ドローンを活用した配送サービスの利用意向についての研究

良知　俊平[1]・安部　遼祐[2]

[1]学生会員　横浜国立大学　大学院都市イノベーション学府（〒254-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5）
E-mail: rachi-shunpei-bg@ynu.jp

[2]正会員　横浜国立大学　大学院都市イノベーション研究院
E-mail: abe-ryosuke-vw@ynu.ac.jp

本研究はドローン配送の実証実験が行われた離島の住民に対して行った調査をもとに，ドローン配送の利用意向に影響を与える要因を分析する．分析の結果，利用意向に対して，ドローン配送の注文可能な時間帯，配送時間，商品の受け取り方法に対する満足度は正の影響を及ぼし，騒音のリスクに対する不安度は負の影響を及ぼすことが明らかとなった．選択意向データに基づく，買い物手段選択モデルの分析結果から，ドローン配送の配送料に対する平均支払意思額は約 360 円となり，単身世帯の利用意識が高く，若年層（20～30 代）は配送料に対する感度が高いことが明らかとなった．また，ドローンポートはバス停勢圏と同程度の徒歩圏として認知され，また配送時間に対する許容度は比較的高いことが示唆された．

Key Words: *drone delivery, acceptance, willingness to pay, channel choice model, remote island*

1. 序論

ドローンは，無人で飛行する無人航空機の一種で，撮影や農薬散布，インフラ点検などの分野での活用が広がっており，新たな産業・サービスの創出や国民生活の利便や質の向上に資することが期待されている．日本では 2022 年 12 月の航空法改正より，機体の安全性に関する認証制度と操縦者の技能に関する証明制度が創設され，レベル 4 飛行（有人地帯での補助者なし目視外飛行）が実現可能となり [1]，今後，荷物の配達や災害対応など，多くの分野でのドローンの活用が期待されている [2]．

ドローン物流の社会実装に向けては，2018 年度に国の調査事業として全国で実証実験が行われたほか，2019 年度にはドローン物流ビジネスモデルの構築に関する基本的な考え方がとりまとめられた [3]．これを受け，2020 年度からはドローン物流の実用化に向けた計画策定や機体の導入等に対する支援やガイドラインの作成が行われる中，現在も全国各地で多様な実証事業が進められている [4]．国内におけるドローン配送の取り組み状況を表 1 に示す．また具体的な実施状況に関する分析も行われている [5]．特に過疎地域では，物流需要が少ないことから配送網の維持困難が難しく，食料品アクセス困難人口（店舗まで 500m 以上かつ自動車利用困難な 65 歳以上高齢者）[6]が多いことを背景に，ドローン配送の取り組みが多数実施されている．

こうした中，ドローン配送サービスは地域の住民にとって新たなサービスであることから，その利用意向や効果がまだ十分に分析されていない状況にある．ドローン配送サービスに対する利用意向を分析することは，今後の配送の在り方を検討する上で重要であると考えられる．

本研究ではドローン配送の取り組みが多く行われている過疎地域を対象に，地域住民の利用意向を分析し，ドローン配送の活用のための知見を得ることを目的とする．特に，鹿児島県の離島で行われたドローン配送の実証実験をもとに，サービス属性に具体的なシナリオを設定した独自のアンケート調査を行い，サービスのより具体的な条件が地域住民の利用意向に与える影響を分析する．

論文の構成は次のとおりである．第２章では既往研究を整理し，本研究の位置づけを述べる．第３章では，調査概要について説明し，住民の属性・買い物行動についてまとめる．第４章では受容性に対するサービス属性の影響，第５章では利用意識に対するサービス属性・個人属性の影響を明らかにする．第６章ではドローン配送サービスの受け取りに係る移動距離・時間と配送時間の許

容度を分析する．第 7 章では，本研究で得られた知見についてまとめる．

表 1　国内におけるドローン配送の取り組み状況 [4]

配達物	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	—

2. 既往研究

(1) ドローン配送に対する受容性

ドローン配送の受容性については，2010 年代後半から研究が始まっている [7][8][9]．Yoo et al.（2018）[7]は，米国でオンライン調査を実施し，サービス特性と個人特性の観点から，ドローン配送サービスに対する態度と利用意向に影響を与える要因をイノベーションの普及理論（DOI）と技術受容モデル（TAM）を適用し，分析した．その結果，上記の態度への影響要因として相対的優位性，操作の複雑さ，パフォーマンスやプライバシーのリスク，個人的革新性などを示した．Kim et al.（2021）[8]は，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と利用意向の関係を，コロナウイルス感染症（COVID-19）の発生前後に韓国で実施したオンライン調査のデータを用いて分析した．計画的行動理論（TPB）を適用した分析の結果，消費者の革新性認知は態度に正の影響を与え，COVID-19 の発生は態度と利用意向の関係に正の調節効果を持つことを示した．Osakwe et al.（2022）[9]は，2019 年にチェコ共和国の消費者を対象とし，社会認知理論（SCT）と目標指向行動モデル（MGB）を適用して，ドローン配送サービスに対する利用意向に影響する要因を調査した．その結果，結果期待，ライフスタイルとの適合性，自己効力感，消費者態度，使用欲求などが利用意向に正の影響を与えることを示した．また，配送リスクが消費者の態度や使用欲求に対して調節効果を持たないことを示した．

