○			50台*	1%
		△				

(1)①-1-7. シナリオ別普及台数の算出 (2/4)

低速・小型のシナリオ別普及台数算出における、サービスモデル別台数の想定内訳は以下の通り。

	評価	年平均成長率 (CAGR)	2026年	2030年	2035年	2035年ポテンシャル台数実現率	
		◎	58%	500	3,116	30,682	52%
高位シナリオ	日用品・食料品		215	1,341	13,202		
	フードデリバリー		236	1,468	14,453		
	医薬品		17	107	1,056		
	宅配便・郵便		32	200	1,972		
	○	58%		500	4,923	53%	
	日用品・食料品		0	449	4,420		
	フードデリバリー		0	2	19		
	医薬品		0	36	354		
	宅配便・郵便		0	13	130		
	△	58%			500	17%	
	日用品・食料品		0	0	453		
	フードデリバリー		0	0	3		
	医薬品		0	0	36		
	宅配便・郵便		0	0	8		
	計			500	3,616	36,105	50%
	内訳	日用品・食料品		215	1,790	18,075	
フードデリバリー			236	1,470	14,474		
医薬品			17	143	1,446		
宅配便・郵便			32	213	2,110		

(1)①-1-7. シナリオ別普及台数の算出 (3/4)

低速・小型のシナリオ別普及台数算出における、サービスモデル別台数の想定内訳は以下の通り。

	評価	年平均成長率 (CAGR)	2026年	2030年	2035年	2035年ポテンシャル台数実現率	
		◎	58%	100	623	6,136	10%
中位シナリオ	日用品・食料品		43	268	2,640		
	フードデリバリー		47	294	2,891		
	医薬品		3	21	211		
	宅配便・郵便		6	40	394		
	○	58%		100	985	11%	
	日用品・食料品		0	90	884		
	フードデリバリー		0	0	4		
	医薬品		0	7	71		
	宅配便・郵便		0	3	26		
	△						
	日用品・食料品		0	0	0		
	フードデリバリー		0	0	0		
	医薬品		0	0	0		
	宅配便・郵便		0	0	0		
	計			100	723	7,121	10%
	内訳	日用品・食料品		43	358	3,524	
フードデリバリー			47	294	2,894		
医薬品			3	29	282		
宅配便・郵便			6	43	420		

(1)①-1-7. シナリオ別普及台数の算出 (4/4)

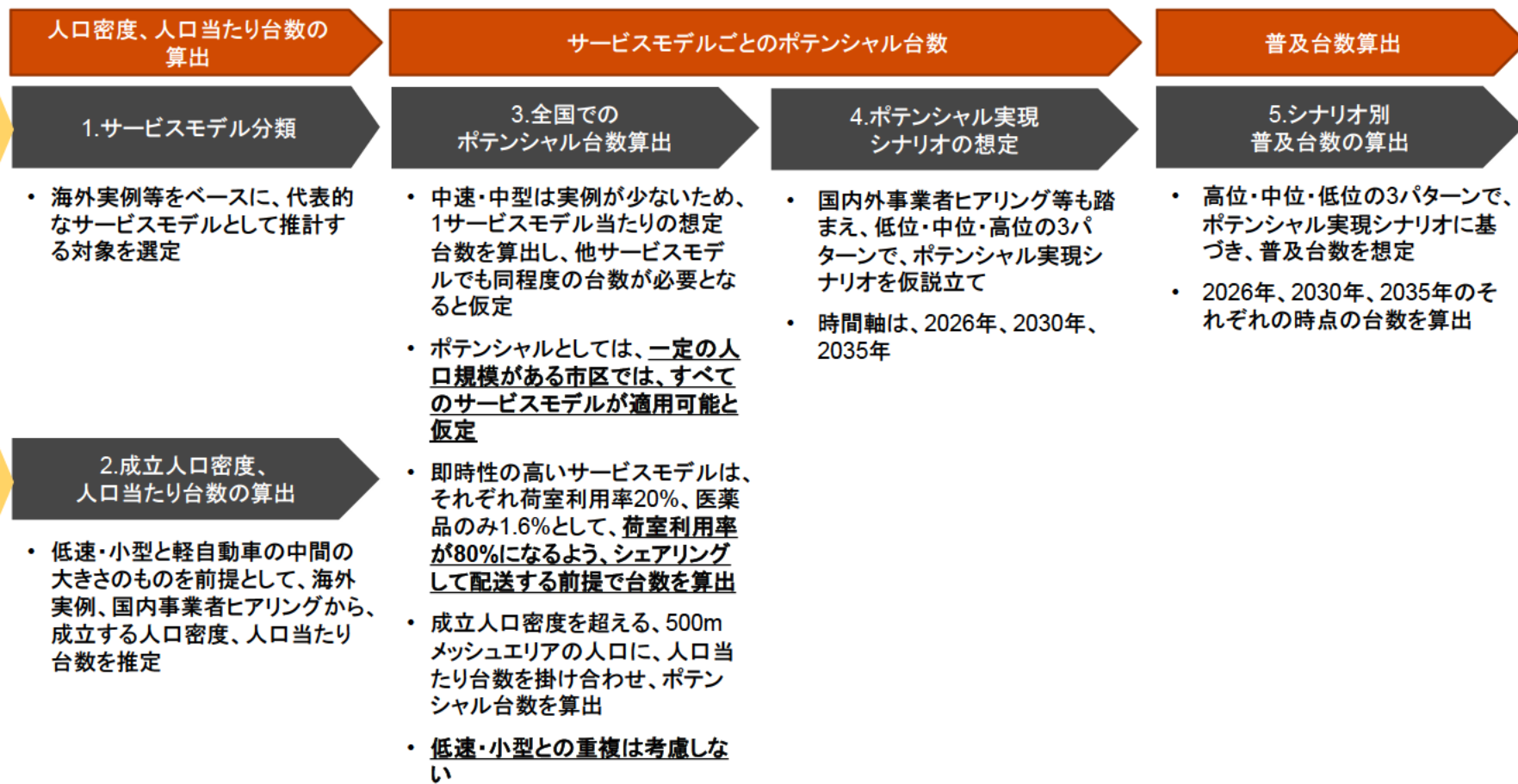
低速・小型のシナリオ別普及台数算出における、サービスモデル別台数の想定内訳は以下の通り。

	評価	年平均成長率 (CAGR)	2026年	2030年	2035年	2035年ポテンシャル台数実現率	
		◎	58%	50	312	3,068	5%
低位シナリオ	日用品・食料品		22	134	1,320		
	フードデリバリー		24	147	1,445		
	医薬品		2	11	106		
	宅配便・郵便		3	20	197		
	○				50	1%	
	日用品・食料品		0	0	45		
	フードデリバリー		0	0	0		
	医薬品		0	0	4		
	宅配便・郵便		0	0	1		
	△						
	日用品・食料品		0	0	0		
	フードデリバリー		0	0	0		
	医薬品		0	0	0		
	宅配便・郵便		0	0	0		
	計			50	312	3,118	4%
	内訳	日用品・食料品		22	134	1,365	
フードデリバリー			24	147	1,445		
医薬品			2	11	109		
宅配便・郵便			3	20	198		

(1)①-2.中速・中型の普及台数の算出方法

成立人口密度、人口当たり台数を整理し、各サービスモデルの全国でのポテンシャル台数を算出した。また、ポテンシャル実現シナリオを検討し、普及台数の算出を行った。

国内外事業者ヒアリング



(1)①-2-1. サービスモデル分類

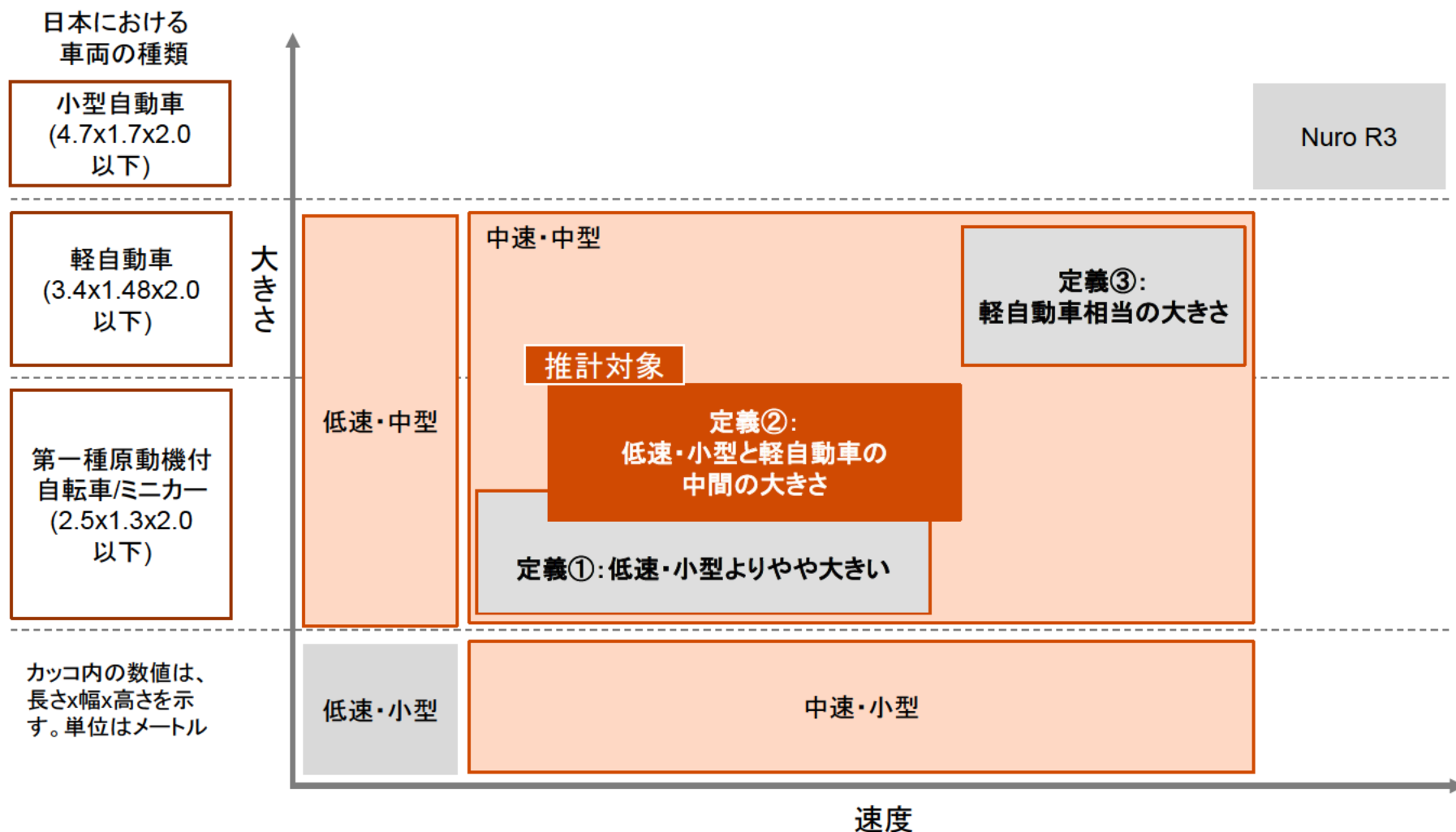
海外の主要なサービスモデルが国内でも同様に成立すると仮定した。フードデリバリー、日用品・食料品、医薬品、宅配便・郵便を試算の対象とした。

中速・中型における想定サービスモデル分類

#	即時性	エリア	タイプ	主要海外メーカー	想定サービスプロファイル		試算対象	
					概要	配送範囲		
1	高い	都市部/郊外	フードデリバリー	Refraction AI, Clevon, Nuro	レストランから等のフードデリバリー	4~8km圏	○ 一定の人口規模のある市区であれば成立すると置き、ポテンシャル台数を算出	
2	高い/低い	都市部/郊外	日用品・食料品	Meituan, Neolix, Nuro	ECサイトで購入した食料品、日用品等の店舗・拠点からの配送	5km圏		
3	高い	都市部	医薬品	JD, Nuro	ECサイトで購入した医薬品の店舗からの配送	-		
4	低い	都市部	宅配便・郵便	Clevon, JD, Neolix	配送拠点から自宅への宅配便の配送	3-5km圏		
5	その他	都市部	無人販売	Neolix 等	食品等の無人販売	-	対象外	低速・小型と同様対象外(実質的には日用品・食料品配送に含まれる)
6	高い	郊外	フード、飲料	Neolix 等	一定のエリアで、複数拠点を巡回し、軽食や飲料を配送	走行路総延長5km	対象外	1,2に含め、郊外として個別の試算はしない
7	高い	郊外	公園等施設への小売店からの配送	JD 等	郊外のスーパー等から、人の多く集まる公園等に日用品・食品を配送する	実証時0.5km前後	対象外	実証事例少なく、モデルとしては2の配送先が異なるのみのため、2に含め、個別の試算はしない
8	高い	限定空間	限定空間での配送	JD 等	大学等、限定されたエリアで、拠点から日用品、軽食等を配送する	-	対象外	

(1)①-2-1. 前提とする定義仮説

海外事例をベースに、サイズ・速度の観点から3つの定義を想定した。当事業ではこのうち、低速・小型と軽自動車の中間の大きさとなる定義②をベースに推計を行った。



(1)①-2-2. 成立人口密度・人口当たり台数の算出

サービスモデル事例から、サービスモデルの成立に必要な、成立人口密度、および人口当たり台数を推定した。

サービスモデル事例	エリア面積(a) ※	エリア人口(b)/ サービスモデル 当たり台数(c) ※	成立人口密度 (b÷a)	人口当たり台数 (c÷b x 1,000)
A社事例 宅配/食料品	約20km ²	30,000人前後/ 4台	1,500人/1km ²	0.13台/千人
B社事例 宅配/食料品・日用品等 (実証を基にした見直し)	約0.5km ²	4,000人前後/ 1台	8,600人/1km ²	0.3台/千人
当調査での想定			5,000人/1km ²	0.2台/千人

・ 各事例の中央値を成立人口密度の閾値・台数とした

※: デスクトップ調査、およびヒアリングで得られた、サービス提供エリアの広さ、人口、エリア内で運用している台数から推計

(1)①-2-3. ポテンシャル台数算出 (1/2)

事例が少ないため、成立人口密度・人口当たり台数は、いずれのサービスモデルでも同一と仮定した。即時性の高いサービスモデルについては、シェアリングして配送する前提で台数を算出した。

中速・中型台数の推定方法

1サービスモデルの成立人口密度・人口当たり台数		全国でのポテンシャル台数算出							
成立人口密度	人口当たり台数	1サービスモデル当たり台数の算出			サービスモデル全体での台数				
5,000人/ 1km ²	0.2台/千人	三大都市圏 （代表的都市の例） 周辺都市	5,000人/km ² を超える エリアに住む人口 36万人	約73台 (36万人x0.2 台/千人)	即時性 高い	フードデリバリー 73台	シェアリング 配送	27台	144台
						医薬品 73台			
						日用品・食料品 29台			
						日用品・食料品 44台	低い	宅配便・郵便 73台	
...	...								
...	

