

ムーンショット目標8 公開シンポジウム2024
2050年までに極端風水害の低減をめざして
ー防災・減災手段としての気象制御の可能性ー



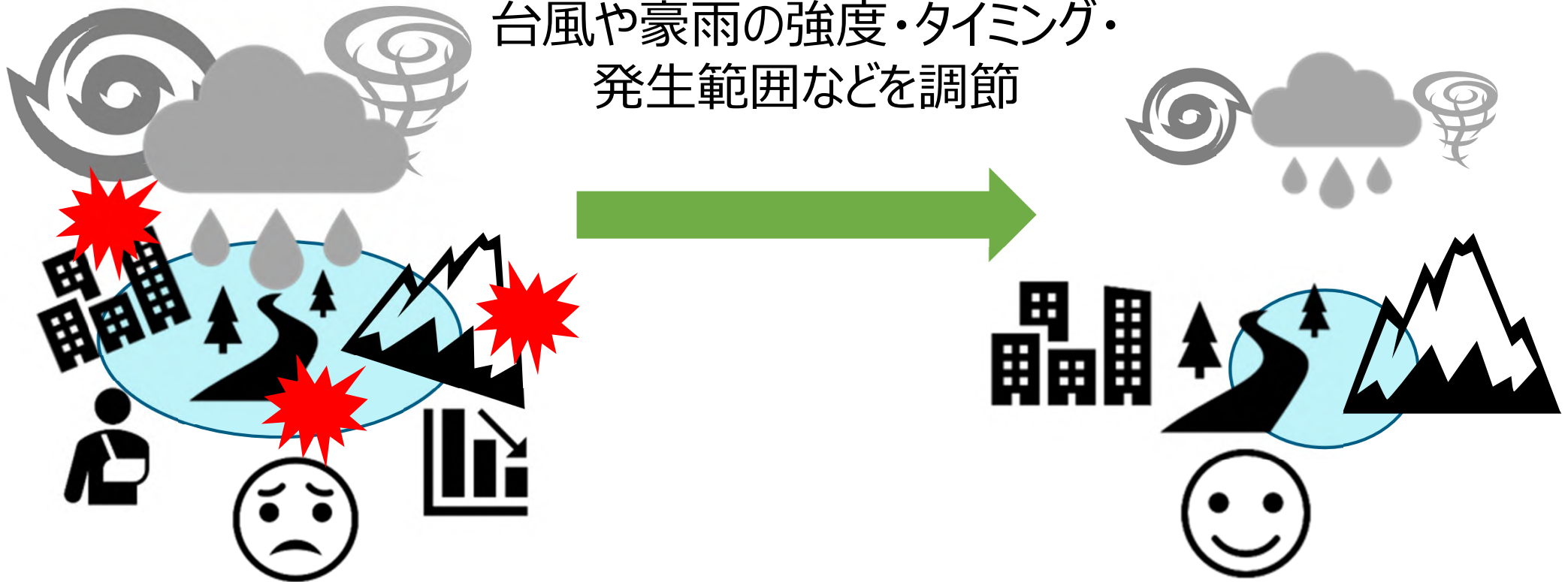
ムーンショット目標8

「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」 概要のご紹介

2024年12月6日
プログラムディレクター
三好 建正
(理化学研究所・チームリーダー)

