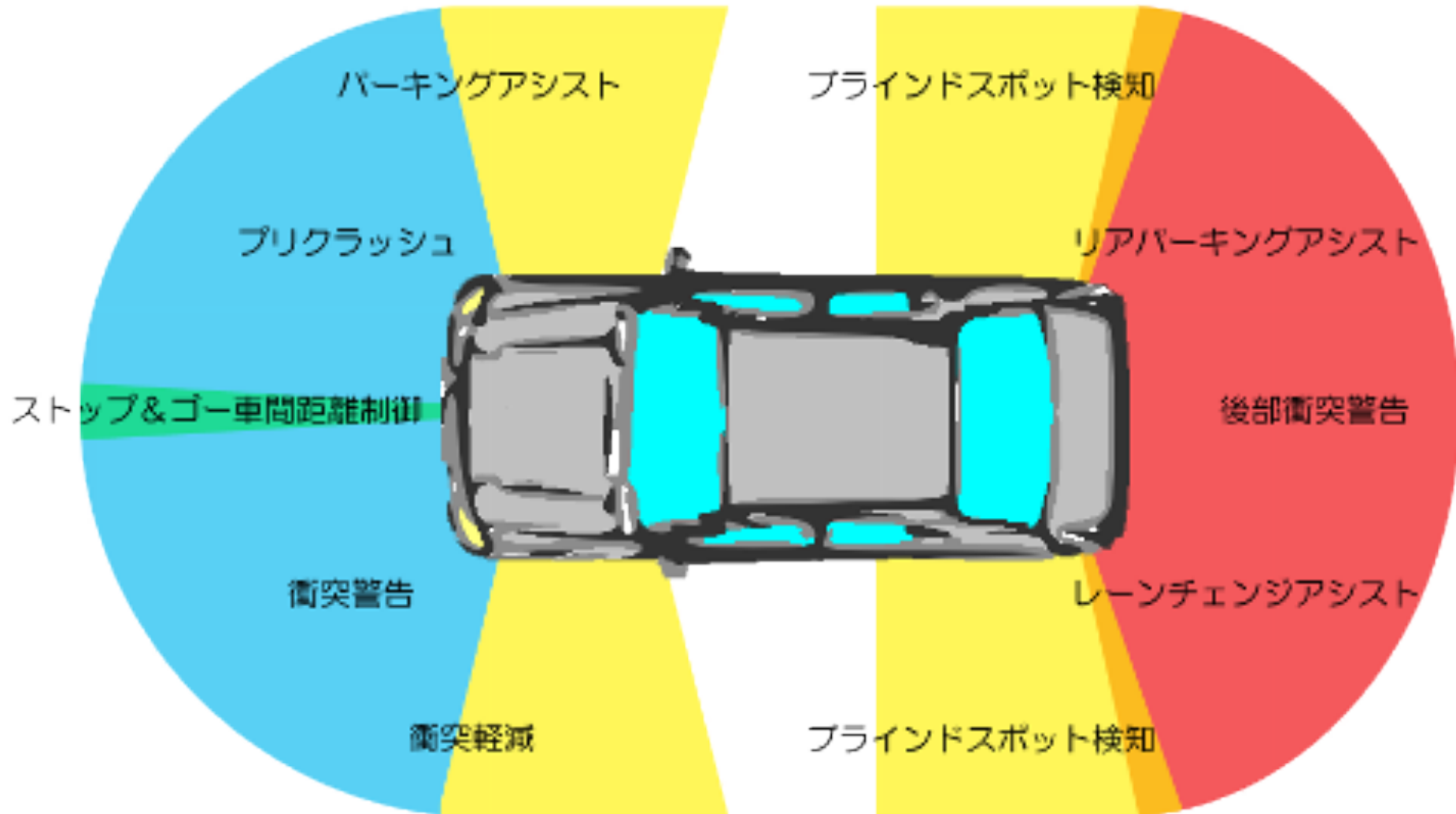


# テラヘルツレーダー

～次世代の車載レーダーを目指して～

# 車載レーダー

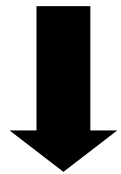
～車の第3の目～



ref) 電通大稲場研究室HPより (<http://ilab.ee.uec.ac.jp/>)

