

【新学術領域研究（研究領域提案型）】 複合領域



研究領域名 スパースモデリングの深化と高次元データ駆動科学の創成

東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授

おかだ まさと
岡田 真人

【本領域の目的】

より深く自然を知りたいという飽くなき探究心が、とどまることを知らない計測技術の向上をもたらし、大量の高次元観測データを日々生み続けている。その中で、自然科学者は得られたデータを本当に活かしきれているかと自問自答している。また自然科学データの特性を活かして取り扱う情報科学および数理的基盤が盤石であるとは言いがたい。

この状況を打破し、科学技術の水準を革新的に向上・強化させるためには、情報科学と自然科学が緊密に融合した革新的な自然探究の方法論が必要不可欠である。そこで本領域では、多くの自然科学分野の高次元計測データに普遍的にスパース性が存在することを基本原理としたスパースモデリング(SM)に注目する。生命分子からブラックホールに至る、幅広い自然科学分野の実験・計測研究者と情報科学者の連携により、この課題を解決する。これにより、スパースモデリングの数理的基盤を深化させるとともに、高次元データ駆動科学ともいべき新学術領域を創成し、これから本格化するデータ科学時代に向けて我が国の学術水準の圧倒的優位を確立する。

【本領域の内容】

高次元データ駆動科学の創成に向けて、以下の三つの重点目標掲げる。

A：データ駆動型科学の実践：高次元データの効率的な活用により、科学的方法の質的变化を引き起こすことで、自然科学の個別の課題を解決する。

B：モデリング原理の確立：多様な視点の導入により、分野の個別性を超えた類似性／共通性にもとづいた対象／現象のモデル化法に関する理論整備を行うことで、革新的展開を生み出す。

C：数理基盤の形成：非線形で不確実性を伴う高次元の自然科学データに関して、具体的事例から数理的課題を絞り込むことで、実証的観点から従来の多変量解析理論を刷新する。

これら A, B, C に対して、本領域では、図 1 のように実験・計測グループ(実験 G, A01,A02)、モデリンググループ(モデル G, B01)、情報科学グループ(情報 G, C01)の三つの項目をおく。自然科学と情報科学の緊密な連携・融合を目指す本領域において、モデル G(B01)のインターフェース・触媒としての役割が特に重要である。モデル G(B01)は構造的類似性に基づき、できるだけ一般性を持ったモデリング原理の確立を目指す横断的コーディネーション研究を中心的機能として研究を進める。

【期待される成果と意義】

実験 G(A01, A02)では、第一原理からのモデル化が難しい生物学、地学などの理科第 2 分野を中心に、大量の高次元データの有効活用による新規な規則発見や実験プロトコルの飛躍的高速化を実現する科学的方法を確立することで、ブレークスルーを起こす。その一例は、A02-3 班(計画代表：本間)が、電波干渉計データから SM を用いて、回折限界の 3-4 倍の超解像を達成し、図 2 のように想像されているブラックホールの直接撮像という天文学・天体物理学史上最大級のマイルストーンを刻みこむことである。

モデル G(B01)は、分野横断的な数理構造の類似性に基づき、自然科学の個別データと情報科学の汎用的解析を結ぶシステム科学的方法論を探究することで、仮説／検証ループに基づくモデル化を系統的に行う普遍的枠組みを提案する。これにより、分野の垣根を越えたアナロジーや普遍性を個別問題の解決に活用するデータ駆動型普遍的現象論ともいべき接近法を確立する。

情報 G(C01)では、実際的な状況の特徴を取り入れられる典型モデルを開発し、ガウス性に強く依存していた従来の多変量解析の方法を刷新し、SM の数理的基盤を確立する。

【キーワード】
スパースモデリング、高次元データ駆動科学、圧縮センシング、スパース性

【キーワード】

スパースモデリング、高次元データ駆動科学、圧縮センシング、スパース性

【研究期間と研究経費】

平成 25 年度～29 年度
1,022,000 千円

【ホームページ等】

<http://sparse-modeling.jp>
sparse-modeling@mns.k.u-tokyo.ac.jp

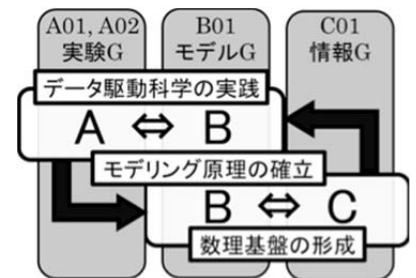


図 1：本領域の研究体制図

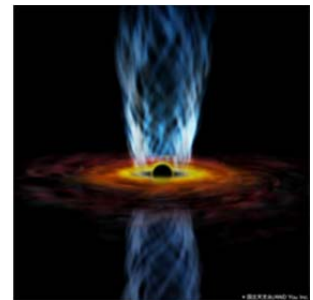


図 2：ブラックホールの想像図