

**2014年度案件別事後評価：パッケージⅠ－Ⅲ
(チュニジア、エジプト、レバノン)**

**平成27年11月
(2015年)**

**独立行政法人
国際協力機構 (JICA)**

**株式会社アースアンドヒューマンコーポレーション
佐野総合企画株式会社**

評価
JR
15-07

本評価結果の位置づけ

本報告書は、より客観性のある立場で評価を実施するために、外部評価者に委託した結果を取り纏めたものです。本報告書に示されているさまざまな見解・提言等は必ずしも国際協力機構の統一的な公式見解ではありません。

また、本報告書を国際協力機構のウェブサイトに掲載するにあたり、体裁面の微修正等を行うことがあります。

なお、外部評価者とJICA事業担当部の見解が異なる部分に関しては、JICAコメントとして評価結果の最後に記載することがあります。

本報告書に記載されている内容は、国際協力機構の許可なく、転載できません。

チュニジア共和国

太陽光地方電化・給水事業

外部評価者：(株)アースアンドヒューマンコーポレーション 金子 真知

0. 要旨

本事業は、チュニジアの地方農村部に太陽光発電設備等を設置することにより、電化を通じた地域住民の生活向上および畜産業の振興¹を図り、もって当該地域の生活水準の向上に寄与することを目的とした。

チュニジアでは、2011年のジャスミン革命により審査時と事後評価時では政権が交代したものの、約4年間にわたる民主化移行プロセスを完了させ、2015年2月に発足した新政府は、社会・地域間の格差是正に引き続き取り組む方針を示している。また、太陽光エネルギーを利用した僻地農村地域の電化と給水は、審査時、事後評価時ともに、地域間格差の軽減に貢献する重要な開発ニーズと位置づけられている。さらに本事業は、審査時における日本の援助方針とも整合している。これらから、本事業はチュニジアの開発政策、開発ニーズ、及び日本の援助政策と合致し、妥当性は高い。

本事業は、1) 僻地農村地域に各戸分散型太陽光発電装置（SHS）を設置する地方電化部分、および 2) 南部農村地域の井戸に太陽光発電設備や脱塩装置等を設置する給水部分の 2 事業で構成されていた。計画通りに実施された地方電化部分の事業は、僻地農村地域における対象 500 世帯の電化に貢献し、本事業で設置された SHS は、今後も対象世帯の生活改善に役立つものと期待される。一方で、事業費全体に占める割合が地方電化部分よりも高かった給水部分の事業は、貸付期間中には着手されなかった。このため、本事業の目的に対して、その多くを占める給水部分のアウトプットを事後評価時には確認できず、運用・効果指標として設定された各指標は目標を大きく下回った。これらを総合的に判断すると、本事業の実施による効果の発現は計画と比して限定的であり、有効性・インパクトは低い。

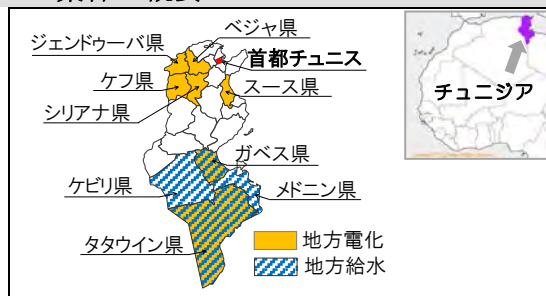
事業費については計画内に収まったものの、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は中程度である。事業期間の主な遅延原因としては、給水部分の事業に係るコンサルタント選定の調達プロセスが大幅に遅れたことに加えて、脱塩装置の運営・維持管理体制を巡る関係省庁間の調整に多くの時間を要し、解決策が見出せない状況が貸付実行期限終了の間近まで続いたことが挙げられる。

持続性について、地方電化部分の事業で設置された SHS は、エネルギー管理庁（ANME）の管理下で、ANME 地方事務所、修理業者および受益世帯が協力して運営・維持管理を行っており、体制面、技術面、及び財務面についても問題なく、発現した効果の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は低いといえる。

¹ 給水部分の対象地域は水資源を地下水に依存するチュニジア南部であり、同地域の遊牧民が営む畜産業用の飲料水（人・家畜用）の確保を支援することで畜産の振興を図る計画としていた。

1. 案件の概要



案件位置図



本事業により設置された太陽光パネル
(シリアナ県)

1.1 事業の背景

チュニジア政府は、国家5カ年計画に基づき1980年代から世帯電化率向上を目指してきており、第8次5カ年計画（1992年～1996年）終了時には、都市部の電化率はほぼ100%を達成した。全国的にも世帯電化率は順調に向上し、1994年の全国平均電化率は86.8%であったが、2002年には96%を達成し、第10次5カ年計画（2002年～2006年）では2006年に全国平均電化率を97.7%とする目標を掲げていた。

しかしながら、チュニジア政府は送配電網整備を通じた電化の投資コストに上限を設定しているため、既存の送配電網から遠距離に位置し、投資コストが上限を超える農村地域には送配電線の整備が実施されていない。その結果、僻地農村地域には未電化集落が散在しており、都市部と地域部における生活環境の地域間格差を生み出す要因となっている。

一方、年間降雨量が100～200mmと極端に少ないチュニジア南部の農村地域は、水資源を地下水に依存している。また、同地域の主要産業の一つである畜産業用の飲料水（人・家畜用）の確保には、深井戸から水を汲み上げるための揚水ポンプおよび井戸水を淡水化するための脱塩装置を稼働させるための電力が必要であるが、こうした家畜用の井戸は街から遠く離れた牧草地に散在しているため、既存の送配電網からの電力供給は不可能であり、大部分の井戸にはディーゼル発電機が設置されている。しかしながら、ディーゼル発電は、未舗装道路を数十km～数百kmも燃料を輸送して貯蔵する必要がある。また過酷な自然環境下のため発電機器の故障の頻度も多く、維持管理が大きな負担となっている。

以上のような状況に対し、僻地農村地域の未電化集落および南部農村地域の井戸に太陽光エネルギーを利用した独立電源を整備する本事業が計画された。

1.2 事業概要

チュニジアの地方農村部において、太陽光発電設備等を設置することにより、当該地域の代替エネルギーによる電化を通じた地域住民の生活向上及び畜産業の振興を図り、もって当該地域の生活水準の向上に寄与する。

円借款承諾額／実行額	1,731 百万円 / 257 百万円
交換公文締結／借款契約調印	2005 年 6 月 / 2005 年 6 月
借款契約条件	金利 0.4% 返済 40 年 (うち据置 10 年) 調達条件 日本タイド (本邦技術活用条件)
借入人／実施機関	チュニジア共和国政府／エネルギー管理庁
貸付完了	2012 年 12 月
コンサルタント契約	日本テクノ株式会社(日本)／ALCOR(チュニジア)(JV)
関連調査 (フィージビリティ・ スタディ：F/S) 等	案件形成促進調査「チュニジア共和国 太陽光発電事業」(JICA、2004 年 11 月)

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

金子 真知 (株式会社アースアンドヒューマンコーポレーション)

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：2014 年 8 月～2015 年 11 月

現地調査：2015 年 1 月 29 日～2 月 27 日、2015 年 5 月 27 日～6 月 16 日

2.3 調査の制約

チュニジア国における安全対策上の理由から、対象地域のうちケフ県とジェンドゥーバ県の全域、およびガフサ県、ケベリ県、メドニン県、タタウィン県の一部地域への現地調査は実施していない。

3. 評価結果（レーティング：D²）

3.1 妥当性（レーティング：③³）

3.1.1 開発政策との整合性

国家開発政策

審査時、チュニジア政府は同国の国家政策である第 10 次経済社会開発 5 カ年計画（2002 年～2006 年）において、国際競争力の向上、民間セクターの生産性向上、および地域間格差是正等を図る経済政策を推進していた。同政策では、太陽光エネルギー等の再生可能エネルギーの利用が奨励され、2003 年 5 月には、再生可能エネルギー使用促進とこの関連法の整備、及び国民への啓発促進を内容とする「大統領決議」が公布されている。また、太陽光エネルギーを利用した地方電化および給水施設の整備を通じた地方開発にも重点が置かれていた。

事後評価時、チュニジアは 2011 年 1 月に起きたジャスミン革命から約 4 年間にわたる民主化移行プロセスを完了させ、新政権を 2015 年 2 月に発足させた。国家開発計画は、革命以降策定されていなかったが、新政府は、2016 年から 2020 年を対象期間とする国家 5 カ年計画について 2016 年 1 月より国会で審議を始める予定である。同計画には、社会・地域間の格差是正に引き続き取り組むことが計画策定プロセスにおける中心議題の一つとなっており、新政府の方針に基づき、セクター開発計画および県開発計画の策定準備が同時に進められている。

再生可能エネルギーに係る政策

審査時、第 10 次 5 カ年計画を受けて、産業・エネルギー・中小企業省傘下のチュニジア電力ガス公社（以下、「STEG」という）が送配電網建設による電化を進める一方、送配電への接続が困難な僻地農村地域の電化は同省傘下のエネルギー管理庁（以下、「ANME」という）の下で太陽光エネルギーを利用して実施する計画が進められた。具体的には、2010 年までに全国 100%の電化を達成するため、2010 年までに人口の約 97%を送配電網でカバーし、残り約 3%は再生可能エネルギー発電設備を独立電源として設置し、僻地電化を図る目標を掲げていた。

事後評価時、再生可能エネルギー分野は引き続きチュニジアの重要課題であることから、革命後も産業・エネルギー・鉱山省を中心とした関連省庁による作業部会やエネルギー部門全国対話が継続されていたことを確認した。同作業を通じて、長期的ビジョンの必要性、エネルギー政策の地方分権化、政府の財政負担軽減ためのエネルギー関連補助金の漸進的な廃止などの勧告が採択され、2014 年 6 月には、2030 年までに再生可能エネルギー由来の電力を 30%とする目標を掲げた「エネルギー有効利用国家

² A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

³ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

戦略」⁴が発表された。同戦略の実行にかかり、エネルギー移行基金（以下、「FTE」という）⁵が2014年予算法により設立され、ANMEは本基金の運用組織を担うとしている。さらに2015年5月にはエネルギー移行に関する法令（NO.12 1105-2015）が採択され、本法令はエネルギー移行にかかる一連の作業の集大成として位置づけられている。

今後は、エネルギー政策の地方分権化が進められ、地方電化に関する計画は県開発計画の枠内で対応することになる。また、FTEは、SHS設置の補助システムに加え、ソーラー温水器の個人購入を促進するためのSTEGとANMEが連携したPROSOLプログラム（Promotion du Solaire en Tunisie）の実施に活用されている。こうした動きが促進される背景には、以下の表1の通り、2014年の電化率が国全体で99.8%、地方部でも99.4%に達し、これ以上の電化や再生可能エネルギー利用を推進するには、政府の財政負担を軽減していく一方で、各県の実情等を踏まえた計画を実施すべきとのチュニジア政府の判断がある。

表1 全国平均電化率

単位：%

年 地域	2004	2005	2010	2012	2013	2014
国全体	99.0	99.3	99.5	99.6	99.7	99.8
都市部	99.7	99.7	99.8	99.8	99.8	99.9
地方部	97.3	98.2	98.9	99.1	99.2	99.4

出所：ANME 提供資料

南部農村地域における地方給水

審査時、第10次経済社会開発5カ年計画を受けて、農業・畜産業に従事する住民の生活向上および僻地地域への水供給等の地方開発が進められていた。

事後評価時、水資源開発における長期的ビジョンの必要性から2030年に向けた水資源戦略研究が進められていることを確認した。同戦略研究では、チュニジアの人口増加率は2010年から2030年にかけて1%内に収まるものの、GNPは倍増することが予測され、これに伴い水需要量（飲用水、農業用水、工業用水）の増加が見込まれている。また、同戦略研究によると、チュニジアの水資源（表流水、地下水）は推定4,760Mm³/年とされるが、この数値は2030年にも増えることはなく、水質改善のための追加コストが発生するとも予測している。特にチュニジア南部は表流水が乏しいため地下水に依存しているが、地下水の大部分は塩分濃度が高い塩水であることから、塩水の淡水

⁴ エネルギー有効利用国家戦略（Strategie Nationale de Maîtrise de l'Énergie、通称：30|30）の策定に対して、ドイツ国際協力公社（GIZ）が支援を行っている。

⁵ エネルギー移行基金（FTE: Fonds de Transition Énergétique）：2015年～2020年と対象としたエネルギー効率性アクションプランが策定されており、同期間でのFTE予算は663百万TD（チュニジア・ディナール）が見込まれている。ANMEによれば、FTEの資本参加は、民間からの投資に重点を置き、ANMEは本基金の運営組織に位置づけられるとのことである。

化を行うことで水需要量の増加に応じていく必要があるとしている。

以上、審査時と事後評価時では政権が交代し、正式な国家政策が策定されない不安定な状況が続いたものの、ジャスミン革命から約4年間にわたる民主化移行プロセスを完了させ、2015年2月には新政府を発足させた。また同政府は、2015年後半には国家5カ年計画を発表する予定であるが、社会・地域間の格差是正に引き続き取り組む方針が示されており、本事業の目的とした僻地農村地域の生活水準の向上に対して、審査時、事後評価時ともに整合しているといえる。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

太陽光発電

審査時、チュニジアの全国平均の世帯電化率は96%台（2003年）にまで向上していた。しかしながら、チュニジアでは送配電網整備による電化の投資コストの上限（3000TD/世帯）が設定されており、既存の送配電網から遠距離に位置し投資コストが上限を超える農村地域には送配電線が整備されていなかった。その結果、僻地農村地域では未電化集落が散在し、生活環境の地域間格差を生み出す要因となっていた。

一方で、チュニジアは、世界的にも日照時間が長く（年間2,500時間（北部）～3200時間（南部）、日本は最長地域で2000時間）、風力発電などの再生可能エネルギーに比べて太陽光発電は維持管理も簡易であることから、未電化世帯に対する各戸分散型太陽光発電装置（Solar Home System、以下、「SHS」という）の設置が90年代前半からANMEにより実施されてきた。

事後評価時、チュニジアの日照時間の長さは太陽光発電のポテンシャルと位置づけられ、欧州企業を中心として、大規模太陽光発電施設の開発が進められている。ANMEによるSHSの設置についても、2011年頃まで僻地農村部に位置する未電化世帯を対象に実施され、地方部の電化率向上に貢献してきた。現在はANME主導によるSHS設置は終了したものの、ANMEを通じた新しい補助金システム（FTE）の導入により、その運用は民間主導とした上で、SHSの購入と設置の一部費用の補助は継続されている。



シリアナ県の山岳地帯、住居には本事業にてSHSが設置されている

南部の地方給水

審査時、年間降雨量が100～200mmと極端に少ない南部農村地域では、水資源を地下水に頼っていたが、多くの井戸水には塩分が含まれていた。このため、同地域の主要産業の一つである畜産業用の飲料水（人・家畜用）を確保するためには、井戸に設

置されている揚水ポンプおよび脱塩装置⁶を稼働させるための電力が必要とされていた。しかしながら、これらの井戸は既存の送配電網の対象外に位置する牧草地に散在しているため、電力源にはディーゼル発電が利用されていたが、燃料の輸送や貯蔵等の維持管理が大きな負担となっていた。

事後評価時、チュニジアの人口一人あたり再生可能な淡水資源は 433 m³/人/年 (2011 年)⁷で、1972 年との比較において約半減している。この背景には人口増に加えて、近年の気候変動等の多様な要因が影響しており、深刻な水不足は北アフリカ地域における共通の課題であるが、チュニジアの水不足はより緊急的な課題となっている。特に南部は広大な面積を有するが利用可能な表流水は限られるため、地下水に依存するしかない状況が続いている。しかしながら、地下水のうち淡水に区分されるのは全体の 0.3%であり、ほとんどが塩水で占められている。このため、南部における給水には塩分濃度の高い塩水あるいは海水の利用、あるいは排水の再利用を高めていく必要がある。

また、降雨量が少なく飼料作物に限られる南部では、山羊の生産量が盛んであり、チュニジア全体の半数近くが飼養されている。南部の農民にとっては、山羊や羊は貴重な現金収入源であり、放牧時の飲用水は引き続きニーズが高いといえる。なお、現地調査では、塩分濃度の高い地下水と淡水とを混ぜて家畜用の飲用として活用している事例が見られた。

以上、審査時において、太陽光エネルギーを利用した僻地農村地域の電化と給水は、地域間格差の軽減にも貢献する重要な開発ニーズとされていた。

事後評価時、STEG による送配電網の拡張に加えて、ANME による SHS 未電化世帯の設置により、2014 年の電化率は国全体で 99.8%、地方部で 99.4%を達成した。しかし、未電化世帯は現在も一部残されており、かつより僻地に多くが所在する中、今後は FTE を通して SHS の購入と設置の一部費用を補助する民間主導の制度が継続されることになっている。このため、引き続き開発ニーズはあるといえる。

給水部分については、チュニジア南部は利用可能な表流水が限られるため、塩分濃度の高い地下水を脱塩処理して利用するニーズは非常に高く、今後見込まれる水需要量の増加により将来的にはさらにこのニーズが高まるといえる。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

審査時、国際協力銀行 (JBIC) (当時) 海外経済協力業務実施方針 (2002 年～2004 年) において、「経済成長に向けた基盤整備」として経済・社会インフラを整備し、経

⁶ 南部地域の多くの井戸水には塩分が含まれており、その塩分濃度は 3.0g/l 程度が一般的であるが、7～9g/l という高い濃度の井戸水も存在する。

⁷ 水ストレス指標 (Falkenmark water stress indicator) の基準によれば、1 人当たりの年間水量が 1,700m³ 以下の国・地域は水ストレス (water stress) 状態にあるとされ、1,000 m³ 以下は水欠乏 (water scarcity)、500 m³ 以下は絶対的水欠乏 (absolute scarcity) と位置付けている。

済成長を促進するための支援を実施すること、「地球規模問題への対応」の一環として再生可能エネルギー導入を積極的に支援すること、および「貧困削減への対応の強化」を農村電化により支援することが援助方針とされていた。

また、2002年度「チュニジア国別援助計画」において、チュニジアの環境への取り組みを支援するため、再生可能エネルギーの導入や地下水資源の有効利用等の分野でチュニジア側の政策に沿った協力を進める方針を示していた。本事業の実施はこれら方針とも合致している。

なお、太陽光発電の機材には、審査時において世界の太陽電池シェア1位を占めた日本の技術を活用することが妥当であるとの判断から、本事業には本邦技術活用条件（STEP）が適用された。

以上、本事業の実施は日本の援助政策とも整合していたといえる。

3.1.4 事業計画やアプローチの適切性

給水部分のインプットについては、次項の効率性及び有効性・インパクトにて述べるとおり、実施されなかったために期待された成果が発現しなかった。この原因としては、事業完了後の運営・維持管理体制およびその財源等を巡る関係省庁間の調整が長期化したことが挙げられる。このことから、給水部分の事業については、計画時の事業デザイン、特に施設の運営・維持管理に対する体制面と費用面の検証に問題があった可能性が考えられる。なお、給水事業が着手されなかった理由には外的要因も含まれることから妥当性のレーティング評価には反映しないものの、計画時の課題として付記しておく。

以上より、本事業の実施はチュニジアの開発政策、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：②）

3.2.1 アウトプット

本事業は、1) 地方電化部分：僻地農村地域の500世帯、2) 給水部分：南部農村地域の井戸63カ所に対して、太陽光発電設備等を設置する計画であったが、当初計画通りに実施されたのは地方電化部分の事業のみであり、給水部分の詳細設計は実施したものの、本体事業は着手されなかった。以下に本事業のスコープを示す。

表2 本事業のスコープ

区分	計画	実績
1) 地方電化部分	<p>【対象地域】 チュニジア全土</p> <p>【電化対象】 僻地農村地域に居住する全500世帯（未電化世帯）</p> <p>【設置設備】 太陽光モジュール（100W ×500基）、レギュレータ、バッテリー、蛍光灯の設置</p>	<p>【対象地域】 北部（シリアナ、ベジャ、ジェンドゥーバ、ケフ）、中部（スース）、南部（ガベス、タタウイン）</p> <p>【電化対象】 僻地農村地域に居住する全500世帯（未電化世帯）</p> <p>【設置設備】 太陽光モジュール（108W ×500基）、レギュレータ、バッテリー、蛍光灯の設置</p>
2) 給水部分	<p>【対象地域】 南部4州（タタウイン、ケビリ、メドニン、ガベス）</p> <p>【電化対象】 の放牧地域の公共用深井戸（63カ所）</p> <p>【設置設備】 井戸約60カ所への太陽光発電設備（太陽光モジュール、レギュレータ、バッテリー等）、揚水ポンプ、脱塩装置の設置、等</p>	<p>本体事業の未着手により給水部分のアウトプットはなし。</p>
3) コンサルティング・サービス	<p>給水部分に対するコンサルティング・サービス</p> <p>【内訳】 入札補助 施工監理 運営維持管理（O&M）補助 社会インパクト調査 環境モニタリング補助</p>	<p>給水部分に対するコンサルティング・サービスの一部</p> <p>【内訳】 入札補助の一部 （「揚水ポンプ・脱塩装置の運営管理方法に関する調査」の実施、入札参加資格事前審査/入札図書の作成等）</p>

(1) 地方電化部分

本事業のうち地方電化部分では、下表3のとおり、全7県を対象として全500世帯の住居にSHSが設置された。全500世帯の選定基準は、送配電網の接続が困難な僻地農村地域に居住していることである。ANMEによれば、本事業は、1990年頃から進めてきたSHS設置事業の最終段階であったため、過去の事業で取り残されてきた特に僻地地域の住居が選定されたとのことである。

表3 地方電化部分の対象500世帯の内訳

単位：世帯

地域 県名	北部				中部	南部		計
	シリアナ	ベジャ	ジェンドゥーバ	ケフ	スース	ガベス	タタウイン	
SHS 設置数	110	38	7	25	20	150	150	500

出所：ANME 提供資料

(2) 給水部分

給水部分の事業について、詳細設計は実施されたものの、本体事業は着手されなかった。なお、本事業の実施体制は ANME であるが、給水部分の事業完成後は、農業・水資源・漁業省（以下、「農業省」という。）の地方事務所である農業開発事務所（CRDA）が井戸に据付けられる揚水ポンプおよび脱塩装置並びに各装置に設置される太陽光発電設備の運営・維持管理を行う体制としていた。

本体事業が着手されなかった経緯には複合的な事由が存在するが、主にはコンサルタント選定手続きに長期間を要したこと、2011 年 1 月のジャスミン革命によりコンサルタントが活動を中断したこと、および脱塩装置等を含む井戸の運営・維持管理体制に係りチュニジア政府内の意見調整に時間を要したことが挙げられる。

コンサルタント選定

給水部分のコンサルタント選定にかかる手続き開始から事業完了までの経緯は以下の表 4 に整理したとおりである。2005 年 10 月に選定手続きを開始したにも関わらず、コンサルタントが 2009 年 11 月に業務開始の指示を受け取るまでに 4 年超（1489 日）を要した。当初計画では 2007 年 11 月までにコンサルタント契約を締結し、2007 年 12 月～2010 年 3 月に工事实施、2011 年 6 月までに事業を完了する予定としていた。JICA チュニジア事務所が外部委託により実施した調査報告書（2010 年）によると、この遅れの原因として、以下を挙げている。チュニジアの調達制度により第 1 回入札が不調に終わったことに加えて、その後の調達プロセスについても円滑に進まない状況が続いた。

- 応札企業数の不足（3 社のみ応募）により、高等調達委員会⁸が第一回入札の不調を宣言したこと。
- 第 2 回目のコンサルタント選定に 9 カ月超を要したこと。
- 書類審査に 9 カ月超を要したこと。うち 4 か月は ANME による技術審査、2 か月は JICA の同意を得るためであった。
- ANME と選定コンサルタントとの契約交渉に 17 か月超を要したこと。

⁸ 高等市場委員会：チュニジア国内における公共競争入札を監理する組織。

表 4 給水部分にかかる各工程（コンサルタント契約締結～事業完了）の
計画と実績の比較

	計画	実績
コンサルタント選定手続き開始	2005年10月	2005年10月
ANMEによる選定書類作成	/	657日
高等調達委員会による手続き		340日
JICAによる同意		235日
選定コンサルタントによる説明		171日
ANMEによるその他の手続きの遅れ		86日
総日数		1,489日
コンサルタント契約締結	2007年11月	2009年11月
D/Dの実施	2007年12月～ 2010年3月	2009年11月～ 未着工
本体入札手続き		
工事実施		
事業完了	2011年6月	未着工

出所：JICA 提供資料、ANME 提供資料

ジャスミン革命

コンサルタントが2009年12月に活動を開始したものの、2011年1月のジャスミン革命により治安が悪化し、活動を中断した。

脱塩装置の運営・維持管理体制を巡るチュニジア関係省庁間の意見調整の長期化

以下の表5に整理したとおり、コンサルタントによる調査結果を受けて、チュニジア政府内で運営・維持管理体制およびその財源等を巡る関係省庁間の調整に多くの時間を要し、解決策が見出せない状況が続いた。この結果、ANMEは給水部分の事業の入札公示の延期と計画の再考を関連省庁より求められた。その後、ANMEは脱塩装置の設置数を大幅減とするスコープ変更案をJICAに提出した。しかしながら、JICAは運営・維持管理体制や運営・維持費用等の内容が不十分であることに加え、事業規模の縮小や南部地域の治安情勢、日本企業⁹へのヒアリングの結果、応札に対する日本企業の関心度は非常に低いことから、入札が成り立たないリスクがあるとの判断に至り、貸付期限をもって貸付を終了することをチュニジア側に通知した。

