

2024 年度年次報告書

計測・解析プロセス革新のための基盤の構築

2023 年度採択研究代表者

関 貴一

弘前大学 大学院理工学研究科

助教 (PI)

超解像界面顕微分光(xyz-SR-SFG)による実空間界面分子環境の可視化

研究成果の概要

2024 年度は、本研究課題遂行の鍵となる「超解像界面顕微分光(xyz-SR-SFG)」測定装置開発のスタート段階として、ヘテロダイン検出 SFG 分光装置開発と新規光源を用いた動作検証に取り組んだ。SFG 分光装置の基軸となる高繰り返しフェムト秒超短パルスレーザーと光パラメトリック増幅器は、前年度に選定・入札公告を行い、2024 年 7 月末に導入が完了した。そして 2024 年 11 月の段階で、2024 年度の第一目標の「巨視的 SFG 分光測定装置の構築」を8割程度完了した。この研究ステップでは、超短パルス Ti:サファイアレーザーシステムと異なる、新規高繰り返しフェムト秒パルスレーザー光源を用いた場合に、従来の SFG 分光研究で用いられてきた光学素子類が安定的に利用可能であるのか？という点を検証した。熱処理の問題は残されているが、高出力レーザー対応の透過型回折格子とスリットを用いた自作パルスシェーパーを用いて、ビームを狭帯域化することに成功した。現状の波長分解能は $12\text{--}14\text{ cm}^{-1}$ 程度であり、市販のバンドパスフィルターを用いた場合の 20 cm^{-1} 程度よりも 40%ほど分解能を向上できている。Ti:サファイアレーザーシステムと同様に y-cut 水晶を用いて参照信号を発生させ、ヘテロダイン検出 SFG 測定が可能となった。SFG 分光システム構築時の気液界面でのテスト測定では、位相の測定結果が数十度外れているようなデータが得られ、位相測定精度に課題が見られた。そこで 2024 年度末に SFG 分光システムを外界から隔離すべく、エンクロージャを設計・構築した。それにより、1時間の連続測定において位相シフトが1-2度程度と抑えることができるようになり、スタンダードサンプルである気水界面のヘテロダイン検出 SFG スペクトルの再現が可能となった。また、この巨視的 SFG 分光システムの自作パルスシェーパーから2波長を切り出すことで、2波長の SFG スペクトルを検出できるシステムを構築した。これは高速分子配向測定技術の土台となることが期待される。これを用いた偏光依存測定の動作検証については次年度の検討課題とする。そして、これらの巨視的 SFG 分光システムの検討を元に、本研究課題の骨子である顕微 SFG 分光システムの構築に取り組み始める。