シェアリング配送を想定した台数の算出方法（詳細内容は次頁、次々頁参照）

- ①日用品・食料品の即時性の高い・低い配送を切り分け：
一般統計情報から、即時性の高い配達量：即時性の低い配達量 = 14:86 の比率になると推定し、荷物量が同様の比率になるよう、それぞれの台数を算出。
- ②サービスモデル毎の荷室利用率を想定の上、その荷室利用率での配達量を、80%の荷室利用率で配送した場合の台数を推定：
海外ヒアリングから、フードデリバリー等の即時性の高いサービスモデルでは、20%程度の荷室利用率で配送と想定。
各サービスモデルで、それぞれ20%、医薬品のみ他サービスモデルの8%程度(低速・小型での比率を利用)の荷室利用率で配送すると仮定。
その場合の各サービスモデルの配達量を、あわせて80%の荷室利用率でシェアリングして運ぶと想定し、台数を推定。

(参考)シェアリング配送の台数、およびポテンシャル台数の算出方法

サービスモデル当たりの台数に、サービスモデルごとの荷室利用率を掛け合わせ、荷物を算出した。その荷物を、80%の荷室使用率で運ぶ場合に、必要な台数を算出した。

		想定荷物量 ※1			想定荷室利用率	必要台数			
		台数		荷室利用率					
即時性 高い	フード デリバリー	100台	×	20%	=	20			
	医薬品	100台	×	1.6%	=	1.6			
	日用品・ 食料品※2	40台	×	20%	=	8			
					計29.6	÷	80%	=	37台
即時性 低い	日用品・ 食料品※2	60台	×	80%	=	48			
	宅配便・ 郵便	100台	×	80%	=	80			
						÷	80%	=	60台
						÷	80%	=	100台
1サービスモデル当たり台数		100台			サービスモデル全体での台数		197台		

上記から、1サービスモデルあたり台数の1.978倍が、サービスモデル全体での台数と想定

(参考)ポテンシャル台数算出の計算プロセス詳細

①日用品・食料品の即時性の台数

- 日用品・食料品については、実際の配送サービスから、即時性の高い配送(当日配送)、低い配送(購入の翌日以降配送)が分かれることが想定されるため、それぞれの台数比率を想定した
- 単一サービスモデルのポテンシャル台数をX台と設定
- 以下一般統計情報より、ECサイトにおいて最も意識して利用している形態のアンケート結果より、
 - 通常配送52.2% + 即日配送21.5% = 73.7%
 - 当日配送12%
 - 当日配送12% ÷ 上記回答計85.7% = 14%が即時性の高い配送、86%が即時性の低い配送と仮定した
https://mmdlabo.jp/investigation/detail_2280.html
- 日用品・食料品の即時性の高い/低い配送の台数比を、 $\alpha:1-\alpha$ とし、最終的な荷物量($0.2\alpha X : 0.8(1-\alpha)X$)の比が14:86となるような α を計算。 $\alpha=0.39$ となり即時性の高い配送の台数:即時性の低い配送の台数 = 39:61となる。
(前々頁の例で、日用品・食料品の台数73台を按分すると、即時性の高い配送:29台、即時性の低い配送:44台となる)

②荷室利用率の想定

事例調査を元に、サービスモデルごとの単独利用時の荷室利用率を下表のように設定

荷物の種類		単独サービスの荷室利用率想定
即時性高い	フードデリバリー	20%
	日用品・食料品	20%
	医薬品	1.6%
即時性低い	日用品・食料品	80%
	宅配便・郵便	80%

- 海外ヒアリングから、フードデリバリー等の即時性の高いサービスモデルでは、20%程度の荷室利用率で配送と想定。
各サービスモデルで、それぞれ20%、医薬品のみ他サービスモデルの8%程度(低速・小型での比率を利用)の荷室利用率で配送すると仮定。
その場合の各サービスモデルの配送量を、あわせて80%の荷室利用率でシェアリングして運ぶと想定し、台数を推定。
- 即時性の高い配送は、80%の荷室利用率で配送すると仮定。

③荷物量の想定

- 単一サービスモデルのポテンシャル台数をX台と設定し、荷室利用率から荷物量を想定する
- 即時性の高いサービスモデルでは、合わせて $0.2X + 0.2 \times 0.39X + 0.016X = 0.294X$
- 即時性の低いサービスモデルでは、 $0.8X \times 0.61X + 0.8 = 1.288X$

④ポテンシャル台数

- 全サービスモデルのポテンシャル台数算出にあたり、単一サービスモデルの台数に対して掛け合わせる係数を算出
- 80%(0.8Xの荷物)の積載率(荷室利用率)で運搬すると想定すると、 $0.294X/0.8 + 1.288X/0.8 = 1.978X$
⇒ **サービスモデル全体でのポテンシャル台数は、1サービスモデルの1.978倍で試算**

(1)①-2-3. ポテンシャル台数算出 (2/2)

サービスモデルの成立人口密度、人口当たり台数をもとに、ポテンシャル台数を算出した。

1サービスモデル当たり、サービスモデル全体のポテンシャル台数

類型	20万人超 市区数	20万人超 市区人口	市区例	成立人口密度を超える エリアの人口合計		1サービスモデル当たり ポテンシャル台数	サービスモデル全体の ポテンシャル台数
a	31	25,421,468	世田谷区、横浜市、 京都市等	24,776,504		4,955	9,799
b	30	11,530,204	川崎市、流山市、 西宮市等	462,340		2,240	4,430
c	15	5,222,720	熊谷市、相模原市、 明石市等	3,476,074		695	1,375
d	5	6,822,274	札幌市、仙台市、 北九州市等	5,746,637	0.2台 /千人	1,149	2,273
e	2	517,908	呉市、久留米市	227,906		46	90
f	16	8,953,190	宇都宮市、豊田市、 姫路市等	4,936,136		987	1,952
g	2	1,122,036	岡崎市、倉敷市	418,666		84	166
h	28	7,932,677	函館市、水戸市、 長野市等	3,209,538		642	1,269
i	2	584,823	高崎市、伊勢崎市	147,541		30	58
j	1	255,051	下関市	75,284		15	30
合計						10,843	21,442

サービスモデル別のポテンシャル台数

即時性高い※			即時性低い		計
フードデリバリー	日用品・食料品	医薬品	日用品・食料品	宅配便・郵便	
2,715	1,070	217	6,581	10,859	21,442

※「即時性が高い配送物」については、中型機体の積載率を向上させるべく、複数の配送物(フードデリバリー、日用品・食料品、医薬品等)を混載するシェアリング活用が想定されるため、サービスモデルごとに台数が分かれるわけではないが、CO₂排出量削減等の算出の便宜上、サービスモデルごとの内訳台数を算出している。

(1)①-2-4. ポテンシャル実現シナリオ

制度・運用・技術・事業性の観点から、シナリオ内容、およびそのシナリオが実現する場合の条件を整理した。

	シナリオ内容(どのような状況とみるか)	シナリオ条件		
		観点	概要	詳細イメージと想定する影響
高位	<ul style="list-style-type: none"> 早い段階から研究開発、実証が多く行われ、安全性等を担保しつつ、機体・運用コストの低下が早い段階で進む。また、有効なサービスモデルが早期に見いだされ、社会的に受容される 2035年の時点で、早期コスト低下により一部サービスモデルが実現し、面的に広がる 	制度	普及を促進する枠組みが、早期に多面的に整備される	技術開発、実証など、中速・中型の普及につながる取組が早期に、様々な文脈からなされ、導入が容易になる
		運用	機体・運用・インフラ連携して、早期にコストダウンが進む	早い段階からの実証等を通じた、機体・運用・インフラに関連する技術開発等の取組が進むことで、知見の蓄積に加えてコストが下がり、導入が容易になる
		技術	有効なサービスモデルやコストダウンにつながる関連技術が早期に確立される	1:N運用・操作台数の増加や、その他有効なサービスモデルの実現にあたり必要な技術が早期に確立され、実現が容易になる
		社会受容性	有効なサービスモデルが、早期に、多数見いだされ受容される	有効なサービスモデルが早期の実証等を通じて見いだされ、またサービス、ユーザ等に早期に認知・受容され、サービス実現が容易になる。また関連事業者が多く参入
中位	<ul style="list-style-type: none"> 研究開発、実証が一定行われ、安全性等を担保しつつ、機体・運用コストの低下が一定進む。また、有効なサービスモデルが見いだされ、社会的に受容される 2035年の時点で、コスト低下が段階的に進み、一部サービスモデルが実現 	制度	普及を促進する枠組みが、一定整備される	技術開発、実証など、中速・中型の普及につながる取組が一定程度なされ、導入が容易になる
		運用	機体・運用・インフラ連携して、一定コストダウンが進む	機体・運用・インフラに関連する技術開発等の取組が進むことで、一定程度コストが下がり、導入が容易になる
		技術	有効なサービスモデルやコストダウンにつながる関連技術が段階的に確立される	有効なサービスモデルの実現にあたり必要な技術が段階的に確立され、実現が容易になる
		社会受容性	有効なサービスモデルが見いだされ受容される	有効なサービスモデルが見いだされ、またサービス、ユーザ等に一定程度認知・受容され、サービス実現が容易になる。また関連事業者が一定程度参入
低位	<ul style="list-style-type: none"> 研究開発、実証が一部行われ、安全性等を担保しつつ、機体・運用コストの低下が部分的に進む。また、有効なサービスモデルが部分的に見いだされ、社会的に受容される 2035年の時点で、実証に加えその延長で一部のサービスが実現 	制度	普及を促進する枠組みが、部分的に整備される	技術開発、実証など、中速・中型の普及につながる取組が部分的になされ、導入がある程度容易になる
		運用	機体・運用・インフラ連携して、ゆるやかにコストダウンが進む	機体・運用・インフラに関連する技術開発等の取組が進み、部分的にコストが下がり、導入がある程度容易になる
		技術	有効なサービスモデルやコストダウンにつながる関連技術がゆるやかに確立される	有効なサービスモデルの実現にあたり必要な技術がゆるやかに確立され、実現がある程度容易になる
		社会受容性	有効なサービスモデルが部分的に見いだされ受容される	有効なサービスモデルが部分的に見いだされ、またサービス、ユーザ等にゆるやかに認知・受容され、また関連事業者もゆるやかに参入し、サービス実現も徐々に進む

(1)①-2-4. ポテンシャル実現シナリオごとの台数算出前提

立ち上がり初期の台数、および年平均成長率が変動するシナリオを想定した。

・ シナリオの考え方:

- 実現時期はどのシナリオでも同様とし、2028年頃から社会実装が進むと仮定
- 中速・中型は速度・大きさの観点で配送能力が高いため、エリアを問わずに活用できる可能性が高いと仮定。そのため、都市類型などエリアの観点ではなく、立ち上がり初期の台数、年平均成長率(CAGR)の観点からシナリオ分けを行った
- 成長率は、高位73% (Lv3自動運転搭載車両と同程度)、中位58%(低速・小型の国内市場と同程度)、低位34% (グローバルでの屋外配送ロボット市場と同程度)とした

	シナリオ内容(どのような状況とみるか)	サービスモデルの実現時期	立ち上がり初期※2の台数	年平均成長率(CAGR)
高位	<ul style="list-style-type: none">早い段階から研究開発、実証が多く行われ、安全性等を担保しつつ、機体・運用コストの低下が早い段階で進む。また、有効なサービスモデルが早期に見いだされ、社会的に受容される2035年の時点で、早期コスト低下により一部サービスモデルが実現し、面的に広がる	2028年頃から 社会実装が進む	500台	73%
			低速・小型の高位シナリオと同程度の立ち上がり台数を想定	車両に近い位置づけとして、Lv3自動運転と同程度と想定※1
中位	<ul style="list-style-type: none">研究開発、実証が一定行われ、安全性等を担保しつつ、機体・運用コストの低下が一定進む。また、有効なサービスモデルが見いだされ、社会的に受容される2035年の時点で、コスト低下が段階的に進み、一部サービスモデルが実現		100台	58%
		低速・小型の中位シナリオと同程度の立ち上がり台数を想定	低速・小型の国内市場と同程度と想定	
低位	<ul style="list-style-type: none">研究開発、実証が一部行われ、安全性等を担保しつつ、機体・運用コストの低下が部分的に進む。また、有効なサービスモデルが部分的に見いだされ、社会的に受容される2035年の時点で、実証に加えその延長で一部のサービスが実現	50台	34%	
		低速・小型の低位シナリオと同程度の立ち上がり台数を想定	低速・小型を含む、グローバルでの屋外配送ロボットと同程度と想定※3	

PwC ※1:2025年のグローバルでのLv3搭載車両は40万台に対し、2030年に625万台 (CAGR73%) https://www.yano.co.jp/press-release/show/press_id/3043

※2:あるサービスモデルについて商用レベルでの利用が本格的に始まった時期を指す

※3:富士経済「2023年版ワールドワイドロボット関連市場の現状と将来展望 サービスロボット編」では、グローバルで2022年115億円→2030年1,230億円 (CAGR34%)との推計 <https://eczine.jp/news/detail/12416>

(1)①-2-5. シナリオ別普及台数の算出 (1/2)

シナリオ別の台数算出前提に基づき、2035年時点で、高位7,748台、中位985台、低位216台と算出した。

ポテンシャル台数

21,442台

想定年平均成長率(CAGR)

高位

73%

中位

58%

低位

34%

2028年頃から社会実装

	シナリオの考え方	2026年	2030年	2035年	2035年時点 ポテンシャル 台数実現率
高位	<ul style="list-style-type: none"> 早い段階から研究開発、実証が多く行われ、安全性等を担保しつつ、機体・運用コストの低下が早い段階で進む。また、有効なサービスモデルが早期に見いだされ、社会的に受容される 2035年の時点で、早期コスト低下により一部サービスモデルが実現し、面的に広がる 	NA	500台	7,748台	36%
中位	<ul style="list-style-type: none"> 研究開発、実証が一定行われ、安全性等を担保しつつ、機体・運用コストの低下が一定進む。また、有効なサービスモデルが見いだされ、社会的に受容される 2035年の時点で、コスト低下が段階的に進み、一部サービスモデルが実現 	NA	100台	985台	5%
低位	<ul style="list-style-type: none"> 研究開発、実証が一部行われ、安全性等を担保しつつ、機体・運用コストの低下が部分的に進む。また、有効なサービスモデルが部分的に見いだされ、社会的に受容される 2035年の時点で、実証に加えその延長で一部のサービスが実現 	NA	50台	216台	1%

(1)①-2-5. シナリオ別普及台数の算出 (2/2)

