評価調査結果要約表（地球規模課題対応国際科学技術協力）

１．案件の概要	
国名：インド	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の構築に関する研究
分野：水資源・防災 - 総合防災 情報通信技術 - 情報通信技術	協力形態:地球規模課題対応国際科学技術協力（SATREPS）
所轄部署：経済基盤開発部 計画調整課 兼 運輸交通・情報通信第二課	協力金額：約 4.8 億円（JICA 側）
協力期間:（R/D）2010 年 7 月～2015 年 6 月（5 年間）	先方実施機関:インド工科大学ハイデラバード校（IITH）、インド工科大学マドラス校（IITM）、インド工科大学カンプール校（IITK）、インド工科大学ボンベイ校（IITB）、国際情報工科大学ハイデラバード校（IIITH）、インド気象庁（IMD）、インド国立地球物理学研究所（CSIR-NGRI）
日本側協力機関：慶応義塾大学、東京大学、奈良先端科学技術大学院大学、広島大学	

１－１　協力の背景と概要

（１）事業の目的

インド国の多くの地域は、その地理的条件から自然災害の影響を受けやすい。特に北部ヒマラヤ地域は、インドプレートとユーラシアプレートの収束境界に位置しており、中～大規模の地震活動が活発な地域である。過去 100 年間においても、マグニチュード 8 を超える大地震が 3 回発生しており、最近でも 2001 年にグジャラート地域にてマグニチュード 7.7、2005 年にムザファラバード地域にてマグニチュード 7.6 の大地震が発生し、多大な被害を受けている。地震ハザード評価は、ヒマラヤ地域において重要な課題であるが、利用可能な歴史的記録・データは包括的ではなく、入手可能な記録は限られている。また、ビハール、アッサム、西ベンガル及び北東諸州のように、毎年モンスーンの時期に発生する洪水や土砂崩れによる被害は甚大であり、最近ではインド国南部カルナタカ州やアンドラ・プラデシュ州が集中豪雨による洪水や鉄砲水に見舞われ、数百人が死亡、数百万人が家屋を失っている。このように、インド国は災害潜在性が高いにもかかわらず、長年の間、インド政府の対策は被害者救出や支援などの災害発生後の緊急対応にとどまる状態にあり、災害の予測、被災の軽減、復興といった分野の知見や技術の蓄積、対応能力が十分とはいえない状況にある。このような状況から最新の災害予測、対応技術の支援、とりわけわが国のように類似した災害環境、対策技術をもつ国の支援が必要とされている。

本プロジェクトは、特に地震が頻発する地域に強震計、全地球測位システム（GPS）及び建物振動センサーを、またハイデラバード周辺地域に自動気象計測システム（AWS）を設置することによって継続的にデータ収集が可能なモデルを構築すること、そして、それら地震・気象データの配信と普及及び災害からの復旧・復興支援を支援する情報ネットワークシステムを開発することを目標としている。

このように本プロジェクトは、災害の予測、防災活動を可能とするとともに、災害発生後の迅速な通信の復旧、並びに情報の収集と分析により効果的な救援活動を支援し、以後の速やかな復旧・復興を可能とするための、正確で精密な情報把握を行うグローバル情報ネットワークの技術的基盤の構築を目的として、2010 年 7 月から 2015 年 6 月まで（5 年間）の予定で開始された。

（２）インド国政府の国家政策上の位置づけ

インド政府には、防災政策及び防災ガイドラインを策定しそれらの実施を調整する機関として、首相を議長とする国家防災委員会（NDMA）が設置されている。NDMA が策定した防災政策ガイドライン[1]の中で、地震に対する準備、減災、対応を強化する長期間の防災プログラムの策定のためのシナリオ分析やシミュレーションモデリングの重要性を強調している。リスク評価やシナリオ予測には各種データが必須であり、データが入手できない場合には仮定ベースのシナリオになってしまうことが危惧されている。また、気象災害においては、AWS・リアルタイムデータ受信を含めた初期警戒システムの導入を推進しており、このような防災システムが適切に機能するためには、効率的なコミュニケーションインフラが必要であることを強調している。特に情報通信技術（ICT）を中心としたさまざまなコミュニケーション形態を利用して特定の利用者のみならず、一般市民に自然災害情報を提供していくことを強調している。

