

# センサ調整・解析を自動化し多様な現場に即応

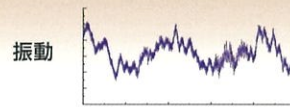
## これまでの成果（H28年～）

### ■産業インフラの現場の実データ収集開始



工場設備の電流や音などのデータ収集を開始しました。実データに基づく実用的なIoTシステムを開発します。

### ■センサ自動調整アルゴリズムの原理検証を完了



振動  
↓  
アイドル時と稼働時の振動差を自動判別

センサデータから有価情報を自動抽出するアルゴリズムの原理検証を完了しました。複数のセンサデータを分析して意味のある信号を見つけます。

有価情報（設備の稼働状態）を抽出

### ■学習型スマートセンシングシステムの開発環境を構築完了



センサデータの遠隔収集と分析が可能な研究用システムを構築しました。学習型スマートセンシングシステムの開発環境となります。

### ■学習結果に基づきセンサ測定を自動調整する回路の基本設計を完了



可変アナログ回路 (SFE回路) 試作検証用ボード

センサ信号処理を可変するスマートセンシングフロントエンド (SFE) 回路の基本設計を完了しました。学習結果に基づきセンサ測定を自動的に調整するハードウェアを実現します。

## 適用例

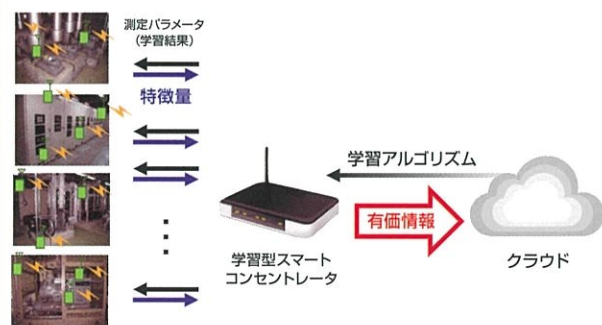
### 従来



限定された機器 + 有線接続

- 機器毎にセンサ設定や解析方法について個別検討と調整が必要
- 有線接続で大量の生データを送信し蓄積 ⇒ 多数・多様な機器への対応は困難

### 本開発



多数・多様な機器・設備 + スマートセンサ端末

- 学習アルゴリズムにより機器毎のセンサ設定や解析方法を自動で分析し調整
- 無線で送信可能な有価情報のみを収集 ⇒ 多数・多様な機器監視を迅速に実現



# センサ調整・解析を自動化し多様な現場に即応

## 概要

現場へのセンサ導入時に必要となるセンサの調整や解析手法の検討を自動的に行う学習型センシングシステムを開発しています。多数かつ多様な設備がある現場でも迅速に導入可能なIoTセンシングシステムを実現します。

