

ムーンショット型研究開発制度 目標8 プロジェクト
「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」



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

富山湾における 「雪雲制御に係る予備的な実証実験」 に関する説明会

本事業は、内閣府ムーンショット型研究開発制度 目標8 研究開発プロジェクト「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」（2023年度採択）により実施しています。

主催：「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」プロジェクト

参加者：富山大学、富山県立大学、千葉大学、JST

進行：株式会社たがやす

協力：富山県防災課

本日の流れ

- 1. ご挨拶・趣旨説明**
- 2. 実証実験の説明**
- 3. 質疑応答と意見交換**
- 4. 閉会のご挨拶**

ご挨拶・趣旨説明

開催者・研究チームの紹介

プロジェクトマネージャー

千葉大学 教授
環境リモートセンシング
研究センター

小槻 峻司

プロジェクト責任者

富山大学 教授
地球システム科学科

安永 数明

プロジェクトメンバー

富山県立大学 講師
工学部

吉見 和紘

プロジェクトメンバー

千葉大学 特任研究員
環境リモートセンシング
研究センター

大橋 正尚

プロジェクトアドバイザー

科学技術振興機構（JST）
技術主幹

高玉 孝平

説明会運営事務局

株式会社たがやす

鈴木 耕平

本日の主旨（ゴール）

- 実証実験の内容について、本日ご参加の皆様と認識（安全かつ環境に影響がないこと）を共有すること
- 実証実験に関して気になる点を確認し、皆様が安心できるようにご意見を頂くこと

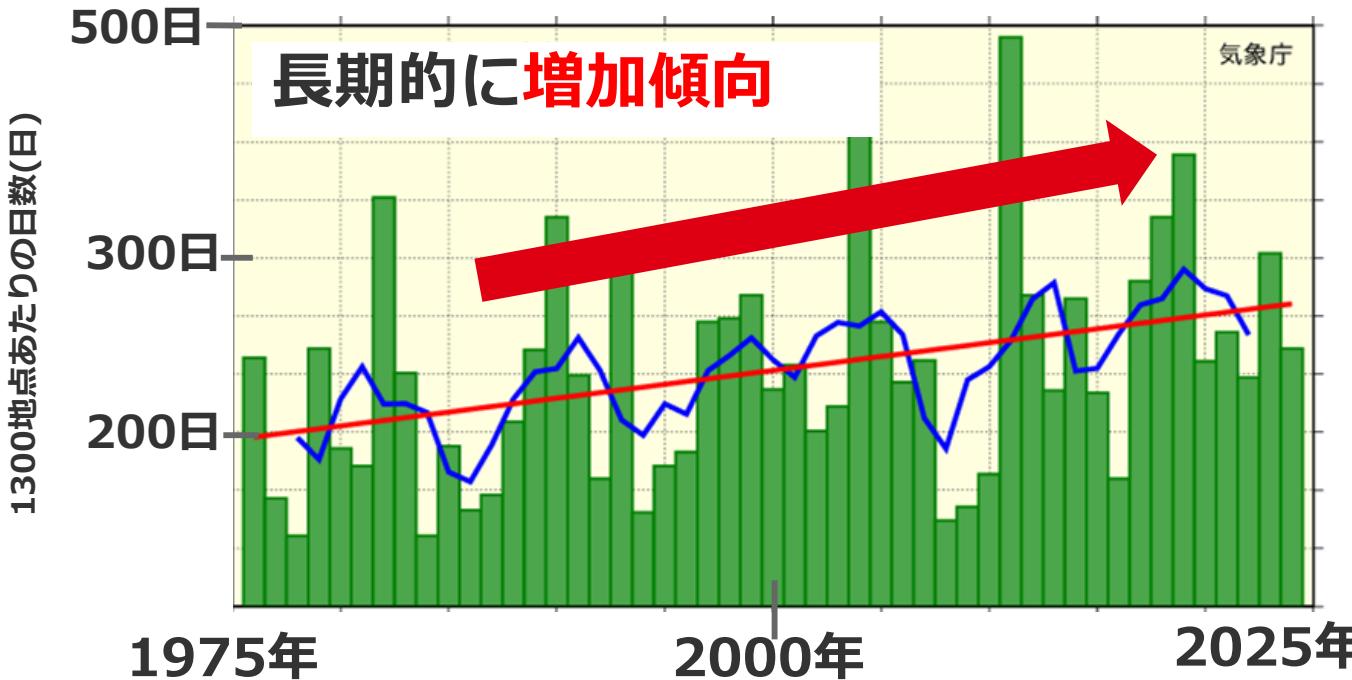
実証実験の説明

- 研究の背景・目的
- 実験手法とその有効性
- 本実証実験の概要
- 実験の安全性について
- 地上観測について
- 過去の国内外における実証実験の紹介

- **研究の背景・目的**
- 実験手法とその有効性
- 本実証実験の概要
- 実験の安全性について
- 地上観測について
- 過去の国内外における実証実験の紹介

