

モロッコ国

国土整備・水利・環境省水利環境庁

モロッコ国
高アトラス地域における
洪水予警報システム構築計画
準備調査報告書

平成 23 年 3 月

(2011 年)

独立行政法人 国際協力機構

(JICA)

株式会社 建設技研インターナショナル

環境
JR
11-066

モロッコ国

国土整備・水利・環境省水利環境庁

モロッコ国
高アトラス地域における
洪水予警報システム構築計画
準備調査報告書

平成 23 年 3 月
(2011 年)

独立行政法人 国際協力機構
(JICA)
株式会社 建設技研インターナショナル

序 文

独立行政法人国際協力機構は、モロッコ国の高アトラス地域における洪水予警報システム構築計画にかかる協力準備調査を実施することを決定し、平成22年3月から平成23年1月まで、株式会社建設技研インターナショナルの松本良治を総括とする調査団を組織しました。

調査団は、モロッコ国の政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成23年3月

独立行政法人 国際協力機構

地球環境部長 江島 真也

要 約

1. 国の概要

モロッコ国（以下、「モ」国とする）は、アフリカ大陸の北西端に位置し、面積 46 万 km²（日本の約 1.2 倍 西サハラ除く）を有する。同国の総人口は 3,199 万人（2009 年世銀）で、人口増加率は 1.2%（2009 年世銀）である。国土の西側は大西洋、東側はアルジェリア、南側は西サハラを挟んでモーリタニアと接している。「モ」国中央を北東－南西方向にアトラス山脈が走っており、これが「モ」国の地理を大きく 2 つに分断している。アトラス山脈以北は大西洋岸や地中海沿岸地域を中心に肥沃な土地が広がっており、小麦やブドウ、オリーブなどを豊かに育む穀倉地帯となっている。一方アトラス山脈以南は土漠や砂漠とオアシスの世界である。

気候は、北部とカサブランカ付近までの大西洋岸地帯は地中海性気候、内陸部はステップ気候、アトラス山脈の南側はサハラ砂漠に近く砂漠気候である。一般的に、年間降雨量は少ないものの降雨が雨季の短期間に集中する特性を有し、アトラス山系に降った雨の大部分は、アトラス山脈北斜面の広範な地域に流出し、洪水がしばしば発生している。季節は冬（雨季）、春、夏および秋（乾季）があり、沿岸部は温暖で過ごしやすいが、乾季は平均気温が 30 度を越えることが多い。内陸部の夏は極めて乾燥し日中気温は 40 度以上となり、冬は沿岸部よりも気温は低い。山岳部の夏は涼しいが、冬には雪が降り、気温は氷点下となる。砂漠地帯では雨はほとんど降らず、夏の日中気温は 45 度以上であるが夜間との気温差が大きい。

「モ」国は、国土の 21%を農地が占めており、大西洋岸、地中海沿岸を中心に農業がさかんである。主な産品は、オリーブ、柑橘類、タコ、鯛などがある。また、現在、工業化を漸進的に進めていくという基本政策を採っており、衣料品などの軽工業のほか、リンや銅を中心にした鉱業を軸に、工業化も進みつつある状況である。産業別の GDP の割合は第 1 次産業 18.8%、第 2 次産業 32.6%、第 3 次産業 48.6%(CIA 09 年推計)となっている。

2. プロジェクトの背景、経緯および概要

「モ」国における自然災害の中で、洪水は発生回数及び被災者数が最も多く、死者及び負傷者数も地震に次いで 2 番目に多い。近年では、200 名以上の死者を出したウリカ渓谷における 1995 年の大規模土石流災害、同地域における死者 60 名以上、物的被害 8 億円以上に上った 2002 年の集中豪雨による被害、トドラ渓谷における洪水被害（死者 2 名、住宅全壊 114 棟、同半壊 26 棟等）が発生している。

国土のほぼ中央に位置する高アトラス山脈を水源とする主要河川の増水・氾濫により洪水被害が何度も生じており、1995 年に高アトラス地域ウリカ渓谷で発生した洪水被害を受け、「モ」国政府は洪水被害を軽減するための取り組み（気象観測と天気予報の改良、洪水監視システムの導入、土地利用制限、森林再生と侵食対策、砂防施設建設等）を行ってきた。我が国は「モ」国の取り組みを支援するため、開発調査「アトラス地域洪水予警報システム計画調査」（2000 年～2004 年）により、テンシフト川支川の複数流域を対象とした洪水予警報システムのマスタープランを策定した。

また、同開発調査実施中には、マスタープラン（案）で提案されたシステムと機器の有効性を検証するために、テンシフト川の支川であるウリカ川流域でパイロットプロジェクトを実施した。さらに、同システムの適切な管理・運用のための能力を強化すべく、国土整備水利総局やテンシフト川流域公社の予警報システム関係者を主な対象者として、技術協力プロジェクト「アトラス地域洪水対策プロジェクト」（2004年～2007年）を実施した。これらの支援の成果として、2006年に発生した二度の洪水において、予警報システムの運用により観光客の避難に繋がり、人的被害を最小限に留めることができたため、「モ」国側は同システムの有効性を高く評価している。

「モ」国では洪水セクターについて特に国家開発計画はないものの、2009～2030年までのセクター別戦略として総合水資源管理計画（GIRE）が策定されこの中で洪水災害対策は「モ」国において重要な政策として位置づけられている。

このような状況の下、同開発調査で提案したテンシフト川流域の洪水予警報に加え、観光地として有名でありながら洪水リスクが高いと指摘されているトドラ渓谷及びダデス渓谷において必要な洪水予警報システムのレベルの検討および、その導入を実施するため無償資金協力が要請された。

3. 調査結果の概要とプロジェクトの内容

独立行政法人 国際協力機構は「モ」国政府の要請に応え、2010年3月14日から4月30日及び6月1日から7月30日までの二回に渡り調査団を現地に派遣し、要請案件の緊急性、必要性を確認した。現地調査、帰国後の国内解析作業を通して無償資金協力の対象範囲、規模等を定め、その効果と妥当性を検討した。その結果を協力準備調査概要書に取りまとめ、2011年1月23日～2月2日まで現地説明を実施し、協力準備調査の内容について「モ」国側の合意を得た。

協力準備調査においては「モ」国の要請内容に対して洪水予警報システム構築を以下の方針に基づき計画することとした：

- (1) 対象流域としてウリカ川流域・レラヤ川流域を選定する。
- (2) 対象とする洪水のタイプとしては、過去の洪水履歴から判断して十分な安全を確保する。
- (3) 山岳地帯という過酷な条件でも確実に動作するシステムとする。
- (4) パイロットプロジェクトで導入された既存システムを活用する。
- (5) 政府関係機関の人員削減という政府方針の下、十分な省力化を図る。
- (6) 新たに導入される拡大・高度化されたシステムが確実に機能するよう運営維持管理・避難誘導などについてのソフトコンポーネントを計画する。

以上の方針に基づき検討を行った結果、協力対象事業内容を次表の通り立案した。

表1 システム概要（ウリカ川・レラヤ川流域洪水予警報システム）

局名	機能	種別	運用機関
1.. 洪水予報センター			
ABH-T マラケシュ (Marrakech)			ABH-T
1.1 テレメータ監視制御装置	無線テレメータによる水文データ収集	新設	
1.2 データ処理・蓄積・分析装置	データ処理・蓄積・分析及び伝送	更新	
1.3 マイクロ多重無線装置	アルハウズ県庁間のデータ通信用	新設	

局名	機能	種別	運用機関
1.4 無線警報監視制御装置	無線警報制御監視装置の設置	新設	
1.5 ウェブサーバー (ホームページ用)	インターネットによる関係機関への洪水情報配信	新設	
1.6 電源システム	非常用発動発電機などの電源装置	新設	
2. 雨量・水位観測局			
2.1 Agbhalou	降雨データ、河川水位の自動観測	新設	ABH-T
2.2 Tazitount		改修	
2.3 Amenzal		改修	
2.4 Tiouldiou		改修	
2.5 El Jam'ane		新設	
2.6 Arg		新設	
2.7 Tahanaout		新設	
3.雨量観測局			
3.1 Agouns	雨量の自動観測	改修	ABH-T
3.2 Tourcht		改修	
3.3 Ihdjamene		新設	
3.4 Amddouz		新設	
3.5 Armed		新設 (テレメータの蓄積中継機能付)	
3.6 Oukaimedan		新設(中継局に設置)	
3.7 Tizi-n-Likemt		新設	
4. 水位観測局			
4.1 Tourcht	河川水位の自動観測	新設	ABH-T
4.2 Tinitine		新設	
5. 中継局			
5.1 Aoulouss	・テレメータ観測、警報局の中継機能	改修	ABH-T
5.2 Adra Tazaina	・テレメータ観測局の中継機能	改修	
5.3 Oukaimedan	・テレメータ観測、警報局の中継機能	新設	
6. データモニター局			
6.1 DPE (Tahanaout)	インターネットにより洪水情報をモニター	改修	DPE
6.2 ウリカカイダ (Ourika Caidat)		改修	ウリカカイダ
6.3 アスニカイダ (Asni Caidat)		新設	アスニカイダ
7. 洪水警報センター			
アルハウズ県庁(Tahanaout)			
7.1 洪水警報制御監視局制御コンソール	警報局を無線で遠隔制御・監視し、スピーカーによる洪水警報吹鳴及び音声放送による洪水警報、避難命令の発令を行う	新設	アルハウズ県
7.2 マイクロ多重無線装置	ABH-T 間のデータ通信用	新設	
7.3 洪水情報モニター装置	ABHT のデータによる洪水情報のモニター	新設	
7.4 電源システム	非常用発動発電機などの電源装置	新設	
8. 警報局			
8.1 WP-1: Agbhalou-1	県庁より無線遠隔制御でスピーカーによる洪水警報吹鳴及び音声放送による洪水警報、避難発令	新設	アルハウズ県
8.2 WP-2: Agbhalou-2		新設	
8.3 WP-3: Agbhalou-3		新設	
8.4 WP-4: Iraghf-1		新設	
8.5 WP-5: Iraghf-2		新設	
8.6 WP-6: Iraghf-3		改修	
8.7 WP-7: Iraghf-4		新設	
8.8 WP-8: Iraghf-5		新設	
8.9 WP-9: Tazitount		新設	
8.10 WP-10: Setti Fadma-1		新設	
8.11 WP-11: Setti Fadma-2		新設	
8.12 WP-12: R'ha Mouley Brahim		新設	
8.13 WP-13: Imlil		新設	
9. 交換予備品	2年以上運用するに必要な数量の交換予備ユニット	新設	ABH-T
10. 測定器	システムの維持管理に必要な最低限度の測定器	新設	ABH-T

またソフトコンポーネントについては次表に示す成果と確認方法による投入を行う：

表2 ソフトコンポーネントの投入概要

成果	必要とされる技術・業種	現況の技術レベルと必要とされる技術レベル	ターゲットグループ	実施方法	実施リソース	成果品
成果1 (機器の維持管理)	基本的に機材の保守点検は外部業者に委託するため、電気・通信の専門知識は不要だが、日々の保守や保守業者を監理する能力が必要。	既設のパイロットシステムの機器の日常の動作点検や水文センサーの保守を行うだけの技術レベルは有しているが、それを継続して実施する体制が不備である。また今回新たに導入する機器の動作点検方法について習熟する必要がある。保守点検業者を監理する能力も必要である。	ABH-Tの維持管理担当職員(計2名)、テレメータ観測局(計6名)、警報局の管理人(計1名)、県およびモニター局の通信担当職員(計4名)	維持管理体制の構築 各サイトでの機器の動作確認・保守の訓練の実施 外部保守業者の作業の監視のOJT(TORの作成)の実施 維持管理マニュアルの作成 維持管理試験の実施	機材・通信システム担当コンサルタント45日(直接支援型)	維持管理マニュアル、試験結果保守契約TOR
成果2 (注意報・警報基準作成)	水文学や水理学の一般的知識	ABH-Tは既存のパイロットシステム(ウリカ川流域)の注意報・警報発令基準水位、雨量を見直しの必要性を理解しているが、実際に設定する能力がない。これまで累積されたパイロットシステムのデータを整理することによって、当流域の降雨、流出特性を理解し、また防災関係機関や住民・観光業者との議論を通じて、現実的な注意報・警報発令基準を設定する。	ABH-Tの水資源部職員(4名)、県、DPE、地方警察、気象局、消防局の防災担当職員(計10名)	既往データの整理・分析のOJT 注意報・警報発令基準の作成	水文・水理/避難活動担当コンサルタント11日(直接支援型)	注意報・警報発令基準
成果3 (洪水情報・警報の伝達)	注意報、警報に関する理解、導入する機器システムの運転技術、情報伝達経路の理解	ウリカ川流域のパイロットシステム用に設定された伝達ルールは、これまでの訓練を通じて習熟されている。これをベースに本プロジェクト用にさらに拡張し、マニュアルとして整備する必要がある。そしてこのマニュアルに従っての機器・システムの運用を習得させることが必要である。	ABH-Tの水資源部職員(4名)、県の警報センターおよび洪水情報モニター局の担当者(計4名)、警報局管理人(1名)、県、DPE、地方警察、気象局、消防局の防災担当職員(計10名)、ガイド・地方コミュニケーション代表(4名)、住民・観光業者代表(計10名)	警報発令伝達マニュアル(注意報、警報の発令基準、情報警報伝達経路、関係機関の役割と責任、担当者名等を含む)の作成、地方警察、気象局、消防局の開催(進捗報告書の発表:1回)、警報発令伝達訓練の実施(避難訓練に合わせて実施)	機材・通信システム担当コンサルタント30日(直営支援型)	警報発令伝達マニュアル、ワークショップ記録、
成果4 (避難活動)	ウリカ川・レラヤ川流域の災害特性に関する知識	ウリカ川流域のIraghf地域では、これまでパイロットシステムでの避難訓練を通じて運用されてきた避難ルールがある。これを含め、全警報局地域それぞれについて避難活動マニュアルとして整備し、また実際にそれに沿って活動できるように訓練によって習熟させる必要がある。	警報局近傍の住民、観光業者および関係機関(アルハウズ県、ガイド、地方コミュニケーション、地方警察、消防局)	避難活動マニュアル案(避難地、避難手順、避難誘導体制を含む)の作成 ワークショップの開催(計6地域x2回)、避難訓練の指導(計8回実施:1回x6地域+統一訓練2回)	水文・水理/避難活動担当コンサルタント43日(直営支援型)	避難活動マニュアルワークショップ記録 避難訓練記録
成果5 (運用、維持管理コミティーの再構築)	危機管理に関する一般的知識	ウリカ川流域のパイロットシステムの運用、維持管理の役割分担について、2003年にアルハウズ県、DPE、ABH-Tの3者による合意がなされ、コミティーが設立されている。これをウリカ川・レラヤ川流域の新システム用に修正・拡張して新コミティーを再構築する必要がある。	ABH-T、アルハウズ県をはじめとする関係機関	ウリカ川・レラヤ川流域の洪水予警報システムの運用・維持管理に関するコミティーの再構築	水文・水理/避難活動担当コンサルタント6日(直営支援型)	コミティー再構築の合意書

4. プロジェクトの工期及び概算事業費

プロジェクトの工期は、契約及び実施設計計 5.7 ヶ月、機材調達・据付工事・ソフトコンポーネント約 17.8 ヶ月、全体で 23.5 ヶ月である。概算事業費のうち「モ」国負担額は、1,267 万円である。概略事業費全体ならびに日本側負担金額は、施工・調達業者契約認証まで非公開とする。

5. プロジェクトの評価

(1) 妥当性

本プロジェクトの裨益人口は観光客・地元住民を含め約 20 万人である。ただ、防災事業であり、収益が期待できるものではない。「モ」国の当該セクターの現状と課題等を踏まえたプロジェクトの緊急性、日本の技術を用いる必要性・優位性は以下の通りである：

- ・ 「モ」国には国家開発計画はないものの、2009 年から 2030 年までのセクター別の戦略として総合水資源管理計画（GIRE）が策定されており、この中で洪水リスクに対する脆弱性の減少は 6 重点項目の一つである。
- ・ 当流域は急峻な山岳地域であり、このような山岳地域における洪水・土砂災害に対する予警報システム技術は日本が世界をリードする技術である。

