

パキスタン国
北西辺境州
アボタバード県自治体

パキスタン国
アボタバード市上水道整備計画
準備調査報告書

平成21年11月
(2009年)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

株式会社日 水 コ ン
日本テクノ株式会社

環境
CR(1)
09-117

序文

独立行政法人国際協力機構は、パキスタン・イスラム共和国のアボタバード市上水道整備計画にかかる協力準備調査を実施し、平成 21 年 4 月 15 日より平成 21 年 5 月 20 日まで調査団を現地に派遣しました。

調査団は、パキスタン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ました。帰国後の国内作業の後、平成 21 年 9 月 9 日から 9 月 19 日まで実施された概略設計概要書案の現地説明を経て、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 21 年 11 月

独立行政法人 国際協力機構
地球環境部長 中川 聞夫

伝 達 状

今般、パキスタン・イスラム共和国におけるアボタバード市上水道整備計画準備調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴機構との契約に基づき弊社が、平成 21 年 3 月より平成 21 年 11 月までの 8.5 ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、パキスタンの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成 21 年 11 月

共同企業体

(代表者) 株式会社日水コン

(構成員) 日本テクノ 株式会社

パキスタン・イスラム共和国

アボタバード市上水道整備計画準備調査団

業務主任 浅田英紀

要約

要約

(1) 国の概要

パキスタン・イスラム共和国（以下「パ」国という）の総人口は、1億7600万人（2009年）であり、総面積79.6万km²の国土は、中東とアジアの接点に位置し、北部にはヒマラヤ、カラコルム、ヒンズークシ山脈が東西に走り、カシミール地方にはK2、ナンガパルパットなど8000m級の高峰がそびえている。西部にはスレイマン山脈、南西部にはバルチスタン高原がある。東部のインド国境にはタール砂漠が横たわっている。国土のほぼ中央をインダス川が貫流し、大平原を形成している。「パ」国は、南北に長く、気候風土は北部の山岳地帯から南のアラビア海沿海部まで大きく異なる。

行政区は本計画対象アボタバード県が位置する北西辺境州をはじめ、パンジャブ、シンド、バロチスタンの4州ならびにイスラマバード連邦首都圏と連邦政府直轄部族地域（FATA）、北方地域（NA）およびアザード・ジャンム・カシミール（AJK）により構成される。

対象地域の2009年の人口は、アボタバード市街地（市の水道事業者が給水を行っている地区を指す）がおよそ6万7千人で、ナワンシェール地区2万7千人と周辺地区の人口10万5千人を含めると、全体として約20万人となる。同地域は、北西辺境州の南東に位置し、ハザラ山地の中の盆地に形成されており、中国へと通ずるカラコルムハイウェイ（国道）が通る北西辺境州の要衝となっている。また、盆地の東側にドール河が南流する。

対象地域は、標高が約1,200mと高く、夏は温暖、冬は寒冷である。冬期には降雪も見られる。冬季の気温は零下となり夏季は35℃を超える。対象地域から北へ約10kmに位置するカクール観測所の2000～2008年の降雨データによると、7月及び8月の月平均降水量は200mmを超える。その他の月は、100mm以下である。

「パ」国の開発戦略としては、2009年1月に発表された貧困削減戦略文書IIでは、2008/09年度から2010/11年度の3年間を対象として、マクロ経済の安定と経済成長、貧困層と社会的弱者の保護、農業生産性と付加価値の向上、産業の国際競争力強化等、9つの重点分野が掲げられている。加えて、中長期的開発計画「中期開発フレームワーク（2005-2010）」、長期的な開発を示す「ビジョン2030」がある。

(2) プロジェクトの背景、経緯及び概要

中長期的開発計画「中期開発フレームワーク（2005-2010）」では、安全な水へのアクセス率を、2004-2005年における人口の65%（都市部85%、地方部55%）から2010年には人口の76%（都市部95%、地方部65%）、2015年には人口の93%までに増加させることを当面の目標としている。また、「国家飲料水政策, 2007（ドラフト）」による政策目標としては、2020年までに、全人口に安全で十分な飲料水を供給し、水系伝染病による疾病や死亡率を減少し、生活の質を向上させることが挙げられている。

北西辺境州アボタバード県のアボタバード市及び周辺地区の水道は長年地下水のみに依存しており近年の市域拡大と人口増加、既存井戸の揚水量低下により、給水能力の増強が急務となっている。2009年の給水普及率は57%であり、加えて1日の給水時間も1時間未満である地域が多く、安定的な給水が行われていない状況にある。また、現在の地下水システムは、地下水を高所の配水池に揚水するために運転コストが高く、水道経営を圧迫する要因となっている。さらに、井戸ポンプ等の適切な維持管理が行われていないため一部の井戸では過剰揚水による地下水の不足やポンプの老朽化が著しく、長期的な使用が出来ないという課題も抱えている。

このような現状を踏まえ、アボタバード県は、アボタバード市東部の溪谷から表流水を自然流下により取水する計画を1990年に策定した。この計画に関して1994年にはADBによるF/S調査が実施され、2000年12月に我が国政府に対する無償資金協力を要請するに至った。

なお、この要請を受け、2002年に予備調査、2004年に基本設計調査（以下、「2004年B/D調査」）をJICAは実施し、同年、日本政府は、その無償資金協力の実施を決定したが、下流自治体との水利権問題の発生により実施取り止めとなった。その後、2005年10月に発生した北部地震等により4年間中断したが、水利権問題の解決を含め再開の条件が整ったことから、本準備調査を実施した。

(3) 調査結果の概要とプロジェクトの内容

本プロジェクトは、北西辺境州アボタバード県のアボタバード市及び周辺地区における給水能力不足の解消、給水普及率の向上が図られ対象住民の生活環境が改善されることを目的とするものである。

協力準備調査は、平成21年4月15日より平成21年5月20日、及び概略設計概要説明は、平成21年9月9日から9月19日の期間で実施した。

協力準備調査は、上記プロジェクトの目的を達成するため、アボタバード市及び周辺地区において、表流水システム及び新規井戸開発を含む地下水システムの建設及びこれらの円滑な運営・維持管理能力に資する能力の強化等のソフトコンポーネントを行うために、「パ」国政府の要請と現地調査及び協議の結果を踏まえて、以下の方針に基づき計画することとした。

① 目標年次に係る方針

計画目標年次は、無償資金協力として緊急性と規模の観点から2015年とした。

② 施設設計に係る方針

ア) 2009年の現況給水普及率57%（給水人口約114,000人）を2015年には計画人

口の 92%に向上させることとし、計画給水人口約 216,000 人分の給水量を賄う計画とした。

- イ) 「国家飲料水政策, 2007 (ドラフト)」において、家庭用水原単位は、村落部で 45 ㍉/人/日、都市部で 120 ㍉/人/日が推奨されている。本無償資金協力の対象地域は、市街化地域と非市街化地域から成っており、商業施設等も含まれることから、これらを総合的に勘案し、アボタバード県自治体側と協議の結果、給水原単位は「パ」国の推奨する村落部 45 ㍉/人/日、都市部 120 ㍉/人/日の中間値に近い 90 ㍉/人/日とした。
- ロ) 揚水にかかるコスト及び地下水資源の新規開発可能量の検討を踏まえて、表流水システムを新規に開発する計画とした。
- ハ) 表流水からの取水量は、下流に位置する自治体との間で合意された水利権により、最大 200 ㍉/秒とし、河川の実測流量及び渇水期流量の検討に基づき、年間を通した安定的な取水を考慮して、取水箇所を 4 箇所とした。また、導水施設、ポンプ施設の建設費及び維持管理費の検討に基づき、自然流下で導水が行える取水地点を選定した。
- ニ) 表流水は自然流下によって配水池まで送水できる給水地区に配分することを基本とした。
- ホ) 2015 年の計画給水量に対して表流水からの取水では賄えない不足分を地下水システムにより補うこととした。なお、地下水からの取水については、可能な限り既存井戸からの取水とする計画とした。
- ヘ) 浄水処理方式は「飲料水質にかかる国家基準(NSDWD)、パキスタン環境保護局、2008 年 6 月」の水質基準を満たすこと、薬品の使用量が少なく、運転維持管理が容易なことを念頭に置き選定した。原水水質、目標処理水質等の観点から、中程度の濁度変動に対しては粗ろ過を、高濁度に対しては沈でん池で対応する方式とした。最終処理は緩速ろ過及び塩素消毒とした。
- コ) 「パ」国には水道施設設計に関する基準がないため、施設の設計に関しては、「水道施設設計指針、2000 (日本水道協会)」に従った。なお、「パ」国政府の住宅・公共事業省が 2007 年に耐震設計要領に関して改定した建築基準法を遵守している。

③ 運営維持管理に係る方針

表流水システムの適切な運転・維持管理に必要な能力強化と既存の 3 水道事業体の健全な事業運営に必要な能力強化のためにソフトコンポーネント活動を行う計画とした。

「バ」国政府の要望内容と協力準備調査内容検討結果を下表に示す。

要望内容と協力準備調査内容検討結果の比較

要望内容（2004年B/D調査）	協力準備調査検討結果	比較の説明
1) 施設	1) 施設	
A 表流水システム	A 表流水システム	
- 取水施設：4箇所	- 取水施設：4箇所	変更無し
- 導水管：約 20.5 km	- 導水管：約 20.4 km	変更無し
- 浄水場：17,300 m ³ /日（200ℓ/秒）	- 浄水場：17,280m ³ /日（200ℓ/秒）	変更無し
- 送水管：約 24.3 km	- 送水管：約 25.6 km	カントメント内道路を迂回するため1.3kmの増加。
- 配水池：6 箇所、2,020 m ³	- 配水池：6 箇所、1,320 m ³	配水池容量の見直し。
B 地下水システム	B 地下水システム	
- 井戸：4箇所	- 井戸：4箇所	変更無し
- 揚水ポンプ：4箇所	- 揚水ポンプ：4箇所	変更無し
- 既存井戸ポンプ更新：12箇所	- 既存井戸ポンプ更新：12箇所	変更無し
- 配水池：3 箇所、530 m ³	- 配水池：1 箇所、300 m ³	建設済み及び配水池容量の見直し
- 送水管：約 6.2 km	- 送水管：約 3.6 km	建設済みによる見直し
2) ソフトコンポーネント	2) ソフトコンポーネント	
- 本件プロジェクトで建設される施設の運営維持管理体制の整備のための支援	- 本件プロジェクトで建設される施設の運営維持管理体制の整備のための支援	変更無し

下表は、協力準備調査における主要施設概略設計の概要を示す。

協力準備調査における主要施設概略設計の概要

施設名	構造細目	規模
A. 表流水システム		
(1) 取水	鉄筋コンクリート造、バースクリーン方式	4箇所（バー川、ガヤ川、ナムリマイラ川、バンディ川）、取水量計17,280 m ³ /日（200 ㍲/秒）
(2) 導水本管	鋼管、ダクタイル鋳鉄管	φ500mm～φ100mm 総延長 20.4 km
(3) 浄水場		処理水量 17,280m ³ /日（200 ㍲/秒）
	鉄筋コンクリート造	沈でん池 720 m ³ x 2池
	鉄筋コンクリート造	粗ろ過池 40 m ² x 12池
	鉄筋コンクリート造	緩速ろ過池 696 m ² x 6池
	鉄筋コンクリート造	浄水池 1,074 m ³ x 2池
		排水池 192 m ³ x 1池
		塩素消毒設備 1式
		管理棟（平屋建） 216 m ² x 1棟
		砂置場（平屋建） 224 m ² x 1棟
		場内配管 1式
	場内整備 1式	
(4) 送水本管	鋼管、ダクタイル鋳鉄管	φ500mm～φ100mm 総延長 25.6 km
(5) 配水池	鉄筋コンクリート造	6 箇所、容量計 1,320 m ³ （ナワンシェール 340 m ³ 、シェイクルバンディ130 m ³ 、サルハッド180 m ³ 、ミルプール350 m ³ 、デラワンダ220 m ³ 、バンダガザン100 m ³ ）
B. 地下水システム		
(1) 取水施設	新設井戸	4箇所、取水量計 1,814 m ³ /日（21 ㍲/秒）
	既存井戸更新	12箇所、取水量計 3,197 m ³ /日（37 ㍲/秒）
(2) 配水池	鉄筋コンクリート造	1箇所、容量計 300 m ³ （ドバタール300 m ³ ）
(3) 送水本管	鋼管	φ150mm～φ100mm 総延長 3.6 km

(4) プロジェクトの工期及び概略事業費

本プロジェクトの実施工程は、施工規模及び内容から、複数年度案件として実施計画を策定した。当初年度に実施設計を実施し、翌年度から施工・調達を実施する。ソフトコンポーネントは、施工・調達期間の適切な時期に実施することにした。実施設計の期間は、

4.5 ヶ月、また施工・調達期間は 26.0 ヶ月を予定する。

概略事業費を以下に示す。

概略事業費 44.68 億円（日本側 38.62 億円、「パ」国側 6.06 億円）となった。

① 日本側負担経費

概略総事業費：約 3,862 百万円

表流水システム：

費 目		概算事業費（百万円）	
施 設	表流水取水施設工事	36	3,205
	導水管施設工事	1,279	
	浄水場施設工事	852	
	送水管施設工事	763	
	配水池施設工事	275	

地下水システム：

費 目		概算事業費（百万円）	
施 設	井戸建設工事	99	322
	井戸ポンプ更新工事	81	
	送水管施設工事	97	
	配水池施設工事	45	

詳細設計・施工監理・ソフトコンポーネント：約 335 百万円

注：上記事業費は暫定的なものであり、無償資金供与の上限額を示すものではない。

② パキスタン国側負担経費

パキスタン国側負担 Rs. 577.40 百万 (約 606 百万円)

i) 用地取得：	Rs. 80.00	百万
ii) 建設サイトへのアクセス道路整備：	Rs. 50.30	百万
iii) 浄水場への電力・水道・電話供給、 井戸サイトへの電力供給、排水管の整備等：	Rs. 43.50	百万
iv) 既存と新設配水池間の接続等：	Rs. 31.60	百万
v) 配水管網の更新と拡張：	Rs. 154.80	百万
vi) 水道メーターの調達と設置：	Rs. 78.50	百万

vii) プロジェクトマネージメント			
ユニット設置・活動経費：	Rs.	7.60	百万
viii) 銀行手数料、税関手数料等：	Rs.	91.20	百万
ix) 州警察セキュリティ費：	Rs.	37.10	百万
x) 予備費：	Rs.	2.80	百万

③ 積算条件

- i) 積算時点： 平成 21 年 5 月
- ii) 為替交換レート： US\$1 = 95.77 円、 Rs.1 = 1.05 円
- iii) 施工期間： 26.0 ヶ月
- iv) その他： 本計画は、日本国政府の無償資金協力の制度に従い実施される。

(5) プロジェクトの妥当性の検証

1) プロジェクトの効果

プロジェクトの目標は、「北西辺境州アボタバード県のアボタバード市及び周辺地区における給水能力不足の解消、給水普及率の向上が図られ対象住民の生活環境が改善されること」である。プロジェクトが実施されることにより発現が期待される効果（成果）を次表に示す。

プロジェクト効果

現状と問題点	協力対象事業での対策	直接効果・改善程度	間接効果・改善程度
対象地域の水道は、長年地下水のみに依存しており近年の市域拡大と人口増加、既存井戸の揚水量低下により、給水能力の増強が急務である。現在の給水普及率は57%であり、加えて1日の給水時間も1時間未満である地域が多く、安定的な給水が行われていない。現在の地下水システムは、地下水を高所の配水池に揚水するために運転コストが高く、水道経営を圧迫する要因となっている。井戸ポンプ等の適切な	① 表流水システムの新設 - 取水施設建設工事：4箇所 - 導水管敷設工事：20.4 km - 浄水場建設工事：17,280 m ³ /日 - 送水管敷設工事：25.6 km - 配水池建設工事：6 箇所、1,320 m ³ ② 地下水システムの新設 - 井戸建設工事：4箇所 - 揚水ポンプ設備工事：4 箇所 - 既存井戸ポンプ更新：12 箇所 - 配水池建設工事：1 箇所	① 2009 年現在の対象地域の給水人口は114,000人である。水道施設の整備により、対象地域の給水人口は216,400人（計画年次2015年）となる。 ② 給水普及率を2009年の57%から2015年には92%に改善することが可能となる。 ③ 井戸ポンプの故障等によって、現状の給水時間は数時間未満が、24時間給水が可能となる。 ④ 井戸施設の適正な運転が実施され、施設の安定的・長期的使用が可能	住民に安全な給水が安定的に供給されることにより、公衆衛生環境の改善に寄与するとともに、同地域での社会・経済活動の活性化が期待できる。

維持管理が行われていないため一部の井戸では過剰揚水による地下水の不足やポンプの老朽化が著しく、長期的な使用が出来ないという課題がある。	所、300 m ³ - 送水管敷設工事：3.6 km ③ ソフトコンポーネント - 本件プロジェクトで建設される施設の運営維持管理体制の整備のための支援	となる。 ⑤ 表流水供給コミッテ ー及び表流水供給ユ ニットが設立され、適切 に運営維持管理される ことにより、浄水が継続 的に供給される。	
---	--	--	--

