

令和6年度 地域デジタル基盤活用推進事業 (実証事業)

Starlink搭載車載基地局を活用した災害発生時 の迅速なドローン物資配送の実現 成果報告書

2025年3月14日

KDDI株式会社

成果報告書 目次

I.	地域の現状と課題認識			
1.	地域の現状	…P2		
2.	地域の抱えている課題	…P3		
3.	これまでの取組状況	…P4		
II.	目指す姿			
1.	将来的な目指す姿	…P5		
2.	目指す姿に向けたステップと実証の位置づけ	…P6		
3.	成果 (アウトカム) 指標			
a.	ロジックツリー	…P7		
b.	成果 (アウトカム) 指標の設定	…P8		
III.	ソリューション			
1.	ソリューションの概要	…P10		
2.	ネットワーク・システム構成			
a.	ネットワーク・システム構成図	…P11		
b.	設置場所・基地局等	…P12		
c.	設備・機器等の概要	…P13		
d.	許認可等の状況	…P15		
3.	ソリューション等の採用理由			
a.	地域課題への有効性	…P16		
b.	ソリューションの先進性・新規性、 実装横展開のしやすさ	…P17 …P18		
c.	無線通信技術の優位性	…P19		
4.	費用対効果			
a.	ソリューションの費用対効果	…P20		
b.	導入・運用コスト引き下げの工夫	…P21		
IV.	実施計画			
1.	計画概要	…P24		
2.	検証項目・方法		実証	
a.	効果検証	…P25		
b.	技術検証	…P26		
c.	運用検証	…P27		
3.	スケジュール	…P28		
4.	リスクと対応策	…P29		
5.	PDCAの実施方法	…P30	実証・実装・ 横展開	
6.	実施体制	…P31		
V.	結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)			
1.	スケジュール (実積)	…P32		
2.	検証項目ごとの結果	…P33		
3.	実装・横展開に向けた準備状況	…P42		
4.	実装・横展開に向けた課題および対応策	…P44		
5.	(参考) 実証視察会			
a.	概要	…P45		
b.	質問事項と対応方針	…P46		
VI.	実装・横展開の計画			
1.	実装の計画			
a.	実装に向けた具体的計画	…P47		
b.	実装の体制	…P48		
c.	ソリューション(変更点)	…P49		
2.	横展開の計画			
a.	横展開に向けた具体的計画	…P52		
b.	横展開の体制	…P53		
c.	ビジネスモデル	…P54		
d.	投資の妥当性	…P55		
3.	資金計画	…P57		
VII.	指摘事項に対する反映状況			
1.	実証過程での指摘事項に対する反映状況	…P58		
2.	書面審査での指摘事項に対する反映状況	…P60		

1 地域の現状



特徴

日本アルプスをはじめ大規模な山岳地が多い。

人口

総数

1,991,977人 (2024年4月)

構成

0～14歳: 11.2%
15～64歳: 54.4%
65歳～: 32.4%

主要産業

製造業、卸売・小売業、不動産業

地域の現状の詳細

内容

- A** 長野県の土砂災害等の災害発生リスク
- 土砂災害警戒区域の総区数は26,950か所と全国4位の多さであり※1、令和5年は長野県にて21件の土砂災害が発生した。※2

※1 <https://address-hazardmap.com/todouhukuken-dosya/>

※2 <https://www.pref.nagano.lg.jp/sabo/infra/sabo/dosha/kiroku/documents/r5dosyasaigai.pdf>

地域状況をイメージできるグラフ・図・表

令和5年長野県内で発生した主な土砂災害



引用: <https://www.pref.nagano.lg.jp/sabo/infra/sabo/dosha/kiroku/documents/r5dosyasaigai.pdf>

② 地域の抱えている課題

課題	
対象者	内容
a 災害により孤立が予想される集落	<p>土砂災害発生時に道路が寸断され、孤立の可能性がある集落が存在。</p> <ul style="list-style-type: none">山間部集落の方が集落外に出る為に必ず利用する道路が寸断されてしまった場合、集落の住民が孤立する可能性があり、日用品の買い物や医療品などの入手ができなくなる。長野県は土砂崩落等の災害発生時に孤立の可能性がある集落数が1,163か所で全国最多である^{※3}。 <p style="text-align: right;"><small>※3 pdfsam_merge.pdf (nagano.lg.jp)</small></p>

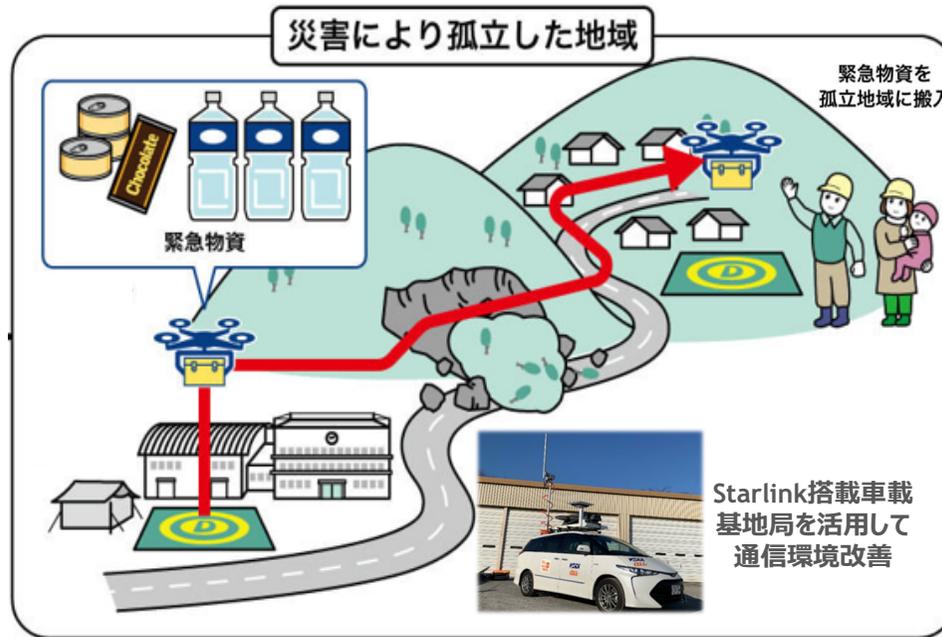
3 これまでの取組状況

	2020年～現在	2023年1～3月
取組概要	長野県伊那市で食料品などの日用品を配送するサービス「ゆうあいマーケット」を提供。	埼玉県秩父市で土砂崩落により発生した孤立集落に対し、ドローンによる物資配送を実施。
成果	利用者がケーブルテレビのリモコンで商品を注文すればその日のうちに自宅や最寄りの公民館で商品を受け取れるサービスを確立し、買い物困難者に対して日用品配送支援を実現。(参考： リンク)	ドローンの飛行ルートの一部にモバイル通信環境が不安定な場所があったが、Starlink基地局を設置して通信エリア化し、ドローンによる物資配送を実現した。 (16頁 ②比較事例A)
見えてきた課題	山間部にてモバイル通信環境が整っていない地域があり、ドローンの飛行ルートとして設定できない場所がある。	本件は土砂崩落後、迂回路が雪で通行止めになるまでに時間があつたためStarlink基地局を設置することができたが、迂回路が無く土砂崩落後即孤立する場合は即座に通信エリア化する必要がある。

II 目指す姿

① 将来的に目指す姿

- 災害により道路が寸断されて集落が孤立した場合でもドローン物資配送により集落への物流インフラをすぐに復旧させ、住民の生活を維持する。
- 孤立集落周辺の通信環境が不安定な場合でも、Starlink搭載車載基地局を活用することで即座に通信環境を整え、ドローン物資配送につなげる。
- 災害発生から物流インフラ復旧までを手順化することで、孤立リスクがある集落の住民が安心して住み続けられるようにする他、同様の課題を抱える他地域への展開を容易にする。



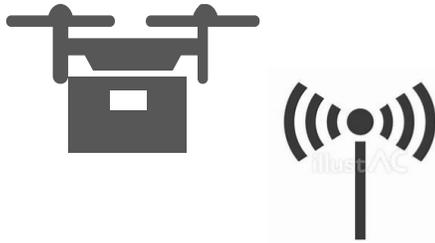
孤立集落への物資配送イメージ

II 目指す姿

② 目指す姿に向けたステップと実証の位置づけ

2024

実証



- Starlink搭載車載基地局によるドローン物資配送に必要な通信環境整備の可否を確認する（電波強度等の観点）。
- ドローンの機体ごとに仕様が異なるため、複数機体で検証し、機体ごとに適正手順確認を行う。
- 災害発生後の通信環境整備～ドローン物資配送までの対応手順を構築する。

2025

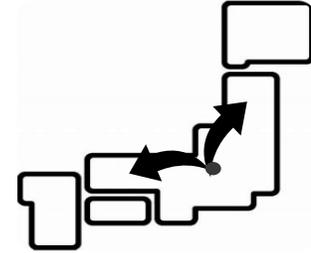
実装・横展開



- 災害発生時にスムーズに連携できる体制を長野県と構築する(連携協定締結等)。
- 長野県内で同様の課題を持つ複数地域に本事業で構築したソリューションを展開することで対象地域を拡大し、本実装の効果を高める。

2026~

最終的なゴール



- 長野県で構築した実装モデルを他地域に展開する。特に長野県同様に土砂災害のリスクが高い地域を中心に提案・導入を進める。
- 提案・導入時には各地域の課題を明確にし、必要に応じて本ソリューションをカスタマイズしながら実装展開する。

II 目指す姿

3 成果 (アウトカム) 指標

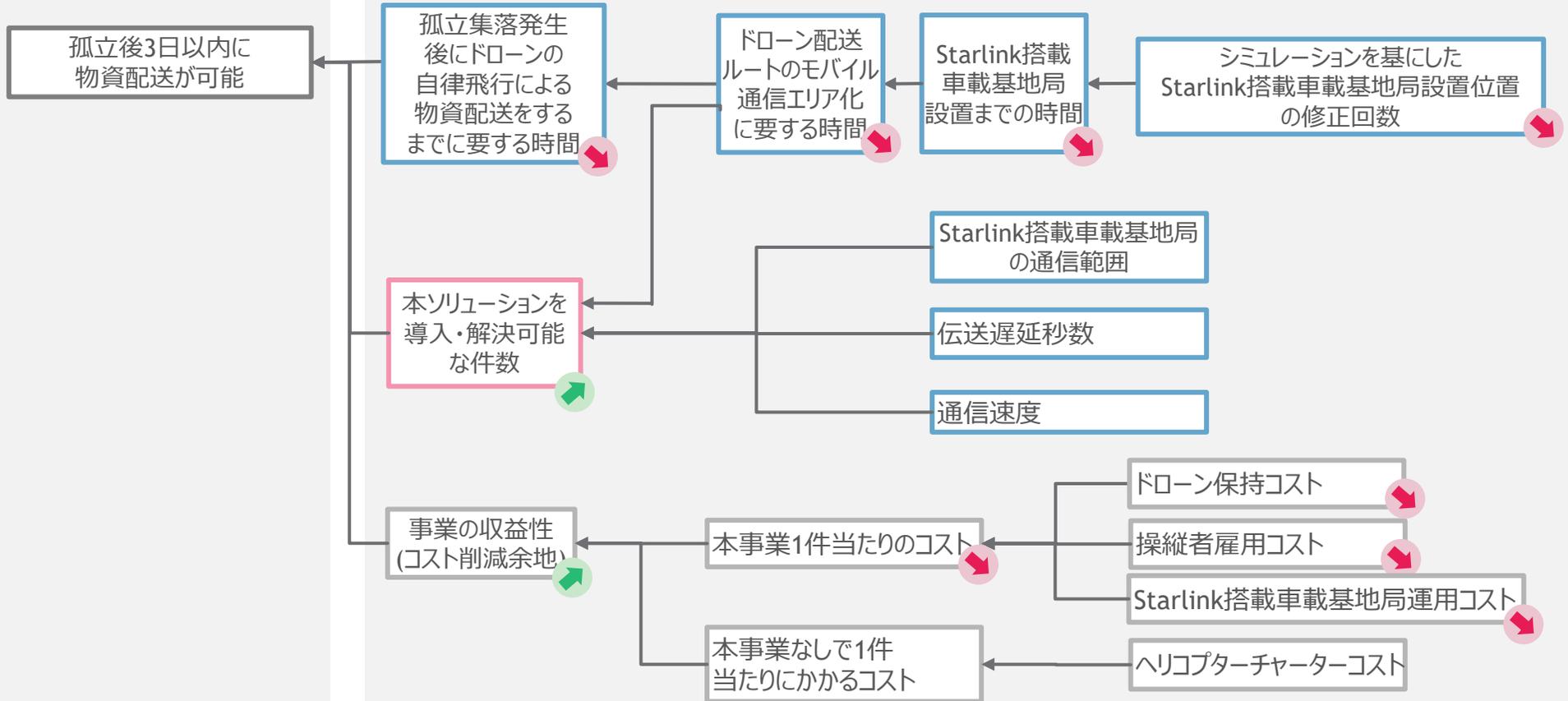
a. ロジックツリー

□: 実装・横展開の成果指標
□: 実証の成果指標

目標の方向性 (増減)   

