

○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」
「Society5.0を支える革新的コンピューティング技術の創出」の下の研究領域

数理・情報のフロンティア

研究総括：河原林 健一（情報・システム研究機構国立情報学研究所 副所長・教授）

研究領域の概要

様々な科学分野や産業界で生み出されている膨大なデータを活用し新たな科学的・社会的・経済的価値を創出していく上で、数学・数理科学と情報科学とが連携・融合した新たな概念やアプローチの創出が不可欠となっています。メカニズムを抽出する数理モデル型アプローチとデータ駆動型アプローチとがそれぞれの強みを相補的に生かした革新的な情報活用手法の創出を通じて、実社会における情報活用の加速・高度化が期待されています。

本研究領域では、情報科学および数理科学、そしてその二つの分野を融合・応用した研究開発によって未来を切り拓く若手研究者を支援するとともに、新しい価値の創造につながる研究開発を推進します。具体的には、従来の情報科学の研究課題のみならず、情報科学と数理科学の双方の知見を活かしたデータ活用手法、例えばデータ同化、トポロジカルデータ解析、圧縮センシング、差分プライバシー等を含む、情報科学および数理科学に関わる幅広い専門分野、および情報科学、数理科学の他分野への応用において、新しい発想に基づいた挑戦的な研究構想を求めます。

研究推進においては、人材育成の観点を重視し異分野の若手研究者同士が交流し相互に触発する場を設けることで、未来に貢献する先端研究を推進する研究人材の育成や、将来の連携につながる研究者の人的ネットワーク構築をはかります。

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）を構成する「AIP ネットワークラボ」の一環として運営していきます。

募集・選考・領域運営にあたっての研究総括の方針

1. 背景

Society5.0を実現する技術として期待される機械学習や深層学習には大量の学習データが必要ですが、産業界や医療をはじめとする様々な分野の既存データは「構造化されたビッグデータ」ではない、データが少ない、情報のデータ化・デジタル化自体が困難、などの場合も多く、これらの様々な情報が十分に活用されているとは言い難い状況です。また、解析結果の信頼性や、結果に含まれる個人情報保護の観点からその活用が難しい問題も存在し

ます。さらに、シミュレーションにおける計算速度や精度の向上も計算機の能力向上だけでは難しい状況にあります。

企業においても自社で抱える様々な情報を有効に活用するためには、データが少ない場合への対応、異常検知、個人情報を含むデータの活用、解析結果の信頼性や理由の説明などが求められており、AIやビッグデータ解析技術に代表されるデータ駆動型アプローチに加えて、数学・数理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を融合により未来を切り拓く若手研究者を支援するとともに、新しい価値の創造につながる研究開発を推進します。AIやビッグデータ解析などデータ駆動型のアプローチだけでは困難な実社会の問題解決や付加価値創造に向けて、数理科学と情報科学の連携・融合による新たな基盤技術の創出を目的とします。数理科学と情報科学の双方の知見を活かしたデータ活用手法、例えばデータ同化、トポロジカルデータ解析、圧縮センシング、差分プライバシーなどの研究分野、および情報科学、数理科学、または両分野の他分野への応用に関わる幅広い専門分野において、新しい発想に基づいた挑戦的な研究構想を求めます。

以下に具体的な研究課題として例を示しますが、募集対象はこれらに限りません。

- (1) 数学・数理科学と情報科学の連携・融合により、数学の発想を取り入れた革新的な情報活用手法の創出に資する理論及び技術の構築

PageRank、圧縮センシング、差分プライバシーのようにその後の「Game Change」を起こすような画期的な数学・数理科学的概念・アルゴリズムの提案。Shor, Groverのような理論保証のある量子アルゴリズムの提案など。

ア 数理モデル型とデータ駆動型の相補的連携によるデータの解析 (PageRank 等) 理論の構築

イ 自然言語情報・感覚などの計算可能なデータへの変換 (情報のデジタル化、記号化)

ウ データの品質・信頼性・匿名性保証やサンプリング理論

エ データの数学的尺度を用いた再構成 (データの数学的構造や特徴の抽出、圧縮・縮約、ノイズ除去など)

- (2) 様々な分野や産業界における情報の活用を加速・高度化する次世代アプリケーション基盤技術の創出

ポストムーア時代のマシンに対応する計算モデル、高速アルゴリズムの開発等。

ア 量子コンピュータを含む計算機の計算コストの削減・計算高速化 (近似計算、疑似乱

- 数活用、計算アルゴリズム最適化、探索・検索、素因数分解アルゴリズム等)
- イ 応用分野における情報活用を加速・高度化させるデータ解析アルゴリズム、ソフトウェア等の構築
- ウ データの匿名化（プライバシー保護とデータの社会的利活用の両立）
- エ 解析結果の理由の説明、信頼性の保証、解析結果の社会的利活用と個人情報保護との両立など

3. 想定する研究の進め方

研究推進においては、人材育成の観点重視し異分野の若手研究者同士が交流し相互に触発する場を設けることで、未来に貢献する先端研究を推進する研究人材の育成や、将来の連携につながる研究者の人的ネットワーク構築をはかります。したがって、若手研究者個人の研究課題を、数学・数理科学、および情報科学の幅広い研究分野の研究者に理解してもらう努力も重要になります。そしてまた若手研究者が、新たな研究者を発掘し、新たな「エコシステム」を構築する活動も計画しています（例えば採用期間中に、アウトリーチ活動を行うなど）。

本研究領域では人材育成の観点から大学院生を含む若年層の研究者をターゲットとし、本領域実施中での「さきがけ」への応募（早期卒業）を認めます。

また、本研究領域は数理科学と情報科学融合の実践の視点から、企業等での実践者をアドバイザーとして配置しています。

尚、本研究領域と「数理的情報活用基盤 CREST」と「数理構造活用さきがけ」は三つの研究領域の相乗効果を狙い、ワークショップ等を共同して実施する等、多様な分野の研究者間で密に情報共有します。

4. 研究期間と研究費

研究期間は 2.5 年間とします。研究費については間接経費を除いて年間 150 万円、総額で 450 万円としますが、研究開始後は進捗に応じてフレキシブルに運用いたします。尚、研究を引続き支援することでより一層大きな成果が期待される研究課題については加速フェーズとして最大 1 年間の追加支援（最大 500 万円）を行います。

5. 応募に当たっての留意点

本領域では、若手研究者の育成を異分野若手交流の推進や、成果のアウトリーチ活動等積極的に支援します。博士号取得後 8 年未満（ライフイベントによる中断期間を除く）の若手研究者、博士号未取得で学士取得（学部卒業）後 13 年未満の若手研究者、また修士課程を含む大学院生の研究者の可能性のある挑戦的、意欲的な提案を期待します。

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）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。