

地球規模課題対応国際科学技術協力 (SATREPS)
分野・領域「防災分野・開発途上国のニーズを踏まえた防災に関する研究」

課題・案件名「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」
(相手国:インド)

終了報告書

期間 平成21年6月～平成27年3月

代表者氏名:村井純
(慶應義塾大学・教授)

§ 1 プロジェクト実施の概要

地震・洪水・大雨・強風などといった自然現象に起因する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。

本研究の相手国となるインドにおいては、2001年のインド西部地震(死者2万人以上)、2005年のカシミール地震(死者パキスタン側を含め9万人以上)、例年発生するモンスーンによる豪雨と洪水(死者数百名～数千名、家屋倒壊等数千万人)のように自然災害発生時の被害の規模が非常に大きくなることが特徴である。同国では電力、道路、上下水道などの基本的な生活インフラが整っておらず、現在も発展段階である。このため一旦自然災害によってこのような未整備の段階のインフラに影響が及んだ場合などは、復旧の物資が到達しにくく、生活の復旧に見通しがたちにくくなることもあり、大きな混乱に陥りやすい。

本研究では、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継続的に気象状況や建物の振動状況等のデータを取得し、正確で精度の高い情報把握を実現する。また、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というものであり、相手国のニーズとも合致するものである。

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月の日印共同声明においても、あらためて当該協力関係の重要性と実現に向けた決意が確認されおり相手国からの期待も大きい。特に本研究を共同で実施することによって、日本側が持つ防災における情報技術の活用ノウハウやそれに伴う最先端の基盤構築の技術を相手国に提供でき国際協力という観点からも効果が大きいと考えられる。

防災の観点からは、我が国は大規模な地震や津波、洪水などの災害を多く経験しており、また他の国に比べインターネットや携帯電話などの情報基盤は早い時期より整備されていたため、災害時における情報技術の活用については比較的意識が高く、一定の経験を有する。このことは、プロジェクト期間中に発生した東北地方太平洋沖地震の際に改めて認識された。これに対して相手国であるインドは現在情報技術を中心に産業基盤が急速に拡大しているものの、広大な国土と膨大な人口を抱え、上下水道や電力、物流などの生活インフラは十分に確立されているとは言い難い。インドはモンスーンの影響を受け、豪雨や洪水、またこれまでに幾度も地震による災害が発生しており今後も大規模な自然災害が発生する可能性は低くないと予想される。我が国が保有する問題意識についてインドをフィールドとして実証することで、今後地球規模に展開可能な普遍的な災害対策技術を確立することが可能となる。

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：

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

本研究プロジェクトは新設されたインド工科大学ハイデラバード校(IIT Hyderabad)の設立を支援するという意義もあわせ持ち、同校を中心として他大学や国立研究所等を含めたインド側の研究チームが構成された。設立後間もない大学との共同研究ということもあり当初体制の構築や物品の調達等の手続きに時間を要したが、様々な障害を共に乗り越える経験を通じて日米の研究者間に連帯感が生まれ徐々にスムーズな研究が可能となった。

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。

開発したセンサーネットワークは現地の研究機関によって活用され、その観測結果に基づいて多くの研究成果が生まれた。またこれらセンサーの情報を伝送するために利用可能な平常時、非常時の通信手段を構築、これら情報を統合し一括で管理、表示するためのポータルシステムを実現した。

最終的にはほぼ当初の計画通りに機材の展開を完了し、JCC や研究ミーティングでの議論を経て、各グループにおいて策定した研究項目の実施、グループ間連携に向けた取り組みの加速、インド側によるイニシアチブを重視した連携を進めることができた。本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できる。

§ 2. プロジェクト構想(および構想計画に対する達成状況)

(1) 当初のプロジェクト構想

本研究の目的は、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である。

本研究では防災における情報技術の活用について次の4つの研究項目に、4つの研究グループが取り組んだ：

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

また、本研究で提案する防災情報システムには日頃から活用可能な実用性を持たせ、広く普及を目指した。

各研究項目の達成目標は以下のとおり。

研究項目1 地震災害の軽減

インドを例として発展途上国のインフラが十分に整備されず、高温多湿などセンサー機器や通信機器にあまり適さない環境においても、十分な精度を持つセンサーモジュール、通信モジュールを実装し展開可能であることを確認すること。

研究項目2 気象観測基盤の構築

気象災害の観測についてインド国内において安価に展開することが可能なセンサーネットワークのプロトタイプが開発されていること。

研究項目3 持続可能な通信基盤の構築

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が運用可能となること。

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

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が提供されること。

(2) 新たに追加・修正など変更したプロジェクト構想

グループ1(地震災害の軽減)には採択後に東大地震研グループが加わり、インドにおいて強震動・GPS・建物センサーの観測ネットワークを構築することにより、地震ハザードおよび地震リスクの把握を進めるというプロジェクト構想に修正された。また、強震動の観測に用いる地震計は、当初は一般的な加速度型の強震計が計画されていたが、仕様を詳細に検討し直した結果、速度型の強震計を導入することになった。これは強震観測に十分な性能を持ちながら、広帯域地震計に準じた能力を持ち、加速度型に比べてはるかに多くの地震記録がプロジ

ェクト期間中に得られた。さらには、データの活用を目指して、当初計画にはなかった強震観測のオンライン化を進めた。

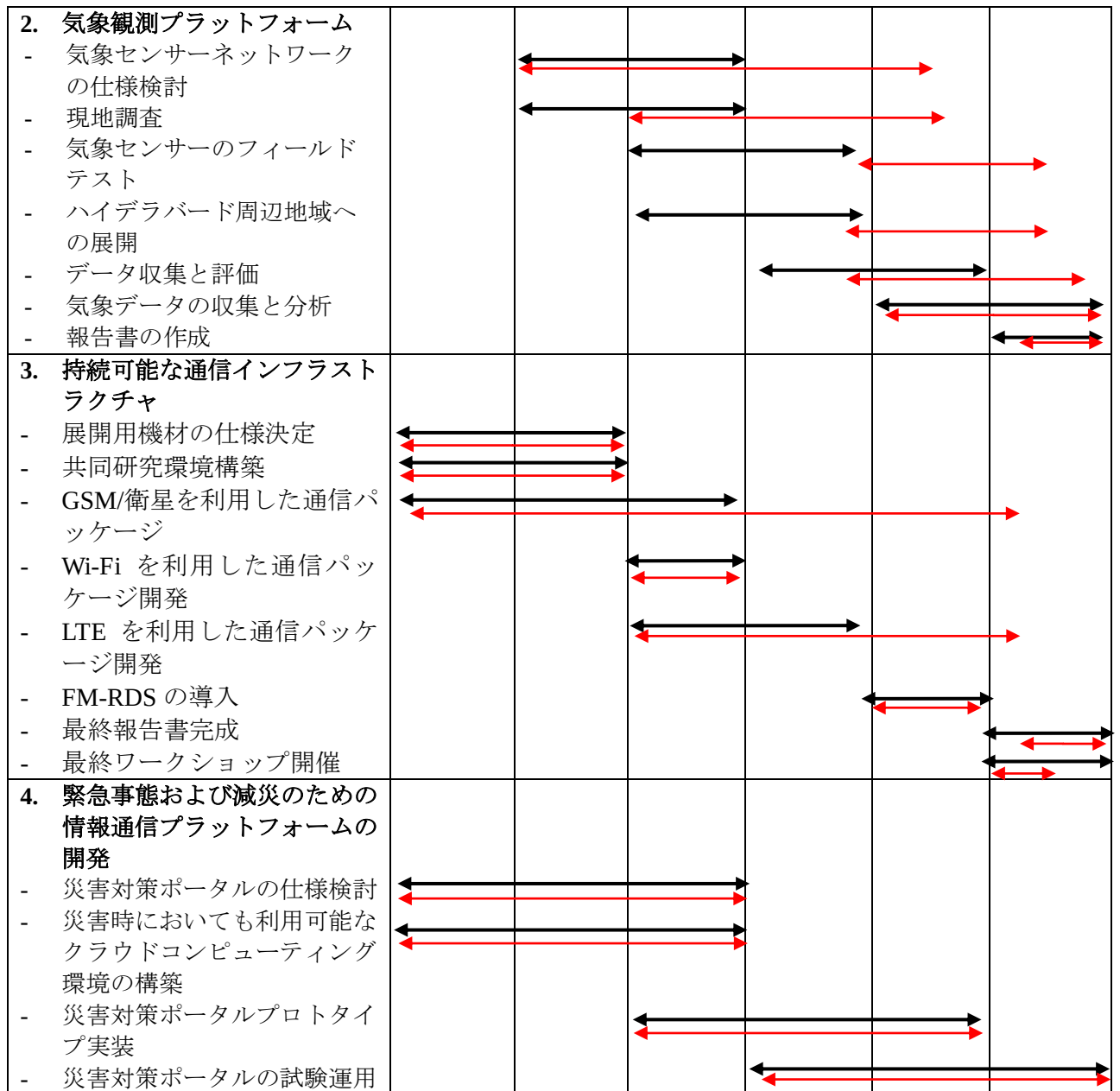
グループ 2(気象観測プラットフォーム)では、IITH への Sensor Material Development Laboratory の設置がプロジェクトに加わった。本プロジェクトで使用するようなセンサーネットワークに使用できる安価なセンサーを将来開発するための素子の基礎研究を進めるとともに、インド工科大学(IIT)設立に関する協力の一環としての側面も持つ。

グループ 3(持続可能な通信インフラストラクチャ)では、被災者向けの情報共有手段として当初はワンセグなどのデジタル放送を想定していた。しかし、インド国内の実情と将来見通しから、FM-RDS に着目して研究開発を行った。隣接する被災地間を接続する広域無線通信システムとして WiMAX を利用した通信パッケージを開発することを想定していたが、将来の技術的な普及や発展等の見通しを考慮し LTE を利用したものの開発に変更した。

(3) 活動実施スケジュール (実績)

(Plan of Operation に実績のバーチャートを線引きしたもの)

項目	H21年度 (10ヶ月)	H22年度	H23年度	H24年度	H25年度	H26年度 (12ヶ月)
1. 地震災害の軽減						
- Seismic Hazard Assessment through Sensor Networks and Vulnerability Studies (強震動)	←→	←→	←→	←→	←→	←→
- 強震計の調達		←→	←→	←→		
- 現地観測点調査・選定		←→	←→	←→		
- 強震計の設置		←→	←→	←→		
- 強震計の連続観測・保守		←→	←→	←→	←→	←→
- データ収集・処理・解析			←→	←→	←→	←→
- 震源マップの作成・改訂			←→	←→	←→	←→
- 地動PGA等の推定			←→	←→	←→	←→
- 数学的モデル化				←→	←→	←→
- 地震危険度評価					←→	←→
- 最終報告書作成						←→
(GPS)						
- 衛星データ、GPS機材の調達		←→	←→	←→		
- システム開発、観測点の選定		←→	←→	←→		
- 現地調査 (活断層トレンチ調査、GPS観測解析など)、データ解析	←→	←→	←→	←→	←→	←→
- 活断層地図の作成、GPSデータと地質データの比較検討、最終報告書作成						←→
(建物センサー)						
- 装置開発・試験観測		←→	←→	←→		
- データ処理システム開発		←→	←→	←→		
- 現地調査・観測装置の設置			←→	←→	←→	←→
- 観測期間、データ解析			←→	←→	←→	←→
- 改良・増設				←→	←→	←→
- 最終報告書作成						←→



§3 プロジェクト実施体制

(1) グループ1

① 研究参加者

【日本側】

グループリーダー	氏名	所属	役職	参加期間
研究統括	村井 純	慶應義塾大学 環境情報学部	教授	2009/6-2015/3
○	額田 一起	東京大学 地震研究所	教授	2009/6-2015/3
	横井俊明	建築研究所 国際地震工学センター	センター長	2013/4-2015/3
	木村素子	東京大学 地震研究所	技術補佐員	2013/4-2015/3
	古村孝志	東京大学 情報学環／地震研究所	教授	2009/6-2015/3
	大木聖子	東京大学 地震研究所 (2013/4 より慶應義塾大学 環境情報学部)	助教 (2013/4 より准教授)	2009/6-2015/3
	増田 徹	東京大学 地震研究所	特任研究員	2012/4-2015/3
	小林広明	東京大学 地震研究所	D1	2014/4-2015/3
	郭雨佳	東京大学 地震研究所	D1	2014/4-2015/3
	道面 和久	東京大学 大学院理学系研究科	M1	2013/11-2015/3
	加藤照之	東京大学 地震研究所	教授	2009/6-2015/3
	奥村晃史	広島大学大学院文学研究科	教授	2010/6-2015/3
	下村 仁美	広島大学大学院文学研究科	D4	2011/4-2015/3
	鷹野澄	東京大学 情報学環／地震研究所	教授	2009/6-2015/3
	伊藤 貴盛	東京大学 情報学環 (2014/4 より慶應義塾大学 大学院政策・メディア研究科)	特任研究員 (2012/4 より特任助教)	2010/10-2015/3
	安達 智之	慶應義塾大学 環境情報学部	B4	2014/7-2015/3
	大原美保	東京大学 情報学環／地震研究所	准教授	2009/6-2014/3
	林 貢平	広島大学大学院文学研究科	M3	2011/4-2014/3

	Ricardo Filipe Custodio Batista	広島大学大学院文学研究科	M2	2011/4-2012/3
	立道 智大	広島大学大学院文学研究科	M2	2011/4-2012/3

【相手国側】

グループリーダー	氏名	所属	役職	参加期間
Project Director	U. B. Desai	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Director	2009/8-2015/3
Director	U.V. Varadaraju	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Dean R&D, Professor & Head of the Department	2009/8-2011/9
○	Rajender Kumar Chadha	National Geophysical Research Institute, the Council of Scientific & Industrial Research, Hyderabad (CSIR-NGRI)	FNASc., Scientist G & Head, Seismology	2009/8-2015/3
	Nemalikanti Purnchandra Rao	National Geophysical Research Institute, the Council of Scientific & Industrial Research, Hyderabad (CSIR-NGRI)	Scientist	2009/8-2012/12
	Srinagesh Davuluri	National Geophysical Research Institute, the Council of Scientific & Industrial Research, Hyderabad (CSIR-NGRI)	Chief Scientist	2009/8-2015/3
	Srinivas Dakuri	National Geophysical Research Institute, the Council of Scientific & Industrial Research, Hyderabad (CSIR-NGRI)	Technical Assistant, Seismology Group	2011/8-2015/3
	Javed Husain Nurmohmed Malik	Indian Institute of Technology, Kanpur (IITK)	Associate Professor	2009/8-2015/3
	Onkar Dikshit	Indian Institute of Technology, Kanpur (IITK)	Dean of Infrastructure & Planning, Professor	2009/8-2015/3
	Pradeep Kumar Ramancharla	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Professor, Head of the Center	2009/8-2015/3
	Raju Sangem	Indian Institute of Technology, Hyderabad	Project Manager in	2012/8-2015/3

		(IITH)	Earthquake Engineering Research Centre	
	Narender Bodige	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Student	2012/8-2013/12
	Hima Chandan Dasari	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Student	2012/8-2015/3
	Velani Pulkit	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Student	2013/10-2015/3
	Sumanta Pasari	Indian Institute of Technology, Kanpur (IITK)	Project Scientist	2014/1-2015/3
	Santiswarup Sahoo	Indian Institute of Technology, Kanpur (IITK)	Project Scientist	2014/1-2015/3
	Dilip Kumar Ghosh	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Coordinator	2011/9-2015/3
	Asmita Mohanty	Indian Institute of Technology, Kanpur (IITK)	Student	2014/7-2015/3

② 研究項目

地震災害の軽減

(2) グループ2

① 研究参加者

【日本側】

グループリーダー	氏名	所属	役職	参加期間
研究統括	村井 純	慶應義塾大学 環境情報学部	教授	2009/6-2015/3
	砂原 秀樹	慶應義塾大学 大学院メディアデザイン研究科	教授	2009/6-2015/3
	武田 圭史	慶應義塾大学 環境情報学部	教授	2009/6-2015/3
	山内 正人	慶應義塾大学 大学院メディアデザイン研究科	特任助教	2009/6-2015/3
	秋山寛子	慶應義塾大学 大学院メディアデザイン研究科	D2	2012/9-2015/3
	今木 彩翔	慶應義塾大学 大学院メディアデザイン研究科	M1	2013/8-2015/3
	野尻 梢	慶應義塾大学 大学院メディアデザイン研究科	M2	2014/12-2015/3
	江崎 浩	東京大学 大学院情報理工学	教授	2009/6-2015/3

