

トルコ

2015年度 外部事後評価報告書

円借款「イスタンブール上水道整備事業／イスタンブール上水道整備事業（第2期）」

外部評価者：株式会社日本経済研究所 片桐 寿幸

0. 要旨

本事業は、人口増加が著しいイスタンブールへの安定的な水供給のため、イスタンブール東方約 170km の黒海沿岸山岳地を水源とするメレン川に堰を設け原水を取水した後、既存のカギタネ配水場までの導水設備及び浄水場の建設を行ったものである。本事業は、トルコの開発政策、開発ニーズ及び日本の援助政策と整合しており、妥当性は高い。事業効果については、給水人口や給水量は増加し、上水道普及率も 100% と、目標は達成された。その他公衆衛生の向上等が認められたことから有効性・インパクトは高いと判断される。事業の実施面では、インフレによる事業費の増加等により事業費は計画を上回り、また、トルコ政府の緊縮財政政策による事業予算の不足、リーマンショックによる工事業者の破たん等の結果、事業期間は大幅に計画を上回ったため、効率性は低い。運営・維持管理については、体制面、技術面及び財務面ともに特段の問題はうかがわれなかったことから、持続性は高いと判断される。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

1. 事業の概要



事業位置図



本事業で整備したメレンポンプ場

1.1 事業の背景

審査時（1993年）のイスタンブールは約 760 万人の人口を有するトルコ最大の都市であり、これは同国全人口の 12.4% に相当するものであった。イスタンブールの人口は急激な都市化と地方からの流入により急増し（1970 年～1990 年の年平均増加率 4.6%）、インフラ整備の遅れが指摘されていた。上水道の状況については、イスタンブール近郊に大きな河川がなく、古くから飲料水を周辺地域に依存していた事情から、水資源の開発が水需要の急増に対応できず、常に慢性的な水不足に悩まされてきた。1989 年から始まった 2 年越しの干ばつでは、1990 年秋に全貯水池の総貯水量が満水時

の 20%程度まで落ち込み、イスタンブール市水道局（Istanbul Water and Sewerage Administration、以下「ISKI」という。）は通常時の給水量 172 万 m^3 /日を 80 万 m^3 /日にまで削減するという状況であった。本事業の審査時においても取水の絶対量の不足に加え、天候に左右されやすい状況は変化していなかった。

1.2 事業概要

本事業は、トルコのイスタンブールにおいて、メレン取水堰の開発、導水路、浄水場、ボスポラス海底トンネル等を建設することにより、同地域の水供給の安定及び給水率向上を図り、もって同地域住民の公衆衛生の改善に寄与するものである。



図 1 事業配置図

円借款承諾額/実行額	(第 1 期) ¹ 52,473 百万円/51,573 百万円 (第 2 期) 42,310 百万円/42,259 百万円	
交換公文締結/借款契約 調印	(第 1 期) 1993 年 6 月/1993 年 11 月 (第 2 期) 1996 年 5 月/1996 年 9 月	
借款契約条件	(第 1 期) 金利 3.0% 返済 25 年 (うち据置 7 年) 調達条件 一般アンタイド	(第 2 期) 金利 2.50% 返済 25 年 (うち据置 7 年) 調達条件 一般アンタイド
借入人/実施機関	トルコ共和国政府/国家水利庁 (General Directorate of State Hydraulic Works、以下「DSI」という。)	

¹ 本報告書では「イスタンブール上水道整備事業」を「第 1 期」、「イスタンブール上水道整備事業 (第 2 期)」を「第 2 期」と呼ぶ。

貸付完了	(第1期) 2011年5月 (第2期) 2012年5月
本体契約 ^{2,3}	<p>工区1: 日立製作所(日本)/Yuksel Insaat As (トルコ)(JV)</p> <p>工区2: Alsim Alarko San. Tes. Ve Tic.As (トルコ) /Jsc Rosneftegazstroy (ロシア)(JV)</p> <p>工区3: Ackins. San. Tes. Ve Tic As (トルコ)/Guris Ins. Ve Muh. As (トルコ)(JV)</p> <p>工区3B: IMA Engineering Construction and Trade Ltd. Co. (トルコ)</p> <p>工区4: Palet Ins. Ve Tic. As (トルコ)/Yertas Ins. Turizam San Ve Maden (トルコ)(JV)</p> <p>工区5: Otv Sa (フランス) /Emit Spa (イタリア) /丸紅(日本) /Limak Ins San Ve Tic As (トルコ)(JV)</p> <p>工区6: Alke Insaat Sanayi Ticaret As (トルコ) /Atac Insaat Ve Sanayi AS (トルコ)(JV)</p> <p>工区7: Alke Insaat Sanayi Ticaret As (トルコ) /Stafa Insaat As (トルコ) /Ojsc Mosmetrostroy (ロシア)(JV)</p> <p>工区8: Noksel Celik Boru Sanayi As (トルコ)</p> <p>工区9: Umran Celik Boru Sanayii As (トルコ)</p> <p>工区10: Erciyas Celik Boru Sanayii As (トルコ)</p> <p>工区11: Areva Energietechnik GMBH (ドイツ) / Mapa Insaat Ve Ticaret As (トルコ)(JV)</p>
コンサルタント契約 ⁴	<p>1996年4月～2008年8月: 日本工営(日本) /Su-Yapi Engineering & Consulting Inc. (トルコ) /Temelsu Int Eng Services Inc. (トルコ) /Gibb Ltd. (英国) /Motto Macdonald Ltd. (英国)(JV)</p> <p>2011年1月～2012年8月: IC Consulenten Ziviltechniker Gesmbh (オーストリア) /Coyne Ve Bellier Muh.Ve Mus Ltd.Sti. (トルコ) /Sial Yerbilimleri Musavirlik Ve Muhendislik Ltd.Sti. (トルコ)(JV)</p>