１－２　協力の内容

（１）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。

（２）成果：

１．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。（グループ１）

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。（グループ２）

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。（グループ３）

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。（グループ４）

（３）投入（評価時点）：

＜日本側＞

短期研究者派遣　延べ 71 名

インド側招聘研究者　延べ 22 名

供与機材　約 94.4 百万円

現地業務費（インド側招聘研究者派遣費含む）　約 24.1 百万円

業務調整員 1 名

＜インド側＞

カウンターパート配置（IITH、IITM、IITK、IIITH、IITB、IMD、CSIR-NRGI）37 名

[1] National Disaster Management Guidelines – Management of Earthquakes, *National Disaster Management Authority, Government of India, 2007* (http://ndma.gov.in/ndma/eqguidelines.htm)
National Disaster Management Guidelines - Management of Cyclones , *National Disaster Management Authority, Government of India, 2008* (http://ndma.gov.in/ndma/cycloneguidelines.htm)

テレビ会議室・備品の提供
現地調査費
センサーの配置
補助人員の雇用
通信費等負担

２．評価調査団の概要

評価団構成	団長／総括	松本　高次郎	独立行政法人国際協力機構（JICA）経済基盤開発部　次長
	計画管理	竹内　知成	JICA 経済基盤開発部　計画･調整課　兼　運輸交通・情報通信第二課
	SATREPS 研究評価計画リーダー	本蔵　義守	東京工業大学名誉教授
	SATREPS 研究評価計画２	月岡　康一	独立行政法人科学技術振興機構（JST）
	研究評価計画１／評価分析	西村　邦雄	株式会社アイコンズ　顧問
調査期間	2012 年 10 月 23 日～2012 年 11 月 10 日		評価種類：中間レビュー

３．評価結果の概要

３－１　成果レベルの実績

（１）成果１：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。（グループ１）

［グループ１－ａ］

・2012 年 2 月までに強震計 28 セットが調達され、その内の 26 セットが 10 月 12 日までにヒマラヤ地域の裾野であるヒンドスタン平野（Indo-Gangetic Plains）に設置された。それらを使用して地震関連のデータが収集、分析されている。

・構築されたネットワークから十分なデータが得られた後に、ヒンドスタン平野の地下構造（Subsurface structure）分析が開始される予定である。

［グループ１－ｂ］

・8 セットの GPS が 2012 年 7 月までに調達された。その内の GPS2 セットが IITK とパンジャブ大学に設置され、2012 年 9 月から GPS による観測が開始されている。

・ヒマラヤ地域の古地震活動に関連するデータが収集され、地震地図が作成されている。また、光刺激ルミネセンス（OSL）機器が調達され、そのための研究ラボが既に IITK に準備されている。

［グループ１－ｃ］

・IIITH、パンジャブ大学及びアンドラ・プラデシュ州にあるラマッパ寺院（Ramappa Temple：約 800 年前に建立）がポータブル振動センサーによって観測された。

・8 セットの建物振動センサーが調達され、その内の 2 セットが IIITH 及びパンジャブ大学に設置された。残りの建物振動センサーは、2013 年 3 月までに配置される予定である。この振動センサーを使用してパンジャブ大学の一つの建物の振動特性は解明された。

・対象とされる建物に建物振動センサー、ネットワーク設備及び地域サーバーの設置準備が行われている。

（２）成果２：先進的な遠隔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。（グループ２）

・インドにおける気象条件に係るセンサーの要件が解明された。

・AWS　6セットが日本から調達された。IITHに暫定的に1セットが設置されている。IMDハイデラバード事務所に設置されたAWSは、インドの厳しい気象条件及び不安定なネットワークの接続状況にもかかわらず、2年以上も稼働していることが実証されている。また、中央乾燥地農業研究所（CRIDA）に設置されたAWSは、収集データをGSMによってIMDハイデラバード事務所に送信している。