(2) 有効性

本プロジェクトの実施により以下のような効果が期待される。

- ・ 定量的効果
 - ① 機材構築およびソフトコンポーネントの実施により、注意報・警報基準値を越す降雨が発生した時に警報が正しく発令される。
- ・ 定性的効果
 - ① 発令された注意報・警報に基づいて関係機関が避難誘導を行えるようになる。
 - ② 対象 2 流域の住民や観光客の生命が保護される。
 - ③ 対象 2 流域の社会・経済及び観光開発に寄与する。

目 次

序文

	頁
要約.....	i
目次.....	vii
プロジェクト位置図/完成予想図.....	xi
写真集.....	xiv
表一覧.....	xxv
図一覧.....	xxvi
略語集.....	xxvii

	頁
第1章 プロジェクトの背景・経緯.....	1-1
1-1 当該セクターの現状と課題.....	1-1
1-1-1 現状と課題.....	1-1
1-1-2 開発計画.....	1-1
1-1-2-1 主要なセクター計画.....	1-1
1-1-2-2 洪水セクターの開発計画.....	1-2
1-1-3 社会経済状況.....	1-3
1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要.....	1-3
1-3 わが国の援助動向.....	1-4
1-4 他ドナーの援助動向.....	1-5
第2章 プロジェクトを取り巻く状況.....	2-1
2-1 プロジェクトの実施体制.....	2-1
2-1-1 組織・人員.....	2-1
2-1-1-1 組織.....	2-1
2-1-1-2 人員.....	2-2
2-1-2 財政・予算.....	2-3
2-1-3 技術水準.....	2-4
2-1-4 既存施設・機材.....	2-4
2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況.....	2-4

2-2-1	関連インフラの整備状況	2-4
2-2-2	自然条件	2-5
2-2-3	環境社会配慮	2-5
2-3	その他（気候変動に関して）	2-6
第3章	プロジェクトの内容	3-1
3-1	プロジェクトの概要	3-1
3-2	協力対象事業の概略設計	3-1
3-2-1	設計方針	3-1
3-2-1-1	基本方針	3-1
3-2-1-2	システムの全体構成に対する方針	3-6
3-2-1-3	自然環境条件に関する方針	3-6
3-2-1-4	社会経済条件に関する方針	3-7
3-2-1-5	既設パイロットシステムの取り扱い方針	3-8
3-2-1-6	環境社会配慮に対する方針	3-8
3-2-1-7	運営維持管理に関する方針	3-9
3-2-1-8	技術支援に関する方針	3-9
3-2-1-9	調達に関わる方針	3-9
3-2-1-10	施工計画の方針	3-9
3-2-2	基本計画	3-10
3-2-2-1	洪水予警報システム機器配置計画	3-10
3-2-2-2	ネットワーク計画	3-15
3-2-2-3	洪水予警報システム運用計画	3-18
3-2-3	概略設計図	3-23
3-2-4	施工計画／調達計画	3-23
3-2-4-1	施工方針／調達方針	3-23
3-2-4-2	施工上／調達上の留意事項	3-24
3-2-4-3	施工区分／調達・据付区分	3-24
3-2-4-4	施工監理計画／調達監理計画	3-25
3-2-4-5	品質管理計画	3-26
3-2-4-6	資機材等調達計画	3-28
3-2-4-7	初期操作指導・運用指導等計画	3-33
3-2-4-8	ソフトコンポーネント計画	3-34
3-2-4-9	実施工程	3-36
3-3	相手国負担事業の概要	3-37
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3-38

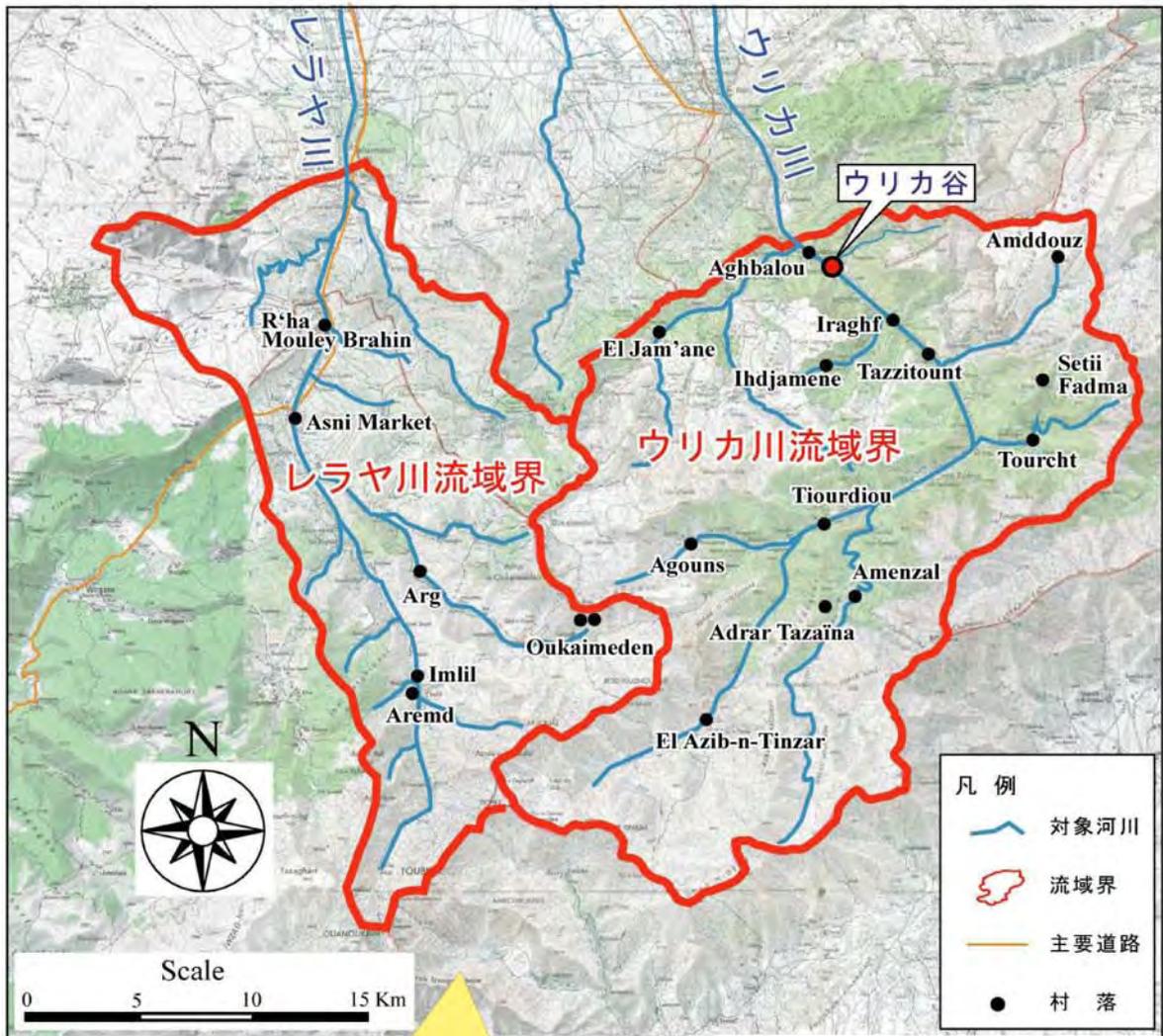
3-5	プロジェクトの概略事業費.....	3-39
3-5-1	協力対象事業の概略事業費.....	3-39
3-5-2	運営・維持管理費.....	3-40
3-6	協力対象事業実施に当たっての留意事項.....	3-40
第4章	プロジェクトの評価.....	4-1
4-1	プロジェクトの前提条件.....	4-1
4-1-1	事業実施のための前提条件.....	4-1
4-1-2	プロジェクト全体計画達成のための外部条件.....	4-1
4-2	プロジェクトの評価.....	4-1
4-2-1	妥当性.....	4-1
4-2-2	有効性.....	4-3

添付資料

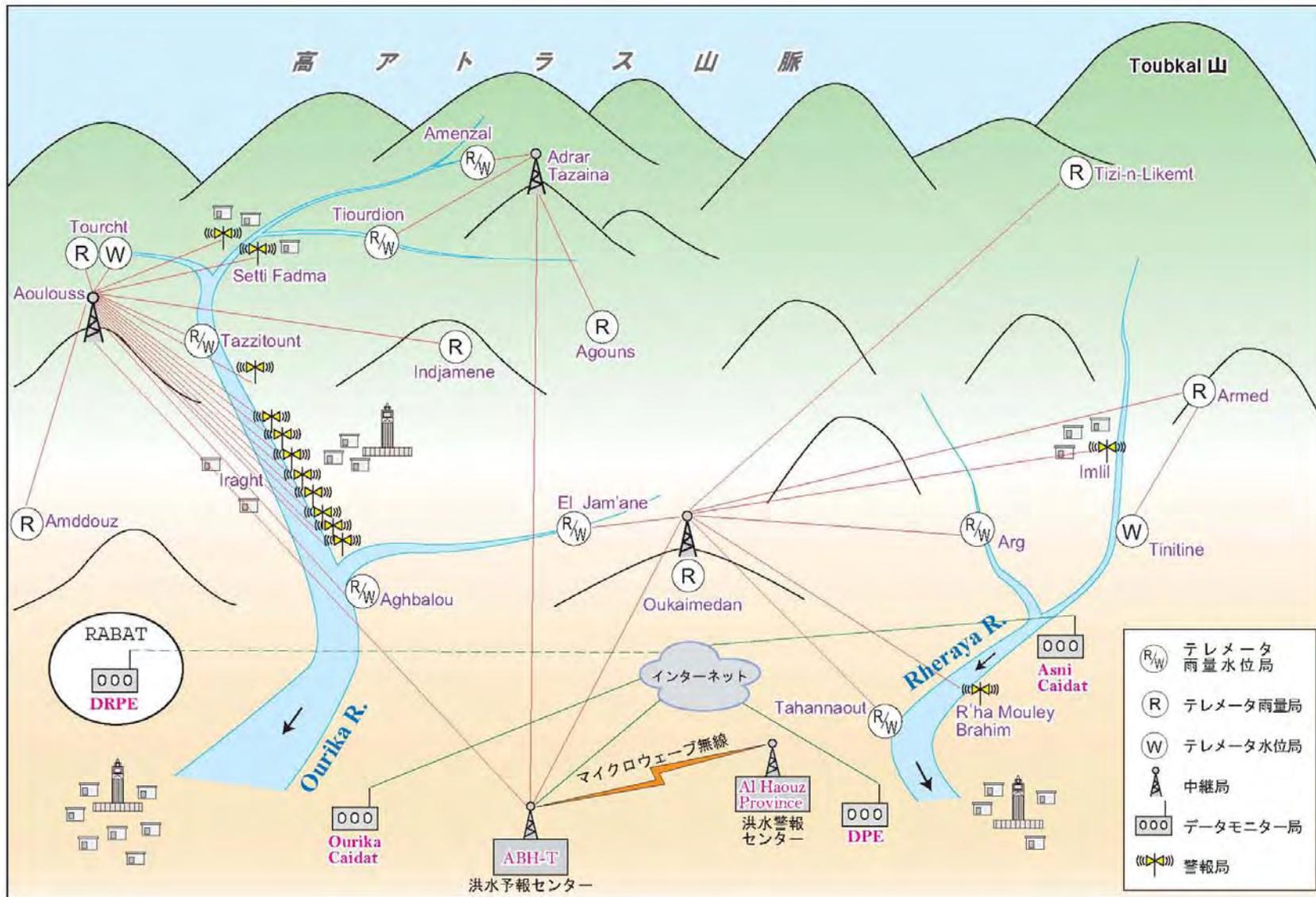
1.	調査団員・氏名.....	添付-1
2.	調査行程.....	添付-2
3.	関係者（面会者）リスト.....	添付-5
4.	討議議事録（M/D）.....	添付-6
5.	ソフトコンポーネント計画書.....	添付-35
6.	テクニカルノート（T/N）.....	添付-41
7.	トドラ川において建設予定のダムに関するメモランダム.....	添付-64
8.	電波伝搬試験結果報告書.....	添付-66

参考資料

1.	概略設計図面集.....	参考-1
----	--------------	------



プロジェクト位置図



完成予想図

写真集

ウリカ川流域



Setti Fadma 観光スポット (洪水危険地)



Tazitount 観光スポット (洪水危険地)



Iraghf 観光スポット (洪水危険地)



Iraghf 観光スポット (洪水危険地)



Iraghf 観光スポット (洪水危険地)



ウリカ下流洪水危険地

ウリカ川流域



警報装置設置予定地点
(Setti FadmaNo1)



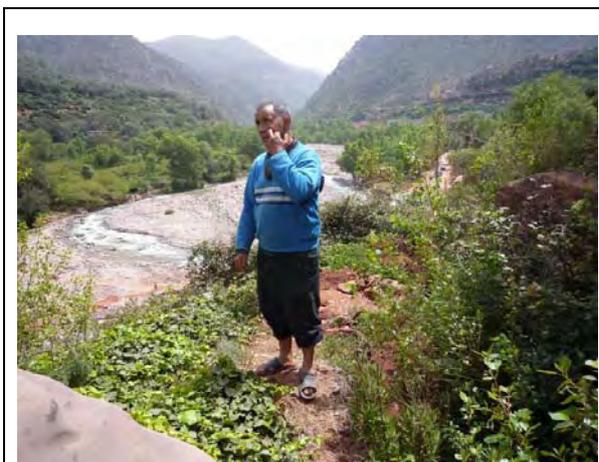
警報装置設置予定地点
(Setti FadmaNo2)



警報装置設置予定地点 (Tazitount)



警報装置設置予定地点 (IraghfNo1)



警報装置設置予定地点 (IraghfNo2)



警報装置設置予定地点 (IraghfNo3 既存)

ウリカ川流域



警報装置設置予定地点 (IraghfNo4)



警報装置設置予定地点 (IraghfNo5)



警報装置設置予定地点 (AgbhalouNo1)



警報装置設置予定地点 (AgbhalouNo2)



警報装置設置予定地点 (AgbhalouNo3)



Agbhalou 水位観測所

ウリカ川流域



Tazitount 水位・雨量観測所



Tourcht 水位観測所



Tourcht 雨量観測所（既設）



El Jam'ane 水位・雨量観測所



Ihdjamene 雨量観測所



Amddouz 雨量観測所

レラヤ川流域



Imlil 観光スポット (洪水危険地)



R'ha Mouley Brahim 観光スポット
(洪水危険地)



Asni 洪水危険地



警報装置設置予定地点 (Imlil)



警報装置予定地点 (R'ha Mouley Brahim)

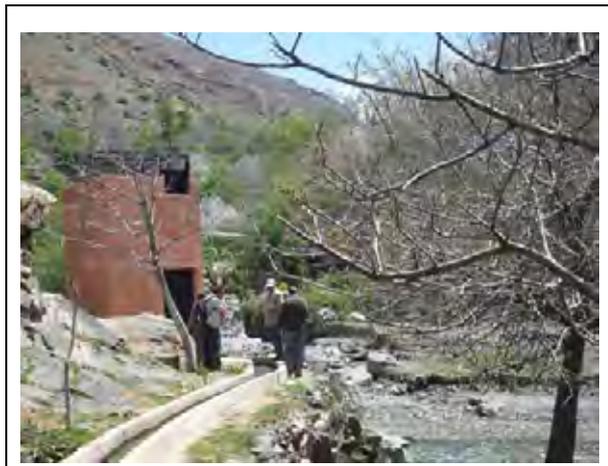


Armed 雨量観測所 (既設)