中速・中型のシナリオ別普及台数算出におけるサービスモデル別台数の想定内訳は以下の通りとなる。

シナリオ	サービスモデル			年平均成長率 (CAGR)	2030年	2035年	2035年台数のポテン シャルに対する割合
高位シナリオ	計			73%	500	7,748	36%
	内訳※	即時性高い	フードデリバリー		63	981	
			日用品・食料品		25	387	
			医薬品		5	78	
		即時性低い	日用品・食料品		153	2,378	
宅配便・郵便			253	3,924			
中位シナリオ	計			58%	100	985	5%
	内訳※	即時性高い	フードデリバリー		13	125	
			日用品・食料品		5	49	
			医薬品		1	10	
		即時性低い	日用品・食料品		31	302	
宅配便・郵便			51	499			
低位シナリオ	計			34%	50	216	1%
	内訳※	即時性高い	フードデリバリー		6	27	
			日用品・食料品		2	11	
			医薬品		1	2	
		即時性低い	日用品・食料品		15	66	
宅配便・郵便			25	109			

※：即時性の高い配送は、シェアリングして配送する想定でポテンシャル台数を算出しているため、サービスモデルごとの台数内訳については、あくまで想定値である点は留意。
サービスモデルごとの内訳台数は、各サービスモデルにおける配送物の荷物の比率から想定した。

(1)①-3. 現行配送手段の代替・補完程度の算出方法

現行配送手段と、自動配送ロボットによる配送量を、サービスモデルごとに算出した。シナリオ別に自動配送ロボットによる配送件数を算出し、現行配送による配送量の代替の程度を算出した。

現行配送の代替・補完可能性の程度

1. 現行配送の推計

- 公的統計、一般的統計をもとに、サービスモデルごとに、現行配送手段での配送量を算出

2. 自動配送ロボットによる配送の推計

- ヒアリング調査、デスクトップ調査をもとに、サービスモデルごとに利用イメージを設定し、自動配送ロボットによる1日・1台あたりの配送件数を算出

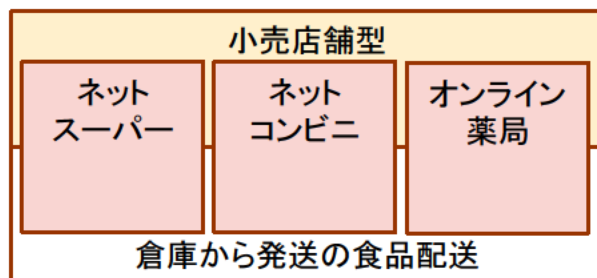
3. 自動配送ロボットによる現行配送の代替・補完程度の算出

- 自動配送ロボットによる配送件数と、高位・中位・低位のシナリオごとの普及台数を掛け合わせ、自動配送ロボットによる配送件数をシナリオ別に算出
- 上記の配送件数が、現行配送手段による配送需要量を代替し得る比率を算出
- 自動配送ロボットによって配送されるものが、すべて現行配送手段による配送を代替すると仮定

(1)①-3-1. 現行配送の推計 (1/2)

現行配送を、フードデリバリー、小売店配送、宅配便および自社配送に大別し、サービスモデルごとに計算を行った。

集計名※1	定義	サービス例
フードデリバリー	都度飲食店から料理等を配達するもの。	Uber Eats、ドミノ・ピザ、マックデリバリー（配送プラットフォーム型と自社従業員による配送型の両方を含む）
小売店配送※2	都度スーパーマーケットやコンビニエンスストア、ドラッグストア等から消費者へ商品を配達するもの。	楽天西友ネットスーパー、7NOW、スギスマホオーダー（※Amazonフレッシュなど倉庫から発送は対象外）
宅配便および自社配送	国交省「令和4年度宅配便等取扱個数の調査及び集計方法※3」での定義に加え、Amazon等による自社配送を含んだもの	宅急便、ゆうパック、飛脚宅配便、Amazonによる自社配送、ヨドバシエクストリーム



矢野経済研究所「2023年版ストワンマイル物流市場の実態と展望」における「小売店舗型」

一般的に「ネットスーパー」「ネットコンビニ」と呼称されるもの

※1: 矢野経済研究所「2023年版ストワンマイル物流市場の実態と展望」のカテゴリを利用

※2: サービスモデルの分類では、日用品・食料品と、医薬品を分けて算出しているが、現行配送の推計においては元とするデータが分割されていないため、双方あわせて「小売店配送」とし、配送件数、CO₂排出量等を推定している

※3: 令和4年度 宅配便等取扱個数の調査及び集計方法

<https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001625915.pdf>

(1)①-3. 現行配送手段の代替・補完程度の算出方法

(1)①-3-1. 現行配送の推計 (2/2)

公的統計・一般統計等から、1人・1日当たりの配送需要を算出した。

項目		数値	単位	参考
フード デリバリー	回答者の平均注文回数	0.0268	件/人・年	下記図1の利用頻度のアンケート結果から推測(週3回以上を週5回、直近3か月はないが利用経験があるを年1回、その他は範囲の平均値(例:週1-2回→週1.5回)から計算) https://www.cross-m.co.jp/report/life/20221013delivery/
	回答者年齢(20-69歳)が全人口に占める割合	0.609		人口推計(令和5年(2023年)6月確定値)をもとに計算 https://www.stat.go.jp/data/jinsui/new.html
	1人・日当たり配送需要	0.0184	件/人・日	19歳以下、70歳以上は20歳～69歳の20%程度の利用と仮定
小売店配送	「調理型」+「小売店舗型」の配送料・配送関連サービス市場規模	5,350	億円	「2023年版 ラストワンマイル物流市場の実態と展望」(矢野経済研究所)
	「調理型」の配送料・配送関連サービス市場規模	2,510	億円	フードデリバリーの1人・日当たり需要×日本の人口×365日×1回配送料(300円)
	「小売店舗型」の配送料・配送関連サービス市場規模	2,839	億円	調理型+小売店舗型市場規模－調理型市場規模
	1人・日当たり配送需要	0.0208	件/人・日	フードデリバリーの1人・日当たり需要÷日本の人口÷365日÷1回配送料(300円)
宅配便	年間取扱個数	56.1 62.3 70.7	億個/年	上から2026年、2030年、2035年。2011年以降の宅配便取扱個数をもとに、回帰直線を用いて各時点の数値を推測。 https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001625915.pdf
	公的統計のカバー率	0.71		「2023年版 ラストワンマイル物流市場の実態と展望」(矢野経済研究所)
	自社便等含む宅配便全体の年間配送個数	79.0 87.7 99.6	億個/年	上から2026年、2030年、2035年。 宅配便の年間配送個数÷公的統計のカバー率
	日本の人口(予測)	12,326 12,012 11,664	万人	上から2026年、2030年、2035年。 https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2023/html/zenbun/s1_1_1.html
	1人・日当たり配送需要	0.18 0.20 0.23	件/人・日	上から2026年、2030年、2035年。 年間配送個数÷日本の人口÷365

(1)①-3-2. 自動配送ロボットによる配送の推計 (1/3)

各サービスモデルごとに使用イメージを設定して、配送効率、配送時間等を設定し、自動配送ロボットによる1日・1台当たりの配送件数を推計した。

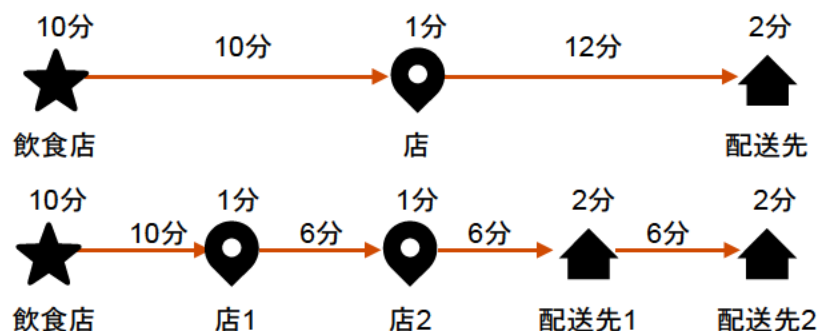
低速・小型 フードデリバリー

- 配送効率: 基本は1件/回、4回に1回は2件/回※1
- 配送時間: 注文から20~30分程度程度で完了※2
- 移動速度: 平均4km/h※1
- 他: 注文待ち10分、店への移動10分、荷受け各1分、荷渡し各2分
- 稼働時間: 12時間、うち充電時間2時間

1回当たり所要時間: 35分(1件)、44分(2件)

1回当たり配送距離: 1.25km

1日当たり配送件数: 20件/台



低速・小型 小売店配送

- 配送効率: 2件/回※1
- 配送距離: 2.5km(拠点から配送先1km、配送先間0.5km、戻り1km※1)
- 移動速度: 平均4km/h※1
- 他: 注文待ち10分、荷受け(ピッキング含む)10分、荷渡し各2分
- 稼働時間: 12時間、うち充電時間2時間

1回当たり所要時間: 61.5分

1回当たり配送距離: 2.5km(1.25km/件)

1日当たり配送件数: 18件/台



※1: 事業者へのヒアリングをもとに推定
※2: 配送物の特性上、一定時間内に届けるものとして仮定
※: 配送需要が無く稼働していない時間は無いと仮定

(1)①-3-2. 自動配送ロボットによる配送の推計 (2/3)

各サービスモデルごとに使用イメージを設定して、配送効率、配送時間等を設定し、自動配送ロボットによる1日・1台当たりの配送件数を推計した。

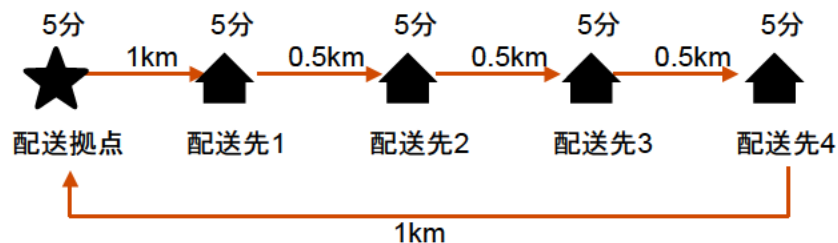
低速・小型 宅配便

- 配送効率: 4件/回^{※1}
- 配送距離: 3.5km (拠点から配送先まで1km、配送先間0.5km、戻り1km^{※1})
- 移動速度: 平均4km/h^{※1}
- 他: 荷受け5分、荷渡し各5分
- 稼働時間: 12時間、うち充電時間2時間

1回当たり所要時間: 77.5分

1回当たり配送距離: 3.5km (0.875km/件)

1日当たり配送件数: 28件/台



中速・中型 フードデリバリー

- 配送効率: 2件/回
- 配送時間: 注文から30分程度で配送完了^{※2}
- 移動速度: 平均15km/h^{※3}
- 他: 注文待ち10分、店1への移動6分、荷受け各1分、荷渡し各2分
- 稼働時間: 12時間、充電時間なし (走行時間外での充電や着脱式バッテリーの交換で対応)

1回当たり所要時間: 40分

1回当たり配送距離: 6km (3.0km/件)

1日当たり配送件数: 36件/台



※1: 事業者へのヒアリングをもとに推定

※2: 配送物の特性上、一定時間内に届けるものとして仮定

※3: 中速・中型の定義仮説②に該当する機体について、同定義に属する海外事業者(JD, Neolix, Meituan)の事例における運用速度から、最高20km/h、平均15km/hと仮定

※: 配送需要が無く稼働していない時間は無いと仮定

(1)①-3-2. 自動配送ロボットによる配送の推計 (3/3)

各サービスモデルごとに使用イメージを設定して、配送効率、配送時間等を設定し、自動配送ロボットによる1日・1台当たりの配送件数を推計した。

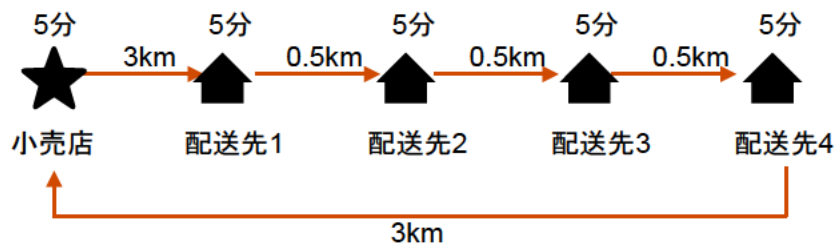
中速・中型 小売店配送(即時性高い)

- 配送効率: 4件/回^{※1}
- 配送距離: 7.5km(拠点から配送先まで3km、配送先間0.5km、戻り3km^{※1})
- 移動速度: 平均15km/h^{※1}
- 他: 荷受け5分、荷渡し各5分^{※1}
- 稼働時間: 12時間、充電時間なし(走行時間外での充電や着脱式バッテリーの交換で対応)

1回当たり所要時間: 55分

1回当たり配送距離: 7.5km(1.875km/件)

1日当たり配送件数: 52件/台



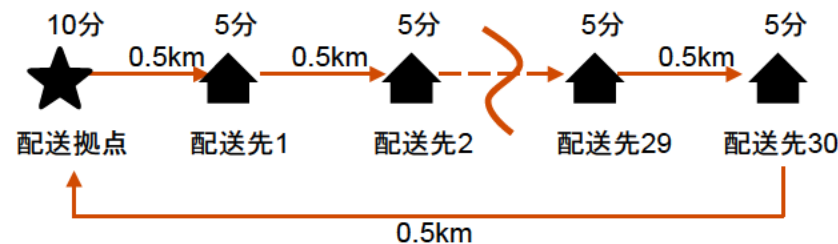
中速・中型 宅配便、小売店配送(即時性低い)

- 配送効率: 30件/回(完了率80%)^{※1 ※2}
- 配送距離: 15.5km(1件当たり0.5km)^{※1}
- 移動速度: 平均15km/h^{※1}
- 他: 荷受け10分、荷渡し各5分^{※1}
- 稼働時間: 12時間、充電時間なし(走行時間外での充電や着脱式バッテリーの交換で対応)

1回当たり所要時間: 222分

1回当たり配送距離: 15.5km(0.5km/個)

