

平成 22 年度案件別事後評価：パッケージ I-1
パキスタン国・バングラデシュ国

平成 22 年 11 月
(2011 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

財団法人
国際開発高等教育機構

評価
JR
11-10

序文

政府開発援助においては、1975 年以来個別プロジェクトの事後評価を実施しており、その対象を拡大させてきました。また、2003 年に改訂された「ODA 大綱」においても「評価の充実」と題して「ODA の成果を測定・分析し、客観的に判断すべく、専門的知識を有する第三者による評価を充実させる」と明記されています。

こうした背景の中、より客観的な立場から事業の成果を分析し、今後の類似事業等に活用できる教訓・提言の抽出を目的として、円借款事業については主に 2008 年度に完成した事業、また技術協力プロジェクトおよび無償資金協力事業については主に 2007 年度に終了した事業のうち、主に協力金額 10 億円以上の事業に関する事後評価を外部評価者に委託しました。本報告書にはその評価結果が記載されています。

本評価から導き出された教訓・提言は、国際協力機構内外の関係者と共有し、事業の改善に向けて活用していく所存です。

終わりに、本評価にご協力とご支援を頂いた多数の関係者の皆様に対し、心より感謝申し上げます。

2011 年 11 月
独立行政法人 国際協力機構
理事 渡邊 正人

本評価結果の位置づけ

本報告書は、より客観性のある立場で評価を実施するために、外部評価者に委託した結果を取り纏めたものです。本報告書に示されているさまざまな見解・提言等は必ずしも国際協力機構の統一的な公式見解ではありません。

また、本報告書を国際協力機構のウェブサイトに掲載するにあたり、体裁面の微修正等を行うことがあります。

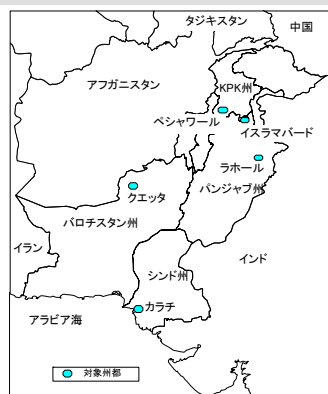
なお、外部評価者とJICA事業担当部の見解が異なる部分に関しては、JICAコメントとして評価結果の最後に記載することがあります。

本報告書に記載されている内容は、国際協力機構の許可なく、転載できません。

0. 要旨

本事業は、環境悪化の実態を全国レベルで把握するというパキスタンの開発ニーズと整合しており、妥当性は高い。しかし一部のアウトプットの達成が計画を下回ったため効率性は中程度である。事業の効果としては、環境大気の全国的なモニタリングが実施できるようになり、環境政策の策定にも活用され始めている。しかし工場排気及び工場や生活排水の測定については、事後評価時点では技術協力プロジェクト（以下、技プロ）が進行中であるため一定の効果は上がっているが、一部測定できない項目があり、有効性は中程度である。また維持管理体制および財務状況には、事後評価時点では不確定要素が多く、技プロおよび本事業の母体である連邦プロジェクトの終了する2012年1月以降、本事業によって発現した効果の持続性には大きな懸念がある。以上より、本事業の評価は低いといえる。

1. 案件の概要



案件位置図



中央環境分析ラボラトリー正面（2011年6月）

1.1 事業の背景

パキスタンは、人口約1億7,300万人（2010年）、面積79.6万km²（日本の約2.2倍）を有する。急激な都市化の進むカラチ、ラホールをはじめとする主要都市において、大気や水質の汚染が進行し、住民の健康への悪影響が懸念されている。大気汚染は、自動車の排気ガスや工場からの汚染物質の放出が主因であり、また水質悪化は、多くの下水が未処理のまま放流されていることなどによる。

このような環境悪化に対し早急な対策が求められている中で、連邦環境保護庁（以下、連邦EPA）および各州政府に属する環境保護局（以下、各州EPA¹）による環境モ

¹ パンジャブ州については Environmental Protection Department（EPD）内に EPA が配置されているが、各州の環境保護庁を総称する際、本報告書では「各州 EPA」に記載を統一する。

モニタリングが実施されていたが、モニタリング用機材の数・機能的な不足、人員不足、ラボスタッフの経験不足などにより、一過性のものとどまり、恒常的なモニタリング体制はとられていなかった。

環境汚染の実態を把握し、環境行政および政策に反映させるため、同国政府は 2002 年 2 月、全国的な環境モニタリングシステムの整備を目的とした、中央環境分析ラボラトリーの建設と、連邦 EPA 及び各州 EPA に対する環境（大気・水質）モニタリング機材の整備にかかる無償資金協力を日本政府に要請した。無償資金協力において整備される機材の各 EPA における有効な活用を図るためには技術協力が不可欠であると判断されたことから、技術協力を併せて実施することを条件に本案件が実施されることとなった。

1.2 事業概要

連邦EPAに対する中央環境分析ラボラトリー（以下、CLEAN²）の建設と、各州（パンジャブ州・シンド州・KPK州³・バロチスタン州）EPAの環境モニタリング機材および分析機材を整備することにより、連邦EPAおよび各州EPAの大気・水質に係わる環境モニタリングに必要な基盤の整備を図る。

E/N 限度額／供与額		1,238 百万円 ／978 百万円
交換公文締結		2005 年 8 月
実施機関		パキスタン連邦環境保護庁（連邦 EPA）
事業完了		2007 年 3 月
案件従事者	本体	施工：飛島建設株式会社 機材：三菱商事株式会社・伊藤忠商事株式会社
	コンサルタント	株式会社建設技研インターナショナル・グリーンブルー株式会社 共同企業体
基本設計調査		2005 年 2 月～2005 年 6 月
関連事業		(1)環境モニタリング支援プロジェクト（技術協力プロジェクト 2009～2011 年） (2)専門家派遣（2003～2006 環境政策）

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

藤田伸子（財団法人国際開発高等教育機構）

² Central Laboratory for Environmental Analysis and Networking

³ カイバル・パクトゥンクワ州（当時北西辺境州）

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2010 年 11 月～2011 年 10 月

現地調査：2011 年 2 月 18 日～3 月 3 日、2011 年 6 月 27 日～7 月 1 日

2.3 評価の制約

対象 5 州のうち、KPK 州・バロチスタン州については、業務渡航禁止措置のため現地視察はローカルコンサルタントのみで実施した⁴。

3. 評価結果（レーティング：D⁵）

3.1 妥当性（レーティング：③⁶）

3.1.1 開発政策との整合性

パキスタンでは、1997 年に環境保護法を制定し、連邦及び各州 EPA による新しい環境監視体制の構築を目指していた。パキスタン政府計画委員会は 2005 年 3 月、中期開発目標として、「中期開発フレームワーク（2005-2010）」を発表し、その中で具体的な環境保全目標を提示するとともに全国的な環境データのモニタリング体制整備などを謳い、環境改善に係る行動計画として 111 のプロジェクトを提案した。本事業の母体となる連邦政府のプロジェクト全体計画「環境監視システム構築プロジェクト」（Establishment of Environment Monitoring System 2004-2010。以下、「連邦プロジェクト」）は、その一つに位置付けられている⁷。

上記「中期開発フレームワーク」の後継戦略である「第 10 次 5 カ年計画（2010-2015）アプローチペーパー」においても、主要 14 項目の一つが環境保全と気候変動への対応となっており、具体的な戦略として、効果的なモニタリングシステムの構築、および水質や大気に関する国家基準の策定と執行が挙げられている。

このように、開発政策における環境監視の重要性は本事業の事前・事後ともに高く、環境モニタリングの基盤整備を図る本事業は、パキスタンの開発政策と合致している。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

同国では、人口増加、車両数の増加等による環境悪化が進んでいる。都市の大気汚染の主因は自動車の排気ガスであるが、国内の自動車台数は 1990 年の 270 万台から 2010 年には 680 万台にまで増加しており⁸、渋滞による大気汚染の増加も目立っている。事業実施前のデータでは、とくに浮遊粒子状物質（SPM）値が各都市で高くなっ

⁴ 両州 EPA の職員にはイスラマバードでヒアリングを行った。

⁵ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

⁶ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

⁷ 連邦プロジェクトは、省庁の通常業務とは別にスタッフと開発予算を用意し期間を区切って特定の目的で行われる。本連邦プロジェクトは本事業と技プロの受け皿として 2004 年 10 月に承認され、技プロ終了と同時に終了するが、その後は通常予算化されることが想定されていた。

⁸ 二輪・三輪を含む（Federal Bureau of Statistics）。

ており、最大では日本の基準値の 17 倍に達した場所もあった⁹。また食品加工、繊維・皮革加工、パルプ加工などの産業排水及び都市下水がほとんど未処理のまま河川に放流されており、水質汚染も深刻である。このような環境汚染に対処するためには全国的な環境監視が重要とされており、本事業は開発ニーズとも整合性がある。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

対パキスタン国別援助計画（2005 年 2 月）は、上位目標を「持続的社会の構築とその発展」としており、重点分野の一つである分野横断的イシューに都市環境の改善が挙げられている。ODA 大綱（2003 年）でも、持続的成長、環境問題への取組みが重点課題とされている。

以上より、本事業の実施はパキスタンの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。

3.2 効率性（レーティング：②）

3.2.1 アウトプット

本事業のアウトプットの計画と実績は、下表のとおりである。

表 1：アウトプット概要

計画	実績
(1)中央環境分析ラボラトリーの建設（2 階建）	・ 1 階建に設計変更 ¹⁰
(2)連邦EPA及び各州EPAへの大気自動測定局 ¹¹ 設置 ・ 固定式 7 局（連邦・KPK 州・バロチスタン州各 1、パンジャブ州・シンド州各 2） ・ 移動式 3 局（連邦・パンジャブ州・シンド州各 1）	・ 計画どおり
(3) 同、大気・水質モニタリング用機材の設置 ¹² 大気：排ガス分析計、大気モニタリング用車両、ダスト測定装置等。 水質：採水器、採泥器、流速計等。	・ 計画どおり ¹³

⁹ 日本の大気質環境基準との比較。測定都市は、本事業対象 5 都市含む 8 都市（パキスタン・イスラム共和国 環境モニタリング整備計画調査予備調査報告書 2004）。2010 年の環境大気自動測定の結果でも、年平均でパキスタン大気質基準の 1.6~3.1 倍（日本の基準との比較では 2.8~5.5 倍）に達している（連邦 EPA 提供資料）。

