

中性子照射により β - Si_3N_4 中に導入された格子欠陥構造

出品者所属・氏名： 東工大 原子炉研 ・ 秋吉 優史, 矢野 豊彦

撮影者所属・氏名： 東工大 原子炉研 ・ 秋吉 優史

装置・撮影条件： Hitachi H-9000 透過型電子顕微鏡にて、加速電圧 300kV で高分解能電子顕微鏡観察（HREM）により撮影。

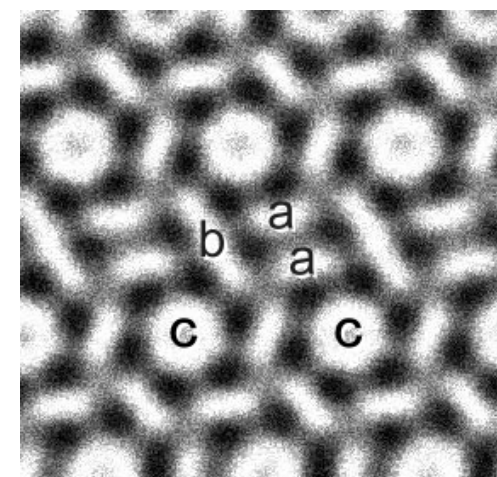
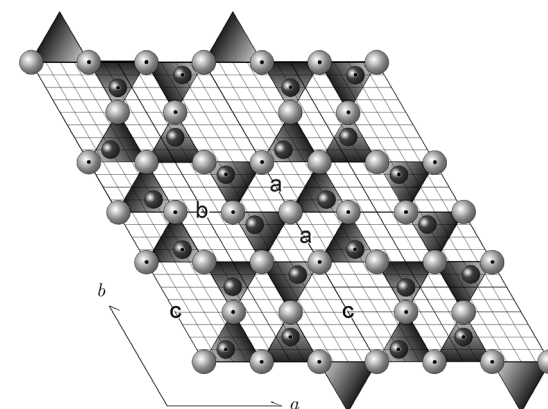
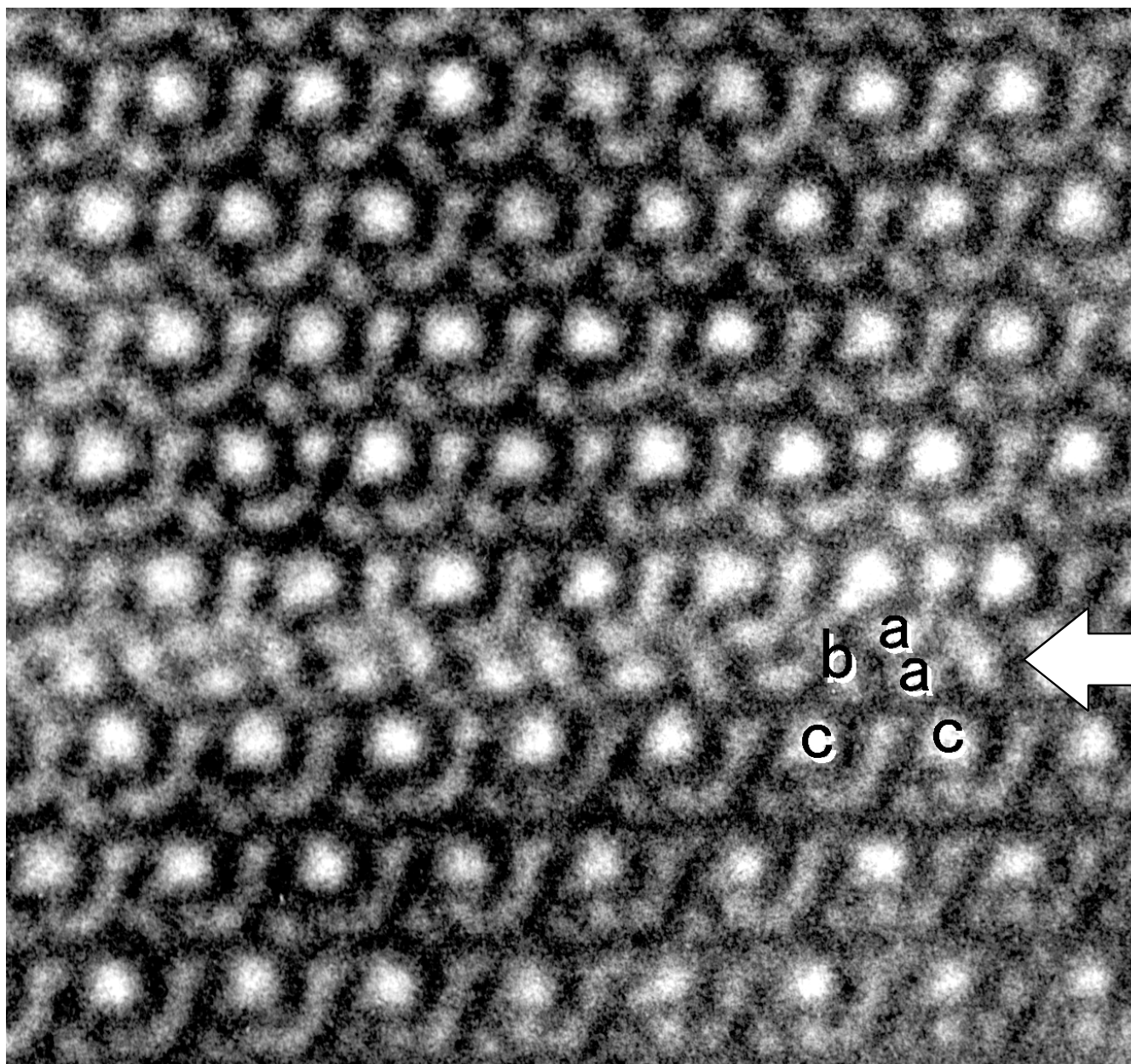
中性子照射により β - Si_3N_4 中に導入された欠陥構造を高分解能電子顕微鏡観察に世界で初めて構造像としてとらえることに成功した。さらにその構造を解析し、構造モデルを作成した。また、シミュレーションにより求めた欠陥構造像と、実際に観察された構造像とを比較し、良い一致を見た。