最終アウトカム

中間アウトカム



II 目指す姿

③ 成果 (アウトカム) 指標

b. 成果 (アウトカム) 指標の設定: 実装・横展開

成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
本ソリューションを導入・解決可能な件数	なし	15件/年	<p>内閣府の調査では災害時に孤立の可能性のある集落は全国で17,212集落であることが分かっており※4、実際に能登半島地震では33地区で孤立集落が発生している※5。</p> <p>令和5年の1年間では全国で1,471の土砂災害が発生しており※6、その内10%で孤立集落が発生した場合、年間150件の孤立集落発生となる。</p> <p>その内、以下ケースが考えられるため、孤立集落発生件数の内10%の対応を目標値とする。</p> <ul style="list-style-type: none">● 本ソリューションを使用しなくても解決できる場合 例：自律飛行が必要ない場合や、林道などを徒歩で移動し物資配送できる場合等● 本ソリューションが使用できない場合 例：ドローン飛行ルートにおける通信不通エリアがStarlinkの通信範囲を超える場合や、通信範囲であっても周囲の環境により必要な通信強度が保てない場合、基地局の設置ができない場合等 <p>※4 中山間地等の集落散在地域における (bousai.go.jp) ※5 道路：令和6年能登半島地震 能登半島 道路の緊急復旧の経緯 - 国土交通省 (mlit.go.jp) ※6 001718260.pdf (mlit.go.jp)</p>	—

II 目指す姿

③ 成果 (アウトカム) 指標

b. 成果 (アウトカム) 指標の設定: 本実証

成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
孤立集落発生後にドローンの自律飛行による物資配送をするまでに要する時間	6か月以上	3日以内	集落が孤立後、生活に支障がない程度の日数。(日用品や食料など、数日分は各自宅に保管してあることを想定。)	実際にかかった時間
ドローン配送ルートของモバイル通信エリア化に要する時間	—	3時間以内	日中(日没まで)に行うドローン運航に十分に時間を割くために、3時間程度でエリア化を完了させる必要があるため。	実際にかかった時間
Starlink搭載車載基地局設置までの時間	—	3日目の午前中まで	集落が孤立後3日(目)で配送するためには、3日目の午前中に設置し、通信エリア化やドローン運航につなげる必要があるため。	設置までに必要なタスク、時間を整理し、それを一連の流れで対応する場合に3日以内で対応可能かを確認する
シミュレーションを基にしたStarlink搭載車載基地局設置位置の修正回数	—	3回以内	1回の修正につき、2～3時間程度を要することから、4回以上修正すると配送日が1日遅れる可能性があるため。	実際に修正した回数
Starlink搭載車載基地局の通信範囲	—	半径1km以上	最低限エリア化が必要なのは、土砂崩落現場周辺のみである為、半径1km程の範囲があれば十分活用可能である。	一定範囲離れた状態で通信状態を確認
伝送遅延秒数	—	3秒以内	機体カメラの映像をオペレーターが確認し、安全運航を行うが、物資運搬時の飛行速度は約10m/sであり、3秒で30mのずれが発生する。それ以上のずれが発生すると緊急時の適切な判断ができなくなる可能性があり、安全性が低下する。	機体を目視した状態で伝送情報を同時に確認
通信速度	—	1.5Mbps以上	ドローンの運航管理システムが機体カメラ映像やテレメトリを受診するために必要な最低通信速度が1.5Mbpsである。	Starlinkの通信速度を計測

Ⅲソリューション

①ソリューションの概要

ソリューションの概要

- 土砂崩落により道路が寸断された場合に上空から孤立集落にアクセスできる点で有効なドローンを活用した物資配送を行う。
- ドローンによる物資配送の際、目視外飛行を行う際にはドローンをモバイル通信に接続し、機体や周辺情報をドローンから取得して安全に飛行する必要がある。モバイル通信エリア外でもStarlink搭載車載基地局を用いることで即座にエリア化し、孤立住民へのドローンによる物資配送を実現する。



モバイル通信エリア外の場所にて、Starlink搭載車載基地局を用いて即座にエリア化し、ドローンによる物資配送を実現する

- ドローンは機体により機能が異なり、状況やニーズに応じて機体を選定する。機体により運航時の事前準備・配送手順等が異なる為、本実証では以下の2機種を用い、それぞれの対応手順を整備する。

AirTruck : 物資の自動積み下ろし機能があり物資受取り側がドローンに触れる必要がない。最大積載量が5kgと配送量に限りがある為、重量物を運ぶ際は複数回往復手順の検討が必要。

FlyCart 30 : 最大積載量が40kgと、より重量物を扱える。ウインチ機能を用いる場合は物資受取り側がドローンに触れる必要がないが、運航管理側のウインチ操作手順の検討が必要。

中間アウトカム (実証)

定量アウトカム

- 孤立集落発生後にドローンの自律飛行による物資配送をするまでに要する時間：3日以内。(以下表)

定性アウトカム

- 孤立集落に物資配送をすることで、住民の生活を維持する。

0日目(災害発生)	1日目	2日目	3日目
・災害状況把握 ・対応方針決定 ・体制内連携	・Starlink搭載車載基地局使用準備・手続き ・ドローン配送準備・手続き ・配送物資準備		・現地入り ・配送開始

中間アウトカムの実現に繋がるソリューションの価値

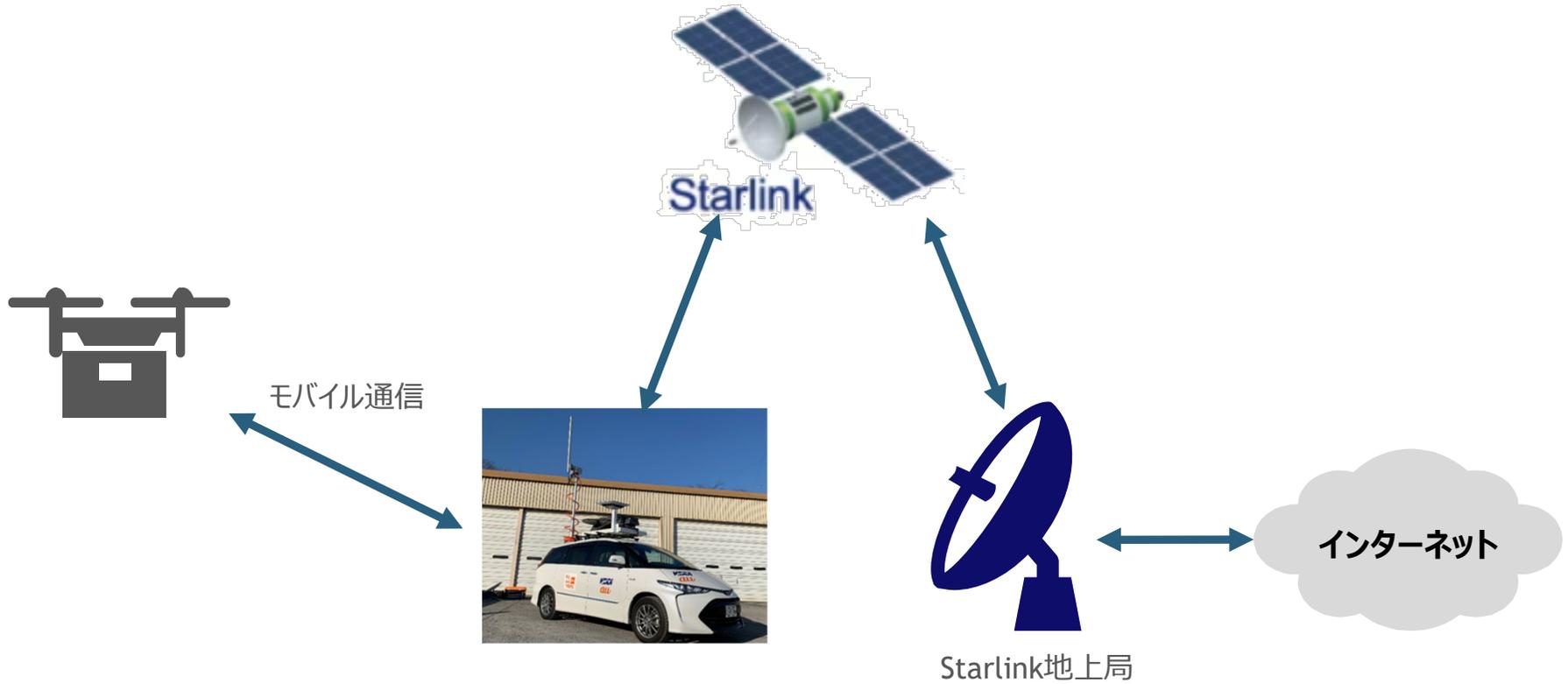
- 災害時に孤立リスクがあることで住民は日常的に不安を感じながらの生活になるが、孤立時にも物資配送の手段ができることで安心して生活を送ることができる。

Ⅲソリューション

② ネットワーク・システム構成

a. ネットワーク・システム構成図

イメージ



Ⅲソリューション

② ネットワーク・システム構成

b. 設置場所・基地局等

イメージ

詳細な設置場所は実証場所選定後に設定する。

設置条件は以下の通り

- ドローンの飛行ルートの内、通信エリア外箇所をカバーする場所
- 通信範囲を著しく損なわない場所(上空が開けている環境程良い)
- 私道ではなく、駐車可能な場所

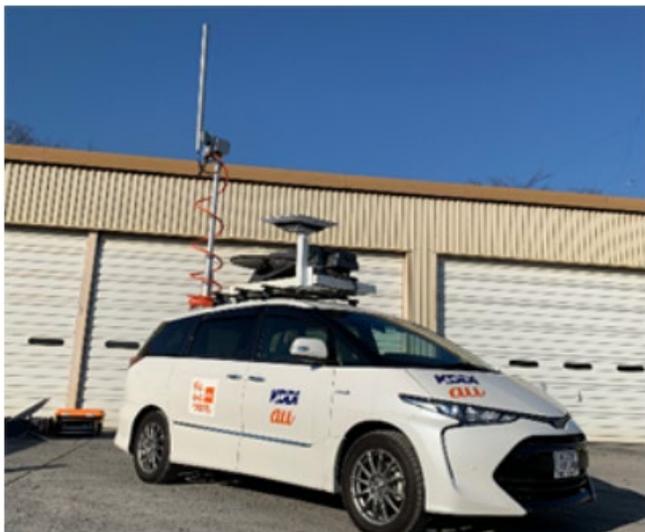


設置場所のイメージ図

上記地図は実際の実証場所とは異なる

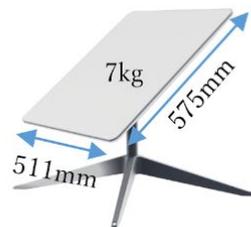
② ネットワーク・システム構成

c. 設備・機器等の概要



Starlinkをバックホール回線として
利用した車載基地局

- 本基地局はStarlinkの特長である低軌道衛星との通信により、従来の静止軌道衛星を利用した基地局と比較して、高速・低遅延なau通信の提供が可能となる。
- 本基地局で使用する衛星通信機材は従来の車載型基地局・可搬型基地局で使用する衛星通信機材と比較し約5分の2の大きさ、約7分の1の重さになる。持ち運びや設置が容易となるため、エリア復旧時間の短縮につながる。



<本基地局の衛星通信機材>



<従来の可搬型基地局の衛星通信機材>

引用：[Starlinkを活用した車載・可搬型基地局を導入](#) | KDDI News Room

Ⅲソリューション

② ネットワーク・システム構成

c. 設備・機器等の概要

機器リスト

別添資料 調達機器リストを参照

② ネットワーク・システム構成

d. 許認可等の状況

許認可の種類	現在の状況	今後の計画/スケジュール
<p>Starlink車載基地局使用に関する許認可</p> <ul style="list-style-type: none">・電波発射に係る免許申請(総務省)・車載基地局設置のための道路占有許可(警察署・道路管理者)・地権者への許可取得(地権者)	<p>申請に必要な情報を収集中</p>	<p>KDDI株式会社、KDDIエンジニアリング株式会社と協議した上で実証に即した許可申請を行う。</p>
<p>飛行許可申請(航空局)</p>	<p>申請に必要な情報を収集中</p>	<p>長野県と協議して対象地域を選定したうえで、目視外飛行の飛行許可申請を行う。</p>
<p>上空電波利用申請(KDDI株式会社)</p>	<p>申請に必要な情報を収集中</p>	<p>飛行ルートが確定した後に申請を行う。</p>
<p>※カッコ内は許認可取得先</p>		

Ⅲソリューション

③ ソリューション等の採用理由

a. 地域課題への有効性

対象の課題	課題解決への有効性
課題a：災害により孤立が予想される集落	<ul style="list-style-type: none">集落にアクセスする唯一の道路が土砂崩落等で寸断された場合、住民は集落から移動できなくなるが、移動だけでなく物流インフラも遮断され、生活に必要な日用品や食料、医薬品等を入手できなくなる。そのような場合でもドローンであれば上空から孤立集落にアクセスできるため、物資配送に有効である。山間部ではドローンの物資配送に必要なモバイル通信のエリア外の場所があるが、Starlink搭載車載基地局を用いることで即座にエリア化し、ドローン物資配送をすることができる。

