



Phase-locking of a 2.7-THz quantum cascade laser to a mode-locked erbium-doped fibre laser

「モード同期エルビウム添加ファイバーレーザーに
2.7THz量子カスケードレーザーの位相同期」

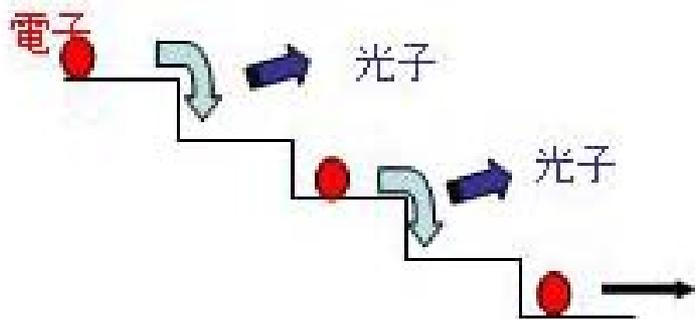
Stefano Barbieri , Pierre Gellie , Giorgio Santarelli , Lu Ding , Wilfried Maineult , Carlo Sirtori , Raffaele Colombelli , Harvey Beere & David Ritchie

Nature Photonics **4**,636-640(2010)

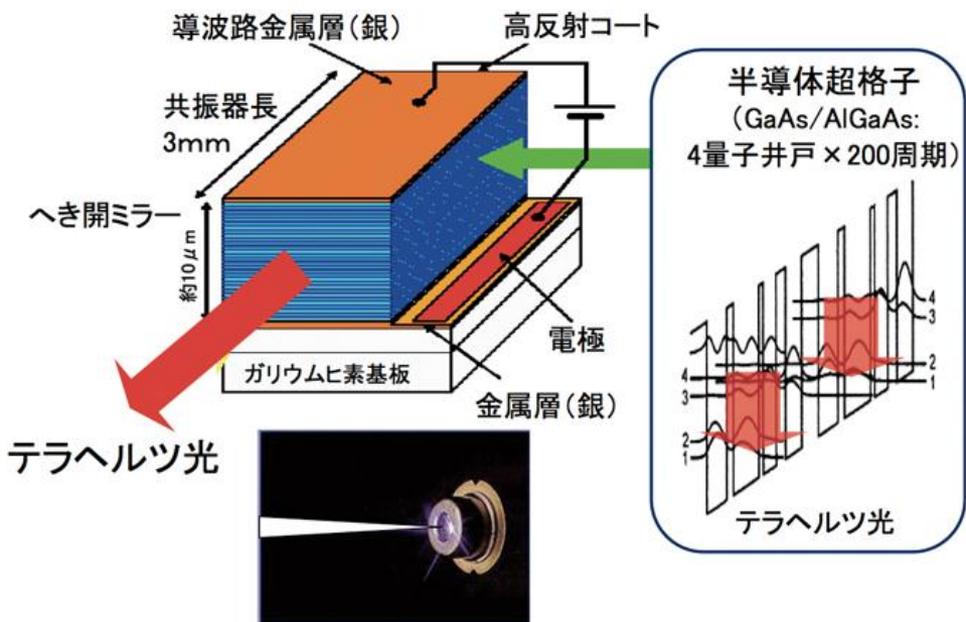
B4 林建太



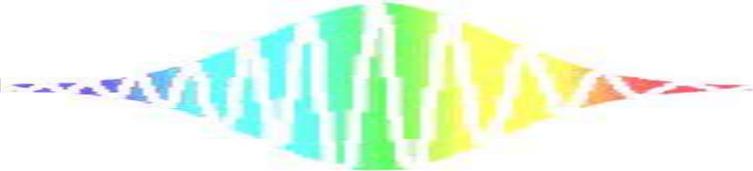
THz量子カスケードレーザー(QCL)



