

# 遠隔校正された光周波数コムによる よう素安定化 He-Ne レーザの周波数測定 Frequency Measurement of Iodine Stabilized He-Ne Laser Using Optical Frequency Comb Calibrated In Situ

株式会社ミットヨ<sup>1</sup>, 産業技術総合研究所<sup>2</sup>○川崎 和彦<sup>1</sup>, 鈴木 義将<sup>1</sup>, 宮田 薫<sup>1</sup>, 稲場 肇<sup>2</sup>, 洪 鋒雷<sup>2</sup>Mitutoyo Corporation<sup>1</sup>, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology<sup>2</sup>,°Kazuhiko Kawasaki<sup>1</sup>, Yoshimasa Suzuki<sup>1</sup>, Kaoru Miyata<sup>1</sup>, Hajime Inaba<sup>2</sup>, Feng-Lei Hong<sup>2</sup>

E-mail: kazuhiko\_kawasaki@mitutoyo.co.jp

## はじめに

測長干渉計用の実用安定化 He-Ne レーザの周波数の基準であるよう素安定化 He-Ne レーザは、定期的に産業技術総合研究所に持ち込まれ、校正されている。これに対して、我々は e-trace によりその場校正される基準周波数発振器と光周波数コムを用い、定期的な持ち込み校正が不要なレーザ周波数校正システムを開発した。

## システム

Fig.1 に開発したレーザ周波数校正システムを示す。光周波数コム光学系と、基準周波数発振器と、それに同期して光周波数コムを安定化する周波数制御系と周波数カウンタ等からなる<sup>1)</sup>。

光学系は、波長 1550 nm 帯で発振するモード同期ファイバレーザ、周波数を安定化するための  $f_{CEO}$  (Carrier Envelope Offset Frequency) 信号検出光学系、および波長 633 nm で光コムと被測定レーザとのビート信号を検出するための光学系からなる<sup>1)</sup>。

基準周波数発振器は GPS Common View 法<sup>2)</sup>により周波数の国家標準 UTC(NMIJ) によって遠隔校正されている。したがって、本システムは UTC(NMIJ) にトレーサブルでかつ、定期的な持ち込み校正が不要なレーザ周波数校正システムとなる。



Fig.1 Our laser frequency calibration system

## 実験

よう素安定化 He-Ne レーザの周波数を平均時間 1 s で 86,400 s (1 日) 連続測定した結果を Fig.2 に示す。測定結果の 1 日間の平均値は 473,612,353,605.4 (3.2)

kHz で、国際度量衡委員会 (CIPM) により不確かさ 10 kHz で報告されている周波数との差は +1.4 kHz であった。

次に、よう素安定化 He-Ne レーザの電源再投入時の発振周波数の繰り返し性を確認した。Fig.3 に、1 s 平均で 1 日間の連続測定を 5 回行い、それぞれの日の平均値を算出した結果を CIPM 勧告値との差で示す。5 回測定 of 平均値は +0.1 kHz、標準偏差 ( $\sigma$ ) は 0.9 kHz で、周波数の偏差は CIPM で示される不確かさよりも小さい結果が得られた。

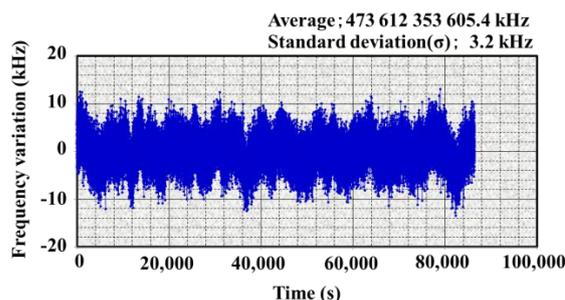


Fig.2 Measured HeNe/I<sub>2</sub> laser frequency using the reference frequency oscillator

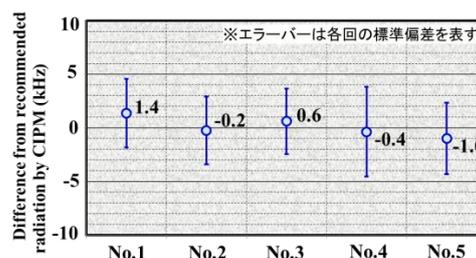


Fig.3 Repeatability of the HeNe/I<sub>2</sub> laser frequency

## まとめ

UTC(NMIJ) にトレーサブルで、定期的な持ち込み校正が不要なレーザ周波数校正システムを開発した。よう素安定化 He-Ne レーザの周波数を測定した結果、CIPM の勧告値と不確かさの範囲内で一致する繰り返し性の高い正確な測定ができることを確認した。

## 参考文献

- Hajime Inaba, et al., Opt. Exp, Vol. 14, No. 12, 5223 (2006).
- 今江理人ほか, 産総研計量標準報告書 Vol. 5, No. 4, 291 (2007).