

第 XVII 部

環境情報の自律的な生成・流通を
可能にするインターネット

第 17 部

環境情報の自律的な生成・流通を可能にするインターネット

第 1 章 はじめに

2010年のLive E! WGは、研究開発として、DTN実験テストベッドの開発とDTN環境を考慮した高密度センサネットワークに対するセンサデータ抽出手法に関する研究を行ってきた。また、展開活動として、Live E! ベースのFacility Information Access Protocolの標準化に向けた活動、APNG Camp 2010におけるワークショップ開催、高大連携プロジェクト、G空間Expoでの展示、「自然災害の減災と復旧のための情報ネットワーク構築に関する研究」プロジェクトの一環として、India Meteorological Department (IMD) にセンサ設置を行ってきた。本報告書は、研究開発と展開活動の2つに分けて報告する。最後に今年度の成果論文をまとめて記す。

第 2 章 研究開発

2.1 DTN 実験テストベッドの開発

無線メッシュネットワークやDTN的な移動ノードの無線接続を利用したメッセージ配送の研究においては、何らかの手法が提案され、その手法の有効性は検証されなければならない。しかし、現在のところ、この研究分野においては、シミュレーションによる研究が主であり、実機を用いた検証は圧倒的にわずかしか行われていない。そのため、提案手法の有効性に関する判断をつけにくいといった現状がある。

我々は、この研究分野で提案される手法を、実機によって検証し、現実世界での特性を明らかにするために、51台の端末から成る無線ネットワーク評価実験テストベッドUTMeshを開発した。それぞれの端末は、充電可能なバッテリーを搭載し、持ち運ぶことが可能な小型のLinuxコンピュータである。実験

用にカスタマイズされており、実験プログラムのインストール、実行、ログの回収などの管理を集中的に短時間で行うことができる。

シミュレーションによる分析で得られた結果は、実際の結果ではなく、あくまでも“期待される結果”や“想定される結果”に過ぎない。そして実機で評価すると、その結果通りにならないことは多々ある。それは、シミュレーションは、現実の環境を近似化していたり（細かいことを無視していたり）、そもそも提案方式が現実の環境にそぐわなかったり（実装しようと思えば、ある部分を省略あるいは無視せざるを得なかったり）するためである。

実機によって検証された結果は、“実際に起きた結果”であり、シミュレーションの場合とは全く意味が異なる。実際に起きた結果を元に、新たな技術を開発していくことが許されるため、より現実的な問題の発見につながることもある。我々が開発した無線ネットワーク評価実験テストベッドは、このような形で、この分野の研究に貢献するだろう。

2.1.1 DTN 実験テストベッドの概要

図2.1に、テストベッドのアーキテクチャを示す。各無線端末は、有線のマネージメント・セグメントに接続可能で、実験オペレータは、このネットワークから設定、実行、デバッグ、ログファイルの取得を行う。このマネージメント・ネットワークは、インターネットへ接続されており、外部にあるタイムサーバを用いて、無線端末の時刻合わせが行われる。

実験の間、無線端末はマネージメント・ネットワークから離れて、実験シナリオに応じ他場所に設置さ

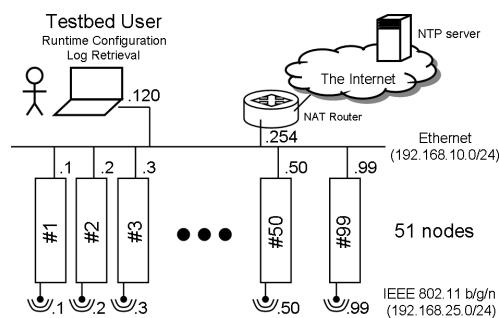


図 2.1. アーキテクチャ

れたり、人によって運ばれたりする。

図 2.2 に示したように、この無線端末は、(1) 電源回路、(2) 蓄電池、(3) Armadillo-220 (組込み型の Linux コンピュータ)、(4) USB メモリ、(5) USB の Wi-Fi モジュールで構成されている。外部から電源供給があれば、蓄電池を充電し、電源供給がないときは蓄電池を使って駆動される。2.1 Ah の蓄電池の端末と、10 Ah の蓄電池の端末があり、それぞれ4時間、20時間の運転ができる。この端末を50台そろえると図 2.3 の写真のようになる。