- サブバンド遷移を使って中赤外からテラヘルツ領域で発振する半導体レーザー



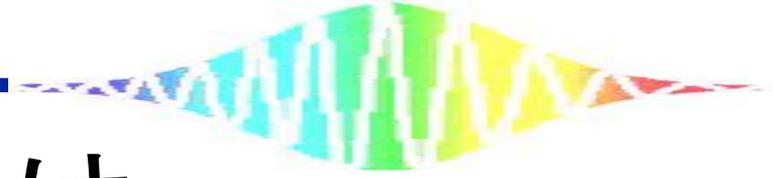
- 小型、高効率・高出力、狭線幅、長寿命、連続発振、高耐久



- ハイパワー
- 固体状態のテラヘルツ光源
- 周波数と位相が安定

遠赤外光天文学や高精度分子ガス分光法、通信などの分野のアプリケーションとして使用可能





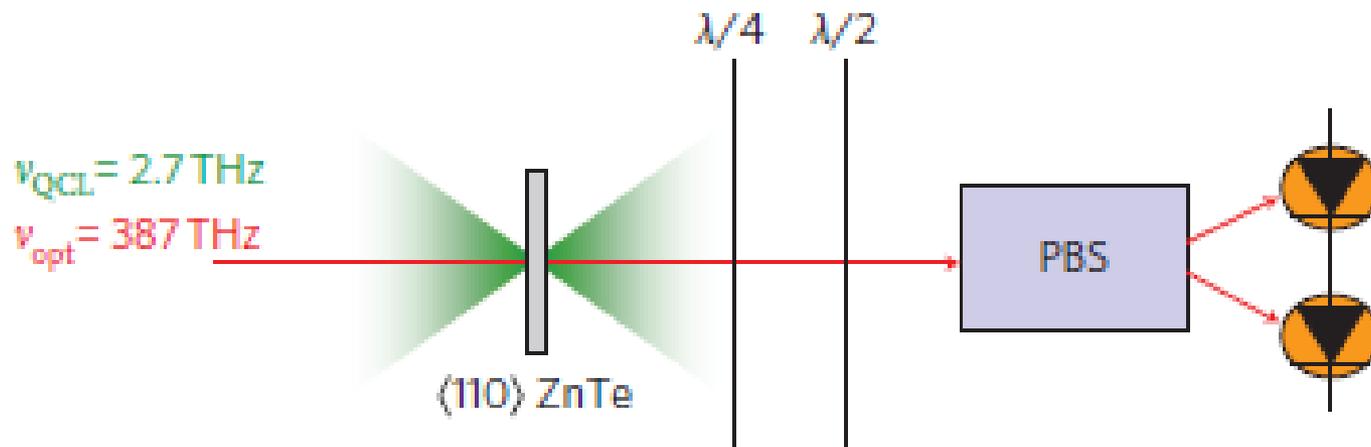
本論文では

- 量子カスケードレーザーの位相同期にモード同期ファイバーレーザーを使用

量子カスケードレーザーの周波数と
位相の安定化

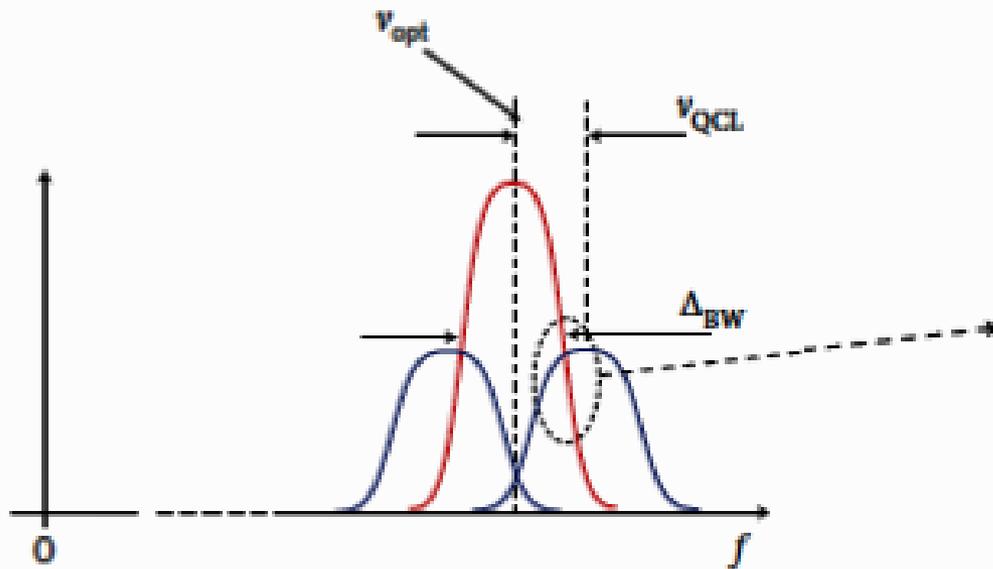
電気光学効果による検出

- CW-THz-QCL光とSHG光が同時にZnTe結晶に集光
- ポッケルス効果によりフェムト秒レーザー光線が振幅変調され、偏光が楕円偏光化する
- $\lambda/4$ 板で直線偏光になる



