

2014 年度案件別事後評価 :
パッケージ III-2
(インド、マケドニア、
トルコ、ウクライナ)

平成 27 年 8 月
(2015 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

委託先
OPMAC 株式会社

評価
JR
15-41

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。

0. 要旨

本事業は、メガラヤ州ウミアム川流域においてウミアム第2水力発電所（18 MW）を改修することにより、メガラヤ州の電力不足に対応することを目指していた。本事業の目的は、審査時（2004年）及び、事後評価時におけるインド国の開発政策、開発ニーズ及び審査時の日本の援助政策に合致していることから妥当性は高い。アウトプットは設備容量が18 MWから20 MWに拡張されたことを除いては、大きな変更はなかった。なお、この拡張は電力不足への対応という事業目的に合致するものであった。事業費は計画内に収まったが、事業期間が計画を大幅に上回ったことから、効率性は中程度と考えられる。運用・効果指標については、計画停止時間、最大出力は、目標値に達している一方、計画外停止時間、設備利用率、送電端発電量は、目標に達していない。設備利用率、送電端発電量が目標値を未達成である最大の要因は、降雨量や降雨パターンの変化による発電用水の不足が原因と考えられるが、一方で、審査時における目標値の設定が過大であった可能性が考えられる。キャパシティー・ビルディングによる実施機関の運営・維持管理能力の向上効果については、一定程度、効果が認められる。一方、ウミアム第2水力発電所はメガラヤ州全体の年間発電量の約2～2.5%を占めるなど、同州のベースロード電源¹として電力供給の安定に一定の貢献をしている。しかし、同州では電力不足が完全には解消されておらず、本事業によるメガラヤ州の産業の発展及びメガラヤ州の生活レベルの改善に対するインパクトは、十分に確認することができなかった。本事業に伴う自然環境へのマイナスのインパクトは確認されず、用地取得及び住民移転も発生しなかった。よって、有効性・インパクトは中程度である。本事業によって発現した効果の持続性に関しては、財務面に軽微な問題が認められることから、持続性は中程度と考えられる。

以上より、本事業の評価は一部課題があるといえる。

¹ 季節、天候、昼夜を問わず、一定量の電力を安定的に低コストで供給できる電源。

1. 事業の概要



事業位置図



ウミアム第2水力発電所の発電機

1.1 事業の背景

インド北東部のメガラヤ州では、州政府が1997年に打ち出した工業化政策により急速に電力需要が伸びる一方、2002年において、必要電力量1,130 GWhに対し供給不足が530 GWh (46.9%)、ピーク時の必要電力量235 MWに対する供給不足が51 MW (21.7%)となっており、深刻な電力不足に陥っていた。本事業対象のウミアム第2発電所は、米国国際開発庁 (USAID) の無償資金協力により1970年に建設されたが、発電施設の老朽化が著しく、発電効率が低下していた。そのため、同発電所の改修の必要があった。

1.2 事業概要

メガラヤ州ウミアム川流域においてウミアム第2水力発電所 (18 MW) を改修することにより、メガラヤ州の電力不足に対応し、もって同州の産業の発展と生活レベルの改善に寄与する。

円借款承諾額/実行額	1,964 百万円/1,825 百万円
交換公文締結/借款契約調印	2004 年 3 月/2004 年 3 月
借款契約条件	金利 1.3% 返済 30 年 (うち据置 10 年) 調達条件 一般アンタイド
借入人/実施機関	インド大統領/メガラヤ州電力庁 (現在はメガラヤ州エネルギー公社)
貸付完了	2012 年 6 月
本体契約	-

コンサルタント契約	東京電力（日本）/東電設計（日本）の共同企業体
関連調査 (フィージビリティ・スタディ:F/S) 等	1. 「実行可能性調査(F/S)」(1994年11月) 2. 「ウミアム第2水力発電所改修事業に係る案件形成調査」(2003年9月)
関連事業	-

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

宮崎 慶司（OPMAC 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8月～2015年9月

現地調査：2014年11月29日～12月27日、2015年3月8日～3月21日

2.3 評価の制約

本事後評価時点においては、実施機関の2012/13年、2013/14年、2014/15年の直近3年間の財務諸表が未だ正式な監査・承認を受けていないため、実施機関より入手することは困難であった。そのため、「3.5.3 運営・維持管理の財務」においては、二次情報などから得られた限られた情報を基に評価判断を行わざるを得なかった。

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

本事業の審査時（2004年）、第10次5カ年計画（2002～2007年）において、将来の電力需要の増加に対応した新規電源開発は重要な課題のひとつとして掲げられており、2007年までにインド全体で46,939 MW（うち水力は17,311 MW）の新規電源開発の実施が計画されていた。

メガラヤ州政府は、1997年に州政府が打ち出した工業政策によって、合金鉄、スチール、セメントなどの産業の振興を図る一方、電力消費量の約半分を占める工業部門における電力需要の拡大等により深刻な電力不足に陥っていた。かかる電力不足に対応すべく、メガラヤ州電力庁（当時）では、既存水力発電所の改修、及びウムゴット第1・第2水力発電所、ミンドゥーレシュカ水力発電所など新規発電所の建設により、2012年までに計242 MWの発電設備容量の増強を行うことを

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」

計画していた。

本事業は、既存水力発電所の改修により、メガラヤ州の電力不足に対応することを目的としており、上記の第10次5カ年計画及び2012年までに242 MWの発電能力増強を目指すメガラヤ州の電力セクター計画と整合性を持っていた。

事後評価時点、国家開発計画である第12次5カ年計画（2012～2017年）では、安定的な電力供給は全ての経済活動及び包括的成長（inclusive growth）にとって不可欠であるとの認識の下、同計画期間中に88,000 MWの新規電源開発が計画されていた。

また、メガラヤ州開発計画である第12次5カ年計画（2012～2017年）において、①開発及び生活のための天然資源の利用、②インフラ開発、③人的資源開発の3つを優先分野・課題としており、「②インフラ開発」に関連して、同州の深刻な電力不足に対応するため、水力、火力などを含む新規の電源開発の必要性が謳われている。ウムゴット第1・第2水力発電所については、現在、準備段階にあり、ミンドゥーレシュカ水力発電所については、第1発電所は2013年に完成し、現在、第2発電所の準備段階である。メガラヤ州では、今後、新たに64 MWの発電容量を追加する計画であり、2017年には、発電容量は378 MWまで拡張することを目指している。

電力供給能力の向上は引き続きインド国家開発計画及びメガラヤ州開発計画において優先課題であり、事後評価時においても本事業の目的との整合性は認められる。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

2002年当時、メガラヤ州では、必要電力量1,130 GWhに対する供給不足が530 GWh（46.9%）、ピーク時の必要電力235 MWに対する供給不足が51 MW（21.7%）となるなど、深刻な電力不足に陥っていた。本事業対象のウミアム第2発電所は、USAIDの無償資金協力により1970年に建設されたが、発電施設の老朽化が著しく、2002年には長期停電を余儀なくされるなど、故障が頻発し発電効率が低下していた。一方、同発電所に代わる新規発電所の建設には、相当な時間と投資が必要とされることから、既存発電所の改修により、メガラヤ州の深刻な電力不足に対応することが求められていた。

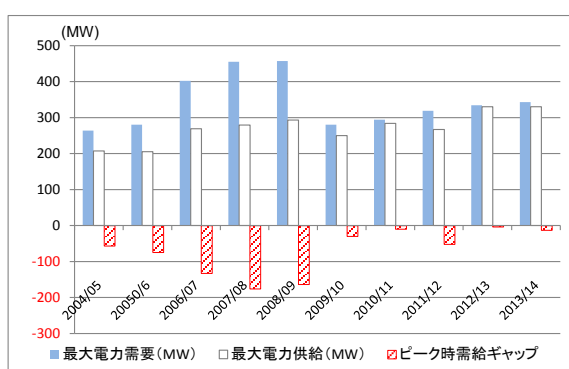
事後評価時点におけるメガラヤ州エネルギー公社が運営する発電所の設備容量は314.7 MWまで拡大した（表1）。これにより、2013/14年における供給不足はピーク時において13 MW（3.8%）まで改善した。（図1）。同年の電力供給量についても、必要電力量1,794 GWhに対し、供給不足が190 GWh（10.6%）となっており、改善がみられる⁴。

