

# 双方向テーパファイバーの縦続接続による広帯域光発生の数値解析

## Numerical analysis of supercontinuum generation by cascade connection of biconical tapered fibers

北見工業大学, ○高田 啓輔, 曽根 宏靖  
Kitami Institute of Technology, ○K. Takada, H. Sone

### 1 はじめに

高ピーク強度の短光パルスが光ファイバーなどの透明媒質中を伝搬するときに広い波長範囲にわたって連続スペクトルが発生する広帯域光発生現象が知られている。最近では、従来の通信用ファイバーのクラッド径を数  $\mu\text{m}$  程度に細くした双方向テーパファイバー（以下、TF と略）を使用した広帯域光発生の実験結果が報告されている [1]。

我々は、5 次までの波長分散特性の高次分散効果、自己急峻化、誘導ラマン散乱の高次非線形光学効果を考慮し、伝搬方向変化型 Split Step Fourier (SSF) 法によって TF 中の広帯域光発生の数値解析について調査してきた [2]。

本研究では、広帯域光発生に大きく寄与するテーパウエスト部分の積算量を増やすために 2 本の TF を縦続接続する提案を行い、さらなる広帯域化の検討を行った。

### 2 テーパーファイバーの縦続接続

TF はテーパウエスト径を数  $\mu\text{m}$  程度に極端に細くすると、波長分散特性が変化し、ゼロ分散波長が短波長側にシフトする。同時に、テーパウエスト径を極端に細くすると、有効コア断面積が急激に減少し、自己位相変調 (SPM) などを含んだ非線形効果を増大させることになる。TF によって広帯域光のスペクトルがより広がる要因は、このような非線形係数の増大と波長分散の減少 (零分散) 効果によるものと考えられる。

以前、我々が行った調査ではテーパウエスト部分の長さが長いほど、広帯域化の効果がさらに大きくなるという結果が得られた [2]。ただ、そのようにテーパウエスト部分が長い TF を作製するのは困難である。そこで、本研究では TF を 2 本接続することで、積算されるテーパウエスト部分の長さを増やし、1 本の時よりもスペクトル幅を広げることが可能か調査した。縦続接続された TF は、2 本の TF を使用し、出射端と入射端を連続接続したものを考えた。TF のテーパウエスト径は  $800\text{ nm}$  で零分散波長を示す  $3\text{ }\mu\text{m}$  に設定した。解析モデルの詳細を図 1 に示す。解析手法は文献 [2] を踏襲した。入射光のパラメータは波長  $800\text{ nm}$ 、パルス幅  $500\text{ fs}$ 、平均光パワー  $200\text{ mW}$ 、繰り返し周波数  $12.5\text{ MHz}$  と設定し、数値計算用パラメータはサンプリング

数  $2^{17}$  か  $2^{18}$ 、ファイバー伝搬方向の刻みは  $1.35\text{ }\mu\text{m}$  ずつ  $10$  万刻みとした。

今回はテーパファイバーの接続部分の非テーパ部分の間隔を  $50\text{ mm}$  に設定し、2 本の TF を縦続接続した出射光のスペクトル波形について調査した。その結果を図 2 赤線に示す。比較対象として、同じパルス光を入射させた 1 本の TF からの出射光のスペクトル波形の結果を図 2 青線、テーパ化していない通常の石英ファイバーからの出射光のスペクトル波形を図 2 黒線に示す。これらの結果から、 $-20\text{ dB}$  のときの波長幅を比較した場合、提案した 2 本の TF を縦続接続した方が 1 本の TF や通常ファイバーを使用するよりも広帯域光が得られることがわかった。

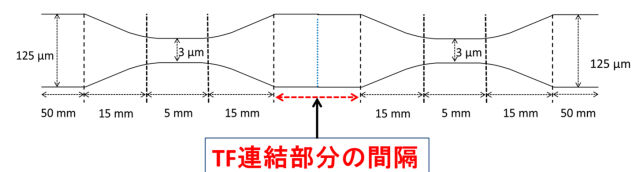


図 1: 縦続接続した双方向テーパファイバー

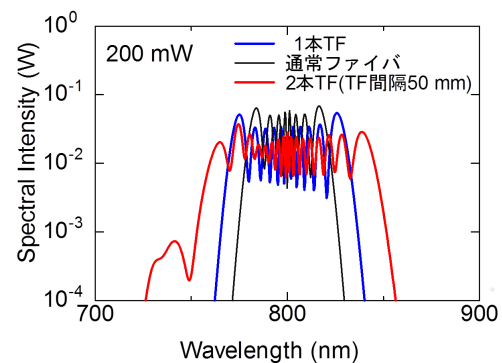


図 2: 出射光のスペクトル波形の比較（TF 縦続接続の効果）

### 参考文献

- [1] T. A. Birks, W. J. Wadsworth, and P. St. J. Russell, Opt. Lett., vol.25, no.19, pp.1415-1417 (2000).
- [2] Z. Wang, H. Sone, Y. Tsuji, and M. Imai, Opt. Rev., vol. 14, no. 2, pp.81-85(2007).