

### 理工系

# 原子一個の磁気情報を直接観察する技術の開発

大阪大学大学院基礎工学研究科 特任教授 **菅 滋正**



#### 研究の背景

ユビキタス情報化社会の発展とともに、いかにして情報を超高密度で書き込み、読み出すかが重要となります。パソコンなどに使われるハードディスクでは、デジタル情報を磁気情報に変え磁区と呼ばれる領域に記録しています。現在の世界目標は、1平方インチに1テラ(1兆)ビットの情報量を互いに異なる磁区に書き込むことですが、次世代にむけた研究目標はこれをさらに何桁も超えた超高密度を実現することです。もし原子1個1個に1ビットの情報を書き込むことができれば、世界目標のさらに百万倍の密度も夢ではありません。けれども情報が書き込まれている領域が狭くなるほど状態が不安定になるので、それをどう検証するかが課題となります。

#### 研究の成果

原子1個1個(その電子波動関数の広がり)を観察する手段として走査トンネル顕微鏡(STM)があります。今回、図1や図2に示すように白金Pt(111)面上に孤立したコバルトCoや鉄Feなどの磁性原子を準備しました。性能の良いSTMでは、4ケルビン(K)程度の低温でこのように0.1nm以上の精度で観測ができます。そして、タンゲステン(W)の探針を原子の真上にセットして、探針と原子の間のバイアス電位を掃引し、個々の原子の電子状態やスピン状態、あるいはそれらの励起過程を図3(b)-(e)のように目に見えるスペクトルの形で観察した結果、スピンの向きを変えるために必要な磁気励起エネルギー

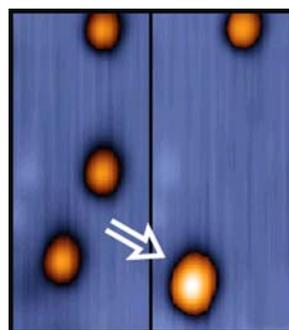


図1 Pt(111)面上に蒸着した孤立Co原子3個(左図)。W探針によって1個のCo原子を他のCo原子近くに移動することで2原子クラスターができる(右図)。

の直接観測に世界で初めて成功しました。スピンの向きの変化が分かるため、この手法によって原子一個に情報を記録する次世代の磁気記録技術への一步を踏み出せたといえます。

#### 今後の展望

上記の基板と磁性原子の組み合わせでは、図3(f)、(g)のように磁気異方性エネルギーの値が小さく、低温(4K)でも磁気記録が安定していません。今後は、常温でも安定して情報を保存できる基板と原子、原子の集まったクラスター、あるいは分子の組み合わせを探索していく予定です。そのために現在は、室温から1K以下の低温までの温度変化に加え、さらに磁場をパラメータにして高精度でのスピン偏極ITS計測が可能となる新しい装置の設計を行っています。

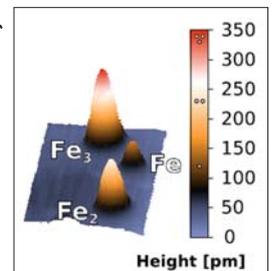


図2 Feの孤立原子に加えて原子マニピュレーションで作ったFeの2原子、3原子からなるクラスターの3次元像。

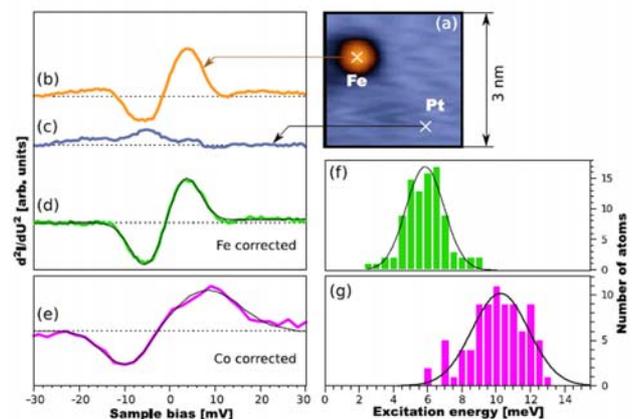


図3 Pt(111)面上のFe原子(a)の非弾性トンネルスペクトル: ITS(b)。スペクトルはトンネル電流をバイアス電位で2回微分した形で表してある。Pt基板へのトンネルスペクトル(c)を差し引くことで補正されたスペクトルが得られる(d)。Co原子についての同様なスペクトル(e)。多数の原子についてのスペクトルから磁気異方性エネルギーが精度良く評価できる(f,g)。

関連する  
科研費

平成21-25年度 基盤研究(B)「+meVから+keV域での強相関系の統合的電子分光」