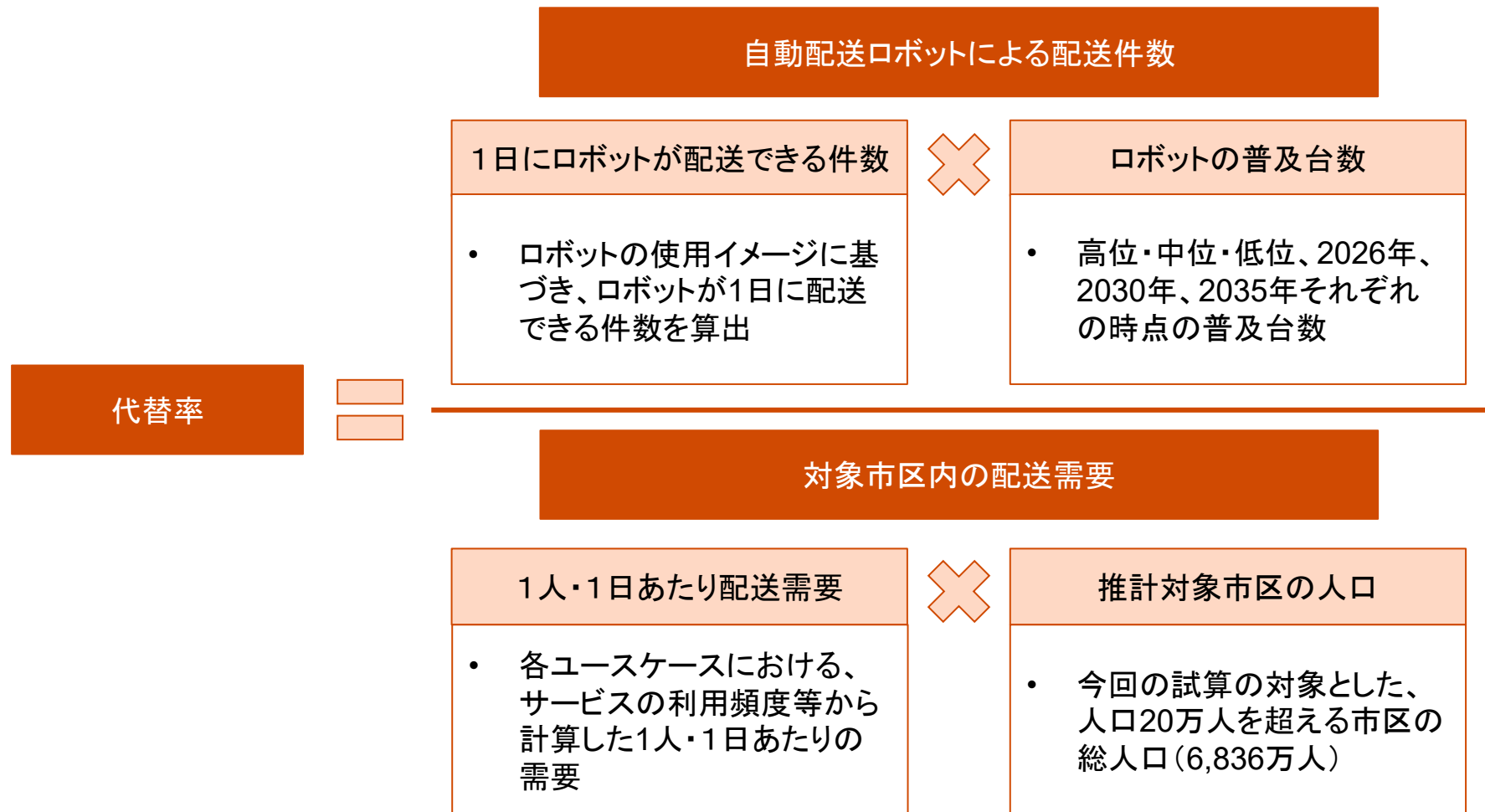
1日当たり配送件数: 78件/台 (97件x完了率80%)



※1: 事業者へのヒアリング等をもとに推定。速度は、中速・中型の定義仮説②に該当する機体について、同定義に属する海外事業者(JD, Neolix, Meituan)の事例における運用速度から、最高20km/h、平均15km/hと仮定
※2: 完了率: 荷物を配達完了できる割合。1回の配送のうち、不在等の理由で持ち帰らずに、概ね80%程度が配達完了できると仮定
※: 配送需要が無く稼働していない時間は無いと仮定

(1)①-3-3. 自動配送ロボットによる現行配送の代替の考え方

自動配送ロボットによる配送件数と、本事業で推計対象とする市区内の配送需要をそれぞれ算出した上で、自動配送ロボットによる配送件数が、配送需要全体に占める比率を代替率として算出した。



(1)①-3-3. 自動配送ロボットによる現行配送の代替の程度

対象市区内の配送需要に占める、ロボットによる配送件数を代替率として算出した。

サービスモデル	機体	年	需要 (件/日)	高位		中位		低位		ポテンシャル			
				配送件数※1	代替率	配送件数	代替率	配送件数	代替率	配送件数	代替率		
フードデリバリー	低速・ 小型	2026	1,258,552	4,710	0.37%	942	0.07%	471	0.04%	562,260	44.7%		
		2030		29,394	2.34%	5,879	0.47%	2,936	0.23%				
		2035		289,487	23.00%	57,887	4.60%	28,909	2.30%				
	中速・ 中型	2026		0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%			97,470	7.8%
		2030		1,368	0.11%	468	0.04%	216	0.02%				
		2035		35,317	2.81%	4,500	0.36%	972	0.08%				
小売店配送 (日用品・食料 品・医薬品)	低速・ 小型	2026	1,424,005	4,182	0.29%	836	0.06%	418	0.03%	712,368	50.0%		
		2030		34,791	2.44%	6,958	0.49%	2,606	0.18%				
		2035		351,377	24.68%	68,515	4.81%	26,537	1.86%				
	中速・ 中型	2026		0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%			580,242	40.7%
		2030		8,112	0.95%	2,730	0.19%	1,326	0.09%				
		2035		209,666	14.72%	26,624	1.87%	5,824	0.41%				
宅配便	低速・ 小型	2026	11,761,982	900	0.01%	180	0.00%	90	0.00%	115,416	0.8%※2		
		2030	12,729,585	5,977	0.05%	1,195	0.01%	561	0.00%				
		2035	14,029,940	59,080	0.42%	11,770	0.08%	5,558	0.04%				
	中速・ 中型	2026	11,761,982	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%			847,002	6.0%※2
		2030	12,729,585	11,856	0.16%	3,978	0.03%	1,950	0.02%				
		2035	14,029,940	306,082	2.18%	38,922	0.28%	8,502	0.06%				

(1)①-4-1. ヒアリング調査概要

自動配送ロボットを用いた実サービス、もしくは実サービス化を企図した実証実験の実績がある事業者を主な対象とした。ユースケースの将来の見通しや、走行距離、電費(燃費)等のCO₂排出量に関連する内容についてヒアリングを行った。

ヒアリングの 目的

- 自動配送ロボットによる物流分野の省エネルギー化に貢献する可能性の調査のため、実際に取り組む事業者からヒアリングし、自動配送ロボットの将来的な普及台数や、CO₂排出量削減の程度の推定を行う

ヒアリング先

【国内事業者】(11社にヒアリング実施)

- リアリティある回答を得るため、自動配送ロボットの社会実装に取り組んでいる事業者のうち、実サービスを展開、あるいは実サービス化を狙った実証を実施している事業者を中心とした。また、そのうち、サービスモデルごとに1社程度に絞った
- 加えて、中速・中型に関連する取組を行う事業者などを対象とした

【海外事業者】(中速・中型のCO₂排出量に関する事項について、5社にヒアリング実施)

- 中速・中型の主要な機体製造者を対象とした

ヒアリング 内容

- 自動配送ロボットを用いたサービスのユースケースと将来の見通し
- 配送ロボットと現行の配送手段のCO₂排出量比較を行うための、走行距離や燃費等

(1)①-4-2. ヒアリング内容 (国内) - サービスモデルの現状と見通し

各社のサービスモデルの現状と今後の見通しについて、以下の内容について回答を得た。

現在提供している自動配送ロボットを用いたサービス	
Q1	Q1-1 提供サービスのエリアの広さ、人口と、そのエリアに対して何台程度ロボットを配備しているか（もしくは、何人当たり何台程度のロボットを配備しているか）
	Q1-2 現在サービスを提供しているエリアでの、配送ロボットを活用したサービスの利用率はどれくらいか。
	Q1-3 現在提供しているサービスでは、1回の走行での複数個の配送など、効率的な配送がどの程度できているか。また、現在以上の効率化は可能と考えているか
自動配送ロボットを用いたサービスの将来の見通し	
Q2	Q2-1 将来、同様のユースケースで、1エリアおよびその人口あたり何台程度のロボットを配備することが望ましいと考えているか
	Q2-2 将来、同様のユースケースで、配送ロボットを活用したサービスの利用率はどの程度になると想定しているか
	Q2-3 同様のサービスを別の場所で展開する場合、すでに実施したエリアの人口規模（=需要）より少なくとも成立すると考えるか。その場合どれくらいが閾値とみているか(どれくらいの人口規模がないと成立しないか)
	Q2-4 国内において、2025年、2030年、2035年の時点で、低速・小型、中速・中型それぞれについて、どの程度普及が進んでいると考えるか。主な理由、要因もあわせて回答いただきたい
	Q2-5 同様のサービスモデルで、コストの観点から見て、どの程度であればサービスが収益的に成立すると考えているか

(1)①-4-3. ヒアリング内容(国内) - CO₂排出量関連の数値等

CO₂排出量の算出にあたり関連する以下の項目について、回答を得た。

Q3	自動配送ロボットの移動効率	
	Q3-1	ロボットの航続距離とバッテリー容量はどれくらいか
	Q3-2	自動配送ロボットの実際のユースケースでの電費はどれくらいか
	Q3-3	積載量による走行距離への影響はあるか
	Q3-4	ロボットの平均的な積載量はどれくらいか
Q4	自動配送ロボットの移動距離	
	Q4-1	デリバリサービスにおける荷物1個or配送先1件当たりの平均配送距離はどれくらいか
	Q4-2	提供しているサービスモデルでのロボット1台、1日当たりの配送件数はどれくらいか
	Q4-3	提供しているサービスモデルでのロボットの稼働率はどれくらいか
	Q4-4	提供しているサービスモデルでの、1件当たりの配送時間

(1)①-4-4. ヒアリング内容(海外) - CO₂排出量関連の数値等

CO₂排出量の算出にあたり関連する以下の項目について、回答を得た。

自動配送ロボットのCO ₂ 排出量	
Q1	Q1-1 自動配送ロボットの平均的な積載量、積載率はどの程度か
	Q1-2 単位移動距離あたりの消費電力量はどの程度か
	Q1-3 CO ₂ 排出量等に関する試算などは行っているか。行っている場合、概略を教えてください
	Q1-4 機体性能、配送量、電力量等に関して、今後どのような進展・改善があると考えているか。またその実現にはどういった取組が必要か

(1)①-4-5. サービスモデルに関するヒアリング結果のまとめ

サービスモデルによって各項目ともばらつきはあるが、総じて以下のような回答が得られた。

現在提供している自動配送ロボットを用いたサービス

Q1

- サービスモデルによって異なるが、概ね以下のような回答
 - サービスエリアの広さ、対象人口、ロボット台数：
概ね広さ～1km圏、対象人口は数千人、ロボット台数は1～4台程度
 - サービス利用率：
サービス登録率ベースで1～5%程度
 - 効率的な配送の程度：
現行は1回の走行で1件の配送がほとんど。1日の走行回数のうち、10～20%程度の割合で、2件以上配送できる場合もあり

自動配送ロボットを用いたサービスの将来の見通し

Q2

- サービスモデルによって異なるが、概ね以下のような回答
 - サービスエリアの広さ、対象人口、ロボット台数：
広さは～2km圏程度、対象人口は2.5～3万人、ロボット台数は～20台程度となる見通し
 - 理想的な利用率：
サービス提供エリアの人口に対して10～50%程度が理想
 - 人口規模の閾値：
サービス提供の形によるため意見にばらつきが大きい、6,000人/km²程度は少なくとも必要との意見もあり
 - 普及台数見通し：
低速・小型では、個社単位で、2025年に数十～数百台、2030年に数百～数千台、2035年に数千～数万台の規模と、各社意見にばらつきあり
 - コスト観点でのサービス収益性：
各社とも、コストダウンが進んでいけば成立する可能性が高いとの意見が多い

(1)①-4-6. 事業者ヒアリング 対象事業者 (国内)

国内のヒアリング対象企業は、官民協議会参画者を中心に選定した。うち以下11社より回答を受領した。

No	事業者	ヒアリング内容	
		サービスモデルの現状と見通し	CO ₂ 排出量関連数値
1	パナソニック ホールディングス株式会社	○	○
2	株式会社 ZMP	○	○
3	株式会社ティアフォー	○	○
4	楽天グループ株式会社	○	○
5	LOMBY株式会社	○	○
6	三菱商事株式会社	○	○
7	川崎重工業株式会社	○	○
8	ソフトバンク株式会社	-	○
9	京セラコミュニケーションシステム株式会社	○	○
10	ヤマト運輸株式会社	-	○
11	日本郵便株式会社	-	○

(1)①-4-7. 事業者ヒアリング 対象事業者 (海外)

海外の事業者は、中速・中型の機体を手掛ける以下5社より回答を受領した。

No	事業者	ヒアリング内容		
			サービスモデルの現状と見通し	CO ₂ 排出量関連数値
1	Refraction AI	米国	-	○
2	Neolix (新石器慧通(北京)科技有限公司)	中国	-	○
3	JD.com (京東商城)	中国	-	○
4	Meituan (美团)	中国	-	○
5	Nuro, Inc.	米国	-	○

(1) 自動配送ロボットを活用した配送サービスの省エネルギー化への貢献に関する調査

- ① 自動配送ロボットとラストワンマイル配送を担う現行の配送手段とを比較した、代替・補完可能性の程度に関する調査分析
- ② 自動配送ロボットを配送目的で使用する過程において発生するCO₂排出量と、現行の配送手段の使用過程において発生するCO₂排出量との比較に関する調査分析
- ③ 上記①及び②を踏まえた自動配送ロボットのCO₂排出量削減への貢献度に関する調査分析
- ④ 上記③を踏まえた、主に省エネルギー化への貢献の観点による、自動配送ロボットの導入拡大に関する社会的価値の体系的整理

(1)② 自動配送ロボットと現行配送のCO₂排出量比較に関する調査分析

自動配送ロボット、現行配送手段それぞれの配送条件を設定し、自動配送ロボット1台あたりのCO₂排出量、およびCO₂排出削減量を算出した。



(1)②-1. 自動配送ロボットと現行配送手段のCO₂排出量の比較方法

ヒアリング等で得られた情報を整理の上、CO₂排出量の算出にあたっての配送条件を設定した。自動配送ロボット、現行配送それぞれのCO₂排出量、および自動配送ロボット1台あたりのCO₂排出削減量の算出・比較を行った。

CO₂排出量算出に必要な項目の想定

1. 自動配送ロボット、 現行配送の 配送条件の設定

- 現行の手段での配送量等をデスクトップ調査ベースで想定
- ヒアリング、デスクトップ調査をもとに、各サービスモデルにおける配送1個当たりの走行距離、電費等を整理・設定
- 低速・小型と中速・中型の配送手段の重複は加味しない

