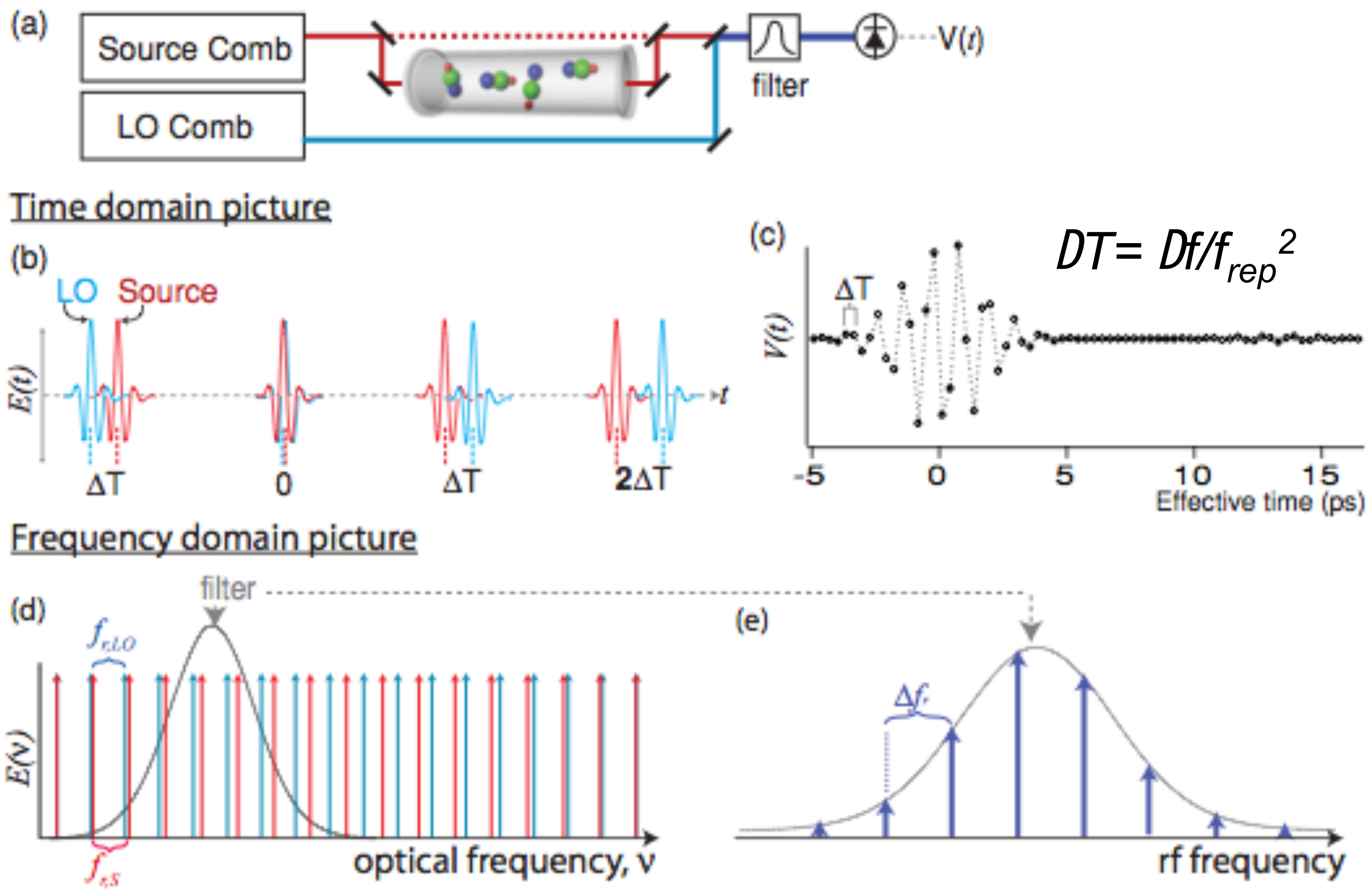
研究の進捗状況

謝　宜達

デュアル光コム分光法



$DT = Df/f_{rep}^2$

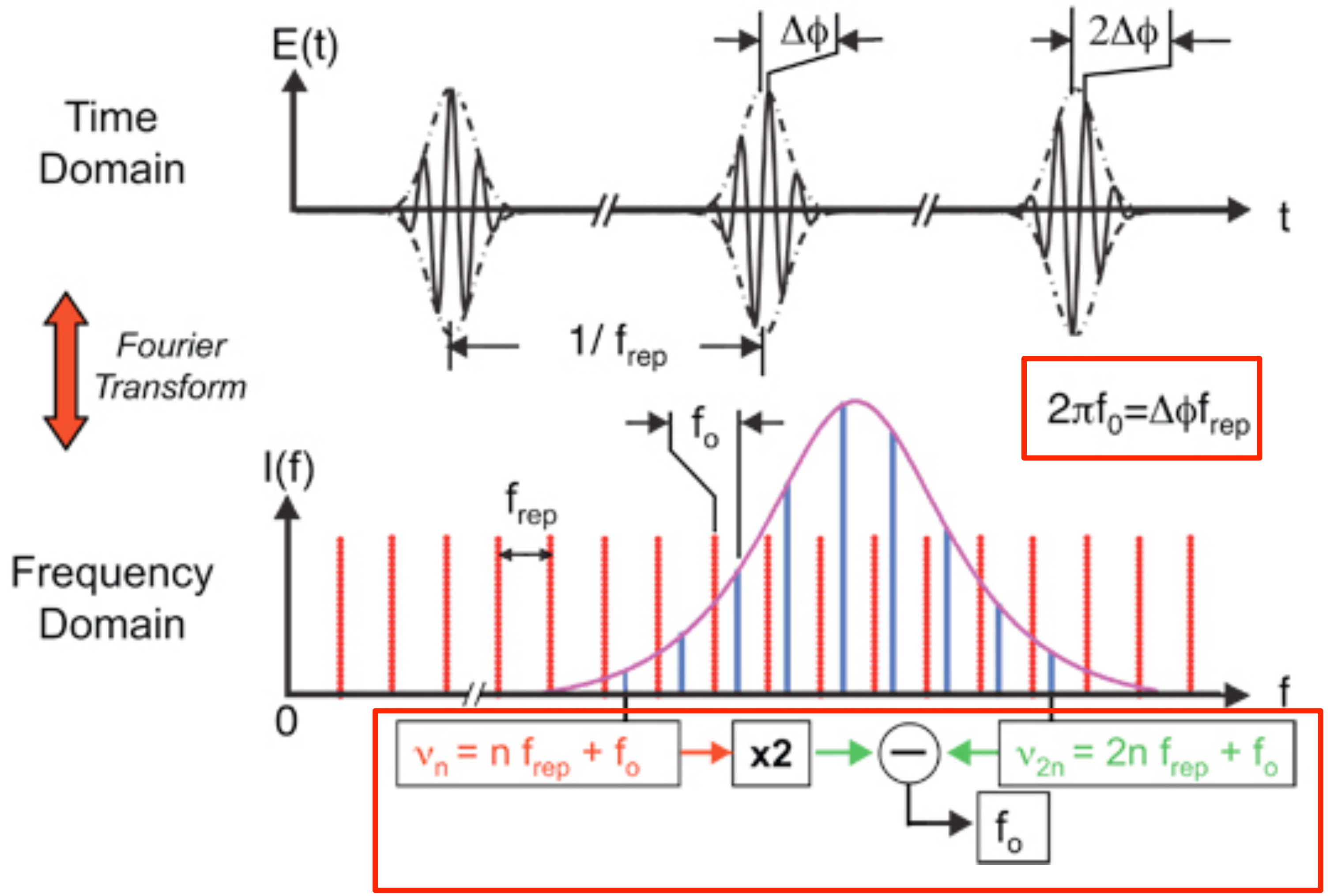
$Dn_{Comb} < (DT)^{-1}$

サンプリング定理

$Dn_{Comb} < f_{rep}^2/(2Df_{rep})$

Ref) I. Coddingon et al. Phys. Rev. Lett. ***100****, 013902 (2008)*

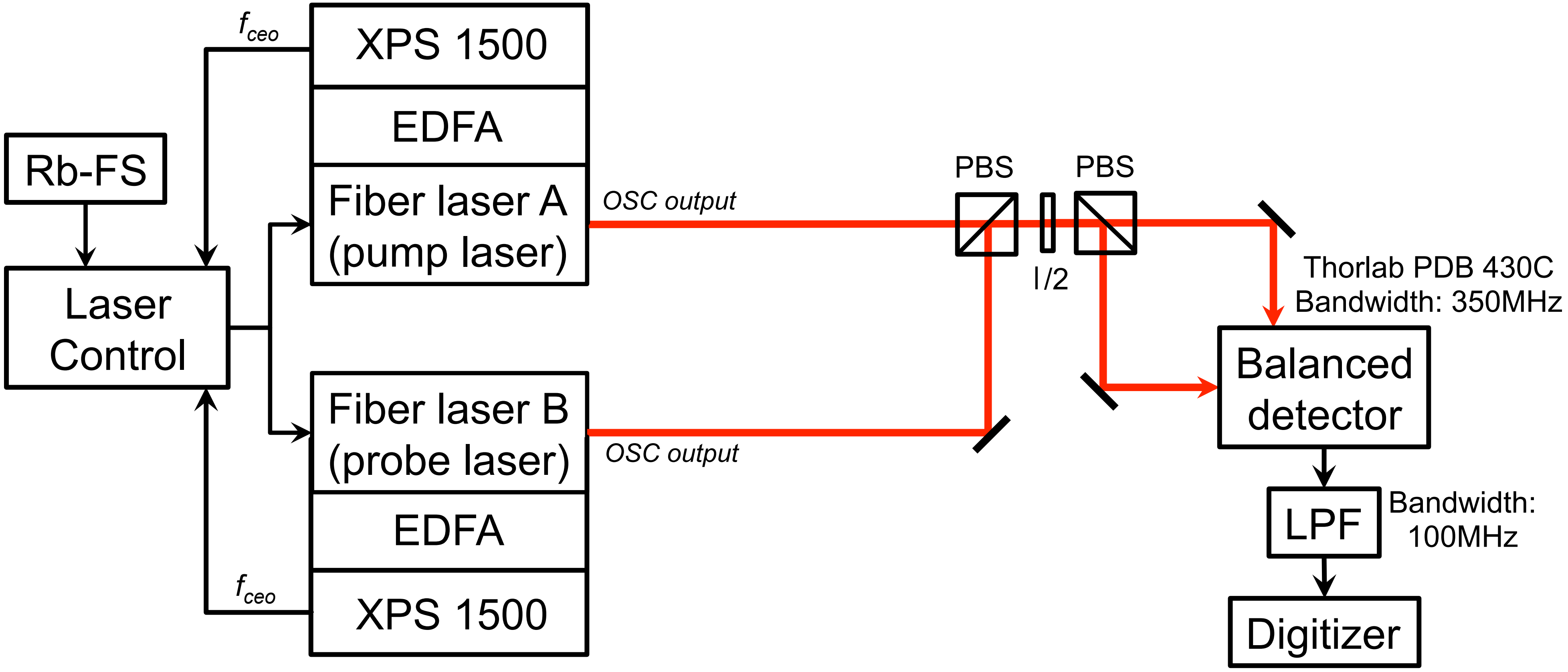
デュアル光コム分光法



