

複合ナノ解析化学領域の研究紹介

複合ナノ解析化学

複合ナノ解析化学領域では、極微小領域の局所分析法の開発やその応用を目指し、電子顕微鏡法を主体とした手法でアプローチしています。特に走査透過型電子顕微鏡法 (STEM 法) は、電子線を細く絞って照射エリアの分光を行いながら、同時に原子分解能の電子顕微鏡像を観察することができ、試料の表面や界面などの局所的な領域の構造観察と分析を組み合わせることで解析することが出来ます。STEM 法は、電子線照射領域から発生する特性 X 線を用いて元素分析を行う EDX 法や、対象物質の電子励起を分析する電子エネルギー損失分光法 (EELS 法) との相性がよく、原子コラムオーダーの空間分解能をもった分析を行うことが出来ます。本研究領域では、主として EELS 法による極微小領域の分光法について測定手法の開発を行うとともに、得られたスペクトルの解析法を開発し、究極の微小領域分析法の開発を行っています。

EELS のスペクトル解析

EELS のスペクトルには、元素の種類、電子構造、結合や原子価など様々な情報が含まれていますが、それらは重畳して表れてきます。例えば、元素分析に使われる内殻励起の吸収端のスペクトルには、積分強度として得られる組成の情報だけでなく、結合状態や原子価に由来するような微細構造が含まれており、重畳したスペクトルから目的の情報を抽出することは簡単ではありません。そこで、第一原理計算を用いて対象の電子構造を計算することで、吸収端のスペクトルの微細構造の解釈を行っています。また、吸収端だけでなく、振動励起などが表れる低エネルギー損失領域の測定も可能になってきており、計算化学的手法を用いたスペクトル解析法の開発を進めています。

EELS による局所分析法の開発

電子線は X 線などと比べると物質との相互作用が大きいいため、極微小な領域であっても分析を行うことが出来ます。更に、電子線用モノクロメータを用いた高エネルギー分解能の EELS 測定により、従来は隠れてしまっていた数十 meV 領域の低エネルギー損失領域のスペクトルが得られるようになり、プラズモン励起などのスペクトル測定も高精度でできるようになってきています。しかし、一方で試料との相互作用が大きいことから電子線照射量の増加とともに照射損傷とよばれる試料のダメージにより分析精度が低下してしまいます。当研究室では、損傷をおさえる測定法を開発するとともに、信号強度が小さいデータからノイズ成分を除去し、分析に耐えうる信号を取り出すための信号処理法の開発なども行っています。また、電子線を試料に直接照射せずに試料近傍を通過させることで、試料損傷を抑えた測定を行う aloof 測定法の開発なども行っています。