

$^{167}\text{Er}^{3+}:\text{Y}_2\text{SiO}_5$ における超微細構造準位間でのラビ振動の測定**Rabi Oscillation Between Hyperfine Levels in $^{167}\text{Er}^{3+}:\text{Y}_2\text{SiO}_5$** ○(B) 平石真也^{1,2} Mark IJspeert¹, 俵毅彦^{1,2,3†}, 尾身博雄^{1,3}, 後藤秀樹¹

(1. NTT 物性科学基礎研究所, 2. 東京理科大学, 3. NTT ナノフォトンクスセンタ)

○M. Hiraishi^{1,2}, M. IJspeert², T. Tawara^{1,2,3†}, H. Omi^{1,3}, H. Gotoh¹

(1. NTT Basic Research Laboratories, 2. Tokyo University of Science, 3. NTT Nanophotonics Center)

†tawara.takehiko@lab.ntt.co.jp

希土類元素イオン添加結晶は、量子情報通信を可能にする量子メモリのための固体結晶として広く研究が行われている。特に、希土類元素の一つであるエルビウムの発光波長($^4\text{I}_{13/2}$ - $^4\text{I}_{15/2}$ 間遷移)は $1.53\ \mu\text{m}$ であり、通信波長帯であることから量子・古典情報通信のどちらにも応用が可能である。希土類元素イオンのエネルギー準位構造は $4f$ 軌道間の電子のエネルギー遷移により決まり、近年、基底準位と励起準位での超微細構造準位間で電子遷移する Λ 型 3 準位系が報告されている[1]。前回秋の応物においてこれら 3 準位系の緩和時間(T_1)と、飽和吸収分光から見積もったコヒーレンス時間(T_2)を報告した[2]。この 3 準位系での電子遷移をコヒーレントにコントロールするには、各準位間のラビ周波数の見積もりが不可欠である。ラビ振動の実験的観測には励起強度または励起時間を変化させる方法の二通りあり、前者はラビ周波数が電界振幅に比例することから周波数が一意に定まらないが、後者は励起強度を一定に保つためラビ周波数が一意に定まった状態での測定を可能にする。

今回の発表では、同位体制御されたエルビウム ^{167}Er を $10\ \text{ppm}$ ($0.001\ \%$) 添加した Y_2SiO_5 ($^{167}\text{Er}^{3+}:\text{Y}_2\text{SiO}_5$) における超微細構造準位間の二準位でラビ振動を測定した結果を報告する。ラビ振動の測定には、測定を行う二準位に対して共鳴励起を行い、その励起強度を一定に保ち励起時間(Δt)を変化させたときの励起準位からの発光を、SSPD (単一光子計数器) を使用し時間分解測定を行った。この測定方法によって励起強度に依存するラビ周波数が一定に保たれた状態での測定を可能にした。加えて、共鳴励起を行うことで他準位からの散乱を無視できるようにした。図 1 に得られたラビ振動のグラフを示す。励起時間の変化に従って蛍光による光子計数の積分値が振動していることがわかる。得られたラビ周波数は $2\pi \times 1.9\ \text{MHz}$ で、このラビ周波数から見積られる双極子モーメントは $8.0 \times 10^{-32}\ \text{Cm}$ であった(図 2)。この値は別の母体結晶 Y_2O_3 中の Er の双極子モーメントの値[3]($4.7 \times 10^{-32}\ \text{Cm}$)とも良い一致を示している。

今後、本実験から得られたラビ周波数を用いて、超微細構造準位間でのコヒーレントコントロールを試みる。

参考文献

- [1] E. Baldit *et. al.*, Phys. Rev. B **81**, (2010) 144303.
- [2] M. IJspeert, 他, 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会 6p-A405-18.
- [3] CA. Morrison *et. al.*, J. Chem. Phys. **79**, (1983) 4758-476.

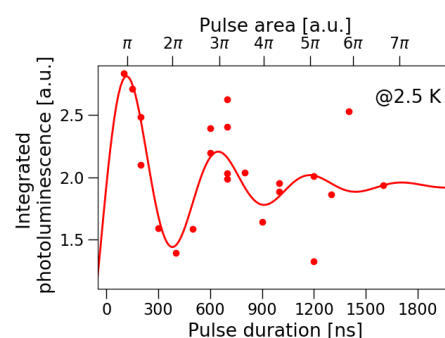


Fig. 1. Rabi oscillation between hyperfine levels in $^{167}\text{Er}^{3+}:\text{Y}_2\text{SiO}_5$ using fixed pump intensity while changing pump duration

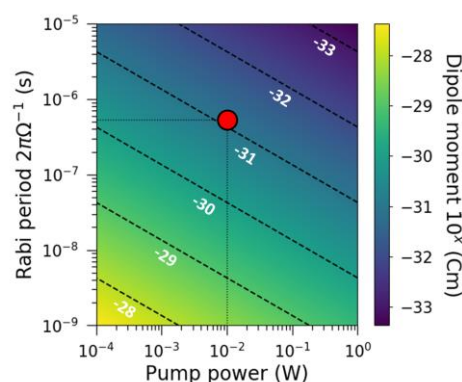


Fig. 2. Color plot of dipole moment in the relation between Rabi period and pump power: red point indicates the dipole moment that we got from the experiment