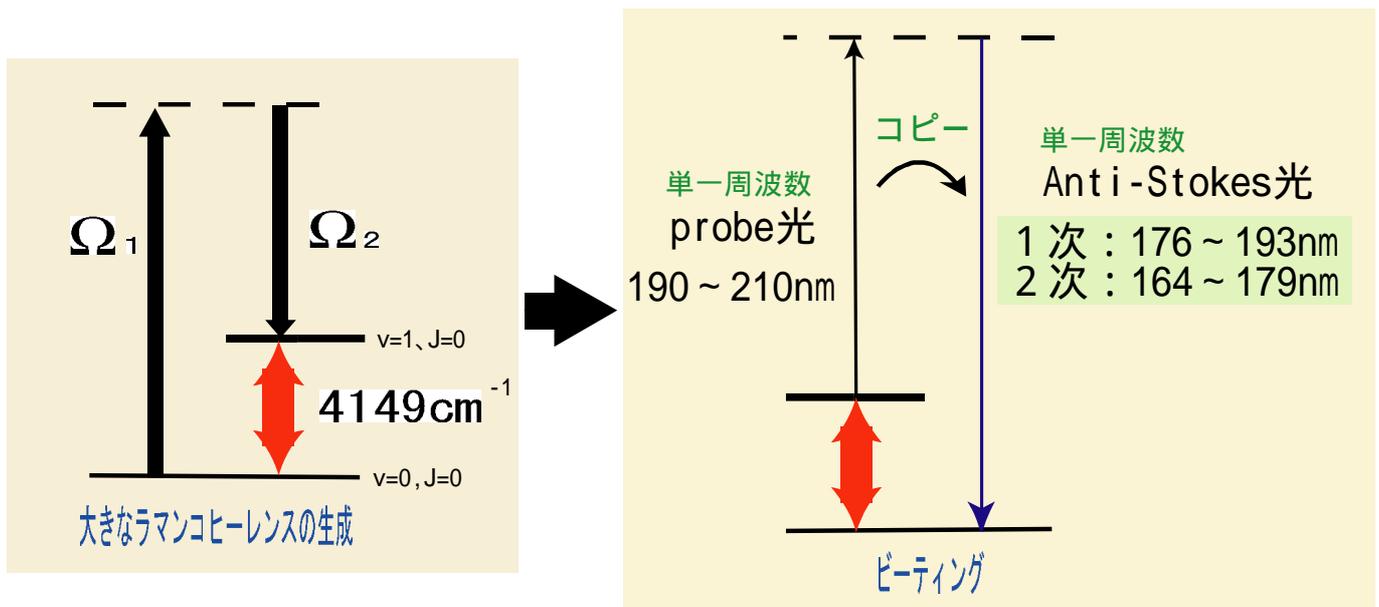


# 「大きなラマンコヒーレンスにもとづく単一周波数真空紫外光の発生」

桂川研究室 学籍番号9724027 氏名 富崎巧一郎

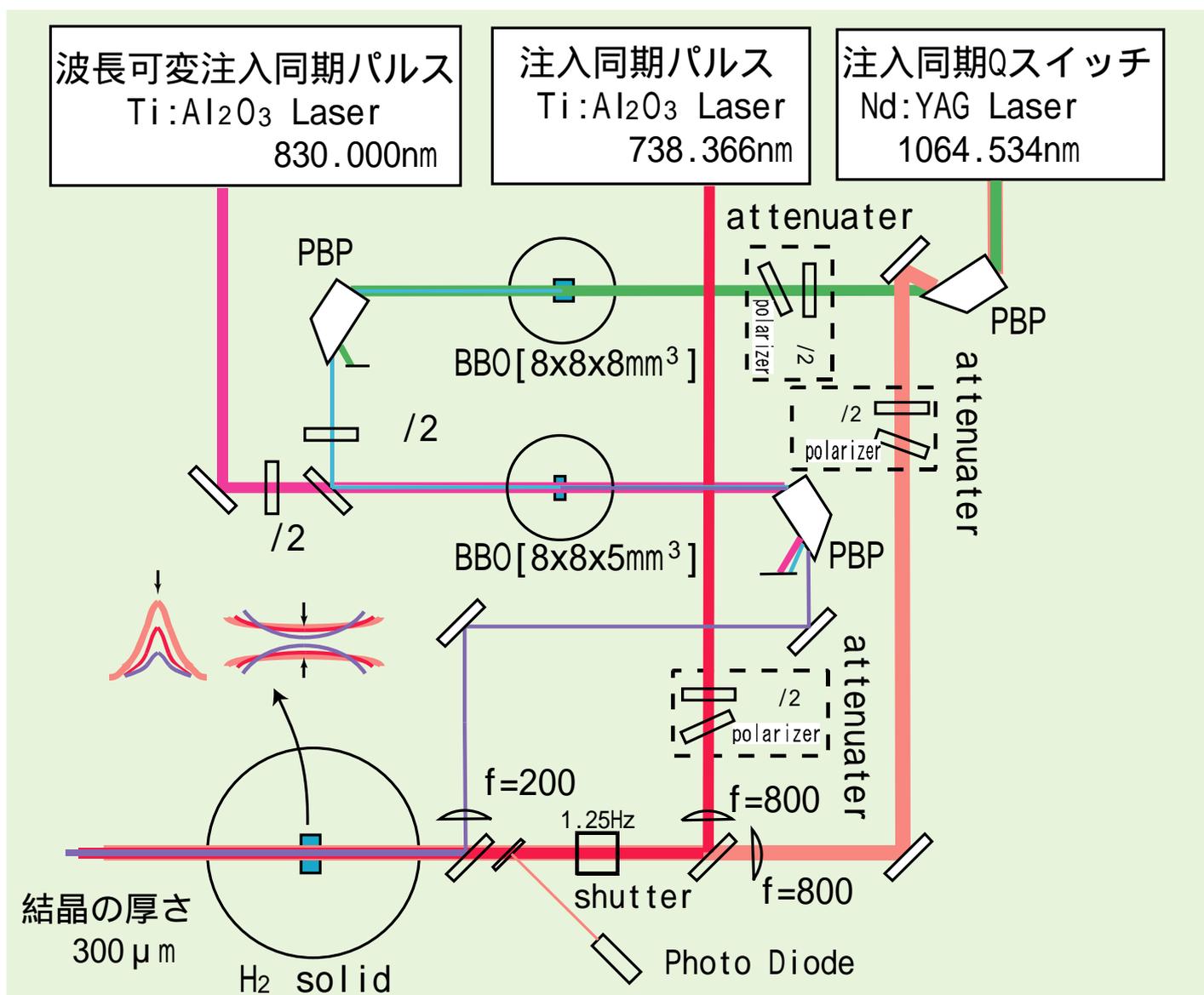
目的：波長可変な単一周波数真空紫外光の発生

原理：固体水素の基底状態 ( $v=0, J=0$ ) から純振動励起状態 ( $v=1, J=0$ ) へラマン共鳴する2本のレーザー光を強く入射させ、大きなラマンコヒーレンスを用意する。次に単一周波数パルス光 (Probe光) を入射すると、大きなラマンコヒーレンスとビーティングを起こし、Anti-Stokes光が得られる。このときの特徴としては、大きなラマンコヒーレンスによって位相整合の制約を受けないことと、まるでコピーするかのように入射したProbe光の特徴を持ったAnti-Stokes光が得られることである。今回の実験では単一周波数という特徴をコピーした。固体水素は111~200nmの真空紫外域で透明である。波長190~210nmのProbe光を用いると、波長176~193nmの第一次Anti-Stokes光、さらに波長164~179nmの第二次Anti-Stokes光を得られ、原理的にはさらに高次まで可能である。今回我々は、波長201nmの単一周波数パルス光を用いて実験を行った。