² 第1期分は、工区1,2,3,3B,4,8,11、第2期分は、工区1,5,6,7,9,10となっている。

³ 工区3Aは、本事業対象外であり、トルコ側が自己資金にて実施した。

⁴ 本事業では、事業が長期化し、事業実施中に当初のコンサルタント契約が契約期限を迎えたため、その後、後続のコンサルタント契約が結ばれた。

<p>関連調査 (フィージビリティ ー・スタディ：F/S) 等</p>	<p>DSI「Greater Melen Project Feasibility Study」(1991年1月～10月)</p>
<p>関連事業</p>	<p>【技術協力】 「イスタンブール上水道整備事業」・「ボスポラス海峡横断地下鉄整備事業」に係る専門家派遣(安全管理体制)(施工管理体制)(2009年3月～7月)</p>

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

片桐 寿幸(株式会社日本経済研究所)

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：2015年8月～2016年10月

現地調査：2016年1月3日～12日、2016年4月25日～5月30日

2.3 評価の制約

2015年10月以降、アンカラ及びイスタンブールを含むトルコ国内での頻繁なテロ事件の発生により、安全治安上の観点から、第2次現地調査については外部評価者の指導の下、現地コンサルタントが実施した。

また、本事業の給水対象地域はイスタンブール全体であり、ISKIのサービス地域と一致していること、本事業によりイスタンブールの給水可能量は268百万m³増加したが、これはイスタンブール全体の給水可能量増加分639百万m³の42%と半分近くを占め、その効果がイスタンブール全体に及んでいることから、本事業のみの給水対象地域及び効果を取り出して計測することはできなかった。そのため、有効性の定量的効果についてはイスタンブール全体の指標をもって本事業の効果ととらえた。

3. 評価結果(レーティング：B⁶)

3.1 妥当性(レーティング：③⁷)

3.1.1 開発政策との整合性

審査時の国家開発政策である「第5次5カ年計画(1985～1989年)」及び「第6次5カ年計画(1990～1994年)」において上下水道・衛生セクターは重点分野とさ

⁵ 審査時の654百万m³から事後評価時の1,293百万m³まで増加。

⁶ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

⁷ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

れ、「第5次5カ年計画」期間中、公共投資全体に占める同セクターの割合は1割を超えていた。

事後評価時の国家開発政策である、2013年に発表された「第10次5カ年計画(2014～2018年)」においては、引き続き上下水道セクターは公共投資の重点分野のひとつであり、同計画期間中、公共投資全体に占める割合は12.8%となっている。また、同計画には、飲料水の浄水ニーズは引き続き増加しているとの記述があり、整備・普及の重要性が示されている。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

審査時、トルコの都市部では人口増加が続き新たな水需要に対する施設整備が早急に必要とされていた。特にトルコ最大の都市であるイスタンブールでは人口の集中が進み、安定した水供給は緊急の課題となっていた。

イスタンブールの上水供給の状況は、域内に大きな河川がないことから、水資源開発が水需要の急増に対応できず、常に慢性的な水不足に悩まされてきた。また、天候に左右されやすい状況に引き続き変化はなく、干ばつ等自然災害へのリスク対応の観点からも安定した水供給の優先度は高かった。

本事業の対象とするメレン川水系は、①上流域の土地利用状況から水質的に問題ない、②春先の雪解け水を含む安定した流量を期待できる、③流域が広く、潜在的な開発水量が大きい(将来的にはダム建設等により年間1,077百万m³の取水が可能)、等の利点を有していた。また、イスタンブールの将来的な水源開発の点からもメレン川の開発以外大容量のものはなかった。なお、本事業は、イスタンブールの将来の水需要に対する最大の上水整備としてその役割が期待されていたメレンシステム⁸の第1フェーズにあたっていた。

事後評価時においても、イスタンブールはトルコ全人口の18.5%に相当する1,416万人(2014年)の人口を有する国内最大の都市であり、急激な都市化と地方からの流入により人口は増加している(1990年747万人→2014年1,416万人)。このため安定した水供給に対するニーズは引き続き強い。特に人口が集中しているイスタンブール西側(ヨーロッパ側)の水需要ニーズが強くなっている。

したがって、本事業の実施は、イスタンブールの増大する人口に対して良質な上水を安定的に供給するというニーズに、審査時にも事後評価時にも合致するものである。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

⁸ 1989～1990年におけるイスタンブールの干ばつを踏まえ、同地の将来的な水需要の対応のため、1991年にDSIにより'Greater Melen Project Feasibility Study'が実施された。このF/Sによる計画の総称をメレンシステムと呼んでいる。メレンシステムでは、本事業に続いて、メレン川にダムを建設し、大規模な取水・導水施設を拡充することにより2035年までの需要を賄える計画になっている。本事業は、メレンシステム全体とも整合的に計画されている。

審査時、トルコに対する国別の援助政策・計画は作成されていなかったが、1995年版の「我が国の政府開発援助の実施状況」によれば、「中近東地域の安定は我が国のみならず、世界の安定・繁栄にとり極めて重要であり、我が国はこれらのことを踏まえて援助を実施している。」と記述されている。

