

南海トラフ地震に影響を受けにくい映像 伝送システム構想の実現 成果報告書

2024年3月15日
NO.6(株式会社サーベイ)

目次

I.	地域の現状と課題認識			f.	視察会本番前の測定結果	…	37
	1. 地域の現状	…	2	g.	視察会前の測定結果	…	39
	2. 地域の抱えている課題	…	3	h.	視察会の測定結果	…	41
	3. これまでの取組状況	…	4	4.	効果検証の課題と対応策		
II.	目指す姿			a.	技術検証	…	47
	1. 将来的に目指す姿	…	5	b.	運用検証	…	51
	2. 目指す姿に向けたステップと実証の位置づけ	…	6	5.	実証実験成果		
	3. 成果（アウトカム）指標			6.	実証実験成果総括		
	a. ロジックツリー	…	7	a.	（アウトカム）指標結果報告	…	52
	b. 成果（アウトカム）指標の設定：実装・横展開	…	8	b.	成果（アウトカム）指標の設定：本実証	…	53
	c. 成果（アウトカム）指標の設定：本実証	…	9	c.	総括	…	55
III.	ソリューションの概要			7.	ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策	…	56
	1. ソリューションの概要	…	11	8.	実証に要した経費	…	57
	2. ネットワーク・システム構成			9.	実証における費用対効果の実績と普及に向けた見立て	…	58
	a. ネットワーク・システム構成図	…	12	10.	実証スケジュール	…	59
	b. 設置場所・基地局等	…	13	11.	リスクと対応策	…	60
	c. 設備・機器等の概要	…	14	12.	PDCAの実施方法	…	61
	d. 許認可等の状況	…	16	13.	実証の実施体制	…	62
	3. ソリューション等の採用理由			V.	実装・横展開の計画		
	a. 地域課題への有効性	…	17	1.	実装計画・スケジュール		
	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	…	18	a.	実装に向けた具体的計画	…	63
	c. 無線通信技術の優位性	…	19	b.	実装の体制	…	64
	4.費用対効果			c.	ビジネスモデル	…	65
	a. 費用対効果	…	20	2.	資金計画	…	66
	b. 導入・運用コスト引き下げの工夫	…	23	3.	他地域への横展開の方策	…	67
IV.	実証			4.	普及啓発活動	…	68
	1. 実証計画	…	24	5.	視察会の概要	…	70
	2. 検証する項目・方法			a.	質疑応答内容と今後の対策	…	71
	a. 効果検証	…	25	b.	ランディングページ/SNS運用（Instagram）	…	73
	b. 技術検証	…	26	VI.	実装に向けて今後の働き方		
	c. 運用検証	…	27	1.	実証実験を元にした今後の構想	…	74
	3. 本実証における検証ポイントと結果			2.	今後の展望とアクションプラン	…	83
	a. 効果検証	…	28	a.	課題への対応策	…	84
	b. 技術検証	…	29	Appendix		…	85
	c. 運用検証	…	30	1.	機能別実験	…	86
	d. Wi-Fi HaLow 電波測定	…	31	2.	Wi-Fi HaLow に関する報告	…	99
	e. 設置場所・基地局状況等	…	33	3.	Wi-Fi HaLow 電波測定機器の説明	…	101
				4.	地域デジタル基盤活用推進事業を経て今後のビジネス展開	…	102
				5.	メディア各社のご協力	…	106

1 地域の現状

徳島県徳島市



特徴

徳島県の東部に位置し、吉野川河口の三角州に発達した人口約25万人の県都

人口

総数

247,477人(2023年9月1日)

構成

0～14歳 : 29,547人
15～64歳 : 143,489人
65歳～ : 74,441人

主要産業

卸売業・小売業
宿泊業・飲食サービス業

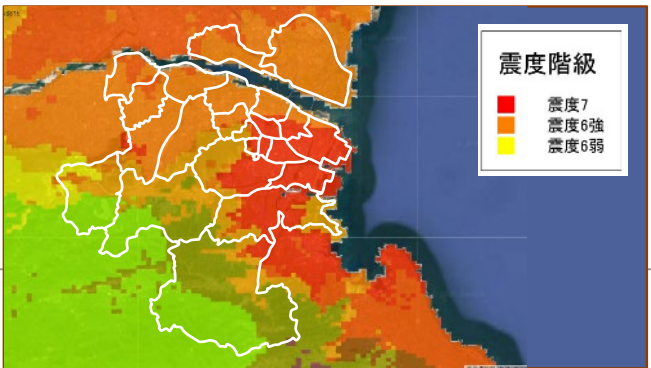
地域の現状の詳細

内容

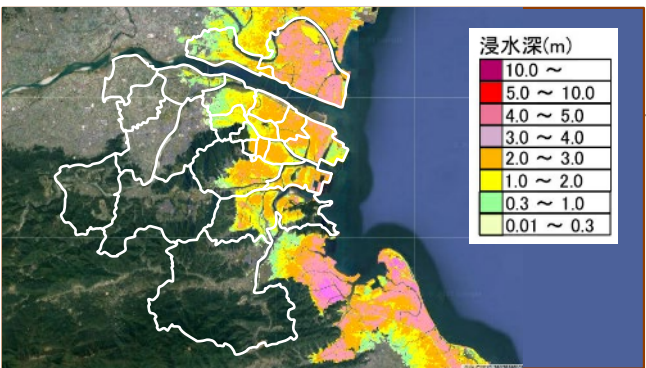
- A** 備えるべき自然災害
- 1 台風を代表とする風水害（予想災害）
市内を流れる134の河川氾濫、高潮、土砂災害、浸水害
 - 2 地震・津波（突発災害）
南海トラフ地震、中央構造線地震
- B** 突出している南海トラフ地震の被害想定
徳島市に、マグニチュード9クラスの南海トラフ地震が発生した場合の人的被害は約1万人であり、このうち7割が津波によるものと想定されている。
- C** いつ発生してもおかしくないという現実
南海トラフ沿いの地域は100～150年の周期で大規模地震が発生しており、前回の昭和南海地震から約80年が経過した今日、発生確率は日を増すごとに高まっている。

地域状況をイメージできるグラフ・図・表

南海トラフ地震（震度分布）



南海トラフ地震（浸水想定地域）



② 地域の抱えている課題

課題

対象者

内容

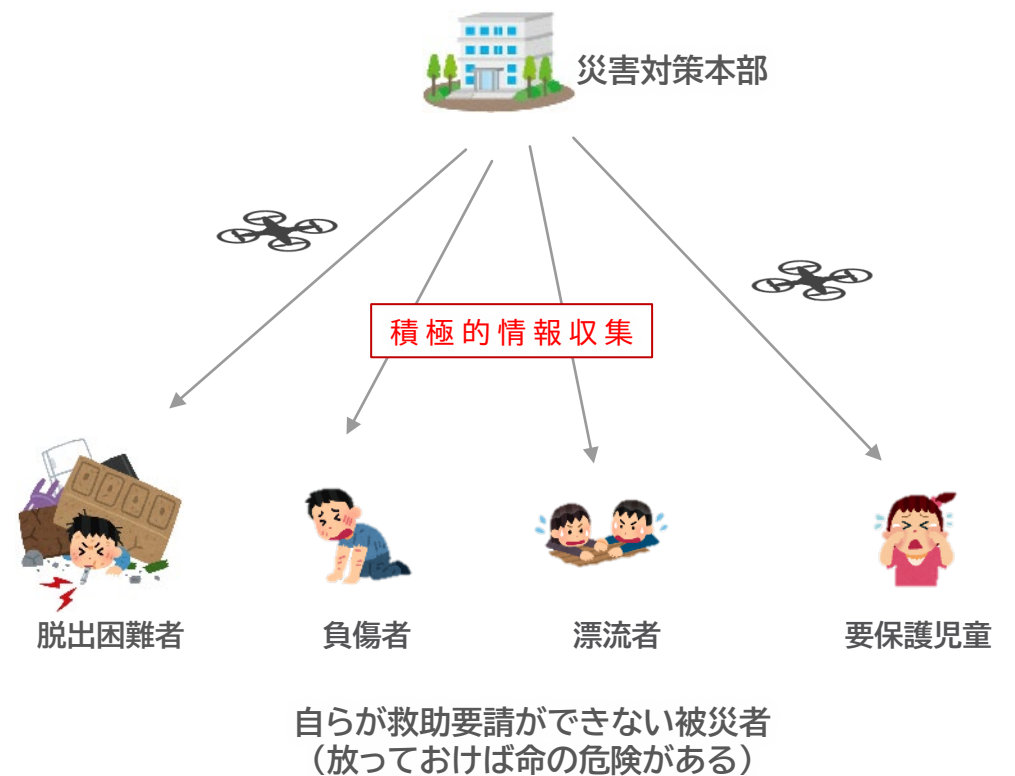
a 災害対策本部

徳島市の災害情報の収集手段は、主として電話、FAXによる音声・文字情報であり、現場の状況を広く正確にリアルタイムに把握することが困難であり、災害応急対策の初動に困難を来す状況にある。

b 災害対策本部

発災の初期段階において、早急に情報収集する手段が確立されておらず、救命活動の初動が遅れる。

イメージ



③ これまでの取組状況

	2022年度
取組概要	国土交通省の実証実験「河川上空を活用したドローン物流の実証実験」に採択（サーベイ、徳島大学、MMラボ）。民間企業を対象にパンを運ぶ実験を実施した。
成果	水都とくしまでは河川が多く、また交通量（自動車）もおおい。この中で河川上空を活用したドローン物流が可能になることはスムーズな商品提供やサービスの提供において一定の効果が得られることを把握した。
見えてきた課題	ドローンやネットワークの課題： 実証実験では技術者が外部にいるがベンチャー内部に技術的知見を持つ人材が不足している。
事業名	国土交通省 河川上空を活用したドローン物流による実証実験

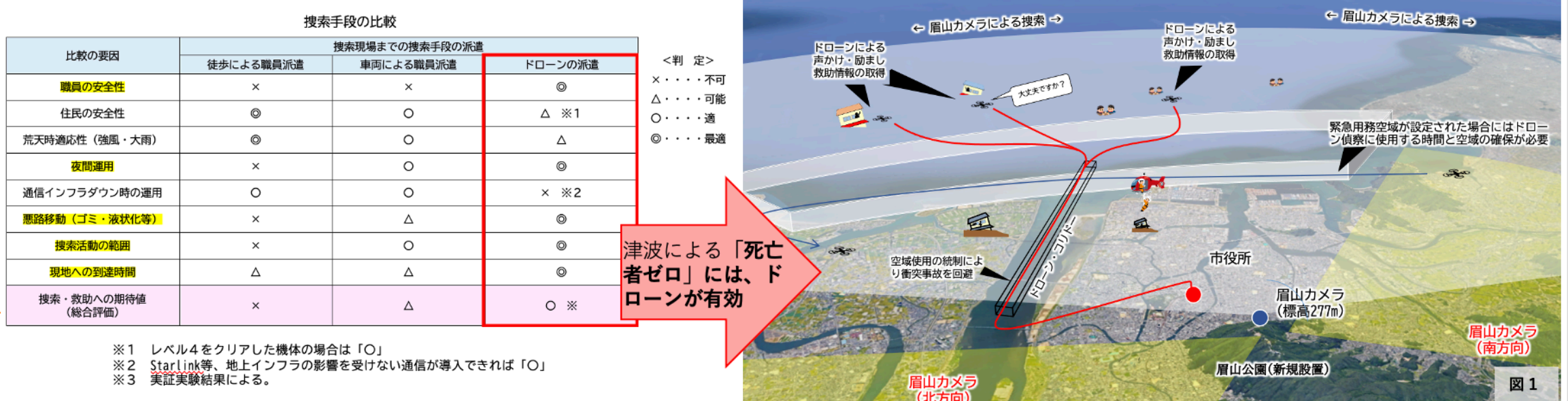
1 将来的に目指す姿

目標

- 本実証実験において、Wi-Fi HaLowとカメラ、RTK-GNSS搭載ドローンによる自動航行を活用し被災状況の情報収集を行うことで、救助の優先順位付けを行い発見遅れによる死亡者ゼロを目指す。本実証実験で得られた知見をパッケージ化し次年度以降、他の自治体等へ横展開を行い、南海トラフ地震の影響を受けにくい安心安全なまちづくりに寄与することを目標とする。

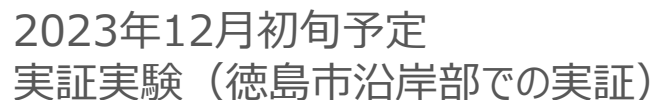
＜実証概要＞

- ① 地域が抱える課題：徳島市の災害情報の収集手段は、主として電話、FAXによる音声・文字情報であり、**現場の状況を広く正確にリアルタイムに把握することが困難**であり、災害応急対策の初動に困難を来す状況にある。
- ② 提案事業に期待される効果：必要な技術と人的リソースを補う産学官連携による本提案で地域住民へ安心安全を届けることが期待されると同時に、**南海トラフ地震発生時の行動方針決定に資する「情報収集」¹における正確で迅速な災害応急対策の初動が期待される。**
- ③ 実証における目標：徳島市が掲げるアウトカム目標は「死亡者ゼロ」である。更に、南海トラフ地震が発生したとしても**地震の影響を受けにくい体制を構築し、他地域（徳島県や海陽町など）へ横展開し持続可能な日本社会を構築することに貢献する。**



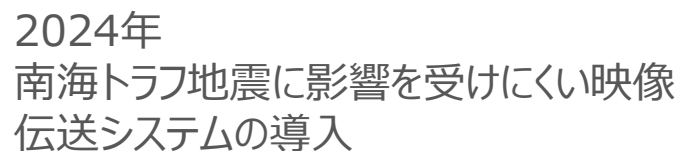
② 目指す姿に向けたステップと実証の位置づけ

実証



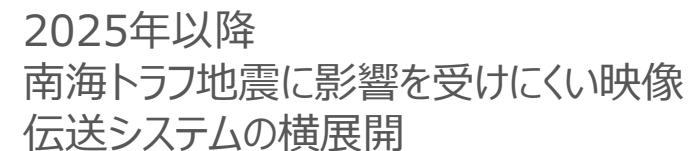
- 市内全域における利用状況の仮説検証
- 運行体制のフィージビリティ確認
- 本運行に向けた収支計画の立案
- 産学官による連携協定の締結

実装



- 救助隊、医療専門家を巻き込んだ運用訓練
- 徳島市内全域での映像伝送システムの運行開始
- 横展開のための広報・周知活動

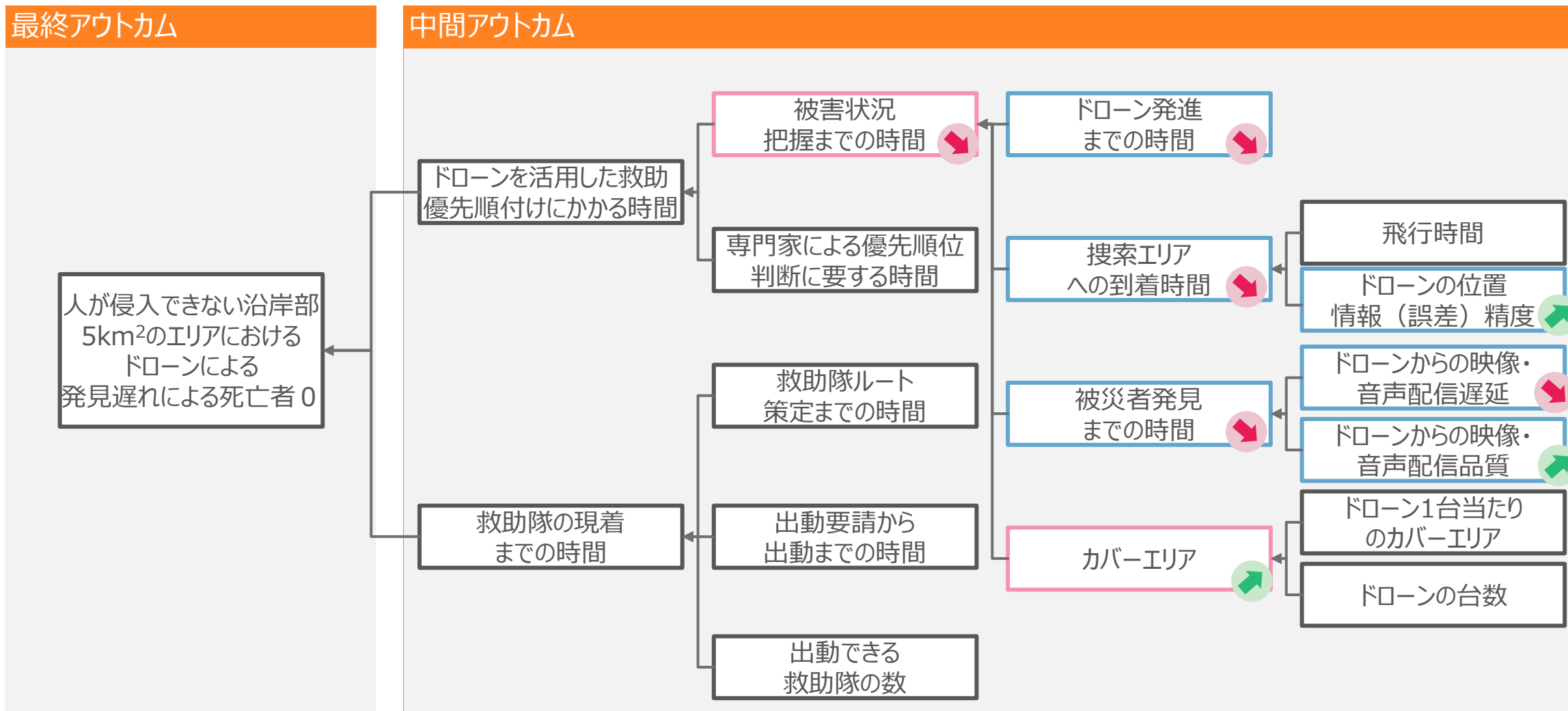
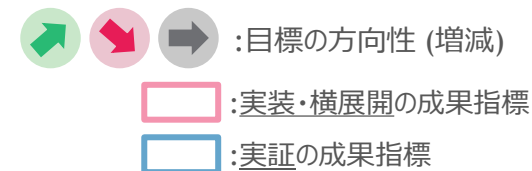
橫展開



- 海陽町をはじめとする47都道府県への横展開（本実証実験のチームにより構成された団体／企業が主導となり、各協力会社と連携し全国へ広報・販売する）

③ 成果 (アウトカム) 指標

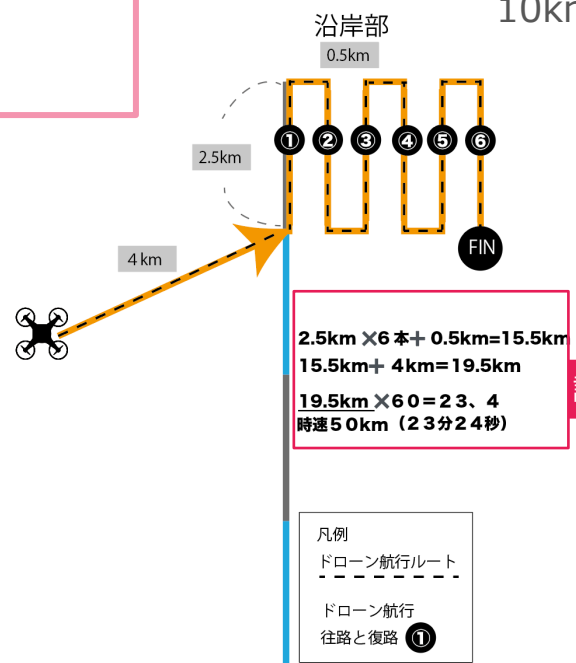
a. ロジックツリー



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
被害状況把握までの時間	被害の状況把握が網羅的にできていない	このソリューションだと飛行開始から24分以内 (情報収集時間)	前提条件：飛行開始から24分以内 (情報収集時間) この24分間で沿岸部情報を取得する。	飛行開始から搜索エリア全体の搜索完了まで24分である。 この時間内で現状把握と被災者の発見を行う。
カバーエリア	現状ドローンがないため 0	徳島市沿岸部 (南北に全長 10km)	前提条件：徳島市沿岸部に配備。ドローン4台、運用可能人数1台当たり2人を想定。沿岸部 5 km² (10 k m x 0.5 k m) をカバー * なぜ全長10kmでよとしているか (人が侵入できないエリアが約10kmのため。) 徳島市東部の沿岸部の長さが南北に約10km。これに対し奥行きとして東西0.5kmの範囲を搜索部分とした。ドローン4機でこのエリアを分担すると想定する。ドローン1機あたりの搜索範囲は2.5km x 0.5kmである。東西方向の0.5kmを0.1kmピッチで走査する場合、飛行距離は2.5km x 6 + 0.5km = 15.5kmとなる。搜索エリアまでの飛行距離は約4kmであるので、総飛行距離は19.5kmである。ドローンの飛行速度は時速50kmを想定しており、搜索予定部分をすべて飛行する時間は23分24秒 (約24分) である。	飛行開始から搜索エリア全体の搜索完了まで24分である。 この時間内で現状把握と被災者の発見を行う。



計算式と考え方

③ 成果 (アウトカム) 指標

c.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
ドローン発進 までの時間	現状ドローンがな いため評価なし	5分以内	有事の発生後、庁舎内ネットワークやインター ネットを介してドローンポートに接続し自動操縦 を開始するまでの時間を5分（ネットワーク接 続に2分、自動操縦開始まで3分）で計算し、 目標値5分に設定した。	模擬訓練で市役所の運 用担当が実際にドロー ンを飛ばすまでの時間 をストップウォッチで 計測する。
搜索エリアへの到着時間	現状ドローンがな いため評価なし	徳島市沿岸部ま で5分（ドローン発 進までの時間を除 く）。	搜索エリアまでの距離が4 km、時速50kmで ドローンを飛行させる	フライトコントローラーや地 上局に記録されるログフ ァイルで確認
ドローンの位置 情報（誤差）精度	現状ドローンがな いため評価なし	目標地点に対し 誤差5センチ以 内。	使用するRTK-GNSSの測定精度から妥当な 数値である。	フライトコントローラーや地 上局に記録されるログで ファイルで確認（使用す るRTK-GNSSの測定精 度から妥当な数値であ る）。