⁹ 本事業はSTEP案件であることから、受注は日本企業に限定されている。

表5 給水部分にかかる揚水ポンプ・脱塩装置の運営管理体制の再考から
本事業の終了までの経緯

時期	経緯
2009/12 ～2011/10	2009年12月より、コンサルタントが活動を開始した。その後、2011年1月のジャスミン革命により治安が悪化し、約半年間活動を中断した。
2011/11 ～2012/6	2011年11月、ANMEは、コンサルタントより提出された「揚水ポンプ・脱塩装置の運営管理方法に関する調査」に関する報告書を計画指導全国委員会(Comité National du Pilotage)に提出したところ、チュニジア政府内で運営・維持管理の体制およびその財源等を巡り議論が紛糾し、給水部分の事業の入札審査が延期された。なお、本調査の結果から、特に以下のような問題点があることが判明した。 ①脱塩水のコスト、脱塩装置の運営・維持管理のためのコスト増： 各井戸における投資コストや運営管理費を含めた脱塩水の生産単価は、利用人口と地理的条件に応じて11 TD/m ³ ～52TD/m ³ と算定された。一方、事業対象区域にタンクローリー車で運搬される水の価格は利用人口と地理的条件に応じて6DT/m ³ ～12DT/m ³ である。このため、利用人口が少ない僻地地域においては、脱塩水のコスト(52TD/m ³)がタンクローリー車の水代(12DT/m ³)を大幅に超過することになる。 ②施設の維持管理体制とその財源： チュニジア南部の砂漠地帯(遊牧民が居住)には受益者組合(GDA)が普及していないためGDA設立から支援する必要がある。また、遊牧民の人的・物的資源から施設の維持管理および費用負担は難しく、これを支援するためにはCRDAがGDAの設立支援を行うと同時に、農業省がその財源を準備する必要がある。 上記の問題を受けて、当初計画通りに給水部分の事業を実施することに対し、同委員会の委員より慎重かつ多様な意見が出され、同委員会がこの問題の結論を表明するまで、ANMEは長期間にわたり入札実施の延期を余儀なくされた。
2012/6 ～2012/12	ANMEは、1)本事業のスコープ変更(当初計画では63基中45基を脱塩装置付き井戸としていたが、これを利用人口が多い地域に2基のみ設置する計画に変更)、および2)貸付実行期限の延長のための融資契約の変更を取りまとめ、これらは2012年6月12日に省庁間会議の議題として取り上げられた。また、農業省によると、本スコープ変更にて生じる各井戸のGDA設立にかかる費用と維持管理費を同省が負担することを同意したとのことである。この結果、ANMEが本変更に基づき日本側と交渉する了承がなされた。 一方、JICA側は、貸付実行期限終了が2012年12月15日に迫る中、ANMEに対して脱塩装置の運営・維持管理を巡るチュニジア政府内の議論の進捗状況を複数回確認した。その後、チュニジア側から提出されたスコープ変更案を検討した。この結果、以下の理由から、入札が成り立たないリスクが高いと判断し、貸付実行期限をもって貸付を終了することをチュニジア側に通知した。 ・維持管理体制の問題を端としたスコープ変更に伴い事業規模が大幅に縮小したこと ・対象サイト(井戸)が南部地域に分散しているため、革命後の安全状況を日本企業が不安視することが予想されること ・応札に関心を示す日本企業はほぼ無いこと その後、チュニジア政府は、それに同意した。

出所：JICA提供資料、ANME提供資料

以上、給水部分については、ジャスミン革命という想定外の出来事が発生したものの、コンサルタント選定にかかる調達プロセスの大幅な遅れに加え、脱塩装置の運営・維持管理体制を巡る関係省庁間の調整に多くの時間を要し、さらにその解決策が見出せない状況が貸付実行期限終了の間近まで続いたことが、本事業が未着手となった理由であると判断される。

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

本事業では給水部分のインプットが行われなかった。このため、事業費については、給水部分を除いた部分のみを対象として評価を行うこととする。

以下の表 6 の通り、給水部分を除いた本事業の総事業費は、計画では 725 百万円、このうち円借款対象額は 329 百万円であった。実績では、本事業の総事業費（給水部分を除いたもの）は 274 百万円、このうち円借款対象額は 257 百万円となり、計画比は 38%である。このため、事業費は計画内に収まったと判断される。

表 6 事業費の計画と実績の比較

単位：百万円

	計画		実績	
	全体	うち円借款	全体	うち円借款
地方電化部分	309	289	142	142
給水部分	1,402	1,312		
コンサルティング・サービス	130	130	115	115
用地費	0	0		
管理費	54	0		
税金・関税	142	0	17	0
合計	2,037	1,731	274	257

注：審査時為替レート：1 チェジア・ディナール(TD)=86.2 円

実績時為替レート：1 チェジア・ディナール(TD)=85.4 円

3.2.2.2 事業期間

本事業の期間は、計画では 2005 年 6 月（L/A 調印）から 2011 年 6 月（完工時）までの 73 カ月間を予定していたが、実績は 2005 年 6 月（L/A 調印）から 2015 年 1 月（事後評価時）の 116 カ月間（計画比 159%）を要し、計画を大幅に上回った。

地方電化部分については計画通りに実施されたが、給水部分については、3.2.1 アウトプットの(2) に述べた通りであり、コンサルタント選定にかかる調達プロセスの大幅な遅れに加え、貸付実行期限終了の間近まで脱塩装置の運営・維持管理体制を巡る関係省庁間の調整が続いたことが遅延の主な要因として挙げられる。この結果、給水部分の本体事業が着手されない状況が事後評価時まで続いた。

3.2.3 内部収益率（参考数値）

財務的内部収益率（FIRR）は、便益の金銭化・定量化が困難なため算定しない。

経済的内部収益率（EIRR）については、ANME より、本事業のように未電化僻地の住民を対象とする SHS 整備事業の場合、社会福祉的な意味合いが強いため、EIRR は算出しない、との意見を受けた。また、審査時の算定根拠が不明であるため、再計算は行わないこととした。

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、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は中程度である。

3.3 有効性¹⁰（レーティング：①）

3.3.1 運用・効果指標

本事業は、1) 地方電化部分：僻地農村地域の 500 世帯、および 2) 給水部分：南部農村地域の井戸 63 ヲ所に対して太陽光発電設備や脱塩装置等を設置する大きく 2 つの事業で構成され、給水部分の事業費全体に占める割合は高かった。しかしながら、3.2 効率性の項で述べたとおり、地方電化部分は計画通りに事業が実施されたが、給水部分の本体事業は貸付期間中には着手されなかった。このため、本事業の目的に対して、その多くを占める給水部分のアウトプットは確認できず、アウトカムおよびインパクトも発現していない。

この結果、審査時に設定された運用・効果指標のうち地方電化部分に関連する(1) 最大電力と(2) 世帯電化率については実績値の確認が可能であるが、給水部分に関連する(3) 井戸利用状況（住民、家畜）と(4) 地下水揚水量は事業が実施されていないため成果を確認することができなかった。

各指標の達成状況は以下のとおりである。

(1) 最大電力

最大電力に対する目標と実績は表 7 の通りである。本事業全体の目標値とした 630kW に対して、2014 年度の実績値は 54kW であり、目標を大きく下回った。目標を下回った原因は、給水部分の事業が実施されなかったことによる。一方で、地方電化部分の事業については、当初計画通りに僻地農村地域の 500 世帯に SHS が設置され、また全世帯で SHS が利用されているため、最大電力は目標値の 50kW に対して実績値が 54kW であり、目標を達成している。

表 7 本事業による最大電力

単位：kW

指標名	基準値 2004 年 審査年	目標値 2014 年 完成 3 年後	実績値 2014 年 完成 3 年後
最大電力（理論値）	0	630	54
【内訳】 地方電化部分		50	54
給水部分		580	0

出所：目標値は JICA 提供資料、実績値は ANME 提供資料

¹⁰ 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。

(2) 地方部における世帯電化率

地方部における世帯電化率に対する目標と実績は表 8 の通りである。目標値とした 100 % に対して、2014 年度の実績値は 99.4 % であり、おおむね目標を達成したといえる。妥当性の項でも述べた通り、STEG による送配電網の拡大と ANME による SHS 等の独立電源 (STEG からの送電を使わない電源) による電化対策が推進されたことが、地方部における電化率を高める要因となっている。

表 8 地方部における世帯電化率

単位：%

指標名	基準年 (2004)	目標値 (2014)	実績値 (2014)
地方部における世帯電化率 (地方電化部分)	97.3 ^{注1}	100	99.4

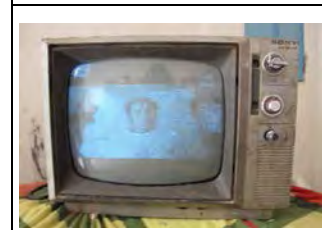
出所：目標値は JICA 提供資料、実績値は ANME 提供資料。

注 1：事前評価表では基準年 (2004) の「地方部における世帯電化率」を 0% としているが、2004 年におけるチュニジア地方部の世帯電化率は 97.3% であることから、この数値を基準値とした。

なお、本事業で設置された SHS は蛍光灯、TV、ラジオ、携帯電話等の電化製品の利用に貢献しているが、その電力量が 100W と小さいことから、SHS 設置世帯の多くが STEG の送配電網への接続を希望していることも事実である。

今回視察では、特に北部地域の村落部において、住民から地方自治体への強い要望に応える形で STEG への接続が可能となった世帯が見受けられた。こうした世帯は、SHS と STEG からの送電の両方を効率的に活用することで、STEG の電気代を節約していた。但し、ANME によれば、原則的には、SHS 設置世帯に STEG の送電網が接続された場合は、SHS を別の未電化世帯に移設する規定としていた。しかしながら、現行のエネルギー政策や世帯の利用状況を踏まえると、SHS が有効に利用されている場合は継続利用を正式に承認する必要があると考える。また、ANME の現場担当者からは、SHS が不要となった世帯が、その所有権 (=ANME による維持管理) を自発的に必要とする世帯に移譲する仕組みも必要であるとの提案を受けた。

今後も SHS 設置世帯に STEG が接続されるケースは増えることが予測されるため、現状に合わせた仕組み作りが必要である。



本事業で整備された SHS。
上：住居の屋上に設置されているソーラーパネル。
中：室内の蛍光灯
下：室内のテレビ(自己負担)

(3) 井戸利用（住民と家畜の飲用水）

井戸利用に対する目標と実績は以下の表 9 の通りである。当初計画では、タタウィン県、ケビリ県、メドニン県、ガベス県における公共用深井戸 63 カ所を対象として太陽光発電設備、揚水ポンプ、脱塩装置等を設置する計画であったが、当該給水部分の事業は実施されなかったため、本指標の効果は発現していない。

なお、事業が実施されなかった要因については、3.2 効率性の項で述べたとおりである。

表 9 本事業による井戸の利用状況

指標名	基準年 (2004)	目標値 (2014)	実績値 (2014)
井戸利用者数 (給水部分)	4,980 人	7,850 人	未実施
井戸利用家畜頭数 (給水部分)	355,100 頭数	667,000 頭数	未実施

出所：目標値は JICA 提供資料、実績値は ANME 提供資料

(4) 地下水揚水量

地下水揚水量に対する目標と実績は以下の表 10 の通りである。上記、(4)と同じ理由により、給水部分の事業は未実施のため、本指標の効果は発現していない。

表 10 本事業による地下水揚水量

単位：m³/月

指標名	基準年 (2004)	目標値 (2014)	実績値 (2014)
地下水揚水量 (給水部分)	36,000	67,500	未実施

以上、本事業の運用・効果指標として設定された各指標は、給水部分の事業が実施されなかったことにより、目標を大きく下回った。しかしながら、当初計画通りに事業が実施された地方電化部分については、目標をほぼ達成し、僻地農村地域における対象 500 世帯の電化に貢献したといえる。このため、次項の 3.4 インパクトにおいては、地方電化部分の事業のみを対象として、どのようなインパクトが発現しているかを分析する。

3.3.2 定性的効果

本事業の定性的効果として、電化による地域住民の生活基盤強化および畜産業の振興を通じた生活水準の向上、貧困層の生活水準の向上、地域間格差の是正が図られることが期待されていた。これらは本事業のインパクトとして捉えるべきと考えるため、インパクトの項で検証する。

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

本事業のインパクトとして、電化による地域住民の生活水準の向上や地域間格差の是正等に寄与することが期待されていた。しかしながら、前項の有効性で述べた通り、本事業全体の目的に対して、総事業費の 64% を占める給水部分の事業が実施されていないことから、当該事業にかかるアウトカムおよびインパクトは発現していない。

一方で、総事業費の 15% を占める地方電化部分は、太陽光発電設備が設置された世帯に、当初期待通りのインパクトが発現していることを確認した。以下の表 10～表 13 に本事業の地方電化部分にかかる受益者調査¹¹の結果を示す。

現在の電化の状況

以下の表 11 によると、本事業により SHS を設置した世帯のうち約 8 割の世帯は STEG の送電網まで遠いために、今後も送配電網への接続は困難であると回答している。このため、本事業の対象世帯の多くが SHS を重要な電力源として活用しており、電化を通じた生活環境の改善、および地域間格差の軽減に本事業が貢献しているといえる。

表 11 本事業による SHS 設置世帯における STEG の送配電網への接続状況

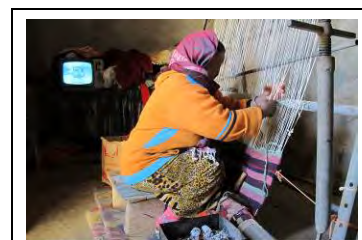
単位：世帯

項目	世帯	(%)
1. すでに既存グリッドに接続している	3	(4%)
2. 将来的に既存グリッドに接続するつもりである	10	(13%)
3. 既存グリッドまで遠いので、今後も接続は困難であると思う	64	(81%)
4. わからない	2	(2%)
合計	79	(100%)

出所：受益者調査

電気の利用による生活の変化

以下の表 12 は、SHS 設置後の生活の変化に対する質問であり「(a)SHS の設置により、1 日の電気の利用時間は増減したか？」との質問に対して、80%が増えたと回答している。現地視察やインタビューによると、これまではディーゼル発電機等による一時的な電気利用に留まったが、本事業に SHS が設置されたことで、夜間の電灯、TV・ラジ



ガベス県の SHS 設置世帯、蛍光灯と TV が設置された室内で絨毯を織る女性。

¹¹ 現地コンサルタントを活用し、本事業を通じて SHS を設置した 79 世帯（シリアナ県：8 世帯、タタウィン県：23 世帯、ガベス県：48 世帯）を対象に受益者調査を実施した。なお、調査対象世帯は車でのアクセスが困難な山岳地域あるいは砂漠地域に居住しているため、設置世帯を訪問するに多くの時間を要した。このため、当初は 100 世帯の質問票回収を目標としたが、結果として有効回答は 79 世帯となった。

オの視聴、携帯電話の充電等に日々利用することが可能になったとのことである。

次の「(b)電気の使用により、手工芸品の製造等による現金収入は増加したか？」との質問に対しては、23%が増えたと回答したが、手工芸品を作る世帯が南部の一部地域に限定されること、手工芸品に従事する女性の高齢化が進んでいることにより、効果の発現は限定的となった。

「(c)電気の使用により、1日に子供が学習する時間は増加したか？」との質問については、42%が増えたと回答している。やや少ない数値であるが、子供たちへのインタビューでは夜間でも室内で宿題、読書、お絵かき、遊び等が可能となったことを喜ぶ声が聴かれた。

「(d)電気の使用により、1日に家族で団欒する時間は増加したか？」については、90%が増加したと回答している。SHSによる灯かりは、農村部の人々の一家団欒の時間を支え、生活の質的向上に貢献しているといえる。



タタウィン県のSHS設置世帯、台所に蛍光灯が設置されている。

表 12 SHS による生活の変化

単位：世帯

	(a) SHS の設置により、1日の電気の利用時間は増減したか？		(b) 電気の使用により、手工芸品の製造等による現金収入は増減したか？		(c) 電気の使用により、1日に子供が学習する時間は増減したか？		(d) 電気の使用により、1日に家族で団欒する時間は増減したか？	
1. 増加した	63	(80%)	18	(23%)	33	(42%)	71	(90%)
2. どちらともいえない	16	(20%)	55	(70%)	41	(52%)	6	(8%)
3. 減少した	0	(0%)	5	(6%)	4	(5%)	1	(1%)
4. わからない	0	(0%)	1	(1%)	1	(1%)	1	(1%)
合計	79	(100%)	79	(100%)	79	(100%)	79	(100%)

出所：受益者調査

生活改善および女性の家事労働

表 13 によると、電気の使用により、9割以上のSHS設置世帯が生活の改善を感じている。また、表 14 の通り、「電気の使用により、女性の家事労働の負担は軽減したか？」については6割以上が軽減したと回答している。なお、現地視察では、多くの世帯の台所に蛍光灯が設置されており、夜間でも室内における調理が可能となった、室内における調理が安全に行えるようになったとの声が多く聞かれた。

以上から、SHSは農村部の人々の日々の生活にプラスの影響を与えており、生活の改善に貢献しているといえる。

表 13 電気の使用により、生活が改善したように感じるか？ 単位：世帯

項目	世帯	(%)
1. 改善したように感じる	72	(91%)
2. どちらともいえない	5	(6%)
3. 改善したように感じない	0	(0%)
4. わからない	2	(3%)
合計	79	(100%)

出所：受益者調査

表 14 電気の使用により、女性の家事労働の負担は軽減したか？ 単位：世帯

項目	世帯	(%)
1. 軽減している	50	(63%)
2. どちらともいえない	22	(28%)
3. 増加している	3	(4%)
4. わからない	4	(5%)
合計	79	(100%)

以上から、本事業で設置された SHS は、今後も引き続き対象世帯で継続的に使用され、生活改善の向上に役立つものと期待される。

3.4.2 その他、正負のインパクト

(1) 自然環境へのインパクト

ANME によれば、自然環境へのインパクトは生じていない、との回答である。また、現地視察においても、自然環境への負のインパクトは確認されなかった。

(2) 住民移転・用地取得

本事業のうち地方電化部分は住居の屋根および屋内に機材を設置するため、住民移転・用地取得は生じない。

以上より、本事業のうち地方電化部分については電化による生活改善を実現しているが、総事業の 64% を占める給水部分の事業が実施されなかったことにより、南部地域の住民の生活向上及び畜産業の振興を図るというアウトカムおよび当該地域の生活水準の向上に寄与するというインパクトは発現しなかった。

このため、本事業の実施による効果の発現は計画と比して限定的であり、有効性・インパクトは低いと判断する。

3.5 持続性（レーティング：③）

持続性については、本事業のアウトプットが確認できる地方電化部分のみを対象として評価を行うこととする。

3.5.1 運営・維持管理の体制

ANME の 2014 年末時点における職員数は 187 人であり、人員規模に審査時からの変更はなく、特に問題点はみられない。また、本事業の対象地域である南部のガベス県、タタウィン県、スース県は ANME のガベス事務所の管轄、北部のシリアナ県、ケフ県、ジェンドゥーバ県、ベジャ県は ANME のケフ事務所が管轄しているが、SHS

を維持管理するための経験ある技術者が各事務所に配置されており、地方の維持管理体制についても適切である。

SHS 設置世帯から修理業者への依頼体制についても審査時から変更はない。また、修理頻度が少ないこともあり、現時点では特に問題は生じていない。しかしながら、今後、経年劣化により修理頻度が増えることも想定されることから、ANME より修理業者の連絡先等の情報共有を再度行うことが重要である。

以上から本事業にかかる運営・維持管理の体制は問題ない。

3.5.2 運営・維持管理の技術

現場での運営・維持管理は、ANME のガベス事務所とケフ事務所の技術者が中心となり適切に実施されている。また、技術者の人数および技術レベルにも特に問題点は見られない。

SHS設置世帯への訪問時に受益者へのインタビューを実施したところ、SHS機材設置後にはANME技術者により3回の機器稼働状況検査¹²が行われたとのことである。また、対象世帯は、設置当初に配布されたマニュアルを確認しながら、日常の点検等を行っている。加えて、ANME技術者は、受益者の求めに応じてアドバイスを行っている。事後評価時の現地調査を通じて、ANME技術者達は、広大な対象地域に点在する設置世帯の場所を適切に把握しており、受益者とのコミュニケーションも適切であると判断された。



SHS 設置世帯に配布された取扱説明書（アラブ語）

なお、ANME 技術者や修理業者による点検や修理はマニュアルに従って実施されているとのことであり、SHS の運営・維持管理に関し、大きな技術的な問題や課題等は見受けられなかった。

以上から本事業にかかる運営・維持管理の技術は問題ない。

3.5.3 運営・維持管理の財務

下表 15 は ANME の国家補助金の推移である。ジャスミン革命の翌年（2012 年）にはやや落ち込みがあったが、2013 年以降、6,000 千 TD を維持しており、財務状況には問題はないと判断される。

表 15 ANME への国家補助金

単位：千 TD

	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年
補助金額	5,253	5,109	5,562	5,138	4,443	6,120	6,000

出所：ANME 提供資料

¹² 3 回の検査の内訳は、仮検収時（1～6 か月以内）、巡回予防メンテ時（9 か月以内）、最終検収時（1 年以内）である。

SHS の修理時の受益者負担は部品代のみ（修理総額の 30%相当）であり、バッテリーが 100TD、レギュレータが 50 TD、ラミナー修理が 35 TD、アダプターが 50 TD である。ANME によれば、これら以外の修理負担等を毎年の予算内で問題なく対応してきたとのことである。

ANME による SHS 事業は、本事業を最後に終了となり、現在は FTE を通じて太陽光発電を設置したい世帯への補助金プログラムが継続されている。しかしながら、SHS 事業の維持管理費用は、今後も ANME が負担することになっており、これに必要な支出ができるよう予算確保が行われているとのことである。

以上から本事業にかかる運営・維持管理の財務は問題ない。

3.5.4 運営・維持管理の状況

下表 16 は受益者調査の結果であるが、日本製の太陽光モジュールが故障していたのは 79 世帯中 1 世帯であった。また故障回数は 1 回との回答が 1 世帯のみであり、設置された SHS は概ね良好に運営・維持管理されているといえる。

表 16 SHS 施設の稼働状況、故障頻度

単位：世帯

	太陽光モジュール (日本製)		レギュレータ		バッテリー	
稼働状況						
1. 稼働している	77	(97%)	70	(89%)	74	(94%)
2. 故障している	1	(1%)	3	(4%)	4	(5%)
3. 未回答	1	(1%)	6	(8%)	1	(1%)
合計	79	(100%)	79	(100%)	79	(100%)
設置以降の故障回数						
1 回	1		5		11	
2 回	0		2		3	

出所：受益者調査

また、定期点検も良好に実施されている。しかしながら、バッテリーやレギュレータ等の付属機材は早めのメンテナンスにより修理代を安価にできる事例が見受けられた。また、SHS の故障時や配線等の拡張時の対応方法を適切に理解していない住民（特に高齢世帯）も一部おり、今後も長期的に SHS を使用していくためには、ANME の地方技術者による巡回指導アドバイスが必要である。

以上から本事業にかかる運営・維持管理の状況は問題ない。

以上より、地方電化部分の事業にかかる維持管理は体制、技術、財務状況ともに問題なく、当該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、チュニジアの地方農村部に太陽光発電設備等を設置することにより、電化を通じた地域住民の生活向上および畜産業の振興を図り、もって当該地域の生活水準の向上に寄与することを目的とした。

チュニジアでは、2011年のジャスミン革命により審査時と事後評価時では政権が交代したものの、約4年間にわたる民主化移行プロセスを完了させ、2015年2月に発足した新政府は、社会・地域間の格差是正に引き続き取り組む方針を示している。また、太陽光エネルギーを利用した僻地農村地域の電化と給水は、審査時、事後評価時ともに、地域間格差の軽減に貢献する重要な開発ニーズと位置づけられている。さらに本事業は、審査時における日本の援助方針とも整合している。これらから、本事業はチュニジアの開発政策、開発ニーズ、及び日本の援助政策と合致し、妥当性は高い。

本事業は、1) 僻地農村地域にSHSを設置する地方電化部分、および2) 南部農村地域の井戸に太陽光発電設備や脱塩装置等を設置する給水部分の2事業で構成されていた。計画通りに実施された地方電化部分の事業は、僻地農村地域における対象500世帯の電化に貢献し、本事業で設置されたSHSは、今後も対象世帯の生活改善に役立つものと期待される。一方で、給水部分の事業費全体に占める割合は地方電化部分よりも高かったが、当該部分の本体事業は貸付期間中には着手されなかった。このため、本事業の目的に対して、その多くを占める給水部分のアウトプットを事後評価時には確認できず、運用・効果指標として設定された各指標は目標を大きく下回った。これらを総合的に判断し、本事業の実施による効果の発現は計画と比して限定的であり、有効性・インパクトは低い。

事業費については計画内に収まったものの、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は中程度である。事業期間の主な遅延原因としては、給水部分の事業に係るコンサルタント選定の調達プロセスが大幅に遅れたことに加えて、脱塩装置の運営・維持管理体制を巡る関係省庁間の調整に多くの時間を要し、解決策が見出せない状況が貸付実行期限終了の間近まで続いたことが挙げられる。

持続性について、地方電化部分の事業で設置されたSHSは、ANMEの管理下で、ANME地方事務所、修理業者および受益世帯が協力して運営・維持管理を行っており、体制面、技術面、及び財務面についても問題なく、発現した効果の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は低いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

ANMEは、原則として、SHS設置世帯にSTEGの送配電が接続した場合は、SHSを他の必要世帯に移設するとしていた。しかしながら、事後評価時チュニジア政府は、エネルギーの効率化を促進させるためソーラーとSTEGの送配電の併用を推奨しており、現場で混乱が生じる可能性がある。このため、ANMEは、現状のエネルギー政策

を踏まえて、SHS 設置世帯に STEG の送配電が接続した場合の規定を再設定し、SHS 設置世帯および地方自治体等に改訂された規程を明示する必要がある。これにより、現場での混乱をなくし、かつエネルギーのより効率的な活用につながると考える。

4.2.2 JICA への提言

チュニジア南部における塩分濃度の高い地下水を給水に利用するニーズは現在も非常に高く、将来的には水需要の増加によりさらにこのニーズが高まると考えられる。このため、本体事業の実施が未着手となっている給水部分の対応について、支援方法等を含めてチュニジア側と協議することを提言する。

4.3 教訓

遅延要因に対する解決策を含めた、実現性の高い事業デザイン

本事業は施設の運営・維持管理に実施機関の他に複数の省庁の参画が必要とされていた。また、対象地域は僻地砂漠地帯であり、受益者として遊牧民が想定されるなど STEP 案件として難易度の高い案件であったと考えられる。そのため、審査時よりこれらの遅延要因は事業関係者間で認識され、緩和、排除に向け取組みがなされたが、結果、外部要因もあり、必ずしも対応しきれなかった。

