

## 長期間にわたり周波数ロックが可能な 外部共振器半導体レーザの開発

Development of an external cavity diode laser frequency-locked over a long term

○高見澤昭文<sup>1</sup>、柳町真也<sup>1</sup>、池上健<sup>1</sup>、川畑龍三<sup>2</sup> (1. 産総研、2. 日立)

°Akifumi Takamizawa<sup>1</sup>, Shinya Yanagimachi<sup>1</sup>, Takeshi Ikegami<sup>1</sup>, Ryuzo Kawabata<sup>2</sup>

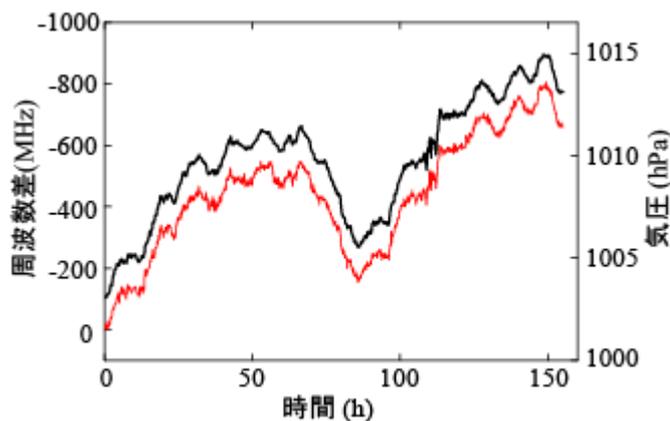
(1. NMIJ, 2. Hitachi)

E-mail: akifumi.takamizawa@aist.go.jp

我々がこれまで開発してきた原子泉一次周波数標準器[1]では、セシウム原子の冷却や検出のために原子の狭いエネルギー線にレーザの周波数を安定化する。しかしながら、モードホップが起こると周波数が離散的に変化し、ロックが外れてしまう。外部共振器半導体レーザ(ECDL)の場合、モードホップは主に振動によるアライメントのずれや、機械的な共振器長の伸縮による周波数ドリフトがロッキングレンジを超えることによって生じる。これらは予測が困難であるため対応が難しい。そのため、レーザのモードホップは原子泉の長期連続運転を阻害する最大の要因となっている。

そこで、半永久的な周波数安定化を目指し、機械的に頑強な ECDL を開発してきた。アライメントのずれに強いキャッツアイ配置で外部共振器を構成し、バンドパスフィルタを用いて波長選択を行う方式を採用した[2]。そして、位置や角度の調整には便利だが機械的な不安定性を生む微調スクリューやピエゾアクチュエータなどの位置微調器具を用いずに ECDL を作製した[3]。

図1の黒および赤の線はそれぞれフリーラン動作での本 ECDL の周波数および大気圧の時間変化を示す。150 時間以上にわたってモードホップなく動作したとともに、1001.5 hPa から 1013.6 hPa の範囲において、レーザ周波数が比 $-66.6 \pm 0.1$  MHz/hPa で大気圧と同じ動きをしたことがわかる。気圧変動により空気の屈折率が変わり、共振器長の変化が生じる。理論計算では比 $-72$  MHz/hPa が導出され、実験とよく一致した。こうした結果は、この ECDL が機械的に極めて安定であり、気圧が周波数ドリフトに対して極めて支配的であることを示している。



講演では、筐体の密閉により大気圧変動の影響を抑制した ECDL の周波数ドリフトや長期連続周波数ロックについても述べる予定である。

[1] A. Takamizawa et al., IEEE Trans. Instrum. Meas., DOI: 10.1109/TIM.2015.2415015 (in Early Access).

[2] X. Baillard et al., Opt. Commun. **266**, 609-613 (2006).

[3] A. Takamizawa et al., Appl. Opt. **54**, 5777-5781 (2015).