

業務報告書

国土交通省「CO2削減に資する無人航空機等を活用した配送実用化推進調査事業」
受託者：デロイト トーマツ コンサルティング合同会社

目次

#100 ドローン物流の動向調査

#200 ドローン物流の実用化に求められる要件調査

#300 費用対効果の高い新たなCO2削減モデルの検討

#400 AIジオアナリティクスを活用したドローン配送普及に伴うCO2削減インパクト試算

#500 実証実験を通じた検証

Appendix 実証アンケート

本件調査事業の概要

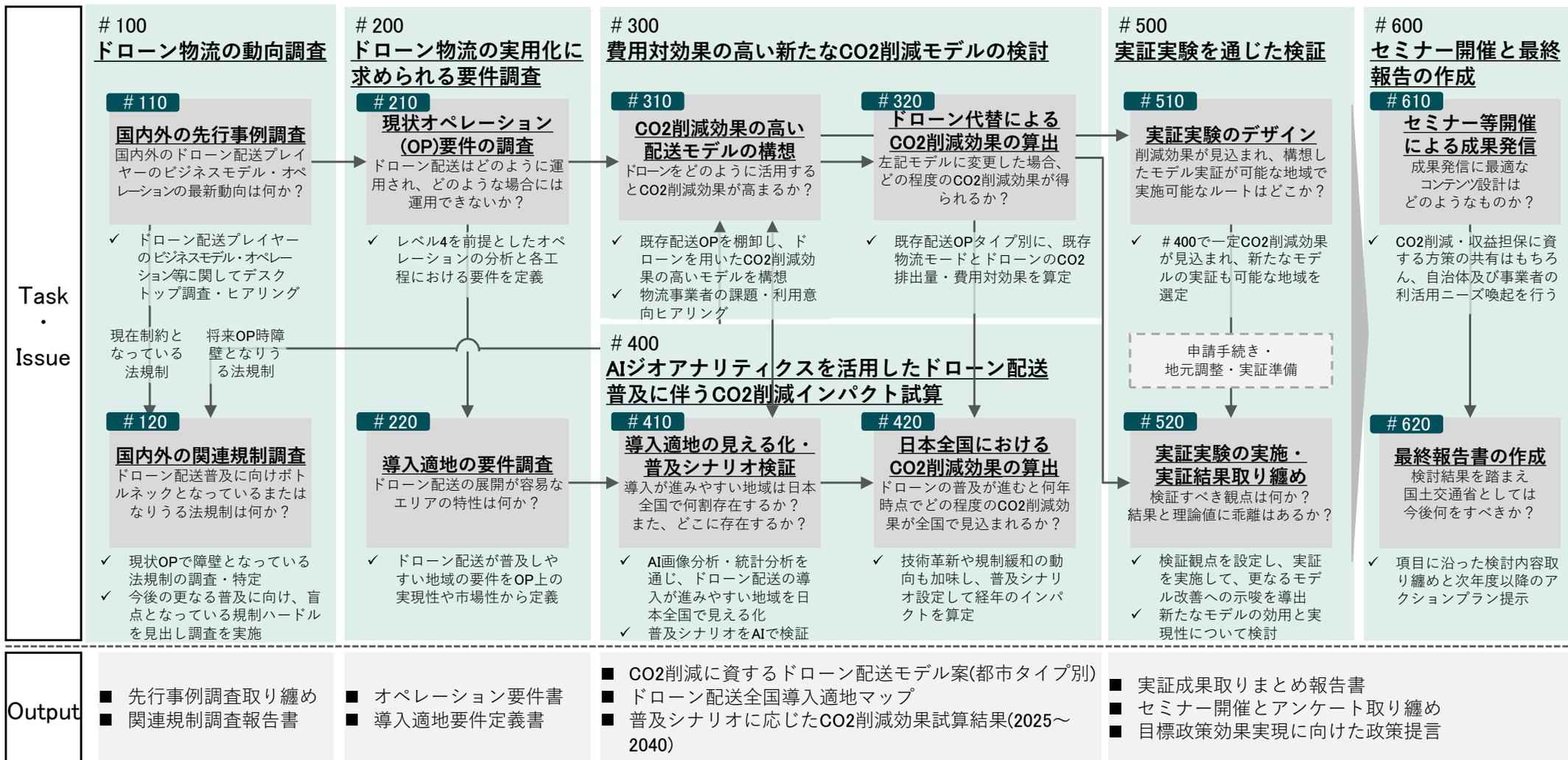
CO2削減効果の高いドローン配送モデルの構想や実証による効果検証はもちろん、普及シナリオに沿ったCO2削減効果を全国で試算・公表することで、社会大義を掲げ導入機運を高めると共に政策実現に向けた示唆出しも行う

仕様(1)

CO2削減に資するドローン等のモビリティを活用した物流モデルの検討

仕様(2)

実証実験の実施



#100

ドローン物流の動向調査

スコープ

42社の事業者様のご協力にて、全国の実証事業を幅広く調査

調査に御協力いただいた企業（五十音順）*1

1	ANAホールディングス株式会社	22	ソフトバンクグループ株式会社
2	一般社団法人EDAC	23	そらいいな株式会社
3	イームズロボティクス株式会社	24	株式会社ダイヤサービス
4	株式会社eロボティクス	25	テラドローン株式会社
5	エアロセンス株式会社	26	TOMPLA株式会社
6	エアロネクスト株式会社	27	名古屋鉄道株式会社
7	株式会社A.L.I. Technologies	28	日本航空株式会社
8	株式会社ACSL	29	日本コンピューターネット株式会社
9	エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社	30	日本商運株式会社
10	慶應義塾大学SFC研究所ドローン社会共創コンソーシアム	31	日本郵便株式会社
11	KDDIスマートドローン株式会社	32	株式会社NEXT DELIVERY
12	佐川急便株式会社	33	株式会社ノーベル
13	株式会社サカモト	34	株式会社ハマキョウレックス
14	笹川工建株式会社	35	東日本旅客鉄道株式会社
15	ciRobotics株式会社	36	株式会社Future Dimension Drone Institute
16	住友林業株式会社*1	37	ブルーイノベーション株式会社
17	セイノーホールディングス株式会社	38	株式会社プロドローン
18	セブントゥーファイブ株式会社	39	株式会社 Mount Libra
19	一般財団法人先端ロボティクス財団	40	ヤマトホールディングス株式会社
20	株式会社ゼンリン	41	楽天グループ株式会社
21	株式会社ゼンリンデータコム	42	株式会社リアルグローブ

*1 共同実施されている実証においては、回答を取り纏めた企業名のみを記載

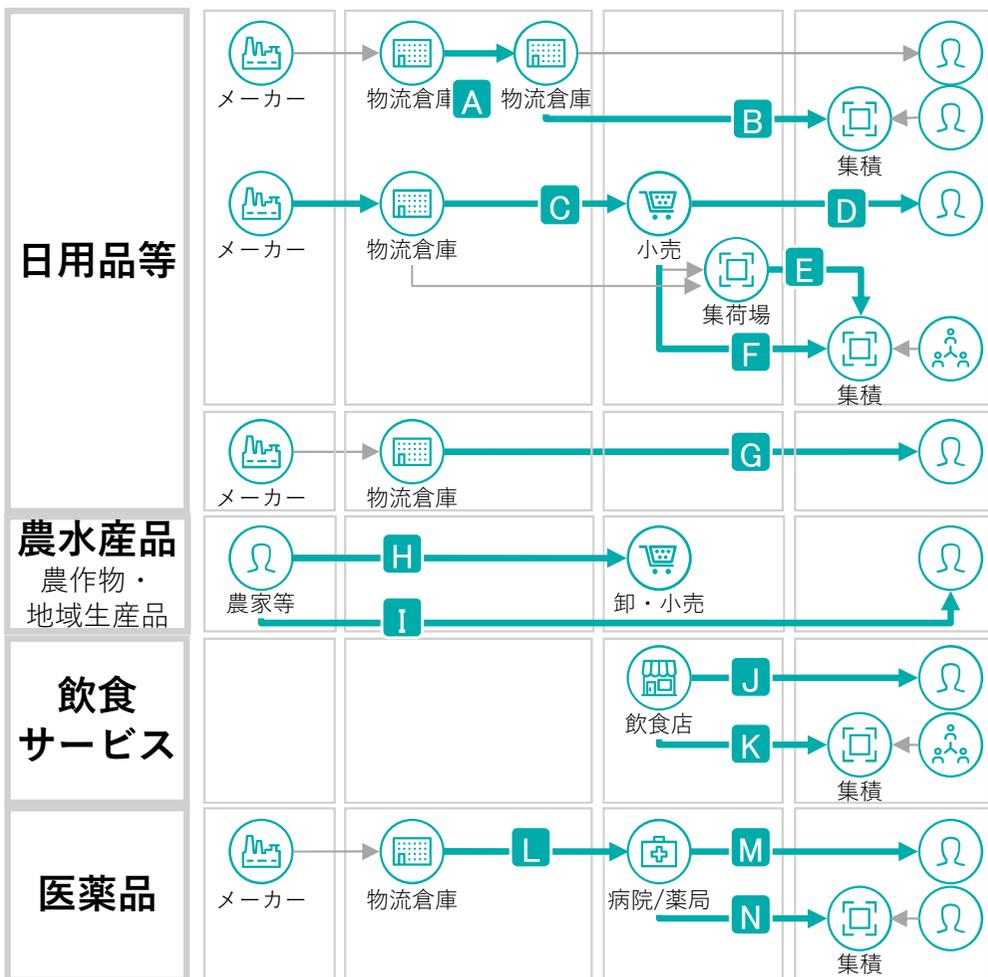
都市部～地方・過疎地まで51箇所の自治体における実証事業を把握

調査対象とした自治体

1	北海道	稚内市	19	東京都	江東区	37	和歌山県	西牟婁郡すさみ町
2	北海道	石狩郡当別町	20	東京都	西多摩郡日の出町	38	島根県	邑智郡美郷町
3	北海道	十勝総合振興局上士幌町	21	東京都	西多摩郡奥多摩町	39	岡山県	和気郡和気町
4	青森県	三戸郡五戸町	22	神奈川県	横浜市	40	広島県	江田島市
5	宮城県	黒川郡大郷町	23	神奈川県	小田原市	41	香川県	小豆郡土庄町
6	秋田県	横手市	24	富山県	南砺市	42	愛媛県	今治市
7	福島県	南相馬市	25	福井県	敦賀市	43	愛媛県	新居浜市
8	茨城県	かすみがうら市	26	福井県	永平寺町	44	高知県	高岡郡四万十町
9	茨城県	稲敷郡美浦村	27	山梨県	北都留郡小菅村	45	福岡県	福岡市
10	群馬県	安中市	28	長野県	伊那市	46	佐賀県	多久市
11	埼玉県	秩父市	29	長野県	北安曇郡白馬村	47	長崎県	五島市
12	千葉県	千葉市	30	静岡県	浜松市天竜区	48	熊本県	阿蘇郡南小国町
13	千葉県	市川市	31	愛知県	新城市	49	大分県	日田市
14	千葉県	勝浦市	32	兵庫県	神戸市垂水区	50	大分県	津久見市
15	東京都	千代田区	33	兵庫県	洲本市	51	大分県	国東市
16	東京都	中央区	34	兵庫県	養父市			
17	新潟県	新潟市中央区	35	兵庫県	川辺郡猪名川町			
18	東京都	港区	36	和歌山県	有田市			

スコープ

ドローン物流の活用可能性・効果が高いと想定されるラストマイル領域を調査



- A 物流拠点間で配送（倉庫→倉庫、倉庫→末端営業所）
- B 末端営業所から宅配物を荷受人の最寄拠点へ配送
- C 物流倉庫から小売店へ配送（山岳間含む）
- D 小売等が個人宅へ配送
- E 複数店舗の発注を束ね、荷受人最寄地へと纏めて配送
- F 小売等が複数発注を束ね、荷受人最寄地へと纏めて配送
- G 物流倉庫から集合住宅へ配送（物流兼小売）
- H 地産の農作物・生産品を域内の卸・小売店へ配送
- I 地産の農作物・生産品を域内の個人宅へ配送
- J 飲食店が個人宅へ配送
- K 飲食店が受注分を束ね、消費者が集まる場所へ配送
- L 需要がある病院or薬局へオンデマンド配送
- M 遠隔診療後の処方薬等を個人宅へ配送
- N 遠隔診療後の処方薬等を荷受人の最寄拠点へ配送

国内事例調査アプローチ

アンケート・デスクトップ調査とヒアリング調査を実施し、 実証のオペレーションや飛行経路からレベル4解禁の影響まで幅広く調査

アンケート・デスクトップ調査

実施方針	<ul style="list-style-type: none">■ デスクトップ調査にて対象企業を抽出■ 公開情報から取得可能な情報を収集■ アンケート調査により、レベル4を見据えて課題感や技術開発動向等、より詳細な情報を収集
形式	<ul style="list-style-type: none">■ アンケートを事業者宛にメールにて送付し、記入と返送を依頼■ 適宜情報をデスクトップ情報にて補完
調査先	<ul style="list-style-type: none">■ 47事業者に送付 (42事業者より回答受領)
聴取内容	<ul style="list-style-type: none">■ 直近の実証実験の内容等75項目

ヒアリング調査

実施方針	<ul style="list-style-type: none">■ デスクトップ調査を通じての打診やデロイトネットワークを活用し、幅広い企業へのヒアリングを打診■ UTM等関連システムの開発動向や、数年後毎の実装世界観等アンケートでは拾いきれない解像度で情報を聴取
形式	<ul style="list-style-type: none">■ オンライン会議（Zoom/Teams等）にて、各1h~1.5hで実施
調査先	<ul style="list-style-type: none">■ ブルーイノベーション(株)■ テラドローン(株)■ そらいいな(株)■ イームズロボティクス(株)■ 日本郵便(株)
聴取内容	<ul style="list-style-type: none">■ 詳細調査

アウトプット	<ul style="list-style-type: none">■ 「ドローンを活用した荷物等配送に関するガイドラインVer.4.0」個別事例集の改定
--------	---

国内実証事業56件を見ると、過疎地×日用品or医薬品が多数を占める

分類方針

- 分類毎に生じる特徴を考慮し、国内事例を整理・把握
 - ・ 配送物毎に、該当する関連規制やオペレーションに差異あり
 - ・ 日用品・食品 : 食品小売店・総合小売店から購入する物品(ex. 食材・飲料・衣料・消耗品等)
 - ・ 農水産品 : 鮮魚・野菜 (出荷時配送)
 - ・ 飲食サービス : 飲食店から購入するフード(ex. ピザ・ラーメンなど調理済み商品)
 - ・ 医薬品 : 医療用医薬品
 - ・ その他 : 上記に含まれないもの
 ※複数品目を配送する事例の場合、より特徴的な品目に寄せて掲載
 - ・ 地域毎に、ドローン物流の導入経緯や有効性や提供価値に差異あり
 - ・ 大都市 : 人口密度 高 (約10,000人/km²以上)
 - ・ 都市郊外 : 人口密度 中 (約3,000人/km²以上)
 - ・ 地方都市 : 人口密度 低 (約1,000人/km²以上)
 - ・ 過疎地 : 人口密度 低 (約1,000人/km²未満)
 ※実証地域を含む市区町村全体 (人口規模) よりも、飛行区域周辺の地理的特徴を考慮

