

運輸総合研究所 第161回運輸政策コロキウム

ドローン配送の利用意向と効果

Intention to use drone delivery and its potential impacts

2024年11月7日

一般財団法人運輸総合研究所 客員研究員 安部遼祐

(横浜国立大学大学院都市イノベーション研究院)

研究協力：良知俊平、白岩元彦

1. 日本におけるドローン物流の現状

2. ドローン配送の利用意向と導入効果に関する分析

- ・ 本研究の背景と目的、対象地域、調査内容
- ・ 分析 1 受容性分析
- ・ 分析 2 - 1 利用者意識分析
- ・ 分析 2 - 2 導入効果分析

3. まとめ

1. 日本におけるドローン物流の現状

2. ドローン配送の利用意向と導入効果に関する分析

- 本研究の背景と目的、対象地域、調査内容
- 分析 1 受容性分析
- 分析 2-1 利用者意識分析
- 分析 2-2 導入効果分析

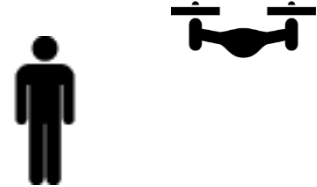
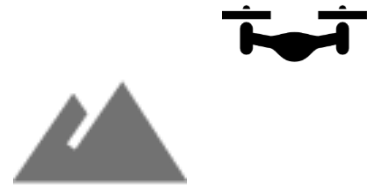
3. まとめ

ドローン物流の現状

ドローンに係る法整備の現状

- 2022年12月施行の法改正により、レベル4飛行が可能に → **様々な分野でのドローンの活用が期待**
- 2023年12月レベル3.5飛行の制度を新設（機上カメラの活用により、レベル3での地上での立入管理措置の撤廃など）

ドローンの飛行レベル

Level ①		目視内での操縦飛行
Level ②		目視内での自律飛行
Level ③		無人地帯での目視外飛行 （立入管理措置が必要）
Level ④		有人地帯（第三者上空）での 目視外飛行（立入管理措置は不要）

補足 無人航空機の飛行レベルと飛行要件

- レベル4 飛行に当たっては、機体認証及び操縦ライセンスを取得したうえで、飛行毎の許可・承認を受けることが必須。
- レベル3 以下の飛行に当たっては、機体認証及び操縦ライセンスを取得すれば、飛行毎の許可・承認は原則不要。

飛行レベル	飛行に当たっての要件		
	機体認証・ライセンス	許可・承認	立入管理措置
レベル4 (有人地帯での目視外飛行)	(1) 第一種機体認証 を受けた機体を (2) 一等操縦ライセンス を有する者が操縦	飛行毎の許可・承認が必要	不要
レベル3 (無人地帯での目視外飛行)	(1) 第一種／第二種機体認証 を受けた機体を (2) 一等／二等操縦ライセンス を有する者が操縦	原則、飛行毎の許可・承認は不要	必要
	上記以外の場合	飛行毎の許可・承認が必要	
レベル2 (目視内での自律飛行) レベル1 (目視内での操縦飛行)	原則手続不要		

注) いずれにおいても、有人機の運航との関係で航空管制との調整を要する飛行（空港周辺、高度150m以上）等を行う場合は、別途の許可承認が必要。

国交省（2024）「レベル4飛行の実現とその後の制度整備状況について」

補足 レベル4飛行の早期事業化に向けた各種施策の工程表

	2023年度	2024年度	2025年度	2026年度以降	備考	
全般	離島、山間部等の過疎地域におけるレベル4飛行の推進		より人口密度の高い地域における レベル4飛行の実現	段階的に都市部への レベル4飛行を実現	レベル4飛行の早期事業化に向けては、環境整備のみならず技術開発等の対応が不可欠	
運航管理	「UTMに関する制度整備の方針」の策定	Step2 ^{※1} の実現に向けた（UTMプロバイダの認定要件等の）検討・調整	⇒ UTMプロバイダの認定要件の策定 Step2の実現	⇒ Step2の拡大	※1 認定UTMプロバイダの利用により、複数の運航者による近接した運航を可能とする。 併せて認定UTMプロバイダ間の接続のための環境整備を実施する。	
		Step3 ^{※2} の実現に向けた検討・調整	⇒ Step3の実現			※2 指定空域内のすべてのドローンが認定UTMプロバイダを利用すること等により、航空機や空飛ぶクルマも含めた高密度運航を可能とする。
		UTMSの利用に適したリモートIDの導入に向けた諸外国の動向調査 ⇒ UTMSの利用に適したリモートIDの導入に向けた検討				
	リスク評価手法の周知・浸透（説明会の実施等）による適切な評価の促進					
		国際動向を踏まえたリスク評価ガイドラインの改定				
操縦ライセンス	説明会等の実施による操縦ライセンスの取得促進					
		多数機同時運航等に対応したライセンス制度の検討に向けた諸外国の動向調査	多数機同時運航等に対応したライセンス制度の検討			
	登録講習機関に対する監査の確実な実施		監査の高度化・効率化に係る検討			
型式認証及び機体認証	説明会等の実施による型式認証の取得促進					
	第一種型式認証に着目したガイドラインの拡充		制度の更なる運用改善の検討			
	認証制度の合理化に向けた通達・ガイドラインの改正					
申請システム	利活用の更なる促進等を図る観点から、許可・承認手続期間短縮のためのシステム改修 ^{※3} 、継続的なUI・UX改善や安定性向上、APIの充実等					※3 2024年度はレベル1～3飛行について実施。

※UTM (UAS Traffic Management)：無人航空機運航管理システム 小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会（2024年4月）「レベル4飛行の実現とその後の制度整備状況について」

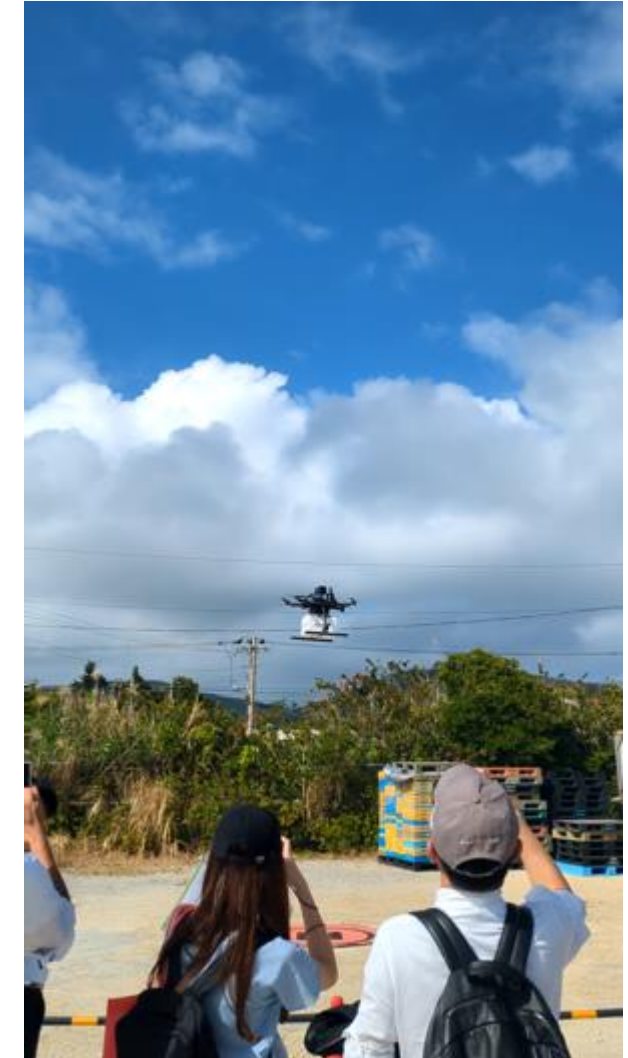
ドローン物流の現状

ドローン物流の取組事例

- 「ドローンを活用した荷物等配送に関するガイドライン」（現行ver4.0、国交省）：
過疎地域等における物流網の維持等に加え、災害時にも活用可能な物流手段
としてドローンの活用を推進
- 特に過疎地域においてドローン配送の取組が多数実施される

	大都市	都市郊外	地方都市	過疎地 (中山間/平地)	過疎地 (離島)
日用品・食料品	1事例	—	—	17事例	3事例
農水産品	—	—	—	4事例	—
飲食サービス	1事例	1事例	1事例	4事例	—
医薬品	1事例	—	—	10事例	3事例
その他	—	1事例	—	2事例	—

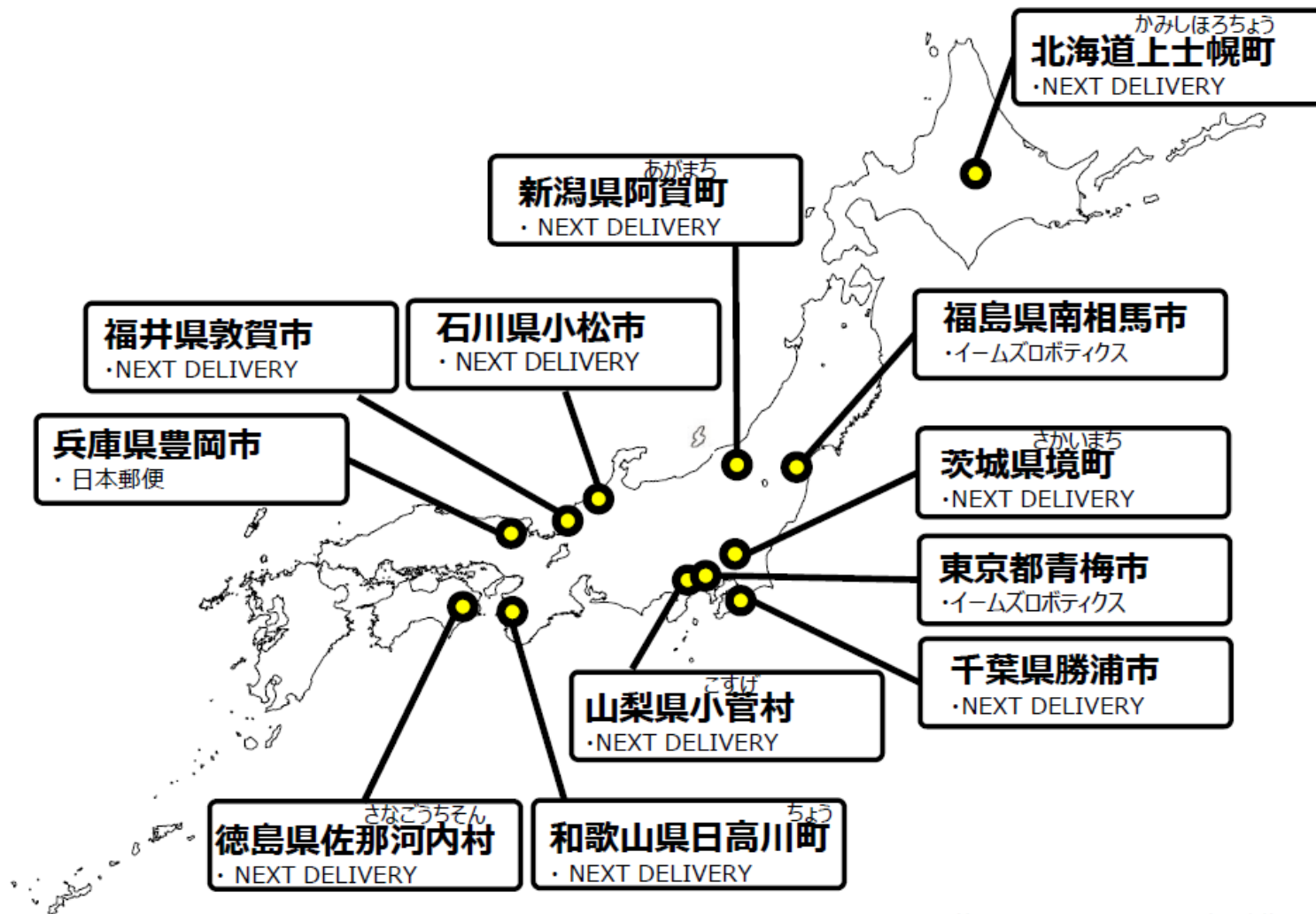
上記ガイドライン掲載事例から



久米島での実証実験 筆者撮影
(2023年11月)

ドローン物流の現状

レベル3.5飛行を実施した主な地域



※上記以外の地域においてもレベル3.5飛行を実施している。
(令和6年4月30日時点で、41件の許可・承認を実施済)

レベル4飛行の実施

- 2023年3月：東京都奥多摩町
(実施者：日本郵便)
- 2023年11月：沖縄県久米島
(実施者：ANAHD)
- 2023年12月：東京都檜原村
(実施者：KDDIスマートドローンなど)

ドローン物流の現状

ドローン物流の事例分析

- 国内事例のインタビュー調査
 - 離島でのドローン配送
 - 災害時のドローンによる緊急物資輸送
 - 地方におけるドローンを組み込んだ配送ネットワーク
- 海外事例のインタビュー調査
 - 中国のドローン開発
 - フランスの中山間地域でのドローン配送

国土交通政策研究所 (2023、2024)「地域の輸送資源を活用した物流ネットワーク最適化に関する調査研究」報告書

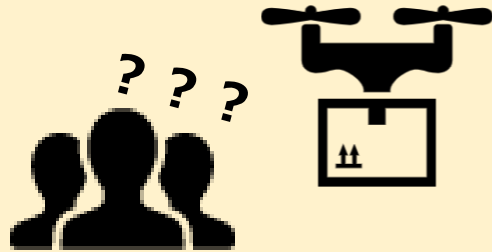
<https://www.mlit.go.jp/pri/houkoku/gaiyou/kkk169.html>; <https://www.mlit.go.jp/pri/houkoku/gaiyou/kkk172.html>

ドローン物流の現状

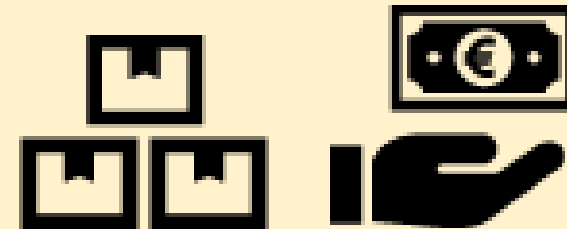
ドローン物流の目的と課題

- 日本におけるドローン物流の取組事例では、主に (1) 生活利便性の向上（買い物支援や医薬品配送等）、(2) 既存物流の効率化、(3) 災害時の緊急物資輸送への対応、これらの組み合わせが目的とされる
- ドローン配送の定着に向けた課題（特に類型1、2）

社会受容性の向上 ※



物量の確保・事業採算性の不透明さ ※



※運輸総研 (2022)、国政研 (2022、2023)

1. 日本におけるドローン物流の現状

2. ドローン配送の利用意向と導入効果に関する分析

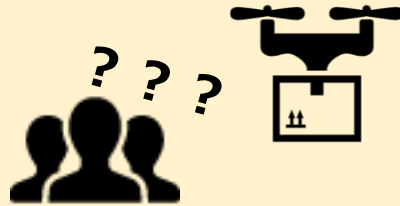
- **本研究の背景と目的、対象地域、調査内容**
- 分析 1 受容性分析
- 分析 2 - 1 利用者意識分析
- 分析 2 - 2 導入効果分析

3. まとめ

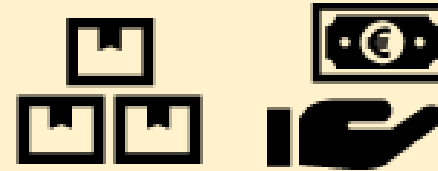
本研究の背景と目的

ドローン配送の定着に向けた課題

社会受容性の向上



事業採算性の不透明さ (持続可能な事業モデルの検討)



ドローン配送の利用意向と導入
効果を調査・分析する必要

既往研究

- ドローン配送に対する意識
全般的な利用意向（※受容性の一つとして）への影響要因を分析
- 食料品・日用品の買い物手段選択
買い物手段選択への影響要因を分析
- ドローン配送の具体的なサービス形態（配送時間、受取場所など）を踏まえた利用意向に関する知見はまだ少ない
- 日本におけるドローン配送の利用意向に関する知見もまだ少ない

