

平成25年度戦略的基盤技術高度化支援事業
「災害地等向け透過型センサネットワーク搭載携帯端末の研究開発」

研究開発成果等報告書

平成26年 3月

委託者 関東経済産業局
委託先 公益財団法人千葉県産業振興センター

目 次

第1章 研究開発の概要	1
1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標	1
(1) 研究開発の背景と目的	1
(2) 研究の概要	1
1-2 研究体制（研究組織・管理体制、研究者氏名）	3
(1) 研究組織（全体）	3
(2) 管理体制	3
(3) 研究者	4
1-3 成果概要	5
1-4 当該研究開発の連絡窓口	5
第2章 本論（研究開発の詳細）	6
2-1 透過型センサネットワーク規格の策定	6
(1) 透過型センサネットワークのための通信プロトコルの策定	6
(2) まとめと今後の課題	10
2-2 透過型センサネットワーク対応端末の試作	11
(1) 透過型センサネットワーク対応のデータ収集環境の試作	11
(2) SDK の開発	13
(3) 実証試験	16
(4) まとめと今後の課題	20
第3章 全体総括	20
(1) 複数年の研究開発成果	20
(2) 研究開発後の課題・事業化展開	20

第1章 研究開発の概要

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

(1) 研究開発の背景と目的

インターネットや携帯電話は、今や生活に必要な不可欠なインフラになっている。また、少子高齢化時代を迎え、独居老人も急速に増え、監視センサ・健康センサ等のニーズも増加している。

直近の東日本大震災において、これら普及している様々な情報通信機器の情報を統一的に収集できる規格が存在すれば、より大量かつ迅速な情報収集・有効活用ができ、被害の縮小化、復旧支援に大きく貢献できた可能性がある。

本研究開発では、過酷環境下で動作する堅牢なハードウェアを持ち、遠隔地のセンサ情報を透過的に収集・蓄積・解析できるセンサネットワークを搭載する携帯端末を開発する。これは、災害地での情報収集、防災検知、防犯通報、独居老人の安否確認・健康管理等複数センサを相互接続するための機器である。オープンプラットフォーム化した共通仕様により、各社が安価に生産を行える無線センシング産業の創出を目指す。

具体的には、多地点・多種のセンサ情報を解析する「透過型センサネットワーク*」を構築する共通プラットフォームとその端末を開発する。これにより、多数のデータを容易に集計することを可能とし、今まで特徴、意味を見つけにくかったデータから有意義な情報を取得して取り扱うための基盤を確立する。共通基盤による小型センサの普及が促進されれば、コスト低減により、一般家庭の隅々まで配置させることも可能となる。

*透過型センサネットワーク：さまざまな固有規格・固有仕様を持つ多くのセンサ情報を一元的に収集・管理可能とするための基盤となる通信ネットワークであり、ユーザ側からみて、障壁なく容易に遠隔地センサ情報などを監視できるため「透過型」という用語を使用。

(2) 研究の概要

本研究開発では、「透過型センサネットワーク」規格（共通基盤）を開発する。各種無線センサの情報に対し、公衆回線等を通じて遠隔からアクセスしたいという要求に答えることのできる通信規格を目標とし、さらに、セキュリティ・アクセス権を付与することも可能とし、通信の冗長化・暗号化に対応し、安心してセンサデータを取り扱うための機能も実装する。

上記規格に基づき、過酷環境下でセンサ情報を収集するため耐熱、防水、耐放射線性能を持ち合わせる耐久性の高い「透過型センサネットワーク対応端末」を試作する。さらに、規格、端末のオープンプラットフォーム化を行い、川下業者がこの2つを組み合わせ、自由に生産・システム開発が可能になるためのソフトウェア開発キット（Software Development Kit：以下「SDK」という。）を開発する。

研究課題は以下のとおり。

- センサ情報収集端末と通信中継端末を用いて構成される「透過型センサネットワーク」及び接続に用いる共通規格（プロトコル）の改良と実証試験
- プライバシー、公開レベルを設定するためのアクセス権の設定
- 通信の堅牢性を確保するための技術の搭載
- 耐熱、防水、耐放射線性能を持った「透過型センサネットワーク対応端末」試作機の実証試験
- 誰でも簡単に設置できることの確認
- 安価な生産を促すためのオープンプラットフォーム化の検討
- 省エネルギー、グリーン化を目指す低消費電力設計
- 川下業者へ提供する SDK の試作

以上の課題に対し、並行して、以下のプロトタイプネットワーク・端末を設計・試作しながら、事業化に向けた実証実験を行う。

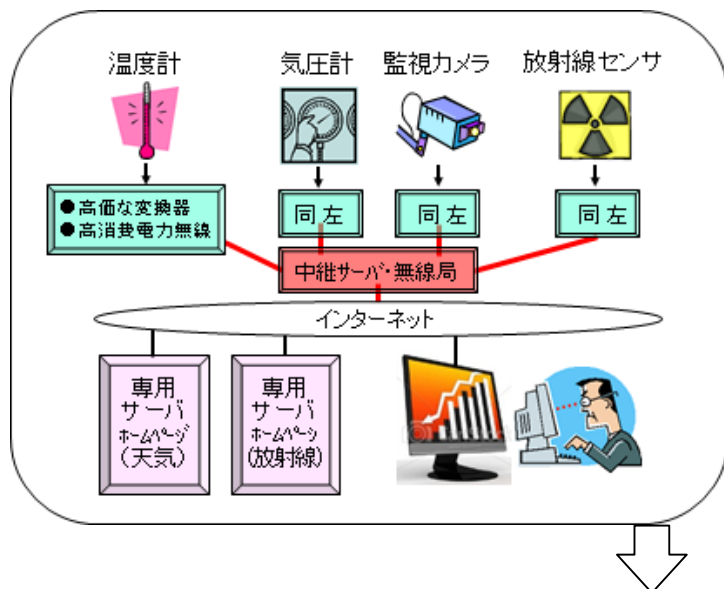
- 透過型センサネットワークの仕様の設計・策定・改良
- 透過型センサネットワーク対応端末の開発

本研究開発期間においては、大きく次の2項目について研究を行った。

- ① 透過型センサネットワーク規格の策定
- ② 透過型センサネットワーク対応端末の試作

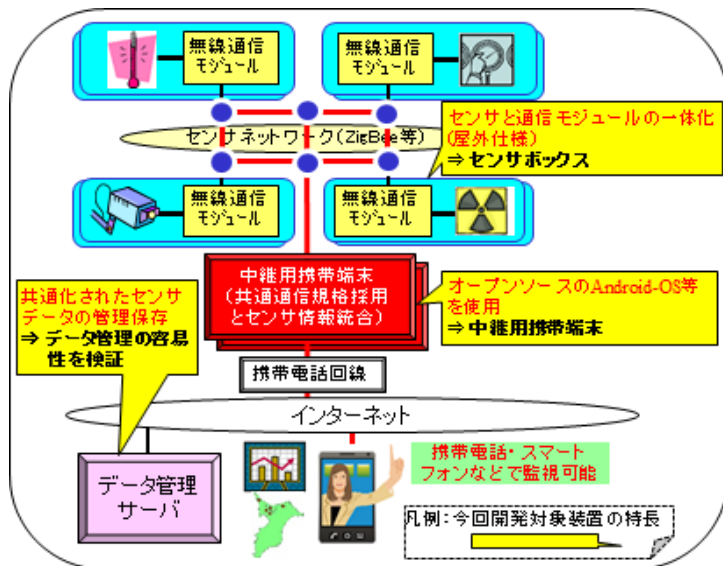
本開発テーマに関し、従来技術との比較を図 1.1.1 に示す。

[従来技術]



- 災害地など過酷な屋外環境に対応した放射線や各種環境センサを、遠隔地から透過的に取り扱う共通手法が確立されていない。
- 利用するセンサ・通信規格・利用者毎に対応するため複雑なプロトコルを使用したり、装置の新規開発をするため、開発期間も長く、生産コストも増え、ネットワーク接続のための変換器などが高価となり、普及が進まない。

[新技術]