	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・食品	1事例	—	—	19事例	4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	1事例 (日用品・食品を含む)	—	11事例	4事例
その他	1事例 (空荷*)	1事例 (歯科技工物)	—	2事例 (牛の受精卵/郵便物)	—

*将来的な警備・防災・物流を視野に入れた、システム稼働確認のための実証

国内の社会実装促進やドローン利活用可能性の拡充等の観点から特筆すべき事例について、全11事例をデスクトップ調査

デスクトップ調査	
実施方針	■ 国内でのドローン配送市場拡大・社会実装促進に資するかという観点から、ドローン配送実装の先進事例について調査
形式	■ デスクトップ調査
調査先	■ 右記11事例
聴取内容	■ 国内事例調査と同じ75項目のうち、机上調査で可能な範囲を調査
アウトプット	■ 海外事例の一覧化

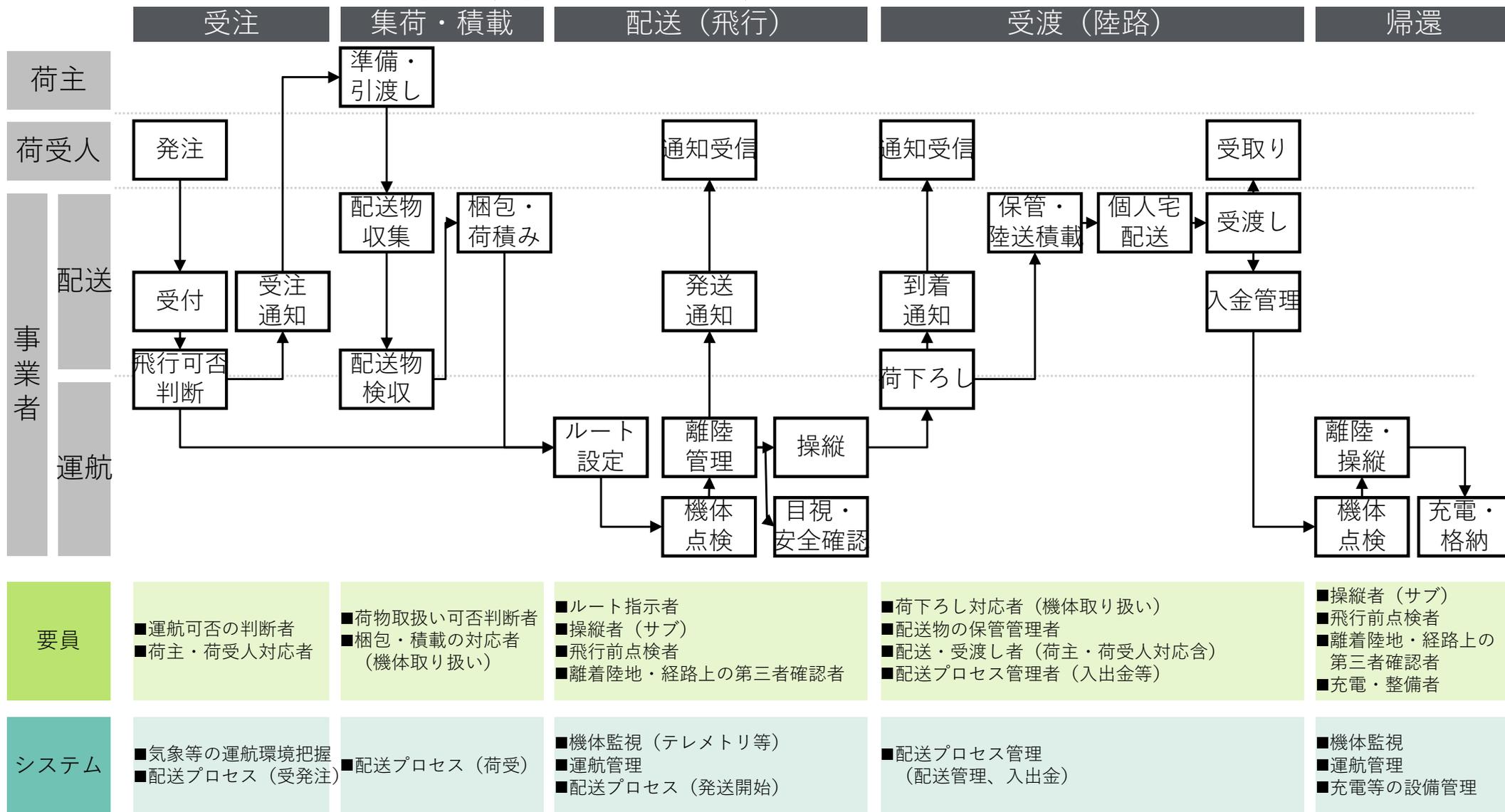
# 実証名	参画事業者（座組企業の一部のみ記載）
1 アメリカ・ミネソタ州ミネアポリスにおけるヒト臓器配送	運営統括・機体開発：MissionGo/MediGo 場所提供：Mercy Hospital/Allina Health Center
2 オーストラリア・キャンベラにおけるスーパーマーケット宅配	運営統括・機体開発：Wing 場所提供・サービス協力：Coles
3 中国（広東省深圳市）における市街地でのフードデリバリー配送	運営統括・機体開発：美团 サービス協力：飲食店（フード受注）
シンガポール（セントーサ島・セントジョーンズ島）における島と島をつなぐフードデリバリー配送	運営統括：セントーサデベロップメント（セントーサ諸島の土地・観光開発） 機体開発：STエンジニアリング サービス協力：フードパンダ（encik tanというレストランの商品）
5 ルワンダにおける血液配送	運営統括・機体開発：zipline 協力：ルワンダ政府
6 アメリカ（ノースカロライナ）における軽包装でのワクチン配送	運営統括：UPS（大手配送業者・ドローン事業に参入） 協力・機体開発：matternet 協力事業者：wake forest（ワクチン分配など支援する医療団体）
7 アブダビにおける医療物資の持ち合い	運航統括：matternet（ドローン事業者） 協力事業者：SkyGo（ドローン事業者）
8 ドイツ（ヘッセン州）における官民連携によるスピーディーな社会実装の実現	運営統括：swisspost（スイスの国営郵便会社） 運航事業者：matternet（アメリカのドローン事業者）
9 ドイツにおける大都市圏にまたがるオフィス間での小さな貨物の移動	運航事業者：Wingcopter GmbH 協力事業者：Merck/KGaA/フランクフルト応用科学大学
10 イギリス（ランカシャー州・カンブリア州）における血液輸送	運営統括：モアカムベイ大学病院/NHS財団トラスト 運営統括：World Economic Forum
11 インド（テランガーナ州）における夜間飛行を含む医薬品配送	協力事業者：テランガーナ州/Healthnet Global（アポロ病院の子会社）/NITI Aayog（インド政府の公共シンクタンク）

#200

ドローン物流の実用化に求められる要件調査

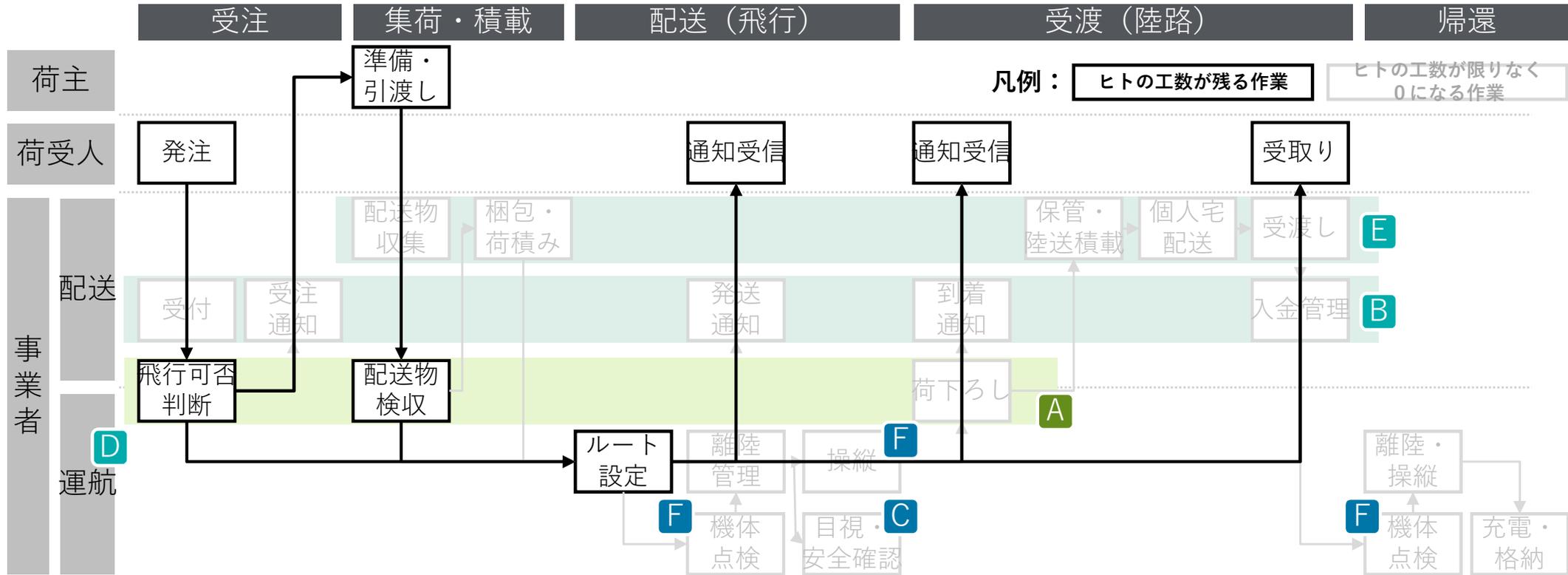
オペレーション要件定義（オンデマンド配送）

運航業務はドローン専門会社が担いつつ、座組み各社で複数作業をオーバーラップしながら業務運営（特に実証実験）している



オペレーションの最適化

ドローン物流によるオンデマンド配送では、受注後に飛行の可否判断・配送物検収の後は、無人で荷受人へと届けられる運営を目指したい



役割の整理

A コンソ企業間の役割明確化による省人化 [A]
 (機体の取り扱いや運航管理の難しさのために座組み企業間で人員配置の重複あり)

技術開発 (システム・機能)

B 顧客管理や配送管理のアプリ利用による省人化 [B]
D 運航事業者が取り扱える機材簡素化、機体の自律化機能の実装による省人化 [D]
E 住民が取り扱える機材簡素化、物流プロセスの機械化・自動化による省人化 [E]
 (配送物投下で受渡、セキュリティ機能付きポート兼保管庫経由で受渡、機械間で配送物を引継ぎUGV等で個人宅配送、等)

規制の改訂・緩和

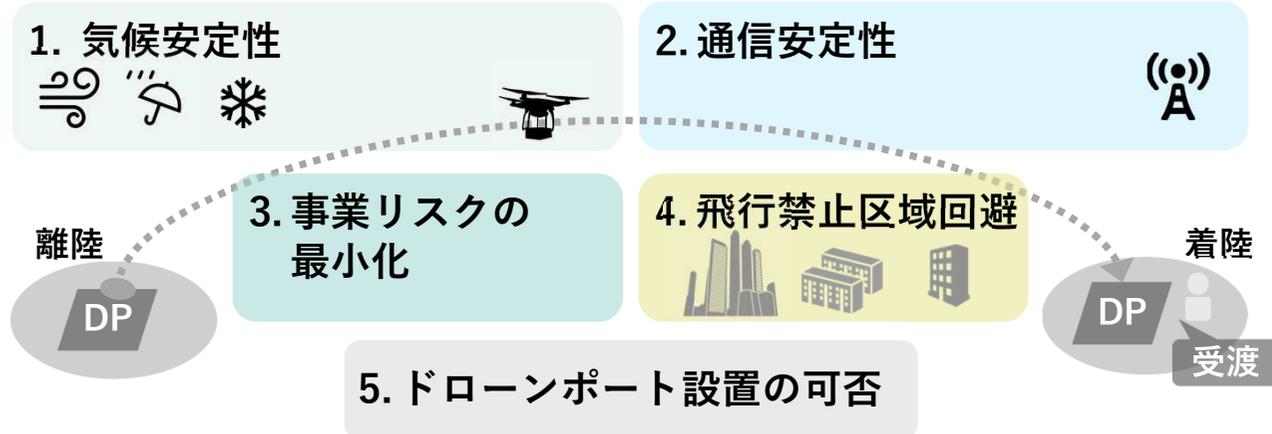
C レベル4飛行許可による無人化 [C] (レベル3飛行で第三者の誘導・目視の人材配置を要する)
F より一段の規制緩和による省人化 [F] (複数機操縦等で1飛行あたりの工数減、複数回飛行後に定期整備、等)

実現性と市場性の観点からドローン物流に適している地域・自治体を評価することが可能

実現性



市場性



1. 飛行可能な気候の要件*

- 風速：5~15m/s以下が適当
- 降雨・降雪：原則0mm/hのみ可
- 温度：5°C以下(0°C以下は稼働困難)

3. 事業リスク最小化のための要件

- 墜落等の事故の影響度合い
可住面積割合の低さから被害規模を想定
- 飛行経路周辺での合意取得の調整工数
(鉄道、高速道路、国道、等含む)
- 補助員配置による運営コスト
第三者上空付近の配置要 (レベル3以下)

2. 通信にかかる要件

- 中山間部、湾岸、橋梁下、高層ビル付近等でのリスク高

4. 飛行禁止区域

- 人口集中地区、空港の周辺、緊急用務空域では原則飛行禁止

5. ドローンポート設置要件

- 第三者物件から30m空間が必須
(建屋屋上、公園、駐車場、等)

