



小型・低消費電力を実現するグリーンMEMSセンサの開発

# 多芯電線上で電流計測を可能にする 貼付型電流センサの開発

横河電機（株）

三戸 慎也



NMEMS 技術研究機構



1. 背景と目的
2. 開発テーマ概要・目標
3. 開発内容と取り組み
4. 電流計測技術の開発
5. ネットワーク・応用分野
6. まとめ

# 1. 背景と目的

## <背景>

工場やオフィスビル、商業施設等の省エネ化を目的として、非接触型の電流センサにより電流使用量の可視化し、機器の電力使用量と使用状況を把握する活動が行われている。

電流センサとして、従来はCT型が用いられているが、以下の課題がある。

### CT型電流センサの課題

⇒ 端末の設置に制限がある

- ① 単芯電線上でしか、電流計測ができない
- ② 電線をコア(パーマロイ、等)で囲む必要がある
- ③ コア部が大きくて重い

CT型電流センサ



# 1. 背景と目的

## <目的>

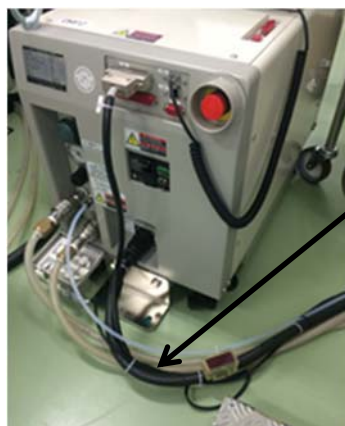
本開発テーマでは、高感度磁気センサにより、以下の3つを特徴とする電流センサを開発することを目的としている。

(1) 多芯電線上で測定できる

(2) 電線に貼り付けるだけで測定できる

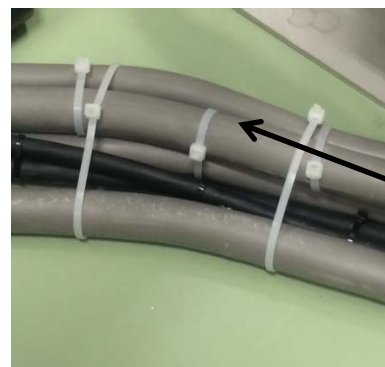
(3) 小型・軽量である

(1) ⇒ 分電盤外の多芯電線上でも設置できる



電力ケーブル  
(分電盤外なので多芯電線)

(2、3) ⇒ 電線が束ねられた場所でも容易に設置できる



束ねられた  
電力ケーブル

## 2. 開発テーマ概要・目標

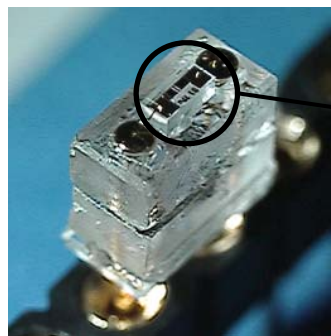
### H23年度:磁気計測方式の決定



MR & MI方式を評価  
⇒MR方式に決定

磁気センサ評価用  
ヘルムホルツコイル

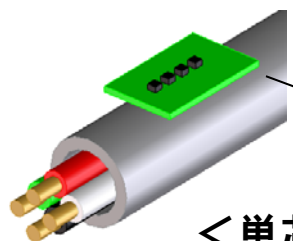
### H24年度:小型磁気センサの試作



磁気センサ  
(1.5×0.6mm)

