

希土類イオン添加物結晶を用いた選択的 population transfer

Selective population transfer using a rare earth ion doped crystal

横浜国立大学¹, 東京大学², ○(M1)水口 皓平¹, (M2)万浪 香子¹, (B)増子 泰平¹,
中村 一平² 洪 鋒雷¹, 堀切 智之¹

Yokohama National Univ.¹, Tokyo Univ.², Kohei Minaguchi¹, Kyoko Mannami¹, Taihei Masuko¹, Ippei Nakamura², Feng-Lei Hong¹, Tomoyuki Horikiri¹

E-mail : minaguchi-kohei-fj@ynu.jp

量子通信は量子力学の原理によって保障された安全性を持つが、とりわけ光ファイバーを用いた長距離通信では光子の損失が問題になる。長距離量子通信を実現する手法の1つが量子中継であり、量子中継器 (Quantum Repeater) には光子を任意時間保存する量子メモリと呼ばれるデバイスが必要である。量子メモリには様々な方式があるが、我々は Atomic Frequency Comb (AFC) [1]に着目している。AFC は希土類イオン添加物結晶の不均一広がりを持った吸収スペクトル中に、ホールバーニングによって掘られた櫛状の吸収線である。櫛間の周波数間隔を Δ とすると、AFC は吸収した光子を $1/\Delta$ 時間経過後に再放出する固定時間のメモリとして機能する。また光子を吸収した AFC に強い光パルス照射することで、励起状態から長寿命の超微細準位に遷移させ、再度コントロールパルスを照射することで再び励起状態に遷移させる Full AFC Scheme により任意時間保存を達成できる。

本研究では Full AFC Scheme に向けた取り組みとして、光パルス照射による超微細準位の population transfer およびその効率改善について報告する予定である。図 1 は Pr^{3+} イオンの吸収スペクトルに掘られた1本の吸収線(9.2MHz)に共鳴する時間幅数 μs のパルスを1回照射したときの様子を表している。パルスを照射することで、基底状態のイオンが励起状態に遷移する。励起されたイオンは時間経過とともに自然放出を起こして基底状態に遷移する。このとき初期状態以外の超微細準位の population が増加する光ポンピングが起き、9.2MHz 以外の周波数にも吸収線が現れる。さらに周波数の異なる2つのパルスを使うことで、電子基底状態の超微細準位間のイオンを選択的に遷移させることができる(図 2)。

本研究は SECOM 財団、JST PRESTO JPMJPR1769、JSPS 科研費 JP20H02652 のご支援を頂き行いました。

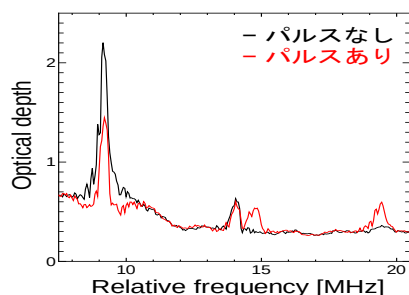


図 1 : パルス照射による吸収線の変化

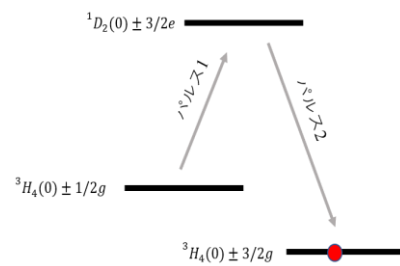


図 2 : 選択的 population transfer の概念図

[1] M.Afzelius *et al.*, Phys. Rev. A **79**, 052329 (2009).