f-2*f*自己参照法

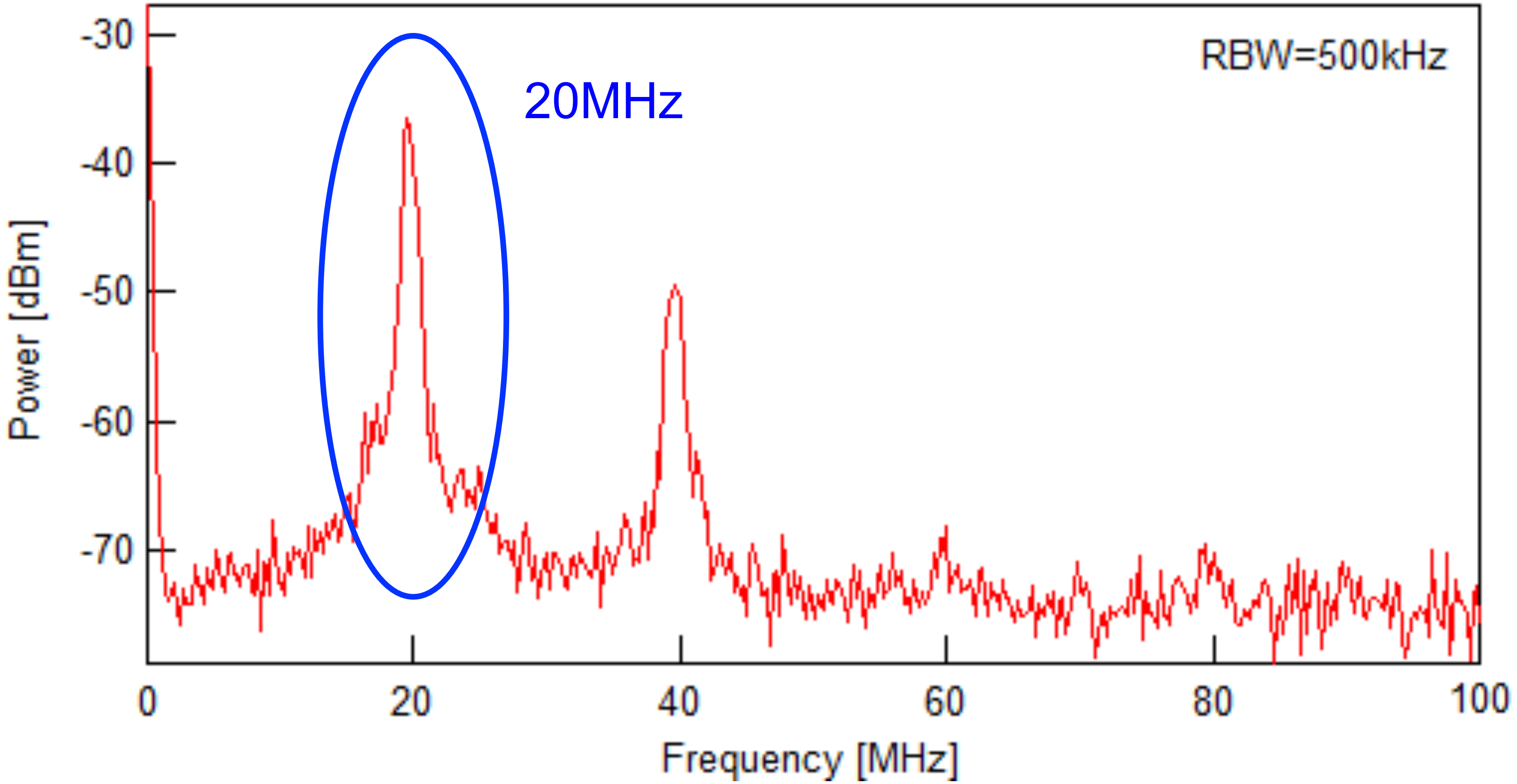
Ref) http://www.phas.ubc.ca/~djjones/

実験装置


Rb-FS
Laser Control
f_{ceo}
XPS 1500
EDFA
Fiber laser A (pump laser)
Fiber laser B (probe laser)
EDFA
XPS 1500
f_{ceo}
OSC output
OSC output
PBS
PBS
l/2
Thorlab PDB 430C
Bandwidth: 350MHz
Balanced detector
LPF
Bandwidth: 100MHz
Digitizer

