

# 中間報告

「差周波制御におけるジッターの評価」

8月8日

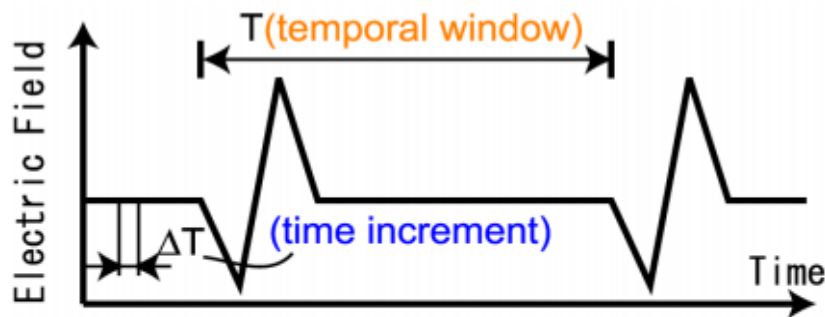
M1 市川

# 研究背景

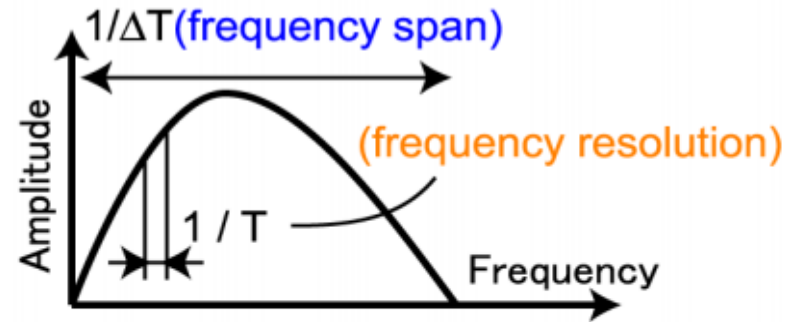
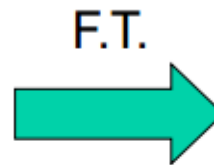
近年、気体分子・生体分子・医薬品や禁止薬物などをはじめとした様々な物質が、THz領域(0.1~10THz)に固有の吸収スペクトルを示すことが明らかになった

## ➡ THz分光法

### THz時間領域分光法(THz-TDS)



電場時間波形



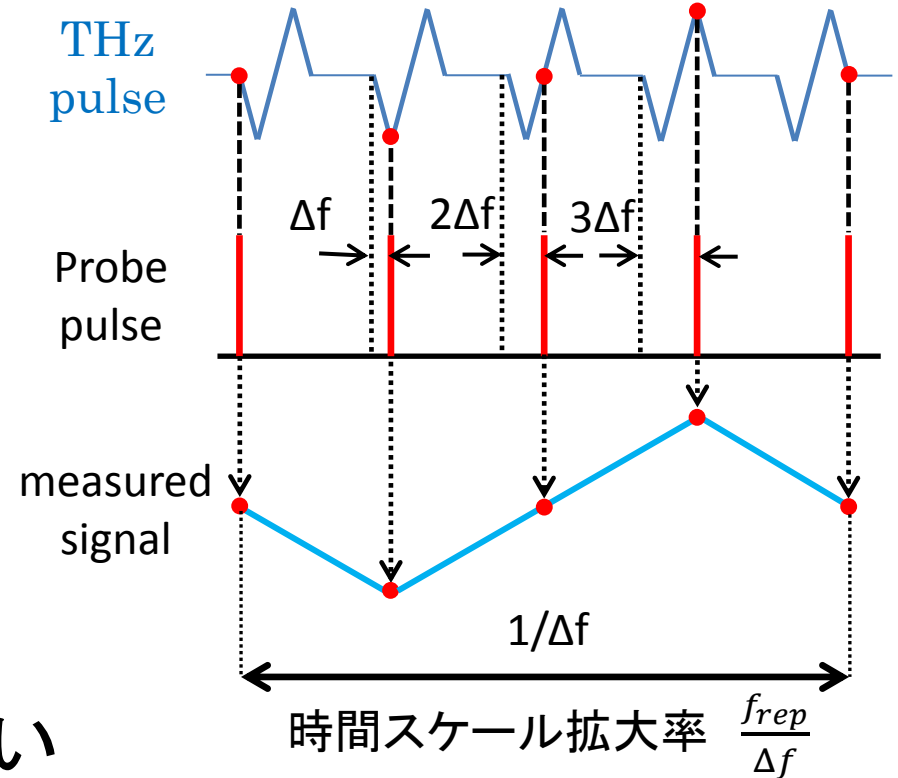
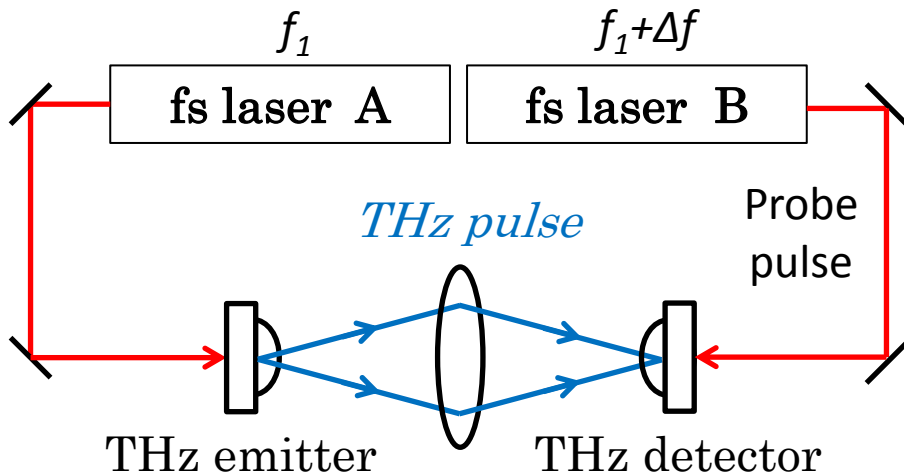
フーリエスペクトル

