

平成25年度実施方針

技術開発推進部

1. 件名： プログラム名： エネルギーイノベーションプログラム・ロボット・新機械イノベーションプログラム

(大項目) 社会課題対応センサーシステム開発プロジェクト

2. 根拠法

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1項第2号

3. 背景及び目的・目標

センサネットワーク技術により、人やモノの状況、その周辺環境等を認識し、利用者の状況に即した様々なサービスを提供可能となる。現在、環境計測、農業、エネルギー、医療等の分野でユビキタスシステム、センサネットワークが導入され始めているが、予期されたほどの普及は見られていない。

社会にセンサネットワークが普及しない理由として、以下が指摘されている。

- ・現状では、センサの大きさ、設置面積等による設置箇所や設置個数の制約が大きい。
- ・電源や通信を有線で配線すると、設置工事で大きな負担が必要となる。
- ・また電池を内蔵して無線にする場合、現状のセンサや送信技術では電力消費が多く、電池交換等のメンテナンスが必要である

したがって、センサネットワークの普及のカギとなるポイントは、センサの設置面積が小さく、センサネットワーク端末が無線通信機能を有し、低消費電力で、電池交換が不要もしくは圧倒的に少ないこと、などがあげられる。

日本企業は電子部品で約4割の世界シェアを持つといわれているが、センサの種類別にみると、欧米メーカーに大半を占められているものもある。また、汎用品ではアジア勢もシェアを伸ばしており、世界で激しい技術開発競争が行われている。

このような状況において、無線通信機能、自立電源機能及び超低消費電力機能等を付与した革新的センサの開発は、主要各国と比べても技術的優位性を保ちうる先駆的な取り組みであり、ユーザを含めそれぞれの得意分野を有する企業の英知を用いて、いち早く成果を創出することで、我が国のセンサ及びセンサネットワーク産業の国際競争力の向上が大いに期待される。

本事業では、センサネットワークに使用されるセンサデバイスの共通的な課題である、無線通信機能、自立電源機能及び超低消費電力機能の搭載を実現する革新的センサの開発を行い、センサネットワークの導入による、環境計測やエネルギー消費量等の把握（見える化）及びエネルギー消費量の制御（最適化）により、低炭素社会の実現に寄与する。

[共同研究事業（NEDO負担率：2／3）]

研究開発項目① 「グリーンMEMSセンサの開発」

最終目標（平成26年度）

以下のセンサを開発する。

- ・MEMSセンサの大きさは、2cm×5cm以下
- ・すべてのセンサについて、消費電力は100μW以下

研究開発項目② 「無線通信機能及び自立電源機能を搭載したグリーンセンサ端末の開発」

最終目標（平成26年度）

各種電子電気機器、空調機器、さらに製造装置や配電盤などに特別な追加工事等を伴うことなく設置できる以下のグリーンセンサ端末を試作する。

- ・MEMSセンサからの信号を収集・処理する機能、及び計測データを無線で通信する機能を備えた3mm角の端末本体部チップを開発
- ・温度5～35℃、室内照明下等研究開発項目③の実証実験で設定する環境下で、グリーンセンサ端末に必要な電力供給として、平均出力150μW以上の電力供給が可能な発電・蓄電一体型デバイスを開発
- ・MEMSセンサ部、端末本体部チップ、発電・蓄電一体型デバイスを含めたグリーンセンサ端末の大きさを、面積2cm×5cm以下で開発
- ・少なくとも300MHz帯と900MHz帯の2つの周波数帯が同時受信可能であり、同時接続端末1000以上、受信感度-130dBm以下の受信機を開発

研究開発項目③「グリーンセンサネットワークシステムの構築と実証実験」

最終目標（平成26年度）

グリーンMEMSセンサ、グリーンセンサ端末及び高感度受信機を用いたネットワークシステムを構築するとともに、店舗、製造現場及びオフィス環境等に適用できるシステムを開発する。

[委託事業]

研究開発項目④ 研究開発成果等の他分野での先導的研究

研究開発項目①～③で得られた成果等の応用も睨みつつ、社会インフラ、農業及び健康医療分野等へのセンサシステムの応用を検討し、これらの社会課題において寄与し、広く普及するためのセンサシステムに求められる共通課題を抽出するとともに具体的な性能を提示する。

