

ムーンショット目標8

「2050年までに、激甚化しつつある台風や豪雨を制御し  
極端風水害の脅威から解放された安全安心な社会を実現」

小槻プロジェクト（AMAGOIプロジェクト）

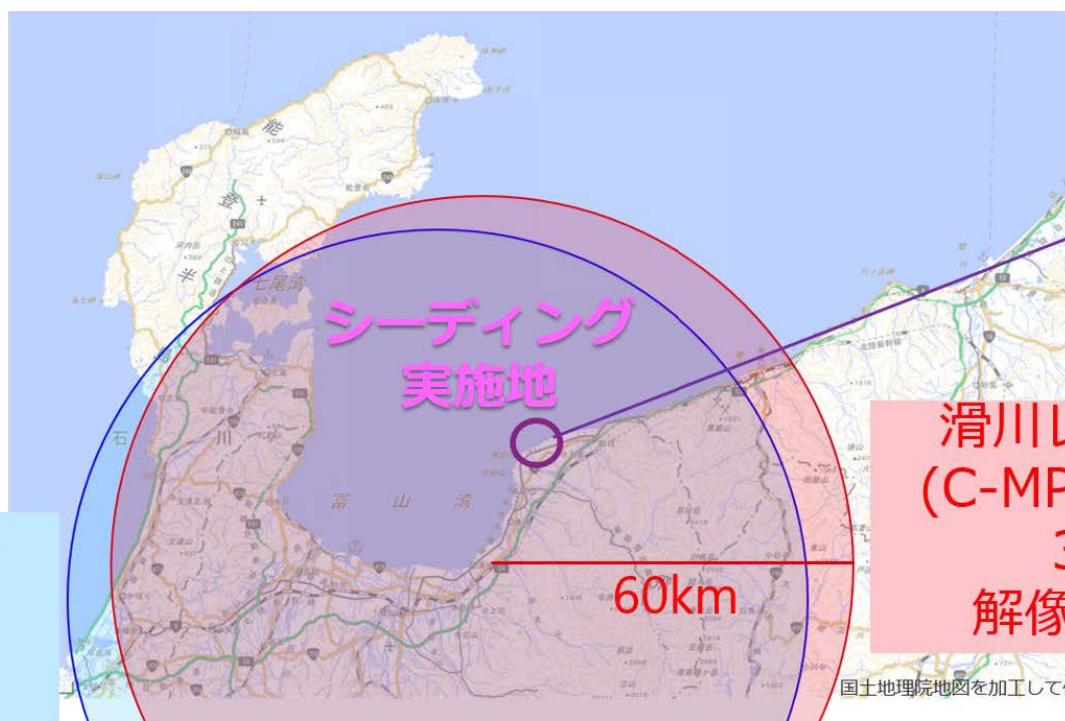
# R7年度冬季日本海 シーディング予備実験レポート

令和8年9月8日

プロジェクトマネージャー 小槻 峻司（千葉大学・教授）

# シーディング実験の概要

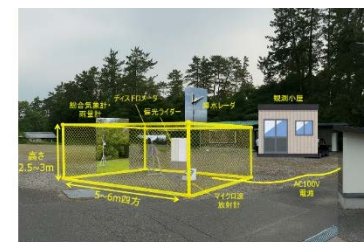
- 2026年1月上旬に富山湾上空において、雪雲をターゲットとした、航空機からのシーディング実験（ドライアイスの散布実験）を行う計画
- 2025年度は2026年度以降の予備実験としての位置づけ（ロジ確立など）



水橋レーダー  
(X-MP)  
5分  
解像度: 高

地上観測

滑川レーダー  
(C-MP-PAWR)  
30s  
解像度: 粗



1. 屋外予備実験の背景と目的（全体像）
2. 屋外予備実験の総括
3. 屋外予備実験の詳細
  0. 今回の実験の位置づけ
    1. 事前準備
    2. ブリーフィング / 実行判断 / 速報体制
    3. 航空機
    4. 航空機の運航支援 / 通信 / ツール
    5. 現地観測
    6. 取材対応
    7. 実験報告会の開催
    8. 今後の課題

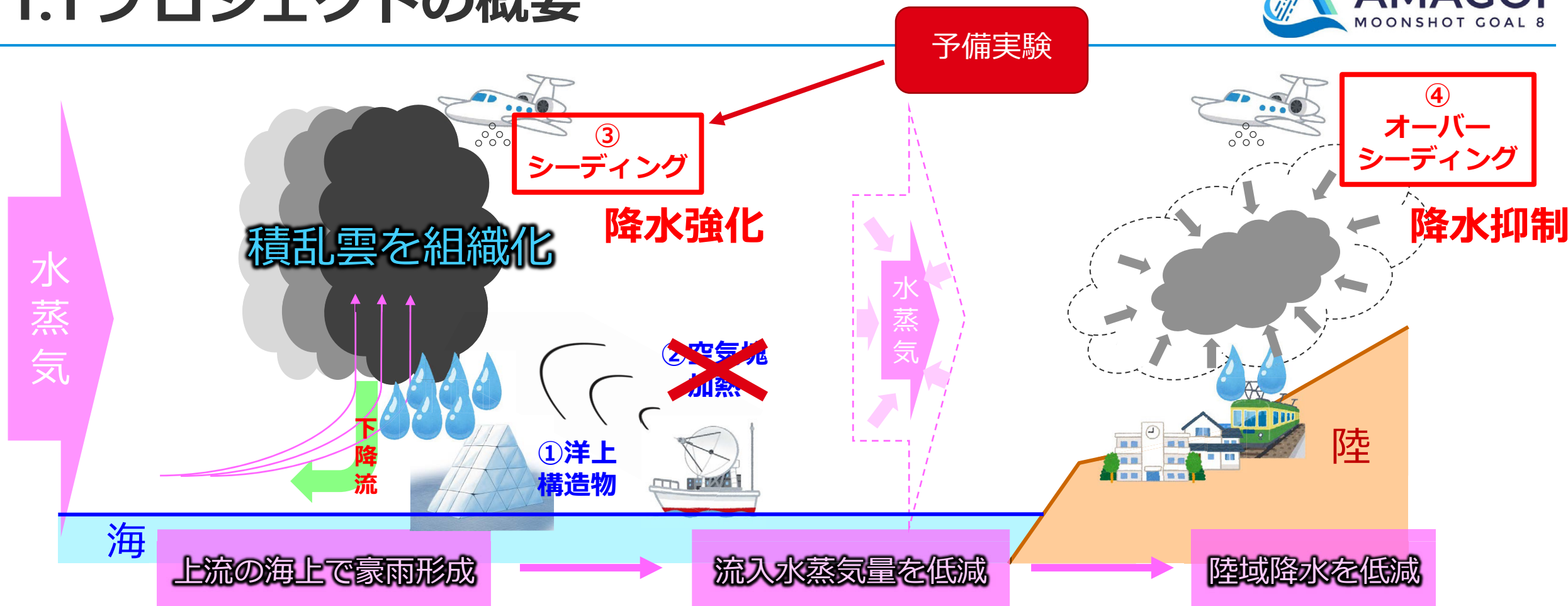


# 1. 屋外予備実験の背景と目的

作成：小槻PM



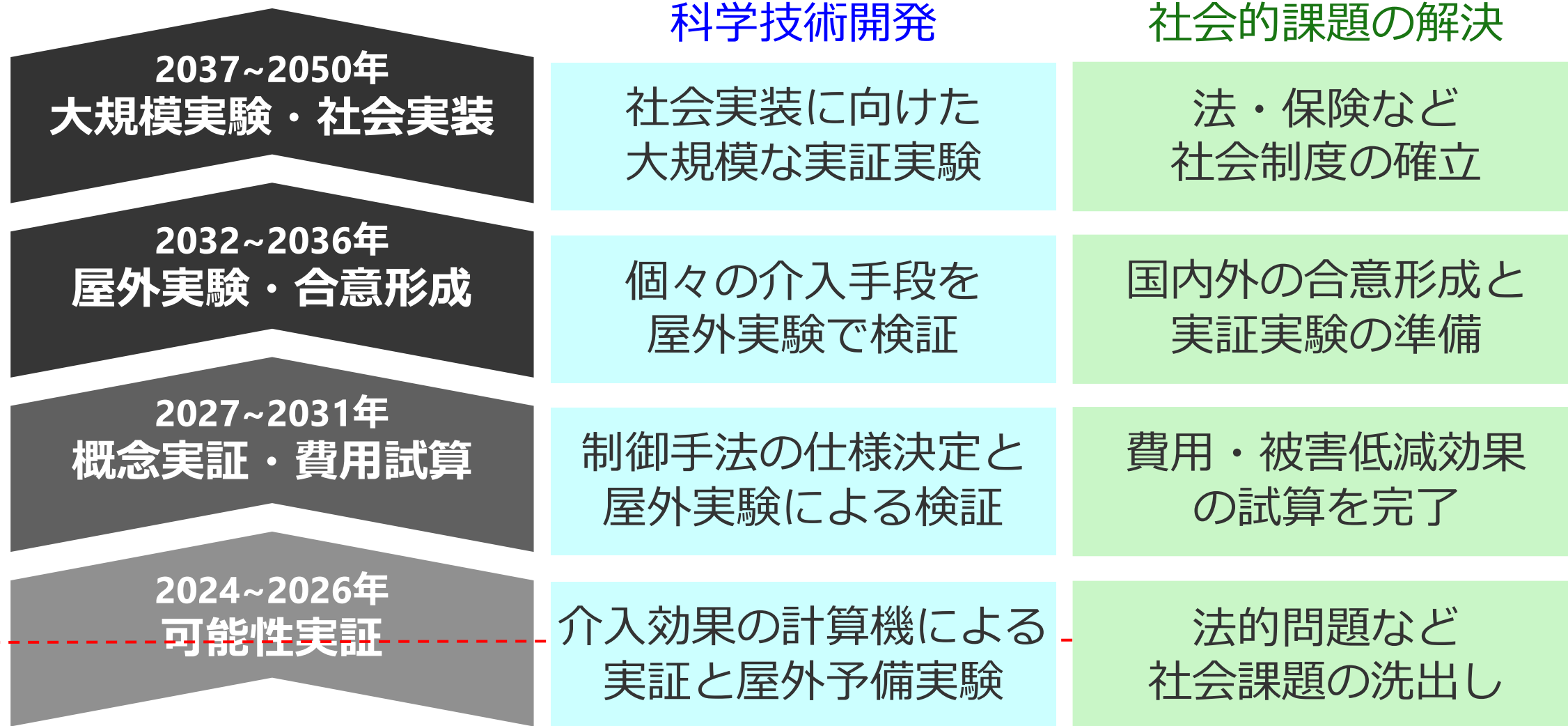
# 1.1 プロジェクトの概要



海上からの水蒸気供給を起因とする集中豪雨に対し、水蒸気供給の上流側の海上で豪雨を形成し、大気中の水蒸気を大幅に減らすことにより、陸域の豪雨被害を緩和させることを目的とする。広範囲に応用可能な数理科学的手法を開発し、他プロジェクトへの展開を目指すとともに、工学的に実現可能な気象介入手段を開拓する。さらにELSIでは河川法などの法律や、倫理的観点から研究を実施する。本研究開発プロジェクトの達成により、集中豪雨被害から解放される社会を実現する。

## 1.2 研究開発のシナリオ

### 2050年: 極端風水害の脅威から解放された安全安心な社会を実現



Now

# 1.3 (オーバー) シーディングの科学的原理

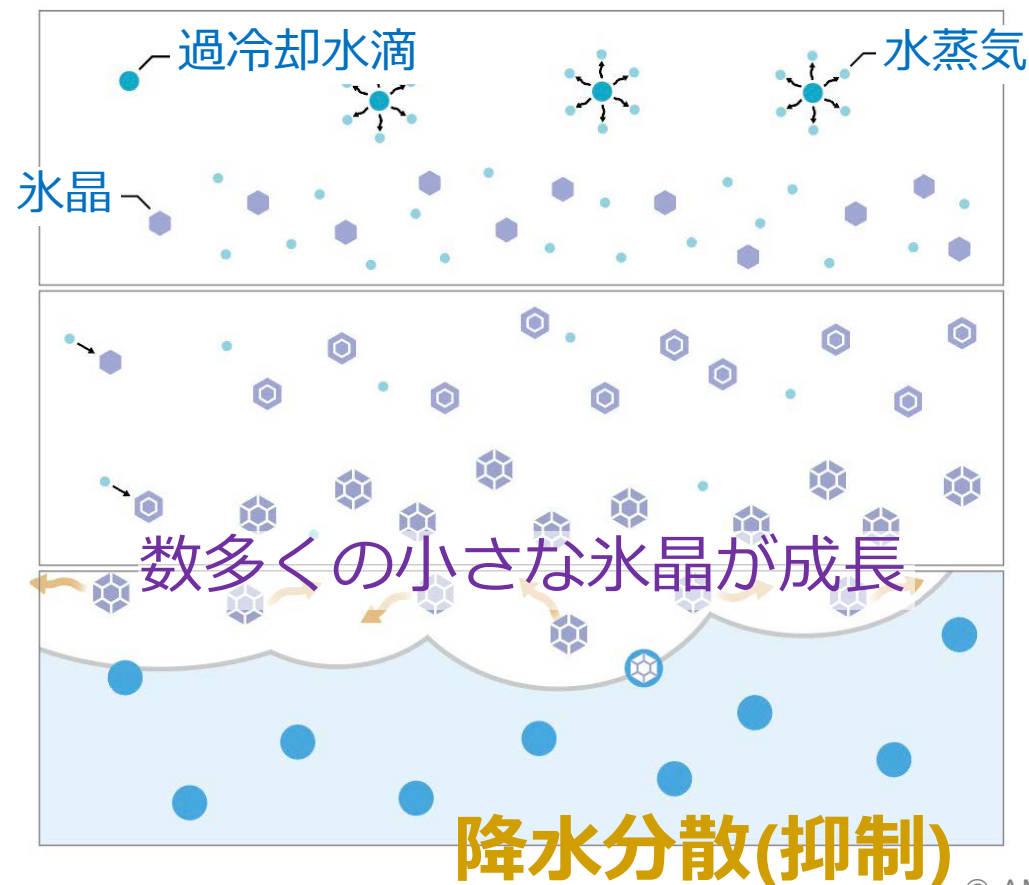
## 通常シーディング

過冷却水滴が大きな氷晶になり、  
その場で落下して、降水が強化される。



## オーバーシーディング

過冷却水滴が多数の小さな氷晶になり、  
雨にならず風によって周囲に散らばり、  
降水が分散される（抑制）。



# 1.3 (オーバー) シーディングの豪雨抑制への活用

## ①シーディング

豪雨の位置を  
海上に移動



海域

## ②オーバー シーディング

降水の分散



陸地



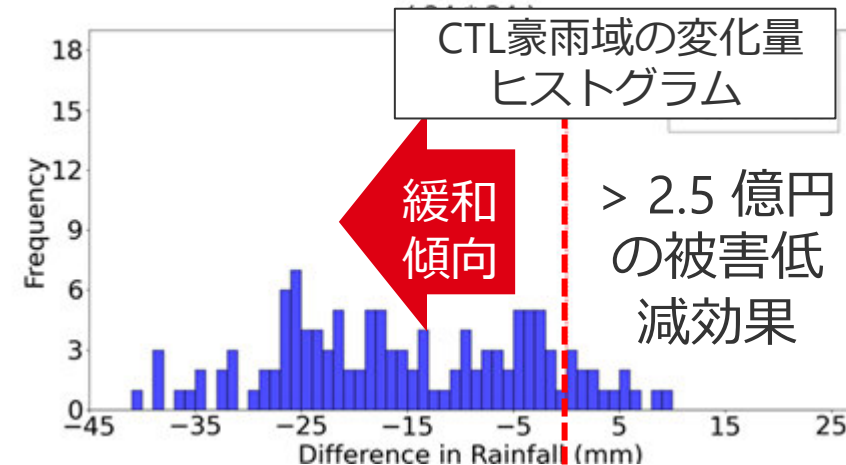
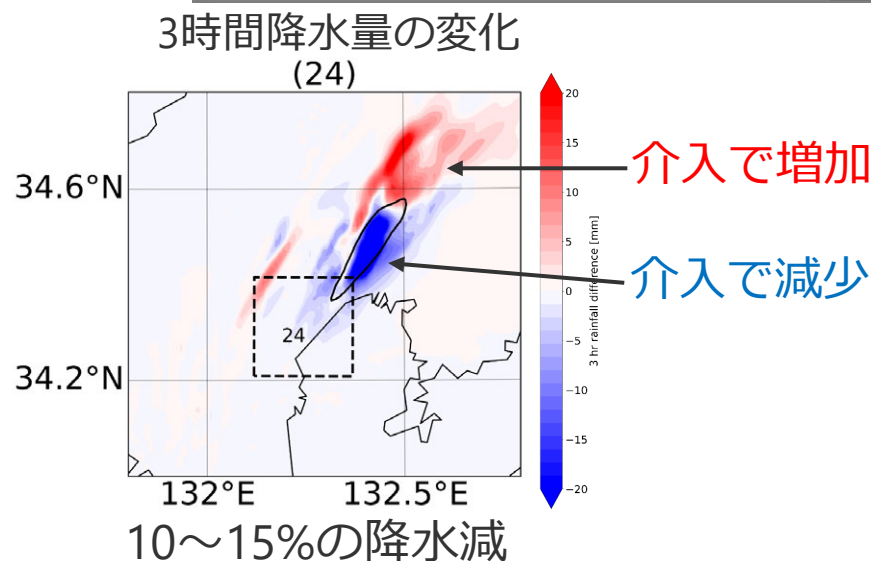
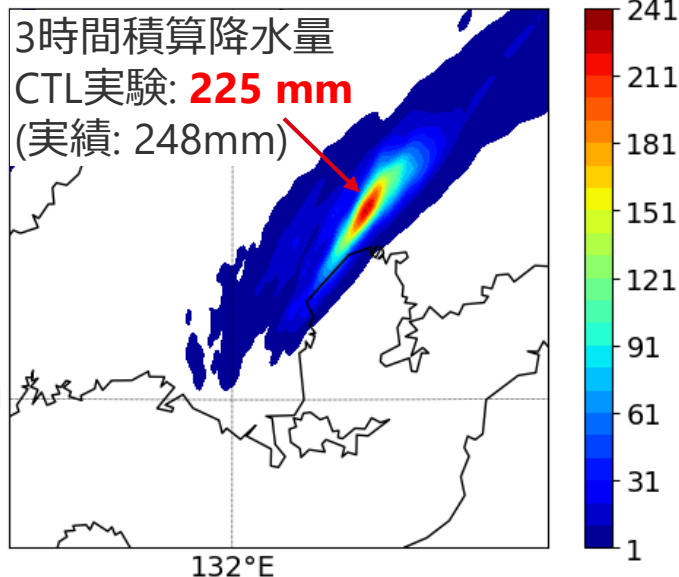
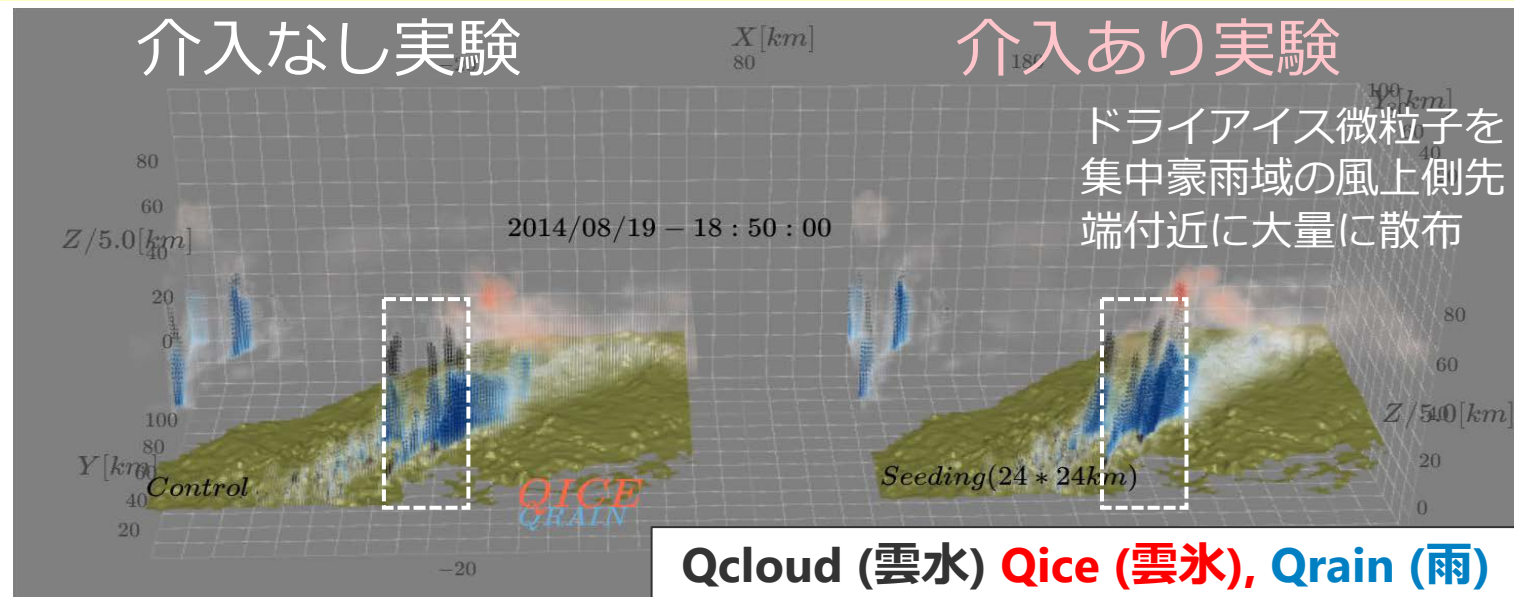
# 1.4 研究開発の進捗 (課題5-3 平賀PI)

現実的な介入（オーバーシーディング）により集中豪雨の緩和を数値計算で実証（WRF）

平成26年8月 広島豪雨



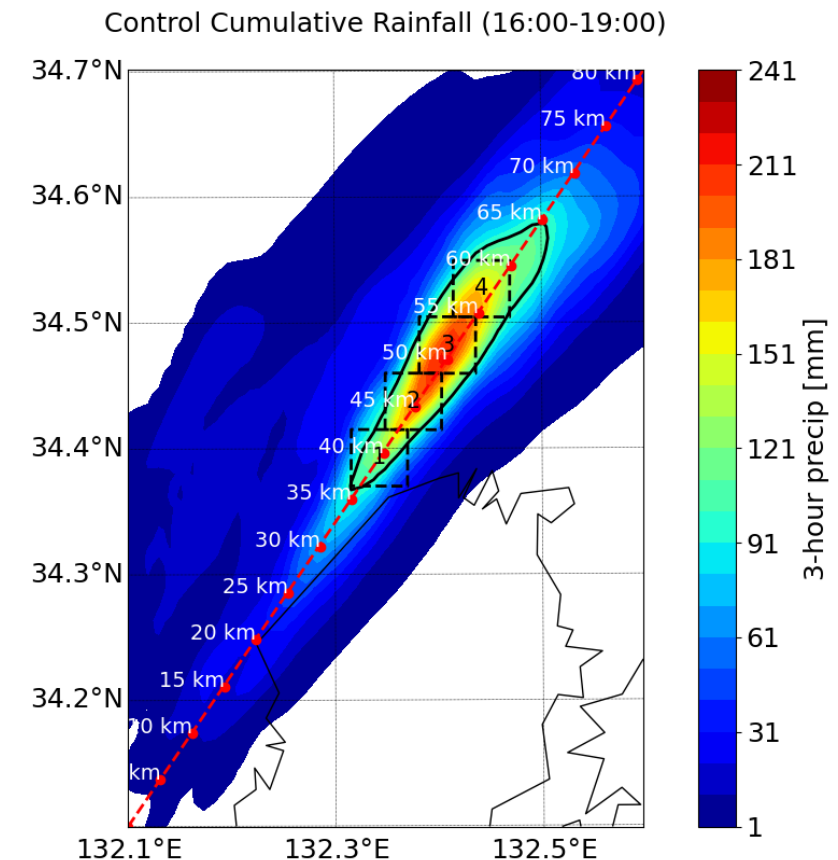
出典：国土地理院  
「平成26年(2014年) 8月豪雨による被害状況に関する情報」写真番号371



## 1.4 研究開発の進捗 (課題5-3 平賀PI)

オーバーシーディングには最適な高度があることが分かっている (山口プロ・鈴木PIの結果と整合的)

| Locations/<br>layers | 1<br>(west) | 2    | 3    | 4<br>(east) |
|----------------------|-------------|------|------|-------------|
| 20 (5.7km)           | -2.5        | -0.6 | -0.9 | -0.6        |
| 22 (6.4km)           | -2.1        | -2.4 | -2.9 | -1.8        |
| 24 (7.2km)           | -3.0        | -3.0 | -1.3 | -1.1        |
| 26 (7.9km)           | -2.3        | -0.8 | 0.2  | 0.1         |
| 28 (8.6km)           | -0.8        | -0.6 | -0.8 | -0.4        |
| 30 (9.3km)           | -0.6        | -0.0 | -0.7 | -0.7        |
| 32 (10km)            | 0.1         | -0.4 | -0.7 | -0.1        |
| 34 (10.7km)          | 0.0         | -0.7 | -1.3 | -0.2        |



シーディング高度による領域平均降水量の変化量

## 1.5 シーディング実験の必要性

- **シーディング量に対する降水強化/分散効果の雲微物理プロセス理解**
  - まずは「降水強化」と「降水分散」の境界を明らかにする
    - 過冷却水の量、上昇流の強さ、ドライアイス散布量などで決まる
    - 見誤ると降水低減のためのシーディングが、逆に降水を強化する
  - 併せて
    - シーダビリティ (≡ 過冷却水を含む対流) を見積もる数値モデル/観測技術の確立
    - シーディング効果を定量化する観測技術の確立
- **社会実装を見据えた運用に関するノウハウを蓄積**
  - 我が国では2010年代以後にシーディングはほぼ実施していない
    - 航空機の運用や、地上観測との連携などロジスティックを確立する
  - シーディングに係るルール（法規等）がない
    - ステークホルダーとの対話など枠組みを確立していく必要性

# 1.6 シーディング実験の想定シナリオ

|                             | FY2025          | FY2026      | FY2027                | FY2028                     | FY2029        | FY2030                | FY2031                | FY2032<br>～  |
|-----------------------------|-----------------|-------------|-----------------------|----------------------------|---------------|-----------------------|-----------------------|--------------|
| (1) 冬・シーディング<br>(日本海)       | ロジ確立と<br>予備実験   | 降水強化を<br>実証 | オーバー<br>シーディン<br>グを実証 | 降水強化/<br>抑制を実証             | スピノフ<br>を検討   |                       |                       |              |
| (2) 夏・シーディング<br>(沖縄・九州・四国?) | Xバンドレー<br>ダーが必要 |             |                       | フィールド準備<br>(レーダー、MWR, etc) | ロジ確立と<br>予備実験 | オーバー<br>シーディン<br>グを実証 | 降水強化<br>抑制の実現         | リアルタイ<br>ム制御 |
| (3) 夏・洋上ドーム<br>(沖縄・九州・四国?)  |                 |             |                       |                            |               |                       | ミニチュア<br>を開発し<br>風を計測 | 降水抑制を<br>実証  |

5年

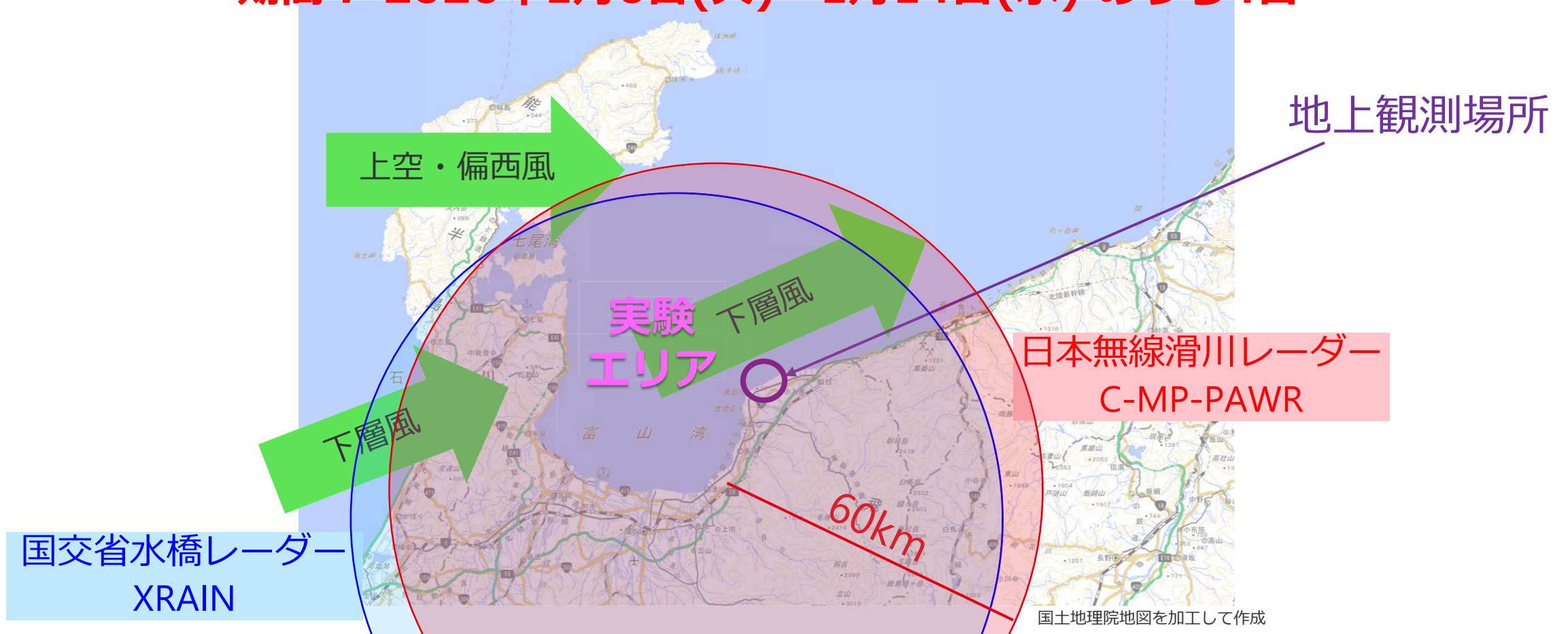
8年

10年



# 1.7 屋外予備実験の概要

期間：2026年1月6日(火)～1月14日(水) のうち4日



シーディング実施エリアの選定理由：①雪雲が高頻度で発達する日本海の海上であること。  
②高頻度観測ができる滑川C-PAWRレーダーの探知範囲内であること。  
③地上観測が行える場所が、できるだけ近くに確保できること。

気象条件：大雪になるときや、介入実験が陸域の降雪に影響を与えうる場合は実施しない。



## 1.8 2025年度の実験の目的

今年度の実験は「予備実験」という扱いであり、ロジの確立やルール形成が主目的

- 科学面
  - ドライアイス落下のパラメタリゼーション精緻化
  - 数値モデルのシーダビリティ (特に過冷却水) 評価と改善
- プログラムの小規模屋外実験推進への貢献
  - ロジ確立 (航空機, 各種観測, タイムラインの策定)
  - MS 8 のルールメイキング (ステークホルダーとの対話含む)

## 1.9 シーディングの実験計画で参考にしたこと

- (1) 過去のシーディング実験 (気象研究所 + 防衛大学校 + ANA)
  - 科学的位置づけ、必要な測器、細かいノウハウなど
    - 気象研究ノート
    - 研究者・研究参加者からのヒアリング
      - 気象研究所、いであ株式会社、ダイヤモンドエアサービス株式会社
- (2) JAMSTECで実施したパラオの熱帯気象・航空機観測
  - 安永PIが参画
  - 航空機の手配、観測測器の手配、当日のオペレーション (通信など)
- (3) 国内外のELSI/RRI対応
  - 米国のシーディング実験
  - 国内の市民対話 (気象研のシーディング、流域治水, 遺伝子組み換え作物など)

## 2. 屋外予備実験の総括

作成：小槻PM

小槻プロジェクトとして**初屋外実験**、日本のプロジェクトでも10数年ぶりの人工降雨/降雪実験  
来年以降の本格実験に向けた**予備実験として成功**  
リアルタイムシーダビリティ判定手法やプロジェクト内外連携など**期待以上の進展あり**

- 状況: **プロジェクトとして初めての経験**
  - --> 安全面に最大限配慮して実験を実施
- **予備実験として成功** → 大きな問題なく、かつ、大きな想定外なく実験実施・終了
  - (1) 実験準備
    - 観測地点の確立、実験審査、実験判断の言語化
    - 市民説明会の実施によるELSIを考慮した実験準備
  - (2) 実験中のロジスティック
    - 行政連携
    - プロジェクト間 (筆保P) 連携
  - 付加的成果の限定性
    - 限定的な気象改変効果
      - 今回、気象の変化が見られなかったのは、過冷却水・上昇流？
    - --> リモセン観測による詳細解析が必要
- **期待以上の進展**
  - (1) ひまわり・レーダーによるリアルタイムシーダビリティ判定手法
  - (2) 想定以上の地上側での気象の読み・現況把握・シーディングすべき場所の指示の実施 (人間によるナウキャスト)
  - (3) 項目を超えたプロジェクト内連携、プロジェクト間連携 (筆保P)



- **(1) 航空機**
  - 通信・リアルタイムの気象状況共有
  - 気象改変手段 (液体炭酸ガス、生物由来物質の活用)
- **(2) 実施地域**
  - 海上実施を地上から観測する難しさ → 今後、別の地域を検討する必要性？
- **(3) 気象改変効果の測定 / 理解**
  - リモセン解析が必須 (∵ 目視による雲の改編を起こすのは難しい)
    - XバンドのMPLレーダー、Kaバンドなど他観測機器
  - 航空機撮影班: 取材同行のNHKの技術の高さ (アーム、360度カメラ)
  - Seedingの課題
    - 通常Seedingと過剰Seedingの見極め (過冷却水滴量、過飽和度、Seeding剤の量)
- **(4) 気象・シーダビリティ予測手段**
  - 数値モデル (特に、過冷却水予報・シーディング効果まで含めた) 計算
  - AIナウキャスト・シーダビリティ判定
  - 数値モデルの活用
- **(5) レジリエンス・冗長性**
  - FY2025は主にPI主導 → プロジェクトとしての冗長性・若手の育成
- **(6) マイルストーン・成功条件の定義**
  - FY2026に向けて詳細を詰める必要あり

- **(1) 実験デザイン**

- 10年目目標: 小規模な降水システムに対する気象"制御"
  - 実験地域
  - 観測
  - システム開発
    - データ同化・AI

- **(2) ドローンを用いた雲微物理観測・シーディング**

- **(3) 気象改変手段**

- ドライアイスシーディング以外の手段を考えていく必要性
  - シーディング物質の工夫：液体炭酸ガスなど

- 水橋レーダが2025/12から稼働中止
- 雷リスクによる航空機運行の中止リスクを過小評価

### 3. 屋外予備実験の詳細

## 3.0 位置づけ / 安全性

作成：安永PI、小槻PM



# 3.0.1 屋外予備実験の位置づけと目的

2025～2027年の実験では、なぜ、夏ではなくて、冬の積乱雲を対象とするのか

→夏季の積乱雲に似た性質を持ちながら、予測をしやすい日本海の雪雲を対象として小規模なドライアイス散布を行い、雲の振る舞いや効率的な散布方法に関する知見を得る

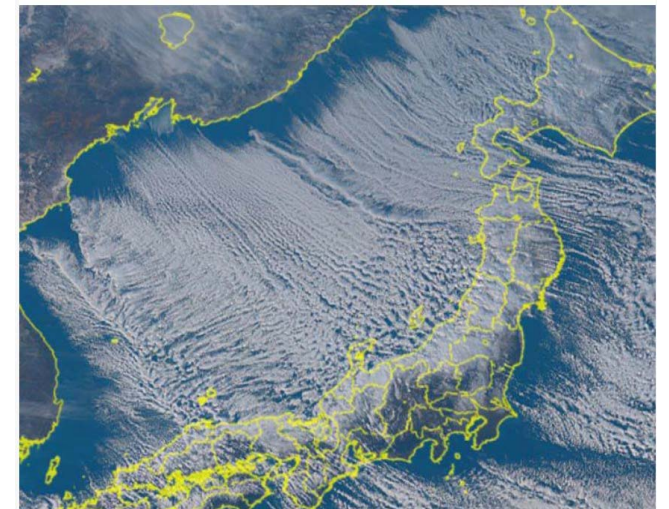
|               | 夏季                   | 冬季 雪雲                          |
|---------------|----------------------|--------------------------------|
| 類似性           | —                    | 高い                             |
| 高度            | 高い<br>ジェット機が必要<br>高額 | 低い<br>プロペラ機で間に合う<br>それほど高額ではない |
| ターゲットの<br>積乱雲 | 発生の予測が難しい            | 発生の予測が簡単                       |
| 発生頻度          | 稀                    | 頻繁に発生                          |
| 観測しやすさ        | しにくい                 | しやすい                           |

## 3.0.1 屋外予備実験の位置づけと目的

補足資料

- 2025～2027年の実験では、なぜ、夏ではなくて、冬の積乱雲を対象とするのか
- (1) 過冷却水を含む現象が、ほぼ確実に起こる
  - → つまり空振りになるリスクが低い
    - 夏季の積乱雲は過冷却水を含む現象がどれだけ起こるか不透明
    - 準備しても空振り（シーディングしても何も起こらない）になるリスクが高い
- (2) ドライアイスを散布する高度が低高度
  - 夏季の積乱雲は過冷却水の存在高度が高く実施費用が高額になる
  - → 低予算で実施可能な冬季から予備実験を開始

冬季の日本海の筋雲は  
過冷却水を多く含む



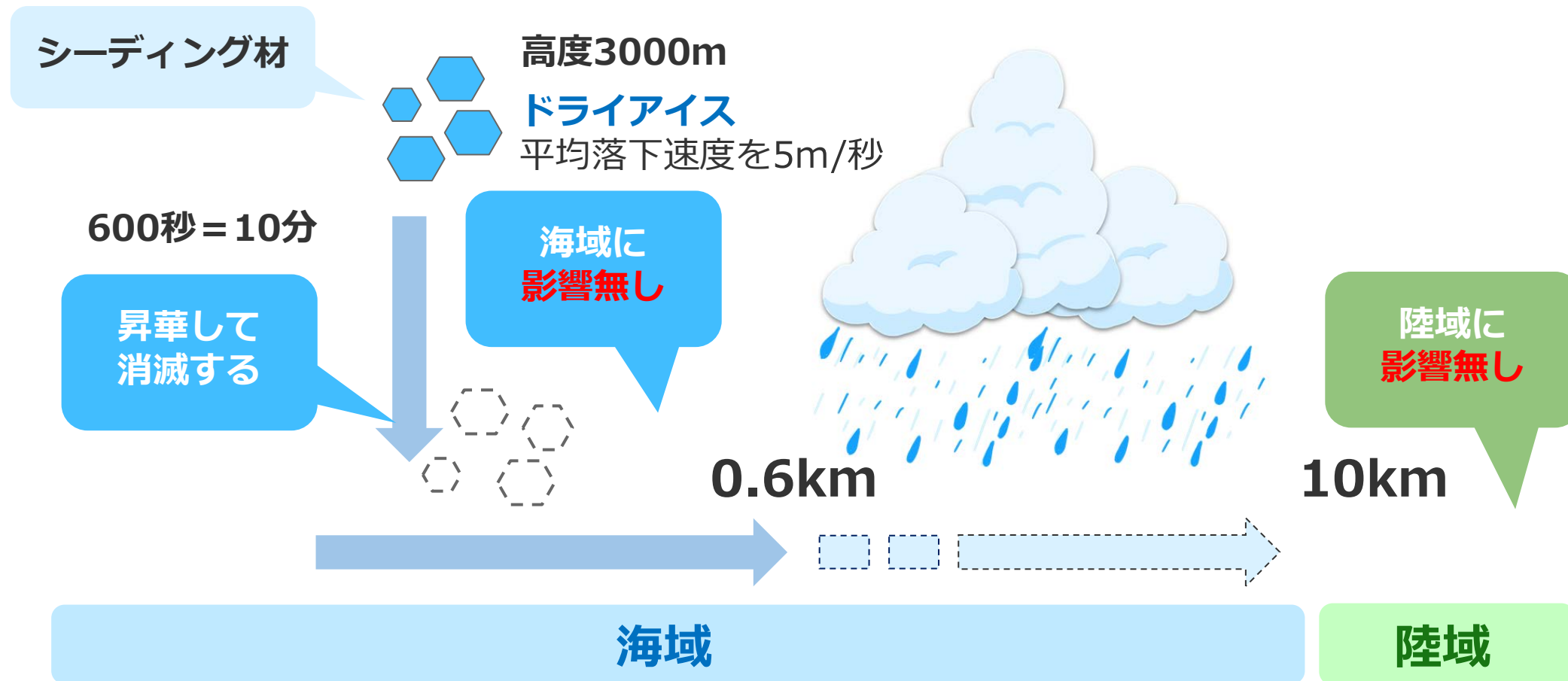
出典: ウェザーニュース (2019/02/13 07:03)  
<https://weathernews.jp/s/topics/201902/120155/>

## 3.0.2 散布実験 と 安全性 (①海域実験)

孤立積乱雲程度の対流を狙いシーディング (extra success: 観測可能な降水強化が起こせるかを実証)

### 海の上空で散布

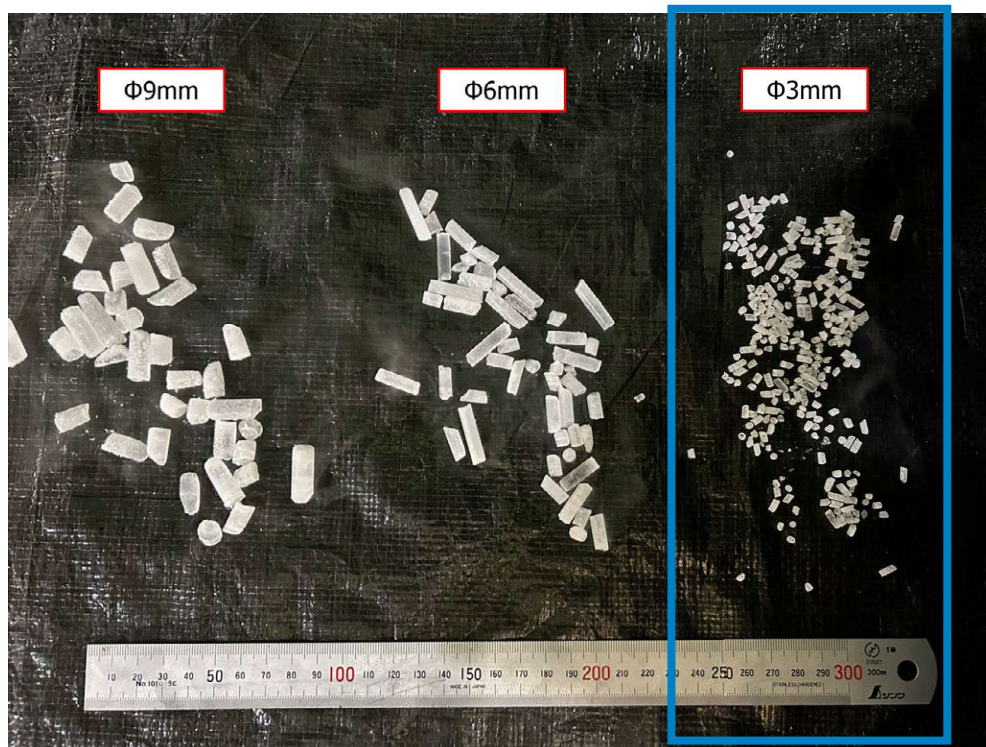
\* この実験は、降水をもたらすような積乱雲が、  
直接陸地に向かう場合は実施しない



## 3.0.2 散布実験 と 安全性 (②陸上実験)

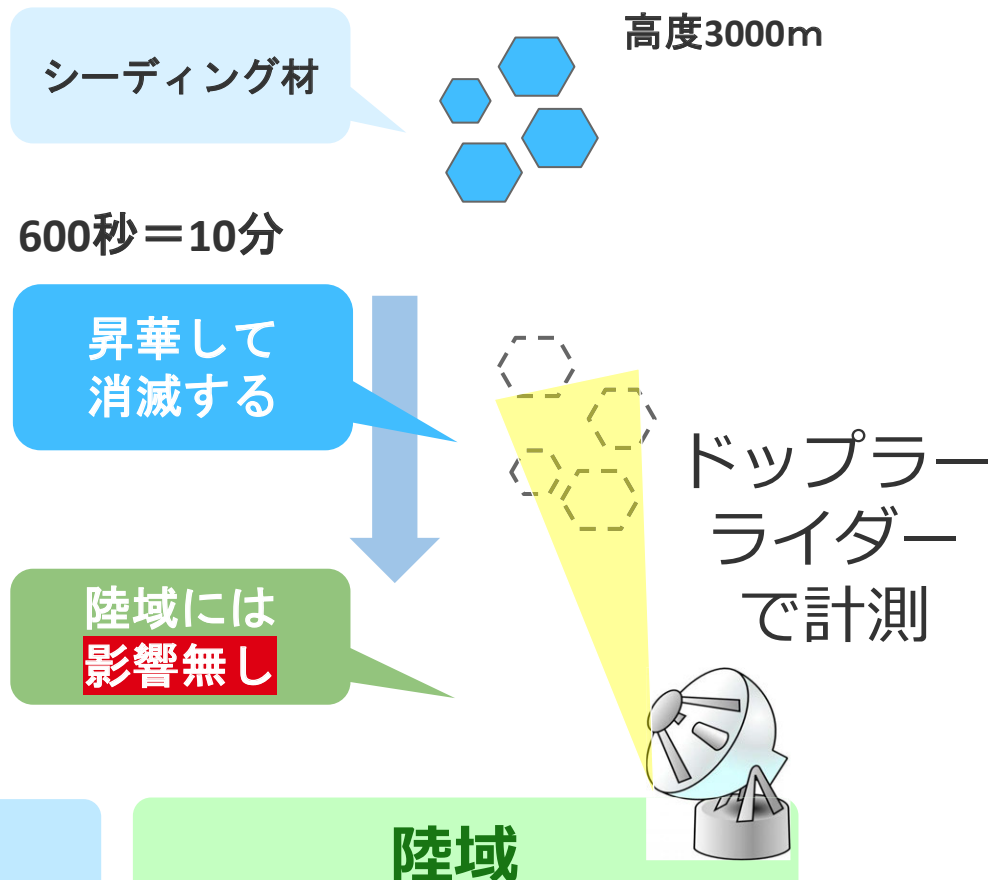
晴れているときに地上観測上で散布しドップラーライダー計測。  
→シーディングパラメタリゼーションの検証・精緻化(後述)

