

あり、多数回の増幅も可能である。この技術によって電子波長の1/50の距離を識別する解像度が得られ、表面ステップ等の原子スケールでの構造も観測されている。さらに前述のように、電子の位相には通過経路上の電磁場の情報が含まれている。例えば、物質の内部電位を用いて試料の厚さ分布を測定できる。また、物質中や空間中の磁力線を磁束量 h/e の磁束として直接観測できる。この方法により、強磁性微粒子中の磁化の方向や薄膜上の磁区構造が決定された。

超伝導薄膜における磁束量子の観測は興味深い応用例である。孤立した磁束量子だけでなく、向きの違った磁束量子の対が見いだされたのである。Kosterlitz-Thoulessによると、2次元の第2種超伝導体では、ある転移温度 T_c 以下で磁束量子が対としてしか存在しえなくなるという相転移がある。電子線ホログラフィーによるKT理論の検証の期待が持たれる。最近では、ホログラムを直接ビデオ画像として取り込み、それをコンピューターで実像に再生する方法により、磁束量子の運動も観測されている。そこでは、磁束量子の生成・消滅やビニングの様子も捉えられた。現在は、さらに空間・時間分解能の高い測定が計画されている。

講義ではスライドを使った説明の後、ビデオ映像によって解説及び最新の磁束量子の運動を見せていただいた。画像を駆使した明瞭で印象深い講義であった。

(文責 草部 浩一)

表面における動的過程

東京大学物性研究所 村田 好正

20年前「表面」サブゼミの第1回目に参加した時の話に始まり、自分の研究室での研究成果を中心とした、初心者にも分かりやすい話であった。

1 表面での相転移

1.1 Si(001)の相転移

Si(001)表面では隣接原子間でダングリングボンドが結合することによりダイマーが形成されており、LEEDパターンは室温で 2×1 、200K以下で $c(4 \times 2)$ が観察される。表面上の非対称ダイマーを $S = 1/2$ のスピンになぞらえると、この表面は2次元のイジングスピン系として記述される。この系でスピン間の結合定数の異方性を強くして、ダイマー列に沿った方向の秩序が高温時にも保存される様になると、この表面はスピン無限大の1次元ハイゼンベルグ系として記述され、ダイマー列間での秩序・無秩序転移が $c(4 \times 2)$ と 2×1 との相転移として表される。これらの事象はLEEDにおける回折強度の測定や、STMによる観察の結果とよく一致した。

1.2 表面吸着層の相転移 Cu(001)-K

表面吸着原子が再配列を起こす相転移の例として、Cu(001)上でのK原子吸着の場合を示し、LEEDパターンの変化を表面での現象に対応させて解釈した。

1.3 吸着誘起相転移 Ag(001)-K、Au(001)-K

表面への吸着によって下地の原子配列が変化する場合の例として、Ag(001)-K、及びAu(001)-Kの2つの系について、LEEDパターンやEELSの温度依存性等の実験結果を示した。これらの系では、吸着に伴う表面電子密度の増減によって、fcc(110)面のような原子密度の低い面と、六方細密状のfcc(111)面のような原子密度の高い面との相転移が起こると考えられる。

2 吸着分子の紫外レーザー刺激脱離

表面における素過程を、下地という巨大な熱浴に伴われた熱平衡的な現象から分離して観測する試みとして、Pt(001)-NOを試料としたNOの脱離実験が紹介された。ここでは、エキシマレーザー

をポンブレーザーとし、YAG レーザーをプローブレーザーとする共鳴多光子イオン化法 (REMPI) を用いることにより、測定された脱離現象が価電子励起に伴う脱離であること、非熱的過程であること、光励起過程が紫外レーザーによる基盤 Pt の伝導電子励起であることを示した。更に今後の展開として、NO⁻ の表面上での寿命を考える場合にフェムト秒レーザーを利用した測定が有望である可能性も示した。

3 紫外レーザー脱離と熱脱離の STM/STS 観察

ここでは Si(111)-Cl の紫外レーザーによる実験について、熱脱離の場合と比較した結果を示した。STM 像では、両者の脱離によって得られる表面の構造は全く異なる。更に、レーザーの波長を変えた場合でも、脱離現象に違いがあることが、STM 像によって示された。これらの差異は、それぞれの場合で脱離する分子が異なるためであると解釈された。即ち、紫外レーザー励起による脱離では 2 塩化物、3 塩化物となった Si のみが脱離して 1 塩化物や余剰の塩素分子は表面上に残る。これに対して、熱脱離の場合にはそれら全てが脱離し、最終的には adatom を全てはぎ取られて、平坦な restatom だけの表面になると考えられる。

この他にも、加速器を利用した共鳴核反応による表面水素の観察の例などが紹介され、表面研究においての、新しい測定法の開発も含めた、様々な手段・方法による測定の相補的な組み合わせの重要性・必要性が強調された。

(文責 金田 修明)

シンポジウム「自然はどこまで理解できるか」

今年のシンポジウムは「自然はどこまで理解できるか」という統一テーマのもとに四人の講師の方々にお願いして各々のご専門の視点から 90 分ずつお話をいただいた。

生態学と拡散

京大理 重定南奈子

ご自身の研究の出発点が物性理論であったということから、現在のご専門である数理生態学のモデル解析、とくにグローバルなスケールでの動植物の生活域の拡大の様子をシミュレートする手法について、物性研究者に身近な言葉で概説していただいた。生物集団の分布、とくに分布域の拡大の数理解析については、イギリスのネルトンの先駆的な仕事(「侵略の生態学」1958)以来多くのモデルが立てられている。特に実際の生物の観察データの豊富な害虫、毛皮獣などの分布面積の時間経過の様子が詳細に調べられており、大まかに3つのタイプ、すなわちリニアに拡大するもの、立ち上がりの時期を経てリニアに拡大していくもの、および常に加速的に拡大するものとに分類されている。第一のタイプは親集団から近接的に生活域を拡大していく時間発展を仮定した Fisher の近距離拡散モデルが良い再現性を示している。これに対して第二、第三のタイプは階層的拡散モデルと呼ばれる、親集団からの中距離、乃至長距離の移動者の発生を考慮したモデルが良い再現性をしめしている。これらの話題について、ご自身が出された成果も含めた、一連の研究の流れを概説されると同時に、集団のマクロな挙動に生物のミクロな個別性の効果をどう取り入れていくか、たとえば拡散後環境に適応した進化が起こった場合など(これは進化生態学として既に一分野をなしつつあるとのことであった)の問題に触れられ、物性物理で用いる数学的な道具立てと極めて近いものが記述できる広がり今後のマクロな現象の数理解析という分野全体の発展の可能性が展望された。

(文責 伊東 乾)