私たちの目標／気象制御とは

台風や豪雨の強度・タイミング・発生範囲などを調節



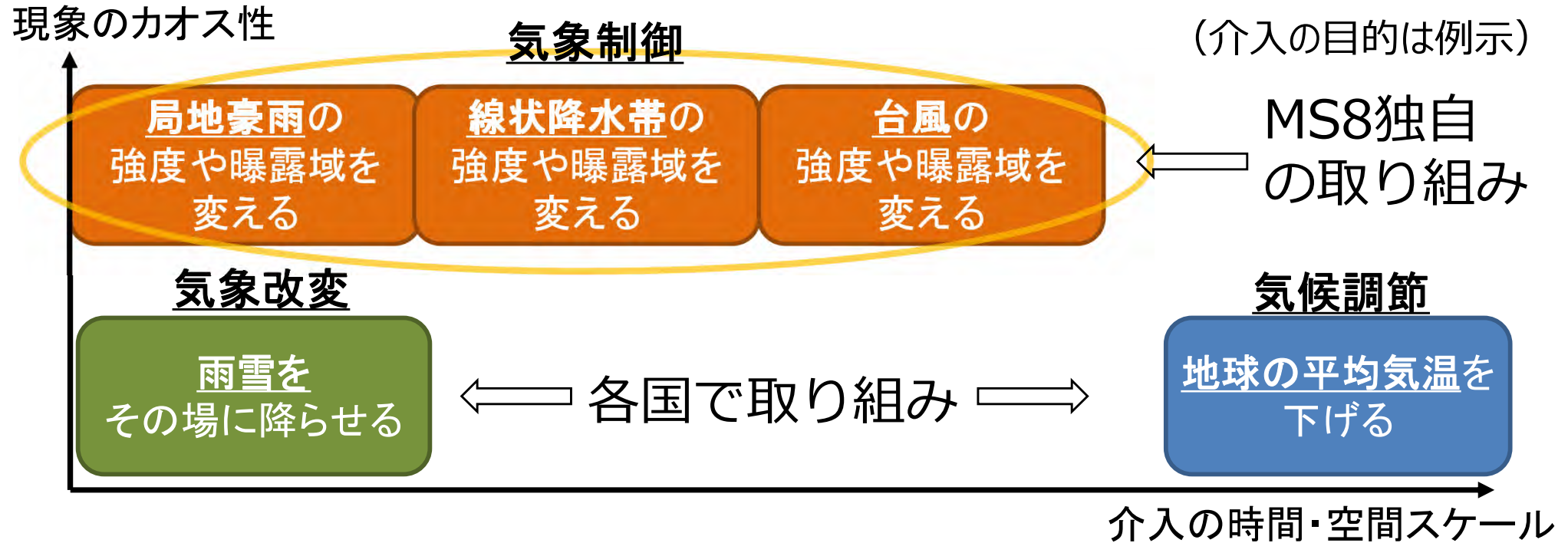
高精度な気象予測に基づき、気象制御・社会行動・防災インフラ等の対応を、
最適な組み合わせで行うことにより、
極端風水害の被害を最小化する

被害 = ハザード × 曝露 × 脆弱性

↑
気象の制御で軽減

↑
防災インフラや社会行動等で改善

国内外の研究開発動向

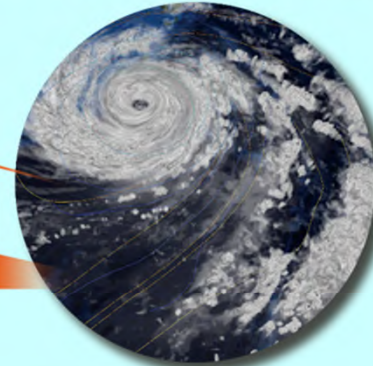


- 1960～80年代のアメリカにおける台風制御プロジェクトStormfury
現実の台風へのシーディングによって勢力の弱化が観測された事例もあったが、**当時の技術では人為的介入と自然変動の区別ができなかった**
- 以来、ローカルな気象改変や気候調節への取り組みは各国で行われてきているが、台風や豪雨や台風といったカオス性の強い**極端気象の制御を目指す大規模プログラムは現在見当たらない**