(2) オンラインでの食料品・日用品の買い物手段選択

オンラインでの食料品・日用品の買い物手段選択について，Schmid and Axhausen（2019）[10]は，スイスで行われた調査データをもとに，買い物手段選択行動を分析した．その結果，食料品においては配送時間よりも移動時間の価値が高いことを示した．Garashuis et al.（2020）[11]は，買い物手段選択の要因として，購入方法（店舗，事前注文・カーブサイド受取，自宅配送），最低注文金額，手数料，配送時間（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）の属性を考慮し，選択実験を行った．分析の結果，購入チャネル，配送料に加えて，配送時間が買い物手段選択に重要な属性であることを示した．Marcucci et al.（2021）[12]は店舗，自宅配送，店舗受取での購入に関して，購入金額，配送料，配送時間，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）の属性を考慮し，選択実験を行った．分析の結果，買い物手段選択行動は主に購入金額と配送料に影響を受け，購入金額の影響力が最も高いことを示した．また，買い物手段選択行動には異質性があり，オンラインでの食料品購入に対して肯定的なクラスと否定的なクラスが存在することを示した．Meister et al（2023）[13]は，店舗かオンライン購入に関して，購入金額，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し，選択実験を行った．分析の結果，購入金額と配送料が買い物手段行動に最も影響を及ぼすことを示した．

ドローン配送をオンラインの買い物手段に含めた研究は未だ少なく，Kim（2020）[14]は，ドローン配送サービスに対する消費者の選択行動を分析するために，衣類，粉ミルク，緊急書類という 3 種類の商品を対象に，トラックやバイクなどの従来の配送サービスとドローン配送サービスの間で選択実験を行った．分析の結果，ドローン配送サービスの選好は商品の価格や種類に依存し，低価格な商品でのドローン配送サービスの利用意向が高く，高齢者よりも若者の方がドローン配送サービスを選ぶ傾向が高いことを示した．

(3) 既往研究の課題と本研究の位置づけ

受容性に関する既往研究 [7][8][9]では，サービスの要因（相対的優位性，リスクなど）や個人的特性が受容性に与える影響を明らかにしているが，ドローン配送サービスのより具体的な属性（最大積載量など）が受容性に及ぼす影響については考慮されていない．またリスクについては，影響の有無について Yoo et al.（2018）[7]と Osakwe et al.（2022）[9]で違った結果が示されており，より詳細な分析が必要であると考えられる．

買い物手段選択行動については，Schmid and Axhausen（2019）[10]や Marcucci et al.（2021）[12]，Meister et al（2023）[13]がサービス属性の規定要因や異質性について明らかにしている一方，ドローン配送サービスを買い物手段選択として考慮した研究 [12]は少なく，最大積載量や配送時間など従来の配送手段とは異なった特徴を持つドローン配

送サービスが買い物手段選択に及ぼす影響については未だ十分な知見がない.

3. 調査概要

本研究では，鹿児島県地域課題解決型ドローン実証実験の制度で行われた事業と連携して調査を行った．本事業は，鹿児島県瀬戸内町やその周辺の離島における小売店の需要減少や担い手の不足などの課題に対して，食料品・日用品のドローン配送の確立を目的に 2022 年 11 月に実験が行われた [15].

本調査の対象地域である，加計呂麻島・与路島は，鹿児島県から南方 380～580km の海上に位置する奄美群島のなかの有人島であり，鹿児島県大島郡瀬戸内町に属する．加計呂麻島は令和３年４月において人口 1023 人，729 世帯，与路島は人口 58 人，37 世帯である [16]ことから，いずれも小規模な有人島であることがわかる．年齢階層分布については離島毎の数値が得られなかったため，瀬戸内町の数値を参照する [17]．瀬戸内町では 65 歳以上の割合が総人口の約 40%を占めており，鹿児島県の高齢化率 33.7%[18]と比較すると，高齢化率の高い地域であることがわかる.

(1) アンケート調査の概要

アンケート調査は 2022 年 11 月 22 日より，12 月 11 日まで 20 日にかけて行い，加計呂麻島・与路島に居住する 663 世帯に対して郵送で調査票の配布を行い，世帯内で主に食料・日用品の買い物を行う方に，郵送またはオンラインで回答をしてもらった．結果，全体の 19%にあたる 125 世帯より回答が得られた.

表 2 のとおり，調査表は３つの質問群（1：ドローン配送サービスに関する SP 調査，2：住まいや普段の買い物行動，3：個人属性）から構成されている．なお，調査表に加えて，本調査において作成したドローン配送サービスに関する説明資料（付録図 1）を同封し，回答者には事前に説明資料を閲覧してもらった．これは，ドローン配送サービスの提供イメージを共有してもらうためである.