分解能 = 時間窓の逆数

確度 = 時間遅延の精度

計測時間と分解能がトレードオフの関係

# 非同期光サンプリング式テラヘルツ計測法



- 機械式ステージが不要
- 光路長を合わせる必要がない
- 長い測定時間窓の取得が可能  
→ 周波数分解能が高い
- 実時間測定が可能 (1周期 =  $1/\Delta f$ )

ピコ秒オーダーの時間波形をマイクロ秒オーダーにダウンスケール

# 非同期光サンプリングの問題点

## 繰り返し周波数の不安定性

時間スケール拡大率  $\frac{f_{rep}}{\Delta f}$  の不安定性

- ・  $f_{rep}$  は10ケタ安定
- ・  $\Delta f$  の揺らぎは 数mHz

### ① $\Delta f$ を大きくする

しかし、カレントプリアンプの帯域が大きいものを使わないといけなくなり、高いゲインが得られない

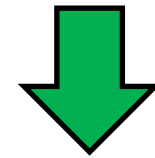
### ② $\Delta f$ の揺らぎを抑える

高いゲインが得られるため、PCAに適している

高い制御信号を用いる

従来は...

制御信号に、繰り返し周波数の10倍の高調波を用いていた



今回は...

THzスペアナを用いることにより、約1000次の高調波を用いる



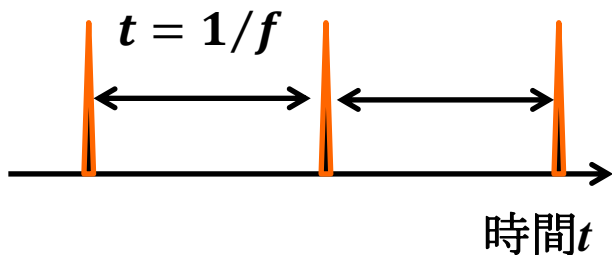
本研究では、  
2台のモード同期レーザーの差周波を制御

# 光コムとテラヘルツコム

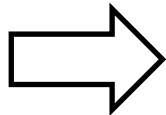
時間領域

周波数領域

