

パキスタン・イスラム共和国  
ファイサラバード上下水道公社

パキスタン国  
ファイサラバード上水道拡充計画  
事業化調査報告書

平成 22 年 3 月  
(2010年)

独立行政法人国際協力機構  
(JICA)

日本テクノ株式会社

パキスタン・イスラム共和国  
ファイサラバード上下水道公社

パキスタン国  
ファイサラバード上水道拡充計画  
事業化調査報告書

平成 22 年 3 月  
(2010年)

独立行政法人国際協力機構  
(JICA)

日本テクノ株式会社

資金
CR(1)
10-005

## 序文

独立行政法人国際協力機構は、パキスタン・イスラム共和国のファイサラバード上水道拡充計画にかかる事業化調査を実施し、当機構は、平成21年12月9日から12月25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22年2月14日から2月20日まで実施された事業化調査成果概要書案の説明を経て、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22年3月

独立行政法人国際協力機構  
資金協力支援部部長 古賀重成

## 伝 達 状

今般、パキスタン・イスラム共和国におけるファイサラバード上水道拡充計画事業化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 11 月より平成 22 年 3 月までの 4.5 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、パキスタン国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 22 年 3 月

日 本 テ ク ノ 株 式 会 社  
パキスタン・イスラム共和国  
ファイサラバード上水道拡充計画  
事 業 化 調 査 団  
業務主任 永 沼 俊 道

## 要 約

## 要 約

パキスタン・イスラム共和国（以下、「パ国」と略す）は南西アジアに位置し、東はインド、西はイランとアフガニスタン、南はアラビア海に面し、国土面積は 79.6 万 km<sup>2</sup> である。同国総人口は 2008 年約 1.66 億人（世銀）と推定されるが、地方人口が 2/3 を占め、そのうち 68% は農業従事者であり、農業が国家経済基盤の主要素の一つとなっている。本計画の対象地域であるファイサラバード市は、インダス川とその支流を結ぶ運河・用水路網が整備された国土随一の穀倉地を形成するパンジャブ州の中央部に位置し、1998 年の国勢調査結果によると、人口規模で全国第三位に達し、2009 年には約 280 万人に達したと推定される。同市は 1960 年代に地域の農業集約センターとして町づくりが始まったが、繊維産業の勃興により急成長し、現在では同国有数の工業都市として発展している。

一方、パ国 GDP は、周辺アジア諸国、中でも中国、インド等の経済活況の後押しも受け、近年、7% の平均成長率を維持してきたが、2007 年の原油・食料価格高騰、翌年勃発した世界金融危機の影響により国際収支が急速に悪化し、インフレの急進、株価下落、投資の激減などから経済破綻の危機に直面した。このため、政府は内需安定策を準備し、2008 年 76 億ドルの IMF 融資の支援を受け、現在 IMF プログラムに基づく緊縮財政経済改革を実施している。かつて 2000 年代初頭の経済低迷時代に国民の 32.1% は貧困レベルにあると推定され、政府は 2003 年総合的な経済発展と農村貧困層の生活水準・福祉向上を目標とする貧困削減戦略文書（PRSP=Poverty Reduction Strategy Paper）を発表した。国民一人あたり GDP は最近の経済の好況により向上し、ミレニアム目標の各指標も改善傾向にあるが、最近の経済危機により貧困層は以前の水準に逆戻りして、増加傾向となっている。このうち農村の貧困層は一部大都市に流入し、特に同国随一の都市カラチ(人口約 1 千万人)をはじめとする 7 大都市に全国都市人口の 50% が集中しており、これら大都市の 1/3 はスラムを構成する貧困層となっている。急増する人口は脆弱な都市の社基盤を圧迫し、いずれの都市でも社会サービスの立ち遅れが顕著となっている。

ファイサラバード市に対し、アジア開発銀行（ADB=Asian Development Bank）は 1970 年代に上下水道マスタープラン策定の支援を開始した。このマスタープランのうち、フェーズ I に基づく上水道施設が同銀行の財政支援を得て 1992 年に完成した。この施設は、市街の北西約 30km 地点を南下するインダス川支流チェナブ川流域を水源地として 25 本の深井戸を建設し、同地点から市内までの導水・送水施設および市内配水のための最終配水池および総長約 45km の市内配水幹線網により構成される総合給水システムである。

パ国政府は、その後の同市急成長に対する施設増強計画の一環として、1993 年世銀支援により ADB マスタープランの見直しを行い、改訂されたマスタープランに基づき、1995 年我が国に「ファイサラバード上水道整備計画」として無償資金協力を要請した。この要請を発端として開始され

た同プロジェクトは、以降同国の政治・社会混乱や激動する世界経済の影響を受けて、円滑な事業実施が困難な状況が続いたが、2009年計画主要部分を構成する施設の建設工事が落札され、現在施工中である。今回の「ファイサラバード上水道拡充計画」事業化調査は、先行プロジェクトの主要コンポーネントのうち未整備の水源施設を対象とし、先行プロジェクトとあわせて最終的な事業完成を目標とする。

現在同市の水道施設構成は1992年ADB事業完成時点からほとんど変わっていない。そのため、急激な都市の成長による給水量不足に対応が困難となり、一日6時間の時間制限給水や地域による水圧不足等の制約から市民への給水サービスは劣悪化した。さらに下水道の未整備や不良による環境汚染事故が頻発したため、市民の不満と不安が絶えない状態にある。

このような都市水道事情の悪化は同市にかぎらず、州内各地に蔓延しているため、2005年パンジャブ州政府は世銀支援により州内都市実態調査を行った。同調査は、州都ラホール市(人口613万)とファイサラバード市を含む9大都市の平均給水普及率(市水接続率)を55%、下水道接続を57%と推定した。その際の世帯調査によると、市水に接続していない家庭はほとんどが自家用井戸を使っており、市水に接続していても当局の給水サービスは依存できないため、その90%は自家用井戸を併用ないしは主用している。ファイサラバード市の場合は、他の8都市と比べて、市内の地下水は塩分濃度が高いこと、また工業地帯であるため工場排水、さらに生活污水による汚染が進行しており、飲料に不適・有害であるため、特に飲用には買水を利用する世帯が多い。このような環境の中で、これまでの本計画に係る聞き取り調査によると、同市では水因性疾患に対する市民の懸念が強く、下痢・肝炎などの罹病率が高いと報告されている。

一方、中央政府は、全国的な水環境改善についての要求の高まりを重大に受け止め、パ国10年開発計画(2001～2010年)の分野別詳細実施計画を規定する中期開発フレームワーク(MTDF=Medium Term Development Framework, 2005～2010年)において、水セクター改善のための大幅な投資増額を決定した。具体的対策の一環として、2005年環境省から発表された「国家飲料水政策」(NDWP=National Drinking Water Policy)は、2025年までに全国民に安全で安定した飲料水を提供する目標を定め、連邦政府および各州政府の責務において安全な水供給のための体制整備と必要な資金を用意することを求めている。パンジャブ州では、同政策に基づき、州政府がファイサラバード市を含む上位6市の各上下水道公社(WASA=Water and Sanitation Agency)をはじめ、県・郡の水道局指導に乗り出している。特に都市部に対しては、「都市水道サービス改善のためのロード・マップ」を策定し、今後5年間で、州内都市部に対する施設のリハビリと拡張に、750百万USドルに達する投資が必要と推定した。「ファイサラバード市上水道整備計画」はこれら州政府政策の中で重要な位置づけを与えられ、早期の具現化が期待された。

「ファイサラバード上水道整備計画」に続いて、本調査が対象とする「ファイサラバード上水道

拡充計画」事業化調査に至る経過の概要は次のとおりである。

- 1) 先行して実施中の「ファイサラバード上水道整備計画」は、2002～2003年基本設計調査を完了後、2004年3月基本設計概要説明を行い、全体を2期割りとし、第1期に市内配水幹線増強計画、第2期に新規給水施設建設計画を実施することが合意された。第1期は2005年入札、2006年3月に施設建設を完成した。
- 2) 一方、新規水源・導水・送水・配水施設により構成される第2期は、2006年に入札が行われたが、3回連続して不調となった。その結果、第2期に係る交換公文の有効期間内に建設工事を完了することが困難な事態に陥り、両国の合意により、コンサルタント契約を打ち切り、事業は終結となった。入札不調の主因は、2003年に積算された基本設計調査の事業費に対し、(1) 2003年末頃からの世界的な鋼材価格の高騰、(2) 2004年頃からの原油価格の急騰と高止まり、(3) パ国での諸物価・人件費の上昇、また2005年北部大地震の発生により復興計画に伴う建設物価の高騰など、建設工事に必要な材料・人件費のいずれも大幅に価格が上昇したことによる。
- 3) しかしながら、パ国主要都市の一つであるファイサラバードの水道整備は、同国政府にとって重要課題となっていることから、本計画の第1期工事は完了したものの、再度継続実施の強い要請が行われたため、独立行政法人国際協力機構（以下 JICA と略す）は、2007年7月同計画第2期事業具現化のため、事業化調査団を派遣した。同調査では、2003年度建設費見直しのための価格調査をはじめ、基本設計調査時点の設計内容の再検討を行った。また、パ国側の負担事業について確認・合意した。
- 4) 同事業化調査の結果、2008年7月、計画第2期に対する新しい交換公文が締結され、事業が再開されたが、同年12月における入札は不調となった。同年は入札時期に先立ち世界的な金融危機が勃発し、為替レートが乱高下するとともに、材料価格、特に工事価格で大きな部分を占めるパ国製鋼管価格が安定しなかったことが主原因である。
- 5) この入札後、長引く世界的な経済混乱の中で、連続的に入札不調となった事業の再生のため、入札価格や対象国の経済動向を詳細に検討し、両国政府関係者により対策が協議された結果、同案件を分割し2つの案件（導水・送水・配水コンポーネント及び水源施設）として実施することが決定された。
- 6) 同合意に基づいて水源施設コンポーネントを切り離した「ファイサラバード上水道整備計画」第2期（導水・送水・配水施設コンポーネント）は2009年11月に再入札が行われ、この入札の結果、第2期事業は落札となり、以後同計画の施工が現地で進行中である。

「ファイサラバード上水道拡充計画」事業化調査は、以上のようなプロジェクトの経過を背景として、分離された水源施設コンポーネントに対するパ側の早期具現化の要請に応えるため、実施予定時期の2010年に向けて、特に事業費の再積算に重点を置いた再調査を実施することとなり、JICAは、2009年12月9日から同年12月24日まで、事業化調査団を派遣した。同調査では、水



源計画地の現状調査や建設費見直しのための価格調査を主体とし、事業化に伴うパ側負担範囲の確認や、総費用の増額に対応する PC-1 の改訂申請・承認プロセスについて協議した。調査団は同調査結果を事業化調査概要報告書にとりまとめた。本報告書をもとに、2010年2月14日から19日まで、概要報告説明調査団が派遣され、調査団と同国パンジャブ州関連局代表が協議した結果、調査結果および付帯事項について合意が行われた。主な合意事項は次の通りである。

- (1) 水源施設建設に伴うパ側負担工事として、2007年の事業化調査で合意された用地取得、一次側電力供給工事、アクセス建設工事などの負担について再確認した。
- (2) 事業費については、2004年当初の計画に対して総費用が増額となるので、パ側では増額に対する現行の PC-1 (Planning Commission Document-1、パ国内で国家事業としての位置づけを得るために必要な国内手続きを行うためのフォーム) の改訂、申請、中央政府による承認が必要となり、パ側は2010年4月中旬までに中央政府審査委員会 (CDWP=Central Development Working Party) の承認を得ることを確約した。
- (3) パ側で実施した環境評価調査及び JICA の最新の環境ガイドラインのスクリーニング結果を双方で確認した。パ側ではその結果必要となる環境モニタリングを実施するため、必要な措置を取ることを了承した。

以上の経過により、合意されたプロジェクトの概要を、先行プロジェクト資料と併せて、次表に示す。

表-1 事業概要

本事業化調査拡充計画：水源施設 25 井 — 計画取水量 91,000 m <sup>3</sup> /日			
先行第 2 期事業：導水管布設 14.6km 送水ポンプ場建設 送水管布設 11.3km 配水ポンプ場建設			
先行第 1 期事業：市内配水管布設 6km			
計画	施設分類	施設名	仕様
拡充計画 (本事業化調査対象)	(1) 水源施設	①水源深井戸 25 井	基準深度 160m (予備 2 井)
		②深井戸ポンプ室	鉄筋コンクリート構造
		a. 深井戸ポンプ室 25 棟	面積 45.4 m <sup>2</sup> /棟
		b. 深井戸ポンプ 25 式	電動縦軸タービンポンプ 取水量:200 m <sup>3</sup> /時/台
ファイサラ バード上水道整備計画 第 2 期 (実施中)	(1) 導水施設	①導水管 口径 400~900 mm	全長約 14.6 km
	(2) 送水施設	①中継ポンプ井 1 池	容量 4,000 m <sup>3</sup>
		②中継ポンプ 5 台 (1 台予備)	25.3m <sup>3</sup> /分/台、190 kW
		③塩素注入装置 1 式	注入機、除害設備
		④送水管 口径 1,000 mm	全長 11.3 km
	(3) 配水施設	①最終配水池	鉄筋コンクリート構造 容量 36,000 m <sup>3</sup>
		②配水ポンプ場	面積 545 m <sup>2</sup>
③配水ポンプ 5 台		31.6 m <sup>3</sup> /分、330kW 2 台 63.2m <sup>3</sup> /分 660kW 3 台	

同第1期 (2006年完了)	(1)市内配管補強工事	口径 600～700mm x 6km	ダクタイル鋳鉄管
	(2)維持管理機材調達	①水位計 x 12 台 ②分光光度計 x 1 式 ③PH/EC メーター x 2 台 ④TDS メーター x 2 台 ⑤無線機 (固定型) x 4 式 ⑥無線機 (ハンディ型) x 15 台 ⑦自記録圧力計 x 2 台 ⑧超音波流速計 x 1 台 ⑨音聴棒 x 2 式	

現在実施中の「ファイサラバード上水道整備計画」第2期は2012年3月完成を目指している。

本計画に要する概算事業費は、14.77億円(日本側8.20億円、パキスタン側6.57億円)と見積もられる。パ国側経費の中には、水源地周辺村落に対する補償事業費、水源地アクセス道路、深井戸ポンプ室25棟に対する1次側電力供給設備が含まれる。

ファイサラバード市上水道拡充計画(以下「本事業」と略す)はパンジャブ州内のインフラ整備を主管するパンジャブ州政府住宅・都市開発・公衆衛生省(HUD/PHE)が監督機関となり、ファイサラバード開発公社(FDA=Faisalabad Development Authority)所属の「上下水道公社」(WASA)を実施機関として実施される。WASAは総裁を筆頭に、上水道および下水道技術関連を含む8部門に分かれ、約2,000人(2009年)の職員を擁する。WASAでは、契約世帯の敷地面積を基準とするパ国で一般的な固定料金制をとり、しかも低料金であるため、主として人件費と特に巨額の電力費により構成される経常支出を料金収入では回収できていない。このため、政府補助金の支援を受けている。近年は収支改善の政府方針を受けて、数次の料金値上げを断行し、料金徴収の民間委託、メーター制移行を着手するなど、経営努力をはらっている。

本事業は、パ国有数の大都市において約30%と推定される貧困層を含む多数の一般市民の給水率の向上と給水量の増大を目標とする計画である。公共給水サービスを緊急に改善し、市民の健康増進に対する貢献が期待され、広く住民のBHNの向上に寄与するものであることから、無償資金協力として実施する妥当性がある。本計画を実施することによる具体的な効果としては、以下のよう  
なことが期待される。

#### (1) 直接効果

- ① 上水道施設が完成する2012年には、現在の給水人口159万人(給水率55%)が189万人に増加する。
- ② 189万人の裨益人口に対して現在の平均給水量一人一日87ℓが130ℓに増加する。
- ③ 時間制限による給水サービス(一日最大6時間)が一日4時間×3回の給水サービスとなる。

\*現状を精査し、給水時間について再検討を行った。(資料6-16参照)

- ④ 市人口の 1/3 をしめる東部区域に対する不均等な配水状況を改善する。つまり配水幹線給水圧（ポンプ運転時）が現行の最大  $0.5\text{kg/cm}^2$  から  $1.0\sim 1.5\text{kg/cm}^2$  まで改善される。

## (2) 間接効果

- ① 安全で安定した給水が増大することにより、肝炎・下痢・チフス等の水系伝染病の軽減に効果があり、市民の保健・衛生環境の改善に貢献する。
- ② 給水サービスの改善と住民への啓蒙活動により、料金未納や不払い、不法接続や給水管へのポンプ接続等の違法行為が漸減し、WASA の経営改善に効果が期待される。また、本事業は WASA のメーター制移行が円滑に進行する最良の機会を提供する。

最後に、本事業の効果を高めるため、WASA が次のような事項に留意することを提言する。

### (1) 水源地の保全

本プロジェクトの目的である水源増強はジャン用水路沿線の地下水資源に依存する。調査の結果、主要な補給源は同水路からの浸透であることが判明し、継続的な地下水取水の確保には水路の用水供給が安定していることが条件となる。ジャン用水路は、インダス流域最大規模の用水路である下チェナブ幹線水路の 2 次幹線であるが、パンジャブ州政府は大規模な補修事業を策定し、用水量の増大を計画している。同計画の中には水路のライニングも含まれるが、分水路以下の末端水路が対象となっており、幹線は土水路のままである。従って、水路の流量が顕著に減少する条件はないが、毎年 1 カ月間の落水期には浸透量が顕著に減少するので、地下水の水位変化に注意するとともに、水路を管轄する電力・灌漑省から今後も継続的に水路保全について情報収集し、安定した取水を確保できるよう配慮しなければならない。このため、本調査で提案する地下水モニタリング計画を実行し、水量・水質・水位の変化に係る資料を蓄積し、水源地保全のため有効活用することが必要である。

### (2) 情報公開・危機管理の必要性

2003 年第 2 回基本設計調査の結果、本プロジェクトの実施により中・長期的には水源地周辺の灌漑井戸に対し、地下水位低下等の影響が発生するリスクが予想され、WASA は本事業に対する周辺村落住民や関係者の合意を得るため、対話を促進し、補償事業を実施した。現在、これら利害関係者との緊張関係はおさまっているが、建設工事が完了し、WASA による地下水取水が始まると、基本設計調査中に発生したような対立的な状態が生じる可能性もある。このような状態を避ける危機管理の方法としては、WASA および市庁代表者と利害関係者の連絡委員会を組織し、本調査で合意された水源地のモニタリング計画による地下水観測資料の情報公開と共有、さらに一般住民の理解を得るための集会・対話の開催等の対策を考慮する必要がある。

