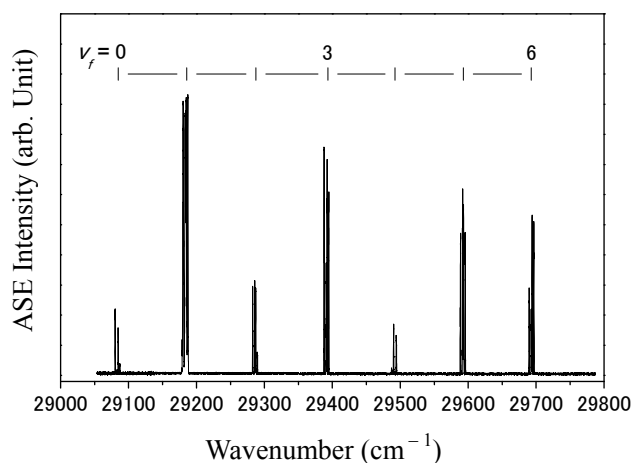


I₂ イオン対状態間誘導放射過程に関する研究(東理大院総合化学¹, Univ. of New Brunswick²)○星野翔麻¹, 古川博基¹, 荒木光典¹, Stephen C. Ross², 築山光一¹

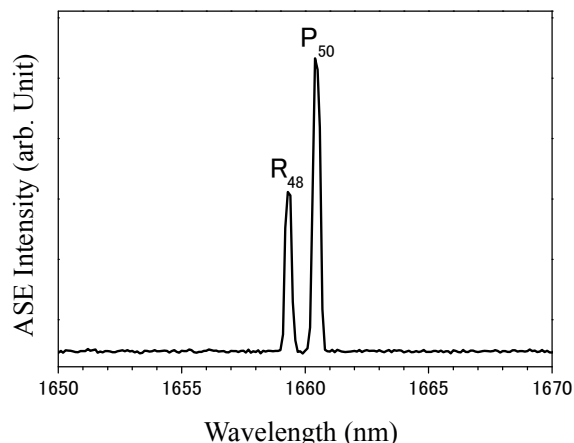
【序】 レーザー誘起自然放射増幅光(Amplified Spontaneous Emission, 以下 ASE)とは、レーザー光によって反転分布を形成した媒質からの自然放射光が、媒質自身の誘導放射過程によって増幅された光のことである。本研究室では、ASE の発生を緩和過程の一つと認識し、一酸化窒素分子(NO)の Rydberg 状態間遷移の ASE を測定し、その過程を研究してきた。NO 以外の二原子分子では、ヨウ素分子(I₂)のイオン対状態間で赤外領域の ASE が発生することが Donovan 等によって指摘されてきた[1]。しかし彼等は、直接 ASE を検出したわけではなかった。今回我々はレーザー励起により生成した I₂ のイオン対状態 $f0_g^+(^3P_0)$ からの ASE を直接検出した。

【実験】 光-光二重共鳴法を用いて I₂ のイオン対状態である $f0_g^+$ 状態を生成した。励起光源には YAG レーザー励起の 2 台の色素レーザーを用いた。1 台目の色素レーザーからの出力光を $B0_u^+ - X0_g^+(v_B = 21, v_X = 0)$ の励起光 ω_1 (≈ 557 nm) とし、2 台目の色素レーザーからの出力光を第 2 高調波 ω_2 (339 ~ 341 nm) に変換したものを $f0_g^+ - B0_u^+(v_f = 0 \sim 6, v_B = 21)$ の励起光(プローブ光)とした。それらの光を時間的・空間的に重ね合わせ、I₂ (~ 0.3 Torr) を封入したステンレスセルに導入した。この過程でレーザー光軸上に発生した ASE を光学フィルターによりレーザー光と分離し、分光器で波長分散した後、赤外検出器(InGaAs, PbS) で検出した。また、検出した発光が ASE であることを確認するため、発光の指向性と発光強度のプローブ光強度依存性を測定した。