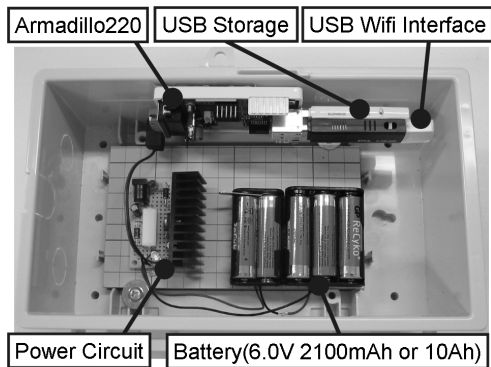


図 2.2. 端末の構成



図 2.3. 概観

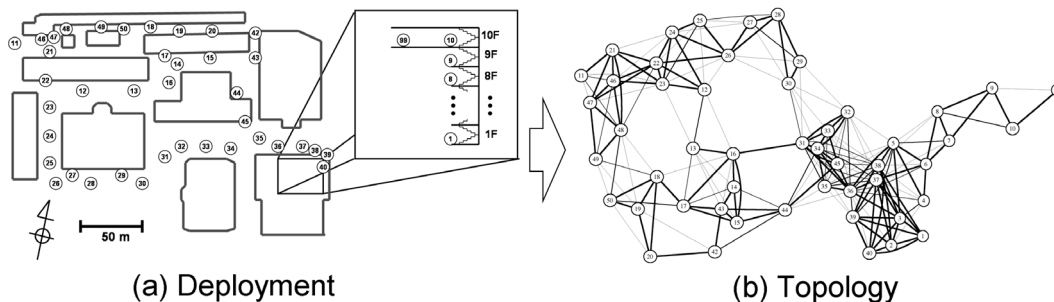


図 2.4. 実験の展開構成およびネットワークポロジ

2.1.2 実験例：無線リンク特性の分析

2010年11月、50台の端末を、東京大学本郷キャンパスに展開し、IEEE 802.11b 無線リンクの特性を分析した。アドホックモードによる無線リンクは、不安定であることが言われており、本実験ではそれを定量的に分析することを目的としている。

本実験では、50台の端末を、図 2.4(a) のように展開した。ここで無線インタフェースは、802.11b のアドホックモードで channel 1 で稼動しており、10秒に1度、無線範囲への広告を行うソフトウェアをインストールしてある。受信した広告をログに取ることで、端末間リンクの接続性を分析した。実験は、6時間に渡って行った。

図 2.4(b) に、平均化されたネットワークポロジを示す。それぞれのリンクの太さは、次の式で算出されている。

$$A(a, b) = \frac{1}{2} \left(\frac{R_{a \leftarrow b}}{S_b} + \frac{R_{b \leftarrow a}}{S_a} \right)$$

ここで、 $A(a, b)$ は、端末 a 、 b 間のリンク可用性、 $R_{a \leftarrow b}$ は、 a が受信した b の広告数、 S_b は b の広告数、である。この結果から、各リンクの可用性は、様々であることがわかる。図 2.5 には、リンク可用性の分布を示した。90%以上の可用性を持つリンク

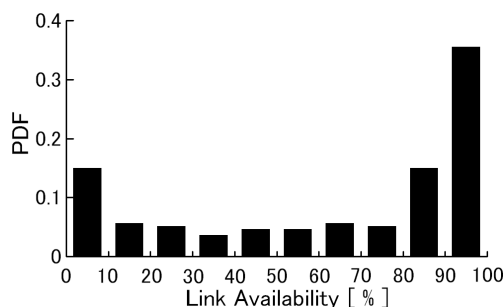


図 2.5. リンク可用性の分布

は、全体のおよそ35%、それ以外のリンクは、十分な可用性を持っているとはいえない状況が読み取れる。

2.2 DTN 環境を考慮した高密度センサネットワークに対するセンサデータ抽出手法

様々な種類のセンサがネットワークに接続し、大量のデータを生成し続けている。一方 DTN 環境でこれらのデータを収集する事が注目されている。しかし、これら大量のデータを伝送遅延や通信切断また帯域の狭い DTN 環境下で扱うためには、データ転送量に限りがあるため、データに対するフィルタリングおよび優先順位付けを考慮する必要がある。そこで、近年普及してきたスマートフォンなど携帯端末に注目し、人が携帯端末を持ち動き回る事で欲しい情報だけを抽出するシステムの実現を目的とする。