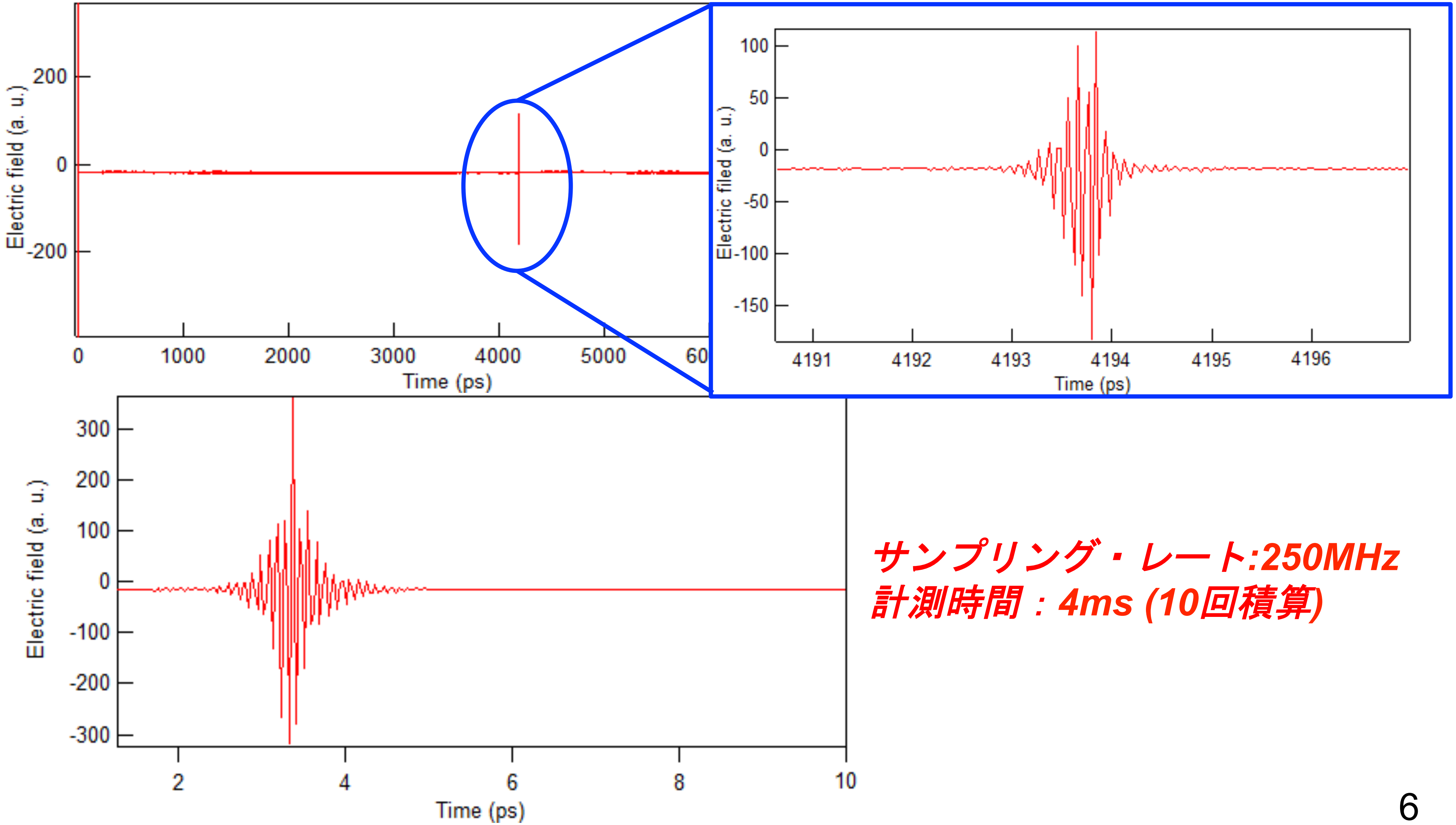
f-2f干渉計によるf_{CEO}検出装置

- Menlo systems XPS 1500



HWP: half-wav-plate; PPLN: periodically-poled Lithium Niobate;
PBS: polarizing beam splitter cube; IF: interference filter;
BG3: colored glass filter; FPD510-F: PIN photo detector

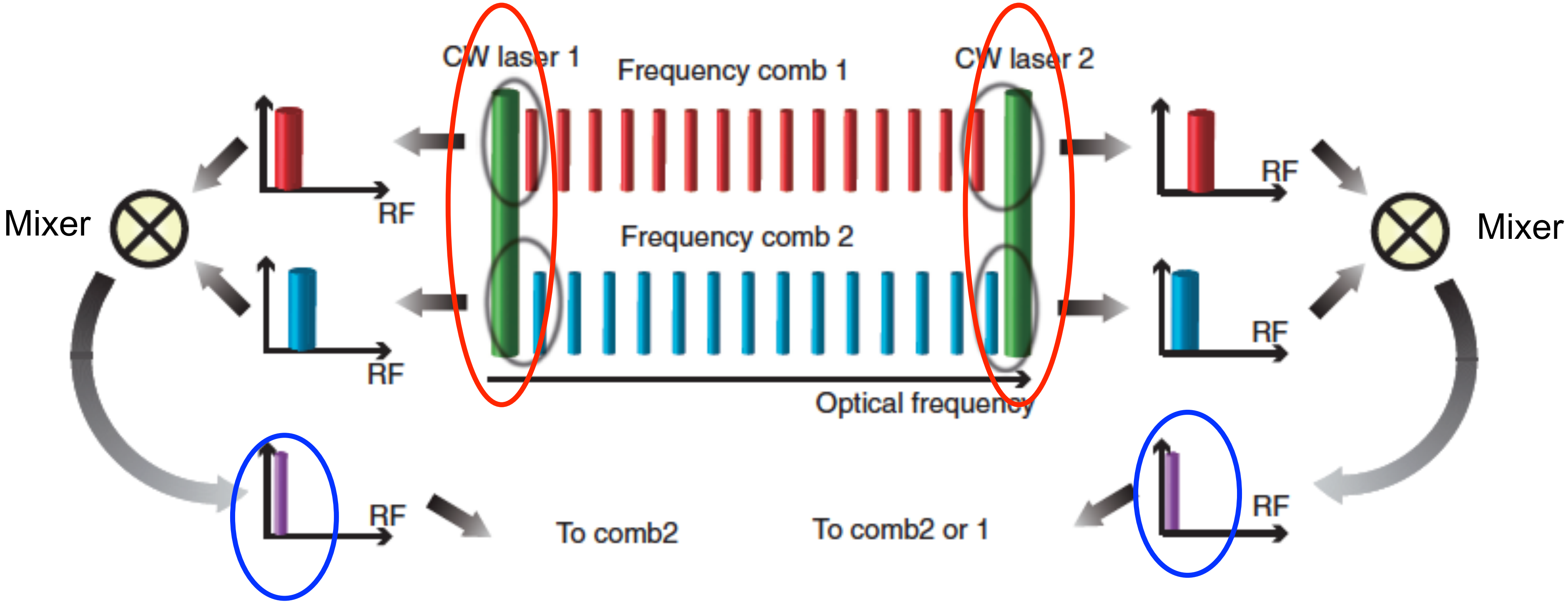
デュアル光コムの干渉信号



サンプリング・レート:250MHz
計測時間：4ms (10回積算)