2. 自動配送ロボット、 現行配送の CO₂排出量の算出

- 自動配送ロボットを配送目的で使用する過程において発生するCO₂排出量のみが対象 (原材料の調達、生産、流通・販売、廃棄等のプロセスで発生するものは対象外)
- CO₂排出量の算出には、入手可能な情報を用いて精度高く算出できる、燃費法を利用
- 自動配送ロボット1台当たりCO₂排出量を算出
- 同等の配送に必要な現行配送手段のCO₂排出量も算出

3. 自動配送ロボット 1台当たりのCO₂排出 削減量の算出

- 自動配送ロボットによるものと、現行配送手段によるもののCO₂排出量を差し引き、1台当たりのCO₂排出量削減効果を算出

シナリオごとのCO₂排出量

普及台数に基づく、 CO₂排出削減量

- 低速・小型、中速・中型それぞれで仮説立てした、低位・中位・高位の3パターンで、2026年、2030年、2035年のそれぞれの時点における、サービスモデルごとの普及台数に対し、自動配送ロボット1台当たりのCO₂排出量を掛け合わせ算出

(1)②-1-1. (再掲)配送条件の設定 - 走行距離等の設定 (1/3)

CO₂排出量の算出にあたり、各サービスモデルごとに使用イメージを設定して、配送距離等の計算を行った。

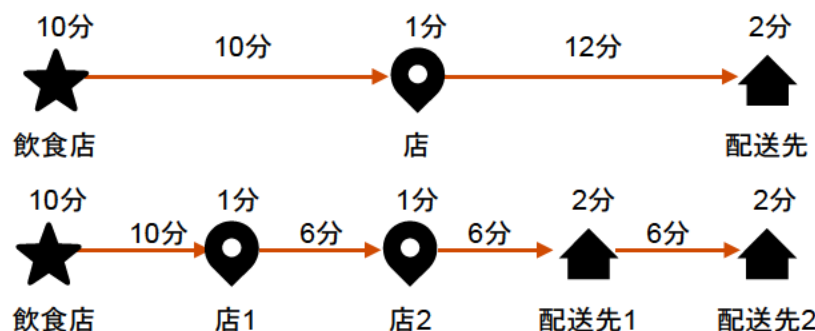
低速・小型 フードデリバリー

- 配送効率: 基本は1件/回、4回に1回は2件/回※1
- 配送時間: 注文から20~30分程度程度で完了※2
- 移動速度: 平均4km/h※1
- 他: 注文待ち10分、店への移動10分、荷受け各1分、荷渡し各2分
- 稼働時間: 12時間、うち充電時間2時間

1回当たり所要時間: 35分(1件)、44分(2件)

1回当たり配送距離: 1.25km

1日当たり配送件数: 20件/台



※1: 事業者へのヒアリングをもとに推定
※2: 配送物の特性上、一定時間内に届けるものとして仮定
※: 配送需要が無く稼働していない時間は無いと仮定

低速・小型 小売店配送

- 配送効率: 2件/回※1
- 配送距離: 2.5km(拠点から配送先1km、配送先間0.5km、戻り1km※1)
- 移動速度: 平均4km/h※1
- 他: 注文待ち10分、荷受け(ピッキング含む)10分、荷渡し各2分
- 稼働時間: 12時間、うち充電時間2時間

1回当たり所要時間: 61.5分

1回当たり配送距離: 2.5km(1.25km/件)

1日当たり配送件数: 18件/台



(1)②-1-1. (再掲)配送条件の設定 - 走行距離等の設定 (2/3)

CO₂排出量の算出にあたり、各サービスモデルごとに使用イメージを設定して、配送距離等の計算を行った。

低速・小型 宅配便

- 配送効率: 4件/回^{※1}
- 配送距離: 3.5km (拠点から配送先まで1km、配送先間0.5km、戻り1km^{※1})
- 移動速度: 平均4km/h^{※1}
- 他: 荷受け5分、荷渡し各5分
- 稼働時間: 12時間、うち充電時間2時間

1回当たり所要時間: 77.5分

1回当たり配送距離: 3.5km (0.875km/件)

1日当たり配送件数: 28件/台



中速・中型 フードデリバリー

- 配送効率: 2件/回
- 配送時間: 注文から30分程度で配送完了^{※2}
- 移動速度: 平均15km/h^{※3}
- 他: 注文待ち10分、店1への移動6分、荷受け各1分、荷渡し各2分
- 稼働時間: 12時間、充電時間なし (走行時間外での充電や着脱式バッテリーの交換で対応)

1回当たり所要時間: 40分

1回当たり配送距離: 6km (3.0km/件)

1日当たり配送件数: 36件/台



※1: 事業者へのヒアリングをもとに推定

※2: 配送物の特性上、一定時間内に届けるものとして仮定

※3: 中速・中型の定義仮説②に該当する機体について、同定義に属する海外事業者(JD, Neolix, Meituan)の事例における運用速度から、最高20km/h、平均15km/hと仮定

※: 配送需要が無く稼働していない時間は無いと仮定

(1)②-1-1. (再掲)配送条件の設定 - 走行距離等の設定 (3/3)

CO₂排出量の算出にあたり、各サービスモデルごとに使用イメージを設定して、配送距離等の計算を行った。

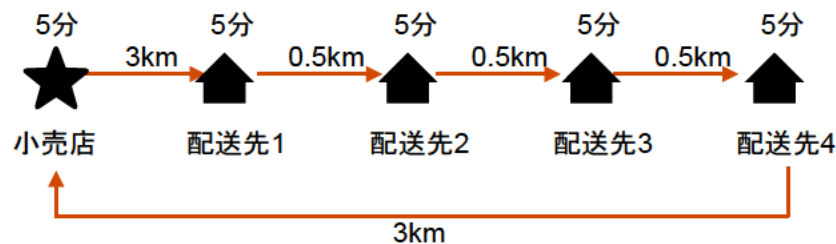
中速・中型 小売店配送(即時性高い)

- 配送効率: 4件/回^{※1}
- 配送距離: 7.5km(拠点から配送先まで3km、配送先間0.5km、戻り3km^{※1})
- 移動速度: 平均15km/h^{※1}
- 他: 荷受け5分、荷渡し各5分^{※1}
- 稼働時間: 12時間、充電時間なし(走行時間外での充電や着脱式バッテリーの交換で対応)

1回当たり所要時間: 55分

1回当たり配送距離: 7.5km(1.875km/件)

1日当たり配送件数: 52件/台



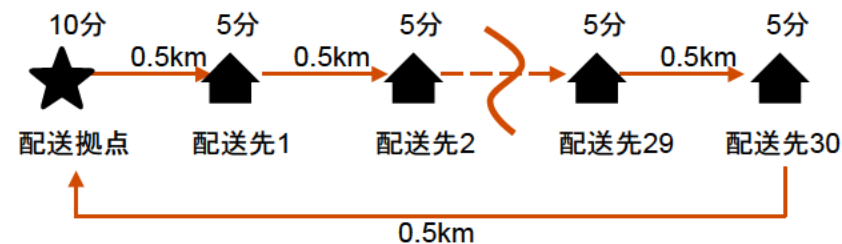
中速・中型 宅配便、小売店配送(即時性低い)

- 配送効率: 30件/回(完了率80%)^{※1,2}
- 配送距離: 15.5km(1件当たり0.5km)^{※1}
- 移動速度: 平均15km/h^{※1}
- 他: 荷受け10分、荷渡し各5分^{※1}
- 稼働時間: 12時間、充電時間なし(走行時間外での充電や着脱式バッテリーの交換で対応)

1回当たり所要時間: 222分

1回当たり配送距離: 15.5km(0.5km/個)

1日当たり配送件数: 78件/台(97件x完了率80%)



※1: 事業者へのヒアリング等をもとに推定。速度は、中速・中型の定義仮説②に該当する機体について、同定義に属する海外事業者(JD, Neolix, Meituan)の事例における運用速度から、最高20km/h、平均15km/hと仮定
※2: 完了率: 荷物を配達完了できる割合。1回の配送のうち、不在等の理由で持ち帰らずに、概ね80%程度が配達完了できると仮定
※: 配送需要が無く稼働していない時間は無いと仮定

(1)②-1. 自動配送ロボットと現行配送手段のCO₂排出量の比較方法

(1)②-1-1. 配送条件の設定 – 燃費等の設定 (1/2)

事業者へのヒアリングや公的・一般統計をもとに、CO₂排出量の算出に必要な数値を設定した。

項目	機体	数値	出典
自動配送ロボットの電費	低速・小型	68Wh/km	国内事業者へのヒアリングをもとに平均値を算出
	中速・中型	111Wh/km	国内外の事業者へのヒアリングおよびEV等の数値をもとに算出
現行配送手段の燃費	軽バン	14.4km/L	3車種(スズキ エブリイ、ダイハツ ハイゼットカーゴ、ホンダ N-VAN)の燃費(WLTC市街地モード)を平均し、1年間のうち6か月エアコン稼働(稼働時12%の燃費悪化)を想定し算出
	原付バイク	59.5km/L	3車種(ヤマハ JOG、ホンダ ベンリィ、ホンダ スーパーカブ)の燃費(WMTCモード クラス1)を平均して算出
	フード、日用品等採用値	24.8km/L	フリーランス協会「フリーランス白書2022」から、配送に使用する手段(原付バイク38.8%、軽貨物12.2%)の比率で上記軽バン、原付バイクの燃費を平均して算出 https://blog.freelance-jp.org/wp-content/uploads/2022/03/202302FreelanceSurvey2022.pdf
CO ₂ 排出係数	電気	0.331kg/kWh (2026) 0.250kg/kWh (2030, 2035)	資源エネルギー庁「2030年度におけるエネルギー需給の見通し(関連資料)」および環境省「電気の供給を受ける契約に係る考え方について(案)」より。2035年は2030年と同等とした。 https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/20211022_03.pdf https://www.env.go.jp/content/000081247.pdf
	ガソリン	2.322kg/L	経済産業省・環境省「特定排出者の事業活動に伴う温室効果ガスの排出量の算定に関する省令」より https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=418M60001400003

(1)②-1. 自動配送ロボットと現行配送手段のCO₂排出量の比較方法

(1)②-1-1. 配送条件の設定 – 燃費等の設定 (2/2)

事業者へのヒアリングやロボットの仕様をもとに、配送ロボットの電費を算出した。

機体タイプ	機体	燃費 (電費)	備考
低速・小型	A	48Wh/km	ヒアリングをもとに、バッテリー容量と稼働時間から計算
	B	96Wh/km	ヒアリングをもとに、バッテリー容量と稼働時間から計算
	C	100Wh/km	ヒアリングをもとに、バッテリー容量とスペック上の航続距離から計算
	D	75Wh/km	ヒアリングをもとに、実使用上のデータから計算
	E	21Wh/km	ヒアリングをもとに、バッテリー容量とスペック上の航続距離から計算
	採用値	68Wh/km	上記A~Eの平均値
中速・中型	F	111Wh/km	ヒアリングをもとに、バッテリー容量と航続距離から計算
	G	64.5Wh/km	ヒアリングをもとに記載
	H	325Wh/km	ヒアリングをもとに、バッテリー容量と航続距離から計算
	採用値	111Wh/km	上記のうち、EVの電費※も参考にしつつ、Fの値を採用

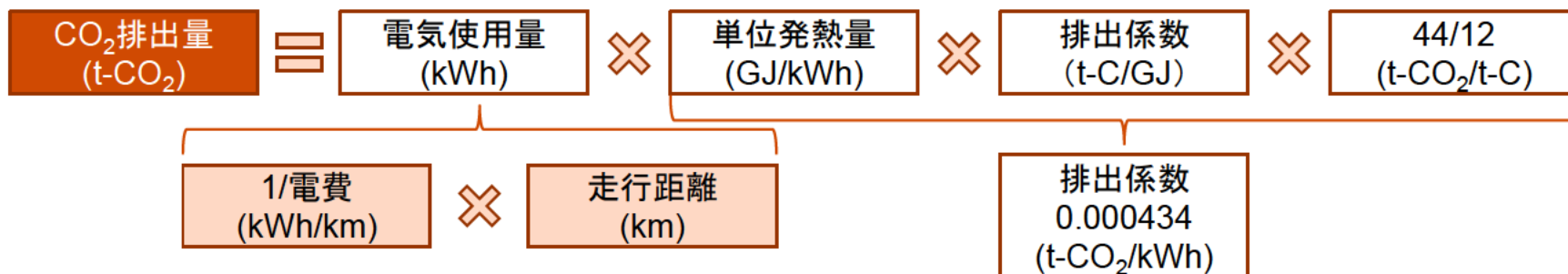
※: EVはkWあたり5~8km程度走行すると想定(参考: <https://evdays.tepco.co.jp/entry/2021/04/27/000008>)。1000Wh÷5~8km=200~125Wh/kmとなる。中速・中型の方が軽量であり、上記情報の中では111Wh/kmが妥当と推定

(1)②-1. 自動配送ロボットと現行配送手段のCO₂排出量の比較方法

(1)②-1-2. CO₂排出量の算定方法

計算の精度および情報の入手可能性から、燃費法(電費法)を用いて算定した。

手法	計算方法(略)	必要な情報	備考	選定/落選理由
燃料法	燃料使用量 x CO ₂ 排出係数	燃料使用量		燃料使用量を直接入手できない
燃費法	輸送距離/燃費 x CO ₂ 排出係数	燃費、輸送距離		入手可能な情報の中で精度が高い
改良トンキロ法	輸送トンキロ x 改良CO ₂ 排出原単位	輸送重量、輸送距離、積載率	トラックのみ	トラック限定 電気自動車の原単位が無い 燃費法より精度が低い
従来トンキロ法	輸送トンキロ x 従来CO ₂ 排出原単位	輸送重量、輸送距離		電気自動車の原単位が無い 燃費法より精度が低い