# 研究背景

**車載レーダー** (前方車両との距離・速度の検出)



- ・クルーズコントロール
- ・衝突不可避時のドライバーへの被害軽減

**安全性向上のために極めて重要**

**レーザーレーダー**

- ・高精度測距
- ・雨、雪、霧の影響
- ・ボディの汚れ等に弱い

**ミリ波レーダー**

- ・悪天候にも強い
- ・ボディの汚れ等に強い
- ・高精度測距が困難

両者の長所を併せ持つレーダー？



光波と電波の境界の『THzパルス』に着目

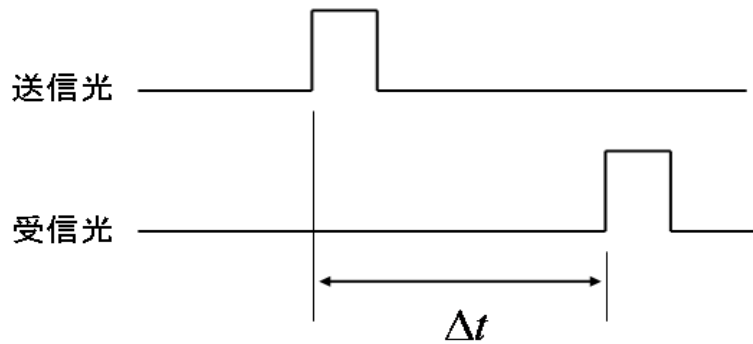
# インパルスレーダーの測定原理



パルス光を距離Lの目標物に照射して反射光を受信



送信信号に対する受信信号の時間遅れ $\Delta t$ を測定

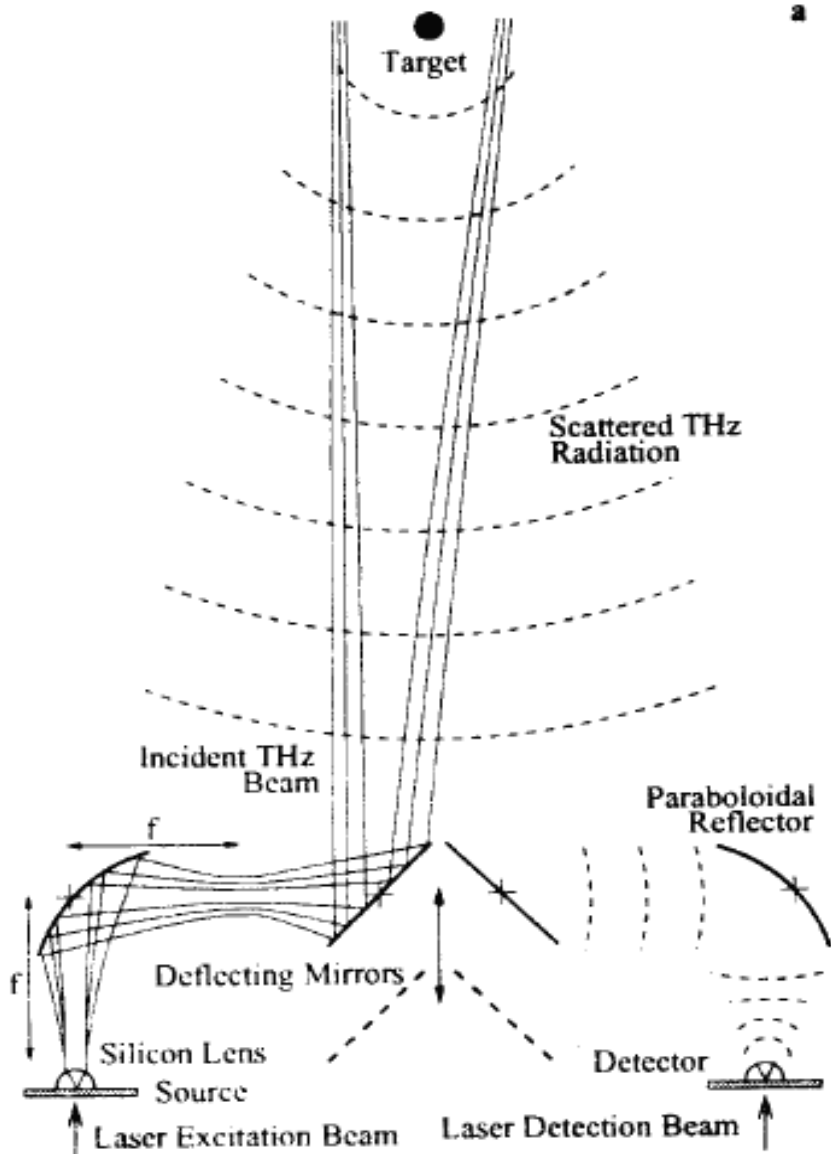


$$L = c\Delta t / 2 \quad (c: \text{光速})$$

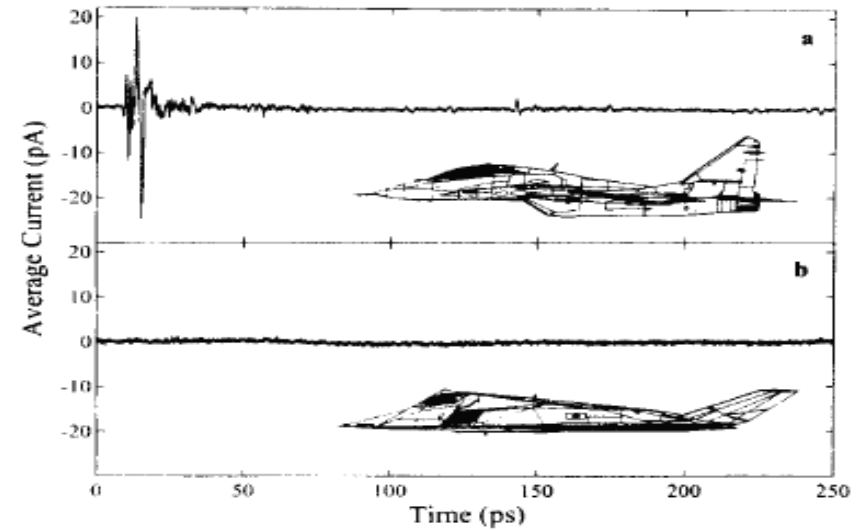
# 従来研究（スケールモデルシミュレーター）

～THz-TD impulse ranging～

ref) R.A. Cheville et. al, APL 67, 1960 (1995).