コム間ビートによる光コムの安定化

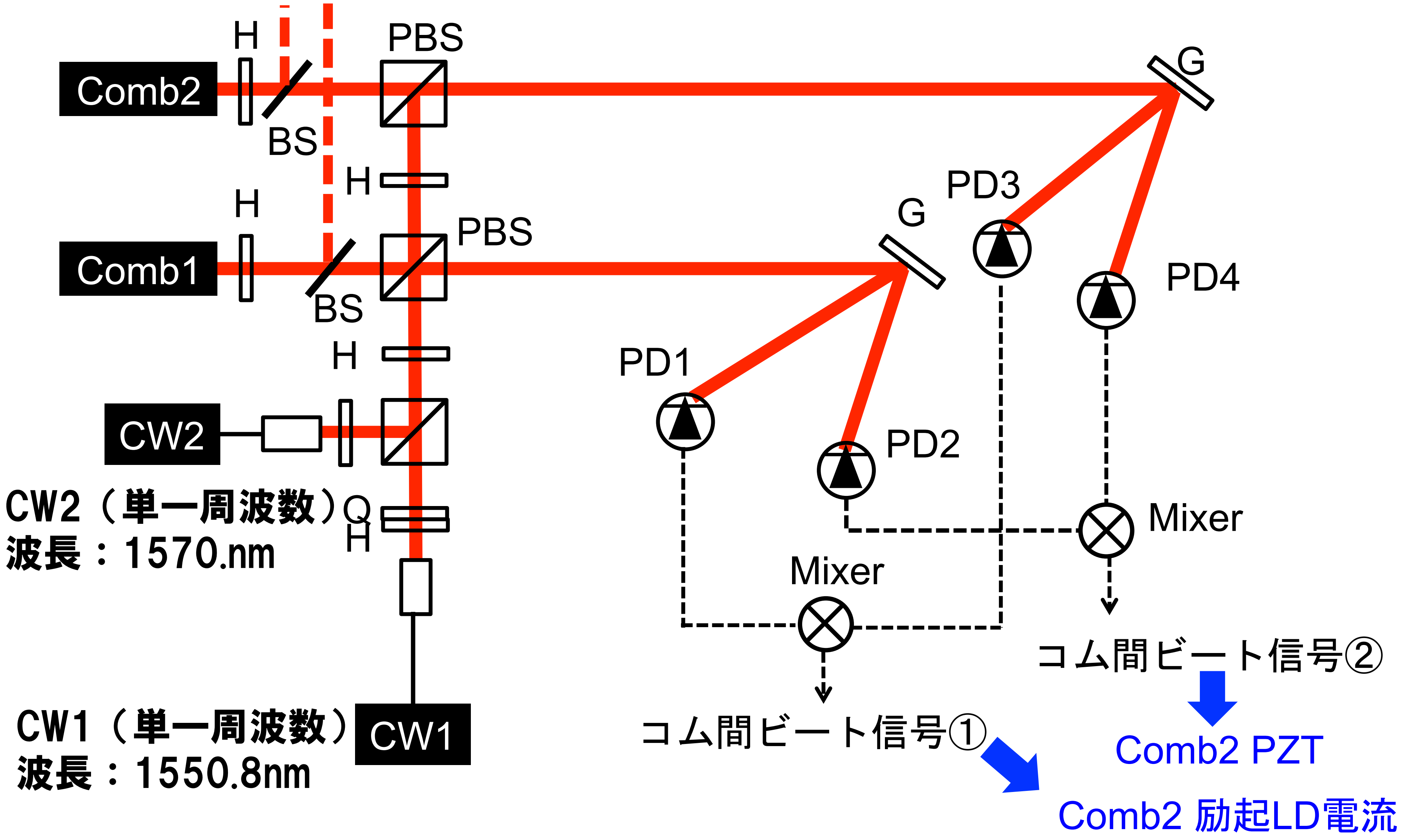
Free-running



コム間ビート信号 → レーザ制御

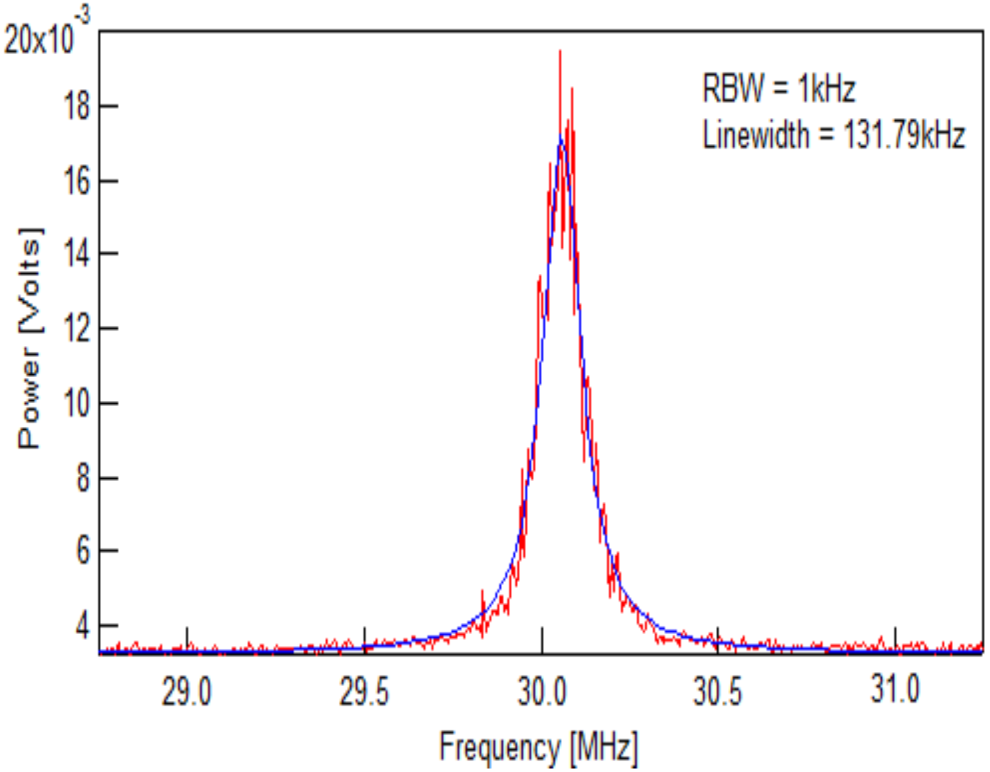
*Ref) N. Kuse, et al., Appl. Phys. Express, **5**, 112402 (2012)*

