

第7部

特集7 DISANETプロジェクト

江崎 浩

第1章 概要

自然災害は過去から現在にいたるまで世界各地で絶えず発生しているが、これら事態における被害の軽減、被災後の復旧・復興においては、効率的な情報の流通が重要な役割を果たすとの認識が広まっている。災害を予防または軽減するための情報の収集と分析、災害発生時における状況把握と救援活動ならびに復旧・復興に向けた情報の利活用は過去の災害の経験からその必要性が指摘されていながらも、未だに技術的基盤や運用環境が整備されておらず世界的な課題となっている。

本プロジェクトは、インド各地に比較的安価なコストで取り扱いの容易なセンサーを多数配置することによって種々のセンサーデータを取得し、正確で精度の高い情報把握を実現し、災害発生後の迅速な通信の復旧と情報の収集と分析により効果的な救援活動を支援するに資する技術・システム・運用の確立を行い、インドでの展開を目指して、2009年に起動した(2014年3月まで)。

本研究は2007年8月の日印両首脳の合意に基づき進められてきた新規インド工科大学(IIT)設立に関する協力の一環として、デジタルコミュニケーション分野を担当する作業部会として具体的な共同研究項目について協議を行った結果から生まれたものであり、2008年10月の日印度共同声明においても、あらためて当該協力関係の重要性が確認された。

本研究は、日本およびインドを例として、グローバルな情報ネットワークを活用して継続的に気象や地震等のデータを収集・分析する基盤を構築するとともに、災害発生時において短時間で被災地に対する通信インフラを提

供することにより効率のよい救援・救出活動を支援、さらに災害情報の共有基盤を提供することで復旧、復興に至る各段階で地域住民や救援に関わる関係者の活動を情報流通の観点から支援する技術基盤を開発し、世界の様々な国における自然災害に対応可能な総合的な防災情報基盤を実現することを目的として次の4つの研究項目について取り組んだ。WIDEプロジェクトは、主に、研究項目2、3および4を担当した。

研究項目1 地震災害の軽減

研究項目2 気象観測プラットフォーム

研究項目3 持続可能な通信インフラストラクチャ

研究項目4 緊急事態および減災のための情報通信プラットフォームの開発

日本インド間の連携体制を構築し、現地調査、機材の購入設置等を継続して実施しセンサーによる観測体制を構築した。その後各グループから得られた情報を統合するためのプラットフォームを構築しその成果を現地で運用可能な状態とした。プロジェクト終了後も、インド側の各機関が連携することで、さらなる防災情報システムの発展が期待されている。

第2章 プロジェクト実施内容及び成果

2.1 気象観測プラットフォーム(グループ2)

2.1.1 研究のねらい

気象に関係する自然災害(暴風雨、豪雨、熱波、寒波など)とインドで深刻な社会問題となっている大気汚染による災害など、大気に関係する災害に対する大気システムの状況の把握と分析、また、災害が発生しそうな場所の迅速な発見と、減災対策に必要な情報の収集と解析を、安

価で高密度な、かつ、インドのような過酷な自然環境においても良好に動作・運用可能な、都市スケール気象観測システムの研究開発を行う。具体的には、ハイデラバード市をターゲットに、WIDEプロジェクトで推進しているセンサー通信の国際規格であるIEEE1888を、簡易式およびWMO標準に準拠した気象センサー、PM2.5センサー、CO2センサーに適用し、実際に20カ所規模に展開することによって、都市スケール気象観測システムの実現性検証、観測データの特徴分析、観測データの有効性分析、データの多目的応用性を示す。インド気象局では、これまでハイデラバード市内には、1個の気象観測装置しか保有しておらず、本研究で多数の展開を行うことは同都市の気象観測網の充実に大きく貢献する。研究開発および展開活動の中で、インドにおける導入と継続的運用に必要な技術を確認し、技術の移転も行い、インドにおける大気に関する災害の防止と減災の基礎プラットフォームの構築を目指す。また、WMO方式に準拠するセンサーシステムは大変高価になってしまうため、密配備には多大な費用(装置・工事)が必要となってしまう。そこ

で、WMO基準は満足しないが、安価に装置を構成・設置可能な新しいAWSの形をIMDやIITHとの共同活動を通じて研究する。また、AWSから取得されるデータは、AWSの設置組織などでも利用可能にすることで、気象に関する災害対策・対応以外での測定データの利用を可能にすることでAWSの設置のインセンティブにすることで、AWSの設置を推進するとともに、新しいAWSデータの利用法を誘導する。

2.1.2 研究の成果

簡易式AWSの展開は、2013年(9月から12月)に、6カ所への設置が完了した。インドでのAWS設置環境に適合するため、Wi-Fi通信+ソーラ発電方式のAWSを現地企業の協力で開発できるようにし、これにより、2014年の5月と6月に、9基を展開、雨季に備えた。最終的な展開の様子を図2.1に示す。雨季の降雨現象を観測することで、ハイデラバード市で発生するミクロな気象現象(例えば、図2.2、図2.3)を捉えることに成功し、本グループで研究開発した気象観測プラットフォームの有効性が明らかに