⁴ Load Generation Balance Report 2014-2015（インド中央電力庁）。

表 1 メガラヤ州エネルギー公社の既存水力発電所設備容量（2014年現在）

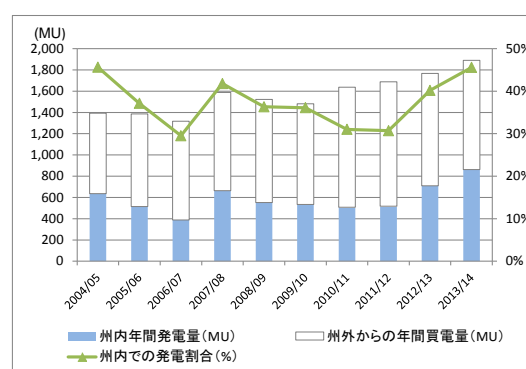
No	発電所	設備容量
1	ウミアム第1水力発電所	36 MW (9 MW×4基)
2	ウミアム第2水力発電所	20 MW (10 MW×2基)
3	ウミアム第3水力発電所	60 MW (30 MW×2基)
4	ウミアム第4水力発電所	60 MW (30 MW×2基)
5	ウムトゥル水力発電所	11.2 MW (2.8 MW×4基)
6	ソナパニ水力発電所	1.5 MW (1.5 MW×1基)
7	レシュカ水力発電所	126 MW (42 MW×3基)
	合計	314.7 MW

出所：メガラヤ州エネルギー公社



出所：インド中央電力庁

注：事後評価時点（2013/14年）では最大電力需要343 MWに対して、最大電力供給は330 MWであった。なお上記330 MWには、メガラヤ州エネルギー公社に加えて、民間及び中央政府所有の発電施設も含まれる。



出所：メガラヤ州発電公社

注：1MU（メガユニット）は、100万 kWh に相当。

図 1 メガラヤ州のピーク時電力需給ギャップ

図 2 メガラヤ州の年間電力供給量

メガラヤ州ではインド北東部送電網を通じて、近隣州の発電所⁵から電力を購入している。2013/14年のメガラヤ州総発電量1,891 GWhのうち、46%に当たる862 GWhが州内での発電であり、残り54%に当たる1,029 GWhが州外の発電所からの電力購入である（図2）。ウミアム第2水力発電所は、同州のベースロード電源として、メガラヤ州の発電設備容量の6%、年間発電量の約5%を占める。ただし州外からの購買電力を含めたメガラヤ州全体の年間発電量に対しては約2~2.5%となっている。このように、メガラヤ州のピーク時の電力需給ギャップは、審査時と比べる一定の改善はみられるものの、事後評価時において完全には解消されていない。したがって、引き続き電力不足に対応するための発電能力の改善の必要性は認められる。

⁵ メガラヤ州では、北東電力公社（NEEPCO）、国営水力発電公社（NHPC）、国営火力発電公社（NTPC）、石油天然ガス公社（ONGC）傘下の発電会社などと長期買電契約を結び、これらの発電所より電力供給を受けている。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

審査時点では「対インド国別援助計画」（2006年5月策定）は未策定であったが、2004年当時の我が国の対インドODAの基本方針では、重点分野として、①経済インフラ、②貧困対策、③環境保全が掲げられており、①経済インフラについては、電力・運輸交通を中心とした経済インフラの支援を進めるとされていた。本事業は上記の①の重点目標に沿ったものであった。

また、JICAのインド国別業務実施方針（2003年9月）では、「電力を中心とした経済インフラの整備」が重点分野として位置付けられ、電源開発、電力の安定的・効率的供給のための送配電網整備、中央・州政府のセクター改革努力への支援などを行うとされていた。上記のことから、本事業は日本の援助政策との整合性を有していた。

3.1.4 運用・効果指標の目標値の適切性

ウミアム第2水力発電所（計画時18MW）は、上流にあるウミアム第1水力発電所（36MW）で使用した発電用水を100%再利用して発電を行う仕組みになっているため、ウミアム第2水力発電所の運転はウミアム第1水力発電所の運転状況により左右される。本事業の審査時、運用・効果指標の一つである設備利用率の目標値（完成後3年）が45%と設定されていた。これは「ウミアム第2水力発電所改修事業に係る案件形成調査」（2003年9月）の調査結果に基づいて設定されたものである。同調査報告書によると、2002年のウミアム第1水力発電所の実績発電量129.4GWhに基づいて、発電用水の流量を換算し、それをウミアム第2水力発電所に使用したと仮定すると70.4GWhの年間発電電力量が期待でき、この前提条件に基づいて、設備利用率の目標値が45%とされた⁶。

しかしながら、本事業対象のウミアム第2発電所の事業完成後の設備利用率の実績値は30%以下であり、目標値である45%に対して6割程度の達成に留まっている。設備利用率の実績値が30%以下に留まっている要因としては、降雨量や降雨パターンの変化による利用可能な発電用水の減少が主要因と考えられるが、一方で、目標値設定の前提条件となるウミアム第1水力発電所の2002年の実績発電量は、利用可能な発電用水量が比較的によく好条件のもとで達成された実績でもあった。仮に過去5～10年の降雨量平均データや、その傾向に基づく将来降雨量予測に基づいて目標値を計算した場合、45%よりも低い目標値になった可能性も否定できない。したがって、設備利用率45%という目標値は、多少、過大であった可能性も考えられる。

⁶ ただし、当初計画のウミアム第2水力発電所の設備容量は18MWであり、この前提条件に基づき設備容量の目標値を45%と設定している。本事業では、設備容量を18MWから20MWへ拡張した。

以上より、本事業の実施はインドの開発政策、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

本事業のアウトプットは以下に示した（表 2）。

表 2 事業アウトプット（計画／実績）

項目	計画	実績
①設備容量	<ul style="list-style-type: none"> 18 MW (9 MW×2 基) 	<ul style="list-style-type: none"> 20 MW (10 MW×2 基)
②機械設備	<ul style="list-style-type: none"> タービン(ランナ、入口弁、ガイドベーン操作機構、主軸封水装置等) 調速機と制御盤 空気圧縮装置 給排水装置、等 	<ul style="list-style-type: none"> 計画どおり
③電気設備	<ul style="list-style-type: none"> 発電機関連部品(固定コイル、固定コア等) 励磁システム 主機制御盤 11KV キュービクル 変圧器、等 	<ul style="list-style-type: none"> 計画どおり
④コンサルティング・サービス (a) 改修補助	<ul style="list-style-type: none"> 調達補助、施工管理、運転・保守教育、報告書作成 投入量:45 M/M 	<ul style="list-style-type: none"> サービス内容は計画どおり 投入量:58.39 M/M
(b) キャパシティー・ビルディング	<ul style="list-style-type: none"> メガラヤ電力庁のキャパシティー・ビルディング <ul style="list-style-type: none"> 財務上の問題点の改善、組織管理能力の向上、QC サークル活動の導入による問題解決能力の向上 人材開発センターのアップグレードに係る調査 <ul style="list-style-type: none"> 人材育成制度や設備・機材の改善にかかる提言、北東州総合研修センターへの活用検討 投入量:48 M/M 	<ul style="list-style-type: none"> サービス内容は計画どおり メガラヤ電力庁の職員 10 名を対象に、日本において 1 カ月間の総合品質管理(TQM)研修も行われた。 投入量:80.5 M/M

出所：JICA 提供資料及び質問票回答。

注：QC は Quality Control（品質管理）の略。QC サークル活動とは、職場内で自発的に集まった小人数の集団が、製品・サービスの品質管理や改善、不良品の低減、安全対策などに取り組むこと。

設備容量が当初計画の 18 MW（9 MW×2 基）から 20 MW（10 MW×2 基）へ変更になったことを除いては、機械設備及び電気設備のコンポーネント内容については、大きな変更はなかった。設備容量の変更については、タービンの能力を考えて拡張が可能であると電力省中央電力庁が判断し、実施機関にその旨提言を行い、その可能性について実施機関が検討した結果、計画事業費内で 2 MW の拡張が可能であるとの結論に至り、設計変更が行われた。この拡張は、電力不足への対応

という事業目的にも合致するものであった。

またコンサルティング・サービスの投入量が増加した。改修補助に係るコンサルティング・サービスの業務量が 13.39 M/M (約 30%) 増加したのは、設計変更及び本体部分の再入札の実施に伴う追加的業務が生じたことによるものであった。キャパシティー・ビルディングの業務量が 32.5M/M (約 68%) 増加したのは、当初想定した業務量に対して事業期間が長引いたことで追加的な業務が発生したためである。