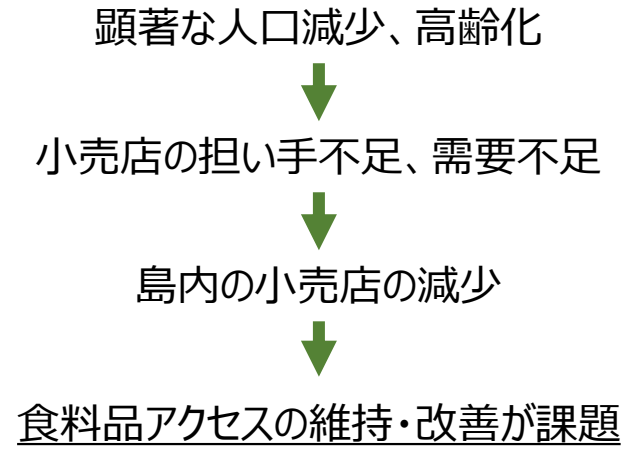
研究目的

過疎地域（特に離島）のドローン配送を対象にして、地域住民の利用意向（受容性、利用者意識）と導入効果を分析

ドローン配送の社会実装のための知見を得る

離島におけるドローン配送

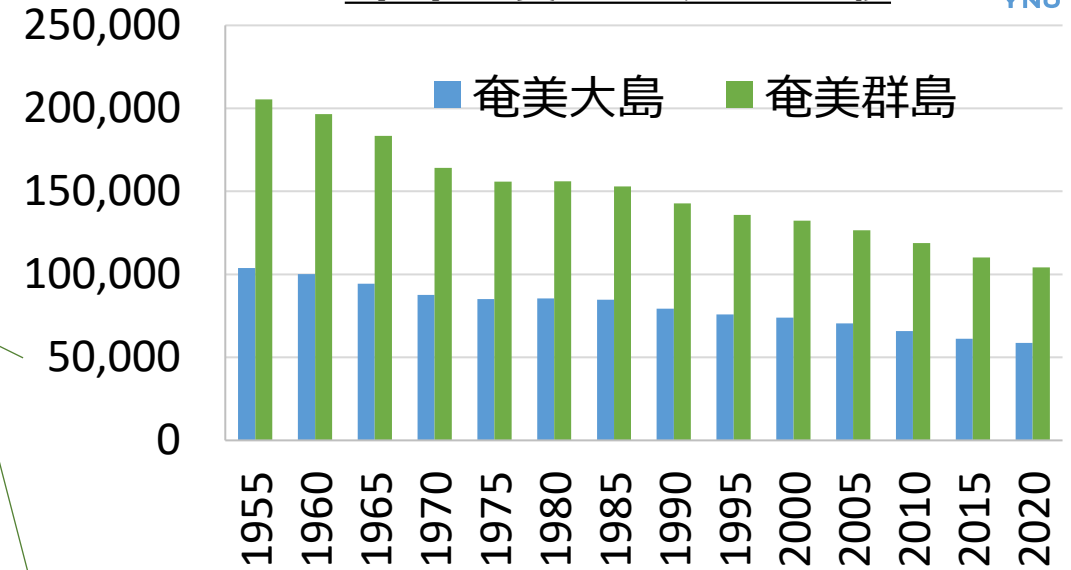
離島の現状



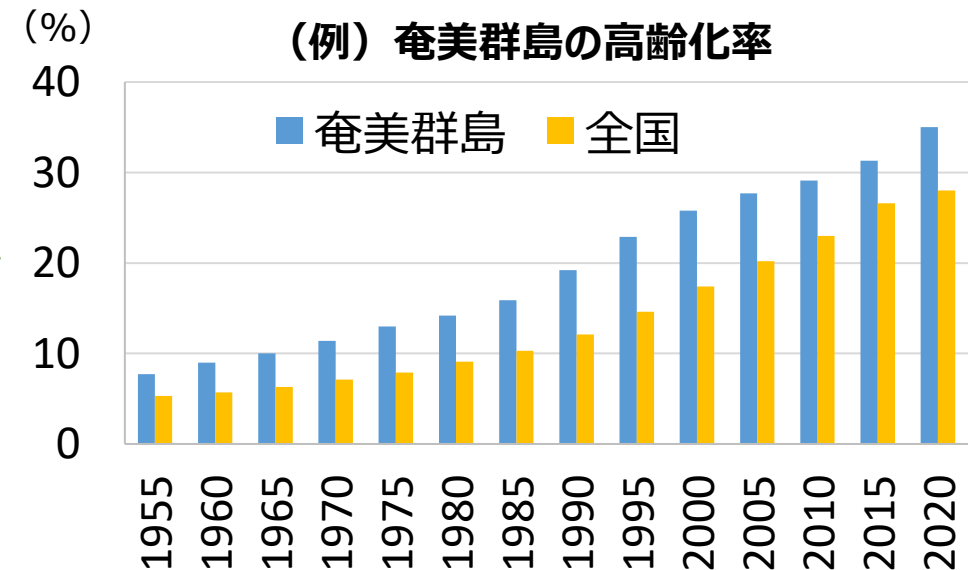
ドローン配送

- 生活利便性の向上とともに、地域における担い手不足への対応（小売、配送等）に対する期待。併せて、既存物流の効率化を期待
- 一方、ドローン配送の定着に向けた課題
- （参考）モビリティ分野でも、世界各国で農村地域では新たなサービス事業の継続性が課題（Mulleyら、2023）

（例）奄美群島の人口の推移



（例）奄美群島の高齢化率

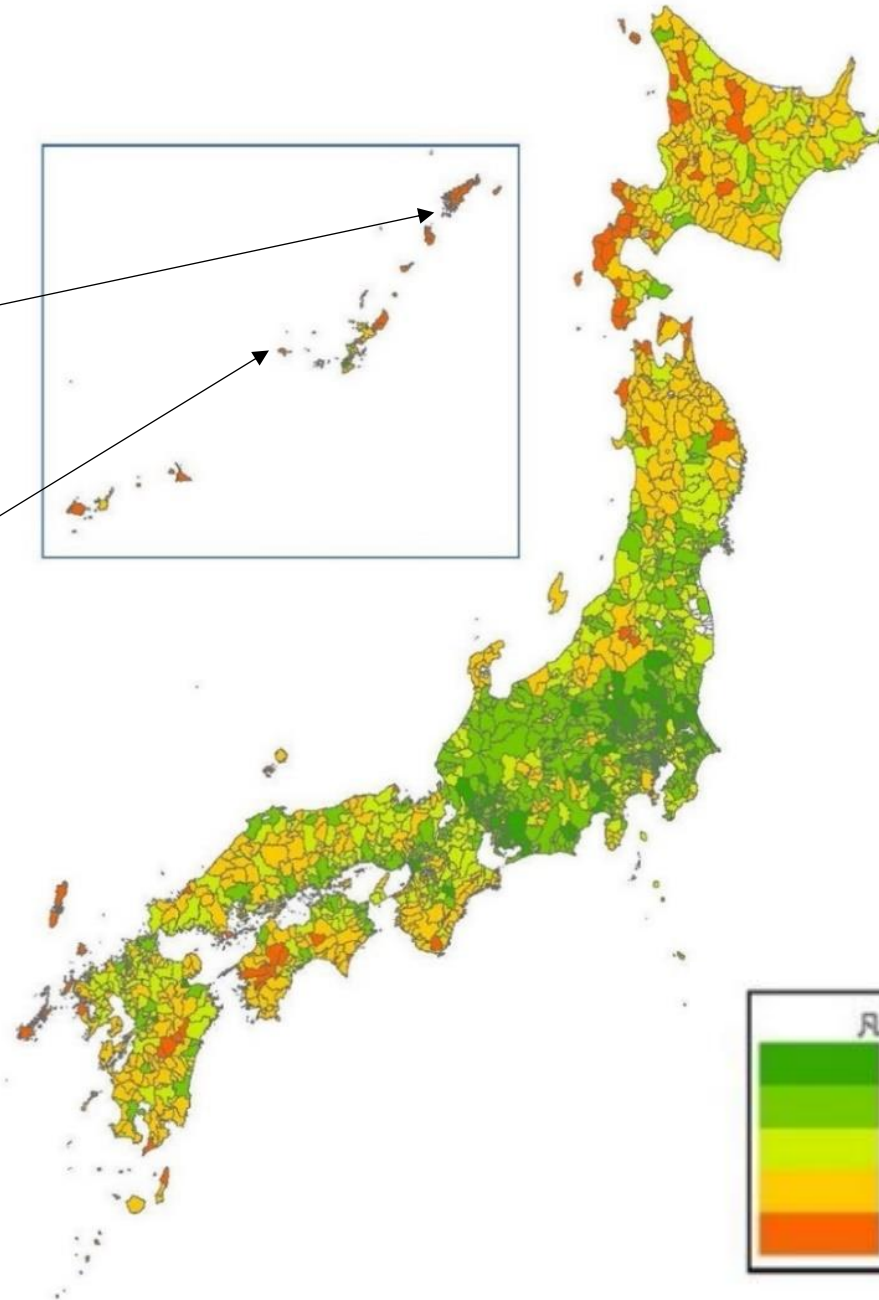


出典：国勢調査

調査対象地域

地域 1 (二次離島)
鹿児島県 加計呂麻島
(奄美群島内)

地域 2 (一次離島)
沖縄県 久米島



地域1 加計呂麻島における実証実験

- 概要：奄美大島内のスーパーから加計呂麻島・与路島まで食料品をドローンで配送（レベル3運航）
- 目的：離島の住民が、本土と同様に食料品や日用品などを受け取れる今後の物流サービス構築および継続的な運用にむけた検証。地元の課題解決を目標に新たな産業として、ドローン物流事業の社会実装を目指す
- 期間：2022年11月21～25日
- 実施主体：株式会社森建設、瀬戸内町、株式会社石川エナジーリサーチ、株式会社エアリアルワークス、ANAHD株式会社、双日九州株式会社
- 使用機材：マルチコプター型（ANAHD運航）
- 最大搭載可能重量：1.7kg
- 最大飛行速度：10m/s

荷物の離陸場所（スーパーの屋上） 荷物の着陸場所（加計呂麻島内）



筆者撮影



加計呂麻島
人口：1023
世帯数：729



Google Earth

地域2 久米島における実証実験

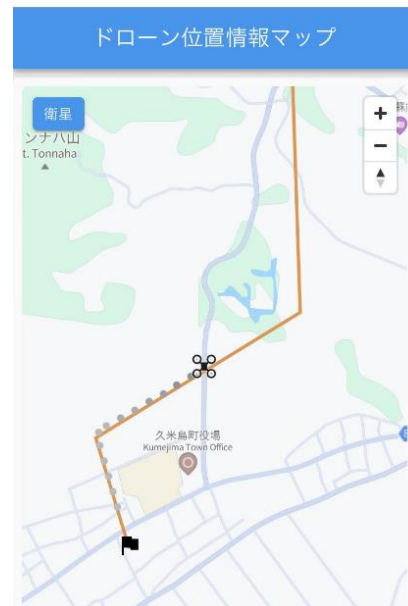
- 概要：島内のスーパーから真謝地区まで食料品をドローンで配送（レベル4運航）
- 目的：レベル4によるドローン配送サービスを行い、飛行の最適化や人件費の削減など技術面・ビジネス面における有用性の検証を行う
- 期間：2023年11月6～9日
- 実施主体：ANAHD株式会社、久米島町など
- 使用機材：ACSL式 PF2-CAT3型
- 最大搭載可能重量：1.0kg
- 最大飛行速度：10m/s

荷物の着陸場所



筆者撮影

配送状況確認画面 (SMS通知経由でアクセス)



久米島
人口：7308
世帯数：3946



Google Earth

地域2 久米島における実証実験

上段：ドローン配送拠点となったスーパーの様子

下段：スーパー隣敷地にある荷物の離陸場所（左下）、荷物の着陸場所（ポート）（中央下）、
ポートから配送先までの荷物の配送の様子（今回はボランティアの方1名が担当、周りは実験関係者）（右下）



筆者撮影

本研究の調査概要

- ドローン配送の実証実験が行われた2つの離島で住民向けの調査を実施（実施主体：運輸総合研究所）
- 実証実験後1ヶ月以内の時期に調査を実施

地域1 加計呂麻島

調査票（郵送配布、郵送またはオンライン回答）

- 対象：世帯内で食料・日用品の買い物を主に行う方
- 期間：2022年11月22日～12月11日
- 配布数：663、回答数：125、回収率：19%



加計呂麻島
人口：1023
世帯数：729

地域2 久米島

調査票（郵送配布、オンライン回答）

- 対象：世帯内で食料・日用品の買い物を主に行う方
- 期間：2023年11月20日～12月7日
- 配布数：3776、回答数：169、回収率：4.5%



久米島
人口：7308
世帯数：3946

本研究の調査概要：回答者の属性

項目		加計呂麻島 (n=125)	久米島 (n=169)
性別	男性	49%	42%
	女性	51%	57%
	回答しない	—	1%
年齢	20代未満	—	3%
	20代	3%	10%
	30代	10%	21%
	40代	13%	27%
	50代	14%	24%
	60代	29%	11%
	70代	25%	4%
	80代以上	6%	0%
就業形態	自営業主・家族従業者	22%	15%
	正規の職員・従業員	18%	41%
	派遣社員・契約社員等	3%	8%
	パート・アルバイト	11%	16%
	会社などの役員	1%	2%
	その他の職業	6%	9%
	学生等	0%	3%
	専業主婦・主夫	8%	4%
	無職	30%	3%

項目		加計呂麻島 (n=125)	久米島 (n=169)
外出の困難さ	困難ではない	89%	96%
	多少困難だが、一人で 外出可能	11%	4%
車保有	ほぼ自分専用あり	72%	83%
	家族共有の車あり	11%	10%
	なし	18%	7%
世帯構成	単身世帯	42%	32%
	夫婦のみ世帯	25%	20%
	2世代世帯（夫婦と未 婚の子）	26%	36%
	3世代世帯	1%	4%
	その他の世帯	6%	8%
世帯年収	200万円未満	—	16%
	200万円～400万円	—	28%
	400万円～700万円	—	26%
	700万円以上	—	9%
	不明・回答しない	—	22%

-：調査で項目を未設定または調査対象外

本調査は世帯内で食料・日用品の買い物を主に行う人を対象のため単純な比較はできないが、年齢別の居住人口に比べて

- ・ 加計呂麻島：80代以上が少ない
- ・ 久米島：80代以上が少ない、30～40代が多く60～70代が少ない

本研究の調査概要：回答者の普段の買い物行動

項目		加計呂麻島 (n=122)	久米島 (n=169)
普段の食料品の購入方法 (複数回答可)	島内の店舗	64%	91%
	島外の店舗（持ち帰り）	70%	24%
	島外の店舗（配送委託）	16%	4%
	ネット購入	53%	51%
	生協	31%	35%
	移動販売	6%	2%
	買い物代行（家族・知人への代行依頼など）	12%	1%
	その他	4%	1%
主に利用する店舗までの移動手段 (店舗購入者のみ、複数回答可)	徒歩	33%	19%
	自転車	4%	7%
	バイク	6%	7%
	車（自分で運転）	67%	91%
	車（自分で運転しない）	7%	5%
	バス	19%	1%
	船	70%	1%
主に利用する店舗までの片道の移動時間 (店舗購入者のみ)	その他	—	1%
	0～10分	} 20%	50%
	10～20分		41%
	20～30分	17%	9%
	30～45分	21%	0%
	45～60分	23%	1%
	60分以上	20%	0%

	加計呂麻島 (n=122)	久米島 (n=169)		
	全重量	2kg以下	2～5kg	5～10kg
食料品の買い物頻度				
数ヶ月に1回程度 または 買い物しない	1%	14%	11%	24%
月に数回	47%	14%	21%	42%
週に1～2日	45%	36%	47%	25%
週に3～4日	6%	28%	18%	9%
週に5日以上	2%	9%	2%	0%

- 加計呂麻島（二次離島）：主に、島外の店舗、船を利用。
買い物利便性は高くない。買い物頻度は低く、まとめ買いの傾向
- 久米島（一次離島）：主に、島内の店舗、車を利用。買い物頻度は低重量ほど高い。全般的に他地域（地方郊外や山間部を除く過疎地域など）でも見られる傾向と推察
- 両島間で居住者属性や買い物行動に大きな違いが見られる

本研究の分析の枠組み

■ 地域 1 加計呂麻島

調査項目	
ドローン配送	1. ドローンと技術：ドローンの認知など 2. ドローン配送：サービス属性の満足度、リスクに対する不安度、全般的な利用意向 3. サービスの配送料：支払意思額、受取距離や配送時間に対する許容度 4. サービスの期待：直接利用以外の価値
普段の買い物	5. 住まい：買い物利便性への影響可能性 6. 普段の買い物行動 7. インターネットでの買い物
個人属性	8. 性別、年齢、就業形態、免許・車保有、外出頻度、世帯構成

分析1

受容性分析

- 全般的な利用意向モデル
- 手法：順序ロジットモデル

利用者意識分析

- 買い物手段選択モデル
- 手法：仮想的市場評価法 (CVM)の適用、ロジットモデルの推定

2023年7月の研究報告会にて報告

■ 地域 2 久米島

調査項目	
ドローン配送	1. サービス属性の満足度、リスクに対する不安度、全般的な利用意向
普段の買い物	2. 購入方法、重量別の頻度・金額
選択実験等	3. 店舗購入・ドローン配送の2選択肢から選択する実験、受取距離や配送時間に対する許容度
個人属性	4. 性別、年齢、就業形態、免許・車保有、世帯構成、世帯年収、オンライン購入や新サービスへの態度

受容性分析

- 全般的な利用意向モデル
- 手法：順序ロジットモデル

分析1

利用者意識分析

- 買い物手段選択モデル
- 手法：選択実験の適用、Panel mixed logitの推定

分析2

導入効果分析

- 需要量の算出
- 事業の収支と利用者便益の算出

1. 日本におけるドローン物流の現状

2. ドローン配送の利用意向と導入効果に関する分析

- 本研究の背景と目的、対象地域、調査内容
- **分析 1 受容性分析**
- 分析 2-1 利用者意識分析
- 分析 2-2 導入効果分析

3. まとめ

分析 1 [受容性分析] 分析手法 加計呂麻島・久米島

- 本分析ではオンデマンド配送にてサービスのシナリオを固定
- 回答者は、説明資料（右図）を踏まえ、サービス要因への満足度、リスク要因への不安度、全般的な利用意向を5段階で評価

サービス要因	シナリオ
取扱商品	スーパーで購入できる食料品や軽量の日用品
注文可能な重量	2 kgまで
注文可能な時間帯	午前 9 時～午後 7 時
配送時間 (注文～自宅最寄りのポート到着)	30～60分
商品の受取場所	最寄りのドローン着地場所まで取りに行く

