

無人航空機による物資搬送等の実運用に向けた計画

令和2年度二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金

(社会変革と物流脱炭素化を同時実現する先進技術促進事業)

令和3年2月26日

香川県土庄町

佐川急便株式会社

構成

はじめに

1. 実運用でめざすすがた
2. 飛行試験の成果
3. 飛行試験によって見いだされた課題
4. そのほか本事業の過程で見いだされた課題
5. 実運用に向けたロードマップ
6. 令和3年度の取り組み

【はじめに】

土庄町は、離島としての観光資源に恵まれている一方で、人口減少と少子高齢化が進んでいくことが予測されています。いつまでも土庄町に住み続けることができるよう、持続可能なまちとしていくためには、商業施設の維持、交通の維持、医療の維持など様々な課題があります。土庄町としても、これらの課題にどう対応していくか、現在様々な検討を行っています。

一方、物流業界でも将来的な少子高齢化にともない、担い手が不足することが懸念されており、特に当町は二次離島を含む離島地域という特性のため、今後配送サービスの維持が困難になってくる可能性が考えられます。また、少量の荷物であってもトラックでの配送が必要となり温室効果ガスの排出も抑制できていない状況です。

こうした将来を見据え、現在トラック及び定期船等により町内を配送している形態から、将来的に二次離島との間や軽量な荷物等一部を無人航空機による配送に転換ができないかと検討しています。そして、その可能性を探るため、土庄町内で飛行試験を行いました。今回の飛行試験のデータを基に、令和3年度以降は実運用に向けた取り組みを行ってまいります。

1. 実運用でめざすすがた

無人航空機の動力（電力）を全量再生可能エネルギーで賄うことを想定しており、二酸化炭素を排出しない飛行の実現を目指しています。

(ア) 無人航空機による定期航空路の確立

無人航空機の安定的な運用のためには、安定して利用できる離着陸拠点と航空路が必要です。そこで、本町では離着陸拠点を「空の駅」と称して公共施設を用いることとしましたが、長期的には利便性の向上のために「空の駅」をきめ細かく配置しネットワーク化する必要があると考えます。

また、その間を結ぶ航空路についても安定的に関係者の協力・理解を得られるルートづくりが必要であり、入念な安全性の検証ときめ細やかな関係者との調整を進めていく必要があると考えています。

(イ) 災害時等での運用方法の確立

本町では、前項で述べた「空の駅」及び航空路を平時の物流だけに利用するのではなく、災害時の支援物資の搬送等に活用することを念頭に置いています。当初の「空の駅」に避難場所となる公共施設を選定しているのもそれが理由です。そこで、災害時の無人航空機及び「空の駅」の運用に関する協定を関係者と締結すること等を検討しています。

(ウ) 物流以外の目的での拠点活用による無人航空機の利用拡大

今後、コスト効果に優れた無人航空機の活用範囲が拡大され、本町上空を多くの機体が飛行することが予想されます。一方で、町民の安心安全の確保も重要なことから、「空の駅」を拠点とした無人航空機の運用体制を構築することで秩序ある空の利用を進め、空の安心安全の確保と無人航空機の利用拡大の両立を目指します。

さらに、土庄町観光協会等と連携し、地元での無人航空機の活用を推進します。

(エ) 持続可能なまちの実現に向けた、町民の生活水準の向上

「空の駅」を拠点とする無人航空機運用の事業化にあたっては、関連する各種事業者との連携及び現状の業務形態の変更が必要となりますが、業務形態の変更により様々な副次的効果が見込まれます。物流事業を例とすると、無人航空機の運用体制が構築され「空の駅」が設置されることにより、無人航空機以外で配送する荷物であっても町民は自宅に加えて「空の駅」を受け取り場所として選択できるようになります。物流事業者としても、受け取り場所のオプションが増加することにより荷物の不在再配達率の減少に繋がり、町民及び事業者の両者にとって有益な取り組みとなり、温室効果ガスの排出削減の貢献につながります。このように、関連する各種事業者との連携により、各種サービス品質の向上及び持続可能なまちの実現への貢献を目指します。

