

評価調査結果要約表（和文）

1. 案件の概要	
国名：インド国	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
分野：情報通信技術、総合防災	援助形態：技術協力プロジェクト
所轄部署：社会基盤・平和構築部運輸交通・通信グループ第二チーム	協力金額（評価時点）：4億9,500万円
協力期間	R/D：2010年3月17日締結プロジェクト期間：2010年7月～2015年6月（5年間）
	先方関係機関：インド工科大学ハイデラバード校（IITH）ほか大学3校 インド気象庁（IMD） 国立地球物理学研究所（NGRI） 日本側協力機関：なし
1-1 協力の背景と概要	
<p>独立行政法人科学技術振興機構（JST）、独立行政法人国際協力機構（JICA）及びインド政府は、「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」のためのプロジェクト（以下“DISANET”または「本プロジェクト」と称する）を実施するうえで互いに協力することに合意した。インド工科大学ハイデラバード校（IITH）が本プロジェクトの総括的な責任を負い、また合同調整委員会（JCC）の議長を担当することが決められた。本プロジェクトを実施するために、以下に示す4つの研究グループが編成された。これらの研究グループは、それぞれ異なる研究課題をもち、日本とインドの学術機関の参加を得て活動に従事した。</p> <p>グループ1：地震災害リスクの軽減 グループ2：気象モニタリングプラットフォーム グループ3：緊急時通信基盤 グループ4：防災情報通信プラットフォーム</p> <p>2009年7月及び8月の協議の結果、日本・インド両政府はJICA及びJSTが行う地球規模課題対応国際科学技術協力（SATREPS）の枠組みの下に本プロジェクトの概要を作成し合意した。討議議事録（R/D）が2010年3月17日に署名され、本プロジェクトは2010年7月から2015年6月までの5年間の協力期間として開始された。終了を半年後に控えた2014年11月にJICAにより本終了時評価調査団がインドに派遣された。</p>	
1-2 協力内容	
(1) 上位目標	
自然災害の防災及び情報通信分野において日本とインドの研究協力を強化し、地球規模課題の科学技術の振興を進める。	
(2) プロジェクト目標	
1) 継続的に地震及び気象データを収集するための情報ネットワークインフラが構築され、災害救援活動、復旧、復興支援を支援する技術的基盤が確立される。	

2) 自然災害発生中／発生後の状況において、迅速な配置が可能な緊急通信システムと復旧活動のためのデータを配信する強固な通信システムが開発される。

(3) 成 果

成果 1 : (地震災害リスクの軽減) センサー・ネットワークを通じた地震ハザード評価と脆弱性調査が実施される。

成果 2 : (気象モニタリングプラットフォーム) 先進的な電気通信技術を利用することにより、厳しい環境下でかつ限られた費用で配置可能な (気象災害モニタリングのデータを収集するための) センサーネットワークプロトタイプが開発される。

成果 3 : (緊急時通信基盤) 緊急時／災害後の通信システム及びデータ処理システムが開発される。

成果 4 : (防災情報通信プラットフォーム) 災害時の減災と復旧のための情報共有基盤と災害管理システムが開発される。

(4) 投入 (評価時点)

日本側：総投入額 4 億 8,000 万円

短期専門家派遣	計 20 名 (2014 年 11 月まで)
長期専門家派遣	計 1 名 (2012 年 11 月以降)
ローカルコスト負担	約 8,100 万円
機材供与	約 2 億 2,500 万円
研修員受入	本邦における研究活動並びにワークショップ 65 回

相手国側：

カウンターパート (C/P) 配置	51 名 (他に管理要員 2 名)
オフィス・会議室等の提供	
ローカルコスト負担	工事費等約 570 万インド・ルピー (INR) ほかに光熱水費、清掃費等