気候変動により大雨が増加している

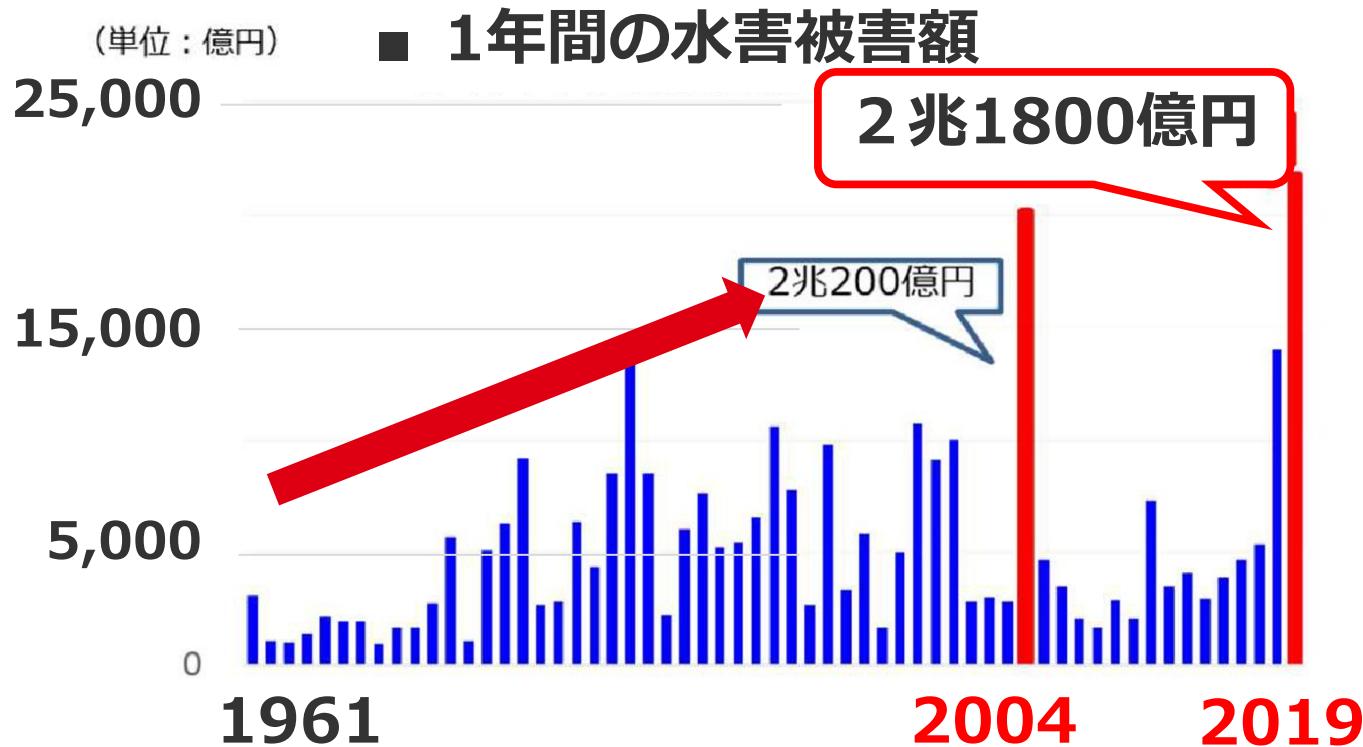
■ 1日の降水量が200ミリ以上の大雨を観測した日数



「大雨や猛暑日など（極端現象）のこれまでの変化」(気象庁)

https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/extreme/extreme_p.html?select_elem=amddayより加工して作成

