

電場下の気泡からのソノルミネセンス

Sonoluminescence from cavitating bubbles under electric fields

明大理工, °李 香福, 崔 博坤

Department of Physics, Meiji University, °Hyang-bok Lee, Pak-Kon Choi

E-mail: hblee@meiji.ac.jp

我々は Kr 飽和水の 1 MHz のマルチバブルソノルミネセンス(MBSL)測定中に、通常の青白い発光以外にオレンジ発光を観察した。オレンジ発光が観察されたときに、圧電セラミックス振動子のグラウンド電極がキャビテーションエロージョンによって一部剥がれていた。グラウンド電極が剥がれ水に曝されていたことから、水への電場の漏れが予想された。白金センサーを使用して漏れ電圧値を測定した結果、剥がれた振動子表面で振動子印加電圧の約 12%の漏れが確認できた。しかし、オレンジ発光はグラウンド電極の剥がれた部分と剥がれていない部分、つまり電位差の高い場所のみ観察されたことから、オレンジ発光と電場との関係性が強く示唆された。

オレンジ発光のスペクトルは 713 nm と 813 nm にブロードなピークを持ち、赤外に向かって強度が増加する連続成分を示した。溶存ガスを Ne, He, O₂ に変えてもスペクトル形状は同じであった。スペクトルは Kitagawa と Gaydon が酸素—水素混合炎から測定した水分子発光線と、波長位置と強度傾向によい一致を示した。連続成分として測定されたのは気泡内部の高圧により発光線が広がり、重なって測定されたためだと思われる。水分子発光のメカニズムについては、気泡の帯電と気泡をコンデンサーと仮定して新たなモデルを提案した。振動子表面付近の気泡は高電場によって帯電量が増加、気泡の合体・分裂による歪みで気泡表面の電荷がナノサイズのドロプレットとして気泡内部に入り、気泡内部の高温環境より電荷を持った水蒸気になる。気泡をコンデンサーとして見なすと、気泡が気泡壁の電荷量を一定保ったまま収縮したとすると、半径が減少した分、電圧が上昇することになる。この電圧増加によって内部の電荷を持つ水蒸気分子が加速され、そのエネルギーの一部が水分子の高エネルギー振動回転励起に使われ、脱励起の際に発光を示す。

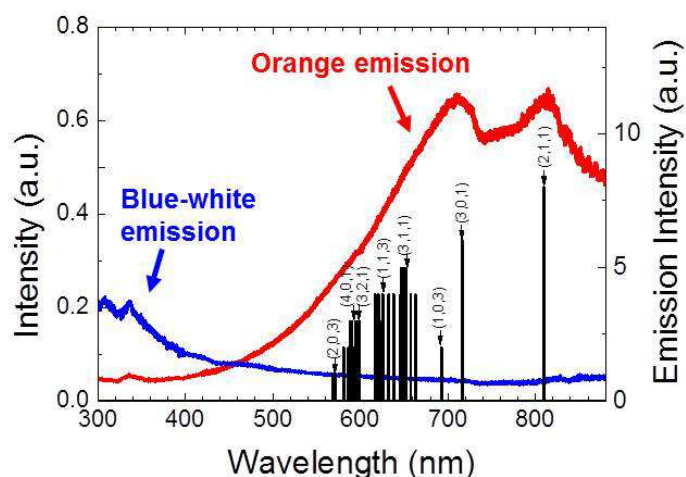


Fig.1 Spectra of blue-white emission and orange emission from Kr-saturated water at 50 W. The bars show the emission lines from oxy-hydrogen flame observed by Kitagawa and Gaydon. The height of each bar indicates the intensity of the emission line. The symbol (v1, v2, v3) denotes the excited vibrational level of water molecules.