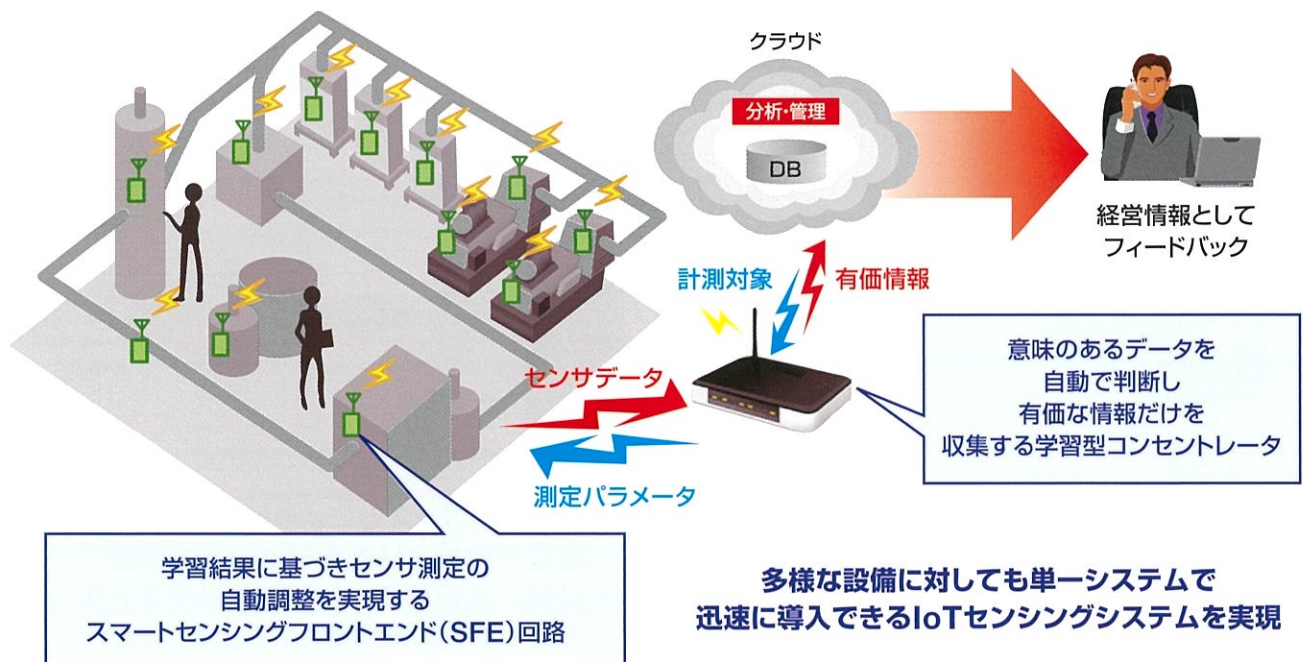
## 開発の背景と内容

### 【開発のポイント】

- ◆センサデータから有価情報を自動で判断・抽出する学習型アルゴリズム
- ◆学習結果を基にセンサを自動調整し効率的に測定するスマートセンシングフロントエンド(SFE)回路

### 【開発の背景・狙い】

- 測定対象毎に異なるセンサやアルゴリズムを開発する必要があり、多量の機器・設備がある現場からのセンサデータ収集は一部の測定対象のみに留まっていた。
- センサを設置する際に、エンジニアが現場の状況に合わせて個別に実験し調整していた測定条件の検討を自動的に行い、環境発電で収集可能な有価情報を従来の100倍にするシステムを実現します。



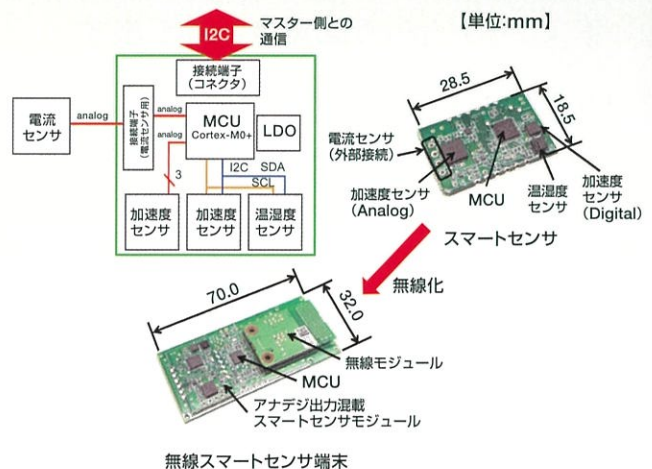


# ロバストな無線で動的センサ制御を実現

## これまでの成果（H28年～）

- 無線モジュールのネットワーク層を開発し、低消費電力なマルチホップ通信の移植により、環境発電駆動に近付けた
- 作製したPCアプリケーションで、各種センサデータの1対1通信/マルチホップ通信を確認
- メッシュネットワーク通信については、ネットワーク仕様の基本部分の検討を完了し、アルゴリズムを実証するためのソフトウェア開発を行い、メッシュネットワーク通信の評価環境の構築を完了
- センサモジュールを搭載した2種類\*の無線スマートセンサ端末を開発

\*デジタル出力スマートセンサ、アナデジ出力混載スマートセンサ  
(右図はアナデジ出力混載の例)



## 適用例と無線比較

- 電波の回折性に優れたサブGHz周波数帯無線を用いた信頼性の高いメッシュネットワークを構築し、SFE機能を搭載した無線スマートセンサ端末にて工場等での学習型スマートセンシングシステム検証を目論む

