

CREST

「予測・制御のための数理科学的 基盤の創出」 研究総括説明

2024年4月

研究総括 小谷 元子

(東北大学 材料科学高等研究所 主任研究者・教授
／東北大学 理事・副学長)



科学技術振興機構

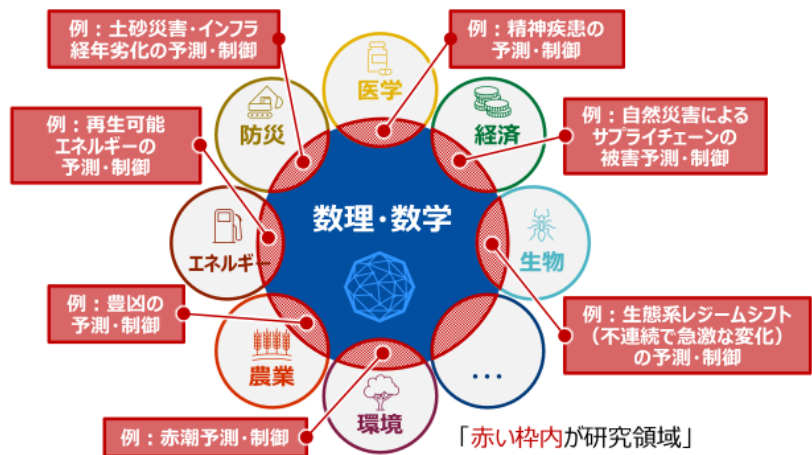
R6戦略目標「新たな社会・産業の基盤となる予測・制御の科学」

新たな価値創造につながる研究・社会基盤の強化

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。

背景：持続可能な開発目標(SDGs)

2030年の年限に向けた、STI(科学技術イノベーション) for SDGsに係る取組の一層の加速が必要

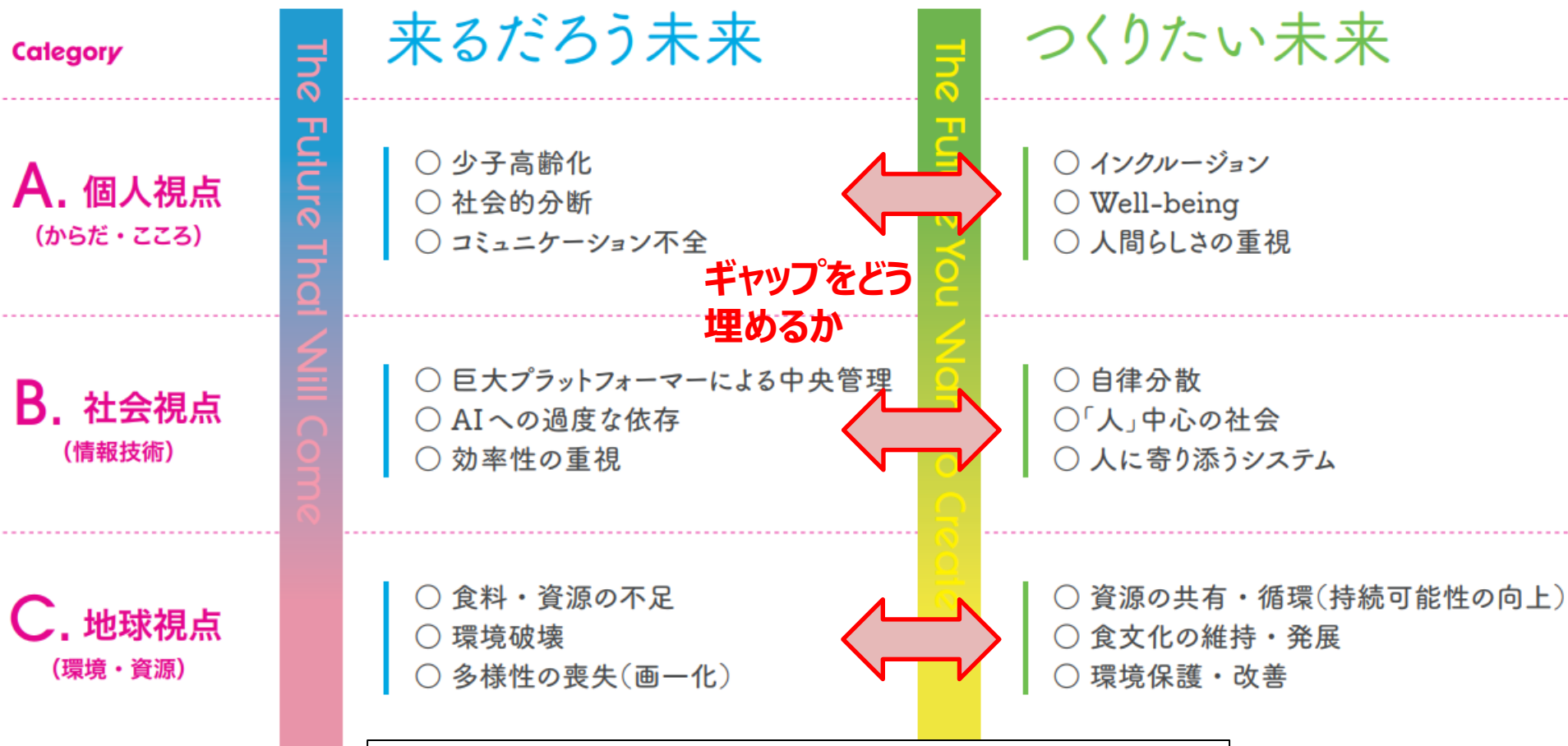
SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



