

市民講座

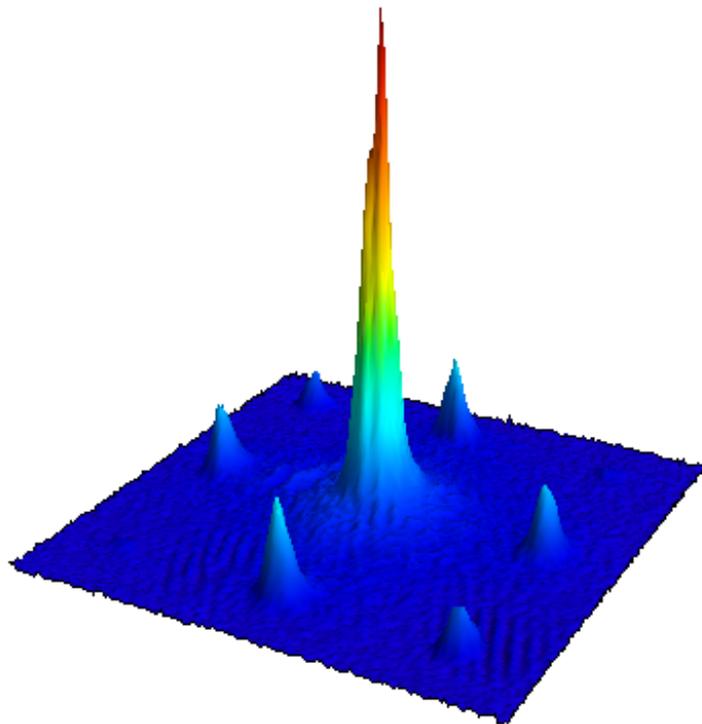
11/29 2014

# 冷えた原子でつくる 新しい物質の状態

高橋義朗

京都大学大学院理学研究科  
物理学・宇宙物理学専攻  
物理第一分野 量子光学研究室

<http://yagura.scphys.kyoto-u.ac.jp>



# 中性原子のレーザー冷却法の開発



1997 S. Chu, C. Cohen-Tannoudji, W. D. Phillips

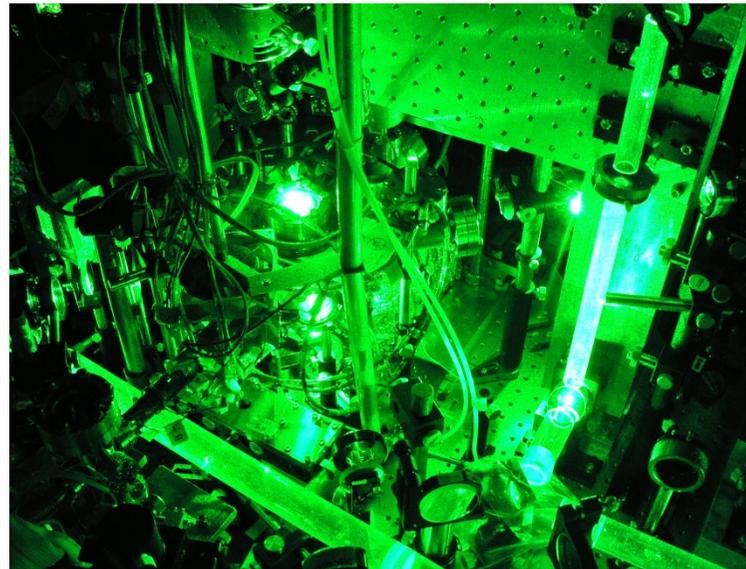
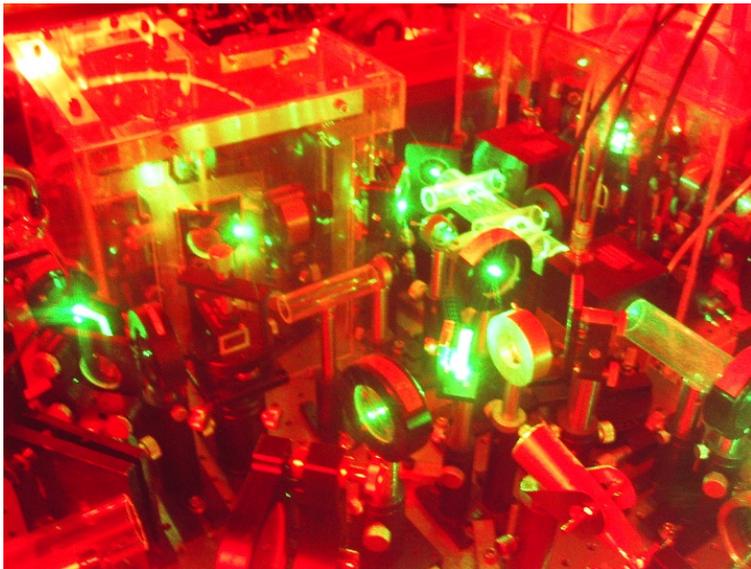
気体の原子の温度を冷やすに重要な役割を果たしているのが、**レーザー冷却**です。これにより、