レラヤ川流域



Tinitine 水位観測所



Arg 水位観測所



Tahanaout 水位・雨量観測所（既設）

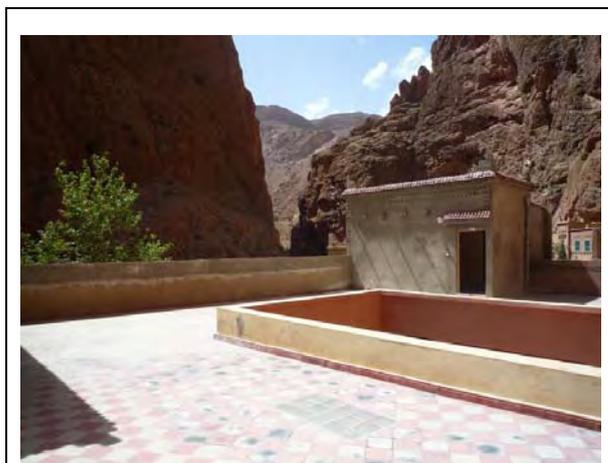


Tachdart Rheraya 洪水危険箇所

トドラ川流域



Toudgha 溪谷観光スポット（洪水危険地）



洪水警報設置予定地点（Toudgha 溪谷）

トドラ川流域



Tamtetoucht 上流水位・雨量



Tizgui 新設水位観測所



駐車場建設可能場所



Toudgha 溪谷みやげ物屋



洪水被害水位（2006年洪水）



トドラ川洪水危険地域

トドラ川流域



トドラ川洪水危険地域



トドラ川洪水危険地域



トドラ川洪水危険地域



Tinrhir 県庁

既設局状況



ABHT マスターコントロールセンター



FFWS サーバシステム

既設局状況



Agbhalou 水位観測所



Tazitount 水位観測所 (移設予定)



Tazitount 雨量・水位観測装置



Tourcht 雨量観測局



Tourcht 既設観測装置



Aoulouss 既設中継局

既設局状況



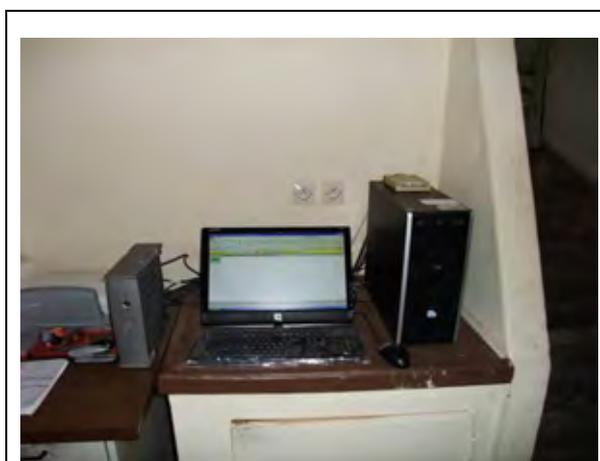
Aoulouss 既設中継局装置



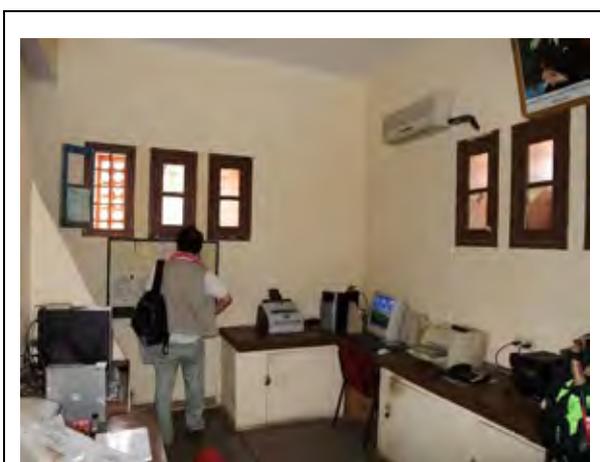
Oukaimedan 中継局



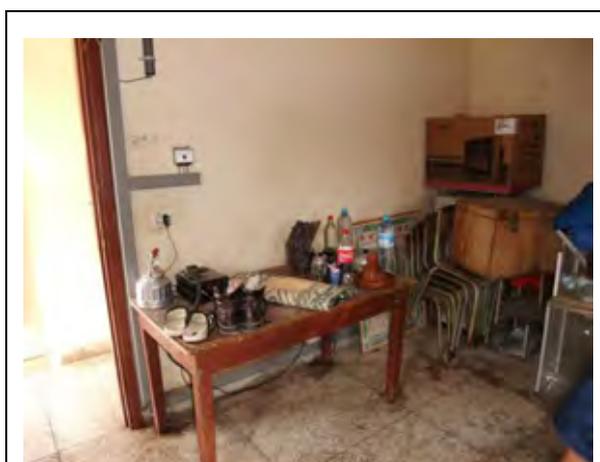
Oukaimedan 中継局内部



Al Haouz 県庁モニター装置



Al Haouz 県庁無線室



Ourika Caidat モニター局 機器室

表 一 覧

表 1-1	各セクター開発計画.....	1-2
表 1-2	我が国の技術協力・有償資金協力の実績（防災分野）.....	1-4
表 1-3	我が国の無償資金協力実績（防災分野）.....	1-4
表 1-4	他のドナー国・機関の援助との関連（防災分野）.....	1-5
表 2-1	システム運営・維持管理要員表.....	2-2
表 2-2	年間運営・維持管理費.....	2-3
表 2-3	テンシフト川流域水利公社（ABH-T）の財政状況.....	2-3
表 2-4	主要な既存施設・機材.....	2-4
表 2-5	プロジェクトサイトにおける気温・降雨量.....	2-5
表 3-1	プロジェクトの概要.....	3-1
表 3-2	洪水対策国家計画（PNPI）による優先 50 流域の選定.....	3-2
表 3-3	トドラ川における洪水調節ダム建設予定計画.....	3-3
表 3-4	流域評価結果.....	3-5
表 3-5	システム構成.....	3-6
表 3-6	水文観測所数.....	3-10
表 3-7	テレメータ水文観測所の一覧.....	3-12
表 3-8	警報局の一覧.....	3-14
表 3-9	ネットワークの検証.....	3-16
表 3-10	電波伝播試験結果概要表（ウリカ川・レラヤ川流域サブシステム）.....	3-17
表 3-11	注意報の定義.....	3-18
表 3-12	ウリカ川流域パイロットシステムによる水位、雨量基準値と設定根拠.....	3-18
表 3-13	洪水警報.....	3-19
表 3-14	システム概要（ウリカ川・レラヤ川流域洪水予警報システム）.....	3-22
表 3-15	マラケシュ市近郊（Lalla Takerkoust）の月間平均温度（ウリカ川・レラヤ川）	3-24
表 3-16	両国政府の主な負担区分.....	3-25
表 3-17	コンサルタントの調達監理体制.....	3-26
表 3-18	業者側の作業内容.....	3-26
表 3-19	コンクリート管理項目.....	3-28
表 3-20	洪水予警報システム組込使用機器別調達先.....	3-30
表 3-21	主要資材調達先.....	3-32
表 3-22	主要機材調達先（賃貸機材）.....	3-32
表 3-23	ソフトコンポーネントの成果とその確認方法.....	3-35
表 3-24	実施工程表.....	3-36
表 3-25	モロッコ側負担費用.....	3-38
表 3-26	保守点検要領.....	3-38

表 3-27	システム運営・維持管理要員表.....	3-39
表 3-28	運営・維持管理費.....	3-40
表 4-1	裨益人口.....	4-2

図 一 覧

図 2-1	水利・環境庁（SEEE）の組織図.....	2-1
図 2-2	テンシフト川流域水利公社（ABH-T）の組織図.....	2-2
図 2-3	アルハウズ県の組織図.....	2-2
図 3-1	トドラ川流域におけるダム建設予定地.....	3-3
図 3-2	テレメータ水文観測所・警報局および中継局の配置計画図.....	3-13
図 3-3	ウリカ川・レラヤ川流域洪水予警報システム情報フロー図.....	3-20
図 3-4	ウリカ川・レラヤ川流域洪水予警報システムネットワーク概念図.....	3-21

略 語 集

ABH-T	Agence du Bassin Hydraulique de Tensift, MATEE	Tensift Hydraulic Basin Agency
ABH-ZGR	L'Agence du Bassin Hydraulique du Ziz-Guir-Rheris	Ziz-Guir-Rheris Hyadraulic Basin Agency
ABH-DRZ	La Délégation d'Ouarzazate de l'Agence du Bassin Hydraulique du Souss, Massa et Draa	Souss, Massa and Draa Hydraulic Basin Agency
AEFCS	Administration des Eaux et Forest et de la Conservation des Sols	Administration of Water and Forest and Soil Conservation
AEPI	Alimentation en Eau Potable et Industrielle	Drinking and Industrial Water Supply
ANRT	Agence Nationale de Réglementation de Transmission	National Agency of Transmission Regulation
CDCL	Centre de Documentation des Collectivités Locales, MI	Documentation Center for Local Communities
CNP	Centre National des Prévisions, DMN	National Forecasting Center, DMN
DEA	Direction des Eaux et Assainissement, MAMVA	Directorate of Water and Drainage
DGCL	Direction Générale des Collectivités Locales, MI	Directorate General of Local Communes
DGH	Direction Générale de l'Hydraulique, MATEE	Directorate General of Hydraulics
DMN	Direction de la Météorologie Nationale, MATEE	Directorate of National Meteorology
DPA	Direction Provinciale de l'Agriculture, MAMVA	Provincial Directorate of Agriculture
DPE	Direction Provinciale de l'Equipement, MET	Provincial Directorate of Equipment
DRC	Direction Régionale Centre, DMN, MATEE	Central Regional Directorate, DMN
DRCR	Direction des Routes et de la Circulation Routière, MET	Directorate of Roads and on Road Traffic
DRE	Direction Régionale de l'Equipement, MET	Regional Directorate of Equipment
DREF	Direction Régionale des Eaux et Forêts, MCEF	Regional Directorate of Water and Forests
DRH	Direction de la Région Hydraulique, ME	Directorate of the Hydraulic Region
DRHT	Direction de la Région Hydraulique de Tensift, ME	Directorate of the Hydraulic Region of Tensift
DRT	Délégation Régionale du Tourisme, MT	Regional Delegation of Tourism
LPEE	Laboratoire Public d'Essais et d'Etude	Public Laboratory for Experiments and Studies
MAMVA	Ministère de L'Agriculture et de la Mise en Valeur Agricole	Ministry of Agriculture and Agricultural Development
MATEE	Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement	Ministry of Country Planning, Water and Environment
MCEF	Ministère Chargé des Eaux et Forêts	Ministry in charge of Water and Forests
ME	Ministère de l'Equipement	Ministry of Equipment
MET	Ministère de l'Equipement et du Transport	Ministry of Equipment and Transport
MI	Ministère de l'Intérieur	Ministry of Interior
MT	Ministère du Tourisme	Ministry of Tourism
ONCF	Office National des Chemins de Fer	Railway National Office
ONE	Office Nationale de l'Electricité	National Office of Electricity
ONEP	Office Nationale de l'Eau Potable	National Office of Drinking Water
ORMVAH	Office Régionale de la Mise en Valeur Agricole d'Al Haouz	Regional Office of Agricultural Development of Al Haouz
PNPI	Plan Directeur National de Protection contre les Inondations	National Protection Plan from Inundation

PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement	United Nations Development Programme (UNDP)
PAGER	Programme d'Approvisionnement en Eau des Populations Rurales	Water Supply Program for Rural Population
PC	Post de Commande	Command Post
Plan ORSEC	Plan d'Organisation des Secours	Disaster Contingency Plan
RTM	Radio Télévision Marocaine	Moroccan Radio & Television
SEEE	Le Secrétariat d'Etat chargé de l'Eau et de l'Environnement	Department of Water Secretariat of State in Charge of Water and Environment

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

モロッコ国（以下、「モ」国とする）の大半の地域は、基本的に、年平均雨量が約400mm前後という半乾燥あるいは乾燥気候にも関わらず、10月から4月にかけての雨季や8月前後の乾季にしばしば激しい集中豪雨に見舞われ、地域によっては短時間で急激な増水を招く。こうした場合、鉄砲水や土石流等を伴う洪水が発生し、人的被害、農業・家畜への被害を始め各種インフラへの被害をもたらす、流域住民の生活に大きな影響を与える。

「モ」国の中でも、今回要請のあったテンシフト川流域（ウリカ川流域・レラヤ川流域）、トドラ渓谷及びダダス渓谷のある高アトラス地域においては、ほぼ数年に1度の割合で大きな洪水災害が発生している。これら地域は、毎年、「モ」国全国およびヨーロッパを中心とする諸外国から数10万人～100万人に及ぶ観光客が訪れ、これが地元住民の生活を支える大きな収入源となっているが、この洪水災害は地元住民だけでなく、時には観光客にも被害を及ぼす。1995年8月17日、本プロジェクト対象地域であるウリカ川・レラヤ川において大規模な鉄砲水が発生し、200名を超える死者が出たが、そのほとんどは観光客であった。このような洪水被害は地域の重要産業である観光業にも大きなダメージを与え、これに依存している住民生活に甚大な影響を与えることになる。

このような状況の下、「モ」国政府の要請を受け、独立行政法人国際協力機構（以下、「JICA」と略記する）は2000年から2004年にかけて、開発調査「アトラス地域洪水予警報システム計画調査」を実施し、テンシフト川流域を対象にした洪水予警報システムのマスタープランを策定した。また、そのマスタープランの有効性を検証するために、ウリカ川流域において、パイロットプロジェクトとして洪水予警報システム（以下、「パイロットシステム」とする）を構築した。さらに、2004年から2007年には、技術協力プロジェクト「アトラス地域洪水対策プロジェクト」を実施し、同流域のパイロットシステムの運用・維持管理にかかる技術支援を行った。これら支援の成果として、2006年8月29日にウリカ川流域で発生した洪水では、死者を1名に止めることができ、「モ」国のパイロットシステムの有効性について高い評価を得ることになった。しかし一方で、ウリカ川やレラヤ川流域では観光開発がその後も著しく、洪水危険地域が拡大しており、地域の環境や費用対効果の面から構造物対策は難しいことから、当地域における洪水予警報システムの拡充が急務となっている。

1-1-2 開発計画

1-1-2-1 主要なセクター計画

2007年時点での各セクターの主な開発計画と内容は次表の通りである。

表 1-1 各セクター開発計画

セクター開発計画 内容	内容
2020 農村開発戦略 (1999-2020)	2020 年までに農村地域での貧困撲滅
全国農村道路整備計画 (1995-2015)	2015 年までに、農村道路の普及率 80% (毎年 1,500km 建設)。 実績：農村道路の普及率 68.5% (2004)
農村総合電化計画 (1996-) (PERG)	2007 年までに、対象 34400 地域での電化率 98%。 実績：農村部電化率 45% (2000) → 81% (2005) (出所：電力公社 (ONE) ホームページ)
国家環境行動計画 (2002-)	水資源管理、土壌の保護、大気汚染対策、自然環境の保護、首都圏の環境改善の 5 つのプログラムがあり、目標年は 2010 年から 2030 年の間でプログラム毎に設定されている。
地方飲料水供給計画 (1994-2007) (PAGER)	2007 年までに、対象地域での普及率 90%。 実績：農村部における飲料水へのアクセス率 43% (2000) → 70% (2005 年末) (出所：水道公社 (ONEP) 資料)
下水道整備中期投資計画 (2003-2015)	2015 年までに、下水道整備率 80%
国家下水浄化計画 (2005-2020)	2020 年までに都市部の下水道網への接続率を 80%以上にし、水質汚染を少なくとも 60%削減
「スラムのない都市」計画 (2004-2010)	2010 年までに、82 都市・27 万世帯を対象に、生活環境を改善
国家河川流域森林整備計画 (1998-2027)	2016 年までに 150 万ヘクタールの河川流域を整備、2027 年までに 150 万ヘクタールを植林
雇用 (2006-2008)	2008 年までに 20 万件の雇用創出
職業訓練開発行動計画 (2004-2007)	企業ニーズへの対応をはかるための企業との連携、新卒者の雇用促進のためのインターンシップ整備
教育及び人材育成 10 年計画 (2000-2009)	小学校・中学校教育の普及、小学校・中学校教育の質の改善、運営・管理の合理化 (教育の地方分権化) など
保健開発計画 (2000-2004)	特に地方部の妊産婦死亡率を 307 (97 年) から 274 (2004 年) に低減、地方の妊産婦検診の受診率を 36%まで改善、地方部における施設分娩の比率を 30%まで改善
保健政策 (2005-2007)	2007 年までに乳児死亡率を 30 (対出生 1000 件)、妊産婦死亡率を 200 (対出生 10 万件) まで改善

1-1-2-2 洪水セクターの開発計画

洪水セクターについては特に国家開発計画はないものの、2009 年から 2030 年までのセクター別の戦略として総合水資源管理計画 (GIRE) が策定され、この中で次の 6 項目が主要項目としてあげられている。

1. 水需要管理
2. 供給量の管理と開発
3. 洪水・旱魃のリスクに対する脆弱性の減少
4. 水資源・自然環境・脆弱地域保全及び保護
5. 法組織改編の継続
6. 情報システムの近代化及び手法・能力の強化