|                        | LbSS Sub-GHz MESH        | Wi-SUN FAN                                    | LoRa              | Sigfox            | HaLow         |
|------------------------|--------------------------|---|-------------------|-------------------|---------------|
| Promotion Organization | Rohm (Use Wi-SUN module) | Wi-SUN Alliance                               | LoRa Alliance     | Original (Sigfox) | WiFi Alliance |
| Vendor                 | One (Rohm)               | Multi   | One (Semtech)     | Multi             | Multi         |
| IP                     | IP Support               | IP Support                                    | No                | No                | IP Support    |
| Network                | Mesh<br>Hop times: TBD   | Tree (RPL), 24hop                             | Star              | Star              | Star/Tree     |
| Frequency              | Sub-GHz                  | Sub-GHz                                       | Sub-GHz           | Sub-GHz           | Sub-GHz       |
| Data rate              | 100kbps                  | 50kbps~ 300kbps<br>*Favorable for FW updating | 0.5k~ 30kbps      | 0.1kbps           | ~150kbps      |
| Distance               | 0.5k~1km                 | 0.5k~1km<br>24km (with Multi -hop)            | 2k~5km            | 3k~10km           | ~1km          |
| Target Use             | FAN<br>Smart city        | FAN<br>Smart meter/city                       | FAN<br>Smart city | FAN<br>Sensor     | HAN           |

LPWA (Low Power Wide Area)の比較



# ロバストな無線で動的センサ制御を実現

## 概要

学習型スマートセンシングのユースケースに合わせてサブGHz帯無線のネットワーク層の開発を行い、信頼性の高いメッシュネットワークを低消費電力で実現し、センサとSFE回路ないしマイコンから構成される高性能なスマートセンサと、これらから成る無線スマートセンサ端末を開発します。

## 開発の背景と内容

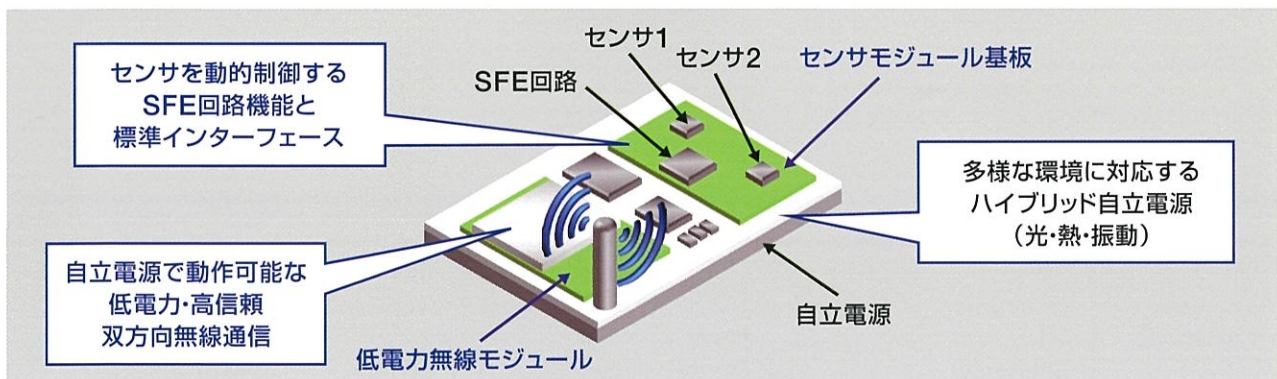
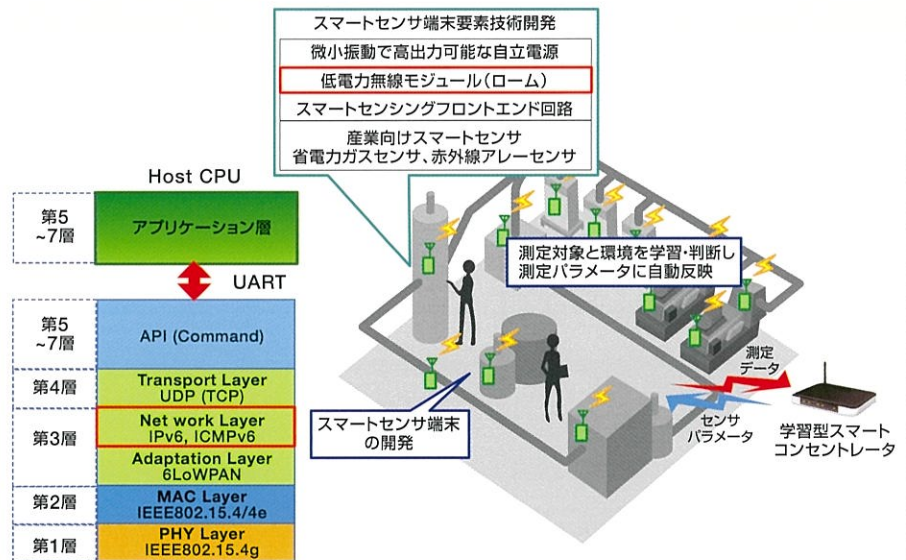
### 【開発のポイント】