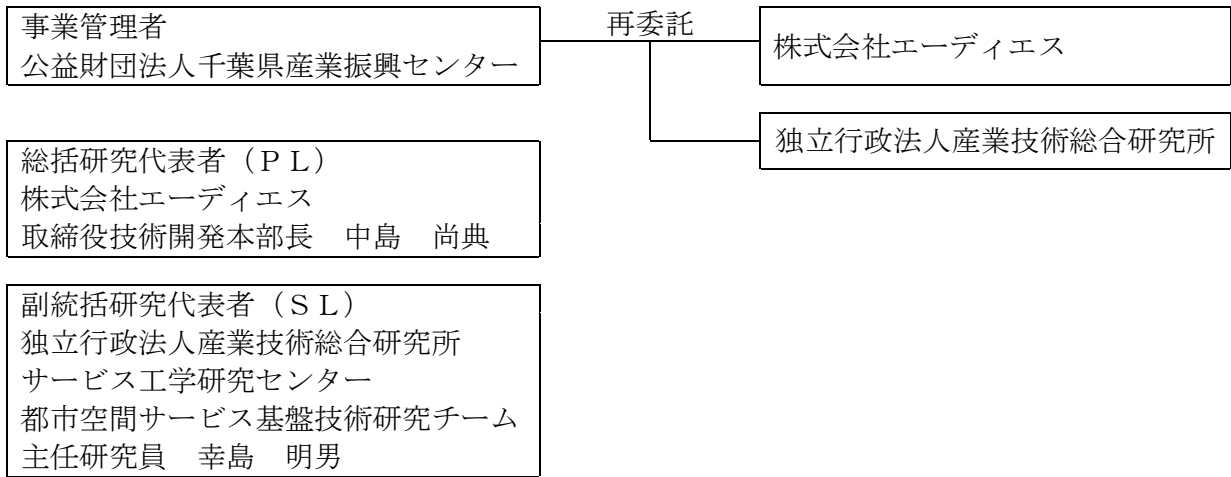


- 耐熱・防水性のある屋外仕様の装置を目標とし、遠隔地情報を確実に監視できるプラットフォームを開発することで、安全・安心社会のインフラとなりうる。
- シンプルでありながら多様なセンサ情報に対応可能な通信規格を採用し、変換器の共通規格を提唱することで個別設計・製作を不要とし、機器を安価に生産する体制を作ることを目指す。

図 1.1.1 従来技術との比較

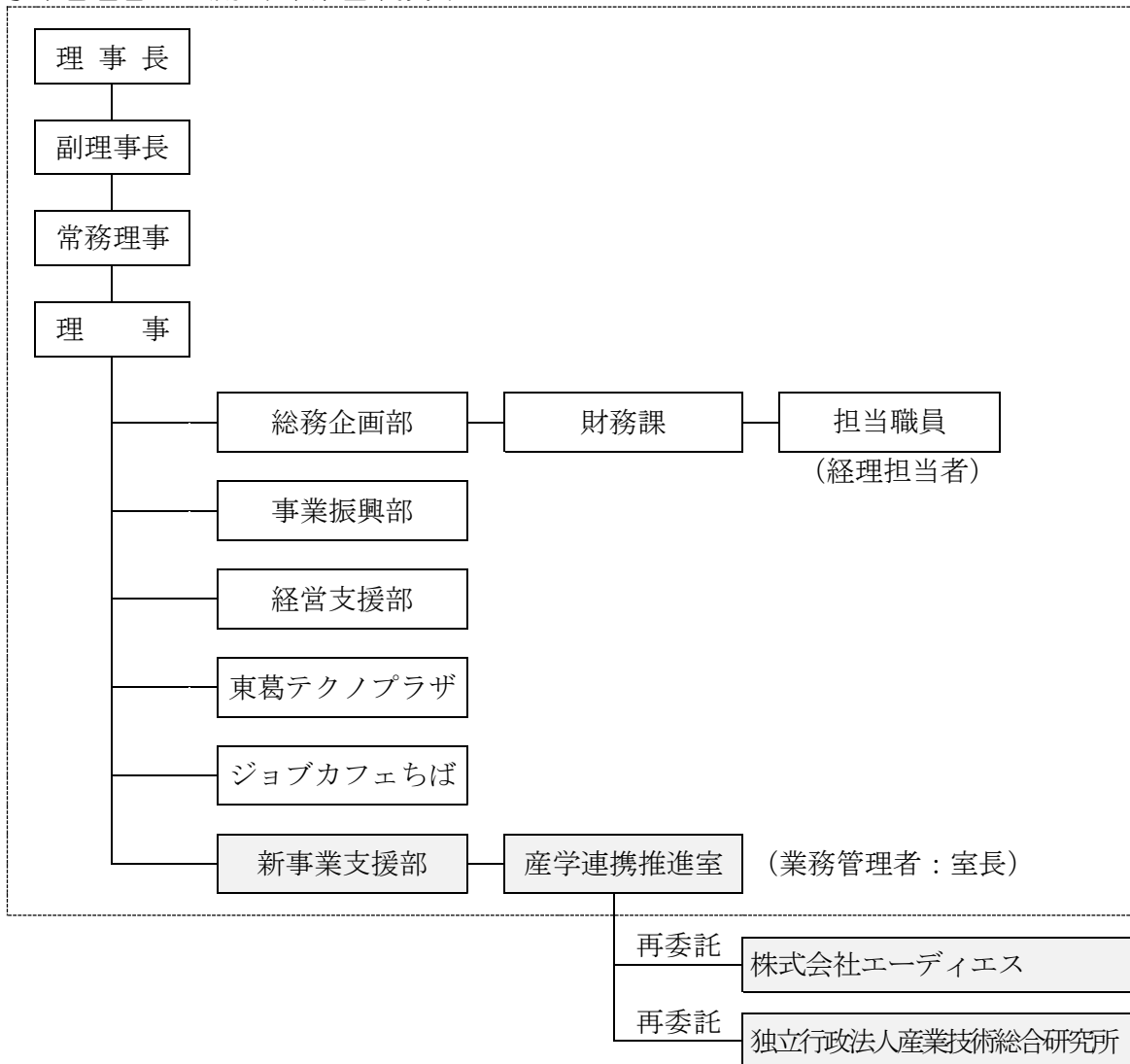
1-2 研究体制（研究組織・管理体制、研究者氏名）

(1) 研究組織（全体）



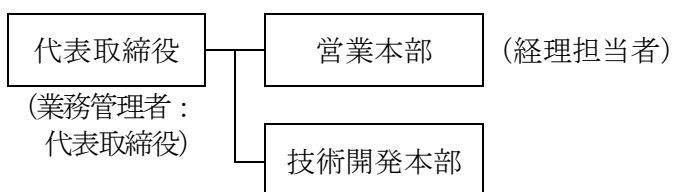
(2) 管理体制

1) 事業管理者（公財）千葉県産業振興センター

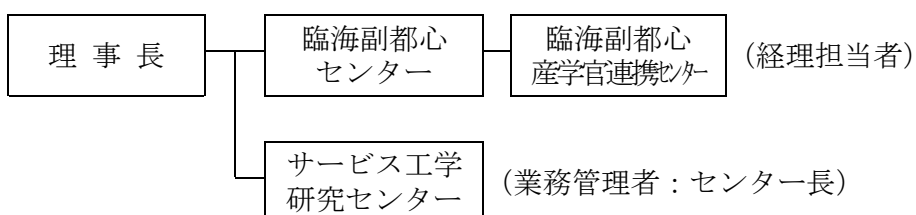


2)再委託先

a. 株式会社イーディエス



b. 独立行政法人産業技術総合研究所



(3) 研究者（実施内容の番号は1-1(2)項を参照）

1) 株式会社イーディエス

氏名	所属・役職	実施内容(番号)
中島 尚典	取締役技術開発本部長	②
野口 康弘	取締役営業本部長	②
新妻 浩光	技術開発本部 研究員	②
婁 長華	技術開発本部 研究員	②
青木 慎平	技術開発本部 研究員	②
上村 聡文	技術開発本部 研究員	②

2) 独立行政法人産業技術総合研究所

氏名	所属・役職	実施内容(番号)
幸島 明男	サービス工学研究センター 都市空間サービス基盤技術研究チーム主任研究員	①
車谷 浩一	同上都市空間サービス基盤技術研究チーム研究チーム長	①
河本 満	同上都市空間サービス基盤技術研究チーム主任研究員	①

1-3 成果概要

本研究開発において設定した研究課題とその成果を以下に列記する。

【1】透過型センサネットワーク規格の策定【担当：(独)産業技術総合研究所】

- 組込機器向けの近距離無線通信ならびにインターネット上の通信に対応し、遠隔地に設置されたセンサデバイスの計測動作や通信機能の制御と、取得した多種多様なセンサ情報のインターネット上のサーバにおける集積・解析を可能にする、透過型センサネットワークのためのセンサ情報通信プロトコルを設計・策定した。

【2】透過型センサネットワーク対応端末の試作【担当：(株)エーディエス】

- 多数のデータを容易に集計することを可能とし、今まで特徴、意味を見つけにくかったデータから有意義な情報を取得して取り扱うための基盤となる「透過型センサネットワーク」を構築するための共通プラットフォームとその端末を開発した。

1-4 当該研究開発の連絡窓口

(1) 研究者

- ・ 所 属 : 株式会社エーディエス
- ・ 役職・氏名 : 取締役技術本部長・中島 尚典
- ・ 連絡先 : TEL 04-7160-2355、FAX 04-7160-2356、E-mail tnakajima@adscorp.jp

(2) 事業管理者

- ・ 所 属 : 公益財団法人千葉県産業振興センター
- ・ 役職・氏名 : 研究開発コーディネーター・長島 智
- ・ 連絡先 : TEL 047-426-9200、FAX 047-426-9044、E-mail sangaku @ccjc-net.or.jp

