



無人航空機等を活用したラストワンマイル 配送実証に関する調査業務最終報告

パーソルプロセス&テクノロジー株式会社
ビジネスエンジニアリング事業部
エネルギービジネス第1統括部
ドローン・MaaSソリューション1部

本取組は、国土交通省「無人航空機等を活用したラストワンマイル配送実証に関する調査業務」にて実施されております。

ご協力いただいた皆様へ、ここに深く感謝の意を表すとともに、厚く御礼申し上げます。

1. 本件調査事業の概要

- 背景・目的
- 事業一覧
- 実証結果に対するアプローチ
 - ✓ 本実証結果の取りまとめ方針
 - ✓ 本実証結果の各分析における考え方・手法

2. 本実証結果の取りまとめ

- 本実証結果の全体像
 - ✓ 事業分類と実証の整理方法
 - ✓ 事業分類別でのメリット、デメリット
 - ✓ コスト比較
 - ✓ CO2排出量削減効果
- 実用化に向けた課題および想定される解決策
 - ✓ ラストワンマイル配送の社会実装に向けたシナリオ

本件調査事業の概要

1. 背景・目的
2. 事業一覧
3. 実証結果に対するアプローチ
 - ・ 本実証結果の取りまとめ方針
 - ・ 本実証結果の各分析における考え方・手法

背景

2022年12月の航空法改正にともない、レベル4飛行が可能となり、機体認証、無人航空機操縦者技能照
明、運航に係るルールが整備され、無人航空機のさらなる活用促進が期待されている。

「無人航空機等を活用したラストワンマイル配送実証事業」は、過疎地域等における物流の諸課題を解
決するため、レベル4飛行に対応したドローン物流やドローンの離発着前後の配送を担う自動配送ロボッ
ト等と連携した物流等について、社会実装する際に必要となる事項を検証することを目的として、9つの
先進的な事業を採択した。

各事業においては、無人航空機等を用いた配送プロセスの確立・運航体制の構築、ビジネスモデルの検
証等を行い、将来的なラストワンマイル配送の実現に向けた課題の整理を行った。

目的

本報告は、各事業において得られた成果を共有し、無人航空機等を活用したラストワンマイル配送
の実用化に向けた課題を整理することによって、無人航空機等に関わる事業者や行政、サービス利用
者による主体的なアクションを促し、ラストワンマイル配送におけるドローン配送の社会実装を促す
ことを目指している。

事業一覧

No.	事業名称	代表事業	実証地域	事業分類
1	沖縄県久米島町におけるレベル4でのドローン配送実証実験	ANAホールディングス株式会社	沖縄県久米島町	レベル4 飛行
2	霞ヶ浦を活用したキャンプ場利用者などへのラストワンマイル配送	AZ-COM丸和ホールディングス株式会社	茨城県かすみがうら市、美浦村、行方市	自動配送ロボットとの連携
3	ドローンおよび地上ロボット連携による都市部高層マンションへの無人配送の社会実装に向けた実証試験	株式会社ダイヤサービス	千葉県千葉市	自動配送ロボットとの連携
4	中津川市を舞台とした編隊飛行によるドローンと自動配送ロボットを連携したラストワンマイル配送の実証実験	花王株式会社	岐阜県中津川市	自動配送ロボットとの連携
5	和歌山県日高川町における長距離医薬品配送の実証事業	株式会社ケーエスケー	和歌山県日高川町	自動配送ロボットとの連携
6	地方都市における物流課題解決に向けたドローン・自動配送ロボット連携活用事業	株式会社ノーベル	大分県別府市	自動配送ロボットとの連携
7	越佐海峡ドローン物流実用化実証事業	AIR WINGS合同会社	新潟県新潟市、佐渡市	ドローンポートとの連携
8	愛知県幸田町におけるドローン・自動運転車連携による農産物・買い物支援輸送	名古屋鉄道株式会社	愛知県幸田町	新たなモビリティとの連携
9	平時および災害時における移動式ドローンポートを活用した車両とドローンのラストワンマイル配送の実証事業	佐川急便株式会社	島根県美郷町	新たなモビリティとの連携

実証結果に対するアプローチ・本実証結果の取りまとめ方針

本実証結果の取りまとめにおいては、

まず、ドローンによるラストワンマイル配送の社会実装を進めるにあたって特に重要な費用対効果について、既存の配送方法とのコスト比較分析を行った。

また、ドローンを利用するラストワンマイル配送のメリットとして挙げられるCO2排出量削減効果についても、本事業で検証した配送方法の活用により見込めるCO2排出量削減効果について分析を行った。