③ 成果 (アウトカム) 指標
c. 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
ドローンからの映像・音声配信遅延	現状ドローンがないため評価なし	0.2 – 0.5秒	被災者との会話やFPV操縦に支障がない遅延時間（なぜ0.2-0.5秒かは、これまでの遠隔操縦の経験・実験結果からの評価で導き出した数値である。）	配信映像をドローン側のカメラと地上側のPCで録画する。それぞれの録画データにおける時刻をもとに、音声のずれを計測する。
ドローンからの映像・音声配信品質	現状ドローンがないため評価なし	HD動画（1270 x 720以上, 10fps以上）	被災者との会話やFPV操縦に支障がない品質（これまでの遠隔操縦の経験・実験ではXVGAレベルの映像で操縦は十分であった。また搜索実験ではHD画像で十分発見ができた）。	HD動画の配信を行う（FPS、画像のピクセルサイズで判断する）
被災者発見までの時間	なし	離陸後約24分以内	前提条件：徳島市沿岸部に配備。ドローン1台、運用可能人数1台当たり2人を想定。沿岸部 5 km ² （10 km x 0.5 km）をカバー（人が侵入できないエリアが10kmのため）。今回の実験では、10kの海岸線の北部の2.5 kmを対象とする。	フライトコントローラーや地上局に記録されるログでファイルで確認 * 被災者を想定したボートを撮影した映像が配信された時点

計算式と考え方

- 徳島市東部の沿岸部の長さが南北に約10km。これに対し奥行きとして東西0.5kmの範囲を搜索部分とした。ドローン1機でこのエリアを分担すると想定する。ドローン1機あたりの搜索範囲は2.5Km x 0.5Km。0.5kmを0.1kmピッチで走査すると、飛行距離は2.5km x 6 + 0.5km = 15.5km。
- 搜索エリアまで約4km飛行するので、総飛行距離は約19.5km。時速50kmで飛行するので、飛行時間は23分24秒（約24分）

凡例
ドローン航行ルート
ドローン航行往路と復路 ①

1 ソリューションの概要

ソリューションの概要

想定する運用（運用主体：徳島市 受益者：徳島市における被災者）
引き波で海に流された人や浸水地域に取り残された人、特に通信手段を失い救助要請ができない要救助者を、まず、令和5年度に整備する眉山高所カメラにより広範囲を搜索する。要救助者を発見したならば、ドローンを派遣し、ドローンからの声かけ・励ましを行うとともに、救助に必要な情報の取得して、空からの救助活動（県への救助要請）に反映する等、助かった命を繋いでいく。



南海トラフ地震に備えた情報収集システム

中間アウトカム (実証)

定量アウトカム

- ドローン発進までの時間
- 搜索エリアへの到着時間
- ドローンの位置情報（誤差）精度
- ドローンからの映像・音声配信遅延
- 被災者発見までの時間

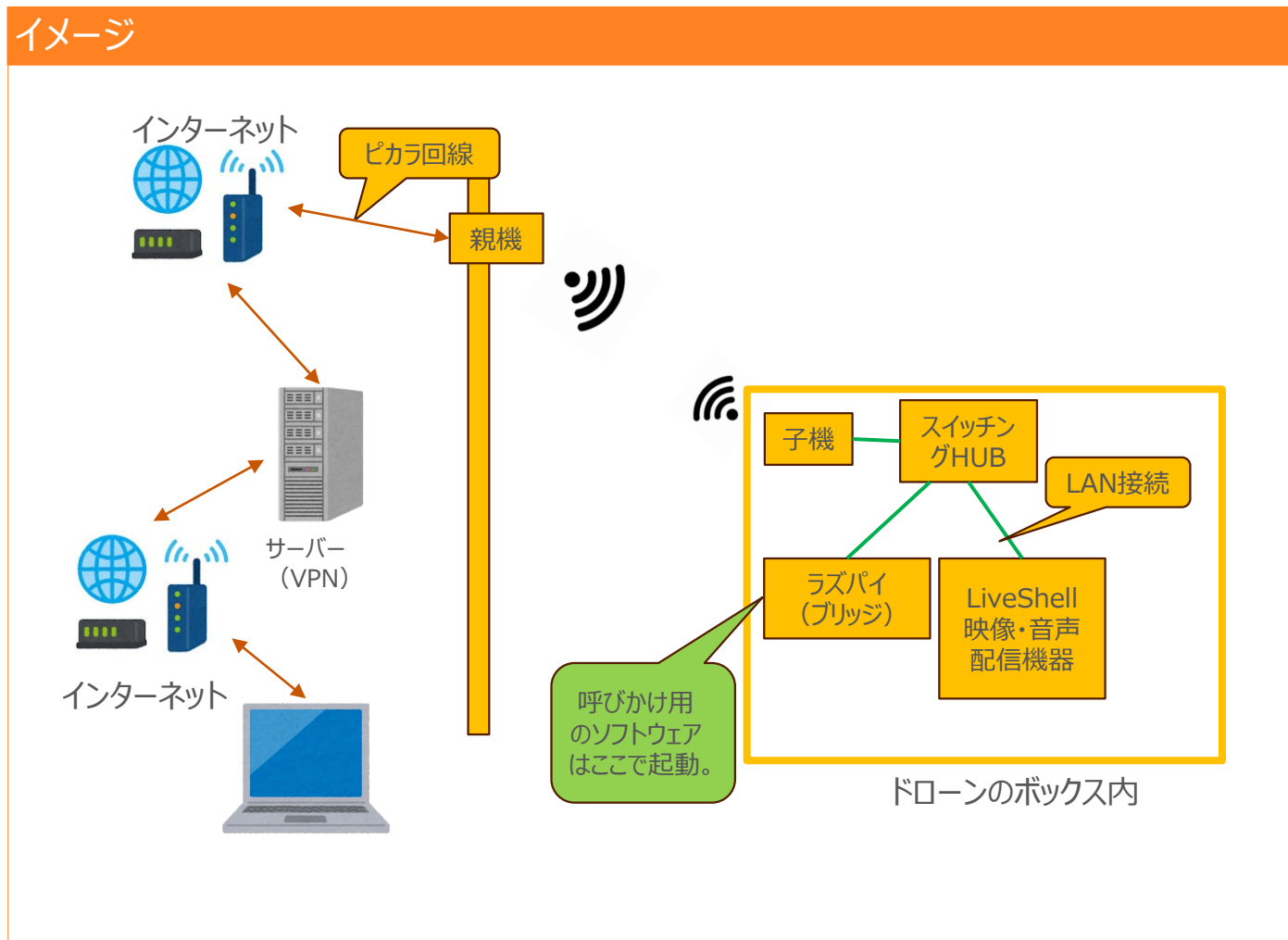
定性アウトカム

中間アウトカムを改善するソリューションの価値

- 現状は、展望カメラのみであり沿岸部状況の把握率が50%以下である
- 南海トラフ地震発生時の利便性の向上
 - カメラでは困難な状況把握にあった徳島市内沿岸部状況が、庁舎や沿岸部から離れた場所からもドローン航行によるアクセスが可能となることで、これまで把握困難な状況を抱えていた徳島市の課題が解決される。これにより死亡者ゼロに貢献する1施策が構築されることにつながる。

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



ドローンと地上側を含めたネットワーク・システム構成図

説明

ドローンにはビデオカメラ・マイク・スピーカーとそれらを接続するコンパニオンコンピュータ (CC)を搭載する。CCにはWiFi-Halowの子機が接続されており、カメラの映像やスピーカからの音声を、地上のWiFi-Halow親機、インターネット、配信サーバーを介して地上のPC(災害対策本部を想定)に送信する。また、地上のPCに接続したマイクからの音声は、先と逆の経路でCCに伝わり、CCに取り付けたスピーカーで発信することができる。ドローンの位置情報や機体情報も、フライトコントローラからCC経由で配信される。

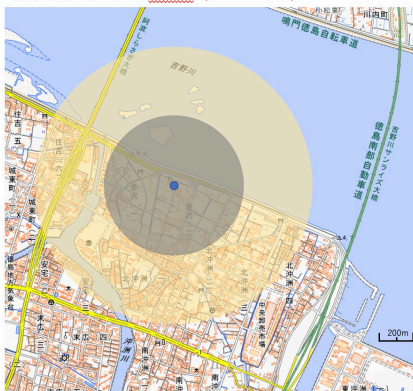
② ネットワーク・システム構成

b. 設置場所・基地局等

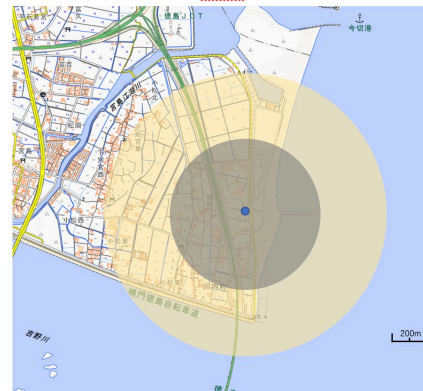
イメージ

WiFi HaLowアクセスポイントエリアカバレッジ

徳島市金沢町 Wi-Fi HaLow (カバーエリア)



徳島市川内町小松海岸 Wi-Fi HaLow (カバーエリア)



想定飛行コース

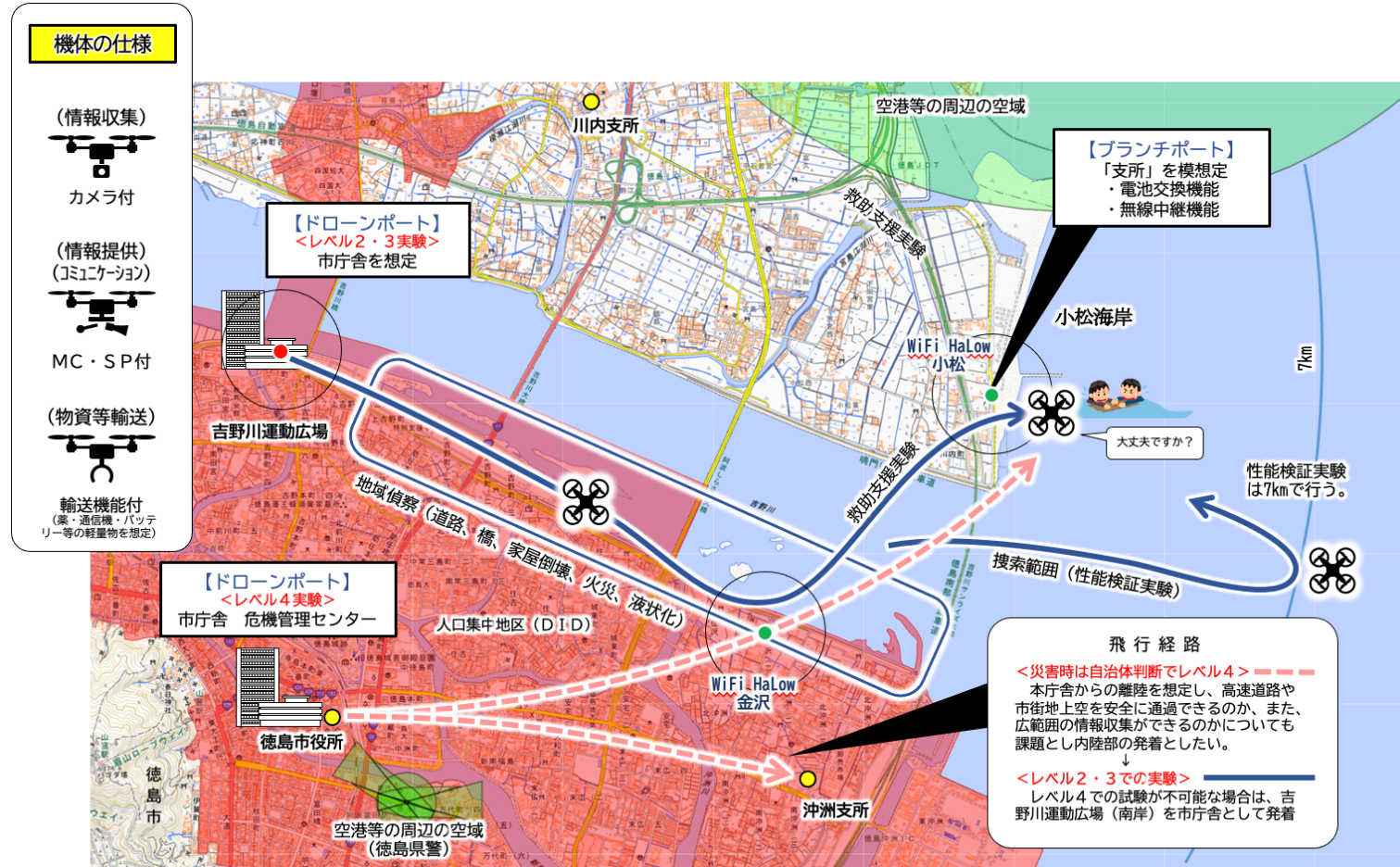
説明

- ドローンは想定飛行コースに従って飛行する。その途中に金沢町と小松海岸にWiFi-HaLowの親局（地上局）を設置する。ドローンが各地上局に接近したときに、ドローンに搭載した子機が親局と接続し、インターネットを介して配信サーバーに映像や音声データを送信する。

この時、災害時に大勢が利用するLTEやWi-Fiと異なる周波数であるWi-Fi HaLowの親機～子機間の通信は、ドローン1台で占有させるため、輻輳することはない。親機から上位は今回、一般のインターネット回線を利用する構成になっている。この構成では災害時に輻輳する可能性がある。そこで、実装時には徳島市が利用している閉域網のWANを利用することで、輻輳が発生しにくいネットワークを構築することが可能となる。

② ネットワーク・システム構成

c. 設備・機器等の概要



- 地上の災害対策本部に設置したPCはインターネットを介して配信サーバーに接続し、ドローンからの映像・音声データを受信する。またPCに接続したマイクからの音声も配信サーバー・インターネットを介してドローンに伝えられ、ドローンに搭載されたスピーカーから発声される。

② ネットワーク・システム構成

c.設備・機器等の概要

No.	a 名称	b 区分	型番	d 数量	g 機能	設置形態(固定・可搬)	i 製造企業	
							①製造企業名称	②本店（又は主たる事務所の所在地）
1	AP-100AH 日本モデル	基地局	AP-100AH(JP)		IEEE 802.11ah(Wi-Fi HaLow™) 2 対応 ワイヤレスアクセスポイント	固定	サイレックス・テクノロジー株式会社	京都府精華町光台二丁目3番地1
2	BR-100AH 日本モデル	端末	BR-100AH(JP)		IEEE 802.11ah(Wi-Fi HaLow™) 1 対応 無線LANブリッジ（子機）	可搬	サイレックス・テクノロジー株式会社	京都府精華町光台二丁目3番地1
3	ハイパーログアンテナ680M-8GHz	検証データ計測・解析用 設備	HyperLOG6080		1 フィールドマスタプロ（MS2090A）Jで 使用する指向性アンテナ	可搬	コーンズ テクノロジー株式会社	東京都港区芝3丁目3番10号 コーンズハウス
4	フィールドマスタプロ32G	検証データ計測・解析用 設備	MS2090A		1 基地局の設計・設置工事、干渉調査 用測定器	可搬	アンリツ株式会社	神奈川県厚木市恩名5-1-1

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
今回使用するネットワークシステムは許認可が不要なWi-Fi HaLowを使用する。	機種選定済み ネットワーク構成設計済み	• Wi-Fi HaLowで実証を行うため、許認可は不要

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

・徳島市の災害情報の収集手段は、主として電話、FAXによる音声・文字情報であり、現場の状況を広く正確にリアルタイムに把握することが困難であり、災害応急対策の初動に困難を来す状況にある。

課題解決への有効性

- 必要な技術と人的リソースを補う産学官連携による本提案で地域住民へ安心安全を届けることが期待されると同時に、南海トラフ地震発生時の行動方針決定に資する「情報収集」における正確で迅速な災害応急対策の初動が期待される。
- 徳島市が掲げるアウトカム目標は「死亡者ゼロ」である。更に、南海トラフ地震が発生したとしても地震の影響を受けにくい体制を構築し、他地域（徳島県や海陽町など）へ横展開し持続可能な日本社会を構築することに貢献する。

ソリューション RTK-GNSS搭載ドローン

他ソリューションに対する優位性

名称	比較
①徒歩による職員派遣	①徒歩による職員派遣は被災時には危険であり、情報収集は困難。
②車両による職員派遣	②同上
③電話、FAXによる音声・文字情報	③電話等による音声文字情報では現状把握が見込めない。 上記と比較してドローンであればリアルタイムで現着状況を把握できる。

検索手段の比較				<判定> ×・・・不可 △・・・可能 ○・・・適 ◎・・・最適
比較の要因	電話(FAX)/ 徒歩による職員派遣	車両による職員派遣	ドローンの派遣	
職員の安全性	×	×	◎	
住民の安全性	◎	○	△ ※1	
荒天時適応性（強風・大雨）	◎	○	△	
夜間運用	×	○	◎	
通信インフラダウン時の運用	○	○	× ※2	
悪路移動（ゴミ・液状化等）	×	△	◎	
搜索活動の範囲	×	○	◎	
現地への到達時間	△	△	◎	
搜索・救助への期待値 （総合評価）	×	△	○ ※	

※1 レベル4をクリアした機体の場合は「○」
※2 Starlink等、地上インフラの影響を受けない通信が導入できれば「○」
※3 実証実験結果による。

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、実装横展開のしやすさ

対象の課題	先進性・新規性	実装・横展開のしやすさ
徳島市の災害情報の収集手段は、主として電話、FAXによる音声・文字情報であり、現場の状況を広く正確にリアルタイムに把握することが困難であり、災害応急対策の初動に困難を来す状況にある。Wi-Fi HaLowとカメラ、RTK-GNSS搭載ドローンを活用した多層的な連携モデルにより、徳島市における南海トラフ地震の影響を受けにくい映像情報伝送システムの実証を実施。	- ドローンの運用は、「空中利用が可能な専用周波数を使った通信機器」や「特定小型電力危機に相当する通信機器」が主に計測や空撮に使用される。RTK-GNSS搭載ドローンを活用したプログラミング飛行により職員を含む多くの人命救助に貢献できる。しかし長距離運用には向いていない。 - LTE回線を用いれば搭載カメラからの映像配信や双方向の通信が可能であるが、災害発生時には回線が混雑し使用できない可能性がある。 - Wi-Fi HaLowは長距離通信能力に優れた通信規格であり、携帯電話局を介するLTEと比較すると災害時の回線の混雑が発生するリスクが少ない。「長距離通信」と「災害時の安定性」を満たすソリューションであるところに先進性・新規性がある。	ソリューション RTK-GNSS搭載ドローン、Wi-Fi HaLow 実装・横展開のしやすさ 経済価値の実現 - アプリケーションに関して、自治体用に過度なカスタマイズはしておらず、また費用も安価な方策を検討しており、今回の実証結果を踏まえた横展開は現実的である。 - 本実証実験で構成される組織（自治体・企業）は、市町村やケーブルテレビ、理系大学やスターアップベンチャーなど日本各地のエリアに同様の素養を持った資源が点在していることからどのエリアにおいても同様の横展開が可能であると考ええる。 - 全国展開する場合、徳島市の協力による市町村協議会で広報する、また自衛隊での中四国大会で広報する、HPやSNSで認知度を向上させそのエビデンスが獲得されたエリアから横展開していくなどの方法論が考えられる。 - 各種学会発表など連携し、各分野の研究者らと協働を進める。 - 全国に営業所のある販売代理店などと連携していくことで横展開できると考える。

③ソリューション等の採用理由

c.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
Wi-Fi HaLow	災害時にも他回線と輻輳しないWi-Fi HaLowと、夜間にも精度良く走行可能なRTK-GNSSを活用した遠赤外線カメラを搭載したドローンと市が設置のカメラを多層的に活用する。
ドローン	ドローン、Wi-Fi HaLow、運用システムをパッケージ開発するためのプロセスとして、ドローンの有効性について検証する。一般的な長距離ドローンの自動航行における通信手段では、次の機能「ドローン搭載カメラ映像のリアルタイム配信、ドローン搭載マイク・スピーカーによる被災者とのコミュニケーション、ドローン自体のリアルタイムモニタリング」の実装を行う。

他無線通信技術との比較	
名称	比較結果
通信 Wi-Fi HaLow	Wi-Fi HaLowで半径500m程度動画を送信できるため、救助に必要な情報が送信できると想定している。災害時に機能するかどうかの検証も必須である。
ローカル 5 G	現状機器が非常に高価であるため、実装については現実的ではない。
LTE	携帯電話局を介する通信規格であるため、災害時には通信が混雑する可能性が高く、安定性に劣る。
Wi-Fi(2.4G、5G)	今回の実証について長距離運用の観点からWi-FiHaLowより劣る。

1 実証計画

目的

2023

実証における目標は、「死亡者ゼロ」。中長期的な成果は「リアルタイム動画が乱れなく、かつ、伝送距離500m以上を達成すること」である。

- 技術的に実装での運用が可能かどうか、音声・音質の精度を検証
- 実装に向けて、導入による作業工数の削減割合を検証
- 実装後において、24時間の監視体制を確保するために、実施体制と各種機器の操作性を確認し、実運用が可能か検証

アウトカム

本実証における最終アウトカムは、「ドローンによる発見が遅れることによる死亡者0」である。中間アウトカムは、「ドローン発進までの時間」「捜索エリアへの到着時刻」「被災者発見までの時間」「ドローンの位置情報（誤差）精度」「ドローンからの映像・音声配信品質」「ドローン1台当たりのカバーエリア」である。