すべての遅延要因を計画段階で排除することは困難であるが、類似の要因を含む事業の計画策定にあたっては、遅延要因を正確に抽出・分析した上で、これを解決可能な仕組みを事業デザインに盛り込むことが重要である。また、その際には、実施機関および関連省庁と十分に協議を行い、関係者一同にとって実現性の高い事業デザインとする配慮が必要である。

以上

主要計画／実績比較

項目	計画	実績
① アウトプット	<p>1) 地方電化部分 僻地農村地域の未電化世帯(500世帯)に対する太陽光発電設備(太陽光モジュール(100W×500基)、レギュレータ、バッテリー等)、蛍光灯の設置</p> <p>2) 給水部分 南部4州(タタウィン、ケビリ、メドニン、ガベス)の放牧地域の公共用深井戸(63カ所)に対する太陽光発電設備(太陽光モジュール、レギュレータ、バッテリー等)、揚水ポンプ、脱塩装置の設置</p> <p>3) コンサルティング・サービス 給水部分に対するコンサルティング・サービス一式</p>	<p>1) 地方電化部分 計画どおり</p> <p>2) 給水部分 本体事業の未着手により給水部分のアウトプットはなし。</p> <p>3) コンサルティング・サービス 上記2)の事由により、コンサルティング・サービスの一部を実施したものの、本体事業は未着手。</p>
② 期間	2005年6月～ 2011年6月 (73ヶ月)	2005年6月～ 2015年1月 (116ヶ月)
③ 事業費		
外貨	1,426百万円	213百万円
内貨	611百万円	61百万円
	(7,088千TD)	(720千TD)
合計	2,037百万円	274百万円
うち円借款分	1,731百万円	257百万円
換算レート	1TD=86.2円 (2004年11月時点)	1TD=85.4円 (2008年8月～2012年12月平均)

以上

0. 要旨

本事業は、比較的雨量が多いチュニジア北中部に小規模ダム¹および灌漑施設を建設することで農業生産性の向上を図るとともに、家畜の飼育頭数の増加や農家所得の向上、ひいては水資源の保全や土壌浸食防止等に寄与することを目的とした。

チュニジアは、2011年のジャスミン革命から約4年間にわたる民主化移行プロセスを完了し、2015年2月に新政府を発足、現在国家5カ年計画を策定中である。また、チュニジアの重要セクターに位置づけられる水資源開発については、農業・水資源・漁業省（以下「農業省」という）が第2次水資源開発10年戦略（2012-2022）を作成し、暫定政権の下で同戦略に基づき事業を継続してきた。同戦略は新政権下においても引き継がれ、灌漑による農業生産性の向上および農地の土壌浸食防止等の開発ニーズに応えるために、今後も小規模ダムを建設する方針が示されている。加えて、本事業は、審査時における日本の援助方針とも整合している。これらから、妥当性は高い。

本事業は、7県22カ所に小規模ダムおよび灌漑施設の両方を建設する計画であった。しかしながら、1999年から2002年に大規模な干ばつが発生したため、それまでに完成したダムに恒常的な灌漑施設の運営に必要な水量が貯水されない状況が続いた。このため、灌漑施設の整備内容を再検討するためのフィージビリティ・スタディー（以下「F/S」という）が実施された。本F/Sの結果、当初計画どおりに灌漑施設を整備するダムは3カ所とし、その他ダムは可搬式ポンプ等の灌漑機材の導入に変更することが妥当であると判断された。また、本F/Sでは、民間投資や住民の自助努力等により灌漑農業が拡大していることも確認された。しかしながら、本F/Sにおいて、本事業の運用・効果指標を見直し、目標値を変更する対応は取られなかった。このことから、有効性の指標とした総灌漑面積²は、計画目標値の2,298.1haに対して実績は620.5haであり、達成率は27%に留まった。

一方で、主要作物の作付面積や生産高等の定量的指標については、毎年の降雨量に左右される各ダムの貯水状況や地下水涵養効果を踏まえた農業³を進展させたことで、概ね目標を達

¹ 本事業で建設した「小規模ダム」はチュニジアでは“barrages collinaires (丘ダム)”と呼ばれている。丘ダムは1990年頃から本格的な導入が始まったが、同国では古くから、丘陵地帯の地形的なメリットを活かし、地中海に流れ込む雨水を有効活用するためにワジ（普段は水が流れていない乾燥した河床）を複数連結したネットワークを形成し、洪水の際には水を貯水施設に誘導・貯留し、灌漑等に利用する手法が用いられてきた。この手法が“丘ダム”の原型ともいえる。また、“丘ダム”は農業省ダム局が建設した場合の名称であり、森林・土壌保全局が建設する類似施設は“lac collinaires (丘池)”と呼ばれる。本和文報告書では、“丘ダム”は用いず、“小規模ダム”で統一する。

² 「灌漑面積」は、チュニジア農業省の省令に従い政府が承認した公的な灌漑農地を対象とした面積を指す。同国政府は公的な灌漑農地で営農活動を行う農民に対しては農業用水を保証する義務があるとしている。但し、本事業で建設した小規模ダムは恒久的な水源ではないため、農民に対しては、恒久的に水源を保証する灌漑農地ではないことを明示した上で、一定期間を灌漑農地として承認する形式としている。

³ 地下水涵養効果を踏まえた農業とは、ダム湖を水源とせず、地下水位の上昇効果を受けた浅井戸等を水源とした灌漑農業を指す。

成している。但し、全22カ所中19カ所のダムにおいて、灌漑施設が当初計画どおり整備されていないため、本事業のみの効果として評価することは難しい。また、本事業の定性的効果として対象地域の農業生産増、およびその安定的な生産への寄与が設定され、一定程度の効果は認められるが、計画された灌漑施設の多くが未整備であるために本事業の効果として明確に判断することは難しい。加えて、小規模ダムの寿命は20年～30年とされ、また本事業による小規模ダムの灌漑利用は各ダムの堆砂進度により今後5～10年間程度と推測されているため、農業生産増への寄与は安定的とはいえず、期間限定になると想定される⁴。

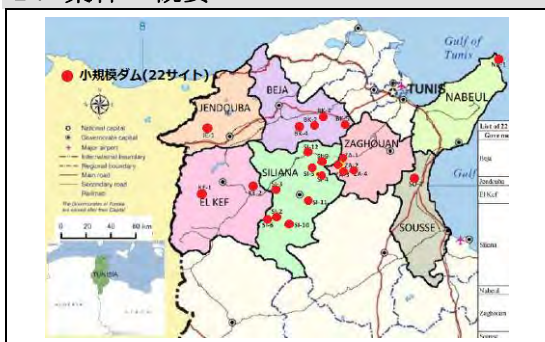
インパクトにかかり、本事業による効果であるか否かの特定は困難であるものの農家の年間農業収入は概ね目標を達成し、家畜の年間食肉生産量は審査時からの増産が認められる。また、ダム周辺には、土壌浸食防止のための植林事業が実施され、計画達成率は200% (6,154ha)である。さらに、小規模ダムは、雨季の氾濫水に対する貯留効果、農地の土壌浸食防止および大規模ダムの堆砂防止・長寿命化にも貢献しているものと考えられる。

以上を総合的に判断して、有効性・インパクトは中程度である。

事業費は計画内に収まったものの、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は中程度である。本事業の運営・維持管理について、各貯水池の堆砂の進行速度はほぼ想定どおりであるが、各県における小規模ダムの維持管理体制・制度面の強化、これまでに蓄積されてきた技術や突発的な事象等への対応等を踏まえた技術ガイドラインの更新および予算拡充への対応は必要である。このため、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

以上より、本事業は一部課題があると評価される。

1. 案件の概要



案件位置図



本事業により建設された小規模ダム
(撮影：2015年6月、スース県)

1.1 事業の背景

チュニジアは半乾燥地帯に位置し、一般的に降雨の少ない気象条件にあるが、降雨の頻度は一定ではなく、年によっては洪水を引き起こすほどの雨量をもたらす。この

⁴ 小規模ダムの寿命は20年～30年とされ、本事業においてはプロジェクトライフを20年と設定している。但し、貯水池が堆砂により完全に埋まるダム寿命は、各ダムの地理的条件等により異なる。

ため、こうした余剰の降雨（表流水）の有効利用の可能性が長年にわたり探られてきた。また、地域によっては天水のみならず、地下水の利用が盛んなことから、地下水水源の保全も政策の柱とされてきた。

一方で、チュニジアの農業セクターは総国内生産の13～15%を占め、同国の経済成長に寄与する重要セクターに位置づけられていた。また、チュニジア政府としては食糧自給率の達成をめざし、生産量の安定化には水資源開発と灌漑施設の整備が不可欠な状況にあった。こうした状況を受けて、チュニジア政府は大規模ダム1カ所、中規模ダム20カ所、小規模ダム203カ所、丘池1000カ所、井戸1760本などの水利施設を1991年から2000年にかけて全国に建設する「水資源開発計画」を策定した。

審査時において、小規模ダムは、計画の203カ所のうち63カ所は完工、42カ所が工事中であり、残り約100カ所は第9次国家5カ年計画（1997-2001）において実施されることが決まっていた。また、小規模ダムには、表流水の貯水による灌漑用水の確保、および地下水涵養による地下水資源量の増加が期待されていた。更に洪水緩和、土壌浸食防止、下流大規模ダムへの流砂防止等の多様な機能を発揮することも想定されていた。

以上のような状況に対し、チュニジア政府は小規模ダム建設の一部を実施すべく円借款を要請した。

1.2 事業概要

本事業は、チュニジア北中部の山間部において小規模ダム及び灌漑施設を建設することにより、灌漑と地下水涵養を通じた農業生産性の向上を図り、もって家畜の飼育頭数の増加や農家所得の向上、ひいては農地の水資源の保全・土壌浸食防止に寄与することを目的として実施された。

円借款承諾額／実行額	7,184 百万円 / 3,617 百万円
交換公文締結／借款契約調印	1999 年 1 月 / 1999 年 3 月
借款契約条件	金利 1.7% 返済 25 年 (うち据置 7 年) 調達条件 一般アンタイト (コンサルタントは二 国間タイト)
借入人／実施機関	チュニジア共和国政府／ チュニジア国農業・水資源・漁業省 ダム・大規模水利土木総局 (審査時：水利土木調査総局)
貸付完了	2009 年 11 月

関連調査 (フィージビリティ・ スタディ：F/S) 等	チュニジア共和国「小規模ダム建設事業に係る案件形成調査」(JICA、1998年8月、SAPROF) チュニジア共和国「水資源管理事業 援助効果促進調査」(JICA、2014年、SAPS)
--	--

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

金子 眞知 (株アースアンドヒューマンコーポレーション)

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：2014年8月～2015年11月

現地調査：2015年1月29日～2月28日、2015年5月26日～6月17日

2.3 調査の制約

チュニジア国における JICA の安全基準（移動制限）に従い、対象地域のうちケフ県およびジェンドゥーバ県の全域への現地調査は実施していない。

3. 評価結果（レーティング：C⁵）

3.1 妥当性（レーティング：③⁶）

3.1.1 開発政策との整合性

審査時、チュニジア政府は同国の国家政策である第9次国家5カ年計画(1997-2001)の下、積極的な水資源開発を実施していた。具体的には、水資源開発計画(1991-2000)の中で以下のようなインフラ整備が計画され、小規模ダムについては、203ヶ所を建設することが目標とされていた。

表1 水資源開発計画（1991-2000）

建設施設	カ所数	開発水量（百万 m ³ /年）
大・中規模ダム	20	739
小規模ダム（丘ダム）	203	110
貯水池（丘池）	1,000	50
灌漑施設	4,000	43
深井戸	1,760	288
浄水場	98	200
合計		1,430

出典：JICA 提供資料

⁵ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

⁶ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

また、灌漑施設整備計画については、第 9 次 5 カ年開発計画の中で灌漑面積を 30,000ha 分拡大することが計画され（投資予定額：300 百万TND⁷）、このうち小規模ダム建設による水源を利用して 3,000ha の灌漑面積の拡大が予定されていた。

加えて、農業開発計画については、第 9 次 5 カ年開発計画の目標として、輸入に依存する小麦、大麦、肉類の国内自給率を高めるとともに、乳製品と砂糖の輸入を減少し、農産物や食料品の輸出拡大等を実施することにより、食糧安全保障を実現するとしていた。

事後評価時、チュニジアは 2011 年 1 月に起きたジャスミン革命から約 4 年間にわたる民主化移行プロセスを完了させ、新政権を 2015 年 2 月に発足させた。国家開発計画は、革命以降策定されていなかったが、新政府は、2016 年から 2020 年を対象期間とする国家 5 カ年計画を現在策定中である。

また、各省庁は、新政府の方針に基づき、セクター開発計画および県開発計画の策定準備を進めている。農業省によれば、チュニジアの重要セクターに位置づけられる水資源開発については、第 2 次水資源開発 10 年戦略（2012-2022）に基づき、暫定政権下において 50 カ所の小規模ダムを建設する事業が計画され、新政権下においても事業は実施されているとのことである。事後評価時において、すでに 3 カ所のダムは完工、2 カ所は建設中、残り 45 カ所は 2014 年から 2022 年の 9 年間で建設予定とのことである。

農業開発については、チュニジア政府が灌漑農業推進の施策を継続した結果、灌漑面積は 2001 年から 2011 年にかけて 394,000 ha から 459,570 ha へと大幅に拡大した。また、農業省によると、2015 年～2020 年を対象とした全国単位および県単位の開発戦略の策定を現在進めているとのことである。例えば本事業対象の小規模ダム設置地区の 4 割を占めるシリアナ県の地方農業開発事務所（CRDA）によると、県開発戦略の策定にあたっては、中央の方針と同県の実情を踏まえて、現在の穀物作付面積を 2020 年までに減らし、野菜栽培面積の拡大や牧畜業の振興を促進させる計画を立案中とのことである。同県が穀物作付面積を減らす背景には農地の土壌浸食や洪水被害が穀物作付面積の拡大により深刻化していることが挙げられ、この対策として、穀物作付面積を減らしていく方針である。その代わりに、高収量品種等による小麦の単位収量の向上、野菜栽培の拡大や牧畜（特に牛）の振興には力を入れていく方針とのことである。シリアナ県 CRDA の戦略を踏まえると、チュニジア政府は、北部地域の農業開発に関しては、農業生産性の向上、集約型の灌漑農業の拡大（野菜栽培）、牧畜振興、及び土壌浸食対策の強化を推進していくものと想定され、本事業による水源開発は農業生産性の向上や集約型灌漑農業の拡大に整合するものである。

⁷ TND: チュニジアで利用されている通貨単位チュニジア・ディナール。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

水資源開発

審査時、限られた水資源を有効活用することはチュニジアにおける重要な開発ニーズであった。本事業の対象地域であるチュニジア北部は、表 2 のとおり、表流水に恵まれており、年間降水量も 500～700mm とチュニジアでは比較的多い地域であるため、大規模ダムや小規模ダム等の水利施設を建設することで、限られた水資源の貯留と活用が進められてきた。

表 2 チュニジア国内の地域別の水資源賦存量 (2013 年)

	地域			
	北部	中央	南部	全体
地域別の面積割合	17%	22%	61%	100%
表流水(百万 m ³ /年)	2,185	290	225	2,700
地下水(百万 m ³ /年)	550	465	830	1,845
全 体(百万 m ³ /年)	2,735	755	1,055	4,545
地域別の水資源割合	60%	17%	23%	100%

出典：System Hydraulique de la Tunisie a l' Horizon 2030、2014 年版

事後評価時、限られた水資源を有効活用するという方向性に変わりなく、洪水時の表流水を貯留し、これを農業用水等に活用するニーズは非常に高い。特に農業用水は表 3 のとおり、チュニジア全体の総取水量の 80% を占めており、より効率的な水利用が求められている。また、農業省ダム・大規模水利土木総局(DG/BGTH)によると、下表 4 のとおり水資源開発戦略の中で、208 カ所の小規模ダムが建設されたとのことである。現在のチュニジアにおけるダム施設全体の貯水量は 1,645 百万 m³/年であるため、小規模ダムの貯水量である 270 百万 m³/年との比較では全体の約 13% を占める。1 カ所当たりの規模が小さいため、堆砂の影響によるダム寿命は短い、多数の小規模ダムの建設により、表流水を効果的に貯留する上で、重要な役割を果たしているといえる。

表 3 チュニジアの分野別取水量 (2011 年)

(単位：百万 m³)

	農業	生活用水	産業	観光	計
取水量	2,644	463	165	33	3,305
%	80%	14%	5%	1%	100%

出典：チュニジア農業、FAO、2015

表 4 水資源開発計画（1991-2000）における小規模ダム建設の達成状況

融資先	計画	実績			
	箇所数	箇所数	貯水量 (百万 m ³ /年)	投資額 (100 百万 TND)	完成日
チュニジア政府	-	84	121	126.9	2005
JICA	19	19	28.6	31.5	2001
JICA	22	22	19.8	34.4	2005
BEI	20	26	50	60	2010
FKDEA	30	15	12.4	27	2005
WB	6	15	18.8	23.8	1998
AFD	15	20	12.5	39.3	2010
イタリア	2	2	3.6	14	EN COURS
中国	7	7	3.2	14	2013
Total	203	208	270	371	

出典：農業省提供

灌漑農業開発

審査時、灌漑施設の整備による農業開発は経済成長および食糧安保・食糧自給の観点からニーズが高いと判断されていた。また、チュニジア政府は灌漑農業を推進させるために、上述のとおり水資源開発にも積極的に取り組んでいた。

事後評価時において、チュニジアの灌漑農地面積は 2001 年 394,000 ha から 2011 年 459,570 ha へと大幅に増加している。この灌漑農地面積は、総農地面積の 9% 程度であるが、灌漑農地における農業生産高は総農業生産高の 35% を占めている。このため、半乾燥地帯のチュニジア農業において灌漑は農業の収益性を高める手段としてその経済性が重視されている。また、貴重な水資源を効率的に農業用水として利用するため、政府の補助金制度による節水灌漑技術の導入が積極的に推進されており、小規模ダムの水を灌漑用水として利用するニーズは高まっている。

しかしながら、3.2 効率性の項で詳細を述べるとおり、本事業においては、小規模ダムの建設中から完工時にかけて記録的な大干ばつが発生したため、各ダムに併設する灌漑施設の整備内容を再検討するための F/S が実施された。本 F/S の結果、今後の気候変動等の影響を考慮の上、当初計画どおりに固定型の灌漑施設を整備するダムは 3 カ所（固定型施設のための計画灌漑面積は 189.9ha）とし、その他ダムについては可搬性の高い灌漑施設・機材等に変更することが妥当であると判断された。また、本 F/S では、ダム完工後から本 F/S 実施までの間に民間投資や住民の自助努力等が進められ、ダムに貯留された水や地下水涵養効果による浅井戸の水等を活用した灌漑農業が拡大していることも確認された。このため、本事業では、各ダムの実情に応じて、CRDA による営農支援や機材貸与等を実施することとした。

以上の理由により、本事業の灌漑整備計画は大幅な変更となったものの、変更自体は、ダムの貯水状況や周辺農家の営農状況を踏まえた適切な判断であったといえる。また、審査時において小規模ダムに灌漑施設を附帯することは当時の政策として一般

的であり、当時に新たな水源の造成に灌漑施設を附帯しない計画を立案することは困難であったものと判断する。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

審査時において、チュニジアに対する JICA の支援は、降水量が同国の経済活動に大きく影響することから、水資源の確保・活用、及び地方における貧困削減や産業全般の競争力強化を開発支援の重要課題と位置づけ、水資源セクター（広い意味では、農業部門も包括）を中心とした協力を実施していた。

具体的には、1993 年の対チュニジア円借款再開以降、水資源セクターに対しては 1994 年度に 1 件、1995 年度に 2 件、1996 年度に 4 件、1997 年度に 2 件の円借款事業が実施されるなど、継続的な協力が実施され、チュニジア政府の最優先課題に応じてきた。本事業についても、農業部門を包括した水セクターに対する支援であり、日本の援助政策とも整合していたといえる。

以上、チュニジアにおいては、審査時と事後評価時では政権が交代し、正式な国家政策が策定されない不安定な状況が続いたものの、2015 年 2 月には新政府を発足させた。新政府は、国家 5 カ年計画を現在策定中であるが、水資源開発については第 2 次水資源開発 10 年戦略（2012-2022）に基づき小規模ダム等の建設を継続している。農業開発についても、灌漑農業の拡大や農業生産性の向上等を重視する方針が示されており、審査時、事後評価時ともに整合しているといえる。

開発ニーズにかかり、審査時、事後評価時ともに限られた水資源を有効活用するという方向性に変わりなく、チュニジア政府としては、表流水を最大利用するための一つの手段として、小規模ダム建設を強化していく方針である。また、表流水の貯留や地下水の涵養による農業生産の向上に対するニーズは引き続き高く、開発ニーズは事後評価時も残されているといえる。

また、本事業は日本の援助政策とも整合していたといえる。

以上より、本事業の実施はチュニジアの開発政策、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：②）

3.2.1 アウトプット

本事業は、1) 小規模ダム建設および 2) 灌漑施設整備を同時に実施する計画であったが、当初計画どおりに実施されたのは小規模ダム建設のみであり、灌漑施設整備は計画の見直しが実施された。

以下に本事業のスコープを示す。

表 5 本事業のスコープ

	計画	実績
1) 小規模ダム建設	7 県 22 地区	7 県 22 地区
2) 流域管理（防風林等の設置）	3,080ha	6,165ha
3) 灌漑施設		
基幹灌漑施設 ^{注 1)}	22 地区	3 地区
末端灌漑施設 ^{注 2)}	22 地区 (2,270ha)	2 地区 (38.5ha)
4) 用地取得	22 地区	22 地区
5) 測量試験	1 セット	1 セット
6) 維持管理ロジスティック、維持管理機材 ^{注 3)}	1 セット	なし
7) コンサルティング・サービス	事業全体の管理、土木工事施工管理、組織強化（普及サービス、農民組織）	6 県を対象とした灌漑施設建設に関する F/S

出典：JICA 提供資料（2014）

注 1：基幹灌漑施設として、揚水機上、調整水槽、パイプライン等の建設が計画されていた。

注 2：末端灌漑施設として、スプリンクラーの整備が計画されていた。

注 3：維持管理機材として、ブルドーザー、トレイラック、バックホウ、ピックアップトラック、ダンプトラックの購入が計画されていた。

(1) 小規模ダム建設

本事業の小規模ダムは、以下の表 6 のとおり、全 22 地区に計画どおり建設され、2001 年から 2002 年にかけて 18 地区、2003 年から 2005 年にかけて残り 4 地区が完工した。

表 6 小規模ダムの対象 22 地区の内訳

県名	シリアナ	ケフ	ベジャ	ジェンドゥーバ	ナブール	ザグワン	スース	計
設置数	9 地区	2 地区	4 地区	1 地区	1 地区	4 地区	1 地区	22 地区

出典：農業省提供資料

(2) 灌漑施設

1999 年から 2002 年に極端な少雨が続き、本事業で建設した多数の貯水池に十分な水が貯水されない状況が続いたため、農業省ダム・大規模水利土木総局より JICA に対して各県の灌漑システムに関する F/S 実施の同意申請が出され、2006 年 2 月の同意を受け、調査が開始された。しかしながら、同 F/S にかかる選定業務は農業省が担当せず、入札業務に不慣れな農業省の出先機関である各 CRDA が担当したため手続きに遅延が生じ、全県の調査を終了するまでに約 3 年を要した。

F/S の結果から、以下の表 7 のとおり、基幹灌漑施設（パイプライン）を計画どおりに整備することは 3 カ所に留め、可搬式ポンプの供与を 7 地区で実施することとした。しかしながら、その後の政変等の影響を受け、各灌漑施設の整備が完了したのは 2013 年である。まず、F/S 実施による変更検討は、対象地域における当時の気象状況を踏まえると、妥当な判断であったといえる。また、本事業による小規模ダムの多くは F/S 開始時点にてすでに 5 年が経過し、ダムの灌漑利用期間を 20 年とすると残り期間は

15年に縮小されていた。この点からも、F/Sを実施し、固定施設を整備する計画を変更したチュニジア側の判断は適切であったといえる。

表7 本事業と民間による灌漑施設の整備状況

主な灌漑施設	計画	実績	
		本事業	民間
ポンプ場建設を伴うパイプライン設備	17 地区	1 地区	
ポンプ場建設を伴わない重力式パイプライン設備	5 地区	2 地区	2 地区(民間)
可搬式ポンプによる揚水灌漑 (注：可搬式ポンプとは、小規模ダムの水を汲み上げるための設備)	4 地区 29 台	7 地区 24 台	10 地区
末端圃場灌漑施設 (スプリンクラー設備)	2,270ha	38.5ha	未確認

出典：JICA 提供資料 (2014)、農業省提供資料

一方で、農業省による F/S が実施された時点で、民間農家によるダムの灌漑利用は開始されており、上の表 7 のとおり、2 地区で重力式パイプライン、10 地区で可搬式ポンプの整備が実施されている。また、その他地区でも地下水涵養効果による小規模ダム下流域の浅井戸を利用した灌漑、トラクターによる取水・運搬等、小規模ダムを水源とする灌漑農業の展開が進んでいる。民間による投資が拡大した背景には、節水灌漑施設等への補助金制度の充実が図られた時期とダムに貯水が開始された時期とが重なったことが促進要因となっている。

(3) コンサルティング・サービス

本事業のコンサルティング・サービスは日本企業による受託が想定されていたが、日本企業からの応札はなく、不調に終わった。その後、チュニジア国内のコンサルタント会社の中から選定が行われ、2002年1月、コンサルティング・サービス契約について JICA の同意を得た。しかしながら、同コンサルタント会社との契約交渉を進める中で、小規模ダムの大半が完成し、また灌漑整備計画の見直しをチュニジア政府が決定したため、コンサルティング・サービス契約は解消された。この結果、本来の事業スコープである小規模ダムと灌漑施設の施工監理、および CRDA 等に対する住民参画支援は実施されず、代わりに灌漑整備にかかる F/S 調査を行うコンサルタントが雇用された。

小規模ダム建設については、上記変更によるマイナスの影響は出ていないが、CRDA 等に対する住民参画支援が適切な時期に実施されていれば、より効率的な灌漑農業の推進が行われたものと判断される。

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

本事業の総事業費は、計画では 9,609 百万円、このうち円借款対象額は 7,184 百万

円であった。実績では、本事業の総事業費は 5,105 百万円、貸付実行額は 3,617 百万円である。このため、本事業の総事業費は計画比 53% であり、事業費は計画内に収まったと判断される。

