資料３－２

災害情報伝達手段としてのドローンの活用に向けた

実証実験報告書

2026 年 1 月 27 日

ブルーイノベーション株式会社

目次

1. はじめに 3

2. 実証実験概要 4

2.1. 用語について 4
2.2. 実証実験の目的 5
2.3. 実証実験の検討要件 6
2.4. 検討要件と実証実験の対応 7
2.5. 各実証実験の概要 8
2.5.1. 実証実験実施場所・全体工程 8
2.5.2. 実証１　音声伝達性能検証 9
2.5.3. 実証２　J アラートとの連動による自動飛行時の即時性検証 21
2.5.4. 実証３　運用時における技術課題抽出 25
2.5.5. 実証４　災害時環境を想定したドローンの有効性・耐候性検証 30
2.6. 机上検討の概要 37

3. 実証実験結果 38

3.1. 実験結果 38
3.1.1. 実証１　音声伝達性能検証 38
3.1.2. 実証２　J アラートとの連動による自動飛行時の即時性検証 50
3.1.3. 実証３　運用時における技術課題抽出 54
3.1.4. 実証４　災害時環境を想定したドローンの有効性・耐候性検証 57
3.2. 机上検討結果 63
3.3. 実験結果総括 65
3.3.1. 音声伝達性能検証 65
3.3.2. J アラートとの連動による自動飛行時の即時性検証 65
3.3.3. 運用時における技術課題抽出 65
3.3.4. 災害時環境を想定したドローンの有効性・耐候性検証 66
3.3.5. 検討要件に対する結果 67

4. 総括 69

5. おわりに 69

1. はじめに

防災行政無線等は、PUSH 型の一斉同報手段であり、スマートフォン等を持たない住民へも情報を伝達することができるなどの特長を持つことから、災害時の主たる情報伝達手段として、消防庁ではその整備を推進している。他方、防災行政無線等の屋外スピーカーを用いた防災行政無線等の放送は、沿岸部で広範囲に災害情報伝達を行うには多数の設備が必要であること、山間部などにおいて地理的条件によっては設備設置のハードルが高い場合があることなど、全国の自治体で整備を推進する上での課題が存在する。

このような状況を踏まえ、災害情報伝達手段としてスピーカーを搭載したドローン（以下「スピーカードローン」という。）を用いた方法について、その実現可能性を検討し、防災行政無線等の更なる整備促進を図ることを目的として、「災害情報伝達手段としてのドローンの活用に関する検討会」（以下「検討会」という。）を開催している。検討会での検討の一環として、前記課題の解決のために実証実験を実施し、スピーカードローンの有効性などについて確認を実施したため、本報告書では、実証実験の結果について報告する。

2. 実証実験概要

2.1. 用語について

本報告書中に用いる用語について、以下の通り整理する。

用語	解説
音達範囲	スピーカーからの音声の届く範囲
了解度	音声内容をどれだけはっきりと理解できるかの指標
IP コード	電気製品が水に対してどれだけ保護されているかを示す国際規格（IEC60549　JIS　C 0920）
ホバリング	空中で一点に静止する飛行方法、またその状態
巡航飛行	ドローンが警備等の目的で一定エリアを巡回するように飛行すること
飛行時間	1 セットのバッテリーでドローンが継続飛行できる時間のメーカー規格値。但し、使用される環境（風、気温等）により変動する

2.2. 実証実験の目的

検討会における実証実験の目的及び確認事項は、次のとおりである。

【実施目的】

スピーカードローンが現行の屋外スピーカー等の主たる災害情報伝達手段の代替又は補完として有効に機能し得るかについて、実証実験を通じて確認する。具体的には以下の３つの内容を実施する。

① 自治体が災害時にドローンを使用する際の留意事項を整理するための検証

② ドローンが主たる災害情報伝達手段として認められるための要件を設定する上で必要な事項に関する検証

③ スピーカードローンを運用する上で想定される課題の抽出と、対応方針を決定するために必要なデータを取得するための検証

【確認事項】

実証実験で検討すべきドローンについての留意事項を確認するため、以下の事項について検証する。

a：スピーカードローンの音達範囲の検証

b：ドローンの運用に関する具体的な手順、注意事項等

c：Ｊアラートとの連動の可否及び即時性

d：気象庁、内閣官房が発出する情報及び自治体が個別に発出する避難情報の伝達の可否

e：災害時の情報伝達におけるドローンの有効性・耐候性

2.3. 実証実験の検討要件

各確認事項の具体的な確認方法はそれぞれ次のとおりである。

(1) 確認事項 a：スピーカードローンの音達範囲の検証

実証実験での確認項目	検討方法	評価項目
想定する放送地域において、ドローンに搭載したスピーカーからの音声が明瞭に聞き取れること	ドローンと観測者の水平距離、ドローンの飛行高度・速度やスピーカーの出力を変えて飛行を行い、観測地点での放送の聞こえ方や音圧等を計測する。	・騒音計計測による音圧 ・観測者による評価（了解度、音の大きさ、音声が判別可能な時間）

(2) 確認事項 b：ドローンの運用に関する具体的な手順、注意事項等

実証実験での確認項目	検討方法	評価項目
運用マニュアルの作成などを行い、人事異動が発生しても適切な運用が継続できること	災害時に自治体職員がドローンを運用することを想定し、自治体職員等にもご参加いただいた上で実験を行い、ドローン運用上の課題を抽出する。	課題項目の抽出（自治体職員等からのヒアリング）を通じて明らかになった技術的な問題への対処方針等について整理（機体操作に必要な手順数、準備工程の所要時間、トラブル発生時の復旧手順と対応所要時間など、運用負荷の定量的な把握及び注意事項の整理）
ドローンの飛行にあたり、法令に定められたものや、住民への説明など必要な手続きを実施すること	ドローンの飛行に必要な手続きを整理した上で実験を行い、課題を抽出する。	実証実験全体を通じてトラブルが発生しなかったか等について整理

(3) 確認事項 c：J アラートとの連動の可否及び即時性

実証実験での確認項目	検討方法	評価項目
J アラートのように即時性等が求められる情報を伝達する場合には、即座に飛行・放送がなされること	既に J アラートと連動して自動飛行・放送が可能な自治体（千葉県一宮町及び宮城県仙台市）において、J アラートを模した信号を発信し、実証実験を行う。	・J アラート受信から飛行開始までの経過時間 ・J アラート受信から音声放送開始までの経過時間

(4) 確認事項 d：気象庁、内閣官房が発出する情報及び自治体が個別に発出する避難情報の伝達の可否

実証実験での確認項目	検討方法	評価項目
気象庁や内閣官房から発出される情報のほか、自治体が個別に発出する避難情報など、想定する災害情報の伝達が可能であること	情報の種類・音声内容や発信方法を確認の上、複数の音声パターンで飛行可能かを確認する。	・受信した信号に応じた内容の放送可否

(5) 確認事項 e：災害時の情報伝達におけるドローンの有効性・耐候性

実証実験での確認項目	検討方法	評価項目
想定する運用状況に応じて必要な耐水性を具備していること	降雨を再現可能な大型降雨実験施設で、耐水性能の試験を行う。	・ドローンのメーカースペック（IP コード）と降雨量の関係 ・大雨警報、注意報クラスの降雨量（猛烈な雨 80mm/h）に対しての耐水性
想定する運用状況に応じて必要な耐風性を具備していること	強風を再現可能な実験施設で、耐風性能の試験を行う。	・ドローンの耐風性能

2.4. 検討要件と実証実験の対応

本実証実験の種類と確認事項の対応について下表に示す。

実験種類		実験時に主に確認する事項
実証 1	音声伝達性能検証	a：スピーカードローンの音達範囲の検証
実証 2	J アラートとの連動による自動飛行時の即時性検証	c：J アラートとの連動の可否及び即時性 d：気象庁、内閣官房が発出する情報及び自治体が個別に発出する避難情報の伝達の可否
実証 3	運用時における技術課題抽出	b：ドローンの運用に関する具体的な手順、注意事項等
実証 4	災害時環境を想定したドローンの有効性・耐候性検証	e：災害時の情報伝達におけるドローンの有効性・耐候性

2.5. 各実証実験の概要

2.5.1. 実証実験実施場所・全体工程

(1) 実証実験実施箇所

実施場所	対象実験種類	環境
宮城県仙台市	実証 2　J アラートとの連動による自動飛行時の即時性検証 実証 3　運用時における技術課題抽出	沿岸
千葉県一宮町	実証 2　J アラートとの連動による自動飛行時の即時性検証 実証 3　運用時における技術課題抽出	住宅地、沿岸
宮城県白石市	実証 1　音声伝達性能検証 実証 3　運用時における技術課題抽出	山間部
大型降雨実験施設	実証 4　災害時環境を想定したドローンの有効性・耐候性検証	実験施設
板橋 MFLP ドローンフィールド	実証 1　音声伝達性能検証	住宅地

(2) 全体工程

項目	中項目	実施期間
実証実験準備	飛行許可申請等、各種申請の提出	10 月下旬まで
実証 1　音声伝達性能検証	宮城県　白石市	11 月 18 日、19 日、20 日
	板橋ドローンフィールド	12 月 2 日、24 日
実証 2　J アラートとの連動による自動飛行時の即時性検証	宮城県　仙台市	11 月 25 日
	千葉県　一宮町	11 月 27 日
実証 3　運用時における技術課題抽出	宮城県　白石市	11 月 20 日
	宮城県　仙台市	11 月 25 日
	千葉県　一宮町	11 月 28 日
実証 4　災害時環境を想定したドローンの有効性・耐候性検証	大型降雨実験施設	12 月 10 日～11 日

2.5.2. 実証１　音声伝達性能検証

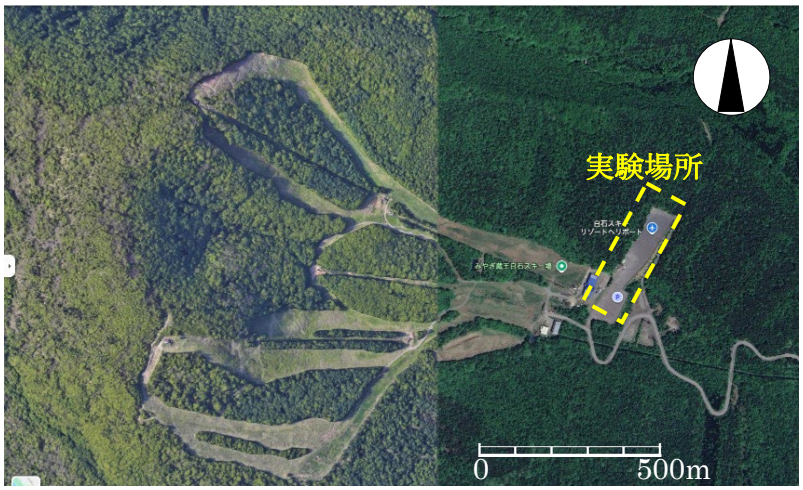
(1) 実験目的

スピーカードローンの音達範囲の検証を行う目的で、ドローンと観測者との水平距離、ドローンの飛行速度、飛行高度やスピーカーの音量等を変えて飛行を行い、観測地点での避難放送等の聞こえ方や音圧等を計測する。また、音声の長さに関する評価を行う。これらにより、スピーカードローンが発する音声の有効伝達距離や、ドローンの飛行速度・高度、ドローンと観測者の水平距離、スピーカードローンの向きの変更に伴う音声伝達性能の変化を確認し、放送内容が問題なく理解できるような適切な放送について検討する。

(2) 実験概要

(ア) 実証場所１　宮城県白石市

- 実験日時：2025 年 11 月 18 日、19 日、20 日
- 実験場所：宮城県白石市　みやぎ蔵王白石スキー場



みやぎ蔵王白石スキー場

(イ) 実証場所２　板橋ドローンフィールド

- 実験日時：2025 年 12 月 2、24 日
- 実験場所：東京都板橋区　板橋 MFLP

板橋ドローンフィールド

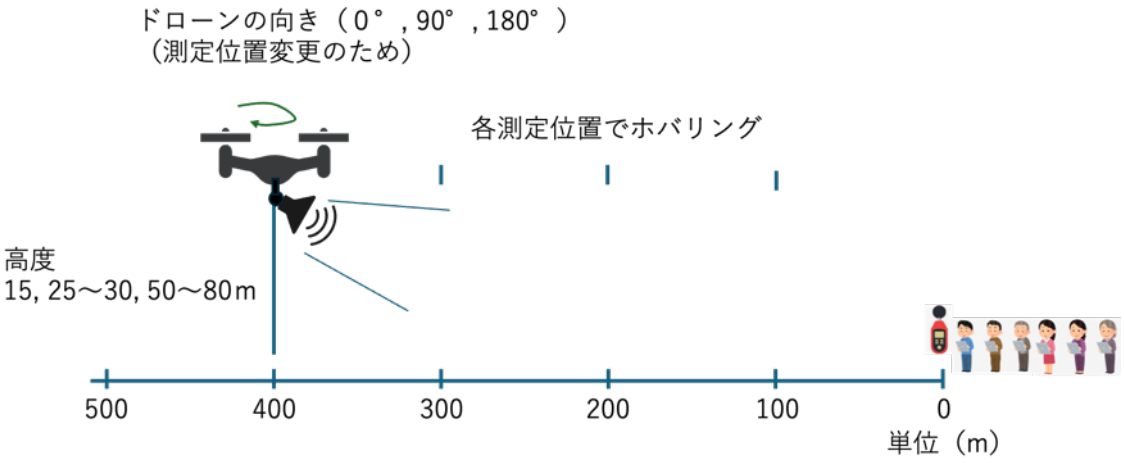
(3) 実験方法

（ア） 実証場所１　宮城県白石市

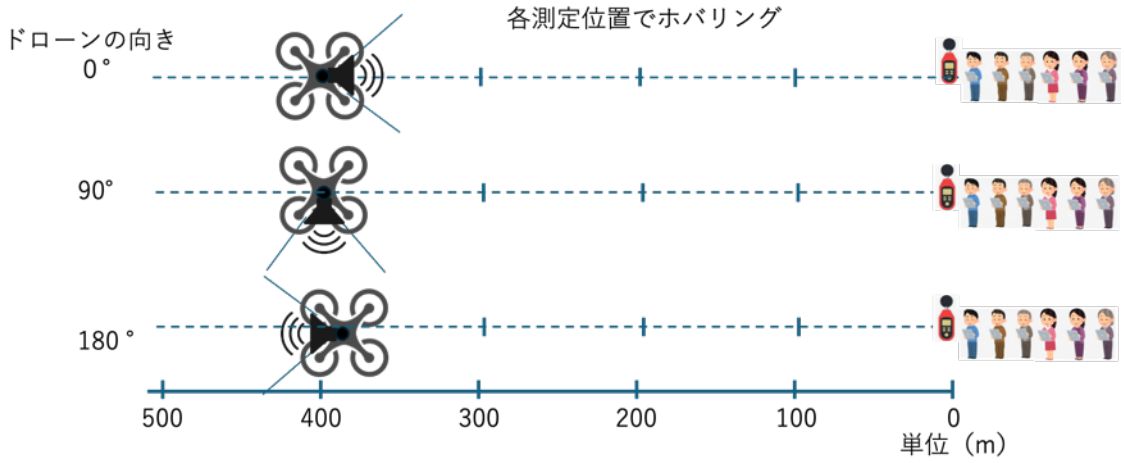
(a) ドローンとの水平距離の変化による音声伝達性能の検証

観測者とドローンとの水平距離や、ドローンの飛行高度、スピーカードローンの向きを変え、音圧測定と観測者による了解度、音の大きさの評価を行った。ドローンは、各測定位置でホバリングさせながら音声を流した。

イメージ：側面図



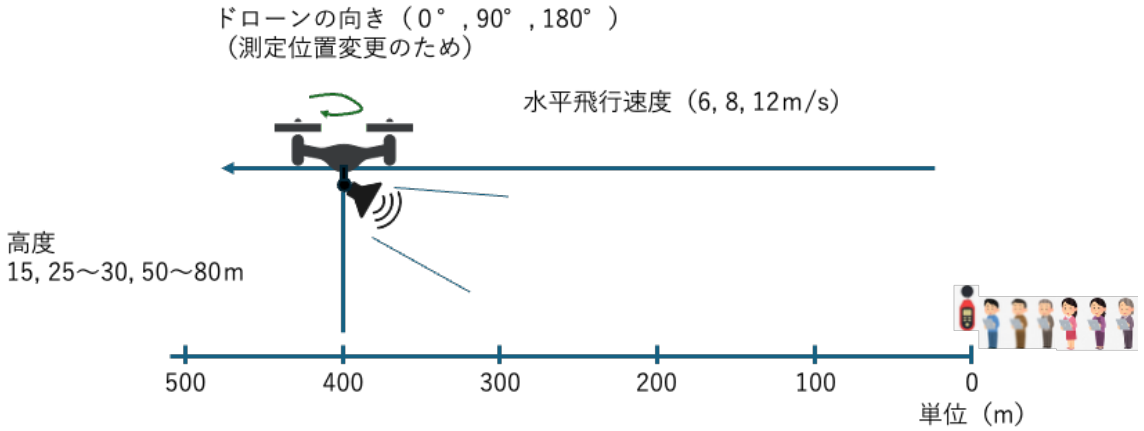
イメージ：平面図



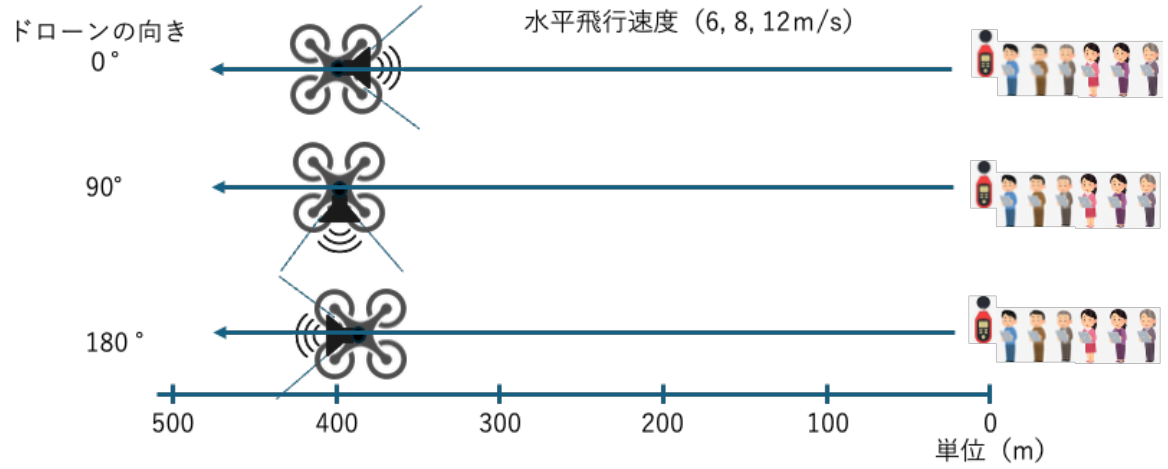
(b) ドローンの飛行速度の変化による音声伝達性能の検証

ドローンの飛行速度・高度や、向きを変え、音圧測定と観測者による了解度、音の大きさ、聞こえる時間の評価を行った。ドローンは、水平に一定の速度で飛行しながら音声を流した。

