

独創的原理に基づく革新的光科学技術の創成  
2020 年度採択研究代表者

2020 年度 年次報告書
------------------

芦原 聡

東京大学 生産技術研究所  
教授

赤外テラレーメイド励起を機軸とする革新的振動分光

## § 1. 研究成果の概要

本研究では、新しい赤外光源技術によって振動分光法に大きな飛躍をもたらすことを狙いとす  
る。

すなわち、新規固体レーザーに立脚した高輝度赤外コヒーレント光とその電場波形自由度を活  
用することにより、微量分子を高感度に捉える振動分光法、および、所望の反応を促進する化学  
反応制御法を創出する。初年度である 2020 年度は、実験環境整備を行うとともに、主たる3つの  
研究項目を開始した。

『赤外光源』に関しては、本研究の基盤となる赤外モード同期固体レーザーの開発を進めた。  
Cr:ZnS 結晶をゲイン媒質として用いることにより、中心波長 2.3 ミクロンでの安定なモード同期発  
振、および、電場振動 5 サイクル以下の短パルス発生を実現した。さらに、短パルス化・高出力化  
のためのアプローチ、および、長波長領域への波長変換手法について検討を行った。

『微量分子検出』に関しては、気相分子の高感度検出へ向けて、上記の通り自作した赤外モー  
ド同期レーザーを用いた吸収分光システムを構築した。原理実証実験を通して信号対雑音比を評  
価し、検出感度向上へ向けた指針を検討した。また、凝縮相分子の高感度検出へ向けて、プラズ  
モンと分子振動との強結合に関する研究を実施した。放射ロスが抑制されたプラズモン共振器を  
用いることにより、微小なモード体積での強結合を達成した。

『化学反応制御』に関しては、赤外波形整形パルスを用いた振動ラダークライミングの理論的検  
討を行った。振動の自由度を量子力学的に扱う数値計算コードを開発し、高い量子数の振動準位  
へ励起するために必要な赤外パルスの電場波形およびパルスエネルギーを探索する研究を進め  
た。また、対応する実験のセットアップを構築した。

以上の通り、次年度以降の研究を推進する上で重要な基盤となる成果を得た。

## § 2. 研究実施体制

### (1) 芦原グループ

- ① 研究代表者: 芦原 聡 (東京大学 生産技術研究所、教授)
- ② 研究項目
  1. 高輝度赤外シンセサイザーの開発
  2. テーラーメイド振動励起による微量分子検出
  3. テーラーメイド振動励起による化学反応制御

### 【代表的な原著論文情報】

- 1) “Vibrational Strong Coupling in Subwavelength Nanogap Patch Antenna at the Single Resonator Level”, G. Dayal, I. Morichika, and S. Ashihara, Journal of Physical Chemistry Letters Vol.12, No.12, pp.3171-3175, 2021.