

6. LaF_3 中の Pr^{3+} 及び Nd^{3+} における フォトンエコーのフォノンによる緩和

河本敏郎

LaF_3 結晶中にドーピングした Pr^{3+} 及び Nd^{3+} においてバックワード・フォトンエコーを行い、エコーのフォノンによる緩和過程を調べた。バックワード・フォトンエコーでは光シャッターを用いなくてもエコーを観測できるが、さらにカー・シャッターの併用によって光検出器の限界に近い微弱なエコーをも検出できる。観測した遷移は Pr^{3+} の ${}^3H_4 - {}^3P_0$ (4778 Å), ${}^3H_4 - {}^1D_2$ (5925 Å), Nd^{3+} の ${}^4I_{9/2} - {}^4G_{7/2}$ (5221 Å), ${}^4I_{9/2} - {}^4G_{5/2}$ (5778 Å) の4つの遷移であり、 Nd^{3+} の2つの遷移のエコーはこの研究においてはじめて観測されたものである。励起光には窒素レーザー励起色素レーザー (5~7 kW, 2 nsec, 0.2 cm^{-1}) を用いた。

エコーのフォノンによる緩和は Pr^{3+} においては direct process ($1/T_2(T) = A [e^{\Delta/kT} - 1]^{-1}$, Δ は近くの準位とのエネルギー差) のみが関与していると考えられる。 ${}^3H_4 - {}^3P_0$ 遷移では 3H_4 の $\Delta = 57 \text{ cm}^{-1}$ と $\Delta = 76 \text{ cm}^{-1}$, ${}^3H_4 - {}^1D_2$ 遷移では 1D_2 の $\Delta = 23 \text{ cm}^{-1}$ のフォノンがエコーの減衰に効いている。実験結果からそれぞれの Δ に対応する係数 A を求めた。結果は $A_{23} = 3.6 \times 10^9 \text{ sec}^{-1}$, $A_{57} = 7.8 \times 10^{10} \text{ sec}^{-1}$, $A_{76} = 3.2 \times 10^{12} \text{ sec}^{-1}$ である。図1, 図2に Pr^{3+} の2つの遷移に対する結果を示す。実線は求めた係数を用いてかいた理論曲線であり, 実験結果とよく一致している。

Nd^{3+} では Kramers doublet があるため Orbach process が関与し, 2nd. パルスと 3rd. パルス間の減衰も考える必要がある。

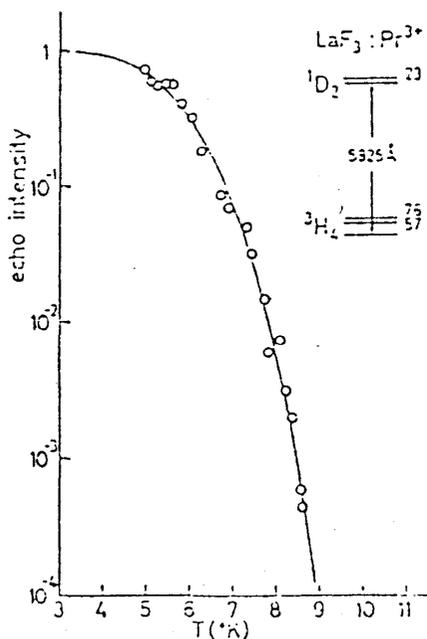


図 1

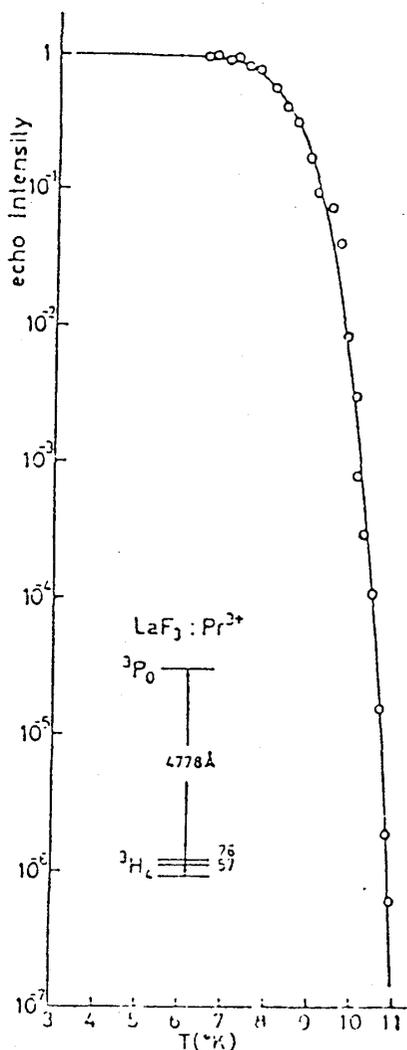


図 2