4. 実施内容及び進捗（達成）状況

技術研究組合 NMEMS技術研究機構 グリーンセンサネットワーク研究所 所長 前田龍太郎をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施した。

4. 1 平成24年度（共同研究）事業内容

研究開発項目①「グリーンMEMSセンサの開発」

（1）電流・磁界センサ

平成23年度に選出した磁性体材料及び微細加工プロセスを中心に、磁性材料各種ターゲットを使用した磁性体を製作し、設計通りの構造に微細加工することにより、磁界検出デバイスを試作し、評価を実施して、pT領域を検出できる素子を試作した。センサ部のサイズは、1mm×3mm×3mm、500PTまでの磁界変化を検知できることを確認した。

（2）塵埃量センサ

トリガーセンサを試作し、試作で得られた試料の断面観察や成分分析などを行い、設計通りの形状や組成が得られているか等の評価を行った。小型化に向け、2cm×5cmのサイズに構成したときに要求仕様を満たせるかの原理的検証を行った。

（3）CO₂濃度センサ

CO₂濃度センサ単体において、サイズ：面積2cm×5cm以下、仕様：測定範囲300-3000ppm分解能±100ppmを実現するセンサ実用信頼性評価モデルを完成させ、それを用いて間欠動作を行ったときの過渡応答計測を行い、省電力など目標に関する特性評価を実施した。

（4）VOC濃度センサ

平成23年度に開発した、ポリマーベースの基本構造及び基本製造プロセスを発展させ、実際のVOCガスのセンシングを想定した振動式センサの最終年度目標の外形寸法になるよう構造の最適化を図った。さらに、パッシブなVOCガスのサンプリング方式を検討し、最終年度目標である消費電力100μW以下の目処を得た。

（5）赤外線アレーセンサ

平成23年度の設計結果と要素原理確認結果を基に、フォトマスクの作製を行い、小型な赤外線アレーセンサチップ試作し、光学素子の作製プロセスとウェハレベルでの真空封止接合プロセスの構築とセンサの動作原理確認を完了した。

研究開発項目②「無線通信機能及び自立電源機能を搭載したグリーンセンサ端末の開発」

（1）超小型高効率ナノファイバー構造光電・熱電変換自立電源の開発

2cm×5cm以下のサイズで100μW以上の電源モジュールを試作した。

（2）超小型高効率低照度環境用自立電源の開発

平成23年度に開発したDSCとEDLCを用いて、2cm×5cm以下のサイズで平均出力150μW以上の高効率光発電蓄電モジュールを試作した。自己放電低減のために、EDLCのセパレータの高密度化や活物質の剥離抑制措置を実施した。自立電源としての高効率化（77%→85%）の検証を行った。

電磁コイル給電が可能となるフレキシブルコイルセンサについては、センサ構造の決

定を行い、センサの試作及び要素評価を行った。5 cm×2 cmのフレキシ基板上に磁性コアを試作し、3 V/30 Aの効率の見通しを得た。

(3) グリーンセンサ端末機能集積化および低消費電力無線通信技術の開発

平成23年度に設計した機能検証用LSIを用いて、グリーンセンサ端末・システム超低消費電力化技術の開発を行った。集積化の取り組みとして、C2W接合における配線パターン設計ルールを作成した。低リーク大容量キャパシタについては試作を開始した。電気的特性の検証を実施し、最終目標であるアスペクト比50のトレンチ内でのボイド(空隙)発生率を10%以下程度に抑制できる技術指針を得た。また、アスペクト比10以上のエッチングプロセス開発を行った。さらに、300mm TSV TEGの試作を行い、電気特性の検証を実施した。

受信機については、-130 dBmの受信感度を實現する時間・周波数変換アルゴリズムの開発とLSIの設計検討を行うとともに、1mの距離測定精度を實現できる見込みを得た。

(4) グリーンセンサコンセントレータの開発

全体設計に従い、回路設計、機構設計を行った。

研究開発項目③「グリーンセンサネットワークシステムの構築と実証実験」

(1) スマートコンビニのためのグリーンセンサネットワークシステムの開発

省エネに資する環境情報(室内温度分布、冷蔵・冷凍ショーケースのドアの開閉、店員行動など)の抽出を行い、その情報を電力情報と合わせて取得できるセンサシステムの仕様を明らかにした。また、プロトタイプセンサによる電力見える化を、都内の自治体と協力し、コンビニエンスストア以外の店舗・事務所等の民生業務部門で実施し、実証実験を介して、グリーンセンサネットワークの詳細仕様を明らかにした。

