

平成24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) グリーンセンサ・ネットワークシステム技術開発プロジェクト

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1号ニ

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310～322MHzと950MHz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。

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。実施体制については、別紙を参照のこと。

4. 1 平成23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

目標であるpTオーダーまでの磁界検出感度を実現する材料・構造の絞りこみを行い、材料供給先の磁性材料特性から見積もったMR方式の出力信号レベルで、目標オーダー

の磁界検出まで測定できる見込みが得られた。

そして、その磁界検出を確認するTEG試作を実施した。また、目標である微小な磁界領域を評価する系について、仕様を決定し、評価準備を行った。

(2) 塵埃量センサ

トリガーセンサの基本構造について、センサの外形寸法及び各層の厚さをパラメータとし、幾つかの構造を想定して感度の大きな計算を行った結果、複数のセンサをつなぐことでFETのゲート電圧程度の電圧を得られる見通しがたった。

(3) CO₂濃度センサ

インピーダンス検出方式による原理確認の完了及びイオン液体の材料選定を行ない、低消費電力・小型・長寿命なCO₂センサの実用化に向け、基本的な設計を完了した。

(4) VOC濃度センサ

数値計算によるポリマーベース振動式センサの性能指数の導出が完了し、性能指数の実験検証及び製造工程の確立を目的としたTEG試作を実施した。

(5) 赤外線アレーセンサ

センサ素子設計を完了し、センサチップの試作を実施した。真空封止技術について、プロセスフローの作成を完了し、デバックに着手した。また、高精度赤外線センサ評価系について、システムの仕様を決定し、作製を行った。

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

有機薄膜太陽電池の試作・評価を実施し、室内照明下、2cm×5cmサイズ換算で、平成23年度目標の25μW以上の出力を確認した。

(2) 超小型高効率低照度環境用自立電源の開発

屋内低照度環境発電デバイスであるDSCの高発電効率化に向けて、逆電流低減化に取組み、短絡電流密度を維持したまま、開放端電圧及び形状因子を増大させる事に成功した。また、自立電源のシミュレーションを実施し、想定する環境下で平均出力が150μWの自立電源が可能であることを見いだした。

フレキシブルクランプセンサの開発では、磁性薄膜・コイル一体成形プロセスとして、フレキシブルポリイミド基板に磁性パーマロイ薄膜を積層するプロセスを完了した。

(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

ウェアレブルフレキシブル集積化技術の開発では、3mm角エリア配列ウェアレブル集積化に向けたチップtoウェアハ接合TEG試作・評価の仕様を決定した。

端末システムの低消費電力化に向け、端末エネルギーマネジメント回路の方式検討及び低電力アナログフロントエンド回路の方式設計を完了し、機能検証用LSIの試作仕様を決定した。低リーク大容量キャパシタ作製に向けた取り組みとして、成膜技術に関しては、大口径対応型超臨界成膜装置の基本設計、装置製作を完了した。また、トレンチ形成技術に関しては、非サイクルエッチング法と目標とする一括エッチングでサイクルエッチング法を越える加工速度を得た。集積モジュール化技術では、TSVインター

ポーザ開発に必要な要素プロセス技術の立ち上げを完了した。

受信機の開発では、プロトコルの開発に関して1000台以上の端末に対して電文のIDレス化を可能とする新たな手法を開発した。また、-130dBの受信感度を得るためのFFTの仕様を明らかにした。

(4) グリーンセンサコンセントレータの開発

新センサの追加対応が機器交換なしで可能である専用の低電力小型コンセントレータのアプリケーション開発へ向けて、要件定義工程及び基本設計工程を完了した。

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

電力モニタリングシステムのプロトタイプを試作し、約1000店の実店舗実装を完了した。

(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

センサ端末、センサネットワークシステムについて、環境計測データの収集・分析、省エネ手法の選定、データベースの構築を行い、要求仕様（暫定）を整理した。

(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

精密部品工場が必要とされるセンサなどについて、その仕様・機能の検討を行った。

4. 2 実績推移

	23年度
	共同研究
需給勘定（百万円）	935
特許出願件数（件）	3
論文発表数（報）	0
学会発表数（件）	5
フォーラム等（件）	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する。セン

サ部のサイズは、1 mm×3 mm×3 mmを目標とし、消費電力は数10 mWとする。

(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う。小型化に向け、2 cm×5 cm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う。

(3) CO₂濃度センサ

CO₂濃度センサ単体において、サイズ:面積2 cm×5 cm以下、仕様:測定範囲300-3000 ppm分解能±100 ppm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する。

(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る。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100 μW以下の目処を得る。

(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する。

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 cm×5 cm以下のサイズで75 μW以上の電源モジュールを試作する。

(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、2 cm×5 cm以下のサイズで平均出力150 μW以上の高効率光発蓄電モジュールを試作する。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する。自立電源としての高効率化(77%→85%)の検証を行う。

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う。5 cm×2 cmのフレキ基板上に3 V/30 Aの効率を持つことを目標とする。

(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う。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する。低リーク大容量キャパシタについては試作を開始する。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る。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う。さらに、300 mm TSV TEGの試作を行

い、電気特性の検証を実施する。

受信機については、 -130 dBm の受信感度を実現する時間・周波数変換アルゴリズムの開発とLSIの設計を行うとともに、1mの距離測定精度の達成を図る。

(4) グリーンセンサコンセンレータの開発

全体設計に従い、回路設計、機構設計を行う。

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

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する。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する。

(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する。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する。

(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う。

5. 2 平成24年度事業規模

需給勘定 724百万円(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23～24年度の複数年度契約を行う。

7. スケジュール

平成25年 1月 推進委員会

8. 実施方針の改定履歴

(1) 平成24年3月、制定

「グリーンセンサ・ネットワークシステム技術開発プロジェクト」実施体制図