また、日本とトルコは、1998年9月に経済協力政策協議を実施し、今後の日本の援助のあり方について、環境（都市環境の改善、海洋汚染対策）、経済社会開発促進のための人材育成、地域間格差是正のための農漁業等主要産業の振興及び保健・医療等基礎生活分野の改善、南南協力、を重点的に支援していくことが確認されていた。したがって、本事業は都市環境の改善の観点から日本の援助政策と整合しているものと考えられる。

以上より、本事業の実施はトルコの開発政策、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。

3.2 効率性（レーティング：①）

3.2.1 アウトプット

本事業では、表1のとおり取水堰、ポンプ場、浄水場、電力設備の施設整備の他、導水路及びボスポラス海底トンネルが整備された。

計画と実績の主な差異は、詳細設計に伴う工区の統合、一部仕様の変更及び旧工区⁹のアラチャリダム建設から導水路及び水路トンネルへの変更である（表1参照）。これらの変更は詳細設計を行う中でより適切かつ効率的なルート、工法が採択され、工費が削減されたこと、また、アラチャリダム建設中止による工費削減は、用地の補償費の高騰が続くことへの回避及び導水路への変更等により工期の短縮が可能になること等が主な理由であった。なお、詳細設計後の仕様等の変更はなく、計画どおりのアウトプットとなっている。

⁹ 旧工区は1～13（当初から工区11は無し）となっていた。第1期対象事業が、旧工区1,2,3,4,8,12、コンサルティングサービス、第2期対象事業が、旧工区5,6,7,9,10,13となっていた。

表 1 本事業のアウトプット

	計画		実績	
	工区	内容	工区	内容
第 1 期	1	メレン取水堰 (取水能力 8.5 m ³ /秒)	1	メレン取水堰 (取水能力 8.5 m ³ /秒) メレンポンプ場 (4,500KW×6 基)
	2	メレンポンプ場 (4,500KW×6 基)	2	メレン-キンチリ間導水路敷設 (延長 69.2km)
	3	メレン-ジュムフリエ ット間導水路敷設 (135.3km)	3A ¹⁰	キンチリ-アワ間導水路敷設 (延長 35.3km)
			3B	アワ-シレ間、ハミディエ-ジュ ムフリエット間導水路敷設 (延 長 36.6km)
	4	アラチャリダム建設 (ロックフィルダム、 ダム高 63m)	4	シレ-ハミディエ間導水路及び 水路トンネル建設 (延長 17.2km)
	8	工区 3 の 50% の鋼管供給	8	工区 3 の 50% の鋼管供給 (71.2km)
	12	電力設備 (154KV 2 回路配電線)	11	電力設備 (154KV 2 回路配電 線)
	コンサル ティ ング サ ー ビ ス	入札補助、詳細設計、 施工管理等	コンサル ティ ング サ ー ビ ス	入札補助、詳細設計、施工管理 等
第 2 期	工区	内容	工区	内容
	13	ジュムフリエットポ ンプ場 (1,450KW×5 基)	1	ジュムフリエットポンプ場 (2,500KW×6 基)
	5	ジュムフリエット浄 水場 (浄水能力 700 千 m ³ /日)	5	ジュムフリエット浄水場 (浄水能力 720 千 m ³ /日)
	6	ジュムフリエット-カ ギタネ間導水路敷設 (28.4km)	6	ジュムフリエット-カギタネ間 導水路敷設 (延長 20.4km)
	7	ボスポラス海底トン ネル (延長 3.0 km)	7	ボスポラス海底トンネル (延長 5.5km)
	9	工区 3 の 50% の鋼管供給	9	工区 3 の 50% の鋼管供給 (69.5km)
	10	工区 6 の鋼管供給	10	工区 6 の鋼管供給 (14.6km)

出所：JICA 提供資料、実施機関提供資料

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

事業費は、計画額 126,377 百万円に対し、実績額 127,722 百万円となり、計画を上回った (計画比 101%)。詳細設計が実施される中でより適切かつ効率的なルート及び工法が採択される等、コスト削減がなされ、またトルコリラ (TL) 安に

¹⁰ 本事業対象外である。

よる円貨換算ベースでの事業費の減少はあったが、事業が遅延する間にトルコ国内の高インフレによる人件費や資材費等のコストが増加し、事業費は若干の増加となった（表 3、4 参照）。

表 2 事業費の計画・実績比較（全体・借款対象額別）

単位：百万円

	計画		実績	
	全体	うち借款対象	全体	うち借款対象
第 1 期	69,964	52,473	69,217	51,573
第 2 期	56,413	42,310	58,505	42,259
合計	126,377	94,783	127,722	93,832

出所：JICA 提供資料、実施機関提供資料

表 3 外国為替推移（1US\$当たり）

通貨	1997 年	2000 年	2005 年	2010 年
円	120.99	107.77	110.22	87.78
TL	0.15	0.63	1.34	1.50

出所：IMF「International Financial Statistics ;Yearbook」

注：デノミネーション（2005 年）を反映した新 TL ベース

表 4 トルコの消費者物価指数（2000 年を 100 とした指数）

年	1997 年	2000 年	2005 年	2010 年
指数	21.2	100	341.6	518.3

出所：IMF「International Financial Statistics ;Yearbook」より計算

3.2.2.2 事業期間

事業期間は計画値 98 カ月（1993 年 11 月（第 1 期借款契約調印）～2001 年 12 月）に対して、実績値は 256 カ月（1993 年 11 月（第 1 期借款契約調印）～2015 年 3 月）となり、計画を大幅に上回った（計画比 261%）。工事遅延に関して、事業全体からは工区毎の工事が相互に関連しており、1 カ所の工区の遅れが他へ波及した結果であると考えられるが、個別の原因としては、①入札参加資格事前審査（P/Q）の導入によるコンサルタント選定手続きの遅延、②事業者の安値受注の結果、トルコ国内のインフレに対応できず発生した工事遅延、③トルコ政府の緊縮財政政策による現地側事業実施予算の不足、④アラチャリダムの建設中止及びそれに伴うスコープの変更、⑤リーマンショックによる受注事業者の破たん、契約解除及び事業者変更、再入札の実施による遅延等が事業コンサルタントより指摘された。

