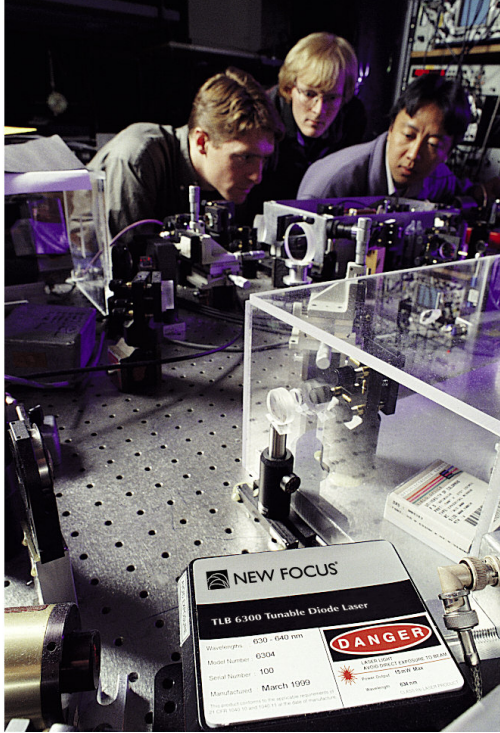


## アプリケーションノート

# 想像力をかき立てる、チューナブルレーザーのアプリケーション

## Tunable Lasers Applications to Spark Your Imagination

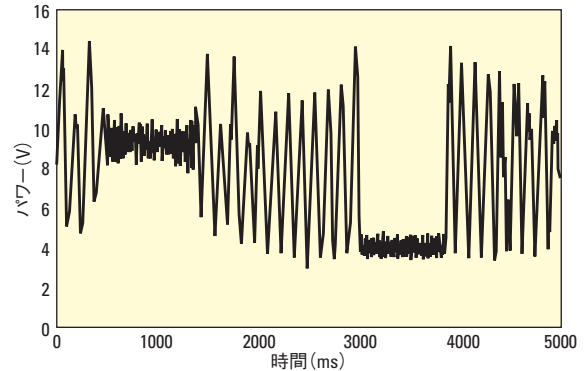


### TLB-6300、TLB-7000、TLB-6900

ここでは、New Focus™のチューナブルレーザーを使用した多種多様なアプリケーションのごく一部をご紹介します。我々は、お客様がレーザーをどのように使用されているのか（またはどのような使用方法を計画されているのか）常に関心を持っています。もし、共有していただけるアプリケーションがありましたら、是非ご連絡ください。

### 周波数掃引測定のためのモードホップのないチューニングおよび狭線幅

干渉分光法は、ナノメートル以下から数10メートルまでにおよぶ精密な長さ測定および変位測定に広く使用されています。多くの研究者が、この精密測定用光源としてNew Focus™の波長630 nmのTLB-6304レーザーを使用しています。右下に示すグラフは、光路長が短い干渉計（数センチメートル）における波長走査の結果です。干渉計の縞模様が滑らかで、間隔が均等ですので、このレーザーがチューニング範囲全体でシングルモードであり、モードホップフリーであることがわかります。広いチューニング範囲全体で位相連続（モードホップフリー）チューニングを行うと、遠い距離でも高分解能の測定が行えます。<sup>1</sup>

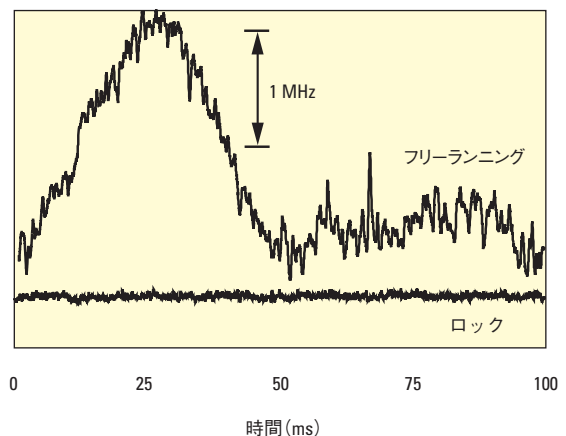


不平衡型干渉計による波長掃引測定。経路差が数ミリメートルで走査領域は5nmでした。

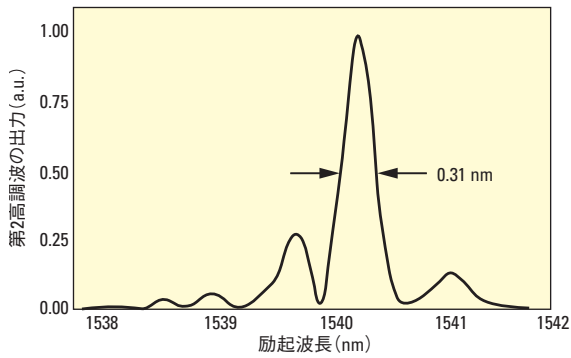
1G.P. Barwood, P. Gill, and W.R.C. Rowley, Meas. Sci. Technol. 4 (1993) pp. 988–994. “Laser diodes for length determination using swept-frequency interferometry.”