協力準備調査時に成果指標の算定にあたって実施したベースラインサーベイの内容、方法、結果、算出根拠等、改善後の指標予測の方法等について、次表に示す。

ベースラインサーベイの内容、方法、結果、算出根拠、改善後の指標予測

内容	方法	結果	算出根拠	改善後の指標予測法
対象地域の世帯数 (2009年)	主管官庁より入手	28,029 世帯		
対象地域の水道接続数(2009年)	主管官庁より入手	15,700 世帯		
現在推定人口 (2009年)		200,249 人	世帯人数に世帯数を乗じた。	
将来推定人口 (2015年)		235,226 人		センサスによる人口増加率で推定。
現在給水普及率 (2009年)		57%	水道接続数に世帯人数を乗じ、現在人口で除する。	
将来給水普及率 (2015年)		92%		「バ」国の中長期的開発計画の目標値に近い普及率を設定した。
現在給水人口 (2009年)		114,000 人	水道接続数に世帯人数を乗じた。	
将来給水人口 (2015年)		216,400 人		将来人口に目標普及率を乗じて算出。
現在給水時間 (2009年)	住民に対するインタビュー	1 時間未満が多い。		
将来給水時間 (2015年)		24 時間		表流水システムが自然流下であるため 24 時間給水が可能及び地下水システムも 24 時間給水の計画とした。
世帯収入	住民に対するインタビュー	10,819 ルピー／月～12,313 ルピー／月		将来の水道料金試算における住民の支払能力評価に使用した。

2) 課題・提言

① 表流水供給ユニットの設立

本計画を実施するアボタバード県には独立した3水道事業体（アボタバード県、アボタバード市及びナワンシェールサービスユニット）があり、これまでに広域水道は存在せず、さらに、浄水場を運用した経験を有していない。そのため、プロジェクトで建設される浄水場を運転・維持管理し、既存の3事業体に水道用水を供給する役割を持つ表流水供給ユニットの設立を提案した。

表流水供給ユニットの運営・維持管理には、適切な資格と能力を有する人材が集められ、同ユニットがプロジェクト完了前に設立するために3事業体及び関係諸機関との協議および準備・調整のための支援を行い、表流水供給ユニットの設立とその運営体制の確立を側面支援する必要がある。本計画完了後、表流水を水源とする表流水供給システムが新たに加わることになり、その円滑な運営を目標とする事業効果を達成する上で組織強化、人員の能力強化は不可欠となる。

また、新ユニットによる既存の3事業体への用水供給配分、適正な用水供給料金の設定の検討を目的に、新ユニットの活動に対する規制およびアドバイス、そして既存の3事業体との調整のため県事業・サービス部、アボタバード市インフラ課、ナワンシェールサービスユニットの代表より構成される表流水供給コミッティーの設立も併せて提案した。コミッティーの設立は関係機関の理解を得て、できるだけ早い時機に設置されることが望ましい。

上記を鑑み、表流水供給コミッティーの設置及びユニットの設立にあたっては、ソフトコンポーネントによる支援を計画し、実施することとしている。

② 地下水水源の保全と地下水利用の規制

地下水の収支の計算結果からは現在では供給量のほうが取水量を超えていることから、水収支はバランスが取れた状態下にあると考えられる。しかしながら、将来大幅に取水量が増えてくると、当然バランスがくずれ、揚水量の減少、水位の低下、地盤沈下等の公害が発生してくると予想される。特に井戸間隔がなく密集している西部台地の各地区や、ナワンシェールの井戸群では井戸間の相互干渉により水位の低下が考えられる。将来の地下水開発のための井戸間隔は相互干渉を勘案して500m以上と試算される。

地下水保全を含めて将来の適切な取水量を確保するためには、揚水量や地下水位の観測を適切に行う地下水のモニターは不可欠である。現在の水道水源である地下水の持続的利用を可能とするためにも、関係機関と協議のうえ地下水のモニターおよび地下水利用の規制のための早急なるアクションが必要である。

③ 配水管網の整備

本プロジェクトは水道用水を配水池まで送水する計画であり、送水された水道用水は適切に給水区域に配水されることにより効果が発揮される。従って、必要な既設管の改修をふくみ、普及率の向上に伴う管網の拡張・整備が各水道事業体または県により実施されなければならない。PC-1には、配水管網の整備費が計上されており、本プロジェクトの実施とともに配水管網の整備を着実に実施することが肝要である。

④ 排水・下水施設の整備

本プロジェクトの実施による給水量の増加に対処するため、排水施設の整備が望まれる。また、汚水の増量に伴う下流流域への水質汚染を最小限とする下水施設の整備も必要となる。

3) プロジェクトの妥当性

本プロジェクトは、北西辺境州アボタバード県のアボタバード市及び周辺地区における給水能力不足の解消、給水普及率の向上が図られ対象住民の生活環境が改善されることを目的とするものである。

プロジェクトの実施により、一日平均給水量は、現在（2009年）の12,195 m³/日から26,826 m³/日（2015年）の増量が可能となり、給水人口の増加は約10万2千人と推定され、給水普及率は57%から92%へと改善することが可能となる。これらの結果から判断して、協力対象事業は以下に示されるように我が国の無償資金協力として実施することが妥当であると評価される。

- ・ プロジェクトの裨益対象はアボタバード市及び周辺地区に居住する低所得層を含む一般住民であり、裨益人口は21万6千人である。
- ・ 「パ」国の上位計画に沿った目標達成に資するプロジェクトであり、地方住民の衛生環境と生活水準等のBHNの向上に資するものである。
- ・ 新設される施設は自然流下方式による導・送水システムと手動操作方式を基本とした浄水場であり、運転・維持管理に特段の技術は必要としない。浄水場の運転に要する技術の定着のための訓練は必要であるが、ソフトコンポーネントの実施と提案された維持管理体制により十分対応できるものである。
- ・ 本プロジェクトの実施により現在の極端に短い給水時間の延長を含む給水サービスが向上することで、住民の水道サービスへの信頼が生まれ、水道料金徴収の改善につながることが期待される。

パキスタン国アボタバード市上水道整備計画

協力準備調査報告書

目 次

序文
伝達状
要約
目次
位置図／浄水場完成予想図／写真
図表リスト／略語集

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 - 2
1-1-1 現状と課題-----	1 - 2
1-1-2 開発計画-----	1 - 3
1-1-3 社会経済状況-----	1 - 4
1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要-----	1 - 5
1-3 我が国の援助動向-----	1 - 6
1-4 他ドナーの援助動向-----	1 - 7
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
2-1-2 財政・予算-----	2 - 3
2-1-3 技術水準-----	2 - 5
2-1-4 既存施設・機材-----	2 - 5
2-1-4-1 既存の水道システムの状況-----	2 - 7
2-1-4-2 既存井戸施設の状況-----	2 - 12
2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況-----	2 - 15
2-2-1 関連インフラの整備状況-----	2 - 15
2-2-2 自然条件-----	2 - 16
2-2-3 環境社会配慮-----	2 - 23
2-3 その他-----	2 - 23

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
3-1-1 上位目標とプロジェクト目標-----	3-1
3-1-2 プロジェクトの概要-----	3-1
3-2 協力対象事業の概略設計-----	3-2
3-2-1 設計方針-----	3-2
3-2-2 基本計画-----	3-5
3-2-2-1 2015年目標の人口及び水需要-----	3-5
3-2-2-2 表流水と地下水の配分計画-----	3-9
3-2-2-3 表流水システム-----	3-13
3-2-2-4 地下水システム-----	3-24
3-2-2-5 配水池計画-----	3-26
3-2-3 概略設計図-----	3-39
3-2-4 施工計画／調達計画-----	3-61
3-2-4-1 施工方針／調達方針-----	3-61
3-2-4-2 施工上／調達上の留意事項-----	3-62
3-2-4-3 施工区分／調達・据付区分-----	3-63
3-2-4-4 施工監理計画／調達監理計画-----	3-64
3-2-4-5 品質管理計画-----	3-65
3-2-4-6 資機材等調達計画-----	3-67
3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画-----	3-68
3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画-----	3-68
3-2-4-9 実施工程-----	3-70
3-3 相手国側分担事業の概要-----	3-72
3-3-1 用地取得-----	3-72
3-3-2 取水施設、浄水場、配水池へのアクセス道路の建設-----	3-72
3-3-3 浄水場及び新設井戸への電力引込みと電話線の引込み-----	3-73
3-3-4 新設配水池と既存配水池に関する先方負担事項-----	3-73
3-3-5 導水管ルート及び送水管ルートの占有許可の取得-----	3-73
3-3-6 各戸水道メータの調達と設置-----	3-73
3-3-7 無収率低減策の実行-----	3-73
3-3-8 PC-1の承認取得-----	3-74
3-3-9 その他-----	3-74
3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画-----	3-75
3-4-1 プロジェクト実施後の運営・維持管理体制-----	3-75

3-4-1-1	表流水システムの運営・維持管理-----	3 - 76
3-4-1-2	地下水システムの運営・維持管理-----	3 - 77
3-4-1-3	各事業体における料金徴収体制の強化-----	3 - 77
3-4-2	表流水システムの運転維持管理-----	3 - 77
3-4-2-1	浄水場施設の運転維持管理-----	3 - 77
3-4-2-2	取水、導水、送水施設の維持管理-----	3 - 78
3-5	プロジェクトの概略事業費-----	3 - 79
3-5-1	協力対象事業の概略事業費-----	3 - 79
3-5-2	運営・維持管理費-----	3 - 80
3-5-2-1	水道料金-----	3 - 80
3-5-2-2	維持管理費と料金徴収額-----	3 - 81
3-6	協力対象事業実施に当たっての留意事項-----	3 - 87

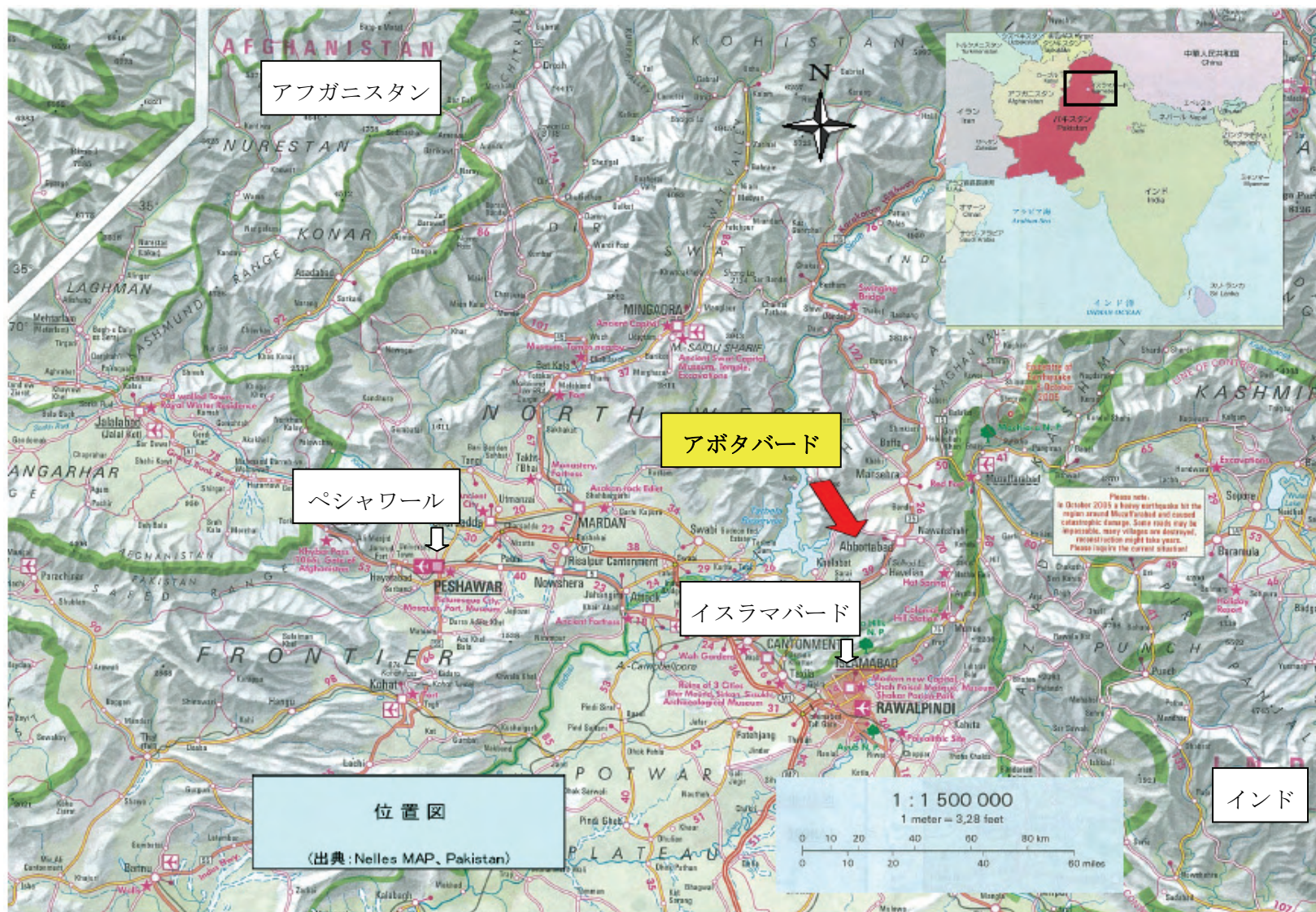
第4章	プロジェクトの妥当性の検証-----	4 - 1
4-1	プロジェクトの効果-----	4 - 1
4-2	課題・提言-----	4 - 3
4-2-1	相手国側の取り組むべき課題・提言-----	4 - 3
4-2-2	技術協力・他ドナーとの連携-----	4 - 4
4-3	プロジェクトの妥当性-----	4 - 4
4-4	結論-----	4 - 8

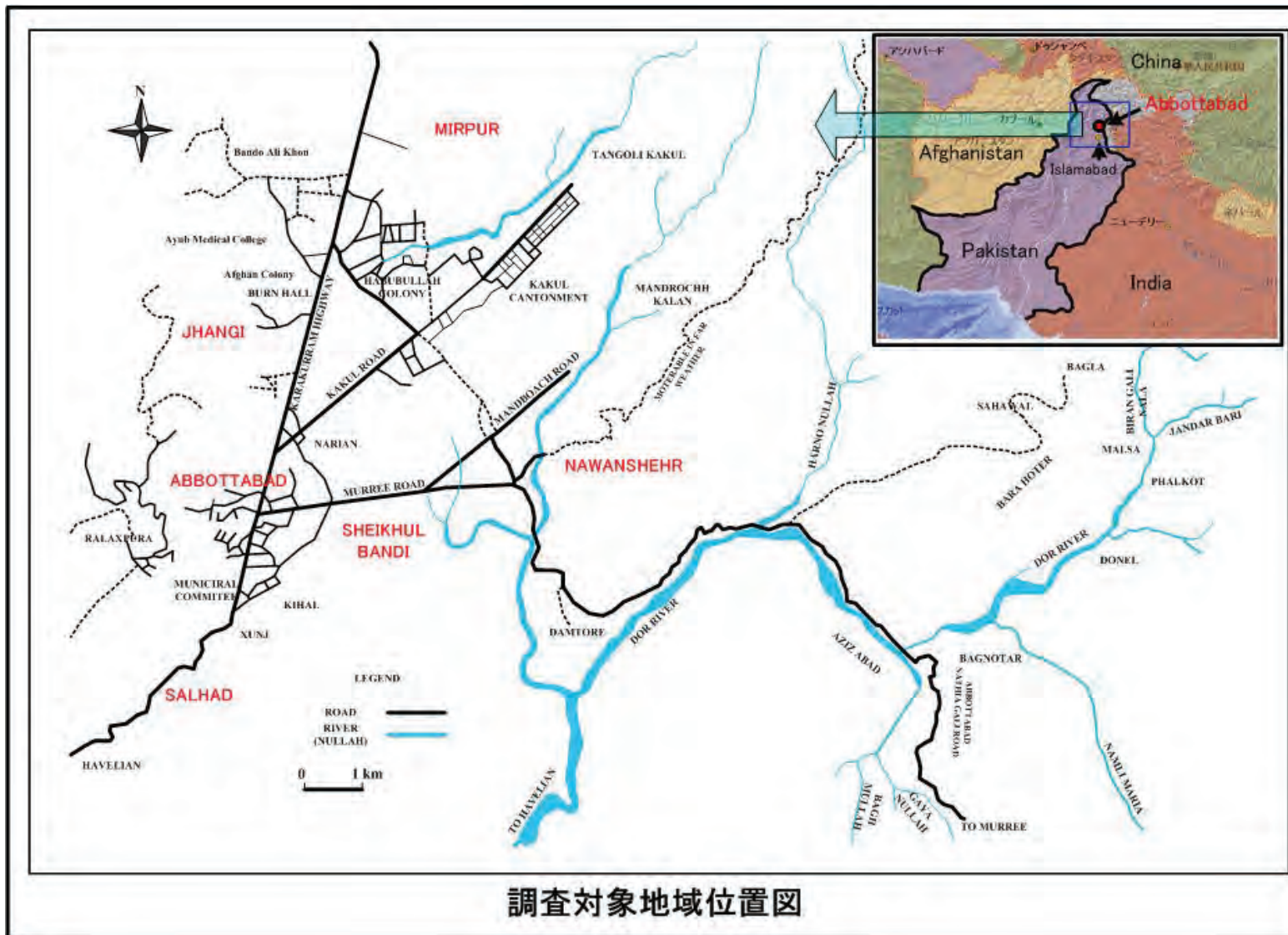
[資 料]

