



Research Institute for Science and Engineering
Waseda University

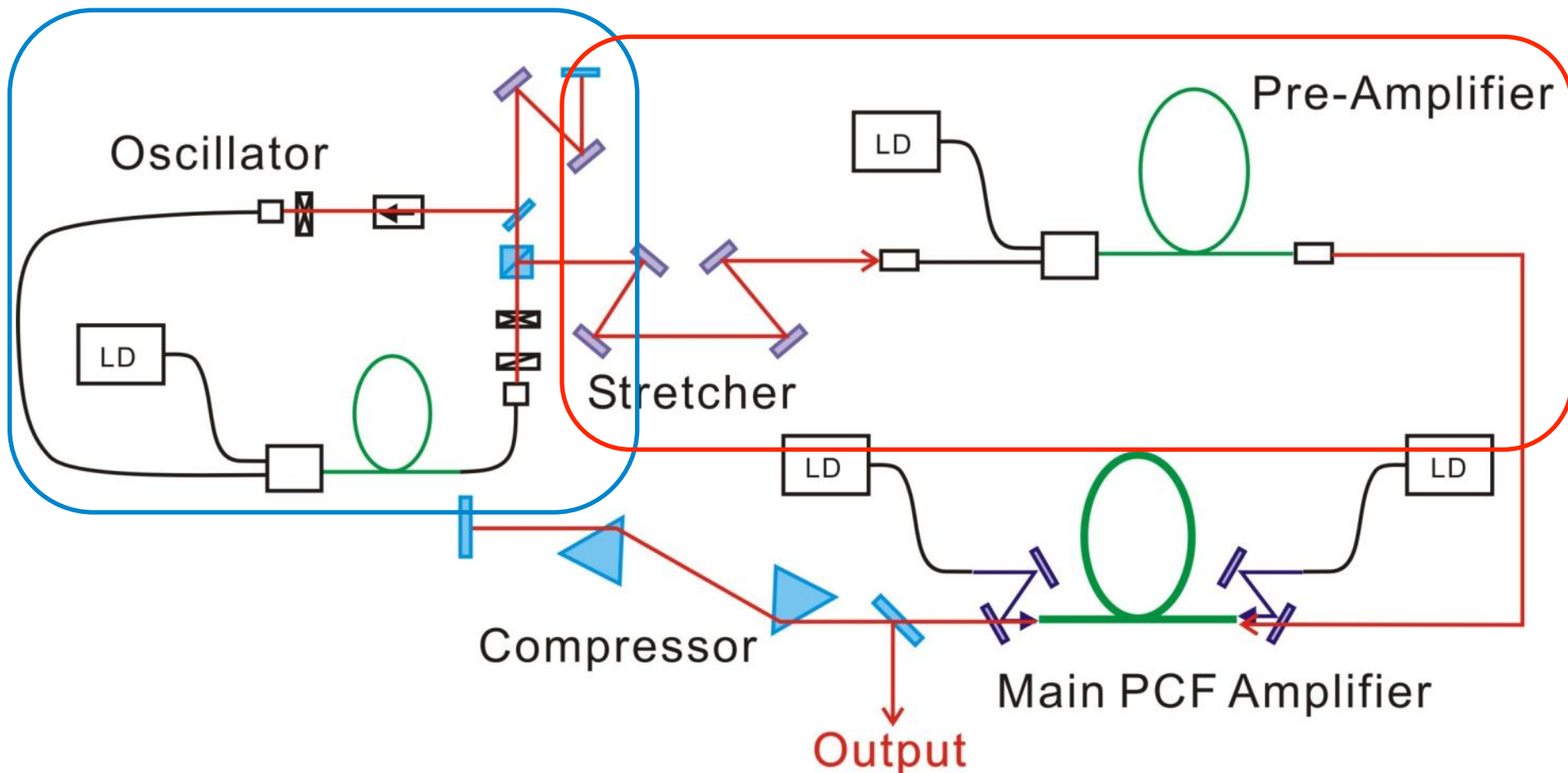
大強度高繰り返しレーザー開発 ～レーザー発振器の高繰り返し化～

早稲田大学 理工学術院
鷺尾方一、坂上和之

研究目標



最終的な構成 (想定図) > 現在はPreampの設計とOscillatorの改良を行っている



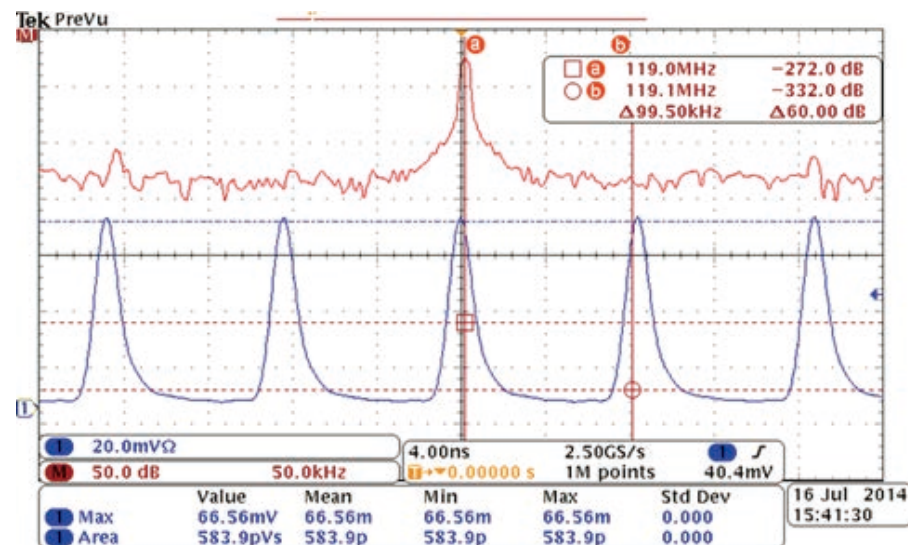
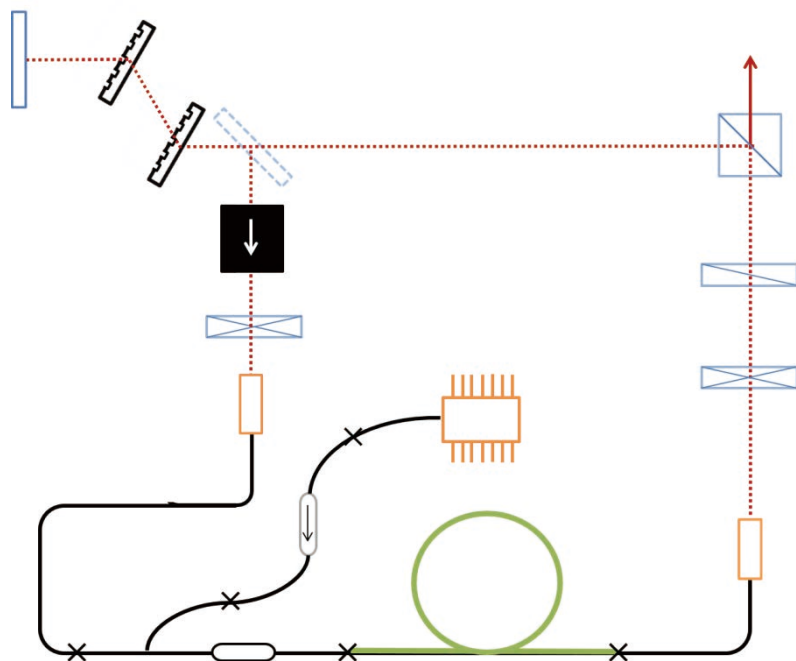