本調査では，ドローン配送サービスの属性（注文可能商品，注文可能な重量，サービスの利用可能時間帯，配送時間，受け取り方法）に対して，表 3 のとおりシナリオを設定し，質問に回答してもらった．まず，注文可能商品について，本実験の商品販売元に合わせ，瀬戸内町にあるスーパーで購入できる食料品や軽量の日用品とした．次に，注文可能な重量について，本実験で用いた運用機体の最大搭載可能重量である 2 kgと設定した．注文可能な時間帯については同スーパーの営業時間に合わせて設定した．配送時間について，注文から自宅最寄りのドローン離発着場所までの時間を設定した．具体的には，注文から発送準備までのリードタイムは加計呂麻島と与路島とも 15 分と設定し，発送準備から自宅最寄りのドローン離発着場所までの時間は，各島に対して 1 機の運用と実際の飛行時間を想定し，加計呂麻島で 15 分～45 分，与路島島で 45 分～1 時間 45 分とした．よって配送時間は加計呂麻島で 30 分～60 分，与路島で 1 時間～2 時間に設定した．受取方法については，注文者が最寄りのドローン離発着場所に直接取りに行く方法と荷送人が注文者まで荷物を届ける方法などが考えられるが，今回は前者の方法に設定した.

表2　アンケート調査の項目

ドローン配送サービスについて	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：サービス属性の満足度，リスクに対する不安度，利用意向・場面
	3.サービスの配送料：　支払意思額，サービスの属性の許容度
	4.サービスの期待：　自身の直接利用以外の価値
住まい，買い物について	5.住まい：　買い物利便性への影響可能性
	6.食料品の買い物：　普段の買い物行動など
	7.インターネットでの買い物：　利用経験など
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

表3　サービスに関するシナリオ

サービス属性	シナリオ
注文可能な商品	瀬戸内町にあるスーパー（A コープ）で購入できる食料品や軽量の日用品
注文可能な重量（ペイロード）	２kg まで
注文可能な時間帯	午前９時～午後７時
配送時間	30～60 分（加計呂麻島） 1 時間～２時間（与路島）
商品の受け取り方法	自宅から最寄りのドローン着地場所まで取りに行く

(2) 回答者属性に関する集計

回答者属性に関する集計結果を表 4 に示す．個人属性については，年齢，性別，外出の困難さ，運転免許保有，自家用車保有，外出頻度，世帯構成，世帯人数の各項目を設定している．年齢階層について，20 代が 3%，そして 80 代以上が 6%と回答数が少なくなっている．瀬戸内町の年齢階層分布と比較してみると，60 代，70 代の割合がやや多いものの，概ねこの地域の年齢階層分布を反映していることが分かる．性別についても，男性が 49%，女性が 51%と男女比はおよそ半々であり，この地域の男女比率を反映している．外出の困難さについては 89%の方が問題無く外出を行う事ができ，世帯内で買い物を主に行う回答者について，自力での外出が可能な状態にあると解釈できる．また運転免許保有率は 84%，

自家用車保有率は 83%となっており，自動車が主な移動手段であることが示唆される．外出頻度について，週に 1〜2 回以下が 60%を占める．世帯構成について，単身世帯が 42%を占めている．

表4　回答者の属性

設問	有効回答数	水準	構成比
性別	124	男性	49%
		女性	51%
年齢	124	20 代	3%
		30 代	10%
		40 代	13%
		50 代	14%
		60 代	29%
		70 代	25%
		80 代以上	6%
外出の困難さ	123	困難ではない	89%
		多少困難はあるが，1 人で外出できる	11%
		一部で介助者が必要	1%
		常に介助者が必要	0%
		基本的に外出できない	0%
運転免許保有	123	持っている	84%
		持っていない	13%
		返納した	3%
自家用車保有	120	ほぼ自分専用の自動車がある	72%
		家族共有の自動車がある	11%
		ない	18%
外出頻度	123	週に 3 回以上	41%
		週に 1〜2 回	29%
		月に 1〜2 回	25%
		2〜3 ヶ月に 1 回	2%
		年に数回以下	2%
世帯構成	121	単身世帯	42%
		夫婦のみの世帯	25%
		2 世代世帯	26%
		3 世代世帯	1%
		その他の世帯	6%
世帯人数	113	1 人	42%
		2 人	35%
		3 人	12%
		4 人	5%
		5 人	5%

普段の食料品の買い物行動に関する集計結果を表 5 に示す．買い物行動については，購入方法，移動手段，移動時間，購入日，購入頻度，平均購入金額に加え，インターネットでの買い物の利用経験，インターネットでの食料品の購入経験，食料品購入方法の嗜好についての各項目を設定している．これはドローン配送サービスの注文時にインターネットが主に利用することが想定されるためである．食料品の購入方法について，島外の店舗利用，島内の店舗利用ともに 7 割を占めている．さらにネット購入も約 5 割を占めていることから，島民はオンラインと実店舗購入の 2 つの購入方法を組み合わせて，買い物を行っていることが示唆される．店舗までの移動手段について，船と車が 7 割近くを占め，船と車を併用して買い物を行っていると解釈することができる．移動時間について，30 分以上の移動が全体の約 6 割を占めており，買い物のために長い移動時間をかけていることがわかる．食料品の購入頻度について，週に 1〜2 回，または月に数回が全体の 8 割を占めていることから，食料品はまとめ買いの傾向にあることが示唆される．

