

2014年8月12日

大阪大学超高压電子顕微鏡センター

保田英洋、栗原隆亮、青山一弘

1. 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。

2. 共同研究先

株式会社 P. D. C. A

3. 方法と結果

ナノバブル水作製装置 Σ PM-5 (シグマテクノロジー有限会社製) によりナノバブル水を作製し、それを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。図1に示す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。観察に用いる電子線は、Low Dose 技術によって20電子/ \AA^2 程度であり、撮影中の試料温度の上昇はほとんどない。

図2は、ナノバブル水を凍結したアモルファス氷中に保存されたナノバブルの電子顕微鏡像を示す。写真中に観察される円形のコントラストはナノバブルである。アモルファス氷中にナノバブルによる空洞が存在することにより、電子顕微鏡のフォーカスを若干シフトさせることにより、黒い円形コントラストの周囲に白いリング状のコントラストとして観察される。

図3はナノバブルのサイズ分散を示すヒストグラムである。平均粒径は7nmである。ヒストグラムの測定に用いたアモルファス氷の体積は 3.2×10^{-14} cc (400nm \times 400nm \times 200nm厚さ) であり、その中にバブルは約260個含まれている。100倍に希釈したナノバブル水を観察していることから、本実験に用いたナノバブル水の空気の濃度は、 8.1×10^{17} 個/cc (ml) (81京個/cc (ml)) のナノバブルを含んでいると評価される。

4. まとめ

ナノバブル水中のバブルをアモルファス氷中に凍結することにより初めて可視化し、サイズ分散と濃度を測定することに成功した。

なお、この研究は文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム事業大阪大学微細構造解析プラットフォームによって実施されたものである。



図1 クライオ透過型電子顕微鏡 Titan Krios (FEI社製)の外観

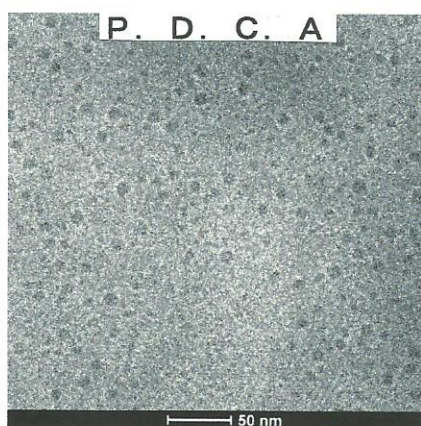


図2 ナノバブル水を凍結したアモルファス氷中に保存されたナノバブルの電子顕微鏡像

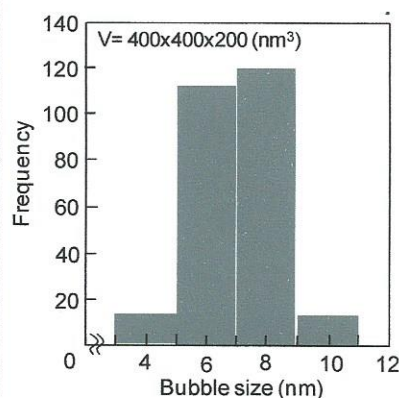


図3 ナノバブルのサイズ分散を示すヒストグラム