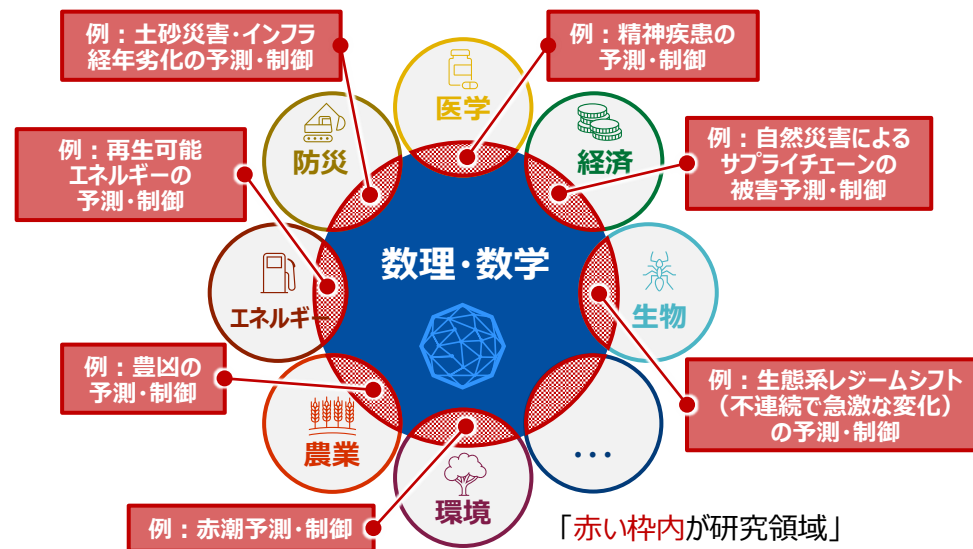
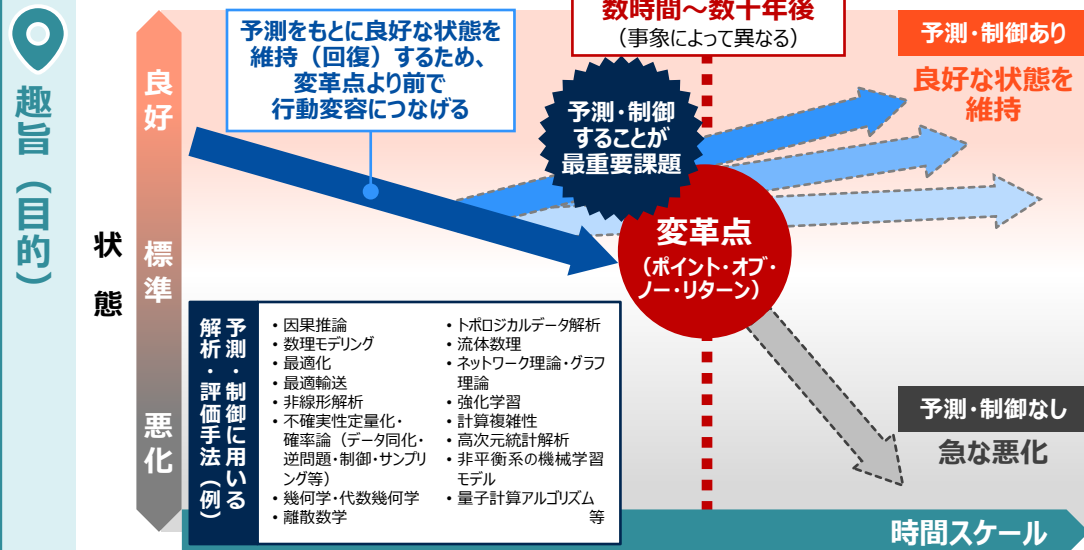


2 新たな社会・産業の基盤となる予測・制御の科学

数理を中心に異分野との連携により、後戻りできない変革点を事前に捉え、制御することで、地球規模課題・社会課題の解決の加速につなげる。

- 複雑な要因が絡み合う地球規模課題や社会課題の重要な兆し・変革点を的確に捉えて予測し、制御できる新たな社会基盤の構築を目指す。
- このような変革点を的確に捉えるために、数理科学と様々な分野が融合し、数理科学のもつ抽象性や強みを活かし、リアルタイムデータも活用しながら、予測・制御に係る基礎学理の創出及びそれを高信頼・高効率で実現する基盤技術を構築することで、複雑で不確実な世の中の課題解決の加速につなげる。