¹⁰ 1 階はラボ、2 階に事務室や研修室、図書室などが計画されていた。また元々パキスタン側で 3 階を増築する計画となっていた。

¹¹ 無人で 24 時間、一酸化炭素、窒素酸化物、オゾン、二酸化硫黄、炭化水素、SPM、及び風向・風速・温度・湿度・日射の気象条件を測定する。データは各州 EPA 及び CLEAN に送信される。固定式測定局は治安や維持管理上の理由から EPA の敷地内や公共建築の屋上に設置されている。移動式は機器用のディーゼル発電機を伴って移動し、交通量の多い交差点などに一定期間とどまって大気を測定する。ただしパンジャブ州のように、発電機の燃料不足により移動式を固定式として EPA 敷地内で使用しているところもある。

¹² 基本的に 5 ヶ所の EPA に同一の機材を整備。

¹³ パンジャブ州では、機材は期限内に納入されたが、EPD 庁舎の移転工事の遅れにより本格的な設置は 1 年後（2008 年 3 月）となった。これによる不都合はとくになかったと報告されている（パンジャブ州 EPD ヒアリング）。

(4) 同、ラボ用機材の設置¹⁴ ・原子吸光光度計（重金属の分析に使用）、紫外／可視分光光度計、ガスクロマトグラフ（大気や水中の低分子有機化合物の分析）、イオンクロマトグラフ（分析対象物質を分離させ試料中の無機イオン等を分析）、油分分析計、純粋製造装置、実験室廃液処理装置、ドラフトチェンバー（有害ガス排気装置）等。	・計画どおり
(5)技術者、ケミスト等に対する研修（ソフトコンポーネント） ・環境大気自動測定分野：自動測定局の機材運用、計測データ処理、機材保守点検方法等（各 EPA2 名、計 10 名対象） ・固定発生源測定分野：機材運用、計測データ計算手法、機材保守点検方法等（各 EPA3 名、計 15 名対象） ・水質モニタリング分野：水質サンプリング、機材保守点検方法等（各 EPA3 名、計 15 名対象） 各分野とも 21 日間。新規雇用のスタッフには先方負担で事前に基礎研修を実施する。	・場所を CLEAN からシンド州 EPA ラボに移して実施¹⁵。 ・参加者は環境大気自動測定分野 17 名、固定発生源測定分野 12 名、水質モニタリング分野 11 名の計 40 名。 ・期間は各分野 21 日間¹⁶。 ・先方負担の事前研修は見送り¹⁷。

(出所：連邦 EPA および各州 EPA ヒアリング、及び JICA 提供資料)

上記（1） CLEAN の設計変更に関する経緯は次のとおりである。

整地の遅れ¹⁸により、日本側施工業者による着工が計画より 4 ヶ月遅れ、工期が 11 ヶ月から 8.5 ヶ月に短縮し 2 階建て局舎の工期内での完成は困難となったため、1 階部分を完成させ、残り 2 階部分は後日パキスタン側が工事をするようになった。

その後、パキスタン側による 2 階の増築工事は、予算確保手続きに手間取るうち経済危機の発生による予算不足の影響を受け、実際に開始されたのは 2010 年 3 月となった。同年 7 月の洪水の発生による予算不足で工事は 10 月に一時中断したが、2011 年 6 月には再開されており、二次調査の時点で、工事は 2 階・3 階の構造部分まで進み 2011 年末の完成を目指している¹⁹。

これによる影響は以下のとおりである。

① CLEAN2 階の増築が遅れていた 4 年の間、2 階部分に入るはずであった管理部門は、車で 30 分程の距離にある連邦 EPA の庁舎に残り、ラボ要員のみが CLEAN に常駐することになった。ラボでは実験室の一角や保管用倉庫の一つをオフィススペースとするなど工夫しているが、管理部門が不在であることによる規律の乱れが課題となった²⁰。

② 2 階を拠点にする計画であった技プロチームも連邦 EPA 庁舎を拠点とせざるをえず、ラボへの往復時間のロスと技術指導上の非効率が生じた。

3.2.2 インプット

¹⁴ 既に世銀等により供与されていた機材を除外し、基本的に 5 ヶ所の EPA に同一の機材を整備した。硫黄分析計（排ガス測定用）や全有機炭素分析計など一部 CLEAN のみに設置した機材もある。

¹⁵ 当初研修場所として予定していた CLEAN の完工が 2007 年 3 月末の事業期間終了間際となったため、既に機材が納入されていたシンド州 EPA にて実施された。

¹⁶ 2007 年 2 月 23 日～3 月 15 日。

¹⁷ 要員採用がソフトコンポーネント研修の直前までかかったために実施できなかった。

¹⁸ 建設予定地に近隣の生活廃水が流れ込む小川が縦断しており、水抜き、盛り土などに予想以上の時間がかかったことが主な原因。

¹⁹ 連邦 EPA による（2011 年 6 月 28 日）。

²⁰ 連邦 EPA による。なお 2011 年 5 月から、管理職を兼務するシニアケミスト 1 名が雇用されたが、事後評価時においても基本的な状況は変わっていない。

3.2.2.1 事業費

総事業費は 1,009.6 百万円（計画比 80%）、日本側負担は 978 百万円（計画比 79%）、パキスタン側負担は 31.6 百万円（16.4 百万Rs。計画比 145%）²¹であり、全体では計画内に収まった。内訳は下表のとおりである。

日本側負担の事業費の減少理由は、前述のように CLEAN の設計変更による建設費・設計管理費の減額および、競争入札による入札差金による（表 2 参照）。

表 2 事業費の計画・実績比較

日本側(百万円)				
費目		計画	実績	差引
施設	CLEAN 建設	246	200	46
機材	大気自動測定機材	508	333	175
	大気・水質モニタリング用機材	134	133	1
	ラボ用分析機材	248	216	32
設計監理費		102	96	6
日本側計		1,238	979	259

パキスタン側（百万 Rs）			
費目	計画	実績	差引
工事費	8.0	9.7	－1.7
その他	3.1	6.6	－3.5
パキスタン側計	11.1	16.4	－5.2

（出所：計画は B/D、実績は JICA 提供資料及び連邦 EPA 資料による。
パキスタン側負担は 2005 年 7 月～2007 年 6 月の 2 会計年度分。）

計画時に想定された相手国の負担事項実施状況に関しては、連邦EPAでは、建設時の敷地への進入路の確保・塀の建設、工事用仮設電力の確保、電話の敷設に遅れが発生した²²。シンド州、KPK州、バロチスタン州では計画通り実施された²³。パンジャブ州では上述のとおりEPD庁舎の移転により遅延が生じたものの、計画通り機材は設置された。

3.2.2.2 事業期間

事業期間は、詳細設計・入札期間を含め工期 18.5 ヶ月の計画であったところ、実績は 2005 年 10 月～2007 年 3 月（18 ヶ月）と、計画内に収まった（計画比 97%）。

以上より、本事業は、事業費・事業期間については計画内に収まったものの、アウトプットの達成が結果的に計画を下回っているため、効率性は中程度である。

3.3 有効性（レーティング：②）

3.3.1 定量的効果

事前に設定された 3 つの指標（下表参照）は、目標年の 2007 年では、環境大気の

²¹ 計画時：1Rs.=1.96 円、完了時1Rs.=1.93 円で換算。

²² 連邦 EPA による。

²³ 既存機材の位置変更、ユーティリティの確保等。

自動測定可能都市数については達成されていたが、大気と水質モニタリングについては、達成できていないところが多かった。その後 2009 年に技プロが開始された後は測定技術や維持管理に改善が見られ、事後評価時においてはほぼ達成されている。

表 3 成果指標

指標名 (単位)	基準値 (2005 年)	目標値 (2007 年)	技プロ開始時 (2009 年 2-4 月)	事後評価時 (2011 年 2 月)
(1) 環境大気の自動測定ができる都市数	なし(パンジャブ州の一部)	各州の全ての州都を含む 5 都市	バロチスタンを除く 4 都市	各州の全ての州都を含む 5 都市(*3)
(2) 大気モニタリング項目(*1)	4 項目	各州で国家環境質基準の 15 項目が測定可能になる	連邦 EPA: 7 Punjab: 8 Sindh: 7 KPK: NA Balochistan: NA	連邦 EPA: 15 Punjab: 7 Sindh: 14 KPK: 13 Balochistan: 15
(3) 水質モニタリング項目(*2)	6 項目	各州で国家環境質基準の 31 項目が測定可能になる	連邦-EPA: 23 Punjab: 27 Sindh: 4 KPK: NA Balochistan: NA	連邦 EPA: 31 Punjab: 14 Sindh: 21 KPK: 30 Balochistan: 32

*1: 対象 5 都市(イスラマバード、ラホール、カラチ、ペシャワール、クエッタ)において工場排出ガスにつき測定できる項目数。

*2: 対象 5 都市において都市下水及び工場排水につき測定可能な項目数。

*3: バロチスタンでは UPS 故障により事後評価時は停止中であったが、その後、技プロにより修理が行われた。

(出所: 基準値・目標値は基本設計調査報告書、2009 年は Progress Report(1) 2009, JICA Expert Team、2011 年は各 EPA ヒアリング)

事後評価時点での成果指標の達成状況を項目別に見ると以下のとおりである。

(1) 環境大気の自動測定ができる都市数

5 都市において自動測定ができる体制は整い、測定局が稼動していればデータは自動的に各 EPA に送られてくる仕組みとなっている。

ただし測定は常時行われているわけではなく、停電、および UPS (無停電電源)・計器の故障により中断する(項目ごとに計器が異なるため、一部の項目のみ測定可能な場合もある²⁴)。また、イスラマバード、カラチ、ラホールでは、夏の外気温が 45~50 度に達し、測定局内部はさらに高温になるため、機器は室温が上昇すると損傷を回避し自動停止することがある²⁵。データの測定が行われた期間は、2007 年で 100%、2008 年 50%、2009 年 77%、2010 年は 97%となっている²⁶。2008 年に故障した機器の多くは、2009 年の技プロ開始とともに修復が進んでいる。