		系研究科		
	落合 秀也	東京大学 大学院情報理工学系研究科 電子情報学専攻	講師	2009/6-2015/3
	浅見 徹	東京大学 大学院情報理工学系研究科	教授	2009/6-2015/3
	森川 博之	東京大学 先端科学技術研究センター	教授	2009/6-2015/3
	土本 康生	東京大学 大学院情報理工学系研究科	講師	2009/6-2015/3
	川原 圭博	東京大学 大学院情報理工学系研究科	准教授	2009/6-2015/3
	田中 秀和	大阪大学 産業科学研究所 産業科学ナノテクノロジーセンター	教授	2013/6-2015/3
	藤原 宏平	大阪大学 産業科学研究所 産業科学ナノテクノロジーセンター	助教	2014/5-2015/3
	松浦 知史	東京工業大学 学術国際情報センター 情報支援部門	准教授	2009/11-2015/3
	池上 洋行	東京大学 大学院情報理工学系研究科 創造情報学専攻	M2	2013/9-2015/3
	大筒 裕之	東京大学 大学院情報理工学系研究科 電子情報学専攻	M2	2014/6-2014/12
	松井 加奈絵	慶應義塾大学 大学院メディアデザイン研究科	D3	2010/12-2014/3
	廣井 慧	慶應義塾大学 大学院メディアデザイン研究科	D3	2010/8-2014/3
	羅 ハユン	慶應義塾大学 大学院メディアデザイン研究科	M2	2011/12-2013/3
	須田 真実	慶應義塾大学 大学院メディアデザイン研究科	M2	2011/12-2013/3
	石橋 尚武	東京大学 大学院情報理工学系研究科	M2	2010/8-2011/3
	石田 渉	東京大学工学部	B4	2011/1-2011/3
	大津 恭平	東京大学工学部	B4	2011/1-2011/3

【相手国側】

グループリーダー	氏名	所属	役職	参加期間
Project Director	U. B. Desai	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Director	2009/8-2015/3
○	U. V. Varadaraju	Indian Institute of Technology, Madras (IITM)	Professor & Head of the Department of Chemistry	2009/8-2015/3
	Shri S Krishnaiah	India Meteorological Department (IMD), Pune	DDGM (Surface Instrument)	2010/8-2014/7

	M. Satya Kumar	India Meteorological Department (IMD), Hyderabad (Retired)	Director, Meteorological Centre	2010/1-2014/7
	G. Sudhakar Rao	India Meteorological Department (IMD), Hyderabad (Retired)	Director, Meteorological Centre	2011/8-2014/7
	Y. K. Reddy	India Meteorological Department (IMD), Hyderabad	Director, Meteorological Centre	2010/1-2015/3
	Ramadurai Ranjith	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Assistant Professor	2011/8-2015/3
	Swapnil Ghodke	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Student	2012/11-2013/12
	Dilip Kumar Ghosh	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Coordinator	2011/9-2015/3
	Mohandas Moolayil Sajmohan	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Student	2013/1-2015/3
	R. R. Mali	India Meteorological Department (IMD), Pune	Scientist-E / Director (Instruments)	2014/7-2015/3
	Manish Ranalkar	India Meteorological Department (IMD), Pune	Scientist-D	2014/7-2015/3
	K. Seetharam	India Meteorological Department (IMD), Hyderabad	Scientist-E	2014/7-2015/3

② 研究項目

気象観測プラットフォーム

(3) グループ3

① 研究参加者

【日本側】

グループ リーダー	氏名	所属	役職	参加期間
○	村井 純	慶應義塾大学 環境情報学部	教授	2009/6-2015/3
	武田 圭史	慶應義塾大学 環境情報学部	教授	2009/6-2015/3
	中村 修	慶應義塾大学 環境情報学部	教授	2009/6-2015/3
	大木 聖子	慶應義塾大学 環境情報学部	准教授	2013/4-2015/3
	アフマド フスニ タムリ	慶應義塾大学 大学院政策・メディア研究科	特任講師	2009/6-2015/3

	ン			
	片岡 広太郎	慶應義塾大学 SFC 研究所	上席所員(訪問)	2010/4-2015/3
	伊藤 貴盛	慶應義塾大学 大学院政策・メディア研究科	特任助教	2012/4-2015/3
	松谷 健史	慶應義塾大学 大学院政策・メディア研究科	後期博士課程学生	2014/10-2015/3
	Mohamad Dikshie Fauzie	慶應義塾大学 大学院政策・メディア研究科	後期博士課程学生	2011/4-2014/9
	田崎 創	慶應義塾大学 大学院政策・メディア研究科	後期博士課程学生	2009/6-2011/3

【相手国側】

グループリーダー	氏名	所属	役職	参加期間
Project Director	U. B. Desai	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Director	2009/8-2015/3
Director	U. V. Varadaraju	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Dean R&D, Professor & Head of the Department	2009/8-2011/9
○	R. D. Koilpillai	Indian Institute of Technology, Madras (IITM)	Dean Planning, Professor, Department of Electrical Engineering	2009/8-2015/3
	Pandu Rangan Chandrasekaran	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Professor & Head of the Department	2009/8-2011/3
	P. Rajalakshmi	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Assistant Professor	2009/8-2011/3
	Devendra Jalihal	Indian Institute of Technology, Madras (IITM)	Professor	2009/8-2015/3
	Bhaskar Ramamurthi	Indian Institute of Technology, Madras (IITM)	Professor	2009/8-2015/3
	GiridharK	Indian Institute of Technology, Madras	Professor	2011/8-2015/3

		(IITM)		
	Krishna Sivalingam	Indian Institute of Technology, Madras (IITM)	Professor	2011/8-2013/12
	Kiran Kuchi	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Assistant Professor	2011/8-2013/12
	Mohd Zafar	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Associate Professor	2011/8-2013/12
	Dilip Kumar Ghosh	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Coordinator	2011/9-2015/3
	Akshay Yashwant Jadhav	Indian Institute of Technology, Madras (IITM)	Student	2014/6-2015/3

② 研究項目

持続可能な通信インフラストラクチャ

(4) グループ4

① 研究参加者

【日本側】

グループリーダー	氏名	所属	役職	参加期間
○	村井 純	慶應義塾大学 環境情報学部	教授	2009/6-2015/3
	武田 圭史	慶應義塾大学 環境情報学部	教授	2009/6-2015/3
	大川 恵子	慶應義塾大学 大学院メディアデザイン研究科	教授	2009/6-2015/3
	中村 修	慶應義塾大学 環境情報学部	教授	2009/6-2015/3
	大木 聖子	慶應義塾大学 環境情報学部	准教授	2013/4-2015/3
	アフマド フスニ タムリン	慶應義塾大学 大学院政策・メディア研究科	特任講師	2009/6-2015/3
	片岡 広太郎	慶應義塾大学 SFC 研究所	上席所員(訪問)	2010/4-2015/3
	伊藤 貴盛	慶應義塾大学 大学院政策・メディア研究科	特任助教	2012/4-2015/3
	松谷 健史	慶應義塾大学 大学院政策・メディア研究科	後期博士課程学生	2014/10-2015/3
	Mohamad Dikshie Fauzie	慶應義塾大学 大学院政策・メディア研究科	後期博士課程学生	2011/4-2014/9

	田崎 創	慶應義塾大学 大学院政策・メディア研究科	後期博士課程学生	2009/6-2011/3

【相手国側】

グループ リーダー	氏名	所属	役職	参加期間
Project Director	U. B. Desai	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Director	2009/8-2015/3
Director	U. V. Varadaraju	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Dean R&D, Professor & Head of the Department	2009/8-2011/9
	Pandu Rangan Chandrasekaran	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Professor & Head of the Department	2009/8-2012/3
	Ravindra Ningappa Guravannavar	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Assistant Professor	2010/8-2011/7
	Bheemarjuna Reddy Tamma	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Assistant Professor	2010/4-2011/3
○	Venkata Panduranga Rao Marella	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Assistant Professor, Department of Computer Science and Engineering, Department of Engineering Science	2011/8-2015/3
	Naveen Sivadasan	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Assistant Professor	2011/8-2015/3
	Subrahmanyam Kalyanasundaram	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Assistant Professor	2012/4-2015/3
	Anubhav Kumar Jain	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Student	2011/8-2014/6
	Guddanti Vijaya Bhaskar	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Student	2011/8-2012/4
	Sriam Karthik Badam	Indian Institute of Technology, Hyderabad	Student	2011/8-2012/6

		(IITH)		
	Malempati Nagarjuna	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Student	2012/4-2012/6
	Ajit Aluri	Btech, IIT, Hyderabad	Student	2011/8-2012/6
	Adepu Ravi Sankar	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Student	2012/4-2013/6
	Vaibhav Garg	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Student	2012/4-2015/3
	Patil Rahul Bhalchandra	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Student	2013/4-2015/3
	Neeraj Kumar	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Student	2013/1-2015/3
	Dilip Kumar Ghosh	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Coordinator	2011/9-2015/3
	Nallapu Sneha	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Student	2012/8-2013/4
	Praveen B. Srinivas	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Student	2012/8-2013/4
	Sameer Wasnik	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Student	2012/8-2013/4
	Saurabh Singh	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Student	2012/8-2013/4
	Lokesh Gupta	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Student	2012/8-2013/4
	Vijay K. Midde	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Student	2012/8-2013/4
	Shaik A. Ahammed	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Student	2013/8-2014/4
	Sumit Chhuttani	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Student	2013/8-2014/4
	Anuj Gangwar	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Student	2013/8-2014/4
	Rohit Jindal	Indian Institute of	Student	2013/8-2014/4

		Technology, Hyderabad (IITH)		
	Kiran K. Manku	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Student	2013/8-2014/4
	Mudit Tanwani	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Student	2013/8-2014/4
	Wupadrasta Sai Kiran	Indian Institute of Technology, Hyderabad (IITH)	Student	2014/8-2015/3

② 研究項目

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

§ 4 プロジェクト実施内容及び成果

4.0 プロジェクト全体

(1) グループを統合した全体の成果

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。

開発したセンサーネットワークは現地の研究機関によって活用され、その観測結果に基づいて多くの研究成果が生まれた。またこれらセンサーの情報を伝送するために利用可能な平常時、非常時の通信手段を構築、これら情報を統合し一括で管理、表示するためのポータルシステムを実現した。

これらの成果については2014年7月にグループ3(持続可能な通信インフラストラクチャ)を主としたデモンストレーションを Chennai で実施し、現地メディアのみならず、現地の地方自治体の防災担当や政府の防災関連部署担当者、自治体の警察、鉄道会社の防災担当者などの視察を受け、導入に向けた協議を開始した。その後、全体のデモンストレーションを Hyderabad において JCC 前日に実施し、プロジェクト全体の取組を現地メディア等を通じて広く対外発信した。

プロジェクト遂行上の課題として特に気象センサーの仕様決定と設置の遅れが中間評価の段階で指摘されたが、その後各グループの活動はともに順調な進捗をとげ、プロジェクト終了後もこれらを有機的に連携させていく道筋をつけている。

本プロジェクトの特徴として、異なる分野の研究者が協力して総合的な災害情報システムの構築を進めていることがあげられる。これにより、防災(災害前の対策や広報活動など)から災害復旧までの一連の流れで活用できるプラットフォームのプロトタイプが開発された。今後参加研究者同士が情報交換を継続するとともに、本プロジェクトを視察して関心を持った政府・自治体の防災担当者の要望を取り入れて開発を進めることにより、インドの国情にあった統合防災情報パッケージとして定着することが期待できる。

(2) 今後期待される効果

本プロジェクトによって導入されたセンサー等の機器については引き続き現地の研究を

担当した組織が継続的に運用し各研究活動に役立てることが決定している。また非常時通信及びセンサーネットワークのポータルシステムについては現地自治体州政府及び警察の防災担当組織が関心を持っており、今後各組織への導入や活用可能性がある。

4.1 地震災害の軽減(グループ1)

(1)研究実施内容及び成果

③ 研究のねらい

本研究項目のねらいは、インドにおいて強震動・GPS・建物センサーの観測ネットワークを構築することにより、地震ハザードおよび地震リスクの把握を進め、その結果としてインドにおける将来の地震災害を軽減することである。

④ 研究実施方法

研究対象を巨大な沖積平野で、地震多発地帯のヒマラヤ地域に隣接するヒンドスタン平野の中央部に設定し、観測項目の強震動・GPS・建物センサーに対応した3サブグループを構成して、それぞれが図1に示す分担で地震ハザードおよび地震リスクの評価を行う。

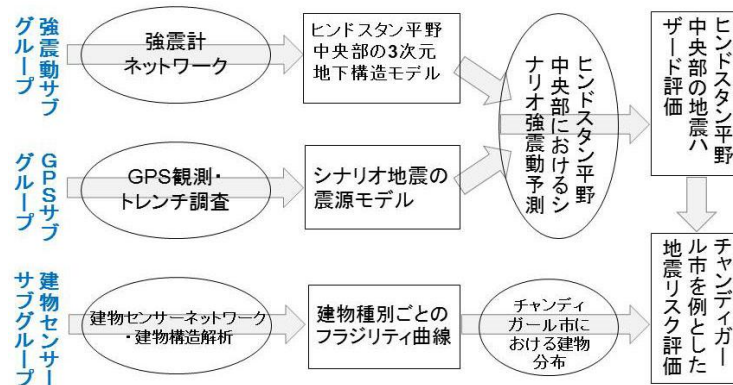


図1. グループ1の研究実施方法

強震動サブグループは研究対象地域のヒンドスタン平野中央部に強震計ネットワークを展開し、そこで得られた地震記録を用いて3次元地下構造モデルを構築する。GPSサブグループは研究対象地域に隣接する地域でGPS観測とトレンチ調査を行い、将来のシナリオ地震の震源モデルを構築する。建物センサーサブグループは研究対象地域の中でもチャンディガール市を対象に建物センサーネットワークを展開するとともに建物の構造解析を実施して、建物種別ごとの fragility 曲線を構築する。構築した地下構造モデルと震源モデルを用いてシナリオ強震動予測を行い、研究対象地域の地震ハザードを評価する。また、チャンディガール市を例として、構築した fragility 曲線、同市の建物分布、ハザード評価結果を総合した地震リスクの評価を行う。

⑤ 研究実施内容と成果

強震動サブグループでは2011年度までに強震計設置地点等の検討を進めるとともに、最適な観測機器の選定も行って広帯域速度型強震計に決定し、その2セットを調達してNGRIで試験観測を行いノイズ等の課題を解決した。2012年度はNGRIに設置した強震計により観測を継続するとともに、2012年10月には研究対象地域に計画されていた26地点全てにおいて強震計の設置を完了した(図2)。インド側研究者に対して観測網の整備と維持、地震動データの収集と解析に関する指導を行った。2013年度には観測点をオンライン化してイベント発生時のデータ収集を迅速化する方針が確認され、回線接続の準備を開始し、2014年度はオンライン化を進めた。また、連続観測記録から地震記録を抽出する手法を開発し、これまでの記録を解析した。

2012年12月7日に日本の東北地方で発生したM7.3の地震、2013年4月16日にイラン・パキスタン国境付近で発生したM7.8の地震、同年9月24日にパキスタンで発生し

た M7.7 の地震等の際には、広帯域速度型強震計であることが十分に生かされ、良好な波形記録が得られるなど、世界中で発生した M7 以上の全ての地震及び M6 以上の多くの地震の記録が得られ、さらに観測網周辺に発生する M5 程度の局地的地震についても良好な記録が得られていることが確認された。これらの地震記録のうち図 2 左に示した中近距離 23 地震のものを用いて、H/V スペクトル解析を行った。また図 2 右に示した遠地 11 地震の記録を用いてレシーバ関数解析を行った。両解析の結果および重力ブーグ異常値の公開データを組み合わせて、図 3 に示した研究対象地域の 3 次元地下構造モデルを構築した。

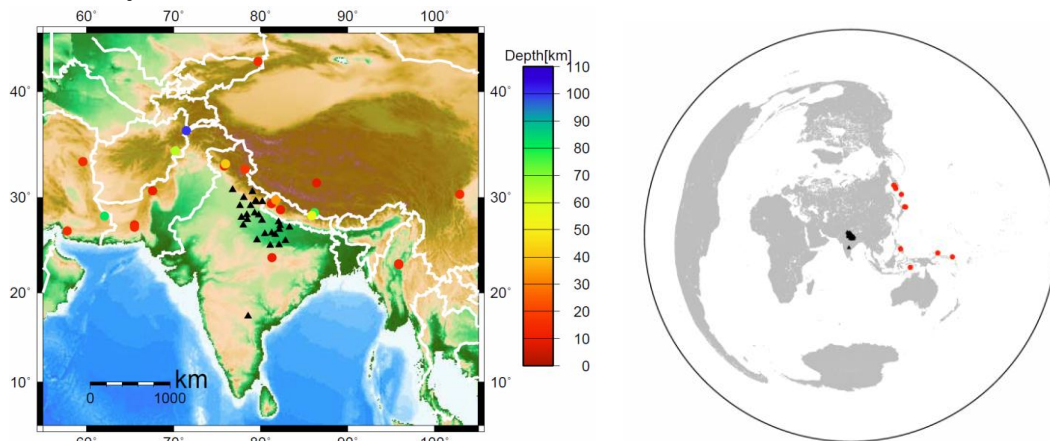


図 2. 強震計ネットワーク(黒三角形)と H/V スペクトル解析に用いた中近距離の地震(左丸印)。右: レシーバ関数解析に用いた遠地地震(右丸印)