6. 配送需要の規模

- 域内の人口規模が多い
- ラストマイルにおける配送物流量が多い

7. ドローンの利用可能性

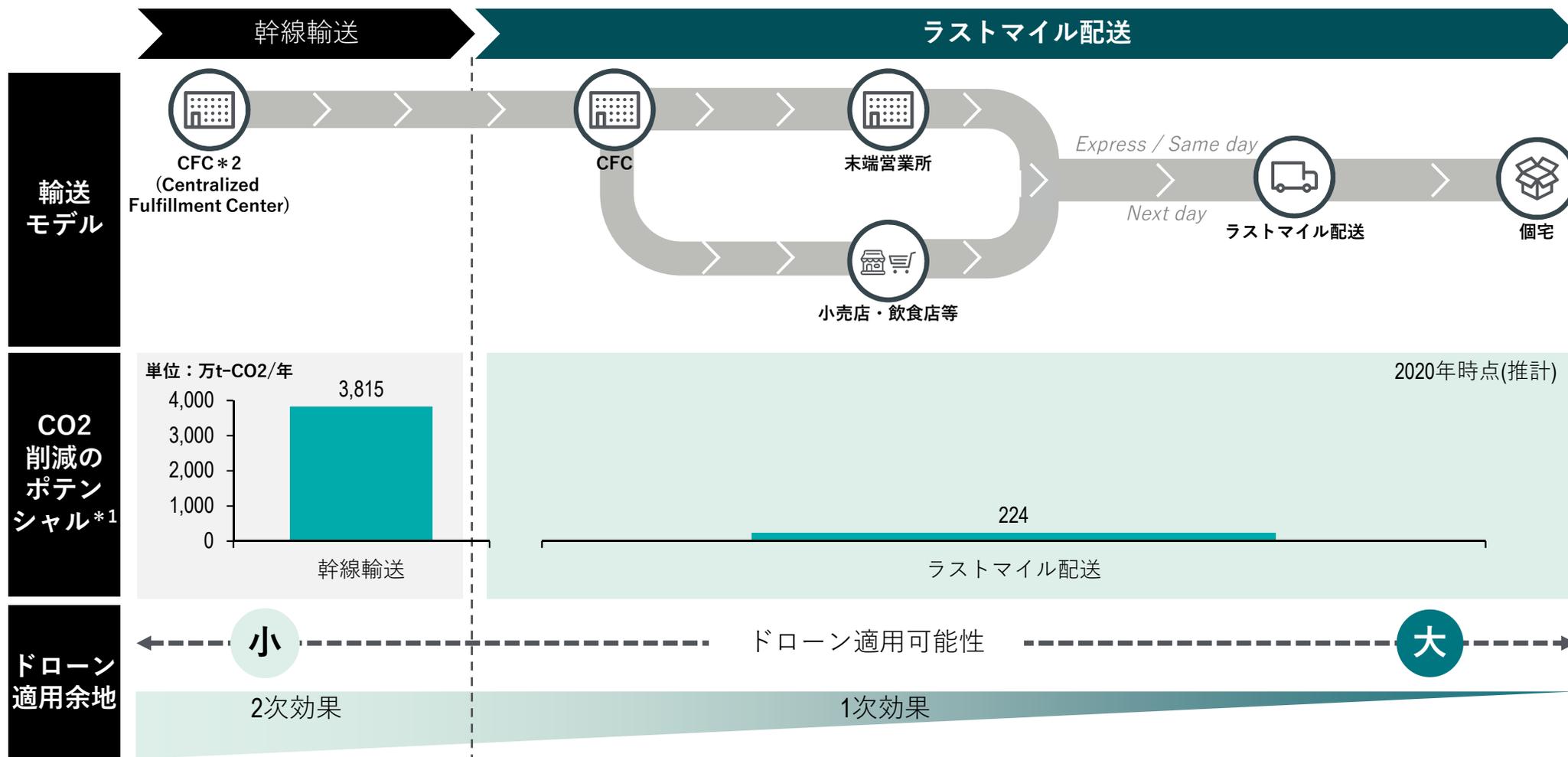
- 陸送等がドローン物流へと代替される割合が高い
- ドローン物流導入の志向性が高い

#300

費用対効果の高い新たなCO2削減モデルの検討

CO2削減効果と経済性を両立する新たなドローン配送モデルに関する検討のスコープ設定

ドローン配送の主な適用箇所となりうるラストマイル配送に対して、ドローン配送導入によるCO2削減策について検討する



1次効果を生みうるラストマイル配送を主な対象に新たなモデル検討を行う
 2次的な効果の波及先となりうる幹線輸送においてはCO2削減に向けた示唆出しを行う

注釈*1：営業用貨物輸送車に限定／ラストマイル配送におけるCO2算出量を下記出典の再配達にかかるCO2排出量の数値を基に配送件数の増加分を加味し算定
 注釈*2：Centralized Fulfillment Centerを都市間の幹線輸送領域において配送物の一時保管・引継ぎを担う大型の物流倉庫、と定義
 出典：国土交通省HP「運輸部門における二酸化炭素排出量」(2022年7月5日更新)／国土交通省「宅配の再配達の削減に向けた受け取り方法の多様化の促進等に関する検討会」(2015年9月)／国土交通省「令和2年度宅配分(トラック)取扱個数」(2020)を参考にDTC推計

CO2削減と経済性確保を両立したモデルを構想する際、変革を考える対象としては“ラストマイルの物流構造そのもの”か“ビジネスオペレーション上の工夫”の2点が存在

目的

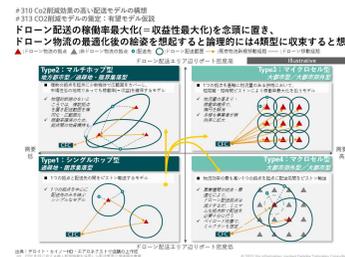
CO2削減・経済性確保可能なドローン配送への変革

ラストマイルの物流構造

実配送オペレーション上の工夫

変革の対象

各都市タイプのラストマイル物流構造はどのような形が最適か？
Ex) シングルホップ型・マルチホップ型・マイクロセル型...等

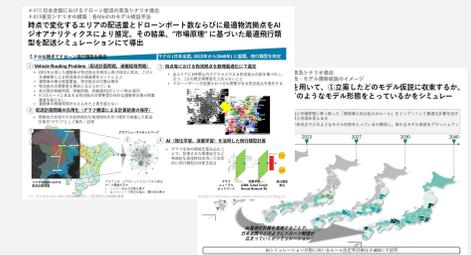


事業者目線で経済性向上に向け工夫すべき点はあるか？

- Ex) 収益化に向けた工夫
- ✓ サプライチェーン上のミルクラン (配送・集荷)
 - ✓ ピークタイムに合わせたドローン物流システム融通
 - ✓ ギグワーカー活用による末端配送
 - ✓ データ等副産物を活用したマネタイズ機会の創出 ...等

検証手段

AI等を用いた物流最適化シミュレーション (# 400)



個別事業者ヒアリング・実証実験の結果 (# 100・# 300・# 500)



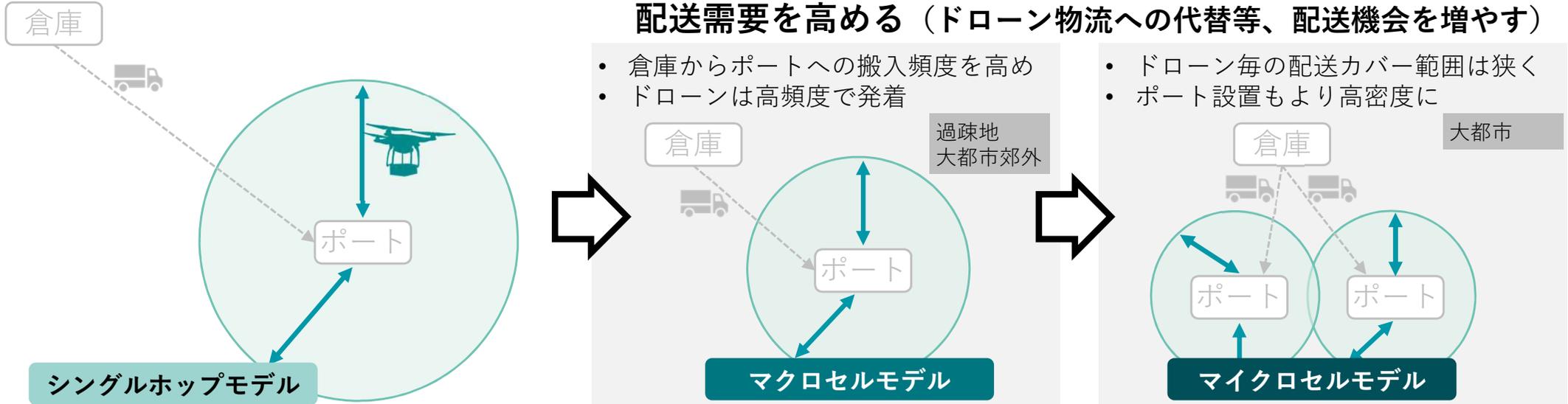
β CO2削減効果と経済性を両立する新たなドローン配送モデル仮説の立案

CO2削減・経済性確保可能なドローン配送への変革

ラストマイルの物流構造
実配送オペレーション上の工夫

ドローン配送の稼働率最大化(=収益性最大化)を念頭に置き、ドローン物流の最適化後の絵姿を想起すると論理的には4類型に収束すると想定

⇒ 想定される発展の流れ

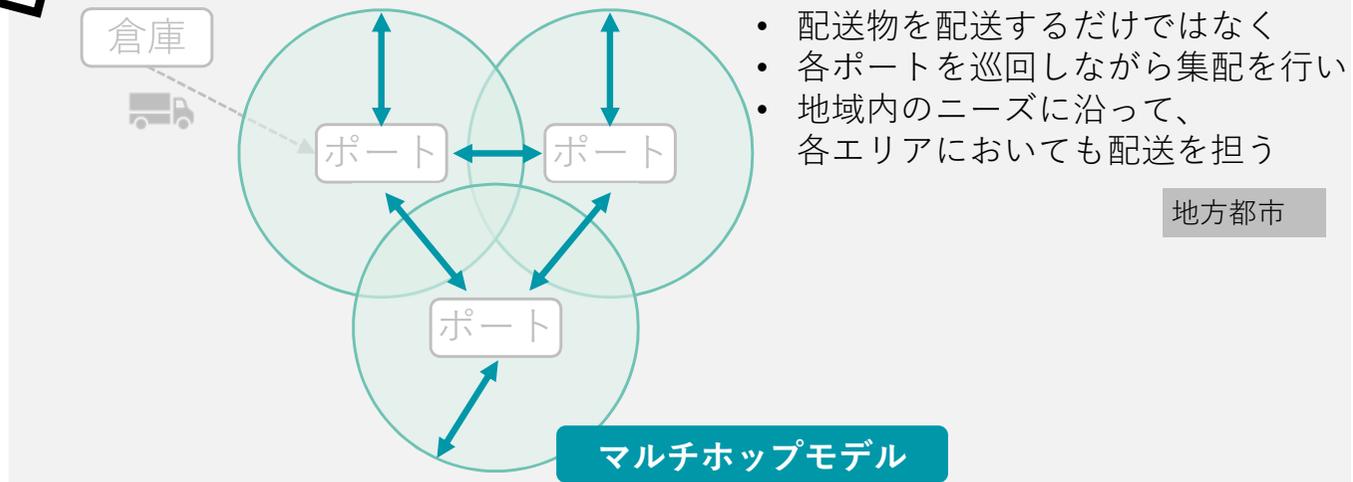


稼働場所を増やす (域内ニーズを面で捉え、配送機会を創出する)

