

0. 要旨

「ラホール給水設備エネルギー効率化計画」（以下「本事業」という。）は、パンジヤブ州ラホールにおいてラホール上下水道公社（Lahore Water and Sanitation Agency：以下「ラホール WASA」という。）が運用する老朽化した深井戸 105 カ所を更新することにより、井戸能力の回復と給水設備にかかるエネルギーの効率化を図り、もって持続的で安定した給水サービスの実現に寄与することを目的に実施された。本事業は計画時、事後評価時ともにパキスタンの開発政策・開発計画、開発ニーズとの整合性が高い。計画時の日本の援助政策との整合性も高いことから、本事業の妥当性は高い。おおむね計画どおりのアウトプットが実現し、事業費は計画内であったが、事業期間が計画を上回ったため、本事業の効率性は中程度である。本事業によるエネルギー効率改善と井戸能力回復の達成度は高く、それにより深井戸ポンプのトラブルによる断水が減ったこと、水圧が改善されたことなどが住民に歓迎されている。本事業が地下水位に影響した可能性は否定できないが、ラホール WASA は様々な方法で地下水低下の抑制に取り組んでおり、本事業の影響が緩和されている可能性も指摘できる。従って、環境・社会への重大なインパクトは認められない。よって、本事業の有効性・インパクトは高い。本事業の一環として行われた技術支援はラホール WASA のエネルギー監査チームの活動を拡大し、各深井戸の適切な運営・維持管理に貢献している。本事業の運営・維持管理は制度・体制、技術、財務状況ともに問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

1. 事業の概要



事業位置図



本事業が建設した深井戸施設

1.1 事業の背景

パキスタン・イスラム共和国（以下「パキスタン」という。）の第2の都市であるパンジャブ州ラホールは、都市部人口約1,127万人（2017年）を抱えるパンジャブ州の州都であり、また同州経済の中心地である。同都市部の人口は1975年から2010年までの年平均約3%で増加してきたが、地下水源により深井戸建設がなされてきたことから、同都市部の給水率は89%（2014年）と高い数値を示していた。他方、深井戸施設は耐用年数を超えて稼働しているため老朽化し、設計時の水量を揚水できていないことから給水量が低下していた。

これらの深井戸は1977年以降、1990年代に多く整備され、2014年までに、ポンプの老朽化等により揚水量が著しく低下していた。加えて、揚水に係るエネルギー効率が悪化し、これらのポンプ稼働に必要なエネルギー消費が増大していた。ラホールの上下水道事業を運営するラホールWASAでは、2012年には電力費が運営コストの約45%に達して財政を圧迫していた。よって、深井戸の電力費削減は喫緊の課題であった。

以上を背景に、パキスタン政府は2012年に日本に対しラホールの深井戸の更新を行う無償資金協力による支援の要請を行い、2015年に本事業の交換公文が締結された。

1.2 事業概要

パンジャブ州ラホールにおいて老朽化した深井戸を更新することにより、井戸能力の回復と給水設備にかかるエネルギーの効率化を図り、もって持続的で安定した給水サービスの実現に寄与する。

供与限度額/実績額	2,611百万円（詳細設計：57百万円、本体：2,554百万円）/2,452百万円（詳細設計：57百万円、本体：2,395百万円）	
交換公文締結/贈与契約締結	詳細設計：2015年1月（交換公文/贈与契約） 本体：2015年6月（交換公文/贈与契約）	
実施機関	ラホール上下水道公社（Lahore Water and Sanitation Agency）	
事業完成	2018年1月	
事業対象地域	パンジャブ州ラホール	
案件従事者	本体	（株）飛島建設
	コンサルタント	（株）NJS コンサルタンツ
	調達代理機関	なし
基本設計調査/協力準備調査	2013年6月～2014年7月	
関連事業	パンジャブ州上下水道管理能力強化プロジェクト（技術協力：2015年7月～2018年6月）	

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

藺田元（株式会社グローバル・グループ 21 ジャパン）

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2020年10月～2021年11月

現地調査：2021年1月～2月（現地コンサルタントによる）

2.3 評価の制約

新型コロナウイルス感染症のパンデミックにより、外部評価者のパキスタンへの渡航は行わず、ラホール WASA へのヒアリング、本事業により建設された深井戸施設の実査及び水利用者へのインタビューは現地コンサルタントが実施した。

3. 評価結果（レーティング：A¹）

3.1 妥当性（レーティング：③²）

3.1.1 開発政策との整合性

パキスタン政府が2009年に策定した「国家飲料水政策」では、2025年までに全国民に安全な飲料水を提供することを目標に掲げていた。これを受けて策定された「パンジャブ州飲料水政策」（2011年承認）では、2020年までに全住民に安全で安価で適切な量の飲料水を提供することを目指すとともに、各市の上下水道公社の組織・経営改革の促進が謳われていた。さらに、2018年に承認されたパンジャブ州の水資源分野の新たな政策「パンジャブ州水政策」では、同州が表流水資源に乏しく地下水に過大に依存していることなどを踏まえて水資源の利用と保全、インフラ整備と環境、水の需要と供給のバランスを取りながら表流水の開発と地下水の持続的な利用を進め、すべての都市と農村で安全な飲み水を提供することが戦略とされている。

以上から、給水設備のエネルギー効率化と安定した給水サービスの実現を目指した本事業は計画時（2014年）、事後評価時ともにパキスタンの開発政策との整合性がある。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

「1.1 事業の背景」で述べたように、計画時、ラホールでは老朽化した深井戸の更新とエネルギー効率の改善が重要課題であった。また、3分の2の深井戸で塩素注入器が機能しておらず、深井戸の更新に合わせて適切な塩素注入器を整備することが必要であった。さらに、地下水中のヒ素濃度が上昇していることからヒ素除去装置の設置が計

¹ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

² ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

画されていた³。

事後評価時、本事業で更新された深井戸はラホール WASA の総送水量の 2 割を担っており、事後評価時にもその必要性は維持されている。また、ラホール WASA の支出の 4 割を占める電力支出に関して、本事業により深井戸の電力消費が削減されたことから、エネルギー効率の観点においても本事業の重要性は維持されている。（「3.3 有効性・インパクト」を参照）