### (3) 漏水低減や市内配水の改善による給水の効率化

貴重な給水量を有効に利用し、損失を低減するため、25%程度と推定されている漏水の低減対策を積極的に行う。現在、戸別メーターが設置されていないため、漏水の実態には不明なところが多いが、主な原因の一つとなる末端部分の給水管の老朽化は全市域に広がっている。WASA は 2006 年に水道汚染事故が発生した 1 地区に対して配管更新工事を実施し、以後毎年重点地区を対象に同様な工事を継続してきたので、効果が現れてきていると想定されるが、それらの工事を通じて実態を把握し、適切な配管更新計画を実施すれば一層の漏水防止が可能となる。

さらに 2006 年「ファイサラバード上水道整備計画」第 1 期で一部市内配水幹線補強を実施した箇所について、2010 年から開始されるフランスの有償資金協力により、これを延長する計画となっており、配水幹線の配水状況の改善が見込まれる。したがって、WASA が従来から努力している二次幹線や支線の補強を継続強化すれば、不平等な給水サービスの改善が達成されることとなる。「ファイサラバード上水道整備計画」第 1 期では、これら給水効率化の支援の一環として管路の圧力・流量分布を計測する機器を調達したので、これら機器の有効利用により、増加した給水量が適切に配分される配水方法を計画することが可能である。

### (4) 戸別メーター設置による従量制料金システムへの移行

給水量増大が実質的な経営改善の効果を発揚するためには、WASA が州政府指導により開始した戸別給水メーター設置による従量制料金システムへの早期移行が不可欠である。現在の契約数約 10 万 7 千を全部取り替えるには少なくとも 3 年を要すると言われるが、実現可能な実施計画を早急に策定し、早期に完全移行する努力が期待される。

### (5) 改善努力の必要性

本事業完成後、既存施設と併せて給水サービスが開始される場合、維持管理費、特に電力費が巨額となり、WASA の経営が圧迫される。現在 WASA は州政府の指導を受けて、従量制移行を含め様々な経営改善に乗り出しているため、運転開始までにそれら措置を軌道に乗せ、経営の健全化と独立化を目標とすることが望まれる。

\*\*\*\*\*

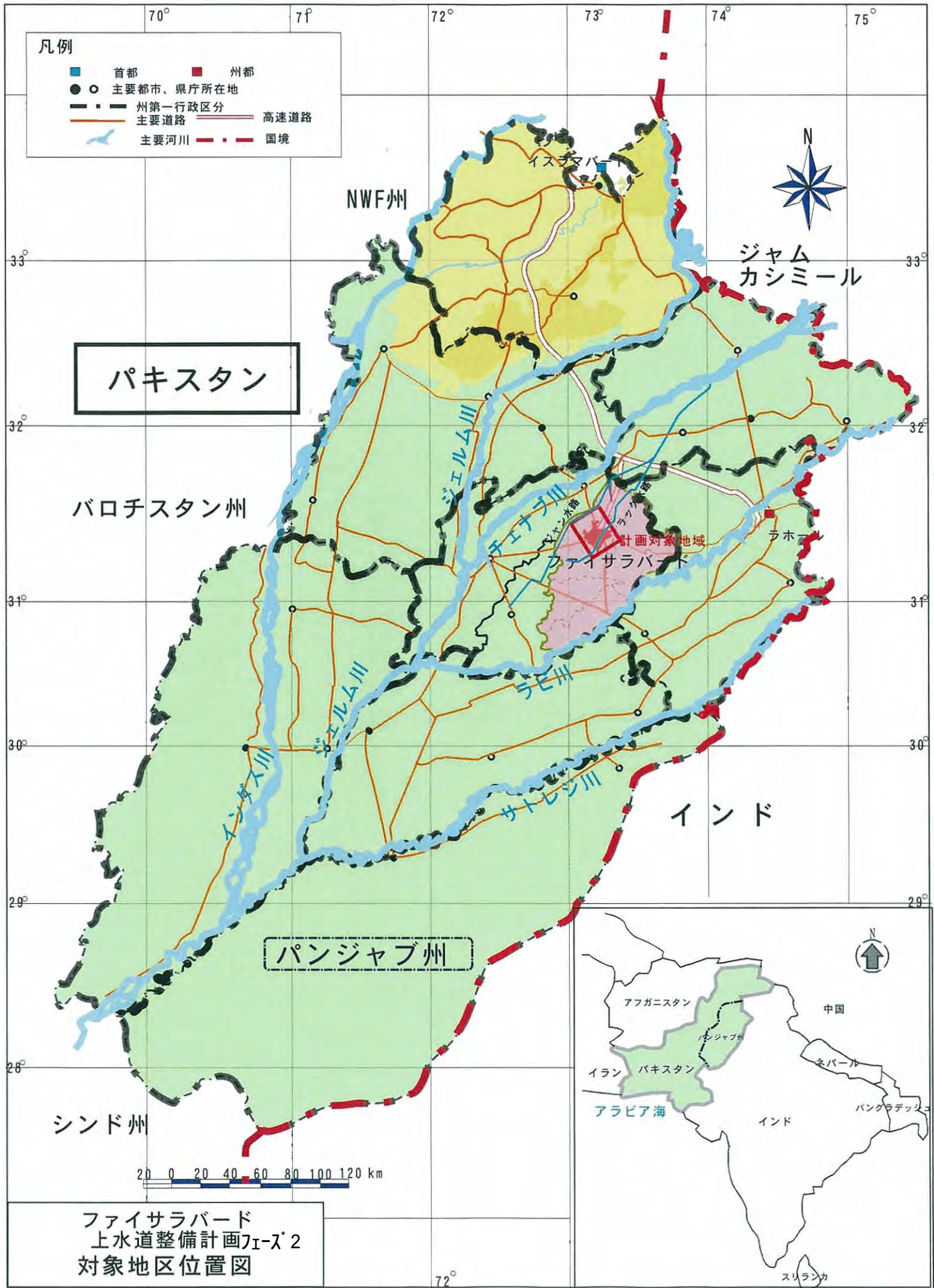
# 目次

序文	
伝達状	
要約	
目次	
対象地区位置図	
完成予想図	
写真	
付図一覧表	
付表一覧表	
略語集	

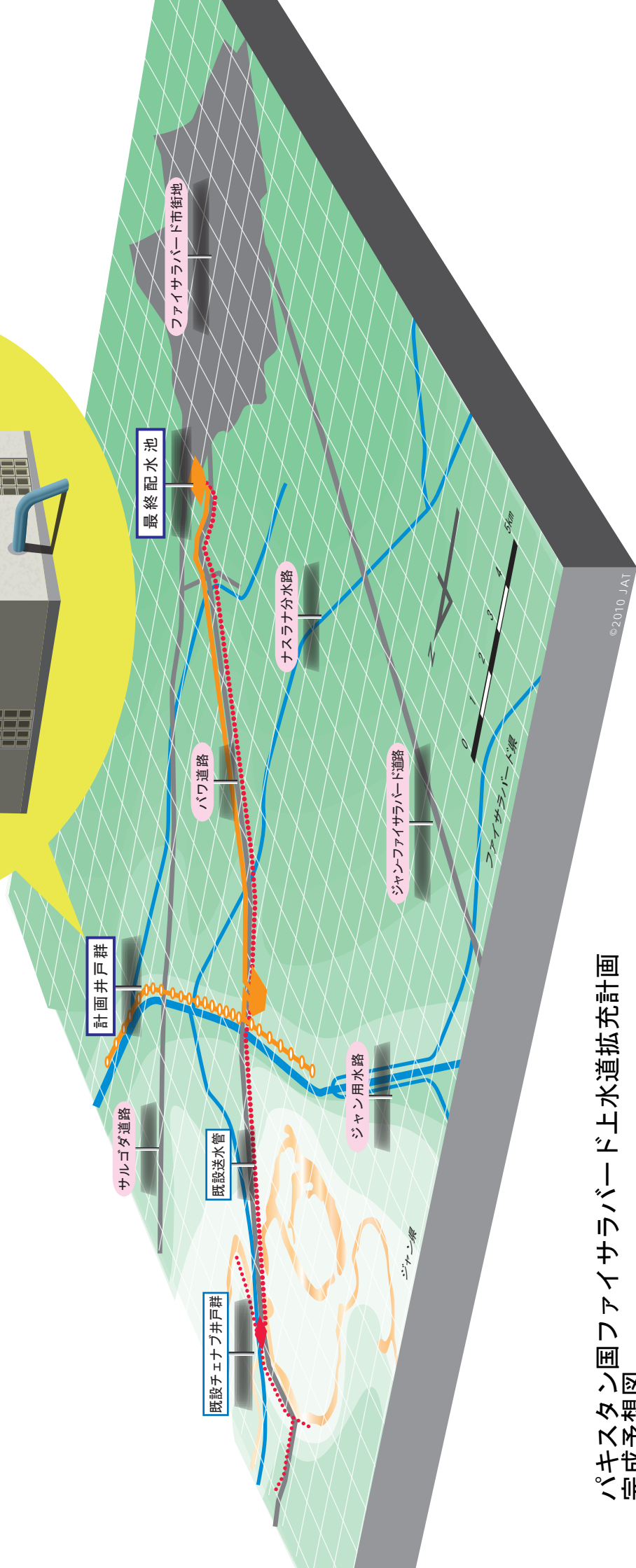
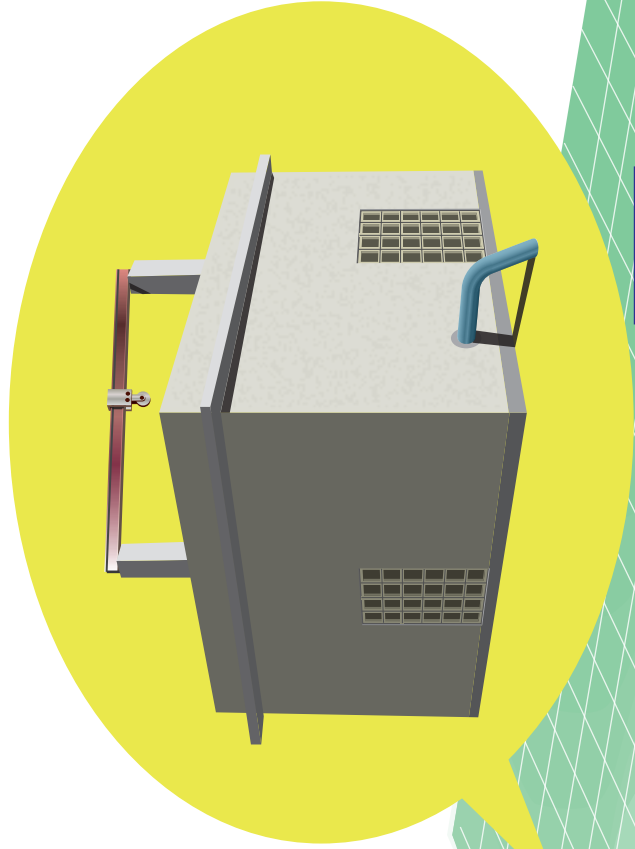
<b>第1章</b>	<b>プロジェクトの背景・経緯</b>	
1-1	当該セクターの現状と課題 .....	1-1
1-1-1	現状と課題 .....	1-1
1-1-2	開発計画 .....	1-3
1-1-3	社会経済状況 .....	1-5
1-2	無償資金協力要請の背景・経緯及び概要 .....	1-8
1-2-1	要請の背景・経緯 .....	1-8
1-2-2	要請の概要 .....	1-14
1-3	我が国の援助動向 .....	1-15
1-4	他ドナーの援助動向 .....	1-15
<b>第2章</b>	<b>プロジェクトを取り巻く状況</b>	
2-1	プロジェクトの実施体制 .....	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 .....	2-6
2-2	プロジェクトサイト及び周辺の状況 .....	2-10
2-2-1	関連インフラの整備状況 .....	2-10
2-2-2	自然条件 .....	2-12
2-2-3	環境社会配慮 .....	2-26
<b>第3章</b>	<b>プロジェクトの内容</b>	
3-1	プロジェクトの概要 .....	3-1

3-2	協力対象事業の基本設計 .....	3-5
3-2-1	設計方針 .....	3-5
3-2-2	基本計画 .....	3-8
3-2-2-1	水源計画 .....	3-8
3-2-2-2	給水計画 .....	3-25
3-2-2-3	施設計画 .....	3-35
3-2-2-4	運営維持管理機材計画 .....	3-44
3-2-3	概略設計図 .....	3-44
3-2-4	施工計画／調達計画 .....	3-48
3-2-4-1	施工方針／調達方針 .....	3-48
3-2-4-2	施工上の留意事項 .....	3-50
3-2-4-3	施工区分 .....	3-51
3-2-4-4	施工監理計画 .....	3-52
3-2-4-5	品質管理計画 .....	3-53
3-2-4-6	資機材等調達計画 .....	3-55
3-2-4-7	初期操作指導計画 .....	3-58
3-2-4-8	実施工程 .....	3-58
3-3	相手国側分担事業の概要 .....	3-60
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画 .....	3-63
3-5	プロジェクトの概算事業費 .....	3-69
3-5-1	協力対象事業の概算事業費 .....	3-69
3-5-2	運営・維持管理費 .....	3-71
3-6	協力対象事業実施に当たっての留意事項 .....	3-73
<b>第4章</b>	<b>プロジェクトの妥当性の検証</b>	
4-1	プロジェクトの効果 .....	4-1
4-2	課題・提言 .....	4-3
4-3	プロジェクトの妥当性 .....	4-5
4-4	結論 .....	4-6
<b>資料</b>		
資料1	調査団員氏名、所属 .....	A-1
1-1	事業化調査現地調査 .....	A-1
1-2	事業化調査成果概要説明調査 .....	A-1
<参考>	事業化調査現地調査 .....	A-2
	事業化調査成果概要説明調査 .....	A-2
	第2回基本設計調査第1次現地調査 .....	A-3

	第2回基本設計調査第2次現地調査	.....	A-3
	第2回基本設計調査概要書現地説明	.....	A-3
資料2	現地調査行程表	.....	A-4
	2-1 事業化調査現地調査	.....	A-4
	2-2 事業化調査成果概要説明調査	.....	A-4
	<参考> 事業化調査現地調査	.....	A-5
	事業化調査成果概要説明調査	.....	A-5
	第2回基本設計調査第1次現地調査	.....	A-6
	第2回基本設計調査第2次現地調査	.....	A-7
	第2回基本設計調査概要書現地説明	.....	A-8
資料3	相手国関係者リスト	.....	A-9
	3-1 事業化調査現地調査	.....	A-9
	<参考> 事業化調査現地調査	.....	A-10
	第2回基本設計調査	.....	A-11
資料4	討議議事録(M/D)	.....	A-13
	4-1 事業化調査現地調査時	.....	A-13
	4-2 事業化調査成果概要資料説明時	.....	A-27
	<参考> 事業化調査現地調査時	.....	A-37
	事業化調査成果概要資料説明時	.....	A-44
	第2回基本設計調査第1次現地調査時	.....	A-51
	第2回基本設計調査第2次現地調査時	.....	A-61
	第2回基本設計調査概要書現地説明	.....	A-70
資料5	事業化調査概要表	.....	A-82
資料6	その他の資料・情報	.....	A-85







©2010 JAT

# パキスタン国ファイサラバード上水道拡充計画 完成予想図



## 水源地ジャン用水路

井戸群は右土手の  
水路管理道路沿い  
に建設する。



パ国側により舗装された  
用水路管理道路の一部  
(工事アクセス道路として利用。  
本事業化調査時点確認撮影)

井戸掘さく位置は、道路の  
右側

## 水源地近くの村落の灌漑用井戸

右写真が典型的な灌漑井戸構造。ポンプは水中型でなく、横型陸上ポンプを採用するので、水位が数メートル降下すると、揚水が困難となる。そのため、基本設計調査時に住民反対運動が展開し、パ国政府は、環境・社会配慮措置を講じた。



## 付図一覧表

図 2-1	パンジャブ州政府および WASA 組織図	2-2
図 2-2	既存給水施設位置図	2-9
図 2-3	パンジャブ州地形図	2-16
図 2-4	対象地区周辺沖積層深度等高線図	2-17
図 2-5	パンジャブ州周辺主要水路分布図	2-19
図 2-6	ファイサラバード周辺主要用水路分布図	2-20
図 2-7	ジャン用水路の構造	2-22
図 2-8	WASA 既存井構造比較	2-25
図 2-9	計画対象地域の一般的井戸構造	2-27
図 2-10	推定地下水位面図	2-28
図 3-1	事業化調査対象地域図	3-4
図 3-2	試験井位置図	3-10
図 3-3	基本設計調査・試験井構造図および地質断面図	3-11
図 3-4	段階揚水試験グラフ	3-12
図 3-5	定量連続試験グラフ	3-15
図 3-6	過去の調査における対象地区水質分布図	3-20
図 3-7	計画対象地域水質分布図	3-21
図 3-8	ファイサラバード市行政・給水区域図	3-25
図 3-9	ファイサラバード市の人口推計グラフ	3-27
図 3-10	水源施設配置計画図	3-37
図 3-11	ファイサラバード市ジャン用水路系新規水源・施設水位高低図	3-43
図 3-12	事業実施体制	3-49
図 3-18	事業実施工程表	3-59

## 付表一覧表

表 1-1	全国給水・衛生普及状況 (MTDF, 2005)	1-1
表 1-2	水セクター課題と対策 (MTDF, 2005)	1-2
表 1-3	給水分野開発計画	1-3
表 1-4	世銀マスタープラン上水道計画概要	1-5
表 1-5	パキスタン国代表都市の水道操業時間/日	1-7
表 1-6	各事業体料金請求に対する無収水の割合	1-7
表 1-7	当初要請の背景と経過	1-8
表 1-8	第2回基本設計調査の経緯	1-10
表 1-9	本事業化調査にいたる事業実施経過 (2004~2010年)	1-12
表 1-10	要請の概要	1-14
表 1-11	我が国の水分野支援事業一覧	1-15
表 1-12	他ドナーの援助	1-16
表 1-13	近年の他都市への他ドナー支援実績	1-17
表 2-1	近年の WASA 収支一覧表	2-4
表 2-2	主要既存給水施設	2-6
表 2-3	ファイサラバード県工業関連企業数	2-10
表 2-4	計画対象地域水路主要データ	2-18
表 2-5	環境社会配慮チェックリスト	2-30
表 2-6	モニタリング・プラン	2-32
表 3-1	先行調査との施設構成比較	3-2
表 3-2	基本設計調査における水源調査の構成	3-8
表 3-3	ジャン用水路浸透試験結果	3-13
表 3-4	水源計画構成主要素	3-14
表 3-5	対象地域帯水層係数一覧表	3-16
表 3-6	WASA チュナブ水源地既存井水質試験結果 (2009年9月)	3-23
表 3-7	試験井および用水路沿線農業井水質試験結果	3-24
表 3-8	ファイサラバード市の人口推計	3-26
表 3-9	WASA 水源量の現況と予測 (1998年-2010年)	3-29
表 3-10	給水件数 (2009年12月)	3-30
表 3-11	給水予測	3-34
表 3-12	取水施設リスト	3-35
表 3-13	機材調達リスト	3-44
表 3-14	施工区分	3-51
表 3-15	品質管理方法	3-53