現状課題

1台あたりの稼働率・収益性の低さ

- 配送物を遠くの倉庫からポートへ搬入
- ドローンは広範囲をカバーしているため飛行距離長・配送回数低となる
- 配送件数(運航数)に限られる

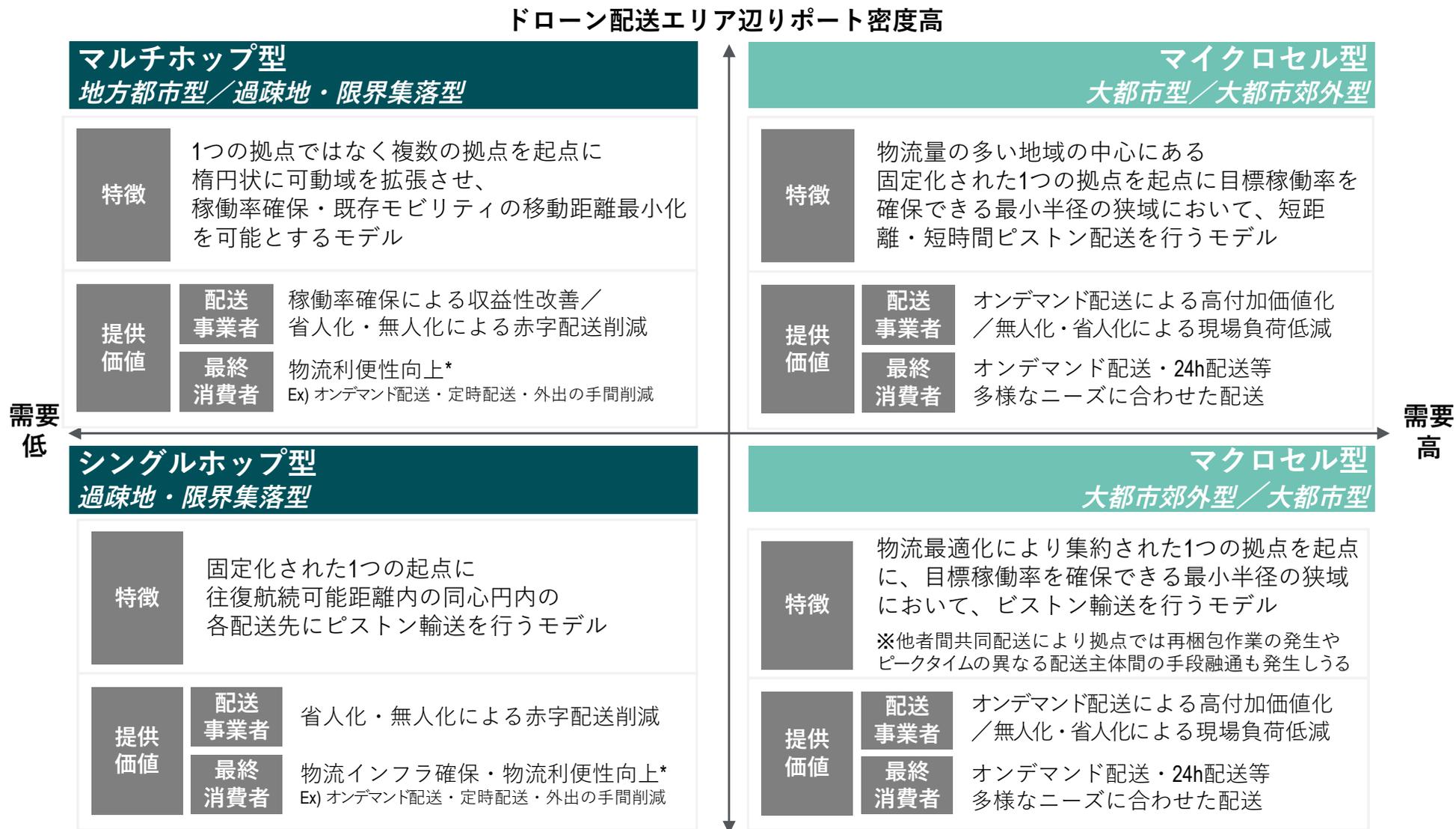


β CO2削減効果と経済性を両立する新たなドローン配送モデル仮説の立案

CO2削減・経済性確保可能なドローン配送への変革

ラストマイルの物流構造
実配送オペレーション上の工夫

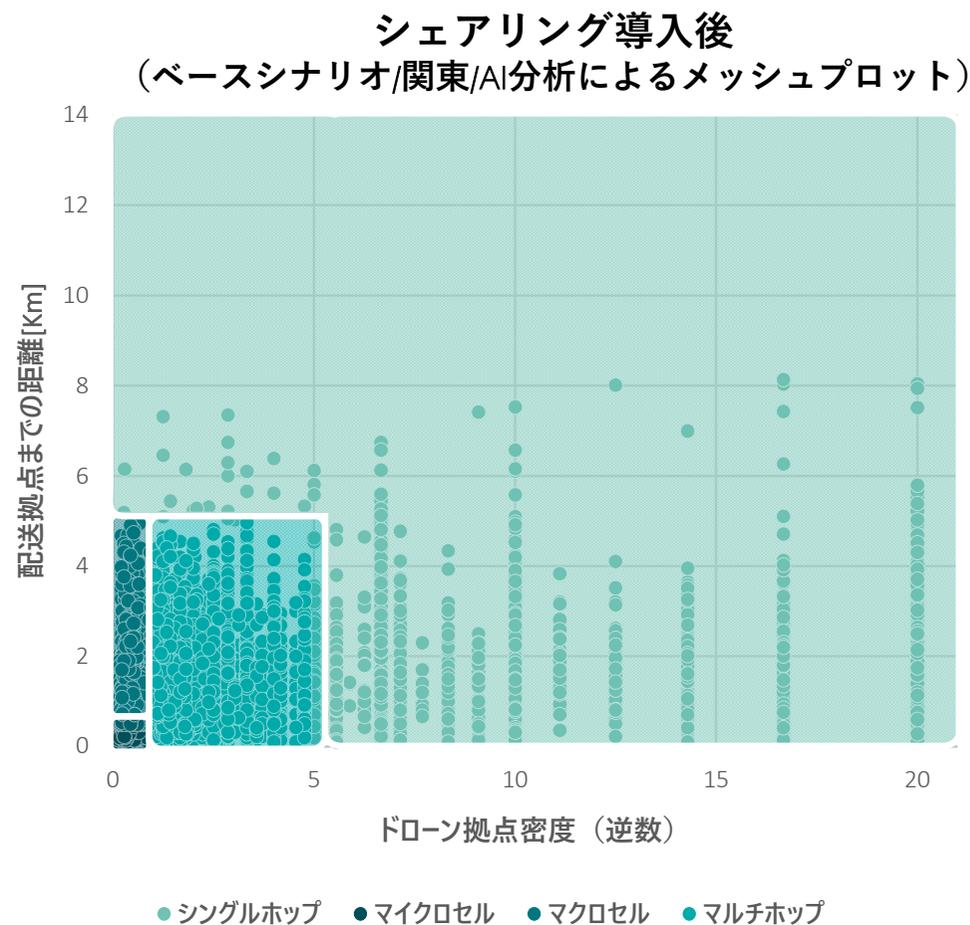
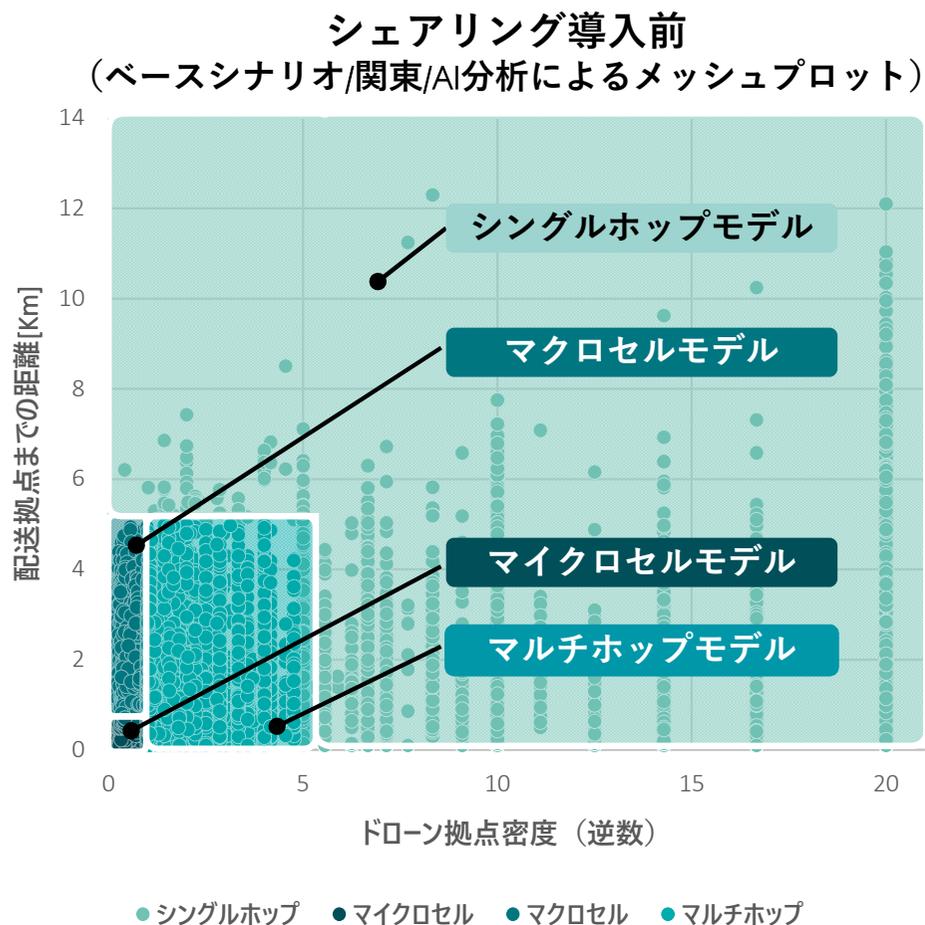
過疎部においては分散した需要を効率的に取り込むように、都心部においては狭域で効率的にピストン輸送を行えるように発展していくと想定



出典：コンソで協議の上作成

クラスター分析の結果仮説で提示した4類型に収束することが確認された また、物流構造転換につながるシェアリング^{*1}導入後も結果は変わらない

- クラスター分析とは、散布図上に与えられた点をAIを用いて特徴量を紐解き複数の類似グループに分類する
- 本手法では、クラスタ数は自動で選択され4つ+外れ値1つのクラスタへと収束した
- よって配送パターンは4種類に収束したといえる



^{*1}機体の稼働を埋めるべく多様な物流事業者がドローン・配送拠点等を共同利用する運営
#400以降で無人配送シェアリングを実施するため配送パターンの変化が起こらないことを確認

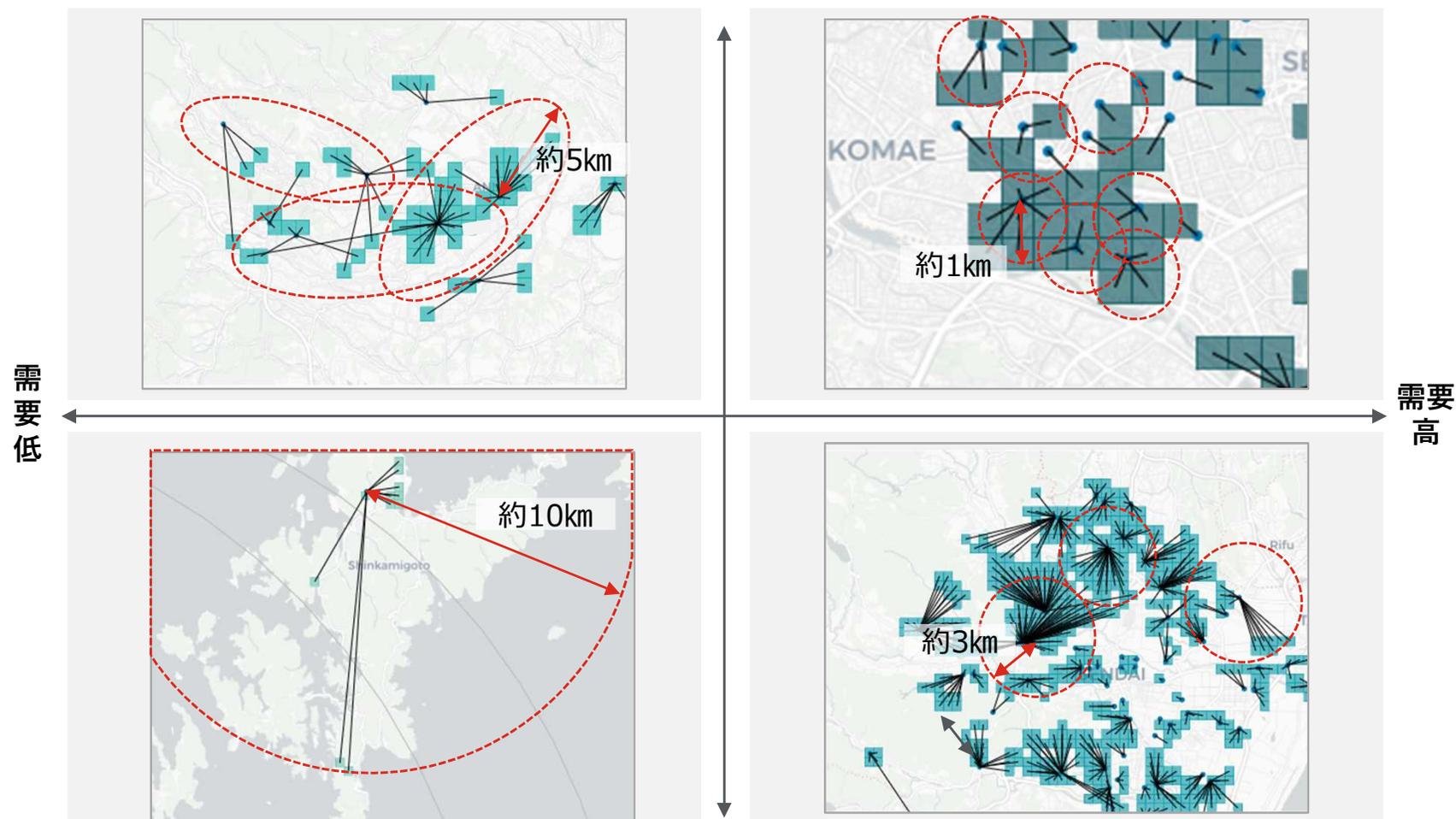
出典：DANGによる分析結果を基に、DTC作成

配送モデルの物流構造についても仮説通りの結果となっている

- 各ラベルの該当箇所の配送モデルを確認したところ、仮説通りとなっていることが判明
- 形状的にも仮説通りの形となっている

メッシュの色 ■ : シングルホップ、■ : マルチホップ、■ : マクロセル、■ : マイクロセル

ドローン配送エリア辺りポート密度高



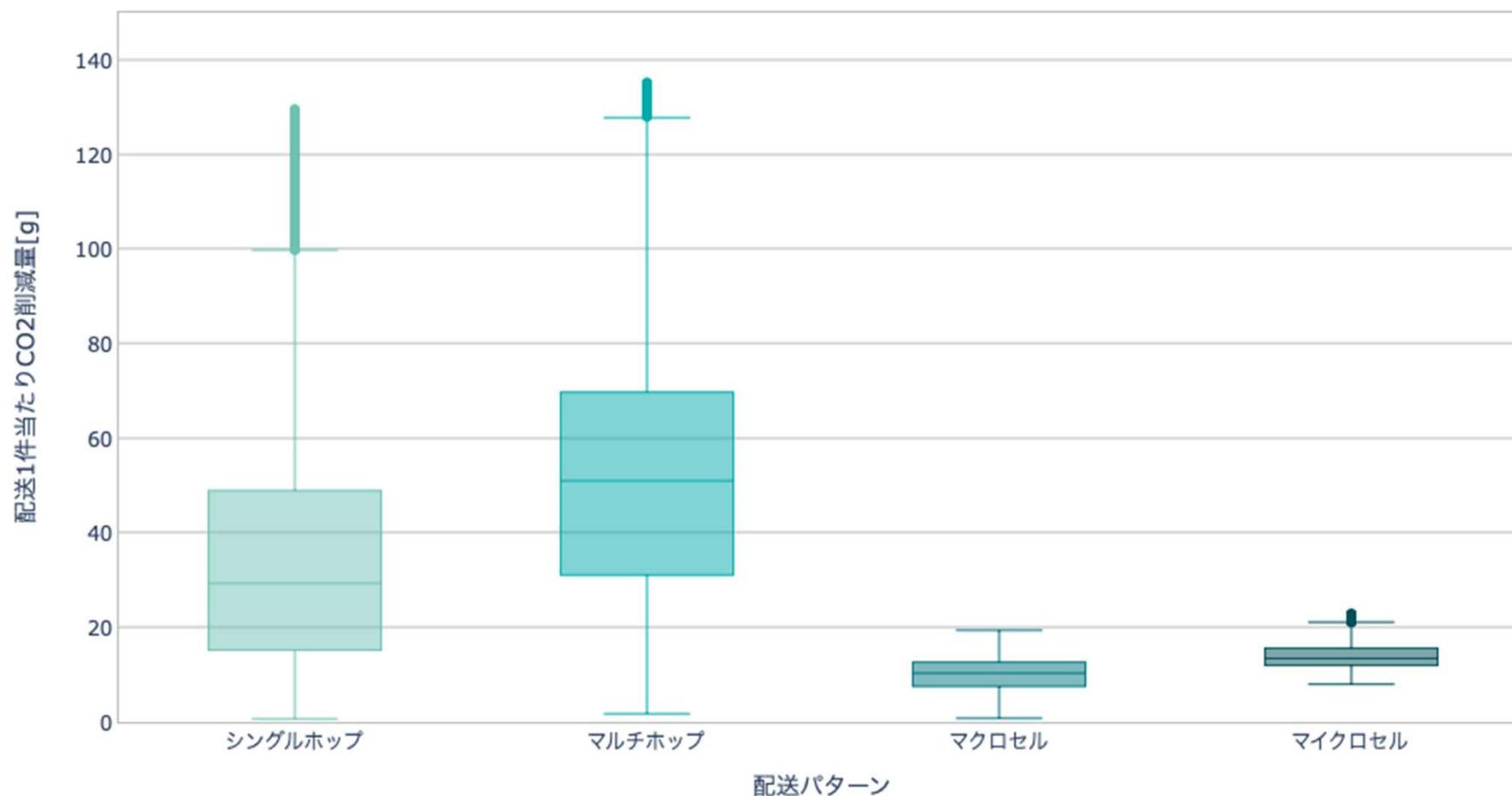
ドローン配送エリア辺りポート密度低

出典：DANGによる分析結果を基に、DTC作成

各配送パターン別CO₂削減効率_ベースシナリオ(2030年時点)

