

放電管中のイッテルビウム原子に安定化した 波長 399 nm レーザー光源の絶対周波数測定と特性評価

Absolute frequency measurements and characterization of a 399-nm laser
stabilized to the $^1S_0-^1P_1$ transition in Yb atoms in a hollow-cathode lamp

田邊健彦¹, 赤松大輔¹, 稲場肇¹, 大久保章¹, 小林拓実¹,

安田正美¹, 洪鋒雷^{2,1}, 保坂一元¹ (1. 産総研, 2. 横国大)

T. Tanabe¹, D. Akamatsu¹, H. Inaba¹, S. Okubo¹, T. Kobayashi¹, M. Yasuda¹,

F.-L. Hong^{1,2}, and K. Hosaka¹ (1. NMIJ, AIST, 2. YNU), E-mail: t.tanabe@aist.go.jp

イッテルビウム(Yb)原子は、「光格子時計」の研究[1]など、様々な基礎物理の研究に用いられている。波長399 nmの $^1S_0-^1P_1$ 遷移(線幅約29 MHz)は、極低温Yb原子集団を生成するためのレーザー冷却用遷移として用いられる。レーザー光源の周波数を安定化するために、放電管中の原子の遷移に安定化することがよく行われる。399nmレーザー光源についても、放電管中のYb原子の $^1S_0-^1P_1$ 遷移にレーザーの周波数安定化がなされているが[2]、絶対周波数値やそのパラメーター依存性はこれまで測定されていなかった。そこで今回、光周波数コムを用いて、放電管中のYb原子の $^1S_0-^1P_1$ 遷移に安定化した399nmレーザー光源の絶対周波数測定を行うとともに、周波数安定化の条件を変えた時のレーザーの周波数変化を評価した。

図1に実験装置の概略を示す。本研究では、波長 798 nm の外部共振器半導体レーザー(ECDL)の出力を PPKTP 結晶に入射し、二次高調波発生(SHG)により 399 nm のレーザー光を得るシステムを構築した。得られた 399nm レーザー光を用いて放電管中の 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)の周波数を $^1S_0-^1P_1$ 遷移に安定化した。一方、本研究で用いた光周波数コムの波長帯域は波長 1~2 μm であるが、PPLN 結晶を用いて 1596 nm 部分を SHG 発生させることで、798 nm の光周波数が測定可能である。

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を測定することで、399nm レーザー光源の絶対周波数測定を行った。7回の絶対周波数測定の平均値は 751 526 522.5(5) MHz であった。また、周波数安定化における、(i) ポンプ及びプローブパワー、(ii) 放電管の電圧、(iii) ビームアライメント、を変化させた際の周波数変化も測定したので、本講演で報告する。

[1] M. Yasuda *et al.*, *Appl. Phys. Express* **5**, 102401 (2012).

[2] T. Kohno *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **47**(12), 8856 (2008).

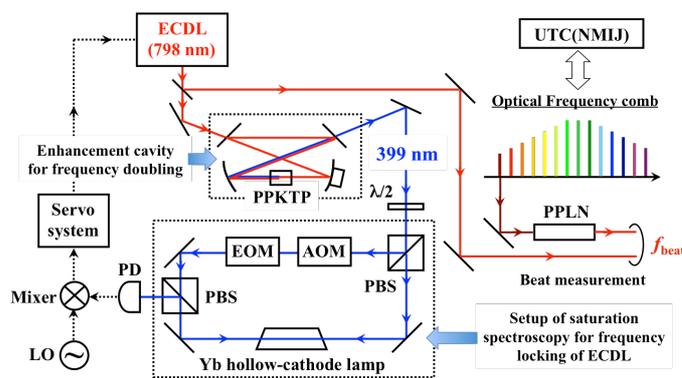


Figure 1. Schematic diagram of experimental setup. PPKTP: periodically poled potassium titanyl phosphate, $\lambda/2$: half-wave plate, PBS: polarization beam splitter, AOM: acousto-optic modulator, EOM: electro-optic modulator, PD: photodiode, LO: local oscillator, UTC(NMIJ): coordinated universal time of the National Metrology Institute of Japan, PPLN: periodically poled lithium niobate.