さらに、各事業の社会実装に向けて解決すべき課題や想定される解決策、期待される効果を網羅的に把握するために、費用対効果や事業継続性等の「事業面」、機体やシステムの実用性等の「技術面」、法制度や運用ルール等の「制度面」並びに他地域への展開可能性等の「社会受容性」の4つの観点から、各事業実証の成果・課題の整理を行った。

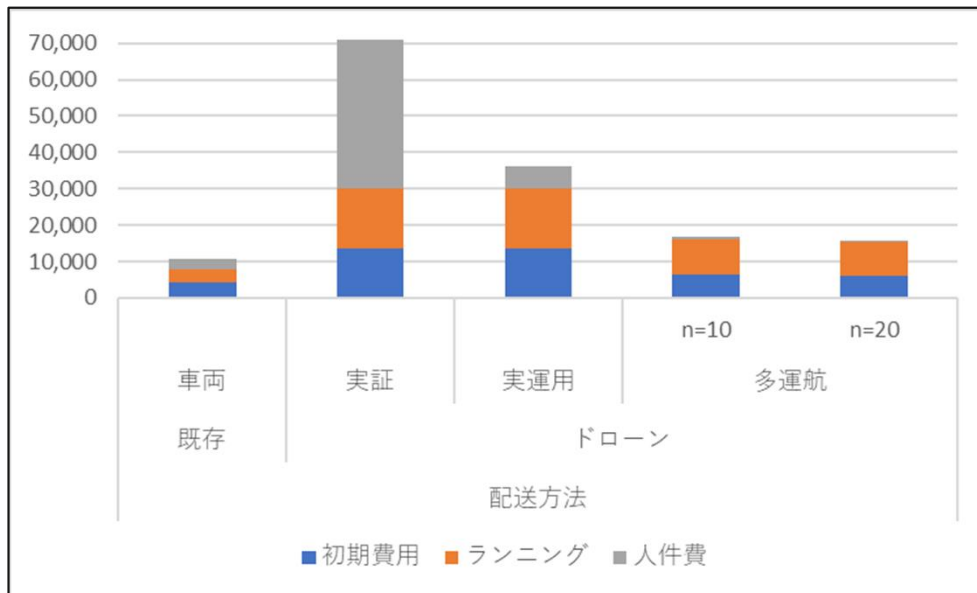


■コスト比較の考え方

本実証結果の分析においては、事業面、特にドローン社会実装において重要な、コスト試算によるビジネスモデルの検討にフォーカスして検証を行った。

今回の発表でメインに取り上げるコストについては、既存の配送時、実証時、実運用時の3フェーズに加えて、ドローンの運航に際してコスト面でのボトルネックとなっている人件費削減、配送効率向上のための方策として、1操縦者に対する多数機運航を実施した場合の試算も行い、比較検証した。

コスト比較イメージ



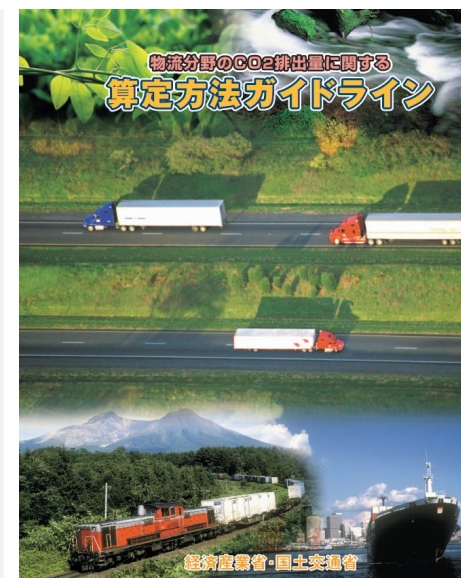
費目	配送方法					
	既存 車両	実証	実運用	ドローン 多運航		
				n=10	n=20	
初期費用	車両/機体	240	1,600	800	4,000	8,000
	ドローンポート		600	600	3,000	6,000
	地上配送ロボット		600	300	300	300
ランニング コスト	燃料費/電気代	3	1	72	360	720
	システム利用料		1,800	913	913	913
	車両/機体保守費	100	800	800	4,000	8,000
	積荷保険料	18	18	548	2,740	5,480
人件費	ドライバー/操縦者	730	852	19,163	9,582	9,582
	補助員、監視員等		5,535			
合計	1,091	11,806	23,196	24,895	38,995	
売上	1,825	0	22,995	114,975	229,950	
利益	734	△ 11,806	△ 201	90,081	190,956	