ラホール WASA が 2019 年に作成したマスタープランによると⁴、ラホールの水需要は今後 20 年間で約 40%増加すると見込まれる。枯渇しつつある地下水だけではこれに対応できないために、ラホール WASA はラホール近郊を通る灌漑水路を水源とする浄水場の建設を決定し、その第一段階としてアジアインフラ投資銀行の融資を受け、2024 年末の完成を目指して 245.5 千 m³/日の能力を持つ浄水場の建設が進められている⁵。さらに、上記マスタープランでは 2040 年に向けて表流水を水源とする浄水場建設を段階的に進める計画が提案されている。表流水を水源とする給水が開始された地域では既存の深井戸は生産量が抑制されるが⁶、水源の地下水から表流水への転換には長期間を要すると考えられ、本事業の必要性は当面、維持される。

以上から、本事業は計画時、事後評価時ともにパキスタンの開発ニーズとの整合性がある。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

日本の「対パキスタン・イスラム共和国別援助方針」（2012 年 4 月）の重点分野として「人間の安全保障の確保と社会基盤の改善」が掲げられ、本事業は同方針の開発課題である「衛生・環境改善」の下、「水と衛生の確保プログラム」に位置づけられる。

「JICA 国別分析ペーパー」では、同プログラムの中で、持続的な水資源の活用及び上下水道運営・維持管理システムの構築を目標に、パンジャブ州における上下水道施設の整備及び実施機関の運営・維持管理能力向上、組織経営体制・財務体質の改善に対する包括的な支援を検討する方針としている。よって、本事業には計画時の日本の援助政策との整合性が見られる。

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

³ ラホールでは 2000 年頃に地下水のヒ素汚染が確認され、2010 年の調査では 85%の深井戸で WHO 飲料水水質ガイドラインを超えるヒ素が検出された。健康被害が懸念されたことから、ラホール WASA はヒ素濃度が 20µg/リットルを超える深井戸にヒ素除去装置を設置し、飲料水及び台所用水を公共給水栓方式で給水する事業を 2012 年に開始した。事後評価時、ラホール WASA は該当するすべての深井戸にヒ素除去装置を設置し、住民に無料で飲料水を提供している。

⁴ “Preparation of Master Plan for Water Supply, Sewerage and Drainage System for Lahore, Volume-1 Final Master Plan Report-Water Supply, Main Report” February 2019, MM Pakistan (Pvt.) Ltd.

⁵ この浄水能力は 2020 年の総送水量の約 14%に相当する。

⁶ 第一段階の対象地域には本事業の 105 カ所の深井戸のうち 7 カ所が存在する。

3.2 効率性（レーティング：②）

3.2.1 アウトプット

本事業ではおおむね計画どおりのアウトプットが実現した（表1）。

表1 アウトプットの計画と実績

	計画	実績
日本側負担アウトプット <ul style="list-style-type: none"> ・ 深井戸更新 ・ ポンプ機材据付 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 吐出量6.8m³/分 ➤ 吐出量5.1m³/分 ➤ 吐出量3.4m³/分 ・ ポンプ室建設 ・ ポンプ付帯設備・電気設備の据付 ・ 接続管の設置 ・ エネルギー監査用機材 ・ コンサルティング・サービス 	105 井 105 カ所 41 基 55 基 9 基 105 カ所 105 カ所 105 カ所 3,600m 2 セット 詳細設計、 調達・施工管理、エネ ルギー監査用機材の 使用方法指導	いずれも 計画どおり
パキスタン側負担アウトプット <ul style="list-style-type: none"> ・ 門扉・フェンスの設置 ・ ヒ素除去施設 	105 カ所 105 カ所	日本側工事契約で実施 計画どおり （追加）接続管の設置：日 本側負担以外の部分

詳細設計時及び施工段階では現場の状況に応じて、深井戸の位置変更、配水管網との接続管の位置や延長の変更など、多くの設計変更が必要とされた。計画時からの主な設計変更は以下のとおりである。

- 工法等に応じた一部サイト位置の変更：深井戸位置については、現場の地質に応じた工法の選択や周辺状況（高圧線、近接する他の深井戸との干渉等）に応じた技術的な理由による変更が多かったが、一部には、土地所有者や近隣住民の理解を得られなかったことによる変更もある。本事業のコンサルタントによると、ラホール WASAは予定された敷地の所有者・管理者に文書などで工事前に十分な確認を取っ

ていなかったほか、住民説明会などで周辺住民の意思を確認していなかった。ラホールWASAによると、17カ所の深井戸で住民の反対が起きたが、井戸掘削位置の調整、有力者・政治家等を通じた説得により対応した。

- ▶ サイト変更等に伴う接続管延長の変更：深井戸の位置の変更、及び、ラホールWASAの既存施設台帳の整備が遅れており、提供された情報に多くの誤りがあったこと等により、多数の深井戸で接続管の位置・延長が変更された。
- ▶ ポンプ揚程の増大と必要なポンプ等の仕様変更：詳細設計時に、ラホールWASAから、配水網の末端でも適切な水圧を確保するために深井戸の揚程（ポンプが水を汲み上げることのできる高さ）を増大して欲しいとの要請があり、それに応じてポンプ仕様等の変更が行われた⁷。
- ▶ 地下水位に応じた一部ポンプの揚程変更：準備調査時には対象地点の地下水位に応じて深井戸ポンプの仕様や揚程を定め、ポンプの運転効率及び地下水位への影響を最適化できるように計画された⁸。建設後、一部の深井戸の初期運転の結果に応じてポンプ効率を最適化する揚程の削減が行われた。すなわち、施工時に予想より地下水位が大幅に高いことが判明した一部の深井戸について、インペラー（ポンプの羽根）を1枚取り外すことによりポンプの揚程を変更した。これにより過剰揚水によるポンプ故障の可能性及びエネルギー効率の低下を抑制することができる。取り外されたインペラーはラホールWASAが保管し、エネルギー監査等の結果に基づき、地下水位や井戸の効率が低下した時点で戻される予定である。56カ所の深井戸でインペラーの取り外しが行われた。

以上を含め、本事業の設計変更はいずれも準備調査時の計画方針に沿ったものであり、ラホールWASA、JICA及びコンサルタントにより技術的な妥当性が検討されたうえで行われており、適切であったと考えられる。また、ラホールWASAによると、対象深井戸の選定基準、並びに、施工や機材の品質は適切であった。

コンサルタントによる技術支援（ソフトコンポーネント）では、ラホールWASAエネルギー管理班及び維持管理部門の職員30名を対象にエネルギー監査についての技術指導が行われた。これにより、地下水の利用可能性に応じてポンプの仕様や揚程を選択することの重要性、本事業で供与したエネルギー監査用機材を用いて深井戸の運転及びエネルギー使用状況を把握し、その結果に基づきポンプ場の適切かつ効率的な運転・維持管理、施設更新を提案する方法等についての理解が進んだ。終了時に行った試験で