また測定したデータを送信するシステムに問題があった場合もあったが(パンジャブ州、バロチスタン州)、技プロによる送信システム改善により解決した。

²⁴ 大気自動測定局内の測定器のうち炭化水素計は、水素を扱うため安全上の理由から停電による停止後、復旧時に手動で再起動する必要があるが、EPA 庁舎より設置場所が遠い測定局では、車両の手配や燃料の確保の問題があり再稼動しないままになっているところが多い。

²⁵ パンジャブ州では固定局の一つで空調が故障しているため、夏季の測定を計画的に停止している。

²⁶ 5 州から連邦 EPA にデータ送信記録がある日数の割合から算出。データが測定されていたにもかかわらず送信トラブルで連邦 EPA に届かなかった分は含まれていない(連邦 EPA 提供資料)。

		
CLEAN 内 水質分析室	シンド州の固定自動大気測定局内 で分析器の部品を交換中の技術者	移動式大気自動測定局 (パ ンジャブ州)

(2)大気モニタリング項目 及び、(3)水質モニタリング項目

2007 年 3 月のソフトコンポーネントでは、機材の運用方法や、保守点検の研修が実施されたが、コミュニケーションの問題が大きかったこと、また習得すべき知識・技術の量、参加者の数学・化学の基礎的知識に鑑みて期間が十分でなかったことから、参加者が機材の十分な活用のための技術レベルに達しておらず、故障の際にも適切な対応を取ることができなかった²⁷。

技プロ開始時点（2009 年）では、機器の故障と技術の不足から未達成の項目が多かったものの、技プロでの技術移転と機器修理により、事後評価時点ではほぼ目標が達成されている（大気 85%、水質 83%）。州ごとの達成率、測定できない理由・項目は下表のとおりである。

表 4 大気質及び水質における目標達成率と測定困難な理由

	大気モニタリング項目				水質モニタリング項目			
	測定可		測定不可理由		測定可		測定不可理由	
	項目数	目標 (15 項目) に対する達成率 (%)	機材関連	技術不足	項目数	目標 (31 項目) に対する達成率 (%)	機材関連	技術不足
CLEAN	15	100.0	0	0	31	100.0	0	1 (*1)
パンジャブ州	7	46.7	7 (*2)	1 (*3)	14	45.2	15 (*4)	3 (*5)
シンド州	14	93.3	0	1 (*6)	21	67.7	5 (*7)	6 (*8)
KPK 州	13	86.7	1	1 (*9)	30	96.8	0	2 (*10)
パロチスタン州	15	100.0	0	0	32	103.2	0	0
計	64	85.3	8	3	128	82.6	20	12

「機材関連」とは、故障・試薬・部品不足。(*1)項目はpH。(*2) AAS、純水製造装置の故障による(修理予定)。(*)3項目は塩化水素。(*4)AAS の故障による。(*5)測定項目は塩素化合物、非イオン性界面活性剤、殺虫剤。(*6)項目は塩素。(*7)AAS、GC の故障(修理予定)、試薬の期限切れによる。(*8) 項目はフッ素化合物、シアン、亜硫酸、アンモニア、銀、有害金属。(*9)黒煙。(*10)マンガン、硫黄化合物。出所：各 EPA ヒアリング。

なお、当初より技プロの並行実施を想定して計画された無償資金協力であり、技プ

²⁷ ソフトコンポーネント研修参加者 40 名（EPA 職員含む）のうち、事後評価時点で 27 名が引き続き在籍しており、このうち 21 名に行ったヒアリング及び技プロ専門家のヒアリングによる。

ロ開始の遅延（当初 2006 年 3 月開始予定が 2009 年 2 月となった）は結果的に当初想定された効果の発現を遅らせる一因となったとみることもできる²⁸。他方で、技プロではもともと、環境モニタリングの計画策定や実施等が計画されており、機材の使用法を指導することや機器の修理は主目的ではなかった。

3.3.2 定性的効果

自動測定された環境大気データのデータは各州EPAのデータ処理担当者からCLEANのデータ処理室に送信され、測定項目²⁹ごとに日平均値、月平均値のデータが蓄積されている。前述のようにデータの欠損もあるが、季節による各項目の変化の分析、都市間比較などがCLEANのスタッフにより始められており、データはAir Quality Indexとして指数化されて連邦EPAのウェブサイトに掲載されている。

3.3.3 機材の使用状況

機材の使用状況をみると、大気自動測定局については、停電や故障時を除き良く使用されている（表 5 参照）。大気・水質モニタリング機材の中では、一部使用頻度の低いものが見られる。ラボ用機材については、一部であるがマイクロウェーブ試料分解装置、ドラフトチェンバーなど、州によってほとんど使われていない機材もある。ラボ技術者に理由をたずねると、使い方が良くわからなかったためという回答が多かった。

表 5 機材の使用状況

			CLEAN	パンジャブ州	シンド州	KPK 州	バロチスタン州
大気自動測定局	固定式	使用されているものは Yes	Yes	No1 : Yes No2 : Yes	No1 : Yes No2 : Yes	Yes	Yes
	移動式		Yes	Yes	Yes	—	—
大気・水質モニタリング用機材	良く使用する(台)		6	4	3	6	6
	時々使用する(台)		1	0	1	0	0
	稀に使用する(台)		0	1(*1)	1(*5)	1 (*7)	0
	使用しない (台)		0	0	0	0	0
ラボ用機材	良く使用する(台)		5	4	3	8	6
	時々使用する(台)		4	3	1	0	0
	稀に使用する(台)		0	1(*2)	2(*6)	0	0
	使用しない (台)		0	1(*3)	0	0	2 (*8)
注				*1 ローボリウムエアサンプラー *2 原子吸光度計 *3 ドラフトチェンバー	*5 ローボリウムエアサンプラー *6 マイクロウェーブ試料分解装置、ドラフトチェンバー	*7 ハイボリウムエアサンプラー(3 台の内の 1 台)	*8 マイクロウェーブ試料分解装置、廃水処理装置

（CIF100 万円以上で、現地調査で確認できた機材。出所：連邦 EPA、各州 EPA ヒアリング）

以上より、本事業の実施により一定の効果発現が見られ、有効性は中程度である。

²⁸ 技プロ開始遅延の理由は、要員配置の遅れ等から、先方の実施体制が整っていないと判断されたため（JICA パキスタン事務所及び地球環境部ヒアリングによる）。

²⁹ 項目は脚注 11 を参照。

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

間接的効果として期待されていた本事業のインパクトとその発現状況は次のとおりである。

(1)環境政策への貢献

パキスタンでは大気的一般環境基準の設定が待たれていたが、本事業及び技プロによる環境監視活動支援や専門家の助言が貢献し、大気汚染基準が 2010 年 10 月に発効された³⁰。

またパキスタンの大気汚染について、大気モニタリングにより汚染物質の中でも最も基準値を超えているのはSPMであることが確認され、SPM対策として、都市部の植栽や、車両用燃料の質向上が進められている³¹。パンジャブ州においても、環境モニタリングの結果は、市役所、ラホール開発局、上下水道局等に提供されており、立体交差の推進や車両排気ガスの基準強化などの具体的な提案が関係部署に対して行われている³²。

(2)工場の排ガス、排水に関する対策と指導

本事業実施前から行われていたモニタリング活動もあり本事業のみの効果とは言えないが、供与された測定機材を活用した排出源モニタリングにより、排水・排ガスに関する環境保全命令の発行（表 6）と、さらに拘束力の強い裁判所令の発令に貢献した³³。とくにパンジャブ州EPDでは環境保全命令と裁判所令の発出件数が大きく増加している（図 1）。

表 6 環境保全命令の発出数

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
CLEAN	5	8	33	4	30	20
パンジャブ州	87	150	363	510	696	1600
シンド州	NA	NA	9	NA	NA	20
KPK州	86	NA	NA	NA	NA	526
バロチスタン州	NA	NA	NA	NA	NA	NA

（出所：各EPAヒアリング）

³⁰ 連邦 EPA、各州 EPA および専門家ヒアリングによる。なお、産業排気・排水の排出基準は 2000 年に発効している。

³¹ 例えば、連邦 EPA が幹線道路の環境影響評価を実施する際には、植栽や小石による路肩の被覆や、側溝の設置（地上に落ちたダストが乾いて再度舞い上がるのを防止）を義務付けている。また燃料対策としては、2009 年の 7 月からガソリン車、2012 年の 7 月からディーゼル車に、EUROII 基準（排ガス中の CO、ダスト等のこれまでより厳しい規制）が適用されることになった。また燃料中の硫黄分含有量の上限引き下げにも貢献した（1%から 0.5%に引き下げ。連邦 EPA による）。

³² パンジャブ州 EPD による。

³³ 各 EPA ヒアリング。環境保全命令は、汚染物質排出停止・削減、削減のための機器の設置や環境回復を命じ、応じなければ罰金が課される。裁判所令には、さらなる罰金の他、操業停止、工場没収、懲役、損害賠償の支払命令などの措置を含む（パキスタン環境保護法による）。

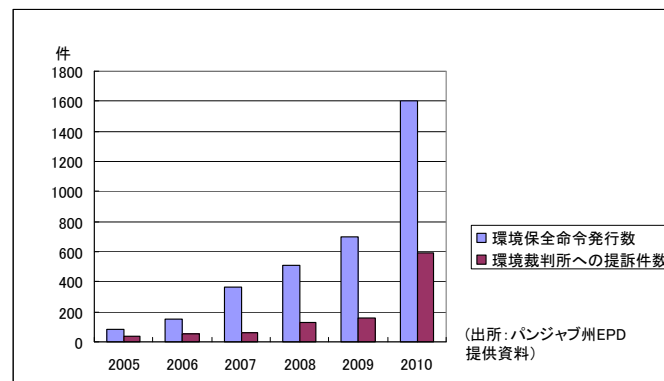


図 1：汚染排出企業への対応件数（パンジャブ州）

(3)情報開示による住民への啓蒙

環境大気の測定結果を市内の電光掲示板に環境保護のメッセージと合わせて掲示し、市民への啓発をはかっている州もある（パンジャブ州 3 カ所、KPK 州 1 カ所）。また、パンジャブ州 EPD では高校の教材等としてもデータを提供している。

