

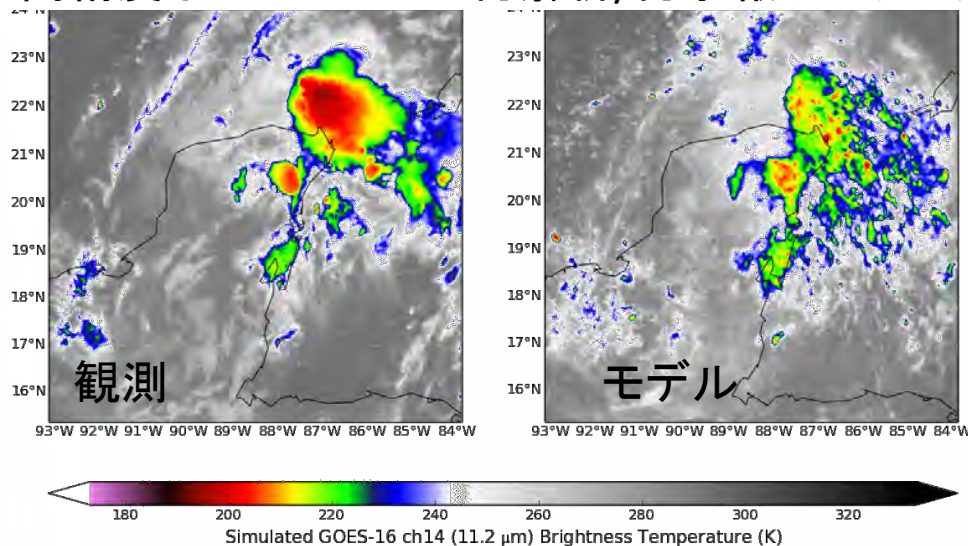
# 4. プログラムの進捗・成果(1)

## 技術開発の進捗

- 今年度(令和4年5月末)に研究開発を開始
- **気象制御の実現可能性を数値シミュレーション上で早期に示す**ため、制御を表現できるモデルや台風観測装置など、**基礎技術の開発**に注力

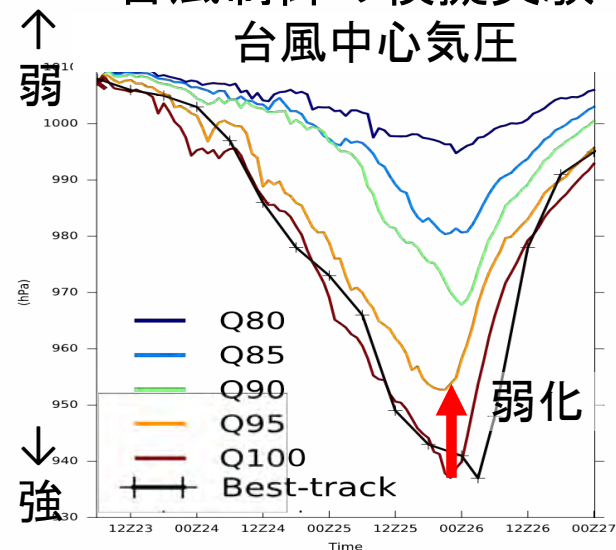
## 技術開発の代表例(1)

- 高精度なアンサンブル再解析/再予報データ生成



[2017-08-22\_12:00]

- 台風制御の模擬実験  
台風中心気圧



【成果】 水蒸気を減らす操作で台風の強度を有意に低下可能であることが示唆

【課題】 投入エネルギーが膨大 ⇒ 現実的なエネルギーで制御する手法開発が必要

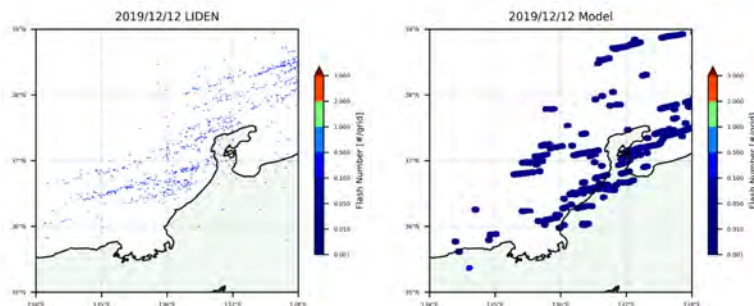
# 4. プログラムの進捗・成果(2)