これらの中で洪水・旱魃のリスクに対する脆弱性の減少に対する具体的内容として次のものを挙げている。

- 水文気象予報：水文気象予報分野における知識の向上ならびに大流域及び洪水災害脆弱地域における洪水自動予警報システム設置
- 気候変動及びその影響に関する調査
- 洪水対策事業：洪水対策国家計画（以下、「PNPI」と略記する）において予定された行動の完遂および財務メカニズムの開発（天災保険・基金の設置）
- 流域ごとの早魃管理計画

このように、洪水災害対策は「モ」国において重要な政策として位置づけられており、具体的には別途作成された PNPI に予定された行動の完遂が挙げられている。

1-1-3 社会経済状況

「モ」国は、国土の 21%を農地が占めており、大西洋岸、地中海岸を中心に農業がさかんである。主な産品は、オリーブ、柑橘類、タコ、鯛などがある。また、現在、工業化を漸進的に進めていくという基本政策を採っており、衣料品などの軽工業のほか、リンや銅を中心にした鉱業を軸に、工業化も進みつつある状況である。

産業別の GDP の割合は第 1 次産業 18.8%、第 2 次産業 32.6%、第 3 次産業 48.6%(CIA 09 年推計)となっている。

2005 年 5 月、モハメッド 6 世国王は、2005 年から 2010 年を対象期間とした「人間開発に係る国家イニシアティブ（以下、「INDH」と略記する）」を発表し、人間開発を中心に据えた貧困削減と社会・地域間格差是正のためのイニシアティブをとっている。なお、INDH は次の 5 ヶ年（2011 年から 2015 年）のものを作成中である。また近年、様々な分野の経済開発戦略を発表し、積極的に国家開発を進めている。また、同国王は、2001 年に国内経済の中心に観光業を据え、2010 年までの訪モロッコ外国人観光客の 1,000 万人達成を目標に掲げた「Vision2010」（通称アジュール計画）を発表し、観光客数を順調に増加させているが、2010 年までの目標達成は困難であるため、目標年を 2016 年に変更し、引き続き目標達成に努めている。

1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

「モ」国における自然災害の中で、洪水は発生回数及び被災者数が最も多く、死者及び負傷者数も地震に次いで 2 番目に多い。近年では、200 名以上の死者を出したウリカ渓谷における 1995 年の大規模土石流災害、同地域における死者 60 名以上、物的被害 8 億円以上に上った 2002 年の集中豪雨による被害、トドラ渓谷における洪水被害（死者 2 名、住宅全壊 114 棟、同半壊 26 棟等）が発生している。

国土のほぼ中央に位置する高アトラス山脈を水源とする主要河川の増水・氾濫により洪水被害が何度も生じており、1995 年に高アトラス地域ウリカ渓谷で発生した洪水被害を受け、「モ」国政府は洪水被害を軽減するための取り組み（気象観測と天気予報の改良、洪水監視システムの導入、土地利用制限、森林再生と侵食対策、砂防施設建設等）を行ってきた。我が国は「モ」国の取り組みを支援するため、開発調査「アトラス地域洪水予警報システム計画調査」（2000 年～2004

年)により、テンシフト川支川の複数流域を対象とした洪水予警報システムのマスタープランを策定した。

また、同開発調査実施中には、マスタープラン(案)で提案されたシステムと機器の有効性を検証するために、テンシフト川の支川であるウリカ川流域でパイロットプロジェクトを実施した。さらに、同システムの適切な管理・運用のための能力を強化すべく、国土整備水利総局やテンシフト川流域公社の予警報システム関係者を主な対象者として、技術協力プロジェクト「アトラス地域洪水対策プロジェクト」(2004年～2007年)を実施した。これらの支援の成果として、2006年に発生した二度の洪水において、予警報システムの運用により観光客の避難に繋がり、人的被害を最小限に留めることができたため、「モ」国側は同システムの有効性を高く評価している。

このような状況の下、同開発調査で提案したテンシフト川流域の洪水予警報に加え、観光地として有名でありながら洪水リスクが高いと指摘されているトドラ渓谷及びダデス渓谷において必要な洪水予警報システムのレベルの検討および、その導入を実施するため無償資金協力が要請された。

1-3 わが国の援助動向

我が国のモロッコ国への防災分野での支援の状況は下記の表 1-1、1-2 に示すとおりである。

表 1-2 我が国の技術協力・有償資金協力の実績(防災分野)

協力内容	実施年度	案件名/その他	概要
技術協力プロジェクト	2004, 2005 および 2007 年度	アトラス地域洪水対策プロジェクト	アトラス地域洪水予警報システム計画調査で建設されたウリカ川流域のパイロット予警報システムの運用・維持管理にかかる技術支援を実施。
開発計画調査型技術協力プロジェクト(旧開発調査)	2000～2003 年度	アトラス地域洪水予警報システム計画調査	テンシフト川流域(6支川流域)を対象とした洪水予警報システムのマスタープランの策定およびウリカ川流域を対象にしたパイロットプロジェクト(5水文観測局及び1警報局からなる洪水予警報システムの設置)の実施。
有償資金協力	2007 年度～	河川流域保全計画(供与限度額: 32 億円)	メラ川流域、アラル・エル・ファシダム上流域における、植林、小規模砂防工事、村落開発の実施及び地域住民の生活改善啓発活動等の森林保全活動の実施。

表 1-3 我が国の無償資金協力実績(防災分野)

(単位: 億円)

実施年度	案件名	供与限度額	概要
2007～2008 年度	洪水対策機材整備計画	7.82	「モ」国政府が計画している 2007 - 2011 年洪水対策活動計画を達成するために必要な建設機材を調達した。

1-4 他ドナーの援助動向

モロッコ国における他のドナー国・機関の援助は以下の表に示すとおりである：

表 1-4 他のドナー国・機関の援助との関連（防災分野）

(単位：千 US ドル)

実施年度	機関名	案件名	金額	援助形態	概要
1998 年度	フランス開発銀行	ウェルガ流域ネットワーク自動化プロジェクト	不明	無償	短波回線と衛星通信回線を利用した 14 水文観測所の自動観測システムの構築。
2003 年度	米国援助開発庁	スース/マッサ流域統合的水資源管理プロジェクト	288	無償	パイロットプロジェクトとして水資源管理用のテレメータシステム（18 雨量局、6 雨量・水位局、1 水位局）の整備。
2004～2009 年度	スペイン政府	マルティル川洪水管理テレメータ整備プロジェクト	427	無償	テトアン市の工業地帯と周辺地区での洪水管理を目的とした水文・気象テレメータシステム整備。
2004～2009 年度	フランス政府	ブレグレグ川流域およびシャウイヤ川流域洪水警報装置整備計画	調査：526 機材：960	調査は無償 機材は自国費用	ブレグレグ・シャウイヤ・コティエレ川流域水利公社(ベンスリマンヌ)が洪水管理を目的とした洪水警報装置整備。

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

2-1-1-1 組織

「モ」国側の主管官庁は国土整備・水利・環境省 水利環境庁(SEEE) (以下、「水利・環境庁」とする)、実施機関は、テンシフト川流域水利公社 (以下、「ABH-T」と略記する) である。主管官庁の水利・環境庁は、2007 年から 2008 年度に、無償資金協力プロジェクトである「洪水対策機材整備計画」に関わってきた実績がある。また、ABH-T は、開発調査の中でウリカ川の洪水予警報パイロットプロジェクトを実施し、その後、パイロットシステムを 10 年近く運営してきた実績がある。プロジェクトの実施については ABH-T が担当するが、プロジェクトの「モ」国側負担事項の最終的な責任は水利・環境庁が負うことになる。現在、ABH-T の人員は合計 35 名であり、このうち、パイロットシステムの運営・維持管理を担当している ABH-T 水資源開発部が、本プロジェクトの実施を担当する。

また、完成後のシステムの運営については、ABH-T だけでなく、警報発令や避難活動はアルハウズ県の参加が不可欠となる。アルハウズ県では、内務部におかれた通信ユニットが 24 時間体制で県内外の通信を管理し、地域サービス部長がリスク管理の責任者となっている。これらの部署が中心となって警報発令サブシステムの運営・維持管理を行っていくことになる。

水利・環境庁、ABH-T およびアルハウズ県の組織構成を、図 2-1、図 2-2 および図 2-3 にそれぞれ示す。

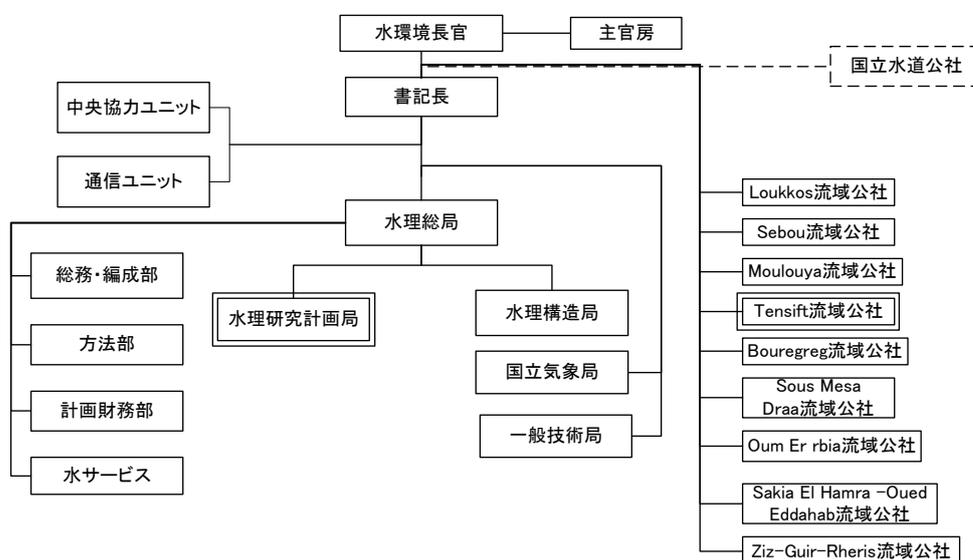


図 2-1 水利・環境庁 (SEEE) の組織図

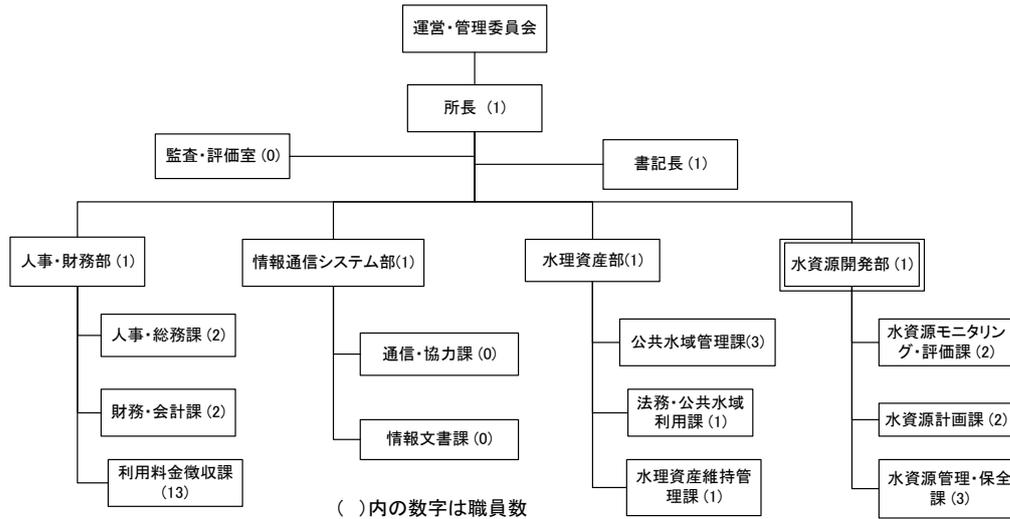


図 2-2 テンシフト川流域水利公社 (ABH-T) の組織図

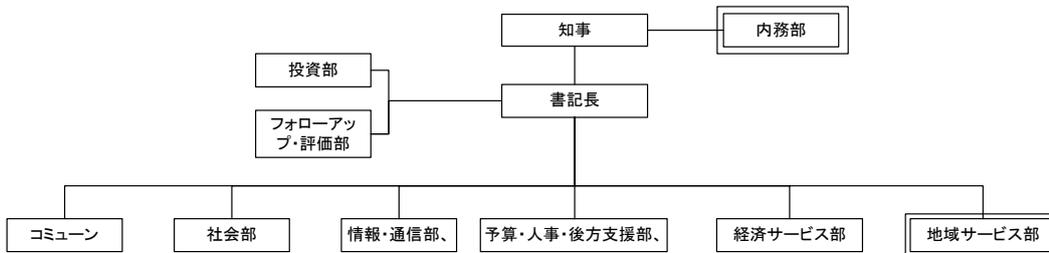


図 2-3 アルハウズ県の組織図

2-1-1-2 人員

政府機関の人員削減政策の下、基本的にシステムの運営と維持管理の要員は兼任とし、下表に示す現状の人員を訓練することによって運営・維持管理体制を構築する。また、ABH-Tは、保守点検業者の技師へ作業指示、業務および保守点検の専門家として、電子機器のエンジニアを最大2名雇用する予定である。

表 2-1 システム運営・維持管理要員表

専門分野	現人員数及び必要人員	
	テンシフト川流域水利公社	アルハウズ県
1. システム管理責任者	1 (1)	
2. 洪水予測、解析、情報伝達 (水文技術者)	1 (1)	
3. システム運用 (水文技術者、電気、通信技師)	3 (3)	
4. システム保守、故障分析 (コンピュータまたは電気、通信技術者)	0 (1)	
5. システム管理責任者 (洪水リスク管理)		1 (1)
6. システム運用及び日常保守 (電気、通信技師)		2 (2)
合計	5 (6)	3 (3)

() 内は必要人員数

2-1-2 財政・予算

表 2-2 に示すとおり、運営・維持管理に必要な年間費用は、総額 104 万ディラハムと概算され、そのほとんどは ABH-T の負担となり、表 2-3 の経常支出（人件費）および経常支出（資材及びその他）から支出することとなる。経常支出（人件費）および経常支出（資材およびその他）の全予算額は、730 万ディラハムであり、現段階で想定している概算額（104 万ディラハム）の 14% 程度を占める。ここでの概算額は、あくまでも見込みであり、10 万から 100 万ディラハム程度のばらつきが生じることは十分に想定され、場合によっては、ABH-T の現予算で対応できないケースも想定できる。

しかし、ABH-T の洪水予警報システムにかかる予算は、主管官庁である水利・環境庁からの補助金からなっており、ABH-T の現在程度の予算額で不足する場合には、補助金を追加してもらう必要が出てくる。同庁も、洪水対策を水セクターの重要課題と位置づけていることから、上記の状況になった場合には、迅速に財務的支援を同庁が行うことを、協議議事録で約束している。

また、県の負担分については、8 万ディラハムと金額が小さく、同県知事からも予算措置について確約を得ている。同県の予算措置についても、協議議事録で水利・環境庁が必要な予算を確保することを約束している。

表 2-2 年間運営・維持管理費

(単位：万 MAD)

運営機関	費用項目	金額
テンシフト川 流域水利公社 (ABH-T)	システム保守担当者人件費	10
	保守業者委託費	60
	定期点検費用（交通費、日当）	1
	運営費用（電気代、燃料費、電話料、デジタル回線利用料など）	10
	不具合発生時の修繕費用	15
	小計	96
アルハウズ県	運営費用（電気代、燃料費、電話料）	8
	合計	104

表 2-3 テンシフト川流域水利公社（ABH-T）の財政状況

① 歳入

(単位：百万 MAD)

内訳	2008	2009	2010
今年度の収入	16.6	26.4	27.4
前年度の徴収分の残額	5.0	0	0.0
過去の会計年度の収入	13.4	11.2	7.9
前年度の残金	28.4	32.3	64.1
補助金	10.4	15.1	21.5
贈与	0	0	9.2
その他の収入	0.7	0.7	1.7
合計	74.5	85.7	131.8

② 歳出

(単位：百万 MAD)

内訳	2008	2009	2010
経常支出 (人件費)	1.5	1.7	1.7
経常支出 (資材及びその他)	6.2	6.3	5.6
投資(開発支出)	66.0	71.7	113.2
計画外の支出	0.6	6.0	11.3
合計	74.3	85.7	131.8

