

# 森本研究室

私たちは量子力学と統計力学に立脚した物性理論の研究をおこなっています。特に、物質中の電子を記述する波動関数の位相が示す幾何学的な（トポロジカルな）性質に着目することにより、量子物質の示す新しい物理現象の理論的な開拓に興味を持っています。

- トポロジカル量子相（トポロジカル絶縁体、ワイル半金属の分類理論・電磁応答）
- 非線形光学効果、非線型伝導（シフト電流、非相反電流）
- 非平衡定常系（フロッケ理論・ケルディッシュグリーン関数）

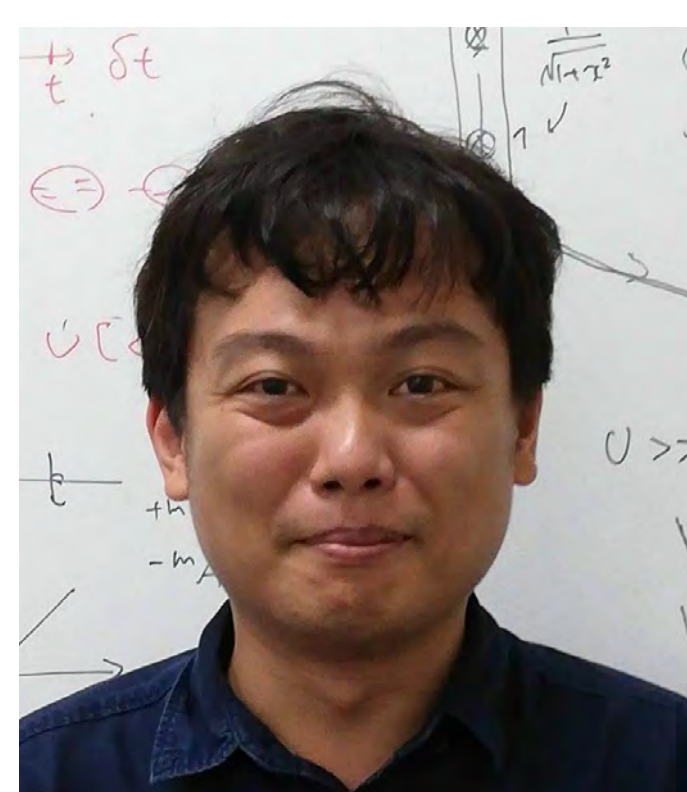
といったトピックに対して、場の理論などの解析的な方法や、数値的な方法を織り交ぜながら研究を行っています。

物性理論の研究では自分のアイデアに基づいて自由に研究を進めることができます。アイデア一つで身近な物質の謎を解明したり全く新しい現象を予言したりできることが醍醐味です。物性理論の研究に意欲的な方を歓迎します！

## 研究室メンバー



准教授  
森本高裕



助教  
北村想太

2024年度メンバー:

