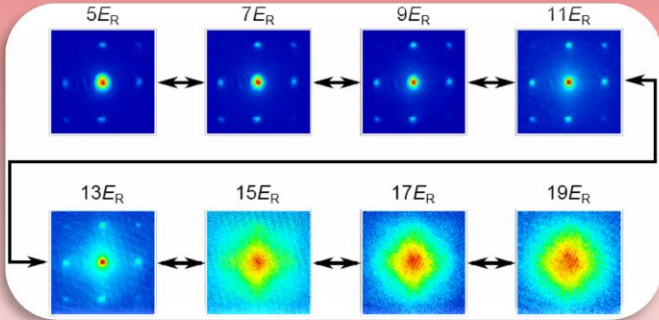


● 研究内容紹介

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、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。

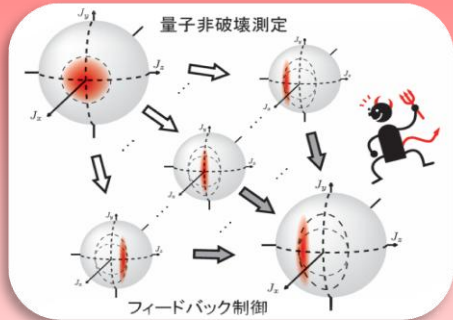
現在進行中の具体的な研究テーマは、以下の通りです。いずれも現在、活発に研究されている分野における、ユニークで新規性の高いものです。また、各テーマについて国内外の理論家と密接な共同研究を展開しています。

Quantum Simulation

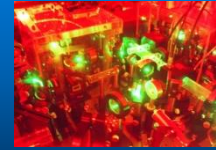
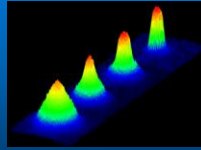
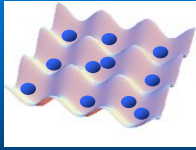


超流動・絶縁体転移の様子。光格子を深くしていくと、原子の干渉パターンが消失していき、モット絶縁体が形成されていくのがわかります。

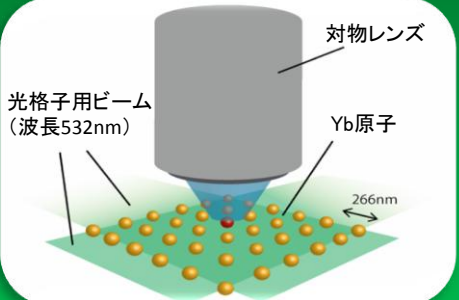
Quantum Measurement



量子フィードバック制御を用いて、原子集団の核スピンの量子揺らぎを制御しています。



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。

Precision Measurement

重力ポテンシャル 補正項が存在!?

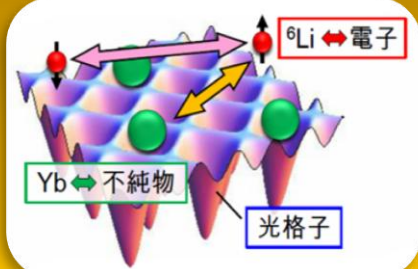
$$-G \frac{M_1 M_2}{r} (1 + \alpha e^{-r/\lambda})$$

$$V(r) = \frac{C_{12}}{r^{12}} - \frac{C_6}{r^6} - \frac{C_8}{r^8} - \frac{GM_1 M_2}{r} (1 + \alpha e^{-r/\lambda})$$



原子間ポテンシャルが重力で変化するので高精度に検証します。

Ultracold Atomic Mixture



光格子中のYb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* - 光格子中ハバードハミルトニアン**の量子シミュレーション**等の凝縮系物理の研究。特に**ボース・フェルミ混合系の2重モット絶縁体**が示す、特異な性質の解明や、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、**光により原子間相互作用を制御**する新しい方法の開発などを行っています。
- *Quantum Measurement* - 超低温スピン集団の**量子スピン揺らぎの量子非破壊測定**と、その**量子フィードバック制御**の研究。特に、量子情報研究や精密測定への応用を目指しています。
- *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**の開発。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。
- *Precision Measurement* - ボース凝縮体の超高分解能光会合分光による**ナノスケールでの重力法則の検証**。超低温の分子の束縛エネルギーを測定することで、余剰次元などの理論により期待される**重力補正項**の大きさを評価する新しい可能性を追求しています。
- *Ultracold Atomic Mixture* - 光格子中の**イッテルビウム(Yb)とリチウム(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。イッテルビウムは固体中に局在する不純物、リチウムは固体中の電子に類似しており、**高温超伝導やアンダーソン局在等の量子シミュレーション**への応用が期待できます。