また、以下の表 8 は総事業費の内訳を示しており、ダム建設用に使われた費用は計画の 45,326 千 TND に対して、実績が 29,180 千 TND であり、計画を大幅に下回っている。この理由は、農業省によれば、審査時の事業費が過大に見積もられていたことと、入札者間の競争によるコストの減額が影響したとのことである。また、ダム建設の箇所数は、当初計画の 22 カ所に対して実績が 22 カ所であり、アウトプットに見合った事業費である。

灌漑施設の建設費は、当初計画の 8,808 千 TND に対して、実績は 1,285 千 TND (計画比 15%) であり、建設箇所数が当初計画の 22 カ所に対して、実績が 3 カ所 (計画比 14%) であり、概ねアウトプットに見合った事業費である。

一方で、流域管理費は 7,673 千 TND であり、当初計画の 2,428 千 TND より増額されている。農業省によれば、洪水等による土壌流失対策の強化を受けて植林面積を当初計画の 3,080ha から 6,154ha へと約 2 倍に拡大したことが増額の要因としている。この変更については適切な判断といえる。但し、1ha 当たりの植林費用は燃料費等の高騰により当初より増加している。

以上を総合すると、灌漑施設部分の事業が実施されなかったことを考慮しても、計画時の総事業費 9,609 百万円に対して実績時の総事業費は 5,105 百万円 (54%) であり、また流域管理費の増額分はダム建設費用の減額分で賄えるため、当初計画の総事業費内に収まっていると判断される。

表 8 総事業費の計画と実績の比較

(単位：千 TND)

項目	計画	実績	計画比
建設費	54,134	30,465	56%
(うちダム建設)	(45,326)	(29,180)	(64%)
(うち灌漑施設)	(8,808)	(1,285)	(15%)
予備費	2,853	1,004	35%
コンサルティング・サービス	6,518	243	4%
農場設備	2,707	97	4%
調査 (D/D) 費	600	0	0%
流域管理費	2,428	7,673	316%
用地取得費等	1,935	1,935	100%
税金等	11,665	6,903	59%
総計	82,840	48,320	58%

出典：JICA 提供資料

3.2.2.2 事業期間

本事業の期間は、計画では 1999 年 3 月から 2004 年 6 月までの 63 カ月間を予定していたが、実績は 1999 年 3 月～2013 年 10 月の 115 カ月間 (計画比 183%) を要し、

計画を大幅に上回った。また、本事業のアウトプットは、灌漑施設整備に大幅な減が生じたものの、事業期間は当初計画よりも超過になったといえる。

遅延の主な要因は、コンサルタント選定の遅れ、1999年～2002年の干ばつによるダムの貯水の遅れ、灌漑システム見直しのためのF/Sの実施、およびそれらに伴う契約変更等である。また、2009年11月に貸付は完了したが、その後もチュニジア政府によって灌漑施設の整備事業は継続され、2013年10月に事業が完成した。このため、2013年10月を事業完成日とする。

3.2.3 内部収益率（参考数値）

(1) 財務的内部収益率（FIRR）

FIRRは、本事業の性質に鑑み算定しない。

(2) 経済的内部収益率（EIRR）

審査時の内部収益率（IRR）算定に用いた前提条件にて、再計算を行った結果は以下のとおりである。灌漑施設の整備事業が当初計画とは異なるため、事後評価時の値が審査時の値を下回る結果となった。

	審査時(1999年)	事後評価時(2014年)
EIRR	最大 15.1%、最低 3.1% (全サイトに対して EIRRを算定)	最大 9.3%、最低 0.54% (再計算が可能であった5カ所に対し て、EIRRを算定)

出典：プロジェクト完了報告書（PCR2014）

【計算条件】

- ・費用：建設費、運営維持管理費（家畜の餌代、獣医費用等を含む）
- ・便益：農業生産及び畜産による農家収入（TND）
- ・プロジェクトライフ：20年

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、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は中程度である。

3.3 有効性⁸（レーティング：②）

3.3.1 運用・効果指標

妥当性および効率性の項で述べたとおり、本事業は、各ダムに併設する灌漑施設の整備内容を再検討するためのF/Sを実施し、大幅な設備計画の見直しを行った。しかしながら、F/Sにおいて、審査時に設定した本事業の運用・効果指標の再考は行われず、目標値を変更する対応は取られなかった。このことから、事後評価においては、審査時に設定された目標値と実績との比較を行うこととする。

⁸ 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) 灌漑面積

総灌漑面積

本事業で対象とした全 22 地区における灌漑面積は以下の表 9 のとおりである。本事業全体の目標値とした 2,298.1ha に対して実績が 620.5ha（うち本事業のみの実績 440.5ha）であり、目標を大きく下回った。この理由は、本事業にて計画どおり基幹灌漑施設（パイプライン等）が整備されたのは 3 地区（計画灌漑面積：189.9ha）のみであり、右写真のような固定施設を伴う灌漑面積が大幅に減少したことが挙げられる。しかしながら、残りの 19 地区のうち 7 地区には本事業による可搬式ポンプ等を活用した灌漑が行われている。他の地区においても、民間による重力式パイプラインや政府補助金制度を活用した可搬式ポンプ等の設置が進められている。

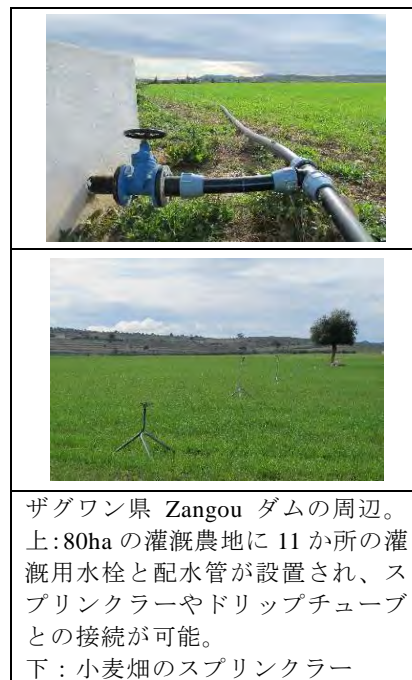


表 9 本事業の灌漑面積

	計画	実績（2014 年）
総灌漑面積 <small>注 1</small>	2,298.1ha	620.5ha （うち本事業による実績：440.5ha） （内訳） 本事業の基幹灌漑施設（固定式ポンプ） ：164.0ha（26%） 本事業の可搬式ポンプ：276.5ha（45%） <u>民間の灌漑施設</u> ：180.0ha（29%） 計：620.5 ha（100%）
うち本事業による末端圃場灌漑施設の面積 <small>注 2</small>	2,270ha	38.5ha

出典： JICA 提供資料

注 1: 「総灌漑面積」の計画値は、灌漑可能面積を指す。一方、実績値は、本事業で建設した小規模ダムを水源として、農業省が公的な灌漑農地として承認した面積である。具体的には、本事業による計 10 か所の灌漑施設・機材（3 か所の基幹灌漑施設、7 か所の可搬式ポンプの導入）、および民間による重力式パイプラインや可搬式ポンプ等による灌漑を農業省/CRDA が承認した公的な灌漑農地の総面積を指す。

注 2: 「本事業による末端圃場灌漑施設の面積」の計画値は、スプリンクラー施設により散水可能な面積を指す。一方、実績値は本事業にて整備した 2 か所のスプリンクラー施設の利用とその散水量を農業省/CRDA が承認した面積を指す。このため、スプリンクラー以外で散水可能な面積や地下水涵養効果による浅井戸による灌漑面積はこれに含まない。

なお、チュニジア農業省によれば、総灌漑面積の実績値は省令に従い政府が承認した公的な灌漑農地を対象とした面積とのことである。農業省が承認する“公式な灌漑農地”とは「灌漑するのに十分な水源があること」を条件とし、政府は公的な灌漑農地で営農活動を行う農民に対しては農業用水を保証する義務があると同時に、農民は営

農活動を行う責任が生じ、これを怠った場合は罰せられる場合もある。但し、本事業で建設した小規模ダムは恒久的な水源ではないため、農民に対しては、恒久的に水源を保証する灌漑農地ではないことを明示した上で、一定期間を灌漑農地として承認する形式としている。

一方で、事後評価時における現地視察によると公式な灌漑農地以外においても、小規模ダムを水源とする灌漑農業（含む地下水涵養効果による浅井戸灌漑）が実施されている。しかしながら、これらの灌漑面積は、年間降雨量に大きく左右されるため、降雨量が多い年の灌漑面積は拡大し、少ない年の灌漑面積は減少する。また、農業省も正確なデータを把握していないため、現状では定量的に分析することはできない。

末端圃場灌漑施設面積

上表 5 のとおり、末端圃場灌漑施設面積は、本事業にて当初計画どおりにスプリンクラー施設を整備した 2 地区において、同施設による水利用とその散水量を農業省/CRDA が承認した面積であるが、目標の 2,298.1ha に対して、実績は 38.5ha であり、目標達成率は非常に低い。この理由は、当初は全灌漑農地にスプリンクラー施設を整備し、同施設による散水可能面積を計画目標値としていたことがあげられる。

現状では、右写真のとおり末端圃場における散水方法は複数存在し、スプリンクラーは主に小麦や大麦の栽培時に使用されるが、野菜や果樹栽培にはドリップチューブが使われている。ドリップチューブは、節水灌漑向け政府補助金の対象でもあるため、本事業の対象地域では多くの農民により利用されていた。一方、ドリップチューブは水量を節減しつつ 1 ha 当たりの単位収量が高くなるため、通常よりも必要灌漑面積の値が小さくなる。しかしながら、ドリップチューブの導入面積を正確に把握するためのデータは入手できなかった。

以上から、「末端圃場灌漑施設面積」は、末端圃場における多様な灌漑機材の導入状況を示す数値ではないため、本事業を評価する指標としては扱わないこととする。

なお、ダム周辺農家の営農状況にかかるデータが整備されていない背景には、県 CRDA の人員や予算等があり、現在の限られた人員体制と予算では多数の小規模ダムにおける営農状況の実態を経年で把握することは難しい状況にある。



(2) 主要作物の作付面積

主要作物の作付面積に対する目標と実績（2014年）は表10のとおりである。毎年の降雨量に左右される各ダムの貯水状況や地下水涵養効果を踏まえた農業を進展させたことで、目標値とした3,165haに対して、実績値は3,098.3haであり、概ね目標を達成したといえる。但し、3.2 効率性の項で述べたとおり、全22カ所中19カ所のダムにおいて、計画どおりに灌漑施設は整備されず、施設の投入は大幅に削減された。このため、作付面積の実績を本事業のみの効果として評価することは難しいと判断する。

なお、事後評価時に認められた各ダム周辺における農業活動は特筆すべき取り組みであるため、以下のBOX1に整理する。

表10 本事業が対象とした22地区における主要作物の作付面積

	計画	実績（2014年）
主要作物の作付面積 ^{注2)}	3,165 ha ^{注1)}	3,098.3 ha ^{注3)}
(内訳)		
硬質小麦		1259.2 ha
軟質小麦		710.7 ha
大麦		352.6 ha
オート麦		408.8 ha
飼料作物（干し草のための大麦）		237.6 ha
ヒヨコマメ		5.0 ha
ソラマメ		19.4 ha
オリーブ		105.0 ha

出典：JICA 提供資料

注1：計画時の目標作付面積は、計画作付率と計画灌漑面積より算出した。

注2：牧畜用の飼料作物の作付面積を含む。

注3：本事業により小規模ダムが整備されたことで貯水池（新たな水源）が創出され、この貯水池を活用して作物の作付が行われている面積を指す。また、灌漑施設による農業の他、地下水涵養効果による農業等の作付面積も含まれる。

BOX1：本事業の対象地域で実行されている特筆すべき農業活動

妥当性の項でも述べたとおり、小規模ダムには表流水の貯留に加えて、地下水涵養の効果もあるため、現地調査における農民やCRDA関係者へのインタビューでは、灌漑施設が未整備の地区においても、ダムの建設前と建設後では、貯水池周辺の農地における水資源は大きく変化し、下流域には小麦（春小麦と冬小麦の二期作可能）や大麦の作付、また上流域にも可搬式ポンプや散水車等を用いてオリーブやアーモンド等の果樹の作付が可能になったとのことである。この農地の変化は、すでに堆砂により貯水がされていないサイトでも見られ、貯水池が存在する（した）ことにより、周辺の農地に大きな影響を与えている。加えて、農業省が特に推奨するオリーブ栽培は、幼木期（1年～5年）は灌漑が必要であるが、6年目以降の若木になると天水のみでも生育が可能となるため、貯水量に応じた灌漑が行われている。

例えば、地下水涵養の効果が強く発現しているダムとしては、下写真（2015.6）に示すスース県のBreckダムが挙げられる。スース県CRDAによれば、Breckダムに貯留さ

れた水の大部分はその下流の地下水、深層地下水の涵養に使用されているとのことである。同ダム管理記録によれば、ワジからダムへの流入量は 60 万から 70 万 m³/年で、その大部分は涵養のために下流のワジへ放流されているとのことである。また、この放流によりダム下流に位置する浅井戸(18 基)の静水位が一般的に 1.5m 上昇し、約 100 件の農家による灌漑利用(1 農家当たり約 35ha)が拡大している。さらに、一部の浅井戸ではダム建設後の塩分濃度の低下(7 g/l → 3.5 g/l)が観察されている。その他、深井戸についても、近年の揚水量の増大にもかかわらず、シディ・アビシュ帯水層に設置された水位計の静水位は他地区に比較して僅かな低下に留まっている。

		
スース県 Breck ダムの地下水涵養効果により水位が上昇した浅井戸。通常は井戸間を 200m 以上離すが、本地域は 50m。	Breck ダム、浅井戸の揚水用ポンプ室(電源は送電線)。ダム建設前から井戸を保有している世帯のみ電化を許可。	Breck ダム、浅井戸を水源とする点滴灌漑。オリーブの樹間に野菜栽培を行うことで、節水効果と収穫物の多様化が可能

(3) 主要作物の年間生産高

主要作物の年間生産高に対する目標と実績は以下の表 11 のとおりである。計画の 5,250 トンに対して実績は 3,098 トンであり、達成率は 59%である。また、以下のインパクトの項で述べる年間農業収入は、計画の 4,800 千 TND に対して 3,900 千 TND であり、達成率は 81%である。この背景には野菜やオリーブは穀物より販売価格が高いことがあげられる。但し、前項の(2)と同様に、灌漑施設の投入は当初計画から大幅に削減されているため、生産高の実績を本事業のみの効果として評価することは難しいと判断する。

表 11 本事業が対象とした 22 地区における主要作物の年間生産高

(単位：トン)

	計画 (2005 年、完工から 1 年目)	実績 (2014 年)
主要作物の年間生産高 ^{注 1)}	5,250	3,098

出典：PCR2014

注 1：牧畜用の飼料作物の年間生産高を含む。

3.3.2 定性的効果

計画時、本事業の定性的効果として対象地域の農業生産増、およびその安定的な生産への寄与が設定され、3.3.1 で述べたとおりに一定程度の効果は認められる。しかし

ながら、当初計画どおりには灌漑施設が整備されていないため、本事業のみの効果として明確に判断することは難しい。加えて、小規模ダムは寿命は20年～30年とされ、また本事業による小規模ダムの灌漑利用は各ダムの堆砂進度により今後5～10年間程度と推測されているため、将来的に安定した農業生産を農民に約束するものでなく、期間限定の効果といえる。

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

(1) 年間農業収入

年間農業収入に対する目標と実績は以下の表12のとおりである。計画の4,800千TNDに対して実績は3,900千TNDであり、達成率は81%である。シリアナ県の農民に対するインタビューでは、小規模ダムの建設前は常に水源の問題を抱えており、農業だけでなく、家畜の飲用水のために30km近く移動する必要があったとのことである。また、井戸掘削を何度か試みたが失敗したとのことである。貯水池が完成した後は周辺農地の水問題は改善し、販売単価の高い果樹栽培を行う農家が増加し、生活は大きく変化したとのことである。

現在、農業省および県CRDAは小麦や大麦等の穀物から付加価値の高い野菜・果物栽培や果樹栽培（オリーブ、アーモンド等）への転作を推奨していることも、農業収入の増加につながっている。特に、オリーブ栽培は、前述のとおり6年目以降の若木は天水のみでも生育が可能となるため、農業省は将来的にダムが堆砂することを踏まえて、特にオリーブ栽培には力を入れて取り組んでいるとのことである。但し、今後のダム貯水量の減少を踏まえて、節水灌漑技術の導入支援や代替水源の整備等により農業収入の安定化が図れるよう、農民への普及支援対策を強化していく必要がある。

表12 本事業の年間農業収入

(単位：千TND)

	計画 (2010年)	実績 (2014年)
年間農業収入	4,800	3,900

出典：PCR2014

また、本事業にかかる受益者調査⁹の結果によると、表13のとおり、小規模ダム建設後に農業や畜産による収入が増えたと回答する世帯は57%である。収入に関する設問は農民の本音を聞き取ることが難しいが、減っているとの回答が6%に留まっており、概ね期待どおりのインパクトは出ているものと判断される。

⁹ 現地コンサルタントを活用し、シリアナ、ザクワン、ベジャ、スースにおいて受益者調査を実施した。100世帯の質問票回収を目標したが、北部における洪水等の影響により、訪問可能な受益世帯は74世帯に留まった。

表 13 小規模ダム建設後における農業や畜産による収入の増減

項目	人数	割合
1. 増えている	42 ¹⁾	57%
2. 変わらない	20	27%
3. 減っている	6	8%
4. 分からない	6	8%
合計	74	100%

出典：受益者調査

注 1) 「1.増えている」と回答した 42 世帯に、「何倍になったか?」と質問したところ、約 1.5 倍が 62%、約 2 倍が 19%、3 倍以上が 19%であった。

(2) 家畜の年間飼育頭数および年間食肉生産量

本事業にて整備された小規模ダムを水源とする飼料作物（干し草のための大麦等）の作付面積の拡大は、家畜の飼育頭数の増加に影響を与えている。受益者調査の結果によると、以下の表 14 のとおり、家畜の飼育頭数が増えたと回答する世帯は 46%である。やや低めの数値であるが、少なからずプラスのインパクトは出ているものと判断される。

表 14 小規模ダム建設後における家畜の飼育頭数の変化

項目	人数	割合
1. 増加した	34	46%
2. どちらともいえない	30	41%
3. 減少した	4	5%
4. わからない	6	8%
合計	74	100%

出典：受益者調査

家畜の年間飼養頭数と年間食肉生産量に関するデータは以下の表 15、16 のとおりである。本事業に限定したデータを入手することは困難であるが、対象 7 県のデータによれば、牛は全国の 53%、羊は全国の 40%、山羊は全国の 29%を飼育しており、本事業の対象地域はチュニジア国内の食肉生産を支える重要な拠点といえる。また、家畜の年間食肉生産量は、表 17 のとおり、全国単位ではあるが、2004 年に比較して 2012 年は増産されている。

表 15 本事業の対象 7 県および全国における家畜の年間飼養頭数(2010 年)

(単位：1000 頭数)

県	牛		羊		山羊	
ナブール	64	(10%)	250	(3%)	35	(3%)
ベジャ	92	(14%)	447	(6%)	58	(5%)
ジェンドウーバ	97	(14%)	216	(3%)	63	(5%)
ケフ	27	(4%)	597	(8%)	40	(3%)
シリアナ	40	(6%)	684	(9%)	128	(10%)
ザグワン	27	(4%)	387	(5%)	44	(3%)
スース	11	(2%)	286	(4%)	12	(1%)
小計	358	(53%)	2,867	(40%)	380	(29%)
全国	671	(100%)	7,234	(100%)	1,296	(100%)

出典：2010 年度農業統計、2012 年 2 月

表 16 全国における家畜の年間飼育頭数

(単位：1000 頭数)

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2012
牛	753	679	657	686	703	710	*	679	671	654
羊	6833	6613	6949	7213	7484	7618	*	7361	7234	6802
山羊	1449	1379	1411	1426	1497	1551	*	1455	1296	1273

出典：統計年鑑 2008-2012、2013 年版

*:干ばつ年のためデータが欠損

表 17 全国における家畜の年間食肉生産量

(単位：トン)

	基準(2004 年)	実績(2012 年)
牛	89.8	105.2
羊	100.4	106.0
山羊	19.5	21.4
家禽	142.5	170.7
その他	52.1	94.4

出典：統計年鑑 2008-2012、2013 年版

(3) 洪水対策及び土壌浸食防止、下流部の大中規模ダムの土砂流入量の軽減

本事業で整備された小規模ダムの周辺には、ダム周辺の土壌浸食防止のために植林事業が実施されている。下表 18 のとおり、チュニジア側の対策強化を受けて、計画の 3,080ha に対して 6,154ha の植林事業が実施されている。CRDA および農民によると、これら植林事業は、下流域の農地や施設の保護および地下水涵養に役立っているとのことである。

表 18 本事業におけるダム周辺の植林事業

	計画	実績 (2014 年)
植林事業	3,080ha	6,154ha

出典：JICA 提供資料

また、本事業の小規模ダムは、雨季における氾濫水をとどめ、氾濫水が運ぶ堆積物の大半を貯水池に留め置くことで、下流域の構造物や住居の洪水対策および農地の土壌浸食防止に役立つことが想定された。2014年に実施されたSAPS調査結果によると、ダムの貯水容量は計画時には2,119千 m^3 であったが、堆砂の影響により1,319千 m^3 （計画時の62.3%）にまで減少しており、この計画時と貯水容量の差である約8,000千 m^3 が、この間に貯水池に堆砂した土砂量である。また、この堆砂量はほぼ当初計画どおりであることから、本事業の小規模ダムは期待どおりに土壌浸食防止等の効果を発揮しているものと考えられる。なお、これらの効果は大規模ダムの堆砂防止と長寿命化にも貢献しているものと考えられる。

3.4.2 その他、正負のインパクト

(1) 自然環境へのインパクト

本事業の実施により、自然環境へのマイナスのインパクトは想定されておらず、環境面へのプラスのインパクトとして、堆砂防止やダム周辺の緑化等が期待されていた。農業省によると、本事業の実施により、自然環境へのマイナスのインパクトは発生していないとのことである。また、プラスのインパクトとして、一部ダムは、下流域への流砂防止、および下流域の構造物や住居を洪水から保護する効果が見られるとのことである。

(2) 住民移転・用地取得

農業省によると、住民移転は行われていない。また、対象用地の多くは公有地であるが、私有地の用地取得についても法律に定められた取得手続きに基づき実施され、土地を収用された地主に対しても法律に基づき補償を実施したとのことである。

(3) ジェンダーへのインパクト

本事業の小規模ダム周辺の農地に、女性の労働軽減につながる点滴灌漑の導入が進んでいることがあげられる。FAOの調査(2014)によると、点滴灌漑は、一般的な灌漑開発に必要な畦作りや畝立ての作業がなくなるため、農作業が軽減されるとのデータ結果を発表している。女性農民へのインタビューにおいても、小規模ダムの建設前は散水車による灌漑であったため、畑の畦作りや畝立ては重労働であったとのことである。また、オリーブ等の果樹についても水を節約するために幹の周辺を耕した上で円形に畝立てする必要があった。本事業の小規模ダムを水源とする点滴灌漑の普及拡大は、対象地域の女性農民の労働軽減につながるプラスのインパクトであるといえる。負のインパクトについては、特に確認されていない。

以上、本事業は、比較的雨量が多いチュニジア北西、中部の山間地に小規模ダムおよび灌漑施設を計22カ所に建設する計画であった。しかしながら、1999年から2002年に大規模な干ばつが発生したため、完成したダムに貯水されない状況が続いた。このため、3カ所のダムには計画どおりに灌漑施設を併設したが、残りは可搬式ポンプ等の灌漑機材の導入とした。

この他、民間投資による灌漑施設整備も進められた。この結果、有効性の指標とした灌漑面積は、計画の 2,298.1ha に対して実績は 620.5ha に留まった。

一方で、主要作物の作付面積や生産高等の定量的指標については、毎年の降雨量に左右される各ダムの貯水状況や地下水涵養効果を踏まえた農業を進展させたことで、計画の 3,165ha に対して実績が 3,098.3ha であり、概ね目標を達成している。但し、全 22 カ所中 19 カ所のダムにおいて、灌漑施設が当初計画どおり整備されていないため、この作付面積の実績値を本事業のみの効果として評価することは難しい。また、本事業の定性的効果として対象地域の農業生産増、およびその安定的な生産への寄与が設定され、一定程度の効果は認められるものの、計画された灌漑施設の多くが未整備であるために本事業の効果として明確に判断することは難しい。加えて、小規模ダムの寿命は 20 年～30 年とされ、また本事業による小規模ダムの灌漑利用は各ダムの堆砂進度により今後 5～10 年間程度と推測されているため、農業生産増への寄与は安定的でなく、期間限定であるといえる。

インパクトにかかり、本事業による効果であるか否かの特定は困難であるものの対象地域の農家の年間農業収入は概ね目標を達成している。家畜の年間食肉生産量は審査時からの増産が認められる。また、ダム周辺には、土壌浸食防止のための植林事業が実施され、計画達成率は 200% (6,154ha) である。さらに、小規模ダムは、雨季の氾濫水に対する貯留効果、農地の土壌浸食防止および大規模ダムの堆砂防止・長寿命化にも貢献しているものと考えられる。

以上より、本事業の実施により一定の効果の発現が見られ、有効性・インパクトは中程度である。

3.5 持続性（レーティング：②）

3.5.1 運営・維持管理の体制

小規模ダムの運営・維持管理は、当初計画どおりに、農業省ダム・大規模水利土木総局(DG/BGTH)の技術支援のもと、各県のCRDAが担当しており、現状では大きな問題は生じていない。しかしながら、各県のCRDAには小規模ダムや丘池の運営・維持管理を専門に対応する部門や人員が予算等の不足から配置されていないため、SAPS 報告書（2014 年）における指摘事項¹⁰のとおり維持管理の対応が難しい状況が時々発生している。チュニジア政府は今後も小規模ダム建設を継続する方針を示しており、既存ダムと新設ダムの維持管理に加えて、堆砂により利水機能を失ったダムの安全性を確保するための長期間の対応が求められる。本事業の効果とダム施設の安全性を持続させるには、各県における体制面の強化が重要である。

