

超短パルスを用いた高非線形ファイバーによる

スーパーコンティニューム光の発生

吉田 実¹, 綱井 貴教^{1,2}, 井上 遥², 合谷 賢治², 時田 茂樹², 河仲 準二²

近大電気電子¹, 阪大レーザー研²

はじめに

エルビウムのエネギー遷移により発振する $2.8 \mu\text{m}$ のレーザー光は水への吸収が大きいため生体処置のデバイスとして期待されている。個体レーザーや光学結晶を用いた波長変換など、波長 $2.8 \mu\text{m}$ のレーザーを発振させる方法はいくつか存在するが、大型、低効率などの問題がある。現在、これらの問題を解決可能な発振器としてフッ化物ファイバーを用いたオールファイバー共振器の研究が進められている。オールファイバー共振器の作成にはフッ化物ファイバー (ZBLAN) に Fiber Bragg Grating (FBG) を書き込み、特性を評価する必要がある。FBG による特性を正確に評価するためには $2.8 \mu\text{m}$ を含む広帯域の光が必要であり、ファイバーに入射可能な中赤外領域の広帯域光は非線形光学効果により発生するスーパーコンティニューム光のみである。本研究では、リング型のフェムト秒パルス発振器を作成し、高非線形ファイバーにフェムト秒パルスを入射させることによるスーパーコンティニューム光の発生を試みた。

リング型共振器

リング型共振器の構成を図 1 に示す。LD から発生させた 980 nm の光をポンプ光とし、エルビウムのエネギー遷移により 1550 nm のレーザー光を発振させた。共振器をリング型に構成し、偏波コントローラー(PC)の調整を行った。

リング型共振器内の導波路で非線形偏波回転が発生し、偏波を調整することでモード同期されたフェムト秒パルスが出力される。

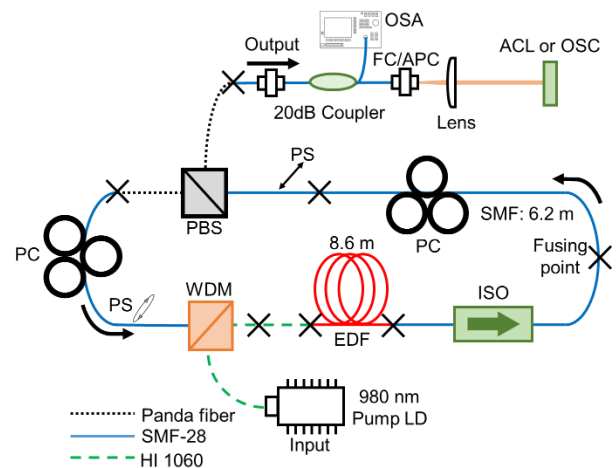


図 1: リング型共振器

フェムト秒パルス

リング型共振器より得られた光を 20dB カプラーにより分岐し Optical Spectrum Analyzer (OSA) を用いて測定したスペクトルを図 2 示す。同様にオートコリレーターを用いて測定した自己相関波形を図 3 に示す。スペクトルと自己相関測定時の励起入力 400 mW 、平均出力 68.3 mW であった。繰り返し周波数は 13.9 MHz であり共振器の光路長と一致した。また繰り返し周波数よりパルスエネルギーは 4.91 nJ と計算できる。今回測定されたパルスはパルス幅 291 fs のノイズライクパルスであった。

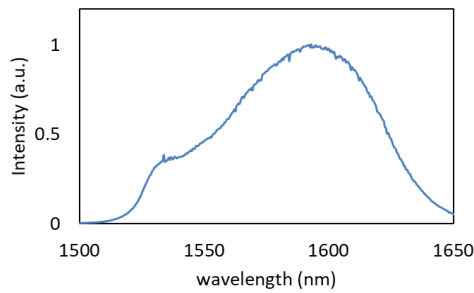


図 2: スペクトル

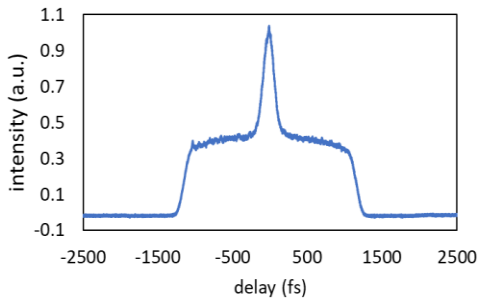


図 3: 自己相関

スーパーコンティニューム光

スーパーコンティニューム光発生のための実験系を図 4 に示す。非線形光学効果を発生させる媒質として、中赤外領域の光を透過可能な ZBLAN ファイバーを用いた。リング型共振器より得られた超短パルスレンズで集光させ、ZBLAN ファイバーに入射させた。ZBLAN ファイバーを透過する前後のスペクトルを図 5 に示す。ZBLAN ファイバー透過前後ではスペクトル幅の変化はなかった。

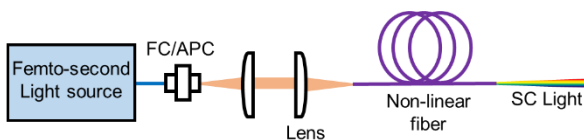


図 4: SC 光発生装置

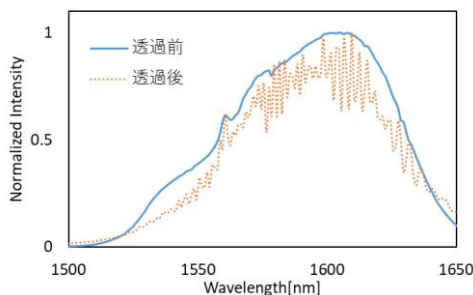


図 5: ZBLAN 透過前後のスペクトル

成果と今後の計画

リング型共振器を作成しモード同期による超短パルスを発生させた。得られた超短パルスは自己相関波形からノイズライクパルスであると判断される。ノイズライクパルスは共振器内で生成と崩壊を繰り返すマルチパルス的一种である。得られたノイズライクパルスを ZBLAN ファイバーに透過させ、非線形光学効果によるスーパーコンティニューム光の発生を試みたがスペクトルの広がり確認できなかった。これは SC 光を発生させるための入射光の強度が不十分であったためと考えられる。

来年度の実験では非線形ファイバーに入射させる光の強度をスーパーコンティニューム光の発生が報告されているパルスエネルギー 40 nJ 以上まで増幅し、ノイズライクパルスによるスーパーコンティニューム光の発生を試みる[1]。同様に、非線形光学効果を発生させる方法として ZBLAN ファイバーの 200 倍以上の非線形屈折率を有するカルコゲナイドガラスフォトニック結晶ファイバーを用いて実験を行う予定である。

参考文献

- [1] Supercontinuum generation; (140.3510) Lasers, fiber; (190.4370) Nonlinear optics, fibers