気象制御への展望

観測・実験データ

シミュレーション



データ同化

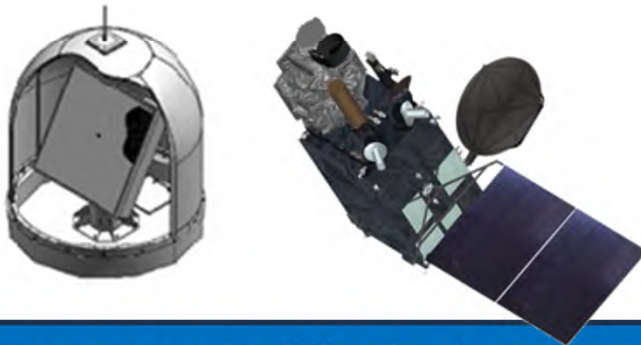
Data Assimilation

ビッグデータ

ビッグデータ

センサー技術の進化、IoT

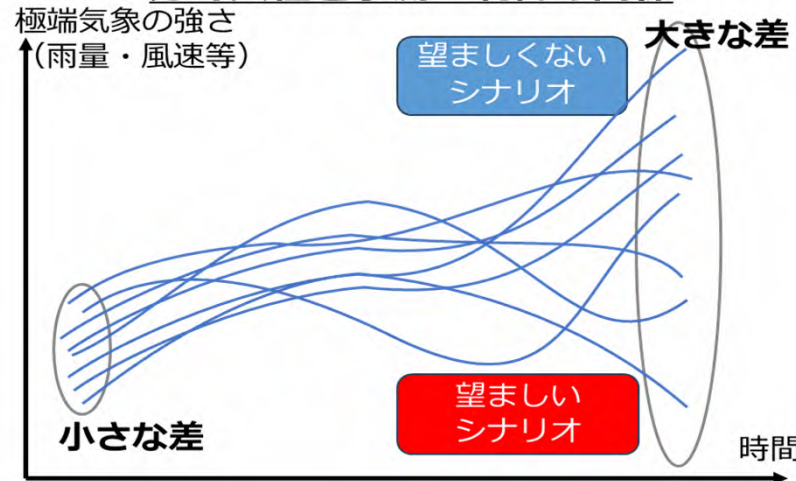
計算機の進化



MS8では高精度な予測に基づく気象の制御を目指す

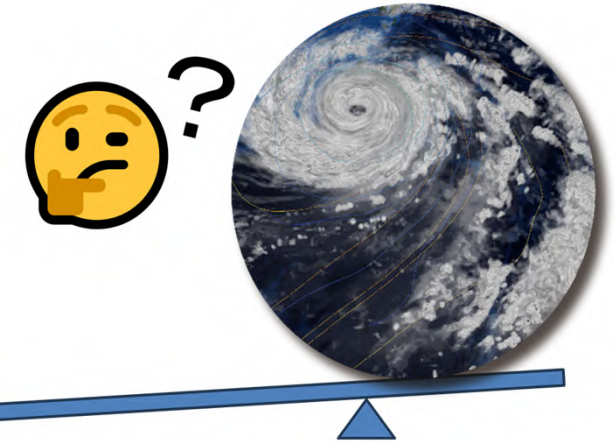
解決すべき課題

カオス性と予測・制御の関係



カオス性を活用する制御