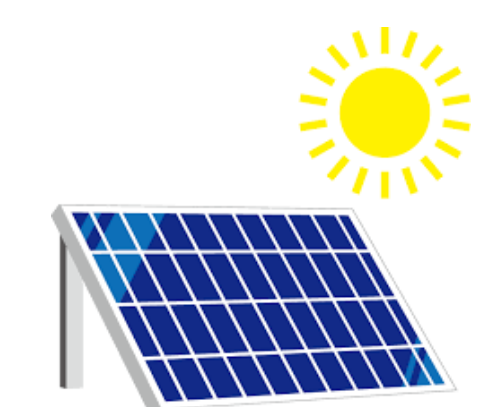
- 博士研究員 1名
- 博士課程学生 6名
- 修士課程学生 4名



## 研究トピック

### 物質中の幾何学

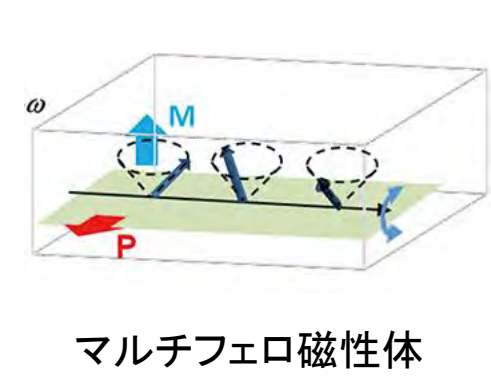
ベリー位相・曲率  
トポロジカル絶縁体  
ワイル半金属



光起電力(太陽電池)効果

### 強相関電子

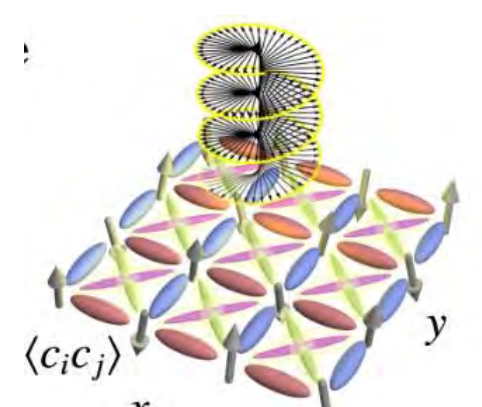
磁性体  
超伝導体  
モット絶縁体



マルチフェロ磁性体



超伝導体



フロッケエンジニアリング

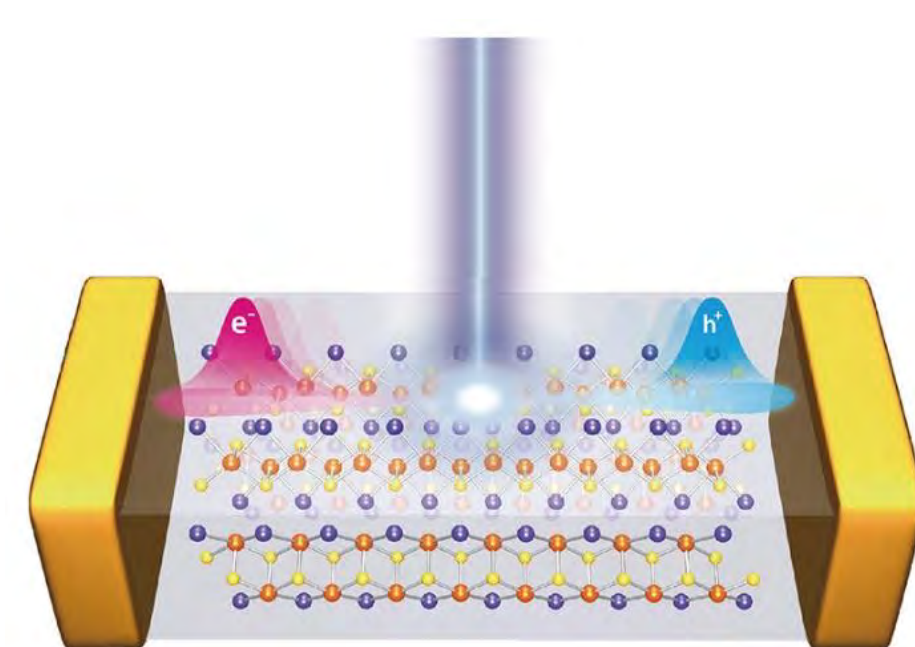
### 非線形・非平衡

シフト電流  
非相反電流  
フロッケエンジニアリング

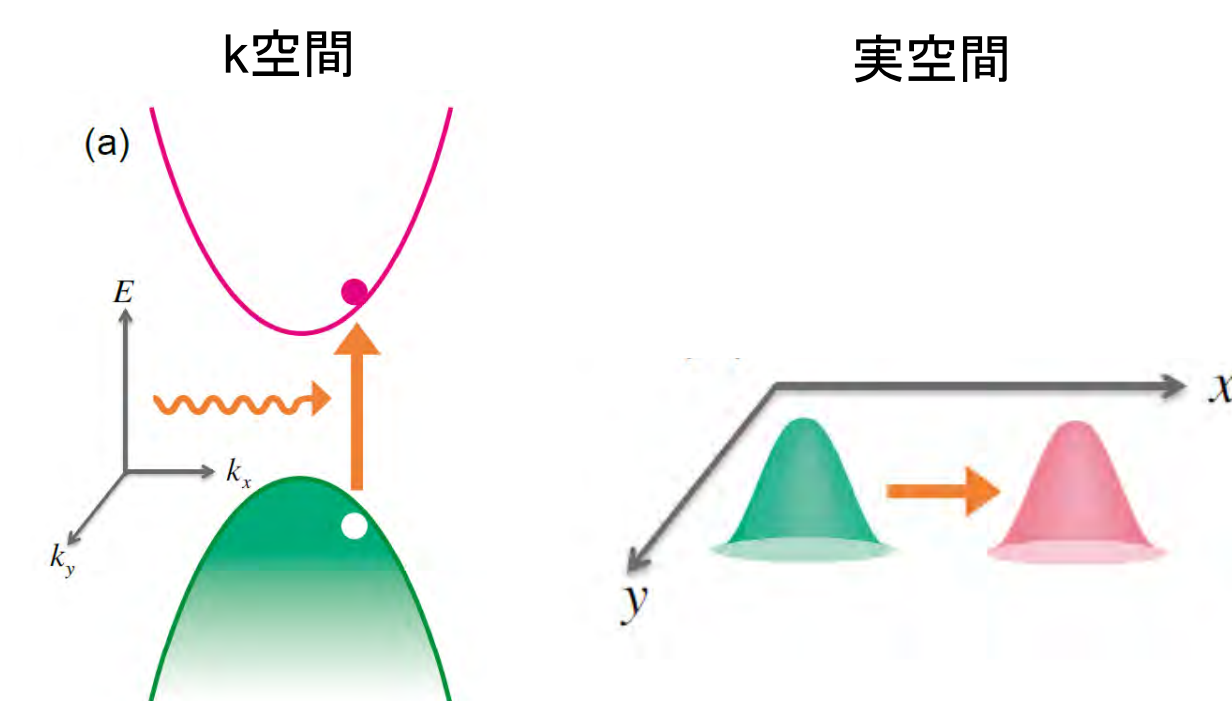
