

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」

プロジェクトマネージャー 追加公募説明

令和 5年 3月

プログラムディレクター
三好 建正

(理化学研究所 計算科学研究センター チームリーダー)

- ・研究開発構想の概要
- ・気象制御の研究開発に関する考え方
- ・研究開発ポートフォリオと公募対象
- ・研究開発の推進方針
- ・募集・選考の方針等

ムーンショット目標

「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」

目指す社会像・ターゲット

- ・ 2050年までに、激甚化しつつある台風や豪雨（線状降水帯によるものを含む）の強度・タイミング・発生範囲などを変化させる制御によって極端風水害による被害を大幅に軽減し、我が国及び国際社会に幅広く便益を得る。
- ・ 2030年までに、現実的な操作を前提とした台風や豪雨（線状降水帯によるものを含む）の制御によって被害を軽減することが可能なことを計算機上で実証するとともに、広く社会との対話・協調を図りつつ、操作に関わる屋外実験を開始する。

研究開発の方向性

■挑戦的研究開発を推進すべき分野・領域

- 小さな擾乱で大きな効果を得られる制御法 等

制御理論の構築

社会的・技術的・経済的に実現可能な制御技術の開発

- 気象の理解の深化
- 気象モデルの高度化
- 全球・地域シミュレーションの統合
- 広範囲にわたる効果・影響の推定 等

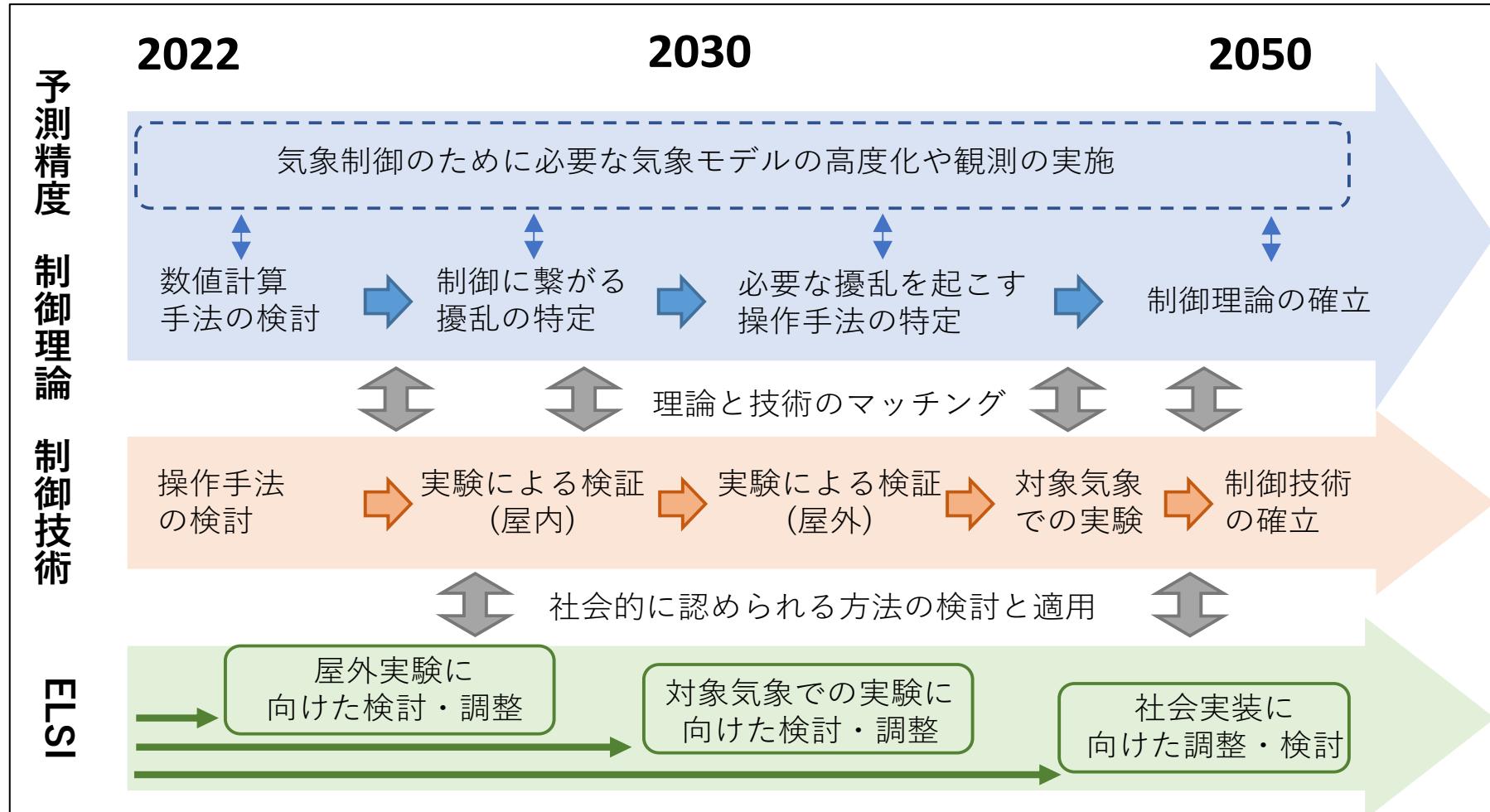
予測精度の向上

- 水蒸気の状態制御
- 地表面・海面温度制御
- 風エネルギーの低減 等

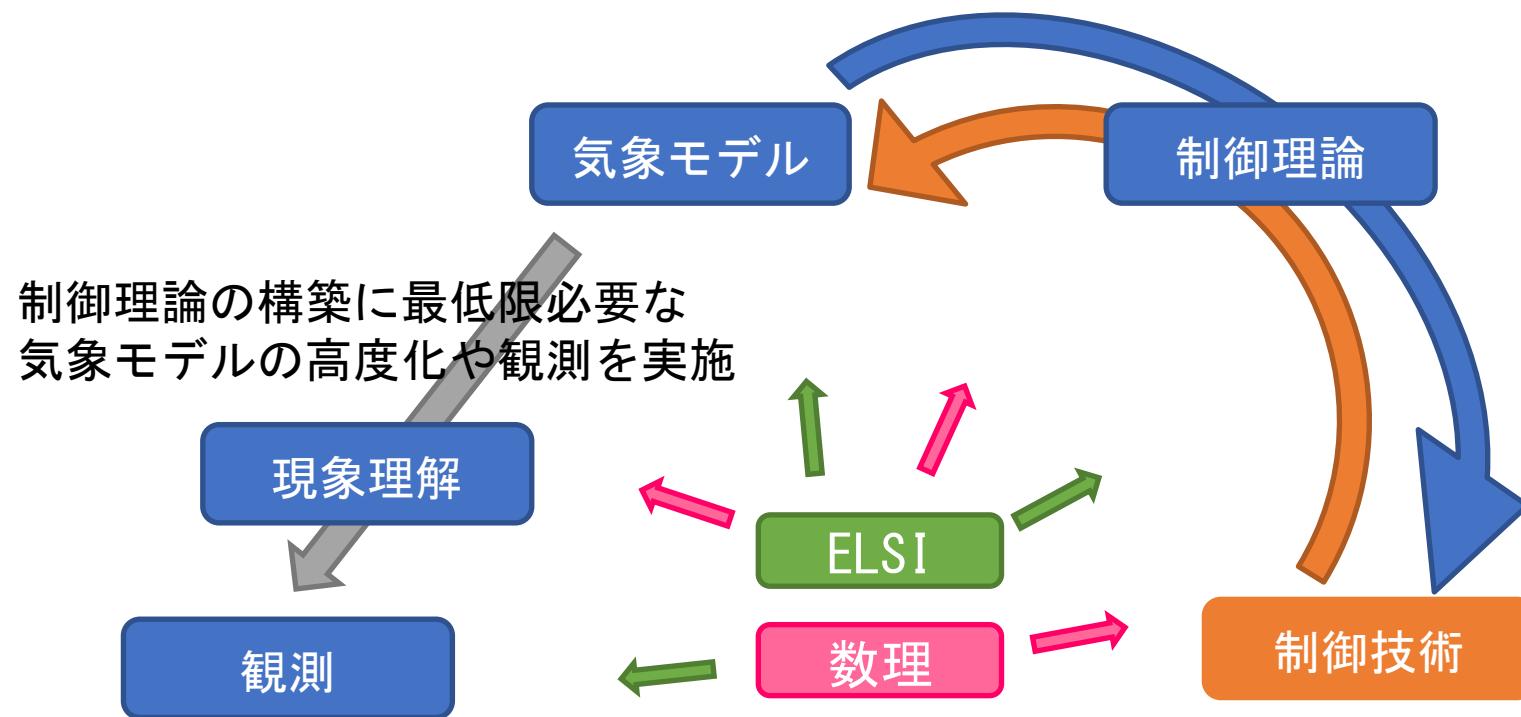
ELSI

- 倫理的課題
- 法的課題（国内外でのルール作り等）
- 社会的課題（社会受容性向上・合意形成等） 等

研究開発の進め方の概要



- 気象モデルから気象制御の実現に向かう「**気象学的アプローチ**」の研究開発と、制御技術から気象制御の実現に向かう「**工学的アプローチ**」の両面から取り組み、幅広く可能性を探りつつ、両者をマッチング・統合する。



