

石英ファイバー中で発生された 誘起位相変調超広帯域スペクトルのチャープ補償

北海道大学 大学院工学研究科, CREST・JST¹

柴田征人, 中川直也, 平澤正勝¹, 森田隆二, 山下幹雄

Chirp Compensation for Ultrabroad-Band Pulses Generated by Induced Phase Modulation
in a Glass Fiber

Masato SHIBATA, Naoya NAKAGAWA, Masakatsu HIRASAWA¹,

Ryuji MORITA, Mikio YAMASHITA

Department of Applied Physics, Hokkaido University; ¹CREST, JST

光パルス有位相補償し超短パルス化したり光パルスの波形整形をする際には、時間軸上での分解能をあげるスペクトルの広帯域化が重要な要素技術となる。超短光パルスは、媒質中で自己位相変調 (SPM) 効果によって広帯域化するが、波長の異なるフェムト秒パルス二つを用いることで、覆うスペクトル領域を拡大することができる。それと同時に、両パルス間の相互作用である誘起位相変調 (IPM) 効果も利用することで、さらなる広帯域化が可能である。この二つの入射光の相互の位相差が固定されていれば、全体があたかも一つのパルスのように、位相補償が可能であろう。本研究の目的は、上記のように複数パルスから作られた超広帯域光が、チャープ補償可能であることを示すことである。

試料はシングルモード石英ファイバー (コア直径 2.7 μ m, 長さ 3mm) を用いた。フェムト秒 Ti:Sapphire レーザーを再生増幅した出力パルスを二分割し、片方はそのまま入射光 1 (基本波光, 800 nm, 50 fs, 1 kHz, 15 nJ) とし、もう一方を OPA システムの励起光として、そこから得られるアイドラ光を入射光 2 (アイドラ光, 1100 nm, 50 fs, 60 nJ) とした。ファイバーへの導入および出力の集光には反射型対物鏡対 ($\times 36$) を用い、石英プリズム対を用いた位相補償の後、光強度の自己相関波形を測定した (時間分解能 10fs 以下)。

実験の結果、入射光 1,2 とも単独の場合に SPM 効果により広帯域化した光パルスは、プリズム対 (プリズム間距離 61 cm) により十分位相補償が可能であり、50 fs 程度の自己相関幅 (FWHM) を示すことが分かった。ところが、この両者を同時に入射した場合には、プリズム対の条件を最適にしても、100 fs を越える幅の広い相関波形のみが観測され、期待していたような超短光パルスに補償することは出来なかった。この原因を明らかにするため、スペクトル領域で光パルスの切り出しを行い、それぞれ区分された波長領域での光パルスの自己相関波形を調べた。

図 1 の挿入図は、入射光 1,2 を同時入射させた場合のファイバーからの出射スペクトルである。このスペクトルを周波数領域で 5 等分 ($\Delta\nu = 30$ THz) し、それぞれの領域での自己相関波形を示したのが図 1 である。曲線は上から波長順にならんでいる。実験結果は、長波長領域ではパルスの時間幅は 30 fs と、かなりうまく位相補償ができることを示している。一方、スペクトルの中央付近では、自己相関波形が三つ山構造を持つことがわかる。この自己相関波形は、この中央付近で位相が不連続な折れ曲がり構造をもち、パルスが時間的に二つ山になっていることを示唆している。この不連続性は光パルスが二つの光源から生成されたということに起源をもち、全帯域で見たときにはプリズム対を用いたチャープ補償法では時間幅が狭くならない原因となっている。

この位相の一次成分の不連続な変化は、空間位相変調器を用いることで、補償可能である。このことを実験的に示した上で、さらに二つのパルス間に働く IPM 効果が位相補償にどのように影響するかについても述べる。

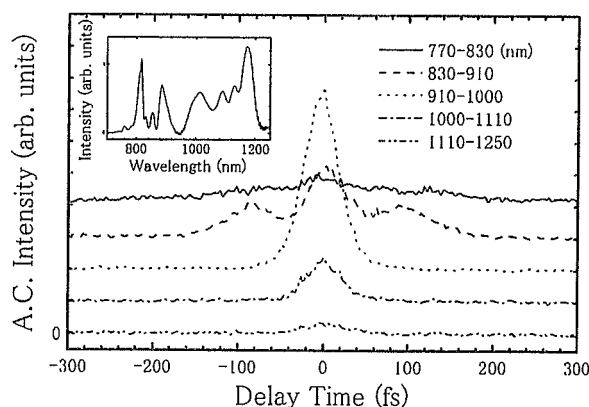


図 1: 帯域を制限した光パルスの自己相関波形, 挿入図は全帯域のスペクトル