検証の概要

効果検証

ドローン導入による被災者発見の時間短縮

- 4Kカメラと伝送映像により、従来は目視で1人ずつ探していた人間の管理工数が、4Kカメラによる個体識別・位置検索システムにより、目標数まで削減可能か検証を実施

技術検証

品質

- 4Kの映像の品質について、遠隔業務に適用可能な品質を担保できているか、自治体職員からの品質に関する評価により検証

運用検証

運用

- ドローンで撮影した音声の伝送、遠隔地での個体情報入力作業の操作が、現在の体制で運用可能か検証

② 検証する項目・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		
RTK-GNSS搭載ドローンによるリアルタイム映像伝送システム	I 現着までの時間	想定被災地までの到着10分 (飛行開始まで5分 飛行開始後到着まで5分)	市の職員が現着まで操作した場合、10分以内が想定される。現着までのステップは以下の通り。これを予行演習方法で検証する。 ドローン発進までの時間 5分以内 ・ネットワーク接続 ・飛行コース選定 搜索エリアへの到着時間 ・時速50kmで沿岸までの距離4kmを飛行 5分	目標達成が実装化の要件。
	II 被災者発見までの時間	24分	搜索エリア前提条件：徳島市東部の沿岸部の長さが南北に約10km。これに対し奥行きとして東西0.5kmの範囲を搜索部分とした。ドローン4機でこのエリアを分担する。ドローン1機あたりの搜索範囲は2.5Km×0.5Km。0.5kmを0.1kmピッチで走査すると、飛行距離は2.5km×6+0.5km=15.5km。 搜索エリアまで約4km飛行するので、総飛行距離は19.5km。時速50kmで飛行するので、飛行時間は23分24秒の間に現地の状況観察・被災者の発見ができればよい。	訓練において24分を下回ること
Wi-Fi HaLow	III カバーエリア	半径500m	今回選定した製品を使用してライブ配信する場合、電波強度-75dbm程度必要であることをメーカーに予め確認済。(映像品質は【VGA(360p), 10fps】程度) そこで、今回の実証試験フィールドにおいても、-75dbm程度の電波強度の電波が放射されているか現地確認する。具体的な方法としては、電波測定器を持ち出し、APから離れた箇所で-75dbmの電波強度を測定し、メーカーの仕様通りに電波が放出されているか確認する。	目標達成が実装化の要件。通信要件が整っていて、ドローンが正常に飛んで映像・音声伝送できる。

IV実証

② 検証する項目・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		
ドローンからの映像配信 WiFi-Halow 4Kカメラ 配信システム	I 配信映像の確認 配信のための接続の確認と、配信映像の受信	HD動画（1270 x 720以上 10fps以上 0.2－0.5秒）	HD動画：FPS値、ピクセル数で判断する。 遅延：配信映像をドローンのカメラ側と地上のPC側で録画する。カメラとPCの時計をあわせておき、録画した映像のタイムスタンプと映像から遅延を計測する。	飛行前・飛行中での映像配信とその受信が可能であること。 ＊目標の数値が達成されれば実装化OK 「遅延 おおむね0.2－0.5秒以内」
ドローンからの音声配信 WiFi-Halow ドローン側収音マイク	II 配信音声の確認 配信音声品質の評価	配信音声の遅延：0.5秒までの遅延 品質とは何かの例：人がクリアに聞こえるならOK	遅延の測定方法： 飛行前から音声配信を開始し、配信音声をPCで確認する。その後、ドローンを飛行させて配信の確認を行う。 また、ドローンが飛行開始後に配信を行い、PCから配信を確認する。	飛行前・飛行中での音声配信とその受信が可能であること。 機体側と地上側のWiFi-Halowの接続切り替えがスムーズであること。Wi-Fi HaLowの電波到達圏内にはいつから20秒以内に映像配信を再開する。
ドローンへの音声配信 WiFi-Halow ドローン側スピーカー	III 配信音声の確認 配信音声品質の評価	配信音声の遅延：0.5秒までの遅延	飛行前から音声配信を開始し、配信音声をドローン付近で確認する。 その後、ドローンを飛行させて配信の確認を行う。 また、ドローンが飛行開始後に配信を行い、ドローン付近で配信を確認する。	飛行前・飛行中での音声配信とその受信が可能であること。 機体側と地上側のWiFi-Halowの接続切り替えがスムーズであること。Wi-Fi HaLowの電波到達圏内にはいつから20秒以内に映像配信を再開する。
WiFi-Halow	IV AP開通後のパフォーマンス（電波強度や電波の到達距離）	AP開通後のパフォーマンス（電波強度→強、電波の到達距離→約1～2km）	トラブル発生時の障害箇所の切分け等のために測定器を利用。本製品を使用してライブ配信する際、電波強度-75dbmが必要であるとメーカーに確認済。(映像品質は【VGA(360p), 10fps】程度)。本実証では、-75dbm程度の電波強度の電波が放射されているか電波測定器を持ち出し、APから離れた箇所で-75dbmの電波強度を測定し、メーカーの仕様通りに電波が放出されているか確認する。	目標の達成が実装化の要件。

② 検証する項目・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		
ドローンからの映像配信 WiFi-Halow 4Kカメラ 配信システム	I 本部にて映像を確認し、人か判断できるか	正答率90%以上	検証方法は模擬訓練でドローン空撮を実施し、回答者3名で人とそれ以外を見分けられるか正答率を評価。市役所のディスプレイに送られてきた映像（リアルタイム）を見て判定する。	目標の達成が実装化の要件。
ドローンの運用	II 徳島市職員による運用	徳島市職員3名へレクチャーし、運用する体制を構築する	レクチャーした職員への操作性等のアンケート ・操作の習熟までの期間 ・映像の見易さ ・音声の効きやすさ ・要救助者の発見までの時間	左記アンケート項目に対し70%以上肯定的

③ 本実証における検証ポイントと結果

a.効果検証

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
RTK-GNSS搭載ドローンによるリアルタイム映像伝送システム	a-1 現着までの時間	想定被災地までの到着10分 (飛行開始まで5分 飛行開始後到着まで5分)	市の職員が現着まで操作した場合、10分以内が想定される。ドローン発進までの時間は5分以内、搜索エリアへの到着時間は時速50kmで沿岸までの距離4kmを飛行し5分。被災地までの到着10分であった。	被災地までの到着10分以内であり、自動航行が達成されれば実用化できる。 (今回もプログラミング自動航行であったが実証実験の安全性を担保するためドライバーを複数箇所に配置した)
	a-2 被災者発見までの時間	24分	視察会では、搜索目標は必ずドローンの進行方向にあるとの考えから定点カメラをドローン前面に固定したため、要救助者が潮の流れで南に移動した際、ドローンの到着地点が要救助者のほぼ直上となり、目標地点到着後、要救助者を画面に捉えることが事が出来なかった。他方で別日の実験では前方カメラで人を捉えることが可能であった。360度カメラの搭載がなされていなかった点が反省点である。	本実証実験では人を追跡する360度四方を把握できるAIカメラを搭載していなかったため、前方以外の要救助者を確認することが困難であった。360度回転するAIカメラを搭載することで実用化できると考える。
Wi-Fi HaLow	a-3 カバーエリア	半径500m	金沢基地局の伝送距離は目標値500mに対し、2.7kmであった。	障害物のない上空という条件下では、目標値500mに対して、映像伝送距離2、7kmという結果が得られた。メーカー側も上空利用における通信距離の計測は初めてであった。目標値に対して約5倍強の伝送距離を得られたことは上空利用における実用化に有意な結果が得られたと考える。

③ 本実証における検証ポイントと結果

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		
ドローンからの映像配信 WiFi-Halow 4 Kカメラ 配信システム	b-1 配信映像の確認 配信のための接続の確認と、配信映像の受信	HD動画（1270 x 720以上 10fps以上 0.2 – 0.5秒）	飛行前から音声配信を開始し、配信音声を確認する。その後、ドローンを飛行させて配信の確認を行った結果、Wi-Fi HaLowの電波到達圏内にはいつから20秒以内に映像配信を再開した。	約20秒のタイムラグはあるものの人や障害物を把握することが可能であり、工夫次第では実用に耐えうる。
ドローンからの音声配信 WiFi-Halow ドローン側収音マイク	b-2 配信音声の確認 配信音声品質の評価	配信音声の遅延： 0.5秒までの遅延 品質とは何かの例： 人がクリアに聞こえるならOK	0.5秒までの遅延であった。 品質はクリアに聞こえた。	0.5秒以内の遅延であり実用に耐えうると考える。 品質はクリアに聞こえた。
ドローンへの音声配信 WiFi-Halow ドローン側スピーカー	b-3 配信音声の確認 配信音声品質の評価	配信音声の遅延： 0.5秒までの遅延	視察会以前の練習では48kbpsであった。本番は通信設定を誤っていたため音声が聞こえなかったが設定を修正後に、音声を確認した。	音声品質は良好。マイクの音量を最大にすることで実用化できる。
WiFi-Halow	b-4 AP開通後のパフォーマンス（電波強度や電波の到達距離）	AP開通後のパフォーマンス（電波強度→強、電波の到達距離→約1~2km）	Wi-Fi HaLowの通信速度制限に対して、LiveShell配信の画質・フレームレートを最小にして対応したが、通信状況により500kbpsを超えて切断された。画質が荒く、遅延が5秒程度あった。	通信品質は140kbps, 10fpsであり音声は約1秒の遅延である。防犯カメラなどは3-5fpsで実運用されており人を判断できる本製品も工夫次第では実運用に耐えられる可能性があると考ええる。

③ 本実証における検証ポイントと結果

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		
ドローンからの映像配信 WiFi-Halow 4Kカメラ 配信システム	c-1 本部にて映像を確認し、人か判断できるか	正答率90%以上	正答率90%以上であり、人であることを確認できた。	画質は荒かったもののドローンからの映像配信において人であることを確認できたこと、正答率90%以上であったことは実用化に耐えうると考えられる。
ドローンの運用	c-2 徳島市職員による運用	徳島市職員3名へレクチャーし、運用する体制を構築する	レクチャーした職員への操作性等のアンケート ・操作の習熟までの期間 ・映像の見易さ ・音声の効きやすさ ・要救助者の発見まで	災害対策本部等で職員がボタンを押すと自動航行巡視をするプログラミングがなされており、初動の動きを迅速かつ正確にできる場合実運用化できると考える。

③ 本実証における検証ポイントと結果

d.Wi-Fi HaLow 電波測定

a-3

b-4



③ 本実証における検証ポイントと結果

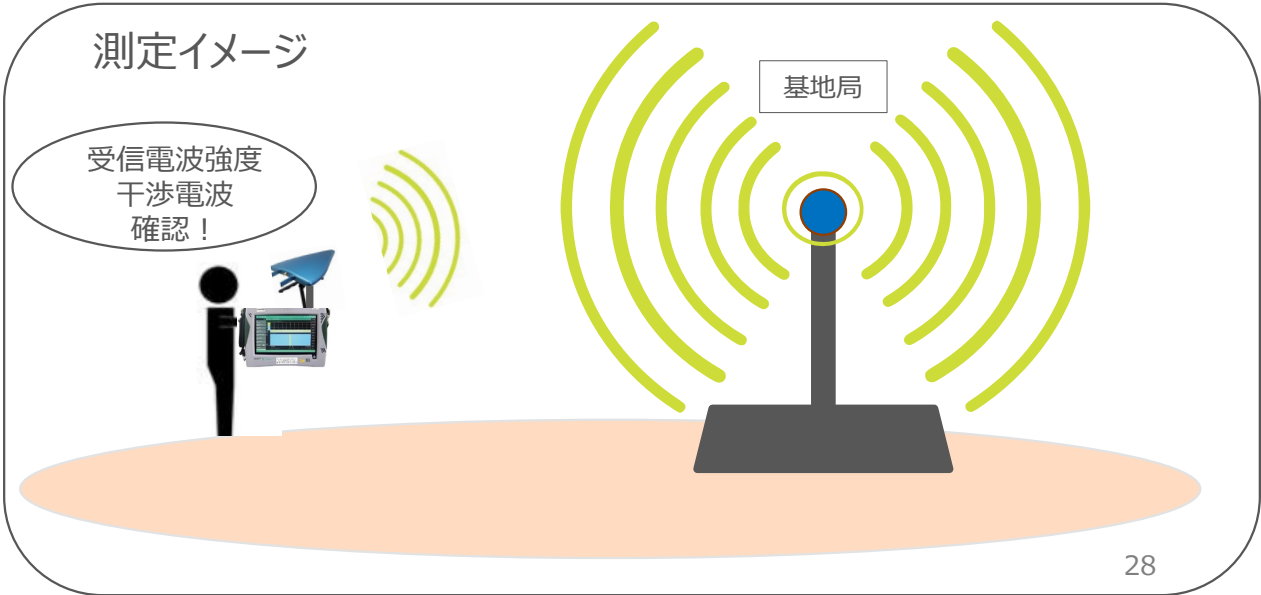
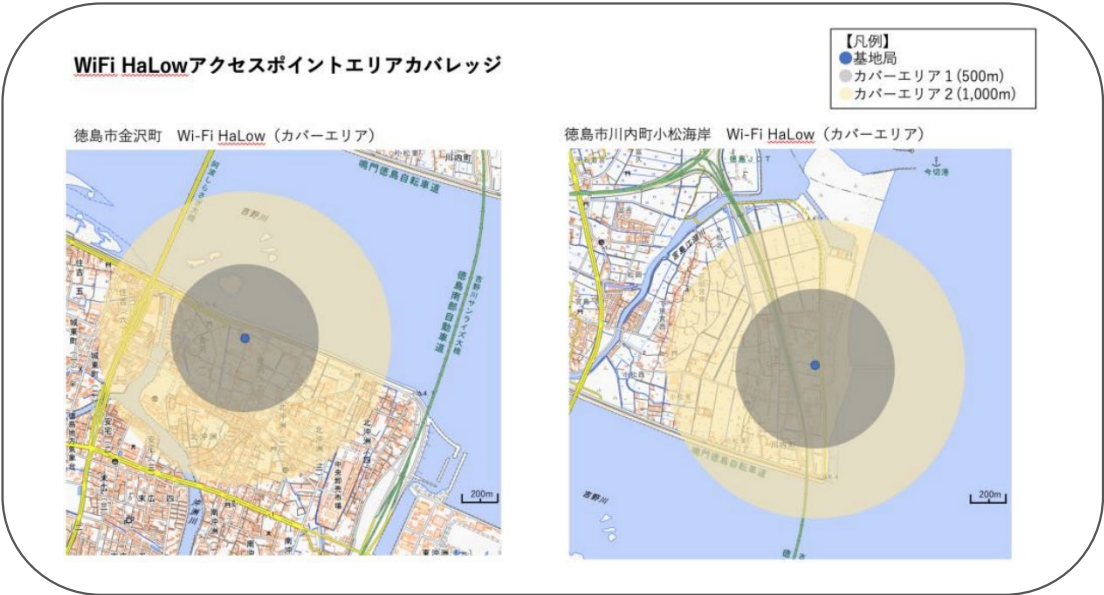
d.Wi-Fi HaLow 電波測定

a-3 b-4

測定場所	Wi-Fi HaLow電波カバーエリア内 (地上にて測定 ※1)
測定内容	電波強度(RSSI)を測定
パフォーマンス基準電波強度	-75dBm以上 ※2
測定目的	・Wi-Fi HaLowがメーカーが示すスペック程度のパフォーマンスが得られているか確認するため ・トラブル発生時の障害箇所の切分け等のため

※1：地上で測定を行う理由としては、測定器自体の重量が重く(5.85kg)ドローンに搭載しての空中測定が難しいことと、測定中の電波状態を目視でリアルタイムに確認する必要があるため。

※2：設定基準値は、メーカーによるWi-Fi HaLow機器の事前検証結果に基づく。



③ 本実証における検証ポイントと結果

e. 設置場所・基地局状況等

Wi-Fi-HaLowの設置場所：金沢基地局は地上高約25mに親機を1台、
小松海岸基地局は地上高約6mに樹木などの障害物を避けるように親機を設置した。

a-3

b-4

■ 金沢

設置日

2023年12月7日



■ 川内町小松海岸

設置日

2023年12月4日



③ 本実証における検証ポイントと結果

e. 設置場所・基地局状況等

a-3

b-4

■ 金沢



■ 樹脂BOX内



■ 川内町小松海岸



※事前飛行試験(2023/12/27)後、メーカーと相談の上基地局のアンテナを樹脂BOX外に移設
他社製品ACアダプターのノイズによる電波干渉が疑われ、離隔を確保した
移設後撮影した写真を掲載

移設実施日

2024年1月5日

③ 本実証における検証ポイントと結果

e.設置場所・基地局状況等

a-3 b-4

Wi-Fi-HaLow 金沢基地局の設置状況。

■ 金沢

基地局から北向きに撮影



基地局から北東向きに撮影



③ 本実証における検証ポイントと結果

e.設置場所・基地局状況等

a-3 b-4

Wi-Fi-HaLow 小松海岸基地局の設置状況。

■川内町小松海岸

基地局から東向きに撮影



基地局から南東向きに撮影



③ 本実証における検証ポイントと結果

f. 視察会本番前の測定結果

a-3

b-4

徳島市金沢基地局では、半径約200m以内で安定した動画配信が可能な電界強度を計測できた。



プロット	受信電波強度
●	-75dBm以上
●	-76dBm ~ -80dBm
●	-81dBm ~ -85dBm
●	-86dBm ~ -90dBm
●	-91dBm ~ -95dBm
●	-96dBm以下

- 基地局から半径100m
- 基地局から半径200m

【参考情報】
VGA程度の動画配信時の
受信電波強度パフォーマンス目安

- 75dBm 以上： 安定した動画配信が可能
- 76dBm ~ -85dBm： 動画配信可能
- 86dBm 以下： 動画配信不可

測定実施日

2023年12月14日

※地上での測定

※基地局のアンテナを樹脂BOXに格納した状態で測定

③ 本実証における検証ポイントと結果

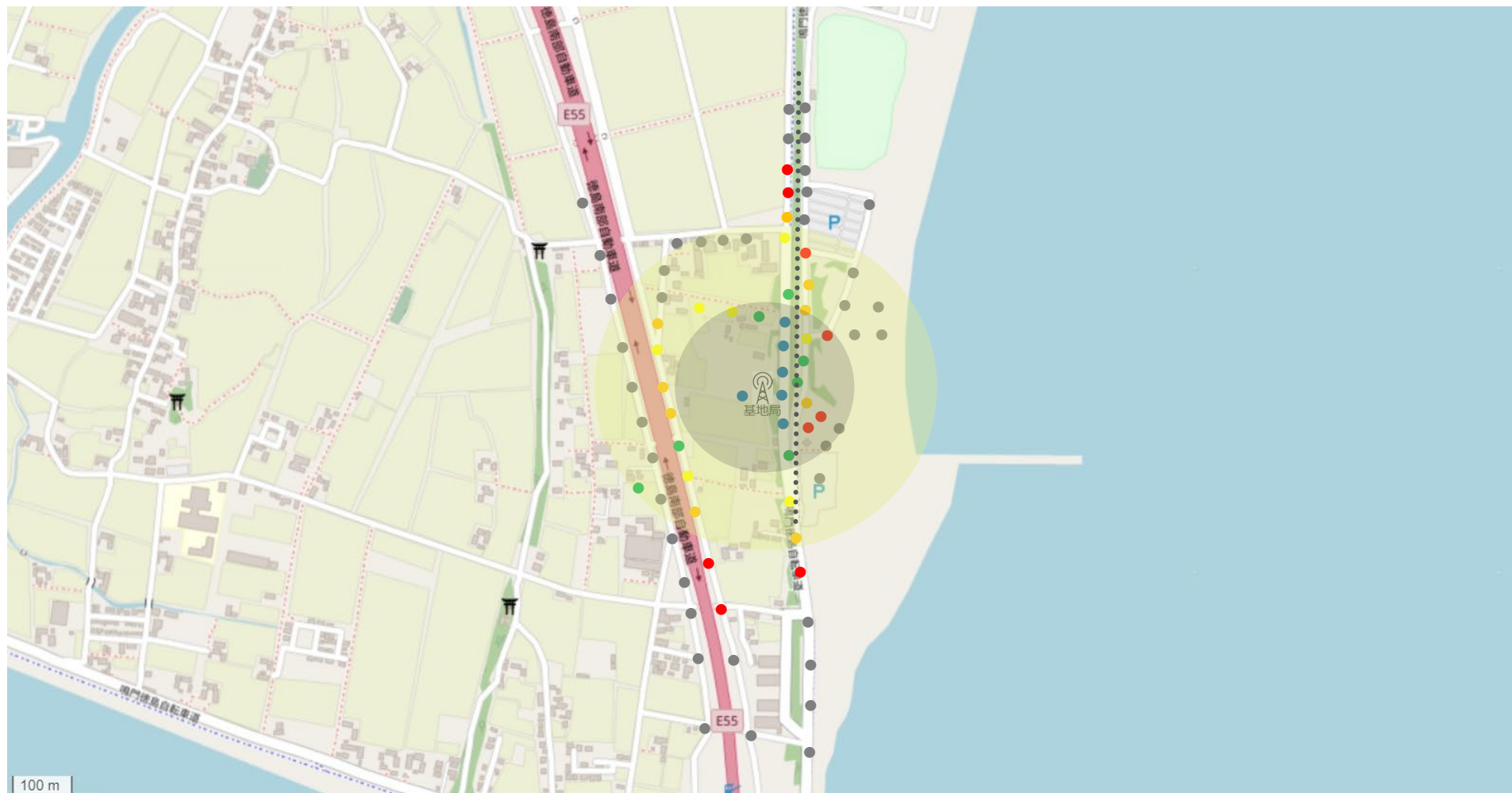
f. 視察会本番前の測定結果

徳島市川内町小松海岸基地局では、半径約100m以内で安定した動画配信が可能な電界強度を測定できた。

※防砂林をはじめとした周辺樹木の影響で、金沢基地局と比較し電界強度が低減したと考えられる

a-3

b-4



プロット	受信電波強度
●	-75dBm以上
●	-76dBm ~ -80dBm
●	-81dBm ~ -85dBm
●	-86dBm ~ -90dBm
●	-91dBm ~ -95dBm
●	-96dBm以下

