

科学研究費助成事業（基盤研究（S））公表用資料
〔平成31年度（2019年度）研究進捗評価用〕

平成28年度採択分
平成31年3月25日現在

単原子スペクトロスコピーの高度化研究

Advanced Single-Atom Spectroscopy

課題番号：16H06333

末永 和知 (SUENAGA, KAZUTOMO)

国立研究開発法人産業技術総合研究所・材料・化学領域・首席研究員



研究の概要（4行以内）

原子ひとつひとつの分析を可能にする単原子スペクトロスコピーの感度や分解能をさらに発展させて、軽元素から貴金属を含む重元素まで幅広い元素の単原子検出を高感度・高速をもって可能にする。電子顕微鏡の電子線源や分光器の収差を低減させることで、エネルギー分解能を飛躍的に向上させ、原子レベル欠陥の光学特性測定や局所的な振動分光などを実現する。

研究分野：総合理工

キーワード：薄膜、表面界面物性、電子顕微鏡、電子分光、単原子物理

1. 研究開始当初の背景

単原子の分析・識別は、1800年にダルトンが原子論を提唱して以来、全科学者の目標の一つであった。近年の電子顕微鏡の発展はめざましく、細く絞った電子線と高性能の分光器を用いることで、従来は不可能とされていた原子ひとつひとつからの分光がなされるまでに至った。本研究ではこの単原子スペクトロスコピー法のさらなる応用と発展を目指す。とくに電子顕微鏡を用いた電子分光測定の高速度化・高感度化・高精度化を通して、単原子のスピン状態、配位数およびそれらの変化の実時間観測を可能にし、物性研究および生命研究の基礎的発展に大きく貢献できる基盤技術開発につなげる。

2. 研究の目的

本研究では、軽元素から重元素まで幅広い元素に応用できる単原子スペクトロスコピー技術を開発する。貴金属などこれまで不得手であった幅広い元素の分析にも挑戦する。またスペクトルの高速取り込みを実現するために分光器及び検出器の高速化・輝度の高い電子銃開発などを行う。また光学特性や振動特性の局所的測定にも挑戦し、単原子レベルでの高エネルギー分解能分光を目指す。

3. 研究の方法

EELS法の高速度化・高感度化・高分解能化を目指すためにベースとなる透過型電子顕微鏡において、観察時の試料環境制御、高速静電シャッター導入、電子顕微鏡中間レンズ色収差低減、分光器の高次収差低減、高速・高

感度検出器の導入、新型電子銃開発などの装置における要素技術開発・整備を行う。

4. これまでの成果

新しい高感度分光器の導入により、リチウム(Li:Z=3)軽元素やルテニウム(Ru:Z=44)の貴金属の単原子検出に成功した。また単原子レベルには至っていないが、エネルギー分解能の向上により、格子欠陥ごとの光学吸収スペクトルの測定や局所的な振動スペクトルの測定も可能になった。またこれらの手法を新規物質の評価に応用した。

5. 今後の計画

引き続き、エネルギー分解能と感度の向上に努める。とくにスペクトロスコピー高速度化のためのシンチレータや高輝度電子銃の導入が予定されている。より高感度・高分解能をもった局所的な振動分光にも挑戦する。

6. これまでの発表論文等（受賞等も含む）

J. Zhou et al., *Nature*, 556 (2018) pp.355-361,
R. Senga et al., *Nano Lett.*, 18 (2018) pp. 3920-3925 など、原著論文 37 報。招待講演 37 件。2018 年度風戸研究奨励賞受賞(研究分担者・林永昌)。

7. ホームページ等

<https://staff.aist.go.jp/suenaga-kazu/>