THz電場  
時間波形



数分の測定時間が必要

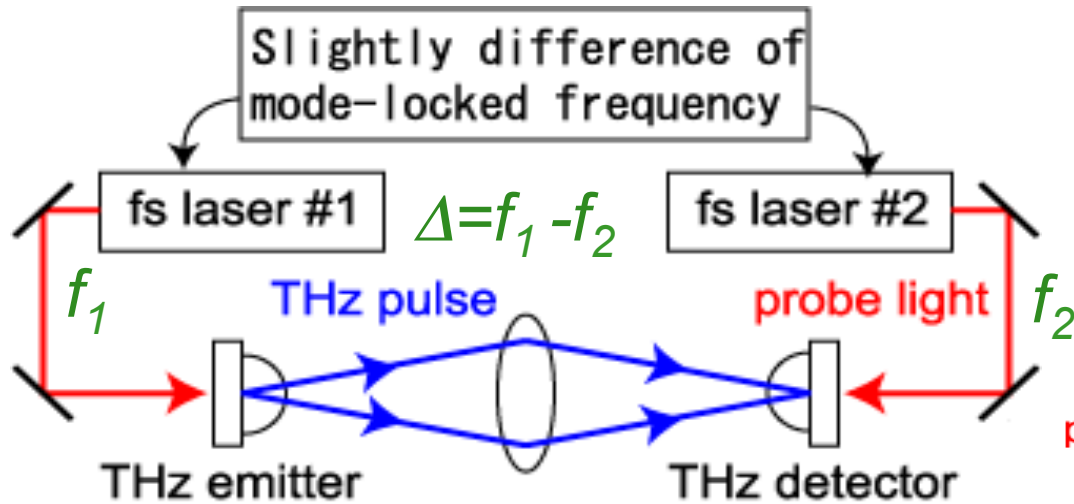
→ 静止物体に限定

ポンプ光とプローブ光の  
光路長の一致が必要

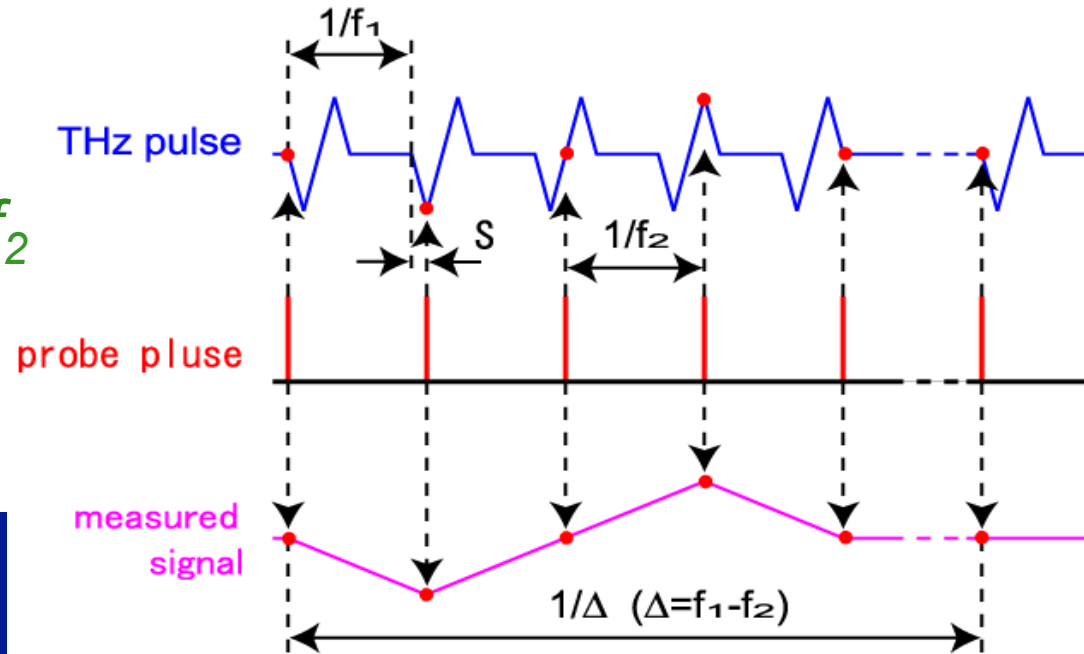
→ 既知の距離のサンプルしか  
測定できない

# 非同期光サンプリング式THzパルス計測法

ref) T. Yasui et al., Appl. Phys. Lett. 87, 061101 (2005).



THzパルスとプローブパルスの時間タイミングが各パルス毎に自動的にシフト



機械式時間遅延走査が不要

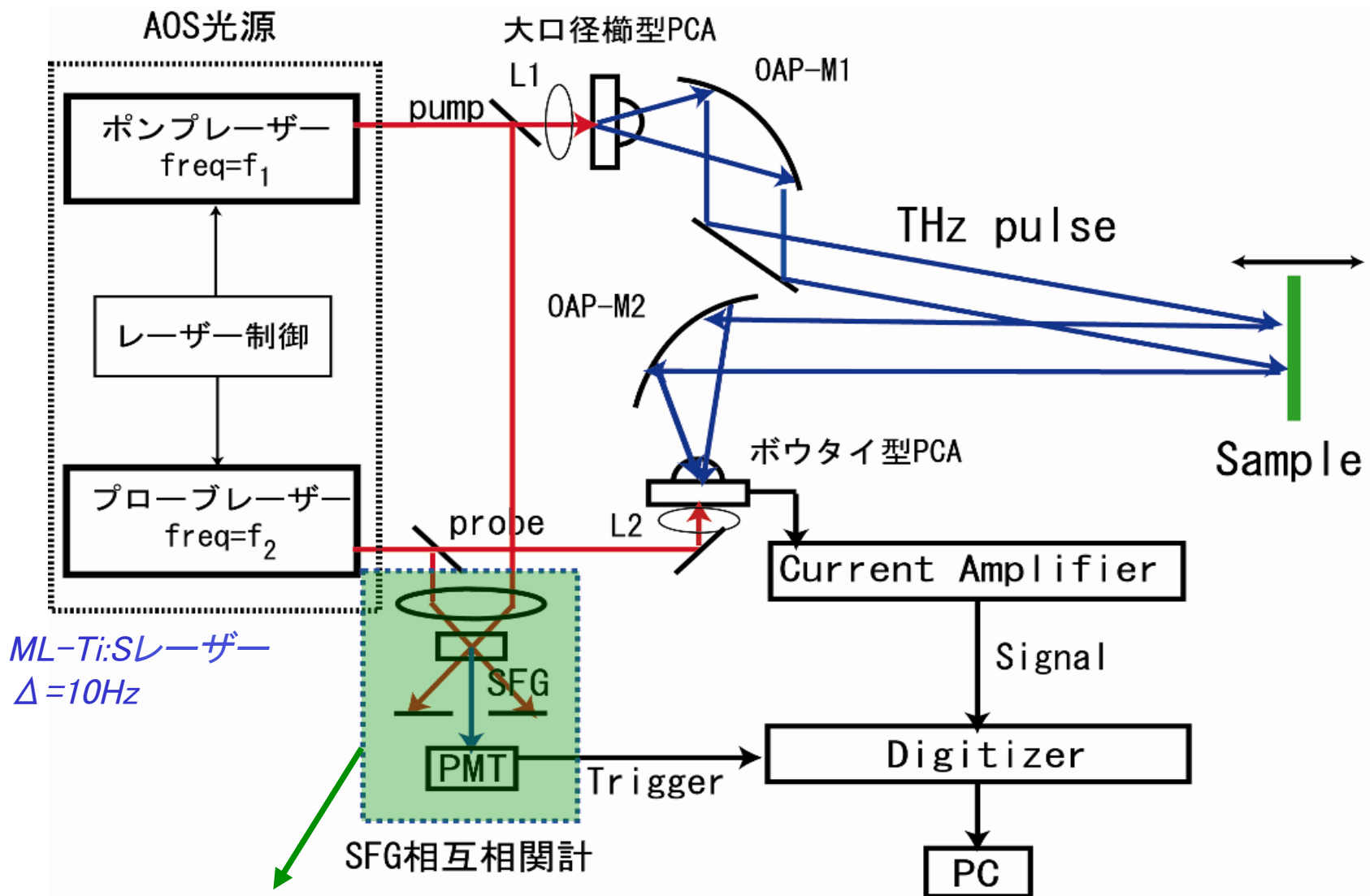
実時間測定 (スキャンレート=Δ)