※久米島のリスク要因の質問では、レベル4運航（有人地帯上空を飛行可能）と説明

リスク要因	質問での例示
個人のプライバシー	頭上から見られている、注文内容を把握されるなど
機体の安全性	機体や荷物の落下など
トラブルへの対応	ドローン事故の補償や現場駆けつけなど
ドローン飛行の騒音	

ドローン配送サービスの提供イメージ

ドローンについて



ドローン
機体重量：8.0kg
飛行最高速度：時速36km

制度

- ・現在（レベル3）
 - ・操縦者が遠隔で操作
 - ・無人地帯（海や山等）を飛行可能
- ・将来（レベル4）
 - ・操縦者が遠隔で操作
 - ・有人地帯（市街地）を飛行可能

注文できる商品と量について

- ・Aコープで購入できる食料品や軽量の日用品
- ・1注文で2kg まで ※本サービスでの重量
(例：お弁当, サラダ, 飲料 500ml で 1.3kg)

注文方法について

- ・アプリ または 電話

利用時間と配送時間について

利用できる時間 : 午前 9 時～午後 7 時

注文から商品が最寄りのドローン着地場所に到着するまでの時間 : 30分～60分

商品の受け取り方法について

自宅から最寄りのドローン着地場所まで、お客様が荷物を取りに行く

商品が家に届くまでの流れ



STEP 1
お客様が商品を注文



STEP 2
店員がドローンに荷物を積み込み



STEP 3
ドローンが配送先の近くまで飛行



STEP 4
ドローンが自宅最寄りの着地場所に到着

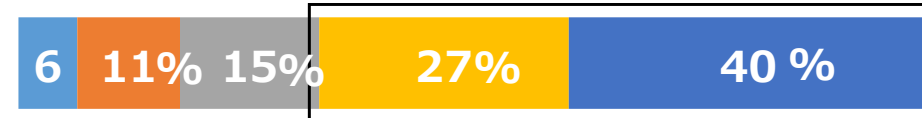
分析 1 [受容性分析] 基礎集計 加計呂麻島・久米島

サービス要因に対する満足度

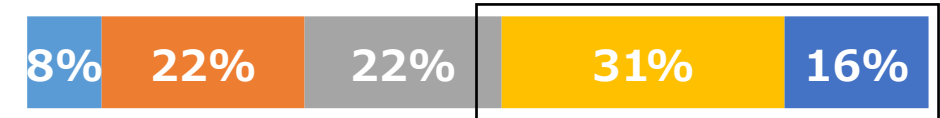
加計呂麻島 (n=124)



Q. 注文可能な重量



久米島 (n=169)



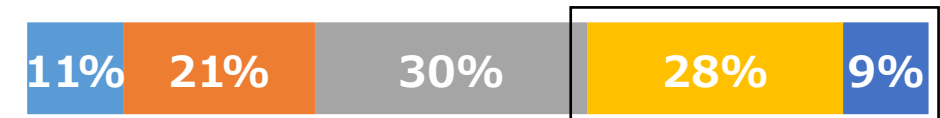
Q. 注文可能な時間帯



Q. 配送時間



Q. 受取場所



分析 1 [受容性分析] 基礎集計 加計呂麻島・久米島

リスク要因に対する不安度

加計呂麻島 (n=123)



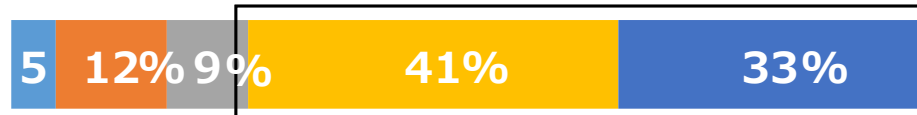
Q. 個人のプライバシー



Q. 機体の安全性



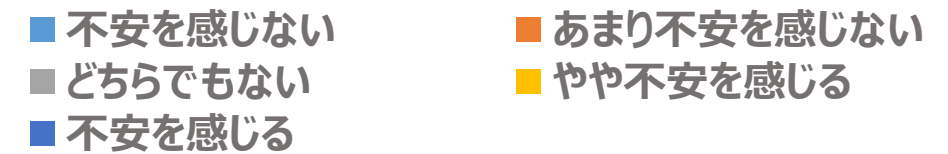
Q. トラブルへの対応



Q. ドローン飛行の騒音



久米島 (n=169)



分析 1 [受容性分析] 基礎集計 加計呂麻島・久米島

全般的な利用意向

Q. このサービスを利用したいか

加計呂麻島 (n=122)



久米島 (n=169)



分析 1 [受容性分析] 分析結果 加計呂麻島・久米島

全般的な利用意向（※受容性の一つとして）に影響を与える要因の分析

順序ロジットモデルの推定（目的変数：全般的な利用意向 説明変数：サービス要因への満足度、リスク要因への不安度）

加計呂麻島

	係数	t値	
サービス要因			
注文可能な重量	-0.12	-0.72	
注文可能な時間帯	0.53	3.07	***
配送時間	0.56	2.49	**
商品の受取場所	0.62	3.09	***
リスク要因			
プライバシーのリスク	-0.15	-0.76	
騒音のリスク	-0.38	-2.11	**
安全面に関するリスク (レベル3飛行)	-0.29	-1.51	
閾値			
1 2	0.47	0.40	
2 3	1.80	1.52	
3 4	4.16	3.37	***
4 5	5.82	4.49	***
自由度調整済み疑似決定係数	0.210		
サンプルサイズ	118		

* p < 0.10, ** p < 0.05, *** p < 0.01

久米島

	係数	t値	
サービス要因			
注文可能な重量	0.24	1.87	*
注文可能な時間帯	0.02	0.04	
配送時間	0.33	2.24	**
商品の受取場所	0.26	1.79	*
リスク要因			
プライバシーのリスク	-0.09	-0.56	
騒音のリスク	-0.37	-2.41	**
安全面に関するリスク (レベル4飛行)	-0.40	-2.40	**
閾値			
1 2	-3.24	-3.26	***
2 3	-1.93	-2.03	**
3 4	-0.14	-0.15	
4 5	1.77	1.87	*
自由度調整済み疑似決定係数	0.117		
サンプルサイズ	169		

* p < 0.10, ** p < 0.05, *** p < 0.01

※「機体の安全性」と「トラブルへの対応」の回答結果の相関は高く、両結果を足して「安全面のリスク」として用いた

分析 1 [受容性分析] 分析結果 加計呂麻島・久米島

共通して影響する要因

- 配送時間への満足度
- 商品の受取場所への満足度
- 騒音への不安度
- 利用意向と強く相関
- ただ、両地域で「配送時間」や「騒音」は不満・不安を感じる人は比較的少ない
- 一方、両地域で「受取場所」は不満を感じる人が多い

影響があるかは地域の事情に依存

- 注文可能な重量へ満足度
- 安全面（機体の安全性、トラブルへの対応）への不安度
- 両地域で不安を感じる人が多いものの、利用意向への影響は一律ではない
- これらの属性はサービスの前提条件として捉えられる側面もある

全般的な利用意向の水準

- 両地域で差があり、久米島の方が利用意向が高い
- 二次離島と一次離島の違い：居住者属性、買い物行動、新サービス全般への意識の違い

1. 日本におけるドローン物流の現状

2. ドローン配送の利用意向と導入効果に関する分析

- 本研究の背景と目的、対象地域、調査内容
- 分析 1 受容性分析
- **分析 2-1 利用者意識分析**
- 分析 2-2 導入効果分析

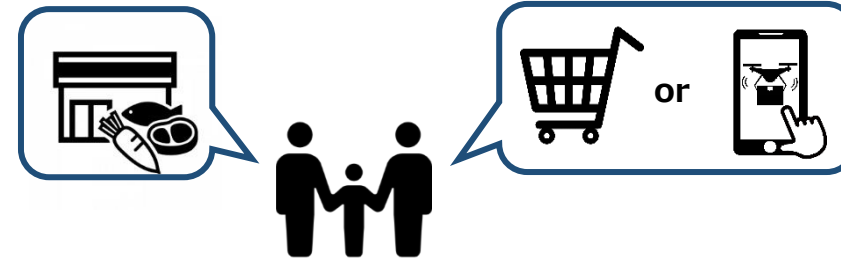
3. まとめ

分析 2 [利用者意識分析・導入効果分析] 分析手法 久米島

対象地域：久米島

1. 利用者意識分析

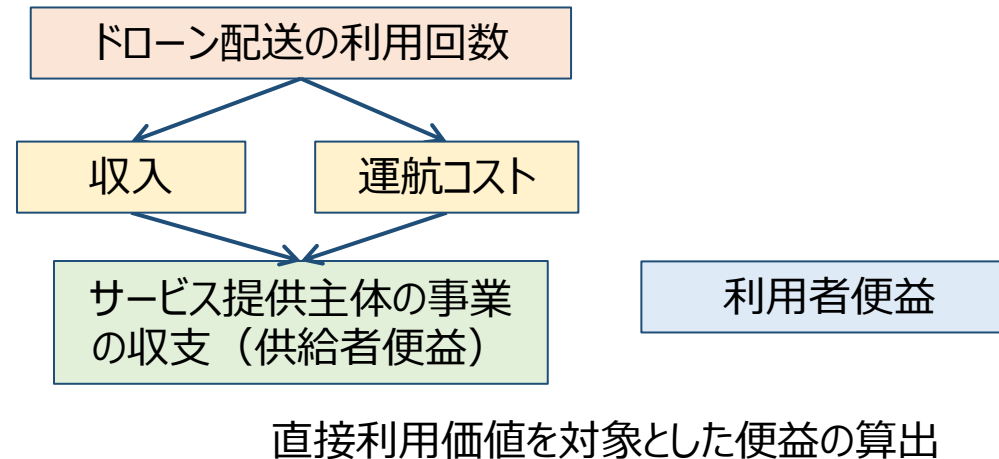
- 買い物手段選択モデル
- 手法：選択実験の適用、Panel mixed logitの推定



買い物手段（店舗購入/ドローン配送）の選択実験を実施し、買い物手段の選択モデルを推定
→ ドローン配送の利用に影響を与える要因の分析

2. 導入効果分析

- 需要量の算出
- 事業の収支と利用者便益の算出



前提条件

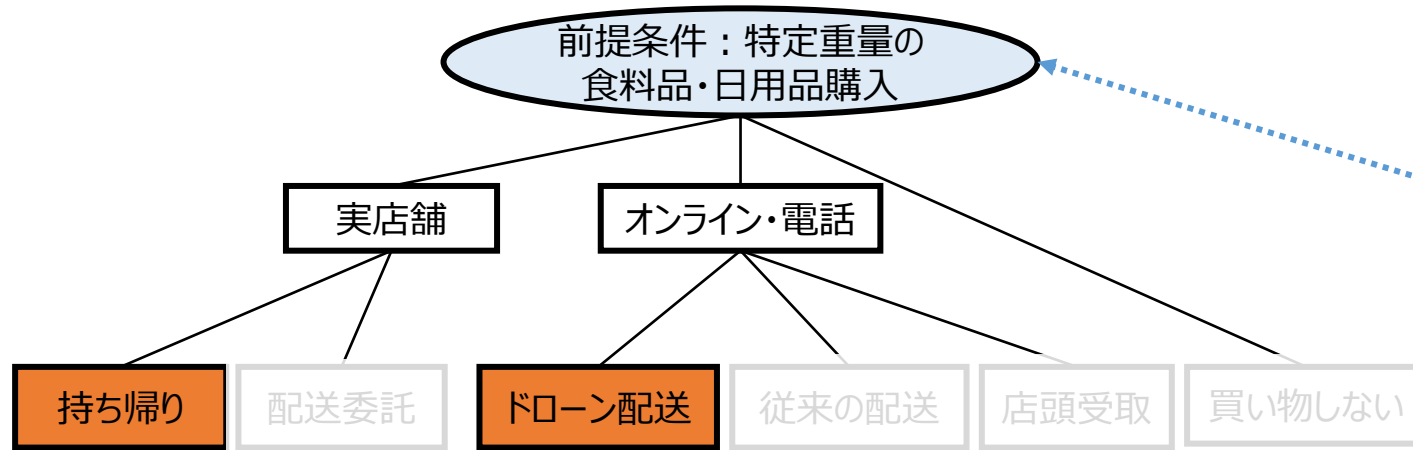
- ドローン配送のサービス提供面の仮定・シナリオ
- 各世帯の各重量買い物頻度の仮定

利用者便益

- （ドローン配送導入による）買い物利便性向上を金銭価値で評価

分析 2-1 [利用者意識分析] 分析手法 久米島

買い物手段選択の構造に関する仮定



- 2kg、5kg、10kgのいずれかの重量の食料品・日用品を購入するという前提
- この前提条件において、「店舗購入」、「ドローン配送」の2肢選択とみなす

選択実験 (stated choice experiment)とは？

Q. 5kg、4000円の買い物をするとき、どちらを選びますか？



- 選択実験では、各選択肢に複数の属性を設定。回答者はどちらの選択肢がより好ましいか選択（コンジョイント分析とも）※

※【参考】選択実験は表明選好 (Stated Preference; SP) 調査（仮想的な状況における行動意向を質問）の一種。SP調査の仮想的市場評価法 (CVM)より仮想バイアス（行動意向と実行動とのずれ）は低減するが、設計はより複雑になる

分析 2 - 1 [利用者意識分析] 分析手法 久米島

サービス属性と水準の設定

属性	選択肢		水準
	店舗購入	ドローン配送	
購入重量 (kg)	前提条件	前提条件	2、5、10
購入金額 (円)	前提条件	前提条件	1000、2000、4000 (購入重量に対応)
商品範囲 (品ぞろえ)	○	○	小～中 (各商品3種類程度)、多 (同10)
店舗までの移動時間 (分)	○	-	15、30、45
配送料 (円)	-	○	200、400、600、800
配送時間 (分)	-	○	30、60、90
荷物の受取場所	-	○	自宅受取、自宅から徒歩3分、徒歩5分

- 店舗購入では2つの属性
- ドローン配送では4つの属性

▽ D-efficient法の適用

買い物条件	2kg (1000円)	5kg (2000円)	10kg (4000円)
作成された質問数	21	21	21
ブロック数	7	7	7
1人あたり質問数	3	3	3

1人あたり計 9 問

- D-efficient法※を適用し、各重量21問の質問を作成
- 回答者には各重量3問 (毎回水準値は異なる) の計 9問が示される

※【参考】 各変数に対する事前パラメータを用いてより有効な推定値を得る。
伝統的な実験計画法に比べ、少サンプルでもより有効な推定値を得やすくなる

分析 2 - 1 [利用者意識分析] 分析手法 久米島

ウェブ回答画面の作成（2kg、10kgの場合を例示）

「2kgの食料品・日用品」を購入する時に、以下の2つの手段が利用できると想定してください。
購入商品は次のものを想定してください。

商品群		
野菜	フルーツ・果物	海産物
肉類	麺類	パン類
飲料	酒類	お菓子・スイーツ
お弁当・惣菜・料理	日用品	

あなたはどちらの買い物手段を利用したいと思いますか。

選択肢	 店舗購入	 ドローン配送
食料品・日用品の重量	2kg	2kg
購入金額	1000円	1000円
商品の品揃え	少～中 (各商品3種類程度)	多 (各商品10種類程度)
店舗までの移動時間	45分	—
配送料	—	400円
配送時間（注文～受取場所到着まで）	—	90分
受取方法（自宅受取 または 商品を取りに行く）	—	自宅から受取場所まで 徒歩 5 分
どちらの選択肢を選びますか？	☐	☐

「10kgの食料品・日用品」を購入する時に、以下の2つの手段が利用できると想定してください。
購入商品は次のものを想定してください。

商品群		
野菜	フルーツ・果物	海産物
肉類	麺類	パン類
飲料	酒類	お菓子・スイーツ
お弁当・惣菜・料理	日用品	

あなたはどちらの買い物手段を利用したいと思いますか。

選択肢	 店舗購入	 ドローン配送
食料品・日用品の重量	10kg	10kg
購入金額	4000円	4000円
商品の品揃え	少～中 (各商品3種類程度)	多 (各商品10種類程度)
店舗までの移動時間	15分	—
配送料	—	200円
配送時間（注文～受取場所到着まで）	—	90分
受取方法（自宅受取 または 商品を取りに行く）	—	自宅受取
どちらの選択肢を選びますか？	☐	☐

- どの水準も偏りなく提示
- ドローン配送の平均選択確率は実験で与えられた水準の下で、34%となった（サンプルサイズ＝回答者数168人×9問＝1512）

分析 2 - 1 [利用者意識分析] 分析結果 久米島

買い物手段（店舗購入/ドローン配送）選択に影響を与える要因の分析

Panel mixed logitモデルの推定：時間や品ぞろえへの選好（変数への感度）の個人間の違いを考慮。同一個人の繰り返し回答結果を用いる（パネル化）

説明変数	選択肢	係数	Rob.t値
サービス属性			
商品範囲：平均	店舗、ドローン	-1.42	-3.4***
標準偏差		1.07	3.5***
移動時間[分]：平均	店舗	-3.56	-12.7***
標準偏差		1.00	4.8***
配送料[100円]	ドローン	-0.53	-7.4***
配送時間[分]：平均	ドローン	-8.10	-3.9***
標準偏差		5.74	2.9***
受取場所：徒歩3分	ドローン	-0.56	-1.7*
受取場所：徒歩5分	ドローン	-0.53	-3.0***
交差項			
配送料[100円] ×購入金額ダミー[4000円]	ドローン	0.15	3.4***
定数項			
自由度調整済み擬似決定係数			0.246
回答者数			168
サンプルサイズ（選択結果）			1,512

