

# テラヘルツ・エバネッセント波による複素誘電率分光計測

研究機関名：千葉工業大学  
 所属名：工学部 情報通信システム工学科  
 代表研究者：教授 水津光司、終了2014年度（平成26年度）  
 共同研究者：尾松孝茂（千葉大学）、宮本克彦（千葉大学）

## 研究・成果概要

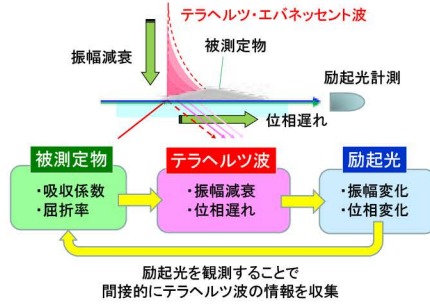
### 研究・開発されている主流の分光法

- THz-時間領域分光法  
超短パルスレーザーが必要
- 単色テラヘルツ波分光法  
高出力励起レーザーが必要

励起光源に求められる要求が高い⇒産業応用へのボトルネック

### 新しい原理に基づくテラヘルツ波検出法

- テラヘルツ波及び励起光の相互作用を利用したセンシング法
- 近赤外光計測による高感度テラヘルツ波検出の実現
- テラヘルツ波の発生及び検出を単一光学系で実現
- サンプルの状態変化をリアルタイムで計測可能



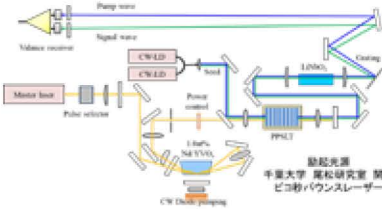
### 結合波方程式

$$\begin{cases} \frac{\partial A_p}{\partial z} = i \frac{\omega_p}{n_p c} d_{eff} A_s A_{THz} \exp(ikz) & \text{ポンプ光 } \omega_1 \\ \frac{\partial A_s}{\partial z} = i \frac{\omega_s}{n_s c} d_{eff} A_p A_{THz} \exp(-ikz) & \text{シグナル光 } \omega_2 \\ \frac{\partial A_{THz}}{\partial z} = i \frac{\omega_{THz}}{n_{THz} c} d_{eff} A_p A_s \exp(-ikz) & \text{THz波 } \omega_{THz} \end{cases}$$

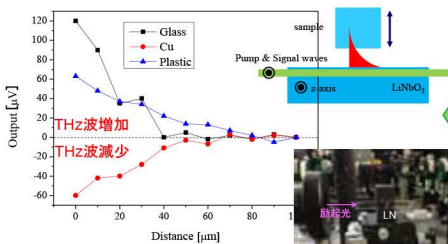


励起2波長光の強度差からテラヘルツ波の増減に関する情報を得る

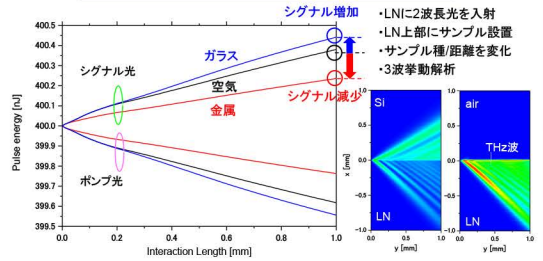
## 検証実験



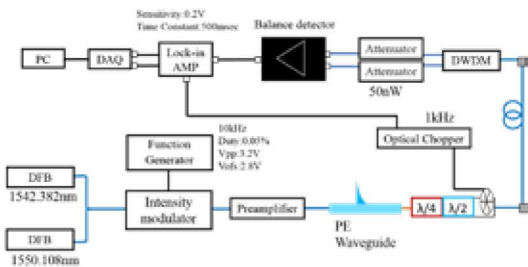
- LiNbO<sub>3</sub>結晶を利用
- 結晶透過後に励起2波長光を分離
- バランス検出器による測定



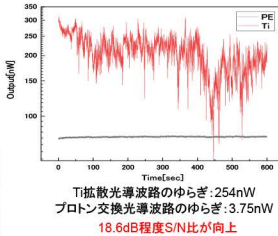
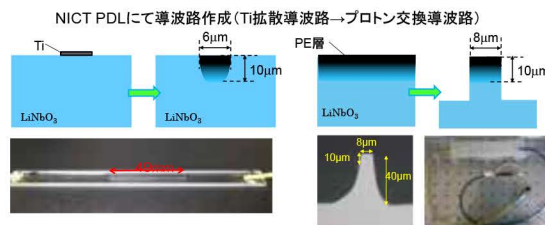
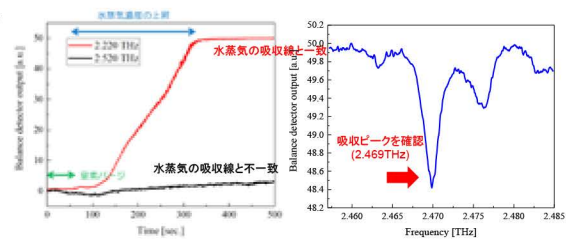
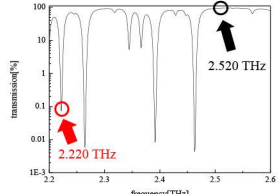
## 数値計算



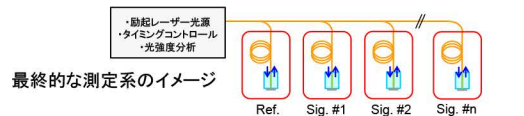
## 導波路化



### 水蒸気透過スペクトル (HITRAN-PC)



- 安価な励起光源 (数万円の半導体レーザー) でテラヘルツ波帯のセンシングに成功
- 光通信機器で使われている光学系により検出系の構築が可能であり、光学系のアライメントや取扱いが容易
- 電気計測部をPCで処理すれば、大幅な低価格化が見込まれる。



## 想定する分野・用途

主に気体や液体のセンシングを想定、特に危険ガスなどのモニタリング  
 エバネッセント波による局所的な濃度分布などの情報取得が可能

## 最終目標

光源/解析部から検出部を独立化  
 検出部を複数個設置することによる多点の同時計測

## 産業界への期待・要望

検出部のセンサチップ化  
 信号処理系の実装