調達については、主変圧器・所内変圧器、給水施設については、1パッケージで国内競争入札 (LCB) にて、その他の主要電機機器等は、1パッケージで国際競争入札 (ICB) にて行われた。



発電機 (1号機、2号機)



変電施設



コントローラー



11KV スイッチギアパネル



ウミアム湖 (ウミアム貯水池)



導水路 (事業対象外)

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

計画事業費 2,343 百万円 (うち円借款 : 1,964 百万円) に対して、実績事業費は 2,147 百万円 (うち円借款 : 1,825 百万円) であり、計画内に収まった (計画比 92%) (表 3)。

本事業では、追加アウトプット (設備容量の拡張) により機械設備費等が計画に対して 257 百万円上回ったが、一方で、電気設備費用等、移送費、据付費、管理費、物的予備費などの他の費目の実績が計画を下回ったことにより、最終的には実績事業費は計画内に収まった。なおコンサルティング・サービスの実績業務量は増加した一方、実績費は計画費を下回った。この理由は、競争入札等により審査時に積算された M/M 単価に比べて低い M/M 単価で契約を行ったためと思われる。

表 3 事業費（計画／実績）

単位：百万円

項目	計画			実績		
	円借款	イント'政府	計	円借款	イント'政府	計
1. 機械設備費用等	365	0	365	622	0	622
2. 電気設備費用等	589	0	589	582	0	582
3. 移送費	112	0	112	21	0	21
4. 据付費	200	0	200	122	0	122
5. プライス・エスカレーション	81	28	109	0	0	0
6. 物的予備費	135	34	169	56	28	84
7. コンサルティング・サービス費	415	0	415	356	0	356
8. 管理費	0	142	142		8	8
9. 税金	0	175	175		285	285
10. 建中金利	67	0	67	67	0	67
計	1,964	379	2,343	1,826	321	2,147

出所：JICA 提供資料。

3.2.2.2 事業期間

計画事業期間は 2004 年 3 月（借款契約調印）から 2008 年 9 月（発電所の試運転開始）までの 55 カ月に対して、実績事業期間は 2004 年 3 月から 2012 年 1 月までの 95 カ月であり、計画を大幅に上回った（計画比 172%）（表 4）。本事業の遅れの主要因は、電力省中央電力庁が本体部分の入札指示書の内容及び落札価格に対して同意しなかったため、再入札を行ったためであり、その結果、約 3 年の遅延が生じた。一方、再入札結果発表から 2 号機の試運転開始までの事業期間については、実績は計画と同じ 25 カ月であり、遅れはなかった。

表 4 事業期間（計画／実績）

項目	計画	実績
借款契約調印	2004 年 3 月	2004 年 3 月
本体入札手続き開始	2005 年 4 月	2008 年 7 月(再入札)
入札公示	2005 年 6 月	2008 年 8 月(再入札)
MeECL による入札評価	2006 年 1 月	2009 年 9 月(再入札)
JICA による入札評価結果承認	2006 年 7 月	2009 年 11 月(再入札)
入札結果発表	2006 年 8 月	2009 年 12 月(再入札)
1 号機の試運転開始	2008 年 6 月	2012 年 1 月
2 号機の試運転開始	2008 年 8 月	2011 年 12 月
事業期間	2004 年 3 月～2008 年 9 月 (55 カ月)	2004 年 3 月～2012 年 1 月 (95 カ月)

出所：JICA 提供資料。

注：MeECL：メガラヤ州エネルギー公社。

3.2.3 内部収益率

審査時の本事業の財務的内部収益率 (FIRR) は 18.8%、経済的内部収益率 (EIRR) は 20.5%であった。本事後評価で行った再計算の結果は、FIRR=7.9%、EIRR=7.9%であった。計画時の前提条件は以下の通り。

	財務的内部収益率(FIRR)	経済的内部収益率(EIRR)
費用	初期投資、維持管理費	初期投資、維持管理費(税金等を除く)
便益	売電収入	売電収入(税金等を除く)
プロジェクトライフ	商用運転開始後 30 年	商用運転開始後 30 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⁷ (レーティング: ②)

3.3.1 定量的効果 (運用・効果指標)

本事業では審査時に、運用指標として計画外停止時間、計画停止時間、及び設備利用率が、効果指標として最大出力及び送電端発電量が設定されていた (表 5)。

表 5 運用・効果指標

指 標	基準値	目標値	実績値		
	2002 年	2011 年	2012/13 年	2013/14 年	2014/15 年
	審査前	完成後 3 年	完成年	成後 1 年	完成後 2 年
<運用指標>					
計画外停止時間(時間/年)					
①機器故障	530	88	0	0	0
②人員ミス	0	0	0	0	0
③その他	0	0	1号:44h46 2号:937h46 合計:982h32	1号:103h25 2号:69h45 合計:173h10	1号:127h07 2号:19h31 合計:146h38
計画停止時間(時間/年) (定期点検等)	3,787	88	1号:154h24 2号:100h49 合計:255h13	1号:22h45 2号:28h45 合計:51h30	1号:73h00 2号:10h30 合計:83h30
設備利用率(%)	36	45	28.8	23.6	26.1
<効果指標>					
最大出力(MW)	18	18	20	20	20
送電端発電量(MWh/年)	56,470	70,000	50,408	41,322	41,327

出所: JICA 提供資料及び質問票回答。

注 1: 実績値は暦年ではなくインド会計年度 (4 月~3 月) に基づくデータ。

注 2: 2014/15 年実績値は、2014 年 4 月から 2015 年 2 月までの 11 カ月間のデータ。

⁷ 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。

「機械故障」に起因する計画外停止時間は、目標値の年間 88 時間に対し、2012/13 年～2014/15 年のいずれの年も年間 0 時間であり、目標を達成している。「人員ミス」に起因する計画外停止時間についても、2012/13 年～2014/15 年のいずれの年も年間 0 時間であり、目標を達成している。一方、「その他」に起因とする計画外停止時間は、2012/13 年が年間 982 時間、2013/14 年が年間 173 時間、2014/15 年が年間 146 時間となっており、目標の年間 0 時間に対して未達成である。その要因は、ウミアム第 2 発電所では、発電所への電力供給において急激な電圧の上昇がしばしば発生するため、機械へのダメージを防ぐため、一時的に発電機を停止する措置を取っているためである。2012/13 年は特にそのようなケースが多く生じた。実施機関によると、送電線の急激な電圧の上昇を防ぐ措置としては、別の系統の送電線の整備などを行う必要があるが、それには時間と費用がかかるため、一時的に電力を遮断して発電機械へのダメージを防ぐ以外には、現時点で取り得る方策はないとのことであった。

計画停止時間は、2012/13 年は年間 255 時間であったが、2013/14 年は年間 51 時間、2014/15 年は 83 時間であり、目標値の 88 時間を達成している。

最大出力は、設備容量を当初の 18 MW から 20 MW に変更しており、目標値の 18MW を達成している。一方、設備利用率及び送電端発電量は、2012/13 年～2014/15 年のいずれの年も、改修前の 2002 年基準値を下回るレベルであり、目標値についても未達成である。理由は、実施機関によると、降雨量及び降雨パターンの変化により、発電に利用できる水量が減少したためと考えられる。加えて、設備容量が 18 MW から 20 MW に増えたことが、設備利用率の低下に影響を与えた可能性も考えられる。一方、既述のとおり、設備利用率 45%という目標値は、好条件下での前提条件に基づいて設定されており、幾分過大であった可能性も考えられる。

ウミアム湖（ウミアム貯水池）から取水された水は、まず第 1 水力発電所の発電に使われ、その後、下流にあるウミアム第 2 水力発電所まで導水路⁸で運ばれ、ウミアム第 2 水力発電所の発電