検出技術の原理

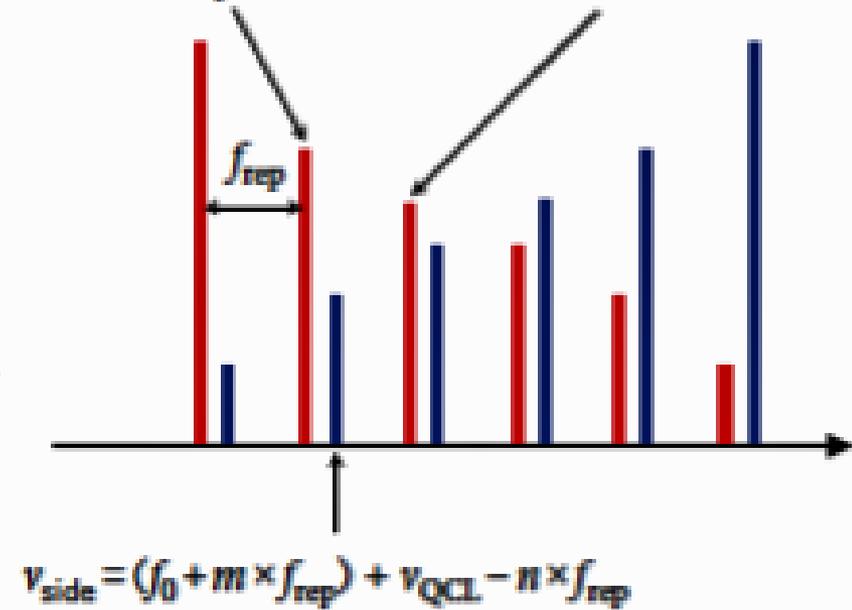
a



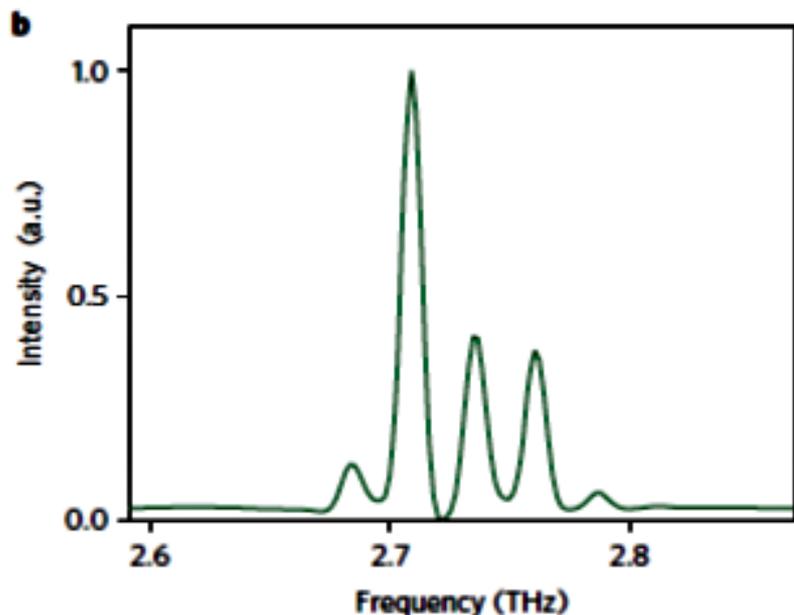
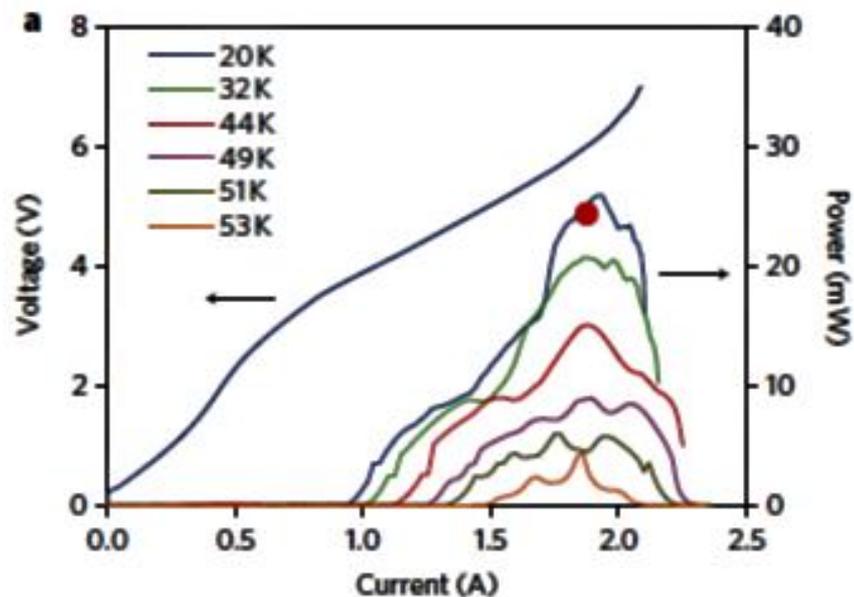
b