## トポロジカル非線形光学効果

### シフト電流:

反転対称性の破れたバルク結晶で生じる光起電力効果(太陽電池効果)

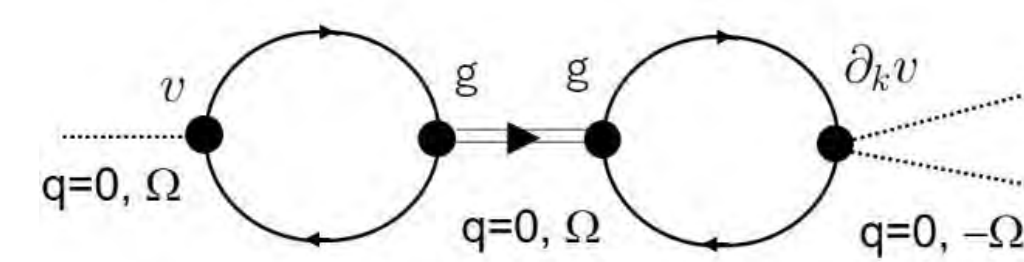


<https://cems.riken.jp/jp/laboratory/scirg>



光励起に伴う波束のシフト(ベリー接続)に駆動された幾何学的非線形効果  
→ 散逸によらない太陽電池効果

強相関係への拡張:  
電子励起を必要としない  
太陽電池効果



マグノンシフト電流・フォノンシフト電流

## 非平衡外場による量子相制御

### フロッケエンジニアリング

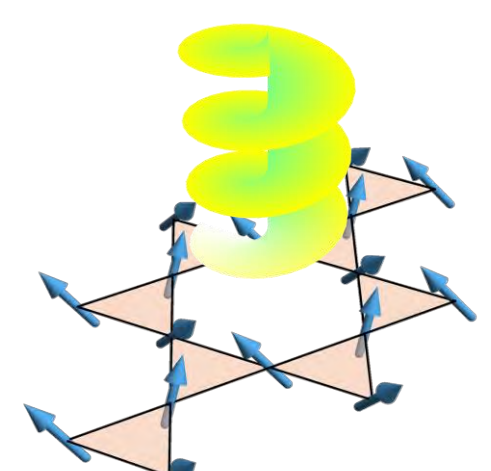
レーザー外場などにより望みの量子相を非平衡で作ります。  
← 周期外場駆動系はフロッケ理論によるバンド理論による解析が可能