## 技術開発の代表例(2)

- 帆船を用いて台風のエネルギーを吸収する技術の開発

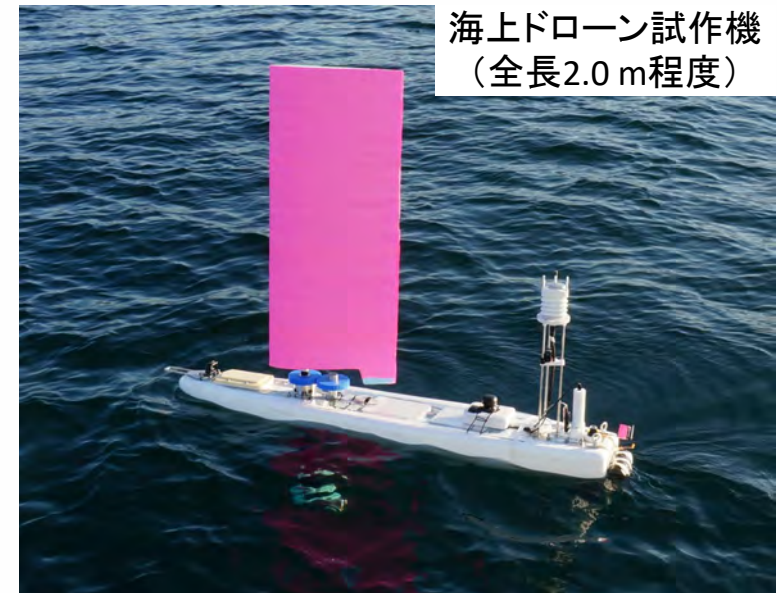
多数の帆船が大気に及ぼす力学的な効果を定量化し、具体的な介入手法に基づいて、台風の強度に有意に影響を及ぼすことができることを世界で初めて示す (Horinouchi and Mitsuyuki, *in press*)

- 極端気象の予測精度を高めるモデル開発  
冬期雷再現の様子



最先端のエアロゾル-雲降水-雷統合スキームや力学スキームなどを開発

- 台風下で観測する海上ドローンの開発



極端気象の予測・制御・制御効果の判定におけるネックとなっている現場観測を可能に  
R5年度にフィリピン東方沖での観測を予定

# 4. プログラムの進捗・成果(3)

## 研究開発プログラムを取り巻く状況

- **気象の制御を目的とした大規模プロジェクトは、現時点では他に見られない**
- 比較的狭い範囲の**人工降雨等**についての世界動向：
  - ✓ 約50カ国での、旱魃等への対策として降雨実験等(2018, WMO)
  - ✓ 欧米を中心とした積極的な商業化(ただし定量的な効果は示されていない)
  - ✓ 中国での、2025年までに国土の約半分で人工降雨・降雪を可能とする国家プロジェクト
- 地球温暖化抑制を目的とした**ジオエンジニアリング**についても、世界各国で検討が行われている。
- 本プログラムとしては、上記の取り組みの成果を積極的に取り入れるとともに、必要に応じて**連携等を模索**
- 本プログラムを取り巻く研究開発状況の詳細について、全PMと連携したレビューを継続的に実施

# 6. 今後の方向性

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可能なことを早期に実証するとともに、広く社会との対話・協調**を図りつつ、気象制御の社会実装に向けた取り組みを行う。

## 目標達成に向けたR5年度の取り組み

- 気象制御の実現可能性を実証するための取り組みの加速
  - ✓ 数値シミュレーションを用いた理論的な検証を進めつつ、実証に力点を移していく
- プログラム全体を一つのチームとした目標達成への加速
  - ✓ 特に、数値モデルや数理に関する共通課題等についてプロジェクトの連携をさらに促進
- **研究開発ポートフォリオを補充するための公募を実施**
  - ✓ 豪雨(線状降水帯を含む)や強風の制御を目的としたPM
  - ✓ 操作手法のフィージビリティスタディに取り組む研究者
- 気象制御の研究と社会実装に必要なELSIへの対応
  - ✓ ELSI横断チームの取り組みをさらに推進し、アクションリストを作成
  - ✓ 屋外実験を実施するために必要なルールの検討と、関連するELSIへの対応を開始
- 国際連携・アウトリーチの強化
  - ✓ 国際学会でのセッション実施(JpGU2023, AOGS2023, ICIAM2023等)や、国際シンポジウムの開催(8月)を通じた国際的な機運の醸成
  - ✓ 国際アドバイザリーボードの設置準備
  - ✓ ELSI研究とも連携した草の根的なアウトリーチの実施

