

# 電池レスIoTデバイスのための エネルギーハーベスティング

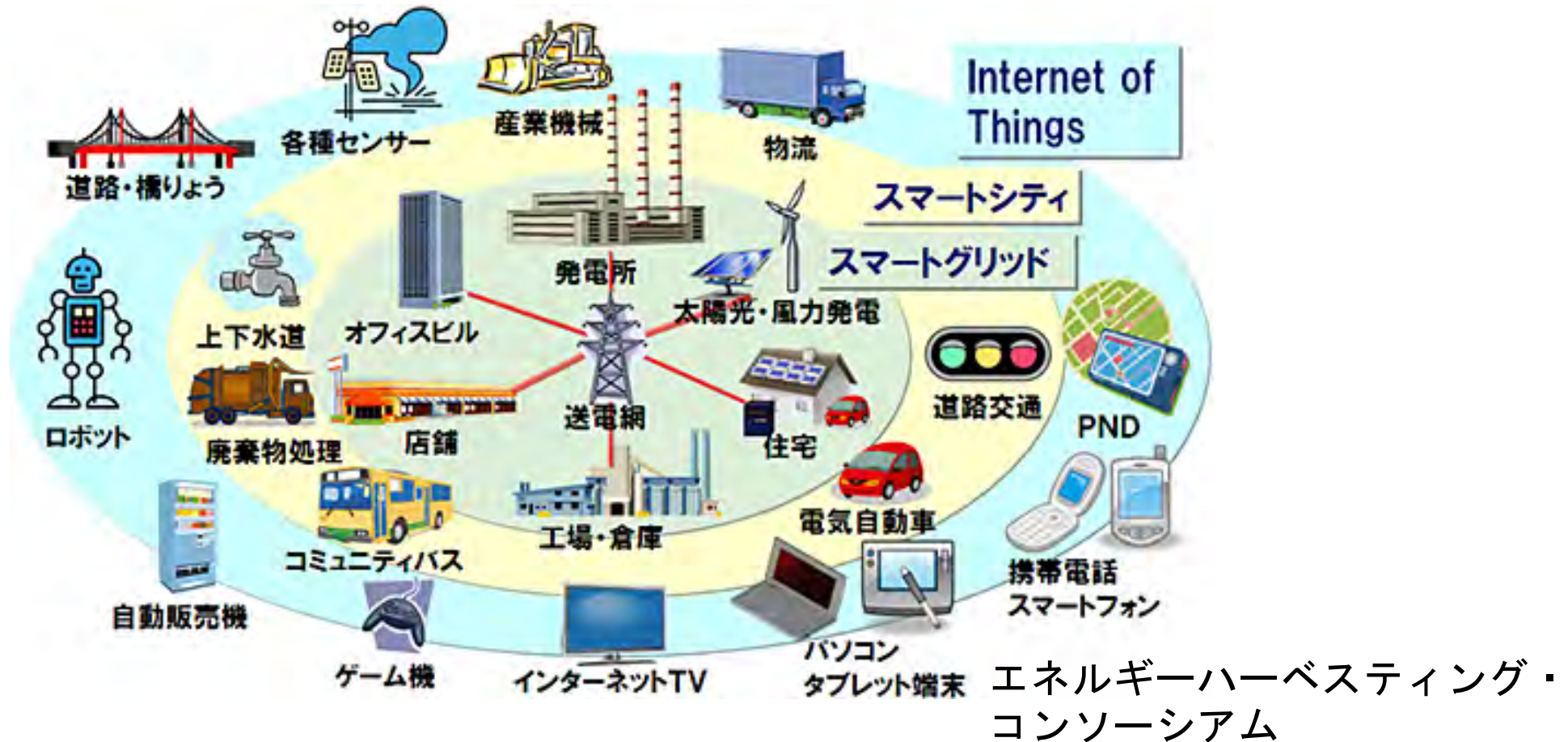
**工学部機械工学科**

**鈴木雄二教授、塩見淳一郎教授**

# 環境発電 (エネルギーハーベスティング)

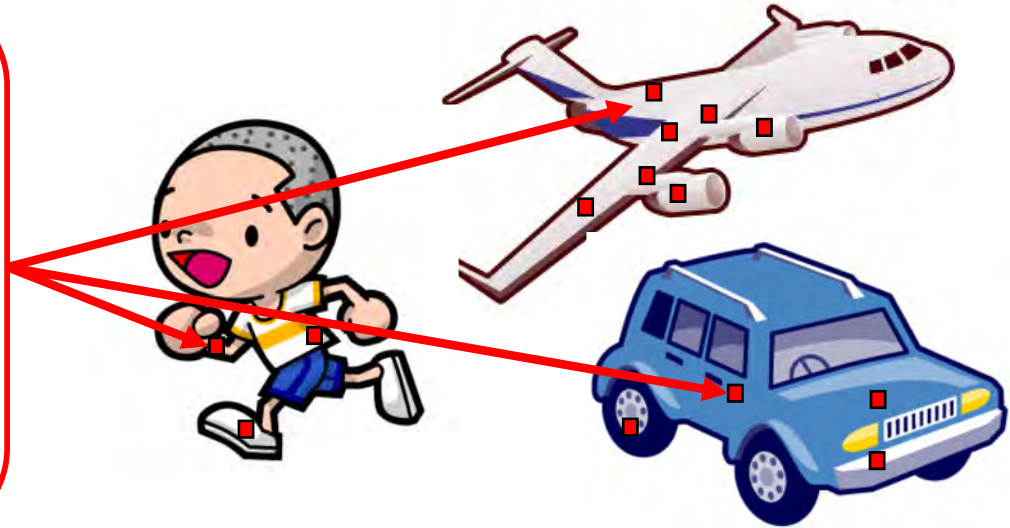
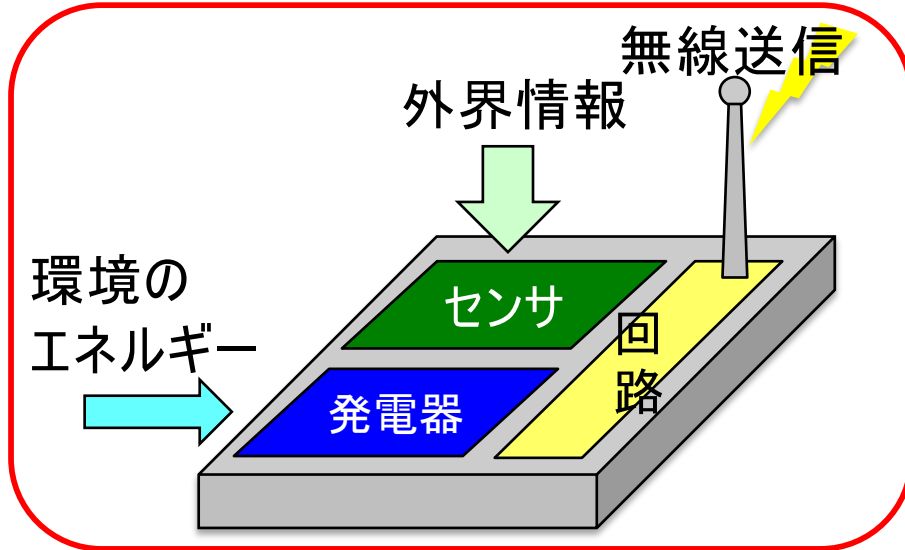
環境に存在する希薄なエネルギーをかき集めて有用な電力を取り出す

