

ピコ秒・フェムト秒ダブルビーム連続波長可変光源システムを用いた液体中の分子クラスターの光ダイナミクスの観測の試み
(分子研) 中林孝和, 佐藤信一郎, 井口佳哉, 渡辺一雄, 酒井 誠,
児玉洋一, 藤井正明, 西 信之

【序】極短パルスレーザー技術の進歩により、超高速分光法が、物理や化学の分野における一般的な手法になりつつある。しかし用いる試料や手法に応じて、必要となるレーザー光の波長およびパルス幅などが異なる場合が多く、一つのレーザーシステムにおいて、波長やパルス幅を任意に選択することができれば、応用範囲が急速に広がることは間違いない。今回、(1) 1 kHzの繰り返し周波数で1 μJ 以上の強度を保ち、(2) 紫外から赤外まで二色で連続波長可変であり、(3) ピコ秒レーザーとフェムト秒レーザーとが同期する、新しいレーザーシステムを製作したので報告する。

【レーザーシステム】 Fig. 1にレーザーシステムのブロック図を示す。二台のフェムト秒モード同期チタンサファイアレーザー(ML Ti:Sapphire)を励起し、それぞれピコ秒およびフェムト秒の再生増幅器(RGA)のシード光とした。再生増幅器の励起光源には、QスイッチcwNd:YLFレーザー(Q-sw Nd:YLF)を用いた。

ピコ秒RGAからの出力は、波長790 nm、パルス幅約4 ps、パルスエネルギー約3 mJ、フェムト秒RGAからの出力は、波長800 nm、パルス幅約

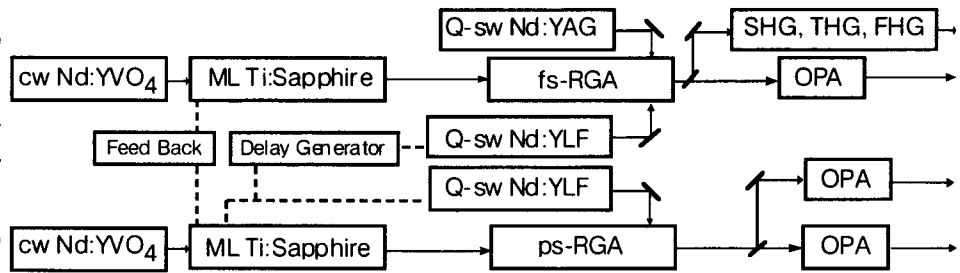


Fig. 1 Block diagram

200 fs、パルスエネルギー約2 mJであった。繰り返しはともに1 kHzである。フェムト秒RGAは、パルスNd:YAGレーザー(Q-sw Nd:YAG)を用いて加段増幅することにより、約10 mJのフェムト秒パルスの発生も可能である。ピコ秒RGAからの出力光は二つに分けられ、光パラメトリック発生・増幅システム(OPA)の励起光源として各々用いた。フェムト秒RGAからの出力光も二つに分けられ、片方はOPAの励起光源に、もう片方は2倍波から4倍波までの高調波発生に用いた。位相制御方式のフィードバックシステムを用いて2台のML Ti:Sapphireのパルス間のジッターを制御し、また片方のML Ti:Sapphireの出力光を光ダイオードで検出1 kHzに分取し、2台のQ-sw Nd:YLFの外部トリガとした。2台の再生増幅器間のナノ秒以上のタイミングのずれは、遅延パルス発生器を用いて調整した。

【結果】ピコ秒OPAは、和周波、差周波発生などを用いることにより、片方が270–11200 nm、もう片方が189–780 nmまで、1 μJ 以上の強度を保ちながらの連続波長可変を実現した。赤外光パルスは12600 nmまでの発振を確認している。フェムト秒RGAでは、3倍波(267 nm)において約120 μJ 、4倍波(200 nm)において10 μJ のフェムト秒パルスが発生した。Fig. 2aに2台のML Ti:Sapphireの相互相関波形を示す。フィードバックシステムを用いることにより、2.5 ps程度の半値全幅で同期がとれていることがわかる。同じくFig. 2bに2台のRGA間における相互相関波形を示す。約8 psの半値全幅で同期がとれており、シード光が同期していれば、RGA間においても数ピコ秒のジッターで同期がとれることがわかった。現在、上記のシステムを用いて時間分解ラマン分光システムを製作、液体中の分子クラスターの構造と光解離過程の研究へ応用している。

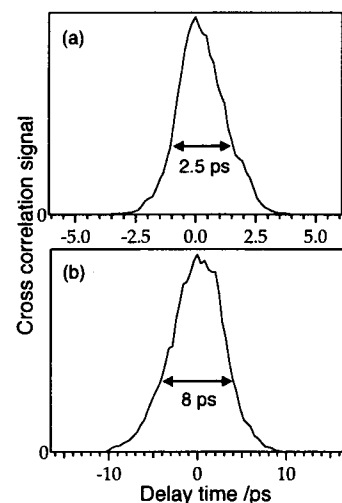


Fig. 2 Cross correlation functions