あるセンサノードのデータだけが欲しい場合や、ある時間帯のセンサデータが欲しいと考えた場合、限られた通信量の中では欲しいデータのみを収集する事が重要になる。そこで、移動ノードにフィルタを配布、拡散させていき、フィルタに応じたセンサデータを収集する事で、クライアントが望んだセンサデータのみを収集し、無駄なデータの転送をなくす。図 2.6 に示すようにセンサデータは移動ノードを介してマルチホップでサーバに送信される。その際サーバから配布されたフィルタに応じたセンサデータのみを転送する。

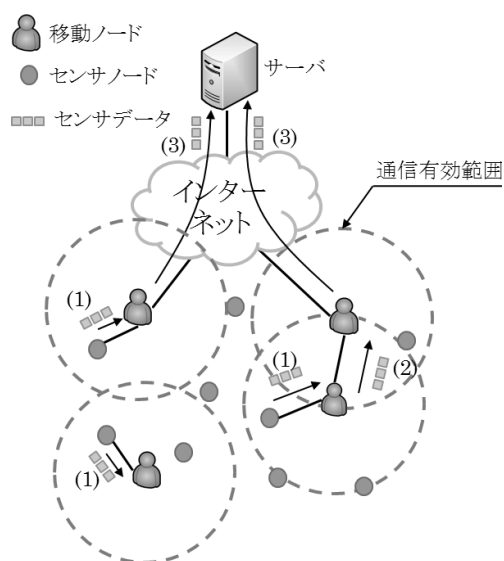


図 2.6. センサデータの流れ

2.2.1 検証実験

4階建てのショッピングセンターにセンサノードを19個設置し、移動ノードを6とし、携帯端末を持った人が移動ノードとなり、ショッピングセンター内を歩き回る事でセンサデータを収集するというシナリオで12時~17時の5時間実験を行った。クエリは12時~17時のセンサデータとした。

> サーバ

移動ノードから送られてきたセンサデータを保存し、フィルタを配布する。

> センサノード

一定時間ごとにセンサから送られてくるデータを保存し、移動ノードがすれちがうとフィルタに応じたセンサデータを送信する。センサノードの外観を図 2.7 に示す。

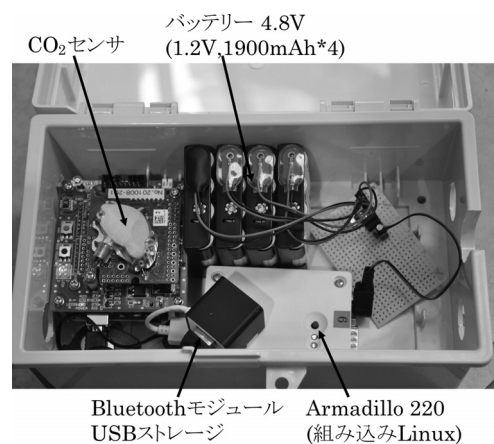


図 2.7. センサノード外観

> 移動ノード

サーバからフィルタを受け取り、センサデータを送信する。センサノードとすれちがうとフィルタを送信し、送られてきたセンサデータを保存する。また、移動ノード同士がすれちがうとセンサデータの共有、フィルタの配布を行う。

2.2.2 実験結果

収集したデータの結果を表 2.1 に示し、サーバに到達するまでのホップ数について表 2.2 に示す。また、各移動ノードが収集した重複データのレコード数を表 2.3 に示す。

集めるべきセンサデータ57000レコードに対して、実験でサーバに送られてきたセンサデータは13056レコードで、重複レコードをのぞくと、6671レコー

表 2.1. サーバに送信されたレコード数

	センサノード数	重複あり	重複無し
1F	5	1962	1436
2F	9	5184	3393
3F	4	5910	1842
4F	1	0	0
合計	19	13056	6671

