

塩化カルシウム溶液からのソノルミネセンス

メタデータ	言語: jpn 出版者: 日本音響学会 公開日: 2020-09-29 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 久米, 麻希子, 崔, 博坤 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10291/21144

塩化カルシウム溶液からのソノルミネセンス*

○久米麻希子, 崔 博坤 (明大・理工)

1 はじめに

Na などのアルカリ金属を溶解した水, エチレングリコール溶液からは比較的強いソノルミネセンス (SL) が観測される [1]。イオンとして溶液中に存在するアルカリ金属は、気泡中に液滴として入り込み、気泡崩壊時の高温により発光する。

アルカリ土類金属である Ca でも同様な発光機構が予想される[2]。Ca のエチレングリコール溶液、水溶液中でソノルミネセンスの測定を行ったところ、Ca 原子発光の他に CaOH からと思われるスペクトルを発見した。

2 実験

脱気をした純水にカルシウム濃度 1 mol/L の溶液を作る。アルゴンを満たした容器中でスターラーにかけながら飽和する。翌日セルに移し替え、もう一度脱気をし、アルゴン飽和をする。その後実験を始める。エチレングリコール溶液の場合も、純水と同様に準備する。周波数は 28.0 kHz~150 kHz で電気入力 19 W~24 W で行う。カメラ撮影は Nikon D7000 を用い、ISO10880 で撮影する。露光時間はすべて 2 分間である。発光スペクトルの露光時間はすべて 3 分間で行う。セルの周囲に水を循環して常に水温は 15.0°C を保っている。一日に数回実験を行う場合は一回の実験の後に 30 分ほどの時間をあけて、再び実験を行う [3]。

3 結果と議論

3.1 エチレングリコール溶液

Fig.1 は周波数 50 kHz での SL 写真である。左側(a)は試料作成直後のもの、右側(b)は同じ試料を 1 週間後に観測したものである。円筒容器の定在波腹の部分で発光している。左側は青色だが、右側は赤の成分が入っている。28 kHz で SL スペクトルを測定した結果が Fig.2 である。このときの発光写真は Fig.1(b) のようなピンク色であった。424 nm, 555 nm,

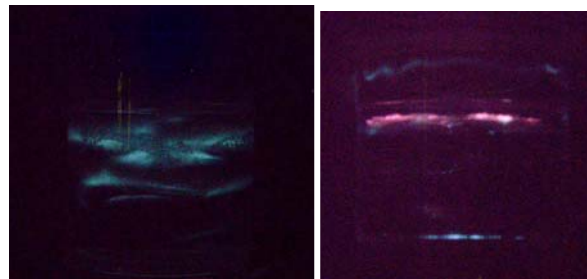


Fig. 1 Sonoluminescence from CaCl₂ in ethylene glycol solution at 50 kHz. (a): SL picture from fresh sample. (b): SL picture from the sample after 1 week.

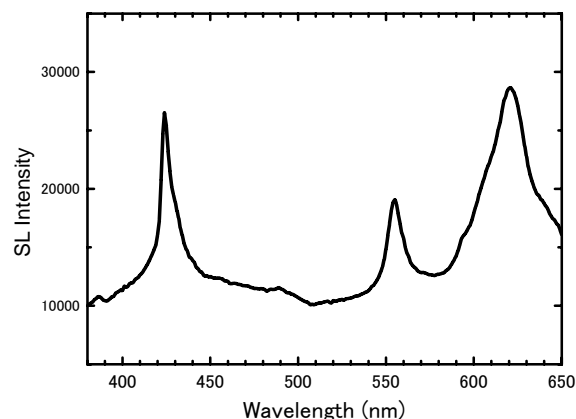


Fig.2 Sonoluminescence spectrum from CaCl₂ in ethylene glycol solution at 50 kHz. The 424 nm peak is ascribed to Ca atom, and the 555 and 621 nm peaks are attributed to CaOH.