- 有意水準：* $p \leq 0.10$, ** $p \leq 0.05$, *** $p \leq 0.01$
- 商品範囲の係数には正の対数正規分布、移動時間と配送時間の係数には負の対数正規分布を仮定
- 定数項は非有意、個人属性と態度変数の影響は定数項に対して非有意

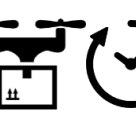
買い物手段選択への影響要因

- 

購入金額：購入金額が高いほど、ドローン配送の選択確率に正の影響
- 

商品範囲：品ぞろえが豊富なほど、それぞれの選択確率に正の影響
- 

店舗までの移動時間：移動時間が長いほど、店舗選択確率に負の影響
- 

配送料：配送料が高いほど、ドローン配送の選択確率に負の影響
- 

配送時間：配送時間が長いほど、ドローン配送の選択確率に負の影響
- 

受取場所：自宅受取でない場合、ドローン配送の選択確率に負の影響

分析 2 - 1 [利用者意識分析] 分析結果 久米島

買い物手段選択への影響要因：影響の大きさ

- 属性では、ドローン配送の配送料と荷物の受取場所の影響が大きい
(例えば、受取場所が自宅受取ではない場合、ドローン配送の選択確率が6～7ポイント減少)
- 一方、配送時間（※提示したオンデマンド型配送の時間枠内の時間変化 = 90分以内での時間変化）の影響は小さい

限界確率効果 (MPE)の算出結果

説明変数	説明変数の値の変化時の ドローン配送選択確率の変化※	10円あたりのドローン配送の 選択確率の変化
前提条件		
購入金額：1000/2000円 → 4000円	8.0ポイント	
属性		
商品範囲：少～中 → 多	5.0ポイント	貨幣換算せず
店舗までの移動時間：+10%	1.3ポイント	0.26ポイント
配送料：+10%	-2.3ポイント	-0.47ポイント
配送時間：+10%	-0.2ポイント	-0.04ポイント
受取場所：自宅受取→徒歩3分	-6.9ポイント	-0.69ポイント
受取場所：自宅受取→徒歩5分	-6.3ポイント	-0.37ポイント

※他の属性は選択実験で示した水準のもとで該当変数の値のみを変える。その際の各回答者の選択確率の変化を集計

1. 日本におけるドローン物流の現状

2. ドローン配送の利用意向と導入効果に関する分析

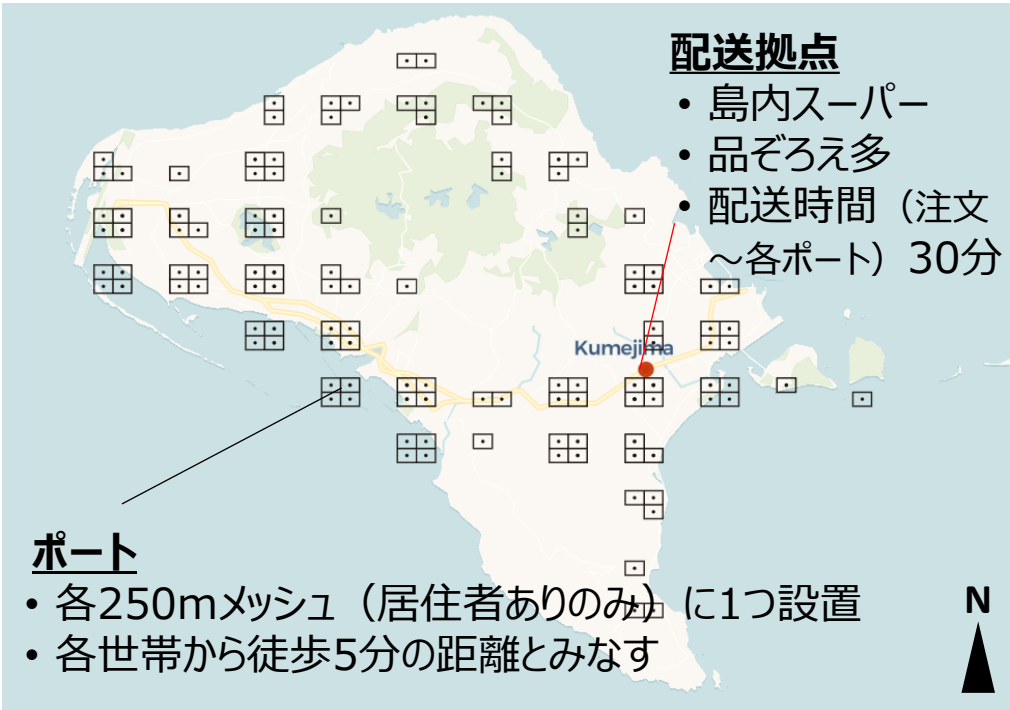
- 本研究の背景と目的、対象地域、調査内容
- 分析 1 受容性分析
- 分析 2 - 1 利用者意識分析
- 分析 2 - 2 導入効果分析

3. まとめ

分析 2-2 [導入効果分析] 前提条件 1 久米島

ドローン配送のサービス提供面の仮定・シナリオ

- ・ 特定ペイロードのオンデマンド型の配送
- ・ 1配送あたり、ドローンは配送拠点から注文者最寄りのポートまで往復の運航（帰りは空荷）
- ・ 1機あたり1時間最大2件の配送が可能（配送場所による時間あたりの運航回数の変化は考慮しない）



ドローン配送の運航コストの仮定

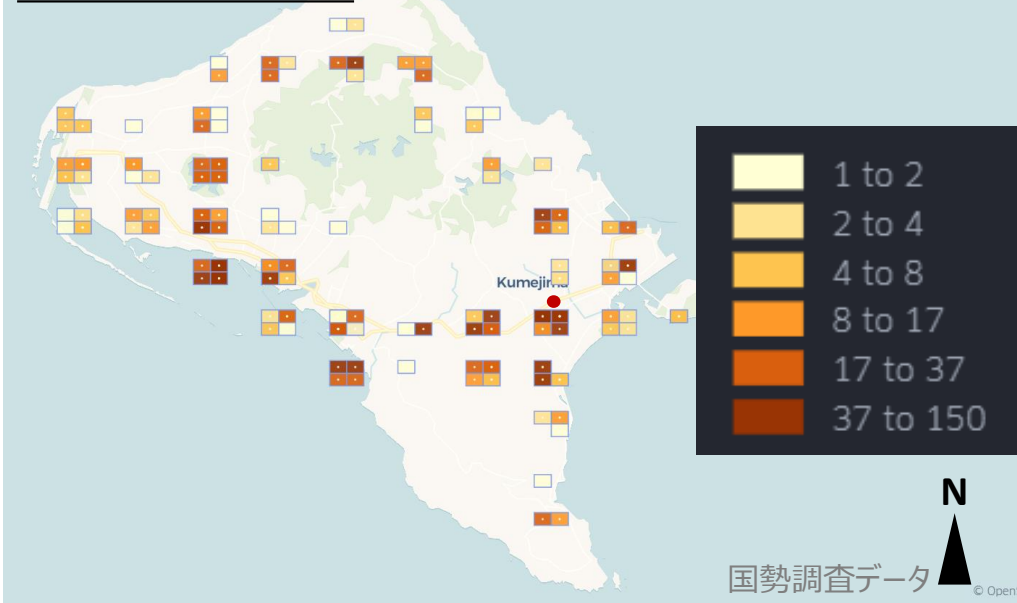
初期費				
ドローン	ペイロード (最大搭載可能重量)	2kg	5kg	10kg
	機体費[万円]	350	500	650
	機体費シナリオ	基準値 ±0%、-10%、-30%		
	運用台数シナリオ	3機、5機、10機		
	償却期間	3年		
	要件	1時間あたり最大2件の配送		
ポート	設置費用[万円]	5	※1カ所あたり	
	償却期間	3年		
	要件	178カ所（各メッシュに1つ）		
運営費				
遠隔パイロット	同時監視台数シナリオ	最大5機、最大10機		
	・ ドローンの操縦と監視 ・ 1日8時間の勤務、月給40万			
荷物積み卸し 補助者	・ 配送拠点での荷物積み卸し、ドローン点検 ・ 1人あたり1時間10件の注文を捌く ・ 1日11時間分、時給1500円			

分析 2-2 [導入効果分析] 前提条件 2 久米島

各世帯の各重量買い物頻度の仮定

- 各重量買い物頻度の調査結果（右上表）から、各重量の買い物頻度を説明するモデルを推定（掲載略）
- 本モデルを用いて全世帯の各重量買い物頻度を推計し（右下表）、月あたりで集計 → 1日あたり9時～19時の間でランダム（一様）に発生させる

久米島の世帯分布 人口：7308 世帯数：3946



買い物頻度	調査結果 (n=169)		
	2kg以下	2~5kg	5~10kg
数ヶ月に1回程度 または 買い物しない	14%	11%	24%
月に数回	14%	21%	42%
週に1~2日	36%	47%	25%
週に3~4日	28%	18%	9%
週に5日以上	9%	2%	0%

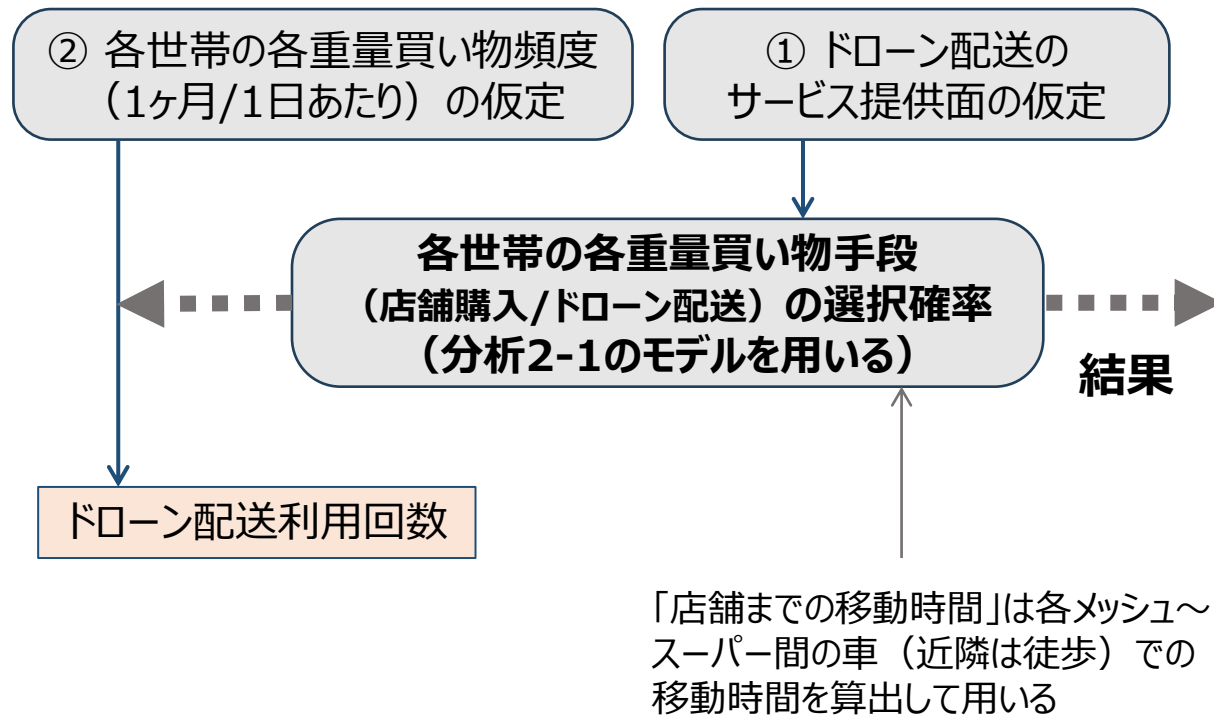


買い物頻度	推計値 (n=3338)		
	2kg以下	2~5kg	5~10kg
数ヶ月に1回程度 または 買い物しない	10%	13%	29%
月に数回	13%	24%	54%
週に1~2日	38%	48%	16%
週に3~4日	29%	14%	1%
週に5日以上	9%	1%	0%

分析2-2 [導入効果分析] 算出手順1 久米島

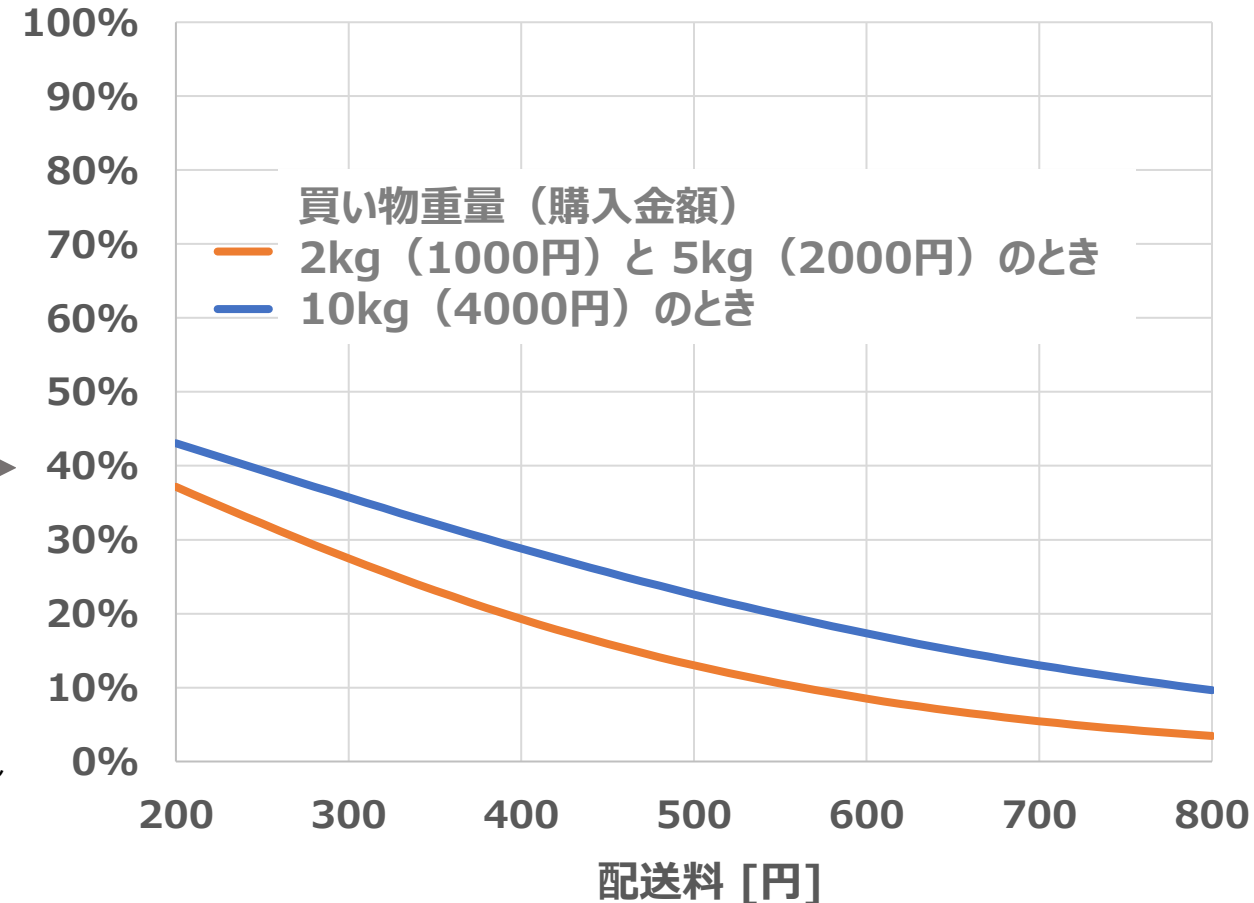
ドローン配送の需要量の算出

- 各世帯の各重量買い物手段選択確率を算出
- 各世帯の各重量買い物頻度に買い物手段選択確率をかけドローン配送の利用回数を算出
- 導入による買い物頻度増加（誘発需要）は考慮しない