$$v_- = f_0 + m \times f_{rep}$$

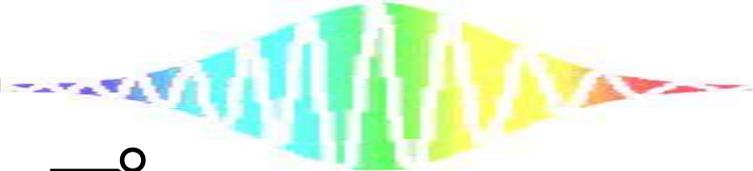
$$v_+ = f_0 + (m+1) \times f_{rep}$$



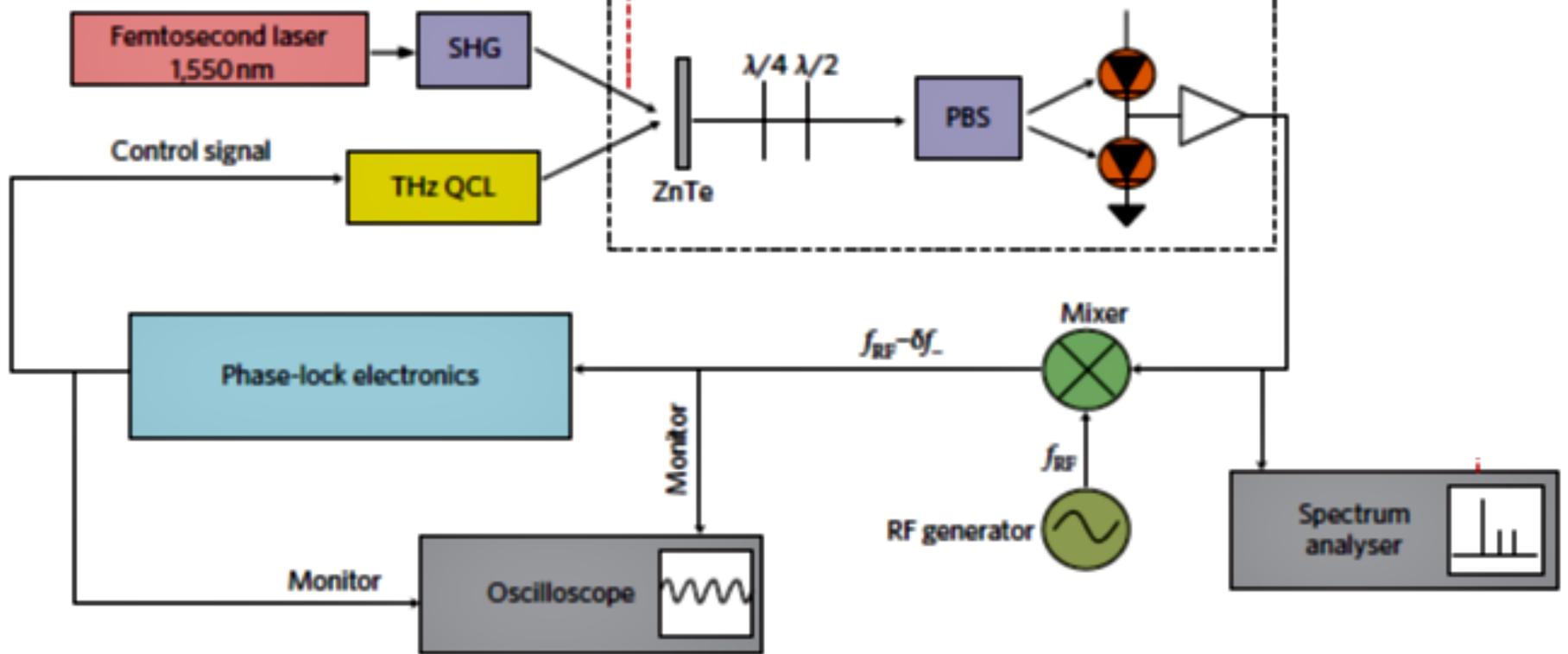
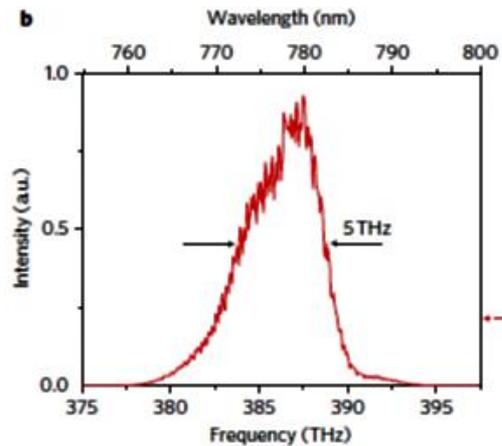
- $\delta f_- = v_{side} - v_- = v_{QCL} - n \times f_{rep}$