2. 飛行試験の成果

(ア) 飛行試験の概要

離発着操作及び飛行中の操作は、佐川急便東京本社からの遠隔操作で実施しました。現地対応として、離発着担当は2か所に分かれ、それぞれが離陸場所・着陸場所で安全配備と緊急時の配備を行いました。安全を担保するため、補助者はチャーターした船に搭乗し、常にドローンを目視した状態で、緊急時にプロポによる手動操作が可能な体制を配備しました。

◆飛行ルート

1. 唐櫃港 - 四海公民館 (検証飛行)	7km
2. 豊島交流センター - 四海公民館	11km
3. 四海公民館 - 大阪城残石公園	8.5km
4. 大阪城残石公園 - 大部公民館	5.5km
5. 土庄港 - 四海公民館	4.5km

◆飛行スケジュール

【2021年1月6日】

フライト1.	11:42-11:56	唐櫃港	→	四海公民館
フライト2.	13:01-13:19	豊島交流センター	→	四海公民館
フライト3.	14:32-14:46	四海公民館	→	大阪城残石公園
フライト4.	15:19-15:29	大阪城残石公園	→	大部公民館
フライト5.	16:17-16:25	土庄港	→	四海公民館

【2021年1月7日】

1月6日実施のルートの復路として実施予定でしたが、強風・高波により安全を考慮しフライトを中止しました。予定していた飛行ルートについては、1月6日に全てフライトを実施しています。

(イ) 飛行試験の結果

① 町職員による電池交換等作業の検証

中継駅等で研修を受けた職員が電池交換と荷物の出し入れ、安全確認等の作業を技術者の監督のもと行いましたが、特に支障なく実施できたことから、特に技術に詳しくない職員でも運用は可能であるとの結論に達しました。

② 荷物に対する衝撃に関する検証

荷物と同梱した衝撃計と温度計の数値を分析した結果（衝撃計計測結果を参照）、衝撃は最大で 1.7G でした。これはトラックでの配送（佐川急便輸送時データ）における値と比較しても低い数値であることから、トラックで配送できる荷物であれば配送可能であるとの結論に達しました。

③ 海上飛行に関する検証

小豆島（四海公民館）と豊島（豊島交流センター）の間を飛行した結果、特段の障害なく飛行できることが分かりました。一方で、向かい風が厳しい中での飛行を考えると、さらなる航続距離の延伸が望ましいと思われれます。

④ 荷物の配送にかかる二酸化炭素の排出量の検証

積載荷物重量 10kg（2kg×5 個）、機体重量 25kg を 10km 飛ばすと仮定して、荷物の配送にかかる二酸化炭素排出量を次の通り計算しました。

$$\begin{aligned} \text{[使用する電力量]} &= \text{[仮想燃費]} \times (\text{[機体重量]} + \text{[荷物重量]}) \times \text{[飛行距離]} \\ &= 4.20\text{W/kg} \cdot \text{km} \times (25\text{kg} + 10\text{kg}) \times 10\text{km} \times \text{往復} \\ &= 1,470\text{W} \times 2 = 2,940\text{W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{[荷物 1 個当たりの電力使用量]} &= 2,940\text{W} \div 5 \text{ 個} \\ &= 588\text{W} \end{aligned}$$