621 nm の 3 本のピークが観測された。424nm ピークは Ca 原子の電子励起状態からの遷移 ($^1P_1 \rightarrow ^1S_0$) に相当する。555 nm, 621 nm のピークは CaOH からの発光線に相当する。621nm は $A^2\Pi$ (電子励起状態) $\rightarrow X^2\Sigma$ (基底状態), 555nm は $B^2\Sigma \rightarrow X^2\Sigma$ (B は A より高い電子励起状態) の遷移であることが分光学から知られている [4]。気泡圧壊時の高温で分解されてきた OH ラジカルと、気泡内に入った Ca が反応して CaOH が形成されたと思われる。CaOH

* Sonoluminescence from calcium chloride solution
by KUME, Makiko and CHOI Pak-Kon (Meiji University)

は炎中などの高温状態でできることが知られている。

Fig.1 の色の変化は、以下のように説明できる。超音波照射直後は Ca による 424nm (青色) が主であるが、徐々に CaOH が形成されて 555 nm, 621 nm の成分が増えてくる。それにつれて青、緑からピンクと色が変わっていくと想像される。

3.2 塩化カルシウム水溶液

Fig.3,4 に濃度 1M の塩化カルシウム水溶液からのソノルミネセンス写真を示す。周波数と電気入力は Fig.3 では 71.5 kHz, 5 W, Fig.4 では 150 kHz, 20W である。3 つの色領域が観測された。青、オレンジ、そして白である。白は純水でも観測される連続成分である。



Fig.3 Sonoluminescence from aqueous solution of CaCl_2 at 71.5 kHz.

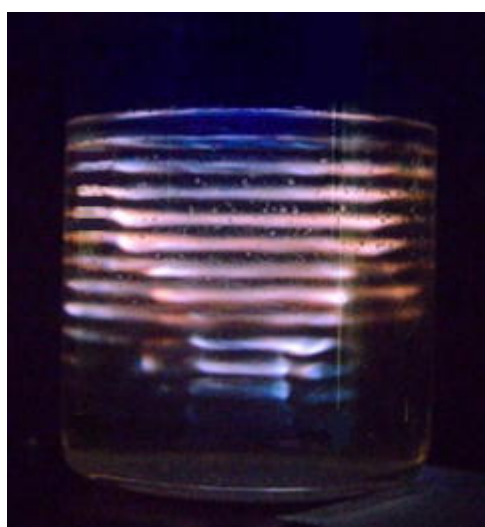


Fig.4 Sonoluminescence from aqueous solution of CaCl_2 at 150 kHz.

Fig.3 に対応するスペクトルを Fig.5 に示す。ただし、Fig.5 はセル中央部付近からのものである。場所により発光色が変わるということは、それぞれの発光に適する気泡が存在するということである。Fig.4 の 150 kHz では、やはり色分離しているが全般に白色が多い。中心付近が白いのは、音圧が高い場所で連続成分発光が起こることを示している。

CaOH発光が観測されたことは、Naなどと同様にCa発光が気泡内のガス相で起こっていることの証拠になるだろう。もし液体側にCaがあれば $\text{Ca}(\text{OH})_2$ になってしまい、CaOHが発光するとは考えにくいからである。

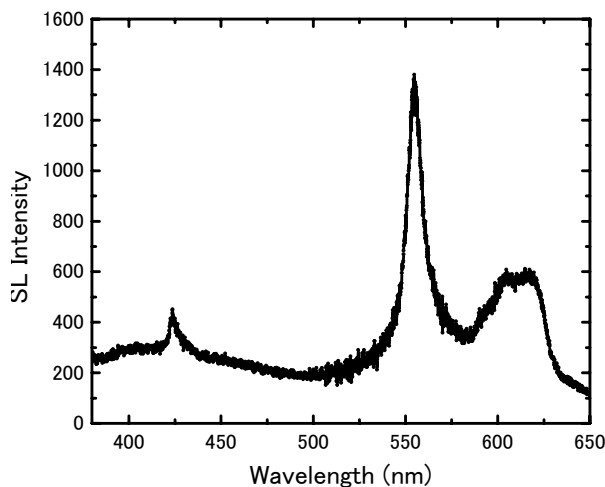


Fig.5 Spectrum from aqueous solution of CaCl_2 at 71.5 kHz.

発光は以下のように起こると考えられる。気泡振動の不安定性から液滴が気泡内に入り込み、気泡圧壊時の高温のため液滴中の Ca が電子励起され Ca 発光(424nm)が起こる。Ca は気泡中の OH ラジカルと反応して CaOH を形成し、さらに励起されて 555 nm, 621 nm のピークを生じる。超音波照射とともに CaOH の割合は増加していく。

参考文献

- [1] P.-K. Choi, Theoretical and Experimental Sonochemistry Involving Inorganic Systems” eds. Pankaj and M. Ashokkumar (Springer, 2010) pp.337-356.
- [2] P.-K. Choi, S. Abe and Y. Hayashi, *J. Phys. Chem. B* **112**, 918-922, 2008.
- [3] V. H. Arakeri, Fifth Intern. Symp. Cavitation, 1-5, 2003.
- [4] S. J. Weeks et al. *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* **19**, 633-640, 1978.