・IITHのセンサー物質開発研究所の活動が開始され、振動検出（vibration sensing）のテストに使用可能な無鉛圧電物質（lead-free piezoelectric material）が開発された。これは将来、強震計に応用できる可能性がある。

（３）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。（グループ３）

・緊急時並びに被災後の通信システムがデザインされた。

・ライトGSM用、FMラジオデータシステム（FM RDS）用、コールセンター用機器が調達された。さらに、緊急時並びに被災後の通信システム（“I AM ALIVE”や“Person Finder”のような利用を含む）の各コンポーネント開発がそれぞれ行われテストされた。

・LTEと衛星通信機器は、2013年3月までに調達するように計画されている。

（４）成果４：災害時の減災と復旧のための情報共有プラットフォームと災害管理システムが開発される。（グループ４）

・被災者情報の収集並びにその情報の共有利用システムの試作品が、アンドロイド携帯上のピア・トゥ・ピアコミュニケーションに基づくブルートゥースを使って利用可能である。モバイルサーバーデータの同期化が開発され、被災者データはウェブでアクセス可能である。

・災害情報を共有するのに役立つXML スキーマのアーキテクチャ（ドラフト）が開発された。

・被災者情報のイクスポートファンクションが、グループ３とグループ４のデータベースシンクロナイゼイション間の相互運用を可能にするPFIFに基づくXMLを使用して利用可能である。

・センサーデータのためのストリーミングデータ処理システムが試作された。

３－２　評価結果の要約

（１）妥当性

本プロジェクトはインドにおける自然災害に対するインド国民並びにインド国政府のニーズに一致しており、インド国政府及び関係機関（NDMA）はそれぞれ５カ年計画及びガイドラインを作成している。

①　第11次５カ年計画（2007～2012年）の第９章の『災害管理』の項では、「開発プロセスでは防災、災害に対する準備及び減災に対し敏感である必要性がある」と記載されている。さらに、第12次５カ年計画（2012～2017年）Final Draft版においても、第８章『科学技術』、第10章『ガバナンス』、第15章の『通信』の項にてそれぞれ地震研究、災害管理、迅速に構築可能な無線通信システム等に係る記載があり、本プロジェクトと

類似する取り組みが重要視されていると考えられる。

② 国家防災委員会（NDMA）は、自然災害管理情報通信システム、地震、津波、サイクロン、洪水、地滑り等の分野で『自然災害管理ガイドライン』を刊行している。

また、本プロジェクトは、わが国の対インド国別援助計画（2006 年 5 月）において重点課題のひとつとしている「（２）貧困・環境問題の改善」の ODA プログラムに一致している。さらに、それは「(c)防災の視点を踏まえた取組」として「我が国の治山・治水や災害時の情報伝達体制の整備などの経験を取り入れた防災支援が貧困対策の視点からも重要である」としている。

（２）有効性

インドでは、地震、洪水及び地滑り等の自然災害が被災地の住民のみならずインド国政府にとっても重大な問題である。このようなインド国において国民や関係機関に対し自然災害の予報や被害状況の情報を提供することが重要であることを考慮すると、成果１（地震災害のリスク軽減）と成果２（気象観測プラットフォーム構築）は、「地震及び気象データを継続的に収集するための情報ネットワークインフラを構築し、災害救援活動、復旧、復興支援を支援する技術的基盤の確立」（プロジェクト目標１）に十分貢献するものである。さらに、成果３（持続可能な通信基盤の構築）と成果４（緊急事態及び減災のための情報通信プラットフォームの開発）は、「（自然災害発生時/発生後の状況に）迅速配置が可能かつ強固な通信システムの開発」（プロジェクト目標２）に十分貢献するものである。

（３）効率性

本プロジェクトの日本・インド国の研究者はスムーズに活動を実施することや効果的管理についてお互い十分認識しており、当初計画と比べて一部の機材調達が遅れたものの、現在、本プロジェクトの多くの供与機材はモニタリングやデータ収集等の活動に効率的に使用されている。さらに、全グループの日本人・インド人研究者は両国間で情報を共有するためにインターネットやテレビ会議等を利用している。以下は、主な事例である。