表 2.2. 到達するまでのホップ数

	2 ホップ	3 ホップ	4 ホップ以上
レコード数	11984	1072	0

表 2.3. 移動ノードが収集したデータ

移動ノード	1	2	3	4	5	6
重複レコード数	1699	707	479	610	609	2251
重複データの割合 [%]	46	21	23	25	22	21

ドとなり全体の約12%となった。サーバに送られてきたセンサデータの92%は2ホップでサーバに到達し、8%は3ホップでサーバに到達していた。また、移動ノードが受信した重複レコードの合計は6355レコードとなった。

➤ センサデータの収集率

センサデータの収集率は12%にとどまった。これには3つの要因が考えられる。1つ目は近距離無線通信のネットワークポロジを考慮してなかった事である。現在の実装ではセンサノードには1つしか移動ノードが接続できず、同じセンサノードに接続しようとした場合他の移動ノードの接続が切れるまで待機状態に入るので、センサデータをうまく受信できなかったと考えられる。2つ目は本来予定していたアクセスポイントが利用できなかったのも、サーバにうまくセンサデータを送信できなかった事である。3つ目は重複データが多かった事である。表 2.3 から、移動ノードが収集したデータの約3割は重複データである事がわかる。重複データを受信しないフィルタの構成にすると、重複データを収集するために利用されていた帯域が有用なデータの送信に利用できる。なので、クライアントが欲したセンサデータを収集率が上昇する事が期待できる。

➤ マルチホップ

サーバが受信したセンサデータの92%と、ほとんどが2ホップでサーバに届いている。これは移動ノードの通信範囲内に複数ノードが存在していた場合、センサノードを優先的に接続するようにしていた。ま

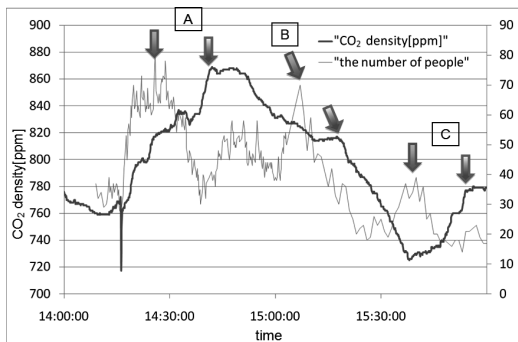


図 2.8. CO₂ 濃度の人数

た近距離無線通信のネットワークポロジを考慮してなかった為に、移動ノード同士がすれちがっても、片方の移動ノードがセンサノードと通信を行っていた場合、通信する事ができなかったからである。ここで、なるべく多くのノードと通信ができるようにネットワークを構築した場合接続ミスが減り、今までノードが通信範囲内にありながら接続できていなかった時間だけ多く通信する事ができるので、センサデータの収集率が上昇する事が期待できる。

➤ CO₂ 濃度と行動パターン

実証実験ではセンサノードに CO₂ センサを用いた。ここでは CO₂ センサの利用例について述べる。

CO₂ センサを使って CO₂ 濃度と人の行動パターンとの関係を調べる研究が行われている。その中の一つに、CO₂ 濃度に応じた混雑度推定がある。CO₂ による混雑度の推定はカメラを利用した混雑度の推定と比べて、プライバシーを侵害する事が少ないので期待が高まっている。実証実験では大規模ショッピングセンターという非常に広い空間での CO₂ 濃度の測定を行った。その中で映画館の待合室に設置した CO₂ センサの結果を図 2.8 に示す。この CO₂ センサのデータは、移動ノードが収集したものではなく、センサノードに蓄えられたセンサデータを利用している。また、人数は目視にて測定している。

図 2.8 から A、B、C のように約 15 分遅れてピークがきている事がわかる。このように開けた空間でも CO₂ センサを利用する事でプライバシーを考慮した混雑度の測定ができると言える。

第3章 展開活動

3.1 FIAP 標準化に向けた活動

Live E! システムの設計および運用の反省点を継承し、ビルなどでの利用を想定した設備情報管理のための通信プロトコルを、設備情報アクセスプロトコル (FIAP: Facility Information Access Protocol) として開発した (2009年)。2010年、この FIAP を国際標準化することを目指した。

3.1.1 活動の内容および実績

FIAP を、二つの標準化組織にアプローチした。まず、米国 ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) の BACnet 委員会 (A Data Communication Protocol for Building Automation and Control Networks) である。もう 1 つが中国で主導されている IEEE P1888 である。以下、年間の活動実績を示す。

➤ 1月上旬：NIST 訪問 (米国ワシントン D.C.)