(2) スマートオフィスのためのグリーンセンサネットワークシステムの開発

照明エネルギーも加味して、空調+照明を対象とした省エネ手法を選定した。選定した省エネ手法を実運用するのに適したグリーンセンサ端末及びグリーンセンサネットワークシステムの詳細仕様を抽出した。

(3) スマートファクトリのためのグリーンセンサネットワークシステムの開発

省エネ効果を検証するプロトタイプグリーンセンサ端末の構成・仕様検討、既存センサ端末の調査を行った。

4. 2 実績推移

	23年度	24年度
	共同研究	共同研究
需給勘定(百万円)	730	934
特許出願件数(件)	0	5
論文発表数(報)	0	3
学会発表数(件)	6	46

フォーラム等 (件)	0	0
------------	---	---

5. 事業内容

技術研究組合 NMEMS 技術研究機構 グリーンセンサネットワーク研究所 所長 前田龍太郎をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。実施体制については、別紙を参照のこと。

5. 1 平成25年度 (共同研究) 事業内容

研究開発項目①「グリーンMEMSセンサの開発」

- (1) 電流・磁界センサ
- (2) 塵埃量センサ
- (3) CO₂濃度センサ
- (4) VOC濃度センサ
- (5) 赤外線アレーセンサ

最終目標の面積2 cm×5 cm以下、平均消費電力100 μW以下を目指し、25年度はセンサを試作し、その評価・検証を行う。

研究開発項目②「無線通信機能及び自立電源機能を搭載したグリーンセンサ端末の開発」

- (1) 超小型高効率ナノファイバー構造光電・熱電変換自立電源の開発
- (2) 超小型高効率低照度環境用自立電源の開発
- (3) グリーンセンサ端末機能集積化および低消費電力無線通信技術の開発
- (4) グリーンセンサコンセントレータの開発

最終目標の平均出力150 μW以上の自立電源、面積2 cm×5 cm以下のセンサ端末及び受信感度-130 dBm以下の受信機を目指し、研究開発項目①のグリーンMEMSセンサを搭載した端末のモジュール化及び高感度受信機の試作・評価を行う。

研究開発項目③「グリーンセンサネットワークシステムの構築と実証実験」

- (1) スマートコンビニのためのグリーンセンサネットワークシステムの開発

- (2) スマートオフィスのためのグリーンセンサネットワークシステムの開発
- (3) スマートファクトリのためのグリーンセンサネットワークシステムの開発

センサの設置場所・個数の最適化、必要なセンサの詳細仕様抽出を行い、見える化・制御による省エネ効果を実証していく。

5. 2 平成25年度（委託）事業内容

研究開発項目④ 研究開発成果等の他分野での先導的研究

研究開発項目①～③で得られた成果等の応用も睨みつつ、社会インフラ、農業及び健康医療分野等へのセンサシステムの応用を検討し、これらの社会課題において寄与し、広く普及するためのセンサシステムに求められる共通課題を抽出するとともに具体的な性能を提示する。

5. 3 平成25年度事業規模

一般勘定 896百万円（継続）

事業規模については、変動があり得る。

6. その他重要事項

6. 1 評価の方法

NEDOは、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義、競合するソリューションに対しての本技術の優位性並びに将来の産業への波及効果等の観点から、推進委員会等で各研究開発内容について内部評価を実施する。

6. 2 運営・管理

NEDOは、研究開発内容の妥当性を確保するため、社会・経済的状況、国内外の研究開発動向、政策動向、プログラム基本計画の変更、評価結果、研究開発費の確保状況、当該研究開発の進捗状況等を総合的に勘案し、達成目標、実施期間、研究開発体制等、基本計画の見直しを弾力的に行うものとする。

6. 3 複数年度契約の実施

平成25～26年度の複数年度契約を行う。

7. スケジュール

平成26年 1月 推進委員会

8. 実施方針の改定履歴

- (1) 平成25年2月、制定

「社会課題対応センサーシステム開発プロジェクト」実施体制図