1年間の水害の被害額も増加傾向にある

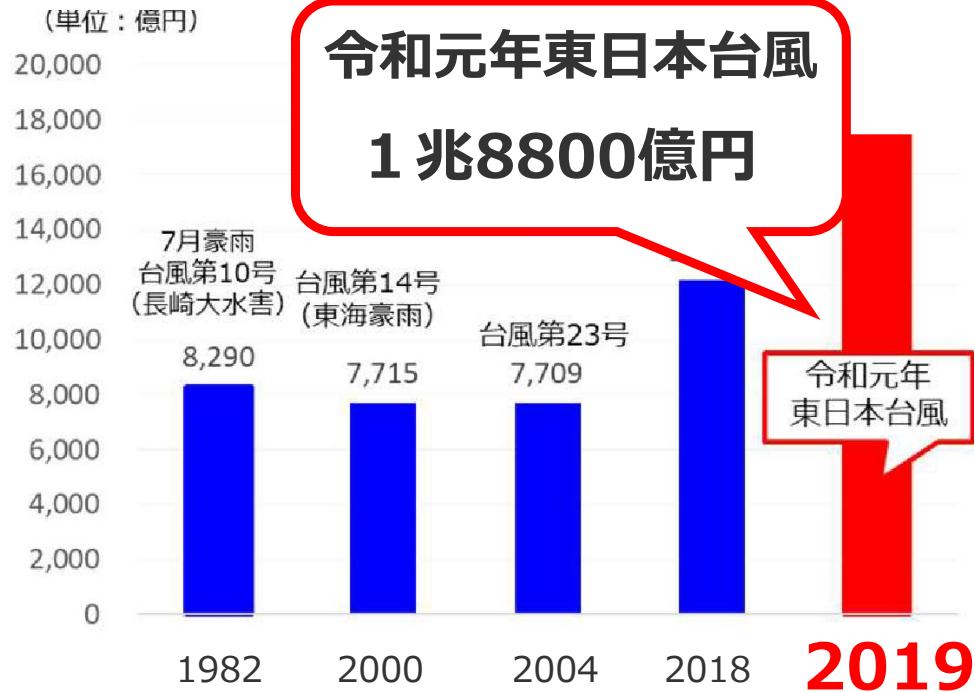


「令和元年東日本台風の発生した令和元年の水害被害額が統計開始以来最大に」(国土交通省)
<https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001396912.pdf>より加工して作成

2019年に津波以外の水害被害額が統計開始以来最大を記録



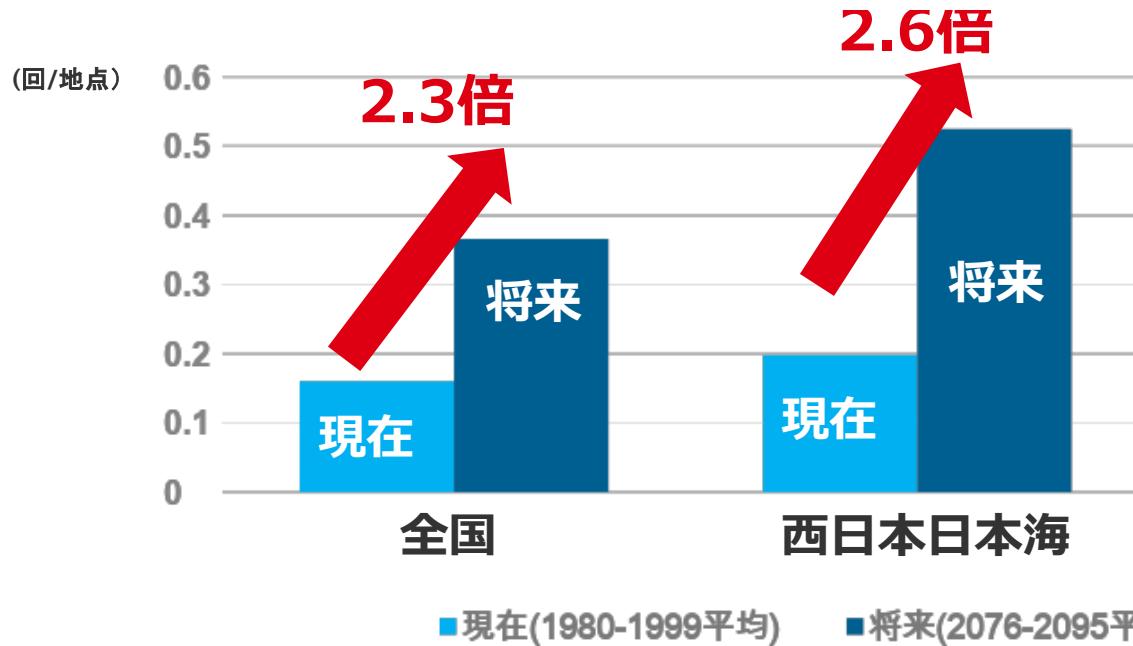
■ 津波以外の単一の水害被害額



「令和元年東日本台風の発生した令和元年の水害被害額が統計開始以来最大に」(国土交通省)
<https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001396912.pdf>より加工して作成