IoTセンサ  
ウェアラブル・デバイス      などを電池レスで実現  
IT農業センサ



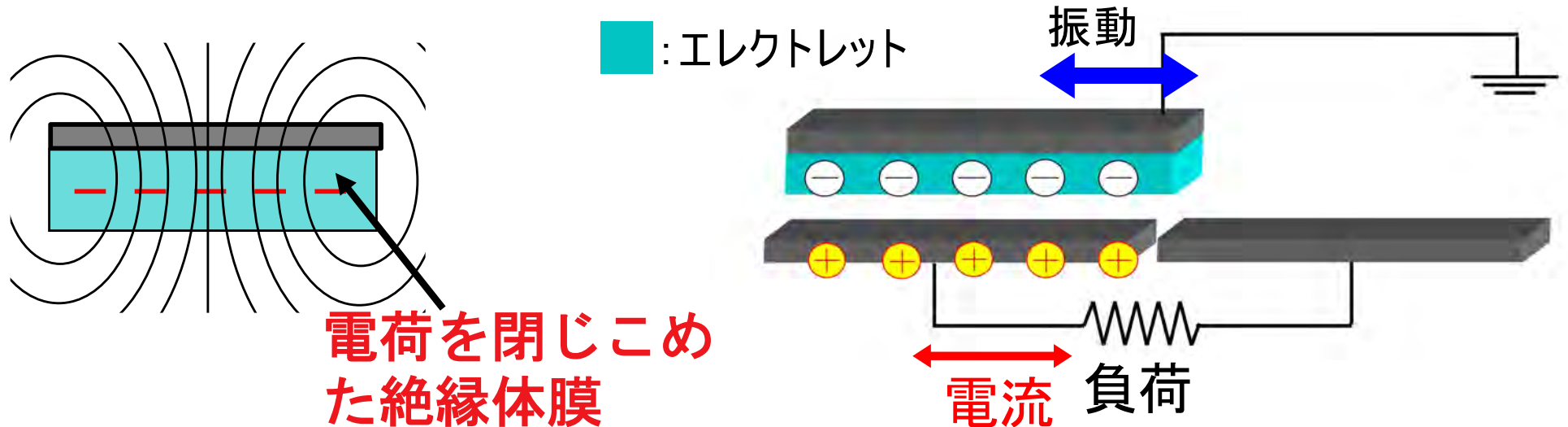
# 振動発電 ～歩行から静電気で発電する～

IoT社会のための電池レスユビキタス(ばらまき型)センサ



**マグネット**: 半永久的に外部に磁場を発生する物質

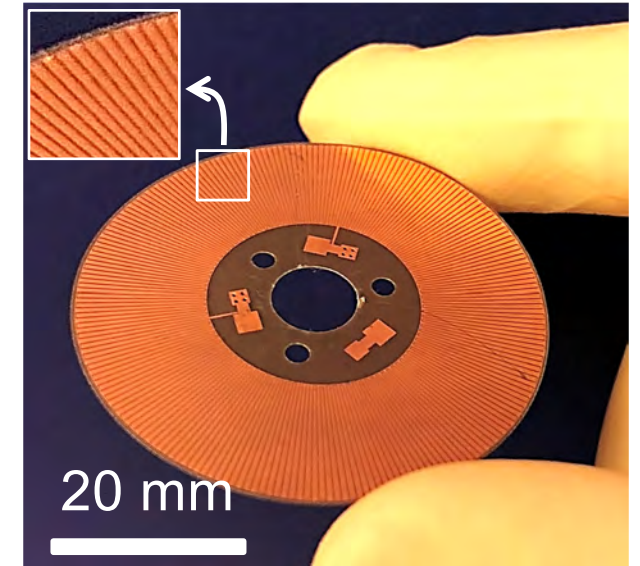
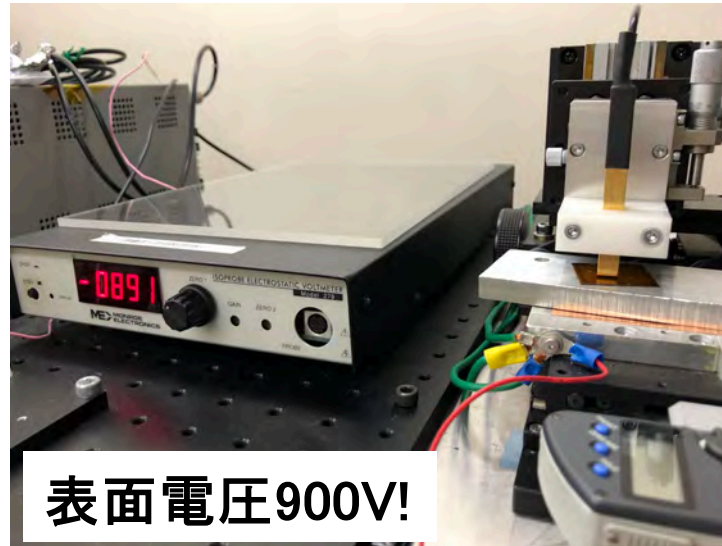
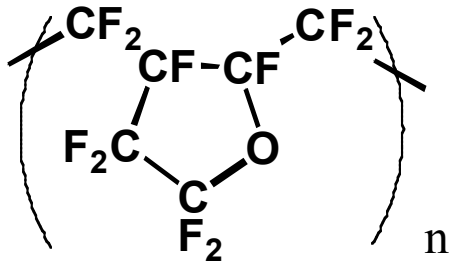
**エレクトレット**: 半永久的に外部に静電場を発生する物質



