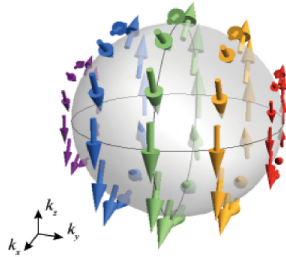


凝縮系物理の研究対象は、粒子の量子性が顕著な低温における物質の示す性質である。スピンを持つ電子の間に働く電磁相互作用と純粋な量子効果であるフェルミ統計性などが合わさることで、物質は金属や絶縁体、磁石や超伝導体になったりと様々な表情を見せる。本研究室では、強相関電子系の量子輸送現象や励起ダイナミクス、低次元磁性体やフラストレーションを持つ系の量子現象、トポロジカル絶縁体・超伝導体における新奇なトポロジカル量子現象、極低温の原子・分子気体系における超流動現象と量子相転移などについて、場の理論や大規模数値計算等の手法を駆使して研究を行っている。

Topological Matter

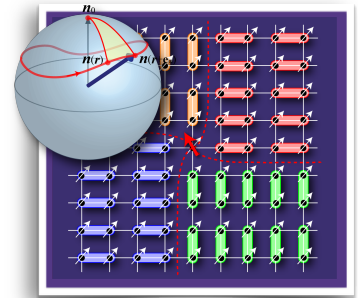
トポロジカル絶縁体・超伝導体など波動関数のトポロジーで特徴づけられる物質群は、ディラック励起やマヨラナ励起など従来の物質群には存在しない励起状態を有する。我々は、トポロジカル場の理論やK理論などの数理解的手法を用いて、可能なトポロジカル物質の分類、および新奇なトポロジカル量子現象の予言を行っている。



Frustrated Spin

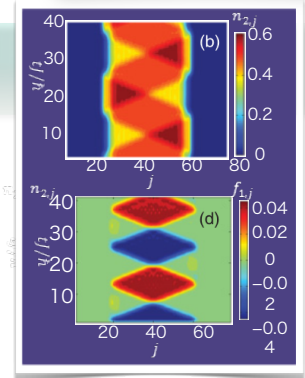
フラストレートした低次元量子スピン系はトポロジカル秩序など、創発的自由度が活躍する特異な量子相の宝庫である。

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。



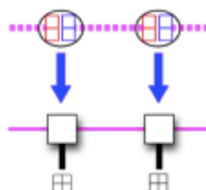
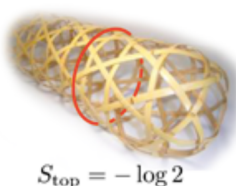
Cold Atom

光格子はレーザー光の定在波で作られ、原子に対してサイン型の周期ポテンシャルとして作用する。この光格子中に閉じ込められた原子気体系では、格子の深さと構造、原子間相互作用の強さなどを幅広く精密に制御することができるので、従来の凝縮系では到達できない極限的な領域まで達することができ、そこで新奇な物理現象が実験・理論両面から研究できる。我々は、量子多体系に関する様々な手法を用いて光格子系を研究している。



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。



Higgs mode

超流動体のような連続的な対称性を自発的に破った系がある種の粒子・正孔対称性を持つとき、長波長極限でゼロエネルギーを持つNambu-Goldstone型の集団励起モードに加えて、有限のエネルギーギャップを持つHiggsモードと呼ばれる集団モードが独立に存在する。このモードは素粒子物理学におけるHiggsボソンの類似物であり、その発現には粒子・正孔対称性由来した創発的なLorentz対称性が密接に関係している。我々は、Higgsモードの束縛状態や、HiggsモードとNambu-Goldstoneモードの絡み合いによって生じる新たな現象を探索している。