ソリューション Starlink搭載車載基地局の活用

他ソリューションに対する優位性

名称	比較
ヘリコプターによる物資配送	ドローンの運航管理は運航技術を備えたオペレータが遠隔から行うことができるため、災害発生時に運航管理者が現地に行く必要がなく、迅速な対応が可能。 また価格もヘリコプターと比べると安価に対応が可能。
車両による物資配送	ドローンは道路が寸断された場合でも上空からアクセスし物資配送が可能。 また自律飛行によりオペレーターが遠隔から運航できるため、二次災害に巻き込まれるリスクが低い。

Ⅲソリューション

③ ソリューション等の採用理由

b. ソリューションの先進性・新規性

先進性・
新規性の
概要

山間部はモバイル通信がエリア外の場所がある。そのような場所ではStarlinkを用いて通信エリア化することが可能だが、通常基地局建設に6~10か月程かかるため、災害時の迅速な対応が求められる際の課題となっていた。一方でStarlink搭載車載基地局はアンテナや無線機などStarlink通信に必要な設備を搭載した車両のため、現場への持ち運びや設置が容易である。また現場への運搬に必要な人員数も低減できる。これらにより数日で対象場所のエリア化が見込めるため、災害後の迅速なドローン物資配送につなげることができる。

基本
情報

① 今回の応募事業

② 比較事例A

実証・製品名 (実施主体)	Starlink搭載車載基地局を活用した災害時の迅速なドローン物資配送	Starlink基地局を活用した災害時のドローン物資配送
概要	Starlink搭載車載基地局で即座に通信エリア化し、ドローン物資配送を行う。	Starlink基地局を設置することで通信エリア化し、ドローン物資配送を行う。
領域	ドローン物資配送	
通信技術	Starlink	Starlink
参考リンク等	リンク1	リンク2 、 リンク3

先進性
項目

比較軸① (スピード)	Starlinkの基地局が車に搭載させているため、現場への持ち運びや設置が容易になり、数日で通信エリア化が可能。	調査や基地局建設等、通信エリア化までの工程が多く、基地局建設に通常6~10か月を要する。
比較軸② (コスト)	基地局を設置する必要がなく、基地局建設費用が不要。	基地局を個別に設置することにより基地局建設費用がかかる。
比較軸③ (モビリティ性)	設置工事不要、電源確保不要であるため設置場所に制限がない。	設置場所の工事や電源確保が必要な為、設置場所の制限が少ない。

① 今回の応募事業



Starlink搭載
車載基地局の例



事例Aと比較し、基地局建設や災害後の提案・契約が不要になる為迅速なドローン物資配送につなげることができる。

② 比較事例A



Starlink基地局の例



通常基地局建設に6~10か月要し、迅速な対応が求められる災害対応では課題となっている

③ ソリューション等の採用理由

c. ソリューションの先進性・新規性、実装横展開のしやすさ

対象の課題

課題a：災害により孤立が予想される集落

実装・横展開のしやすさ

- Starlink搭載車載基地局で災害発生地に向かい、その場で通信エリア化が可能のため基地局を建設する必要がない。
- Starlink搭載車載基地局は既に全国のKDDI支社に配備済の為、導入コストがかからない上に、他地域で災害が起きた場合でもすぐに活用することができる。
- 本実証で災害発生時の対応手順を整備することにより、同様の課題を抱える他地域にも同手順で運用することができる。

Ⅲソリューション

③ ソリューション等の採用理由

d. 無線通信技術の優位性

通信技術	ソリューション実現の要件を満たす通信技術の特徴	他無線通信技術との比較	
Starlink	<p>低軌道衛星との通信により、従来の周回衛星や静止衛星を利用した通信と比較して、以下の特徴がある。</p> <ul style="list-style-type: none">• 高速・低遅延• エリアや環境に左右されにくい <p>これらはいずれも山間地域でのドローン飛行に必要な条件である。</p>	名称	比較結果
		周回衛星通信(イリジウム)、 静止衛星通信(インマルサット) ^{※7}	<ul style="list-style-type: none">• データ通信速度：イリジウムは～0.7Mbps、インマルサットは～8Mbpsとに対してStarlinkは～220Mbpsと、より高速通信である。• データ通信遅延：イリジウム・インマルサットは～数秒に対してStarlinkは25～50ミリ秒と、より低遅延である。
			※7 参考： https://biz.kddi.com/service/starlink/marine-plan/

4 費用対効果

a. 費用対効果 (1/3)

導入先 長野県

		項目	スケジュール		
			2024年度	2025年度	2026年度～
効果	定量 (収益)	<ul style="list-style-type: none"> 代替手段(ヘリコプター)の稼働費削減 災害後物資配送までのリードタイム減少 	<ul style="list-style-type: none"> - - 	<ul style="list-style-type: none"> 1,500万円/年削減 ※災害時配送回数3回想定 リードタイム6か月短縮 	<ul style="list-style-type: none"> 1,500万円/年削減 ※災害時配送回数3回想定 リードタイム6か月短縮
	計 (定量 収益)		-	1,500万円	1,500万円
	定量 (収益以外) + 定性	<ul style="list-style-type: none"> 災害発生時の住民の不安解消 	<ul style="list-style-type: none"> 実証を通じて災害時対応の方針を住民に知ってもらうことによる災害に対する不安の解消 	<ul style="list-style-type: none"> 実装により、災害時の物流インフラ維持に関する安心感の醸成 住民満足度向上による人口流出の抑止 	<ul style="list-style-type: none"> 【以下効果の地域拡大】 実装により、災害時の物流インフラ維持に関する安心感の醸成 住民満足度向上による人口流出の抑止
費用	イニシャル	-	0円	0円	0円
	ランニング	<ul style="list-style-type: none"> ドローンリース費用 操縦者人件費等 Starlink搭載車載基地局稼働費 	0円	<ul style="list-style-type: none"> 1,500,000円※ 1,000,000円※ 500,000円※ ※年1回災害発生し、10回配送/災害を想定	<ul style="list-style-type: none"> 1,500,000円※ 1,000,000円※ 500,000円※ ※年1回災害発生し、10回配送/災害を想定
計			0円	3,000,000円	3,000,000円

4 費用対効果

a. 費用対効果 (2/3)

		項目	算定の根拠
効果	定量 (収益)	<ul style="list-style-type: none"> 代替手段(ヘリコプター)の稼働費削減 災害後物資配送までのリードタイム減少 	<ul style="list-style-type: none"> ヘリを活用して物資配送をしている団体より、1回の配送で500万円程かかっているという情報を得たため、ヘリでの1回配送を500万円と試算。災害時は都度必要なものが変わるため複数回の配送が必要であり、最低3回は必要と試算。 Starlinkの基地局を建設すると6か月～10か月程要するが、車載基地局を使用することでその時間が無くなるため、6か月短縮と試算。
	定量 (収益以外)	<ul style="list-style-type: none"> 災害発生時の住民の不安解消 	<ul style="list-style-type: none"> 本ソリューションを住民に対して説明し、実証を通じて物資配送の様子を見て頂くことで発災後の対応手段を理解していただくことを想定
費用	イニシャル	—	—
	ランニング	<ul style="list-style-type: none"> ドローンリース費用 操縦者人件費等 Starlink搭載車載基地局稼働費 	<ul style="list-style-type: none"> ドローンのリース費用：販売主体がリース機体として購入するドローンの購入費用は450万円～500万円程度と見積り、導入先に年間150万円程でリース提供する場合、おおよそ3年で購入費用の償却ができる試算 操縦者人件費等：専門技術を持った操縦者を販売主体で雇用するために必要な費用を1,000万円/年と見積り、その10%工数を本件に費やすことを想定し試算 Starlink搭載車載基地局稼働費：販売主体での車載基地局の維持管理費を年間500万円と見積り、その10%を本件に費やすことを想定し試算

4 費用対効果

a. 費用対効果 (3/3)

	項目	スケジュール		
		2024年度	2025年度	2026年度
効果 計 (定量)	—	—	15,000,000円	15,000,000円
定性	<ul style="list-style-type: none"> 災害発生時の住民の不安解消 	<ul style="list-style-type: none"> 実証を通じて災害時対応の方針を住民に知ってもらうことによる災害に対する不安の解消 	<ul style="list-style-type: none"> 実装により、災害時の物流インフラ維持に関する安心感の醸成 住民満足度向上による人口流出の抑止 	<p>【以下効果の地域拡大】</p> <ul style="list-style-type: none"> 実装により、災害時の物流インフラ維持に関する安心感の醸成 住民満足度向上による人口流出の抑止
費用計	—	<ul style="list-style-type: none"> 0円 	<ul style="list-style-type: none"> 3,000,000円 	<ul style="list-style-type: none"> 3,000,000円



合理性・妥当性

- ヘリコプターの稼働費削減による費用対効果だけでなく、災害時の物流インフラ維持手段を持つことでリスクと隣り合わせで生活している住民の安心感醸成にもなり、費用対効果は十分に得られている
- 定量金額が費用計を上回っているため導入に対する費用対効果があり、前向きに導入を検討できる状態である。

Ⅲソリューション

④ 費用対効果

b. 導入・運用コスト引き下げの工夫

		項目	引下げの工夫内容	コスト削減効果 (見込み額)	実行タイミング	実行主体/担当者
費用	イニシャル	ドローン購入	新規で購入せずにリース運用とすることで、初期費用を削減	5,000,000円 ※算出方法： ドローン購入費用 5,000,000円分が不要の 為、削減	2025年	長野県
	ランニング	操縦者人件費	操縦者を導入先で新たに雇用するのではなく、販売主体が雇用している操縦者を災害時のみ稼働する体制にすることで、雇用費用を引き下げる	9,000,000円 ※算出方法： (雇用費用10,000,000円)－ (販売主体への人件費分支払 い料1,000,000円)	2025年	長野県

1 実証計画

実証実施の前提

目的

実装前に以下項目を含めた一連の流れを実証することで、実装後(災害発生時)にスムーズに物資配送ができる体制の構築を行う。

- Starlink搭載車載基地局を用いて通信エリア化するまでの時間や工数、手順を確認
- Starlinkを用いて整備したルートでドローン飛行を行い、物資配送における課題抽出や手順を確認

アウトカム

通信環境が悪い地域での孤立集落への物資配送

検証ポイント

効果

Starlink搭載車載基地局を用いることで3日以内に対象地域を通信エリア化し、ドローン物資配送につながられるかを検証。

技術

Starlink搭載車載基地局を用いたエリアの通信強度について、ドローンの自律飛行が可能な程度であるかを検証。

運用

- Starlink搭載車載基地局設置場所による通信エリアの範囲の測定・シミュレーション方法を検証。
- 災害発生前の準備事項の整理。
- 災害発生後の対応時の運用体制の構築。

IV実証

② 検証ポイント・検証方法

a. 効果検証

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件	
	項目	目標		要件	要件の妥当性の根拠
Starlink搭載車載基地局を活用したドローン物資配送	I 孤立後、物資配送するまでの日数	3日以内	実証を基に対処方法をフロー化・タイムスケジュール化し、3日以内で物資配送が可能なソリューションになったかを確認	3日以内での物資配送	各家庭にて、1,2日分は生活できる最低限の各種備蓄があると想定。3日目を降を目安に、日常生活の維持のためには物資調達が必要になる。