### Φ3mmサイズのドライアイスペレットを散布



\*この実験は、強い降水をもたらすような積乱雲が発達している場合は実施しない

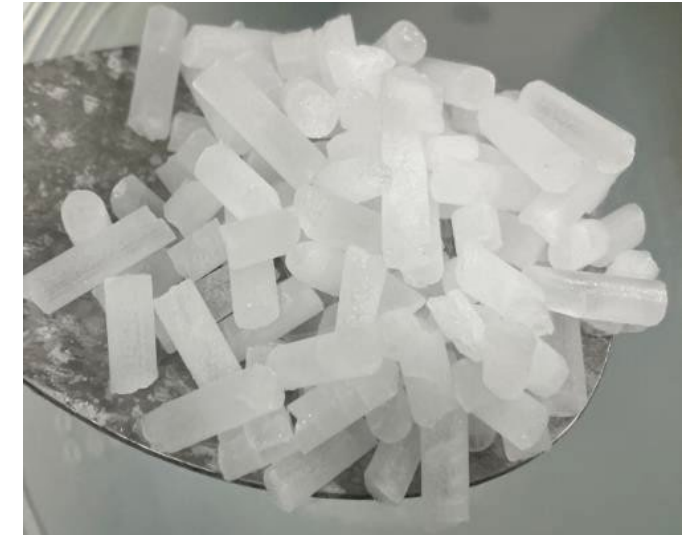
### ②陸の上空で散布した場合



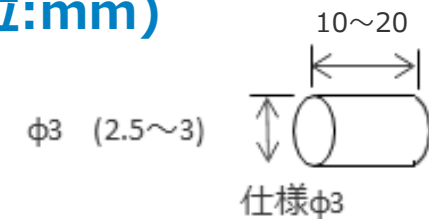


### 3.0.3 散布物質の仕様

1. フライト時間：3時間半 (原則10:30～14:00を想定)  
フライト回数：4回程度
2. 散布予定高度：凡そ3,000m
3. 散布物質：ドライアイスペレット
4. 散布量・頻度：
  - 1フライトあたり：30kg程度/回
  - 1フライトあたり散布時間：最長2時間
5. ドライアイス押出装置：
  - 概算供給量：1.5kg/min



ドライアイスペレット  
(単位:mm)



#### 散布物質・散布方法

- 散布物質はドライアイス（二酸化炭素の氷）なので、毒性はない。
- このドライアイスペレットを1.5km以上から散布すれば、すべて昇華する → 海上、地上には届かない
- ドライアイスペレットの製造は、専用の押出装置（今回、新たに製作）を使う。（航空機に搭載予定）

散布量は既存研究と同程度 or 少ない規模で実施

- ANA寺島氏の実験 (@ 2025/08 五島列島) では、120kg を 20分間散布
- 過去の気象研究所のシーディング実験散布量は 20-100kg (実験実施者へのヒアリング, 気象研究ノートに基づく)

## **3.1 事前準備**

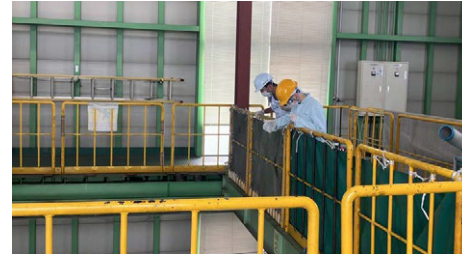


## **3.1.1 事前実験・機材開発**

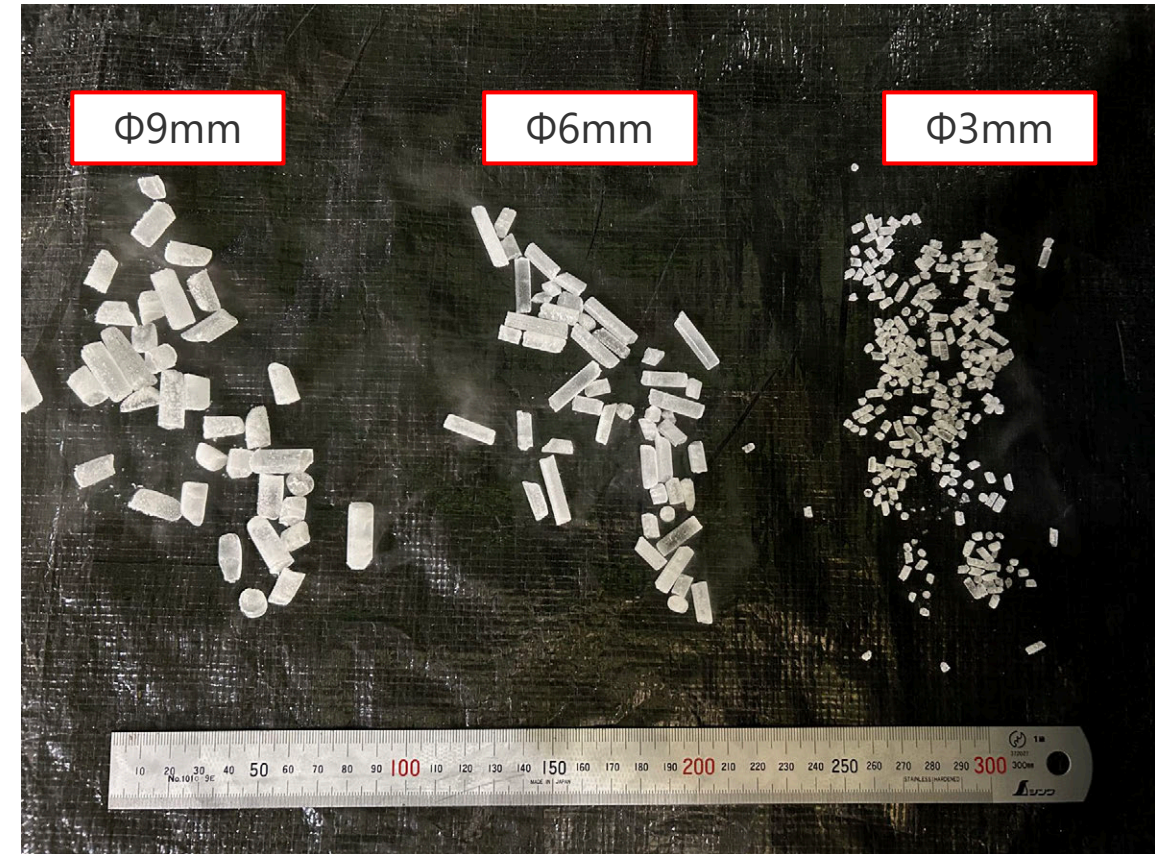
作成：安永PI

# 事前実験：実験設定

6階まで吹き抜けになっている棟  
(実施場所: スギノマシン工場)



地上に設置した  
デイスドロメータ  
(Nanko et al. 2006;  
Nanko et al. 2020)



- 事前実験として、直径3-9 mmのドライアイスペレットを落下させて、地上に設置したデイスドロメータにより、落下速度を計測



# 事前実験：落下の様子

Φ3mm



Φ6mm



Φ9mm



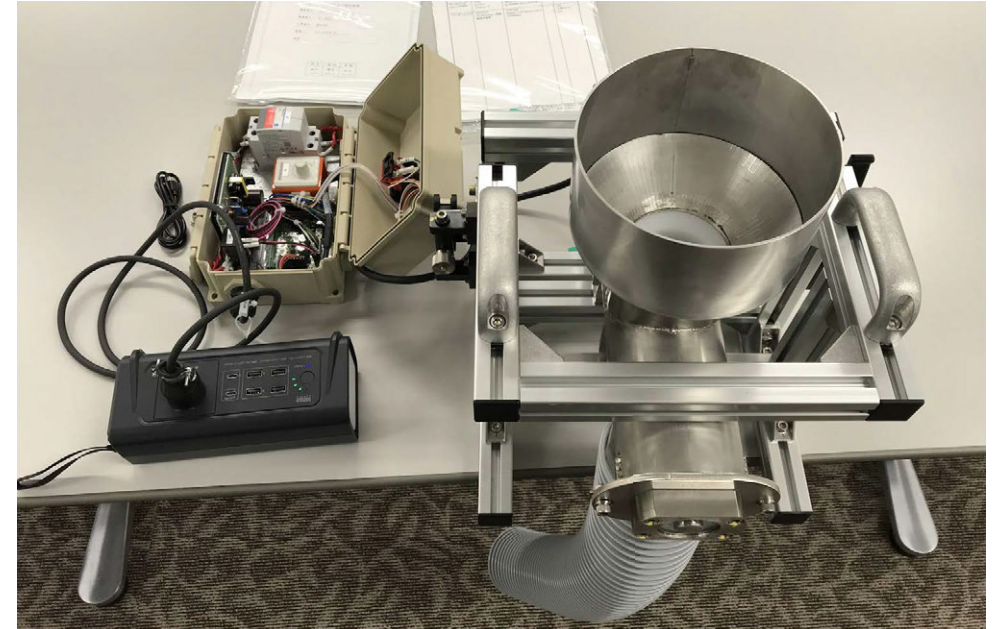
実施場所：  
スギノマシン工場

(ディスドロメータ：  
Nanko et al. 2006;  
Nanko et al. 2020)



# ドライアイス押し出し機：仕様要件

- 航空機に手荷物として携帯可能な範囲とする
  - 大きさ 40cm×40cm×40cm程度
  - 重さ 10kg/個
  - 仕様可能な電力 115V, 60Hz
  - 持ち込み可能なバッテリー
    - リチウムイオン160Whr以下（1人あたり2個まで）  
※100Whr以下であれば個数制限なし



設計・製作協力：株式会社 東振テクニカル

- 備考
  - 1 - 2名で持ち込んで、ワンタッチでの簡単な組立が可能

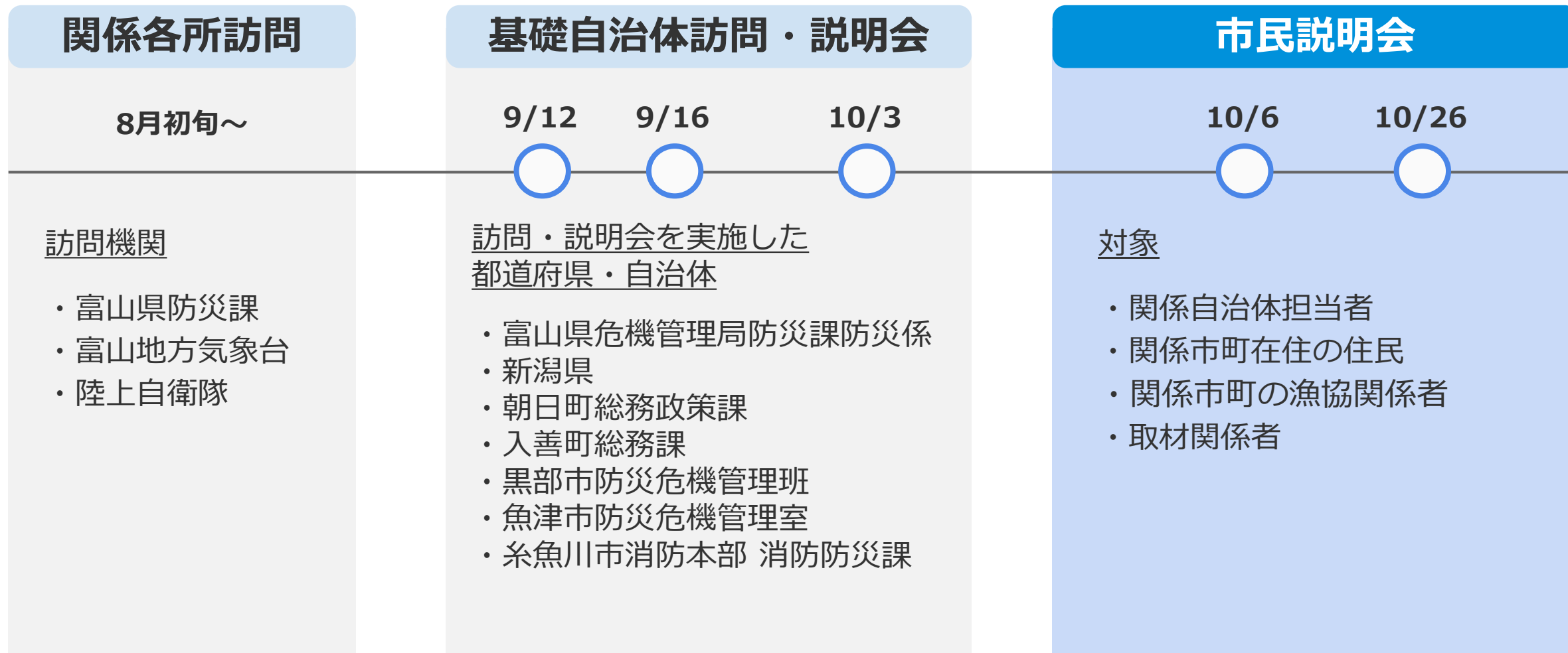
## **3.1.2 市民説明会の実施**

作成：株式会社たがやす、中村（技術補佐員）

| 項目   | 1 回目                                                                                       | 2 回目                      |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 目的   | 実証実験の内容について、本日まで参加の皆様と認識（安全かつ環境に影響がないこと）を共有すること。<br>実証実験に関して気になる点を確認し、市民が安心できるようにご意見を頂くこと。 |                           |
| 対象   | 行政担当者（県・市町村）、 漁業関係者・海洋関連事業者、 自治会・地域団体関係者、地域住民、本実験に関心をお持ちの方                                 |                           |
| 周知方法 | 各自治体へ案内状を送付、呼びかけの協力依頼                                                                      |                           |
| 日時   | 2025年10月6日（月） 15:00～16:00                                                                  | 2025年10月26日（日） 9:00～10:00 |
| 場所   | ハイブリッド<br>現地：くろべ市民センター<br>（〒938-0031 富山県黒部市三日市 7 2 5）                                      | オンライン                     |



# 市民説明会：開催までの流れ



富山県危機管理局防災課のご協力の元、関係各所訪問・連絡調整

説明会開催準備（会場手配/広報/説明会内容検討/資料作成）

# 市民説明会：当日

※2025年10月6日、10月26日同様

## ○開会挨拶・趣旨説明

- 代表者を含め関係者の挨拶

## ○説明プレゼン

- 富山大学安永教授より実験の詳細説明

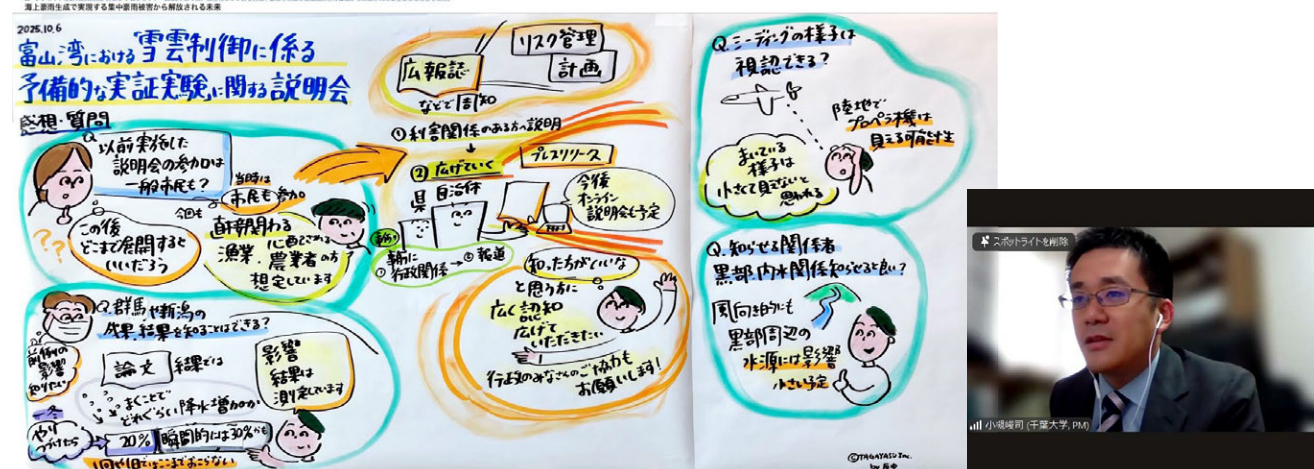
## ○質疑応答

- 参加者から質問を受け付け、PJメンバーが回答
- グラフィックレコーディングおよび議事録にて質疑内容を記録

## ○クロージング

- アンケート回答のアナウンス
- オンラインではない場合は追加で質問受付を実施

【写真】10月6日開催の様子



# 市民説明会：情報の開示

- ① 市民説明会の資料、議事録、アンケート等をプロジェクトのwebサイトで公開
- ② Google Formを設置し、市民からの質問を受け付ける双方向の情報発信体制を整備



AMAGOIプロジェクトでは、2050年までに、豪雨による災害の抑制を目標に、降雨・降雪の可能性のある雲をコントロールする方法（シーディング）効果の実証のための実験を計画しています。

実験内容について詳しく説明し、皆様よりご意見をいただきたく説明会を開催しています。



## AMAGOIプロジェクト 「海上豪雨生成で実現する集中豪雨被害から解放される未来」 「雪雲制御に係る予備的な実証実験」説明会（第1回）

### 開催概要

#### 日時

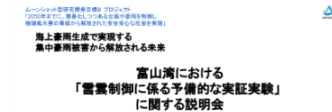
2025年10月6日（月）15:00～16:00

#### 開催形式・場所

ハイブリット開催（対面・オンライン）

くろべ市民センター 多目的室 | 1-2 富山県黒部市三日市725

#### 説明会資料



#### 説明会資料（PDF）

#### 議事録

> 議事録（PDF）

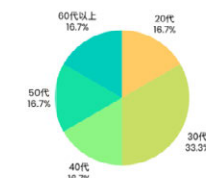
### アンケート結果

#### 選択式回答

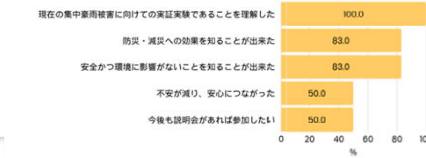
お住まいのエリアについて選択してください



年代について選択してください

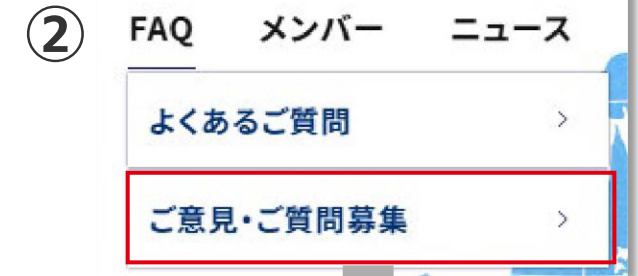


実証実験について本説明会に参加して感じたことをお聞かせください



#### 本説明会に参加したご感想・ご意見

- ホワイトボードの記録や、後口に出たご意見等の共有をお願いいたします。
- 今後関係機関へ展開していった際に質問があった際には、ご相談させていただければと思います。
- シーディングの実験とは何かについてよく学べたとてもいい機会でした。また、実験について今までの説明会においては曖昧にしか理解できていなかったのが大変有意義な説明会でした。



気象制御・シーディング実験に関するご意見・ご質問は、下記フォームよりお寄せください。

<https://forms.gle/UGAGWDb5sxMk3Zst6>

## 気象制御・シーディング実験に関するご意見・ご質問フォーム

Googleにログインすると作業内容を保存できます。詳細

\* 必須の質問です

メールアドレス \*

回答を入力

お住まいの都道府県 \*

回答を入力



# 機器調達等の連携：関係機関先

補足資料

| 機関名              | 内容                      | 機関のwebサイトアドレス                                                                                           |
|------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 富山県入善町           | 園家山キャンプ場の使用             | <a href="https://www.town.nyuzen.toyama.jp/index.html">https://www.town.nyuzen.toyama.jp/index.html</a> |
| 株式会社ウエノ          | 観測小屋・フェンス設営             | <a href="https://kkueno.jp/">https://kkueno.jp/</a>                                                     |
| 日本無線株式会社         | 滑川C-MP-PAWR運用・データ提供     | <a href="https://www.jrc.co.jp/">https://www.jrc.co.jp/</a>                                             |
| 株式会社スギノマシン       | Seeding実験に向けた基礎データの収集   | <a href="https://www.sugino.com/">https://www.sugino.com/</a>                                           |
| クリマテック株式会社       | AWS・LPMの設置調整            | <a href="https://www.weather.jp/">https://www.weather.jp/</a>                                           |
| メトロウェザー株式会社      | スキャニングドップラーライダーレンタル     | <a href="https://www.metroweather.jp/">https://www.metroweather.jp/</a>                                 |
| 古野電気株式会社         | マイクロ波放射計レンタル            | <a href="https://www.furuno.co.jp/">https://www.furuno.co.jp/</a>                                       |
| 三興通商株式会社         | 偏光ライダー購入                | <a href="https://www.sankotsusho.co.jp/">https://www.sankotsusho.co.jp/</a>                             |
| ヴァイサラ株式会社        | 偏光解消機能付ライダーシーロメータの製造・販売 | <a href="https://www.vaisala.com/ja">https://www.vaisala.com/ja</a>                                     |
| ダイヤモンドエアサービス株式会社 | 航空機運用                   | <a href="https://www.mhi.com/jp/group/das/">https://www.mhi.com/jp/group/das/</a>                       |
| 株式会社東振テクニカル      | ドライアイス押出機製作             | <a href="https://www.tohshin-inc.co.jp/">https://www.tohshin-inc.co.jp/</a>                             |
| 株式会社たがやす         | 市民説明会開催支援<br>市民説明会後処理支援 | <a href="https://tgys.co.jp/">https://tgys.co.jp/</a>                                                   |



## 3.1.3 観測サイトの選定

作成：吉見PI、濱田PI、安永PI

# 観測サイトの設定：富山県入善町

- 観測サイトの場所
  - 入善町園家山キャンプ場  
(富山県下新川郡入善町下飯野361)
  - アクセス
    - 車が必須だが、黒部ICから車で15分、西入善駅(あいの風)から車で5分、黒部宇奈月温泉駅(北陸新幹線)から車で16分の場所。
- 科学的・地理的要素
  - 利点：黒部川河口から海岸線沿いを北東に約2kmの地点で、南西風の状況では、海上実験の影響が陸域に波及しにくい観測サイト。
  - 検討事項：北西から西側は松林に覆われており、風の影響が限定的かつ同方向の見通しはよくない。地上の風向風速は参考値。



## 3.1.4 計画表

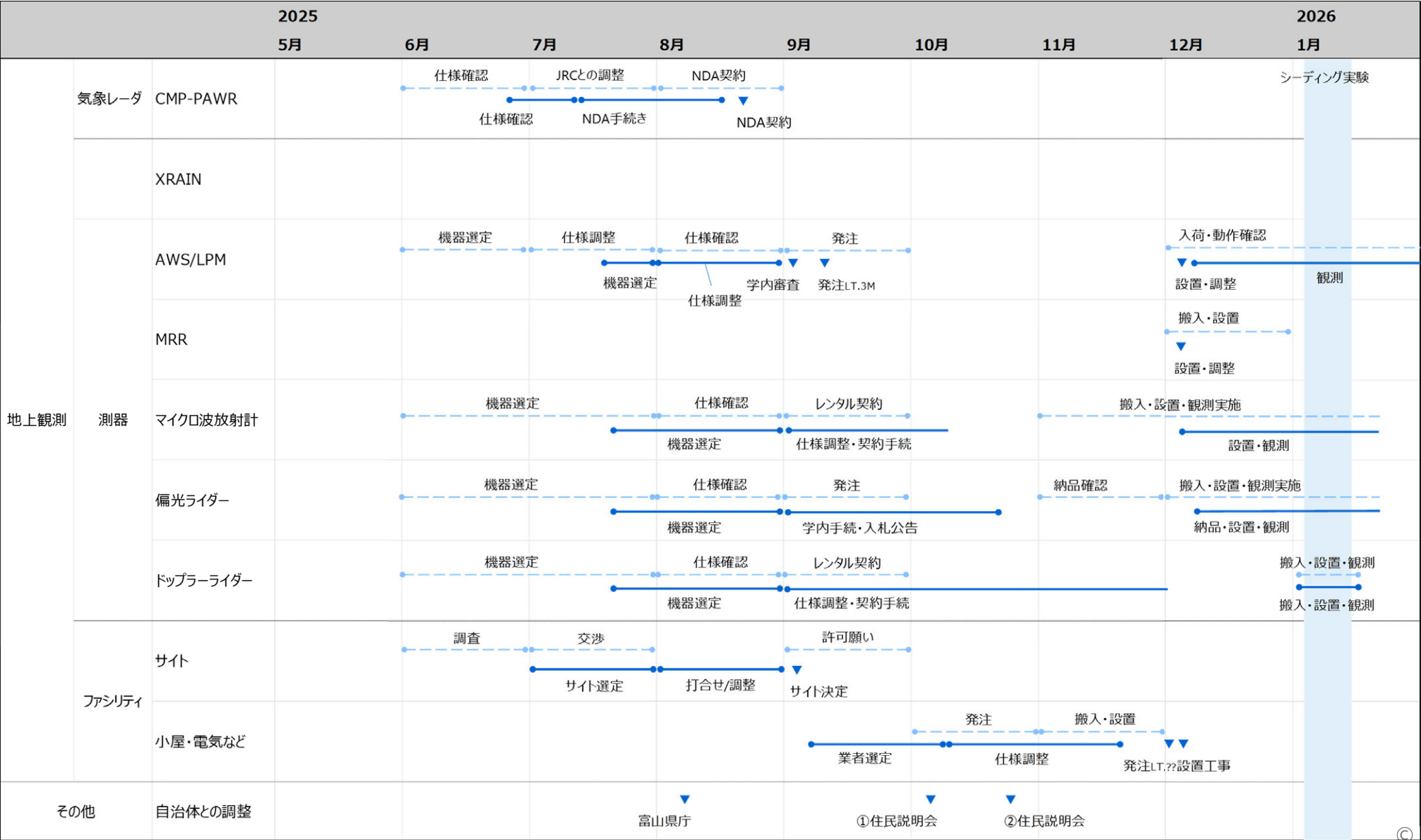
作成：吉見PI、濱田PI、安永PI

# 線表（2025年5月時点の計画）

|     | 全般                        | 数値実験                | 航空機関連                  | ドライアイス押出装置           | 地上観測               |                          |                     | リアルタイム・モニタリング・システム | RRI                        |
|-----|---------------------------|---------------------|------------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|---------------------|--------------------|----------------------------|
|     |                           |                     |                        |                      | XRAIN<br>JRC滑川レーダー | 測器<br>購入/レンタル            | ファシリティ              |                    |                            |
| 6月  | 予備実証実験の具体化<br>（特徴、頻度、危険性） | ・シミュレータの開発<br>・理想実験 | ・飛行計画案（実施期間、フライト数等）の策定 | ・構想設計<br>・外注先選定      | 仕様確認               | ・種類の選定<br>・要件の抽出         | 設置場所の調査             | 要求仕様の策定            |                            |
| 7月  | 実施概要の策定                   | 想定状況での現実実験          | ・委託先の選定<br>・仕様の検討      | ・散布計画案の策定<br>・地上予備試験 | JRCとの交渉            | ・機器（メーカー）の選定<br>・要求仕様の策定 | 場所使用の交渉             | 外注先の調査             | 行政との調整                     |
| 8月  |                           | アルゴリズム改良            | 入札準備                   |                      | JRCと秘密保持契約締結       | 仕様の確認                    |                     | 入札準備               | 行政等との打合せ                   |
| 9月  |                           |                     |                        | 発注                   |                    | 発注                       | 場所使用の許可願い           | 入札開示               | 住民説明会の準備                   |
| 10月 |                           |                     | 入札公開                   | 散布方法の検討              |                    |                          | ・場所使用の許諾<br>・観測小屋発注 | 入札                 | 住民説明会（2回）                  |
| 11月 | 実験実施審査会<br>（11月12日）       | 想定状況での現実実験          |                        | 入荷/動作試験              |                    |                          | 観測小屋発注              | 発注                 | ・住民説明会（3回目）<br>・プレスリリース投込み |
| 12月 | 実験準備                      | 想定状況での現実実験          |                        | ・小牧空港へ移送<br>・航空機へ据付け |                    | ・入荷/動作試験<br>・移送          | 観測小屋・測器の搬入・設置       | ・入荷<br>・動作試験       | プレスリリース投込み                 |
| 1月  | 実験当日                      |                     | ・飛行<br>・シーディング         | ・動作確認<br>・航空機から撤去    | データ入手              | データ収集                    | 撤収                  | モニタリング             |                            |
| 2月  | ・事後解析<br>・次年度計画の策定        | ・改良<br>・シミュレーション    | 次回計画の策定                | 整備                   |                    |                          |                     |                    | 実験結果の公開                    |



# 線表 (実績)



## **3.2    ブリーフィング / 実行判断 / 速報体制**

## **3.2.1 実行判断基準 / 連絡体制**

作成：安永PI、濱田PI、吉見PI、小槻PM

# 実行判断 (Go/No-Go判断) のポイント

- Go / No Go の基準
  - 注意報・警報に基づく判断：実施日の6～12時の富山県・東部北と新潟県・上越における大雪の「早期注意情報（警報級の可能性）」
    - 「高」（警報が確定的）の場合、実施しない。
    - 「中」以下の場合、「天気予報に基づく判断」へ。
  - 実施日の6～12時の天気予報と時系列予報（富山県・東部）
    - 「雨 または 雪」の場合、「予測データに基づく海域実験実施の判断」へ。
    - 「晴れ または 曇り」の場合、「予測データに基づく陸域実験実施の判断」へ。
  - 予測データに基づく実験実施の判断

| 海域実験実施の判断            | ① 前日 ブリーフィング   | ② 当日 ブリーフィング                |
|----------------------|----------------|-----------------------------|
| MSM 700hPa の気温 (富山湾) | -10℃より低い       | -12℃より低い                    |
| MSM 925hPa の風向 (富山湾) | 180～270度（西～南風） | 180～270度（西～南風）              |
| 陸域実験実施の判断            | ① 前日 ブリーフィング   | ② 当日 ブリーフィング                |
| MSM 中層雲の雲量 (富山湾)     | 合計して<br>8割以下   | 合計して8割以下<br>かつ<br>下層雲量が3割以下 |
| MSM 下層雲の雲量 (富山湾)     |                |                             |



**AMAGOI**  
MOONSHOT GOAL 8

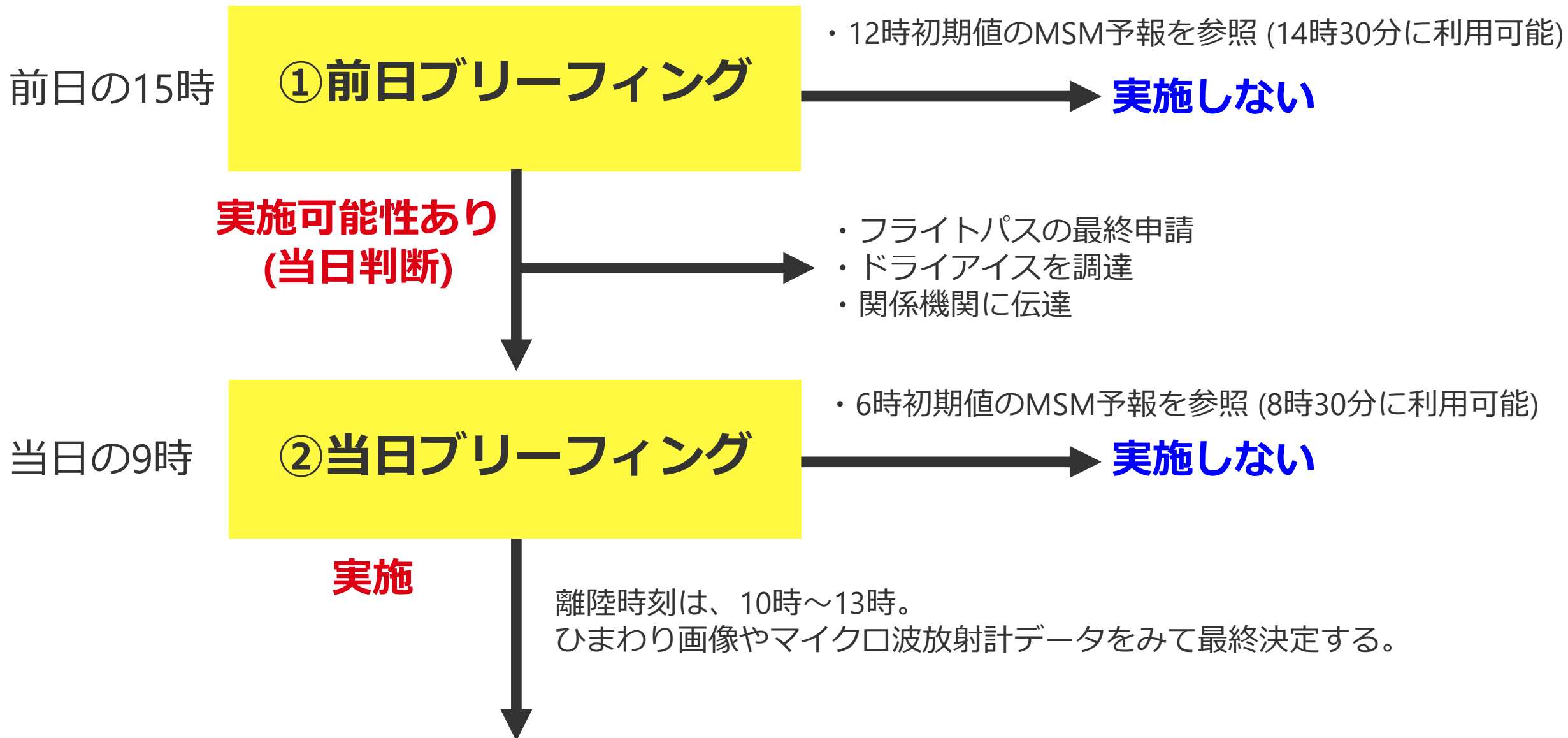
- プロジェクトwebサイトURL  
<https://beyond-predictions.com/moonshot/field-experiments/>





- 「**実施可能か否か**」は、安全性と実験対象となり得る雲の有無の観点から客観的指標を基に自動的に判断する。
  - ✓ No Go（実施しない） 判断の条件
- 「実施可能」な状況の下で「**実施するか否か**」は、残された実験期間およびフライト可能数の元で、科学的により有効な成果を得るという観点から実施責任者 (小槻PM) が決定する。

# Go/No-Go判断：実施判断の全体像



※ MSM：メソ数値予報モデル（MesoScale Model）で、気象庁が開発・運用しています。

# Go/No-Go判断：(1) 注意報・警報に基づく判断

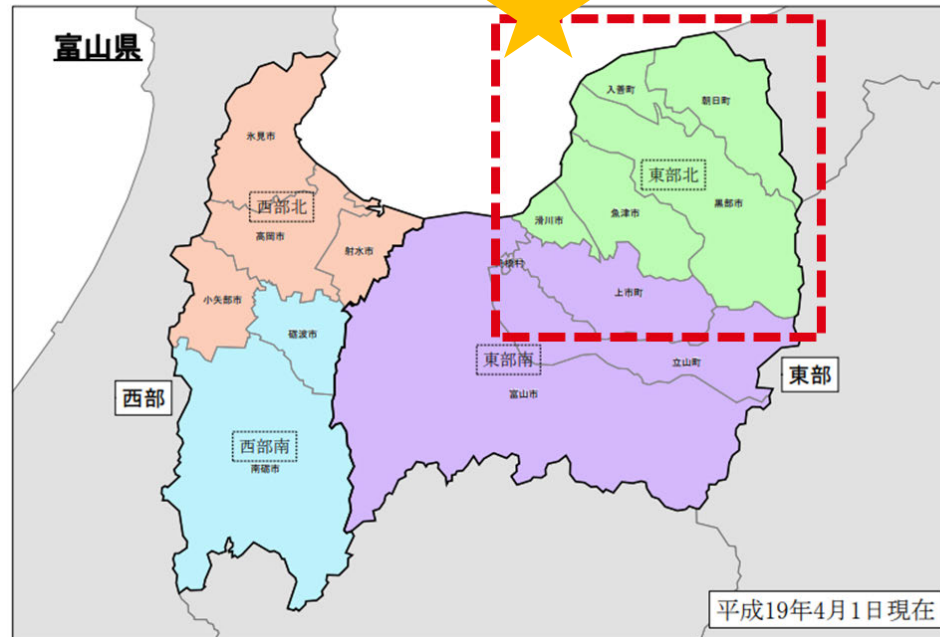
- 実施のタイミング

- ① 前日ブリーフィング
- ② 当日ブリーフィング

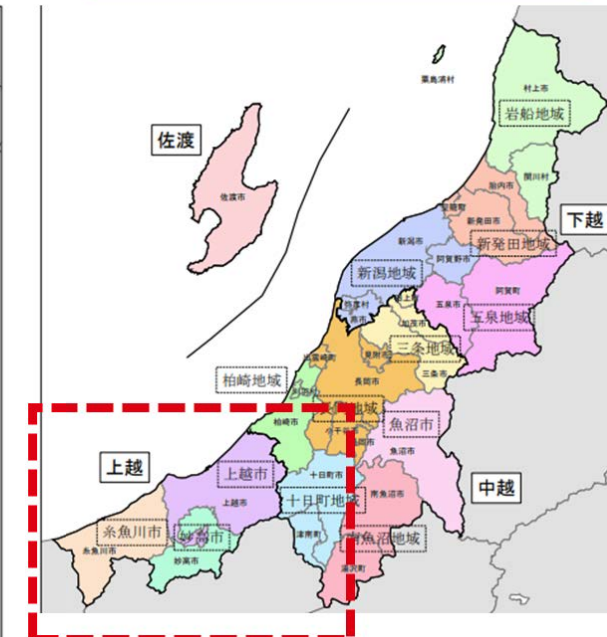
- 判断するための情報

- 実施日の6～12時の富山県・東部北と新潟県・上越における大雪の「早期注意情報（警報級の可能性）」
  - ✓ 「高」（警報が確定的）の場合、**実施しない。**
  - ✓ 「中」以下の場合、次の「(2) 天気予報に基づく判断」へ。

## 富山県・東部北



## 新潟県・上越



出典：気象庁ホームページ 「気象警報・注意報や天気予報の発表区域」を加工して作成

# Go/No-Go判断：(2) 天気予報に基づく判断

実施日の6～12時の天気予報と時系列予報  
(富山県・東部北)

雨 または 雪

晴れ または 曇り

(3-1) 予測データに基づく  
**海域実験実施の判断**  
(次ページ)

(3-2) 予測データに基づく  
**陸域実験実施の判断**  
(次ページ)

※ 気象庁天気予報は、5、11、17時に更新される

Go/No-Go判断：(3) 予測データに基づく実験実施の判断



| (3-1) 海域実験実施の判断      | ① 前日<br>ブリーフィング | ② 当日<br>ブリーフィング |
|----------------------|-----------------|-----------------|
| MSM 700hPa の気温 (富山湾) | -10℃より低い        | -12℃より低い        |
| MSM 925hPa の風向 (富山湾) | 180～270度（西～南風）  | 180～270度（西～南風）  |

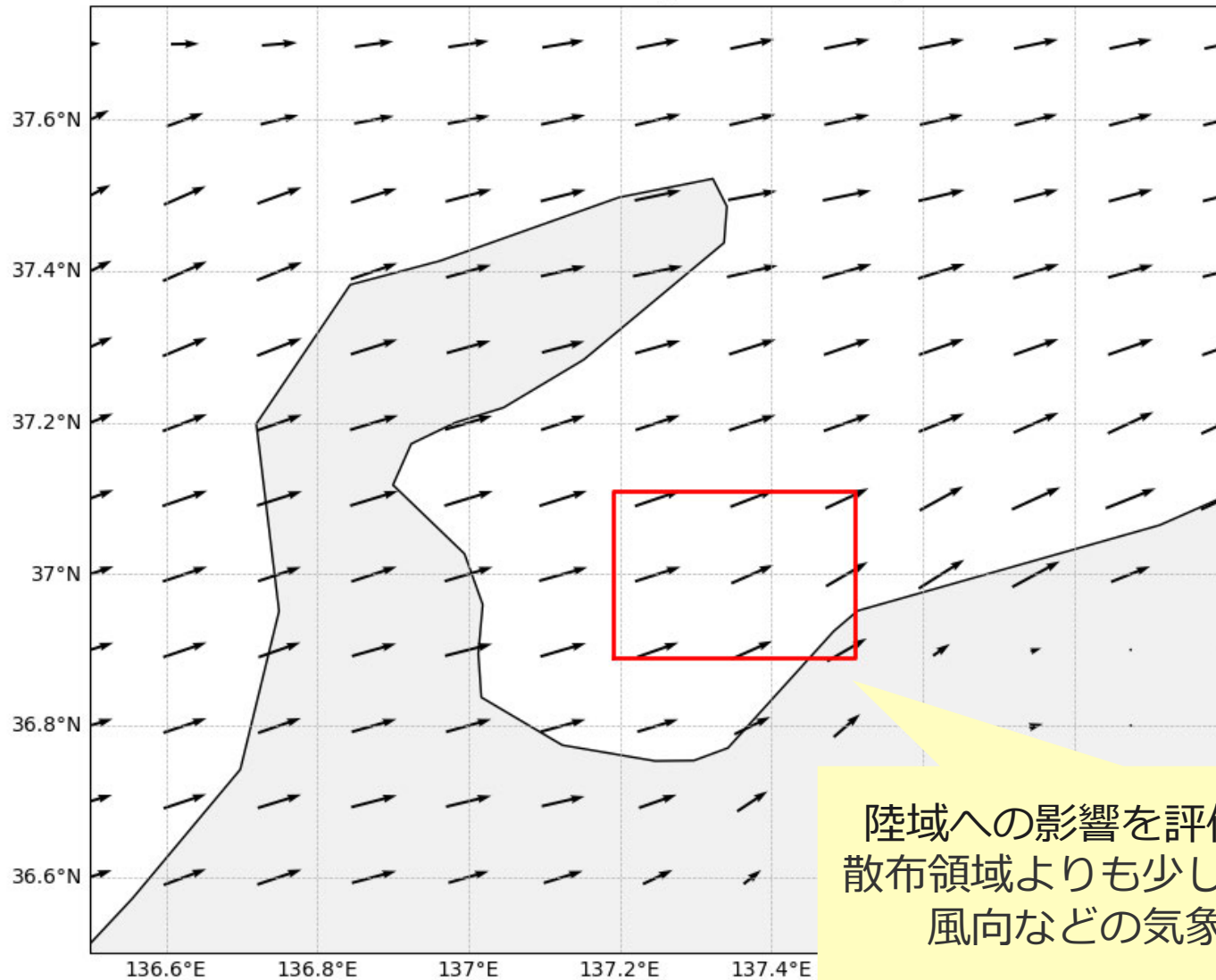
※ 気温は、過冷却水があるかどうかの観点で設定する。  
※ 気象研が過去に行った実験やコロラド州(米国)の実験でも -10～ -15℃あたりの雲を狙って（過冷却水滴が存在し、自然由来の氷晶核が少ない条件）、シーディングを実施した。

| (3-2) 陸域実験実施の判断  | ① 前日<br>ブリーフィング | ② 当日<br>ブリーフィング             |
|------------------|-----------------|-----------------------------|
| MSM 中層雲の雲量 (富山湾) | 合計して<br>8割以下    | 合計して8割以下<br>かつ<br>下層雲量が3割以下 |
| MSM 下層雲の雲量 (富山湾) |                 |                             |

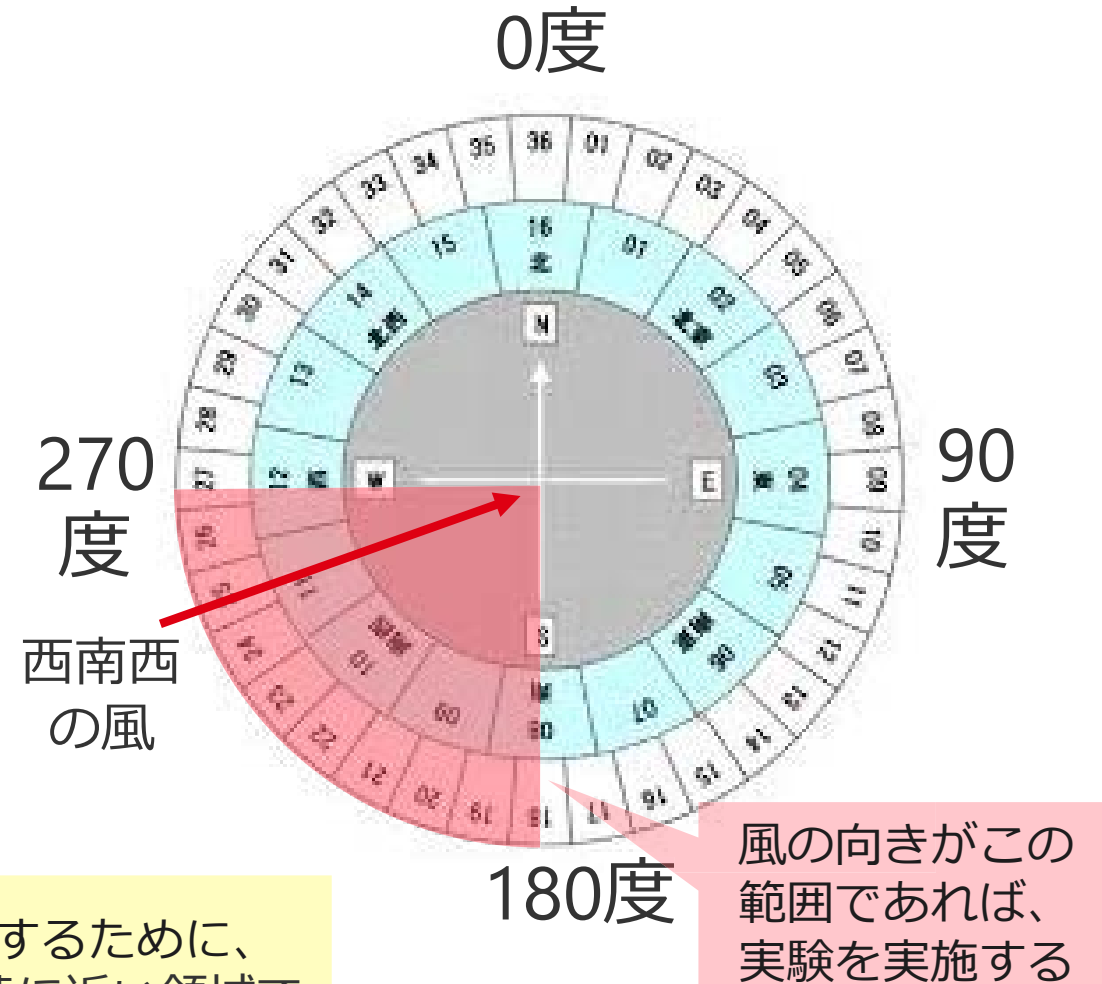


# Go/No-Go判断：補足資料: MSM富山湾の定義と風向

MSM-GPV 925-hPa Wind (u/v)  
Valid: 2025-01-07 00:00 UTC Region: 136.5-138.0E, 36.5-37.75N



