

4P-022

フェムト秒ポンプ - プロブ顕微分光装置の開発

(愛媛大院・理工) 宇高 修, 石橋千英, 朝日 剛

Development of Femtosecond Pump-Probe Microspectroscopic System

(Ehime University) O. Udaka, Y. Ishibashi, T. Asahi

【序】

貴金属や有機結晶のナノ粒子は、その光学特性や光物性が粒子のサイズや形状に強く依存することが知られている。従来のナノ粒子測定では多くの場合、コロイド等のナノ粒子集団を対象とした実験であり、粒子個々の特性を直接評価していない。そのため、顕微分光技術を駆使して粒子一つ一つの分光特性を調べることが望ましい。本研究では、フェムト秒 Ti: Sapphire 発振器のみを光源として用い、サブマイクロメートルの空間分解能とサブピコ秒の時間分解能で過渡吸収測定を可能とする顕微過渡吸収分光システムを構築し、そのシステムの基本性能を評価した。

【実験】

図 1 に構築した顕微過渡吸収分光システムの概略図を示す。光源にはフェムト秒 Ti: Sapphire 発振器 (80 MHz, 795 nm, 1 W) を用いた。発振器の基本波はハーフミラーにより二つに分け、一方はフォトニッククリスタルファイバーに集光し、500~780 nm の波長範囲のフェムト秒白色光を発生させ、プローブ光として用いた。バンドパスフィルターを通った後の特定波長のプローブ光は、顕微鏡の対物レンズ (×60, N.A.: 0.70) によりサンプルに照射される。二つに分けた基本波のうちもう一方は、BBO 結晶により第二高調波 (397 nm) を発生させ、ポンプ光として用いた。ポンプ光は光学遅延発生装置を通った後、プローブ光と同軸で顕微鏡に導入し、同じ対物レンズでサン

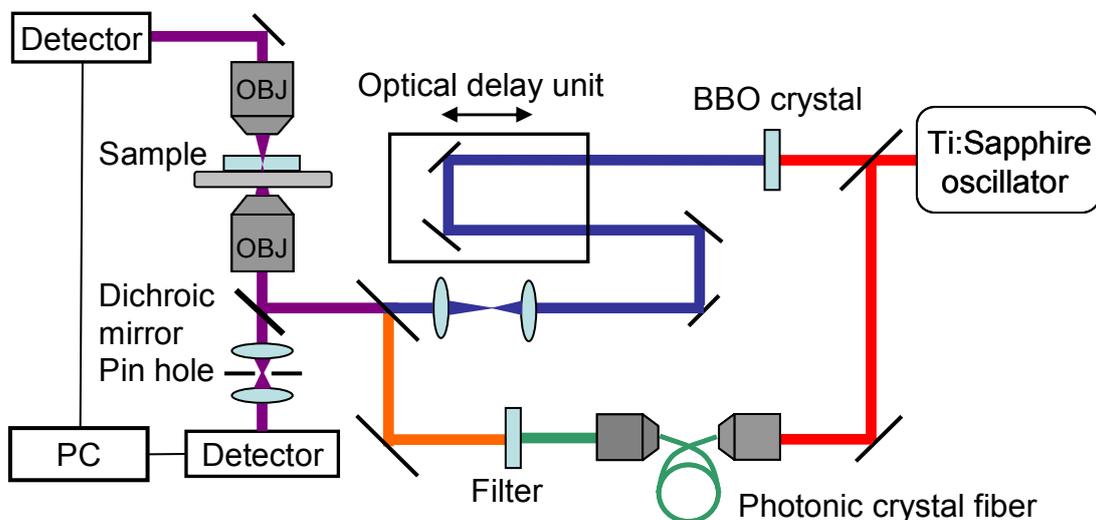


図 1. 顕微過渡吸収分光システムの概略図

ルに集光した。本システムでは、透過型あるいは反射型の過渡吸収測定が可能である。反射型の場合、対物レンズで集光したプローブ光の反射光を同じレンズで集め、共焦点光学系で高感度光検出器により検出する。一方、透過型の場合、サンプルからの透過光を別の対物レンズ（ $\times 20$, N.A.: 0.40）でコリメートし、検出する。

