

電子顕微鏡と電子線分光を用いた最先端計測技術

Single-atom spectroscopy by state-of-the-art transmission electron microscopy

末永和知^{1,2}¹産業技術総合研究所ナノ材料研究部門、²東京大学大学院工学系研究科

入射線に電子線を用いる分光法の特徴は、その高い散乱能と短い波長にある。低エネルギー加速の電子線は、X線に比べて試料に対する透過能が極めて低いが、裏を返せば原子一つからの非弾性散乱スペクトルを取得することも可能である[1]。発表者らのグループは、電子線をプローブとして原子ひとつひとつの追跡や分析を実現するための技術開発および応用研究を長年つづけてきた。近年の電子顕微鏡の発展はめざましく、原子サイズまで細く絞った電子線(～1Å)と高性能の分光器を用いることで、原子一つ一つの電子状態やスピン状態を測定するまでに至った[2]。物質の根源に思いをはせた古代ギリシア人以来、モノや生命を構成する最小単位をひとつひとつ可視化し計測することは何世紀もの間、科学者の夢であった。古代原子論を提唱したデモクリトスも近代原子論の祖ダルトンも、原子の動きが人間の目に捉えられ、かつひとつひとつ識別されるような時代が訪れるとは考えてもいなかったであろう。本講演では、加速電圧を低く抑えた(15～60kV)透過電子顕微鏡(TEM)を用いた単分子・単原子のイメージングやスペクトロスコピーの例を紹介させていただきたい。

[1] K. Suenaga et al., *Science* **290** (2000) 2280-2282[2] Y.-C. Lin et al., *Phys. Rev. Lett.*, **115** (2015) 206803

[3] 本研究は、科学技術振興機構CRESTおよびACCELの支援を受けて行われました。低加速電子顕微鏡の開発は日本電子株式会社および物質材料機構との共同研究です。

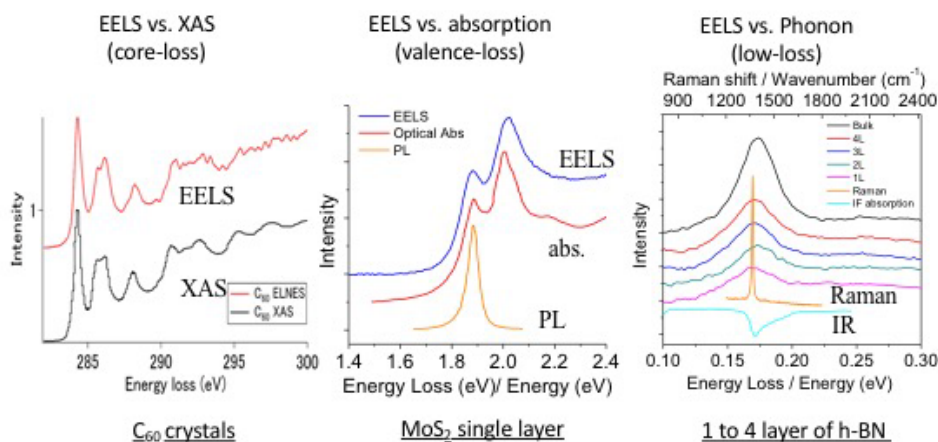


図. 電子線エネルギー損失分光法(Electron energy-loss spectroscopy, EELS)と他の分光法との比較例(左: X線吸収、中: 可視光吸収、右: 赤外吸収)。