光路長を一致させる必要がない

ピコ秒オーダーの時間波形をマイクロ秒オーダーまでスケール拡大

THzレーダー計測の高速化および遠隔リモート計測が可能

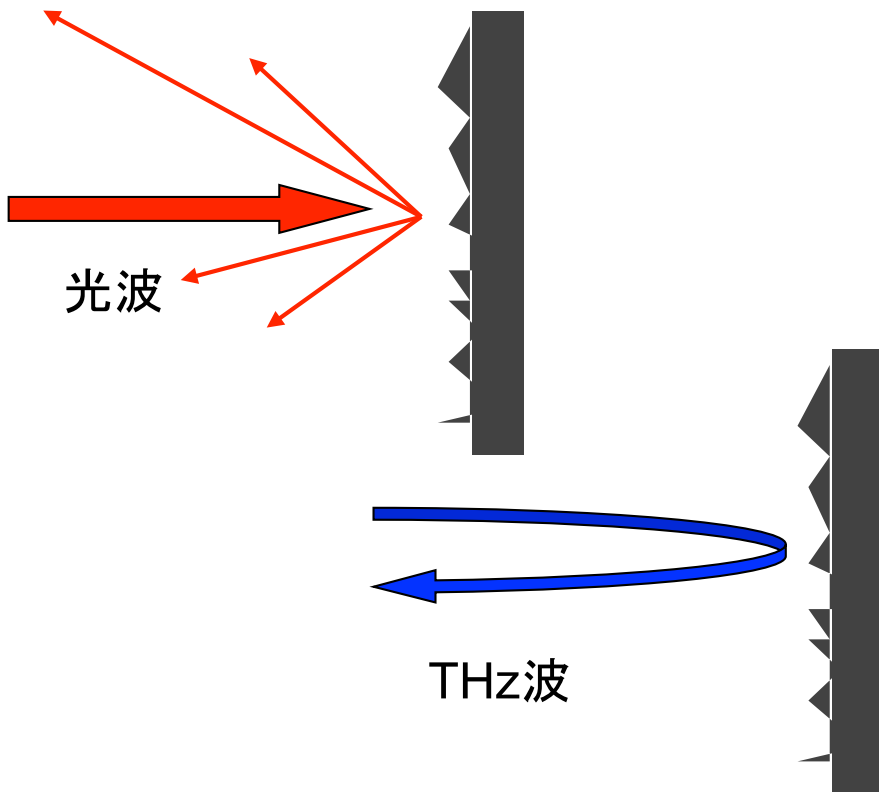
# 実験装置



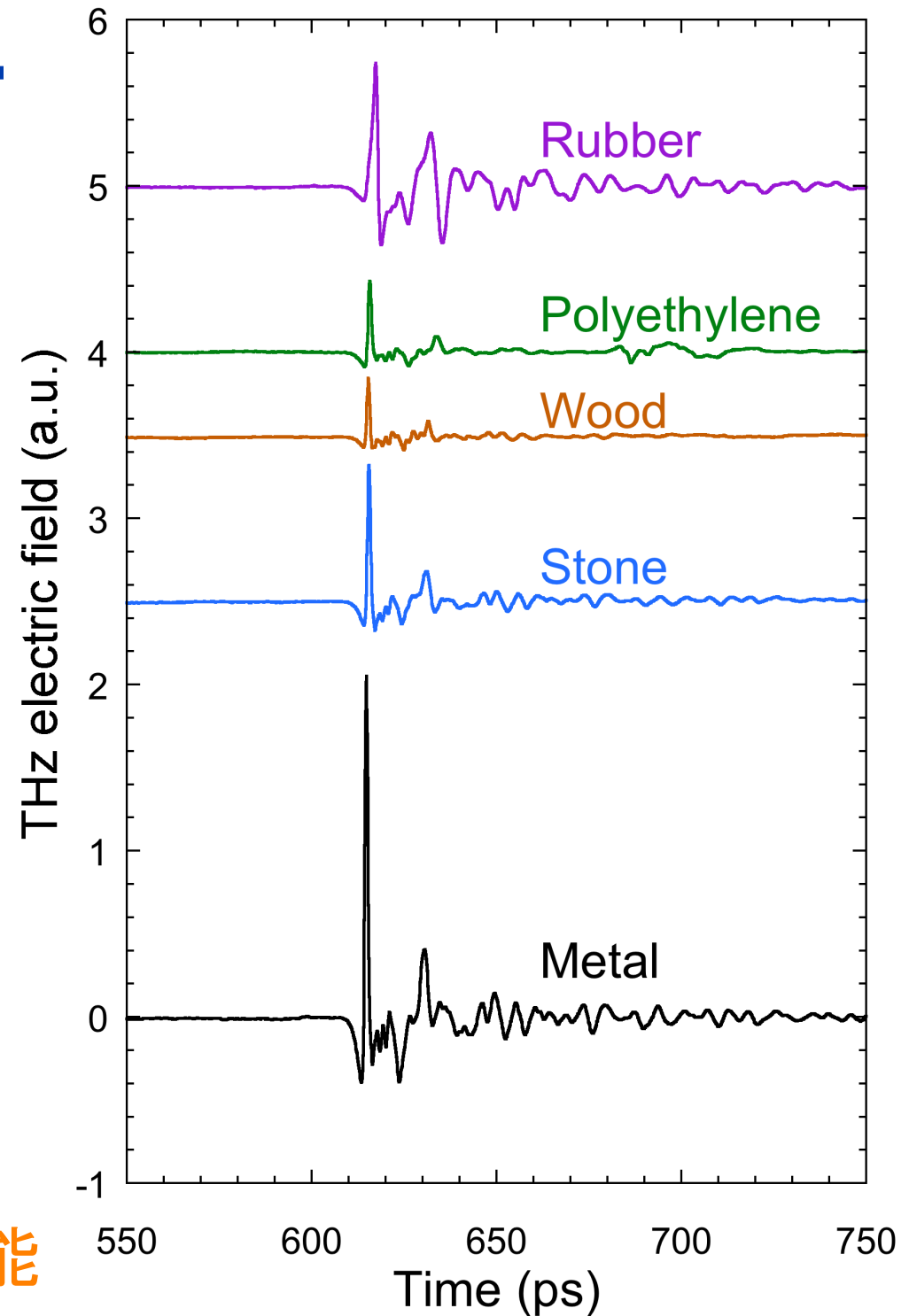
THzパルスの飛行時間と無関係な  
SFG相互相関信号を時間原点に利用