レンジで比較しても、マルチホップの削減効果は高く、いずれの地域においても平均値で算出されたモデルの削減効率順位は不動と推察される

配送パターン毎CO₂削減効率【自治体別分布】



出典：DANGによる分析結果を基に、DTC作成

現行ドローン配送事業を軸にサービス範囲/用途/事業を拡げ、収益確保を図る

収支構造とKPI

改善方策

収支構造とKPI		改善方策			
配送事業	配送料金	サービス強化	利用者数	注文件数	<ul style="list-style-type: none"> 取り扱い商材・種類の拡大 アクティブユーザーを確保できる地域への飛行経路の開拓 顧客向けサービスの拡大（遠隔診療等の組み合わせ）
				注文頻度	<ul style="list-style-type: none"> 消費者の購買行動の変革（纏め買いから少量小ロットの都度発注へ） ドローンを拠点間で融通し合い、ピークタイムのサービス品質維持（群衆移動）
			配送回数	<ul style="list-style-type: none"> 域内巡回での定期運航化 多様な品目の配送を通じた稼働率向上 	
			配送単価	<ul style="list-style-type: none"> 顧客価値の向上（オンデマンド、即時、軒下・庭先配送による利便性向上） 現行陸送料金からの転換によるドローン運賃原資の確保 新たな商習慣への教育（商品代金とは別で送料を支払う慣習） 購買額の引き上げ（高単価品目の取り扱い、購入品数・総額の引き上げ） 	
		サービス範囲拡張	時間帯	<ul style="list-style-type: none"> 夜間等日中以外への稼働時間帯の拡大(宴会需要/夜勤需要等の取り込み) 降雨・積雪等の悪天候時における配送の実施（巣ごもり需要の取り込み） 	
			地域	<ul style="list-style-type: none"> 既存の配送サービスの提供範囲の拡大 他自治体から引き合い獲得、立地・人口密度等の類似地域へ横展開 	
		コスト削減	<ul style="list-style-type: none"> オペレーション改善・自動化・多数機操縦による省人化・無人化 自社事業の強みを引き出す選択集中、人件費・調達機材の最小化 現行物流手段との置き換え、ドローン物流のスポット活用にて物流網全体の効率化 Lipoバッテリー改善、より廉価な化石燃料・水素エンジン機構・次世代電池の採用 		
	用途拡大	マルチタスク化	<ul style="list-style-type: none"> 夜間警備、街中の防犯・監視、鳥獣害対策、高齢者・子供等見守り、観光資源化、町内アナウンス利用、設備点検、空撮、災害時稼働（緊急物資配送、実地調査） 		
		メディア化	<ul style="list-style-type: none"> ドローンによるCM発信（観光客等への周知活動） 機体や運営設備等への広報物の掲載 		
		コンテンツ化	<ul style="list-style-type: none"> ドローン操縦や運航管理のトレーニング教室の運営 運航データ蓄積のコンテンツ化や運営知見自体の教材化による販売 安定化した飛行経路の販売、貸与 		
	事業領域展開	<ul style="list-style-type: none"> アカウント業務の取り込み（荷主・荷受人側の在庫業務の請負い） サプライチェーンに沿う拡大（物流前後の製造・加工や小売・販売の実施） 			

#400

AIジオアナリティクスを活用したドローン配送 普及に伴うCO2削減インパクト試算

シナリオの作成方針

中央省庁のロードマップや発行物をベースに、事業者の実装方針・技術開発動向等を参考に普及シナリオを作成

実装動向／技術動向調査 (Input)

分析のベースシナリオ作成 (Output)

中央省庁発行資料

空の産業革命に向けたロードマップ2022 (ドローン官民協議会)

ドローンを活用した荷物等配送に関するガイドラインVer3.0 (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 Ver. 3.0

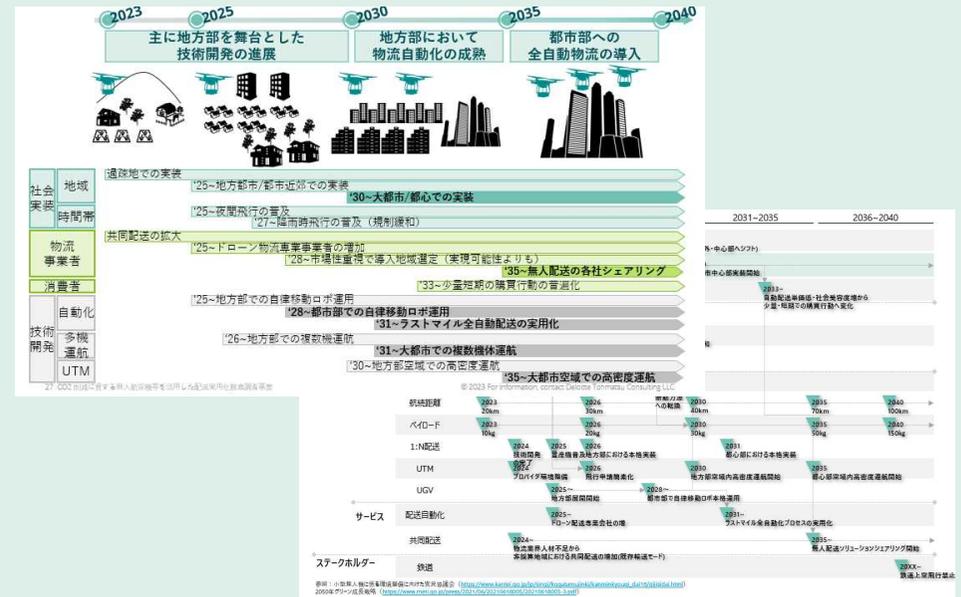
2022年3月 内閣府、国土交通省

その他参考資料：自治体のドローン・自動配送ロボット等の利活用促進に向けた調査 (経済産業省)

国内事例調査結果

- 約70件の国内外事例調査結果を基に、事業者のサービス展開動向（実装方針等）・技術開発動向等をもとに作成

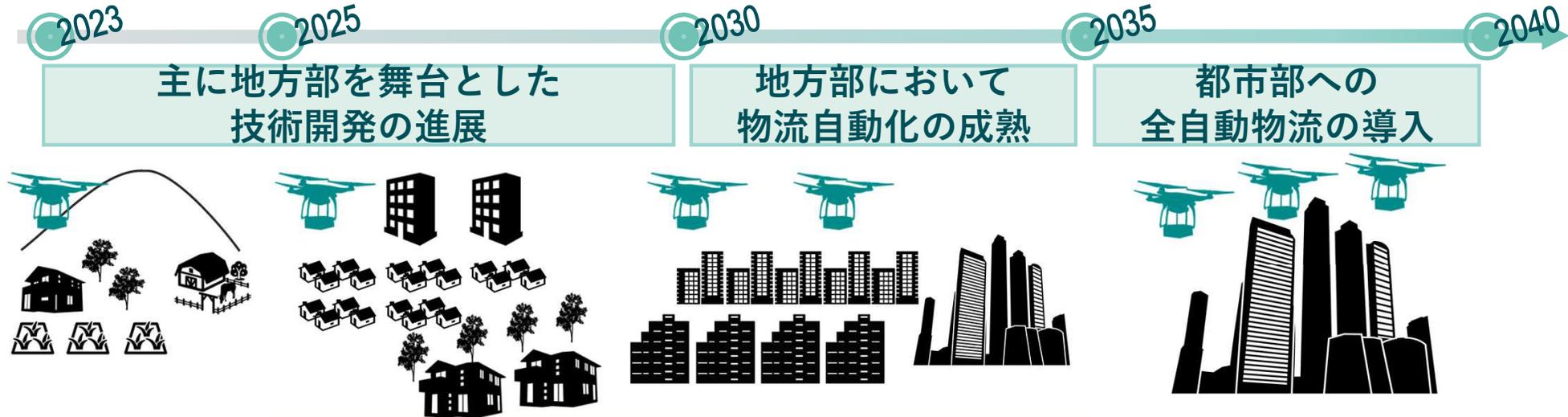
ベースシナリオ



- ①社会実装／②物流事業者／③消費者／④技術開発の4観点から、各種動向を調査し、シナリオを作成
- 社会実装においては、**2023年から過疎地を中心に社会実装開始、2030年から都心郊外部に進出**していくものと想定
- 技術開発動向については配送効率改善・物流網の在り方に影響する**航続距離・ペイロード等、経年技術進展があるものと想定し分析を行った**
- 規制については**レベル4解禁後の世界線を前提**とした

シナリオ

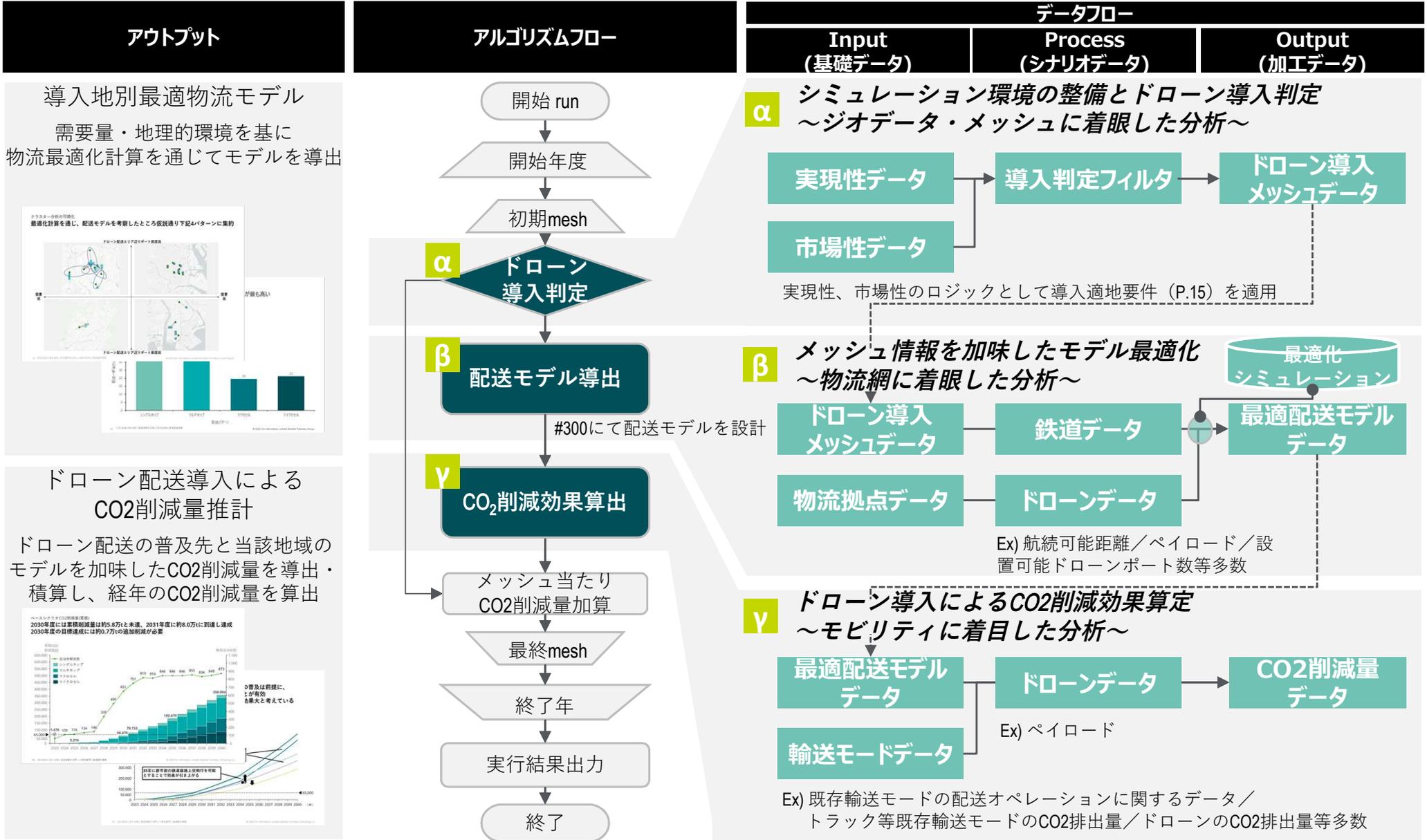
2035年を目途に、地方部で成熟したドローン物流含む全自動配送が都市に実装され、シェアリング等にて高効率化された物流網が稼働している近未来を構想



社会 実装	地域	過疎地での実装 ‘25~地方都市/都市近郊での実装 ‘30~大都市/都心での実装
	時間帯	‘25~夜間飛行の普及 ‘27~降雨時飛行の普及（規制緩和）
物流 事業者		共同配送の拡大 ‘25~ドローン物流専門事業者の増加 ‘28~市場性重視で導入地域選定（実現可能性よりも） ‘35~無人配送の各社シェアリング
消費者		‘33~少量短期の購買行動の普遍化
技術 開発	自動化	‘25~地方部での自律移動ロボ運用 ‘28~都市部での自律移動ロボ運用 ‘31~ラストマイル全自動配送の実用化
	多機 運航	‘26~地方部での複数機運航 ‘31~大都市での複数機体運航
	UTM	‘30~地方部空域での高密度運航 ‘35~大都市空域での高密度運航