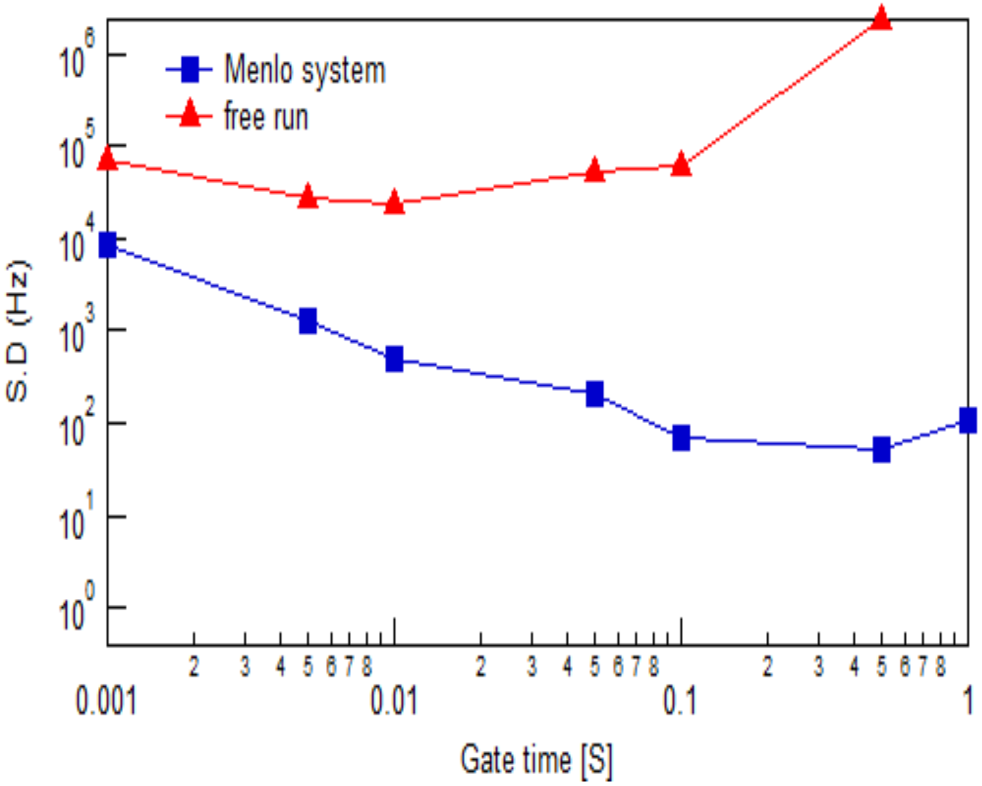
実験装置


Comb2
Comb1
CW2
CW1
H
BS
PBS
H
H
PBS
BS
H
Q
H
G
G
PD1
PD2
PD3
PD4
Mixer
Mixer
CW2（単一周波数）
波長：1570.nm
CW1（単一周波数）
波長：1550.8nm
コム間ビート信号①
コム間ビート信号②
Comb2 PZT
Comb2 励起LD電流