イメージ：側面図



イメージ：平面図

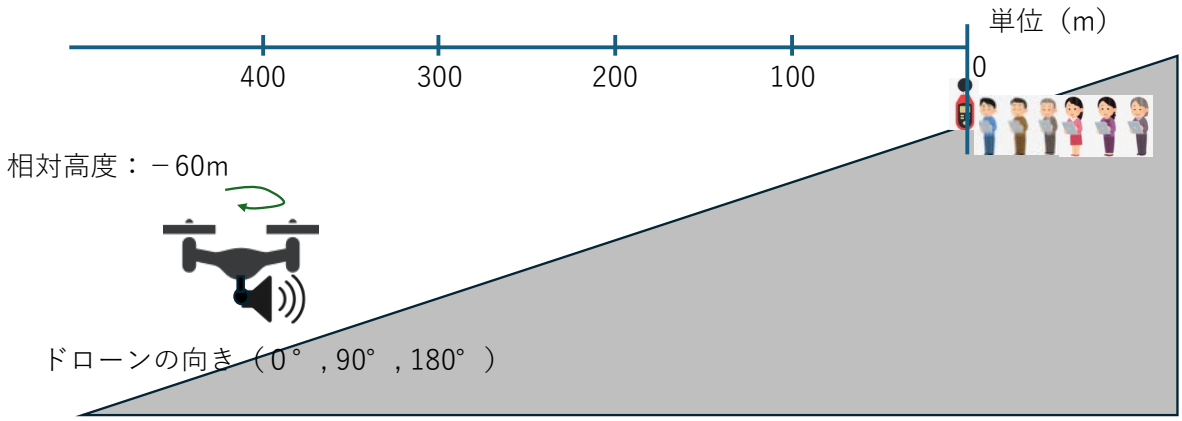


(c) ドローンの相対高度がマイナスとなる場合の検証

ドローンよりも観測者の方が高度が高い（ドローンの相対高度がマイナス）条件で計測を行った。この検証においては、水平距離 400m、相対高度－60m の条件で計測を行った。

ここでの測定結果について、「(a)ドローンとの水平距離の変化による音声伝達性能の検証」におけるドローンの相対高度がプラスの場合の測定結果と比較した。

イメージ：側面図

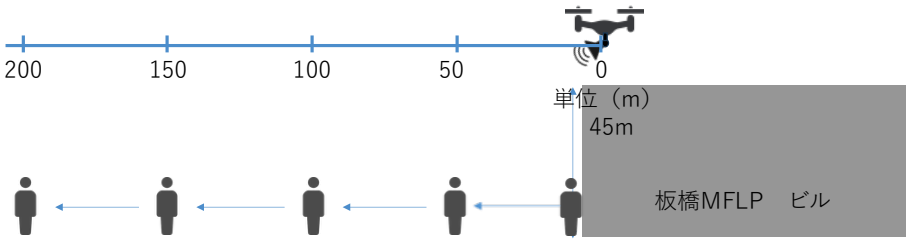


（イ） 実証場所２　板橋ドローンフィールド

(a) 建物による音達への影響の検証

高さ 45m の屋上に設置されたドローンから、避難放送やサイレンを発し、屋外での音声を計測した。観測者は、ドローンからの水平距離が 0 、50、100、150、200m の各地点で音声の大きさ・了解度について評価を行った。スピーカードローンの向きは、観測者に向かって 0 度、90 度、180 度とした。

イメージ：側面図

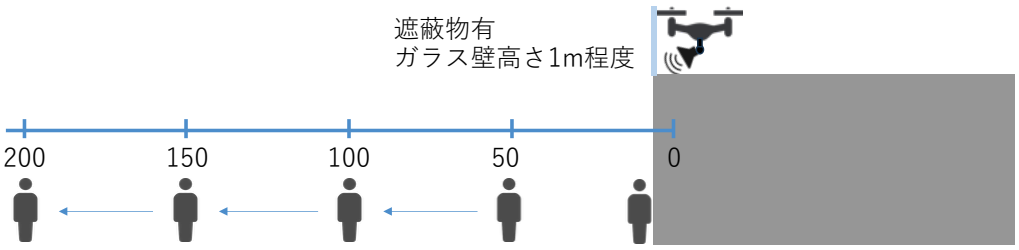


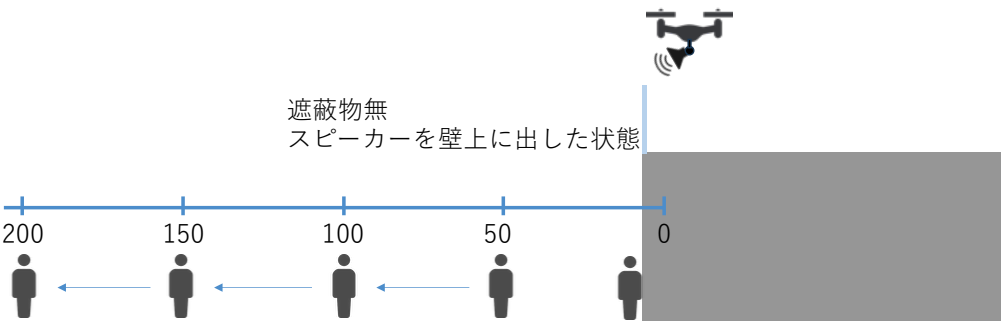
(b) 遮蔽物の有無についての検証

建物屋上のガラス壁による遮蔽がある場合と無い場合の両方で計測を行い、結果を比較して、遮蔽物の有無による音達への影響についての検証を行った。

なお、遮蔽物がある状態では、屋上に設置されたドローンと観測者の間で、見通しが取れない状態であった。

イメージ：側面図

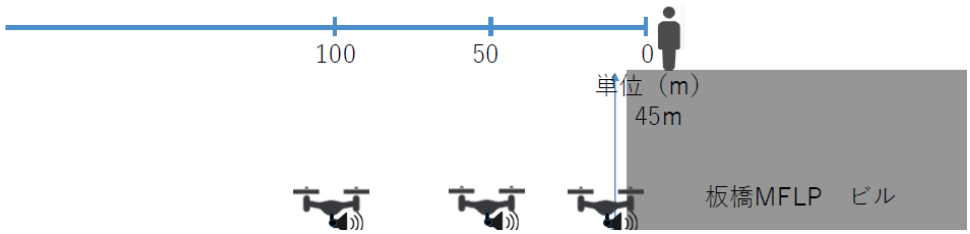




(c) ドローンの相対高度がマイナスとなる場合の検証

下図のとおり、ドローンよりも観測者の方が高度が高い（相対高度がマイナス）条件下で計測を行った実験場所での観測者及びドローンの配置の都合上、水平距離 50、100m、相対高度－45m の条件で計測を行った。

この結果について、ドローンの観測者に対する相対高度が＋45m となる、(a)の測定結果と比較した。



(4) 実証実験における評価方法

（ア）音声伝達性能の評価

スピーカードローンが発する音声については、騒音計による音圧の計測（定量的な評価）のほかに、観測者による評価を実施した。観測者の評価基準は、以下のとおり。

a）了解度　　：音声内容をどれだけはっきりと理解できるか

b）音の大きさ　　：どれぐらい音が大きいと感じたか

c）音の聞こえる時間：どのぐらいの時間、放送内容が聞き取れたか

a）了解度

評点	了解度の評価基準
5	全ての放送文面を理解できる
4	8割程度の放送文面を理解できる
3	5割程度の放送文面を理解できる
2	2割程度の放送文面を理解できる
1	放送文面が理解できない

b）音の大きさ

評点	音の大きさの評価基準
5	大きすぎる
4	やや大きい　（放送音がややうるさく感じる）
3	ちょうどよい（音量について特段の印象はない）
2	やや小さい　（周囲の騒音に対して放送音の音量が小さい）
1	小さすぎる　（周囲の騒音に対して放送音の音量が小さすぎて聞こえない）

c）音の聞こえる時間

実証実験では、ドローンが飛行（移動）しながら放送を行った。音の発生源が移動するため、観測者には、音が聞こえ始めるタイミングと聞こえ終わるタイミングが生じると想定される。聞こえ始めから聞こえ終わりまでの時間が、放送する文面の設定にも影響すると考えられるため、観測者側で音声の聞こえ始めから聞こえ終わりまでの時間を計測した。

（イ）計測方法

ドローンからの音声が聞こえ始めた時間と聞こえ終わりの時間について、ストップウォッチ等を使用して観測者が記録した。

（ウ）観測者数

評価を行う観測者は8名とした。なお、観測者の年齢や性別による評価は行わない。

（エ）風速・風向値の取得

風速・風向による音達への影響を考慮するため、風速計を用いて地上付近の風速・風向を測定

し、以下の手法により、ドローンの飛行高度における風速・風向に換算した。

1）地上付近の風速の計測値からドローンの飛行高度における風速への換算

ドローンの高度付近の風速について、風速のべき乗則により、地上付近の風速の計測値を用いて換算した。

2）ドローンの飛行高度における風向の換算

地形の影響を考慮して風向の鉛直分布の算出を行っている天気予報サービスから風向の値を取得し、ドローン飛行高度の風向について、地上付近の風向の計測値を用いて換算した。

(5) 実験ケース

（ア） 実証場所 1　宮城県白石市

(a) ドローンとの水平距離・ドローンの飛行高度の変化による音声伝達性能の検証

項目	詳細
スピーカードローンの種類	2 種類
ドローンの飛行高度 （観測者との高度差）	3 パターン 15m（防災行政無線の地上高） 25～30m（津波避難広報ドローンで採用された飛行高度） 50～80m（巡航飛行時に想定される飛行高度）
ドローンと観測者の水平距離	4 パターン 0m、100m、300m、400m
ドローンと観測者の向き	水平方向 3 パターン 0 度（正面）、90 度（側面）、180 度（後面）

(b) ドローンの飛行速度の変化による音声伝達性能の検証

項目	詳細
スピーカードローンの種類	2 種類
ドローンの飛行高度	3 パターン 15m（防災行政無線の地上高） 30m（津波避難広報ドローンで採用された飛行高度） 60m（巡航飛行時に想定される飛行高度）
ドローンの飛行速度	3 パターン 6m/s（22km/h）：津波避難の呼びかけ（実速度） 8m/s（29km/h）：巡航飛行 12m/s（43km/h）：使用するドローンにおいてメーカーが奨励している最高速度
ドローンと観測者の向き	3 パターン 0 度（正面） 90 度（側面） 180 度（後面。ドローンが観測者位置を通過した状況）

（c）高度マイナスの音達試験

項目	ケース
スピーカードローンの種類	2パターン
ドローンと観測者の相対高度	1パターン　－60m
ドローンと観測者の向き	3パターン 0度：正面 90度：側面 180度：後面（ドローンが観測者位置を通過した状況）

（イ）　実証場所2　板橋ドローンフィールド

項目	詳細
ドローンの種類	1種類
ドローンと 観測者との高度差	2パターン ドローン高度＋45m（ドローン：建物屋上、観測者：地上） ドローン高度－45m（ドローン：地上、観測者：建物屋上）
ドローンと 観測者の水平距離	5パターン 0m、50m、100m、150m、200m
ドローンの 観測者への向き	水平方向3パターン 0度（正面） 90度（側面） 180度（後面）
遮蔽物の有無	2パターン 遮蔽物なし：ドローンと観測者が直接見通し可能 遮蔽物あり：ドローンと観測者間にガラスによる壁面があり直接見通すことができない

(6) 使用機器

(a) ドローン

ドローン		ドローン 1A	ドローン 1B
実験場所		実証場所 1　宮城県白石市	実証場所 1　宮城県白石市 実証場所 2　板橋 DF
耐候性	耐風性	12 m/s	12 m/s
	防水性	IP55	IP55
	動作温度	−20　～　50　℃	−20　～　50　℃
可搬性	大きさ	0.81×0.67×0.43 m	0.37×0.42×0.21 m
	機体重量	6.5 kg（標準バッテリーのみ）	1.8 kg（標準バッテリーのみ）
運用時の距離性能	通信距離	8 km	10 km
	飛行時間	最大 55 分	最大 47 分
	自動着陸精度	水平 0.1m	水平 0.1m
スピーカー		スピーカー1A	スピーカー1B

(b) スピーカー

スピーカー		スピーカー1A	スピーカー1B
使用場所		実証場所 1　宮城県白石市	実証場所 1　宮城県白石市 実証場所 2　板橋 DF
音声性能	最大電圧	30W	15 W
	最大音量	127dB（1m 距離）	114dB
	出力音圧レベル※	112dB/W/m	102dB/W/m
	有効可聴距離	最大 500m	最大 300m
	防水性	IP55	IP55
	動作温度	−20　～　50　℃	−20　～　50　℃
可搬性	大きさ	0.13×0.12×0.14 m	0.07×0.07×0.05 m
	重量	0.69 kg	0.093 kg

※出力音圧レベルは、最大電圧・最大音量の数値からの計算値

(7) 使用する試験音声

使用した試験音声は以下のとおり。

（ア） 実証場所１　宮城県白石市

文章・時間	時間
音の聞こえやすさ、明瞭度に関する試験	
サイレン（1 回）	チャイム　4 秒
訓練　訓練	文章　4 秒
こちらは白石市（しろいしし）です	文章　5 秒
試験放送を行っております	文章　5 秒
訓練　訓練	文章　4 秒
サイレン（1 回）	チャイム　4 秒
	合計　26 秒程度
音の長さに関する試験	
サイレン（連続）	連続で再生

（イ） 実証場所２　板橋ドローンフィールド

文章・時間	時間
音の聞こえやすさ、明瞭度に関する試験	
サイレン（1 回）	チャイム　4 秒
訓練　訓練	文章　4 秒
試験放送を行っております	文章　5 秒
訓練　訓練	文章　4 秒
サイレン（1 回）	チャイム　4 秒
	合計　21 秒程度

2.5.3. 実証２　Ｊアラートとの連動による自動飛行時の即時性検証

(1) 実験目的

災害情報は、発災後、即座に伝達されることが重要である。また、市町村が必要とする防災情報を制約なく伝達できる必要がある。

これらの要件について、既に、Ｊアラートと連動し、自動で飛行・放送が可能なドローンを導入している自治体（宮城県仙台市及び千葉県一宮町）において、「Ｊアラート受信から放送開始までの時間」や「各災害情報に応じた音声変更の可否」などを確認し、システムの即時性と柔軟性を把握する。

(2) 実験概要

- 実験日時・場所

実証場所１：2025 年 11 月 25 日　宮城県仙台市　南蒲生浄化センターポンプ棟屋上

実証場所２： 2025 年 11 月 27 日　千葉県一宮町　千葉県一宮町役場屋上

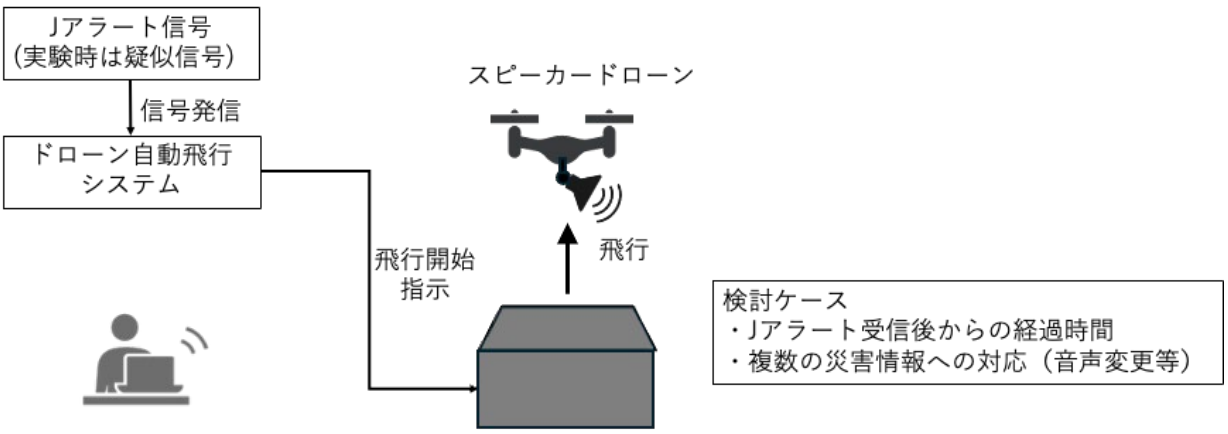
(3) 実験方法・評価方法・実験ケース

Ｊアラートを模した信号を発信し、以下の時間を計測した。

・Ｊアラート受信から飛行開始までの経過時間

・Ｊアラート受信から音声放送開始までの経過時間

また、発災後に津波に関する情報と、地震に関する情報を、それぞれ放送することを想定し、「各災害に応じた音声変更の可否」を確認した。具体的には、異なる信号を受信した際、それぞれの信号に対応した内容で放送できるかを確認した。



(4) 使用機器

実験場所			実験場所１　仙台市	実験場所２　一宮町
ドローン			ドローン 2A	ドローン 2B
	耐候性	耐風性	10 m/s	12 m/s
		防水性	IP55	IP55
		動作温度	0 ～ 40 ℃	-20 ～ 50 ℃
	可搬性	大きさ	0.79×0.68×0.52 m	0.47×0.58×0.22 m
		機体重量	9.8kg（仙台市仕様） 7.1kg（搭載なし）	4.3kg（一宮町仕様） 4.0kg（搭載なし）
	運用時の距離性能	通信距離	BWA 通信下では 4 km 1 km（標準仕様）	2.5 km 程度
		飛行時間	15 分（仙台市）	17 分（一宮町）
		飛行距離	8km(往復 4km：仙台市)	7.4km（一宮町）
		自動着陸精度	水平 0.5m	水平 0.1m
	搭載カメラ		前方 FPV カメラ	デジタル 3 倍/4K カメラ/サーマル 前方 FPV カメラ
	ドローンポートの通信		閉域ネットワーク	役場内ネットワーク 一部公衆回線
搭載スピーカー			スピーカー2A	スピーカー2B
	音声性能	最大電圧	5W	15W
		最大音量	105dB（1m 距離）	122dB（1m 距離）
		出力音圧レベル※	98dB/W/m	110dB/W/m
		有効可聴距離	最大 120m（60dB 以上）	最大 350m（69dB）
		防水性	IP55 相当	IPX3
		動作温度	-20 ～ 50℃	-20 ～ 50℃
	可搬性能	大きさ	0.19×0.19×0.05 m	0.16×0.11×0.08 m
		重量	0.65kg	0.3 kg