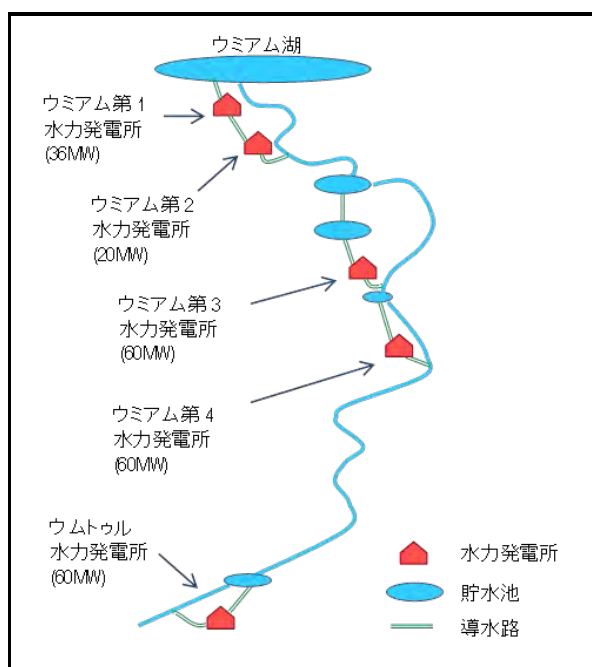
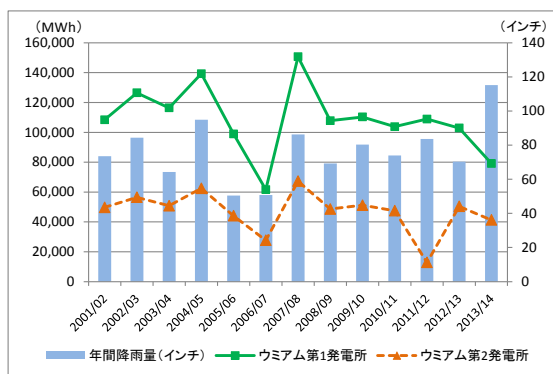


図 3 事業サイト図

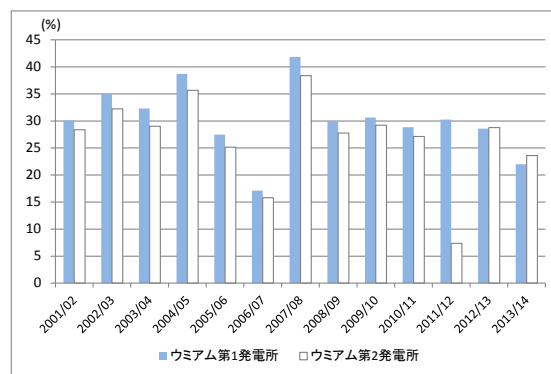
⁸ 導水路の総延長は 3,411m（開放水路区間：1,188m、トンネル区間 2,226m）。

用水として再利用される仕組みとなっている（図 3）。このため、第 2 発電所の運転は、第 1 水力発電所の稼働状況に大きく左右される。2001/02 年から 2013/14 年の過去 13 年間の年間降雨量及び第 1 発電所、第 2 発電所の発電量を見ると、計画停止時間が多かった 2011/12 年を除いては、両発電所の発電量は、概ね同じパターンで推移している（図 4）。また両発電所の設備利用率は、過去 13 年間で両者ともに 35%を超えたのは 2004/05 年及び 2007/08 年の 2 回だけであり、それ以外の年は、概ね 25%～30%のレベルで推移している（図 5）。これらを考慮すると、ウミアム第 2 水力発電所の目標とする設備利用率は、平均 30%～35%、最大 40%程度が現実的な値ではないかと推測される。



出所：メガラヤ州発電公社
注：1 インチ=25.4 mm

図 4 年間降雨量及び発電量



出所：メガラヤ州発電公社

図 5 設備利用率

3.3.2 定性的効果

(1) 実施機関の運営・維持管理能力の向上

本事業では、コンサルティング・サービスとして調達補助、施工管理、運転・保守教育などに加えて、実施機関のキャパシティー・ビルディングも行われた。具体的には、財務上の問題点の改善、組織管理能力の向上、QC サークル活動の導入による問題解決能力の向上、人材育成制度や設備・機材の改善にかかる提言、北東州総合研修センターの活用検討などを含む人材開発センターのアップグレードに係る調査が行われた。本事後評価では、実施機関の人材開発部幹部及び元幹部、会計担当者、ウミアム第 2 水力発電所所長等へのヒアリングを行った結果、以下の定性的効果が確認された。

QC サークルの導入による組織能力強化

実施機関では、人材開発部の下に TQM 事務局が設置され、同事務局を中心に人材開発、会計、営業・企業経営の各分野への TQM の普及の支援を行った。また TQM の推進に関する社内通達も発出され、QC サークルを発送配電の各部門・職

場に普及する活動が行われた。これにより、発電会社では、品質管理の一環として変圧器修理に関するOJTを行い、各QCサークルで業務の標準化を図るための定期的なミーティングを行うようになった。またOJTというコンセプトも、新たに導入された。

QCサークルは、第2水力発電所でも導入され、一定の効果を上げている。例えば、以前は、故障が生じた場合、発電所の職員は、所定の手順通りに対応せず、すぐに機械を開けて修理を行っていたが、現在では、問題が生じた際は、「①マニュアルを参照し、手順の確認⇒②スタッフ同士で対応策について協議⇒③修理の実行」というように、所定の手順を踏んで行動するようになるなど、維持管理能力の改善にも繋がっている。

人材開発部の担当者によると、QCサークル活動を通じた問題解決のアプローチの重要性は、社員の間で広く認識されるようになったとのことであった。一方、これまでTQM事務局の中心的な役割を担っていた人材開発部の担当者が、2013年に人事異動により他の部署に異動になった後は、TQM事務局の活動は休止状態にあり、各職場のQCサークルも以前に比べて活発に運営されていないとのことであった。

研修機能の強化

本事業では、実施機関の自社研修センターである人材開発センターのアップグレードに係る調査を行い、その調査結果に基づき、実施機関では人材開発センターにおける各研修プログラム、実施内容、方法について改善を行い、新しい研修プログラムに沿って、社員の研修を実施している。各研修プログラムでは、TQMに関する科目が必須となっている（現在の研修制度については、「3.4.2 運営維持管理の技術」を参照）。

財務・会計能力の強化

財務マネジメントに関する日本研修を受けた会計担当者は、研修後、支出計画に基づいた会計業務が行えるようになり、財務管理の効率化に役立っているとのことであった。また財務・会計部門では業務毎に部署が分かれているため、定期的に関係者でミーティングを開き、業務上の情報共有を頻繁に行うようになり、業務改善にも繋がっているとのことであった。

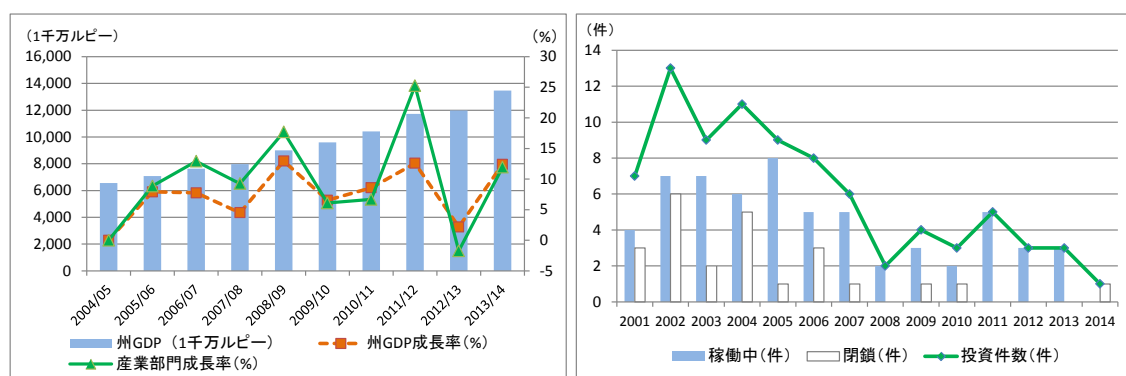
以上のように、本事業は実施機関の運営・維持管理能力の向上に対して一定の効果があつたと認められる。

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

(1) メガラヤ州の産業の発展

ウミアム第2水力発電所は、同州のベースロード電源として、メガラヤ州の発電設備容量の6%、年間発電量の約5%を占める。州外の発電施設からの購買電力を含めたメガラヤ州全体の年間発電量に対しては約2~2.5%と、同州の電力供給源として一定の貢献をしている。メガラヤ州の主要産業は、合金、鋼鉄、セメントなどの工業部門が中心である。2004/05年~2013/14年の過去10年間、メガラヤ州の州GDP及び同成長率は、安定的に伸びている。産業部門成長率についても2012/13年を除いては、プラス成長である(図6)。一方、投資件数(10億ルピー以上)は、2003~2004年頃をピークに、近年は年間3件程度に留まっている(図7)。メガラヤ州商業産業局へのヒアリングによると、メガラヤ州の電力不足の問題が、投資に対してマイナスの影響を与えていると思われる。



