

革新的光科学技術を駆使した最先端科学の創出
2020 年度年度採択研究者

2021 年度 年次報告書

千賀 亮典

産業技術総合研究所 ナノ材料研究部門
主任研究員

電子線赤外分光を利用した超高空間分解能同位体検出

§ 1. 研究成果の概要

本研究では赤外領域での電子線分光の高度化によって、サブナノメートルの空間分解能を持つ同位体検出技術の開発を行っている。これによって、原子レベルでの同位体検出やラベル追跡などこれまでとは全く異なるスケールの同位体科学を切り拓くことを目的としている。

初年度に得られた基礎知見をもとに、本年度は検出手法の最適化を行い、グラフェンを使った局所同位体検出を行った。まず ^{13}C で置換したグラフェンと通常のグラフェンを使い、光学振動モードに起因するピークシフトから検出限界となる空間分解能、エネルギー分解能を実験的に求め、電子線光路の最適化を行った。さらに局所的な同位体の検出を実現するために、グラフェン内部にナノサイズの同位体ドメインを電子顕微鏡内で形成する手法を確立した。これらの手法を組み合わせることで、0.3nm の空間分解で同位体を検出することに成功した。また本手法を応用することで、グラフェンの亀裂を修復する形で埋め込んだ同位体炭素原子が、加熱処理によって自己拡散する様子を捉えることに成功した。これは 1nm 以下の空間分解能で同位体の拡散を捉えた世界初の実験例である。¹⁾

【代表的な原著論文情報】

- 1) “Imaging of isotope diffusion using atomic-scale vibrational spectroscopy”, Nature, vol. 603, pp.68-72, 2022