陸域への影響を評価するために、  
散布領域よりも少し陸に近い領域で  
風向などの気象条件を判定



出典  
気象庁ホームページ  
「気象観測ガイドブック」  
p.26 図「16方位と36方位の表示」を加工して作成

# Go/No-Go判断：(4) 離陸時間の最終決定

ひまわり画像や現地状況を確認し、実施可否・離陸時間を最終決定  
(9時,必要に応じて11時など直前の②当日ブリーフィングで最終決定)

ひまわり画像や現地状況を確認し、実施可否・離陸時間を最終決定  
(9時,必要に応じて11時など直前の②当日ブリーフィングで最終決定)

## 関係先への連絡

- ・ 吉見PI → 地元気象台、各自治体、(株)たがやす
- ・ メディアには(株)たがやすを通じて連絡

Subject: MS8シーディング実験検討結果のご連絡

### 前日連絡

各位

富山県立大学の吉見です。

掲題の件につきまして、1月7日(水)の実験実施予定についてご連絡申し上げます。

明日のシーディング実験につきましては、10時半頃に 陸上もしくは海上 で散布実験を実施する予定としております。

明朝、最終的な実施可否につきまして、改めてご連絡申し上げます。

何卒よろしくお願い申し上げます。

#### 【参考情報】

・ 第2回住民説明会資料：

[https://beyond-predictions.com/wp-content/uploads/2025/12/shiryo\\_20251026.pdf](https://beyond-predictions.com/wp-content/uploads/2025/12/shiryo_20251026.pdf)

・ 令和7年度冬季日本海シーディング予備実験・実施条件：

[https://beyond-predictions.com/wp-content/uploads/2025/12/joken\\_20251218.pdf](https://beyond-predictions.com/wp-content/uploads/2025/12/joken_20251218.pdf)

以上となります。

吉見

Subject: MS8シーディング実験検討結果のご連絡

### 当日連絡

各位

富山県立大学の吉見です。

掲題の件につきまして、1月7日(水)の実験実施予定についてご連絡申し上げます。

本日のシーディング実験につきましては、午前中のブリーフィングの結果、13時頃に 陸上もしくは海上で散布実験を実施する予定としております。

なお、明日のフライト判断については17時以降になる予定です。

何卒よろしくお願い申し上げます。

#### 【参考情報】

・ 第2回住民説明会資料：

[https://beyond-predictions.com/wp-content/uploads/2025/12/shiryo\\_20251026.pdf](https://beyond-predictions.com/wp-content/uploads/2025/12/shiryo_20251026.pdf)

・ 令和7年度冬季日本海シーディング予備実験・実施条件：

[https://beyond-predictions.com/wp-content/uploads/2025/12/joken\\_20251218.pdf](https://beyond-predictions.com/wp-content/uploads/2025/12/joken_20251218.pdf)

以上となります。

吉見

# Go/No-Go判断：情報の集約



- Go-NoGo判定シートに集約
  - 気象庁：警報・注意報，天気予報，地域時系列予報
  - MSM：Go/No-Go判断(3)に必要な気象情報を抽出，前線位置や700–850hPaあたりの湿度などを把握
  - 現地状況（主に当日朝）：雲量

Go/No-Go判定 確認表

| Go/No-Go判定 確認表                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| ファイル 編集 表示 挿入 表示形式 データ ツール 拡張機能 ヘルプ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Go/No-Go判定 確認表                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| A1                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| A B C D E F G H I J K L M N O P Q R |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1                                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2                                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 33                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 34                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 35                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 36                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 38                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 39                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 40                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 41                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 42                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 43                                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

MSMからGo/No-Go判定に必要な気象情報の抽出

Calc. Parameters:  
Step = 1st  
fcst\_pal11 = /home/hamada/work/ms8/251225goNoGoSystem//data/2026/02/04/Z\_C\_RJTD 20260203030000 MSM GPV Rjp L-pall FH00-15  
fcst\_pal12 = /home/hamada/work/ms8/251225goNoGoSystem//data/2026/02/04/Z\_C\_RJTD 20260203030000 MSM GPV Rjp L-pall FH18-33  
fcst\_surf1 = /home/hamada/work/ms8/251225goNoGoSystem//data/2026/02/04/Z\_C\_RJTD 20260203030000 MSM GPV Rjp Lsurf FH00-15  
fcst\_surf2 = /home/hamada/work/ms8/251225goNoGoSystem//data/2026/02/04/Z\_C\_RJTD 20260203030000 MSM GPV Rjp Lsurf FH16-33  
lon\_min\_target = 137.19  
lon\_max\_target = 137.51  
lat\_min\_target = 36.89  
lat\_max\_target = 37.11  
level\_uv\_target = 925  
level\_t\_target = 700  
ite\_plev = 9  
ite\_plev = 9  
speed\_threshold = 0.0  
  
valid\_time\_utc\_start : 2026-02-04 00:00:00  
valid\_time\_utc\_end : 2026-02-04 02:00:00  
level\_uv\_hPa : 925  
u\_mean\_ms : 10.4  
v\_mean\_ms : 6.9  
wind\_speed\_ms : 12.5  
wind\_dir\_deg : 236.4  
level\_t\_hPa : 700  
t\_mean\_ms : 10.4  
cloud\_coverage : 58.4  
lcc : 23.9  
mcc : 34.5  
level\_r\_hPa : 925  
r\_mean\_ms : 78.8  
  
valid\_time\_utc\_start : 2026-02-04 03:00:00  
valid\_time\_utc\_end : 2026-02-04 05:00:00  
level\_uv\_hPa : 925  
u\_mean\_ms : 10.1  
v\_mean\_ms : 7.2  
wind\_speed\_ms : 12.4  
wind\_dir\_deg : 234.5  
level\_t\_hPa : 700  
t\_mean\_ms : 10.4  
cloud\_coverage : 73.4  
lcc : 26.5  
mcc : 46.9  
level\_r\_hPa : 925  
r\_mean\_ms : 77.2  
  
valid\_time\_utc\_start : 2026-02-04 06:00:00  
valid\_time\_utc\_end : 2026-02-04 08:00:00

特に確認すべき部分

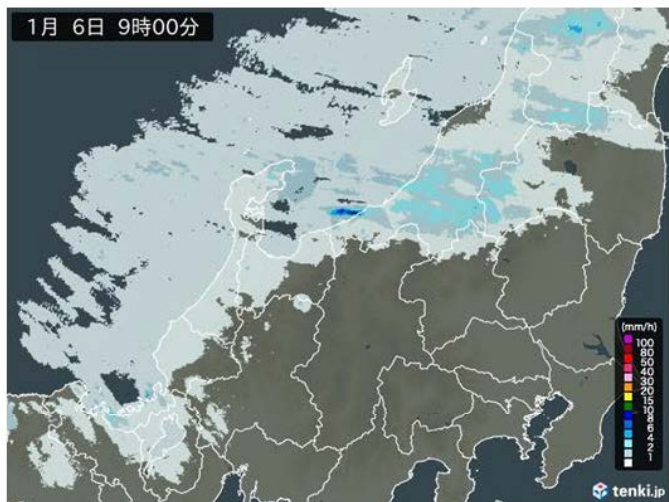
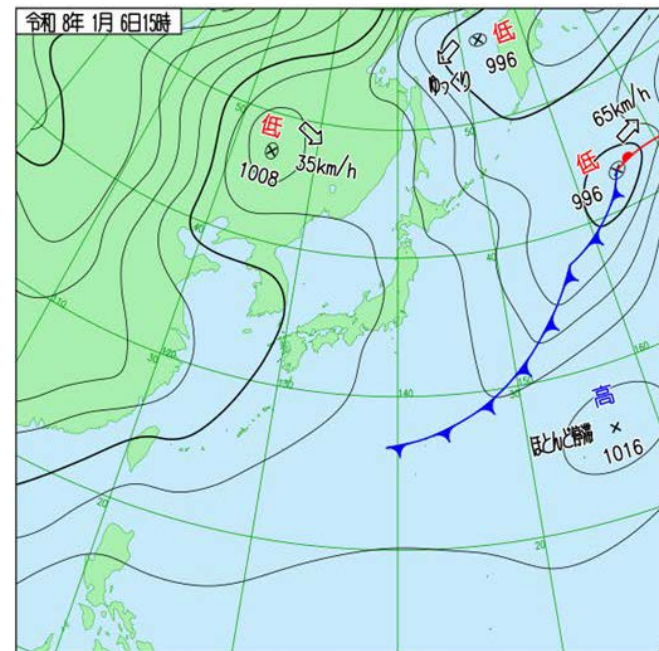
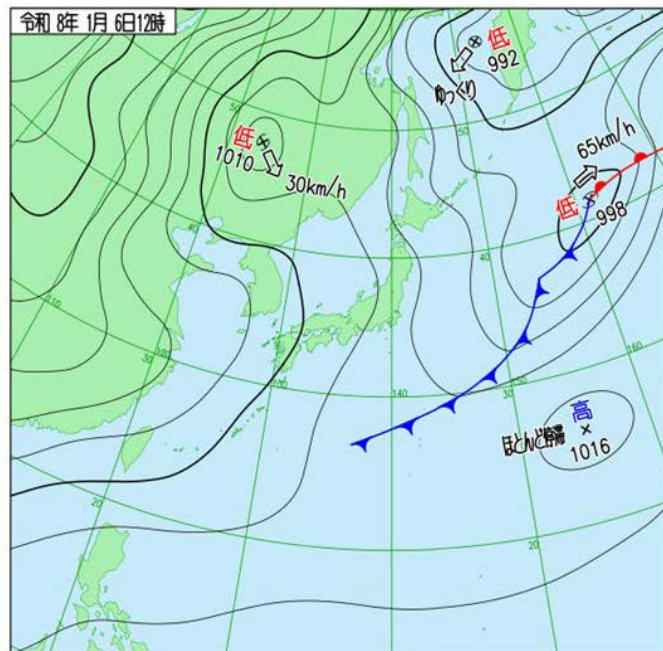
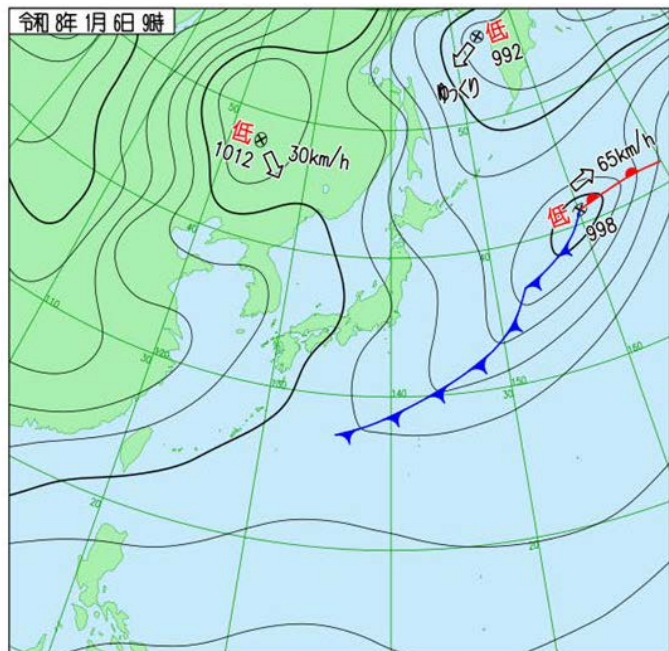
# Go/No-Go判断：結果

- 各日の判断とその理由については、以下の一覧の通り
- 詳細状況は以降のスライド参照

| 日付         | 実施状況        | 判断理由                               | 実施時の飛行時間  |
|------------|-------------|------------------------------------|-----------|
| 2026/01/06 | 実施なし        | 風向きが、基準に適合せず                       |           |
| 2026/01/07 | 陸上実験 + 海上実験 |                                    | 約3h 30min |
| 2026/01/08 | 実施なし        | 風向きが、基準に適合せず                       |           |
| 2026/01/09 | 実施なし        | 風向き等は適合、気象条件により                    |           |
| 2026/01/10 | 海上実験 + 陸上実験 |                                    | 約4h       |
| 2026/01/11 | 実施なし        | 大雪警報が直前の一部の時間帯に発令、<br>落雷リスクが高かったため |           |
| 2026/01/12 | 海上実験        |                                    | 約2h 30min |
| 2026/01/13 | 海上実験        |                                    | 約3h 30min |
| 2026/01/14 | 実施なし        | 風向きが、基準に適合せず                       |           |



# 2026/01/06 実施なし（風向きが、基準に適合せず）

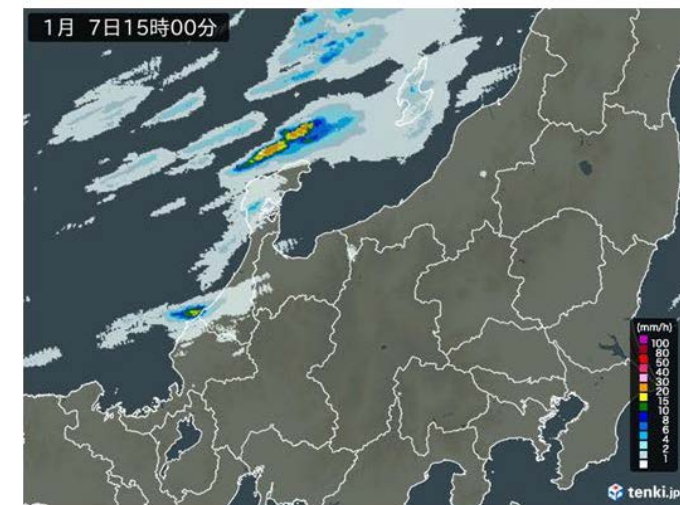
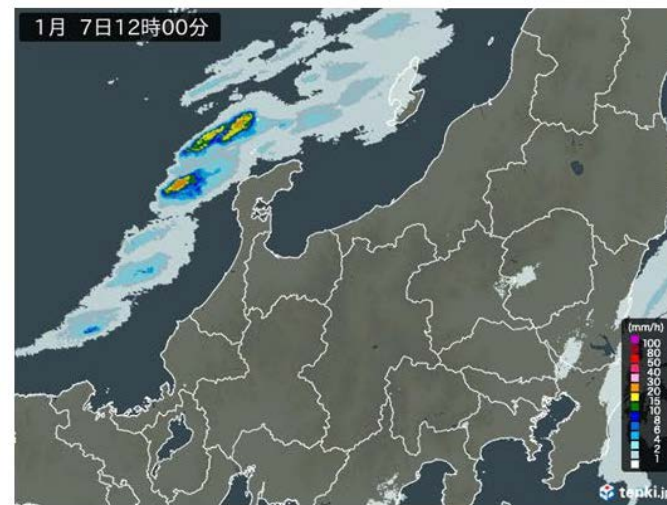
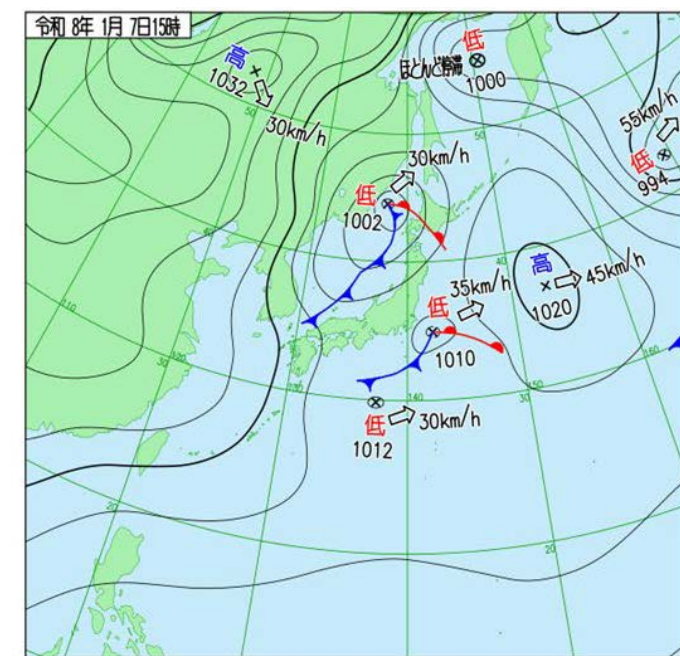
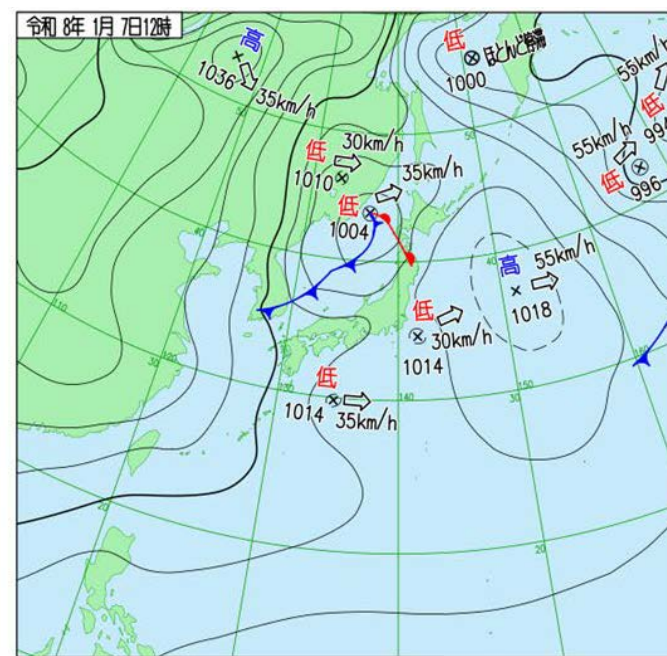
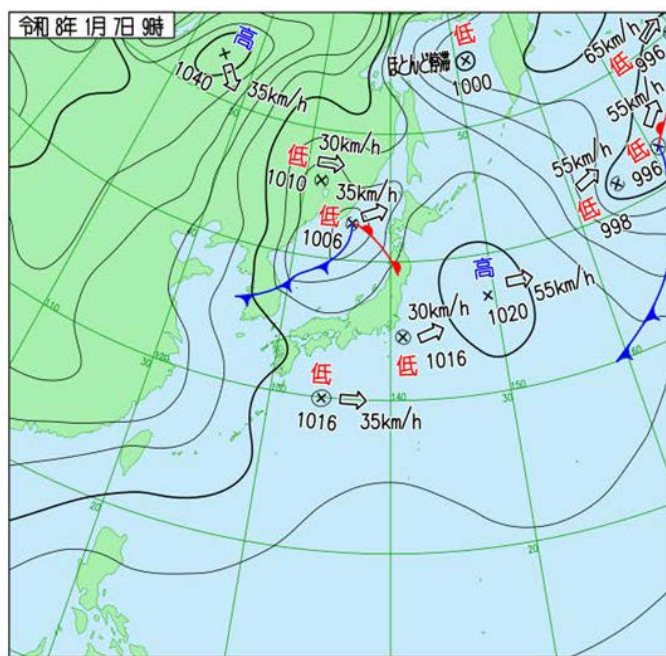


出典  
上段：気象庁ホームページ  
「過去の実況天気図」  
下段：tenki.jp 過去の天気  
(雨雲レーダー)



# 2026/01/07 陸上実験 + 海上実験を実施（飛行時間：約3h30min）

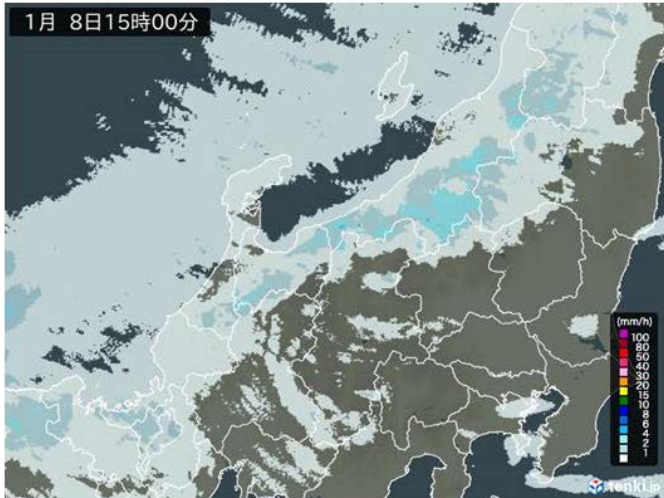
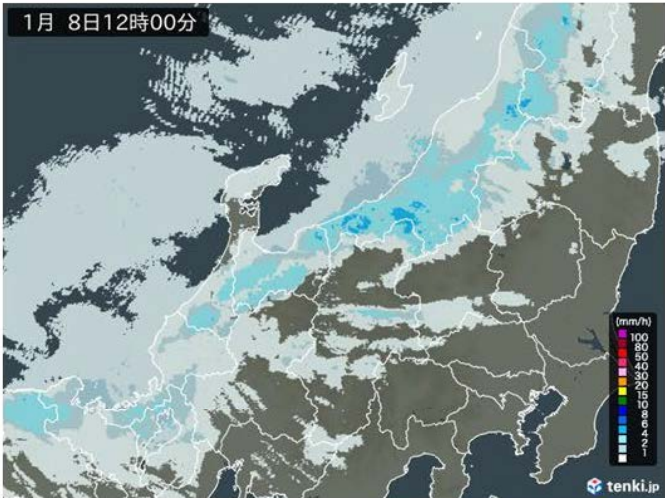
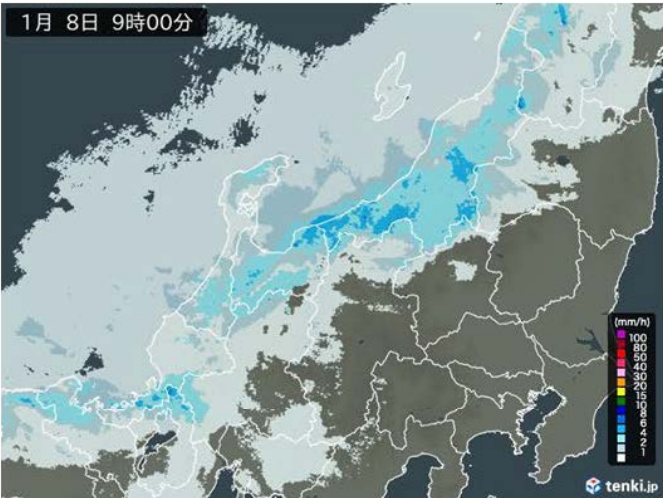
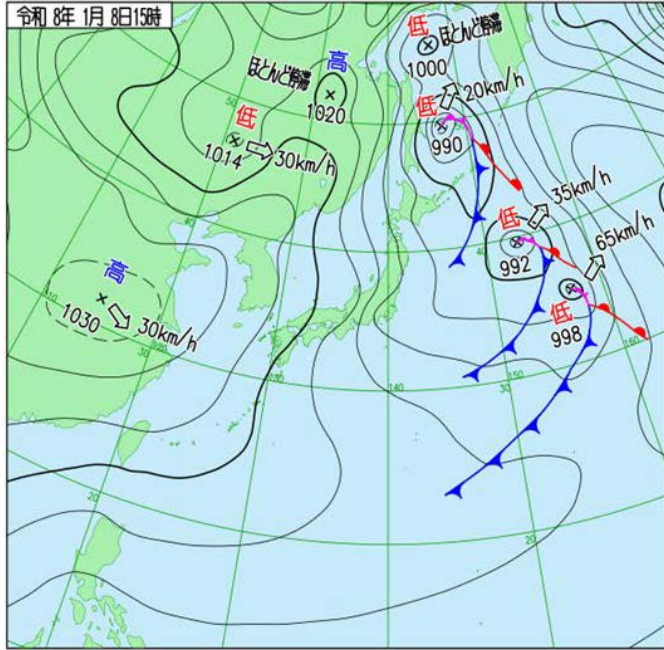
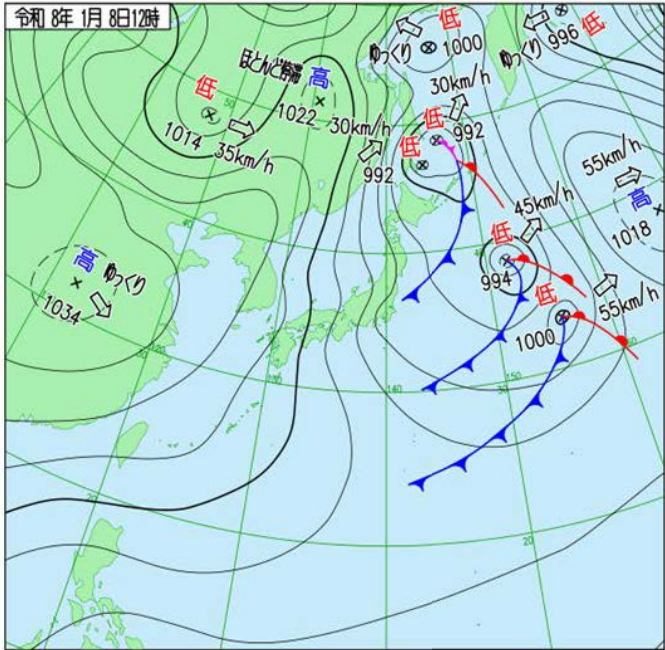
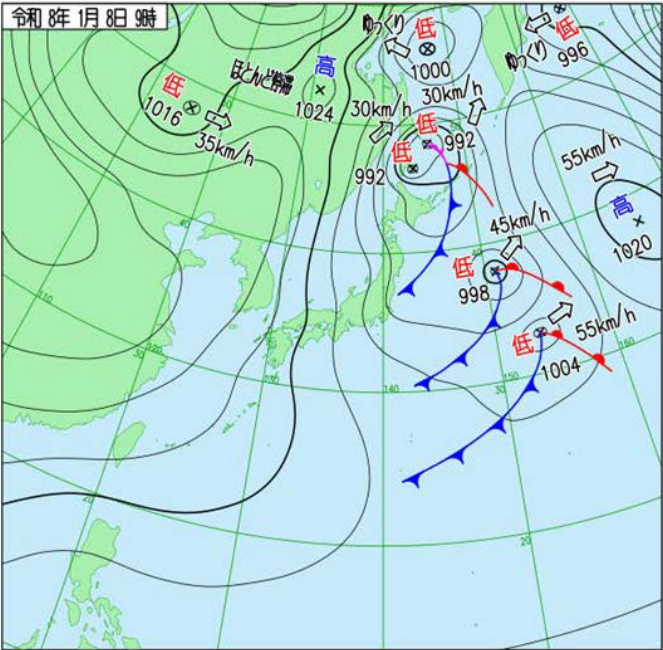
備考：9時に初回BFをしたが、遅らせた方が良い気象場になりそうとの判断により、11時から再度BFを行い実行を決定。12時20分に機体移動開始。



出典  
上段：気象庁ホームページ  
「過去の実況天気図」  
下段：tenki.jp 過去の天気  
(雨雲レーダー)



# 2026/01/08 実施なし（風向きが、基準に適合せず）

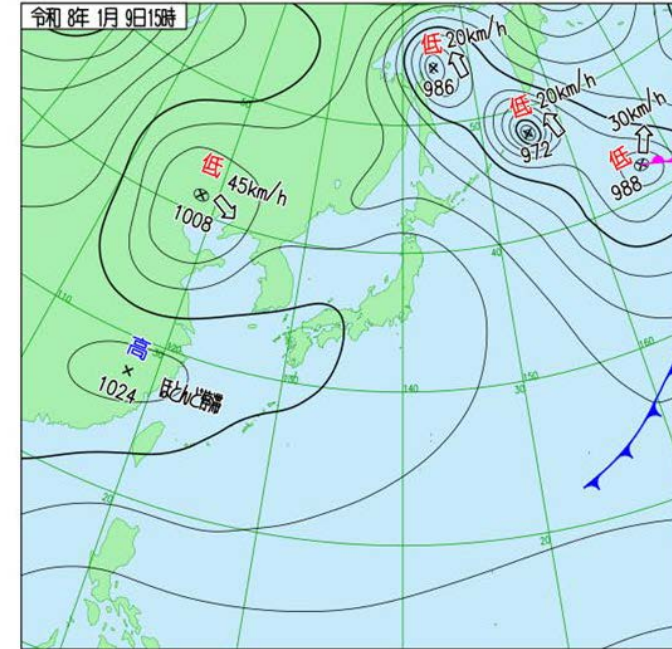
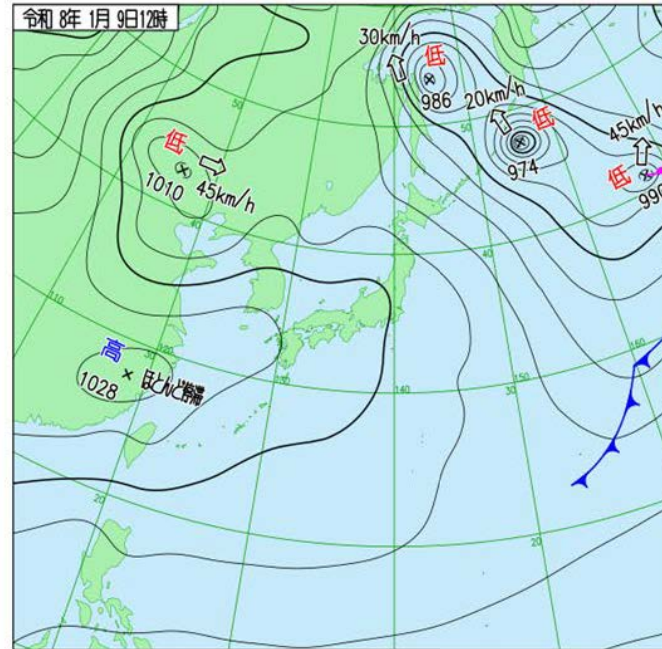
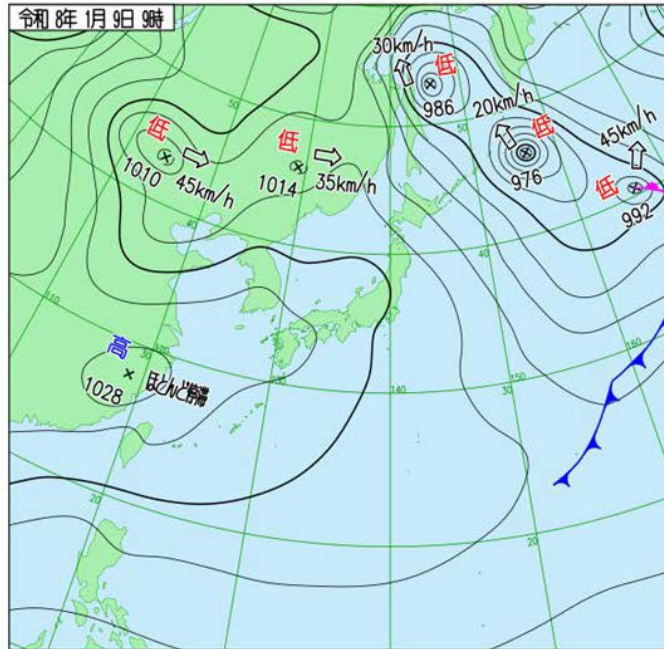


出典  
上段：気象庁ホームページ  
「過去の実況天気図」  
下段：tenki.jp 過去の天気  
(雨雲レーダー)



# 2026/01/09 実施なし（風向き等は適合、気象条件により）

備考：降水がなく、陸上プランを2度続けて実施するよりも残り期間での降水を待った方が良いとの判断。

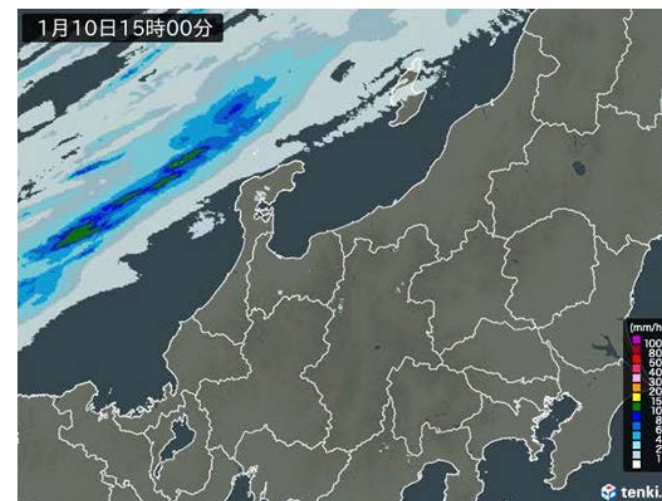
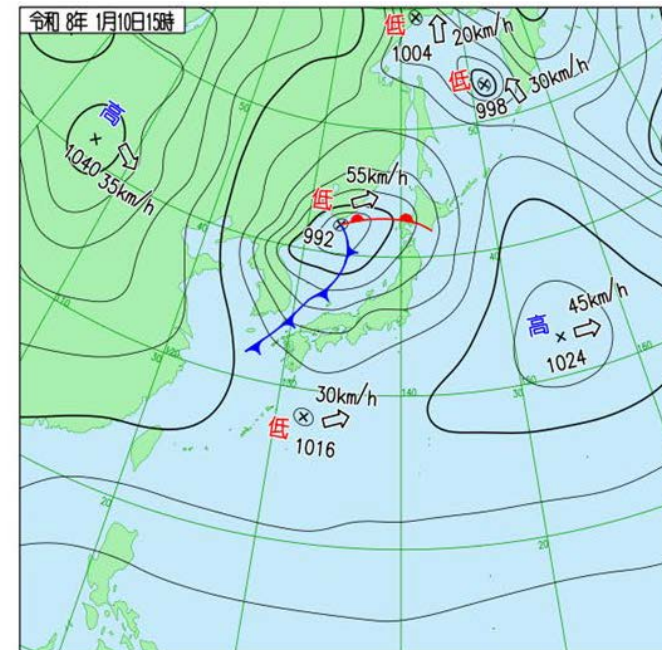
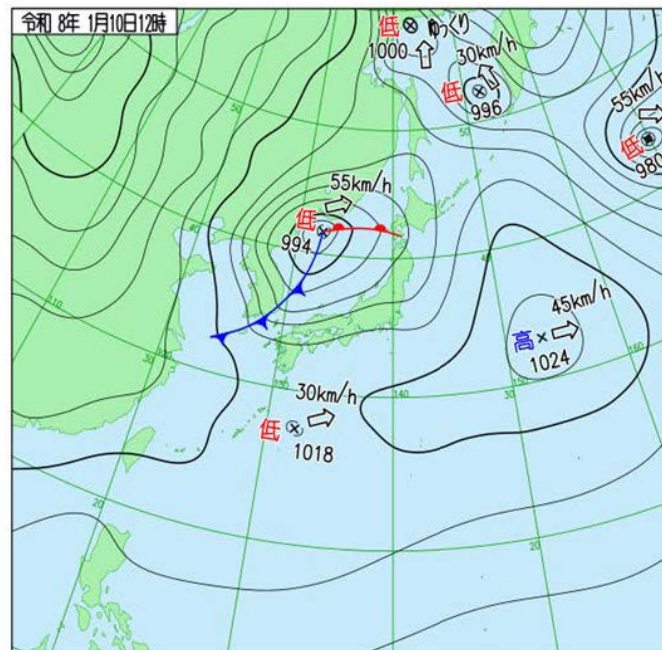
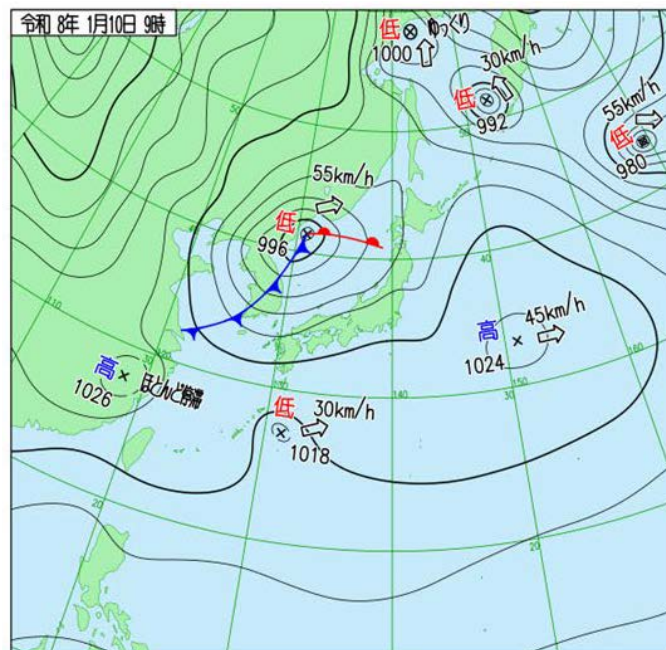


出典  
上段：気象庁ホームページ  
「過去の実況天気図」  
下段：tenki.jp 過去の天気  
(雨雲レーダー)



# 2026/01/10 寒冷前線の前面で海上実験 + 陸上実験を実施 (飛行時間：約4h)

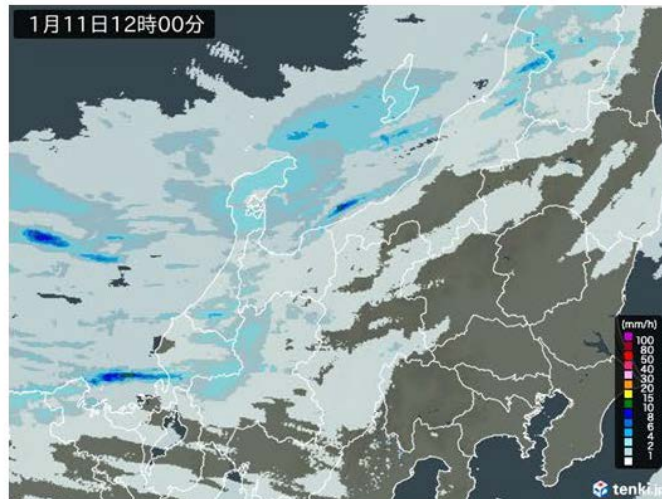
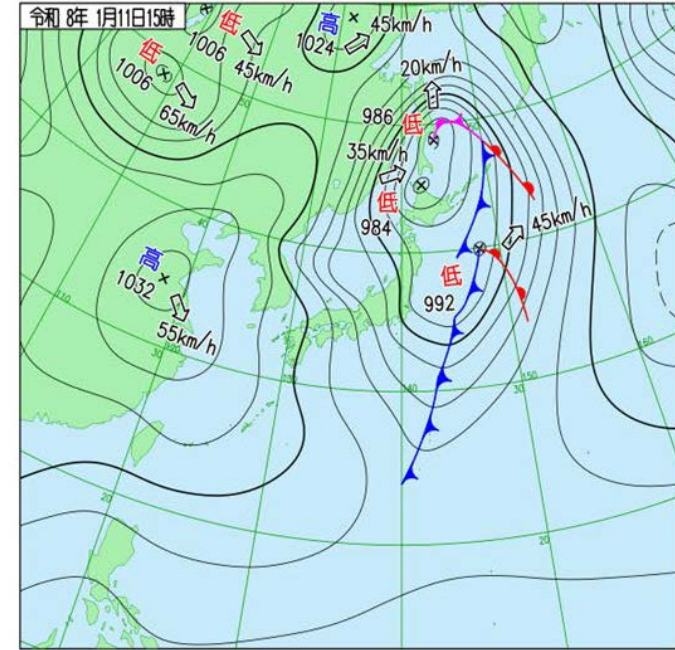
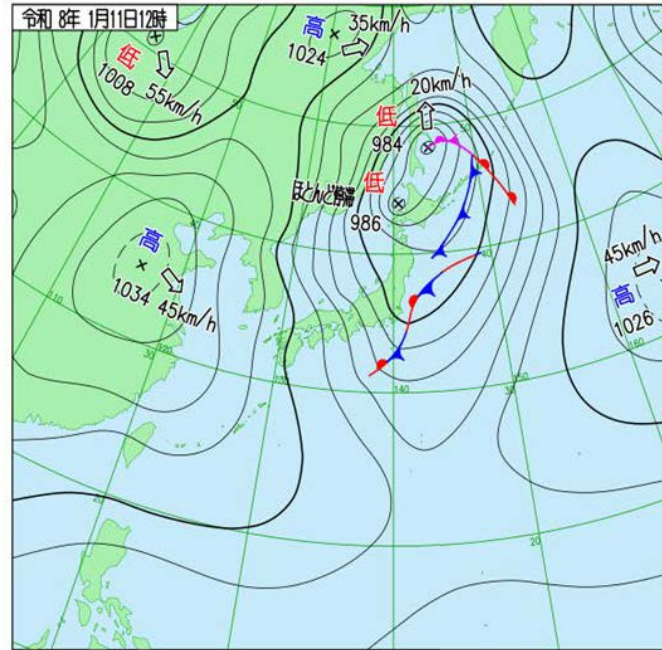
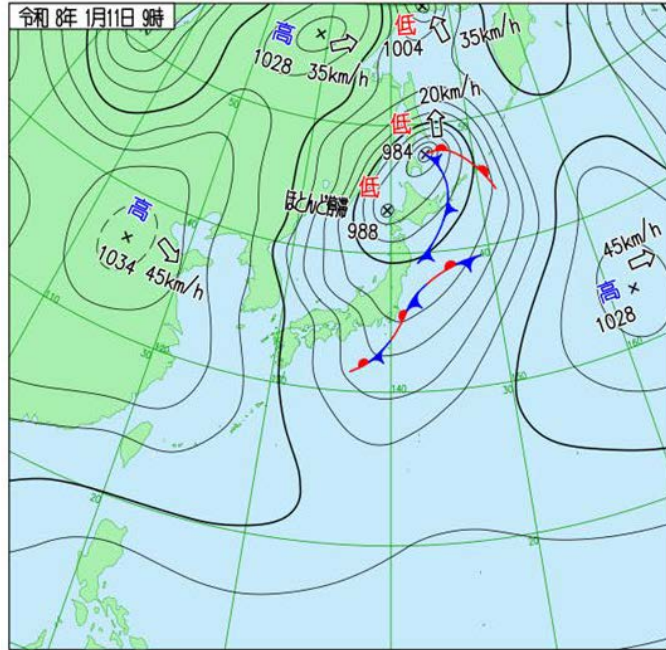
備考：寒冷前線を待つために遅めに実施。13時15分機体移動開始。帰投が17時15分。



出典  
上段：気象庁ホームページ  
「過去の実況天気図」  
下段：tenki.jp 過去の天気  
(雨雲レーダー)



# 2026/01/11 実施なし（大雪警報が直前の一部の時間帯に発令されていたことと落雷リスクが高かったため）

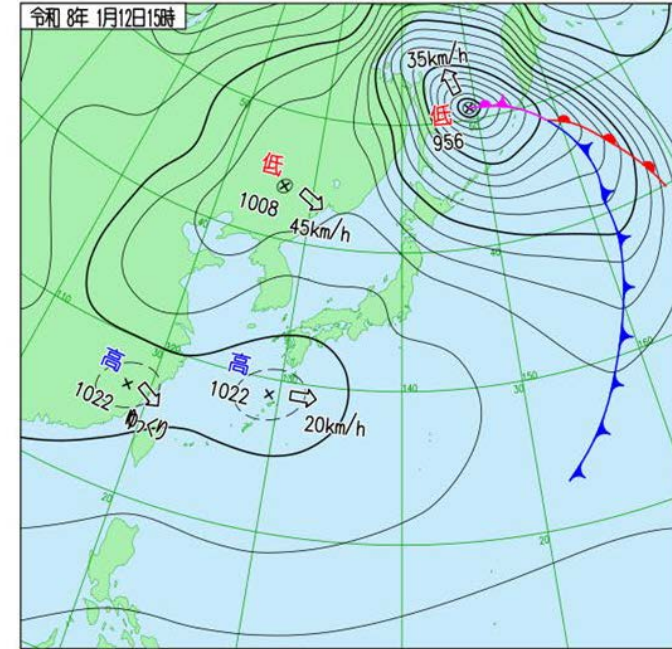
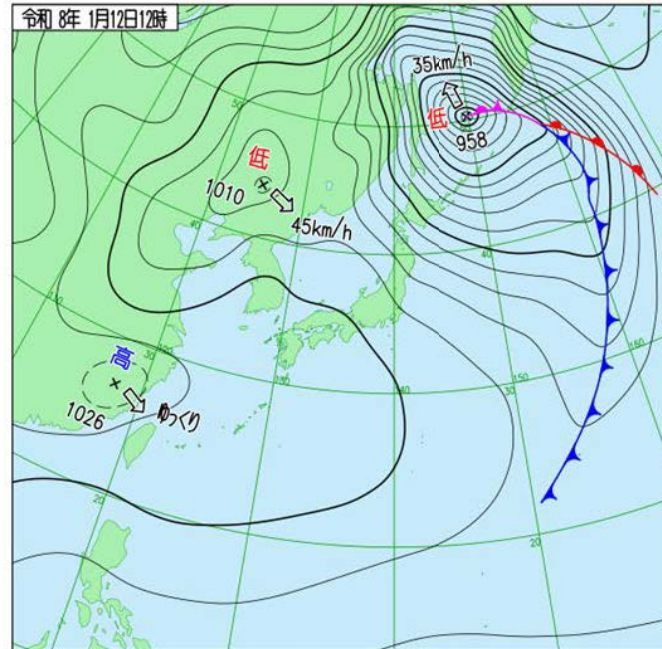
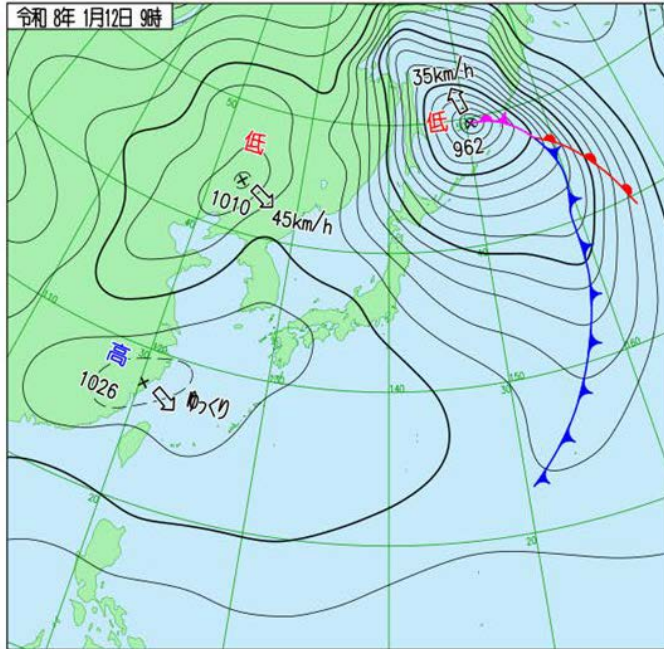