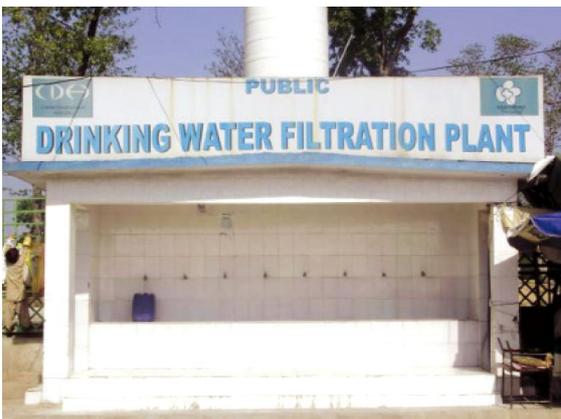
⁷ 揚程が小さいとポンプ吐出口での水圧（吐出圧）及び配水水圧が小さくなる。配水網の末端で水圧が不足すると、利用者が自家用ポンプを利用し、地中の汚水が配水管に引き込まれて深刻な衛生上の問題が起きやすい。準備調査時では既存深井戸のポンプ吐出圧が10m前後であったことを参考に吐出圧10mで計画し、ラホールWASAもこれに同意していた。

⁸ ラホールの地下水位は年々、低下しているが、本事業は2031年の予想地下水位を基に計画された。

は、エネルギー監査についての対象職員の正答率は 85%であった。ラホール WASA によると、この技術指導の内容と手法は適切で、その過程で用意されたマニュアル・フォーマットなどの技術資料は大変有用で、事後評価時にも活用されている。



本事業により建設された深井戸（右：操作パネルの内部、左：ポンプ）



パキスタン側負担で建設されたヒ素除去施設

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

本事業の総事業費は 3,110 百万円（日本側：2,611 百万円、パキスタン側：499 百万円）の計画であった。おおむね計画どおりのアウトプットが実現し、事業費は 3,091 百万円（計画比 99%、日本側：2,452 百万円、パキスタン側：638 百万円）と計画内に収まった。

工事開始後、ラホール WASA が設置するヒ素除去装置への接続や深井戸掘削位置の変更に伴う既存配水管網への接続等について工事数量が増加し、事業費の増加を招いた。深井戸掘削位置の変更はパキスタン側が詳細計画時に提供した情報が不十分であったことに一因があることから、これに伴う接続管延長の増加にかかる費用はパキスタン側が負担することとなり、パキスタン側費用が増加した。日本側事業費の実績は競争と上述の設計変更の結果、計画の 94%にとどまり、全体として、総事業費はほぼ計画どおり

であった。なお、パキスタン側は接続管設置工事、ヒ素除去施設の設置を行ったほか、受変電設備負担金を負担した。

3.2.2.2 事業期間

本事業は、2015年1月のコンサルタント契約から詳細設計、入札期間を入れて2017年4月までの28カ月間で実施される計画であった。実際には、本事業は2015年4月のコンサルタント契約から34カ月目の2018年1月に完成し、事業期間は計画の121%であった。

事業期間が計画を上回った理由は、パキスタン側の銀行取極めを得るために時間を要して本体契約のための入札が遅れたこと、工期の終盤になり1カ所の深井戸の代替サイトを探す必要が判明し、その確定に時間を要したことであった。

以上より、本事業は事業費については計画内に収まったものの、事業期間が計画を上回ったため、効率性は中程度である。

3.3 有効性・インパクト⁹（レーティング：③）

3.3.1 有効性

3.3.1.1 定量的効果（運用・効果指標）

本事業の目的は、揚水能力の低下した深井戸ポンプ場において地下水位や計画揚水量に見合ったポンプを選定して設備を更新することにより、エネルギー効率の改善及び揚水能力の回復を図ることであった。計画時に設定された指標の実績は表2のとおりであった。

表2 運用・効果指標の計画と実績

	基準値 (2013)	目標値 (2020)	実績 (2020)
指標①：平均エネルギー効率 (kWh/m ³)	0.317	0.202	0.213
指標②：1日当たり総送水量 (m ³ /日)	261,349	516,753	376,273
指標③：1日当たり平均運転時間 (時間/日)	14.6	14.6	10.82
参考指標：運転時間当たり平均送水量 (m ³ /時間)	17,901	35,394	34,776

(出所) 基準値・目標時は JICA 提供資料、実績はラホール WASA 提供資料による。

(注) 指標の対象は本事業の対象となった 105 カ所の深井戸

エネルギー効率：各深井戸で 2019 年～2020 年に実施されたエネルギー監査で得られたデータに基づく。

1日当たり送水量：各深井戸のエネルギー監査時に計測された運転時間当たり送水量に1日当たり運転時間を乗じて算出した。

1日当たり運転時間：各深井戸で実際に記録された運転時間に基づく。

運転時間当たり送水量：2013年の基準値は最終的に選定された深井戸を対象に再集計した値。対象深井戸が入れ替わったがポンプの合計能力が変わらなかったため、目標値は準備調査時の目標値をそのまま採用した。

⁹ 有効性の判断にインパクトも加味して、レーティングを行う。

(1) エネルギー効率の改善

本事業実施前、対象深井戸ポンプの平均エネルギー効率は 0.317kWh/m^3 であったが、本事業ではこれを 0.202kWh/m^3 に下げることが計画されていた。これにより 36.3%の電力使用量削減が期待された。本事業実施後、ラホール WASA が実施したエネルギー監査の結果、最新の監査結果に基づき、本事業の対象深井戸の平均エネルギー効率は 0.213kWh/m^3 と算出され、電力使用量は 32.8%削減されたと推測される¹⁰。この削減率を前提とすると、2020年には電力量 9.6 百万 kWh、電力費 260 百万ルピー（約 2.5 億円）が節約されたと試算される¹¹。これは 2020 年のラホール WASA の電力支出の約 6%に相当する。

エネルギー効率改善の達成度は、目標とされた改善（36.3%の電力使用量削減）に対する実績（32.8%の削減）により 90%と算出される。詳細設計時にラホール WASA の要請に応じて深井戸ポンプの揚程を増加させたが、その検討過程で、これによりエネルギー効率は低下することが判明した。この変更により本事業の対象深井戸のエネルギー効率は 0.229kWh/m^3 になると見込まれていたが、実際にはこれを上回る効率化が実現している。

