

Award Achievements

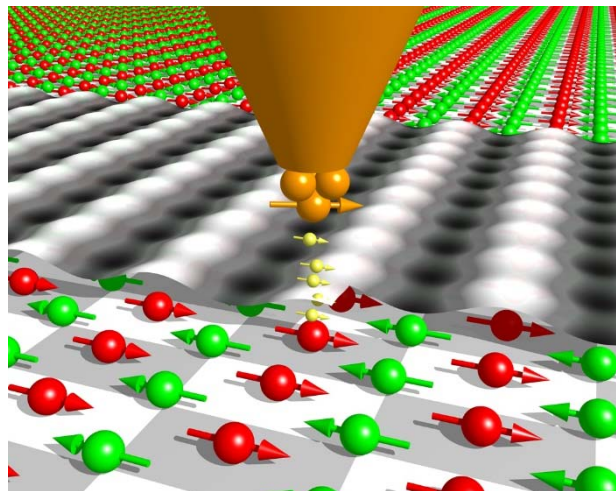
The Heinrich Rohrer Medal –Grand Medal– Professor Roland Wiesendanger

"For his pioneering and ground-breaking achievements on spin-resolved scanning tunneling microscopy and spectroscopy, bringing about very deep insights in spin-related properties of materials at atomic scale".

Professor Wiesendanger has added the spin-degree of freedom to scanning tunneling microscopy (STM) which Dr. Heinrich Rohrer and his colleagues have developed. Before Professor Wiesendanger's research, magnetic and spin information was not directly accessible by STM. His achievements have opened a door to atomic-scale investigations of magnetism in real space, unveiling hitherto inaccessible atomistic phenomena. His achievements are very important not only for basic physics and chemistry of condensed matter, but also for developing and improving various kinds of magnetic devices in computers and sensors.

He has developed spin-polarized scanning tunneling microscopy (SP-STM) and magnetic exchange force microscopy (MExFM), which enables us to explore magnetic properties of material surfaces down to atomic scale. After the world-first detection of spin-dependent tunneling current in STM using a magnetic tip and a magnetic sample, he achieved atomic resolution in magnetic imaging by SP-STM. His SP-STM even enables measuring single-atom magnetization curves under a magnetic field applied. This 'single-atom magnetometry' made possible to detect directly the RKKY interaction between individual magnetic adatoms, one of the most typical many-body phenomena in materials. Moreover, the spin-polarized current in SP-STM has successfully been utilized to create and delete individual magnetic skyrmions, leading to possible applications in spintronics. He also developed MExFM by using spin-dependent exchange and correlation forces by extending the technique of atomic force microscopy (AFM), enabling atomic-resolution magnetic imaging of a surface of an antiferromagnetic insulator.

Spin-Polarized Scanning Tunneling Microscopy (SP-STM), revealing the atomic-scale spin structure of surfaces, ultra-thin films, and nanostructures. When the spin at the sample surface is parallel to the spin at the tip apex, the tunneling current flows efficiently. When, however, they are anti-parallel to each other, the current flow is reduced. With this phenomenon, the spin direction at each atom on the surface is imaged.



受賞業績

ハインリッヒ・ローラー・メダル -グランドメダル- (Grand Medal)

ローランド・ビーゼンダンガー (Roland Wiesendanger) 教授

『スピン分解走査トンネル顕微鏡・分光法に関する先駆的・画期的な成果、

およびそれによる物質のスピン特性の原子スケールでの解明』

ビーゼンダンガー教授は、ハインリッヒ・ローラー博士らが開発した走査トンネル顕微鏡 (scanning tunneling microscopy, STM) にスピンの自由度を付加しました。ビーゼンダンガー教授の研究以前には、STM 測定によって物質の磁化やスピンの情報を直接得ることはできませんでした。同教授の研究は、実空間で原子レベルの磁性を探るという大きな研究領域を開拓し、いままで見えなかった現象を原子尺度の精緻さで明らかにできるようにしたものです。その成果は、凝縮系物質の物理と化学の基盤的な進展に極めて重要であるばかりでなく、コンピュータやセンサー等に使われる様々な種類の磁気デバイスの開発・改良研究にとっても非常に大きなインパクトをもたらすものなのです。

ビーゼンダンガー教授は、「スピン偏極 STM」と「磁気交換力顕微鏡」と呼ばれる顕微鏡を開発しました。これらの顕微鏡によって、物質表面の磁気的性質を原子レベルの高分解能で明らかにすることが可能となりました。同教授は、STM において、スピンの向きに応じてトンネル電流が変化することを世界で初めて検出し、その現象を利用して物質の磁気構造を原子分解能で観察することに成功したのです。さらに、彼のスピン偏極 STM を使って、外から磁場を印加して単一原子の磁化曲線さえ測定することができることを示しました。この単一原子磁気測定法によって、物質表面上で近くに存在する2つの磁性原子の間スピンの向きの関係 (RKKY 相互作用と呼ばれる多体効果現象の一種) を直接測定することにも成功しました。最近では、スキルミオンと呼ばれる渦巻き状にスピンの向きが並んだ磁化状態を、スピン偏極 STM によって一個ずつ消去したり生成したりできることを示しました。これはスキルミオンを利用したデバイスへの応用の可能性を示すもので、スピントロニクス技術につながる成果であるといえます。また、原子間力顕微鏡の技術を発展させ、スピンの向きに依存した交換相関力と呼ばれる力を検出する磁気交換力顕微鏡も開発し、それによって反強磁性絶縁体結晶の表面での磁気構造を原子分解能で観察することにも世界で初めて成功しています。

スピン偏極 STM によって、結晶表面や超薄膜、ナノ構造などのスピン構造を原子分解能で描き出す原理を示す模式図。試料表面原子のスピンの向きが、探針先端の原子のスピンの向きと平行の場合にはトンネル電流がよく流れます。しかし、両者が反対向きの場合にはトンネル電流は流れにくいのです。この現象を利用すると、試料表面の各原子のスピンの向きを、顕微鏡像のコントラストの違いとして描き出すことができます。