# ムーンショット目標 8 のマネジメント状況と自己評価結果

(戦略推進会議資料、各FAの自己評価報告より抜粋・要約)

プログラムマネジメントの状況		自己評価結果	
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	総括	マイルストーン（目標値）の達成あるいは達成への貢献が期待通り見込まれ、成果が得られている。
	2022年6月～	評価のポイント	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 作りこみによる研究開発プロジェクトの精緻化のほか、気象制御の社会実装に向けたELSI検討のためのプロジェクト横断チームの設置によりELSIの具体的な抽出作業を進めた点は評価できる。</li> <li>✓ 研究開発体制の構築が順調に進められた。</li> </ul>
国際連携 <small>※MS戦略推進会議資料より</small>	<p>「気象制御」という概念やその可能性が国内外で認知されていない。</p> <p>⇒まずはアカデミア内での機運醸成を通じ、気象制御研究の潮流をつくるのが喫緊の課題</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 国際学術大会でのセッション等の設定・実施（AOGS2022）</li> <li>✓ 国際的会合の主催や国際アドバイザーボードの設置の検討。</li> </ul>	今後の課題 <small>※MS戦略推進会議資料より抜粋・要約</small>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 国内外の関連研究組織との連携も必要なので、独自の立ち位置を見極めながら、協力体制を築いていくことを期待する。</li> <li>✓ 今後の研究により、種々の手法の有効性を費用対効果の観点も含めた上で明らかにし、研究計画の見直しも含めて、検討されることをPDに期待する。</li> <li>✓ 制御に加え気象予測を含め目標を実現するために必要となる関連技術の全体像を描く中で、本プログラムがカバーする研究領域と他所が進めている研究領域を整理し、ポートフォリオマネジメントが行われることが望まれる。本目標で採択されたプロジェクトに限ることなく、目標を実現するための研究開発が総体として実現されるようプログラムマネジメントが行われることを期待する。</li> </ul>
産業界との連携・橋渡し <small>※MS戦略推進会議資料より</small>	<p>産学連携に向けた積極的な取り組みの推奨</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 台風科学技術に関するコンソーシアムの立ち上げ。</li> <li>✓ 損害保険会社との共同研究や資金獲得に向けた協議の開始。</li> </ul> <p>知的財産の積極的な確保</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 研究の進展に応じて開発される機器・システム類の知財を着実に確保するなど、オープン・クローズ戦略を機動的に推進。</li> </ul>		
ELSI、数理科学等、横断的な取り組み <small>※MS戦略推進会議資料より</small>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 各コア研究が行う個別の達成目標に応じた取り組みに加え、気象制御の達成に向けた俯瞰的なELSIの整理と対応を目標全体として進めている。</li> <li>✓ 気象制御の実現に向けて、現状の技術進展の継続では達成できない問題を解決するための策の1つとして数理科学を位置付け。</li> <li>✓ プロジェクト個別・共通の課題抽出および、数理研究者と気象・工学研究者のマッチングを行うため、数理が専門のサブPD・ADからなる検討チームを結成し、サイトビジット等を実施。</li> </ul>		

