

NIRO報告書

養父市の山間部における重量運搬ドローンの自動航行技術を用いた一括輸送
ならびに
自動配送ロボットと連携した配送無人化を狙う実証実験

Kao

きれいをこころに 未来に

花王株式会社

事業名	養父市の山間部における重量運搬ドローンの自動航行技術を用いた一括輸送 ならびに自動配送ロボットと連携した配送無人化を狙う実証実験
実施時期	2023年9月28日(木)
実施場所	兵庫県養父市上空
飛行ルート	離陸地:スーパーセンタートライアル養父店 着陸地:養父市立養父中学校
主な検証内容	15kg積載が可能なドローンによる一括輸送の効果を検証。 - 山越えを狙い、電波や安全性の担保を検証する。
座組	実証実験全体統括  ✓ 全体統括 ✓ 関係事業者との調整 ✓ 飛行ルート検討 ✓ 関係機関・地域住民への説明 連携協定  養父市 ✓ ドローン飛行フィールドの提供 ✓ 施策・企画検討 ✓ 関係機関・地域住民との調整 ドローン配送に関わる技術提供  Blue innovation ✓ ドローンポート準備 ✓ ドローン運航管理システムの提供 PRODRONE ✓ ドローン機体準備 ✓ 飛行オペレーション docomo business NTT Communications ✓ 上空LTEプランの提供 ✓ 電波シミュレーション ✓ ドローン飛行における全体管理 商品・サービス提供 トライアル様 花王