表5　回答者の普段の食料品買い物行動

設問	有効回答数	水準	構成比
普段の食料品の購入方法（複数回答可）	122	島内の店舗	64%
		島外の店舗（荷物は自分で持ち帰り）	70%
		島外の店舗（荷物の配送は委託）	16%
		ネット購入	53%
		生協	31%
		移動販売	6%
		買い物代行	12%
		その他	4%
主に利用する店舗までの移動手段（複数回答可）	120	徒歩	33%
		自転車	4%
		バイク	6%
		車（自分で運転）	67%
		車（自分で運転しない）	7%
		バス	19%
		船	70%
主に利用する店舗までの片道の移動時間	112	0〜20 分	20%
		20〜30 分	17%
		30〜45 分	21%
		45〜60 分	23%
		60 分以上	20%
食料品を購入する主な日にち	119	平日	59%
		土日	8%
		平日と土日	34%
購入頻度	121	週に 5 日以上	2%
		週に 3〜4 日	6%
		週に 1〜2 日	45%
		月に数回	47%
		数ヶ月に 1 回以下	1%
平均購入金額	114	0~2500 円	11%
		2500~5000 円	20%
		5000~7500 円	33%
		7500~10000 円	6%
		10000 円〜	29%
インターネットでの買い物経験	119	ある	68%
		ない	32%
インターネットでの食料品の購入経験	81	ある	84%
		ない	16%
食料品購入方法の嗜好	68	インターネットより，店舗購入の方が良い	13%
		インターネットより，店舗購入の方がやや良い	10%
		インターネット，店舗購入どちらとも良い	76%

4. 受容性に対するサービス属性の影響

(1) サービス属性に対する評価

本分析では，ドローン配送サービスの受容性に影響を与える要因について明らかにする．受容性の要因として，既往研究で考慮されている配送時間，プライバシーのリスクに加えて，サービスのより具体的な属性を考慮する．分析手法として，順序ロジットモデルを推定することで，受容性に影響を及ぼす要因を分析する．

ドローン配送のサービス属性の評価にあたっては，サービスのシナリオの元，「利用意向」，「注文可能な重量」，「注文可能な時間帯」，「配送時間」，「商品の受け取り方法」という 4 項目を設定した．注文可能重量は，一度に注文できる量が 2 ㎏という条件に対する満足度を訪ねている．注文可能な時間は，午前 9 時～午後 7 時まで利用可能という条件に対する満足度を訪ねている．配送時間は，注文から最寄りのドローン着地場所に到着するまでの時間に対する満足度を尋ねている．商品の受け取り方法は，自宅の最寄りのドローン着地場所まで荷物を取りに行くことに対する満足度を尋ねている．

ドローン配送のリスクの評価にあたっては，「プライバシーのリスク」，「騒音のリスク」，「トラブル対応のリスク」，「機体の安全性のリスク」という 4 項目を設定した．プライバシーのリスクは，ドローンによる監視や注文内容を他人に把握されてしまうなどといった，個人のプライバシーに対する不安度を尋ねた．騒音のリスクは，ドローン飛行時の騒音に対する不安度を尋ねた．トラブル対応のリスクは，ドローンの事故などに対する補償や駆けつけ等の対応に対する不安度を尋ねた．機体の安全性のリスクは期待や荷物の落下に対する不安度を尋ねた．

ドローン配送の利用意向は，設定したシナリオの元でサービスを利用したいかを尋ねた．

以上の全ての項目について，5 段階リッカート尺度で回答してもらった．なお，「トラブル対応のリスク」と「機体の安全性のリスク」については，相関係数が約 0.8 と高く，分析の際に多重共線性の問題を引き起こす可能性があったため，これらの変数の値の平均値を取った「技術面のリスク」という変数を新たに定義して分析に用いる．

図1，図2，図3に利用意向やサービス属性の評価についての回答結果を示す．ドローン配送サービスの利用意向について，利用したいという回答は全体の 4 割程度で，どちらでもないという回答が多い．サービス属性に関する満足度について，注文可能な重量については，不満という回答が約 7 割を占めている．サービス属性に関する不安度について，リスクの中でも，プライバシー，騒音に関するリスクは不安を感じていないものの，トラブル対応や期待の安全性のリスクには不安を感じていることがわかる．