光コム間のビート信号

- ***Menlo systems XPS 1500***

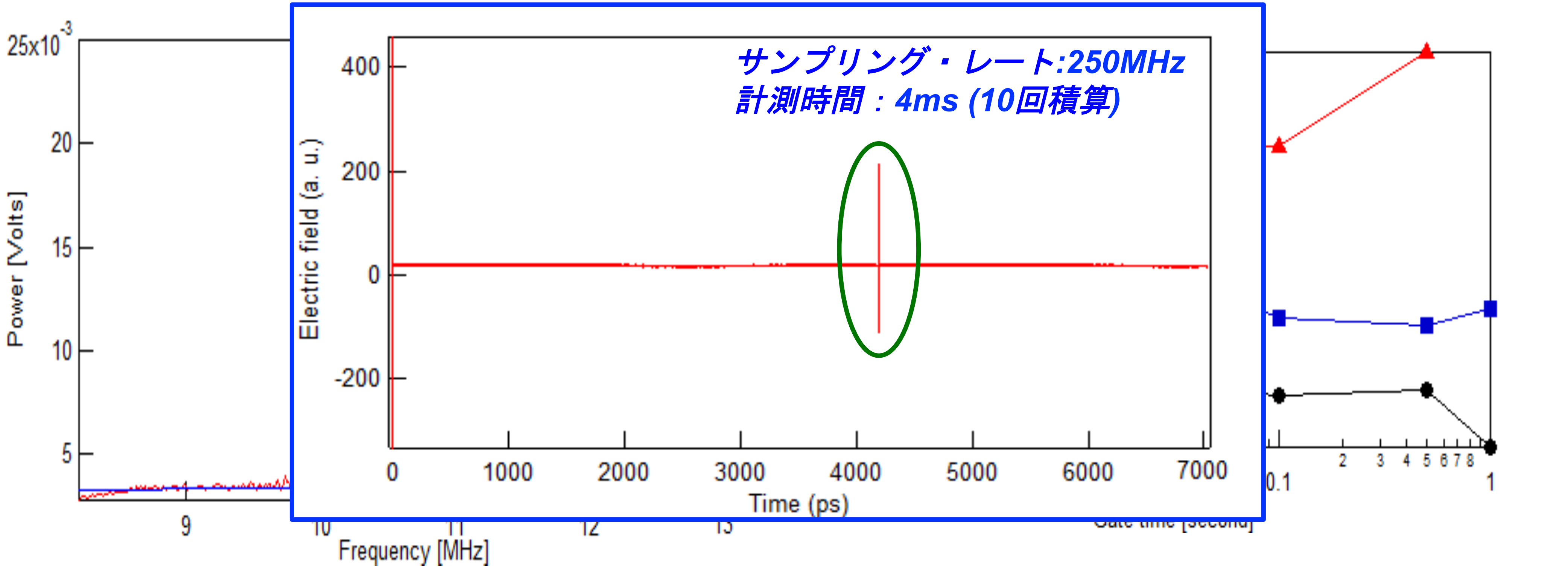




線幅：131kHz　　周波数変動：104Hz at 1s

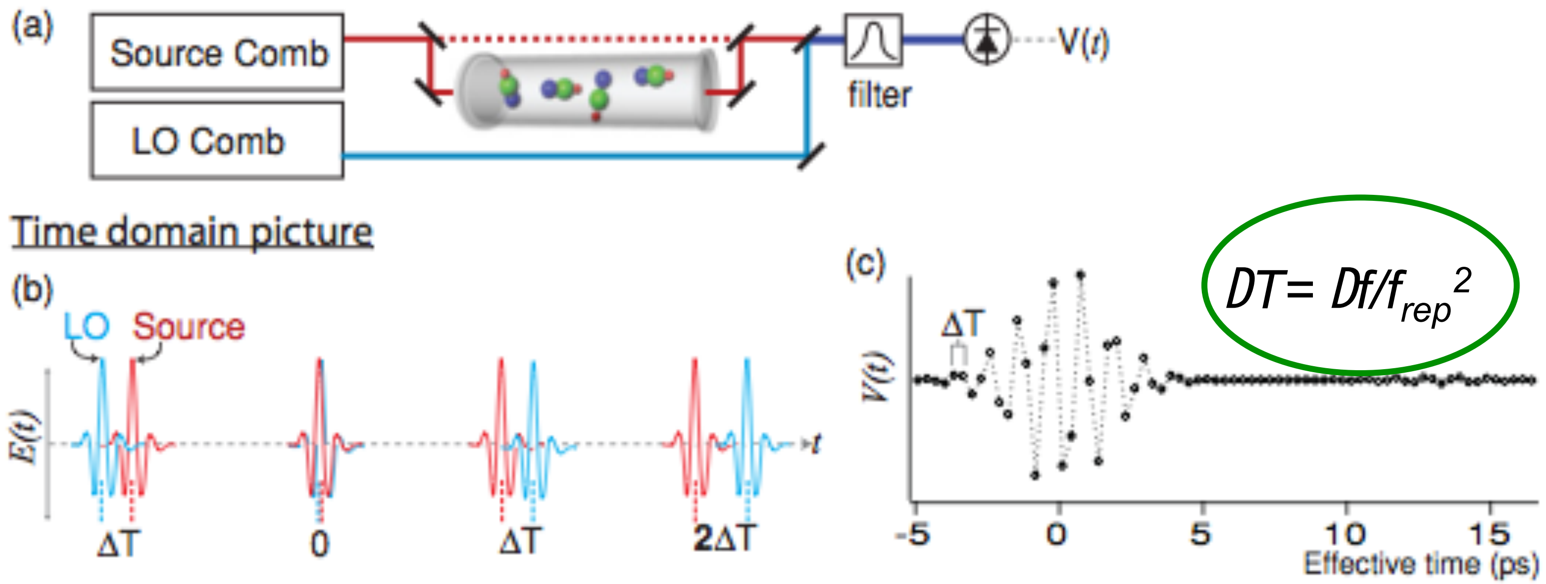
光コム間のビート信号

- ***Comb B をComb Aに追いかけ***



線幅：129kHz　　　周波数変動：0.44Hz at 1s

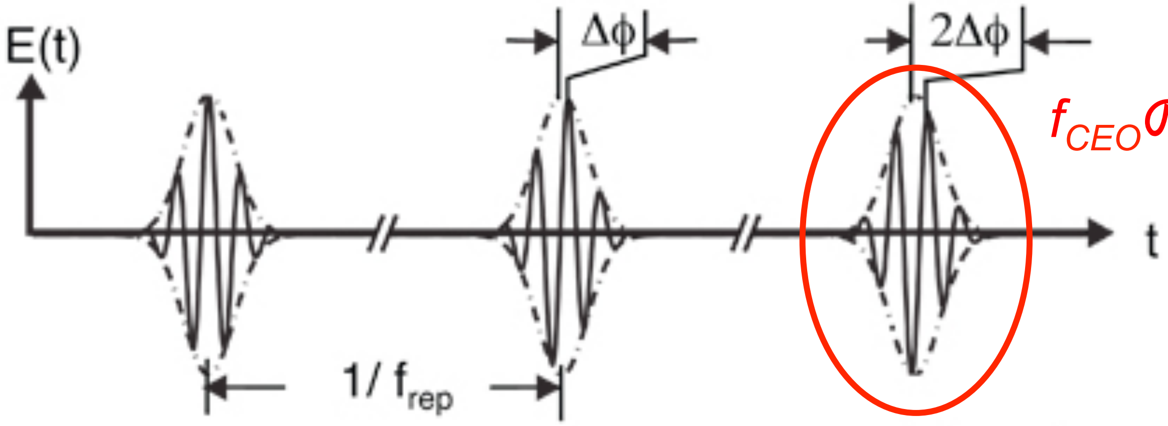
アダプティブサンプリング



$DT = Df/f_{rep}^2$

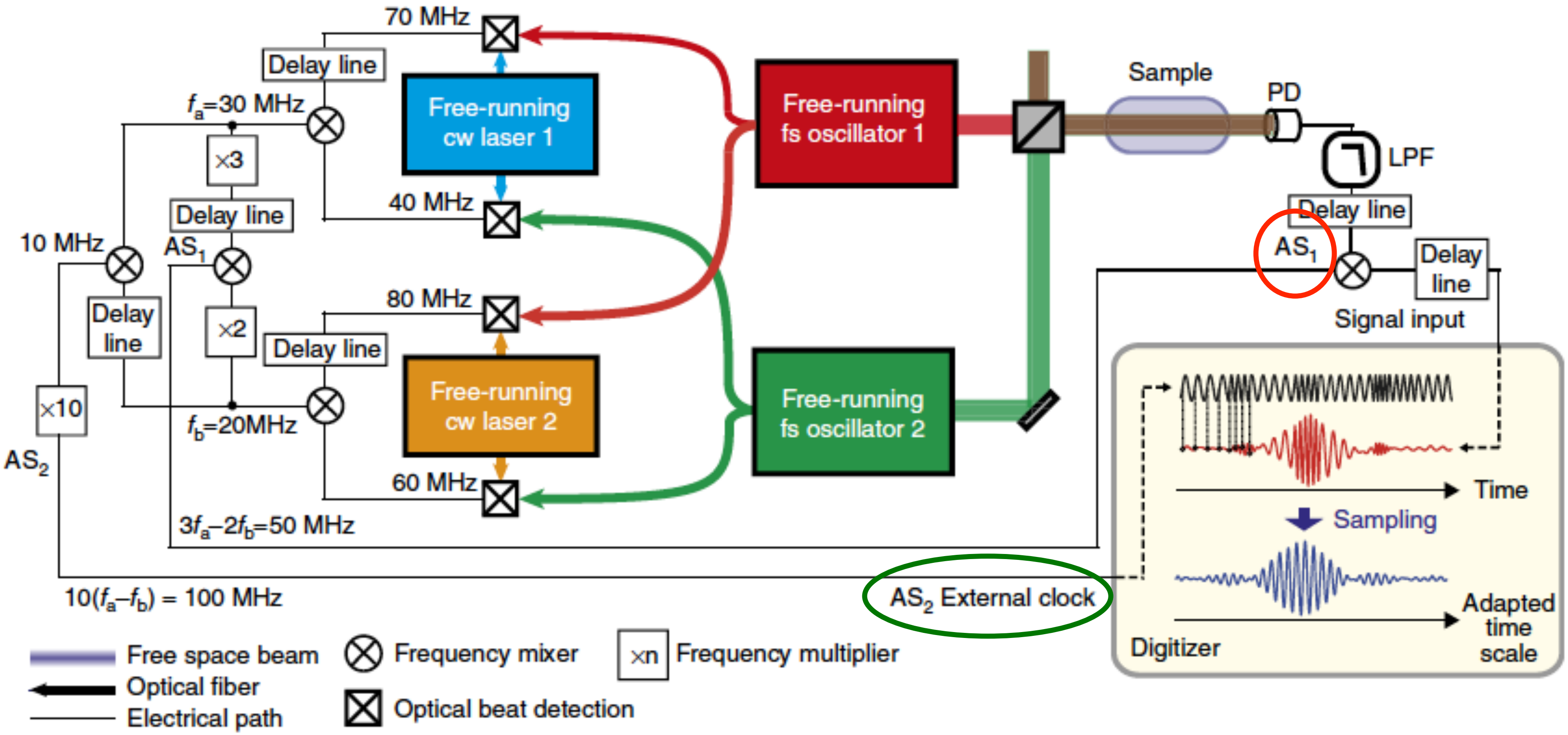
f_{rep}の揺らぎ：サンプリング間隔が一致しでない

Free-running:



