

地球規模課題対応国際科学技術協力

(防災研究分野「開発途上国のニーズを踏まえた防災に関する研究」領域)

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

(インド)

平成 25 年度実施報告書

代表者：村井 純

慶應義塾大学 環境情報学部 教授

<平成 21 年度採択>

1. プロジェクト全体の実施概要

(1) 本プロジェクトのねらい

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等データを収集・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つの研究項目に取り組む：

研究項目1 地震災害の減災

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、広く普及を目指す。

(2) これまでのプロジェクトの概要

本研究プロジェクトでは上記研究項目の課題に対応したグループ毎に研究活動を実施した。

ア プロジェクトの運営状況

本プロジェクトのこれまでの運営状況は以下のとおり

Research Plan (RP) 策定 (2009年8月)

Record of Discussions (R/D) 策定 (2010年3月)

Memorandum of Understanding (MoU) 締結 (2010年4月)

Joint Coordination Committee Meeting (JCC) 実施 (2010年7月)

Joint Coordination Committee Meeting (JCC) 実施 (2011年8月)

Joint Coordination Committee Meeting (JCC) 実施 (2012年8月)

Joint Coordination Committee Meeting (JCC) 実施 (2013年7月)

イ 本年度の実施概要

平成25年度のプロジェクトの活動については以下の項目を実施した。

- ・各研究グループによる研究活動・ミーティングの実施
- ・アウトリーチ活動の実施
- ・現地視察等による予備調査の実施
- ・機材の購入・設置・観測開始
- ・DISANET Research Meeting (全グループ参加・遠隔) 実施 (2014年3月)
- ・平成26年度のJCC実施にむけた調整
- ・年次報告書の提出

(3) プロジェクト進捗状況

本年度はプロジェクトの開始 4 年次であり、前年度に実施した現地調査や研究実施計画に基づいて、研究体制の確立にむけて取り組み、各グループにおいて本格的な研究を開始した。具体的な活動としては、各グループの現地調査やプロジェクト外部の組織との連携の模索、地震計などの観測機器の設置、データ収集サーバの構築、インド向け気象センサ仕様の確立と設置開始、被災地通信パッケージのプロトタイプ実装とその拡張を可能とするアーキテクチャの策定、災害対策情報システムにおける災害時情報共有システムのプロトタイプ実装を行った。これらは全体の研究実施計画に対して5分の 4 の項目達成に相当し、一部遅れがあるものの、おおむね予定どおりの進捗である。

(4) プロジェクト成果

本研究プロジェクトに関連する学術的な成果として、論文誌発表 15 件、国際学会・ワークショップ発表 17 件、国内学会・ワークショップ発表 23 件を行った。また、この他に本研究成果に関する新聞報道 2 件、解説や論文等の発表 5 件を行った。

(5) 今後の見通し等

最終年度である次年度は、本格的な研究活動を展開し、さらに研究体制を充実させる予定である。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、プロジェクトを完成させる。

2. 研究グループ別の実施内容

研究グループ 1. 地震災害の軽減

① 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。

② 研究実施方法

Strong Motion、GPS、Building Sensors の 3 つの研究項目を対象としたサブグループを構成し、それぞれ以下の要領で 並行して研究に取り組む。

(Strong Motion):

Strong Motion サブグループはヒマラヤ地域における Indo-Gangetic Plains の地震ハザードについて分析を行う。ヒマラヤ地域における地震活動に関するデータを取得するため強震計を展開する。この観測ネットワークによって得られた中規模地震の記録は大規模地震による強震動の予測に利用することができる。これによって複雑な3次元速度構造のモデル化と強震動の数値シミュレーションを行うことが可能となる。

(GPS):

GPSサブグループでは、北西～中央ヒマラヤの地域においてGPS観測を実施してインド大陸の中国大陸への衝突に関する地殻変動を精密に計測すると共に活断層地形と関連する地形のマッピングを行い、GPSデータと共に高分解能の衛星写真と地質資料を用いて地震の繰り返し周期を推定するためにすべり速度を算出する。