3.2.3 内部収益率（参考数値）

第1期及び第2期審査時において財務的内部収益率（FIRR）のみ算出されていたため、事後評価時も可能な限り第2期審査時と同様の条件の下、FIRRの再計算を行った。なお、第2期審査時のFIRRとのみ比較したのは、より新しい予算額及びデータ（上水道料金及び無収水率）を反映した結果との比較を行ったためである。結果は8.58%と収益性が認められた。第2期審査時に比べ、実際の上水道料金は第2期審査時の設定の約2倍となったが、インフレにより第2期審査時より約3倍の維持管理費の増加があったことからFIRRは第2期審査時に比べ低下している。

表5 第2期審査時・事後評価時の内部収益率及び算出条件

	第2期審査時	事後評価時
FIRR	9.27%	8.58%
費用	建設工事費、設備更新費、維持管理費	建設工事費、設備更新費、維持管理費
便益	上水道料金	上水道料金
事業期間	35年	35年
前提条件	・2002年供給開始時の水道料金水準を1US\$/m ³ と設定。	・維持管理費は審査時以降の消費者物価上昇率を踏まえて試算。 ・便益は2016年1月時点のISKI水道料金表から試算(2.04 US\$/m ³)。

出所：JICA 提供資料

以上より、本事業は事業費が計画を上回り、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は低い。

3.3 有効性¹¹（レーティング：③）

3.3.1 定量的効果（運用・効果指標）

本事業は運用効果指標が導入される前の審査案件であるため運用効果指標の設定がなされていないが、各種資料から事後評価時に仮の目標値を設定することとした。定量的効果の項目として、運用指標は、①イスタンブールの給水人口、②給水量、③給水可能量、④施設利用率、⑤無収水率及び⑥漏水率、また効果指標は、⑦上水道普及率及び⑧一人1日当たり給水量、と想定し、これら指標の達成による安定供給の実現を事業効果ととらえた。表6にこれらの効果の発現状況を示す。

¹¹ 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。

表 6 運用・効果指標

	指標	基準値	目標値	実績値
		1990年	2004年	2015年
		審査時	事業完成2年後	事業完成年
運用指標	給水人口（万人）	597	1,113	1,416*
	給水量（百万m ³ /年）	397	867	965
	給水可能量（百万m ³ /年）	654	1,232	1,293
	浄水施設利用率（%）** （ジュームフリエット浄水場利用率）	57	-	60 (61)
	無収水率（%）***	40	32	27
	漏水率（%）***	40	32	24
効果指標	上水道普及率（%）	80	100	100
	一人1日当たり給水量（ℓ/日）	182	227	187

出所：JICA 提供資料、実施機関提供資料

注*：2014年

注**：イスタンブール全体の平均給水量/日÷浄水能力/日。また、古い案件であり審査時の指標設定はないが、本事業により新設されたジュームフリエット浄水場の効果として事業完成年の施設利用率を併記した。

注***：無収水率及び漏水率については、それぞれ基準値及び目標値での数値が同じであることから、データ不足等による誤推定等が疑われ、信頼性が十分あるとはいえない。

運用指標と効果指標の評価にあたっては、事業完成が大幅に遅れたことから目標値と実績値の時期に差異はあるが、事業完成年には安定的に運用されていることから、目標年との比較を行った。

運用指標については、イスタンブールの給水人口、給水量、給水可能量ともに目標値を大幅に上回っていることが確認された。また、浄水施設利用率の向上、無収水率及び漏水率の改善が認められた。

効果指標については、上水道普及率は100%と目標値どおりである。一人1日当たり給水量は、イスタンブールの給水人口の大幅な増加により絶対値は目標値を下回っているが、目標年次（2004年）の給水人口から試算すると237ℓ/日となり、目標値（227ℓ/日）を超えることから、事業効果は十分発現しているといえる。

また、需給ギャップをみると（表7参照）、イスタンブールの人口増と普及率の上昇、一人1日当たり給水量の増加がある一方、本事業の完成による年間給水可能量の増加の結果、事後評価時には需給が均衡している状況と判断できる。実施機関に

よると、今後メレンシシステムの完成により、2035年までの需要にほぼ対応できる予定である。

メレンシシステム全体は第1フェーズから第4フェーズに分かれ、本事業はその第1フェーズにあたる（268百万m³/年の給水可能量増加）。メレンシシステム全体の完成後は1,077百万m³/年の給水が増加することとなる。現在、メレン取水堰の隣接箇所にて、第2フェーズにあたるメレンダム建設をDSIが行い、並行してISKIが導水路建設を行っている。メレンダムについては2017年5月に完成の予定である。なお、イスタンブールにおいて、将来的にもメレン川の開発以外大容量の水源開発は予定されていない。

さらに、本事業はイスタンブールにおいて将来的に安定的な水供給を実現する上で不可欠なメレンシシステムの第1フェーズにあたる先駆的な事業であり、その実現の効果は大きい。