出所：インド中央政府計画委員会

注：産業部門には、鋳業、製造業、電気・ガスなどのエネルギー業が含まれる。

出所：メガラヤ州商業産業局

注：上記の投資案件は、プラント及び機材等への投資。

図6 メガラヤ州主要経済データ

図7 メガラヤ州投資件数(10億ルピー以上)

また、合金、製鉄、セメント業などのメガラヤ州の大口電力需要家へのヒアリング⁹によると、ウミアム第2水力発電所の改修により20MWの発電能力が確保されたことは、電力不足の軽減に対して一定の貢献をしており、ウミアム第2水力発電所の改修後、概ね電力は安定的に供給され、電力系統も安定しているとのことであった。しかしながら、ほとんどの製造業は、電力不足及び季節的な電圧の降下などの課題の克服のため、自家発電プラントを設置している。この自家発電プラントの発電コストは、企業にとっては財務上の負担となっている。メガラヤ

⁹ ヒアリング対象は、Byrnihat Industries Association (BIA) に加盟する合金鉄製造業、マンガン合金製造業、セメント製造業の3社。BIAはメガラヤ州 Byrnihat の Export Promotion Industrial Park (EPIP) で事業を行う製造業30社が加盟する団体。BIA加盟企業の大半は、合金鉄製造、セメント、ビール製造などで、販売先は国内市場向け。

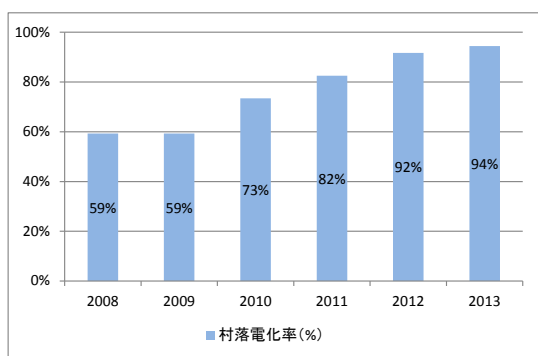
州の電力の不足の解消及び電力供給量の増加が実現するならば、企業側としては、同州での施設の拡大や新規施設の建設を行いたいとの意向であった。

一方、実施機関によると、ウミアム第2水力発電所の下流に位置する第3水力発電所は、第2発電所の発電用水を再利用して発電を行っているため、仮に第2発電所の改修が行われず、老朽化により稼働ができなくなってしまう場合、第3水力発電所への水の供給がストップし、同発電所の運用に大きなマイナスの影響を与えることが想定される¹⁰。また第2水力発電所の稼働が止まった場合、同発電所の発電を代替する電力を州外から購入する必要があり、そのための追加的な財政負担が発生することが見込まれる。

このように、本事業は、ウミアム第2水力発電所の改修により、メガラヤ州の電力供給の安定に一定の貢献は認められるものの、同州の電力不足は完全には解消されておらず、本事業によるメガラヤ州の産業の発展へのプラスのインパクトは、十分に確認することができなかった。一方、本事業の実施により、第2水力発電所及び第3水力発電所の発電能力の低下、及び州外からの代替的な電力購入に伴う追加的財政負担など将来のリスクを回避することでできたことは、同州の電力セクターにとってプラスのインパクトとして評価できる。

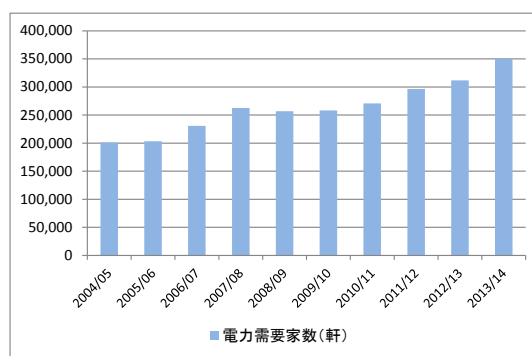
(2) メガラヤ州の生活レベルの改善

メガラヤ州の村落電化率¹¹は、年々改善しており、2008年の59%から2013年には94%まで向上した(図8)。電力需要家数も2004/05年の約20万軒から2013/14年には約35万軒へと増えた(図9)。また過去10年間(2004/05年～2013/14年)のメガラヤ州GDPの平均成長率は8.4%と高い水準にある(図6)。



出所：メガラヤ州発電公社

図8 メガラヤ州の村落電化率



出所：メガラヤ州発電公社

図9 メガラヤ州の電力需要家数

¹⁰ 第2発電所を経由せずに、第1発電所から第3発電所へ直接、水を運ぶためには、迂回水路を建設する必要があり、それには大きなコストがかかるため、現実的ではないとのことである。

¹¹ 2004年2月に改定された「村落電化」の定義は、①居住区の基本配電設備の整備、②公共の場所(学校、会議所、診療所、薬局、公民館など)への電気供給、③村落内の世帯電化率が10%以上、の3つの条件を満たすことである(出所：2004年2月5日付インド電力省通達文書 No. 42/1/2001-D (RE))。

しかしながら、本事業は既存水力発電所の改修が主目的であり、ウミアム第 2 水力発電所は、同州のベースロード電源として一定の貢献は認められるものの、本事後評価では、本事業とメガラヤ州の生活レベルの改善へのインパクトとの間の因果関係を示す情報収集が困難であったため、このインパクトについての検証はできなかった。

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

本事業は「環境社会配慮確認のための国際協力ガイドライン」（2002 年 4 月制定）に掲げる影響を及ぼしやすい特性や影響を受けやすい地域に該当しないため、カテゴリ C に該当する案件であった。本事業の環境影響評価（EIA）報告書は 1996 年 5 月に策定され、同 8 月に環境森林省の環境クリアランスも取得された。

本事業に関する環境モニタリングは、メガラヤ州発電公社の小規模水力発電・維持管理部の所管となっている。実施機関では、事業実施中及び事業完成後も、ウミアム第 2 水力発電所に係る環境コンプライアンスレポートを半年ごと（年 2 回）にメガラヤ州森林環境局に提出している。同レポートによると特段の環境への負のインパクトは報告されていない。また、ウミアム湖（ウミアム貯水池）の水は、全て発電用として使われることになっており、実施機関では、ウミアム湖の水位を 3,220～3,155 フィート（約 981～961 メートル）の基準範囲内に管理している。

以上より、本事業の実施に伴う自然環境への特段のマイナスのインパクトは認められない。

(2) 用地取得、住民移転

本事業は既存施設内の発電機の交換であり、新たな用地取得及び住民移転は発生しなかった。

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

2010 年 3 月よりメガラヤ電力庁は、発送配電事業を統括するメガラヤ州エネルギー公社に再編された。その後 2013/14 年に、メガラヤ州エネルギー公社は、メガラヤ州発電公社、メガラヤ州送電公社、メガラヤ州配電公社の 3 公社に分離され、上記 3 公社の財務、人材開発を含む総務部門などの管理部門は、メガラヤ州エネルギー公社に残った。現在、メガラヤ州エネルギー公社は、発・送・配電の 3 公社の持ち株会社として位置づけられている。したがって、事後評価時点での本事業の運

営・維持管理機関は、狭義にはメガラヤ州発電公社であるが、広義にはメガラヤ州エネルギー公社も含まれる。上記 4 公社の職員数は表 6 に、実施機関の組織図は図 10 示すとおり。

本事業施設の直接の運営維持管理は、発電公社の発電部の管理下にあるウミアム第 2 水力発電所が担当する。同発電所のスタッフは、28 名の正職員（エンジニア 10 名、テクニシャン 17 名、事務スタッフ 1 名）、11 名の契約職員の合計 39 名からなり、同発電所スタッフは 4 班に分かれて、24 時間を 3 交代で勤務する体制となっている。同発電所では、下級レベルの技術者（テクニシャン）など若手の正職員が不足していることもあり、当面は、契約職員の雇用により職員不足を補い、業務に支障が生じないように対応している。

以上より、体制面の問題は見られない。

表 6 メガラヤ州電力 4 公社の職員数（2014 年 11 月 1 日現在）

単位：人

	I 種	II 種	III 種	IV 種	合計
メガラヤ州エネルギー公社	47	62	173	104	386
メガラヤ州発電公社	58	259	180	292	789
メガラヤ州送電公社	19	110	100	99	328
メガラヤ州配電公社	51	208	727	595	1,581
合計	175	639	1,180	1,090	3,084