(Building Sensors):

Building Sensors サブグループでは Chandigarh 市における建物の脆弱性および地震によるダメージの評価を行う。当該市における建物の地震時特性の類型化、ダメージ推定とリスク評価のための基礎データの提供を目的として建物の振動の観測を行う。

③研究実施状況

グループ全体として:平成 24 年 7 月に研究成果の社会へのアウトリーチに関して Chandigarh 市の行政、学校関係者、一般市民とのワークショップを開催し、平成 24 年 10 月に Chandigarh 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。平成 25 年度の活動として、平成 25 年 7 月に強震観測網の観測点の一つである Haridwar 市の公立小中高等学校において、ヒマラヤ地域の地震災害や洪水災害の紹介を行うとともに、生徒自らによる学校周辺のハザードマップ作成の指導を行った。平成 26 年 1 月には Bhimtal の school for preparation において、防災セミナーと防災訓練を実施し生徒自身による防災マップ作成のワークショップを開催し、またヒマラヤ地域の Kathgoram において活断層を含む地形・地質の理解を促すために野外実習を行った。平成 26 年 3 月には、Strong Motion, GPS, Building Sensors の各サブグループのインド側と日本側の研究者が集まり、最終年度におけるプロジェクト研究の実施と成果のまとめ方について話し合った。

グループ 1・Strong Motion サブグループでは、インド・日本で互いに研究者が行き来して研究打ち合わせを実施し、主要な共同研究機関となる NGRI との連携体制が確立した。設置地点等の検討を進め、インドヒマラヤ地区の観測精度の向上に貢献できるよう、既存の観測地点ではカバーされていない地域への観測機器の設置を考慮するなどといった工夫を施し、観測機器についても検討を進めてきた。それまでの打合せに基づきまず広帯域速度型強震計の 2 セットを調達して NGRI で試験設置を行ってノイズ等の課題を明らかにし、その対策を施して残りの台数の強震計を調達した。インドにおいては、観測点に設置する太陽電池等の周辺部材を調達した。平成 24 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、平成 24 年 10 月にはヒマラヤ地区に計画されていた 26 地点全てにおいて広帯域強震計の設置を完了した。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基本的手法について説明を行った。平成 25 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。平成 24 年 12 月 7 日に日本の東北地方で発生した M7.3 の地震、平成 25 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。これらの地震記録を地下構造モデル構築や強震動予測に役立てるための解析手法の準備を進めた。

グループ 1・GPS サブグループでは、GPS 器材および熱ルミネッセンス年代測定システムの調達が完了した。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て活動様式を精査し、トレンチ発掘調査を進めた。ラムナガル、カングラ、ハジプール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

年代測定を試料を採取した。放射性炭素同位体年代測定により地震発生時期が明らかにされつつある。熱ルミネッセンス年代測定システムも完成し技術習得を完了したため、間もなく測定結果の報告が可能となり、地震発生時期特定に有効な年代値を取得することができる。GPS 観測に関しては固定観測点の設置が完了し、8か所の観測点で連続観測を開始したほか、収集した一部のデータ解析にも着手した。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、キャンペーン観測の選点及び設置も完了し観測を開始した。これまでにT2を2回、T1とT3をそれぞれ1回観測しており、データ解析を進めている。