(出典) https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/sdgs/pdf/SDGs_mokuhyou.pdf

背景：未来創造と予測・制御

「来るだろう未来」と「つくりたい未来」のギャップを埋めるには、できるだけ早期の予測・制御技術による介入が有効



(出典) JST『「来るだろう未来」から「つくりたい未来」へ』から抜粋・加工
https://www.jst.go.jp/sis/co-creation/items/create_future2021.pdf

【予測数学基盤】研究領域（概要）

領域名：予測・制御のための数理科学的基盤の創出
(略称：予測数学基盤)

複雑な要因が絡み合う地球規模課題や社会課題が顕在化・深刻化する中で、直面する脅威や先の見えない不確実な状況に対応していくためには、重要な兆し・変革点を的確に捉えて予測し、取り返しのつかない悪い状態への遷移を回避しなくてはなりません。また、そのような予測に基づいた事象への介入により、最終的により望ましい状態へと導く（もしくは良好な状態を維持する）制御ができる新たな社会基盤を構築していくことが必要です。

このためには、自然・社会現象に関わるあらゆる情報・データの活用に向けて様々な分野が融合して取り組むだけでなく、数理科学がもつ複雑な現象を抽象化して可視化できるという強みを生かすことで、これら現象の解明・理解の深化を図るとともに、それに基づく予測や制御に関わる新しい学理と革新的な技術を創出していくことが重要です。

本研究領域では、社会課題に関わるリアルタイムデータやビッグデータ等に対して、**数学・数理科学と他分野との融合**により**先進的な数理解析・評価手法**を開発し、その解析・評価結果を基にした**予測・制御のための新たな基礎学理**の創出と、**実課題に適用するための基盤技術**の確立を目指します。

【予測数学基盤】研究開発の目標

具体的な社会課題を提示した上で、以下の3つの研究テーマ・目標を中核とした、
数学・数理科学と諸分野との融合研究を推進

※ <社会課題の例> 環境問題、食料問題、自然災害などの地球規模の課題や、健康、国土強靱化、金融・経済などに関わる社会課題、人類のwell-beingを向上するための課題など「持続可能な開発目標（SDGs）」の達成に資するもの全般

研究テーマ(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

連携・

一体的取組

研究テーマ(2)

研究テーマ(3)

研究テーマ(1)

研究テーマ(2)

研究テーマ(3)

研究テーマ(1)

研究テーマ(2)

研究テーマ(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

複雑な現象の予測・
制御に係る横断的
な基礎学理の創出
と基盤技術の構築

中長期的目標

社会課題や現象の
本質の解明、予測・
制御のための基盤
技術の確立

予測・制御研究の
発展、学術基盤の
構築

予測・制御技術の
社会受容性向上、
実課題への適用
促進

最終目標
(戦略目標への貢献)

社会課題の
重要な変革
点等を予測・
制御できる
新たな社会
基盤の実現

【予測数学基盤】研究課題の例 (1/2)

(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

- 最先端の計測技術等により得たデータを、数理と諸分野と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・評価手法を開発するための研究

(2)複雑な現象の予測・制御に係る横断的な基礎学理の創出と基盤技術の構築

- 数理科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した研究
- 予測・制御の精度評価のための数学的理論や、検証等を通じた、予測・制御を高信頼・高効率で実現する基盤技術の構築に向けた研究

【予測数学基盤】 研究課題の例 (2/2)

(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の、情報科学などとの連携による、予測・制御に係る理論のアルゴリズム化や、社会受容性の検証、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

※ <①～③に関連する技術キーワード>

数理モデリング、最適化、最適輸送、不確実性定量化、因果推論、データ同化・逆問題・制御・サンプリング、幾何学、代数幾何学、非線形解析、確率論、離散数学、トポロジカルデータ解析、数理流体力学、ネットワーク理論・グラフ理論、強化学習、計算複雑性、高次元統計解析、非平衡系の機械学習モデル、量子計算アルゴリズム 等