■CO2排出量削減効果の考え方

CO2排出量削減効果の分析においては、原則として以下に記載する方法を参照し、事業実施前後のCO2排出量を算出した。

算出した結果について、事業実施前後での比較を行い、CO2排出量削減効果を算出し、ドローンによる配送方法の既存の配送方法との代替可能性や課題等について分析を行った。

- ① 算定方法は燃料法を推奨し、燃料使用量の直接把握が難しい場合は「燃費法」。
- ② 「物流分野のCO2排出量に関する算定方法ガイドライン（経済産業省・国土交通省）」に従い算出し、算定根拠を示すこと。
(URL : <http://www.greenpartnership.jp/CO2brochure.pdf>)
- ③ 燃費法にて使用する燃費の値は、実燃費等極力精度の高い値を使用すること。
また、その値を使用する根拠も合わせて示す。
燃費の算出が不可能な場合は、ガイドラインの定める「自動車の燃費表」の値を使用。



■4つの観点（事業面、技術面、制度面、社会受容性）における論点

各事業の社会実装に向けて解決すべき課題や期待効果を網羅的に把握するために、「事業面」、「技術面」、「制度面」、「社会受容性」の4つの分類それぞれに対して重要論点、調査スコープを複数設定した。

観点	論点	主な調査スコープ
事業面	収益性が確保でき、持続可能なビジネスモデルは確立可能か、その障壁となる要素は何か	<ul style="list-style-type: none"> ・ 安全性、業務効率性 ・ 事業モデル ・ コスト(人員、ドローン)
技術面	ドローンまたは関連する技術(ドローンポート、自動配送ロボット、運航管理システム等)は社会実装に十分なレベルに達しているか	<ul style="list-style-type: none"> ・ 運搬可能な重量、大きさ ・ システム、電波・インフラ技術の精度
制度面	ラストワンマイル配送の事業化に向け、障壁となっているルールや手続き、今後法整備が必要となる論点があるか	<ul style="list-style-type: none"> ・ 規制改革・規則・ガイドライン ・ 飛行制限(目視範囲、電波到達距離) ・ ドローン飛行のための手続き、申請
社会受容性	対象事業の普及にあたり人々の受容性は高いか、他地域への事業展開の可能性はあるか	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地域住民の受容性 ・ リテラシー ・ 事業の横展開の可能性

本実証結果の取りまとめ

1. 本実証結果の全体像

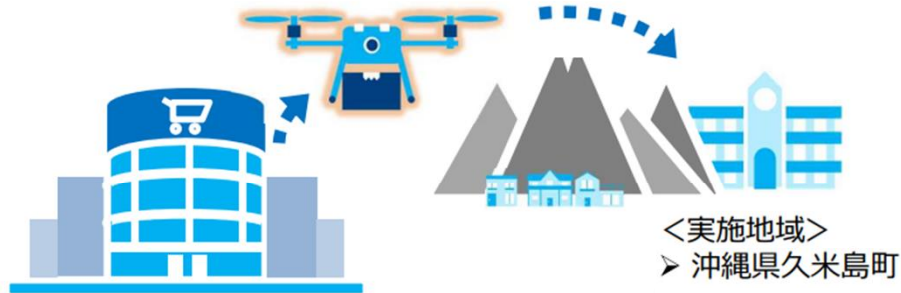
- 事業分類と実証の整理方法
- 事業分類別でのメリット、デメリット
- コスト比較
- CO2排出量削減効果