達成目標

- 1 地球規模課題や社会課題の重要な変革点を予測・制御する先進的な数理解析・評価手法等の開発
- 2 予測・制御に係る基礎学理の創出
- 3 次世代の社会基盤への適用に向けて、予測・制御に係る理論科学のアルゴリズム化、プログラム化を実施



将来像

地球規模課題や社会課題の重要な兆し・変革点を的確に予測し、制御につなげることで、国民の安全と安心を確保し、一人ひとりが多様な幸せを獲得できる社会や、気候変動などが深刻化する中で地球をグローバル・コモンズとして守り、育てることができる社会の実現を期待。



令和6年度戦略目標

1. 目標名

新たな社会・産業の基盤となる予測・制御の科学

2. 概要

Soceity5.0の実現や、気候変動などが深刻化する中で地球をグローバル・コモンズとして守り、育てるためには、複雑な要因が絡み合う地球規模課題や社会課題の重要な兆し・変革点を的確に捉えて予測し、制御できる新たな社会基盤を構築していくことが必要である。このような兆し・変革点を的確に捉えるためには、数理科学と様々な分野が融合し、数理科学がもつ抽象性や強みを活かすことが有用である。このため、リアルタイムデータを、数理と異分野の融合により、次世代の社会・産業の基盤への適用も見据えて、先進的な数理解析・評価手法、新たな量子計算アルゴリズム等を駆使して解析し、予測・制御に係る基礎学理の創出及びそれを高信頼・高効率で実現する基盤技術の構築を行うことで、複雑で不確実な世の中の課題解決の加速につなげる。

3. 趣旨

直面する脅威や先の見えない不確実な状況に対し、持続可能性と強靱性を備え、国民の安全と安心を確保するとともに、一人ひとりが多様な幸せを実現できる社会を目指し、また、地球規模課題が深刻化する中で、地球をグローバル・コモンズとして守り育てていくためには、複雑な要因が絡み合う地球規模課題や社会課題の重要な兆し・変革点を的確に捉えて予測し、その予測をもとに、取り返しのできない悪い状態への遷移を回避しなくてはならない。こうした予測に基づいた事象への介入（例：良好な状態を維持するための対策）によって状態を制御するために、人々のより良い行動変容を促す新たな社会・産業の基盤を構築していくことが必要である。

このような兆し・変革点を的確に捉えるためには、様々な分野がもつリアルタイムデータを、数理科学の強みを活かして解析し、マルチフィジクス等の複雑現象における因果関係、主要因となる変数の導出や、平均から外れた極端な現象を予測することなどが不可欠である。また、例えば、ここ数年で、数理分野では、予測・制御に係る新たな数学的システムが確立するなどの研究の進展がみられる。さらに、欧米諸国においても、数理科学を活用した社会課題解決に向けた研究が活発である。

こうした状況を踏まえ、地球規模課題や社会課題の重要な兆し・変革点を的確に予測し、制御につなげるため、数理と異分野との融合により、リアルタイムデータを活用した先進的な数理解析・評価手法・新たな量子計算アルゴリズム等の開発、予測・制御に係る基礎学理の創出及びそれを高信頼・高効率で実現する基盤技術の構築、先進的手法等から得られた理論及び基礎学理（以下「予測・制御に係る理論」という。）を次世代の社会・産業の基盤へと適用させることを見据えた研究開発を行う。

4. 達成目標

本戦略目標では、数理学と地球規模課題や社会課題に関連する分野・ドメインとの融合により、数理学の抽象性や強みを活かした先進的な数理解析・評価手法、新たな量子計算アルゴリズム等の開発、予測・制御に係る基礎学理の創出及びそれを高信頼性・高効率で実現する基盤技術の構築を目指す。さらに、これらの学理や基盤技術で得られた理論の実社会への適用を見据えた研究開発を行うことで、地球規模課題・社会課題の解決の加速につなげたい。具体的には、以下の達成を目指す。