出典  
上段：気象庁ホームページ  
「過去の実況天気図」  
下段：tenki.jp 過去の天気  
(雨雲レーダー)



# 2026/01/12 海上実験（飛行時間：約2h 30min）

備考：実験条件は良かったため早めに準備をした一方で、気象条件が悪かったため悪天予報の情報が来るまで待つて離陸。10時15分に機体移動開始。

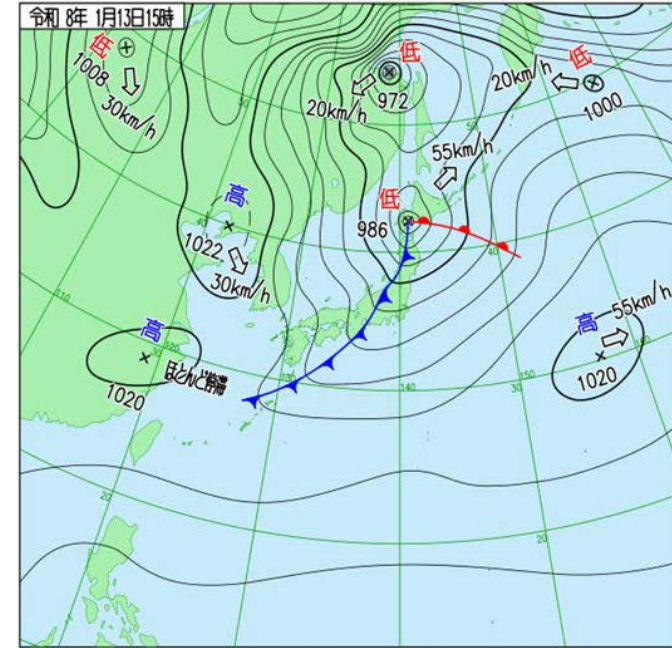
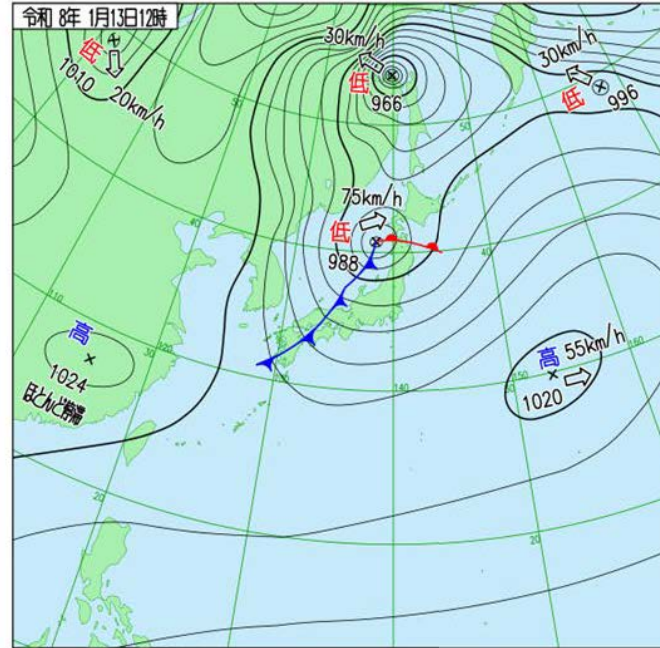
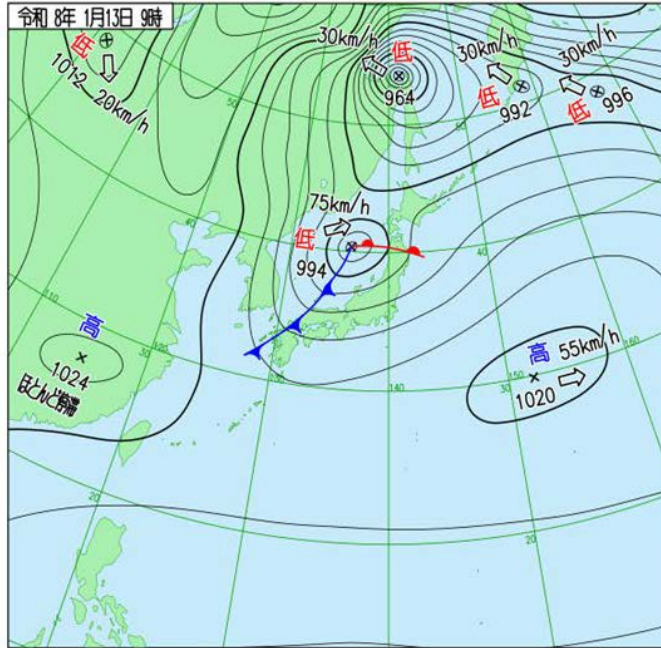


出典  
上段：気象庁ホームページ  
「過去の実況天気図」  
下段：tenki.jp 過去の天気  
(雨雲レーダー)



# 2026/01/13 海上実験（飛行時間：約3h 30min）

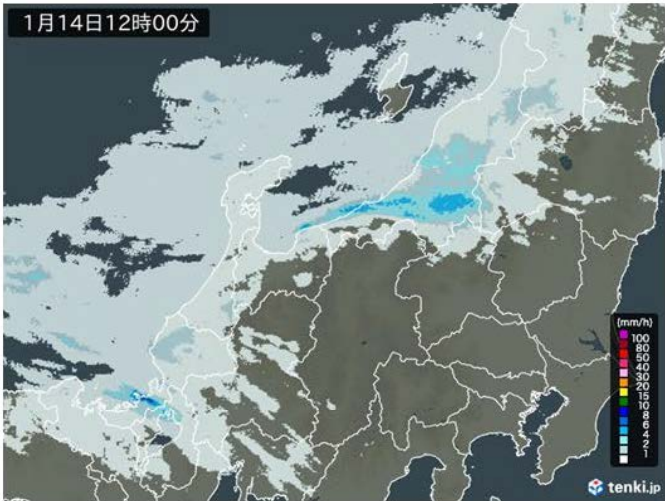
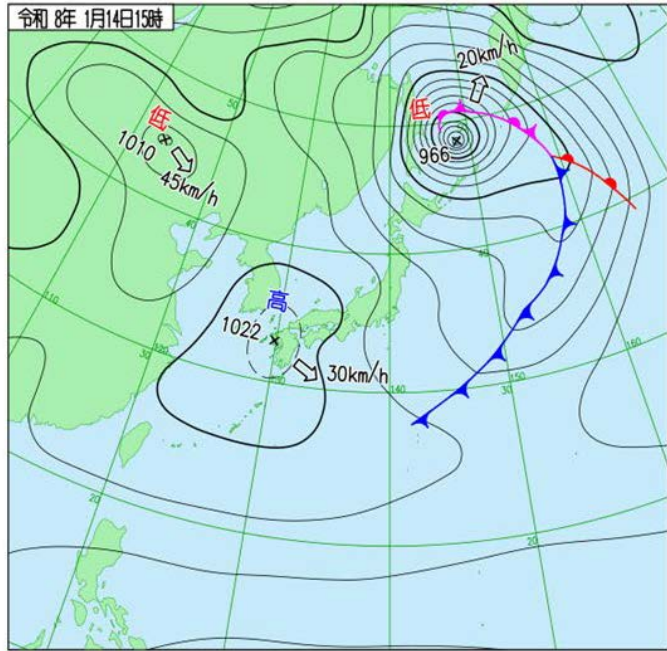
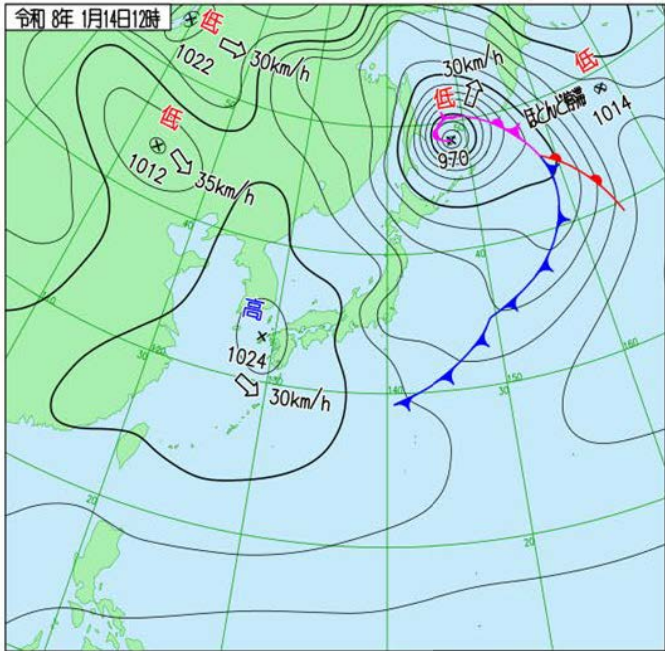
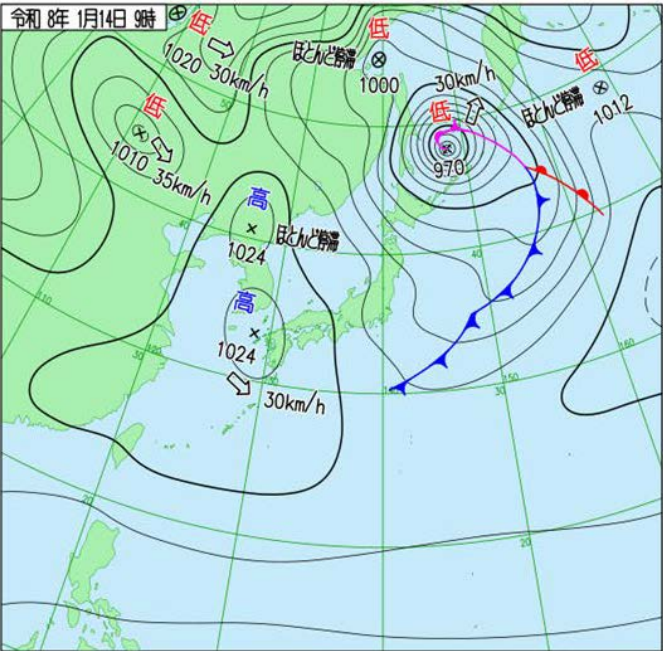
備考：14日の気象条件は良い可能性が高かったが風向きを考慮して、13日の実施を決定。寒冷前線通過後は、発雷リスクが高くなる予報に従い安全面から気象条件としては最適とは言えない寒冷前線の到来前に実施した。9時50分に機体移動開始。



出典  
上段：気象庁ホームページ  
「過去の実況天気図」  
下段：tenki.jp 過去の天気  
(雨雲レーダー)



# 2026/01/14 実施なし（風向きが、基準に適合せず）



出典  
上段：気象庁ホームページ  
「過去の実況天気図」  
下段：tenki.jp 過去の天気  
(雨雲レーダー)



## 3.2.2 ブリーフィング・実験実施 の時系列記録 / 実験内容の速報

作成：吉見PI、中村（技術補佐員）

# 実験実施日の時系列: 計画段階

|                          | 前日<br>14時30分                                                                                            | 当日<br>9時                                                       | 当日<br>10時           | 当日<br>11時 | 当日<br>12時 | 当日<br>13時                          | 当日<br>14時                    | 当日<br>15時~  |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------|-----------|-----------|------------------------------------|------------------------------|-------------|
|                          | 翌日の実験実施<br>有無連絡<br>▼                                                                                    | 当日の実験実施<br>有無連絡<br>▼                                           |                     |           |           |                                    | 着陸連絡<br>▼                    |             |
| 航空機関連<br>(県営名古屋<br>空港)   | ●—●<br>前日ブリー<br>フィング                                                                                    | ●—●<br>※当日ブリー<br>フィング<br><br>●—●<br>搭乗<br>ドライア<br>イス/機材<br>積込み | ●—●<br>往路           | ●—●<br>散布 | ●—●<br>復路 | ●—●<br>降機<br>ドライア<br>イス/機材<br>荷下ろし | ●—●<br>デブリー<br>フィング<br>・事後検討 |             |
| 地上観測関連<br>(園家山キャ<br>ンプ場) |                                                                                                         | ●—●<br>散布対象雲検討 (レーダー、ひまわり確認 (白石システム))                          | ●—●<br>航空機との連絡 (随時) |           |           |                                    |                              | ●—●<br>事後検討 |
| 参考情報                     | 気象庁HP (早期注意情報、警報・注意報、時系列天気予報など)<br>MSM (925hPa/700hPa: 風向、気温、雲量など)<br>地上全天カメラ<br>CMP-PAWR、ひまわり (白石システム) |                                                                |                     |           |           |                                    |                              |             |

※前日ブリーフィングで実験実施無しの判断の場合は実施しないこともあり

## 1/7の実験に関する時系列

- 2026/01/06 (火) 14:30JST 定例（前日ブリーフィング）：早めの陸上実施の可能性
- 2026/01/06 (火) 15:00JST フライト前ブリーフィング with DAS
- 2026/01/06 (火) 15:49JST 関係機関（JST、気象台、自治体）に実施有無連絡
- 2026/01/07 (水) 07:30JST 朝ブリーフィング：雲底、雲量など確認
- 2026/01/07 (水) 09:00JST 定例（当日ブリーフィング）：実施確定（陸海双方可能性残し、詳細保留）
- 2026/01/07 (水) 09:40JST 関係機関（JST、気象台、自治体）に当日連絡
- 2026/01/07 (水) 11:30JST フライト前最終確認ブリーフィング：陸上実験確定
- 
- 2026/01/07 (水) 12:00JST 搭乗
- 2026/01/07 (水) 12:30JST 離陸
- 2026/01/07 (水) 13:00-15:00JST シーディング
- 2026/01/07 (水) 15:00JST 帰投開始
- 2026/01/07 (水) 15:50JST 着陸
- 
- 2026/01/07 (水) 16:50JST 定例（デブリーフィング、前日ブリーフィング＋振り返り）



## 1/10の実験に関する時系列

- 2026/01/09 (金) 14:30JST 定例（前日ブリーフィング）：遅めの海上実施の可能性
- 2026/01/09 (金) 15:00JST フライト前ブリーフィング with DAS
- 2026/01/09 (金) 15:27JST 関係機関（JST、気象台、自治体）に実施有無連絡
- 2026/01/10 (土) 08:50JST 定例（当日ブリーフィング）：実施確定（遅めの時間に飛ぶ決定、詳細保留）
- 2026/01/10 (土) 10:22JST 関係機関（JST、気象台、自治体）に当日連絡
- 2026/01/10 (土) 11:00JST フライト前最終確認ブリーフィング：海上実験確定（離脱リミット、ターゲット確認）
- 2026/01/10 (土) 12:45JST 搭乗
- 2026/01/10 (土) 13:22JST 離陸
- 2026/01/10 (土) 14:00JST 空域到着
- 2026/01/10 (土) 14:00-16:15JST シーディング
- 2026/01/10 (土) 16:15JST 空域離脱
- 2026/01/10 (土) 17:15JST 着陸
- 2026/01/10 (土) 17:30JST 定例（デブリーフィング、前日ブリーフィング＋振り返り）

## 1/12の実験に関する時系列

- 2026/01/11 (日) 14:30JST 定例（前日ブリーフィング）：海上および陸上実施の可能性
- 2026/01/11 (日) 15:00JST フライト前ブリーフィング with DAS
- 2026/01/11 (日) 15:18JST 関係機関（JST、気象台、自治体）に実施有無連絡
- 2026/01/12 (月) 08:45JST 定例（当日ブリーフィング）：実施確定（早めの離陸、1030離陸予定）
- 2026/01/12 (月) 09:25JST 関係機関（JST、気象台、自治体）に当日連絡
- 
- 2026/01/12 (月) 10:19JST 離陸
- 2026/01/12 (月) 11:00JST 富山到達
- 2026/01/12 (月) 11:10~11:30JST頃 シーディング
- 2026/01/12 (月) 12:01JST ミッション終了 --> 帰投開始
- 2026/01/12 (月) 12:45JST 着陸
- 
- 2026/01/12 (月) 13:05JST デブリーフィング
- 2026/01/12 (月) 14:30JST 定例（前日ブリーフィング+振り返り）

## 1/13の実験に関する時系列

2026/01/12 (月) 14:30JST 定例（前日ブリーフィング+振り返り）：14日は風条件怪しいので、海上および陸上実施の可能性

2026/01/12 (月) 15:00JST フライト前ブリーフィング with DAS

2026/01/12 (月) 15:41JST 関係機関（JST、気象台、自治体）に実施有無連絡

2026/01/13 (火) 08:30JST 定例（当日ブリーフィング）：実施確定（早めの離陸、前線注意）

2026/01/13 (火) 09:55JST 離陸

2026/01/13 (火) 10:40JST 空域到達

2026/01/13 (火) 11:00-11:30JST- シーディング

2026/01/13 (火) 13:30JST 着陸

2026/01/13 (火) 13:49JST デブリーフィング+振り返り

- プロジェクトwebサイトに掲載
- JSTを通じて、府省へ報告



実験速報

(2026.01.14 更新)

#### 4. 2026.01.13 シーディング実験④

- 能登半島西方から入ってくる寒冷前線の前面で海上実験として実施。
- 実験としては最適な条件とは言えないものの、実施条件を満たしていた。寒冷前線やその背面の前線では発雷が確認されており、寒冷前線の前面では科学的な成果が見込まれる対象の雲が想定され、翌日の候補最終日は風向の条件を満たさなかったことから、この日に実施。安全面に十分注意し、飛行時間帯を選定した。
- 11:15から11:23にかけて、8500ftから、ほぼ富山湾の真ん中で、左に旋回しながら30kgのドライアイス散布。ドライアイス散布の効果は目視では確認できず。
- その後、12:00ごろまで飛行機の高度を最大26000ftまで上げて寒冷前線を中心に航空機観測。
- 12:45に名古屋空港に無事に着陸。

#### 3. 2026.01.12 シーディング実験③

- 富山湾に南西から北東に伸びる雨域に対して2回シーディングを海上実験として実施。シーディング高度は、10500ft。
- 11:10からの1回目のシーディング (約9kg) では、旋回後、飛行機の航路に沿って雲が落ち込んだ領域を航空機から目視で確認。
- 11:20からの2回目のシーディング (約21kg) でも、旋回後、飛行機の航路に沿ってシーディングによるものと思われる雲の落ち込みを確認。
- 11:30以後は、高度を最大20500ftまで上げつつ、シーディング実施領域を確認。
- 12:00まで観測後、12:45頃に名古屋空港到着。
- 簡易的なレーダー解析・静止衛星ひまわりの解析では、シーディングによる気象の変化は有意には確認されず、今後さらなる解析が必要。

#### 2. 2026.01.10 シーディング実験②

- 14:00に空域に到達し、16:15までシーディング実施。当日は陸上・海上実験のどちらも実施可能な天気状況。
- 海域実験を、対象とする雲を変えて4回実施 (約22.5kg散布)。16:00前後から、残りの7.5kgを陸上実験として入善上空の晴域で散布。
- 海域実験では、高度約3000mから、成長中とみられる雲に対してシーディングを実施。ただ、当日は上空の風が強く、かつ、雲が激しく変化する状況だった。シーディングを行った雲は変化した、その改変効果がシーディング効果によるものかは、航空機からの目視では有意に確認されなかった。
- 陸上実験では、事前の想定通り大気乾燥度が高く、シーディング散布による雲氷形成は確認されなかった。
- 17:00過ぎに無事に名古屋空港着陸

#### 1. 2026.01.07 シーディング実験①

- ドライアイスの落下速度・氷晶形成を観測する、晴域の陸域実験を主に実施。
- 13:32:20に2回目散布実施後、13:34に圓家山からやや東向きの上空にもややまとした雲が生成されていて、数分後に消滅したことを地上から目視で確認。この生成・消失は地上設置ライダーの簡易解析からも裏付けられており、今後詳細に解析予定。
- 陸域実験では、計2回の雲生成を目視で確認。30 kg のドライアイスのうち、28kg 程度を陸域実験に使用。
- 残り2kg程度を、今後の海域実験のテストとして、雲頂2000m程度の成長中の積雲にシーディング。なお、雲の上端での航空機からの目視観測により、過冷却水を含んだ雲であることを確認。シーディングとの因果関係は不明であるが、この積雲はシーディング実施後、10分程度でもう少し成長し、そのあと衰退していった。

<https://beyond-predictions.com/moonshot/field-experiments/>



## 3.3 航空機

航空機 (King Air 200T) によりドライアイスシーディングを実施。  
離発着は名古屋空港 (小牧空港) から。空港近くへの宿泊が必要。



ダイヤモンドエアサービスの搭乗した航空機



ドライアイスペレット

名古屋空港に隣接するDASの会議室で事前/事後にブリーフィングを実施する

ブリーフィングは30分強

航空会社のチェックポイント

- ・ 気象状況
- ・ 研究者側のミッションの理解/フライト提案

時間

- ・ 9時からブリーフィングを実施
- ・ 離陸は最遅で13時まで遅らせることが可能  
(名古屋空港の着陸時間制限が制約条件)
- ・ 離陸時間の約30分前にはオフィスを出る  
機体の各種チェックがあるため



ブリーフィングの様子

- 電波時計
  - 秒単位まで時間を計測する必要がある (あとの時刻合わせがかなり困難)
- iPhone
  - 機内モードでもGoogle Map (GPS) で位置を把握可能
  - 事前にマップをダウンロードしておく
  - カメラ・動画はこれだけで十分かもしれない
- 固定カメラ / 360度カメラ
- 双眼鏡
- 備品
  - 酔い止め
  - 手袋 (ドライアイス用)
- そのほか
  - 機内は十分に暖かい



## 3.3.1 事例レポート

作成：小槻PM、竹島(特任研究員)、村野(技術補佐員)

- 次ページ以降に下記の事例レポートの詳細を紹介

| 事例No. | 日付         | 時間帯         | 実施状況 | 主なターゲット      |
|-------|------------|-------------|------|--------------|
| Exp1  | 2026/01/10 | 14:00-14:30 | 海上実験 | ロール状対流       |
| Exp2  | 2026/01/10 | 15:25-15:55 | 海上実験 | ロール状対流で成長中の雲 |
| Exp3  | 2026/01/12 | 11:00-11:30 | 海上実験 | 富山湾上に広がった層状雲 |
| Exp4a | 2026/01/07 | 13:10-13:40 | 陸上実験 | 地上観測所上空      |
| Exp4b | 2026/01/07 | 13:40-14:20 | 陸上実験 | 地上観測所上空      |
| Exp5  | 2026/01/13 | 11:00-11:30 | 海上実験 | 寒冷前線前面の富山湾   |

**2026/01/10 海上実験**

**Exp1 シーディング  
(14:00-14:30)**

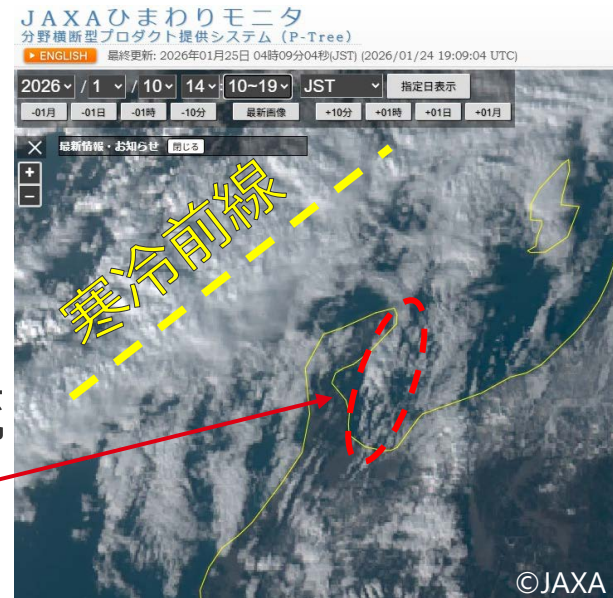
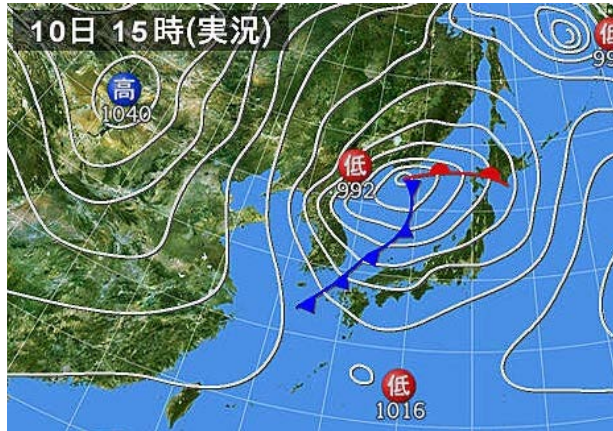
# 概要: 2026/01/10 海上実験 ( Exp1 )

ロール状対流に対し海上実験を実施し計10kgのドライアイスを散布

## 天気概況

寒冷前線の  
前面で実施

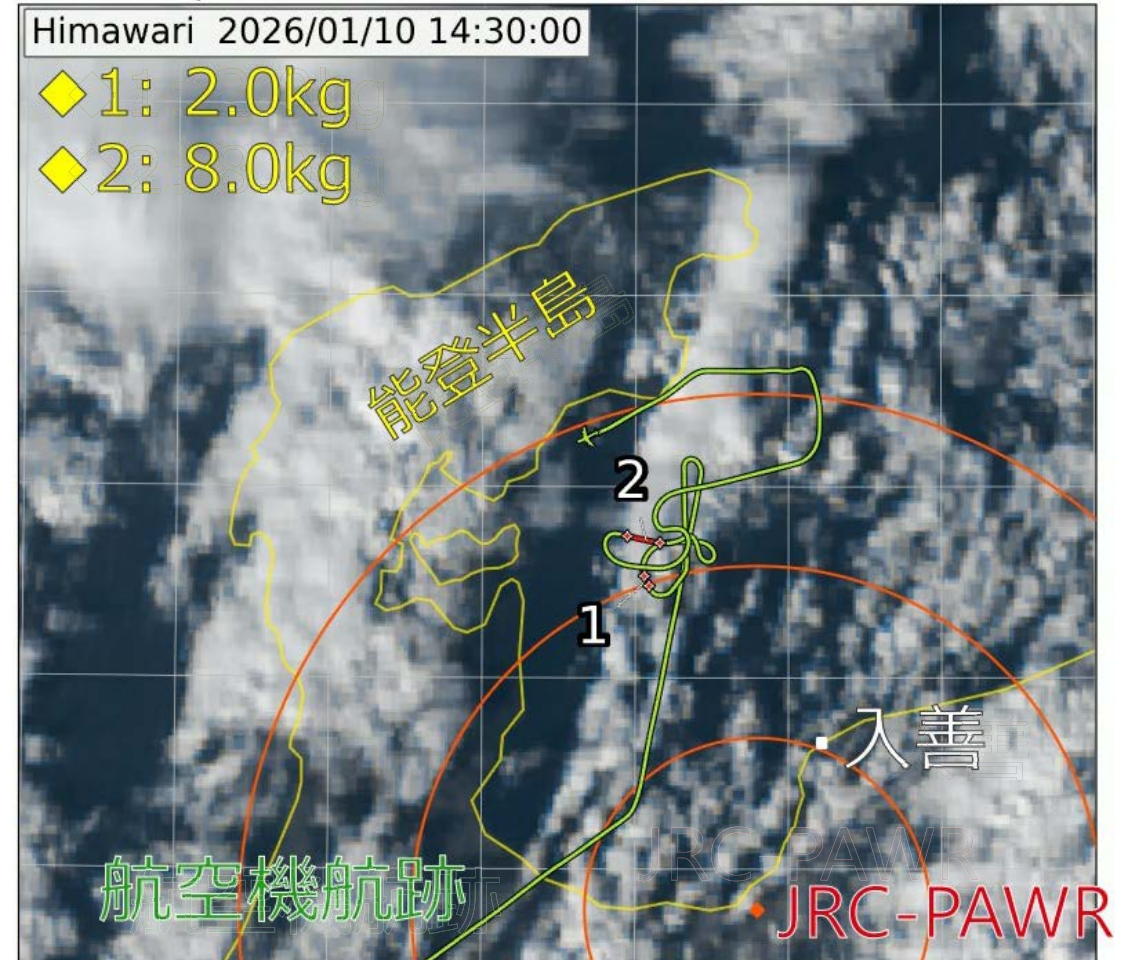
出典 : tenki.jp  
実況天気図(2026年1月10日)  
<https://tenki.jp/past/2026/01/10/chart/>を加工して作成  
(無断転載禁止)



能登半島を  
超えた後に  
ロール状対流  
が継続発生

## シーディングの実施状況 (補正RGB画像)

Exp 1 2026/01/10 14:32:25 (UTC+09:00)





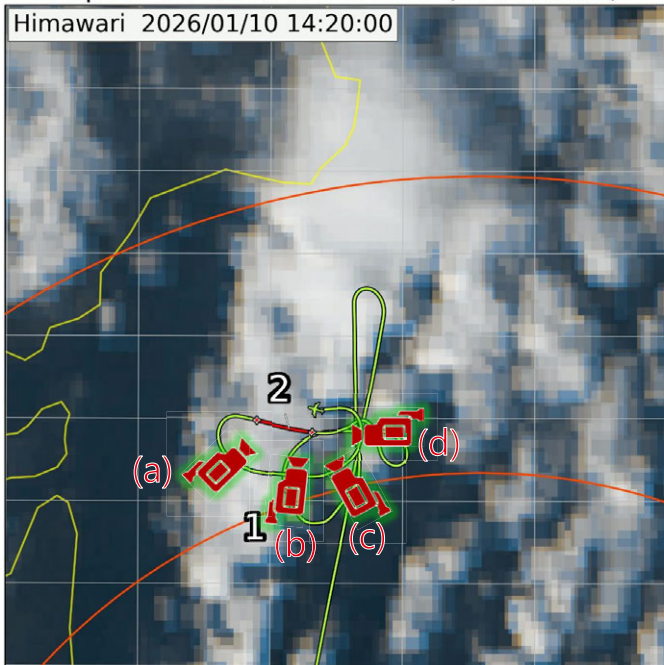
# 静止画像 と 航空機映像: Exp1 シーディング実施

静止画

シーディング(Exp1-2)実施後に散布した雲を旋回しながら目視で観察

Exp 1 2026/01/10 14:20:10 (UTC+09:00)

Himawari 2026/01/10 14:20:00



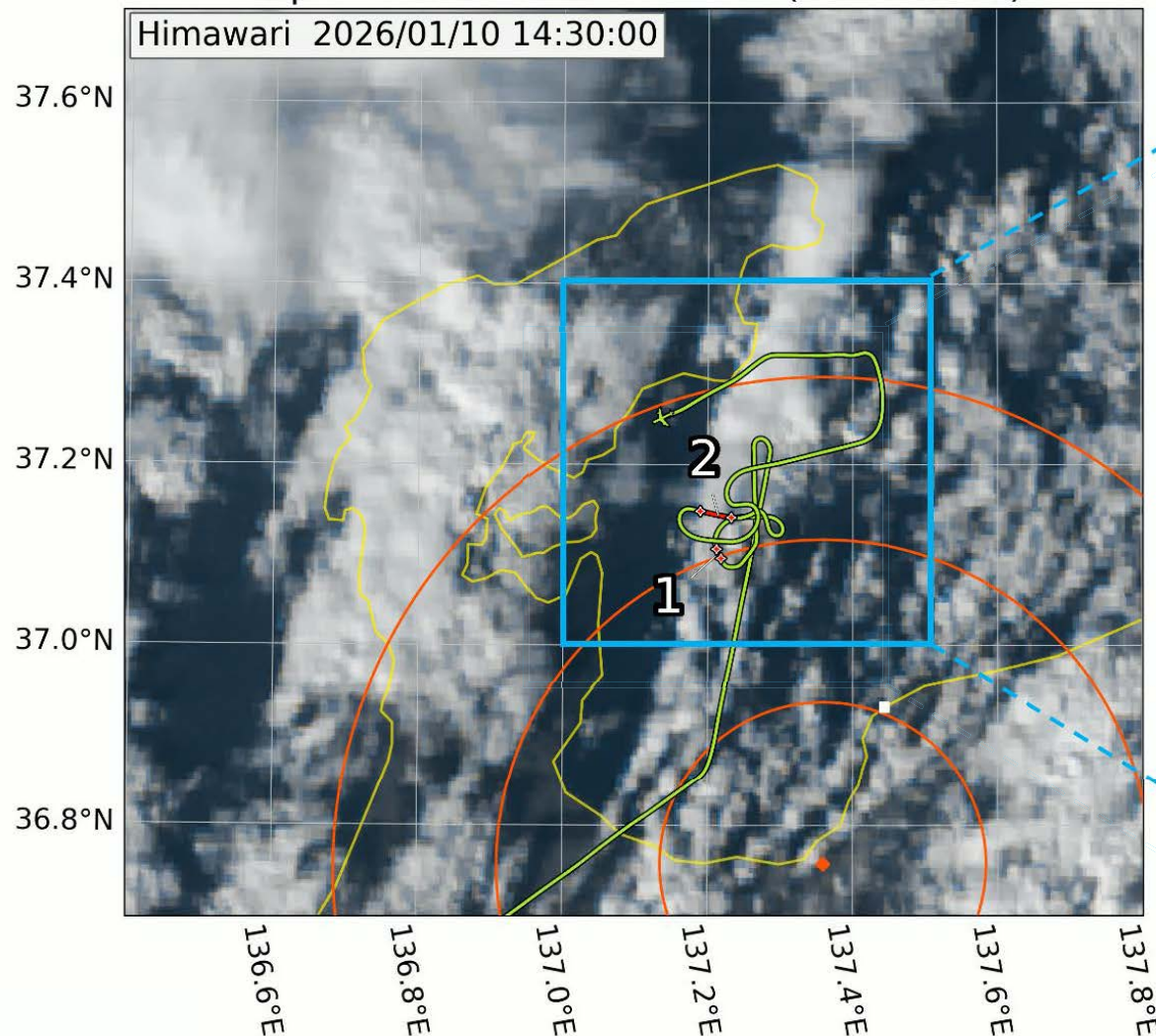


# Exp1シーディング実施前 → 後の静止衛星の変化

地上班の支援で狙った雲に散布。その効果は静止衛星では不透明。

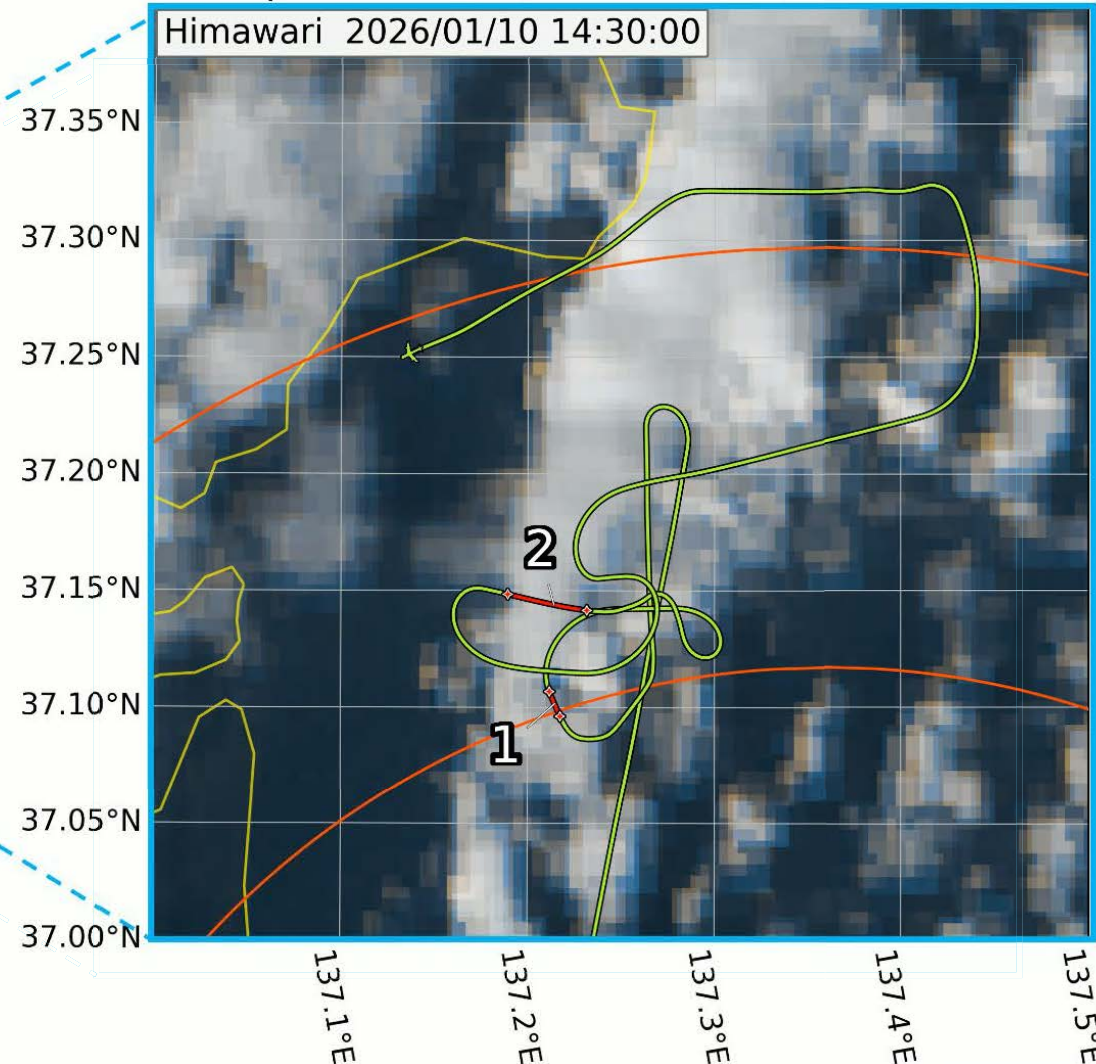
Exp 1 2026/01/10 14:32:25 (UTC+09:00)

Himawari 2026/01/10 14:30:00



Exp 1 2026/01/10 14:32:25 (UTC+09:00)

Himawari 2026/01/10 14:30:00







**2026/01/10 海上実験**

**Exp2 シーディング  
(15:25-15:55)**



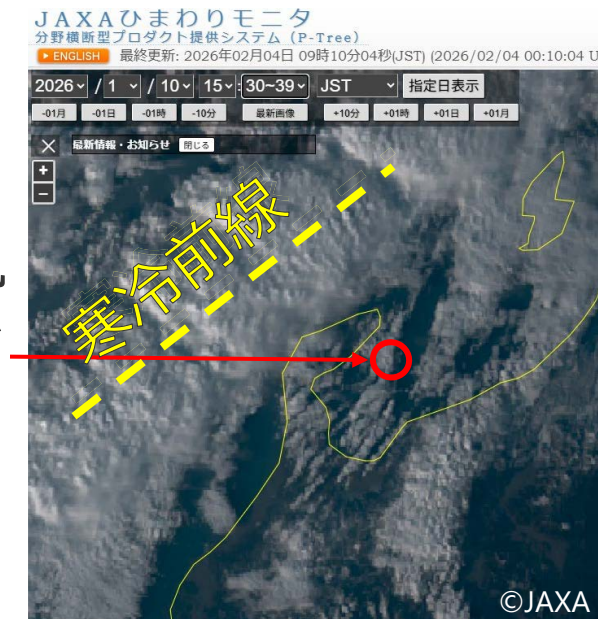
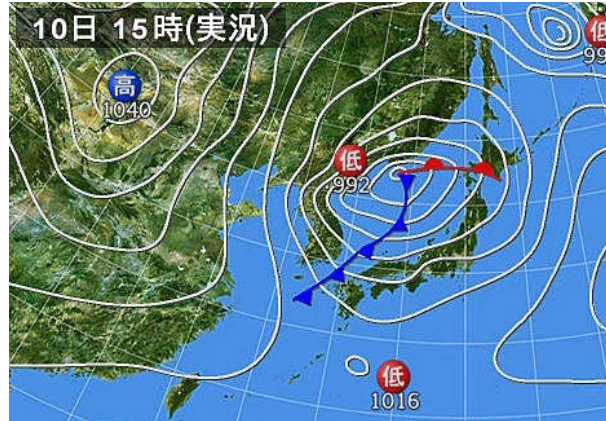
# 概要: 2026/01/10 海上実験 ( Exp2 )

ロール状対流で成長中の雲を選定し計8kgのドライアイスを散布

## 天気概況

寒冷前線の  
前面で実施

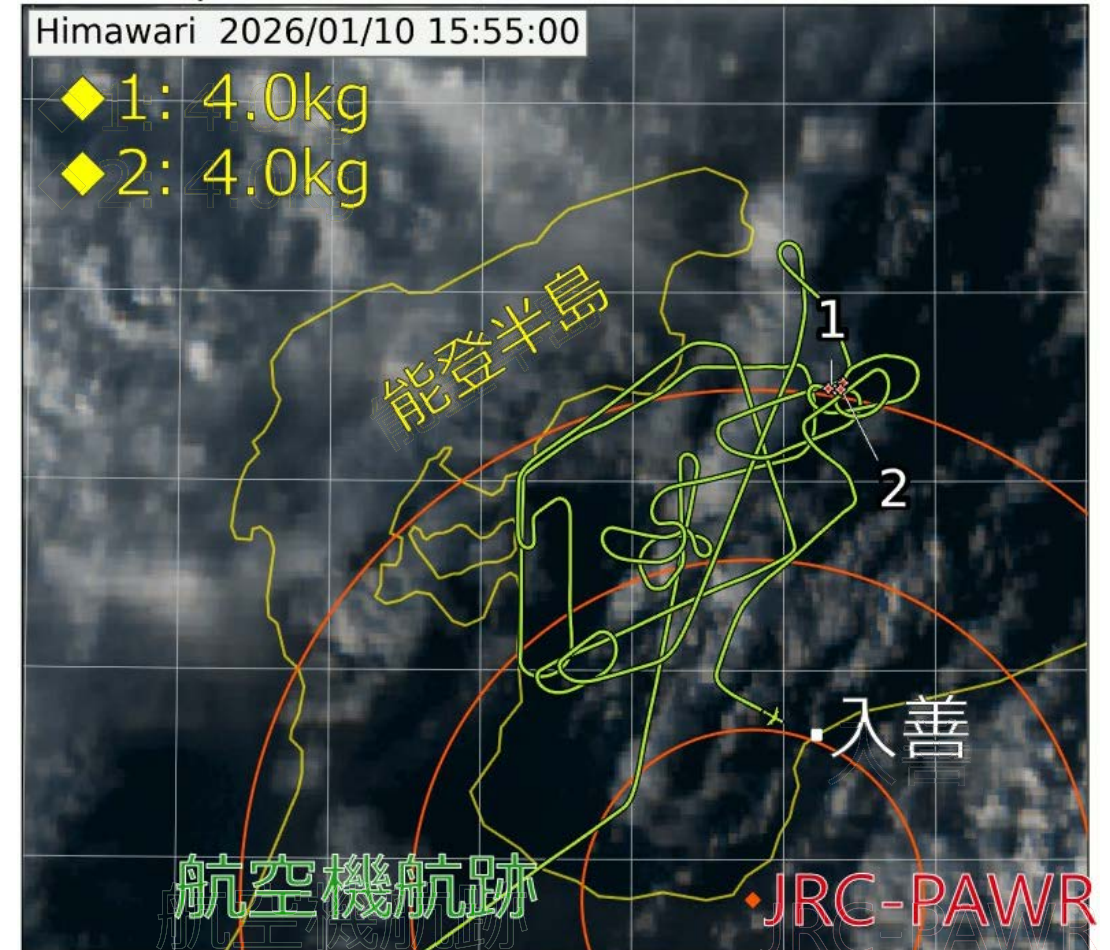
出典 : tenki.jp  
実況天気図(2026年1月10日)  
<https://tenki.jp/past/2026/01/10/chart/>を加工して作成  
(無断転載禁止)



機内から目視  
で対象の雲を  
選定

## シーディングの実施状況 (補正RGB画像)

Exp 2 2026/01/10 15:57:25 (UTC+09:00)