- ◆学習型スマートセンシングシステムを実現する高信頼性無線の開発
- ◆自立電源で駆動可能な低消費電力無線スマートセンサ端末の開発

### 【開発の背景・狙い】

学習型スマートセンシングシステム(LbSS)に必要なセンサ端末の動的制御を実現するために、高信頼無線通信技術及びスマートセンシングフロントエンド(SFE)機能を実装した無線スマートセンサ端末を開発します。

無線通信に関しては、ネットワーク層の開発とネットワーク仕様の検討により、低消費電力化を実施します。



無線スマートセンサ端末



# 作業者の五感をアシスト!異臭を検知

## 概要

近年の労働人口の減少や、異常の早期発見の観点から、人の五感(音・振・臭いなど)に代わるセンサによる常時監視の要求が高まっています。  
本テーマでは、設備異常に伴う異臭を検知する超低消費電力のガスセンサを開発します。

## 開発の背景と内容

### 【開発のポイント】

- ◆超低消費電力、低価格、高感度なMEMSガスセンサ
- ◆マルチセンシングにより1チップで複数ガスのモニタリング
- ◆学習により正常時をモデル化し異常(異臭)を検出

### 【開発の背景・狙い】

■設備の老朽化進展に伴い、事故・災害前の予防保全が望まれています。

設備の異常は、これまで人の五感(音・振・臭いなど)による点検で発見しています。

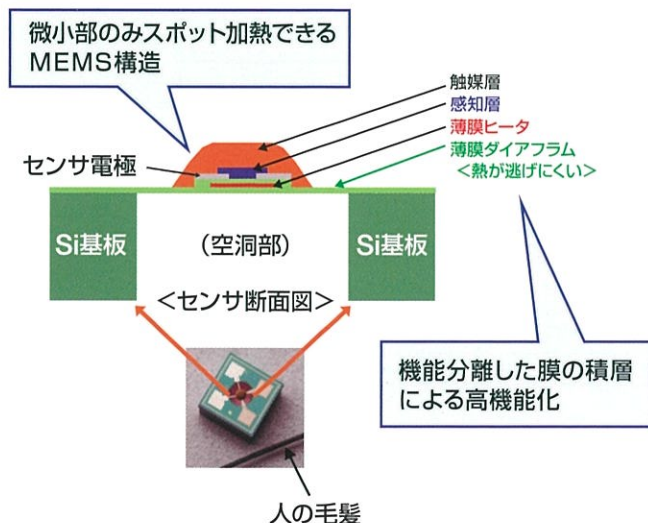


人の五感に代わるセンサによってオンライン監視することが求められています。

⇒本開発では、五感(嗅覚)をアシストする超低消費電力のガスセンサを開発します。

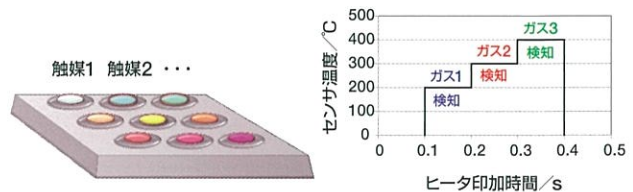
### ■MEMSガスセンサ

**MEMS構造** ⇒超省電力で自立電源駆動可能  
**高機能膜** ⇒微細化により高感度・高選択性

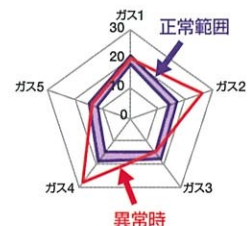


### ■開発項目

- ・触媒を変えたセンサのアレイ化や駆動温度変更などにより、1チップで複数ガスを検知するガスセンサを開発します。



- ・複数のガスセンサの出力から、学習により正常時をモデル化し、異常時を検出するアルゴリズムを開発します。





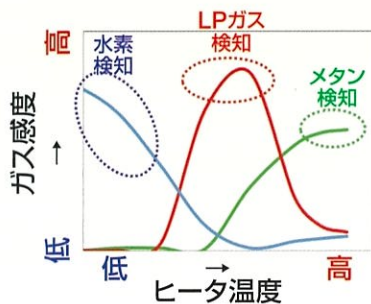
# 作業者の五感をアシスト!異臭を検知

## これまでの成果(H28年～)

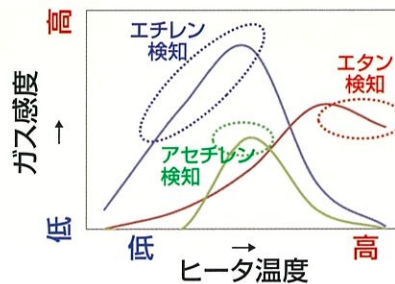
設備の異常監視として5つのシーンを想定し、ガス9種を対象として選定しました。試作したガスセンサによる検知特性の原理確認を完了しました。