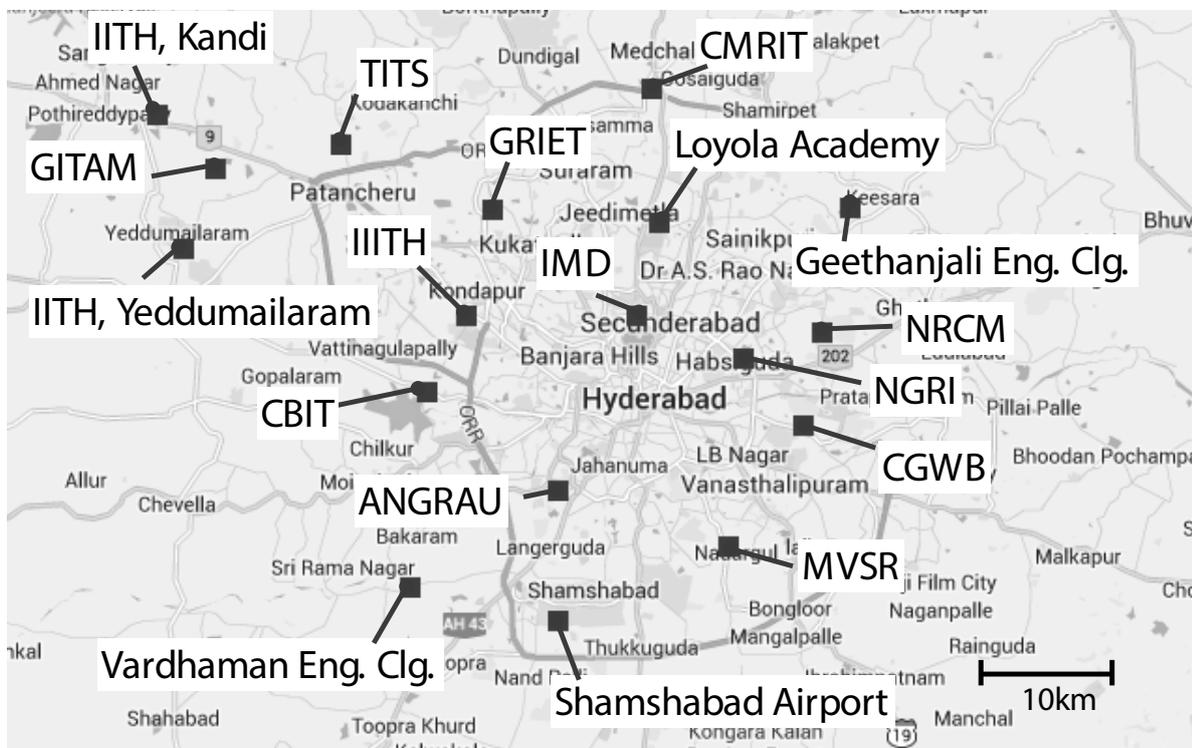


図2.1 DISANETで整備されたハイデラバード市の気象観測網
(IITH, Kandi; GRIET, CMRIT, CBIT, CGWBはWMO方式と簡易方式を併設)

なった。WMO方式のAWSについては、2014年に5台の調達が完了し、簡易式AWSの近傍に設置できた。また、大気汚染関係の災害モニタリングのため、2013年8月に開発した新たなPM2.5観測センサーをIMDに設置、6ヵ月間の試験運用による動作検証を経て、さらに改良を行い、追加3ヶ月間の最終動作検証を行い、最終的にハイデラバード市内の11ヵ所に設置し、観測を開始した。

2.1.3 今後期待される効果

本プロジェクトで簡易式のAWSを多数展開し、観測を進めたことによって、これらが、気象学的に重要な意味を持ちそうだ、ということ、インド側研究者が、気づき始めた状況にある(これまで古典的な気象学を最重要視し

ていたインド側研究者であるが、彼らの心が変化したのは本プロジェクトの大きな成果と考えてもよいだろう)。本プロジェクトで構築した都市スケール気象観測システムの有効性を、数値的に証明するための継続観測と分析は現在すすめているところであり、その分析結果を以て、インド側研究者(IMD Hyderabad)から、IMDのHQに対して提言が行われ、IMD内での活用および発展を促すものと期待される。特に、簡易式AWSの測定パラメータの内、風向と風速を除くデータ(気温・湿度・気圧・雨量)はWMO標準規格に準ずる可能性の検証と、簡易式AWSの運用コストの評価を行い、良好な結果が揃えば(インド側IMD研究者はWMO標準準拠のAWS設置後のこれまでのデータ比較から良好な結果を得ているとの意見)、簡易式AWSの

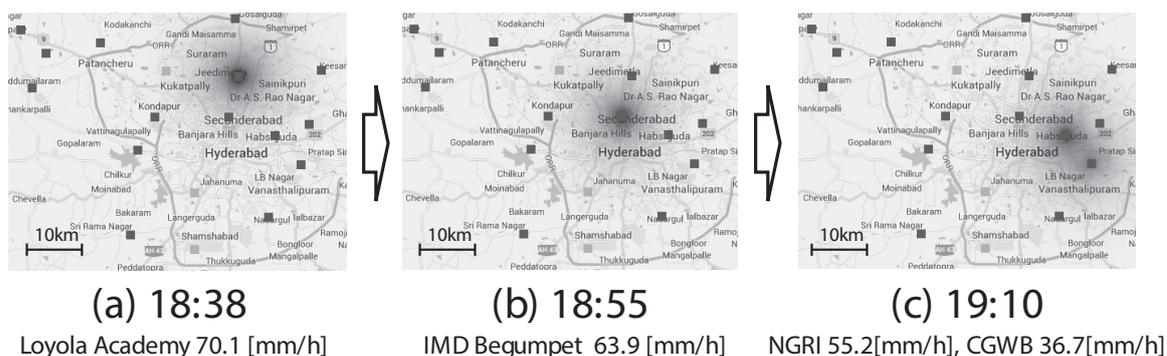


図2.2 ハイデラバード市に突然発生した局所的な短期間集中豪雨とその移動の様子(2014年6月15日)。

30分間の間に、Loyola Academy, IMD, NGRI, CGWBと移動している様子がわかる。

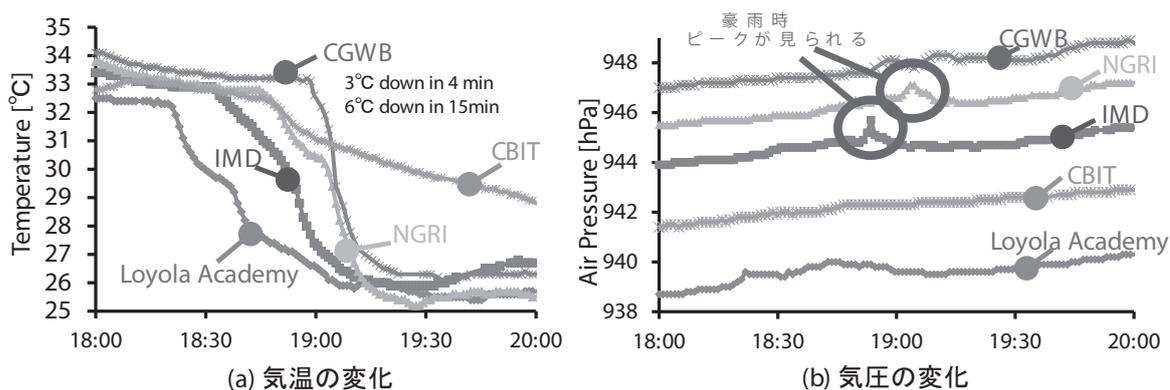


図2.3 局所的な短期間集中豪雨の際に観測された急激な(a)気温の変化と、(b)気圧の変化の様子。

一般的なWMO基準のセンサーでは、10分おきの計測のため、このような急激な変化を捉えることはできない。また、気圧観測は広範囲に1ヵ所あれば十分と考えられていたが、この観測結果から集中豪雨の瞬間に、一部のエリアだけ気圧の上昇する現象が発生することが良く理解できる。これは大気の動きと大きく関係しており、この観測結果は、その様子を捉えたことを意味する。

