

## 異種原子位置交換型水平原子操作の制御条件と機構の解明

森田 清三 (大阪大学 大学院工学研究科 教授)

### 【概要】

究極のナノテクノロジーといえる原子操作は極低温で行われるのが常識であったが、我々は原子間力顕微鏡を用いれば、室温でも原子操作を行えることを実証し、原子レベルでのナノ加工による人工ナノ構造作成に成功した。この実験では、表面に埋め込まれている隣接する異種原子の位置を交換する新しい原子操作の方法(異種原子位置交換型水平原子操作)を用いた。原理的には絶縁体への応用も可能であるため、様々な分野での応用が期待できる。制御よく原子レベルでのナノ加工が可能になったが、その現象に関しては未だわかっていないことが多い。本研究では、異種原子位置交換型水平原子操作の物理的現象を明らかにし、新規な機能を持つナノ材料やナノデバイス作成することができる指針を得ることを目的とする。具体的には、(1)原子交換に要する力や原子間結合力の定量化、(2)原子交換を行う際の結晶方向による必要な力の違い、(3)原子交換における熱エネルギーの影響に関する検討、(4)隣接する原子の違いによる原子交換の制御条件の解明、(5)理論計算との比較による原子交換の機構と制御条件の解明、(6)絶縁体を含む多様な基板材料や埋め込み原子での原子交換の現象解明を行う。

### 【期待される成果】

異種原子交換型水平原子操作は、室温でも行うことができ、絶縁体への応用も可能である。物理的解明が進むことで、様々な材料においてどのような条件で原子の交換が起きるかがわかるようになる。その結果、多元素系・複素材料系の合金、混晶、不純物半導体、セラミクスでの利用が可能となり、さらには高機能・多機能なナノ材料・ナノデバイスの室温での探索・創製も行えるようになる。このように、ボトムアップ技術の革新的かつ飛躍的な進歩・発展につながることを期待される。

### 【関連の深い論文・著書】

Y. Sugimoto, M. Abe, S. Hirayama, N. Oyabu, O. Custance, and S. Morita: "Atom inlays performed at room temperature using atomic force microscopy", Nature Materials Vol.4, pp.156-159 (Feb 2005).

N. Oyabu, Y. Sugimoto, M. Abe, O. Custance, S. Morita: "Lateral manipulation of single atoms at semiconductor surfaces using atomic force microscopy", Nanotechnology, Vol.16, No. 3, pp.S112-S117 (Mar. 2005).

【研究期間】 平成 17 ~ 21 年度

【研究経費】 84,500,000 円

【ホームページ】 <http://www-e2.ele.eng.osaka-u.ac.jp/index-jp.html>