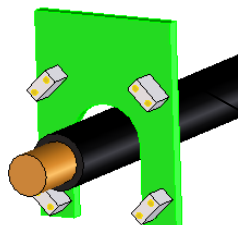
### H25年度:電流計測技術の開発

＜多芯電線用の電流計測技術＞



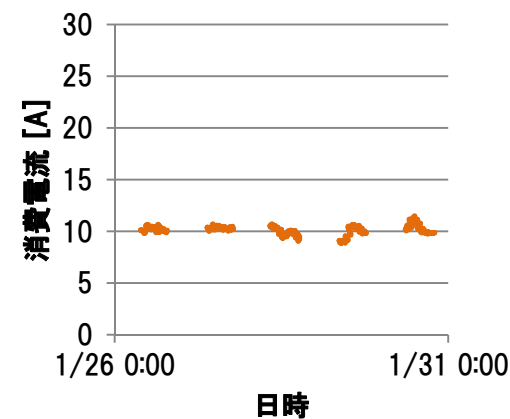
多芯電線

＜単芯電線用の電流計測技術＞



単芯電線

### H26年度:無線式端末の試作と動作実証



### 3. 開発内容と取り組み

## 超小型で軽量な電流計測技術開発

① **多芯電線用 & 貼り付け型**  
電流センサ端末

② **単芯電線用 & 貼り付け型**  
電流センサ端末

③ **単芯電線用 & 高精度**  
電流センサ端末

＜技術的課題＞

⇒ 貼付型形状にする上、電線径の違いにより生じる誤差

＜解決法＞

センサレイアウトと回路構成技術、電流計測アルゴリズムにより、上記課題を解決した。

＜技術的課題＞

⇒ 高精度化する上で、センサと電線の位置ずれによって生じる誤差

＜解決法＞

センサレイアウトと回路構成技術により、上記課題を解決した。



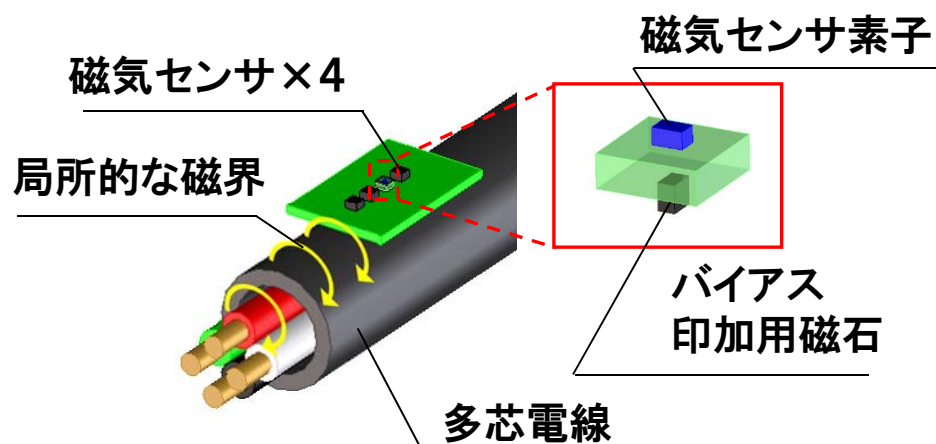
NMEMS 技術研究機構



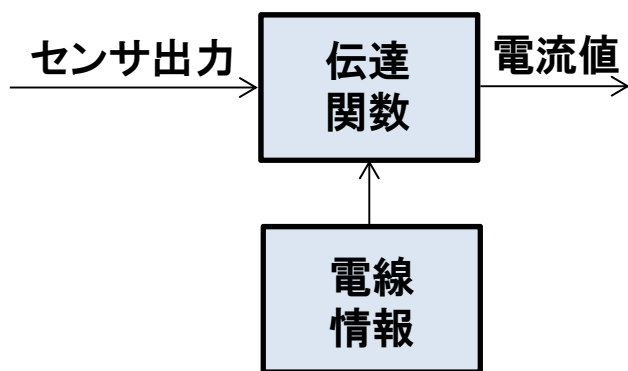
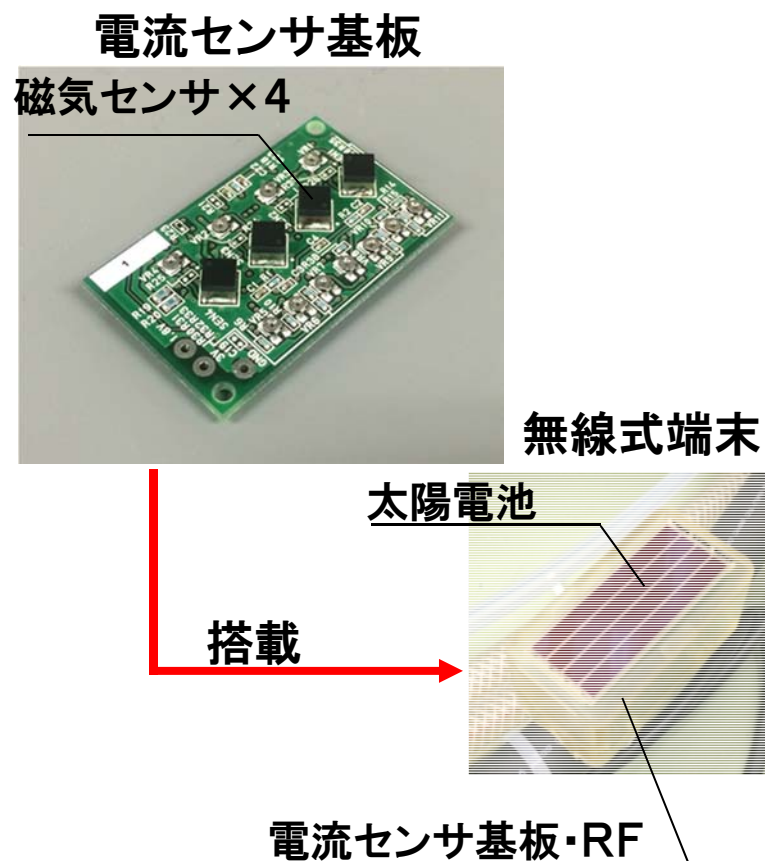
## 4. 多芯電線用電流センサの開発