# 各種材料からの THzエコー信号

測定距離=1m, 100回積算@ $\Delta f=10\text{Hz}$



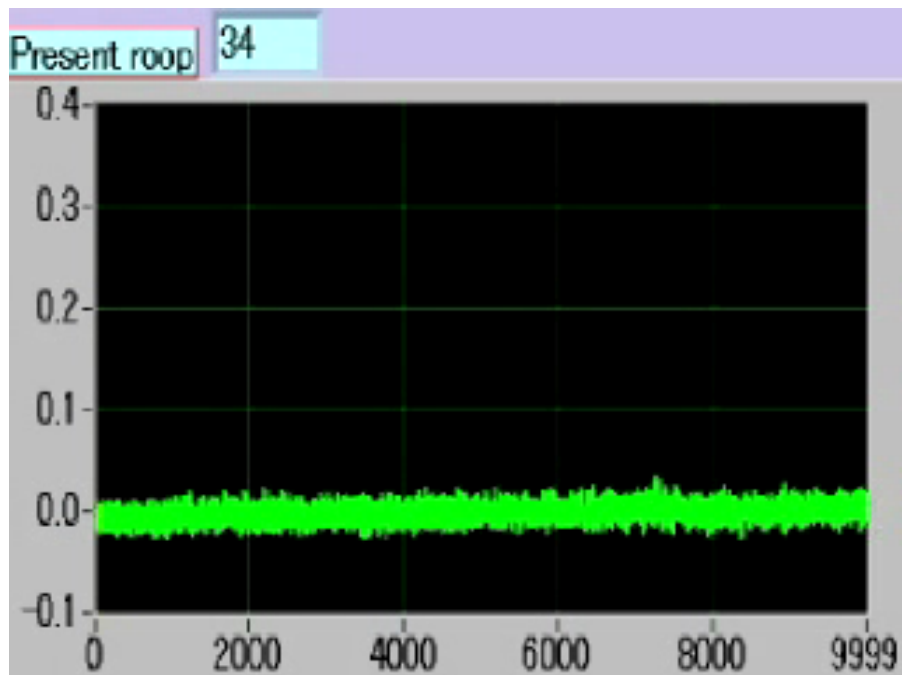
THz波の低散乱性により  
光波で測定困難な粗面も検出可能



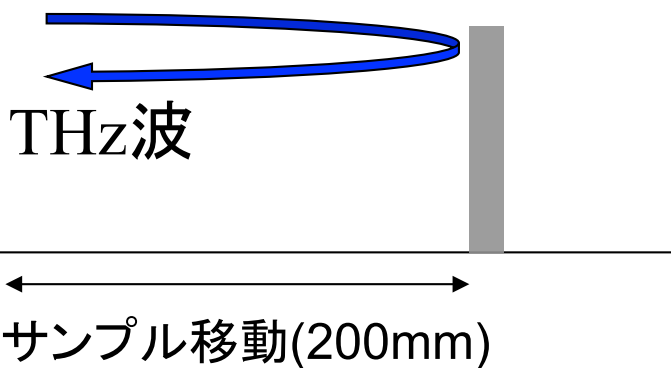
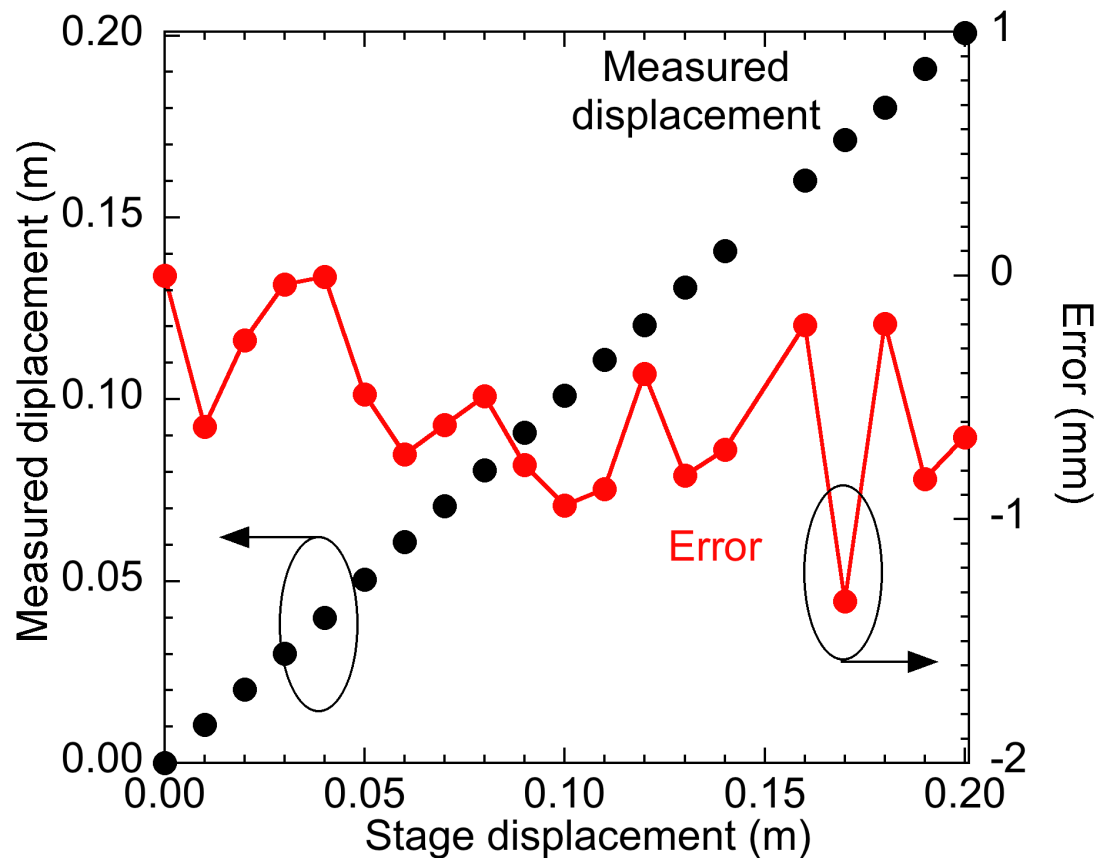