※出力音圧レベルは、最大電圧・最大音量の数値からの計算値

(5) 試験音声

受信から放送開始までに要する時間の計測において、下記の仙台市及び一宮町における訓練放送を使用した。また、「各災害に応じた音声変更の可否」に関する試験については、下記とは異なる音声を用いて検証した。

受信から放送開始までに要する時間の計測において、試験音声は、仙台市及び一宮町における訓練放送を使用した。また、津波警報等以外のＪアラート信号への対応可否に関する試験については、異なる音声を用いて、放送文言の変更対応の可否を検証した。

（ア）実証場所１　宮城県仙台市

項目	文章	時間
訓練	チャイム（1 回） 訓練　訓練　こちらは　仙台市です ただいま　津波避難広報ドローンの飛行訓練を行っております 訓練　訓練 チャイム（1 回）	チャイム　4 秒 文章　20 秒 チャイム　4 秒
		合計　28 秒
津波注意報	サイレン（1 回） 津波注意報発表　直ちに避難せよ　津波注意報発表　直ちに避難せよ こちら仙台市	サイレン　7 秒 文章　14 秒
		合計　21 秒
津波警報	サイレン（1 回） 津波警報発表　直ちに避難せよ　津波警報発表　直ちに避難せよ こちら仙台市	サイレン　7 秒 文章　13 秒
		合計　20 秒
大津波警報	サイレン（2 回） 緊急　緊急 大津波警報発表　直ちに避難せよ　大津波警報発表　直ちに避難せよ こちら仙台市	サイレン　10 秒 文章　18 秒
		合計　28 秒
大津波警報（東日本大震災クラス）	大津波警報と同じ	大津波警報と同じ

（イ）実証場所 2　千葉県一宮町

項目	文章	時間
津波注意報 （訓練）	サイレン（2 回） 訓練　訓練 津波注意報　津波注意報　直ちに海岸から離れてください これは訓練です	サイレン　22 秒 文章　20 秒 合計　42 秒
津波警報 （訓練）	サイレン（2 回） 訓練　訓練 津波警報　津波警報　直ちに高台に避難せよ これは訓練です	サイレン　16 秒 文章　17 秒 合計　33 秒
大津波警報 （訓練）	サイレン（3 回） 訓練　訓練 大津波警報　大津波警報　直ちに高台に避難せよ これは訓練です	サイレン　14 秒 文章　20 秒 合計　31 秒

2.5.4. 実証３　運用時における技術課題抽出

(1) 実験目的

災害時に自治体職員がドローンを運用することを想定し、自治体職員等を交えて実験を行い、ドローンの運用上の技術課題等を抽出する。

(2) 実験概要

実験日時・場所

実証場所１：2025 年 11 月 25 日　宮城県仙台市　南蒲生浄化センターポンプ棟屋上

実証場所２：2025 年 11 月 27 日　千葉県一宮町　津波避難所（伊勢化学工業事務所ビル屋上）

実証場所３：2025 年 11 月 20 日　宮城県白石市　みやぎ蔵王白石スキー場

(3) 実験方法

ドローンによる放送を行うフローの例を下図に示す。自動操作で警報を行う場合は、下記（a）における行動５について、飛行・警報開始時に自治体職員が行う飛行の確認等について、課題を抽出した。手動操作で放送を行う場合は、下記（b）における行動３以降の自治体職員が行うドローンの準備・飛行について、課題を抽出した。

実験においては、自治体職員にドローンの飛行準備から飛行までの体験などをしていただき、職員が運用する上での課題等をヒアリングして抽出した。

（a）自動操作で放送を行うフロー

実証場所１：宮城県仙台市で実施

行動	項目	フロー(例)
0	緊急情報発信の発生	大津波警報等の緊急に情報伝達を要する事態の発生
1	消防庁送信システム	消防庁よりJアラート送信システムを通じて全国に情報伝達
2	J-アラート受信機	地方自治体等に設置されたJアラート受信機で情報受信
3	自動起動装置	地方自治体等に設置された自動起動装置から、Jアラートの情報をドローン飛行管理システムに伝達
4	ドローン運行管理システム	ドローン運行管理システムで、Jアラートの情報を受信し、ドローン(ドローンポート)に飛行・避難広報の開始指示
5		ドローン運行管理システムからの指示により、ドローンポートからドローンが離陸し、飛行・避難広報を開始 飛行中は、ドローンの飛行情報やカメラの映像をドローン運行管理システムに配信 (指示からドローン離陸・避難広報開始までのおおよその時間：1分～2分)

（b）手動操作で放送を行うフロー

実証場所２：千葉県一宮町、実証場所３：宮城県白石市で実施

行動	項目	フロー（例）
0	緊急情報発信の発生	大津波警報等の緊急に情報伝達を要する事態の発生
1	消防庁送信システム	消防庁よりJアラート送信システムを通じて全国に情報伝達
2	J-アラート受信機	地方自治体等に設置されたJアラート受信機で情報受信
3		Jアラートの情報を確認した自治体職員が、ドローンの飛行を準備 準備内容：バッテリー残量の確認、機体確認
4		ドローンの離陸場所に到着した職員（操縦者）が、ドローンの飛行・避難広報を開始 インターネット回線を通じて、飛行中のドローンの位置情報や映像等を事務所の職員が閲覧

（4）評価方法

各自治体の職員に、ヒアリング形式で行った。

（5）実験ケース

本実証においては、山林での遭難時や津波警報等の発令等を想定して飛行を実施したほか、地理的条件（音達、電波伝搬、放送範囲の広さ、風の影響など）に起因する留意事項等を整理した。

実証場所１：宮城県仙台市

想定：津波警報の発令に伴う沿岸部への呼びかけ

環境：海岸

実証場所２：千葉県一宮町

想定：津波避難場所（建物屋上）への避難者の確認と呼びかけ

環境：沿岸部、建物

実証場所３：宮城県白石市

想定：山林での遭難者の確認と呼びかけ

環境：山間部

(6) 使用機器

実験場所			仙台市	一宮町	白石市
ドローン			ドローン 3A	ドローン 3B	ドローン 3C
	耐候性	耐風性	10 m/s	12 m/s	12 m/s
		防水性	IP55	IP55	IP55
		動作温度	0 ～ 40 ℃	-20 ～ 50 ℃	-20 ～ 50 ℃
	可搬性	大きさ	0.79×0.68×0.52 m	0.47×0.58×0.22 m	0.37×0.42×0.21 m
		機体重量	9.8kg（仙台市仕様）	4.3kg（一宮町仕様）	1.8 kg（標準バッテリーのみ）
	運用時の距離性能	通信距離	BWA 通信下では 4 km	2.5 km 程度	10 km
		飛行時間	15 分（仙台市）	17 分（一宮町）	最大 47 分
		飛行距離	8km(往復 4km：仙台市)	7.4km（一宮町）	-
		自動着陸精度	水平 0.5m	水平 0.1m	水平 0.1m
	搭載カメラ		前方 FPV カメラ	デジタル 3 倍/4K カメラ/サーマル 前方 FPV カメラ	デジタル 3 倍/4K カメラ/サーマル 前方 FPV カメラ
	ドローンポートの通信		閉域ネットワーク	役場内ネットワーク 一部公衆回線	-
搭載スピーカー			スピーカー3A	スピーカー3B	スピーカー3C
	音声性能	最大電圧	5W	15W	15W
		最大音量	105dB（1m 距離）	122dB（1m 距離）	114dB
		出力音圧レベル※	98dB/W/m	110dB/W/m	102dB/W/m
		有効可聴距離	最大 120m（60dB 以上）	最大 350m（69dB）	最大 300m
		防水性	IP55 相当	IPX3	IP55
		動作温度	-20 ～ 50℃	-20 ～ 50℃	-20 ～ 50 ℃
	可搬性	大きさ	0.19×0.19×0.05 m	0.16×0.11×0.08 m	0.07×0.07×0.05 m
		重量	0.65kg	0.3 kg	0.093 kg

※出力音圧レベルは、最大電圧・最大音量の数値からの計算値

(7)　試験音声

(a) 自動操作で放送を行うフロー

仙台市での試験に関しては、以下の内容で放送を行った。

項目	文章・時間	時間
津波避難広報	サイレン（2 回） 訓練　訓練　こちらは　仙台市です ただいま　津波避難広報ドローンの飛行訓練を行っております 訓練　訓練 サイレン（2 回）	サイレン　4 秒 文章　20 秒 サイレン　4 秒
		合計　28 秒

(b) 手動操作で放送

一宮町及び白石市で実施する手動操作のドローンを使用する試験に関しては、送信機（マイク）を通じ、ドローンから呼びかける形で、肉声放送による警報を実施した。

2.5.5. 実証 4　災害時環境を想定したドローンの有効性・耐候性検証

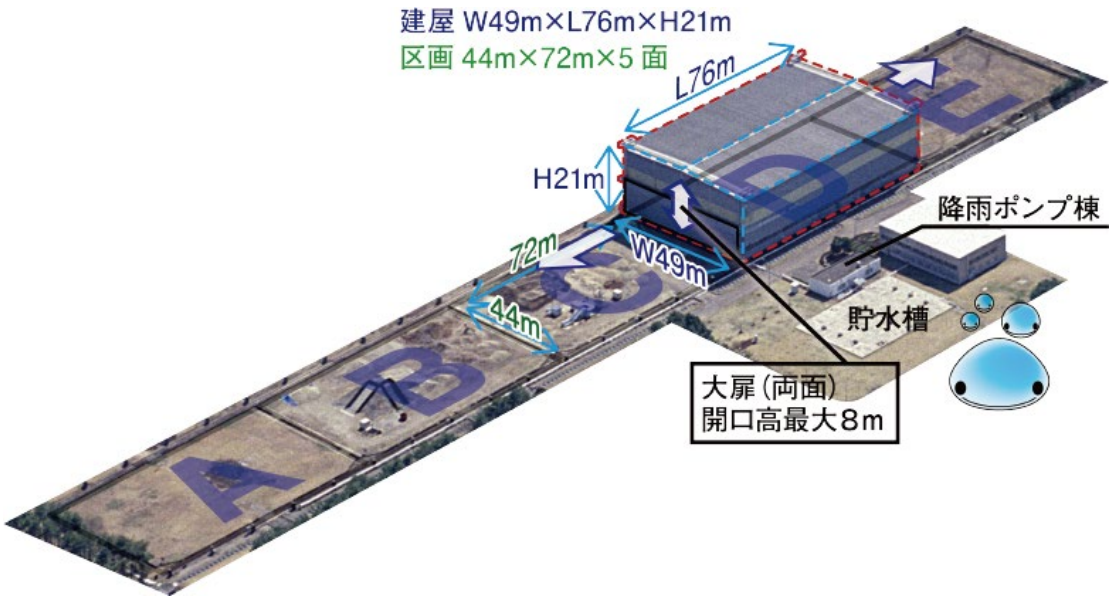
(1) 実験目的

災害情報伝達手段としてのスピーカードローンは、災害環境下において、期待された性能を発揮することが必要である。ただし、ドローンは飛行体かつ精密機器であり、耐風性能や防水性能には、メーカーが保証する性能限界がある。また、周辺環境の変化によって、スピーカーの音声伝達性能にも影響があると想定される。本実験では、災害時を想定した降雨、強風の環境下でスピーカードローンが性能を発揮できるかを確認した。具体的には、降雨・耐風の条件下で安定して飛行可能かの確認と、音声伝達の変化（音圧低下等）の確認を実施した。

(2) 実験概要

・実験日時：2025 年 12 月 10 日、11 日

・実験場所：防災科学技術研究所（茨城県つくば市）　大型降雨実験施設



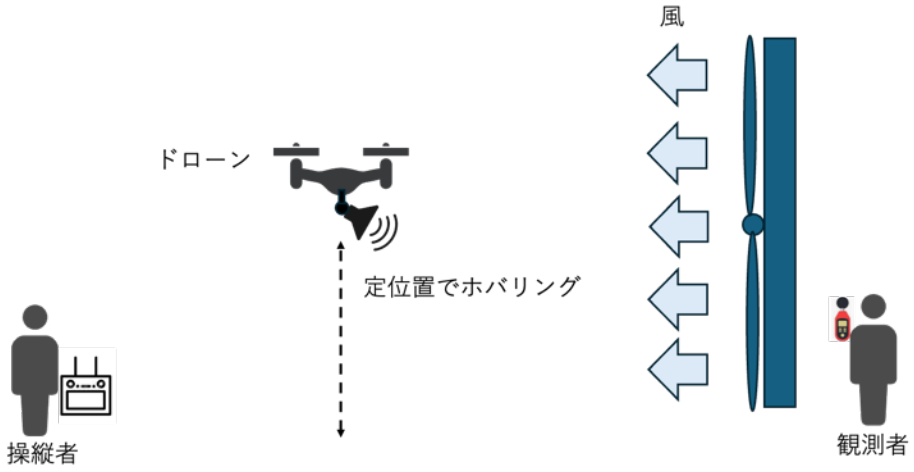
実験施設性能

散布性能	雨粒粒径	φ0.1～8mm 程度
	降雨強度	15～300mm/h
	降雨範囲	44m×72m（4 分割可能）
	降雨ノズル数	総数 2,176 個（544 個×4）
	降雨ノズル高さ	G.L　+16m
制御方式	遠隔操作	遠隔操作方式
	送水ポンプ	8000L/分（= 8.0 m³/分）、0.94MPa（2 台）
実験施設	大きさ	5 区画（1 区画 44m×72m）
	建屋	W49m×L76m×H21m
送風機性能	発生風速	25m/s
	発生範囲	幅数 m 程度

(3) 実験方法

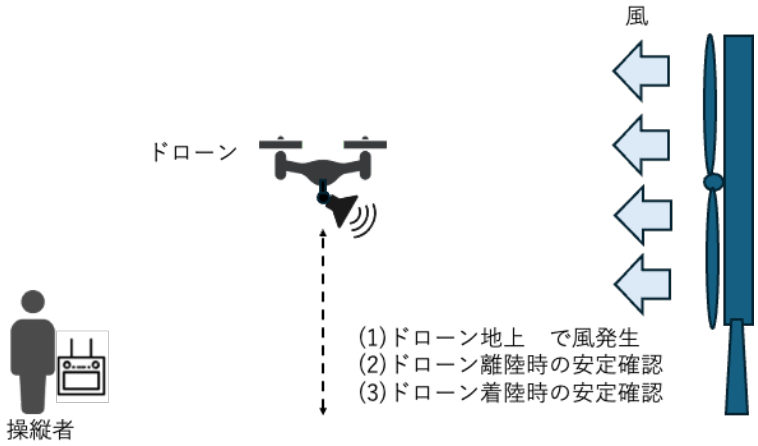
(a) 耐風性能（ホバリング）検証

風発生装置の前面にて、ドローンを高度２～３m の定位置でホバリングさせた。実験ケース毎にメーカーカタログスペックの範囲内で横風を発生させ、機体が風に流されないことを確認し、また、強風時の音声伝達の影響を確認するため、強風時のスピーカー音声の音量計測を行った。



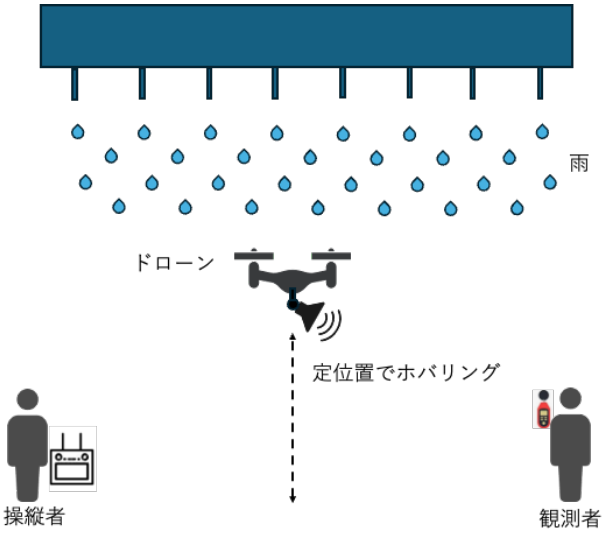
(b) 耐風性能（離発着）検証

風を発生させた状況で、ドローンを離陸させた。その後、ドローンを高度 1～2m 程度まで上昇させ、安定して離陸できるかを確認した。離陸後は、一定の位置でホバリングさせた後、ドローンを着陸させ、着陸位置がずれるかを確認した。



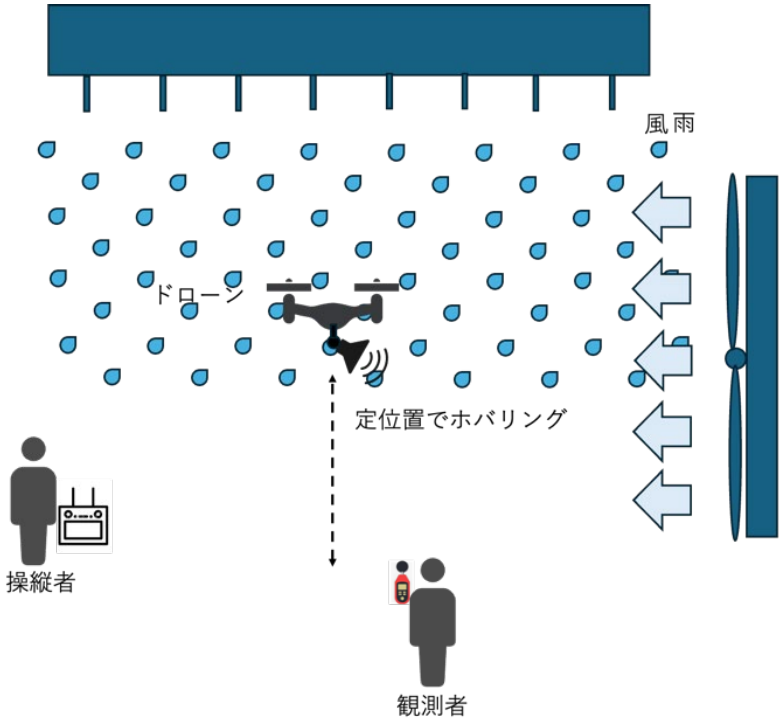
(c) 耐雨性能検証

降雨区画中央にて、ドローンを高度２～３m の定位置でホバリングさせる。実験ケース毎にメーカーの飛行時間（バッテリー残量 40%まで）飛行させ、機体及び機体搭載のセンサーに異常が発生しないことを確認した。また、大雨時の音声伝達の影響を確認するため、大雨時のスピーカー音声の音量計測を行った。