119MHz Laser Oscillator製作



Oscillatorの現在の状況

> 透過型グレーティング利用

> WDM/Collimatorを広帯域仕様のものに変更 (帯域 $\pm 20\text{nm}$)



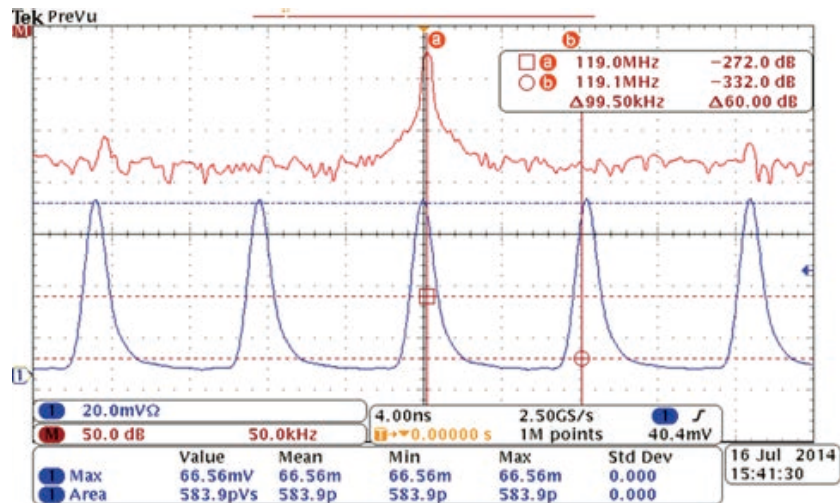
モード同期発振確認



119MHz Laser Oscillator製作



繰り返しをほぼ119MHzに調整



繰り返し周波数

119.1[MHz]

共振器長

2.52[m]

パルス間隔

8.4[ns]

出力

81.8[mW]

1パルスあたりのエネルギー

0.69[nJ]