IV実証

② 検証ポイント・検証方法

b. 技術検証

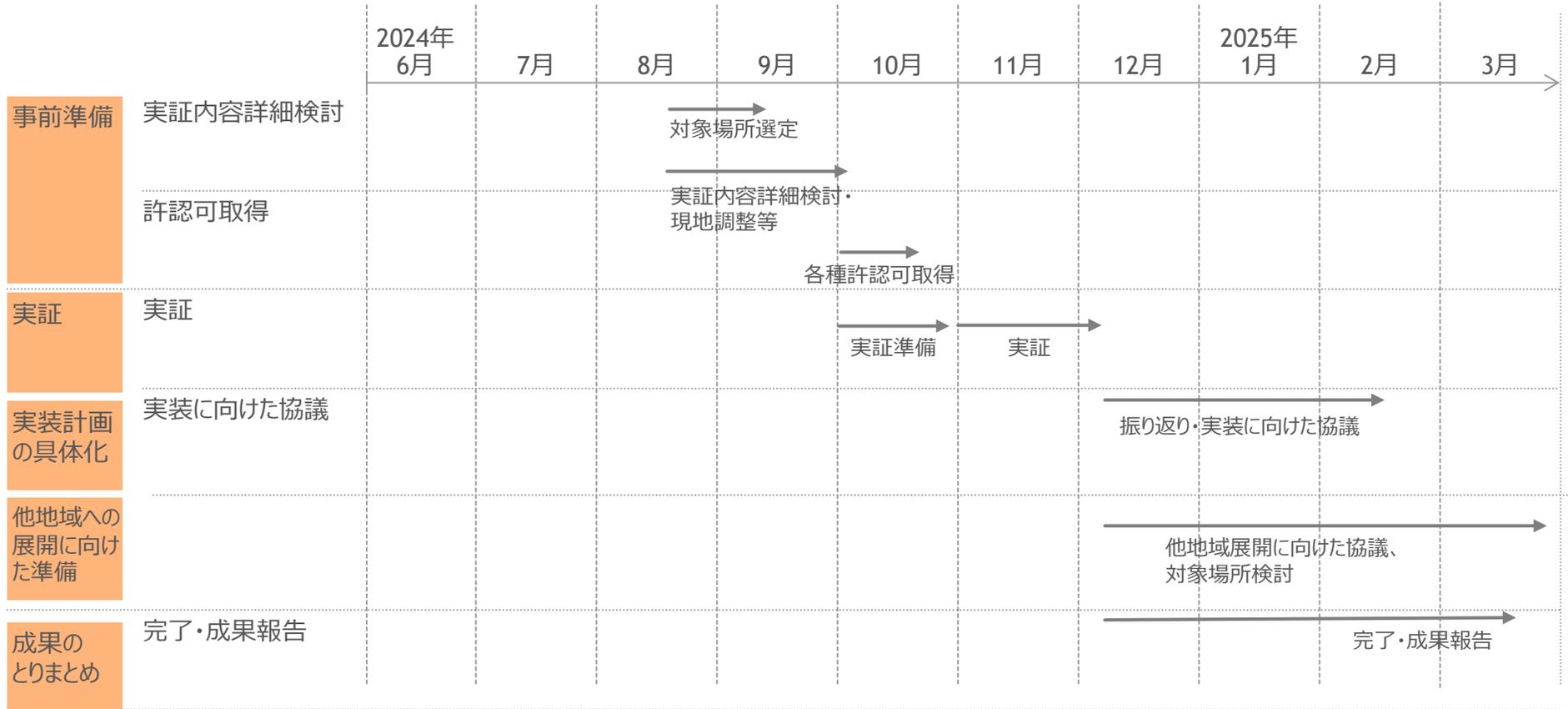
ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件	
	項目	目標		要件	要件の妥当性の根拠
Starlink搭載車載基地局を活用したドローン物資配送	I 伝送遅延秒数	3秒以内	Starlink搭載車載基地局のエリア範囲内にて、機体を目視した状態で伝送情報を同時に確認する。	伝送遅延が3秒以内であること。	機体カメラの映像をオペレーターが確認し、安全運航を行うが、物資運搬時の飛行速度は約10m/sであり、3秒で30mのずれが発生する。それ以上のずれが発生すると緊急時の適切な判断ができなくなる可能性があり、安全性が低下する。
	通信速度	1.5Mbps以上	Starlink搭載車載基地局のエリア範囲内にて、通信速度計測器を用いて通信速度を計測する。	通信速度が1.5Mbps以上であること。	ドローンの運航管理システムが機体カメラ映像やテレメトリを受診するために必要な最低通信速度が1.5Mbpsである。
	通信範囲	半径1km以上	電波シミュレーション及び上空はドローン飛行時にLTE補足することで確認する。	通信範囲が1km以上であること。	最低限エリア化が必要なのは、土砂崩落現場周辺のみである為、半径1km程の範囲があれば十分活用可能である。

② 検証ポイント・検証方法

c. 運用検証

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件	
	項目	目標		要件	要件の妥当性の根拠
Starlink搭載車載基地局を活用したドローン物資配送	I シミュレーションを基にしたStarlink搭載車載基地局設置位置の修正回数	3回以内	実際に修正した回数を確認する。	設置位置の修正は3回以内であること。	1回の修正につき、2～3時間程度を要することから、4回以上修正すると配送日が1日遅れる可能性があるため。
	II 災害発生前の準備事項の整理	事前の準備事項を整理できること	災害対応手順に事前の準備事項が含まれていることを確認する。	災害対応手順に事前の準備事項が含まれていること。	事前の準備事項が整理できていることで、災害時にスムーズな物資配送に繋がられるため。
	III 災害発生後の対応時の運用体制の構築	対応時の運用体制を構築できること	災害対応手順に対応時の運用体制が含まれていることを確認する。	災害対応手順に対応時の運用体制が含まれていること。	対応時の運用体制が整理できていることで、災害時にスムーズな物資配送に繋がられるため。

3 実証スケジュール



4 リスクと対応策

	リスク		対応策
	項目	概要	
事前準備	現地調整	実証場所の選定や許可の取得が遅れる可能性がある	長野県が既に各市町村に向けて実施意向のアンケートを行っている。意向意思のある自治体の中から参加自治体を初めに決定し、実施自治体を座組に入れてプロジェクトを進める。
実証	天候	悪天候により実証ができない可能性がある	実証日程は予備日を含めて余裕をもって設定する。
実装計画の具体化	遅延リスク	実装計画の具体化が遅延する可能性がある	<ul style="list-style-type: none"> ● 実証が終わった段階で開始する ● 定期ミーティング等で体制メンバーと議論しながら進めることで、後戻りの発生を防ぐ
他地域への展開に向けた準備	遅延リスク	他地域への展開に向けた準備が遅延する可能性がある	<ul style="list-style-type: none"> ● 実証が終わった段階で開始する ● 定期ミーティング等で体制メンバーと議論しながら進めることで、後戻りの発生を防ぐ
成果のとりまとめ	遅延リスク	成果のとりまとめが遅延する可能性がある	<ul style="list-style-type: none"> ● 実証が終わった段階で開始する ● 定期ミーティング等で体制メンバーと議論しながら進めることで、後戻りの発生を防ぐ

5 PDCAの実施方法

課題把握を実施する体制

通常時

定期ミーティング

- 開催時期: 毎週 or 隔週 or 必要と判断したとき
- 方法: メール or webミーティング
- 体制: KDDIスマートドローン株式会社、長野県、KDDI株式会社、KDDIエンジニアリング株式会社
- アジェンダ
 - 準備の状況確認
 - 課題の共有
 - 実装・横展開に向けた課題の炙り出し

対策を立案・実行する体制

定期ミーティング、その他随時設定するミーティング等

- 開催時期: 毎週 or 隔週 or 必要と判断したとき
- 方法: メール or webミーティング
- 体制: KDDIスマートドローン株式会社、長野県、KDDI株式会社、KDDIエンジニアリング株式会社

緊急時

課題発生時の情報共有

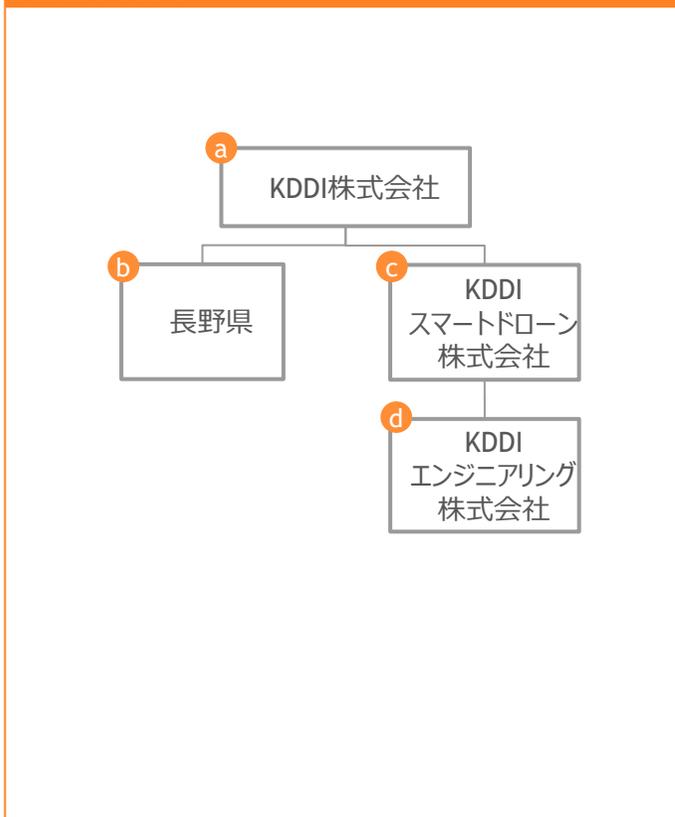
- 実施条件: 全体進捗に影響を及ぼす問題が発生した場合
- 頻度: 問題発生当日中
- 方法: メール、必要に応じてweb会議開催
- 体制: KDDIスマートドローン株式会社、長野県、KDDI株式会社、KDDIエンジニアリング株式会社

課題対策立案

- 方法: メール、web会議、必要に応じて対面での開催
- 体制: KDDIスマートドローン株式会社、長野県、KDDI株式会社、KDDIエンジニアリング株式会社

6 実証の実施体制

実施体制図

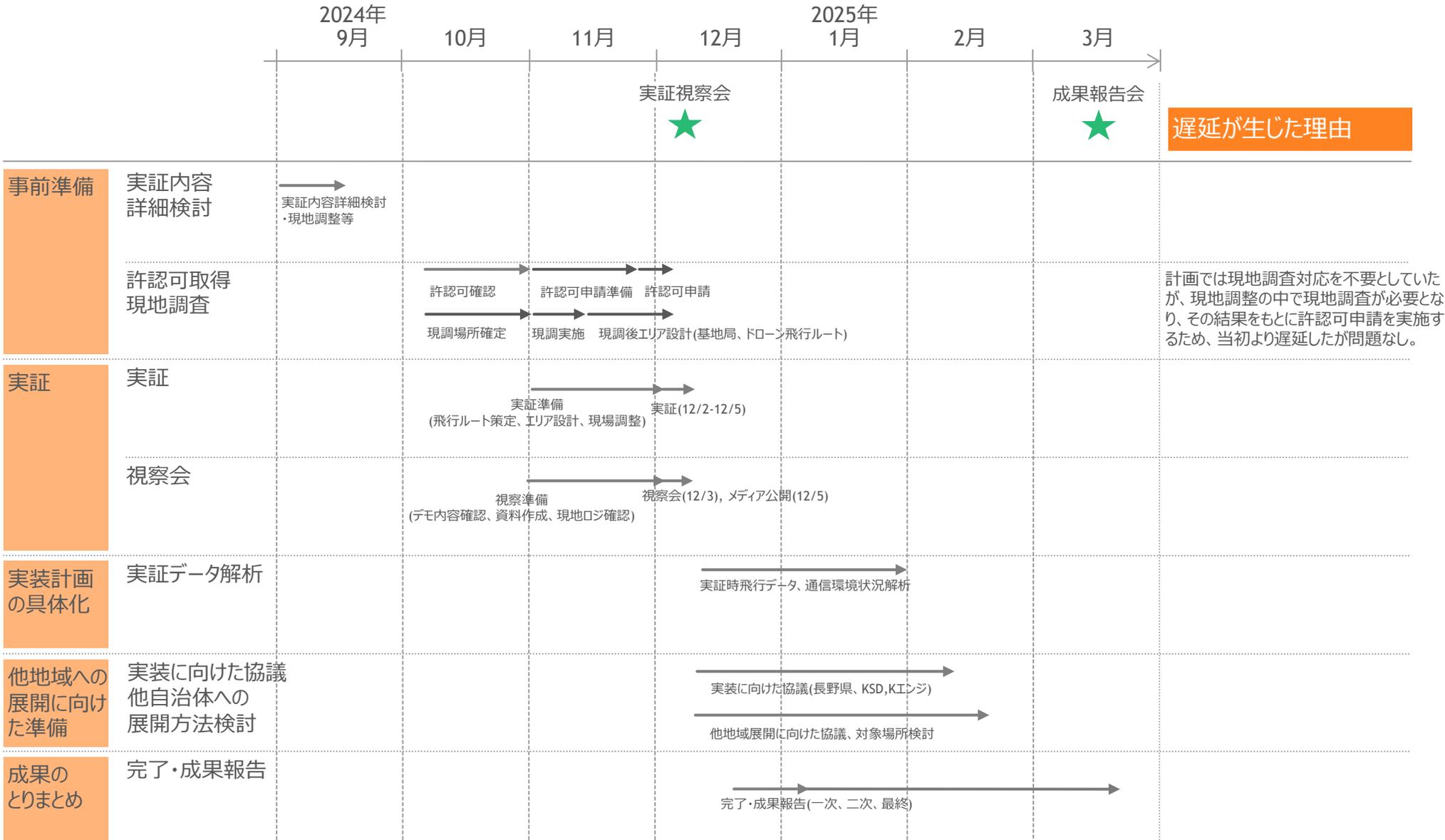


団体名	役割	リソース	担当部局/担当者
a KDDI株式会社	企画、プロジェクトマネジメント、Starlink搭載車載基地局運用管理	3名×213時間	LX基盤推進部 長里、桑沢、蛸島
b 長野県	実証エリア選定、現地調整	2名×50時間	危機管理部 北沢 企画振興部 清水
c KDDIスマートドローン株式会社	実証詳細検討・準備、ドローン運航管理、事業モデル検討	4名×290時間	ソリューションビジネス推進2部 森嶋、日置、長田、原
d KDDIエンジニアリング株式会社	Starlink搭載車載基地局運用準備・運用、通信エリア設定	現場対応4名	新規事業本部 事業開発本部 リレーン営業推進室 西村 運用保守事業本部 西日本運用本部 中部支社 竹上、 他現場対応者4名(調整中) 運用保守事業本部 サービス運用本部 次世代運用推進部 佐藤

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

① スケジュール(実績)