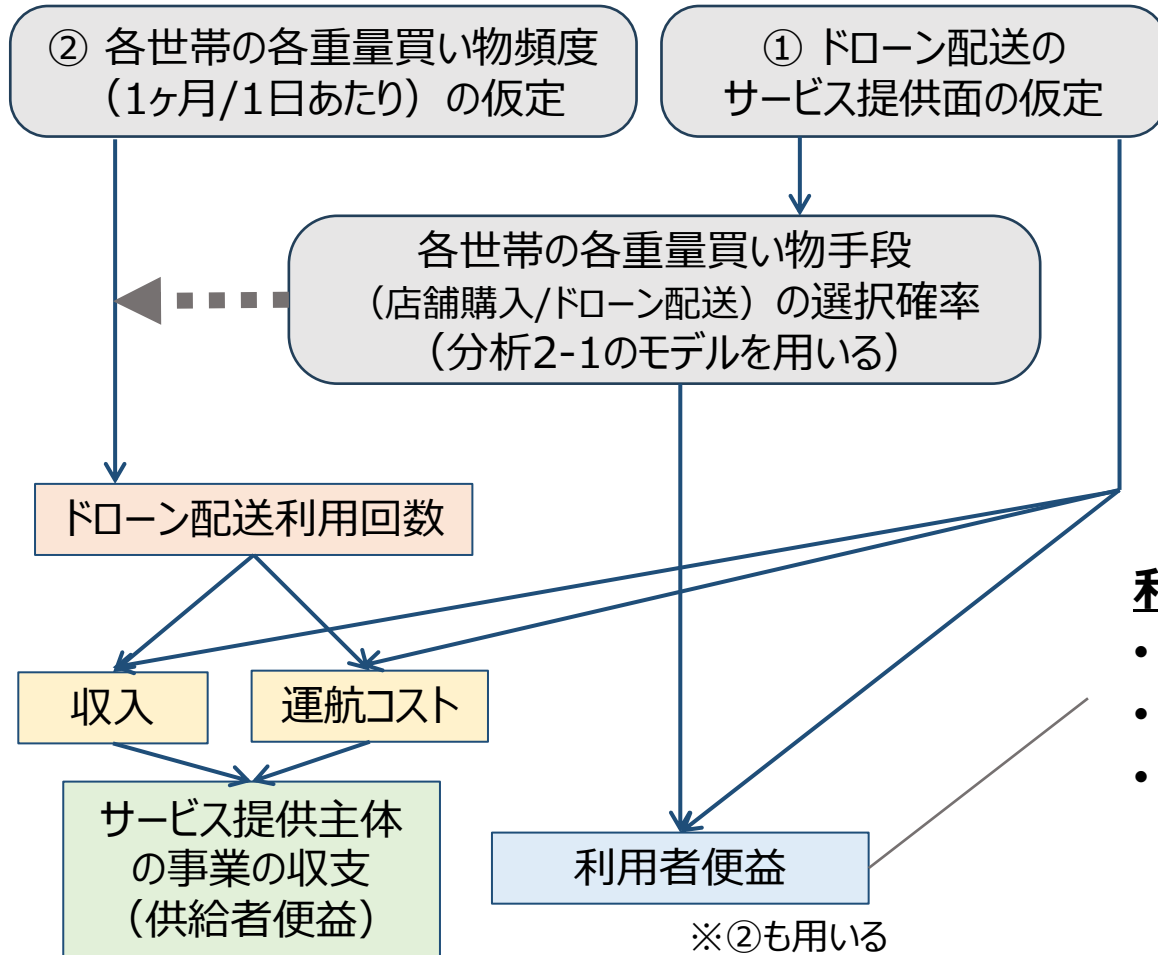
ドローン配送の平均選択確率（配送料シナリオ別）

全世帯の推計値を集計



分析 2-2 [導入効果分析] 算出手順 2 久米島

事業の収支と利用者便益の算出



検討シナリオ

各ペイロード（2kg、5kg、10kg）のサービスに対して

- 機体費 : 基準値 ±0%、-10%、-30%
- 運用台数 : 3機、5機、10機
- 同時監視台数 : 最大5機、10機（運用10機のと時のみ）
- 配送料 : 300円、400円、500円

計36シナリオ

利用者便益

- ドローン配送がある場合とない場合の買い物利便性の差の金銭価値※
- 買物1回あたりの便益×買い物回数で算出
- 買い物需要発生するときドローン配送がすぐに利用可能でなければ便益は発生しないとする（→買い物回数から利用可能でなかった回数を除く）

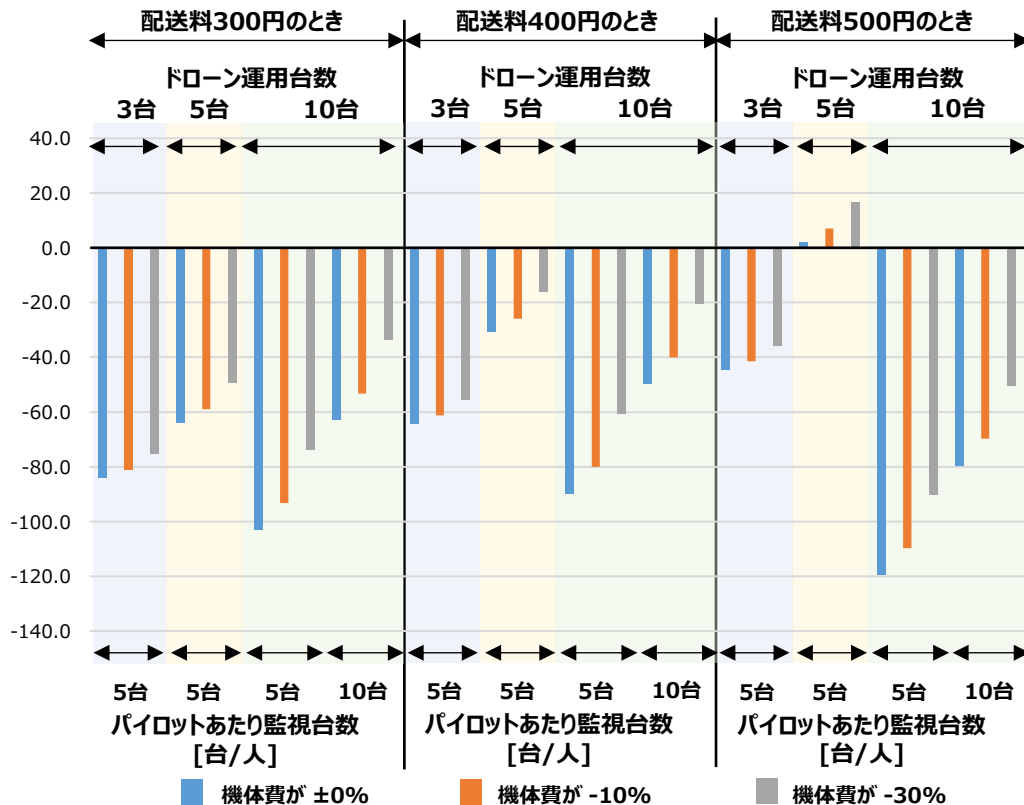
※【参考】効用（買い物の利便性/アクセシビリティ）水準の変化を金銭価値で評価した値（消費者便益）。買い物手段選択モデルにおける選択肢*i*の効用の確定項を V_i とすると、同モデルのログサム（期待効用）（＝買い物利便性）は、 $\ln(\sum_i \exp(V_i)) + C$ ※ C は任意の定数；買物1回あたりの便益は以下のとおり（ β_{Cost} ：同モデルの配送料パラメータ）：

$$\left(\frac{1}{\beta_{Cost}}\right) [\ln(\sum_i \exp(V_i^{with})) - \ln(\sum_i \exp(V_i^{without}))]$$
 ※*with*はドローン配送がある場合、*without*はない場合

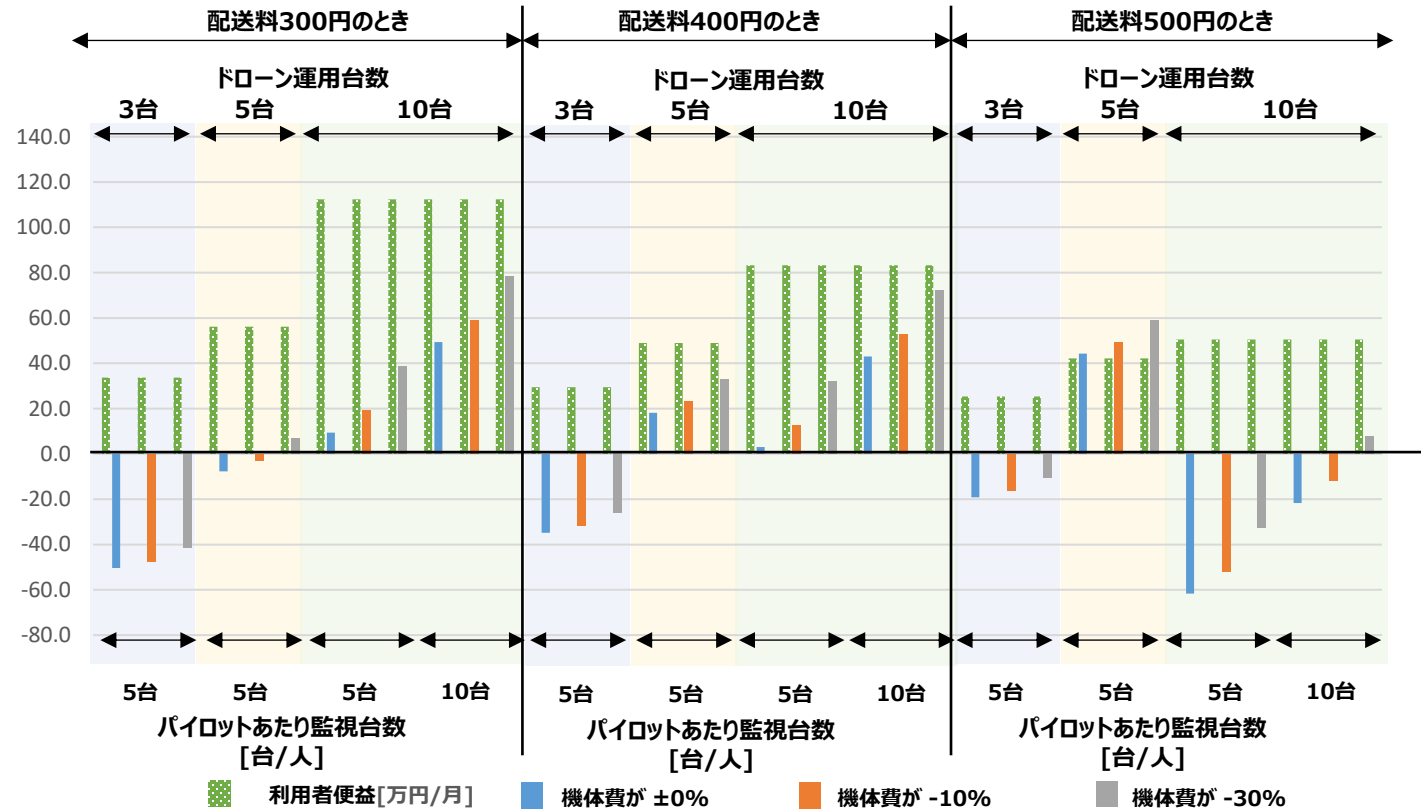
分析 2-2 [導入効果分析] 算出結果 2kgのとき 久米島

- 事業の収支：現状の機体費で採算が取れるのは、配送料高位（500円）・運用台数中位（5台）
- 利用者便益：配送料が安く運用台数が多いほど大きい。配送料500円までの範囲では一定の規模を持つ

事業の収支[万円/月]



利用者便益[万円/月] (左) と事業の収支+利用者便益[万円/月] (右)



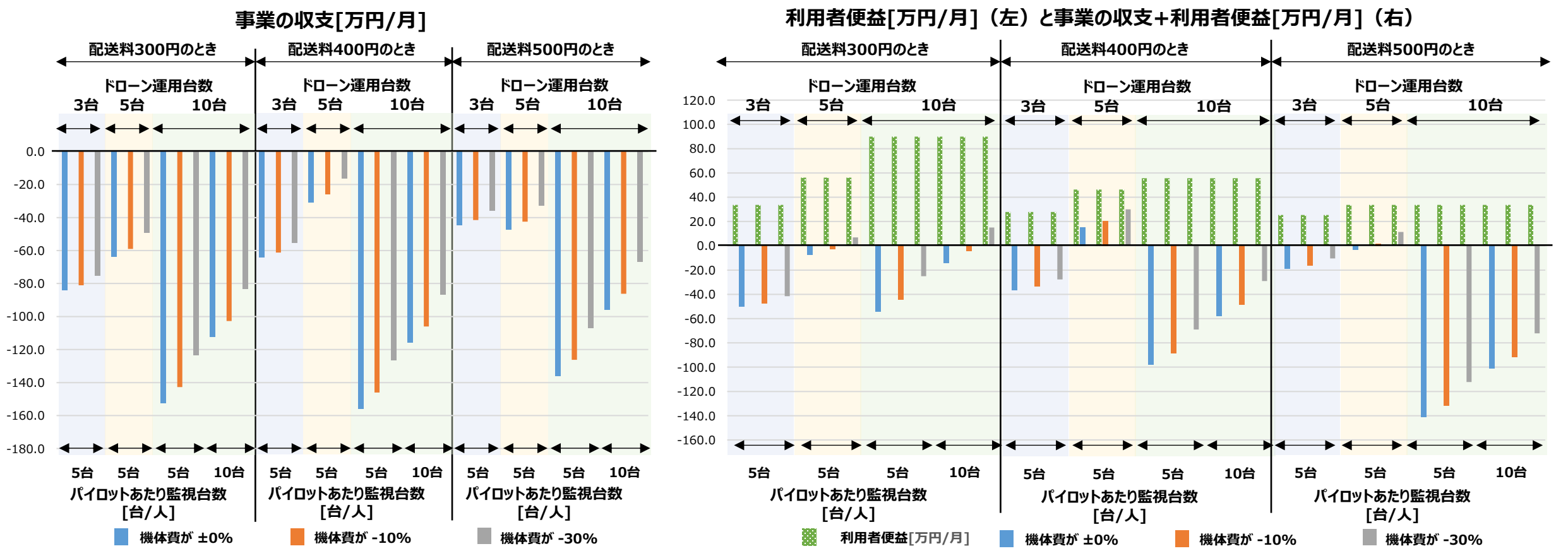
分析 2-2 [導入効果分析] 算出結果 2kgのとき 久米島

(例) ペイロード2kg・配送料500円の際の算出手順

シナリオ					需要発生数					初期費			運営費			収入						
ペイロード	配送料	運用 台数	パイロ ット監視 台数	機体費 減少率 (%)	最大 回数	利用 回数	利用 回数	利用 回数	需要発 生数/最 大回数	注文 受付数	機体費	ポート 費	費用	パイロ ット数	補助 者数	費用		1配送あたり 費用	事業の収支 (供給者 便益)	利用者 便益	利用者 便益	事業の 収支+ 利用者 便益
	[円/ 回]				[/時]	[/月]	[/日]	[/時]	[%]	[/時]	[万円]	[万円]	[万円 /月]	[人]	[人]	[万円 /月]	[万円 /月]	[円/回]	[万円/月]	[円/ 回]	[万円/ 月]	[万円/ 月]
2kg	500	3	5	0	6	3775	126	12	200%	6	1,050	890	54	1	1	90	99	724	-44	17	25	-19
		3	5	-10	6	3775	126	12	200%	6	945	890	51	1	1	90	99	709	-41	17	25	-16
		3	5	-30	6	3775	126	12	200%	6	735	890	45	1	1	90	99	680	-36	17	25	-10
		5	5	0	10	3775	126	12	120%	10	1,750	890	73	1	1	90	165	493	2	17	42	44
		5	5	-10	10	3775	126	12	120%	10	1,575	890	68	1	1	90	165	479	7	17	42	49
		5	5	-30	10	3775	126	12	120%	10	1,225	890	59	1	1	90	165	449	17	17	42	59
		10	5	0	20	3775	126	12	60%	12	3,500	890	122	2	2	179	182	797	-112	17	51	-62
		10	5	-10	20	3775	126	12	60%	12	3,150	890	112	2	2	179	182	771	-102	17	51	-52
		10	5	-30	20	3775	126	12	60%	12	2,450	890	93	2	2	179	182	720	-83	17	51	-32
		10	10	0	20	3775	126	12	60%	12	3,500	890	122	1	2	139	182	691	-72	17	51	-22
		10	10	-10	20	3775	126	12	60%	12	3,150	890	112	1	2	139	182	665	-62	17	51	-12
		10	10	-30	20	3775	126	12	60%	12	2,450	890	93	1	2	139	182	614	-43	17	51	8

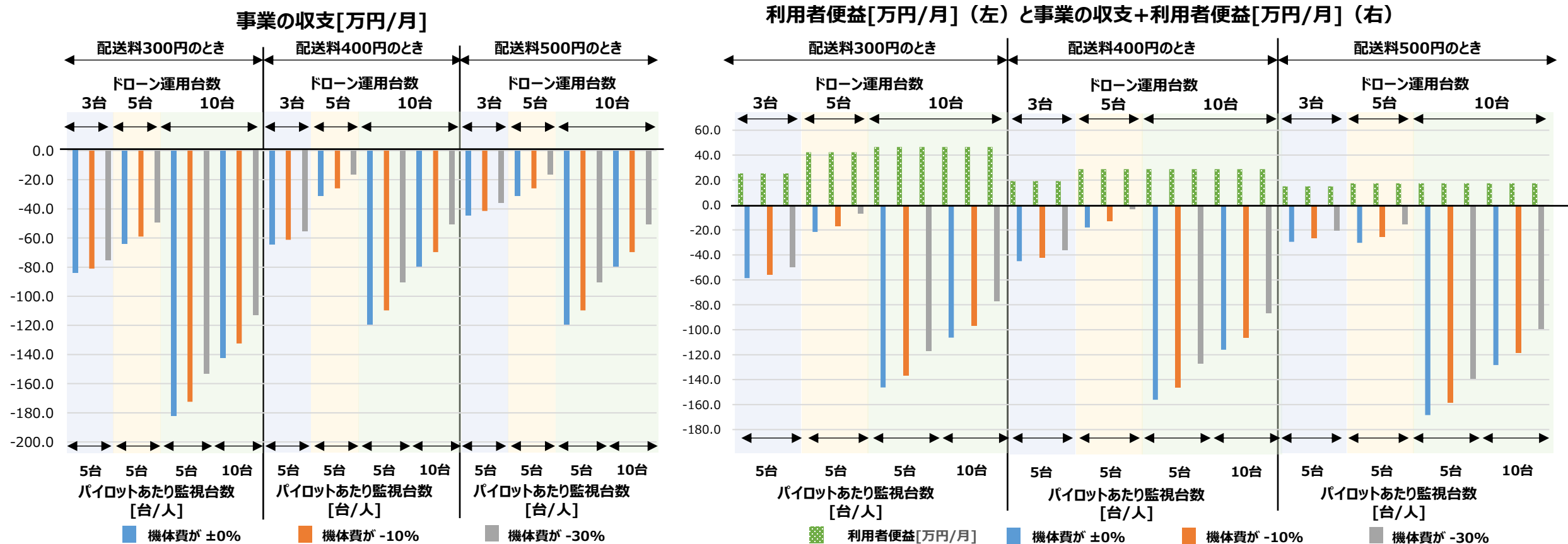
分析 2-2 [導入効果分析] 算出結果 5kgのとき 久米島

- 事業の収支：現状の機体費で採算が取れるシナリオはないが、欠損最小は配送料中高位（400～500円）・運用台数中位（5台）であり、2kgのときの結果に類似
- 利用者便益：配送料500円までの範囲では一定の規模を持つ