表 3-16	深井戸水源施設に関わる資機材調達リスト .....	3-55
表 3-17	土木工事主要機材調達リスト .....	3-56
表 3-18	主要電気製品調達リスト .....	3-57
表 3-19	建設工事に関わるパキスタン側主要負担事業リスト .....	3-60
表 3-20	新規施設要員計画 .....	3-64
表 3-21	動力設備概要と分担範囲 .....	3-65
表 3-22	施設建設費 .....	3-69
表 3-23	機材調達費 .....	3-70
表 3-24	「パ」国側負担経費 .....	3-70
表 3-25	上水道収入と電気代支出比較 .....	3-72
表 4-1	計画実施による効果と現状改善の程度 .....	4-2

## 略 語 集

ADB	アジア開発銀行 (Asian Development Bank)
A/P	支払い授權書 (Authorization to Pay)
API	米国石油協会 (American Petroleum Institute)
AWWA	米国水道協会 (American Water Works Association)
B/A	銀行取極め (Banking Arrangement)
BS	英国工業規格 (British Standards)
DfID	英国国際開発省 (Department for International Development)
DIN	独国工業規格 (Deutsches Institut für Normung e. V.)
ECNEC	国家経済評議会執行委員会 (Executive Committee of National Economic Council)
E/N	交換公文 (Exchange of Notes)
FDA	ファイサバード開発庁 (Faisalabad Development Authority)
GL	地盤高 (Ground Level)
HUD/PH	住宅・都市開発・公衆衛生省 (Ministry of Housing, Urban Development and Primary Health)
HWL	最高水位 (High Water Level)
IEC	国際電気技術委員会 (International Electrotechnical Commission)
ISO	国際標準化機構 (International Organization for Standardization)
JICA	独立行政法人国際協力機構 (Japan International Cooperation Agency)
JIS	日本工業規格 (Japanese Industrial Standards)
LCC	下チェナブ幹線水路 (Lower Chenab Canal)
LWL	最低水位 (Low Water Level)
PC-1	パキスタン国内で国家事業としての位置づけを得るために必要な国内手続きを行うためのフォーム (Planning Commission Document-1)
PKR	パキスタン・ルピー (Pakistan Rupees)
PVC	ポリ塩化ビニール (Polyvinyl Chloride)
REC	パキスタン国コンサルタント Republican Engineering Co.社
TDS	全溶存固形物質 (Total Dissolved Solids)
T/R	最終配水地・ポンプ場 (Terminal Reservoir)
WAPDA	水電力公社 (Water and Power Development Authority)
WASA	上下水道公社 (Water and Sanitation Agency)
WHO	世界保健機構 (World Health Organization)

## 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

## 1-1 当該セクターの現状と課題

### 1-1-1 現状と課題

パ国の水分野に対する国連ミレニアム目標（MDGs=Millennium Development Goals）の評価が、2004年にWHO・UNICEFの共同調査で行われ、「清潔な飲料水へのアクセス」普及率は1990年の83%から2004年には91%に達したと推定された。この数値は、同国でインダス川からの広域用水路網が発達し、地下水資源が一部の地域を除いて潤沢であるので、国内の大部分の地域で水源アクセスが容易な事実を反映するが、利用する水源が必ずしも安全な飲料水に適するものでないことが指摘され、現在は広義の達成率として参考値の位置づけとなっている。

一方、パ国政府は、「10年長期開発計画」（2001～2010年）において、2000年の全国平均給水率を63%と推定し、10年間で84%まで高める目標を設定した。同政府は計画の効果的・効率的な実施のために、2001年から2004年までの「3年開発計画」、以後「中期開発フレームワーク」（MTDF=Medium Term Development Framework, 2005～2010年）を策定し、予算配分を含む分野別の詳細な実施計画を順次発表した。水セクターに対する具体的な政策はMTDFにおいて提示され、2005年頃から行政側の活発な対応が開始された。またMTDF政策の一環として、2005年には「環境省」（Ministry of Environment）が「国家飲料水政策」（NDWP=National Drinking Water Policy）の草案を作成し、省庁・地方政府・関係各機関の意見をとりまとめた後、最終的に2009年国会の承認を受けた（次節1-1-2「開発計画」参照）。

MTDFの現状と課題の分析は次のとおりである。

#### 1) 国土給水・衛生普及現況

表 1-1 全国給水・衛生普及状況（MTDF, 2005）

	対象	推定値
1. 給水普及率	a. 全国平均	65% 以上
	b. 都市部（全国約 500 カ所）	85%
	c. 地方（約 30,000 カ所の大・中村落、世帯数 100 以上または人口 1,000 人以上）	55%
	d. 地方（約 20,000 カ所の小規模村落）	未整備
2. 給水源	* 圧倒的多数の地域で地下水を水源とする。 * 表流水利用はカラチ、ハイデラバード、およびイスラマバードの一部のみ	
3. 衛生普及率	a. 全国平均	42%
	a. 都市	65%
	b. 地方	30%
	注記: * 下水道は一部大都市以外皆無。下水道があっても無処理放流。	
	* 全国 45%の世帯がトイレなし。	
	* なんらかの排水システムに接続している世帯は 51%	



2) 水セクターの課題と MTDF による対策

表 1-2 水セクター課題と対策 (MTDF, 2005)

課題	現状	MTDF による対策
1) 水セクター公共投資の不足	従来 GDP の 0.25%のみ	計画期間中の投資は全体で 1,200 億 Rs。そのうち 1/2 を中央政府・州政府が負担。1/2 は民間投資を予想。
2) 水行政体制の不備	中央省庁には給水・衛生を管掌する機関が不在で、地方行政にも同セクター体制が確立されていない	2001 年制定の地方行政法により州政府をトップとする地方政府がセクター開発・運営に責任を持つ。
3) 水質悪化による健康被害	下水・工業用水など排水による地下水汚染と都市部における老朽水道管の汚染	国家水質基準の制定 (2007 年発表)
4) 低料金と費用回収率の低迷	従量制への移行が停滞し、劣悪なサービスに対する水道料金不払いや違法接続が横行	料金徴収業務の民間委託等

表 1-2 における都市部の給水普及率 85%中には、自家用井戸による給水率も含まれ、上水道の接続率を示すものではない。2005 年、世銀によるパンジャブ州 9 都市上下水道調査によると、平均で 55%程度であった。都市水道の普及が停滞している最大の原因は、大都市への人口集中の結果、施設整備が対応できないことにある。全国都市人口のうち 50%が、カラチ、ラホール、ファイサラバードを筆頭とする 7 都市に集中し、都市人口の 1/3 はスラムを構成する貧困層といわれる。このような都市部人口増大とスラム化は社会基盤の荒廃をもたらし、社会サービスが劣悪化した。パ国最大規模のカラチ市は、普及率だけとりあげると 70%程度と推定されているが、同市の各給水区では一日の平均給水時間は 2.5 時間程度しかなく、これまでも我が国や国際機関による改善計画が進行中である。

ファイサラバード市の場合は、全市一斉一日 6 時間の時間制限給水を 10 年以上続けているうちに、市街地の 1/3 を占める東部区域が長大な配水幹線の末端部にあたり、給水時間中ポンプ場に近い西部区域で取水すると東部区域では水圧が減少し、ほとんど水が出なくなる傾向が続いている。水が出なくなるため、利用者が給水管に直接吸引ポンプを設置するなどして水道管が負圧となり、地中の汚水や下水が配水管に混入する懸念が市民の間に広がった。実際に、2006 年には市内で下水による水道管汚染により 11 人の犠牲者が出る事件が発生した。さらに、東部区域の市民は、飲料水も確保できず、買水に依存する窮状が続くため、料金不払いで抵抗する悪循環が続いている。仮に本計画により給水量が増加しても、現状水道料金の固定制を従量制に変えない限り、西部区域住民による水の浪費がさらに強まることにより、東部区域への水量増加の効果が小さくなるため料金不払いの改善を見込めない。

実質的に充実した都市給水の確立には、(a) 安定した水源、(b) 需要に対応する施設拡張のための開発資金、(c) 効率的な施設の運営・維持管理と適正料金による費用回収が必須であるが、課題に対応するためには多くの費用と組織的努力を要し、本計画対象のファイサラバードのみならず、全国いずれの都市にとっても対応が困難な状態が続いている。

MTDF は、以上のような水セクター実態に対する国民の改善要求の高まりを受けて、現状打開のため実質的な投資額を設定した。その結果、パンジャブ州では、州政府「計画・開発庁」が中心となって、特に都市上下水道の改善に乗り出した。同庁では 2006 年「都市水道サービス改善のロードマップ」を策定し、本計画の実施機関である WASA は州政府から経営改善の指導を受けるとともに、近年上下水道施設改善計画に州政府の年次開発予算による積極的な支援を確保している。

### 1-1-2 開発計画

全国的な水道普及は、これまで代々の国家開発計画がそれぞれの目標により、達成努力が払われてきた。近年の開発計画とその中の給水目標をまとめると表 1-3 の通りである。基準年の給水率が一定していないが、10 カ年長期開発計画の普及率 63% (2001 年) を基本として、以後の MTDF、NDWP に引き継がれている。2000 年代中期からは、水質改善の要求が高まり、MTDF 計画を受けた関連政策が関係省庁から発表されている。

表 1-3 給水分野開発計画

	計画名	発表年	期間	給水目標
1	第 8 次五カ年計画	1994	1993/94~ 1997/98	安全な飲料水を、地方人口の 70.5%、都市人口の 95%に供給する
2	10 カ年長期開発計画	2001	2001~ 2011	全国平均給水率 63%を 84%に高める
3	貧困削減戦略(PRSP)	2003	2000/01~ (2005/06)	基準年の都市給水 95%、地方給水 80%を中間年 2005/06 でそれぞれ 97%と 84%に高める
4	中期開発フレームワーク (MTDF)	2005	2005~ 2010	10 カ年長期開発計画の分野別実施計画。2010 年までに給水率を 76%、衛生普及率を 50%にそれぞれ改善することを目標。

5.	国家飲料水政策 (NDWP)	2005	～ 2015	MTDF 計画の水セクター主要政策の一つとして、環境省から発表。 具体的な目標として、全国給水率を 2015 年 93%に高める（現行から 30%程度の向上を目標とする）。上位目標は全国民に対する安全な給水の確保(2020 年)。 同政策ドラフトは 2005 年に作成され、省庁・地方政府・関係機関による意見を反映し 2007 年に完成。2009 年 9 月国会承認された。今後正式に法令化するための準備が行われている。
6.	国家衛生政策 (NSP= National Sanitation Policy)	2006	～2025	環境省により策定され、2006 年国会承認された。戸外排泄習慣の撲滅目標からはじめ、衛生施設の普及を目指す。2015 年までに現状の半減を改善目標とし、2025 年に 100%の衛生施設普及を目指す。
7	パキスタン飲料水質基準 (Quality Drinking Water Standards for Pakistan)	2007		厚生省(Ministry of Health) 所管「健康増進アカデミー (Health Service Academy)」が WHO 支援を受けて策定。NDWP では当初ドラフトで詳細なモニタリングと罰則規定まで定めていたが、同政策最終承認版は詳細規定がなく、法令化されてから、細則の中で規定されると予想される。したがって、まだ本基準はガイドラインの位置づけとなっている。

パ国水道事業体の一般的な形態は、都市の場合はそれぞれの市街社会基盤整備を所管する開発公社ないしはその傘下の上下水道公社(Water and Sanitation Agency, 以下、ファイサラバード市上下水公社を「WASA」と記載する)が、その他の場合は、地方水道は県庁ないしは郡庁等地方自治体が事業主となる。

各事業体の開発プロジェクトは、それぞれの機関が作成する事業計画書(Planning Commission Document-1=「PC-1」と言われる)に基づき、州政府が審査・承認・予算配分を行うが、金額が Rs2 億パキスタンルピー（以下「Rs」, 約 2.4 億円）を超える大型プロジェクトは、州政府承認後連邦政府に提出され、首相を始め関連各省代表により構成される特別委員会の最終審査と承認が必要である。

このプロセスを経て承認されたプロジェクトの実施は、国家開発計画の年次実施計画書である公共セクター開発計画に組み込まれ、予算配分により執行されるが、従来大規模な都市水道は政府の財政難のため、国際機関や諸外国の支援に依存している。

本計画の対象であるファイサラバード市の場合も例外ではなく、1970 年代初頭、急増する同市の需要に対し、1976 年パ国政府の要請に基づいた ADB の支援によりマスタープラン（以下 ADB

マスタープランと呼ぶ) が作成され、引き続き同機関の財政支援により、同プランのフェーズ I 事業(上水道施設は、水源開発、配水池、市内配管幹線網等の建設)が実施された(1992年に完成。「表 1-9 他ドナーの援助」参照)。しかしながら WASA は、さらに急増する需要に対応するため、1993年、世銀の支援を得て ADB マスタープランの改訂を行った(この世銀によるマスタープランを以下世銀マスタープランと呼ぶ)。当時同市の人口は約 160 万人に達したと推定され、ADB 支援によるフェーズ I で完成した給水施設は総人口の 60% 程度の需要にしか対応できないものであった。

世銀マスタープランの上水道計画概要を表 1-4 に示す。

表 1-4 世銀マスタープラン上水道計画概要

フェーズ	期間	期間最終年 推定人口 (百万人)	給水率 目標 (%)	既存水源 能力 (万 m <sup>3</sup> /日)	必要な 追加水量 (万 m <sup>3</sup> /日)
I (完了、ADB)	1976～1992	1.6	60	32.5	7.2
II	1993～2000	2.5	70	32.5	24.2
III	2001～2010	3.2	75	32.5	56.2
IV	2011～2018	3.7	80	32.5	89.5

ファイサラバード水道事業を管掌する WASA は、世銀マスタープランによる施設整備を推進するため、フェーズ II(表 1-4)における給水計画を第 8 次五カ年計画の実施対象候補として、計画概要書を州政府経由で中央政府に提出し、1996 年承認を得た(同概要書は PC-1 提出の前段階として、計画概要と予算規模について事前承認を得る目的で作成される)。

このように、ファイサラバード市の水道事業は世銀マスタープランを上位計画とし、国家レベルでの開発計画の枠組みの中で州政府の審査を受け推進されてきた。しかしながら、WASA の財政状況が厳しく、本来自己資金によるプロジェクトの実施が困難であることから、フェーズ II 実施にあたり、パ国政府関連機関の審査を経て、中央政府から我が国に対し無償資金協力による計画の支援が要請された。

従来パ国では、水関連政策は主として灌漑システム運営のための水資源管理に重点が置かれ、給水・衛生セクターは 2005 年まで政府投資もわずかで、自力による開発計画は限定されていたが、世論の高まりに伴い、一般住民生活の利便・健康管理に対し、格段の配慮を払う必要が生じたことから、MTDF とそれに続く関連政策を打ち出した。MTDF では予算措置だけでなく、地方政府を中心とする水行政体制整備・強化の方針を打ち出し、パンジャブ州政府も NDWP に基づいて WASA に対し経営改善等の指導を強化しつつある。

### 1-1-3 社会経済状況

#### (1) 水道料金体制

パ国の大都市には人口流入が続き、脆弱な社会基盤を圧迫している。水道事業体においては、

料金回収率の低迷、漏水・盗水など無収水の増加が経営を圧迫し、料金収入の改善が急務となっている。経営改善を阻む最大要因は、水消費量によらず、面積比で決まった額しか収入が得られない、契約者の敷地（床）面積による定額料金制度である。固定料金であると消費量に関係なく月額が一定であるため、条件に恵まれた給水区域の一部消費者の水浪費傾向を助長し、消費者間の給水量配分が不均等になる。その結果、市民の間に不公平感が増大し、料金支払い意欲を低下させる結果となる。また、給水量を増加してもそれに比例する料金収入の増大につながらず、逆に不公平感を増長するリスクが大きい。カラチでは高層住宅が多いため、2階以上の床面積も料金徴収の対象となるが、一戸建て家屋と比較すると料金がかかり割増になるため、苦情が殺到した。

2000年の実績では、カラチでは水道利用契約数約120万件のうち1%が、ラホールでは40万件のうち2.5%程度しかメーターによる従量制となっていなかった。政府は「10カ年長期開発計画」（表1-4参照）のころから、特に本計画対象のファイサラバード市を含む7大都市における従量制移行を大目標の一つに掲げた。ただし、水道事業体は料金徴収による企業体であり、メーター制移行に国家の開発資金を投資することは困難であることから、実施には地域社会の自主努力が求められている。しかし、大都市では事業体と構成市民とも経済的能力に制約があり、全面的なメーター制移行とはなっていないのが現状である。

ファイサラバード市の場合、これまで水道利用契約10万件のうち水道メータを設置しているのは特に大口消費者の20件程度しかない。WASA内部では定額料金制から従量制への移行について検討を重ねてきたが、具現化に伴う課題として、切り替え工事の初期投資の確保や市民の賛意を確保するためのアプローチの問題などに結論が出ないまま、実施が遅れている。しかしながら2006年、給水区の一部において水道水が下水に汚染され、幼児を中心に11名の犠牲者が出るという事故が発生し、この事故を契機として、該当地区では、給水管の更新と合わせて小規模な範囲で水道メーターが導入された。WASAでは当該地区以外に対しても、給水管の更新と合わせて従量制の導入を計画しているが、市内全域が従量制に切り替わるにはまだ相当な時間と費用が必要である。

## (2)各都市水道事業体の状況

各都市の水道事業体は独立採算制の経営を原則として設立され、料金設定も州政府の承認が必要であるが、事業体の運営方針により決定できる。しかし上述のように、歳入を左右する料金システムが従来からの固定料金制を主体とすることから、事業体が給水サービス改善の努力をはらっても、直接歳入増加に結びつかず、収入の低迷を改善できない。各都市の水道事業体は料金収入により人件費と動力費を主とする経常支出をまかなうことが困難な実態となっており、頻繁な料金改正や総支出の2割から3割の政府補助金を受け、収支バランスを保っている。このため、料金収入による資本コスト回収はきわめて困難であり、施設整備のため導入した国際機関等からの借款は大部分が州政府に対する借金として残っている。

さらに各事業体の経営を悪化させている大きな要因として無収水の問題がある。大多数の水道サービスは様々な理由から終日操業ができず、時間制限運転が常道となっている。2005年ADB主催の都市水道ワークショップで各地のWASAが発表した一日の運転時間は次表の通りであった。

表 1-5 パキスタン国代表的都市の水道操業時間/日

都市名	カラチ	ラホール	ファイサ ラバード	ラワルピ ンディ	ムルタン	ペシャワ ール
運転時間	4	17	8	8	8	9

注記： ただし、ファイサラバードの場合、通常は一日 2 時間ずつ 3 回合計 6 時間運転が通常の運転時間であり、各都市とも最長の操業時間を報告した可能性がある。