以上のとおり、本事業は一人1日当たり給水量を除く全ての指標で目標値を上回っており、定量的な効果は概ね発現しているといえる。

表7 需給ギャップ試算

年	1990（実績）	2015（実績）	2035（推計）
給水可能量（百万m ³ /年）（a）	654	1,293	2,102
需要量（百万m ³ /年）（b）	662	1,270	2,090
需給ギャップ（a） - （b）	▲8	23	12

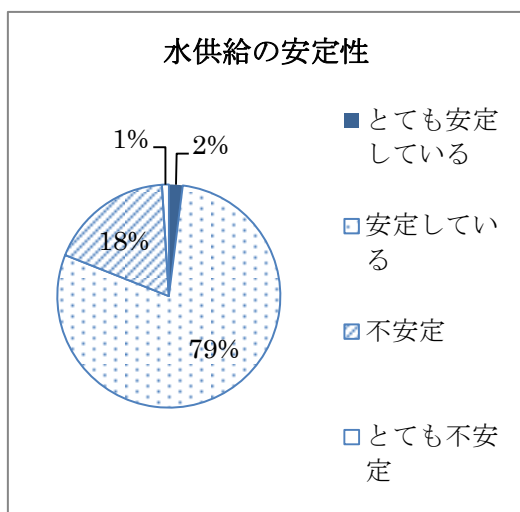
出所：JICA 提供資料、実施機関提供資料

3.3.2 定性的効果

断水や水圧低下のない水供給についての定性的効果である「水供給の安定」に関しては、受益者調査¹²の結果から、本事業の実施により水供給の安定化に貢献していると判断できる。

受益者調査からは、水の安定供給については回答者の81%が「とても安定している」、「安定している」と回答し（図2参照）、本事業後の変化の有無については、61%が「変化した」と回答している。なお、「変化した」と回答したもののうち93%は安定性が「とても改善した」、「改善した」と回答している。これらから本事業により水供給の安定性が増したことが確認でき、事業効果が発現しているといえる。

12 有意抽出したイスタンブールヨーロッパ側のメレン川からの上水供給エリア4地区（フルヤ、オスマンベイ、カギタネ、バシキタス）の住民、店舗（100（住民93、店舗7））を対象に個別インタビュー調査を実施した（各地区25）。同エリアに20年以上居住し、本事業実施前後の状況がわかる住民・店舗を対象とした。男女比は男性60、女性40であり、インタビュー対象者の年齢は当地に成人後20年以上の居住者であることから全員40歳以上である。また、主な質問項目としては、本事業実施前後の水供給の安定性、水圧の改善度、公衆衛生の向上等に関してである。



出所：受益者調査結果

図2 水供給の安定性

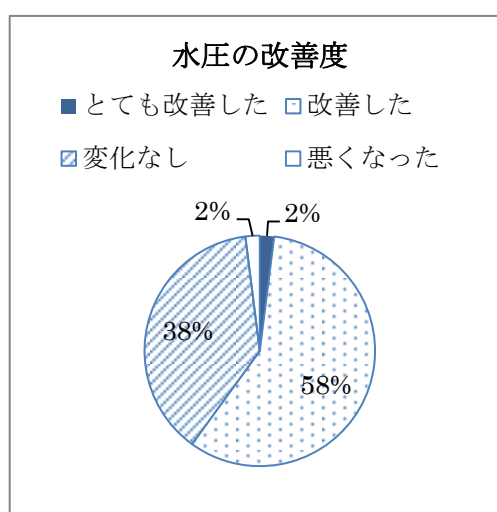


図3 水圧の改善度

水圧については、60%が「とても改善した」、「改善した」、38%が「変化なし」と回答しており（図3参照）、水圧の状態については、「とてもよい」、「よい」、「普通」の合計が91%を占めている。このことから改善度に変化がなくても以前から水圧の状態は普通以上のものが相応にあったと考えられる。

3.4 インパクト

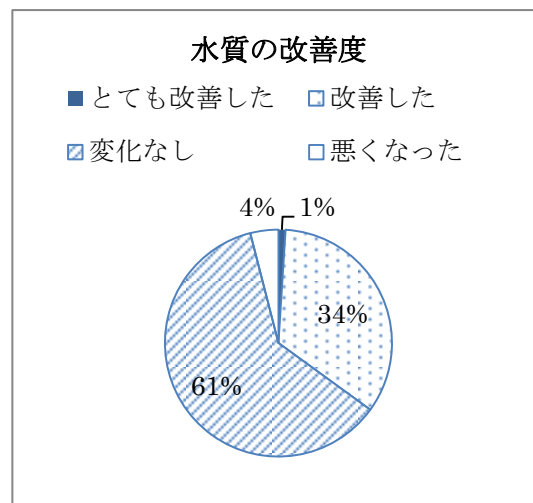
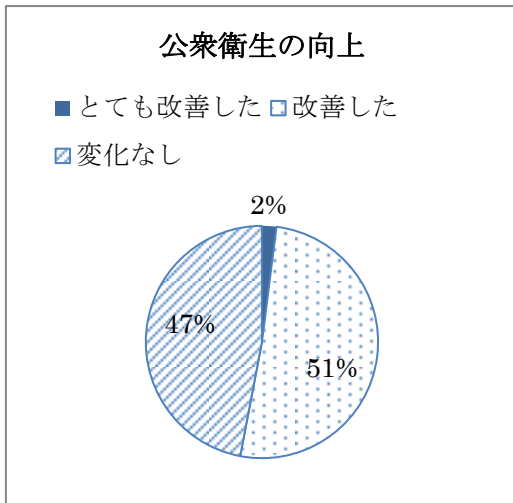
3.4.1 インパクトの発現状況

