

真空紫外・軟 X 線領域の高分解能角度分解光電子分光(ARPES)と

## 光電子顕微鏡(PPEM)

高エネルギー加速器研究機構

小野寛太

ナノスケールでの秩序を持つ物質の物性を理解するためには、局所的な電子構造を詳細に調べることが不可欠である。近年の放射光を用いた実験技術の進展により、局所的な電子構造へのアプローチが可能になってきた。ここでは、われわれが最近フォトンファクトリーで取り組んでいる 2 つの手法、すなわち高分解能角度分解光電子分光と光電子顕微鏡について簡単に紹介したい。また、今後幅広いユーザの方に使っていただくための参考になれば幸いである。

高分解能角度分解光電子分光では光電子放出により放出される光電子の運動エネルギーおよび放出角度を同時に測定することにより、光電子の運動エネルギーと運動量を測定する手法である。この手法により、物質の電子状態の運動量空間依存性を実験的に求めることができる。この手法は、特に高温超伝導体の研究において成功を収め、現在も精力的に研究が行われている。

われわれは、高分解能角度分解光電子分光を国内で簡便に行うことができるようにするため、真空紫外・軟 X 線領域での高分解能ビームラインの建設、および東大の藤森淳教授を中心とするユーザグループと高分解能角度分解光電子分光装置の整備を行った。

われわれが建設を行った KEK-PF BL-28 は可変偏光アンジュレータビームラインであり、使用できるエネルギー範囲は真空紫外領域の 30 ~ 300 eV である。このエネルギー領域は、固体・表面・ナノ材料の電子状態の研究にとって最適である。そこで高分解能・高フラックス分光器の新設および高分解能角度分解光電子分光実験ステーションの建設を行った。

講演では、高分解能角度分解光電子分光装置の現状と得られた実験結果について議論したい。

光電子顕微鏡は表面から放出される光電子を電子レンズあるいは磁場レンズを用いて拡大・結像することにより、物質の電子状態の空間分布を観察する手法である。この手法では、局所的な電子状態について数十 nm 以下の空間分解能で観察することが可能である(先月の国際会議では空間分解能が 3 nm に達

したとの報告もあった)。特に、放射光と組み合わせることにより、XMCD を利用した磁気イメージング、ナノ領域での X 線吸収分光(nano-XAFS)などが可能になる。ここでは、メゾスコピック磁性体の磁気イメージングと、界面ナノ構造の可視化および電子状態の観察の 2 つのテーマについて紹介する。

メゾスコピック磁性体の磁区構造や磁化反転過程などの振る舞いは、いわゆるバルクの磁性とは全く異なっており、材料の特性の他に磁性体のサイズ・形状が重要な役割を果たしている。例えば、メゾスコピック磁性ディスクでは中心部に vortex を持つ構造を取ることが知られている。われわれは、メゾスコピック磁性ディスクにおける vortex カイラリティの制御および光電子顕微鏡による観察を行ったので報告する。また、今後のピコ秒での時分割光電子顕微鏡による、局所磁化のダイナミクス研究についても展望を示したい。

また、光電子顕微鏡 (PEEM) は主に真空紫外・軟 X 線領域での顕微分光法として用いられているが、われわれは PEEM を硬 X 線領域で用いることにより、界面に埋め込まれた微細な構造の観察・分光が可能であると考えた。そこで、硬 X 線 PEEM による埋め込まれた界面ナノ構造の可視化を目的として、薄膜中に埋め込んだ界面微細構造の観察を試みた。さらに異なる深さのキャップ層で埋め込まれた試料の X 線吸収スペクトルから、硬 X 線 PEEM のプローブ深さについて見積もった。講演では硬 X 線 PEEM のプローブ深さとメカニズムについても議論する。