Time-periodic eq. of motion  
$$i\partial_t |\Psi(t)\rangle = H(t) |\Psi(t)\rangle$$
  
$$H(t) = H(t+T) = \sum_m H_m e^{-im\Omega t}$$

Effective static problem  
$$H_F = H_0 + \sum_{m \neq 0} \frac{[H_{-m}, H_m]}{2m\Omega} + \dots$$

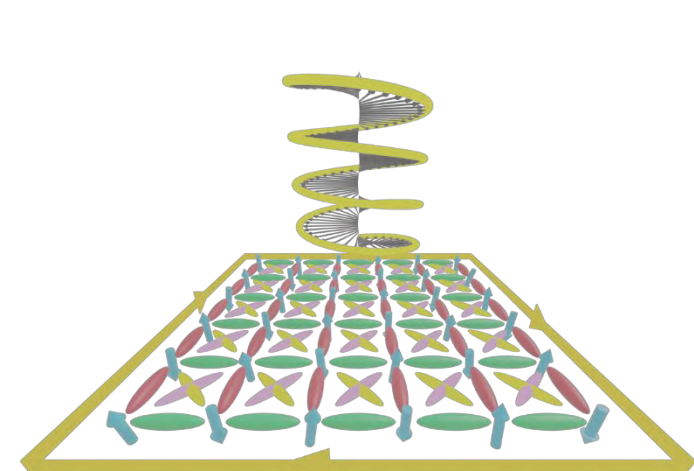
### 円偏光照射

トポロジカル磁性



Kitamura et al. PRB (2017)

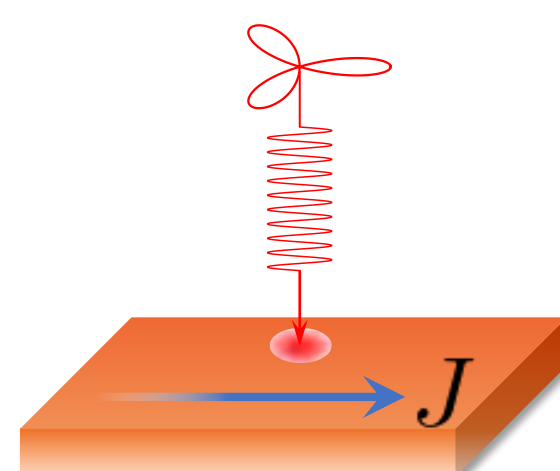
トポロジカル超伝導



Anan et al. Commun. Phys. (2024)

### 二周期外場

分極・電流生成



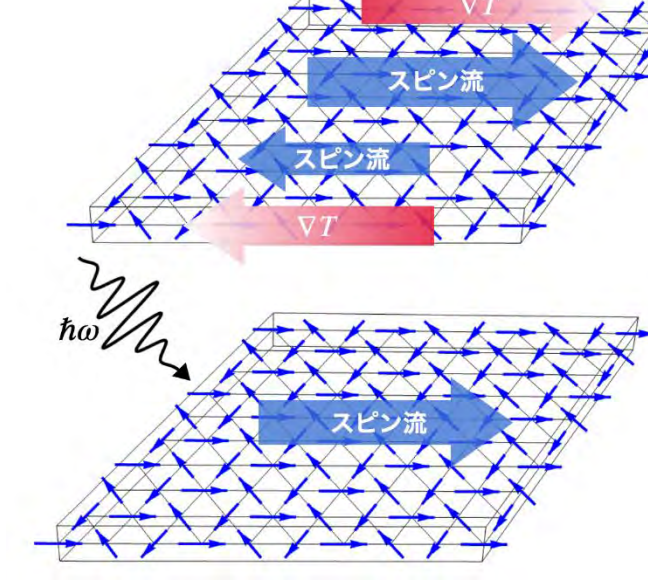
Ikeda et al. PRL (2023)