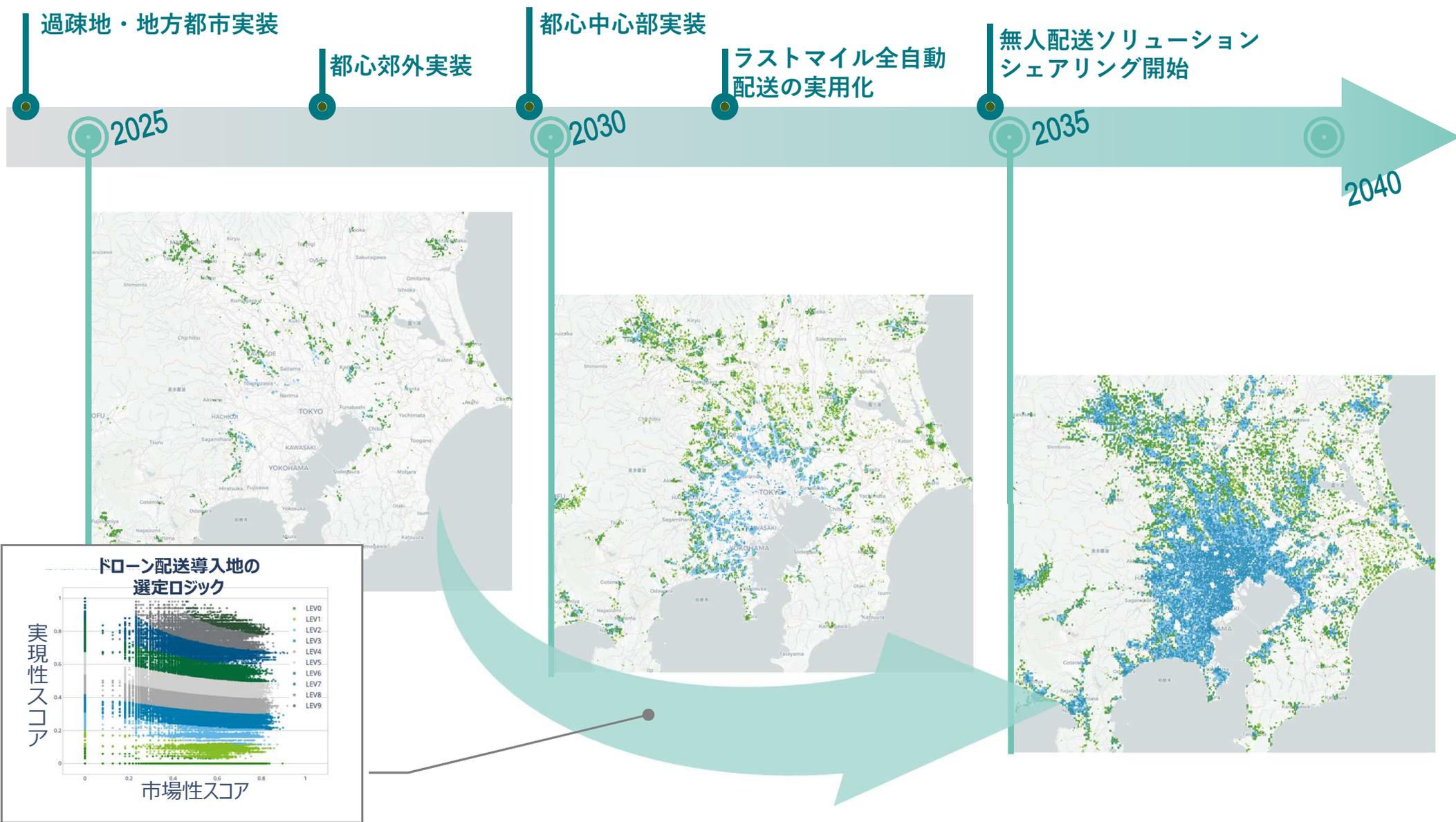
シミュレーションモデルの概観

シミュレーション環境の構築(現実の投影)した上で、メッシュ情報を加味した配送モデル最適化、輸送モビリティデータを使ったCO2削減効果算定を行う



α ドローン配送普及シミュレーション

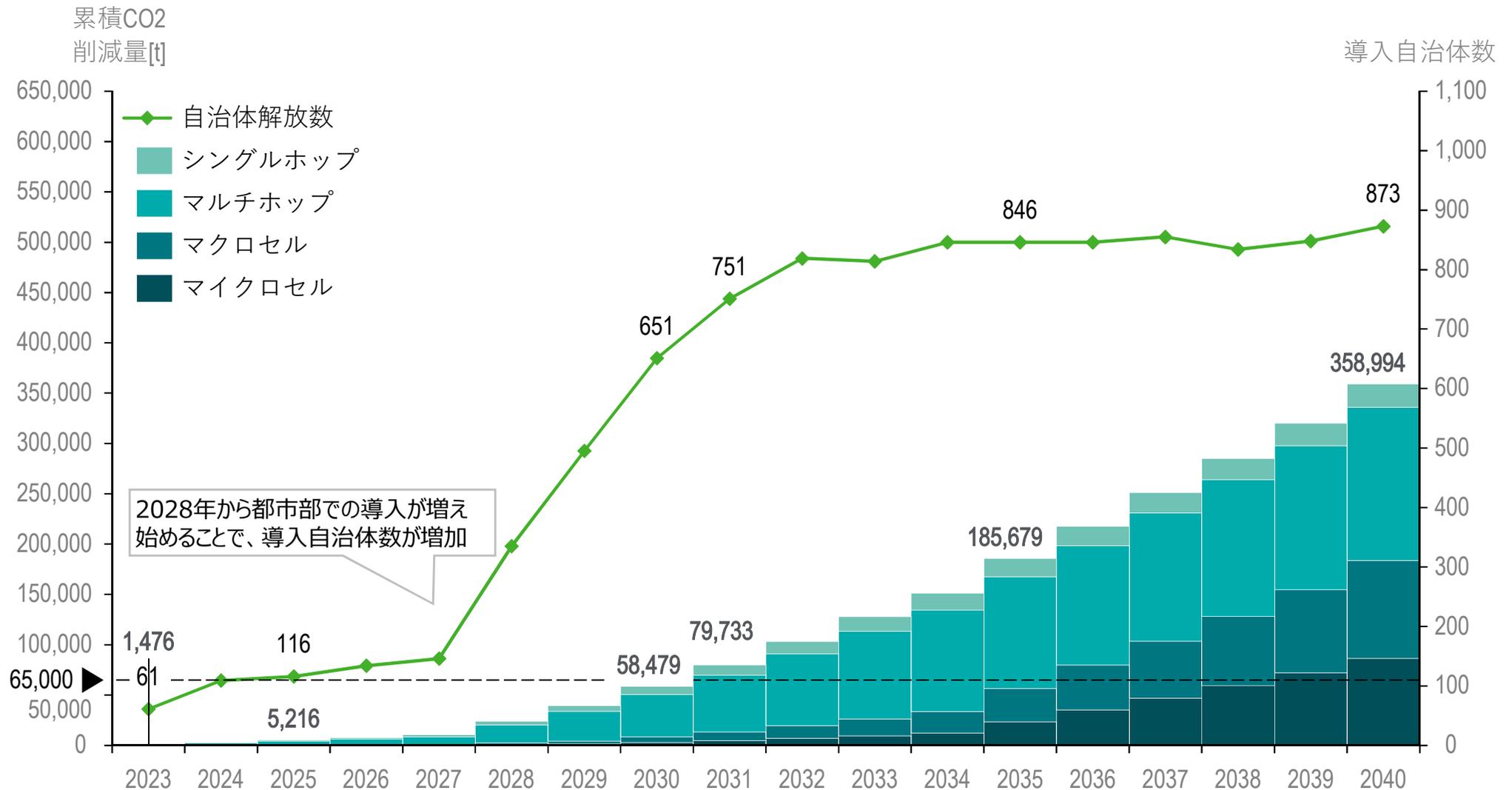
市場性と実現性を基に、ドローン配送導入地域をシミュレーション



出典：DANGによる分析結果を基に、DTC作成

ベースシナリオCO2削減量(累積)

地球温暖化対策計画における「2030年度までの累積CO2削減量約6.5万t」という目標に対して、試算結果は約5.8万tと未達、更なる取組の推進が必須

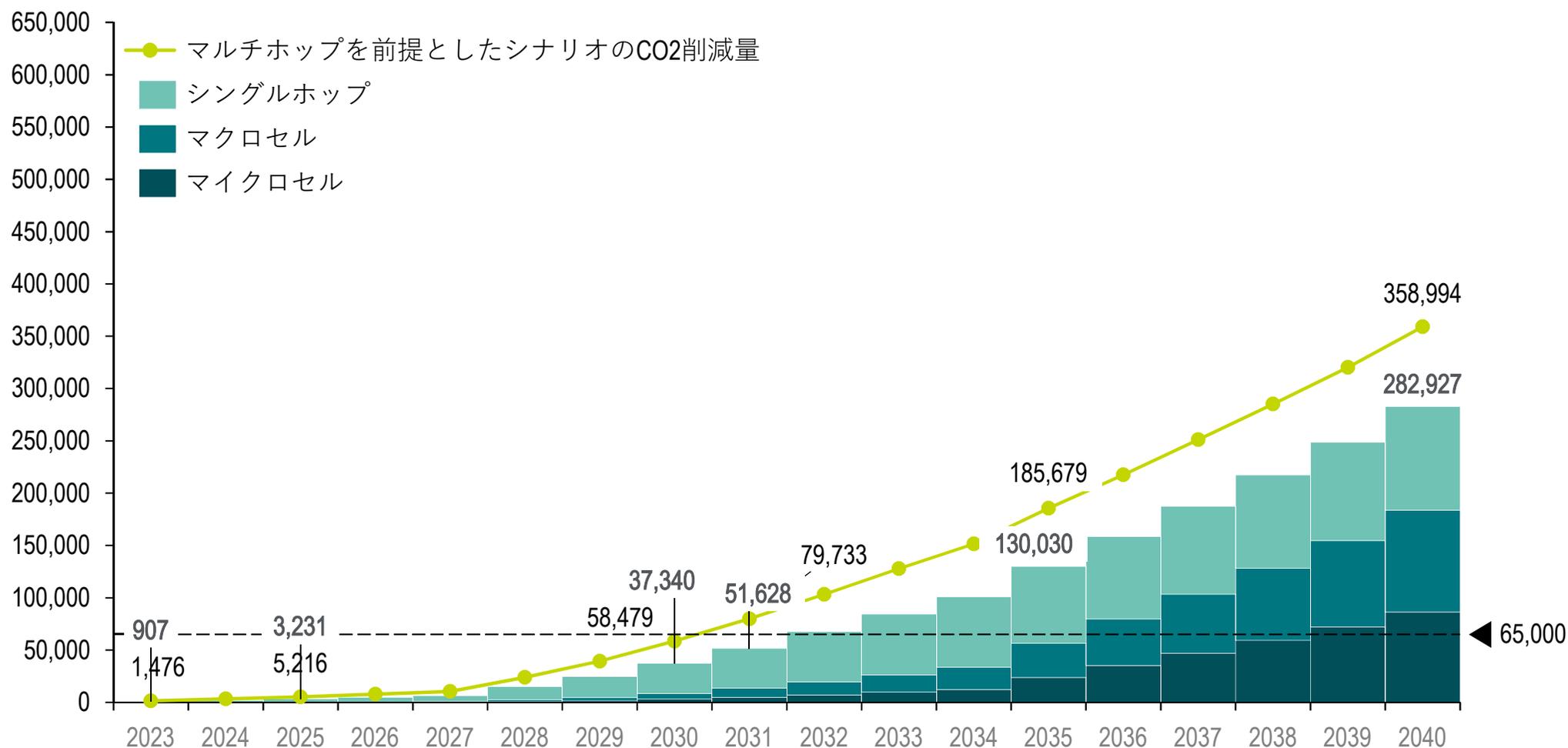


注釈*：可住面積に対するドローン導入メッシュの割合が30%を超えた自治体を導入自治体として計上

マルチホップ配送を前提としなかった場合のCO2削減量

ベースシナリオに基づく算定ではマルチホップ配送の普及を前提としているが、前提としなかった場合には2030年時点で累積CO2削減量が3.7万tとなり、地球温暖化対策計画の目標値である約6.5万tに未達であるため、より一層の普及・啓蒙は必須

累積CO2削減量[t]



出典：DANGによる分析結果を基に、DTC作成

注釈*：マルチホップ配送の空荷輸送削減によりCO2削減効果が発生する／各メッシュにおいてモンテカルロシミュレーションを行うことで、1時間単位で各メッシュにおける需要をランダムに発生させ配送終了後、需要のある近隣の配送拠点に帰還するよう設計シミュレーションを行って算出

これまでのベースシナリオに対し、以下の追加的なCO2削減促進に資するシナリオを想定し、検証を行う

想定シナリオ

シナリオ変化による影響

<p>0: マルチホップ配送普及・啓蒙を通じたCO2削減効果の創出</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 複数拠点間を拠点とするドローンが、需要の有無に応じて最短の物流拠点に移動し配送を行うマルチホップ配送を普及・啓蒙することで、空荷時間の相対的に短い配送が実現し、CO2削減に資する ■ マルチホップ配送は本事業で見出された新たなドローン配送モデルであるため、効果創出にあたっては普及・啓蒙が不可欠
<p>1: CO2削減効率の高い過疎地・地方都市における普及を加速化</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 低需要が分散し位置する地方部では、CO2削減効率の高いマルチホップ・シングルホップが支配的であることからドローン導入を推し進めることで、効果的にCO2削減が行われると想定
<p>2: UGVとの連携等を通じたドローン配送の都心浸透速度を加速化</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 都心においては集合住宅が多く、またドローンポートを置くスペースも少ないため、荷物受け取りにあたっては荷受人のポートまでの移動が必要となり、利便性の高い輸送手段とならない ■ UGVとの連携や荷物を保管可能なドローンポートの開発・展開等によって、荷物受け取りの利便性や自由度を高められれば、都心における普及が早まり、早期にCO2削減が可能となる
<p>3: ドローンシェアリング等、さらなる物流高効率化を早期に実現</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 多様な物流プレイヤーがドローン・配送拠点をシェアリングすると、ドローンの空き稼働が減少し、少数のドローンで多くの荷物を配送することができ、CO2削減につながる ■ 地域で縦割りされた配送体制ではなく、地域の配送需要を一手に受ける地域横断配送プレイヤーの登場や既存プレイヤーの共同配送化を後押しする等して、ドローンシェアリングを早期に実現
<p>4: 鉄道事業者の反対を受け飛行可能範囲が限定され普及停滞</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ レベル4飛行を前提とした世界観をベースにしているものの、鉄道上空は事故による社会的影響が特に大きいため、鉄道事業者は線路横断を許可しない前提の下シミュレーションを実行 ■ 鉄道上空を飛行可とした場合、特に配送量の多い都心部におけるドローン普及範囲が広がるため、CO2削減効果が高まる可能性にある
<p>5: バッテリーの改善を通じた航続距離・物流量の延伸・拡張</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ バッテリー性能の向上によって、航続距離延伸・ペイロード拡充がなされることで、より効率的に物流を行うことができると共に、配送可能な荷物も増加するため、CO2削減効果が高まると想定 ■ NEDOや民間バッテリーメーカーとの研究を加速化し、代替の動力源を見つける必要がある

Y シナリオ評価

「CO2削減インパクト」と「国土交通省による関与可能性」の2軸で 検証すべきシナリオを評価し、シナリオ0・2・3・4を検証対象として選択

分析対象とする想定シナリオの選択

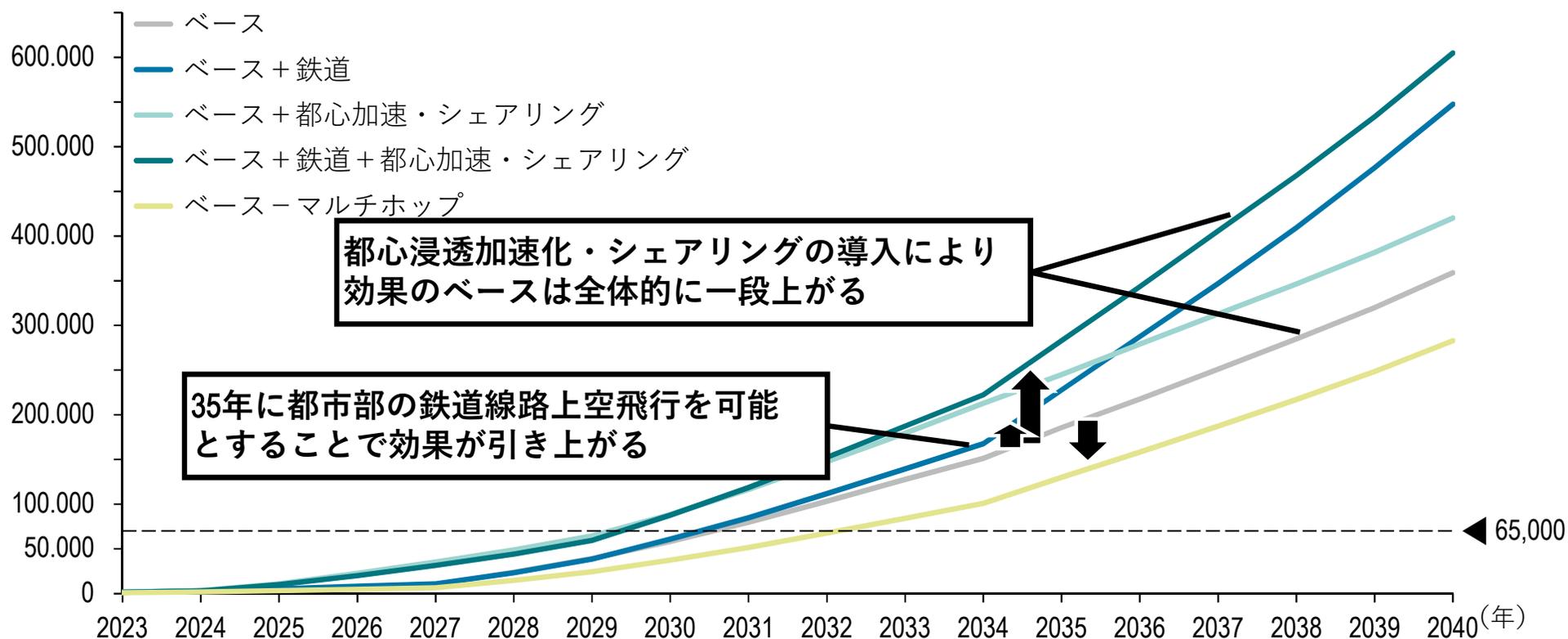
(+) 削減効果の増加、(-) 削減効果の減少



γ 将来の普及シナリオ上のボトルネック

シナリオ分岐*1によるAI分析から、マルチホップ配送の普及を前提に、無人配送・配送シェアリングの早期化を推進することが有効
 加えて、特に都市部における鉄道上空飛行の解禁が効果大と考えている