第2章 本論（研究開発の詳細）

2-1 透過型センサネットワーク規格の策定

【担当：(独)産業技術総合研究所】

(1) 透過型センサネットワークのための通信プロトコルの策定

透過型センサネットワーク規格の策定では、災害地での情報収集、防災検知、防犯通報、独居老人の安否確認・健康管理などを目的として遠隔地に存在する多様なセンサ情報を収集・蓄積・解析するための通信プロトコルの策定を実施した。具体的には、産業技術総合研究所において研究用に開発したセンサデバイス制御用通信プロトコルをひな形として再設計や拡張を施すことで、透過型センサネットワークのためのセンサ情報通信プロトコルを策定した。

1) CONSORTS-S 通信プロトコルの策定

透過型センサネットワークにおいて、災害地等に設置する組込機器（環境センサ等）を想定した場合、大きなデータパケットを複雑な手順でやりとりするような通信プロトコルの利用は困難である。低消費電力の無線センサデバイスの組込システムは、安価な MPU と最低限のメモリしか搭載されていないものが多く、このような限られた計算資源の組込機器においても安定的に動作する、シンプルかつコンパクトな通信プロトコルであることが望ましい。

また、透過型センサネットワークは、災害地等における環境センシングが重要なアプリケーションとして想定されており、屋外や移動時のバッテリーによる連続駆動時間の長短は、その実用性に直結する重要な要素となっている。屋外に設置したセンサデバイスを長期間動作させるための低消費電力制御は、透過型センサネットワークのためのセンサ情報通信プロトコルにおいて、重要な機能となる。

本研究開発では、このような要請を念頭に、透過型センサネットワークのための、多様な通信方式に対応したアプリケーション層のセンサ情報通信プロトコル：CONSORTS-S を策定した。

CONSORTS-S 通信プロトコルでは、以下のような特長を実現した。

- 多様な通信方式への対応

本通信プロトコルは、アプリケーション層を規定する通信プロトコルとして策定されている。そのため、下位層の通信方式には依存しないが、基本的には、近距離無線通信方式やシリアル通信による利用において効率的な通信が可能なデータパケット形式・通信手順として設計されている。より高機能の通信方式、たとえば、TCP/IP などにより通信することも可能である。

- 限られた計算資源の組込機器における動作

透過型センサネットワークにおいて利用される、限られた計算資源しか持たない組込機器においても安定的かつ低消費電力で動作することを目的として、コンパクトなデータパケット形式、かつ冗長な機能を排除したシンプルな通信手順の通信プロトコルとして設計した。

- 遠隔地からのセンシング・低消費電力制御

透過型センサネットワークのためのセンサ情報通信プロトコルとして、遠隔地からセンサデバイスを制御し、センサネットワークの低消費電力化を実現するための機能を規定した。複数のセンサデバイスの情報を集約・制御するルータ機能を持ったデバイス（多重センサ情報ルータ）を遠隔地から制御し、センサデバイスのセンシング間隔制御やセンシングデータのデータ送信間隔制御、スリープ制御等が可能である。

2) 多様なセンサデバイスに対応したデータパケット形式の策定

透過型センサネットワークの構築においては、多様なセンサデバイスからのセンシングデータを、統一的に処理するためのデータ表現形式が必要となる。本研究開発では、多様なセンサデバイスからのセンシングデータを送受信するためのデータパケット形式を定義するための仕様を策

定した。本仕様に基づいたデータパケット形式として、被災地における環境センサにおける利用を想定したセンサデータパケットとして、温度、湿度、気圧、放射線量、風向、風速等のデータパケット形式を定義した。

このような統一的な仕様に基づいてデータパケット形式を定義し、通信プロトコルの拡張を可能にすることで、透過型センサネットワークに新たな種類のセンサデバイスを追加する際にも、最小限の変更で追加できるようになった。

3) HTTP/HTTPS を用いたセンサ情報通信プロトコルの策定

CONSORTS-S 通信プロトコルは、限られた計算資源の組込機器におけるセンサデータの収集を重視して策定を行った通信プロトコルである。そのため、インターネットのような高ビットレートの通信路が利用可能な場合や、すでにインターネット上のセンサ情報集積サーバへ保存されたセンサデータを利用する場合には、IP ネットワークに適した、より豊富な計算資源を前提とした通信プロトコルである方が有利なこともある。

そこで、センサデータのインターネット上のセンサ情報集積サーバにおけるセンサデータの保存・閲覧・削除や、利用者の認証機能とセンシングデータへのアクセス制御等を行う、中継端末以降の通信プロトコルとして、CONSORTS-S-HTTP-SP 通信プロトコルを策定した(図2.1.1 参照)。

本通信プロトコルは、より豊富な計算資源を有する中継端末やセンサデバイス、閲覧用の端末等が、インターネット上のセンサ情報集積サーバと相互にセンサ情報通信を行うための HTTP (Hypertext Transfer Protocol)¹および HTTPS (Hypertext Transfer Protocol over Secure Socket Layer)²を通信チャネルとして利用するセンサ情報通信プロトコルとなっている。サーバへのデータ送信時のフォーマットは、URL エンコード形式(application/x-www-form-urlencoded) とし、サーバからの応答はプレインテキスト形式(text/plain) として規定した。HTTP/HTTPS は、異なるネットワークポリシーの環境が混在する、現状のインターネットにおいて、もっとも普遍的かつオープンな通信プロトコルである。標準規格である HTTP/HTTPS を通信チャネルとして利用することで、相互接続可能なセンサ情報クライアントを独自に実装可能となるため、センサ情報集積サーバのオープンプラットフォーム化への対応も容易になった。

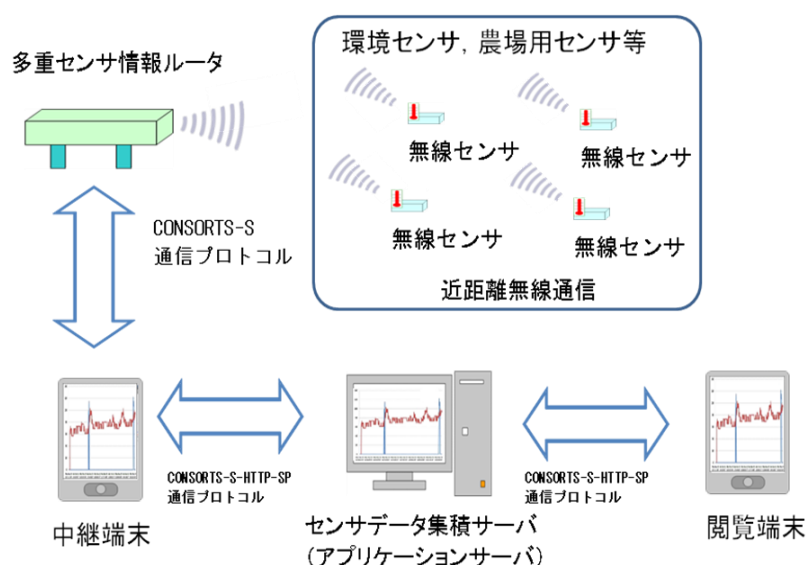


図 2.1.1 CONSORTS-S 通信プロトコルの策定

¹ <http://www.w3.org/Protocols/rfc2616/rfc2616.html>

² <http://tools.ietf.org/html/rfc2818>

4) 規格検証データベースサーバを用いた検証実験

透過型センサネットワークの通信仕様の策定と改良を行うために、透過型センサネットワークにおけるセンサデータ集積サーバとして産総研で開発・実装を行った「規格検証用データベースサーバ」を用いた通信実験等を行った。規格検証用データベースサーバの機能拡張や修正等を実施しながら、通信プロトコルの仕様について検討し、その策定と改良を実施した。

具体的には、利用者の利用場面を想定し、センサデータの閲覧機能やその閲覧に伴う利用者の認証機能やセンサデータへのアクセス制御機能などを、規格検証用データベースサーバにおいて実装した。そして、通信プロトコルの策定と改良を目的として、実際のセンサデバイス（温湿度センサ）を用いた継続的なセンサデータの収集実験を実施した。収集したセンサデータにアクセスする Web アプリケーションを開発し、各種の通信機能を検証した（図 2.1.2 参照）。

実際の環境のセンシングデータを継続的に収集することで、長期にわたるデータの安定収集が可能であるか、通信機能の安定性等を確認することも目的として、センサデータの収集実験を行った。