Vaisala AWS Deployment Design (Autonomous Type)

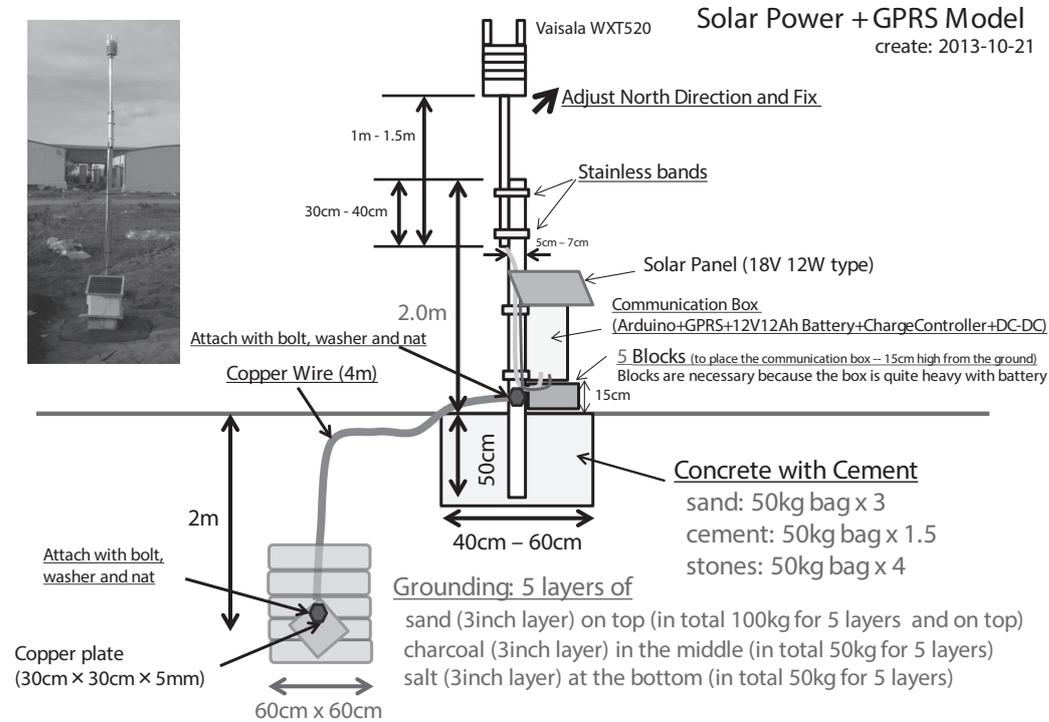


図2.4 インド向けに洗練されたAWS設置設計図

DISANET Hyderabad -- Automatic Weather Stations

This page shows the current weather status. This automatically reloads in every 60 seconds.

Location Name	SubName	Time (IST)	Temperature (Deg C)	Relative Humidity (%)	Pressure(SLP) (mB)	Rain Intensity (mm/hr)	Day's Rain Fall (since 06:00 IST) (mm)	Wind Direction (Degrees)	Wind Speed (m/s)	Wind Speed (Knots)	Dew Point Temp (Deg C)	CO2 (ppm)	PM2.5 (micrograms/m3)
IMD Hyderabad, Begumpet	WXT510+	2014-10-28 21:53:02	21.2	68	955	0	0	11	0.2	0.39	15.1		38
	WMT700	2014-10-28 21:53:00						335	0.94	1.83			
IMD Hyderabad (Terrace), Begumpet	WXT510	2014-10-28 21:52:47	22.3	63.2	954	0	0	333	0.9	1.75	15		
IIT Hyderabad (Tentative Campus)	WXT510	2014-10-28 21:53:02	19.8	73.1	947	0	0	191	0.2	0.39	14.8		
IIT Hyderabad (Permanent Campus)	WXT510	2014-10-28 21:50:00	20.7	70.2	954	0	0	97	0.8	1.56	15.1		
Gitan University (HYD), Rudraram	WXT510+	2014-10-28 21:53:00	19.8	74.7	953	0	0	92	0.4	0.78	15.2	415	18
Lovely Academy, Alwal	WXT510	2014-10-28 17:49:01	24.7	54.4	948	0	0	25	0.3	0.58	14.9		34
	WMT700	2014-10-28 21:53:00						360	0.32	0.62			
IMD Shamshabad (RWYO8)	WXT510	2014-10-28 22:24:01	26	50.8	946	0	0	61	3.6	7	15		
NGRI, Uppal	WXT510	2014-10-28 21:52:55	20.1	75.6	957	0	0	301	0.2	0.39	15.7		46
	WMT700	2014-10-28 21:53:00						65	0.47	0.91			
IITM, Gachibowli	WXT510	2014-10-28 21:28:00	21.3	67.5	946	0	0	88	0.8	1.56	15		
NRC on Meat, Chengicherla	WXT510	2014-10-28 21:51:55	20.9	71.7	954	0	0	0	0.7	1.36	15.6		
GRIFT, Nijampet	WXT510	2014-10-28 10:00:58	24.7	52.5	946	0	0	10	1.4	2.72	14.3		7
CBIT, Gandipet	WXT510	2014-10-28 21:53:01	18.2	87.9	952	0	0	264	0.3	0.58	16.2		
CMRIT, Kandlakoya	WXT510	2014-10-28 21:52:51	18.7	83.3	948	0	0	234	0.2	0.39	15.8		71
CGWB, Tattianaram	WXT510	2014-10-28 21:52:59	19.1	84.6	958	0	0	121	0.1	0.19	16.4		
Geethanjali, Cheerval	WXT510	2014-10-28 17:04:49	26.7	46.6	952	0	200.4	35	1.5	2.92	14.3		
M/SR, Nadargul	WXT510	2014-10-16 19:57:59	31.1	90.4	949	0	0	97	1.3	2.53	29.3		
ANGRAgrivUniv, Rajendranagar	WXT510	2014-10-28 18:04:50	24.7	52.8	950	0	0	229	0.3	0.58	14.4		53
Turbomachinery, Indresham	WXT510	2014-10-28 21:48:52	20.5	75.4	954	0	0	328	0.5	0.97	16		
Vardhaman Eng'g, Shamshabad	WXT510	2014-10-28 21:48:52	20.2	75.2	951	0	0	87	0.6	1.17	15.7		
CRIDA, Gunegal	Sutron	2014-10-16 05:20:00	22.5	98.3	941	0	0	129	2.01	3.91	22.3		