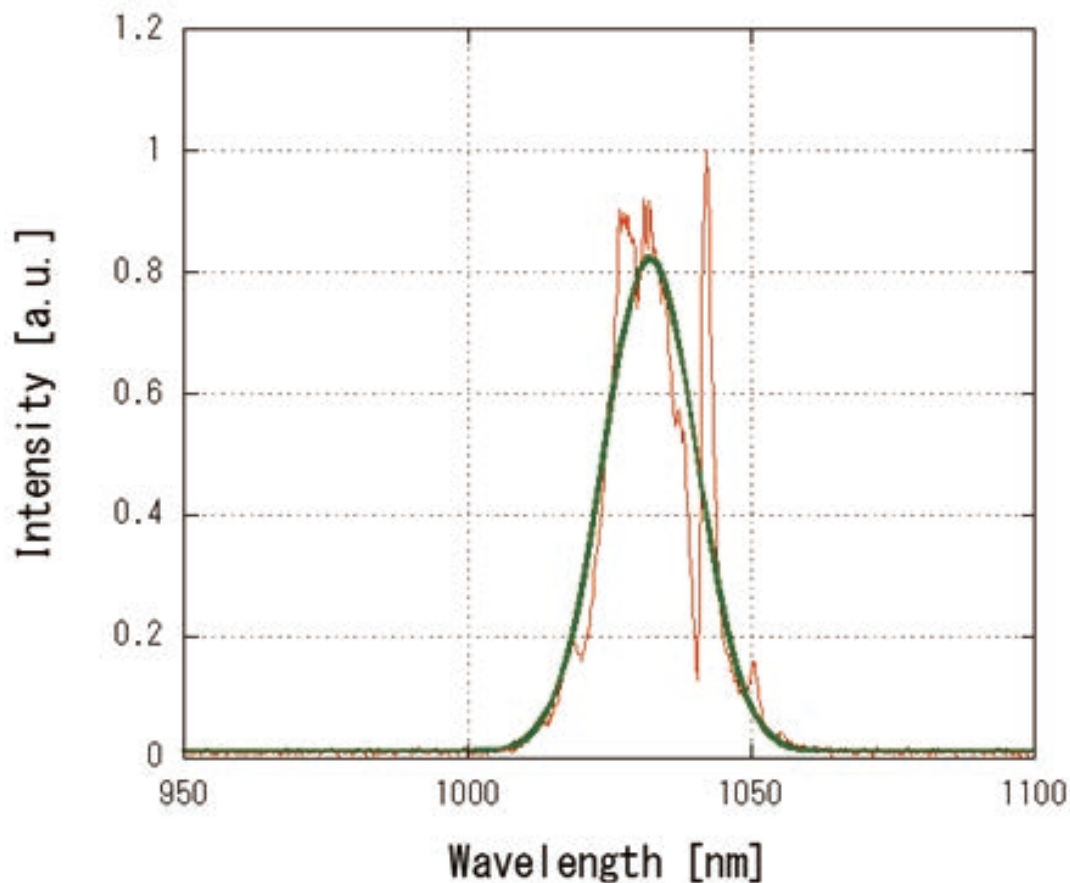


119MHz Laser Oscillator製作



Oscillatorの現在の状況

スペクトル幅を計測 19.1nm>フーリエ限界パルスとしては100fsを切る
Stretcherで十分広げられるバンド幅を持つことを確認



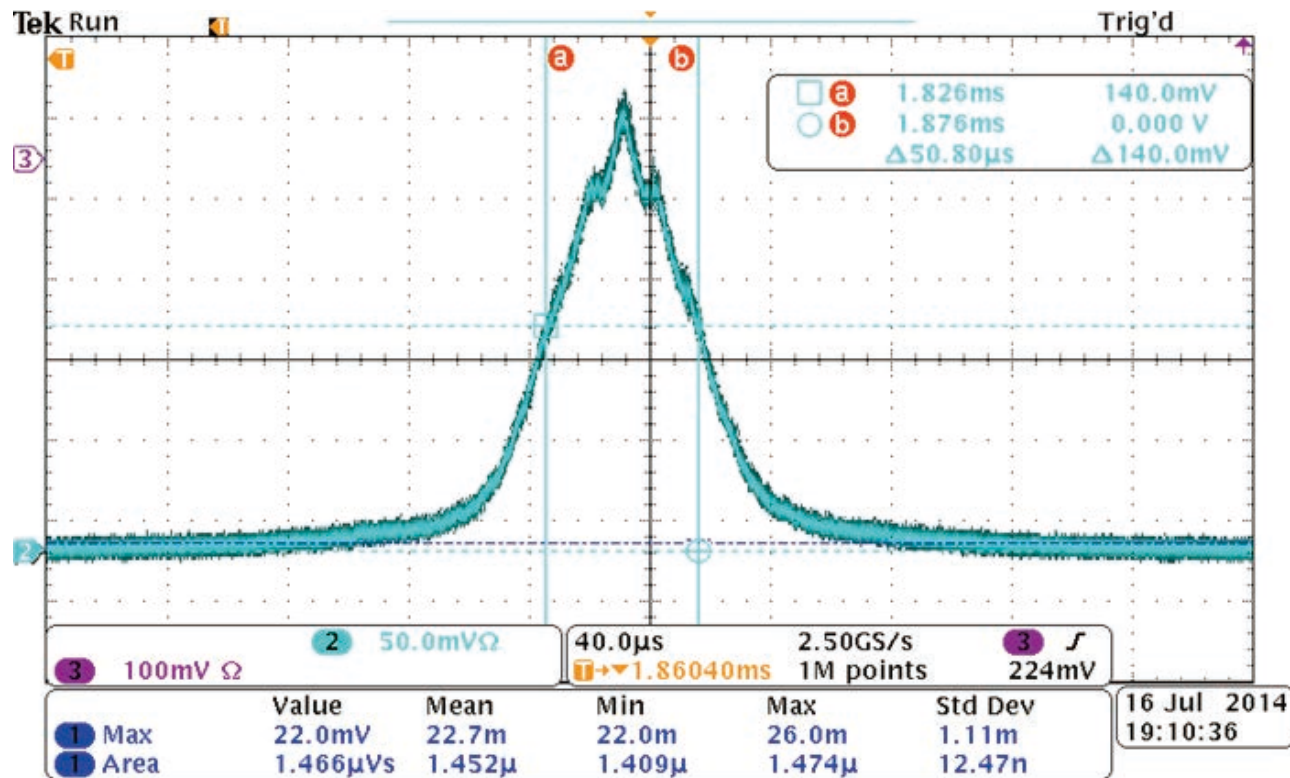
119MHz Laser Oscillator製作