電力は空の駅に設置された太陽光発電設備又はそれにより蓄電された電力を用いることから、使用する電力にかかる二酸化炭素排出量は 0 となります。

⑤ 荷物の配送にかかるコストの検証

積載荷物重量 10kg（2kg×5 個）、機体重量 25kg を 10km 飛ばすと仮定して、荷物の配送にかかるコストを次の通り計算しました。

<使用する電力にかかるコスト>

電力は空の駅に設置された太陽光発電設備又はそれにより蓄電された電力を用いることから、使用する電力にかかるコストは 0 円としました。

<労務費>1 日 5 フライトを想定して試算

$$\begin{aligned} \text{[パイロット]} &= \text{[労務単価]} \times (\text{[飛行準備時間]} + \text{[全飛行時間]}) \\ &= 6,000 \text{ 円} \times (2 \text{ 時間} + 1 \text{ 時間}) \\ &= 18,000 \text{ 円} \end{aligned}$$

$$\text{[離陸駅人員]} = \text{[労務単価]} \times (\text{[飛行準備時間]} + \text{[荷積み作業時間]})$$

=4,000 円 × (2 時間 + 1.25 時間)

=13,000 円

[着陸駅人員] = [労務単価] × ([飛行準備時間] + [荷下ろし作業時間])

=4,000 円 × (2 時間 + 1.25 時間)

=13,000 円

以上を合計すると 44,000 円となりました。

ただし、空の駅のスキームでは、各駅の人員は公共団体職員が兼任することから、新たに労務費は発生しないので、実質的な労務費は 18,000 円となります。

しかしながら、専従でパイロットを雇用すると拘束時間は相当長くなると考えられるので、効率的な活用のために一定以上の飛行数を確保するか、パイロットが何らかの業務を兼任することが前提となります。

以上の結果から、物件費の抑制と飛行数の確保が実運用にあたって必要であることが分かりました。

3. 飛行試験によって見いだされた課題

(ア) 緊急着陸場所の確保

飛行試験では、船を随行させることで駆け付け体制及び緊急着陸場所を確保したが、実運用にあってはかような経費をかけることはできません。そこで、沿岸道路からアクセス可能な空地等を緊急着陸場所とすることが必要です。

そこで、こうした条件に適合する土地を選定するとともに、地権者の協力を得るための協議等が必要と考えます。

安定した環境とするためには、前記の土地は公共の土地あるいは施設であることが望ましいのですが、道路敷地内の道路でない空地等（工事資材置場・退避帯等）を円滑に使用できれば円滑な確保が可能になると考えています。

(イ) 緊急着陸・落下等の際の駆け付け体制の確立

前項で緊急着陸場所を沿岸道路からアクセス可能な空地等としたのは、駆け付けの際に道路からのアクセスが悪いと、駆け付けに時間を要し、事態の悪化を招きかねないからです。

しかしながら、専門の駆け付け要員を飛行に合わせて常時随行又は待機させることは、運用コストの上昇を招き、実運用を阻害する大きな要因となるので、専門でなく緊急事態の発生時だけ駆け付けることが可能な体制を構築する必要があります。

そこで、駆け付け要員を地域で巡回業務等を行っている事業者等に委託することが必要であると思われます。

4. そのほか本事業の過程で見いだされた課題

(ア) 運送約款の見直し

国土交通省が国内の宅配便事業者向けに定めている標準宅配便運送約款及びそれを基

に作成された佐川急便の約款は「トラックでの輸送」を前提として作成されていることから、今回の事業を実運用するにあたって両約款の見直しが必要かどうかを国土交通省で検討していただく必要があります（不特定多数の出荷人から不特定多数の荷受人への輸送を前提）。

(イ) 貨物賠償保険に関する課題

約款と同様、物流事業者が加入している貨物賠償保険も「トラックでの輸送」を前提としていることから、運用方法によっては保険内容の見直しが必要と考えられます。

(ウ) 大型無人航空機の導入の阻害要因となる法制度

航空法において、航空運送事業は「他人の需要に応じ、航空機を使用して有償で旅客又は貨物を運送する事業」を経営する者と定義されており、「航空機」に該当しない「無人航空機」を使用して行う貨物の運送については現状法律上の問題が無く、利用運送を行うことも可能です。

なお、「無人航空機」とは「構造上人が乗ることができない機器であって、遠隔操作又は自動操縦により飛行させることができるもの」と定義されており、実際に人が乗るかどうかではなく構造上乘ることができかどうかで判断されるため、「航空機」に該当しうる大型の機体を使用して貨物の運送を行う場合の法制度について整備の必要があると考えられます。