## 強相関・量子物質の物性機能開拓

### 新物性機能の理論予言

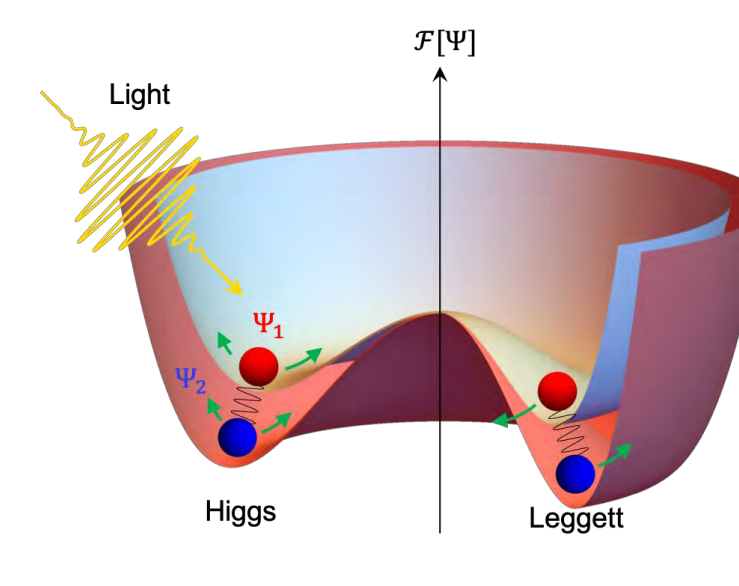
強相関電子系や量子物質において量子力学的効果により発現する新物性機能を理論的にデザイン・予言する。

磁性体中マグノンの非線形輸送



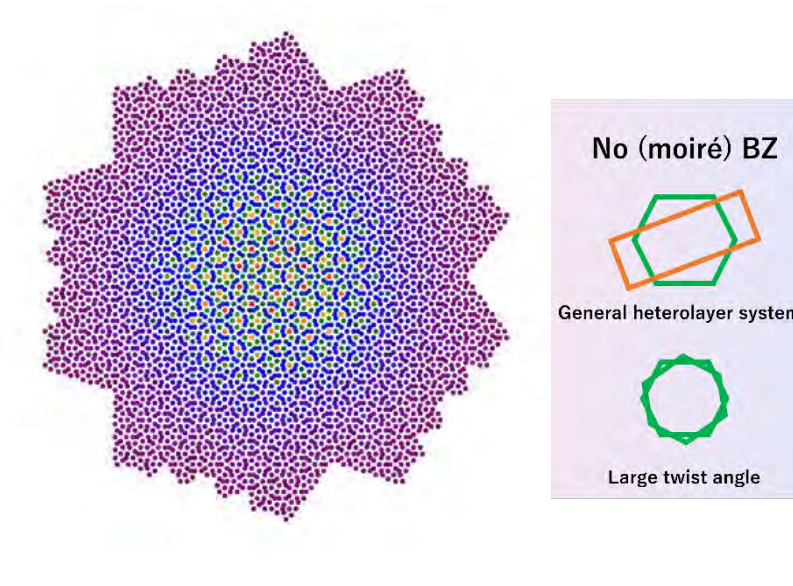
Fujiwara et al. PRB (2022); PRB (2023)

超伝導体中集団励起モードの光応答



Kamatani et al. PRB (2022)

準周期系の非線形応答



Yoshii et al. PRB (2021); PRB (2023)

## 研究室の活動

週一回水曜日の午後に研究室ミーティングを行っています。その他、随時研究についての議論を活発にすすめます。

## アクセス

工学部6号館219・221号室

## webpage

<http://morimoto-lab.t.u-tokyo.ac.jp/>