出所：メガラヤ州発電公社

注：I 種は主任・副主任技師、会計士などの上級幹部職員、II 種は主任技師補、会計士補などの中堅幹部職員、III 種は中堅・若手レベルの技師・技術者、IV 種はテクニシャン、電気工、ドライバー、電話交換手などの職員。

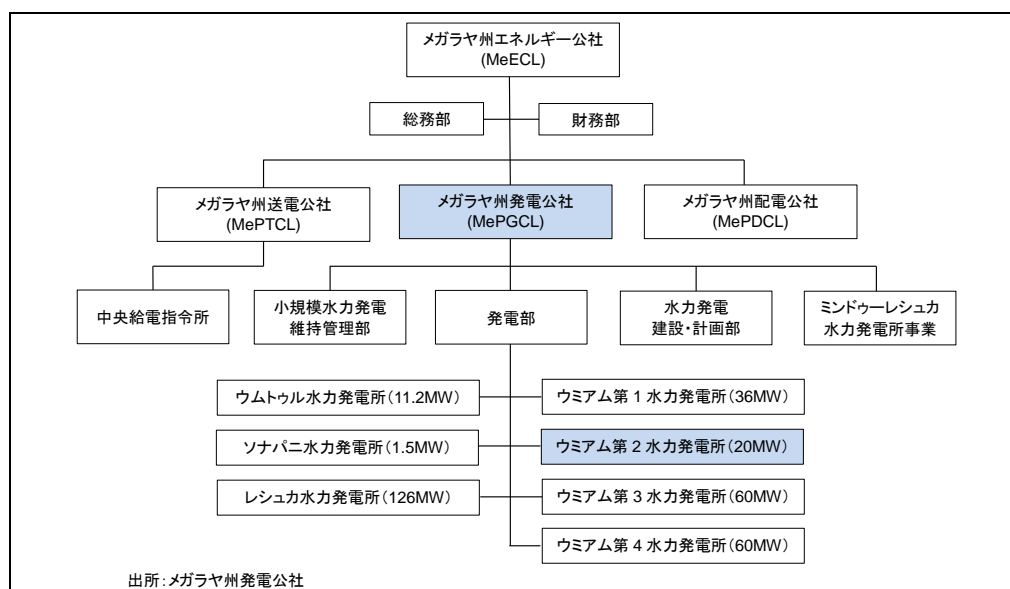


図 10 実施機関の組織図

3.5.2 運営・維持管理の技術

ウミアム第2水力発電所で働くメガラヤ州発電公社の正職員は、電気工学や機械工学などの各専門分野の学位・資格を有しており、発電施設の運営管理について一定の技術能力を保有している。契約職員についても、州政府の職業訓練校（ITI: Industrial Training Institute）の修了証書保有者である。また実施機関では、職員の評価制度もあり、毎年、職員の業績評価を行っている。さらに、メガラヤ州エネルギー公社には、自社の研修センターとして、一度に35～40名の研修が可能な教室、オーディオ機材などの研修機材などを備えた人材開発センター（所在地はウミアム）があり、メガラヤ州エネルギー公社及び傘下の3公社の正職員向けの研修を実施している。研修制度は大きく分けて、①実施機関の社員・講師による社内研修、②パートナー研修機関での研修、③パートナー研修機関の講師派遣による研修、の3つのスキームがある。①については、A、B、C、Dの4つのレベル（職位別のカテゴリ）のうち、若手職員であるC、Dレベルのスタッフを対象とし、通常、講義とOJTを組み合わせて行われる。内容は電気保安、災害管理、配電管理システム、労務災害などである。②については、A、Bレベルの管理職やベテラン職員を対象とし、インド中央政府の研修スキームを利用して、彼らを評判の高い国内の研修機関¹²へ派遣して行われる。人材開発センターでは、2014/15年は、5つの研修プログラムが計画・実施され、そのうち1件は社内研修、4件はパートナー研修機関で行われた¹³。実施機関では、現在、教室の増床などによる収容能力の拡大や新たな研修機材の導入など人材開発センターの施設の拡充を計画している。

ウミアム第2水力発電所には製造メーカーの運営・維持管理マニュアルが整備されており、日々の維持管理業務で参照・活用されている。運用・効果指標の結果でも示されているように、本事業完成後、機械故障及び人員ミスを原因とする計画外停止は生じておらず、発電所スタッフの維持管理能力の高さを裏付けている。

以上より、技術面での問題は認められない。

3.5.3 運営・維持管理の財務

表7は、事業完成後のウミアム第2水力発電所の運営維持管理予算を示したものである。ウミアム第2水力発電所所長及びメガラヤ州エネルギー公社の財務担当責任者によると、本事業施設の運営・維持管理に必要な予算は、毎年、確保されているとの認識であった。

¹² 例えば国立電力研修機関（NPTI）や地方電化公社の地方電化研修センター（CIRE）、アディティア・ビルラ・グループ（Aditya Birla Group）の研修センターなど。

¹³ ①水力発電所の設計及び運営維持管理、②電力事故の原因分析、③電力システム・オペレーション、④発電機及び変圧器の寿命診断、⑤人格形成及び行動科学、などに関する研修プログラム。①～④はパートナー研修機関にて、⑤は社内研修にて実施。

表 7 ウミアム第2水力発電所の運営・維持管理予算

単位：千ルピー

項目	2011/2012年		2012/13年		2013/14年	
	計画	実績	計画	実績	計画	実績
維持管理費	6,172	1,389	6,323	2,720	2,785	3,139
人件費	9,710	10,034	10,678	11,407	11,173	10,917
管理費	268	38	278	29	163	51
合計	16,150	11,461	17,279	14,156	14,121	14,107

出所：質問票回答

2013/14年以降の4公社体制になってから、発電、送電、配電の公社毎に独立した財務諸表が作成されるようになったが、事後評価時点においては、2012/13年、2013/14年、2014/15年の直近3年間の財務諸表が未だ正式な監査・承認を受けていないため、実施機関より入手することは困難であった。入手可能な情報¹⁴によると、当時のメガラヤ州エネルギー公社は、2007/08年～2009/10年の3年間で赤字を出しており、2010/11年には10.4億ルピーの赤字額であった。2010/11年の収入は、州政府からの補助金を含めると電力コストの81%を回収している（全国平均は76%）。しかし、2011/12年には赤字額が20.9億ルピーに拡大し、補助金を含めた収入に対する電力コスト回収率は71%（全国平均は72.5%）であった。ただし、これらの数字は、他の北東部州と比較すると良好なものではある。

2013年3月、電力省による全国の送配電公社の財務能力を中心としたパフォーマンス評価の格付け¹⁵が発表されたが、それによるとメガラヤ州エネルギー公社は「C⁺」の格付け¹⁶であり、低い運営・財務能力と評価されている（ただし、この格付けが行われた時期は、発・送・配電の3公社の分離が行われる前であった）。一方、メガラヤ州発電公社が同州電力規制委員会に提出した2014/15年の電力料金改定に係る申請書¹⁷によると、発電公社は、2014/15年の自己資本利益率を14%と想定しており、発電公社単体としては高い収益性が見込まれている。

以上より、財務面については、若干の懸念が認められる。

¹⁴ メガラヤ州エネルギー公社年報（2007/08～2010/11年）及びインド電力金融公社報告書（The Performance of State Power Utilities for the Year 2010-11 to 2012-13, PFC, 2003）。

¹⁵ “State Distribution Utilities First Annual Integrated Rating” Ministry of Power (March 2013)。電力省は、送配電公社の財務状況を把握し、将来の資金調達ニーズを特定する目的で、全国の送配電公社のパフォーマンス・レーティングを実施した。実際の調査は、インドの電力金融公社（PFC：Power Finance Corporation Ltd.）が行い、格付けはICRA（Investment Information and Credit Rating Agency of India Limited）とCARE（Credit Analysis and Research Ltd）社によって行われた。

¹⁶ 格付けの定義は以下の通り。「A」：非常に高い運営及び財務能力（スコア80～100）、「B⁺」：中程度の運営及び財務能力（スコア50～65）、「B」：平均以下の運営及び財務能力（スコア35～50）、「C⁺」：低い運営・財務能力（スコア20～35）、「C」：非常に低い運営・財務能力（スコア0～20）。

¹⁷ Petition for Annual Revenue Requirement and Generation Tariff for FY2014/15, Meghalaya Power Generation Corporation Ltd.