2. 評価調査団の概要

調査者	(担当分野、氏名、所属)	
	団 長 竹内 博史	JICA 社会基盤・平和構築部運輸交通・情報通信 G 第二チーム 課長
	評価企画 舘山 丈太郎	JICA 社会基盤・平和構築部運輸交通・情報通信 G 第二チーム
	科学技術 本蔵 義守	東京工業大学 名誉教授
	科学技術 増田 勝彦	JST 地球規模課題国際協力室
評価分析 寺尾 豊光	水産エンジニアリング株式会社	
調査期間	2014 年 11 月 17 日～12 月 4 日	評価種類：終了時評価

3. 評価結果の概要

3-1 実績の確認

成果 1 : 地震災害リスクの軽減：センサー・ネットワークを通じた地震ハザード評価と脆弱性調査が実施される。

成果1は達成された。グループ1全体として、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うためのアプローチを確立した。また同地域の地震ハザードを評価するための基礎も整えられた。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脆弱性曲線などを総合して、Chandigarh市を例とした同地域の地震リスクの評価が行われることとなる。

成果2：先進的な電気通信技術を利用することにより、厳しい環境下でかつ限られた費用で配置可能な（気象災害モニタリングのデータを収集するための）センサーネットワークプロトタイプが開発される。

成果2は、ほぼ達成された。Vaisala型自動気象観測所（AWS）とデータネットワークの導入及びIITHの支援を得て、局地的な気象観測のためのインド気象庁（IMD）の設備が強化された。2014年6月までに計18セットのVaisala型AWSとデータネットワークがHyderabad市及び近隣地区のサイトに設置された。導入された観測機器により、短期かつ局地的な豪雨など都市スケールの気象観測が可能となった（指標2-1及び2-2）。これにより高密度で配置されたAWS観測システムの有効性が示された。Vaisala型AWSの特徴を更に気象学用途に拡大応用するため、Vaisala型AWSのデータ比較用に世界気象機関（WMO）方式のAWSが5台設置された。Vaisala型AWSの観測データは、IMD Hyderabadの気象レーダのデータ補正に利用されるほかに、洪水、ヒートアイランド現象、大気汚染の分野でも利用される計画である。

成果3：緊急時／災害後の通信システム及びデータ処理システムが開発される。

成果3は達成された。いずれの指標も満たされていることが確認された。緊急対応時や災害発生後の復旧時を想定し、被災地の通信の代替として、LTE（注：W-CDMA規格などの後継となる高速データ通信を実現する移動体通信の規格）の通信システムを利用し、音声通話及びショートメッセージサービス（SMS）を可能とする方法が示された。インドでは、大半の携帯電話がGSM（2G）を用いている。そのため、FMラジオ放送が受信可能な携帯電話が多いことを利用し、低ビットレートでテキストデータを送信するFM-RDSの導入も行われた。

成果4：災害時の減災と復旧のための情報共有基盤と災害管理システムが開発される。

成果4は達成された。各研究グループが構築したセンサー・ネットワーク及び緊急時・復旧時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イト・サービスが構築された。このサイトは、防災アプリケーションの開発に関心をもつ者がデータを利用できるように、オープンデータのプラットフォーム提供を行っている。災害時の障害に備えて分散型サーバが開発され地理的に離れた2地点に設置されている。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・システムも導入された。また、ポータルサイト・サービスには、災害時に活用可能な被災者の安否情報の登録システム及び防災に関与する地方自治体や関係機関等が災害時に利用可能なさまざまな防災情報も含まれている。

- プロジェクト目標
1. 継続的に地震及び気象データを収集するための情報ネットワークインフラが構築され、災害救援活動、復旧、復興支援を支援する技術的基盤が確立される。
 2. 自然災害発生中／発生後の状況において、迅速な配置が可能な緊急通信システムと復旧活動のためのデータを配信する強固な通信システムが開発される。