電線に対して平行に配置した磁気センサと、電線の情報をもとに伝達関数を決定する計測アルゴリズムにより、**多芯電線上で電流計測が可能な貼付型センサ**を実現した。

＜要素技術の構成部の概略図＞



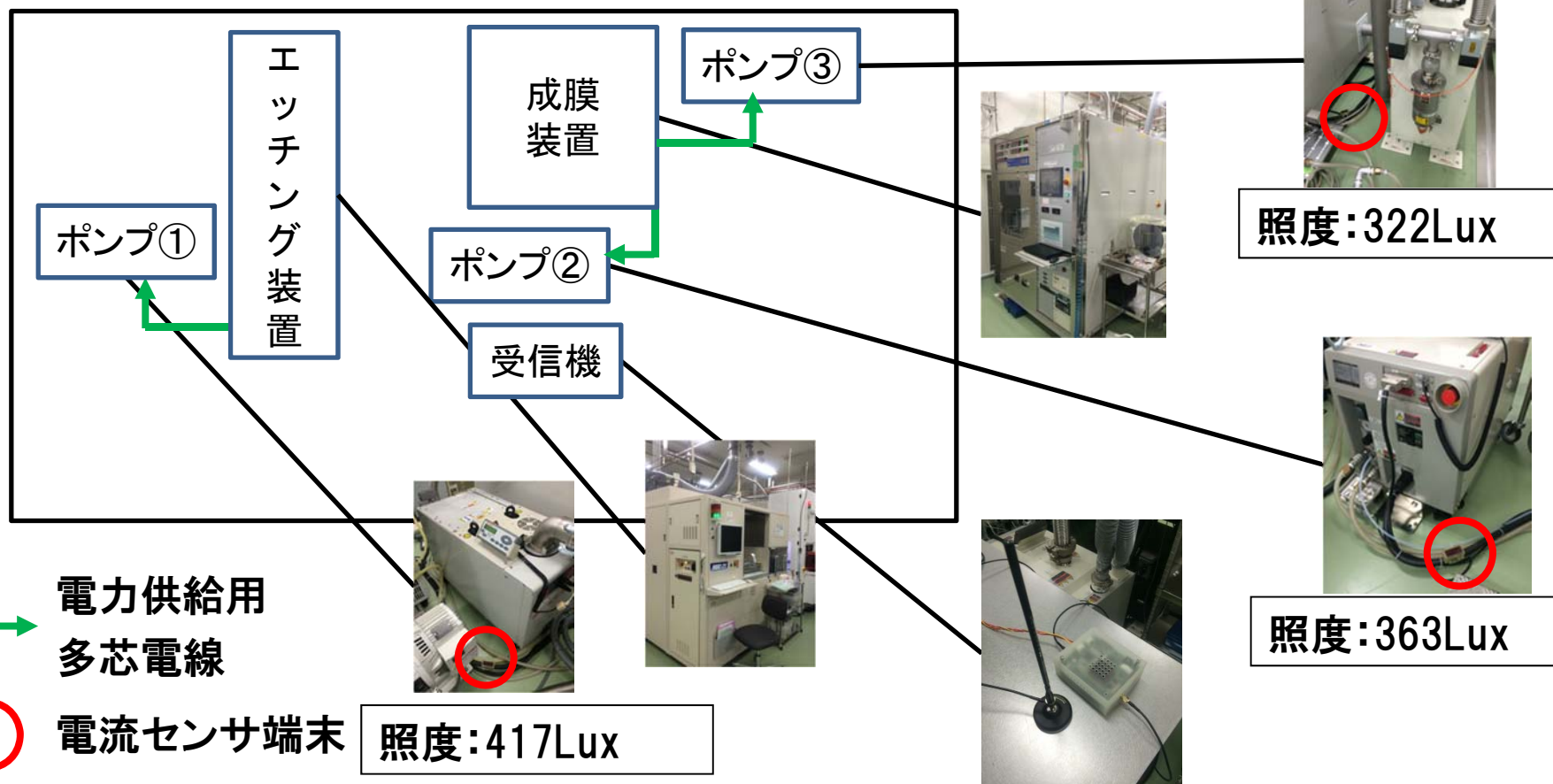
＜電流センサの試作機＞



## 4. 多芯電線用電流センサの開発

本電流センサを搭載した無線式電流センサ端末を試作し、実環境下での機能検証を行った。

