

ナノバブルの合体機構

Coalescence mechanism of nanobubbles

東北福祉大¹, 東北大 AIMR², 東北大通研³ ○庭野 道夫¹, 馬 騰², 但木 大介³, 平野 愛弓^{2,3}

Tohoku Fukushi Univ.¹, AIMR, Tohoku Univ.², RIEC, Tohoku Univ.³,

○Michio Niwano¹, Teng Ma², Daisuke Tadaki³, Ayumi Hirano-Iwata^{2,3}

E-mail: m-niwano@tfu-mail.tfu.ac.jp; niwano@riec.tohoku.ac.jp

ナノバブル (NB) は超微小サイズの気泡で、通常の気泡にはない様々な特異な性質を有する。我々は、陽極酸化法で形成した 100 nm 径の均一な細孔を有する多孔質アルミナ細孔薄膜に常圧程度で加圧する手法 (ナノ細孔加圧法) を用いてバルクナノバブルを発生し、ナノ粒子トラッキング解析法などを用いてナノバブルの特性を研究している。この発泡法で生成される NB のサイズは 100 nm 程度であり、内包するガスも任意に選択できることから、我々は様々なガス種を内包した NB の基本的特性 (粒径分布やバブルの挙動) を系統的に調べている。これまで内包ガス種を変えた場合の粒径分布をナノ粒子トラッキング解析法で調べた。図 1 に典型的な例として CO₂ 内包 NB の粒径分布を示す。その結果、図 1 から分かるように、粒径が離散的な値をとること、その離散的な粒径が $\sqrt{2}$ 倍ずつ大きくなっていることを明らかにした。この特異的な粒径分布は、同じ粒径のナノバブル同士が合体し易いことが原因していると解釈した。簡単な計算から、2 個の NB が合体して大きな NB になる場合、合体後の NB の半径の二乗が最初の 2 個の NB それぞれの半径の二乗の和に等しくなることを示した。最初の 2 個の NB が同じ大きさの場合には合体後の半径は最初の NB の半径の $\sqrt{2}$ 倍になる。従って、最小径の NB 同士が結合して径が $\sqrt{2}$ 倍の大きさの NB が形成され、形成された NB 同士が次に合体して径がさらに $\sqrt{2}$ 倍大きな NB が形成される (図 2 参照)。この連鎖反応が次々と起こり、図 1 に示したような粒径分布になると解釈できる[1]。

何故同じ大きさの NB が合体し易いかについては、二つの NB が衝突する時の反発力が、粒径が同じ場合に最小になることが原因していると考えている。詳細については当日議論する。

本研究は、JSPS 科研費 (18HO1874) の助成を受けたものです。

[1] Teng Ma, Y. Kimura, H. Yamamoto, X. Feng, A. Hirano-Iwata, M. Niwano: J. Phys. Chem. B 2020, **124**, 24, 5067–5072.

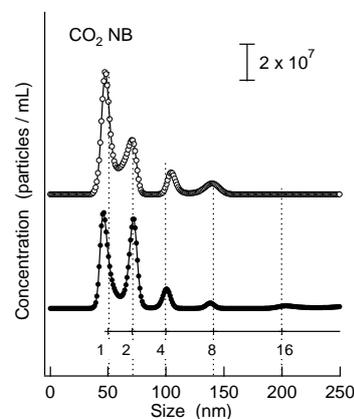


図1 CO₂内包NBの粒径分布。

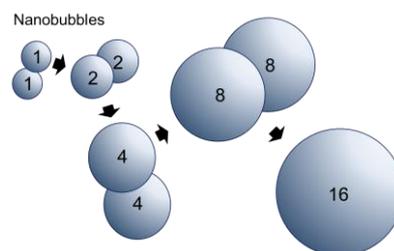


図2 ナノバブルの合体。