

| | |
|------------|--------------------------|
| 国名 モロッコ | 高アトラス地域における洪水予警報システム構築計画 |
|------------|--------------------------|

I 案件概要

| | | | |
|---------|---|--------------------------|---------------------|
| 事業の背景 | モロッコの主要河川は、急峻な高アトラス山脈から流れており、河川洪水や土石流を引き起こし、流域一帯ではそれによる被害が生じていた。1995年のウリカ渓谷での土石流被害（死者200名以上）や2002年の集中豪雨（死者60名以上、物的被害8億円以上）といった大規模災害も同地域で発生した。1995年以降、モロッコ政府は、洪水被害軽減のための取組み（浸食対策及び砂防施設の建設を含む）に注力し、日本政府に対して高アトラス地域における洪水予警報システムの構築を要請した。 | | |
| 事業の目的 | 本事業は、水文観測・データ収集サブシステム、データ分析・洪水情報伝達サブシステム、警報発令・伝達サブシステムの調達及び設置、並びに同システムの運用・維持管理のための能力構築により、高アトラス地域における洪水予警報システムの構築を図り、以って、洪水被害の軽減に寄与する。 | | |
| 実施内容 | 1. 事業サイト：テンシフト川ウリカ流域及びレラヤ流域（既設観測所5カ所を含むテレメータ観測所16カ所、洪水予報センター1箇所、警報局13カ所、警報センター1カ所、データモニター局3局） 2. 日本側： (1) 水文観測・データ収集サブシステム、データ分析・洪水情報伝達サブシステム、警報発令・伝達サブシステムの調達 (2) 本システム及び避難訓練の運用・維持管理のための能力構築に係る技術支援（無償資金に係るソフトコンポーネント） 3. 相手国側： (1) 障害物の撤去、建設サイト用の土地の確保、本システムの設置 (2) 本事業に必要な電気、水道、その他必要な公共サービスの提供 | | |
| 事業期間 | 交換公文締結日 贈与契約締結日 | 2011年3月23日 2011年3月23日 | 事業完了日 2013年12月5日 |
| 事業費 | 交換公文供与限度額・贈与契約供与限度額： 586百万円 実績額： 463百万円 | | |
| 相手国実施機関 | エネルギー・鉱山・水利・環境省（2017年4月5日、設備・運輸・物流・水省の管轄下の水庁に変更された。） | | |
| 案件従事者 | 本体：丸紅株式会社 コンサルタント：株式会社建設技研インターナショナル | | |

II 評価結果

| | | |
|---|-----------|--|
| 1 | 妥当性 | <p>【事前評価時・事後評価時のモロッコ政府の開発政策との整合性】 本事業は、「総合水資源管理行動計画」（2009年～2030年）、「国家洪水対策計画」（2012年）といった政策文書で示される、脆弱性の低減に向けた洪水リスク管理の重要性を強調したモロッコ政府の開発政策と合致している。事後評価時点において、近年の新たに整備された「水に関する法律第36-15号」（2016年）は、水関連のリスク管理及び洪水多発地域における洪水予警報システムの拡大に重点を置いている。</p> <p>【事前評価時・事後評価時のモロッコにおける開発ニーズとの整合性】 本事業は、人的被害、同国の大都市中心部における重大な経済的損失、経済活動の中断、インフラ設備の損壊の回避・軽減といった、事前評価時点におけるモロッコにおける開発ニーズと合致していた。人的被害の回避のための洪水のリスク軽減に関するニーズは未だに存在している。</p> <p>【事前評価時における日本の援助方針との整合性】 本事業は、1999年に日本政府及びモロッコ政府間で確認された、持続可能な開発の確保に向けた環境分野への支援を含む6分野を重点分野とする、日本の対モロッコ援助方針¹に合致していた。</p> <p>【評価判断】 以上より、本事業の妥当性は高い。</p> |
| 2 | 有効性・インパクト | <p>【有効性】 本事業は、目標年である2015年時点で事業目的の一部達成し、事後評価時点ではそれをおおむね達成した。基準値以上の降雨時の警報発令確率（指標1）は、2014年及び2015年70%であったが、2016年には90%に達し、2017年の事後評価時点においても維持されていた。ただし、基準値以上の水位となった場合においても、洪水警報が発せられなかったケースもあった。他方、2016年の猛吹雪で損壊し、それ以降は停止状態にあるティジ・ン・リッケンのテレメータ観測所を除いて、すべてのテレメータ観測所、洪水予警報センター、警報局、警報センター、データモニター局は、良好に機能していた。すなわち、指標1が100%未満であったことが、本システムが機能不全あるいは機能不良ということの意味するわけではない。テンシフト流域公社（ABH-T）によると、本事業で設置した洪水予測システムのみならず、ABH-Tの既存システム²も活用していることから、</p> |