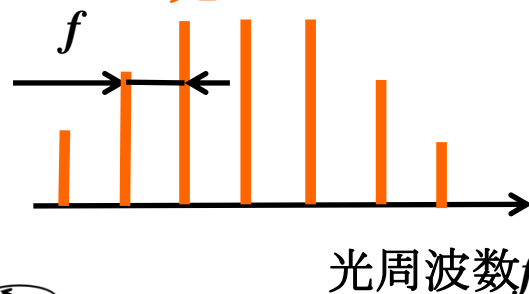
モード同期超短パルス列



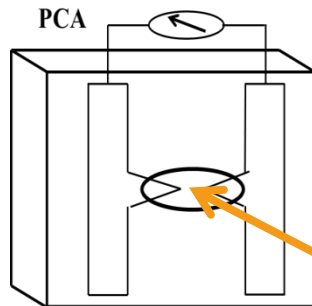
フーリエ変換



光コム

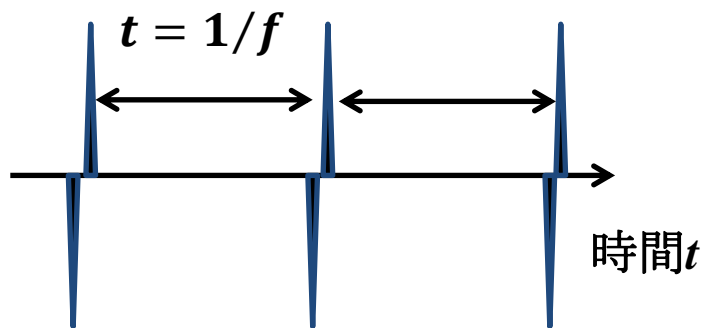


PCAに入射すると

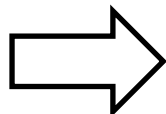


フェムト秒レーザー光

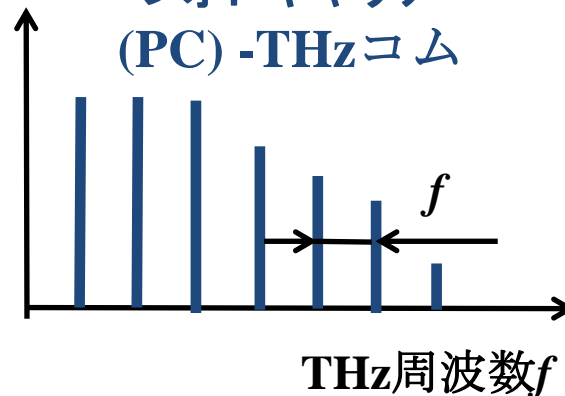
ピコ秒モード同期パルス列



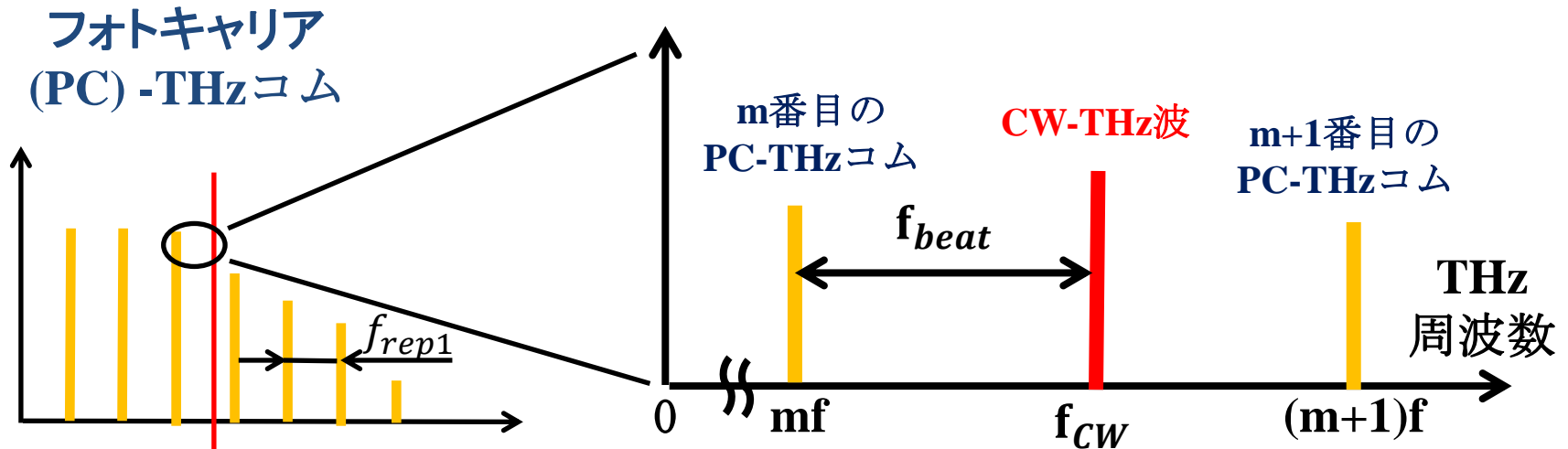
フーリエ変換



フォトキャリア (PC) - THzコム



# 差周波制御



CWレーザーと2台のモード同期レーザーとのビート周波数は、

