

微細気泡の気泡径および気泡数の解析

利用者：^a(株)P.D.C.A, ^bシグマテクノロジー(有) 永田正己^a, 橋 良昭^b

研究支援者：大阪大学 保田英洋, 兼原隆亮

【研究目的】

ナノバブル水中のバブルサイズを評価するために、アモルファス氷中にバブルを凍結し、クライオ電子顕微鏡により観察し、サイズ、濃度を計測する。

【成 果】

ナノバブル水作製装置ΣPM-5(シグマテクノロジー有限会社製)により、酸素ナノバブル水を作製した。それらをいずれも100倍に希釈して用いた。試料急速凍結装置Vitrobot Mark IV(FEI社製)によりナノバブル水を急速凍結してナノバブルをアモルファス氷中に包埋した試料を作製し、観察用試料とした。試料厚さは約200nmである。クライオ透過型電子顕微鏡Titan Krios(FEI社製)を用いて、試料温度約80Kにおいてアモルファス氷中に包埋されたナノバブルを直接観察した。

図1は、ナノバブルを含む純水を凍結したアモルファス氷とナノバブルを含まない純水を凍結したアモルファス氷の電子顕微鏡像を示す。(a)は観察された酸素ナノバブルである。写真中に赤い円で囲った領域には平均粒径は3nmの暗いコントラストが認められる。また、青い円で囲った領域には暗いコントラストが連続的につながって配列し、線のように観察される部分が存在する。この結果から、粒径約3nmの酸素ナノバブルは、孤立して存在するのではなく、一部は凝集した配列をとることが明らかになった。図2は3種類の分散タイプを示し、1次ナノバブルの凝集体として存在することを示している。このナノバブル水の酸素ナノバブルの濃度は、 2×10^{18} 個/ccであると評価される。(b)はアモルファス氷であり、特徴的なコントラストの変化はない。以上のように、ナノバブル水中の酸素ナノバブルをアモルファス氷中に凍結することにより可視化して濃度を測定することに成功した。

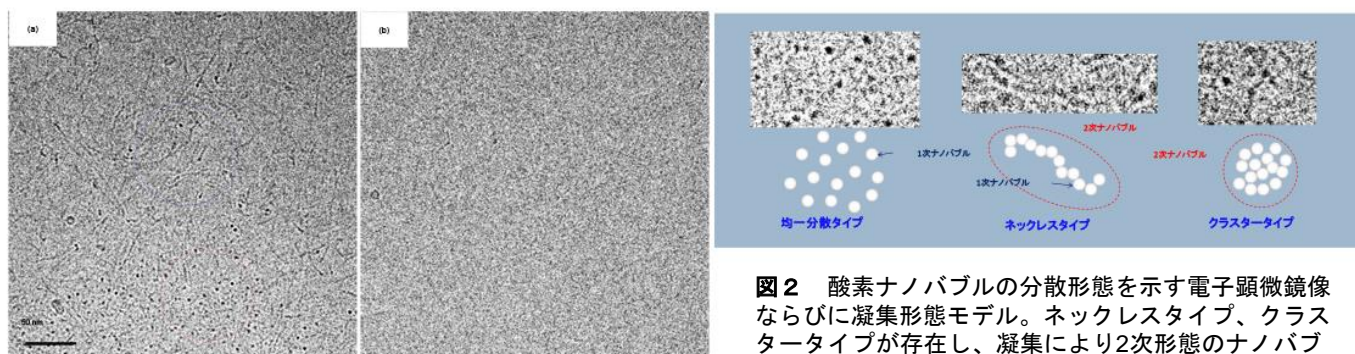


図2 酸素ナノバブルの分散形態を示す電子顕微鏡像ならびに凝集形態モデル。ネックレスタイプ、クラスタータイプが存在し、凝集により2次形態のナノバブルとして存在する。

図1 酸素ナノバブルを含む純水を凍結したアモルファス氷、ならびに、ナノバブルを含まない純水を凍結したアモルファス氷の電子顕微鏡像、(a)酸素ナノバブル、(b)アモルファス氷

【支援実施機関からのコメント】

ナノバブルの分布形態をはじめて可視化した研究成果である。従来、光散乱等による間接的な計測しか行われておらず、今回の実空間において観察されたサイズと分布形態を間接的な計測方法と比較・対応させることで、今後、計測手法を新たに開拓するために大きく貢献する成果として、極めて貴重である。

【参考文献等】

[1] H.Yasuda, M.Nagata, Y.Tachibana “液体に含まれる超微細バブルの測定方法及びその測定装置”, 特願2014-230407, 平成26年11月23日

[2] M.Nagata, K.Yoshiura, T.Imanishi, Y.Tachibana, R.Kitagaki “熱交換器および空気調和装置”, 特願2015-122493, 平成27年6月18日