- 気象制御に資する**数理研究**に加え、倫理的・法的・社会的課題（ELSI）に取り組む研究と一体化し進めていくことが肝要。

プログラムのマイルストーン

現在～2030年

気象制御の実現可能性を具体的に示し、社会的・学術的な合意形成を目指す

↑
現実的な操作を前提とした気象制御理論の策定

+
気象に対して効果的にインパクトを与える制御手法の開発

+
主要なELSIの抽出とその解決に向けた取り組み

2030～2040年

小規模な気象制御実験を実施し、効果と安全性を検証

↑
必要な擾乱を起こす制御手法の特定
+
気象制御実験に向けた国内外における主要なELSIの解決

2040～2050年

大規模な気象制御実験を実施し、効果と安全性を検証

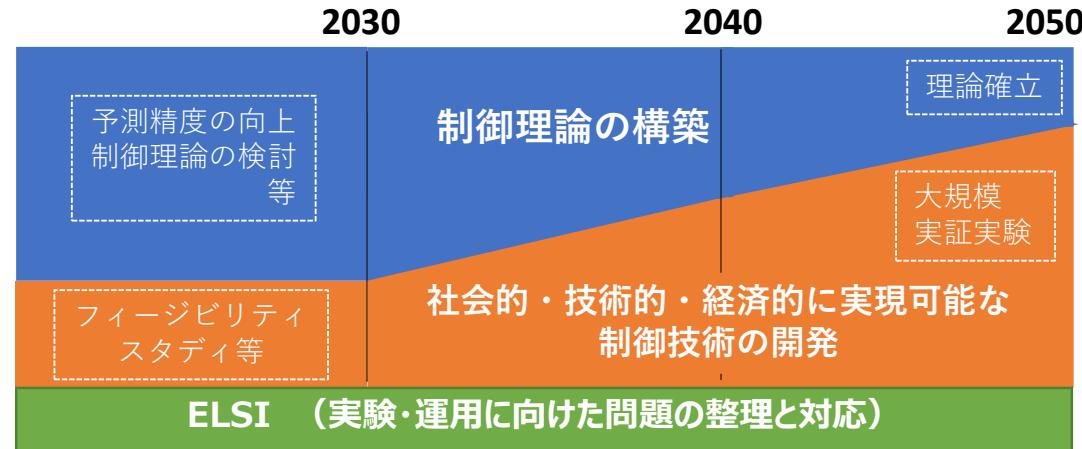
↑
気象制御理論の確立
+
気象制御に向けた国内外における主要なELSIの解決

2050年～

極端風水害の脅威から解放された社会を実現