# 目標9

「2050年までに、こころの安らぎや  
活力を増大することで、精神的に  
豊かで躍動的な社会を実現」

## 戦略推進会議

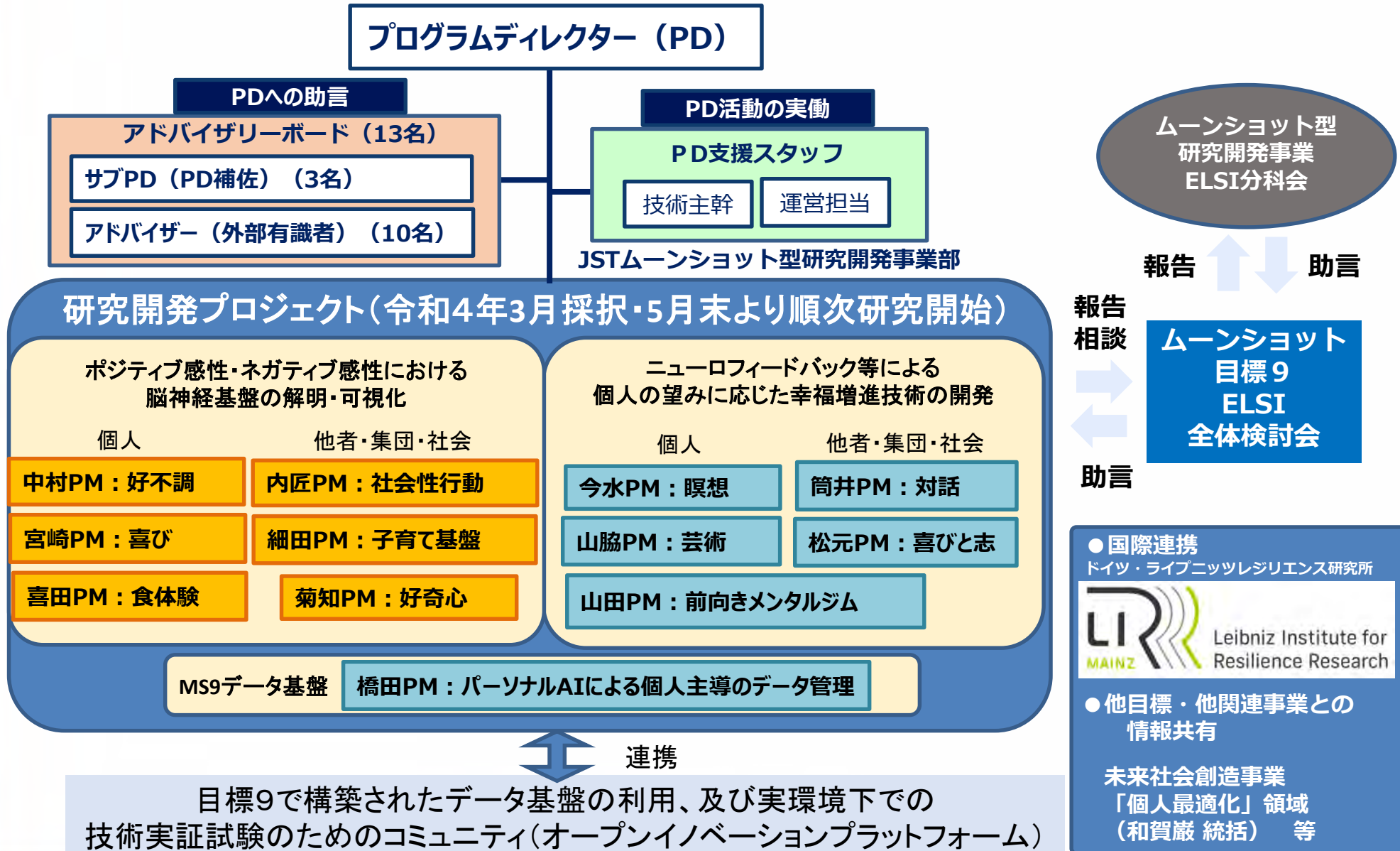
令和5年3月24日

プログラムディレクター

熊谷 誠慈

(京都大学 人と社会の未来研究院 准教授)

# 3. プログラムの構成



# 4. プログラムの進捗・成果(全体項目)

## こころの 可視化技術

主たる研究課題	主な進捗状況
主観調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 試行・データ取得</li> </ul>
生体情報計測・解析	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 身体の多次元計測にむけたデータ収集開始</li> <li>● 脳・生理指標同時計測に向けた基礎検討</li> <li>● 関連する生体分子の同定</li> <li>● 時系列データの取得、感情との相関</li> </ul>
脳・神経活動計測	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 脳深部・表面電位計測準備実施</li> <li>● 脳指標取得実験システム構築・データ取得開始</li> <li>● VRシステムのマルチモーダル化</li> </ul>
データベース	<ul style="list-style-type: none"> <li>● データベース化に向けた活動を開始</li> </ul>
動物種間比較	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ヒト-動物間関連付け研究推進体制構築</li> </ul>
こころの 状態遷移	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ニューロフィードバックのシステム策定・開発着手</li> <li>● 研究機関における倫理承認手続</li> <li>● 日常生活における計測システムのデザイン検討</li> <li>● アプリケーションの実証におけるカスタマイズに着手</li> </ul>