グループ1・Building Sensors サブグループでは、インド・日本で互いに研究者が行き来して研究打ち合わせを実施し、主要な共同研究機関となる IIIT-H との連携体制が確立できた。また、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。ヒマラヤ地方の建物に設置する前の準備段階として IIIT-H の建物においてビルディングセンサーを設置し、インド側研究者の設置訓練、観測データ収集試験を実施した。ヒマラヤ地方においては Chandigarh 市内において観測対象となる建物の候補を選定し、現地の関係機関との間でビルディングセンサーの設置にかかる事務的な処理を進めた。また日本では、それに必要なビルディングセンサーの調達を行った。平成24年7月にはヒマラヤ地方の Chandigarh 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、ビルディング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。また、平成24年7月からビルディングセンサーを Chandigarh 地方の建物に設置開始した。平成25年3月末までに大学や高校等の3つの建物に設置を行い、引き続き平成25年12月までに、残りの3つの建物についても設置を行った。インド側研究者に対しては、ビルディング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はほぼ完了しており、センサーの設置はインド側研究者が実施した。平成25年3月にはインド側研究者の来日に合わせてこれまで得られた観測データを検討し、観測データを支持する建物モデルの検討、地震時の建物応答に関するデータ解析手法の検討などについて研修を行った。

平成24年10月には、グループ1の3つのサブグループが合同で、Chandigarh 市の行政・学校関係者・一般市民などへのアウトリーチ講演会を実施した。

④カウンターパートへの技術移転の状況

Strong Motion 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、観測網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、ワークショップを開催するなどして相互理解を深めている。

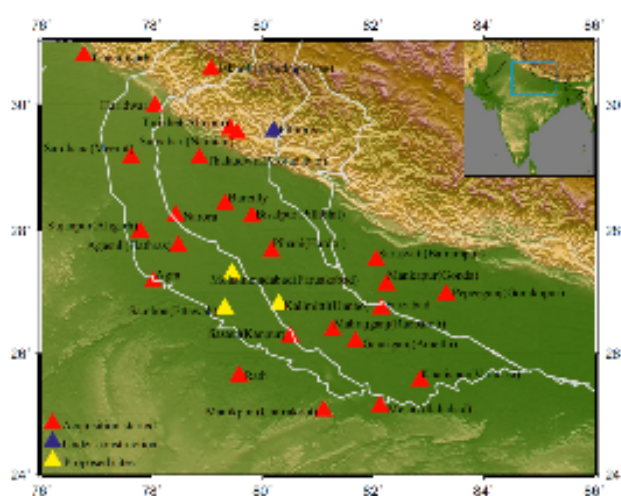
GPS サブグループでは、インド側に対して、GPS 観測に関する技術を移転した他、モデル化の手法を研修中である。活断層調査においては、RTK-GPS およびトータルステーションを用いた地形計測、トレンチ調査による地震履歴解明、年代測定およびイベント年代推定技術の移転をほぼ完了することができた。

Building Sensors 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、研究打ち合わせを通して連携体制を確立するとともに、ポータブル微動観測装置による試験観測、ビルディングセンサーの設置・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基本技術の移転を行っている。ま

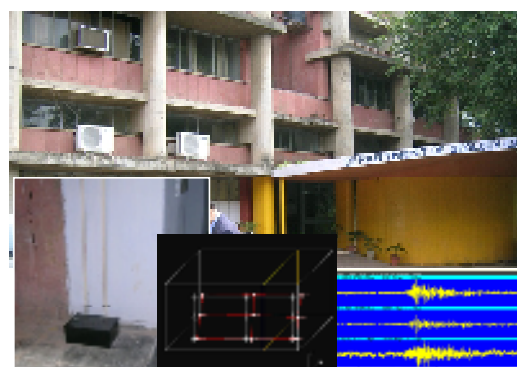
た、ヒマラヤ地方の Chandigarh 市において、関連する研究者や市の行政職員の参加するワークショップを開催し、ビルディングセンサーの設置と観測による建物の安全性の確保の重要性に関して理解を深めている。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況

地震災害の防止と軽減に関して、研究者間の相互理解に加えて、行政機関の積極的関心と協力が得られつつある。また、Chandigarh 市における行政・学校関係者・一般市民などへのアウトリーチ活動、Haridwar 市の小中高等学校における防災ワークショップ、Bhimtal の school of preparation における防災セミナー、ワークショップ、野外実習は、この地域の地震防災の向上に寄与するものである。