# 変位量のリアルタイム測定

スキャンレート  $\Delta = 10\text{Hz}$

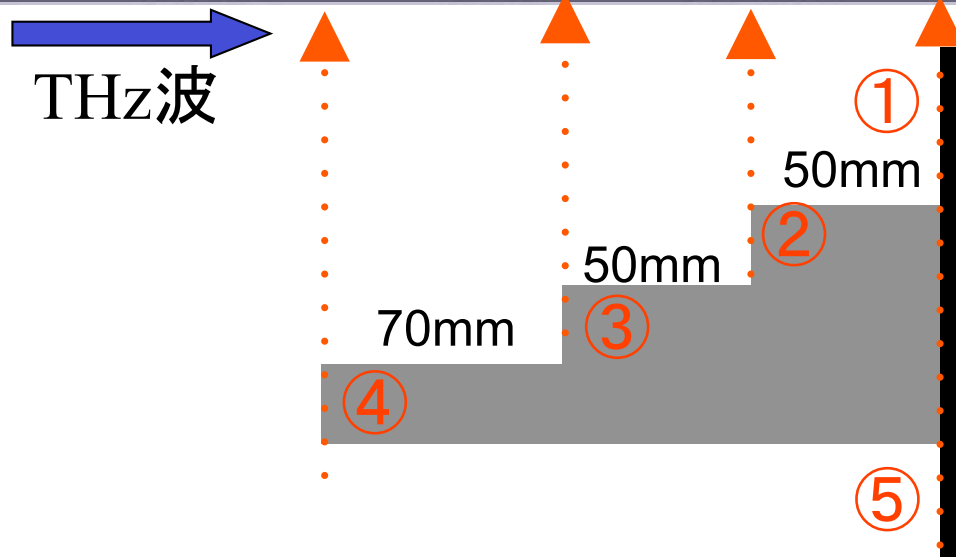
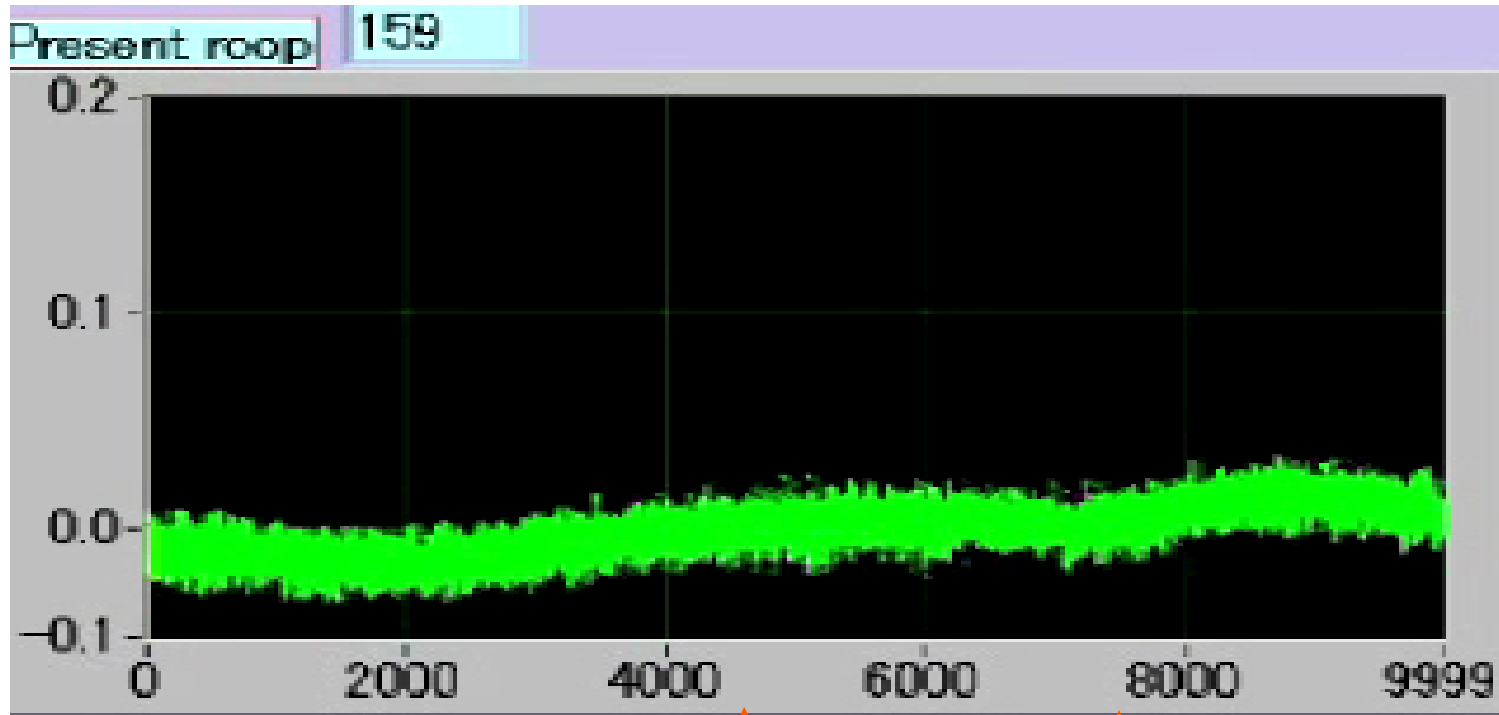