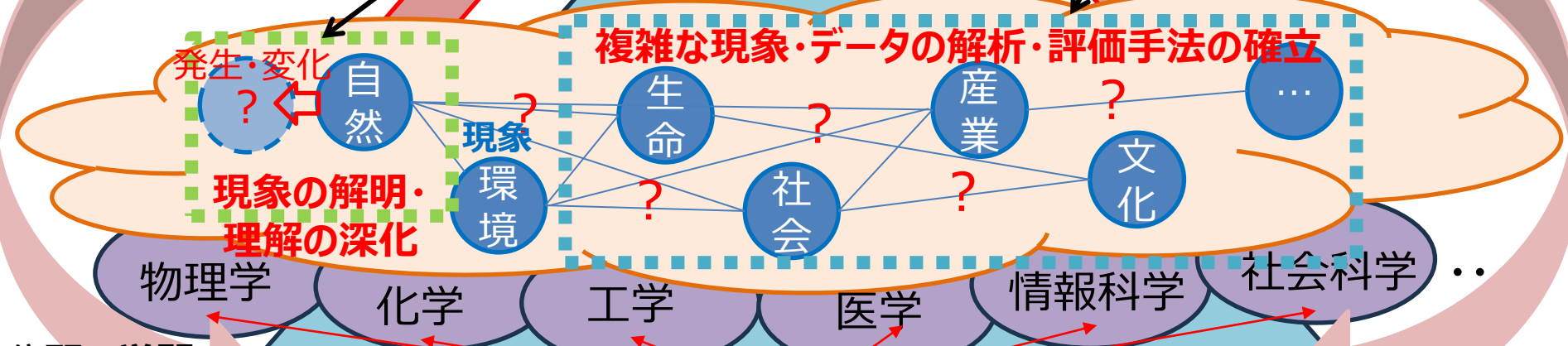
CREST・さきがけ研究領域のイメージ

AIPプロジェクト、
ムーンショット型研究
開発事業 など

予測・制御できる新しい社会基盤



地球規模課題・社会課題



融合・協働・分野横断的 数学・数理科学

各分野の学問
の体系的進展
にも寄与

各分野の学問
の体系的進展
にも寄与

<関連する技術キーワード>
因果推論、数理モデリング、力学系、最適化、最適輸送、非線形解析、不確実性定量化、確率論（データ同化・逆問題・制御・サンプリング）、幾何学、代数幾何学、特異点論、離散数学、位相的データ解析、流体数理、ネットワーク理論・グラフ理論、強化学習、計算複雑性、高次元統計解析、非平衡系の機械学習モデル、量子計算アルゴリズム 等

【予測数学基盤】 領域アドバイザー

氏名	所属・役職
穴井 宏和	富士通株式会社 富士通研究所 プリンシパルリサーチディレクター
井村 順一	東京工業大学 工学院 教授／理事・副学長
河東 泰之	東京大学 大学院数理科学研究科 教授
白井 朋之	九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所 副所長・教授
初田 哲男	理化学研究所 数理創造プログラム プログラムディレクター
福水 健次	統計数理研究所 先端データサイエンス研究系 教授
山西 健司	東京大学 大学院情報理工学系研究科 教授

多様な分野と数理との協働を期待しており、領域アドバイザーを順次増やしていく予定です。

【予測数学基盤】 想定する研究の進め方

- **数学・数理学と諸分野との融合・協働**によって、予測・制御技術に対する信頼性や社会受容性を高め、**社会課題解決に繋げようとする姿勢**
- 数学・数理学の視点から様々な社会課題や現象を**横断的に捉えて理解・解明**
- 本研究領域の**他のチーム**や同じ戦略目標下で設定された**さきがけの研究者との連携・協調**
- 関連する他の研究領域や事業、研究拠点・学会等との連携を含めた、**社会・産業・諸分野との積極的な交流・融合**
- 他分野との融合研究や社会課題への応用を志向した**数学・数理学の研究者、および数学・数理学に対する見識を持った他分野の研究者等の積極的な人材育成**

【予測数学基盤】研究費と研究期間

- ・研究期間：**5.5年間（2024年10月から2030年3月末まで）**
- ・予算規模(上限)：**総額 3億円（間接経費を除く）**

※研究内容によっては上限を超えた金額を認める場合あり

※申請の金額に対して、精査等により調整を行う場合あり

【予測数学基盤】応募にあたっての留意点

<チーム構成等について>

- 数学・数理科学を専門とする研究者と他分野の研究者とのチームが対象。ただし、研究代表者の専門性は問わない。
※多様な分野と数理との協働を期待しており、領域アドバイザーを順次増やしていく予定です。
- 「研究課題の例」で例示した3つの研究課題に対して、個別の観点に対する提案でも、複数（3つ全てを含む）の観点を踏まえた提案でも可。
- 人材育成の観点も重要。チーム内での若手研究者の育成はもちろんのこと、若手研究者からのチャレンジングな研究提案も期待。

<提案内容について>

- 制御に関する研究が先行する場合ももちろん対象。その場合は、予測の必要性や数学・数理科学が寄与する部分・重要性を明確に。

CREST

ご静聴ありがとうございました！

研究提案をお待ちしています

Q&A