2. 実用化に向けた課題および想定される解決策

- ラストワンマイル配送の社会実装に向けたシナリオ

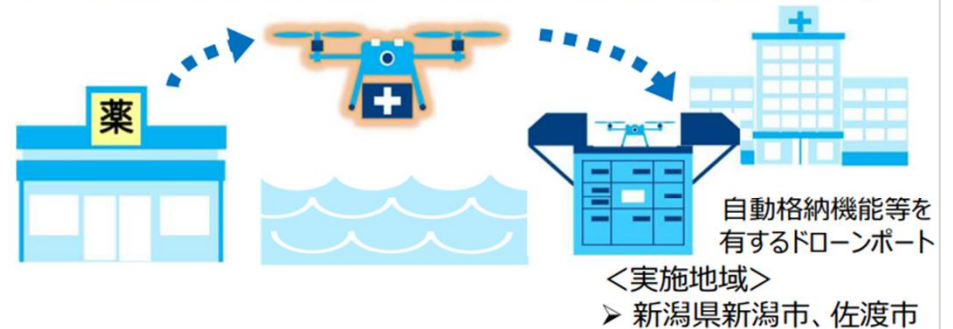
レベル4飛行

レベル4飛行によるドローン配送の実用化に関する検証



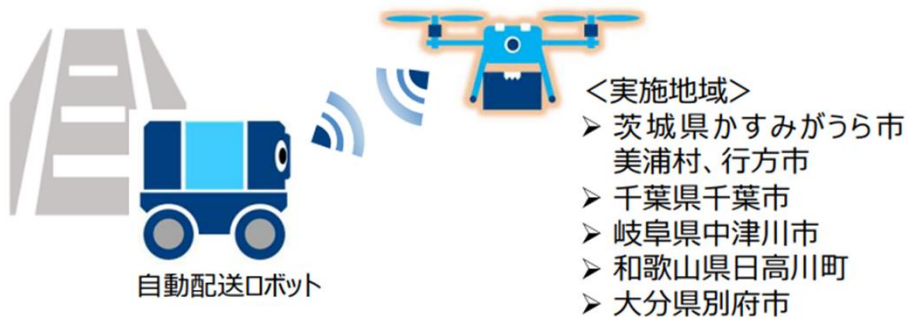
ドローンポートとの連携

ドローンとドローンポートの連携によるラストワンマイル配送効率化に向けた検証



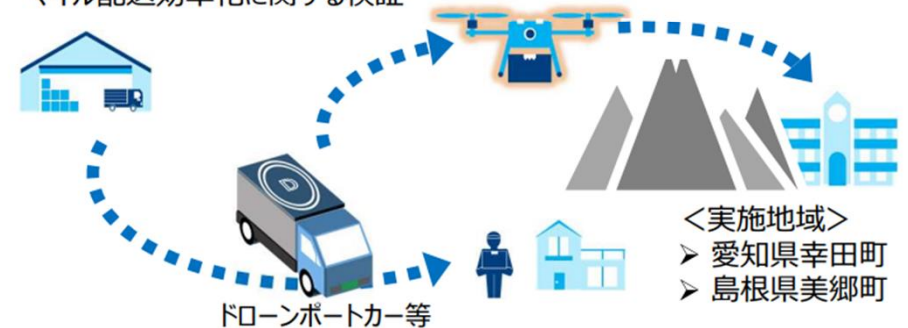
自動配送ロボットとの連携

ドローンと自動配送ロボットとの連携に関するラストワンマイル効率化に関する検証



新たなモビリティとの連携

ドローンと、自動運転巡回バス又はドローンポートカーの連携による、ラストワンマイル配送効率化に関する検証



整理方法

無人航空機等を活用したラストワンマイル配送を社会実装するため、各事業の実証結果に基づき、コスト比較、CO2排出量削減効果、4つの観点（事業面、技術面、制度面、社会受容性）について整理した。

