

ラマンナノ光源を用いた近接場可視吸収イメージング Near-field Visible Light Absorption Imaging by Raman nano-light Source

H29海自23

派遣先 SPIE Optics + Photonics 2017 (アメリカ・サンディエゴ)

期 間 平成29年8月4日～平成29年8月12日 (8日間)

申請者 大阪大学 大学院工学研究科 精密科学・応用物理学専攻

加 藤 遼

海外における研究活動状況

研究目的

本研究は、可視光領域における物質の吸光度を光の回折限界を大きく超えた数十nmの空間分解能でイメージング可能な技術を開発することである。ナノスケールで物質の吸光度を測定することで、物質の局所的な欠陥構造や電子特性を解析することができるため、太陽電池等の電子デバイスの性能や生体試料のダイナミクスを評価・観察する手法として期待される。

海外における研究活動報告

1. 研究集会について

Optics + PhotonicsはSPIE The International Society for Optical Engineering (国際光工学会)が毎年開催する光科学技術に関する世界最大規模の国際研究集会であり、本年度は4000人近くの研究者が世界各国から参加し3000もの発表が行われた。本研究集会は、近接場光学やグラフェンなどの低次元物質を用いた光デバイスの開発等の基本的な光学分野のセッションの他に、ペロブスカイト太陽電池や紫外プラズモニクスなどの近年非常に注目されているホットなトピックのセッションが開催されることが特徴の1つでもある。また著名な研究者の

最新の研究に関する特別講演も多く開催され、時には500人以上収容可能なホールが埋め尽くされるほど聴衆が集まる時もあった。多数の様々な分野の参加者との議論・交流をすることが可能であるため、非常に有意義な研究集会であった。また、若手研究者を対象とした交流会やワークショップ等も多く開催されたため、同年代の仲間と交流を深めることができ、国際的なネットワークも形成することができた。開催地であるサンディエゴは、暖かく湿度が低いため非常に過ごしやすい気候であり、賑やかで活気のある街だった。

2. 研究概要

今回報告者は、Nanoimaging and Nanospectroscopy Vというセッションにて口頭発表を行った。本セッションでは、プラズモニクスをラマン分光法に応用した先端増強ラマン分光法に関する研究をはじめ、近接場分光や超解像顕微鏡等の光の集光限界を超えたナノ空間分解能を持つ分光イメージングに関連する研究が紹介された。

従来の近接場イメージング技術では、金属ナノ探針の先端に生じた局在光から励起された試料からの散乱光を検出することで、ナノスケールでの試料の分子構造や欠陥構造の解析

が行われてきた。しかしながら、散乱光から試料の化学結合情報を観察できる反面、バンドギャップ等の重要な電子特性を表す吸収特性は観察できないため、これまで試料の吸収特性のナノ解析を行った事例はない。報告者は、「探針に生じた局在光で励起された試料からの散乱光を検出するのではなく、ナノ探針から散乱光を放出させ、試料に吸収された散乱光強度を観測することで、試料の吸収特性がナノスケールで観測できるのではないか」という発想に至った。そこで本研究では、シリコンナノ探針から得られる散乱光を光源とするナノ吸収イメージング技術の開発を行った。エバネッセント照明により探針の先端のみに入射レーザーを照射し、検出系では開口型光学マスクを利用することで、得られる散乱光を探針の末端から放出された散乱光だけに制限した。これにより従来の近接場イメージングと同程度の空間分解能が得られるのではないかと考えた。提案したナノ吸収イメージング技術の性能を評価するために、互いに異なる吸収特性を持つ2種類のカーボンナノチューブ(以下、CNT)の吸収イメージングを行なった。シリコンの散乱光強度像では、2種類のCNTの散乱光の吸収量に差があることが観測され、それぞれの吸収特性をナノスケールで識別することに成功した。

空間分解能は18nmであり、これは従来の近接場イメージング技術と同程度の空間分解能である。また、試料の吸収特性の参照値と本手法で得られた吸収特性の値を定量的に評価し2つの結果が一致していたことから、本手法の妥当性を示すことができた。

今回の講演では、特に光学系に関する意見や、本研究の今後の応用例等についての質問を多く受けることができた。また、様々な分野の研究者がいたため、普段の研究集会では受けることのない有機材料分野やレーザー工学分野の観点からの質問も受けることができた。これらは今後の報告者の研究の応用・発展に大きく貢献するものと思われる。

最後になりましたが、本研究発表を行うにあたり海外渡航費をご支援頂いた公益財団法人村田学術振興財団に心より感謝申し上げます。

**この派遣の研究成果等を発表した
著書、論文、報告書の書名・講演題目**

- 1) Ryo Kato, Yuika Saito, and Prabhat Verma. "Near-field absorption imaging by a Raman nano-light source" *RSC Advances*, **2016**, 6, 113139
- 2) Ryo Kato, Yuika Saito, Takayuki Umakoshi, and Prabhat Verma. "Near-field visible light absorption imaging by Raman nano-light source" *SPIE proceeding* (2017)