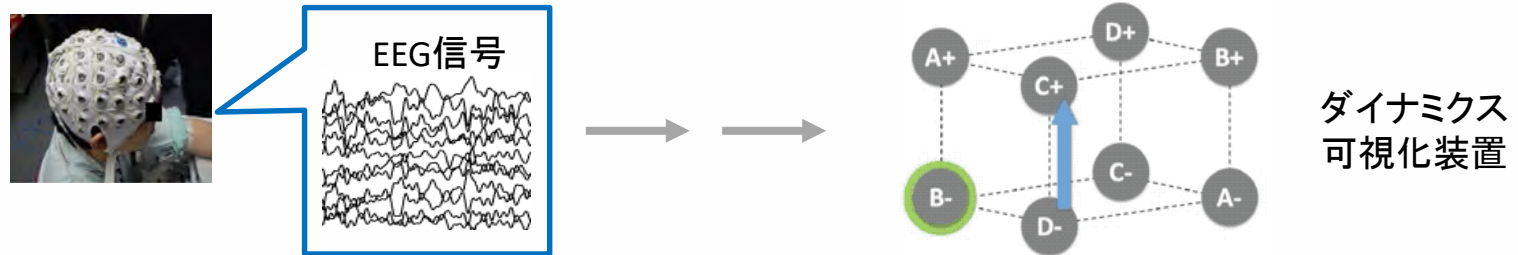


# 4.プログラムの進捗・成果

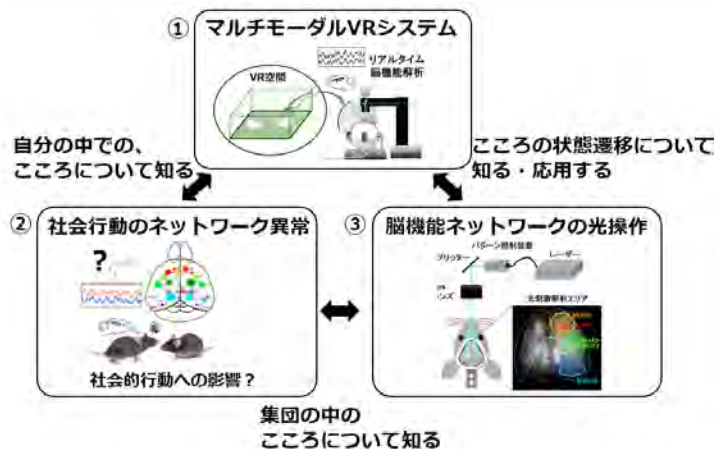
## 具体的成果例 1) 8つの脳状態間遷移を更新速度50Hzでフィードバックを実現 (今水PM)

脳の状態遷移の可視化において、複数のEEG信号（脳波）のリアルタイム計測から、従来の4つから8つに拡張した脳状態が定義できた。  
⇒この実例として若年者と高齢者の違いを検出可能にした。

その8つの脳状態（下図の8つの直方体の角）間の動きを更新速度50Hzで捉えることできた。  
⇒ニューロフィードバック訓練による効果検証を開始



## 具体的成果例 2) マウスのVRシステムのマルチモーダル化 (視覚・触覚・嗅覚) (内匠PM)



- 皮質機能ネットワークパターンから自閉症モデルマウスと野生型マウスを高精度に判別することに成功した。
- 視覚課題用VRシステムに、触覚、嗅覚情報を提示する刺激装置を導入し、VRシステムのマルチモーダル化を行った。

# 6. 今後の方向性

**目標9**は一つの**チーム**として、プロジェクトの垣根を越えて理解・信頼関係を築き、自由闊達な議論を通じながらプログラムを推進する。横断的な分野間連携、異分野融合を促進する企画を実施する。さらに、**統合的な成果創出**や**社会実装**を目指し、下記を中心に取り組んでいく。