赤字: 当初の計画から変更になった箇所



V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

2 検証項目ごとの結果

a. 効果検証

ソリューション	検証ポイント	検証結果	考察
---------	--------	------	----

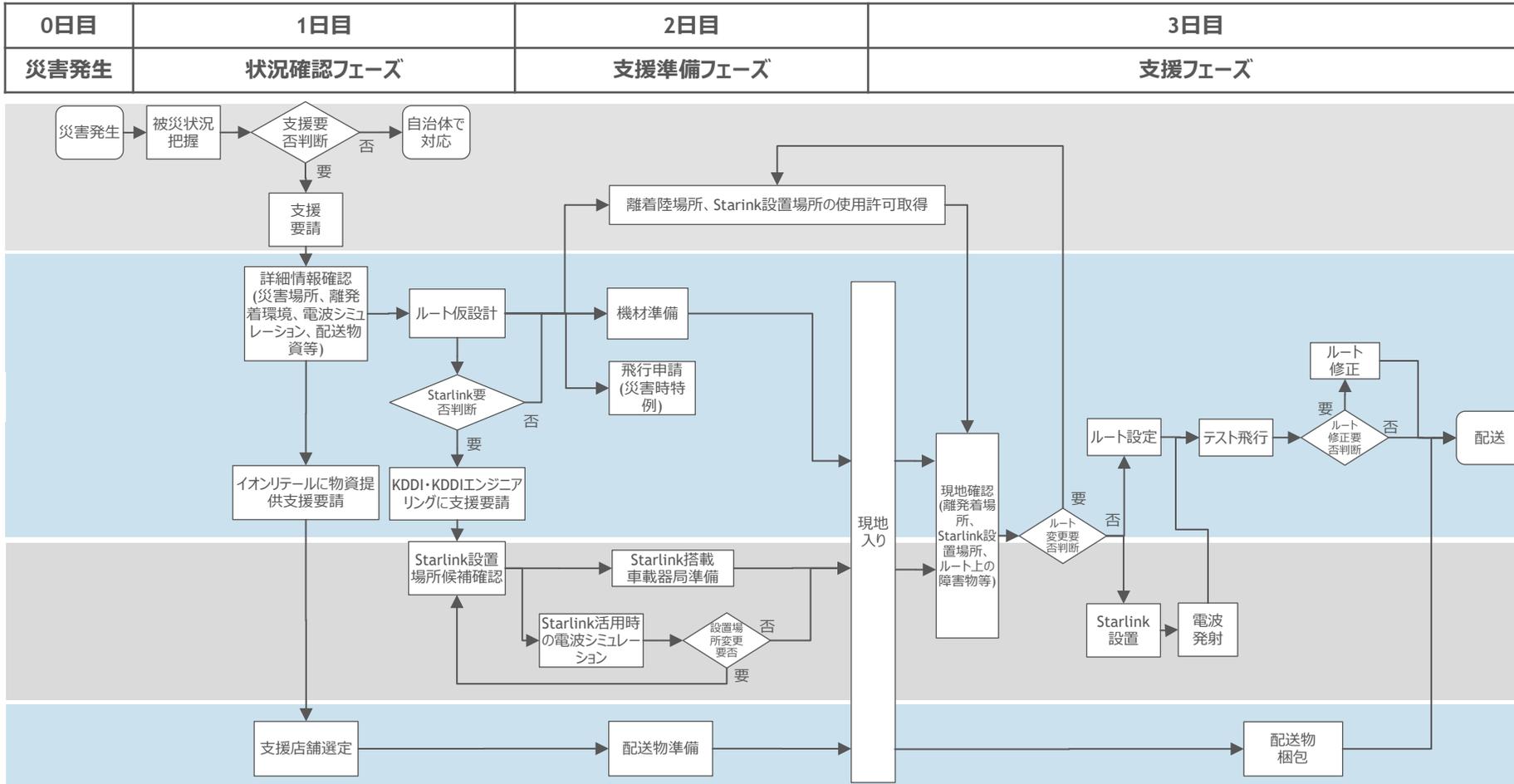
Starlink搭載車載基地局を活用したドローン物資配送

項目	目標
----	----

孤立後、物資配送するまでの日数 3日以内

本実証にて、物資配送までに必要な項目を抽出し、以下の通りフロー化し、当フローをもとに対応を手順化した(P39-41)。これにより、3日以内での配送が可能であることを確認できた。

支援準備フェーズにて現地の使用許可取得やStarlink搭載車載基地局の電波シミュレーション等のスムーズな準備を進めるために、ルート仮設定を可能な限り早く対応することが3日間で配送するためのポイントである。



自治体
(県・市町村)

KDDI
スマートドローン

KDDI・KDDI
エンジニアリング

イオンリテール

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

a. 効果検証 (参考資料)

災害対応手順

フェーズ	対応者	手順	対応フロー
情報確認 フェーズ	自治体	1. 災害発生後、自治体は被災状況の把握をする。必要に応じて県と連携する。	
	自治体	2. 県はドローンによる支援が必要と判断した場合、KDDIスマートドローンに支援要請を行う。	
	KSD	3. 自治体と連携して詳細情報確認を行う。確認内容は都度精査が必要だが、一例は以下の通り。 ・災害場所 ・災害規模、孤立規模(世帯数等) ・配送が必要な物資と量 ・いつ配送が必要か ・ドローンの離発着場所候補はあるか	
	KSD	4. 詳細情報を確認した後、ドローン運航方法について検討する。 ・地上電波、上空電波シミュレーション ・運航ルート(仮設定) ・Starlink要否 ・使用機体選定	
	KSD	5. Starlinkが必要な場合はKDDI、KDDIエンジニアリングに支援要請を行う。	
	Kエンジ	6. KDDIスマートドローンより支援要請を受けたら、運航ルート・上空電波シミュレーションの結果を確認し、Starlink搭載車載基地局の設置場所候補を調査する	
	KSD	7. 物資配送が必要な場合はイオンリテールに物資配送の支援要請をする。	
	イオン	8. KDDIスマートドローンより支援要請を受けたら、災害場所を確認し支援を行う店舗を選定する。	

※ KSD : KDDIスマートドローン
 Kエンジ : KDDIエンジニアリング
 イオン : イオンリテール

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

a. 効果検証 (参考資料)

災害対応手順

フェーズ	対応者	手順	対応フロー
支援準備フェーズ	自治体	1. KDDIスマートドローンが運航ルートの仮設定をした後、自治体はKDDIスマートドローンと連携して運航ルート詳細（特に離陸場所・着陸場所）やStarlink搭載車載基地局の設置場所候補を確認し、必要に応じて所有者・管理者に使用の連絡と許可を取得する。	
	KSD	2. 運航ルートを仮設定した後、必要機材の準備を行う。必要機材は都度精査が必要だが、一例は以下の通り。 <ul style="list-style-type: none"> ・ドローン本体 ・バッテリー ・バッテリー充電器 ・はかり ・ヘルメット ・梱包物 ・吊り下げ関連備品 ・緩衝材 	
	KSD	3. 運航内容を決めた後、飛行申請を行う。自治体からの要請がある場合は災害時特例を活用することも検討する。	
	Kエンジニア	4. 抽出したStarlink搭載車載基地局の設置場所候補から電波発射した場合の上空電波シミュレーションを行う。結果はKDDIスマートドローンと共有し、KDDIスマートドローンの運航可否判断を踏まえ、設置場所を変更する場合は再度候補地選定・電波発射時の上空電波シミュレーションを行う。	
	Kエンジニア	5. 設置場所候補を確認した後、Starlink搭載車載基地局の準備を行う。	
	イオン	6. 支援を行う支店が決まった後、配送物の準備を行う。	

※ KSD：KDDIスマートドローン
 Kエンジニア：KDDIエンジニアリング
 イオン：イオンリテール

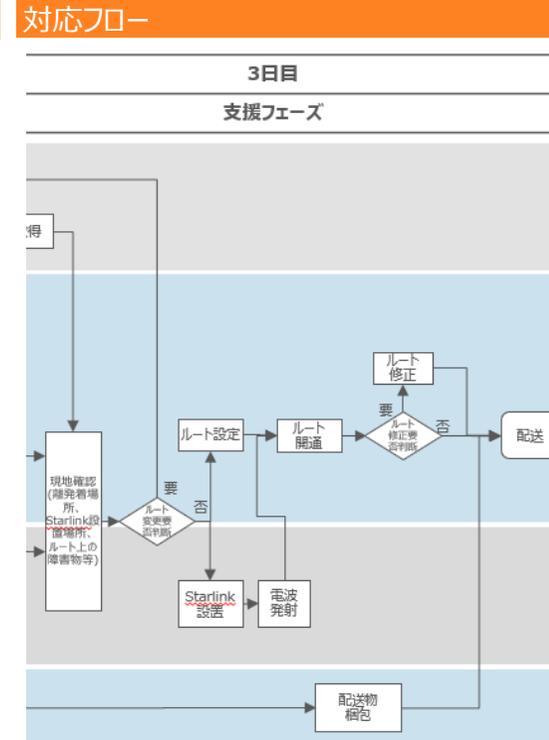
V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

a. 効果検証 (参考資料)

災害対応手順

フェーズ	対応者	手順
支援 フェーズ	KSD	1. 現地にて、離陸場所、着陸場所、運航ルートの確認を行い、障害物や地上・上空リスクの有無を確認する。それらにより運航ルートの変更が必要な場合は、ルートを修正する。離陸場所や着陸場所を変更する場合は自治体に場所の使用許可の取得を依頼する。
	Kエンジニア	2. 現地にて、Starlink搭載車載基地局設置場所の確認を行う。設置場所の変更が必要な場合は、KDDIスマートドローンと連携し、新たな設置場所候補の選定・上空電波シミュレーションを行う。また自治体と連携し、新たな設置場所の使用許可の取得を依頼する。
	Kエンジニア	3. 設置場所が決まったらStarlink搭載車載基地局を設置し、電波を発射する。
	KSD	4. テスト飛行を行う。必要に応じて運航ルート上に補助者を配置して目視で確認しながら運航する。運航によりルートの修正が必要な場合は修正を行う。
	イオン	5. 配送物を梱包し、KDDIスマートドローンに渡す。
	KSD	6. 配送物をドローンにセットし、配送を行う。



※ KSD : KDDIスマートドローン
 Kエンジニア : KDDIエンジニアリング
 イオン : イオンリテール

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
---------	--------	--	------	----

項目	目標
----	----

Starlink搭載車載基地局を活用したドローン物資配送

伝送遅延秒数

3秒以内

初めに、配送前に遠隔オペレーターと機体管理者が通話しながら、機体カメラに時計(ネットワーク接続により時刻情報が同期されたもの)を映し、遠隔オペレーターの手元にも同様の時計を配置し、両時計の時刻ずれを確認した。実際のずれは1秒未満であった。

次に、ドローンの飛行中(Starlink車載基地局上空を含む)に、離陸時の機体カメラ映像の乱れや処理落ちによる遅延が発生しないことを確認した。それにより離陸前と同様の遅延(1秒未満)であったことを確認した。

1秒間で進む距離は約10mであり、緊急時の状況把握に問題ない程度と考える。

通信範囲
通信速度

半径1km以上
1.5Mbps以上

通信範囲について、Starlink搭載車載基地局の電波シミュレーションにて半径1kmの範囲で通信エリア化できたことを当基地局管理のKDDIエンジニアリングに確認した。

通信速度について、本基地局が電波を放射した状態で測定した。本実証場所の通信環境が悪く当基地局で通信環境を改善したエリアは当基地局から半径150m程であり、それよりも一定距離離れた場所で通信速度を測定すると他の基地局のLTE通信速度が測定されてしまうため、測定箇所は当基地局の設置場所を中心に、北部100m, 200m, 南部100m, 200mの5か所とした。

結果は以下表の通りで、全ての場所で上り・下りともに1.5Mbps以上であることを確認した。

通信速度は目標に対して十分に上回っており、Starlink搭載車載基地局を活用したドローン機体情報の伝送は問題ないと考えられる。

測定箇所	上り[Mbps]	下り[Mbps]
北部200m	17.3	22.4
北部100m	12.9	29.8
設置場所	2.46	24.9
南部100m	2.86	17.3
南部200m	3.69	21.1

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		

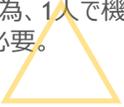
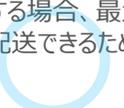
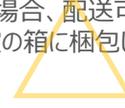
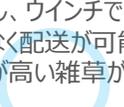
Starlink搭載車載基地局を活用したドローン物資配送

ドローンの使い分け

2機種の特徴から、災害の状況に応じて使用機体を使い分けられるようになること。

今回の実証ではDJI FlyCart 30とAirTruckの2機種を使用した。主な差は以下の通りであった。災害の状況によっては機体を使い分ける必要がある。以下表に機体の特徴をまとめる。

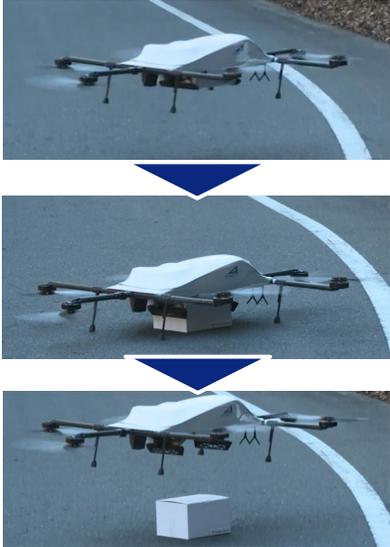
重量物配送や一定以上の大きさや特殊な形状の配送物の場合はFlyCartが適しており、機体の搬送・準備を1人で行う必要がある場合はAirtruckが適している。

