

文理芸の融合研究

① ビジョンの概要

数学と様々な現象をつなぐ学際的研究へのニーズの高まりを受け、数学との親和性が必ずしも高くはないと思われてきた動物や人間の社会行動、知覚・認識、感性、芸術などの分野に数理的視点から光を当てることで、新しい数理科学の分野を切り開き、自然や社会への深い理解、生活の向上、産業の発展につなげていく。

② ビジョンの内容

明治大学先端数理科学インスティテュート (MIMS) は、2007年の設立以来、数学と様々な現象をつなぐ現象数学の中心的な研究拠点として、文理融合研究およびライフサイエンス・数理科学融合研究に重点を置き、基礎方程式がわかっていない多くの現象に数理的視点から光を当てることに力を注いできた。今後 20~30 年先を見通したとき、これまでに培われた文理融合研究の領域をさらに広げて、その対象に感性や美意識に関わる芸術の領域を含め、芸術的な創造・創作の世界へも波及する「文理芸を融合する数理科学」が社会発展に必要となる。

そこで、今後 10 年を「文理芸融合研究の助走期」と位置づけ、それに続く 10 年~20 年を「文理芸融合研究の開花期」と位置づける。今後 10 年の助走期では、視覚や人の感性に関する文理芸融合研究の研究成果 (作品) を広く公開するためのプラットフォーム (バーチャルとリアルを併用した「ハイブリッドミュージアム」) を整備する。また、生命や人間社会の自己組織化にも関連する動物行動学や人文社会学、医学・生理学などの諸分野との融合研究を進め、「生物から学ぶ組織づくり」や「ライフサイエンスと生命階層の解明」のための数学的基盤を整備する。

③ 学術研究構想の名称

文理芸の融合研究

④ 学術研究構想の概要

明治大学先端数理科学インスティテュート (MIMS) の基本構想である文理融合・ライフサイエンスと数理科学の融合の伸展と深化により、次の項目の実現を目指す。

1. 人間の感性を総合的に扱える数理的枠組みの確立による諸課題の解決

人の知覚・認識機能に備わる自律的反応の仕組みを数理モデルによって解明する。特に錯覚の原因解明に重点を置き、安全な生活環境を整備するための方法論を構築する。

また、扇が立体であることを利用して視線を巧みに誘導することにより、俳句や和歌のように童話や小説なども一つの扇という僅かな空間に集約させた新しい文化を創出する。

2. 既存の理論的枠組みでは捉えきれない生命現象を表現する数学的基盤の整備

近年、計測技術や機械学習の発達により、あらゆる生物 (含人間) の行動を長時間にわたって自動記録できるようになり、この膨大なデータを数理科学 (含データサイエンス) の対象として扱う機運が高まっている。進化の歴史を勝ち抜いてきた生き物の知恵に学ぶ、しなやかでかつ強靱な社会作りにとって、数理科学は決定的な役割を果たす。我が国はそのリーダーとなる素地が整っており、MIMS を中心とする協力研究機関と共にこれを実現する。また、ミクロなレベルからマクロな環境まで、幅広い階層が複雑に絡み合う生命現象を表現する数学的基盤を整備し、その全体像の理解を目指す。



図1 ビジョンの背景



図2 ビジョンと学術構想

⑤ 学術的な意義

これまで数理的な視点からの研究が未踏であった、生物の社会行動、知覚・認識、感性、芸術などの分野に数理科学的手法を導入し、以下のような社会の諸方面に貢献することが本研究構想の学術的意義である。(1) 事故の原因となる道路錯視の軽減や錯覚を積極的に利用した人流制御による安全な生活環境の整備。(2) 簡単な刺激で一瞬に展開収縮が可能な折紙の特徴を利用した、超巨大あるいは極微小構造物などの新産業創出。(3) 日本固有の折紙・扇への数理技術の導入による世界に類を見ない文化芸術の創生。(4) 進化の歴史を勝ち抜いてきた生物の知恵に学ぶしなやかでかつ強靱な社会作りなど、複雑な生命現象の理解と社会への応用。