### ガスセンサの感度特性例

#### ■燃料ガスの漏洩(触媒A)



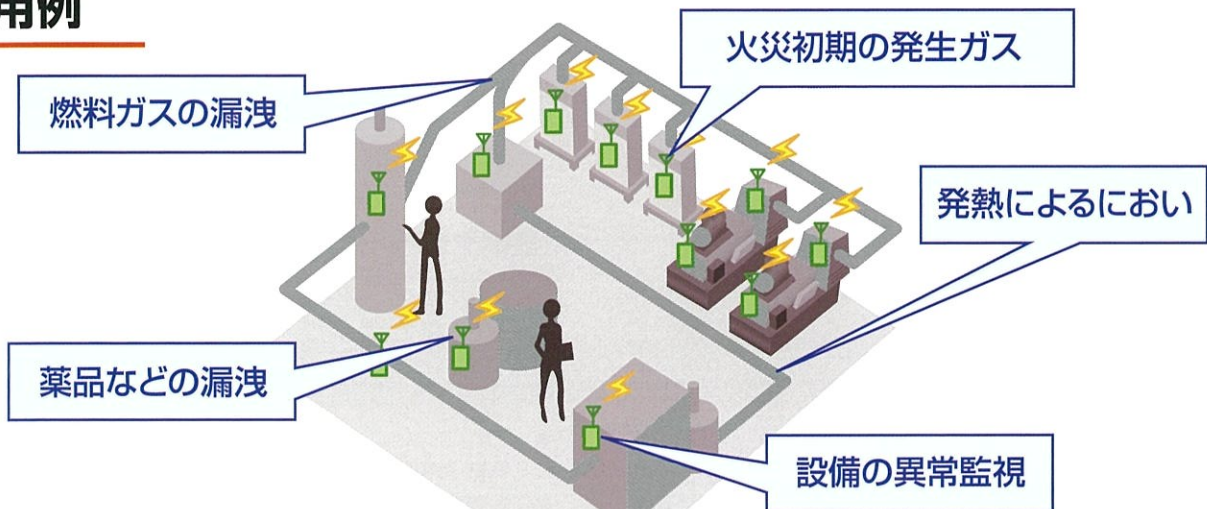
#### ■油入機器の異常(触媒B)



\*触媒とヒータ温度を変えることで、各ガスに対する感度が変化します。

\*たとえば触媒Aにおいて低温で水素ガス、中温でLPガス、高温でメタンガスの感度が高くなることを確認し、検知特性の原理確認を完了しました。

## 適用例



### ガスセンサの適用例と一次選定

|           | 対象ガス例   |
|-----------|---|
| 燃料ガスの漏洩   | CH <sub>4</sub> 、H <sub>2</sub> 、LPガス、(ジメチルエーテル)などの可燃性ガス        |
| 火災初期の発生ガス | 無煙熱分解/くすぶり燃焼:CO <sub>2</sub> 、COの発生が多い、その他、HCl、HCNなど            |
| 薬品などの漏洩   | 溶剤:エタノール、IPA、アセトン、アセチレン、トルエン、ベンゼンなどの揮発性有機化合物(VOC)               |
| 発熱によるにおい  | プラスチックの加熱:ベンゾチアゾール、スチレン、エチレン、エタン、プロパン、ブタン、ヘキサン、オクタン、ベンゼン、トルエンなど |
| 設備の異常監視   | 油のにおい成分:ヘプタナール、油入機器診断:メタン、H <sub>2</sub> 、エタン、エチレン、アセチレン        |

