

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」

研究開発方針説明

令和3年 11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)

アジェンダ

- 研究開発構想の概要
- 募集・選考の方針等
- 研究開発の推進に当たっての方針

ムーンショット目標

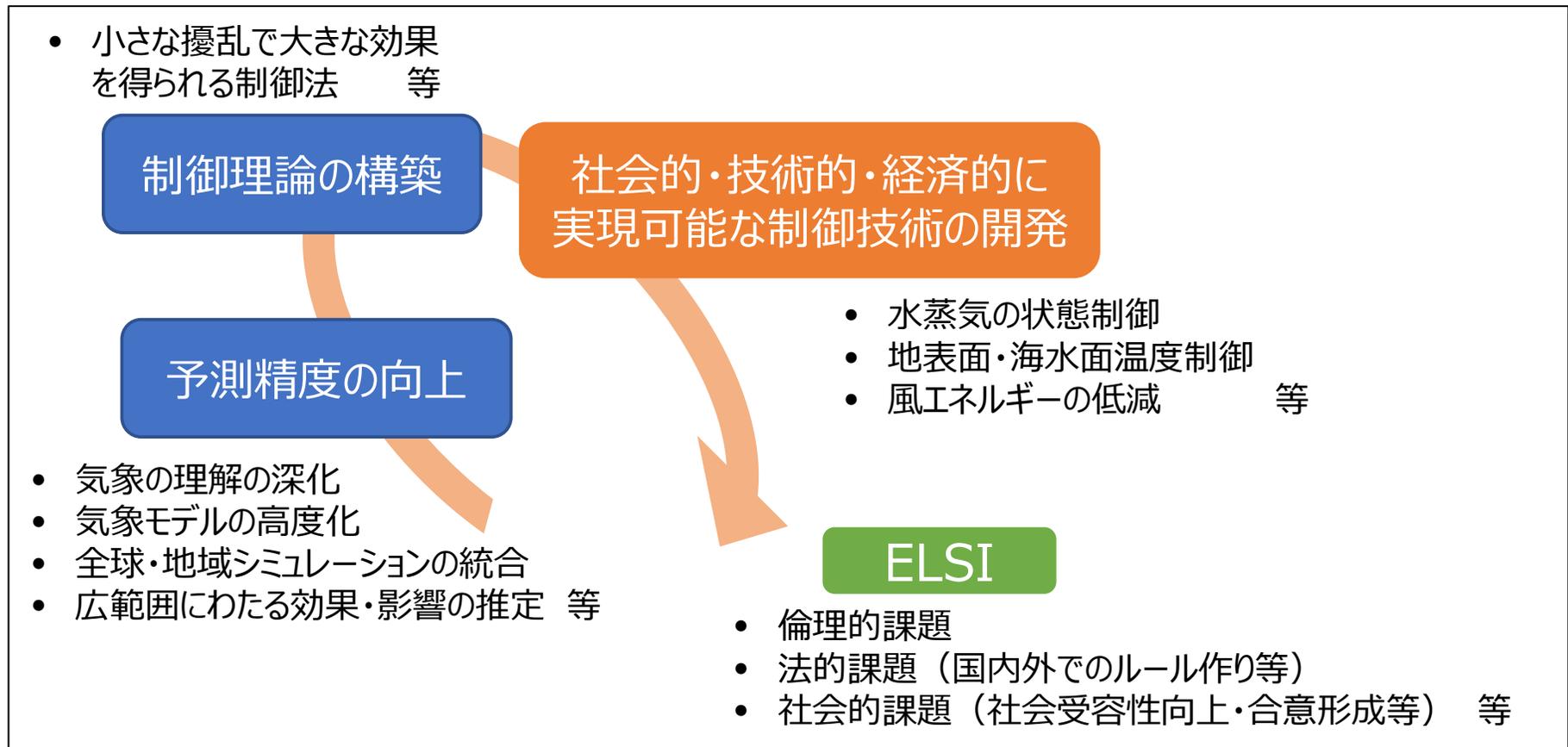
「2050年までに、激甚化しつつある台風や豪雨を制御し極端風水害の脅威から解放された安全安心な社会を実現」

