

## 液体をコアとするフォトニック結晶ファイバーの分散特性

### Dispersion properties of liquid-core photonic crystal fibers

光システム学科 唐澤直樹 (Naoki KARASAWA)

Dispersion properties of liquid-core photonic crystal fibers (PCFs) have been calculated rigorously for various liquids with high nonlinear refractive indices. In calculations, air holes are assumed to be arranged in a regular hexagonal array in fused silica and a central hole is filled with liquid to create a core. The results are compared with those obtained by a fully vectorial effective index method and fitting parameters for various core sizes are found. It was found that the chloroform-core PCF was suited well for nonlinear optical applications using optical pulses from a Ti:sapphire laser.

フォトニック結晶ファイバー (PCF) は光の導波方向に空孔が規則的に配列された光ファイバーである。PCF の分散特性はその空孔の配置により制御することが可能なため、超短光パルスを導波すると超広帯域光波が発生することが見出され、様々な分野で応用されている。我々はこの光学的非線形効果をさらに増大するための手法として、高光学的非線形液体を PCF の空孔に選択的に充填し、その液体をコアとして光波を伝搬させることに注目している。本研究では、液体をコアとする PCF に超短パルスを伝搬するときに重要な分散特性について理論的に検討した。計算には厳密なマルチポール法を用い、液体と石英ガラスの材料分散も考慮した。クラッドの屈折率を空気と石英ガラスの実効的な屈折率として扱う実効屈折率法の妥当性も検討し、そのためのパラメータを得るための手法も検討した。Fig 1. (a)に計算で用いた液体コア PCF の断面構造、Fig 1. (b)に代表的な4種類の高光学的非線形液体をコアとして用い、クラッドとして石英ガラスに直径  $1 \mu\text{m}$ 、ピッチ  $1.1 \mu\text{m}$  の空孔配置を用いた時の実効屈折率の実部 ( $n_{\text{eff,r}}$ ) と群速度分散 (GVD) の波長依存性を示す。計算より高屈折率の液体ほど零分散波長が長波長になることがわかる。またクロロホルムを用いると零分散波長が  $800 \text{ nm}$  程度となり、チタンサファイアレーザーを用いる応用に最適であることがわかった。クロロホルムの非線形屈折率は石英の 19 倍であるため、従来よりもはるかに低パワーでの非線形光学効果を利用するデバイスへの応用が期待される。

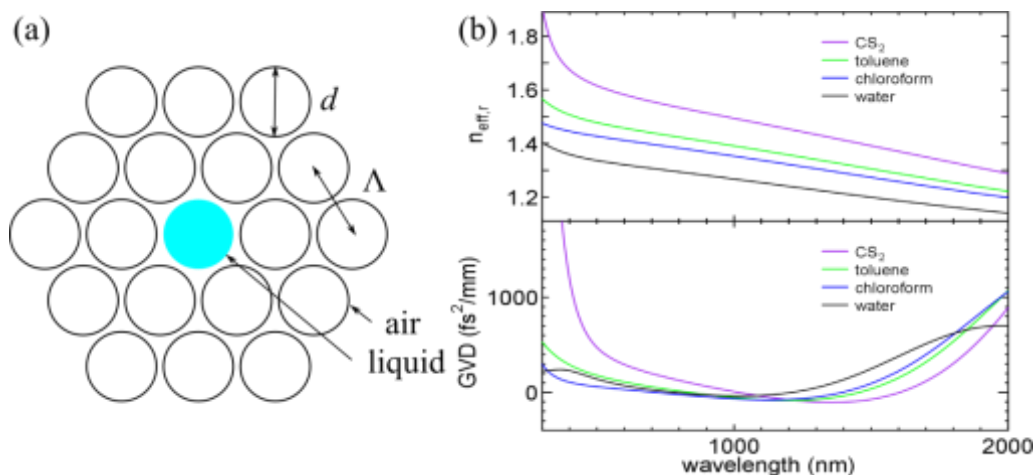


Fig 1. (a) The cross sectional view of a liquid core PCF, where  $d$  is the diameter and  $\Lambda$  is the pitch of holes, (b) the effective refractive index (above) and GVD (below) of the liquid-core PCFs ( $d=1.0 \mu\text{m}$ ,  $\Lambda=1.1 \mu\text{m}$ ) with four different liquids ( $\text{CS}_2$ , toluene, chloroform, and water).

参考文献 : N. Karasawa “Dispersion properties of liquid-core photonic crystal fibers,” Appl. Opt., Vol. 51, pp. 5259-5265 (2012).