● 基地局から半径100m

● 基地局から半径200m

..... 防砂林

【参考情報】
VGA程度の動画配信時の
受信電波強度パフォーマンス目安

-75dBm 以上： 安定した動画配信が可能
-76dBm ~ -85dBm： 動画配信可能
-86dBm 以下： 動画配信不可

測定実施日

2023年12月21日

※地上での測定

※基地局のアンテナを樹脂BOXに格納した状態で測定

3 本実証における検証ポイントと結果

g. 視察会前の測定結果

a-3

b-4

条件/設定/結果		メーカー事前検証	実証事業No.6	
			金沢	小松海岸
条件	実証環境(屋内外)	屋外	屋外	屋外
	基地局(AP)アンテナ BOX内外	BOX外	BOX内 (2024/1/5にBOX外へ変更)	BOX内 (2024/1/5にBOX外へ変更)
	基地局(AP)アンテナ 高さ	地上高約10m	地上高約25m	地上高約6m
	BRアンテナ BOX内外	BOX外	BOX外	BOX外
	BRの移動	無	有	
	輻輳	無	測定時無	
	遮蔽物	無	少 ※1	多 ※1
	配信機材	I-PRO製IPカメラ	左記と別のカメラ+Live Shell	
設定	帯域幅	1MHz帯、2MHz帯、4MHz帯	2MHz帯	
	Duty設定	60秒	30秒	
	ビットレート	不明	150kbps(LiveShell) ※2	
結果	動画配信可能距離 アンテナBOX内	-	約200m ※3	約80m ※3
	動画配信可能距離 アンテナBOX外	約400m	約350m ※4	約200m ※5
	動画配信可能電波強度	約-85dBm	約-85dBm	
	電界強度	100m - 51dBm 200m - 52dBm 300m - 66dBm 400m - 71dBm	100m - 75dBm 200m - 76dBm~-80dBm 300m - 81dBm~-85dBm 400m - 96dBm ※6	100m - 81dBm~-85dBm 200m - 96dBm ※6
	スループットUL(参考)	-	3.49Mbps ※7	1.61Mbps ※8

※1 地上での条件

※2 2023/12/27飛行演習時の設定

※3 地上での測定値。実測結果

※4 地上での測定値。実測結果

※5 地上での測定値を電界強度から想定

※6 基地局アンテナBOX内設置時の数値

※7 基地局から約25mの距離(鉄塔真下)で測定

※8 基地局から約30mの距離(遮蔽物有)で測定

③ 本実証における検証ポイントと結果

g. 視察会前の測定結果

a-3

b-4

■ 測定結果を基にしたメーカーの見解

- ・基地局格納BOX内の他社製機器ACアダプターの、ノイズによる電波干渉が考えられる。
他社案件でも上記事象が発生しており、アンテナと他社製機器ACアダプターの離隔を確保することで改善した。
他社製機器ACアダプターを同一BOX内に格納したことについては通常の発想であると考えられるが、前述の他社案件にてノイズによる影響を再認識した。
- ・小松海岸における電界強度の数値が低い点については、基地局周辺の遮蔽物(防砂林)が電波吸収し、通信の障害となった可能性がある。

■ メーカーの提案

- ・ノイズ対策として、他社製機器ACアダプターとアンテナの離隔を確保する。
また、上記と併せてアンテナと同軸ケーブルを防水仕様のものに変更する。

③ 本実証における検証ポイントと結果

h. 視察会の測定結果

■ 結果概要

a-3

b-4

No.	ドローン(BR)位置	ドローン飛行状態	配信状況 (市役所モニター)	AP・BR間距離		電界強度 ※1	
				金沢	小松海岸	金沢	小松海岸
①	出発点	飛行前	・数秒のみ映像/音声配信可 ・直ちにフリーズしそのまま復旧しない	約1300m	-	-89dBm	-
②	出発点(離陸)～ 金沢	金沢に向かって飛行	・飛行途中に映像/音声配信開始 (1/10現在AP・BR間距離不明) ・数秒の間隔でフリーズと復旧を繰り返す	約1300m ～ 約350m	-	-85dBm → -80dBm	-
③	金沢	河川上でホバリング	・映像/音声配信継続 ・②と比較しフリーズの頻度が減少	約350m	-	-74dBm	-
④	金沢～ サンライズ大橋	小松海岸に向かって飛行 ②と比較して移動速度が低下?	・映像/音声配信継続 ・金沢APから離れるにつれて少しずつフリーズの頻度が増したが、概ね③と同様の質で配信	約350m ～ 約1500m	-	-72dBm ※2	-
⑤	サンライズ大橋 付近	橋桁の下部をくぐる	・映像/音声配信継続 ・フリーズが頻発し、復旧までの間隔が②よりも長い	約1500m	約1000m	-86dBm	※3
⑥	サンライズ大橋 付近～ 小松海岸	小松海岸に向かって飛行	・映像/音声配信継続 ・②に類似した間隔でフリーズと復旧を繰り返す	約1500m ～ 約2700m	約1000m ～ 約550m	-90dBm	※3
⑦	小松海岸	要救助者を発見し、 ホバリング	・要救助者がモニタの端に映った時点でフリーズし復旧しない ・フリーズ後に呼びかけテストを行い、双方向での音声配信不可	約2700m	約550m	-91dBm	※3
⑧	小松海岸(着陸)	飛行終了	・着陸途中に音声のみ数秒配信	-	-	-	-

※1 現地でAPを介してBRにアクセスし、BRから電界強度を取得。測定器での測定と比較し変動が大きく、正確性に欠ける可能性がある。

※2 当該区間飛行中における最大値。AP・BR間距離約450m。

※3 BRから測定できず。機器のログより金沢のAPと接続が継続していたため。

③ 本実証における検証ポイントと結果

h. 視察会の測定結果

a-3

b-4

■ BR通信ログ解析結果

BR起動後時間 ※1	AP・BR間の通信状態	電界強度 ※2	
		金沢	小松海岸
0分33秒	金沢APと接続	-91dBm	-
0分33秒 ～ 17分19秒	金沢APとの接続を維持し通信、この間2回Duty制限と解除を繰り返す	-	-
17分20秒	Duty制限	-	-
18分39秒	金沢APとの接続が切れる	-	-
18分55秒	金沢APと接続	-96dBm	-
18分56秒	Duty制限解除	-	-
18分57秒 ～ 20分07秒	金沢APとの接続を維持し通信、この間3回Duty制限と解除を繰り返す	-	-
20分08秒	金沢APとの接続が切れる	-	-
20分34秒	金沢APと接続	-92dBm	-
20分35秒 ～ 26分09秒	金沢APとの接続を維持し通信、この間3回Duty制限と解除を繰り返す	-	-
26分10秒	金沢APとの接続が切れる	-	-
26分22秒	金沢APと接続	-87dBm	-
26分23秒 ～ 53分08秒	金沢APとの接続を維持し通信、この間12回Duty制限と解除を繰り返す	-	-
53分09秒	金沢APとの接続が切れる	-	-

推測：
ドローン飛行開始

※1 BRの電源が入った時点からの経過時間を示す。

※2 BRの通信ログ上の受信電界強度。APとBRが接続した時点での電界強度を示す。

③ 本実証における検証ポイントと結果

h. 視察会の測定結果

■ BR通信ログ解析結果詳細（26分22秒 ～ 53分09秒）

a-3

b-4

BR起動後時間 ※1	AP・BR間の通信状態	電界強度 ※2	
		金沢	小松海岸
26分22秒	金沢APと接続	-87dBm	-
27分06秒	Duty制限	-	-
28分32秒	Duty制限解除	-	-
28分41秒	Duty制限	-	-
28分57秒	Duty制限解除	-	-
30分20秒	Duty制限	-	-
31分38秒	Duty制限解除	-	-
32分01秒	Duty制限	-	-
32分22秒	Duty制限解除	-	-
32分26秒	Duty制限	-	-
32分29秒	Duty制限解除	-	-
35分23秒	Duty制限	-	-
37分36秒	Duty制限解除	-	-
37分37秒	Duty制限	-	-
37分42秒	Duty制限解除	-	-
37分43秒	Duty制限	-	-
37分45秒	Duty制限解除	-	-
38分51秒	Duty制限	-	-
38分53秒	Duty制限解除	-	-

BR起動後時間 ※1	AP・BR間の通信状態	電界強度 ※2	
		金沢	小松海岸
38分54秒	Duty制限	-	-
38分57秒	Duty制限解除	-	-
39分00秒	Duty制限	-	-
39分31秒	Duty制限解除	-	-
39分39秒	Duty制限	-	-
44分56秒	Duty制限解除	-	-
52分46秒	Duty制限	-	-
53分02秒	Duty制限解除	-	-
53分09秒	金沢APとの接続が切れる	-	-

※1 BRの電源が入った時点からの経過時間を示す。

※2 BRの通信ログ上の受信電界強度。APとBRが接続した時点での電界強度を示す。

③ 本実証における検証ポイントと結果

h. 視察会の測定結果

結果

- ・電界強度、配信共に事前検証と比較し良好な結果が得られた。
BOX外にアンテナを移設することで、電界強度が約5～10dBm改善した。
- ・前項「BR通信ログ解析結果」より、小松海岸付近でもBRは金沢APと接続され通信していた。
国内におけるWi-Fi HaLowのスペックとして到達距離は最大約1kmであったが、
金沢APから約2.7km離れた箇所でも接続されていたため、小松海岸APに切替らなかった。

③ 本実証における検証ポイントと結果

h. 視察会の測定結果

考察

- ・事前検証の電界強度は地上にて測定したため、空中の方が遮蔽物の影響が少なく、より良好な結果が得られたものと考えられる。
- ・アンテナと他社機器ACアダプターの離隔をより確保することで、さらなるパフォーマンス改善が期待できる。
小松海岸については、基地局設置場所を東側の海岸付近に移設し、APとBR間の距離を短縮することでさらなるパフォーマンス改善が期待できる。
- ・APとBRの初回接続および再接続時、同一SSIDで複数のAPが存在する場合、電界強度が高いAPに優先して接続される。
しかし飛行中は金沢APとの接続が切断されなかった(※)為、金沢APから小松海岸APへの切替が行われなかった。

※事前検証データ(地上測定)

動画配信	約 - 85dBm以上
ping	約 - 92dBm以上
通信切断	約 - 95dBm以下

③ 本実証における検証ポイントと結果

h. 視察会の測定結果

考察

- ・国内製のWi-Fi HaLow機器には「ハンドオーバー」機能が未実装である。
金沢APとの接続が途切れ、かつ小松海岸APの電界強度が上回らない限り、BRとの接続は切替らなかったものと考えられる。

ハンドオーバー … 複数のAPが重なる環境において、端末が周期的にAPの電波強度を監視し、より強い強度のAPへ通信を切断せずに切り替える機能

【補足】他社製Wi-Fi HaLowとの比較

社名	ハンドオーバー機能	空中での使用
サイレックス・テクノロジー株式会社	無し	可能
A社	無し	保証不可

- ・他社製品にもハンドオーバー機能は無し
- ・A社製品は空中での使用が保証されておらず、サイレックス・テクノロジー株式会社の製品を採用した

e. 許認可等の状況 （Wi-Fi HaLowは免許不要である）

4 効果検証の課題と対応策

a. 効果検証



4 効果検証の課題と対応策

a. 技術検証

機体



許認可申請書

阪空運航第30209号

無人航空機の飛行に係る許可・承認書

三輪 昌史 殿

令和5年11月22日付をもって申請のあった無人航空機を飛行の禁止空域で飛行させること及び飛行の方法によらず飛行させることについては、航空法第132条の85第2項及び第4項第2号並びに第132条の86第3項及び第5項第2号の規定により、下記の無人航空機を飛行させる者が下記のとおり飛行させることについて、申請書のとおり許可及び承認する。

記

許可及び承認事項： 航空法第132条の85第1項第2号
航空法第132条の86第2項第2号及び第3号

許可等の期間： 令和5年12月22日から令和6年12月21日

飛行の経路： 徳島県徳島市上助任町天神、徳島県徳島市川内町鈴江南、徳島県徳島市川内町鶴島、徳島県徳島市川内町旭野（申請書のとおり）

登録記号等： JU323B1EDEB4

無人航空機： 自作機（申請書のとおり）

無人航空機を飛行させる者： 三輪昌史、岡田秀一、先城伸二、前場 洋人、五百部 達也、近藤 晋也、小林 裕司

条 件：

- ・申請書に記載のあった飛行の方法、条件等及び申請書に添付された飛行マニュアルを遵守して飛行させること。また、飛行の際の周囲の状況、天候等に応じて、必要な安全対策を講じ、飛行の安全に万全を期すこと。
- ・航空機の航行の安全並びに地上及び水上の人及び物件の安全に影響を及ぼすような重要な事情の変化があった場合は、許可等を取り消し、又は新たに条件を付すことがある。
- ・飛行許可・承認期間中に、申請に関わる「登録記号」並びに「機体認証」及び「技能証明」の有効期間が切れる場合は、遅滞なく更新を行うこと。
- ・令和4年6月20日からの無人航空機の登録義務化以前に許可・承認を受けた申請のうち、登録記号がない許可書等を所持している場合は、別途送付される登録記号等の通知を本許可書等と併せて飛行の際に携帯すること。

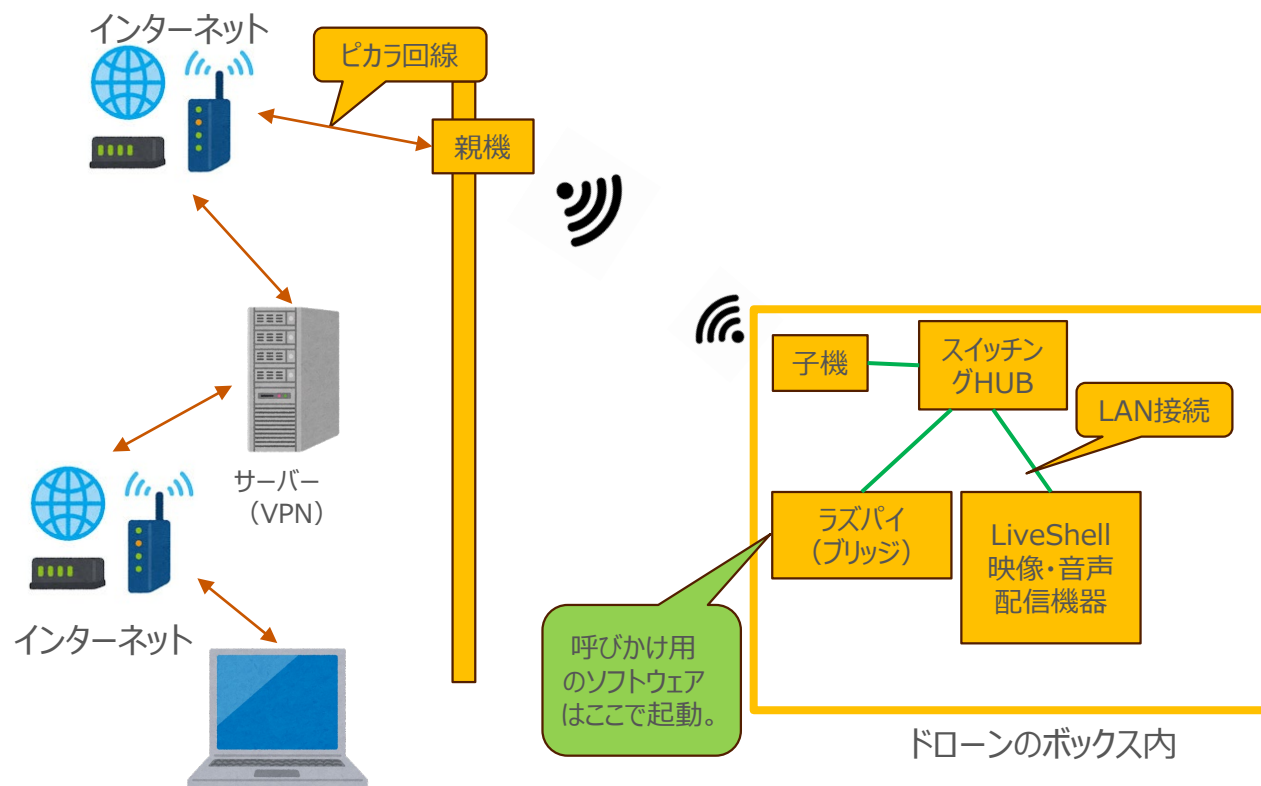
令和5年12月21日

大阪航空局長 村田 有

5 実証実験成果

a. 技術検証

ネットワーク



ドローンと地上側を含めたネットワーク・システム構成図

ネットワーク構成と配信方法の構築

- Wi-Fi HaLowで構成されたローカルネットワークとインターネットの接続
 - VPN接続によるローカルネットワークからインターネットへのブリッジ接続の確立を行なった。
 - ブリッジ接続したLiveShellでの機体カメラ映像・マイク音声の配信を行なった。
 - VPN接続されたインターネットからの音声配信用マイコンの開発を行なった。
- VPN接続されたPCで使用する呼びかけ用アプリケーションの開発を行なった。

5 実証実験成果

a. 技術検証

課題と対応策

I. 課題

- 自動操縦の飛行精度向上
- 平時の訓練では、レベル 2 飛行（目視内の自動飛行）とするための複数パイロットによる操縦の実現
- 呼びかけスピーカー、收音マイクを用いた双方向音声通信
- Wi-Fi HaLowの通信速度制限問題

II. 対策

- 自動操縦の飛行精度向上
 - RTK-GNSSの使用による位置制御の精度向上（目標地点に対し誤差数センチ）
- レベル 2 飛行（目視内の自動飛行）とするための複数パイロットによる操縦の実現
 - MMスイッチによる複数操縦系統の切り替え
 - LTE回線の搭載・使用による通信の二重化・RTK-GNSSで使用する補正信号の配信
- 呼びかけスピーカー、收音マイクを用いた双方向音声通信
 - ドローン側とVPN接続したPCで使用する呼びかけ用アプリケーションの開発
- Wi-Fi HaLowの通信速度制限問題
 - 500kbps未滿なら制限なし（サイレックス評価は 1 MBまで保証）
 - LiveShell配信の画質・フレームレートを最小にして対応

5 実証実験成果

b. 運用検証

問題点と今後の対応策

I. 問題点

- 自動操縦の飛行精度向上 →問題なし
- 複数パイロットへの対応 →問題なし
- 呼びかけスピーカー、収音マイクを用いた双方向音声通信
ドローン側とVPN接続したPCで使用する呼びかけ用アプリケーションの開発は成功したが、運用時に複数のインスタンスを起動し、同じポートを設定したため、通信不能になった。
- Wi-Fi HaLowの通信速度制限問題
通信状況により通信速度が一時的に500kbpsを超えたため、強制的に制限が発動して通信が停止された。
画質が荒く、遅延が大きい人が把握することは可能であった。

Wi-Fi HaLow通信機がハンズオンに対応しておらず、金沢局から小松海岸局に変更されなかった。

通信制限が入ったが通信自体は切断されていなかった。いったん通信が切断すれば、電波強度が強い方と接続するはずだが、今回は金沢との通信が切断しなかった。

II. 今後の対応策

次期においては、通信速度の制御が可能なシステムの構築を行う。

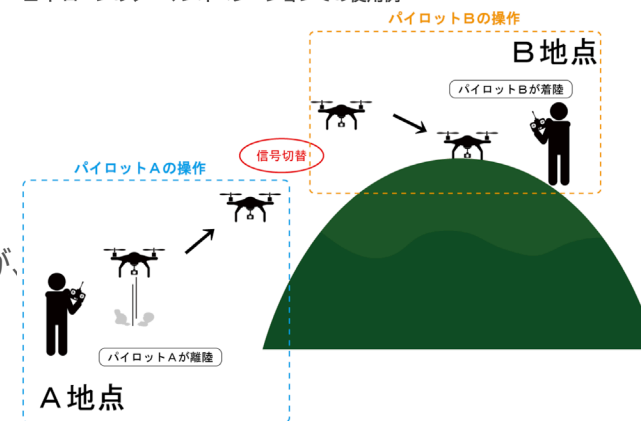
カメラの性能で通信速度が決まってしまうため、**通信速度自体を制御できるシステム**（Webブラウザまたは、

専用アプリ等で、スマホやパソコンから映像を確認したり、カメラの操作ができるよう簡単に映像のチェックが可能な媒体）**を構築する。**

また**伝送距離が長くなるにつれ伝送速度を落とすなどの工夫**を行えるよう工夫する。

- 呼びかけスピーカー、収音マイクを用いた双方向音声通信
アプリ自体の使用方法は簡単であるが、使用時の環境設定についての追加説明を用意する。
1つのPCで起動するアプリを一つにする制限を追加する。

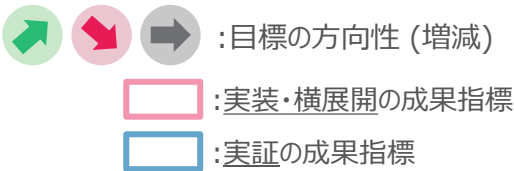
■ ドローンのツーマンオペレーションでの使用例



(* MMスイッチ開発元 : MMラボ <https://m2-lab.net/>
信号切替装置 特許第P7304563号 (2023年6月))