1. 調査団員・氏名
2. 調査行程
3. 関係者（面会者）リスト
4. 討議議事録（M/D）
5. 事業事前計画表（概略設計時）
6. ソフトコンポーネント計画書
7. 参考資料
8. その他の資料・情報
 - 8-1 水理地質・地下水
 - 8-2 表流水と地下水の配分計画
 - 8-3 アンケート調査
 - 8-4 環境社会配慮（チェックリスト）
 - 8-5 導送水管水理計算書

位置図

パキスタン国アボタバード市位置図

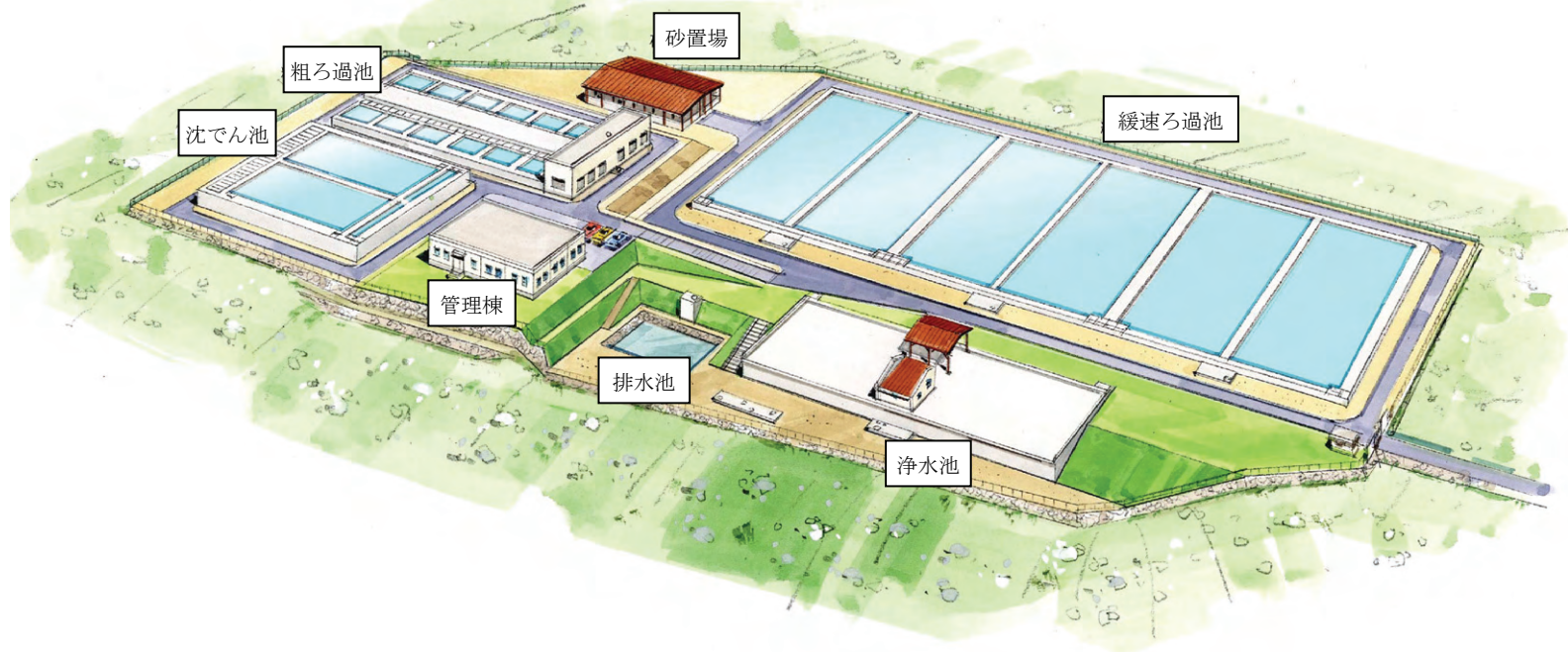




調査対象地域位置図

浄水場完成予想図

浄水場完成予想図



浄水場完成予想図

写真



表流水システム：Bagh（バー）川取水予定地点の周辺状況。計 4 箇所の取水地点（標高+1,422～+1,626m）は全て急峻な地形の山間部に位置している。アボタバード市街地から約 20 km 東に位置する。



表流水システム：バー川取水予定位置。取水方式は、岩石などの流下による損壊の危険が無く安定した取水が期待できるバースクリーン方式を採用した。



ナワンシェールサービスユニットで管理している湧水池。ここからポンプで高台（50～100m）にある配水池へ送水している。住民が直接水を汲みに来ることもある。



ナワンシェールサービスユニットで管理している公共水栓 12 箇所のうちのひとつ。水道に接続していない家庭は公共水栓を利用している。



地下水システム：本調査によるデラワンダ No. 4 井戸での揚水試験。中央政府地震復興資金によって「パ」国側で掘削した井戸の1つである。



地下水システム：ジャンギ No. 1 の井戸ポンプ（水中モーターポンプ）は 1979 年に設置され、2005 年以來 4 回の修理を実施したが、老朽化が進んでおり、井戸ポンプの交換が必要となっている。



ナワンシェールサービスユニットで使用されているドイツ製の水道メーター。1998 年にドイツ復興金融公庫（KfW）による上水道改善事業により設置されたが老朽化が目立つ。



ナワンシェールサービスユニットでは、故障した水道メーターを随時、新品と交換している。写真はパキスタン製水道メーター。ISO 規格品で値段は 1,000 ルピー程。

図表リスト

図表リスト

表 1-1-1	SUDP で実施されたアボタバード及び周辺地域の上水道施設整備の内容	1 - 3
表 1-2-1	準備調査の要請内容	1 - 6
表 1-3-1	我が国の技術協力・有償資金協力（上水道分野）	1 - 6
表 1-3-2	我が国の無償資金協力実績（上水道分野）	1 - 7
表 1-4-1	他ドナー国・機関の援助（上下水道分野）	1 - 7
表 2-1-1	過去3年間のアボタバード県水道運営の支出と収入	2 - 4
表 2-1-2	アボタバード市水道運営の支出と収入	2 - 4
表 2-1-3	既存井戸施設の評価	2 - 14
表 2-1-4	新設井戸の諸元	2 - 15
表 2-2-1	カクール観測所の降雨データ（2000～2008）	2 - 16
表 2-2-2	アボタバード地域における安全揚水量（試算）	2 - 19
表 2-2-3	揚水試験井の水質試験結果	2 - 20
表 2-2-4 (1)	流量測定結果（2009年5月と6月）	2 - 21
表 2-2-4 (2)	流量測定結果（2009年7月と8月）	2 - 21
表 2-2-5	Dor川各年最少流量観測データ(2000-2008 Rajoia 流量観測地点)	2 - 22
表 2-2-6	カクールにおける降雨観測データ	2 - 22
表 2-2-7	表流水取水地点の水質試験結果	2 - 23
表 3-2-1	現在世帯数及び給水栓接続数	3 - 5
表 3-2-2	現在人口、給水人口及び給水普及率	3 - 6
表 3-2-3	将来人口	3 - 6
表 3-2-4	将来給水普及率及び給水人口	3 - 7
表 3-2-5	将来原単位、無収率及び一日最大係数	3 - 8
表 3-2-6	一日平均給水量及び一日最大給水量	3 - 8
表 3-2-7	将来利用可能な地下水施設	3 - 10
表 3-2-8	新規井戸開発を含む地下水水源計画	3 - 11
表 3-2-9	給水区域別水需要に対する地下水及び表流水配分計画	3 - 12
表 3-2-10	導水本管の口径、管種と布設延長	3 - 14
表 3-2-11	浄水場の施設諸元	3 - 19
表 3-2-12	各給水区域への送水量	3 - 21
表 3-2-13	送水本管の口径と布設延長（表流水システム）	3 - 23
表 3-2-14	水位調整弁を設置する配水池	3 - 24
表 3-2-15	ポンプ交換を実施する井戸	3 - 25
表 3-2-16	地下水システムの新設送水本管	3 - 26
表 3-2-17	新設配水池	3 - 27

表 3-2-18	井戸施設新設及び井戸ポンプ更新に関する日本側と「パ」国側の施工区分.....	3 - 63
表 3-2-19	取水施設に関する日本側と「パ」国側の施工区分.....	3 - 63
表 3-2-20	導・送水施設に関する日本側と「パ」国側の施工区分.....	3 - 63
表 3-2-21	浄水場建設に関する日本側と「パ」国側の施工区分.....	3 - 64
表 3-2-22	配水池建設に関する日本側と「パ」国側の施工区分.....	3 - 64
表 3-2-23	主要品質管理項目と管理方法.....	3 - 66
表 3-2-24	資材調達区分.....	3 - 67
表 3-2-25	内陸輸送ルート.....	3 - 68
表 3-5-1	アボタバード市 2008 年水道料金と収入.....	3 - 81
表 3-5-2	2007/2008 年の運営費と収入.....	3 - 81
表 3-5-3	表流水システム及び 3 事業体の運転維持管理費.....	3 - 83
表 3-5-4	3 事業体の維持管理費と料金収入の収支.....	3 - 84
表 3-5-5	2019 年における各事業体の水道料金の水準.....	3 - 85
表 4-1-1	プロジェクト効果.....	4 - 1
表 4-1-2	ベースラインサーベイの内容、方法、結果、算出根拠、改善後の指標予測.....	4 - 2
表 4-3-1	事業事前計画表（概略設計時）.....	4 - 6

図 2-1-1	プロジェクト関係組織の組織図.....	2 - 1
図 2-1-2	アボタバード県事業・サービス部組織図.....	2 - 2
図 2-1-3	アボタバード市インフラ課及びナワンシェールサービスユニット組織図.....	2 - 2
図 2-1-4	調査対象地域の既存水道施設位置図.....	2 - 6
図 2-1-5	アボタバード市既存送配水システム概念図.....	2 - 9
図 2-1-6	ナワンシェール地区既存送配水システム概念図.....	2 - 10
図 2-1-7	周辺地区既存送水システム概念図.....	2 - 11
図 2-2-1	各月の流量変動.....	2 - 21
図 3-2-1	取水地点、導水本管布設ルート、圧力調整槽、浄水場の位置関係.....	3 - 16
図 3-2-2	送水本管ルートと新設配水池及び新設井戸の位置図.....	3 - 22
図 3-2-3	アボタバード市 Aram Bagh 系統送水システム改善図.....	3 - 28
図 3-2-4	アボタバード市 Kunj 系統送水システム改善図.....	3 - 29
図 3-2-5	アボタバード市 Jinnah-Jail 系統送水システム改善図.....	3 - 30
図 3-2-6	ナワンシェール地区の送水システム改善図.....	3 - 32
図 3-2-7	アボタバード県 Sheikhu Bandi 送水システム改善図.....	3 - 33
図 3-2-8	アボタバード県 Salhad 送水システム改善図.....	3 - 34
図 3-2-9	アボタバード県 Mirpur 送水システム改善図.....	3 - 34
図 3-2-10	アボタバード県 Derawanda 送水システム改善図.....	3 - 35
図 3-2-11	アボタバード県 Jhangi U/C の送水システム改善図.....	3 - 36
図 3-2-12	アボタバード県 Banda Phugwarian 送水システム改善図.....	3 - 38
図 3-2-13	アボタバード県 Dobathar 送水システム改善図.....	3 - 38
図 3-2-14	事業実施体制の概念図.....	3 - 61
図 3-2-15	実施工程表.....	3 - 71
図 3-4-1	各事業体の表流水システムと地下水システムの比率.....	3 - 75
図 3-4-2	表流水供給ユニット組織図.....	3 - 76
図 3-5-1	プロジェクト実施後の運転維持管理費と料金収入のバランス.....	3 - 85

略語集

略語集

略語

ADB:	Asian Development Bank
ADO:	Assistant District Officer
AJK:	Azad Jammu Kashmir
A/P:	Authorization to Pay
BD (B/D):	Basic Design
BHN:	Basic Human Needs
BOD:	Biochemical Oxygen Demand
DCO:	District Coordination Officer
DDO:	Deputy District Officer
DIP:	Ductile Iron Pipe
EDO:	Executive District Officer
EIA:	Environmental Impact Assessment
E/N:	Exchange of Notes
FATA:	Federally Administered Tribal Areas
FS (F/S):	Feasibility Study
GAWS:	Greater Abbottabad Gravity Water Supply Scheme
G/A:	Grant Agreement
GDP:	Gross Domestic Product
GNP:	Gross National Product
IEE:	Initial Environmental Examination
IMF:	International Monetary Fund
JICA:	Japan International Cooperation Agency
JIS:	Japan Industrial Standards
KfW:	The German Development Bank
LGE&RDD:	The Local Government, Election and Rural Development
lpcd:	litre per capita day, unit water consumption per day per capita
LWL:	Low Water Level
M/D:	Minute of Discussion
NA:	Northern Areas
NOC:	No Objection Certificate
NSDWG:	National Standards for Drinking Water Quality

NUDP:	NWFP Urban Development Project
NWFP:	North West Frontier Province
PC-1:	Planning Commission-1
PHED:	Public Health Engineering Department
PMA:	Pakistan Military Academy
PMU:	Project Management Unit
PSDP:	Public Sector Development Programme
PVC:	Polyvinyl Chloride Pipe
SP:	Steel Pipe
SUDP:	Second Urban Development Project
TMA:	Town Municipal Administration
U/C:	Union Council
WASA:	Water and Sanitation Agency
WHO:	World Health Organization
WS&S:	Water Supply and Sanitation

單位

cm:	centimeter
kg/m ³ :	kilogram per cubic meter
km:	kilometer
km ² :	square kilometer
kW:	kilowatt
m:	meter
mm:	millimeter
m ³ :	cubic meter
m ³ /d:	cubic meter per day
l/s:	liter per second
lpcd:	liter per capita per day
N/mm ² :	Newton per square millimeter
Rs.:	Pakistan Rupee
Rs./m ³ :	Rupees per cubic meter
US\$:	United States Dollar

第1章 プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

パキスタン・イスラム共和国（以下「パ」国という）の総人口は、1億7600万人（2009年）であり、総面積79.6万km²の国土は、中東とアジアの接点に位置し、北部にはヒマラヤ、カラコルム、ヒンズークシ山脈が東西に走り、カシミール地方にはK2、ナンガパルパットなど8000m級の高峰がそびえている。西部にはスレイマン山脈、南西部にはバルチスタン高原がある。東部のインド国境にはタール砂漠が横たわっている。国土のほぼ中央をインダス川が貫流し、大平原を形成している。「パ」国は、南北に長く、気候風土は北部の山岳地帯から南のアラビア海沿海部まで大きく異なる。

行政区は本計画対象アボタバード県が位置する北西辺境州をはじめ、パンジャブ、シンド、バロチスタンの4州ならびにイスラマバード連邦首都圏と連邦政府直轄部族地域（FATA）、北方地域（NA）およびアザード・ジャンム・カシミール（AJK）により構成される。

対象地域の2009年の人口は、アボタバード市街地（市の水道事業者が給水を行っている地区を指す）がおよそ6万7千人で、ナワンシェール地区2万7千人と周辺地区の人口10万5千人を含めると、全体として約20万人となる。同地域は、北西辺境州の南東に位置し、ハザラ山地の中の盆地に形成されており、中国へと通ずるカラコルムハイウェイ（国道）が通る北西辺境州の要衝となっている。また、盆地の東側にドール河が南流する。

対象地域は、標高が約1,200mと高く、夏は温暖、冬は寒冷である。冬期には降雪も見られる。冬季の気温は零下となり夏季は35℃を超える。対象地域から北へ約10kmに位置するカクール観測所の2000～2008年の降雨データによると、7月及び8月の月平均降水量は200mmを超える。その他の月は、100mm以下である。

「パ」国経済においては、2007/08年度の一人あたり国民総生産（GNP）が1,057ドルであり、産業別内訳は、第一次産業が国内総生産（GDP）の22%、第二次産業が24%、第三次産業が54%である。ムシャラフ政権発足後の堅実な経済運営に加え、米同時多発テロ事件後のパリクラブによる債務救済の合意が得られたこと等もあり、経済は急速に回復傾向を強め、2007/08年年度までの過去5年間平均実質GDP成長率は7%であった。

2008年に入って、国際的な食糧・燃料価格の高騰、国内インフレ等による政府の財政赤字の拡大、世界的な金融危機及び治安の悪化による外国投資の減少により、外貨準備高が2008年10月末には34億ドル（輸入1ヵ月分未満）まで急減した。同年11月にIMFによる総額約76億ドルの融資が合意され、その後食糧・燃料価格が下がり始めたこともあり、外貨準備高は2009年6月末には91億ドルまで回復し、開発予算や補助金の削減など緊急財政努力により当面の危機を回避した。2009年4月東京で開催されたパキスタン・フレンズ東京閣僚会合及び支援国会合において、国際社会は、「パ」国が取り組む経済改革やIMFプログラムの着実な実施等の取り組みについての説明と決意を確認し、「パ」国が直面する経済的な課題や支援ニーズにかかる議論を通じて必要とされる支援を表明した。

「パ」国の開発戦略としては、2009年1月に発表された貧困削減戦略文書IIでは、2008/09年度から2010/11年度の3年間を対象として、マクロ経済の安定と経済成長、貧困層と社会

的弱者の保護、農業生産性と付加価値の向上、産業の国際競争力強化等、9つの重点分野が掲げられている。加えて、中長期的開発計画「中期開発フレームワーク（2005-2010）」、長期的な開発を示す「ビジョン2030」がある。