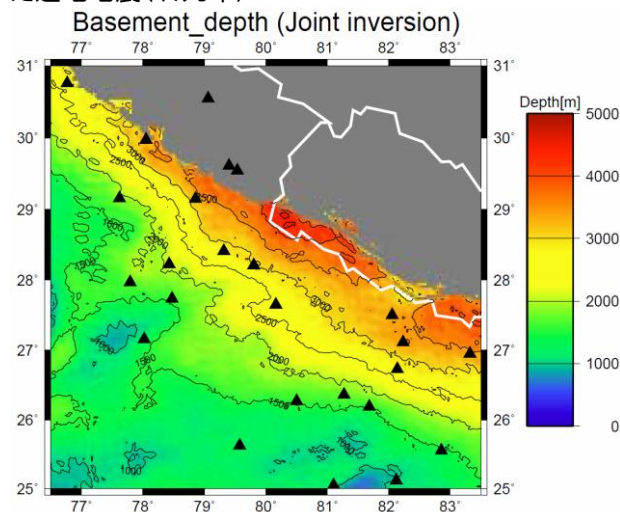


図 3. ヒンドスタン平野中央部に構築された 3 次元地下構造モデルのうち基盤深度分布

GPS サブグループでは、GPS 機材および熱ルミネッセンス年代測定システムの調達及び解析の技術移転を行った。また、地質調査地域の高分解能衛星画像解析によるデジタル標高モデルを作成した。ヒマラヤ前縁の現地調査を実施して、新たな活断層を見いだし活動様式を精査し、カングラ、ハジプール、ラムナガル(図 4 の T1, T2, T3) でトレンチ発掘調査を成功させた。トレンチに現れた最近 1 ~ 2 回の地震の痕跡を詳細に記録するとともに、放射性炭素同位体および熱ルミネッセンス年代測定の試料を採取した。採取された試料を分析して地震発生時期特定に有効な年代値を取得した。GPS 観測に関しては、8 か所の固定観測点を設置し、連続観測を行って、データ解析を進めた。得られた位置座標のばらつきは水平方向で 5mm 程度、上下方向で 15mm 程度と良好な結果を得ている。また、キャンペーン GPS 観測も実施して、これまでに図 4 の各測線を 2 回観測してデータ解析を進め、結果について国際会議等で発表を行った。

カングラ（図4のT1）では、放射性炭素同位体年代測定12点からAD1290-1410年以前、AD1600年～1800年、AD1800年～1940年の3回の地震発生時期が明らかとなり、最も高い頻度を考えた場合、300～350年に一回程度の地震を発生させている。最新の地震はAD1905年カングラ地震（図5の1905）に対応するとみられ、その場合経過年数は110年となる。一方、ラムナガル（図4のT3）における調査からは、AD1505年の歴史記録に対応する地震（図5の1505）と、AD80～240以前の地震の年代が初めて特定された。この2回の地震の再来間隔は1265年以上となる。従って、本プロジェクトではカングラ付近のマグニチュード7.8の地震を将来のシナリオ地震と設定し、震源モデルを構築した（図5の赤四角）。

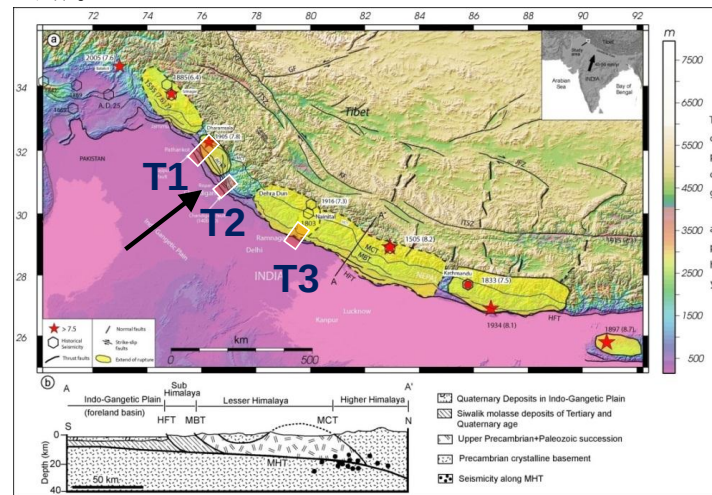


図4. 上:トレンチ調査とキャンペーンGPS観測が行われた3測線。下:代表的な地質断面

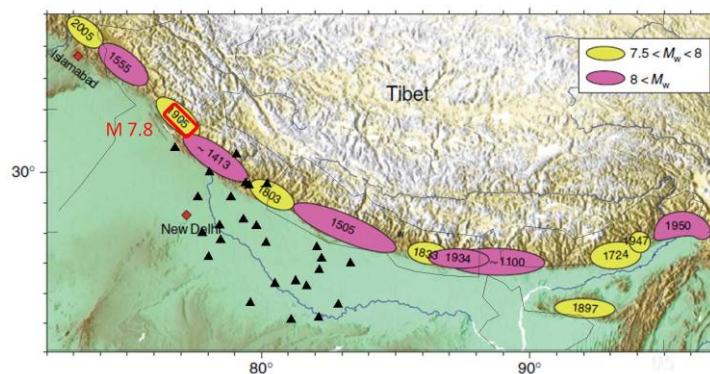


図5. ヒマラヤ地域の歴史地震(楕円)とシナリオ地震の震源モデル(赤四角)

建物センサーサブグループでは、主要な共同研究機関となる IIIT-H のインド側研究者に対して、建物センサーの設置及びインターネットを介したサーバへのデータ収集とデータ管理に関する基本技術の移転を行った。2011 年度までにポータブル微動観測装置を調達し、ハイデラバードの IIIT-H の建物において試験観測を行った。その後、研究対象地域からチャンディガール市を選択し、市内で観測対象となる建物の候補を選定して、現地の関係機関との間で建物センサーの設置にかかる事務的な処理を進めた。2012 年 7 月にはチャンディガール市において、関連する研究者や市の行政職員の参加するワークショップを開催し、建物センサーの設置と観測による建物の安全性の確保の重要性に関して理解を深めた後、2013 年 12 月までに 6 ヶ所の建物に設置を行った（図6）。また、チャンディガール市内の代表的な建物種別に対して3次元フレームモデルによる脆弱性解析を行い、それぞれの種別に対して脆弱性曲線を構築した（図7）。



図 6. 建物センサーアレイが設置されたチャンディガール市内6カ所の建物。

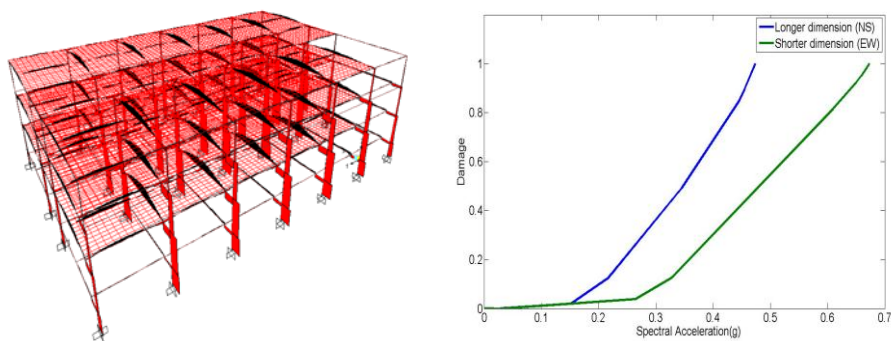


図7. 3次元フレームモデル(左)と fragility 曲線(右)。

グループ全体として、GPS・強震動サブグループの研究成果である、研究対象地域のシナリオ地震の震源モデルと同地域の地下構造モデルを用いてシナリオ強震動予測を行い、同地域の地震ハザードを評価した。この評価の結果と、建物センサーサブグループの研究成果である fragility 曲線などを総合して、チャンディガール市とその郊外を例とした同地域の地震リスクの評価を行った(図8)。

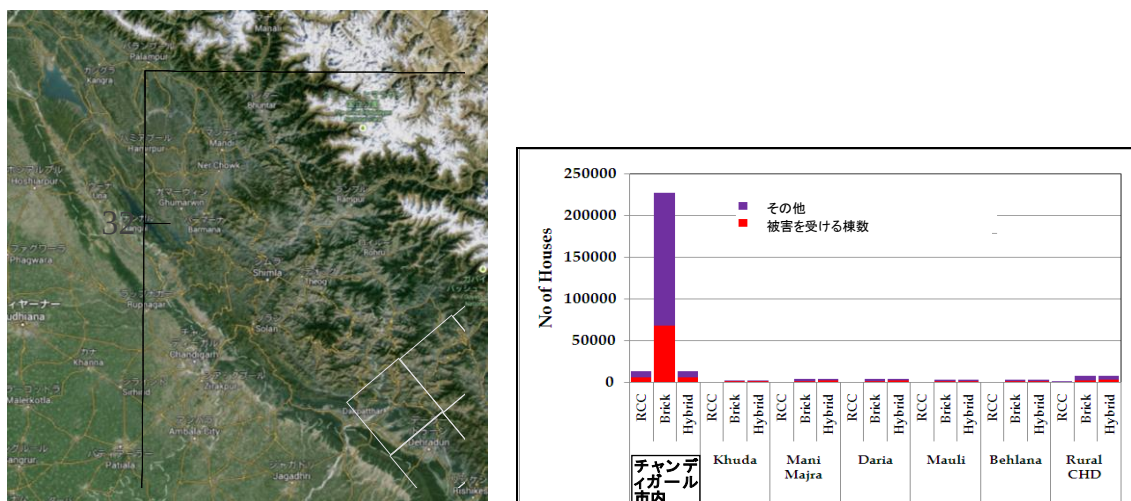


図8. チャンディガール市周辺の強震動予測結果(左)と地震リスク評価結果(右)。

また、グループ3、4と連携して、強震計ネットワークと建物センサーネットワークのデータの収集・分析基盤の構築を行った(図9)。GPS観測とトレンチ調査のデータはオンライン化に馴染まない、グループ4によるデータベース化に貢献する予定である。

このほか、2012年10月にチャンディガール市の行政、学校関係者、一般市民へのアウトリーチ講演会を実施した。2013年7月と2014年1月には学校における防災セミナーや防災訓練、防災マップ作成ワークショップ、野外実習などのアウトリーチ活動を行った。2014年7月28日から8月1日に開催された Asia Oceania Geosciences Society の国際会議において本プロジェクトを中心とした特別セッションを開催し、若手を含めた日本とインドの研究者による5件の口頭発表と6件のポスター発表が行われた。また、プロジェクト参加の若手研究者によりインド工

科大学カンプール校の博士論文、および東京大学大学院の修士論文が執筆された。

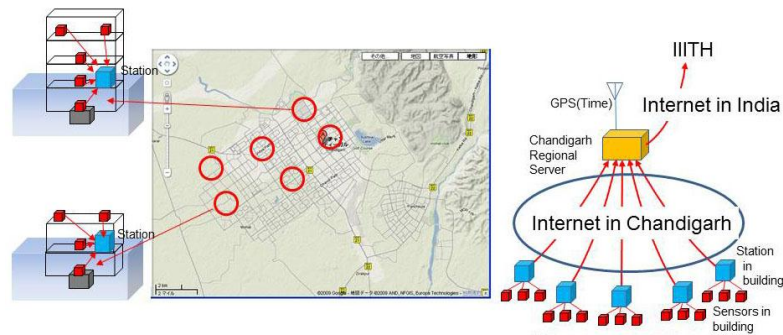


図 9. 建物センサーデータの収集・分析基盤。

⑥ カウンターパートへの技術移転の状況

強震動サブグループでは、インド側の主要共同研究機関である NGRI に対して、研究打ち合わせを通して連携体制を確立するとともに、強震計選定の考え方や調整の方法、観測点選定の根拠となる地震学的及び社会的条件、また、地震動データの収集と解析、研究成果の社会へのアウトリーチ等に関して、技術移転を行った。

GPS サブグループでは、IITK などインド側に対して、GPS 観測に関する技術に移転したほか、断層のモデル化の手法を研修した。活断層調査においては、RTK-GPS およびトータルステーションを用いた地形計測、トレンチ調査による地震履歴解明、年代測定およびイベント年代推定技術の移転を完了することができた。

建物サブグループでは、インド側の主要共同研究機関である IIIT-H に対して、ポータブル微動観測装置による試験観測、建物センサーの設置・観測、インターネットを介したサーバへのデータ収集と管理等の技術の移転を行った。また、チャンディガール市において、関連する研究者や市の行政職員の参加するワークショップを開催し、建物センサーの設置と観測による建物の安全性の確保の重要性に関して理解を深めた。

(2)研究成果の今後期待される効果

強震動サブグループでは、プロジェクト終了後も NGRI が観測網を維持して、観測を継続する予定である。長期間観測を継続して多くのデータを収集することにより、観測網を展開しているヒンドスタン平野からヒマラヤにかけての一層詳細な地下構造や地盤情報が明らかになると期待できる。このデータを利用して、より精度の高い地震ハザードの評価がインド側によって行われることが期待できる。

GPS サブグループでは、プロジェクト終了後も現地機関によって GPS 観測及び活断層調査が引き続き進められる予定である。GPS 観測は長期観測によって地殻変動の推定精度の向上が期待できると共に、他の観測成果等を取り入れることができればヒマラヤ全体の地殻変動の実態が次第に明らかになると期待される。また、活断層調査結果も進められれば、両者が相俟ってヒマラヤ全体における地震発生の長期予測にも役立てられると期待される。これらはいずれも科学的に重要であると同時に、安心・安全なインド社会の実現に向け基礎的な資料を提供できると考えられ波及効果は大きいと考えられる。

建物センサーサブグループでは、プロジェクト終了後も IIIT-H がチャンディガール市での建物観測を継続し、供与した微動計を活用して振動特性の研究を様々な建造物に広げて進める予定であるので、今後、一層精度の高いチャンディガール市の脆弱性評価がインド側により行われることになる。

以上の改良や展開を通して、グループ1の研究成果が今後 IMD(Indian Meteorological Department)の Seismic Zoning Map 事業などへ貢献することが期待される。

4.2 気象観測プラットフォーム(グループ2)

(1)研究実施内容及び成果

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、グループ2研究者が中心に進めているセンサー通信の国際規格である IEEE1888 を、簡易式の気象センサー、WMO 方式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 ヲ所規模に展開することによって、狙いとする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などについて明らかにする。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、国際気象機関(WMO; World Meteorological Organization)は、気象センサーが満足すべき精度と測定条件を定義しているが、観測データの有効性分析の観点で、この基準に合致しないセンサーの利用とその効果を評価することも、本グループの研究項目である。一般に、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。さらに、気象観測プラットフォーム自体の構築のみならず、長期的展望を見据えたセンサーデバイス開発体制の整備も本プロジェクトでの狙いとする。

②研究実施方法

2005 年より 東京大学と慶應義塾大学が核となって活動を行ってきた Live E! 協議会における研究開発活動の成果である広域に密配置された AWS(Automatic Weather Station; 自動気象観測装置)が、インドの環境で動作可能であるかの検証を行うとともに、インドでの、持続的運用を可能にするシステムの設計と運用を、センサー通信に関する国際規格である IEEE1888(Live E!協議会の成果物でもある)をベースに行う。インドは、日本と異なり、高温・多湿であるとともに、多量かつ微小サイズの埃が存在する。そのような環境下で、継続的稼働が可能な要素装置と設置技術を検討・開発・投入・検証する。また、インドにおけるシステムと、日本の気象システムは、同様なものではなく、日本での配備密度や配備方法は、必ずしも、インドにおいては、適切ではない場合も考えられる。したがって、インド、今回は、特に、ハイデラバード市に注目し、AWS を多数配備し、適切な AWS の設計・配置方法の検証・評価を行う。本研究では、AWS を、インターネットに接続し、データを自動的にデータベースに蓄積させる。これによって、大気に関する観測データを情報通信学的に自由に扱える環境を整備する。そして、観測結果を元に基礎的な数値解析を行うことで、災害対策(発生時の事前対応と事後対応)の策定・実施に貢献する技術基盤としての有効性を評価する。この中には、開発する簡易式 AWS の特性を気象学的に明らかにするための WMO 方式のセンサーの調達も含むものとする。

センサーデバイスの開発は、Sensor Material Development Laboratory(SMDL)を IITH の新キャンパスに設立し、デバイス素材の形成研究を開始させる。その後、大阪大学の田中先

生の研究室の設備を利用し、SDML で開発した素材の特性分析、パッケージ化と応用性テストを行う。これによって、IITH に、センサーデバイスの開発およびテストができる拠点を立ち上げるための基礎を構築する。

③研究実施内容と成果

気象観測プラットフォームの開発に関しては、AWS およびインドにおける気象観測・解析事業の専門機関である IMD(Indian Meteorological Department)の研究者は、比較的早く同定することができたが、IITH にはの担当研究者の同定が予定通りには行うことができなかった。IMD の担当者の、本プロジェクトに参加するための事務的処理にも大きな時間を要したため、2010 年度の日本で動作していた AWS のインド Hyderabad 市に存在する IMD オフィスへの試験的設置は順調に行うことができたが、本格設置のため AWS の仕様策定には、WMO 基準との関係の整理で難航し、当初は、2011 年度の導入の計画であったものが、2012 年度にずれ込むことになった。2011 年度から 2012 年度にかけて仕様の検討を行い、2012 年度中に AWS システム調達の最終的な調整作業を行った。しかし、WMO 基準の AWS の仕様調整は難航することになり、2013 年度に再度調整し、最終的に 5 台だけ調達に入ることになった。その間、WMO 基準を満たさない、簡易的な AWS のインド向けの設計充実および展開を進めた。