### FM（周波数変調）ロッキングと非線形生成

多くの研究者が、ルビジウムとポタシウムの原子線にロックしたNew Focus™のレーザーを使用して、1550 nmの周波数標準を作成しています。彼らの実験装置では、波長1550 nmの外部共振器型ダイオードレーザーは、周期分極されたLiNbO<sub>3</sub>導波路で周波数が2倍になり、その後ルビジウムまたはポタシウムの蒸気を含むセルに照射されます。レーザーの周波数を振動させることで、波長変調型分光手法を使用してエラー信号を作り、次にそのエラー信号をレーザーにフィードバックしてレーザーの出力周波数を安定化させます。このような手法は、DWDM（高密度波長分割多重）光学通信システムおよびファイバ光学センシングシステムで周波数基準を作成する際に重要になります。



このグラフは、New Focus™レーザーでフィードバック制御を行わない場合の周波数ノイズと、同一のレーザーでルビジウムのサブドブラー吸収線まで積極的に安定化したときの周波数ノイズを比較しています。<sup>2</sup>



この位相整合曲線は、New Focus™の波長1540 nmのレーザーを使用して、周期分極されたLiNbO<sub>3</sub>導波路ダブラーで生成しました<sup>3</sup>。

2V. Mahal, A. Arie, M.A. Arbore, and M.M. Fejer, Opt. Lett. 21 (1996) pp. 1217–1219. "Quasi-phase-matched frequency doubling in a waveguide of a 1560-nm diode laser and locking to the rubidium D2 absorption lines."

3A. Bruner, A. Arie, M.A. Arbore, and M.M. Fejer, Appl. Opt. 37 (1998) pp. 1049–1052. "Frequency stabilization of a diode laser at 1540 nm by locking to sub-Doppler lines of potassium at 770 nm."

## 絶対周波数測定

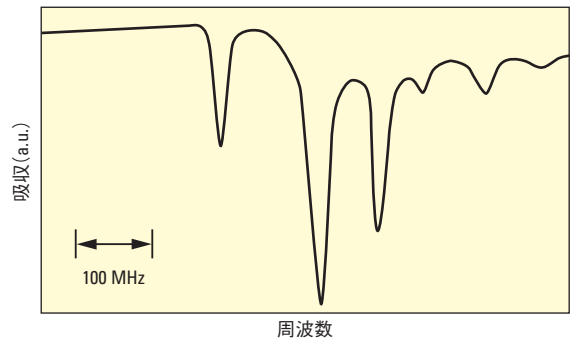
絶対周波数を測定することは難しい課題ですが、市販のチューナブルダイオードレーザーが大きな助けとなります。JILA/NISTのチームは非線形光学を使い、UV周波とUV周波数を比較しました。UV周波は、周波数を2倍にしたNd:YAGレーザーの出力と778 nmのTi:Sapphireレーザー光を混合させて発生させました。UV周波数は、波長632 nmの安定化チューナブルダイオードレーザーの周波数を2倍にすることで取得しました。この実験では、既知の標準波長である633 nmと778 nmについて、ヨウ素参照遷移である532 nmの周波数を効果的に測定しました。フランス、ロシア、日本、オーストラリア、中国の科学者からなる国際チームに加え、コロラド大学の学生やポスドクが参加しました。Scott Diddams (JILA/NIST)、Bruce Tiemann (CU)、Lei Hong (日本の筑波市にあるNISTの姉妹組織であるNRLMから参加) が写真に写っています。

## New Focus™のTLB-7000とTLB-6900チューナブルレーザーを使用したFM分光法

TLB-7000およびTLB-6900レーザーは、周波数変調 (FM) 分光法に最適な製品です。FM分光法とは、強力なレーザー分光手法であり、比較的シンプルな実験で高S/N比を達成できます。代表的なシステム構成を右に示します。最もシンプルなFM分光法実験では、レーザービームが原子または分子の蒸気を含むガスセルを通して透過します。この連続波のレーザー波長は、直接周波数変調により特定の周波数で変調されます。原子遷移全体で波長を走査されると、ビームが吸収されることにより周波数変調が振幅変調に変換されます。TLB-7000およびTLB-6900の場合、周波数変調を入力することでこれは容易に達成できます。TLB-6900レーザーから取得した、ドップラー効果のない飽和吸収スペクトルを次のグラフに示します。

[セットアップを右に示すと書いてありますが、実際にはないようです]

注：詳細は、P368の「応用7：チューナブルダイオードレーザーによるFM分光法」を参照してください。



このグラフは、TLB-6900レーザーおよびNirvana自動平衡受光器から取得した、ドップラー効果のないルビジウムの吸収線を示しています。

## 製品ファミリー

- StableWave™ チューナブルレーザー
- Velocity™ 広帯域チューナブルレーザー