このような間欠的なサービスに加えて、地域的な水圧不足、漏水などの問題があり、給水サービスは市民の満足からほど遠い状態にあるため、料金不払いの傾向がおさまらず、どの事業体も料金回収に苦慮している。次表は、同じく ADB ワークショップで発表された、各事業体の無収水率である。

表 1-6 各事業体料金請求に対する無収水の割合

都市名	カラチ	ラホール	ファイサ ラバード	ラワルピ ンディ	ムルタン	ペシャワ ール
無収水率	45%	40%	40%	45%	40%	50%

ファイサラバードの場合、料金不払いに対して WASA は継続的な回収努力を払っているが、顕著な成果が見られない状態が続いている。

## 1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

### 1-2-1 要請の背景・経緯

本計画に対する我が国支援の発端は、1970年代からのファイサラバード市に対する ADB 支援が完了した 1990 年代までさかのぼり、以後当該国の政治・社会混乱や 2003 年末からの世界的な経済変動等の影響を受けて紆余曲折を繰り返し、今回の事業化調査に至る。その経緯を、(1)当初要請以後 1998 年パ国核実験に対する経済制裁による第 1 回基本設計調査中止 (2) 経済制裁解除後 2002 年 12 月から 2004 年までの第 2 回基本設計調査、(3) 2004 年計画実施の開始以後本事業化調査まで、の 3 時期に分けて概要を次に示す。

#### (1) 当初要請の背景・経緯と第 1 回基本設計調査 (1995～1998)

表 1-7 当初要請の背景と経過

時期		経過	説明
1	1976	ADB 支援により上下水道マスタープラン作成	1976 年から 2000 年までの長期計画(1976 年当時の人口は 80 万人)
2	1992	ADB マスタープランのフェーズ I のうち給水施設完成	1) WASA は同年から完成施設の操業開始 2) 人口 160 万人に対する給水率 60%
3	1993	世銀支援により ADB マスタープランを改訂	1993 年開始フェーズ II から 2018 年フェーズ IV までの長期計画(表 1-3 参照)
4	1995	我が国に対し、無償資金協力による支援要請	1) 計画内容 世銀マスタープラン・フェーズ II 2) 要請金額 Rp 12 百万 (約 36 億円、要請時レート)
5	1996	中央政府審査機関がフェーズ II 計画概要書を承認	第 8 次五カ年開発計画(1993/94～97/98)におけるファイサラバード水道施設改善の実施を計画
6	1997/11	JICA 事前調査の実施	
7	1998/2/23 ～ 3/23	第 1 回基本設計調査(第 1 次現地調査)を実施	全体調査(水源・給水施設・運営維持管理等)
8	1998/4/20 ～ 5/7	第 1 回基本設計調査(第 2 次現地調査)を実施	試験井戸掘さく調査、その後核実験への経済制裁により調査を中断
9	1998/5	WASA の新規計画概要書を州政府審査機関が承認	WASA は事前調査団との合意内容である地下水開発計画の新規計画概要書を作成し提出
10	1998～2001	WASA が自主努力により水源整備を実施	市内用水路旧水源井戸の更新とチェナブ水源地に 4 本の井戸を追加

1993 年の世銀マスタープランの骨子は、給水量増強のための水源開発および市内の配水幹線拡張であり、追加水源として ADB 支援事業フェーズ I で建設された市街の北西 30km 地点を南流するインダス川の支流チェナブ川流域の水源拡大開発を目標としていた。1992 年フェーズ I に

よる施設完成後も、増大を続ける需要に対し施設拡張を推進する必要に迫られながら、WASAの経営は軌道に乗らず資金確保の見通しがないため、WASAは中央政府を通じて、1995年我が国に無償資金協力による支援を要請した。

同要請に対し、我が国は1997年11月に事前調査団を、翌1998年2月には基本設計調査団を派遣した。しかし同年パ国が核実験を実施したことから、我が国は経済協力を停止し、基本設計調査も途中で中止された（以下この基本設計調査を第1回基本設計調査と呼称し、当時2回の現地調査をそれぞれ第1次現地調査、第2次現地調査とする）。

以上の経過における要点は次のとおりである。

#### 1) 当初の要請内容

市内に従来から存在する既存水源(市内を貫流する農業用水路を水源とする緩速ろ過浄水場および同水路沿線水源地の深井戸水源)の更新等により、給水量を増強することを目的としていた。我が国に対する要請書は、世銀マスタープランのフェーズII(1993～2000年)対策の一環として、世銀が当面の優先事業として提案した既存浄水場の更新が計画対象となっていた。

#### 2) 事前調査(1997～98)

我が国政府は上記要請を受け入れ、国際協力事業団(現独立行政法人国際協力機構、以下「JICA」と略す)は1997年11月事前調査団を派遣した。同調査では、優先案である浄水場更新案だけでなく、世銀マスタープランによる新規地下水開発の可能性をあわせて調査した。その結果は次の通りである。

- ① 浄水場が取水する用水路は、市内の中央部を貫流している。周囲は市街密集地帯となっており、その用水路の水を水源とする浄水場を建設するにあたっては、水路沿いにせざるを得ず用地の取得が困難である。
- ② 市内全域の用水路は冬期に送水が1カ月停止されるため、その間は水源水が供給されないこととなり、結果浄水場は稼働できない。
- ③ 浄水場の運営・維持管理は、ろ過速度や投入する薬品量の調整を、浄水場の周辺だけではなく用水路上流域の気象条件によって日々変化する水源水質に合わせる必要があり、高度の技術と熟練を要するだけでなく、処理コストが大きいため現況のWASAの経営状態では対応が困難となる。
- ④ 世銀マスタープランが2000年以降のADBフェーズIIIにて設定した給水量増強対策のひとつである新規の地下水開発は、すでにADBフェーズIの先行事業で第一次開発が実施され、運営・維持管理面でWASAに技術的経験の蓄積があり、また安定した水質が期待できるので、用水路を水源とする新規処理場建設と比較すると建設コストの面も含め有利である。
- ⑤ 水源候補地は、世銀マスタープランで候補とする先行ADBフェーズIの既存水源地の周辺が適切である。
- ⑥ 目標とする増強水量は、当面市民の需要を対象として緊急に必要な水量を補給することを目的とし、91,000m<sup>3</sup>/日とする。



### 3) 第1回基本設計調査の結果

以上の事前調査結果に基づき、1998年 JICA は基本設計調査団を派遣した。

第1次現地調査では全体調査を行い、第2次現地調査では試験井を掘さくし、揚水試験により井戸能力の確認を行う予定であった。しかしながら、井戸掘さく機械を現場に搬入する段階で、周辺村落住民のプロジェクト反対運動があり、機材搬入が阻止されることとなった。

この地域は、ADB 支援により実施された WASA のフェーズ I の水源地で 1992 年から大量に連続揚水されていた。その結果、周囲の地下水位低下がはじまり、農民の私設灌漑井戸が影響を受けて揚水が困難となるケースが多発した。農民は新規開発がさらに事態を悪化させることを懸念し、反対行動に出たものである。このため、調査は一時中断となった。(調査地域および水源候補地の位置については、後記第3章図 3-1 参照)

一方、同 1998 年 5 月にパ国は核実験を実施し、これに対し国際社会が経済制裁を課す方針を決定し、「我が国もパ国に対する経済協力を凍結した。このような当時の国際情勢の影響を受けて、第1回基本設計調査は中止となった。

### (3) 第2回基本設計調査の経緯 (2002～04)

その後 WASA は悪化する給水事情改善のため、世銀マスタープランの計画に基づき、州政府年次開発予算(ADP)により、(1)市内の用水路沿線旧水源井戸の更新、(2) 既存チェナブ水源地に 4 本の追加井戸建設を実施し、給水量増強のための努力を払った。しかしながら、これら努力にもかかわらず、実質的な給水量増加の効果は得られず、2001 年経済制裁解除後、先行調査の再開を我が国に要請した。これらの動きと調査再開後の経過を表 1-8 にまとめる。

表 1-8 第2回基本設計調査の経緯

時期		経過	説明
1	2001	経済制裁が解除され、WASA は我が国に対し先行基本設計調査の再開を求める要請書を提出	
2	2002/12/9 ~ 2003/1/26	第2回基本設計調査 (第1次現地調査)	調査途中、水源候補地の住民反対運動が再燃し調査は中断 最終的にパ国側は水源候補地の変更を決定
3	2003/5	我が国に対し WASA は調査再開を要請	日本側が求める代替水源地に関する技術資料、周辺住民の合意書等を提出
4	2003/8/2 ~ 9/14	第2回基本設計調査 (第2次現地調査)	今次調査により試験井戸掘さくを含む予定業務完了
5	2004/3/16 ~ 3/29	基本設計概要説明調査	住民対策方針策定について合意

第2回基本設計調査終了までの経緯要点は次のとおりである。

#### 1) 第 2 回基本設計調査（第 1 次現地調査）

WASA は 1998 年先行調査で候補とし、住民反対運動が発生した水源地とは別の地点に第 2 候補地を確保する措置をとった。しかしながら第 2 候補地周辺の住民によっても反対運動が発生した(調査地域および水源候補地の位置については、後記第 3 章図 3-1 参照)。

WASA は関係機関と協力し、地元住民との協議をすすめたが、反対意見が強く、州政府と WASA の最終協議の結果、新規水源開発地をファイサラバード県内のジャン用水路左岸地帯に移す方針が決定され、日本側に変更が要請された。

同要請に対し、日本側としては一連の住民反対運動はプロジェクト実施の重大な障害になると受け止め、変更された水源地について、周辺住民や関係者の合意が確保されることが調査対象の前提となることを説明、それら保証が得られるまで中止となった(2003 年 1 月)。

#### 2) 第 2 回基本設計調査（第 2 次現地調査）

WASA は住民代表等と折衝を続けることにより、住民代表を含めた関係者の合意書を集め、新規水源候補地の技術資料とともに我が国政府に提出した(2003 年 5 月)。それら提出資料の検討の結果、日本側は調査再開を決定し、第 2 次調査に入った(2003 年 8 月)。同調査では、特に妨害行動は発生せず、順調に業務を完了した。

第 2 回基本設計調査の結果概要は次の通りである。

- ① 第 2 次現地調査では、新規水源候補地で本計画の影響を受ける可能性があるジャン用水路の周辺村落を対象に、第 1 次現地調査と同様な住民調査を実施した。新規候補地は第 1 次現地調査時と異なり、水源地域に居住する住民が本計画の裨益対象であるファイサラバード市経済圏の構成員との認識があり、プロジェクトに強硬な反対意見はないものの、農業地域の特徴のひとつとして農業用井戸を多用していることから、新規水源開発により影響を受けるリスクについて懸念が強いことが判明した。
- ② 第 2 次現地調査では妨害行為はなかったものの、住民の一部がプロジェクト自体に反対行動を展開し、全国的に新聞報道される事態が発生した(2003 年 10 月)。
- ③ 試掘調査結果、水理地質解析によると本計画による WASA の新規井戸群揚水は短期的には大きな影響は出ないが、長期的には周辺へ影響が波及するリスクが予想され、その場合の補償を含めた対策を考慮する必要が発生した。日本側は、調査結果に基づき、影響範囲とそのレベルについては WASA を通じて監督機関である州政府にも報告し、パ国側によるプロジェクトのリスク管理のため、具体的な対策を策定することを繰り返し申し入れた。
- ④ 2004 年 3 月 JICA は基本設計概要説明調査団を派遣し、パ側と第 2 回第 2 次基本設計調査の結果策定された事業内容について合意した。  
合意内容は次のとおりである。
  - a. 全体計画を 2 期分けとし、第 1 期は「市内配水管改善計画」無償資金協力単年度予算で実施。第 2 期に給水量 91,000m<sup>3</sup> 増強のための水源・導水・送水及び配水施設から構成される主要計画を国債案件として実施する。
  - b. 計画実施の前提となるパ側 PC-1 承認を 2004 年 7 月までに得る。
  - c. さらに、本計画による環境影響評価調査をパ国側が国内法に基づいて実施する。
- ⑤ 概要説明調査時点、調査団は WASA およびパ国側州政府代表と住民対策について重点

協議を行い、パ国側が(1)補償措置を含めた住民対策の策定、(2)それら対策についての関連村落への広報、(3)住民集会の開催と住民のプロジェクト実施に対する合意の確保を早急に行うことが合意された。

### (3) 事業実施の経過と本事業化調査 (2004～2010)

表-1-9 本事業化調査にいたる事業実施経過 (2004～2010年)

時期	経過	説明
2004/11月	本計画第1期に関する E/N 締結	
2005/4月	第2期に係る E/N 締結	
2005/7月	第1期入札	
2005/9月	第1期施工開始	2006年3月完成。2007年5月瑕疵検査終了。
2006年	第2期入札	年度内3回入札実施。いずれも不調に終わる。
2007/3月	第2期 E/N 期限終了	第2期計画中止
2007/7月～ 2007/11月	パ側要請による第2期再開のための事業化調査(第1回)	事業費の見直し。一部設計変更。パ側負担分の確認。
2008/7月	第2期 E/N 締結	
2008/12月	第2期入札	不調。
2009/7月	パ側要請により、対策協議	対象コンポーネントのうち、水源施設を分離し、別案件として実施する方針に合意。
2009/11月	第2期再入札	成立。同年12月から着工。
2009/11月～ 2010/2月	本事業化調査の実施(第2回)	分離コンポーネント、水源施設の事業化のため、事業費見直しを目的とする調査。

概要説明調査による事業計画に両国が合意後、パ側が PC-1 の承認を得て、2004年11月計画第1期に対する E/N が締結された。2005年第1期入札、その後の施工は順調に進捗し、予定通り、2006年3月に完了した。

しかるに主要コンポーネントを対象とする第2期は、2006年入札が3回連続して実施されたが、いずれも不調に終わった。以下に今回 2009～10年の事業化調査に至るまでの経過の要点を述べる。

#### 1) 2006年第2期入札不調と事業の中止

2006年第2期工事入札不調の主因は、2003年に積算された基本設計調査の事業費が、(1) 2003年末頃からの世界的な鋼材価格の高騰、(2) 2004年頃からの原油価格の急騰と高止まり、(3)パ国での諸物価・人件費の上昇、また 2005年北部大地震の発生により復興計画に伴う建設物価の高騰など、建設工事に必要な材料・人件費のいずれも基本設計調査時と比較し大幅に価格上昇したことによる。同年度における入札不調連続の結果、第2期に係る交換公文の有効期間内に建設工事を完了することが困難な事態に陥り、両国の合意により、コンサルタント契約を打ち切り、事業は終結となった。

## 2) 2007 年第 2 期事業化調査

以上の経過により、本計画は 2006 年 3 月いったん中止となったが、パ側にとり本案件の重要性、優先度は高く、再開に向けて再三強い要請があったことから、2007 年 7 月 JICA は入札不調の主原因である事業費の見直しを焦点とする事業化調査を実施し、その結果 2003 年作成した概算事業費の再積算と事業化調査概要報告書を取りまとめ、同年 11 月概要説明調査団を派遣した。調査団とパ国側関連機関代表者との協議結果、主要な合意事項概要は次の通りである。

- ① パ国側は事業費の変更を始めとする調査団の概要報告書の提案に合意した。
- ② 当初日本側負担の全体建設工事のうち、操作員宿舎 3 棟の建設をパ国側が負担する。
- ③ 基本設計調査の内容について、事業化調査における検討結果、最終配水ポンプ場のポンプ設備の増強を提案し、パ国側はその必要性について了解した。
- ④ パ国側で実施した環境評価調査は報告書を当局に提出済みであり、その承認を 2007 年 12 月末までに取り付ける。

この事業化調査の結果、総事業費は当初より増額となった。パ国の PC-1 は事業費の変更の場合、当初の 15%以上増額となると再申請と承認が必要であるが、この時点増額は 15%以内であったため、パンジャブ州政府内関係機関の承認によりパ国側承認手続きを終了した。

## 3) 2008 年 12 月入札とその後の経過

- ① パ国側の事業費変更に係る承認手続き終了後、2008 年 7 月第 2 期実施に係る E/N が締結され、同年 12 月入札となったが、入札金額と予定事業費の差が縮まらないまま不調に終わった。入札結果を詳細に検討した結果、同年は入札時期に先立ち世界的な金融危機が勃発し、為替レートが乱高下するとともに、材料価格、特に工事価格で大きな部分を占めるパ国製鋼管価格が安定しなかったことが原因となったことが判明した。
- ② この入札の結果、長引く世界的な経済混乱の中で、連続的に入札不調となった事業の再生のため、入札価格や対象国の経済動向を詳細に検討した結果、両国政府関係者により対策が協議された結果、同案件を分割し 2 つの案件（現行案件および切り離れたコンポーネントの案件、具体的には水源施設コンポーネント）として実施することが決定された。
- ③ 同合意に基づいて水源施設コンポーネントを切り離れた計画第 2 期は 2009 年 11 月再入札が行われ、この入札結果第 2 期事業は落札となり、業者が決定した。以後同計画の施工が現地で進行中である。

本計画は、以上の長期にわたる経緯を経て、最終的に水源施設コンポーネントを別案件として取り扱うことが両国で合意されたので、パ側からの早期具現化への要請に対応し、事業化調査により積算を見直すこととした。

## 1-2-2 要請の概要

本計画に対する要請は、前項の経過で記述したように、数次にわたって行われた。現在、当初計画の主要部分は実施段階にいたり、最終的な要請は、2009年分離されたコンポーネントである地下水開発による91,000m<sup>3</sup>の水源増強施設の建設を対象とする。我が国は分割された水源施設のコンポーネントを、別案件、「ファイサラバード上水道拡充計画」として対応する。ただし、その実施は2010年頃と予想されるため、特に事業費の見直しを目的とする事業化調査を実施した。

以上述べた要請の主要構成要素を表1-10に示す。

表 1-10 要請の概要

	要請内容		備考
1	給水量目標		91,000 m <sup>3</sup> /日
2	深井戸水源 施設の建設	深井戸水源	25本(うち予備井2本)
		深井戸ポンプ設備	25式
		深井戸水源ポンプ場	25棟
		付属配管及び2次側電気工事	25式

### 1-3 我が国の援助動向

パ国は従来主要都市給水整備計画を国際機関・諸外国に依存してきている。我が国も過去にセクター支援として、首都イスラマバードおよび隣接するラウルピンディ市上水道の水源確保のため、北部山岳地インダス支流からの導水計画を有償資金協力により実施し、その後両市の処理場更新を無償資金協力で行った。最大都市のカラチに対しては、JICAによる上水道改善マスタープラン策定の開発調査が実施された。

また、経済制裁解除後の支援の一環として、本計画と同時期に北西辺境州アボタバード市の上水道整備計画(無償資金協力)のための基本設計調査が行われた。アボタバード市は計画人口約30万人、同市には本計画のWASAに相当する機関が組織されておらず、市庁水道課が直接運営・維持管理を担当する。表1-11にこれら支援事業を示す。

表 1-11 我が国の水分野支援事業一覧 (単位: 億円)