本実証結果の全体像・事業分類別でのメリット、デメリット

レベル4飛行

メリット

- ・対象エリアの自由度高
- ・初期費用：機体のみ
- ・人件費が抑えられる

デメリット

- ・機体認証された機体の種類が限定的、高額
- ・飛行申請コスト高

ドローンポートとの連携

メリット

- ・任意の時間に配送物の受け渡しが可能
- ・本人認証によるセキュリティシステム

デメリット

- ・ドローンポートの運搬と設置場所の確保
- ・設置費用

自動配送ロボットとの連携

メリット

- ・一気通貫、完全無人配送による効率化
- ・マンション含む個人宅まで配送可能、操作性

デメリット

- ・自動配送ロボットによる置き配リスク
- ・自動配送ロボットを含む多運航への対応

新たなモビリティとの連携

メリット

- ・配送効率の飛躍的な向上（量、輸送距離）
- ・離発着場所の柔軟性

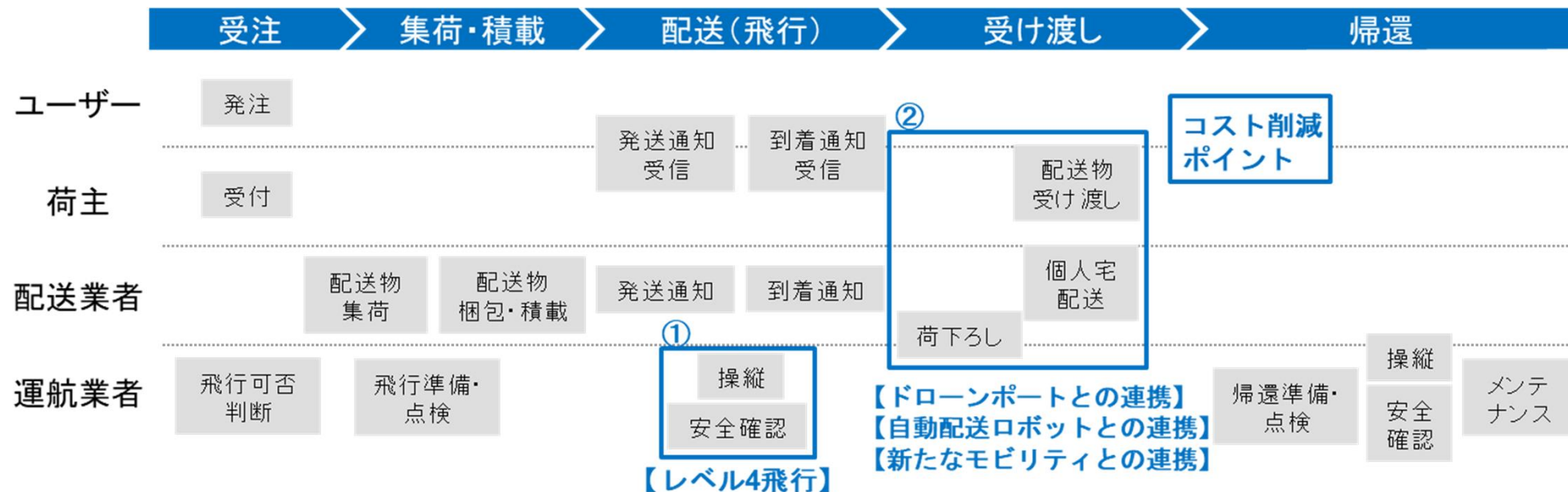
デメリット

- ・自動運転車両等の制御、セキュリティ
- ・乗客輸送との共存

本実証結果の全体像・コスト比較①

コスト削減の可能性について、2つのパターンを想定した検証を行った

- ・【レベル4飛行】規制緩和による、補助者や操縦者の人件費の削減
- ・【ドローンポートとの連携】、【自動配送ロボットとの連携】、【新たなモビリティとの連携】等による、積み下ろしやユーザーへの受渡しにかかる人件費の削減