配送拠点に見立てたトライアル様で物資を積み込み、15kgの運搬が可能なドローンで山越えを狙う。
着陸地点は中山間地域の商店・ダークストアに見立てた中学校。

着陸地点:養父中学校
商店・ダークストアに見立てた中学校の中庭に自動配送ロボットを待機させ、天井部に直接着陸する。



※本実証では天井部にドローンが直接着陸するためのポートを設置予定

【出発地点】
スーパーセンタートライアル養父店
食品から日用品、工具など取り扱う24時間営業の総合スーパーマーケット。

TRIAL

フレッシュバザール八鹿店

15kgの荷物を積載したドローンが自動航行で目的地まで飛行する。



【到着地点】
養父市立養父中学校

養父市やぶ保健センター

養父市 養父地域局

八幡宮

満福寺

養父市立養父中

上箇

八鹿町高柳

つるぎが

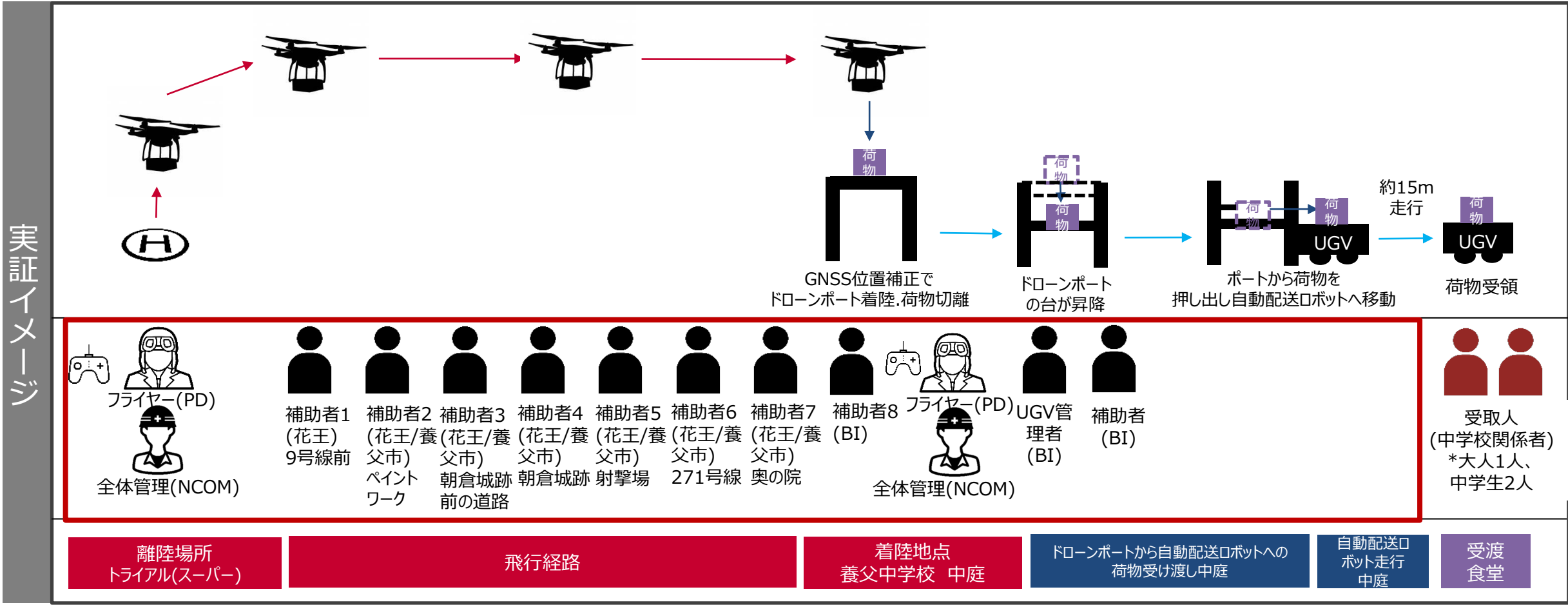
公園

483

2D

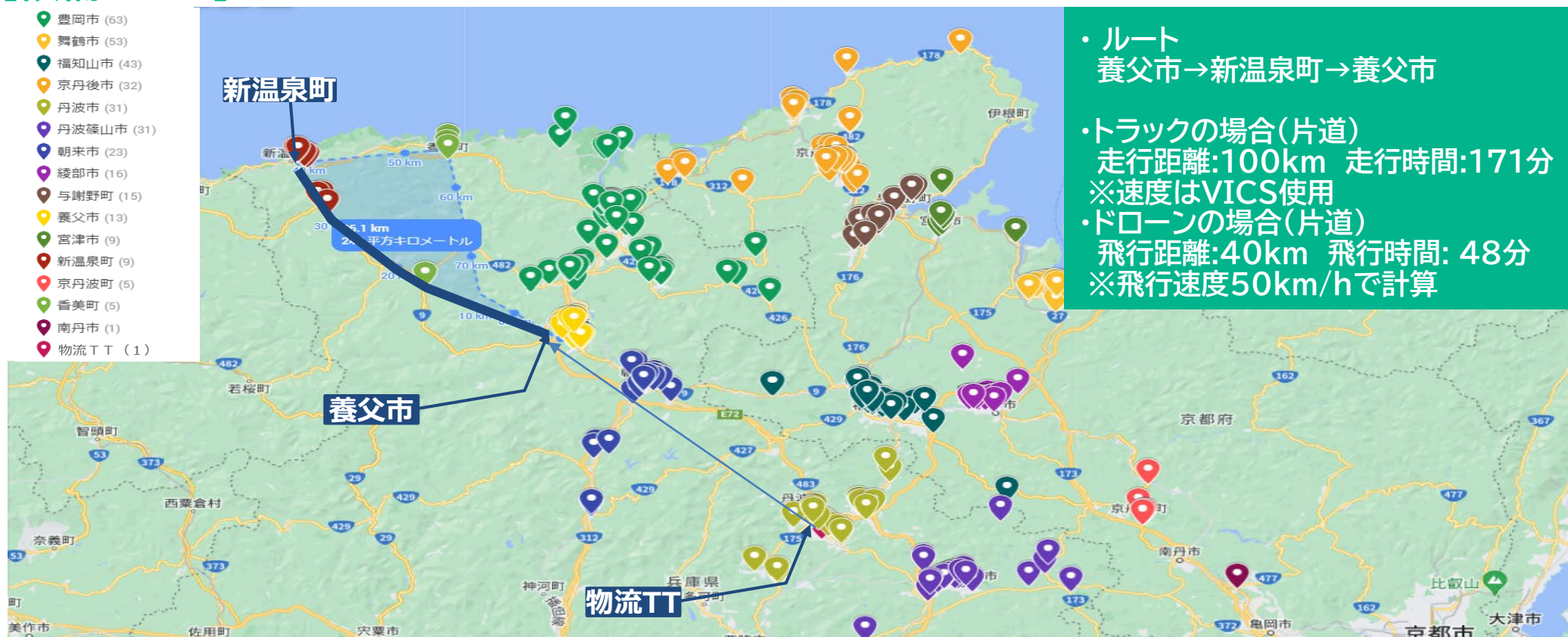


レベル2飛行(目視外補助者あり)のため、全体管理者を離着陸地点に各1名(計2名)、フライヤーを離着陸地点に各1名(計2名)、フライヤーが目視できない部分をフォローする補助者を計8名、自動配送ロボット運航に関する管理者と補助者を各1名(計2名)の**計14名を配置**し行った(赤枠内)。



