

可変中赤外 OPO を励起する ツリウム添加ファイバ MOPA

中赤外スペクトル領域には、有機、無機の分子の特定に役立つ、多くの分子吸収共鳴が存在する。その結果、このスペクトル領域は、生命化学においてはセンシングやリモートセンシングの関心の的となっている。アプリケーションは、薬学、農業、食品分野、セキュリティ、科学捜査、軍事に広がる。

加えて、中赤外には長距離センシングを可能にする低吸収大気ウインドウがいくつか含まれている。さらに、中赤外は目に浸透しないので、この領域はアイセーフと考えられている。

中赤外の利用で非常に重要な点は、十分に高いピークパワー・エネルギーを持つ広帯域チューナブル光源の開発である。目的は、高信頼の分光計測だ。よく用いられるアプローチの1つは、光パラメトリック発振器(OPO)を利用して、光源を所望の波長に非線形周波数変換するアプローチである。

このためのパルスファイバレーザは、ファイバの非線形性により伝統的にパルスエネルギーに限界がある。これはファイバの強い閉じ込めと長尺の必要性により、悪化しているのである。この障害を克服するために、中央フロリダ大、

CREOL (オプティクス・レーザ研究教育センター)、タウンズレーザ研究所の研究チームは、新しいファイバベースのMOPA光源に取り組んでいる。この光源は、ツリウム(Tm)添加シングルモードファイバ発振器と2つのフレキシブルTm添加フォトニック結晶ファイバ(PCF)増幅段を含んでいる⁽¹⁾。光源は、二リン化亜鉛ゲルマニウム(ZnGeP₂, ZGP) OPOの励起に使用している。

4m長の偏波保持発振器は、10 μ mコア径と130 μ mクラッド径となっており、35Wの波長793nmレーザダイオードで励起している。音響光学変調器が発振器をQスイッチし、結果として繰り返しレート20kHzで、100ns、25 μ Jが得られる。

発振器からのそれぞれ5番目のパルス(4kHzレート)の6.5ns長セクションをEO変調器で選択し増幅する。最初のTm:PCF増幅器セクションは1.4m長、最大300W、793nmレーザダイオードで励起される(PCFのポリマコーティングにより、ポンプパワーは最終的に45W

に落ち着いた)。OPOに送り込んだパルスは結果的に、約0.84mJのエネルギー、中心波長1980nmで10dB線幅は1.8nm以下、パルス幅7ns、パルス形状は非対称(図1)、結果としてピークパワーは約121kWだった。

OPOは二重共鳴型発振器(DRO)と20nm長分割反射DROキャビティを持つ。4 \times 縮小望遠鏡はポンプ光をOPOキャビティの335 μ m 1/e²モード半径に適合させることができる。最高の中赤外ピークパワーとパルス幅を達成するために、それぞれ7nsおよび100nsパルスを使用する2つの別の実験が行われた。7ns励起パルスではピークパワーは28kW(165 μ Jエネルギー)、100nsパルスではパルスエネルギー280 μ Jが達成された。

OPOのシグナルとアイドラの波長チューニングは、3.3~4.7 μ m波長範囲で実証された。より長波長側での優れたパフォーマンスは、最適化されたミラーを使うことで達成できる、と研究者は言っている。(John Wallace)

参考文献

(1) M. Gebhardt et al, Opt. Lett. (2014); <http://dx.doi.org/10.1364/OL.39.001212>.

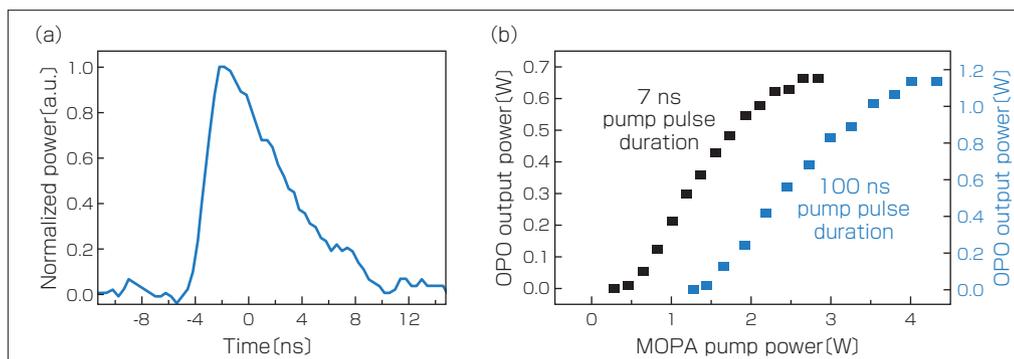


図1 Tm:ファイバMOPAで生成されるパルスは、1段目の増幅器(左)の利得が高いために、形状が非対称になっている。MOPA励起OPO出力に対するMOPA励起パワーは、MOPAパルス幅7nsと100ns(右)に対して示されている。