項目	DJI FlyCart 30	AirTruck
機体重量	機体重量が42.5kgの為、1人で機体の搬送・準備をすることができず、2人以上必要。 	機体重量が10kgの為、1人で機体の搬送・準備が可能。 
配送物重量 (P44 写真参照)	本ルートを往復飛行する場合、最大30kgの物資を配送可能。また、吊り下げて配送できるため、多様な配送物の形状に対応が可能。 	本ルートを往復飛行する場合、配送可能な物資量は3.5kgである。また、Airtruck指定の箱に梱包して配送するため、配送物に限りがある。 
配送先での受取者のドローン操作 (P44 写真参照)	ウインチによる荷物の自動切り離しができるため、受取者のドローン操作が不要。 	着陸時に自動荷下ろしができるため、受取者のドローン操作が不要。 
配送先の環境 (P44 写真参照)	吊り下げ方式で運搬し、ウインチで荷下ろしができるため、ドローンが着陸することなく配送が可能である。その為、配送先が斜面であったり、背が高い雑草があっても配送が可能。 	ドローンが着陸してから荷下ろしをする為、配送先は水平であり、雑草などがない環境が必要。 

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術検証 (参考資料)

項目	DJI FlyCart 30	AirTruck
<p>配送物</p>	<p>本実証で使用した梱包箱寸法：W565×D395×H325mm(内寸) 配送物：飲料水、食料品、医薬品 ペイロード：15kg</p> 	<p>AirTruck指定の梱包箱寸法：W315×D255×H190mm(外寸) 配送物：医薬品 ペイロード：1.8kg</p> 
<p>配送先での荷物切り離し</p>	<p>ウインチによる荷物の自動切り離しの様子</p>  <p style="display: flex; justify-content: space-around;"> 下降 ウインチで荷物切り離し 上昇 </p>	<p>着陸時の自動荷下ろしの様子</p>  <p style="display: flex; justify-content: space-around;"> 着陸 荷下ろし 離陸 </p>

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
Starlink搭載車載基地局を活用したドローン物資配送	シミュレーションを基にしたStarlink搭載車載基地局設置位置の修正回数	3回以内	<ul style="list-style-type: none"> ・初めに、予定するドローンルートに対してStarlink搭載車載基地局を用いない場合の上空電波シミュレーションを実施した(中図)。ルートの一部上空で電波が悪い箇所があり(赤色部)、ドローンの通院が途絶えることが考えられた。 ・次に、当箇所付近(大蛇ミニパーク)にStarlink搭載車載基地局を設置し、電波発射した場合の上空電波シミュレーションを実施。上空電波の改善が見込まれた為、投下所への設置を決定した。修正回数は0回であった。 	今回は電波改善が必要な箇所周辺に駐車場があったが、ない場合は道路路上に停める必要がある(場合によっては片道通行制限が必要になる)



ドローン配送ルート(赤線)
 配送元：和知野川キャンプ場
 配送先：天龍中学校



ドローン配送ルートにおける上空電波シミュレーション結果(Starlink搭載車載基地局無しの場合)



上空電波が悪い箇所周辺(大蛇ミニパーク)にStarlink搭載車載基地局を配置し、電波発射した場合の上空電波シミュレーション結果

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

c. 運用検証

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
Starlink搭載車載基地局を活用したドローン物資配送	災害発生前の準備事項の整理	事前の準備事項を整理できること	災害対応手順に事前準備事項を記載した。災害対応手順はP38~41参照	—
	災害発生後の対応時の運用体制の構築	対応時の運用体制を構築できること	災害対応手順に事前準備事項を記載した。災害対応手順はP38~41参照	—

3 実装・横展開に向けた準備状況

課題の凡例

クリティカルな課題 (解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題 (解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

アクション

実装に向けた協議

結果

- KDDIスマートドローンから長野県に対し、実装に向けた以下案を提案
 - ・ドローンを活用した災害対応を総合的に提供できる方が実用性が高まると考え、Starlinkを活用した物資配送以外にも被災状況把握、インフラ点検、Starlinkを活用しない物資配送などもあり(P52~P54)、それらを含めた災害時支援体制の構築。
 - ・機体や人員は自治体ではなく企業で保有する。自治体はその費用の一部をご負担いただく。

上記案について長野県と議論した。議論の要約は以下の通り。

- ・災害時の支援に対して負担する費用はあるが、災害に備えて常時から費用を負担するのは現状課題がある。
- ・企業は存続のために収益を得る必要があることは理解している。お互いにwin-winになるような関係性を継続して議論していく必要がある。例えば平時からの実装して事業者として利益を得て、災害時は既にあるアセットで対応いただくなど、平時/有事の両用検討などが考えられる。

- P49に記載の天龍村でのドローンでの医薬品配送実現に向けて、長野県と天龍村とKDDIで協議をした。協議の要約は以下の通り。

- ・配送ルートは阿南病院 – 旧天龍中学校が望ましい。阿南病院はオンライン診療を取り入れており、そのような施策には積極的と考えられる。阿南病院の事務局長と長野県が繋がりがあり、実施する場合は話を繋げられる。
- ・災害発生時も医薬品配送のニーズは高い。災害対策にもなる。
- ・総務省の過疎地域持続的発展支援交付金事業の活用が考えられる。応募する場合は本事業で何をやるか（運航者の教育や機体導入等）など検討する必要がある。
 - ➔ 応募期限(2/12)までに内容を精査できず、今年度の応募は見送る。引き続き活用できそうな財源があれば協議をする。

得られた示唆・考察

災害対策の実装は事業者だけでなく自治体と共同で作り上げる為、自治体の課題を解決できる形を検討し、運用方針についても自治体の考えに沿った内容である必要がある。

また民間にて、本実装体制の維持に費用を要するため、民間が持続可能な体制作りが必要。

実装に
向けて

3 実装・横展開に向けた準備状況

課題の凡例

クリティカルな課題 (解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題 (解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

アクション

結果

得られた示唆・考察

今後各都道府県にP54-P56の災害時支援体制についてご紹介・ご提案を進めていく予定。これまでに広島県、岐阜県、滋賀県、青森県、奈良県にご紹介済。防災へのドローンの活用については自治体により温度感や進捗が異なるが、実証計画中または情報収集中のステージが多い。協議・コメントの要約は以下の通り。

広島県

・今年度防災訓練で孤立地域を想定したドローン配送訓練を実施し、来年度もそのような取組みをしていく予定。広島県がドローン配備・体制構築は難しく、連携協定を締結して支援してもらう流れになると思う。(今回議論した方はドローン担当ではないので、別途ドローン担当にも内容共有いただく。)

滋賀県

・防災へのドローンの活用に関しては、ドローン事業者や、ドローン活用を進めている各市町村、そこと連携協定を結んでいる事業者へのヒアリングで、情報収集をしている。
・来年度予算にドローン関連は計上されていない。
・災害対応パッケージのような仕組みに対して、費用が捻出できないということはなく、**県内で一定の理解が得られて、必要と判断された場合はランニングコストとして計上することはできる。**

岐阜県

・今年度物流実証の予算をとって事業者が実施しているが、来年度も物流分野での実証は進めたいと考えている。特に防災に関しては、実際に現地で動くのは県ではなく市町村なので、**自治体から「こういうのをやりたい」という声が上がってこればやりやすいと考えている。**

青森県

・他部署においてドローンを保有しており監視を行える体制はある。防災観点では情報収集中の段階。
・監視と物流では適材の選択やそれぞれのスキルが必要になるが、KDDIに委託することで実施したい内容に応じた支援がして貰える、と気づきを得た。

奈良県

・ドローンを買うというところは考えられていない、どのようにやっていくかは検討中。
・7年度にざっくり実証用の予算を検討したまともなかった。

自治体により災害に対する課題感や予算に対する考え方は異なるため、特定のソリューションを横展開するのではなく、自治体ごとに最適な形に作り上げていく必要がある。

他地域
展開に
向けた協
議、
対象場
所検討

横展開に
向けて

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

4 実装・横展開に向けた課題および対応策

課題の凡例

クリティカルな課題 (解決しないと実装・横展開できない)

クリティカルではないが、解決が望まれる課題 (解決しなくても実装・横展開可能だが、解決した方が効果は高まる/コストが下がる 等)

	課題	対応策	実現可能性 ¹	対応する団体名	対応時期
実装に 向けて	企業利益の確保 (前頁の「結果」 より引用)	長野県では毎年多くの土砂崩落とそれによる孤立集落が発生しているが、本実証での物資配送の様子を現地を見て頂くことで実際の物資配送のイメージをつかんでいただき、長野県の課題解決に有効であることを理解していただいた。 一方で、現状長野県は災害対応費として常時から負担する費用の計上はしていない。企業が災害対応をするためには体制の維持や機体維持をする必要がある為、その費用の一部を自治体に確保してもらう必要がある。その為には自治体にとって必要なものとご判断いただけるよう、自治体の課題が解決できるサービスを協議していく必要がある。 また一例として、災害時の支援モデルだけではなく、平時から物資配送などのドローンを活用する事業を構築し、災害時には必要な支援を提供する体制の検討が考えられる。 今回実証を行った天龍村では診療所が1か所あるが薬局がなく、診療所スタッフが毎日隣町の薬局まで処方薬を取りに行くサービスを行っており、スタッフの負担軽減のためにドローンでの処方薬配送の考えを持たれていた。その為今後も天龍村にて平時の医薬品配送事業の検討を行う。	中	長野県、KDDIスマートドローン、KDDI	2025年～
	財源確保	実装準備のための財源確保のため、自治体での予算計上や補助金の活用などの検討を進める。また国のへの働き掛けや、国の事業活用も検討する。	—		
横展開に 向けて	自治体によって課題やニーズが異なることが想定される	各自治体にアプローチし、自治体ごとの課題を抽出し、解決策を模索する必要がある。 また自治体にとって必要なものとご判断いただけるよう、各自治体のご要望を取り入れた上で、内容検討を進める必要がある。 また、本実証では長野県に現地で物資配送の様子を実際に見て頂くことで具体的な物資配送のイメージをつかんでいただき、必要性を理解していただいた。その為、今後の他ユースケースの検証時には、興味を持っていただいている他の自治体をお招きし、生で見えて頂くことでより理解を深めていただくことも検討する。	—	KDDIスマートドローン、KDDI、KDDIエンジニアリング	2025年～

1. 高: 実現可能性80%以上 : ほぼ確実に実現できる状況であり、大きな障害が発生しない限り、現在想定している対応策で問題なく達成可能。
中: 実現可能性50%程度 : 想定外の課題が発生する可能性があり、対応策の有効性も未知数な部分があるため、成功と失敗の確率が拮抗している。
低: 実現可能性20%程度 : 対応策の具体化が進んでおらず、課題も多いため、現時点では実現に向けた道筋が明確でない状態

5 (参考) 実証視察会

a. 概要

開催場所:長野県天龍村 (長野県天龍村役場)

開催日時:12/3 (火) 10:00~12:00 (集合 : 9:50)

デモ項目	内容	備考
物資輸送ドローン飛行デモ	<ul style="list-style-type: none">ドローン離着陸デモドローン着陸後の物資受けとりデモドローン実機確認	ドローン離陸場所からのカメラ映像の視聴 ドローン着陸場所での実機の確認
ドローン機体カメラ映像	<ul style="list-style-type: none">ドローン機体カメラ映像確認ドローン飛行システム確認	飛行中のドローンの機体で撮影している映像を確認 LTEにより、映像伝送ができて いることを確認
Starlink搭載車載基地局	<ul style="list-style-type: none">Starlink搭載車載基地局確認	Starlink搭載車載基地局の 設備等を確認 Starlink衛星用アンテナ、旧 型の静止衛星用アンテナの 比較を確認