なお、本事業実施後のエネルギー監査により、105 カ所の深井戸のうち 3 カ所についてはエネルギー効率が特に低く（ $0.39\sim 0.58\text{kWh/m}^3$ ）、接続先の配水網の一部が閉塞していることがその理由であることが指摘された。3 カ所の深井戸のうち 1 カ所についてこの問題は解決されたが、残る 2 カ所の深井戸では配水網の問題個所を特定して改善するのに時間を要している。この 3 カ所の深井戸を除くと平均エネルギー効率は 0.210kWh/m^3 まで改善される。

以上から、本事業によるエネルギー効率改善の達成度は「高い」と判断される。

(2) 井戸能力の回復

本事業実施前、対象深井戸 105 カ所では設計能力の半分程度しか送水できなかった。本事業では、井戸とポンプの更新により井戸の揚水能力を回復し、本事業実施前と同じ運転時間（14.6 時間/日）を前提に、1 日当たり $516,753\text{ m}^3$ の送水を実現することが計画されていた。

参考指標である運転時間当たり平均送水量の実績（2020 年）は計画の 98%に達しており、対象深井戸ポンプの揚水能力が計画どおり回復したことが分かる。しかし、後述する理由により 1 日当たりの平均運転時間が本事業実施前の 1 日 14.6 時間から 2020 年の 1 日 10.8 時間に減少したため、1 日当たり総送水量は $376,273\text{ m}^3$ と計画値の 73%にとどまった。なお、2020 年の 1 日当たり総送水量は 2013 年の 144%であった。

¹⁰ ラホール WASA では各深井戸について年 1 回程度のエネルギー監査が行われており、最新データは 2019～2020 年に実施された監査によるもの。平均値は、各深井戸の送水量により加重平均を算出した。

¹¹ 105 カ所の深井戸の 2020 年の電力消費 29.2 百万 kWh、電力料金 1kWh 当たり 27 ルピーを前提に算出した。

ラホール WASA によると、2013 年当時の深井戸ポンプの標準的な運転時間は夏 20 時間、冬 18 時間であったが、地下水位の低下が顕著になってきたこと、電力支出が経営を圧迫すること等から、2014 年以降は少しずつ短縮されて、2019 年 4 月以降は夏 12 時間、冬 10 時間となった。なお、本事業の計画時には、ある程度の地下水位低下を見込んだうえで深井戸が設計されていたが、一部の深井戸では、実際の地下水位が想定以上に低下した。

目的である「井戸能力の回復」そのものは、運転時間当たり平均送水量においてほぼ達成されている。計画時に指標とされた 1 日当たり総送水量は計画値の 73%にとどまったが、これは 1 日当たり平均運転時間が計画時の想定に比べて短縮されたためであり、本事業の施設・機材の不具合等に起因するものではない。以上を踏まえ、本事業による井戸能力回復の達成度は「高い」と判断される。

3.3.1.2 定性的効果（その他の効果）

（1）ポンプ故障回数の減少

本事業実施前、対象深井戸 105 カ所では平均して 3 年に 1 回、モーターが焼き切れて巻き直しが必要とされていた。その主な理由は、電力供給が不安定なこと、電圧変動に対する保護回路がないか、あっても運転継続を優先してそれをバイパスする配線を行って運転を続けることがあったこと、修理が不完全なモーターを利用していたこと等であったと考えられる。また、ラホール WASA によると、老朽化したポンプは 1,800～2,000 時間運転するごとに（1 日 12 時間運転するとして 5～6 カ月に 1 度）大きな故障が発生し、モーターの巻き直しをはじめとした大修理が必要とされていた。さらに、地下水位に見合わないポンプによる過剰揚水によるキャビテーションによる故障も発生していた¹²。

本事業の 105 カ所の深井戸は完成して 3 年以上を経過しているが、修理はリレーやベアリングの交換がほとんどで、モーターの巻き直しが行われたことは一度もない。4 割近くの深井戸では 3 年間、何も修理が必要とされなかった。その背景として、施設・機材が新しいことに加え、電圧変動やモーター温度等の異常を検知して作動する保護装置が適切に機能していること、また、予防保全と修理がおおむね適切に実施されていることが挙げられる（「3.4 持続性」を参照）。

本事業の深井戸 105 カ所のうち 50 カ所を対象に実施した現地実査時に行ったオペレーター及び維持管理担当者へのヒアリングでは¹³、以前、あるいは他の既存の深井戸では半年に一度はオーバーホールが必要だが、本事業の深井戸ではほとんど問題が起きない、という意見がほとんどであった。本事業の対象外の深井戸約 500 本では 2019 年～

¹² キャビテーションとはポンプ内部あるいは吸込側配管内部の圧力が低下することにより気泡が発生し、吐出量が減少するとともに異常音や振動が起こる現象。

¹³ 対象 105 カ所の深井戸から地理的なバランスを考慮して 50 カ所を選び、現地コンサルタントが訪問して現地実査及びオペレーター等へのヒアリングを行った。

2020年の2年間に84件の大修理が行われたが、ラホール WASA によると、予防保全が定着するに従って大修理の頻度は年々、減少傾向にある。

故障回数の減少はラホール WASA の維持管理費用削減に結び付いたと考えられる。ラホール WASA によると、本事業の対象井戸では、以前に比べて維持管理費が2割程度削減されたとされる¹⁴。

(2) ソフトコンポーネント（エネルギー監査についての技術指導）

本事業の技術指導に沿って、ラホール WASA の運営・維持管理担当副総裁の下、電力局長を筆頭に7名で構成されたエネルギー監査チームがエネルギー監査を実施している¹⁵。同チームはひと月に約100カ所の深井戸で本事業の機材を使ってポンプの運転状況及びエネルギー使用状況を計測し、過剰揚水を防止して電力を節約するとともに、異常が検知された場合、ポンプ施設の修理や予防保守の必要性が確認された場合に運営・維持管理部門に報告している。ラホール WASA によると、バルブを調整して過剰揚水をコントロールすることで¹⁶、調整された深井戸1カ所当たりの電力を3kW節約できる。これまでに29カ所の過剰揚水がコントロールされた。1カ所当たり1日11時間運転として年間約12,000kWh、電力費にして年間約34万円相当、29カ所では年間986万円相当が節約された計算である。また、エネルギー監査で得られた情報はエネルギー効率の悪い深井戸ポンプの更新時期を判断するためにも利用される。2017年以降、47カ所の深井戸ポンプがエネルギー監査の結果に基づいて更新された。

