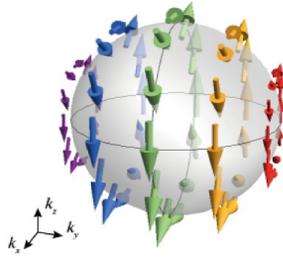


凝縮系物理の研究対象は、粒子の量子性が顕著な低温における物質の示す性質である。スピンを持つ電子の間に働く電磁相互作用と純粋な量子効果であるフェルミ統計性などが組合わさることで、物質は金属や絶縁体、磁石や超伝導体になったりと様々な表情を見せる。本研究室では、強相関電子系の量子輸送現象や励起ダイナミクス、低次元磁性体やフラストレーションを持つ系の量子現象、トポロジカル絶縁体・超伝導体における新奇なトポロジカル量子現象などについて、場の理論や大規模数値計算等の手法を駆使して研究を行っている。

## Topological Matter

トポロジカル絶縁体・超伝導体など波動関数のトポロジーで特徴づけられる物質群は、ディラック励起やマヨラナ励起など従来の物質群には存在しない励起状態を有する。我々は、トポロジカル場の理論やK理論などの数

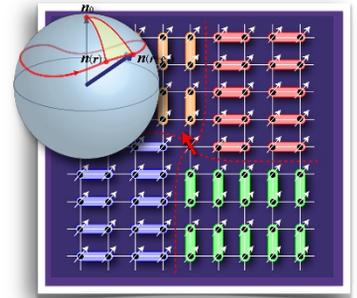


理的手法を用いて、可能なトポロジカル物質の分類、および新奇なトポロジカル量子現象の予言を行っている。

## Frustrated Spin

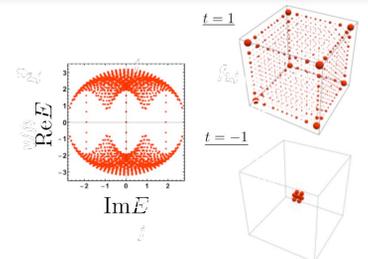
フラストレートした低次元量子スピン系はトポロジカル秩序など、創発的自由度が活躍する特異な量子相の宝庫である。

場の理論や数値計算を駆使しながら、スピン液体状態・ダイマー状態などの基底状態の解明や磁場中でのボーズ・アインシュタイン凝縮、新奇な秩序状態などの研究を行っている。



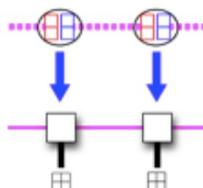
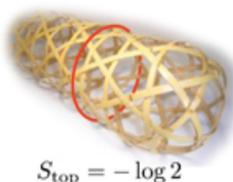
## Non-Hermitian Physics

凝縮系理論の最も基本的な考察対象であるハミルトニアンは、従来エルミート演算子(行列)として扱われてきた。一方、近年注目される開放量子系の分野では、実効的なハミルトニアンが非エルミート性を持つ事に起因し、従来の枠組みでは捉えられない新奇物理現象を示す例が次々に報告されている。我々は、非エルミート演算子のスペクトル理論の持つトポロジカルな性質に着目する事で、既知の非エルミート現象の再解釈や新奇非エルミート現象の提案を行っている。



## Entanglement

エンタングルメントは量子情報や物性物理学、場の理論等の分野にわたる重要な概念である。密度行列繰り込み群(DMRG)やtime-evolving block decimation (TEBD)などのテンソルネットワークに基づく数値計算手法はエンタングルメントを利用しており、またトポロジカル秩序においてもエンタングルメントは本質的な役割を果たしている。我々は、数値計算と解析的手法の両面から低次元量子スピン系・電子系の理論研究を行っている。



## Topological band theory

固体中の自由電子の量子力学的な状態は、波数空間上の波動関数として記述される。物質表面に金属状態を持つようなトポロジカル絶縁体・超伝導体や、ワイル半金属のような新奇な金属状態は波数空間のトポロジーにより特徴付けられる。空間群の存在下におけるバンド・トポロジーを系統的に調べるための強力なツールとして、代数トポロジーにおけるスペクトル系列がある。スペクトル系列に基づいた物質探索手法の提案などを行っている。