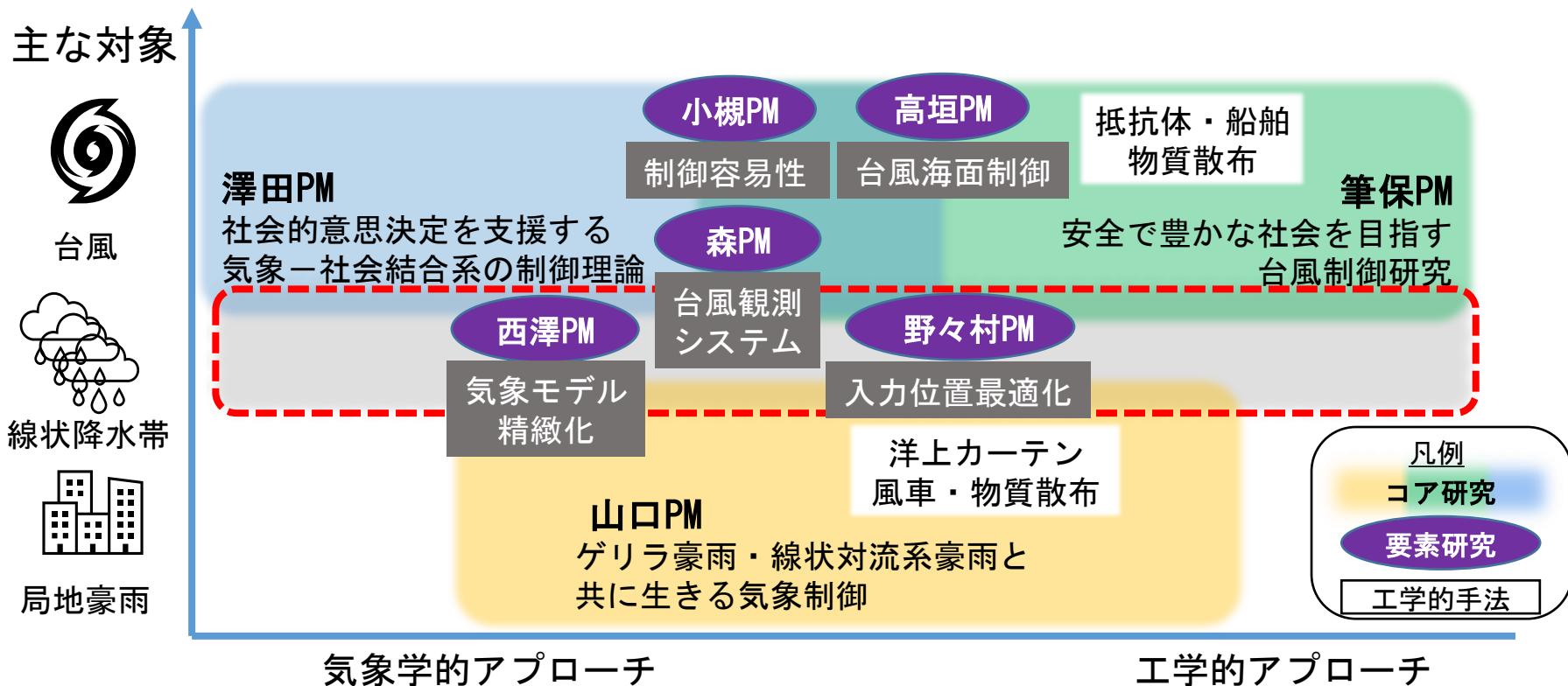
↑
極端気象に対する階層的で効果的な気象制御手法の獲得
+
気象制御に係る客観的ルールの確立・合意・運用

- 開始当初は主に計算機上の検討を行うとともに、実現可能な制御技術の探索とELSIの解決を図る。特に屋外実験は、影響に係る整理・解決手法の確立やELSI等の側面から**目標全体としてPDが実行可能だと判断した場合のみ可能。**



- 市民・社会の理解を得るために、**研究開発の透明化が必要**であり、研究開発成果を広く一般と共有しつつ、世界中の研究者や研究コミュニティと緊密な情報交換を行う。
- 気象制御の実現段階に応じ、**人間活動と一体となった新しい防災・減災**を目指す。例えば、気象制御は少しずつ達成されていくことを想定するが、各段階で可能な気象制御と人間活動（避難等）の両方が取りうる策から最適解を導き出し、運用することを目指す。
- 研究成果を気象予報の高精度化に活かすなど、**スピンドルも重視**する。