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

北西辺境州アボタバード県のアボタバード市及び周辺地区の水道は長年地下水のみに依存しており近年の市域拡大と人口増加、既存井戸の揚水量低下により、給水能力の増強が急務となっている。現在の給水普及率は57%であり、加えて1日の給水時間も1時間未満である地域が多く、安定的な給水が行われていない状況にある。また、現在の地下水システムは、地下水を高所の配水池に揚水するために運転コストが高く、水道経営を圧迫する要因となっている。さらに、井戸ポンプ等の適切な維持管理が行われていないため一部の井戸では過剰揚水による地下水の不足やポンプの老朽化が著しく、長期的な使用が出来ないという課題も抱えている。

計画対象地域における具体的な社会経済状況や水道の課題について、今回、実施したアンケート調査結果から概要を示す。

- 調査対象地域：アボタバード市、ナワンシェール地区及び周辺地区
- 調査期間：平成21年4月22日から5月12日（延べ21日間）
- サンプル数：対象所帯数284（アボタバード市136、ナワンシェール地区47、周辺地区102）

- ① 水道料金については50～100Rs./月であり、給水原価の1/3程度を支払っているに過ぎない。この値は、家計収入の1%以下、電力料金の1/5程度と非常に低くなっている。現行料金が高いと感じているのは40%弱であるが、大方はサービス向上時の値上を認めないとしている。
- ② 水道使用量関係については、1日当りの給水時間は、ナワンシェール地区の多くの所帯では1-3時間、(7%の所帯では9時間)であるものの、アボタバード市と周辺の村落部では1時間を切っている。(60%の世帯が30分以下の給水時間となる)このため、水道水給水量はナワンシェール地区の48ℓ/人/日に比べてアボタバード市では44ℓ/人/日と少なくなっている。このため、ほぼ全員が供給された水を貯留して利用しており、水道の利便性を十分利用するまでに至っていない。
- ③ 給水の満足度について、量的には1日1～3時間給水されているナワンシェール地区で半分以上(57%)の住民が十分としているのに比べ、アボタバード市及び周辺地区では不十分と答えたものが約8割と大半を数える。1時間未満の給水時間が影響している。
- ④ 水道メーターの設置については、ナワンシェール地区がほぼ100%、他はゼロであり、アボタバード市及び周辺地区にメーターの設置が必要である。

- ⑤ 水道サービス（事業者）の評価については、約 100%の住民が水道事業者からの給水を希望しており、概ね良好な住民関係を築いているものと考えられる。

なお、アンケート調査は、資料 8-3 に示している。

1-1-2 開発計画

「パ」国の開発戦略としては、2009 年 1 月に発表された貧困削減戦略文書 II では、2008/09 年度から 2010/11 年度の 3 年間を対象として、マクロ経済の安定と経済成長、貧困層と社会的弱者の保護、農業生産性と付加価値の向上、産業の国際競争力強化等、9 つの重点分野が掲げられている。加えて、中長期的開発計画「中期開発フレームワーク（2005-2010）」、長期的な開発を示す「ビジョン 2030」がある。

中長期的開発計画「中期開発フレームワーク（2005-2010）」では、安全な水へのアクセス率を、2004-2005 年における人口の 65%（都市部 85%、地方部 55%）から 2010 年には人口の 76%（都市部 95%、地方部 65%）、2015 年には人口の 93%までに増加させることを当面の目標としている。また、「国家飲料水政策, 2007 (ドラフト)」による政策目標としては、2020 年までに、全人口に安全で十分な飲料水を供給し、水系伝染病による疾病や死亡率を減少し、生活の質を向上させることが挙げられている。

北西辺境州（NWFP）は、7 つの都市を対象として、1988 年から ADB の融資により、上水道整備を含む「第二次都市開発プロジェクト（SUDP: Second Urban Development Project）」を実施し、その中でアボタバード市および周辺地区の上水道整備マスタープランが策定された。

上記マスタープランでは、2003 年を目標年次とした「Interim Relief Plan（中期救済計画）」が策定され、その後計画に基づいて、13 本（Phase-I で 5 本、Phase-II で 8 本）の井戸の掘削、貯水タンク、ポンプ施設、送配水管等の上水道施設整備が 1997 年まで行われた。SUDP で実施された上水道施設整備の内容は表 1-1-1 に示すとおりである。

表 1-1-1 SUDP で実施されたアボタバード及び周辺地域の上水道施設整備の内容

No.	契約番号	施設整備内容	金額 (千ルピー)
SUDP Phase-I			
1.	ABB/WS-02A	5 本の井戸掘削及びポンプ施設	5,996
2.	ABB/WS-02B	送配水管網	32,140
3.	ABB/WS-02C	10 万ガロンの貯水タンクと加圧ポンプ	3,840
4.	ABB/EQ-01	ポンプモーターのスペアパーツ及び管材料の調達	580
小計			42,556
SUDP Phase-II			
1.	ABB/WS-03AI	Narrian の 2 本の井戸掘削	3,750

2.	ABB/WS-03AII	Stoney Jheel の 2 本の井戸掘削	4,460
3.	ABB/WS-03AIII	Nawansher の 2 本の井戸掘削	6,200
4.	ABB/EQ-03AIV	Nawansher の 2 本の井戸掘削	6,200
5.	ABB/WS-03BI	送水管 1) Narrian～Jinnah Bagh tank 2) Kunj ground～Banda Sappan tank 3) Jail ground～Shimla Hill tank	12,810
6.	ABB/WS-03BII	送水管 1) Nawansher～Lower Khola Kehal 2) Kunj ground～Kunj Qadeem	12,250
7.	ABB/WS-03BIII	配水管 Kunj, Kehal, Banda Sappan, Karim Pura 他	16,000
8.	ABB/WS-03BIV	配水管 Malik Pura, Nulla Mohallah, Moti Masjid, Dhakki Mohallah 他	18,000
9.	ABB/WS-03CI	5 万ガロンの貯水タンク 2 基 (Banda Sappan & Shilma Hill)	2,800
10.	ABB/WS03CII	10 万ガロンの貯水タンクと加圧ポンプ (Jail tank)	5,500
11.	ABB/WS-03CIII	10 万ガロンの貯水タンク (Lower Khola Kehal Ward No.14)	2,690
12.	ABB/WS-03CIV	5 万ガロンの貯水タンク (Kunj Jadeed) 5 万ガロンの貯水タンクと加圧ポンプ (Lower Khola Kehal)	4,485
13.	ABB/EQ-03II	ポンプ機材、管材料等の調達	11,299
小計			106,444
合計			149,000

1-1-3 社会経済状況

調査対象地域の社会経済に関するデータは 1999 年 8 月パキスタン国政府統計部の Population Census Organization が刊行した「District Census Report of Abbottabad 1998」がある。1998 年以来、センサスは実施されていない。

(1) アボタバード県の一般的な特徴

アボタバード県は、北西辺境州の南東部、首都イスラマバードから北へ約 120km、北西辺境州の州都ペシャワールから約 200km 東に位置している。ハズラ山地の中の盆地に形成されており、中国へと通ずるカラコルムハイウェイ（国道）が南北に通じ、東方面にはマリー方面に通ずるマリー道路（州道）が整備されており、北西辺境州の要衝となっている。また、盆地の東側にドール川が南流する。

アボタバード県は、学校、大学が多くある教育県として、軍の基地があること、また標高が 1,200m 以上と高く夏は快適な気候の観光地として知られている。

(2) アボタバード県及び近隣地域のインフラ整備状況

カラコルムハイウェイに沿って天然ガスのパイプラインが布設されており、同地域では家庭用燃料としてガス管網によるガス供給の普及率は高い。電気はほとんどすべての家庭に普及しているが計画停電が一日あたり数時間ある。

下水道は、1985年に下水道計画が策定されたが、資金等の不足で実施にいたっておらず整備されていない。従って、調査対象地域の生活排水の多くは、未処理のまま、道路側溝を経てドール川の支流に排出されている。

(3) 調査対象地域の人口

調査対象地域の2009年の人口は、社会経済調査により得られた世帯人数に世帯数を乗じて算定した結果、アボタバード市街地（市の水道事業体が給水を行っている地区を指す）がおよそ6万7千人で、ナワンシェール地区2万7千人と周辺地区の人口10万5千人を含めると、全体として約20万人となる。

(4) アボタバード県における疾病の種類

アボタバード県組織である健康促進部（EDO Health）の2008年疾病統計資料によると、罹患者数の多い疾病の種類は、多い順に、下痢、赤痢、急性呼吸器感染症、マラリアとなっている。

1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

上水道施設整備の実施機関であった県政府の Public Health Engineering Department (PHED) は、長期的な安定した水道水源として、地下及び湧水に加えて、アボタバード市東部の溪谷から取水して、自然流下方式で水供給を行う「Greater Abbottabad Gravity Water Supply Scheme (GAWS)」を立案し、1990年に取水地点及び送水管ルート(ベランガリ (Beran Gali) 溪谷及びガヤ (Gaya) 溪谷～アボタバード市)の地形測量を行って基本設計を実施している。

PHEDでは、上記計画(GAWS)の技術的、経済的妥当性を検討すべく、ADB融資によるSUDPのプログラムの中で、フィージビリティ調査の実施を要請し、1994年に実施された。上記のフィージビリティ調査では、自然流下方式による表流水の利用は、代替水源として初期投資コストの面から評価が得られなかったため、PHEDでは更に1997年に追加調査を実施し、その妥当性の検証を行った。しかしながら、最終的に計画の実施についてADBの融資を得ることができなかった。

このような現状を踏まえ、2000年12月に我が国政府に対する無償資金協力を要請するに至った。

なお、この要請を受け、2002年に予備調査、2004年に基本設計調査（以下、「2004年B/D調査」）をJICAは実施し、同年、日本政府は、その無償資金協力の実施を決定したが、下流自治体との水利権問題の発生により実施取り止めとなった。その後、2005年10月に発生した北部地震等により4年間中断したが、水利権問題の解決を含め再開の条件が整ったことから、本準備調査を実施した。

本準備調査の要請内容は、「2004年 B/D 調査」の通りであり表 1-2-1 に示す。

表 1-2-1 準備調査の要請内容

1) 施設
ア) 表流水システム
- 取水施設建設工事：4箇所
- 導水管敷設工事：約 20.5 km
- 浄水場建設工事：17,300 m ³ /日
- 送水管敷設工事：約 24.3 km
- 配水池建設工事：6 箇所、2,020 m ³
イ) 地下水システム
- 井戸建設工事：4箇所
- 揚水ポンプ設備工事：4箇所
- 既存井戸ポンプ更新：12箇所
- 配水池建設工事：3 箇所、530 m ³
- 送水管敷設工事：約 6.2 km
2) ソフトコンポーネント
- 本件プロジェクトで建設される施設の運営維持管理体制の整備のための支援

1-3 我が国の援助動向

我が国による上水道分野に関連する援助を表 1-3-1 及び表 1-3-2 に示す。

表 1-3-1 我が国の技術協力・有償資金協力（上水道分野）（単位：億円）

協力内容	実施年度	案件名／その他	供与限度額	概要
有償資金協力	1989年	首都圏給水事業実施（カンプール I）	125.18	インダス川支流のハロー川に建設されたカンプールダムから都市用水を供給するための貯水池、浄水場、ポンプ場、管水路等の建設
有償資金協力	1989年	首都圏給水事業実施（シムリ）	57.50	イスラマバードの主水源であるシムリダムよりイスラマバードへ都市用水を追加供給するための第3のパイプの建設及び浄水場の新設
有償資金協力	1994年	カラチ上水道改善事業	103.0	急速な都市の発展と人口増加により慢性的な給水不足と水質悪化が深刻化しているカラチ市内における2ヶ所の浄水場（ピプリ・ハブ）、

				及びハブ浄水場向けのマンゴーピルポンプ場の建設
技術協力 (開発調査)	2006年2月～2008年3月	カラチ市上下水道整備計画調査		2025年を目標年次とするカラチ市上下水道の長期整備計画策定並びに優先プロジェクトの選定

表 1-3-2 我が国の無償資金協力実績（上水道分野）（単位：億円）

E/N 署名年度	案件名	供与限度額	概要
2004年	ファイサラバード上水道整備計画（1/2期）	7.08	市内配管布設 給水施設維持管理にかかる機材調達
2008年	ファイサラバード上水道整備計画 （B国債 Term1～3）	44.42	井戸、導水管、中継ポンプ井、送水ポンプ場、送水管、最終配水池、配水ポンプ場等の建設

1-4 他ドナーの援助動向

上下水道分野における国際機関や他ドナーの援助による関連するプロジェクトを表 1-4-1 に示す。

表 1-4-1 他ドナー国・機関の援助（上下水道分野）（単位：千 US\$）

年度	機関名	案件名	金額	援助形態	内容
1988～1997	アジア開発銀行(ADB)	北西辺境州第2次都市開発プロジェクト	66,000	有償資金協力	北西辺境州の7つの都市を対象とした第2次都市開発プロジェクト。アボタバード市とその周辺地区の井戸建設及び送配水管の整備
1992	アジア開発銀行(ADB)	ファイサラバード市上下水道計画フェーズ I 事業	44,441	有償資金協力	上水道主要施設 ①深井戸水源施設(25本)②中継ポンプ場③導水管(35km)④送水管(20km)⑤最終配水⑥市内配水幹線(45km)
1993	世界銀行	改訂上下水道マスタープラン作成	—	技術協力	1976年にADBの支援により策定されたマスタープランを見直し、1993年から2018年までの計画を策定(2018年推定人口370万人)
1998	ドイツ復興金融公庫(KfW)	ナワンシェール市の上水道改善事業	—	有償資金協力	井戸掘削、高架タンク建設、3,100戸の家庭用水道メータ設置、水道料金徴収のコンピュータ供与
2005	アジア開発銀行(ADB)	ラホール市上水道整備計画	16,700	有償資金協力	①老朽化及び漏水をしている管の布設替②未給水地区への給水③水源施設への塩素滅菌機の据付
2007	アジア開発銀行(ADB)	ラワルピンディ市上下水道計画	64,790	有償資金協力	①上水道施設整備②下水道施設整備
2007	アジア開発銀行(ADB)	バハワルプール市上下水道計画	18,607	有償資金協力	①上水道施設整備②下水道施設整備

現在、ナワンシェール地区において、ADB の資金援助により、2 箇所の井戸及び 2 箇所の高架水槽が建設中である。これは ADB の融資（1854 - PAK）による北西辺境州政府の“NWFP Urban Development Project (NUDP)”の内の 1 事業“Improvement of Water Supply System Nawansher” であり、2007 年 1 月 31 日に、北西辺境州政府の The Local Government, Election and Rural Development (LGE&RDD) がその実施（事業費 1,878 万 4 千ルピー）を承認した。事業実施者はアボタバード市で 2008 年 12 月までの 18 ヶ月を予定したが 2009 年 5 月も建設中であった。本事業による 2 箇所の井戸及び 2 箇所の高架水槽は、協力対象事業の概略設計に既存施設として取り込んでいる。

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

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

本プロジェクトにおける主管官庁は北西辺境州政府（NWFP）、実施機関はアボタバード県自治体（District Government Abbottabad）である。その組織図を図 2-1-1 に示す。なお、プロジェクトの実施にあたってはアボタバード事業・サービス部（Works & Services）が実施監督部署となる。

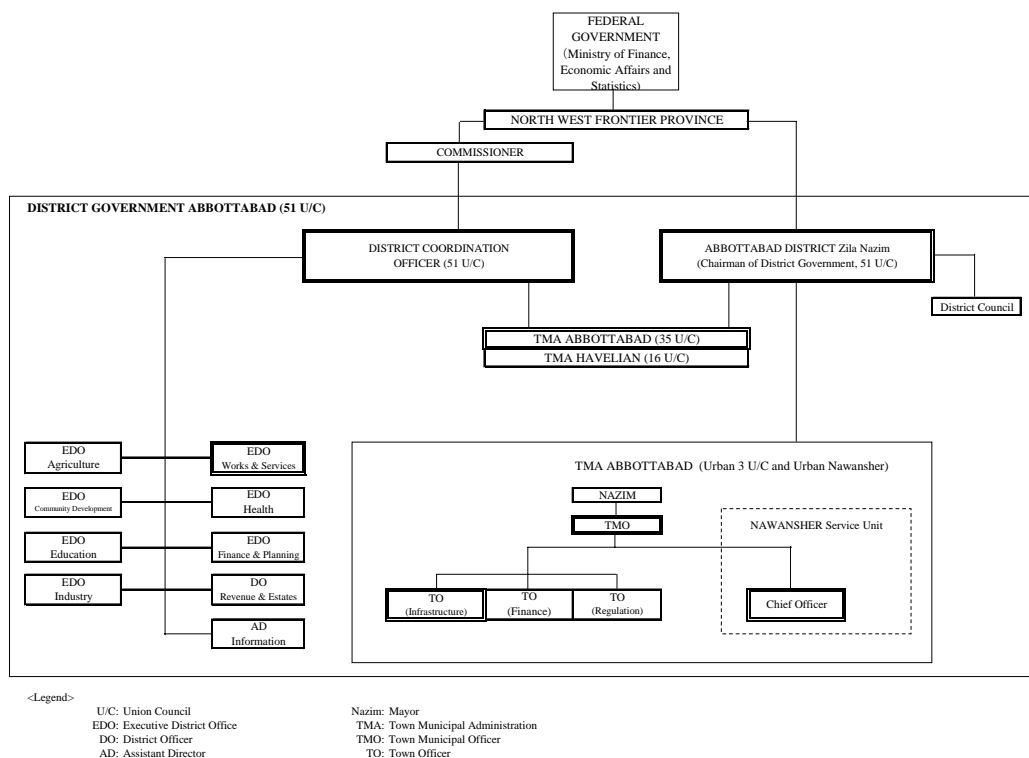


図 2-1-1 プロジェクト関係組織の組織図

また、対象地域の水道は、アボタバード県、アボタバード市及びナワンシェールサービスユニットの3水道事業体により運営されている。

① アボタバード県事業・サービス部（Works & Services）

県の組織である事業・サービス部に属する水道・衛生課（Water Supply & Sanitation）がアボタバード県の水道事業を運営、維持管理している。図 2-1-2 に示す通り、水道・衛生課は、DDO（Deputy District Officer）の下、二つの部署に分かれており、ADO-I（Assistant District Officer）以下3名の Sub Engineer と39名の Supporting Staff から構成されている。