FIAP 仕様を提示し解説を行う。その結論として、ASHRAE BACnet 委員会の XML ワーキンググループに提案し、新しい BACnet Web Services (BACnetWS) の設計を行うのが、最も望ましいとの見解を得た。(*) NIST は標準化支援組織であり、NIST 自身は標準の制定は行わない。

➤ 1月下旬：BACnet 委員会 (米国オーランド)

XML ワーキンググループにて、FIAP 仕様の概要を解説した。

➤ 3月上旬：IEEE P1888 会合 (北京)

中日合同緑色プロジェクトにて、標準化を共同で進めていくことを同意。北京で 2008 年ごろから進めている IEEE1888 への標準化と一緒に進めていくことになった。IEEE P1888 の中で、FIAP は、UGCCNet (Ubiquitous Green Community Control Network) という称号をいただいた。

➤ 4月中旬：IEEE P1888 会合 (北京)

FIAP の Registry 機能について、より詳細を詰めるための会合を行った。

➤ 5月上旬：BACnet 委員会 (米国ジャーマンタウン)

XML ワーキンググループにて、FIAP の設計において重視したユースケースを提示した。NAT 下の問題、グローバルユニーク ID、複数組織による運用などの例を提示して、新 BACnetWS は、これらの要件を満足すべきとした。

➤ 6月中旬：中日合同緑色シンポジウム (北京)

中日合同緑色シンポジウムを開催し、IEEE P1888 の標準化についても発表。

➤ 6月下旬：BACnet 委員会 (米国アルバカーキ)

5月に提示した内容が、新 BACnetWS へのドラフトに入っているか、を確認し、うまく伝わっていなかった部分 (特に、BACnetWS を Storage として使った場合の書込み) について指摘した。

➤ 8月下旬：IEEE P1888 Draft 1 の投票

Draft 1 の投票プロセスが実施された。結果の詳細は、不明だが、用語の使い方などの修正を行い、Draft 2 を作成した。

➤ 10月下旬：BACnet 委員会 (米国アトランタ)

XML ワーキンググループにて、FIAP が持つ、Registry 機能についての解説を行った。これは、FIAP の基本フレームワークのユースケースとして受け止められた。Registry の思想と整合性が合うような形で、新 BACnetWS の設計が行われることが期待される。

➤ 10月下旬：IEEE P1888 Draft 2 の投票

Draft 2 の投票プロセスが実施された。結果、十分な投票率 (80%) および承認率 (100%) が得られた。今後、IEEE Standards Association のボード会合にて正式に IEEE 1888 のプロトコルとして承認されることになる。

➤ 11月上旬：IEEE P1888 会合 (北京)

今後の開発体制について打ち合わせを行った。バージョンの管理方法、サブワーキンググループの立ち上げなど。また、近く、相互接続試験を行うことも同意した。

3.2 APNG Camp2010 におけるワークショップ開催

Live E! WG は、例年 APNG Camp でワークショップを開催している。2010 年は、広島で開催されることもあり、ホスト国として参加者にセンサネットワークの新たな可能性を体験してもらえ

う Human Centric Sensing の概要とその応用例に関する体験型デモンストレーションを行った。以下にデモシステムの概要と実験の様子を述べる。

3.2.1 デモシステム概要

現在、Google Street View に代表される、写真画像を用いて仮想的に街を散策できるサービスが広く利用されている。しかしながら、ある定められた時間にのみ撮影された画像を用いる従来のサービスでは、季節、時間帯、個人の嗜好等、条件を考慮して多様な風景を再構成することができない。こうした条件に応じて適切な風景を再構成できるサービスを実現するために、一般の人々がセンシングした様々な写真を蓄積し、道路に沿って必要な画像列を高速に検索できる動的ストリート画像フロー生成機構を開発した。

