

近赤外高精度スーパーコンティニウム光を用いた極短パルス光の生成 Generation of extremely short pulse using NIR high quality supercontinuum

名大院工¹, 産総研²○(M2)岡村 淳志¹, 荒巻 光利¹, 榊原 陽一², 面田 恵美子², 片浦 弘道², 西澤 典彦¹Nagoya Univ.¹, AIST²○(M2)Atsushi Okamura¹, Mitsutoshi Aramaki¹, Yoichi Sakakibara²,Emiko Omoda², Hiromichi Kataura², Norihiko Nishizawa¹

E-mail: okamura.atsushi@a.mbox.nagoya-u.ac.jp

はじめに: 超短パルスファイバレーザと高非線形ファイバを用いて生成される超広帯域スーパーコンティニウム光(supercontinuum: SC)は, 超広帯域なレーザ光源として機能し, 新しい応用技術の展開が期待されている^{1),2)}. 本研究において, 単層カーボンナノチューブ(SWNT)を用いた超短パルスファイバレーザシステムを構築し, -10 dB レベルで 613 nm の広帯域な SC 光を生成した. SC 光の分散補償を行い, 和周波型の相互相関周波数分解光ゲート法³⁾ (SFG-XFROG: sum frequency generation cross-correlation frequency resolved optical gating)でスペクトログラムの変化の計測を行った. これにより, 22 fs の時間幅を有する極短パルス光の生成に成功した.

高精度 SC 光生成: 実験系を Fig. 1 に示す.

単層カーボンナノチューブ(SWNT)を用いた受動モード同期超短パルスファイバレーザ(繰り返し周波数 51.4 MHz)から超短パルス光(Fig. 2(a))を増幅し, 80/20 のカプラにより分けて出力している. 80 側の出力は, シングルモードファイバを伝搬させることによりソリトン自己周波数シフトを誘起させ, 69.8 mW, パルスエネルギー 1.35 nJ の高出力なソリトン(Fig. 2(a))を生成した. スペクトルの半値幅は, 29.8 nm であった. 次にこの超短ソリトンパルス正常分散高非線形ファイバ(Normal dispersion HNLF)に入射し SC 光の生成を行った. 出力は, 53.4 mW であった. SC 光のスペクトルを図 2(a)に示す. 半値幅 344 nm, -10 dB レベルで 613 nm に広がる広帯域な SC 光が生成された. 更に SFG-XFROG により SC 光のスペクトログラムの計測を行った. リファレンス光に 80/20 カプラの 20 側の出力から生成したソリトンパルスを使用した. SFG-XFROG により測定した SC 光の結果を Fig. 2(b)に示す. ほぼ単調なチャープを持つ高精度な SC 光であることを確認した.

22 fs 極短パルス生成: 生成した SC 光を SMF で分散補償を行った. SMF を 43 cm 融着した. 1 cm ずつカットバックし, スペクトログラムを計測した. その結果を Fig. 3 に示す. SMF を短くするにつれ, SC 光の波長分散が小さくなっていくことが確認できた. 1300 nm 帯では, SMF のゼロ分散領域付近となるために SC 光の分散が非線形となった. SMF 34.1 cm において, 半値幅 22 fs の極短パルスの生成に成功した(Fig. 4). 現在, 更なる高度化を進めている.

まとめ: 今回, オールファイバシステムの Er 添加超短パルス光源より, 単調なチャープをもつ高精度な SC 光を生成した. SMF により分散補償を行い, 時間幅 22 fs を有する極短パルスの生成に成功した.

- 参考文献:** (1) N.Nishizawa and J.Takayanagi, J. Opt. Soc. Am. B **24**, 1786(2007)
(2) Norihiko Nishizawa, Opt. Fiber Technol. **18**, 394 (2012)
(3) S.Linden, H.Giessen, and J.Kuhl, Phys. Stat. Sol. (b) **206**,119(1998)

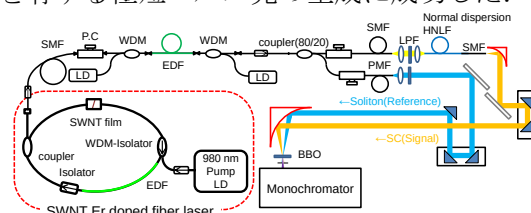


Fig. 1. Experimental setup

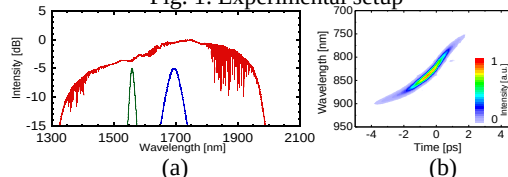


Fig. 2. (a) Spectrum of high quality supercontinuum (red), high power soliton (blue) and oscillator output (green), (b) measured XFROG trace of supercontinuum.

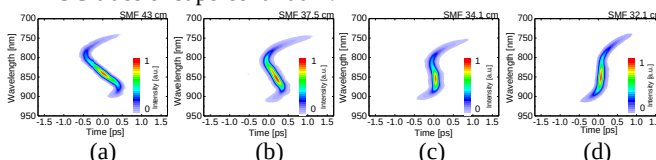


Fig. 3. XFROG trace at the output of SMF with the length of (a) 43 cm, (b) 37.5 cm, (c) 34.1 cm, (d) 32.1 cm.

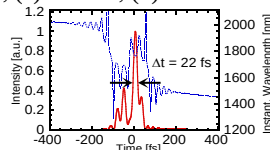


Fig. 4. Temporal pulse shape at the output of SMF with the length of 34.1 cm.