年度	種類	プロジェクト名	事業費	
1988	有償	首都圏給水計画(カンプール 1)	125.18	円借款承諾額
1988	有償	同(シムリ)	57.50	円借款承諾額
1991	無償	イスラマバード浄水処理施設改善計画(フェーズ 1)	11.62	E/N 額
1992	無償	同上 (フェーズ 2)	11.45	E/N 額
1994	有償	カラチ上水道改善計画	103.00	円借款承諾額
2003	無償	アボタバード上水道改善計画	基本設計調査 (実施に至らず)	
2010	無償	アボタバード上水道改善計画	0.53	詳細設計調査

なお分野は異なるが、ファイサラバード地域に対しては、(1)パンジャブ州電力・灌漑省を担当機関とし、本計画の水源を予定するジャン用水路他の改修計画に対する開発調査「パンジャブ州支線用水路改修計画(1996～1997)」、および(2)パ国随一の専門教育機関である繊維工科大学および農業大学に対し、それぞれ「教育機材改善計画」が無償資金協力により実施されている。繊維工科大学に対しては1991年度、農科大学に対しては1995年度に実施され、E/N額はそれぞれ6.5億円、9.02億円であった。

### 1-4 他ドナーの援助動向

現在までの関連するドナー支援事業を表1-12に示す。

表 1-12 他ドナーの援助

年度	機関名	種類	支援計画	内容	
1	1976	ADB	有償	ファイサラバード市 上下水道マスタープラン 作成	1998年を目標年とする上下水道事業計画。 上水ポーションでは、ジャン用水路井戸群 の開発、中継ポンプ場等の建設など。最終 推定人口約 300 万人
2	1992	ADB	有償	ファイサラバード市 上下水道計画 フェーズ I 事業	① 総事業費 Rs 2,412 百万 (うち上水道関連が 73%を占める) ②主要上水道施設(1992 年完成) a.深井戸水源施設(25 本) b.中継ポンプ場 c.導水管・送水管(ダクタイル鋳鉄管約 30km、うち送水管は口径 1,500mm 総 延長 20km) d.最終配水池(配水池および配水ポンプ 場) e.市内配水幹線(鋳鉄管、500mm～ 1,600mm、総延長約 45km)
3	1993	世銀	有償	改訂上下水道 マスタープラン作成	ADB マスタープランでは、急増する水需要 に対応出来なかったため、世銀の協力を得 て同プランを改訂。チェナブ川流域・ラッ ク用水路井戸群の開発、主要配水管の敷設 など。1993 年から 2018 年までの長期計画 を策定(2018 年推定人口 370 万人)
4	1993 ～	英国海外 開発庁 (ODA) (現国際 開発省 DfID)	無償	ファイサラバード市域 改善計画(FAUP)	① 市民貧困層の支援を目標に、パイロット 地区を選定し、市民参加による上下水道 整備を含むインフラ整備、雇用機会創出 等のプログラムを実施 ② 上水道関連では、既存用水路を水源とす る浄水場改善計画調査(1997 年)、パイ ロット地区への水道メーター設置、市内 東部給水区域での地下貯水槽(1,000m <sup>3</sup> ) の建設(2001)、管路整備等の支援を実施 ③ 2001 年以降は主として、パ国地方行政 組織再編にともない、市庁内 FAUP 関 連組織の組織改善を実施中

5	2010 ～	フランス 開発庁	有償	ファイサラバード市水資源拡張計画	<p>① 日量 45,000 m<sup>3</sup> の急速ろ過処理場建設</p> <p>② 市内ラック用水路上流水源地深井戸水源 (10 本) 目標 23,000m<sup>3</sup>/日</p> <p>③ 新規水源地からの導水管 13km</p> <p>④ 市内配水幹線補強 1,200mm DCIP 6.5km</p> <p>⑤ 水道メーター調達 (家庭用 2 万個、工業用 600 個)</p> <p>同計画は 2010 年 1 月に PC-1 が承認され、実施に入る。事業費は次のとおり。</p> <p>外貨= 3,293 Rs (= 約 40 億円)</p> <p>内貨=1,339 Rs (=約 16 億円)</p> <p>実施機関はパンジャブ州政府 HUD/PHE 省</p>
---	-----------	-------------	----	------------------	--

なお、パンジャブ州では、いずれも劣悪化している主要都市の水分野改善のため、ADB が支援を展開している。主要なものを表 1-13 に示す。

表 1-13 近年の他都市への他ドナー支援実績

	年度	機関名	支援計画	内容
1	2005 ～	ADB	ラホール市 上水道改善計画	<p>支援金額 US\$16,700</p> <p>①老朽管・漏水管更新工事</p> <p>②配水支管延長工事(新規開発地区への延長計画)</p> <p>③水源施設塩素滅菌機整備計画</p>
2	2007 ～	ADB	ラワルピンディ市 上下水道改善計画	<p>支援金額 US\$64,790</p> <p>①上水道改善・拡張計画</p> <p>②下水道改善計画</p>
3	2007 ～	ADB	バハワルプール市 上下水道改善計画	<p>支援金額 US\$18,607</p> <p>①上水道改善・拡張計画</p> <p>②下水道改善計画</p>

\*\*\*\*\*



## 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

本プロジェクトの実施機関は、1978年創設以来、ファイサラバード市上下水道の運営・維持管理に専従してきた「ファイサラバード上下水道公社」(Water and Sanitation Agency: WASA)が担当する。WASAの組織構成は、図2-1に示す通り、総裁、副総裁の下に事務・技術を担当する8局が並び、いずれの局も本プロジェクトの実施に関連を有するが、そのうち、総指揮をとるプロジェクト管理を「建設局 II」が担当し、技術的には既存上水施設を管理する「水資源局」(Water Resources Division)が本プロジェクト実施に関わる実務と完成後の運営・維持管理を担当する。WASAの現行組織における要職者の多くは、ADB フェーズ I 事業の建設時代から同局に配属され、完成後施設の操業と維持管理に従事してきた経験ある技術者である。

WASAの2008年職員数は、2103人であり、前年2007年の1769人から大幅に増強された。この増員は第1章で述べたように、中期開発計画(2005～2010年)における政府の水セクター強化政策により上下水道施設整備への予算が増加し、ファイサラバードでは特に下水道関連事業が集中したため、同分野を担当する「下水・排水運営・維持管理部」の現場職員が増加したことによる。同局はWASA全体組織の中で職員数が最大で、2008年1018人となった。2009年度は同局を全市を西部と東部に分割し2部構成としている。同局の下水道施工、維持管理作業は主として既存給水管整備地区で展開することから、上水道二次管網・給水管の維持管理をあわせてその業務に含む。

維持管理局に次いで、「水資源局」は市内一円に散在する旧来からの約35カ所ポンプ場・給水塔、フェーズ I によるチェナブ流域の既存施設(水源ポンプ室28カ所および中継ポンプ場)に常時配属されている技術管理者・運転要員を擁し、職員数は2008年483人であった。同部では新規の施設増強がまだ実施されていないので、これまで職員数の変動が少ない。

WASAはパンジャブ州都市整備令により上位機関「ファイサラバード開発公社」(以下FDA=Faisalabad Development Authority)の一翼として創設されたものであり、現在もFDAの管轄下にあり、FDA長官がWASA理事長を兼任している。FDAは特に道路整備、市街地開発に重点を置いて事業を展開する。近年まで、WASAは州のインフラ整備を担当する「住宅・都市開発・公衆衛生省」(Housing and Urban Development/Public Health Engineering Department : HUD/PHE)に直属していた。創設当時の市政業務分担としては、市庁が行政を主管し、FDAが市街地開発事業を担当したが、2001年の地方行政法制定後の再編により開発機関は地方自治体に編入され、以降市庁に直属する体制になった。市庁・FDAはプロジェクトの技術的側面には直接関与しないが、プロジェクトの実施にあたり、WASAに対し必要な行政指導・支援を積極的に推進する役割を担う。基本設計調査時点、水源用地を巡って住民と軋轢が高まった際は、住民との交渉、用地取得などの場面において、両組織は主導的な役割を果たした。

パンジャブ州政府

住宅・都市開発・公衆衛生省

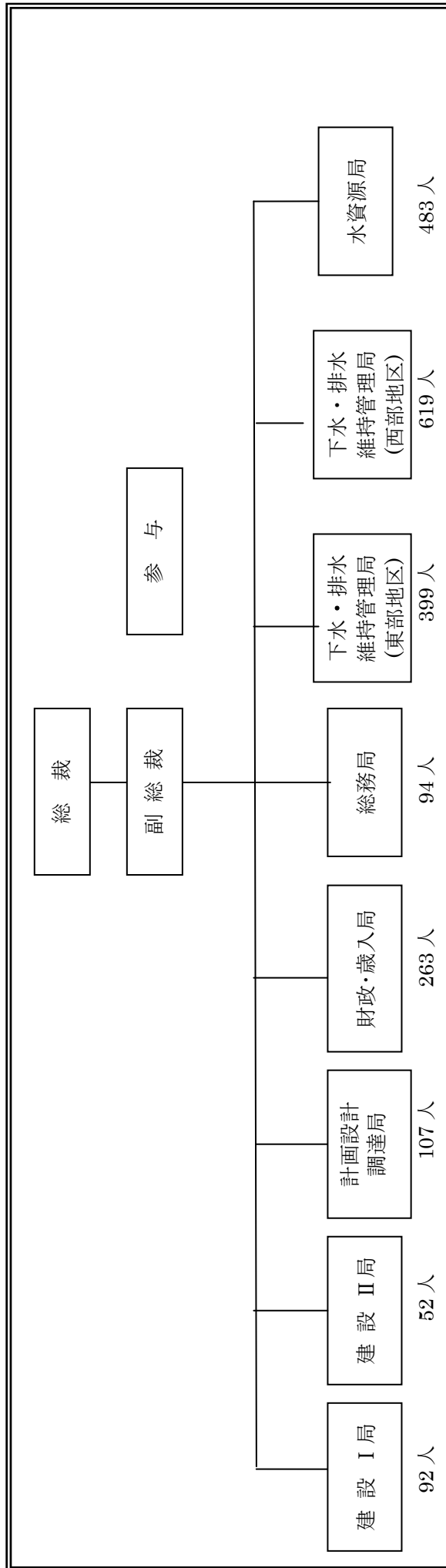


図 2-1  
パンジャブ州政府  
および WASA 組織図

ファイサラバード市はパンジャブ州で州都ラホール市に次ぐ重要都市であり、また本計画はパンジャブ州開発計画の優先事業の一つであることから、州政府 HUD/PHE 省が直接の監督機関として機能する位置付けにある。2002 年から 03 年にかけての、「第 1-2 節無償資金協力要請の背景・経緯及び概要」で記述した当初予定水源地開発をめぐる住民との折衝においては、対象地がファイサラバード県外でもあったことから、ファイサラバード県庁(当時)の行政力が及ばず、州政府代表として HUD/PHE 局長をはじめとする高官が直接現場を視察し、関係する行政機関や住民との集会を主催する等積極的に関与した。その結果、同局と WASA 間最終協議に基づき、代替水源地への変更が決定された経緯がある。同局の本プロジェクト実施における直接の役割としては、プロジェクト関連行政組織最高機関として(a) 関連機関の意見調整・方針の統一、最終判断等を行うほか、(b)パ側予算措置、(c)住民対策に積極的な役割を果たす。

ただし、2005 年の「国家飲料水政策」(NDWP)が規定する枠組みの中では、都市水道行政の実務は同州の「計画・開発庁」(Planning and Development Board=P&D)が担当することが定義され、実際に WASA 運営に対する指導を強化している。同庁は州組織の中で予算関連を主管する上位の機関で、プロジェクト関連予算についての最終決定をくたす立場にあり、WASA は従来からの HUD/PHE との接触を保ちつつ、P&D との直接的な関係を強化する必要がある。NDWP は 2009 年に国会で承認され、今後法令化される予定であり、水分野政策は旧来からの HUD/PHE 主導システムと P&D 介入の新政策が混在する過渡的な体制の中にある状態と言える。

## 2-1-2 財政・予算

パ国の社会開発事業は、小規模な地域開発を除き、中央政府の国家開発計画に基づく年次計画書である公共セクター開発計画(Public Sector Development Programme : PSDP)により、中央政府予算または州政府予算により実施される。

PSDP の対象となるプロジェクトは、計画提案書(PC-1)の中央政府承認が前提であり、本計画はすでに 2004 年先行事業実施の際、国家経済評議会執行委員会(ECNEC)により PC-I が承認されている。しかしながら、PC-I は事業実施中に事業費の増加が必要となったさい、増額が当初事業費の 15%を超える場合は既存の PC-1 を改訂し、ECNEC の承認を得る必要がある。本計画は、2007 年にフェーズ II 事業化調査が実施され、予算の見直しが行われた結果全体事業費が増額となったが、増加が限度 15%以内であったため、中央政府への再申請は行われなかった。しかしながら、今回調査の対象となった上水道拡充計画は、当初計画の一部であり、パ側は先行事業とあわせて事業費を総合し、当初計画と比較するので、限度の 15%を越えるので、ECNEC の再承認が必要となる。PC-1 は、WASA が調査の結果に基づいて日本側支援予算と国内予算を含む全体事業費を作成し、州政府を經由し、ECNEC の承認を得るプロセスであり、ECNEC の開催が不定期であることから、かなりの時間がかかる。一方、本事業実施についての日本側体制としては、毎年 4 月に行われる案件の閣議承認までにパ側の国内承認を必要とするので、2010 年 2 月の本調査概要報告のさい、プロジェクト実施の前提条件として、パ側に 2010 年 4 月中旬までに PC-1 承認を取り付けることを要請し、パ側はこれを了承した。

中央政府予算は、原則的に道路、水資源計画等、全国的規模のプロジェクトに優先的に支出され、本プロジェクトのように裨益対象が地域限定となる水道整備計画は PSDP の州予算から支出されること

になる。州政府の開発事業予算としては、別に年次開発計画(Annual Development Programme : ADP)が策定される。本計画に対するパ側負担事業費は、このように中央政府からの予算および同州 ADP から捻出される。

WASA は本来独立採算制を基本とする運営機関であるが、第 1 章の 1-1-3 社会経済状況に記載されている通り、ファイサラバードに限らず、州都のラホールでも、料金収入ではコスト回収が困難であり、開発費はすべて州政府に依存し、規模が大きい整備計画は外国の支援に依存しなければならない状況にある。経常支出の不足分は、両者とも都市固定資産税からの補助金に依存している。補助金は年度により一定ではなく、市政当局との交渉によるが、世銀調査によると 2004～05 年、ラホール WASA の場合で料金収入と合わせた収入のうち 21%、ファイサラバード WASA で 27%であった。ラホールの場合は州内他都市と比較して料金徴収率が高く 80%の水準にあるが、他都市ではすべて 50%をきるような状況のため経営が苦しく、サービスの悪化に直結する。

近年のファイサラバード WASA の財務状況を次表 2-1 に示す。

表 2-1 近年の WASA 収支一覧表 (単位: 百万ルピー)

年	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009
	実績	実績	実績	実績	予算
収入	622.889	1,298.510	1,609.934 (2007 年当時の為替レートで約 34.6 億円)	1,138.191 (注記 1)	3,544.753 (注記 2)
前年度繰越	228,641	137.754	316.369	1,039.743	70.491
開発費	19.912	667.108	845.391	457.343	2,858.562
経常費	374.336	493.648	448.174	511.810	615.700
内料金収入	318.520	320.000	360.000	376.585	475.000
支出	475.135	1,004.147	674.348	1,067.700	3,543.937
開発費	85.284	526.479	224.524	555.481	2,928.562
経常費	388.851	477.668	449.824	512.219	615.375
内、動力費	178.515	196.000	197.828	215.845	224.000
人件費	134.282	158.578	159.890	209.041	299.165
収支	147.754	141.849	220.529	70.491	0.816
開発費	163.269	278.383	672.898	70.000	1.191
経常費	-14.515	15.980	1.450	0.491	-0.375

注記 (1) 2006-07 年度に、WASA は本計画実施のための予算として、650 (百万 Rp)を計上した。しかし計画は入札不調のため頓挫し、同予算はおりなかった。07-08 年度も同様な状態がおきたため、最終的には 07-08 年度の実績において修正した。このため、同年度収入実績は前年度より大幅に減少となった。

(2) 08-09 は計上予算である。収入予算が従来と比較して大幅上昇となっているが、その理由は次のとおり。

a) 本計画フェーズ II 実施対応予算 1,000 百万 Br

b) 継続・新規プロジェクトの増加 (07 年からパンジャブ州政府が WASA 支援を強化した。)

(3) 料金以外の経常収入の大部分は固定資産税からの補助金。

- (4) 開発予算は、州政府 ADP 予算からの主として下水道整備計画に対するプロジェクト費用。ただし、上水道関係では 2007～8 年に水源増強計画が州政府に承認され、実施となった。
- (5) 年度繰越予算は通常の公共機関では認められないが、WASA は特例で認められている。

補助金の一部は、先行 ADB 支援プロジェクトの借款返済に充当する目的があるが、現状では経常支出の補充が大きく、その目的に使うことが困難であるため、WASA はコスト回収と返済金の捻出のため、2004 年 3 月水道料金を約 40%値上げし、1 月にさかのぼって適用することとした。世銀マスタープランは、先行プロジェクトの投資費用(借款)をパンジャブ州政府から市に対する供与とすることを提案しているが、実現しなかった。今後の経営の建て直しの対策としては、本プロジェクトによる水量増強を契機として、懸案のメーター制移行を実現することが最善である。

### 2-1-3 技術水準

WASA 総職員数が多いのは、下水道と維持管理を担当する維持管理局と上水道を運営する水資源部の現場業務を行う部門要員が多いため、特に運営・維持管理局職員は全体の半数に達する。WASA の上水道事業は様々な課題を抱えての運営であるが、下水道事業も、ADB 事業では上水道に優先度が与えられたため、末端までは整備されていない。WASA は ADB 事業終了後、州政府予算で大規模工事を実施中であるが、市街地の下水工事は難度が高く、工事進捗は遅れており、次年度までの繰り越しが多くなっている。そのため、近年、各所で下水による飲料水汚染事故が発生し、市民が飲料水の汚染を懸念している。

WASA は ADB がファイサラバード市の上下水道施設整備の支援をするにあたり、専門の運営組織を設立することを条件としたことを契機とし、発足した機関であり、WASA 技術者は ADB 事業の進展に沿い、計画立案、建設事業に参画し、建設後の運営・維持管理を担当してきている。特に本計画を監理する水資源部の主要スタッフは WASA 発足当初からの職員で、現在稼働中の水道システムの細部まで精通した技術者である。本計画で建設される施設は既存施設に併設されるため、WASA 職員が ADB 事業を通じて蓄積した知見と経験を本計画に活用できる範囲は大きい。WASA 職員の本計画基本設計調査・事業化調査に対する技術的支援は効果的であった。