3.3.2 インパクト

3.3.2.1 インパクトの発現状況

本事業はラホールの持続的で安定した給水サービスの実現に寄与することが期待されていた。以下、ラホール WASA の給水サービス改善への本事業の貢献を分析する。

ラホール WASA は2020年の時点で596カ所の深井戸により年間878.3百万m³の水を生産し、約75万世帯に給水している（表3）。人口増に伴う水需要の増加に対応し、ラホール WASA は毎年のように新たな深井戸を建設し、送水量を増やしてきた。本事業が更新した深井戸105カ所による送水量（1日当たり37.6万m³）はラホール WASA の2020年の総送水量の21%を占める。本事業により対象深井戸の送水量は11.5万m³/日増加したが（表2を参照）、これはラホール WASA の2020年の総送水量の6.4%に相当する。

¹⁴ モーター巻き直し1件でポンプの大きさに応じて6~8.5万円かかるため、もし105カ所の深井戸で3年に1回これを行うとすると、年間約250万円が必要とされていたと試算される。本事業によりこのような維持管理費が節約されたと考えられる。

¹⁵ 同チームは1992年に設置されたが、当時は各深井戸の電気料金請求書の分析・確認が主な業務であった。

¹⁶ 過剰揚水を抑制するには本事業の実施段階で行ったようにインペラーを取り外して揚程を調整するのが最も効率的であるが、そのためにはポンプを取り外す必要があり簡単には実施できないため、これまではバルブによる調整のみが行われている。

表3 ラホールWASAの井戸数と総送水量の推移

	2013年	...	2018年	2019年	2020年
深井戸数	484	...	557	570	596
1日当たり総送水量（万m ³ /日）	180.5	...	176.5	170.2	179.6
接続世帯数	614,159	...	701,652	717,020	745,680

（出所）ラホールWASA提供資料

ラホール WASA によると、市内でも特に 5 つの地区（Gulbeg, Sabzazar, Walled City, Township, Jorey pul）で、本事業により給水サービスが大きく改善したとされる。これらの地区では本事業実施前は厳しい水不足で、水圧低下や断水への苦情が多く寄せられていたが、本事業実施後は苦情がほとんどなく、住民との信頼関係が築かれた¹⁷。なお、ラホール WASA の配水は高架水槽を使わないポンプ直送のため、深井戸ポンプのトラブルが直接、蛇口での水圧低下や断水に結び付きやすい。

上記の 5 地区で実施した住民へのインタビューによると¹⁸、本事業が更新した深井戸は以前のものに比べてトラブルが少なく長期間の断水がなくなったこと、水圧が改善されたことが報告された。また、給水サービスの改善により衛生面や生活上の利便性が改善したことが報告された。全員がラホール WASA の現在の給水サービスに満足し、本事業を高く評価している。他方、配水管からの漏水が迅速に修理されないこと、深井戸から遠い住宅では水圧が低く、新たな深井戸が必要であるとの指摘があった。

インタビュー対象者全員が深井戸に併設されたヒ素除去施設から飲み水を得ていた。また、地下水のヒ素汚染による健康被害、ヒ素除去施設の利用についての情報は住民にも広く浸透し、多くの住民がヒ素除去施設を利用しているとのことであった。ラホール WASA によると、ヒ素除去施設 1 カ所当たり 1 日 3,500～6,000 リットルの飲料水が提供されているため、ヒ素除去施設 1 カ所当たり平均 1,200 世帯の利用者がいるとすると¹⁹、1 世帯当たり 1 日 3～5 リットルの飲料水を利用していることになる。このことから、同施設のみで全住民が十分な量の飲料水が提供されているとは考えにくく、別に飲料水を購入していると推測される。

ラホール WASA のデータによると、本事業の 105 カ所の深井戸の約 6 割で WHO 飲料水水質ガイドライン（10 µg/リットル）を超えるヒ素が検出されているが、大腸菌は検出されておらず、水質に特に大きな問題はない。他方、市内全域の蛇口で採取した水サンプルの 6%で大腸菌が検出されたほか（2020 年、全 2,690 サンプル）、48%で残留

¹⁷ ラホール WASA には 34 の配水地区がある。しかし、配水地区別に水理的に独立した配水網は形成されておらず、地区別の送水量、給水時間などの情報は得られなかった。また、本事業が更新した深井戸はラホール市内に広く分布している。以上から、本事業の給水サービス改善への貢献を地区別に定量的に分析することは難しかった。

¹⁸ 現地コンサルタントによる各地区でのグループインタビュー：合計 15 名、うち女性 3 名。

¹⁹ ラホール WASA 全体で 594 本の井戸が 75 万世帯に水を供給し、ヒ素除去施設は各深井戸に併設して設置されている。

塩素濃度が基準を下回った（2020年、全3,276サンプル）。本事業の深井戸では大腸菌は検出されず、塩素消毒施設はすべて適切に稼働していることから、老朽化した配水管網における汚染や、他の深井戸での塩素消毒施設の不備などの原因が考えられる。

3.3.2.2 その他、正負のインパクト

本事業は「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」（2010年4月公布）上、環境への望ましくない影響は最小限であると判断されるため、カテゴリ C に該当するとされた。

（1）環境面のインパクト

ラホール WASA 提供の地下水位等高線図によると、ラホールの地下水位は2015年以降も低下を続けている。また、1960年代に年間0.3mであった地下水位の低下速度は2000年代には年間0.8mに、2010年代には年間1.0mに増加したとされる²⁰。

本事業では、地下水位低下が著しいサイトにおける地下水位への影響を避けるため、地域的な予想地下水位を考慮して、地下水位の低いところには揚水能力の小さいものを、高いところには揚水能力の大きいものが配置された。2018年には地下水位の急速な低下が見られたため、ラホール WASA は地下水位の低下を抑えるために以下の施策を打ち出し、地下水汲み上げの抑制に取り組んできた。その結果、2019年、2020年の地下水位の低下は穏やかなものとなった²¹。

- 約200カ所のモスクで沐浴に使われた水を公園・緑地の灌漑に再利用している。公園・緑地での地下水の散水は停止し、灌漑水路の水を利用している。
- 約400カ所の洗車場で水の再利用を実施することにより7割の水が節約された。再利用施設のない洗車場への給水を停止した。
- 公園内に約7,000m³の貯水槽を建設し、洪水を貯水して道路清掃と公園・緑地の灌漑に利用している。今後、更に10カ所で同様の貯水槽を建設する予定。
- 節水を促すために深井戸ポンプ施設の運転時間を短縮した。
- 2017年に商業用の水道料金を値上げした。2018年より民間深井戸に対する地下水利用料の徴収を開始した。