審査時に、「公衆衛生の向上」が本事業のインパクトとして示されていたことからその発現状況を受益者調査から確認した。

公衆衛生の向上については、受益者調査から、回答者の53%が自宅や地域の衛生状態が「とても改善した」、「改善した」と回答（他の回答は全て「変化なし」）（図4参照）、水系伝染病の罹患率減少については、52%が「減少した」、37%が「不明」、11%が「減少しない」と回答している。

安全な水の供給に関して、水質については、35%が「とても改善した」、「改善した」、61%が「変化なし」と回答しており（図5参照）、その状態について、「とてもよい」、「よい」、「普通」の合計が89%を占めている。

これらの結果から「公衆衛生の向上」が認められ、水質の改善も図られているものと考えられる。



出所：受益者調査結果

図 4 公衆衛生の向上

図 5 水質の改善度

また、事後評価時の水質状況から、供給される水の衛生状態を判断すると、イスタンブールの水道の水質は、トルコ国内及び EU 基準値を下回っており水質面の問題は無い。

表 8 イスタンブールの水道の水質状況

	トルコ国内基準 及び EU 基準値	カギタネ配水 場	ジュムフリエット浄水 場
濁度	1.0	0.2	0.17
トリハロメタン ($\mu\text{g}/\ell$)	100	38.4	64.3
アルミニウム (mg/ℓ)	0.200	0.123	0.045
ニッケル (mg/ℓ)	0.02	0.001	0.004
銅 (mg/ℓ)	2.0	0.001	0.002
鉄 (mg/ℓ)	0.2	< 0.005	0.059
pH	6.5~9.5	7.13	7.02

出所：Istanbul Water Quality Report (June 2015)



ジウムフリエット浄水場

3.4.2 その他正負のインパクト

3.4.2.1 自然環境へのインパクト

審査時に土砂流出の可能性が懸念され、また工事期間中に部分的な地すべりもあったが、パイプラインの傾斜の調整や基礎杭を使うことで支障なく工事は遂行された。地下水対策についても地下にパイプを埋める時に地下水を真空ポンプで排出させるウェルポイント工法を採用することで効果的に対応できた。DSIによると、工事中及び工事後の自然環境への負の影響は生じていないとのことであり、事後評価の現地調査の際にも、自然環境への負の影響はうかがわれなかった。

3.4.2.2 住民移転・用地取得

審査時には、アラチャリダム建設に伴う517人の住民移転と用地取得が想定されていたが、①住民移転の基本同意は公聴会等を通じて得られていたが、ダム建設予定地周辺の用地及び移転先用地の価格高騰等により、住民移転の見通しが立たなくなったこと、②改正鉱山法によりダム予定地の粘土鉱物資源採掘権者の権利との関係で当地の利用が困難になったことから、ダム建設は中止された。その結果として一部牧草地の用地取得はあったが、住民移転を伴う用地取得及び住民移転は発生しなかった。現地調査時に全てのプロジェクトサイトを訪問した際にも住民移転を伴う用地取得及び住民移転がなかったことが確認された。

3.4.2.3 女性の給水作業における軽減効果

審査時、イスタンブールにおいても地域によっては共同の井戸から水をくむことや不安定な上水の供給のため給水車が来ることもあり、そこから女性が水を運ぶことも多かった。そのため事後評価では、女性の給水作業の軽減効果についても受益者調査により確認を行ったが、回答者の53%が事業後に「軽減した」と回答、28%が「わからない」、19%が「軽減していない」、と回答している。

受益者調査から、女性の給水作業の軽減効果については正のインパクトがあったと判断できる。

本事業のインパクトについて、受益者調査から公衆衛生の向上が認められ、水の安全性についても確認できた。また、自然環境への負の影響や住民移転を伴う用地取得及び住民移転はなく、女性の給水作業における軽減効果も認められた。

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

3.5 持続性（レーティング：③）

3.5.1 運営・維持管理の体制

本事業の実施機関である DSI は 1954 年に設立され、森林水事業省の傘下にある行政組織でトルコ国内の水資源の開発、管理及び工事の実施を行う組織である。また、ISKI は、1981 年に設立されたイスタンブール市の組織であり、イスタンブールの上下水道事業に関する運営・維持管理を行っている。本事業完成後、ポンプ場、浄水場、導水路等の施設・設備は、DSI から ISKI に移管されており、ISKI が上水供給に関する運営・維持管理を担当している。

ISKI の運営・維持管理部門は 3 部門に分かれ、浄水部、配水部及び電気機器管理部である。人員数はそれぞれ、43 名、20 名、51 名の合計 114 名である。

浄水部は、飲料水処理プラントの運転、メンテナンスを行い、消毒の実施、機械設備のメンテナンス、修理、部品供給、浄水系統に係る電気電子関連のメンテナンス、修理、部品供給を行っている。

配水部は、イスタンブールのアジア側とヨーロッパ側に支社を持ち、導水路のメンテナンスと修理を担当している。

電気機器管理部は、送電、機械、電気機器のメンテナンスと修理を担当している。

表9 浄水部、配水部、電気機器管理部の体制

(2015年12月現在)

部	技術者内訳	人数
浄水部	環境工学エンジニア	2
	電気電子工学エンジニア	2
	機械工学エンジニア	1
	機械技術者	1
	電気技術者	1
	機械技師	10
	電気技師	8
	電気マスター	2
	塩化マスター	5
	オペレーター	11
	小計	43
配水部	建築工学エンジニア	2
	機械工学エンジニア	2
	電気技術者	2
	機械技術者	2
	経営管理マスター	2
	ビジネスワーカー	6
	オペレーター	4
	小計	20
電気機器管理部	エンジニア	3
	技術者	3
	技師	14
	有資格者	31
	小計	51
	合計	114

