

理学系  
物理学専攻

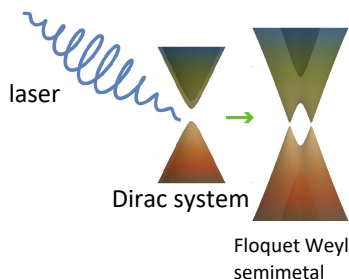
## 岡 研究室



教授 岡 隆史

当研究室は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、非平衡場の理論など、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、生命現象のミクロ・メソスコピックな理論や情報物理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広げていきたいです。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



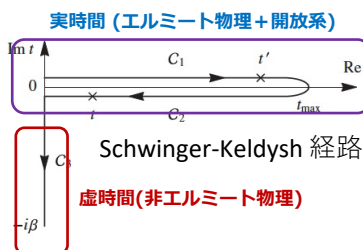
## 量子物質制御（フロッケ・エンジニアリング）

レーザー電場に代表される外場による駆動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なのですが、外場の時間周期性に着目することで系統的な研究が可能になりました（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、量子スピン系に代表される物性物理分野のもののみならず、冷却原子系や光学系などの人工物質群、QED, QCD真空などの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の研究に貢献してきました（Oka-Aoki2009）。様々な物質の性質を自在に制御する新しい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）



## 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基礎論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。

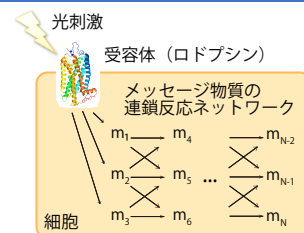
先を見通すことは難しいですが、例えば、この宇宙の初期に何が起きたのか、といった難問に、物性実験の知見を元に理論的にアプローチすることも可能になると思われます。

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：

岡 隆史 (教授)  
沼澤 宙朗 (助教)  
奥村 駿 (特任助教)  
M1 2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。特に非エルミートな場の理論を用いて、主に電子物性で発展されたフロッケ・エンジニアリングなどの量子制御の手法を生体制御に導入する研究に着手しております。物性研内でも研究されております視神経細胞やオプトジェネティクス技術を利用した実験研究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、制御、相互情報量

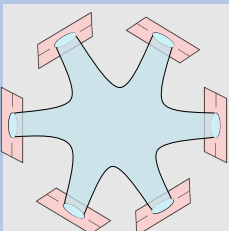
## 研究室見学も歓迎です

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特任助教  
奥村 駿

## 強相関電子系におけるトポロジカル物性

強相関電子系では、電子のもつ電荷・スピン・軌道といった複数の自由度の協奏によって磁性や超伝導などの多彩な物性現象があらわれます。さらに、近年ではトポロジーという幾何学的な概念を取り入れた新たな切り口による研究が多くなされています。私は、こうした系を取り扱うために大規模な数値計算と場の理論的な解析計算を組み合わせた理論研究を行っています。

## トポロジカル磁性体を示す量子輸送現象

トポロジカルな磁気構造は、創発磁場を生み出すことで特異なホール応答を示すことが知られています。私は、3次元的なトポロジカル磁性の一つである磁気ヘッジホッグ格子の安定性と量子輸送現象に関する研究を行ってきました（Okumura2020）。

## トポロジカル電子状態の光誘起物性

トポロジカルな電子状態として注目を集めているワイル半金属やディラック半金属ですが、実際の物質中でどのように振る舞うかは未解明な問題のひとつです。私は、光学応答を調べることによってトポロジカル電子状態の制御可能性を探っています。