# 振動発電 ～歩行から静電気で発電する～

エレクトレット: 電荷を閉じこめた絶縁体膜

フッ素樹脂を用いた  
エレクトレット膜



腕時計型発電デバイスの組立て

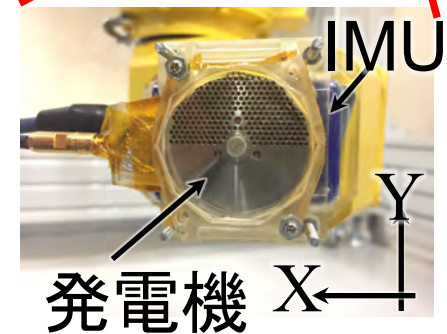
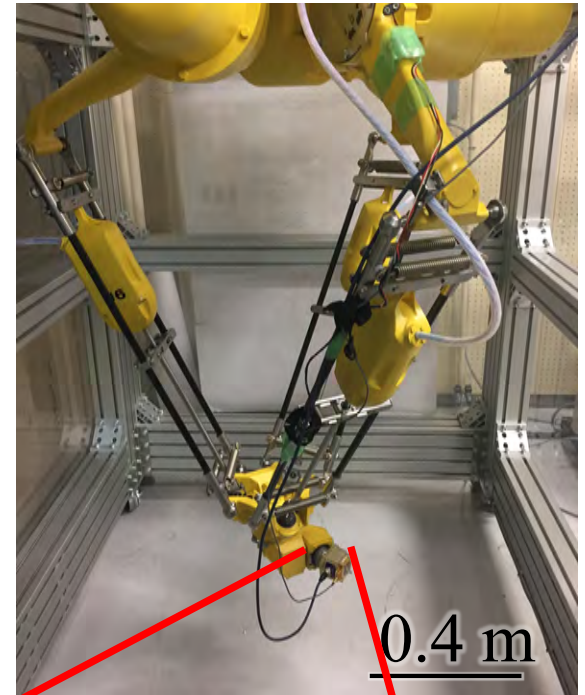
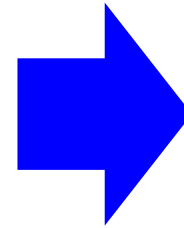