6 実証実験成果総括

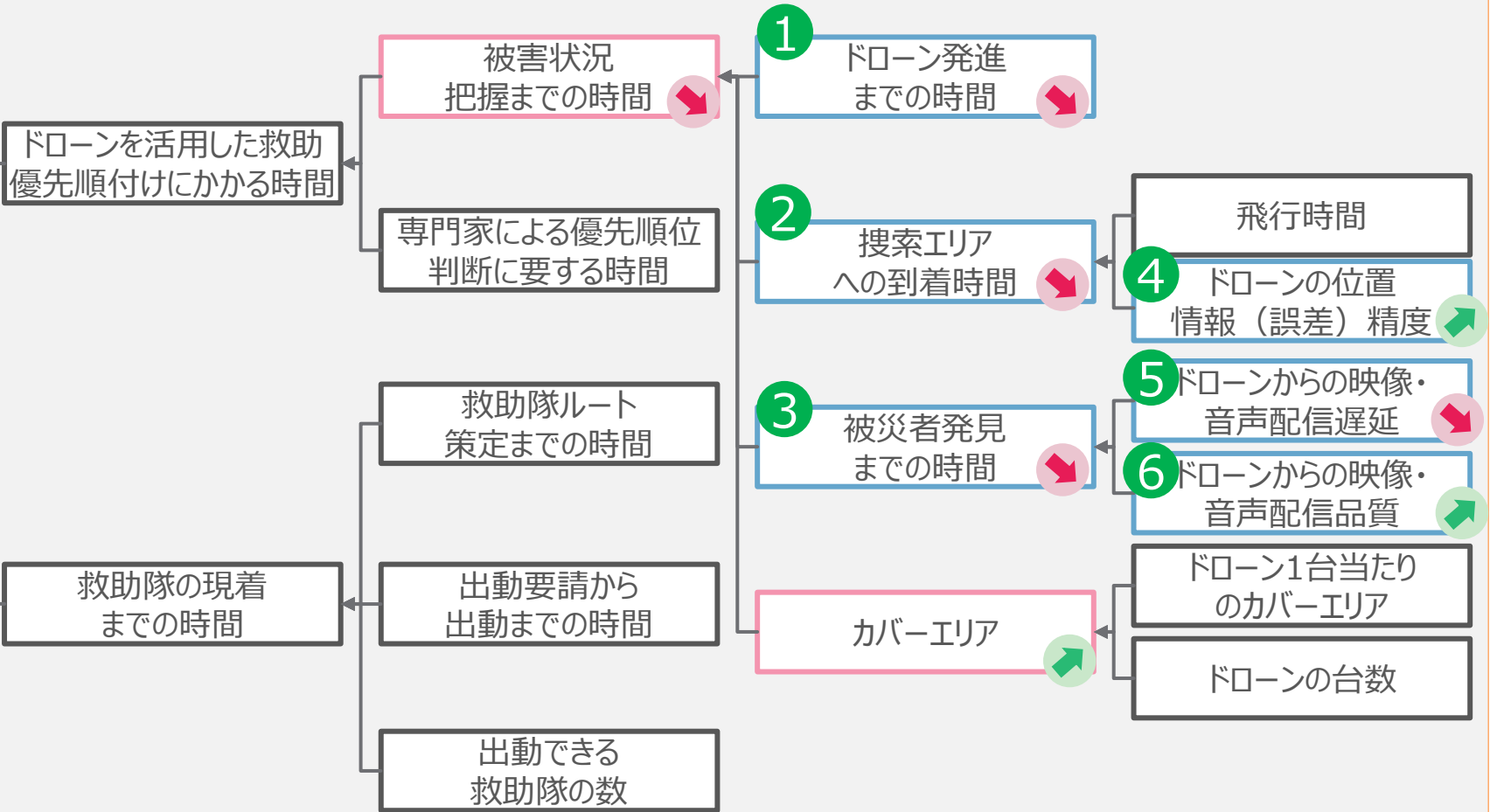
a. (アウトカム)指標結果報告



最終アウトカム

人が侵入できない沿岸部
5km²のエリアにおける
ドローンによる
発見遅れによる死亡者 0

中間アウトカム



⑥ 成果 (アウトカム) 指標に対する測定結果

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	測定結果
ドローン発進 までの時間	現状ドローンがな いため評価なし	5分以内	有事の発生後、庁舎内ネットワークやインター ネットを介してドローンポートに接続し自動操縦 を開始するまでの時間を5分（ネットワーク接 続に2分、自動操縦開始まで3分）で計算し、 目標値5分に設定した。	5分
搜索エリアへの到着時間	現状ドローンがな いため評価なし	徳島市沿岸部ま で5分（ドローン発 進までの時間を除 く）。	搜索エリアまでの距離が4 km、時速50kmで ドローンを飛行させる	8分
ドローンの位置 情報（誤差）精度	現状ドローンがな いため評価なし	目標地点に対し 誤差5センチ以 内。	使用するRTK-GNSSの測定精度から妥当な 数値である。	誤差数センチ

6 成果 (アウトカム) 指標に対する測定結果

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	測定結果
ドローンからの映像・音声配信遅延	現状ドローンがないため評価なし	0.2 – 0.5秒	被災者との会話やFPV操縦に支障がない遅延時間（なぜ0.2-0.5秒かは、これまでの遠隔操縦の経験・実験結果からの評価で導き出した数値である。）	5 秒
ドローンからの映像・音声配信品質	現状ドローンがないため評価なし	HD動画（1270 x 720 以上, 10fps以上）	被災者との会話やFPV操縦に支障がない品質(これまでの遠隔操縦の経験・実験ではXVGAレベルの映像で操縦は十分であった。また搜索実験ではHD画像で十分発見ができた)。	支障がない品質
被災者発見までの時間	なし	離陸後約24分以内	前提条件：徳島市沿岸部に配備。ドローン 1 台、運用可能人数1台当たり2人を想定。沿岸部 5 km ² （10 k m x 0.5 k m）をカバー（人が侵入できないエリアが10kmのため）。今回の実験では、10kの海岸線の北部の2.5 kmを対象とする。	5分

計算式と考え方

- 徳島市東部の沿岸部の長さが南北に約10km。これに対し奥行きとして東西0.5kmの範囲を搜索部分とした。ドローン 1 機でこのエリアを分担すると想定する。ドローン 1機あたりの搜索範囲は2.5Km x 0.5Km。0.5kmを0.1kmピッチで走査すると、飛行距離は2.5km x 6 + 0.5km = 15.5km。
- 搜索エリアまで約4km飛行するので、総飛行距離は約19.5km。時速50kmで飛行するので、飛行時間は23分24秒（約24分）

6 実証実験成果総括

c. 総括

見えてきた課題

効果

- 本実証実験では人を追跡する360度四方を把握できるAIカメラを搭載していなかったため、前方以外の要救助者を確認することが困難であった。360度回転するAIカメラを搭載することで実用化できると考える。
- 複数APを設置することから、Wi-Fi HaLowのハンズオーバー機能の搭載が必要

技術

- ドローンは、all プログラミング航行で沿岸部を巡回し、AIカメラ等で声掛けや救助を行う人々を探索し、声かけを行うことが必要である。
- Wi-Fi HaLow（Duty制限）への対策が必要である。

運用

- 呼びかけスピーカー、收音マイクを用いた双方向音声通信
- 災害対策本部等で職員がボタンを押すと自動航行巡視をするプログラミングがなされており、初動の動きを迅速かつ正確にできる場合実運用化できるが職員への教育が必要である。
- ドローンに関する運転、メンテナンス、設計などが可能な職員の育成

乗り越え方

- 360度回転のAIカメラの搭載と、ドローン自動航行実運用に向けたプログラミングを構築する。
- サイレックス社へ要望を上げる。

- 通信速度の制御と伝送距離が長くなるにつれ伝送速度を落とすなどの工夫を行えるような微調整が可能なシステムの構築を行う。
カメラの性能で通信速度が決まってしまうため、通信速度自体を制御できるシステム（Webブラウザまたは、専用アプリ等で、スマホやパソコンから映像を確認したり、カメラの操作ができるよう簡単に映像のチェックが可能な媒体）を構築する。

- ドローン側とVPN接続したPCで使用する呼びかけ用アプリケーションの開発を進めていく。
- 徳島大学三輪准教授の協力のもと初期設定からの指導とマニュアル構築を行う。
- 運転技術については、地域のドローン教習所と連携した人材育成を行っていく。

⑦ ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策

品質向上は特に課題であり、今後はパッケージ化へ向けた品質向上と横展開活動に重点的に取り組んでいく

	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
実装に向けて	- 技術課題（機体側とネットワーク） ①Wi-Fi HaLow のDuty1/10制限をオーバーしない通信量制御 ②音声通信ソフトの操作性向上 ③各種通信の状態確認	- 機体とネットワークの改良へ向けた実証実験 ①ストリーミングデータの画像サイズ制限 ②ストリーミングデータの間引き制御・UIの改良 ③モニタリングソフトの開発	徳島市、徳島大学、MMラボ、ケーブル徳島、サーベイ	現在～2025年
	運用課題（保守対応と教育、事務局によるライセンス管理）	教育体制の確立、ライセンス管理メニューの確立	徳島市、徳島大学、MMラボ、ケーブル徳島、サーベイ	現在～2025年
	パッケージ品質向上に向けた費用	資金調達	徳島市、徳島大学、塚原税理士事務所、サーベイ	現在～2025年
	販路開拓	全国の市町村自治体向けと企業向けに販売するに際し、協力的な代理店と協業することで販路拡大を目指す	徳島市、徳島大学、サーベイ、ケーブルテレビネットワーク、テクノホライゾングループ、BIKEN、高松帝酸株式会社、各地の自動車学校他	現在～2025年
	広報	ブランディングの確立	徳島市、徳島大学、パンダ合同会社、サーベイ	現在～2025年
横展開に向けて	各自治体への周知活動	総務省様主催のセミナーや勉強会などへ積極的に参加するとともに展示等を行う	徳島市、徳島大学、サーベイ	現在～2025年
	各企業への周知活動	企業のBCPに貢献することを目的とした営業活動を行う、展示会への出展を行う	徳島市、徳島大学、サーベイ	現在～2025年
	他府県への販売戦略	直接営業と販売代理店経由での営業活動などメーカーとしての立ち位置を確立し検討する	徳島市、徳島大学、サーベイ	現在～2025年
	資金調達	デジタル基盤活用推進事業、競争的資金の獲得にチャレンジする	徳島市、徳島大学、サーベイ	現在～2025年

10 実証スケジュール



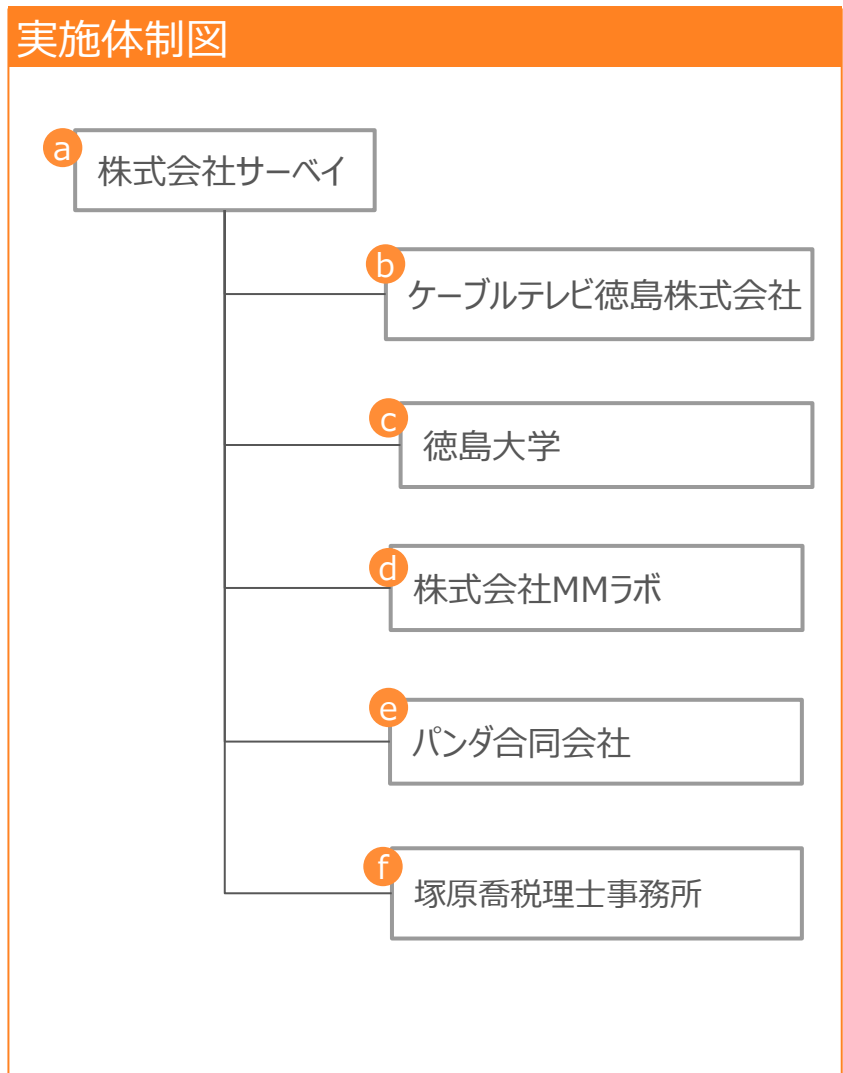
11 リスクと対応策

リスク			対応策
項目		概要	
事前準備	機材やリース物品の納入遅れ。	実証実施日から逆算した購入・レンタルの発注が必要となるため、契約締結スケジュールによっては機器の納入が遅延してしまうリスクがあった。	状況に応じて計画を選べるようにすることでスケジュール通りに進めていった。
実証	実験の実験（テスト）が必要 なため作業日数の確保に関するリスク。	三輪准教授をはじめとする技術者の日程確保と調整が必要であった。	状況に応じて計画を選択することでスケジュールへの影響を削減した。 徳島大学、ケーブルテレビ、MMラボ、サーベイの日程調整をサーベイ側で実施しスムーズな連携を図った。
実装計画の具体化	計画の具体化 人員配置など協力者が多ければ実現できるが少なければ計画が遅延する可能性がある。	ドローンは気象状況にも左右されるため予測不可能な点は否めない。	状況に応じて計画を選べるようにすることでスケジュールへの影響を削減した。
成果のとりまとめ	上記、実験が遅延した場合報告書等の提出が遅延する可能性がある」と記載していたが実証実験を1月10日に実施することにより問題なく進めている。		早め早めの対応を検討する。実験のための実験など含みスケジュールを確実に進めることに注力した。

12 PDCAの実施方法

	課題把握を実施する体制	対策を立案・実行する体制
通常時	週次 週次進捗報告 - 開催時期: 週次 - 方法: メール) - 体制: サーベイ、徳島大学、徳島市、MMラボ、ケーブルテレビ徳島 - アジェンダ - 準備・実証の状況確認 - 緊急時でない課題の共有 - 実装・横展開に向けた課題の炙り出し	対策会議 対策方針の議論・決定 - 実施条件: 進捗が予定よりも遅れた場合 - 頻度: 1月に1回 (緊急性が高い場合、発生から1週間以内) - 方法: 対面会議 - メンバー: サーベイ、徳島大学、徳島市、MMラボ、ケーブルテレビ徳島、パング合同会社、塚原税理士事務所
	月次 月次進捗報告 - 週次報告のまとめ - 計画に対しての進捗 - 遅れそうな事案が予見できる際にはその情報	同上
緊急時	随時 (必要な時に召集) 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: サーベイ、徳島大学、徳島市、MMラボ、ケーブルテレビ徳島	同上

13 実証の実施体制



団体名	役割	リソース	担当部局/担当者
a 株式会社サーベイ	プロジェクトマネジメント、プロジェクトの全体管理、自治体・地域住民との合意形成など	資料作成、報告書作成、各社への調整事項と打ち合わせ 2名	代表取締役（阿部正美）、藤田恵理奈
b ケーブルテレビ徳島株式会社	通信インフラ担当技術・実証実験	資料作成、報告書作成、各社への調整事項と打ち合わせ 5名	角谷明弘他5名
c 徳島大学	技術・実証実験ソリューション開発担当	資料作成、報告書作成、各社への調整事項と打ち合わせ 17名	三輪昌史他16名
d MMラボ	同上	1名	三輪靖
e PANDA合同会社	HP,SNS作成・運用	3名	三原賢治他2名
f 塚原喬税理士事務所	事業費用の管理 報告書作成	2名	塚原喬他1名

1 実装計画・スケジュール

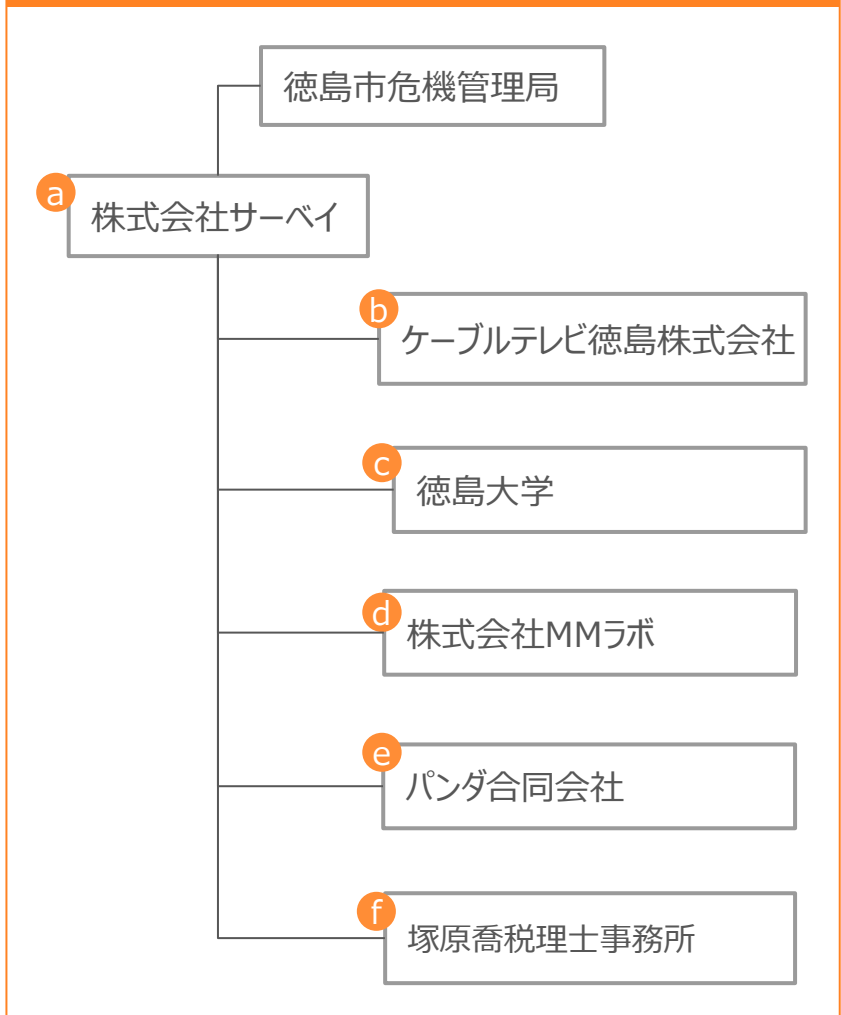
a. 実装に向けた具体的計画

2023	2024~	2025~
計画策定支援/実証事業	計画策定支援/実証事業	補助事業/横展開
2023年11月~ 徳島市沿岸部にWi-Fi ヘイロー環境を構築し、ドローンに搭載の4Kカメラと伝送映像により、リアルタイム遠隔監視を検証し、実装化の要件を満たして、実装に進めるか判断 - 実装に向けて、導入による作業工数の削減割合を検証 - 技術的に実装での運用が可能かどうか、音声・音質の精度を検証 - 実装後において、24時間の監視体制を確保するために、実施体制と各種機器の操作性を確認し、実運用が可能か検証	2024年~ 実証実験で得られた課題を基に再度計画策定支援を受け、事業化へ向けた課題を深掘りするとともに、製品の精度向上を目指す。 そのために、技術的にはサイレックス社も参画いただき技術向上を獲得する。 - 多様な条件に対応可能な自動航行パッケージの精度を高め完成させ、パートナー企業とともに市町村自治体への導入実績を積み上げていく。現時点においてテクノホライゾングループや高松帝酸株式会社、徳島大学、ケーブルテレビなどの協力を得ながら、高知県や和歌山県、兵庫県、福岡県、長崎県、島根県、鳥取県、大阪府、三重県などへ対し提案中である。 - 製品の精度を上げること、ビジネス展開に関して計画策定支援を受け中身を精査していくことで横展開を加速させていく。	2025~ 実証フィールドと同様の地理的条件を有する自治体への横展開を想定（沿岸部、山間部）。 - 沿岸部地域の自治体へ実証した技術の横展開を行う。メーカーや代理店等を開拓し拡販していく（全国ケーブルテレビNW、サイレックス、キーエンス、ジャストシステム、テクノホライゾン、BIKEN、高松帝酸株式会社、ドローン教習所等と連携）。 - 具体的な横展開策として市町村自治体の危機管理局への拡販と併用し学校教育における防災やプログラミング教育を展開することで平時利用の幅を広げるとともに運用や保守を自治体内で行える教育活動を行う。実証実験では対象を沿岸部としているが、山間部、河川など多様な地理的条件に対応可能な技術の横展開についても対応していく。

1 実装計画・スケジュール

b. 実装の体制

実施体制図



団体名	役割	リソース
徳島市 危機管理局	実証実験における土地の提供、住民や市役所内部 の人材への調整等	井水貴之他6名
a 株式会社サーベイ	プロジェクトマネジメント プロジェクトの全体管理、申請書及び報告書作成、 統括責任者	阿部正美、藤田恵理奈、 税理士事務所からの派 遣要員2名
b ケーブルテレビ徳島 株式会社	Wi-Fi HaLow などネットワーク機器の設置と運用、 効果測定、通信インフラ担当	角谷明弘他5名
c 徳島大学	ドローンなどプログラミング全般 ソリューション開発担当	三輪昌史他16名
d 株式会社MMラボ	ドローンなどプログラミング全般 ソリューション開発担当	三輪康
e パンダ合同会社	HP,SNS作成・運用	三原賢治他2名
f 塚原喬 税理士事務所	事業費用の管理 報告書作成	塚原喬他1名