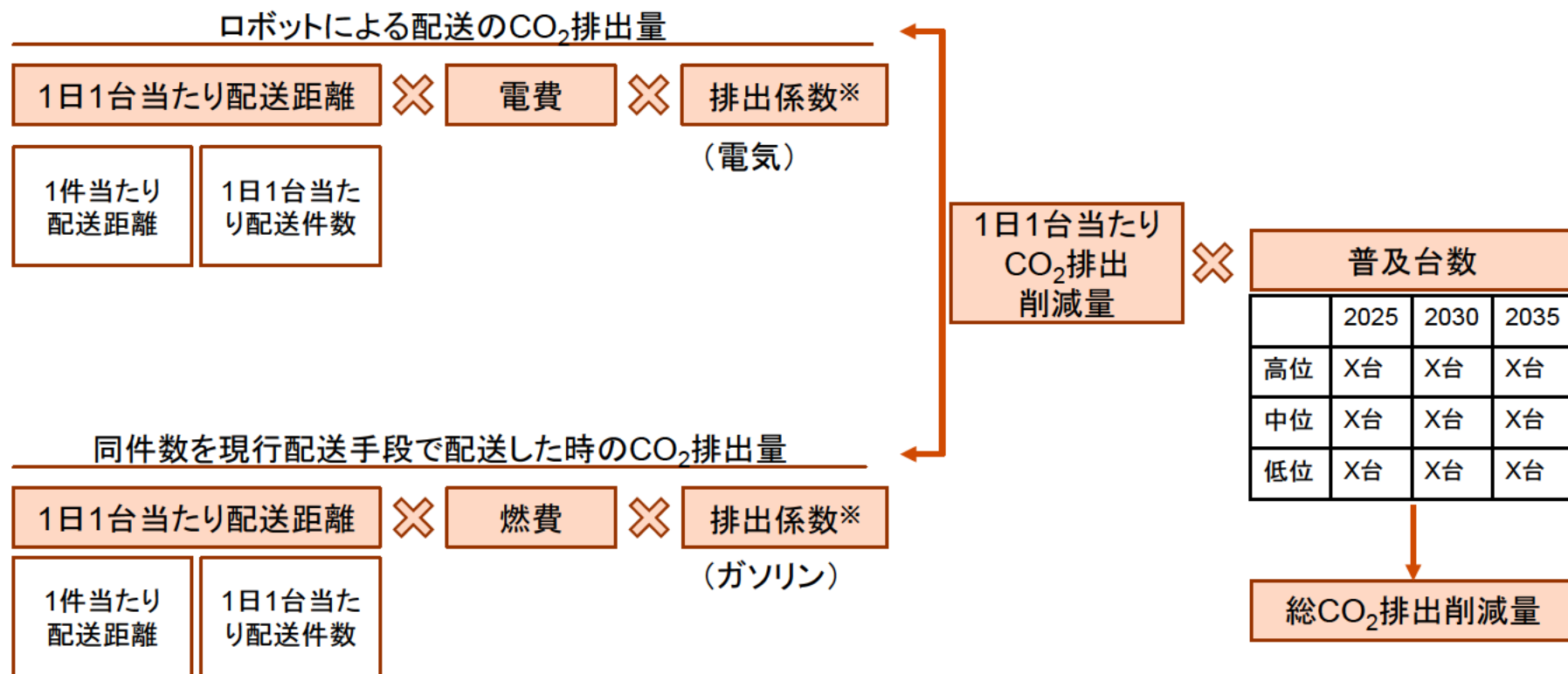
経済産業省・国土交通省「物流分野のCO₂排出量に関する算定方法ガイドライン」 <https://www.greenpartnership.jp/co2brochure.pdf>

経済産業省・国土交通省「ロジスティクス分野におけるCO₂排出量算定方法 共同ガイドラインVer. 3.2」 https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/ninushi/pdf/guidelinev3.2.pdf

環境省「電気事業者別排出係数一覧」令和5年提出用 https://ghg-santeikohyo.env.go.jp/files/calc/r05_coefficient_rev4.pdf

(1)②-1-3. CO₂排出削減量の算出方法

自動配送ロボットと現行配送手段が、同じ件数を運ぶ場合のCO₂排出量を算出した。それらを差し引いて、各サービスモデルの1台・1日当たりの削減量を算出した。普及台数を乗じて、総CO₂排出削減量を算出した。



※資源エネルギー庁「2030年度におけるエネルギー需給の見通し(関連資料)」および環境省「電気の供給を受ける契約に係る考え方について(案)」を用い、2035年は2030年と同等として算出する
https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/20211022_03.pdf
<https://www.env.go.jp/content/000081247.pdf>

(1)②-1. 自動配送ロボットと現行配送手段のCO₂排出量の比較方法

(1)②-1-3. 1台当たりのCO₂排出量・排出削減量

走行距離・配送件数を用いて、1台当たりのCO₂排出量を算出した。現行配送手段が同等の配送を行う場合の排出量と比較した。

ユースケース		機体	1件当たり 配送距離	1日当たり 配送件数	電費/ 燃費	排出係数	1日1台当たり CO ₂ 排出量	1日1台当たり CO ₂ 排出削減量
フード デリバリー		低速・小型	1.3km	20	68 Wh/km	0.331kg/kWh(2026) 0.250kg/kWh(2030, 2035)	0.6kg(2026) 0.4kg(2030, 2035)	1.8kg(2026) 1.9kg(2030, 2035)
		中速・中型	3.0km	36	111 Wh/km	0.331kg/kWh(2026) 0.250kg/kWh(2030, 2035)	4.0kg(2026) 3.0kg(2030, 2035)	6.1kg(2026) 7.1kg(2030, 2035)
		現行配送	ロボットと 同じ※1	ロボットと 同じ	0.040 L/km	2.32kg-CO ₂ /L	低速・小型相当:2.3kg 中速・中型相当:10.1kg	—
小売店 配送	即時性 高い	低速・小型	1.3km	18	68 Wh/km	0.331kg/kWh(2026) 0.250kg/kWh(2030, 2035)	0.6kg(2026) 0.4kg(2030, 2035)	1.6kg(2026) 1.7kg(2030, 2035)
		中速・中型	1.5km	52	111 Wh/km	0.331kg/kWh(2026) 0.250kg/kWh(2030, 2035)	3.5kg(2026) 2.7kg(2030, 2035)	5.6kg(2026) 6.4kg(2030, 2035)
		現行配送	ロボットと 同じ	ロボットと 同じ	0.040 L/km	2.32kg-CO ₂ /L	低速・小型相当:2.1kg 中速・中型相当:9.1kg	—
	即時性 低い	中速・中型	0.5km	97※2	111 Wh/km	0.331kg/kWh(2026) 0.250kg/kWh(2030, 2035)	1.8kg(2026) 1.3kg(2030, 2035)	7.2kg(2026) 7.7kg(2030, 2035)
		現行配送	0.58km※3	ロボットと 同じ	0.069 L/km	2.32kg-CO ₂ /L	中速・中型相当:9.0kg	—
宅配便		低速・小型	0.9km	28	68 Wh/km	0.331kg/kWh(2026) 0.250kg/kWh(2030, 2035)	0.6kg(2026) 0.4kg(2030, 2035)	2.0kg(2026) 2.2kg(2030, 2035)
		中速・中型	0.5km	97※2	111 Wh/km	0.331kg/kWh(2026) 0.250kg/kWh(2030, 2035)	1.8kg(2026) 1.3kg(2030, 2035)	7.2kg(2026) 7.7kg(2030, 2035)
		現行配送	0.58km※3	ロボットと 同じ	0.069 L/km	2.32kg-CO ₂ /L	低速・小型相当:2.6kg 中速・中型相当:9.0kg	—

※1: 店舗と注文者の距離は固定であるため、現状の配送がロボットに代替されると想定

※2: 配送完了件数は不在等により減少するが、走行距離は完了率と関係ないため配送先件数で計算

※3: 国土交通省「宅配の再配達への削減に向けた受取方法の多様化の促進等に関する検討会 報告書」(2015年) <https://www.mlit.go.jp/common/001106397.pdf>

(参考)荷物1件当たりのCO₂排出削減量

自動配送ロボットは、現行配送手段に比べ、荷物1件当たり低速・小型で82%程度、中速・中型で73%程度のCO₂削減に貢献する。

	1日1台当たりCO ₂ 排出量	1日1台当たり配送件数	1件当たりCO ₂ 排出量(平均)
低速・小型	フードデリバリー:0.42kg 小売店配送:0.38kg 宅配便:0.41kg	フードデリバリー:20件 小売店配送:18件 宅配便:28件	0.0191kg/件
現行配送 (低速・小型相当)	フードデリバリー:2.34kg 小売店配送:2.10kg 宅配便:2.61kg		0.109kg/件
中速・中型	フードデリバリー:3.00kg 小売店配送:2.71kg 宅配便:1.35kg	フードデリバリー:36件 小売店配送:52件 宅配便:97件	0.0498kg/件
現行配送 (中速・中型相当)	フードデリバリー:10.09kg 小売店配送:9.11kg 宅配便:9.04kg		0.183kg/件

82%減

73%減

※2030年の排出係数で計算

(1) 自動配送ロボットを活用した配送サービスの省エネルギー化への貢献に関する調査

- ① 自動配送ロボットとラストワンマイル配送を担う現行の配送手段とを比較した、代替・補完可能性の程度に関する調査分析
- ② 自動配送ロボットを配送目的で使用する過程において発生するCO₂排出量と、現行の配送手段の使用過程において発生するCO₂排出量との比較に関する調査分析
- ③ 上記①及び②を踏まえた自動配送ロボットのCO₂排出量削減への貢献度に関する調査分析
- ④ 上記③を踏まえた、主に省エネルギー化への貢献の観点による、自動配送ロボットの導入拡大に関する社会的価値の体系的整理

(1)③ 自動配送ロボットのCO₂排出量削減への貢献度に関する調査分析

(1)③ 自動配送ロボットのCO₂排出量削減への貢献度の調査分析

自動配送ロボット1台あたりのCO₂排出削減量と、シナリオ別普及台数を掛け合わせ、シナリオ別のCO₂排出量削減効果を算出した。



(1)③-1. 自動配送ロボットのCO₂排出量削減への貢献度の算出方法

自動配送ロボット1台あたりのCO₂排出削減量と、普及台数を掛け合わせ、シナリオごとにCO₂排出削減量の算出を行った。

CO₂排出量算出に必要な項目の想定

1.自動配送ロボット、
現行配送の
配送条件の推計

- 現行の手段での配送量等をデスクトップ調査ベースで想定
- ヒアリング、デスクトップ調査をもとに、各サービスモデルにおける配送1個当たりの走行距離、電費等を整理・設定
- 低速・小型と中速・中型の配送手段の重複は加味しない

2.自動配送ロボット、
現行配送の
CO₂排出量の算出

- 自動配送ロボットを配送目的で使用する過程において発生するCO₂排出量のみが対象 (原材料の調達、生産、流通・販売、廃棄等のプロセスで発生するものは対象外)
- CO₂排出量の算出には、入手可能な情報を用いて精度高く算出できる、燃費法を利用
- 自動配送ロボット1台当たりCO₂排出量を算出
- 同等の配送に必要な現行配送手段のCO₂排出量も算出

3.自動配送ロボット
1台当たりのCO₂排出
削減量の算出

- 自動配送ロボットによるものと、現行配送手段によるもののCO₂排出量を差し引き、1台当たりのCO₂排出量削減効果を算出

シナリオごとのCO₂排出量

普及台数に基づく、
CO₂排出削減量

- 低速・小型、中速・中型それぞれで仮説立てした、低位・中位・高位の3パターンで、2026年、2030年、2035年のそれぞれの時点における、サービスモデルごとの普及台数に対し、自動配送ロボット1台当たりのCO₂排出量を掛け合わせ算出

(1)③-1-1. (再掲)低速・小型 - シナリオ別普及台数

シナリオ別の台数算出前提に基づき、2035年時点で、高位36,105台、中位7,121台、低位3,118台と算出した。

ポテンシャル台数

71,811台

(◎:59,572台 ○:9,297台 △:2,949台)

想定年平均成長率(CAGR)

シナリオを問わず、評価ごとに、CAGR58%で台数が伸長すると想定

	シナリオ内容(どのような状況とみるか)	評価	2026年	2030年	2035年	2035年時点 ポテンシャル 台数実現率
高位	<ul style="list-style-type: none"> インフラ連携も含めた技術面・運用面での進歩により、機体・運用コストの低下が早期に進む。また、ロボットによる配送サービスが早期に社会的に受容される 2035年の時点で、サービスモデルのうち◎○△の多くが実現 	◎	500台	3,616台	36,105台	50%
		○	500台	3,116台	30,682台	52%
		○		500台*	4,923台	53%
		△			500台*	17%
中位	<ul style="list-style-type: none"> インフラ連携も含めた技術面・運用面での進歩により、機体・運用コストの低下が一定程度進む。また、ロボットによる配送サービスが社会的に受容される 2035年の時点で、サービスモデルのうち◎○の一部が実現 	◎	100台	723台	7,121台	10%
		○	100台	623台	6,136台	10%
		○		100台*	985台	11%
		△				
低位	<ul style="list-style-type: none"> インフラ連携も含めた技術面・運用面での進歩や、それに伴う機体・運用コストの低下が緩やかに進む。また、ロボットによる配送サービスが社会的にゆるやかに受け入れられる 2035年の時点で、サービスモデルのうち◎が面的に広がり、○の一部が実現するにとどまる 	◎	50台	312台	3,118台	4%
		○	50台	312台	3,068台	5%
		○			50台*	1%
		△				

(1)③-1-2. (再掲)中速・中型 - シナリオ別普及台数

シナリオ別の台数算出前提に基づき、2035年時点で、高位7,748台、中位985台、低位216台と算出した。

ポテンシャル台数

21,442台

想定年平均成長率(CAGR)

高位

73%

中位

58%

低位

34%

2028年頃から社会実装

	シナリオの考え方	2026年	2030年	2035年	2035年時点 ポテンシャル 台数実現率
高位	<ul style="list-style-type: none"> 早い段階から研究開発、実証が多く行われ、安全性等を担保しつつ、機体・運用コストの低下が早い段階で進む。また、有効なサービスモデルが早期に見いだされ、社会的に受容される 2035年の時点で、早期コスト低下により一部サービスモデルが実現し、面的に広がる 	NA	500台	7,748台	36%
中位	<ul style="list-style-type: none"> 研究開発、実証が一定行われ、安全性等を担保しつつ、機体・運用コストの低下が一定進む。また、有効なサービスモデルが見いだされ、社会的に受容される 2035年の時点で、コスト低下が段階的に進み、一部サービスモデルが実現 	NA	100台	985台	5%
低位	<ul style="list-style-type: none"> 研究開発、実証が一部行われ、安全性等を担保しつつ、機体・運用コストの低下が部分的に進む。また、有効なサービスモデルが部分的に見いだされ、社会的に受容される 2035年の時点で、実証に加えその延長で一部のサービスが実現 	NA	50台	216台	1%