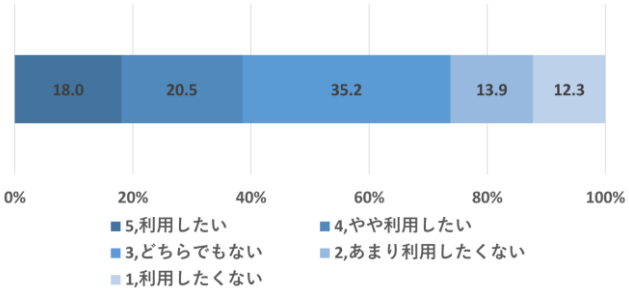


図1　利用意向に対する回答結果

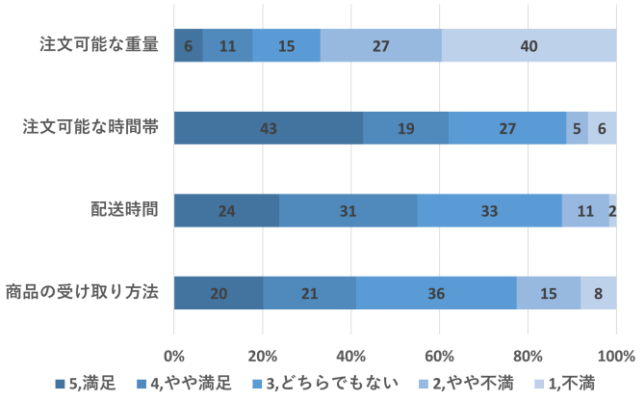


図2　ドローン配送のサービス属性に対する満足度に対する回答結果

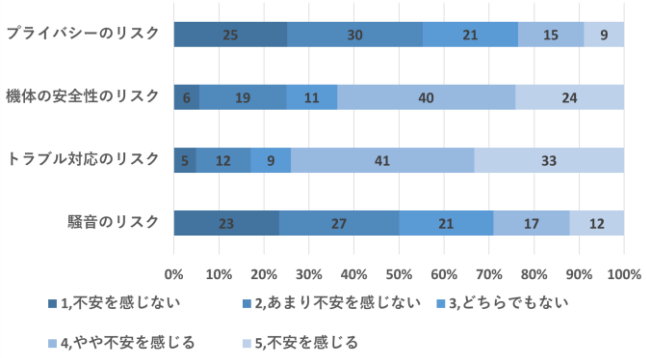


図3　ドローン配送のリスクに対する不安度に対する回答結果

(2) サービス属性が受容性に及ぼす影響

順序ロジットモデルによる分析の結果を表 6 に示す．分析の結果，受容性の規定要因となるのは，「商品受け取り方法」，「配送時間」，「注文可能な時間帯」，「騒音のリスク」の 4 つであり，この順番で利用意向に対する影響が強いことがわかる．「注文可能な時間帯」，「配送時間」，「商品の受け取り方法」は受容性に正の影響を及ぼし，「騒音のリスク」は負の影響を及ぼすこ

とが示さる．

一方，基礎集計では満足度が低かった「配送可能な重量」，不安度の高かった「技術面に関するリスク」は受容性の規定要因とはなっていない．これは回答者が機体のペイロードや安全面はサービスの変えられない前提条件として考えていることから，受容性には影響しなかったと考えられる．

表6　順序ロジットモデルによるパラメータ推定結果

変数	係数	t 値	
注文可能な重量（2kg）について	-0.12	-0.72	
注文可能な時間帯について	0.53	3.07	***
配送時間について	0.56	2.49	**
商品の受け取り方法について	0.62	3.09	***
プライバシーのリスクについて	-0.15	-0.76	
騒音のリスクについて	-0.38	-2.11	**
技術面に関するリスク	-0.29	-1.51	
閾値			
1|2	0.47	0.40	
2|3	1.8	1.52	
3|4	4.16	3.37	***
4|5	5.82	4.49	***
McFadden の擬似決定係数：0.21			
サンプル数：118			
有意水準：*p＜0.10, **p＜0.05, ***p＜0.01			

5.　利用意識に対する配送料・個人属性の影響

(1)　買い物手段選択構造に関する仮定

本分析では，買い物手段選択の構造に仮定を設けた上で，コンジョイント形式（stated choice 実験）に基づくデータを用いて，配送料，個人属性が利用意識に与える影響について分析を行う．

本分析では，図 4 に示すような，買い物手段選択の構造を想定している．特定の量と種類の商品を与えた時，人々は「実店舗」，「オンライン注文」，「買い物しない」の 3 肢選択となる．そこから，実店舗の場合は持ち帰りか配送委託，オンライン注文の場合はドローン配送，従来の配送（トラックなど），店頭受け取りの選択をすることになる．

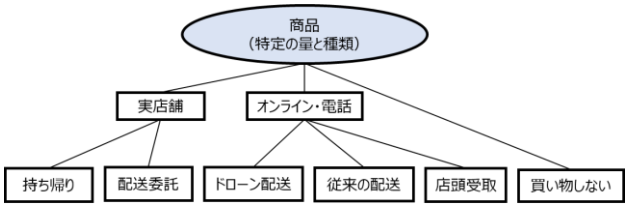


図4　買い物手段選択構造の仮定

加計呂麻島・与路島における調査では，買い物に関して「2kg の食料品」という前提条件を与えている．地域住民の現状の買い物行動から，買い物頻度が低く，平均購入金額が高いことから，まとめ買いの傾向にあることが示唆され，普段の買い物で「2kg の食料品」を購入することは少ないと考えられる．よって，本分析では，加計呂麻島・与路島においては，この前提条件における買い物手段は，「買い物しない」と「ドローン配送」の 2 肢選択と見なす．

(2)　分析手法

仮定した買い物手段選択のもと，配送料と個人属性が利用意識に与える影響について分析を行う．サービス属性について，最大積載量（注文できる商品の重量），配送受付時間，配送時間，商品の受け取り方法はシナリオで固定し，配送料のみを変数として扱う．