出所：実施機関提供資料

注：技術者の分類は実施機関によるもの

ISKI からのヒアリングによれば適切な人員体制により維持管理を行っているとのことであり、相応の体制で運営されていると認められる。



浄水場内コントロールルーム



シレコントロールセンター

3.5.2 運営・維持管理の技術

ISKI は既に多数の浄水場と導配水管を長年にわたって運営・維持管理しており、土木施設・電気機械設備の運用と保守・修理についての経験も豊富である。

ISKI 及び DSI からのヒアリングによれば、運営・維持管理担当者の技術レベルに問題はなく、マニュアルに則った作業を行い、OJT を実施している。

浄水部、配水部及び電気機器管理部の技術者の内訳については、表 9 の通りであり、それぞれの専門家が技術レベルに応じて配置されている。また、浄水場の現地実査では、コンピューターシステムによる運営管理を複数の職員が適切に行っており、運営管理の状況は安定的になされていたことが確認された。

したがって、一定の技術力は備わっていると判断される。

3.5.3 運営・維持管理の財務

財務面の評価にあたり、ISKI の収入と支出の状況を概観する。

ISKI の水道料金（家庭用、月別）の状況をみると、2016 年 1 月の家庭用水道料金は、料金体系が使用量 10 m³毎に単価が変わることから（0～10 m³で 3.90TL/m³、11～20 m³で 5.80 TL/m³、21 m³以上で 8.30 TL/m³）、例えば月間 22 m³を使用した家庭では消費税抜きで料金は 113.6TL となり¹³、日本円で 5,055 円と試算される¹⁴。

水道料金は毎年 ISKI からの申請を受け、イスタンブール市議会により決定されるが、さらに国家統計局から発表されるインフレ率によりほぼ毎月調整されることとなっている。また、ISKI から市議会へ申請される料金は、毎年の維持管理費、投資額等全てのコストと適切な利益を乗せた上で計算されたものであることから毎年安定的な収入が確保されているといえる。

収入総額は 2015 年で約 44 億 TL（1,960 億円）、前期に比し 4.7%増加している。

一方、支出項目は、設備投資や経常費用等であり、収入に見合うものである。また、2015 年は貸付金の増加により収支上は一時的な赤字となっているが、赤字額の

¹³ 10 m³×3.90+10 m³×5.80+2 m³×8.30=113.6TL

¹⁴ 1TL=44.5 円（2015 年平均）、出所：IMF「International Financial Statistics ;Yearbook」

約 10 倍の手厚い流動資産を確保していることからキャッシュフロー上の懸念はない。

2013 年から 3 期間の貸借対照表からは、安定した財務状態が確認でき（2015 年、自己資本比率 84%、流動比率 700%、固定比率 78%）、今後の運営・維持管理に特段の問題はないものと思われる（表 11 参照）。

表 10 ISKI の収入及び支出状況

単位：百万 TL

項目		2014 年	2015 年
収入	営業収入	3,802	3,930
	その他	415	487
	計	4,217	4,417
支出	人件費等	534	579
	財・サービス購入費	771	878
	資本支出（設備投資）	1,884	1,848
	貸付金	400	800
	その他	455	609
	計	4,044	4,714
収支計		173	-297

出所：実施機関提供資料

表 11 ISKI の貸借対照表

単位：百万 TL、%

	2013 年 12 月末		2014 年 12 月末		2015 年 12 月末	
	金額	比率	金額	比率	金額	比率
流動資産	2,087	19.8	2,457	23.0	2,891	21.9
固定資産	8,441	70.2	8,203	77.0	10,320	78.1
資産合計	10,528	100.0	10,660	100.0	13,211	100.0
流動負債	282	2.7	286	2.7	413	3.1
固定負債	1,563	14.8	1,673	15.7	1,749	13.2
純資産	8,683	82.5	8,701	81.6	11,049	83.7
負債・純資産合計	10,528	100.0	10,660	100.0	13,211	100.0

出所：実施機関提供資料

また、ISKI の浄水部、配水部及び電気機器管理部の年間予算は表 12 の通り、2015 年度で 71 百万 TL（日本円で約 32 億円）であり、ISKI の収入からみて予算規模に支障なく、財務面からも運営・維持管理は安定しているものと推察される。

表 12 浄水部、配水部、電気機器管理部の 2015 年度予算額

部	金額（百万 TL）*	金額（百万円）**
浄水部	26.0	1,157.0
配水部	1.4	62.3
電気機器管理部	44.0	1,958.0
合計	71.4	3,177.3

出所：実施機関提供資料

注*：人件費を含む

注**：日本円への換算額、1TL=44.50 円

3.5.4 運営・維持管理の状況

事後評価では、本事業で整備した施設の現状と課題をヒアリング及び現地実査により確認し、施設が十分に維持管理されているか確認した。施設の維持管理状況については、メレン取水堰からカギタネ配水場までの間の本事業で整備した施設を訪問したところ、良好な状態で稼働していた。

ISKI へのヒアリングによれば、老朽化した水道管の交換等、配水網の整備・改善を継続的に進めているとのことであり、実際、無収水率、漏水率ともに改善している。また、維持管理計画を策定し、実施しているとのことであり、現地実査からも、故障もなく常に安定供給が実現していることが確認された。メンテナンスについては内容に応じて、毎日、毎月、毎年、マニュアルに則って実施されており、スポットで必要が生じた修理等には適宜対応している。

