

液体水素ドロプレットの誘導ラマン散乱

電気通信大学量子・物質工学, 科技団 植竹 智, 白田 耕藏

Stimulated Raman Scattering with Liquid Hydrogen Droplet

S. Uetake, K. Hakuta

Dept. of Appl. Phys. and Chem., Univ. of Electro-Comm., CREST, JST

液体水素は、気相と同様に振動および回転の自由度を持った液体である。また、純振動ラマン遷移 ($Q_1(0)$ 遷移) の線幅は 0.05cm^{-1} であり、通常の液体に比べて線幅が狭く、ラマンゲインが高いという特徴を持っている。また、液体水素は真空紫外光 (約 100nm) の領域まで吸収がなく、屈折率が約 1.12 と小さいためレーリー散乱も小さいといった特徴を持っている。そのため液体水素ドロプレットを共振器として用いると、紫外から近赤外にいたる広い領域で高い Q 値を得ることができる。一方、高反射率のミラーを使った共振器では、反射率を高く (例えば 99.95% 以上など) することのできる範囲は高々 100nm 程度である。すなわち、 Q 値を高くできるのはごく狭い波長範囲に限られるということである。したがって液体水素ドロプレットを用いることで、非常に広い波長範囲で高い Q 値を持つ共振器中における液体水素の非線形光学過程について調べることが可能となる。

これまで我々は、パルスレーザーを用いて液体水素ドロプレットの誘導ラマン散乱について調べてきた。その結果、波長 683nm における共振器の Q 値として 10^9 以上という非常に大きな値を容易に得られるということがわかった。また、励起波長を 266nm にし、その $Q_1(0)$ 遷移 ($\nu=1\rightarrow 0$) の 1st Stokes 光 (299nm) の緩和時間を測定したところ、約 $0.7\mu\text{s}$ となった (図 1)。この緩和時間を Cavity lifetime ($\omega_0\tau$) とし、共振器の Q 値を $Q = \omega_0\tau$ (ω_0 は共振周波数) として計算すると 4×10^9 という非常に大きな値となる。したがって、液体水素ドロプレットは可視光から紫外光にいたる領域で 10^9 以上の Q 値を得ることのできる、共振器として魅力的な媒質であると言える。このように Q 値が非常に高いと、誘導ラマン散乱の高次 Stokes 光の発生は容易になる。昨年のシンポジウムでは、励起光として 200nm のパルスレーザーを用いることにより、 $200\text{-}1000\text{nm}$ の UV-NIR 全域にわたる超広帯域のコヒーレント光発生が実現できることを報告した。

また、 Q 値が非常に高いため誘導 Raman 散乱のスレッシュホールドは非常に低くなると予想できる。そこで励起光として波長可変の CW レーザーを用いて実験をおこなった。実験には直径約 $240\mu\text{m}$ のドロプレットを用いた。入射光はスポットサイズ約 $20\mu\text{m}$ に絞り、ドロプレットの縁に入射した。その結果、 $80\mu\text{W}$ という非常に低い入射パワーでも誘導ラマン散乱 ($Q_1(0)$ 遷移) の 1st Stokes 光が発生した。入射パワーを上げると CW レーザーでも $Q_1(0)$ 遷移の 3rd Stokes 光まで発生させられることがわかった。

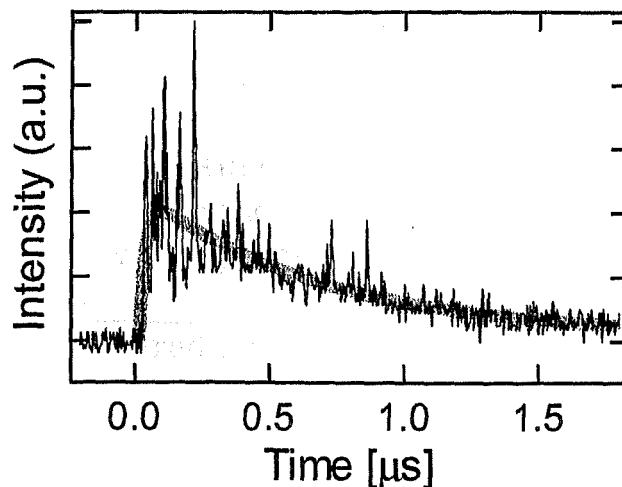


図 1: 266nm 励起による誘導ラマン散乱光 (299nm) の時間波形