簡易式 AWS の展開は、2013 年 9 月から 12 月にかけて、6 カ所 (IITH(Tentative Campus), IITH(Permanent Campus), Shamshabad Airport, NGRI, IIITH, NRC on Meat) への追加設置が完了した。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 基加速して追加展開 (CBIT, CMRIT, GRIET, CGWB, TITS, MVSR, ANGRAU, Vardhaman EngClg, Geethanjali EngClg.) し、雨季に備えた。最終的な展開の様子を図 10 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 10, 11) 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 カ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 カ所に設置し、観測を開始した。

なお、IITH では、センサーデバイスの研究開発をできる研究者を 2012 年に同定でき、2013 年度には、IITH 新キャンパスで Sensor Material Development Laboratory が稼働し始めた。このセンサー・ラボにて、CO センサー、CO₂、振動センサー、湿度センサー (図 13) の試作が行われた。

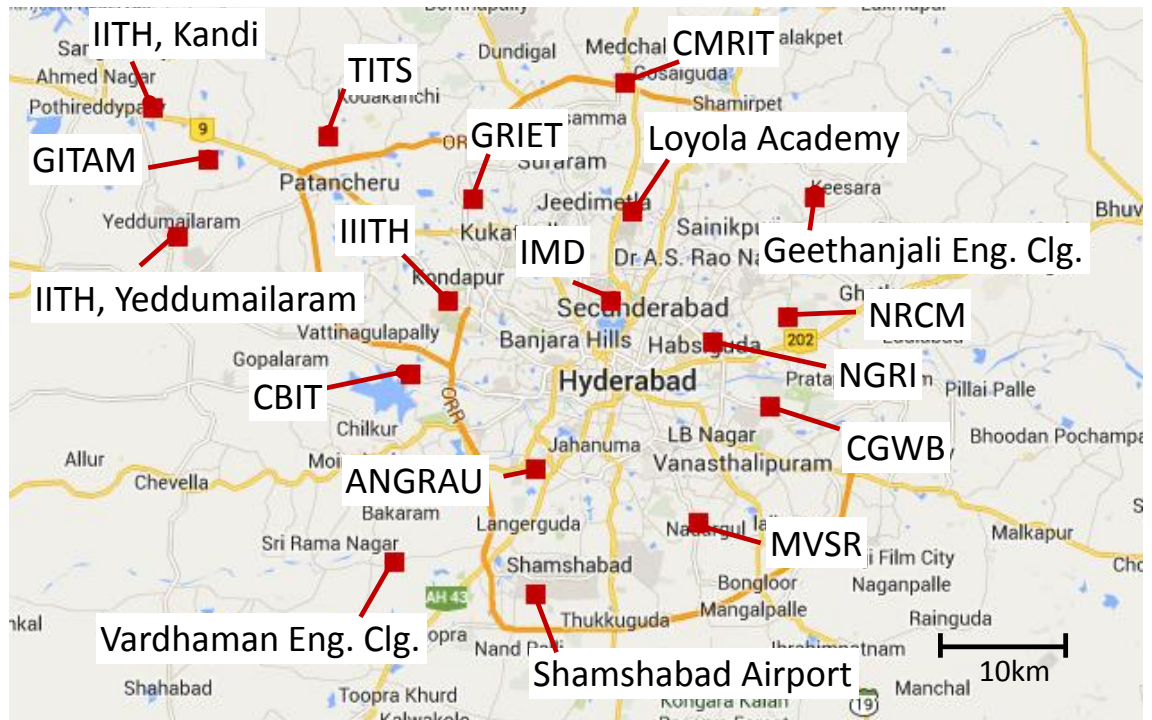
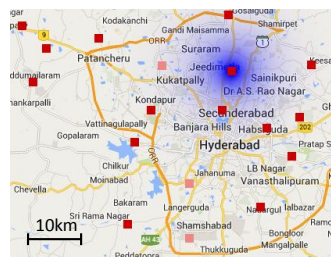
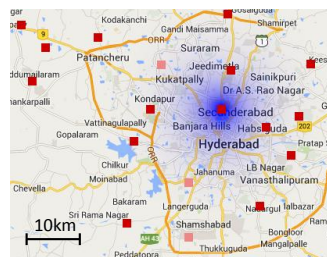


図 10. DISANET で整備されたハイデラバード市の気象観測網
(IITH, Kandi; GRIET, CMRIT, CBIT, CGWB は WMO 方式と簡易方式を併設)



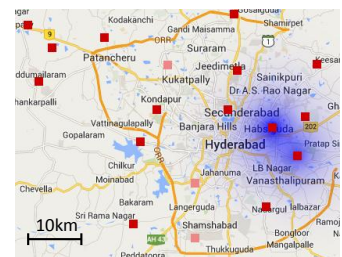
(a) 18:38

Loyola Academy 70.1 [mm/h]



(b) 18:55

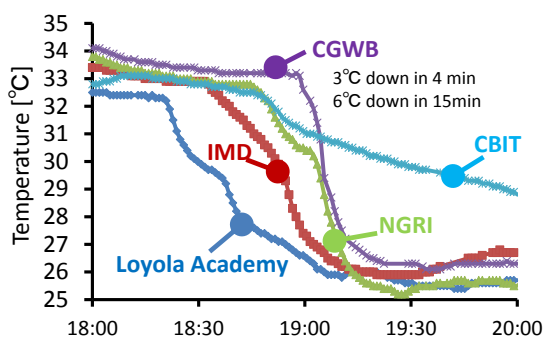
IMD Begumpet 63.9 [mm/h]



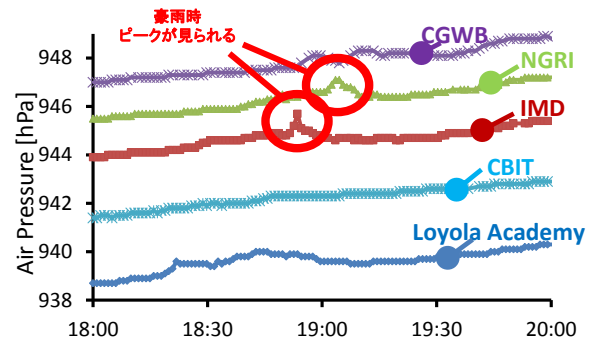
(c) 19:10

NGRI 55.2[mm/h], CGWB 36.7[mm/h]

図 11. 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。



(a) 気温の変化



(b) 気圧の変化

図 12. 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 か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。

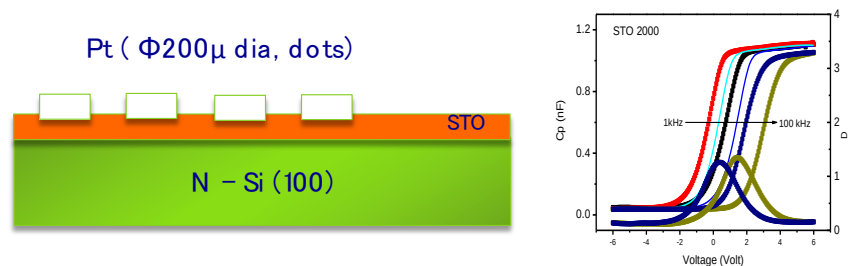


図 13. SMDL で試作された湿度センサーの構造図と、その特性解析結果

④ カウンターパートへの技術移転の状況

2010 年 9 月に、日本で使っている AWS の構成でそのまま設置し、システムの技術仕様と運用に必要な、最低限の技術移転を行った。日本方式の AWS は、従来のインドにおいての AWS とは大きく異なる仕様のものであり、WMO 基準という制限がない場合には、現状の AWS とは異なる物理的な大きさで、ほぼ、同様・同精度の気象データが観測可能であること、IEEE1888 によるオープン技術を用いた様々な観測データの収集と解析が可能であることを示すことができた。この技術移転は、当初計画では、想定されていなかった、先端科学技術を用いた新しい気象センサーおよび大気観測センサーの研究開発を行うことの意義を IMD の研究者に認識してもらうことに貢献したと考えられる。また、2012 年 10 月には AWS の設置とそれに関わるシステムの技術移転を行い、インド側研究者のみで AWS の新設やシステムの運用が可能となっている。インド研究者からのアドバイスによって、これまで日本で使っている AWS をインドの環境下で展開する方法が洗練された(図 14)。WMO 方式のセンサー開発にあたっては、IEEE1888 通信を行うソフトウェアを日本側からインド側に提供し、インド側で WMO 方式の AWS の試作に、2013 年の段階で成功した。これを受けて、2014 年に WMO 方式の AWS 調達に入ることができた。2013 年 8 月に機材が整い活動を開始したセンサー・ラボ(SMDL)では、大阪大学と人材交流を行いつつ、CO センサーデバイス、湿度センサーのプロトタイプを開発し、その特性評価やチップの試作を行うことができるようになってきている。また、グループ 1 の振動による構造物モニタリングに必要な要件をヒアリングし、振動センサーデバイスを自ら開発できている。

Solar Power + GPRS Model
create: 2013-10-21

Vaisala WXT520

Adjust North Direction and Fix

1m - 1.5m

30cm - 40cm

Stainless bands

5cm - 7cm

Solar Panel (18V 12W type)

Communication Box

Arduino+GPRS+12V12Ah Battery+ChargeController+DC-DC

5 Blocks (to place the communication box ~15cm high from the ground)
Blocks are necessary because the box is quite heavy with battery

15cm

Attach with bolt, washer and nut

Copper Wire (4m)

50cm

40cm - 60cm

Concrete with Cement

sand: 50kg bag x 3
cement: 50kg bag x 1.5
stones: 50kg bag x 4

2m

Attach with bolt, washer and nut

Copper plate
30cm x 30cm x 5mm)

60cm x 60cm

Grounding: 5 layers of
sand (3inch layer) on top (in total 100kg for 5 layers and on top)
charcoal (3inch layer) in the middle (in total 50kg for 5 layers)
salt (3inch layer) at the bottom (in total 50kg for 5 layers)

DISANET Hyderabad — Automatic Weather Stations

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

Location Name	SubName	Time (EST)	Temperature (Deg C)	Relative Humidity (%)	Pressure(SLP) (mB)	Rain Intensity (mm/hr)	Dry's Ball Fall (once 850 SFT) (mm)	Wind Direction (Degrees)	Wind Speed (m/s)	Wind Speed (Knots)	Deep Fast (Deg C)	CO2 (ppm)	PH2.5 (micrograms/m3)
IMD Hyderabad, Begumpet	WKTS104	2014-10-28 21:53:02	21.2	68	955	0	0	11	0.2	0.39	15.1		3
	WM700	2014-10-28 21:53:00						335	0.94	1.83			
IMD Hyderabad (Terracon), Begumpet	WKTS150	2014-10-28 21:52:47	22.3	63.2	954	0	0	333	0.9	1.75	15		
BT Hyderabad (Tentative Campus)	WKTS150	2014-10-28 21:53:02	19.8	73.1	947	0	0	191	0.2	0.39	14.8		
BT Hyderabad (Permanent Campus)	WKTS150	2014-10-28 21:53:00	20.7	70.2	954	0	0	97	0.8	1.56	15.1		
Osman University (H1D), Suraram	WKTS104	2014-10-28 21:53:00	19.8	74.7	953	0	0	92	0.4	0.78	15.2	415	1
Loyola Academy, Alwal	WKTS150	2014-10-28 17:49:01	24.7	54.4	948	0	0	25	0.3	0.58	14.9		3
	WM700	2014-10-28 21:53:00						360	0.32	0.62			
IMD Shamshabad (RWY06)	WKTS150	2014-10-28 12:24:01	26	50.8	946	0	0	61	3.6	7	15		
	WKTS150	2014-10-28 21:52:55	20.1	75.6	957	0	0	301	0.2	0.39	15.7		4
MORI, Uppal	WKTS150	2014-10-28 21:53:00						65	0.47	0.91			
	WM700	2014-10-28 21:53:00											
BITH, Gachibowli	WKTS150	2014-10-28 21:52:00	21.3	67.5	946	0	0	88	0.8	1.56	15		
NRIC on Meent, Chenchigicherla	WKTS150	2014-10-28 21:51:55	20.9	71.7	954	0	0	0	0.7	1.36	15.6		
GRIET, Hjangpet	WKTS150	2014-10-28 10:00:58	24.7	52.5	946	0	0	10	1.4	2.72	14.3		
CBIT, Gandipet	WKTS150	2014-10-28 21:53:01	18.2	87.9	952	0	0	264	0.3	0.58	16.2		
CMRIT, Kandikotla	WKTS150	2014-10-28 21:52:51	18.7	83.3	948	0	0	234	0.2	0.39	15.8		7
GOWB, Tattannaram	WKTS150	2014-10-28 21:52:59	19.1	84.6	958	0	0	121	0.1	0.19	16.4		
Geethanjali, Cheralap	WKTS150	2014-10-28 17:04:49	26.7	46.6	952	0	200.4	35	1.5	2.92	14.3		
MYSR, Nadaraj	WKTS150	2014-10-16 19:57:59	31.1	90.4	949	0	0	97	1.3	2.53	29.3		
ANGRAgent, Rajendranagar	WKTS150	2014-10-28 18:04:50	24.7	52.8	950	0	0	229	0.3	0.58	14.4		5
Turbo machinery, Indresham	WKTS150	2014-10-28 21:48:52	20.5	75.4	954	0	0	328	0.5	0.97	16		
Vandharana Eng'g, Shamshabad	WKTS150	2014-10-28 21:48:52	20.2	75.2	951	0	0	87	0.6	1.17	15.7		
CRIDA, Gungel	Subram	2014-10-16 06:30:00	22.5	98.3	941	0	0	129	2.01	3.91	22.3		

(2)研究成果の今後期待される効果

- 26 -

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。

- ② 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 などでも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。
- ③ IMD で保有している降雨レーダは、電波の反射率によって降雨強度をおおよそ推定することが可能な状態にあるが、現状は十分にキャリブレーションが行われていない。キャリブレーションにおいては、時間帯・季節・距離によってパラメータを変える必要があるが、これまでは観測結果の情報源が少なく、十分なキャリブレーションが行われなかった。しかし、本研究で高密度配備ができたことによって、降雨強度推定の精度を向上させることができる、と期待されるとともに、IMD Hyderabad が担当している Hyderabad 地域のローカルな気象予報の精度向上に貢献することが期待される。
- ④ 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。
- ⑤ 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。
- ⑥ 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。AWS が生成する情報が、AWS を設置する組織によっても有効に利用可能な エコシステムの関係を見出すことの効果・効用が IMD によって認識されたと思われるので、このようなエコシステムの構築を行うことで、今後の IMD による高密度な AWS の設置・展開への貢献が期待される。
- ⑦ IIT Hyderabad 校 への Sensor Material Development Laboratory の設置と、大阪大学との共同研究体制の確立は、今後、IIT Hyderabad 校が、インドにおける Sensor Material に関する教育・研究・開発の拠点となることが期待される。IMD との連携による、研究開発の成果物の実社会システムへの展開も、IMD 等の関連組織から、新しい測定データの追加を安価に実現することが期待される。
- ⑧ 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、各組織での自律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。

4.3 持続可能な通信インフラストラクチャ(グループ 3)

(1)研究実施内容及び成果

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。

②研究実施方法

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。衛星通信、無線通信や放送を活用したネットワークの構築、通信を介した音声サービスの提供などを研究項目として含み、研究グループ 1、および 2 の研究開発や運用に対する貢献を考慮してシステム構築に取り組んだ。

③研究実施内容と成果

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 16)。

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(図 17)。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、グループ 3 が提供する無線 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。本取り組みは、IIT Hyderabad にて開発が進められており、5 台程度の Live USB ノードによる実証実験によって実験データを収集し、2015 年 5 月の国際学会において発表した。また、本取り組みを活用して IIT Hyderabad へのインターンシップ学生を受け入れ、無線アドホックネットワークの自動構成などの付加機能の実装や、さらなる実験データの収集をおこなった。システムの改善内容・実験データの解析結果をまとめ、IIT Hyderabad の若手研究者の修士論文として提出した。

④カウンターパートへの技術移転の状況

IIT Madras との研究ミーティングなどを通じて、日本側チームによって開発され東日本大震災の際に被災地で活用された LifeLine Station や阪神淡路大震災後に開発された IAM ALIVE システムといった災害時の通信システム・情報共有プラットフォームの設計や実装、インドの現状に即した設計の方針などについて、積極的に情報や実装上のノウハウを技術移転した。また、LifeLine Station や可搬型ワンセグ放送システム、FM-RDS などには実際に動作するプロトタイプの実機などを通じて、実践的な知見の共有ができた。グループ 3 での取り組みは、国際学会(IEEE ICC2012)に日印の研究者が共同で論文を投稿し、発表をおこなった。2014 年 8 月には日印の研究者が国際学会(IEEE R10 HTC)にて論文を発表し、デモンストレーションを前提としたシステムについて議論した。