f_{CEO}の揺らぎ:重なる電場が変わる

アダプティブサンプリング



f_{CEO}の揺らぎを反映する信号

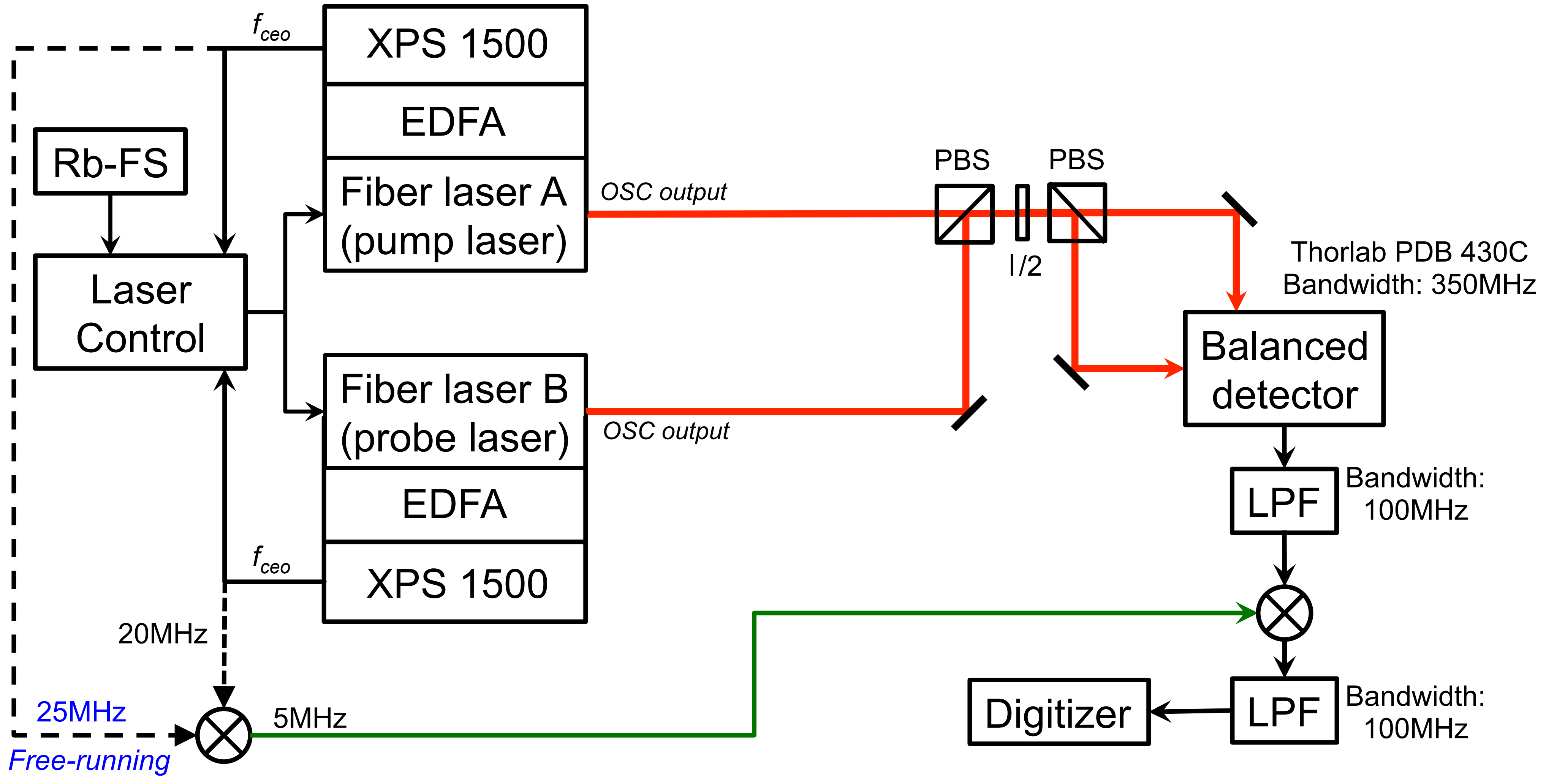
f_{rep}の揺らぎを反映する信号

→ 干渉波形が再現できる

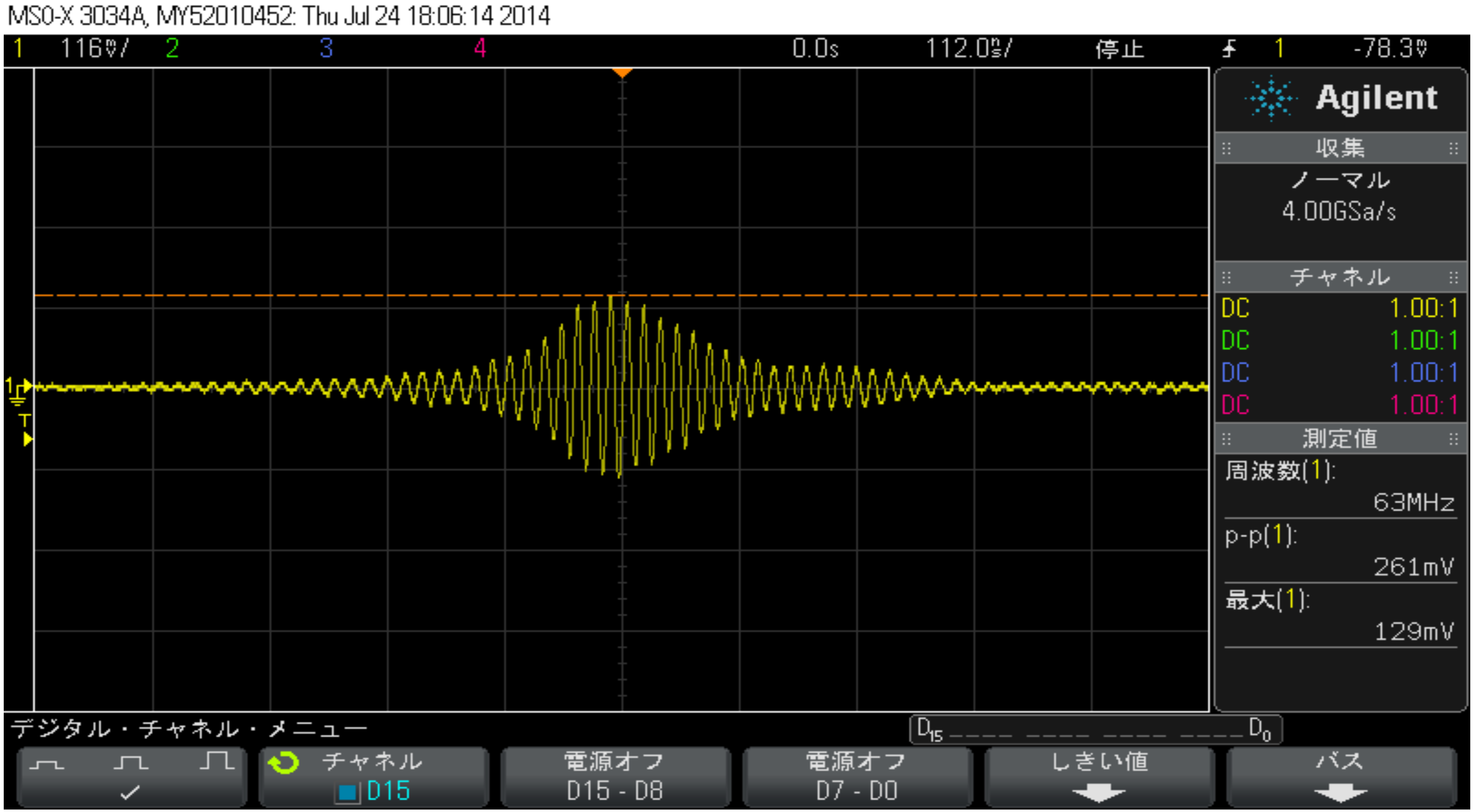
Ref) T. Ideguchi et al. Nat. comm. **5**, 3375 (2014)