図2.5 観測データ閲覧画面 (<http://59.90.76.153/>)

測定パラメータの中でWMO標準に準拠したデータとして正式にIMDによって利用可能となる可能性がある。

(1)GHMC (ハイデラバード市内のナウキャスト警報を行う機関)は、降雨レーダ、天気予報、雲画像、雨量計の値など、様々な情報源をもとに、SMSなどで集中豪雨警報を発報しているが、その情報源の一つとして本プロジェクトで構築した気象観測システムを利用してもらうことが期待される。近年、ハイデラバードでは、ヒートアイランド現象に関する興味・関心が高まっており、その分析の情報源として利用されると期待される。本研究の成果の活用によって今後、インド政府が国民に対して責任をもって気象に関するデータ・情報を提供し、防災・減災対応に対してのデータ・情報の提供を担当しているIMDとの連携と、今後のHyderabad市に展開されたAWSが生成するデータと、IMDが持つその他の観測機器のデータの連携によって、より詳細な気象システムの解明が推進されることが期待される。

(2)AWSのコストダウンと高機能化、さらに、都市化の進展に伴うWMO標準環境の確保が今後難しくなることへの対応は、IMDにとって重要な課題となっている。今回共同で設計・実装・設置した2種類のAWSは、AWSのコストダウンと、AWSへのセンサーの追加・拡張をローコストにかつ容易に実現することが認識されており、新しいセンサーの追加によって、これまでは、IMDによって防災・減災に貢献するデータ・情報として提供されていなかった新しいデータ・情報の提供をローコストで提供可能にする。また、AWSの設置にあたっては、日本の都市はインドの将来の都市の姿でもあるため、日本におけるAWSの設置・展開の方法は、インドにおけるIMDのAWSの設置・展開にとって重要で有効な情報源となる。また、AWSの設置場所の確保は、AWSを高密度に設置する際に、大きな運用上の課題であることがIMDにも認識された。

(3)センサー設置協力組織の中には、本プロジェクト成果として設置されたセンサーのデータを日常の活動の中で利用しているところも多い。具体的には、水資源に関する政策立案・評価に資するデータ収集と解析を

担当している政府機関であるCGWB (Central Ground Water Board)および農業関係の研究教育を行っているLoyola Academyなどにおける農業分野での作物収量と気象との関係の分析と河川の水位レベルと降雨との関係の分析、大気汚染物質と風との関係の分析、などである。さらに、GITAM大学においては、学内の化学関係施設の排気物の近隣への影響を最低限にするために、簡易版AWSの風向・風速データを利用するとともに、近隣のAWSが生成するデータを利用したローカルな気象予測に関する活動に着手する予定である。これらの活動は、各組織での自立的な継続運用への努力が期待されることを意味するのみならず、データの多用途への利用につながっていくものと期待される。

2.2 持続可能な通信インフラストラクチャ (グループ3)

2.2.1 研究のねらい

本研究項目のねらいは、大規模自然災害の発生を想定し、インドを例として、被災地において短時間にインターネット等を用いて被災者が被災地外部と容易に通信連絡をとる手段を提供するための機器パッケージを開発し、運用可能とすることである。現地の救援活動従事者や被災者に情報サービスを提供するために必要となる通信基盤を実現にとりくんだ。当該基盤では、音声通話や、音声・動画・データの伝送、被災者や被災地に関連する情報の収集と共有、救援活動の支援などといったサービスを想定している。

2.2.2 研究の成果

インド国内ではスマートフォンの普及も進みつつあるが、依然として音声通話やSMSといった限定的な機能しか持たない携帯端末も多いことを考慮し、SMSのブロードキャストやSMSのテキスト送受信及び音声によるメッセージ登録によって安否情報をデータベースに登録できるシステムの設計、およびプロトタイプの実装を行った。衛星に接続した拠点から別拠点までの通信にLTEを利用、カーオーディオやラジオ放送が受信可能な携帯電話などを対象として低ビットレートでテキストデータを送信するFM-RDSの導入を行いインド国内で普及が進んでいない携帯端末向けデジタル放送に替わる情報共有の手段として位置づけた。LightGSM、コールセンター、FM-RDS