将来的にも大雨の発生頻度が高まる予測

■ 1日の降水量が200ミリ以上の大雨の発生頻度予想



20世紀末の2倍以上になると予想

「特集 激甚化する豪雨災害から命と暮らしを守るために」(気象庁)

<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/hakusho/2020/index1.html>より加工して作成

気象制御に向けた研究の立ち上げ

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



三好建正(理化学研究所)

台風制御プロジェクト



澤田 洋平（東京大学）

社会的意思決定を支援する気象
－社会結合系の制御理論



筆保 弘徳（横浜国立大学）

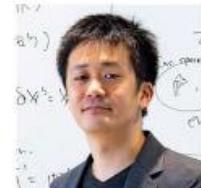
安全で豊かな社会を目指す
台風制御研究

豪雨制御プロジェクト



山口 弘誠（京都大学）

ゲリラ豪雨・線状対流系豪雨と
共に生きる気象制御



小堀 峻司（千葉大学）

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

豪雨の抑制に向けた研究の立ち上げ



千葉大学 教授

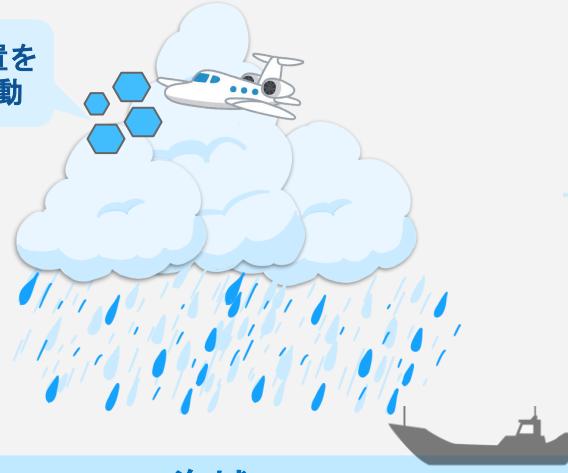
小槻峻司

■ 検討中の「豪雨による災害」を抑制する手法

- ① 海上で（事前に）降水を生成することで水蒸気を消費する
- ② 陸上で発達しそうな積乱雲の降水域を広範囲に拡げる

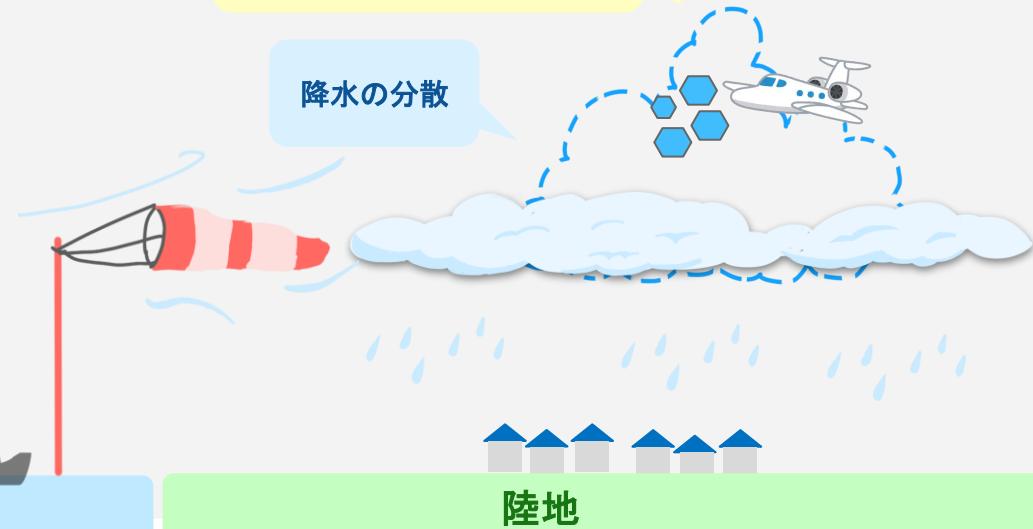
①シーディング

豪雨の位置を
海上に移動



②オーバーシーディング

降水の分散



海域

陸地

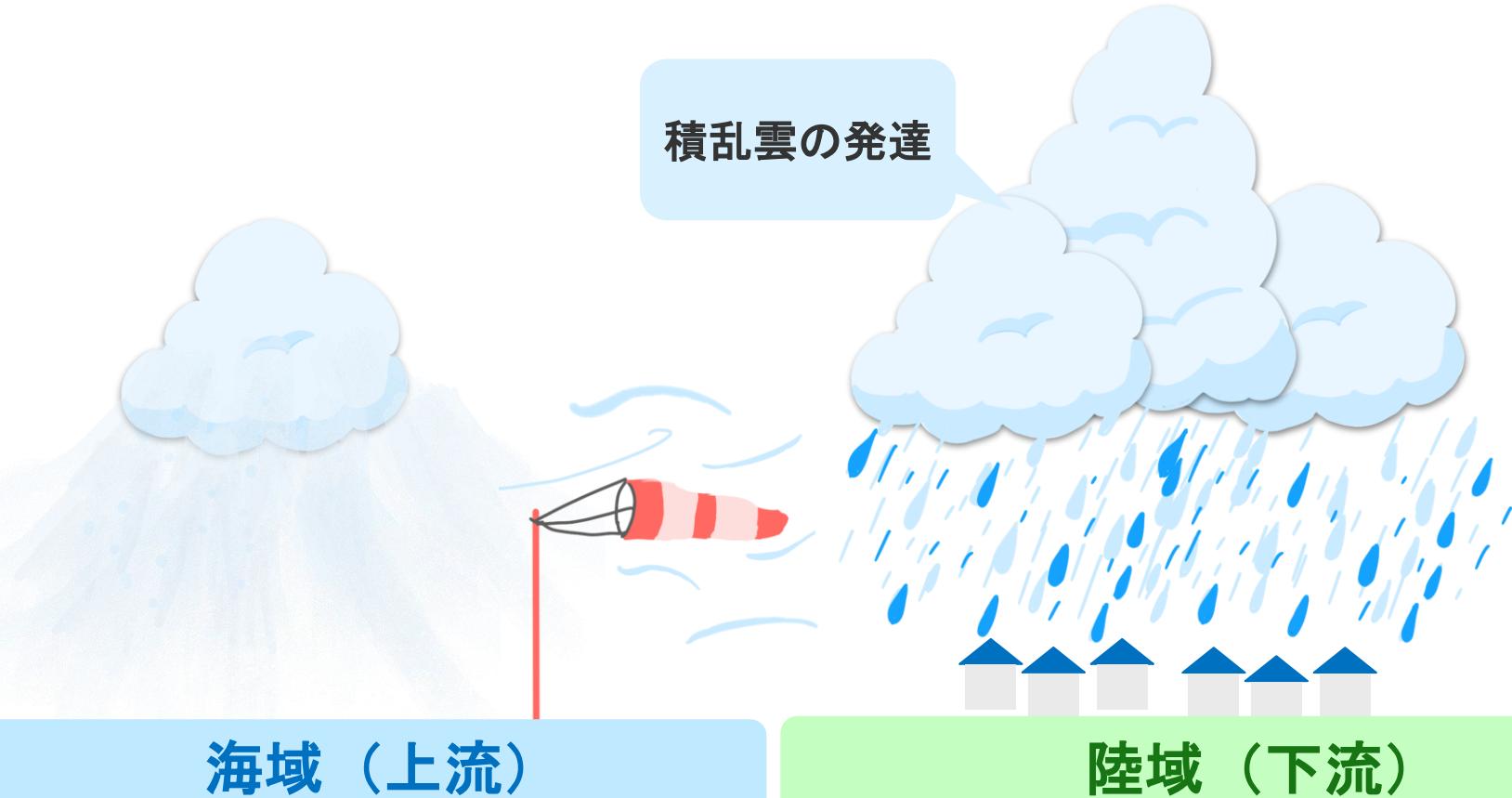
- 研究の背景・目的
- 実験手法とその有効性
- 本実証実験の概要
- 実験の安全性について
- 地上観測について
- 過去の国内外における実証実験の紹介

シーディング(雲の種まき) とは

- ドライアイスなどによって**雲の中で氷粒子を人為的に増やすこと**
- 人工的に雨を降らせる人工降雨で用いられてきた技術



通常の豪雨の発生



①シーディング(雲の種まき) すると

■ 本来発生するよりも上流で降水を発生させたり

シーディング

ドライアイス

積乱雲の発達



海域 (上流)

陸域 (下流)