実験装置

Laser A=250,000,000Hz, *Laser B*=249,999,350Hz, Df=650Hz



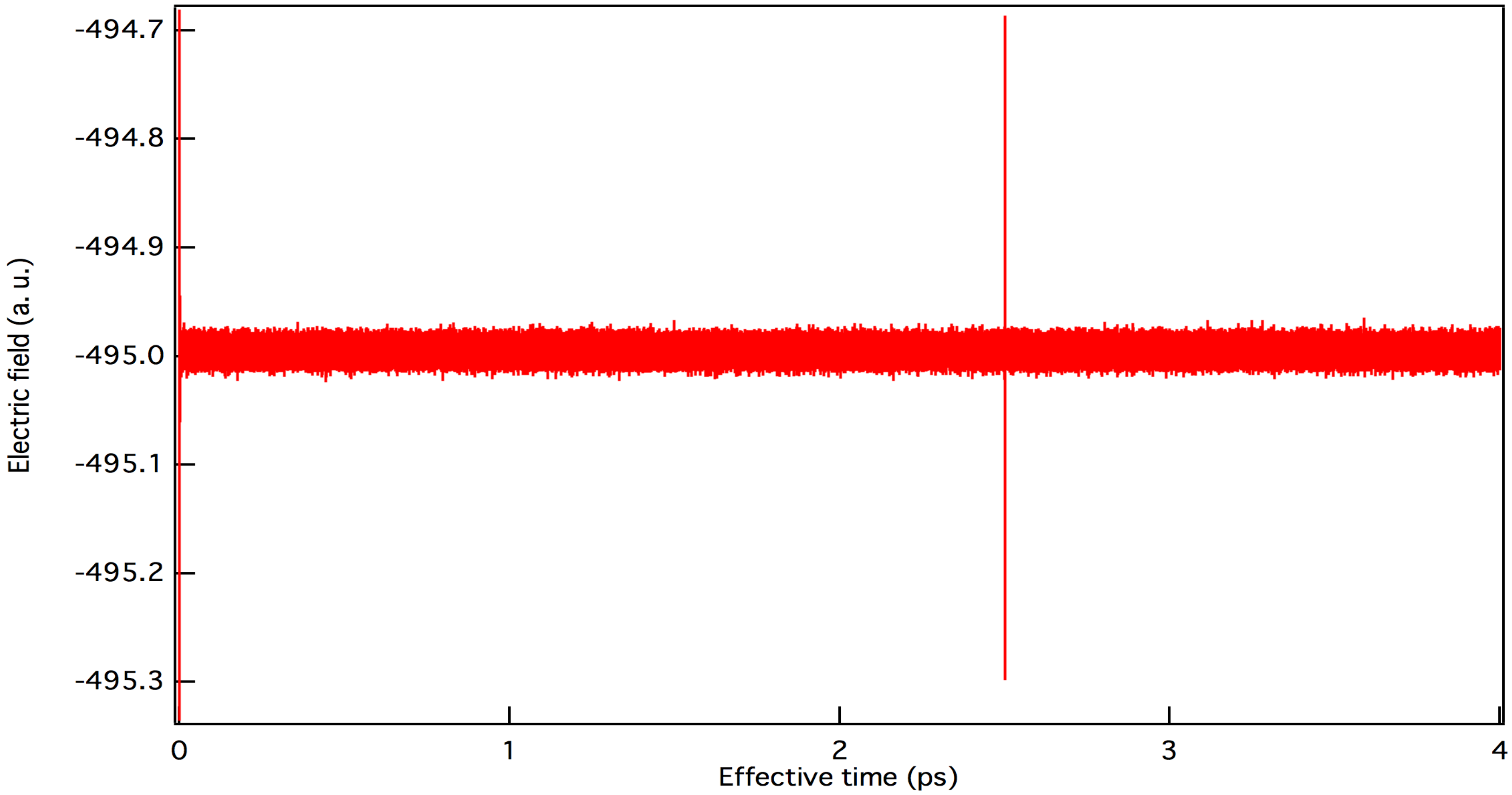
f_{CEO}の揺らぎ補償実験



ミキシングした干渉信号

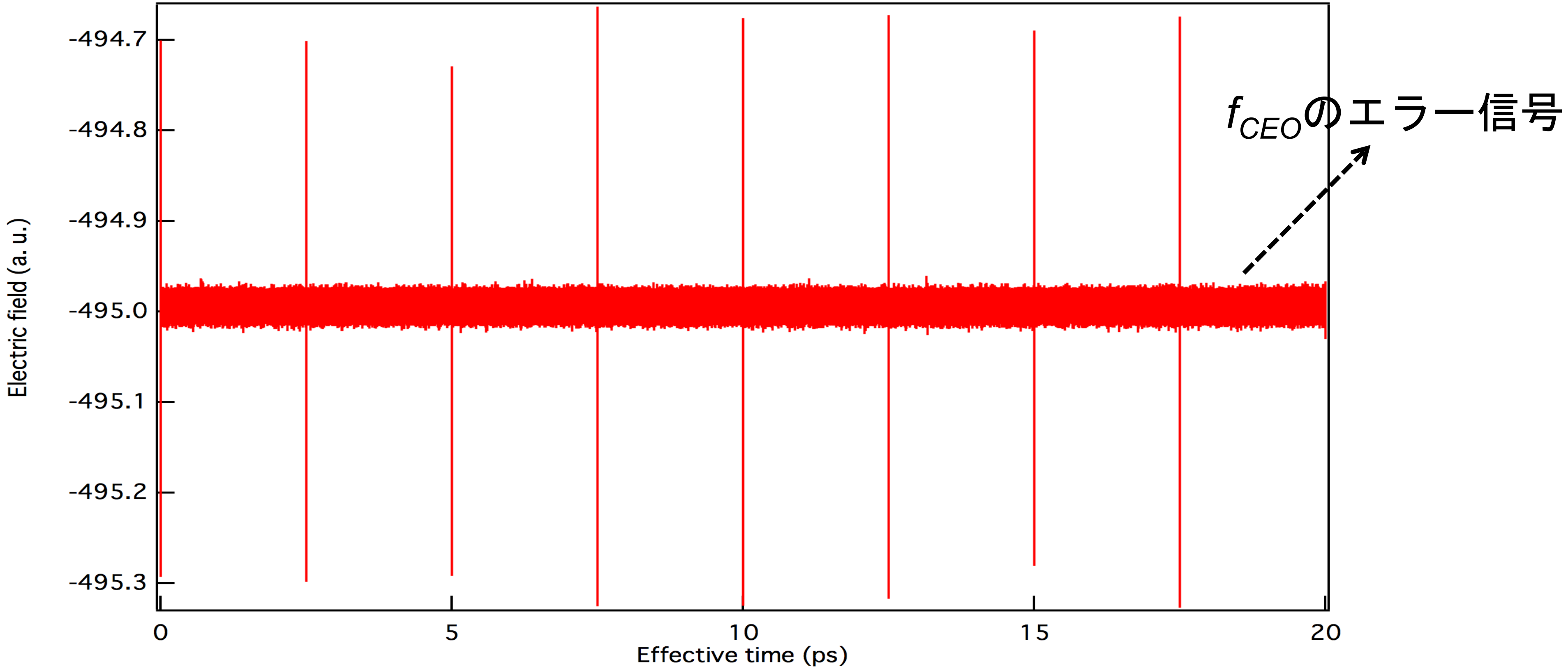
デュアル光コムの干渉信号

サンプリング・レート:250MHz、差周波：650Hz、積算回数：100回、データ点数：1×10^6



デュアル光コムの干渉信号

サンプリング・レート:250MHz、差周波：650Hz、積算回数：100回、データ点数：5×10^6



まとめ

- f_{CEO}の揺らぎを補償することにより、積算が可能なことになる
- しかし、補償用のエラー信号がノイズとして信号に残った