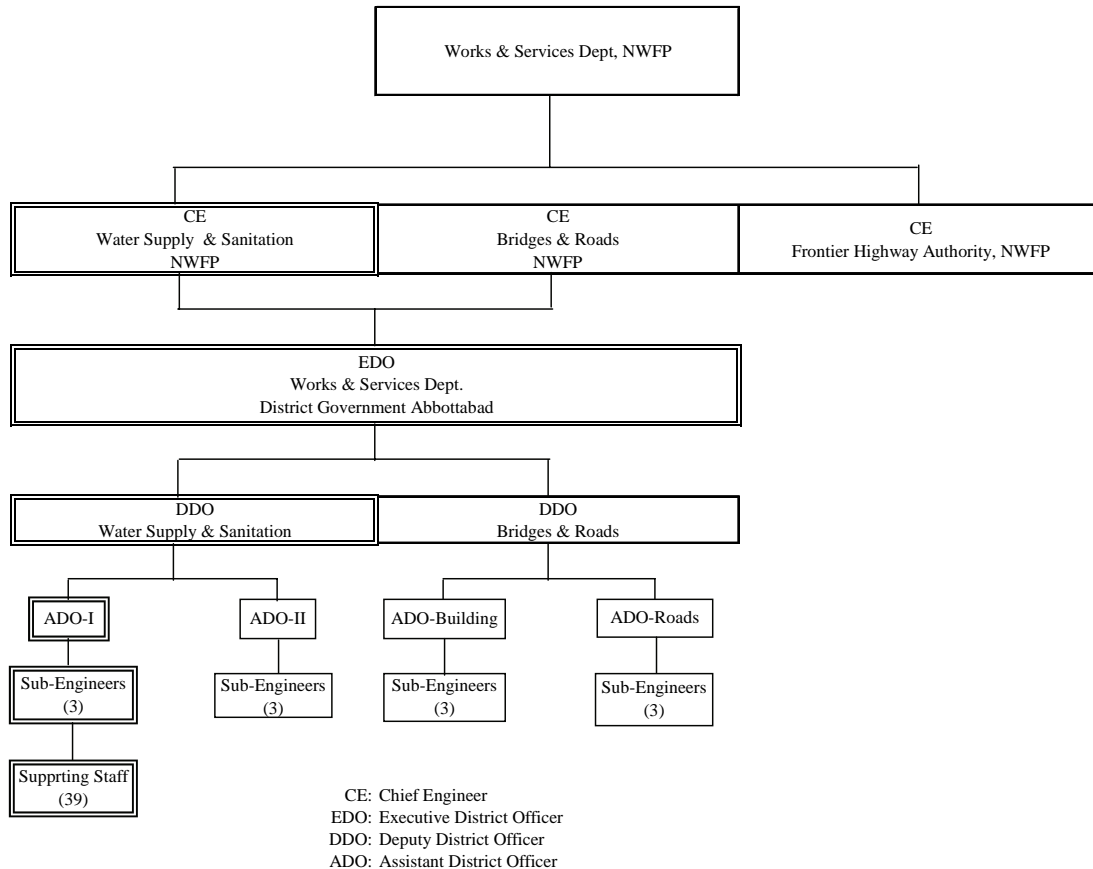


図 2-1-2 アボタバード県事業・サービス部組織図

② アボタバード市インフラ課及びナワンシェールサービスユニット

アボタバード市水道の運営、維持管理は、インフラ課とナワンシェールサービスユニットが担っている。ナワンシェール地区を除くアボタバード市の給水地域をインフラ課が、また、ナワンシェール地区の給水地域をナワンシェールサービスユニットが担当している。図 2-1-3 に両組織の内容を示す。

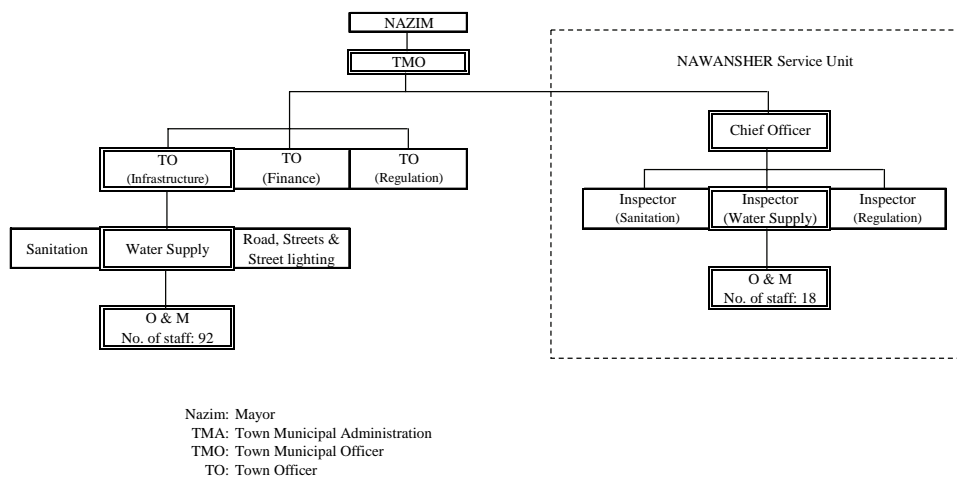


図 2-1-3 アボタバード市インフラ課及びナワンシェールサービスユニット組織図

アボタバード市インフラ課の下に水道セクションがあり、92名の職員が勤務している。ナワンシェールサービスユニットは従量制による料金徴収が行われており、料金徴収の検針員が5名配置されている。アボタバード市インフラ課水道セクション及びナワンシェールサービスユニット、それぞれの職員の内訳は以下の通りである。

アボタバード市インフラ課 水道セクション	
職種	人数
主任技師	1
副技師	1
技工	2
監視補助員	4
ポンプ運転	35
配管工	2
特殊作業員	18
普通作業員	3
電工	7
使用人	19
合計	92

ナワンシェールサービス ユニット	
職種	人数
副技師	1
ポンプ運転	3
普通作業員	1
使用人	8
検針員	5
合計	18

③ 現行の水道料金について

現行の水道料金体系の概要は、以下の表に示したように、アボタバード県水道及びアボタバード市は定額制、一方、ナワンシェールサービスユニットは、従量制となっている。

項目	アボタバード県水道	アボタバード市水道	ナワンシェール サービスユニット
料金体系	定額制	定額制	従量制
接続数（箇所）	6,297	6,050	3,710
検針員数	0	0	5
水道料金払い込み方法	銀行振込	銀行振込	銀行振込
未払い率	少数	少数	6.7%

なお、水道料金体系の詳細は、3-5-2 運営・維持管理費、3-5-2-1 水道料金で述べる。

2-1-2 財政・予算

① アボタバード県水道

アボタバード県の水道における予算実績を表 2-1-1 に示す。水道事業の運営、維持管理費は、従来、州政府の交付金でまかなわれており、料金徴収で約 15%をカバーしている。

表 2-1-1 過去 3 年間のアボタバード県水道運営の支出と収入（単位：ルピー）

項 目	2005/2006	2006/2007	2007/2008
支出			
人件費	21,553,021	24,134,718	27,512,278
旅費・交通費	120,000	160,000	120,000
施設維持監理・修繕費	1,500,000	3,921,936	3,900,000
事務所維持費・家賃	40,000	110,000	110,000
電力費	18,647,966	19,119,545	23,394,795
雑費	105,000	351,396	135,000
合計	41,965,987	47,797,595	55,172,073
収入			
料金徴収	4,354,993	7,165,227	8,832,161
州政府交付金	37,610,994	40,632,368	46,339,912
合計	41,965,987	47,797,595	55,172,073

注) 会計年度は 7 月から翌年の 6 月まで。

② アボタバード市水道

アボタバード市の最近 3 年間の財政状況を表 2-1-2 に示す。アボタバード市の水道事業体（表 8 中のアボタバード地区への給水を担う）の運転、維持管理費は、従来、市の一般会計から補填されている。

表 2-1-2 アボタバード市水道運営の支出と収入（単位：ルピー）

項目	2006-2007	2007-2008	2008-2009 予算		
			計	アボタバード市街地	ナワンシェールサービスユニット
支出					
人件費	6,521,359	9,047,900	10,024,068	8,693,748	1,330,320
その他	434,592	400,000	400,000	330,000	70,000
電気代	17,768,110	19,800,000	18,500,000	16,000,000	2,500,000
修理費	467,627	1,200,000	800,000	600,000	200,000
合計	25,191,688	30,447,900	29,724,068	25,623,748	4,100,320
収入					
料金収入	8,229,573	9,680,000	10,000,000	7,520,000	2,520,000
給水車	55,800	80,000	150,000		
接続費	36,100	150,000	200,000		
市の補填	16,870,215	20,537,900	19,374,068	18,103,748	1,580,320
合計	25,191,688	30,447,900	29,724,068	25,623,748	4,100,320

プロジェクト開始後の必要経費は、PC-1 (Planning Commission-1、「パ」国政府関係機関の予算確保のための実施計画書手続)の承認を得て、個別のプロジェクトごとに予算が確保される。

なお、必要経費は、連邦政府と北西辺境州が折半する予定になっている。連邦政府予算は、Public Sector Development Programme (PSDP) 予算 (2009/2010 予算額 6,460 億ルピー) から、また北西辺境州政府の Development Budget 予算 (2009/2010 予算額 510 億ルピー) から支出されることになっている。

2-1-3 技術水準

既存の水道システムは、3 事業体に分かれており、技術系職員のバックグラウンド事業体により異なっている。

北西辺境州アボタバード県事業・サービス部の技術者は、ADO (Assistant District Officer、主任技師) レベル以上は大卒者が占め、その下の Sub-Engineer (技師) は技術専門高校・短大に相当する学校の修了者である。これらの主任技師、技師は、北西辺境州の管轄内の水道事業の建設と運転維持管理を所管しており、数年間の勤務の後、転勤を命ぜられることが多い。オペレータおよびその他のテクニシャンは、中学校卒業者で訓練を受け特定の技能を備えた者あるいは一定期間実務に携わった経験者となっている。

各水道施設の図面や諸元についての情報は、十分とはいえないものの管理され存在する。日常の運転維持管理および施設建設の工事監理等は、少数の技術者が多数のテクニシャンを指示しながら実施している。しかし、設計基準・指針等もなく井戸運転管理のマニュアル類もないため、日常の井戸の運転維持管理実務はテクニシャンの経験や勘に任されているのが実状である。

アボタバード市では、技術系大学修了者である Town Officer of Infrastructure を長として、その下に水道を担当する技師がいる。既存施設の図面類は、紛失しているものが多く、既存水道施設情報については、古くからのテクニシャンの記憶に依るところが大きい。日常の井戸の運転維持管理実務はオペレータの経験や勘に任されているのが実状である。

ナワンシェールの水道施設の管理は、KfW の支援による施設拡張整備が実施された際に設立されたナワンシェールサービスユニットにより行われている。KfW では、専門のコンサルタントをおよそ 2 年間派遣し、このサービスユニットのスタッフの実務訓練を実施した。Chief Officer は大卒者で、技術系のスタッフは Inspector 1 名のみでテクニシャンを使って小規模な漏水修理等を行っている。

県の事業・サービス部から選抜された技術者を核とした PMU (Project Management Unit) によりプロジェクトの管理が行なわれることになる。同部は多数の水道施設の計画及び実施の経験を持っていることから、プロジェクトの実施には支障がないものといえる。

2-1-4 既存施設・機材

対象地域の既存水道施設は、アボタバード市システム、ナワンシェール地区システムおよび周辺地区の 10 システムより構成されている。水道水源はすべて地下水源である。図 2-1-4 に調査対象地域における既存水道施設位置を示す。

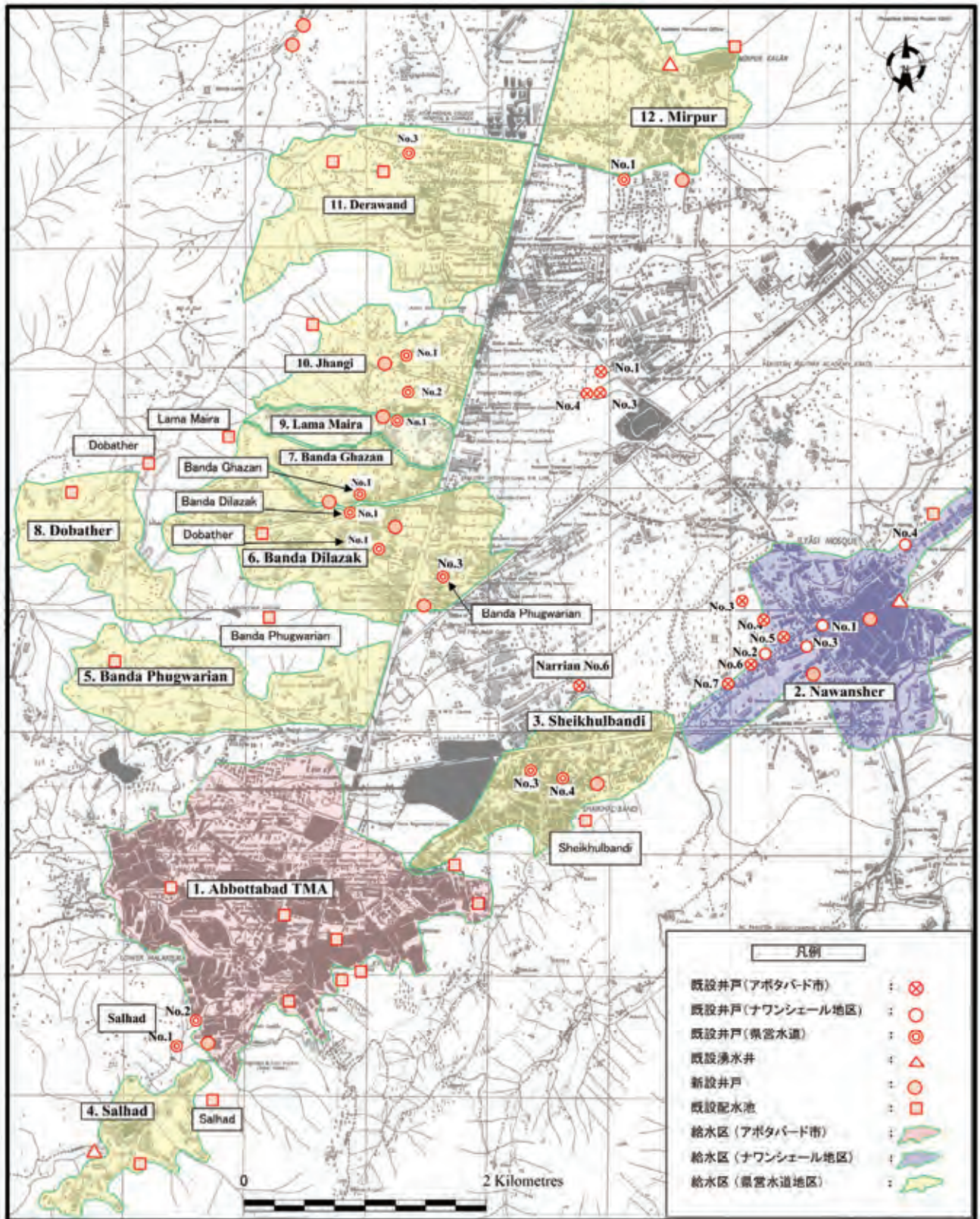


図 2-1-4 調査対象地域の既存水道施設位置図

2-1-4-1 既存の水道システムの状況

アボタバード市、ナワンシェール地区および周辺地区のそれぞれの水道システムの概要を示す。

1) アボタバード市水道システム

アボタバード市の水道システムは、3つの井戸群（Stoney Jheel, Nawansher, Narrian）を水源として、アボタバード市により運営されている。井戸から市内3箇所の増圧ポンプ場の地上タンクに揚水した後、さらに増圧ポンプにより盆地斜面の高い位置に設置された配水池に送水される。市内への配水は、基本的にこれらの配水池から自然流下で給水している。図 2-1-5 に、アボタバード市の送配水システム概略図を示す。送配水系統は、Kehal (Aram Bagh)、Kunj、Jinnah システムの3系統に分けられる。Kehal (Aram Bagh)、Kunj、Jinnah のそれぞれの増圧ポンプ場は、約+1,200m の標高に位置し、そこから+1,300m 前後の配水池までポンプアップされている。アボタバード市の住民の多くは盆地斜面に居住しており、これらの標高の高い配水池から配水されている。一部はさらに高い位置の配水池に再度ポンプアップされ、高い地区に住む住民への給水を行っている。