Fig. 1 $f0_g^+ - B0_u^+(v_f = 0 \sim 6, v_B = 21)$ 励起スペクトル

【結果・考察】 Fig. 1 は $f0_g^+ - B0_u^+(v_f = 0 \sim 6, v_B = 21)$ 励起スペクトルである。用いた $B0_u^+ - X0_g^+(v_B = 21, v_X = 0)$ 遷移の R₅₃ 枝と P₄₉ 枝の遷移周波数がほぼ同じであるために、それら 2 つの状態が同時に励起され、それらを経由して $f0_g^+(v_f = 0 \sim 6)$ 状態に励起された。報告されている分子定数[2]から、得られた枝をそれぞれ P₅₄, R₅₄, P₄₈, R₄₈ 枝と帰属した。

$f0_g^+ - B0_u^+$ ($v_f = 1, v_B = 21$)励起スペクトルの R_{48} 枝を分光して得られた、分光スペクトルをFig. 2に示す. 報告されている分子定数[3]を用いて観測された二本の枝を, $D0_u^+$ 状態の振動準位 $v_D = 1$ への遷移による P_{50} 及び R_{48} 枝と帰属した. 他の振動準位における枝の分光も行ったが, $f0_g^+$ 状態と $D0_u^+$ 状態の振動準位が等しい遷移のみが観測された.



LeRoy の RKR1 プログラム[4]を用い Fig. 2 $f0_g^+ - D0_u^+$ ($v_f = 21, v_D = 1$) 分光スペクトルで, Franck-Condon 因子を計算した結果, $f0_g^+ - D0_u^+$ 遷移では同じ振動量子数で最大値をとり, 異なる振動量子数では著しく小さい値となることがわかった. そのために $f0_g^+$ 状態と $D0_u^+$ 状態の振動準位が等しい遷移の ASE のみが観測されたと考えた.

また, 観測された発光のビームプロファイルはFig. 3のようであった. 横軸はセルから 24 cm 離れたところにおけるレーザー光軸からの変位である. 観測された発光は, レーザー光軸に対し約 0.48 度しか広がりを持たない. Fig. 4 は観測された発光のプローブ光強度依存性を示している. プローブ光強度に対する発光強度が, 一般的な蛍光と異なる挙動を示した. これらのことから, I_2 分子から観測された発光は蛍光ではなくASE であると結論付けた.

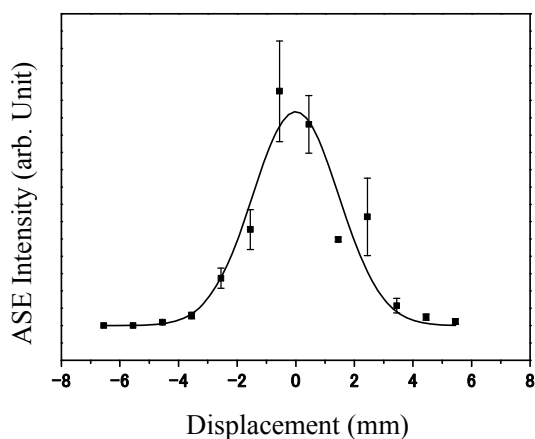


Fig. 3 ASE ビームプロファイル

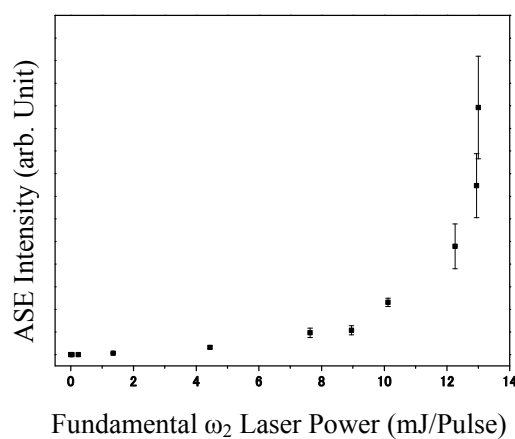


Fig. 4 ASE の Probe レーザー光強度依存性

今後は, NO で観測されている ASE のカスケード放射及び遠赤外発光の検出を, I_2 でも行っていく予定である.

[1] 例えば, Ridley *et al.*, *J. Chem. Phys.*, **130**, 124302 (2009)

[2] Hickmann *et al.*, *J. Mol. Spec.*, **127**, 556 (1988)

[3] Ishiwata and I. Tanaka, *Laser. Chem.*, **7**, 79 (1987)

[4] R. J. LeRoy, University of Waterloo Chemical Physics Research Report No. CP-657R (2004)