

岡研究室

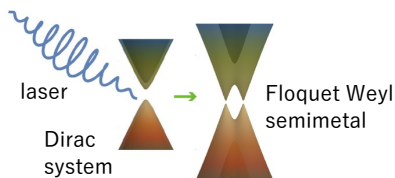


教授 岡 隆史

岡研究室では、非平衡統計力学や非平衡量子多体系の理論研究を通じて、量子状態制御や生命現象の理解などの基礎研究に取り組んでいます。

特に、複雑な物理現象の背後にひそむ「からくり」の発見と理解、そしてそれを利用した「機能発現」の提唱を研究目標とします。これまで量子物質のフロッケ・エンジニアリングの提唱や非平衡系の場の量子理論など主に非平衡量子多体系の研究に注力してきました。これらに加え、今後の重点領域として、生命現象のマイクロ・メソスコピックな理論への場の理論の応用を考えています。特に学生の自由な発想に基づいて研究分野を拡げていきたいです。学際的な研究と、国内外の共同研究者との交流という、ダイナミックな活躍の場を提供していきたいです。

量子物質の非平衡制御



量子物質制御

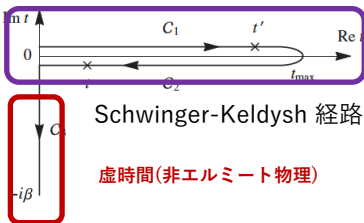
レーザー電場などの外場によって物質の性質は劇的に変化します。非平衡多体問題は一般にはとても複雑な現象ですが、外場の時間周期性に着目すると系統的な研究が可能になります（フロッケ理論）。

現在、量子物質の性質を非平衡外場で制御する「フロッケ・エンジニアリング」という新分野が国内外の多くの研究室で精力的に研究を進められています。その研究対象はトポロジカル物質や、超伝導体のみならず冷却原子系や高エネルギー物理にまで及んでいます。当研究室では特にフロッケ・トポロジカル状態の提唱などを通じてこの分野に貢献してきました(Oka-Aoki2009)。様々な物質を自在に制御する方法の発見を目指していきます。

キーワード：量子制御、トポロジカル状態

多体物理基礎論（場の理論）

実時間（エルミート物理+開放系）



Schwinger-Keldysh 経路

虚時間（非エルミート物理）

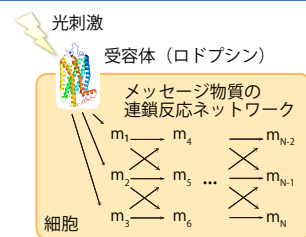
非平衡統計力学の新展開

現在、非平衡開放系に関連した統計力学の基礎研究は急速な発展をとげつつあります。そこでは物性的手法、数値手法、数理的な手法などが混ざり合いながら、新しい物理学の芽が多く生まれております。先を見通すことは難しいですが、例えば、この宇宙の初期に何が起きたのか、といった難問に、物性実験の知見を元に理論的にアプローチすることも可能になると思われます。キーワード：非平衡定常状態、非平衡繰り込み群、量子情報、エンタングルメント

構成員 2026予定:

岡 隆史(教授)、沼澤宙朗(助教)、Swati Chaudhary(特任助教)、特任研究員 2名、学生 7名、事務補佐員 2名

生命現象のメソスコピック物理



多体問題としての生命現象

生体反応の根幹には細胞の内外でおきる化学反応の連鎖（シグナル伝達）があります。このような過程を動的な多体問題として捉え直し、その性質を実験・理論の協力の下で解き明かす研究が始まっております。また、網膜などにある光受容タンパク質では興味深い開放量子系が実現しており、近年進展している非エルミート量子物理を実現しています。これまで主に電子物性で進展した量子状態制御を生体制御に導入する研究に着手しております。物性研内外の実験グループと協力しながら新分野の発展に貢献したいです。キーワード：生命現象、シグナル伝達、ネットワーク、開放量子系

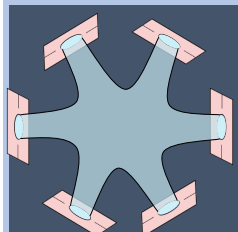
研究室見学も歓迎です
Tel: 04-7136-3285
E-mail: oka@issp.u-tokyo.ac.jp
場所: 物性研A棟A429



助教
沼澤宙朗

出身は高エネルギー理論で、これまでは主にブラックホールや初期宇宙における重力の量子効果を理解するために、高エネルギー理論、非平衡物理及び量子情報理論の境界領域を研究してきました。特に量子エンタングルメントは量子系の特徴的な性質で、高エネルギー理論でも量子多体系でも近年重要になったことから興味を持って研究してきました。

今後は、高エネルギー理論と量子多体系において量子情報や非平衡物理のより発展的な知識を応用していくとともに、その逆の応用や、量子情報や非平衡物理自身の基礎的な研究もしていきたいと考えております。



重力におけるレプリカ法とレプリカをつなぐワームホール



Project Assistant Professor
Swati Chaudhary

My research focuses on the response of quantum materials to external stimuli such as light and magnetic fields. One key aspect involves leveraging light to engineer new functionalities. I have previously studied Floquet engineering schemes to modify electronic band topology and magnetic interactions.

Additionally, I investigate how light can probe the quantum geometric properties of topological materials, particularly studying nonlinear optical responses arising from nontrivial quantum geometry in various materials.

I also explore the interplay between different degrees of freedom—spin, orbital, and lattice—and their influence on transport and magnetic properties. In particular, I am studying chiral phonons and their magnetic response which arises from such interplay. In this direction, I am also interested in studying how a very strong magnetic field would influence different properties of quantum materials.

In the future, I want to study the unique phenomena at the interface of strong magnetic fields, quantum geometry, and light-matter interactions. I also want to study the effect of different kind of periodic drives on quantum materials where the spatial variation or quantum aspects of the external drive play an important role. This can be achieved by using phonons or placing the materials inside cavities, respectively."