Strong Motion サブグループで設置が完了した観測点



Chandigarh 市における建物観測

研究グループ 2. 気象観測プラットフォーム

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)と社会産業活動が原因で発生する人工的に発生す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、安価に、高精度に、確実に、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・運用可能なシステムの研究開発を行い、ハイデラバード市とインド東海岸沿いの都市に、本システムを実展開し、その動作検証と評価を行い、インドにおける 導入と継続的運用に必要な技術開発と技術の移転を行うことで、インドにおける 大気に関する災害の防止と減災の実現を目指す。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、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。WMO の基準を満足するようなセンサーシステムを構成するために必要な費用は、必ずしも小さくなく、密配備を行う場合には大きな装置費用と設置費用が必要になってしまう。そこで、WMO の基準を満足しないが、安価に装置を構成・設置可能な 新しい AWS を構成するためのセンサーモジ

ジュールの研究開発とセンサーシステムの研究開発を行う。

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 System; 自動気象計測システム)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技術の確立を行う。インドは、日本とは異なり、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環境での、継続的稼働が可能な要素装置と設置技術の確立が必要となる。また、インドにおけるシステムと、日本の気象システムは、明らかに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、インド中東部において、適切な AWS の配置方法に関する検証・評価も行うために、実際に、インド内の都市(2 都市)に AWS を配備し、これらをインターネットに接続、データが自動的に データベースに蓄積され、解析可能となり、その気象データ・情報をもとに、災害対策(発生時の事前対応と事後対応)の策定・実施に貢献する情報提供を行うシステムの仕様と運用技術を研究する。

国際気象機関(WMO; World Meteorological Organization)が定義している、気象センサーが満足すべき 制度と測定条件に合致しないセンサーの利用とその効果を評価するために、先端化学技術を用いた新センサーモジュールの研究開発を行うとともに、実用に資する安価な AWS システムの設計を、共同で実施し、実設置・実運用を行いその実用性と可能性の評価を行う。

③研究実施状況

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、IIT Hyderabad 校で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。また、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、本格設置のための 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 システムの設置のための調達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、2 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、日本で動作しているタイプの AWS の展開を進めた。

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 センサー、振動センサーの試作が行われた。

④カウンターパートへの技術移転の状況(日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

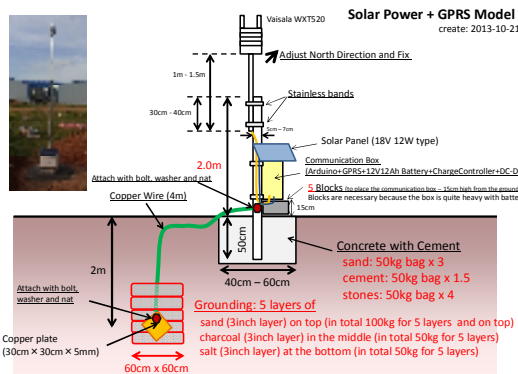
2010 年 9 月に、日本で動作している AWS の設置を行うとともに、システムの技術仕様と運用に必要な、最低限の技術移転を行った。日本で動作している AWS は、従来のインドにおいて AWS とは大きく異なる仕様のものであり、WMO 基準という制限がない場合には、現状の AWS とは 異なる物理的な大きさで、ほぼ、同様・同精度の気象データが観測可能であること、オープン技術を用いた測定気象データの収集と解析が可能であることを 示すことができた。この技術移転は、当初計画では、想定されていなかった、先端化学技術を用いた新しい気象センサーおよび大気情報センサーの研究開発を行うことの意義を IMD 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、日本で動作しているAWSをインドの環境下で展開する方法が洗練された。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基準のAWSの試作に成功した。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況(あれば)