WASA の現有施設は、電子機器により自動運転制御する最新鋭の施設ではないが、水源井戸、配管、貯留施設、ポンプ機器はそれぞれ規模が大きく、システム全体および各施設について基本的・専門的知識と熟練した技術がないと効果的・効率的な運営が困難である。現在の WASA 職員は上級技術者、現場業務を行う職員ともに、既に 10 年以上継続的に施設の運営・維持管理に従事してきており、本計画で建設する新規施設に対しても、現状の職員で対応が可能である。

これら現業部門を統率するため、トップの総裁および副総裁は技術者が任命される規定となっていたが、2005 年以降は経営上の配慮もあり、州政府 P&D が民間登用等により選抜した総裁が任命されている。専門職は、技術部門の局長以下主任クラスまで学卒の技術者があたり、その総数は 70 人程度で推移している。

## 2-1-4 既存施設・機材

1970 年台後半 ADB 支援によりファイサラバード市に対する上下水道事業が開始された頃、同市人口は約 80 万人であり、フェーズ I による給水施設が完成した 1992 年、160 万人に倍増した。WASA が創設される以前は、市庁の担当部署が給水施設を運営していた。そのため、現在 WASA の給水サービスは ADB 事業の完成施設に依存するが、市内にはそれ以前に建設された水源深井戸、ポンプ場、給水塔等の既存施設が混在する。

2007 年には、州政府 ADP 予算により、水源増強計画が承認され、市内ラック用水路上流沿岸部に 10 本の新規水源井戸が建設された。2010 年まだポンプ施設が設置されていないため、運転開始となっていないが、今年度予算で完成の見込みとなっている。

本プロジェクトは、ADB 事業によるチェナブ川流域既存水源地からの送水系統とは別に、ジャン用水路沿線の新規水源地から市街へ送水する。その配水池は既存の ADB 事業で建設された最終配水池と同一敷地内に建設され、市内配水は既存ポンプと新規ポンプの同時運転により、既存配水管を通じて同時配水されるので、これら既存施設の運転との連携・調整が効果的な運転のかぎとなる。本節では、既存の給水施設を一覧し、詳細な検討は、3-2-2 節「基本計画」で行う。次表 2-2 に主要施設を示す。また、概略の施設位置を図 2-2 に示す。

表 2-2 主要既存給水施設

	施設分類	施設名	仕様、特記事項
①既存施設 (政府事業)	水源施設	ジャル・カヌアナ 浄水場	市内を貫通するラック用水路を水源とする緩速砂ろ過処理施設。設計能力は 17,000m <sup>3</sup> /日であるが、老朽化し、一日最大 5,000m <sup>3</sup> /日。(現在老朽化のため休止中。廃止とする方針が有力であるが(緩速施設のための維持管理困難なため)、別水源の確保が困難であるので、リハビリの意見もある。)
		ミラット浄水場	市内北部でジャン用水路分水路を水源とする緩速砂ろ過処理施設。能力はジャル浄水場と同水準。新開発地の専用水道として利用されている。
	配水施設	ラック用水路水源地 深井戸群	フェーズ I でチェナブ水源地が完成するまで市内の主力水源地であった。一時用水路両岸に 50 本を超える深井戸水源が建設された。(現在 20 本程度に整理。③項参照)
		ポンプ場、貯水池 給水塔	1950～70 年代州政府、FDA 等により建設された市内の旧深井戸水源の貯水池、ポンプ場および給水塔、38 カ所。ADB 事業完成後、配水幹線直結型の給水方式の地区が増えたので半数以上が利用されていない。
		配水管・給水管	配水幹線は ADB により建設 (②参照。日本製ダクタイル鋳鉄管を採用し、保存状態も良好)。ただし、同幹線に接続された支線は石綿管が多く、漏水の原因となる。さらに末端の給水管は老朽管が大部分といわれ、WASA は特に問題給水区から更新を開始したが、根本的な対策はこれからの課題となっている。

②ADB フェーズ I 施設	水源・取水施設	チェナブ水源地深井戸ポンプ場x25ヶ所	設計水量 225,000m <sup>3</sup> /日であるが、地下水位の低下により能力減退。③参照。
	導水・送水施設	導水管 x 約 10km	深井戸ポンプ場から中継ポンプ場への導水。管種はダクタイル鋳鉄管。
		中継ポンプ場	増圧用ポンプ x 7 台
		送水管 x 約 18km	1,500mm ダクタイル鋳鉄管
	配水施設	最終配水池	容量 46,000m <sup>3</sup>
		配水ポンプ場	配水ポンプ x 10 台
配水幹線 x 約 50km		500～1,600mm ダクタイル鋳鉄管	
③ADB 事業以降、自助努力による追加施設	水源施設	チェナブ水源地深井戸ポンプ場追加 4ヶ所	ただし、1カ所はポンプ設備が整備されていないので、稼動は3カ所、合計 28 本となったが(2000年)、現在最大揚水量で 180,000m <sup>3</sup> /日程度。
		ラック用水路水源地既存井戸の更新	過剰揚水により水質悪化、水量低下した市内用水路沿線の旧井を更新し、2000年以降新旧あわせて現在 18 本となった。
	配水施設	市内給水塔新設	ADB 事業以降の配水システム改善の一環として、西部・東部に一カ所ずつ大型給水塔を建設。
		フェーズ I の幹線からの二次幹線および支線整備	配水システム改善の一環として実施。(1998年以降約 40km 敷設し、総延長はほぼ 1,000km に達する。

既存施設の問題点は次の通りである。

### (1)生産量の減少

1993年世銀マスタープランは、既存水源施設生産能力は市内旧施設・ADB事業による施設を合わせて約 40 万 m<sup>3</sup>/日と評価したが、生産量は約 32 万 m<sup>3</sup>/日であった。2007年の事業化調査によると、急激な人口増加に伴う過剰揚水により、さらに 23 万 m<sup>3</sup>/日まで落ち込み、深刻な給水量不足となっている。

### (2)施設機能不全

ADB事業で建設された最終配水池は 46,000m<sup>3</sup>の容量があるが、設計上の問題により完成以来水槽下半分の貯水量を配水ポンプが揚水できない。このため市内配水が著しく制限され、時間制限給水の原因の一つとなっている。

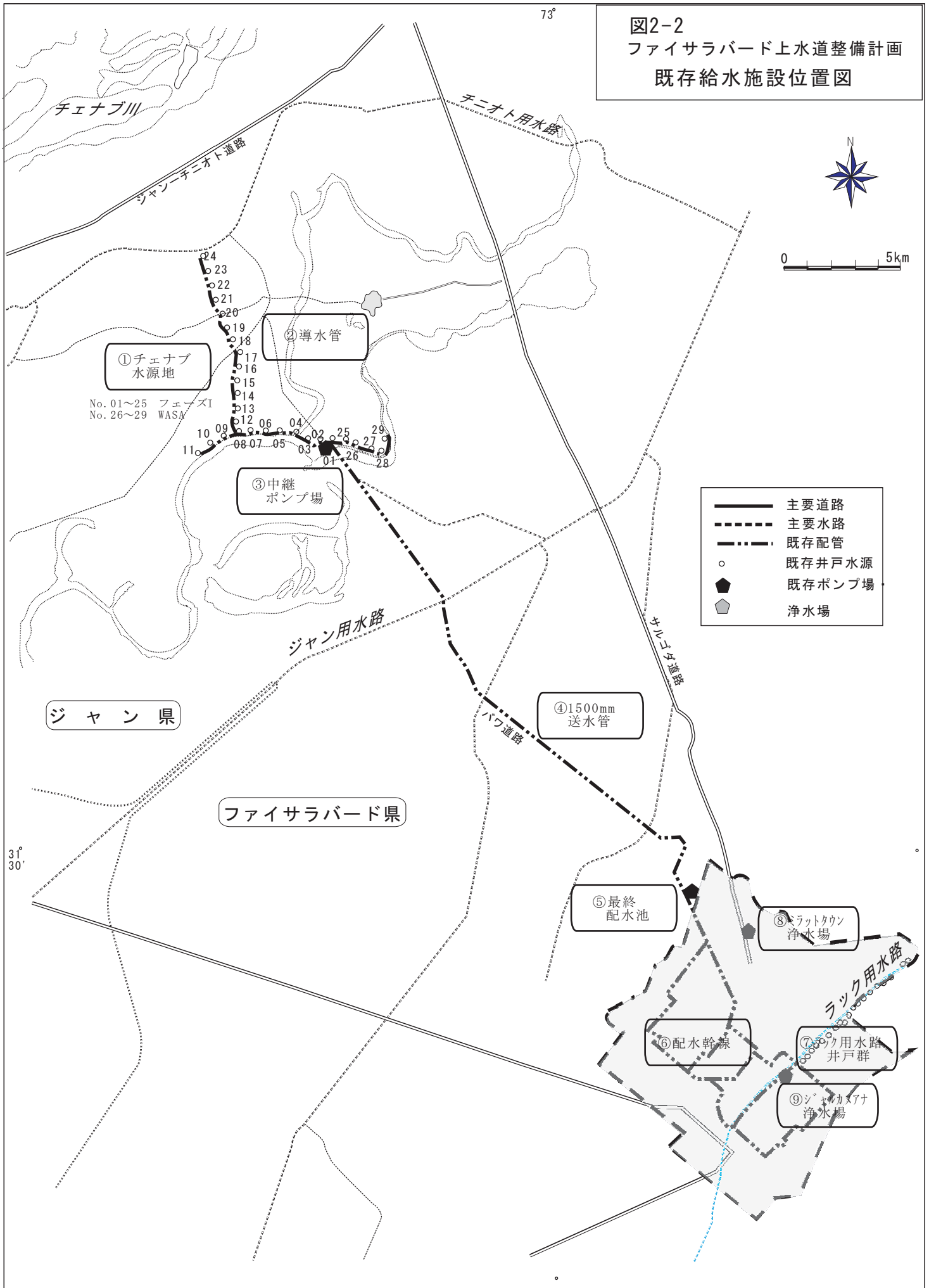
### (3)給水不良

ADB事業では最終配水池が市の西北部郊外に建設された。同地点から配水幹線の末端部となる市内東部区域では、配水池からの距離が 15km 以上あり、1回 1～2 時間の時間給水では配水池に近い西部区域の消費が集中し、東部区域の著しい水圧低下を起こすため、極端な市内給水不均等の状態を作り出した。

日本の協力だけでは既存給水システムの根本的な改善は困難であるが、給水量を増強するとともに、市民に対し可能な範囲で均等に配水することが可能となる。このため、2003年の基本設計調査時点に、



WASA と協議し、特に給水不良の東部地域への給水圧増加を図るため、既存配水幹線に東部地域へのバイパス管を建設する計画を本プロジェクトに含むこととした。この口径 700mm と 800mm、全長 6km の幹線補強計画は、先行事業の第 1 期において実施され、2006 年 3 月完成し、2007 年には瑕疵検査を実施した。



## 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

本プロジェクトの計画対象地域は、パンジャブ州ファイサラバード市および同市給水改善のための水源開発地が位置する周辺農業地帯を含む。水源開発は、当初は市街から約 30km 西北の隣接するジャン県チェナブ川流域が候補となったが、その後チェナブ流域と市街の間地点を貫流するジャン用水路左岸地域に変更され、対象地域は全域がファイサラバード県内となった。ジャン用水路は、隣接するジャン県との境界をなし、右岸はジャン県に属する。

ファイサラバード全県は、2005 年特別市域に指定され、同市を含めて 8 町(Town)に編成された。そのうち、旧市街地は 4 町で構成される。特別市域全体の人口統計としては、1998 年国勢調査による旧県の全人口 534 万人であるが、そのうちファイサラバード市の人口が約 200 万人であった。2007 年同市人口は 260 万人と推定されており、当時から 2.5%程度の成長率で増加しつつある。

この地域一帯はかつて広大な砂漠地帯であったが、英国統治時代 1904 年、インダス川支流のチェナブ川上流部カンキ堰から取水する「下チェナブ幹線水路」(Lower Chenab Canal)が建設されてから入植がはじまり、ファイサラバードは周辺農業の集散地の一つとして成長した。本計画対象地域を貫流するジャン用水路とおよび市中を貫流するラック用水路は、「下チェナブ幹線」から分かれる二次幹線であり、ファイサラバードおよびジャン両県の、サトウキビ、小麦、綿花、米などを主産品とする農地は両水路からの灌漑用水に依存している。ただし、大量の用水を必要とするサトウキビ等に対し水路の水量は十分でないため、農民は農業用井戸を設置して不足する用水を補充する傾向が強まった。2 本の水路のうち、ラック用水路は市内を貫通し、ADB 事業による施設が完成するまで水路両岸に建設した深井戸が市の唯一の公共水源であった。本計画では、ジャン用水路左岸に水源地を設定して、給水量増強のための地下水開発を計画する。これら水路はライニングが施されていない単純な構造の土水路であるので、水路から用水が浸透し、周辺の地下水を涵養するので、良好な水源地を構成する（これら地域の用水路の詳細は、2-2-2 節「自然条件」に記述する）。

一方、ファイサラバード市自体は、綿花加工を通じて繊維産業が興隆し、現在ではパキスタン有数の工業都市に成長した。近年、市当局が産業誘致を推進した結果、繊維以外の多様な軽工業が進出している。最近の資料によると、同市および周辺の企業リストは次表 2-3 の通りである。

表 2-3 ファイサラバード県工業関連企業数 (2007 年)

1.	繊維関連	紡績工場	41
		紡織工場	33
		染色・繊維加工・衣料	8,176

2	製油工場	72
3	精糖工場	6
4	製粉工場	37
5	化学工業(石鹼、化学薬品等)・肥料	193
6	機械・工業資材	185

これら工場群は市街の中心部にも一部依然として存在するが、市当局は近年市外に農地の一面を開発し工業団地を造成した。但し、造成区画への進出はまだ30%程度にとどまっている。既存チェナブ水源地の周辺にもこれらの工場が点在しており、工場排水がほとんど無処理のまま水路に放出されるため、将来地下水への影響が懸念される。

ADB 事業の中で、下水道事業は計画の一部であったが、上水道整備に資金の73%が集中し、実質的な効果はあがっていない。このため WASA は、ADB 事業実施後に世銀マスタープランに基づいて、パンジャブ州の年次開発資金により改善事業を継続実施中である。

市街はラック用水路をはさんで西部と東部区域に二分され、西部区域から全ての汚水(生活污水、工場排水、雨水等)はパハラン排水路を通じて県の西側境界をなすチェナブ川へ、東部区域からの汚水はマデュアナ排水路により東側境界となるラビ川へ放流される。

両排水路は、地下水水位上昇のため発生する塩害から農地を守る目的とともに、夏季の降雨時、チェナブとラビ両河川に挟まれたファイサラバード県の地形にはほとんど高低差がないことから生じる市街地における雨水による濫を防ぐ目的で州政府灌漑省により開削された。

市街からの汚水は下水管を通じ、数次のポンプ場を経てそれぞれの排水路に放流される。パ国ではこの排水路への放流基準が定められているが、緩い規制であり、工場排水もほとんど処理しないまま放流できる。処理場としては、ADB 事業フェーズ I の計画により、西部区域の下水システムで、パハラン排水路に放流する直前に、嫌気性の一次処理を行う施設が完成したが、処理能力が小さいため、ほとんど無処理の状態では放流されている。このため、全国的に最終的な放出先のインダス河流域の汚染が懸念される現状となっている。

現在進行中の下水道整備は、既存システムを構成する長大な下水管、多数のポンプ場のリハビリテーションを含む難事業であり、住民対策や土地問題も重なって、進行が遅れている。

市内のインフラ整備は道路建設を WASA の上位組織である FDA が担当する。ファイサラバードと県内の郡庁所在地など主要都市は、すべて舗装道路で結ばれており、総延長 1,900km 程度が整備済みとなっている。2003 年 10 月には、州都ラホール、首都イスラマバードに直接連絡する高速道路が完成し、片側 2 車線の近代的な道路は、先に完成していたイスラマバードとラホールを結ぶ高速道路 M2 に途中で合流するもので M3 と命名された。これによりファイサラバードからラホールまでは約 160km、1 時間半程度で到達するため、両市の往来にきわめて利便性が高くなった。

市街地は都市計画がないまま拡張されてきたため、紡績工場や化学工場が市内中央の一區画を大きく占有するなど、不均衡な発展の跡が残る。敷地面積約 850ha に達するパ国最大の農科大学とそれに付随する農業試験場も市内中央部に位置し、ベッド数 1,000 床の総合病院と隣りあう。その他の医療施設、

教育機関も市街に集中しており、工業都市の特徴として国内主要銀行の支店が軒を並べている。

電力事情は、県内 25 カ所の送電・変電所により、県内ほとんどの地域で村落を含め電化された。本計画の水源候補地に散在する村落もすべて電化されている。ADB 事業フェーズ I の際は、チェナブ水源地・中継ポンプ場まで高圧電源の導入が大事業となった。現在では引き込みが容易となり、本計画のパ国側責任範囲であるジャン用水路水源地と中継ポンプ場への高圧電源引き込みも問題なく対応できる態勢となっている。

全体的にファイサラバードは発展途上にあり、社会基盤から市内美化まで、今後大都市の体裁を整備するのに各セクターに課題が多い。同市はラホールのような歴史の集積がなく、近年の移民流入により人口が増大し、堅固な市民社会の形成がないまま無秩序に拡張してきたため、各所にそのひずみが現れた。本プロジェクトは其中で特に市民の BHN に密着した課題を対象として、同市開発計画の一端を支援することを目標とする。

## 2-2-2 自然条件

パキスタンの国土は、北限がヒマラヤ山中にあり(北西辺境州)、南下してアラビア海に面し(シンド州)、自然条件が多様である。その大きな特徴として、ヒマラヤに発祥するインダス川が国土のほぼ中央部を貫流し、同国の自然・社会・経済条件に支配的な影響を及ぼす。本プロジェクトは、インダス水系により構成されるインダス平野の主要部を占めるパンジャブ州に位置するファイサラバード市とその周辺を対象地域とし、プロジェクトの目標である給水量増強のための地下水開発はこの水系の機能に全面的に依存する。本節は特にその部分に重点をおいて記述する。

### (1)地形

ファイサラバードは、インダス川と 4 本の支流が構成する広大なインダス平野のほぼ中央部に位置する。「パンジャブ」はこれら 5 河川を指す「5 つの川の集まる所」という意味で、さらに、それぞれの河川流路を境界とする 4 つの 2 河川間平野(「ドアブ(=2 つの川)」と呼ばれる)に区分される。ファイサラバード地域は、西をチェナブ川、東をラビ川に挟まれた「レチャナ」・ドアブに属する(巻頭図参照)。