(注)「モ」国の会計年は1月から12月までである。

2-1-3 技術水準

ABH-T ではその前身であるテンシフト川流域水利局の時代(2004年のJICA 開発調査実施以前)から基本的に当時自身で所有する機材を用いて洪水予警報を運用してきた実績がある。その後JICA 開発調査のパイロットプロジェクトで導入された現在の洪水予警報システムをこの約10年近くの間、運用・維持管理してきた実績がある。この実績を見る限りにおいて、完全とはいえなくても現在の洪水予警報システムはほぼ十分その機能を果たしているところから、その技術水準についても、今回のプロジェクトの実施・運用・維持管理に十分なレベルにあると考えられる。

2-1-4 既存施設・機材

既存施設・機材の主なものは2004年にパイロットプロジェクトで整備された施設・機材がほとんどで、その内訳は以下の通りである：

表 2-4 主要な既存施設・機材

項目	細目	数量
洪水予報センター	テレメータ制御装置、データ処理・蓄積・分析装置・ウェブサーバー等	1式
水文観測施設	雨量・水位観測局	3局
	雨量観測局	2局
通信施設	中継局	2局
データモニター局		2局
警報監視制御局	洪水警報制御コンソール、洪水情報モニター局等	1式
警報局		1式

2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

本プロジェクトに関連するインフラとしては①通信及び電源の整備、②治水施設整備、③観光開発関連施設整備などがあげられる。このうち、この通信及び電源については、プロジェクト対象地域内で洪水予報センターのあるマラケシュ市街地部近辺は整備されているものの、山奥の水文観測施設や通信施設を設置する地点ではほとんど整備されていないところが多い。このため、これらの地点について新たに通信のネットワークを構築するとともに、電源については太陽電池を整備する。

治水施設整備に関連する工事としては、1995年に発生した土石流による大災害の後、崩壊した

河岸の整備、河床に蓄積した土砂の除去などが行われていたが、基本的にそういった復旧工事がほぼ終了した後は、時折出水後被災した河岸などの整備が行われている程度で当対象地域での大規模な治水インフラ整備事業は行われていない。また道路についても斜面からの崩壊土砂による破損箇所について維持管理工事が行われている程度である。

このほか観光開発関連施設整備については、民間による河岸でのレストランや店屋の建設がすすめられ、そのための簡易な橋の設置が行われているが、大規模なインフラ整備は行われていない。

2-2-2 自然条件

本プロジェクトに関わる自然条件の主なものは地形・河川横断・水文資料・洪水災害資料等である。このうち、地形、河川横断については今回の水文観測施設、通信施設の建設の基礎資料を得るためそれぞれ地形測量、河川横断測量を実施している。

また水文資料については既存資料の収集整理を行った。当流域のプロジェクト実施の基礎的資料として年間気温、降雨の分布が挙げられるが、これについては表 2-5 に示す通りである。この表にあるように、当流域の年間平均降雨量は約 230mm 程度で主に 10 月頃から 3 月頃にかけて降雨日数が多くなるものの、真夏の 7 月から 9 月頃にも集中豪雨が時折見られる。施工計画は基本的にこういった条件を考慮して策定することになる。

表 2-5 プロジェクトサイトにおける気温・降雨量

月	気温 (°C)					湿度 (%)	日照 (時間)	降雨量	
	最大		最大		平均			(mm)	降雨日数
	月平均の最大*	月最大	月平均の最大*	月最大					
1 月	18.4	23.4	5.3	1.4	11.8	58.5	228.8	32.3	5.8
2 月	20.1	27.7	7.7	3.4	13.9	57.9	197.8	33.8	6.4
3 月	22.6	30.0	9.6	5.7	16.1	52.5	254.6	52.7	5.6
4 月	24.5	32.2	11.3	7.2	17.9	51.6	275.7	15.5	5.3
5 月	27.4	36.0	13.8	10.2	20.6	48.4	297.6	9.5	3.1
6 月	32.2	38.8	16.4	13.3	24.3	48.0	324.6	6.0	0.9
7 月	37.7	43.9	20.8	16.3	29.2	40.9	318.5	1.8	1.6
8 月	37.2	43.9	21.0	16.7	29.1	40.9	308.3	3.8	1.3
9 月	33.7	41.5	19.3	15.2	26.5	43.1	253.6	5.6	1.9
10 月	27.3	33.4	14.9	11.1	21.1	50.9	250.6	14.0	3.8
11 月	22.6	29.7	11.2	5.6	16.9	55.5	229.4	37.3	6.8
12 月	19.7	25.7	7.4	2.5	13.6	57.0	223.1	16.9	4.8
合計	323.4	406.2	158.7	108.6	241.0	605.2	3,162.6	229.2	47.3
平均	27.0	33.9	13.2	9.1	20.1	50.4	263.6	19.1	3.9
最大	37.7	43.9	21.0	16.7	29.2	58.5	324.6	52.7	6.8
最小	18.4	23.4	5.3	1.4	11.8	40.9	197.8	1.8	0.9

出典：DRHT *1984 年から 1991 年のデータを利用

2-2-3 環境社会配慮

この洪水予警報システム建築計画プロジェクトでは、環境社会配慮面に関わる事項としては、水文観測局、中継局、警報局などの建設による土地の収用に関わる点があげられる。しかし、これら各局の建設に必要となるスペースは数平方メートル（約 15~20m²）というわずかな面積で、

それもほとんどが公共用地の利用であるため、社会環境に及ぼす影響はなく、また基本的にはさしたる植物もない荒地もしくは未利用地の利用であるため自然環境上も問題は少ない。一部、警報局の設置は民間の土地を利用する場合もあるが、今回の現地調査の際に地方自治体及び地域住民社会の代表者およびその土地の所有者も立ち会ってその利用許可の確認を行っており、大きな問題のないことが明らかになっている。

また、本プロジェクトの実施機関である、水利環境庁の環境社会配慮事項に対する見解としては、過去に実施した洪水予警報システム関連のプロジェクトについて、特に EIA 調査を実施したことはなく、EIA 上問題はないということである。

2-3 その他（気候変動に関して）

現在大きなグローバルイシューの一つとして、気候変動の影響により洪水や早魃が深刻化し、途上国でも大きな影響を被ると予測されている。IPCC の第 4 次報告書によると、アフリカ地域では気候変動により、乾燥・半乾燥地域が拡大し、水不足の深刻化に直面する一方で突発的な集中豪雨による災害も増大することが予想されている。

モロッコ国では前述のように 2009 年から 2030 年までのセクター別の戦略として総合水資源管理計画（GIRE）が策定されている。この計画は気候変動への適応も考慮してたてられたものであり、洪水・早魃のリスクに対する脆弱性の減少に対する具体的内容の一つとして「気候変動及びその影響に関する調査」を挙げられている。ただ、現実にモロッコ国で気候変動影響を独自に検討した資料は未確認で、本調査の中で既存資料を用いて当流域近傍での気候変動影響について概略の検討を試みた。その結果では、それほど顕著な変化は見られないものの、概ね以下の傾向がみられる：

- ・気温データからわずかであるが経年的な上昇傾向が見られる。
- ・対象流域の日雨量についても増加傾向にある。
- ・洪水についても頻発化、及び流量増がみられ、気候変動は既に始まっている可能性がある。

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

ウリカ川流域及びレラヤ川流域において水文観測から洪水警報発令までにかかる時間の短く、かつ精度が高い洪水予警報システムを構築する。これにより、1) 対象地域に洪水予警報システムが整備され、2)洪水予警報システムの適切な運営・維持管理のための体制が整備される ことが期待されている。

この洪水予警報システムの概要は以下の通りである。

表 3-1 プロジェクトの概要

項目	数量	備考
洪水予報センター (ABH-T)	1 (1)	テレメータ監視制御装置、データ処理、蓄積、分析装置、マイクロウェーブ無線装置
雨量・水位観測所	7 (3)	
雨量観測所	6 (2)	
水位観測所	2	
中継局	3 (2)	
データモニター局	3 (2)	
洪水警報センター (アルハウズ県)	1 (1)	洪水警報制御コンソール、洪水情報モニター装置、マイクロウェーブ無線装置
警報局	13 (1)	
交換部品	1 式	
測定器	1 式	

() はパイロットプロジェクトで建設され、本プロジェクトで改修される設備

本プロジェクトの活動において上記のシステム整備のため、機材の調達、搬入、設置を行うほか、これらシステム運用・維持管理に関わる技術的支援（ソフトコンポーネント）を行う。

3-2 協力対象事業の概略設計

3-2-1 設計方針

3-2-1-1 基本方針

(1) 対象流域の選定

本プロジェクトの要請対象となった流域は、テンシフト川流域内の 6 支川流域（ウリカ川、レラヤ川、ニフィス川、ルダッド川、ザット川、イシル川流域）とトドラ川流域およびダデス川流域である。これらの流域について国家的見地での位置づけをみると、前述の PNPI では洪水対策を立てる上で以下の手順で評価を行っている：

- 1.流域の特性から 7 つのカテゴリー（1.大都市、2.重要性の高い中都市、3.小都市、4.大規模な農村集落、5.観光スポットとしての渓谷、6.農業平野、7.オアシス）に分類する。
- 2.各流域のリスクの度合い（非常に高い、高い、普通、低いの 4 段階）及びリスクの対象（住民へのリスク、建築物へのリスク、インフラへのリスク、農業へのリスク、環境へのリスクの 5 カテゴリー）で評価点を配分（前者には 5 点 3 点 2 点 1 点を配分、後者には 10 点、7 点、7 点、6 点、8 点をそれぞれ配分）。
3. 評価点の合計（前者の点数 x 後者の点数）から 1.のカテゴリーごとに重要な地域につ

いて絞り込みを行う。

この手順により、カテゴリーごとに選定された総計 50 流域を表 3-2 に示す。

表 3-2 洪水対策国家計画 (PNPI) による優先 50 流域の選定

順位	大都市	中都市	小都市	大規模な村	渓谷	農業平野	オアシス
1	TETOUAN	SIDI KACEM	FINDEQ	MOULAY BRAHIM**	OURIKA*	LOUKKOS	ERFOUD (ZIZ)
2	SETTAT	EI KELAA	BOUDNIB	OUIRGANE	TOUDGHA***		TINGHIR (TOUDGHA)
3	EL JADIDA	AZROU	AGAFA	ACCA OUZROU	IMLIL**		DADES
4	FES	EL HAJEB	MDIQ	HASSI BLAL			DRAA
5	TAZA	JERADA	IMINTANOUT	TAZLIDA			
6	AGADIR	BENGUERIR	TAZA EL QODS				
7	BERKANE	GUELMIN	AIT IAAZA				
8	MARRAKECH	CHICHAOUA	TAHAR SOUK				
9	TANGER	MIDELET	AIT HAMZA				
10	CASABLANCA	SIDI FINI	MOULAY YACOUB				
11	MOHAMMEDIA	TANTAN	BEN AHMED				
12	NADOR		OUTAT OULAD EL HAJ				
13	BENI MELLAL		AIN LEUH				
Total	13	11	13	5	3	1	4

*:ウリカ川流域

**：レラヤ川流域

***: トドラ川流域

この表からみるとテンシフト川流域ではウリカ川流域、レラヤ川流域の 2 流域、更にダデス川流域、トドラ川流域が重要な地域として含まれている。これに対して、別途テンシフト川流域の 6 支川流域及びレラヤ川流域、ダデス川流域についての災害内容、災害ポテンシャル、導入の必要性と効果、体制の整備などの観点から洪水予警報システムの必要性について検討した。(表 3-4 参照)

この結果、テンシフト川流域のニフィス川、ルダッド川、ザット川、イシル川の 4 支川流域については、洪水対策の重要性はあるものの、本プロジェクトの対象とする洪水予警報システム整備の必要性は薄いと判断されるところから、対象から外すこととなった。

またダデス流域及びトドラ川流域についても以下の理由により対象流域から外すこととした：

- ・ダデス川流域は表 3-4 の評価結果に示すように災害ポテンシャルは比較的低く、大きな効果が期待出来ず必要性は小さいと判断される。また、体制整備もされていない。
- ・トドラ川流域は災害ポテンシャルが高く、効果も大きいところから必要性は高く前述の PNPI においてもウリカ川流域について高い位置づけにある。しかしトドラ川流域の場合、表 3-3 及び図 3-1 に示すように現在洪水調節ダム建設予定計画が進められている(添付資料 7 参照)。この建設予定計画は今のところ(2011 年 3 月段階)詳細設計が終了し、来年度(2011 年度)に建設のための予算を申請する段階で、この予算が認められると、3 年後(2014 年)には完成する予定である。ダムが完成すると当流域の 100 年確率規模までの洪水流出量に対し、洪水予警報地点の上流域面積(495km²)のほぼ

67%の面積の洪水流出量はゼロに調整される予定で、当流域の洪水の安全性は非常に高まることになる。このことから、ダムのない状態で検討されていた洪水予警報システムの必要性は低くなると考えられる。

表 3-3 トドラ川における洪水調節ダム建設予定計画

項目	内容説明	適用
目的	洪水対策、農業用水、観光開発	主目的は洪水対策 農業用水および観光開発は付属
場所	Tinghir から上流約 15km	Tamtetoucht 観測所直下流
流域面積	330km ²	
形式	コンクリート重力	
ダム高	67.5m	
貯水容量	33.2million m ³	
洪水調節容量	26.5million m ³	
洪水流量調節	100年確率流量を全量カット	流入量:1,475m ³ /s 放流量: 0m ³ /s
建設予定	2008年～2010年：詳細設計を実施 2011年：予算申請 事業実施期間：予算確保後3年間	

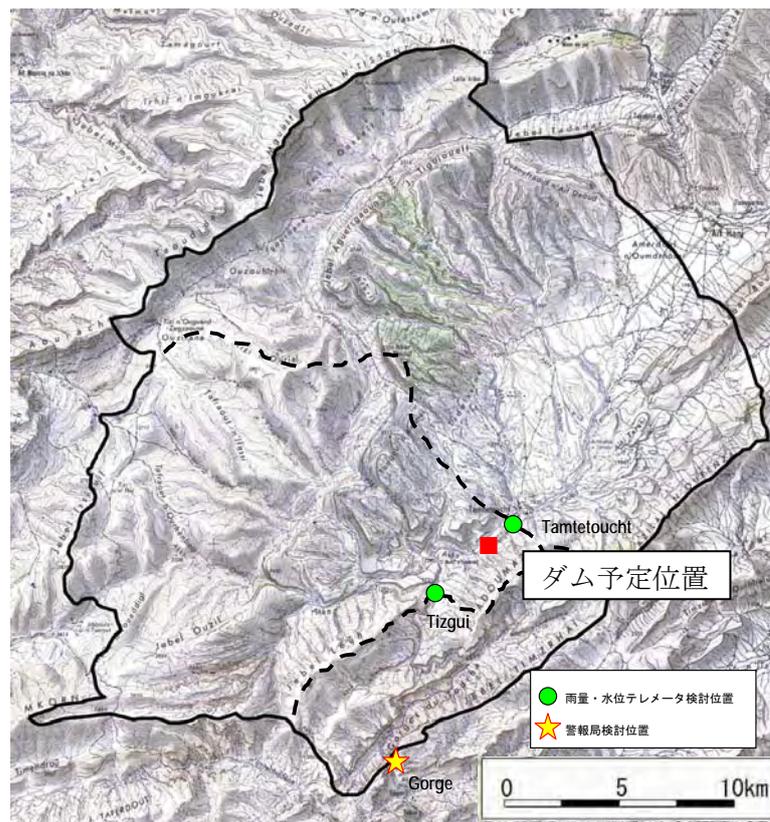


図 3-1 トドラ川流域におけるダム建設予定地

(2) 協力対象範囲の設定

本プロジェクトの協力対象範囲はウリカ川流域およびレラヤ川流域の2流域として、各流域に対して洪水予警報システムを整備する。その具体的な内容は以下の通りである：

1. ウリカ川流域およびレラヤ川流域を管轄する ABH-T 内に洪水予報センターとしての機能強化のためのシステムを増強整備する。
2. 各流域のテレメータ水文観測（雨量・水位）システム（水文観測及び観測データの送信）を整備する。
3. アルハウズ県庁内に警報局を操作する洪水警報センターを整備する。
4. 洪水危険地域に警報局を整備する。
5. データモニター局（カイダなど洪水対策実施機関への情報提供）のシステムを整備する。
6. 上記システムの運用・維持管理のソフトコンポーネントを実施する。

