

Science

Japanese Scientists in *Science*

2008



サイエンス誌に載った
日本人研究者



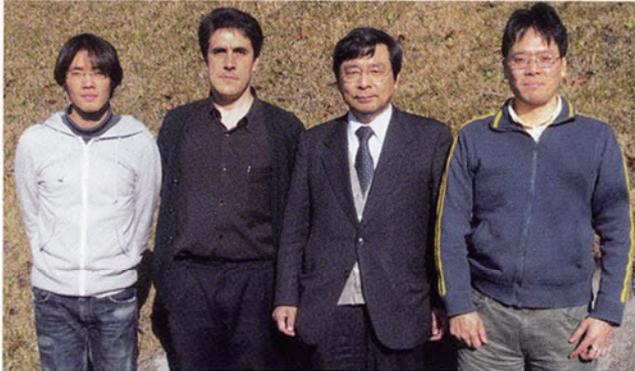
COSMO BIO Co., LTD.
Inspiration for Life Science

Science

AAAS

原子間力顕微鏡を用いた交換型垂直原子操作による複雑なパターン形成

Complex Patterning by Vertical Interchange Atom Manipulation Using Atomic Force Microscopy



森田 清三 *Seizo Morita*

大阪大学大学院 工学研究科 電気電子情報工学専攻 教授

Óscar Custance

独立行政法人 物質・材料研究機構 グループリーダー

阿部 真之^{1,2} 杉本 宜昭³ Pablo Pou⁴ Ruben Perez⁴
Pavel Jelinek⁵

¹大阪大学 大学院工学研究科電気電子情報工学専攻 准教授

²科学技術振興機構 (JST) さきがけ (PREST)

³大阪大学 大学院工学研究科 グローバル若手研究者研究拠点 特任講師

⁴Universidad Autónoma de Madrid, Phd researcher

⁴Universidad Autónoma de Madrid, Associate Professor

⁵Academy of Sciences of the Czech Republic, Senior Researcher

写真 (左から杉本、Óscar、森田、阿部)

Contact E-mail : smorita@eei.eng.osaka-u.ac.jp
所在地 : 565-0871 吹田市山田丘 2-1

Figure and Note

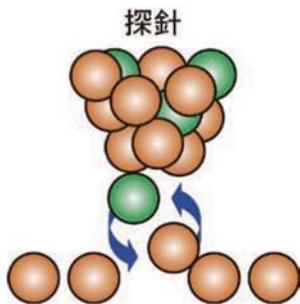


図 1: 探針先端の異種原子と表面原子の交換

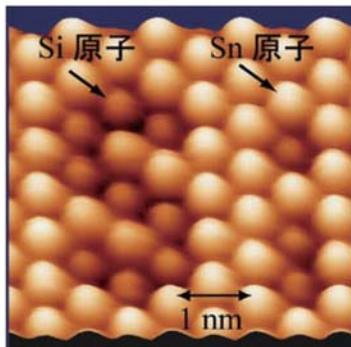


図 2: 単原子ペンで描いた原子埋め込み文字 "Si"

単原子ペンを用いた原子埋め込み文字 "Si" の構築

個々の表面原子を画像化できる原子間力顕微鏡 (AFM) の探針を表面の目標原子に精度よく近づけると、探針先端の 1 個の異種原子と表面の 1 個の原子とが交換する現象 (図 1) を発見した。この現象を用いて、AFM 探針先端の異種単原子を、直接、表面の特定の位置に高速で埋め込む技術を開発した。また、交換を高精度に制御することにより、原子レベルのパターンを表面に自由に作製できるようになった。この原子交換に基づく新しい原子操作は、表面原子上での探針の高精度な位置合わせ (水平位置精度: $\pm 0.1 \text{ \AA}$) と探針先端と表面原子との間に働く相互作用力の高感度な検出 (力検出感度: 10 pN) によって初めて可能になった。この原子操作の再現性を示すために、スズ (Sn) 表面に探針先端から 1 つずつ順番にシリコン (Si) 原子を埋め込み、埋め込んだ Si 原子を並べて、シリコンの元素記号である [Si] という原子文字 (図 2) を作製した。本研究は、室温環境下で行われており、探針先端に様々な原子を附着させることによって、様々な原子種を表面原子と交換して埋め込めるので、半導体でのドーパント原子の精密な配置などへ応用することができる。