※ドローン運用はレベル4での遠隔操縦。

- 豊岡市 (63)
- 舞鶴市 (53)
- 福知山市 (43)
- 京丹後市 (32)
- 丹波市 (31)
- 丹波篠山市 (31)
- 朝来市 (23)
- 綾部市 (16)
- 与謝野町 (15)
- 養父市 (13)
- 宮津市 (9)
- 新温泉町 (9)
- 京丹波町 (5)
- 香美町 (5)
- 南丹市 (1)
- 物流丁丁 (1)

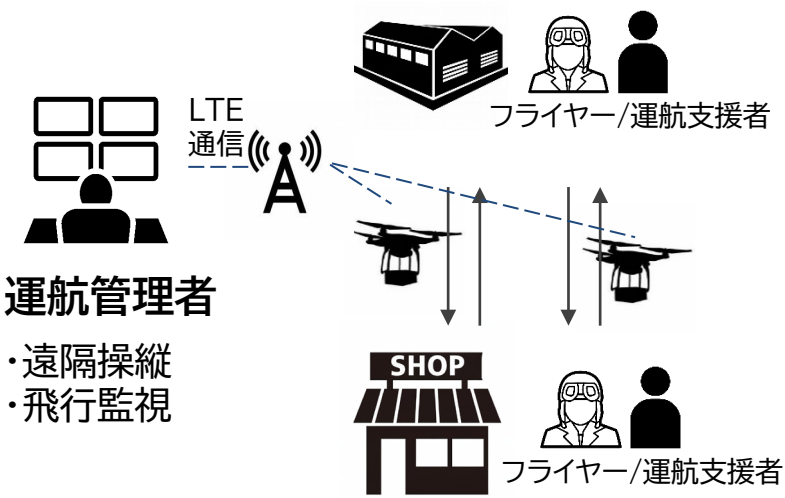


※自動配送ロボットは、各小売店内のバックヤードまで約100m程度での利用を想定

レベル4解禁より、有人地帯での目視外飛行が可能となるため、**実証時に配置していた補助者は不要**となる。
運航管理システムを利用して遠隔地からの1対他運航を行う想定。