### 実証場所レイアウト

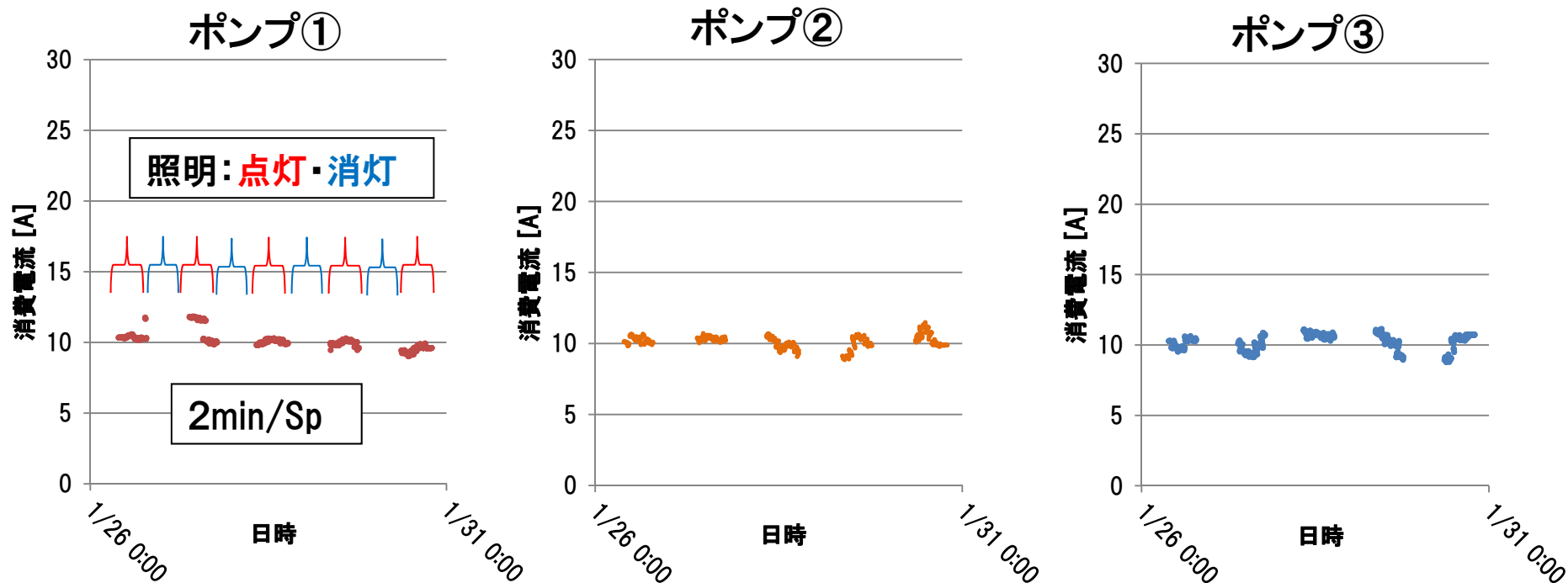




## 4. 多芯電線用電流センサの開発

実環境下での検証の結果、多芯電線上で電流計測ができることと、太陽電池で駆動するメンテナンスフリーな端末であることを確認した。

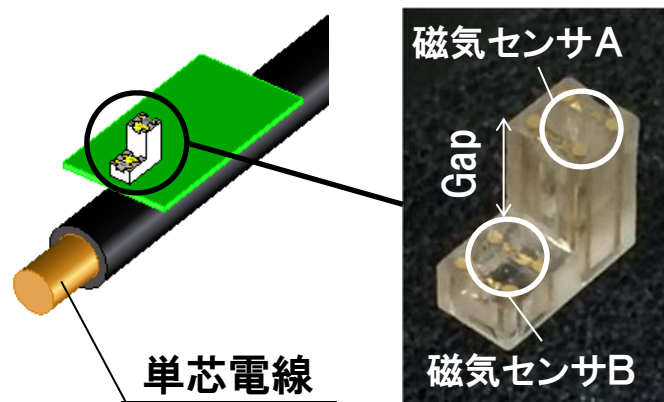
### 電流モニタリング結果



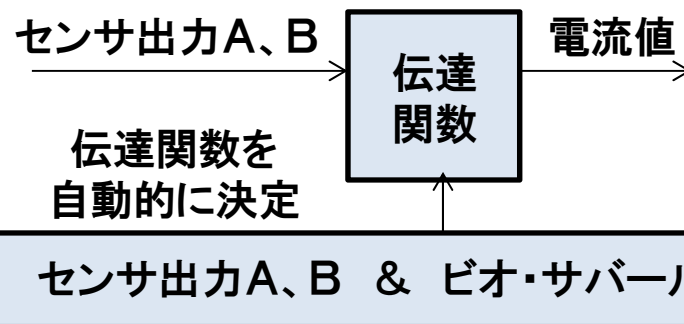
## 4. 単芯電線用電流センサの開発(貼付型)