3.2.2 システム実装

我々は、動的ストリート画像フロー生成機構のプロトタイプを実装した。本プロトタイプは、Java SE Development Kit, Version 6 による約 7000 行のコードで開発され、大きく 3 つの機能で構成されている。本プロトタイプのシステム構成を図 3.1 に示し、以下で詳細を解説する。さらに、我々は、環境メタ情報付写真撮影システムを Android OS 搭載端末 HTC-03A と無線センサノード (Sun SPOT) を用いて実装した。

> Photo Data I/O Interface

Data Insert Interface は、ユーザ投稿写真を受信し、写真データの实体を Photo Archiver に格納し、

写真の環境メタ情報实体をキーとして実データへのポインタを KDRN-Insert module へ転送する。一方、Range Query Processor は、利用者からの多次元 Range Query を KDRN-Search module に転送し、該当する写真群へのポインタを得る。そのポインタを用いて写真データを Photo Archiver から取得し、利用者へと返答する。

> Photo Archiver

投稿写真データの实体を格納するためのデータベースであり、Data Insert Interface から転送されたデータを格納しポインタを返す。また、Range Query Processor から転送されたポインタに対応する写真データの实体を返す。

3.2.3 実験で用いたデータ収集機器のプロトタイプ

我々は、写真の撮影位置、撮影時間、撮影方角の 3 つを環境データとした。撮影位置、撮影時間、撮影方角は、独自開発したソフトウェアである写真アップローダーによって、撮影時に HTC-03A 内部の GPS 受信機と電子コンパス等の情報を取得し、自動的にサーバへと送信される。環境メタ情報付写真撮影システムにおける使用機器と写真アップローダーの撮影画面を図 3.2 に示す。



図 3.2. 開発したプロトタイプ

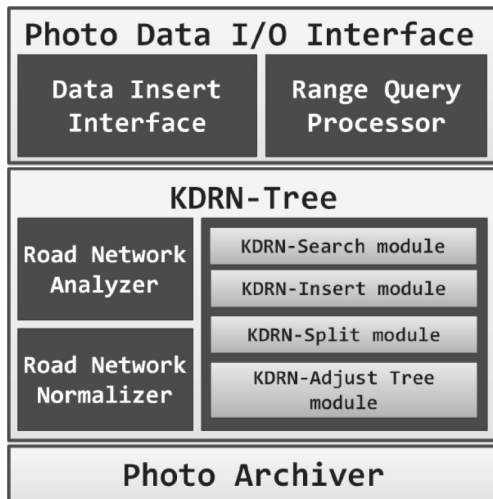


図 3.1. システム構成

3.2.4 APNG Camp2010 での実験とその結果

我々は、本プロトタイプ実装がインストールされた 25 台の Android OS 搭載携帯電話をワークショップ参加者に配布し、APNG Camp 2010 の会場から近い広島市平和記念公園内のストリート画像フロー生成を行った。参加者らは、我々の講義を受けた後、端末を持って公園内の写真を位置情報、方向情報を伴って撮影し、サーバ側でそれらを処理することでストリート画像フローを生成した。図 3.3 に参加者による実験風景を示し、図 3.4 にワークショップ参加者らによって生成されたストリート画像フローを示



図 3.3. 参加者による実験風景

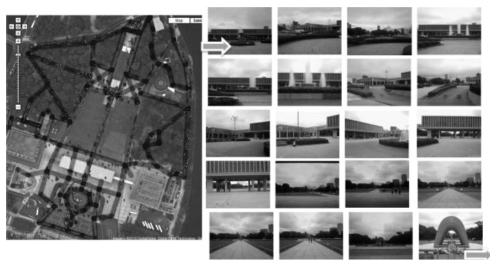


図 3.4. 参加者らによって生成されたストリート画像フローの一例

す。本実験を通して、参加者らは、単にセンサを設置してデータを収集するだけでなく、センサノードを自ら持ち運びながら周囲の環境を収集するという概念に触れてもらうことができた。本概念は、我々が以前から行っている DTN とも深く関連があるため、これからも研究開発を進めていきたい。

3.3 高大連携プロジェクト

高大連携は、昨年より都立高校を中心として都内 20 か所に気象センサを設置し、設置したセンサを題材に都立高校と東京大学、慶應義塾大学をはじめとした大学とで連携し研究を行うプロジェクトである。今年度の前半は主に残っていたセンサの設置及び設置済センサの調整を行った。センサとベースユニットの間を無線とする設置環境もあり、電波の調整や、また鳥によるセンサの故障などへの対応も行った。後半は高校の先生や生徒と行う活動について話し合う場を設けるなど具体的な活動へ向けての調整を行った。各高校とも興味を非常に持っている。し



