

# 極低温原子を用いた精密計測および量子情報処理

Precision measurements and quantum information processing using ultra cold atoms

## Objectives

レーザー冷却およびボース凝縮 (BEC) によって得られる極低温原子の精密計測および量子情報処理への応用が期待されている。我々は、BEC 原子を光と同様に操作する原子光学の研究に取り組み、原子干渉計による精密計測への応用を目指している。また光を使って極低温原子を1個ずつ操作してこれを量子コンピューターなどの量子情報処理に応用することを目指している。

Recent advances in laser cooling and Bose-Einstein condensation (BEC) have opened up the possibility for precision measurements and quantum information processing using ultra cold atoms. We are investigating atom optics using BEC atoms, and developing precision measurement techniques using atomic interferometers. We are also investigating techniques for optical manipulation of single atoms, towards the realization of quantum computers using neutral atoms.

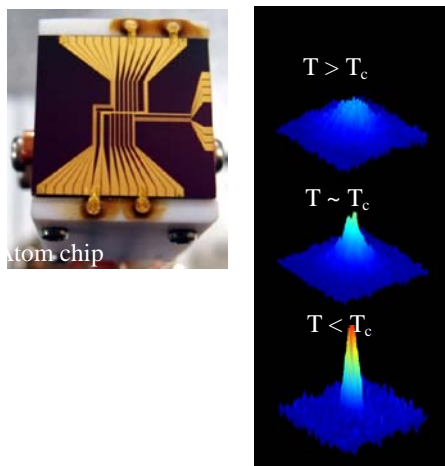


Fig. 1

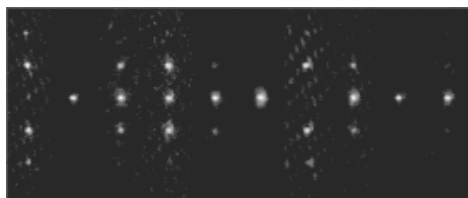


Fig. 2

## Achievements

- BEC 原子を用いて効率良くガウス和の計算を行う方法を見出し、これを用いた整数の因数分解を実演した<sup>1)</sup>。
- 光定在波による BEC 原子の回折において原子に予めコヒーレンスが存在する場合、定在波の位相にランダム雑音を加えると回折が増大する雑音誘起の共鳴効果を見出した<sup>2)</sup>。
- Rydberg 原子の双極子ブロック効果を用いた量子ゲート実現のため、微小光双極子トラップ中の単一 Rb 原子を Rydberg 状態へ励起してコヒーレントな Rabi 振動を観測した<sup>3)</sup>。

- We have demonstrated a novel method to implement the Gauss sum algorithm for factoring numbers using BEC atoms<sup>1)</sup>.
- We have demonstrated a noise-induced coherent resonance effect in BEC atoms diffracted by an optical standing wave potential<sup>2)</sup>.
- We have observed a coherent excitation of a single atom in a micro optical dipole trap into a highly excited Rydberg state<sup>3)</sup>.

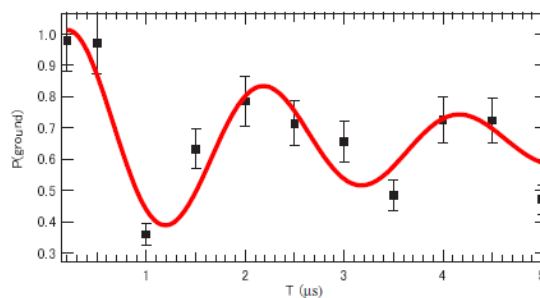


Fig. 3

Fig. 1: Atom chip (left) and Bose-Einstein condensation of Rb atoms produced by using the atom chip (right).

Fig. 2: Momentum distribution of atoms diffracted by the optical standing wave pulses (Ref. 1).

Fig. 3: Rydberg excitation of a single Rb atom in a micro dipole trap (Ref. 3).

## References

- 1) M. Sadgrove, S. Kumar, and K. Nakagawa, Phys. Rev. Lett. 101, 180502 (2008).
- 2) M. Sadgrove, S. Kumar, and K. Nakagawa, Phys. Rev. Lett. 103, 010403 (2009).
- 3) Z. Zuo, M. Fukusen, Y. Tamaki, T. Watanabe, Y. Nakagawa, and K. Nakagawa, Optics Express 17, 22898 (2009).