① 実装計画・スケジュール

c.ビジネスモデル



持続可能なビジネスモデルの
確立と横展開



安心・安全のイノベーションで災害に強い日本を目指す



2023年
令和5年度
実証実験
(システム開
発・運用開発)



2024年
令和5年度実
証実験の課題
解決を行う
実証実験



2025年～
実装・展開
(本実証実験で得られた成果を横展開し、住民が安
心・安全に暮らせる災害に強いまちづくりを徳島
市を起点に全国へ横展開していくと共に関連する
業務で、障害者や高齢者の就労支援に貢献する)



ビジネスモデル（販売のプロセス）



*メーカー（≒ex; サーベイ&徳島大学&MM ラボ）

概要

安心・安全のイノベーションで災害に強い日本を
目指す（RTK -GNSSドローンとWi-Fiヘイロー、
LTE、光通信網を多層的に活用した地域防災
モデル）

収益化 モデル

ターゲット顧客：徳島市防災会議組織（官公
庁自治体、民間企業、大学など46組織で組成
されている）や、徳島県、海陽町へ横展開及び、
日本全国の市町村自治体（1724箇所）へ提
案可能
単価は今後要検討しパッケージ化することを想
定している

費用 負担

- 人件費：年間800万（最小単位）
* 人材スキルによります
 - 研究開発費：PoC 1200万～、
本稼働1500万～（最小単位）
* 仕様によります
 - 通信インフラ：500万（最小単位）
* 仕様によります
- * 各費用に関しましては具体的な仕様確定後、
お見積いたします。

③ 他地域への横展開の方策

対象 (地域・業界団体等)	現在の検討状況	今後の取組予定	効果の見立て
徳島市危機管理局井水様の人脈を活用し徳島県内の自治体（危機管理対応、防衛庁OB）への声かけを行う	徳島市危機管理局主幹井水様にご相談中であり検討していただいている	徳島市危機管理局主幹井水様にご協力いただき徳島県内 5 箇所での広報を進めていきます	危機管理専門の方々への広報周知活動は、非常に効果が高いと考える
徳島県 徳島県海陽町	海陽町 海陽町で同様の地域課題/ニーズがあることを把握しており、将来的なソリューションの共同利用も含め、今後連携を検討することに合意	海陽町 実証の結果を元に、2023年12月に具体的な本システムの導入の協議を開始する	海陽町 ソリューションを共同利用することで、システムの年間利用料が20%削減することが可能
大阪市・神戸市	万博開催地は沿岸部であり、島である。災害の多い国、日本において本実証実験の成果を広報することでニーズが高まると予測しているが、課題として大阪市にアクセスできていない	担当部署にご提案し繋いでいただけるよう依頼する。	万博開催地も沿岸部でありニーズは高い。成果が展開されることで国内外の社会課題解決に貢献する新たなビジネスの萌芽となる
福岡県（福岡市、須恵町）	ふくおか経済株式会社に広報したところ、実証実験の概要説明依頼があった。福岡県全域をカバーする経済誌であることから福岡市や福岡県下の市町村へ展開可能と考える	ふくおか経済を中心に広報依頼する。まずは担当者に説明する。福岡市、須恵町の経済団体と連携し進めていく。	九州も災害の多いエリアであり、本実証実験で得られる成果のニーズは高い

4 普及啓発活動

取組概要	現在の検討状況	今後の取組予定	効果の見立て
全国の自治体や、ドローン事業に関連のある企業が参加するイベントにおいて普及啓発活動に参加	総務省様主催 なるほどDXセミナー、 中四国自衛隊防災会議（能登地震を受け4月に延期）	セミナーの実施と、啓発活動（LP,SNS）と営業活動によりパッケージ化の際横展開可能な販売代理店を開拓中である	ソリューションの有効性を示すことで、同様の課題に直面する自治体約15箇所から引き合いがある
学会（機械学会中四国支部学会3月、6月ロボティクス、航空宇宙ガ学会4月、ロボット学会9月、飛行機進歩11月、計測自動制御12月、国際会議インドネシア8月で報告。）	2023年10月11日、12日 テクノホライゾンEXPOで国内外のキーマンと面談（シリコンバレーからペガサステックベンチャーズが来日）	国内外の学会やEXPOで発表する機会を獲得する	国内外へ発表することで横展開の実現可能性が高まる
実証視察会 （LP、SNSマーケティングツールを活用した事前広報活動を実施）	LP、SNSを利活用するとともに総務省様主催のセミナーや勉強会に参加することで広報活動を行った	HPやYouTubeを利用し、エビデンスベースドの普及啓発を図る。 47都道府県自治体への実証実験の広報において、HPやSNSを利用し広報していく（徳島市、徳島県のSNSも利用する）	HP、SNSを活用し広く住民への認知度を向上させることで自治体における優先順位が向上する。 認知度をあげる効果的なツール（エンジン）を利用しウェブマーケティングを活性化することで日本全国へ周知することが可能となる
メディア対応と学会参加	NHK,日本経済新聞社、朝日新聞、読売新聞、徳島新聞、四国放送、ふくおか経済、などを招待し、実証実験の成果を広報する	メディア各社のご協力を得るための活動を行なっていく。徳島県を中心に徳島市モデルとして情報発信していく	徳島市危機管理局発自治体パッケージを実用化へ向けブラッシュアップすることで導入可能性が高まる。徳島市を第一号の顧客として全国へ横展開を進めていく

4 普及啓発活動

取組概要	現在の検討状況	今後の取組予定	効果の見立て
徳島市危機管理局井水様の人脈を活用し徳島県内の自治体（危機管理対応、防衛庁OB）への声かけを行う	徳島市危機管理局主幹井水様にご相談しております	徳島市危機管理局主幹井水様にご協力いただき徳島県内5箇所での広報を進めていきます	危機管理専門の方々への広報周知活動は、非常に効果が高い
日本国内外に拠点のあるテクノホライゾングループに声かけし引き合いを獲得いただいている状況である	次週2月27日山形県戸沢村へ同行する。など他10箇所以上の引き合いに同行する予定である	国内外のEXPOや、テクノグループの営業を活用した販売計画について交渉する	国内外へ発表することで横展開の実現可能性が高まる
全国ケーブルテレビネットワークを活用した普及活動を行う案について話し合い中である	ケーブルテレビ徳島へ打診中であり、全国的なネットワークのある強みを活かした商流を提案中である	ケーブルテレビ徳島側で検討中である	全国に事業所がありかつ自治体とのパイプが強いケーブルテレビネットワークを活用することで販路拡大が見込める
高松に本社のある高松帝酸株式会社との協業によりBIKENへの提案を進める	NHK,日本経済新聞社、朝日新聞、読売新聞、徳島新聞、四国放送、ふくおか経済、などを招待し、実証実験の成果を広報する	メディア各社のご協力を得るための活動を行なっていく。徳島県を中心に徳島市モデルとして情報発信していく	徳島市危機管理局発自治体パッケージを実用化へ向けブラッシュアップすることで導入可能性が高まる。徳島市を第一号の顧客として全国へ横展開を進めていく

5 視察会の概要

日 時	2024年1月10日（水） 9：00～12：00			
場 所	第一会場 第二会場 第三会場	徳島市役所南館 5F 徳島市金沢基地局対岸 徳島市小松海岸		
スケジュール	9：00～ 9：30～ 9：45～ 10：05～	第一会場受付 開会式（事前説明会） 休憩 徳島市長 挨拶	10：15～ 10：45～ 11：15～ 12：00～	ドローン飛行開始 ドローン到着 実験の振り返り 質疑応答 閉会式
参加者	第一会場	総務省 地域通信振興課 徳島市 徳島市 危機管理局 ポストンコンサルティンググループ 株式会社サーベイ ケーブルテレビ徳島株式会社 ケーブルテレビ徳島 技術本部 ケーブルテレビ徳島 営業本部 パンダ合同会社	荒木課長補佐 内藤市長 井水主幹 / 上原課長 / 藤本課長補 / 佐竹内係長 / 井上主査 袴田様 阿部社長 / 藤田 梅田社長 眞鍋本部長 / 児島部長 岡渕部長 三原社長	
	第二・第三会場	徳島市 危機管理局 徳島市 消防局 徳島大学 株式会社MMラボ ケーブルテレビ徳島 技術本部 ケーブルテレビ徳島 営業本部	竹内係長 / 藤本課長補佐 近藤 消防司令補 / 小林 消防司令補 三輪准教授 三輪社長 湯村部長代理 / 吉岡係長 福原主任	

5 視察会の概要

a. 質疑応答内容と今後の対策

質 問	回 答	今後の対応／対策
カメラをドローン直付けではなく左右上下に振ることは可能か また、それにより画質に影響はあるのか	首振り可能なカメラもあり対応することは問題ない。 今回は時間がなく対応ができなかった。 カメラを変えることで画質に影響を与えることはない	実証実験の要件を事前に固め、検証のための期間を十分にとる
電波が不安定であるということで、基地局を海岸沿いに立てていくということだが、具体的な場所と高さはどう考えているのか	吉野川の川幅が1kmのため、Wi-Fi HaLowのスペック的には厳しい条件だった。金沢は30mの高さがあったため好条件の為届いた。小松海岸のアンテナは、とりまわして何とか届いたが、理論値で設置しながら検証していくことが大事	理論値から設定場所を仮で設定し、必ず検証を行うようにすることで、電波の途切れを回避する
なぜドローンの映像にLTEも使ったのか	Wi-Fi HaLowのバックアップとしてLTEを使用。 5.6GHzの映像専用波というものがあれば1-2kmぐらいいは対応可能だが、スタートからゴールまで直線で2km なので難しいと判断。 またWi-Fi HaLowの1/10ルール（既定の容量を超えると設定単位時間通信ができないルール）があり、映像＋音声の双方向となるとかなりの容量が必要になるが、それを超えると通信が一定時間途切れるため災害時には使いづらい。	有事にはLTEが使えなくなることも想定して、Wi-Fi HaLowを利用した。 独自回線を持つておくことは強いので、Wi-Fi HaLowから電話回線やStarlinkなどを活用する検証を行う 実験時および災害時のWi-Fi HaLowの1/10ルールの改定を検討してほしい
悪天候だとどれぐらいの条件で飛べなくなるのか	法律的には5m/s 機能的には7-8m /sは可能 防水加工すればある程度は対応可能になる	全天候型のドローンを開発中
障がい者、求職者の自立支援にどうつながるか	今回も学生にPCのモニタリングと管理を対応してもらった。 左半身が麻痺をしている方もリハビリの一環でドローンの操縦をし、結果的にパイロットとして生計を立てている人もいる。 配送実験の際にも障がい者の方にパイロットを担当してもらった	訓練をすればある程度は飛ばすことが可能

5 視察会の概要

a. 質疑応答内容と今後の対策

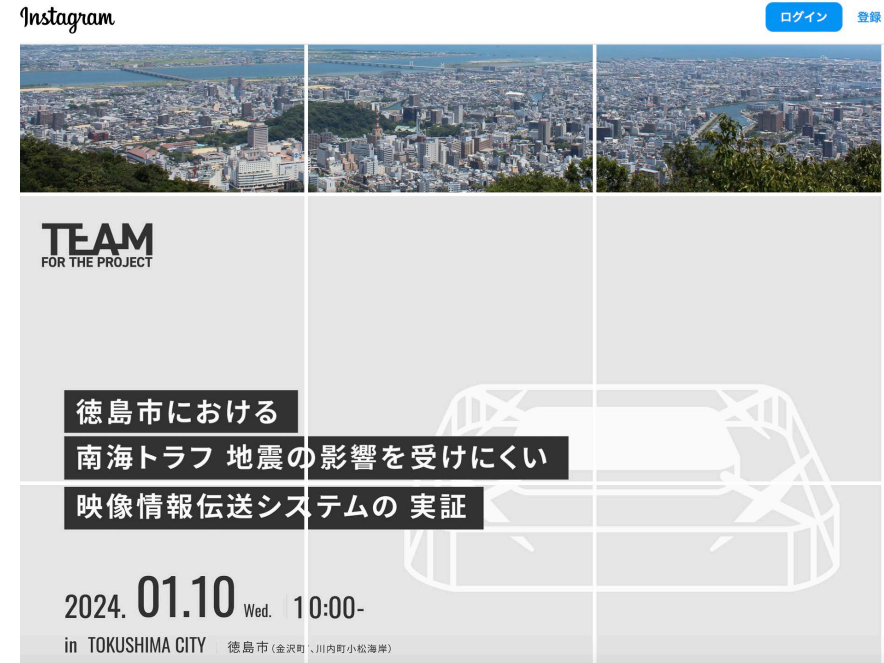
質 問	回 答	今後の対応／対策
実装に向けて、有事に職員が自動で離発着することが可能か	RTK-GNSSを使うと数cmの非常に小さい誤差で飛行することができるので、精密な飛行が可能になる	ルートの作りこみと、事前テストは入念にする必要があるがそれができると誰でも使うことが可能になる
横展開はどのように考えているか	大阪府、福岡県須恵町や自衛隊のイベントなどでも広報活動を行っている。 初動の活動が大事だが、どこから手を付けるべきかが分からないという意見が多い	（株）サーベイでLPを作成しSNSを使った広報活動を考えている テクノホライズン、NTT西日本など企業も巻き込んで全国に展開を考えている 技術と運用をパッケージ化した横展開活動を行う予定

5 視察会の概要

b.ランディングページ／SNS運用（Instagram）



ランディングページURL：
https://survey-xtech.co.jp/lp/drone_experiment20240110/



Instagram
URL：
https://www.instagram.com/drone_experiment/

① 実証実験を基にした今後の構想

実証実験で得た課題をブラッシュアップすることで、津波や山崩れ、地震などの災害に強いまちづくりを構築することが可能になる。

災害時、1時間以内に状況把握をすることを目的に自治体の危機管理専門職や大学研究者らにより考案されたパッケージ「（仮称）災害応急対策ドローン自動航行パッケージ」を47都道府県に設置し、災害に強い地域基盤を構築し、津波災害などに影響を受けにくいまちづくりを行うことで、死亡者ゼロを目指すことを目標とする。

「（仮称）災害応急対策ドローン自動航行パッケージ」（徳島市危機管理局主幹井水様考案）

災害応急対策の第一歩 「この町に何が起こったのか」を知る！

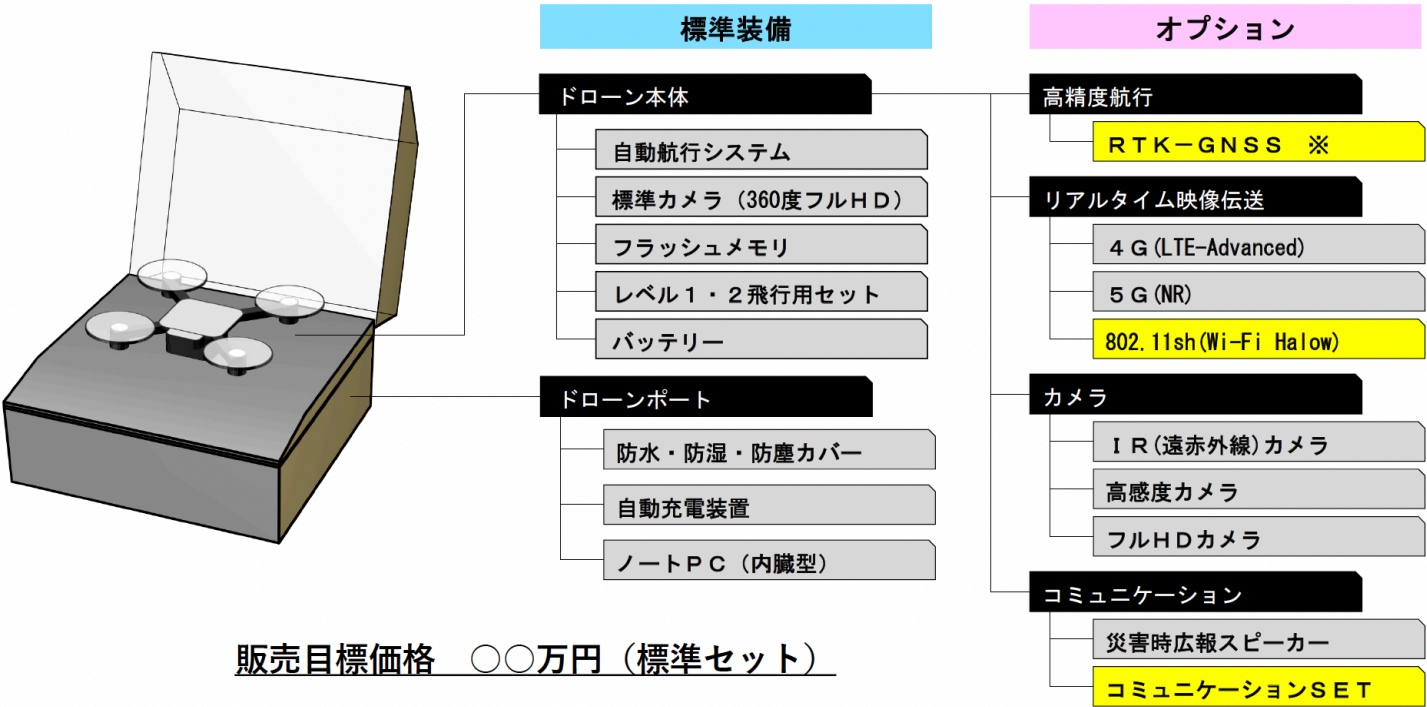
1時間以内に情報共有



- カバーを開け、ボタン1つで情報収集活動を自動スタート！
- 1時間以内に被害状況の「見える化」を実現、災害応急対策の初動方針決定を強力に支援！
- 南海トラフ地震等、予想される大災害に備えた自治体必須の設備投資！
- 地域の特性に応じた様々なオプションを準備し、災害応急対策（救助・捜索活動）を支援
- 地上点検（未飛行点検）の充実化により、いざという時の信頼性を向上

1 実証実験を基にした今後の構想

自治体を対象とした災害用器材構成

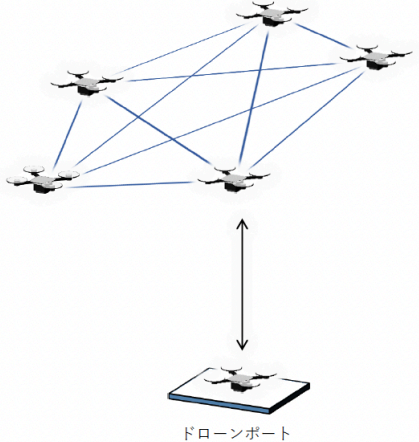
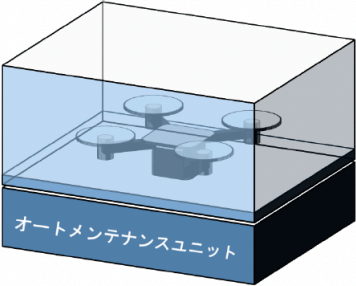


- 標準装備
- 1 操作員がカバーを開け、スタートボタン押すことによって、あらかじめ設定されたコースで自動飛行を行う。
- 2 あらかじめ設定された地域の被災状況等を撮影、撮影された映像はドローンに搭載したフラッシュメモリに保存される。
- 3 保存されたデータは、ドローン帰投後に専用ソフトで確認できる。

