17a-S8-1

指紋スペクトルを用いた光ファイバーの高信頼度色分散測定

Reliable Chromatic Dispersion Measurements of Optical Fibers by Fingerprint Spectra to Waveforms Mapping

東大物性研 ○伊藤隆、吉田正裕、秋山英文、小林洋平

ISSP, University of Tokyo ○Takashi Ito, Masahiro Yoshita, Hidefumi Akiyama, Yohei Kobayashi

E-mail: ito@issp.u-tokyo.ac.jp

光ファイバーは通信、センサー、医療、レーザー加工などの幅広い分野で使用されている。特にパルスストレッチや分光には欠かせない優れた分散媒質であり[1,2]、応用の精密さは分散測定の信頼度により決まっている。Time-of-flight 法は非常に単純な分散測定法として知られている。この測定法の不確かさは 2 次分散で 1%程度であり、測定点の数が少ない事による統計的な揺らぎによって制限されてきた。そこで、測定光源のスペクトルに含まれるピークの数を増やす事で、点数を増やす工夫がなされてきている[3,4]。本研究では、複雑でかつ特徴的なスペクトルを持つ測定光源を使用し、ピーク位置だけでなくスペクトルと時間波形全体を比較[5]する事で点数を増やし、2 次分散の測定の不確かさを 0.02%まで減少させた。

図 1 (左)は測定系の概略図である。励起光源として開発したモードロック Er ファイバーレーザー共振器は分散補償ファイバーが組み込まれていて、複雑でかつ特徴的なスペクトルを持っている。測定方法は極めて単純である。ファイバーレーザー光をテストファイバーに通し、入出力光のスペクトルと時間波形を測定した。テストファイバーには Corning 社製の SMF-28e+を用いた。

図 1 (右)青は、出力光の時間波形に対して測定装置の応答関数でデコンボリューションした結果である。この波形の各点(ti, yi)に対して、出力光のスペクトルと群遅延分散モデル $\tau(\omega) = \phi_1 + \phi_2(\omega - \omega_c) + \phi_3(\omega - \omega_c)^2/2 + \phi_4(\omega - \omega_c)^3/6$ から求められる関数 y{ti, ($\phi_1, \phi_2, \phi_3, \phi_4$)}で最小二乗フィット[6]した結果を図 1 (右)に赤線で示した。ここで $\omega_c = 2\pi c / 1550$ nm、c は光速である。フィッティングで得たパラメータ($\phi_1, \phi_2, \phi_3, \phi_4$)の値から単位長さ当りの分散量を求めるため、1550 nm において群屈折率 1.4682 を仮定しファイバーの長さ L を見積もると 1.0022 km となった。以上から、波長 1550 nm において 2 次分散 $\beta_2 = \phi_2/L = (-2.1186 \pm 0.0005) \times 10^1$ fs^2/mm、3 次分散 $\beta_3 = \phi_3/L = (1.209 \pm 0.005) \times 10^2$ fs^3/mm、4 次分散 $\beta_4 = \phi_4/L = (-2.20 \pm 0.08) \times 10^3$ fs^4/mm が得られた。

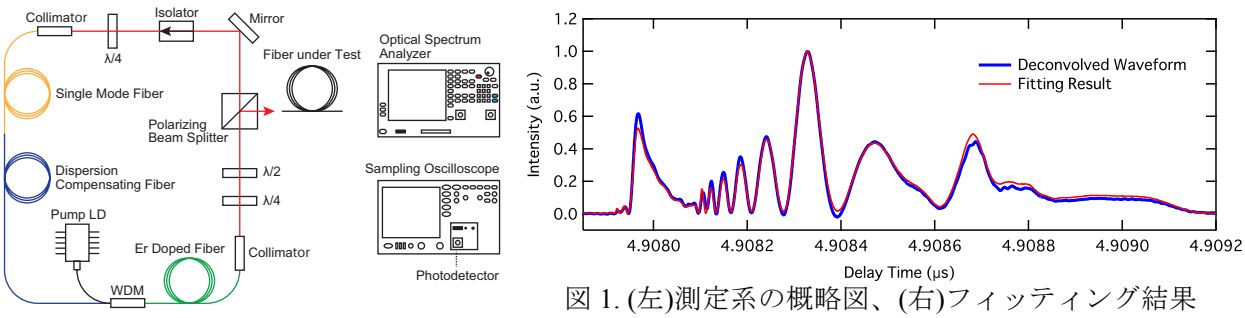

図 1. (左)測定系の概略図、(右)フィッティング結果

[1] D. Strickland et al., Opt. Commun. 56, 219 (1985) [2] K.Goda et al., Nature 458, 1145 (2009)

[3] H. Chi et al., Opt. Commun. 280, 337 (2007) [4] J. Hult et al., J. Lightw. Technol. 25, 820 (2007)

[5] Y. Tong et al., Electron. Lett. 33, 983 (1997) [6] 栗屋隆, データ解析 (学会出版センター, 1994)

© 2014 年　応用物理学会