# 振動発電の実験演習

回転子に重りを固定して、重心位置と慣性モーメントを調整した発電機を自分で設計して組立てる



腕の運動を模擬するロボットアームに取り付けて発電試験、比較結果を考察



# 熱電変換

～ 熱を電気に変換する ～

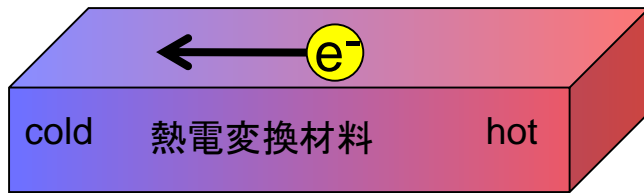


ドイツの物理学者  
トーマス・ゼーベック

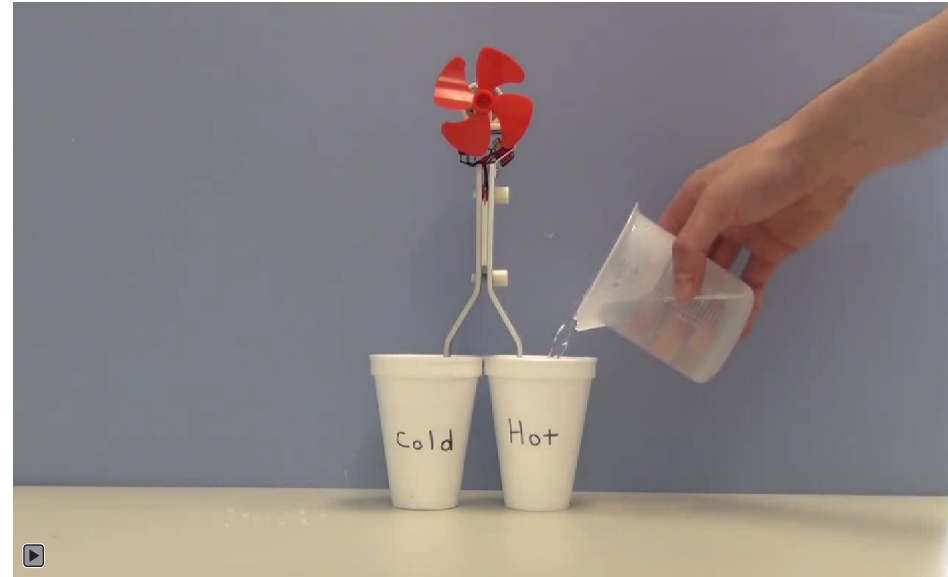
✓ ゼーベック効果(1821)

※熱電効果の一種

$$\longleftrightarrow \Delta V = S\Delta T \longleftrightarrow$$



✓ 温度差 ⇒ 電圧が発生



電池なし、熱電変換モジュールによるセットアップ

[https://www.youtube.com/watch?v=eG\\_PLY6C2bU](https://www.youtube.com/watch?v=eG_PLY6C2bU)

➤ 熱電変換材料の性能指数：

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

S: ゼーベック係数

$\sigma$ : 電気伝導率

$\kappa$ : 熱伝導率

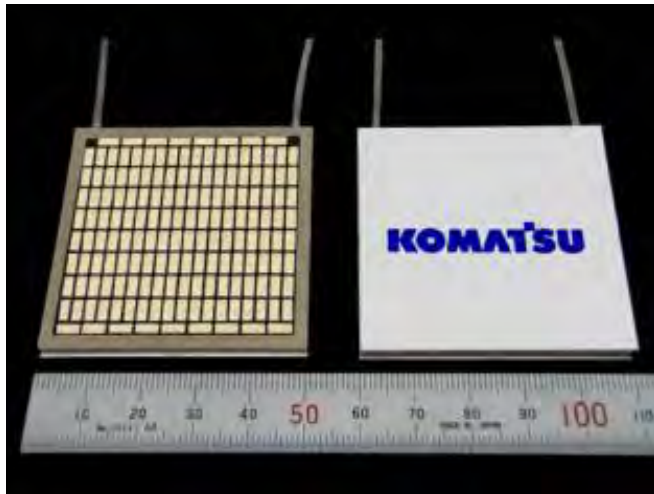
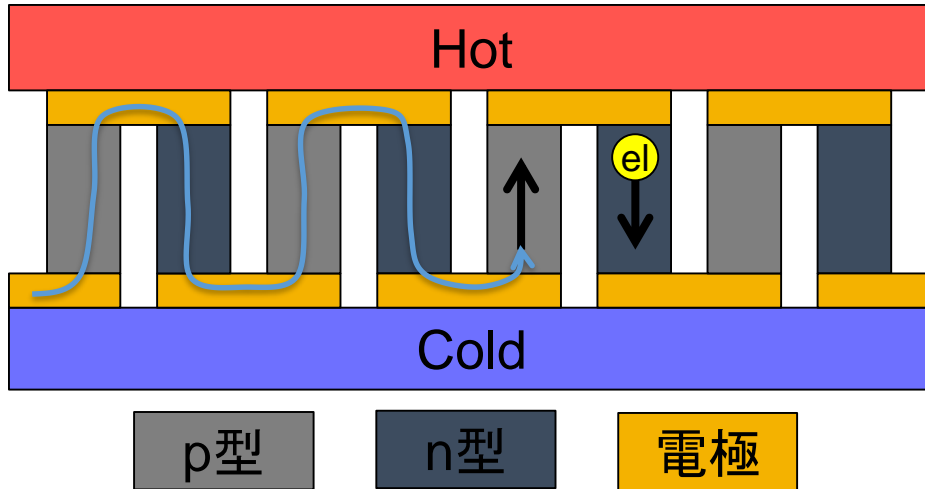
T: 温度