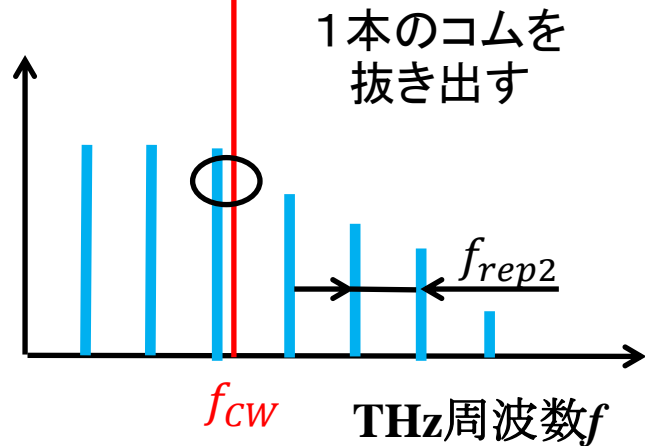
$$f_{beat1} = f_{CW} - m f_{rep1}$$

$$f_{beat2} = f_{CW} - m f_{rep2}$$

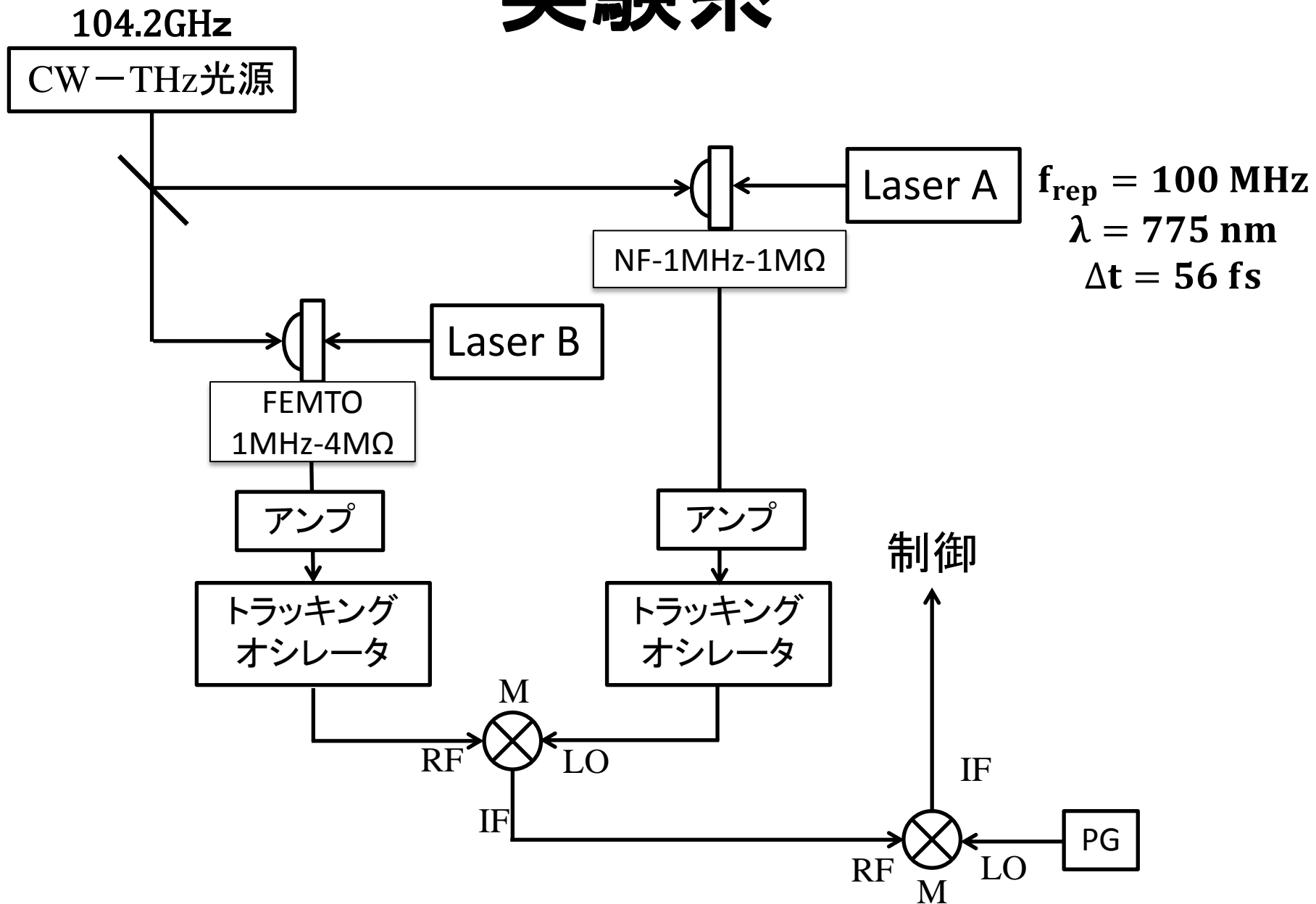
$f_{beat1}$  と  $f_{beat2}$  をミキシング

$$f_{beat1} - f_{beat2} = m(f_{rep2} - f_{rep1}) = m \Delta f_{rep}$$

CWレーザーの項が消える

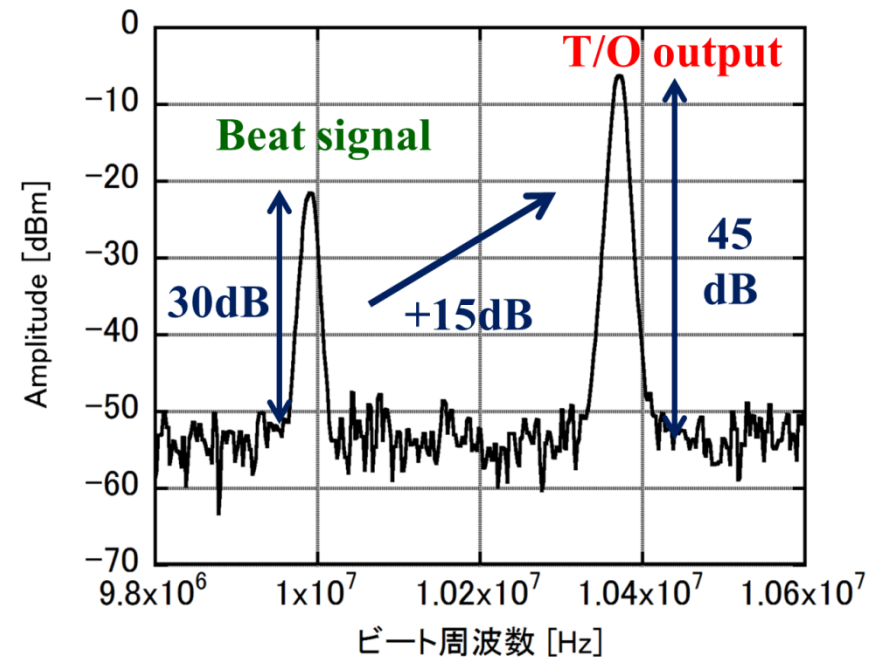
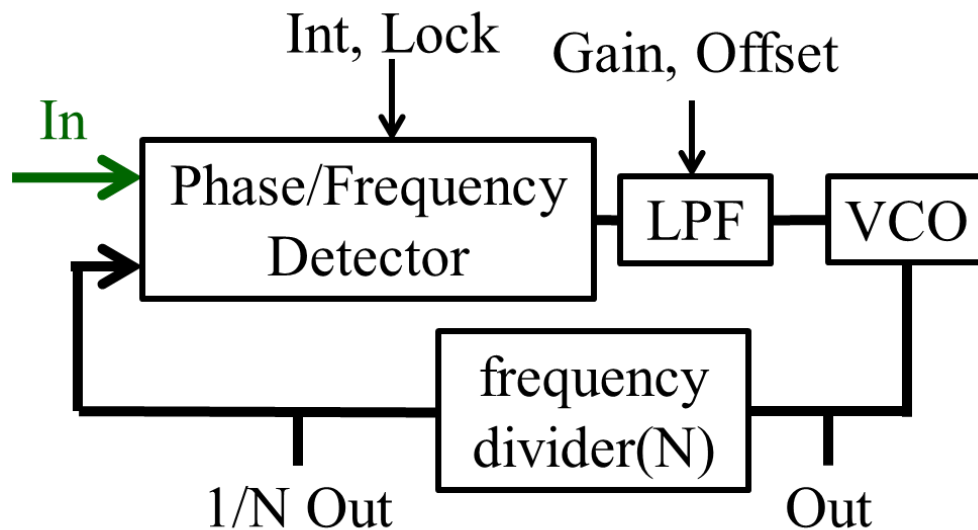


