

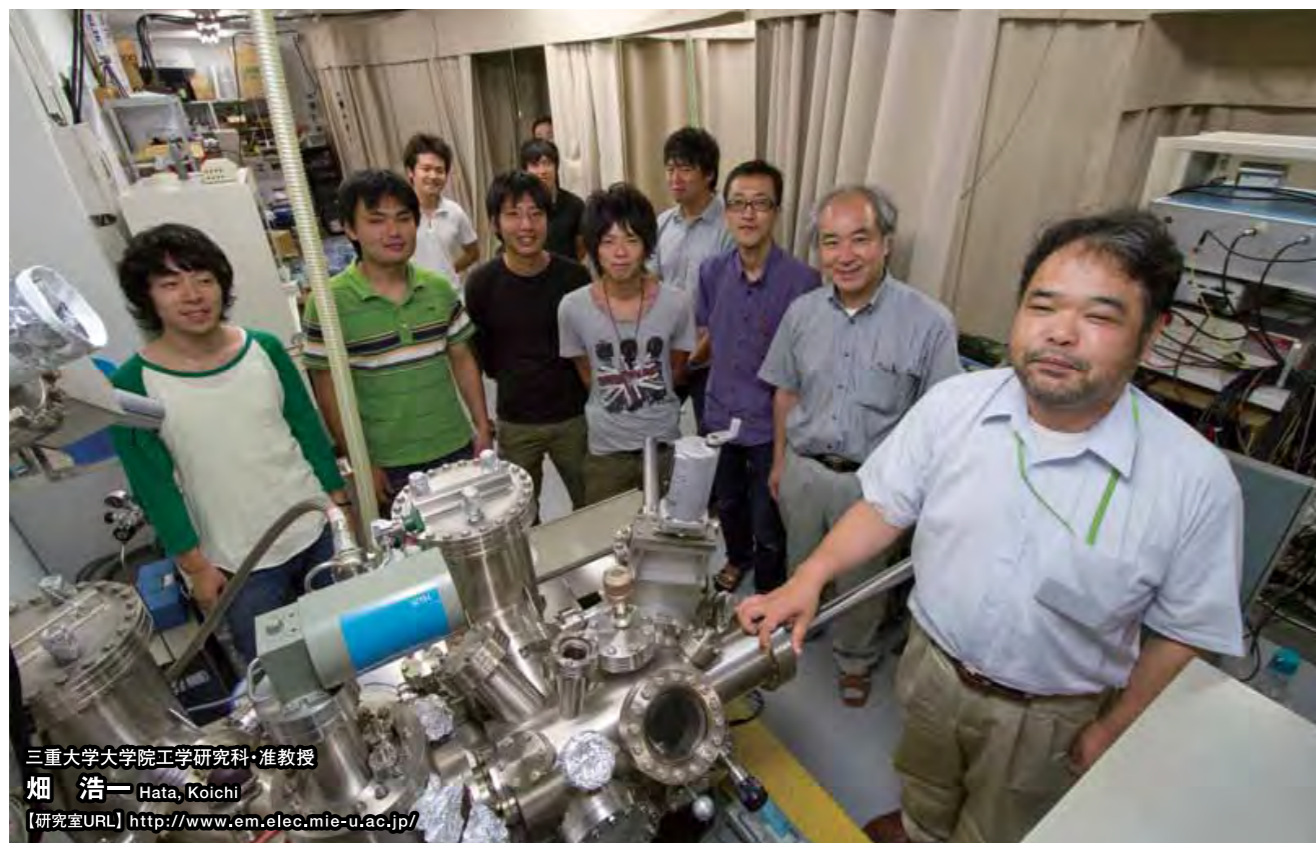
特集 おもしろ研究・先生

Ⅶ ナノの世界を観る”眼”と、造る”指”

電子ビームとイオンビーム

100万分の1ミリメートル(ナノメートル)の世界は、人間の眼では見えません。でも確かに存在していて、現在数10ナノメートルサイズの産業製品が皆さんの生活に役立っています。ではどうやって、こんな小さな物が造れるの

でしょう。造るためには、まず観ることが必要です。実は、観る”眼”の1つが電子ビーム、造る”指”の1つがイオンビームです。ビームとは、方向と速さが揃った粒子の流れのことで、直径数ナノメートルのビームを形成し、観察・計測・加工に応用する技術がナノビームテクノロジーです。