5. 実運用に向けたロードマップ

以上のことから、実運用にあたってはいくつかのフェーズを踏んで進めていくことが必要との結論に達しました。そこで、次の通り3つのフェーズを設けることにしました。

(ア) フェーズ1

現在想定している空の駅から先に挙げた課題が存在しない路線を選択して、限定的な試験的運用を始めます。

まず、本補助事業を活用して、運行事業者と共同して無人航空機の機体及び付帯機器、離着陸設備の整備を進めます。

当初は行政関係の荷物を配送する中で、土庄町観光協会等との連携により、お土産品の無人航空機での配送等、限定的に運用する路線でのニーズを開拓するほか、試験的実運用を通じたさらなる課題の抽出と解決のサイクルを繰り返し、本格運用に向けた準備を進めます。

〔想定路線〕 土庄港－四海公民館－豊島交流センター（家浦港）

（土庄港－豊島交流センター）

〔搬送物資〕 行政関連の頒布物・観光土産品等

〔飛行頻度〕 随時

〔対象期間〕 令和3年度から医薬品の配送にかかる法制度が整備されるまでの間

(イ) フェーズ 2

無人航空機による配送サービスに対して、地域住民が最も期待しているのが医薬品の配送です。そこで、フェーズ 1 において運用の基本が整うことを前提に、遠隔診療及び遠隔服薬指導の導入（法制度が整備され、地域において遠隔医療体制のインフラが整うこと）に合わせてフェーズ 2 へ移行します。

その際、フェーズ 1 の路線から医薬品の配送を開始することを想定しています。そのほかのルートへは、各ルートの安全な運用が担保された後に順次導入していくことを想定しています。

また、現在計画しているルート以外の集落等からの要望があった場合には、新規のルートを設定することも視野に入れていきます。

[想定路線] 安全を担保できたルート

[搬送物資] 医薬品・行政関連の頒布物等

[飛行頻度] 随時

[対象期間] 医薬品の配送にかかる法制度が整備されてから

大型無人航空機の普及型機種が運用可能な状態に至るまで

(ウ) フェーズ 3

大型の無人航空機の運用を通じて、一般的な貨物（宅配便）の搬送を開始します。

[想定路線] すべてのルート+追加ルート

[搬送物資] 医薬品・宅配便・地域の商店等の荷物・行政関連の頒布物等

[飛行頻度] 定期運航

[対象期間] 大型無人航空機の普及型機種が運用可能な状態に至った後

6. 令和 3 年度の取り組み

フェーズ 1 の導入に向けた取組を進めます。そのために、観光協会、地元の無人航空機の運行事業者らと協議を進め、最初に試験的実運用を開始する「空の駅」を選定し、機体及び離着陸設備等を導入します。

(ア) 機体及び付帯機器並びに離着陸設備の購入等

① 機体及び付帯機器は次の通り購入することを予定します。

- ・ 機体は運行事業者が本町と協議して選定
- ・ 予備機を含めて 2 基程度
- ・ 充電器は使用する空の駅の数に 1 を加えた数（拠点のみ 2 セット）
- ・ 電池は使用する空の駅の数に 2 セットを加えた数

② 離着陸設備は次の通り購入することを予定します。

- ・ 気象観測装置は使用する空の駅の数
- ・ 荷物の保管箱は使用する空の駅の数

(イ) 運航体制の確立

① 運航事業者の決定

- ・ 運航にあたる意思を有する業者を募集

② 空の駅管理者の決定

- ・ 一般社団法人空の駅協議会を指定管理者に指定して管理

(ウ) 地元の各種団体等との連携

豊島と土庄港を結ぶルートから運用を開始するにあたり、地元での利活用、特に観光での利活用を検討するため、土庄町観光協会等との連携を進めます。