配送料と利用意向については，仮想的市場評価法（CVM）適用の指針[19]を参考に図 5 のような設問を作成し，付け値ゲーム方式によって 1 人当たり 7 回の選択データを得た．繰り返し選択によって得られたデータに基づき，支払意思額と選択意向（利用する or しない）の関係から二項ロジットモデルによって，式（1）と式（2）を推定する．繰り返し選択データでは誤差項の独立性が満たされない可能性があるため，ロバスト標準誤差（個人ごとにクラスタ化）を用いて算出を行う．

$$P_{drone} = f(x_{cost}) \quad (1)$$

$$P_{drone} = f(x_{cost}, x_{se}) \quad (2)$$

P_{drone}はある個人についてのドローン配送サービスの選択確率，P_{cost}はドローン配送サービスの配送料，P_{sc}は個人属性を表している．



図5　支払意思額を尋ねる設問

(3) 分析結果

サービス属性が利用意識に与える影響について，モデルの推定結果を表 7 に示す．パラメータ推定値より，配送料は利用意向に対して，有意水準 1%で負の値を取っており，利用確率は 200 円で 68.9%，500 円で 29.5%，1000 円では 2.5%となる．図 6 の賛成率曲線について，曲線内部の網掛け部分の面積を求めることで，平均支払意思額を算出することができる．なお，網掛け部分は最大掲示額（1000 円）で裾切りを行っている．計算の結果，平均支払意思額は約 360 円となることがわかった．

表 7　ドローン配送選択モデルのパラメータ推定結果 1

	係数	Robust t 値	
定数	1.91	7.11	***
配送料(÷100)	-0.56	-10.33	***

回答者数 = 120
サンプル数＝840
自由度調整済み Mcfadden の擬似決定係数：0.21
* p < 0.10, ** p < 0.05, *** p < 0.01

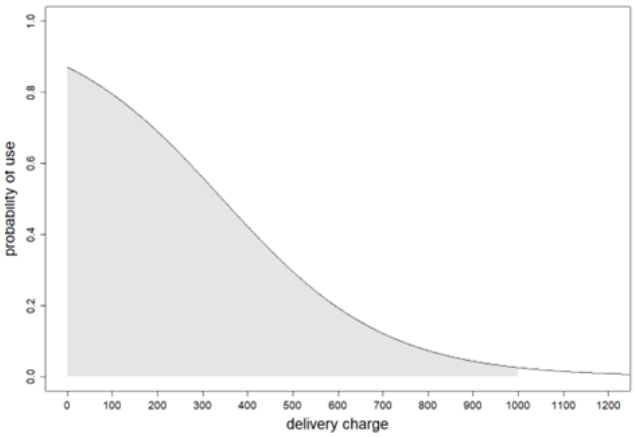


図 6　賛成率曲線（推計値）

次に，サービス属性と個人属性が利用意識に与える影響について，モデルの推定結果を表 8 に示す．モデルでは，配送料に対する感度が年代によって異なるかどうかを確認するために配送料と年代の交差項を用いて分析を行った．結果，配送料と 20～30 代の交差項は配送料と利用確率に対して負の影響を与えることがわかった．つまり，他の年代と比較して， 20～30 代は配送料に対する感度が高いと考えることができる．また，単身世帯は利用確率に対して正の影響を与えることがわかり，単身世帯であることは配送料の約 200 円分と同程度の影響を持つことが示される．

表 8　ドローン配送選択モデルのパラメータ推定結果 2

	係数	Rob.t 値	
サービスレベル変数			
配送料(÷100)	-0.56	-9.87	***
個人属性			
男性	—		
20～30 代	—		
60 代以上	—		
職業有り	—		
身体的な外出困難有り	—		
単身世帯	0.93	2.67	***
6 歳以下の子供有り	—		
7 歳～18 歳の子供有り	—		
交差項	—		
配送料×男性	—		
配送料×20～30 代	-0.003	-2.43	**
配送料×60 代以上	—		
定数項	1.68	5.75	***

自由度調整済み Mcfadden の擬似決定係数：0.25
回答者数：119
サンプル数：833
有意水準： * p < 0.10, ** p < 0.05, *** p < 0.01
係数： — は非有意（最終モデルでは同変数を用いず）

6. 受け取りに係る移動距離・時間と配送時間の許容度

(1) 本章の目的

本章ではドローン配送サービスの重要な構成要素となる受け取り距離と配送時間の目安となる値について分析を行う．ドローン配送サービスは，従来の配送サービスとは異なり，荷物をドローンポートと呼ばれるドローンの離発着場所まで取りに行く形態が考えられている．また，ドローンは空路を利用するため，道路の渋滞や事故に影響されず，直線的に荷物を届けることができるため，従来配送手段よりも配送時間を短縮できるという利点がある．本章ではこれらのドローン配送の特性に対する住民の許容度を明らかにする．

