

● 研究内容紹介

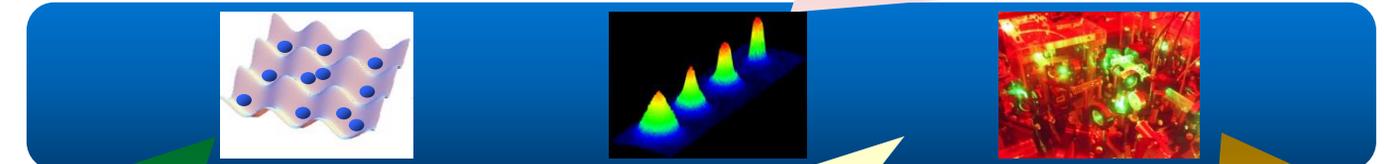
近年レーザー光を用いた中性原子の冷却・操作技術は飛躍的に進歩し、原子系の極めて高度な制御が可能になり、その対象はいまや量子多体系、特に強相関系にまでおよんでいます。本研究室では、新しいアプローチによる量子物性物理学の研究として、希薄原子気体のボース・アインシュタイン凝縮(BEC)やフェルミ原子のフェルミ縮退などの量子縮退状態を用いた実験的研究を行っています。

現在進行中の具体的な研究テーマは、以下の通りです。いずれも現在、活発に研究されている分野における、ユニークで新規性の高いものです。また、各テーマについて国内外の理論家と密接な共同研究を展開しています。

超流動・絶縁体転移の様子。光格子を深くしていくと、原子の干渉パターンが消失していき、モット絶縁体が形成されていくのがわかります。

Quantum Simulation

よく制御されたレーザー光を組み合わせることによって、リーブ格子(左)と呼ばれる非標準的な格子を作成することができ、BECの物質波干渉により、確認することができます。(右図)



Quantum Gas Microscope

2次元光格子中にトラップした原子の各々を高解像度レンズを通して独立に観測します。

Topological Physics

1次元周期ポテンシャルを周期的に時間変化させると、その時間変化の1サイクルで移動する粒子の量は量子化されます (Thouless, (1983))

Ultracold Atomic Mixture

光格子中のErとLiの混合系は、不純物系の量子シミュレーションを実現するのに理想的な系です。

● 研究テーマ紹介

- **Quantum Simulation**・光格子中ノバードハミルトニアンによる凝縮系物理の研究を行っています。特に高いスピン自由度SU(6)を有するフェルミオン系の量子磁性の研究、非標準型のリーブ格子や2層光格子による量子磁性・高温超流動の研究、孤立量子多体系の非平衡量子ダイナミクスの研究、光格子中のフェルミオンを用いたトポロジカル量子ポンプの研究、などを行っています。
- **Quantum Gas Microscope**・光格子中の単一格子点観測および制御を可能にする原子イメージング・操作法を開発します。これにより、特異な強磁性相の研究や量子計算への応用が期待できます。特に、非破壊的な原子の測定を可能にする究極の量子観測・制御法を開発を行っています。
- **Ultracold Atomic Mixture**・トポロジカル超流動の実現に向け、光格子中へのエルビウム (Er) とリチウム (Li) の導入を目指しています。
- **2軌道SU(N)**・イッテルビウム原子などの2電子系原子には、特異的に、その2つの電子軌道にSU(N)スピン対称性が存在します。これを駆使することで、近藤効果の量子シミュレーションやユニークなBEC-BCS(バーディーン・クーパー・シュリーファー) クロスオーバー現象を研究することを計画しています。