移動ターゲットの追従が可能

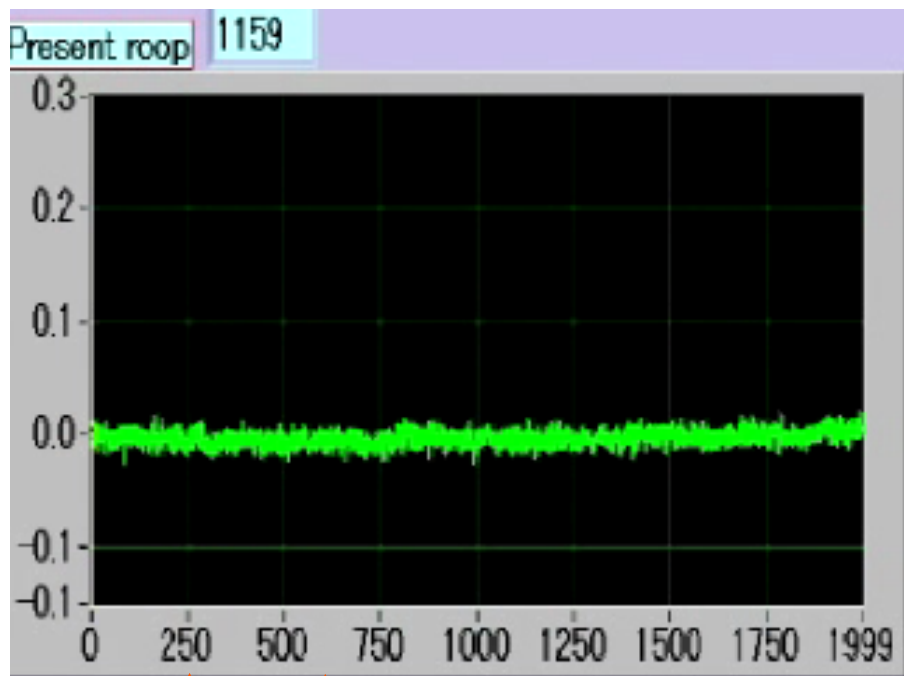
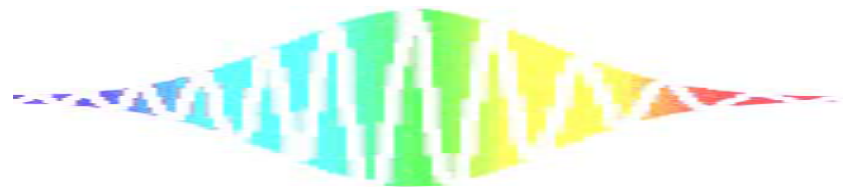