(d)　雨＋風の実験

(a)、(b)の各耐風性能検証、(c)の耐雨性能検証の残機体の状況も踏まえ、雨＋風を組み合わせた試験を実施した。



(4) 評価方法

(a) 耐風性能検証

静止（ホバリング）状態での検証では、風に対してドローン搭載のセンサーに異常が発生していないかを確認した。

離着陸時の検証では、ドローンが離着陸する際に、静止位置からずれることなく上昇・下降できるか、ドローン搭載のセンサーに異常が発生していないかを確認した。

(b) 耐雨性能検証

耐風性能の検証と同じく、雨によりドローン搭載のセンサーに異常が発生していないか、またドローンが安定して飛行ができるかを確認した。

(5) 使用機器

(a) ドローンの仕様

ドローン		ドローン 4A	ドローン 4B
耐候性	耐風性	12 m/s	14 m/s
	防水性	IP55	IP53
	動作温度	-20 ～ 50 ℃	-10 ～ 40℃
可搬性	大きさ	0.81×0.67×0.43 m	0.3×0.44×0.12 m
	機体重量	6.5 kg (標準バッテリーのみ)	0.9kg
運用時の距離性能	通信距離	8 km	公表なし
	飛行時間	最大 55 分	最大 32 分
	自動着陸精度	水平 0.1m	公表なし
対応スピーカー		スピーカー4A	なし

(b) スピーカーの仕様

スピーカー		スピーカー4A
音声性能	最大電圧	30W
	最大音量	127dB (1m 距離)
	出力音圧レベル※	112dB/W/m
	有効可聴距離	最大 500m
	防水性	IP55
	動作温度	-20 ～ 50 ℃
可搬性	大きさ	0.13×0.12×0.14 m
	重量	0.69 kg

※出力音圧レベルは、最大電圧・最大音量の数値からの計算値

(6) 実験ケース

(a) 耐風性能検証

項目	詳細
ドローンの種類	2種類
ドローンの飛行高度	2～3m
風速	5m/sから、目標として強風注意報の目安（概ね10m/s～20m/s）以上の中で、メーカーカタログスペックを参考にドローンが耐えられるまで
備考	運用において、強風時にドローンが耐風性能的に飛行（離発着）できない状況を想定し、ドローンを飛行できない風速においては、飛行させずにスピーカーのみを鳴らすなどの確認も行った。

(b) 耐雨性能検証

項目	詳細
ドローンの種類	2種類
ドローンの飛行高度	2～3m
降雨の強さ	15mm/h (実験施設の最小値)から、目標として非常に激しい雨レベル（50～80mm/h）の中で、選定ドローンが耐えられる程度

(7) 実験の進め方

本実証実験では耐候性を有するドローンの限界を調べるため、耐雨・耐風の試験ともにドローンが実験中に破損する可能性が想定された。なるべく破損する前に全ての実験ケースを実施するため、以下のように実験を進めた。

順番	実施種類	実施ケース		破損リスク
		ドローン	内容	
1	耐風	4A	離陸からホバリング後に、風速を発生させる 5m/s からメーカーカタログスペック付近まで	小
2	耐風	4B	離陸からホバリング後に、風速を発生させる 5m/s からメーカーカタログスペック付近まで	小
3	耐風	4A	離陸試験　着陸試験 風発生状態で離陸、着陸の試験	中
4	耐風	4B	離陸試験　着陸試験 風発生状態で離陸、着陸の試験	中
5	耐雨	4A	雨発生状態でホバリング 15mm/h～	大
6	耐雨	4B	雨発生状態でホバリング＋スピーカー音圧計測 15mm/h～	大
7	耐風	4A	離陸からホバリング後に、風速を発生させる メーカーカタログスペック以上～	大
8	耐風	4B	離陸からホバリング後に、風速を発生させる メーカーカタログスペック以上～	大
9	雨＋風	4A	雨＋風発生状態	大
10	雨＋風	4B	雨＋風発生状態	大

2.6. 机上検討の概要

実証実験では、実施場所、気象条件、周辺環境等について、限定された条件下で検証を行っており、実際の災害時に想定される多様な運用条件すべてを網羅するものではない。このため机上検討として、実証実験の結果を踏まえつつ、実証実験では直接検証できなかった条件や、実運用を想定した際に考慮すべき事項について、机上において整理・検討を行った。

(1) 机上検討の目的

机上検討の目的は、以下のとおりとする。

- 実証実験では検証が困難であった環境条件や運用条件について補完的な検討を行うこと
- スピーカードローンを災害情報伝達手段として運用する際の留意事項や設計上の考え方を明確にすること

これにより、実証結果を単なる試験結果にとどめず、自治体等が導入・運用を検討する際の判断材料として整理することを目的とする。

(2) 机上検討の対象範囲

本机上検討では、実証実験で確認した各項目のうち、特に以下の観点を対象として検討を行った。

①スピーカードローンの音達性能に影響を与える要因の整理
②音声の到達距離及び了解度に関する考え方の整理
③スピーカーの指向性を踏まえた飛行方法及び放送方法に関する検討
④遮蔽物、周辺環境音等、実証実験では限定的であった条件の影響の整理

実証実験結果をもとに、音声伝達性能に影響を与える主要因について実証条件外の環境や運用条件を想定した整理を実施し、定性的な整理を行った。

3. 実証実験結果

3.1. 実験結果

3.1.1. 実証１　音声伝達性能検証

（ア）実証場所１　宮城県白石市

(a) ドローンとの直線距離の変化による音声伝達性能の検証

実証場所１宮城県白石市において実施した、音声伝達性能検証について、以下のとおり計測した結果をまとめた。グラフにおける音の了解度、音の大きさのプロット値は、観測者８人の評点の平均値を表す。なお、ここで用いたドローンには指向性のあるスピーカーを搭載しており、放送される方向についてはドローンの向きと同じ。

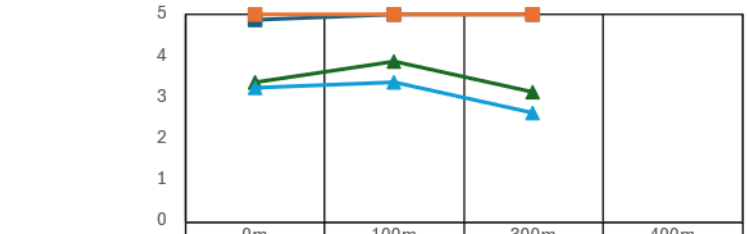
グラフ１～３では、ドローンの向きは正面（０度）の条件で、それぞれドローン飛行高度が15m、30m、60m の場合におけるドローンと観測者の水平距離ごとの計測結果を示す。なお、飛行高度 15m、水平距離 400m の位置では、ドローンの飛行位置に障害物（樹木）があったため計測を実施しなかった。

また、同様にグラフ４～６ではドローンの向きが側面（90 度）の条件、グラフ７～９ではドローンの向きが後面（180 度）の条件で同様に計測した結果を示す。水平距離 0m においては、ドローンが観測者の頭上にあり、ドローンの観測者に対する向きは正面、側面、後面ともに同一であるため、計測結果はグラフ１～３と同一とした。

【水平距離・飛行高度による変化：スピーカードローンの向きが正面（0 度)】（グラフ１～３）

- 水平距離 0m（観測者の頭上)、飛行高度 15m において、了解度は約 5、音の大きさは約 3 の結果であり、飛行高度が上昇するにつれて、音の大きさの評点は減少した。高度が上昇するにつれて、観測者との直線距離が離れることが影響していると考えられる。
- 水平距離 0m から 100m に変わると、いずれの飛行高度でも了解度は最高値の 5 で変化がないが、音の大きさは上昇した。これは、スピーカーに指向性があり、スピーカーの放送方向から逸れる真下で観測するよりも、100m 程度離れた距離であってもスピーカーの放送方向で観測した方が聞こえる音の大きさが上昇するためであると考えられる。また、飛行高度が高くなると音の大きさは減少しており、直線距離が離れている方が、音の大きさの評点が低くなる結果となった。
- 水平距離 100m から 300m に変わると、了解度は変わらず 5 で変化がないが、音の大きさは全飛行高度で減少した。高度間で比較すると飛行高度 15m の減少幅が最も大きかった。これは水平距離の変化による直線距離の変化の割合が最も大きかったからだと考えられる。
- 水平距離 300m から 400m に変わると、了解度はドローン１B で飛行高度 30m では一部 5 より減少し、音の大きさは全飛行高度（30、60m）で減少した。

グラフ１　正面0° 高度15M

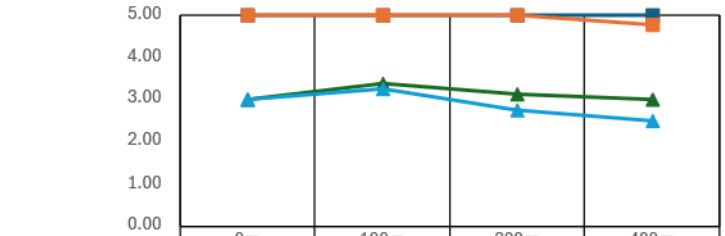


	0m	100m	300m	400m
音の了解度 1A	4.875	5.0	5.0	
音の了解度 1B	5	5.0	5.0	
音の大きさ 1A	3.375	3.9	3.1	
音の大きさ 1B	3.25	3.4	2.6	
測定音圧 1A	74.4	80.8	65.4	
測定音圧 1B	81.2	67.0	69.9	

計測時条件
・スピーカー向き：N210° E
・機体 1A 時
天候：曇
風速(高度換算)：1.3～4.1m/s
風向：N244° E～N252° E
風速（高度 1m)：1.2～3.9m/s
暗騒音※：53.8dB

・機体 1B 時
天候：雪
風速(高度換算)：0.2～1.0m/s
風向：N270° E～N55° E
風速（高度 1m)：0.2～0.9m/s
暗騒音※：55.1dB

グラフ２　正面0° 高度30 M

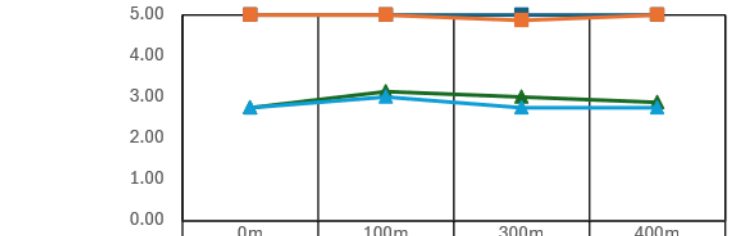


	0m	100m	300m	400m
音の了解度 1A	5.00	5.00	5.00	5.00
音の了解度 1B	5.00	5.00	5.00	4.75
音の大きさ 1A	3.00	3.38	3.13	3.00
音の大きさ 1B	3.00	3.25	2.75	2.50
測定音圧 1A	69.5	84.3	67.5	70.7
測定音圧 1B	74.7	67.0	64.6	62.6

計測時条件
・スピーカー向き：N210° E
・機体 1A 時
天候：曇
風速(高度換算)：0.2～3.5m/s
風向：N155° E～N322° E
風速（高度 1m)：0.2～3.2m/s
暗騒音※：53.8dB

・機体 1B 時
天候：雪
風速(高度換算)：0.3～1.9m/s
風向：N10° E～N53° E
風速（高度 1m)：0.3～1.7m/s
暗騒音※：55.1dB

グラフ３　正面0° 高度60 M



	0m	100m	300m	400m
音の了解度 1A	5.00	5.00	5.00	5.00
音の了解度 1B	5.00	5.00	4.88	5.00
音の大きさ 1A	2.75	3.13	3.00	2.88
音の大きさ 1B	2.75	3.00	2.75	2.75
測定音圧 1A	65.8	82.8	80.9	62.6
測定音圧 1B	62.5	78.5	61.0	64.6

計測時条件
・スピーカー向き：N210° E
・機体 1A 時
天候：曇
風速(高度換算)：0.5～4.1m/s
風向：N169° E～N242° E
風速（高度 1m)：0.3～2.9m/s
暗騒音※：55.1dB

・機体 1B 時
天候：雪
風速(高度換算)：0.9～2.0m/s
風向：N210° E～N68° E
風速（高度 1m)：0.7～1.5m/s
暗騒音※：55.1dB

※暗騒音はスピーカー非稼働時の最小観測値を採用した。以降の暗騒音値についても同様

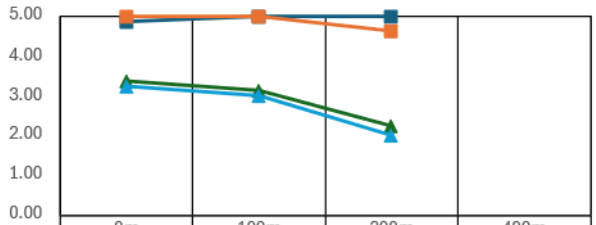
【水平距離・飛行高度による変化：スピーカードローンの向きが側面（90 度)】（グラフ４～６）

- 側面の条件において、水平距離 0m から 100m に変わると、いずれの高度でも了解度は最高値の 5 でほぼ変化はないが、音の大きさは減少した。これは正面の条件での結果とは異なる傾向であった。
- 水平距離 100m から 300m に変わると、了解度は一部減少しているが概ね 5 であった。音の大きさは全飛行高度で減少した。また、いずれの飛行高度でも、音の大きさの減少幅はドローンが正面向きの場合よりも大きかった。
- 水平距離 300m から 400m に変わると、了解度はドローンが正面向きの場合と同様の結果であった。

【水平距離・飛行高度による変化：スピーカードローンの向きが後面（180 度)】（グラフ７～９）

- 後面の条件において、各水平距離の変化による結果の傾向は、側面条件と同様であった。
- 水平距離 0m から 100m に変わると、いずれの飛行高度でも了解度は最高値の 5 で変化がないが、音の大きさは減少した。側面の条件と同様の傾向だった。
- 水平距離 100m から 300m に変わると、了解度は一部減少した。音の大きさは全飛行高度で減少した。飛行高度間で比較すると飛行高度 15m の減少幅が最も大きく、ドローンが正面・側面向きの条件と同様であった
- 水平距離 300m から 400m に変わると、了解度は飛行高度 30m、機体 1B で減少した。音の大きさについては、飛行高度 30m では機体 1A では変化せず 1B では減少、飛行高度 60m では機体 1A、1B 共に上昇した。

グラフ４　側面90° 高度15Ｍ

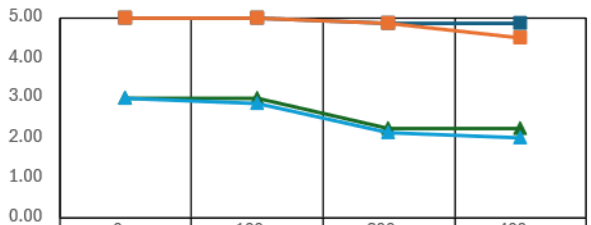


	0m	100m	300m	400m
音の了解度1A	4.88	5.00	5.00	
音の了解度1B	5.00	5.00	4.63	
音の大きさ1A	3.38	3.13	2.25	
音の大きさ1B	3.25	3.00	2.00	
測定音圧1A	74.4	80.8	68.7	
測定音圧1B	81.2	64.4	68.9	

計測時条件
・スピーカー向き：N120° E
・機体 1A 時
天候：曇
風速(高度換算)：1.3～4.1m/s
風向：N244° E～N252° E
風速（高度 1m）：1.2～3.9m/s
暗騒音：53.8dB

・機体 1B 時
天候：雪
風速(高度換算)：0.2～1.0m/s
風向：N270° E～N55° E
風速（高度 1m）：0.2～0.9m/s
暗騒音：55.1dB

グラフ５　側面90° 高度30Ｍ

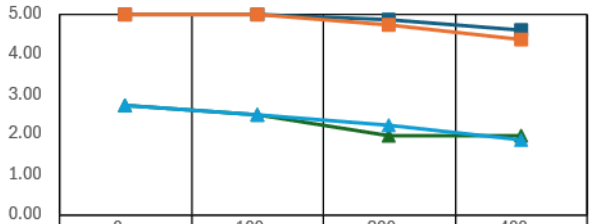


	0m	100m	300m	400m
音の了解度1A	5.00	5.00	4.88	4.88
音の了解度1B	5.00	5.00	4.88	4.50
音の大きさ1A	3.00	3.00	2.25	2.25
音の大きさ1B	3.00	2.88	2.13	2.00
測定音圧1A	69.5	84.3	67.8	73.2
測定音圧1B	74.7	64.4	69.9	63.4

計測時条件
・スピーカー向き：N120° E
・機体 1A 時
天候：曇
風速(高度換算)：0.2～3.5m/s
風向：N155° E～N322° E
風速（高度 1m）：0.2～3.2m/s
暗騒音：53.8dB

・機体 1B 時
天候：雪
風速(高度換算)：0.3～1.9m/s
風向：N10° E～N53° E
風速（高度 1m）：0.3～1.7m/s
暗騒音：55.1dB

グラフ６　側面90° 高度60Ｍ

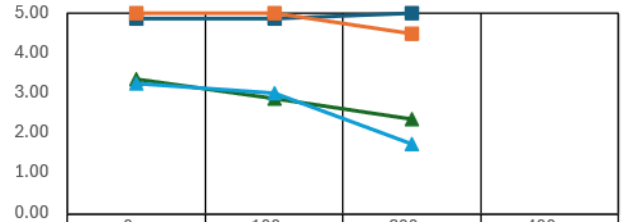


	0m	100m	300m	400m
音の了解度1A	5.00	5.00	4.88	4.63
音の了解度1B	5.00	5.00	4.75	4.38
音の大きさ1A	2.75	2.50	2.00	2.00
音の大きさ1B	2.75	2.50	2.25	1.88
測定音圧1A	65.8	72.3	84.9	76.6
測定音圧1B	62.5	66.6	59.9	62.8

