

【新学術領域研究（研究領域提案型）】 理工系



研究領域名 ゆらぎと構造の協奏：非平衡系における普遍法則の確立

東京大学・大学院理学系研究科・教授

さの まさき
佐野 雅己

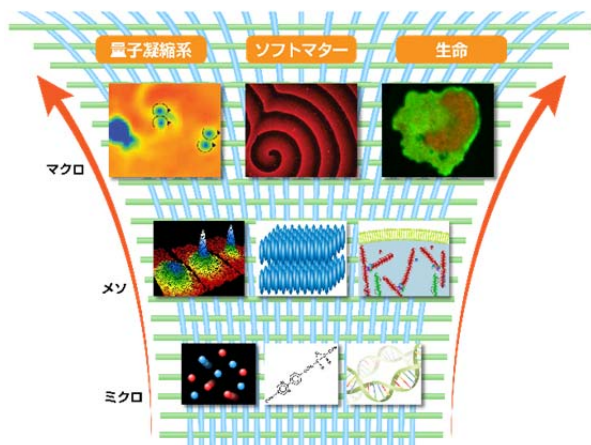
【本領域の目的】

物質の平衡状態の研究は熱統計力学という確立した方法論に立脚しているのに対して、非平衡状態を扱う科学は、まだ発展段階にある。非平衡系を記述する一般的な法則を見だし、それをもとに、自然現象を理解・制御することは現代科学の大きな未解決課題である。

本領域の目的は、これまで独立に進められてきた「非平衡ゆらぎ」と「時空間構造」という非平衡科学の二つの大きな流れを、それぞれメソスケールの領域にまで押し進めて発展させ、両者を統合する新しい研究の潮流を生み出すことである。実際、近年興った「非平衡ゆらぎ」の普遍法則の発見や、メソスケール系での実験技術の進展により「ゆらぎ」と「構造」を統一的に扱うための環境は整っており、統合による非平衡科学の飛躍的発展の機は熟している。本領域では、量子凝縮系、固体物理、ソフトマター、非平衡統計力学などの分野の実験家と理論家の密接な連携により、個々の対象を越えた普遍的で応用性に富む知見を切り拓くことを目指す。マイクロとマクロをつなぐ統計力学の手法を縦糸とすれば、異なる対象を統一的に扱う非線形物理の手法は横糸である。従来の2つのアプローチが交差するメソスケール系において、ゆらぎを伴う時空間構造を研究対象とし、最新の理論とゆらぎの精密測定・制御技術を融合させ、非平衡科学の新しいパラダイムを創成することが本領域の目的である。

【本領域の内容】

上記の目的を達成するため、本領域では、「基礎班」、「時空班」、「機能班」の3班を設け、以下の研究項目を実施する。



(1)非平衡ゆらぎの普遍的な法則の探求

(2)ゆらぎと構造が関連する非平衡現象の解明

(3)非平衡ダイナミクスから生命機能の展開

研究項目(1)では、量子凝縮系、ソフトマター、バイオマターなどの系において、非平衡ゆらぎの普遍性を手掛かりとして、マイクロとマクロをつなぐ非平衡系の普遍法則の確立を目指す。(2)では、マクロとメソ構造の間にフィードバック相互作用があり、ゆらぎと構造が強く関連する現象の解明を目指す。(3)では、物質の創発的な非平衡構造に即して、単なる物質の集合が自己生産、自己駆動、情報の伝播など生命の基本特性を発現するための物理機構を解明し、生命現象の物理的理解に挑む。



【期待される成果と意義】

現在、多くの分野で非平衡系に対する関心が高まっており、今ほど非平衡系に関する指導原理が求められている時はない。本研究領域の発展により、次のような波及効果が期待できる。(1)非平衡法則の発見と深化は、物質科学における非平衡現象の本質的理解につながり、諸分野の基盤的知識と成り得る。(2)フィードバック操作や情報の概念を取り入れた非平衡統計力学の発展は、メソ系やナノシステムの制御と関連が深く、革新的技術の開発につながる可能性がある。(3)人工細胞モデルの実現は、生物物理や化学工学の発展に寄与するものと期待される。

【キーワード】

ゆらぎの普遍法則、自己組織化、非平衡統計力学

【研究期間と研究経費】

平成 25 年度－29 年度
918,700 千円