市街はレチャナ・ドアブ中央部にあり、当初の水源候補地は市の北西約 30km のチェナブ川流域に設定され、2002 年第 2 回基本設計調査 1 次現地調査では主としてこの流域を調査した。しかしながら、水源地住民が反プロジェクト運動を展開したため、同地域は断念し、続く 2003 年第 2 回基本設計調査 2 次現地調査では、市の西方 13km、チェナブ川と市域の間地点を貫流するジャン用水路沿線に候補地を移し、試掘調査を含む一連の調査を実施した。ジャン用水路は、チェナブ川上流に建設された堰の一つから取水する幹線水路の支線である。東側境界となるラビ川は上流部で州都ラホールの水源地を形成し、流域には 200 本以上の深井戸水源が建設されている。

インダス水系は地質時代に大規模な氾濫を繰り返し、中流から下流に広大で平坦なインダス平野を作り出した。平野部はパンジャブ州から以南のシンド州まで続き、パンジャブ州総面積 20 万 km<sup>2</sup>強の大半を占める(図 2-3)。レチャナ・ドアブの中央に位置するファイサラバードは、東西両端の河川寄り地

域より地質年代が古い段丘上にあり、周囲よりやや小高くなっているため、地形は同市から極めて緩やかな傾斜で東西の両河川に向かって下降する。先行 ADB 事業では、西側のチェナブ流域水源地から市の北部郊外に建設した最終貯水池までの給水施設を建設したが、その測量資料を参考にすると、市域の標高は 182m~185m、同地から約 25km 北方のチェナブ水源地最北端で 180m であり、距離 1km に対し 0.2~0.3m の勾配しかない。本調査によると本計画水源地候補であるジャン用水路地域は、海拔高度は 181m であった。

## (2)地質

レチャナ・ドアブ全域は東西の両河川がヒマラヤ山地から運搬した堆砂に厚く覆われている。その地質基盤は、調査対象地域の周辺では、チェナブ川右岸に露頭する先カンブリア時代の変成岩や第三紀の固結した岩盤で、その上に第四紀更新統・完新統の砂、砂礫、粘土、シルト等の未固結の沖積層が堆積した。

地域一帯では、1960 年代に「パキスタン水電力公社」により水理地質調査が実施されている。同調査における掘さく調査の結果によると、基盤上の沖積層の厚さは、地域により異なるが、計画対象地域とその周辺では 180m 程度である(図 2-4)。これら沖積層の構成は、砂層が圧倒的に優勢で、特に中粒以下の細かい砂が卓越しており、地下水は主としてそれら砂層に分布することが確認された。本計画対象地域周辺 10 カ所における試掘調査結果の検討によると、帯水層として評価される砂層や砂礫層(透水層)、それに対するシルト・粘土層、またはシルト・粘土混じりの砂層等不透水層の割合は次の通りであった。

- a. 試験孔 1 本あたりの平均掘さく深度            188m
- b. 透水層と不透水層の比率                        平均掘さく深度の約 85%が透水層=159m

その後、急速に発展したファイサラバードの上水道水源を確保するため、当該地域で水理地質調査が次々に実施され、この水理地質特性が再確認された。これら先行調査を通じて、この沖積層には不透水層としての粘土層が水平・垂直いずれの方向にも発達しておらず、部分的にレンズ状としてしか存在しないことも明らかになった。この特徴は、第四紀においてインダス水系が頻りに流路を変えて、変化に富んだ堆積作用を繰り返した過程を物語る。世銀マスタープランでは、沖積層に顕著な不透水層が存在しない事実から、平野部は深度 200m まで一体の巨大な不圧帯水層を形成していると評価している。

堆積の地質年代については、東西両河川寄りの地域は、河川の激しい侵食と堆積作用が継続してきた結果、最近世が主体であるのに対し、平野の中央部にある市域に近づくと、一時代古い更新統が優勢となる。1980 年初頭パ国コンサルタントによる調査では、本プロジェクト同様にジャン用水路沿線を水源開発地と設定し、試掘調査を実施した結果、チェナブ流域と市域の中間地帯にあたる同水路域では、地点によるが、地下深度 120m くらいから固結が進んだ堆積層に遭遇したことを報告している。この事実は、この中間地点あたりから古い地質時代の堆積が次第に優勢となる傾向を示すものである。

沖積層の地質年代は、その内部を流動する地下水水質にも関連する。沖積層の中で、年代の古い更新統は、塩化物の含有量が多く、地下水の水質が劣化することが判明している。調査対象地域ではチェナブ流域の新鮮な堆積層では水質が良好であるのに対し、市域に近づくと水質が悪化し、市内は地表部の

人為的汚染も進んでいることもあって、TDS が 2,000～5,000mg/l に達する。水質の境界線としてはジャン用水路から市に向かって数キロの範囲までが良好と報告されている。ただし、市内の水源地であるラック用水路沿線の帯状地帯は、水路からの浸透により水質が良好に保たれている。同地帯では、周囲の水質が表層だけでなく地下深部も劣化しているため、水路からの補給水に量・質ともに依存しながら取水を継続しており、限定された水源となっている。

### (3)地下水

調査対象地域においては、1886 年に整備が開始されたジャン用水路や市内を貫通するラック用水路から用水が地下に浸透し、地下水位が徐々に上昇している。パンジャブ州農業灌漑省がこの地域に設置した観測井の長期観測記録によると、用水路整備以前の地下水位は地表から 27m 以上の深さにあったが、年間平均約 0.43m ずつ上昇し、地表に近づくにつれて蒸発散とのバランスにより現在の地表下数メートルの水位に安定した。水位上昇の結果として、地上の低地部分は湿地状態となり、一時塩害対策を必要とするに至った。

水理地質調査によると、第 1 回基本設計調査が対象としたチェナブ流域および第 2 回基本設計調査と本事業化調査が対象としているジャン用水路周辺には、チェナブ流域に ADB 事業の WASA 既存深井戸群 29 基(1992 年 25 基、2001 年 4 基追加)、また農業井戸がそれぞれの流域に 100 基内外分布している。これらの井戸は、WASA 水源井は別として、地下水位が 3m から 8m 程度の範囲にあり、すべて人工的に涵養された地下水を汲み上げていることになる。量的には、農業用井戸の場合標準として約 100m<sup>3</sup>/時の水準にある。一方、WASA 既存井は一般農業井が浅層部を対象とする簡易な構造であるのに対し、地下深部の帯水層から取水可能な本格的構造の深井戸であることから、1 井あたり約 400 m<sup>3</sup>/時 という大量揚水が可能となっている。このような水路灌漑地域における地下水利用状況は、計画対象地域に限らず、パンジャブ州からシンド州にかけてのインダス水系流域全域に及ぶものでこれら地域の地下水開発は大半が水路の人工涵養に依存する。

農業用井戸は、全国的に増加の一途をたどってきており、「パキスタン農業統計」によると、1997/98 年には灌漑水量全体のうち、30%弱を占めている。これは、堆砂等による取水堰・水路システムの機能低下等で圃場地点の利用可能水量が実質減少していることのほか、現代の農業生産にとって、基本的に単位用水量が不足していることが背景にある。農業井戸はいわば農村の必需品となっており、農業井戸分布地帯のただ中に大量揚水を目的とする WASA 水源井を建設するためには、周辺農村の理解と合意が必要となってくる。このようなプロジェクトの環境・社会配慮の側面については、2-2-3 節「環境社会配慮」で検討する。

### (4)気象

パ国は、一般にモンスーンアジアの国々に比べると、全国的に降雨量は少なく大部分の地点で年 500mm 以下であり、計画対象地域の過去 30 年間の平均は約 370mm となっている。第 2 回基本設計調査時点 2003 年の 360mm は平均的な降水年であった。季節は 10 月から 3 月頃までの乾季(現地では「ラ

ビ」と呼ぶ)と雨季=夏季(同「カリーフ」)に分かれるが、まとまった降雨が期待できるのは7、8月に限定される。ファイサラバードでは近年1994、1995年の2年間連続して年降雨量が200mm以下という極端な渇水年を経験した。過去30年間の記録を見ると、ほぼ18年を周期として豊水年が到来するが、その中間期に極端な少雨の時期がある。この雨量に対し、蒸発散量(pan A)は2,300~2,400mmに達し、降水による地下水涵養は期待できない自然環境となっている。

気温は年較差、日較差が大きい。パンジャブ平野部では夏季の気温は50度近くまで上昇する。湿度は一般に低い。添付資料にファイサラバードの1961年から90年までの月間平均降雨量、気温、相対湿度の資料を示す。

## (5)調査対象地域の水系

### 1) 水系の流況

本計画対象地域における地下水資源は、地域の水系分布に大きく依存し、特にインダス水系のうち、チェナブ川および同河川から取水・配水するジャン用水路は、本プロジェクトの水源計画に直接的な影響を与えるものである。水系現況の概要は次の通りである(図2-5にパンジャブ州全域の水系分布状況を示す)。

インダス水系は西からインダス本流、ジェルム、チェナブ、ラビ、サトレジの4支流により構成される。このうちチェナブ、ラビ、サトレジの3河川はインドから流入する国際河川であり、後2者は1960年の印パ協定によりインドに優先利用権が与えられている。このため、州東部を流下するこれら河川には、西側3河川から長大な連絡水路が建設され、地域的な配水量のバランスを取る配慮がされている。



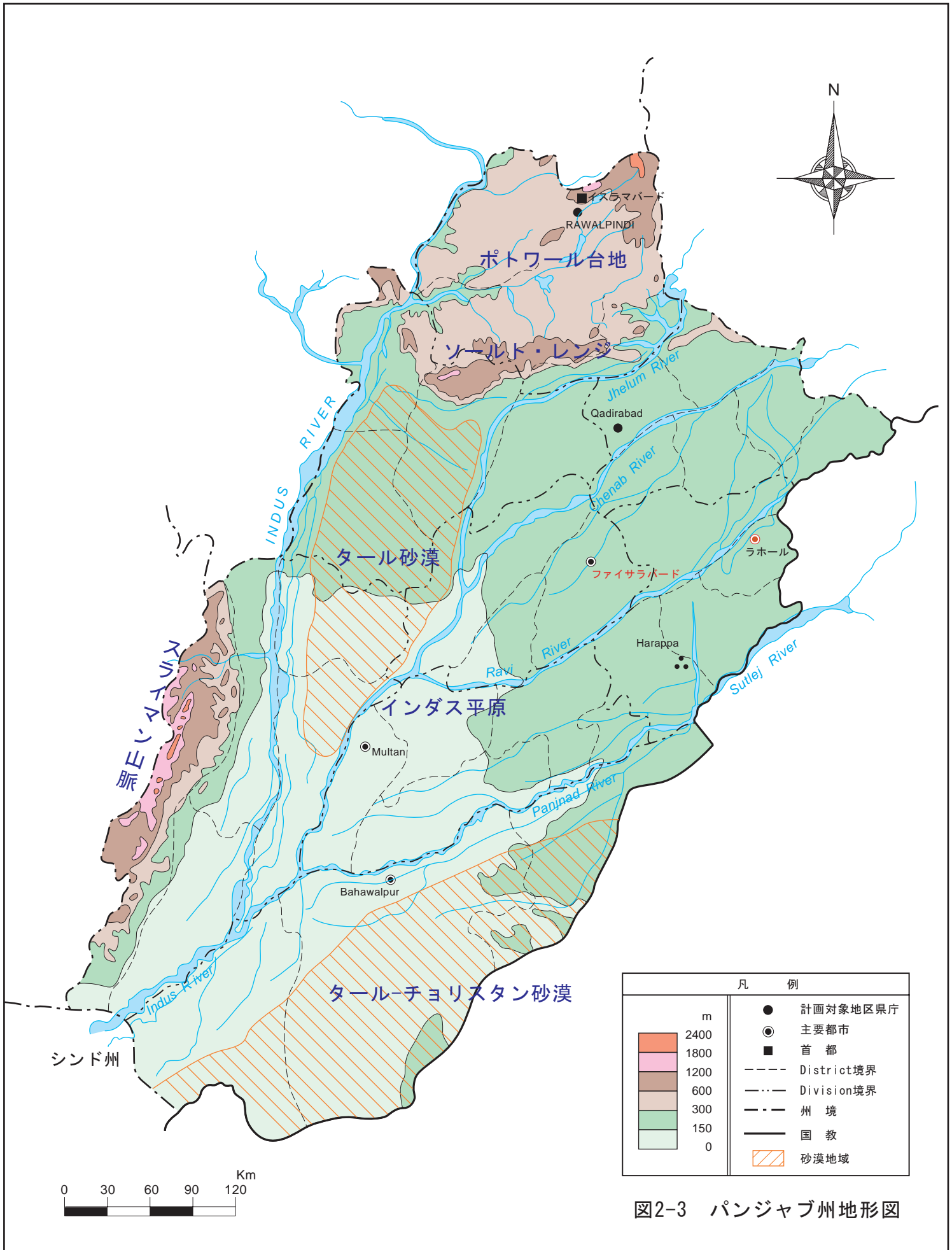


図2-3 パンジャブ州地形図

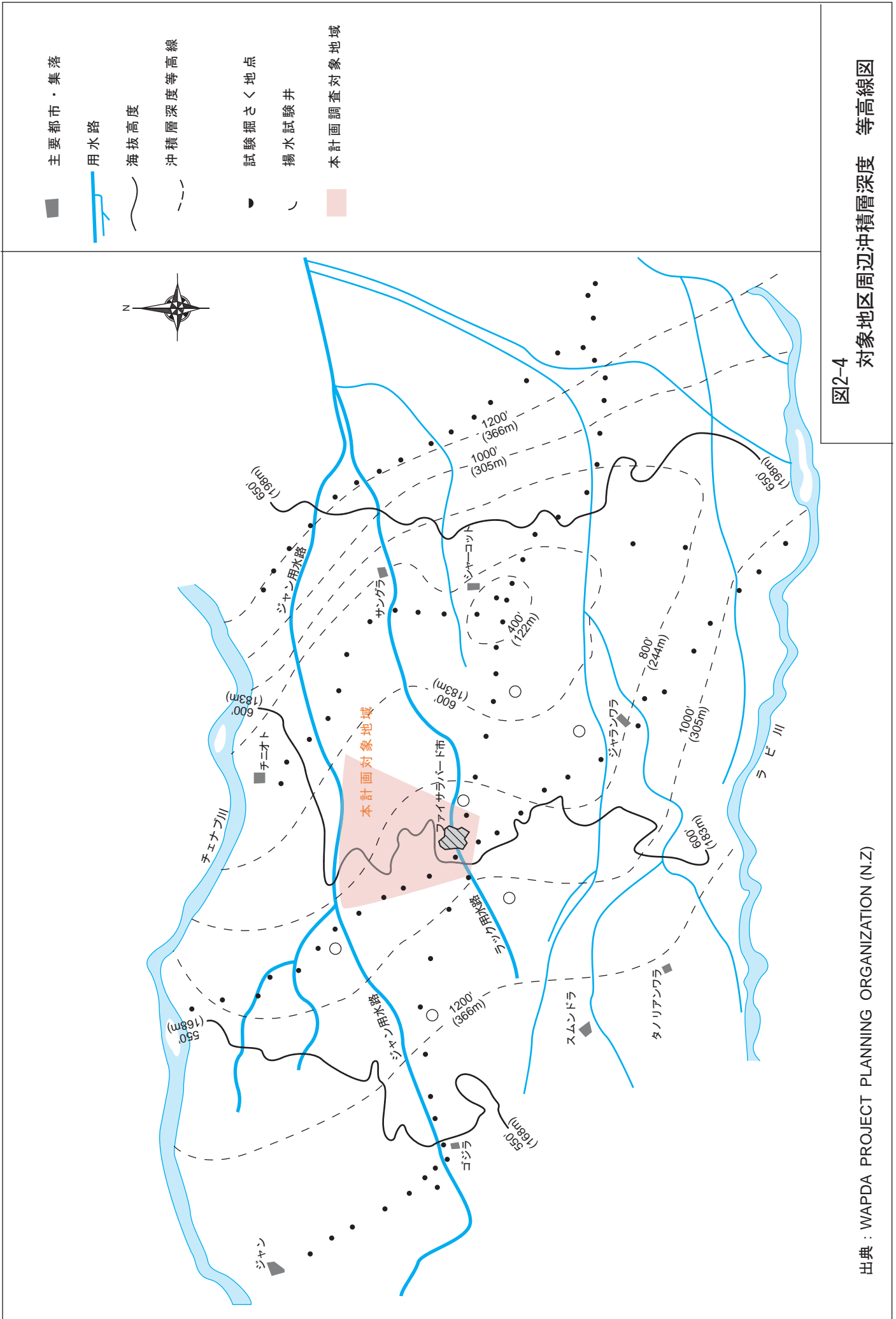


図2-4 対象地区周辺沖積層深度 等高線図

出典：WAPDA PROJECT PLANNING ORGANIZATION (N.Z)

本プロジェクトの水源候補地は第1回基本設計調査ではチェナブ川左岸に設定されたが、第2回基本設計調査では河川流域から15kmの距離にあるジャン用水路沿線左岸に変更された。図2-5に見られるように、ジャン用水路は、調査対象地域からチェナブ川上流約150km地点に、19世紀後半建設された水系最古の「カンキ」堰から取水する「下チェナブ幹線水路」(Lower Chenab Canal、以下「LCC」と略す)の支流である。同幹線は中流でジャンとラック両支線に分岐し、後者ラック支線は南流して、調査対象地域では市域の東部を貫流する。チェナブ川と同河川からのLCC流況の概要は次の通りである。

①チェナブ川

- a. 流域面積 67,518km<sup>2</sup>
- b. 流量
  - 最上流マララ堰 平均 314 億 m<sup>3</sup>/年
  - マララ堰下流のカンキ堰 平均 281 億 m<sup>3</sup>/年
 (カンキ堰は本プロジェクト対象地域を貫流する「LCC」水路取水地点であり、本計画対象地域の上流約150km地点に立地する。取水量は1995年までの10年間平均で93億m<sup>3</sup>/年。流量の33%に相当。)

②下チェナブ幹線

- a. 建設年 1892 (パ国最古の水路)
- b. 幹線総延長 680 km (支線延長 3,610km)
- c. 灌漑面積 約 99 万 ha
- d. 幹線・支線水路密度 4.3m/ha

2)プロジェクト対象地域の用水路

本計画対象地域であるファイサラバード県には、LCCの2次幹線であるジャンとラック2水路の灌漑網が分布する。その分布状況は図2-6の通りである。両水路の主要データを表2-4に示す。

表 2-4 計画対象地域水路主要データ

		ジャン水路	ラック水路
設計流量		3,000cusec (85 m <sup>3</sup> /秒)	1,140cusec (32.3 m <sup>3</sup> /秒)
実測平均流量		3,400cusec(108 m <sup>3</sup> /秒)	1,200cusec (40 m <sup>3</sup> /秒)
灌漑面積		348,500 ha	122,000 ha
単位配水量 (*)		2.84cusec/1000acre (=約 0.03 m <sup>3</sup> /時/m <sup>2</sup> )	同左
落水時期	規定	12月27日～1月13日(18日)	1月13日～31日(19日)
	実質	約30日	約30日