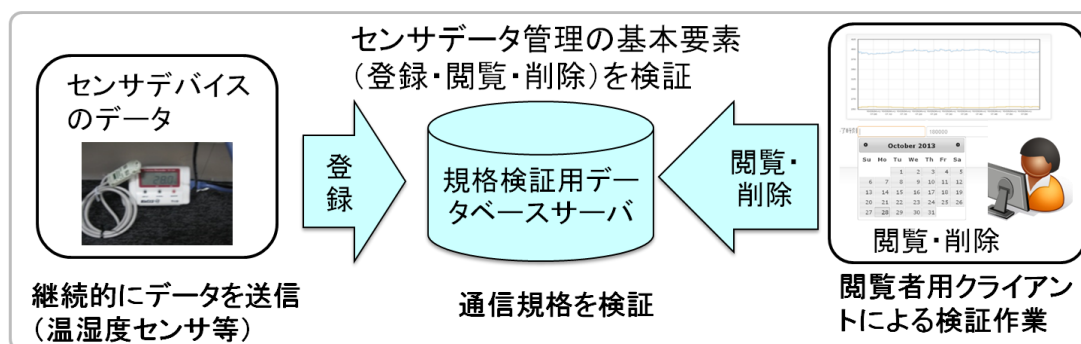


図 2.1.2 規格検証用データベースサーバの拡張と検証

a. 規格検証用データベースサーバにおけるセンサデータ収集実験

規格検証用データベースサーバは、インターネット上からアクセス可能なアプリケーションサーバ上のサービスとして開発・設定した。さまざまな通信環境からの接続実験が可能のように、グローバルな固定 IP アドレスを持ったサーバ上にアプリケーションサーバを設定し、継続的に運用することとした。センサデータ収集実験は、ネットワーク接続可能な温湿度センサを、居室や計算機室など、研究室内の 5 か所に設置して行った。このセンサデバイスを用いて、5 か所の温湿度を 1 秒ごとに 24 時間継続的に計測し、そのデータを定期的に規格検証用データベースサーバに送信することでセンサデータの収集を行った。規格検証用データベースサーバへのセンサデータの送信は、24 時間とぎれなくセンサデータ通信が行われており、現実の環境計測システムに近い通信実験環境を実現した。

本収集実験により、停電時などの一時的な中断を除いて、24 時間休みなく継続的に、毎時 180 00 件のセンサデータの収集が可能であることを確認した。それぞれのセンサデバイスについて、データが個別に格納されていることを確認し、複数のセンサデバイスからのデータを送信する場合でも、問題なく送信できることを確認した。

また、センサ情報集積サーバのオープンプラットフォーム化への対応を想定して、複数の異なるプログラミング言語により実装した通信クライアントによる接続実験を実施し、その相互接続性を確認した。

b. 規格検証用データベースサーバにおける Web アプリケーションの開発

蓄積されたセンサデータの確認・検証を容易に行えるよう、規格検証用データベースサーバのデータ閲覧機能を用いてセンサデータを表示する Web アプリケーションを作成した。具体的には、一般の利用者が普段から利用している Web ブラウザから、Ajax (Asynchronous JavaScript + XML³)と呼ばれる非同期通信機能を用いて、制御データを規格検証用データベースサーバに送信することで、サーバ上に保存されたセンサデータを取得し、グラフィカルに表示する Web アプリケーションとして作成した。本 Web アプリケーションは、HTML5⁴と JavaScript で作成されており、Ajax によるアクセスのためのライブラリとして jQuery⁵を用いた。また、グラフの作成には JavaScript によるグラフ作成ライブラリである Flot⁶を用いて作成した。

以下に、実際に作成したデータ閲覧用の Web アプリケーションとして、過去のセンサデータの検索・集計・表示アプリケーションを示す。図 2.1.3 は 2014 年 1 月 3 日から 1 月 10 日までの 1 時間ごとの温湿度の変化を検索・集計・表示したものである。このグラフは、研究所内に設置した温湿度センサによる屋内の計測データを示したものであるが、年始休業期間中 (1 月 5 日まで) のほとんど温度変化がない期間とそれ以降 (1 月 6 日以降) の周期的な温湿度の変化がある期間との相違が、グラフに示されており、期間全体にわたって正しく通信処理が行われていることが確認できた。



図 2.1.3 過去のセンサデータの検索・集計・表示

また、より即時性の高いセンサデータモニタ用の Web アプリケーションを作成し、センサデータの確認も行った。本アプリケーションでは、センサデータの収集を継続しながら、ほぼ最新のセンサデータの閲覧が可能であり、閲覧と保存という異なる通信制御を並行して要求した場合でも正しく通信機能が動作することを確認した。同様に、Web アプリケーションを用いて、策定した通信プロトコルによる認証機能や、センサデータの収集・閲覧・削除機能が正しく動作すること等を確認した。

³ <http://www.adaptivepath.com/ideas/ajax-new-approach-web-applications/>

⁴ <http://www.w3.org/TR/html5/>

⁵ <http://jquery.com/>

⁶ <http://www.flotcharts.org/>

(2) まとめと今後の課題 【担当：(独)産業技術総合研究所】

透過型センサネットワーク規格の策定において、災害地での情報収集、防災検知、防犯通報、独居老人の安否確認・健康管理などを目的として遠隔地に存在する多様なセンサ情報を収集・蓄積・解析するためのセンサ情報通信プロトコルの策定を実施した。

透過型センサネットワークのための通信プロトコルとして、遠隔地から計測現場のセンサデバイスを制御し、センサデータの取得を行うことが可能な、組込機器等を想定したシンプルかつコンパクトなアプリケーション層の通信プロトコルである **CONSORTS-S** 通信プロトコル、ならびに **CONSORTS-S** 通信プロトコルにより取得したセンサデータをインターネット上のサーバへ集積するための **HTTP/HTTPS** 上の通信プロトコルを策定した。

また、透過型センサネットワークのためのセンサ情報通信プロトコルの機能について検証するための規格検証用データベースサーバ、ならびに規格検証用データベースサーバに保存されたセンサデータの閲覧・確認等を行う **Web** アプリケーションを開発した。規格検証用データベースサーバ上に保存されたセンサデータの内容を確認することにより、通信プロトコルの認証機能やアクセス制御機能、センサデータの収集・閲覧・削除機能等の検証を行った。

これらの機能検証により、組込機器向けの近距離無線通信ならびにインターネット上の通信に対応し、遠隔地に設置されたセンサデバイスの計測動作や低消費電力機能を制御し、取得した多種多様なセンサ情報のインターネット上のサーバにおける集積・解析を可能にする、透過型センサネットワークのためのセンサ情報通信プロトコルとして完成させた。

今後は、透過型センサネットワークの事業化の進展やオープンプラットフォーム化への検討等を見込んで、センサ情報通信プロトコルの使用許諾ライセンスや公開文書の整備など、透過型センサネットワークのためのセンサ情報通信プロトコルのさらなる活用のための周辺環境の整備について検討を進めていきたい。

2-2 透過型センサネットワーク対応端末の試作

【担当：(株)イーディエス】

(1) 透過型センサネットワーク対応のデータ収集環境の試作

本計画で提唱する透過型センサネットワークの概念および機器構成を図 2.2.1 に示す。

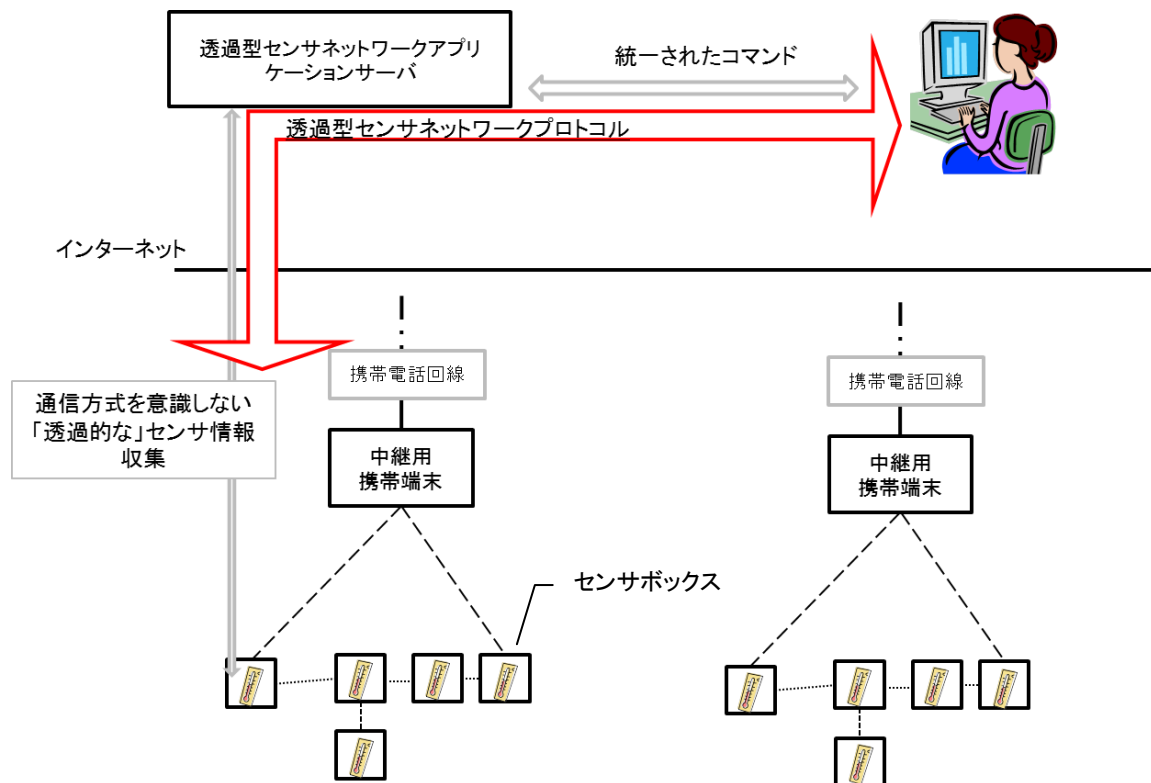


図 2.2.1 透過型センサネットワークの概念図

上記センサネットワークを実現するため、「センサボックス」「中継携帯端末」「アプリケーションサーバ」について必要な技術要素を持つ端末を開発した。

1) センサボックス

各種センサとデータ変換のためのプロセッサを搭載し、透過型センサネットワークで規定する各種動作に対応するためのソフトウェアを組み込んだ装置である。構成図を図 2.2.2 に示す。