# 実験系



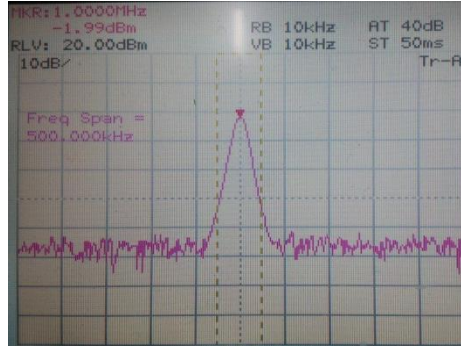
# トラッキングオシレーターの原理

- 微弱入力信号 (ビート信号) の周波数と電圧制御発振器 (VCO) の周波数を比較し, 位相同期を行う
- 入力周波数が増加しても, VCOが追跡 (トラッキング) し, 常に位相同期を維持する

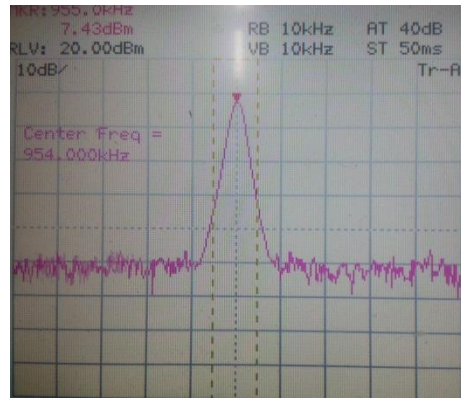




# 実験結果①



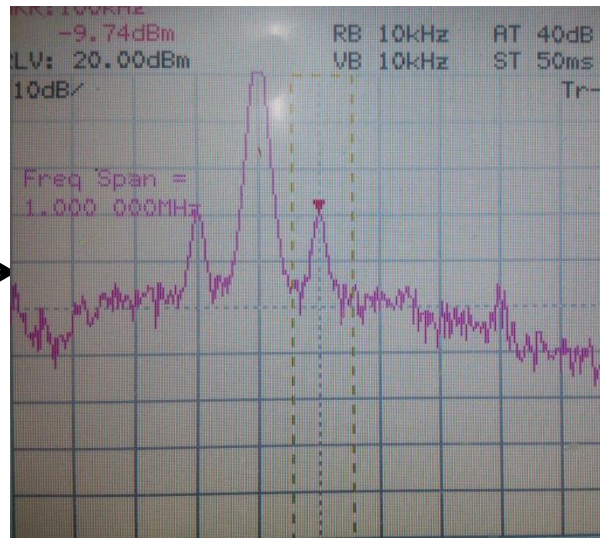
ビート周波数:  
1MHz



Laser A and B  
CW-THz波と1042次の  
高調波のビート



分周比 N : 40  
 $1042 \text{次} \times 5 \text{Hz} \times \text{分周比} 40$   
 $= 208.4 \text{KHz}$