受益者調査（環境分野を専攻する大学生及び環境分野を研究対象とする研究者・教員、計 92 名を対象にパンジャブ州、シンド州で実施。2011 年 2 月）によると、EPA がウェブサイトで公開している情報は、環境関連分野の教員や学生には良く利用されていることがわかる。EPA のウェブサイトを利用したことのある人は 52.0%に上っており、「EPA は環境モニタリングの情報を十分公開している」と思う回答者の割合は 45.7%で、「思わない」の 34.8%を上回っている。技プロ開始後、環境大気の測定結果の情報も公開されるようになり、今後データの信頼性が担保されれば、住民の環境意識の向上にもつながることが期待される。

(4)各州 EPA で統一されたモニタリング方法の普及

各EPAによって異なる方法で行われていた大気と水質のモニタリングは、技プロの研修によって統一され、全ての州が同じ基準でモニタリングできるようになった。これにより、全国的な環境監視や他州との比較が容易になっている³⁴。

3.4.2 その他、正負のインパクト

(1)自然環境へのインパクト

ラボからの排気・排水については本格的な排気・排水処理を施す機会がまだ多くはないこと、廃水処理装置に不具合がある場合でも Ph 処理など従来の方で対応していることから、とくに問題は見当たらなかった。

(2)住民移転・用地取得

CLEANの建設用地は未利用地で本事業は住民移転を伴わず、用地取得にも問題がなかった

³⁴ 各州 EPA ヒアリングによる。

と報告されている³⁵。

(3)その他の間接的效果

CLEANほか全てのラボで、大学生の研究目的のための使用を認めている。とくにパンジャブ州EPDでは過去1年に50人の学生をラボに受け入れており、その他の学生の見学も多い。今後、研修・研究などの面で環境関連学部のある大学等とさらに連携を強めていきたいとしている³⁶。

以上のように、インパクトについても、事後評価時点においては、技プロの実施効果とあいまって発現し始めているといえる。

3.5 持続性（レーティング：①）

3.5.1 運営・維持管理の体制

(1)実施体制

当初の計画では、無償資金協力終了後の2007年以降、各州EPAは州政府からの予算で環境モニタリングを継続していくことになっていたが、連邦プロジェクトが2011年12月まで延長されたため、それまでは連邦予算で運営されることになった。したがって、2012年以降は、各州による運営が必要となる。

また本プロジェクトの実施機関である連邦EPAは環境省の下部機関であったが、環境省は2011年6月末で廃止され、連邦EPAは同年7月より内閣府の首都行政開発局の中に置かれることになった³⁷。この機構改革により連邦EPAは今後イスラマバード首都圏の環境行政のみを管轄していくことになる。この点については実態上これまでと変わらないが、CLEANがどのように活用されていくかは事後評価時点ではまだ明確になっていない。

各州EPAは今後州政府のもと、州ごとに独自の環境基本法を制定し、環境政策の立案・実施を担っていくことになる。本事業による活動を継続させるためには、必要な人員と予算の獲得のため現在の連邦プロジェクトを引き継ぐ州の開発プロジェクトを2012年より開始する必要がある。パンジャブ州、シンド州、KPK州では、後継プロジェクトを既に計画し予算も確保済みである。バロチスタン州についても、後継プロジェクトが計画中である³⁸。

(2)要員配置

「連邦プロジェクト」における当初の要員計画では、新規に101名（内、技術者75名）のプロジェクトベースの有期契約職員を環境省が一括して雇用した上で各州に割

³⁵ 連邦EPAヒアリングによる。

³⁶ パンジャブ州EPDヒアリングによる。

³⁷ 憲法修正18条(2011年6月発効)により環境省を含む17の省庁が廃止された。環境行政の権限と予算は各州に委譲され、国際条約の締結や履行などの連邦業務は、財務・歳入・計画・開発省下の計画開発局に移行。なお首都行政開発局は、廃止された省庁の首都における業務を統括する局。

³⁸ 環境省ヒアリング。

振り、連邦プロジェクト終了後、各州政府が継続雇用することになっていた³⁹。しかし、各州は憲法上、連邦政府が雇用した職員を雇用する義務はなく、むしろ公務員の雇用は州独自の制度に従わなければならなかったことや、多民族国家パキスタンにおける複雑な民族感情もあり、当初計画どおりの採用は困難となった。さらに環境省の予算不足もあって本事業終了時の 2007 年 3 月までに雇用されたのは 30 名（内、技術者 16 名）、その後 7 名増員（同 5 名）となったが、離職者もあり、事後評価時点では 23 名（同 19 名）となっている（表 7）⁴⁰。

表 7 各 EPA の職員数

	プロジェクト要員		正規職員(事後評価時点)
	計画時	事後評価時点	
連邦 EPA	25(16)	10(9)	74(46)
Punjab EPD	20(16)	5(3)	234(171)
Sindh EPA	20(16)	5(4)	81(37)
KPK EPA	18(14)	3(3)	66(16)
Balochistan EPA	18(14)	0(0)	59(17)
計	101(75)	23(19)	514(287)

(プロジェクト要員:連邦プロジェクト予算で雇用された有期契約職員。()内は技術者。他は運転手などのサポートスタッフ。出所:基本設計調査報告書、改訂 PC1(連邦プロジェクト)計画書、各 EPA ヒアリング及び技プロ提供資料を基に作成。)

採用が当初計画を大幅に下回ったことから、各 EPA での環境モニタリング活動に支障をきたした他、収集したデータの分析・活用を中心となるべき CLEAN の上級ケミストの雇用が遅れたことが、各州 EPA からの測定データを分析し活用可能な形にして環境政策や都市政策に役立てる段階への展開が遅れる一因となった。

上記 23 名の雇用契約も 2011 年 11 月までとなっており、各 EPA の正規職員もソフトコンポーネントや技プロの研修を受けているものの、現状の環境モニタリングを維持するには、何度も研修を受けて実力をつけてきた有期契約職員の継続雇用や、必要に応じた更なる増員が必須となっている。

前述のようにパンジャブ州、シンド州、KPK 州では、連邦プロジェクトを引き継ぐ州のプロジェクトを既に計画し増員のための予算も確保済みであり、バロチスタン州についても大幅な増員計画があるが、事後評価時点ではその実現の見通しまでは立っていない。

3.5.2 運営・維持管理の技術

技プロの開始前までは、既述のとおり、測定技術の未修得、維持管理の技術の不足等のため、多くの項目が測定できない状態であった。また、治安の悪化により KPK 州・バロチスタン州への業務渡航が禁止され、技プロ開始後も日本人専門家が直接 2 州のラボで指導を行うことができなくなった⁴¹。

しかしながら、事後評価時点では、技プロチームのきめ細かな研修の実施と OJT に

³⁹ 基本設計では計 120 名。改訂 PC-1(連邦プロジェクト)計画書による。

⁴⁰ 当初の 30 名雇用の後、引き続きリクルートを行う計画となっており連邦 EPA が採用申請を重ねたが、環境省が予算不足を理由に許可しなかった。採用が再開されたのは 2011 年。

⁴¹ 2007 年 8 月より 2 州への業務渡航が禁止された。

より、技術的な問題については大きく改善し、ラボ技術者たちの中には機材の操作だけでなく消耗品の交換や簡単なメンテナンスに関しても十分習得できた人もいる⁴²。これらの技術者が各EPAにとどまれば、機材の活用と維持管理はある程度は可能と考えられる。

ただ、現在は技プロの日本人専門家の指導の下で活動が続けられているものの、技プロが終了（2011 年 12 月）した後、計画的な環境モニタリングが続けられるかどうかは、前述のように要員と維持管理予算の確保にかかっている。

3.5.3 運営・維持管理の財務

(1)事後評価時点までの状況

2007 年以降、連邦プロジェクトに対する予算の支出は、国家予算の窮状から困難を極めた。実際の支出は、計画比で 2007-2008 が 22.8%、2008-2009 が 58.0%であった。その後 2008-2010 は経済危機、2010-2011 は洪水被害などもあり、予算は承認されても実際にはその一部しか支出されないという状況が続いている（表 8）。連邦プロジェクト資金の不足は、維持管理の不備、プロジェクト要員の給与遅配にもつながった。

表 8：計画額と本事業に支出された EPA 予算の比較（単位：百万 Rs）

年度	計画	予算	支出	計画比(%)
FY2006-2007	NA	50.0	24.8	NA
FY2007-2008	47.0	10.8	10.7	22.8
FY2008-2009	51.7	97.0	30.0	58.0
FY2009-2010	NA	113.1	12.0	NA

（プロジェクト要員の人件費を含む。出所：連邦 EPA 提供資料。）

各州 EPA は、（2011 年末までは連邦プロジェクトであることから）連邦 EPA の予算措置を待つことになり、結果として維持管理が手薄になった。しかしそのような中でも KPK 州のように州予算から維持管理費を捻出していた EPA もある。

(2)2012 年以降の見込み

2012 年以降は、連邦EPA及び各州EPAが州独自に活動が続けることになり、州ごとに状況が異なってくると考えられる。各EPAの 2012 年までの環境監視予算の見通しについては、現在のところ、連邦EPA⁴³、パンジャブ州⁴⁴、KPK州⁴⁵については目処が立っている。シンド州は、予算は承認されているが、地方ラボの拡張のための予算として計上されており、ラボの維持管理に使われるかどうかは未知数である⁴⁶。バロチス

⁴² ただし個々の能力、算数や化学の基礎知識、モチベーションの差も見られる（ラボ技術者及び技プロ専門家ヒアリング）。

⁴³ 2011-2012 年度の予算として 25 百万 Rs.を確保し、CLEAN2 階・3 階の建設費、人件費、機材維持管理費に充当する計画。

⁴⁴ 環境モニタリング継続のコストとして、100 百万 Rs.が州より承認済み(パンジャブ州 EPA ヒアリング)

⁴⁵ ラボの新築も計画中である。

⁴⁶ 連邦プロジェクトを引き継ぐ州のプロジェクトに 38.5 百万 Rs.の予算が承認される見通し(シンド州 EPA ヒアリング)。

タン州については予算措置を申請中である。

2012 年以降については 5 州とも通常予算化をはかるべく準備中とのことであるが、これが実現して十分な予算が確保できるかどうかは現時点でははっきり見通せない状況である。

3.5.4 運営・維持管理の状況

上記のように、人員、体制、予算の状況から、CLEANと各EPAの機材が適切に維持管理され有効に活用されていくかどうかについては不確定要素が多い。また、頻発する停電と、不安定な電圧のため、機材故障が多発している。事後評価時においても、各都市で予告なしの輪番停電が実施されている⁴⁷。