②オーバーシーディング(雲の種まき) すると

- 局所的な降水を広範囲に広げたりする ことが可能かもしれない

オーバーシーディング



ドライアイス



陸域

②オーバーシーディング(雲の種まき) すると

- 局所的な降水を広範囲に広げたりする ことが可能かもしれない

オーバーシーディング

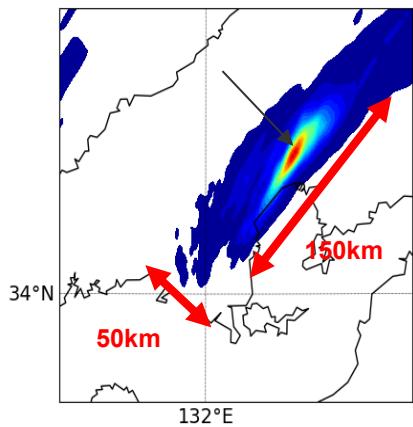


局所的な豪雨の発生タイミングや場所を
コントロールすることで、
被害を減らすことを目指している

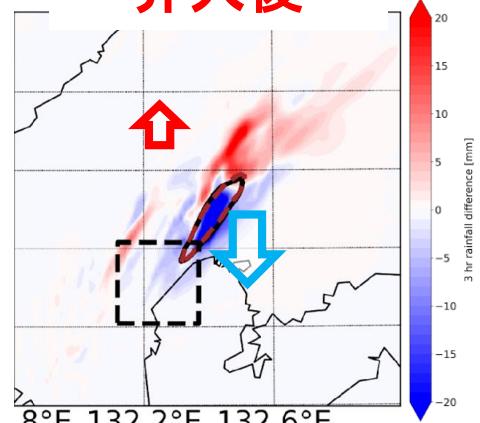
陸域

2014年の広島豪雨のデータをもとに**数値シミュレーション実験**

介入前



介入後



降雨分布
(WRFモデル実験)

結果

降雨を分散し、
強雨域の降雨を低減

- 研究の背景・目的
- 実験手法とその有効性
- **本実証実験の概要**
- 実験の安全性について
- 地上観測について
- 過去の国内外における実証実験の紹介

今回のシーディング（実証実験）について

対象	冬季の富山湾で発達する雪雲
実施時期	2026年1月5日～14日のうちの4日程度
1回の散布量	(20-100kg程度の) ドライアイス散布を予定
1回の散布時間	最長2時間程度

(従来と同程度か、それよりも小さな規模での)