- 現在の研究開発ポートフォリオ



- 対象とする気象のうち、中規模の極端気象に対する対応が不足
→**豪雨（線状降水帯を含む）や強風の制御**を主な目的とした研究開発を追加募集

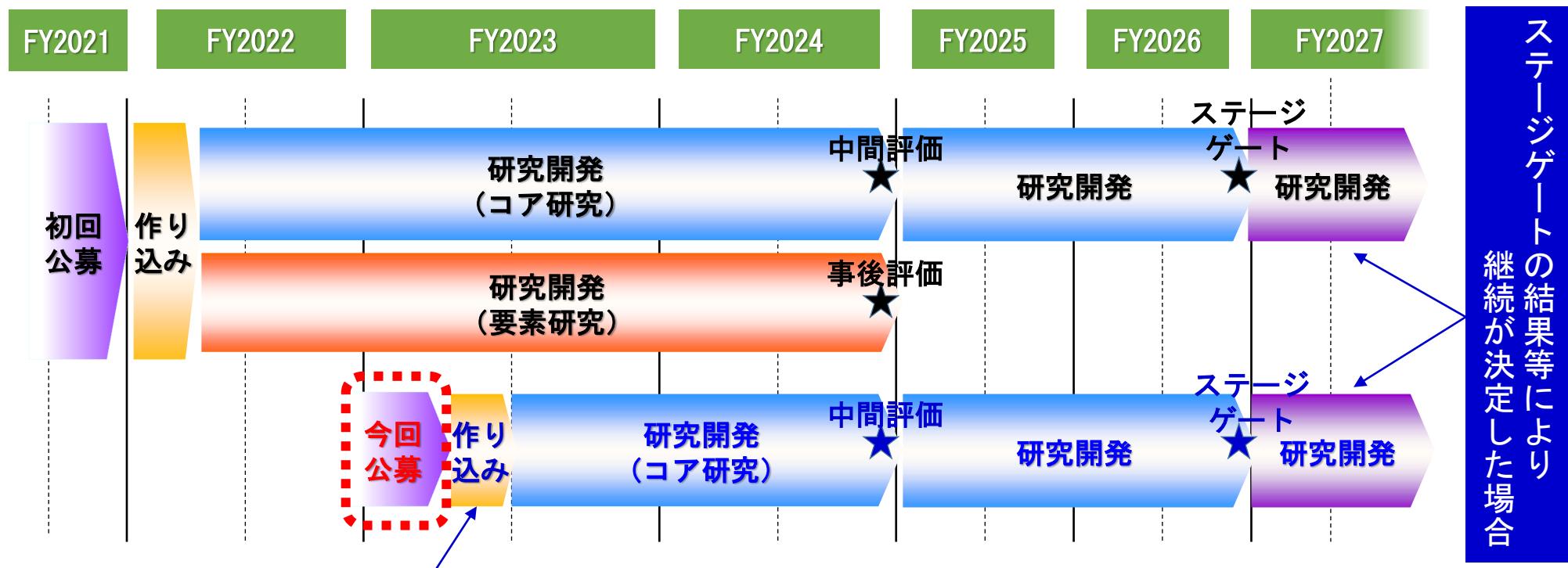
研究開発推進における研究タイプ

- **コア研究（今回公募）**

2050年の社会像からバックキャストし、全体シナリオを描いた上で進める研究開発

- 要素研究

目標達成への貢献が強く期待されるが現時点で全体シナリオを描くことが困難な研究開発



実施内容は、研究開発の開始に先立ち、作り込み期間中にPDと調整する。

研究開発推進における重要な研究要素

● 気象学的アプローチ

気象に対するどのような操作が気象制御に有効か、といったような、気象モデルから気象制御の実現に向けて進める研究開発（以下、総合的に取り組む研究開発項目の例示）

- 気象シミュレーション上での操作と気象変化との関係性の模索
- 粗った気象変化を起こす可能性がある操作技術の探索
- 気象制御のために最低限必要な気象モデルの高度化や観測
- 想定する気象変化が発生した際の影響推定（経済面を含む）等

● 数理研究

本目標の達成に資する数理研究

（特に関連することが想定される分野・キーワード：非線形力学系理論・複雑系、制御理論（最適制御理論、カオス制御など）、不確実性定量化（確率解析、統計解析）、データ科学、数値解析、数理モデリング、離散数学、代数学（表現論、計算代数統計など）、幾何学（最適輸送、位相的データ解析など）、解析学（非線型偏微分方程式など））

● 工学的アプローチ

気象に対して実際にどのような操作方法が実現可能か、といったような、制御技術から気象制御の実現に向けて進める研究開発（以下、総合的に取り組む研究開発項目の例示）

- 大気に擾乱を与える操作の特定や実験による実現可能性の確認
- 操作による気象変化のシミュレーションによる有効性確認
- 操作に必要な費用等の算出や費用便益計算等