(1)③-1. 自動配送ロボットのCO₂排出量削減への貢献度の算出方法

(1)③-1-3. (再掲) 1台あたりのCO₂排出量・排出削減量

走行距離・配送件数から1日のCO₂排出量を算出した。現行配送手段が同等の配送を行う場合の排出量と比較した。

ユースケース		機体	1件当たり 配送距離	1日当たり 配送件数	電費/ 燃費	排出係数	1日1台当たり CO ₂ 排出量	1日1台当たり CO ₂ 排出削減量
フード デリバリー		低速・小型	1.3km	20	68 Wh/km	0.331kg/kWh(2026) 0.250kg/kWh(2030, 2035)	0.6kg(2026) 0.4kg(2030, 2035)	1.8kg(2026) 1.9kg(2030, 2035)
		中速・中型	3.0km	36	111 Wh/km	0.331kg/kWh(2026) 0.250kg/kWh(2030, 2035)	4.0kg(2026) 3.0kg(2030, 2035)	6.1kg(2026) 7.1kg(2030, 2035)
		現行配送	ロボットと 同じ※1	ロボットと 同じ	0.040 L/km	2.32kg-CO ₂ /L	低速・小型相当:2.3kg 中速・中型相当:10.1kg	—
小売店 配送	即時性 高い	低速・小型	1.3km	18	68 Wh/km	0.331kg/kWh(2026) 0.250kg/kWh(2030, 2035)	0.6kg(2026) 0.4kg(2030, 2035)	1.6kg(2026) 1.7kg(2030, 2035)
		中速・中型	1.5km	52	111 Wh/km	0.331kg/kWh(2026) 0.250kg/kWh(2030, 2035)	3.5kg(2026) 2.7kg(2030, 2035)	5.6kg(2026) 6.4kg(2030, 2035)
		現行配送	ロボットと 同じ	ロボットと 同じ	0.040 L/km	2.32kg-CO ₂ /L	低速・小型相当:2.1kg 中速・中型相当:9.1kg	—
	即時性 低い	中速・中型	0.5km	97※2	111 Wh/km	0.331kg/kWh(2026) 0.250kg/kWh(2030, 2035)	1.8kg(2026) 1.3kg(2030, 2035)	7.2kg(2026) 7.7kg(2030, 2035)
		現行配送	0.58km※3	ロボットと 同じ	0.069 L/km	2.32kg-CO ₂ /L	中速・中型相当:9.0kg	—
宅配便		低速・小型	0.9km	28	68 Wh/km	0.331kg/kWh(2026) 0.250kg/kWh(2030, 2035)	0.6kg(2026) 0.4kg(2030, 2035)	2.0kg(2026) 2.2kg(2030, 2035)
		中速・中型	0.5km	97※2	111 Wh/km	0.331kg/kWh(2026) 0.250kg/kWh(2030, 2035)	1.8kg(2026) 1.3kg(2030, 2035)	7.2kg(2026) 7.7kg(2030, 2035)
		現行配送	0.58km※3	ロボットと 同じ	0.069 L/km	2.32kg-CO ₂ /L	低速・小型相当:2.6kg 中速・中型相当:9.0kg	—

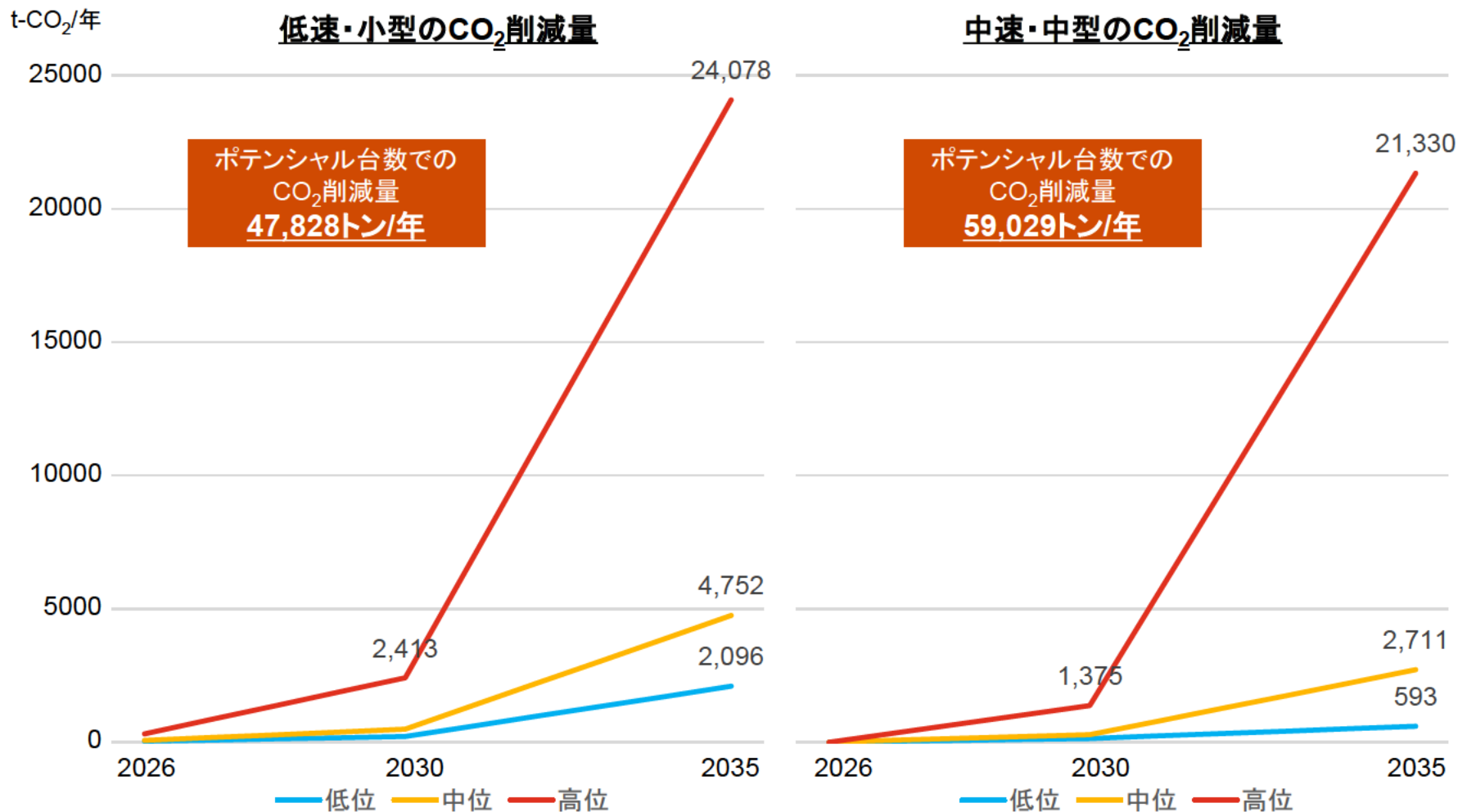
※1: 店舗と注文者の距離は固定であるため、現状の配送がロボットに代替されると想定

※2: 配送完了件数は不在等により減少するが、走行距離は完了率と関係ないため配送先件数で計算

※3: 国土交通省「宅配の再配達への削減に向けた受取方法の多様化の促進等に関する検討会 報告書」(2015年) <https://www.mlit.go.jp/common/001106397.pdf>

(1)③-1-4. シナリオ別CO₂排出削減量

高位シナリオでは、低速・小型で年間2.4万トン、中速・中型で年間2.1万トンの削減が見込まれる。低速・小型で年間4.8万トン、中速・中型で年間5.9万トンの削減ポテンシャルがある。



(1)③-1. 自動配送ロボットのCO₂排出量削減への貢献度の算出方法

(1)③-1-4. シナリオ別CO₂排出削減量(詳細)

自動配送ロボット1台当たりのCO₂排出削減量に、普及台数を掛け、総削減量を算出した。

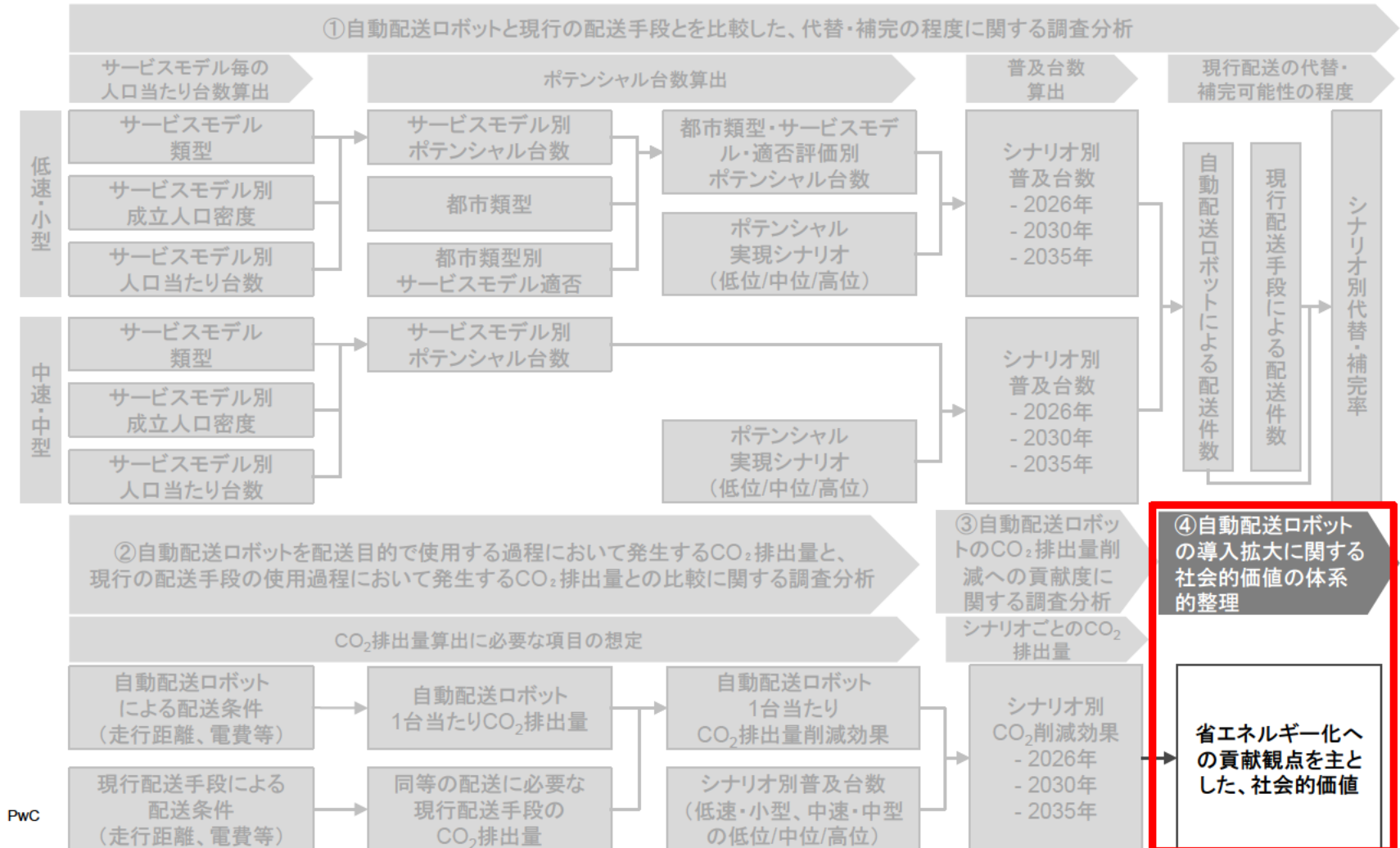
サービスモデル	機体	年	1日1台当たり CO ₂ 削減量 (kg-CO ₂ /日・台)	高位		中位		低位		ポテンシャル CO ₂ 削減量 (t-CO ₂ /年)
				普及台数 (台)	CO ₂ 削減量 (t-CO ₂ /年)	普及台数 (台)	CO ₂ 削減量 (t-CO ₂ /年)	普及台数 (台)	CO ₂ 削減量 (t-CO ₂ /年)	
フードデリバリー	低速・小型	2026	1.8	236	153	47	31	24	15	19,670
		2030	1.9	1,470	1,028	294	206	147	103	
		2035	1.9	14,474	10,128	2,894	2,025	1,445	1,011	
	中速・中型	2026	6.1	0	0	0	0	0	0	7,028
		2030	7.1	63	164	13	33	6	16	
		2035	7.1	981	2,540	125	323	27	71	
小売店配送	即時性高い	2026	1.6	232	135	46	27	23	14	24,855
		2030	1.7	1,933	1,214	387	243	145	91	
		2035	1.7	19,521	12,260	3,806	2,391	1,474	926	
	中速・中型	2026	5.6	0	0	0	0	0	0	3,007
		2030	6.4	30	70	6	14	3	7	
		2035	6.4	465	1,087	59	138	13	30	
	即時性低い	2026	7.2	0	0	0	0	0	0	18,488
		2030	7.7	153	430	31	87	15	42	
		2035	7.7	2,378	6,680	302	848	66	185	
宅配便	低速・小型	2026	2.0	32	24	6	5	3	2	3,302
		2030	2.2	213	171	43	34	20	16	
		2035	2.2	2,110	1,690	420	337	198	159	
	中速・中型	2026	7.2	0	0	0	0	0	0	30,506
		2030	7.7	253	711	51	143	25	70	
		2035	7.7	3,924	11,024	499	1,402	109	306	

(1) 自動配送ロボットを活用した配送サービスの省エネルギー化への貢献に関する調査

- ① 自動配送ロボットとラストワンマイル配送を担う現行の配送手段とを比較した、代替・補完可能性の程度に関する調査分析
- ② 自動配送ロボットを配送目的で使用する過程において発生するCO₂排出量と、現行の配送手段の使用過程において発生するCO₂排出量との比較に関する調査分析
- ③ 上記①及び②を踏まえた自動配送ロボットのCO₂排出量削減への貢献度に関する調査分析
- ④ 上記③を踏まえた、主に省エネルギー化への貢献の観点による、自動配送ロボットの導入拡大に関する社会的価値の体系的整理