- 気象
- 数理



膨大な規模の気象を
人間の力で制御

- 気象
- 工学
- 数理



社会が受容できる気象制御

- 数理
- ELSI

ELSI: Ethical, Legal,
and Social Issues

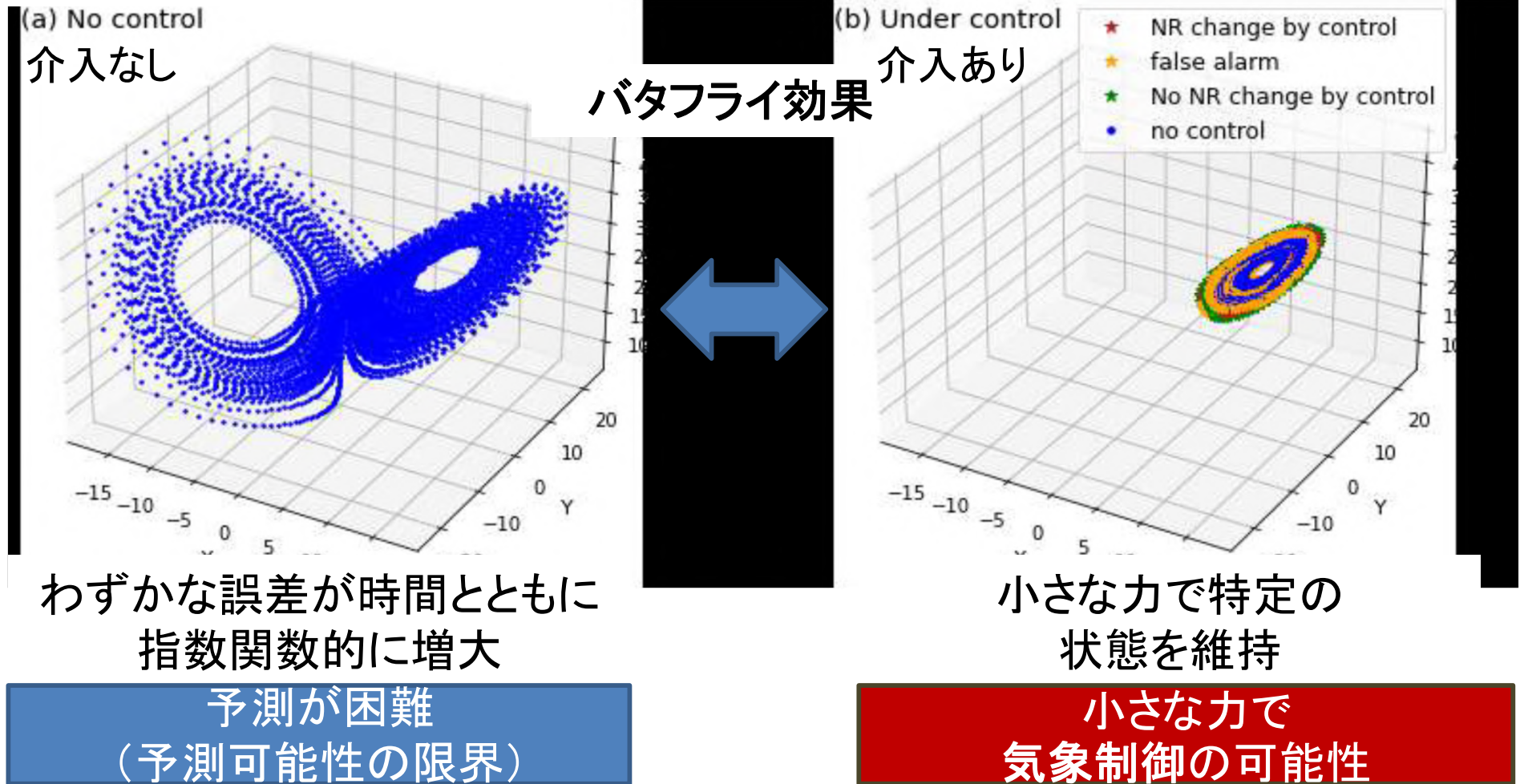
気象制御の研究開発と社会実装には、**学際的な取り組みが必要不可欠**

気象制御実現に向けたアプローチ(1)

カオス性・非線形性を活用した制御

Lorenz-63 モデル

Miyoshi & Sun (2022, NPG)