電線の中心からの距離が異なる2つの磁気センサと電流計測アルゴリズムにより、**貼り付けるだけで電流計測ができる**センサを実現した。

＜要素技術の構成部の概略図＞



＜電流センサの試作機＞

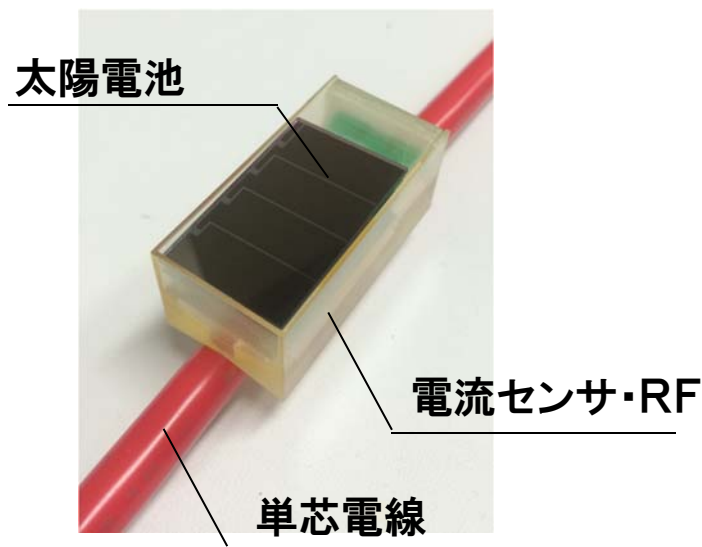


ギャップつき磁気センサ

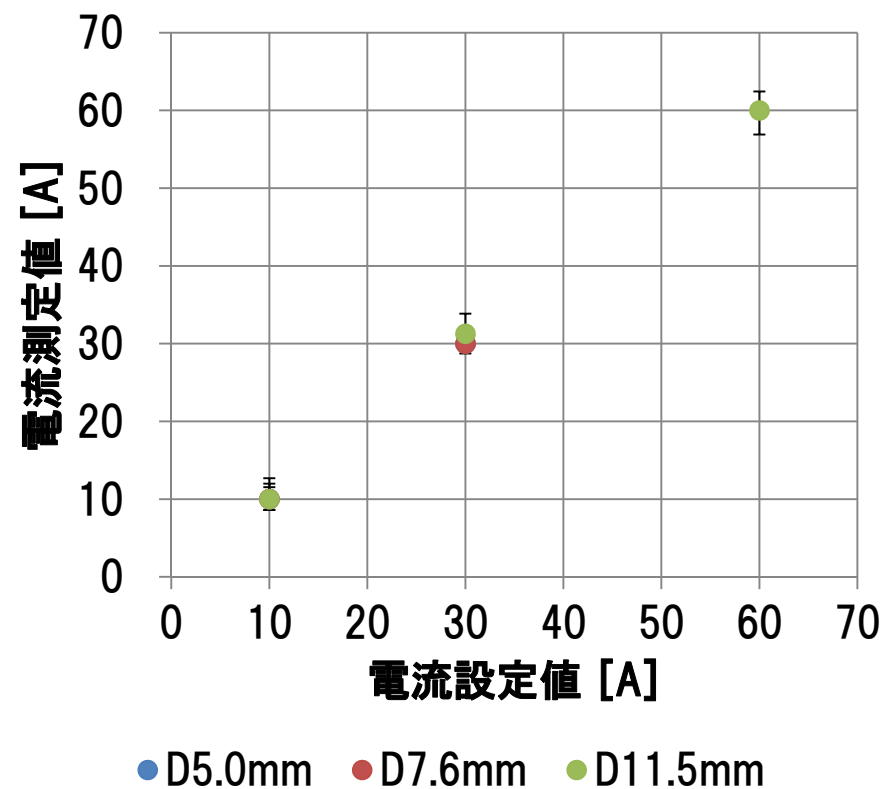
## 4. 単芯電線用電流センサの開発(貼付型)

直径5.0mm~11.5mmの各電線での測定において、電線径の違いによる測定誤差を5%以下に低減できることを確認した。

### 無線式電流センサ端末



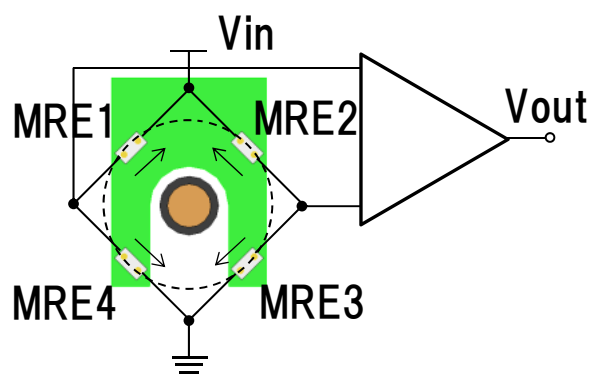
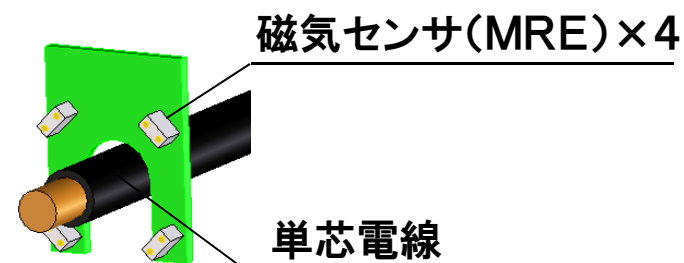
### 各電線における電流計測の評価結果