- (1) AWSの密配置を行うために必要な経費が小さくないことが再認識され、また、通常のAWSが測定する以外の大気に関する情報を低コストで測定可能な新デバイスに対する要求が、G2の中で認識され、2011年度のJCC会合において、先端化学技術を用いた新センサーデバイスの基礎研究に関する活動を開始することを決定した。新センサーデバイスの研究開発を行うためのラボは、2012年に発足させることができた。
- (2) 本グループのAWSシステムの仕様策定にあたっては、当初、WMO基準には、縛られず、災害対策に利用可能な情報を密に収集可能なAWSシステムの展開を想定していたが、インド側のパートナーであるIMDは、気象情報をインド国内に提供する責任機関であり、WMO基準への固執は非常に大きく、仕様の策定には、予定以上の時間を要した。本仕様策定は、2013年度後半にまで、ずれ込むことになった。またAWSシステムの設置受け入れ機関との交渉のための人材雇用にも時間がかかり、受け入れ機関からの正式な承認レターを入手するのが2013年1月まで遅れたため、当初予定していた広範囲に渡る気象データ観測のためのWMO基準のAWSの10台の設置は、プロジェクト期間中には間に合わないという判断となった。そのため、目的をデータの互換性を確認するため、と変更し、2台のWMO基準のAWSを調達することとなった。
- (3) AWSシステムのデータ収集・利用を実現するシステムアーキテクチャと技術仕様は、必ずしもAWSのみに適用されるものではなく、その他のセンサーシステム、さらに、制御システムにも適用可能なものであり、IIT Hyderabad キャンパスにおけるスマートビルへの適用の可能性も進んでいる。
- (4) 日本で展開されているAWSシステムおよび、AWSシステムのデータ収集・制御アーキテクチャ適用したスマートビル・スマートキャンパスのデータは、グループ4が目指す、大量・多様・広域の長期間のデータを保存しつつ、これを解析可能な性能を提供するものでなければならぬことが、2012年8月に開催されたJCCで認識され、G4のシステムにおいて、その技術(具体的にはIEEE1888)を導入する方向で検討を開始した。また、2013年度にインドに本格展開されるAWSのデータを、このIEEE1888を用いたデータ保存・利用システムに保存し、G2とG4の連携・協調を行うこととなった。

Vaisala AWS Deployment Design (Autonomous Type)



インド向けに洗練されたAWS設置設計図

DISAGEE Hyderabad -- Automatic Weather Stations

Station ID	Location	Temp (C)	Humidity (%)	Wind Speed (m/s)	Wind Dir (deg)	Pressure (hPa)	Rain (mm)	Clouds (%)
1	...	28.5	65	1.2	135	1013.2	0.0	10
2	...	28.8	68	1.5	140	1013.1	0.0	12
3	...	29.1	70	1.8	145	1013.0	0.0	15
4	...	29.4	72	2.1	150	1012.9	0.0	18
5	...	29.7	75	2.4	155	1012.8	0.0	20
6	...	30.0	78	2.7	160	1012.7	0.0	25
7	...	30.3	80	3.0	165	1012.6	0.0	30
8	...	30.6	82	3.3	170	1012.5	0.0	35
9	...	30.9	85	3.6	175	1012.4	0.0	40
10	...	31.2	88	3.9	180	1012.3	0.0	45
11	...	31.5	90	4.2	185	1012.2	0.0	50
12	...	31.8	92	4.5	190	1012.1	0.0	55
13	...	32.1	95	4.8	195	1012.0	0.0	60
14	...	32.4	98	5.1	200	1011.9	0.0	65
15	...	32.7	100	5.4	205	1011.8	0.0	70
16	...	33.0	100	5.7	210	1011.7	0.0	75
17	...	33.3	100	6.0	215	1011.6	0.0	80
18	...	33.6	100	6.3	220	1011.5	0.0	85
19	...	33.9	100	6.6	225	1011.4	0.0	90
20	...	34.2	100	6.9	230	1011.3	0.0	95

観測データ閲覧画面(<http://59.90.76.153/>)

研究グループ 3. 持続可能な通信インフラストラクチャ

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する。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。本手法においては、Ad-Hoc ネットワーク、DTN、無線通信や放送を活用したネットワークの構築、QoS の最適化、マルチキャスト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む。