少ない電力で長時間動作する必要があるため、低消費電力で動作する組込み型プロセッサを採用し、無線通信モジュールを間欠動作させることでさらなる低消費電力化を実現している。

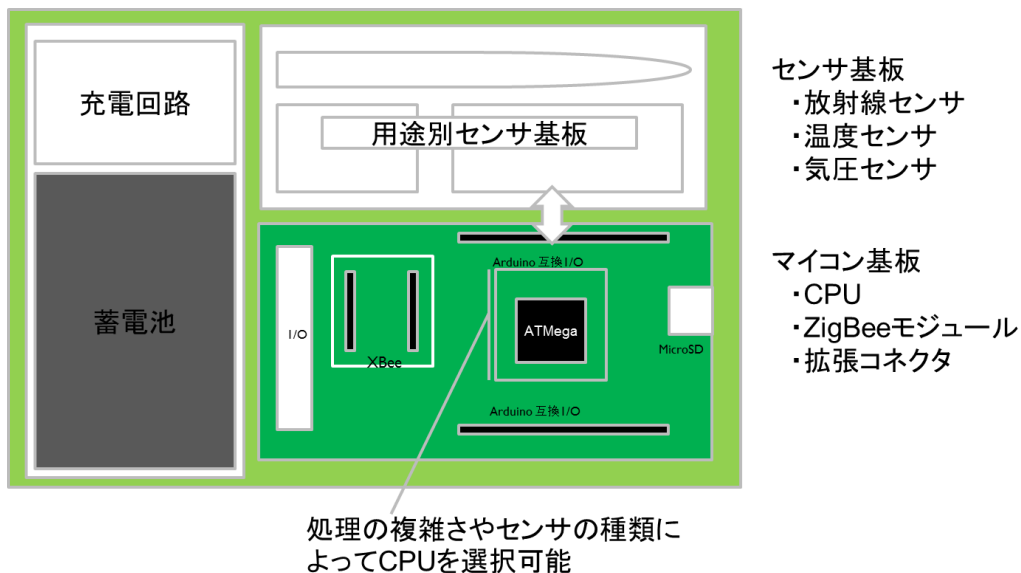


図 2.2.2 センサボックスの構成図

2) 携帯中継端末

センサボックスと無線による通信を行い、インターネットを介した情報収集及びセンサの挙動について制御を行うためのソフトウェアを組み込んだ装置である。

インターネットの接続機能を利用するため、TCP/IP プロトコルに対応した装置である必要がある。近年利用者、開発者ともに急増している Android OS に対応した組込み端末評価ボードをベースに開発を行う。Android OS はその核となる Linux を含めてオープンソースで提供され、開発に係る情報が広く共有され、開発者の参入の障壁を取り除くことができる。構成図を図 2.2.3 に示す。

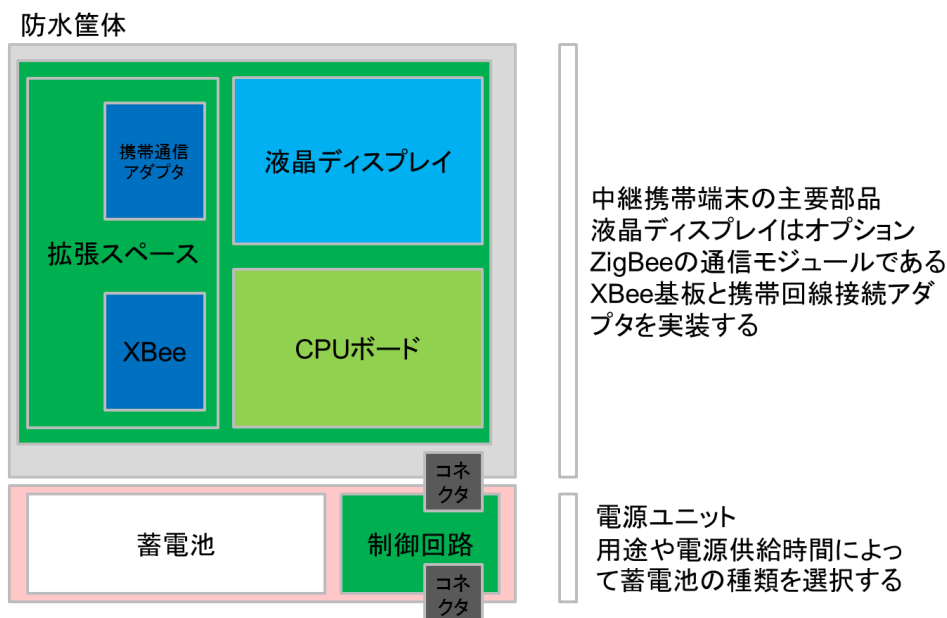


図 2.2.3 携帯中継端末の構成図

3) アプリケーションサーバ

携帯中継端末によって中継されるデータはアプリケーションサーバに集められ、データ活用のための変換処理や表示機能を担う装置である。構成図を図 2.2.4 に示す。

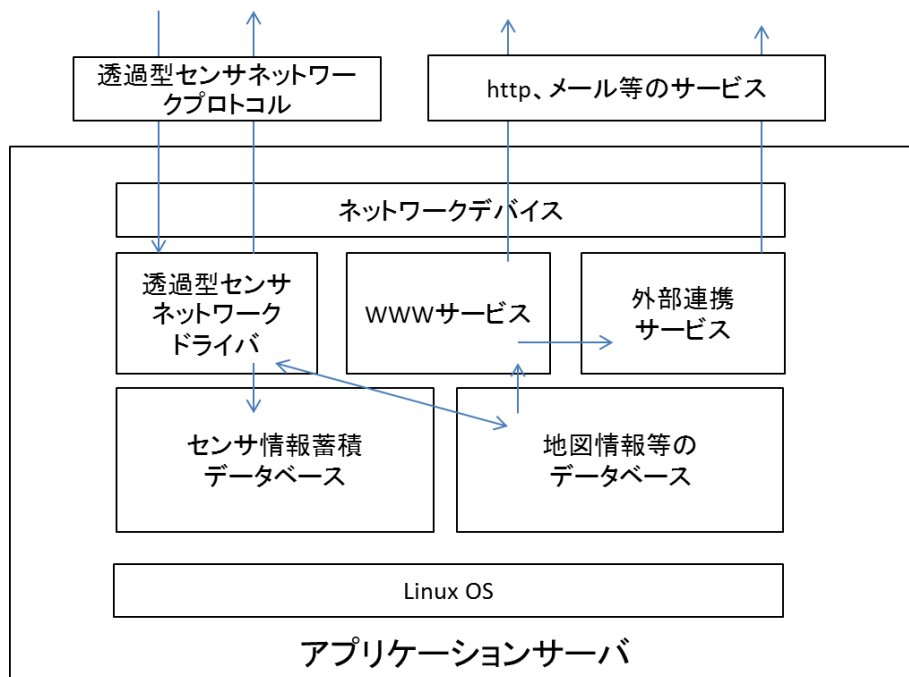


図 2.2.4 アプリケーションサーバの構成図

センサ情報の送受信、センサに関する制御を行うため、各センサボックス間、センサボックスと携帯中継端末間、携帯中継端末とアプリケーションサーバが前記2-1項で開発した CONSORTS-S プロトコルで接続することによって「透過型センサネットワーク」を実現した。

(2) SDK の開発

透過型センサネットワークを構築するための CONSORTS-S 対応機器を製造するには、「通信プログラム」を作成するための知識・技術が必要である。「通信プログラム」は一般的に単体のシステムとして動作するプログラムを作成するより難易度が高く、開発工程において時間、コストがかかる原因となっている。通信内容は共通規格化しているため、通信部分の共通部品化を行うことで開発への障壁を低くすることができる。また、通信規約をリリースしていても、開発者が規約を読み違えたり、実装上のミス等が発生した場合、せっかく制定した共通規格に従ったつもりが、実際には接続できない、などの問題が発生することが懸念される。