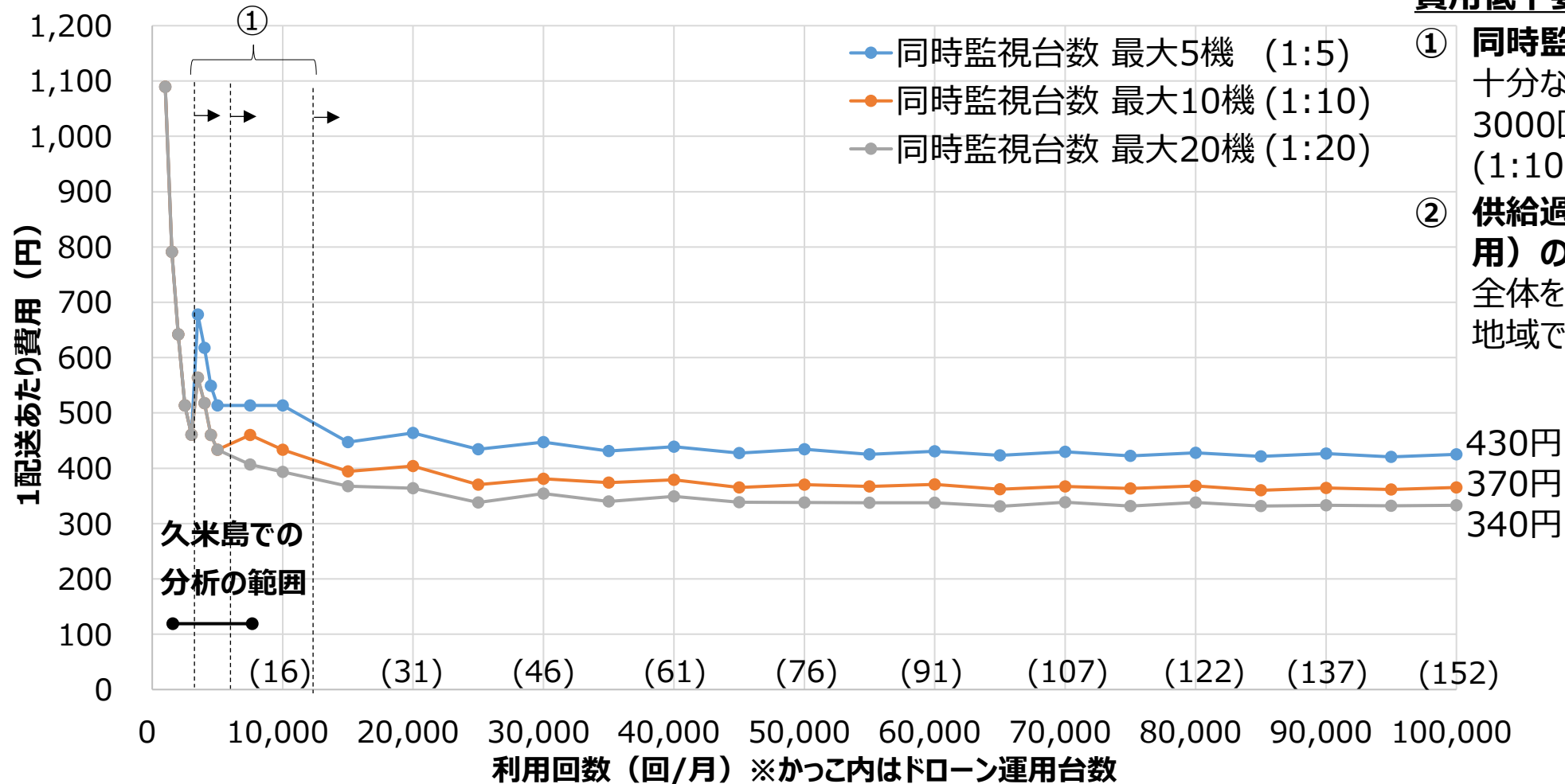
分析 2-2 [導入効果分析] 算出結果 10kgのとき 久米島

- 事業の収支：現状の機体費で採算が取れるシナリオはないが、欠損最小は配送料中高位（400～500円）・運用台数中位（5台）であり、2kgや5kgのときの結果に類似
- 利用者便益：配送料500円までの範囲では一定の規模を持つ。これ以上の配送料では限定的な規模になると推察



分析 2-2 [導入効果分析] 算出結果 2kgのとき 仮想的状況

- ・ 需要発生数（利用回数）を満たせる最小のドローン運用台数を常に設定し、仮想的に利用回数を増加させる
- ・ 機体費は現状の値を利用。ポート設置費は除いて算出
- ・ 久米島では、①の効果を十分に発揮できる場合が多い

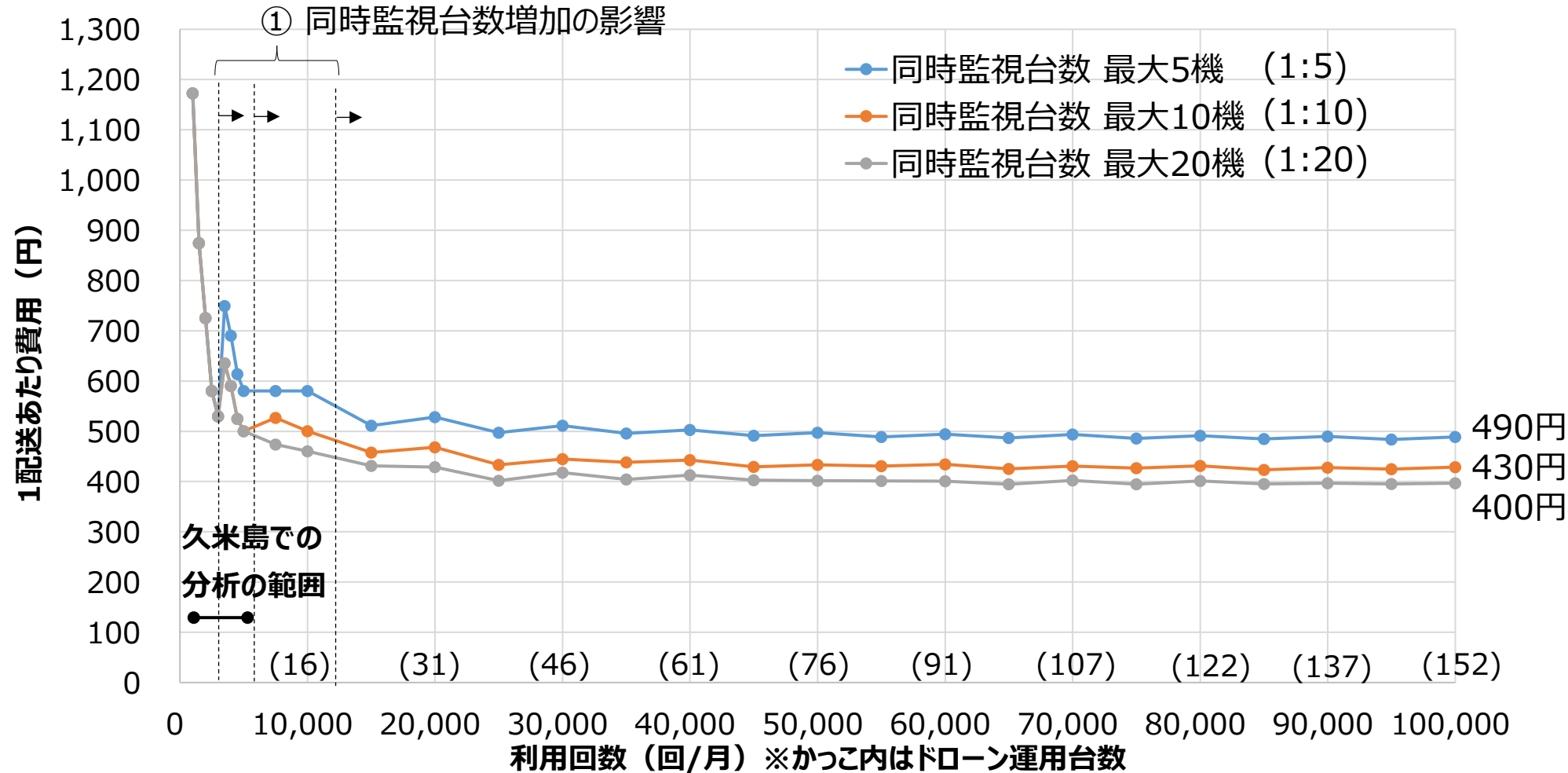


費用低下要因

- ① 同時監視台数増加の影響
十分な発揮のためには、最低3000回 (1:5)、6500回 (1:10)、13000回 (1:20)必要
- ② 供給過剰抑制（機材有効利用）の影響
全体を通して緩やかに影響※同一地域での展開の場合のみ

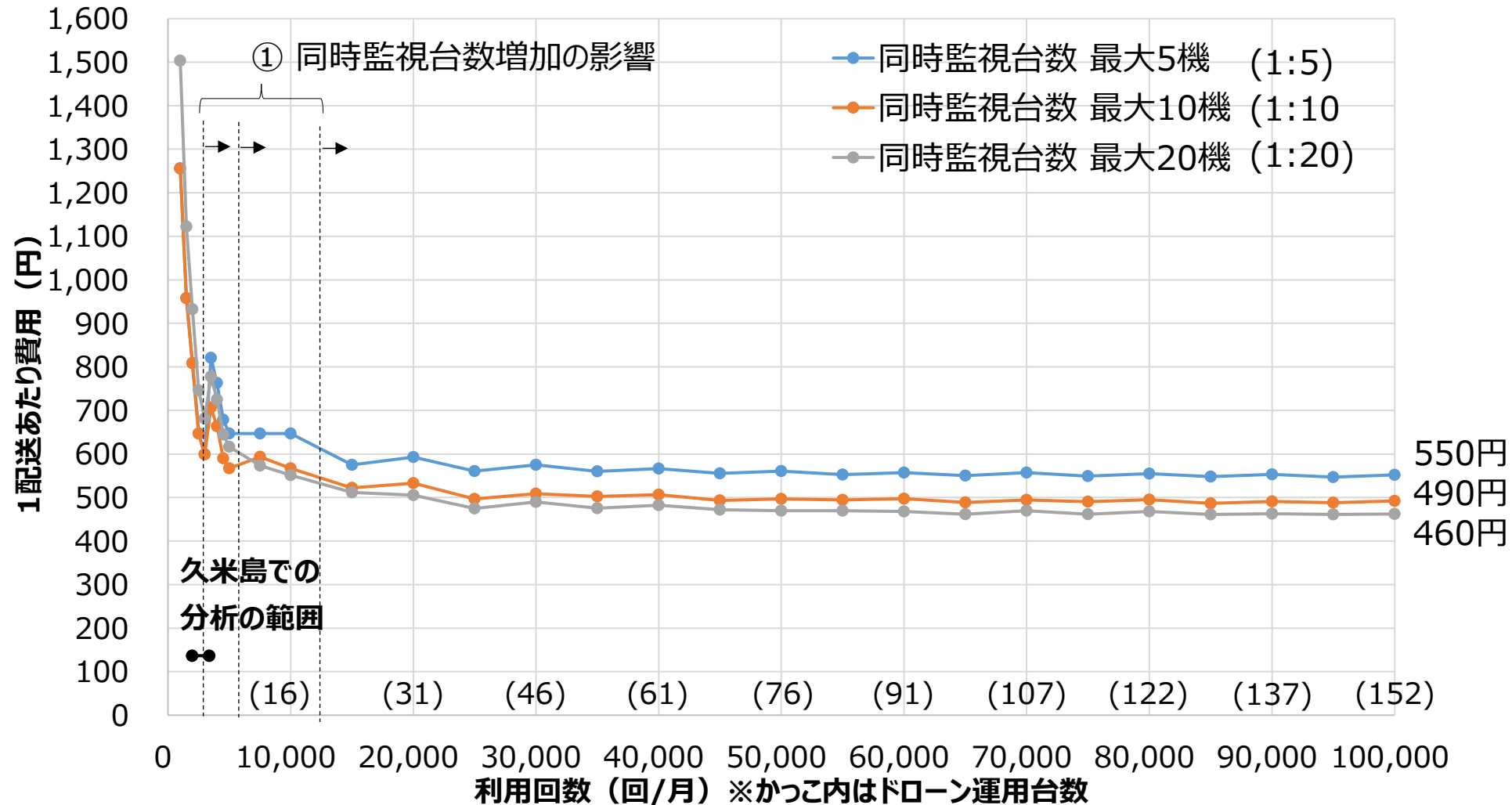
分析 2 - 2 [導入効果分析] 算出結果 5kgのとき 仮想的状況

- 算出方法は2kgの場合と同じ
- 久米島では、①の効果を十分に発揮できない場合が多い → 1配送あたり費用低下が不十分



分析 2-2 [導入効果分析] 算出結果 10kgのとき 仮想的状況

- 算出方法は2kgや5kgの場合と同じ
- 久米島では、①の効果を十分に発揮できない場合が多い → 1配送あたり費用低下が不十分



1. 日本におけるドローン物流の現状

2. ドローン配送の利用意向と導入効果に関する分析

- ・ 本研究の背景と目的、対象地域、調査内容
- ・ 分析 1 受容性分析
- ・ 分析 2-1 利用者意識分析
- ・ 分析 2-2 導入効果分析

3. まとめ

本研究のまとめ

- 過疎地域において、多数のドローン物流の取組が実施され、取組の主な目的として、生活利便性の向上（買い物支援や医薬品配送など）、既存物流の効率化、災害時の緊急物資輸送への対応、これらの組み合わせが掲げられている
- 本研究では、2つの離島で実施した調査をもとに、ドローン配送の社会受容性の向上や事業採算性の確保（持続可能な事業モデルの検討）に資する分析を実施

分析結果

受容性

- サービス要因では注文可能な重量や荷物の受取場所への不満度が高い
- リスク要因では機体の安全性やトラブル対応への不安度が高い
- 全般的な利用意向への地域間で共通した影響要因として、配送時間、商品の受取場所、騒音
- 全般的な利用意向の水準は離島間で異なる。二次離島と一次離島の違い（居住者属性や買い物行動などの違い）を反映している可能性。導入初期においては、地域課題と利用意向に配慮した対象地域の選定の必要性が示唆される

利用者意識

- ドローン配送においても、買物手段選択の既存の知見（影響要因として、購入金額、商品範囲、店舗までの移動時間、配送料、配送時間）と概ね一致することに加え、荷物の受取場所も選択に影響を持つ
- 特に、ドローン配送の利用に対して配送料と受取場所は強い影響を与える。一方、オンデマンド配送の前提であれば、90分以内の時間変化が及ぼす影響は小さい。サービス属性の合理的な設定の必要性が示唆される

本研究のまとめ

分析結果（続き）

導入効果（約4000世帯の地域を対象）

- 配送料500円までかつ現状の機体費において事業の採算が取れたのは、重量2kg・配送料500円・運用台数5台のとき
- 中高重量（5kg、10g）では、低重量（2kg）に比べて事業の収支が悪化する傾向。なお、配送料500円以上でも結果は同様の傾向となる（需要量低下により）。これらの理由として、中高重量ほど、本地域のみの需要規模（運用台数）では同時監視台数増加の効果を十分に発揮できず、1配送あたり費用低下が不十分であるためと推察される
- 利用者便益から、配送料500円までの範囲では、どの重量でも本サービスによる買い物利便性向上に一定の効果がみられる

過疎地域等におけるドローン配送の持続可能な事業モデル（考察）

- 本サービスの成立・継続のためには、全般的に初期費や運営費のさらなる低減（機体費のコストダウン、遠隔パイロットの同時監視台数増加など）の必要性が示唆される。特に、中高重量（5kg、10kg）のペイロードでは、同時監視台数増加の効果は1つの地域のみで十分に発揮するのは難しく、複数地域での展開の必要性が示唆される
- 低重量のペイロードでは考慮した社会的価値の観点では導入が望ましいケースが多い上、採算が取れるシナリオがありうる。事業者を主体とした本サービスの成立・継続（事業者主体モデル）の可能性などが考えられる
- 物流分野での多目的利用が可能な中高重量のペイロードでは、1つの地域のみで事業者主体での本サービスの成立・継続は難しい場合が多い可能性。複数地域展開のもとでの事業者主体モデル、特定地域における生活サービス提供に係る政策や交通政策（配送網維持やCO2排出量削減の観点）と連携した公民連携モデルの可能性などが考えられる

本研究のまとめ

今後の課題

- オペレーションの高度化に対応した分析：時間帯による需要の変動の考慮、需要側の最大待ち時間の基準に基づくサービスの利用可能性の設定、天候によるサービスの利用可能性の変動の考慮、ポート設置場所の合理化
- 異なるサービス形態の分析：時間指定型配送の分析⇔本研究はオンデマンド型配送を前提、低重量高単価商品（医薬品など）の配送の分析⇔本研究は買い物重量と購入金額が概ね比例する商品（食料品・日用品）を前提