表 3-4 流域評価結果

流域名	流域面積 (km ²)	予警報地点	災害内容		災害ポテンシャル			導入の必要性と効果			体制整備			総合判定	
			災害頻度	過去数十年 の死傷者数	住民・観光 客数	避難活動 時間	避難場所	構造物対 応	簡易な予 警報シス テム	効果	認識	整備	運用 可能性		
テンシフト 川流域	ウリカ	495	Aghbalau, Iraghf, Setti Fadma	数年に1度	200人以上	観光客は 1,5000人以上/ 日	短い (数十分)	ほとんど 無い	困難	困難	大	高い	されている	高い	システム導入の必要性が 高く、大きな効果が期待で きる
	レラヤ	221	Asni, Tahanaut, Brahim, Imlil	同上	数十人程度	観光客は 5000人以上 /日	短い (数十分)	ほとんど 無い	困難	困難	大	高い	されている	高い	システム導入の必要性が 高く、大きな効果が期待で きる
	イシル	421	-	同上	数十人	住民数多数 (市街地)	比較的長い	ある程度 確保できる	河川改修 実施済み	設置済み	小	高い	されている	高い	基本的な対応がなされて おり、本プロジェクトの対 象流域に入れる必要性は 低い
	ルダト	532	Sidi Rahal, Zerqten	4-5年に1 度	数人	少	短い (数十分)	ほとんど 無い	困難	対応可	小	低い	されて いない	低い	必要性は低い
	ザット	528	Tighedouine	4-5年に1 度	数十人程度	少	短い (数十分)	ほとんど 無い	困難	対応可	小	低い	されて いない	低い	必要性は低い
	ニフィ ス	1,256	Wirgane, Imigdal	数年に1度	数十人程度	少	比較的長い	ほとんど 無い	困難	対応可	小	低い	されて いない	低い	必要性は低い
ダデス川流域	1,360	Gorges de Dades	頻繁に道 路冠水	—	年間5万人	比較的長い	ほとんど 無い	困難	対応可	小	低い	されて いない	低い	必要性は低い	
トドラ川流域	495	Gorges de Toudgha	頻繁に道 路冠水	数人(観光 サイトの下流 部落)	年間百万人	短い	ほとんど 無い	洪水調節 ダム建設 予定	困難	大	高い	されている	高い	ダム建設予定があり、必 要性は低い	

3-2-1-2 システムの全体構成に対する方針

洪水予警報システムは、一般に水文観測から始まって避難まで、表 3-5 に示す 5 つのサブシステムから構成される。モロッコではシステムの運用管理上、最初の 2 つのサブシステムについては水利庁（ABH-T）が担当し、警報発令サブシステム以下の 3 つのサブシステムについては内務省（アルハウズ県）が担当することになる。

表 3-5 システム構成

サブシステム	内容	責任
水文観測サブシステム	テレメータ水文観測所において雨量や水位を観測し、そのデータを ABH-T に置かれる洪水予報センターに収集する。	水利庁 (ABH-T)
データ分析・洪水情報伝達サブシステム	洪水予報センターにて収集したデータを分析・処理し、基準雨量、水位と観測データの比較を行い、必要な場合には洪水注意報として、アルハウズ県庁に置かれる洪水警報センターをはじめとする関係機関に知らせる。	水利庁 (ABH-T)
警報発令サブシステム	県知事は洪水予報センターからの情報、注意報に基づき、警報を発令する。	内務省 (県知事)
警報伝達システム	県知事による警報に基づき、警報局からサイレン等を鳴らし、住民、観光客に危険を知らせ、避難を勧告する。	内務省 (県知事)
避難サブシステム	住民および観光客は避難勧告に従って、安全な場所へ避難する。	内務省 (県知事)

3-2-1-3 自然環境条件に関する方針

(1) 災害特性

ウリカ川・レラヤ川流域の災害は、基本的に、1) 上流域で豪雨が発生し、それが鉄砲水となって下流部の観光サイトで襲う（1995 年 8 月 17 日型）、および 2) 観光サイトの直下で豪雨があり、本川の流量増は大したことはないが、支川からの洪水・土石流、斜面からの落石が発生する（2003 年 8 月 4 日、2006 年 8 月 29 日型）の 2 タイプある。

1) のタイプの洪水は、上流からある程度時間かけて下ってくるため、適切に洪水予警報システムが運用されれば、対処可能である。しかし、直下型の 2) のタイプは、距離が短く勾配の急な支川を下ってくるため、十分な余裕を与えてくれない。2003 年 8 月 4 日洪水についてのインタビューでは雨が降り始めて 15 分程で土石流が来たという報告がある。

一方、予警報システムの運用に係る時間はどれほどかということ、開発調査やその後のパイロットシステムのフォローアップのための技プロでシステムの運用訓練を何度か行ううちに、一応 10 分以内で洪水の発見、情報の伝達、警報の伝達から避難の完了まで実施できるようにはなった。しかし、これは予め準備のできていた訓練でのケースで、実際にはさらに時間を要すると考えるのが自然である。このことから、基本的に 1) のタイプを重点対象とするものの、2) のタイプの洪水にも対処できるように、さらなる訓練による時間短縮はもちろん、テレメータ観測局を多数配置しての降雨の早期発見や情報・警報伝達の迅速化に努める必要がある。

(2) 高所山岳地帯の特異条件

ウリカ川・レラヤ川流域は高アトラス地域に位置し、機材の設置場所は標高 500m から

3,500m に達する高所山岳地帯であり、幅広い温度変化や気圧の低い状態での動作を要求される。このような過酷な自然条件においても確実な動作を確保できるシステムとする。

また新設する局には出来るだけアクセスが容易で安全な場所を選定するが、一部の観測局、中継局は高所山岳地に設置せざるを得なく、場所によっては夏季の数カ月のみアクセスが可能な場所もある。システムの設計にあたっては出来るだけ無保守で長寿命、かつ保守性の良い機材を導入し、運用開始後にモロッコ側による保守が出来るだけ容易に行えるよう配慮した設計を行う。

またパイロットプロジェクトの経験では深い谷間の観測所では日照時間が限られており季節によっては充電不足が発生していた。一方で、当地域では電力事情の改善には著しいものがあり、電源には商用電源の使用も含めて、太陽電池電源、蓄電池などの中から最適なものを採用する。

(3) 雷対策

対象流域では7月、8月の洪水多発時期に雷害が多く発生する。この被害を防止するため出来る限りの対策を施す。パイロットプロジェクトのシステムには雷による被害が少ないことからその避雷工法が適正であったと考え、今回のプロジェクトでもその工法を踏襲する。特に高所山岳地帯は地盤が岩盤であることから通常の接地工事では希望する接地抵抗を得ることが出来ないため、特殊なアース抵抗低減薬剤などを使用した特殊工法を取る。そのほかに下記の避雷素子を適宜接地する。

- 耐圧トランス
- 同軸避雷器
- 雨量計、水位計信号線保護
- 避雷針及びアース

これらの避雷対策のほかに Oukaimedan 中継局に雷雲検知装置を設置し、半径 30 キロ以内の雷雲の発生、落雷の情報を検知し、ABH-T 洪水予報センターに伝送するシステムを組み込み、洪水対策情報の一部として役立てることとする。

また雷ノイズによるデータ欠測も問題である。パイロットシステムにおいて、過去の洪水時に雷ノイズによるデータ欠測が発生し、その改善が求められている。その対策としてテレメータシステムの周波数を 450MHz 帯に変更することも考えられたが、ANRT から却下されたことなどから、そのほかの方法で雷ノイズ低減を行うこととする。

3-2-1-4 社会経済条件に関する方針

(1) 省力化

政府関係機関の人員削減という政府方針の下、ここ数年 ABH-T 職員数が削減されており、システムの運用においても省力化が求められ、その省力化のなかでも確実なシステムの稼働、運用が必要となる。

これまで観測所や警報局は有人であったが、パイロットプロジェクトで導入した自動化されたテレメータシステムの安定した稼働状況を考慮すると、これから新設される観測所・中継局および警報局は無人でも問題ないと思われる。ただし、盗難や破壊から施設・機器を守るために局舎をフェンスまたは壁で囲い、屋上に設置する太陽電池などの保安のため鉄製のかごなどにより盗難対策を厳重に行うこととする。特に警報局は人目につく場所に設置するため、マストには登れないような工夫を行う。

またシステムの生命線である ABH-T に置かれる洪水予報センターとアルハウズ県庁に置かれる洪水警報センター間のコミュニケーションについて、現状では電話またはファックスによるいわゆるマニュアルによる連絡が基本である。しかし省力化の中で情報伝達を確実なバックアップするため、洪水予報センターとアルハウズ県庁間の通信ネットワークを強化する。具体的にはマイクロウェーブ無線回線を設置し、洪水予報センターでの処理データがリアルタイムに洪水警報センターに伝達されるようにする。

(2) 公共施設の活用

対象流域の山岳部は、大部分が水・森林局管理の公共用地となっているが、中下流部の河岸は農地や宅地などの私有地となっている。用地買収を少なくするため、局舎やアンテナマストなどの建設サイトは公共地・公共施設にできるだけ求めることとする。また警報局はマストに屋外機器収容筐体を装備する方式とし、必要な土地面積を小さくする。

3-2-1-5 既設パイロットシステムの取り扱い方針

現在、Ourika 川流域において、開発調査「アトラス地域洪水予警報システム計画調査（2000年～2003年）」のパイロットプロジェクトで設置した3雨量・水位観測所、2雨量観測所、2中継局および監視制御局からなるテレメータシステムが稼働している。2001年に雨量計や水位計などの観測機器が設置され、2003年にさらに無線機、アンテナ、中継機、監視制御ソフト・機器などが導入され、テレメータシステムとして完成したものである。この既存システムは10年近く経った現在も良好な状態で問題なく動作しており、コンピュータやサーバーの新規交換、予備品の補充などにより、さらに10年程度は問題なく作動するものと思われ、この既設の部分を活用していくこととする。

3-2-1-6 環境社会配慮に対する方針

この洪水予警報システム建設計画プロジェクトでは、環境社会配慮面に関わる事項としては、水文観測局、中継局、警報局などの建設による土地の収用に関わる点があげられる。しかし、これら各局の建設に必要なスペースは数平方メートル（約15～20m²）というわずかな面積で、それもほとんどが公共用地の利用であるため、社会環境に及ぼす影響はなく、また基本的にはさしたる植物もない荒地もしくは未利用地の利用であるため自然環境上も問題ない。一部、民間の土地を利用する場合（警報局）もあるが、今回の現地調査の際に地方自治体及び地域住民社会の代表者およびその土地の所有者も立ち会ってその利用許可の確認を行っており、現時点では問題のないことである（ほとんどの土地所有者はこのプロジェクトが地元住民の安全および生活基盤の確保の上で重要であることを認識しており、非常に協力的である。ただしプロジェクト実施に

当たって、最終的確認は必要である。)

3-2-1-7 運営維持管理に関する方針

本プロジェクトの運営維持管理は基本的に ABH-T が実施するが、現在パイロットプロジェクトで整備した洪水予警報システムがある程度十分維持管理・運営されているところから、この既存の運営管理システムを基本に、設備の増強に伴う人材の強化・予算の増額とその他現在のシステム運用上で生じている問題点などに配慮しながら、以降に述べる運用・維持管理のためのコミティーの再構築を含む、適切な運営維持管理体制を提案する。

3-2-1-8 技術支援に関する方針

本プロジェクトではソフトコンポーネントとして今回導入予定の各種水文観測機器、中継局設置機器、警報局設置機器をはじめ各種機器の中央制御機器などの取り扱い・維持管理の方法についての指導を行う必要がある。

更に、今回のプロジェクトの目標である「流域住民や観光客の生命と財産を保護する」を達成するためにはこのシステム運用に基づく警報発令に従い、各関係機関及び住民・観光客が一致協力して速やかに避難活動を実施し、人的被害を最小限に抑える必要がある。そのためソフトコンポーネントを通じて、以下を整備・確実なものとしている：

- (1) 警報発令までに至る基準値の整備
- (2) 警報発令の手順・責任の明確化
- (3) 避難のルート、手順、役割分担などを含めた避難計画の作成
- (4) 情報伝達・避難活動訓練の実施
- (5) 洪水予警報システムの運用・維持管理のためのコミティーの再構築

3-2-1-9 調達に関わる方針

本件の調達資機材は、大きく分けて洪水予警報システムを構築するために必要な計測機器、無線通信機、テレメータ、サーバーなどの機材とシステム設置用の局舎等を建設するための建設資機材（労務関係も含む）に分けられる。

調達はこれらの分類に対し個々に方針をたてる。

3-2-1-10 施工計画の方針

施工計画は本プロジェクトの基本的工程の構成（部品調達や機材調達、現地局舎など建設部分および機材の設置・運転調整など）に対し、それぞれ実施すべき自然環境にも配慮して施工計画を策定する。

3-2-2 基本計画

3-2-2-1 洪水予警報システム機器配置計画

(1) テレメータ水文観測所配置計画

洪水予警報システムの整備にあたって、まず各流域で洪水災害の危険が高く、多くの観光客・住民の集まる、警報局を設置すべき地区を確認する。この防御対象地区に対して洪水情報を避難活動実施に十分な精度と時間をもって推定しうる場所に水文観測所網を整備する。この水文情報はテレメータによって ABH-T にある洪水予報センターに送信される。

現在、ウリカ川流域には 2004 年に JICA 開発調査のパイロットプロジェクトで設置した計 5 局のテレメータ水文観測所（3 局の雨量・水位局と 2 局の雨量局）がある。これをモロッコ側の要請は、レラヤ川流域のもの合わせ、テレメータ水文観測所を計 13 局（8 局の雨量・水位局と 5 局の雨量局）に拡張するものであった。今調査において現地調査を行い、後述するように警報局設置点候補地（この洪水予警報システムで守るべきところ）を 13 箇所定めたことに伴い、改めて見直しを行い、結局以下に示すようにテレメータ水文観測所を計 15 局（8 局の雨量・水位局、6 局の雨量局および 1 局の水位局）とする。観測所のリストを表 3-7 に、位置図を図 3-2 に示す。

表 3-6 水文観測所数

観測項目	既設		要請 数量	新設		既設+新設 数量	備考
	数量	地点名		数量	地点名		
雨量	2	Agouns	4	5	Ihdjamene	7	Oukaïmedan の雨量計は Oukaïmedan 中継局に併設される。
		Tourcht			Tizi-n-Likemt		
					Amddouz		
					Oukaïmedan*		
					Armed		
雨量 及び 水位	3	Tazzitout	5	4	El Jam'ane	7	
		Tiourdiou			Aghbalou		
		Amenzal			Tahanaout		
					Arg		
水位	0		0	2	Tourcht	2	
					Tinitine		
合計	5		9	11		16	

このテレメータ水文情報監視局の配置計画にあたって考慮したポイントを以下に箇条書きにする。

- 雨量計については、建設省河川砂防技術基準（案）調査編での雨量観測所の配置計画基準（概ね 50km²に 1 観測所）を参考に、地域的な分布に考慮して計 14 箇所に配置した。その結果ウリカ川流域では 495km²（Aghbalou 局）で 11 箇所の雨量計（45 km²あたりに 1 観測所）、レラヤ川流域では 221 km²（Tahannaout 局）で 5 箇所の雨量計（Oukaïmedan 局と Tizi-n Likemt 局はウリカ川流域と共通、44 km²あたりに 1 観測所）となった。
- 水位計は、警報局上流の洪水予測・監視のために置かれるものである。本川および主要支川の計 8 箇所に水位計を設置する。洪水流の速度は最大で 5m/s 程度と見

込まれ、30 分のリードタイムを確保するため警報局との間に原則 10km 程度以上の距離を確保することとする。ただし、Tourcht、Tiourdiou、El Jam'ame 局については、比較的大きな支川流域の水文情報をも取り込む必要があるために、警報局との距離は若干短めになった。またウリカ川の警報局群の中に設置されている Tazzitount 局は洪水の予測という役割の他、守るべき地域の洪水特性全般を把握するモニターの役割ももたせる。