コム間ビート

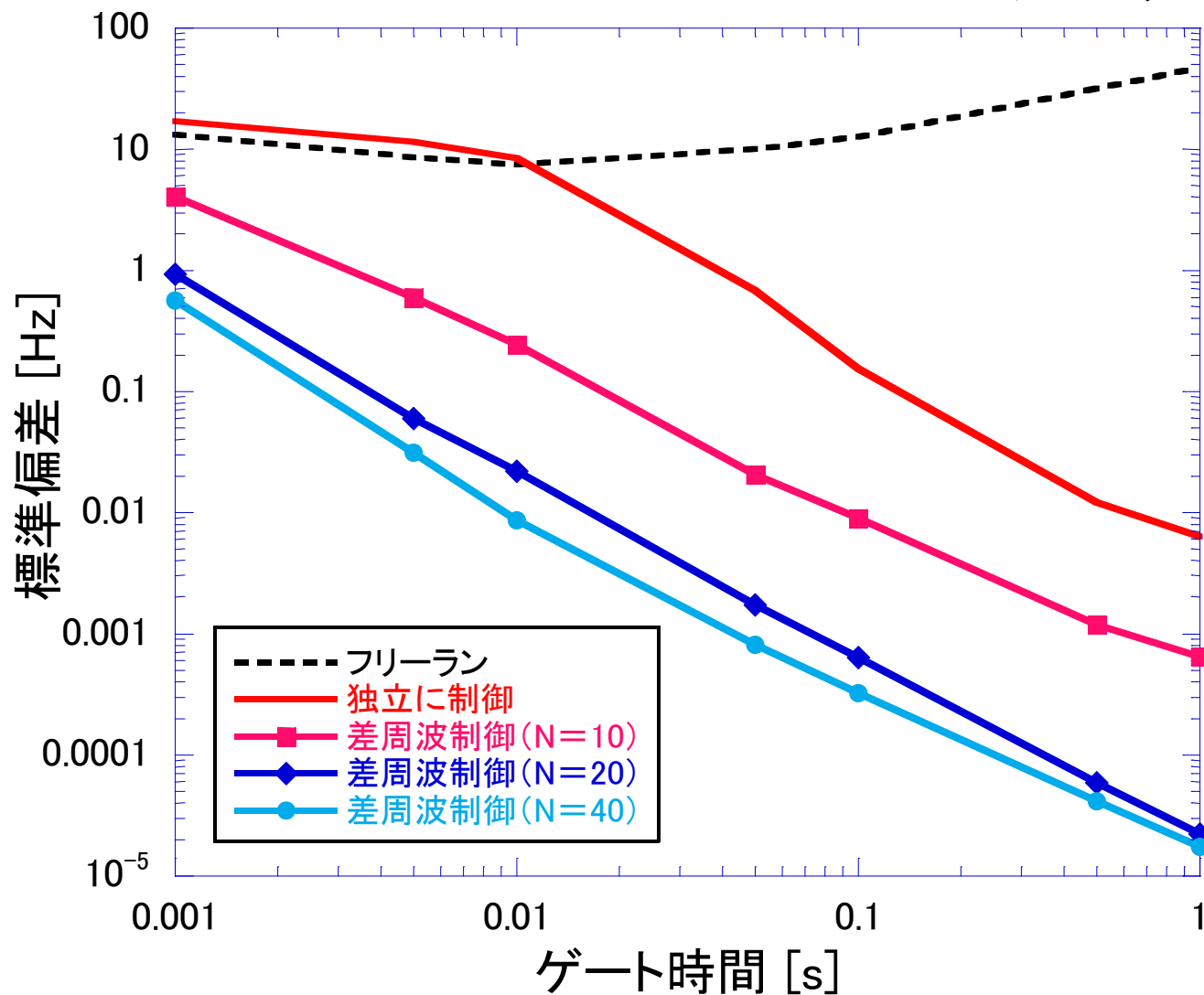
制御信号

周波数カウンタ  
(Agilent社 53132A)

標準偏差を計測

# 実験結果①

サンプリング数100



コム間ビートの標準偏差

# まとめ

- ・ 差周波制御を行い、その有用性を示した

# 今後の予定

- ・ 差周波制御を用いて、ガス分光を行う
- ・ アダプティブサンプリングについて学び、実験を行う