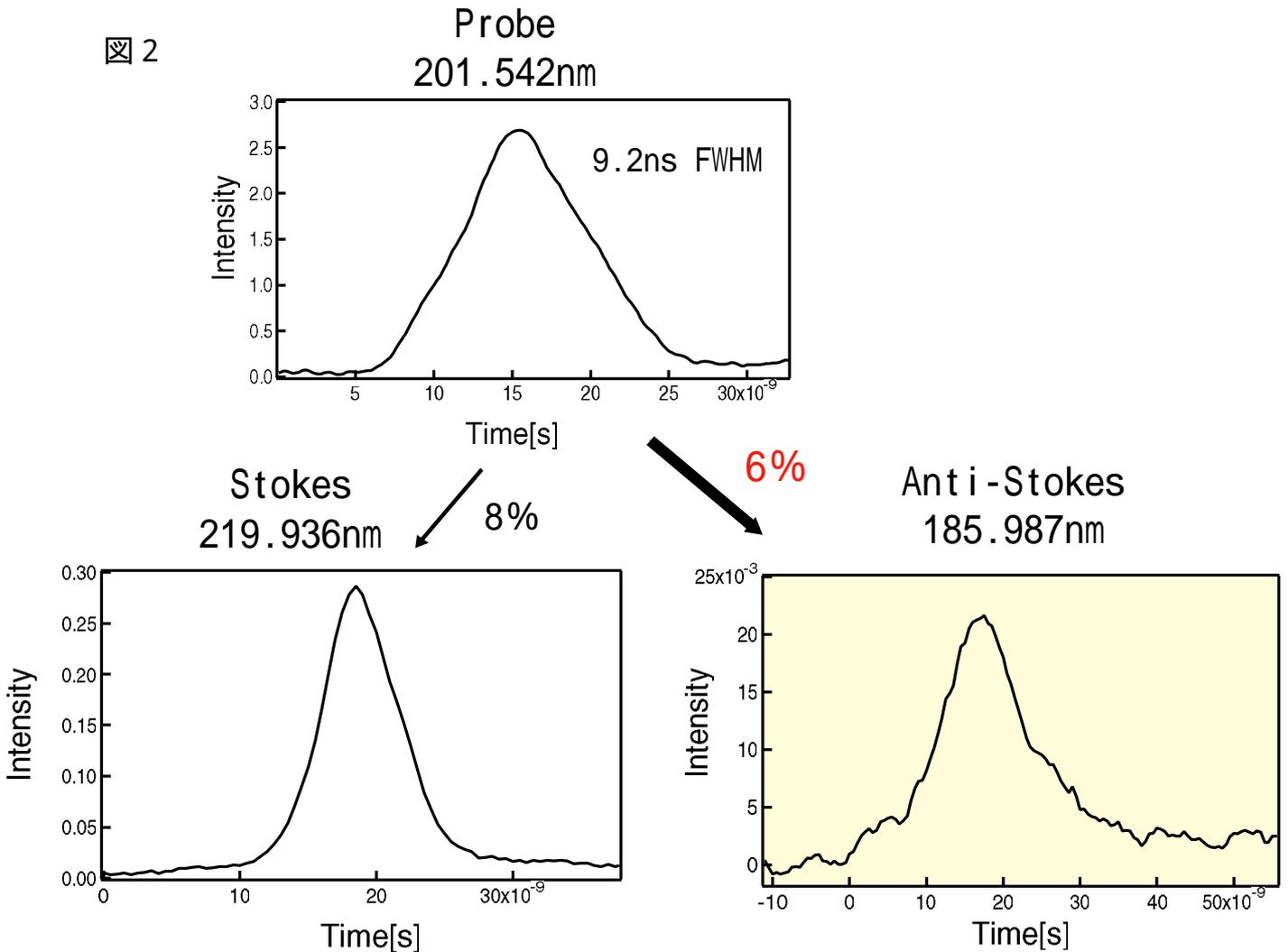
準備：最初にProbe光となる波長201nmの単一周波数パルス光の発生を行った。波長830nmに合わせた波長可変のチタンファイバーレーザーと波長266nmのネオジムYAGレーザーを光源とし、非線型光学結晶BBOを用いて、Type Iの位相整合で波長201nmの和周波を発生させた。光源が共に注入同期法を用いた単一周波数光であるため、ほぼフーリエリミットであるといえるので発生した波長201nmのパルス光も単一周波数で発生しているといえる。得られた波長201nmの単一周波数パルス光をバイブラナ光電管とパワーメーターで測定すると、時間波形は半値全幅で10ns エネルギー最大出力は1.0mJを得た。フーリエリミットであるなら線幅は30MHz程度となる。

実験：単一周波数のProbe光を得たので真空紫外光の実験に移る。図1が実験のシステム図である。固体水素結晶は厚さ $300\ \mu\text{m}$ の薄膜結晶を用いた。まず大きなラマンコヒーレンスを用意するために 注入同期パルスチタンサファイアレーザーと注入同期QスイッチネオジウムYAGレーザーを光源として、ラマン共鳴に波長をセットして、時間と空間のオーバーラップを合わせて結晶に入射させた。さらに先ほど発生させたProbe光をまた時間と空間のオーバーラップを合わせて結晶に入射させ単一周波数真空紫外光の発生、計測を行った。



測定：測定は空気中でバイプラナ光電管を用いて行った。図2のようにAnti-Stokes光の発生に伴ってStokes光も発生する。Stokes光と較べてAnti-Stokes光は弱く、時間幅も広がってしまっているが、これはAnti-Stokes光の波長付近でバイプラナ光電管の感度が極端に落ちるためだと思われる。Probe光からStokes光への変換効率は8%程度であると見積もった。Probe光からAnti-Stokes光への変換効率はこれからだとわからないため、Probe光のDepletionによって見積もることにした。