青字:一次選定、原理確認完



# 作業者に替わって温度点検や熱漏れ監視を実施

## これまでの成果(H28年～)

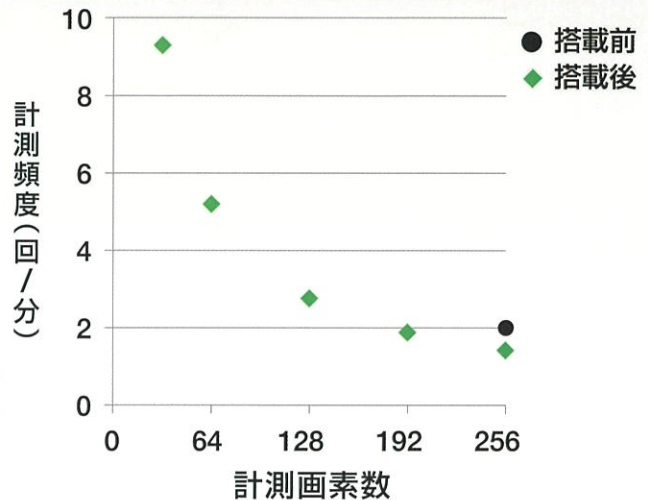
センサに画素選択機能を搭載。  
搭載前の計測頻度：2回/分



計測頻度の向上が可能になりました。  
搭載後の計測頻度：1～9回/分

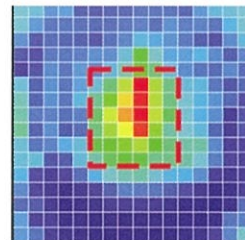
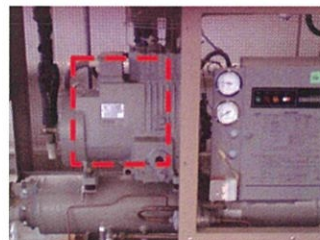


|        | 目標値         | 開発品       |
|--------|-------------|-----------|
| サイズ    | 2.0×5.0cm以下 | 2.0×2.7cm |
| 平均消費電力 | 200μW以下     | 200μW以下   |



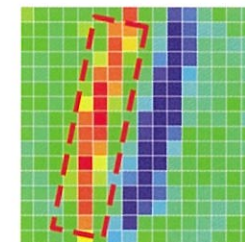
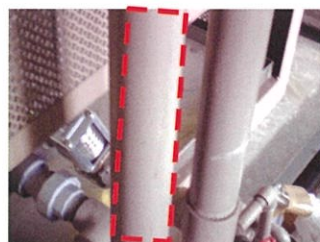
## 適用例

(1) 用力設備の稼働状態把握



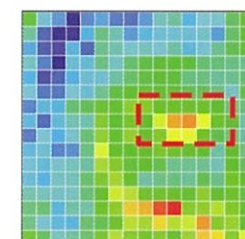
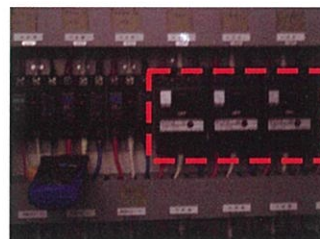
設備稼働による表面温度の上昇を計測

(2) 配管の稼働状態把握



配管内を循環する冷却水の温度を計測

(3) 配電盤の稼働状態把握



設備稼働による表面温度の上昇を計測



# 作業者に替わって温度点検や熱漏れ監視を実施

## 概要

- 設備の稼働状態把握やエネルギーロスの発見に向けて、対象エリアの熱画像を取得する非接触温度センサです。
- 測定画素と温度分解能を柔軟に変更することで、有価情報量の増加に貢献します。

