電波新聞　平成18年1月10日（火）6面掲載

東京工大と筑波大

「分子ナノデバイス」へ前進

1個の金ナノ微粒子上の1個の電子

力で測定に成功

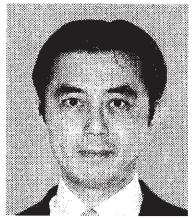
東京工業大学電子物理工学専攻の真島豊助教授は、筑波大学化学専攻の寺西利治教授グループと共同で、「1個の金ナノ微粒子の1個の電子を力で計る」ことに成功した。ナノメートルの大きさの金微粒子では、クーロンブロッケードという現象により電子の数を1つずつ制御することができる。この研究では、ナノメートルオーダの1個の金微粒子の真上に探針電極を非接触で置き、電圧を加えていった際に、1個の電子が金微粒子上に乗る様子を、1兆分の1ニュートンの力の測定から明らかにした。

真島助教授は「この成果を基盤に、金微粒子のナノスケールでの振動に伴って電子を1つずつ転送する電子シャトルデバイスなどの分子ナノデバイス展開において大きなブレークスルーをもたらすことが期待できる」と語る。

また、真島助教授は「具体的には直径3ナノメートルの金微粒子を、自己組織化単分子膜の上に分散させ、非接触原子間力顕微鏡を用いて1つの金微粒子の真上に探針電極を移動して力ー電圧特性を測定したところ、1個の金微粒子上に1個の電子が出入りする様子をピコニュートンの力測定から明らかにした」ことを強調。

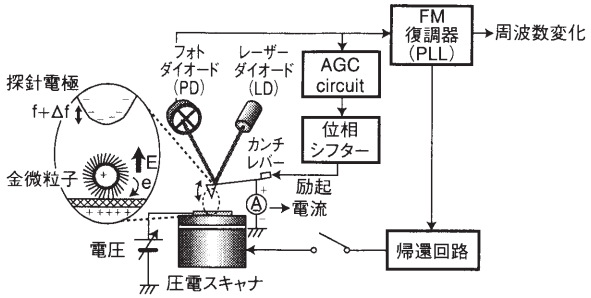
「ナノスケールの金は柔らかく、イオウを含む棒状の有機分子で金粒子を包み込むと、石けんのミセルのように安定なコロイド金微粒子になる。この金微粒子上に電子が乗るときのエネルギーは金微粒子の粒径の逆数に比例するため、粒径がナノスケールになると微粒子上の電子数が整数倍になり、電子の出入りを1個ずつ制御することができようになる」という。

非接触原子間力顕微鏡では、先端に探針を有する片持梁を数ナノメートルの振幅で共振させ、共振周波数が探針に加わる力に比例して変化する性質を利用してナノスケールの凹凸像を測定する。この探針を電極として用い、金微粒子にナノメートルオーダーで近づけ、電圧を作用させると、金微粒子上に電子が1つ乗ることによって、1兆分の1ニュートンの電気的な引力が新たに発生するため、1個の金微粒子上の1個の電子を計ることが可能となる。

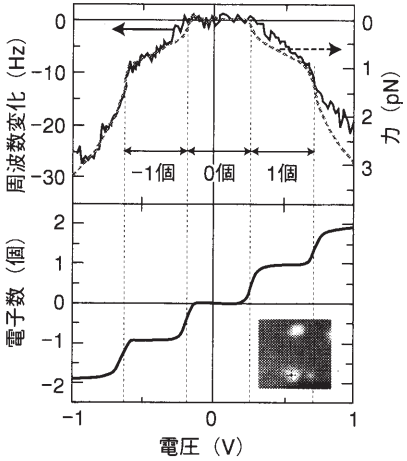


真島　助教授

〔図1〕1個の金微粒子上の1個の電子の計測装置の外観図



〔図2〕単一金微粒子上の単一電子計測結果



周波数変化ー電圧特性の実験結果（上段実線）
力ー電圧特性の理論曲線（上段破線）
単一金微粒子上の電子数の理論曲線（下段）
金微粒子の非接触原子間力顕微鏡像（下段右下）