計測時条件
・スピーカー向き：N120° E
・機体 1A 時
天候：曇
風速(高度換算)：0.5～4.1m/s
風向：N169° E～N242° E
風速（高度 1m）：0.3～2.9m/s
暗騒音：53.8dB

・機体 1B 時
天候：雪
風速(高度換算)：0.9～2.0m/s
風向：N210° E～N68° E
風速（高度 1m）：0.7～1.5m/s
暗騒音：55.1dB

グラフ7　後面180°高度15M

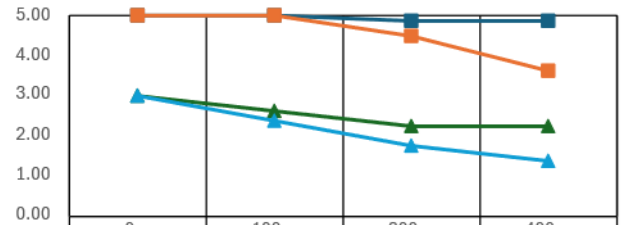


	0m	100m	300m	400m
音の了解度1A	4.88	4.88	5.00	
音の了解度1B	5.00	5.00	4.50	
音の大きさ1A	3.38	2.88	2.38	
音の大きさ1B	3.25	3.00	1.75	
測定音圧1A	74.4	80.6	73.8	
測定音圧1B	81.2	63.7	68.5	

計測時条件
・スピーカー向き：N30° E
・機体1A時
天候：曇
風速(高度換算)：1.3～4.1m/s
風向：N244° E～N252° E
風速（高度1m）：1.2～3.9m/s
暗騒音：53.8dB

・機体1B時
天候：雪
風速(高度換算)：0.2～1.0m/s
風向：N270° E～N55° E
風速（高度1m）：0.2～0.9m/s
暗騒音：55.1dB

グラフ8　後面180°高度30M

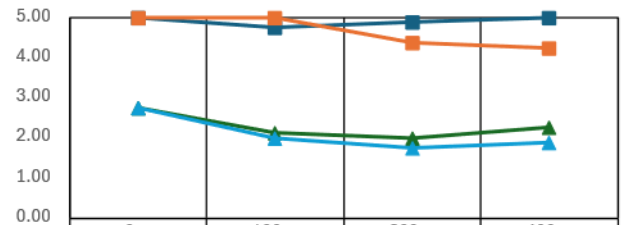


	0m	100m	300m	400m
音の了解度1A	5.00	5.00	4.88	4.88
音の了解度1B	5.00	5.00	4.50	3.63
音の大きさ1A	3.00	2.63	2.25	2.25
音の大きさ1B	3.00	2.38	1.75	1.38
測定音圧1A	69.5	84.7	70.3	67.9
測定音圧1B	74.7	60.8	69.3	67.8

計測時条件
・スピーカー向き：N30° E
・機体1A時
天候：曇
風速(高度換算)：0.2～3.5m/s
風向：N155° E～N322° E
風速（高度1m）：0.2～3.2m/s
暗騒音：53.8dB

・機体1B時
天候：雪
風速(高度換算)：0.3～1.9m/s
風向：N10° E～N53° E
風速（高度1m）：0.3～1.7m/s
暗騒音：55.1dB

グラフ9　後面180°高度60M



	0m	100m	300m	400m
音の了解度1A	5.00	4.75	4.88	5.00
音の了解度1B	5.00	5.00	4.38	4.25
音の大きさ1A	2.75	2.13	2.00	2.25
音の大きさ1B	2.75	2.00	1.75	1.88
測定音圧1A	65.8	76.7	69.3	67.9
測定音圧1B	62.5	65.7	69.9	66.4

計測時条件
・スピーカー向き：N30° E
・機体1A時
天候：曇
風速(高度換算)：0.5～4.1m/s
風向：N169° E～N242° E
風速（高度1m）：0.3～2.9m/s
暗騒音：53.8dB

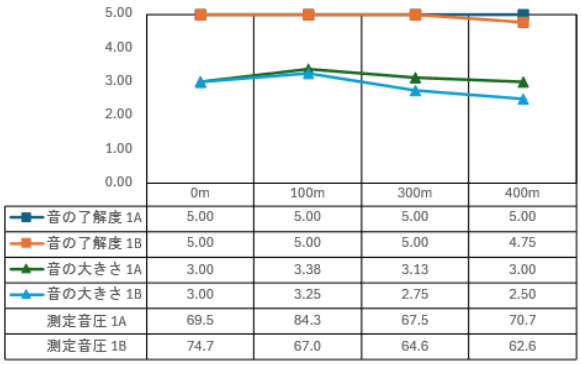
・機体1B時
天候：雪
風速(高度換算)：0.9～2.0m/s
風向：N210° E～N68° E
風速（高度1m）：0.7～1.5m/s
暗騒音：55.1dB

【スピーカードローンと観測者の向きの変化による影響】

スピーカードローンと観測者の向きによる変化の影響を比較するため、例として飛行高度が 30m で同一のグラフ 2、5、8 を再掲する。どの水平距離においても了解度・音の大きさの評点は、正面＞側面＞後面となった。ドローン 1A、1B ともに搭載されたスピーカーが指向性のあるスピーカーであるため、放送の向きによる音達への影響が大きかったと考えられる。

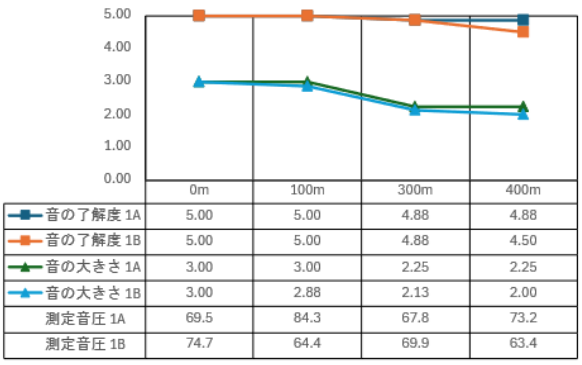
グラフ：再掲

グラフ２　正面0° 高度30Ｍ



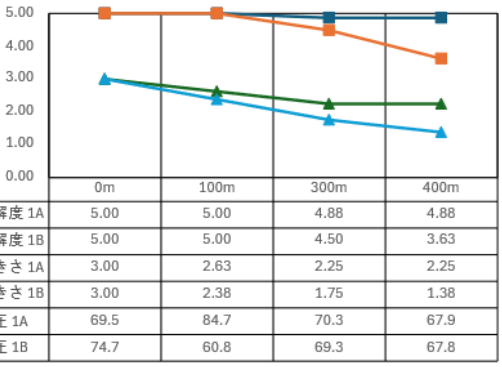
	0m	100m	300m	400m
音の了解度 1A	5.00	5.00	5.00	5.00
音の了解度 1B	5.00	5.00	5.00	4.75
音の大きさ 1A	3.00	3.38	3.13	3.00
音の大きさ 1B	3.00	3.25	2.75	2.50
測定音圧 1A	69.5	84.3	67.5	70.7
測定音圧 1B	74.7	67.0	64.6	62.6

グラフ５　側面90° 高度30Ｍ



	0m	100m	300m	400m
音の了解度 1A	5.00	5.00	4.88	4.88
音の了解度 1B	5.00	5.00	4.88	4.50
音の大きさ 1A	3.00	3.00	2.25	2.25
音の大きさ 1B	3.00	2.88	2.13	2.00
測定音圧 1A	69.5	84.3	67.8	73.2
測定音圧 1B	74.7	64.4	69.9	63.4

グラフ８　後面180° 高度30Ｍ

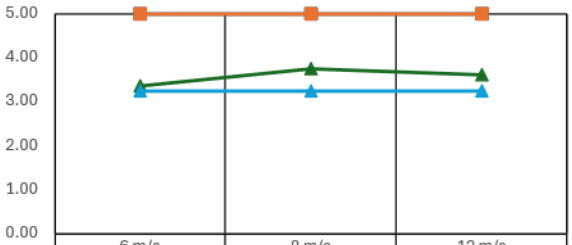


	0m	100m	300m	400m
音の了解度 1A	5.00	5.00	4.88	4.88
音の了解度 1B	5.00	5.00	4.50	3.63
音の大きさ 1A	3.00	2.63	2.25	2.25
音の大きさ 1B	3.00	2.38	1.75	1.38
測定音圧 1A	69.5	84.7	70.3	67.9
測定音圧 1B	74.7	60.8	69.3	67.8

(b) ドローンの飛行速度の変化による音声伝達性能の検証

ドローンの飛行速度の変化による影響をグラフ 10～18 で示した。ドローンの飛行速度を 6、8、12m/s と変化させて比較を行ったが、飛行速度によって了解度、音の大きさが上昇・減少するなどの変化傾向はみられず、「(a)　直線距離の変化による音声伝達性能の検証」と同様に、ドローンと観測者の向きによる変化がみられた。

グラフ 10　正面 0° 高度 15M



	6 m/s	8 m/s	12 m/s
音の了解度 1A	5.00	5.00	5.00
音の了解度 1B	5.00	5.00	5.00
音の大きさ 1A	3.38	3.75	3.63
音の大きさ 1B	3.25	3.25	3.25
測定音圧 1A	78.2	75.3	86.1
測定音圧 1B	70.3	73.6	65.5

計測時条件
・スピーカー向き：N210° E
・機体 1A 時
天候：曇
風速(高度換算)：2.8～6.1m/s
風向：N247° E～N315° E
風速（高度 1m）：2.6～5.8m/s
暗騒音：53.8dB

・機体 1B 時
天候：雪
風速(高度換算)：0.7～1.3m/s
風向：N137° E～N230° E
風速（高度 1m）：0.6～1.2m/s
暗騒音：55.1dB

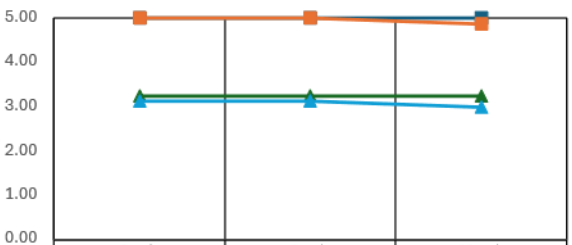
グラフ 11　正面 0° 高度 30M

	6 m/s	8 m/s	12 m/s
音の了解度 1A	5.00	5.00	5.00
音の了解度 1B	5.00	5.00	5.00
音の大きさ 1A	3.63	3.63	3.63
音の大きさ 1B	3.25	3.25	3.38
測定音圧 1A	81.3	66.1	90.0
測定音圧 1B	70.2	68.2	65.6

計測時条件
・スピーカー向き：N210° E
・機体 1A 時
天候：曇
風速(高度換算)：0.0～1.5m/s
風向：N163° E～N316° E
風速（高度 1m）：0.0～1.3m/s
暗騒音：53.8dB

・機体 1B 時
天候：雪
風速(高度換算)：0.0～1.9m/s
風向：N211° E～N57° E
風速（高度 1m）：0.0～1.7m/s
暗騒音：55.1dB

グラフ 12　正面 0° 高度 60M

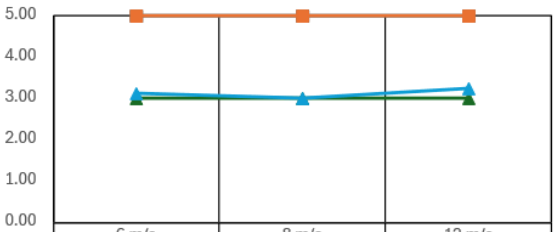


	6 m/s	8 m/s	12 m/s
音の了解度 1A	5.00	5.00	5.00
音の了解度 1B	5.00	5.00	4.88
音の大きさ 1A	3.25	3.25	3.25
音の大きさ 1B	3.13	3.13	3.00
測定音圧 1A	78.2	74.6	79.4
測定音圧 1B	84.6	65.7	91.0

計測時条件
・スピーカー向き：N210° E
・機体 1A 時
天候：曇
風速(高度換算)：0.0～1.5m/s
風向：N163° E～N316° E
風速（高度 1m）：0.0～1.3m/s
暗騒音：53.8dB

・機体 1B 時
天候：雪
風速(高度換算)：0.1～2.0m/s
風向：N31° E～N191° E
風速（高度 1m）：0.1～1.9m/s
暗騒音：55.1dB

グラフ 13　側面 90° 高度 15M

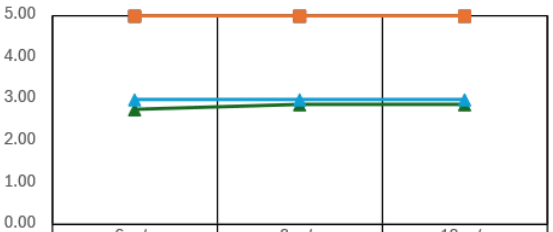


	6 m/s	8 m/s	12 m/s
音の了解度 1A	5.00	5.00	5.00
音の了解度 1B	5.00	5.00	5.00
音の大きさ 1A	3.00	3.00	3.00
音の大きさ 1B	3.13	3.00	3.25
測定音圧 1A	81.0	78.9	72.8
測定音圧 1B	68.2	80.8	74.9

計測時条件
・スピーカー向き：N120° E
・機体 1A 時
天候：曇
風速(高度換算)：2.8～6.1m/s
風向：N247° E～N315° E
風速（高度 1m)：2.6～5.8m/s
暗騒音：53.8dB

・機体 1B 時
天候：雪
風速(高度換算)：0.7～1.3m/s
風向：N137° E～N230° E
風速（高度 1m)：0.6～1.2m/s
暗騒音：55.1dB

グラフ 14　側面 90° 高度 30 M

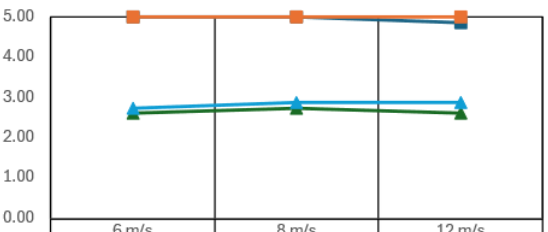


	6 m/s	8 m/s	12 m/s
音の了解度 1A	5.00	5.00	5.00
音の了解度 1B	5.00	5.00	5.00
音の大きさ 1A	2.75	2.88	2.88
音の大きさ 1B	3.00	3.00	3.00
測定音圧 1A	78.5	79.1	86.5
測定音圧 1B	86.6	63.4	79.6

計測時条件
・スピーカー向き：N120° E
・機体 1A 時
天候：曇
風速(高度換算)：0.0～1.5m/s
風向：N163° E～N316° E
風速（高度 1m)：0.0～1.3m/s
暗騒音：53.8dB

・機体 1B 時
天候：雪
風速(高度換算)：0.0～1.9m/s
風向：N211° E～N57° E
風速（高度 1m)：0.0～1.7m/s
暗騒音：55.1dB

グラフ 15　側面 90° 高度 60 M

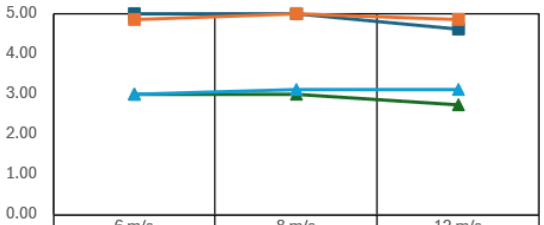


	6 m/s	8 m/s	12 m/s
音の了解度 1A	5.00	5.00	4.88
音の了解度 1B	5.00	5.00	5.00
音の大きさ 1A	2.63	2.75	2.63
音の大きさ 1B	2.75	2.88	2.88
測定音圧 1A	75.5	79.5	77.6
測定音圧 1B	67.7	63.6	65.8

計測時条件
・スピーカー向き：N120° E
・機体 1A 時
天候：曇
風速(高度換算)：0.0～1.5m/s
風向：N163° E～N316° E
風速（高度 1m)：0.0～1.3m/s
暗騒音：53.8dB

・機体 1B 時
天候：雪
風速(高度換算)：0.1～2.0m/s
風向：N31° E～N191° E
風速（高度 1m)：0.1～1.9m/s
暗騒音：55.1dB

グラフ 16　後面 180° 高度 15 M

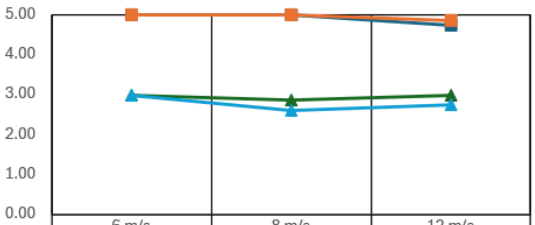


	6 m/s	8 m/s	12 m/s
音の了解度 1A	5.00	5.00	4.63
音の了解度 1B	4.88	5.00	4.88
音の大きさ 1A	3.00	3.00	2.75
音の大きさ 1B	3.00	3.13	3.13
測定音圧 1A	93.7	78.9	87.1
測定音圧 1B	69.9	76.5	63.5

計測時条件
・スピーカー向き：N30° E
・機体 1A 時
天候：曇
風速(高度換算)：2.8～6.1m/s
風向：N247° E～N315° E
風速（高度 1m）：2.6～5.8m/s
暗騒音：53.8dB

・機体 1B 時
天候：雪
風速(高度換算)：0.7～1.3m/s
風向：N137° E～N230° E
風速（高度 1m）：0.6～1.2m/s
暗騒音：55.1dB

グラフ 17　後面 180° 高度 30 M

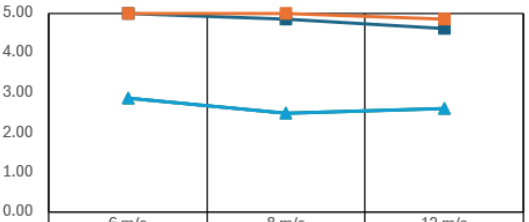


	6 m/s	8 m/s	12 m/s
音の了解度 1A	5.00	5.00	4.75
音の了解度 1B	5.00	5.00	4.88
音の大きさ 1A	3.00	2.88	3.00
音の大きさ 1B	3.00	2.63	2.75
測定音圧 1A	75.5	69.9	84.3
測定音圧 1B	68.4	66.2	73.4

計測時条件
・スピーカー向き：N30° E
・機体 1A 時
天候：曇
風速(高度換算)：0.0～1.5m/s
風向：N163° E～N316° E
風速（高度 1m）：0.0～1.3m/s
暗騒音：53.8dB