はIIT Madrasのキャンパスに設置され、DISANETプロジェクト内でのデータ取得を目的とした実証実験及び公開デモンストレーションを行った(図2.6)。

Lite GSMは、当初手動で行っていた端末の登録をある程度自動化できるようにシステムを改善し、プロトタイプ実装としての改善・統合を行った。インド側研究者の提案

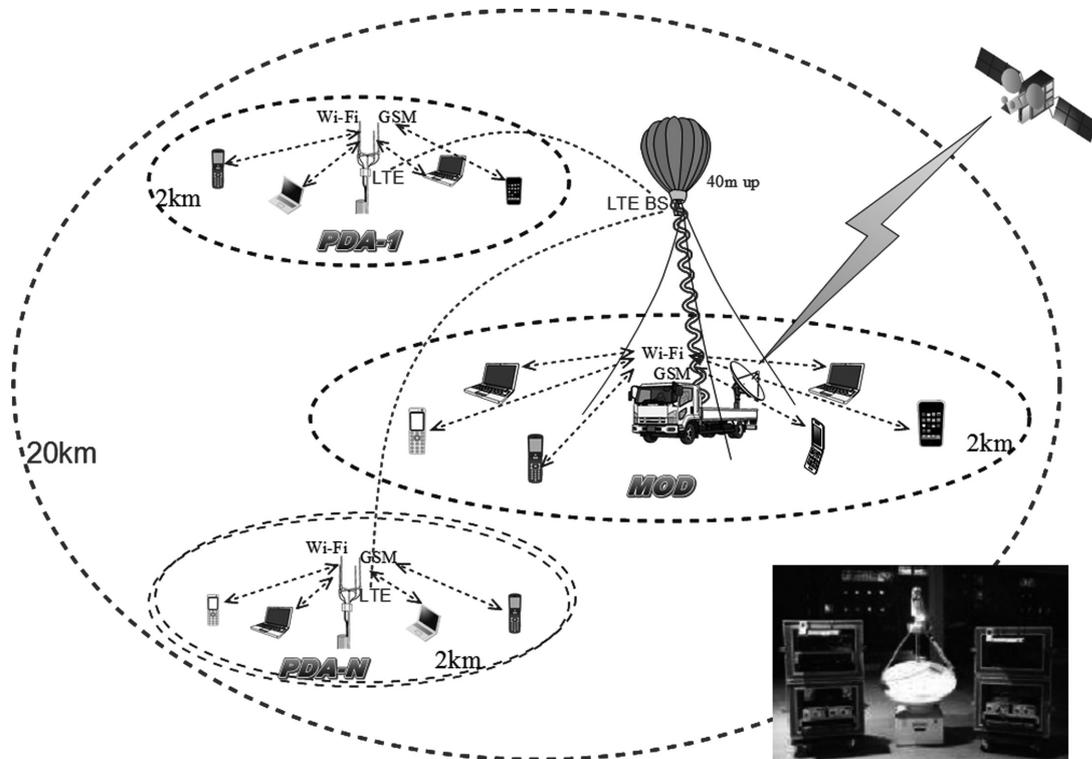


図2.6 衛星通信とW-Fii/GSM/LTEを組み合わせた災害通信基盤の構築

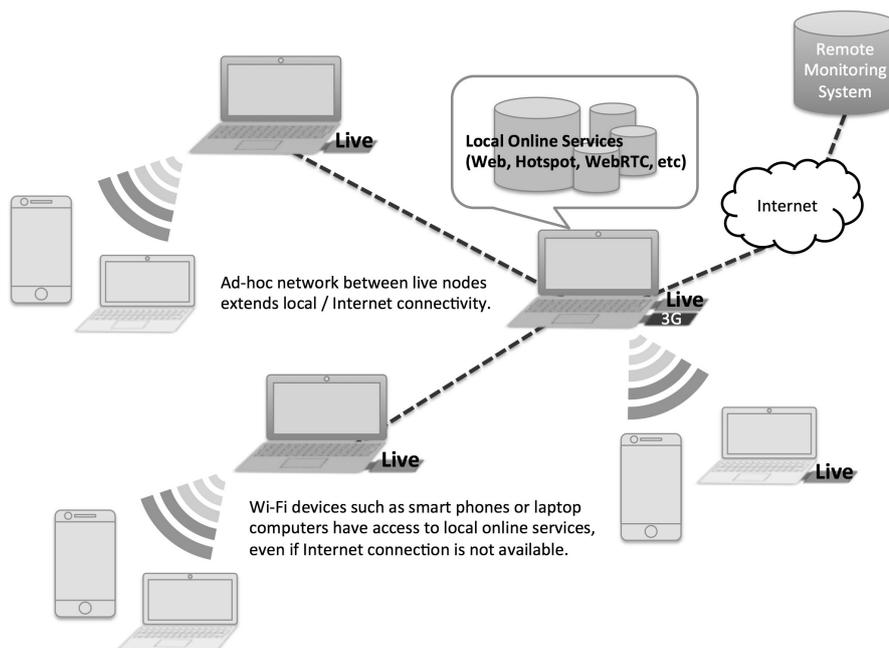


図2.7 Live USB Linuxを活用した小規模なアドホック通信インフラの構築

によりLTEによる通信の到達距離を確保するためLTE送信機をバルーンによって地上十数メートルに設置する試みについてIIT Madrasにおいて実証実験を行った。また、グループ2気象センサーデータに対する通信機能の提供を実施した。

その一方で、IIT Hyderabadでは、USBフラッシュストレージからLinux OSをブートするLive USBの技術と、比較的容易に入手可能な無線LANのUSBアダプタを活用して、災害時における活用に特化したソフトウェアパッケージを開発している。本パッケージは、被災地にあるノートPCや一時利用のためにボランティアなどに貸与されるノートPCなどを前提に、Wireless Mesh Networkを活用したローカルな通信インフラを構築し、他のスマートフォンなどが接続可能なWi-Fiホットスポットを展開できる。また、Live USBによって起動するOSでは、UshahidiやWikiといったWebサーバやWebRTCによるビデオ・オーディオ・テキストによるコミュニケーションなど、被災地において必要とされるサービスがインターネットに接続することなく利用できる設計である。USBアダプタ自体は安価・小型・軽量であり、調達・輸送コストが非常に小さいという利点もある。本パッケージは、無線LANサービスと容易に統合可能であり、被災地での3Gデータ通信網が復旧した際には、USBデータ通信アダプタなどを用いてインターネットにも接続できる。Linuxにおけるサービス運用などの経験が無くとも直感的に操作できるUIを構築することで、運用従事者を被災地に派遣することなく小規模な通信インフラが展開できるようになる。

特に被災地域において長距離通信を実現するために十分なアンテナの高さが確保できない場合に、アンテナを搭載したバルーン(気球)を使用して通信範囲を拡大する手法は一定の気象条件下において有効であることが確認された。またこの手法を用いた場合の各通信方式による電波伝搬の特性を計測し実用化に向けたプロトタイプとしての役割を果たした。

IIT Madrasにおける実証実験の際には夜間から早朝にかけて一時豪雨と強風に見舞われたが、その間バルーンの高度を下げることによって機材等に損傷等受けることな

く対応することが可能であることが確認された。

2.3 緊急事態および減災のための情報通信プラットフォームの開発(グループ4)

2.3.1 研究のねらい

本研究項目のねらいは、様々な社会や文化、言語等の背景を考慮した上で自然災害発生後の復旧・復興を行うために情報を活用する、実用的な基盤を提供することである。災害復旧においては、被災者、緊急時対応者、行政担当者など多様なプレーヤが存在するため、災害復旧活動における情報共有がより重要となる。各プレーヤが扱う情報の種類は多様であり、そのアクセス方法もまた多様である。効率的な情報アクセスを実現するには、データ処理とデータマイニングが必要不可欠である。また、緊急・災害時におけるプライバシーも分析し、開発すべきシステムに反映していく必要があった。そこで、情報収集と処理、多様なプレーヤへの情報提供、情報へのアクセスコントロール、災害時におけるプライバシーの保護に注目して、緊急・災害時のデータ処理におけるシステムの研究開発に取り組んだ。一連の取り組みは、分散データベースや分散処理におけるセキュリティ、大容量リアルタイムデータ処理、クラウドコンピューティング、センサー情報の収集・処理、そしてグループ1および2の活動に貢献するデータ処理システムの提供を研究項目として含めた。