原子温度 = 1マイクロケルビン = 0.000001ケルビン

相互作用時間 > 1時間、

光による原子の運動のコントロール

が可能になりました。



私達はこんな装置を使って原子を冷やしています

# 原子気体のボース・アインシュタイン凝縮の実現

レーザー冷却の技術を駆使して、1995年に実現したルビジウム金属の原子のボース・アインシュタイン凝縮は100 nK という非常に低い温度で実現しました！

気体を冷却していくと、液体へ、そして、固体へと変化するはずですが、...

この凝縮体の原子の密度は低く、あくまで、気体のままです

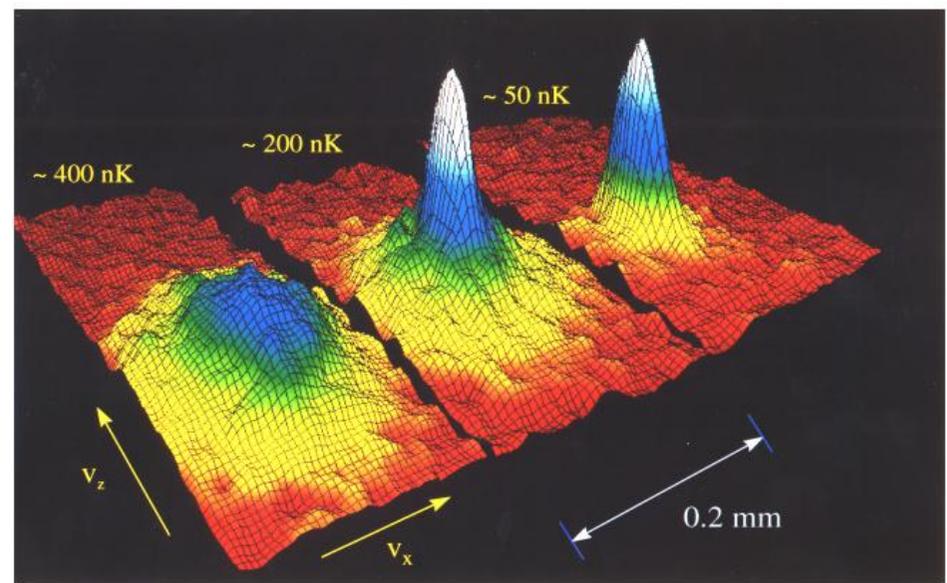
気体の過冷却した、寿命の長い特別な状態が原子気体のボース凝縮であると言えます。



2001

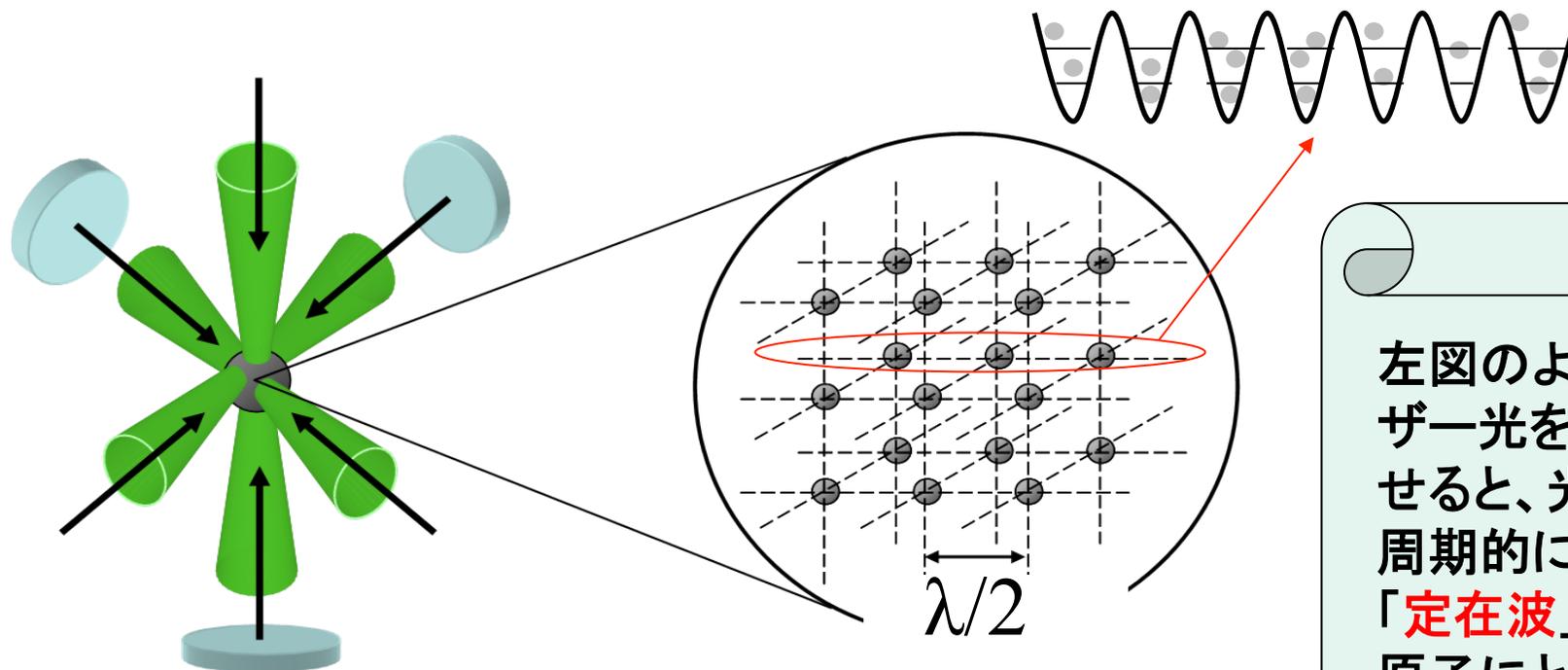
E. Cornell, C. Wieman, W. Ketterle

温度=100 nK, 密度=  $10^{14}/\text{cm}^3$



上の図は原子の速度分布の変化を示しています。左から右に行くにつれて、原子の温度は低くなっています。