- $\delta f_+ = v_+ - v_{side} = (n + 1) \times f_{rep} - v_{QCL}$



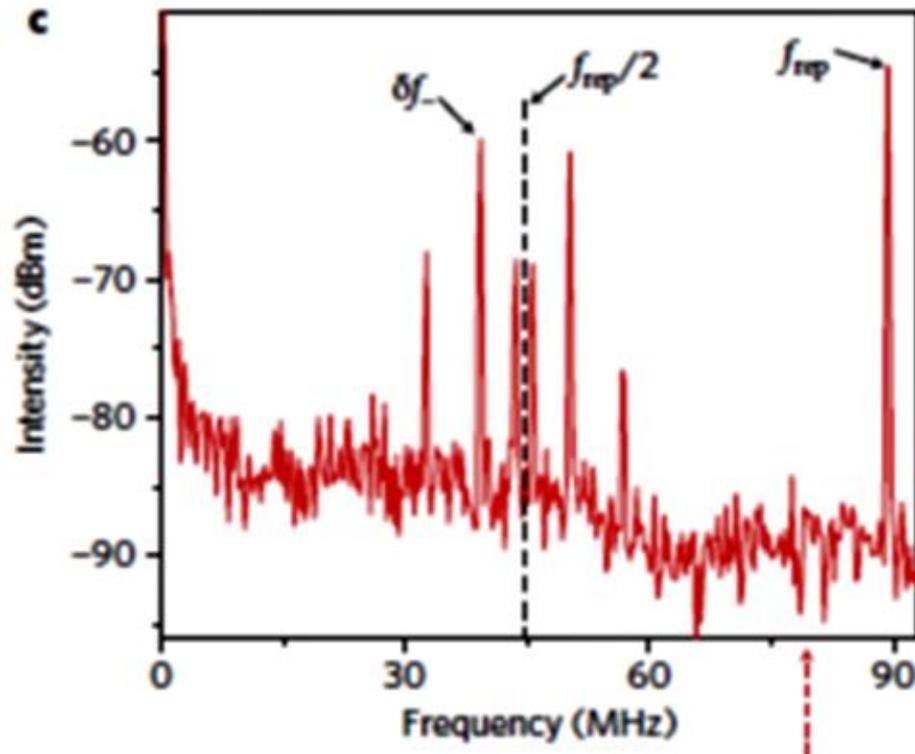
- QCLの各温度でのCW光学パワー・電気特性
- 最大出力パワーは27mW
- 20K, 1.76Aの電流において測定された放射スペクトル
- 約13GHzの空洞往復周波数により分離された五つの縦FPモードで構成