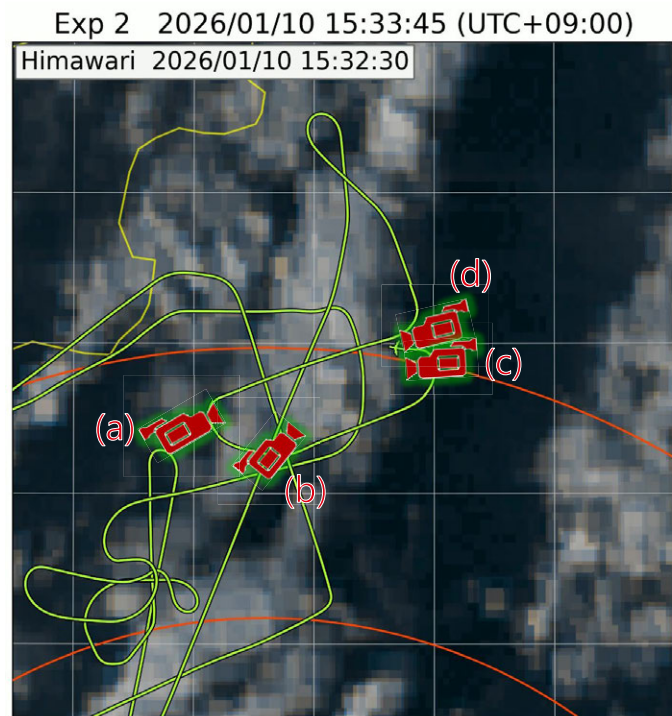




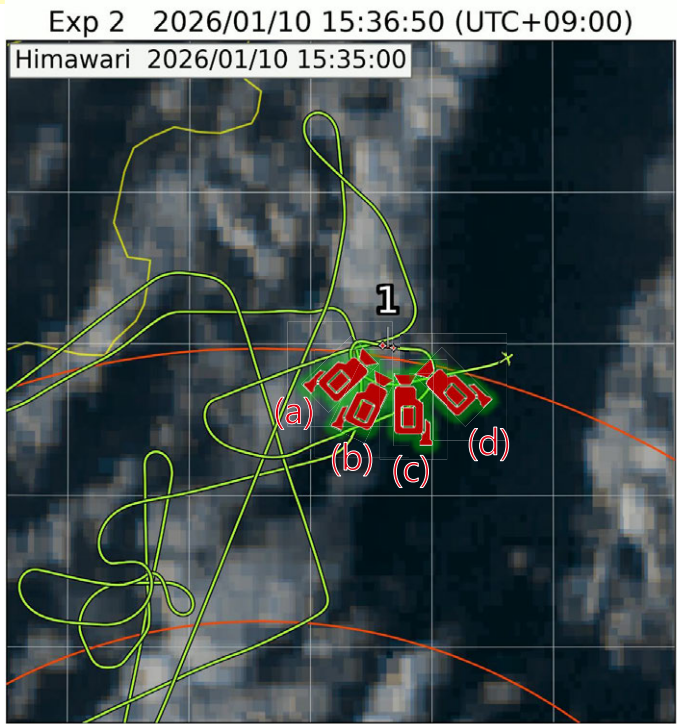
# 静止画像 と 航空機映像: Exp2 シーディング実施

静止画

## 機内から目視によるシーディング(Exp2)対象の雲の選定



シーディング後(Exp2-1)の雲の目視による確認

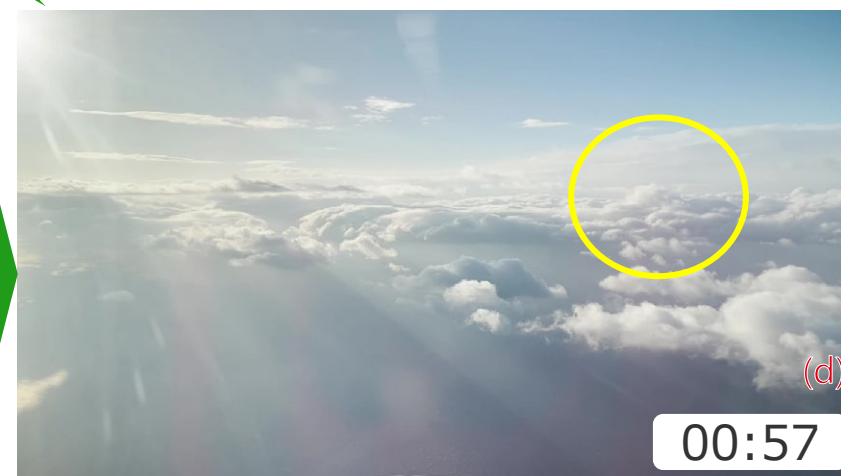
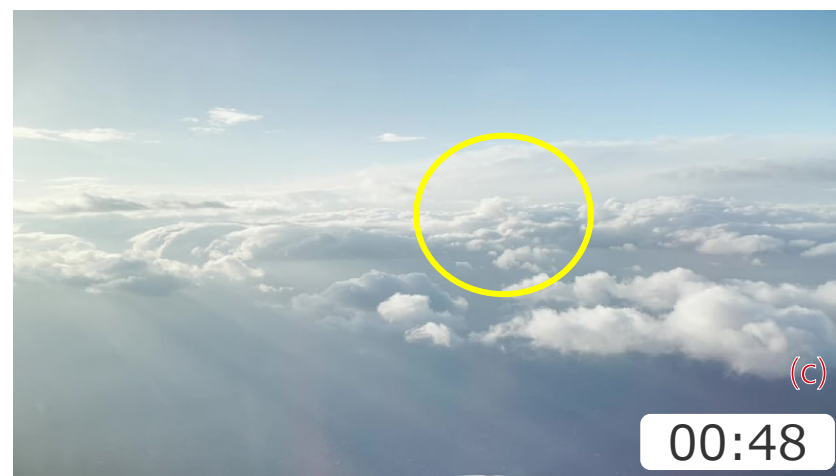
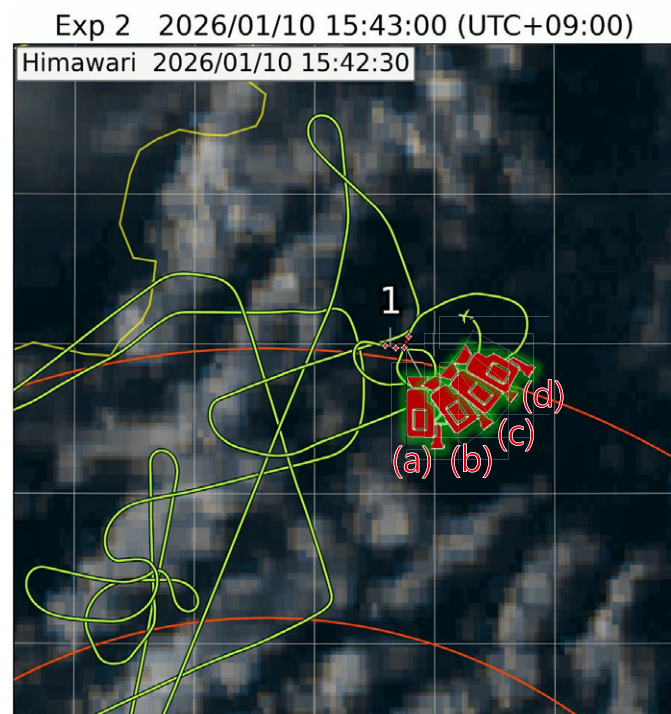




# 静止画像 と 航空機映像: Exp2 シーディング実施

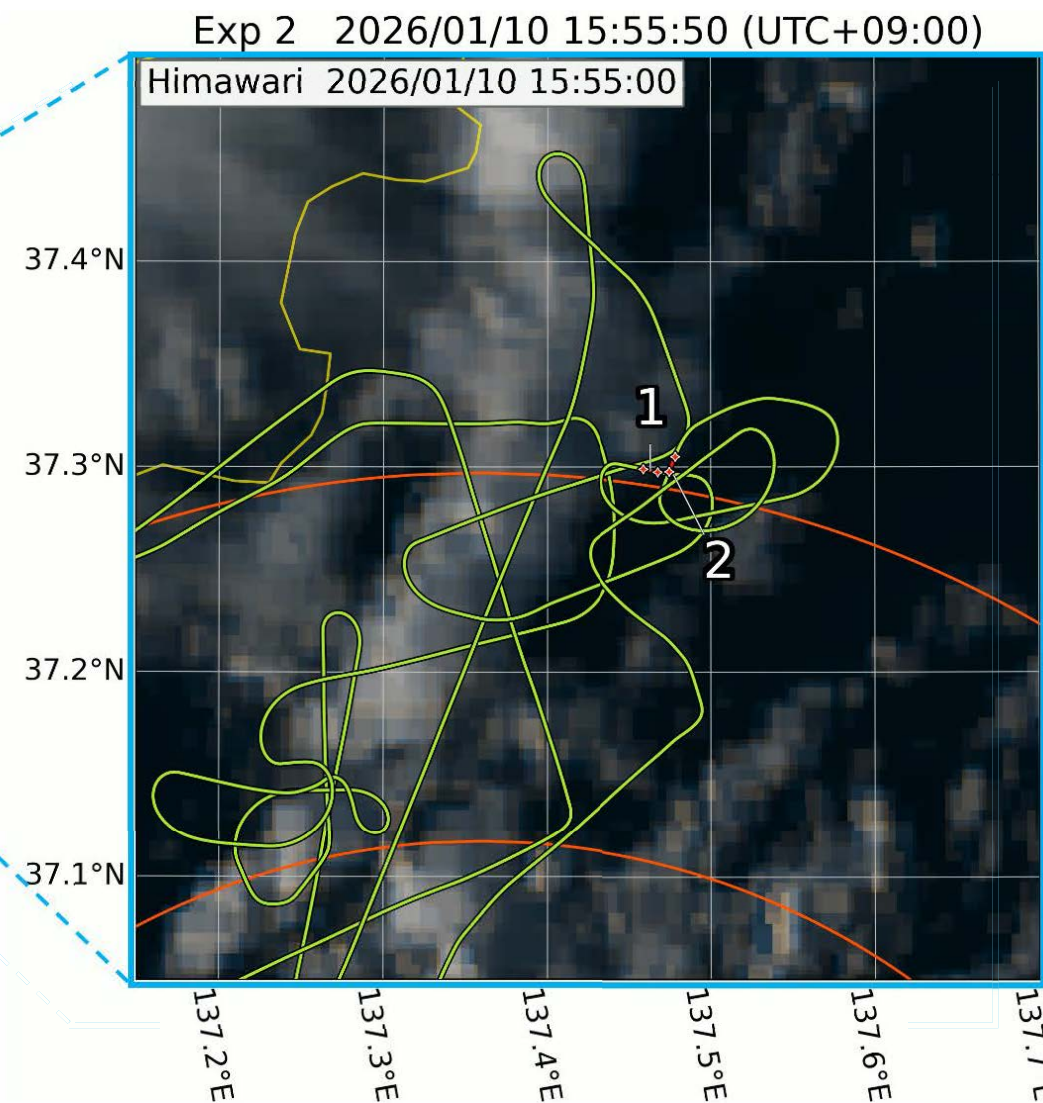
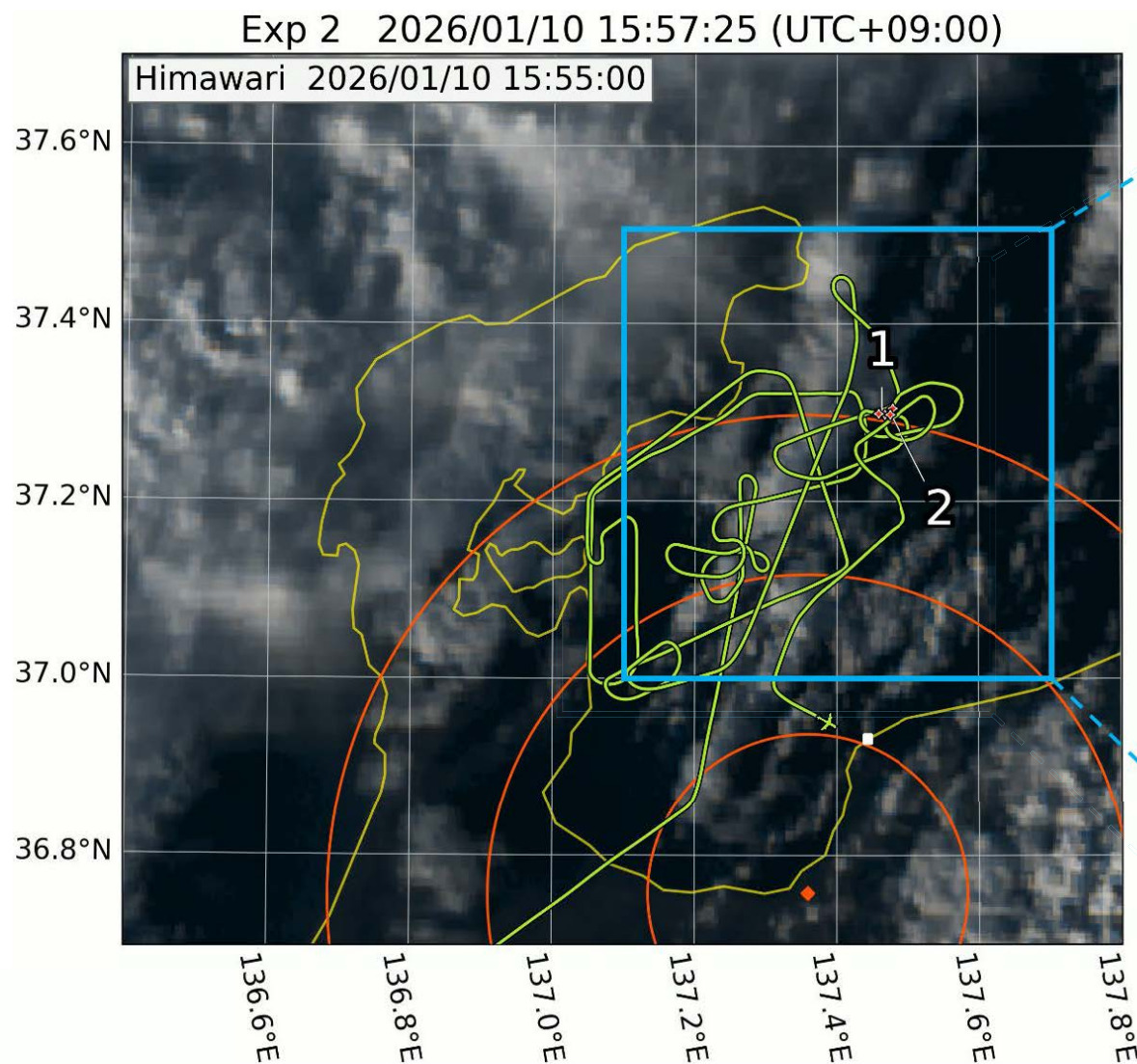
静止画

## シーディング後(Exp2-2)の雲の目視による確認



# シーディング(Exp2)実施前 → 後の静止衛星の変化

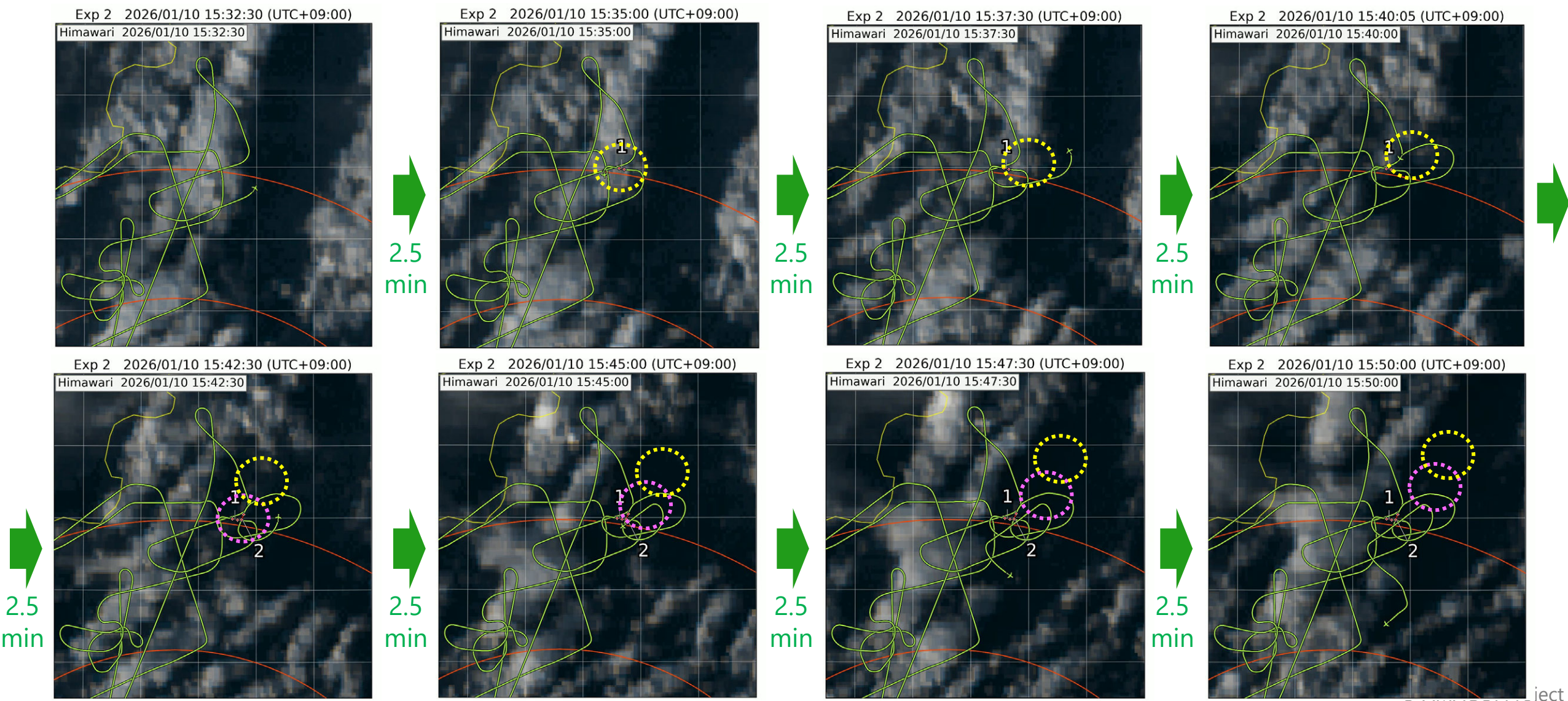
狙った雲に散布は成功しているが、静止衛星では効果は不透明





# Exp2シーディング実施前 → 後の静止衛星の変化

狙った雲に散布は成功しているが、静止衛星では効果は不透明





**2026/01/12 海上実験**

**Exp3 シーディング  
(11:00-11:30)**

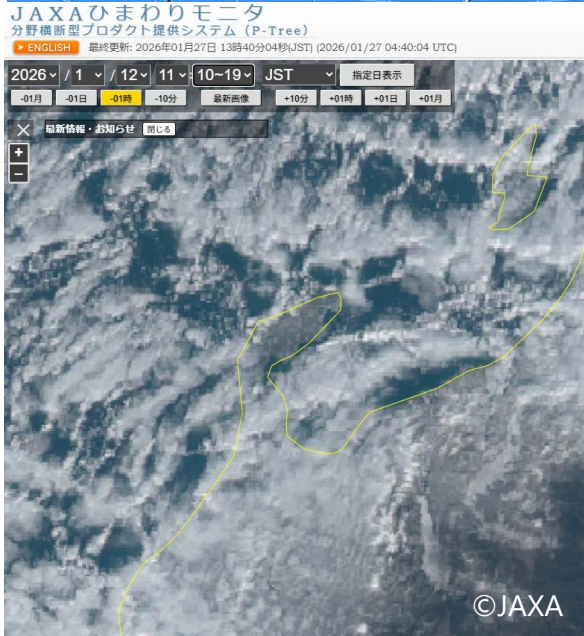
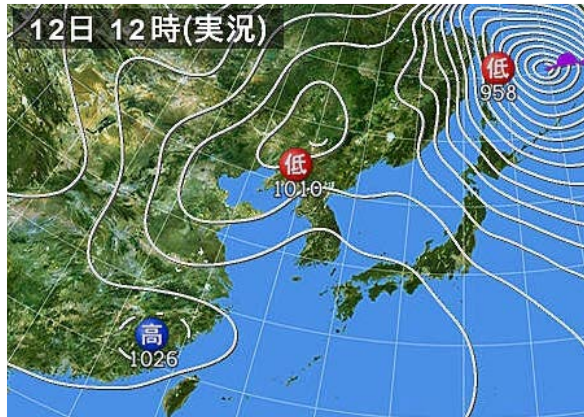
# 概要: 2026/01/12 海上実験 ( Exp3 )

## 富山湾上に広がった層状雲に対してシーディングを実施

### 天気概況

寒冷前線通過  
後の入善町沿  
岸で実施

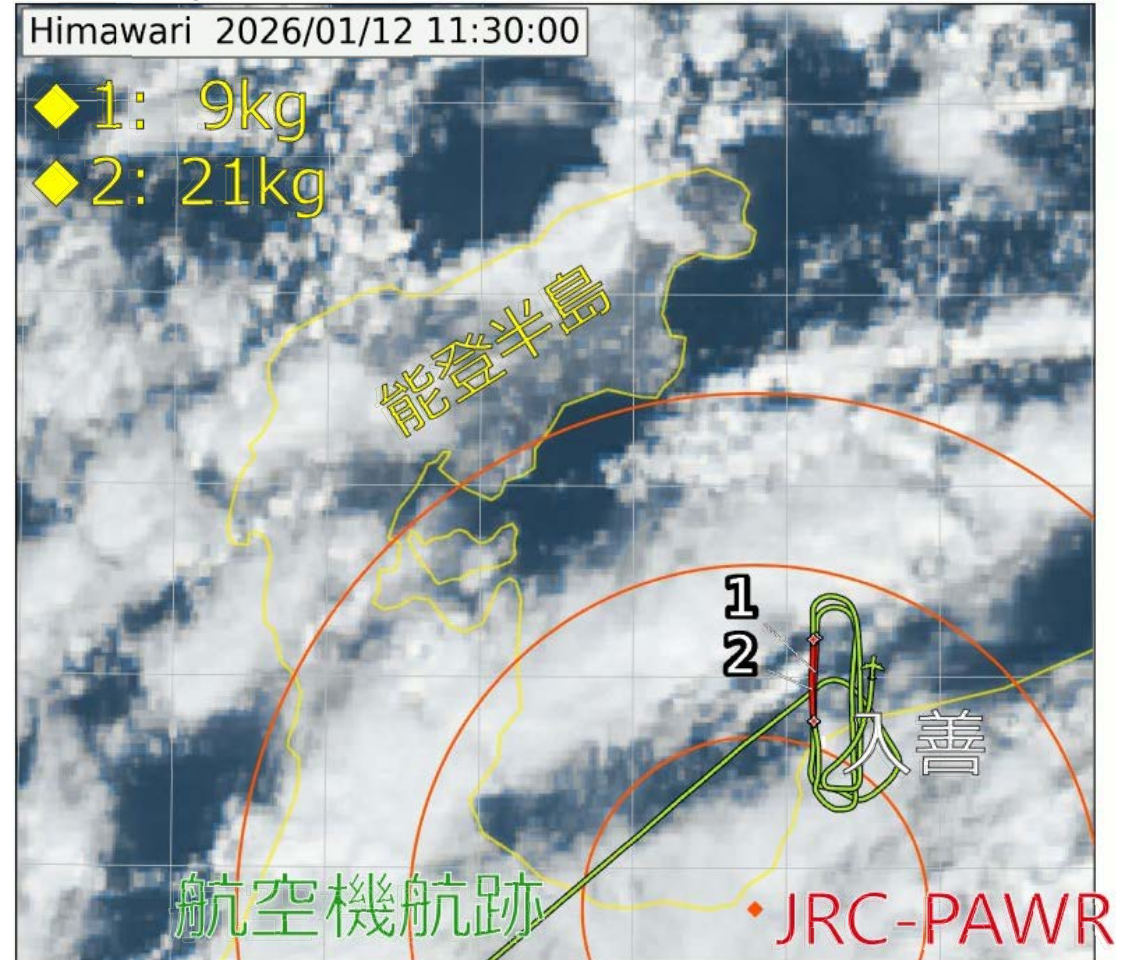
出典: tenki.jp  
実況天気図(2026年1月12日)  
<https://tenki.jp/past/2026/01/12/chart/>を加工して作成  
(無断転載禁止)



富山湾上に雲  
が広く分布し、  
実験時間帯を  
通して維持さ  
れていた

### シーディングの実施状況 (補正RGB画像)

Exp 3 2026/01/12 11:32:25 (UTC+09:00)





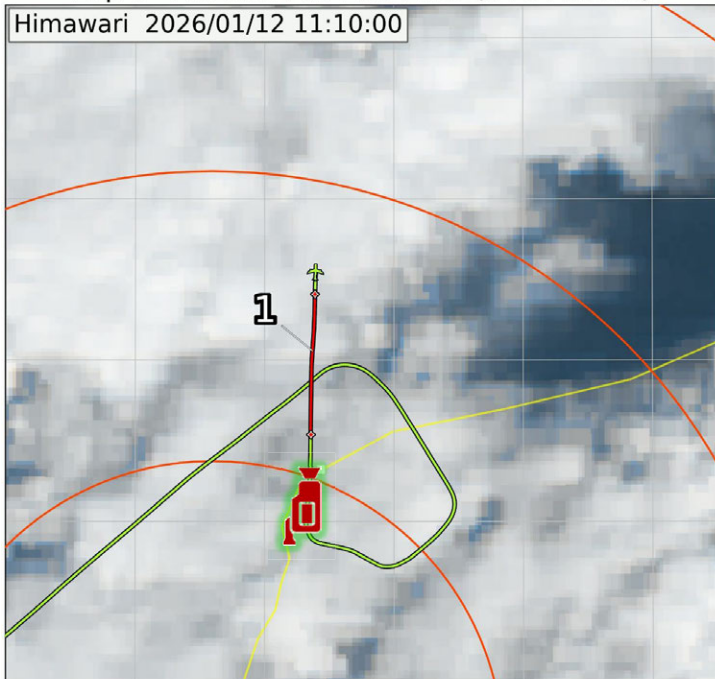
# 静止画像 と 航空機映像: Exp3 シーディング実施

静止画

## シーディング(Exp3-1)時の機内の状況

Exp 3 2026/01/12 11:11:15 (UTC+09:00)

Himawari 2026/01/12 11:10:00





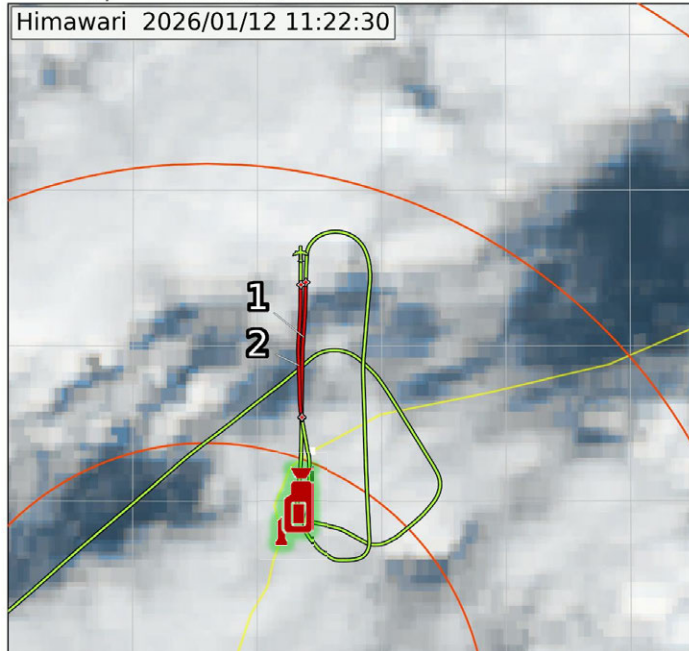
# 静止画像 と 航空機映像: Exp3 シーディング実施

静止画

## シーディング(Exp3-2)時の機内の状況

Exp 3 2026/01/12 11:22:45 (UTC+09:00)

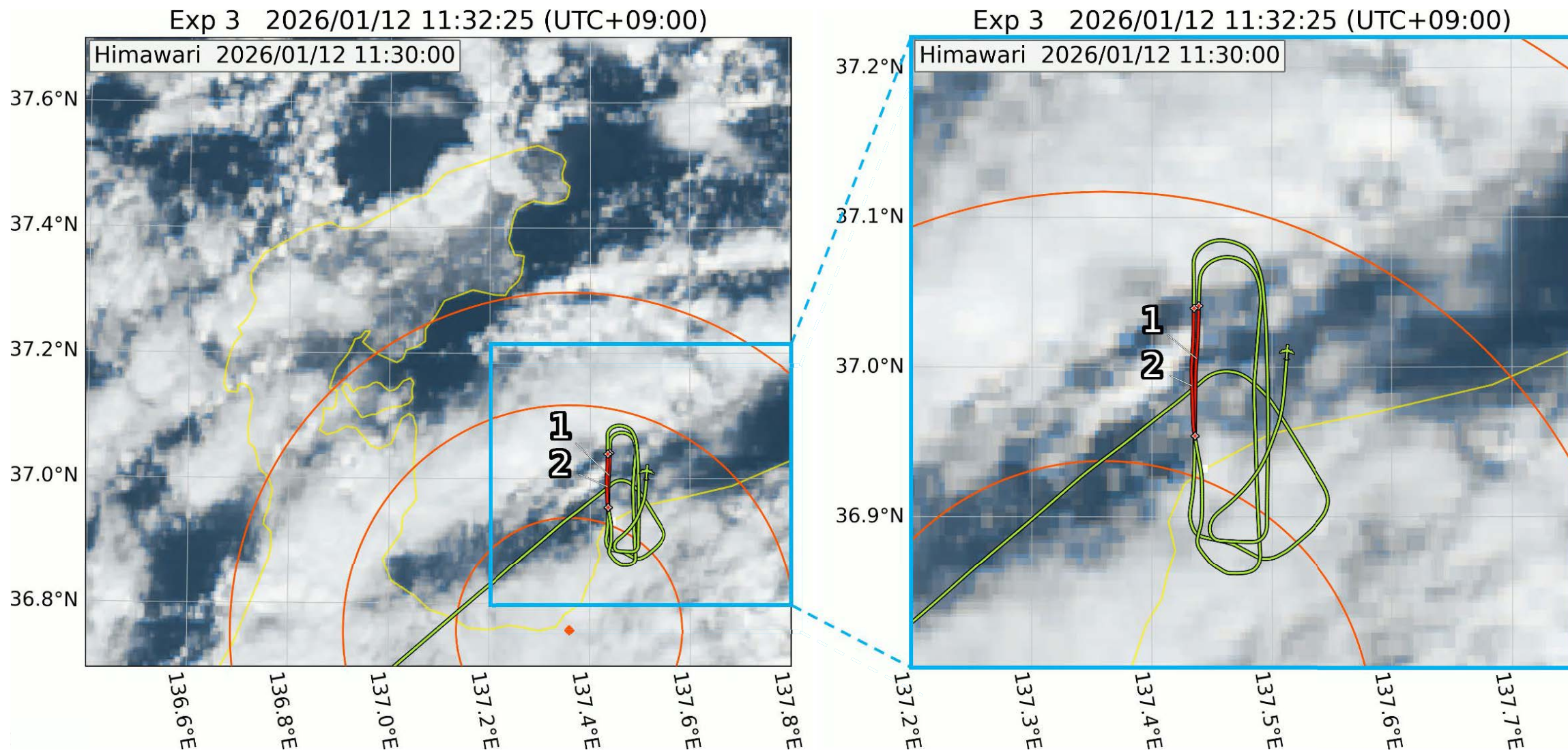
Himawari 2026/01/12 11:22:30





# Exp3シーディング実施前 → 後の静止衛星の変化

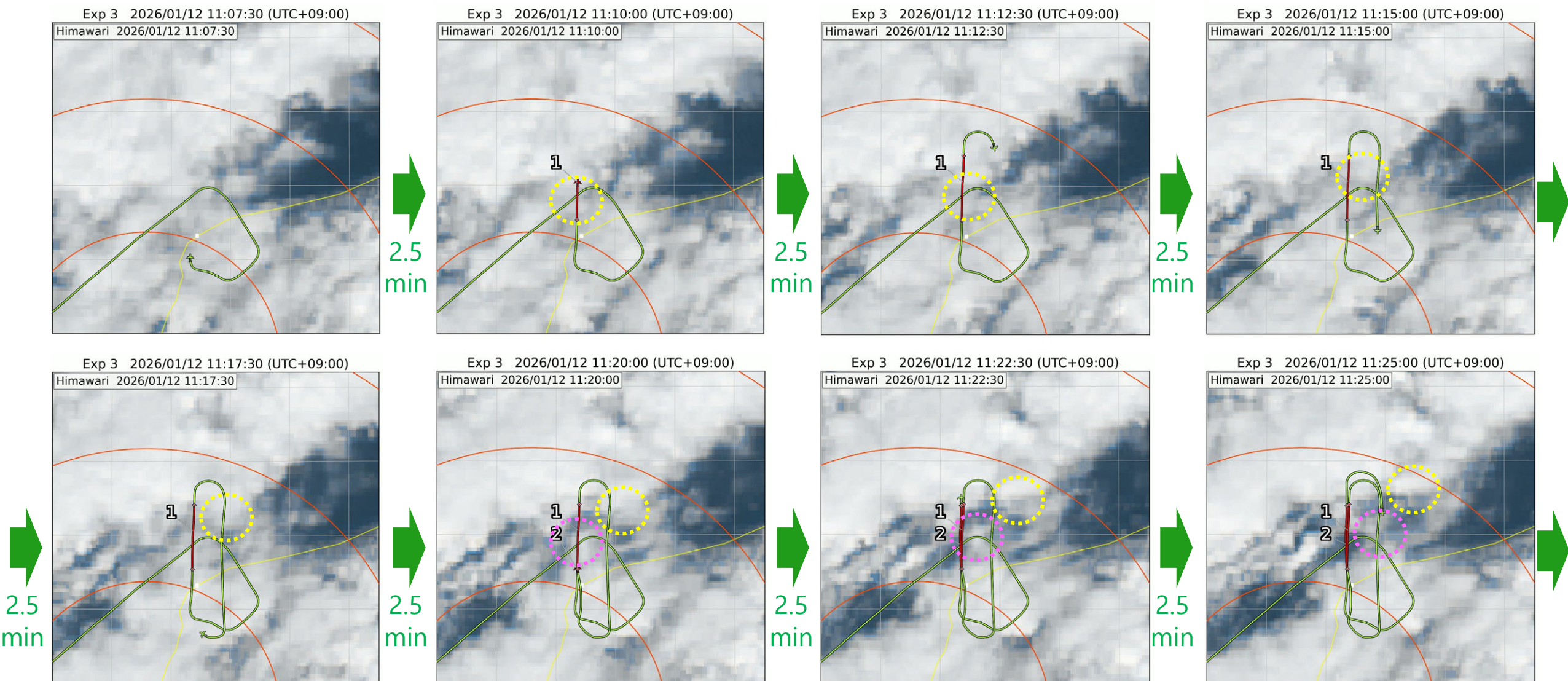
シーディング開始後に海岸線沿いに晴域が広がり静止衛星では判別困難





# Exp3シーディング実施前 → 後の静止衛星の変化

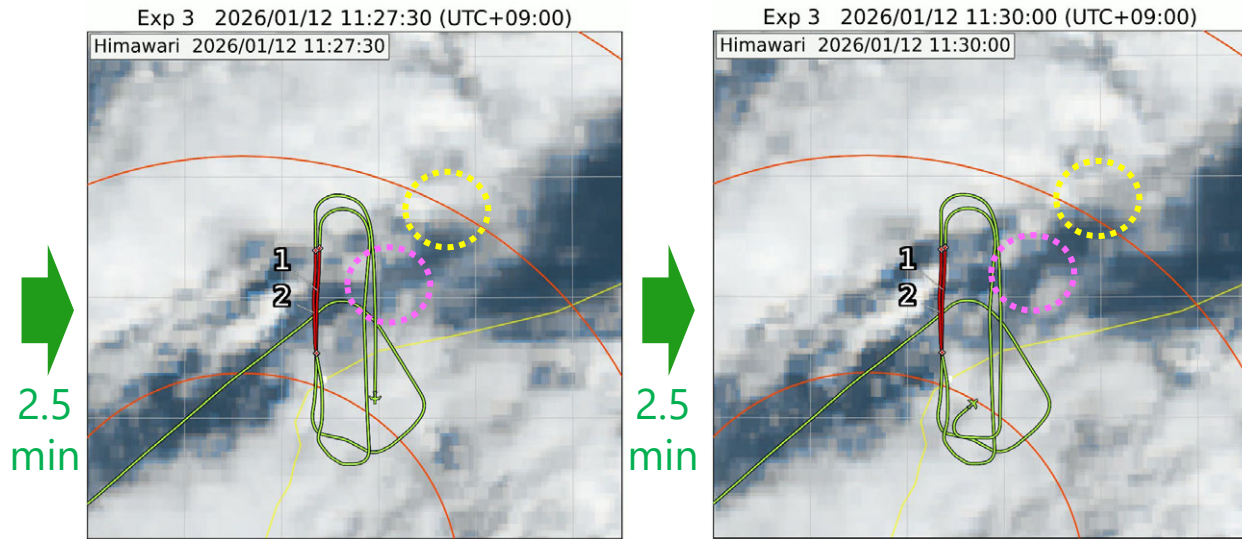
シーディング開始後に海岸線沿いに晴域が広がり静止衛星では判別困難





# Exp3シーディング実施前 → 後の静止衛星の変化

シーディング開始後に海岸線沿いに晴域が広がり効果判定が困難に



**2026/01/07 陸上実験**

**Exp4 シーディング**

**(Exp4a 13:10-13:40)**

**(Exp4b 13:40-14:20)**

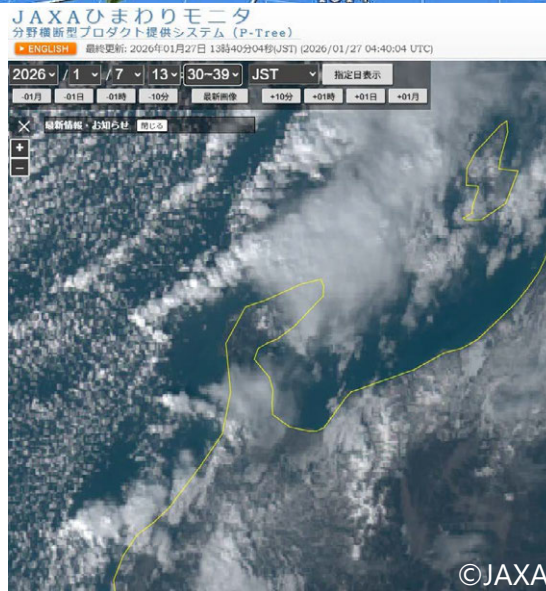
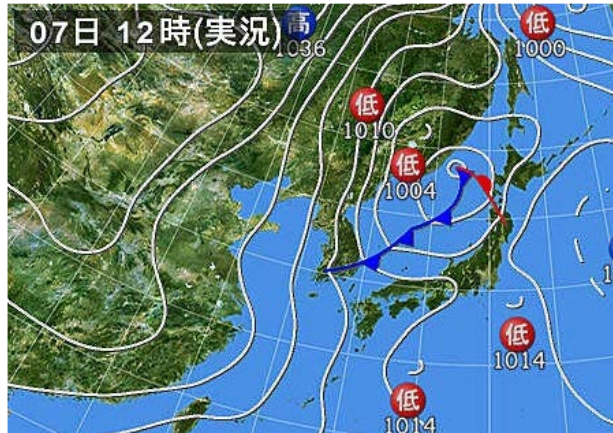
# 概要: 2026/01/07 陸上実験( Exp4a )

## 地上観測所上空に対して連続した陸域実験・シーディング

### 天気概況

寒冷前線通過前  
の入善  
上空で実施

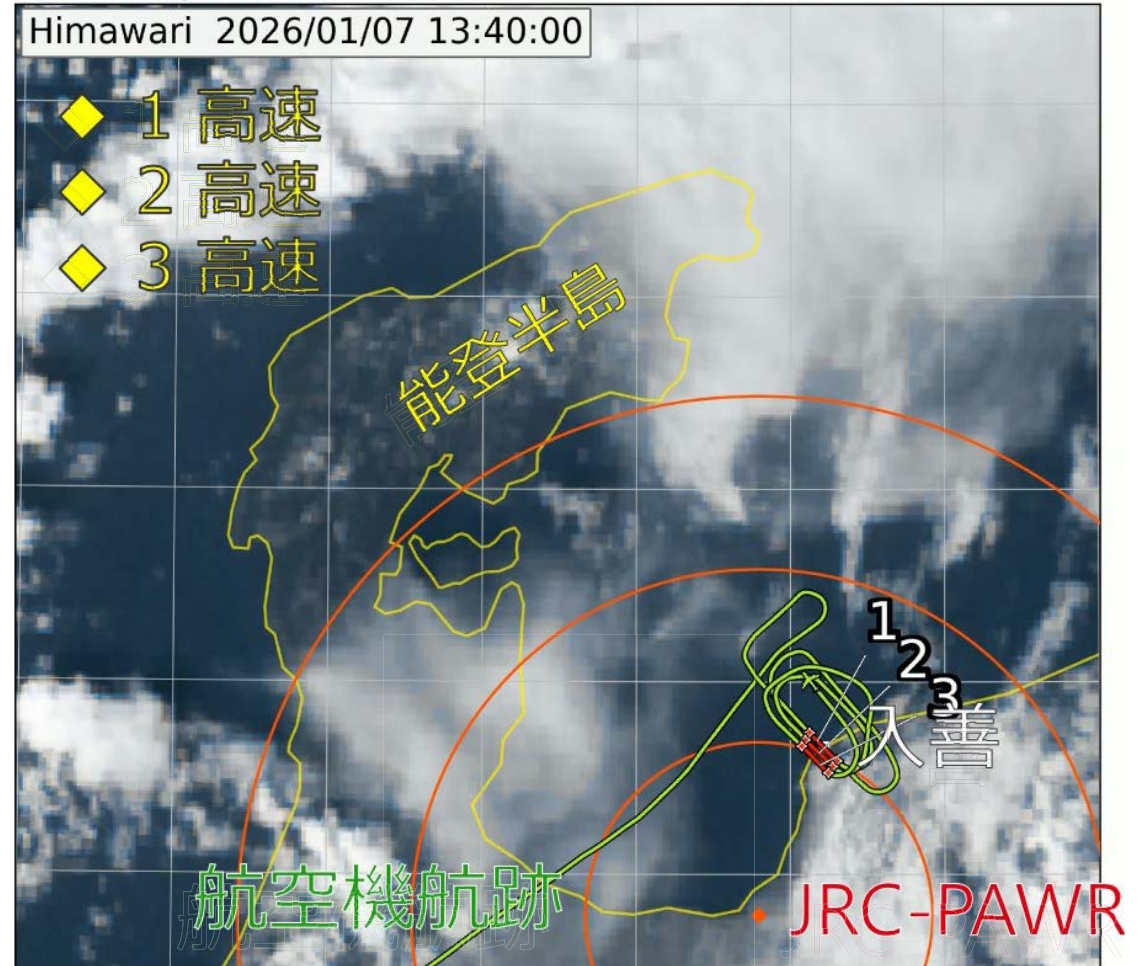
出典: tenki.jp  
実況天気図(2026年1月7日)  
<https://tenki.jp/past/2026/01/07/chart/>を加工して作成  
(無断転載禁止)



入善上空では  
雲の分布が少  
ない状態が維  
持されていた

### シーディングの実施状況 (補正RGB画像)

Exp 4a 2026/01/07 13:42:25 (UTC+09:00)

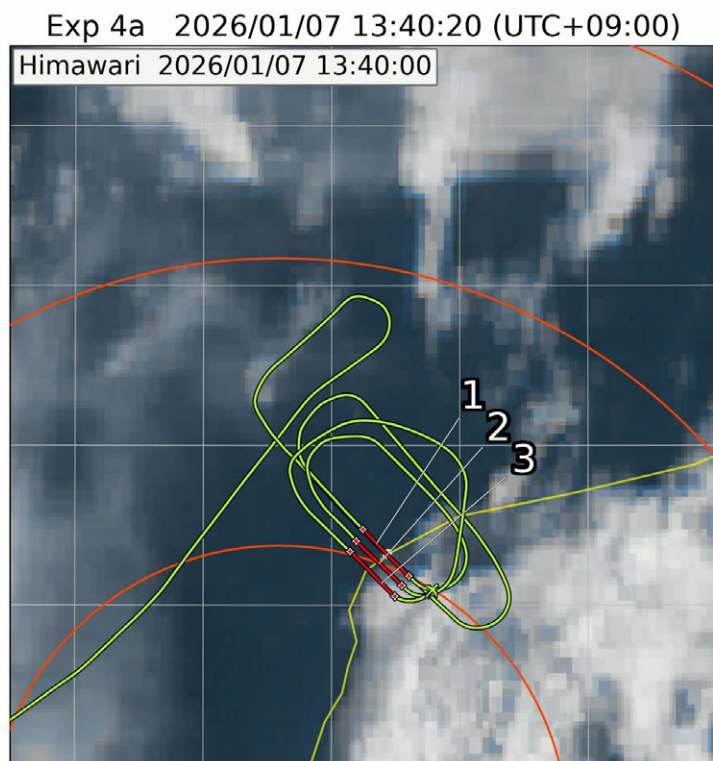




# 静止画像 と 航空機映像: Exp4a シーディング実施

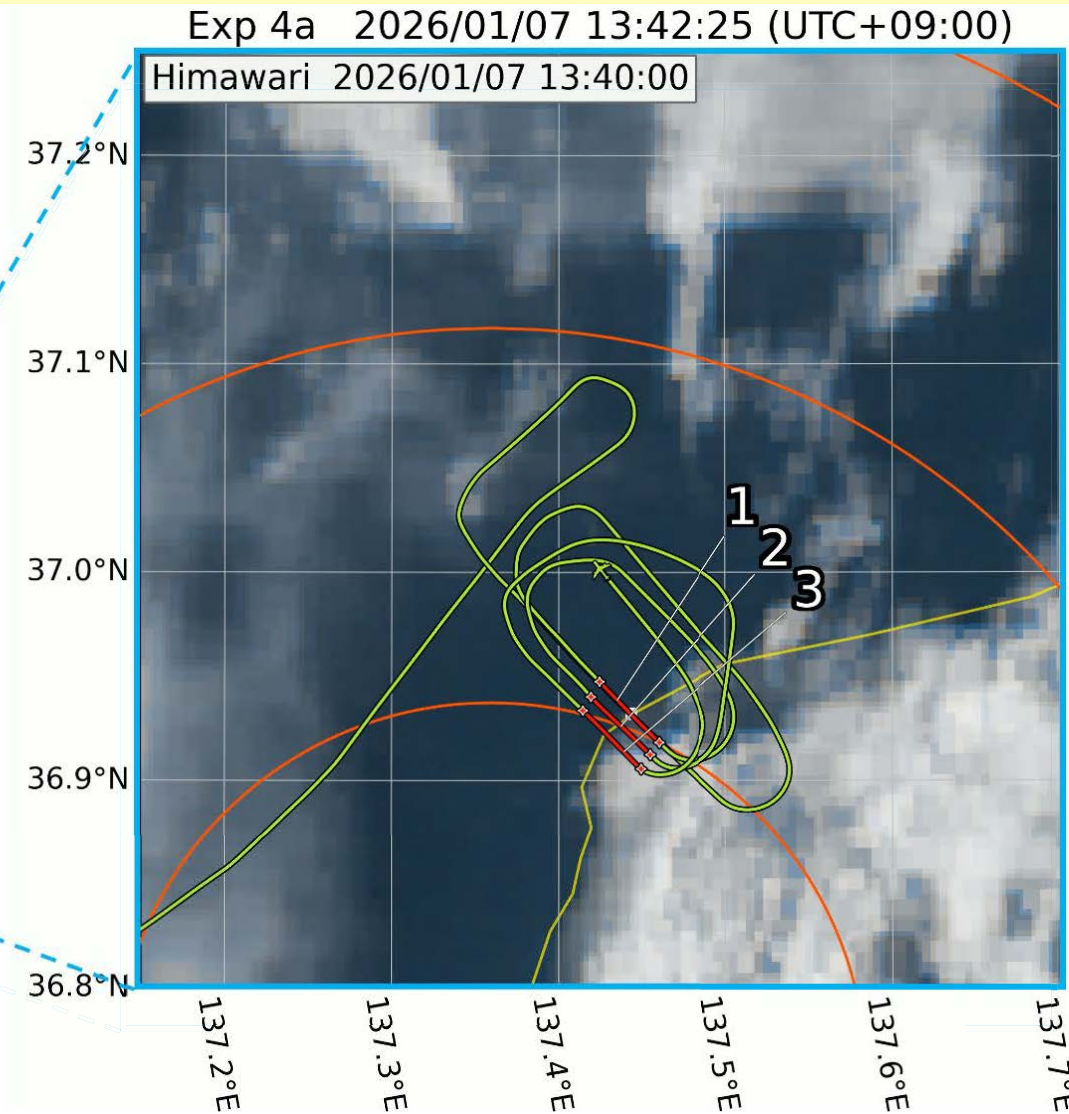
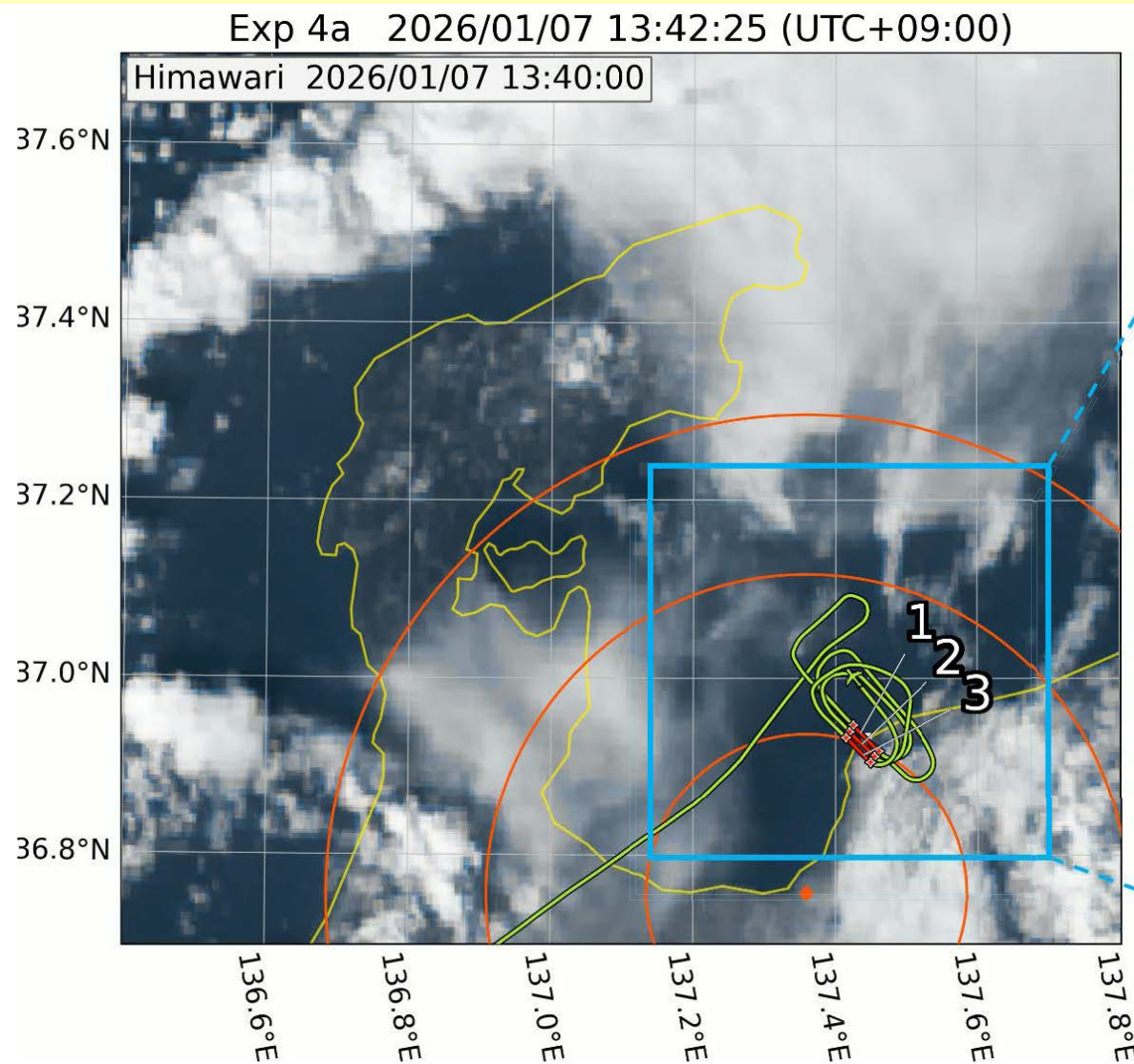
静止画