ご清聴ありがとうございました

調査にご協力頂いた皆様に感謝申し上げます

補足資料

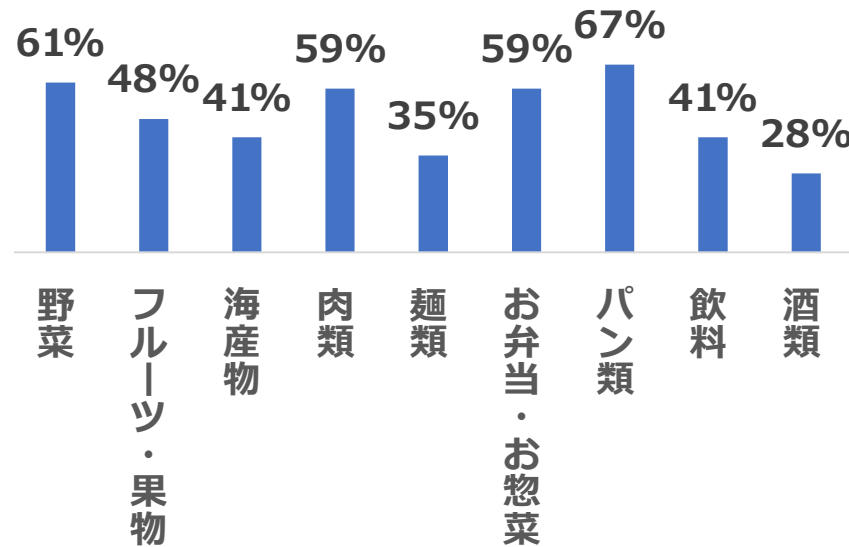
その他調査結果 注文したい商品・場面 加計呂麻島

ドローン配送の利用意向 Q. このサービスを利用したいか (n=122)

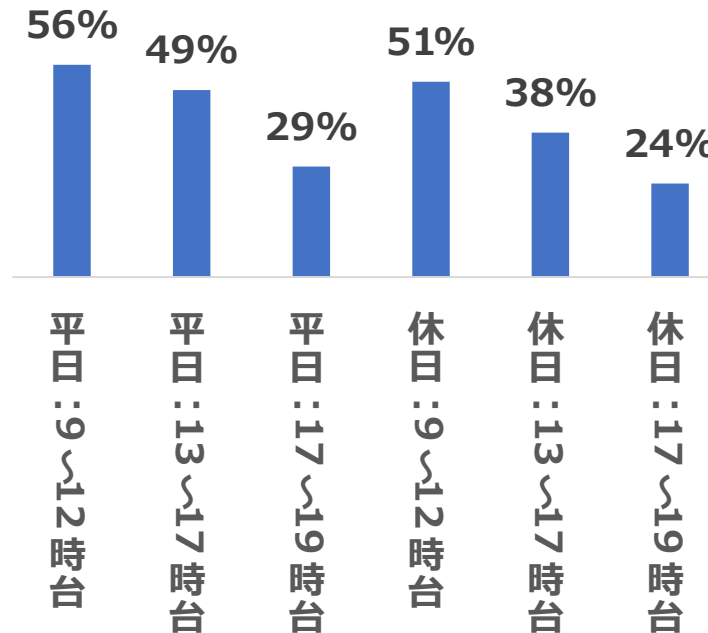
■ 利用したい ■ やや利用したい ■ どちらでもない ■ あまり利用したくない ■ 利用したくない



Q. 注文したい商品（複数回答可）(n=46)

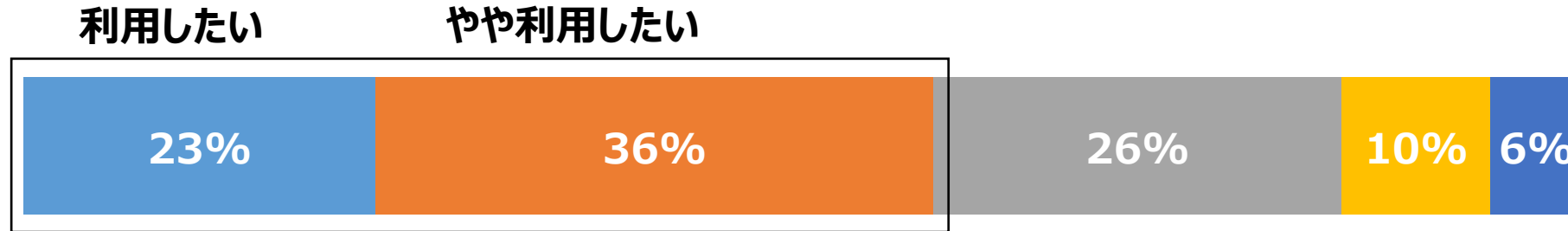


Q. 注文したい場面（複数回答可）(n=45)

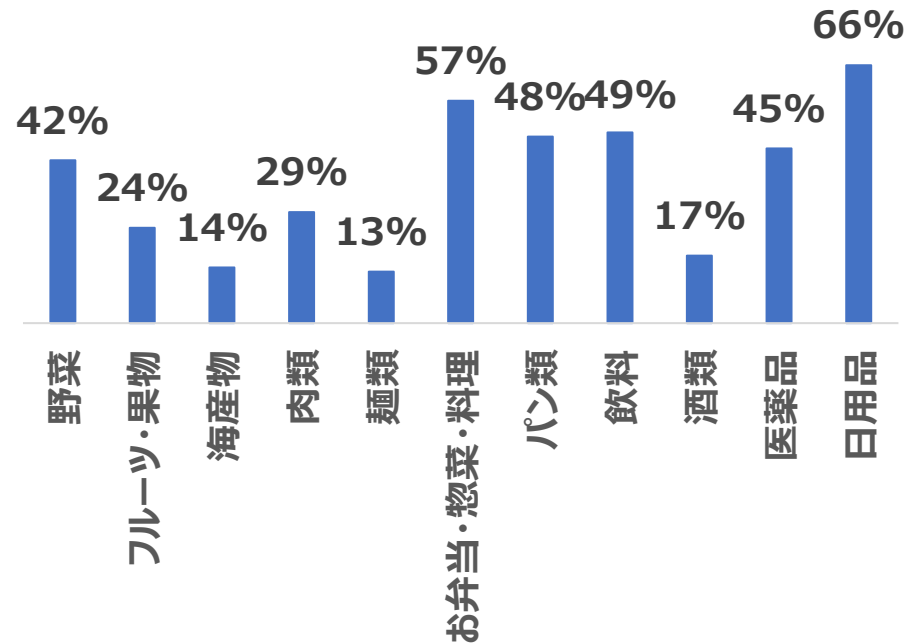


その他調査結果 注文したい商品・場面 久米島

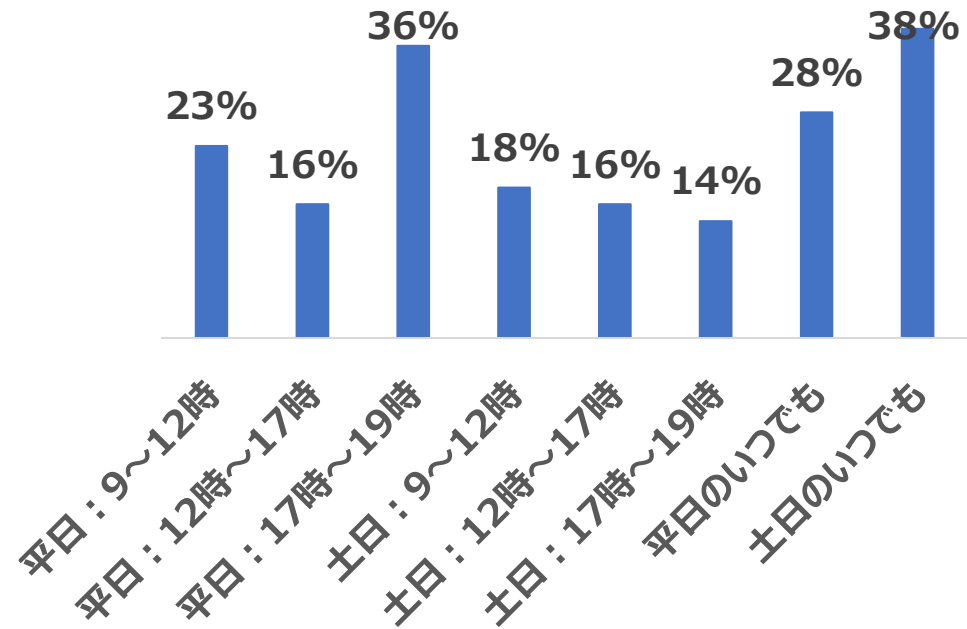
ドローン配送の利用意向 Q. このサービスを利用したいか (n=169)



Q. 注文したい商品（複数回答可）(n=98)



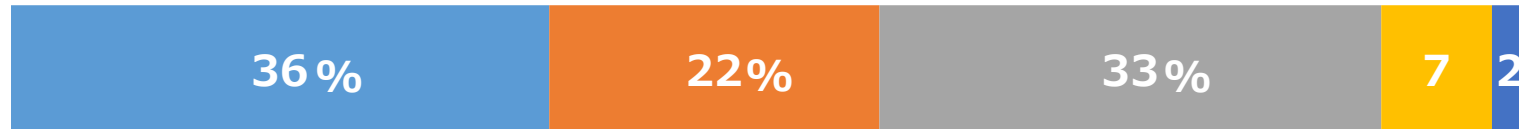
Q. 注文したい場面（3つ以内）(n=98)



その他調査結果 態度関係 加計呂麻島・久米島

新しいサービスについて

加計呂麻島 Q. 身の周りにある新しい技術やサービスは使ってみたいか (n=124)



久米島 Q. 新しい技術やサービスに触れることで、新しい経験や知識を得ることは魅力的だと感じるか (n=169)



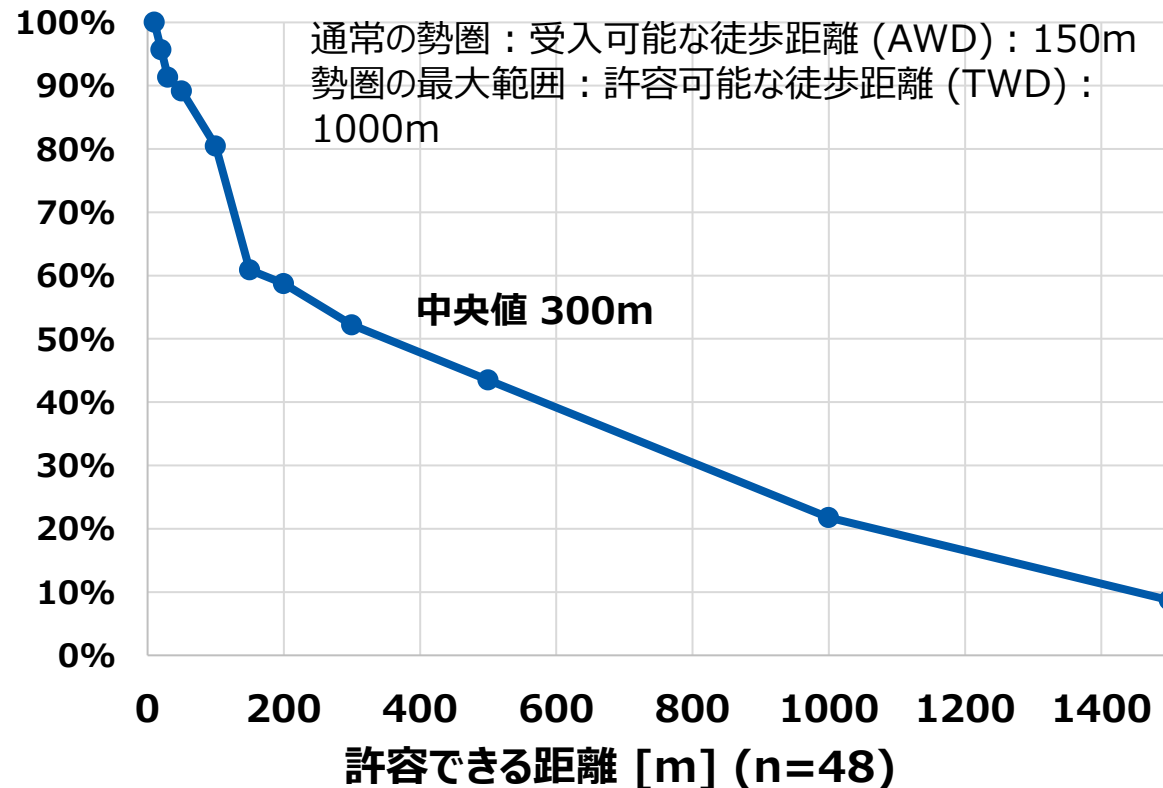
- 非常にあてはまる
- あてはまる
- どちらでもない
- あてはまらない
- 全くあてはまらない

その他調査結果 許容できる受取距離 加計呂麻島

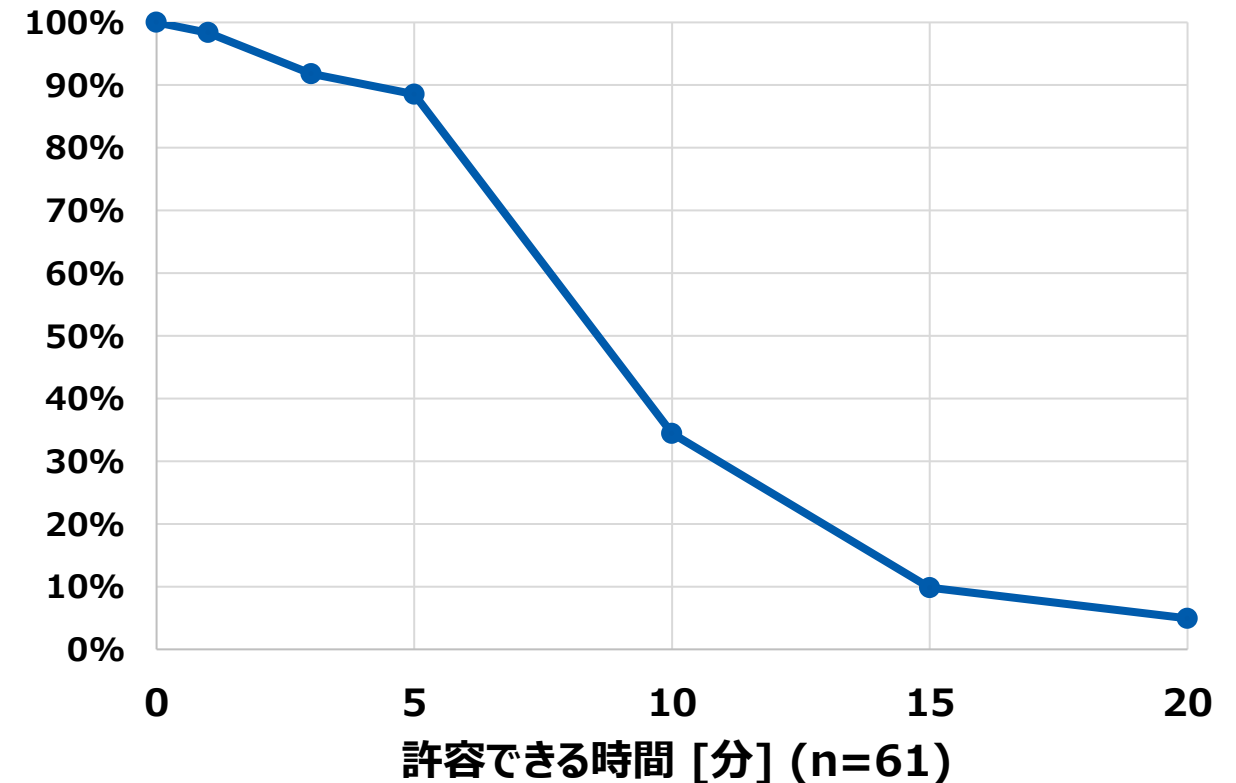
(受取場所と配送時間はシナリオを設定した後、事後的に許容度を把握)

Q. 答えた配送料で、片道「何メートル」もしくは「徒歩何分」までなら、ドローンの着地場所まで荷物を取りに行ってもよいか

賛成率 (累積人数)