図 3.5. 高大連携ミーティングの様子

かし、情報や通信を専門としない先生も多いため来年度はセンサデータを使った活動のサポートを大学側が行うことで具体的な研究活動に繋げていきたい。高大連携ミーティングの様子を図 3.5 に示す。

3.4 G 空間 Expo における展示

G 空間 Expo はパシフィコ横浜で 9 月 19 日-21 日の 3 日間に渡って開催された。展示会とシンポジウム、体験イベントが行われた。3 日間の来場者数はそれぞれ 3 万 7 千人、3 万 8 千人、3 千 2 百人であった。

来場者のうち 15% 程度が子供連れの親子でそれ以外は建設や地図、通信業界等様々な業種の人が来場した。ブースでは Live E! の気象センサや活動のプロモーションビデオを投影した。気象センサや活動は子供にも興味を持ってもらえ、一般の方に幅広く興味を持ってもらえた。ただし、業種が少しずれていることもあり共同研究などへ発展する話は少なかった。出展ブースの様子を図 3.6 に示す。



図 3.6. G 空間 Expo における出展ブースの様子

3.5 India Meteorological Department (IMD) へのセンサ設置

2010 年 9 月 28 日より 10 月 3 日までの期間、「自然災害の減災と復旧のための情報ネットワーク構築に関する研究」プロジェクトの一環として、India Meteorological Department (IMD) にセンサ設置を行った。また、慶應大学と上記プロジェクトを共同で行っているインド工科大学ハイデラバード校 (IIT-H) を訪問し意見の交換を行なった。

IMD では、既存の気象センサの設置してある敷地に Armadillo 及び AWS 気象センサを設置した。センサからの情報は無線を使用し、100 m 程離れている建物にあるサーバで受信される。指向性が強く通信可能距離が 2.2 km と長い BUFFALO AirStationPro を準備したが、BUFFALO AirStation Wireless-G HIGH POWER を用いても通信が可能であったため後者を用いた。センサ設置の構成図を図 3.7 に示す。

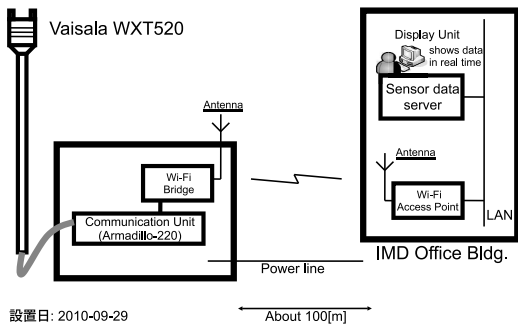


図 3.7. センサ設置の構成図



図 3.9. 設置した AWS センサ



図 3.8. 設置した Armadillo 及び回路

センサ設置は電源を敷地内に引くところから始め、センサ及びサーバの設置をし、IMD の研究員の方々に使用方法を伝えるまで行った。作業は午前中に始め、その日の夕方には使用方法を伝え終えた。センサの設置の際は炎天下の中、また土の敷地内に行った為に熱・埃による Armadillo、回路等の故障が心配されたが現在も問題なく動いている。ただし、AWS センサに関しては設置日にはデータの取得は出来ていたのだが、翌日朝方より気温の取得が出来ず故障した。AWS センサはひとつしか準備していなかったために、帰国後インドへ新しい AWS センサを輸送した。輸送した AWS センサの設置は IMD の研究員の方々に行っていただいたが、現在は問題なく稼働している。現在のセンサの設置状況を図 3.8、3.9 に観する。

また、今回の IMD へのセンサ設置に向けて Armadillo の設定画面、センサのデータ確認画面の英語化を行なった。

現在は live-e のチームが現地視察に行き、その後センサの設置を行っているが、今後はスケーラビリティを考慮し、設置場所の研究者を日本に招き設置方法・操作方法を教育し現地への設置は招いた研究者に行っていける仕組みを作っていきたい。また今