Oscillatorの現在の状況

パルス幅を計測 >574fs (fwhm) フーリエ限界パルスまでは圧縮できていない

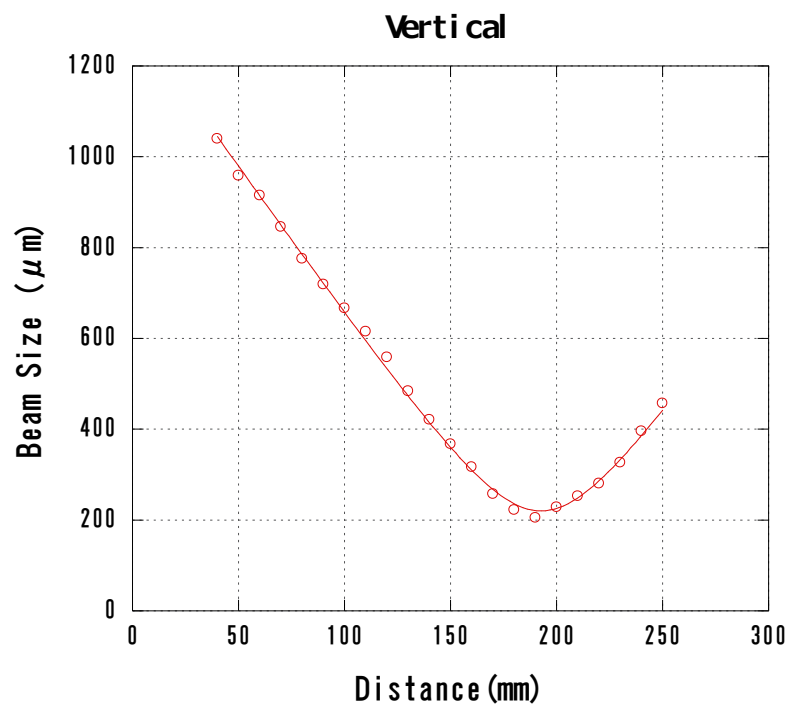
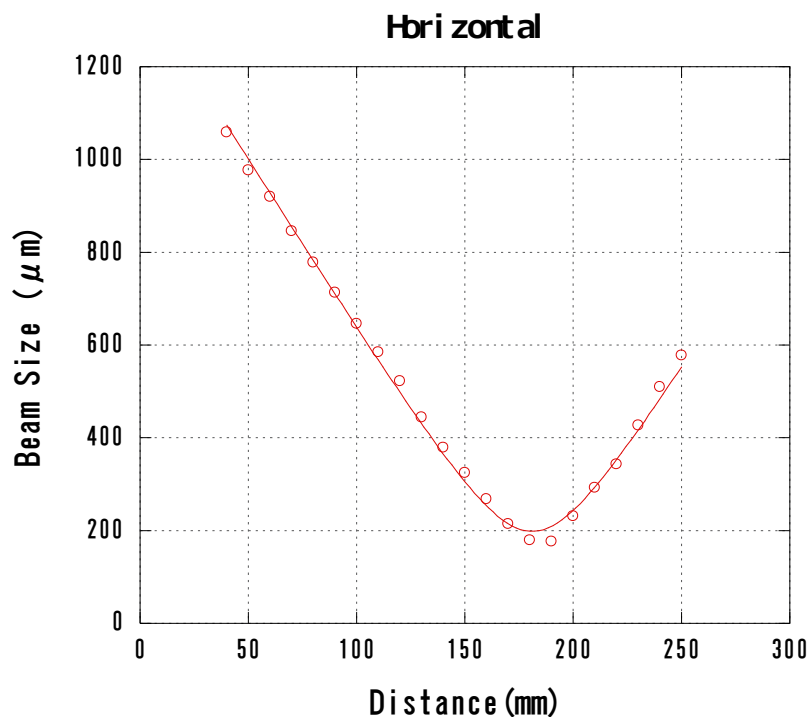
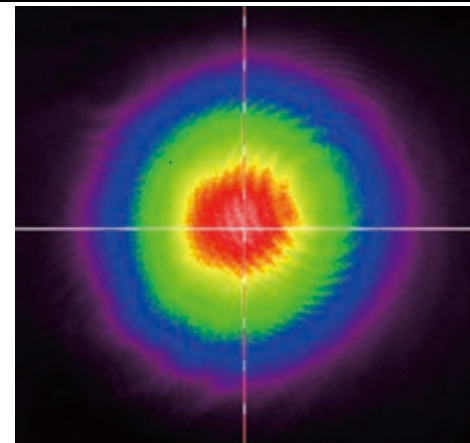
>圧縮器の最適化により短いパルスが得られるものと考えているが、まずはStretcherを通すので、十分な値