中性子照射された β - Si_3N_4 中には多数の欠陥構造が導入されており、その構造はこれまで解明されていない。多くの試料中で同じタイプの欠陥が、はっきりとした構造として導入されており、さらに 1500°C までアニールしてもほとんどスエリングの回復が見られず（照射直後のスエリング率は巨視的寸法で 0.2% 程度）、アニール後の試料中にもアニール前と同じく多数の欠陥が残っていることから、安定した構造をしていることが予想される。本欠陥は中性子照射により導入されたものであるが、高温構造材料として重要な Si_3N_4 セラミックスの粒界構造などを考える上で貴重なモデルを与えると考えられる。

本作品に用いた試料は、核燃料サイクル機構の高速実験炉、常陽に於いて 755K で 2.8×10^{26} ($E > 0.1\text{MeV}$) まで照射された。1.2mm角の棒状試料を切断、研磨し Ar ガスを用いたイオンシニング法により観察薄膜を得た。

撮影は Hitachi H-9000 を用いて、300kV の加速電圧で、観察倍率 70万倍で行った。電子線は [0001] 方向に沿って入射された。構造モデルは、全部で4通り考えられたが、今回観察された像にもっとも良く当てはまる構造を一つ選ぶことが出来た。この構造モデルを写真の右上に示した。このモデルは実際の構造を a, b 軸の格子長の 1/12 のグリッドにマッピングした近似的な構造を基に作成している。このモデルの画像シミュレーションを行った結果を写真の右に示した。拡大倍率を一致させ、紙面垂直方向で欠陥位置を概ね合わせてある。

c で示した β - Si_3N_4 の特徴的な大きな [0001] 方向に抜ける空隙の並びと a, b で示した欠陥部の見え方に注目。



— 1nm