(2) 受け取りに係る移動距離・時間の許容度

受け取りに係る移動距離・時間は支払意思額に基づき，片道何メートル（または徒歩何分）までならドローンポートに取りに行っても良いかを記述式で尋ねた．この賛成率（累積人数）の結果を図 7，図 8 に示す．ドローンポートの位置の比較として，バス停を考えると，バス停勢圏は徒歩で 300mが想定されている [20]．受け取りで許容可能な移動距離について，300mで賛成率が 54.3%となる．許容可能な徒歩移動時間については，5 分で 90.2%の賛成率となる．許容可能な距離はバス停勢圏よりも短い距離となることが示唆されるが，許容可能な徒歩移動時間はバス停勢圏と類似した値を取ることが示唆される．以上より，ドローンポートについても概ねバス停と同じような勢力圏となると考えることができる．

表 9　受け取りで許容可能な移動距離・時間

	平均	中央値	最小値	最大値	サンプル数
受け取りで許容可能な移動距離[m]	470.4	300	10	2000	48
受け取りで許容可能な徒歩移動時間[分]	7.9	5	0	60	61

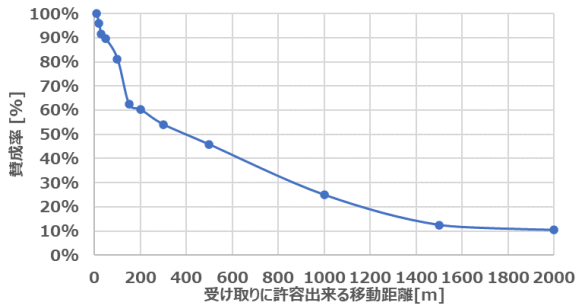


図 7　受け取りで許容可能な移動距離の賛成率

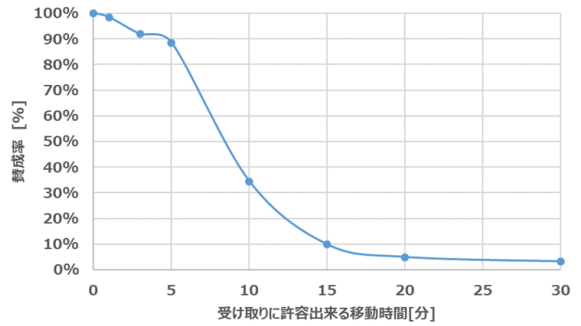


図 8　受け取りで許容可能な徒歩移動時間の賛成率

(3) 配送時間の許容度

配送時間の許容度は，注文を受けてからすぐに発送を行うオンデマンド型の配送と，注文する時間によって配送する時間を選べる予約型の配送について，どちらを好むかを尋ねた．表 11 に単純集計の結果を示す．注文後できるだけすぐの発送を好む回答は全体の 36.9%であり，事前に決められた時刻の発送を好む回答は 31.0%となっている．以上を踏まえると，配送時間に対する許容度は比較的高いことが示唆される．

表 10　受け取りで許容可能な配送時間

項目	頻度 [人]	割合
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，加計呂麻島）	31	36.9%
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）	26	31.0%
どちらでもよい	27	32.1%
計	84	100%

7.　結論と今後の課題

本研究では，ドローン配送のサービス属性や個人属性が利用意向に与える影響を分析することを目的として，鹿児島県の離島で行われたドローン配送の実証実験をもとに，サービス属性に具体的なシナリオを設定し，調査を行った．利用意向は，受容性と利用意識に影響する要因について分析を行った．

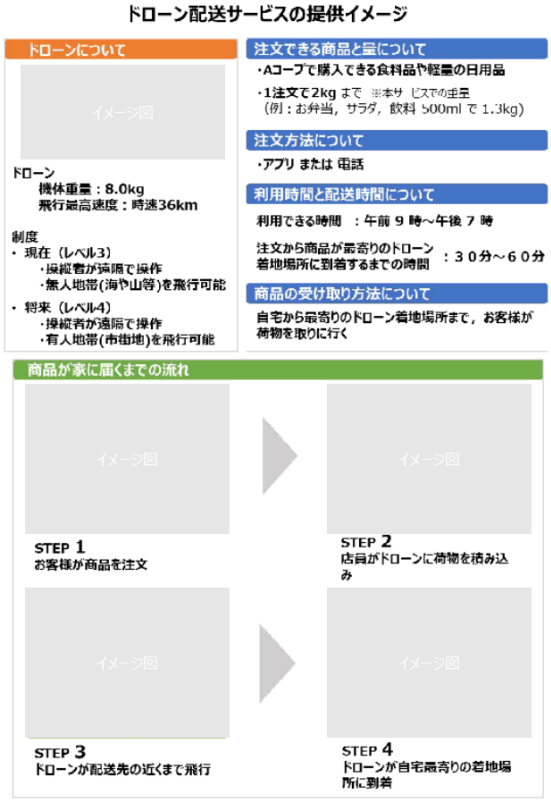
受容性に対して，「注文可能な時間帯」，「配送時間」，「商品受け取り方法」は有意に正の影響を及ぼし，「騒音のリスク」は有意に負の影響を及ぼすことが明らかとなった．一方で満足度が低かった「配送可能な重量」と不安度の高かった「技術面に関するリスク」は受容性に対して有意な影響を及ぼさず，サービス利用の前提条件と捉えられていることが示唆される．

利用意識について，配送料は有意に負の影響を及ぼし，平均支払意思額は約 360 円となった．また単身世帯の利用意識が高く，若者（20～30 代）は配送料に対する感度が高いことが示された．