## 開発の背景と内容

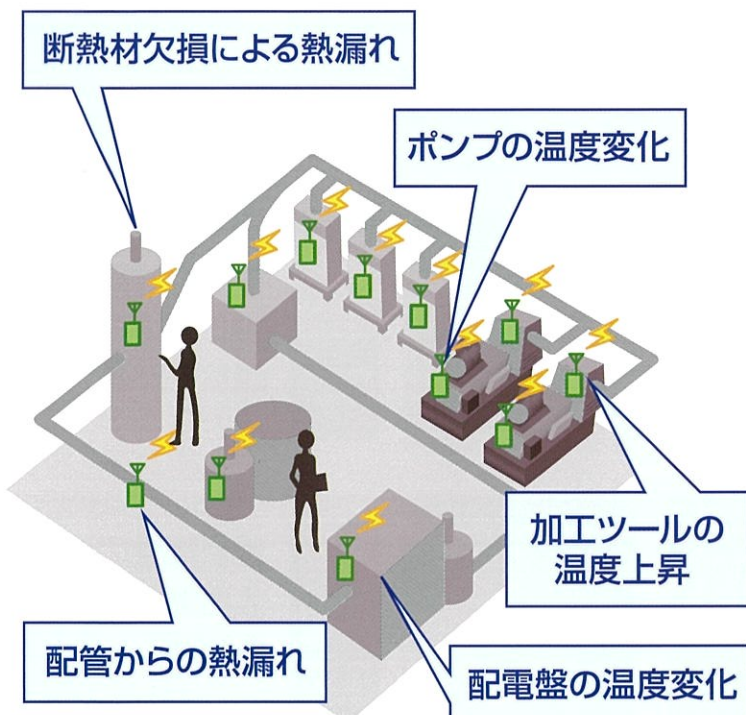
### 【開発のポイント】

- ◆画素選択機能と温度分解能変更機能により、温度測定条件を柔軟に変更可能

### 【開発の背景・狙い】

モーター・ボイラー等の設備や工場空間の表面温度計測は、稼働状態の把握やエネルギーロスの発見に有効です。現在使用されているサーモグラフィ等の非接触温度センサは、測定画素数や温度分解能を細かく制御できません。そのため、不要な温度情報も取得しています。

本開発では、測定画素と温度分解能を柔軟に変更することで、有価情報量の増加に貢献します。



従来：  
全領域の温度情報を常に取得



本開発：  
状況に応じて画素と温度分解能を変更可能



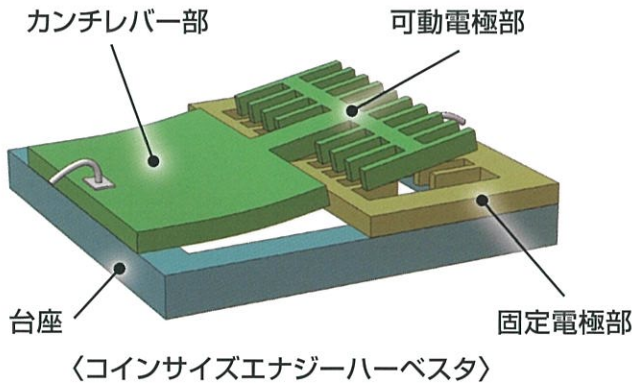
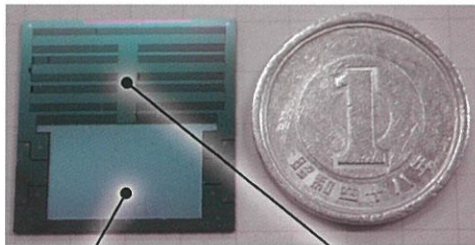
(例) 用力設備と配管にフォーカス



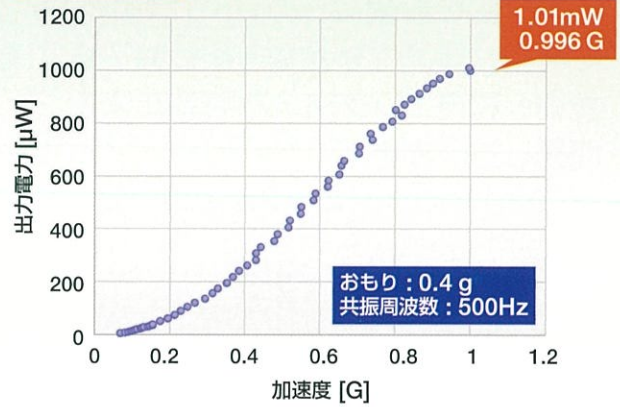
# 小さな振動から高効率に 500 $\mu$ W 発電

## これまでの成果(H28年～)

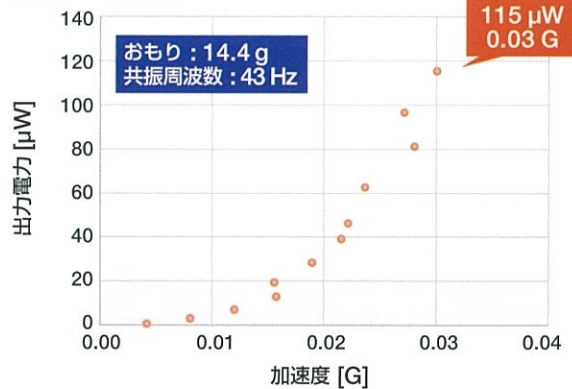
1円玉サイズ( $\phi$ 2cm)のデバイスから1mWの発電量を得ました。さらなる低周波数化,低加速度化デバイスを開発中です。