(1) 特定の地球規模課題や社会課題の重要な変革点を予測・制御する先進的な数理解析・評価手法等の開発

最先端の計測技術等によりフィジカル空間で得たりアルタイムデータを、数理と異分野(例えば、防災(インフラ管理を含む)、環境、医学、エネルギー、経済等)の融合領域で研究することにより、環境問題、食料問題、自然災害などの地球規模課題や、健康、国土強靱化、金融・経済などの社会課題の重要な兆し・変革点の予測・制御を実現する先進的な数理解析・評価手法、新たな量子計算アルゴリズム等を開発する。

(2) 予測・制御に係る横断的な基礎学理の創出と基盤技術の構築

数理学がもつ抽象性や強みを活かし、様々な地球規模課題・社会課題に応用可能な予測・制御に係る基礎学理の創出を目指す。あわせて、予測・制御の精度評価のための数論的理論や、検証等を通じて、予測・制御を高信頼・高効率で実現する基盤技術を構築する。

(3) 予測・制御に係る理論を次世代の社会・産業の基盤へと適用させるための研究開発

予測・制御に係る理論を次世代の社会・産業の基盤へ適用するため、情報科学などとの連携により、予測・制御に係る理論のアルゴリズム化や、社会実装のためのプログラム開発、ソフトウェア化の研究を実施する。

5. 見据えるべき将来の社会像

4.「達成目標」の実現を通じ、地球規模課題や社会課題の重要な兆し・変革点の予測・制御に係る理論が確立され、その理論は、アルゴリズム化などにより、次世代の社会・産業の基盤として活用される。これにより、複雑で不確実な世の中の仕組みを理解し、後戻りができない悪化をたどるシナリオを自らの行動変容によって回避することで、国民が安全と安心を確保し、一人ひとりが多様な幸せを獲得できる社会の実現が期待される。加えて、気候変動などが深刻化する地球をグローバル・コモンズとして守り、育てることができると期待される。

また、学術コミュニティとして、数理と異分野が融合することで、新たな学理が創出されるとともに、学問の体系的な進展と新しい価値の創造を目指していく。

6. 参考

6-1. 国内外の研究動向

ここ数年で、数理分野では、「Rate induced tipping theory」 や「Dynamic Network Marker」などの予測・制御に係る新たな数学的理論が確立するなどの研究が進展している。このような予測・制御に係る数学的理論は適用分野の範囲も広く、米国では Mathematics of Planet Earth という更なる動きとして広がってきている。

(国内動向)

平成 26 年度戦略目標「社会における支配原理・法則が明確でない諸現象を数学的に記述・解明するモデルの構築」、令和元年度戦略目標「数理科学と情報科学の連携・融合による情報活用基盤の創出と社会への展開」等に基づく CREST/さきがけの研究領域により、数理科学と異分野の融合などによる研究が進められてきた。

また、内閣府のムーンショット型研究開発事業では、目標 2「2050 年までに、超早期に疾患の予測・予防をすることができる社会を実現」及び目標 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」により、医療分野や気象分野における予測・制御に係る研究が進められている。

(国外動向)

米国では 2020 年に、新たな滞在・訪問型研究拠点として数理統計イノベーション研究所 (The Institute for Mathematical and Statistical Innovation: IMSI) をシカゴ大学に設立した。また、応用数理及び統計の手法を緊急性の高い科学的及び社会的課題に適用し、解決に導くプラットフォームを構築している。

英国では、「数学はすべての科学技術の発展に不可欠であり、健康・安全から環境に至るまで、幅広い研究の下支えとなる分野」としており、2020 年に EU 離脱に伴う数学者の困り込み政策のため、数理科学に対する投資を新たに 3 億ポンド (約 450 億円) に倍増している。

EU では、産業とイノベーションのための数学のネットワークである EU-Maths-IN により、産業や行政向けのプラットフォーム、OpenDesk が 2022 年 9 月に設立された。これにより、アプリケーション駆動の数学研究を推進し、産業、科学、社会におけるイノベーションを促進している。

6-2. 検討の経緯

「戦略目標の策定の指針」(令和元年 7 月科学技術・学術審議会基礎研究振興部会決定)に基づき、以下のとおり検討を行った。

1. 科学研究費助成事業データベース等を用いた国内の研究動向に関する分析及び研究論文データベースの分析資料を基に、科学技術・学術政策研究所科学技術予測センターの専門家

ネットワークに参画している専門家や科学技術振興機構（JST）研究開発戦略センター（CRDS）の各分野ユニット、日本医療研究開発機構（AMED）のプログラムディレクター等を対象として、注目すべき研究動向に関するアンケートを実施した。