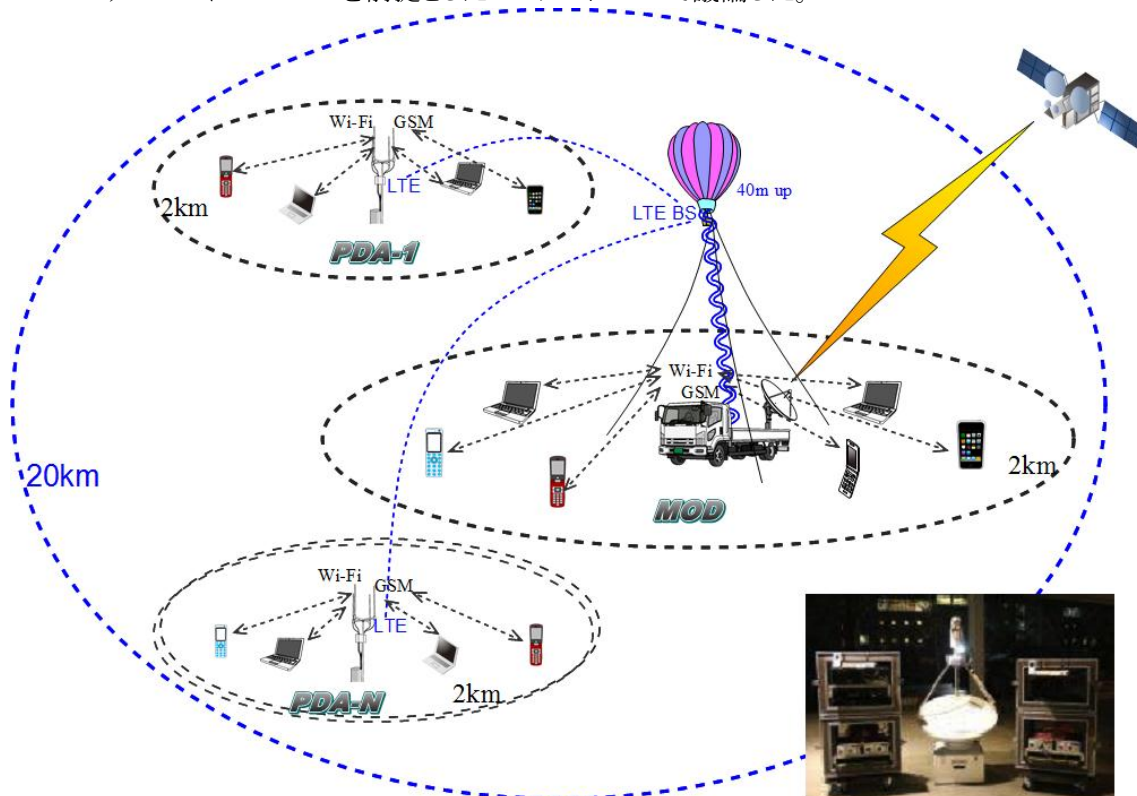


図 16. 衛星通信と W-Fi/GSM/LTE を組み合わせた災害通信基盤の構築

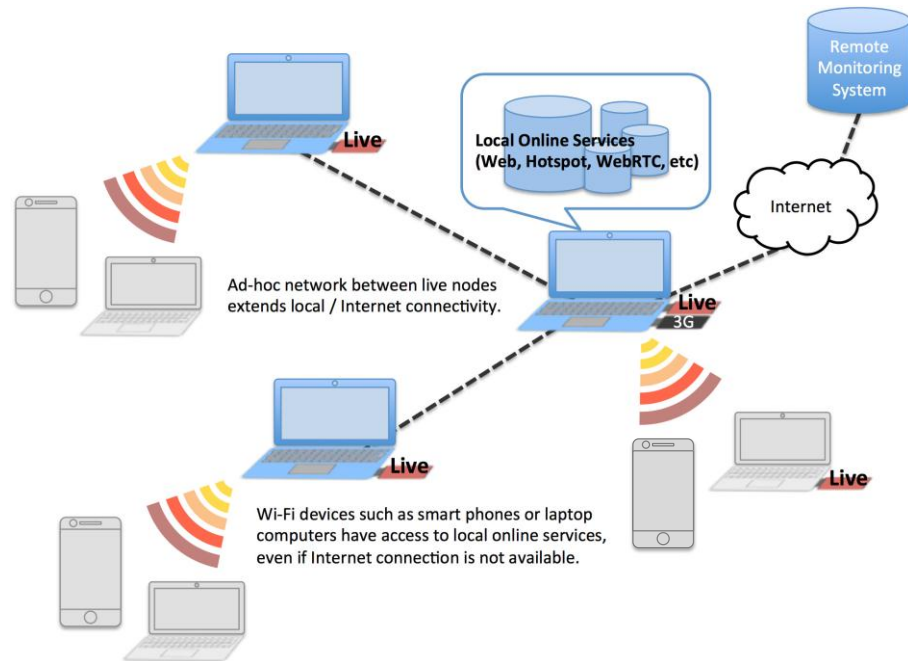


図17. Live USB Linux を活用した小規模なアドホック通信インフラの構築

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)研究成果の今後期待される効果

本プロジェクトを通じてインドにおける非常時通信に関する研究基盤の構築及び実現可能性の実証を行うことができた。2014年7月に実施したデモンストレーションには州及び市の防災担当者や警察幹部、鉄道会社幹部が視察に訪れその採用に関心を持っている。今後これらの機関によって本研究の成果の実用化が進むことが期待される。

また本研究によってインド国内の状況に合わせて設計された災害通信に関する知見が得られたことによって今後インドにおける関連分野の研究が広がることが考えられる。

4.4 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(グループ 4)

(1)研究実施内容及び成果

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。

②研究実施方法

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。本研究項目では、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。

③研究実施内容と成果

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(図 19、20)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。

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 21)。

2014 年 8 月には日印の研究者が国際学会(IEEE R10 HTC)にて論文を発表し、グループ 4 が扱うデータの取得、保持、共有についてそのシステムアーキテクチャを議論した。

④カウンターパートへの技術移転の状況

気象センサーの伝送に関わる標準技術として IEEE1888 の有効性を議論した。本技術は、センサーデータを転送する際の汎用性が高く、地震計などからのデータ伝送も議論の余地があることがわかり、将来グループ 1 を含めた地震関連データを扱う機関との連携を発展させる上で有効な技術であると考えられる。I AM ALIVE システムや LifeLine Station といった既存技術における情報伝達の手法について情報を共有し、その後の東日本大震災をうけて災害時に自治体・医療機関・個人等がどのような技術やアプリケーションによって情報共有を実現したかや、現状の問題点を共有・分析している。これらの知見はグループ 3 が開発するシステムにもフィードバックされた。

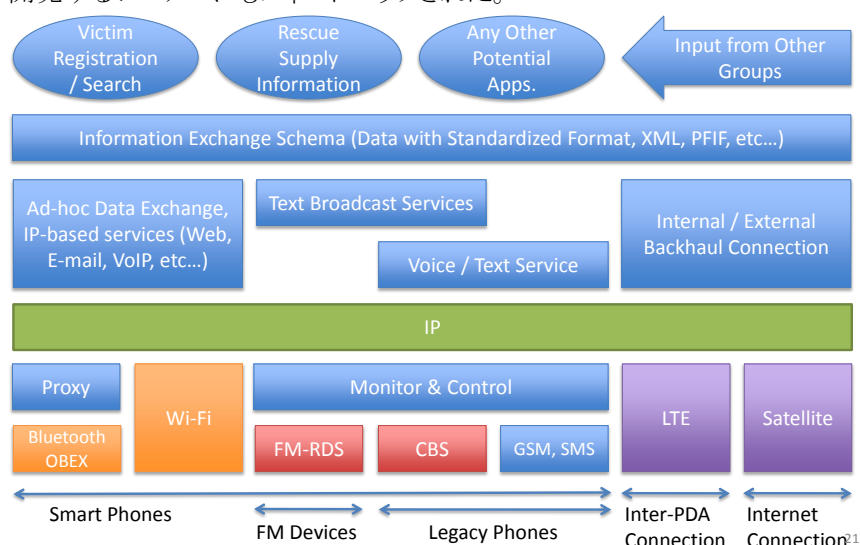


図 18. 情報システムの基本設計

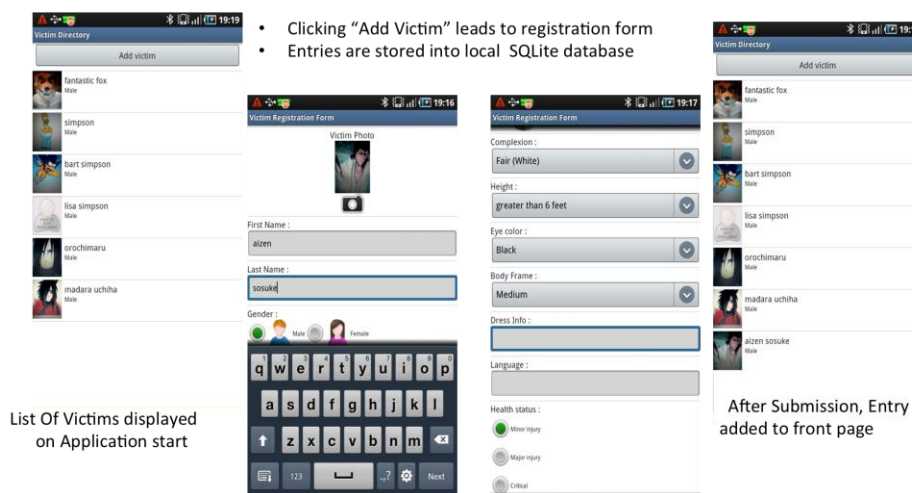


図 19. スマートフォンでの被災者情報登録システムの動作画面

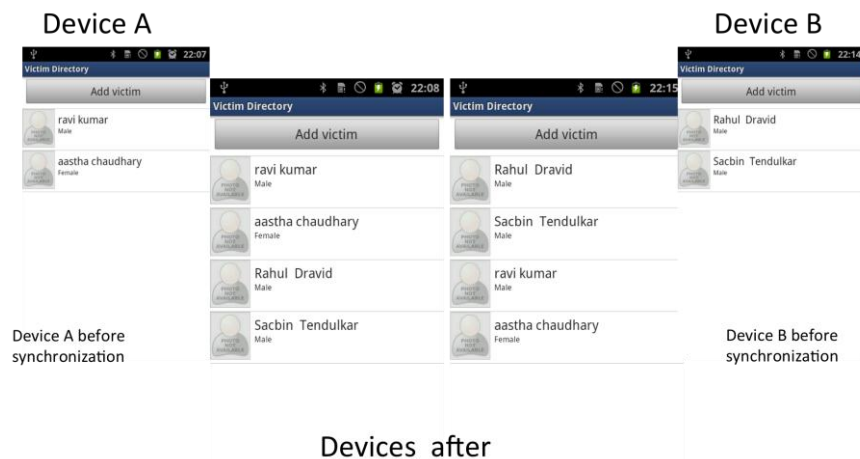


図 20. スマートフォンを用いた被災者情報の共有

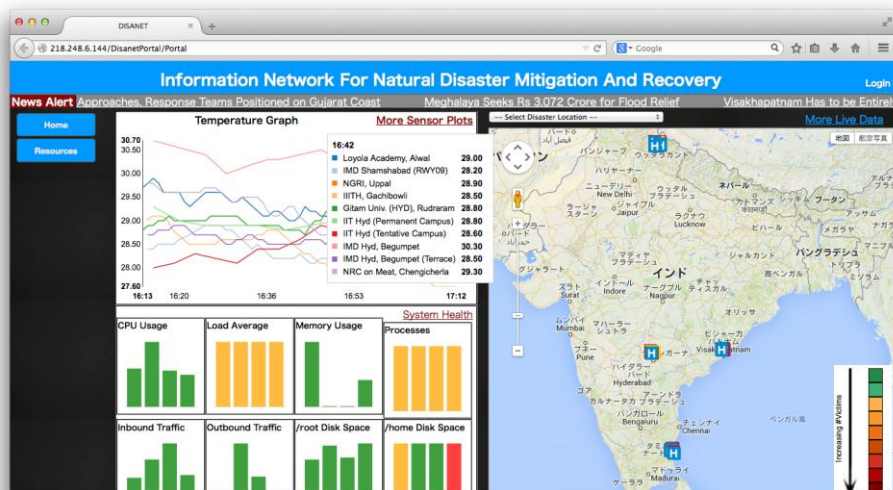


図 21. ポータル機能画面の実装結果

(2)研究成果の今後期待される効果

本プロジェクトで開発したシステムについては 2014 年7月に実施したワークショップにおいて州政府及び市の防災担当者が訪れ関心を示している。今後、国家災害管理庁や各自治体等に働きかけ本研究成果の実用化に向けた展開が期待される。

§ 5 成果発表等

(1)原著論文発表 (国内(和文)誌 7 件、国際(欧文)誌 9 件)

- Hiroshi ESAKI, “A Consideration on R&D Direction for Future Internet Architecture”(other link), Special Issue on Next Generation Networks (NGNs), INTERNATIONAL JOURNAL OF COMMUNICATION SYSTEMS (IJCS), Vol.23, Issue 6-7, pp.694-707, April 2010.
- Malik, J. N. et al., “Active fault, fault growth and segment linkage along the Janauri anticline (frontal foreland fold)”, NW Himalaya, India, Tectonophysics, 483, 327-343, 2010.
- Malik, J.N. et al., “Paleoseismic evidence from trench investigation along Hajipur fault, Himalayan Frontal Thrust, NW Himalaya: Implications of the faulting pattern on landscape evolution and seismic hazard”, Journal of Structural Geology, 32, 350-361, 2010.
- 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):2004-2011, August 2010.
- D. Srinagesh, S. K. Singh, R. K. Chadha, A. Paul, G. Suresh, M. Ordaz, R. S. Dattatrayam, “Amplification of Seismic Waves in the Central Indo-Gangetic Basin, India”, Bulletin of the Seismological Society of America, October 2011, v. 101, p. 2231-2242, doi:10.1785/0120100327.
- Javed N. Malik, M. Shishikura, T. Echigo, Y. Ikeda, K. Satake, H. Kayanne, Y. Sawai, C.V.R. Murty, O. Dikshit, “Geologic evidence for two pre-2004 earthquakes during recent centuries near Port Blair, South Andaman Island, India”, Geology, 39-6, 559-562, 2011.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- D. Srinivas, D. Srinagesh, R. K. Chadha, M. Ravi Kumar, “Sedimentary Thickness Variations in the Indo-Gangetic Foredeep from Inversion of Receiver Functions”, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.103, No. 4, pp.2257-2265, August, 2013, doi: 10.1785/0120120046
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.

Javed N. Malik, Afroz A. Shah, Sambit P. Naik, Santiswarup Sahoo, Koji Okumura and Nihar R. Patra, “Active fault study along foothill zone of Kumaun Sub-Himalaya: influence on landscape shaping and drainage evolution”, Current Science, 106, 229-236, 2014.

(2) 研修コースや開発されたマニュアル等

① 研修コース概要(コース目的、対象、参加資格等)、研修実施数と修了者数

年月日	目的	場所	対象者
2013/3	IT 強震計研修	地震研究所	Hima Chandan Dasai Narender Bodge
2014/5	ガスセンサーの応用実験	大阪大学	Mohamandas Moolayil Sajmohan
2014/6-7	ビッグデータの研究	慶應義塾大学	Akshay Yashwant Jadhav

② 開発したテキスト・マニュアル類

該当なし。

(3) その他の著作物(総説、書籍など)

M. Yamanouchi, R. Miyagi, S. Matsuura, S. Noguchi, K. Fujikawa, H. Sunahara, “A Distribute Publish/Subscribe System for Large Scale Sensor Networks”, Handbook of Data Intensive Computing., Springer, Part 4, pp. 753-777, 2011.

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—動き出した海外プロジェクトⅡ—, 環境科学会誌, Vol.24, No.6, pp.612-618, 2011. (解説)

大木聖子, 瀬戸一, “超巨大地震に迫る —日本列島で何が起きているのか”, NHK 出版, 2011.

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.

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.

(4) 国際学会発表及び主要な国内学会発表

① 招待講演 (国内会議 0 件、国際会議 1 件)

Satoko Oki, Kazuki Koketsu, “School Education Under the Limitations of Science: Cases for 2011 Tohoku Earthquake”, AOGS-AGU(WPGM) Joint Assembly, IWG18, Singapore, August 2012 (invited).

② 口頭発表 (国内会議 22 件、国際会議 28 件)

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

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.

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.

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.

Hideya Ochiai, Masaya Nakayama, Hiroshi Esaki, “Hop-by-Hop Reliable, Parallel Message Propagation for Intermittently-Connected Mesh Networks”, IEEE International Symposium on a World of Wireless Mobile Multimedia Networks (WoWMoM) 2011, Lucca, Italy, June 2011.

