

シリカトロイド共振器における高次分散を利用した広帯域周波数変換 Broadband frequency conversion via higher-order dispersion in silica toroid microcavity

○長谷川 穂¹、藤井 瞬¹、鈴木 良¹、田邊 孝純¹(1. 慶大理工)

○Minori Hasegawa¹, Shun Fujii¹, Ryo Suzuki¹, and Takasumi Tanabe¹ (1. Keio Univ.)

E-mail: takasumi@elec.keio.ac.jp

微小光共振器は高 Q 値かつ低モード体積 V を有するため、低パワーの連続光 (CW) レーザ入力で第三次非線形光学効果を生じさせることができる。特に非線形光学効果の一つである四光波混合 (Four-wave mixing) から生成されるマイクロコムは、オンチップで実現される光周波数コム光源、周波数変換素子として期待が高まっている [1]。近年になって三次分散や四次分散といった高次分散がマイクロコムの発生に大きな影響を与えることが実証された。本研究ではシリカトロイド共振器を用いて、高次分散を利用したマイクロコムの波長帯域の拡大を実証したので報告する。

通常、四光波混合は二次分散の影響を強く受けるため、新たな周波数成分はポンプ光まわりを中心に発生する [1]。しかし、二次分散が非常に弱い (ゼロ分散付近) ととき四次分散の影響を強く受けることでポンプから非常に離れた位置で四光波混合の位相整合条件を満たす場合がある [2,3]。Fig. 1(a) にシリカトロイド共振器のモード分布、Fig. 1(b) にポンプ光 (~1550 nm) を基準とした分散の計算結果を示す。ポンプ近傍で下に凸の二次関数形状である分散は四次分散の影響でポンプ遠方において増加している。実線が 0 に交わる波長が位相整合条件を満たす波長であり、このとき最初の縮退四光波混合が発生するのは 1300 nm と 1850 nm 付近であることが分かる。位相整合条件の計算結果は Fig. 1(c) に示す実験による観測ともよく一致しており、高次分散を利用することで波長変換の帯域拡大が可能となったといえる。また、メジャー直径 (Major diameter) とマイナー直径 (Minor diameter) というトロイド構造の二つのパラメータを適切に設計することで、四光波混合の発生波長がコントロールできることを計算によって確認した。

本研究の手法は、従来報告されていた第三次高調波発生を介した可視光発生 of 波長帯域のさらなる拡大につながるだけでなく、低入力パワーで実現されるオンチップ光パラメトリック発振器への応用が期待される。

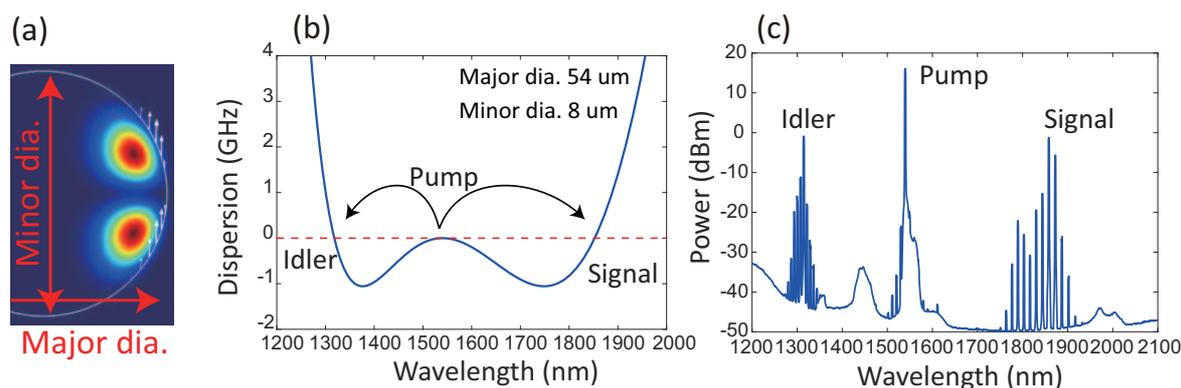


Fig. 1. (a) Example of mode distribution of silica toroid microcavity. (b) Calculated phase-matching condition for initial four-wave mixing. The points at which the sign changed correspond the phase-matched wavelength. (c) Observed optical spectrum of Kerr comb. Pump wavelength is ~ 1540 nm.

[1] P. Del'Haye, A. Schliesser, O. Arcizet, T. Wilken, R. Holzwarth, and T. J. Kippenberg, *Nature* **450**, 1214 (2007).

[2] A. B. Matsko, A. A. Savchenkov, S.-H. Huang, and L. Maleki, *Opt. Lett.* **41**, 5102-5105 (2016).

[3] S. Fujii, T. Kato, R. Suzuki and T. Tanabe, *Opt. Lett.* **42**, 2010-2013 (2017).