

2022 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	倉持 光
研究機関名	自然科学研究機構 分子科学研究所
所属部署名	協奏分子システム研究センター
役職名	准教授
研究課題名	室温・溶液中における単一分子の極限時間分解分光
研究実施期間	2022 年 4 月 1 日～2023 年 3 月 31 日

研究成果の概要

本研究では、単一分子検出感度を有する極限的な時間分解分光法を開発し、室温・溶液中において揺動する分子一つ一つの個性を反映した分子本来の反応性を明らかにし、その多様性の起源と分子の機能発現に果たす本質的な役割を解明することを目指している。

本年度はまず、単一分子レベルでの超高速分光に用いる波長可変極短パルスレーザー光源の開発を進めた。MHz で発振する高出力フェムト秒ファイバーレーザー増幅器の出力を様々な非線形光学過程を用いることで広帯域可視・近赤外光へと波長変換し、さらにこの出力を独自のパルス整形器を用い分散補償することで、 <10 fs の時間幅を有する極短パルスを得ることができた。現在の分散補償光学系は顕微分光測定において反射対物レンズを用いることを想定しているが、今後より高い NA の対物レンズを用いることを想定し、さらに高次の分散を補償する光学系の構築を現在進めている。

次に、上記光源を用いることで、まず室温・溶液中にある基底状態分子の励起エネルギーが揺らぎに応答しどのように変動しているのかを調べるために、単一分子検出感度を有する励起スペクトル測定を開始し、その原理検証実験に成功した。今後は光応答性タンパク質などに対する測定を進め、大きな自発的構造揺らぎによってその電子状態や遷移エネルギーがどのように揺らいでいるのか、実験的に解明する。

また、上記の単一分子レベルでの分光計測データを補完する、バルクな溶液・結晶を対象とした 10 fs 時間分解能を有する超高速分光装置の開発と応用も平行に進めた。特に、遅延時間の高速掃引に基づく共鳴 2 次元インパルス誘導ラマン分光装置を新たに開発し、励起状態における振動モード間のカップリングの超高感度検出を実現した。