

研究テーマ

以下では、3人の教員の最近の研究を紹介します。この他にも非線形、非平衡、ゆらぎ、複雑性、情報、統計解析、推定等をキーワードとした幅広い内容の研究が院生によって行われています。

流体方程式の
マイクロからの導出
(PRL, 2014)
非平衡関係式と流体

研究例
2014-2016

熱力学概念による
Rare Event Sampling
(PRL, 2014)
クロニングと熱力学

え。あれとこれがつながるの？

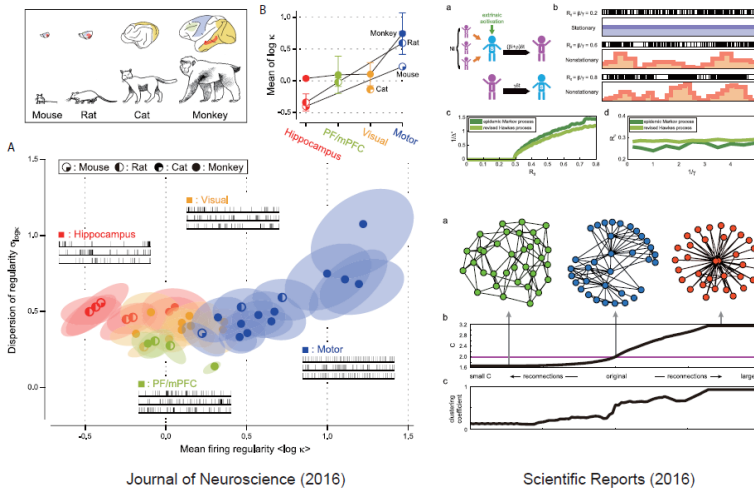
集団同期ダイナミクスの
マイクロからの導出
(NJP, 2015; IOP SELECT)
非平衡関係式と同期

ストークス則の
大偏差理論による導出
(JSP, 2015)
大偏差理論とバルク/境界

自然な問題を新しい解析方法で開拓する

時系列ゆらぎの
Replica Symmetry Breaking
(PRL, 2015)
時系列解析とレプリカ理論

ネーター不変量としての
エントロピー
(PRL, 2016; Editors' suggestion)
エントロピーと対称性



非平衡統計とダイナミクス(佐々真一)

自然現象の背後にある単純な基礎法則と目前にある現象のギャップを埋めたいというのが研究の基本的な動機です。生命や認知が自然現象として生じた様子を物理法則の立場から理解したいという究極の目標を遠くに見据え、流れや熱など身の周りの現象についてのマクロな法則と原子分子のミクロな力学法則との関係を論じたり、そこから新しい現象を提案したり、構成するのが困難な系を実際につくる可能性を探索したり、生体機能の断片を物理にもとづいて考えたりしています。左図に最近の研究例を紹介します。対象や方法は多様ですが、自然な問題を新しい解析方法で開拓し、思いがけない繋がりを見出すことは共通しています。

時系列データの解析と予測(篠本滋)

研究対象: 神経コーディングと脳神経系の計算 / ネットワーク上のダイナミクス

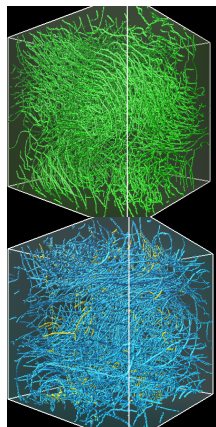
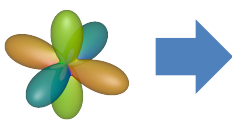
解析手法: 状態空間モデル / 隠れマルコフモデル / ガウシアングラフィカルモデル

研究観: いま科学技術は、形式理論中心の「理論の時代」から、実データに基づいてモデリング・解析・予測制御を行う「実証の時代」へと変遷しようとしています。計測技術の発展に伴って大量の信号を同時計測することが可能となった現代に求められるのは、大規模データを自動収集し、モデルを自動選択し、現象の将来予測を行うためツールであり、我々はその基礎を与える理論の構築と応用に取り組んでいます。

スピンを持たない
粒子



スピンを持つ
粒子



渦が分裂する乱流
↓
マクロからミクロへのエネルギーの流れ

渦がネットワークを
組む乱流
↓
ミクロからマクロへのエネルギーの流れ

トポロジーとマクロな現象(小林未知数)

系のミクロな内部自由度や対称性によって特徴づけられる幾何学構造(トポロジー)がマクロな現象を劇的に変える例は数多くあります。トポロジーは保存則と並んで、系を特徴づける最も重要な要因であり、マクロな現象を系のミクロなトポロジーに基づいて理解する、あるいは逆に系のミクロなトポロジーを利用して新しいマクロな現象を予言する、というような研究をしています。左図に最近の研究の1つを紹介합니다。究極の非平衡状態の1種として知られる乱流は、大きなスケールから小さなスケールへ渦を介してエネルギーが伝達される、という構造を持ちますが、流体を構成する粒子のスピン自由度を用いてエネルギーの流れを逆向きにし、巨大な乱流構造を作ることができます。