V 実証結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

5 (参考) 実証視察会

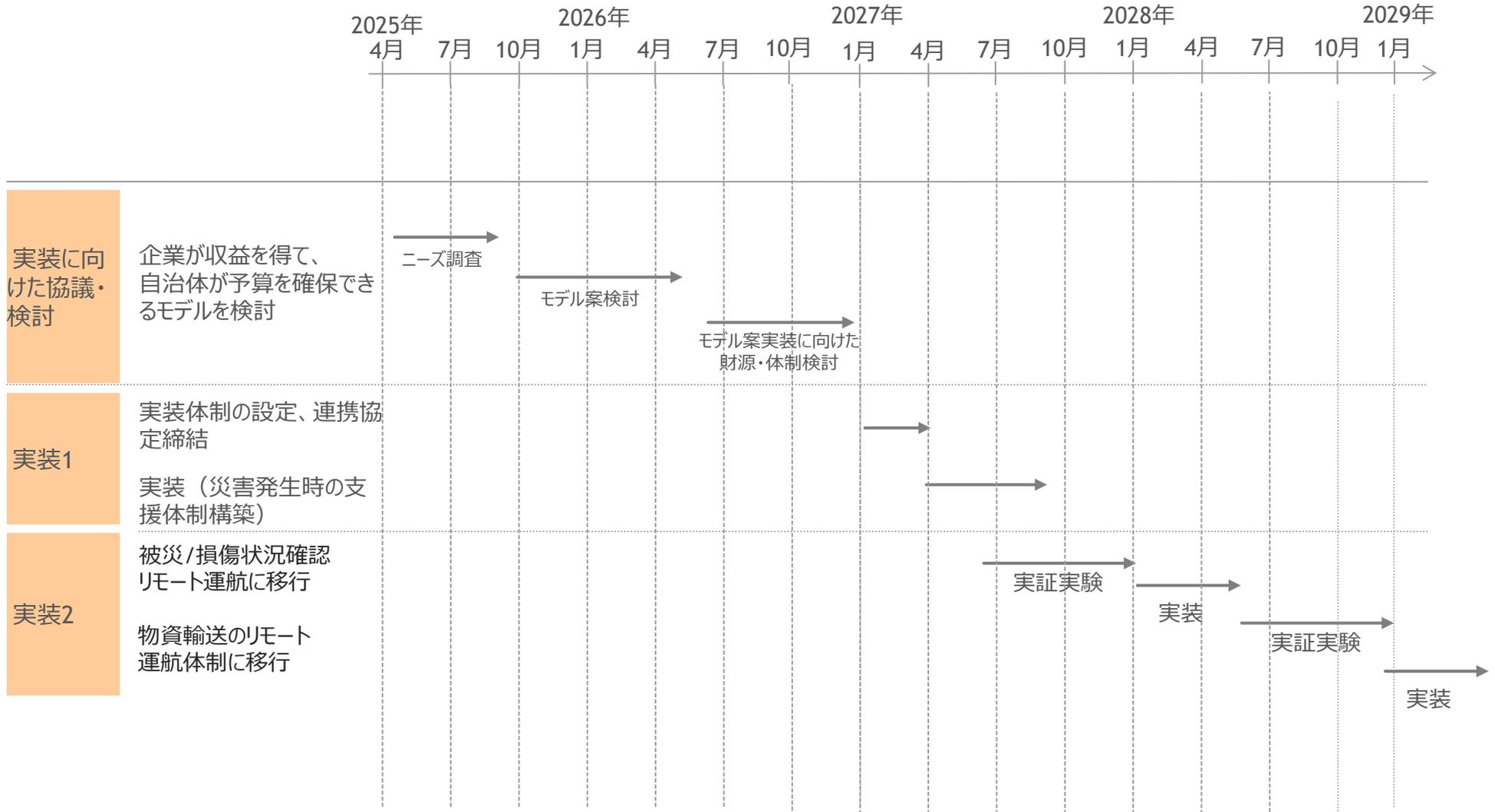
b. 質問事項と対応方針

質問事項	回答内容	アクション
本実証において実装に近い形での検証だと考えられるが、他での運用実績等はあるか、また、今後の補助事業なども検討しているか。	今回検討している実装に近い形でのドローンでの運用実績もある。補助事業活用も含めて自治体とコンソーシアムを組み検討をしていく。	—
本実証で利用するドローンの機体が2種類あるが、2種類ある理由はなにか。2種類のドローンを併用していくのか、どちらかのみ利用するのか。	2種類の機体を比較し、災害の状況に応じて使用機体の使い分けを考えている。 例えば、FlyCartであれば重量物が運べるかつ、ウインチで荷物を配送できるため、着陸地点の環境が悪くても利用することが可能。 AirTruckについては、小型の荷物を運ぶ際に活用する想定。しかし、着陸場所の環境としては水平な場所が必要になる。 2機体の比較を本実証の中で確認していく。	—
秩父の運用の際に、道路を横断しないようなルートになっているが、理由はあるか。	秩父での運用時はLv3での運航のため道路を横断する際に補助員や看板を建てる必要があったが、Lv3.5が新設されたことにより制限が緩和された。本実証ではLv3.5で申請をしており、道路横断の際に補助員等は不要となっている。	—

VI 実装・横展開の計画

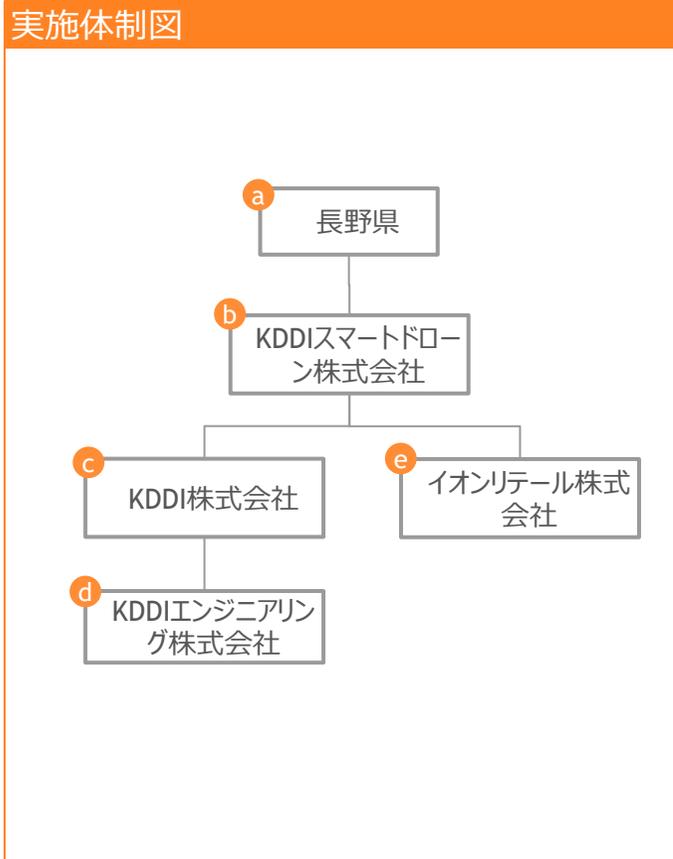
① 実装の計画

a. 実装に向けた具体的計画



1 実装・展開計画/スケジュール

b. 実装の体制



実装

共通

団体名	役割	リソース
a 長野県	災害発生時の対応方針決定、現地調整、配送物等の準備	3名
b KDDIスマートドローン株式会社	孤立集落への物資配送の運航管理	2名
c KDDI株式会社	プロジェクトマネジメント、Starlink搭載車載基地局運用管理	2名
d KDDIエンジニアリング株式会社	Starlink通信エリア設定、Starlink搭載車載基地局運用準備・運用	現場対応：4名
e イオンリテール株式会社	支援物資の準備	1名

1 実装の計画

c. ソリューション(変更点) -ソリューション概要

1. ドローンを活用した広域支援体制

本事業におけるソリューションは土砂災害孤立した集落に対して物資を配送する際、上空の通信状態が悪い場合に有効であることが確認され、想定した災害が発生した際に支援方法の一つとして活用が可能である。一方、2024年に発生した能登半島地震や豪雨災害での支援実績より、他の被災状況においてもドローンの有効性が確認できた。その為、実装は本事業におけるソリューションだけでなく、以下のような多用途での支援体制を検討する。

被災状況確認



被災状況を上空から撮影し、撮影データをご提供することで人の立ち入れない個所の被災状況を迅速に確認することをご支援

損傷状況確認



橋梁や道路などのインフラ設備の損傷状況を迅速に撮影し、撮影データを提供。

物資輸送(Starlink搭載車載基地局の活用を含む)



土砂崩れにより車両が通行できない地域への物資輸送をご支援。
食料/日用品/医薬品から資材、作物などの運搬を対応

VI 実装・横展開の計画

① 実装の計画

c. ソリューション(変更点) -ソリューション概要

2. リモート支援体制の構築

現状、災害発生時には現地にかけて対応をする必要があるが、現地対応することで時間を要する他、負担費用も増加する為、現地対応を最小人数として支援することが理想である。

その為実装した後も自治体と連携しながら、徐々にリモートでの実施体制に移行するための検証を行う。



① 実装の計画

c. ソリューション(変更点) -ソリューション概要

3. 災害時期ごとの配送ニーズの変化対応

本事業では、災害初期対応を想定して飲料水/食料/医薬品を配送した。一方で災害が中長期化した場合、例えば収穫した農産物の配送や建物の改修・復旧のための資材運搬等、新たな配送ニーズがあることが分かってきた。

これらは災害初期対応と異なり即時性は低くなるが、一方で配送物形態の多様化やより重量物になる場合もあり、必要に応じて新たな配送方法の設定が必要である。

発災直後



【食料や医薬品の配送】

本事業では災害初期を想定して生活維持に必要な飲料水/食料/医薬品を配送した。

復興期



【農作物の配送】

2024年9月に発生した能登半島豪雨により果樹園への道が寸断され、車両の出入りができなくなったため、ドローンで収穫したりんごを配送した。



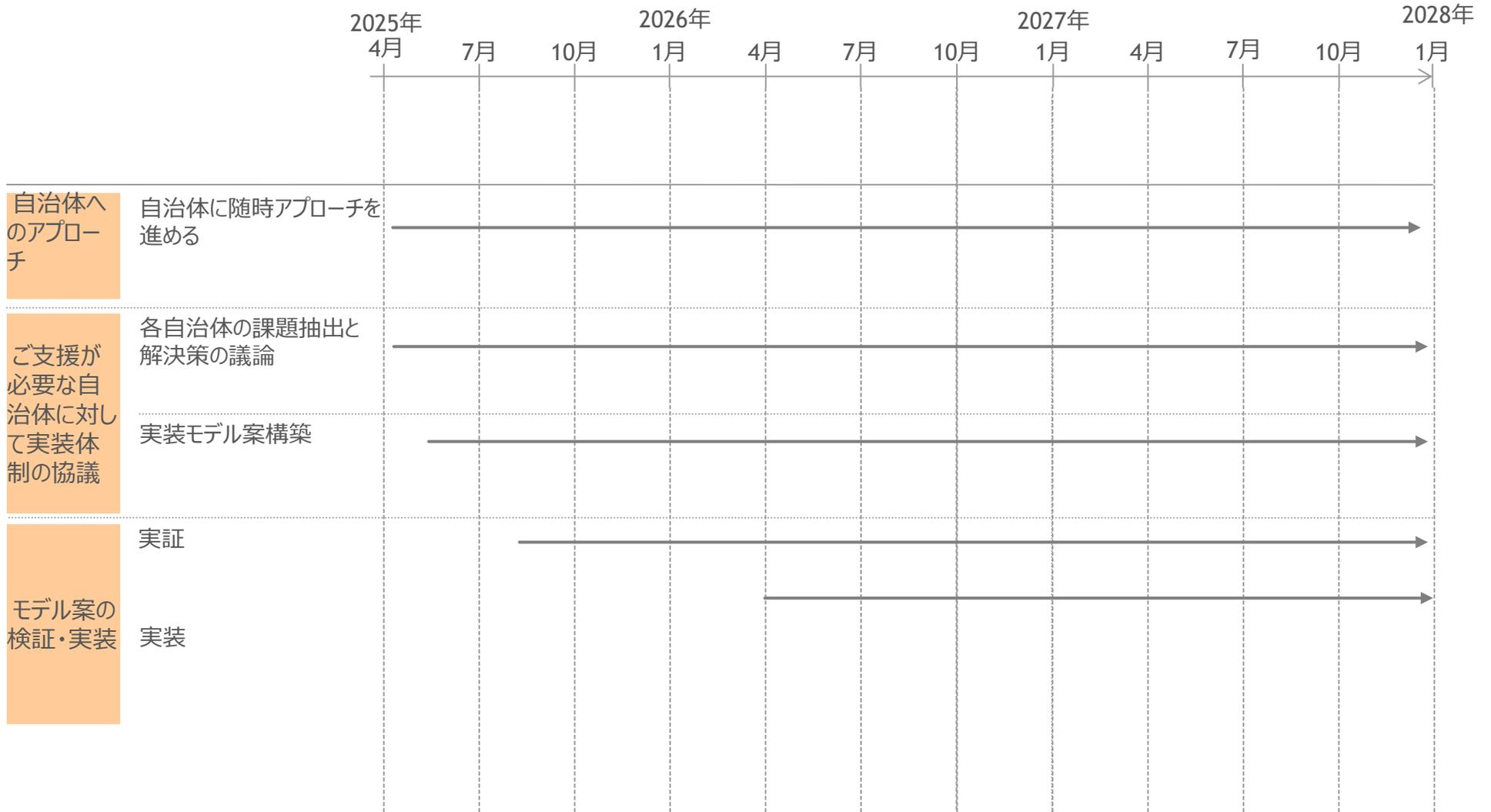
【資材運搬の配送】

浅間山の火山館(小諸市)では将来的な建物改修に向けて、資材運搬の配送テストを行った。

VI 実装・横展開の計画

② 横展開の計画

a. 横展開に向けた具体的計画



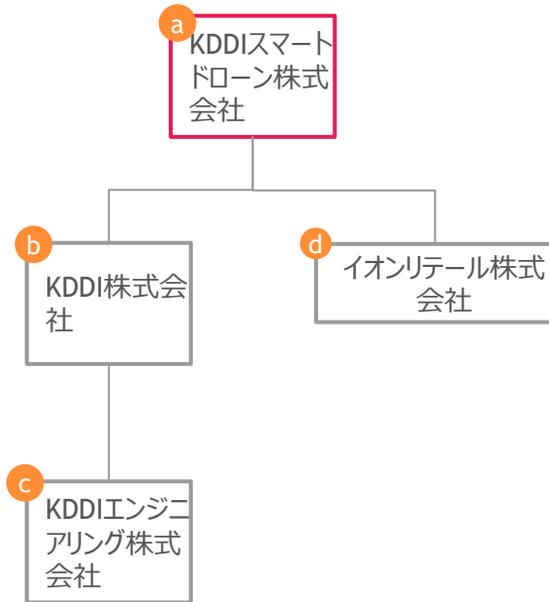
VI 実装・横展開の計画

2 横展開の計画

b. 横展開の体制

□ :横展開の取組全体の責任団体

実施体制図



団体名	役割	リソース
a KDDIスマートドローン株式会社	各自治体へのアプローチ、実装課題抽出・解決策検討、実装モデル案構築、実証、実装	2名
b KDDI株式会社	Starlink車載基地局運用管理、プロジェクトマネジメント（Starlink車載基地局を活用する場合）	2名
c KDDIエンジニアリング株式会社	Starlink通信エリア設定、Starlink搭載車載基地局運用準備・運用（Starlink車載基地局を活用する場合）	4名
d イオンリテール株式会社	支援店舗の検討	1名