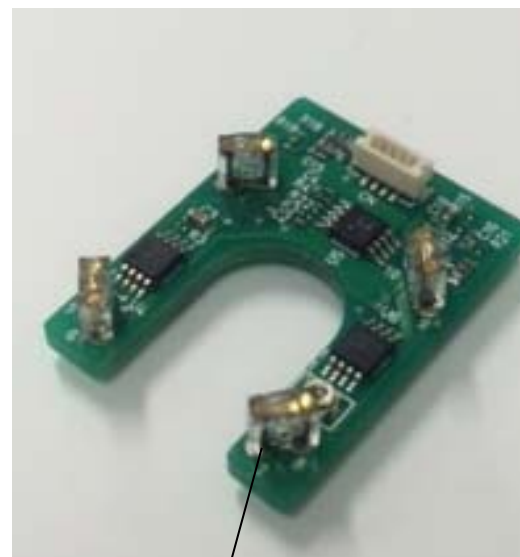
## 4. 単芯電線用電流センサの開発(高精度版)

4つの磁気センサで構成したセンサ部とブリッジ回路構成により、**小型・軽量・高精度**な電流センサを実現した。

＜要素技術の構成部の概略図＞



＜電流センサの試作機＞



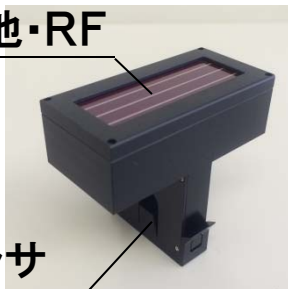
磁気センサ×4

## 4. 単芯電線用電流センサの開発(高精度版)

電線とセンサとの相対的な位置ずれ(2mm以下)による誤差を1%以下を達成した。

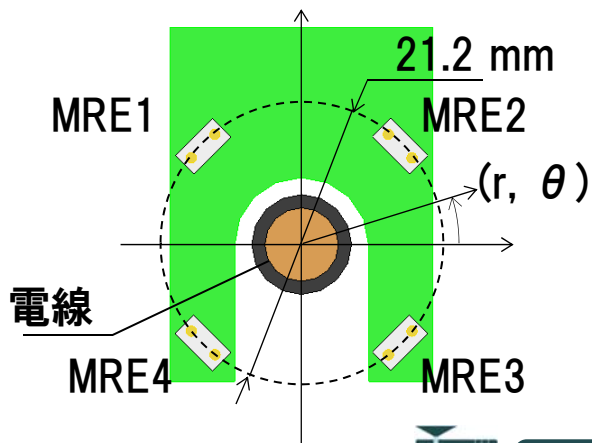
無線式電流センサ端末

太陽電池・RF

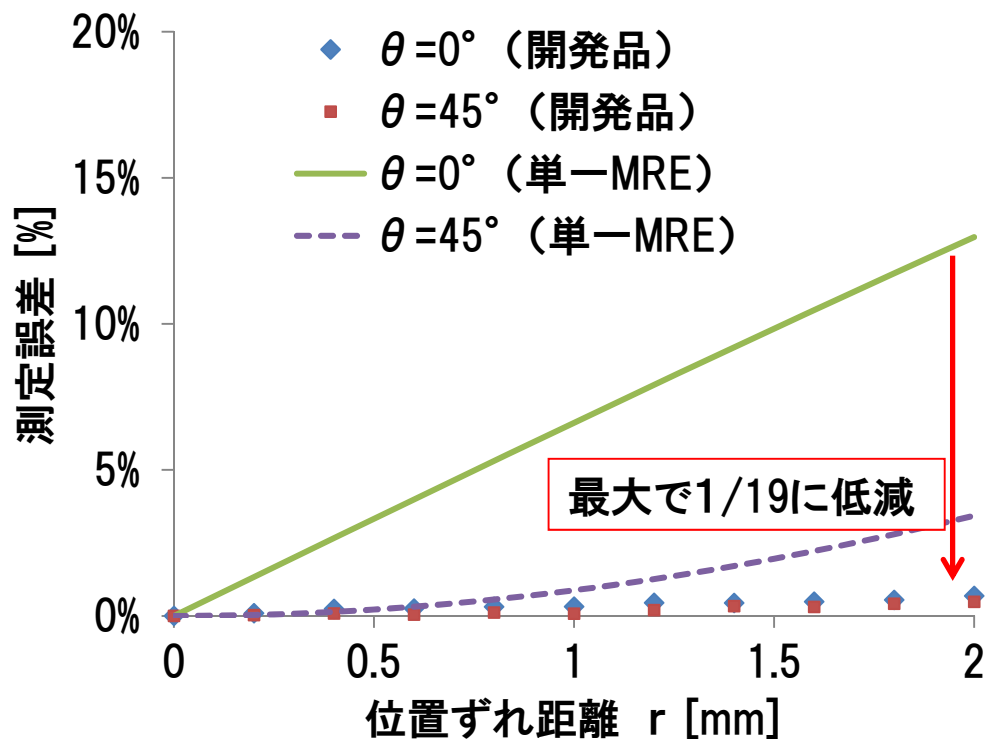


電流センサ

評価用の座標系



位置ずれによる誤差の評価結果



※単一MREの結果は、MRE1のみで測定した場合の誤差の理論値である。

## 4. ベンチマーク(単芯用電流センサ)

CT型と比較して小型・軽量であり、貼り付けるだけでも電流計測ができる。  
特に、測定電流が大きいほど、小型・軽量化の効果は大きい。

### <ベンチマーク>

	単芯用電流センサ (貼付型) 	単芯用電流センサ (高精度版) 	CT型 電流センサ 
取付方法	貼付	クランプ	クランプ
サイズ[cm] (定格100A)	2×5×2	3×3×1	3×5×3
サイズ[cm] (定格600A)	2×5×2	5×5×1	6×10×4
重量 (定格100A)	15 g	15 g	75 g
重量 (定格600A)	15g	50 g	430 g
消費電力	100 $\mu$ W	51 $\mu$ W	0 W

# 4. ベンチマーク(多芯用電流センサ)

多芯電線上で計測できる電流センサは、本開発品以外にない。

	多芯電線用 貼付型電流センサ	
適用電線	多芯	
取付方法	貼付	
サイズ[cm] (定格100A)	2×5×2	
サイズ[cm] (定格600A)	2×5×2	
重量 (定格100A)	15 g	
重量 (定格600A)	15g	
消費電力	100 $\mu$ W	



