

「ナノスケール分光法による顕微評価・解析技術の最前線」

JASRI/SPring-8 渡辺 義夫
大阪電通大 安江 常夫

近年、材料科学において、ナノチューブやナノワイヤなどナノスケール材料の形成技術の急速な進展と相俟って、これら材料物質群の物性研究や量子現象に基づく新機能材料・デバイスの開発に不可欠なナノスケールの位置分解能をもった評価・解析技術の研究開発が活発に行われている。励起光源あるいはプローブとしては、例えば、高輝度単色放射光、レーザ光、電子ビームなどが挙げられ、観測量としては、放出電子あるいは光電子、ルミネッセンス光、ニアフィールド光、トンネル電子などがあり、これら種々の特徴的な位置分解能をもつナノスケールの顕微分光技術を利用した研究も国内外で活発に行われている。そこで、先端的なナノスケール評価・解析技術である「ナノスケール分光法」を中心テーマに据え、ナノメートルオーダーの空間分解能を有する各種の分光型ナノスケール顕微技術によってナノ材料物質群の物性理解を図ると共に、異なる手法を跨いだ分野横断的な領域のさらなる発展を目指すことを目的として本シンポジウムが企画された。

まずはじめに、渡辺義夫（JASRI/SPring-8）が本シンポジウムの趣旨・意義について、実際の観察例も交えて説明を行い、ナノスケール分光法による顕微評価・解析技術の重要性とその可能性についてのイントロダクトリートークを行った。

本シンポジウムでは大きく分けて3種類のナノスケール分光法についての講演があった。まず一つ目はエミッション電子顕微鏡法に関するものである。日比野浩樹氏（NTT 物性科学基礎研）は低エネルギー電子顕微鏡（LEEM）/光電子顕微鏡（PEEM）によるグラフェンの構造と電子物性についての最新の研究成果を紹介した。グラフェンはフラーレンやナノチューブに次ぐ新しいカーボン材料として近年非常に注目を浴びており、活発な研究が展開されている。LEEMによるグラフェン層数の決定やPEEMによって層数に依存した仕事関数や電子状態の知見が得られることなど、LEEM/PEEMの有する特徴を生かしたいいくつかのナノスケール分光例が紹介された。続いて、木下豊彦氏（JASRI/SPring-8）から放射光をプローブとした磁気円二色性 PEEM や磁気線二色性 PEEM による微小領域の磁気状態観察に関して講演があった。放射光を用いることによって元素選択性をもたせた磁気状態観察が可能であり、その応用範囲は広い。特に放射光のバンチ構造を利用したストロボスコピックな時間分解測定では、磁気ドメイン構造のダイナミクスが観察でき、超高速の磁気現象の解明が可能であることが紹介された。中川剛志氏（分子研）は、実験室におけるレーザを用いた磁気円二色性 PEEM に関して講演をおこなった。これまでは磁気円二色性 PEEM は放射光を用いて行われてきたが、中川氏らは世界で初めてレーザによる磁気円二色性 PEEM 像の観察に成功し、非常に高い評価を受けている。この講演ではレーザによる磁気円二色性 PEEM

の開発やその応用例が紹介され、実験室における新しいナノスケール分光への挑戦として活発な議論が行われた。

次に透過電子顕微鏡法に立脚したナノスケール分光法について 2 つの講演があった。山本直紀氏（東工大理工）からはカソードルミネセンス法による表面プラズモンポラリトン分光に関する講演があった。近年、プラズモニクスに関する研究が盛んに行われており、ここで紹介された手法は表面プラズモンポラリトンを高い空間分解能で観察するものとして期待されていることが紹介された。寺内正巳氏（東北大多元研）は電子エネルギー損失分光法と軟 X 線発光分光法を併用した伝導帯および価電子帯の状態密度観察に関して講演を行った。通常は電子エネルギー損失分光法のみが用いられるが、寺内氏らは新たに軟 X 線発光分光装置の開発を行い、ナノスケール領域での全電子状態分析の可能性を示した。

3 つ目のナノスケール分光法である走査プローブ顕微鏡法を利用した話題に関して 3 件の講演があった。寺田康彦氏（筑波大物理工）は超短パルスレーザと走査トンネル顕微鏡（STM）を組み合わせることにより、STM が有する原子レベルの空間分解能に加えて高い時間分解能を付与できることを紹介した。これにより半導体における局所キャリアダイナミクスの解析が可能であることなどが示された。長谷川幸雄氏（東大物性研）は走査トンネル分光法による表面電子状態分布の計測に関していくつかの観察例を紹介した。超伝導体における渦糸（量子磁束）形成磁場の計測から、そのサイズ依存性が明らかとなるなど、興味深い観察例に多くの関心が寄せられていた。岡本裕巳氏（分子研）は近接場分光による金属ナノ構造での光子場イメージングに関する講演を行った。ナノロッド、ナノプレート、ナノディスクなど、形状の違いによる光子場の違いが明瞭に示され、プラズモニクス分野において重要な計測・評価技術となることが紹介された。

最後に、安江常夫（大阪電通大）がクロージングトークを行い、ナノスケール分光法による評価・解析技術は目覚ましく進展しており、今後ますます利用範囲が広がりをみせることが期待されると締め括った。なお、このシンポジウムに関連して、本年 10 月には神戸大学で第 6 回ナノスケール分光法とナノテクノロジーに関する国際ワークショップが開催される。ぜひ多数のご投稿、ご参加をいただき、活発な議論、交流をしていただきたい。