

気泡発光の謎を解明

近年、新材料の創製や難分解物質を分解する新しい手段として、超音波を利用した化学（ソノケミストリー）が注目を集めている。気体が溶解している液体に強力な超音波を照射すると、大量の気泡が発生し、気泡は膨張や収縮を繰り返す（図1）。超音波がある程度以上強いと、気泡の収縮が激しいものとなり、気泡内温度が上昇して発光する（ソノルミネッセンス）。このとき、気泡内に存在する水蒸気が化学反応を起こし、大量のOHラジカルや過酸化水素が生成する。これらの強い酸化剤により難分解物質が分解されたり、揮発性物質が気泡内に入って熱分解する¹⁾。気泡内の高温・高圧の状態は、数十ナノ秒しか持続しないため、通常得られない特異な化合物の生成も可能である。

当研究部門超音波プロセス研究グループでは、ソノケミストリーのより詳細な機構解明のため、気泡の膨張、収縮のコンピュータシミュレーションを行っている²⁾。我々は、世

界で初めて気泡内への水蒸気の出入りを計算し³⁾⁴⁾、超音波が比較的弱いときに気泡内の温度が最も高くなるという逆説的な事実を明らかにした⁴⁾⁵⁾（図2）。そして、1933年のソノルミネッセンスの発見以来、多くの研究者を悩ませてきた発光機構の謎を、世界に先駆けて解明した⁵⁾。即ち、超音波が比較的弱いときは、気泡内温度が1万度を超え、気泡内の気体が弱電離しプラズマ発光をするが³⁾⁶⁾、超音波が強いときは、気泡がより膨張するため、大量の水蒸気が気泡内に流入し、その影響で収縮時の気泡内温度が数千度にしかならず、水蒸気が化学発光を起こす⁴⁾。

コンピュータシミュレーションと実験⁷⁾との比較により、ソノケミストリーの機構がより詳細に明らかとなり、ソノケミストリー技術が確立すれば、将来、ゾルーゲル法でセラミックスを製造する際に、ゾルに超音波を照射して反応時間を大幅に短縮するなど、幅広い応用が考えられる。

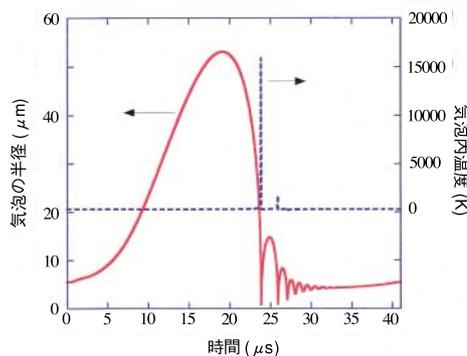


図1 超音波一周期分の気泡の膨張、収縮と気泡内温度

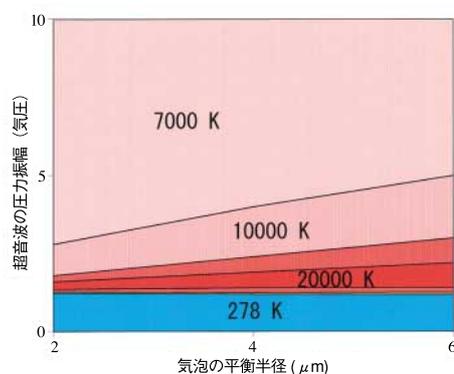


図2 気泡収縮時の気泡内温度
(平衡半径は、超音波がないときの気泡の半径)



やすい きゅういち
安井久一
k.yasui@aist.go.jp
セラミックス研究部門

関連情報

- 1) K.Yasui, J. Chem. Phys. 116, 2945 -2954 (2002).
- 2) K.Yasui, Phys. Rev. Lett. 83, 4297 -4300 (1999).
- 3) K.Yasui, Phys. Rev. E 60, 1754 -1758 (1999).
- 4) K.Yasui, Phys. Rev. E 64, 016310 (10 pages) (2001).
- 5) K.Yasui, J. Chem. Phys. 115, 2893 -2896 (2001).
- 6) K.Yasui, Phys. Rev. E 63, 035301 (4 pages) (2001).
- 7) T.Tuziuti, S. Hatanaka, K.Yasui, T. Kozuka, and H. Mitome, J. Chem. Phys. 116, 6221 -6227 (2002).