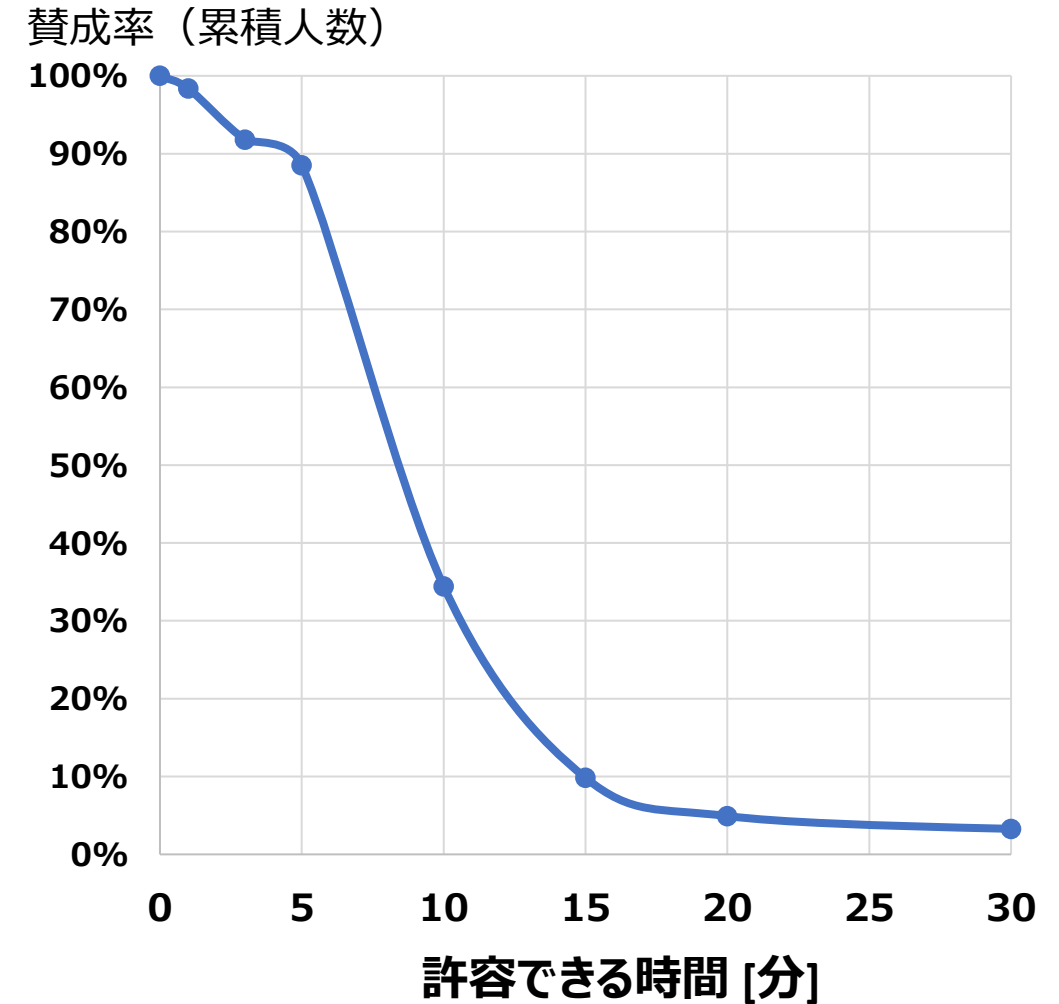
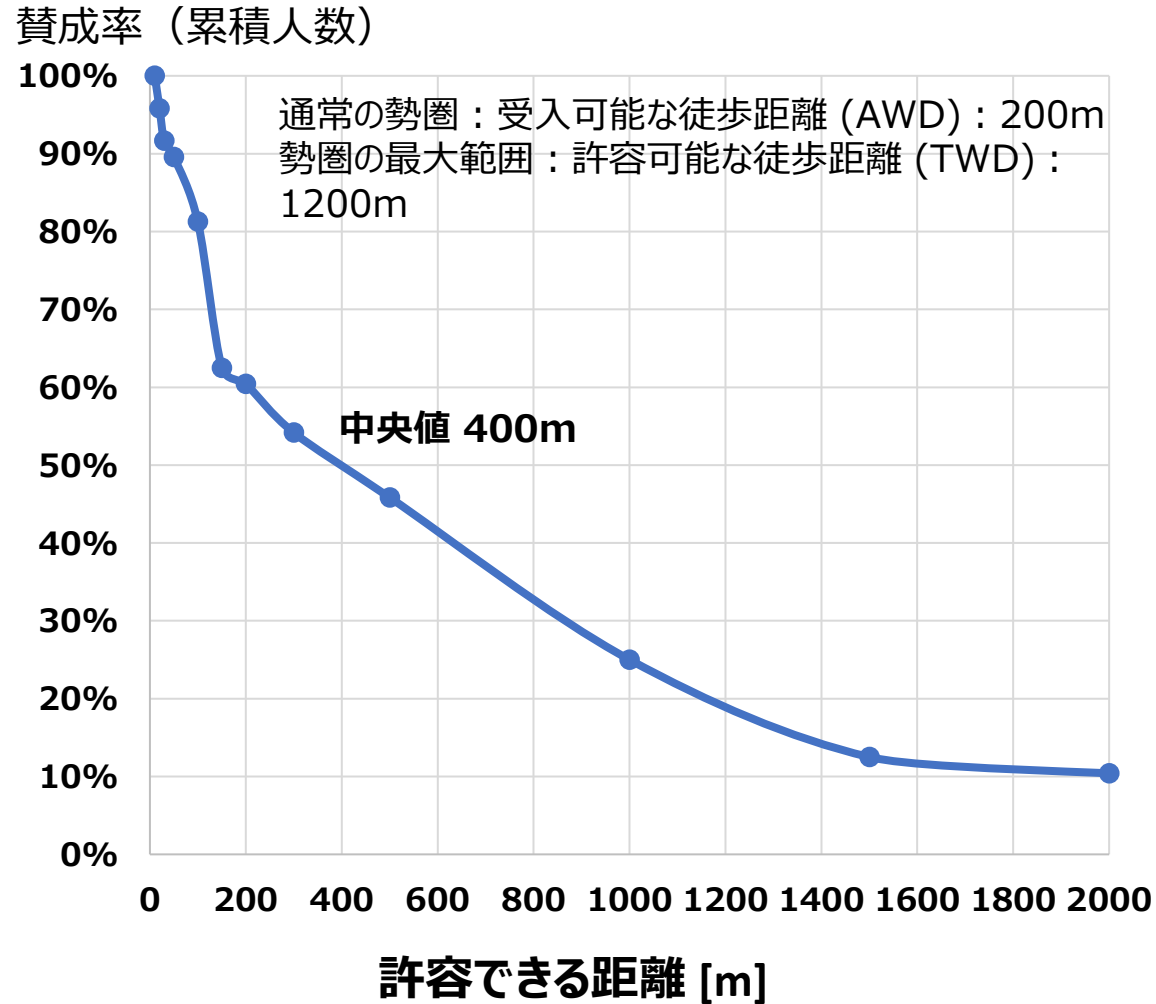


賛成率 (累積人数)



その他調査結果 許容できる受取距離 久米島

Q. ドローンの着地場所まで徒歩何分までなら荷物を取りに行ってもよいか (n=169)



その他調査結果 許容できる配送時間（オンデマンド型/時間指定型） 加計呂麻島・久米島

（受取方法と配送時間はシナリオを設定した後、事後的に許容度を把握）

Q. 商品の配送時間について

- 注文後できるだけすぐの発送がよい（注文から商品が最寄りの着地場所に到着まで30分～60分）
- 注文後，事前に決められた時刻での発送でもよい（午前の注文で当日発送，午後の注文で翌日発送）
- どちらでもよい

加計呂麻島 (n=84)



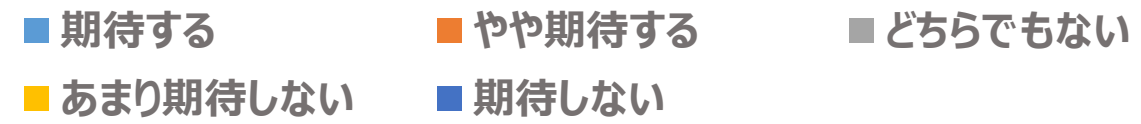
久米島 (n=169)



その他調査結果 ドローン配送の多面的な価値 加計呂麻島

Q. 地域のドローンサービスに対して、他に何を期待するか

加計呂麻島 (n=122)



間接的利用価値

災害時の緊急輸送手段にもなること



ドローンが輸送以外の様々な分野で活用できること
(農業、漁業、警備、点検など)



オプション価値 (将来的利用)

将来的に地域の配送網の維持に役立つこと



今すぐにはないが、将来的に自分がサービスを使えること



代位価値

家族・知人・地域の人がサービスを使えること



「ドローン配送に対する意識」に関する既往研究

- 一般の人を対象にして、具体的なドローン配送の形態（配送対象、サービス属性等）を想定しない意向調査
→ドローン配送の全般的な受容性に関する分析（主に社会心理学モデルを活用）

研究	概要
Osakwe et al. (2022)	- ドローン配送の利用意向への影響要因を分析。2019年にチェコでオンライン調査を実施 - 社会認知理論と目標指向行動モデルを適用。利用意向への影響要因として、(1) 結果期待、(2) ライフスタイルの適合性、(3) 自己効力感、(4) 配送リスク、(5) 消費者態度、(6) 消費者欲求を考慮 - (1)、(2)、(3)の要因は、ドローン配送への消費者の態度や欲求に正の影響。態度や欲求は利用意向に正の影響があるが、配送リスクはこの影響に対して交互作用効果を持たない
Kim et al. (2021)	- ドローン食品配送サービスに対する消費者の革新性認知の要因を分析。コロナ発生前後に韓国でオンライン調査を実施 - TPB（計画的行動理論）を適用。(1) 態度、(2) 主観的規範、(3) 知覚的行動コントロールに加えて、(4) 革新性認知が利用意向に及ぼす影響を検証 - 革新性認知は態度に正の影響。(1)、(2)、(3)の要因は利用意向に正の影響
Yoo et al. (2018)	- ドローン配送の利用意向や態度への影響要因を分析。2017年に米国でオンライン調査を実施 - イノベーションの普及理論 (DOI)と技術受容モデル (TAM)を適用。態度の決定要因として、(1) ドローン配送の相対的優位性（速度と環境への影響）、(2) 複雑性、(3) 互換性、(4) パフォーマンスリスク、(5) プライバシーリスクなどの技術的要因と、(6) 個人的革新性、(7) 環境への関心、(8) マスメディアチャネルなどの個人的特性を考慮 - (1)、(2)、(4)、(5)、(6)の要因などが態度に影響。態度が利用意向に最も強く影響し、居住地域による影響の違いはなかった
Kim (2020)	- ドローン配送と従来の配送サービス（トラックやバイク）の買い物手段の選択実験を実施。2019年に韓国でオンラインショッピング経験者を対象にオンライン調査を実施。衣料品、粉ミルク、緊急書類の配送を想定 - 属性として配送時間と配送費用を考慮し、どちらも消費者の選択に影響。これら要因にあまり敏感でない層と敏感な層に潜在的に分けられるが、2つの層を社会経済属性で特徴付けることはできなかった

「食料品・日用品の買い物手段選択」に関する既往研究

- 1990年代後半～2000年代前半からオンラインでの食料品・日用品 (grocery)購入に関する研究がある (Grashuis et al., 2020)
- 近年は、**買い物手段（チャネル）選択の影響要因を選択実験 (stated choice experiment)で分析する研究がある**

研究	概要
Meister et al. (2023)	- 食料品購入チャネルに関する選択実験の結果。2020年4月にスイスで調査実施 - 店舗かオンライン購入に関して、購入金額（チャネル間の差）、店舗までの移動費用・時間、配送料、配送時間などの属性を考慮 - 購入金額と配送料の影響が大きく、配送時間の影響は比較的小さい。各属性の相対的な重要性を定量化した結果、購入金額と配送料が最も重要 - 移動費用や時間は顕著な影響なし。COVID-19の影響と考察（感染リスクやスーパー前での待ち時間などの属性が影響）
Marcucci et al. (2021)	- ノルウェーの消費者のチャネル選択に関する選択実験を実施（SC・潜在クラスモデルを適用） - 店舗、自宅配送、店舗受取での購入に関して、購入金額（チャネル間の差）、配送料金、時間枠（発送～商品受取までの時間）、リードタイム（注文受付から注文処理・発送準備までの時間）の属性を考慮 - 選択を促す主な要因は、購入金額と配送料金。特に購入金額が弾力性の評価で最も大きな影響を与える - 店舗での買い物を強く志向する層（48%の回答者）に対しては購入金額と時間枠は選択に影響を与えない（他の全ての属性は影響を与える）。オンライン購入をより志向する層（58%）に対しては全ての属性が影響を与える
Grashuis et al. (2020)	- 米国における900人の食料品買い物客の32,400の選択（SC）の結果。COVID-19の影響も考慮 - 購入チャネル（店舗、事前注文・カーブサイド受取、自宅配送）、最低注文金額、時間枠（4時間未満、4時間以上12時間未満、12時間以上24時間未満、24時間以上）の属性を考慮 - 消費者は、配送料、購入チャネルに加え、時間枠に対しても強い選好を持つ
Schmid and Axhausen (2019)	- 経験財と探索財の購入チャネルの選択実験の結果 - 高学歴者はオンライン購入に対してより肯定的な態度を示し、食料品のオンライン購入をより頻繁に選ぶ

Initiative for Global Arts & Sciences

コメントへの回答

1. 4～5日間のドローン配送に関する調査の有効性の検証について、母集団や実施期間、フライト数（不明）に関して統計的な観点からの信頼性についてやや疑問を持ちますが、どのように分析をされていますか？
2. 利用意向の調査結果はスライドのp.23～p.25と判断できますが、ドローン配送を利用したい方が、一次離島の久米島は59%が、二次離島の加計呂麻島は38%ですが、これは予想に反しています。どのような理由と考えられますか？
3. p.24に関して、機体の安全性やトラブルへの対応に関して、2つの島のデータでは過半数が不満です。これはドローンへの不満というより、利用した機体に問題があったということではないですか？
4. P.23の注文可能な重量に関して、二次離島の加計呂麻島が67%、一次離島の久米島が47%不満を持っています。やはり、離島では多くの物資を効率よくドローンで配送して欲しいという期待があるため、2の質問とも関係しますが、逆に軽量物しか搬送出来ないドローンへの反発があるようにも見えますが、いかがですか？
5. 受け取り場所への不満があるとのことですが、自宅は問題ないとして、徒歩3分、徒歩5分となると、ドローン宅配の価値が大幅に軽減します。どうして家のすぐ近くに搬送出来ないのですか？これでは残念ながら、ドローン宅配になっていないので、共感が得られないかと思います。。

1. 4～5日間のドローン配送に関する調査の有効性の検証について、母集団や実施期間、フライト数（不明）に関して統計的な観点からの信頼性についてやや疑問を持ちますが、どのように分析をされていますか？

- 以下の調査対象のもとで、地域を代表する値を得るように調査を行った
調査対象（母集団）：各地域の居住者で、世帯内で主に食料・日用品の買い物を行う方
- まだないサービスについて尋ねる（意向）調査※という観点では、仮想的なバイアスへの対策を行い分析をした
※実証実験に対する反応の調査ではなく、特定のサービスへの反応やそれによる行動変化の理解を目的
 - ご紹介頂いた調査はこの点で有利だと思われる（住民は利用経験などを持つ場合が多い）
 - 本研究の対策：特定の対象者（実証実験が行われた地域の住民）の選定、調査におけるサービスの説明、利用意向のバイアスを減らす選択実験の実施つまり、実証実験の期間は限られるが、他にも各種対策をして分析をした。また、影響の程度は分からないが、本サービスではなくてもドローンに対して比較的なじみが深い地域（加計呂麻島）も含まれる

2. 利用意向の調査結果はスライドのp.23～p.25と判断できますが、ドローン配送を利用したい方が、一次離島の久米島は59%が、二次離島の加計呂麻島は38%ですが、これは予想に反しています。どのような理由と考えられますか？

- 全般的な利用意向の水準は久米島の方が高い理由として、二次離島と一次離島の違い、具体的には居住者属性や買い物行動の違いが考えられます
- 買い物行動
 - 加計呂麻島（二次離島）：主に島外の店舗、船を利用。買い物利便性は高くない。買い物頻度は低く、まとめ買いの傾向
 - 久米島（一次離島）：主に島内の店舗、車を利用。買い物頻度は低重量ほど高い。全般的に他地域（地方郊外や山間部を除く過疎地域など）でも見られる傾向と推察
- 二次離島における従来からの住民の買い物行動は（一次離島やその他地域とは異なる）生活様式として確立している印象を受けました。

3. p.24に関して、機体の安全性やトラブルへの対応に関して、2つの島のデータでは過半数が不満です。これはドローンへの不満というより、利用した機体に問題があったということではないですか？

- 機体の違いによる居住者の意識の違いは検証できていません。
- これら項目への評価は、日本では（他の類似調査でも）一般的に懸念を持たれやすい項目と認識しています。居住者の意識面の結果については、機体の問題により生じた結果ではないと推察しています。

4. P.23の注文可能な重量に関して、二次離島の加計呂麻島が67%、一次離島の久米島が47%不満を持っています。やはり、離島では多くの物資を効率よくドローンで配送して欲しいという期待があるため、2の質問とも関係しますが、逆に軽量物しか搬送出来ないドローンへの反発があるようにも見えますが、いかがですか？

- より大きな重量の荷物を頼みたいという声はよく聞かれました。特に二次離島ではそのような傾向が強いと思われます。
- 全般的には、2kgのペイロードであればそれにあった使い方をするが、2kgのペイロードだと5、10kgの買い物のときに使えないため、注文可能な重量が大きいに越したことはないといった反応と解釈してます。

5. 受け取り場所への不満があるとのことですが、自宅は問題ないとして、徒歩3分、徒歩5分となると、ドローン宅配の価値が大幅に軽減します。どうして家のすぐ近くに搬送出来ないのですか？これでは残念ながら、ドローン宅配になっていないので、共感が得られないかと思います。。

- 対象地区によっては自宅の敷地の問題なども関わってくるため、近隣の公民館や事業所の敷地、空き地などをポートとして設定する場合もあると伺っています。技術的に可能であれば自宅受取が望ましいと思われます。
- 本研究では、分析1では自宅外の場所に受取に行く形態と設定しましたが、分析2では、自宅受取、徒歩3分、徒歩5分の全ての影響を検証しました。

