

イッテルビウム原子の $^1S_0 - ^1P_1$ 遷移の絶対周波数測定

Absolute frequency measurement of the $^1S_0 - ^1P_1$ transition in atomic ytterbium

産総研, °田邊健彦, 赤松大輔, 安田正美, 小林拓実, 保坂一元, 稲場肇,
大久保章, 大苗敦, 洪鋒雷

NMIJ, AIST °Takehiko Tanabe, Daisuke Akamatsu, Masami Yasuda, Takumi Kobayashi,
Kazumoto Hosaka, Hajime Inaba, Sho Okubo, Atsushi Onae and Feng-Lei Hong

E-mail: t.tanabe@aist.go.jp

イッテルビウム(Yb)原子は、その時計遷移($^1S_0 - ^3P_0$, 波長578 nm)が次世代時間標準の候補であるだけでなく[1]、量子計算の実現に向けた研究など、様々な基礎物理の研究に用いられている。強い遷移である $^1S_0 - ^1P_1$ 遷移(波長399 nm, 線幅 29 MHz)は、極低温Yb原子気体を用意するためのレーザー冷却用遷移として用いられる。この $^1S_0 - ^1P_1$ 遷移の周波数測定は以前にも行われているが[2]、光周波数コムを用いた測定は行われていない。そこで本研究では、メンテナンスが容易かつ長期運転が可能なモード同期エルビウムファイバーレーザーによる光周波数コム(以下、ファイバーコム)を用いて、 $^1S_0 - ^1P_1$ 遷移の絶対周波数を測定することを目的とした。

図 1 に絶対周波数測定の大略を示す。ファイバーコムの波長帯域は波長 1~2 μm であるが、PPLN 結晶を用いてファイバーコムの二次高調波発生(SHG)を発生させることで、約 500 nm までの光周波数が測定可能である。そこで本研究では、波長 798 nm の外部共振器半導体レーザー(ECDL)の出力(基本波)を PPKTP 結晶に入射し、SHG により 399 nm の光を得るシ

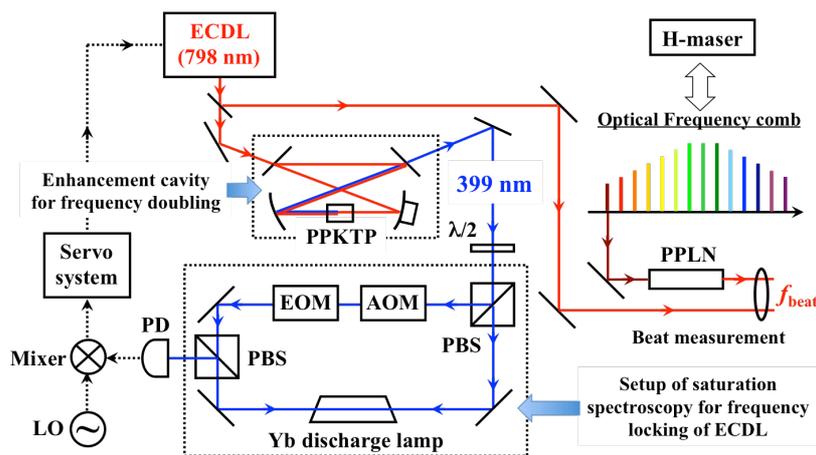


Figure 1. Schematic diagram of experimental setup. PPKTP: periodically poled potassium titanyl phosphate, $\lambda/2$: half-wave plate, PBS: polarization beam splitter, AOM: acousto-optic modulator, EOM: electro-optic modulator, PD: photodiode, LO: local oscillator, H-maser: hydrogen maser, PPLN: periodically poled lithium niobate.

テムを構築した。基本波をテーパードアンプにより約 1 W まで増強した後、ポウタイ型共振器中の PPKTP 結晶に入射し SHG 光を得た。その結果、基本波の強度が約 300 mW のとき、約 50 mW の SHG 光が得られた。得られた SHG 光を用いて Yb 原子の飽和吸収分光を行い、その一次微分信号により ECDL(798 nm)を周波数安定化することができる。周波数安定化した ECDL(798 nm)と光周波数コムとのビート周波数(図中の f_{beat})を測定することで、 $^1S_0 - ^1P_1$ 遷移の絶対周波数測定が可能である。発表では、周波数測定の結果について報告する。

[1] M. Yasuda *et al.*, *Appl. Phys. Express* **5**, 102401 (2012). [2] D. Das *et al.*, *Phys. Rev. A* **72**, 032506 (2005).