

## 修 士 論 文 の 和 文 要 旨

研究科・専攻	大学院 電気通信学研究科 量子・物質工学専攻 博士前期課程		
氏 名	千葉 宏樹	学籍番号	0733038
論文題目	スピン自由度を持つ BEC の回転に関する研究		

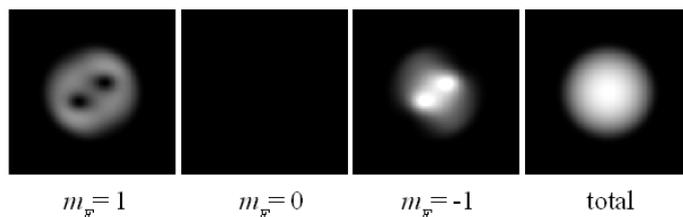
### 要 旨

レーザーを使って原子気体を空間的にトラップすることによってスピン自由度を持つボース・アインシュタイン凝縮体 (BEC) の生成が可能である。スピン自由度を持つ BEC では磁化やスピン渦に関する研究がおこなわれている。最近バークレーのグループが、スピン  $1^{87}\text{Rb}$  の BEC において、自発的にスピン渦が形成されることを観測した[1]。この系は強磁性的相互作用を持つため、磁化していない状態を準備すると自発的に磁化し始め、そのなかで磁化分布にトポロジカルな構造があらわれる。また MIT のグループは、phase imprinting 法によってスピン  $1^{23}\text{Na}$  において Mermin-Ho vortex と呼ばれるスピン渦を生成した[2]。しかしながら、外部ポテンシャルの回転によるスピン渦生成に関する実験はまだおこなわれていない。そこで本研究では、ポテンシャルの回転によるスピン渦生成の方法を提案し、そのダイナミクスを明らかにすることを目的とする。

通常の光トラップは離調の大きなレーザーを使用するため、レーザーによるポテンシャルは超微細状態  $|F, m_F\rangle$  の磁気量子数  $m_F$  に依らないポテンシャルとなる。一方、共鳴付近の周波数を持つレーザーを使うと磁気量子数  $m_F$  に強く依存するポテンシャルを作ることができる。本研究ではこの磁気量子数に強く依存するポテンシャルを使って特定のスピン状態の原子のみを回転させた場合のスピン渦生成に関するシミュレーションをおこなった。

下図は各磁気量子数状態の密度分布である。初期状態は  $m_F = \pm 1$  の状態に準備し、磁気量子数に依存するポテンシャルによって  $m_F = 1$  成分だけを回転させた場合の結果である。これは half-quantum vortex とよばれる構造になっている[3]。

density profiles



[1] L. E. Sadler *et al.*, Nature **443**, 312 (2006)

[2] A. E. Leanhardt *et al.*, Phys. Rev. Lett. **90**, 140403 (2003)

[3] Hiroki Chiba and Hiroki Saito, Phys. Rev. A **78**, 043602 (2008)