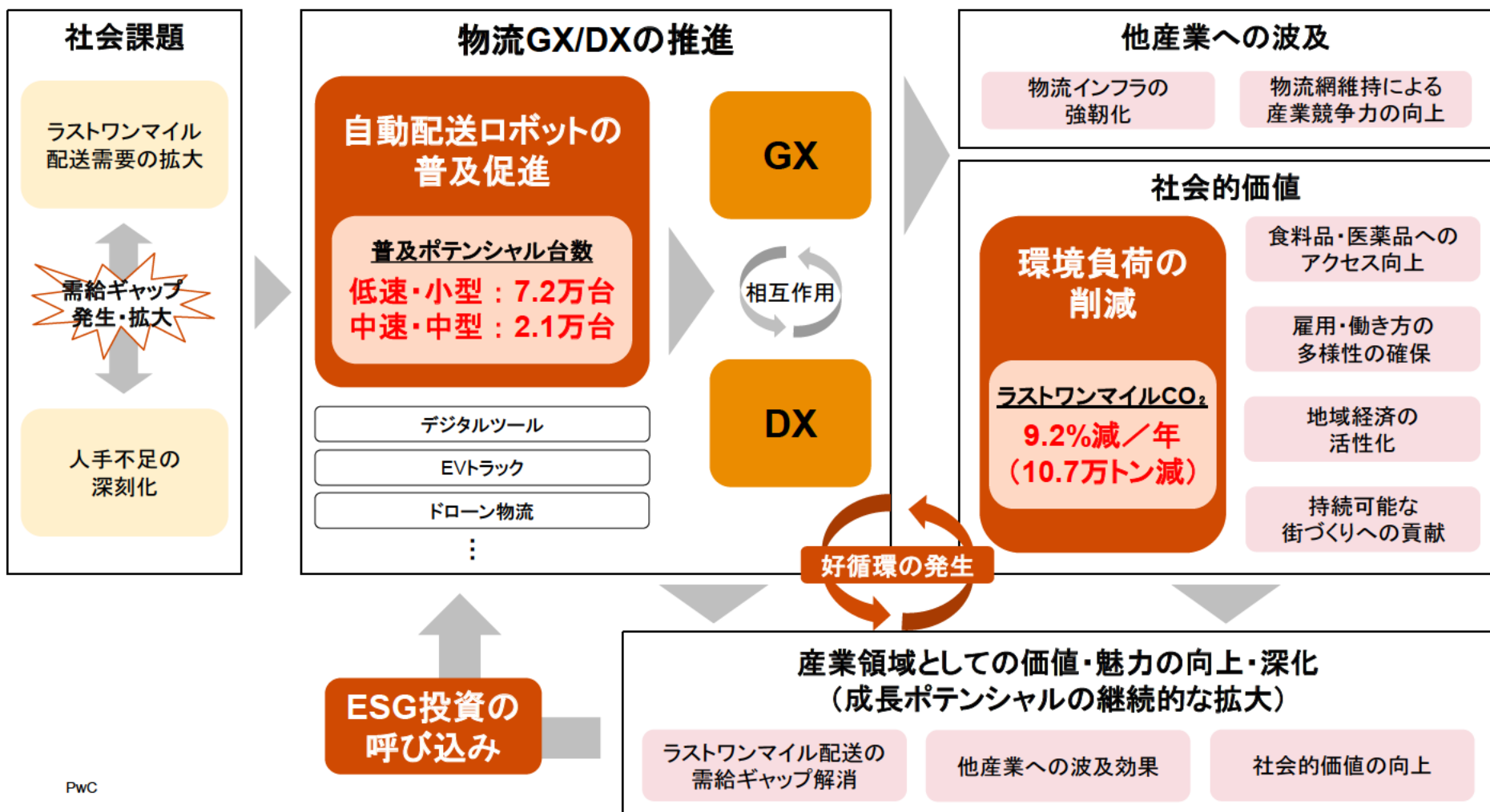
(1)④ 自動配送ロボットの導入拡大に関する社会的価値の体系的整理

①～③までの調査結果をもとに、自動配送ロボットの導入拡大に関する社会的価値を整理した。



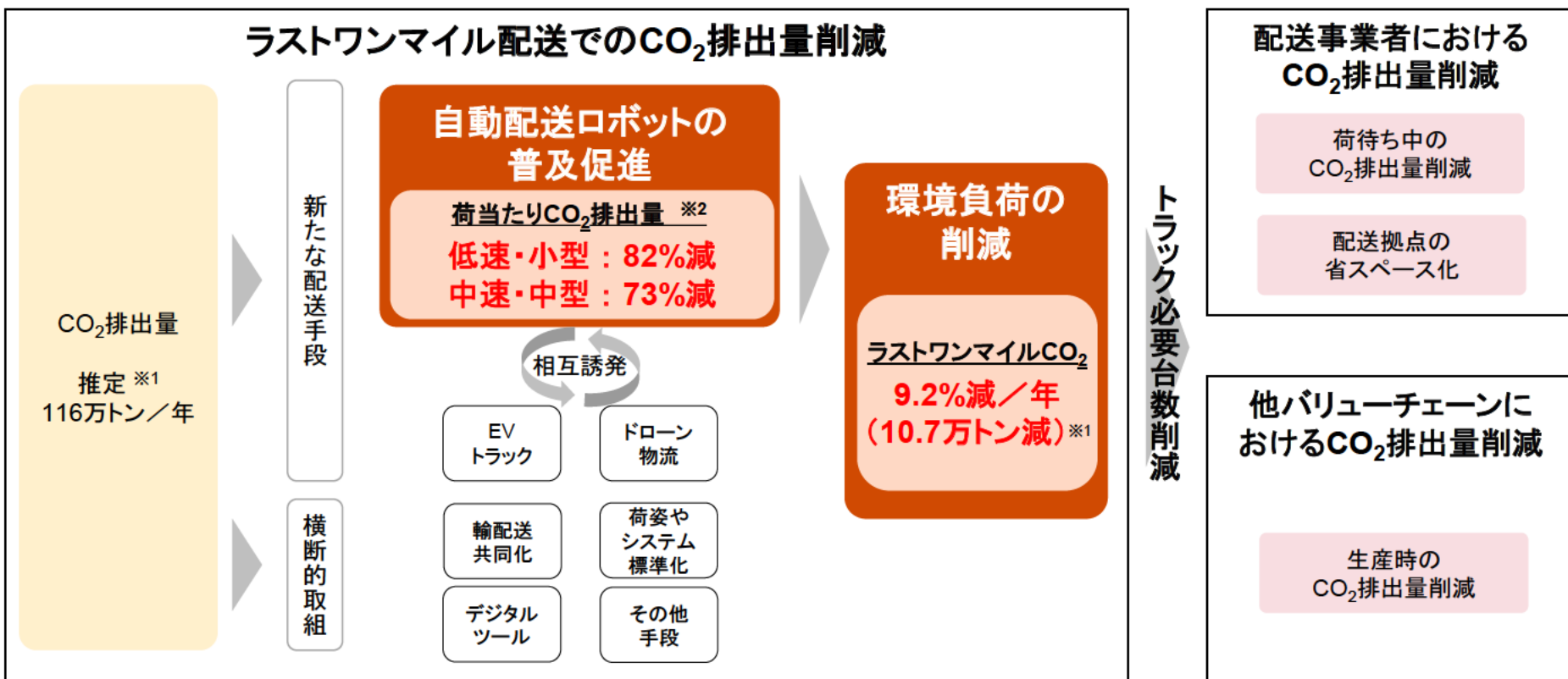
(1)④-1. 物流GX/DX推進による環境負荷削減等

自動配送ロボットの普及により「物流GX/DX」が促進され、環境負荷削減をはじめとした社会的価値等の創出に繋がる。その結果、産業領域としての価値・魅力が向上・深化することで、「ESG投資の呼び込み」による好循環の発生に繋がる。



(1)④-2. 物流GXの推進

自動配送ロボットの普及により、最大で「9.2% (10.7万トン)」のラストワンマイル配送でのCO₂排出量削減効果がある。また、拡大する配送需要に対するトラック必要台数が減少し、ラストワンマイル配送以外のCO₂排出量削減にも貢献する。



※1:フード、小売店配送、宅配便等のラストワンマイル配送において、年間で116万トンのCO₂排出量に対し、ポテンシャル台数で9.2%程度のCO₂排出量を削減できる。

算出方法は、①試算した各サービスモデルの現行配送の1人・日当たりの需要から、人口(2035年推測値)を掛け、全国での配送件数を算出 ②今回試算で用いた各サービスモデルの配送距離(低速・小型、中速・中型で異なる場合は平均)、現行配送の燃費、排出係数を用いて現行配送によって排出されるCO₂を算出した。ただし、現行配送手段の燃費向上やEV化は考慮に入れていない。

※2:各サービスモデルの配送ロボットまたは現行配送手段による1日・1台当たりのCO₂排出量を1日当たり配送件数で割り、荷物1件当たりのCO₂排出量を計算した。低速・小型、中速・中型、現行配送手段それぞれで各サービスモデルの平均をとり、荷物1件当たりのCO₂排出量を比較した。

(1)④-3. 物流DXの推進

自動配送ロボットの普及により、小口配送の拡大や、デジタル基盤活用が進み、「配送効率のさらなる向上」や、「配送のデジタル化進展」が実現する。上流物流の最適化や、物流全体のデジタル化が進み、物流全体のDXを促進する。



(1)④-4. 社会的価値の補足

ラストワンマイル配送の環境負荷削減に大きく貢献するほか、食料品・医薬品へのアクセス向上、働き方の多様化を通じて、地域経済の活性化、持続可能な街づくりにも貢献する。

自動配送ロボットの普及促進による「物流GX/DX」の推進

環境負荷の削減

ラストワンマイル配送
CO₂排出量削減※2

- ✓ 現行手段と比較した荷物1つ当たりの排出量
低速・小型: **82%減**
中速・中型: **73%減**
- ✓ ラストワンマイル配送全体の排出量
9.2%減/年 (10.7万トン)

食料品・医薬品への アクセス向上

買い物
弱者対応

- ✓ 2035年に予想される
買い物弱者の需要の
うち担い得る割合
4.3% ※1

雇用・働き方の 多様性の確保

労働環境
改善

- ✓ 人員が不足する夜間
配送等をロボットが担
い、労働環境を改善
- ✓ リモートワークによる配
送など柔軟な勤務スタ
イル実現

地域経済の活性化

地域のニーズに
応える配送

- ✓ 人手不足を補いつつ、ロボット配送ならではの付加価値提供により、細かな配送ニーズに応えることが可能

持続可能な街づくりへの貢献

持続可能な
配送インフラ

- ✓ 環境負荷が少なく、省力的・安定的に配送サービスを提供でき、持続可能な配送インフラを実現

(参考) 本調査で整理した自動配送ロボットの見通し

本調査を通じて、主要なサービスモデルや、普及台数、現行配送の代替の程度、CO₂排出量削減の見通しを立てた。事業者からは、コストダウンが進むことが、サービスモデル成立の前提として挙がっており、高位シナリオ実現に重要な要素となる。

サービスモデル

- 事業者ヒアリングから、フードデリバリー、日用品・食料品、医薬品、宅配便・郵便が主要なサービスモデルとして、広く展開され得る
- 低速・小型に加え、中速・中型の活用によって、サービス範囲のさらなる拡大や、シェアリングによるさらなる配送の効率化が見込まれる
- 上記を主要な配送物としつつ、地域における複数の配送需要をカバーすることが想定される

普及見通し台数

- 高位シナリオでは、低速・小型では3.6万台、中速・中型では0.77万台と推定される
- ポテンシャル台数は、低速・小型で7.2万台、中速・中型で2.1万台と推定される

従来配送手段の代替程度

- 高位シナリオでは、2035年時点で、低速・小型では0.4～24.7%、中速・中型では2.1～14.7%程度、現行の配送手段を代替し得る

CO₂排出量削減

- 荷物当たりのCO₂排出量について、現行配送手段と比較すると、低速・小型で82%、中速・中型で73%の削減となる
- ポテンシャル台数ベースで、10.7万t-CO₂の排出削減となる
- 自動配送ロボット導入により、ラストワンマイル配送以外のCO₂排出量削減にも間接的に寄与し得る

普及のために必要となる前提

- 事業者ヒアリングにおいては、理想的な台数でのサービスモデル成立にあたっては、1:N台数の増加など、コストダウンがより進むことが前提として挙げられている
- シナリオ条件としてコストダウンを前提としている。またその一環としてインフラ連携も想定される。また、インフラ連携が進むことで、デジタルインフラ自体の整備も進むことが想定される

(2)官民協議会の運営

- 協議会の事務局運営

(2)-1. 本事業におけるステップ・検討事項

本取組に関する状況や業界におけるトピック等の共有、および自動配送ロボットによるサービスの更なる拡大に向けた合意形成を図るため、官民協議会の運営を行った。

(1) 自動配送ロボットを活用した配送サービスの省エネルギー化への貢献に関する調査

以下調査内容について、文献調査や前年度調査から、将来的な普及状況や、現行配送手段の代替・補完可能性等を仮説立てし、整理を行う

方針策定
仮説構築

①自動配送ロボットとラストワンマイル配送を担う現行の配送手段とを比較した、代替・補完可能性の程度に関する調査分析

②自動配送ロボットを配送目的で使用する過程において発生するCO₂排出量と、現行の配送手段の使用過程において発生するCO₂排出量との比較に関する調査分析

③①及び②を踏まえた自動配送ロボットのCO₂排出量削減への貢献度に関する調査分析

④上記③を踏まえた主に省エネルギー化への貢献の観点による、自動配送ロボットの導入拡大に関する社会的価値の体系的整理

報告書の作成

調査・分析結果のまとめ

- 調査分析結果
- ヒアリング議事録
- 協議会の議事録等

(2) 官民協議会の運営

- ・ 協議会の事務局運営(日程調整、会場設営、議事録・議事要旨作成、議事次第等資料作成、構成員となる有識者の委嘱・謝金支払い等の事務作業、等)

協議会
開催

第8回(9月)

- ・ 上記に係る共通認識の形成、検討課題収集

第9回(3月)

- ・ 上記に係る共通認識の形成、検討課題収集

(2)-2.主な実施事項とマイルストーン

本取組の検討状況、調査結果などをもとに、自動配送ロボットによるサービスの更なる拡大に向けて、協議会での合意形成を行った。

事業内容	2023/7	2023/8	2023/9	2023/10	2023/11	2023/12	2024/1	2024/2	2024/3
全般事項		実施内容 計画合意					報告書作成		▲ 納品
(1)自動配送ロボットを活用した配送サービスの省エネルギー化への貢献に関する調査	方針策定 仮説構築	普及見通しパターン、 従来配送手段の 代替・補完想定 ^{の整理} 文献・ヒアリング調査等			配送ロボ および 従来配送手段の CO ₂ 排出量と 削減量の算出 文献・ヒアリング 調査等		社会的価値の整理、 全体のまとめ 調査 結果の まとめ		
(2)官民協議会の運営			▲ 第8回官民協議会					▲ 第9回協議会	

(2)-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、自動配送ロボットによるサービスの更なる拡大に向けた情報共有、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／学長特別補佐
	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 主任研究員
	比留川 博久	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 名誉リサーチャー
	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／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 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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、物流・自動車局 物流政策課、物流・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 	

(2)官民協議会の運営

- 協議会の事務局運営
 - 第8回官民協議会
 - 第9回官民協議会

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. 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)
4. 遠隔操作型小型車の交通ルール等について (警察庁交通企画課)
5. 令和5年度革新的ロボット研究開発等基盤構築事業の進捗について (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)
6. より配送能力の高い自動配送ロボットに関する調査事業について (経済産業省、国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構)
7. より配送能力の高い自動配送ロボットに関する取組紹介 (京セラコミュニケーションシステム株式会社、楽天グループ株式会社)
8. 質疑応答・自由討議

<第2部>

※非公表

(2)官民協議会の運営

- 協議会の事務局運営
 - 第8回官民協議会
 - 第9回官民協議会

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5年度革新的ロボット研究開発等基盤構築事業の進捗について (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)
4. 事業者による取組紹介 (NTTコミュニケーションズ株式会社)
5. より配送能力の高い自動配送ロボットに関する調査事業について (経済産業省、国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構)
6. 質疑応答・自由討議

<第2部>

※非公表

Thank you

www.pwc.com/jp

© 2024 PricewaterhouseCoopers Aarata LLC. 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.