理想は  $S \uparrow \sigma \uparrow \kappa \downarrow \Rightarrow ZT \uparrow$  しかし、

ドレード・オフの関係

$\sigma \uparrow \Leftrightarrow \kappa \uparrow$

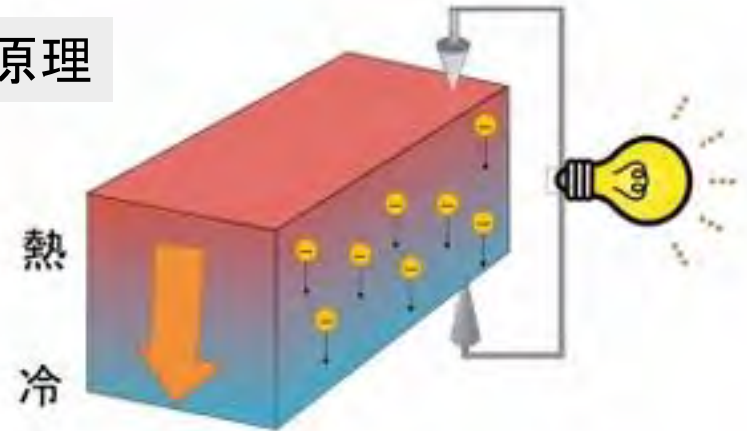
# 熱電変換モジュール



熱電変換モジュール (KELK社)

温度差による発電

原理



モジュール化

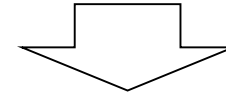


# 圃場モニタリングによる農作物の生産性向上

## 農作物の成長に関わる因子

日照時間, 水の量, 温度, 湿度, 害虫, 作物の密度, 作物の成長速度, . . .

これまでは . . . ,  
➤ 個々の経験・知識, 勘に基づく部分が多かった.



現代の農業は . . . ,  
➤ IT (information technology), AI (artificial intelligence) を活かした管理.

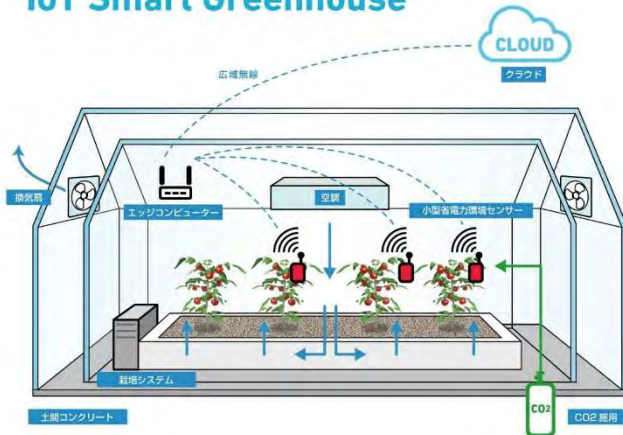
- ✓ 食の安全・安心の確保
- ✓ 環境調和型農業の実現
- ✓ 温暖化・気候変動への対応
- ✓ 高齢化による技術伝承

を可能に!