荷物の受け取りに係る移動距離・時間について，ドローンポートの勢力圏はバス停勢圏（300m）と同程度となることがわかった．配送時間の許容度について，オンデマンド型の配送を好むのは約 4 割であることから，配送時間に対する許容度は比較的高いことが示唆された．

今後の課題は次のとおりである．利用の前提条件である「最大積載量」，サービス属性である「商品の受け取り距離」と「配送時間」について，シナリオで 1 つのパターンしか考慮しておらず，これら要因が利用確率に及ぼす影響について十分に把握できていない．今後はこれらの点が扱えるよう，より一般的な分析を行う必要がある．

付録



付録図1　ドローン配送サービスに関する説明資料（加計呂麻島）

REFERENCES

1) 国土交通省, 航空法等の一部を改正する法律, 2022.
2) 国土交通省, 無人航空機レベル 4 飛行ポータルサイト, https://www.mlit.go.jp/koku/level4/（最終閲覧 2023 年 10 月）
3) 国土交通省，過疎地域等におけるドローン物流ビジネスモデル検討会, https://www.mlit.go.jp/seisakutokatsu/freight/seisakutokatsu_freight_tk1_000158.html（最終閲覧 2023 年 10 月）
4) 国土交通政策研究所 (2022)「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（中間報告）」，国土交通政策研究，第 169 号，国土交通政策研究所. https://www.mlit.go.jp/pri/houkoku/gaiyou/kkk169.html（最終閲覧 2023 年 10 月）
5) 内閣官房・国土交通省, ドローンを活用した荷物等配送に関するガイドライン, 2023.
6) 農林水産政策研究所，食料品アクセスマップ, https://www.maff.go.jp/primaff/seika/fsc/faccess/a_map.html（最終閲覧 2023 年 10 月）
7) Wonsang Yoo, Eun Yu, Jaemin Jung.: Drone delivery: Factors affecting the public's attitude and intention to adopt, *Telematics and Informatics*, vol. 35, no. 6, pp. 1687-1700, 2018.
8) Jinkyung Jenny Kim, Insin Kim, Jinsoo Hwang.: A change of perceived innovativeness for contactless food delivery services using drones after the outbreak of COVID-19, *International Journal of Hospitality Management*, vol. 93, p. 102758, 2021.
9) Christian Nedu Osakwe, Marek Hudik, David Říha, Michael Stros, T. Ramayah.: Critical factors characterizing consumers' intentions to use drones for last-mile delivery: Does delivery risk matter?, *Journal of Retailing and Consumer Services*, vol. 65, p. 102865, 2022.
10) Basil Schmid, Kay W. Axhausen.: In-store or online shopping of search and experience goods: A hybrid choice approach, *Journal of Choice Modelling*, vol. 31, pp. 156-180, 2019.
11) Grashuis, J, Skevas, T, Segovia, M.S.: Grocery Shopping Preferences during the COVID-19 Pandemic, *Sustainability*, vol. 12, p. 5369, 2020.
12) Adrian Meister, Caroline Winkler, Basil Schmid, Kay Axhausen.: In-store or online grocery shopping before and during the COVID-19 pandemic, *Travel Behaviour and Society*, vol. 30, pp. 291-301, 2023.
13) Edoardo Marcucci, Valerio Gatta, Michela Le Pira, Ting Chao, Shengnan Li.: Bricks or clicks? Consumer channel choice and its transport and environmental implications for the grocery market in Norway, *Cities*, vol. 110, p. 103046, 2021.
14) Kim, Sang Hyun.: Choice model based analysis of consumer preference for drone delivery service, *Journal of Air Transport Management*, vol. 84, p. 101785, 2020.
15) ANA ドローンプロジェクト，「鹿児島県地域課題解決型ドローン実証実験」ドローン配送サービス検証の開始，https://www.anahd.co.jp/group/pr/pdf/20221110-2.pdf?_gl=1*15fwg5r*_ga*MTYxNzg0NzA5OS4xNjQzMTc2OTE1*_ga_32F297W9WL*MTY2ODA1NjY1MS4yLjAuMTY2ODA1NjY1MS4wLjAuMA..（最終閲覧 2023 年 10 月）
16) 瀬戸内町，人口・世帯別集計 http://www.town.setouchi.lg.jp/koseki/cho/chosei/jinkou/documents/202306jinkosetai.pdf
17) 瀬戸内町，年齢別集計, http://www.town.setouchi.lg.jp/koseki/cho/chosei/jinkou/documents/202306nenreibetsujinko.pdf
18) 鹿児島県，鹿児島県の高齢化率（令和 4 年最新版），https://www.pref.kagoshima.jp/ab13/kenko-fukushi/koreisya/koreika/koureikaritu.html（最終閲覧 2023 年 10 月）
19) 国土交通省，仮想的市場評価法（CVM）適用の指針, https://www.mlit.go.jp/tec/hyouka/public/090713/cvmshishin/cvmshishin090713.pdf
20) 国土交通省，都市構造の評価に関するハンドブック，https://www.mlit.go.jp/common/001104012.pdf

FROM A REMOTE ISLAND

Shunpei RACHI and Ryosuke ABE