※ RTK-GNSSを搭載しない場合は、広い着陸地点 (約10m四方) が必要

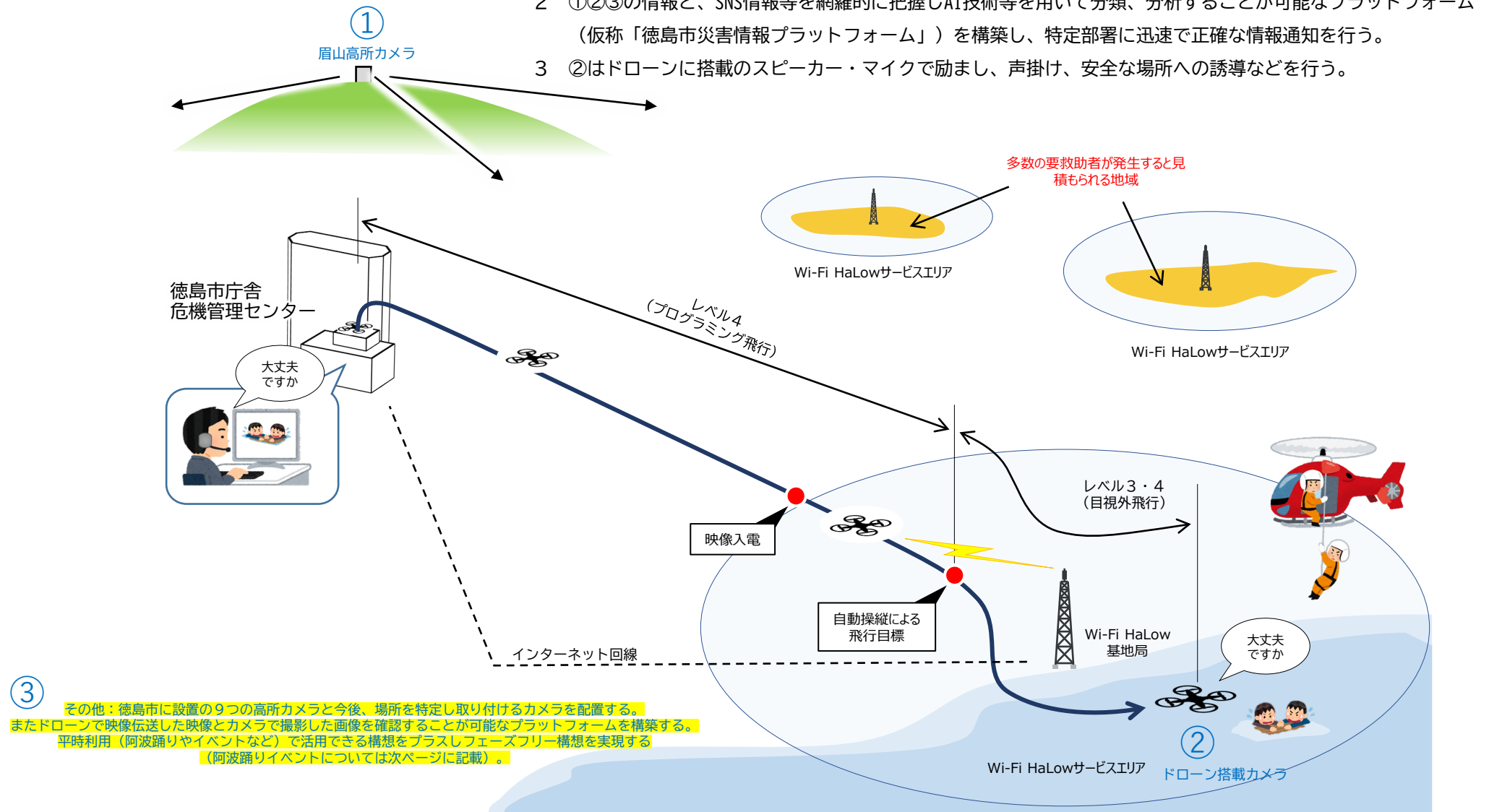
1 実証実験を基にした今後の構想

保守点検サービス

飛行点検（1回／年） 【必須ではないが推奨する点検】 1 各自治体の飛行ルールに適合した実飛行ルートで点検 └ ① 実飛行コース └ ② 実飛行コースに類似した縮尺コース └ ③ ドローンポート周辺を飛行させる縮尺コース 2 各種防災訓練に合わせた情報収集訓練等  ドローンポート	メンテナンスユニットによる自動点検 (異常があった場合、保守業者が訪問)  陸上点検（未飛行点検）機能 ユニットに固定した状態で、プログラミング飛行のシーケンスを実行。各センサに、飛行中の想定される負荷や外乱のテストパターンを入力して、制御信号等を点検する。 <table><tr><td rowspan="3">機 体 (オプション)</td><td>毎日点検</td><td>導通点検</td></tr><tr><td>毎週点検</td><td>モーター、センサー点検</td></tr><tr><td>毎月点検</td><td>自動航行点検（未飛行）</td></tr><tr><td>バッテリー (標準装備)</td><td colspan="2">ドローンに搭載するバッテリーの放電、充電、テストを自動で行い、常に飛行可能な状態にする。</td></tr></table>	機 体 (オプション)	毎日点検	導通点検	毎週点検	モーター、センサー点検	毎月点検	自動航行点検（未飛行）	バッテリー (標準装備)	ドローンに搭載するバッテリーの放電、充電、テストを自動で行い、常に飛行可能な状態にする。		委託保守事業者による訪問点検 （1回／月）  ドローン用 バッテリー (充電済)
機 体 (オプション)	毎日点検		導通点検									
	毎週点検		モーター、センサー点検									
	毎月点検	自動航行点検（未飛行）										
バッテリー (標準装備)	ドローンに搭載するバッテリーの放電、充電、テストを自動で行い、常に飛行可能な状態にする。											
〇〇万円／1回	オートメンテナンスユニット 〇〇万円／1台 (ユニットの保守含む。)	〇〇万円／年間（12回）										

令和6年度実証実験における 災害用ドローンの運用（飛行）構想

① 実証実験を基にした今後の構想



- 1 Wi-Fi HaLowのメッシュネットワークを構築し、①②③による堅牢な情報収集を行う。
- 2 ①②③の情報と、SNS情報等を網羅的に把握しAI技術等を用いて分類、分析することが可能なプラットフォーム（仮称「徳島市災害情報プラットフォーム」）を構築し、特定部署に迅速で正確な情報通知を行う。
- 3 ②はドローンに搭載のスピーカー・マイクで励まし、声掛け、安全な場所への誘導などを行う。

① 実証実験を基にした今後の構想

Wi-Fi HaLowを活用した阿波踊りの危機管理ネットワークを構築する構想

1 実証実験中に耳にした徳島市が抱える防災上の問題

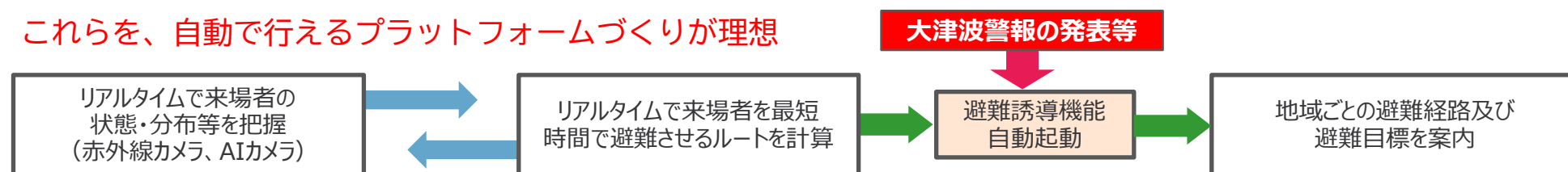
400年を超える歴史を持つといわれ、**徳島市が世界に誇る伝統芸能「阿波踊り」**は、南海トラフ地震の津波浸水想定地域で開催されている。これが開催瀬れるお盆の4日間、会場となる直径1 kmの範囲に県内外からの観光客が爆発的に集中するが、このタイミングで地震が発生した場合は最悪の被害となるため、避難誘導や応急対策を万全にしたい。（踊り連や来場者の安全確保は達成しなくてはならない最重要課題）

2 難しい環境下でスムーズな避難誘導や応急対策（負傷者の救助）を行う上での様々な課題

- (1) 来場者の状況をリアルタイムで把握することが必要→ 人数のカウントが可能なAIカメラの導入
- (2) 想定されている「震度7」では、停電・通信インフラの不通や輻輳により情報収集、伝達が不可能となる可能性が高い。→独立LANの構築
- (3) 管理者側自身も被災する可能性がある。→ 将来的に「自動化」は必須
- (4) 通常の避難より困難な状況 → 地域ごと、可能な限り短時間で避難できるルートの自動生成ソフト等が必要
一時的な人口集中、夜間であること、飲酒の割合が高いこと、浴衣等動きづらい服装の割合が高い、多くの外国人がいること等

3 徳島市が考える「理想とする避難誘導の形態」と、これに今回の実証実験で得られたノウハウを活用できる可能性について

これらを、自動で行えるプラットフォームづくりが理想



- 1 高精細・高フレームの必要性無し
- 2 輻輳に強く、信頼性が高い無線LAN
- 3 イベント期間中のみ使用（無料が望ましい）

Wi-Fi HaLowによるIoTの活用

市外地では使用頻度少＝通じる
500m以内であれば信頼性が高い

- ・交差しない動線
- ・避難渋滞の回避

（要開発）

- 1 停電時でも使用可能な大音量マイク
- 2 案内が必要とされる場所に放送

RTK-GNSS搭載ドローンの活用

新町川をメインルートとして使用し、高精度プログラミング飛行により橋梁下を通過させ墜落時のリスクを回避

① 実証実験を基にした今後の構想

平時利用の実用化におけるWi-Fi HaLoWの活用を検討中です

農作物のAI判定



児童・生徒へのDX教育



農薬散布・風力発電点検など



海洋調査



ドローン物流



鳥獣害対策



ダム点検



① 実証実験を基にした今後の構想

徳島市の課題解決策を通じて、障害者の雇用の場を創出します



① 実証実験を基にした今後の構想

高齢者の「生きがい就労」など雇用の場を創出します

農業や狩猟の知識
を活かして社会課
題を解決したい！



子どもたちへの家庭
教師・DX教育など、
自分の特技を活か
して働きたい！



多様な世代、多様な人びととつながる、DXで社会課題を解決していきます



② 今後の展開とアクションプラン

令和5年度の実証実験で明らかになった課題解決策を検討するために
B.ソリューション実装コースへの公募へむけて徳島市様と協議中

令和6年度 地域デジタル基盤活用推進事業のご案内

【① 計画策定支援】 デジタル技術導入に向けた支援の内容

支援先団体の課題の整理状況に応じて、以下の2つの支援内容を用意しています。

	A 地域課題整理コース	B ソリューション実装コース
支援対象	地域課題の洗い出しから支援を希望する団体	地域課題の解決策は明確化されており、具体的な実装計画書策定の知見・ノウハウの支援を希望する団体
支援内容	解決すべき地域課題の調査、分析及び整理から、デジタル技術を活用した当該地域課題の解決策の検討及び立案までを伴走支援します。	支援対象団体内における予算要求や国の補助金への申請・提案等への活用も念頭に置きつつ、デジタル技術を活用して地域課題の解決を図るためのソリューション実装計画書の策定を支援します。
支援メニュー例	・地域課題の抽出・整理 ・他地域における関連する好事例の紹介 ・デジタル技術の活用による課題解決の検討 ・ソリューション導入時期の検討	・ネットワーク構成・機器等の要件の検討 ・導入・運用コストや費用対効果の検討 ・地域のステークホルダーとの連携体制の検討 ・運用モデルや資金計画、マネタイズの仕組み等の検討 - 事業者とのマッチング

② 今後の展開とアクションプラン

a. 課題への対応策

次回の計画策定支援を活用し、「予算要求や国の補助金への申請・提案等への活用も念頭に置きつつ、デジタル技術を活用して地域課題の解決を図るためのソリューション実装計画書の策定を支援」いただくとともに、以下の項目について今回の実証実験の結果を踏まえ課題解決をしていきたいと考えています。

- ・ネットワーク構成・機器等の要件の検討
- ・導入・運用コストや費用対効果の検討
- ・地域のステークホルダーとの連携体制の検討
- ・運用モデルや資金計画、マネタイズの仕組み等の検討
- ・事業者とのマッチング

横展開を実現するために、計画策定支援に応募させていただき、今回の課題を基にした具体策を構築し横展開・実装していきたいと考えています。何卒よろしくお願いいたします。

Appendix

① 機能別実験

総務省 令和5年度 地域デジタル基盤推進事業 実証実験
(南海トラフ地震に影響を受けにくい映像伝送システム構想の実現)

1 機能別実験 12月22日 (金)

15:00～17:30

2 機能別実験 12月27日 (水)

9:00～12:30

1 機能別実験

1 2 月 2 2 日（金）の実験

実験名	【# 1 機能別実験】Wi-Fi HaLow™ 等使用する機器の接続テスト				
実験日	令和 5 年 1 2 月 2 2 日（金） （ 1 5 : 0 0 ~ 1 7 : 3 0 ）	場 所	小松海岸基地局 金沢基地局	参加者	
実験項目	1 期待できる伝送速度 Duty比10%の制限の中で連続して確保できる通信品質（画質とコマ数） 2 期待できる伝送距離 高アンテナと見通し距離（金沢基地局）と低アンテナと障害物（小松海岸基地局）				
実施要領	1 伝送速度 金沢基地局直下においてドローンに搭載予定のWi-Fi HaLow™子機と接続後、通信品質（画質とコマ数）を落としながら、 <u>Duty比10%の制限の中で連続して確保できる数値を探す。この際、通信にストレスを感じる遅延に注意する。</u> 2 伝送距離 (1) 高アンテナと見通し距離（金沢基地局：高さ約 3 0 m） 吉野川右岸の土手に通信機器一式を移動させて、基地局からのおおよその距離を測定する。 (2) 低アンテナと障害物（小松海岸基地局：高さ約 6 m） 通信機器一式を小松海岸の堤防を越えて徐々に遠ざけ、電波伝送の限界距離を測定する。				
結 果	1 期待できる伝送速度 実験の結果は、 <u>140kbps, 10fps</u> であった。また、この時の映像及び音声の遅延は約 1 秒であった。（映像形式は不明） 2 期待できる伝送距離 (1) 高アンテナと見通し距離（金沢基地局） <u>約 2 0 0 mを確認した。</u> この際、ケーブルテレビ徳島より、親機設置時の測定では、しらさぎ大橋通過後にはつながったという話を聞いた。金沢基地局としらさぎ大橋は約 7 5 0 mあり、1 k mも期待できるのではとの先入観から、それ以上の実験を行わなかった。次回、実機に搭載して再度計測する。 (2) 低アンテナと障害物（小松海岸基地局） <u>ひとつ目の松林を越えたところで既に限界となった。</u>				
次実験への課題と対策	今回の実験成果を踏まえ、次回（1 2 月 2 7 日）は実際に器材をドローンに搭載して、 <u>実際に飛行させて</u> 実用に適するかの検証を行う。 1 金沢基地局 見通し距離での電波伝送の限界距離を測定する。 2 小松海岸基地局 ドローンの高度を徐々に上げる、基地局に近づく等して、電波伝送の条件を変化させ、上空での接続状況を確認する。 この結果によっては、小松海岸でのWi-Fi HaLow™ の使用の可否及び代替え手段を検討する。				

① 機能別実験

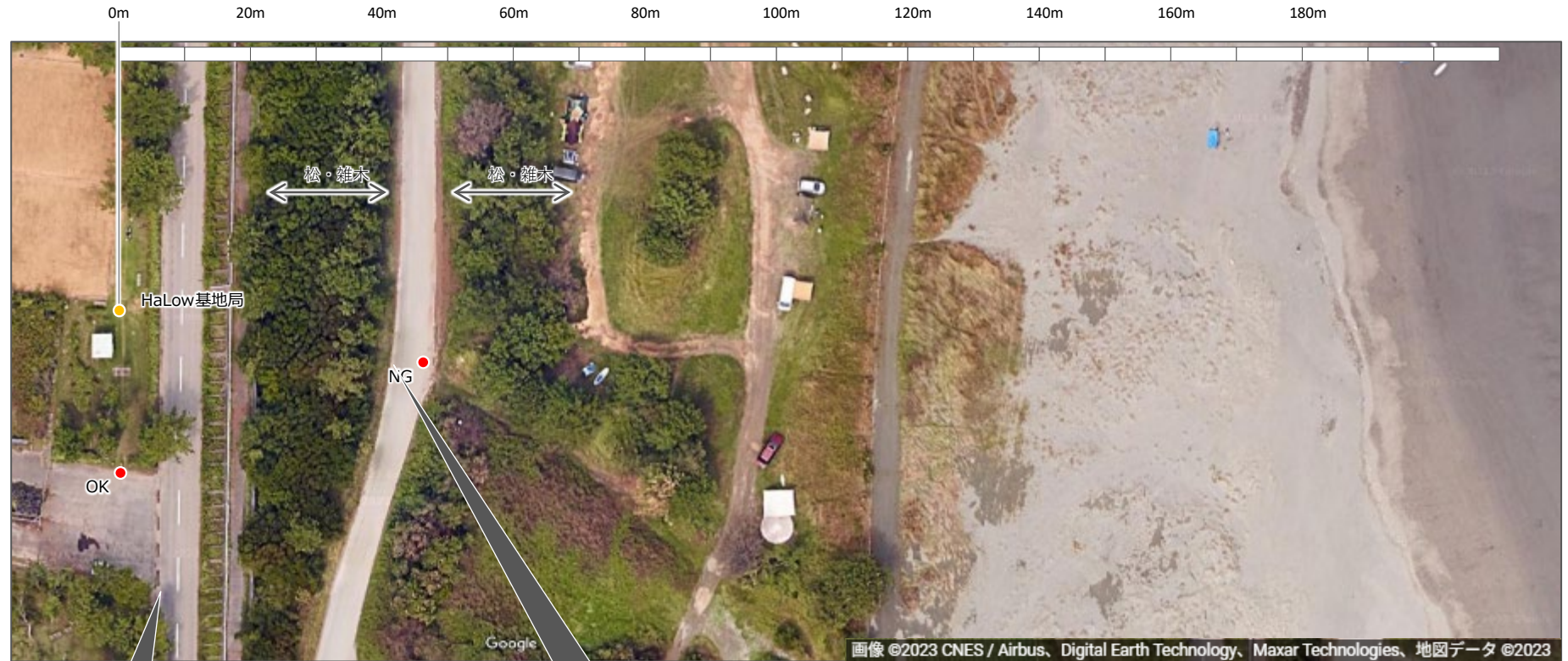
12月22日（水）の実験



1 機能別実験

小松海岸基地局（低アンテナと障害物）の状況

小松海緑地に設置した基地局アンテナから東の海岸方向にWi-Fi HaLow™の電波を水平に伝送しようとするとき、道路を挟んで約20mの位置に約4.5m海岸堤防があり、幅10mの防風林がある。その先の道路を挟んでまた、幅約5～10mの二つ目の林が存在する。



1 機能別実験

小松海岸基地局での実験

小松海岸基地局、及び金沢基地局ともにWi-Fi HaLow™ の接続を確認



金沢基地局直下での接続実験



吉野川右岸堤防での接続実験（見通し距離約150m）



基地局直下での接続画像



小松海岸基地局での接続実験

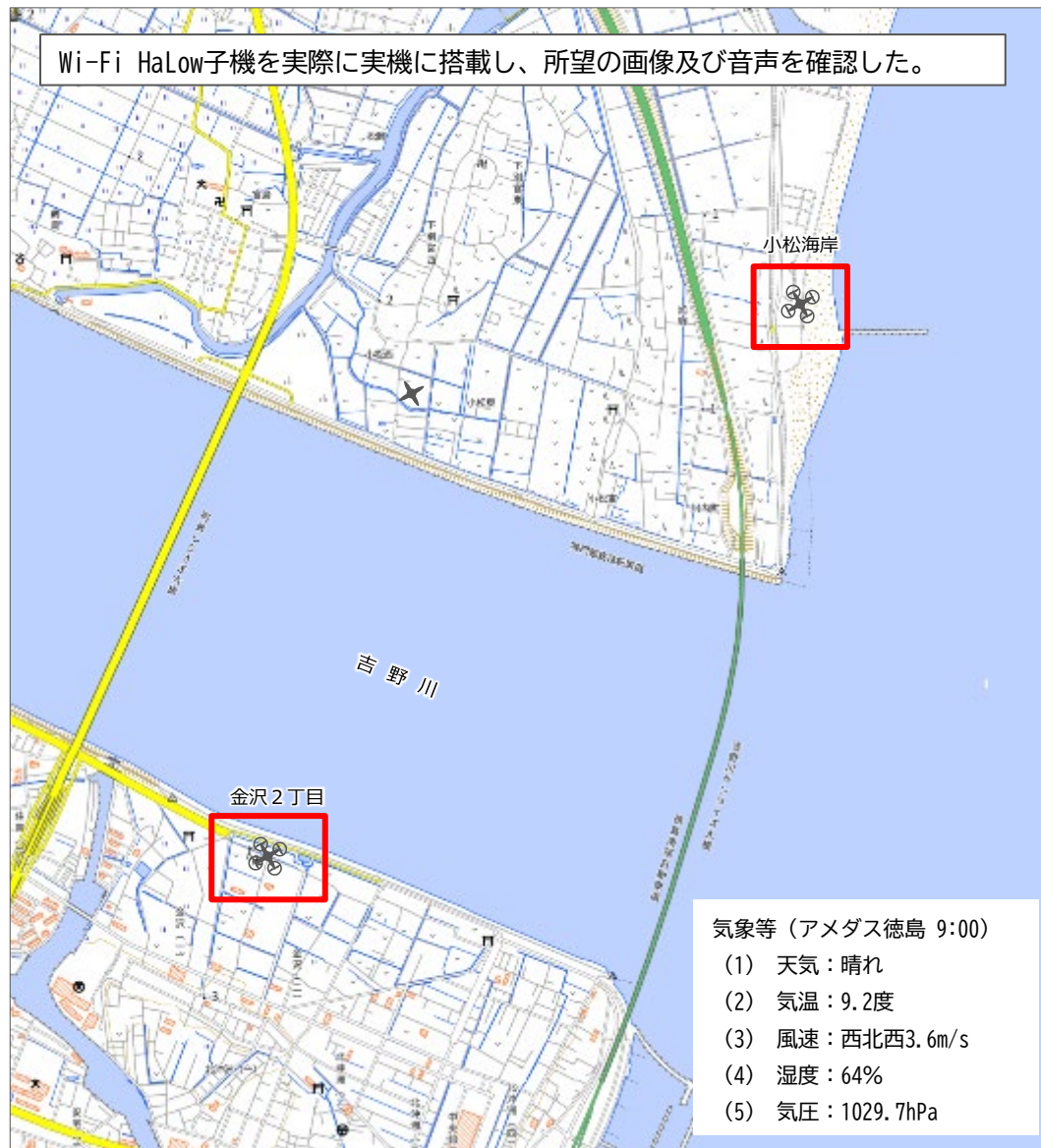
1 機能別実験

1 2 月 2 7 日（水）の実験

実験名	【# 2 機能別実験】通信機器をドローンに搭載した状態での接続テスト				
実験日	令和 5 年 1 2 月 2 2 日（水） （9：00～12：30）	場 所	小松海岸基地局 金沢基地局	参加者	
実験項目	1 ドローンと基地局間の伝送速度 Duty比10%の制限の中で連続して確保できる通信品質（画質とコマ数） 2 各基地局周辺における伝送距離 高アンテナと見通し距離（金沢基地局）と低アンテナと障害物（小松海岸基地局）				
実施要領	1 伝送速度 通信品質を128kbps,24fpsに設定、基地局周辺を飛行させ通信品質をチェックする。 2 伝送距離 (1) 高アンテナと見通し距離（金沢基地局：高さ約30m） 基地局周辺の吉野川上空にドローンを移動させて、基地局からの限界距離を測定する。 (2) 低アンテナと障害物（小松海岸基地局：高さ約6m） 小松海岸上空にドローンを移動させて、基地局からの限界距離を測定する。				
結 果	1 伝送速度 小松海岸基地局直近における128kbps,24fpsで接続は成功 2 伝送距離 (1) 高アンテナと見通し距離（金沢基地局） 先に実施した小松海岸での飛行に時間がかかったため、金沢基地局での実験は、ドローンを手搬送で移動させ、地面にいた状態で限界距離を測定した。結果は216mまではOK、247mではNGであった (2) 低アンテナと障害物（小松海岸基地局） ア 1回目：基地局から南南東187mに離陸地点を設定し、直上に高度を上げて見通し距離での接続を試みたが失敗 イ 2回目：1回目の高度に加え、基地局に近づき接続を試みたが失敗 ウ 3回目：海岸方向で高度を上げて接続を試みたが失敗				
次実験への課題と対策	実験開始前、Wi-Fi HaLow™ については、Duty比10%制限を考慮しても1Mbps程度の通信は連続して確保できること。また、2Mbpsで2.5km到達の記事もあったことから、最低も見通し距離1km、障害物があっても500mは確保できるとの期待値があったが、 2回の機能別実験における結果から、期待する数値は得られなかった。 伝送速度及び伝送距離については、今回の使用機器であるサイレックス社の発表を大きく下回っており、その原因は何なのかについて技術者の意見をいただくとともに、 この状況が改善できない場合には、ドローンに搭載する通信機器については、LTE形式の通信機器を搭載することを検討する。 （ドローンの飛行部分とWi-Fi HaLow™ の活用部分を分離して進めることも一案）				