１）グループ１：地震災害のリスク軽減

［グループ１－ａ］

強震計は、以下の観点からセンサーを最大限に利用し、かつ機器の効率性を向上させるために学校（小中高校）に設置された。

① 太陽光パネルを代替的に使用することによりバッテリーに蓄電し電力を保持する。

② 機器の安全を図る。

③ 防災教育を教員と生徒に啓発する。

［グループ１－ｂ］

費用と品質の観点から、当初予定していた日本製衛星写真ではなくインド製衛星写真が購入された。

［グループ１－ｃ］

政府関係者へ建物振動センサーの設置について十分な説明をした後、公共施設に設置するための公的許可を得ることとしている。このような手順を踏むことによって個人所有の建物へのセンサー機器設置が容易になるものと考えられる。

２）グループ２：気象観測プラットフォームの構築

・グループ２によって開発されたシステムアーキテクチャは、グループ４から提供されるインフラ上で実施されるように計画されている。

・グループ２によって収集された気象データは、被災状況のデータとしてグループ４に利用される予定である。

３）グループ３：持続可能な通信基盤の構築

・グループ３は、システム開発を効率的に行うための各活動の結果を共有するようにグループ４と密に協働している。例えば、被災者情報管理システムのようなアプリケーションについては、インターフェイスやデータフォーム等についてグループ４から有益な情報を得て開発している。

４）グループ４：緊急事態及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、グループ２とグループ３との間で緊密な共同連携を取っている。

・インド人研究者と日本人研究者は最新のシステムデザインと実装の情報を頻繁に交換しており、このような交流はシステム開発に貢献している。

（４）インパクト

１）正のインパクト

・日本とインド国のパートナーシップについて両国首相が「次なる 10 年に向けた日印戦略的グローバル・パートナーシップの共同宣言ビジョン」（2010 年 10 月 25 日、東京）の中で言及しているように、本プロジェクト実施による IITH と日本の学術研究機関の交流を歓迎した。

・本プロジェクトは、研究機関、インド工科大学、地方政府、エンジニア及び地球科学者間に大きなシナジーを惹き起こしている。

・インドにおける科学者とエンジニアとの共同研究プロジェクトという新しいアプローチとして、本プロジェクトは同様の共同プロジェクトを始めようとする地方政府を含む関係機関を促している。

・本プロジェクトは日本人・インド人間の相互理解を促し、パートナーシップを促進している。その結果として、日本人研究者の 1 名が IITH の客員准教授として初めて任命された。

・2012 年 10 月 29 日、パンジャブ大学で初めて開催された“DISANET アウトリーチプログラム”に約 80 名が出席し、活発な議論が交わされた。このようなプログラムは今後も継続的に開催される予定である。このようなプログラムは地方公務員や一般市民の防災管理意識を促進するものである。

・本プロジェクトで開発中の技術は、2011 年 3 月に発生した東北地方太平洋沖地震後の緊急時/被災後の事態に活用された。その際の経験が本プロジェクト諸活動に対する貴重なフィードバックとなっている。

２）負のインパクト

本プロジェクトでは特にない。

（５）自立発展性（見通し）

インド政府は経済発展を促進するために第 11 次国家計画を策定し、現在、第 12 次国家計画を策定中であるが、その中でインドの開発のための重大な課題のひとつとして自然災害を取り上げている。このような事情を踏まえて、NDMA は各分野の『自然災害管理ガイ

ドライン』を作成し、自然災害防止のために頒布している。このような状況があるため、インド政府は必要な防災予算を計上することが期待される。さらに、本プロジェクトに参加している既存の政府機関に加えて、本プロジェクトのグループ１はチャンディーガル市役所とコンタクトを取って活動を行っている。またグループ３は、本プロジェクト成果を地域社会に実装できるよう、NDMA や僻地で鉄道事故が起こった場合の緊急通信システムを必要とするインド鉄道との議論を開始している。このように防災管理のために関連機関を巻き込みながらの活動は、将来にわたる持続性の一つの発現である。