一方で、2014 年 9 月 17 日付け農業省の省令（Décret n° 2014-3486）によると、「第

¹⁰ SAPS 報告書（2014 年）において「堤体本体法面の浸食、ダム天端での亀裂、洪水吐水路での法面崩落などについては、例え貯水池が堆砂により埋められたとしても、堤体に安定性を確保することが重要なため、予算を確保し維持補修することが必要である」との指摘がされている。

2次水資源開発10年戦略内における丘ダム(小規模ダム)建設事業のための目標部門」を農業省 DG/BGTH 内に設立することが明記されている。さらに、新政府の発足を受けて、2015年6月より農業省の体制が更新され、当該部門の機能化を含めた新たな組織体制が稼働し始めており、中央レベルにおける小規模ダム事業にかかる体制は今後強化されていくことが期待される。但し、小規模ダムに付随する灌漑施設整備を監督する農業省農業土木・水運用総局(DG/GREE)とDG/BGTHとの連携については本省令に明示されていない。また、現状ではDG/BGTHによる小規模ダムの建設計画策定に、DG/GREEは参加しておらず、事前に計画内容が共有されていない。このため、DG/GREEによる灌漑施設整備計画の策定は、小規模ダム完成後の対応となり、ダム周辺の農民に対する灌漑農業支援を開始するまでに時間を要する原因となっている。小規模ダムの寿命は20年~30年とされ、この限られた期間に農民が灌漑農業を展開するためにも、DG/BGTHとDG/GREEが連携して小規模ダム建設事業に取り組むことが重要である。

灌漑施設・機材の運営・維持管理は、DG/GREEの技術支援のもと、CRDAと暫定農民組織が現在担当している。チュニジアの農民組織には農業開発組合(GDA)と呼ばれる政府公認の組織があるが、その役割範囲や規程に不明瞭な部分があるため、チュニジア農業省はGDAとは異なる新たな組織を構築し、施設・機材の運営・維持管理を含む農民組織の役割分担を明確化するための準備を進めているとのことである。このため、CRDAは移行期間の措置として暫定農民組織の結成を支援し、この組織とCRDAが機材供与や維持管理に関する契約を交わしている。

また、農業省やCRDAからは、設備・国土整備・持続的開発省が管理するダム周辺の農地の地籍について不明瞭な部分があるため、ダム周辺の農地を今後も拡大し、農民が安心して農業を営んでいく環境を整備するためにも地籍制度の改善が必要であるとの意見が出された。

以上、小規模ダムと灌漑施設の機能を今後も持続させるには、中央レベルにおいてはDG/BGTHとDG/GREEとの連携、各県においては体制面の強化が必要である。また、灌漑農地の開発を進展させるには制度面の強化が必要である。

3.5.2 運営・維持管理の技術

農業省によると、小規模ダムのプロジェクトユニット(PIU)が、DG/BGTHの任命を受けて、ダム施設のモニタリングを継続している。PIUは、ユニット長が管理し、その下に工事に係る調査・モニタリング部門と5つの業務(地質調査、土壌技術、土木工事、財政管理、収用)を担当する部門の2部門を設けている。担当する人員は専門技術を学んだ技術者であり、その能力は問題ないとのことである。

DG/BGTH、DG/GREE、CRDAによると、1990年以降、数多くの小規模ダムと丘池

を整備してきたため、組織内の各技術者に運営・維持管理にかかる技術が蓄積されているとのことである。また、各 CRDA には小規模ダムの運営・維持管理にかかる有用事例が蓄積されており、例えばスース県の CRDA は、堆砂を防ぐための排水および洪水時に迅速な対応を行うための農道整備等を実施している。今年度は碎石場の捨て石を活用したダム堤体の護岸工事を実施する予定であり、現場技術者により様々な工夫が行われている。このため、現時点では大きな問題点は見受けられない。

一方で、各 CRDA に蓄積されている小規模ダムの維持管理にかかる経験は十分には共有されておらず、堆砂が進むダムへの対応策あるいは堆砂後の安全対策等は小規模ダム維持管理ガイドラインには示されていない。2001 年に策定、2008 年に改訂された同ガイドラインには日常点検やモニタリングの方法は網羅されているものの、現場の技術者が長年にわたり蓄積してきた技術や突発的な事象への対応等の教訓は体系的に纏められていない。また、全国に 200 カ所以上存在する小規模ダムの運営・維持管理状況および農業等への利用状況等を確認する評価調査等もこれまで実施されていない。小規模ダムの効果を高めるためにも、これまでの技術的対応やモニタリング結果の分析をガイドラインに反映させていくことが必要であると判断される。さらに、近年の気候変動を踏まえた維持管理面の対策の強化も求められている。ダム施設の現状と維持管理に関する有用事例等を分析の上で、ガイドラインを更新し、各 CRDA に共有していくことが重要である。

以上、小規模ダムの維持管理に関して現時点では技術面の問題点は見受けられないが、これまでに蓄積されてきた技術や突発的な事象等への対応等を踏まえた組織の体系だった技術ガイドラインの更新は技術面での持続性を担保するために今後必要である。

3.5.3 運営・維持管理の財務

下表 19 は農業省の予算推移であり、革命後も革命前と同レベルの予算が配分されている。表 20 は DG/BGTH が保有する小規模ダム事業にかかる予算であり、2013 年の 326,938 千 TND に対して、2014 年は 521,565 千 TND と増額され、農業省によれば必要予算は確保されているとの認識である。また、予算執行データは入手できていないものの、予算不足から施設の維持管理や人員配置等に問題が生じている状況は現地調査では確認されていない。この他、3.5.1 で述べた 2014 年 9 月 17 日付け省令にかかり、2015 年度と 2016 年度の活動予算も DG/BGTH に配分されており、事後評価時においてはすでに新体制に基づく活動が開始されていた。

表 19 農業省の予算推移

(単位：百万 TND)

2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
2 168	5 219	1,451	979	1,820	1,435	5,880	2,121	895	2,935

出典：農業省提供資料

表 20 2013 年と 2014 年の執行状況

	2013 年	2014 年
小規模ダム事業にかかる 予算	326,938,447 TND	521,565,287 TND

出典：農業省提供資料

また、農民に対する財務的支援として、節水灌漑施設（ドリップ灌漑施設等）を設置する場合に 60%の政府補償が行われている。節水灌漑施設以外の灌漑施設（スプリンクラー、モーターポンプ等）に対しても、25%の政府補償を行うなど、新政府も農民に対する支援は継続している。

一方で、各県の CRDA が支出してきた運営・維持管理費の実績は 1,245,280 TND であり、年間予算は計 303,780 TND（小規模ダム：114,000 TND、灌漑システム：107,280 TND、ポンプ：82,500 TND）である。CRDA によると、CRDA の予算収入において農民からの水利費が重要であるが、政府に対する農民の不信感が革命後に顕著となり、水利費の徴収率が下がっているとのことである。農民への技術支援等を通じて、水利費の徴収率を高めていく対策が必要である。また、3.5.1 で述べたとおり、小規模ダムや丘池の運営・維持管理に専門に対応するための人員・運営予算は確保できておらず、予算面の強化も必要である。

以上、農業省全体の予算には問題点は特に見られないが、各県 CRDA においては収入面の強化と体制強化のための予算増が必要である。

3.5.4 運営・維持管理の状況

事後評価時に、ザグワン県、シリアナ県、ベジャ県、およびスース県の対象サイトを訪問し、CRDA 担当者との意見交換を行った。CRDA は、対象サイトの農民に対する支援を継続しており、小規模ダムの灌漑能力や対象サイトの土壌条件等に応じてモーターポンプや導水管の供与、年間アクションプランの策定支援等を行っている。小規模ダムに対する定期的な点検やモニタリングについても、ガイドラインに従って概ね良好に運営・維持管理は実施されているといえる。

農民による灌漑施設の運営維持管理は、2011 年の革命時の混乱を除けば、概ね良好に実施されている。節水灌漑施設やその他灌漑施設を効果的に使うには、供与された

ポンプやパイプラインの維持管理は重要であり、農民間でルールを決めて大切に使われている。なお、CRDA は農民が購入した機材が十分に効果を発揮するよう、機材選定や技術的な支援を行っており、運営維持管理の促進材料となっている。

本事業のダム設計時の貯水量は 21,185 千 m³ であったが、2014 年時点での推定貯水量は 13,188 千 m³ であり、この間に約 8,000 千 m³ の土砂がダム貯水池に堆砂したことになる。本事業全体では堆砂の進度はほぼ想定どおりであるが、各ダムが置かれている地理的条件や気象条件等によっては、進行が早まる可能性もある。現在の気候変動を踏まえると、将来予測を確実に行うことは難しいが、多くのダムでは今後 5～10 年間は灌漑への利用が可能である。このため、各県 CRDA における体制・制度面の強化、ガイドラインの更新および予算拡充への対応を通じて、本事業による持続性を高めていくことが重要である。

以上より、本事業の維持管理は体制、技術、財務状況に軽度な問題があり、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、比較的雨量が多いチュニジア北中部に小規模ダムおよび灌漑施設を建設することで農業生産性の向上を図るとともに、家畜の飼育頭数の増加や農家所得の向上、ひいては水資源の保全や土壌浸食防止等に寄与することを目的とした。

チュニジアは、2011 年のジャスミン革命から約 4 年間にわたる民主化移行プロセスを完了し、2015 年 2 月に新政府を発足させ、現在国家 5 カ年計画を策定中である。また、チュニジアの重要セクターに位置づけられる水資源開発については、農業省が第 2 次水資源開発 10 年戦略（2012-2022）を作成し、暫定政権の下で同戦略に基づき事業を継続してきた。同戦略は新政府に引き継がれ、灌漑による農業生産性の向上および農地の土壌浸食防止等の開発ニーズに応えるために、今後も小規模ダムを建設する方針が示されている。加えて、本事業は、審査時における日本の援助方針とも整合している。これらから、妥当性は高い。

本事業は、7 県 22 か所に小規模ダムおよび灌漑施設の両方を建設する計画であった。しかしながら、1999 年から 2002 年に大規模な干ばつが発生したため、それまでに完成したダムに恒常的な灌漑施設の運営に必要な水量が貯水されない状況が続いた。このため、灌漑施設の整備内容を再検討するための F/S が実施された。本 F/S の結果、当初計画どおりに灌漑施設を整備するダムは 3 か所とし、その他ダムは可搬式ポンプ等の灌漑機材の導入に変更することが妥当であると判断された。また、本 F/S では、民間投資や住民の自助努力等により灌漑農業が拡大していることも確認された。しかしながら、本 F/S において、本事業の運用・効果指標を見直し、目標値を変更する対応は取られなかった。このことから、有効性の指標

とした総灌漑面積は、計画目標値の 2,298.1ha に対して実績は 620.5ha であり、達成率は 27% に留まった。

一方で、主要作物の作付面積や生産高等の定量的指標については、毎年の降雨量に左右される各ダムの貯水状況や地下水涵養効果を踏まえた農業を進展させたことで、概ね目標を達成している。但し、全 22 カ所中 19 カ所のダムにおいて、当初計画された灌漑施設が整備されていないため、本事業のみの効果として評価することは難しい。また、本事業の定性的効果として対象地域の農業生産増、およびその安定的な生産への寄与が設定され、一定程度の効果は認められるが、計画された灌漑施設の多くが未整備であるために本事業の効果として明確に判断することは難しい。加えて、小規模ダムの寿命は 20 年～30 年とされ、また本事業による小規模ダムの灌漑利用は各ダムの堆砂進度により今後 5～10 年間程度と推測されているため、農業生産増への寄与は安定的とはいえず、期間限定になると想定される。

インパクトにかかり、本事業による効果であるか否かの特定は困難であるものの農家の年間農業収入は概ね目標を達成し、家畜の年間食肉生産量は審査時からの増産が認められる。また、ダム周辺には、土壌浸食防止のための植林事業が実施され、計画達成率は 200% (6,154ha) である。さらに、小規模ダムは、雨季の氾濫水に対する貯留効果、農地の土壌浸食防止および大規模ダムの堆砂防止・長寿命化にも貢献しているものと考えられる。

以上を総合的に判断して、有効性・インパクトは中程度である。

事業費は計画内に収まったものの、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は中程度である。本事業の運営・維持管理について、各貯水池の堆砂の進行速度はほぼ想定どおりであるが、各県における小規模ダムの維持管理体制・制度面の強化、これまでに蓄積されてきた技術や突発的な事象等への対応等を踏まえた技術ガイドラインの更新および予算拡充への対応は必要である。このため、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

以上より、本事業は一部課題があると評価される。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

- ・ 小規模ダムの維持管理ガイドラインは策定されているが、これまでに現場で蓄積されてきたダムの運営維持管理にかかる技術、および最近の干ばつや洪水等の気候変動対策等を本ガイドラインに盛り込むことを提案する。その際、SAPS 報告書（2014 年）にて指摘された小規模ダムの維持管理にかかる技術的な提言への対応策を含める必要がある。また、これまでに建設してきた約 200 カ所の小規模ダムの運営・維持管理状況、安全性および利用状況等を客観的に評価分析し、今後の水資源開発計画に反映していくことが重要である。
- ・ CRDA には小規模ダムや丘池を専門に対応する部門や人員が配置されていない。農業省は小規模ダムの関連施設のための運営維持管理、および農民への灌漑技術と効率的な水利用にかかる指導を担当する部署を CRDA に設置し、必要な物的・

人的手段を整備していくことを提案する。

- ・ 小規模ダムの建設後における灌漑農業を促進するには、DG/BGTH と DG/GREE との連携の強化および運営体制の明解化を図ることを提案する。具体的には、ダム建設の計画段階から DG/BGTH と DG/GREE との意見交換を密に行い、DG/BGTH がダム建設を完成させた後には、DG/GREE による灌漑施設・機材の整備や農民に対する営農活動支援を速やかに展開できる体制を整えることが重要である。
- ・ 小規模ダム周辺の農地における灌漑農業開発を進展させ、農民の年間農業収入をさらに向上させるために、DG/GREE と CRDA が農民組織の改善を急ぐことを提案する。また、DG/GREE と CRDA が懸念する不明瞭な農地の地籍を設備・国土整備・持続的開発省と協力の上で明確にし、灌漑農地をさらに拡大するための対策を講じていくことを提案する。

4.2.2 JICA への提言

本事業で整備された小規模ダムの運営・維持管理状況、および農民による活用状況について、農業省と協力の上、ダム施設が持続的かつ安全に維持管理されるであろう道筋が見えるまでは、モニタリングを継続する必要があると考える。

4.3 教訓

水源開発と農家に対する灌漑技術普及の両立

本事業は、小規模ダム建設と同時に一定の灌漑面積を想定した灌漑システムを全対象サイトに整備する計画であった。しかしながら、干ばつの影響により灌漑システムが適切に機能せず、周辺農民に不利益を及ぼす可能性があると判断され、大部分のサイトで当該システムの整備は実施しない決断を行った。

一方で、食糧安全保障の観点から、半乾燥地域を有する国の灌漑に対するニーズは高まり、特に節水灌漑技術の導入による灌漑農業の拡大には力が入れている。

このため、チュニジア北部・中央部において灌漑農業支援を実施するにあたっては、最終受益者である農民に無駄な投資をさせないよう気候変動の影響をこれまで以上に考慮した上で、ハードとソフトの両面から灌漑計画を立案する必要がある。特に、農家への効率的な灌漑技術（節水灌漑等）の普及を支援することは、限られた水資源の活用にもつながり有用である。

小規模ダム施設の経年変化に応じた維持管理人材の育成

農業省の関係機関からは、各県の CRDA には小規模ダムや丘池を専門に対応する部門や人員が配置されていないことにより、迅速な対応が難しい状況が時々発生しているため、小規模ダムの維持管理に特化した部署を CRDA 内に設置すべきとの意見を受けた。この背景には、ダムの維持管理は、ダムの建設時

からダムが寿命を終えるまでの各段階に応じて専門人材が必要であり、長期間の対応と技術の蓄積が各 CRDA に求められることがある。このため、類似業務の事業形成にあたっては、短期的な維持管理体制のみならず、長期的な視点から施設の維持管理に必要な部署の整備等の必要性について検討することが重要である。

以上

主要計画／実績比較

項目	計画	実績
①アウトプット	1)小規模ダム建設 7県22地区 2)流域管理 植林事業：3,080ha 3)灌漑施設 基幹灌漑施設：22地区 (内訳) ・ポンプ場の併設あり：17地区 ・ポンプ場の併設なし：5地区 可搬式ポンプ施設：4地区29台 末端灌漑施設：22地区 4)用地取得等 22地区 5)測量試験 1セット 6)維持管理ロジスティック、維持管理機材 1セット 7)コンサルティング・サービス 1セット (事業全体の管理、土木工事施工管理、組織強化(普及サービス、農民組織))	1)小規模ダム建設 計画どおり 2)流域管理 植林事業：6,165 ha 3)灌漑施設 基幹灌漑施設：3地区 (内訳) ・ポンプ場の併設あり：1地区 ・ポンプ場の併設なし：2地区 可搬式ポンプ施設：7地区24台 末端灌漑施設：2地区 4)用地取得等 計画どおり 5)測量試験 計画どおり 6)維持管理ロジスティック、維持管理機材 なし 7)コンサルティング・サービス 1セット (6県を対象とした灌漑施設建設に関するフィージビリティ・スタディ)
②期間	1999年3月～ 2004年6月 (63ヶ月)	1999年3月～ 2013年10月 (115ヶ月)
③事業費	外貨 2,840百万円 内貨 6,769百万円 (58,340千 TND) 合計 9,609百万円 うち円借款分 8,184百万円 換算レート 1TND=116円 (1998年7月時点)	3,617百万円 1,488百万円 (18,898千 TND) 5,105百万円 0百万円 1TND=78.7円 (2000年1月～ 2013年10月平均)

以上

エジプト

カイロ・アレキサンドリア送電網事業

外部評価者：佐野総合企画株式会社 十津川 淳

0. 要旨

本事業は、シディクリル発電所（アレキサンドリア地域）およびカイロ 500 変電所（カイロ地域）間の 500kV 送電線の敷設およびシディクリル変電所を新設することにより、アレキサンドリア、デルタ及びカイロ地域といった最大の電力需要地に対し効率的で信頼性の高い送電を行ない、もって近隣諸国との連系（国際連携送電網）の強化に寄与することを目的としていた。本目的は、審査時、事後評価時のエジプトの開発政策や開発ニーズ、審査時の日本の援助政策に合致しており、妥当性は高い。

効率性については、事業期間は、土地収用や鉄塔設置場所にかかる承認に時間を要し、当初計画を大幅に上回り、事業費は、原材料や人件費の高騰によって計画を上回った。そのため、本事業の効率性は低い。

有効性については、本事業の完工以降、大容量の 500kV 送電線は着実に稼働し、且つ年間事故停電率は極めて短時間に留められている。220kV 送電線の過負荷状況のみ目標値を達していないものの、仮に本事業が実施されなければ、現在の対象地域の 220kV 送電は更に深刻な状況（電線や変圧器およびその他電力関連機材の早期劣化、最悪ケースでは破損）に陥っていた可能性は高く、本事業の実施によって状況が緩和されたことは明らかである。インパクトについては、本事業対象地域内での工業地域の拡大が進行している現状から、本事業の実施によって地域の産業振興を下支えしている効果があるものと推測できる。総じて、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。

持続性については、本事業によって敷設された送電網および変電所を運営・維持管理する組織体制は整備されている。体制面、技術面および財務面ともに問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

1. 事業の概要



事業位置図



500kV 送電網 (アレキサンドリア近郊)

1.1 事業の背景

エジプト国内の電力需要量は 1990 年代半ばから毎年 5～7% の高い伸びを示しており、今後も更に伸びることが予測されていた。そのため、エジプトでは国内の発電施設の増強ならびに送電網の整備を進めることが求められていた。

同国の基幹送電線は 500kV、220kV、132kV 送電網により構成されていたが、最大容量の 500kV 送電網は首都カイロからエジプト南部のアスワンハイダムまで延びる南北の送電網と、カイロからヨルダン国境に近いタバまでの東西に延びる送電網の 2 系統のみであり、カイロから国内第二の都市であるアレキサンドリア間には 500kV 送電網が設けられていなかった。そのため、同区間を結ぶ 220kV 送電網は常時過負荷状況が続いており、安定的な送電を継続的に実現させるための懸念事項となっていた。

加えて、カイロの電力需要に応えるためにカイロ-アレキサンドリア間に位置するヌバリア発電所の建設が進められていたが、220kV 送電網のみでは新たに増加する発電量を、カイロまで効率的に送電することは事実上不可能と考えられており、一刻も早い 500kV 送電網の敷設が求められる状況にあった。

1.2 事業概要

シディクリル発電所（アレキサンドリア地域）およびカイロ 500 変電所（カイロ地域）間の 500kV 送電線の敷設およびシディクリル変電所を新設することにより、アレキサンドリア、デルタ及びカイロ地域といった最大の電力需要地に対し効率的で信頼性の高い送電を行ない、もって近隣諸国との連系（国際連携送電網）の強化に寄与する。

円借款承諾額／実行額	5,001 百万円 / 4,991 百万円																		
交換公文締結／借款契約調印	2003 年 6 月 / 2003 年 7 月																		
借款契約条件	<table> <tr> <td>(本体) 金利</td> <td>1.8%</td> </tr> <tr> <td>返済</td> <td>20 年</td> </tr> <tr> <td>(うち据置</td> <td>6 年)</td> </tr> <tr> <td>調達条件</td> <td>一般アンタイト</td> </tr> <tr> <td>(コンサルティングサービ</td> <td>1.8%</td> </tr> <tr> <td>ス) 金利</td> <td></td> </tr> <tr> <td>返済</td> <td>20 年</td> </tr> <tr> <td>(うち据置</td> <td>6 年)</td> </tr> <tr> <td>調達条件</td> <td>一般アンタイト</td> </tr> </table>	(本体) 金利	1.8%	返済	20 年	(うち据置	6 年)	調達条件	一般アンタイト	(コンサルティングサービ	1.8%	ス) 金利		返済	20 年	(うち据置	6 年)	調達条件	一般アンタイト
(本体) 金利	1.8%																		
返済	20 年																		
(うち据置	6 年)																		
調達条件	一般アンタイト																		
(コンサルティングサービ	1.8%																		
ス) 金利																			
返済	20 年																		
(うち据置	6 年)																		
調達条件	一般アンタイト																		
借入人／実施機関	エジプト電力公社／エジプト送電会社・西デルタ発電会社																		
貸付完了	2011 年 10 月																		
本体契約	・住友商事（日本）/株式会社フジクラ（日本）/Siemens Ltd.（エジプト）/Siemens AG（ドイツ）(JV)																		
コンサルタント契約	・Pgesco Power Generation Engineering and Services Company（エジプト）/東電設計（日本）(JV)																		
関連調査（フィージビリティ・スタディ：F/S）等	・フィージビリティスタディ（1999 年）																		
関連事業	-																		

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

十津川 淳 (佐野総合企画株式会社)

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：2014年10月～2015年11月

現地調査：2015年1月4日～1月16日、2015年6月3日～6月12日

3. 評価結果 (レーティング：B¹)

3.1 妥当性 (レーティング：③²)

3.1.1 開発政策との整合性

審査時、エジプト国家開発計画 (2002年～2006年) では、国内の急増する電力需要に対応するために発電、送電および配電の効率性を高めることを謳っていた。具体的には、既存の配電システムの取り換え、強化および送電システムの給電指令所の建設を通じ、送配電システムを効率的に運用することを掲げ、送配電ロスを13.7%から12.5%に低下させることを目標として挙げていた。また、今後の10年間に亘って、国内の電力需要は毎年5～7%の割合で増加することが予測されていたため、発電所の建設を進める一方で、送電システムの拡充も合わせて重要な課題として掲げていた。

事後評価時点において、エジプト国における次期国家開発計画は策定されていないが、より長期計画としての「経済社会開発計画戦略フレームワーク (2022年まで)」(Strategic Framework for Economic and Social Development Plan Until Year 2022) が策定されている³。同戦略では、エジプトの持続的な経済発展を視野に、電力エネルギーの効率的な生産、消費を進めることが重要であることを強調している。これには「エネルギー利用の効率化」を念頭に、効果的・効率的な送電網インフラの整備を進めることも含まれている。

以上から、本事業で支援する送電網の整備はエジプト国の審査時の開発政策に整合しており、事後評価時においても重要な政策課題のひとつに位置付けられる。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

審査時、カイロ、デルタ、アレキサンドリアの各地域では毎年6～7%の高い電力需要の伸び率が見込まれていたため、アレキサンドリア地域ではシディクリル発電所が建設され、更にデルタ地域でもヌバリア発電所の建設が進められていた。

しかしながら、既存の220kV送電網は当時から既に容量不足に陥っており、これらの新

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」

³ 一般に対する意見聴取/公開中 (2015年6月)

設発電所が稼働し始めた際には、その電力を安定的に送電することが困難になることが予測されていた。そのためカイロやアレキサンドリアの大消費地に対する、効率的かつ安定した電力供給を確保するためには、早急に送電網を増強することが求められていた。

事後評価時点では、電力エネルギー省、エジプト電力公社（以下、「EEHC」という）およびエジプト送電会社（以下、「EETC」という）が国内の電力需要予測に基づき、発電所建設と並行しながら送電網の更なる拡張が必要であることを述べている⁴ことを確認した。電力需要については、全国で引き続き旺盛な需要があるため、2012/13年から2018/19年の7年間で計18,767MWの発電量増大が計画されている。また、計画されているプラント建設は計14か所であるが、このうち本事業の対象地であるカイロ、デルタ、アレキサンドリアに設けられるプラントは7か所にのぼり、依然として同地域に大きな電力需要があることが分かる。送電網についても、同じく整備を進めることが求められており、本事業の対象地であるデルタ地域において340km以上におよぶ500kV送電網の敷設が進行中および計画されている。総じて、安定的な電力供給へのニーズは事後評価時点においても非常に高いといえる。

以上のとおり、事業審査時及び事後評価時点において、本事業が対象とした送電網整備は、地域のニーズに即している。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

「エジプト国別援助計画（2000年）」では、「経済・社会基盤の整備」を重点支援分野の一つとしており、具体的に電力セクターを対象セクターの一つとして掲げていた。同計画では、自由経済、市場開放経済への移行にあたって民間セクターの果たす役割の大きさに触れながらも、「民間セクターでは果たし得ない経済・社会インフラの整備事業については、政府の果たす役割は依然大きい」として、経済・社会インフラの整備に対して支援する方針を示していた。