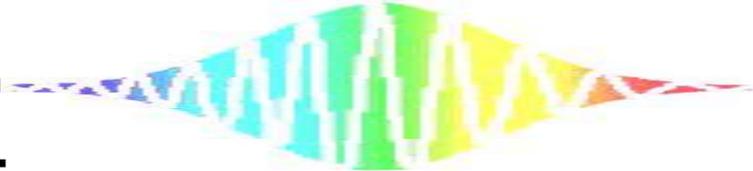
セットアップ



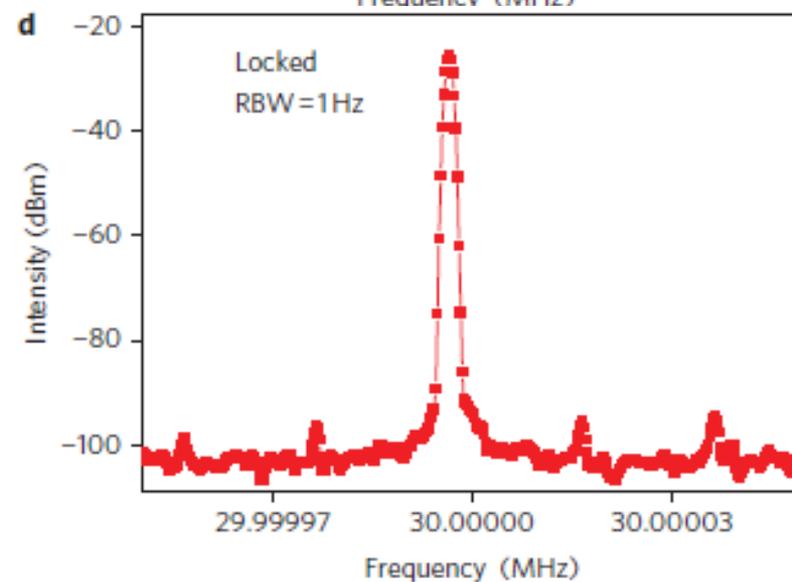
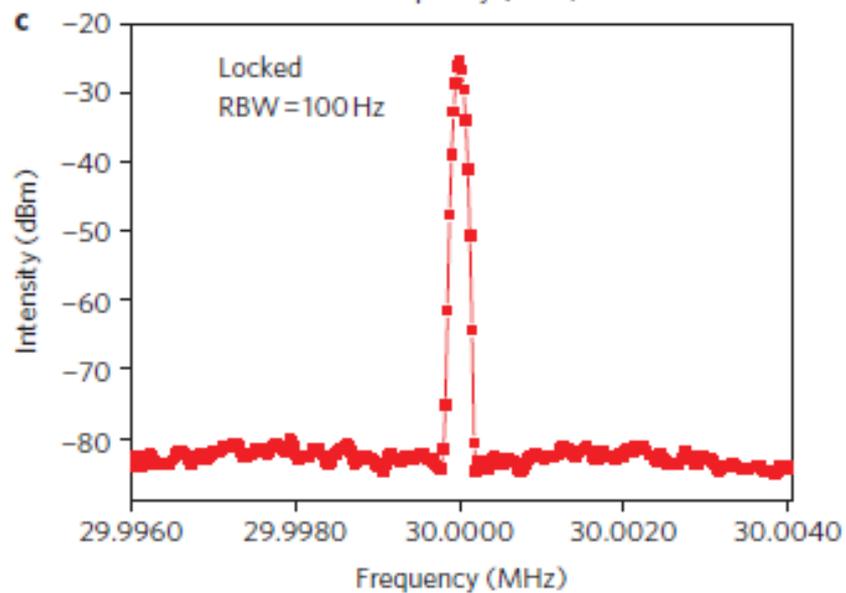
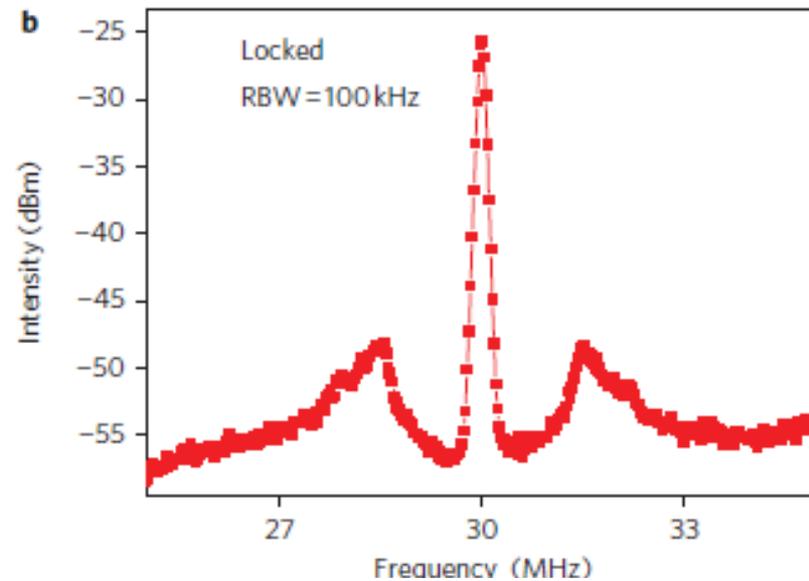
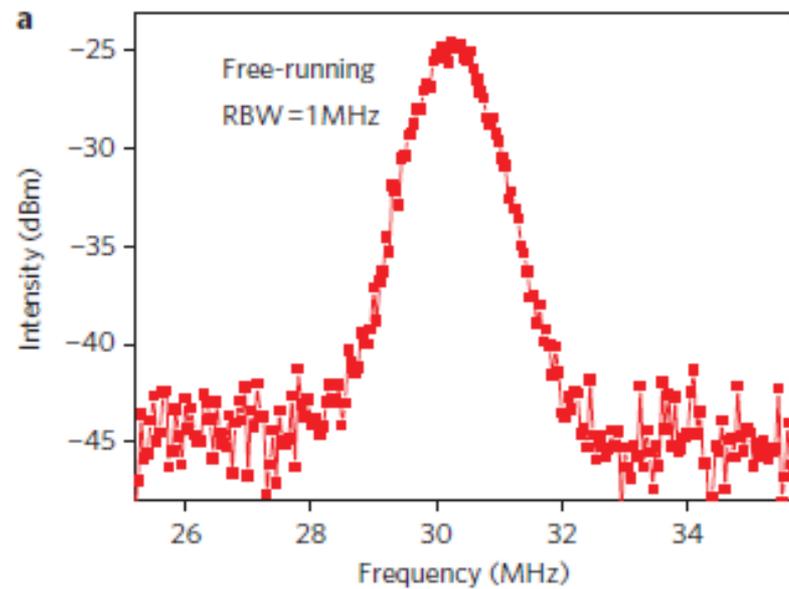
高速RFスペクトル

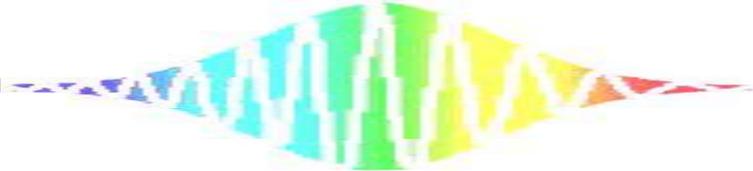


- スイープ時間13ms
- RBW=100kHz
- 間隔0-93MHz
- QCLは1.766Aの電流モードで動作し, 温度は $20 \pm 0.01\text{K}$ で安定化



実験結果





まとめ

- モード同期フェムト秒ファイバーレーザーを増幅変調するため線形電気光学効果を用いて2.7THz-QCLの縦モードの位相同期
- SN比80dBのRFビート信号と1Hzのバンド幅を達成