R. Chadha, D. Srinagesh, S. Singh, “Ground Motion prediction and crustal structure across Indo-Gangetic Plains for assessing earthquake hazard due to Himalayan earthquakes”, 2011

- International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG) , Melbourne, Australia, 28 June - 7 July, 2011.
- 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.
- Hideya Ochiai, Masaya Nakayama, Hiroshi Esaki, “Hop-by-Hop Reliable, Parallel Message Propagation for Intermittently-Connected Mesh Networks”, IEEE WoWMoM, June 2011.
- 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.
- 志田龍太郎, 鷹野澄, 伊藤貴盛, “IT 強震計による常時微動観測と構造物ヘルスマモニタリングの可能性”, 日本地震学会 2011 秋季大会, 静岡市, 2011 年 10 月.
- 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.
- 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.
- 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.
- 宮城亮太, 松浦知史, 野口悟, 猪俣敦夫, 藤川和利, “配送過程における計算処理と地理的分散処理を考慮した大規模センサネットワークのための Pub/Sub システム”, 電子情報通信学会 IA 研究会 信学技報, Vol.111, No.485, pp.293-298, March 2012.
- 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.
- OKUMURA, K., MALIK, J. N., DIKSIT, O., KATO, T., SAHOO, S., PASARI, S., MOHANTY, A., TAKEMOTO, H., “Active tectonics and paleoseismology of the Himalayan front in the Kangra-Dharmasala area”, JPGU 2012 Meeting, Chiba, May 2012.
- Hiroshi Esaki, “Live E! Project: Establishment of Infrastructure Sharing Environmental Information”, AOGS-AGU(WPGM) Joint Assembly, IWG18, Singapore, August 2012.
- 増田徹, “すべり時間関数の補正とその意味”, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉市, 2012 年 5 月 20-25 日.
- 増田徹, “強震動予測のためのグリーン関数法の改良”, 日本地震学会 2012 年度秋季大会, 函館市, 2012 年 10 月 16-19 日.
- D. Hima Chadan, B. Narender, R Pradeep Kumar, T. Ito, K. Takano, “Micro-tremor Response of Buildings in high Seismic Areas: A Case Study on RC Framed Building in Chandigarh, India. Part I: Comparison between Permanent and portable sensors”, 3rd International Engineering Symposium, Kumamoto, March 2013.
- B. Narender, D. Hima Chadan, R Pradeep Kumar, T. Ito, K. Takano, “Micro-tremor Response of Buildings in high Seismic Areas: A Case Study on RC Framed Building in Chandigarh, India. Part II: Response of building”, 3rd International Engineering Symposium, Kumamoto, March 2013.
- 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.1-4, 2013.
- Koji Okumura, Javed N. Malik, Sahoo Santiswarup, Sambit P. Naik, Afzal, Khan, Teruyuki, Kato (University of Tokyo), “New Paleoseismological Approaches to Investigate the Himalayan Frontal Faults”, Seismological Society of America, 2013 Annual Meeting, April 2013.
- 額綱一起, 鷹野澄, 古村孝志, 大木聖子, 増田徹, 伊藤貴盛, Rajender Kumar Chadha, Davulurib Srinagesh, “インドヒマラヤ地域における強震動観測ネットワーク”, 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, 千葉市, 2013 年 5 月 19-24 日.
- 奥村晃史, 竹本仁美, Javed N. Malik, Sahoo Santiswarup, Sambit P. Naik, Afzal Khan, 加藤照之, “インドヒマラヤ前縁における古地震・地殻変動調査”, 日本第四紀学会 2013 年大会, 弘前市, 2013

- 年 8 月.
- 鷹野澄, 瀨瀬一起, 増田徹, 伊藤貴盛, Pradeep Kumar Ramancharla, Raju Sangam, Narender Bodige, Hima Chandan Dasari, “ヒマラヤ地域における建物振動観測”, 日本地震学会 2013 年度秋季大会, 横浜市, 2013 年 10 月 7-9 日.
- 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.1-6, 2013.
- 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.
- Kei Hiroi, Hitoshi Yokoyama, Hideki Sunahara, Yoshiki Yamagata, “”Spatial Flooding Hazard Indices using Sensor Networks”, IGU Kyoto Regional Conference Kyoto, Japan, 2013.
- 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.
- Kei Hiroi, Yoshihito Seto, Futoshi Matsumoto, Yuzo 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.
- M. V. Panduranga Rao, Akhilesh Chaganti, “Safety Verification of Floodgate Operation Protocols Using Hybrid Automata”, IMECS 2014, Hong Kong, March 2014.
- 増田徹, 瀨瀬一起, 鷹野澄, 古村孝志, 大木聖子, 伊藤貴盛, R.K.Chadha, D.Srinagesh, D.Srinivas, “インドヒマラヤ地域における強震動観測ネットワークによる地震検知”, 日本地球惑星科学連合 2014 年大会, 横浜市, 2014 年 4 月 28 日-5 月 2 日.
- 木村素子, 安達智之, 花岡直弥, 高嶺遼, 加藤愛梨, 別役昇一, 伊藤貴盛, 瀨瀬一起, 大木聖子, “ヒマラヤにおける防災教育 I: 自立的アクターを育むためのプログラム・デザイン”, 日本地球惑星科学連合 2014 年大会, 横浜市, 2014 年 4 月 28-5 月 2 日.
- 加藤愛梨, 別役昇一, 花岡直弥, 高嶺遼, 安達智之, 木村素子, 瀨瀬一起, 伊藤貴盛, 大木聖子, “インド・ヒマラヤの高校における防災教育 II -ハザードマップ作りに見る高校生の意識変化”, 日本地球惑星科学連合 2014 年大会, 横浜市, 2014 年 4 月 28-5 月 2 日.
- Okumura, K., J. N. Malik, S. Santiswarup, S. P. N. Khan, T. Kato, “Timing of the Recent Two Faulting Events on the Himalayan Frontal Fault in Ramnagar Area, Uttarakhand, India”, Seismological Society of America 2014 Annual Meeting, Anchorage, USA, May 2014.
- Sumanta PASARI, Teruyuki KATO, Onkar DIKSHIT, Javed N MALIK1, Koji OKUMURA, “Geodetic Investigation of Crustal Deformation and Strain Rate in the Northwest-Central Himalaya”, GENAH 2014, Miyagi, Japan, July 2014.
- Sumanta PASARI, Onkar DIKSHIT, Teruyuki KATO, Javed MALIK, Koji OKUMURA, “Slip Rate Estimation Using GPS Measurements in the Northwest-central Himalaya: Preliminary Results”, AOGS 11th Annual Meeting, Sapporo, August 2014.
- Srinagesh D, Satish ALLA, Kazuki KOKETSU, “Seismicity and Tectonics of Nw Himalaya”, AOGS 11th Annual Meeting, Sapporo, August 2014.
- Rajender CHADHA, Srinagesh D, Kazuki KOKETSU, Shri Krishna SINGH, Dakuri SRINIVAS, “Ground Motion Amplification in the Indo-gangetic Plains Due to Earthquakes in the Himalaya”, AOGS 11th Annual Meeting, Sapporo, August 2014.
- Narender BODIGE, Pulkit Dilip VELANI, Takamori ITO, Tetsu MASUDA, Pradeep Kumar RAMANCHARLA, Kiyoshi TAKANO, “Earthquake Response Analysis of Reinforced Concrete Framed Building at Fatehgarh Sahib, India due to Micro Tremors from Nearby Sources”, AOGS 11th Annual Meeting, Sapporo, August 2014.
- Motoko KIMURA, Tomoyuki ADACHI, Shoichi BETSUYAKU, Airi KATO, Naoya HANAOKA, Ryo TAKAMINE, Rajender CHADHA, Srinagesh D, Dakuri SRINIVAS, Takamori ITO, Kazuki KOKETSU, Satoko OKI, “Educational Approach to Risk Reduction in Himalayan Seismic Zone I -Bridging the Gap Between Knowledge and Practice”, AOGS 11th Annual Meeting, Sapporo, August 2014.

- Javed MALIK, Santiswarup SAHOO, Koji OKUMURA, Sumanta PASARI, Onkar DIKSHIT, and Teruyuki KATO, “Active Fault and Paleoseismic Investigations in the Kangra Valley, NW Himalaya, India”, AOGS 11th Annual Meeting, Sapporo, August 2014.
- Koji OKUMURA, Javed N. MALIK, Santiswarup SAHOO, Sambit Prasanaajit NAIK, A. KHAN, “The Timing of the Recent Two Faulting Events on the Himalayan Frontal Fault in Ramnagar area, Uttarakhand, India”, Seismological Society of America, 2014 Annual meeting, Anchorage, April, 2014.
- 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.
- 落合秀也, 山内正人, 江崎浩, “インドでの都市スケール気象観測網の開発プロジェクト”, Live E!シンポジウム, 2014.
- D. Jalihal, R. D. Koilpillai, P. Khawas, S. Sampooram, Sree Hari Nagarajan, S. Kalpalatha, R. Bhavani Keiji Takeda and Kotaro Kataoka, “A Stand-alone Quickly-Deployable Communication System for Effective Post-Disaster Management”, In proceedings of IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference 2014 (R10 HTC), pp.53-58, 2014.
- Shaik A. Ahammed, Karthik Badam, Guddanti V. Bhaskar, Sumit Chhuttani, Anuj Gangwar, Vaibhav Garg, Lokesh Gupta, Anubhav K. Jain, Rohit Jindal, Neeraj Kumar, Kiran K. Manku, Vijay K. Midde, Malempati Nagarjuna, Rahul Patil, Saurabh Singh, Nallapu Sneha, Praveen B. Srinivas, Mudit Tanwani, Sameer Wasnik, Ravindra Guravannavar, Subrahmanyam Kalyanasundaram, Kotaro Kataoka, M V Panduranga Rao and Naveen Sivadasan, “Acquisition, Storage, Retrieval and Dissemination of Disaster Related Data”, In proceedings of IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference 2014 (R10 HTC), pp.121-126, 2014.
- Sudarshan Srinivasan, Kayathi Rohith, K. P. Saikrishna, M. V. Panduranga Rao, “AutoHS: The Intelligent Hospital Search”, Proceedings of the 9th International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems/CIDM, 2014 [invited for journal].
- Vaibhav Garg, Kotaro Kataoka and Sahil Sachdeva, “A Self-contained Software Suite for Post-Disaster ICT Environment using Linux Live USB”, The Eleventh International Conference on Networking and Services (ICNS 2015), pp.17-23, 2015.
- ③ ポスター発表 (国内会議 8 件、国際会議 12 件)
- Takano, K., T. Ito, “Introduction of building vibration observation data of metropolitan area due to the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake: an Approach of the IT Kyoshin Seismometer for Buildings”, AGU Fall Meeting 2011, San Francisco, California, USA, 5-9 December, American Geophysical Union, 2011.
- 伊藤貴盛, 鷹野澄, “高感度IT強震計による微動観測システム”, 日本地震学会 2011 秋季大会, 静岡市, 2011 年 10 月.
- 鷹野澄, 伊藤貴盛, “IT 強震計でみた 3.11 の東大キャンパス建物の揺れ”, 日本地震学会 2011 秋季大会, 静岡市, 2011 年 10 月.
- 伊藤貴盛, 志田龍太郎, 鷹野澄, “IT 強震計による常時微動観測と構造物ヘルスマモニタリングの可能性(2)ー東北地方太平洋沖地震前後の建物の振動特性の変化ー”, 日本地球惑星科学連合 2012 年大会, 千葉市, 2012 年 5 月.
- Anubhav Kumar Jain, Vaibhav Garg, Karthik Badam, Kotaro Kataoka, “A Smartphone Application for Victim Information Gathering and Exchange in Post-Disaster Situation”, Poster Session, ASIAN INTERNET ENGINEERING CONFERENCE (AINTEC) 2012, 2012.
- 廣井慧, 妙中雄三, 松井加奈絵, 横山仁, 砂原秀樹, “河川水位観測に基づく河川リスク情報の生成と提供”, インターネットコンファレンス 2012, 2012.
- 伊藤貴盛, 鷹野澄, “長期的な建物地震観測による建物健全性調査の可能性ー地震動の強さと層間変形角の関係の調査ー”, 日本地震学会 2012 年度秋季大会, 函館市, 2012 年 10 月 16-19 日.
- 伊藤貴盛, 鷹野澄, 額田一起, 増田徹, Pradeep Kumar Ramancharla, Raju Sangam, Narender Bodige, Hima Chandan Dasari, “インドにおける建物常時微動観測”, 日本地震学会 2013 年度秋季大会, 横浜市, 2013 年 10 月 7-9 日.

- Javed N. Malik, Santiswarup Sahoo, Koji Okumura, Asmita Mohanty, Sambit P. Naik, “Evidence of Right Lateral Strike-slip Active Fault in Kangra Valley, NW Himalaya, India”, American Geophysical Union 2013 Fall Meeting, December, 2013.
- Sumanta PASARI, Onkar DIKSHIT, “Probabilistic Earthquake Hazard Assessment with Exponentiated Rayleigh Distribution: A Case Study from Northeast India”, AOGS 11th Annual Meeting, Sapporo, August 2014.
- Tetsu MASUDA, Kazuki KOKETSU, Kiyoshi TAKANO, Takashi FURUMURA, Satoko OKI, Takamori ITO, Rajender CHADHA, Srinagesh D, Dakuri SRINIVAS, “Strong Ground Motion Observation Network and Earthquake Detection in the Himalaya, India”, AOGS 11th Annual Meeting, Sapporo, August 2014.
- Kiyoshi TAKANO, Takamori ITO, Tetsu MASUDA, Kazuki KOKETSU, Pradeep Kumar RAMANCHARLA, Raju SANGEM, Narender BODIGE, Hima CHANDAN, “Observation of Building Vibrations in Himalaya, India”, AOGS 11th Annual Meeting, Sapporo, August 2014.
- Satoko OKI, Kazuki KOKETSU, Motoko KIMURA, Rajender CHADHA, Srinagesh D, Dakuri SRINIVAS, Takamori ITO, Tomoyuki ADACHI, Shoichi BETSUYAKU, Airi KATO, Ryo TAKAMINE, Naoya HANAOKA, “Educational Approach to Risk Reduction in Himalayan Seismic Zone II Hazard Map Making Workshop at a High School in Lesser Himalayas”, AOGS 11th Annual Meeting, Sapporo, August 2014.
- Takamori ITO, Kiyoshi TAKANO, Tetsu MASUDA, Kazuki KOKETSU, Pradeep Kumar RAMANCHARLA, Narender BODIGE, Raju SANGEM, Pulkit Dilip VELANI, Hima Chandan DASARI, “Micro-tremor Observation of the Buildings in India”, AOGS 11th Annual Meeting, Sapporo, August 2014.
- Sambit Prasanajit NAIK, Javed MALIK, Santiswarup SAHOO, Koji OKUMURA, Nihar Ranjan PATRA, “Evidences of Lateral Fault Propagation Folding Along Kaladungi Fault, Splay of Himalayan Frontal Fault (HFT) from Kumaun Himalaya”, AOGS 11th Annual Meeting, Sapporo, August 2014.
- Asmita MOHANTY, Javed MALIK, Koji OKUMURA, “Study of Geomorphic Indices Through DEM and GIS Environment Towards Understanding of Active Tectonics in Janauri Anticline, NW Himalaya, India”, AOGS 11th Annual Meeting, Sapporo, August 2014.
- 加藤照之, Sumanta Pasari, Onkar Dikshit, Javed Malik, 奥村晃史, “ヒマラヤ中西部における GNSS 観測—意義と予備的成果—”, 日本地震学会 2014 年度秋季大会, 新潟市, 2014 年 11 月 24-26 日.
- 道面和久, 瀧澤一, 鈴木晴彦, “地震波を用いたインド北部の地下構造の推定”, 日本地震学会 2014 年度秋季大会, 新潟市, 2014 年 11 月 24-26 日.
- Koketsu, K., S. Oki, M. Kimura, R. Chadha, S. Davuluri, “Educational Approach to Seismic Risk Mitigation in Indian Himalayas -Hazard Map Making Workshops at High Schools-”, American Geophysical Union 2014 Fall Meeting, December, 2014.
- Takano, K., T. Ito, T. Masuda, K. Koketsu, P. Ramancharla, R. Sangam, N. Bodige, and H. Dasari, “Earthquake Response Analysis of Buildings at The Union Territory of Chandigarh, India, by using Building Vibration Observations due to Weak Earthquake Ground Motions”, American Geophysical Union 2014 Fall Meeting, December, 2014.

(5)知財出願

- ①国内出願 (0 件)
- ②海外出願 (0 件)
- ③その他の知的財産権

(6)受賞・報道等

- ① 受賞

廣井慧, 妙中雄三, 松井加奈絵, 横山仁, 砂原秀樹, “河川水位観測に基づく河川リスク情報の生成と提供”, ポスタープレゼンテーション賞, インターネットコンファレンス 2012, 2012.