**測定精度=354 $\mu\text{m}$**

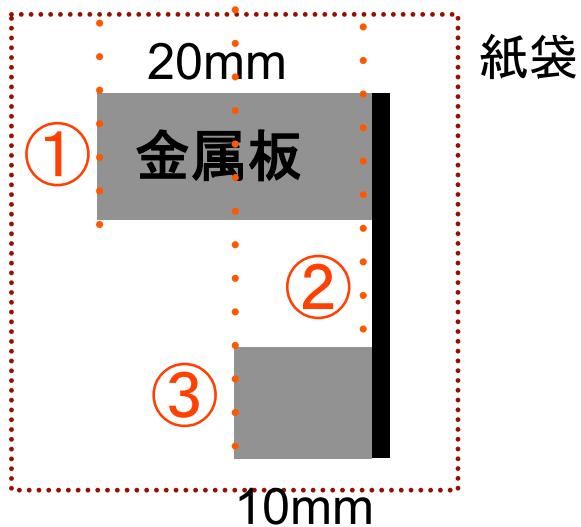
# 階段状サンプルの計測



# 内部透視センシング



THz波

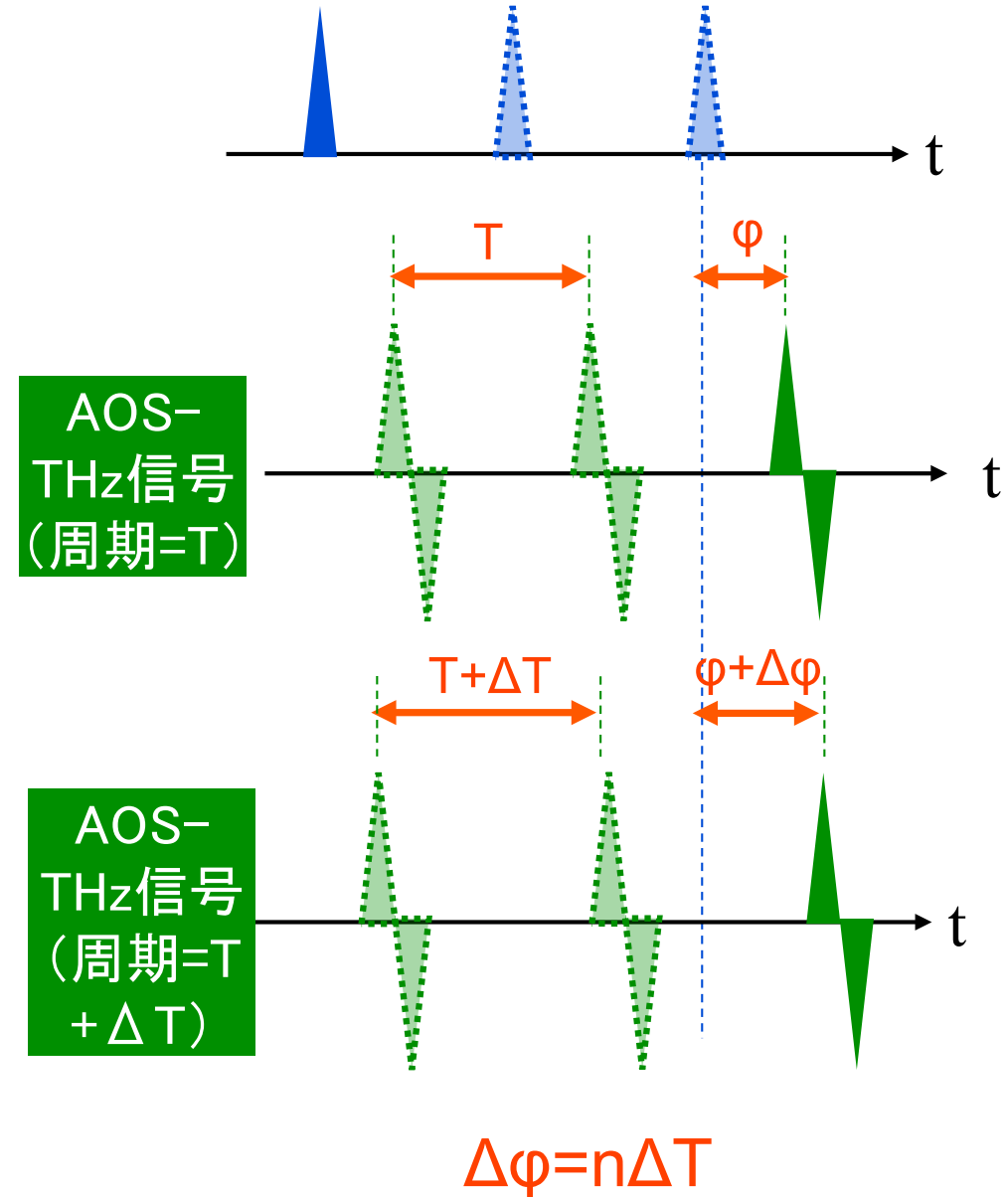
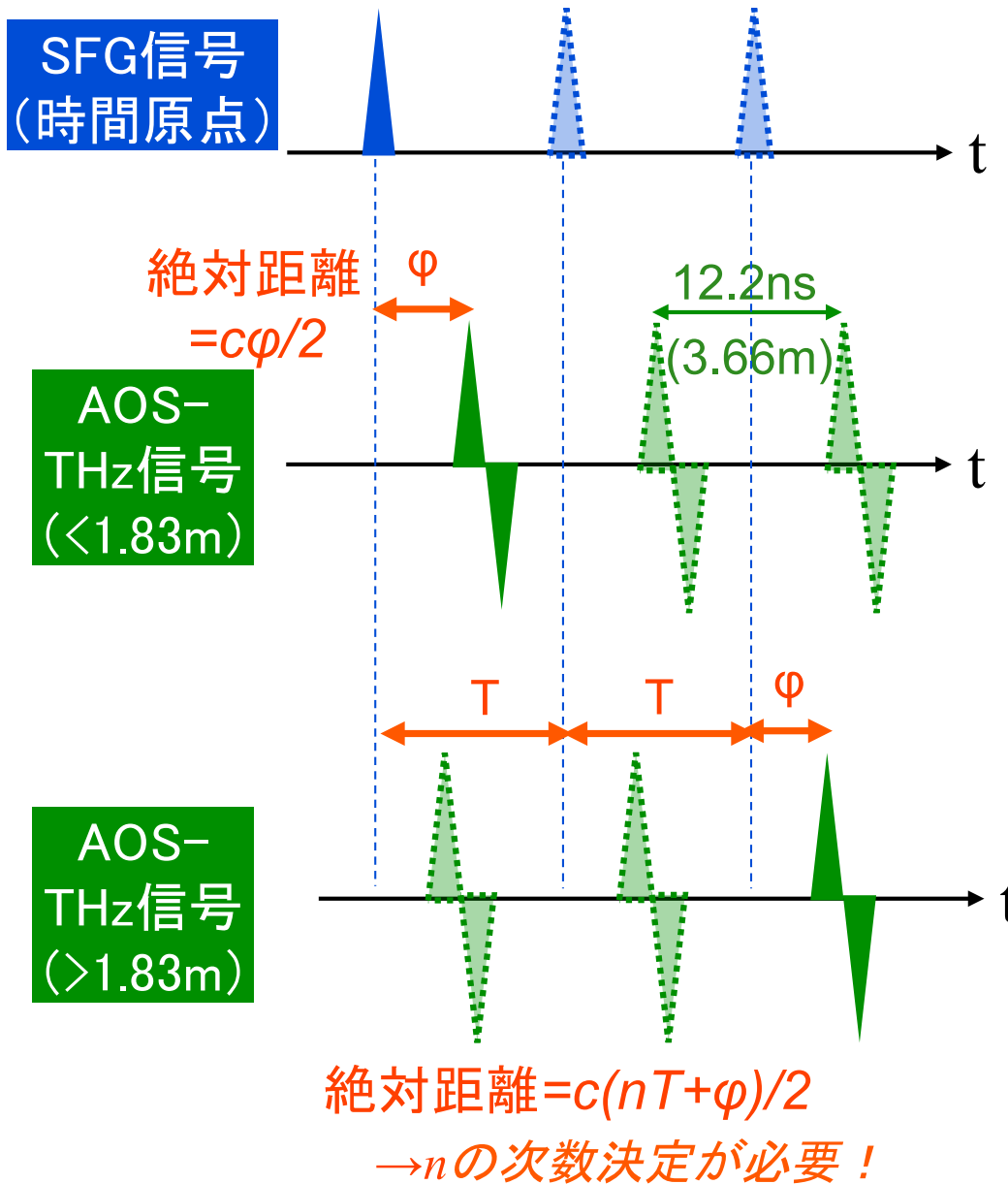


拳銃

ref) <http://www.THzNetwork.org/wordpress/wp-content/galleries/THz-Images/images/tlight.jpg>

セキュリティー・センシング  
への応用

# 遠方ターゲットの絶対距離測定



# 原理確認実験

時間原点 (SFG信号)

測定対象: アルミミラー

パルス周期(変化前)=12.2351ns

$\Delta f_1: -100\text{kHz}$        $\Delta T = -14.9\text{ps}$

パルス周期(変化後)=12.2202ns

$$n = \Delta\phi / \Delta T = 1$$

絶対距離

$$= c(nT + \phi) / 2 = 1.835\text{m}$$