プロジェクト目標は達成された。本プロジェクトでは先端的情報通信技術（ICT）による取り組みの対象として防災情報の整備と活用が選択された。防災情報取得の具体的事例として、Indo-Gangetic 平原中央部の調査対象地域において、シナリオ地震や震源モデル及び地下構造モデルに係る地震学調査が行われ、さらに建物脆弱性調査が実施された。また Hyderabad 市及び近隣地区の洪水やその他の都市スケールの気象の観測ネットワークが整備された。前述の成果の達成状況にみられるように、以上の地震災害の研究は対象地域の地震災害評価の段階に至っている。Hyderabad 市を対象にした気象モニタリング・ネットワークも本調査直前のモンスーン季節において局地豪雨の観測実績を挙げている。これらの防災情報を公共機関や一般市民に提供する情報プラットフォームのモデル及びインドの通信環境に即した緊急時の通信インフラのプロトタイプも完成した。かくして防災情報を収集するインフラの整備とともに社会に情報提供を行うためのプロトタイプ・モデルの整備がなされた。これらの整備と同時に、IITH を中心とするインド工科大学カンプール校（IITK）、インド工科大学マドラス校（IITM）、国際情報工科大学ハイデラバード校（IIITH）の学術機関及び NGRI、IMD の政府機関から構成されるカウンターパート（C/P）機関への情報提供や技術移転など学術的貢献が進んだ。

3-2 評価結果の要約

(1) 妥当性：高い

- ・第12次5カ年計画（2012～2017年）では、10.69章に示されるように、災害リスクを管理し人命と財産を守りまた地域社会に警報を与えるために、科学技術を活用することを通じて、防災を優先することが強調されている。脆弱性の高い地域社会に時宜を得た警報を正確に発令できるように有効な通信システムを各レベルに確保することも優先されている。加えて、国家防災委員会（NDMA）の防災ガイドラインの一つ「国家防災情報通信システム」（2012年2月）にみられるように、災害緩和、準備、緊急対応、復旧等の防災の各段階に対して、適用すべき ICT ネットワークの要件が規定されている。本プロジェクトの主な目的は防災関連情報の活用に向けた先端的な ICT の応用開発にあるので、以上の国家政策の実施に貢献することができる。
- ・本プロジェクトは IITH 設立支援プログラム（2008年10月）を構成する学術5分野の1つを支援することを目的としている。本プロジェクトは ICT の活用を通じた防災分野の研究開発を行うことを支援の目的に選定した。また IITH 以外からも C/P 研究者を得て研究分野を広く取る途を選んだ。結果として多様な研究実績が上げられ各研究機関と IITH との研究交流の場が確立された。ICT 分野の学術振興において IITH を支援するうえでこのアプローチは適切なものであった。

(2) 有効性：高い

- ・プロジェクト目標は達成されている。プロジェクト目標達成への各成果の貢献はそれぞれ大きい。とりわけ、IITH 以外にも C/P 研究者を拡大し研究分野を広く取る途を選んだ

結果として、IITHにおけるICT分野の研究開発の進展とともに、気象及び地震災害管理の分野において、多くの研究インフラが整備され、また有用な研究成果が得られることとなった。さらに、クラウド連携型のデータネットワークを開発することを通じて、IITHのみならず関係研究機関にICT活用の事例を示すことができた。

- 地震学研究は、研究対象地域におけるシナリオ地震と震源モデルについて、強震動予測が可能な段階にまで今や進められた。一般利用に至るまでには、なおデータの蓄積が必要とされるが、限られた期間中にこの段階まで達することができたことは注目に値する。グループ1による強震動予測情報の提供はグループ1とグループ4の事実上の連携の開始を示す。そのような連携の可能性が示されたことにより、本プロジェクトの有効性が一層高められている。