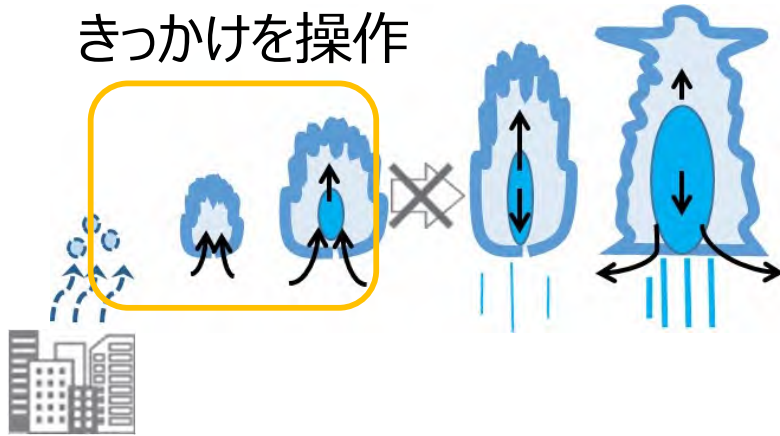
数理を活用した制御技術を開発中(2025年度から本格的に利用)

気象制御実現に向けたアプローチ(2)

人間が扱える技術・エネルギーで気象を制御するための技術開発

極端気象の発生・発達メカニズムと制御理論の両面から効率的な制御手法を探索

たとえば**豪雨**の
きっかけを操作

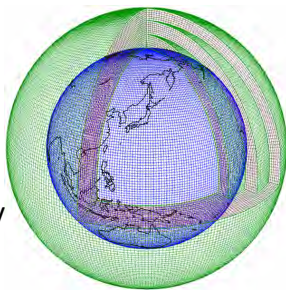


まずはメカニズムに基づき介入のあたりをつけ
**シミュレーション中で極端風水害を
効果的に弱められる事例を抽出**

シミュレーションの検証や社会実装に向けた技術を開発

予測と制御
精度の向上

図は気象庁HPより引用
<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/whitep/1-3-1.html>

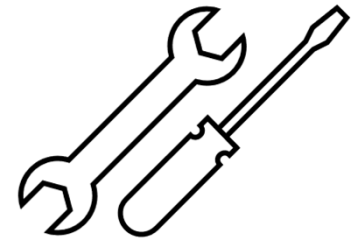


環境影響や
防災効果を
評価

図は気象庁HPより引用
https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/bosai/riskmap_flood.html