以上より、本事業の実施はエジプト国の開発政策、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

本事業におけるアウトプットの計画及び実績の対比は下記のとおりである。事業審査時に比して、アウトプット内容に変更が見られたが、これら変更を生じさせた背景・要因は下記に示した。

⁴ 電力エネルギー省年次報告書（2012年）

表1 アウトプットの計画及び実績

アウトプット項目		計画	実績
シディクリル発電所—ヌバリア発電所—カイロ 500 変電所間 500kV 送電線 (1 回線) の新設		約 230km	約 217km
500kV シディクリル変電所新設	500/220kV 500MVA 変圧器設置	1 台	2 台
	500kV ガス絶縁開閉装置 (GIS) 設置	3 相	7 相

出所：質問票回答

(アウトプット変更にかかる背景・要因)

上記のとおり、計画値との差異が生じた項目が見られる。これら要因は以下のとおりである。

1) 500kV 送電線 (1 回線) の新設

送電線の敷設ルートの見直し (短距離となる敷地確保ができたこと等による) によって、延長距離が当初計画の 230km から 217km になった。

2) 変圧器ならびに GIS の追加設置

シディクリル発電所内にコンバインドサイクル型⁵のプラントを追加建設したため、変圧器およびGISを追加設置した (全てエジプト側の計画およびコスト負担に拠る)。域内の増加している電力需要に応えるために、コンバインドサイクル型のプラントを同発電所が設置したことは、地域のニーズに即した対応であり、妥当と考えられる。同時に、この発電量増に対応するための変圧器およびGIS設置増は自ずと求められる、必要な追加措置であり、妥当なアウトプットと言える。

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

審査時に積算された総事業費は 10,437 百万円で、円借款額は 5,001 百万円であった。総事業費実績額は 13,251 百万円 (うち円借款分は 4,991 百万円) であり、計画を上回った (対当初計画比 126%)。事業費増加の主な要因は、事業実施期間中における原材料・資機材の高騰である。

なお、コンバインドサイクル型プラントの建設に伴う、追加の変圧器およびGIS設置に要した、エジプト側の事業費は下表内には含んでいない⁶。

⁵ ガスタービンと蒸気タービンを組み合わせた発電方式。

⁶ 追加設置・工事分を含めた総事業費は 16,361 百万円、計画比 156%となる。

表 2 事業費支出の計画実績

	本体		事業合計
	円借款	エジプト側	
計画	5,001 百万円	5,436 百万円	10,437 百万円
実績	4,991 百万円	8,260 百万円	13,251 百万円 (計画比：126%)

出所：JICA 提供資料

3.2.2.2 事業期間

当初予定の事業実施期間は 2003 年 7 月（L/A 調印）より 2006 年 5 月（工事完成）までの 35 カ月であったが、実際は 2003 年 7 月より 2008 年 5 月（工事完成）までの 59 カ月であり、計画比 168% で計画を大幅に上回った。事業費と同様にコンバインドサイクル型プラントの建設に伴う、追加の変圧器および GIS 設置に要した期間は含んでいない⁷。

表 3 事業期間の計画と実績

計画	実績
2003 年 7 月 - 2006 年 5 月（35 カ月間）	2003 年 7 月 - 2008 年 5 月（59 カ月間） (計画比 168%)

出所：JICA 提供資料

事業期間が延長した主たる理由として、以下の点が挙げられる。なお、それぞれで生じた遅延の見積月数は EETC および西デルタ発電会社（以下、「WDEPC」という）の見解に拠る。

1) P/Q や入札のプロセス

P/Q および入札の不調、契約締結に時間を要した（約 1 年の遅延要因）。

2) 鉄塔にかかる試験の遅延

鉄塔メーカーによる鉄塔製造が遅れたことによって、鉄塔試験の実施が遅延し、結果的に設置が遅れた。

3) 鉄塔設置場所の調整

鉄塔設置に関連して、計画地での住宅や建物のオーナーとの補償条件等における調整に時間を要した。結果的にルートが変更され、数か月単位の作業の遅れになった。

（上記の 2）および 3）で約 1 年間超の遅延要因）

⁷ 追加設置・工事分を含めた事業期間は、2003 年 7 月～2008 年 8 月（62 カ月）、計画比 177% となる。

4) 政府からの承認遅延

送電線がマリオット湖を横断することについて、政府からの承認に時間を要した。民間航空局および軍より、鉄塔の高度および設置位置について指導があり、その条件に整合させるために時間を要した（約8カ月の遅延要因）。

5) 追加の変圧器・GIS 設置

エジプト側負担によって、シディクリル変電所内に追加投入した変圧器・GIS の設置作業に約9カ月間を要した。

上記の遅延要因はそれぞれ重複しながら進行していたものである。なお、上記5) の変電所にかかる追加工事分（追加の変圧器・GIS 設置）に該当する約9カ月間のうち、6カ月間は送電網敷設を行っていた期間と重複している。よって、事業全体期間においては、5) の追加工事分で増加した事業期間は3カ月間のみであることを付記する。

3.2.3 内部収益率（参考数値）

審査時の内部収益率（FIRR）は15.13%と算出されていた。事後評価時、本事業においてエジプト側が負担した各年単位での事業費および便益にあたる収入額が不明であるため、内部収益率の計算は困難であった。

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⁸（レーティング：③）

3.3.1 定量的効果（運用・効果指標）

本事業における運用指標は設備稼働率および年間事故停電率、効果指標は過負荷状況および送配電損失率であり、その達成状況は表4および表5のとおりである。

表4 運用指標の達成状況

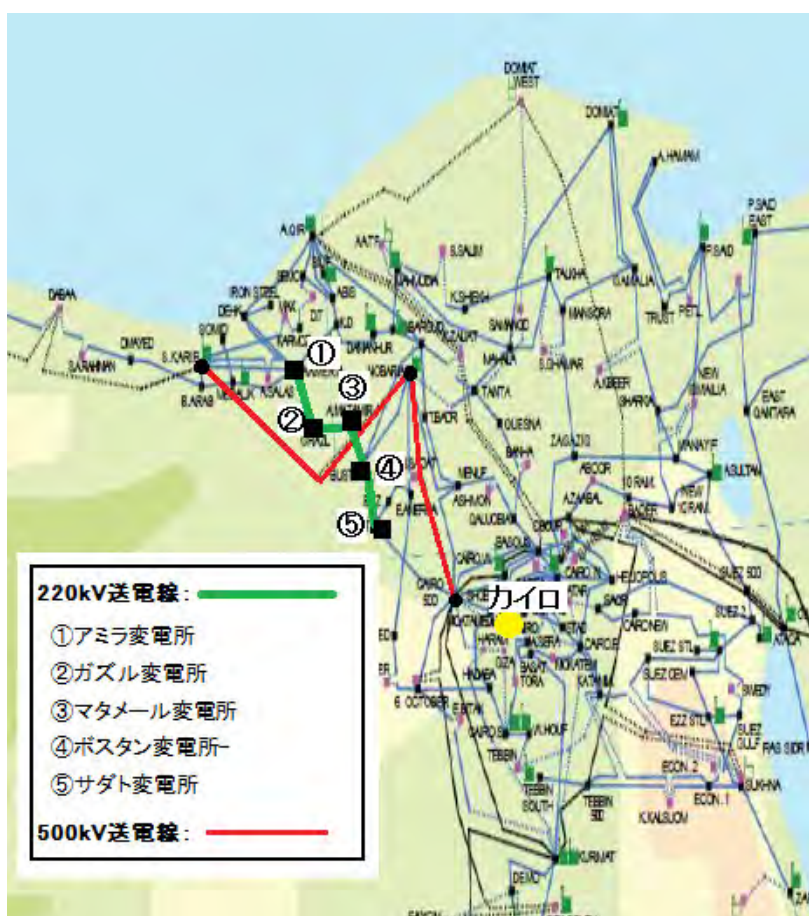
		基準値	目標値	実績値	実績値	実績値	実績値
		2003年	2008年	2008年	2011年	2012年	2013年
		審査年	事業完成 2年後	事業完成 年	事業完成 3年後	事業完成 4年後	事業完成 5年後
設備稼働率 (%)	500kV 送電線 シディクリル変電所- ヌバリア変電所	-	100 以内	NA	80	86	76
	500kV 送電線 ヌバリア変電所- カイロ 500 変電所	-	100 以内	NA	81	79	80

⁸ 有効性判断にあたり、インパクトも加味してレーティングを行う。

		基準値	目標値	実績値	実績値	実績値	実績値
		2003年	2008年	2008年	2011年	2012年	2013年
		審査年	事業完成 2年後	事業完成 年	事業完成 3年後	事業完成 4年後	事業完成 5年後
年間事故 停電率 (%)	500kV送電線 シディクリル変電所- ヌバリア変電所	-	0.3以内	NA	0.0	0.0	0.0
	500kV送電線 ヌバリア変電所- カイロ500変電所	-	0.3以内	NA	0.07	0.0	0.07

出所：JICA 提供資料および質問票回答

注：設備稼働率および年間事故停電率は新設であるため、基準値（2003年）は無い。



出所：Power Systems at 2020: Define the needs of refurbishment and reinforcement,

The European Neighbourhood and Partnership Instrument (ENPI), 12/2012 を素に筆者作成

注：図内の①から⑤を結ぶ線が既存 220kV 送電線であり、500kV 送電線が本事業対象。

図 1 系統図

表 5 効果指標の達成状況

		基準値	目標値	実績値	実績値	実績値	実績値
		2003年	2008年	2008年	2011年	2012年	2013年
		審査年	事業完成 2年後	事業完成 年	事業完成 3年後	事業完成 4年後	事業完成 5年後
過負荷状況 (MVA)	220kV 送電線 アミラ変電所・ガズル 変電所	225	217 以下	NA	260	270	280
	220kV 送電線 ガズル変電所・マタメ ール変電所	218	209 以下	NA	210	212	236
	220kV 送電線 マタメール変電所・ボ スタン変電所	165	152 以下	NA	180	145	163
	220kV 送電線 ボスタン変電所・サダ ト変電所	186	152 以下	NA	230	250	260
送配電損失率 (%)	国内送配電系統全体	13.7	11 以下	NA	NA	11	NA

出所：JICA 提供資料および質問票回答

本事業計画時に定められた各種指標は「220kV 送電網の過負荷状況」の項目を除いて達成されている。

本事業の完工以降、大容量の 500kV 送電線は着実に稼働し、且つ年間事故停電率が極めて短時間に留められている実績に鑑みると、本事業が目指した「カイロ地域等の最大の電力需要地に対する効率的で信頼性の高い送電」は実現されていると判断できる。後述 220kV の過負荷状況のみが計画時の目標値を達していない状況にはあるものの、仮に本事業が実施されなければ、現在の対象地域の 220kV 送電は容量以上の過負荷送電が継続することによって、更に深刻な状況（電線や変圧器およびその他電力関連機材の早期劣化、最悪ケースでは破損）に陥っていた可能性は高く、本事業の実施によって状況が緩和されたことは明らかである。つまり、この事業実施の有無（with-without）の観点に着目すると、220kV 送電に関する指標こそ達成されていないものの、事業を実施したことの有効性は高く存したと判断できる。

以下に 220kV 送電網の過負荷状況が達成できていない原因を記載する。

1) 地域の電力需要ニーズ

対象地域の電力需要が依然として大きいため、そのニーズに応えるべく、結果的に容量を超えた電力を供給している。換言すれば、地域の電力需要に対応しうる送電網が全体として整っていない（足りない）ことを意味する⁹。

⁹ 3.1.2 開発ニーズとの整合性に記載のとおり、EETC では現行の発電量及び送電網が地域需要を満たし切れていないため、両インフラ整備の増強に向けた取り組みを進めている。

2) シディクリル発電所の発電量増大の影響およびリビア連系の遅延

シディクリル発電所にコンバインドサイクル型プラントを増設したことによって、同発電所の電力供給量が増大した（650MW から 1,350MW）。当初の計画では、この増大した電力をリビアに連系して送電する予定であったが、リビアへの連系が完成していないため、これら電力は現状の送電網を使って送電されている。つまりリビア連系が完成すれば、現状の送電系統が多様化するため、送電負荷は軽減される可能性があるが、現状ではそうならないために過負荷状況が続いている。

3.3.2 定性的効果

定性的な効果に類似する事象はインパクトにおいて記載する。

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

本事業は、周辺国であるリビア等との国際連系送電網の強化に貢献することが期待されていたが、アラブの春を契機とした域内の政治・経済不安等の影響を受けて、国際連系送電網整備はこれまで進んでいない。ただし、域内連系網の強化を目指す方針そのものは堅持されており、2014 年にはサウジアラビアとの連系にかかるプロジェクトを進めることが合意されている（同事業は 2015 年のうちに事業に取り掛かり、2017 年に運用開始を予定）。

3.4.2 その他、正負のインパクト

1) (自然環境へのインパクト)

EETC と漁業資源開発局は、送電網がマリオット湖を横断することについて同意書を締結した。当初、漁業資源開発局は送電網が湖上を通過することに拠る漁業への影響を懸念したとのことであった。しかしながら、これまでのところ、同局を含め漁業関係者などから、漁業に対する影響が報告されたケースはない。

また、マリオット湖のケースの他に自然環境へのインパクトが懸念された地域はない。

2) (住民移転・用地取得)

EETC は鉄塔の設置に際して、土地利用にかかる補償金として 557 人に対して、約 13,632 千 EGP（約 2 億 3 千万円）を支払った。多くの場合は、砂漠等に点在する遊休地や農地であった。このうち送電網から 25 メートル以内に居住する 40 戸は、同国の法規制に倣って移転することとなった。EETC は各戸に対して補償金を支払い、円満に解決した（補償金は上記の用地取得額の合計に含まれている）。変電所建設においては住民移転、用地取得はなかった。

3) (その他)

本事業の実施によって、対象地域内の産業振興が促進されたものと推測できる。特に対

象地域内のサダトは一大工業地域¹⁰として、近年大きく成長しており、本事業が電力供給の側面からその成長を支えているといえる¹¹。

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見られ、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

1) 送電線

本事業対象地のシディクリル - ヌバリア間（318 鉄塔を運営・維持管理）とヌバリア - カイロ間（239 鉄塔）で、EETC の異なる地域事務所が送電線の運営・維持管理を担当している。

前者は、アレキサンドリア・海岸部送電網ユニット、後者は西デルタ送電網ユニットであり、それぞれ以下の技術者を配置している。

表 6 本事業対象地における送電網の運営・維持管理の担当組織構成

担当組織	ポジション	人数
アレキサンドリア・海岸部送電網ユニット (シディクリル - ヌバリア間担当)	マネージャー	1 人
	エンジニア	7 人
	テクニシャン	35 人
西デルタ送電網ユニット (ヌバリア - カイロ間担当)	マネージャー	1 人
	エンジニア	7 人
	テクニシャン	70 人

出所：EETC 質問票回答

注：マネージャーを筆頭に、エンジニアが主任、テクニシャンが一般オペレーションを担当。

上記のエンジニアは全て電気工学や機械工学を専門とした大卒の人員で占められている。他方、テクニシャンについても EETC のトレーニングセンターの研修を義務付けられていることに加え、基本的に 10 年間は同ユニットで業務を継続する人事制度を採用していることから、技術的にも対応が十分可能な人員配置体制が取られているといえる。

2) 変電所

WDEPC では変電所の運営・維持管理に対して、下表 7 の人員を配置している。

¹⁰ 22 の産業団地から構成される、国内でも有数規模の工業地域を形成している。この他、ナトロン、ヌバリア等の代表的な工業地域も本事業対象地域に含まれる。

¹¹ EETC および WDEPC の聞き取り調査結果による。

表7 本事業対象地における変電所の運営・維持管理の担当組織構成

部門・係		エンジニア	テクニシャン
運転部門		4人	4人
維持管理部門	電気係	3人	5人
	機材係	5人	2人

出所：WDEPC 質問票回答

注：電気係は主に高電圧施設一般、保護装置等の維持管理を担当し、機材係は制御装置、警報管理、緊急制御装置等の維持管理を担当する。

上記職員のうち、運転部門は3回のシフト制（8時間交替）で勤務している。運転部門ならびに維持管理部門ともに、エンジニアは全て大卒以上のアカデミックなバックグラウンドを有し、かつテクニシャンもEETCトレーニングセンターでの研修を修了した職員である¹²。WDEPCも基本的に10年間を単位として、同じ職場に配置する方針を取っており、技術的にも十分な人員が配置されていると判断できる。なお、エンジニアに関しては、本施設稼働以来、同じ職員が勤務を継続している。

上記のとおり、運営・維持管理の体制にかかる持続性は高い。

3.5.2 運営・維持管理の技術

下記のとおり維持管理計画に基づき、本事業の施設/資機材の維持管理を実施している。

1) 送電線

EETCが定めた維持管理計画に基づき、シディクリル-ヌバリア間については、3カ月おきに送電線の活線洗浄とヘリコプター洗浄を実施している。特に海岸部は絶縁不良を引き起こす塩風害が懸念されるため、更に短いインターバルで洗浄を行なうケースも多い（この場合は活線洗浄）¹³。カイロ-ヌバリア間の送電網については、3カ月おきにドライ洗浄を行なっている。

洗浄作業について、EETCでは2013年と2014年にそれぞれ2週間の研修をEETCトレーニングセンターで実施しており、作業を担う職員は同研修ならびに実務を通して、十分な技術的能力を概ね兼ね備えていると判断できる。

なお、技術的にやや高度とされている活線洗浄を実施している送電網は、エジプト国内では本事業対象地のみである。この点は、同区間を担当する職員の技術力を示しているものといえる。また、マニュアル、ハンドブックについては、EETCトレーニングセンターでの研修テキストが使用されており、必要な技術、手法は同テキストで再度見直すなど、必要に応じて再確認することが可能である。

¹² WDEPCの研修は、EETC保有のトレーニングセンターを利用している。

¹³ 活線洗浄については、2014年から国内で初めて採用された洗浄方法。シディクリル-ヌバリア間では75%が活線洗浄、25%がヘリコプター洗浄となっており、コストが高いヘリコプター洗浄の割合を減少させてゆく方針が示されている。なお、ドライ洗浄は送電を一時停止させて洗浄する方法。逆に活線洗浄は停止する必要が無い。ヘリコプター洗浄も同様であり、短時間で洗浄効果も高いとされる。

2) 変電所

WDEPC は提言された維持管理マニュアルに基づいて、定期的な変電所の維持管理業務を実施している。

- ・ 日常維持管理：変電所の全資機材の目視点検
- ・ 月次維持管理：バッテリー、SF6 ガス（六フッ化硫黄ガス）の点検
- ・ 半期維持管理：変圧器のオイルサンプル分析
- ・ 5 年維持管理：変圧器の保護回路にかかる再閉路リレー試験
- ・ 10 年維持管理：サーキットブレーカー（遮断器）試験

このうち、5 年維持管理としていた再閉路リレー試験は WDEPC 独自に 3 年単位とすることとして、既に 3 年おきで実施済みである。

職員の研修は EETC 保有のトレーニングセンターにおいて、年間研修計画に基づいて実施されており、年次によってトランスフォーマー、GIS、プロテクション、労働安全といった各種テーマでの研修を受講している。

この他、最終的な技術バックアップとしては、変電所が施設機材を納入したシーメンスとホットラインで繋がっており、緊急時にはドイツと直接コンタクトを取りながら対応することが可能な体制を敷いている（ただし、これまでホットラインを使用する緊急の機会はなかった）。また、各種施設については、メーカーのマニュアルおよび WDEPC が作成したテキストがあり、職員はこれらを利用している。

上記のとおり、運営・維持管理の技術にかかる持続性は高い。

3.5.3 運営・維持管理の財務

1) 送電線

本事業対象区間にかかる送電線の運営・維持管理予算および実績は、下表 8 のとおりである。

表 8 対象送電線の運営・維持管理にかかる予算と実績（単位：EGP）

年	予算	実績
2011 年	3,899,000	3,342,000
2012 年	6,405,500	6,127,000
2013 年	7,519,500	7,241,000

出所：EETC 質問票回答

表 8 のとおり、過去数年間で予算増を果たしており、同時にほぼ予算どおりの支出となっている。運営・維持管理において、予算面からの重大な制約は見られない。なお、2012 年からの大幅な予算増は、人件費の増加によるものである（清掃業務にかかる特別手当の増大）。

2) 変電所

変電所については、WDEPCにおいて、変電所の運転・維持管理のみに焦点を当てた予算管理となっていないが、シディクリル発電所として基本的に十分な予算を有しているとともに、万が一の緊急時にも即座に対応できるよう、エマージェンシーファンド¹⁴が一定額常に維持される仕組みとなっている。これらのことから、変電所の適正運転を阻害しうる予算面での懸念は見られないと判断できる¹⁵。

また、下表9及び表10にEETCならびにWDEPCの貸借対照表を示す。財務の安定性を示す、流動比率は2013年においてEETCで53.1%、WDEPCで68.7%となっている。設備投資額が大きく、且つ電力販売が恒常的に期待できる電力セクターとしては、大きな問題はないレベルといえる¹⁶。

表9 EETC 貸借対照表 (単位：千 EGP)

	2011年	2012年	2013年
流動資産	10,828,442	11,435,794	14,453,373
固定資産	30,704,558	32,387,536	34,519,534
資産合計	41,533,000	43,823,330	48,976,572
流動負債	21,864,189	24,179,330	27,205,445
固定負債	14,199,258	13,847,223	14,498,496
負債合計	36,063,447	38,026,553	41,703,941
資本金	5,469,553	5,796,777	7,272,631
負債・資本合計	41,533,000	43,823,330	48,976,572

出所：EETC 資料

表10 WDEPC 貸借対照表 (単位：千 EGP)

	2011年	2012年	2013年
流動資産	3,893,728	4,402,318	6,453,935
固定資産	13,979,680	15,551,091	17,053,755
資産合計	17,873,408	19,953,409	23,507,690
流動負債	7,204,841	7,945,551	9,381,170
固定負債	10,004,508	11,100,324	13,062,858
負債合計	17,209,349	19,045,875	22,444,028
資本金	664,059	907,534	1,063,662
負債・資本合計	17,873,408	19,953,409	23,507,690

出所：WDEPC 資料

¹⁴ エマージェンシーファンドは、外貨および内貨で構成されており、6カ月おきに見直しが見直しがなされている (WDEPCからの聞き取りによる)。

¹⁵ 予算と実績にかかるデータは入手できなかった。

¹⁶ 例えば東京電力の場合、2009年度の流動比率は40.8%である (なお、同社の場合、2011年の震災後は手元流動性を高める必要が生じたため、同数値は100%超えが続いている)。なお、流動比率は流動資産÷流動負債から算出される数値であり、企業の健全性を示す数値のひとつである。

上記のとおり、運営・維持管理の財務にかかる持続性は高い。

3.5.4 運営・維持管理の状況

1) 送電線

これまで大きな問題なく稼働しており、重大な事故や修理の必要な状況も生じていない。なお、送電線は一般に 50 年間の耐用期間があるため、現時点において具体的な更新計画等は策定されていない。

2) 変電所

これまで大きな問題なく稼働しており、重大な事故や修理の必要な状況も生じていない。変電所内の主要なパーツの中では、サーキットブレーカーの耐用年数が約 25 年であるため、該当時期には更新を検討する必要がある。現時点において具体的な予算計画はないが、10 年ごとにサーキットブレーカー試験を実施することになっており、その結果如何によって具体的な更新計画を考慮するとしている。

上記のとおり、運営・維持管理状況にかかる持続性は高い。

以上より、本事業の維持管理は体制、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. 結論及び教訓・提言

4.1 結論

本事業は、シディクリル発電所（アレキサンドリア地域）およびカイロ 500 変電所（カイロ地域）間の 500kV 送電線の敷設およびシディクリル変電所を新設することにより、アレキサンドリア、デルタ及びカイロ地域といった最大の電力需要地に対し効率的で信頼性の高い送電を行ない、もって近隣諸国との連系（国際連携送電網）の強化に寄与することを目的としていた。本目的は、審査時、事後評価時のエジプトの開発政策や開発ニーズ、審査時の日本の援助政策に合致しており、妥当性は高い。

効率性については、事業期間は、土地収用や鉄塔設置場所にかかる承認に時間を要し、当初計画を大幅に上回り、事業費は、原材料や人件費の高騰によって計画を上回った。そのため、本事業の効率性は低い。

有効性については、本事業の完工以降、大容量の 500kV 送電線は着実に稼働し、且つ年間事故停電率は極めて短時間に留められている。220kV 送電線の過負荷状況のみ目標値を達していないものの、仮に本事業が実施されなければ、現在の対象地域の 220kV 送電は更に深刻な状況（電線や変圧器およびその他電力関連機材の早期劣化、最悪ケースでは破損）に陥っていた可能性は高く、本事業の実施によって状況が緩和されたことは明らかである。インパクトについては、本事業対象地域内での工業地域の拡大が進行している現状から、

本事業の実施によって地域の産業振興を下支えしている効果があるものと推測できる。総じて、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。

持続性については、本事業によって敷設された送電網および変電所を運営維持管理する組織体制は整備されている。技術面および財務面ともに問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

現在の 220kV 送電網の過負荷状況を軽減させることが求められる。そのため、以下の取り組みを提言する。

1) 送電網の増設

対象地域の電力需要に応えるために、EETC は更なる送電網を整備することが重要である。その増設によって、現在も過負荷状況が生じている送電網の負荷が軽減され、結果的に対象送電網の耐久性を高めることが期待できる。また同時に、地域における電力供給の信頼度を更に高めることが可能となる。送電網の増設に際しては、送電容量の大きい送電線を優先的に検討し、電力需要の増大に対応できる系統設計を考慮しておくことも重要である。

2) リビア連系送電網整備の早期再開

リビアの政治経済状況が安定した際には、直ちにリビア連系送電網整備を進められるよう F/S 調査のレビューなど、現時点からも着手可能な準備を進めておくことが重要である。このことによって、エジプトが長期的計画として有している地中海に延びる国際連系の整備が促進されるとともに、本事業対象地の 220kV 送電網の過負荷状況の軽減につながることも期待できる。