図 3.10. IIT-H 見学風景

回、故障した AWS センサの交換を現地の研究者の方々のみで行えたことより、教育システムを作るのは不可能ではないとわかった。これにより、海外へとセンサ設置を行うことのコストが減らすことが出来る。

センサの設置作業は以下の Web サイトにて紹介されている。

1. JICA HP (日本語)
<http://www.jica.go.jp/india/office/information/event/2010/101004.html>
2. JICA HP (英語)
<http://www.jica.go.jp/india/english/office/topics/101004.html>
3. IIT-H
http://www.iith.ac.in/academics/japan_collob.html

IIT-H の訪問では、IIT-H の研究者の方々と意見の交換を行い、現地に設置されている気象センサを見学した (図 3.10)。

研究成果**> 論文誌**

洞井晋一, 松浦知史, 藤川和利, 砂原秀樹: “時間に基づく階層化と Value の集約配置手法による耐 Churn オーバーレイネットワーク”, 情報処理学会, Vol. 51, No. 4, Apr, 2010.

> 著書

Satoshi Matsuura, Kazutoshi Fujikawa, Hideki Sunahara: “Applying Overlay Networks to Ubiquitous Sensor Management”, Springer (T. Hara et al. (Eds.): WSN Technologies for the information Explosion Era), SCI 278 (pp. 231-247), Jul, 2010.

> 解説記事

砂原秀樹, 松浦知史: “インターネット技術を活用したセンサネットワーク”, 日本ロボット学会誌 (特集: ロボットを進化させる最先端IT技術), Vol. 28, No. 3, pp. 40-43, Apr, 2010.

> 国際会議

Hideya Ochiai, Kenichi Shimotada, and Hiroshi Esaki: “DTIPN: Delay Tolerant IP Networking for Opportunistic Network Applications”, ACM MobiOpp, February, 2010.

Kaveevivitchai Sathita, Hideya Ochiai, Hiroshi Esaki: “Message Deletion and Mobility Patterns for Efficient Message Delivery in DTNs”, IEEE Percom, March, 2010.

Hideya Ochiai, Hiroki Ishizuka, Yuya Kawakami and Hiroshi Esaki: “A Field Experience on DTN-Based Sensor Data Gathering in Agricultural Scenarios”, IEEE Sensors, November, 2010.

Kei Hiroi, Masato Yamanouchi and Hideki Sunahara: “A Proposal of Disaster Information System Based on the Internet Technologies”, IEEE Sensors, November, 2010.

Satoshi Matsuura, Hideya Ochiai, Shingo Kimura, Kazutoshi Fujikawa, Hideki Sunahara “A Large Scale Content-Based Network Considering

Publish/Process/Subscribe”, GlobeCom 2010 (ASIT'10), December, 2010.

> 国内研究会

落合, 中山, 江崎: “無線ネットワーク評価テストベッド UTMesh の開発と実験報告”, 電子情報通信学会, IA 研究会, 2010 年 12 月.

松井加奈絵, 山内正人, 砂原秀樹: “複数軸の情報整理による情報視覚化を行うためのビジュアルライズフレームワークの提案”, 情報処理学会 マルチメディア 分散 協調とモバイルシンポジウム (DICOMO2010), 2010 年 7 月.

山内正人, 砂原秀樹: “広域センサネットワーク活用システムのための信頼性確保アーキテクチャ”, 情報処理学会 マルチメディア 分散 協調とモバイルシンポジウム (DICOMO2010), 2010 年 7 月.

Takahiro Nemoto, Masato Yamanouchi, Takashi Tomine and Kazunori Sugiura: “A study for empathy communication system”, 情報処理学会 マルチメディア 分散 協調とモバイルシンポジウム (DICOMO2010), 2010 年 7 月.

洞井晋一, 松浦知史, 藤川和利, 砂原秀樹: “双方向通信を確保するオーバーレイネットワーク開発ツール”, コンピュータソフトウェア (レター論), Vol. 27, No. 4, Oct, 2010.

松尾健司, 松浦知史, 竹内享, 寺西裕一, 藤川和利, 砂原秀樹: “DTN 環境を考慮した高密度センサネットワークに対するセンサデータ抽出手法の提案”, IEICE IA 研究会, December, 2010.