- またウリカ川やレラヤ川の下流の扇状地地域では、両河川とも普段は水の流れていないワジとなっており、上流の山地部で豪雨があったとき突然には洪水が現れるという大きな危険を孕んでおり、実際にこれまで家屋等が被害を受けている。これらの地域では家屋が散在していることからあっても警報局は設置しないが、従来の県の持つネットワークを通じて危険を知らせる必要がある。幸い、両河川の谷部の下流端には ABH-T が管理する Aghbalou 観測局、Tahannaout 観測局があり、両河川の基本観測所として 40 年以上に渡って、水位、雨量を観測している。この 2 観測所を無償資金協力によってテレメータ化し、下流の扇状地地域の防災のための監視局とする。
- 機材の盗難を避けるため（特にソーラーパネルが狙われる）、テレメータ監視局は原則として集落の近くに設置する。さらに水位計の設置にあたっては河床が不安定なところを避ける。またパイロットプロジェクトで設置した Tazzitount 局の水位計について、これまで背後の崖からの落石によりパンザマストや水位計の支柱が損傷を受けており、今後も危険な状態にあるため、左岸側へ移設することとする。

(2) 警報局配置計画

県知事の発令した警報に従って、県庁の洪水警報センターから警報局を遠隔操作し、警報局周辺にサイレン音、警報を吹鳴・放送する。

警報局サイトとして、ホテル、レストラン、カフェが集積し、モロッコ内外からの観光客が河川内に集まる計 13 箇所を選定した。要請は 15 箇所だったので 2 箇所減となる。ウリカ川の Aghbalou 地区、Iraghf 地区および Setti Fadma 地区には数キロにも渡って川原に観光客が憩うが、1 警報局の放送音の到達範囲は最大 500m として、必要箇所数を設定している。13 警報局サイトの局名、過去の災害、想定される災害のタイプ、避難候補地等を表 3-8 にまとめるとともに図 3-2 に位置図を示す。

(3) 中継局配置計画

中継局については、既存の Aoulouss および Adra Tazaina 中継局に加え、Oukaïmedan 中継局を新設し、上記水文観測所および洪水警報局と洪水センター間の通信の中継とする。また Tinitine 観測所は深い谷間にあり、直接これらの中継局との交信が難しいため、近接の Armed 観測所に蓄積中継機能を持たせ、これを通じて Oukaïmedan 中継局に繋ぐこととする。通信ネットワークの概念図を図 3-4 に示すが、これらのネットワーク構築にあたって、2010 年 6 月から 7 月にかけて電波伝搬試験を行って電波伝搬状況を確認している。図 3-2 に位置図を示す。

表 3-7 テレメータ水文観測所の一覧

No.	流域	観測所名	観測項目	テレメータ 既設/新設	有人/無人	既往局舎 の有無	設置の目的	備考
1	ウリカ川	Aghbalou	雨量・水位	新設	有人	有	下流側の扇状地地域への洪水の監視 ウリカ川流域北部の降雨の監視	1969年開設のウリカ川流域の基本観測所
2	ウリカ川	Tazzitout	雨量・水位	既設(水位計 を左岸に移 設)	有人	有	ウリカ川本川の洪水の監視 ウリカ川本川沿いの降雨の監視	パイロットプロジェクト(2003完成)で雨量/水位テレ メータ化 水位計が落石被害を受ける懼れあり
3	ウリカ川	Tourcht	雨量	既設	有人	有	ウリカ川流域東部の降雨の監視	パイロットプロジェクト(2003完成)で雨量テレメータ 化
4	ウリカ川	Tourcht	水位	新設	無人	無	右支川の洪水の監視	既設 Tourcht 雨量観測所の下流約600mの右岸に新設。
5	ウリカ川	Amenzal	雨量・水位	既設	有人	有	右支川の洪水の監視 ウリカ川流域南部の降雨の監視	パイロットプロジェクト(2003完成)で雨量/水位テレ メータ化
6	ウリカ川	Tiourdiou	雨量・水位	既設	有人	有	ウリカ川本川の洪水の監視 ウリカ川本川沿いの降雨の監視	パイロットプロジェクト(2003完成)で雨量/水位テレ メータ化
7	ウリカ川	Agouns	雨量	既設	有人	有	ウリカ川流域西部の降雨監視	パイロットプロジェクト(2003完成)で雨量テレメータ 化
8	ウリカ川	EI Jam'ane	雨量・水位	新設	無人	有	左支川(Tarzaa川)の洪水の監視 ウリカ川流域北西部の降雨の監視	ABH-T 予算によるテレメータ化予定
9	ウリカ川	Ihdjamene	雨量	新設	無人	有	ウリカ川観光地区の左岸側上流域の降雨 の監視	ABH-T 予算によるテレメータ化予定
10	ウリカ川	Amdouz	雨量	新設	無人	有	ウリカ川流域北東部の降雨の監視	ABH-T 予算によるテレメータ化予定
11	ウリカ川 レラヤ川	Tizi-n Likemt	雨量	新設	無人	無	ウリカ川流域西部、レラヤ川流域東部の 降雨監視	
12	ウリカ川 レラヤ川	Oukaimedan	雨量	新設	無人	有	ウリカ川・レラヤ川流域南部降雨の監視	Oukaimedan 中継局に併設
13	レラヤ川	Tahannaout	雨量・水位	新設	有人	無	下流側の扇状地地域への洪水の監視 降雨の監視	1962年開設のレラヤ川流域の基本観測所
14	レラヤ川	Arg	雨量・水位	新設	無人	有	右支川の洪水の監視 右支川流域の降雨の監視	ABH-T 予算によるテレメータ化予定
15	レラヤ川	Tinitine	水位	新設	無人	無	左支川の洪水の監視	Armed より水位計を分離
16	レラヤ川	Armed	雨量	新設	有人	有	レラヤ川流域南西部の降雨の監視	1999年にDRHTにより開設

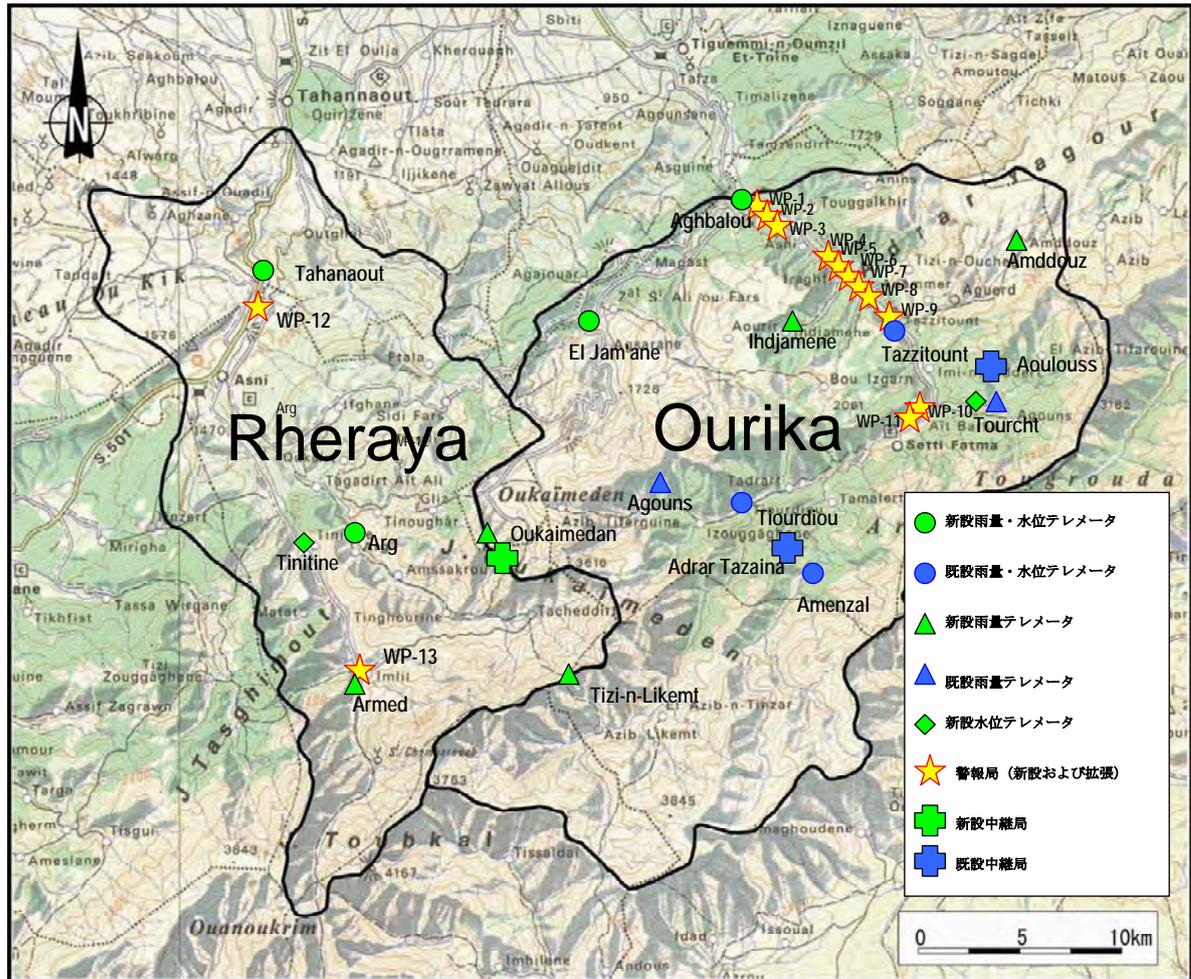


図 3-2 テレメータ水文観測所・警報局および中継局の配置計画図

表 3-8 警報局の一覧

No.	流域	警報局名	記号	'95年洪水の被害 (開発調査での社会調査結果)	災害のタイプ	避難地候補地	観光客	備考	
1	ウリカ川	Aghbalou 1	WP-1	13人死亡、家屋破壊21軒(50%以上)、15軒(50%以下)、車10台被災	本川の洪水、支川の洪水・土石流、斜面崩壊、落石	左右岸の斜面、集落	近年、レストラン・カフェが増え、観光客が急増している。		
2	ウリカ川	Aghbalou 2	WP-2			左右岸の斜面、集落			
3	ウリカ川	Aghbalou 3	WP-3			左右岸の斜面、集落			
4	ウリカ川	Iraghf 1	WP-4			左右岸の斜面、集落			
5	ウリカ川	Iraghf 2	WP-5			左右岸の斜面、集落			
6	ウリカ川	Iraghf 3	WP-6	100人死亡、家屋破壊10軒(50%以上)、4軒(50%以下)、車50台被災		左右岸の斜面、集落	従来からの観光スポット	既設警報局	
7	ウリカ川	Iraghf 4	WP-7			左右岸の斜面、集落		既設警報局の上流側のスピーカー	
8	ウリカ川	Iraghf 5	WP-8						
9	ウリカ川	Tazzitount	WP-9	10人死亡、家屋破壊6軒(50%以上)、4軒(50%以下)、車3台被災			道路、右岸の斜面	近年、レストラン・カフェが増え、観光客が急増している。	
10	ウリカ川	Setti Fadma 1	WP-10	9人死亡、家屋破壊2軒(50%以下)、車100台被災			左右岸の斜面、集落	従来からの観光スポット	
11	ウリカ川	Setti Fadma 2	WP-11						
12	レラヤ川	R'ha Mouley Brahim	WP-12	5人死亡	本川の洪水	左右岸の斜面	夏場に多くの観光客が水遊びに訪れる。		
13	レラヤ川	Imlil	WP-13	2人死亡、家屋破壊2軒(50%以下)、車30台被災	本川・支川の洪水・土石流	左右岸の斜面、集落	Toubkal山系トレッキングのベースキャンプ。		

3-2-2-2 ネットワーク計画

(1) 無線回線系統計画

無線回線系統計画は大きく(a) テレメータおよび警報用 VHF 回線と (b) ABH-T～アルハウズ県庁間伝送回線の 2 系統に分けて考える。

プロジェクトエリアとなるウリカ川・レラヤ川流域は高アトラス地域にあり、急峻な山岳地帯である。このためプロジェクトサイト内の各局間の距離は短い、確実な電波伝播を確保するために中継局を適切な場所に計画した。この計画に従って電波伝播試験及びミラーテストにより実際に必要とする着信電界が確保できることを確認した。洪水警報各局はウリカ河ぞいの谷間にあり電波伝播条件としては悪いが近距離であるため、既設中継局経由で回線を確保できる。

a) テレメータおよび警報用 VHF 回線

2004 年に運用を開始したパイロットシステムはモロッコ電波管理当局（以下、「ANRT」と略記する）と折衝の結果、150MHz、450MHz などの一般陸上移動無線回線帯域の使用を許可されず、70.325MHz、72.325MHz の 2 波により運用されている。この周波数は引き続き本システムに使用するが他局より混信の無い安定した周波数であることの確認が必要である。またこの周波数を警報システムの制御用にも使用することで周波数使用料の軽減を図る。必要とするテレメータシステムおよび警報システムの周波数（70MHz）の使用許可の取得可能性を確認するため ANRT と折衝し、テレメータ及び警報用に新たに 71.352MHz、73.325MHz の 2 波を申請し、使用の内示を得た。正式には無線機材が決定してから SEEE により各局個別の申請書を作成して許可を得ることになる。使用許可の出た周波数帯により地図上で回線設計を行い、回線計算をし、所定の電波強度、信号対雑音比、回線信頼性などを算出した。第二次現地調査で電波伝搬試験を行い、すべての無線回線で実用上支障のない数値の検証を行い、最終的に観測局・警報局を適切な場所に設置する決定を行った。

b) ABH-T～アルハウズ県庁間マイクロウェーブ伝送回線

ABH-T～アルハウズ県庁間はパイロットプロジェクトではコンピュータネットワークで情報交換をおこなっていたが、今回観測局および警報局の新設に伴い大量の情報を瞬時に送受信するため ABH-T マラケシュとアルハウズ県庁のあるタハナウト間に高速広帯域伝送回線を導入する。このため ANRT とマイクロ無線周波数の使用許可を打ち合わせたところ希望した 6～7GHz バンドは携帯電話プロバイダーなどの利用が多く、配分するゆとりがないとして不許可となったものの、代替が可能な以下の周波数について内示を得た。

1. 2.4GHz Band（無線 LAN、許可不要）
2. 5.7GHz, 5.8GHz band（無線 LAN、許可制）
3. 5.4GHz band（無線 LAN、特別許可制）
4. 10GHz 以上（許可制）

無線 LAN は一般的に無許可で使用できる方向で進んでおり、現状では 2.4GHz が既にフリーで多くの民間会社で使用している。このためこの周波数帯は混信やビジーによる

通信速度低下が予想されるため防災システムには不向きである。従って無線 LAN は不適切と判断し、10.5GHz バンド以上による検討を優先した。この周波数は超高周波数であり、直進性が高く見通し距離内の伝播となることからミラーテストにより通信の信頼性の検証を行った。ABH-T とアルハウズ県庁間は直線で 28.89km あるが完全見通しで障害物がないことを目視で確認した。ただし長距離伝播であるため降雨による減衰や木などの障害物の影響度を考慮して出来るだけマージンを確保するためアンテナを大きくし、スペースダイバシティ方式を採用した。

(2) 公衆電話回線系統計画

モロッコテレコムはアルハウズ県ウリカ川・レラヤ川流域で ADSL 回線のサービスを始めたがまだ全ての回線に適用されていない。公衆電話回線を使用するのは ABH-T とアルハウズ県庁、DPE、ウリカカイダ及びアスニカイダであるが、今回は洪水情報を ABH-T のホームページにリンクさせるため、高速で閲覧するためにはこれらモニター局で電話回線を使用する機関は個別にモロッコテレコムに ADSL 回線の申請を行う必要がある。

(3) 電波伝搬試験

上記の調査の結果、ウリカ川・レラヤ川流域サブシステムで使用するネットワークが決定した。この決定に従ってそれぞれのネットワークをシステムで使用できることの検証を行う必要があるため、下記のごとく電波伝搬試験を実施した。

表 3-9 ネットワークの検証

サブシステムの名称	使用ネットワーク	検証の手法
ウリカ・レラヤテレメータ	VHF 無線回線 (70MHz)	電波伝播試験
ウリカ・レラヤ警報	VHF 無線回線 (70MHz)	電波伝播試験
ウリカデータ処理伝送	11GHz マイクロ多重無線回線	ミラー試験