- ② マスコミ(新聞・TV等)報道(プレス発表をした場合にはその概要もお書き下さい。)
- 2012/03/07 THE HINDU newspaper, “Major earthquake due in Himalayan region?”
 - 2012/07/26 Hindustan times, “City buildings prone to quakes? Scientists at it”
 - 2014/02/06 DECCAN CHRONICLE, “IITians plan balloon tower for mobiles”
 - 2014/07/11 DECAN CHRONICLE, “IITs design trial balloon for disaster relief”
 - 2014/07/12 The Hindu, “Communication system for emergency”
 - 2014/07/25 DECAN CHRONICLE, “New gadget for rescue teams”
 - 2014/07/25 The Hindu, “Indo-Japan researchers showcase earthquake disaster system”
 - 2014/07/25 Metro India, “Research on post-disaster strategies”
- ③ その他

(7)成果展開事例

①実用化に向けての展開

<公開可能なもの>

- ・ スマートビル、スマートキャンパスへの技術の適用、国際標準化活動。
- ・ IEEE1888: 2011 年 2 月承認
- ・ 米国 NIST SGIP CoS への申請手続き再開予定
- ・ ISO/IEC への提案中。(Fast Track にのせることが決定された(2014 年 8 月))

② 社会実装(研究成果の社会還元)への展開活動

- ・ KDDI 社、ウェザーニューズ社 が進めている SORATENA プロジェクトとの連携
- ・ 日本発の気象センサーネットワーク(Live E!)が、インドにも構築された。
- ・ 日本で開発された、高コストパフォーマンス IT 強震計が、インドで高く評価された。
- ・ 日本の培った減災と復旧のための情報通信技術がインドでも一定の評価を得ている。
- ・ グループ 3 主体のプロジェクトデモンストレーションを IIT Madras において実施した。
- ・ DISANET 全体のプロジェクトデモンストレーションを IIT Hyderabad 近傍の Hyatt Hderabad Gachibowli で開催した。

§ 6 プロジェクト期間中の主なワークショップ、シンポジウム、アウトリーチ等の活動

①ワークショップ、シンポジウム、小中高での特別授業、地域での講演、研究機関の一般公開での講演、その他チーム内ミーティング

年月日	名称	場所 (開催 国)	参加人数 (相手国か らの招聘者 数)	概要
2010 年 7 月 19-20 日	JCC・研究打合せ (非公開)	インド	11名	1. キックオフミーティング 2. 研究打合せ 3. 大使館・関係省庁等表敬
2010 年 8 月 28 日-9 月 1 日	G3+4: 研究打合せ (非公 開)	日本	(2 名)	1. 研究打合せ 2. 宮城県総合防災訓練への参 加
2010 年 9 月 5-10 日	G1: 研究打合せ (非公 開)	日本	(2 名)	1. 研究打合せ 2. 研究施設等視察
2010 年 9 月 28 日-10 月 1 日	G2: 研究打合せ (非公 開)	インド	4 名	1. AWS インストール 2. 特別講義の実施
2010 年 11 月 1-6 日	G1-b: 研究打合せ (非公 開)	インド	2 名	1. 研究打合せ 2. 機器選定
2010 年 11 月 6-10 日	G1-b: 現地調査 (非公開)	インド	1 名	1. GPS 連続観測点の選点 2. 新たな活断層の調査 3. 現地における支援・協力依頼
2010 年 11 月 11-13 日	G1-a: 研究打合せ (非公 開)	インド	1 名	1. 今年度と来年度の実施項目 の打合せ 2. 今後の予定の確認
2010 年 11 月 11-13 日	G1-c: 研究打合せ (非公 開)	インド	2 名	1. 日本から輸出された建物セン サー観測装置とポータブル微動 観測装置の動作確認を実施 2. 今年度と来年度の実施項目 について打合せ
2010 年 11 月 30 日-12 月 10 日	G1: 研究打合せ (非公 開)	日本	2 名	1. 研究打合せ 2. 野外巡検
2011 年 2 月 22 日- 3 月 11 日	G1-b: 現地調査 (非公開)	インド	4 名	1. インド工科大学カンプール校で 技術指導・調査準備 2. カングラ周辺活断層調査
2011 年 2 月 16 日-23 日	G3+4: 研究打合せ	インド + 遠隔 香港	3 名	1. Chennai、Hyderabad での研究 打合せ 2. APAN Meeting への参加 3. 特別講義の実施 4. インド国内のネットワーク環境の 調査
2011 年 2 月 23 日	G2: ワークショップ開催	香港	5 名	1. APNG: Live-E Work Shop
2011 年 7 月 11-12 日	プロジェクト運用 会議 (非公開)	インド	1 名	1. プロジェクト運用全般に関 する会議

2011 年 8 月 19-22 日	JCC・ 研究打合せ（非公 開）	イン ド	1 1 名	1. 全体会合 2. 研究打合せ 3. 大使館表敬
2011 年 9 月 26-29 日	G3+4: 研究打合せ（非公 開）	日本	(2 名)	1. 研究打合せ 2. 研究施設視察
2011 年 10 月 26 日-11 月 2 日	G3+4: 研究打合せ（非公 開）	イン ド	1 名	1. 研究打合せ 2. システム設計
2011 年 11 月 1-4 日	G1: 研究打合せ（非公 開）	日本	5 名	1. 研究打合せ 2. 機材の設置 3. 東日本大震災に関する講義 /視察
2011 年 11 月 16-25 日	G1-b: 現地調査（非公 開）	イン ド	1 名	1. 研究打合せ 2. 地盤変動/活断層調査
2011 年 11 月 21-25 日	G1-a, c: 研究打合せ（非公 開）	イン ド	4 名	1. 研究打合せ (国立地球物理学研究所、 IITH) 2. 観測装置設置/データ分析 3. 東日本大震災に関する講義
2011 年 12 月 18-21 日	G3+4: 学会参加（非公開）	イン ド	1 名	1. 学 会 : ACWR2011(International Conference on Wireless Technologies for Humanitarian Relief)へ参加
2012 年 1 月 16 日-2 月 9 日	G3+4: 研究打合せ（非公 開）	イン ド	1 名	1. 研究打合せ 2. システム設計/プロトタイ プ実装
2012 年 2 月 20 日-3 月 1 日	G3+4: 研究打合せ（非公 開）	イン ド	1 名	1. 研究打合せ 2. システム設計/実装 3. 論文執筆
2012 年 2 月 27 日-3 月 1 日	G2: 学会参加（非公開）	イン ド	1 名	1. 学 会 : APRICOT2012(Asia Pacific Regional Internet Conference on Operational Technologies)へ参加 2. IMD(インド気象局)と研究 打ち合わせ
2012 年 3 月 6-20 日	G1-b: 研究打合せ（非公 開）	イン ド	1 名	1. 研究打合せ 2. 地形計測データ図化アプリ ケーション技術指導 3. 地盤変動/活断層調査 4. RTK-GPS 機材の確認
2012 年 3 月 5-9 日	Joint Meeting (非 公開)	日本	(4 名)	1. 各グループ進捗報告 2. 今後の計画策定 3. 日印学生研究発表
2012 年 3 月 14-30 日	G3+4: 研究打合せ（非公	イン ド	1 名	1. 研究打合せ 2. 今後の予定の検討

	開)			3. システム設計/実装 4. 論文執筆
2012 年 3 月 20-21 日	G3+4: 研究打合せ (非公開)	インド	1 名	1. 研究打合せ 2. 今後の予定の検討
2012 年 4 月 10-27 日	G3+4: 研究打合せ (非公開)	インド	1 名	1. 研究打合せ 2. 今後の予定の検討
2012 年 5 月 29 日-6 月 6 日	G3+4: 研究打合せ (非公開)	インド	1 名	1. 研究打合せ 2. 今後の予定の検討
2012 年 7 月 22-27 日	G1-c: 現地調査 (非公開)	インド	4 名	1. 観測装置設置/データ分析 2. 研究打合せ 3. Chandigarh 市の研究内容に関するワークショップ
2012 年 8 月 24-25 日	Joint Coordination Committee Meeting (非公開)	インド	11 名	1. 各グループ進捗報告 2. 今後の計画策定
2012 年 8 月 27 日	G1: 研究打合せ (非公開)	インド	5 名	1. 研究打合せ
2012 年 9 月 3-7 日	G4: 研究打合せ (非公開)	日本	3 名	1. WIDE 研究会 2. 研究打合せ
2012 年 10 月 10-11 日	G2: 現地調査 (非公開)	インド	1 名	1. 研究打合せ 2. 観測装置設置/データ分析
2012 年 10 月 26-27 日	G2: 中間評価インタビュー	インド	3 名	1. 中間評価インタビュー
2012 年 10 月 29 日	G1: Outreach Meeting (公開)	インド	2 名	1. Chandigarh 市の行政・企業・一般市民などへのアウトリーチ講演会
2012 年 10 月 30-31 日	G1: 中間評価インタビュー	インド	2 名	1. 中間評価インタビュー
2012 年 11 月 1-3 日	G2: 現地調査 (非公開)	インド	1 名	1. 研究打合せ 2. 観測装置設置/データ分析
2012 年 11 月 5-8 日	中間評価インタビュー	インド	1 名	1. 中間評価インタビュー
2012 年 11 月 25-30 日	G1-a, c: 研究打合せ (非公開)	日本	4 名	1. 研究打合せ 2. 東日本大震災に関する視察
2012 年 12 月 11-24 日	G1-b: 現地調査 (非公開)	インド	1 名	1. 研究打合せ 2. 現地調査
2012 年	G1-b:	インド	1 名	1. 研究打合せ

12 月 21-27 日	現地調査(非公開)	ド		2. 現地調査
2013 年 2 月 11-18 日	G1-b: 現地調査(非公開)	インド	1 名	1. 研究打合せ 2. 現地調査
2013 年 2 月 19-23 日	G1-a, c: 研究打合せ(非公開)	インド	2 名	1. 研究打合せ (国立地球物理学研究所、IIIT-H) 2. データ分析 3. システム設計/実装
2013 年 3 月 4-7 日	G4: 研究打合せ(非公開)	日本	1 名	1. WIDE 研究会
2013 年 3 月 7-8 日	G1-c: 研究打合せ(非公開)	日本	2 名	1. 研究打合せ 2. データ分析
2013 年 3 月 14-17 日	G1-b: 現地調査(非公開)	インド	1 名	1. 研究打合せ 2. 現地調査
2013 年 3 月 13 日	G3+4 現地調査(非公開)	日本	4 名	1. 科学技術研究所視察
2013 年 3 月 14 日	Research Meeting (非公開)	日本	8 名	1. 各グループ進捗報告 2. 今後の計画策定
2013 年 3 月 22-24 日	G2: ワークショップ (非公開)	インド	1 名	1. Cyber Physical Systems: Applications and Open Challenges
2013 年 3 月 26-27 日	G3+4: 研究打合せ(非公開)	インド	2 名	1. 研究打ち合わせ 2. 今後の予定の検討
2013 年 5 月 2-7 日	G1-b: 現地調査(非公開)	インド	1 名	1. 研究打合せ 2. 観測装置設置/データ分析
2013 年 6 月 14-20 日	G1-a, c: 研究打合せ(非公開)	インド	2 名	1. 研究打合せ 2. 現地調査
2013 年 7 月 14-15 日	Joint Coordination Committee Meeting (非公開)	インド	13 名	1. 各グループ進捗報告 2. 今後の計画策定
2013 7 月 16 日	G2: 研究打合せ(非公開)	インド	1 名	1. 研究打合せ
2013 年 7 月 16-17 日	G1: アウトリーチ活動	インド	6 名	1. Haridwar 市の公立小中高等学校において、講演会・ハザードマップ作成
2013 年 9 月 9-13 日	G4: 研究打合せ (非公開)	日本	2 名	1. 研究打合せ 2. WIDE 研究会
2013 年 9 月 9-17 日	G1-a, c: 研究打合せ (非公開)	日本	4 名	1. 研究打合せ 2. 防災訓練視察
2013 年	G1-b:	インド	1 名	1. 研究打合せ

9月12-17日	現地調査(非公開)	ド		2. 観測装置設置/データ分析
2013年 9月23-29日	G2: 現地調査(非公開)	インド	3名	1. 研究打合せ 2. 観測装置設置/データ分析
2013年 10月14-20日	G2: 現地調査(非公開)	インド	2名	1. 研究打合せ 2. 観測装置設置/データ分析
2013年 10月23日 -11月1日	G1-b: 現地調査(非公開)	インド	1名	1. 研究打合せ 2. 現地調査
2013年 10月26-28日	G2: 現地調査(非公開)	インド	3名	1. 研究打合せ 2. 観測装置設置/データ分析
2013年 11月4-5日	G1-a: 研究打合せ(非公開)	インド	2名	1. 研究打合せ
2013年 11月18-21日	G2: 現地調査(非公開)	インド	1名	1. 研究打合せ 2. 観測装置設置/データ分析
2013年 11月23-27日	G1-b: 現地調査(非公開)	インド	1名	1. 研究打合せ 2. 観測装置設置/データ分析
2013年 11月25-30日	G2: 現地調査(非公開)	インド	3名	1. 研究打合せ 2. 観測装置設置/データ分析
2013年 11月26日 -12月2日	G1-a, c: 研究打合せ(非公開)	インド	2名	1. 研究打合せ 2. 現地調査
2013年 12月10-12日	G2: 現地調査(非公開)	インド	1名	1. 研究打合せ 2. 観測装置設置/データ分析
2013年 12月23-28日	G2: 現地調査(非公開)	インド	2名	1. 研究打合せ 2. 観測装置設置/データ分析
2014年 1月16-20日	G1-c: 研究打合せ(非公開)	インド	1名	1. 研究打合せ 2. 現地調査
2014年 1月21-26日	G1: アウトリーチ活動	インド	4名	1. Tarikhet の公立小中高等学校において、講演会・ハザードマップ作成
2014 1月22日- 2月7日	G2: 実験、研究打合せ (非公開)	日本	1名	1. 大阪大学にてガスセンサーの作成実験 2. 研究打合せ
2014年 3月5-15日 3月12-16日 3月13-15日	研究打合せ(非公開) G1-b G1-b G1-a, c	日本	1名 2名 1名	1. 研究打合せ (3月14日はResearch Meeting)
2014年	G4:	日本		1. WIDE 研究会

3月10-13日 3月11-13日	研究打合せ(非公開)		1名 2名	
2014年 3月14日	Research Meeting (非公開)	日本	10名	1. 各グループ進捗報告 2. 今後の計画策定
2014年 3月27日-4 月5日	G1-b: 現地調査(非公開)	インド	1名	1. 研究打合せ 2. 現地調査
2014年 4月14-20日	G1-c, 3, 4: 研究打合せ(非公開)	インド	2名	1. 研究打合せ 2. 現地調査
2014年 4月21-23日	G2: 現地調査(非公開)	インド	1名	1. 研究打合せ 2. 観測装置設置/データ分析
2014年 5月8-10日	G2: 現地調査(非公開)	インド	1名	1. 研究打合せ 2. 観測装置設置/データ分析
2014年 5月13-31日	G2: 実験、研究打合せ (非公開)	日本	1名	1. 大阪大学にてガスセンサー の応用実験 2. 研究打合せ
2014年 5月14-16日	G2: 現地調査(非公開)	インド	1名	1. 研究打合せ 2. 観測装置設置/データ分析
2014年 5月25-28日	G2: 現地調査(非公開)	インド	1名	1. 研究打合せ 2. 観測装置設置/データ分析
2014年 5月27-30日	G2: 現地調査(非公開)	インド	1名	1. 研究打合せ 2. 観測装置設置/データ分析
2014年 5月31日	G3+4: 研究打合せ(非公開)	インド	3名	1. 研究打ち合わせ 2. 今後の予定の検討
2014年 6月1-3日	G1-c: 研究打合せ(非公開)	インド	1名	1. 研究打合せ 2. 現地調査
2014年 6月3-6日	G1-b: 現地調査(非公開)	インド	1名	1. 研究打合せ 2. 現地調査
2014年 6月4-12日	G2: 現地調査(非公開)	インド	2名	1. 研究打合せ 2. 観測装置設置/データ分析
2014年 6月16日- 7月25日	G3: 研究活動、研究打 合せ(非公開)	日本	1名	1. ビックデータの研究 2. 研究打合せ
2014年 7月7-8日	G1-a, c: 研究打合せ(非公開)	インド	2名	1. 研究打合せ 2. 現地調査
2014年 7月8日	G2: 現地調査(非公開)	インド	1名	1. DISANET コミュニケーション システム発足式準備
2014年 7月9-11日	Demonstration of DISANET Communication System at IIT Madras	インド	5名	1. DISANET コミュニケーション システム発足式準備 2. DISANET コミュニケーション システム発足式 3. 視察団向けデモンストレーション

2014 年 7 月 12-15 日	G2: 現地調査(非公開)	イ ン ド	1 名	1. DISANET Research Meet デモ 準備
2014 年 7 月 18-19 日	G2: 現地調査(非公開)	イ ン ド	1 名	1. DISANET Research Meet デモ 準備
2014 年 7 月 20-22 日	G2: 現地調査(非公開)	イ ン ド	1 名	1. DISANET Research Meet デモ 準備
2014 年 7 月 21-22 日	G1-b: 現地調査(非公開)	イ ン ド	1 名	1. 研究打合せ 2. 現地調査
2014 年 7 月 23-25 日	DISANET Research Meet, Research Meeting(非公開)	イ ン ド	14 名	1. DISANET Research Meet 2. 各グループ進捗報告 3. 今後の計画策定
2014 年 7 月 27 日- 8 月 2 日 7 月 29 日- 8 月 2 日	G1-a, b, c: 学会参加、研究打 合せ(非公開)	日 本	5 名 3 名	1. Asia Oceania Geosciences Society(AOGS2014) にて研 究成果発表 2. 研究打合せ
2014 年 8 月 17-23 日	G2: 現地調査(非公開)	イ ン ド	1 名	1. 研究打合せ 2. 観測装置設置/データ分析
2014 年 9 月 22-26 日	G2: 現地調査(非公開)	イ ン ド	1 名	1. 研究打合せ 2. 観測装置設置/データ分析
2014 年 10 月 1-9 日	G1-b: 現地調査(非公開)	イ ン ド	1 名	1. 研究打合せ 2. 現地調査
2014 年 10 月 20-25 日	G2: 現地調査(非公開)	イ ン ド	1 名	1. 研究打合せ 2. 観測装置設置/データ分析
2014 年 10 月 27 日- 11 月 3 日	G2: 現地調査(非公開)	イ ン ド	1 名	1. 研究打合せ 2. 観測装置設置/データ分析
2014 年 11 月 2-9 日	G1-a, c: 現地調査(非公開)	イ ン ド	2 名	1. 研究打合せ 2. 現地調査
2014 年 11 月 22-29 日	G1-b: 現地調査(非公開)	イ ン ド	1 名	1. 研究打合せ 2. 現地調査
2014 年 11 月 23- 27 日	G2: 終了評価インタビ ュー	イ ン ド	2 名	1. 終了評価インタビュー
2014 年 11 月 23- 30 日	G2: 終了評価インタビ ュー、現地調査(非 公開)	イ ン ド	1 名	1. 終了評価インタビュー 2. 観測装置設置/データ分析
2014 年 11 月 27- 12 月 6 日	G1-ac: 現地調査(非公 開)、終了評価	イ ン ド	1 名	1. 研究打合せ 2. 終了評価 3. 現地調査
2014 年 11 月 28- 12 月 2 日	G1:終了評価イン タビュー	イ ン ド	3 名	1. 終了評価インタビュー
2014 年	終了評価	イ ン	1 名	1. 終了評価