3.5.4 運営・維持管理の状況

ウミアム第2水力発電所の発電施設は良好な状態に保たれている。施設の維持管理は、メンテナンス計画、運営維持管理マニュアル、作業手順等に沿って適切に行われており、サイト調査の際も、ログブックの各点検項目に沿って、一時間ごとに機材別の運用記録が付けられていることを確認した。同発電所では、自社職員で対応できない問題が生じた場合は、製造メーカーのデリー事務所を通じて、製造メーカー本社に相談し、その指示に従って修理を行っている。スペアパーツの調達についても、発電機の純正品については製造メーカーのデリー事務所を通じて調達を行っており、問題は生じていない。ウミアム第1発電所及び第2発電所は、同じ製造メーカー、形式の発電機を使っているため、緊急時にはスペアパーツをお互いに融通し合い対応している。

以上より、本事業施設の運営・維持管理の状況には、問題は認められない。

以上より、本事業の維持管理は財務に軽微な問題があり、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、メガラヤ州ウミアム川流域においてウミアム第2水力発電所（18 MW）を改修することにより、メガラヤ州の電力不足に対応することを目指していた。本事業の目的は、審査時（2004年）、事後評価時双方のインド国の開発政策、開発ニーズ及び審査時の日本の援助政策に合致していることから妥当性は高い。アウトプットは設備容量が18 MWから20 MWに拡張されたことを除いては、大きな変更はなかった。なお、この拡張は電力不足への対応という事業目的に合致するものであった。事業費は計画内に収まったが、事業期間が計画を大幅に上回ったことから、効率性は中程度と考えられる。運用・効果指標については、計画停止時間、最大出力は、目標値に達している一方、計画外停止時間、設備利用率、送電端発電量は、目標に達していない。設備利用率、送電端発電量が目標値を未達成である最大の要因は、降雨量や降雨パターンの変化による発電用水の不足が原因と考えられるが、一方で、審査時における目標値の設定が過大であった可能性が考えられる。キャパシティー・ビルディングによる実施機関の運営・維持管理能力の向上効果については、一定程度、効果が認められる。一方、ウミアム第2水力発電所はメガラヤ州全体の年間発電量の約2～2.5%を占めるなど、同州のベースロード電源として電力供給の安定に一定の貢献をしている。しかし、同州では電力不足が完全には解消されておらず、本事業によるメガラヤ州の産業の発展及びメガラヤ州の生活レベルの改善に対するインパクトは、十分に確認することができなかった。本事業に伴う自然環境へのマイナスのインパクトは確認されず、用地取得及び住民移転も発生しなかった。よって、有効性・インパクトは中程度

である。本事業によって発現した効果の持続性に関しては、財務面に軽微な問題が認められることから、持続性は中程度と考えられる。

以上より、本事業の評価は一部課題があるといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

(1) TQM 事務局の継続的活用

本事業のコンサルティング・サービスで導入した QC サークル導入による問題解決能力の向上、組織能力の強化は、組織の文化として根付きつつあり、一部の職場において一定の効果があることが認められた。この効果を継続的に組織に広げるためにも、現在の休眠状態にある TQM 事務局を再度活性化し、TQM の推進役として活用することを提言する。

4.2.2 JICA への提言

なし。

4.3 教訓

(1) 事業施設と密接な関係にあり、一体で運用される施設も含めた運用状況の確認の必要性

ウミアム第 2 水力発電所は、上流にあるウミアム第 1 水力発電所で使用した発電用水を 100%再利用率して発電を行う仕組みになっているため、ウミアム第 2 水力発電所の運転はウミアム第 1 水力発電所の運転状況により左右される。このことは、ウミアム第 1 水力発電所及び第 2 発電所が一体となって運用されていることを意味する。このように事業対象施設が同じ実施機関が運営管理する事業対象外施設と一体となって運用されている場合、事業対象施設のみならず、同施設と一体となって運用されている施設についても、計画時に運用・効果指標及び目標値を設定し、事業完成後の運用状況の把握を行うことが望ましい。その際、施設の稼働に重大な影響を及ぼす貯水池の水量及び降雨量の将来予測についても、可能な限り詳細な検討を行い、計画に反映させる必要がある。

以 上

主要計画/実績比較

項目	計画	実績
①アウトプット (1) 設備容量 (2) 機械設備 (3) 電気設備 (4) コンサルティング・サービス (a) 改修補助 (b) キャパシティー・ビルディング	18 MW (9 MW×2基) <ul style="list-style-type: none"> • タービン(ランナ、入口弁、ガイドベーン操作機構、主軸封水装置等) • 調速機と制御盤 • 空気圧縮装置 • 給排水装置、等 <ul style="list-style-type: none"> • 発電機関連部品(固定コイル、固定コア等) • 励磁システム • 主機制御盤 • 11KV キュービクル • 変圧器、等 <ul style="list-style-type: none"> • 調達補助、施工管理、運転・保守教育、報告書作成 • 投入量:45 M/M <ul style="list-style-type: none"> • メガラヤ電力庁のキャパシティー・ビルディング <ul style="list-style-type: none"> ➢ 財務上の問題点の改善、組織管理能力の向上、QC サークル活動の導入による問題解決能力の向上 • 人材開発センターのアップグレードに係る調査 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 人材育成制度や設備・機材の改善にかかる提言、北東州総合研修センターへの活用検討 • 投入量:48 M/M 	20 MW (10 MW×2基) <ul style="list-style-type: none"> • 計画どおり <ul style="list-style-type: none"> • 計画どおり <ul style="list-style-type: none"> • サービス内容は計画どおり • 投入量:58.39 M/M • サービス内容は計画どおり • メガラヤ電力庁の職員 10 名を対象に、日本において 1 カ月間の総合品質管理(TQM)研修も行われた。 • 投入量:80.5 M/M
②期間	2004年3月～2008年9月 (55カ月)	2004年3月～2012年1月 (95カ月)
③事業費		
外貨	1,700百万円	(不明)
内貨	643百万円 (248百万ルピー)	(不明)
合計	2,343百万円	2,147百万円
うち円借款分	1,964百万円	1,825百万円
換算レート	1ルピー = 0.386円 (2003年8月現在)	(不明)

インド

地方電化事業

外部評価者：OPMAC 株式会社 宮崎慶司

0. 要旨

本事業は、インド南部アンドラ・プラデシュ州、西部マディア・プラデシュ州、マハラシュトラ州の3州において、変電所の新設・増強及び配電網の整備を行うことにより、送配電システムの安定化及び未電化世帯等の電力アクセスの改善を図ることを目指していた。本事業の目的は、インド国の開発政策、開発ニーズ及び審査時の日本の援助政策に合致していることから妥当性は高い。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ことから、効率性は中程度と考えられる。アウトプットは、実施中に生じた状況の変化に対応するため変更が生じた。

需要家1軒当たり年間事故停電時間、世帯電化率、配電ロス率、料金回収率、売電量などの運用効果指標は、目標値を達成した。本事業により約2.9百万世帯が新たに電化されたと推定される。この達成については、インド中央政府による地方電化スキームである「新世帯電化促進プログラム (RGGVY)」の実施、各配電会社による配電ロスの改善、料金徴収方法の改善、適切な保守点検の実施などの取り組みなど、外部要因による貢献も大きい。また、受益者調査の結果から、情報へのアクセスの増加、夜間の安全性の向上、教育の改善、衛生状態の改善、公共サービスの改善、社会活動の活発化、貧困の減少など、住民の生活環境の向上や地域経済・社会面でのプラスのインパクトが確認された。自然環境へのマイナスのインパクトは認められず、用地取得手続きはインド国内法に則って実施された。住民移転は、発生しなかった。よって、有効性・インパクトは高いと判断される。

事業によって発現した効果の持続性に関しては、体制面、技術面、財務面のいずれも特段の問題がなく、施設の維持管理状況も非常に良いことから、持続性は高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

1. 事業の概要



事業位置図



本事業で整備した変電所
(アンドラ・プラデシュ州)

1.1 事業の背景

2005年当時、インドでは都市部における世帯電化率は88%を達成している一方で、同国の人口の72%を占める地方部の世帯電化率は44%に留まっており、約7,800万世帯が未電化世帯であった。本事業対象となるアンドラ・プラデシュ州、マディア・プラデシュ州、マハラシュトラ州の3州は、いずれも3百万世帯（2001年）を超える未電化世帯を抱えていた。このことは都市・地方間の格差を生む要因のひとつと考えられており、この格差の是正及び衡平かつ持続的な成長を達成するために、地方部の世帯電化率の改善が求められていた。