三重大学大学院工学研究科・准教授 畑 浩一 Hata, Koichi [研究室URL] <http://www.em.elec.mie-u.ac.jp/>

ビームを取り出す

原子数個で尖った金属の針(エミッター)に数1000Vの電圧を加えると、エミッター先端には $10^9$  V/m以上の強い電界が発生します。マイナス電圧を加えるとエミッター中の電子が、プラス電圧を加えるとエミッターを取り巻く気体分子がイオンとなり、ビームとしてエミッター先端の原子数個の領域から取り出されます。

ビームを絞る

電子やイオンは電荷を持っているため、電界や磁界中ではローレンツ力\*を受けてビームの軌道が曲がります。これを利用して、電子やイオンビームを細く絞る凸レンズをつくることができます。最近はこのレンズの性能が向上し、直径数ナノメートルのビームを容易に形成できるようになりました。

\*電磁場中で運動する荷電粒子が受ける力

知ってますか?

原子と分子についてのまめ知識



- 1問目: 物質を構成している最小の粒は? A. 原子
- 2問目: 元素の中で一番小さい原子は? A. 水素原子
- 3問目: 水の分子はどんな原子が何個結びついて出来たものか? A. 水素原子が2個、酸素原子が1個

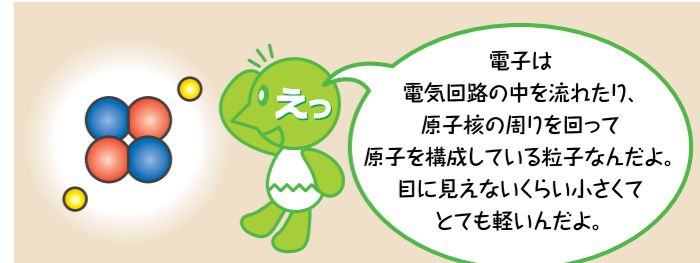
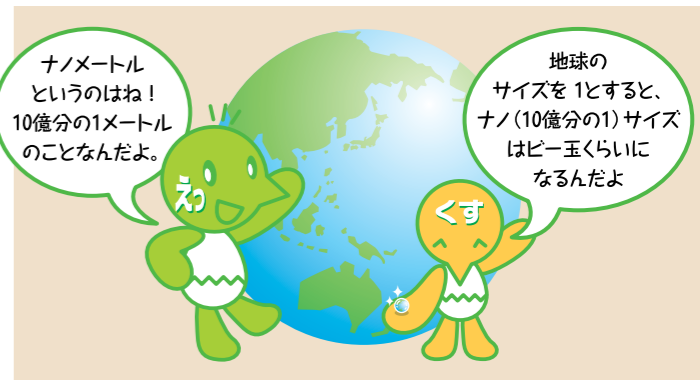
金属は電流をよく流す性質を持っていますが、電流の正体は電子です。一般に金属中の電子は、外部から熱や光のエネルギーを与えると、金属外へ飛び出していきます。また、エネルギーを与えなくても、強い電界を加えることで電子を取り出すことができます。私たちの研究室では、この時に必要となる強い電界(約 $10^9$  V/m)を発生するために、金属電極を原子数個で尖った針に加工しています。電子ビームは、この針先端の原子数個の領域から取り出されています。



電子顕微鏡によるタングステン針の拡大図 右の図の緑の輝点は、針先端の3個のタングステン原子

ビームで観る、測る、加工する

電子ビームを試料に照射すると、試料表面からは電子やX線(光)が出てきます。これらを信号として試料の観察や分析を行う装置が電子顕微鏡です。電子顕微鏡の分解能を決める要因の1つは、照射する電子ビームの直径です。どれだけ細いビームを形成するかが鍵となります。また、イオンは電子に比べて重いので、イオンビームを照射するとその場所が削られます。これを利用して、ナノメートル精度の超微細加工が行えます。



ビームの究極技術を追求する

私達の研究室では、どれだけ小さな物を“はっきり観るか”、“精度よく測るか”そして“精密に造るか”を目的に、ナノビームテクノロジーを追求しています。その究極の対象は、1個の原子や分子です。“芸術にまで高められた技術”という意味の“State of the Art”を目指して、日夜研究を推進しています。