2.3.2 研究の成果

各研究グループが構築したセンサーネットワーク及び通信システムに関する情報を一元的に管理するポータルサービス及びこれらシステム及びデータを災害時においても安全かつ柔軟に管理するためのクラウドコンピューティング基盤を構築した。また災害時に活用可能な被災者の安否情報登録システムや自治体等が災害時に利用可能な災害情報を一元管理するためのポータルサービスを開発した。

災害時の情報共有に貢献するXMLスキーマの設計及びスマートフォンのアプリケーションから取得した情報をデータベースに蓄積し、PFIFを用いてエクスポートできるように実装した。データベースの大規模性、高可用性や広域分散を考慮したデータベースネットワークの検討も進められ、ストリーミングデータベースのプロトタイプ

実装をおこなった。現在IIT Hyderabadに設置されているサーバに加え、IIT Madrasにも相互運用性のあるサーバを設置することで、効果要請・広域分散の実装を行った。

クラウドコンピューティングの研究課題では、Wide-Cloud Controller以外にOpenStackの導入も行った。これにより、短期的な可用性と中長期的な設計・実装の柔軟性の両立が可能となった。また、災害時の情報として、災害発生時に参照可能なポータルサイトを構築した。既存の震災で発表された情報をXMLフォーマットとして定義する対象として、インド政府から発信される被災・復旧状況、およびIITHにてプロトタイプ実装を行った救援物資情報に着目した。ウェブベースのAPIは、グループ4が扱うデータを用いた災害管理アプリケーションを開発することを可能とするものであり、データ転送フォーマットはPFIFやEDXLといった主要なオープン・スタンダードに従っている。

分散データベースの実装においては、2012年度に構築したIITH・IITM間での地理的分散に加え、IITHにおける冗長構成とロードバランシングを実現した。グループ2との連携をさらに強化し、グループ4の研究者がグループ2

の気象センサー設置を直接支援できるよう技術移転をおこなったほか、グループ2によるデータベーススキーマを改変し、より可用性の高いデータとして格納できるような工夫を施した。さらに、プロジェクト完成に向け、グループ1とのデータ連携を行った。

既存の通信網が使用できず、グループ3による通信システムが展開される前の段階であっても、被災地では常に情報発信・共有への要求は高い状態となる。グループ4では、スマートフォンのアドホック通信機能を活用した情報共有プラットフォームを開発した。本プラットフォームはアプリケーション開発が柔軟に行えるようなAPIとして実装されており、グループ4ではそのアプリケーション例として被災者情報の登録・共有システムや救援物資の需給マッチングシステムを実装した。本APIは、スマートフォンの残存電源を考慮した通信方向の制御や冗長データの持ち合いを防ぐためのブルームフィルタの活用などもその機能として実装されている。これにより、発災直後から小規模ながらローカルな情報共有が可能となり、インフラとなる通信システムが確立されるまでの一時的な手段として活用が期待できる。

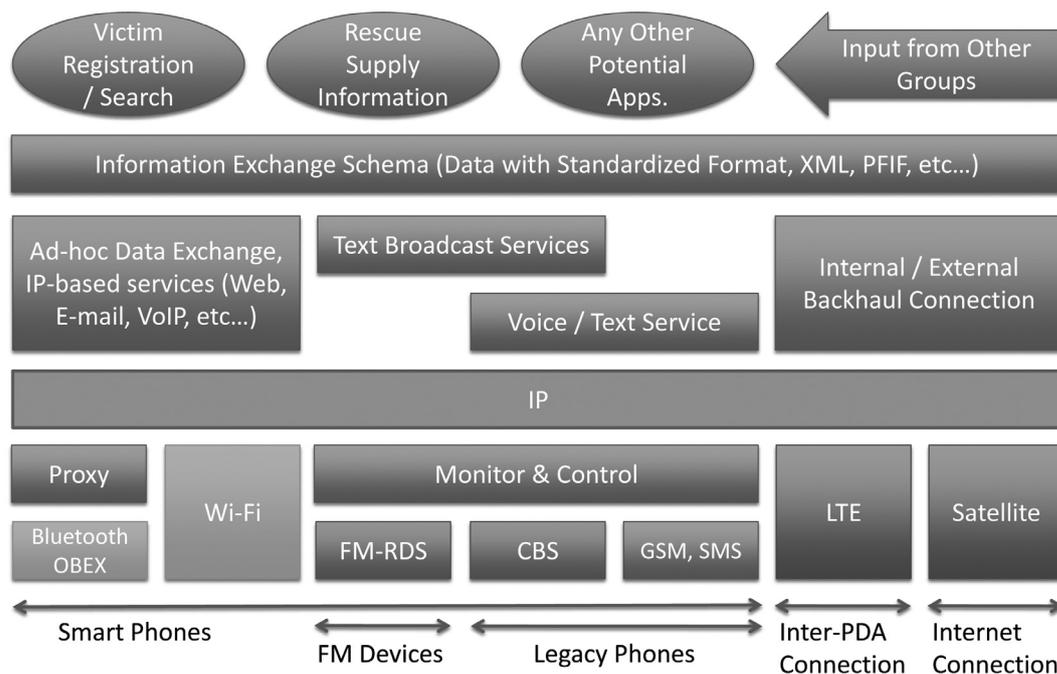


図2.8 情報システムの基本設計

各グループから取得したセンサーデータ及びその加工データを本グループで構築したクラウドコンピューティング環境上でポータルサイトとして統合管理する仕組みを構築した。またその上で統合管理画面による災害現況の表示、災害時通信システムの制御、一般利用者への情報公開、病院等災害対策施設の情報管理等のアプリケーションを開発し本研究プロジェクトを通じて取得可能となった各種情報の管理を一括で行う仕組みとした。このポータル機能は地方自治体の災害対策本部等における災害情報管理に使用されることを想定した。本ポータルサイトは公開・運用(<http://218.248.6.144/DisanetPortal/Portal>)されている(図2.9)。