⑥ 国内外の研究動向と当該構想の位置付け

立体復元方程式に基づく3次元立体錯視の創作・研究はMIMSが国際的にも突出している。これらの創作活動は、数理的アプローチが新しい現象の予測・発見の力を持つことを実証している。また、本構想の対象である折紙・扇は、日本固有の物で、新しい特性を有すメタマテリアル創出の宝庫である切り紙ハニカムは日本人の発明である。生物の集団行動の研究は、大型哺乳類の群れから微小な生物の群れまで多様な階層の集団行動を網羅的に計測し、階層を超えた生物の集団行動の一般論を構築し、数理的な視点から予測、制御や応用に役立てる流れが生じている。このような計測・予測・制御を統合化する技術では日本が世界に先んじており、当構想では数理と多様な分野との融合により、更にリードを広げることを目指す。

⑦ 社会的価値

折紙技術への期待はマイクロとマクロの両極端に広がっているが、適切な強度・剛性が容易に得られず製造も困難という共通の課題があり、その解決は巨大な経済的・産業的価値を齎す。また、現在のグローバル化社会は複雑な多層構造を持ち、人類の目標が経済的利便社会から人間性の確保、幸福度、健康、安らぎ等へとシフトしている。そのため、社会の横断的複合領域での人間の感受性が重要となり、芸術や感性はこれまで以上に重要な役割を果たすと考えられる。複合領域での複雑な挙動の可視化と最適な予測を通じて説得力のある知見を得るには、多面的な視点を包括する数理的モデリングが求められ、これらはSDGsへも貢献する。

⑧ 実施計画等について

実施計画・スケジュール

1. 視覚の数理解モデルを精緻化し、錯視制御技術の性能を向上させ、交通事故の軽減、正常画像の復元などに役立てるとともに、知育教材、錯視遊具、視覚芸術などに役立つ新しい表現技術を開発する。扇については、新しい表示器や写真技術の開発と共に世界に類を見ない新しい芸術へと昇華させる。さらに、これらの視覚や人の感性に関する文理芸術融合研究の成果を広く公開するためのプラットフォームを整備する。
2. キュービックコアや切り紙ハニカムにより、メタマテリアルの創出および構造物の革新を推進する。
3. 因果の分かる機械学習の開発により、乗り心地など人の感覚の周波数依存性を解明するための数理を構築し、中・高速自動走行車における恐怖感の緩和や音響療法など、人類の幸福に役立てる。
4. 生物行動のビッグデータを解析し、地球規模の生態系の維持、高密度群れ飛行、しなやかで高度な組織作りなどの機構を系統的に紐解く「群行動の数理解科学」を創生するとともに、人間社会に応用する。

実施機関と実施体制

拠点機関：明治大学先端数理科学インスティテュート (MIMS)

協力機関：

[国内]九州大学マス・フォア・インダストリ研究所(IMI)を幹事拠点とする文部科学省 AIMaP 事業参加拠点。山口大学時間学研究所、武蔵野大学数理工学センター、山梨大学、龍谷大学。

[海外] 米ペンシルバニア大学数理生物学センター、フランス国立研究センター (CNRS)、ボルドー大学 (フランス)、韓国科学技術院(韓国・KAIST)。ベルガモ大学 (イタリア)、清華大学、国立シンガポール大学、トルコ国アンカラ中東工科大学、南ソウル大学、ローザンヌ大学。

総経費 28.9 億円 (初期経費 (スーパーコンピュータ、システム構築) 3.5 億 + 各年度 2.54 億 × 10 年)

各年度経費 人件費 1.4 億円、事業推進費 1.14 億円、合計 2.54 億円

⑨ 連絡先

西森 拓 (明治大学先端数理科学インスティテュート)