

未来社会創造事業（探索加速型）

「共通基盤」領域

終了報告書（探索研究）

令和4年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名:牧 英之]

[慶應義塾大学 理工学部・教授]

[研究開発課題名:ナノカーボン赤外光源による高時空間赤外分光分析技術開発と
革新的な赤外分析手法の創出]

実施期間：令和4年10月1日～令和7年3月31日

§1. 研究実施体制

(1)「牧」グループ(慶應義塾大学)

① 研究開発代表者:牧 英之 (慶應義塾大学理工学部、教授)

② 研究項目

- ・ 赤外分析に最適なナノカーボン赤外光源開発
- ・ ナノカーボン光源による高分解能赤外分析の基盤技術構築
- ・ 高速ナノカーボン赤外光源開発
- ・ 数理解析、数理モデルを利用した赤外分析技術構築
- ・ 新規ナノカーボン赤外分析手法開拓

§2. 研究開発成果の概要

本研究では、研究代表者が独自に開発した超小型、超高速のナノカーボン赤外光源を赤外分析技術と融合することで、全く新しい原理の高空間分解能で高速な赤外分析技術を構築することを目的とし、これにより、従来赤外分析が利用されてこなかった様々な分野に適用可能なナノカーボン赤外分析技術を構築することを目指して研究を進めてきた。特に、高空間分解能の赤外分析技術の構築を目指して、最適な赤外光源の開発を進めてきた。その結果、超小型のグラフェン光源とそれを利用した赤外分析のデモンストレーションを進め、実際に赤外分析が可能であることを示した。これにより、近接場赤外分析に向けた最適光源の開発と測定系の構築に成功したことから、本技術を用いた近接場赤外分析技術の実証を進めた。また、本光源技術を用いた赤外分析技術に関して、新しい分野における赤外分析技術の応用に向けて、バイオ系サンプルの作製やそれを用いた赤外分析測定にも着手した。また、高配向カーボンナノチューブを用いた偏光光源の開発など、新たな分析技術につながる光源技術の開発にも成功した。本研究によって、近接場赤外分析が可能となる光源の開発や、それを用いた赤外分析を実証したことから、ナノカーボンデバイスをを用いた新たな赤外分析技術の構築を目指すとともに、従来の赤外分析の性能を大きく超える空間分解能や分析応用を実証することで、ナノカーボン光源を用いた赤外分析技術の発展と社会実装を目指した技術の構築に向け大きく推進した。

【代表的な原著論文情報】

[1] S. Matano, N. Komatsu, Y. Shimura, J. Kono, and H. Maki, High-Speed Modulation of Polarized Thermal Radiation from an On-Chip Aligned Carbon Nanotube Film, *Nano Letters*, 23, 9817–9824 (2023).

[2] A. Zacheo, S. Matano, Y. Shimura, S. Yu, J. Doumani, N. Komatsu, J. Kono, and H. Maki, Efficient Emission of Highly Polarized Thermal Radiation from a Suspended Aligned Carbon Nanotube Film, *ACS Nano*, 15, 15769-15778 (2024).