③当初計画と実施状況

グループ 3 では、インド・日本で互いに研究者が行き来して研究ミーティングを実施し、災害等による非常時通信システムの設計を進め、機材購入および実装を開始した。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も実装を進めている。LTE の通信システムはモジュールベースの開発が進んでいる。また、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 の導入も進めており、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ている。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がおこなわれている。

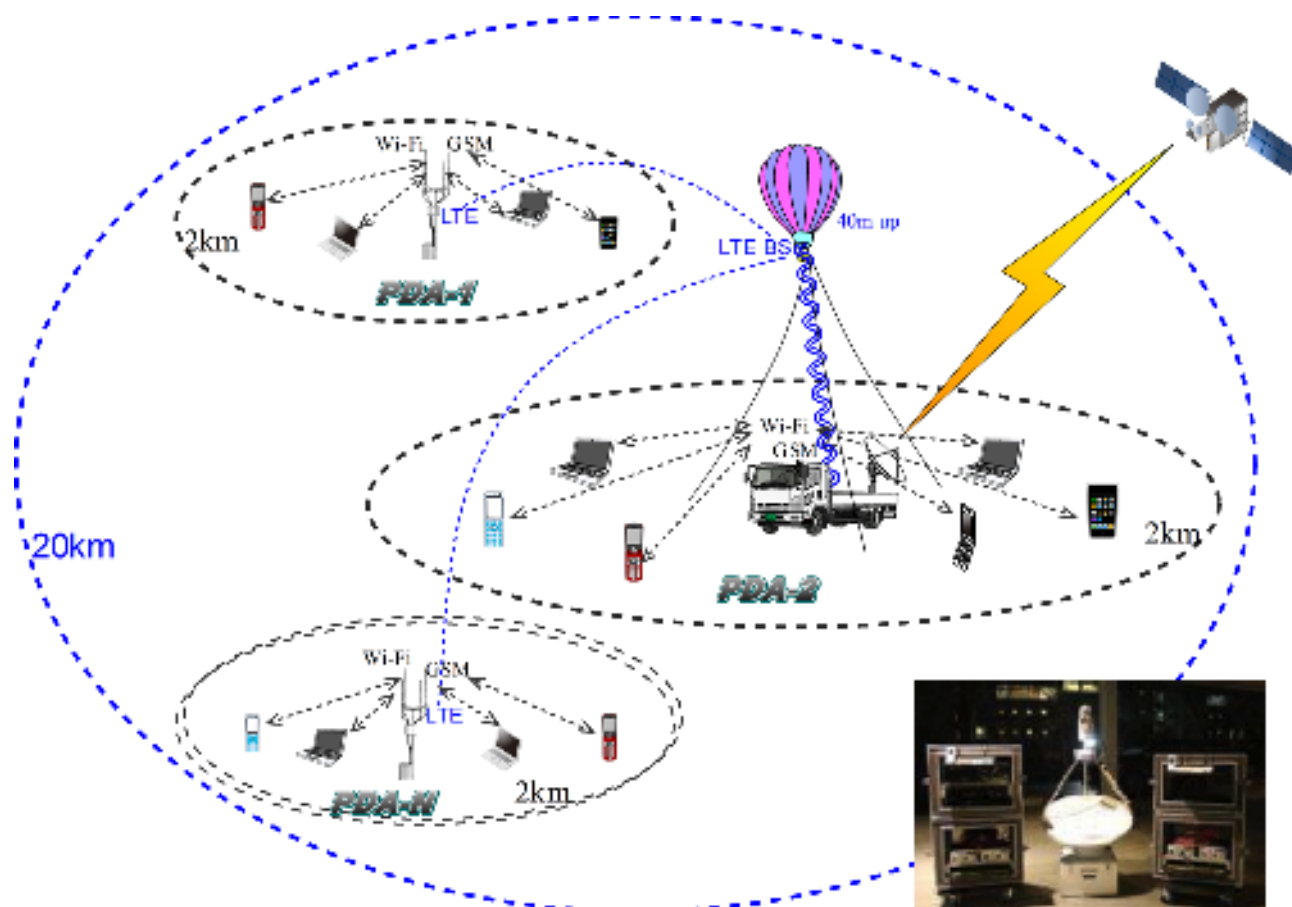
LTE、および Satellite の機材調達は継続しており、実証実験などにむけた送信免許の取得手続きを進めている。Lite GSM は、当初手動で行っていた端末の登録をある程度自動化できるようにシステムを改善し、プロトタイプ実装としての改善・統合を進めている。LTE 送信機をバルーンによって地上十数メートルに設置する準備についても、バルーンの仕様を策定し、IIT Madras や Hyderabad において試験するための計画を検討し、準備を進めている。2014 年 7 月に実施予定であるプロジェクトとしての実証実験に向けて開発・試験・手続きのスケジュールを共有しており、より詳細な工程管理を実施する予定である。また、グループ 2 気象センサデータに対する通信機能の提供を準備している。

