

Award Achievements

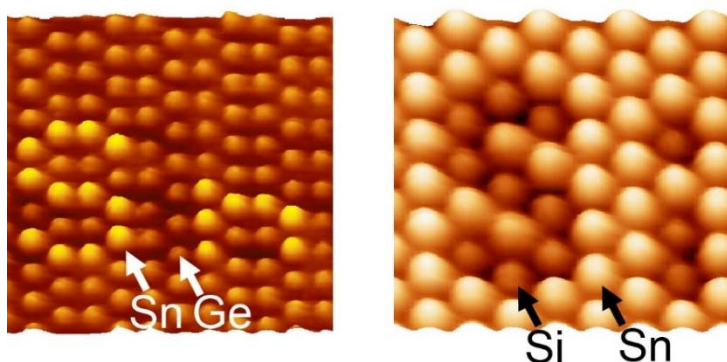
The Heinrich Rohrer Medal –Rising Medal– Professor Yoshiaki Sugimoto

"For his outstanding contributions to manipulation and chemical identification of individual atoms using atomic force microscopy".

Professor Sugimoto has succeeded in replacing aimed atoms individually by other atoms at surfaces of crystal lattices at will, and making 'atom letters' drawn with the replaced atoms by embedding and fixing them in the crystal lattice. This method has extended the atom manipulation technique from low temperature to room temperature, showing fabrication of stable artificial atomic structures. Furthermore, he has invented a method to identify atomic species of individual atoms observed in micrographs. These achievements lead to a dream to use individual atoms as building blocks for constructing ultimately small functional devices.

By improving the performance of his atomic force microscope (AFM), he has achieved not only atomic resolution in imaging, but also demonstrated how to manipulate, identify, and characterize individual atoms on surfaces of crystals at room temperature. By exchanging an aimed atom on the surface of sample crystal by an atom at the AFM tip apex, the replaced atom is embedded in the crystal surface lattice, so that the atom stays stably at the fixed lattice point even at room temperature. The AFM tip can be also used to exchange an atom with the neighboring atom on the sample crystal surface, so that the aimed atom can be made shift in position atom by atom by repeating the exchange process successively. This is an important breakthrough of controlled atom manipulation toward practical use because all of the processes are done at room temperature. Since an atom adsorbed on crystal surfaces is quite mobile at room temperature, it is an ingenious idea to embed an atom in the crystal lattice point to fix it. He has also found a method for chemical identification of individual atoms by precisely measuring force between the aimed atom on the sample surface and the AFM tip apex atom.

Atomic force microscope (AFM) images of 'atom letters' ('Sn' and 'Si'), written by atoms arranged and embedded in the crystal surfaces. The atoms composing the letters look brighter (Tin atoms in the left picture) or darker (Silicon atoms in the right picture) than the surrounding atoms (Germanium and Tin atoms, respectively), showing different chemical species.



受賞業績

ハインリッヒ・ローラー・メダル —ライジングメダル (Rising Medal) —

杉本 宜昭(よしあき) 准教授

『原子間力顕微鏡を用いた個々の原子の操作および原子種同定における

極めて顕著な寄与』

杉本准教授は、結晶表面上で、狙った原子を一つ一つ他の原子と置き換え、それらの原子を並べることによって「原子文字」を描くことに成功しました。その置き換えた原子は結晶格子のなかに埋め込まれるので安定に固定されます。従来、個々の原子を動かす「原子操作」は極低温でしか実現されていませんでしたが、杉本准教授の成果はそれが室温でも可能であり、それによって安定で極微な人工構造を作れることを示したものです。杉本准教授は、さらに顕微鏡像のなかで観察されている個々の原子の種類を同定する方法も開発しました。これらの成果は、個々の原子を自由自在に操って究極的に極微な機能性デバイスを作るという人類の夢の実現に向けた重要な一歩といえます。

杉本准教授は、原子間力顕微鏡(atomic force microscopy, AFM)を改良して原子分解能の顕微鏡観察を可能としたばかりでなく、結晶表面での個々の原子を室温で操作したり同定したりする方法を考案して実現しました。試料結晶表面上の狙った1個の原子を、AFM 探針の先端の原子と交換できることを発見し、試料表面に探針から原子を供給して埋め込むことができました。その原子は、結晶の最表面原子格子のなかに埋め込まれているので室温でも動かずに安定に固定されます。さらに、AFM 探針を使うと、試料結晶表面上の狙った原子を、その隣の原子と位置を入れ替えられることも示しました。この操作を繰り返して、狙った原子を次々と隣の格子位置に移して移動させることができます。これらの操作は室温で安定に行えるので、意のままに原子を手繰る「原子操作」を、人工構造を作る実用的な手法とするための重要なブレイクスルーといえます。多くの場合、結晶表面上に吸着した個々の原子は、室温では非常に動きやすいのですが、表面の結晶格子のなかに原子埋め込むことによって、室温でも個々の原子を固定することができたのです。彼は、さらに、試料表面の個々の原子と AFM 探針先端の原子との間に働く微弱な力を精密に測定することによって、その原子種を同定する手法も考案して実現しました。

結晶表面格子のなかに適切な配列で埋め込まれた原子によって描かれた「原子文字」の原子間力顕微鏡(AFM)像。左図ではスズ(Sn)原子が周りのゲルマニウム(Ge)原子より明るく見え、右図ではシリコン(Si)原子が周りのスズ原子より暗く見えています。この明るさの違いから個々の原子の種類がわかります。