注 (\*)各契約者への配水は、土地所有面積に応じて割り当てられ、配水時間で1週間に1回行われる。

図2-5

パンジャブ州  
主要河川・水路分布図

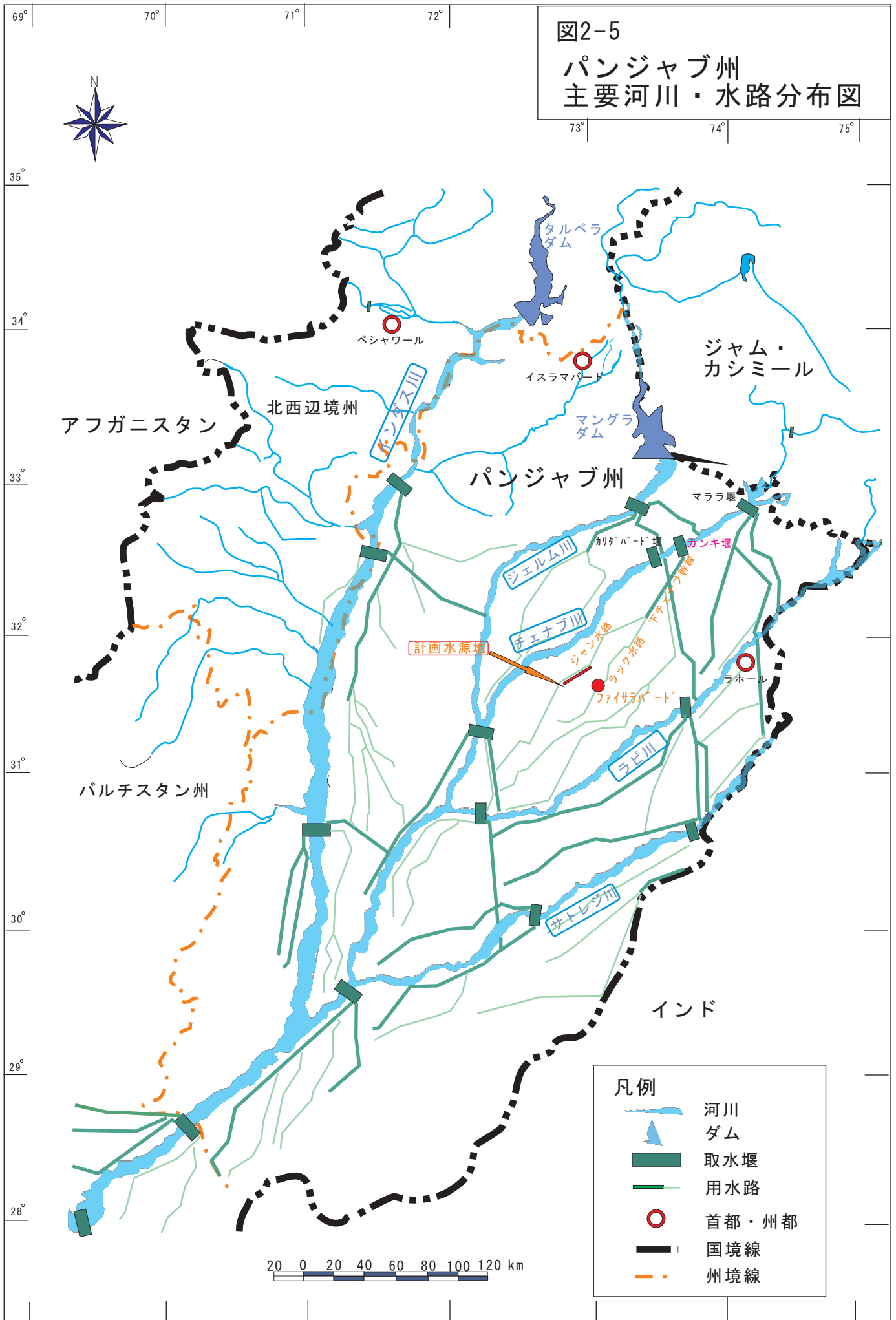
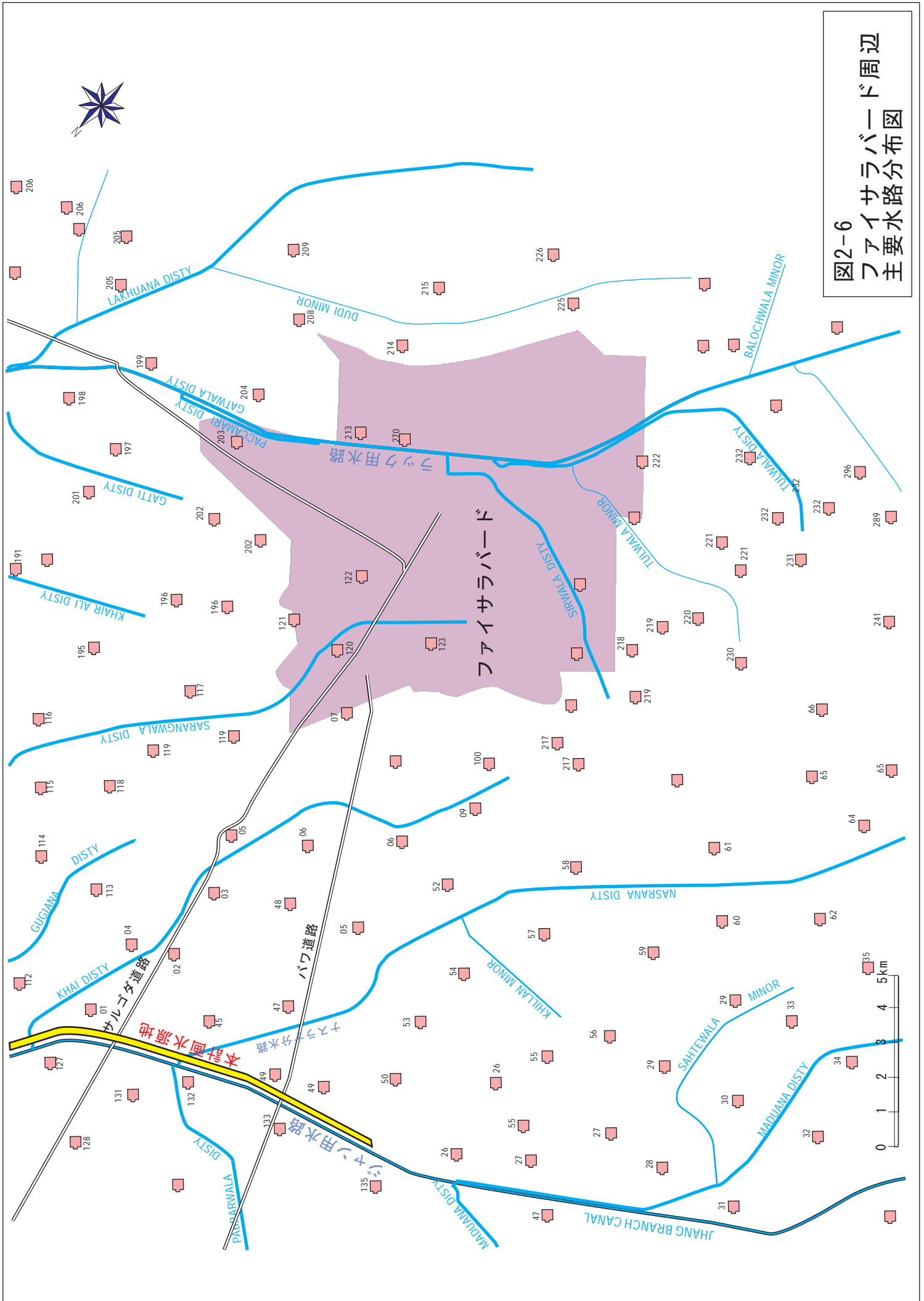


図2-6  
 アイサラバード周辺  
 主要水路分布図



水路システムは、次のような順序で圃場に給水される。

- a. 幹線(Main canal) 本計画対象地域と関連する主幹線は LCC
- b. 2次幹線(支線、Branch canal) 計画対象地区のジャン、ラック支線
- c. 配水路(Distributary) 本計画水源地候補地には、ジャン水路から分水する「ナスラナ」配水路等がある。
- d. 小水路 (Minor)
- e. 圃場分水点 (Farm Gate)
- f. 末端水路(Water course)

政府灌漑局の管理責任範囲は圃場分水点までで、末端水路は農民各自の負担となる。

水路システムは、例年、堆砂除去など維持管理上、取水堰を含め全施設の落水を行う。水路老朽化対策も必要であり、近年は1ヶ月間通水しない慣習が続いている。したがって、この期間は水路からの浸透水がなく、井戸からの取水は貯留地下水を消費することになる。

#### ① ジャン用水路の特徴

本計画ではジャン用水路左岸に水源開発地を計画する。同水路の周辺地域は、70年代からの市街地の発展にともない、旧来から市水道水源の最有力候補地と考えられ、数次の水理地質調査が行われた。基本設計調査および先行調査で明らかとなったジャン用水路地域の特徴をまとめると次の通りである。

- a. ジャン用水路は総延長約 270km、計画対象地域の水路幅 30~35m、計画配水量は約 30 万 m<sup>3</sup>/時である。計画対象地域の下流部に流量計量堰が 1 カ所あり、同地点の平均的な水量は乾季に 17 万 m<sup>3</sup>/時、雨季に 18 万 m<sup>3</sup>/時となっている。
- b. 水路の構造は、図 2-7 に示すとおり、土盛りして護岸した簡易な土水路であり、人工的な堤防部分が周辺地形より約 3メートル高くなっている。この堤防上面は約 4m 幅で、灌漑局の水路維持管理道路となっている。
- c. 水路は、上流の取水堰から 1,000ft (=328m) ごとに距離標識 (RD No.1=1,000ft) が埋められており、WASA が候補とした路線区域は、RD215 から RD280 までの 6.5 万 ft 区間 (=20km) である。この範囲の中では、下流域はファイサラバードからの排水放流路に接近するので、水質への影響を考慮して上流域が適切と判断される。
- d. 用水路沿線は基本的に用水路中心線から片側 220ft (=67m) 幅の用地が灌漑省管理の公有地となっている。水路土手下の公有地は主として緑地となっており、その脇には用水路にほぼ平行して測道が走り私有地となる耕地との境界線を作る。

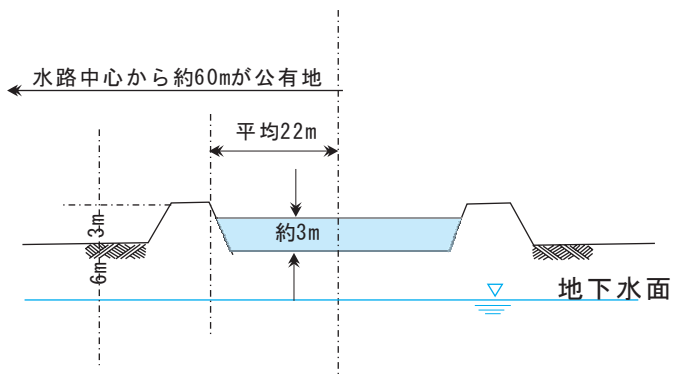
図2-7

ジャン用水路の構造

①RD256 (03年8月)



②RD248 (02年12月, 用水休止時期)



左③RD260一バワ道路横断橋(02年12月用水休止初期時点), 右④同、(03年8月)

- e. WASA は灌漑省と協議の結果、この公有地内であれば、どこでも深井戸建設を実施してよいとの了承を得た。
- f. ジャン用水路左岸から、市域を貫流するラック用水路沿線までのファイサラバード地域の農村は、これら用水路からの配水に依存しているが、現在この地域の一般農家（大半が所有地 5 ha 以下の小規模農家）にとって、水路からの用水は十分ではなく、近年私設井戸による地下水灌漑を併用する農家が増大した。本プロジェクトに関連し、2003 年 WASA がジャン用水路左岸沿線で水源地候補となる「延長 20km x 水路からの距離 3km=面積 60km<sup>2</sup>」の帯状地帯に存在する農業井戸を調べた結果、既存井は 108 本に達しており、平均するとほぼ 1km<sup>2</sup>に 2 本の井戸が存在することになる。1980 年の先行調査も同じ地域で農業井の分布状況を調べているが、それによると約 40 本にすぎず、20 年間で 2.7 倍となった。
- g. これらの井戸による揚水量の総量は最大で一日 10 万 m<sup>3</sup>の水準にあると推定され、本プロジェクトでは新規に 91,000m<sup>3</sup>/日を開発目標とするので、同地域での地下水需要は合計すると日量約 20 万 m<sup>3</sup>弱の水準となる（この水量は WASA の既存チェナブ水源井戸 29 本による取水量と同水準にある）。
- h. 当該地域における地下水位は、本節 (3) で記述したように、19 世紀後半の用水路整備以来長期涵養が行われた結果、現在は 3m~8m まで上昇した。この地域における井戸群は、水路涵養で形成された高水位の中で揚水しているため、水路からの浸透水を取水している状態にある。したがって、地域の地下水開発には水路浸透量の評価がきわめて重要となり、過去のパ国側水源開発計画にともなう FDA による先行調査では 1981 年浸透量推定のための実地試験が行われた。また、WASA は本計画に関連し、取水可能量を予測するため、2003 年 11 月に独自にジャン用水路の浸透試験を実施している。その他、ジャン水路では、1995 年 JICA による農業開発調査が実施された際、同様な試験が行われた（同調査は、州内主要 3 幹線について、60 カ所の浸透試験を行った）。これらの実地試験は、1980 年代調査と JICA 調査を含め、パンジャブ州政府灌漑局に属する灌漑研究所がすべて担当した。

これら試験の中で、直接に本プロジェクト水源地对象とした FDA 先行調査および WASA のデータを検討すると、浸透量が少ない WASA の場合で、水路沿線 1km あたり一日の平均浸透量は 11,000m<sup>3</sup> と推定されているので、本プロジェクトの取水量を含む将来のこの地域の需要、20 万 m<sup>3</sup>/日(前項 g)は、単純には、水路沿線 18km からの浸透量でほぼ賄うことが出来る計算となる。この事実は、水路沿線に水源井を整備する本プロジェクトにとって、水路からの大きな貢献が期待できることを示しており、水源計画でより詳細に検討することとする。

#### 4)ラック用水路の特徴

計画対象地域を貫流する 2 水路のうち、ラック支線沿線では、過去に市内の需要を満たすため過度な



水源開発が行われたため、周辺汚染水が混入する水質劣化等の問題が発生したが、世銀マスタープランの勧奨により 2001 年再整備を行い、現在約 20 本の WASA 水源井が稼働している。世銀マスタープランに基づくと量的にはまだ余裕があると推定されるが、WASA は過去の開発経験からこの地域における開発は、特に水質の観点からすでに限度に達したと判断している。市域地下深部の水質は塩分濃度が高く、浅部は人工的な汚染が進んでおり、唯一、水路沿線の帯状地域で水路からの補給により、量的な限界を越えないかぎり、飲料に適する水質を確保できる。WASA の既存チェナブ水源井が流域の新鮮な沖積層を対象に平均 150m 深度の深井戸構造であるのに対し、ラック沿線では最大深度 50m 程度となっており、揚水量も前者が約 400m<sup>3</sup>/時であるのに対し、約 100 m<sup>3</sup>/時に過ぎず、現状では補助水源としての位置付けとなっている。図 2-8 に WASA 既存水源井の構造図の比較を示す。

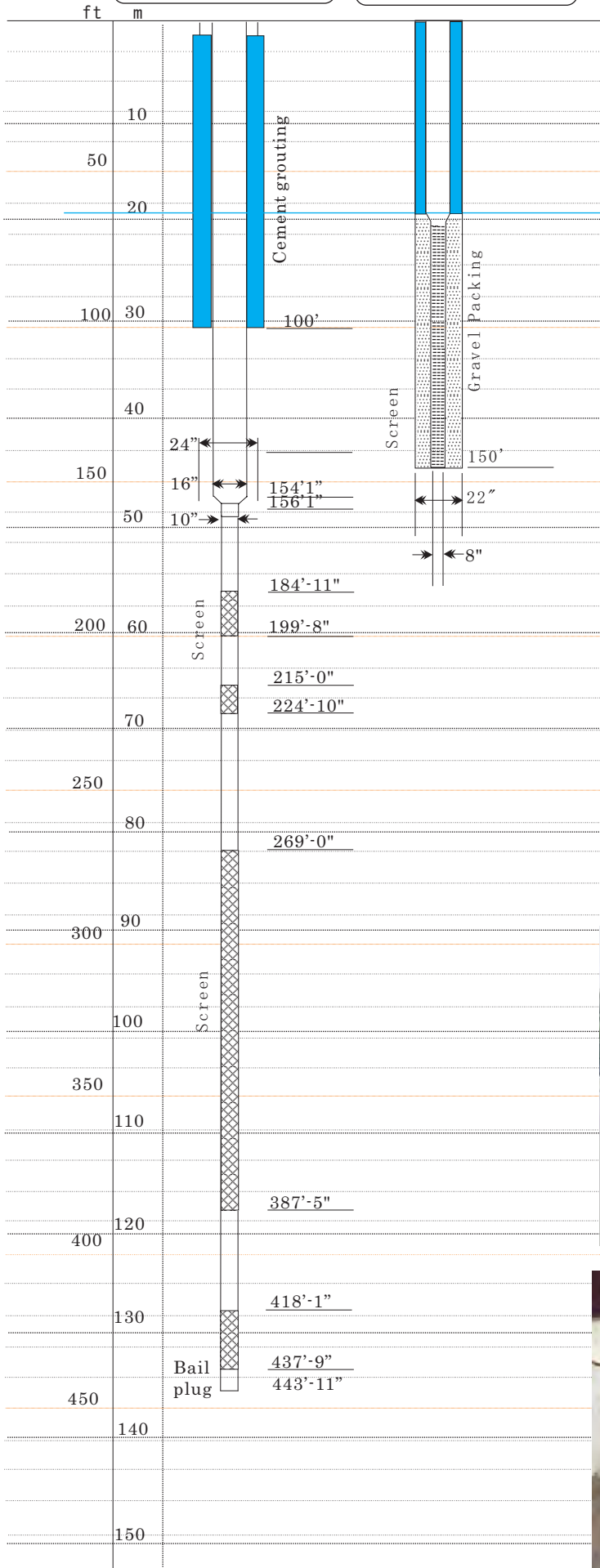
# 図2-8 WASA既存井構造比較

チェナブ水源井No. 22  
 建設年 1988年  
 揚水量 400m<sup>3</sup>/時

ラック水源井No. 1/7/8  
 建設年 1970 -80年  
 揚水量 100m<sup>3</sup>/時

## チェナブ水源井(No. 2)

(上)ポンプ室外観(下)内部井戸と揚水ポンプ



## ラック水源井

(上)円形ポンプ室外観(右側植林した土手の脇に水路がある。)  
 (下)内部井戸と揚水ポンプ