地下水の利用に限界があるため、ラホール WASA は表流水の利用への転換を進めている（「3.1 妥当性」を参照）。さらに、市中心部のこれ以上の地下水位低下を防ぐ

²⁰ Lahore's Groundwater Depletion-A Review of the Aquifer Susceptibility to Degradation and its Consequences, S. Kanwal 他：Technical Journal, University of Engineering and Technology (UET) Taxila, Pakistan Vol. 20 No. I-2015

²¹ 例えばラホールの中心にある Mazang Chungi 地区では2015年から2018年にかけて地下水位が約20m下がったが、2019年、2020年には地下水位のそれ以上の低下は認められなかった。

ため、市北部・北西部に新たな深井戸群を建設することが検討されている。

ラホール WASA によると、2018 年にかけての地下水位の急激な低下は水需要の増加に応じた深井戸数の増加が原因と考えられる。本事業は既存深井戸の更新であり深井戸数の増加には寄与していない。しかし、本事業の対象深井戸の多くは 2017 年中に運転開始したこと、対象深井戸 105 カ所の総送水量は 2013 年に比べて 4 割以上増加し（「3.3 有効性」を参照）、ラホール WASA の総送水量の 2 割を占めることから、本事業が 2018 年にかけて見られた地下水位の急激な低下の一因となった可能性は否定できない。他方、ラホール WASA は様々な努力を講じて地下水低下の抑制に取り組んでおり、その結果、本事業の地下水低下への影響が緩和されている可能性も指摘できる。

なお、上述の地下水への影響以外、本事業の建設工事と深井戸の運転による環境面の影響は特に確認されていない。

（2）社会面のインパクト

対象深井戸 105 カ所のほとんどは更新対象となった深井戸と同じ敷地に建設され、その多くは公園・学校等の公用地である。ラホール WASA は無償で土地を借り受け、深井戸が使われなくなった時は更地にして土地所有者に返還される。私有地を借り受けて設置されたものはない。

ラホールでは深井戸が近いと給水サービスが良くなるため、一般に、近隣住民は深井戸を歓迎する傾向がある。しかし、中にはポンプ運転による振動・騒音や美観を心配して近隣住民が反対することがある。ラホール WASA によると、本事業では 17 カ所の深井戸で住民の反対が起きたが、井戸掘削位置の調整、地域の有力者・政治家等を通じた説得により対応し大きな問題とはならなかった。本事業完成後の苦情は特に確認されていない。

（3）その他のインパクト

本事業の結果、ラホール WASA の電力支出が 1 割程度節約されたと考えられるほか、維持管理支出も削減された（「3.3 有効性」を参照）。多数の深井戸の更新が無償で実施されたことと共に、これはラホール WASA の財務に肯定的な影響を与えたと考えられる。また、これにより温室効果ガス（CO₂）の排出量は 2020 年には年間約 5,400 トン削減されたと試算される²²。

また、本事業を通してラホール WASA は、地下水の状況に応じて深井戸の能力や掘削深度を適切に計画する手法を取得した。これは他の深井戸の建設時にも活用されており、ラホール WASA の深井戸についての投資の効率化に結び付いたと考えられる。

以上から有効性・インパクトについてまとめると、本事業により深井戸のエネルギー

²² 2020 年の電力利用量の削減を 9,600MWh、発電による温室効果ガス排出率を 0.566 トン/MWh として試算した。

効率改善が達成され、ラホール WASA の電力支出が約 1 割抑制された。深井戸能力の回復は運転時間当たり送水量においてほぼ達成されている。1 日当たり送水量は計画値の 73%にとどまったが、これは 1 日当たり運転時間が計画時の想定に比べて短縮されたためであった。本事業による送水量はラホール WASA 全体の約 2 割を占める。本事業により深井戸ポンプのトラブルによる断水が減ったこと、水圧が改善されたことなどが住民に歓迎されている。本事業が地下水位に影響した可能性は否定できないが、その他の環境・社会への重大な好ましくないインパクトは認められない。以上より、本事業の実施により計画どおりの効果の発現がみられ、有効性・インパクトは高い。

3.4 持続性（レーティング：③）

3.4.1 運営・維持管理の制度・体制

本事業の運営・維持管理を行うラホール WASA は 1976 年に設立され、パンジャブ州の州都であるラホールのサービス区域内で上下水道サービスを提供している。総裁の下に置かれた財務・管理、運営・維持管理、及び技術を担当する 3 名の副総裁の下で、約 300 名のエンジニアを含む約 7,000 名の職員が勤務している。

運営・維持管理担当副総裁の下、管轄区域を 8 つに分けてそれぞれの区域の水道・下水道・排水施設の日常の維持管理を行っている。各深井戸ではオペレーターが 3 交代で 24 時間勤務を行っている。深井戸 2 カ所につき、更に 1 名のオペレーターが緊急時に備えて配置されている。他方、深井戸メンテナンス局長が深井戸や下水ポンプ場のポンプ施設の維持管理を、電力局長が上下水道の電気施設の運営・維持管理を行っている。

ラホール WASA は、事後評価時、すべての深井戸の維持管理を外部委託している。本事業の 105 カ所の深井戸については 2019 年 10 月よりある民間企業と 3 年間の維持管理契約が締結された。同企業は各種予防保守と修理を担当し、すべてのスペアパーツの在庫を備えたうえで、24 時間体制で不具合への対応を行い、コントロール・パネルや電気設備、機械設備の軽微な修理であれば 3～4 時間以内で、大きな修理でも 24 時間以内に対応できる体制が採られている。ラホール WASA は同企業の活動状況、故障発生頻度、故障への対応時間等を監視する。規定の時間内に対応できない場合、企業には 1 件につき 5,000 ルピー（約 3,500 円）の罰金が科される。本事業の運営・維持管理状況（後述）に問題が見られないことから、この外部委託は適切に行われていると見られる。

以上から、本事業の運営・維持管理の制度・体制面に特に課題は見られない。なお、深井戸を 3 交代制で運用することで職員数が多くなり、ラホール WASA の全支出の 4 割を占める人件費が財務の大きな負担となっている。このため、ラホール WASA は新規常勤職員の雇用を抑えて契約職員を増加しているほか、SCADA システムを用いた自動運転を導入することを計画している²³。SCADA システムは 7 カ所の深井戸で試験的