本格的な取り組みに向けた予備的なステップ

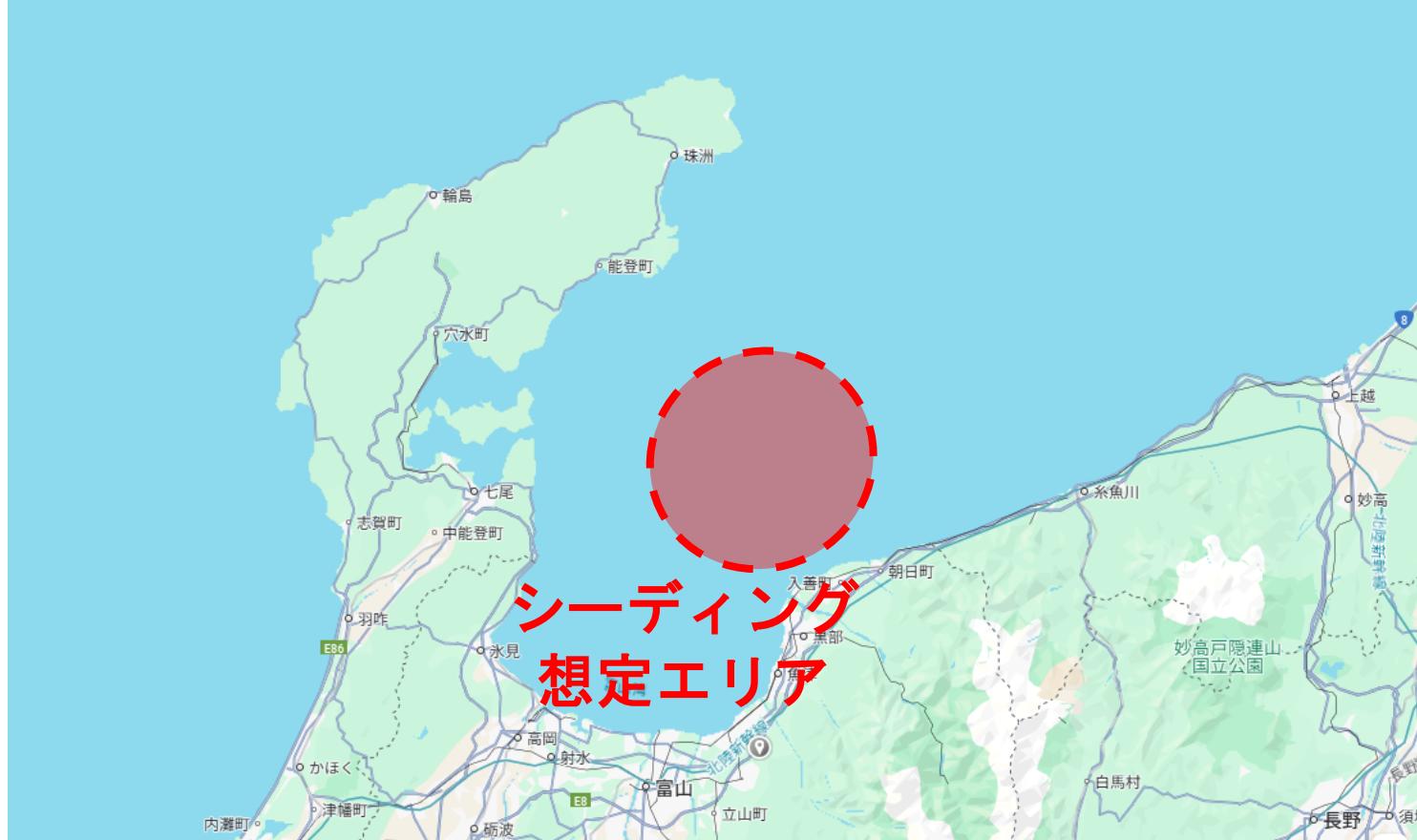
時期：今回は雨雲ではなく冬季の雪雲で実施するのか？

	夏季	冬季 雪雲
類似性	一	高い
高度	高い 高額 ジェット機が必要	低い プロペラ機で間に合う それほど高額ではない
ターゲットの積乱雲	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	しにくく	しやすい

まとめると

「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たい。」

今回のシーディング想定エリア



今回のシーディングが実施される条件



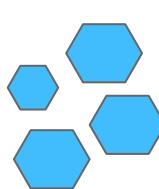
- 研究の背景・目的
- 実験手法とその有効性
- 本実証実験の概要
- 実験の安全性について
- 地上観測について
- 過去の国内外における実証実験の紹介

安全性について：海域・陸域に影響を与えないのか？

①海の上空で散布した場合

* 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

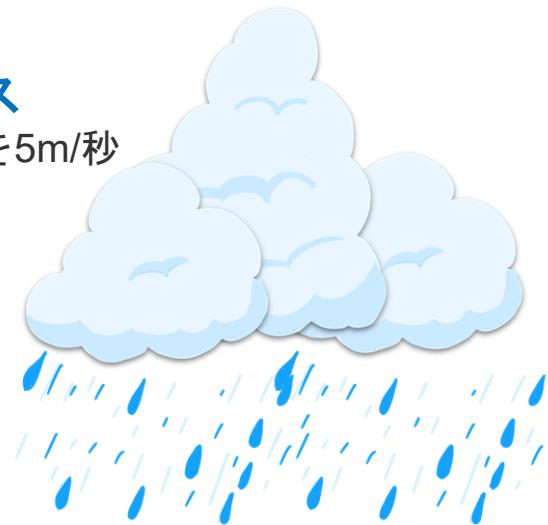
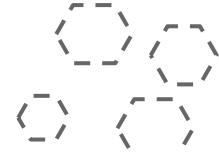
シーディング材