## Exp4aシーディング時間帯の上空から



# Exp4aシーディング実施前 → 後の静止衛星の変化

衛星画像からは明確な雲生成・変化を自然変動と判別できない

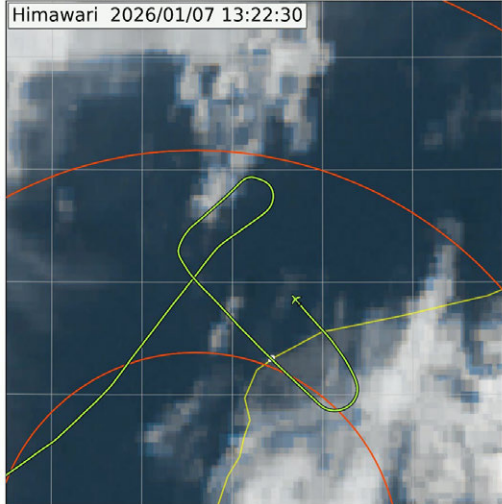




# Exp4aシーディング実施前 → 後の静止衛星の変化

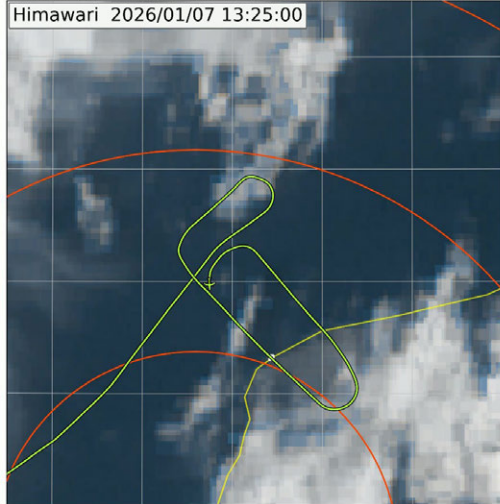
衛星画像からは明確な雲生成・変化を自然変動と判別できない

Exp 4a 2026/01/07 13:22:30 (UTC+09:00)



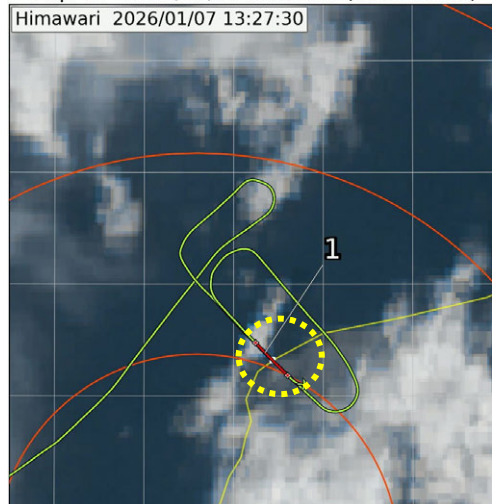
2.5 min

Exp 4a 2026/01/07 13:25:00 (UTC+09:00)



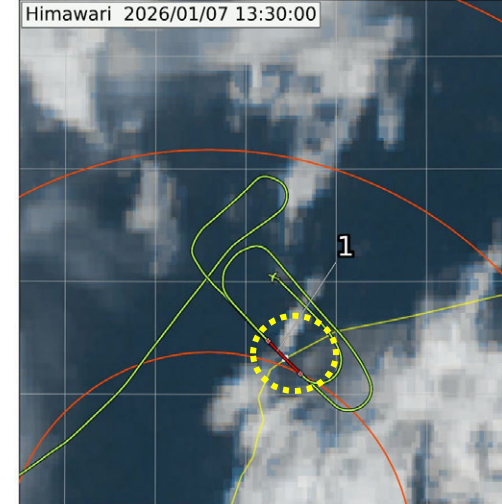
2.5 min

Exp 4a 2026/01/07 13:27:30 (UTC+09:00)

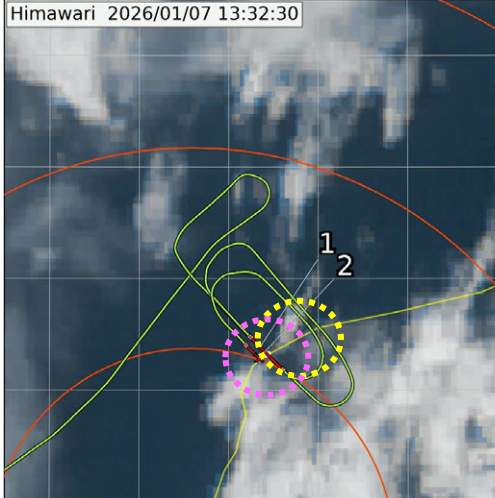


2.5 min

Exp 4a 2026/01/07 13:30:00 (UTC+09:00)

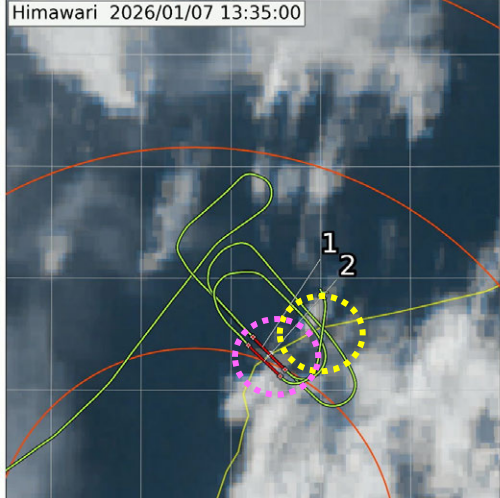


Exp 4a 2026/01/07 13:32:30 (UTC+09:00)



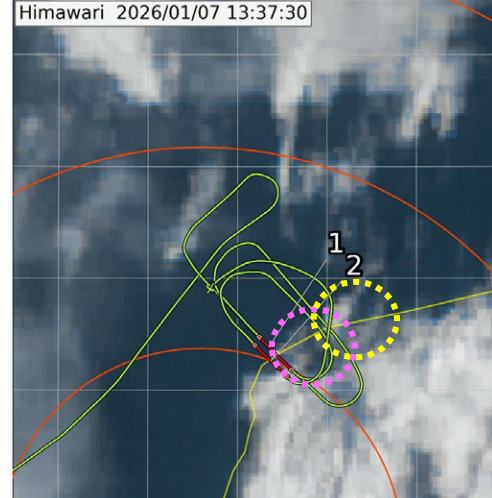
2.5 min

Exp 4a 2026/01/07 13:35:00 (UTC+09:00)



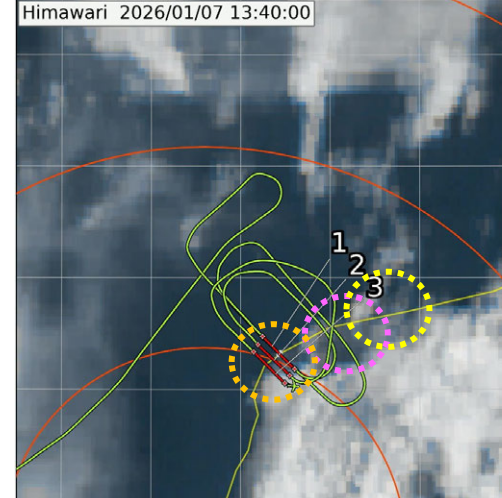
2.5 min

Exp 4a 2026/01/07 13:37:30 (UTC+09:00)



2.5 min

Exp 4a 2026/01/07 13:40:00 (UTC+09:00)





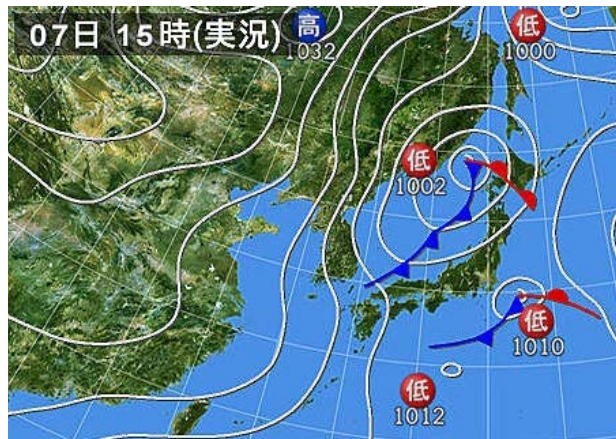
# 概要: 2026/01/07 陸上実験( Exp4b )

## 地上観測所上空に対して連続した陸域実験・シーディング

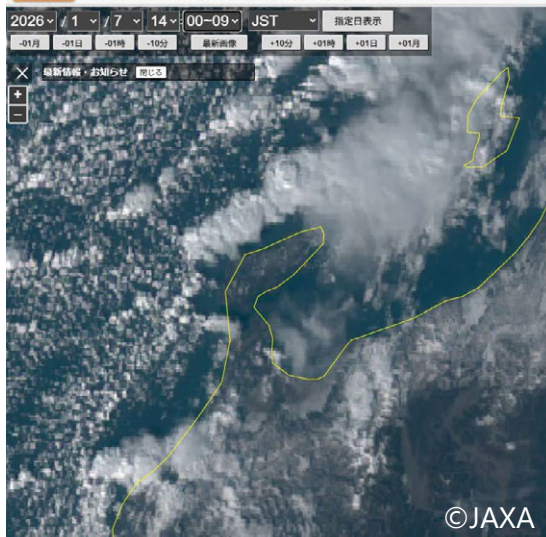
### 天気概況

寒冷前線通過前  
の入善  
上空で実施

出典: tenki.jp  
実況天気図(2026年1月7日)  
<https://tenki.jp/past/2026/01/07/chart/>を加工して作成  
(無断転載禁止)



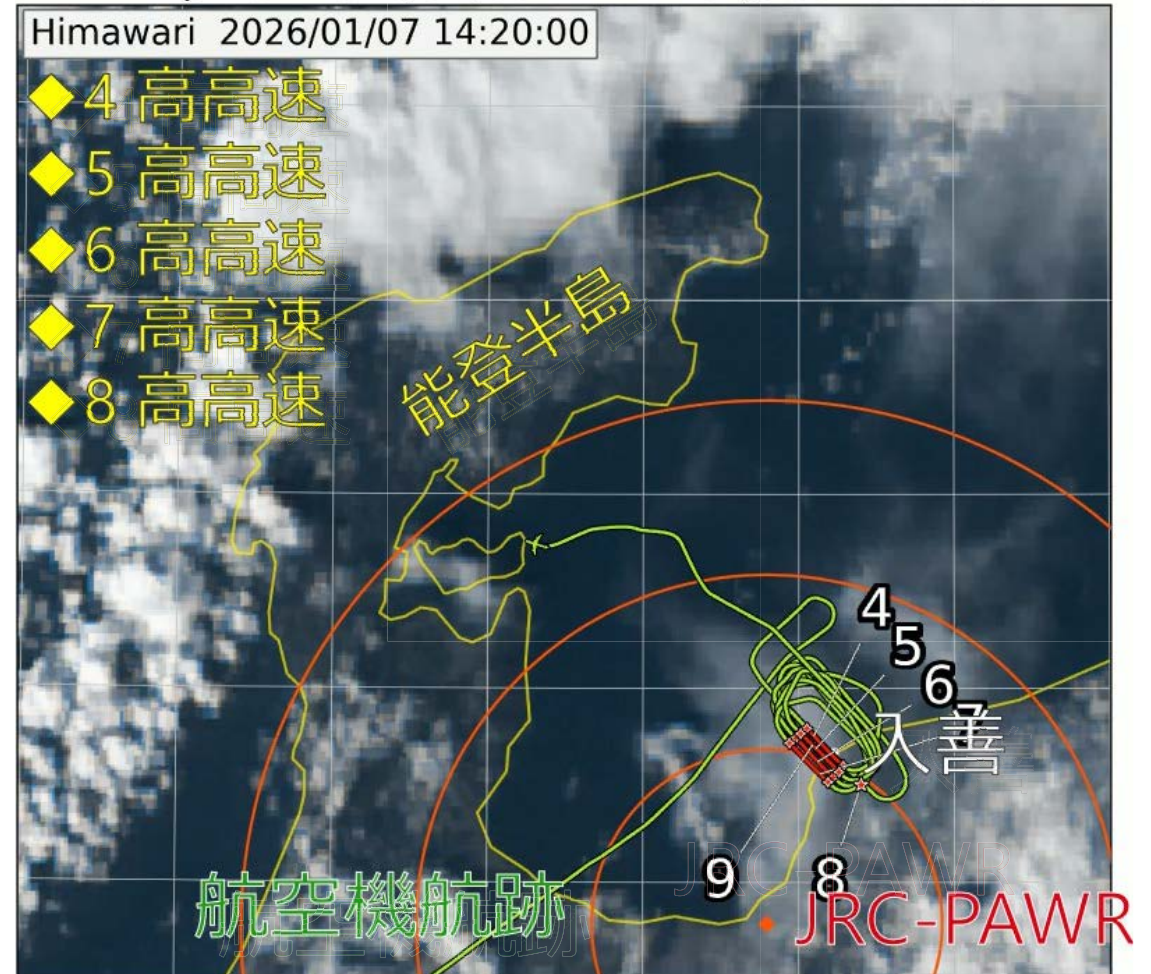
JAXAひまわりモニタ  
分野横断型プロダクト提供システム (P-Tree)  
最終更新: 2026年01月27日 13時40分04秒(JST) (2026/01/27 04:40:04 UTC)



入善上空では  
雲の分布が少  
ない状態が維  
持されていた

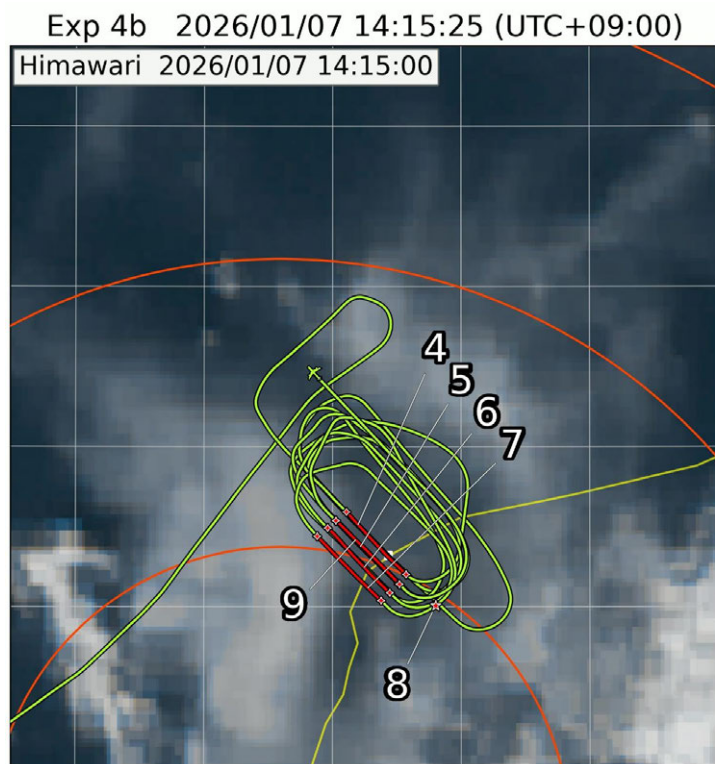
### シーディングの実施状況 (補正RGB画像)

Exp 4b 2026/01/07 14:22:25 (UTC+09:00)





### Exp4bシーディング時の機内（ドライアイス押出機）

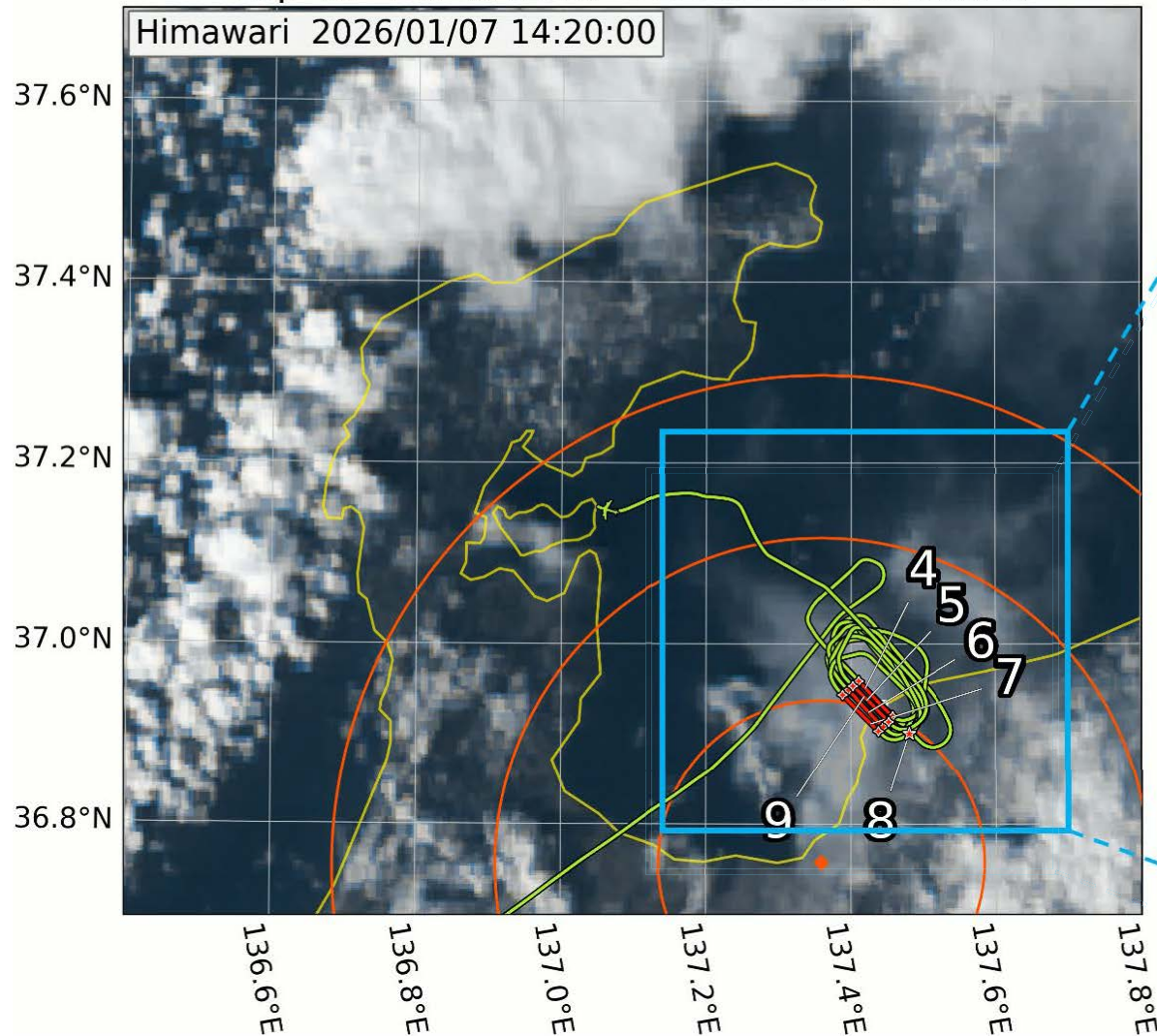


散布用ドライアイス充填作業

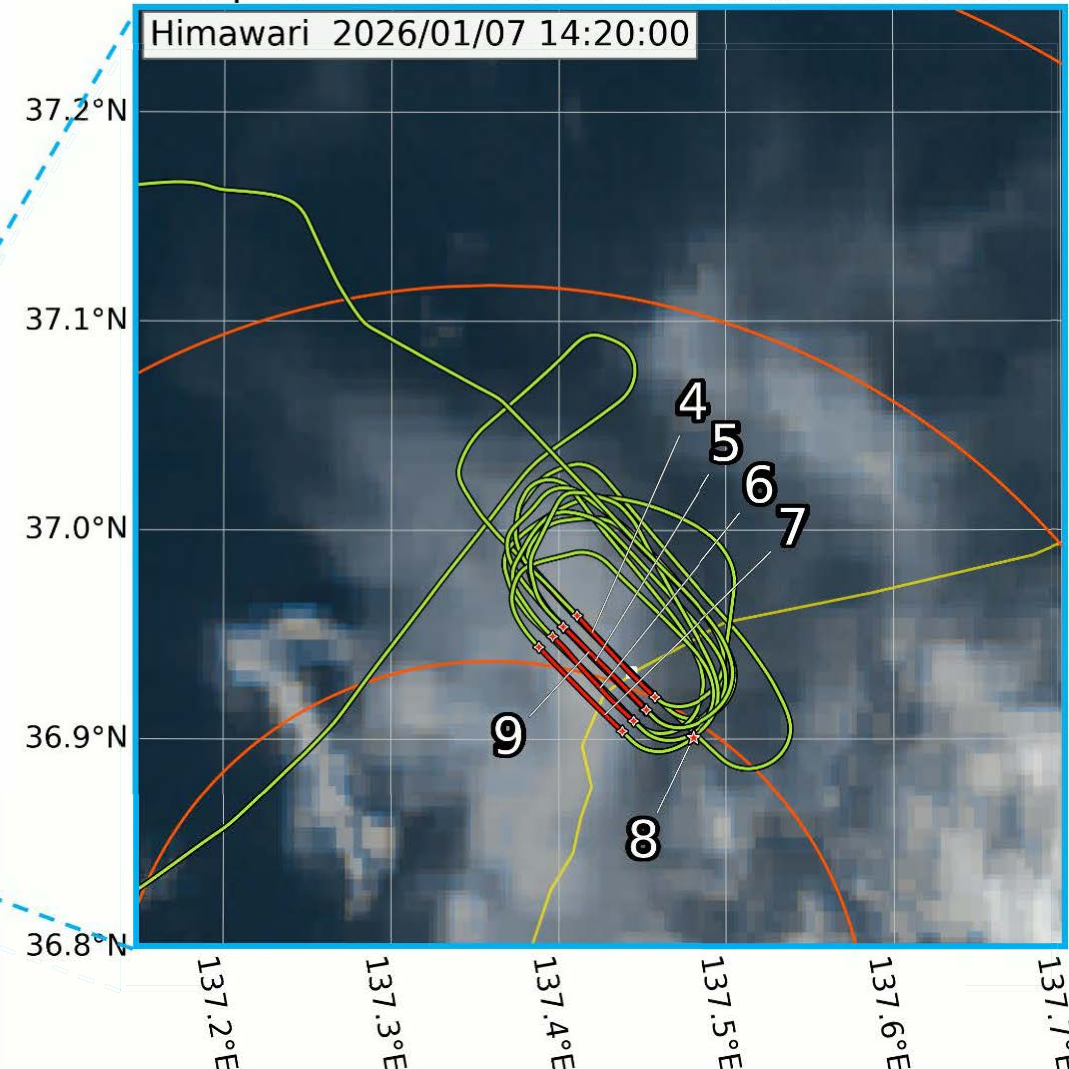
# Exp4bシーディング実施前 → 後の静止衛星の変化

## シーディング後の雲変化は自然変動と区別困難

Exp 4b 2026/01/07 14:22:25 (UTC+09:00)



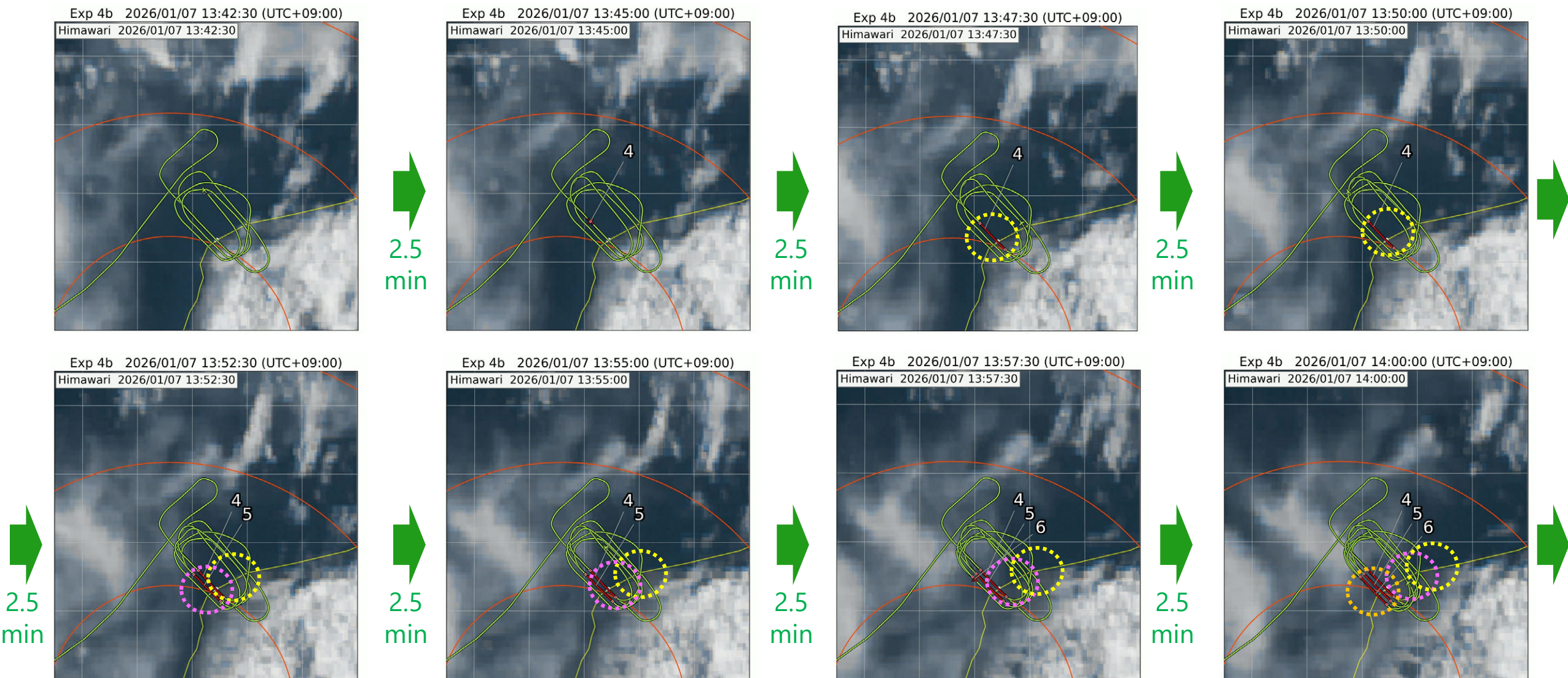
Exp 4b 2026/01/07 14:22:00 (UTC+09:00)





# Exp4bシーディング実施前 → 後の静止衛星の変化

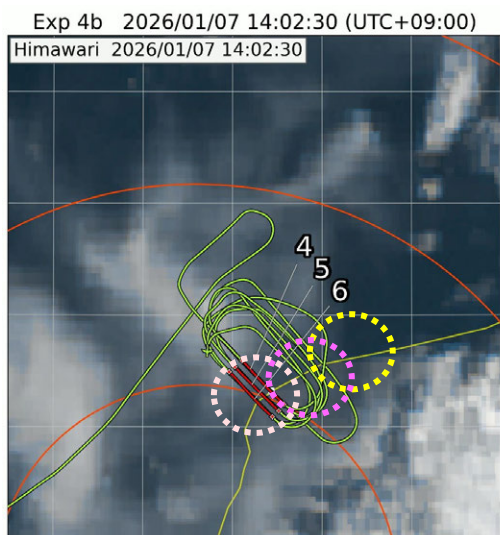
衛星画像からは明確な雲生成・変化を自然変動と判別できない



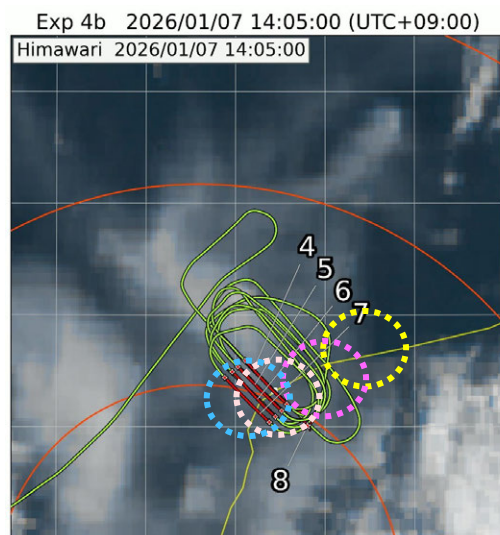


# Exp4bシーディング実施前 → 後の静止衛星の変化

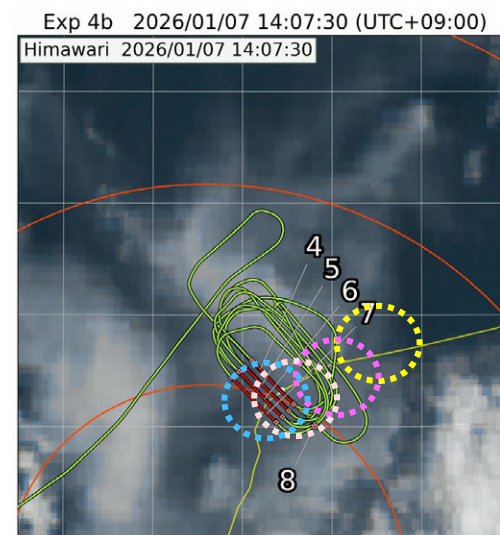
衛星画像からは明確な雲生成・変化を自然変動と判別できない



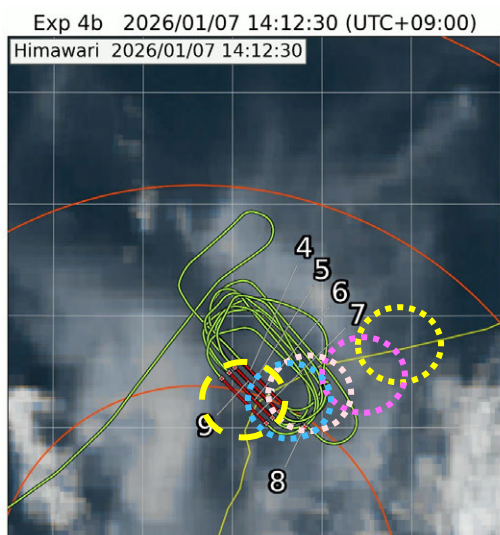
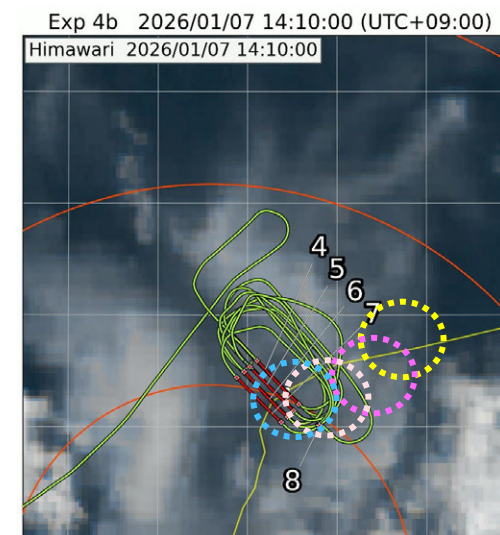
2.5 min



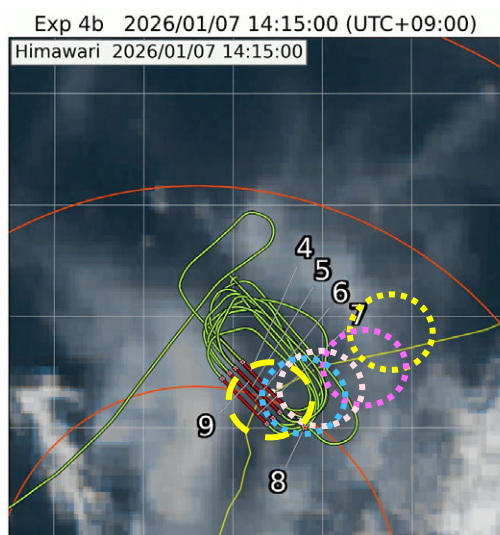
2.5 min



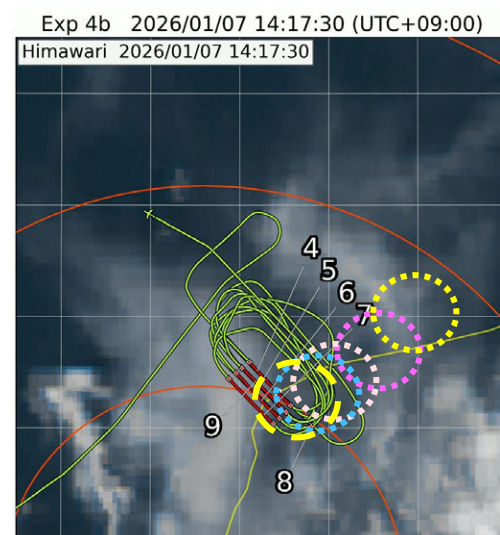
2.5 min



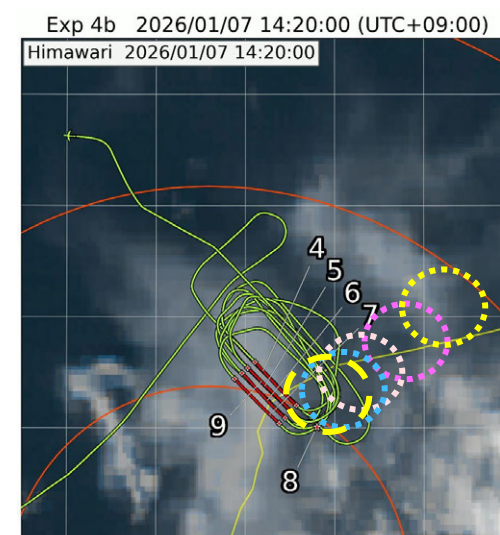
2.5 min



2.5 min



2.5 min



**2026/01/13 海上実験**

**Exp5 シーディング  
(11:00-11:30)**



# 概要: 2026/01/13 海上実験 ( Exp5 )

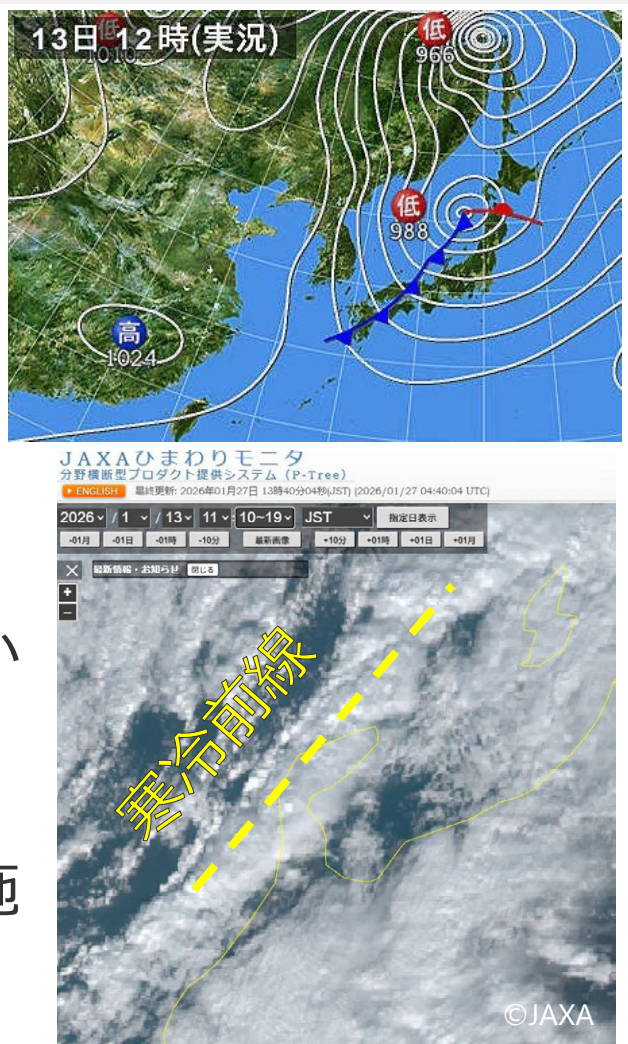
寒冷前線前面の富山湾で海上実験を実施し計30kgのドライアイスを散布

## 天気概況

寒冷前線の  
前面で実施

出典 : tenki.jp  
実況天気図(2026年1月13日)  
<https://tenki.jp/past/2026/01/13/chart/>を加工して作成  
(無断転載禁止)

能登半島に  
寒冷前線がか  
かる中、  
その前面の  
富山湾で実施



## シーディングの実施状況 (補正RGB画像)

Exp 5 2026/01/13 11:32:25 (UTC+09:00)





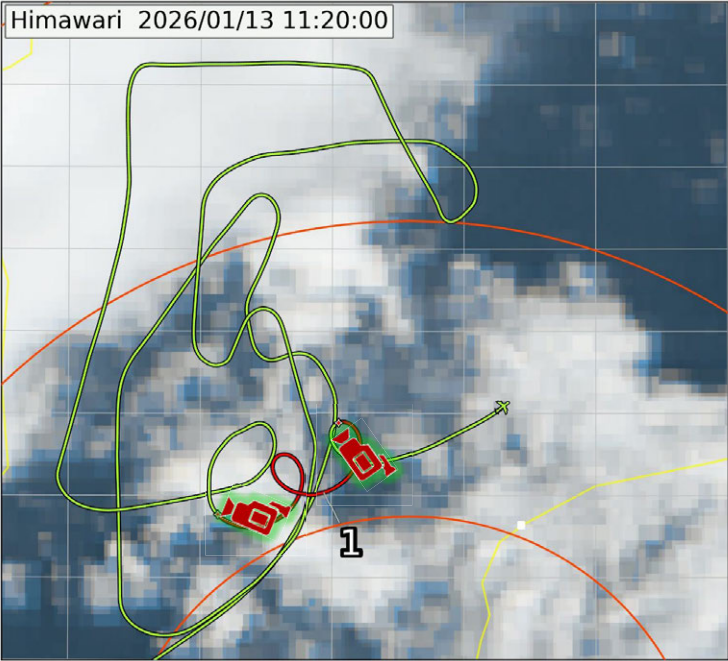
# 静止画像 と 航空機映像: Exp5 シーディング実施

静止画

旋回しながら連続して30kg (約3分30秒) のシーディングを実施

Exp 5 2026/01/13 11:20:55 (UTC+09:00)

Himawari 2026/01/13 11:20:00



左旋回しながら  
シーディング

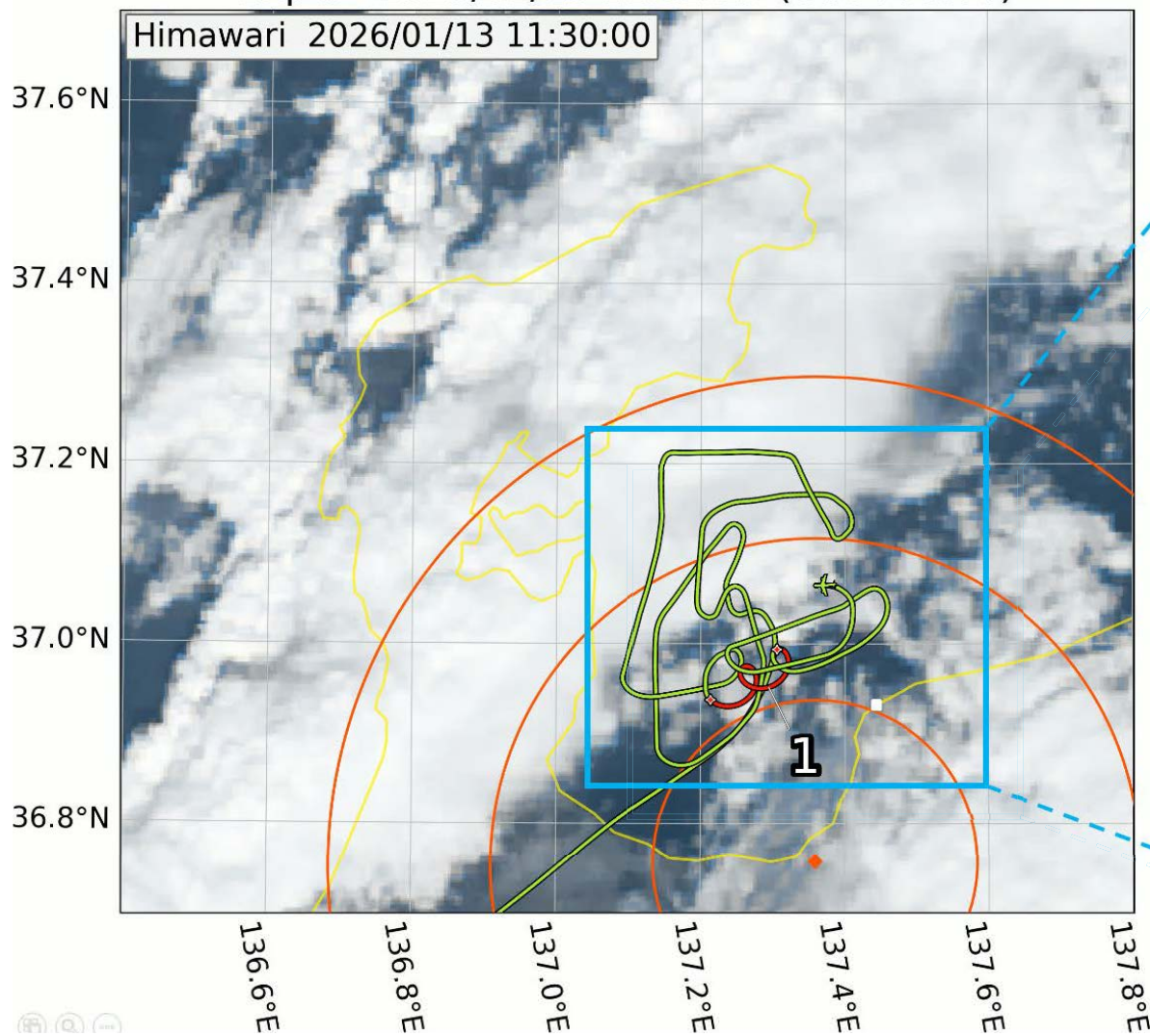
シーディング中

シーディング後の観察

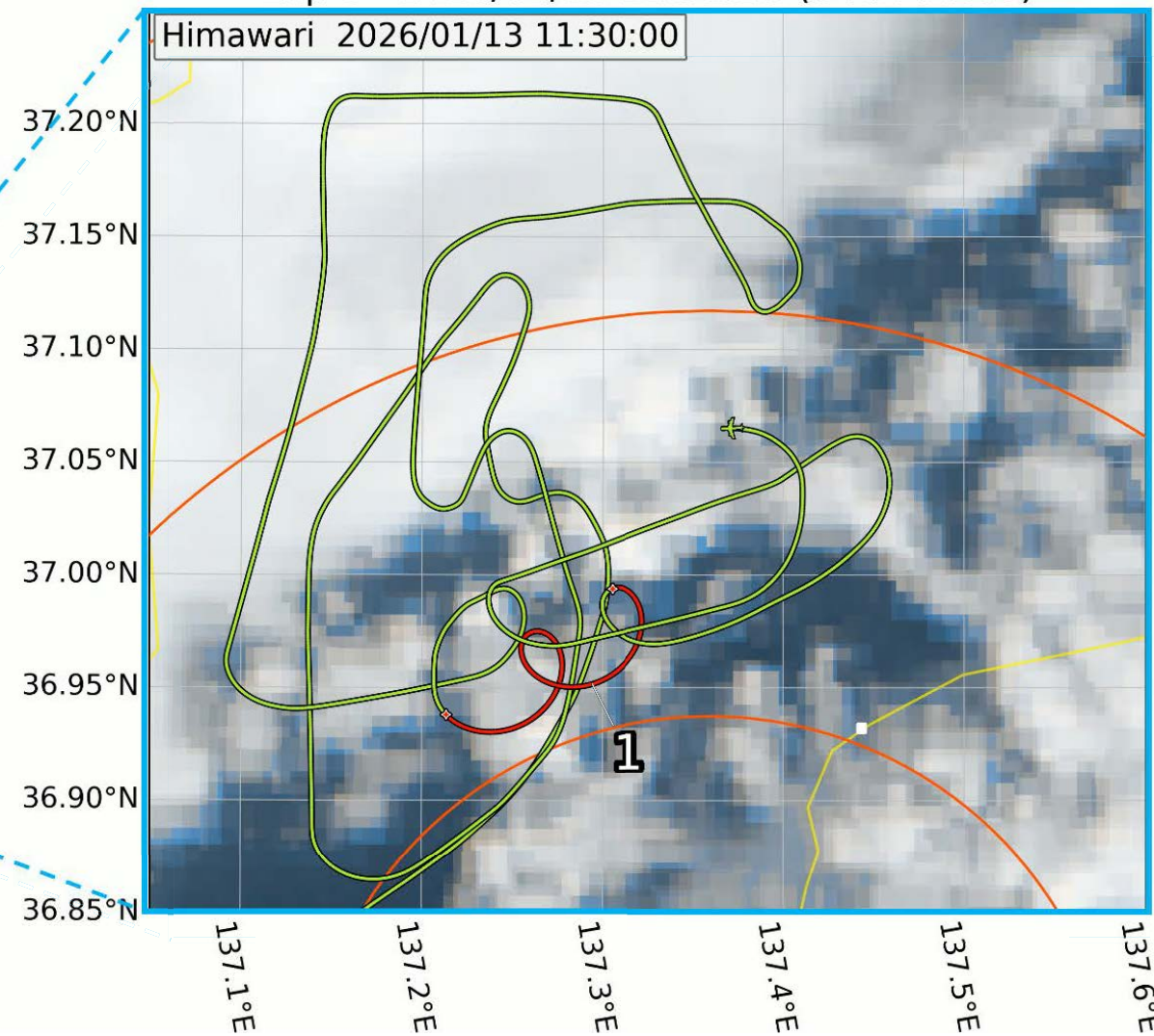
# Exp5シーディング実施前 → 後の静止衛星の変化

狙った雲に散布は成功しているが、静止衛星では効果は不透明

Exp 5 2026/01/13 11:32:25 (UTC+09:00)



