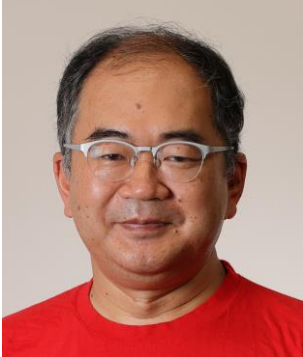


理学系
物理学専攻

押川 研究室



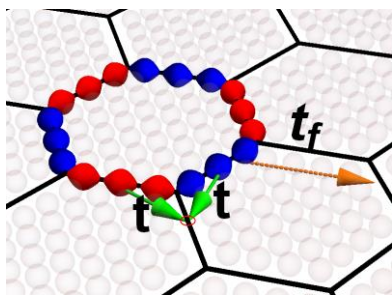
物性物理、統計力学、そして場の理論は、それぞれの入口では違った分野に見えますが、突き詰めて行くと一体のものであり、量子多体系の普遍的なふるまいを記述するものであると理解できます。このような、量子多体系における普遍的概念の探求を主な目標としています。

国際共同研究を積極的に推進しており、その多くに研究室の学生が参加してきました。

これまでの研究テーマの一部を以下に示します。研究内容については、是非論文を眺めて雰囲気を感じて頂ければと思います。より詳細が知りたい方、質問のある方は是非ご連絡ください。

教授 押川 正毅

ゲージ対称性は、電磁気力をはじめとして宇宙に存在する「力」を記述する指導原理であるだけでなく、物性物理や統計力学において創発する概念として重要です。トポロジカルに非自明な空間上のゲージ場を考えると、通常の局所的ゲージ変換に関する不変性に加え、トポロジカルな「大きなゲージ対称性」が生まれます。このような「大きなゲージ対称性」は、量子多体系に対して驚くほど強力な普遍的な制約を与えます。当研究室ではこのような普遍的機構の解明に取り組んで来ました。特にLieb-Schultz-Mattis(LSM)定理、あるいはしばしばLieb-Schultz-Mattis-Oshikawa-Hastings (LSMOH)定理と呼ばれる制約は広く知られています。これは1961年のLSM論文以来半世紀以上にわたって発展してきたものですが、トポロジカル相の発見に伴い重要性が高まり今日も更なる拡張が世界中で盛んに議論されています。さらに、最も基礎的な物性の一つである電気伝導も、ゲージ場に対する応答として統一的に定式化することにより、周波数則や、完全伝導を特徴づけるKohn公式を全ての次数の非線形伝導に拡張することに成功しました。場の理論は、多体系が大きなスケールで示す普遍的なふるまいに対応します。量子多体系のトポロジカルな性質も、場の理論によって記述することができます。たとえば、上述のLSMOH定理は、ラグランジアン対称性が量子化の際に破れるという「量子異常」に密接に関係しています。当研究室では、場の理論の量子異常に基づき、ギャップレスな量子臨界相のトポロジカルな分類を提案するなど、量子多体系における新しい概念の構築に取り組んでいます。



ネットワーク構造上の電子状態

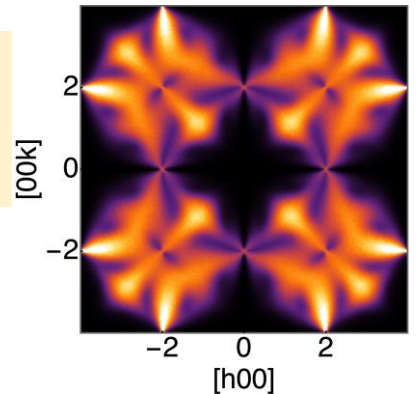
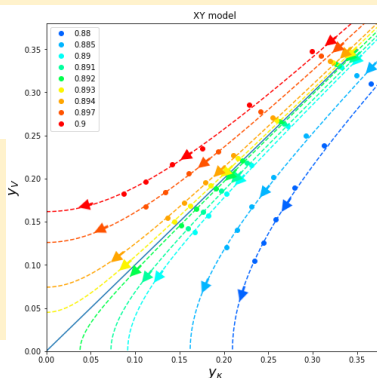
対称性に保護された干渉効果により安定な平坦バンドが出現し、強相関効果の舞台となる。また、各「辺」の1次元強相関関係としての性質を反映して、自然に非フェルミ液体的な伝導を示す。

J. M. Lee et al. *Phys. Rev. Lett.* **124**, 137002 (2020);
Phys. Rev. Lett. **126**, 186601 (2021).

Berezinskii-Kosterlitz-Thouless転移の繰り込み群フロー

教科書にも頻出の極めて基本的な繰り込み群フローだが、テンソルネットワーク法と共形場理論を組み合わせることで転移点決定の精度を大幅に高めるとともに、繰り込み群フローを数値的に構成することに初めて成功した。

A. Ueda and M. Oshikawa, *Phys. Rev. B* **104**, 165132 (2021).



高階ゲージ理論の磁性体における実現

ブリージングパイロクロア格子におけるスピン構造因子のモンテカルロシミュレーションにより、高階ゲージ理論が系を記述することを確認した。

Han Yan et al. *Phys. Rev. Lett.* **124**, 127203 (2023)

- ・量子多体系を中心として、**基礎的かつ普遍的な物理**に興味のある方
 - ・論文を眺めてみて、(雰囲気だけでも)**趣味が合いそう**だと思ってくれた方
 - ・**国際的な環境**で英語(巧拙は問いません)で議論を行うことに前向きな方
- …などを特に歓迎します

— 研究室見学・質問等、大歓迎です —
E-mail: oshikawa@issp.u-tokyo.ac.jp
Tel: 04-7136-3296
場所: 物性研本館 A519

詳しくは研究室HPをご覧ください。
<https://oshikawa.issp.u-tokyo.ac.jp/>

押川の公表論文は以下からも見られます
<https://scholar.google.com/citations?hl=en&user=k4JrtHkAAAAJ>