## 【プログラム推進】

- ✓ 自然科学のみならず、文化・伝統・芸術等の諸分野との協働のほか、ELSI社会受容に向けた取り組みを議論。専門領域にとらわれない多様な知が集積する、総合知を活用しながら研究開発を積極的に推進。

## 【PMの追加公募】

- ✓ 研究開発プロジェクト「被虐待児、虐待加害、世代間連鎖ゼロ化社会」の中止を受け、「**子どもを対象としたところのネガティブ抑制**」を対象とする要素研究開発プロジェクトを推進するPMを追加公募。  
(公募期間：3月1日～5月9日正午)

## 【社会実装等の方策】

- ✓ 市民も参画可能な研究開発成果の実証、ELSI課題を含めた研究開発に関する理解増進の他、研究開発に向けた新たなアイデアの交流を可能とするオープン・イノベーション・プラットフォームの検討

## 【国際連携促進】

- ✓ 目標9に係る研究開発の国際動向の把握と併せ、海外研究者との合同ワークショップ等を通じた研究開発強化策により、目標達成に向けた研究開発を加速。

# ムーンショット目標9のマネジメント状況と自己評価結果

(戦略推進会議資料、各FAの自己評価報告より抜粋・要約)

プログラムマネジメントの状況		自己評価結果	
目標9	2050年までに、こころの安らぎや活力を増大することで、精神的に豊かで躍動的な社会を実現	総括	マイルストーン（目標値）の達成あるいは達成への貢献が期待通り見込まれ、成果が得られている。
	2022年6月～		
国際連携 <small>※MS戦略推進会議資料より</small>	【ドイツ・ライプニッツレジリエンス研究所との連携】 ✓ レジリエンス（ストレスを生む状況や出来事のなかでも、こころの健康を維持・蓄積する能力）に関する研究開発を推進している当該研究所を訪問し、相互連携を視野に含めた議論を開始。	評価のポイント <small>※MS戦略推進会議資料より抜粋・要約</small>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 短い期間であるものの基盤となる成果が得られている。</li> <li>✓ 目標9（MS9）幸福増進指標、すなわち、こころの要素を客観的に評価できる指標について議論して候補案を選出した。</li> <li>✓ こころの状態の一部を客観的に把握するための端緒となる技術として具体的な計画を策定し、それに向けて準備が始まったことは高く評価できる。</li> </ul>
産業界との連携・橋渡し <small>※MS戦略推進会議資料より</small>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ オープン・イノベーション・プラットフォーム構想について検討を開始。</li> <li>✓ 各プロジェクトにおいて、産業界の参画や連携を視野に入れた計画を策定。</li> </ul>	今後の課題 <small>※MS戦略推進会議資料より抜粋・要約</small>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 今後、MS9幸福増進指標の検討において、アンケートなど主観的な方法だけではなく客観的なデータを示していくことが重要である。</li> <li>✓ 極端な方向性を押し付けることなく、また悪用されないためのELSIも考慮して欲しい。社会実証の場として自治体、民間企業等の組織的な協力体制を得ていく必要がある。データベースプラットフォームは重要であり、現時点からそのあり方の検討を行い、具体化に向けたアクションをとることが重要と考える。</li> <li>✓ コアプロジェクトや他の要素プロジェクトのグループ間の交流を強く意識した目標全体のマネジメントを期待する。</li> <li>✓ 明確化した目標に向け、プロジェクト連携を推進する等、目指すところを実現するためにどのようなプログラムマネジメントを行うのかを明示して進めることも必要である。</li> <li>✓ ベンチマークとして関連研究動向を見ておくことが目標9でも重要となるため、欧米の研究の潮流を把握しながら、自分たちの研究のオリジナリティを押しさえておくことを期待する。</li> </ul>
ELSI、数理科学等、横断的な取り組み <small>※MS戦略推進会議資料より</small>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ コア研究では、ELSI（倫理的・法的・社会的課題）を担当する課題推進者が参画した体制。要素研究でも、ELSI課題及びその対処方針について必要に応じ助言</li> <li>✓ サブPD及びELSIに造詣が深いアドバイザーが主導となり、目標9におけるELSI課題ならびに対応指針を議論。</li> </ul>		