ベリリウムにおけるバブル中のガス保持挙動に与える圧力の影響

Effect of pressure on gas retention behavior in bubbles for beryllium

*杉本有隆[1]，原 一智[1]，佐野航平[1]，治田充貴[2]，倉田博基[2]，金 宰煥[3]，中道 勝[3]，宮本光貴[1]
[1]島根大学，[2]京都大学化学研究所，[3]QST

走査型透過電子顕微鏡と電子エネルギー損失分光法を組み合わせた STEM-EELS により，重水素およびヘリウムを照射したベリリウム中のガス原子の存在状態を，昇温下において高い空間分解能で定量的に評価することを試みた．

キーワード：核融合炉，プラズマ対向材料，ベリリウム，ガス保持特性，微細組織

1. **はじめに**　ベリリウムは，ITER の第一壁への使用が予定されている．水素同位体およびヘリウムの高粒子負荷下でベリリウム中に形成されたバブルは，ボイドスウェリングやそこでのガス保持・放出などに関わり，核融合炉の安全な運転に影響を与えることから，バブルの挙動を理解することは重要である．
2. **実験方法**　イオン銃直結型透過型電子顕微鏡を用いて，室温および 673 K で 3 keV-D_2^+および 3 keV-He^+を 1 x 10^{21} atoms/m^2 まで薄膜ベリリウムに照射し，その場観察した．その後，京都大学化学研究所の高分解能 STEM-EELS により，300 K から 100 K 刻みで約 10 分間の等時焼鈍を行い，各温度帯で水素同位体・ヘリウムの存在状態を定量的に評価した．
3. **結果・考察**　図 1 に室温重水素照射後，673 K まで昇温した際のベリリウム内に形成した重水素バブルの HAADF 像と重水素マッピングを示す．HAADF 像から形状が丸いバブルと晶壁面のあるバブルを確認した．バブル内のガス密度を比較すると，晶壁面のあるバブルは重水素密度低く，バブルの内圧が低いことが分かった．

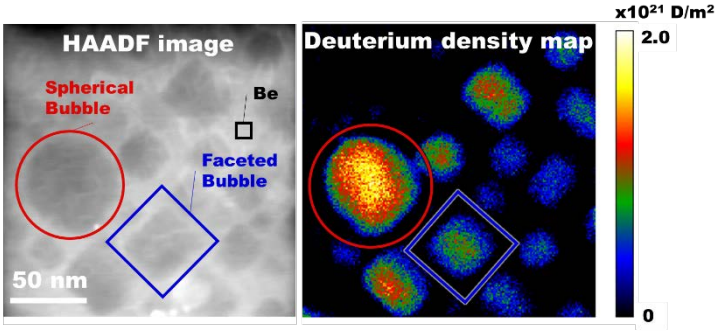

図 1　STEM-EELS を用いたバブル内の重水素密度分布図

次にバブルの形状がその成長過程に与える影響を評価するために，重水素を室温および高温（673 K）で照射し，昇温下でのその場 TEM 観察を行った図 2 に室温（上：比較的丸いバブルが多く存在）および高温（下：晶壁面のあるバブルが多く存在）で照射したベリリウムを 673 K と 773 K の昇温時に撮影した TEM 画像を示す．丸い重水素バブルは，昇温に伴い密度が減少し，平均サイズが増加しするのに対し．晶壁面のあるバブルは，密度と平均サイズにほとんど変化は見られなかった．

バブルの形状（すなわちバブルの内圧）は，昇温下における，バブル成長過程に支配的な役割を担うと考えられる．

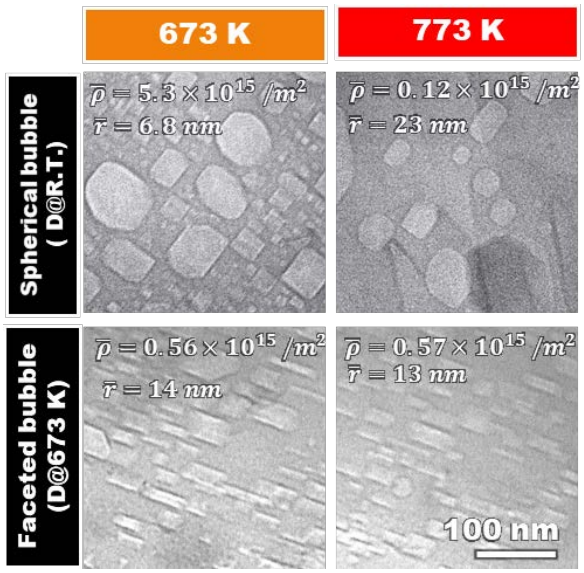

図 2　673 K と 773 K での丸い重水素バブルと晶壁面のあるバブルの TEM 画像

*Yutaka Sugimoto[1], Kazutomo Hara[1], Kouhei Sano[1], Mitsutaka Hruta[2], Hiroki Kurata[2], Jaehwan Kim[3], Masaru Nakamichi[3], Mitsutaka Miyamoto[1]
[1]Shimane Univ, [2] Chemical Research, Kyoto Univ., [3]QST