



ハインリッヒ・ローラー・メダル The Heinrich Rohrer Medal

第1回受賞者決定のお知らせ

2014年6月30日

公益社団法人 日本表面科学会 会長 尾嶋 正治

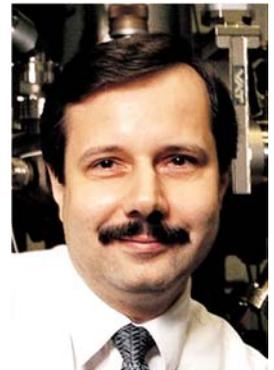
1986年のノーベル物理学賞受賞者のハインリッヒ・ローラー博士を記念して、ナノサイエンス・ナノテクノロジー分野において世界的に顕著な研究業績をあげた研究者に贈られる標記メダルの第1回受賞者が下記のとおり決定いたしました。

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

(1961年生 ハンブルグ大学 ドイツ)

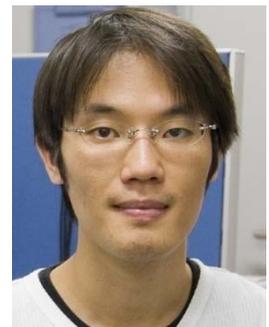
受賞業績『スピン分解走査トンネル顕微鏡・分光法に関する先駆的・画期的な成果、およびそれによる物質のスピン特性の原子スケールでの解明』



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 (1978年生 大阪大学 日本)

受賞業績『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』



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

- ヤン・ヒューゴ・ディル(Jan Hugo Dil) SNSF教授

(1977年生 スイス連邦工科大学ローザンヌ校, スイス)

受賞業績『シンクロトロン放射光を用いたスピン・角度分解光電子分光法による新規なスピン構造解明のための中心的主導的な役割』



ハインリッヒ・ローラー・メダル選考委員会

1. 塚田 捷 (東北大学, 日本, 委員長)
2. Heike E. Riel (IBM チューリッヒ研究所, スイス)
3. Wolf-Dieter Schneider (スイス連邦工科大学ローザンヌ校, スイス)
4. Patrick Soukiassian (パリ大学 南/オルセイ校, フランス)
5. Flemming Besenbacher (オーフツ大学, デンマーク)
6. Michel A. Van Hove (香港浸会大学, 香港)
7. Matthias Scheffler (フリッツハーバー研究所, ドイツ)
8. 高柳 邦夫 (東京工業大学, 日本)

授賞式

(公社)日本表面科学会が主催する『第7回表面科学に関する国際シンポジウム (The 7th International Symposium on Surface Science, ISSS-7)』(2014年11月2~6日、くにびきメッセ、島根県松江市 <http://www.sssj.org/iss7/>)で、在日スイス大使館のご協力のもと、表彰式および受賞者による記念講演が行われる。

協力・スポンサー企業



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

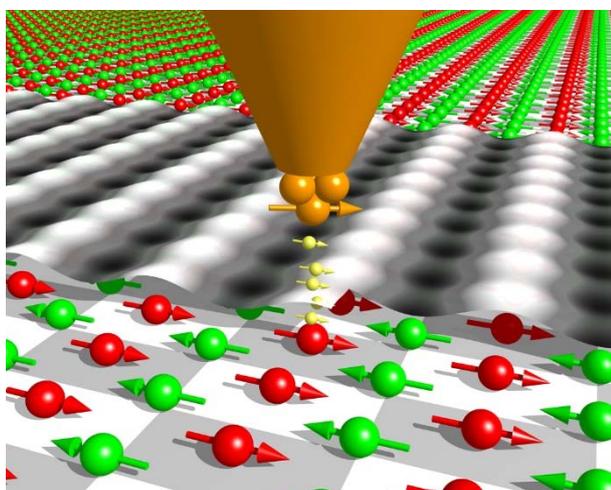
『スピン分解走査トンネル顕微鏡・分光法に関する先駆的・画期的な成果、

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つの磁性原子の間の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。



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

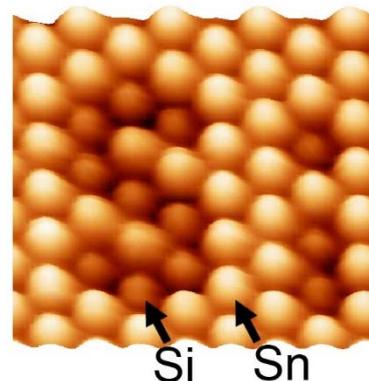
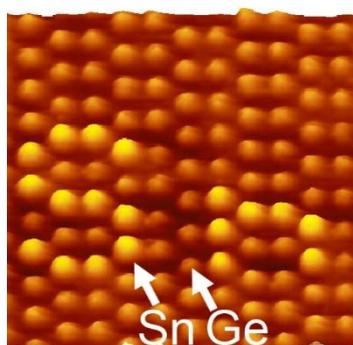
『原子間力顕微鏡を用いた個々の原子の操作および原子種同定における

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。



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)

ヤン・ヒューゴ・ディル(Jan Hugo Dil) SNSF教授

(1977年生 スイス連邦工科大学ローザンヌ校, スイス)

『シンクロトロン放射光を用いたスピン・角度分解光電子分光法による

新規なスピン構造解明のための中心的主導的な役割』

ディル教授は、シンクロトロン放射光施設スイスライトソースにおいて、スピン・角度分解光電子分光 (SARPES) 装置の建設に中心的な役割を果たしたばかりでなく、その装置を使って、特別な種類の非磁性物質のスピン構造に関する重要な物理を解明する研究をも先導しました。光電子分光法とは、紫外線やX線を物質に照射することによって物質から飛び出してくる電子のエネルギーと運動量を測定する実験手法ですが、これは物質内部や表面での電子状態を調べる最も有力な実験手法の一つとして広く利用されています。ディル教授らが開発したSARPES装置では、この飛び出した電子のエネルギーと運動量だけでなくスピンの向きも調べることができるので、これによって物質内部や表面に存在する電子の完全な情報が得られることとなります。

スピンとは磁石のもとになる性質で、スマートフォンやコンピュータなどで毎日お世話になっているものです。しかし、最近、スピン軌道相互作用と呼ばれる効果が強い非磁性体の物質 —表面ラッシュバ物質やトポロジカル物質— では、電子のスピンが独特の配列をしていることが示されました。ディル教授のグループは、そのようなスピン状態を世界で初めて実験的に明らかにしたのです。このような物質は、電子のスピン自由度を利用する新しいタイプの電子デバイスに役立つことが期待されています。

さらに具体的にいえば、ディル教授は、物質表面で起こるラッシュバ型のスピン分裂という現象の強さが、重元素原子の原子核近傍の電子波動関数の非対称性の度合いによって決まることを明らかにしました。さらに、トポロジカル絶縁体やトポロジカル結晶絶縁体の表面状態のスピン繊維構造を世界で初めて明らかにしました。トポロジカル表面状態の様々な性質やトポロジカル転移、スピン干渉現象なども彼のSARPES装置によって次々と解明されたのです。

トポロジカル絶縁体の一種である PbBi_4Te_7 のフェルミ面とスピン配列のSARPES 測定結果。4つのパネルのデータは面直方向のスピン偏極度を示し、中心に描いたフェルミ面に矢印で示した面内方向のスピン向きと合わせると、各位置でのスピンの3次元的な向きがわかります。これは、トポロジカル表面状態のヘリカルスピン繊維構造を直接的に表しています。