報交換が有効に行われることで真価を発揮する。本プロジェクトの実現にあたってはインド側参加機関が多数にわたりそれぞれの組織上の制約等もありその調整に多くの労力を要したが、そのプロセスを経ることによって研究者間の相互理解や信頼はより強固なものとなり結果として密な連携が可能となった。またこのプロセスによって新設されたIIT Hyderabadとインド国内の関係研究機関との連携が深まり同大学の設立支援という当初の目的の達成にも繋がったと考えられる。

本プロジェクトの実現と実施にあたりJST及びJICAの関係者各位の多大なるご助力があったことに感謝する。

第3章 結び

今後、観測・運用データの蓄積をすすめ、インド側の各研究機関が連携を継続することで、さらなる展開が期待できる。インドは、各種情報の扱いが日本のようにオープンではないため、特に地震関連のデータなどの扱いには注意を要する。DISANETで開発された成果は、各グループ単独でも防災・減災に有効なものであるが、相互の情

第4章 成果発表

[1] Hajime Tazaki, Rodney Van Meter, Ryuji Wakikawa, Thirapon Wongsardsakul, Kanchana Kanchanasut, Marcelo Dias de Amorim, Jun Murai, "MANEMO Routing in Practice: Protocol Selection, Expected Performance, and Experimental Evaluation", IEICE Transactions on Communications, 93(8):2004-

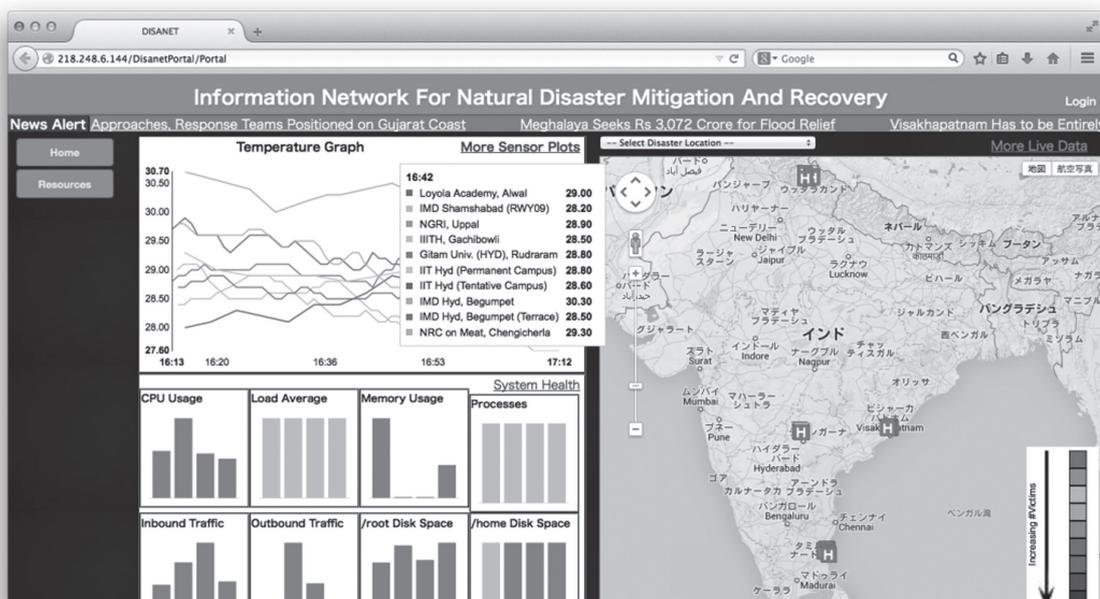


図2.9 ポータル機能画面の実装結果

- 2011, August 2010.
- [2] Hideya Ochiai, Hiroki Ishizuka, Yuya Kawakami and Hiroshi Esaki, "A DTN-Based Sensor Data Gathering for Agricultural Applications", IEEE SENSORS Journal, Vol.11, No.11, pp.2861-2868, November, 2011.
- [3] Hajime Tazaki, Rodney Van Meter, Ryuji Wakikawa, Keisuke Uehara, Jun Murai, "NAT-MANEMO: Route Optimization for Unlimited Network Extensibility in MANEMO", Journal of Information Processing, Vol. 19 (2011), pp.118-128, 2011.
- [4] Kotaro Kataoka, Keisuke Uehara, Masafumi Oe, Jun Murai, "Design and Deployment of Post-Disaster Recovery Internet in 2011 Tohoku Earthquake", Special Section: Future Internet Technologies against Present Crises, IEICE, Vol.E95-B, No.7, pp.2200-2209, 2012.
- [5] Fauzie, M.D., Thamrin, A. H., Van Meter, R., Murai, J., "Assessing the Dynamics of Bittorrent Swarms Topologies Using the Peer Exchange Protocol", IEICE TRANSACTIONS on Communications, Vol. E95-B(5), pp.1566-1574, 2012.
- [6] 廣井慧, 横山仁, 中谷剛, 瀬戸芳一, 安藤晴夫, 三隅良平, 妙中雄三, 中山雅哉, 砂原秀樹, "短時間強雨等の局地的極端現象に対する高校生の防災意識向上に向けた気象センサネットワークの活用", 情報処理学会論文誌コンシューマデバイス&システム, Vol.3, No.1, pp.10?20, 2013.
- [7] Hideya Ochiai, Hiroyuki Inoue, Yuuichi Teranishi, Hiroshi Esaki, "Lightweight IEEE1888 Protocol Stack for Embedded Systems", IPSJ Journal, Vol.54, No.7, pp.1849-1860, 2013.
- [8] Hideya Ochiai, Yusuke Doi, Hiroshi Esaki, "CA-EXI: Context-Aware Efficient XML Interchange for IEEE1888 Message Compression", IEICE Transactions on Communications, Vol.J96-B, No. 10, pp.1104-1113, 2013.
- [9] 廣井慧, 妙中雄三, 横山仁, 中谷剛, 瀬戸芳一, 安藤晴夫, 三隅良平, 中山雅哉, 砂原秀樹, "気象観測網を活用した水害向け危険指標生成モデルの提案とその評価", 電子情報通信学会論文誌Bヒト・モノ・データをつなげるインターネットアーキテクチャ論文特集, Vol.J96- B, No.10, pp.1198-1205, 2013.
- [10] 片岡広太郎, 武田圭史, 村井純, "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(DISANETプロジェクト)", 特集-科学技術外交ー動き出した海外プロジェクトIIー, 環境科学会誌, Vol.24, No.6, pp.612-618, 2011. (解説)
- [11] 落合秀也, "IEEE 1888対応スマート・タップの設計", デジタルデザインテクノロジー誌, CQ出版社, vol.12, pp.116-127, 2012年.
- [12] 落合秀也, 井上博之, "ネットワーク温度&照度計 後編 Ethernetシールド付きArduinoにアップロードのためのライブラリを搭載", トランジスタ技術, CQ出版社, vol.49, no.2, pp.189-195, 2012年2月.
- [13] Hideya Ochiai, Hiroki Ishizuka, Yuya Kawakami, Hiroshi Esaki, "A Field Experience on DTN-Based Sensor Data Gathering in Agricultural Scenarios", IEEE Senosors, November 2010.
- [14] 武田圭史, 村井純, "災害対策用クラウドコンピューティング環境構築における情報セキュリティの検討", コンピュータセキュリティシンポジウム2010, 2010.
- [15] Hideya Ochiai, Masahiro Ishiyama, Tsuyoshi Momode, Noriaki Fujiwara, Kosuke Ito, Hirohito Inagakim Akira Nakagawa, Hiroshi Esaki, "FIAP: Facility Information Access Protocol for Data-Centric Building Automation Systems", Workshop on Machine-to-Machine Communications and Networking (M2MCN) 2011, IEEE INFOCOM2011, Shanghai, April 2011.
- [16] Hiroshi Esaki, Hideya Ochiai, "'GUTP and IEEE1888 for Smart Facility Systems using Internet Architecture Framework", 1st IEEE Workshop on Holistic Building Intelligence through Sensing Systems (HOBSENSE), cooperating with IEEE DCOSS, Barcelona, Spain, June 2011.
- [17] Hideya Ochiai, Masaya Nakayama, Hiroshi Esaki, "Hop-by-Hop Reliable, Parallel Message Propagation for Intermittently-Connected Mesh Networks", IEEE Internatoinal Symposium on a World of Wireless Mobile Multimedia Networks