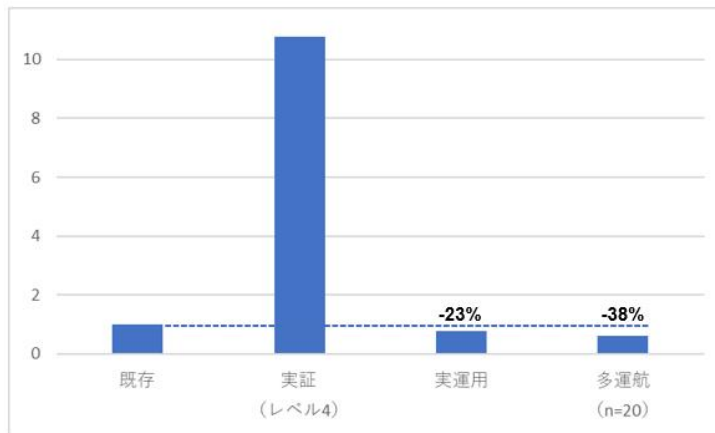


本実証結果の全体像・コスト比較②

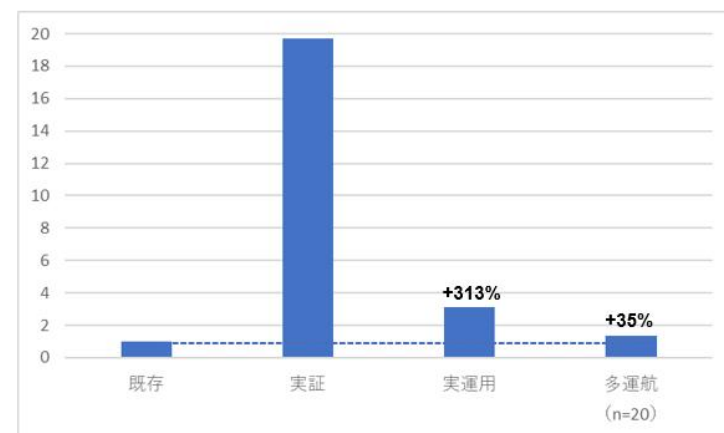
実証事業別に既存配送時、実証時、実運用時、多運航（机上試算）でコスト遷移を算出

- ・レベル4 飛行、ドローンポートとの連携は、多運航の実現によるメリットが活かせる
- ・自動配送ロボットとの連携、新たなモビリティとの連携は、多運航だけではメリットが活かさない
宅配の車両との共同利用や、貨客混載などによりコスト削減が期待できる
- ・自動配送ロボット等の初期費用が大きく、自動配送ロボットも含めた多運航が求められる