¹ 出所：外務省「ODAデータブック」（2009年版）359ページ

² 既存システムは、洪水警報及び避難のため、テレメータ観測所のオペレーターによる目視での確認、同観測所及びABH-T間でのファックス又はラジオによるコミュニケーション、ABH-T及び州事務所間でのコミュニケーションを用いている。

洪水警報発令に係る意思決定は、本事業で導入したシステムから伝達されるテレメトリ・データ及びオペレーターによる目視による直接観測の総合的な分析に基づいている。

また、本事業は、地元住民の洪水警報と避難に対する意識の向上及び洪水による犠牲者数の減少に寄与した。テンシフト流域公社は、2013年から2016年の間、対象流域において意識啓発セッション及び避難訓練を年に1回行っていた。洪水予警報システムに基づいた洪水時における実際の避難は、2013年から2017年の間において毎年2回実施された。

【インパクト】

事後評価時点において、いくつかの正のインパクト及びあまり深刻ではない負のインパクトが確認された。上述のテンシフト流域公社による住民への定期的な啓もう活動と洪水発生時の関連機関とのより良い協調体制により、洪水による犠牲者数は、2013年及び2014年では各年1名にとどまり、2015年以降は0名となった。加えて、洪水リスクの軽減は、対象流域において観光客数の増加をもたらし、住民（特に女性）による観光関連の活動を促進させた。一方、洪水警報が誤って発令された事例があり、それによる対象地域の観光が阻害されることになった。

【評価判断】

以上より、本事業の実施により、おおむね計画どおりの効果の発現がみられ、有効性・インパクトは高い。

定量的効果

| 指標 | 基準年 2009年 計画年 | 目標年 2015年 事業完成3年後 | 実績値 2014年 事業完成2年後 | 実績値 2015年 事業完成3年後 | 実績値 2016年 事業完成4年後 | 実績値 2017年 事後評価年 |
|---------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 指標1: 基準値以上の降雨時の警報発令確率 (%) | 0 | 100 | 70 | 70 | 90 | 90 |

出所：テンシフト流域公社の提供データ

3 効率性

本事業のアウトプットは、計画通りに産出された。事業費は計画内に収まった（計画比：79%）ものの、用地の確保及びデータ伝達サブシステムの技術的な問題に対応するため、事業期間は計画を超過した（計画比：136%）。したがって、効率性は中程度である。

4 持続性

【体制面】

（テンシフト流域公社）

テンシフト流域公社は、2016年8月に制定された「水に関する法律」（第36-15号）の下、洪水予測警報システムを整備する責務を負っている。そのため、テンシフト流域公社は、毎年、洪水予測警報システム管理（SPAC）を担当する職員数を増やし、管理担当1名の体制から管理職4名の1チーム体制に変更された。同チームの構成は、同システムの開発及びフォローアップを担当する監督者兼電気機械技師1名、洪水予測・分析・伝達を担当する水文技師長1名、水資源管理及びデータ分析を担当する技術者1名、テレメトリー及びコミュニケーションを担当する技術者1名となっている。さらに、テンシフト流域公社は、JICA専門家からの提言を実行し、同システムの持続的な運用を確保するため、本事業で整備した施設・機材の定期保守及びモニタリング手順を実施している。しかし、技術職員数は、洪水予測警報システムの運用・維持管理（O&M）を行うには不足しているため、予防保守及び補修・維持管理は、現在では体系化されており、テンシフト流域公社は外部に委託し、委託された代理業者により、毎年実施され、管理されている。

（アル・ホウズ州）

アル・ホウズ州は、システム管理（洪水リスク管理）管理者1名、伝送担当1名、システム開発及び定期的保守を行うコンピュータ技師1名が配置されている。アル・ホウズ州においても、職員数は不足している。

【技術面】

事業完了以降、技術研修は行われていないものの、本事業による技術的支援に加えて、既存の洪水警報システムの運営維持管理の経験を有することから、テンシフト流域公社及びアル・ホウズ州の職員は、特に大きな問題なく、洪水予警報システムの運営維持管理に関する一定水準の知識及び技術を維持している。