浄水場で必要とされる薬品の管理については、現地実査時の外部評価者による倉庫の実査から適切になされていることが確認された。

このように提供情報、ヒアリング及び現地実査を通じて本事業施設につき適切な維持管理が実施されているものと判断される。

以上より、本事業の運営・維持管理は、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、人口増加が著しいイスタンブールへの安定的な水供給のため、イスタンブール東方約 170km の黒海沿岸山岳地を水源とするメレン川に堰を設け原水を取水した後、既存のカギタネ配水場までの導水設備及び浄水場の建設を行ったものである。本事業は、トルコの開発政策、開発ニーズ及び日本の援助政策と整合しており、妥当性は高い。事業効果については、給水人口や給水量は増加し、上水道普及率も 100% と、目標は達成された。その他公衆衛生の向上等が認められたことから有効性・インパクトは高いと判断される。事業の実施面では、インフレによる事業費の増加等により事業費は計画を上回り、また、トルコ政府の緊縮財政政策による事業予算の不足、リーマンショックによる工事業者の破たん等の結果、事業期間は大幅に計画を上回ったため、効率性は低い。運営・維持管理については、体制面、技術面及び財務面ともに特段の問題はうかがわれなかったことから、持続性は高いと判断される。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

現在、メレンシステム第 2 フェーズとして、メレン取水堰に隣接してメレンダムが建設されており、また既存の導水路に沿って新導水路が整備中であることから、本事業の建設過程で習得した導水管理設時の地下水対策等の経験を活かし、効率的・効果的な工事を進めていくことが重要である。

4.2.2 JICA への提言

なし

4.3 教訓

事業実施機関と事業運営機関が異なる場合の情報共有、フィードバック等に関する留意点

本事業では、事業の実施機関が DSI、実際の上水道システムの運営・維持管理は DSI から移管を受けた ISKI が行っているが、国家機関である DSI と地域機関である ISKI が別組織であることから、本事業の実施管理に関する情報共有・データ共有、フィードバックが十分になされていなかった。そのため ISKI の運営・維持管理において発現した課題等を DSI の施設整備事業等に活かすことができなかった。本事業を通じて複数の関連機関の間で情報の共有等が可能となれば、それら関連機関の間での学びの機会の増加や効果的・効率的な施設の整備・運営に関する知見の共有につながる。また事業の状況等を把握・共有することは PDCA サイクルに活かされ、その後の政策立案、施設整備、運営・

維持管理にも役立つことが期待される。実際、DSI 及びその監督官庁である森林水事業省においても同様の問題意識を持っており、その対応を進めているとのことである。

そのため、JICA が今後類似のプロジェクトを計画する際には、実施機関(国)と運営機関(地方)との間での十分な情報共有、フィードバックができていることを確認ないし、監督官庁の協力を前提にそのような体制作りをめざしつつ、事業を実施することが求められる。

また、これらの機関が事業実施中に事業の進捗や課題、事業効果等について常にモニタリング、フィードバックを共同で行い、進捗報告書にその内容を記載することを徹底し、PDCA サイクルを適切に回すことが実現できれば各関連機関の人材育成及び政策立案能力、運営・維持管理能力の向上に寄与するものと思われる。

以上

主要計画/実績比較

項目	計画	実績
① アウトプット		
メレン取水堰	取水能力8.5m ³ /秒	計画どおり
メレンポンプ場	4,500KW×6基	計画どおり
メレン-ジュムフリエット間導水路敷設	135.3km	158.3km
ジュムフリエットポンプ場	1,450KW×5基	2,500KW×6基
ジュムフリエット浄水場	浄水能力700千m ³ /日	浄水能力720千m ³ /日
ジュムフリエット-カギタネ間導水路敷設	28.4km	20.4km
ボスポラス海底トンネル	延長3.0km	延長5.5km
電力設備	154KV 2回路配電線	計画どおり
鋼管供給	メレン-ジュムフリエット間導水路及びジュムフリエット-カギタネ間導水路	計画どおり
アラチャリダム建設	ロックフィルダム、ダム高63m	実施せず
コンサルティングサービス	入札補助、詳細設計、施工管理等	計画どおり

② 期間	1993年11月～ 2001年12月 (98カ月)	1993年11月～ 2015年3月 (256カ月)
③ 事業費 ¹⁵		
外貨	72,939百万円	93,832百万円
内貨 ¹⁶	53,438百万円	33,890百万円
	(第1期： 1,664,874百万 TL 第2期： 10,268,114百万 TL)	(526.7百万 TL)
合計	126,377百万円	127,722百万円
うち円借款分 ¹⁷	94,783百万円	93,832百万円
換算レート ¹⁸		1TL = 145.58円 (1997年1月～2015年12月平 均 ¹⁹)
第1期	1US\$ = 126.35円 = 6,875.1旧 TL (1992年9月時点)	
第2期	1US\$ = 106.30円 = 47,786.9旧 TL (1996年2月時点)	

以 上

¹⁵ 事業費の円貨換算額は逐年の支払額を積み上げて計算している。

¹⁶ 計画はデノミネーション前のもので旧 TL ベースである。

¹⁷ 計画の円借款額には一部内貨を含む。

¹⁸ 計画はデノミネーション前の換算レート、実績は、1997年～2015年の単純平均レートであり、デノミネーションを全期間に反映させた上で計算している。出所：IMF「International Financial Statistics; Yearbook」

¹⁹ 実施機関提供資料によれば事業費は1997年から2015年までの支出になっていることから、それを反映した。