このため、通信プログラム及び CONSORTS-S プロトコルにかかる部分を予め実装し、検証したものを開発キットとして提供することで、接続性の確保や開発工数の削減を実現した。

1) SDK の構成

透過型センサネットワークでは、データ収集環境を「センサボックス」「携帯中継端末」のように機能別にブロック化している。プログラム作成にあたってはセンサボックスの構成部品である各種「センサ」「通信モジュール」等をモジュール化し、オブジェクト指向プログラミングを行う手法が考えられる。これを実現するため、センサボックスと携帯中継端末に含まれる機能を「通信部」「データ処理部」「回路制御部」にブロック化する。更に、電子部品としての「センサ」の特徴を記述するため「センサデバイス」としてソフトウェアで記述する。これにより、物理的なデバイスの持つ特徴をプログラミングにおける「オブジェクト」として表現し、制御するための「インターフェイス」を定義する。この定義により、データ収集のためのアプリケーションから、センサデバイスの違い（形状、メーカー等）や通信方式の違い（シリアル、ZigBee、TCP/IP）等を意識せず、共通部品として取り扱うことが可能となった。

この方針に従って構築した機能ブロックを図 2.2.5、図 2.2.6 に示す。

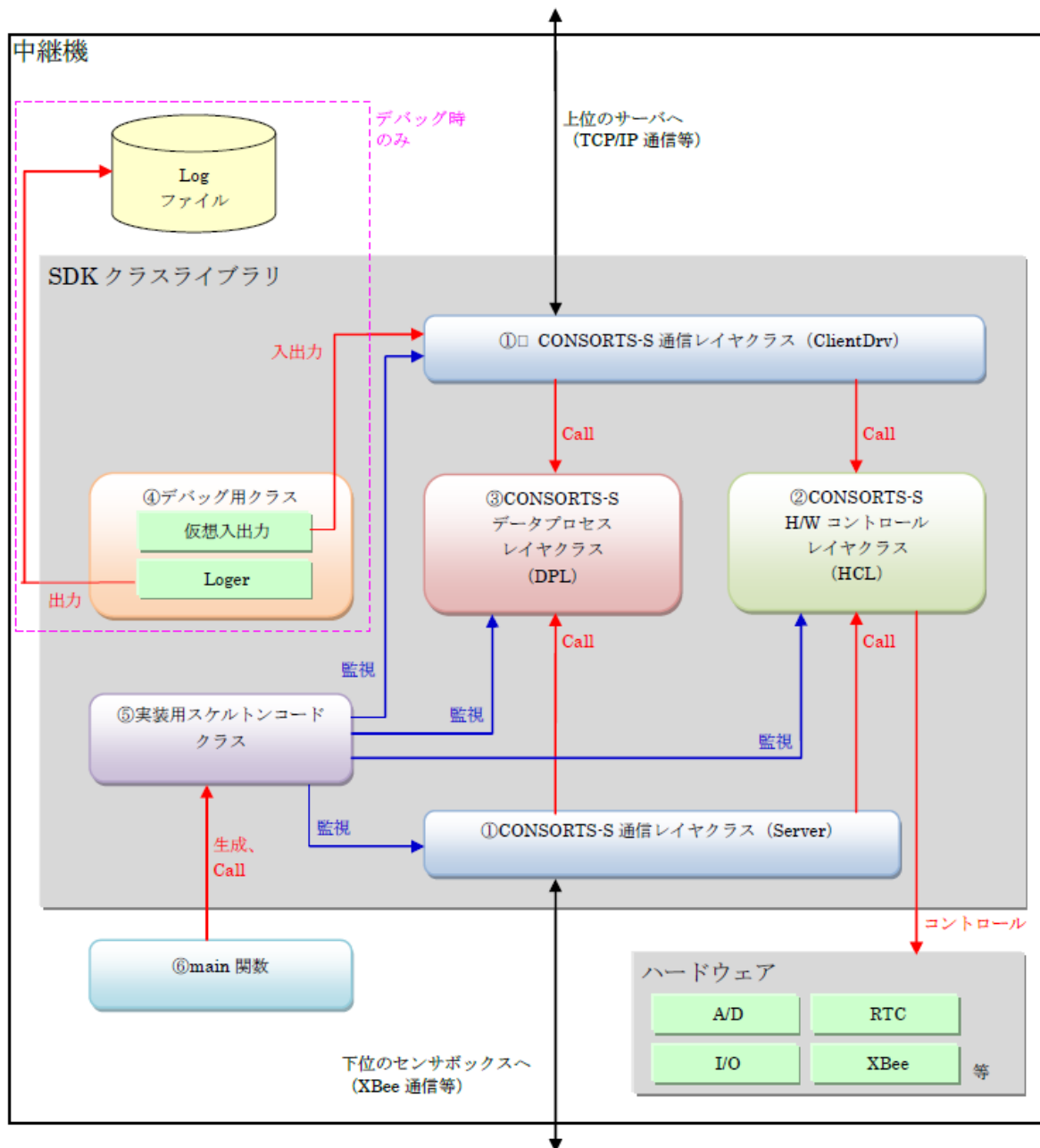


図 2.2.5 中継機ブロック図

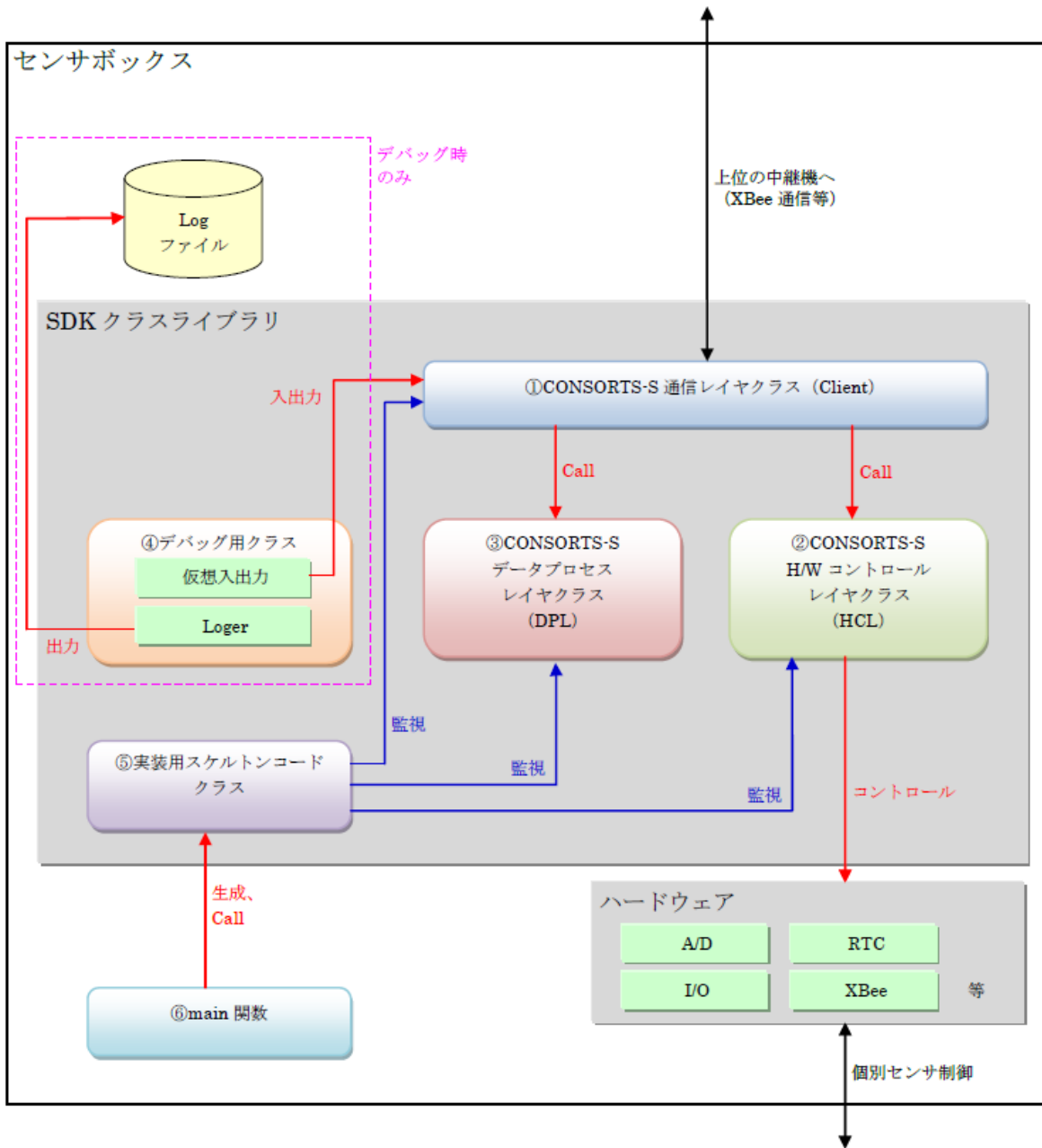


図 2.2.6 センサボックスブロック図

(3) 実証試験

透過型センサネットワーク実現のために開発した機器を用いた実証試験を行った。この実験では、設置場所として、放射線量が高く継続的に観察を行いたい、という自治体側の意見を参考に設置場所を決定した。