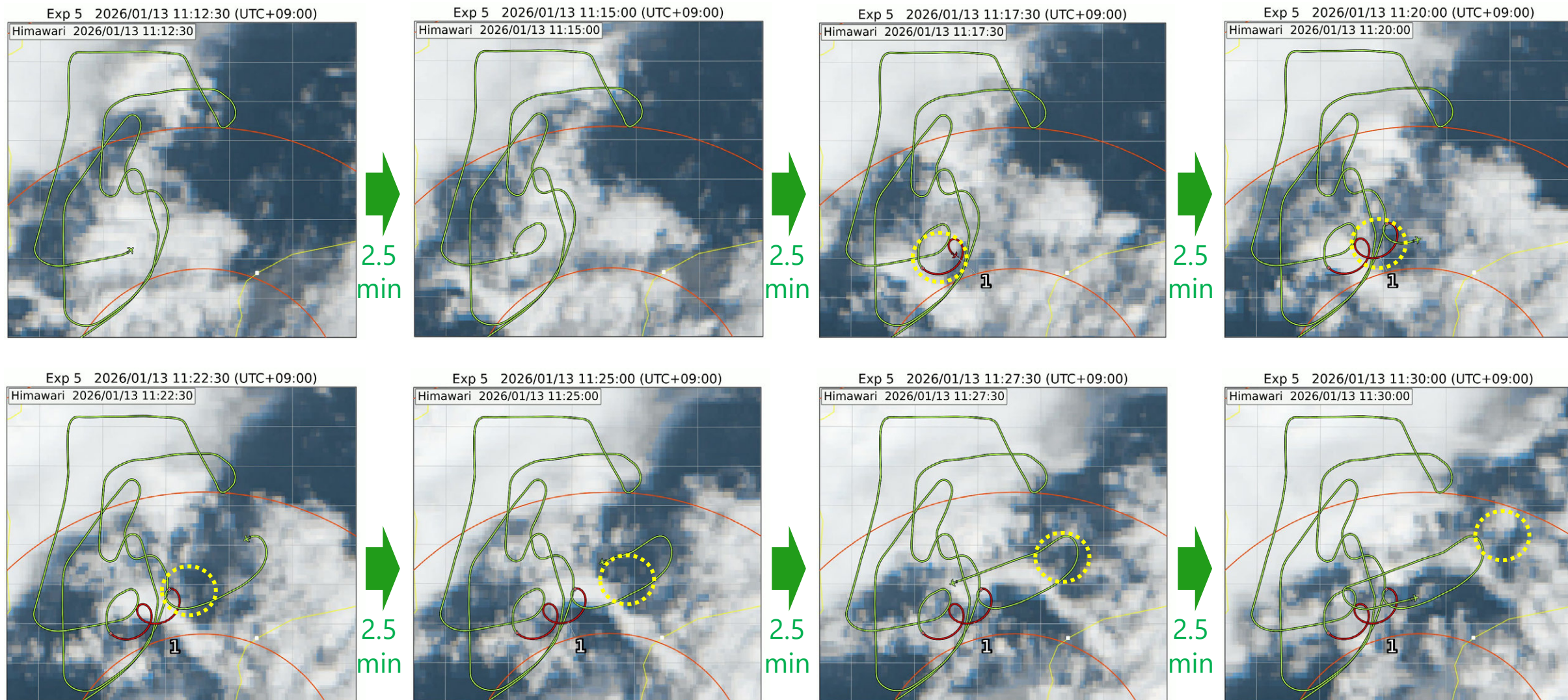
Exp 5 2026/01/13 11:32:25 (UTC+09:00)





# Exp5シーディング実施前 → 後の静止衛星の変化

狙った雲に散布は成功しているが、静止衛星では効果は不透明



# 補足資料

## ひまわり画像補正 / 時刻特定作業

作成：竹島(特任研究員)、村野(技術補佐員)

- トゥルーカラー再現画像 (1: red, 2: green, 3: blue)
  - 複数のバンドの合成により肉眼で見たような色を再現
    - バンド2は実際の緑色の波長から少し外れるため、他のバンドを用いた合成や調節が行われる
  - 実際に現業機関で用いられている具体的なアルゴリズムは非公開のため、独自に設計
- 処理手順 (1 – 5)
  - 1. 正規化
    - $x = (x - v_{\min}) / (v_{\max} - v_{\min})$  ( $v_{\min}=0.02, v_{\max}=0.9$  (経験則))
    - 低いところを切り捨て & 上限を調整 (albedo=1.0は現実にはまず無いので)
    - 人間の眼は弱い光に敏感なので、そのままだと反射率の差が視覚的に際立たず、全体にぼんやりした画像になる
  - 2. R, G, BによるGの合成
    - $G = 0.55R + 0.45B$
    - 緑色の波長との差に基づく重み付け平均
  - 3. ガンマ補正
    - $x = x^{1/\gamma}$  ( $\gamma = 2.2$ )
    - こちらも明るい領域の輪郭を明瞭にするための補正



- 4. logistic関数ベースの補正

- $$f(x) = K / \left( 1 + \left( \frac{K}{y_0} - 1 \right) \exp(-rx) \right) - y_0$$
$$(K = 1.0, y_0 = 0.04, r = 8.0)$$

$$f(0) = 0$$

- $x_{band} \leftarrow c x_{band},$

$$c = \frac{1}{3} \left( \sum_{band=R,G,B} \frac{f(x_{band})}{f(1.0)} \frac{1}{x_{band}} \right)$$

- 低いところを低く抑える．連続的な補正
- ガンマ補正，輝度補正での調整だけでは雲の輪郭がやや不明瞭に感じたため導入

- 5. 輝度補正

- 輝度  $Y = 0.2126R + 0.7152G + 0.0722B$

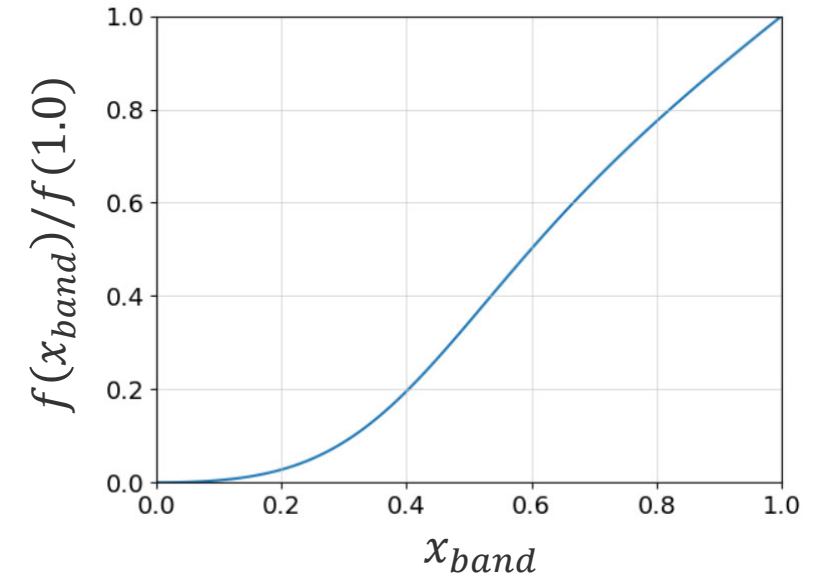
- Recommendation ITU-R BT.709 (標準規格のひとつ)

- $Y > 0.6 \rightarrow$  雲と判定

雲判定領域のRGB値に対して，元の値と輝度との重み付け平均による補正:

$$x_{band} \leftarrow (1 - \alpha)x_{band} + \alpha x_{band} \quad (\alpha = 0.7)$$

- 白い雲の強調

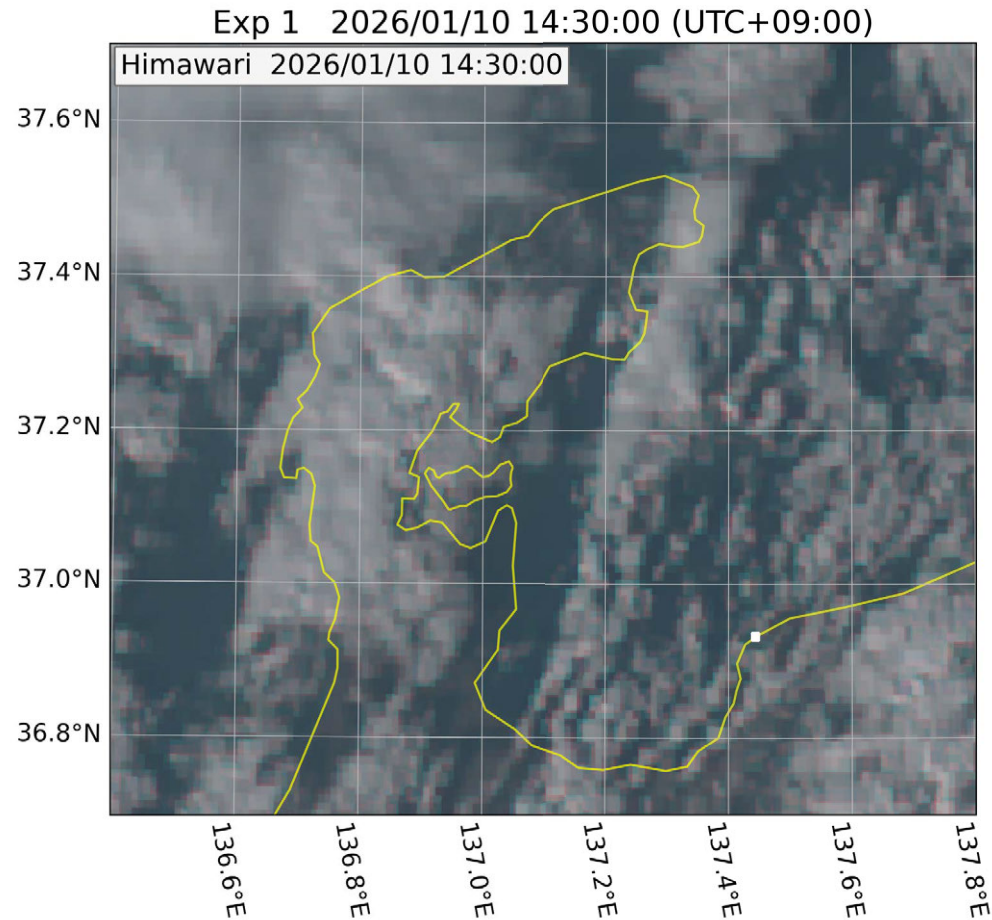


バンドの値に対する補正係数

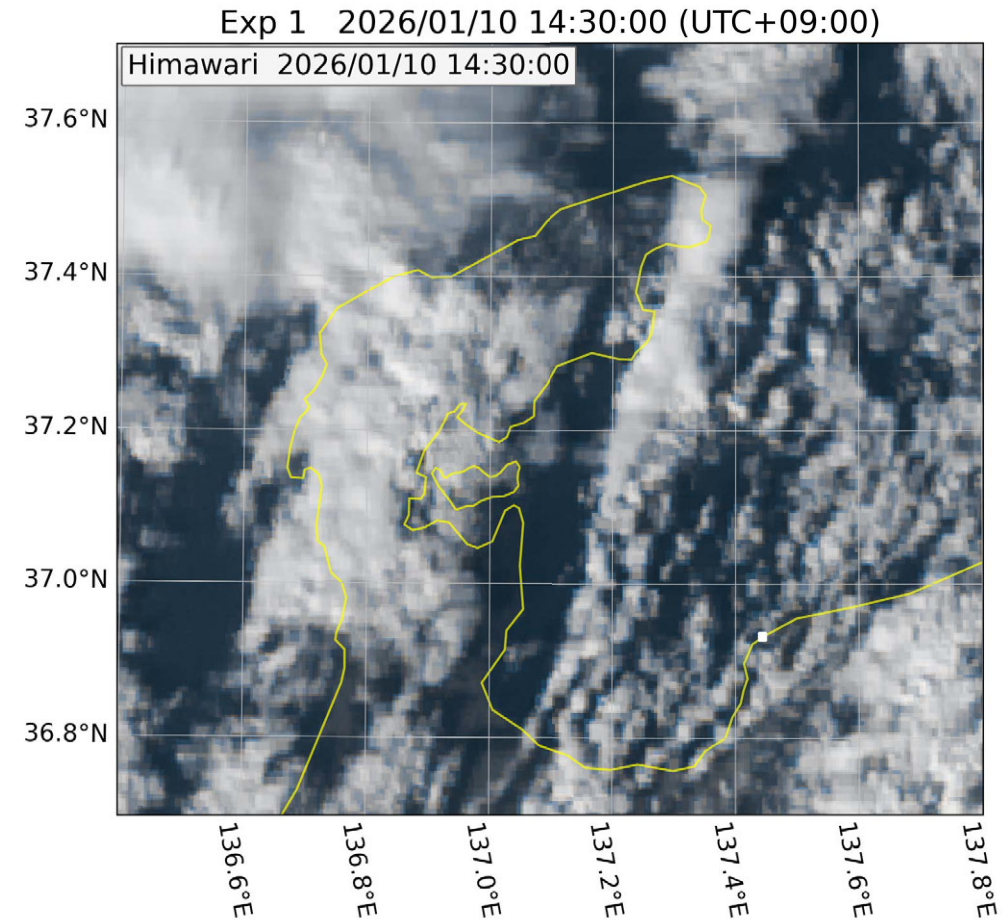
# ひまわり トゥルーカラー再現画像の作成

補足資料

補正方法による比較. 右は雲の輪郭が明瞭で, 厚さの違いが視覚的に分かるようになっている



- $G = G$  (バンド2をそのまま緑とみなす)
- ガンマ補正



- 正規化
- $G = 0.45B + 0.55R$  (緑はバンド1, 3から合成)
- ガンマ補正
- ロジスティック関数ベースの補正
- 輝度補正

秒単位で時刻が特定できれば、フライトパスからシーディング位置を特定できる

- フライトパス（基準情報）
  - 最も正確な情報として基準に使用
  - 時刻・緯度・経度・高度
- 動画
  - 撮影開始時刻（分単位）
  - 雲・雲の切れ間・太陽などの機外視覚情報
  - 発声内容から機内作業時刻を推定
- 静止画
  - 撮影時刻（分単位）
  - 緯度・経度・高度のメタデータあり
  - 操縦席計器からグリッド位置、陸地形状・方位に基づく位置特定が可能
- ひまわり画像
  - 時間分解能：2分30秒
  - 動画や静止画と組合せて、位置および方位の絞り込みに利用



## 3.4 航空機の運航支援 / 通信 / ツール

## **3.4.1 航空機の運航支援**

作成：濱田PI

- 主な利用データ
  - 雲
    - 気象衛星ひまわり：ひまわり可視化システム（白石システム）、2.5分ごと
    - 気象衛星ひまわり：気象庁Web頁、主にトゥルーカラー再現画像、2.5分ごと
    - 地上撮影班からの状況報告
  - 降水
    - JRC C-MP-PAWR；1分ごと
    - 国交省XRAIN（川の防災情報）；5分ごと → △FY2025は水橋レーダ不具合により優先度低
  - 飛行機の位置情報
    - Flightradar24 → ×実験中はほぼ完全にロスト状態
    - イリジウム（+α）通信 → テキスト通信が確実
  - 補助
    - 輪島高層観測：（推定最大）雲頂高度の事前把握、ひまわり輝度温度→高度への変換表（脳内）の作成
- 判断のポイント
  - 現時点で下記条件を概ね満たし、かつ飛行機の移動が間に合うポイント（[A~D][0-5]）に飛行機を誘導
    - 5~7.5 分前の情報で5~10分後を予測する難しさ
  - 気象衛星ひまわりデータ（白石システム；5分前の情報）にて
    - B13輝度温度が0~-12 degC 程度 → 雲頂高度1000~2000 m程度
    - B13-B15輝度温度差が1 K 未満 → 光学的に厚い積雲
    - B13輝度温度の時間変化が-1 K/(2.5min) 未満 →  $w \sim 0.9$  m/s；発達中
  - レーダにて
    - 降雨無しまたはごく弱い → すでに降っていると飛行機の位置によっては間に合わない



## 3.4.2 開発ツール

作成：濱田PI、久保PI、舩富PI、白石(博士学生)

# ひまわり可視化システム（白石システム）

## ①自動更新

10秒、30秒、1分  
間隔で自動更新

## ②データ切替

前頁の表示の  
on/offを切り替え

## ③各種表示切替

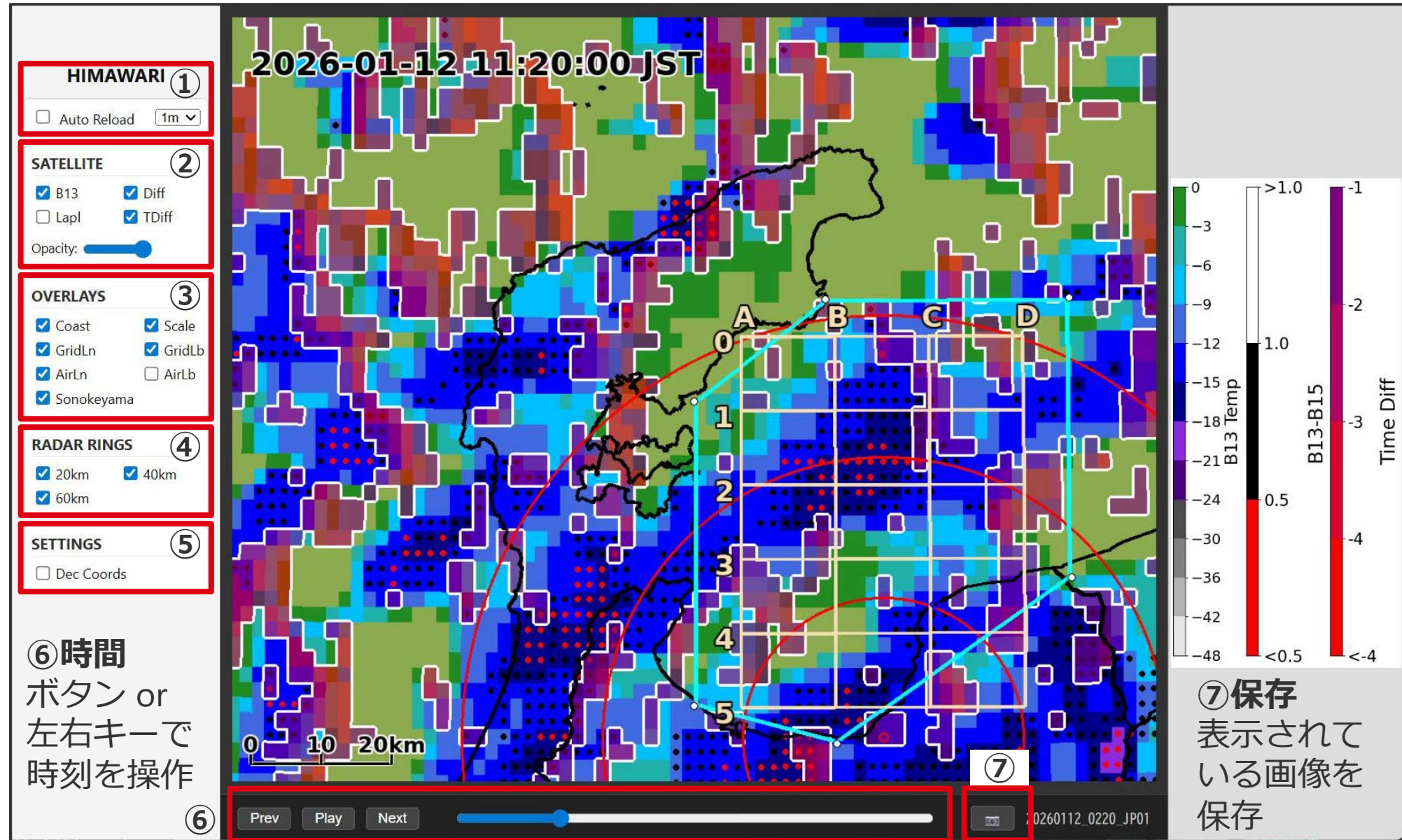
海岸線、スケール、  
グリッド、空域の  
表示を切り替え

## ④レーダー切替

レーダー観測範囲  
を示す赤円表示の  
on/offを切替

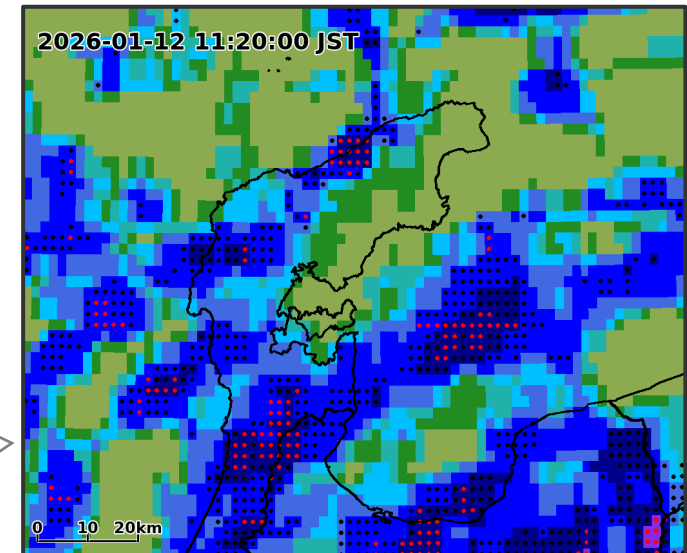
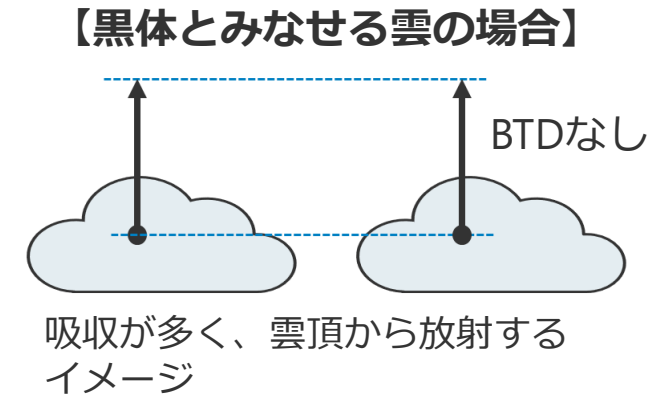
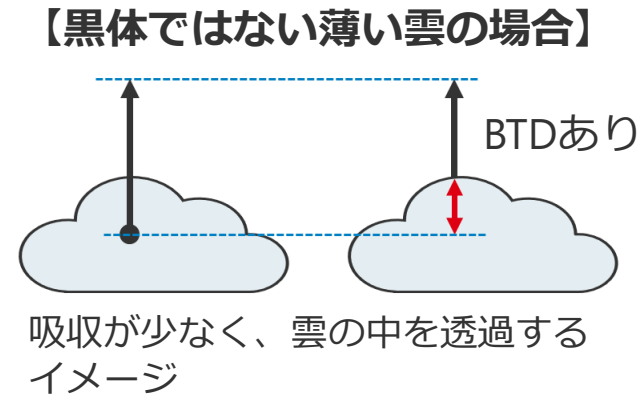
## ⑤緯度経度表示

マウスオーバーで  
表示する緯度経度  
表示を切り替え  
(度分 $\leftrightarrow$ 度)



# ひまわり可視化システム（白石システム）：Split Window法

- B13 (10.4 $\mu$ m) とB15 (12.4 $\mu$ m) は氷や水蒸気による吸収特性が異なるため、黒体でない雲の場合、輝度温度差 (BTD) が生じやすい
- 特に薄い雲では **B13 – B15 > 0** となる場合が多い
- 一方、黒体（とみなせる雲）は理想的には **BTD = 0** となる
- シーディング対象となる積雲/積乱雲は雲水量が多く黒体とみなせるため、BTDは0に近づく傾向がある
- 本システムではBTDが1.0未満を ● , 0.5未満を ● で表示している（右図）



黒丸●、赤丸●は  
シーディング対象となる  
雲の候補



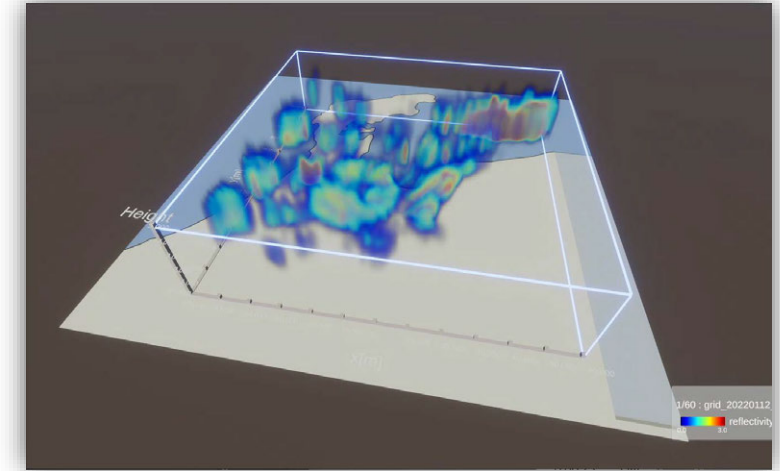
# レーダ雨量計3次元可視化システム

- **[船富]**

富山県水橋に配置されているXRAIN（レーダ雨量計）で観測された毎分のXMP 一次処理データを解析するプログラムを作成し、降水強度RRR0の3次元分布を可視化システムに橋渡しした

- **[久保]**

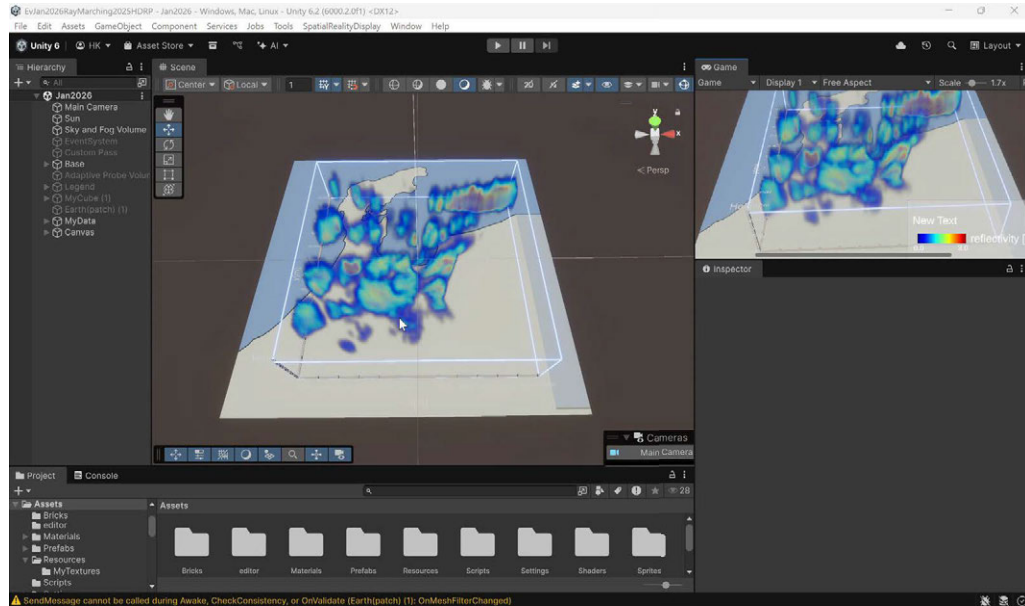
降水強度RRR0の3次元分布を可視化するスタンドアロンアプリを構築した



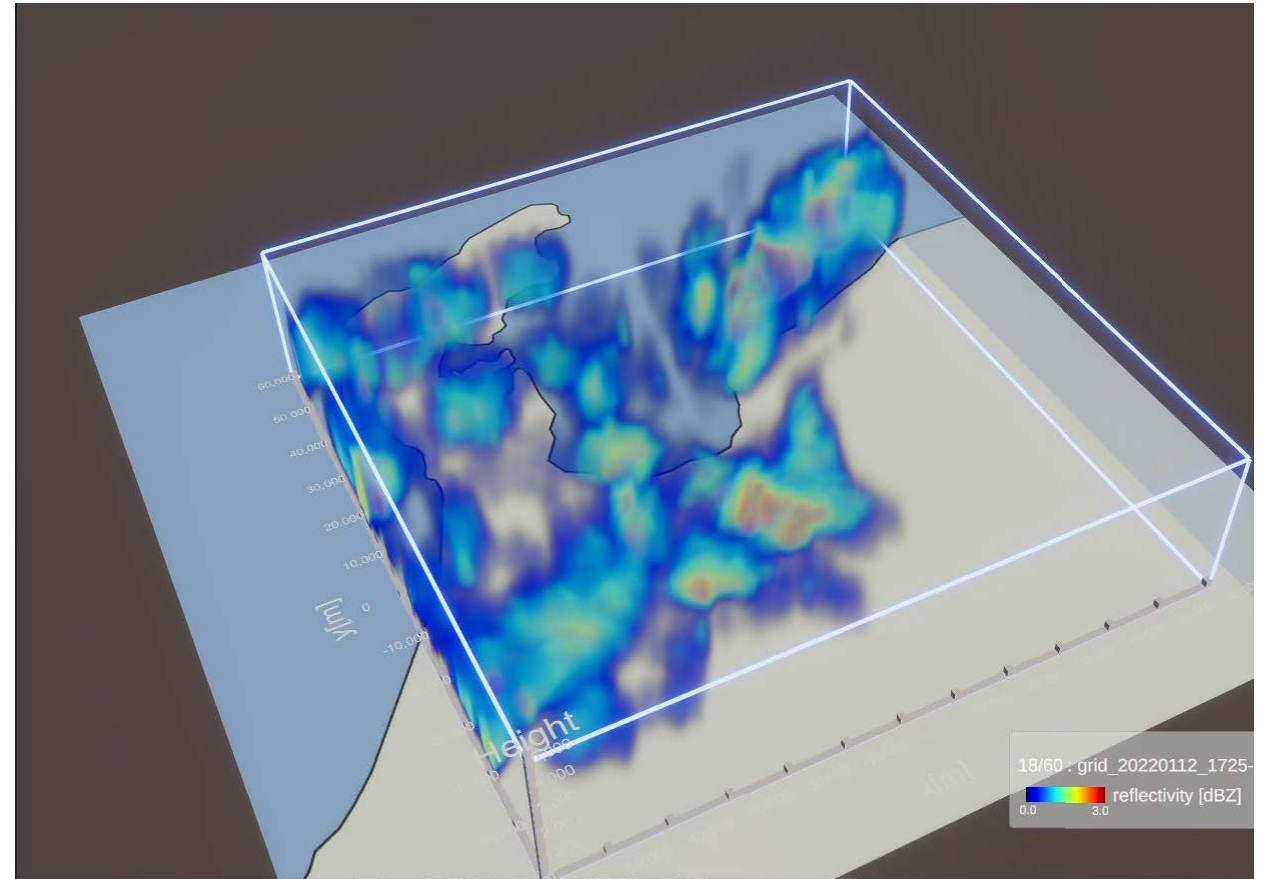
開発した降水強度の可視化アプリ

レーダ雨量計からの観測をリアルタイム3次元可視化するシステムを構築  
(今回の実験では、水橋のXRAINの故障により本システムの活用を断念した)

# 可視化アプリの画面・アニメーション例



アプリケーションプレビュー画面



アプリを用いて制作した  
アニメーションの一例

## **3.5 現地観測**

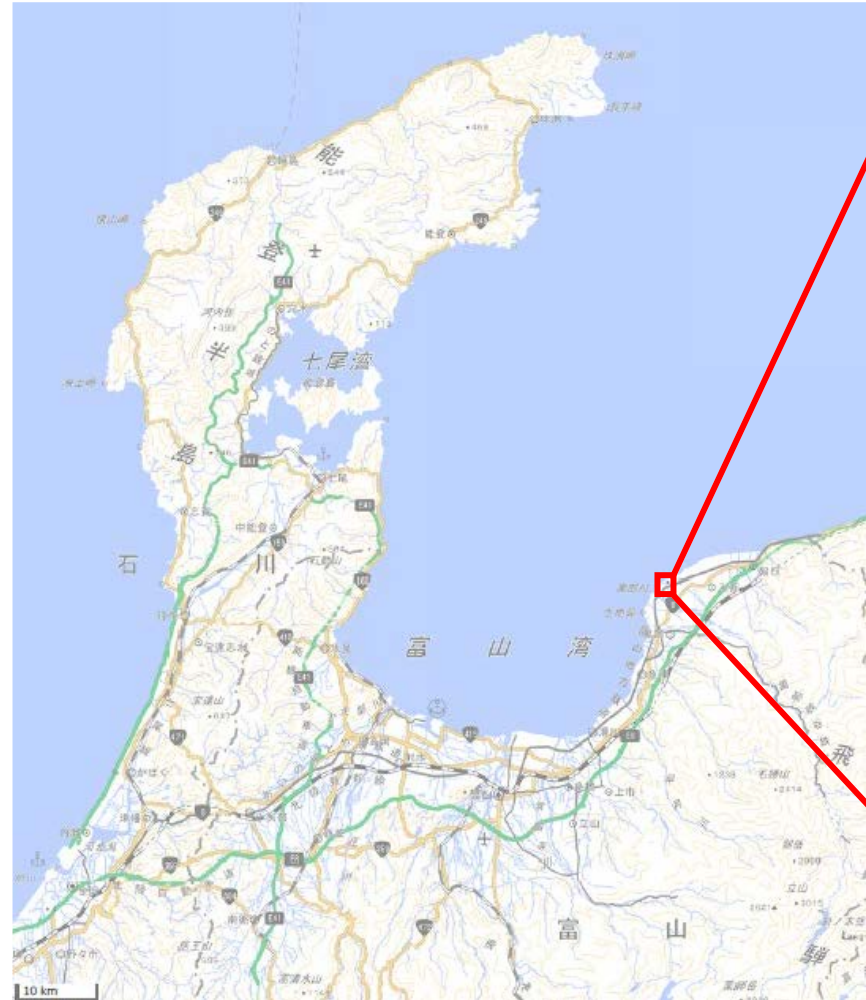


## 3.5.1 観測サイト全容

作成：濱田PI、吉見PI

# 観測サイト: 場所

- 設置場所：園家山キャンプ場（富山県下新川郡入善町）



国土地理院地図を加工して作成



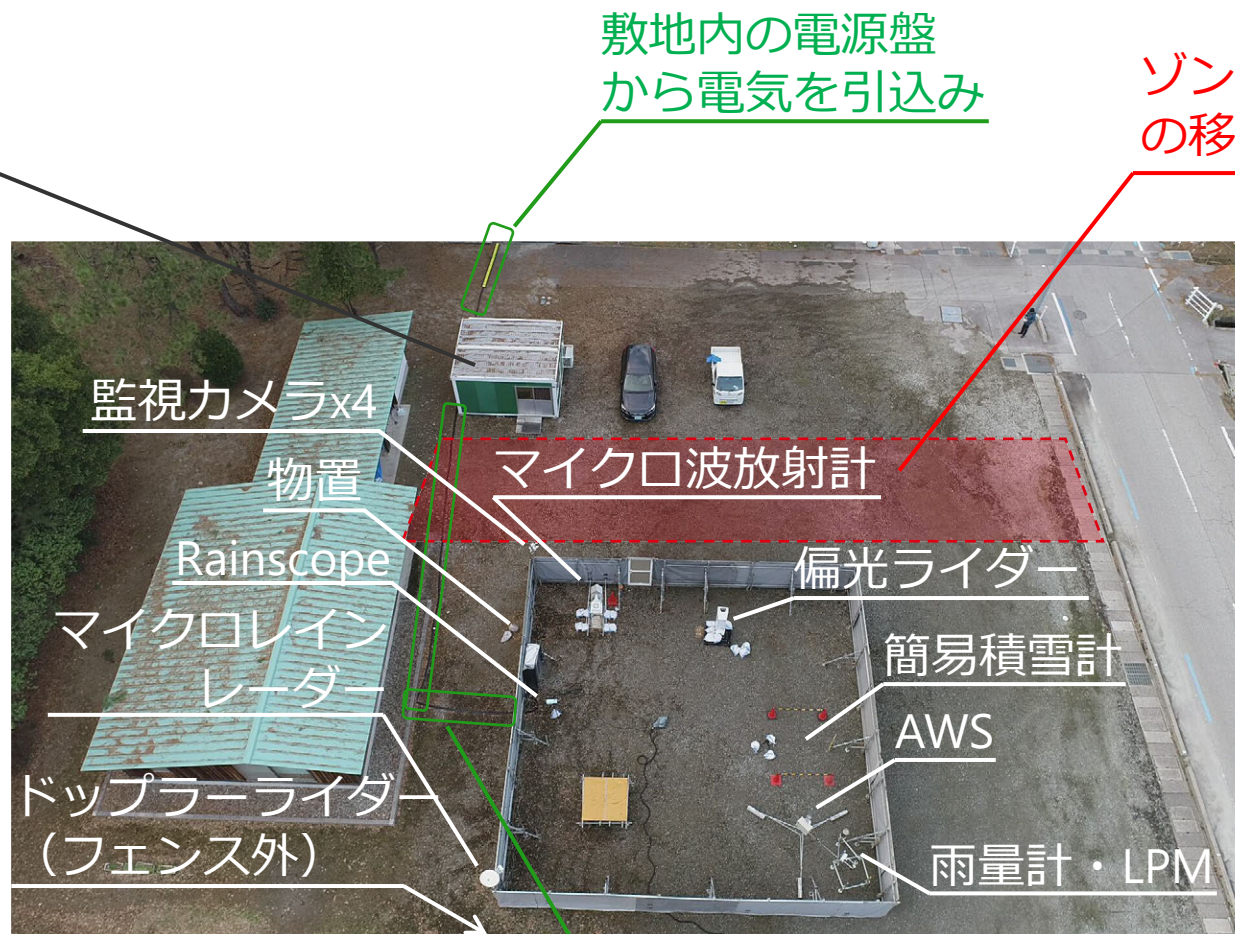
国土地理院地図を加工して作成

- 園家山キャンプ場に設営した観測小屋の概要

## 観測小屋



小屋内部の様子



観測小屋を経由して、測器に給電  
及び有線LANケーブル敷設

## インターネット環境

観測小屋内にWi-Fiルータを設置し、5G回線でインターネットに接続。Wi-FiルータとハブをUSB接続し、ネットワークを分配。

## 電源

全体で6kVA程度の容量を確保。主な内訳は、エアコン、観測機器、充電用電源タップ。



## 3.5.2 観測測器

作成：濱田PI、吉見PI、白石(博士学生)、中村(技術補佐員)

- Vaisala社 CL61 ライダーシーロメータ
  - 製品紹介Web頁：<https://www.vaisala.com/ja/products/weather-environmental-sensors/ceilometer-CL61-general-info>
- 雲底などを計測するシーロメータに加え、偏光解消度の計測機能を持っており、雲・降水粒子のタイプ（液相、固相など）を推定することも可能
  - 雲内の過冷却水滴分布や、シーディングによる氷晶生成の確認に有効
- 観測性能
  - 波長910.55 nm、計測範囲最大15.4 km、距離分解能4.8 m、計測間隔5秒
- 観測サイトのフェンス内に設置



(VAISALA社Web頁)

# 測器：ドップラーライダー

- METRO WEATHER社 Wind Guardian
  - 製品Web頁： <https://www.metroweather.jp/products/>
- 赤外線レーザーを用いてエアロゾルなどの微粒子からの散乱光を受信し、その移動速度から3次元風向風速を計測
  - 雲外の風も計測可能
- 観測性能
  - 波長1550 nm (eyesafe)、計測範囲~15 km、距離分解能10~ m、計測間隔6rpm（最大）
- トラックの荷台に設置



(画像提供：METRO WEATHER社)



# 測器：マイクロ波放射計

- 古野電気 KASMI-100
  - 製品紹介Web頁： <https://www.furuno.com/jp/newstopics/exhibition/1479>
- 水蒸気が放射する微弱なマイクロ波（22 GHz帯）を受信し、水蒸気量を推定
- 雲水・雲氷量の推定手法も開発中
  - シーディングによる雲水・雲氷量の変化の確認に有効
- 観測性能
  - 周波数18~26.5 GHz、計測間隔1分、ビーム幅15.4~22.0度
- 積雪対策ブロワを備えた特別仕様品をレンタルし、フェンス内に設置



# 測器：降水粒子撮像装置

- 明星電気 地上設置型Rainscope
  - 製品Web頁：[https://www.meisei.co.jp/products/meteo/meteo\\_high\\_ground/p3551](https://www.meisei.co.jp/products/meteo/meteo_high_ground/p3551)
- 本来は風船に取り付けて飛揚させ、上空の降水粒子の画像を取得する測器だが、地上設置して継続観測できるように改良したもの
- 降水粒子が導入口を通過する際に画像を撮影して記録  
→ 降水粒子の種別（雨滴・雪片・霰・霽・etc）を直接判別可能
- 観測性能
  - 撮像範囲：横~30 mm x 縦~20 mm、2枚の赤外線センサにより落下速度も計測可能



# 測器：二重偏波フェーズドアレイレーダー

- 日本無線（JRC）C帯二重偏波フェーズドアレイ気象レーダー（C-MP-PAWR）
  - 滑川市に設置されている、開発中の実験機（<https://www.jrc.co.jp/news/2024/1030-1>）
- ペンシル・櫛形・ファンビームの組合せにより、目的に応じて最適な観測が可能  
→ シーディング効果を確実に捉えられることが期待される
- 観測性能
  - 周波数5 GHz帯（Cバンド）、計測間隔1 rpm（最大6 rpm）、距離分解能150 m、計測範囲最大80 km
- JRCと業務委託契約を締結し、航空機実験期間中は観測サイトにてJRC社員にリアルタイムモニタリングを依頼





# 測器：ゾンデ（筆保PJとの連携）

- GPSラジオゾンデ
  - 明星電気 RS-11G、iMS-100
  - 気温・高度・湿度・水平風の鉛直プロファイルを取得
- 雲粒子ゾンデ
  - 明星電気 HYVIS、CPS
- 大型風船を用いて同時飛揚



（明星電気 Web頁）





2成分超音波風速計  
(CCP-ULP-SMT-HTD-485)

転倒ます型雨量計  
(CTFK-1-UD)

温湿度計  
(CVS-HMP110)

ディストロメータ  
(CTC-LPM-HT-AC)



気圧計  
(PTB-110)

- 富山県入善町園家山キャンプ場にAWS(Automated Weather Station : 自動気象観測装置 風速計、雨量計、温湿度計、気圧計で構成される)とLPM(Laser Precipitation Monitor ディストロメータ)を設置し、実験期間中の地上気象データのモニタリングを行った。観測サイトと専用サーバをLTE回線で接続し、リアルタイムで観測データを可視化することが可能となっている。

# 測器：マイクロレインレーダー

- METEK社 マイクロレインレーダー MRR-2
  - 製品紹介Web頁：<https://metek.de/product/mrr-2/>
- 降水粒子のドップラースペクトルを観測し、雨滴鉛直分布、降水量、雨滴落下速度などを計測可能
  - シーディングによる雲・降水の変化の確認に有効
- 観測性能
  - 中心周波数24.2GHz、変調方式FM-CW、指向性 1.5°(3dB)、アンテナ直径60cm
- 観測サイトのフェンスに設置



(METEK Web頁)



- KODAK PIXPRO SP360 4K VR Camera
  - 製品紹介Web頁：<https://www.kodak.com/en/consumer/product/cameras/digital/sp360-4k-vr/>
- 水平方向360度，垂直方向235度を撮影可能  
→シーディングによる雲の変化を逃さずに捉えることが期待される
- 観測性能
  - 4K（800万画素）
- 本機とWi-Fi接続することにより、スマートフォンやタブレット端末のアプリを通じて、画面を確認しながら録画可能
- 観測小屋屋根に設置