大阪大学 大学院工学研究科 原子分子操作組立領域

1996 年の研究室開設以来、AFM による原子の観察・識別・操作を用いた多元素ナノ構造体の組み立ての研究を行っている。

物質・材料研究機構 ナノ計測センター ナノメカニクスグループ

2008 年の 2 月に大阪大学から移動して新しいグループを立ち上げた。AFM による原子操作と元素識別を、原子レベルでの新物質の研究・開発用ツールとして確立する研究を行っている。

チタニア(酸化チタン、 TiO_2) (110) 表面上の再構成原子を直接画像化する — 原子直視型透過電子顕微鏡の利用Direct Imaging of Reconstructed Atoms on TiO_2 (110) Surfaces

柴田 直哉 Naoya Shibata

東京大学大学院 工学系研究科 総合研究機構 助教
科学技術振興機構 さきがけ研究員

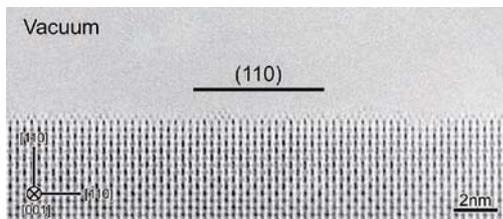
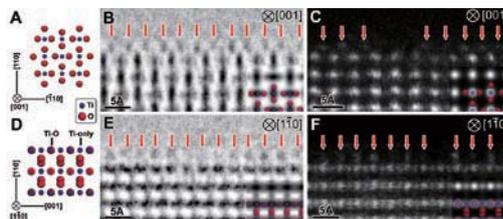
幾原 雄一 Yuichi Ikuhara

東京大学大学院 工学系研究科 総合研究機構 教授
(財)ファインセラミックスセンター ナノ構造研究所 客員主管研究員
東北大学 原子分子材料科学高等研究機構 教授後藤 明¹ S.Y. Choi² 溝口 照康¹ Scott D. Findlay¹ 山本 剛久^{1,3}¹ 東京大学大学院工学系研究科総合研究機構² Korea Institute of Materials Science³ 東京大学大学院新領域創成科学研究科

写真(左:幾原 雄一、右:柴田 直哉)

Contact E-mail: shibata@sigma.t.u-tokyo.ac.jp
所在地: 113-8656 東京都文京区弥生 2-11-16

Figure and Note

図 1: TiO_2 (110) 表面の超高压電子顕微鏡像図 2: 超高压電子顕微鏡及び走査透過型電子顕微鏡で観察した TiO_2 (110) 表面の拡大像

先進透過型電子顕微鏡法により、酸化チタン表面原子の直接観察に成功

酸化チタン (TiO_2) は、触媒、太陽電池、バイオセラミックスなど環境に優しい材料としての応用が期待されているが、そのユニークな機能の発現には結晶表面が極めて重要な役割を担っている。しかしながら、これまで TiO_2 の表面構造を原子レベルで直接決定することは極めて困難であった。本研究では、1 オングストローム (\AA) 以下の分解能を有する最先端の超高压電子顕微鏡及び走査透過型電子顕微鏡を併用することにより、 TiO_2 表面原子の直接観察に初めて成功した。その結果、表面は還元条件下において結晶内部とは大きく異なる原子構造を形成することが明らかとなった。また、直交する 2 方向からの観察を組み合わせることにより、最表面 Ti 原子の 3 次元的な原子位置の同定に初めて成功した。このブレイクスルーにより、表面構造と機能の関係を本質的に理解する道が開かれ、触媒をはじめとする新材料開発に拍車がかかるものと期待できる。さらに本結果は、最先端の原子直視型電子顕微鏡法が酸化物などの複雑な表面構造の解析においても極めて有力なツールになることを示している。

東京大学大学院 工学系研究科
総合研究機構 結晶界面工学研究室 メンバー

結晶界面工学研究室では、セラミックス材料を中心として、その材料機能と直結する結晶粒界、転位、異相界面、表面などの局所構造の解明とその制御に基づく新しい材料設計指針の構築を目指して研究活動を行っている。サブ \AA 分解能を有する透過型電子顕微鏡法と理論計算手法を高度に融合することにより、原子・電子スケールから材料を制御する新しい材料パラダイムの創出を目指している。