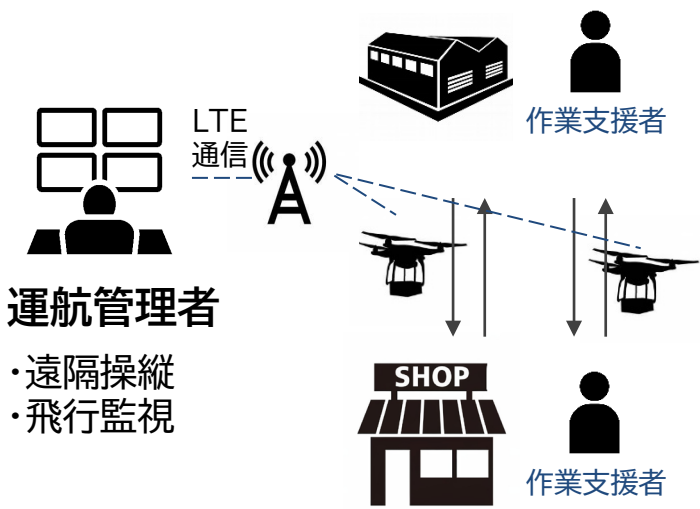
STEP1

不測の事態に備え、**現地パイロット**を配送拠点と小売店に配置



STEP2

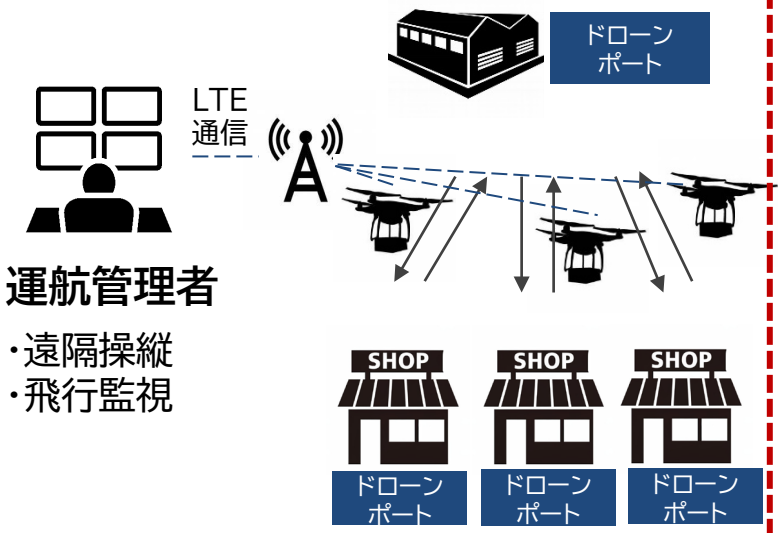
操縦は遠隔からのみとし
現地に作業支援者(操縦無)を配置



試算の想定

STEP3

遠隔操縦のみでの運用を可能とする



遠隔管理	有り	有り	有り
現地の人材配置	パイロット有	作業支援者のみ	無人

【配送量と配送ルート】

- 配送量 兵庫県養父市から北西部への物量を想定し、1,000口(10,000kg)/年を置き換える計算
- 配送ルート 地域の配送拠点(養父市)→小売店(新温泉町) (往復)

【ドローン機体性能】

- 積載量 実証で使用したPD6B-Type3を想定し、20kg/フライトで試算
- 飛行距離 片道40km
- ドローンの時速 50km/h(13.9m/s)で試算
※積載量に対する飛行距離は、スペックが改良された場合を想定
※自動配送ロボットは、各小売店内のバックヤードまで約100m程度での利用を想定(20kgの積載可能)

【配送オペレーション】

- 1日のフライト数 1日3回で試算【準備2時間、1フライト 2時間(バッファ含む)×3 計8時間】
- 運用人数 レベル4での遠隔操縦を想定 計2名 (全体管理者1名、補助要員 1名)
- ドローン運用の稼働日程 年間212日で計算(陸上輸送の営業日312日/年×年間晴天率68%)

【費用】

- ドローン運用の稼働費 1万円/人日で計算(業界実績) ※バッテリー交換人件費は含まない

参考記事: [PRODRONE Road to 50/50 #1『43kg運んでみました』 - PRODRONE](#)

1,000口の配送コストは、ドローンが年間1,403万円に対し、陸上配送は185万円。

(万円/年間)

年間費用				
		ドローン配送	陸上配送	備考
ドローン	機体費用(1機・5年償却)	139	-	積載量20kgのドローン1機を購入する場合(5年償却)
	保険料(本体8%)	56		
	点検・消耗品費用(本体30%)	209		
	人件費(2名)	424		遠隔にて2名の管理者で運行する場合
	通信費(LTE上空利用プラン)	64		49,800円/月
	諸経費(電気代)	50		
	UTM	300		
小計①		1,242		
UGV	車体費用(1台・5年償却)	66	-	
	保険料(本体8%)	20		
	点検・消耗品費用(本体30%)	75		
小計②		161		
合計(①+②)		1,403万円	185万円	
1口あたりの配送費(÷1,000)		14,030円	1,850円	陸上輸送の8倍のコストとなる

※機体・車両の参考価格
 ドローン(積載量20kg) 695万円
 UGV 330万円
 ポート 250万円

片道約2.3kmに補助者を8人配置した(40kmだと138人必要！)



補助者 飛行ルート 離発着場所

離陸地点

リハーサル スーパーセンタートライアル 第2駐車場
本番 スーパーセンタートライアル バックヤード

着陸地点

養父市立養父中学校 中庭

飛行距離

片道約2.3km

緊急着陸地点

A 射撃場
B 万福寺奥の院

補助者人数 8名

※うち1名(⑨)は、離陸場所が第2駐車場時のみ配置

ドローン配送と陸上配送の試算(補助者を経路に配置した場合)

1,000口の配送コストは、ドローンが年間30,659万円に対し、陸上配送は185万円。

(万円/年間)