<https://www.maspro.co.jp/products/pixpro/about-sp360/>

# 地上撮影班（入善観測サイト以外）

実験条件に合わせ、入善町の観測サイト以外でも空の様子を撮影

|     | 日時    | 対象       | 撮影場所       | 使用機材                                               |
|-----|-------|----------|------------|----------------------------------------------------|
| 1回目 | 1月7日  | 海域<br>陸域 | 黒部川河口付近    | 一眼レフカメラ(Nikon)<br>デジタルカメラ<br>(Olympus)<br>iPhone13 |
| 2回目 | 1月10日 | 海域<br>陸域 | 入善漁港はまなす公園 | iPhone13<br>ビデオカメラ①                                |
|     |       |          | 岩瀬浜        | GoPro<br>ビデオカメラ②                                   |
| 3回目 | 1月12日 | 海域       | 黒部川河口付近    | iPhone13<br>ビデオカメラ②                                |
|     |       |          | 杉沢の沢スギ付近   | ビデオカメラ③                                            |
| 4回目 | 1月13日 | 海域       | 黒部川河口付近    | 一眼レフカメラ(Nikon)<br>ビデオカメラ③                          |



国土地理院地図を加工して作成

# 測器：その他（特に活用した公開データ）

- 気象庁降水レーダー
- 国土交通省気象レーダ（XRAIN）
- 静止気象衛星ひまわり
- 高層気象観測（輪島）

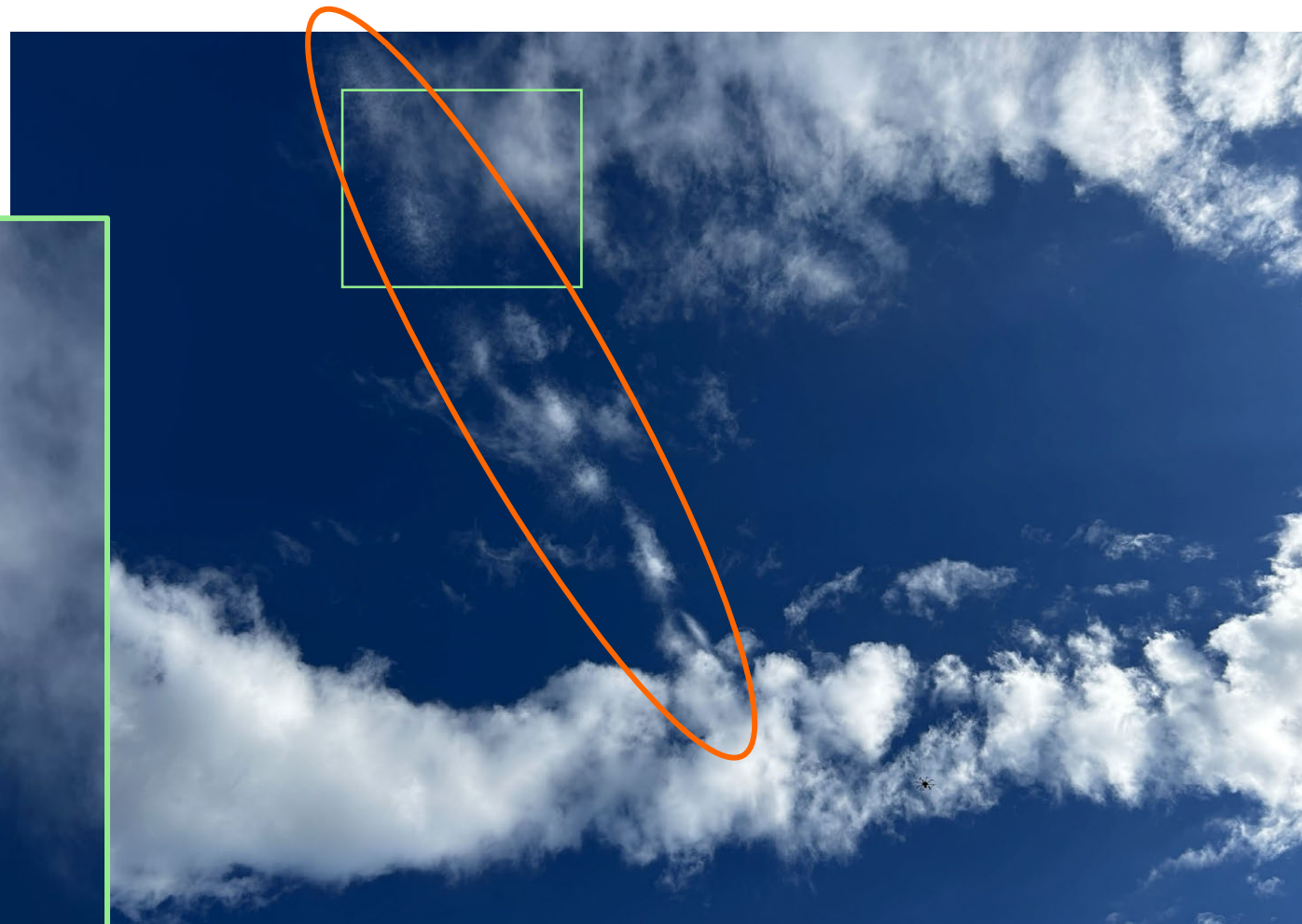


## 3.5.3 事例レポート

作成：濱田PI、吉見PI、白石(博士学生)、中村(技術補佐員)

# 結果：2026/01/07 陸上実験

- 2026/01/07の陸上実験において、13:30過ぎにドライアイスシーディングによるものと思われる雲列を観測
  - 態様が周囲の積雲と明らかに異なる



13:32のシーディング実施の約2分後の13:34頃撮影（上が北側）

# 結果：全天カメラ

- 実験1回目（1月7日 13:34頃）に、シーディングによって発生した可能性のある筋状に連なった雲を観測

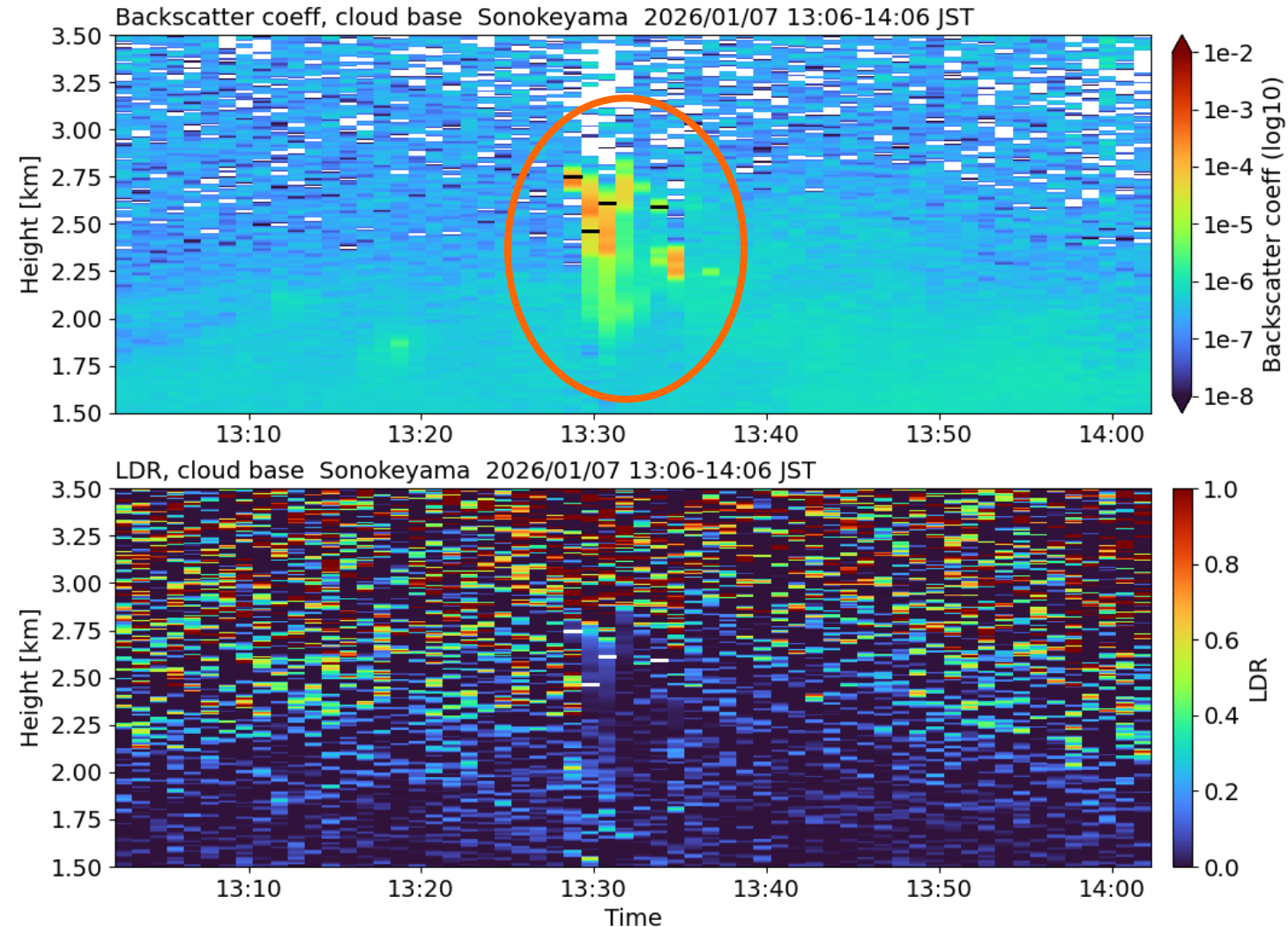


シーディング1回目の雲の様子



# 結果：2026/01/07 陸上実験：偏光ライダー

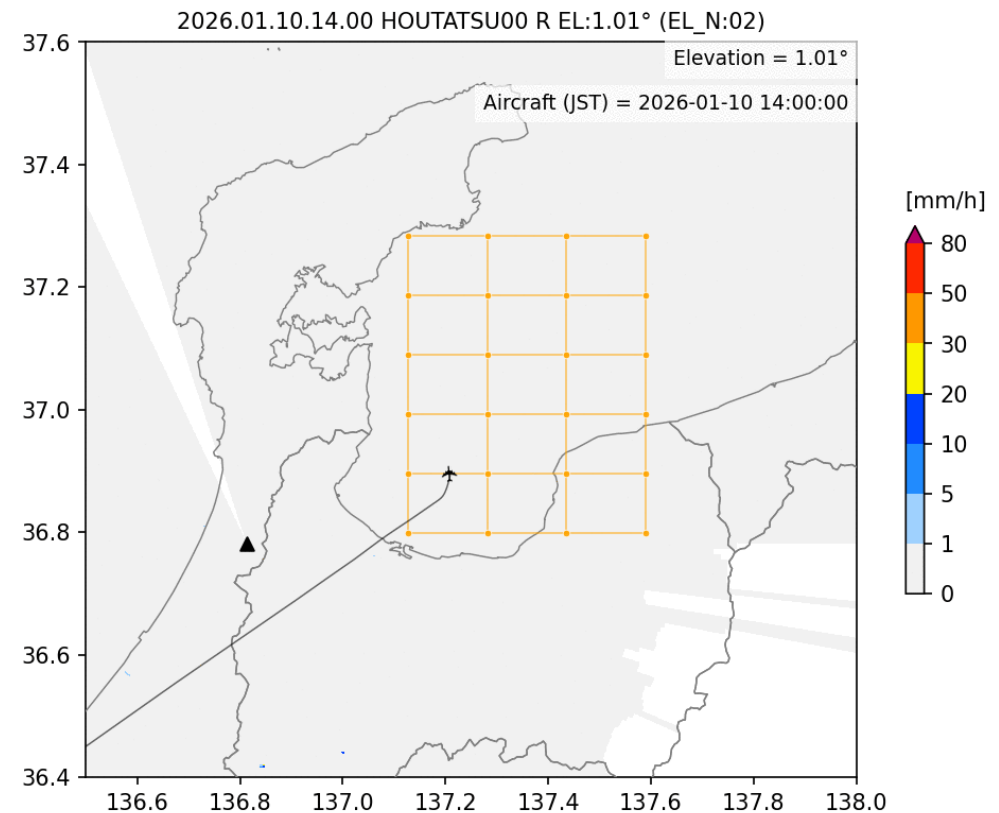
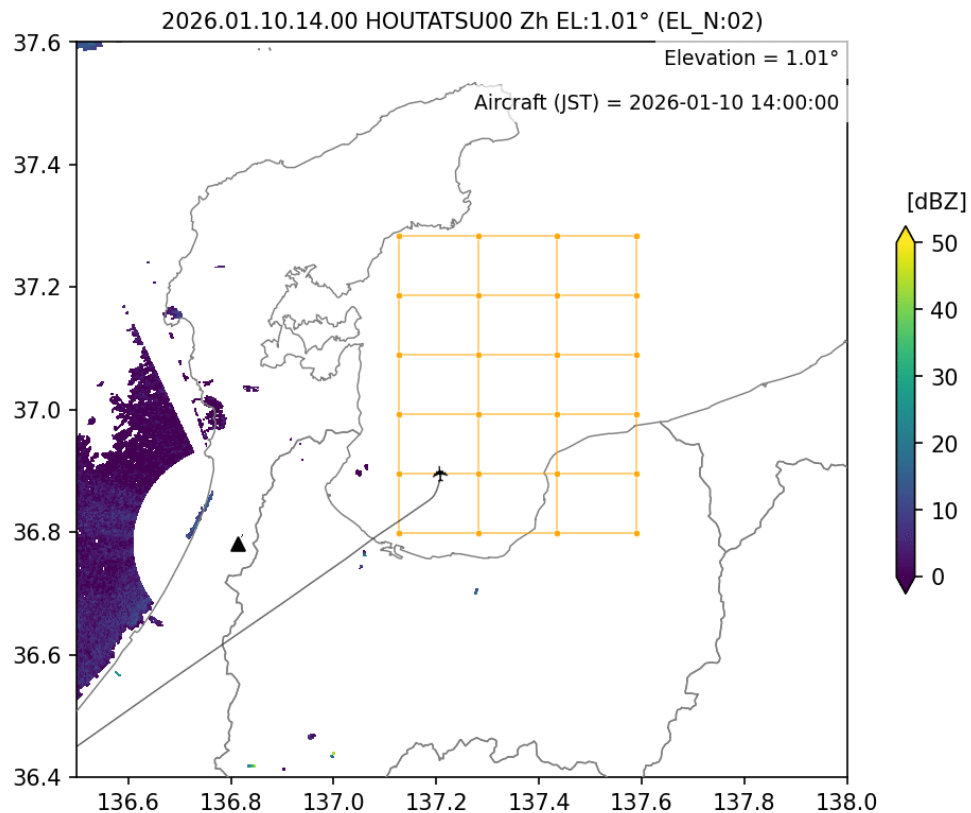
- 偏光ライダーに関連すると思われる変化を捉えている
- ただし、同時に存在した（自然の）積雲である可能性も否定できない
- マイクロレインレーダー、マイクロ波放射計、JRCレーダーには変化は認められなかった



# 結果：2026/01/10 海上実験：国交省CMPLレーダ

本実験の規模・観測条件では、C帯気象レーダにて、シーディングに伴う局所的・微弱な変化と自然変動とを見分けることは困難であり、シーディングに帰属できる明瞭な変化は抽出されなかった。なお、これはシーディング効果が生じなかったことを示すものではない。

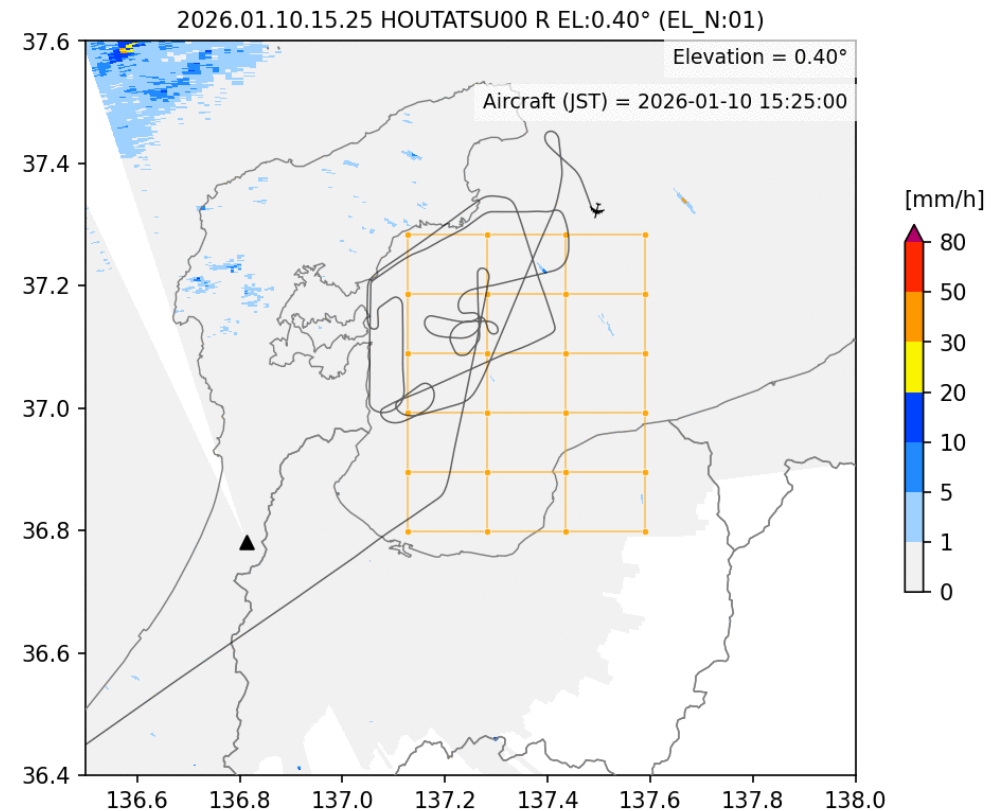
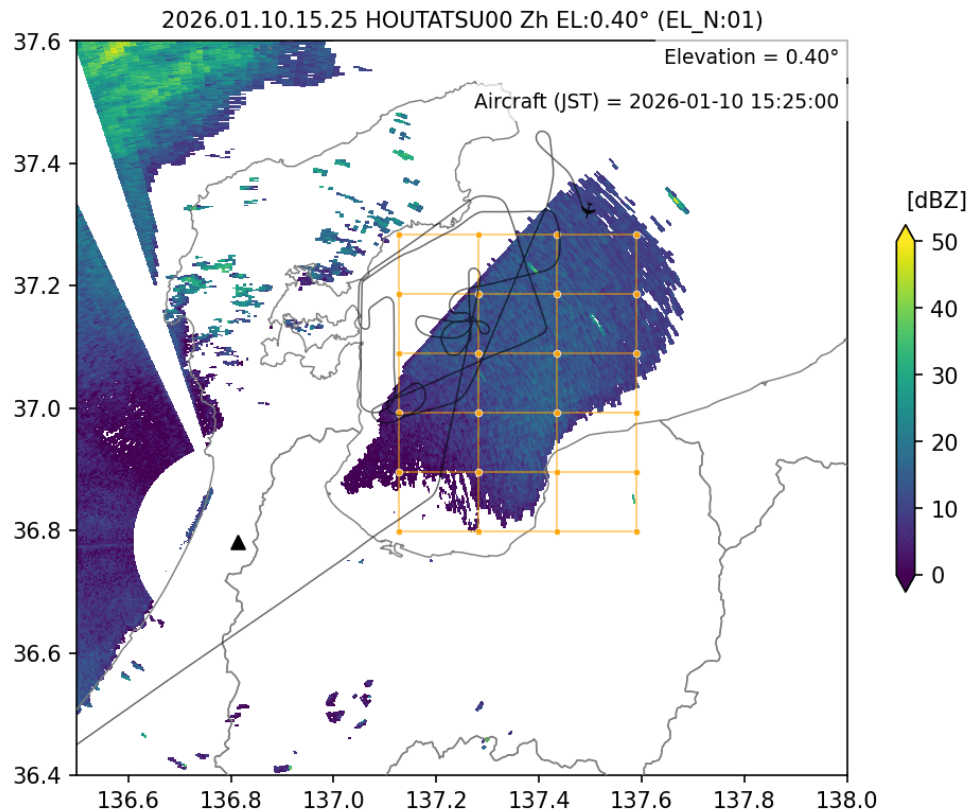
- シーディング実施時の国交省C帯二重偏波気象レーダのレーダエコー
  - ① 2026/01/10 14:00-14:30 海上実験 (寒冷前線の前の雲を狙う)



# 結果：2026/01/10 海上実験：国交省CMPLレーダ

本実験の規模・観測条件では、C帯気象レーダにて、シーディングに伴う局所的・微弱な変化と自然変動とを見分けることは困難であり、シーディングに帰属できる明瞭な変化は抽出されなかった。なお、これはシーディング効果が生じなかったことを示すものではない。

- シーディング実施時の国交省C帯二重偏波気象レーダのレーダエコー
  - ② 2026/01/10 15:25-15:55 海上実験 (寒冷前線の前の雲を狙う)

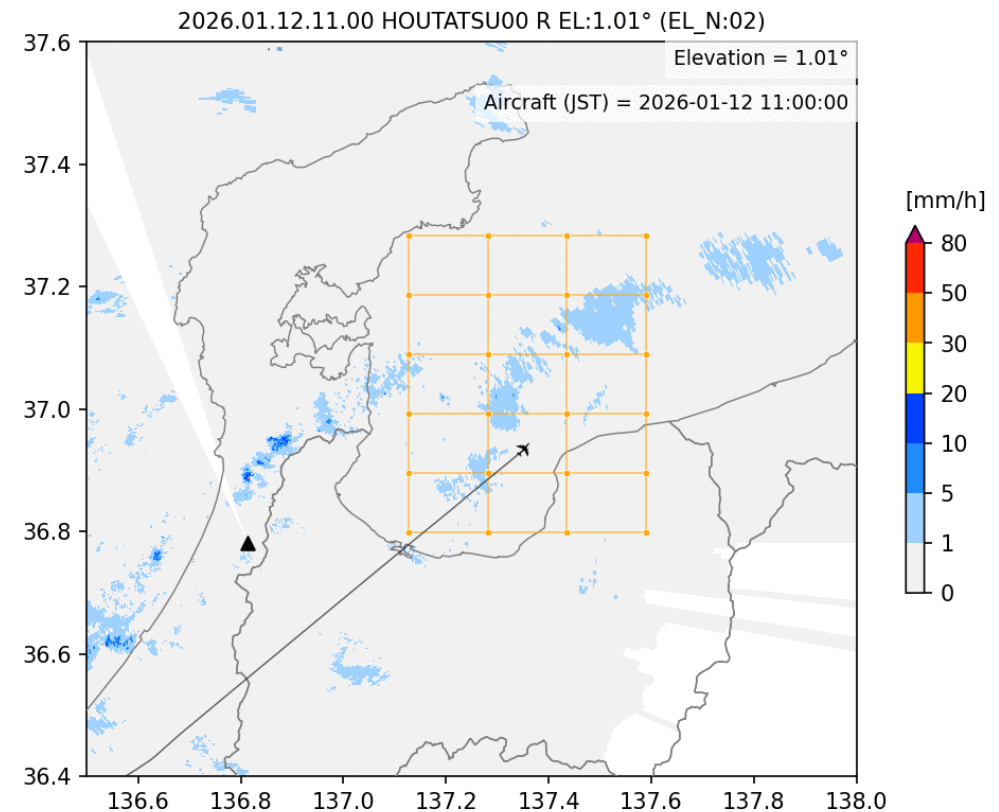
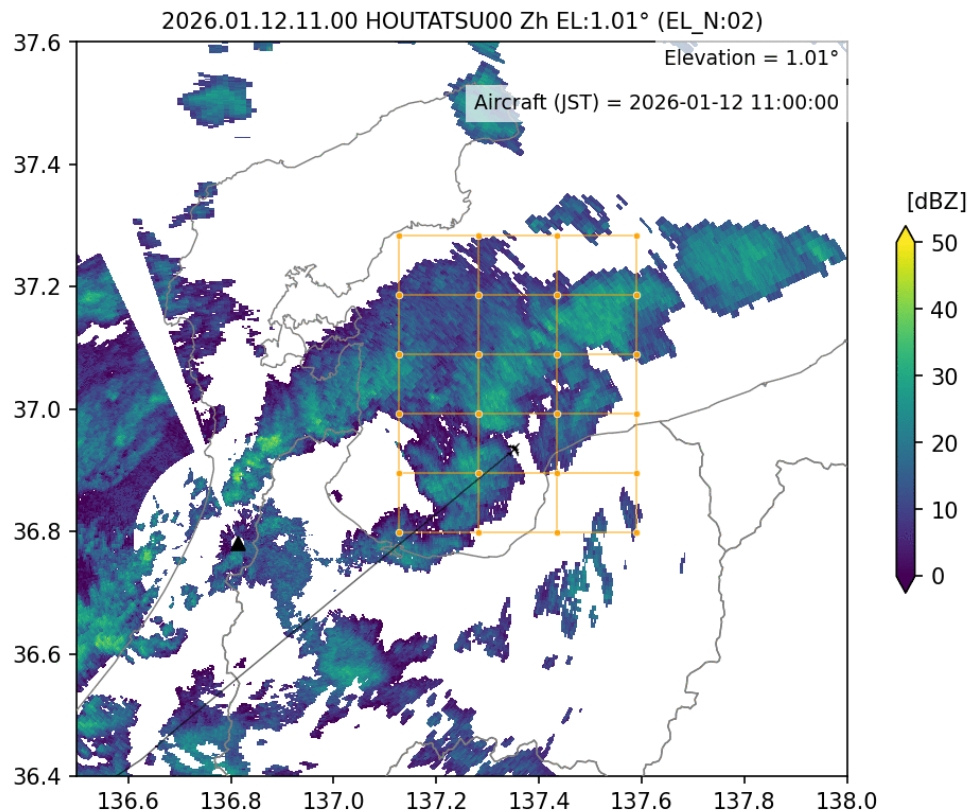




# 結果：2026/01/12 海上実験：国交省CMPLレーダ

本実験の規模・観測条件では、C帯気象レーダにて、シーディングに伴う局所的・微弱な変化と自然変動とを見分けることは困難であり、シーディングに帰属できる明瞭な変化は抽出されなかった。なお、これはシーディング効果が生じなかったことを示すものではない。

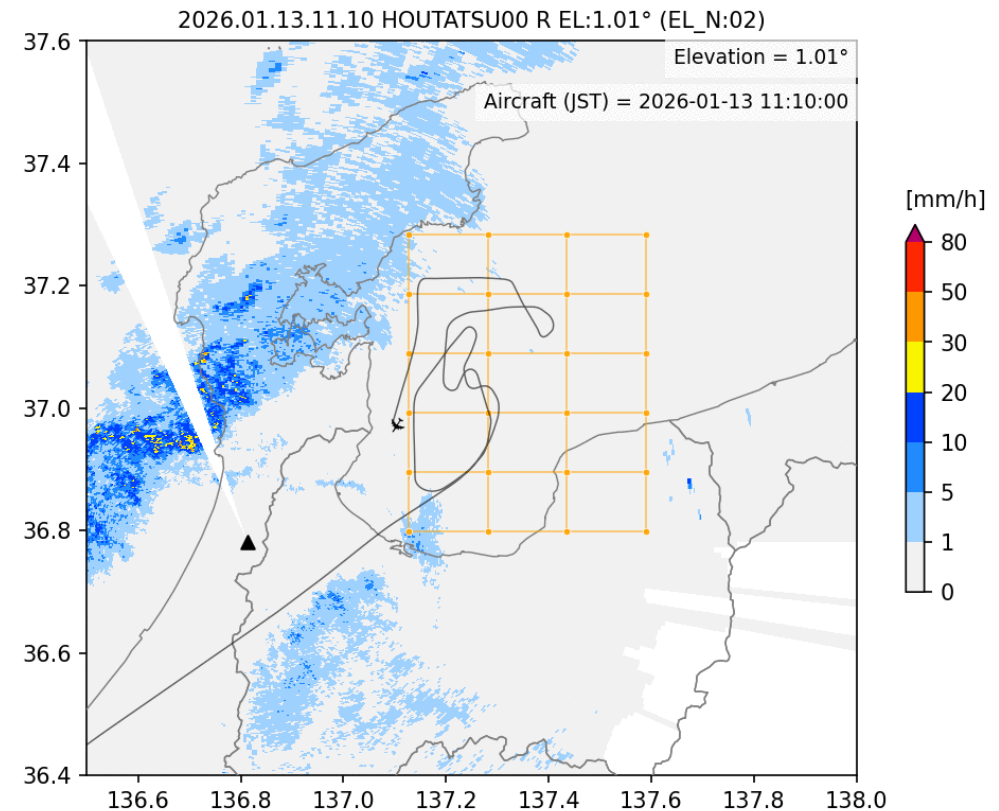
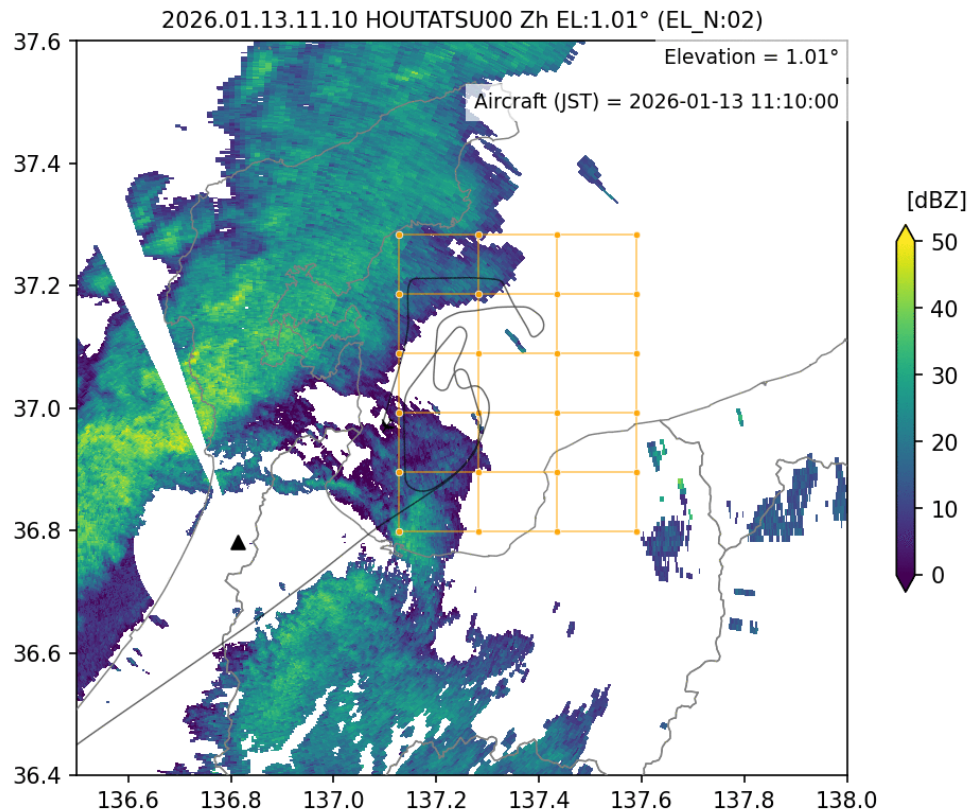
- シーディング実施時の国交省C帯二重偏波気象レーダのレーダエコー
  - ③ 2026/01/12 11:00-11:30 海上実験 (寒冷前線の前の雲を狙う)



# 結果：2026/01/13 海上実験：国交省CMPLレーダ

本実験の規模・観測条件では、C帯気象レーダにて、シーディングに伴う局所的・微弱な変化と自然変動とを見分けることは困難であり、シーディングに帰属できる明瞭な変化は抽出されなかった。なお、これはシーディング効果が生じなかったことを示すものではない。

- シーディング実施時の国交省C帯二重偏波気象レーダのレーダエコー
  - ⑤ 2026/01/13 11:10-11:30 海上実験

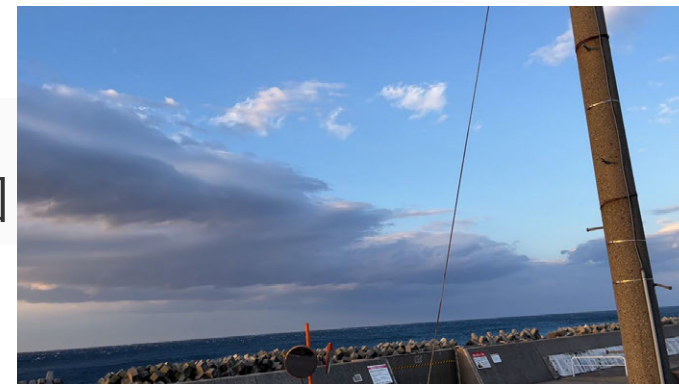


# 地上撮影班の様子



黒部川河口付近

入善漁港  
はまなす公園



杉沢の沢スギ付近

入善観測サイト

富山湾



岩瀬浜

黒部川河口付近で撮影された機影  
一眼レフ+望遠レンズ(上、右下)、  
iPhone+双眼鏡にて撮影(左下)



## 3.6 プレスリリース / 取材対応

作成：株式会社たがやす

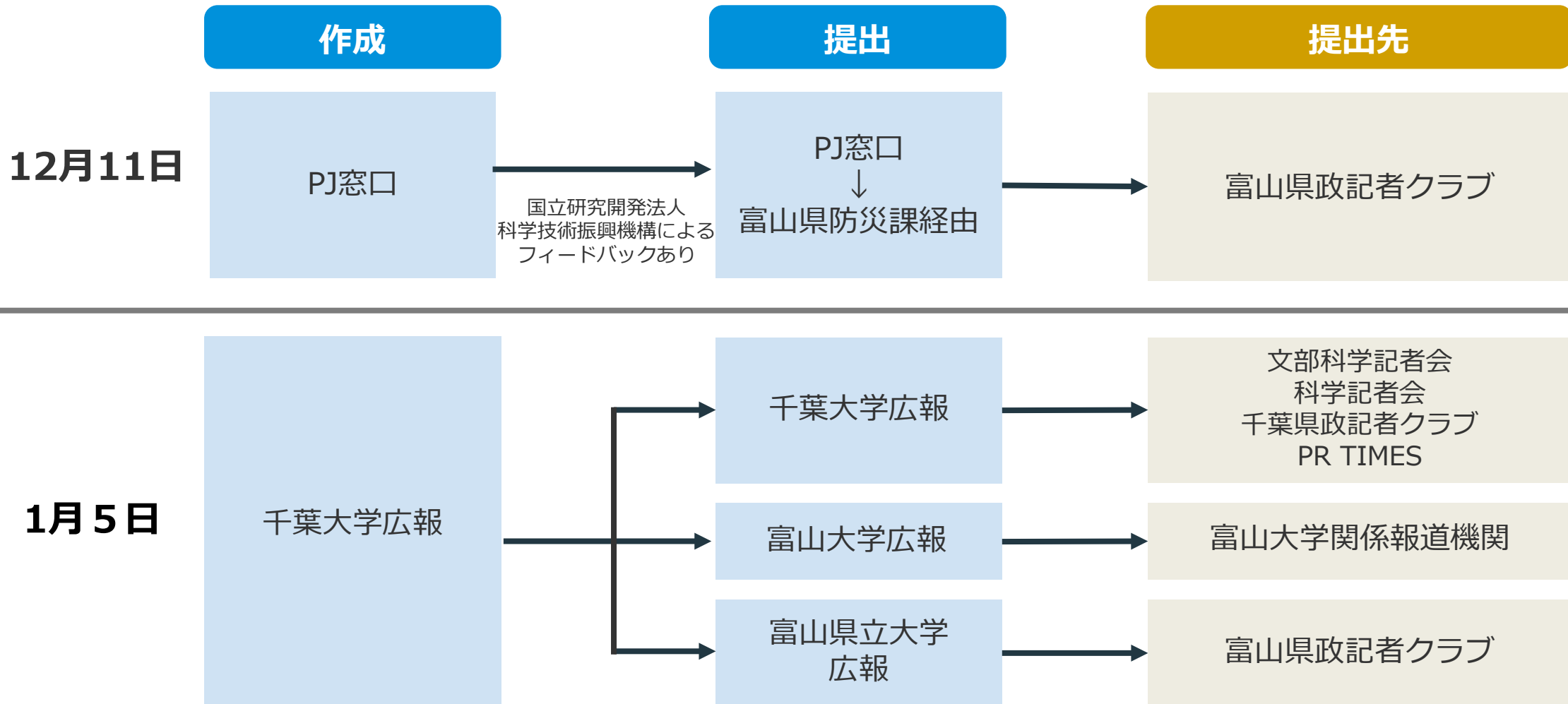
2回のプレスリリースを実施。これらのプレスリリースを受け、取材申し込みが増加した。  
各大学の発信力を生かすことが、より広範な周知につながる。

- **2025年12月11日**

- 作成：PJ窓口の(株)たがやす
- 提出先：（富山県防災課経由）富山県政記者クラブ

- **2026年1月5日**

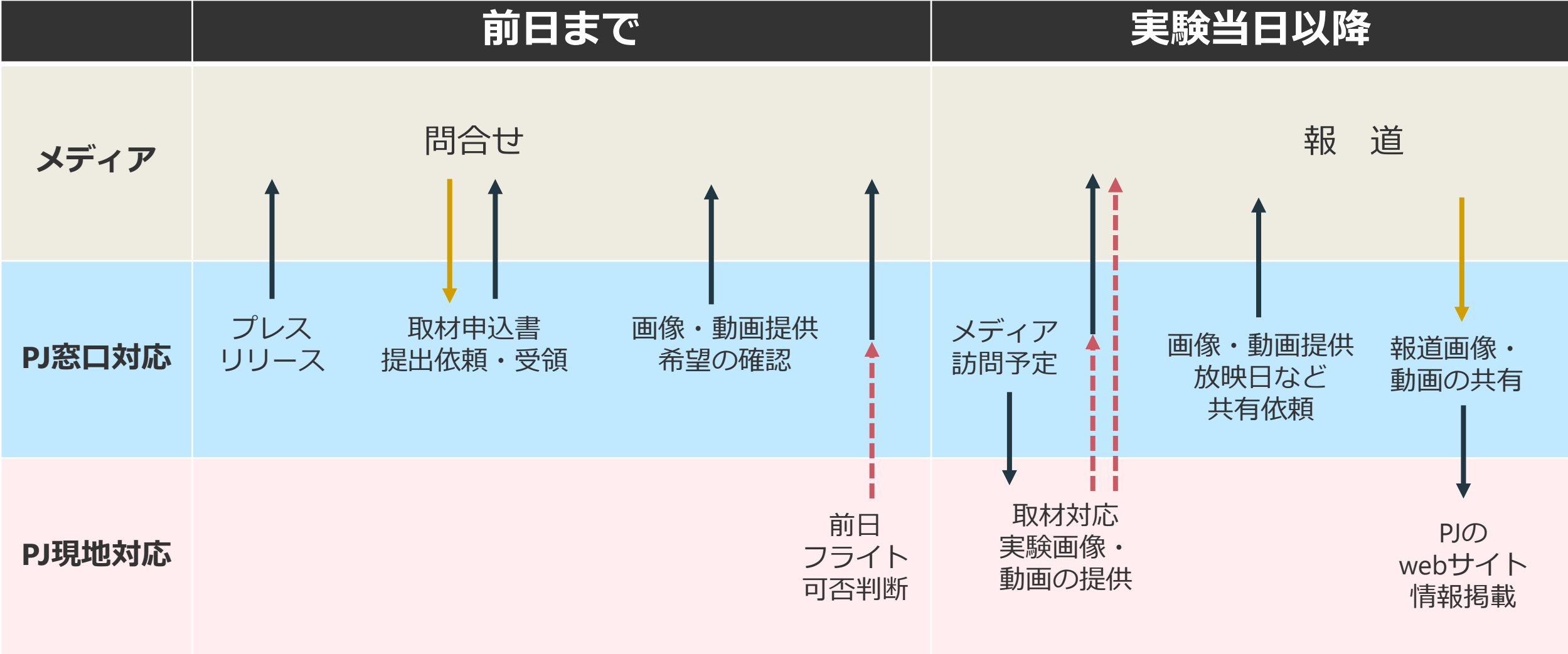
- 作成：千葉大学広報
- 提出先：
  - （千葉大学広報→）文部科学記者会、科学記者会、千葉県政記者クラブ、PR TIMES
  - （富山大学広報→）富山大学関係報道機関
  - （富山県立大学広報→）富山県政記者クラブ



各大学の発信力を生かすことが、より広範な周知につながる。



# 取材対応の流れ



# 取材関係者・報道一覧

| 報道日時              | 掲載紙/番組名                                                                                            |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1月6日              | 富山新聞朝刊1面                                                                                           |
| 1月7日 18:10～       | NHK富山『NEWS富山人』                                                                                     |
| 1月7日 18:15-19:00  | チューリップテレビ『ニュース6』                                                                                   |
| 1月7日<br>追加で春頃掲載予定 | 朝日新聞朝刊25面、電子版                                                                                      |
| 1月8日              | 北日本新聞朝刊 1 面、電子版                                                                                    |
| 1月8日              | 北日本放送『ニュースエブリィ』、KNBサイト                                                                             |
| 1月8日              | 富山テレビ放送『ライブBBT』                                                                                    |
| 1月14日             | 環境新聞オンライン                                                                                          |
| 1月28日             | Yahoo!ニュース                                                                                         |
| 1月29日             | (共同通信配信)<br>河北新報/ デーリー東北/山形新聞/岩手日報/福島民報/下野新聞/ 山梨日日新聞/神戸新聞/四国新聞/愛媛新聞/徳島新聞/高知新聞/大分合同新聞/宮崎日日新聞/熊本日日新聞 |
| 2月2日              | (共同通信配信)<br>西日本新聞                                                                                  |
| 2月3日              | (共同通信配信)<br>長崎新聞                                                                                   |
| 2月14日             | NHK『週刊情報チャージ!チルシル』                                                                                 |

## 北日本新聞 2026年1月8日付 朝刊 1面掲載

### 雲制御 豪雨回避へ

①シーディング ②オーバーシーディング

豪雨の位置を海上に移動 降水の分散

海域 陸地

上空でドライアイス散布する様子を確認する濱田准教授(右)ら三國山キャンプ場

実験は、革新的な研究を交差する内閣府の「ムーンショット型研究開発制度」のプロジェクトの一環。高度約3千以上の上空からドライアイスを散布することで、雨雲が陸地に到達する前に海上で豪雨を生じさせるシーディングや、雨雲の範囲を広げて地表的な豪雨を回避する「オーバーシーディング」の実用化を目指している。散布したドライアイスは高度1万500メートルに化するため、地上や海面への影響はないという。

最終的な目標は、夏場の集中豪雨をもちろす暴風降、水害などの自然災害の制御だ。今回は、積乱雲の性質が似ている冬の雪雲を対象に、入善、朝日町の沖合で予備実験を行った。冬の富山湾は、雪雲の発生予測が比較的容易であることなどから選んだ。

初日の7日は、晴れた富山湾の上空に、小型プロペラ機が午後1時ごろに到達。約1時間半が事前

設定したコースを回り、機内から直径約30センチのライアイスの粉約30グラムを8回に分けて散布した。入善町の富山キャンプ場に設けた観測点では、気象レーダーやドローンを活用して大気の状態を観測した。実験では、8回のドライアイス散布のうち5回で人工的な雲が発生した可能性を示す観測データが得られた。研究チームの濱田准教授(富山大学)は「地上とプロペラ機が密に連携し、狙った通りにドライアイスを散布できた。初回としては成功で、非常にいい結果」と話した。

今回の実験期間は14日まで。気象条件が整えば、最大で3日行う。風向きによって雲が陸地に流れやすくなる場合や、大雪警報の発令時は中止する。

今回収集したデータは年度内をめどに詳しく検証し、次年度の研究に生かす。濱田准教授は「富山湾は非常にいい条件で、ここ数年かけて実用化に向けて準備を進めたい」と話した。

### 富山大・県立大富山湾で実験 陸地到達前海で降雨

集中豪雨の被害を減らすため、富山大学と県立大富山湾で実験をスタートさせた。上空からドライアイスを散布する人工降雨降雪機によって豪雨を抑制し、将来的に海上に豪雨の位置を移動させるとして、豪雨災害の未然防止を目指す。チームは2026年までに技術を確立させたい考えだ。

実験は、革新的な研究を交差する内閣府の「ムーンショット型研究開発制度」のプロジェクトの一環。高度約3千以上の上空からドライアイスを散布することで、雨雲が陸地に到達する前に海上で豪雨を生じさせるシーディングや、雨雲の範囲を広げて地表的な豪雨を回避する「オーバーシーディング」の実用化を目指している。散布したドライアイスは高度1万500メートルに化するため、地上や海面への影響はないという。

最終的な目標は、夏場の集中豪雨をもちろす暴風降、水害などの自然災害の制御だ。今回は、積乱雲の性質が似ている冬の雪雲を対象に、入善、朝日町の沖合で予備実験を行った。冬の富山湾は、雪雲の発生予測が比較的容易であることなどから選んだ。

初日の7日は、晴れた富山湾の上空に、小型プロペラ機が午後1時ごろに到達。約1時間半が事前



## 3.7 実験報告会の開催

作成：株式会社たがやす

| 項目    | 内容                                                                                                                       |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 目的    | 予備実験の報告を行い、情報共有と対話を通じて、倫理的・法的・社会的課題（ELSI）への配慮を確保し、透明性の高い形で取り組みを進めるため。行政および地域住民との協力的な関係性を構築する第一歩とする。あわせて、本プロジェクトの認知向上を図る。 |
| ターゲット | 行政担当者（県・市町村・関係省庁）<br>豪雨災害等の自然災害の影響を受ける可能性のある地域の方、本実験に関心をお持ちの方                                                            |
| 時間    | 3月2日(月) 2部開催<br>第1部：14:00～15:30（行政の方が来られやすい時間帯）<br>第2部：18:30～20:00（一般の方が来られやすい時間帯）                                       |
| 場所    | 富山県民会館（ハイブリッド開催）                                                                                                         |
| 実施内容  | 90分構成：プロジェクト説明＋意見交換＋質疑応答                                                                                                 |
| 周知方法  | プレスリリース、チラシ配布、公式ホームページ掲載、関係者・自治体からの呼びかけ                                                                                  |

## 3.8 今後の予定



# 今後の予定

|                             | FY2025        | FY2026      | FY2027                     | FY2028         | FY2029        | FY2030                | FY2031                | FY2032<br>～  |
|-----------------------------|---------------|-------------|----------------------------|----------------|---------------|-----------------------|-----------------------|--------------|
| (1) 冬・シーディング<br>(日本海)       | ロジ確立と<br>予備実験 | 降水強化を<br>実証 | オーバー<br>シーディン<br>グを実証      | 降水強化/<br>抑制を実証 | スピノフ<br>を検討   |                       |                       |              |
| (2) 夏・シーディング<br>(沖縄・九州・四国?) |               |             | フィールド準備<br>(レーダー、MWR, etc) |                | ロジ確立と<br>予備実験 | オーバー<br>シーディン<br>グを実証 | 降水強化<br>抑制の実現         | リアルタイ<br>ム制御 |
| (3) 夏・洋上ドーム<br>(沖縄・九州・四国?)  |               |             |                            |                |               |                       | ミニチュア<br>を開発し<br>風を計測 | 降水抑制を<br>実証  |

5年

8年

10年