３－３　プロジェクトの効果発現に貢献した要因

（１）計画内容に関すること

本プロジェクト開始前から東京大学地震研究所とインド国立地球物理学研究所（NGRI）との交流があったこと、また AWS による実測の経験や 2010 年 3 月の東日本大震災の被災者の安否確認・情報収集活動の経験が諸活動の実施に貢献している。

（２）実施プロセスに関すること

日本人研究者とインド人研究者は、電子メールや電話、テレビ会議を使って密なコミュニケーションを保持している。

３－４　問題点及び問題点を惹起した要因

（１）計画内容に関すること

特にない。

（２）実施プロセスに関すること

JICA 規程の予算執行方法とインド側機関との習慣が異なっていたため、予算執行方法についてインド側研修者の理解を得ることが困難であり、JICA 規程の説明及び双方の妥協点に至るまでに約 1 年間を要した。このため、本プロジェクト開始後の 1 年余りは機材調達が進まず、進捗に大きな影響を与えることとなった。この問題の背景としては、一般的な技術協力プロジェクトのような技術移転を行う側・受ける側という関係ではなく、共同研究者という関係で共同研究を行うという点で、これまでの技術協力と異なるスキームであったことや、SATREPS スキーム自体の初年度案件として開始されたことが影響し、日本・インド国の両関係者間において、案件形成段階でスキームや予算分担及び使途に係る認識共有を十分に行うことが困難であったことが考えられる。

３－５　結　論

本プロジェクトの諸活動は多少の遅延はあったものの、プロジェクトの前半期間はおおむね順調に実施されている。プロジェクトの後半期間に日本・インド国の研究者のより多くの活動とより緊密な共同研究を進めることによって本プロジェクト目標の達成は期待できる。また、本プロジェクトの科学的発見、技術、知識及び経験の蓄積は自然ハザード評価や自然災害に起因するリスクの減災に貢献することが期待される。

３－６　提　言

中間レビュー調査団の提言は以下のとおり。

①　更なる密なコミュニケーション

本プロジェクト達成のため、グループ間の更なる密なコミュニケーションが取られるべきである。

②　若い研究者の参加促進

次世代の人間関係を築くため、日本・インド国のより多くの若い研究者が本プロジェクトの活動に参加することを提言する。

③　センサー物質開発研究所用機器の使用

本プロジェクトは、2012 年 8 月の合同調整委員会（JCC）にて言及された研究成果を達成するため、今後のセンサー物質開発研究所用機器の使用計画を策定すべきである。

④　気象観測用センサー配置の管理

本プロジェクトは、グループ２の成果を達成するため、AWS によってモニターし収集データを分析するために残りの AWS の配置計画を提出すべきである。また、本プロジェクトはサイト選択、調達、データの質等のリスク管理を熟考すべきである。

⑤　機器の維持管理

強震計のような機器は日本での特注品なので、本プロジェクト期間中並びに終了後はスペアパーツコストを含む機器の維持管理の方法について検討する必要がある。

３－７　教　訓

①　研究開発のための共同研究プロジェクトは、当初計画を達成するためにプロジェクトの活動進捗状況に合わせて柔軟に管理されることが重要である。

②　科学技術研究協力プロジェクトの円滑な実施並びに効果的なプロジェクト管理のためには、プロジェクト参加者全員のコンセンサスの一致と、さまざまな関係者間の情報共有が重要である。

③　案件形成の段階でスキームや予算分担等に係る協議を十分行い、双方で合意することの重要性を再認識する必要がある。特に SATREPS のような ODA になじみのない関係者が携わる案件においては、たとえ文書上での合意に至ったとしても、必ずしも先方が内容を十分に理解しているとはいえない場合もあり得る。この点を考慮し、案件形成時に丹念に時間をかけて相手方と協議を行い双方十分な共通理解を得ることが、その後のプロジェクトを大きく左右するといえる。