・機体 1B 時
天候：雪
風速(高度換算)：0.0～1.9m/s
風向：N211° E～N57° E
風速（高度 1m）：0.0～1.7m/s
暗騒音：55.1dB

グラフ 18　後面 180° 高度 60°



	6 m/s	8 m/s	12 m/s
音の了解度 1A	5.00	4.88	4.63
音の了解度 1B	5.00	5.00	4.88
音の大きさ 1A	2.88	2.50	2.63
音の大きさ 1B	2.88	2.50	2.63
測定音圧 1A	79.0	73.3	82.2
測定音圧 1B	83.1	76.1	66.7

計測時条件
・スピーカー向き：N30° E
・機体 1A 時
天候：曇
風速(高度換算)：0.0～1.5m/s
風向：N163° E～N316° E
風速（高度 1m）：0.0～1.3m/s
暗騒音：53.8dB

・機体 1B 時
天候：雪
風速(高度換算)：0.1～2.0m/s
風向：N31° E～N191° E
風速（高度 1m）：0.1～1.9m/s
暗騒音：55.1dB

【スピーカードローンからの音声が聞こえる水平距離の検証】

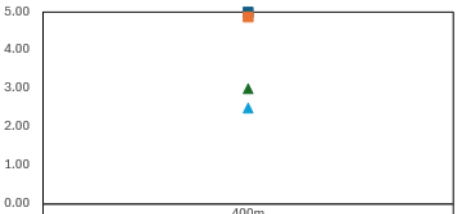
スピーカードローンで放送を行いながら、観測者との水平距離が 800m になるまでドローンを飛行させた。複数の観測者による観測を行い、放送が聞こえた時間の長さを測定し、放送が聞こえる限界の水平距離を算出した。観測者が放送を聞き取れた水平距離の平均値、最小値、最大値を求めた。ドローン機体 1A、1B 共に、平均値では 732m、752m となり、700m を超える範囲で放送が聞こえた。最小値はそれぞれ 600m、648m であった。両ドローンともに最大値は 800m となり、観測者によってはさらに遠い場所でもドローンからの放送が聞こえる可能性がある。

（c）ドローンの相対高度がマイナスとなる場合の検証

グラフ 19～21 にドローンよりも観測者の方が高度が高い（相対高度がマイナス）場合の結果を示す。また、同距離で高度差＋60m の結果を右図に示す。どの向きにおいても、ドローンの方が高度が高いグラフ 3、グラフ 6 との明確な差は見られず、高度差が反転した事によって了解度・音の大きさの結果が大きく異なるような傾向は見られなかった。

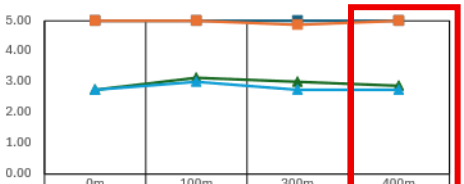
グラフ 3、6、9：再掲

グラフ19　正面0° 高度-60M



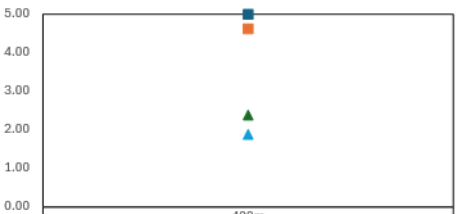
	400m
音の了解度 1A	5.00
音の了解度 1B	4.88
音の大きさ 1A	3.00
音の大きさ 1B	2.50
測定音圧 1A	58.4
測定音圧 1B	61.2

グラフ3　正面0° 高度60M



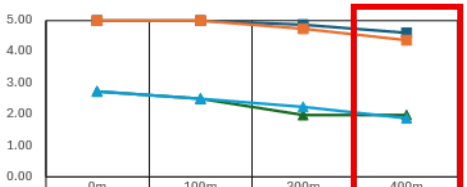
	0m	100m	300m	400m
音の了解度 1A	5.00	5.00	5.00	5.00
音の了解度 1B	5.00	5.00	4.88	5.00
音の大きさ 1A	2.75	3.13	3.00	2.88
音の大きさ 1B	2.75	3.00	2.75	2.75
測定音圧 1A	65.8	82.8	80.9	62.6
測定音圧 1B	62.5	78.5	61.0	64.6

グラフ20　側面90° 高度-60M



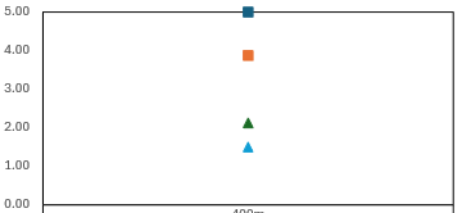
	400m
音の了解度 1A	5.00
音の了解度 1B	4.63
音の大きさ 1A	2.38
音の大きさ 1B	1.88
測定音圧 1A	59.4
測定音圧 1B	59.8

グラフ6　側面90° 高度60M



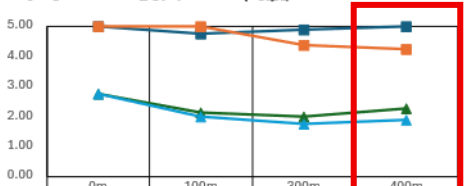
	0m	100m	300m	400m
音の了解度 1A	5.00	5.00	4.88	4.63
音の了解度 1B	5.00	5.00	4.75	4.38
音の大きさ 1A	2.75	2.50	2.00	2.00
音の大きさ 1B	2.75	2.50	2.25	1.88
測定音圧 1A	65.8	72.3	84.9	76.6
測定音圧 1B	62.5	66.6	59.9	62.8

グラフ21　後面180° 高度-60M



	400m
音の了解度 1A	5.00
音の了解度 1B	3.88
音の大きさ 1A	2.13
音の大きさ 1B	1.50
測定音圧 1A	56.8
測定音圧 1B	66.8

グラフ9　後面180° 高度60M



	0m	100m	300m	400m
音の了解度 1A	5.00	4.75	4.88	5.00
音の了解度 1B	5.00	5.00	4.38	4.25
音の大きさ 1A	2.75	2.13	2.00	2.25
音の大きさ 1B	2.75	2.00	1.75	1.88
測定音圧 1A	65.8	76.7	69.3	67.9
測定音圧 1B	62.5	65.7	69.9	66.4

天候：晴れ
　風速：0.7～1.2m/s
　風向：N132～N134° E
音圧
　機体 1A：64.4dB
　機体 1B：68.1dB
暗騒音：50.5dB

（イ）実証場所２　板橋ドローンフィールド

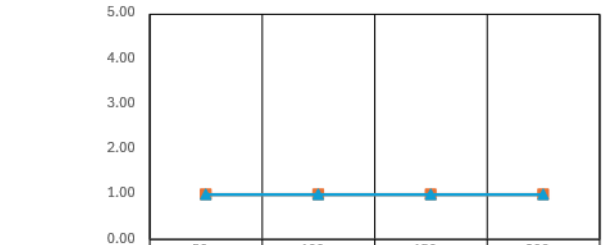
（a）遮蔽物の有無についての検証

左図には、遮蔽がある状態、右図には遮蔽がない状態の結果を示す。遮蔽がある場合には、音の了解度、音の大きさの評点は全ての水平距離で 1.0 であり放送は聞こえなかった。同条件で遮蔽なしの場合は、音の了解度の平均が 4.7、音の大きさの平均が 2.38 と十分聞こえたため、遮蔽の有無は、音の了解度、音の大きさ共に非常に影響が大きいと考えられる。

計測条件
天候：晴れ
風速(高度 45m 換算)：0.0～2.1m/s
風速(計測地点)：0.0～1.9m/s
暗騒音：71.1dB

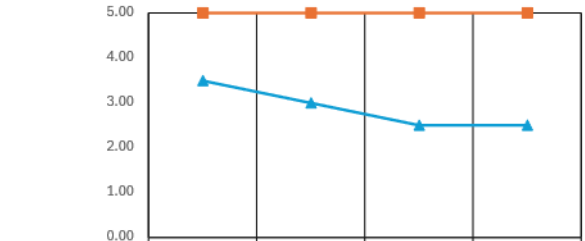
計測条件
天候：雨
風速(高度 45m 換算)：1.1m/s
風速(計測地点)：1.0m/s
暗騒音：70.1dB

正面0° 高度45Ｍ　遮蔽あり



	50m	100m	150m	200m
音の了解度 1B	1.00	1.00	1.00	1.00
音の大きさ 1B	1.00	1.00	1.00	1.00
測定音圧 1B	76.8	70.4	69.0	69.9

正面0° 高度45Ｍ　遮蔽なし

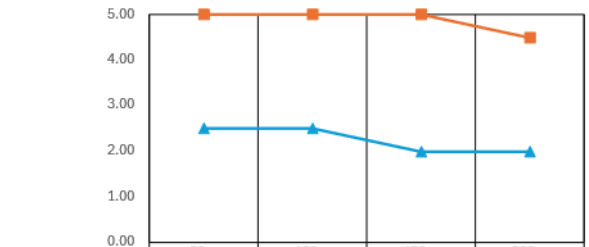


	50m	100m	150m	200m
音の了解度 1B	5.00	5.00	5.00	5.00
音の大きさ 1B	3.50	3.00	2.50	2.50
測定音圧 1B	76.9	76.3	68.4	71.7

側面90° 高度45Ｍ　遮蔽あり

	50m	100m	150m	200m
音の了解度 1B	1.00	1.00	1.00	1.00
音の大きさ 1B	1.00	1.00	1.00	1.00
測定音圧 1B	75.3	70.1	71.8	73.0

側面90° 高度45Ｍ　遮蔽なし

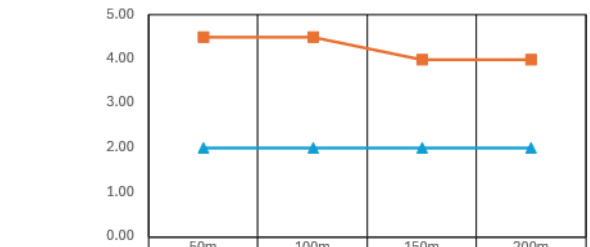


	50m	100m	150m	200m
音の了解度 1B	5.00	5.00	5.00	4.50
音の大きさ 1B	2.50	2.50	2.00	2.00
測定音圧 1B	73.3	70.6	68.9	71.4

後面180° 高度45Ｍ　遮蔽あり

	50m	100m	150m	200m
音の了解度 1B	1.00	1.00	1.00	1.00
音の大きさ 1B	1.00	1.00	1.00	1.00
測定音圧 1B	73.6	71.2	74.1	71.6

後面180° 高度45Ｍ　遮蔽なし



	50m	100m	150m	200m
音の了解度 1B	4.50	4.50	4.00	4.00
音の大きさ 1B	2.00	2.00	2.00	2.00
測定音圧 1B	73.3	70.6	68.9	71.4

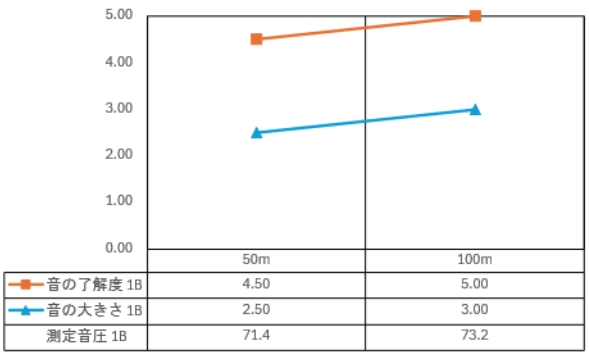
(b) ドローンの相対高度がマイナスとなる場合の検証

左図には、ドローンの高度より観測者の高度の方が高い相対高度－45m の結果を示す。右図には、同条件でドローンの位置が高い相対高度＋45m の結果を示す。観測者の高度が高い条件の音の了解度、音の大きさの評点が、約 0.5 低い値となった。

計測条件
天候：雨
風速（計測地点）：1.0m/s
暗騒音：70.1dB

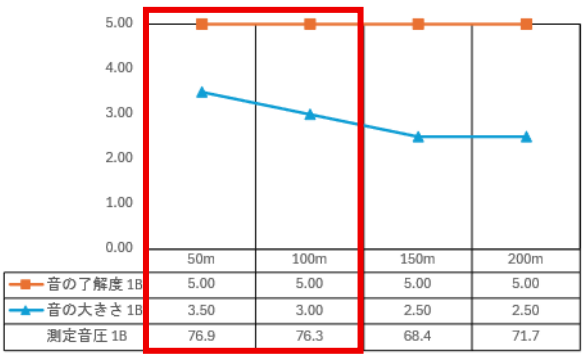
計測条件
天候：雨
風速(高度 45m 換算)：1.1m/s
風速(計測地点)：1.0m/s
暗騒音：70.1dB

正面0° 高度-45 M 遮蔽なし



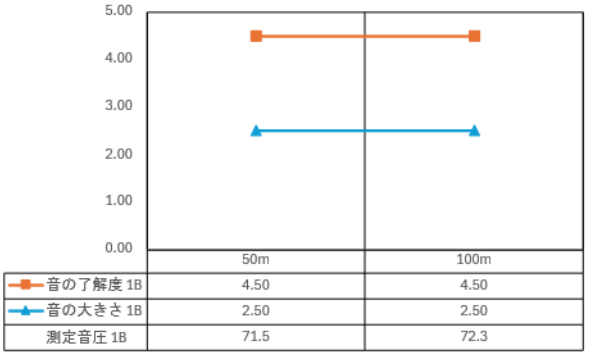
	50m	100m
音の了解度 1B	4.50	5.00
音の大きさ 1B	2.50	3.00
測定音圧 1B	71.4	73.2

正面0° 高度45 M 遮蔽なし



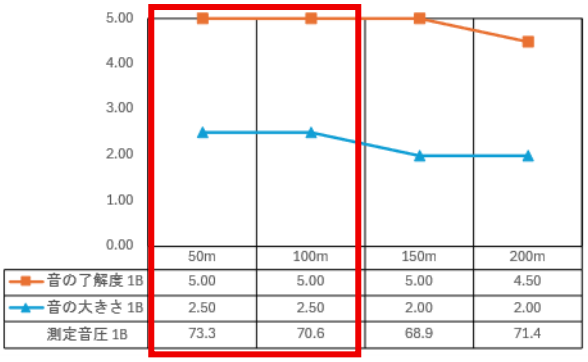
	50m	100m	150m	200m
音の了解度 1B	5.00	5.00	5.00	5.00
音の大きさ 1B	3.50	3.00	2.50	2.50
測定音圧 1B	76.9	76.3	68.4	71.7

側面90° 高度-45 M 遮蔽なし



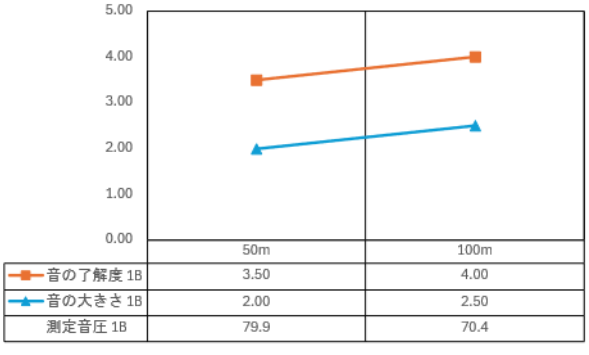
	50m	100m
音の了解度 1B	4.50	4.50
音の大きさ 1B	2.50	2.50
測定音圧 1B	71.5	72.3

側面90° 高度45 M 遮蔽なし



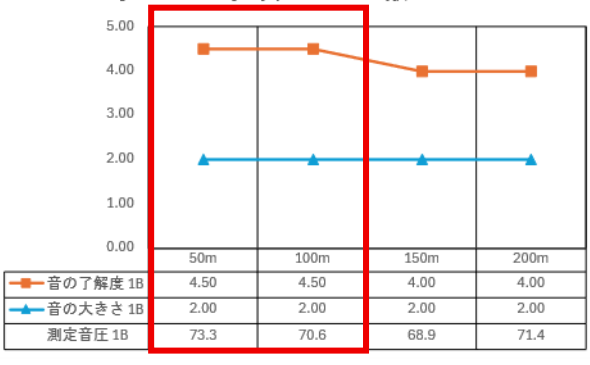
	50m	100m	150m	200m
音の了解度 1B	5.00	5.00	5.00	4.50
音の大きさ 1B	2.50	2.50	2.00	2.00
測定音圧 1B	73.3	70.6	68.9	71.4

後面180° 高度-45 M 遮蔽なし



	50m	100m
音の了解度 1B	3.50	4.00
音の大きさ 1B	2.00	2.50
測定音圧 1B	79.9	70.4

後面180° 高度45 M 遮蔽なし



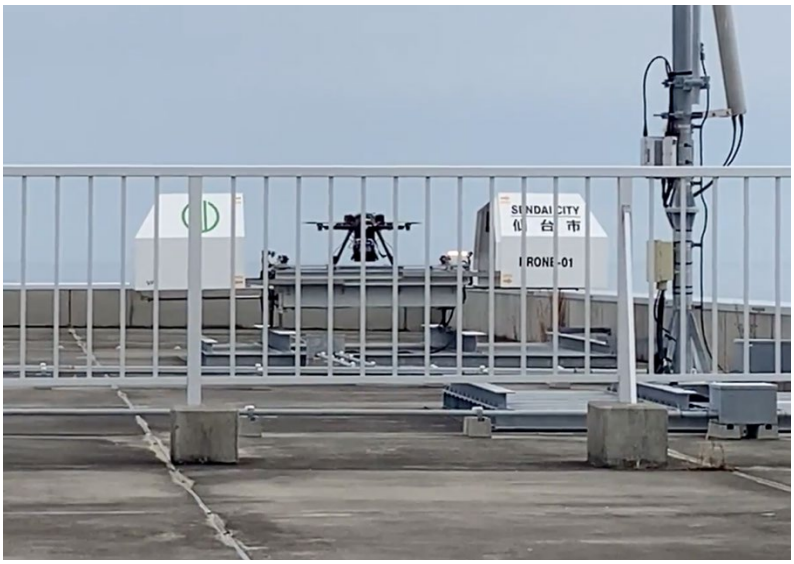
	50m	100m	150m	200m
音の了解度 1B	4.50	4.50	4.00	4.00
音の大きさ 1B	2.00	2.00	2.00	2.00
測定音圧 1B	73.3	70.6	68.9	71.4