1) リアルタイム線量測定システム (福島県飯舘村)

①システム構成

システム構成は図 2.2.7 および図 2.2.8 のとおりである。本実証実験環境の特徴は、風速・風向・雨量・放射線計を独立したセンサボックスではなく直接中継端末に接続し、機器の小型化・省電力化を図っていることである。また、低消費電力化のため、Linux を用いた実行環境ではなく、ARM7 コアを持つ組み込み向け CPU 「LPC2388」(NXP 社) と TCP/IP プロトコルスタックを内蔵した携帯モジュールの機能を利用し、OS を使わず直接コードを実行すること、携帯モジュールを用いた送受信を間欠的に行うことで大幅な低消費電力化を図っている。

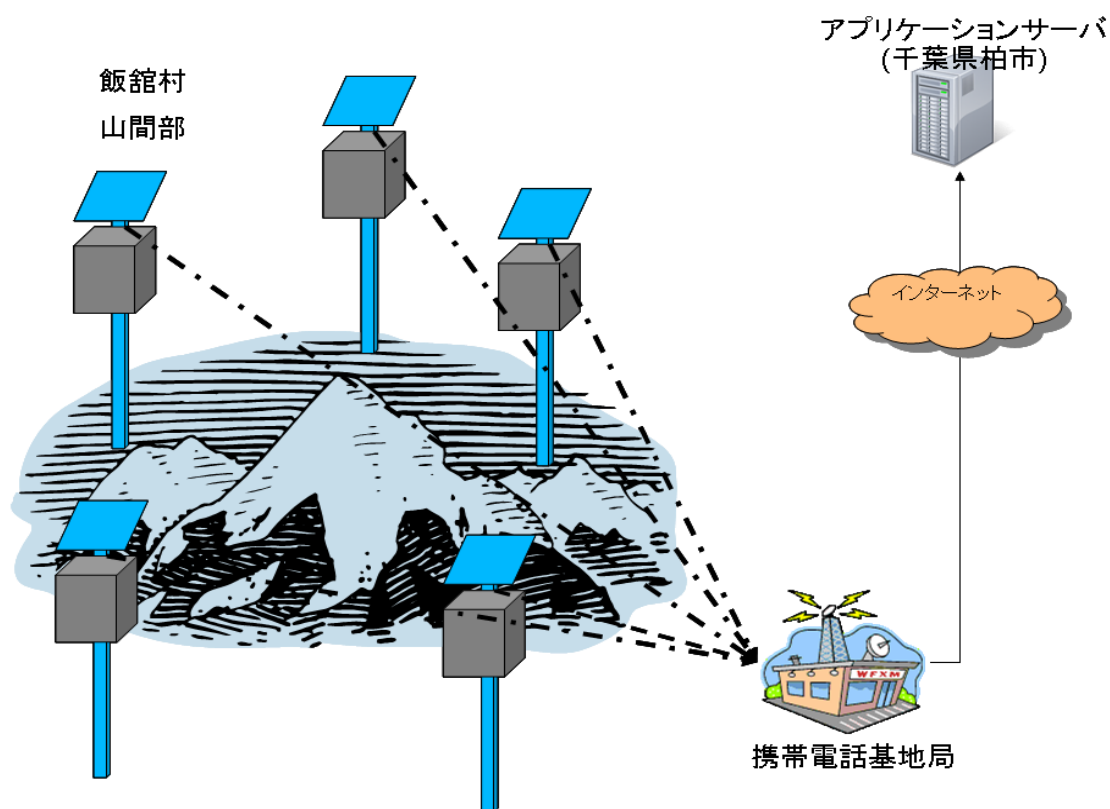


図 2.2.7 システムの全体構成

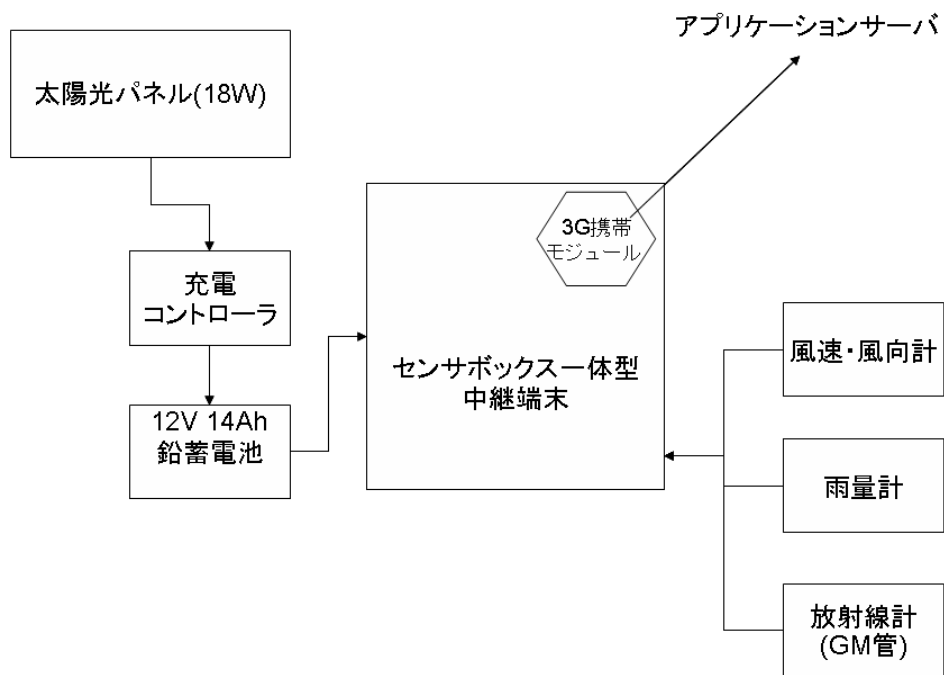


図 2.2.8 データ収集端末のシステム構成

設計上の最大消費電力は 700mW である。太陽光発電パネルとバッテリーは昨年（2 年目）までの実証試験と同じのものを使用した。同様に消費電力から連続動作時間を見積もると $168\text{Wh} \div 700\text{mW} = 240$ 時間 となり、10 日間は連続して動作することが可能であると判断できる。この状況を正確に観察するために、センサデータとして充電・放電量を収集し、アプリケーションサーバに保存して詳細な解析を行えるようにした。写真 2.2.1 に飯館村における設置状況を示す。





写真 2.2.1 設置状況(福島県飯舘村)

②アプリケーションサーバ

アプリケーションサーバは、株式会社エーディエス本社に設置してある昨年(2年目)作成したLinuxサーバを使用した。同様にPHPでWebアプリケーションを実装し、図2.2.9に示すようなグラフの表示と詳細データのダウンロードを行えるようにしている。また、CONSORTS-Sで定められた秘匿性の検証のため、サイトにユーザ認証機能を持たせ、閲覧・登録の権限を管理できるようにした。さらに、詳細な研究データの取得のために、データはCSV形式で一括でダウンロードできる仕組みとした。