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、LifeLine Station や I AM 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、積極的に情報を共有した。また、LifeLine Station や可搬型ワンセグ放送システム、FM-RDS などは実際に動作するプロトタイプのデモなどを含めることで、実践的な知見の共有ができています。Group 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、発表をおこなっている。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況

- (1) 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 を想定していたが、グループ 3 では研究開発を LTE に軸足を移し、日本側としてもこれを支持して開発を進めている。
- (2) 被災者向けの情報共有手段として携帯対端末向けのデジタル放送を想定し、日本のワンセグ放送をはじめデジタル放送の導入について検討した。しかし、インド国内での携帯端末向けデジタル放送の普及状況や今後の見通しを鑑みて、普及がより容易である FM-RDS に着目して研究開発を進めている。
- (3) NIDM や地域の緊急・災害対応機関とも情報を共有しながら研究を進められており、本プロジェクトが開発する技術の展開や実証が、当初想定していたよりも効果的におこなえる可能性がある。今後の実証実験のシナリオ検討などにおいてより緊密な協力関係に発展するよう、グループ 3 での議論を活発な状態に保っていく必要がある。



衛星通信と Wifi/GSM/LTE を組み合わせた災害通信基盤の構築

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

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る。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む。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む。

③当初計画と実施状況

グループ4はグループ3と連携して活動し、インド・日本で互いに研究者が行き来して研究ミーティングを実施し、購入手続きが進められていたサーバ機器などのインストールが実施された。グループ3と連携して構築する被災者の安否情報登録システムはスマートフォンでBluetoothを用いて動作するPeer-to-Peer型のアプリケーションとして実装した。災害時の情報共有に貢献するXMLスキーマの設計にむけた調査を進める一方で、被災者の安否情報については、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・広域分散の実装を進めていく予定である。