目指す社会像・ターゲット

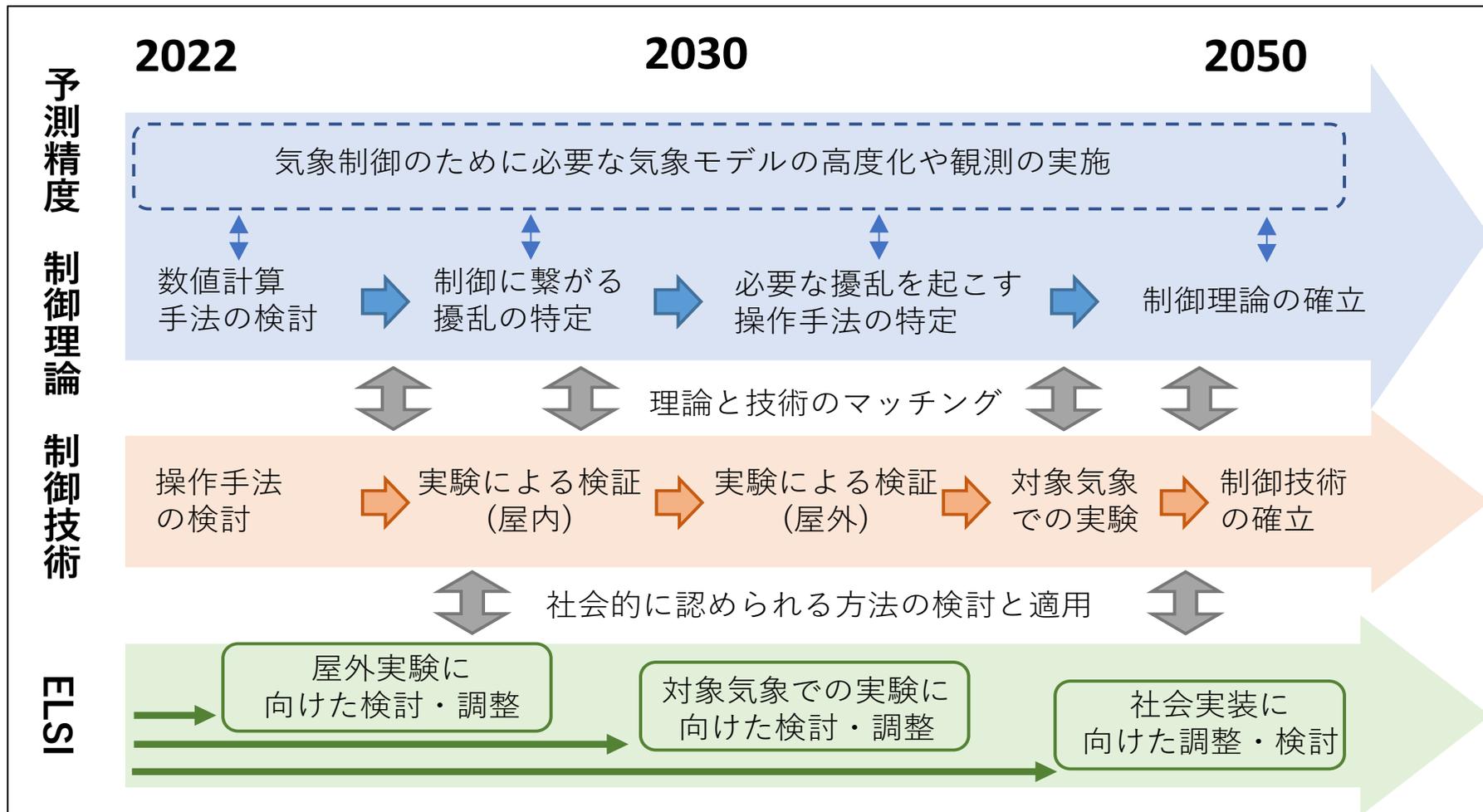
- ・ 2050年までに、激甚化しつつある台風や豪雨（線状降水帯によるものを含む）の強度・タイミング・発生範囲などを変化させる制御によって極端風水害による被害を大幅に軽減し、我が国及び国際社会に幅広く便益を得る。
- ・ 2030年までに、現実的な操作を前提とした台風や豪雨（線状降水帯によるものを含む）の制御によって被害を軽減することが可能なことを計算機上で実証するとともに、広く社会との対話・協調を図りつつ、操作に関わる屋外実験を開始する。