Kehal (Aram Bagh) 系統

ナワンシェール (Nawanshehr) 井戸群からアラムバグ (Aram Bagh) 増圧ポンプ場で受水後、コラケハル (Kholah Kehal) 配水池にポンプアップされる。そこから、自然流下で4つの配水池に分配され配水される。また、一部はさらにそこからポンプアップされ、さらに高い地区の給水に供される。

Kunj 系統

ナワンシェール (Nawanshehr) 井戸群およびナリアン (Narrian) 井戸群から、クンジ (Kunj) 増圧ポンプ場で受水後、クンジ カデーム (Kunj Qadeem) の新旧2配水池にポンプ圧送により送水される。Kunj 増圧ポンプ場には、仕様の異なるポンプが2台使用されており、1台は Kunj Qadeem の2配水池への送水用で、もう1台は、一部市内の低区への直接ポンプ圧送とバンダ サパン (Banda Sapan) 地区の配水池への送水に用いられている。Kunj Qadeem 配水池からは、さらに高区に位置する配水池にポンプアップされている。

Jinnah 系統

ストーニー ジール (Stoney Jheel) 井戸群からジナ (Jinnah) 増圧ポンプ場で受水後、ジェイル (Jail) 配水池にポンプ圧送により送水される。Jail 配水池からは、自然流下により地盤の比較的低い地域に配水されるとともにポンプ圧送により、さらに高い地区の給水のためチャリー (Charri) 配水池と二つのシムラ (Shimla) 配水池へ送水されている。

2) ナワンシェール地区水道システム

ナワンシェール地区の水道システムは、4つの井戸と一箇所の湧水を水源とし、配水系統は5つに分かれている。図 2-1-6 に、ナワンシェール地区の送配水システム概略図を示す。1999年にKfWの援助により、3ヶ所の井戸と高架水槽が設置され、この系統により地区の中心地域、およそ半数の家庭が給水を受けており、24時間給水を基本に運転されている。その他の給水地区は、市内の地盤が高い

地域であるグジャーラ バンデイ (Gujar Bandi) 地区、旧市街地区と周辺地域のドディアル (Dhodial) 地区及びマイラ (Maira) 地区であり、これらの地区へは、4つの独立した配水系統により給水されている。

Maira 地区では、1984年設置の1箇所の古い井戸から Maira 配水池へ送水され、そこから自然流下にて給水している。一方、旧市街区、Gujar Bandi 地区、Dhodial 地区は、湧水システム (Dhodial 湧水) により給水されている。Dhodial 湧水から、それぞれ Bazar 高架水槽、Gujar Bandi 配水池、Dhodial 配水池に一旦ポンプアップされ、そこから自然流下により各地区に給水されている。また、一部湧水は、Maira 配水池にも送水されている。

2005年のカシミール地震によって、Bazar 高架水槽は被害を受け、水漏れの補修工事を行った。また、ADB の資金援助によって、商業地区 (Bazar) 地区の中心位置と地区の南部地域に新設井戸と新設配水池をそれぞれ1箇所建設していた。完成予定は2008年12月であるが、2009年9月時点でも完成していなかった。

3) 周辺地区給水システム

給水対象とする4つの周辺地区は12の小地区に分けられるが、給水施設としては、10システムによりなっている。ジャンギ自治区内にあるラママイラ (Lama Maira) 地区も地震復興資金によって配水池が建設され、全てのシステムは、図 2-1-7 周辺地区送水システム概念図に示すように、一旦、配水池に送水後、自然流下で各家庭に給水する方式となっている。井戸ポンプの運転時間は、各システムによりまちまちであるが、基本的に配水池を満水にした後、給水を開始し、夜間は運転を停止している。

2005年に発生した地震の復興資金によって3箇所 (Shaikhal Bandi, Banda Gazan, Lama Maira) の新設配水池の建設と新設井戸10井の開発が行われ、2箇所の井戸は使用開始されている。

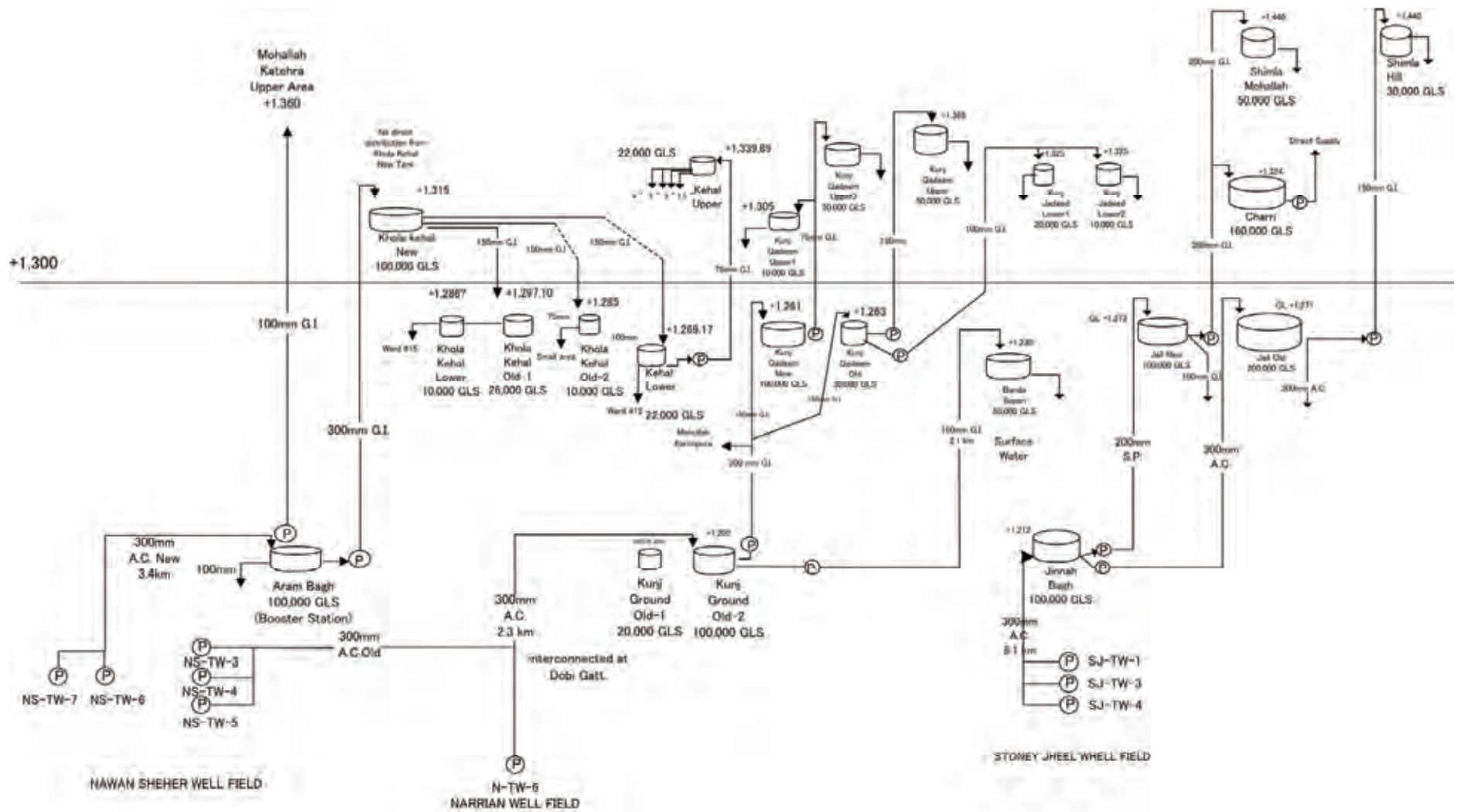


図 2-1-5 アボタバード市既存送配水システム概念図

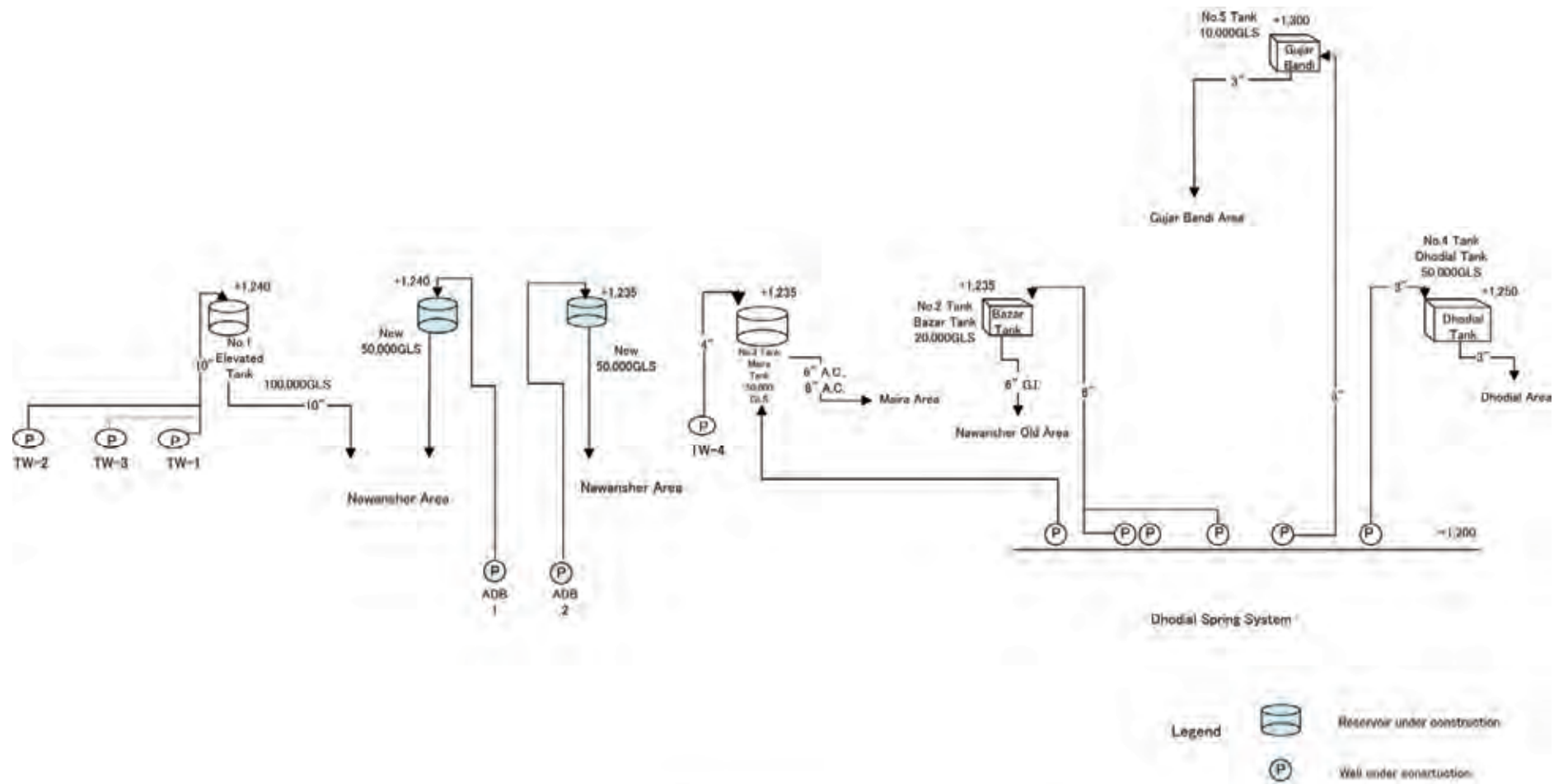


図 2-1-6 ナワンシェール地区既存送配水システム概念図

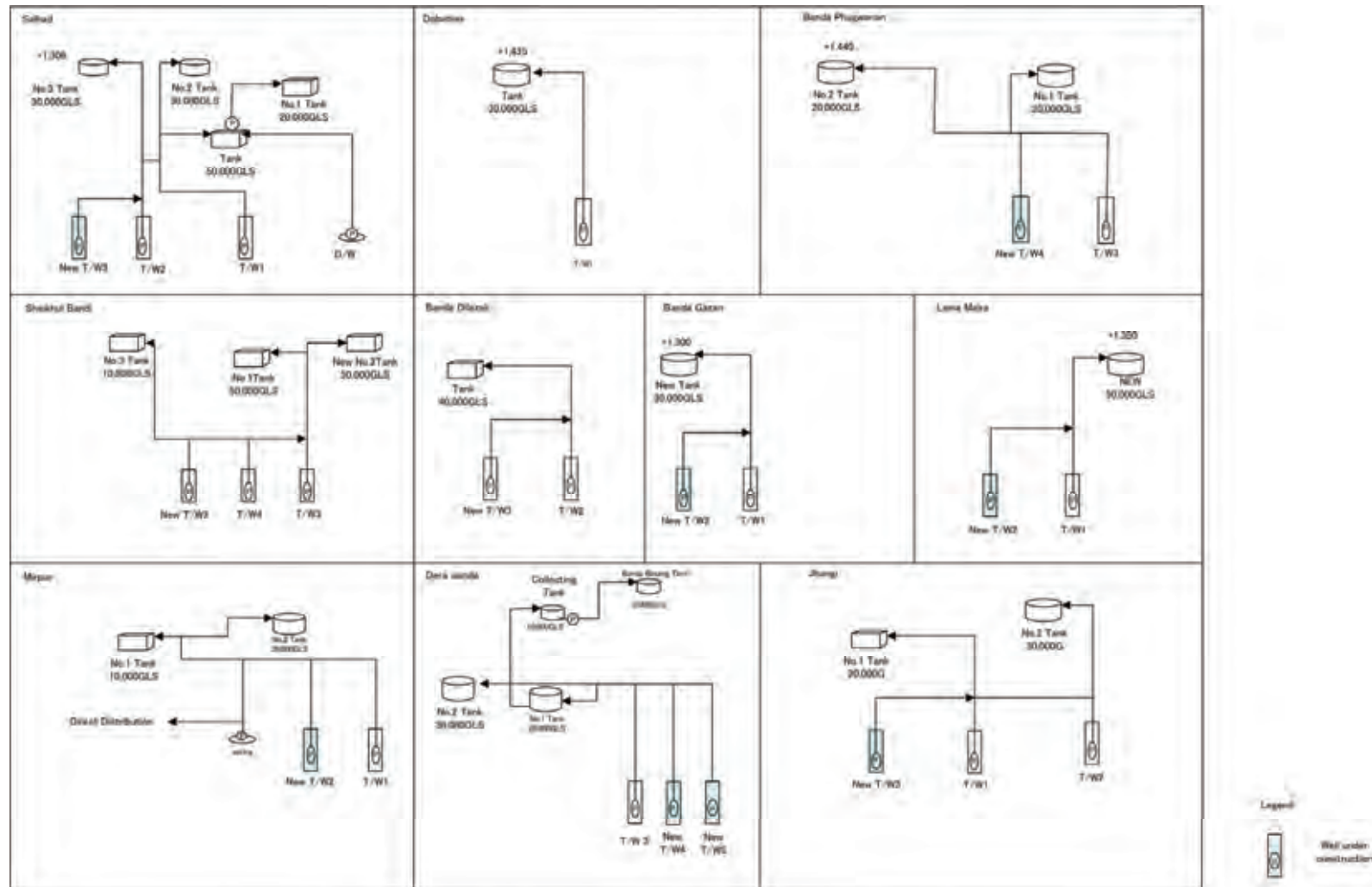


図 2-1-7 周辺地区既存送水システム概念図

2-1-4-2 既存井戸施設の状況

(1) 既存井戸全般について

表 2-1-3 に示すように、「2004 年 B/D 調査」時の既存井と現在の井戸の稼動状況を調査した。調査内容は、現在の状況、運転時間、揚水量、水位（静水位、揚水水位）、ポンプの状態、井戸の状態等である。その結果、「2004 年 B/D 調査」時にポンプ故障中であったものを含め 31 井あった揚水井は、その後、ケービング（井戸崩壊現象）等による揚水能力の低下や井戸不能等により、この 5 年間に 5 井が廃井されている。現在は 27 井（運転中及び立入禁止の井戸）が稼動している。「2004 年 B/D 調査」時に $13,820 \text{ m}^3/\text{day}$ ($160 \text{ l}/\text{sec}$) の平均揚水量が、今回調査では井戸の廃井と揚水量の減少と重なって $12,195 \text{ m}^3/\text{day}$ ($141.1 \text{ l}/\text{sec}$) と少なくなっている。

(2) ポンプ交換が必要とされる井戸

現在の揚水井（井戸）は 1990 年代後半に掘削されており、従ってポンプも同じ年代に設置され、その後 10 年以上経過している。特に Abbottabad 県井戸 Nawansher 地区に設置されているポンプはタービン（ボアホール型）ポンプが多い。また、Derawanda T/W.3 や Jhangi T/W.2 も同様なタイプのポンプである。このタイプのポンプは揚水効率が悪いいため、揚水効率の良い水中モーターポンプに交換する。今回のポンプ診断の結果、ボアホール型ポンプが設置されている Derawanda T/W.3、Jhangi T/W.2 の他に水中モーターポンプでも老朽化（モーター部の損傷、ポンプ部の磨耗）が著しく進んでいるポンプについては新たに交換をする必要があると判定された。

