

## 正常分散型モード同期 Yb ファイバーレーザーの開発とその動作解析 Development and operation analysis of normal-dispersion mode-locked Yb fiber laser

農工大(工)<sup>1</sup>, 東大生研<sup>2</sup>, <sup>○</sup>山中 紀幸<sup>1</sup>, 芦原 聡<sup>2</sup>

Tokyo Univ. of A&T<sup>1</sup>, IIS, the Univ. of Tokyo<sup>2</sup>, <sup>○</sup>N.Yamanaka<sup>1</sup>, S.Ashihara<sup>2</sup>

E-mail: ashihara@iis.u-tokyo.ac.jp

【背景・目的】分子の同定や構造解析に有用な赤外分光法の高感度な顕微計測を実現するためには、広帯域なスペクトルを持ちながら空間コヒーレンスの高い赤外光源が必要である。そのために、我々は、近赤外域のモード同期レーザー発振器を励起光源として波長変換を利用する、小型かつ高安定な中赤外超短パルス光源の開発を進めている。Yb : fiber モード同期レーザーは、Ti : sapphire レーザーと比べて小型化が可能である上、エネルギーの利用効率が高いという利点を持つ。また、共振器内でパルスが正チャープを受け、時間的に伸張した状態で伝搬する正常分散型を採用することで、スペクトル位相が複雑に乱されることなく高出力化が可能となる。そこで、本研究では、モード同期発振の動作解析から短パルス性・高出力性を兼ね備えた Yb : fiber レーザーの開発を目的とした。ファイバーレーザーでは、非線形光学効果が発生しやすく、出力波形はファイバー長などの共振器を特徴づけるパラメータによって大きく変化する。そのため、短パルス・高出力を両立する共振器の設計指針を得るには、数値解析によって体系的な知見を得ることが有効となる。

【正常分散型モード同期ファイバーレーザー】正常分散型ファイバーレーザーは共振器 1 周でのパルス波形変化の補償方法で、全正常分散型(ANDi)と自己相似型(Self-similar)に分類される(図 1)。ANDiはスペクトルフィルタによってパルスの時間幅広がり、Self-similar は回折格子によって二次分散を補償することで定常発振を可能としている。

ANDi レーザーのモード同期発振時の強度自己相関測定結果と出力スペクトルは、図 2 の様になった。

【数値解析による出力性能の比較】ANDi 及び Self-similar レーザーについて、共振器を構成するファイバー長の変化による出力性能の比較を行った(図 3)。いずれの型でも、SMF1 の長さを短くするにつれて発振パルスの時間幅が短く、エネルギーが高くなった。SMF2 を短くした場合には、時間幅はさほど変化しないが、パルスエネルギーが増加した。また、ANDi よりも Self-similar の方が、短パルス化と高出力化を達成しやすいことが示された。

【まとめ・今後の展望】ANDi レーザーの作製・評価を行い、数値解析により正常分散型モード同期ファイバーレーザーの出力性能を調べた。今後は、実験面からも ANDi と Self-similar を比較し、短パルス化・高出力化をもたらすレーザー構成を見出していくことを目指す。

[1] J.R.Buckley, F.W.Wise, Opt.Lett., vol. 30, No.14(2005)

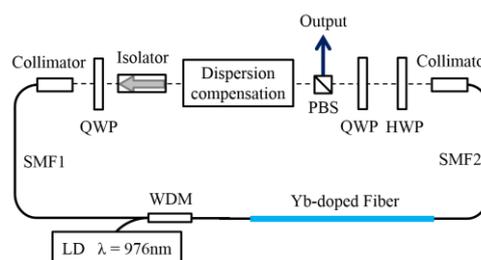


図 1 正常分散型レーザーの光学系

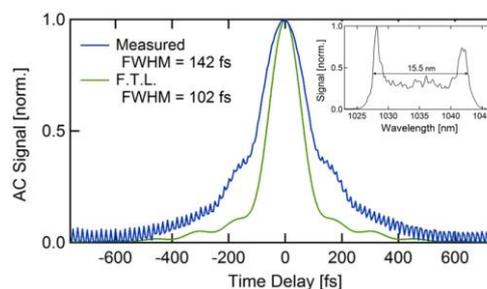


図 2 ANDi の出力及び F.T.L パルスの自己相関波形 (出力スペクトル)

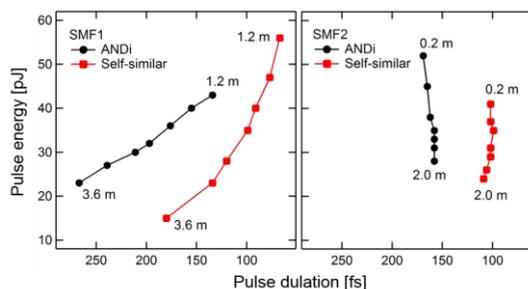


図 3 ANDi 及び Self-similar の出力パルスの時間幅およびエネルギーの数値解析結果。SMF1(左)および SMF2(右)の長さ依存性を示す。