- (WoWMoM) 2011, Lucca, Italy, June 2011.
- [18] Hideya Ochiai, Kenji Matsuo, Satoshi Matsuura, Hiroshi Esaki, "A Case Study of UTMesh: Design and Impact of Real World Experiments with Wi-Fi and Bluetooth Devices", IEEE SAINT, EUCASS workshop, July 2011.
- [19] Hideya Ochiai, Masaya Nakayama, Hiroshi Esaki, "Hop-by-Hop Reliable, Parallel Message Propagation for Intermittently-Connected Mesh Networks", IEEE WoWMoM, June 2011.
- [20] 山内正人, 松浦知史, 石芳正, 寺西裕一, 砂原秀樹, "広域センサネットワーク統合環境におけるデータの障害検知システム", 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(DICOMO2011), 2011, pp. 1658-1663.
- [21] 上野幸杜, 堀場勝広, 片岡広太郎, "ソフトウェアLISPルータの設計と実装", Work in Progress, Proceedings of Internet Conference 2011, pp.125-126, 2011.
- [22] D. Jalihal, R. D. Koilpillai, P. Khawas, S. Sampooram, S. H. Nagarajan, K. Takeda, K. Kataoka, "A Rapidly Deployable Disaster Communications System for Developing Countries", IEEE ICC2012 Workshop on Re-think ICT infrastructure designs and operations(RIDO), pp.7907-7911, 2012.
- [23] 落合, 井上, 寺西, 江崎, "センサ・アクチュエータ接続対応インターネット通信ゲートウェイの設計と試作", 電子情報通信学会, インターネット・アーキテクチャ研究会, IEICE-IA2011-94, 2012年3月.
- [24] Romain Fontugne, Jorge Ortiz, David Culler, Hiroshi Esaki, "Empirical Mode Decomposition for Intrinsic-Relationship Extraction in Large Sensor", First International Workshop on Internet of Things Applications (IoT-App), IEEE/ACM CPS Week 2012 BEIJING, April 2012.
- [25] Hiroshi Esaki, "Live E! Project: Establishment of Infrastructure Sharing Environmental Information", AOGS-AGU(WPGM) Joint Assembly, IWG18, Singapore, August 2012.
- [26] 廣井慧, 妙中雄三, 松井加奈絵, 落合秀也, 横山仁, 砂原秀樹, "河川洪水の危険指標生成モデルの提案", 電子情報通信学会 IA研究会, Vol.20, No.22, pp.174, 2013.
- [27] 廣井慧, 妙中雄三, 砂原秀樹, "水害発生時における災害情報の到達率向上を目的とした情報共通インタフェースの提案", 情報処理学会 IOT研究会, Vol.61, No.4, pp.176, 2013.
- [28] 廣井慧, 横山仁, 妙中雄三, 中山雅哉, 砂原秀樹, "気象センサネットワークを活用した災害情報提供による高校生への防災教育", マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2013)シンポジウム, pp.996-1001, 2013.
- [29] Kei Hiroi, Hitoshi Yokoyama, Hideki Sunahara, Yoshiki Yamagata, "Spatial Flooding Hazard Indices using Sensor Networks", IGU Kyoto Regional Conference Kyoto, Japan, 2013.
- [30] 廣井慧, 井上朋哉, 仲倉利浩, 妙中雄三, 加藤朗, 砂原秀樹, "Webカメラを活用した浸水観測ネットワークFloodEyeの構築と評価", インターネットコンファレンス2013, 2013.
- [31] Kei Hiroi, Yoshihito Seto, Futoshi Matsumoto, Yuza Taenaka, Hideya Ochiai, Haruo Ando, Hitoshi Yokoyama, Masaya Nakayama, Hideki Sunahara, "Accurate and Early Detection of Localized Heavy Rain by Integrating Multivendor Sensors in Various Installation Environments", IEEE Sensors 2013 Conference, Baltimore, Maryland, USA, 2013.
- [32] Hideya Ochiai, Masato Yamanouchi, Y. K. Reddy, Hiroshi Esaki, "City-Scale Weather Monitoring with Campus Networks for Disaster Management: Case Study in Hyderabad", IEEE TIME-E Symposium, Indonesia, August, 2014.