(3) 近い将来ケービング等の現象により井戸破損が懸念される井戸

井戸の効率の低下及び破損はストレーナー部の目詰まり（砂や砂利等がスクリーンに付着すること）等の現象により揚水効率の低下が起り、無理に揚水しようとする、スクリーンに流入する地下水の流れが乱流状態となって、砂や、小粒の砂利等が井内に流入し、それがポンプのインペラを磨耗したり、ひいてはケーシング外の砂・砂利等が多量に井内に流入し、井戸の埋設や井戸周辺の地盤沈下を引き起こす原因になったりする。このような現象が現れてくると井戸がつぶれたり、埋まったりしてくる。すでに Lama Maira の T/W.1 は下部が埋まってきている。Narrian 地区の各井戸で T/W.6 以外の井戸は全てこのような現象で廃棄されており、今回の調査で廃棄されていた井戸（Derawanda T/W.1.2, Banda Phugwarian T/W.2, Sheikhu Bandi T/W.2, Nawansher T/W.1）も同じ原因で廃棄されたものである。調査の結果、近い将来 5 井がこのようなことが原因で破損することが懸念される。ただし、TMA Nawansher T/W.5 については、将来の水源計画の中に組み入れないことから、この井戸は廃棄する計画である。

既存井戸について、総合的に評価すると次のとおりである。(ただし、TMA Stoney Jheel 井は除く)

今後も継続運転可能な井戸	5 井
要ポンプ交換井戸	12 井
今後廃棄する井戸	6 井
既廃棄井戸	5 井

表 2-1-3 は現在の井戸施設の評価結果をまとめたものである。

表 2-1-3 既存井戸施設の評価

地区名	T/W No.	現況	S.W.L	P.W.L	運転時間 hrs	揚水量	日揚水量	平均揚水量	ポンプ規格		ポンプ現状 他	将来の水源計画を含めての井戸評価
			m	m		ℓ/sec	m ³ /d	ℓ/sec	揚程(m)	揚水量(ℓ/sec)		
1 Derawanda	No.1	廃棄									廃棄	× 廃棄済み
	No.2	廃棄									6/2006に廃棄	× 廃棄済み
	No.3	運転中			8	5.53	159.3	1.8	122	8.8	ボアホールポンプ、5/2007,11/2008の2回修理 ポンプ老朽化	△ 要ポンプ交換 揚水可能
2 Jhangi	No.1	運転中		10.2	9	7.08	229.4	2.7	152.5	12.6	2/2006,12/2008,1/2009,3/2009の4回修理 ポンプの老朽化	△ 要ポンプ交換 揚水可能
	No.2	運転中			8.5	4.35	133.1	1.5	289.7	7.6	4/2005,4/2009に修理、	△ 要ポンプ交換 揚水可能
3 Lama Maira	No.1	運転中		13.5	12	6.5	280.8	3.3	122	12.6	2005年以来3回修理2006年水中モーターポンプにポンプ交換	× 要廃棄 井戸埋没
4 Banda Phugwarian	No.2A	廃棄									No.1は1995年廃棄	× 廃棄済み
	No.3	運転中		6.26	12	2.8	121	1.4	274.5	7.6	No.2のポンプ使用,9回のポンプ修理	△ 要ポンプ交換 揚水可能
5 Dobathar	No.1	運転中	12.1		10	5.82	209.5	2.4	305	9.5	ポンプ修理2回	△ 要ポンプ交換 揚水可能
6 Banda Dilazak	No.1	運転中		(26.6)20.89	9	7.21	233.6	2.7	189.1	7.6	ポンプ修理3/2006,3/2009の2回	△ 要ポンプ交換 揚水可能
7 Banda Ghazan	No.1	運転中	(20.9)	(31.4)27.24	9	5.61	181.8	2.1	289.7	12.6	ポンプは2005年以来1回修理	△ 要ポンプ交換 揚水可能
8 Salhad	No.1	運転中	8.58		16	5.4	311	3.6	192.1	5.3	ポンプ修理6回 ポンプ老朽化	△ 要ポンプ交換 揚水可能
	No.2	運転中		19.8	13	4.68	219	2.5	201.3	10.1	ポンプ修理4回 ポンプ老朽化	△ 要ポンプ交換 揚水可能
	No.3(Spring)	運転中			9						湧水を貯水槽に引き込んでポンプアップしている。対象外	
9 Sheikhu Bandi	No.2	廃棄									ケーシングの為2007年4月に廃棄	× 廃棄済み
	No.3	運転中		(14.7)11.88	11	5.2	205.9	2.4	97.6	10.1	2009年1月にポンプ故障したが現在は運転	△ 要ポンプ交換 揚水可能
	No.4	ポンプ修理中	0.23	(13)	8	5.26	151.5	1.8	91.5	10.1	調査時点でポンプ修理中,2005年以来3回修理	△ 要ポンプ交換 揚水可能
10 Mirpur	No.1	運転中		14.4	12	6.31	272.6	3.2	179.9	7.6	継続運転可能	○ 継続運転可能
	Spring											
11 Abbottabad TMA Stoney Jheel	No.1	立入禁止			14	23.6	1189.4	13.8	37.1	16	カントンメン地区には入れない。2004B/D資料	注：周辺にMES,PMA,カントンメンボードの井戸が11本あり将来相互干渉の問題が発生し、また、立ち入り禁止区域となっているため維持管理困難
	No.2	立入禁止								8.5	カントンメン地区には入れない。2004B/D資料	
	No.3	立入禁止			14	15.9	801.4	9.3	45.5	19.5	カントンメン地区には入れない。2004B/D資料	
	No.4	立入禁止			14	10	504	5.8	76.25	10.1	カントンメン地区には入れない。2004B/D資料	
Narrian	No.6	運転中	自噴		20	3.89	280.1	3.2	51.8	22.7	井戸他施設老朽化	× 要廃棄 井戸老朽化
	No.1	廃棄									2008・11に廃棄	× 廃棄済み
Nawansher	No.3	運転中		25.82	20	4.67	336.2	3.9	76.2	14	2007にポンプ交換(水中モーターポンプ)、ポンプ位置45 m	× 要廃棄 井戸沈下
	No.4	運転中	9.18	25.47	20	7.78	560.2	6.5	76.2	22	システム全体が老朽化している。ポンプ位置42 m	× 要廃棄 地盤沈下
	No.5	運転中			20	4.67	336.2	3.9	73.2	22.7	ボアホールポンプ修理5回ポンプ位置36 m	× 要廃棄 水源計画で使用しない
	No.6	運転中	0.12	(11.2)	20	17.8	1281.6	14.8	76.2	7	ボアホールポンプ修理3回、周辺沈下、施設老朽化	× 要廃棄 地盤沈下
	No.7	運転中	自噴	(2.8)2.09	20	13.3	957.6	11.1	103.7	11	継続運転可能	○ 継続運転可能 自噴量360ℓ/min
	No.1	運転中	30		16	9.5	547.2	6.3	37.1	16	2005年以来3回修理 井戸深度 120m	○ 継続運転可能
	No.2	運転中			16	7.7	443.5	5.1	53	8.5	2004年以来2回修理 井戸深度 90m	○ 継続運転可能
12 Nawansher	No.3	運転中	30		16	14	806.4	9.3	45.5	19.5	2005年以来2回修理	○ 継続運転可能
	No.4	運転中			18	15.6	1010.9	11.7	76.25	10.1	水位降下が大きく水量を減らす必要、ポンプ位置66 m	△ 要ポンプ交換 揚水可能
	Spring				24	5	432	5.0				
	合計					225.2	12,195	141.1				

注：() 数値は「2004年B/D調査」より

○：プロジェクトで使用、△：ポンプ交換後プロジェクトで使用、×：使用しない

(4) 地震復興資金による新設井戸

パキスタン地震復興資金により緊急対策として当地域において 2007 年から 2008 年にかけて 10 本の井戸が掘削された。これらの井戸の内 2 本はすでに運転を開始しており、残りの 8 本についても現在通電待ちの状態である。井戸は緊急性の高い地区に優先的に設置されている。

新設井戸の諸元は表 2-1-4 に示す。

表 2-1-4 新設井戸の諸元

数量	地区名	T/W No.	現況	口径	深度	井戸完成年	S.W.L	P.W.L	揚水量 ℓ/秒(0時)	ポンプ規格		備 考
				mm	m		m	m		揚程(m)	揚水量 (ℓ/sec)	
1	Derawanda	No. 4	通電待ち	250	123.6	12. 2007	5. 24	29. 14	7. 5(27)	246	10. 1	ポンプ位置51m、50HP、揚水試験井
2	Derawanda	No. 5	通電待ち	250	85. 8	3. 2008				420	5. 0	ポンプ位置63m、50HP
3	Jhangi	No. 3	通電待ち	250	108. 6	12. 2007	7. 68	21. 96	8. 75(31. 5)	180	7. 6	ポンプ位置51m、30HP、揚水試験井
4	Lama Maira	No. 2	通電待ち	250	61. 5					225	6. 3	ポンプ位置42m、40HP
5	Banda Phugwarian	No. 4	通電待ち	250	105	2007-8	2. 09	24. 42	11. 4(41. 3)	294	7. 6	50HP、揚水試験井
6	Banda Dilazak	No. 2	運転中	250	118. 8	2007				180	7. 6	ポンプ位置63m、40HP
7	Banda Ghazan	No. 2	通電待ち	250	120	2007	19. 99	54. 68	4. 0(14. 4)	240	5. 0	ポンプ位置69m、30HP、揚水試験井
8	Salhad	No. 3	通電待ち	250	114	2008				225	5. 0	ポンプ位置66m、30HP
9	Sheikhul Bandi	No. 2	運転中	250	82. 5	2007		13. 09	10(36)	120	10. 8	1/2009運転開始、ポンプ位置45m、30HP
10	Mirpur	No. 2	通電待ち	250	99	2007-08	30. 93	31. 36	7. 5(27)	186	6. 3	ポンプ位置36m、30HP、揚水試験井

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

本プロジェクトサイトであるアボタバード県は、中国へと通ずるカラコルムハイウェイ（国道）が南北に通じ、東方面にはマリー（Murree）方面に通ずるマリー道路（州道）が整備されており、北西辺境州の要衝となっている。

アボタバード地区平野部の大部分は、カントンメント・エリアに指定され、軍関連施設で占められてはいるものの、一般住民も居住する混在地域となっている。カントンメント・エリアの給水事業については、市および県の給水システムとは分離して、軍施設に対しては MES (Military Engineering Services) と PMA (Pakistan Military Academy) が、エリア内の民生用の給水事業についてはカントンメント・ボードが行っている。

また、カラコルムハイウェイに沿って、天然ガスのパイプラインが敷設されており、同地域では家庭用燃料としてガス管網によるガス供給の普及率は非常に高く、また料金徴収はメータ制により行われている。

電気は、PESCO (Peshawar Electric Supply Company) により供給され、電気はほとんどすべての家庭に普及している。

下水道については、1985 年に「Preparation of Master Plan of Sewerage and Drainage Abbottabad」で、下水道計画が策定されたが、実施にいたっていない。従って、調査対象地域の生活排水の多くは、未処理のまま道路側溝を経てドール川の支流に排出されている。

2-2-2 自然条件

(1) 地勢

アボタバードはハザラ山地の中に形成された山間盆地に位置し、盆地の流域面積は約 54 k m²、盆地平野部の面積は約 20～25k m²と推定され、盆地中心部の標高は約+1,200m となっている。盆地には、周辺山地から小河川が流入し、これらが盆地内で合流しマンドルチャカタ (Mandrochha Katha) 川となって流下し、盆地の東側を南流するドール (Dor) 川と合流している。本調査で対象となるバグ (Bagh) 川およびガヤ (Gaya) 川は、盆地東側に流下しドール川の支流となっており、この他、ナムリマイラ (Namli Maira) 川、ベランガリ (Beran Gali) 川も Dor 川の支流となっている。

調査対象地域の地質は、新生代古第三紀、中生代、古生代及び先カンブリア紀の頁岩、砂岩、石灰岩からなっており、盆地には未固結の粘土層や砂層等からなる第四紀層が厚さ 100m 以上にわたって堆積している。浄水場予定地や配水池予定地点となりうる標高の高い丘や山頂部では石灰岩が露頭している所がほとんどである。

(2) 気候

対象地域は、標高が約 1,200m と高く、夏は温暖、冬は寒冷である。冬期には降雪も見られる。冬季の気温は零下となり夏季は 35℃を超える。対象地域から北へ約 10km に位置するカクール観測所の 2000～2008 年の降雨データによると、7 月及び 8 月の月平均降水量は 200mm を超える。その他の月は、100mm 前後あるいは 100mm 以下である。降雨データを表 2-2-1 に示す。

表 2-2-1 カクール観測所の降雨データ (2000～2008)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2000	87	58.5	70.4	10.8	26.5	99.6	287.6	288.5	130.9	29.6	2	50.2
2001	0.5	8.8	100.1	95.6	45.5	242.9	251.9	161.1	28.9	10.1	36.1	3.5
2002	63.1	90.1	76.1	39.4	29.9	83.1	166.3	301.4	127.2	28.9	1	1
2003	30.9	282.0	198.6	119.2	90.3	121.4	285.5	158.9	105.5	22.5	30.2	86.4
2004	108.3	45.9	13.4	133.4	65.4	89.6	209.7	221.5	71.7	124.1	40.5	47.2
2005	117.0	196.1	186.5	64.7	68.4	45.3	198.1	146.3	41.4	79.3	21.5	0.0
2006	125.5	78.5	61.5	74.7	61.7	68.1	329.7	191.5	62.0	37.0	84.6	121.6
2007	2.1	85.8	179.2	41.1	65.6	135.1	294.6	180.4	155.2	0.0	19.3	35.7
2008	200.0	67.8	20.3	131.0	45.1	248.7	269.1	161.6	39.5	36.1	77.0	111.5
合計	734.4	913.5	906.1	709.9	498.4	1133.8	2292.5	1811.2	762.3	367.6	312.2	457.1
平均	81.6	101.5	100.7	78.9	55.4	126.0	254.7	201.2	84.7	40.8	34.7	50.8

(3) 井戸の実態調査及び揚水試験

① 井戸の実態調査

現在の地下水取水量を推定し、地下水ポテンシャル算定や今後の地下水管理の基礎資料とすることを目的とする。

7) 実施箇所

現在稼働中の各井戸

4) 調査方法

(i) 取水状況の確認及び機能評価を行う。

- 地震復興資金により新設された 10 井の他、既存井の水理地質データを収集し、静水位、揚水水位、揚水量、帯水層深度、井戸構造、他より、調査対象地域の地下水ポテンシャルを再検討する。
- 既存井戸の過去 5 年間の運転記録より、日別、月別揚水量と静水位を含む揚水水位の変動記録を分析し、現状の地下水揚水状況を評価する。
- また、取水量と関連する月毎の使用電気量からも間接的な水量と維持管理費について調査する。

(ii) 地下水ポテンシャルの再評価は、地震復興資金により新設された 10 井の他、既存井の揚水量の分析とともに、地震復興資金により新設された 10 井のうち 5 井の揚水試験を実施して各井戸の適正揚水量を算定し、2015 年時点での地下水の適正開発量を評価する。

iii) 水位観測は、廃棄された井戸、民家の手堀井戸、地震復興資金により新設された 10 井、既存井を対象として行い、地下水水位等高線図を作成する。

② 揚水試験

水源の確保及び井戸水源としての適正量（持続的可能揚水量）を把握し、本計画で使用する井戸の選定、給水施設の施設計画策定及び施設設計のための基礎資料とすることを目的とする。

7) 対象井戸

アボタバード市の水道水源として新設された 10 本の井戸のうち 5 本の井戸

4) 調査手法

段階揚水試験（5 段階程度）とし、各段階最低 4 から 6 時間の試験を実施する。また、段階揚水試験で選定した適正揚水量で 24 時間程度の定流量揚水試験及び 6 時間程度の回復試験を実施して、帯水層の水理地質常数（透水量係数、透水係数、貯留係数）を求める。

③ 井戸の実態調査及び揚水試験結果によるまとめ

7) 帯水層の分布

当地域における地下地質構造は既存の井戸資料による地質から、ほぼ連続した三層構造に分けることができる。第一層は、当地域の最上部に分布する地層で、粘土、シルトを主体とする層で一部砂礫層を挟んでいる。西側台地で 30~40m の厚さを有している。盆地内に入ると次第に厚くなってきており、Sheikhul Bandi で 50m くらい、Nawansher 付近になると 70~80m と厚く堆積している。本層中の砂礫は台地部において粘土層と互層を呈するが、Nawansher 付近になると殆ど粘土・シルト層である。第二層は、第一層の下位に分布する層でほぼ砂礫を主体とする層である。西側台地部においては粘土層と互層を呈している(Banda Dilazak, Dobathar 付近)と、Jhangi, Derawanda のように台地北部に位置するところでは砂礫が主体の地層となっている。一方盆地内に入ると Sheikhul Bandi、Nawansher 付近では砂礫主体の層になっている。その厚さも 30~40m、Banda Phugwarian では 50m 以上と厚く堆積しているところもある。第三層は、上記 2 層の堆積基盤であり、西側台地部では頁岩、