3.1.2. 実証２　Ｊアラートとの連動による自動飛行時の即時性検証

(1) 即時性の検証

「受信から放送開始までの時間」の検証として、既に、Ｊアラートと連動し、自動で飛行・放送が可能な状態で導入されている宮城県仙台市及び千葉県一宮町のドローンを使用し、Ｊアラートを模した信号を発信し、Ｊアラート受信から飛行開始までの経過時間、Ｊアラート受信から音声放送開始までの経過時間を計測した。計測結果を以下に示す。

行動	項目	フロー(例)
0	緊急情報発信の発生	大津波警報等の緊急に情報伝達を要する事態の発生
1	消防庁送信システム	消防庁よりJアラート送信システムを通じて全国に情報伝達
2	J-アラート受信機	地方自治体等に設置されたJアラート受信機で情報受信
3	自動起動装置	地方自治体等に設置された自動起動装置から、Jアラートの情報をドローン飛行管理システムに伝達
4	ドローン運行管理システム	ドローン運行管理システムで、Jアラートの情報を受信し、ドローン(ドローンポート)に飛行・避難広報の開始指示
5		ドローン運行管理システムからの指示により、ドローンポートからドローンが離陸し、飛行・避難広報を開始 飛行中は、ドローンの飛行情報やカメラの映像をドローン運行管理システムに配信 (指示からドローン離陸・避難広報開始までのおおよその時間:1分～2分)



Ｊアラートに係る実証実験の様子（宮城県仙台市）

（ア）実証場所１　宮城県仙台市

宮城県仙台市においては、疑似のＪアラート信号がドローン運行管理システムに伝達された時間を開始時間とし、その後の各過程までの所要時間を計測した。以下が飛行・避難広報開始までの流れである。

フロー	動作機器	動作内容
4	ドローン運航管理システム	Ｊアラートの信号（疑似）を受信
4-1		ドローン、ドローンポートの状態確認
4-2		飛行開始のためドローンポートの外蓋と充電機構の開放指示
5-1	ドローンポート	ドローンポートの外蓋が開放
5-2		ドローンポートの充電機構が開放
5-3	ドローン運航管理システム	ドローンポートの状態確認：飛行準備完了
5-4		ドローンの飛行指示、放送開始指示発出
5-5	ドローン	ドローンの飛行準備
5-6		スピーカードローンから放送開始
5-7		ドローン離陸

フロー	動作内容	経過秒数			経過秒数
		1回目	2回目	3回目	平均
4	Ｊアラートの情報（疑似信号）を受信	0	0	0	0
4-1	ドローン、ドローンポートの状態確認	0	0	0	0
4-2	ドローンポートの外蓋の開きと充電機構の開放指示	0	0	0	0
5-1	ドローンポートの外蓋開放	1～20	1～20	2～22	1.33～20.66
5-2	ドローンポートの充電機構の開放	20～58	20～57	22～58	20.66～57.66
5-3	ドローンポートの状態確認：飛行準備完了	58	57	58	57.66
5-4	ドローンの飛行指示、放送開始指示	58	57	58	57.66
5-5	ドローンの飛行準備	59	58	58	58.33
5-6	スピーカードローンから放送開始	61	60	62	61
5-7	ドローン離陸	71	67	69	69

（イ）実証場所２　千葉県一宮町

千葉県一宮町においては、ドローン運航管理システム上で、疑似のＪアラートの情報を受信した時間を開始時間とし、その後の各過程までの所要時間を計測した。以下が飛行・避難広報開始までの流れである。

フロー	対象機器	動作内容
4	ドローン運航管理システム	Ｊアラートの情報（疑似信号）を受信
4-1		ドローン、ドローンポートの状態確認
4-2		飛行開始のためドローンポートの外蓋と充電機構の開放指示
5-1	ドローンポート	ドローンポートの外蓋開く
5-2		ドローンポートの充電機構の開放
5-3	ドローン運航管理システム	ドローンポートの状態確認：飛行準備完了
5-4		ドローンの飛行指示
5-5	ドローン	ドローンの飛行準備
5-6		ドローン離陸
5-7		ドローン放送開始予定地点に到達
5-8	ドローン運航管理システム	スピーカードローンから放送開始指示
5-9	ドローン	スピーカードローンから放送開始

フロー	動作内容	経過秒数					平均
		1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	
4	Ｊアラートの情報（疑似信号）を受信	0	0	0	0	0	0
4-1	ドローン、ドローンポートの状態確認	5	20	12	29	18	16.8
4-2	飛行開始のためドローンポートの外蓋の開きと充電機構の開放指示	5	20	12	29	18	16.8
5-1	ドローンポートの外蓋開く	5	20	12	29	18	16.8
5-2	ドローンポートの充電機構の開放	5	20	12	29	18	16.8
5-3	ドローンポートの状態確認：飛行準備完了	14	30	22	38	28	26.4
5-4	ドローンの飛行指示	14	30	22	38	28	26.4
5-5	ドローンの飛行準備	～61	～74	～66	～83	～73	～71.4
5-6	ドローン離陸	61	74	66	83	73	71.4
5-7	ドローン放送開始予定地点に到達	81	94	86	102	92	91
5-8	スピーカードローンから放送開始指示	81	94	86	102	92	91
5-9	スピーカードローンから放送開始	95	120	113	126	107	112.2

(2) 異なる内容のＪアラート信号受信時の対応の検証

異なる内容のＪアラート信号を受信した際、受信した信号に対応した内容での自動放送の可否について確認を行った。実験においては、下図の行動２において、複数の異なるＪアラート信号を受信し多際にドローンからの放送内容を鳴らし分けられるかについて確認した。

行動	項目	フロー(例)
0	緊急情報発信の発生	大津波警報等の緊急に情報伝達を要する事態の発生
1	消防庁送信システム	消防庁よりJアラート送信システムを通じて全国に情報伝達
2	J-アラート受信機	地方自治体等に設置されたJアラート受信機で情報受信
3	自動起動装置	地方自治体等に設置された自動起動装置から、Jアラートの情報をドローン飛行管理システムに伝達
4	ドローン運行管理システム	ドローン運行管理システムで、Jアラートの情報を受信し、ドローン(ドローンポート)に飛行・避難広報の開始指示
5		ドローン運行管理システムからの指示により、ドローンポートからドローンが離陸し、飛行・避難広報を開始 飛行中は、ドローンの飛行情報やカメラの映像をドローン運行管理システムに配信 (指示からドローン離陸・避難広報開始までのおおよその時間:1分～2分)

(ア)実証場所１　宮城県仙台市

大津波警報（東日本大震災クラス)、大津波警報（東日本大震災クラス以外)、津波警報、津波注意報、訓練放送の５種類に分けて、放送がなされる事を確認した。

(イ)実証場所２　千葉県一宮町

大津波警報（東日本大震災クラス)、大津波警報（東日本大震災以外)、津波警報（東日本大震災クラス以外)、津波注意報、訓練放送の５種類に分けて、放送がなされる事を確認した。

3.1.3. 実証３　運用時における技術課題抽出

(1) 検証の流れ

（ア）実証場所１　宮城県仙台市

シナリオ：仙台市職員が、災害対策本部から専用 PC を用いて津波の避難広報の開始を指示する。

手順１：仙台市危機対策課職員が、災害対策本部に到着

手順２：津波避難広報ドローン用の PC を起動する。

手順３：PC から遠隔地のドローンに接続し、ドローンの情報を取得する。

手順４：PC から専用アプリで、津波避難広報の信号を発信する。

手順５：ドローンの飛行状況を、PC 画面で閲覧する。

（イ）実証場所２　千葉県一宮町

シナリオ：津波避難場所（ビル屋上）から避難者の確認と呼びかけ

手順１：現場到着　ドローンの飛行準備

手順２：周囲の安全確認

手順３：ドローン飛行　離陸、手動操縦で目的地まで飛行（目視内）

手順４：ドローン飛行　搭載カメラの操作、避難者の確認

手順５：ドローン飛行　搭載スピーカーの操作、マイクからの呼びかけ

手順６：ドローン飛行　搭載カメラの操作、避難者反応の確認

手順７：ドローン飛行　離陸場所へ帰還し、着陸

（ウ）実証場所３　宮城県白石市

シナリオ：山間部において、要救助者の捜索・発見と呼びかけ

手順１：現場到着　ドローンの飛行準備

手順２：周囲の安全確認

手順３：ドローン飛行　離陸、手動操縦で目的地まで飛行（目視内）

手順４：ドローン飛行　搭載カメラの操作、要救助者の確認

手順５：ドローン飛行　搭載スピーカーの操作、マイクからの呼びかけ

手順６：ドローン飛行　搭載カメラの操作、要求所反応の確認

手順７：ドローン飛行　離陸場所へ帰還し、着陸

(2) 自治体職員からのヒアリング内容

（ア）実証場所１　宮城県仙台市

分類	内容
スピーカードローンの活用	2025 年 7 月 30 日に発生したカムチャツカ半島付近の地震に伴う津波注意報時においても、対象沿岸区域の避難広報を注意報発令と同時にドローンで広報開始することができている。
飛行前の準備・確認	・毎年の津波避難訓練においても、仙台市災害情報センターに設置した PC より津波避難広報ドローンの確認を行っている。事前に準備したマニュアルに基づき、職員がドローンへの接続・カメラ映像の確認を行っており、飛行の準備・設定については、支障を感じていない。 ・実運用した際に、マニュアル部分に不足点（操作結果の確認方法等）があると感じた。
自動飛行中	・ドローンの飛行中においても、ドローン 2 機のカメラ映像を仙台市災害情報センターにて問題なく確認できている。映像が若干乱れることもあるが、カメラ映像から沿岸にいる人の確認は行う事ができる。

（イ）実証場所２　千葉県一宮町

分類	内容
スピーカードローンの活用	・津波避難広報以外の所にも活用の幅が広がる。 ・目視内の手動飛行は可能だが、目視外飛行はハードルが高いのではないかと感じた。 ・活用方法として災害用途であれば、土砂災害、崖崩落の確認、他はイベント時の飛行などが考えられる。
飛行前の準備・確認	・確認する内容は理解できる・しているが、いざ運用するとなると、確認事項、流れのチェックリストが必要。 ・訓練時など、平時に使用するチェックリストと、災害時に最低限確認するチェックリストを分けることが必要。災害時は時間がないので、平時よりも時間をかけていられないと感じた。 ・通常はバッテリーを満充電していないので、バッテリー準備も必要。 ・想像よりもバッテリーの減りが早いと感じる。
手動飛行中	・職員で練習する環境や方法が大事。 ・飛行時の体制としては 2 人以上必要と感じた。 ・カメラ映像は遅延もほとんどなく、映像確認は有効。
その他	・役場では職員の入れかえがある。技術や知識の伝達も大事。

（ウ）実証場所３　宮城県白石市

分類	内容
スピーカードローンの活用	・ドローンでできること（現場確認、避難呼びかけ）が、想定よりも多くて良い。
飛行前の準備・確認	・ドローンを扱った事はないが説明を聞いていると、準備内容としては難しさを感じない。チェックリストがあれば、問題なくできるだろう。 ・ドローンが正常であれば良いが、エラーや部品の破損があった場合など、交換作業が必要となった場合のマニュアルが必要。
手動飛行中	・すごく開けている場所ならば、操縦の難易度は低そう。ただし、山間部では開けている場所がないこともある。 ・ドローン飛行経験者が、安全のために簡単に判断している事が、職員が現場でいざとなるとできるかが不明。安全に飛行するための現場のチェックリストがあると安心できる。 ・上空から撮影した映像を、リアルタイムで現場本部と共有したい。（消防現場、指揮本部への情報共有）

3.1.4. 実証 4　災害時環境を想定したドローンの有効性・耐候性検証

(1) 耐風性能（ホバリング）検証

耐風性能の判定については、飛行の安定性を保つためにパイロットによる手動操縦介入の必要の有無、ドローン搭載センサーの異常通知・警告（機体 4A のみ）を元に判定を行った。

(a) 機体 4A　メーカー耐風性能公称値 12m/s

機体 4A（メーカー耐風性能公称値 12m/s）においては、公称値 12m/s を越えた風速から強風注意警告が表示された。また、風速 16m/s までは機体の安定を維持しつつ飛行可能であったが、風速 17m/s では機体の安定を維持して飛行するのは困難であるとパイロットにより判定され、風速 16m/s が耐風性能の限界との結果となった。

風速	飛行安定性	センサー
5 m/s	安定	異常なし
8 m/s	安定	異常なし
12 m/s	安定	異常なし 強風注意警告あり
15 m/s	安定	異常なし 強風注意警告あり
16 m/s	安定	異常なし 強風注意警告あり
17 m/s	手動操縦による介入が必要	異常なし 強風注意警告あり
安定性限界と判断し、以降中止		

(b) 機体 4B　メーカー耐風性能公称値 14m/s

機体 4B（メーカー耐風性能公称値 14m/s）においては、風速 12m/s までは安定して飛行が可能であったが、風速 13m/s では機体の安定を維持して飛行するのは困難であるとパイロットにより判断された。

風速	飛行安定性
5 m/s	安定
6 m/s	安定
7 m/s	安定
8 m/s	安定
9 m/s	安定
10 m/s	安定
11 m/s	安定
12 m/s	安定
13 m/s	手動操縦による介入が必要
安定性限界と判断し、以降中止	

耐風性能試験の実施状況

(2) 耐風性能（離着陸）検証

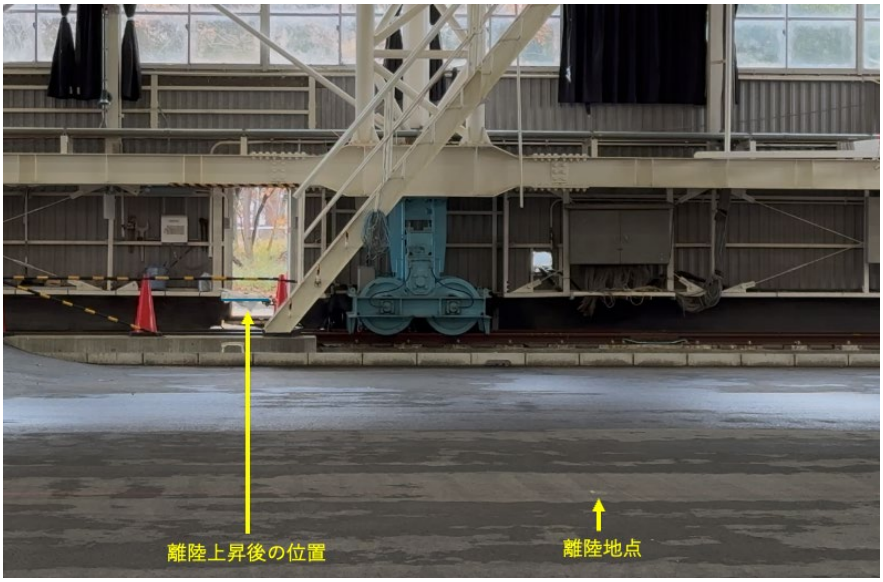
機体 4A（メーカー耐風性能公称値 12m/s)、機体 4B（メーカー耐風性能公称値 14m/s）の両機体について、離陸時は高度 2～ 3 m 程度まで上昇するまでに、下表のとおり離陸地点より風下方向にずれが生じた。両機体とも着陸時にはずれが見られなかった。離陸時の耐風性については、ホバリング時の傾向とは異なり機体 4A の方が飛行は不安定となった。これは可能性として、機体 4A の方が機体 4B よりも機体サイズが大きく風を受ける面積が大きいことや、機体が上昇するまでの時間が長く風の影響を受けやすい不安定な時間が比較的長いためではないかと考えられる。

(a) 機体 4A　耐風性能 12m/s

風速	離陸時位置	着陸時位置	センサー
3 m/s	風下 0.5m ずれ	ずれなし	異常なし
4 m/s	風下 1.1m ずれ	ずれなし	異常なし
5 m/s	風下 1.2m ずれ	ずれなし	異常なし
7 m/s	風下 2.4m ずれ	ずれなし	異常なし

(b) 機体 4B　耐風性能 14m/s

風速	離陸時位置	着陸時位置
5 m/s	風下 0.3m ずれ	ずれなし
7 m/s	風下 0.6m ずれ	ずれなし
8 m/s	風下 2.1m ずれ	ずれなし



耐風性能（離着陸）試験の実施状況　：機体 4B　風速 8m/s

(3) 耐雨性能検証

耐雨性能試験では、ドローン搭載のバッテリーが 100%から 40%になるまでホバリングし、飛行時間を測定した。耐雨性能の判定については、耐風性能試験と同様に、①飛行の安定性を保つためにパイロットによる手動操縦介入の必要の有無、②ドローン搭載センサーの異常通知・警告（機体 4A のみ）を元に判定を行った。

(a) 機体 4A　防水性能 IPX5

機体 4A（防水性能 IPX5）においては、30mm/h の雨量においても安定して飛行し続けることが可能であったが、50mm/h の雨量においては飛行が安定せず、パイロットの手動操作による介入が必要となった。ドローンに搭載されたセンサーについては、機体上方センサーで使用不可の警告表示が発生した。これは、機体上方のセンサー部分に雨滴等が付着したためであると考えられる。

また、ドローンの飛行時間（バッテリー残量 40%まで）への影響について、15mm/h、50mm/h においては 25 分程度と一定の飛行時間であり、雨量が強くなったことの変化は見られなかった。しかし、30mm/h のみ飛行時間が 20 分となり、5 分（20%）ほど短くなっていたが、センサーや機体の安定性等に変化は見られなかったため、バッテリーの個体差等の影響も排除できない。