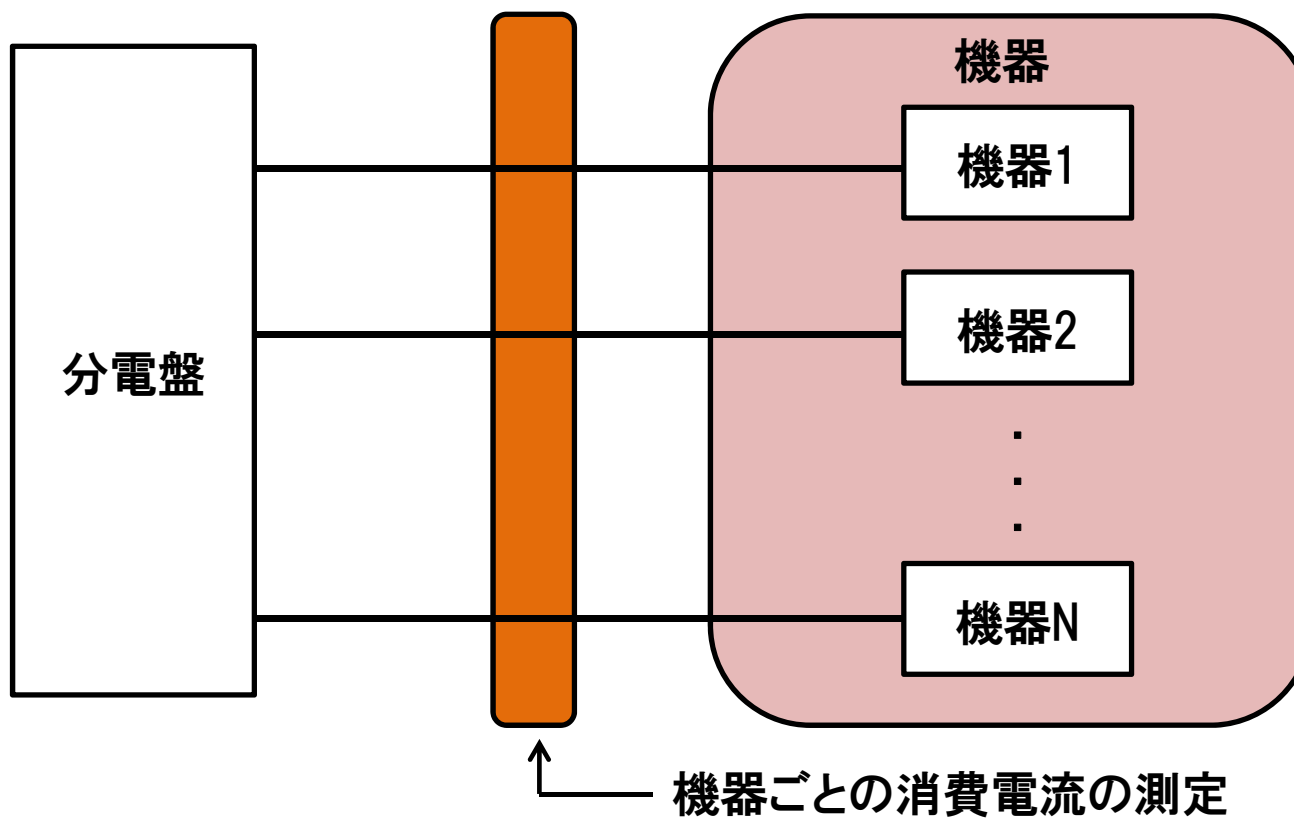
NMEMS 技術研究機構



## 5. ネットワーク・応用分野(省エネ用途)

工場における生産工程の見直し等の省エネ活動に応用されることを想定している。  
本電流センサにより、省エネ活動に必要な機器ごとの消費電流のデータを取得する。

＜分電盤と装置の関係図＞

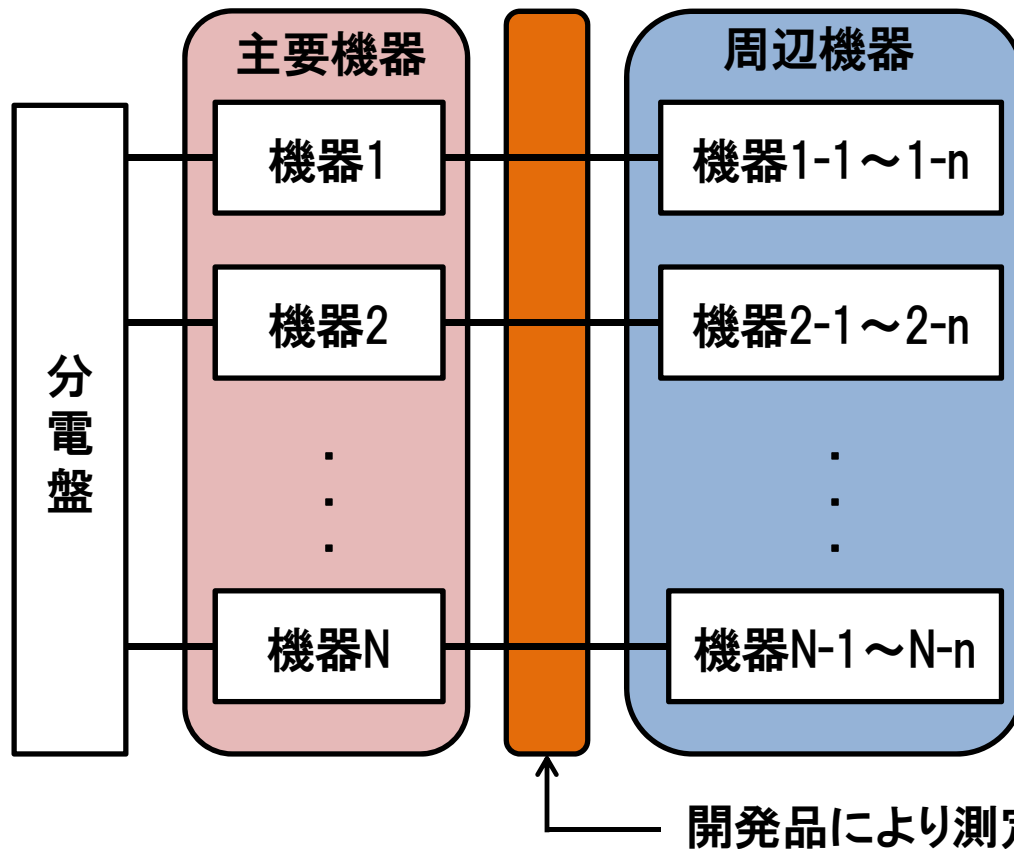




## 5. ネットワーク・応用分野(省エネ以外の用途)

主要機器がコントロールする複数の周辺機器について、それぞれの消費電流を切り分けてモニタリングすることで、周辺機器の不具合・不良の検知ができる。

＜電力ラインと機器の構成の概略図＞



＜具体例＞

主要機器(成膜装置)



周辺機器(ポンプ)



このラインの電流をモニタリング  
⇒周辺機器の不具合・不良を検知する。

## 6. まとめ

- ・本研究で考案した磁気センサのレイアウトと計測アルゴリズムにより、単芯電線と多芯電線のそれぞれに対応した電流センサの開発に成功した。
- ・本研究で考案した新規計測アルゴリズムと回路構成の最適化により低消費電力化を図り、自立電源で駆動するメンテナンスフリー端末を実現した。
- ・無線式センサ端末により、実環境下において、電流使用量を可視化できることを確認した。