【結果と考察】

透過型で過渡吸収測定を行った例について述べる。サンプルには、レーザー色素の一つである DCM のジメチルスルホキシド（DMSO）溶液を用いた。図 2 に DCM/DMSO 溶液における観測波長 620 nm での過渡吸光度の時間変化を示す。正の時間領域で観測された負の過渡吸収信号は、DCM の蛍光誘導放出によるものと帰属できる。立ち上がりの時間変化から、本システムの時間分解能は約 1 ps であることがわかった。この測定での 1 パルスあたりのポンプ光の強度は 1 pJ/pulse と非常に弱いですが、対物レンズにより強く集光することにより単位面積当たりのポンプ光強度は大きく増大する。使用した対物レンズの N.A. から見積もられるビーム径は約 500 nm であるので、単位面積当たりのポンプ光強度は $500 \mu\text{J}/\text{cm}^2$ である。この値は再生増幅器を利用した従来の過渡吸収分光システムの測定条件と比較して、ほぼ同程度の値となる。このように、再生増幅器を使わず、発振器からの出力のみを用いて、十分に過渡吸収測定を行うことが可能である。さらに、プローブ光にフェムト秒白色光を用いているので、過渡吸収スペクトルを測定することが可能である。バンドパスフィルターを用いて選択した異なるプローブ波長での過渡吸収の時間変化を測定し、そのデータを基に過渡吸収スペクトルを再構築した。一例として、図 3 に 610~730 nm の範囲で測定した DCM/DMSO 溶液の過渡吸収スペクトルを示す。

以上の結果から、本研究で開発した装置は、フェムト秒 Ti: Sapphire 発振器のみを用いて、サブピコ秒の時間分解能を併せ持つ過渡吸収測定が可能である。発表では、装置の空間分解能を含めた基本性能の詳細を述べ、ペリレン微結晶による反射型過渡吸収測定の結果と併せて報告する。

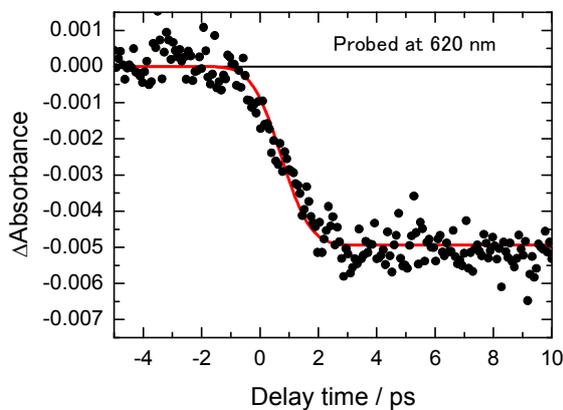


図 2. DCM/DMSO 溶液における過渡吸光度の時間変化

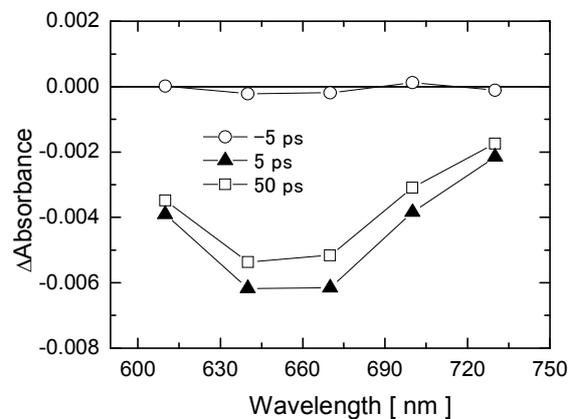


図 3. DCM/DMSO 溶液の過渡吸収信号の波長依存性