119MHz Laser Oscillator製作



Oscillatorの現在の状況
ビーム品質を計測
X方向Y方向ともに
 $M^2=1.14$ と非常に良いシングルモード発振だった



119MHz Laser Oscillator製作



Oscillatorの現在の状況
計測・評価したパラメータのまとめ
十分な性能を有していることを確認

パルス繰り返し	119MHz
中心波長	1032[nm]
スペクトル幅	19.1[nm]
フーリエ限界パルス幅	82[fs]
パルス幅(測定値)	574[fs]
M ²	1.14
ピークパワー	1.2[kW]



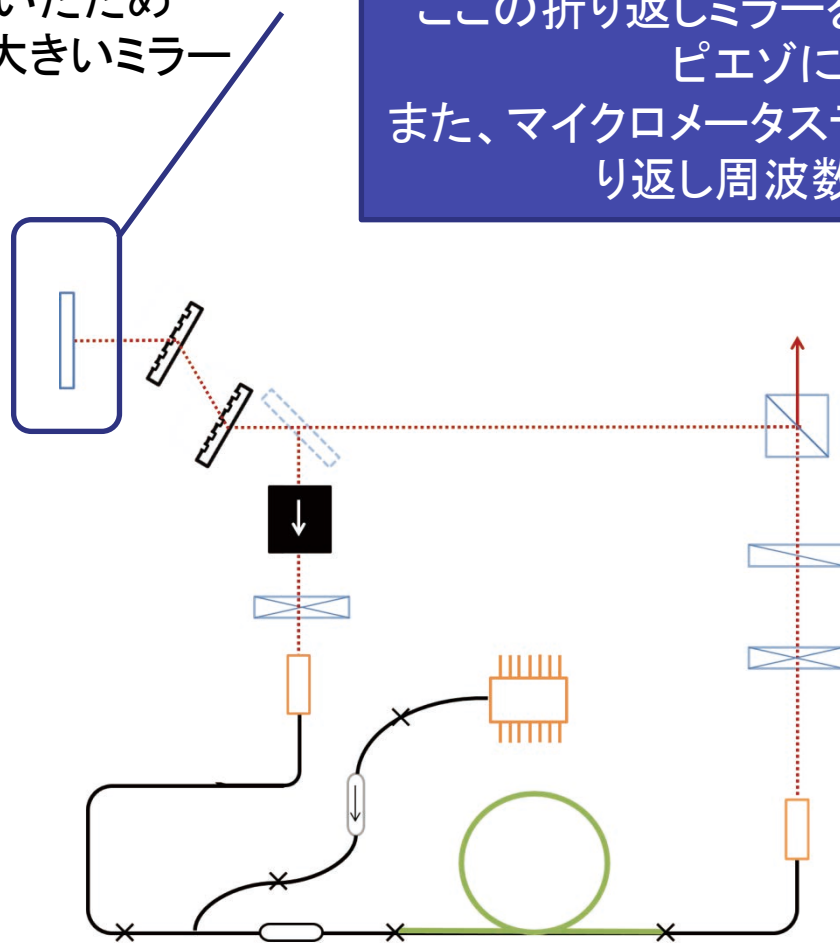
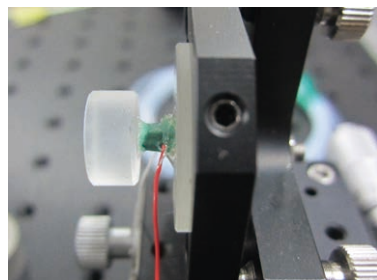
119MHz Laser Oscillator製作



