

ナノバブルの界面構造と粒径分布

○庭野道夫¹, 岩田 一樹¹, 馬 騰², 但木 大介³, 平野 愛弓^{2,3}

¹東北福祉大, ²東北大 AIMR, ³東北大通研

Interfacial structure and size distribution of nanobubbles

○Michio Niwano¹, Kazuki Iwata¹, Teng Ma², Daisuke Tadaki³, Ayumi Hirano-Iwata^{2,3}

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

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的な性質を有する。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。その結果、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。Fig. 1 に典型例として CO₂、O₂ 内包 NB の粒径分布の測定結果を示す。様々な条件で O₂ 内包 NB 粒径分布を多数回測定し、隣同士の粒径の相関を調べた。その結果が Fig. 2 である。粒径比が $\sqrt{2}$ になっていることが分かる。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ている [1]。

何故、ナノバブルが安定で長寿命であるかについて、その原因を探るために赤外吸収分光法と核磁気共鳴法でナノバブルの界面構造を調べた。その結果、界面には氷様 (Ice-like) の水の層が存在することが確認された。

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。その効果を取り入れた粒径分布のシミュレーションを行い、実験結果を概ね再現できることが分かったので、

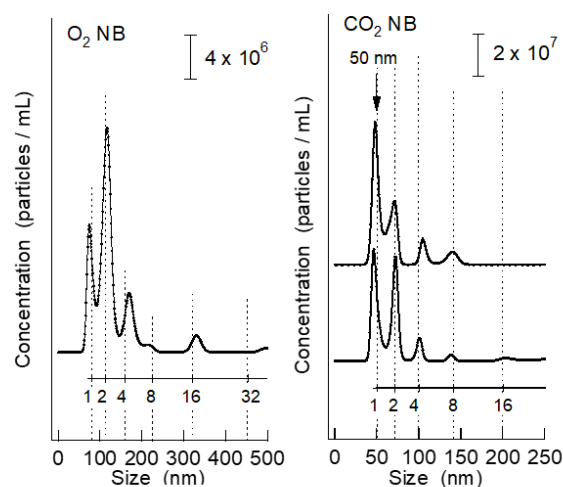


Fig. 1. CO₂、O₂ 内包 NB の粒径分布。NB 粒径が離散的である。

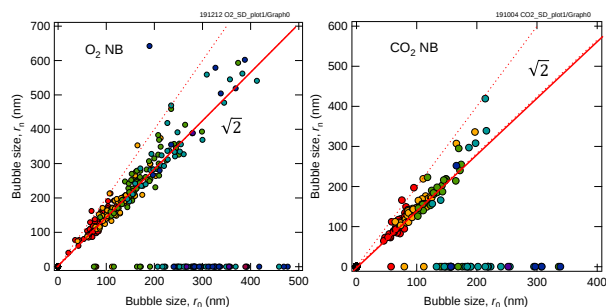


Fig. 2. 大きさが隣同士の NB 粒径の分布。 $\sqrt{2}$ 倍の直線に乗っている。

その結果についても報告する。

本研究は、JSPS 科研費 (18HO1874B、21H01815) 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.

*E-mail: michio.niwano.d3@tohoku.ac.jp