# 光が作る周期構造:「光格子」



左図のように、レーザー光を鏡で反射させると、光の強度が周期的に変化した、「**定在波**」ができます。原子にとっては、これは周期的なポテンシャルと感じます。これが「**光格子**」です。

光格子の中を運動する原子



固体: 結晶格子の中を運動する電子

# 新しい物質の状態

極低温に冷えた原子の集団を使うことによって、極めて高い制御性で、新しい物質の状態を作り出すことができるようになり、物性物理学に新展開をもたらしています。

強い相関を持ったボース粒子の状態

ボース粒子とフェルミ粒子の混合系

大きなスピン自由度を持った系

長距離で相互作用を及ぼしあう粒子の系

人工的に極めて高い“磁場”が印加された状態

...

講演では、以上の内容を詳しく話す予定です。

# 講師略歴

- ◆ 高橋義朗 (たかはしよしろう)
- ◆ 京都大学大学院理学研究科教授
- ◆ 生まれと育ちは群馬県
- ◆ 専門は原子物理、量子光学
- ◆ 1986年京都大学理学部卒
- ◆ 1988年京都大学大学院理学研究科修士課程修了
- ◆ 1992年京都大学博士(理学)
- ◆ 京都大学理学部助手、同講師、京都大学大学院理学研究科講師、同助教授、を経て、2007年より現職