共振器に蓄積するためには外部から発振波長や周波数などを制御する必要がある
ピエゾ素子を導入し、試験した

※市販のミラーを用いたため
まだピエゾに対して大きいミラー

この折り返しミラーを小さいものに変更し、
ピエゾにマウント。
また、マイクロメータステージに乗せパルス繰
り返し周波数を調整する。

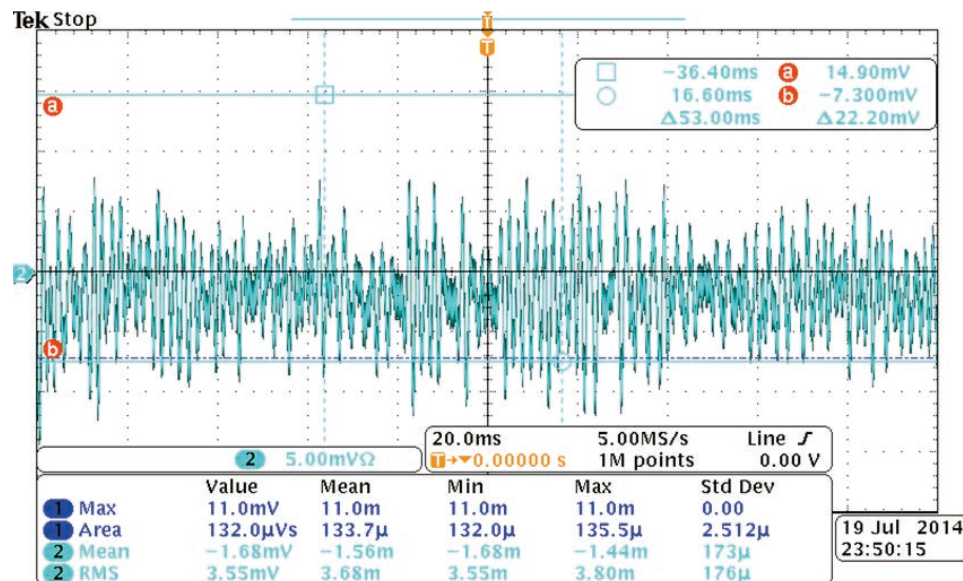
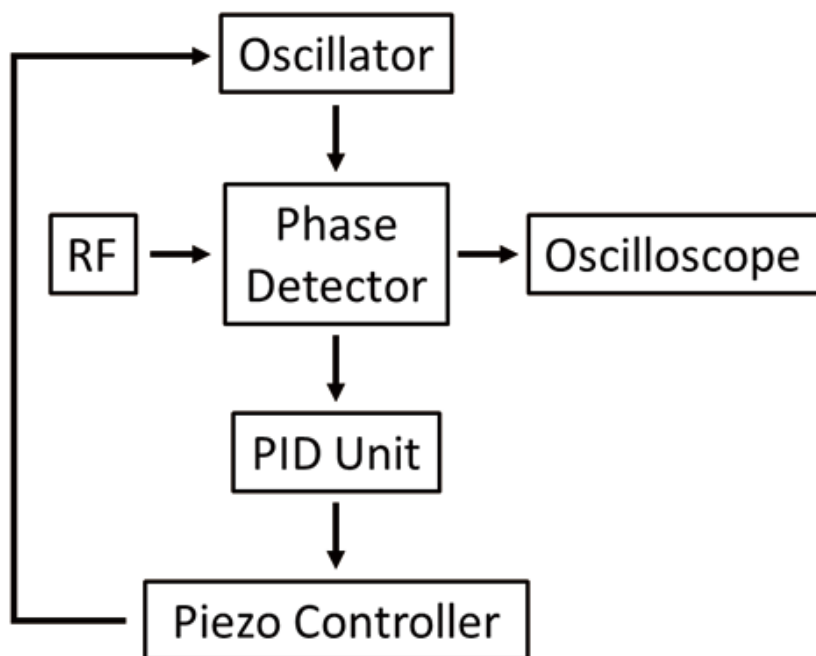
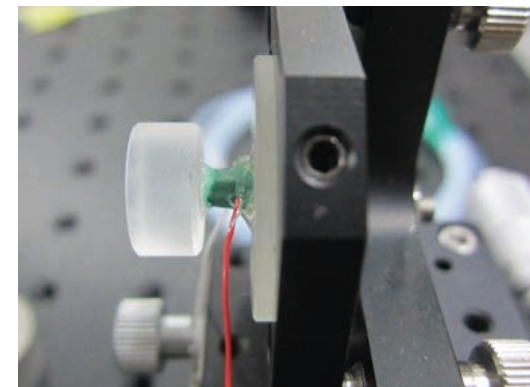


119MHz Laser Oscillator製作



まずは共振器への蓄積ではなく、119MHz信号とのPLL (Phase Lock Loop)で試験した

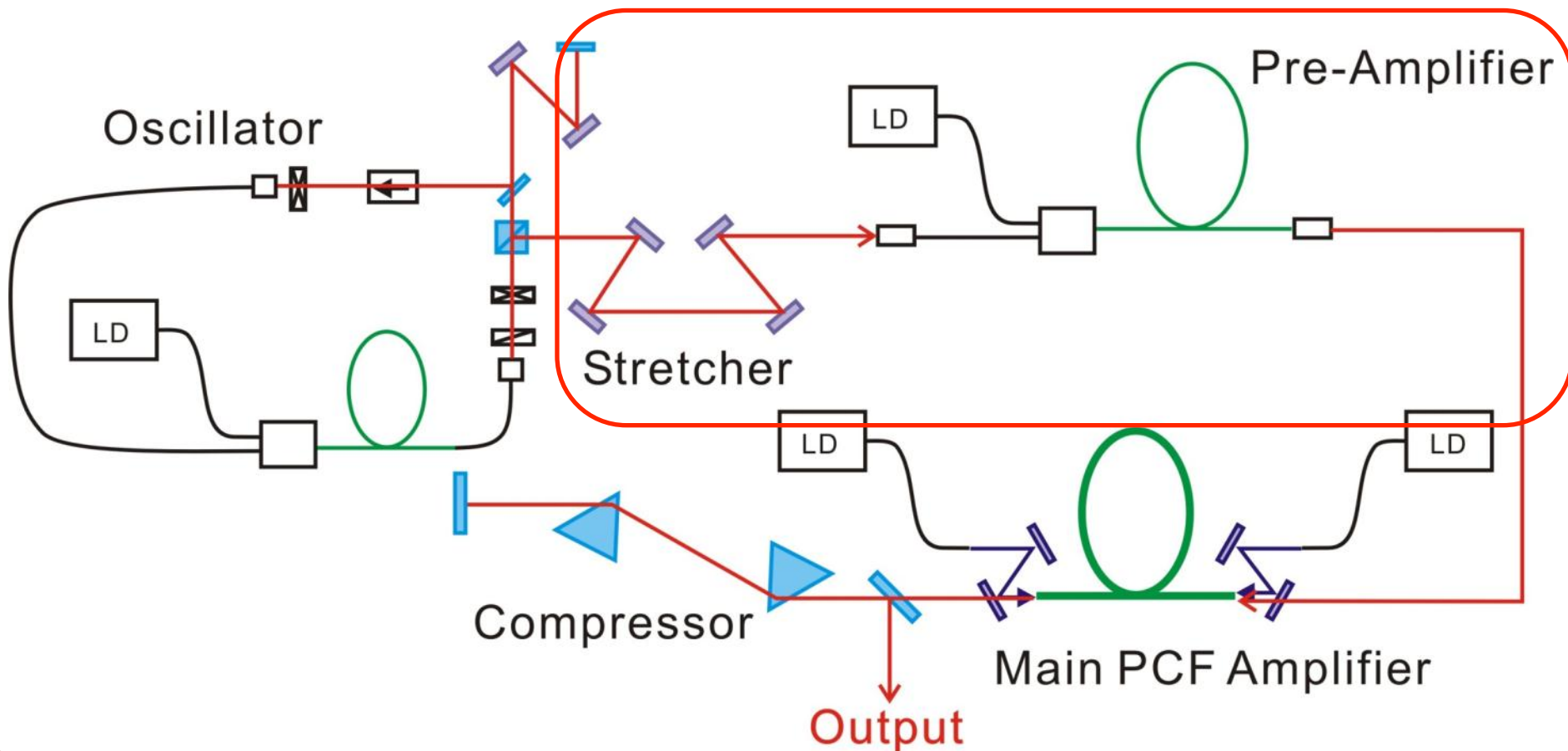
- > 右図はPLL Lock時のPhase DetectorからのError Signal
- > 同期精度としては5.9ps程度(最終目標は0.2ps 程度)
- > ミラーの最適化等でより精度を上げ、高速のFBを可能に
- > 発振全体としての揺れも抑える構造を検討する