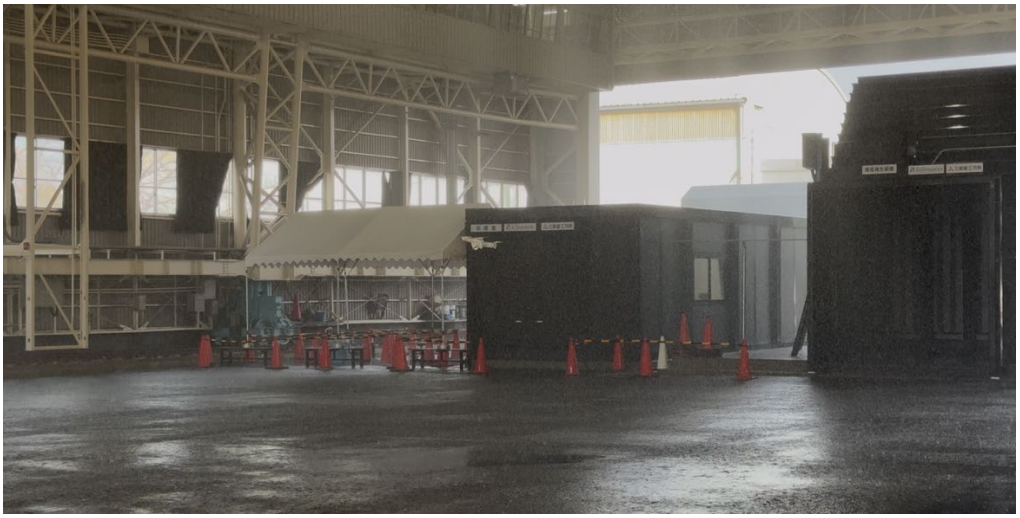
雨量	飛行安定性	センサー	飛行時間 バッテリー残 40%
15 mm/h	安定	機体上方センサーが使用不可の警告表示	25 分 10 秒
30 mm/h	安定	機体上方センサーが使用不可の警告表示	20 分 8 秒
50 mm/h	手動操縦による介入が必要	機体上方センサーが使用不可の警告表示	25 分 5 秒
安定性限界と判断し、以降中止			

(b) 機体 4B　防水性能 IPX3

機体 4B（防水性能 IPX3）においては、15mm/h の雨量においては安定して飛行し続けることが可能であったが、30mm/h 以上の雨量においては飛行が安定せず、パイロットの手動操作による介入が必要となった。

また、ドローンの飛行時間（バッテリー残量 40%まで）への影響について、15、30、50mm/h においては 18〜19 分程度と一定の飛行時間であり、雨量が強くなったことの変化は見られなかったが、80mm/h では約 17 分と 1 分（5%）ほど短くなっている。

雨量	飛行安定性	飛行時間 バッテリー残 40%
15 mm/h	安定	18 分 10 秒
30 mm/h	手動操縦による介入が必要	19 分 20 秒
50 mm/h	手動操縦による介入が必要	19 分 00 秒
80 mm/h	手動操縦による介入が必要	16 分 57 秒
安定性限界と判断し、以降中止		



耐雨性能試験の実施状況　雨量 80mm/h

(4) 雨＋風の実験

雨＋風の条件において飛行の安定性を確認した。本実験では、①雨量 80mm/h（猛烈な雨）で一定にして風速を変化させるケースと、②風速は①で確認した安定飛行が可能だと考えられる風速で一定にし、雨量を変化させるケースの 2 つのケースを行った。

なお、本実験においては、耐雨性能の試験と異なり、各雨量・各風速において、1、2 分程度の時間の試験とした。また、ドローンから警報音を発した際には、問題なく聞き取ることができた。

(a) 機体 4A　防水性能 IPX5

ケース①　雨量 80mm/h　風速を変化

雨量を 80mm/h で固定し、風速は 8m/s から段階的に上昇させてドローンの安定性の確認を行った。風速 13m/s までは安定して飛行することが可能であったが、風速 14m/s では飛行が不安定となり、パイロットによる手動操作の介入が必要となった。メーカー公称値の耐風性能の数値は超えているが、風のみの耐風試験（風速 16m/s までは安定飛行可能）からは耐風性が下がった。

雨量 80mm/h 固定、風速 8～14m/s 変更

雨量	風速	飛行安定性	センサー
80mm/h	8m/s	安定	機体上方センサーが使用不可の警告表示
80mm/h	10m/s	安定	機体上方センサーが使用不可の警告表示
80mm/h	12m/s	安定	機体上方センサーが使用不可の警告表示
80mm/h	13m/s	安定	機体上方センサーが使用不可の警告表示
80mm/h	14m/s	手動操縦による介入が必要	機体上方センサーが使用不可の警告表示
安定性限界と判断し、以降中止			

ケース②　風速 10m/s 固定　雨量を変化

ケース①での実験をふまえ、豪雨中でもドローンの飛行が十分に安定すると考えられる風速 10m/s で一定にし、雨量を 80mm/h から段階的に上昇させて安定性の確認を行った。

飛行時の安定性においては、時間雨量 150mm/h までは安定して飛行し続けること可能であったが、200m/h では飛行が不安定となり、パイロットによる手動操作の介入が必要となった。

雨量 80～200mm/h、風速 10m/s 固定

雨量	風速	機体飛行	センサー
80mm/h	10m/s	安定	機体上方センサーが使用不可の警告表示
100mm/h	10m/s	安定	機体上方センサーが使用不可の警告表示
150mm/h	10m/s	安定	機体上方センサーが使用不可の警告表示
200mm/h	10m/s	手動操縦による介入が必要	機体上方センサーが使用不可の警告表示
安定性限界と判断し、以降中止			

なお、暴風雨試験中には内部への水滴進入によるセンサーエラー等は生じなかったが、試験の翌日にドローンの動作確認を行ったところ、雨滴がドローン機体内に侵入しており多くのセンサ

ーエラーを検知した。

(b) 機体 4B　防水性能 IPX3

ケース①　雨量 80mm/h　風速を変化

雨量を 80mm/h で固定し、風速を 5m/s から段階的に上昇させて安定性の確認を行った。風速 7m/s までは安定して飛行し続けることが可能であったが、8m/s では、飛行が不安定となりパイロットの手動操作の介入が必要となった。こちらも風のみの耐風性能検証試験の結果（12m/s までは安定飛行可能）からは耐風性が下がった。

雨量 80mm/h 固定、風速 5～8m/s 変更

雨量	風速	機体飛行
80mm/h	5m/s	安定
80mm/h	7m/s	安定
80mm/h	8m/s	手動操縦による介入が必要
安定性限界と判断し、以降中止		

ケース②　風速 5m/s 固定　雨量を変化

ケース①の結果から豪雨中でもなるべく安定する風速 5m/s で一定にし、雨量を 80mm/h から段階的に上昇させて安定性の確認を行った。

飛行時の安定性においては、100mm/h の雨量までは安定して飛行し続けること可能であったが、200m/h では、飛行が安定しなくなり、パイロットの手動操作の介入が必要となった。

雨量 80～150mm/h、風速 5m/s 固定

雨量	風速	機体飛行
80mm/h	5m/s	安定
100mm/h	5m/s	安定
150mm/h	5m/s	手動操縦による介入が必要
安定性限界と判断し、以降中止		

3.2. 机上検討結果

実証実験結果を踏まえつつ、音声伝達性能に影響を与える主要因を整理し、実運用を想定した机上検討を行った。

(1) 音声伝達に影響を与える要因の整理

今回の実証実験の範囲では、スピーカードローンによる音声伝達性能に比較的大きな影響を与えた要因は次の２つだった。

- 音声受信者に対するスピーカードローンの向き
- ドローンと音声受信者との間に存在する遮蔽物の有無

一方で、実験の範囲では、ドローンの飛行高度や、飛行速度の違いによる音声了解度への影響は限定的であった。

(2) 観測者とドローンの間の水平距離に関する検討

実証実験では、遮蔽物が存在しない環境においては、ドローンと観測者との水平距離が約 400m であっても、音声内容を概ね聞き取ることが可能であることが確認された。しかしながら、実運用においては、以下の要素により音声の了解度が低下する可能性がある。

- 周辺環境音（風音、波音、車両音、住民の活動音等）
- 風向・風速による音の拡散・減衰
- 地形や建築物配置による音の反射・遮蔽

このため、実運用においては、安全面を考慮しつつ確実な音達が可能となる飛行計画や放送計画を策定することが合理的である。

(3) スピーカーの向きに関する検討

本実証で使用したスピーカーはいずれも指向性を有するタイプであり、ドローン（＝スピーカー）の向きが正面の場合に、最も高い音声了解度が得られた。一方、向きが側面及び後面の場合では、水平距離が同一であっても了解度及び音の大きさが低下する傾向が確認された。

この結果を踏まえると、指向性のあるスピーカーを搭載したドローンを用いて広範囲への情報伝達を行う場合には、以下のような運用上の工夫が有効と考えられる。

- 放送対象エリアの方向にスピーカードローンが向くような飛行経路を設定する
- 一定地点でホバリングし、機体を旋回させることで全方向への音声伝達を図る
- スピーカードローンが異なる方向を向くようにして複数回の飛行機械を確保する

飛行ルートを設定する際は、これらに注意することが必要だと考えられる。

(4) 遮蔽物の影響の整理

実験では、ドローンと音声受信者の間に建物等の遮蔽物が存在する場合、音声はほとんど聞き取れなかった。ついては、実運用においては、可能な限り遮蔽のないように飛行位置や飛行高度を設定する必要があると考えられる。

3.3. 実験結果総括

本実証実験結果から得られた結果を以下に総括する。

3.3.1. 音声伝達性能検証

- 音の了解度（最高値=5 に対し）について、全テストケースの平均値が 4.9 となり、放送内容は概ね伝わっている検証結果となった。
- 音の大きさ（最良値=3 に対し）について、全テストケースの平均値が 2.7 となり、音の大きさも概ね適切、という検証結果となった。
- 音の大きさのワーストケースは、同水平距離 400m、飛行高度 30m、後面向きの場合で 1.375 であったが、向きが正面で 2.5 に改善した（+1.125)。同様に、音の了解度のワーストケースも水平距離 400m、飛行高度 30m、後面向きの場合で 3.625 だが、向きを正面にすると 4.75 まで改善した（+1.125)。
- 60m までの飛行高度において、ドローンの飛行高度の差による大きな差は見られなかった。
- ドローンの飛行速度については、速度を 6、8、12m/s と変化させても音の了解度、音の大きさに変化傾向は見られなかった。
- ドローンの相対高度がマイナスとなる場合の検証になる場合の検証について、高度以外が同条件のケースと結果と大きな差は見られなかった。

上記の結果から、以下のように考察する。

◆ 指向性スピーカーを搭載するドローンでは、全方向に音を届けるために工夫することが望ましい。

◆ 飛行実験を行った 60m までの高度では、ドローンの飛行高度による音の減少幅は小さいと考えられる。

3.3.2. J アラートとの連動による自動飛行時の即時性検証

- J アラートに連動して自動でドローンが飛行し音声を放送するシステムでは、概ね 1～2 分程度で津波避難広報の音声放送が開始された。
- 音声放送開始までの動作中で、ドローンポートの外蓋や充電機構からのドローンの開放に特に時間を要した。

上記の結果から、以下のように考察する。

◆ ドローンは発災後 2 分程度で避難を呼びかけることができるので、津波に関する警報などの災害情報の伝達で有効ではないか。

◆ 緊急地震速報など特に緊急性の高い情報については、屋外スピーカー等の既存の伝達手段と連携することが必要ではないか。

3.3.3. 運用時における技術課題抽出

- 自治体職員がスピーカードローンを運用するにあたり、飛行前の準備、現場の安全確認事項をまとめたチェックリストや、機材トラブルがあった際の対応方法等を記載した運用マニュアルなどが必要だと思われる。

- 災害時の緊急出動を行う場合は、ドローンのバッテリーを飛行前に十分充電された状態にしておくための方法や、その所要時間などの整理が必要であると思われる。
- 職員が練習する環境や方法についても考慮する必要があると思われる。

3.3.4. 災害時環境を想定したドローンの有効性・耐候性検証

(1) 耐風性能

- メーカーカタログ値付近の風速であれば飛行位置は安定し、ドローンのセンサーにも異常は見られなかった。
- ドローンの離着陸時については、離陸時にはメーカーカタログ値を大きく下回る風速値（4～8m/s）でもドローンの位置が風下方向に 1m～2.4m 程ずれるなどの影響があった。一方で、着陸時は、ほぼ位置のずれはなかった。

(2) 耐雨・防水性能

- 本報告書における実験で用いた防水性能 IPX3 のドローン機体は、雨量 15mm/h 以下であれば飛行は安定し、自動飛行、手動飛行ともに可能であったが、雨量 30mm/h 以上ではドローン搭載のセンサー等にもエラーが生じ、ドローンの飛行が不安定になった。
- 本報告書における実験で用いた防水性能 IPX5 のドローン機体は、雨量 30mm/h 以下であれば飛行は安定し、自動飛行・手動飛行ともに可能であったが、雨量 50mm/h では、ドローン搭載のセンサー等にもエラーが生じ、ドローンの飛行が不安定となった。

(3) 暴風雨時を想定した検証

- 雨＋風の実験の場合、2 種類のドローン共に、風単体での検証よりも耐風性能は下がった。
- 暴風雨試験時にはセンサーエラー等は生じなかったが、試験の翌日にドローンの動作確認を行ったところ、雨滴がドローン機体内に侵入しており、多くのセンサーエラーを検知した。

上記（1）から（3）の結果から、以下のように考察する。

- ◆ ドローンの運用において、メーカーカタログ値程度の風速環境下で運用するのが望ましい。
- ◆ 強風時にドローンを離陸させる場合には、周辺環境を考慮し注意して飛行させることが望ましい。
- ◆ ドローンの耐雨性能には、センサーにエラーが生じ自動飛行に影響が出る限界と、浸水等の物理的な要因により、ドローンの飛行自体に影響が出る限界が考えられる。ドローンで自動飛行を行うには、センサーにエラーが生じない条件での運用が望ましい。
- ◆ 短時間・1 回のみの手動飛行であれば暴風雨条件でも飛行できる可能性があるが、翌日以降もドローンを運用する場合には使用後のメンテナンス（乾燥、水滴除去）や、その後の動作確認が必要である。

3.3.5. 検討要件に対する結果

災害情報伝達手段としてドローンを活用するために考慮すべき主な事項（1 飛行ルート、2 放送内容、3 運用体制、4 スピーカーの性能、5 耐水性、耐風性）について、実験結果から想定される案を記載する。

(1) 飛行ルート（住民の安全を考慮したルートの選定。ドローンのバッテリーについての留意等）

	考慮内容	備考
a	樹木や地上の構造物との接触リスクを回避できるような飛行高度を設定する。	60m までであれば、飛行高度による音の減少幅は小さかった
b	ドローンに搭載されたスピーカーが指向性のあるスピーカーの場合、 避難放送の対象に対して、スピーカードローンがなるべく正対するよう、飛行経路中のドローンの向きを適切に設定する。必要に応じて、ホバリングし、360 度旋回するなどの工夫が必要。	
c	避難放送の対象とドローンとの間に遮蔽物が生じないように適切に設定する。	遮蔽物による音の減少幅は大きい
d	バッテリーに余裕がある時間内で飛行が完了できること、放送が十分に聞こえることなどに留意して、飛行速度や飛行経路を決定する。	

(2) 放送内容　（飛行しながら放送することを考慮した、音声の長さや内容等）

	考慮内容	備考
a	ドローンの放送が聞こえる音の時間の長さは、スピーカーの性能（有効可聴距離)、ドローンの飛行速度、周辺環境音　等のパラメーターで決定される。 最低 1 回は全文が聞こえるよう放送する文面を決定する。	例 ドローンの飛行速度 12m/s、正面 400m 先から聞こえる条件で、聞こえる時間 33 秒
b	なるべく広範囲に放送内容を届けるために、短く、簡潔な文面にすることも重要。	例　津波避難広報の場合 「サイレン＋津波　逃げろ」など　短文でわかりやすく

(3) 運用体制　(災害時における遅滞のないドローンの発進、音声の放送等)

	考慮内容	備考
a	災害発生時において、対象エリアに遅滞なく放送を行うにあたり、ドローンの飛行方法によって避難放送開始までの所要時間が異なる。 パイロットによるドローンの手動飛行では、飛行準備・現場への移動時間等を考慮する必要がある。 J アラート等と連動しての自動飛行では、災害発生から１～２分でドローンの放送が開始できる。 これらの所要時間について留意することが必要。	自治体の職員を災害現場に向かわせることなく、逃げ遅れている人がいないかをカメラで確認できる点でも有効である。

(4) スピーカーの性能　(飛行するドローンから放送した音声の地上への明瞭な到達等)

	考慮内容	備考
a	放送内容は、スピーカードローンの向きが対象と正対している場合では明瞭に聞こえる。よって、飛行中にスピーカーの向きを変更できるようにするか、飛行経路を工夫することが望ましい。	

(5) 耐水性・耐風性　(一定の降雨時等でもドローンが発進可能となるような性能等)

	考慮内容	備考
a	飛行中の耐風性能はメーカーカタログ値程度で運用する。ただし、メーカーカタログ値よりも低い風速であっても風下にドローン位置がずれる事もあるため、強風時の運用を想定する場合には、現地の風向風速を確認すると共に、設置場所の周囲に障害物（周辺建造物やドローン格納用のドローンポートの構造）が無いか注意する。	現場の風速判断に、風速計の設置も有効
b	ドローンの耐雨性能には、センサーにエラーが生じる限界と、浸水や外力的な影響としてドローン飛行に影響が出る限界があると想定される。ドローンで自動飛行を行うには、センサーにエラーが生じない範囲での運用が望ましい。	

4. 総括

実験の結果、スピーカードローンについて、遮蔽物等がない環境においては、音達範囲が 400 メートルにまで達し、飛行中の放送内容についても問題なく聞き取ることができたことから、ある程度の広い範囲に対して情報伝達を行う際に有効であることが確認できた。また、受信する信号に応じてドローンからの放送内容が変更できたことも踏まえると、災害情報の伝達をするにあたり、スピーカードローンを使用することは有効であると言える。

他方、実験の結果、強風の環境下ではドローンの飛行が困難であったため、台風などの場合は、災害情報を伝達することは難しいと考えられるほか、雨によりセンサー類が動作しなくなるなどの課題がある。また、飛行までに 1～2 分を要することから、緊急地震速報などの即時の対応が求められる情報の伝達には課題があると思われる。

5. おわりに

本実証実験にあたり、宮城県仙台市、白石市及び千葉県一宮町には、試験実施の許可をいただいたほか、各種施設への調整、住民の皆様への告知、試験の立ち合い等、甚大なるご協力を賜りましたこと、感謝申し上げます。また、仙台市南蒲生浄化センター、みやぎ蔵王白石スキー場、伊勢化学工業には、実証実験場所をご提供いただいたほか、その他当日の実証へのご協力も賜りましたこと、感謝申し上げます。

また、検討会を通じて様々なご指摘をいただきました委員及びオブザーバーの皆様、音達範囲の実証実験の準備・実施にご協力いただきました富士通ゼネラル株式会社、耐候性の実験に施設をご提供いただいた国立研究開発法人防災科学技術研究所、その他実証実験に評価者として参加いただいた皆様のご協力により、実験を実施することが出来ました。皆さまに心より御礼申し上げます。