(3) 効率性：中程度

- この5年間を通じてインド側と日本側の協力体制の構築が進んだ。AWS設置の遅延を除くと、供与機材はほぼ予定どおりに導入された。日本側研究者のインド出張とインド側研究者の日本出張はほぼ予定に沿って実施された。リソースの投入内容と時期はほぼ予定どおりであったといえる。
- AWS設置遅延の理由として以下が挙げられた。機材調達には土地所有者の許可レターにより据え付け場所を確保することが前提であったが、土地利用に関する調整を行うスタッフの雇い入れに時間を要した。結果として、スタッフ雇用の遅延がAWS設置の遅延を引き起こした。

(4) インパクト：高い

- 本プロジェクトの特徴として、異なる学術分野の研究者による協力の下に、防災情報システムの構築が進められたことが挙げられる。これにより、災害緩和対策や広報活動など発生前の準備から災害復旧までの一連の流れで活用できる情報プラットフォームのプロトタイプが開発された。今後も参加研究者同士が情報交換を継続し、また政府・地方自治体の防災担当者の要望を取り入れて、プロトタイプの開発を進めることにより、インド社会に適合する防災情報システムとして普及することが期待できる。

(5) 持続性：高い

• 政策面

第12次5カ年計画（2012～2017年）及びNDMAの国家防災情報通信システム（2012年2月）にみられるように、防災分野へのICTの適用に係る国家政策は優先されており、関係政策は今後も継続すると見込まれる。

• 組織面

本プロジェクトの活動を継続すると見込まれる担当組織は、地震学ではIITK、NGRI及びIITH、気象モニタリングではIMD及びIITH、通信インフラではIITM、防災情報プラットフォームではIITHと、多様である。いずれも政府または公共サービスを継続実施するための確固とした組織体制を有している。これらの実施機関は、関係の調査研究を継続させるために、供与機材の維持管理予算確保を始めており、確保される可能性が高い。

• 技術面

本プロジェクトにより、IITH及び日本を含むインド国内外の関係学術研究機関との間に

ICT 活用のための共同研究に途が開かれた。今後も参加研究者同士が情報交換を継続することが期待できる。

3-3 効果発現に貢献した要因

(1) アウトリーチ活動の進捗

2012 年から 2014 年にかけて、グループ 1 は Chandigarh 市においてシンポジウムを開催し、また市周辺地区の学校において、ワークショップや防災訓練等のアウトリーチ活動を実施した。2014 年 7 月に、グループ 3 (緊急時通信基盤) を主として、デモンストレーションが Chennai 市で実施された。その翌週に、グループ全体による活動展示が Hyderabad 市において実施され、多数の現地の地方自治体の防災担当者や中央政府の防災関連部署、自治体の警察及び鉄道会社の防災担当者等の視察を受けた。以上は本プロジェクトによるアウトリーチ活動の実績進捗を示すものといえる。また、2014 年 2 月には、国家防災委員会 (NDMA) にプロジェクトの内容と進捗について説明が行われている。これは、プロジェクトにより開発された防災情報管理モデルの全国普及に向けた大きな一歩といえる。

(2) インド側担当研究機関の拡張

DISANET はもともと IITH 設立支援プログラム (2008 年 10 月) に位置づけられる 5 件の学術支援分野の 1 つを支援するプロジェクトであった。プロジェクトの計画と実施を経るなかで、地震学、気象モニタリング、情報通信インフラなどの分野において、IITH と他の機関 (IIITH、IITK、IITM、IMD 及び NGRI) との共同研究のネットワークが確立されるに至った。研究対象の拡大は本プロジェクトの有効性を高める要因となっている。

(3) グループ間連携

中間レビュー調査の結果、研究グループ間の連携を高めるべきとの指摘がなされた。現状をみると、各種センサーのデータネットワークが構築され、オンライン化すべきものは、データフォーマットが統一されてグループ 4 が担当する情報プラットフォームに統合されている。グループ 1 から要請を受けグループ 2 でセンサー素子の開発もなされている。また、ワークショップやアウトリーチ活動の実施に際しては、各グループにより共同活動が行われている。研究グループ連携の実現も本プロジェクトの有効性を高めている。