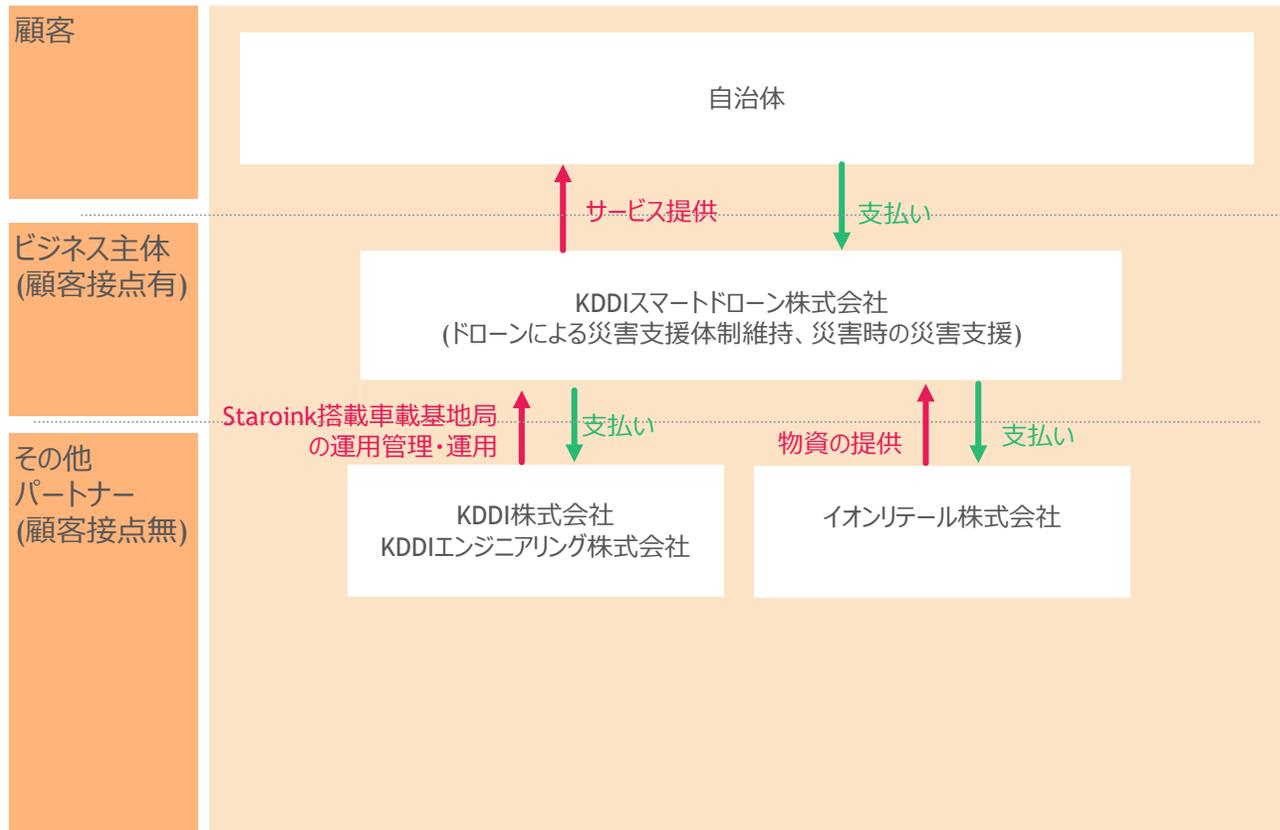
VI 実装・横展開の計画

② 横展開の計画

c. ビジネスモデル

- ← 商品・サービス
- ← 営業(顧客向け)
- ← お金
- ← その他(適宜記載)

ビジネスモデル図



ビジネスモデル図

概要	<p>顧客となる自治体に対し、ビジネス主体のKDDIスマートドローンが災害支援体制維持、災害支援を提供する。</p> <p>KDDIやKDDIエンジニアリングはStarlink搭載車載基地局の運用が必要な場合に、運用の提供を行う。</p> <p>イオンリテールは災害物資の提供を行う。</p>
ポイント(工夫)	<p>マネタイズモデル</p> <p>【売り切り/サブスクリプション】</p> <ul style="list-style-type: none"> 災害支援体制維持費用について、年間契約という形でお支払いいただく
	<p>ターゲット顧客</p> <ul style="list-style-type: none"> 災害が多く発生している自治体
	<p>その他</p> <ul style="list-style-type: none"> 本実証のStarlink搭載車載基地局を活用した物資配送だけでなく、被災状況把握やインフラ点検も含めた支援体制をご提供する。

② 横展開の計画

d. 投資の妥当性(顧客視点)

導入先 自治体

		項目	金額	数量	計(金額)
効果	定量	<ul style="list-style-type: none"> 代替手段(ヘリコプター)の稼働費削減 災害後物資配送までのリードタイム減少、災害後被災状況把握の時間短縮 	<ul style="list-style-type: none"> 15,000,000円/年削減 ※災害時配送回数3回想定 物資配送のリードタイム6か月短縮(被災状況把握は規模によって短縮時間が異なる) 	—	<ul style="list-style-type: none"> 15,000,000円/年削減
	定性	<ul style="list-style-type: none"> 実装により、災害時の物流インフラ維持に関する安心感の醸成 住民満足度向上による人口流出の抑止 	—	—	—
費用	イニシャル	—	0円	—	0円
	ランニング	<ul style="list-style-type: none"> 体制維持費 	1,500,000円	<ul style="list-style-type: none"> 1年 	1,500,000円
実装経費 計					1,500,000円

投資の妥当性
(現時点見立て)

導入先
(支払元)

高価な代替手段(ヘリコプターによる物資配送等)への投資が不要になる。
被災状況やインフラ点検を災害後迅速に行えるため、自治体の災害対応の円滑化が期待できる。

妥当性を高めるための目標

目標

災害発生後、より迅速に支援ができるよう、リモートによる支援体制の構築も検討する。

アクション

リモート支援体制の検証、構築。

② 横展開の計画

d. 投資の妥当性(ビジネス主体視点)

販売主体 KDDI株式会社、KDDIスマートドローン株式会社、KDDIエンジニアリング株式会社

		項目	金額	数量	計(金額)
効果	定量	以下項目での収益 ・ 体制維持費	・ 1,500,000円	・ 1年	・ 1,500,000円
	定性	・ 災害時だけでなく平時でのStarlinkやドローン活用提案の機会創出 ・ 実装地域数増加による、自社の社会的信頼性の向上	—	—	—
費用	イニシャル	ドローン購入費	4,500,000円	1台	4,500,000円
		ランニング	操縦者人件費 Starlink搭載車載基地局稼働費	1,000,000円 500,000円	1年 1年
	実装経費 計				6,500,000円

(現時点見立て)
投資の妥当性

販売主体

災害支援体制維持のために、自治体から少しずつご負担いただく収益モデルのため、複数の自治体で実装することにより利益を得ることができる。

妥当性を高めるための目標

目標

災害支援体制の構築が必要な全国の自治体と連携し、実証を通じて自治体にあった支援体制を構築し、実装提案を進める。

アクション

全国の自治体に災害支援のソリューション提案と、自治体ごとの課題調査。

3 資金計画

		2025年度	2026年度
収益	価格/件	<ul style="list-style-type: none"> 1,500,000円/件 (1件の実装) 	<ul style="list-style-type: none"> 4,500,000円/件 (3件の実装)
	総額	1,500,000円	4,500,000円
費用	イニシャル	<ul style="list-style-type: none"> 4,500,000円 	<ul style="list-style-type: none"> 0円
	ランニング	<ul style="list-style-type: none"> 1,500,000円 	<ul style="list-style-type: none"> 1,500,000円
	小計	6,000,000円	1,500,000円
資金調達方法	未定	未定	未定

VII 指摘事項に対する反映状況

① 実証過程での指摘事項に対する反映状況

指摘事項

実装自体の可能性は高いが、今回のソリューションが効くようなシチュエーションや限られたものである可能性があり(少なくとも以下5点を同時に満たしておく必要?)。具体的にどこで横展開できると考えているか明確化しておく必要がある

- (1)崩落により集落と外のエリアをツナグ唯一の道路が封鎖
- (2)崩落箇所が集落から数キロの位置(Starlinkのカバー範囲内)
- (3)集落箇所がモバイル通信エリア外且つエリアの直径が数km(Starlinkの半径1-2kmでカバー可能)
- (4)崩落箇所までは車で行くことが可能
- (5)隣接する集落(物資提供元) ⇄ 孤立集落間の距離がドローンの飛行距離以内

反映状況

内容

以下理由により、崩落により集落が孤立し、且つ崩落箇所がモバイル通信エリア外であれば、広く活用可能と考えられる。

- (2), (3), (5) 崩落箇所をドローンで超えることができればその他の経路は車で運ぶことで物資配送が可能になるため、ドローンが飛行する距離やStarlinkのカバー範囲に制約があるケースは稀である(以下図参照)。
- (4) Starlink搭載車載基地局のエリアカバー範囲は半径1km程なので、崩落箇所の1km以内で設置すれば運用可能である。

一方、孤立集落が発生した場合でも、目視でドローンの運航が可能、もしくはモバイル通信環境に問題ない場合はStarlink搭載車載基地局を使用する必要がないため、本ソリューションは災害支援の1手段としていつでも活用できる状態にしておくことが望ましいと考える。

反映
ページ

P38,52



最低限崩落箇所の前後をドローンで配送することにより、孤立集落への物資配送は可能になる。

VII 指摘事項に対する反映状況

① 実証過程での指摘事項に対する反映状況

指摘事項

KDDIとして、災害時だけでの活用のためにドローンを購入/Starlink搭載車載を確保/操縦者を確保し、本当に持続的に利益が出るのか
・災害時以外の活用余地はないのか

反映状況

内容

今後、災害時支援以外のソリューションモデルも併せて検討を進める。
今回実証を行った天龍村では日常的な医薬品配送のニーズがあることが分かった。その為天龍村にてドローンによる医薬品配送を実装し、災害が起きた際にそのドローンを活用して災害支援を行うという、平時－有事の両用モデルを検討を進める。
それが実現すればKDDIとしても、収益源を増やすことができると考える。

医薬品配送を実装するために、ドローン配送ルートの構築、実用性の有無などを実証実験にて検証する必要がある。また、当実証実験にて実装の見込みが立つ場合、サービス提供体制（ドローン管理者、運航者等）を整える必要があり、それに応じた訓練なども必要になる。また、毎日運航することを想定するため、機体は天龍村で保有することが望ましい。実装までは上記の準備が必要になるため、これらを実行するための財源確保が必要になる。

財源は例えば、総務省の過疎地域持続的発展支援事業の活用が考えられる。その場合、25年度に天龍村と上記実装までのプロセスを議論し、26年度に当事業を活用して実証・実装準備をし、27年度から実装、という流れが考えられる。

反映 ページ

P48

VII 指摘事項に対する反映状況

2 書面審査での指摘事項に対する反映状況

指摘事項	反映状況	反映ページ
他の企業でもドローンを活用しているが、差別化のポイントは通信環境を整備できることか。	Starlinkを使用し通信環境を整えている。土砂崩落など災害が起きやすい場所は中山間地域が多く、電波環境が悪い可能性が高い。通信環境を整えたうえで飛行する点が差別化のポイント。	P10-14 (修正無)
自治体から収益を得るとのことだが、他の展開は考えているか。	長野県以外にも展開を進めていく。	P48 (修正無)
自治体がメインの顧客か。	自治体が主な顧客。	P59 (修正無)
自治体と企業のwin-winの関係が重要だと考えるが、その知見やノウハウは得られたか。報告書にも記載をお願いしたい。災害対策に有効であることを示すため、ユースケースを増やしてほしい。	長野県で災害時にこのソリューションが活用できると認識いただいた。長野県は土砂災害が多い地域のため、有効なソリューションとして認知されている。 また災害対応だけでなく平時利用も同時に検討することで企業がより収益を得やすくなり、よりwin-winの関係性を構築しやすくなる為、引き続き平時利用についても検討を進める。	P49
県や自治体に広げていく際、費用面の検討に時間がかかるのでは。デジタル庁など国の機関へのアプローチは検討しているか。	国へのアプローチは必要に応じて行う。補助金等は自治体と議論し活用する。現状使える補助金は条件が限定されているが、引き続き広く検討する。	P49
Starlinkを利用することによる遅延は影響なかったと考えて良いか？災害時に多数のStarlinkが設置されることによる課題は無いと考えて良いか？	Starlinkを利用することによる遅延はなかった。 また災害時に多数のStarlink設置は能登震災の支援で実績があるが課題はなかった。 https://tobira.kddi.com/enhancing-power/article00117/index.html	—