

世界初！材料中の原子1個を3次元観察する顕微鏡法 ーナノテクノロジー・材料開発に拍車ー

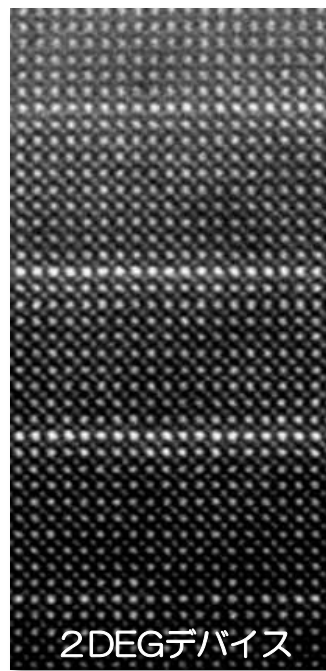
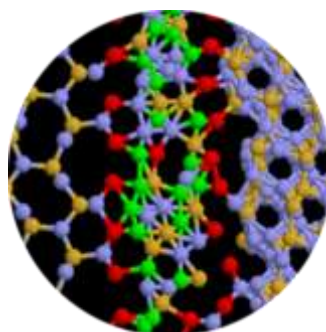
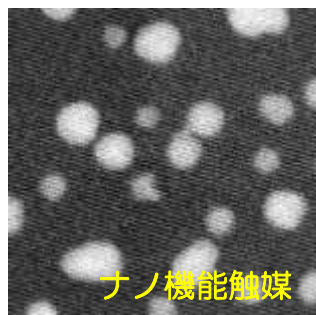
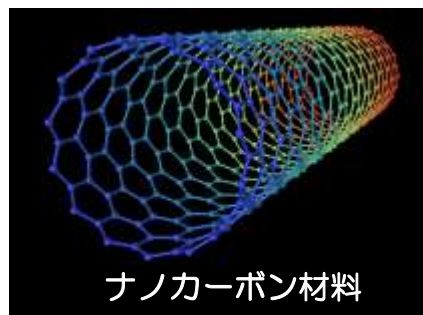
2009年6月22日付 英国科学雑誌
「ネイチャー・マテリアルズ」オンライン版で速報