3-4 効果発現を阻害した要因

(1) 気象観測ネットワークによるデータ取得の遅延

中間レビュー調査の結果により、特に AWS に用いる気象センサーの仕様決定と設置の遅れが指摘されていた。後半期間では、機器設置は順調な進捗をみせ、2014 年雨期前に計画の 18 カ所へのセンサー設置が終了し、市内のミクロな気象現象の観測が行われるに至っている。ただし、データ取得はなお不十分で、気象現象の分析に至るまでには更なるデータの蓄積が求められる。

3-5 結論

本プロジェクトによる地震災害と建物脆弱性に係る調査研究は、Indo-Gangetic 平原の調査対象地域における地震災害の評価を行うまでに至った。都市スケールの気象観測ネットワークにより局地的な集中豪雨が成功裡に観測された。社会利用を目的に関連データの蓄積と提供を行う通信基盤と防災情報プラットフォームのプロトタイプも開発された。プロ

プロジェクト終了後も観測設備を維持運用しデータ取得を継続するために、インド側研究者は予算確保に向けた努力を既に開始している。プロジェクト開始以降の5年間に生じたこれらの状況の進展を考慮すると、予定どおり本プロジェクトを終了することが適切と判断する。

3-6 提言

3-6-1 プロジェクト期間中の活動に係る提言

(1) 密配置のAWSネットワークを試行する過程で、AWSの設計について試行錯誤し、なかには簡易に据え付けたものがある。例えば、防水・防塵対策が取られていない屋外暴露筐体がある。実装する際には、防水・防塵等適切な対応を施し、設置すること。

3-6-2 プロジェクト終了後の活動に係る提言

(1) IMD Hyderabad はミクロな災害予測のためのAWSの密配置の有用性を理解し、今後 Vaisala 版 AWS と WMO 基準 AWS のデータの精度を検証する計画である。Vaisala 版 AWS のデータの精度が確認されたのちは、減災を目的とした気象観測能力向上のため、IMD Hyderabad 及び IITH は Vaisala 版 AWS の有用性について関係機関に報告、広報すること。

(2) WMO 基準 AWS 用に設置された鉄塔は、保守維持等のため人が登れる仕様となっていないため、風速計等のメンテナンスの際は、足場を組んで安全に作業を行うようにすること。

3-7 教訓

(1) 本プロジェクトでは、グループ3（緊急通信基盤）がワークショップをして研究成果を発表した結果、その後、参加機関から強い関心を得たこと、またグループ2のAWSの密配置による気象観測データをIMDがみて、その有用性を見いだしたことなどの事例がある。したがって、研究中の技術であっても、社会実装が想定される機関に提示することによって実際の利用が促進される場合がある。

(2) 各センサー・ネットワークの構築にあたっては、データ形式や通信プロトコルを統一し、最終的にはグループ4で作成したポータルサービス・サイトに情報が掲載されることになっている。研究グループが通信省と行った会議において、Hyderabad 市で計画中のスマート・シティにAWSのネットワークを取り込んでいきたいという意向が確認された。本プロジェクトのAWSネットワークが各分野への応用のための先行事例になったといえる。今後新規プロジェクトで情報システムを導入する際は、取得データが他分野で有機的に活用されることを想定し、可能な限り標準化された規格・様式にのっとってシステムを構築するべきとの教訓がここにある。

(3) SATREPS というスキームの目的とは異なるが、本プロジェクトが上位計画である IITH 設立支援プログラムに果たした役割は大きい。SATREPS プロジェクトの個別目標とは別に、より上位目的への貢献を果たすプロジェクトに対する評価の仕方を検討しておく必要がある。

(4) 優れた研究の成果が出ても、社会実装が困難である場合もあり得る。それがないように、協力を開始する前には、技術面のみならず制度面からも、社会実装を視野に入れた十分な事前調査を行う必要がある。