

## Yb ファイバー光コムによる低熱膨張セラミック光共振器 安定化 CW レーザーの長期絶対周波数測定

Long-term absolute frequency measurement of a low-thermal-expansion ceramic cavity  
stabilized CW laser using an Yb fiber optical frequency comb

東大物性研, JST-ERATO °伊藤 功, Alissa Silva, 中村卓磨, 小林洋平

ISSP, Univ. Tokyo, JST-ERATO, °Isao Ito, Alissa Silva, Takuma Nakamura, Yohei Kobayashi

E-mail: isao-maf@issp.u-tokyo.ac.jp

超高フィネス光共振器に安定化した線幅 1Hz 級の CW レーザー(以下、安定化 CW レーザー)は光周波数標準として幅広い分野で利用されている。光共振器材料として室温でゼロ熱膨張となる Ultra Low Expansion(ULE)ガラスが広く使われている。しかし、ULE ガラスのアモルファス構造が時間とともに極めてゆっくりと結晶化して行くクリープ現象のために、ULE 光共振器の共鳴周波数は 25mHz/sec~100mHz/sec 程度ゆっくりと変化する。年単位の実験で ULE 光共振器を用いた安定化 CW レーザーを使う場合、クリープによる周波数シフトは最大で 3MHz/year にもなり、実験結果への影響は無視できない。そこで我々は長期安定性に優れた安定化 CW レーザーを目指して、低熱膨張セラミックス “NEXCERA” [1]でセラミック光共振器を製作した。セラミック光共振器は ULE 光共振器と同様に室温付近でゼロ熱膨張であることが報告されており[2]、優れた長期安定性が期待できる。一方で、セラミック光共振器のクリープについては未だ不明である。

今回の実験では光共振器のクリープによる安定化 CW レーザーの周波数シフトを比較するために、寸法とゼロ熱膨張温度、製作時期を揃えた NEXCERA と ULE 製のスペーサーを用意した。両方のスペーサーに反射率 99.999%の ULE 製ミラーをオプティカルコンタクトしてセラミック光共振器と ULE 光共振器を構成した。これらセラミック光共振器と ULE 光共振器を 1m°C精度で温度安定化した 2 台の真空チャンバーに封入し、それぞれに同一波長の外部共振器型半導体レーザー(ECDL)を PDH 法でロックして、2 台の安定化 CW レーザーを用意した。これら安定化 CW レーザーの絶対周波数を小林研究室で開発した Yb ファイバー光周波数コム[3]を使い 11 桁精度で 1 ヶ月間測定した。その結果、セラミック光共振器のクリープが共振器材料として広く普及している ULE 光共振器よりも小さいことがわかった(図 1)。NEXCERA はコーディエライトの多結晶からなり、その隙間をアモルファス層が充填する構造になっている[1]。我々は NEXCERA のアモルファス構造が少ないことが今回の実験でセラミック光共振器のクリープが小さく観測された要因と考えている。

[1] J. Sugawara, et. al., Proceedings of ASPE 2010 Annual Meeting, 50, (2010) 405 [2] K. Hosaka, et al., Jpn. J. Appl. Phys. 52, 032402 (2013). [3] N. Kuse et al., Opt. Exp., **20**, 10509 (2012).

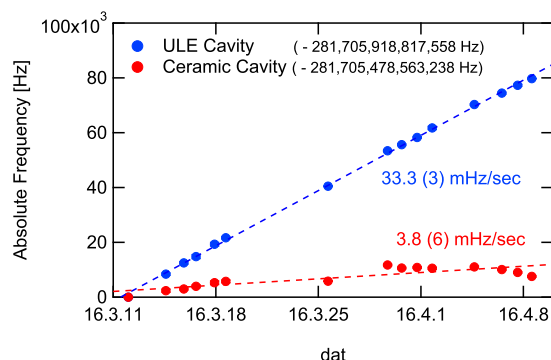


図 1.絶対周波数測定の結果