図 2



2つのバイナリ光電管を用いて、結晶透過前のProbe光(A)と、結晶透過後のProbe光(B)をみられるようにセッティングした。オシロスコープによってBの波形 ÷ Aの波形を行うことにより、Pump光のないときとあるときとの比から、Probe光のDepletionは14%程度であることがわかった。今回の実験では第2次 Stokes光、Anti-Stokes光を確認できなかったため、14%からStokes光の8%を引いた、6%程度Probe光からAnti-Stokes光へ変換されていることがいえる。次にProbe光の強度を固定し、Pump光の強度を変化させることにより、Probe光からAnti-Stokes光へ変換効率がどの様に変化するかを測定した。(図3) Pump光の強度を上げていくと上昇し、次第に飽和することがみられた。最大では8%程度の変換効率が得られた。Pump光の強度を固定した場合、Probe光からAnti-Stokes光へ変換効率はProbe光の強度に依存しない。図4のようにProbe光の強度を2桁以上変化させても、変換効率はほぼ一定となった。

図 3

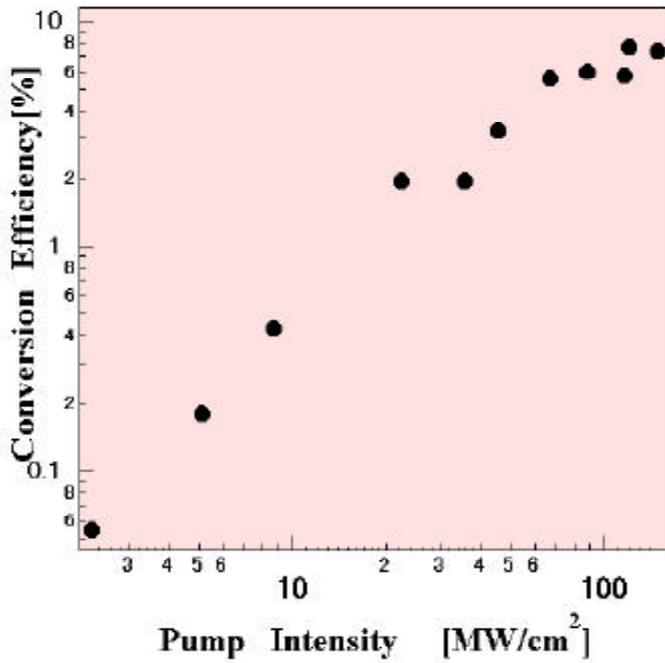
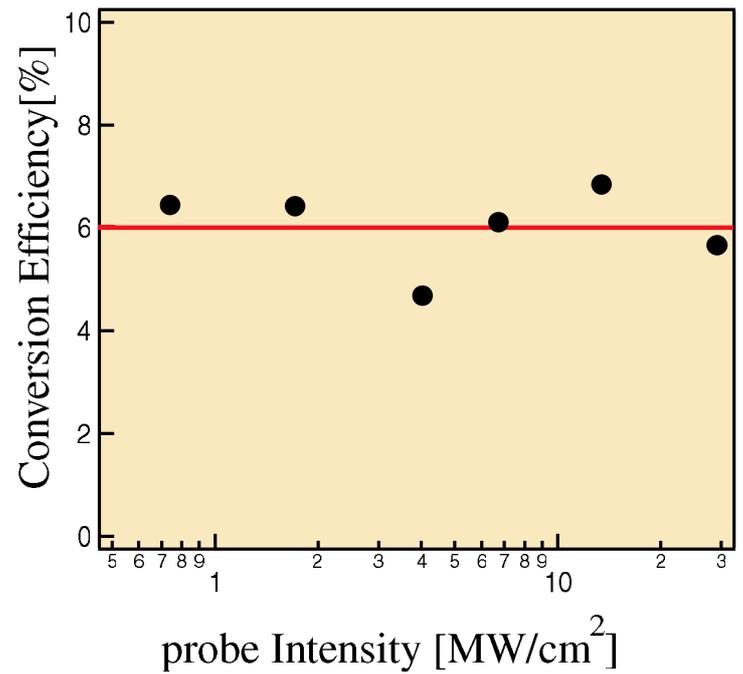


図 4



まとめ：単一周波数真空紫外光の発生を行った。変換効率は8%程度得られた。  
 今後の展望としては、今回の実験はProbe光を波長固定としたが、波長190～210nmに波長可変な単一周波数のProbe光を用いて、波長176～193nmの第一次Anti-Stokes光、さらにはシステムの最適化をすることによって波長164～179nmの第二次Anti-Stokes光による実用光源の実現を目指したい。