今後の電力需給見通しを見ても、2010 年供給が需要の 77.6%であったが、2015 年 74.6%、2020 年 73.3%と改善の兆しは見えず、2018 年までは計画停電が続くと見込まれている⁴⁸。また機材の維持管理にとって停電より深刻なのは、停電後の過電流である。精密機械では電圧の変動は通常 10%以内が想定されているが、パキスタンでは、230Vから 360Vと 57%も変動し、このような過電流が 2009 年の 4 月~12 月だけで 300 回も記録されている⁴⁹。本事業の機材の維持管理費は、パンジャブ州の場合で 10 百万 Rsと見積もられているが、これは計画時の見積りの 3 倍にもなる。ルピーが円に対して計画時の半分に減価していることによる日本製部品の調達価格上昇もあるが、停電や電圧の変動による精密機械の故障の頻発によるところが大きいと考えられる⁵⁰。

大気自動測定局については、維持管理コストが確保されれば、継続的に使用される可能性が高い。ただ、維持管理費は、1 局につき年間 1 百万Rs.必要とされる。技プロで修理が完了したUPSの耐用年数も 1~2 年とされており、適切にメンテナンスが行われたとしても、今後定期的な交換は必要となる⁵¹。現状では、スペアパーツ、フィルターなどの消耗品の調達についても、その多くを技プロ予算で賄っている状態である。円高でもあり、とくに標準化ガスについては日本からの空輸でなく、インドや、ドバイからの代替品調達の可能性が検討されている⁵²。

大気と水質のモニタリング機材及びラボ用機材については、100 万円以上の機材に限って確認したところ、完了後 4 年弱のうちに、58.9%の機材が故障していた。しかしその後、技プロの修理努力により現在では 85%が稼動している（下表参照）。

⁴⁷ 各都市の 1 日当りの輪番停電時間は、イスラマバード 4~5h、ラホール 6~8h、カラチ 6~7 h、ペシヤワール 1~8h、クエッタ 10h で、夏はさらに長くなる（出所：各州 EPA ヒアリング。クエッタは The Quetta Electric Supply Company による）。

⁴⁸ Pakistan Water and Power Development Authority (<http://www.wapda.gov.pk/htmls/power-index.html>) 及び、Nation 紙 2011 年 6 月 30 日。

⁴⁹ 技プロ専門家ヒアリング

⁵⁰ 円-Rs レート：1.96 円/Rs（2005 年基本設計調査時）、1.00 円/Rs（2011 年 4 月）

⁵¹ 1 台 50 万~60 万 Rs.

⁵² 各州 EPA ヒアリング

表 9：機材の故障率

	確認した機材	過去 4 年の間に故障した機材		事後評価時に故障中の機材	
	台	台	%	台	%
CLEAN	30	16	53.3	3	10.0
Punjab	38	19	50.0	6	15.8
Sindh	34	26	76.5	8	23.5
KPK	23	16	69.6	2	8.7
Balochistan	21	9	42.9	3	14.3
合計	146	86	58.9	22	15.1

(注：CIF100 万円以上で、現地調査で確認できた機材。
出所：各州 EPA ヒアリング)

これらの機材は、現在は主に技プロの活動の中で使用されているが、技プロが終了した後の機材の活用可能性については、州により異なる。パンジャブ州、KPK 州では、通常業務として環境モニタリングに取り組んでいる中で機材が活用されていく可能性が高いが、バロチスタン州ではこのまま要員の不足が解消されなければ、継続して活用される可能性は低い。連邦 EPA では要員と維持管理予算が確保できるかどうか、またシンド州では地方ラボの拡充よりも中央ラボの活用に力点を置くことができるかどうかにかかっている。

電力供給、電圧が不安定な中、精密機器に多くの維持管理コストが必要であり、今後維持できるかどうかは、環境監視への各州のコミットメント（具体的には維持管理予算と人員の獲得）による。連邦 EPA および各州 EPA が今後予算や人員を安定的に確保していけるのであれば、大気自動測定局を中心に、機材は引き続き活用可能であると考えられる。しかし、体制、財務、維持管理状況からみると、持続性の確保はまだ先が見えない状況である。

以上より、本事業の維持管理は体制および財務状況に様々な課題を抱えており、本事業によって発現した効果の持続性には大きな懸念がある。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、環境悪化の実態を全国レベルで把握するというパキスタンの開発ニーズと整合しており、妥当性は高い。しかし一部のアウトプットの達成が計画を下回ったため効率性は中程度である。事業の効果としては、環境大気の全国的なモニタリングが実施できるようになり、環境政策の策定にも活用され始めている。しかし工場排気及び工場や生活排水の測定については、事後評価時点では技プロが進行中であるため一定の効果は上がっているが、一部測定できない項目があり有効性は中程度である。また、維持管理体制および財務状況には、事後評価時点では不確定要素が多く、技プロおよび本事業の母体である連邦プロジェクトの終了する 2012 年 1 月以降、本事業によって発現した効果の持続性には大きな懸念がある。

以上より、本事業の評価は低いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

連邦 EPA と CLEAN については、首都行政開発局の一部局となったが、今後もイスラマバードの大気・水質の監視の実施とともに、環境モニタリングに関する研修機関・広報機関として重要な役割を持っており、そのための安定的な財源を確保する必要がある。それにより、経験豊かで優秀な人材を確保し、これまでのパキスタン側と日本側の努力で積み上げてきた環境監視のリソースとノウハウを維持・発展させていくことが求められる。

各州 EPA は、環境モニタリングの重要性に鑑み、要員と活動予算・維持管理予算を確実に確保できるようにするために、連邦プロジェクトの後継プロジェクトを着実に実施していくとともに、中期的には環境モニタリングの通常業務化を図ることにより、安定的な予算確保・要員配置をはかっていくことが必要である。

4.2.2 JICA への提言

技プロが終了した後のことになるが、連邦 EPA および各州 EPA の環境モニタリングの活動状況とそのための予算の配賦状況につき、現地事務所を中心に定期的なモニタリングを実施し、停滞している州があれば働きかけを行う。また技プロ終了後の各ラボにおける環境モニタリングに関する研修が実施される際には、講師派遣などの面で協力できるか検討する。

4.3 教訓

(1) 案件形成に関して

本事業は、地方分権の進む中で、連邦EPAが主導することを前提とした案件形成がなされたことから実施上の困難が生じた。中央での一括雇用については計画時からパキスタン側でも議論があり、計画の現実性を疑問視する声も上がっていた⁵³。相手国側が確約し、文書に署名した事項でも、その実現の可能性については事前に十分に調査・検討しておく必要がある。

(2) 相手国のインフラ状況と機材の適合性に関して

停電は基本設計時から多発していたとされている⁵⁴。電圧や電力供給に問題のある国・地域への精密機械の供与については、電力供給等に関する中長期的な見通しを慎重に検討してから機材選定を実施する必要がある⁵⁵。

以上

⁵³ 州の自治権は 1973 年の憲法で保証されている。

⁵⁴ パキスタン・イスラム共和国環境監視システム整備計画基本設計調査報告書(2005)

⁵⁵ 同様の問題は「環境モニタリングキャパシティ・ディベロップメントプロジェクト」(アルジェリア民主人民共和国)、「全国環境モニタリング能力強化計画プロジェクト」(シリア・アラブ共和国)終了時評価報告書でも指摘がある。

0. 要旨

本事業は、サイクロンをはじめとする自然災害が多く、災害管理を重視するバングラデシュ国の政策、ニーズに合致したものである。事業は計画どおりの事業費・期間で実施され、効率性も高い。気象レーダーの稼働時間は目標を大きく下回ったものの、今後稼働時間の拡大の見込みは高く、また、降雨探知距離については目標どおりとなっている。さらに本事業は、計画時に想定された間接的効果（サイクロン情報・警報の改善、コックスバザール管区の気象予報の質向上など）を概ね生むと同時に、サイクロンの被害軽減にも貢献している。20 年以上の間、同国のすべての気象レーダーの運用維持管理を行ってきた実施機関の能力は高く、持続性も高いと判断できる。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

1. 案件の概要



案件位置図



コックスバザール
レーダー塔



ケプパラレーダー塔

1.1 事業の背景

自然災害の多いことで知られるバングラデシュ国において、最大の被害をもたらしてきたのはサイクロンであり、その犠牲者数は、記録に残っている過去 40 数年の同国の自然災害犠牲者数の 7 割近くを占めている。同期間内に襲来した大型サイクロンは 52 に及び、死者・行方不明者数は公式記録で 70 万人を超える。

サイクロンの被害の中心となるベンガル湾岸に位置するコックスバザール及びケプパラの気象レーダーは、1988 年に我が国の無償資金協力により完成し、サイクロン監視を行ってきた。しかし、通常の更新時期である設置 10～12 年後を超えた 16 年が経過し、老朽化により十分な観測業務ができなくなり、2004 年には稼働停止・修理不能状態に陥った。

サイクロン情報、警報を含む気象情報の発信の役割を担うバングラデシュ気象局（Bangladesh Metrological Department、以下、BMD）は、レーダーの停止により、サイクロンの強さや中心位置、方向などについてのタイムリーな情報を得ることができず、警報の精度が低下していた。バングラデシュ国政府は災害管理体制におけるサイクロン監視機能の重要性に鑑み、その早急な復旧と改善を重要な課題としつつも、自己資金による施設更新が困難であることから、施設更新のための無償資金協力を要請した。

1.2 事業概要

コックスバザール及びケプパラの気象レーダーの更新、超小型地上局（Very Small Aperture Terminal、以下 VSAT）通信網の整備、気象衛星データ受信システムの導入等を実施することにより、バングラデシュ国におけるサイクロン監視機能の改善を図る。

E/N 限度額／供与額		第 1 期 866 百万円／865 百万円 第 2 期 803 百万円／791 百万円
交換公文締結		第 1 期 2005 年 7 月 第 2 期 2006 年 6 月
実施機関		バングラデシュ気象局
事業完了		2008 年 2 月
案件	本体	三菱商事株式会社・清水建設株式会社
従事者	コンサルタント	財団法人日本気象協会
基本設計調査		2004 年 10 月～2005 年 3 月、2005 年 4 月～5 月
関連事業（if any）		技術協力：気象解析・予測能力向上プロジェクト（2009-12） 無償資金協力：気象観測用レーダー更新計画（1986-88）、 気象用マイクロウェーブ網整備計画（1992-94）、自然災害 気象警報改善計画（1997-99）、自然災害気象警報改善 計画フォローアップ協力（2005）、モウルビバザール気象 レーダー設置計画（2007）