1 機能別実験

12月27日（水）の実験



① 機能別実験

小松海岸基地局横での導通試験



128kbps 247r-m/s で動作を確認して、実験場所へ移動

1 機能別実験

小松海岸基地局での実験

3 回の飛行を行い、映像を確認したが、期待する映像・音声を得ることが出来なかった。



1 回目飛行

1 0 : 3 7 1 回目の飛行



1 回目飛行

1 0 : 5 2 その場でのホバリング（映像は得られなかった）



2 回目飛行

1 0 : 5 2 高度を上げ基地局方向に飛行（映像は得られなかった）



3 回目飛行

1 1 : 0 9 海側でホバリングさせて確認、この時、基地局で約 5 秒の接続を確認

1 機能別実験

金沢基地局での実験

金沢基地局での実験は、ドローンを地面に置いた状態で実施した。



手搬送で土手に移動させる。



吉野川右岸の土手（高さ約6m）は、基地局とは見通し距離



ドローンを土手に置いた状態で画像を確認



ドローンを土手に置いた状態で画像を確認

① 機能別実験

総務省 令和5年度 地域デジタル基盤推進事業 実証実験

(南海トラフ地震に影響を受けにくい映像伝送システム構想の実現)

実証視察会

令和6年1月10日(水)

徳島市 ㈱サーバイ 徳島大学 MMラボ ケーブルテレビ徳島
塚原喬税理士事務所 パンダ合同会社

1 機能別実験

1月10日（水）の実験

実験名	【実験本番】				
実験日	令和6年1月10日（水） （10：00～12：30）	場 所	小松海岸基地局 金沢基地局	参加者	
実験項目	1 任務付与～目標発見までの時間（ドローン発進までの時間 ～ 探索エリアへの到着時間 ～ 被災者発見までの時間） 2 ドローンの位置情報（誤差）精度 3 ドローンからの映像・音声配信遅延 4 ドローンからの映像・音声配信品質				
実施要領	小松海岸沖に実際に漂流者を扮した消防隊員を浮かべ、高所カメラによる発見からドローンによる漂流者の救助に資する情報収集及び声掛けを行い、帰還するという一連の状況下で総合実験を行い、実装への可能性を検証する。				
飛行ルートの変更	実験前日、離陸予行位置である吉野川多目的グラウンドにおいて、離着時の最終安全確認を行った。この際、何らかの理由でコンパスキャリブレーション（コンパス更正）が正常に機能しない事態が発生した。離陸場所に問題があるとの結論に至り、急遽、徳島河川国道事務所の許可を得て、吉野川左岸1kmの堤防上を離陸地点に変更することとした。この際、離陸地点は交通量が少ない下流側にも移動させる必要があったため、予定していた飛行距離の前半部分である約4,200mがカットされることとなった。 飛行距離が短縮された区間は、プログラミング飛行の前段部分であり、今回の実験への影響は無いと判断した。				
結 果	吉野川左岸1km離陸～小松海岸沖での要救助者との接触～小松海岸への着陸まで、約 3 1 分間のプログラミング飛行（要救助者ポイント到着後は手動操縦）を行い以下の結果（総括）を得た。 1 ドローン発進までの時間（目標：5分以内 → 結果：5分） 今回の実験には直接関係ないLTE回線の接続不良により、実際の発進が遅れたが、目標地域と飛行経路をあらかじめ入力している場合は、発進指令から1分以内での離陸が可能であることを確認した。（屋根付きドローンポートからの離陸であっても5分は十分達成できると評価） 2 探索エリアへの到着時間（目標：8分以内 → 結果：8分） 今回の実験では、伝送画像のデータを収集するため、金沢局を経由する必要があるため、上記の時間となったが、本実験で使ったドローンのプログラミング飛行による平均速度40km/hは、十分に達成可能な数値であることから、市役所～小松海岸沖の距離5,600mは8分以内で到達できると評価） 3 被災者発見までの時間（目標：5分以内 → 結果：5分） 今回の実験では、探索目標は必ずドローンの進行方向にあるとの考えから定点カメラをドローン前面に固定したため、前進途中で要救助者を確認する事が出来たものの、要救助者が潮の流れで南に移動したため、ドローンの到着地点が要救助者のほぼ直上となり、目標地点到着後、要救助者を画面に捉えることが出来なかった。 4 ドローンの位置情報誤差（目標：50cm以内 → 結果：数cm） 十分な成果が得られたと評価 5 ドローンからの映像・音声配信遅延（目標：1秒以内 → 結果：15-20秒） 今回目指した「漂流者とのコミュニケーション」は達成できなかった。 6 ドローンからの映像・音声品質（目標：500Kcm以内 → 結果：48kbps） 今回目指した「漂流者とのコミュニケーション」は達成できなかった。				

1 機能別実験

1月10日（水）の実験

実験名	【実験本番】
今後の課題と対策	1 ドローンに搭載するカメラについて 今回は、ドローンに固定カメラを搭載したのが失敗であった。洋上にある要救助者は、潮流や風の影響を受けて、その位置が変化することを考慮すべきであった。 → 首振りタイプ、又は360度カメラに変更 2 ドローンからの映像・音声品質と配信遅延a. 到達距離は、最長で約2.7kmの結果が得ることが出来たが、映像・音声品質と配信遅延に関しては満足な結果を得ることが出来なかった。ドローンに搭載する映像システムの改良が必要 → 画質及び送信レートのきめ細やかな可変を可能とするシステムに変更 3 事前の準備不足 Wi-Fi HaLow という新規格Wi-Fiの可能性を追求すべくこの日を迎えたが、ノウハウ不足から本来の性能を使いこなせていなかった可能性があることは否めない。 Wi-Fi HaLowの特性と熟知するとともに、電波伝搬状況や関連させる機器との相互干渉のチェック等機能別実験を段階的に行い、次の実験に臨むことが重要

② Wi-Fi HaLowに関する報告

Wi-Fi HaLowを活用した背景

Wi-Fi HaLow（802.11ah）は、920MHz帯の周波数を利用する通信手段のひとつです。

- ワールドワイドなデファクト規格（Wi-Fi）ベース
- 2.4GHz/5GHz帯を用いる従来のWi-Fiと比べて伝送エリアが広い
- 免許不要で自営設置が可能
- フルオープンかつ標準規格であるIP通信のLPWA
- 画像や映像に適した、数Mbpsのスループット

という特徴を持つことから、より多様なユースケースへの適用を実現し、IoTを活用した社会的課題の解決手段の選択肢の拡大や利便性向上に寄与すると考えられます。

その中でも、Wi-Fi HaLowはWi-Fiと同じくIPベースのため、**既存のIP資産や市販のIPベースの機器と親和性が高く、これまでLPWAで活用できなかったカメラ等の機器が、従来の2.4G/5GHz帯を用いるWi-Fiと比べて広いエリアで利用可能。**

このような特徴は、企業や自治体等の様々な主体が自らの建物や敷地内で柔軟にネットワーク（NW）を構築できることから、様々な分野における課題の解決や新たな価値の創造への活用デジタルトランスフォーメーションの推進等にも寄与することが期待されます。

② Wi-Fi HaLowに関する報告

Wi-Fi HaLowの地方自治体にとってのメリット

- 既存のIP資産や市販のIPベースの機器と親和性が高い
- ランニングコストがかからない
- 災害時に迅速で正確な初動の動きに貢献する可能性がある

■ 目標と目的

このような背景から、本実証実験では「南海トラフ地震に影響を受けにくい映像伝送システム構想の実現」と題し、**災害時に徳島市における死亡者ゼロを目標に**、Wi-Fi HaLowと既存設置のカメラ、RTK-GNSS搭載ドローンを併用した**多層的な連携モデルを構築することを目的**に実証実験を実施。災害時、1時間以内に状況把握をすることを目的に自治体の危機管理専門職により考案されたパッケージ「（仮称）災害応急対策ドローン自動航行パッケージ」を47都道府県に設置し、災害に強い地域基盤を構築し、**死亡者ゼロを目指すことを目標とする。**

③ Wi-Fi HaLow 電波測定機器の説明

Wi-Fi-HaLowの電波測定器は以下の製品を使用

アンリツ製
フィールドマススタプロ（MS2090A） 32G



測定器仕様	
本体寸法	314×235×95mm
本体重量	5.6kg
バッテリー動作時間	2時間以上
RFコネクタ	K(m)、50Ω

Aaronia AG製
ハイパーログアンテナ680M-8GHz（HyperLOG6080）



測定器用アンテナ仕様	
本体寸法	200×340×25mm
本体重量	250g
測定周波数帯	680MHz-8GHz
インターフェース	SMA(J)

④ 地域デジタル基盤活用推進事業を経て今後のビジネス展開

今回の実証事業で得られたノウハウ

- 災害時に活用できる水陸両用ドローンの開発
- ドローンを活用した災害時対応のノウハウ
- 地方の民間団体及び大学との連携方法
- 補助金活用ノウハウ
- 地方公共団体との連携
- 災害時ドローン活用に必要なインフラ設備の内容

地域課題（外部環境）

- 災害時の迅速対応への高まり
- 災害時ドローン活用への期待の高まり
ドローンの確保
ドローンを活用する人材の確保
- 災害時対応に対する補助金の拡充
（国の予算あり）

④ 地域デジタル基盤活用推進事業を経て今後のビジネス展開

今後の戦略

地方自治体が抱えている災害時対応の課題について、今回の実証実験で得られた下記 3 項目を活用し、国及び地方自治体の課題であるドローンを活用した災害対策を横展開していく。

- ① ドローンを活用した災害時対応のノウハウ
- ② 災害時用ドローンの開発及び購入方法（補助金活用を含む）
- ③ 災害時対応のためのドローン操作人材の存在

④ 地域デジタル基盤活用推進事業を経て今後のビジネス展開

横展開の手順

- ① 徳島県の各市町村への横展開
- ② 徳島県への横展開
- ③ 徳島県以外の地方自治体への横展開
- ④ 海外への展開の可能性の検討
- ⑤ ドローン開発を進め過疎地域での物流インフラや見守り事業として横展開出来た地方自治体での日常業務受託

④ 地域デジタル基盤活用推進事業を経て今後のビジネス展開

アクションプラン

一般社団法人の設立

各地方自治体から1名会員を選定（災害時担当者で十分）

各地方自治体に災害時ドローンを活用できる人材の教育

期待される効果

- 災害時、24時間ドローンを各地域で操作できる人材の確保。
（災害時は時間との勝負。災害時のみ24時間対応できる人数の確保）
- 各地方自治体から担当者を会員とすることで資金面及び人材面の支援を受けやすい。
- 教育プログラムを導入することで単独の自治体では収入は太くはないが、継続的ビジネスに繋がる。
各地方自治体との継続的な接点を持つことが可能。

5 メディア各社のご協力

a. 徳島新聞社

津波被災者の発見・救護

ドローン活用探る

研究グループ 徳島市で実証実験

津波で海に流された被災者の早期発見や救護支援にドローンを活用する実証実験が、徳島市沿岸部で行われた。市内の企業や徳島大学などの研究グループが、南海トラフ地震による津波被害を想定する市と連携して実施。ドローンは要救助者付近まで到着したが、現場との意思疎通などの点で課題を残した。

徳島大学の三輪昌史准教授（機械工学）らがカメラやスピーカーを取り付けたドローンを同市内町小松西の吉野川北岸堤防から、小松海岸沖約400メートルで待つ要救助者役の元まで飛ばした。市役所内にいた関係者がモニター越しに声を掛けたが、要救助者役には聞こえなかった。

実験を主導するコンサルティング会社「サーベイ」の阿部正美社長は「スピーカー、マイクの性能や通信の安定性などに課題が残る。今後の実験でクリアにしていく」と述べた。10日にはグループの構想では、眉山山頂部などに市が本年度設置した高所カメラで沿岸部を捜索。流された人を発見するとドローンを現場に向かわせて状況を確認し、ヘリやボートでの救出につなげる。

（平尾貴宏）

徳島新聞

デジタル版

新聞記事検索 朝刊 MY マイキーワード 記事クリップ

トップ | 徳島ニュース | 市町村別 | スポーツ | デジタル限定 | 連載・特集 | 全国・海外 | 写真・動画

トップ > 藍がめ

【藍がめ】ドローンに乗せた夢

2024/01/27 05:00

保存 印刷 twitter facebook line

ドローンを使ったさまざまな社会実験が県内で進んでいる。徳島市のコンサルティング会社と徳島大などのグループは昨年と一昨年、障害物の少ない河川の上空を飛ぶ「ドローン物流」の可能性を探る実験に取り組んだ。今年1月には徳島市とも協力し、津波で流された被災者の捜索に活用するアイデアを、市内の沿岸部で実際に試した。

コンサル会社の阿部正美社長は、こうしたドローンを使う新事業を創造すると同時に、もう一つの夢を抱く。将来的にドローン操縦を障害者の新しい仕事に加えることだ。決して経済的に優位でも、選択肢が豊かでもない障害者の就労先になればと考えている。

実際、一昨年の実験では脳出血で左半身にまひが残り、「片手のドローンパイロット」と呼ばれる広島県の実城伸二さんがドローンを操った。神奈川県では寝たきり状態の男性が「視線入力」でドローンを飛ばしたというニュースもあった。

ドローンの活用にはまだまだ技術的な課題や法的制約が少なくない。それでも障害者が主体となって物流や防災、さらには1次産業支援やインフラ管理などに貢献する社会は、望ましい未来だと思う。ドローンの世界は広い。（デジタル報道部・平尾貴宏）

5 メディア各社のご協力

a. 徳島新聞社

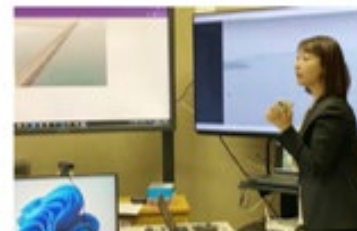
津波被災者の発見救護支援にドローン活用
徳島市の産学連携グループが小松海岸で実証実験
2024年1月10日掲載

<https://www.youtube.com/watch?v=QTboEKXmHYA>



【動画】津波被災者の発見・救護支援にドローン活用 徳島市の産学研究グループが小松海岸で実証実験

2024/01/10 19:03



モニターの映像を見ながらドローンの動きを説明する阿部さん=徳島市役所

津波で海に流された被災者の早期発見や救護支援にドローンを活用する実証実験が10日、徳島市沿岸部で行われた。市内の企業や徳島大学などの研究グループが、南海トラフ地震による津波被害を想定する市と連携して実施。ドローンは要救助者付近まで到着したが、現場との意思疎通などの点で課題を残した。

徳島大大学院の三輪昌史准教授(機械工学)らがカメラやスピーカーを取り付けたドローンを同市川内町小松西の吉野川

[写真一覧を見る](#)



モニターの映像を見ながらドローンの動きを説明する阿部さん(右端)=徳島市役所

北岸堤防から、小松海岸沖約400メートルで待の元まで飛ばした。市役所内で見守っていた関一越しに「大丈夫ですか」と声を掛けたが、要聞こえなかった。

実験を主導するコンサルティング会社「サー正美社長は「スピーカー、マイクの性能や通信に課題が残る。今後の実験でクリアしていく

グループの構想では、眉山山頂部などに市が置いた高所カメラで沿岸部を搜索。流された人ドローンを現場に向かわせて状況を確認し、ヘリやボートでの救出につなげる。

【動画】 <https://youtu.be/QTboEKXmHYA>

徳島新聞
デジタル版

5 メディア各社のご協力

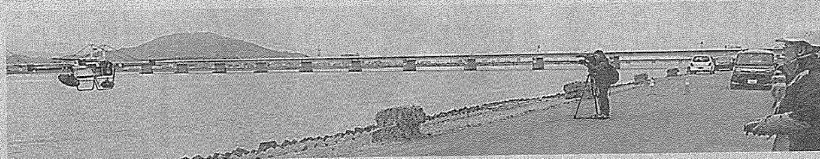
b.読売新聞社

2024年1月16日

（第3種郵便物認可）

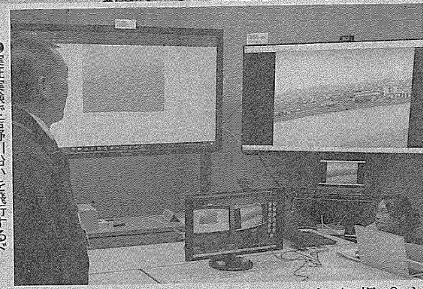
徳島新聞

被災映像 ドローン伝送



25年度実用化へ
産官学実験に手応え

南海トラフ地震の発生に備え、被災状況を迅速に把握するためドローンを活用した新たな映像伝送システムの実証実験が徳島市で行われた。同市の新興企業を中心とした産官学のグループが吉野川や小松海岸沿いでドローンを飛ばし、およそ5分離れた市役所で同時に送られてくる映像を確認した。課題を検証し、性能を向上させ2025年度中の実用化を目指すという。（山下陽太郎）



●実証実験で吉野川沿いを飛行するドローン
●吉野川の上空を飛行するドローンから送られてきた映像（徳島市役所で）

事業はデジタルトランスフォーメーション（DX）に関するコンサルティング業務を行う「サーベイ」（阿部正美社長）が中心となり、徳島大学大学院の三輪昌史准教授（機械工学）が機体の開発を担当市も参画し、総務省の補助事業（25年度事業費1460万円）に採択されている。

実証実験は10日行われ、同市内内町の吉野川沿いでプロのドライバーがカメラを搭載した縦横1・2メートル、高さ0・6メートル、重さ24キロのドローンを操縦。三輪准教授が見守る中、自動での飛行に移ると川の上空を飛び、小松海岸までの5・6キロを移動した。

実証実験に向け、グループは新たな通信方式の基地局を沿岸部の2か所に仮設した。電話回線から独立して映像を送ることができ、災害時に通信障害の影響を受けないメリットがあるという。

市役所南館5階の災害対策連絡室では、ドローンが飛行しながら撮影した映像が大型モニターに映し出された。約20分の飛行中、何度も映像が途切れる事態も起きたが、阿部社長は「映像伝送は今回、初めてうまくいった。さらに実証実験を重ねて改良していきたい」と手応えを語った。

グループは25年度の実用化を目指し、画質の改善や機体への防水対策に取り組むという。

能登地震でも
不明者捜索に

ドローンは、元日に起きた能登半島地震でも、行方不明者の捜索に活用された。徳島市では南海トラフ地震が発生した場合、東部で震度7の揺れとなり、最大5メートルの津波が到達すると想定される。びく、市の面積199・5平方キロの3割強に及ぶとされ、陸上からの被災状況の把握は困難になる可能性がある。

市は市役所本庁舎北側に防災棟「市危機管理センター」（仮称）の建設を計画しており、26年2月に完成予定のセンター屋上にはドローンの発着場も整備される。市危機管理理局の吉田浩章次長は「詳細な被害情報の把握のために、ドローンは重要。今後さらに通信の安定性や機体の性能を高めていくことができれば、導入を期待できる」と話している。

2024年1月16日 掲載

⑤ メディア各社のご協力

c.徳島大学（徳大制御研）



2024/1/10 本番①



2024/1/10 本番②



2024/1/10 本番③



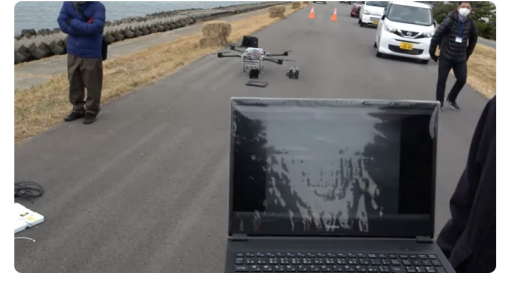
2024/1/10 調整①



2024/1/10 調整②



2024/1/10 調整③



2024/1/10 調整④



2024/1/10 調整⑤



2024/1/10 準備

5 メディア各社のご協力

c. テレビ徳島



被害状況を把握 ドローン活用へ向け実証実験【テレトクシマ】

<https://www.youtube.com/watch?v=gqRj5RM0xNc>

テレトクシマ
情報番組

TOKUSHIMA
ステ
WITH YOU

あなたと一緒に、
あたたかく踏み出す

もっと身近に、もっと楽しく! 地域の情報を届けます

月 水 町の話ニュース 金 徳島の気になる情報をたっぷりと

放送 生 月・水 / 12:00~12:10 金 / 12:00~12:30
時間 再 月~木 / 15:50, 17:50, 19:50, 21:50, 22:50他 金 / 15:30, 17:30, 19:30, 21:30, 22:30
土・日 / 9:00, 11:00, 14:00, 21:00, 23:00