累積CO2削減量(t)



出典：DANGによる分析結果を基に、DTC作成

注釈*1：CO2削減効果はどんなシナリオであれば達成できるか分析することで、今後の政策検討に活かすべくシミュレーションを実行

マルチホップ配送シナリオ：本事業を通じて発見したCO2削減効果の高い配送モデルであるマルチホップモデルが一般的に普及することを前提に初期シミュレーションを実施しているが、新たな概念であり認知・普及が進まない場合もあることから、当該ケースにおける検証を実施

鉄道開放シナリオ：線路上での事故は社会に与える影響が大きいことから、上空飛行を禁止されるとの前提から、許可が下りた場合について検証

都心加速化シナリオ：飛行実現性の観点から、都心での本格運用は2030年以降に設定、本格運用開始が前倒しになった場合を想定し検証

無人配送ソリューションシェアリングシナリオ：各個別事業者がドローンやドローンポート等を独自に持ち運用する世界観を前提とし初期シミュレーションを実施しているが、これらが共有化され、さらに物流効率が上がった場合を想定し検証

#500

実証実験を通じた検証

実証実験の目的

将来像を描くだけでなく、特にレベル4飛行解禁後の動向や実現性を検証すべく飛行実験を実施

目的

- ドローン物流の社会実装をより一層推進すべく、レベル4飛行の実証・事業運営を見据えたかたちで実証実験を行うことにより、運営オペレーションや事業性等に係る課題を把握し、解決策や持続可能な事業形態を検討する

検証 ポイント



ドローン配送モデル

- 将来実用化されるドローン物流モデルの実現可能性



飛行経路の経済性・効率性

- レベル4解禁以後に想定される飛行経路の設計の考え方やあり姿
- その飛行経路とすることによる事業性・効率性から見た効果



提供価値

- 地域社会における課題解決や、エンドユーザー利便性向上の可能性
- 既存物流網へのインパクト



実装に向けた課題・対応策

- 有人地帯上空をドローンが飛行することへの社会受容性
- 実現に至るまでのボトルネック、運営時の課題

レベル4見据えた効率的な飛行経路、複数拠点間飛行の実現性を検証

目的

- 域内の新たなスマート物流の構築を目標に、2023年の実用化に向けての飛行実験
 - ・ ドローン、電動自転車、貨客混載等を活用したCO2排出量削減に資する新しい物流網の導入
 - ・ 日用品注文やオンライン診療・服薬指導をサポートするデポ運営 (交通弱者、買い物困難、高齢化)
 - ・ 地元生産品の消費、地域経済の活性化

概要

- 3拠点を結ぶ巡回配送
- ルート毎に異なる物品を配送
 - A) 旧小学校~ゴルフ場 : 地元野菜
 - B) ゴルフ場~病院 : 弁当
 - C) 病院~旧小学校 : 処方薬、デポ注文の日用品※病院~小売店間は電動自転車にて配送 (CO2排出量を考慮)



設計上のポイント

- レベル4解禁後を視野に、**有人地帯上空を含む現実的な飛行経路**
有人地帯上空の飛行可能な規制下を想定し、飛行距離の短縮化を実施
落下等の事業リスク、補助者配置等の効率性を考慮して一定の迂回有り
- **物流の最適化を志向し、複数拠点間を結ぶ配送ルート**
ベース拠点からの往復便では無く、物流網を効率化すべく複数拠点間を連続飛行
- **実用化・黒字化のための空荷無しの配送プラン**
復便が空荷とならず、かつ、各配送ルートが収益を上げられる必要あり

実現のための工夫

- **全ての関連住民の合意** 飛行経路の立入管理区画に含まれる全住居ポスティングと住民応対
※低高度・低速飛行によって当該区画を可能な限り最小化
- **地域ニーズの把握** 全ルートとも離発着地点のニーズに応えた実用的な配送
- **導入機運の醸成** 市長の巻き込み、主要ステークホルダーとの合意形成
- **PRの活用** 将来の導入時の社会受容度向上を見据えたマスコミ等の巻き込み

地方都市部において、レベル4飛行での飛行距離の短縮、複数拠点間配送や空荷課題への対策、域内での提供価値・期待感を把握することができた



ドローン配送モデル

- 住居密度が低く離発着地を設け易く、配送需要が散在する地域（地方都市等）では、各所需給を効率的に繋ぐ複数拠点間配送のかたちが1つの解になると想定



飛行経路の経済性・効率性

- 従来からのレベル3飛行と比較し、**移動距離を約11%削減可能**
- 陸送からの代替により**CO2排出量を約95%削減可能（年間運航換算約2.5t-CO2削減）**
- 補助者14名を要した（実際にはレベル3飛行申請で実施したため）

	①陸送	②従前のレベル2/3飛行	③レベル4を見据えたレベル3飛行 本件実証	④今後想定されるレベル4飛行 将来像	⑤理想上のレベル4飛行
移動距離	22.3km A)10 B)7.8 C)4.5	23.4km A)9.4 B)7.7 C)6.3	20.7km A)9.4 B)6.4 C)4.94	20.7km	17.5km (直線距離) A)8.3 B)5.3 C)3.9
事前準備	—	・道路の交通制限のため看板等設置	・飛行経路周辺住民への事前の同意取得(100件強) ・道路の交通制限のため看板等設置	—	—
運航時	—	— (補助者不要のルートとするため)	・補助者配置39箇所(実質14名+補助パイロット2名の稼働)	—	—
CO2排出(kg-CO2/年)	2,663	149	132	132	111

11%削減

概ね
対応不要

95%削減

有人地帯上空飛行への抵抗感は概ね発生せず、導入に向けては、域内で継続される運営イメージを一段具体化し、実務対応を進める必要がある



提供価値

対 地域社会/エンドユーザー

- 有人地帯上空のレベル4飛行は都市部においても受け入れられる可能性を把握
※観覧者からネガティブコメントは無く、実装後の利用イメージに係る質問や期待感を得た
- 物流と遠隔診療・小売等と組み合わせにて利便性向上や地域活性化の効果引き上げ
※地元食材や地産地消への関心が高く、新しい需要・消費を喚起できる可能性あり
※遠隔診療等と組み合わせで荷受人(患者)に加えて家族の負担を軽減できる可能性あり

対 既存物流網

- 市街地から離れた住宅地や個人宅への配送、非効率な陸送の改善への期待感



実装に向けた課題・対応策

- 推進している自治体/運航事業者以外のステークホルダーとの調整には難しさ有り
※県庁管轄の県道、鉄道会社の線路の横断、等
- 個々住民との合意形成活動（ポスティング）には工数要
※現地訪問すると航空写真上の一戸建ては集合住宅と判明、予定よりも対応件数が増加



今後の見込み（効果・収益）

- レベル4飛行申請に伴う補助員削減から運営コスト約4,200万円/年の削減余地
- 例えば朝・夕の定期配送とする等、運航回数の安定化による収益の確保
- 運航の安定化に伴う、地域内での担い手の育成や雇用機会の創出
- 新たな物流網構築による地産地消の循環、地域経済の活性化

地域の利便性に寄与する飛行経路の増設、共同配送の実現性を検証

目的

- **デポ運営・ドローン配送が定常運航する村内にて、既存物流の更なる効率化を図る**
 - ・ 過疎地における物流課題である人員不足や機能維持に寄与すべく、既存物流プロセスを実際に置き換えるかたちでドローン配送ルートを開拓
 - ・ 村の中心部から離れた個人宅まで直配送

概要

- **村内中心部から個人宅迄の片道配送**
 - ・ デポ拠点 (NEXT DELIVERYオフィス)
 - ・ 個人宅 (小菅村金風呂)
- **個人によるEC注文品の配送**

設計上のポイント

- **レベル4解禁後を視野に、歪曲する山間道路を短縮できる飛行経路**
落下等の事業リスクを考慮し、基本的には無人地帯上空を優先
- **個人の利便性を高めるべく、個人宅庭内に着陸地点を設定**
ポート設置等の手間無く、簡易シート設置のみにて対応
- **物流倉庫から末端営業拠点までの貨客混載・共同配送の実施**
市街地から村に至る公共交通手段である民間バスを利用 (貨客混載)
運輸会社を横断しての共同運営 (共同配送)

実現のための工夫

- **地域ニーズの把握**
域内全体でドローン物流の必要性が認識されている環境下で、新たな配送ニーズの掘り起こし
- **事業会社間の連携**
レベル4解禁に伴いドローン物流の使い勝手が一段高まることを見据え、事業会社が協働し、乗り合いで利用されているドローン物流の在り方を模索



過疎地の離れにある個人宅への片荷配送には一定の価値あり、実装に向けては更なる安全性向上とオペレーション改善（運営人員減、事業提携、等）を要す



ドローン配送モデル

- 住居密度が低く、配送需要が高くない過疎地域においては、ベース拠点を軸にしてドローンが一定距離を往復するかたちになると想定



飛行経路の経済性・効率性

- 過疎地においては、避けるべき住宅・道路等少なく、従来のレベル3飛行に比べてレベル4以後も飛行距離は概ね変わらない想定（陸送対比で**移動距離を約7%削減可能**）
- レベル3申請でも離発着地点への要員配置のみで運営可能であり、運営人数についてはレベル4解禁後に変化が小さいと想定
- 陸送からの代替により**CO2排出量を約95%削減可能（年間運航換算約0.3t-CO2削減）**

	本件実証			将来像	⑤理想上のレベル4飛行
	①陸送	②従前のレベル2/3飛行	③レベル4を見据えたレベル3飛行	④今後想定されるレベル4飛行	
移動距離	5.50km	5.11km	5.11km	5.11km	4.84km（直線距離）
運航時	—	補助者の配置	—	—	—
CO2排出 (kg-CO2/年)	328	16	16	16	15

7%削減
対応不要
95%削減

過疎地の離れにある個人宅への片荷配送には一定の価値あり、実装に向けては更なる安全性向上とオペレーション改善（運営人員減、事業提携、等）を要す



提供価値

対 地域社会/エンドユーザー

- ・ 過疎地のなかの中心部から離れて暮らす住民毎の生活利便性の向上

対 既存物流網

- ・ 地域の**辺縁部の住民への物流網を、効率的なかたちで維持可能**
- ・ 過疎地において**貨客混載・共同配送を組み合わせたドローン物流実現の可能性**
（既存運輸会社の事業運営効率を一段改善できる可能性あり）



実装に向けた課題・対応策

- ・ 共同配送・貨客混載の実用化に向けて、域内事業者と提携内容を詰める必要あり
- ・ 新たな配送網展開先として、山を越える隣接自治体が挙げられるものの、衛星通信利用時の収益性を精査する必要あり
※既存LTE回線は電波不安定であるため運航困難



今後の見込み（効果・収益）

- ・ 貨客混載・共同配送による**既存事業(陸送)の効率化効果刈り取り**
- ・ 陸送効率化 + 既存陸送のドローン物流化に伴うCO2削減
- ・ 新たな配送**ルート開拓に伴う配送需要の拡大**
※デポを基点にルート7本を開設済み、更なるルート増設を予定
- ・ 域内事業者**拡大・安定化に伴う地域雇用創出や地域活性化**
※運営人員として現地住民を雇用
※ドローンポートを地元木材を使い、域内事業者へ発注して制作



域内において“幹線”となる飛行経路を初期的に開拓することが、以後の配送網拡大を見据えて有効

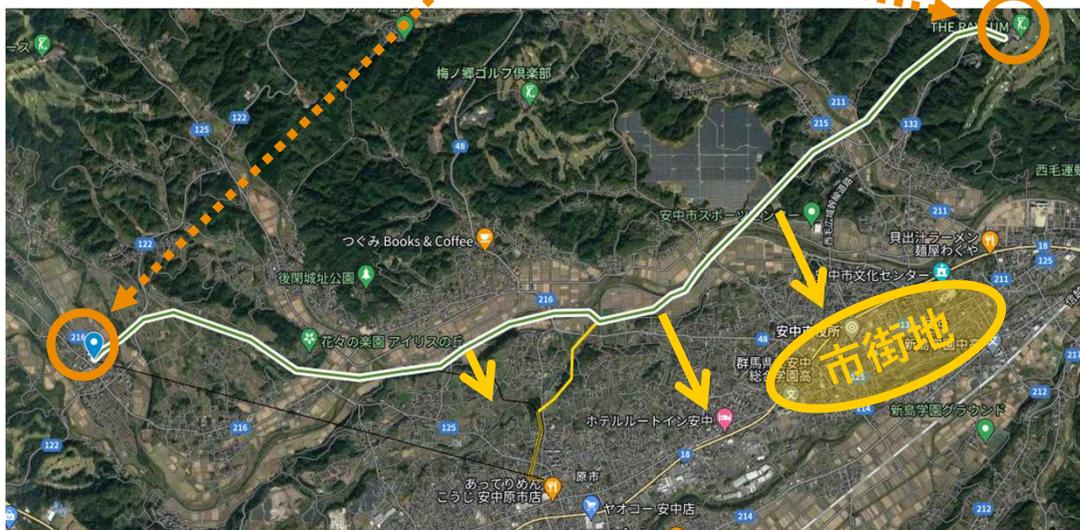
提案

01

市街地等の域内を横断するかたちの“幹線”となる飛行経路を設計

実現のポイント

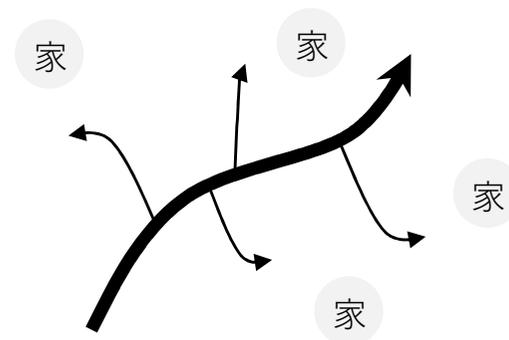
- 可能な限り、市街地や配送需要が多い場所に近い地域を横断する
- 離発着地点とする場所で、継続的な配送需要を握る



⚠ 飛行申請や初回飛行時の負荷を乗り越える必要あり

期待効果

- 市内配送ルート of 将来的な増設容易化
 - 新設ルートの殆どが飛行許可取得済みであり、短距離延伸の“支線”を設けるのみで対応可能
- 配送需要を広くカバー可能
 - 発着地点の間に、多くの発送需要や買い物等の需要を包含



複数拠点を繋ぎ巡回する配送ルートを導入することが、事業性やCO2削減効果として効果的

提案

02

➤ 域内において複数拠点を巡回できる配送ルートを設置

実現のポイント

離発着地点
それぞれの
地域ニーズの
把握

域内で行われている
サプライチェーン構造を
捉えることで配送回数を安定化

地域ニーズに合うサービスを配送業
に付加することで、利用者/運航者
Win-Winの関係にex.オンライン注文



期待効果

複数マネタイズ
ポイント獲得

巡回運航にて
稼働定期化し
事業収益の安定化

空荷率を抑え
物流を効率化

域内需要喚起・
地域経済活性化

高いCO2削減効果*1
約95%削減

*1 陸送対比、AI分析・配送最適化の演算処理結果から効果性を確認済み

特に過疎地域では、域内ラストマイル配送を一手に担うハブ拠点の設置が有用

提案

03



複数の運輸会社が交錯する地に、共同配送を担うハブ拠点を設けハブ拠点を基点に、域内各所へ向かう飛行経路を増設

実現のポイント

- 各運輸事業者における空荷率や非効率な既存配送を捉える
(山間の個人宅だけにトラック稼働、等)
- 域内住民が求める購買ニーズから、EC等の既存配送物と同時配送をできる日用品等の小売事業も担う
(商材ストック、リスト化)
- 必要に応じて、各運送会社の物流拠点との接続のために、陸送の活用も視野に入れる