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

房前理恵（財団法人国際開発高等教育機構）

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2010 年 10 月～2011 年 10 月

現地調査：2011 年 2 月 6 日～2 月 21 日、2011 年 6 月 10 日～6 月 16 日

3. 評価結果（レーティング：A¹）

3.1 妥当性（レーティング：③²）

3.1.1 開発政策との整合性

基本設計時、本事業はバングラデシュ国の3カ年国家投資プログラム（2004-2006年）において早急な実施促進が必要な計画とされていた。

事後評価時の同国の開発基本政策は、2009年12月に策定された貧困削減戦略文書（Poverty Reduction Strategy Paper: PRSP）「Steps towards Change: National Strategy for Accelerated Poverty Reduction II (Revised), FY 2009-11」では、特に社会的弱者の保護、気候変動への対応の観点から災害管理を重点分野としている。同分野での目標として、災害管理・リスク軽減能力の強化、災害リスク軽減に関する知識管理の強化が掲げられており、具体的な政策アジェンダには、災害予報能力の強化、警報・予報システムにおけるBMDの能力強化が含まれている。サイクロンを中心とする災害の予警報の改善を図る本事業はそれらの政策アジェンダに沿ったものである。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

バングラデシュ国はサイクロンにより大きな被害を受けてきており、多数の死者、行方不明者が出ている。しかし、同国の4つ（当時）の気象レーダーのうち、サイクロン予警報に重要な役割を果たしてきた沿岸部のコックスバザール及びケプパラの気象レーダーは老朽化により2004年から稼働停止に陥り、BMDが発信するサイクロン警報に、サイクロンの強さや中心位置、方向などの正確なサイクロン情報を盛り込むことができなくなっていた。バングラデシュ国のサイクロン警戒・避難体制において中心的役割を担う食糧・災害管理省災害管理局（Disaster Management Bureau、以下DMB）³、サイクロン対策プログラム（Cyclone Preparedness Programme、以下CPP）⁴、マスメディアはいずれもBMDによる警報に依存しており、BMDのサイクロン監視機能の復旧と改善は災害管理体制の維持・充実に図るために喫緊の課題であった。

計画時以降、事後評価時までの間にも7つの大型サイクロンがバングラデシュ国内あるいは周辺に上陸しており、特に2007年11月のサイクロンシドルは最大規模で、死者3,363人、行方不明者871人を出した⁵。早期警戒体制は改善しているものの、サイクロンは依然として同国の経済、社会に大きな影響を与えており、正確で迅速な予警報に対するニーズは引き続き高い。

¹ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

² ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

³ バングラデシュ政府の中で、サイクロンを含む災害のリスク軽減、災害時の警戒から復興までの対応を担当する部門。災害管理関連法や規則の立案、国民意識向上などの責任の他、災害時を含む関係機関の調整、警報伝達・避難・救助活動のモニタリングも行う（バングラデシュ政府災害規定）。

⁴ 1970年の大型サイクロンの翌年に国際赤十字・赤新月社連盟とバングラデシュ赤新月社により警報伝達体制構築のため開始された。1973年から同赤新月社とバングラデシュ政府（経常費用負担及びプログラム運営委員会参加）の共同プログラムとなり、サイクロン警報の伝達、サイクロン時の避難誘導、復興支援などを行っている。現在11県の沿岸部37郡をカバーする。（CPPヒアリング）

⁵ BMD提供資料

3.1.3 日本の援助政策との整合性

災害を含む地球的規模の問題への取り組みは、ODA 大綱において重点課題とされている。また、本事業計画当時の対バングラデシュ国別援助計画（2000 年 3 月策定）においても災害対策は 4 つの重点分野の 1 つであった。従ってサイクロンの監視機能の改善により被害軽減を目指す本事業は、当時の日本の援助政策と合致している。

以上より、本事業の実施はバングラデシュ国の開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。

3.2 効率性（レーティング：③）

3.2.1 アウトプット

本事業のアウトプットは以下の表のとおりで、計画どおりであった。

表 1 アウトプット実績

計画			実績
設置システム ／建設施設	設置場所／建設場所	調達機材	
気象レーダーシステム	コックスバザール（以下、CB）・ケブパラ両観測所	レドーム、空中線装置、空中線制御装置、送信装置、増幅管装置、受信信号処理装置、導波管加圧装置、導波管、レーダー動作制御装置、データ・プロトコル変換装置、耐雷トランス、レーダー定電圧供給装置、フライホイール型電源バックアップ装置、メンテナンス機器等	計画どおり
気象レーダーデータ表示システム	両観測所	気象擾乱・ドップラー速度表示装置、サイクロン追尾表示装置、データ解析装置等	計画どおり
	暴風雨警報センター (Storm Warning Centre: SWC)	通信制御装置、通信制御装置、南方合成装置、積算降水量処理装置、サイクロン追尾表示装置、プロダクト再生装置、レーダーウェブサーバ、ドップラー風向風速表示装置、気象データ記録装置等	計画どおり
	CB 気象台	レーダー画像アクセスユニット等	計画どおり
気象データ通信システム	両観測所	音声信号符号化装置、スペクトラム拡散方式無線装置及び屋外器、アンテナ、音声信号符号化装置、音声信号符号化変換装置等	計画どおり
	CB 気象台	音声信号符号化装置、スペクトラム拡散方式無線装置及び屋外器、アンテナ等	計画どおり
	SWC	音声信号符号化装置、音声信号符号化変換装置等	計画どおり
気象データ衛星通信システム	両観測所	VSAT 局屋外装置、VSAT 局アンテナ装置、VSAT 局屋内装置、メンテナンス機器等	計画どおり
	SWC	HUB 局屋外装置、HUB 局アンテナ装置、HUB 局屋内	計画どおり

		装置、周辺機器、メンテナンス機器等	
気象衛星データ受信システム	SWC	気象衛星データ受信ユニット、気象衛星データ受信ワークステーション、気象衛星データ処理装置等	計画どおり
気象レーダー塔	両観測所		計画どおり

出所：基本設計調査報告書、事業完了届

バングラデシュ国側の負担事項として想定されていた BMD による気象予報官、技術者への研修は、本事業の一環としてではなく、各職員の必要に応じた OJT、本事業のカウンターパート研修を含む各種の海外研修参加者による帰国後の内部研修などの形で適宜行われた。その他負担事項として、レーダー塔建設に必要な土地・建設許可の取得、整地、電源・水道・電話回線の供給、電波周波数の確保、衛星通信システム使用許可・スペースセグメント取得は、計画どおり行われた。

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

本事業の総事業費の実績は、計画 1,676 百万円に対し 1,664 百万円（計画比 99%）であり、ほぼ計画どおりであった。総事業費のうち、交換公文（E/N）限度額は 1,669 百万円、相手国負担は 7 百万円であったのに対し、実績は日本側負担 1,657 百万円、相手国負担は 7 百万円であった⁶。

3.2.2.2 事業期間

本事業の詳細設計から事業完成までの事業期間は、計画 32 ヶ月に対し実績 31 ヶ月（計画比 97%）であり、計画内に収まった。

以上より、本事業は事業費及び事業期間ともに計画内に収まり、効率性は高い。

3.3 有効性（レーティング：②）

3.3.1 定量的効果

3.3.1.1 サイクロン監視能力の向上

気象レーダーのサイクロン監視能力を示す有効探知距離は、雨量強度 1mm/h 以上の降雨に対し半径 300km となっており、旧レーダー故障前の半径 200km を超え、目標どおりの距離である。最大の探知距離（全ての雨量を把握できるわけではない）は半径 440km となっている。



気象レーダー

⁶ 相手国負担の計画額は基本設計報告書にて使用の為替レート（1BDT=1.822 円）、実績は事業完了時のレート（1BDT=1.55 円）を使用して計算した。

3.3.1.2 気象レーダー稼働時間

気象レーダーの運用状況を示す年間稼働時間は、いずれも基本設計時に設定された 4,000 時間を下回った。コックスバザールでは目標の 88%、ケプパラ観測所は目標の 15%となっている。

表 2 気象レーダー稼働時間の目標と実績

	基準値 (2005 年)	目標値 (2009 年)	実績値 (2009/10 年)
コックスバザール 観測所	故障のため不稼働 (故障前は約 2000 時間)	4,000 時間/年	3,529 時間/年
ケプパラ観測所	同上	同上	589 時間/年

出所：BMD

ケプパラ観測所の稼働率が目標と著しく離れている主たる要因は、特に停電の激しい地区に位置しており、発電機を動かすための燃料が十分確保できていなかったことである。しかし、2010/11 年度は燃料のための予算が確保され⁷、プレモンスーン季（3 月～5 月）は前年の 142 時間に対し 589 時間（計画比 85%）、うち、一気に降雨量の増加する 5 月は前年 78 時間に対し 319 時間稼働しており、今後もポストモンスーン季が終わる 11 月までは同レベルの稼働を予定している。BMDは、今後は年 3,000 時間以上の稼働を計画している。

コックスバザール観測所も目標稼働時間には及ばなかったが、4,000 時間という目標自体が適切ではなかったことが考えられる。BMDは、4,000 時間は最大の稼働時間であり、実際の稼働時間は気象状況によって毎年変動するものと認識している。実際、電力や燃料の節約のために、降雨が無い時の稼働時間を減らすことに大きな問題はなく、コックスバザールの実績稼働時間に関しては、一概に目標が達成できなかったとは判断できない⁸。

また、レーダーの運用状況を適切に評価するための指標として「稼働時間」が適切であったかどうか疑問が残る。稼働時間には、点検時間や降水現象が無いために意図的に稼働を停止した時間は含まれないため、①稼働時間と意図的な稼働停止時間の合計、あるいは、②停電や故障により観測が不可能になった計画外の停止時間を指標に用い、目標値はそれまでの実績に基づいて設定することがより適切であったと思われる⁹。

なお、コックスバザール、ケプパラ共に人員の不足も特にモンスーン季の稼働率に多少の影響を与えているが、BMDは現在人員数を増やすべく新しい組織構成を人事省に提案しており、同省で検討中である。（3.5.1「運営・維持管理の体制」を参照）