²³ SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) システムとは大きな施設やインフラなどを構成している装置・設備から得られる情報を、ネットワークを利用して一カ所に集めて監視すると共に、必要に応じて制御するシステムのこと。

に導入され、来年度以降、財源に応じて対象を拡大する予定である。

3.4.2 運営・維持管理の技術

現地実査では、訪問した 50 カ所の深井戸で勤務するオペレーターのほとんどが井戸の運転と日常点検・予防保守の手順を適切に理解していると判断された。また、105 カ所の深井戸はすべて適切に運営・維持管理されている（後述）。

2019 年度、ラホール WASA の研修センターでは 1,265 名の職員が各種の研修を受けた。深井戸については電気設備の運営・維持管理について 32 名のエンジニアが、塩素消毒については 287 名の深井戸オペレーターが研修を受けた。このように、ラホール WASA はオペレーターの研修に取り組んでいるが、現地実査では一部のオペレーター、特に契約職員として雇用されたオペレーターの一部は十分な研修を受けていないと考えられる者が見られた。

他方、パンジャブ州住宅都市開発・公衆衛生局がラホール市内に設置したアル・ジャザリー・アカデミーが JICA の技術協力（「パンジャブ州上下水道管理能力強化プロジェクト」2015 年 7 月～2018 年 7 月）の支援により研修体制を強化し²⁴、能力強化プロジェクト州内 5 都市の上下水道公社及び中小都市の上下水道事業体の技術者及び経営者層を含む職員の再教育に取り組んでいる。同プロジェクトでは、アル・ジャザリー・アカデミーにおける「深井戸施設の運営・維持管理（水理解析・水質管理・安全対策）」「漏水探知」「下水・排水施設の運営・維持管理」「電気機械設備の運営・維持管理」「事業計画」「資産管理」の研修システム構築、講師能力強化が実施された。また、その一環としてパンジャブ州の各都市の上下水道公社の職員がアル・ジャザリー・アカデミーで研修を受け、その成果の職場での普及を促進した。同プロジェクトの完了報告書によると、ラホール WASA では「電気設備の運営・維持管理」「機械設備の運営・維持管理」の研修成果が組織内で活かされている。同プロジェクト終了後、アル・ジャザリー・アカデミーは各上下水道公社への研修を続けている。2020 年度には深井戸の運営・維持管理についてはラホール WASA のエンジニア 36 名が電気設備の運営・維持管理についての研修を受講した。また、ラホール WASA の KPI（Key Performance Indicator）が新たに設定され継続的にモニタリングされるなど、「事業計画」についての研修成果が活用されている。さらに、2021 年 2 月より「パンジャブ州上下水道管理能力強化プロジェクト（フェーズ 2）」（2021 年 2 月～2024 年 2 月予定）が開始され、アル・ジャザリー・アカデミーやラホール WASA の研修センターの研修の質の向上を目指した活動が実施されている。

本事業のソフトコンポーネントによる技術支援が深井戸施設のエネルギー効率改善に焦点を絞った能力強化であったのに比べ、同技術協力プロジェクトはアル・ジャザ

²⁴ パンジャブ州政府はパンジャブ州の水道事業者の能力向上を目的として、2009年にラホールにパンジャブ上下水道アカデミーを設置した。後に、同アカデミーの名称はパキスタンの歴史的な発明家・技術者アル・ジャザリー（Al-Jazari）の名前にちなんでアル・ジャザリー・アカデミーと変更された。

リー・アカデミーを通じ、間接的に、上下水道運営についてより幅広い分野の能力強化を行っている。また、能力強化の技術範囲について、二つの支援の間に重複はない。ラホール WASA は、組織の技術力の強化にアル・ジャザリー・アカデミーが決定的な役割を果たすと認識しており、JICA の技術協力を非常に高く評価している。

本事業のソフトコンポーネントはエネルギー監査チームの活動を拡大し、各深井戸の適切な運営・維持管理に貢献している（「3.3 有効性」を参照）。ラホール WASA によると、同チームは新たな職員に対してエネルギー監査の研修を独自に実施することが可能であり、技術は十分定着していると考えられる。

本事業の維持管理を受託した企業はラホールに本社を置く総合建設企業であり、本事業の維持管理状況に特に問題が見られないことから、十分な技術力を持つと考えられる。

以上から、本事業の運営・維持管理の技術面に大きな課題は見られないが、契約職員として雇用されたオペレーターへの研修を充実する必要性が指摘される。

3.4.3 運営・維持管理の財務

ラホール WASA の一般世帯のための上下水道料金は 2004 年以来、値上げされていない。表 4 に見られるように、2017 年度～2019 年度の上下水道料金収入は営業支出の半分程度にとどまり、これを都市不動産税の配分及び州政府からの補助金で補っている。料金収入が 2017 年度から 2018 年度にかけて大きく増加したが、ラホール WASA によると、これは商業用料金の値上げ、住宅階別料金制度の導入、外部委託の導入等による料金回収率の向上が理由である。電力費は支出の 4 割を占め（2020 年）、電力料金の上昇が電力費増加につながっている。維持管理費（外部委託費を含む）は 2019 年度に減少しているが、ラホール WASA によると、本事業により新しい深井戸施設が建設され故障が少ないことがその一因である。

表 4 ラホール WASA の収支

(単位：百万ルピー)

	2017 年度	2018 年度	2019 年度
上下水道料金収入	3,527	5,086	5,522
その他	724	556	756
営業収入	4,252	5,642	6,278
人件費	3,329	4,200	4,376
維持管理費（外部委託費を含む）	1,307	1,405	986
電力費	3,380	3,500	4,395
その他	399	842	908
営業支出	8,415	9,948	10,665
営業収支	-4,164	-4,306	-4,387
営業収支（前年からの繰越）	232	102	96
州政府補助金	2,196	2,618	2,626
都市不動産税（州政府）からの配分	1,838	1,681	1,718
累積剰余金	102	96	52

