

サブ 10 フェムト秒ポンプ・プローブ測定を用いた ダイヤモンド中のコヒーレントフォノンの観測

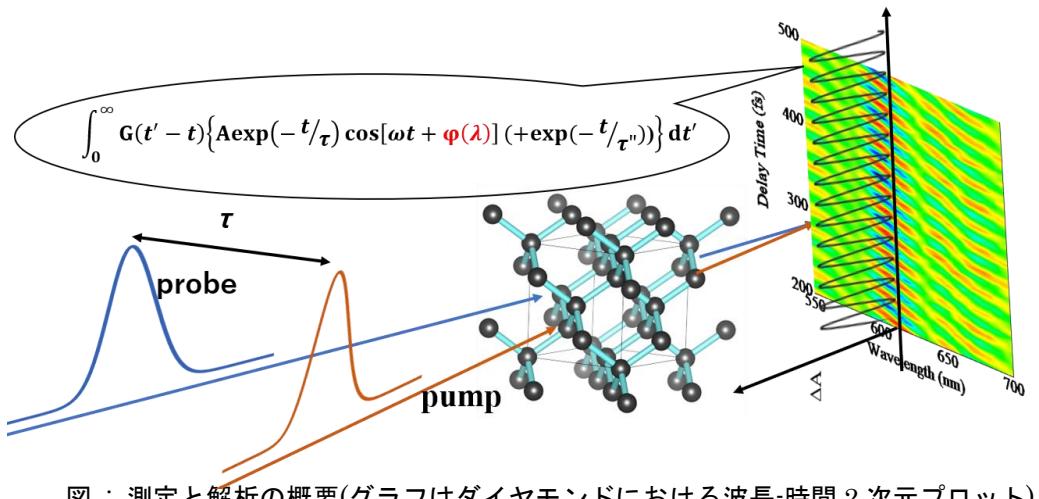
小澄研究室 千代森晴哉

光合成アンテナタンパク質に代表される「複雑な励起子結合系」では、光吸収によって生じた励起子が、複数の振動モードと複雑に相互作用しながらエネルギー移動を行う。このダイナミクスは極めて高速かつ多層的であるため、従来の観測では個々の相互作用の抽出が困難であった。この系の真の姿を捉えるには、解析の基準となる簡素な系を用いて、観測手法の精度を高める必要がある。

本研究では、「簡素な系」としてダイヤモンドと NV-ダイヤモンドを試料とし、サブ 10 フェムト秒領域におけるコヒーレントフォノンの実時間振動ダイナミクスを観測・解析することを目的とする。NV-ダイヤモンドとはダイヤモンドに窒素をドーピングすることで NV 中心と呼ばれる原子欠陥を持たせたもので、可視光による励起が可能である。

本研究では、非同軸光パラメトリック增幅(NOPA)により生成した広帯域光を 2 分割しポンプ、プローブ光とした。ポンプ光によってフォノン振動を励起した後にプローブ光によって信号を得た。得られた信号は横軸波長、縦軸遅延時間、色で吸光度変化を表す光誘起吸収スペクトルの波長-時間 2 次元プロットである。この波長時間 2 次元プロットではダイヤモンドと NV-ダイヤモンドに異なる振動位相の特徴が得られたため、フォノン振動位相の検出波長依存性の解析を行った。

右の図に表す数式により各波長ごとの光誘起吸収スペクトルにフィッティングを行い、得られた位相 $\phi(\lambda)$ を解析した。ダイヤモンドの位相データには分散による影響がみられ、NV-ダイヤモンドの位相データには NV 中心による吸収帯の影響がみられた。



図：測定と解析の概要(グラフはダイヤモンドにおける波長-時間 2 次元プロット)

本成果は、広帯域パルスレーザーを用いた超高速分光法が、固体バルク内のコヒーレンスを評価する上で極めて有効な手法であることを示すものである。