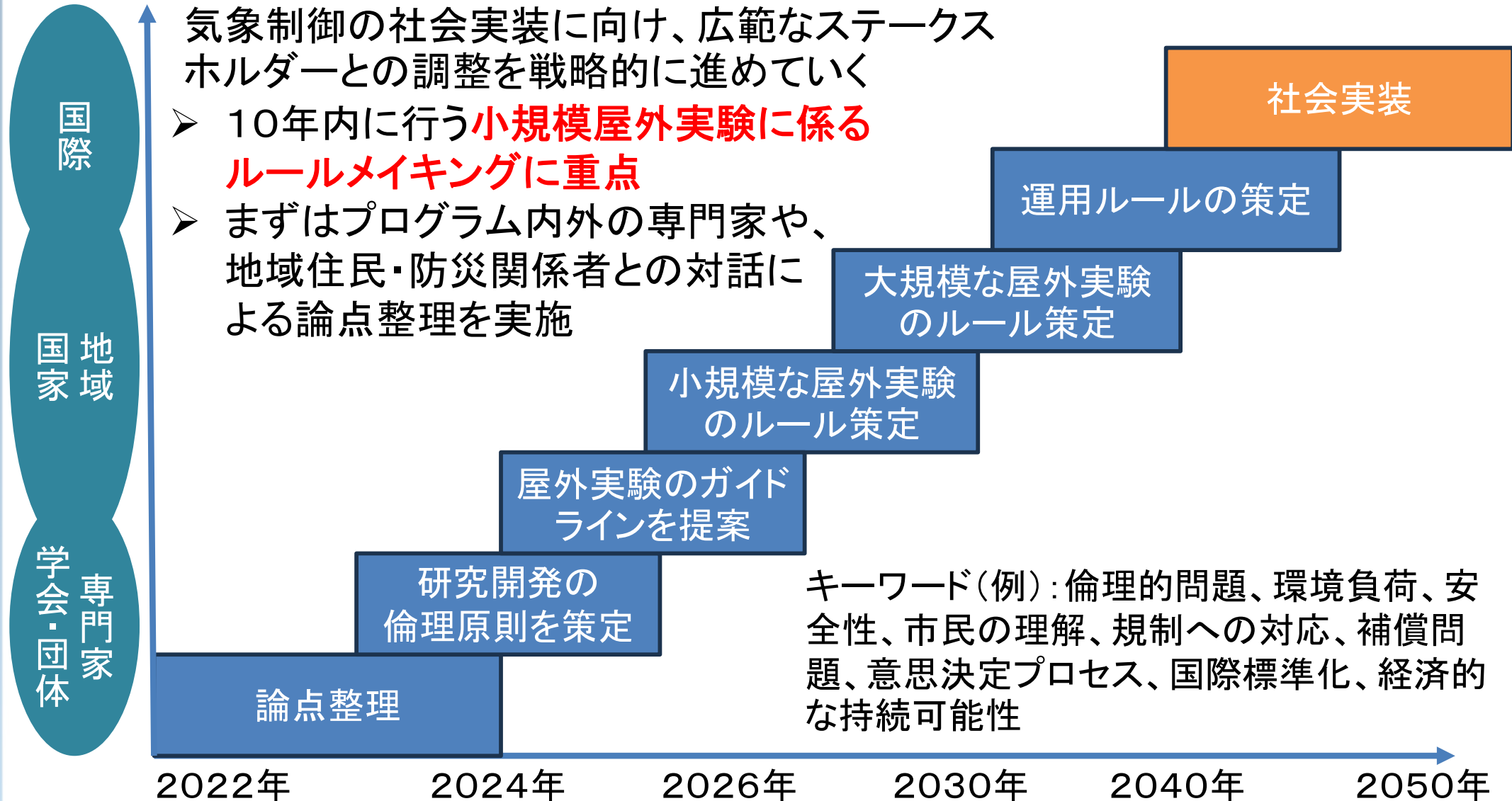
介入手法の
工学的な
開発



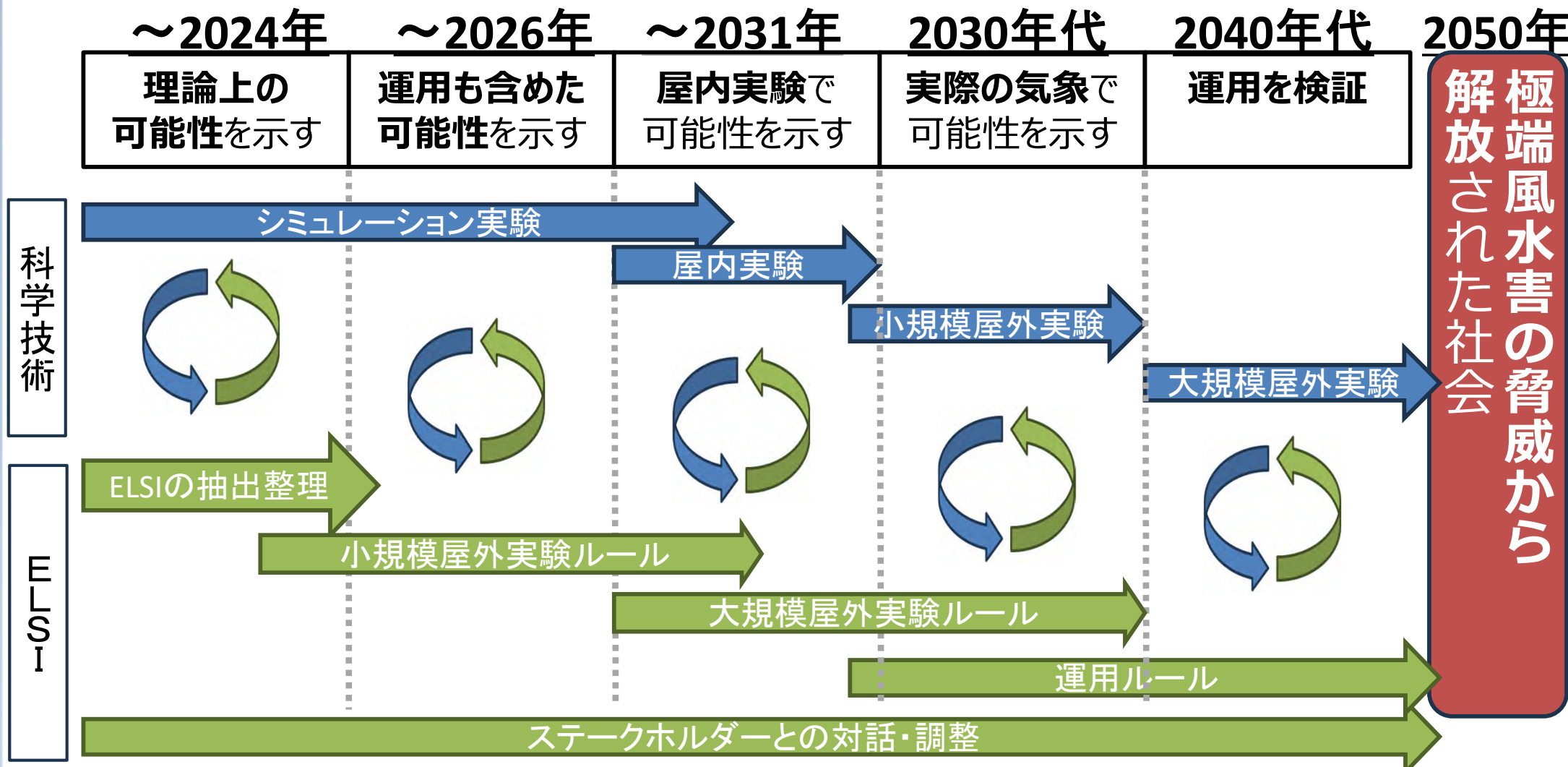
気象制御実現に向けたアプローチ(3)

倫理的・法的・社会的課題 (ELSI) 対応と研究開発を並行

ステークスホルダーの例



気象制御実現のためのシナリオ



科学技術とELSI対応をプログラムの両輪として研究開発を推進
 現段階ではシミュレーションによる原理的な可能性の検証に注力

研究開発の推進体制

コア研究PJ(台風)



澤田PJ(東大 工学)

➤ 気象-社会結合系のデータ駆動制御

1000km
数日間



筆保PJ(横国大 台風研究センター)

➤ 台風発達メカニズムに基づく急所への介入

コア研究PJ(豪雨)



小槻PJ(千葉大 リモセン)

➤ 海上での豪雨形成による
陸上豪雨の弱体化

100km
数時間



山口PJ(京大 防災研)

➤ 都市由来の局地豪雨
のタネ等を制御

10km
数10分

要素研究PJ



高垣PJ
(兵庫県大)



西澤PJ
(理研)

➤ 海面制御 ➤ 気象モデル精緻化



野々村PJ
(名大)



森PJ
(JAMSTEC)