4.2.2 JICA への提言

なし。

4.3 教訓

1) 土地収用が必要な事業における事業期間の算定

本事業では送電網および鉄塔設置に必要な土地収用に関して、計画以上の期間を要することとなった。本事業の審査時には交渉が必要な対象人数は明確にはなっていなかったが、そのほとんどは砂漠や農地であるため、交渉は比較的円滑に進むという前提で事業スケジュールが考えられていた。しかしながら、実際には対象者は 557 人にまで増え、かつ其々の交渉には想定以上の時間を要することとなった。JICA および先方政府は、審査時におい

て未利用の砂漠や移転を伴わない農地であるため、交渉は短期間で終わると楽観せず、補償金に関する交渉は常に一定の時間を要することを念頭に入れて事業スケジュールを設定すべきである。

以上

主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
①アウトプット	<p>1) シディクリル発電所—ヌバリア発電所—カイロ 500 変電所間</p> <p>① 500kV 送電線 (1 回線) の新設：約230km</p> <p>2) 500kV シディクリル変電所の新設</p> <p>① 500/220kV 500MVA 変圧器設置：1台</p> <p>② 500kV ガス絶縁開閉装置 (GIS) 設置：3相</p>	<p>1) シディクリル発電所—ヌバリア発電所—カイロ 500 変電所間</p> <p>① 500kV 送電線 (1 回線) の新設：約217km</p> <p>2) 500kV シディクリル変電所の新設</p> <p>① 500/220kV 500MVA 変圧器設置：2台</p> <p>② 500kV ガス絶縁開閉装置 (GIS) 設置：7相</p>
②期間	2003年7月 - 2006年5月 (35カ月間)	2003年7月 - 2008年5月 (59カ月間) *アウトプットの2) ①および②の追加工事分を含める場合は以下のとおり。 2003年7月 - 2008年8月 (62カ月間)
③事業費 外貨 内貨 合計 うち円借款分 換算レート	<p>5,001百万円</p> <p>5,436百万円 (現地通貨)</p> <p>199百万 EGP</p> <p>10,437百万円</p> <p>5,001百万円</p> <p>1EGP=27.2円 (2002年11月時点)</p>	<p>4,991百万円</p> <p>8,260百万円 (現地通貨)</p> <p>477百万 EGP</p> <p>13,251百万円</p> <p>4,991百万円</p> <p>1EGP=17.3円 (2003年7月～2008年5月平均)</p> <p>* アウトプットの2) ①および②の追加工事分を含める場合は以下のとおり (相違点のみ)。</p> <p>内貨 11,370百万円 現地通貨 657百万 EGP 合計 16,361百万円</p>

注：本事後評価においては、アウトプットの 2) ①および②の追加工事分に要した、エジプト側の独自負担分の事業費および事業期間は、効率性の算定要素として含まなかった。本表の実績情報では合算した情報も参考として表記している。

0. 要旨

本事業は、レバノン国のケスロワン地区およびサイダ地区において上下水道の整備を行うことにより、水不足および汚水処理の改善を図り、もって地域の生活環境の改善に寄与することを目的としていた。本目的は、審査時、事後評価時双方の開発政策や対象国のニーズ並びに日本の援助政策に合致していることから妥当性は高い。

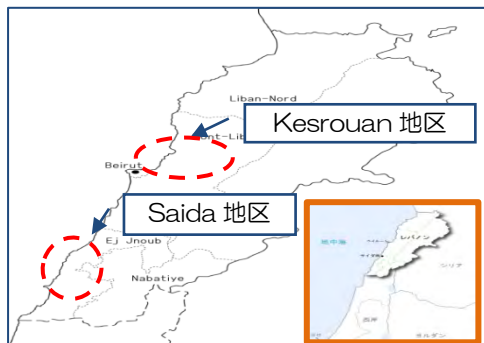
他方、本事業に要した期間は、イスラエルによる空爆の影響といった外的要因に加え、土地収用、設計変更、トンネル工法の決定許可の長期化等、実施機関自らが関係した内的要因の両面が作用し、当初計画を大きく超える結果となった。事業費については、計画内に収まったものの、当初予定されていたアウトプットの一部が建設・敷設されなかったことに拠るものである。以上より、効率性は低いと評価された。

有効性については、ケスロワン地区における給水人口は着実に増加しており、事後評価時点で2015年の目標値を達成している。また、多くの地域住民も以前に比して水供給が安定し、家事効率が改善したことなどを認識している。サイダ地区における汚水処理人口も同様に増加傾向を見せており、海岸の景観、臭気にも一定の改善認識が住民から示されている。加えて、本事業が建設した下水処理場も概ね期待通りのBOD¹除去率を達成している。以上から、有効性・インパクトは高い。

持続性については、ケスロワン上水施設の運営・維持管理を担うベイルート・マウント・レバノン水公社（以下 BMLWE という）およびサイダ下水施設を運営・維持管理するサウス・レバノン水公社（以下 SLWE という）ともに、運営・維持管理にかかる技術面での課題は見られない。他方で、組織の職員数などの体制面（BMLWE に該当）や料金徴収にかかる財務面の課題（SLWE に該当）など、将来の安定的運営に影響する課題が一部見られることから、持続性は中程度と評価された。

以上より、本事業は一部課題があると評価される。

1. 案件の概要



事業位置図



サイダ海岸線

¹ Biochemical Oxygen Demand（生物化学的酸素要求量）の略称。

1.1 事業の背景

約 15 年に及ぶ内戦が終結した 1992 年に、世界銀行（以下、WB という）、ヨーロッパ連合（以下、EU という）、欧州投資銀行（以下、EIB という）が中心となり、内戦後のインフラ被害調査を行なった。その調査結果に拠れば、同国の上水道インフラは、内戦による損傷のために設備が縮小され、深刻な水不足問題を引き起こしていた。また、不十分な下水処理施設のために、汚水がワジ（枯川）に放流され、景観悪化や汚臭等の環境悪化を招いたり、地下水が汚染されたりして、一般住民の生活環境は著しく低下していた。

そのため、上記インフラ被害調査結果をもとにまとめられた緊急リハビリ復興計画においては、上水道インフラならびに下水道インフラの開発・改善は、優先度の高い事業として位置づけられるに至った。

当時のレバノン国の内戦復興支援に際しては、日本の他にも WB や EU、EIB、ドイツ、フランス、アラブ経済社会開発基金なども支援協力を表明していたが、これらドナー間での調整を経て、本事業では当時バイルートの近郊都市として開発が進んでいたケスロワンと同国第三の都市であったサイダのそれぞれ上水道、下水道事業を日本が支援することとなった。

1.2 事業の概要

レバノン国のサイダ地区およびケスロワン地区において上下水道の整備を行うことにより、水不足および汚水処理の改善を図り、もって地域の生活環境の改善に寄与する。

円借款承諾額／実行額	13,022 百万円 / 12,949 百万円
交換公文締結／借款契約調印	1996 年 7 月 / 1997 年 3 月
借款契約条件	(本体) 金利 2.5%、返済 25 年 (うち据置 7 年) (一般アンタイド)、 (コンサルティングサービス) 金利 2.1%、返済 25 年 (うち据置 7 年) (一般アンタイド)
借入人／実施機関	レバノン国政府／開発復興委員会
貸付完了	2012 年 3 月
本体契約	<ul style="list-style-type: none">• Baresel AG(ドイツ)/Al Taj Est(レバノン)(JV)• Sezai Turks Feyzi Akkaya Construction Company of Turkey(トルコ)• The Arab Contractors Osman Ahmed Osman & Co(エジプト)
コンサルタント契約	<ul style="list-style-type: none">• Dah Nazih Taleb(レバノン)/Montgomery Watson(英国)(JV)• Italian Environmental Engineering Co.(イタリア)/Nippon Jogesuido Sekkei Co., Ltd(日本)/Envirotech Ltd(レバノン)• NJS Consultants Venture(日本)

関連調査（フィージビリティ・スタディ：F/S）等	<ul style="list-style-type: none"> • Special Assistance for Project Implementation for Project Management and Monitoring (SAPI), Lebanon: Coastal Pollution and Water Supply Project (LBN-P1) (2002) • Special Assistance for Project Implementation for Project Management and Monitoring (SAPI), Lebanon: Coastal Pollution and Water Supply Project (LBN-P1) (2003)
関連事業	・「アインヘルワ・パレスチナ難民キャンプ上水道改善事業(円借款附帯)」

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

十津川 淳 （佐野総合企画株式会社）

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：2014年10月～2015年6月

現地調査：なし（レバノン現地コンサルタントによって実施）

2.3 評価の制約

本評価調査においては、安全管理上、日本人評価者による対象国への渡航が制限されていたため、レバノンの現地コンサルタントによって下記のプロセスを通して調査を実施した：1) 現地での情報収集、インタビュー、受益者調査は現地コンサルタントにより実施、2) 日本人評価者は現地コンサルタントが収集した情報をもとに評価・分析を実施、3) 日本人評価者と現地コンサルタントは、エジプトのカイロにて面談し、情報の詳細内容および背景等を確認した。

本プロジェクト完了報告書には、アウトプットをはじめとして幾つか主要事項の記載が欠如していたため、これら本事業にかかる実績情報は質問票結果に拠ることとした。しかしながら、本事業実施に関わった、もしくは本事業経緯を知るレバノン側関係者と面会する機会は、ほとんどの関係者が既に退職している等の理由により極めて限られた。そのため、質問票回答を回収できた件数および記載内容も一部限定的となった。ただし、この点はレバノン現地コンサルタントによる聞き取り調査および実見等で極力の充足を試みたことも付記する。

3. 評価結果（レーティング：C²）

3.1 妥当性（レーティング：③³）

3.1.1 開発政策との整合性

（審査時）

レバノン国政府は、内戦によって破綻した社会経済を立て直すにあたり、復興への最上位計画として、1995年から2007年の公共投資にかかる計画を示した「Horizon 2000」を策定した。また、Horizon 2000の短中期計画として「国家緊急復興計画」を策定するとともに、その復興計画のなかでも、とりわけ緊急度の高い事業を対象とした「緊急リハビリ復興計画」を作成した。同計画の作成に当たって、レバノン国はWB・EIB・EUの協力を得て、内戦によるインフラ被害調査を行い、これに基づき各セクターにおける「緊急リハビリ復興計画」を作成したが、上下水道整備事業の復旧は同計画において最も重要な事業のひとつに位置付けられていた。

（事後評価時）

事後評価時点の現在（2015年）、レバノン国の上下水道整備に関する開発政策としては国家水セクター戦略（2010年電力水利省作成、2012年レバノン政府決議）が策定されている。上水道においては、同戦略において、家庭および産業界からの増大する水利用ニーズに対応するため、上水道ネットワークの拡張およびリハビリを促進することが謳われている。

下水についてもネットワークの拡張ならびに下水処理率の向上が掲げられており、下水処理方法については、2020年までに少なくとも第二次処理工程を経た排水が実施できることを目標に挙げている。

このように国内の増大する水利用ニーズや下水処理の改善等を目標とした、上下水道整備は事後評価時点においても、レバノン国の開発政策の重要なコンポーネントとして位置付けられている。

以上から、本事業で支援する上下水道インフラの改善はレバノン国の審査時の開発政策に整合していたのみならず、事後評価時においても重要政策のひとつに位置付けられる重要な取り組みといえる。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

（審査時）

審査時における同国の上水道インフラは、内戦による損傷のために、深刻な水不足問題を引き起こしていた。下水道インフラについても、下水処理場の設備が不十分のため十分に処理されていない汚水がワジ（枯川）に放流され、近辺の地下に浸透し地下水の汚染を招くなど、生活環境を悪化させていることが問題となっていた。また、汚水はワジに沿っ

² A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

³ ③：「高い」、②「中程度」、①「低い」

て海岸線にも達しており、観光資源に恵まれた海岸線近くの本事業対象地域であるサイダやケスロワンにとって深刻な問題であるばかりでなく、地中海に面した EU 及び北アフリカ諸国が等しく関心を寄せる、国際的な問題となっていた。そのため、同国の上下水道事業の復旧は緊急課題であった。

上水道事業としての対象地となったケスロワンはベイルートの北部約 20 km に位置した都市であり、首都へのアクセスが良好であることから、近郊都市として今後著しく発展することが予測されていた。そのため、レバノン政府はケスロワンのインフラ整備を重視していた。また、下水道事業の対象地となったサイダは、同国 3 番目の都市であり海岸汚染の問題等から、インフラ整備のニーズが高かった。ベイルートならびに第二の都市であるトリポリで随時インフラ整備事業が進んでいたこととは対照的に、サイダはインフラ整備がやや遅れていたこともあり、レバノン政府はサイダの開発を進めたいとするニーズを有していた。

(事後評価時)

レバノンの上下水道セクターにおける課題として、1) 水供給量の不足及び急増する需要に追いつかない現状、2) 非効率かつ老朽化が進んだ上水道ネットワーク、3) 下水道普及率の向上および処理能力の効率性改善が課題として挙げられている（国家水セクター戦略：2010 年の記載より）。

上水道に関する 1) および 2) の項目について、同国の現状は周辺諸国の平均よりも高い「安全な水へのアクセス率」を有している反面、水道管の損傷および老朽化を要因とした漏水率も同様に高いといった課題に直面している（安全な水へのアクセス率は近隣諸国の 2010 年平均値が 75%、レバノンは 79%。他方、漏水率は同様に 37%、48%）。また、下水道に関する 3) の項目についても、国内の消費水量に対する下水処理率が近隣諸国平均よりも低い状況にある（近隣諸国の 2010 年平均値が 32%、レバノンは 8%）⁴。

このような現状を踏まえ、同国内の上下水道インフラの更なる充実および改善は、事後評価時点も同国の重要な開発ニーズに位置付けられている。

また、選定された対象地のうち、ケスロワンは本事業審査時に想定されたとおり、ベイルート郊外都市として現在も発展を続けている。上水道インフラを充実させることは、今もなお地域の重要ニーズとなっている。サイダについても同様に海岸線汚染の改善および下水道網の整備は、今もなお重要ニーズである。

以上のとおり、審査時及び事後評価時点において、本事業が対象とした上下水道整備は、両地域のニーズに即している。また、本事業審査当時の対象地選定は地域のニーズに即した、妥当な選定であったとことも確認できる。

⁴ 近隣諸国平均値およびレバノン国数値は「国家水セクター戦略（2010 年）」に拠る。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

長年続いた内戦の後、ハリリー政権の下で本格的な復興に向けた努力が行われたことを受け、日本は1997年11月にレバノン経済協力政策協議を派遣し、日本のODA政策を説明するとともに、経済情勢、復興開発政策、今後の援助のあり方等について意見交換を行った。レバノン復興プロセス開始後は、1996年4月のイスラエルとの戦闘による被災民に対し、約100万ドルの緊急援助を行った。また、同年12月の「レバノン復興支援のための友好国会合」において、内戦後の復興プロセスを支援するとの方針を表明した。

日本としては、上記のとおりの内戦復興にかかる支援を行なうとともに、環境案件を主対象に有償資金協力等を実施していく方針も示されていた。

以上より、本事業の実施はレバノン国の開発政策、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

3.2.1.1 ケスロワン地区における上水道整備に関するアウトプット

本事業のケスロワン地区における上水道整備にかかるアウトプットの計画実績の対比は表1のとおりである。事業審査時に比して、アウトプット内容に変更が見られたが、これら変更を生じさせた背景・要因を下記に示した。

表1 アウトプットにかかる計画と実績の対比（ケスロワン地区：上水道整備）

		施設数・施設規模	
		計画	実績
マディク水源拡張		取水施設改修	取水施設改修
送水施設	送水トンネル	5 km	5 km
	送水管	44.5 km	61 km
	ポンプ場	13	6
配水施設	配水池	22	11
	配水管	202 km	59 km

出所：JICA 提供資料および質問票回答

（アウトプット変更にかかる背景・要因）

上記のとおり、計画値との差異が見られた項目が散見される。送水管延長の差異は地形条件等によるものである。他方、ポンプ場、配水池、配水管の数量差異は用地取得が出来なかったために生じたものであり、致し方の無い変更であった。この要因は以下のとおりである。

1) 送水管：

当初の計画では、ゾウク・ムカエルとアーカイベ間の高速道路沿いに送水管を敷設することとなっていたが、その後、公共事業省から同区間のうちの一部で敷設許可が下りなかったため、送水管は当初ルートを離れ、蛇行するルートを選択することとなった。そのため、結果的に 16.5km の延長が為されることとなった。許可が下りなかった理由としては、送水管敷設を計画した高速道路の交通量が当時飛躍的に増大していたため、送水管工事による同道路の通行止めを避ける必要があるとの判断が為されたことに拠る。

2) ポンプ場、配水池および配水管：

ポンプ場、配水池および配水管の建設・敷設は、当初、水・エネルギー省によって計画されたが、その後、同計画を履行する段階で実施者は開発復興委員会（以下、CDR という）に移行した（CDR が実施者となること自体は計画通り）。

事業開始前までに完了していることが期待されていた、これら施設建設にかかる用地取得は、実際のところ多くの用地取得が事前に進んでおらず、事業開始後から改めて進められることとなった。CDR は、その後長時間をかけて用地取得を行なったが、結果的に貸付実行期間の終了タイミングを勘案し、予定されていた用地取得の一部は断念することとなった。そのため、計画していたすべての用地は取得できず、用地面積縮小に伴い、施設数を減らす必要が生じた。

なお、本事業で建設・敷設されなかった分に該当する、ポンプ場 7 か所、配水池 16 か所がレバノン政府の資金によって建設されたとの情報が CDR から示されている。また、配水管についても同地域の上水道運営管理を担う、BMLWE が順次敷設作業を進めている。

上記は、アウトプット差異を生んだ背景を説明したものであるが、他方で本事業がセクター主管官庁である水・エネルギー省と復興開発を担当する CDR の両組織によって計画・実施された点は、非常に特徴的であったと言える。当時の内戦直後のレバノンの状況では理にかなった面もあるものの、省庁を跨いでのきめ細やかな情報共有には一定の困難があった。本事業の教訓としても後述した。

3.2.1.2 サイダ地区における下水道整備に関するアウトプット

（アウトプット変更にかかる背景・要因）

表 2 のとおり、計画値との差異が見られた項目が散見される。これら変更は対象施設が敷設される地形条件に起因するもの（中継ポンプ場、放流渠に該当）、他事業が既に実施したために本事業内では実施しなかった（幹線管渠に該当）等に拠るものであり、変更は致し方の無いものである。この要因の詳細は以下のとおりである。

表2 アウトプットにかかる計画と実績の対比（サイド地区：下水道整備）

		施設数・施設規模	
		計画	実績
汚水管渠		37.8 km	42.52 km
幹線管渠		6.8 km	2.354 km (他事業と合わせ 6.8km 敷設済み)
中継ポンプ場		2 箇所	4 箇所
水処理施設	流入用ポンプ	1	1
	放流用ポンプ	1	1
	初期処理施設	1	1
	放流渠	1.7 km	1.9 km

出所：JICA 提供資料および質問票回答

1) 汚水管渠

汚水管渠は当初計画に即して敷設された。一方で、下記に示した幹線管渠にかかる工事コストが軽減されたことを踏まえ、その減少分に見合う形で、当初計画に加え、汚水管渠の敷設距離を延長した。

2) 幹線管渠

本事業が計画していた幹線管渠の敷設工事の一部は、本事業を実施する以前に、レバノン政府都市計画局による道路工事のコンポーネントとして実施された。そのため、本事業による幹線管渠の敷設延長は約 2.4km となった。結果として、計画されていた 6.8km の幹線管渠は都市計画局と本事業によって敷設済みである。

3) 中継ポンプ場

上記 1) 記述の汚水管渠の総延長が増大したこと、および敷設ルート上の地形によって、追加のポンプ場が必要となった。

4) 放流渠

放流渠は対象地の地形等を考慮して設計を行なった結果、1.9 kmとなった。

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

総事業費は審査時の計画を下回った。上記アウトプットの項に記載のとおり、本事業によるアウトプットは増加したものと減少したものが混在しているが、総額としては下回る結果となった。

これは、1) 上水道整備にかかる配水管の敷設距離が短縮されたこと、およびポンプ場、配水池の建設数が減少したことに拠って、コストの軽減があったこと、2) 用地取得が計画

通りに進まなかったため、結果的に用地取得に充てていた予算が全ては使用されなかったこと、3) 幹線管渠が他事業によって整備されたため、本事業予算を使用する必要がなかったこと等が主たる要因と考えられる。上記について計画時の見積り額から計算すると、上水道事業の①配水管で約 877 百万円、②配水池で約 409 百万円、③ポンプ場で約 181 百万円、④用地取得で約 634 百万円、⑤幹線管渠で約 565 百万円、の計 2,666 百万円相当が使用されなかったと推察できる。

他方で、計画よりも増加したアウトプットとして、下水道事業における汚水管渠の延長距離が挙げられる。これは計画の約 458 百万円に対して、約 512 百万円に相当するアウトプットを算出したといえる^{5,6}。

上記に即して計画額から建設・敷設されなかった金額を除き、他方で計画以上に建設・敷設された対象物に要した金額を計画額に加味し、再算出計画額として実績と比較すると、再算出計画額比 114%となる。よってアウトプットの増加分および減少分を踏まえると、結果的に事業費は計画を上回った。

表 3 総事業費の計画額および実績額の差額

(単位:百万円)

	アウトプット	計画額	実績額	差額	計画額に対する考え方
上水道	ポンプ場	335	154	▲181	減額要因 (当初予定のアウトプットを産出していないため、左記の差額は当初の全体計画額から差し引くべき額と位置付けられる:以下同様)
	配水池	818	409	▲409	減額要因
	配水管	1,234	357	▲877	減額要因
下水道	汚水管渠	458	512	△54	増額要因 (本事業の効果を増大させるアウトプット産出に寄与した支出であるため、左記の差額は当初の全体計画額に付加すべき額と位置付けられる)
	幹線管渠	863	298	▲565	減額要因
共通	土地取得	1,234	600	▲634	減額要因
	計	4,942	2,330	▲2,612	—

出所: JICA 提供資料より調査団作成

⁵ 送水管および放流渠の延長は設計変更に拠るものであり、期待されていた効果そのものを増大させる変更ではないため、計画額との比較においては計上しない。なお、中継ポンプ場については見積額が不明であるため計上していない。

⁶ 配水池およびポンプ場はそれぞれ異なる規模が設計されていたが、何れの予定地が建設されたかについて情報を入手できなかったため、本項では便宜上、加重平均を以て見積もった。また、管渠等も管径によって事業費は異なるが、これも詳細情報を入手できなかったため、同様に加重平均で計算した。

表4 事業費支出の予定と実績

	本体		事業合計 (審査時計画額との 比較)	事業合計 (アウトプット増減 を加味した計画額と の比較)
	円借款	レバノン側		
予定	13,022 百万円	1,533 百万円	14,555 百万円	11,943 百万円
実績	12,949 百万円	756 百万円	13,705 百万円 (計画比：94%)	13,705 百万円 (計画比 114%)

出所：JICA 提供資料および質問票回答

3.2.2.2 事業期間

事業期間の予定と実績の差異は表5のとおりであり、計画を大幅に上回った。

表5 事業期間の予定と実績

予定	実績
1997年3月 - 2001年11月 (57か月間)	1997年3月 - 2011年11月 (177か月間) (計画比 310%) * イスラエル空爆による影響期間を47か月間として除いた場合には、計130ヶ月、計画比で228%となる。

出所：JICA 提供資料および質問票回答

注：イスラエル空爆の影響期間は下記に詳細を説明した。

事業期間が延長した主たる理由として、以下の点が挙げられる。なお、それぞれで生じた遅延の見積月数はCDRの質問票回答に拠る。

1) 土地収用プロセス

上水道および下水道いずれにおいても、土地収用に長時間を要した。これには収用に必要な資金確保に時間を要したことも含まれる。

⇒ 約18か月以上の遅延要因（見積もりが難しいが、最低でも18か月の遅延となった）

2) 設計変更

当初の計画では、ゾウク・ムカエルとアーカイベ間の高速道路沿いに送水管を敷設することとなっていたが、その後、公共事業省から同区間のうちの一部で建設許可が下りなかったため、送水管は当初ルートから離れ、蛇行するルートを選択することとなった。この敷設ルート変更にかかる設計変更で時間を要した。

⇒ 約18か月の遅延要因

3) 掘削等に起因した各種許可等

・トンネル工法の決定および掘削にかかる許可が下りるまでに時間を要した（マディク

水源からの導水トンネル工事)。

⇒ 約 24 か月の遅延要因

・地中より遺跡が発見されたため、掘削工事が遅延した。

⇒ 約 12 カ月の遅延要因

・対象地の地盤が軟弱であったため、掘削工事に時間を要した。

⇒ 約 12 カ月の遅延要因

4) 工事内容の追加

ポンプ場の追加工事が行なわれた (サイダ)。

5) 戦争による影響

・2006年7月の戦争(イスラエルによるレバノン侵攻)によって施工全般が停止した。戦争自体は約2か月間であったものの、その間に多大なインフラ施設が破壊されたため、その後の施工に大きな影響を与えることとなった。

具体的には；

- 地域での主たる橋が破壊されたため、物資輸送に時間を要することとなった。
⇒ 橋の修復完了に約18か月
- 空港およびサイダ地区北部の石油貯蔵庫が破壊されたため、工事全般に必要な燃料等の確保が困難となった。サイダ地区では、大量のクラスター不発弾が地中に残されたため、その特定と処理に長時間を要した。
⇒ 処理完了に約18か月
- ケスロワン上水道整備事業で、配水管の敷設が予定されていた旧道が、空爆された高速道路の代替道路として使用されることになった。そのため、高速道路の修復が完了するまで配管敷設が停止した。
- コンサルタントおよび施工業者は約5か月間国外退去した。
⇒ 総合的な遅延期間の算定は難しいが、イスラエル空爆から上記項目のうち、最後に修復が完了した橋梁工事の時点までで、約3年9か月(47か月)程度の期間があった。

6) 行政機能の停滞

2007年10月のラフド政権の任期満了に伴い、国内政治勢力間の対立が先鋭化し、選挙が延期されることとなった。結果、2007年11月から2008年5月まで大統領職が空席であったとともに、その後も国内での大規模な武力衝突が発生し、行政機能が麻痺する時間が続いた。この間、施工が停止する事態となった。