洪水予測警報システムは、JICAの開発調査（2001年～2003年）によるパイロット・システム及び無償資金協力（2011年～2013年）による本格的なシステムの2段階で整備された。本事業においては、事業の実施にサプライヤー2社が関与しており（パイロット・システムと本格システムでは別のサプライヤーが関与）、各サプライヤーはそれぞれの別の仕様の機材を納入していた。その結果、統合したシステムの開始時点において、2つのシステムの接続上の問題が発生した。また、テンシフト流域公社の職員は英語の文書を理解するのが困難であるにも関わらず、サプライヤー及びコンサルタントから提供されるべき重要な書類やマニュアルのフランス語版がないため、システムの維持管理を遅滞なく行うことを阻害している。

【財務面】

（テンシフト流域公社）

保守サービス及び定期点検・補修を含む運営維持管理費の実績額は、2014年13.2万モロッコ・ディルハム（MAD）から2017年約290万MADに増加した。同システムの運営維持管理については、2014年から2017年の間に毎年大幅な増加が行われており、十分な予算が配分されていることから、今後も適正な予算が継続的に得られる見込みの裏付けとなっている。

【維持管理状況】

前述のとおり、ティジ・ン・リッケン観測所に設置された機材を除き、本事業で設置したすべての主要な機材は良好に機能している。ティジ・ン・リッケン観測所は、猛吹雪により損壊し、一時的な復旧作業は行われたものの、2016年以降機能不全となっている。これは、冬季に発生する大吹雪により、同観測所の維持管理が非常に困難であることが挙げられる。事後評価時点において、テンシフト流域公社は同観測所の移設を計画している。

機材の定期点検や大規模補修及び不具合の修理に関しては、テンシフト流域公社は地元業者に委託しており、同委託業者は、警報局を除くすべての観測所/センターを対象とする定期点検、すべての観測所/センターを対象とする大規模補修を年に一度行っている。また、同委託業者は現在までに、テレメータ観測所で3回、データモニター局で1回、補修を行った。

【評価判断】

以上より、体制面及び技術面の一部問題があり、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

5 総合評価

本事業は、高アトラス地域における洪水予警報システムの構築という事業目的をおおむね達成した。持続性については、テンシフト流域公社及びアル・ハウズ州の運営・維持管理の人員は不十分であり、テンシフト流域公社は外部業者に委託を行っているが、これら組織の運営・維持管理担当職員は、一定の技術・知識を有している。効率性については、事業期間が計画を超過した。

以上より、総合的に判断すると、本事業の評価は高い。

III 提言・教訓

実施機関への提言：

- ・本事業で整備したシステム上の技術的な問題により、2014年に発生した洪水により多くの警報局の機材に損傷をもたらし、これらの機材の修理が遅れたことから、データの欠損が生じた。本事業の持続性を確保するためには、本事業による機材は定期的に巡視及び点検・検査が行われるべきである。また、一部機材が故障した際には、できるだけ早期に修理あるいは適切なものと入れ替えを行う必要がある。さらに、テンシフト流域公社は、組織を強化し、既存のシステムも含めたシステム全体の運用のための訓練を実施することが望ましい。

JICA への教訓：

- ・運営維持管理を行う技術職員の不足及びシステムの修理・故障対応を行う専門家、すなわち熟練技術者の不足が見られる場合には、計画段階あるいは実施段階の早い時期において、事業の持続性を確保するための適切な人員配置について実施機関による公式な確約を含め、必要な人員の採用を保証する体制を確立することが求められる。
- ・本事業は、モロッコの政府や国民の実際のニーズに対応するため、適切に計画された。実際に、他の高洪水リスク流域においても、同様の事業が行われている。しかしながら、本事業の持続性を更に高めるには、運営維持管理担当職員のみならず、管理部門職員も、整備されたシステムに関する法的及び技術的事項を正確に理解できるよう、日本人専門家、コンサルタント及びサプライヤーから提供される主要な資料を活用した研修を実施することが求められる。また、研修効果を確保し、誤解を避けるため、運営維持管理マニュアルや技術ガイド等、サプライヤーやコンサルタントから提供される技術書類については、運営維持管理職員が理解可能な言語への翻訳を行うべきである。
- ・計画段階及び実施段階において、洪水予警報データを伝送するために重要なテレメトリ・システムの接続についての検討が不可欠である。システム統合に係る障害を回避するため、システムの一貫性を確保できるサプライヤー1社とすることの検討が望ましい。同時に、土地収用プロセスやシステム統合・接続作業など、事業に必要な活動に係る時間をとれるよう、慎重に事業期間を検討することが求められる。



レラヤ流域アンリル警報局



レラヤ流域チネチネレーダー観測所



ウリカ流域タジテンテュ警報局



ウリカ流域スッティ=ファツマ警報局