その結果 VHF 回線に関してウリカ川・レラヤ川流域について表 3-10 のような結果を得た。

特記事項は以下のとおりである。

- Tourcht 水位局：計算値では使用不可であったが、実験で場所を高所に変え良好。
- El Jam'ene 局は実験で S/N 値が低いが高利得アンテナを高い場所に上げることで再計算し回線使用可能となった。
- Timtine 局はウカイメデン中継局とは直接接続できないため、Aremd 局を蓄積中継として中継局と接続した。
- 警報局は電界強度は十分だがスピーカーの音達距離を出来るだけ確保するためにアンテナポールの高さを 10m に設定した。
- ABH-T、アルハウズ県庁間マイクロウェーブ回線は完全目視を確認したが長距離の為安全性を確保するためスペースダイバシティ方式とした。

表 3-10 電波伝播試験結果概要表 (ウリカ川・レラヤ川流域サブシステム)

1 テレメータ回線 回線計算・電波伝播試験結果総括表															
既設	局コード	送信局名	アンテナ名	送信出力 (W)	局コード	受信局名	アンテナ名	距離 (KM)	計算値			実験値			備考
									受信電界 (dB/uV)	希望 S/Nr (dB)	判定	受信電界 (dB/uV)	測定 S/N	判定	
ウリカ サブシステム															
★	MS-1	Marrakech ABHT	3ele. Yagi	10W	RP=B	Aoulouss	Sleeve	54.46	27.6	36.0	◎	31.2	40.2	◎	
★	TM-01	Tazitount R/W	2 ele. Yagi	10W	RP=B	Aoulouss	Sleeve	12.50				35	40.4	◎	
★	TM-02	Tourchit R	2 ele. Yagi	10W	RP=B	Aoulouss	Sleeve	1.50				44.5	40.1	◎	
	TM-07	Tourchit W	3 ele. Yagi	10W	RP=B	Aoulouss	Sleeve	1.73	-13.5	0.1	✖	59.2	40.2	◎	局舎位置を標高の高い所に変更した
	TM-08	Aghbalau R/W	3 ele. Yagi	10W	RP=B	Aoulouss	Sleeve	11.94	55.5	68.1	◎	55.8	40.3	◎	
	TM-06	Amddouz R	3 ele. Yagi	10W	RP=B	Aoulouss	Sleeve	3.23	65.2	78.7	◎	62.5	40.3	◎	
	TM-09	IhdjameneR/W	3 ele. Yagi	10W	RP=B	Aoulouss	Sleeve	9.66	62.4	75.2	◎	64	40.2	◎	
	TM-13	El Jamane R	3 ele. Yagi	10W	RP=A	Oukaïmeden	Sleeve	13.20	16.6	26.1	○	18.8	31.9	○	電界強度改善のため5素子八木アンテナ高20mに変更
	TM-11	Tizi-n-Likemt R	3 ele. Yagi	10W	RP=A	Oukaïmeden	Sleeve	6.63	65.7	78.8	◎			◎	見通しのため電波試験省略
	MS-1	Marrakech ABHT	3 ele. Yagi	10W	RP=C	Adrar Tazaina	Sleeve	58.0	31.3	39.3	◎	23	43.5	◎	
★	TM-04	Amenzal R/W	3 ele. Yagi	10W	RP=C	Adrar Tazaina	Sleeve	50.2				71	42	◎	
★	TM-03	Tiourdiou R/W	3 ele. Yagi	10W	RP=C	Adrar Tazaina	Sleeve	1.5				43.1	40.3	◎	
★	TM-05	Agouns R	3 ele. Yagi	10W	RP=C	Adrar Tazaina	Sleeve	3.6				53.5	39	◎	
レラヤ サブシステム															
★	MS-1	Marrakech ABHT	3 ele. Yagi	10W	RP=A	Oukaïmeden	Sleeve	51.37	46.7	55.4	◎	48.8	43.1	◎	
	TM-10	Aremd R	3 ele. Yagi	10W	RP=A	Oukaïmeden	Sleeve	8.40	44.4	57.4	◎	39.1	43	◎	
	TM-11	Arg R/W	3 ele. Yagi	10W	RP=A	Oukaïmeden	Sleeve	5.12	7.4	20.7	○	25.5	41.7	◎	ハイトパターン5mで最良点あり
	TM-12	Timtine W	3 ele. Yagi	10W	RP=A	Oukaïmeden	Sleeve	7.17	19.6	32.7	○	11.5	40.8	✖	電界強度低く使用不可下記に変更
	TM-12	Timtine W	3 ele. Yagi	10W		Aremd	3 ele. Yagi	5.20				34	40	◎	ARMEDを蓄積中継とする
	TM-13	Tahanout	3 ele. Yagi	10W	RP=A	Oukaïmeden	Sleeve	15.55	30.9	43.1	◎	38	43	◎	
2 警報回線 回線計算・電波伝播試験結果総括表															
既設	局コード	送信局名	アンテナ名	送信出力 (W)	局コード	受信局名	アンテナ名	距離 (KM)	計算値			実験値			備考
									受信電界 (dB/uV)	希望 S/Nr (dB)	判定	受信電界 (dB/uV)	測定 S/N	判定	
ウリカ サブシステム															
	MS-1	Marrakech ABHT	3 ele. Yagi	10W	RP=B	Aoulouss	Sleeve		27.6	36.0	◎	34	42.2	◎	
	WP-1	Aghbalau-1	3 ele. Yagi	10W	RP=B	Aoulouss	Sleeve	11.57	50.8	63.4	◎	38.3	40.2	◎	
	WP-2	Aghbalau-2	3 ele. Yagi	10W	RP=B	Aoulouss	Sleeve	10.80	36.9	49.6	◎	32.9	40.3	◎	
	WP-3	Aghbalau-3	3 ele. Yagi	10W	RP=B	Aoulouss	Sleeve	10.13	47.4	60.2	◎	48.6	43.5	◎	
	WP-4	Iragfh-1	3 ele. Yagi	10W	RP=B	Aoulouss	Sleeve	7.95	61.0	74.0	◎	58.9	43.5	◎	
	WP-5	Iragfh-2	3 ele. Yagi	10W	RP=B	Aoulouss	Sleeve	7.42	63.0	76.1	◎	69.4	43.4	◎	
	WP-6	Iragfh-3	3 ele. Yagi	10W	RP=B	Aoulouss	Sleeve	7.20	59.2	72.3	◎	43.6	43.3	◎	
	WP-7	Iragfh-4	3 ele. Yagi	10W	RP=B	Aoulouss	Sleeve	6.18	38.8	52.0	◎	42.4	43.5	◎	
	WP-8	Iragfh-5	3 ele. Yagi	10W	RP=B	Aoulouss	Sleeve	5.27	52.0	65.3	◎	51.4	43.5	◎	
	WP-9	Tazitount	3 ele. Yagi	10W	RP=B	Aoulouss	Sleeve	3.60	55.3	59.6	◎	37.6	43.3	◎	
	WP-10	Setti Fadma-2	3 ele. Yagi	10W	RP=B	Aoulouss	Sleeve	3.39	31.5	45.0	◎	80.1	39.8	◎	
	WP-11	Setti Fadma-3	3 ele. Yagi	10W	RP=B	Aoulouss	Sleeve	3.92	27.3	40.7	◎	75.2	39.8	◎	
レラヤ サブシステム															
	WP-12	R'ha Mouley Brahim	3 ele. Yagi	10W	RP=A	Oukaïmeden	Sleeve	14.49	27.6	40.0	◎	38.5	43.2	◎	
	WP-13	Imlil	3 ele. Yagi	10W	RP=A	Oukaïmeden	Sleeve	7.32	13.6	26.2	○	27	42.8	◎	置局位置変更
Note)															
a) ◎ : 回線使用可能															
b) ○ : 一部仕様を強化して回線形成を行う															
c) ✖ : 回線として使用不可															

3-2-2-3 洪水予警報システム運用計画

(1) 各サブシステムの概要

a) 洪水予報センターおよび水文観測・データ収集サブシステム運用計画

パイロットプロジェクトと同じく ABH-T を洪水予報センターとして、マスターコントロールの役割を実施するものと位置付け、水文観測・データ収集のサブシステムを運用する。特に増設されるテレメータ水文観測所（雨量計/水位計）に対し、原則毎時（どこかの局で 1mm 以上の降雨を感知したら 10 分毎に変更）にリアルタイム方式にて観測の実施と観測値のデータ受信を行う。

b) データ分析・洪水情報伝達サブシステム運用計画

ABH-T の洪水予報センターにて、収集したテレメータ観測データを分析処理してディスプレイ上で図表として視覚化するとともにデータベースに保管する。

既往のウリカ川流域のパイロットシステムと同様に、洪水予報センターでは雨量、水位状況に応じて、下表に示すような 3 種類の注意報を発令し、関係機関に FAX などでも通知する。洪水注意報はウリカ川流域、レラヤ川流域で別々に発令するが、プレ洪水注意報、注意報解除はウリカ川流域、レラヤ川流域共通とする。発令の基準として雨量と水位にプレアラートレベルとアラートレベルの 2 種類の基準値を設定する。基準値の設定は、表 3-11 に示すパイロットシステムでの値を参考とする。水位の基準値には日本のダムの放流基準を参考に、水位上昇率（30 分で 30cm、すなわち 10 分で 10cm）をアラートレベルに加えることも検討する。これらの基準の設定はソフトコンポーネントにおいて実施する。

表 3-11 注意報の定義

洪水注意報	定義
プレ洪水注意報	この注意報はウリカ川流域またはレラヤ川流域のいずれかの雨量や水位がプレアラートレベルを超え、状況がさらに悪化すると予想されるときに関係機関に通知される。
洪水注意報	この注意報は、当該流域のいずれかの雨量や水位がアラートレベルを超え、人的被害が予想されるときに関係機関に通知される。
注意報解除	この注意報は、ウリカ川流域およびレラヤ川流域のすべての雨量や水位がプレアラートを下回り、正常が確認されたときに関係機関に通知される。

表 3-12 ウリカ川流域パイロットシステムによる水位、雨量基準値と設定根拠

アラートレベル	雨量 (mm)		水位/流量	設定根拠
	10 分雨量	60 分雨量		
プレアラート	3mm	10mm	Alert 流量の 1/4 流量	とりあえず試験的に設定（雨量 3mm/10 分がかなり頻繁発生するため、変更することを検討中）。
アラート	6mm (1/3 確率)	20mm (1/3 確率)	1/3 確率流量	警報局のある防御地区の流下能力が 1/3 確率

c) 警報発令サブシステム運用計画

県知事は、ABH-T からの注意報や収集した洪水情報に基づいて避難のための洪水警報を発令する権限があり、管轄区の住民や観光客の安全に対する責任がある。知事が発

令する洪水警報はウリカ川パイロットシステムと同様に下記の3種類とする。

表 3-13 洪水警報

洪水警報	内容
洪水警報	関係機関全職員、住民、観光客に洪水が予想されることを警告する。
避難勧告	住民や観光客に指定場所に直ちに避難するよう勧告する。
警報解除	関係機関全職員、住民、観光客に洪水警報が解除になったことを知らせる。

知事が警報発令を速やかに判断できるように、洪水警報はプレ洪水注意報、避難勧告は洪水注意報、警報解除は注意報解除に関係づけられる。

d) 警報伝達サブシステム運用計画

県知事の発令した警報に従って、県庁の警報監視局から警報局を遠隔操作し、警報局周辺にサイレン疑似音、警報を吹鳴・放送する。この他にも従来の県の連絡網（Cercle、Caidat、Macherkha 等）を通じて、携帯電話により警報が Douar（部落）レベルまで伝達されることになる。警報の伝達ルートについてはソフトコンポーネントにおいて検討する。

警報局は基本的に無人とし、完全に県庁の洪水警報センターからの制御で動作する。現在ウリカ川のパイロットシステムには有人の Iraghf 警報局がある。この警報局は無償協力プロジェクトでは Iraghf 3 と名前が変わるが、いままで通りの有人警報局とする。

e) 避難サブシステム運用計画

警報局から吹鳴・放送される警報に従って、観光客や住民が避難場所へ避難することになる。しかし、観光客はその土地に不慣れであり、洪水もほとんどが初めて体験する。したがって、避難地が設定され、サインボードで示されていること、観光産業（ホテル、レストラン、カフェ）の従業員や住民が観光客を安全にそこへ誘導する仕組みが出来上がっていることが必要である。ソフトコンポーネントにて避難計画を作成し、また避難訓練を実施して習熟を図る。

(2) 運用の主要機材構成機能の概要

ウリカ川・レラヤ川流域洪水予警報システムの情報フローを図 3-3 に示す。電波伝搬条件や維持管理条件を勘案して主要な機能（テレメータ監視制御、洪水警報監視制御機能）を ABH-T マラケシュに集中させる。

- 1) ABH-T の洪水予報センターは無線テレメータ方式によりウリカおよびレラヤ川流域の観測局を監視・制御して水文データを平常時は1時間、降雨時は10分間隔で自動的に収集する。
- 2) 収集したデータは FFWS サーバーに記憶され、あらかじめセットした警戒雨量、警戒水位及び避難雨量・水位などと照会し、洪水警報、避難警報情報を発信する。
- 3) FFWS サーバーに蓄積された処理データはウェブサーバーに転送されインターネットを経由して各洪水情報モニター局で閲覧することが出来る。
- 4) 洪水警報信号はテレメータ監視制御装置で検出され ABH-T 自局の警報表示盤で可視・可聴の信号を発すると同時に自動的に県庁の警報表示盤にも信号を伝達する。

- 5) 洪水情報は自動的に県庁に伝送されるが同時に ABH-T より FAX により文書で県庁の洪水警報センターに専用マイクロ無線回線で送られる。
- 6) 県庁はこれらの情報を受け取ると知事の許可の下に洪水警報操作コンソールにより洪水警報、避難警報などの項目で警報局を作動させる。
- 7) 県庁の洪水警報操作コンソールで作動した制御信号はマイクロ無線回線で ABH-T に設置された警報監視制御装置に接続し、無線回線を経由して警報局を作動する。制御信号を受けた警報局は動作したサイレン疑似音や放送音声をピックアップして無線回線で警報監視制御装置に返送し、動作確認を行う。
- 8) これらの一連の操作は全て局名、操作時間、操作項目、動作確認などをシリアルプリンターに記録し、システム維持管理及び洪水発生時の警報発令記録と検証を行う。

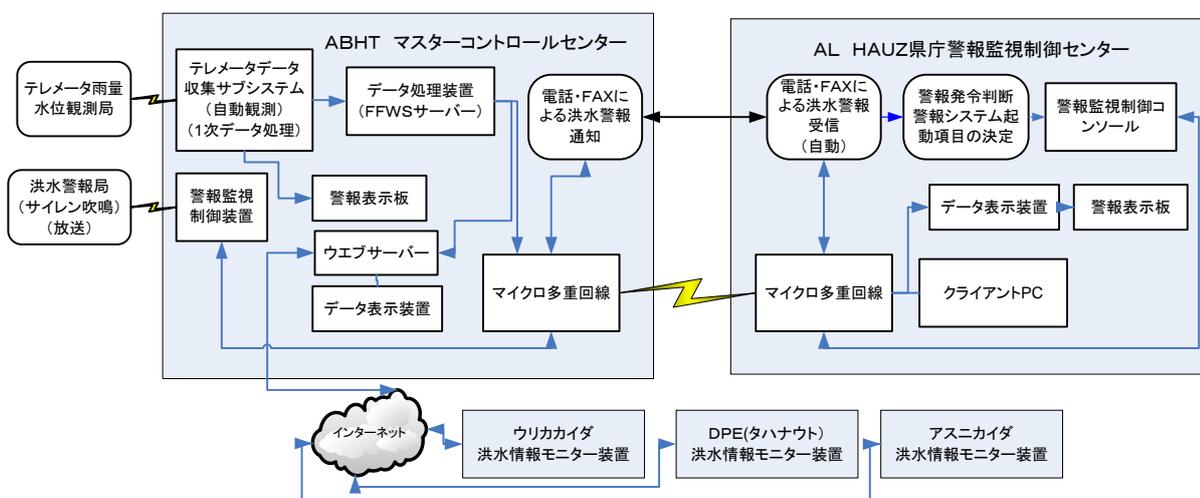


図 3-3 ウリカ川・レラヤ川流域洪水予警報システム情報フロー図