年間費用				
		ドローン配送	陸上配送	備考
ドローン	機体費用(1機・5年償却)	139	-	積載量20kgのドローン1機を購入する場合(5年償却)
	保険料(本体8%)	56		
	点検・消耗品費用(本体30%)	209		
	人件費(140名)	29,680		パイロット2名+補助者138名が年212日稼働する場合
	通信費(LTE上空利用プラン)	64		49,800円/月
	諸経費(電気代)	50		
	UTM	300		
小計①		30,498		
UGV	車体費用(1台・5年償却)	66	-	
	保険料(本体8%)	20		
	点検・消耗品費用(本体30%)	75		
小計②		161		
合計(①+②)		30,659万円	185万円	
1口あたりの配送費(÷1,000)		306,590円	1,850円	陸上輸送の166倍のコストとなる

※機体・車両の参考価格
ドローン(積載量20kg) 695万円
UGV 330万円
ポート 250万円

たとえば、どのような金額水準であれば陸上輸送に匹敵しうるかを考察すると、より低価格の機体等を使用できると仮定して以下のような試算ができる。この水準で導入することができると現実的になってくる。

(万円/年間)

(考察)年間費用の仮試算

		ドローン配送	陸上配送	考察
ドローン	機体費用(1機・5年償却)	40	-	量産化や技術革新で低価格化に期待。またはリースの活用。
	保険料(本体8%)	16		
	点検・消耗品費用(本体30%)	60		バッテリー・部品の量産化や技術革新で低価格化に期待。
	人件費	0		完全無人運航の場合(別途共通の管制官や陸上係員は必要)
	通信費(LTE上空利用プラン)	12		月1万円のスターリンクを活用。
	諸経費(電気代)	50		
	UTM	120		月10万円のサービスを利用できる場合。
小計①		298		
UGV	車体費用(1台・5年償却)	20	-	量産化や技術革新で低価格化に期待。またはリース活用。
	保険料(本体8%)	8		本体価格に連動
	点検・消耗品費用(本体30%)	30		部品の量産化や技術革新で低価格化に期待。
小計②		58		
合計(①+②)		356万円	185万円	
1口あたりの配送費(÷1,000)		3,560円	1,850円	陸上輸送の1.9倍のコストとなる

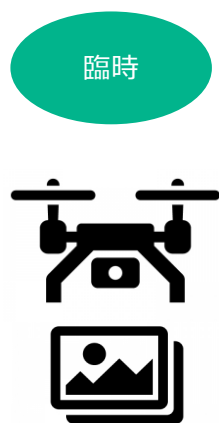
※機体・車両の参考価格
 ドローン(積載量20kg) 200万円
 UGV 100万円
 ポート なし

- 通常時は物流の定期便などとして利用し、臨時で機体に高解像度のカメラを搭載することで空撮等他の用途でも利用可能
- 撮影した映像・画像データを「インフラ状況の確認」や「森林の成長確認」など地域全体で活用することで、**社会インフラの管理に貢献**

輸送以外の活用



物流の定期便
として稼働
(年間稼働率
約68%)



空撮など
他の用途で使用

業務効率・コストカット



撮影データの提供・
販売

自治体のニーズヒアリング及びデータ提供

橋梁や道路などを上空から撮影



撮影データを3Dモデル化

※別途ソフトウェア必要



森林の樹種識別/観測



自治体などに提供



- ドローンと自動配送ロボットを活用しながらラストワンマイル配送を事業化するためには、現段階では**初期投資**ならびに**ランニングコストが重く、助成金や支援制度を受けての実施が現実的**と認識している。機体性能も**満足な航続距離と積載重量をもつ機体はなく**、更なる技術の向上が期待される。法制度としても地上の住環境や交通状況を大いに考慮する必要があり、空の自由で効果的な活用にはまだ遠い。よって**事業利益よりは研究・社会的使命を重視する実態**であって、買物困難者に対する支援という性格が強いと感じる。
- 一方で、**量産化によるコスト低減や固体電池の登場による航続距離の向上**、送電線網等を活用したエアウェイの確保が進めば、**無人・省人のオペレーションによるドローンの物流用途の活用可能性は劇的に高まり**、そしてこれらはいずれも数年以内に実現していく可能性が高い。荷主としては、この近い将来に向けて、空路の本格的な活用を早期から検討すべきであって、陸路と空路のハイブリッドで最も効率的な配送方式を確立すべく主体的に活動が続けていきたい。
- 日本国外でも積極的な実証実験や機体開発が続いている。目先の利益にとらわれることなく、**ドローンを活用した持続的な社会インフラの早期構築と積極的な活用促進**を実現すべく、官民一体の取り組みを短期間で強力に主導されることを願う。



Kao

きれいを ところに 未来に