以上のように、本事業による気象レーダーの整備により、サイクロン監視能力は向上しているものの、稼働時間は計画を下回っており、十分な効果発現の支障となっている。ただし、稼働時間の目標設定は必ずしも適切とは言えない点に留意が必要である。

⁷ 発電機の燃料代は BMD 本部の予算でカバーされている。

⁸ 本邦気象専門家コメント

⁹ 本邦気象専門家コメント。稼働率＝（稼働時間＋意図的な稼働停止時間）／（365×24 時間）とすることにより、停電や故障などによる停止以外は稼働実績に参入することが可能となることから、気象条件に左右されない評価が可能である。

3.3.2 定性的効果

(1) サイクロンの強風監視機能の追加

本事業による気象レーダーの更新により、降雨探知距離が延びただけでなく、ドップラーモード機能の付加によりサイクロンの風向・風速の分布情報が得られるようになった。バングラデシュ国では、サイクロンの襲来時、強風による高潮が被害を甚大にしてきたが、1988年に設置された気象レーダーは、風に関する情報を得る機能は備わっていなかった。本事業により整備された気象レーダーは、雨量強度監視のみでなく、風監視も可能なドップラー気象レーダーである。

(2) サイクロンの早期監視能力の復旧

本事業は新しい気象レーダーシステムとレーダーデータの通信システムを整備すると同時に、レーダー探知範囲外のサイクロン情報を得るための気象衛星データ受信システムをBMDの暴風雨警報センター(以下、SWC)に設置した。BMDでは日本の静止気象衛星(GMS)対応の受信システムを有していたが、GMSが故障で2003年5月に機能を停止した後、代替となった米国の静止気象衛星(GOES)の衛星データを受信できない状態にあった。本事業の下で、GMSの後継となる運輸多目的衛星(MTSAT)に対応した気象衛星データ受信システムが設置され、レーダーデータに加え、同システムを通じて受信される衛星画像を活用してベンガル湾及びインド洋上の遠方にあるサイクロンを早期に監視できるようになった。ただし、同システムは現在故障中であり、近々修理の見込みである(3.5.1「運営・維持管理の状況」を参照)。

(3) サイクロン情報・警報の即時性の向上

1988年に設置したコックスバザールとケプパラの気象レーダーの稼働停止に伴い、2004年以降、BMDでは気象レーダーの数十分毎の観測情報に基づいた即時性の高いサイクロン情報・警報を発信することができなくなっていた。本事業によって気象レーダーが更新されたことにより、現在は30分～1時間毎(サイクロン時)にレーダー観測データが得られるようになっている。また、本事業で気象レーダーの更新と同時に気象データ衛星通信システムを新設したことにより、気象予報を担当するダッカのSWCにレーダーデータが安定的かつ迅速に送信されるようになり、SWCでは平均通信時間15分程度でデータを受信できるようになった。SWCは受信後直ちに特別天気速報を作成し、マイクロ波等の手段にて災害管理関係機関やメディアに配信している。

以上より、本事業の実施により一定の効果発現が見られ、有効性は中程度である。

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

3.4.1.1 サイクロン情報・警報の改善

(1) 精度の向上

サイクロン情報・警報について、受益者は精度の向上を感じているようである。住民はサイクロン情報・警報(中心位置、進行方向、最大風速、波の高さ、影響が予想される地

域、警戒レベルなどが含まれる）を主としてラジオやテレビなどのメディアにより入手するが、警報の伝達、避難誘導には、CPP及び末端の行政機関であるユニオン評議会の防災委員会が重要な役割を果たしている¹⁰。ユニオン防災委員会のメンバーを中心に 10 ユニオンから抽出した計 155 人¹¹に対し行った受益者調査¹²では、ほとんどの回答者がサイクロン情報・警報の精度が向上したと回答した（図 1 を参照）。

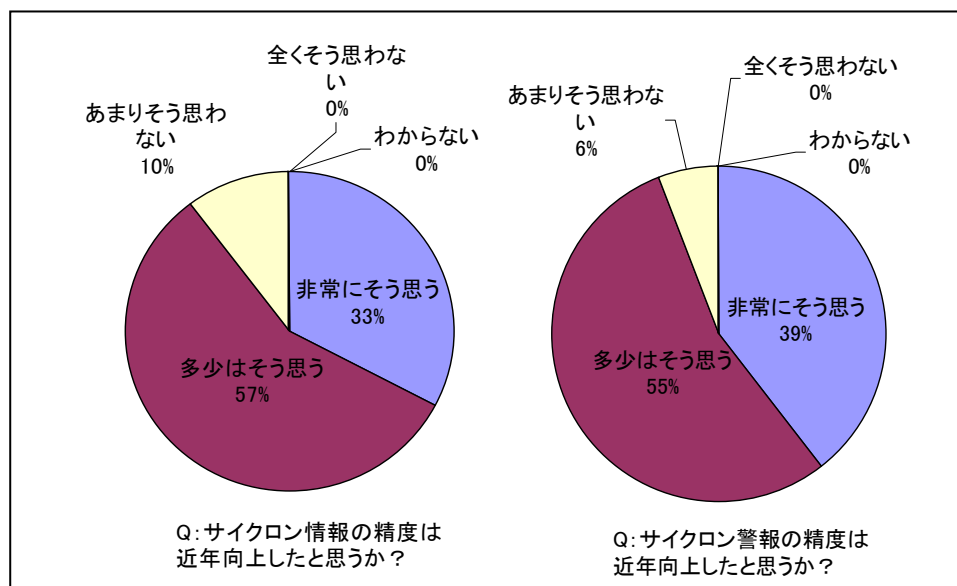


図 1 サイクロン情報・警報の精度に対する受益者調査結果

また、DMB、CPPもBMDの発信するサイクロン情報・警報の精度が向上したと感じており、特に住民への警報伝達を担うCPPの近年の警報に対する満足度は非常に高い¹³。

(2) 警報発令のタイミングの改善

サイクロン警報の発令は、政府の災害時服務規程により、サイクロン上陸予測の 12 時間前とされているが、非常に大型のサイクロンの場合、危険警報が 24 時間前に発令されることになっている。我が国の無償資金協力によるコックスバザール、ケプパラの気象レーダーが完成した 1988 年以降に襲来した最大風速 200km/h 以上の大型サイクロンの警報発令から上陸までの時間（リードタイム）は次のとおりである。

¹⁰ スピーカーによる警報伝達や旗による警戒レベルの表示などが効果を上げている（DMB ヒアリング）。

¹¹ 内訳は、ユニオン防災委員会のメンバー 115 人（ユニオン評議会議員含む）、その他ユニオン評議会関係者 40 人。うち、女性は 22 人。

¹² 事業完了後のサイクロンの被害の大きかった地域から 4 県（ボルグナ県、ポトアカリ県、クルナ県、コックスバザール県）を抽出、4 県の中で特に被害を受けた郡を 10 抽出し、各郡から 1 ユニオン、計 10 ユニオンを抽出した。なおバングラデシュ農村部における行政機構は管区、県、郡、ユニオンから成る。被災地域は多くが沿岸部のアクセスが難しい場所にあるため、アクセスのしやすさを考慮すると共に、ユニオン評議会議長が協力的であるところを優先的に選定した。

¹³ DMB、CPP ヒアリング。CPP は警報が 95%の確立で当たっていると認識している。

表3 大型サイクロン時のリードタイム

年	1991	1994	1997	2007
リードタイム	32 時間*	21 時間	25 時間	27 時間

*サイクロンの進度が非常に遅かったためリードタイムが長くなった。

出所：BMD

本事業で設置した二つの気象レーダーシステムのうち、一つ（コックスバザール）が完成した 2007 年 2 月以降に襲来した大型サイクロンは 2007 年のシドルのみであるが、その際 BMD は、気象レーダーデータを中心とする情報が確実と判断し、早めの警報発令を行った。

警報発令のタイミングの改善は受益者によっても認識されている。上述の受益者調査では、155 人中 139 人（90%）の回答者が、警報発令が以前よりも早くなったと回答している。

3.4.1.2 コックスバザール管区の気象予報の質の向上

BMDのコックスバザール気象台は、コックスバザール管区の地域気象予報を作成している。本事業では、気象レーダーデータ表示システム、気象データ通信システムを同気象台にも設置し、コックスバザール気象レーダーのデータを受信できるようにした。その結果、同気象台では地域気象予報に最新のレーダーデータを反映できるようになった。また、以前は入手できなかった雲、暴風の動きのデータが入手できるようになったため、より詳細な情報が気象予報の検討に活用できるようになった¹⁴。

3.4.1.3 サイクロンの被害軽減

バングラデシュに気象レーダーが導入された 1988 年以降現在までに襲来した主要サイクロンの規模と被害状況は次のとおりである。

表4 サイクロンの規模と被災者数

年	上陸地点 ()内はサイクロン名	最大風速 (km/h)	波の高さ (ft)	死者数・ 行方不明 者数	被災 県数	被災人口
1998	クルナ	160	2-14.5	12,133*	—	—
1991	チッタゴン	225	12-22	138,882	19	10,798,275
1994	コックスバザール沿岸	278	5-6	188	—	416,000
1997	シタクンドゥ	232	15	155	10	2,835,472
1997	シタクンドゥ	150	10-15	300	—	2,015,669
1998	チッタゴン沿岸	173	3	114	—	—
2000	ションドルボン沿岸	50-60	2-4	253	—	—
2002	ションドルボン沿岸	65-85	5-7	182	—	—
2004	コックスバザール	65-90	2-4	30	—	—
2007	クルナ・ボリシヨル 沿岸（シドル）	223	15	4,234	30	8,923,259

¹⁴ コックスバザール気象台ヒアリング

2008	クルナ・ポリショル 沿岸（ラシュミ）	83	5-7	11	17	321,831
2009	チッタゴン・コックスバザ ール沿岸（ビジリ）	60-80	—	5	15	92,558
2009	クルナ沿岸（アイラ）	92	6-8	1,278	11	4,826,630

*インドの死者を含む

出所：BMD 提供資料、DMB ウェブサイト

サイクロンの単純比較により被害軽減を検証するのは難しいが、被災人口の多い 1991 年のサイクロンと 2007 年のシドル（本事業によるコックスバザール気象レーダー整備後に襲来）を比較すると、被災人口に比し、死者数・行方不明者数はシドルが圧倒的に少なかったと言える。