● ESI研究

気象制御の実験実施や社会実装に向けて解決すべき倫理的・法的・社会的課題に係る研究開発。本目標の達成に資するESI研究の例示

- 気象制御はどこまで実施して良いかといった倫理的課題
- 実験実施に向けた研究ルールや社会実装に向けた国内外の合意形成などの法的課題
- 社会受容や解決策の提示などの社会的課題等

- 全てのコア研究に共通の要件

- 提案時点で、「気象学的アプローチ」「工学的アプローチ」の両方、またはいずれか一方から取り組む。
- 2022年度末までに、ELSI の解決に向けた検討要件を抽出し、研究期間中に必要な ELSI 研究を行うチームまたは専門家が参画する。
 - ✓ 2023年度に実施する**今回の公募においては、応募時にELSI研究を含むことを必須**とする。
- 2023年度末までに、気象制御の高度化等に向けた数理研究の方向性を提示する。
- **2024年度末**までに、気象学・工学の両アプローチによる研究チーム、及び必要な数理研究・ELSI 研究のチームまたは専門家の**全てを包含した研究開発グループを組成**する。

1. 产学官連携

2050年の目標達成に向けて研究成果を発展させることのみならず、研究開発を進めていく過程において、**波及効果として、様々な産業に貢献し得る成果の創出や応用展開を期待します。**そのため、プロジェクトに民間企業、自治体等の協力機関の参画が得られるような積極的な活動も求めます。

2. スタートアップ

オープンイノベーションの推進を通じて、日本にスタートアップを生み育てるエコシステムの創出に貢献するべく、社会実装を見据え新たなスタートアップの参画を促すよう努めてください。**（スタートアップが応募者または参画者となる提案も歓迎します）**

3. 国際連携

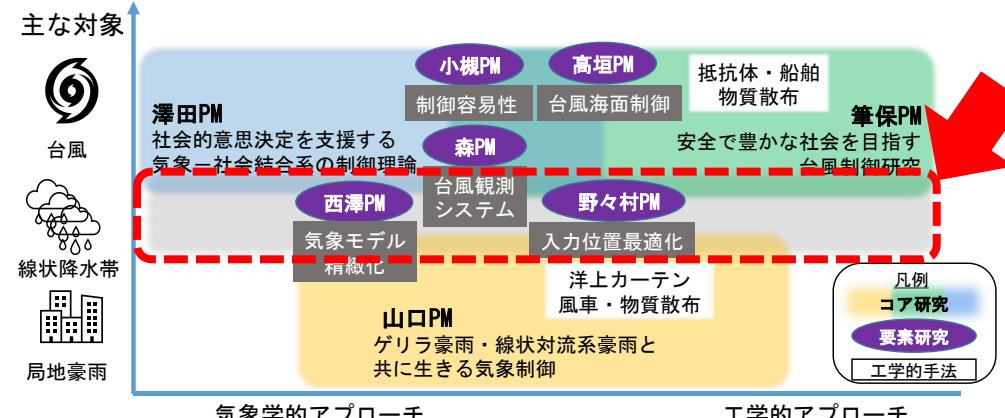
気象制御を実現するためには、国内のみならず国外の研究開発動向を常に把握し、必要な場合には海外の機関とも積極的に連携して研究開発を行うことを期待します。また、社会実装に向けて、各プロジェクトにおいても**国際的な理解や協力が得られるような積極的な活動を求めます。**

- 今回の公募で追加募集する研究開発
豪雨（線状降水帯を含む）や強風の制御を主な目的とする研究開発
 - ✓ 豪雨や強風を主な対象としていれば、**台風等の大きなスケールの気象を含んでいても構いません。**

- 研究要素の要件（再掲）
 - ✓ 「気象学的アプローチ」「工学的アプローチ」の**少なくとも一方**を含むこと。
 - ✓ **ELSI研究を含むこと**
- 研究開発費（直接経費）の上限（2026年度までの総額）
 - ✓ 「気象学的アプローチ」「工学的アプローチ」の**両方**から取り組む場合は総額9億円
 - ✓ **片方**のアプローチから取り組む場合は総額7.5億円

※ 上記は、「公募要領」または「公募要領別紙2 PDによる方針」の概要を抜粋しています。
詳細は、各書類をご確認ください。

- 現在の研究開発ポートフォリオ



ご応募をお待ちしております

公募の詳細はこちら
<https://www.jst.go.jp/moonshot/koubo>



科学技術振興機構