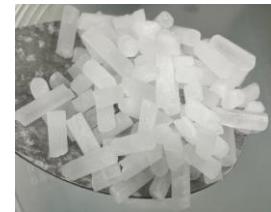
高度3000m
ドライアイス
平均落下速度を5m/秒

600秒=10分

昇華して
消滅する



海域



7(5~11)
φ3 (2.5~3) 仕様φ3
↔ ↑ ↓

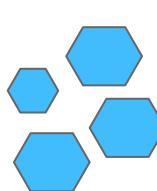
陸域

安全性について：海域・陸域に影響を与えないのか？

①海の上空で散布した場合

* 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

シーディング材



高度3000m
ドライアイス
平均落下速度を5m/秒

600秒=10分

昇華して
消滅する

海域に
影響無し



0.6km

陸域に
影響無し

10km

海域

陸域

安全性について：海域・陸域に影響を与えないのか？

* 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



海域

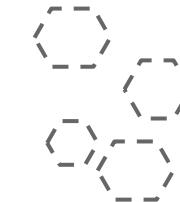
②陸の上空で散布した場合

シーディング材



600秒=10分

昇華して
消滅する



陸域には
影響無し

陸域

海の上空、陸の上空、どちらの散布でも

- 海域・陸域への影響はない
- 生態系への影響もほぼない

実施しない場合



陸域に直接向かうような風
があるとき

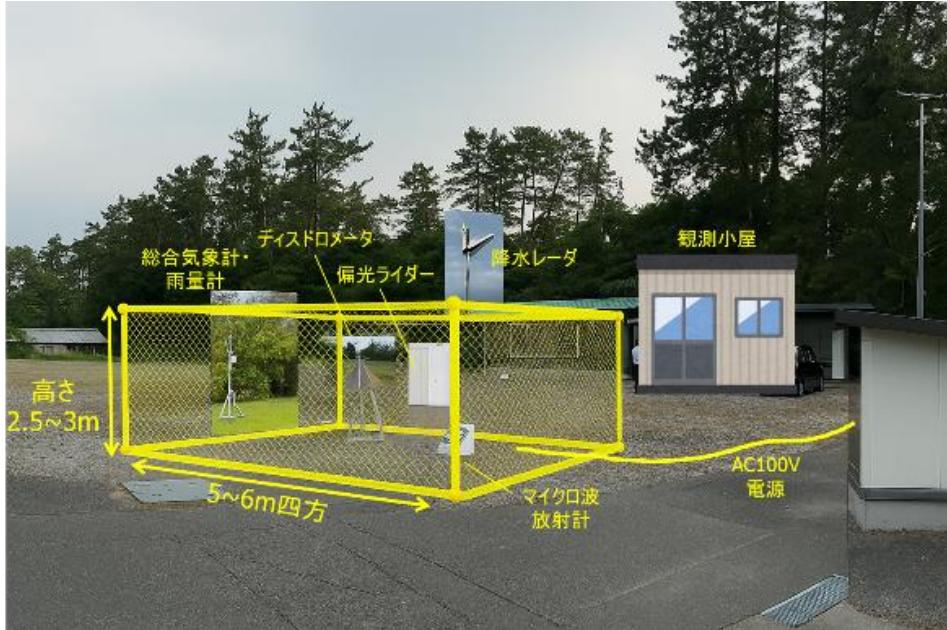


大雪警報が発令中時

- 数値計算による予測も併せて実施
- 陸域に影響を与えないことを実施前に予測し、実施後に確認

- 研究の背景・目的
- 実験手法とその有効性
- 本実証実験の概要
- 実験の安全性について
- 地上観測について
- 過去の国内外における実証実験の紹介

地上観測について



- 入善町にて
(気象庁の通常観測と同程度の)
地上観測機器を展開する計画



- ラジオゾンテの放球
- ドローン活用をする予定

- 研究の背景・目的
- 実験手法とその有効性
- 本実証実験の概要
- 実験の安全性について
- 地上観測について
- 過去の国内外における実証実験の紹介

危険な実験ではないが、住民との対話は大事にしたい



参加者	気象研 新潟県	気象研 高知県	今回の実証実験 自治体、漁協など 地域の皆様
説明会	市町村役場 公民館など	県庁	<input type="radio"/> 2回 <input type="radio"/> 3回 継続的に開催予定

これまでの日本の人工降雨・プロジェクト



1988～1992年

科学技術庁振興調整費

- 降雪機構の解明と降雪雲の人工調節の可能性に関する基礎的研究
- 気象庁気象研究所、大学、国立研究機関

1994～2002～
2012年

気象研究所・利根川ダム統合管理事務所・共同研究

- 山岳性降雪雲の人工調節に関する研究
- 気象庁気象研究所

2006～2011年

科学技術庁振興調整費

- 渴水対策のための人工降雨・降雪に関する総合的研究
- 気象庁気象研究所、大学など

2011～2015年

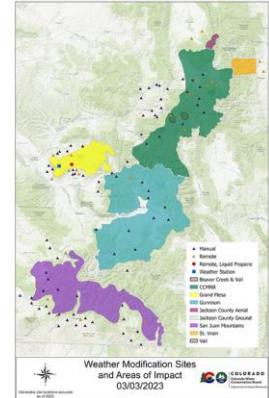
東京都水道局

- 人工降雨施設更新に伴う調査委
- 気象研究所

冬季(新潟・群馬)と夏季(高知)に実施。

米国 コロラド州の事例

- 1940年代後半 米国で人工降雪技術が誕生、コロラドでも試験開始
- 1950～60年代 山岳地域で冬期シーディング実験を実施
- 1970～75年 Bois 川流域などで航空機によるクラウドシーディングを開始
- 1972年 州法「Colorado Weather Modification Act」制定（許可制導入）
- 1980～90年代 地上と航空機による散布の運用が拡大
- 2000年代以降 州水資源委員会（CWCB）が全体を統括
- 現在 冬期の積雪増強を目的に複数流域で継続実施中



質疑応答・意見交換

ご参加いただきありがとうございました