2. 上記アンケートの結果、「2030年に向けた数理科学の展開（令和4年7月 文部科学省研究振興局）」、JST - CRDS 研究開発の俯瞰報告書・システム・情報科学技術分野（2023年）、有識者インタビュー等を参考にして分析を進めた結果、数理の強みを活かして、異分野との融合により、複雑な要因が絡み合う地球規模課題や社会課題の重要な兆し・変革点を予測し、制御する科学が重要であるとの認識を得て、注目すべき研究動向「新たな社会・産業の基盤となる予測・制御の科学」を特定した。
3. 令和5年12月に、文部科学省とJSTは共催で、注目すべき研究動向「新たな社会・産業の基盤となる予測・制御の科学」に関係する産学の有識者が一堂に会するワークショップを開催し、関連分野の研究動向、創出される科学的価値や社会的インパクト、数理と異分野が広く連携することによる効果、連携するための仕組み、若手研究者の育成等の仕組み等について議論を行い、ワークショップにおける議論や有識者へのインタビュー等を踏まえ、本戦略目標を作成した。

6-3. 閣議決定文書等における関係記載

「第6期科学技術・イノベーション基本計画」（令和3年3月26日閣議決定）

第1章 基本的な考え方

（2）Society 5.0の実現に必要なもの

① サイバー空間とフィジカル空間の融合による持続可能で強靱な社会への変革

Society4.0（情報社会）から Society 5.0 への移行は、既存の政策の延長線上の政策では不可能である。移行のためには、新たな未来社会像を前提にして、バックキャスト的アプローチにより、社会全体の再設計（リデザイン）を行うことが不可欠である。

その際、鍵となるのが、Society 5.0 の前提となる「サイバー空間とフィジカル空間の融合」という手段と、「人間中心の社会」という価値観である。Society 5.0 では、サイバー空間において、社会のあらゆる要素をデジタルツインとして構築し、制度やビジネスデザイン、都市や地域の整備などの面で再構成した上で、フィジカル空間に反映し、社会を変革していくこととなる。その際、高度な解析が可能となるような形で質の高いデータを収集・蓄積し、数理モデルやデータ解析技術によりサイバー空間内で高度な解析を行うという一連の基盤（社会基盤）が求められる。

第2章 Society 5.0の実現に向けた科学技術・イノベーション政策

2. 知のフロンティアを開拓し価値創造の源泉となる研究力の強化

(2) 新たな研究システムの構築（オープンサイエンスとデータ駆動型研究等の推進）(c) 具体的な取組

② 研究DXを支えるインフラ整備と高付加価値な研究の加速

- ・データ駆動型の研究を進めるため、2023年度までに、マテリアル分野において、良質なデータが創出・共用化されるプラットフォームを整備し、試験運用を開始する。また同様に、ライフサイエンス分野においても、データ駆動型研究の基盤となるゲノム・データをはじめとした情報基盤や生物遺伝資源等の戦略的・体系的な整備を推進する。さらに、環境・エネルギー分野、海洋・防災分野等についてもデータ駆動型研究の振興に向けた環境整備を図る。加えて、プレプリントを含む文献など、研究成果に係る情報を広く利用できる環境の整備を推進するとともに、これらを支える基盤分野（OS、プログラミング、セキュリティ、データベース等）を含めた数理・情報科学技術に係る研究を加速する。

7. その他

本戦略目標では、数理科学と防災（インフラ管理を含む）、環境、医学、エネルギー、経済などの幅広い分野との融合を強く期待する。本戦略目標に関連する研究分野の研究者層を対象に、関連学会などのワークショップや特別セッション等を設定することで潜在的な応募者への宣伝や連携の促進等を行うことが期待される。

また、上記4.(1)～(3)の課題が効果的に連携できる仕組み（例：公募時に4.(1)～(3)を組み合わせた応募を可能とする仕組み、事業途中での課題間連携を可能とする仕組み、課題間会合の開催）や人材育成（例：プログラムを横断して、若手研究者が相互に関わる仕組み）などを検討し、効果的に事業を進めていくことが期待される。

さらに、本戦略目標の実現においては、上記6.（国内動向）に示したムーンショット型研究開発制度（目標2及び目標8）と連携・情報共有することにより、新たな研究進展や成果創出の加速を促すことが望まれる。