

# ナノカーボン材料を用いた新規テラヘルツ検出器の開発

研究機関名：東京工業大学  
 所属名：科学技術創成研究院 未来産業技術研究所  
 代表研究者：准教授 河野行雄、終了2017年度（平成29年度）

## 研究・成果概要

### カーボンナノチューブによるフレキシブルテラヘルツ画像検出器の開発

#### カーボンナノチューブによるフレキシブルTHz帯検出器

検出原理：光熱起電力効果

デバイス

熱勾配  $\Delta T$

$\Delta V \approx S \times \Delta T$

S = ゼーベック係数

概要図

THz光照射

CNT

Current

キャリアの熱拡散で起電力が発生する

熱電性能指数

$$ZT = \frac{S^2 \sigma}{k} T$$

S = ゼーベック係数  
 $\sigma$  = 導電率  
 k = 熱伝導度

フレキシブル  
 THz帯の吸光度が高い  
 ゼーベック係数が高い  
 材料に求められる要素  
 導電率が高い  
 熱伝導度が低い

CNTフィルムに着目

Au CNT

膜厚  $t_{CNT}$

チャンネル幅  $w$

熱照射

熱勾配  $\Delta T = Q \cdot \frac{1}{k} \cdot \frac{l}{t_{CNT} \cdot w}$

熱解析結果例

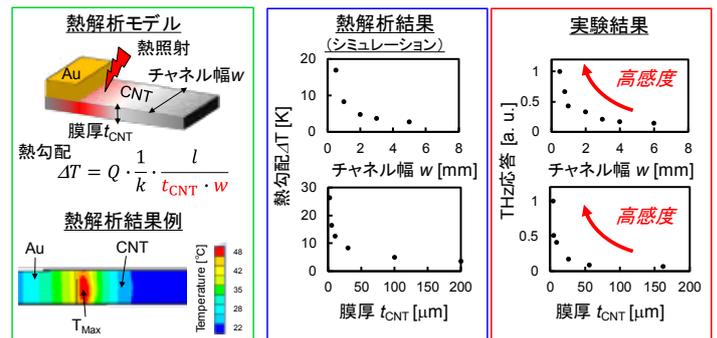
Au CNT

$T_{Max}$

Temperature [°C]

#### 熱構造の検討による感度向上

D. Suzuki, Y. Ochiai, and Y. Kawano, ACS Omega 3, 3540 (2018).



短チャンネル幅・薄膜化で高感度化  
 (膜厚30  $\mu m$  → 2  $\mu m$ で感度5倍)

#### 相対ゼーベック係数の向上 (PN接合)

D. Suzuki, YK, et al., ACS Appl. Nano Mater., (2018)

光熱起電力

$$V = (S_{P-type} - S_{N-type}) \times \Delta T$$

(一般的に  $S_{P-type} > 0$  で  $S_{N-type} < 0$ )

PN接合を利用することで高感度化が期待

THz irradiation

P-type

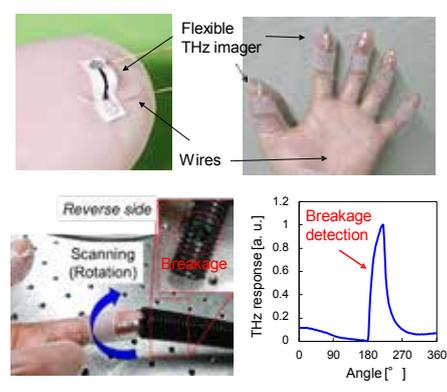
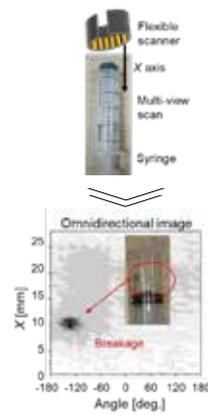
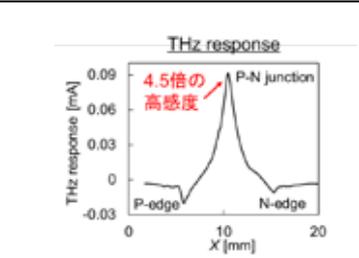
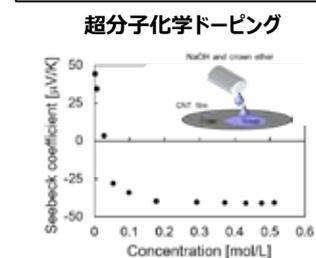
N-type

Current

#### フレキシブルTHzイメージング

360° 全方位検査

ウェアラブル検査グローブ



D. Suzuki, Y. Ochiai, Y. Nakagawa, Y. Kuwahara, T. Saito, and Y. Kawano, ACS Applied Nano Materials 1, 2469 (2018).

特願2016-091298 PCT/JP2017/16947 (JST海外特許出願支援に採択)

## 想定する分野・用途

インフラ、工業製品、食品等の非破壊検査、その場診断

## 最終目標

テラヘルツ計測が日常生活や工場などに浸透し、当たり前のように使われることを目指します。そのため、コンパクトで使い勝手のよいデバイス・システムを開発します。

## 産業界への期待・要望

テラヘルツ技術は有用で独自の長所がありますので、ぜひ検査分析応用に使って頂けたらと思います。