研究開発の方向性

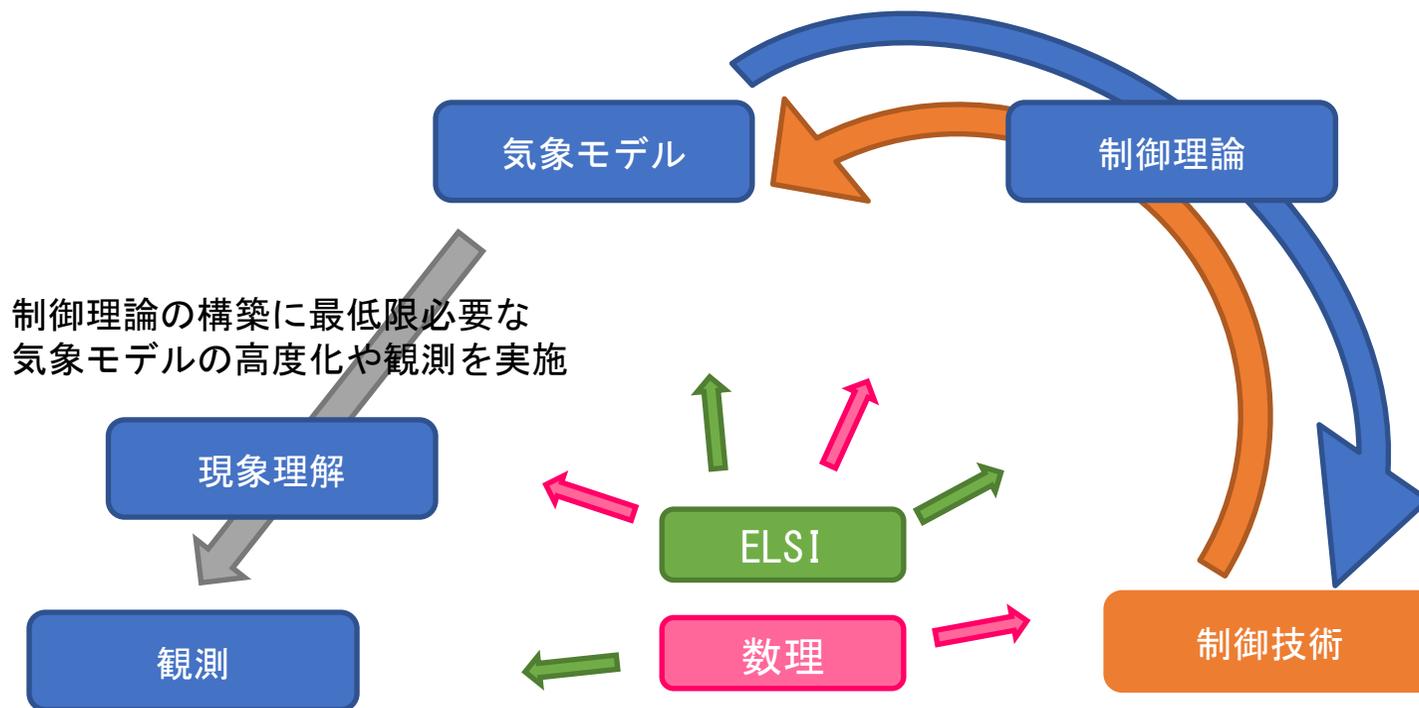
■ 挑戦的研究開発を推進すべき分野・領域



研究開発の進め方の概要

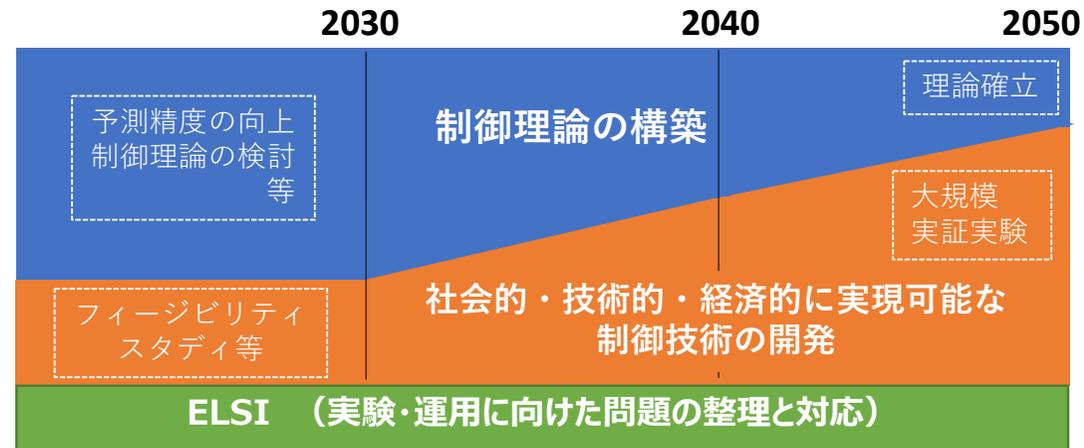


- 気象モデルから気象制御の実現に向かう「**気象学的アプローチ**」の研究開発と、制御技術から気象制御の実現に向かう「**工学的アプローチ**」の両面から取り組み、幅広く可能性を探りつつ、両者をマッチング・統合する。