11月30- 12月3日		ド		
2014年 12月1-2日	終了評価	インド	1名	1. 終了評価
2015年 1月30日- 2月5日	G2: 現地調査(非公開)	インド	1名	1. 研究打合せ 2. センサ状況確認及び堅牢化対応 3. メンテナンス方法の検討
2015年 2月13-16日	G1-ac: 研究打合せ(非公開)	インド	2名	1. 研究打合せ 2. 技術トレーニング
2015年 2月14-24日	G2: 現地調査(非公開)	インド	1名	1. 研究打合せ 2. センサ状況確認及び堅牢化対応 3. 教材テスト
2015年 2月19-21日	G2: 現地調査(非公開)	インド	1名	1. センサ状況確認及び堅牢化対応
2015年 2月21日- 3月2日	G1-b: 現地調査(非公開)	インド	1名	1. 研究打合せ 2. 現地調査
2015年 3月3-8日	G2: 研究打合せ(非公開)	インド	2名	1. 技術トレーニング
2015年 3月3-5日	G1-c: 研究打合せ(非公開)	日本	2名	1. 研究打合せ 2. データ分析 3. 技術トレーニング
2015年 3月13-20日	G1-b: 研究打合せ、 Research Meeting (非公開)	日本	2名	1. 研究打合せ (3月16日はResearch Meeting)
2015年 3月11-20日	G1-a, c: 研究打合せ、 Research Meeting (非公開)	日本	3名	1. 研究打合せ (3月16日はResearch Meeting) 2. International Workshop on Ground Motion Prediction Equation and Seismic Hazard Assessment にて研究成果発表
2015年 3月15-17日	G1-b: 研究打合せ、 Research Meeting (非公開)	日本	1名	1. Research Meeting
2015年 3月11-17日	G3, 4: 研究打合せ(非公開)	日本	2名	1. WIDE 研究会 (3月16日はResearch Meeting)
2015年 3月15-20日	G1-b: 研究打合せ、 Research Meeting (非公開)	日本	1名	1. 研究打合せ (3月16日はResearch Meeting)
2015年	G3:	日本	1名	1. Research Meeting

3 月 15-19 日	Research Meeting (非公開)			2. 国連防災会議に参加
2015 年 3 月 15-21 日	G2: 研究打合せ、 Research Meeting (非公開)	日本	1 名	1. Research Meeting 2. 国連防災会議に参加 3. 観測応用事例の視察
2015 年 3 月 21-27 日	G2: 研究打合せ(非公開)	インド	1 名	1. 技術移転 2. 継続性に関する打合せ
2015 年 6 月 10-22 日	G2: 研究打合せ(非公開)	インド	1 名	1. 技術移転 2. 継続性に関する打合せ

② 合同調整委員会開催記録

年月日	出席者	議題	概要
2010 年 7 月 18 日	村井純、武田圭史、 中村修、大川恵子、 片岡広太郎、瀬瀬一 起、鷹野澄、加藤照 之、大木聖子、江崎 浩、落合秀也(日本 から遠隔参加:田崎 創)	活動進捗状況の共有と全 体協議	・2009 年度活動報告 ・研究メンバー確認 ・2010 年度活動方針 ・総括協議
2011 年 8 月 20 日	村井純、武田圭史、 中村修、大川恵子、 片岡広太郎、瀬瀬一 起、鷹野澄、加藤照 之、大木聖子、江崎 浩、落合秀也	活動進捗状況の共有と全 体協議	・2010 年度活動報告 ・研究メンバー確認 ・2011 年度活動方針 ・総括協議
2012 年 8 月 25 日	村井純、武田圭史、 中村修、片岡広太 郎、瀬瀬一起、鷹野 澄、加藤照之、増田 徹、大木聖子、江崎 浩、落合秀也、山内 正人(遠隔参加:大 川恵子、砂原秀樹)	活動進捗状況の共有と全 体協議	・2011 年度活動報告 ・研究メンバー確認 ・2012 年度活動方針 ・総括協議
2013 年 7 月 15 日	村井純、武田圭史、 中村修、伊藤貴盛、 片岡広太郎、瀬瀬一 起、鷹野澄、奥村晃 史、増田徹、大木聖 子、木村素子、江崎 浩、落合秀也、田中 秀和(遠隔参加:砂	活動進捗状況の共有と全 体協議	・2012 年度活動報告 ・研究メンバー確認 ・2013 年度活動方針 ・パンフレット作成 ・総括協議

	原秀樹、山内正人)		
2014 年 7 月 25 日	村井純、武田圭史、 中村修、伊藤貴盛、 片岡広太郎、瀬瀬一 起、鷹野澄、奥村晃 史、増田徹、江崎浩、 落合秀也、藤原宏 平、砂原秀樹、山内 正人	活動進捗状況の共有と全 体協議	・2013 年度活動報告 ・研究メンバー確認 ・終了までの活動方針 ・終了時評価準備 ・総括協議

§ 7 国際共同研究実施上の課題とそれを克服するための工夫、教訓など

(1) 共同研究全体

本研究課題に関する取り組みは当初インド側が新たに設置された IIT Hyderabad 校ということもあり国際的な共同研究の受け入れ体制の枠組みなどの設定に手間取ってしまい円滑な共同研究の実施が困難かと思われた時期もあったが度重なる訪問やインド側研究者の日本への渡航を繰り返すにつれて両国の研究者間に強い信頼関係を構築することができ結果として順調な研究の取り組みがすすめられたと感じている。

特に本研究課題において専任の研究者として参加していたグループ 3、4 慶應義塾大学の片岡特任助教は本研究の活動を通じてインド側研究者にも認められ2012年7月からはインド IIT Hyderabad の訪問助教の立場となり、JICA の FRIENDSHIP プロジェクトの枠組みを使い現地に家族とともに居住し同大学における研究活動の指導のみならず他教鞭もとるに至っている。

これは本事業を通じて両国間で密接な共同研究が実現し、それを通じて両国の研究者の間で強い信頼関係が構築された証であり本事業実施の上での大きな成果と言える。

2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震への対応として、本プロジェクトの研究機関である東京大学地震研究所、および慶應義塾大学で次のような取り組みをおこなった。一連の取り組みは、2011 年 8 月の JCC において「Special Session: 2011 Tohoku earthquake and Contributions of DISANET」として DISANET プロジェクト全体で共有された。

(1) 東京大学地震研広報アウトリーチ室では、東北地方太平洋沖地震の地震学等に関する情報をとりまとめ、特集ウェブページで情報を発信し、継続している。また、本震災における一連の対応は、書籍としても発表されており、一般市民の震災対応に対する理解を広め、深めるのに貢献した。

(2) 慶應義塾大学では、WIDE プロジェクトや自治体、協力企業、ボランティア等と連携して、宮城県や岩手県を中心とした被災地に緊急・災害用通信パッケージを展開した。本取り組みは、Post-Disaster Recovery Internet (PDRNET)プロジェクトとして活動し、LifeLine Station のほか、アドホックにネットワークを構築するアプローチも採りながら、最大 54 カ所の避難所、行政機関、仮設病院などにネットワークを展開した。一連の取り組みによって得られた知見は本プロジェクトにおいて積極的にフィードバックされている。

(3) 慶應義塾大学では、WIDE プロジェクトや School on Internet Asia プロジェクト等と連携して、震災に関連して政府等から発信される情報の他言語化に取り組んだ。これらの取り組みは、WEB サービスの負荷分散やクラウドコンピューティングを活用しており、Group 4 で取り組んだ情報通信プラットフォームの設計・実装に貢献し、今後のさらなる発展にも期待できる。

(2) 研究グループ 1/地震災害の軽減

相手国研究機関とは順調に共同研究を実施し、大きな問題は発生しなかった。ただし、インドは準戦時下の国であるためか、地震の情報などの扱いに神経質なところがあり、観測した地震波形データの扱いには注意を要した。特に、NGRI ではオフライン回収とはいえ、全ての強震観測のデータをネットワーク接続したサーバに集約しているにもかかわらず、それを外部からダウンロードすることも、外部へ送信することも禁じられている。日本側研究者は、解析に用いるデータをネットワークを使用せずハードディスクにコピーしたものを手持ちで移動する必要があり、やや柔軟性に欠けた。また、この制限は観測データを処理したデータにも適用される可能性があり、将来観測点をオンライン化した際にサーバに自動解析処理を組み込んだ後の運用に支障をきたすおそれがある。国策によるため困難ではあるが、制限の緩和が望まれる。この制約は、プロジェクトで目指している、グループ 4 のデータベースでの災害情報の一元管理の実現にも影響する。対象を地震解析の専門家ではなく政府・自治体の防災担当者等と規定して、研究成果として得られたハザードマップなどを提供するとすることで、問題を回避した。しかしながら、将来的には即時処理データを災害規模の把握・復興に役立てる必要は出てくると思われ、この問題は関係者の間で議論を継続し、解決策を見いだすことが望まれる。

強震動サブグループの強震計と GPS サブグループの GPS 受信機は、もともと電源事情の厳しいところでの運用も考慮されているため、インドの良質とはいえ電圧環境においても特に問題はなかった。それに対し、建物サブグループで使用する IT 強震計は、日本の通常の屋内で使用することを前提に開発されたものであったため、先行して日本で観測に使用していたままの構成では停電の頻発により不具合が発生するおそれがあった。実際にセンサーの設置のために、観測が行われるチャンディガール市に赴いたところ、ハイデラバード市に比べて停電の頻度が実際に高いことが確認された。この直後には、インド北部で記録的な大規模・長時間停電も発生している。この対策として、システム全体を大容量 UPS でバックアップすることとし、建物全体に配置されるセンサーに対してこの UPS から給電することとした。電源線を配線する工事が必要になるものの、建物の既存の LAN から独立してネットワークを構築するために LAN 配線の工事は想定されており、問題にはならなかった。この電源集中バックアップ構成については、東北地方太平洋沖地震の際に、直後に起こった停電等でデータ欠損が発生していたこともあり、その後日本でも採用されることとなった。

(3) 研究グループ 2/気象観測プラットフォーム

本プロジェクトでは、気象防災・減災を目的とする気象観測ネットワークを構築する目的で、日研究者らおよび JICA や JST は、安価な簡易計測方式の気象観測センサーの展開を重要視していたが、当初インド側研究者らは、簡易方式のセンサー展開は、消極的であった。2010 年に、IMD にパイロット的に 1 台設置を行ったが、その後、しばらく、インド側研究者を主体としたセンサー展開はスムーズに進捗しない状況になっていた。特に、センサーの設置展開には、(1) 受け入れ先組織の発掘、(2) 受け入れ先組織との政治的な調整、(3) 現地調査(気象観測に適した場所の有無、ネットワーク環境の状況)、(4) 工事計画の作成、(5) 工事の発注・立会い、(6) 動作確認、(7)トラブル・シューティング、といった一連の総合的な作業が必要となる。それぞれの過程において現地訪問が必要となるが、ハイデラバード市内は、車の移動で片道 1 時間～2 時間かかるため、このセンサー展開作業には、大変に多くの時間と労力を強いる性格のものであった。このような理由から、インド側研究者を主体としたセンサー展開は難しい状況となっていた。

2013 年 9 月以降、日研究者(2 名の助教)の派遣数を大幅に増強し、同時に現地スタッフを 3 名雇用した。また JICA の現地調整員に、必要な部材の調達などで、多大なサポートをいただいた。これらの対応によって、状況は劇的に改善され、2014 年の雨季前までにハイデラバード市全体をカバーするように気象センサーが設置された。その結果、雨季には、ハイデラバード市を襲う降雨現象のモニタリングに成功し、またそのような降雨に伴う、同市での浸水・洪水災害との関連性を見出すまでに至った。

WMO 方式のセンサー設置に関しては、簡易方式のセンサーとの間のデータの特性を明らかにし、補正をする目的で導入するように、プロジェクトの計画変更を行って対処した。インド側研究者の意見を尊重し、まず風センサーに限定して、WMO 対応のセンサーを WMO 方式で設置した。その結果、プロジェクトで用いている簡易方式のセンサーと、WMO 風センサーの間には、観測結果にズレがあり、本格的な WMO 方式と簡易方式のセンサーの間とで、同じ設置場所での観測結果の比較が必要という結論になった。なお、この補正に関しては、設置場所ごとにそのズレの特性が異なることが予想されるため、WMO 対応のセンサーを(1 台ではなく)5 台調達し、その関連性を研究している。

(4) 研究グループ 3/持続可能な通信インフラストラクチャ

グループ 3 では、特に大きな問題は発生せず順調に機材の調達と実装が行われた。

電波を用いた通信を行うという性質上、免許取得や法規制の問題があり、日本で普通に使用できる機材にも使用できないものがあり、また、今回開発した通信モジュールのいくつかは日本での使用はできない。こういったことは開発時に広範囲での運用試験を行う場合には問題になり得るが、本システムに関心を持つ防災関係機関などが導入する場合には、実際に運用が想定される地域での必要な免許を取得するので問題にはならない。また、仮に想定外の地域で運用する必要が生じた際にも、使用できない通信モジュールを切り離して使用可能な通信のみでの運用は可能である。2014 年 7 月に Hyderabad で実施したデモンストレーションでは、IITM 外で使用できない機能を切り離しての実施であったため、フル機能を見せることができなかったのは残念なことであった。

IITM は研究成果を実用・製品化するため、2014 年 7 月のデモンストレーション以降、積極的に企業との連携を図った。しかし、一部の企業は軍事製品も製造していたため平成 4 年に閣議決定された ODA 大綱に抵触する恐れがあり、JICA と慎重に協議したうえでこれを回避した経緯がある。

(5) 研究グループ 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

グループ 4 は、片岡上席所員が訪問助教として IIT Hyderabad に滞在していることもあり、共同研究は順調に実施され、特に問題は発生しなかった。

§8 結び

本プロジェクトの期間内の目標に関しては、ほぼ達成できた。今後、観測・運用データの蓄積をすすめて、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した。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し本報告の結びとしたい。



設置された速度型強震計と NGRI でのデータ検討



年代測定用試料採取



GPS アンテナと受信機





Building Sensor の設置と建物の検査



2013 年 7 月に Haridwar で実施したアウトリーチ活動



2014 年 1 月に Tarikhet で実施したアウトリーチ活動



AWS の設置



Chennai でのデモンストレーション





Hyderabad で実施したプロジェクトデモンストレーション(DISANET Research Meet)

以上

§ 9 PDM の変遷 (該当する場合)

該当なし

研究課題名	自然災害の減災と復旧のための ネットワーク構築に関する研究
研究代表者名 (所属機関)	村井 純 (慶應義塾大学 教授)
研究期間	H21採択 H21年6月1日からH27年3月31日まで(5年間)
相手国名 / 主 要相手国研究機 関	インド / インド工科大学ハイデラバード校 (IITH)

付随的成果

日本政府、社会、産業 への貢献	・日本発の気象センサーネットワーク(Live E!)が、インドにも構築される。 ・日本で開発された、高コストパフォーマンスIT強震計が、インドで高く評価される。 ・日本の培った減災と復旧のための情報通信技術がインドでも一定の評価を得る。
科学技術の発展	・Sensor Material Development Laboratoryで開発された新素材のセンサへの応用
知財の獲得、国際標準 化の推進 等	・スマートビル、スマートキャンパスへの技術の適用、国際標準化活動。 ・IEEE1888: 2011年2月承認
世界で活躍できる日本 人人材の育成	・本研究が認められることによる、昇進/国際研究機関への就任等
技術及び人的ネットワー クの構築	・IITハイデラバード設立支援の一環として、日本における防災IT研究の最新動向等につき特別講演を実施。 ・IITハイデラバードに、日本人研究者による講座・特別講義等が設けられる。
成果物(提言書、論文、 プログラム、マニュアル、 データなど)	・主要な論文誌等に本研究に関する成果が発表される。 ・災害時に利用可能な災害情報を一元管理するポータルシステム

JST上位目標

総合災害情報システムの適用可能範囲の、関連諸国への展開・適用性
拡大

上位目標の達成に必要な、研究課題抽出と具体的取組み方策の構築

JSTプロジェクト目標

日本およびインドの防災施策となり得るような、気象・地震データ収集・分
析基盤、被災地通信インフラおよび救援・復旧・復興情報活用基盤から
成なる総合災害情報システムの確立と実用性確認