東側低地部（Sheikhul Bandi）ではドロマイト・石灰岩である。

調査地域における帯水層は、地下地質構造上の第一、第二層内の砂～砂礫である。西側台地部においては、第一、第二層内で粘土層と互層を呈する砂礫層が主な帯水層であるが、盆地内部では基盤岩上位の基底礫層（第二層）が横に広がる連続した帯水層となっている。帯水層の発達は、当然盆地内部の方が水理地質的にも優れている。西部台地部においては、範囲の限られた帯水層であり、連続性に乏しいために、水理的にも制約を受けている。

イ) 地下水の分布とその取水

丘内の地下水と、北側にある Mirpur 地区の湧水から供給されている地下水、及び東側からの湧水(カクル地区)からの地下水、及び南側の石灰岩地帯から供給されている地下水に分けられる。盆地に分布する地下水の水位は標高 1,190～1,210m にあり、それぞれ盆地中央部に向けて流動している。東側からの地下水は湧水量に左右されているが、旱魃時にはその量を減じていることから季節的変動を受け易いと考えられる。西側斜面が盆地低地に接するカラコロムハイウェイから東側のカントンメント地区一帯及び盆地南部のカントンメント地区一帯は自噴地帯となっている。これらの地下水は上部を厚い粘土・シルト層によって被圧されている第二層の砂礫中に胚胎している。

調査地域においては、西側台地部にある井戸は、第一、第二層にある砂礫層からの取水が多いが、砂礫層の厚さが薄いために、上下二層にまたがる多層採水となっていて、平均取水量も 1 井あたり 1～3 l/秒のものが多い。盆地内(カントンメント地区、Sheikhul Bandi、Nawasher)に入ると、取水層は第二層内の砂礫が主体となっており、第一層は粘土・シルト層のために取水の対象とはなっていない。平均取水量は 1 井あたり 3～6 l/秒、多い井戸では 10 l/秒以上のものもある。

ロ) 地下水ポテンシャル

(i) 地下水流動量

地下水は帯水層内において水位の高い方向から低い方向へと流動している。その流動量は地下水位等高線図を読み取ることによって求めることができる。

ある断面を通過する地下水の流動量は、ダルシーの公式で試算する。

$$Q = K \cdot A \cdot i$$

Q:流動量 K:透水係数 A:断面積（帯水層の幅 x 帯水層の厚） i:動水勾配

ここで 透水係数は揚水試験結果から、帯水層の厚さは井戸資料から、帯水層の幅と動水勾配は地下水位等高線図から求める。盆地内に向かって地下水の流動は西側台地方面から、盆地北部方面から、南部方面から、東部方面からの 4 方面が考えられる。

各方面からの地下水流動量の試算結果は次のとおりである。

西側台地方面からの流動量：1,775 m³/d (647,875 m³/y)

盆地北部方面からの流動量：2,310 m³/d (843,150 m³/y)

南部からの流動量	: 2,957 m ³ /d (1,079,232 m ³ /y)
東部からの流動量	: 2,970 m ³ /d (1,084,050 m ³ /y)
合計	: 10,012 m ³ /d (3,654,307 m ³ /y)

1日あたりの流動量は約 10,000 トンとなり、1年にして約 3,700,000 トンの流動量である。

(ii) 安全揚水量

安全揚水量とは、「水供給の水源として支障なく連続して汲み上げられる地下水域の量」と定義されており、地下水の経年低下や地盤沈下を引き起こさない地下水量と表現されている。これらの原因は色々な要素が重なりあって発生するものであるから、安全揚水量は地下水域に供給される正味の水量よりも少ない水量に限定される。

当盆地の地下水は降水によって涵養されている。先の「2004年 B/D 調査」による地下浸透による地下水涵養量は、年間 15,800 千トンと見積もられているし、また、2008年9月の予備調査による水余剰量としては 13,000 千トンと見積もられている。いずれにせよ年間 1,300 万～1,500 万トンが計算上の地下水の涵養量である。この地下水涵養量から地下水流動量を差し引いた残りの量が安全な揚水量に相当すると考える。

地下水涵養量と地下水流動量から当アボタバードにおける安全揚水量を試算した結果は次の表に示す。

表 2-2-2 アボタバード地域における安全揚水量 (試算)

2004年 B/D 調査	涵養量	15,801,000	①
予備調査	水余剰量	13,145,600	②
	流動量	3,654,307	③
安全揚水量		12,146,693	① - ③
		9,491,293	② - ③
平均		10,818,993	m ³ /year
		29,641	m ³ /day
		343.1	ℓ/sec

年間の安全揚水量は約 10,000 千トンであり、日量にして約 30 千トンである。「2004年 B/D 調査」では、当地域の揚水量が日量にして、26 千トン、年間 9,500 千トンと報告されている。今回の調査で水位低下が著しく進んだ報告もなく、水位も大きく変化していないことから、相対的に取水量が大きく増加しているとは考えにくく、現在も取水量全体は「2004年 B/D 調査」時と比べて大きく増量していないと推定される。現在の水収支はバランスが取れた状態下にあると考えられる。しかしながら、今、現在以上の取水量が増えてくると、当然バランスがくずれ、揚水量の減少、水位の低下、地盤沈下等の公害が発生してくると予想される。特に井戸間隔がなく密集している西部台地の各地区や、ナワンシェールの井戸群

では井戸間の相互干渉により水位の低下が考えられるため、今後継続した揚水管理が重要である。

地震復興資金で建設された 5 箇所の井戸（井戸ポンプが設置されていないため未使用）での揚水試験時に採水した水質試験の結果を表 2-2-3 に示す。試験結果では、濁度は、10 度から 81 度と飲料水水質基準を超え、また糞便性大腸菌や大腸菌群が検出された。ただし、近隣で現在稼動している井戸は飲料水として問題なく使用されている。そのため、試験実施井戸で濁度と大腸菌が検出されたのは、揚水ポンプの設置が未完了で井戸が稼動していなかったことにより、定常的に取水した場合の水質と異なる結果が得られたためと判断される。今後、揚水ポンプが設置された井戸で、詳細設計調査時に清水による水質試験を実施し、「飲料水水質にかかる国家基準（NSDWD）、パキスタン環境保護局、2008 年 6 月」が満たされるか否かを確認する必要がある。満たされない井戸があった場合は、結果を設計に反映させることとする。

表 2-2-3 揚水試験井の水質試験結果

No.	Name of Source	National Standards for Drinking Water Quality	Unit	Banda Ghazan T/W No. 2	Jhangi T/W No. 3	Derawanda T/W No. 4	Mirpur T/W No. 2	Band Phugwarian T/W No. 4
				02/05/2009, 03:26	06/05/2009, 16:35	08/05/2009, 12:00	12/05/2009, 15:35	16/05/2009, 12:45
1	Total dissolved solids (TDS)	<1,000	mg/L	273	230	215	175	226
2	Alkalinity		mg/L	264	290	298.4	399.2	174.6
3	Calcium (Ca)		mg/L	107.40	61.94	90.31	99.93	8.33
4	Magnesium (Mg)		mg/L	45.19	47.61	15.96	41.00	67.63
5	Sodium (Na)		mg/L	12.73	11.62	15.86	2.48	13.7
6	Arsenic (As)	<0.005 (p)	mg/L	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil
7	Manganese (Mn)	<0.5	mg/L	0.024	0.022	0.039	0.03	0.014
8	Fe		mg/L	Nil	Nil	Nil	Nil	Nil
9	pH	6.5 - 8.5		7.09	7.86	8.37	7.3	7.07
10	Turbidity	<5	NTU	19.23	81	10.16	16.53	17.13
11	Electric conductivity		μS/cm	604	451.66	307.66	577.33	600
12	Nitrite Nitrogen (NO ₂ -N)	<3 (p)	mg/L	1.752	2.16	0.497	0.432	0.241
13	Nitrate Nitrogen (NO ₃ -N)	<50	mg/L	7.76	9.56	2.202	1.763	0.13
14	Fecal bacteria	Must not be detected		Detected	Detected	Detected	Detected	Detected
15	Total Coliform	Must not be detected	CFU/100 mL	29	> 300	71	55	> 300

(4) 表流水水源水量及び水質

取水地点 4 箇所での流量測定結果を次表に示す。

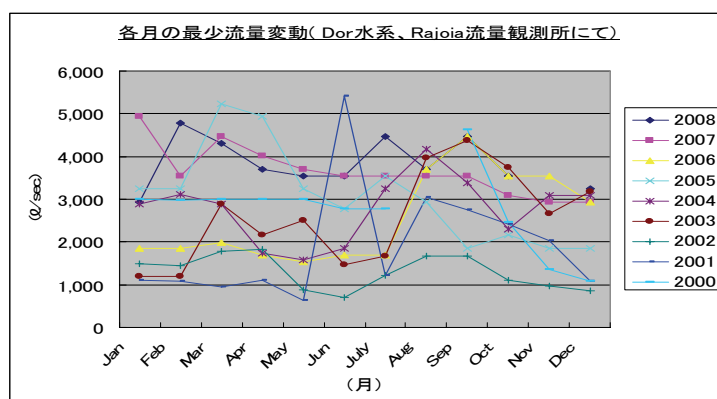
表 2-2-4 (1) 流量測定結果 (2009 年 5 月と 6 月)

水源名	測定日	測定水量(ℓ/秒)	測定日	測定水量(ℓ/秒)
Bagh 川	2009 年 5 月 2 日	154	2009 年 6 月 6 日	148
Gaya 川	2009 年 5 月 2 日	269	2009 年 6 月 4 日	246
Namly Mira 川	2009 年 5 月 6 日	605	2009 年 6 月 3 日	564
Bandi 川	2009 年 5 月 6 日	52	2009 年 6 月 6 日	48
流量測定量合計		1,080		1,006

表 2-2-4 (2) 流量測定結果 (2009 年 7 月と 8 月)

水源名	測定日	測定水量(ℓ/秒)	測定日	測定水量(ℓ/秒)
Bagh 川	2009 年 7 月 9 日	156	2009 年 8 月 12 日	148
Gaya 川	2009 年 7 月 6 日	258	2009 年 8 月 4 日	246
Namly Mira 川	2009 年 7 月 4 日	573	2009 年 8 月 6 日	552
Bandi 川	2009 年 7 月 9 日	51	2009 年 8 月 12 日	46
流量測定量合計		1,038		992

流量測定の結果、河川流量は 2009 年 5 月～8 月の期間において 992 ℓ/秒～1,080 ℓ/秒の範囲であった。これらの水量は、計画取水量 200 ℓ/秒の約 5 倍程度であることが確認された。さらに、Dor 川水系、Rajoia 流量計測地点では、過去 9 年の流量データから最少流量の変動 (図 各月の流量変動) をみると、ばらつきはあるが 5 月が比較的最少流量が少ない傾向がみられる。また、流量データからは過去 9 年の河川流量の最小値は、5 月に 3 回観測されている。



注) 2000 年 8 月の流量が大きいが、最少流量を見ることから削除して図に示した。

図 2-2-1 各月の流量変動

表 2-2-5 Dor 川各年最少流量観測データ(2000-2008 Rajoia 流量観測地点)

	(ℓ/sec)													
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec		
2008	2,929	4,779	4,316	3,699	3,545	3,545	4,470	3,699	4,470	3,545		3,237		
2007	4,933	3,546	4,471	4,008	3,700	3,546	3,546	3,546	3,546	3,083	2,929	2,929		
2006	1,850	1,850	1,988	1,695	1,542	1,695	1,695	3,700	4,471	3,546	3,546	2,929		
2005	3,237	3,237	5,241	4,933	3,237	2,775	3,545	2,929	1,850	2,158	1,850	1,850		
2004	2,884	3,112	2,884	1,742	1,588	1,850	3,237	4,162	3,391	2,312	3,083	3,083		
2003	1,198	1,198	2,893	2,173	2,507	1,471	1,667	3,968	4,383	3,734	2,655	3,191		
2002	1,492	1,433	1,775	1,832	883	693	1,223	1,663	1,666	1,096	973	856		
2001	1,112	1,073	941	1,112	623	5,417	1,214	3,045	2,761	2,420	2,029	1,080		
2000	2,999	2,971	2,999	2,999	2,999	2,771	2,771		4,618	2,467	1,348	1,073		
回数	(1.5)	2	1	0	0	3	1	0	0	(0.33)	1	0	(1.33)	(1.83)

追記

回数：各年の最少流量出現月の回数を示す。

2008年の11月は、観測データがない。

()内回数は、1年に出現した回数で除した値を用いた。

一方、下表に示すカクールにおける降雨量観測データ(2000年から2008年)をみると、年間を通して5月、10月、11月、12月が少ない。以上から、降雨量と流量とも5月は少ないことがわかる。降雨観測データは、2009年4月29日まで収集したが、4月20日から29日までの10日間の降雨日は、21日の12mmの1回のみで、残り9日間は、降雨量は零であった。従って、取水地点流量測定結果は、測定日直近の降雨により一時的に増加した水量ではない。

表 2-2-6 カクールにおける降雨観測データ

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2000	87	58.5	70.4	10.8	26.5	99.6	287.6	288.5	130.9	29.6		50.2
2001	0.5	8.8	100.1	95.6	45.5	242.9	251.9	161.1	28.9	10.1	36.1	3.5
2002	63.1	90.1	76.1	39.4	29.9	83.1	166.3	301.4	127.2	28.9	1	1
2003	30.9	282.0	198.6	119.2	90.3	121.4	285.5	158.9	105.5	22.5	30.2	86.4
2004	108.3	45.9	13.4	133.4	65.4	89.6	209.7	221.5	71.7	124.1	40.5	47.2
2005	117.0	196.1	186.5	64.7	68.4	45.3	198.1	146.3	41.4	79.3	21.5	0.0
2006	125.5	78.5	61.5	74.7	61.7	68.1	329.7	191.5	62.0	37.0	84.6	121.6
2007	2.1	85.8	179.2	41.1	65.6	135.1	294.6	180.4	155.2	0.0	19.3	35.7
2008	200.0	67.8	20.3	131.0	45.1	248.7	269.1	161.6	39.5	36.1	77.0	111.5
合計	734.4	913.5	906.1	709.9	498.4	1133.8	2292.5	1811.2	762.3	367.6	312.2	457.1
平均	81.6	101.5	100.7	78.9	55.4	126.0	254.7	201.2	84.7	40.8	34.7	50.8

4箇所の取水予定地で簡易水質試験の結果を次表に示す。

試験結果では、アンモニア性窒素や硝酸性窒素の値が低いので、汚染は受けていないものと推察される。また、濁度は、2度から15度の範囲であり、計画された浄水処理施設（普通沈でん池及び粗ろ過池）で十分な濁度処理が出来る。また細菌が検出されたが、緩速ろ過及び塩素消毒により飲料水基準を満たすことが可能である。

表 2-2-7 表流水取水地点の水質試験結果

	Bagh 川	Gaya 川	Namly Mira 川	Bandi 川	Pakistan NSDWG
アンモニア性窒素 (mg/l)	< 0.16	< 0.16	< 0.16	< 0.16	< 1.5 (1993 WHO Guidelines)
亜硝酸性窒素 (mg/l)	< 0.006	< 0.006	< 0.006	< 0.006	< 3
硝酸性窒素 (mg/l)	0.23 - 0.4 6	0.23 - 0.4 6	0.46 - 1.15	0.46	< 50
一般細菌	検出	非検出	検出	検出	検出しないこと
大腸菌	検出	非検出	検出	検出	検出しないこと
濁度 (度)	< 2	< 15	< 5	< 5	< 5

2-2-3 環境社会配慮

北西辺境州政府の環境保護局により、2009年2月23日付け文書で正式回答のあった「2004年5月26日付けのIEEに対するNOCは2010年5月まで有効」とする内容については、2010年5月以降の本プロジェクトの実施に影響を及ぼすものではないことを準備調査時（基本設計）に確認している。本調査時において、2010年5月までにパキスタン側で延長手続をとることを確認した。

資料8-4に示した「環境チェックリスト」を基に、環境社会配慮事項として、以下の緩和策をとることでパキスタン側と合意した。

- (ア) 社会環境影響への緩和策として、住民に対し本計画の説明を行うとともに、建設資材運搬の日時や工事開始等を事前に住民及び関係機関に通知する。
- (イ) 排気ガスや騒音等の影響を軽減するため、建設機械の検査を定期的に行う。
- (ウ) 作業者に対し、適切な安全講習を実施する。
- (エ) 消毒用塩素として、さらし粉を使用する際には、作業の安全対策（マスク、メガネ、安全着衣等）を実施する。
- (オ) 地下水システムにおける取水については、適正揚水量の範囲内での取水とし、適切な運転維持管理を行うと共に、水位のモニタリングを実施する。
- (カ) 水道料金の改定については、ソフトコンポーネントの中で住民理解を求める活動を実施する。

2-3 その他

中長期的開発計画「中期開発フレームワーク（2005-2010）」では、安全な水へのアクセス率を、2004-2005年における人口の65%（都市部85%、地方部55%）から2010年には人口の76%（都市部95%、地方部65%）とすることを目標としている。また、Millennium Development Goals 達成の観点から、2015年には人口の93%までに増加させることが当面の

目標であるとしており、「国家飲料水政策, 2007 (ドラフト)」による政策目標としては、2020年までに、全人口に安全で十分な飲料水を供給し、水系伝染病による疾病や死亡率を減少させ、生活の質を向上させることが挙げられている。

本プロジェクトの実施により、給水可能人口が、2009年現状の11万4千人（アクセス率57%）から2015年の目標年では21万6千人（アクセス率92%）となるため、本プロジェクトは、低所得層を含む一般住民の衛生環境と生活水準等、BHNの向上に資するものである。