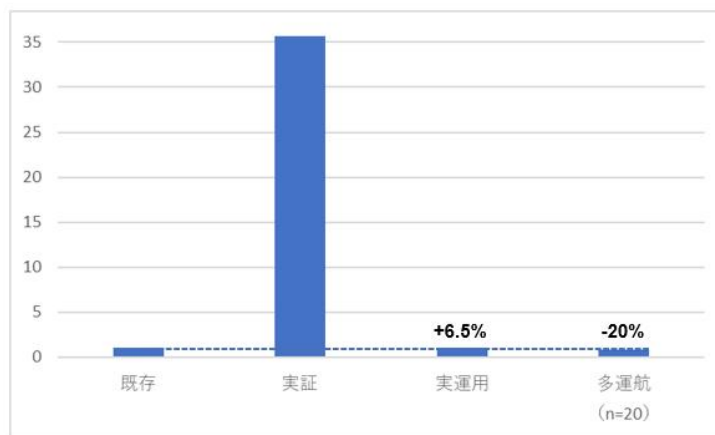
レベル4



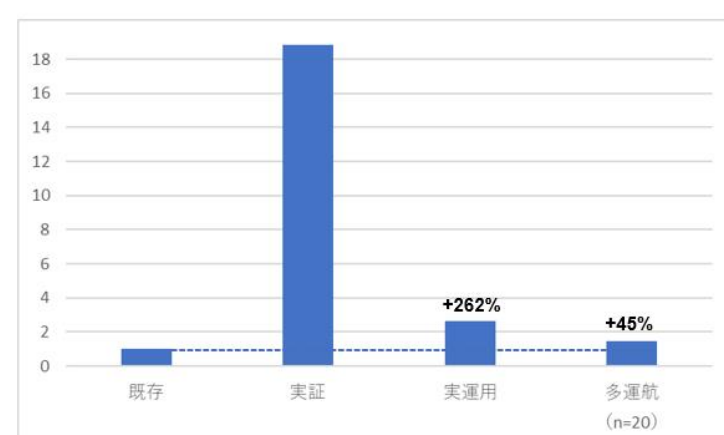
自動配送ロボットとの連携



ドローンポートとの連携



新たなモビリティとの連携

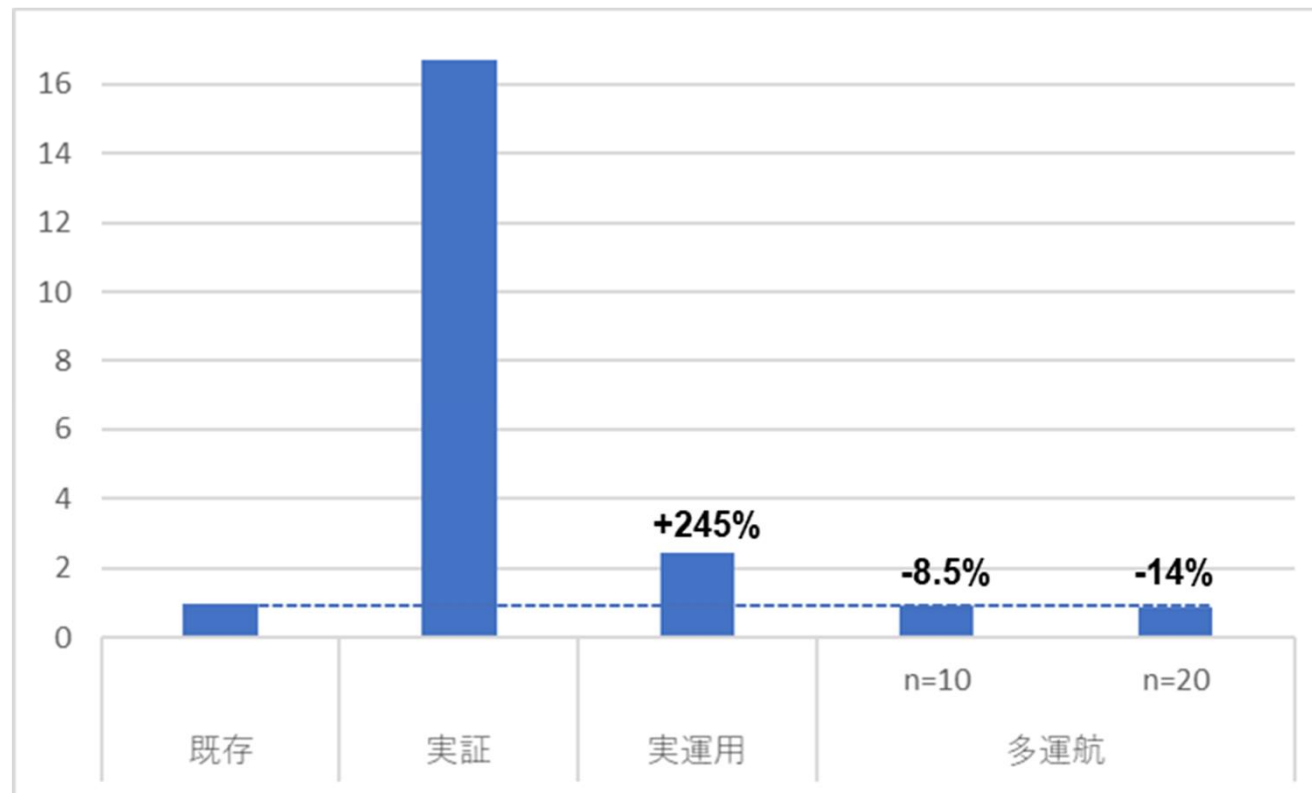


本実証結果の全体像・コスト比較③

一対多運航による人件費削減の可能性について、

- 各事業の試算結果（中央値）によると、配送1回あたりのコストとしては、n=10において8.5%、n=20において14%程度削減できる可能性が見出された

配送方法による1回あたりのコスト削減効果

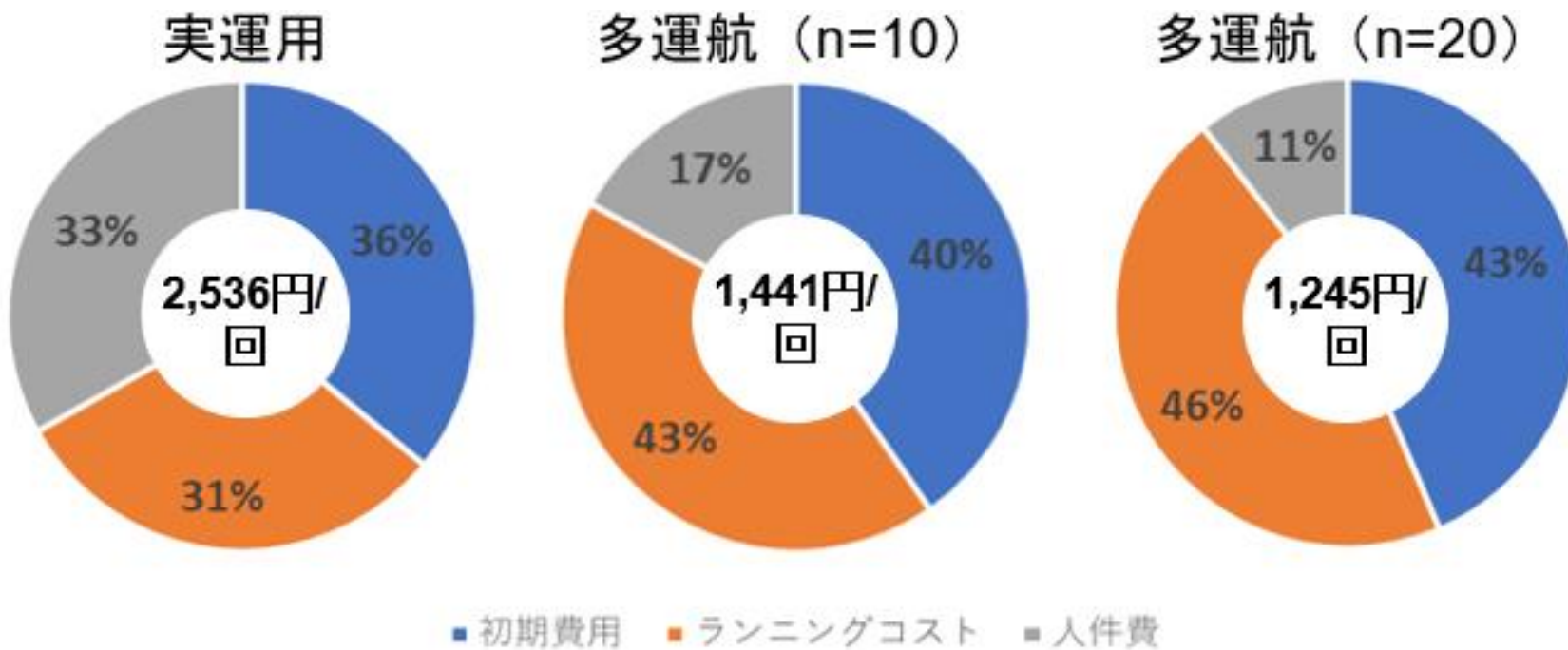


※既存方法のコストを1とした場合の、各配送方法のコストを算出

※グラフ作成においては中央値を使用

本実証結果の全体像・コスト比較④

- ・ 一对多運航の導入によって、コスト全体に占める人件費の割合は約20%減少
- ・ 既存の配送コストを下回らない場合もあるが、人件費との代替手段にはなり得る



本実証結果の全体像・CO2排出量削減効果

- ・従来の車両等を用いる配送を全てドローンで代替した場合のCO2削減率は76.5%
※全事業の中央値
- ・ドローンのペイロード増大や耐風・耐水機能の強化により、年間を通じた運航率の向上が期待される

	t-CO2/ 年			%
	実施前	実施後	削減量	削減率
ANA	21	0.71	20.3	96.6
AZ-COM	13	0.88	12.2	93.9
ダイヤサービス	12	5.3	6.6	55.4
花王	6.5	1.9	4.6	70.8
ケーエスケー	0.44	0.06	0.38	86.4
ノーベル	0.38	0.19	0.18	48.3
AIR WINGS-1	2.4	0.37	2.03	84.6
AIR WINGS-2	6.3	1.4	4.9	77
名古屋鉄道	1.8	0.43	1.35	76
佐川急便	33	21	11.8	36
			中央値	76.5

実用化に向けた課題および想定される解決策・社会実装に向けたシナリオ

ラストワンマイル配送の社会実装に向けたシナリオを検討した。

ラストワンマイル配送の社会実装に向けたシナリオ

観点	現状	2024-2026年	2026年以降
事業面	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ビジネスモデル検証 ✓ 自動配送ロボット等との連携の検証 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ レベル4飛行の普及 ✓ 自動配送ロボット等の活用を含むビジネスモデルの確立 ✓ 災害時の輸送 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 都心部での日常的な輸送
技術面	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 雨天・強風時は飛行中止 ✓ 運航システム（UTM）の検証 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 雨天・強風時の条件付き運航 ✓ UTMの実用化、多運航に対応するUTMの検証 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 雨天・強風時の通常運航 ✓ 多運航に対応するUTMの実用化 ✓ 機体の量産化
制度面	<ul style="list-style-type: none"> ✓ レベル4飛行の解禁 ✓ ドローンを活用した荷物等配送に関するガイドライン策定（Ver.4.0） 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ レベル4の条件緩和 ✓ 申請窓口の一本化 ✓ 多運航に対応した環境整備 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 他地域・他業種への展開
社会受容性	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 地域住民の一部の理解 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 地域全体からのニーズ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 他地域からのニーズ ✓ 全国展開



パーソルプロセス&テクノロジー