(出所) ラホール WASA 提供資料

過去 10 年間、ラホール WASA の上下水道料金収入は支出をカバーできず、州政府が集める都市不動産税の配分を加えても、赤字であった。この赤字を補うためにパンジャブ州政府は年間 20 億ルピー以上の補助金を継続的に提供してきた。赤字が継続する背景には、電力料金、石油滑油・潤滑油価格、人件費等が年々上昇するにもかかわらず、一般世帯向けの上下水道料金が 2004 年以降凍結されてきたことにある。赤字幅が拡大してきたにもかかわらず、州の補助金額は同じレベルにとどめられてきたため、ラホール WASA の財務状況は大変厳しいものになりつつある。このため、ラホール WASA はパンジャブ州政府の財源を検討する組織である資源動員委員会の指示の下、段階的な上下水道料金の引き上げと支出削減により 3 年以内に損益分岐点に達成する事業計画を作成した。この事業計画は、承認のために 2019 年に州政府内閣委員会に送付された。事後評価時には、ラホール WASA が同事業計画で提案された料金引き上げを進めるか、あるいは州政府が赤字を十分補填できるように補助金額を引き上げるか、州政府による検討が続けられている。

このように、ラホール WASA の財務は政府補助金に多くを頼っており、健全とは言えない。ただし、現地視察によると、本事業の深井戸の運営・維持管理に直接の問題となるような財務面の制約は見られず、必要な消耗品・交換部品は適時に供給され、適切な維持管理作業が行われていた。以上から、本事業の運営・維持管理の財務面に大きな課題はないものの、ラホール WASA の財務を中長期的観点から健全化してゆく必要性が指摘される。

3.4.4 運営・維持管理の状況

本事業の対象である 105 カ所の深井戸はすべて稼働状態にある。ただし、2021 年 1 月時点で、配水管網あるいは電力供給の問題により 3 カ所の深井戸は運用されていない。また、配水管網への接続位置を変更する必要がある深井戸 1 カ所は運転時間が少ない。各深井戸ではラホール WASA の維持管理計画に沿って電気機械設備の定期点検が行われる。各深井戸は運転時間が 2,000 時間に達する毎に点検されるという基準があり、おおむね年に 2 回点検を受けている。

現地実査を行った 50 カ所の深井戸の 3 分の 1 はこれまで何の修理も必要とされず、全く問題なく運転されてきた。1 カ所を除き、ほぼすべての深井戸が適切に清掃されていた。大修理が行われた深井戸はなく、軽微な修理である保護リレーの交換 (13 カ所)、ベアリングの交換 (8 カ所)、ブレーカーの交換 (5 カ所) などが行われた。また、流量計、水圧計が故障したままの深井戸が、それぞれ 11 カ所、7 カ所あった。ただし、流量や水圧の計測はエネルギー監査時のみに行われているため、日常の運転に支障は生じていない。日常の点検や予防保守はおおむね適切に行われている。2019 年の瑕疵検査時に指摘された定期的な潤滑剤追加は十分に実施されているが、中には、必要以上の頻度で潤滑剤が追加された深井戸も見られた。運転や実施された点検・日常保守の内容は記録されているが、記録用の公式ログ・ブックが支給されず、一般のノートに記録され

ている深井戸が4カ所あった。全体として、50カ所の深井戸のすべてが「良い」あるいは「適切」な運営・維持管理状況にあると判断され、「良くない」「悪い」とされた深井戸はなかった。

本事業が提供したエネルギー監査用の機材は十分活用されている。故障した機材が一部にあるが、いずれも修理あるいは更新されている。

以上より、本事業の運営・維持管理は制度・体制、技術、財務、状況ともに問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、パンジャブ州ラホールにおいてラホール WASA が運用する老朽化した深井戸105カ所を更新することにより、井戸能力の回復と給水設備にかかるエネルギーの効率化を図り、もって持続的で安定した給水サービスの実現に寄与することを目的に実施された。本事業は計画時、事後評価時ともにパキスタンの開発政策・開発計画、開発ニーズとの整合性が高い。計画時の日本の援助政策との整合性も高いことから、本事業の妥当性は高い。おおむね計画どおりのアウトプットが実現し、事業費は計画内であったが、事業期間が計画を上回ったため、本事業の効率性は中程度である。本事業によるエネルギー効率改善と井戸能力回復の達成度は高く、それにより深井戸ポンプのトラブルによる断水が減ったこと、水圧が改善されたことなどが住民に歓迎されている。本事業が地下水位に影響した可能性は否定できないが、ラホール WASA は様々な方法で地下水低下の抑制に取り組んでおり、本事業の影響が緩和されている可能性も指摘できる。従って、環境・社会への重大なインパクトは認められない。よって、本事業の有効性・インパクトは高い。本事業の一環として行われた技術支援はラホール WASA のエネルギー監査チームの活動を拡大し、各深井戸の適切な運営・維持管理に貢献している。本事業の運営・維持管理は制度・体制、技術、財務状況ともに問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関（ラホール WASA）への提言

- (1) 本事業で建設された深井戸のうち、配水網の閉塞によりエネルギー効率が下がったままの深井戸2カ所（C Block Muslim Town、Queen's Road）について、配水網の閉塞箇所を特定し、閉塞の解消を図る必要がある。また、適切な位置での配水網に接続できず十分活用されていない深井戸1カ所（Saadi Park）について、適切な接続管を建設し、活用を図る必要がある。

- (2) 一部の深井戸オペレーター、特に契約職員として雇用されたオペレーターの一部は研修が不十分と考えられることから、契約職員を含めたすべてのオペレーターに適切な研修を行う必要がある。
- (3) 限られた地下水のより効率的・持続的な利用のため、以下の課題に取り組む必要がある。
- 水の再利用をはじめとした地下水利用抑制策を強化するとともに、地下水位の継続的なモニタリングを行い、地下水位の急激な低下を防ぐため、必要に応じてポンプ運転時間の調整を行う。
 - 水源の表流水への転換を段階的に進め、水資源の利用可能性と水需要をバランスできるように地下水と表流水を適切に組み合わせる。
 - 老朽した配水管の更新、配水区画化、高架水槽の利用、漏水削減、台帳整備などにより配水網を改善する。
 - 適切な料金設定、水道メーターの普及、水の再利用等により水需要を抑制する。
- (4) 事業計画についての州政府の検討結果を踏まえ、財務の健全化に努める。

4.2.2 JICA への提言

JICA はラホール WASA による上記の提言の実施を促し、その実施状況をモニタリングする。

4.3 教訓

都市部におけるインフラ整備事業の準備

本事業では深井戸の建設時になって予定された敷地の土地所有者や周辺住民の理解を得られず代替敷地を探したり、周辺住民の理解を得るために時間を要したりすることが少なくなかった。よって、都市で深井戸などのインフラ施設を建設する事業においては、計画段階で実施機関が、敷地の所有者・管理者に文書などで十分な確認を取るとともに、住民説明会などで周辺住民の意思を予め確認し、協力を得られるように丁寧に説明しておくことが重要である。

以上