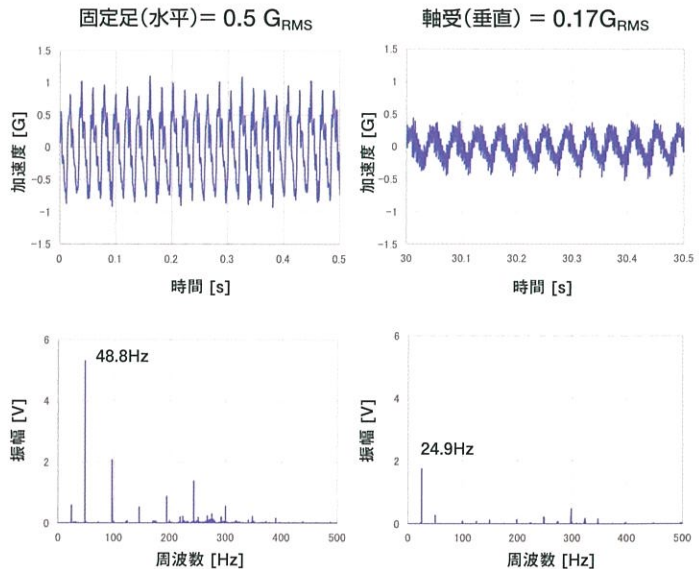
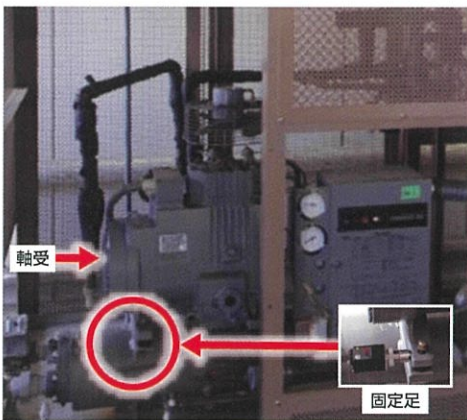
### 大出力



### 低加速度



## 【産業用コンプレッサ振動計測例】





# 小さな振動から高効率に 500 $\mu$ W 発電

## 概要

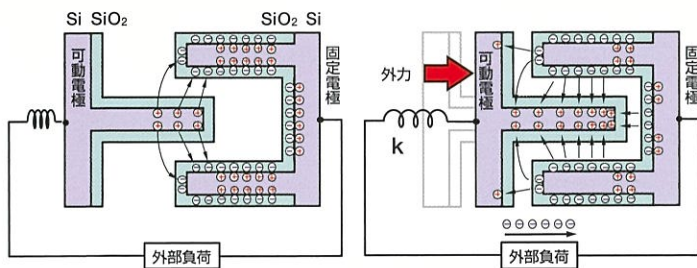
産業分野の設備などの「小さな振動」から500 $\mu$ Wの発電をして、センサ駆動、無線通信に必要な電力をまかなうためMEMS(Micro Electro Mechanical Systems)技術と独自エレクトレット技術による、**コインサイズの高効率振動エネルギーハーベスタ**を開発しています。

## 開発の背景と内容

### 【開発のポイント】

- ◆MEMS+エレクトレットで、高効率にエネルギー変換 → コインサイズ( $\Phi$ 2cm)で500 $\mu$ W
- ◆広帯域機構、極低周波発電機構との組み合わせ → より広い範囲の周波数から発電

### 発電原理



SiO<sub>2</sub>膜中に固定された ⊖ (電子) による静電誘導により、⊕ (ホール) が電極に連動して動くことで発電します。

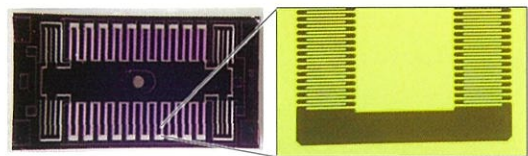
### 【開発の背景・狙い】

IoT (Internet of Things) 社会実現のためには、配線不要でメンテナンスフリーな「**小型自立電源**」が重要です。そこで、身のまわりにある様々なエネルギー源(光・熱・振動等)から小さなエネルギーを「**収穫(ハーベスト)**」して発電(環境発電)するエネルギーハーベスタが注目されています。

従来、振動エネルギーハーベスタで高効率に発電するには、高い周波数、大きな加速度が必要でした。本プロジェクトでは、独自開発した新エレクトレット技術によって、「**低い周波数**」かつ「**小さな加速度**」の振動から500 $\mu$ W出力できる自立電源を目指します。

### 本プロジェクトのデバイス構成

#### ◆MEMSエレクトレット発電素子



#### ◆広帯域発電技術、極低周波発電技術