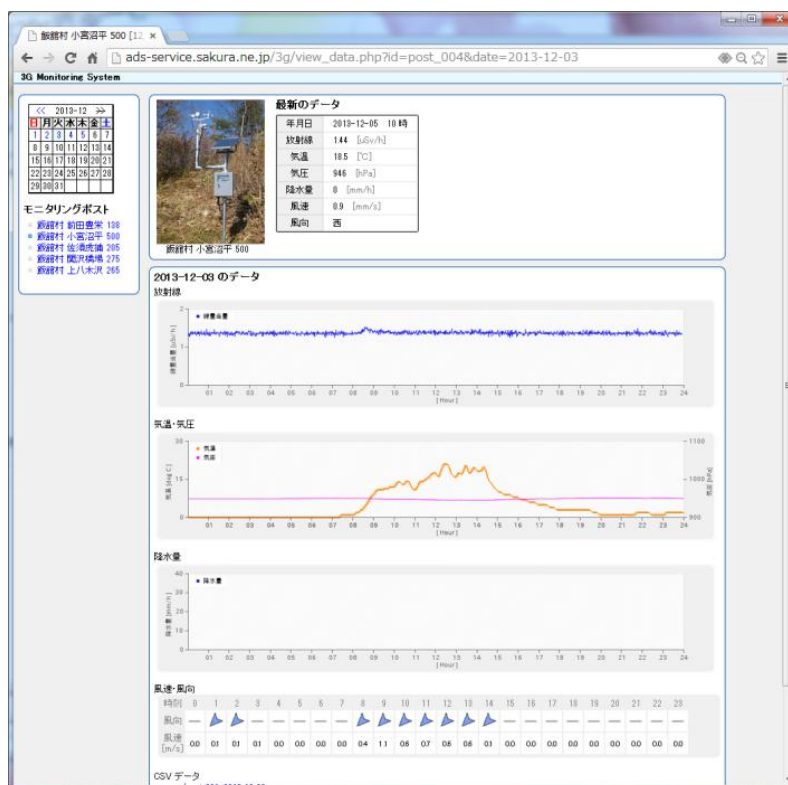


図 2.2.9 アプリケーションサーバによるグラフ表示アプリケーション

③実証試験の評価

本システムは、特に高放射線量となっている地域において、天候の条件及び時間の経過によってどのような変化が起きるのかを観察するために構築した。

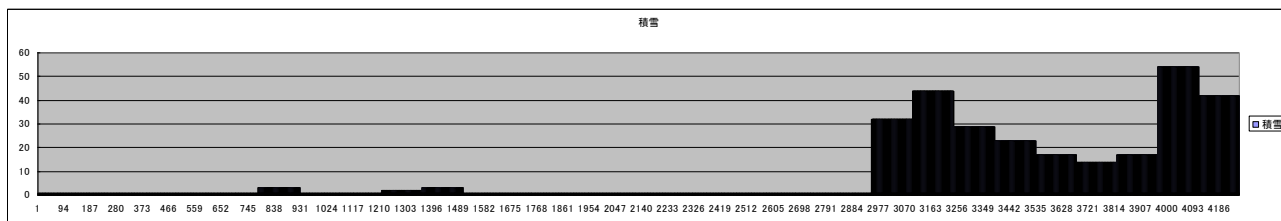


図 2.2.10 積雪量の推移

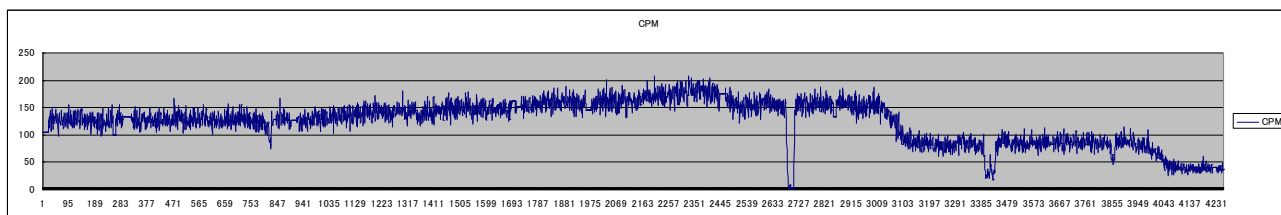


図 2.2.11 放射線量の推移

図 2.2.10 および図 2.2.11 は、本データ収集環境で収集された、飯舘村のある地点における、積雪量と放射線量をグラフに表示したものである。積雪量が 30cm を超えるような大雪が降った際、明らかに放射線量が減少して観測された。この現象は他の地点でも同様の現象が観測された。

(一部極端に下がっているのは、急激な気温の低下で一時的に放射線量が正しく計測できなかった部分である)。このグラフには現れていないが、この後、データ収集地点の付近の雪が除雪されたにも関わらず、放射線量の観測値は大きく変化しなかった。つまり、地域全体に拡散した放射性物質の影響が非常に大きく、部分的な放射性物質の除去の効果が現れにくい、という推測をすることができる。また、 β 線の多くは雪で遮蔽されることから、この周辺に拡散し、空間放射線量に影響を与えているのは β 線源（セシウムと推定される）である、といった推測も可能である。

④想定ユーザからの評価

本システムの想定ユーザは、高放射線量地域における継続モニタリングを行う必要がある自治体、除染業者等である。このような想定ユーザに対し、設置方法の提示及び収集されたデータの提供、想定価格の提示を行い、製品化に向けてのヒアリングを行ったところ、以下の様な意見があった。

- ・本システムは完全に自律電源で動作し、軽量、小型であり設置工事が簡単で安価（想定価格）であり、現状抱えている問題を解決可能である。
- ・放射線量の観測結果は取り扱いを十分に注意する必要性があり、信頼性を十分に担保しなければならない。

上記のことから、放射線量継続監視システムとして十分動作可能であるが、収集・送受信システム根幹だけでなく、放射線量計測センサとしての性能を十分に担保し、メンテナンスを行うた

めの保守方法を十分に検討するなど販売に関する検討課題がある。

(4) まとめと今後の課題 【担当：(株)エーディエス】

今年度は平成 23 年、平成 24 年度から継続して行ってきた実証試験の結果を元に、実証試験機器を改良し、合わせて対応するソフトウェアを改良した。この機器を用いて山間部における放射線量計測等の実証試験を行い、機器が十分に目的に合致していることを実証した。また、この開発に用いたソフトウェアの共通部分を、同種のデータ収集端末を迅速に開発するための SDK として提供する準備を整えた。また、ハードウェアの共通部分をリファレンスボードとして制作し、開発キットとして提供する準備を整えた。アプリケーションサーバにおいては、基礎となる通信部分は完成し、データ収集環境としての機能は実現できた。収集したデータの表示をどのように行うかという点については、目的、要求が様々であるため、各システムの販売先に合わせて大きくカスタマイズする必要があり、またそれを提案するためにもデータに応じた表示方法を研究する余地はあると考えられる。この表示部分はシステム全体の評価に大きくつながるため、販売先のニーズを十分に調査するだけでなく、フィードバックを受けてシステムを修正する保守体制などを販売計画の中に盛り込む必要が有ると考えている。

第3章 全体総括

(1) 複数年の研究開発成果

災害地等向け透過型センサネットワーク搭載携帯端末の研究開発として、透過型センサネットワークのための通信プロトコルの策定、ならびに透過型センサネットワーク搭載端末の量産試作品の研究開発と実証試験を実施した。その結果を以下にまとめる。

【1】透過型センサネットワーク規格の策定 ----- 【担当：(独)産業技術総合研究所】

- 組込機器向けの各種近距離無線通信ならびにインターネット上の通信に対応し、遠隔地に設置されたセンサデバイスの計測動作や通信機能の制御と、取得した多種多様なセンサ情報のインターネット上のサーバにおける集積・解析を可能にする、透過型センサネットワークのためのセンサ情報通信プロトコルを設計・策定した。

【2】透過型センサネットワーク対応端末の試作の試作 ----- 【担当：(株)エーディエス】

- 【1】にて設計した、透過型センサネットワークの共通規格である CONSORTS-S を実装し、冗長化されたネットワークを持ち、低消費電力を実現し、安価に設置できる対応端末を設計した。加えて、中継端末装置及びセンサボックスを一体化した小型かつ高性能の量産試作品の開発を行い、対応の SDK を新たに開発するとともに、長期間の実証試験を行って性能評価を行い、製品として提供する準備を整えた。

(2) 研究開発後の課題・事業化展開

研究開発後の課題は以下の事業化を進め、また黒字化するかである。(株)エーディエスにおける事業化にあたっては以下の課題が考えられ、それを克服しながら事業化展開を図る。SDK の販売方法という課題もあるが、まずは直近事業化が進みそうである「放射線を含めた環境モニタリングシステムの事業化」を展開する。SDK に関しては、今後(独)産業技術総合研究所とも協議しながら、事業化体制等の確立を検討していく。

【1】販売体制の確立

専門営業が必要であり、また多くの場合自治体が顧客となる為入札資格、建業法対応が必要となることが予想される。これらの課題を克服していく必要がある。

【2】保守体制の確立

野外に設置されるセンサーポストは定期的な点検が必要となり、太陽光発電パネルやバッテリー等消耗品も含まれる為、何年かに一度の取り換え作業も生じる。

【3】中央システムの構築

今回の実証実験では、複数のポストを設置したが、複数のユーザーを考慮したセンターシステムが必要となる。

【4】拡張戦略の立案

センサーそのものは日新月歩な製品であり、日々進化していくことが予想される。それに伴うセンターシステムも含めた拡張戦略を立案・実施していかなければ、市場に取り残されてしまうことになる。従い常にシステムの更新をできる開発体制を整える必要がある。

上記課題を克服するには弊社だけではとうてい困難であり、解決策としては顧客に近くかつ信頼に足るパートナーを見出し・連携していく必要がある。第一歩としては、中間貯蔵施設設置に伴い、その周辺や設備に向かう道路周辺への環境センサーの設置ニーズが高まっていることから、この応用に対しての販売を目指したい。すなわち被災地＝福島県の被災市町村をターゲット顧客とし福島県のIT企業と連携をとり上記の販売・保守・センター（マン・マシーン廻り）を移管することにより成功例をつくる。被災地向けに限った拡張戦略としては、放射線センサーを高性能かつ安価なものにすることで、放射線の発生源を明確にし、将来の放射線値を示すことで他社製品に対し、安価・容易な設置に加え、機能差別ができるものとする。

以上