鳥取のおいしい野菜 TREE & NORF

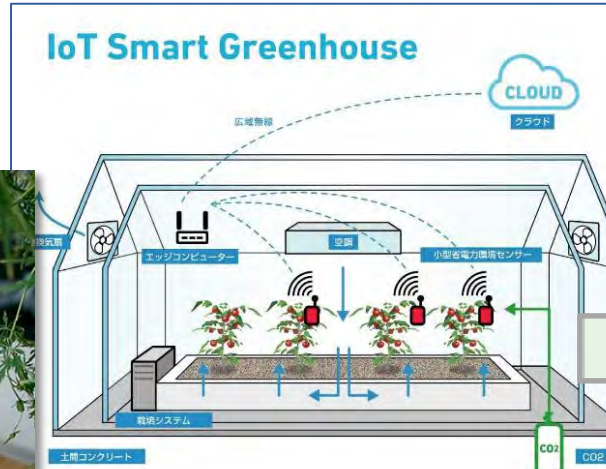
## IoT Smart Greenhouse



<https://japan.cnet.com/article/35108550/>



# 様々な農業用センサ・モニタリング技術



何千、何万個とあるセンサの電源は？

# 演習の内容

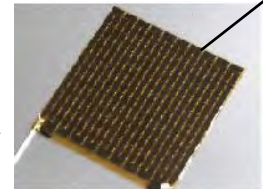
## 演習のテーマ

(熱 $\leftrightarrow$ 電気)変換を体験しよう。  
～温度によって

農業支援無線センサを駆動する～

*Energy Harvesting!*

※地熱利用型農業支援  
無線デバイス



熱電モジュール  
(KELK社)

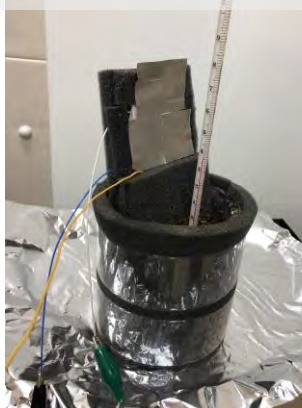
(試作デバイス,  
2019)



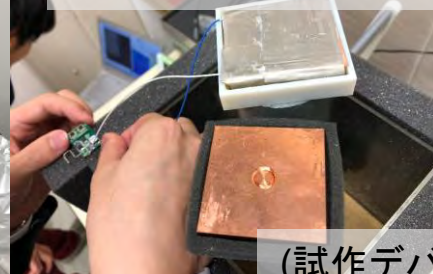
## 演習のポイント

自作熱電デバイス、発電効率化

(実験様子, 2019)



(試作デバイスによる  
通信, 2018)



(試作デバイス, 2018)

## 演習の流れ

発電に関する講義を受ける(理解)

熱電デバイスのデザイン、効率化アイデア

熱電デバイスの試作

試作デバイスの駆動(実験)、性能評価

発表会!

# スケジュール（予定）

**全5回、土曜日、本郷キャンパス**

**5月16日：講義1**

**エネルギーハーベスティングと環境振動からの発電**

**5月23日：講義2**

**環境の熱・温度差を用いた発電**

**5月30日：演習1**

**ウェアラブルデバイスのための腕時計型エレクトレット発電デバイスの組立てと発電体験**

**6月6日：演習2**

**IT農業のための熱電発電デバイスの組立てと発電体験**

**6月13日：発表会**

**連絡先：工学部機械工学科 鈴木 雄二教授**

**[ysuzuki@mesl.t.u-tokyo.ac.jp](mailto:ysuzuki@mesl.t.u-tokyo.ac.jp)**

**※コロナウィルス対応のために予定変更の可能性がります。**