

環境とバイオテクノロジー
2021 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

加藤 遼

徳島大学 ポストLED フォトニクス研究所
特任助教

生体分子機能の理解に資するハイブリッドナノ振動分光法の創出

研究成果の概要

昨年度に引き続き、探針増強ラマン分光法の安定性・再現性の向上に向けたドリフト補正システムのパラメーター最適化を行った。二次元材料の超解像ラマンイメージングを行い、従来の12倍以上の広視野・高解像度ラマンイメージングを実証した。これにより、測定時間を多く要する生体分子のダイナミクス観察が可能になったことを示した[論文1,2]。

開発した手法を用いて、生体1分子の機能解析を行った。初めは、ラマン分光と赤外分光法を同時に行うことで生体機能に有意な情報が得られると期待していたが、これまでの研究期間を通して、ナノラマン分光法のみでも十分な情報が得られることが分かった。また、ナノラマン分光法に特化した計測モダリティの方が高い感度を得られ、1分子計測に有効だということも昨年の予備実験よりわかっている。そこで、かねてより申請者が注目していた材料認識型のペプチド材料の1分子ラマン計測を行った。ナノラマン分光法により得られたラマンスペクトルは、ペプチドを構成するアミノ酸由来の局所的な分子振動が反映される。実際に得られたスペクトルをアサイメントすると、ペプチドを構成するアミノ酸のうち、いくつかのアミノ酸のみが選択的に観測された。これは、ペプチドが材料を認識すると、材料とペプチドとの間に電子的な相互作用が生じるため、選択的に増強が起きたと予想した。今後は、力学測定などにより本結論の妥当性を検証していく予定である。

また並行して、研究過程で開発したフォトサーマル赤外分光法を利用した細胞・微生物計測にも取り組んだ。マウス心臓組織のラベルフリー赤外イメージングを行い、構成分子であるアミノ酸・脂質、タンパク質等を可視化した[論文3]。また、単一細胞解析技術も確立し、血球細胞の構成分子を分析できることも実証した[論文4]。今後は、環境中の細胞やバクテリアの大規模1細胞解析に応用する予定である。

【代表的な原著論文情報】

1. Takayuki Umakoshi, Koji Kawashima, Toki Moriyama, Ryo Kato, and Prabhat Verma “Tip-enhanced Raman spectroscopy with amplitude-controlled tapping-mode AFM” *Scientific Reports*, **12**, 12776 (2022)
2. Ryo Kato, Toki Moriyama, Takayuki Umakoshi, Taka-aki Yano, and Prabhat Verma “Ultrastable tip-enhanced hyperspectral optical nano-imaging for defect analysis of large-sized WS₂ layers” *Science Advances*, **8**, 28, 1-10 (2022)
3. Ryo Kato, Taka-aki Yano, Takeo Minamikawa, and Takuo Tanaka, “High - sensitivity hyperspectral vibrational imaging of heart tissues by mid - infrared photothermal microscopy” *Analytical Sciences*, **38**, 1497–1503 (2022)
4. Ryo Kato, Taka-aki Yano and Takuo Tanaka, “Single-Cell Infrared Vibrational Analysis by Optical Trapping Mid-Infrared Photothermal Microscopy” *Analyst*, **148**, 1285-1290 (2023)