- 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。

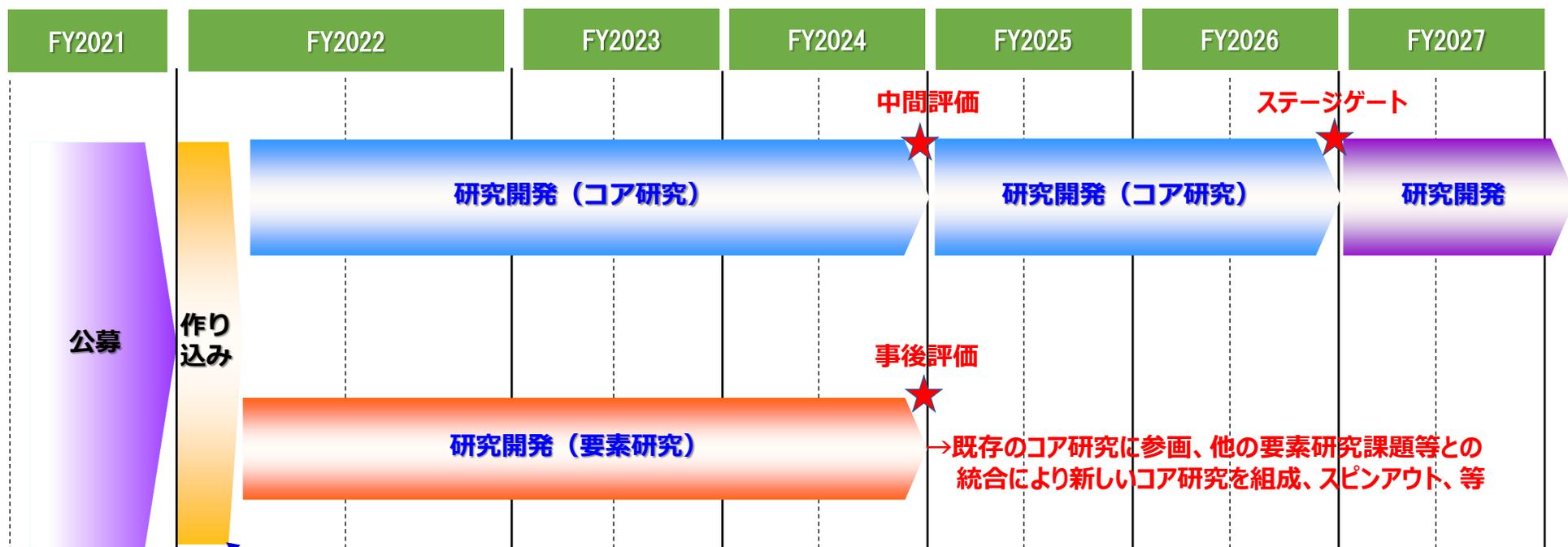
- 開始当初は主に計算機上の検討を行うとともに、実現可能な制御技術の探索とELSIの解決を図る。特に屋外実験は、影響に係る整理・解決手法の確立やELSI等の側面から**目標全体としてPDが実行可能だと判断した場合のみ可能**。



- 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、**スピンオフも重視**する。

研究開発推進における研究タイプ（11ページに詳述）

- コア研究
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
 - 狙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
- 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
- 数値研究
本目標の達成に資する数値研究
（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、数値モデリング、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（非線形偏微分方程式など）
- ELSI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ELSI研究
 - 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

	1) コア研究	2) 要素研究
要件	<ul style="list-style-type: none"> ● 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であること ● 「気象学的アプローチ」「工学的アプローチ」のいずれか、または両方を含むこと 	<ul style="list-style-type: none"> ● 「気象学的アプローチ」「工学的アプローチ」「数理研究」「ELSI研究」のいずれか、または複数を含むこと
実施期間	原則5年間	最長3年間で必要な期間
研究開発費 (直接経費)	両方のアプローチから取り組むプロジェクト 上限12億円(うち1-3年目6億円、4-5年目6億円) 片方のアプローチから取り組むプロジェクト 上限 9億円(うち1-3年目3億円、4-5年目6億円)	5,000万円以内を目安(3年間総額)
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・各プロジェクトが独自に設定するマイルストーンに加え、以下の共通マイルストーンの達成を必須とする。 a) 1年目終了時まで、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 b) 2年目終了時まで、気象モデルの高度化等に向けた数理研究の方向性を提示する c) 3年目終了時まで、気象学・工学の両アプローチによる研究チーム、および必要な数理研究・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 	<ul style="list-style-type: none"> ・研究開発期間後は、その成果をもって既存のコア研究に参画し目標達成に寄与する、他の要素研究等との統合により新しいコア研究グループを組成し目標達成を目指す(※)、こと等を期待しています。 <p>※コア研究グループを組成した後、PM選考時と同等レベルの審査を受けて通過した場合のみ、3年間を超えた研究開発の加速が可能となります。</p>

1 産学官連携

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 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。**