バングラデシュ政府も最近のサイクロンの死者数が過去と比較して減少していると認識しており、その要因として、第一に早期警戒システムの改善を挙げている¹⁵。災害予防・対応を担当する DMB、ボランティアを通じ警報を危険地域住民に伝達している CPP の関係者いずれも、BMD のサイクロン情報の質の向上を認めている。また、CPP は、2007 年以降襲来のサイクロンに対する BMD の警報発令のタイミングは十分早く、CPP による伝達経路¹⁶を経ても住民が避難に十分な準備時間を取ることができたとしている¹⁷。2007 年のサイクロンシドルの際は、3,000 人を超える死者が出たが、CPP によれば、犠牲者の多くは警報を無視した漁師であり、自宅等での死者は 1,000 人程度であった。

上述の受益者調査では、155 人中 142 人（92%）が以前よりサイクロンに対する備えができていないと回答しており、その理由として、警報が早期に届き避難時間が十分取れること（63 人）、過去の大規模サイクロンの経験により住民の意識が高まったこと（54 人）が挙げられた。また、近年のサイクロンによる死者については、CPP と同様に、警報を無視したためとする回答が最も多く、79 人（51%）に上った。

3.4.2 その他、正負のインパクト

本事業による自然環境への影響など、負のインパクトは確認されていない。また、本事業による住民移転・用地取得は発生していない。

以上のとおり、本事業はサイクロン情報・警報の改善、コックスバザール管区の気象予報の質向上などの間接的効果を生むと同時に、サイクロンの被害軽減に貢献しており、正のインパクトをもたらしている。

3.5 持続性（レーティング：③）

3.5.1 運営・維持管理の体制

両気象レーダー共に観測は、サイクロン発生・襲来時の特別観測は 1 チーム 2 名、3 交替

¹⁵ PRSP II 改定版（2009）”Steps towards Change: National Strategy for Accelerated Poverty Reduction II (Revised) FY 2009-11”

¹⁶ BMD→ダッカの CPP 本部→CPP 地域事務所及び郡事務所→CPP ユニオンチーム→CPP ユニットチーム及び CPP ボランティア→住民、という経路で警報が伝達される。住民への伝達手段はメガホン、ハンドサイレン、放送システム等。（CPP 提供資料）

¹⁷ CPP ヒアリング

の 24 時間体制、通常観測は 1 チーム 2 名、2 交代の 12 時間体制で行っており、計画当時の体制と同様である。観測体制に入るのは電子技師/技師補、電子アシスタント、予報官補佐、監督官/機械工であるが、合計人数は両観測所共に計画当時から変わっていない¹⁸。

表 5 両観測所の職員配置状況

職種	コックスバザール			ケブパラ		
	計画時 職員数	当期待 増員数	事後評価 時職員数	計画時 職員数	当期待 増員数	事後評価 時職員数
電子技師/技師補	1	1	2	1	1	1
電子アシスタント	4	1	3	4	1	3
予報官補佐	1	—	1	1	—	1
監督官/機械工	5	—	5	4	1	5
無線機械工	0	—	1	0	—	0
バルーンメーカー	0	—	0	0	—	3
その他	5	2	3	3	2	5
合計	16	—	15	13	—	18

通常観測体制は計画当時のままで、特別観測時には BMD 本部からの応援が得られる。しかし、モンスーン季の観測拡充のため計画時に期待された増員はなされておらず、両観測所共に電子アシスタントは逆に 1 名減員となっている。これは、政府の採用基準の変更が影響して電子アシスタントの採用が難しくなり、定年退職等による減員の補充ができないため、BMD では人員を増やし観測を拡充すべく、新しい組織構成を人事省に提案している。

各種機材の日常の維持管理は観測所の電子技師補の監督の下で行われているが、旧レーダーの維持管理を通じ体制が確立されている。

3.5.2 運営・維持管理の技術

観測所の技術者をはじめとする BMD の技術者の多くは長年気象レーダーの運用維持管理を行っており、今回の機材導入時に研修も受けていることから技術力に問題はない。新規採用者あるいは異動してきた技術者も、それら経験豊富な技術者の指導の下、OJT を通じて技術を習得しており、通常の運用維持管理に支障はない。さらに機材を有効に、また長期間利用することができるように、技術協力プロジェクト「気象解析・予測能力向上プロジェクト¹⁹」（2009～12 年）の下で維持管理研修が行われているが、BMD、同プロジェクト専門家²⁰の双方とも、現時点においても通常の運用維持管理に支障はないという認識である。BMD では技術者に対する定例の研修は行っていないが、必要に応じ、外国での研修受講者

¹⁸ 稼働時間が少ないケブパラ観測所でもコックスバザール観測所とほぼ同じ数の観測人員を抱えているが、これは両者の技術力に差があるためである。

¹⁹ 同プロジェクトでは、本事業を含む日本の無償資金協力による気象レーダー整備事業のインパクトを高めるため、レーダー雨量値のキャリブレーション解析（レーダーデータを地上雨量計のデータで補正すること）による推定雨量の算出にも取り組んでいる。

²⁰ 本事業受注コンサルタントと同じ日本気象協会の専門家を含む。

による内部研修等が行われている。

日常の運用維持管理に問題はないものの、両観測所の技術者とも、本事業により初めてBMDにソフトウェアベースのシステムが導入されたことから、何らかのトラブルがあった際の対処のため、リナックスソフトウェアに対する知識、サーキット分析の知識が必要と感じている。

3.5.3 運営・維持管理の財務

BMDの関係部門予算は順調に伸びており、通常の維持管理予算に不足はない。本事業により新たに衛星通信回線の回線料が必要となったが、BMD本部予算にて十分カバーできている。また、2007年以降、特に2009年まで停電が頻発し、特にケプパラでは大きな影響を被ったが、BMDは、上述のとおり発電機の燃料代増加分は本部の光熱費により2010/11年度から確保しているとしている。予算実績(表6)では光熱費の顕著な増加が確認できないものの、最近の稼働時間は大きく拡大しており(3.3.1「定量的効果」を参照)、財務的な問題による本事業の効果の持続性への影響は小さいと考えられる。

表6 BMD本部・コックスバザール観測所・ケプパラ観測所予算
(単位:BDT1,000)

費目	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12 (見込み)
BMD 本部				
人件費	42,500	45,000	46,000	50,000
消耗品費	3,000	3,500	4,000	5,500
光熱費	3,800	4,000	4,100	4,500
スベアパーツ費	35,090	37,000	41,000	65,000
通信費	8,500	9,000	9,500	10,000
スペースセグメント費	1,200	1,500	1,700	2,500
合計	94,090	100,000	106,300	137,500
コックスバザール観測所				
人件費	3,500	3,600	3,700	3,900
消耗品費	820	920	1,120	1,320
光熱費	700	800	910	1,110
レーダー維持管理費	810	910	1,110	1,310
合計	5,830	6,230	6,840	7,640
ケプパラ観測所				
人件費	3,580	3,680	3,780	3,860
消耗品費	400	500	600	710
光熱費	500	600	750	910
レーダー維持管理費	1,000	1,100	1,200	1,330
合計	5,480	5,880	6,330	6,810

出所: BMD

3.5.4 運営・維持管理の状況

レーダー観測所の機材の維持管理状況は非常に良く、新品同様に清掃され、現在すべて問題なく稼働している。両観測所共に、日間、週間、月間、半期のメンテナンスシートを使用し、維持管理が漏れなく行われており、スペアパーツの交換は詳細に記録されている。両観測所共、機材の不具合は適切に修理あるいは部品交換されているが、バングラデシュ国初のデジタルレーダーシステムを導入したことから、部品によっては交換に数か月かかっている。

施設の維持管理状況も良い。清掃は徹底して行われており、レーダー塔内はゴミ一つ落ちていない。レーダー塔の点検・補修（外壁、屋根、内装等）は、不具合が見つかった場合に行うことになっており、これまでの所、施設完成後 1 年の保証期間終了時に行ったのみであるが、BMD では長年同様の方法で施設の補修を行ってきており、問題は生じていない。

気象レーダーデータ表示システム、気象データ通信システム、気象データ衛星通信システム、衛星データ受信システムを設置した SWC では、衛星データ受信システムが 10 か月以上稼働不能となっている。ハードディスクの交換により修復できず、また、観測に必須のシステムではないことから対応が遅れていたが、本事業受注コンサルタントの支援により問題の診断が行われ、現在必要なスペアパーツを手配済みである。なお、修復までの間、日本の気象庁により、インターネットを通じた衛星データへのアクセスが認められている。

以上より、維持管理の体制については拡充が望ましいものの、本事業の維持管理の技術、財務面はともに概ね問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、サイクロンをはじめとする自然災害が多く、災害管理を重視するバングラデシュ国の政策、ニーズに合致したものである。事業は計画どおりの事業費・期間で実施され、効率性も高い。気象レーダーの稼働時間は目標を大きく下回ったものの、今後稼働時間の拡大の見込みは高く、また、降雨探知距離については目標どおりとなっている。さらに本事業は、計画時に想定された間接的効果（サイクロン情報・警報の改善、コックスバザール管区の気象予報の質向上など）を生むと同時に、サイクロンの被害軽減にも貢献している。20 年以上の間、同国のすべての気象レーダーの運用維持管理を行ってきた実施機関の能力は高く、持続性も高いと判断できる。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

職員の能力の高さから両レーダーの運用維持管理は適切に行われているものの、本事業の効果を最大限にするためにも観測時間の拡大が望まれ、そのためには観測所の観測体制の拡充が必要である。現在提案中の新組織体制の政府承認に向け、一層の働きかけを行い、

できる限り早い増員を実現することが望ましい。

SWC に設置された衛星データ受信システムについては、モンスーン季を含む長期間に亘り全く稼働しなかったことになり、一刻も早い復旧が求められる。また、今回のような長期間の稼働不能状態を避けるため、問題の報告体制、早期対処のための体制を整える必要がある。特に、本事業受注コンサルタントの支援に依存しない問題解決体制の整備が望まれる。

4.2.2 JICA への提言

特になし。

4.3 教訓

成果指標はプロジェクトの直接的効果を測定する重要な指標であることから、設定の際は、指標の妥当性を実施機関と十分に協議し、目標値については過去の類似事業の実績を勘案しつつ定めることが必要である。

以上