⇒ 約10か月

3.2.3 内部収益率（参考数値）

審査時、内部収益率（FIRR）はケスロワン事業で 13.4%、サイダ事業で 10.8%と算出されていた。事後評価時、本事業においてレバノン側が負担した各年/各事業単位での事業費および便益にあたる料金収入が実施機関から入手できなかったため、内部収益率の計算は困難であった。

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、当初予定されていたアウトプットの一部が建設・敷設されなかったことに拠るものと判断される。また、事業期間も計画を大幅に上回ったため、効率性は低い。

3.3 有効性⁷（レーティング：③）

3.3.1 定量的効果（運用・効果指標）

3.3.1.1 ケスロワン地区における上水道整備の定量的効果

ケスロワン上水道整備事業における指標の達成状況は下表のとおりである。

表 6 ケスロワン上水道整備事業における指標達成状況

	基準値	目標値	実績値	実績値
	1997 年	2015 年	2011 年	2014 年
	審査年	事業完成 4 年後	事業完成年	事業完成 3 年後
給水人口（人）	120,755	199,098	NA	276,450
無収水率（%）	NA	20	NA	35

出所：JICA 提供資料および質問票回答

注：1) 目標値の対象年として、本事業の実績最新年である 2014 年と比較するにあたり最も近い年であり、且つ入手が可能であった 2015 年の数値を採用した。また、同目標値は JICA 提供資料記載の目標値を採用した。

2) 無収水率の目標値は国家水セクター戦略（2010 年）に拠る。

本事業の審査時においては具体的な定量指標は設定されていなかった。そのため、本事後評価調査では、先方レバノン政府からデータを取得することが出来た給水人口ならびに無収水率を以て、ケスロワン上水道整備事業の有効性を評価した。

表 6 のとおり、無収水率の目標は、老朽化した配水管も未だ多く残されていることが主たる要因となり、目標値を達成できていない。しかしながら、給水人口については、2014 年時点において 2015 年の目標値を既に達成している。これは、アウトプットの項で記したとおり、本事業の効果に加えて、本事業終了後もレバノン側による事業として配水管敷設が順次進められており、その成果も寄与しているものと考えられる。

また、本事業が当初より目指した水不足の改善、安定供給については、後述インパクトで示すとおり、一般家庭においては改善を認識している声が多い。これらからケスロワン

⁷ 有効性判断にあたり、インパクトも加味してレーティングを行う。

上水道整備事業は、無収水率こそ目標値には達成していないものの、概ね高い効果を発現していると判断できる。

なお、一般家庭へ配水されている水質についても、最新のモニタリング結果によれば、表 7 のとおり、濁度や大腸菌、一般細菌数などは基準値を下回っており、飲料水基準を満たしている。

表 7 水質モニタリング結果

計測月・場所	計測項目	大腸菌	一般細菌	濁度
	基準値	1 個/ml 以下	<150 個/ml 以下	1 度以下
2015 年 4 月・ 警察署 - ジュニエ		1 個未満/ml	5 個/ml	0.92 度

出所：BLMWE 提供資料

3.3.1.2 サイダ地区における下水道整備の定量的効果

サイダ下水道整備事業での指標達成状況は下表のとおりである。

表 8 サイダ下水道整備事業における指標達成状況

	基準値	目標値	実績値	実績値
	1997 年	2014 年	2011 年	2014 年
	審査年	事業完成 3 年後	事業完成年	事業完成 3 年後
汚水処理人口（人）	0	NA	66,666	196,891

出所：JICA 提供資料および質問票回答

注：目標値の設定は確認できなかったため、数値を入手できた最新年の 2014 年とした。

表 9 汚水処理人口の推移

(単位：人)

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014
汚水処理人口	33,178	51,472	66,666	87,782	145,348	196,891

出所：質問票回答

表 9 のとおり、汚水処理人口は順次増加を続けており、本事業が完了してからの 2011～2012 年以降、特に過去 2 年程度で急速に対象人口が増加している。2014 年時点における同地域での対象人口が 387,500 人であることから、同時点で約 51%の人口を網羅していると判断できる⁸。

排水網のネットワークによる対象カバー範囲は事業完成 3 年後時点で対象人口の半分以

⁸ サイダの対象人口 387,500 人の数値は、SLWE の質問票回答に拠る。なお、レバノンでは 1932 年に実施された国勢調査を最後に正確な人口調査は実施されていない。そのため、調査報告書によって異なる人口数値が見られることが多い点を付記する。

上を占めるに至った。本事業による幹線管渠の整備、およびネットワーク拡大が図られたことによって、対象地の汚水処理人口は増加しており、本事業は一定の効果を発現させていると言える。

また、本事業で建設された下水処理場⁹におけるBOD濃度は以下のとおりである。審査時において、一次処理施設のBOD除去率の目安として30%が掲げられている¹⁰ことから、本施設の現況は概ね期待通りの効果を挙げていると判断できる。

表 10 下水処理場における BOD 削減状況

年	2013年 (事業完成2年後)	2014年 (事業完成3年後)
流入時濃度平均 (mg/l)	344	360
放流時濃度平均 (mg/l)	270	242
削減率	21.4%	32.9%

出所：質問票回答

3.3.2 定性的効果

定性的な効果に類似する事象はインパクトにおいて記載する。

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

本事業の実施によって、下記のとおりインパクトが発現していることが、受益者調査を通して確認できた¹¹。

3.4.1.1 ケスロワン地区上水道整備によるインパクト

表 11 及び 12 のとおり、本事業によるケスロワンでの上水道整備によって、住民の給水量・断水時間が改善したことのみにならず、家事効率や生活レベルの向上が認識されている。

表 11 水不足改善の認識 (夏期) (単位：%)

	強くそう 思う	概ねそう 思う	どちらとも いえない	あまり 思わない	思わない	分からない
水供給量が増加した	50	22	6	0	20	1
断水時間が減少した	54	18	6	0	20	2

出所：受益者調査結果

⁹ 本処理場は沈砂池とスクリーンによる第一次処理工程の施設であり、大幅な除去率向上を目指す第二次処理施設ではない。

¹⁰ 審査調書内の「下水道施設計画・設計指針と解説」に拠る。

¹¹ 受益者調査はケスロワン、サイダの両事業の対象地域でそれぞれの一般住民 50 人に対して実施した。サイダについては、この他に地域の観光会社の 15 人にも観光業へのインパクトについて調査を行なった。

表 11、12 で受益者調査の結果が示すように、上水道の整備が進んだことにより、対象地域の住民の多くは以前に比して、安定的な水供給を受けており、水供給量の増加及び頻度の改善をとおして家事効率の向上、基本的な生活レベルの向上があったことを認識していると言える。

表 12 生活レベルおよび家事効率性への認識 (単位：%)

	強くそう 思う	概ねそう 思う	どちらとも いえない	あまり 思わない	思わない	分からない
基本的な生活の質が 向上した	70	6	2	2	16	4
家事効率が向上した	74	4	2	2	18	0

出所：受益者調査結果

3.4.1.2 サイダ地区下水道整備によるインパクト

サイダ下水道整備事業については、表 13、14 の結果が得られた。

表 13 近隣河川の景観・(目視による)水質および臭気への認識(夏期) (単位：%)

	強くそう 思う	概ねそう 思う	どちらとも いえない	あまり 思わない	思わない	分からない
景観・水質が改善した	10	8	2	0	20	60
臭気が改善した	28	10	2	8	14	38

出所：受益者調査結果

表 14 海岸の景観・(目視による)水質および臭気への認識(夏期) (単位：%)

	強くそう 思う	概ねそう 思う	どちらとも いえない	あまり 思わない	思わない	分からない
景観・水質が改善した	12	34	14	14	18	8
臭気が改善した	22	28	10	12	22	6

出所：受益者調査結果

表 13 のとおり、河川にかかる景観および目視による水質での改善認識は比較的低く、全体の 2 割程度となった。他方、臭気についての改善認識はやや高く、4 割程度が改善していることを認識していた。景観・水質が改善されていないと回答する背景としては、河川にゴミを投棄する例が未だに多々見られること等に拠るものである。

表 14 のとおり、海岸線については河川よりも更に改善への認識を示す回答が多く、「強くそう思う」「概ねそう思う」をあわせ約 5 割の回答が改善しているとの認識であった。河川の場合、河川のごく近くに居住している人々こそ、河川の変化を認識しているものの、その他の人々は変化をあまり感じづらいことも一因と考えられる。一方で、海岸線は住民が頻繁に訪れる場所でもあり、その認識は比較的一致している。現在、サイダ海岸域に設

けられているゴミの最終処分場の撤去が進んでいることも臭気改善の回答に影響していると考えられる¹²。

観光業に対するインパクトについては、表 15 のとおりの結果が得られた（回答者は 15 人）。

表 15 本事業による観光業へのインパクト認識 (単位：%)

	強くそう 思う	概ねそう 思う	どちらとも いえない	あまり 思わない	思わない	分からない
観光業に正のインパクト があった	0	0	13	13	73	7

出所：受益者調査結果

本事業によって景観、水質の向上は見られるものの、その改善が観光業の促進に結び付いていると認識する回答は少ない（表 15）。事実、近年の域内の治安情勢を受けて、レバノン全体での観光客は減少を続けている（表 16）。また、サイダは国内の諸都市の中でも、近年治安が悪化している都市のひとつと見られており、観光業は停滞した傾向が続いている。

【参考】

表 16 レバノン観光客数の推移 (単位：人)

年	2010	2011	2012	2013
観光客数	2,168,000	1,655,051	1,365,845	1,274,362

出所：レバノン観光省

3.4.2 その他、正負のインパクト

(自然環境へのインパクト)

環境NGOによって測定されている、サイダ海岸域の大腸菌数値は下表のとおりである¹³。

表 17 サイダ海岸域の大腸菌数

年	2007年	2013年
大腸菌数 (100ml あたり)	244	50

出所：Arab Forum for Environment and Development

対象数値は 2007 年から飛躍的に改善しており、世界基準を満たすレベルといえる。例えば、米国環境保護庁の示す海岸（レクリエーション用途）での大腸菌数基準値は 250 と定

¹² 2012 年から 2015 年末までの期間で環境省と UNDP による共同事業として、1982 年から稼働していたサイダに設けられていた最終ゴミ処分場の撤去を進めており、2015 年 6 月時点ではほぼ完了している。

¹³ 本事業で建設した下水処理場は、海岸線まで約 200 メートルの場所に位置している。

められている¹⁴ことに鑑みれば、表内数値は満足な数値を達成している。

この改善にかかる背景としては、本事業の効果の他、上述受益者調査の海岸線の景観・臭気に関する項目で記載したとおり、サイダ海岸域で長年使用されてきたゴミの最終処分場がほぼ撤去されたことも要因として挙げられる。

(住民移転・用地取得)

非自発的な住民移転は無かったものの、配水池、ポンプ場、トンネル、処理施設に対する用地取得については、多大な時間を要した。取得に関する地価の決定は、不動産取引を担当する判事による決定プロセスを経ており、時間こそ要したものの、強制的な取引は行なわれなかった。

表 18 用地取得の概要

	取得面積 (m ²)	土地所有者数 (人)
ケスロワン	51,000	596
サイダ	104,000	14

出所：質問票回答

上記のとおり、ケスロワンでは本事業の上水道整備によって、住民の給水量・断水時間が改善したことに加え、家事効率や生活レベルの向上が認識されている。また、サイダの下水道整備については、河川および海岸線の景観や臭気の改善といった認識を示す例が見られた。他方、海岸線汚染が軽減されることによって観光地としての魅力を増大させ、観光業を活性化させることを期待していた点については、未だ目に見えるインパクトとしては現れていない。

総じて、本事業では給水人口および汚水処理人口の着実な増加が見られ、また飲料水基準や BOD 除去率など水質の観点における各種指標も基準を超える状況を維持しており、本事業の効果は明らかに発現している。また、対象地域の住民においては給水時間の改善や生活レベル改善の認識といった正のインパクトが生じていることも確認できる。

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見られ、有効性・インパクトは高い。

3.5 持続性 (レーティング：②)

3.5.1 運営・維持管理の体制

ケスロワン上水施設の運営組織は、BMLWE である。BMLWE によれば、組織の職員数は

¹⁴ 下水道協会誌「海外における大腸菌関連の基準について」：公益社団法人日本下水道協会 山田欣司 (2013年2月)

正規雇用者については不足しており、概算で必要とされる人数の約 3 分の 1 しか満たされていない。そのため、BMLWE は臨時雇用者を増員することで、運営・維持管理を行なっている。

サイダ下水道施設は SLWE によって運営・維持管理が為されている。ただし実際にはレバノン国内の民間会社であるニコル・サバ社が、SLWE との業務委託契約に基づき、日常上の運営・維持管理を担っており、SLWE は同社の業務をモニタリングする形で関わっている。契約は 3 年契約であり、2015 年 9 月に更新される可能性が高い。ニコル・サバ社はプロジェクトダイレクターのもと、ロジスティック担当（処理施設でのオペレーター 18 名を含めて、計 25 名）、機械メンテナンス担当（計 7 名）、電気担当（計 5 名）、ラボラトリー担当（計 2 名）、その他会計、秘書など、合計 44 名を配置しており、本事業の施設運営・維持管理を行うにあたっては、概ね十分な人数が配置されているといえる。

総じて、運営・維持管理の体制面として、BMLWE については臨時雇用者に頼った体制であるため、現状から判断する持続性にはやや課題がある。他方、SLWE は業務委託の形態を巧みに活用することで、運営・維持管理を行なっており、現状では一定の持続性があると判断できる。

3.5.2 運営・維持管理の技術

BMLWE の施設運営・維持管理の実績から判断するにあたり、技術的に解決が不可能な課題に直面してきたことは殆ど無く、通常の運営は滞りなく行なわれているものと考えられる。

ただし、職員の技術能力を常時ブラッシュアップするという観点では不明な点も見られる。BMLWE 設立にかかる法令には、組織内に労働安全・研修部を設け、職員のリフレッシュトレーニングを実施する組織構成とするように定められているが、現在のところ、定期的かつ体系的な研修は実施されておらず、基本的には現場での OJT で組織内での技術普及を行なっている。実際のところ、日常業務の大半においては、OJT ベースでの技術研修を以て、大概の業務を行なうことが出来ているものの、安定的な技術力の確保、発展のためには体系的かつ計画的な研修に拠る技術サポートが必要である。なお、この関連において、UNICEF が 2015 年から研修機会を提供する計画がある。

他方、SLWE は年間の研修計画に基づき、職員が研修を受講しており、2014 年には GIS、IT、水管理、排水、塩素処理、ラボラトリー試験の項目の研修があった。加えて、2014 年 10 月には 8 名の SLWE 職員が、USAID 支援により、ヨルダンにおける上下水管理研修に参加している。

本施設の稼働を実際に担当しているニコル・サバ社も四半期ごとに運営改善をテーマとして各種の研修を実施する体制を取っている。この他、スウェーデンやオランダ、スペイ

ン、フランスの各国支援による海外研修を受講した経験も有しており、総じて同社の研修体制も整備されていると判断できる。

運営・維持管理の実績の観点からも、これまで大きな課題は無いことから、一定の技術力は有していると推測できる。

総じて、運営・維持管理の技術は両事業ともに大きな課題は無いものの、上記のとおりBMLWEの技術面に一部課題が見られる。

3.5.3 運営・維持管理の財務

BMLWEの運営・維持管理にかかる2014年分の支出の概算値は、職員給与に33万USドル、電気代(通常の配電)に20万USドル、燃料代(自家発電用)に75万-100万USドルである。地域での電力供給は不安定であり、通常の電力供給時間は平均して10-14時間程度であるため、残る時間は自家発電に頼らざるを得ない。結果、運営コストの増大を招く状況となっている¹⁵。

他方、BMLWEはその管轄地域にベイルートを抱えるといった、収入面での好条件を有していることも作用し、レバノン国内にある上下水道運営を担う4つの水公社の中で、唯一コストリカバリーによる運営収支が成り立っているとされている¹⁶。

SLWEについては、2014年の運営・維持管理予算として、運営・維持管理費(業務委託費)77.2万USドル、燃料費13.6万USドル、電気代8.2万USドルの計99万USドルを計上した。しかしながら、同地域での水道・下水道料金は不払い者の存在等によって、本来徴収する料金の全額は得られていない¹⁷。このような背景もあり、SLWEは現在も政府の補助金を受けながら運営が為されている。

このように、両組織ともに料金徴収の徹底を通しての財務改善、燃料代の軽減、政府の補助金に頼る運営など、将来に向けて克服すべき課題は見られる。他方、上下水ともに国民生活の基本ニーズを満たす性格の事業であることから、必要な予算は補助金を通して今後も確保される可能性は高く、レバノン政府関係者からも同様の見解が示されている。

総じて、運営・維持管理の財務は両事業ともに今後サービス提供が滞るほどの大きな課題は無いものの、上記のとおり料金徴収徹底の必要性など、更に改善が求められる一部の課題が見られる。

¹⁵ 財務諸表については対外秘であるため、本調査では入手不可であった。

¹⁶ Lebanon - Social impact analysis: electricity and water sectors. Washington, DC: World Bank, 2009

¹⁷ 現在の世帯単位に拠る料金徴収システムを使用量に基づくシステムに変更するよう、エネルギー・水省は取り組んでおり、パイロット地区でのメーター設置を開始している。同省では今後順次メーター設置を増やし、2021年には各水公社でコストリカバリーに拠る運営ができることを目指している。

3.5.4 運営・維持管理の状況

これまでケスロワンの上水道の施設は、滞りなく稼働している。サイダの下水道については、SLWE が民間会社に外注する形態で、ポンプ場の修理を行なった（2012 年）が、深刻な施設運営上の問題は無い。

ただし、特に下水施設については、今後の持続性を高めるために下記の課題に対処する必要がある。

1) 域内工場からの排水処理

域内にある皮なめし工場、ペンキ製造工場、石鹼工場等から、未処理の排水が流されている。特に皮なめし工場からの排水は酸性度が高いため、排水管および処理施設の腐食化を早める影響が懸念されている¹⁸。

2) 排水管清掃の維持管理責任及び実施

レバノンの水法 221 では、水公社が排水管の維持管理を担うことと規定されており、サイダでは、業務委託先の民間会社との契約内容に排水管清掃を付加した。2014 年には UNICEF によって排水管清掃に利用する洗浄車が供与され、これまで頻繁に実施されていたとは言い難かった排水管清掃が、業務委託先のニコル・サバ社によって行なわれるようになっている。今後も清掃スケジュールに基づき、着実な実施が必要である。

なお、施設・資機材の更新計画としては、SLWE が現在約 80 万 US ドルのリストを作成しており、2015 年のうちに 6 機のポンプを購入する自己予算（約 23 万 US ドル）は確保済である。他方、BMLWE は本事業施設・資機材の更新について、当面の間は機材更新の必要性も無いため、故障等があった際に通常予算で対処するとしている。

加えて、財務面でも一部記載したとおり、電力供給が不安定であるため、BMLWE および SLWE ともに必要以上のコスト負担を強いられている。BMLWE での通常の電力供給時間が約半日程度である一方、SLWE も通常の電力供給が 18 時間、雨季には 12 時間程度にまで落ち込むとしている。また供給される電圧も不安定であり、頻繁に電圧が降下するため、ポンプの稼働効率を妨げる要因にもなっている。なお、BMLWE によれば、自家発電の場合、そのコストは通常の電力供給の約 5 倍程度を要すると概算されている。

総じて、事後評価時点における運営・維持管理状況として、施設資機材の不具合や故障といった状況は見られず、施設稼働は継続されている。ただし、中長期的視点に立ち、安定的に施設を稼働させるためには解決すべき課題が見られる。

以上より、本事業の維持管理は、体制、技術、財務状況に軽度な問題があり、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

¹⁸ 工場等からの排水については環境省がモニタリング、インスペクションの主たる役割を担っている（工業省も指導の立場からは関与）。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、レバノン国のケスロワン地区およびサイダ地区において上下水道の整備を行うことにより、水不足および汚水処理の改善を図り、もって地域の生活環境の改善に寄与することを目的としていた。本目的は、審査時、事後評価時双方の開発政策や対象国のニーズ並びに日本の援助政策に合致していることから妥当性は高い。

他方、本事業に要した期間は、イスラエルによる空爆の影響といった外的要因に加え、土地収用、設計変更、トンネル工法の決定許可の長期化等、実施機関自らが関係した内的要因の両面が作用し、当初計画を大きく超える結果となった。事業費については、計画内に収まったものの、当初予定されていたアウトプットの一部が建設・敷設されなかったことに拠るものである。効率性は低いと評価された。

有効性については、ケスロワン地区における給水人口は着実に増加しており、事後評価時点で2015年の目標値を達成している。また、多くの地域住民も以前に比して水供給が安定し、家事効率が改善したことなどを認識している。サイダ地区における汚水処理人口も同様に増加傾向を見せており、海岸の景観、臭気にも一定の改善認識が住民から示されている。加えて、本事業が建設した下水処理場も概ね期待通りのBOD除去率を達成している。以上から、有効性・インパクトは高い。

持続性については、ケスロワン上水施設の運営・維持管理を担うBMLWEおよびサイダ下水施設を運営・維持管理するSLWEとともに、運営・維持管理にかかる技術面での課題は見られない。他方で、組織の職員数などの体制面（BMLWEに該当）や料金徴収にかかる財務面の課題（SLWEに該当）など、将来の安定的運営に影響する課題が一部見られることから、持続性は中程度と評価された。

以上より、本事業は一部課題があると評価される。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

（BMLWEおよびSLWE両組織への提言）

1) 上水道・下水道網の第三次ネットワークの拡大

本事業の効果を最大限に活用するためには、上水、下水ともに一般家庭等へのネットワークを拡大することが重要である。既にBMLWEおよびSLWE等によって順次敷設工事が進められているが、今後もネットワーク全体の供給能力（ポンプ場の増設等による水圧管理等への配慮）および処理能力（下水量に見合う下水処理施設能力の建設等）の増強を同時並行させながら、継続して進めることを提言事項として記す。

2) 上下水道料金徴収の徹底

上下水道料金の徴収率を改善させることを提言する。このことは、水公社の財務改善に直接貢献するものである。また、現在国内ではメーター制度の導入が試みられているが、

早急にコストリカバリーに拠る運営体制を実現できるよう、導入地域を更に拡大することを提言する。この点は現状においてコストリカバリーが実現されていると言われる BMLWE にあっても、財務改善を更に推し進める要素となるため、メーター制度の早期且つ広範囲の導入実現を提言する。

3) 安定的な電力供給の実現

不安定な電力供給が水公社に必要以上のコスト負担を強いている。電力供給そのものは、両組織の責ではないが、安定的な電力供給を果たしてもらえよう、関係省庁に対して域内の発送電の改善を強く求めてゆくべきである。

(BMLWE への提言)

4) 適正規模の職員数確保

現在の BMLWE は職員数が不足しており、臨時雇用者を組み入れることで日常業務に対応している。健全な組織運営の観点においては、技術や経験、教訓の組織内普及および定着が極めて重要であり、このことが施設の運営・維持管理をより着実にさせる効果を生むことに疑いは無い。BMLWE は適正規模の常勤職員数を確保できるよう、人員増にかかる計画を定め履行することを提言する。

5) 漏水対策

現在、漏水率の高さも上水道事業運営上の課題として挙げられている。漏水率の改善は、公社の収入向上にも寄与することが期待できることから、水道管の修理、付け替え等の対策を行なうことも合わせて提言する。

(SLWE への提言)

6) 排水管清掃着実な実施

現在サイダでは、排水管清掃のための洗浄車を活用しながら、業務委託先の民間会社が排水管清掃を行なっている。排水管の定期清掃は日常的なメンテナンスの必須業務のひとつであり、着実な実施が求められるため、今後も清掃エリアや時期などを規定した清掃スケジュールを策定し、着実に取り組むことが必要である。

4.2.2 JICA への提言

なし。

4.3 教訓

1) セクター省庁と実施機関による協同実施体制における留意点

本事業は水セクターを司る水・エネルギー省と復興開発を担当する CDR との協同実施体制のもとで行われた。とはいえ、実際には水・エネルギー省が事業実施前の計画と準備な

らびに事業完了後の運営管理を担い、CDR が事業期間のみの事業実施を担う役割分担であった。内戦からの復興期にあった同国において、このような実施体制は理解しうるものであるが、その両者間での情報共有は期待していた程は順調に進まなかった。結果的に、事業に関する土地収用作業の情報にかかる引継ぎは十全には機能せず、計画された施設数量の完工を困難にさせるとともに、計画事業期間を遥かに超える時間を要した。

異なる組織が異なるタイミングで業務実施に関わり始めるような実施体制を取らなければならない事業では、執拗なまでに両者間の情報共有の程度を事前確認することが、業務の着実な実施のためには必要である。情報の相互確認に当たっては、当該機関のみならず支援機関である JICA も仲介者として介在することによって、第三者の視点に拠るチェック機能が働くことも期待できる。

以上

主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
①アウトプット	<p>ケスロワン地区：上水道整備 マディク水源拡張 送水施設 送水トンネル：5 km 送水管：44.5 km ポンプ場：13 配水施設 配水池：22 配水管：202 km</p> <p>サイダ地区：下水道整備 汚水管渠：37.8 km 幹線管渠：6.8 km</p> <p>中継ポンプ場：2 箇所 水処理施設 流入用ポンプ：1 放流用ポンプ：1 初期処理施設：1 放流渠：1.7 km</p>	<p>ケスロワン地区：上水道整備 マディク水源拡張 送水施設 送水トンネル5 km 送水管：61 km ポンプ場：6 配水施設 配水池：11 配水管：59 km</p> <p>サイダ地区：下水道整備 汚水管渠：42.52 km 幹線管渠：2.354 km (他事業と合わせ6.8km敷設済み) 中継ポンプ場：4 箇所 水処理施設 流入用ポンプ：1 放流用ポンプ：1 初期処理施設：1 放流渠：1.9 km</p>
②期間	1997年3月 - 2001年11月 (57か月間)	1997年3月 - 2011年11月 (177か月間) *イスラエル空爆による影響期間を47 か月間として差し引いた場合 (130ヶ月)
③事業費		
外貨	6,436百万円	不明
内貨	8,119百万円 (現地通貨)	不明 (現地通貨)
合計	133,152百万 LBP 14,555百万円	不明 13,705百万円
うち円借款分	13,022百万円	12,949百万円
換算レート	1LBP=0.0609円 (1995年10月現在)	1LBP=0.0710円 (2000年1月～2011年11月平均)