

○戦略目標「数理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」
の下の研究領域

数学と情報科学で解き明かす多様な対象の数理構造と活用

研究総括：坂上 貴之（京都大学 大学院理学研究科 教授）

研究領域の概要

次世代の社会では抽象的な概念や論理構造、曖昧な知覚や経験などが、広義の情報として科学的・社会的・経済的な価値を有するようになると言われていています。こうした社会の実現に向けて、数学・数理学と情報科学が連携・融合し、様々な科学技術分野や産業界における諸課題および膨大なデータなどから、新しい数学的概念や数理構造を抽出し、それを情報化して利活用するアプローチが不可欠となっています。また、プロセスの記述による演繹的アプローチと大量データの利用による帰納的アプローチの双方の数理モデリング手法を高度に発展させ、また相補的に活用する数理的手法の創出を通じて、実社会における情報利活用の高度化・加速も期待されています。

本研究領域では、様々な対象に潜む数理構造や数学的概念を新たな「情報」として抽出し、それを次世代の社会の価値として利活用することで、私たちの認知能力を拡大し、次世代の社会や科学技術・産業の形成につなげるような情報活用基盤の創出を目指します。特に、数学・数理学、情報科学の各分野の強みを活かしながら、領域として両分野の独立した研究者が連携・相補的に融合することにより、この目標達成を見据えた革新的な数理構造や数学的概念の提唱、その理論の構築、および、その情報化手法の研究・開発を推進します。

なお、本研究領域は文部科学省の人工知能/ビッグデータ/IoT/サイバーセキュリティ統合プロジェクト（AIP プロジェクト）の一環として運営します。

募集・選考・領域運営にあたっての研究総括の方針

1. 背景

科学技術・産業の形成に資する数理基盤として、プロセス駆動型の記述である数理モデリングと大量のデータを用いたデータ駆動型モデリングは非常に有効な数理的手法ですが、現代の社会的課題を構成する生命・医療・環境などのような複合分野の課題を解決する上で、現象が複雑すぎて数理モデル化の難しい場合や、観測データ数やその品質が不十分でデータ駆動モデルが難しい場合などがあり、それらの利活用は容易ではありません。一方、産業界においては、各企業が抱える様々な課題を解決するため、経験的かつ潜在的に蓄積された知見をどうデータ化するか、またそもそもデータが少ない場合への対応、個人情報を含むデータの活用、解析の高速化やその結果の信頼性評価などが求められています。こうした状況

において、多様な分野にある数理構造や数学的概念を、これまでと質の異なる新しい情報として抽出する数学・数理科学の力、それらを有効利用するための情報科学の力が期待されています。

2. 研究開発の目標と研究課題の例

本研究領域では、数学・数理科学と情報科学の個人研究者が、それぞれの分野の強みを活かした研究を推進し、領域内でそれぞれが強く連携・融合することで、未来の社会の価値創出に資する多様な対象に潜む数理構造の抽出や数学概念の提案、その理論、それらを情報として利活用する情報活用基盤の構築を目指します。

具体的には以下のような研究開発に取り組みます。

- ・ 未来の社会の価値へとつながる、様々な対象にある数理構造（代数構造、幾何構造、高次元構造、論理構造など）を提案する萌芽的、挑戦的な数学・数理科学研究
- ・ 先進的なプロセス駆動型の数理モデル（微分方程式、離散モデル、確率モデルなど）やデータ駆動型数理モデルの提案。また、それらの融合により、高い信頼性や効率化を実現するデータサイエンス研究（レアイベント予測や予兆検出、不確実性定量化など）
- ・ 数理構造や数学的概念を新しい情報として活用するための情報科学研究（新しいデータ構造やアルゴリズムなど）
- ・ データの利用を画期的に促進させる計算高速化や高精度化を達成する研究（近似計算、確率シミュレーション、高速アルゴリズム、最適化など）
- ・ 情報の高度な利活用に資する数学・数理科学・情報科学研究（セキュリティ、個人情報保護、匿名化、情報の非対称性・偏在の緩和など）

3. 想定する研究の進め方

本研究領域では、数学・数理科学・情報科学のいずれかの分野で卓越した提案を行う個人研究者を結集させ、領域内部でこれら研究者が互いに連携・協働・融合を積極的に促進、その相互作用により領域全体として高いレベルの情報活用基盤を構築します。したがって、上記方針をよく理解し、領域目標の達成に資するものであれば、数学・数理科学者はより数学らしく、情報科学者はより情報らしい卓越した提案を歓迎します。また、同様の戦略目標の下に立てられた、他研究領域や既存の関連領域との連携を取り、それぞれの領域の特性を活かした相乗効果や国内外の研究者のマッチングを推進します。

- ・ 本研究領域、他関連研究領域とのワークショップなどを共同して行い、多様な分野の研究者で密に情報共有します。
- ・ 研究成果の発信、特に一般向けへの発信（例えば、プレス発表、自分の所属学会以外の分野の学会での発表など）を推奨します。

- ・世界における同様の研究グループの一翼を担えるよう、領域全体として国際的な研究コミュニティに成果を積極的に発信、国際連携を推進します。
- ・「数学キャラバン」などの一般向けの数学啓蒙活動を積極的に推進します。

4. 研究期間と研究費

研究期間は3年半以内、予算規模は、総額 4,000 万円（間接経費を除く）を上限とします。

5. 応募に当たっての留意点

数学・情報の連携や融合の姿が具体的であることを期待しますが、明確でなくても、本研究領域の目標に資する可能性のある萌芽的・挑戦的な提案が、提案者の意欲とともに示されていれば積極的に評価します。また、今年度の募集では本領域一期生の採択課題の研究内容を踏まえて、その数学的な背景に深く踏み込むような理論的な研究提案も歓迎します。

※1 下記 URL 参照

なお、本研究領域は文部科学省の人工知能/ビッグデータ/IoT/サイバーセキュリティ統合プロジェクト（AIP プロジェクト）を構成する「AIP ネットワークラボ」の1研究領域として、理化学研究所革新知能統合研究センターをはじめとした関係研究機関等と連携しつつ研究課題に取り組むなど、AIP プロジェクトの一体的な運営にも貢献していきます。

※1 : https://www.jst.go.jp/kisoken/presto/project/1112091/1112091_2019.html