期待効果

経済性向上への寄与

- 安定した稼働量確保による稼働率引上げが可能
- 運輸事業者における効率化効果分からのドローン配送料原資の確保
- 物販収益の獲得（配送料に加え）積載率を引上げ配送効率が高まる

工数低減への寄与

- 飛行申請時の包括申請活用によりルート増設時の申請負荷低減

社会受容性が高まることで加速度的に実装が進む

提案

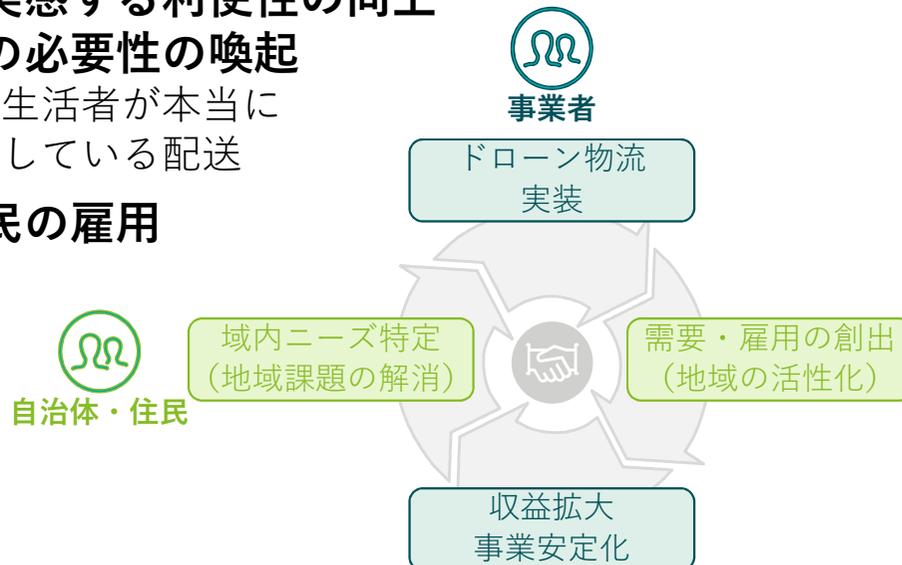
04



地域からの受容度の一段の引き上げ、地域社会との融合

実現のポイント

- 地域との丁寧な対話
- ドローン配送が当たり前前の生活環境
 - ・ドローンによる配送、ドローンが飛ぶ風景が当然という認知（地元学生談）
 - ・域内で7本の配送ルート（飛行経路）の導入
- 地域が実感する利便性の向上
生活上の必要性の喚起
 - ・地域の生活者が本当に必要としている配送
- 地域住民の雇用



期待効果

- 定期的に配送が行われ収益を安定化できる
- 周辺の自治体・地域から引き合いがある
- 新たな取り組みへも前向きに合意を得られ、次の展開を円滑に進めることができる

Appendix（実証実験アンケート）

連絡窓口としての市役所による調整、警察署の当日の現場確認など自治体側でも一定の対応が生じる。オンライン診療の運営では行政届出に注意要。

項目	回答
実現性 運営における課題	<ul style="list-style-type: none"> ■事前の行政等への手続きや調整 <ul style="list-style-type: none"> ・住宅周辺や道路を跨ぐなどの複雑な飛行経路であり、事前調整事項が多く手間が生じた。 ・飛行申請のために、看板設置や道路使用許可の申請の手続きが必要であった。 ・導入を見据えて市議会からの参加を仰ぐために調整が必要であった。（市議会向けの説明は運送会社が行ったため、実質的には調整したのみ） ・オンライン診療及びオンライン服薬指導を運営するため、病院から厚生局への届け出を要する。 ・自治体の立場として、厚生局への届出が完了しているのかを把握する必要があった。本件においては市営病院であり、事務員が出向者であったため、病院と市役所との情報連携がうまく進められた。 ■住民合意 <ul style="list-style-type: none"> ・民家上空飛行のために安全性確保や住民との合意形成を要した。 ■当日の現場確認 <ul style="list-style-type: none"> ・立入管理区画を確保するため道路等の使用許可の申請を受け、遵守されているのかを確認するために現場臨場した。 ■騒音 <ul style="list-style-type: none"> ・騒音とまでは感じないが、飛行時の音が少し気になった。 ■小売販売のための商品登録 <ul style="list-style-type: none"> ・小売店側での商品登録が未了であったため、商品としての販売はできなかった。 （商品登録のための食材などの情報提供をしておいて欲しい）
規制面の課題感	<ul style="list-style-type: none"> ■医師法第20条、医療法第1条2、個人情報の保護に関する法律、等 「オンライン診療の適切な実施に関する指針（厚生労働省）」 <ul style="list-style-type: none"> ・オンライン診療及びオンライン服薬指導を運営するため、厚生局への手続きを要する。 ■医療法第6条の3 <ul style="list-style-type: none"> ・デポに複数名集合して診察を行ったことについては医療法上の診療所に該当する可能性が高い、また、そのための申請の必要あり。 （診療所としての申請無しの場合には、医療法へと抵触する可能性あり）
レベル4飛行実現への課題感	<ul style="list-style-type: none"> ・飛行ルート周辺の住民感情への配慮する必要あり。 ・住民との合意形成によって社会受容性を確保の必要あり。 ・関係者との調整事項の多さが手間となること。 ・安全性確保の必要あり、また、そのための技術向上の必要あり。

市役所だけでなく、市長が主導することで推進力が高まる。 地方都市においては公共交通機関、買い物、医療サービスへの不便さがある。

項目	回答
社会受容性 地域の受容度を高めるアプローチ	<ul style="list-style-type: none"> ■市長を始めとした自治体等の巻き込み <ul style="list-style-type: none"> ・自治体を巻き込むことでドローン配送を街に導入する機運を高めた。 ・市長が積極的に推進している事案であった。 ■行政からの支援が望ましい <ul style="list-style-type: none"> ・地方自治体や省庁など行政からのバックアップの必要あり ■住民や地域の方々との合意形成の必要性 <ul style="list-style-type: none"> ・住民との合意形成の必要あり。 ・住民に向けた周知活動を行う必要あり。 ・地域社会の各ステークホルダーにとってのメリットを提示する必要あり。 ■安全性、騒音対策 <ul style="list-style-type: none"> ・安全性を担保する必要あり。 ・飛行時の音が気になるため対策を講じておく必要あり。
地域への課題認識	<ul style="list-style-type: none"> ■買い物困難者 <ul style="list-style-type: none"> ・地域内には高齢者が多く、買い物へ出かける手間が生じている。ただ、現在の地域の医療サービスでも過不足は無いと考えている。 ・特に高齢者にとって、日用品などの買い物が不便・困難である。 ■交通手段の不足 <ul style="list-style-type: none"> ・交通手段を持たない住民が居る ・一部の高齢者は移動手段を持っていない ・公共交通機関が十分ではない ・山間部や免許返上者にとっての公共交通機関が不足している。 ■医療サービス利用時の不便さ <ul style="list-style-type: none"> ・親の診察時に病院へと送迎する、医薬品を受け取りに行くといった場面がある。 ・医療サービスを受ける場所が不足している、また、通院に手間が生じる。 ・通院や診察のためにある程度の時間確保が必要となる。 ■高齢化 <ul style="list-style-type: none"> ・地域住民が高齢化している

地域課題（交通、買い物、医療）への有効な解決手段としての期待の他、防災や街自体の活性化への期待感がある。

項目	回答
社会受容性 期待する効果、その利用方法・場面	<ul style="list-style-type: none"> ■市街地の外への日用品、医薬品の配送 <ul style="list-style-type: none"> ・群馬には一つ山を越えればご老人が1名で住んでいるような地域があり、そういった所へ医薬品や弁当・食料品が届けられることにはメリットを感じる。 ・市内から離れた遠隔地での診療や医薬品処方の実施。 ・移動手段を持たない住民にとって少量で急ぎの需要がある場面で利用できる。 ・中山間地へと日用品などを配送できる。 ■個人宅迄の配送 <ul style="list-style-type: none"> ・買い物した物品や医薬品が個人宅や手元まで届けられることへの期待あり。 ・医薬品等、重量の小さい配送物を配送するケースでは利用できる。 ・処方薬を配送されると便利と感じる。 ・買い物をするときに便利だと感じる。 ・高齢者をはじめとした住民にとって、買い物が便利になる。 ■医療サービスの向上 <ul style="list-style-type: none"> ・オンライン診療オンライン服薬指導が運営されれば通院や移動が不要になるなど、医療サービスの利便性が高まる ・両親の病院への送迎の負担が軽くなる可能性がある。 ・医療サービスへのアクセスの悪さが解消される。 ・市街地から離れた過疎地や限界集落における医療インフラが改善される。 ■防災 <ul style="list-style-type: none"> ・防災時の利用などが想定される。 ■街の活性化 <ul style="list-style-type: none"> ・現在使用されていない建物は特に夜間に不気味であり、デポ運営されることで地域に活気が戻ると感じる。 ・ドローンが飛行している風景自体が面白味がある。

導入や飛行すること自体への不安感は無く、実利用を見据えた上での課題感が提起がされている。医療サービスでの活用時には一段の仕組み化を要する。

項目	回答
社会受容性	<p>導入までに対処を望む課題、安全等への不安感</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 実利用を見据えた一層の利便性向上 <ul style="list-style-type: none"> ・ 特定の場所まで引き取りに行く手間があるため、個人宅の軒先まで医薬品が配送されることが望ましい。 ・ 悪天候で欠航する場合の代替手段を確保する必要あり。 ・ 地域住民が直接ドローンを操作して、自身で荷積みや荷下ろし等をできることが望ましい。 ・ 医薬品の配送先で、適正な荷受人が荷物を受け取ったことを担保する必要あり。 ■ ペイロード等のドローンの機能向上 <ul style="list-style-type: none"> ・ 野菜の配送では5kgの耐荷重では不足していて、機能向上する必要あり。 ・ 大きな荷物、重い荷物を運べるようになって欲しい。 ■ 利用料金の程度感 <ul style="list-style-type: none"> ・ 配送コストがどの程度必要となるのか見えていない。 ・ 送料や利用費用がどの程度必要なのかが見えない。 ・ 500円程度で個人宅の軒先に届けられるならば利用したい。 ・ 実用化されるときには運営人員は減っていて、サービス費用が安価に抑えられることを期待したい。 ・ 利用者が、サービス料金を負担してくれるかどうかを課題と考える。 ■ 事故等への対応策 <ul style="list-style-type: none"> ・ 配送事故が生じたときの保険が担保されている必要あり。 ■ 安全性 <ul style="list-style-type: none"> ・ 安全性を確保する必要あり ■ 騒音 <ul style="list-style-type: none"> ・ ドローン飛行の騒音には気を付ける必要あり。 ■ オンライン診療、オンライン服薬指導に対して <ul style="list-style-type: none"> ・ 高齢者がオンラインで医療サービスを継続してストレスなく利用できるのかどうか不安感がある（現在の50~60代であれば問題無いと感じている） ・ オンライン診療やオンライン服薬指導を 高齢者が一人で継続的に簡易に使用できるシステムや、継続して診察や受診をできていることをモニタリングできる仕組みを設けておく必要あり（実験中は、手取り足取りサポートがあったため問題無し）

特に小売業では実際の利用イメージが見えたことから期待感を得られている。

項目		回答
経済性	運営継続に向けた収益面の要件	<ul style="list-style-type: none"> ・既存の配送業全体での協力する必要あり
	地域の負担感	<ul style="list-style-type: none"> ・事業者が行う飛行申請やステークホルダー対応（市議会、警察署、等）に沿って、自治体側としての調整や連絡調整を行う必要あり。 ・住民からの苦情が発生した場合への対応が想定される。 ・道路等の使用許可申請が順守されていることを現地確認するが、仮に申請対象場所が多くなると確認の手間が増えると考えられる。 ・道路交通を規制するための看板設置やその管理の手間が生じる。
	自社事業への利用可能性	<ul style="list-style-type: none"> ・地元食材のお弁当には地域需要があるため、弁当配送が実現されたらしっかり販売していきたい。 ・小売店等から商品を遠隔地へと配送できることがメリットと考えられる。
CO2削減効果	施策及び効果性	<ul style="list-style-type: none"> ・削減効果への期待感がある。 ・削減効果は有ると思われる。 ・既存輸送手段をドローン配送へ代替することでCO2削減効果が生じると考えられる。

小菅村では、ドローン配送が地域の生活手段の一部として浸透している状態で、住民からは（利便性以上に）必要性を感じられている

項目	回答
社会受容性 地域の受容度を高めるアプローチ	<p>■継続運営</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2年半の継続したドローン配送事業の運営をしてきている。 ・デポ運営にて日用品調達も兼ねる、牛井等のフードデリバリーを行う、等の新たな取り組みを積み重ねてきている。 ・「ドローンは他の町では飛んでいないんですね」と驚くほど、地元学生には馴染みの風景になっている。 <p>■地域との対話</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ドローン飛行試験場の借用にあたっては、自治体へ相談することで地権者を紹介いただくなど、自治体を介したコミュニケーションを継続してきている。 <p>■域内での雇用</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地域住民を雇用して、ドローン物流・デポ運営に携わっていただいている。 <p>■域内事業者との連携</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地元木材を生かしたシンボリックなドローンスタンドを制作中、地域の既存産業との連携する可能性を見出したり、また、地元への愛着を高められると考えている。
地域への課題認識	<p>■買い物困難者</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地域内にはスーパー・小売店など日用品を買うことができる施設が無い（道の駅あり）。 <p>■交通手段の不十分さ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・公共交通機関が十分ではない（市街地からは、山道・一本道を経て村内に至るルートのみ） <p>■高齢化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地域住民が高齢化している。
期待する効果、その利用方法・場面	<p>■日用品・食品の調達のためのデポの活用</p> <ul style="list-style-type: none"> ・個人で市街地へと買い出しへ行くよりも効率的、便利であると感じられている。（域内事業者が商売のための仕入れに利用するケース） ・アイスなどはデポで購入する方が便利である。（市街地へ買いに出かけると溶けてしまう、持ち帰りが手間） <p>■地域の活性化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ドローン配送事業を行うために、地元のなかでの調達を行うなど、地域の経済圏に入り込んでいる。 <p>■新たな引き合い</p> <ul style="list-style-type: none"> ・隣接する自治体から、ドローン配送の導入への引き合いのお声掛けを頂いている。
経済性 運営継続に向けた収益面の要件	<p>■小売×物流サービスとしてのマネタイズ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・デポ運営することによって、通常配送物に加えて小売商品によってカーゴの空きスペースを埋めることが可能で、配送効率を引き上げられる。 ・利用者に対する商品リコメンド機能導入を検討しているが、これによってより一層住民生活の利便性向上に繋がると共に、販売収益が拡大する。