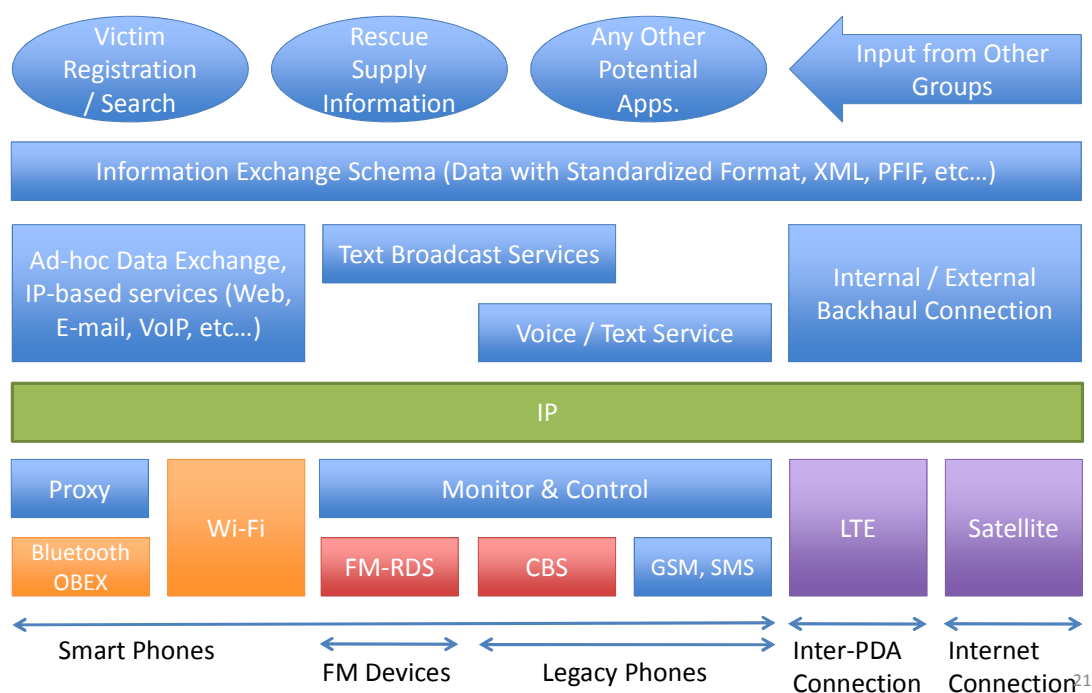
クラウドコンピューティングの研究課題では、Wide-Cloud Controller 以外に OpenStack の導入も進めており、短期的な可用性と中長期的な設計・実装の柔軟性の両方を鑑みながら取り組んでいる。また、災害時の情報として、災害発生時に参照可能なポータルサイトを提供する準備を引き続き進めており、既存の震災で発表された情報を XML フォーマットとして定義する対象として、インド政府から発信される被災・復旧状況、および IITH にてプロトタイプ実装を行った救援物資情報に着目し、作業を進めている。

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とのデータ関係を準備している。

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、今後グループ1との連携を進めていく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 Group3 が開発するシステムにもフィードバックされている。

⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況 特になし。



情報システムの基本設計

3. 成果発表等

(1) 原著論文発表

- ① 本年度発表総数(国内 2 件、国際 3 件)
- ② 本プロジェクト期間累積件数(国内 7 件、国際 8 件)
- ③ 論文詳細情報

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, and 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 and 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, and 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.

(2) 特許出願

- ① 本年度特許出願内訳(国内 0 件、国際 0 件、特許出願した発明数 0 件)
- ② 本プロジェクト期間累積件数(国内 Y 件、国際 0 件)

4. プロジェクト実施体制

(1) 「地震災害の軽減」グループ

- ① 研究者グループリーダー名: 瀧澤 一起(東京大学・教授)
- ② 研究項目

- (1) Strong motion (強震計)
- (2) GPS
- (3) Building Sensor (ビルディングセンサー)

(2)「気象観測基盤の構築」グループ

- ①研究者グループリーダー名: 江崎 浩 (東京大学・教授)
- ②研究項目
 - (1)気象センサー／変換機の開発
 - (2)Automatic Weather Station (AWS)通信システムの開発
 - (3)AWS ネットワークの開発

(3)「持続可能な通信基盤の構築」グループ

- ①研究者グループリーダー名: 武田 圭史 (慶應義塾大学・教授)
- ②研究項目
 - (1)迅速に展開可能な通信基盤の開発
 - (2)アドホックセンサネットワークの研究
 - (3)地震観測情報(グループ 1)、気象センサ情報(グループ 2)の為の通信基盤の提供

(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

- ①研究者グループリーダー名: 大川 恵子 (慶應義塾大学・教授)
- ②研究項目
 - (1)分散データベースや分散処理におけるセキュリティ
 - (2)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
 - (3)地震観測情報(グループ 1)、気象センサー情報(グループ 2)の為のデータ処理基盤の提供

以上