Pre. Amp.の構築



- 現在プリアンプ前のストレッチャーを構築・評価した
- >プリアンプは構築中
- >10~30ps程度までストレッチする



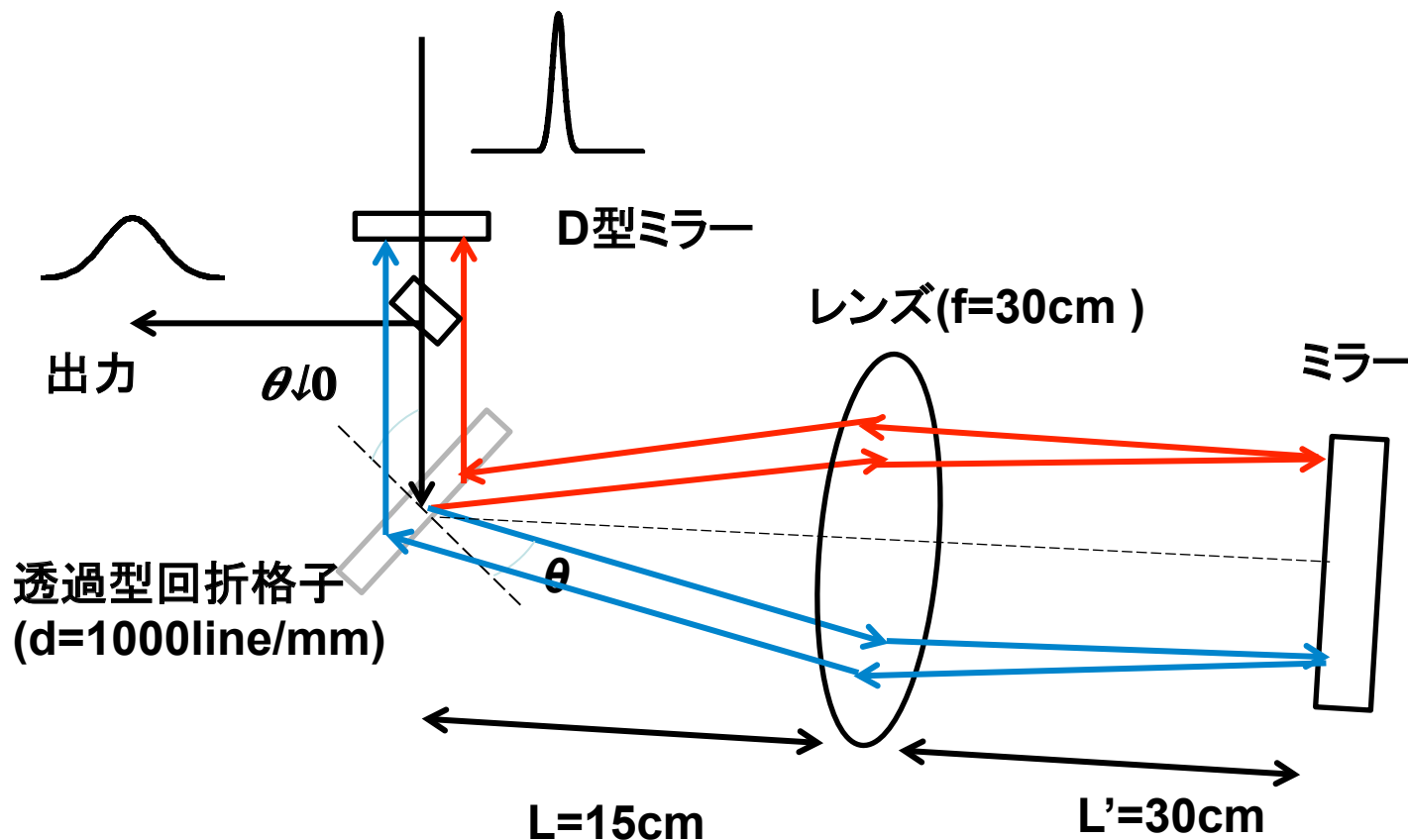
Pre. Amp.の構築



Stretcherの構成

透過型Gratingを用いた形とし、設計上は以下の構成で12.7nmバンド幅のパルスが35.9psにStretchされる

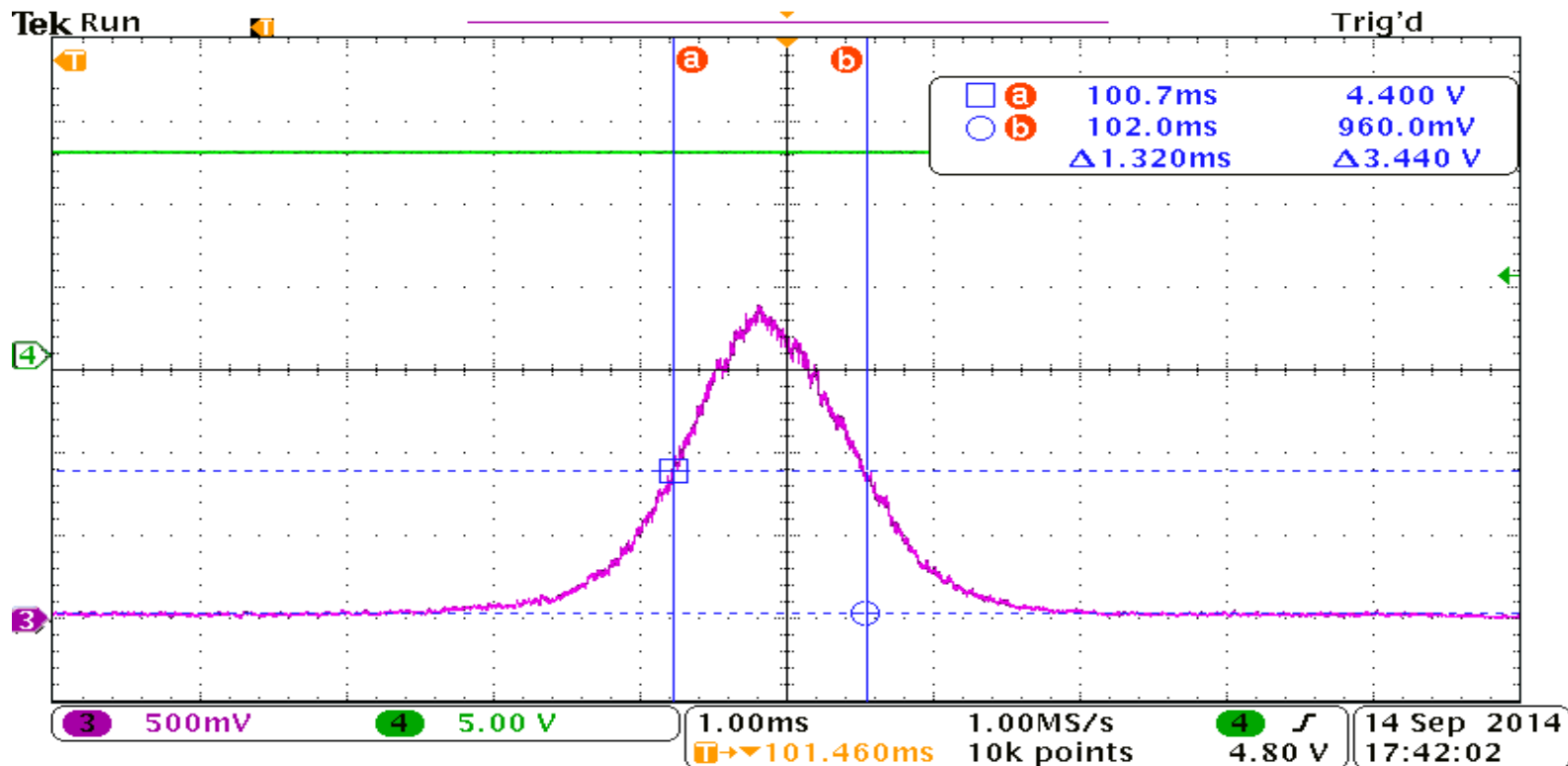
フェムト秒パルスレーザー



Pre. Amp.の構築



Stretcher後のパルス幅をオートコリレータにて計測した。



オートコリレータにより得られたStretcher通過後のパルス波形

Stretcher前のパルス幅 518fs

Stretcher後のパルス幅 32.6ps >ほぼ設計通り



まとめと今後の計画



○オシレータ開発

- 119MHzのターゲットパルス繰り返しへの調整とタイミング同期制御を試験
 - > より高速の制御を行うための設計 (ミラーの必要径は計測済み)
 - > 安定な発振器の構築
 - > 共振器蓄積試験

○プリアンプ開発

- ストレッチャー試験とパルス幅計測を行い、設計通りの値が得られたプリアンプを構築中
 - > 増幅試験とスペクトルやパルス形状への非線形効果がないか確認

プリアンプ直前のAOM/EOMによるCEO補正・高速FB機構の導入も検討