東京大学大学院工学系研究科 総合研究機構
柴田直哉助教、幾原雄一教授グループ

メンバー 東京大学 S.D. Findlay、東慎也、溝口照康、山本剛久

背景

ナノテクノロジー・材料開発

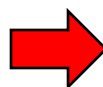


ナノ構造の重要性



機能と直結する最少単位
の構造を直接制御

うまく制御できているか？
なぜ機能を発現するのか？

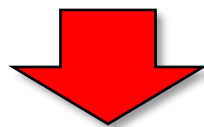


顕微鏡による原子レベルの
観察が極めて重要！

研究成果の要旨

本研究の成果

走査透過型電子顕微鏡法をベースとして、材料中の原子1個を3次元的に観察する手法を開発し、材料界面に埋没したドーパント原子1個1個を直接観察することに成功した。

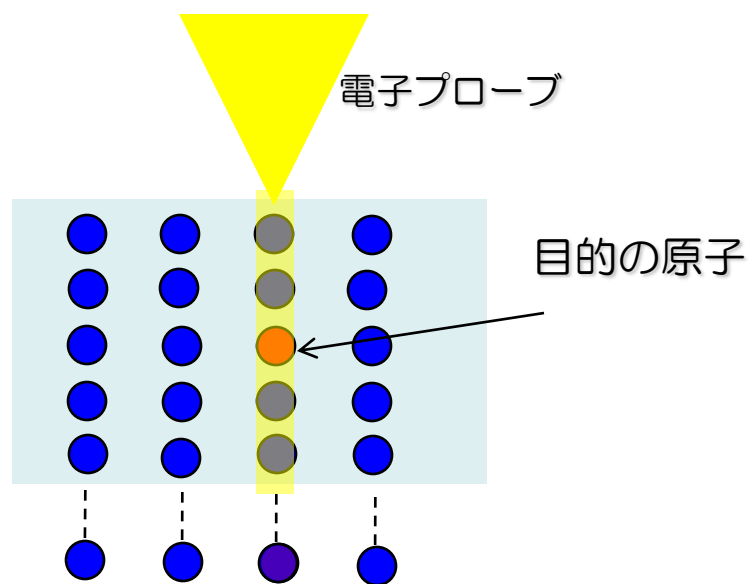


原子レベルの解像度を持つ3次元顕微鏡法に展開

ナノテクノロジー・材料開発を強力に推進！

本手法の原理

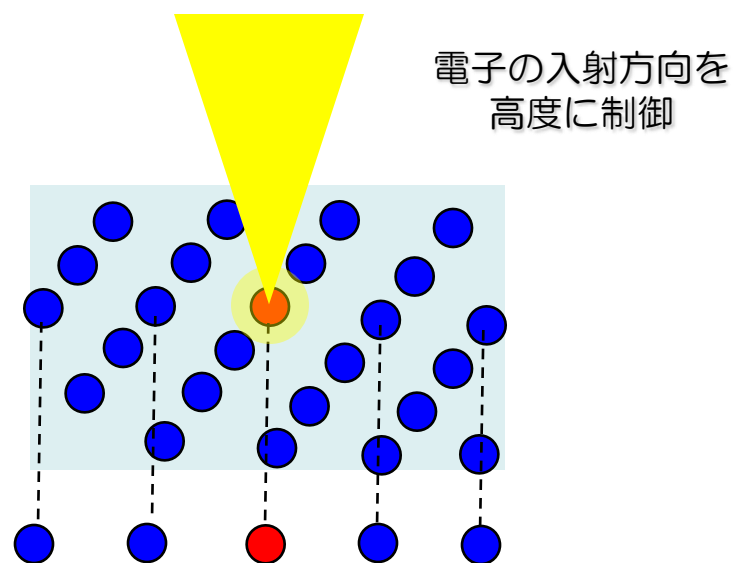
従来の電子顕微鏡法



原子が重なった像

原子がきれいに配列した方向から観察するため、電子が原子列に沿って流れてしまい、原子列の原子すべてを重ね合わせた投影像しか得られない。

本研究で開発した手法



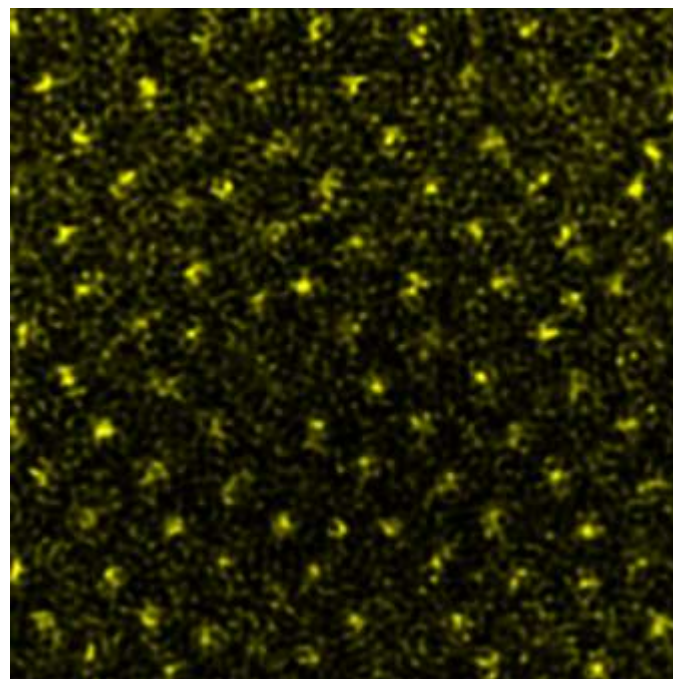
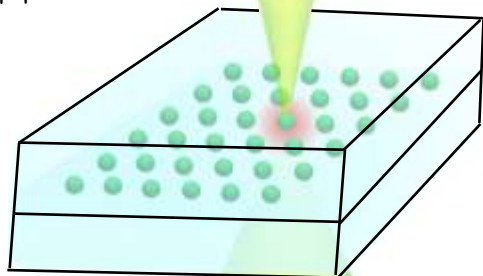
試料の奥行にある原子1個に敏感な像

原子がきれいに配列しない方向から観察することにより、結晶内部での電子の広がりを抑え、試料中の原子1個を検出することに成功！

界面ドーパント原子の規則配列

像中の明るい点が界面のイットリウム原子

$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ の界面に
Y原子を添加した
モデル試料



サファイア界面に埋没したドーパント元素（イットリウム）を1個1個
画像化し、イットリウム原子の規則配列を世界で初めて可視化



原子レベルの3次元顕微鏡法に展開

本研究の意義、波及効果

1. 材料内部の原子1個1個を3次的に直接観察できることを示した。
 - ・ 顕微鏡法の大きなブレークスルー
 - ・ 原子レベルの3次元顕微鏡技術へと展開
 - ・ 材料、デバイスにおけるドーパント効果の本質的理解
2. 界面に埋め込まれたドーパント原子は原子レベルで規則的に配列することがわかった。
 - ・ 界面デバイス設計へ新展開
 - ・ 界面原子構造制御指針の構築
3. 本成果は、3次的にナノ構造を制御するナノテク・材料開発分野の基盤解析技術として広い波及効果を持つ。
 - ・ ナノ触媒3次元構造解析
 - ・ 2次元電子ガスデバイス界面解析
 - ・ ナノカーボン材料3次元解析
 - ・ 次世代太陽電池材料解析
 - ・ 次世代セラミック材料界面解析
 - ・ 金属ガラス材料解析