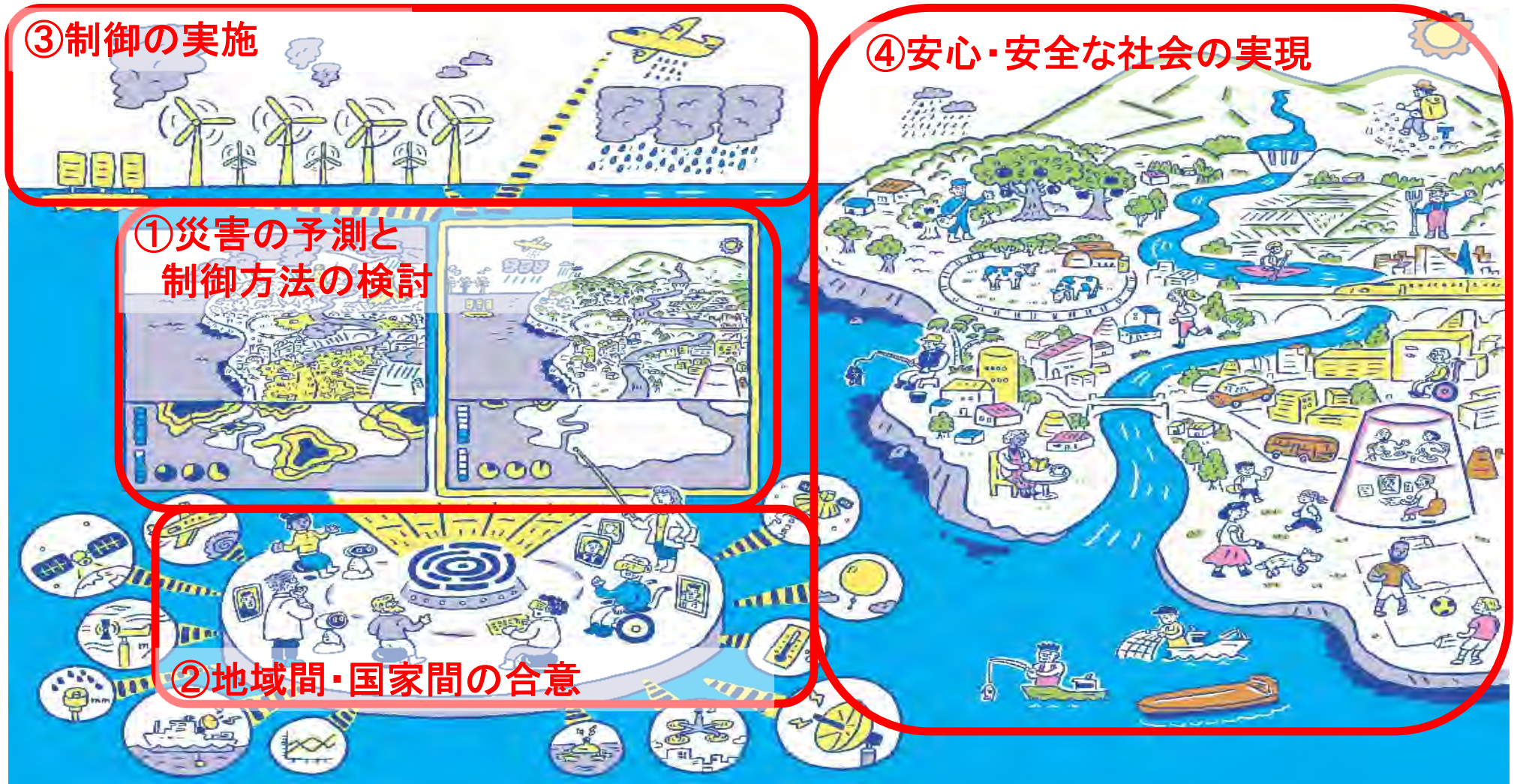
➤ 介入最適化 ➤ 洋上観測

※プログラムは2022年度に開始
小槻PJは2023年度に開始
要素研究PJは2024年度に終了

- コア研究PJが2050年からバックキャストしたシナリオに基づく研究開発を実施
- 要素研究PJが早期の解決が必要な個別のボトルネックへの対応
- コア研究PJのELSI系研究者によるELSI横断チームが、PJ共通のELSIに対応

2050年に目指す社会像

極端風水害の脅威から解放された安全安心な社会



2050年には、高精度な気象予測に基づき、周辺の地域・国家との合意のもと、防災・減災の一つのツールとして、台風や豪雨等の極端気象を制御できるようになる