1.2 事業概要

本事業は、インド南部アンドラ・プラデシュ州、西部マディア・プラデシュ州、マハラシュトラ州の3州¹において、変電所の新設・増強及び配電網の整備を行うことにより、送配電システムの安定化（負荷軽減と送配電ロスの削減）及び未電化世帯等の電力アクセスの改善を図り、もって住民の生活水準の向上及び地域の経済・社会活動の活性化に寄与する。

円借款承諾額/実行額	20,629 百万円 / 16,949 百万円
交換公文締結/借款契約調印	2006 年 3 月 / 2006 年 3 月
借款契約条件	金利 0.75% 返済 15 年 (うち据置 5 年) 調達条件 一般アンタイド
借入人/実施機関	地方電化公社 (REC) / 地方電化公社
貸付完了	2012 年 8 月
本体契約	Larsen & Toubro Ltd. (インド)
コンサルタント契約	—
関連調査 (フィージビリティ・スタディ:F/S) 等	• F/S: 「実行可能性調査」 (地方電化公社: 2005 年 5 月) • 開発調査「アンドラ・プラデシュ州配電改善計画調査」 (2001~2003 年)
関連事業	—

¹ アンドラ・プラデシュ州は、2014年6月に北部のテランガナ州と南部のアンドラ・プラデシュ州の2つの州に分割されており、事後評価時点では対象州は4州となっている。本事後評価報告書では、妥当性、効率性の記述においては、本事業対象州を3州とし、有効性、インパクト、持続性の記述では、必要に応じてテランガナ州を加えた4州と表記した。

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

宮崎 慶司（OPMAC 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8月～2015年9月

現地調査：2014年11月29日～12月27日、2015年3月8日～3月21日

3. 評価結果（レーティング：A²）

3.1 妥当性（レーティング：③³）

3.1.1 開発政策との整合性

（1）国家開発計画

本事業の審査時（2006年）、第10次5カ年計画（2002～2007年）において、地方電化は地方開発の重要な課題のひとつとして掲げられていた。また、2003年施行の新電力法では、地方電化の促進が中央・地方政府にとっての義務であることが明文化された。2005年4月に立ち上げられた新世帯電化促進プログラム（Rajiv Gandhi Grameen Vidyutikaran Yojana、以下「RGGVY」という）では、2009年までにインド国内の農村世帯の電力アクセスを確保するという目標を掲げていた。RGGVYでは、農村部の世帯電化に必要な配電線や変電施設等の新設・強化を支援し、貧困層には電気の利用に必要な設備を無償で提供するとしており、1,600億ルピーの支援が予定されていた⁴。

本事業は、変電所及び配電線の新設・拡張によりインド3州の未電化世帯等の電力アクセスの改善を目的としており、上記の第10次5カ年計画、新電力法及びRGGVYの目的と整合性を持っていた。

事後評価時点では、第12次5カ年計画（2012～2017年）において、安定的な電力供給は全ての経済活動及び包括的成長（inclusive growth）にとって不可欠であるとの認識の下、全ての国民が電気へのアクセスを得ることが重要課題の一つとして位置付けている。そして、同計画期間中に、都市部世帯電化率を92%から94%へ、村落部世帯電化率を55%から67.3%への改善を目指している。そのため、インド政府は、第12次5カ年計画においても、引き続きRGGVYを推進する方針であり、同計画期間中に、新たに8,299カ所の村落電化、一部電化済みの153,811村落の完全電化及び貧困ライン以下の世帯（BPL世帯）814万世帯の電化を行う計画

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」

⁴ RGGVYによって支給される地方電化のための資金は、90%が返済義務のない補助金、10%が融資と定められていた。

である。なお、2014年2月現在、RGGVYの実施により、未電化村落11万カ所、貧困ライン以下で未電化世帯2,290万が電化された。

また、2014年6月の政権交代を受け、同年11月20日にRGGVYに代わる新たな農村電化政策として「ディーンダヤル・ウパジャヤ村落電化計画⁵（Deendayal Upadhyaya Gram Jyoti Yojana。以下、「DDUGJY」という。）が閣議決定された。従来のRGGVYでは村落電化及びBPL世帯の電化を主な対象としてきたが、DDUGJYではBPL世帯を含む全ての農村世帯に加えて、農業用配電システムの強化及び分離など、その対象範囲が広がった。これまでRGGVYの枠組みの中で行われてきた地方電化事業は、今後は、DDUGJYに組み込まれ、継続して実施されることになっている。

地方電化は引き続きインド国家開発計画上の優先課題であり、事後評価時においても本事業の目的との整合性が認められる。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

2005年当時、インドでは都市部における世帯電化率は88%を達成している一方、インド全人口の72%を占める地方部の世帯電化率は44%に留まっており、約7,800万世帯が未電化であった。本事業対象となるアンドラ・プラデシュ州、マディヤ・プラデシュ州、マハラシュトラ州の3州についても、いずれも3百万世帯（2001年）を超える未電化世帯を抱えていた。このことから、均衡かつ持続可能な成長を達成するためには、地方の世帯電化率を一層促進し、世帯電化率の都市・地方間格差を是正することが求められていた。

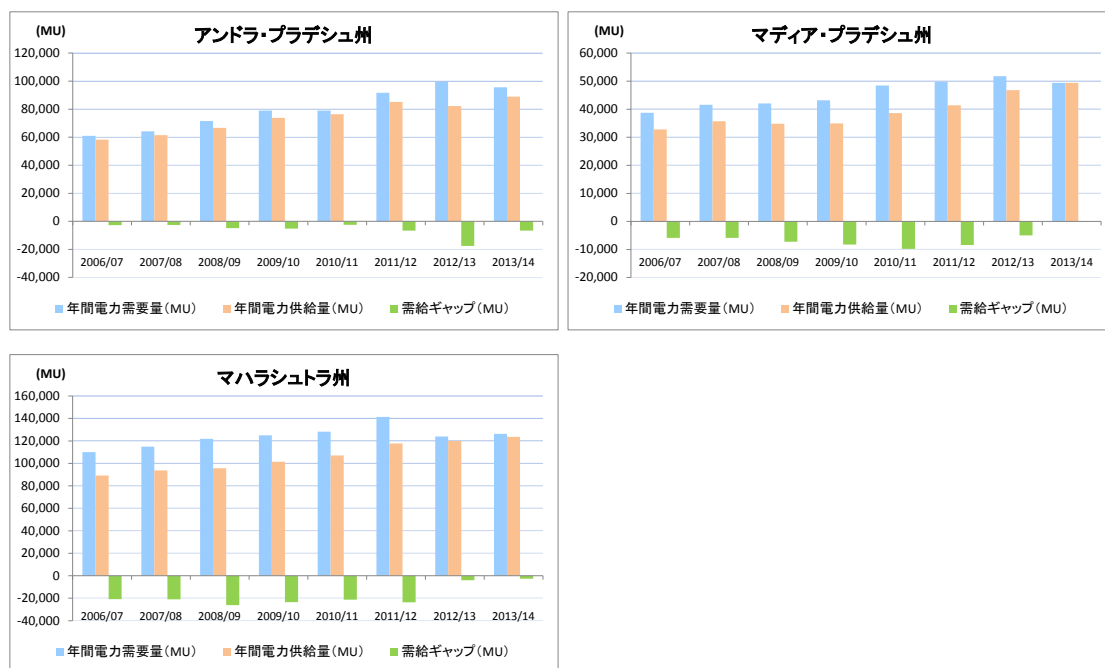
アンドラ・プラデシュ州、マディヤ・プラデシュ州、マハラシュトラ州の3州は、村落電化をほぼ達成し、電力セクター改革を導入し、かつ地方電化公社（REC）からの既存借入の返済状況が良好であり、特に未電化世帯が多いことから、世帯電化事業を行った場合、世帯電化率向上の成果が大きく、かつ事業の持続性も高いと考えられていた。そのため本事業の対象州としてRECにより選定された。

本事業は、変電所及び配電線の新設・拡張により対象3州の未電化世帯等の電化率の改善を目的としており、上記の開発ニーズと整合性を持つ。

事後評価時点では、対象3州の都市部・地方部を合わせた世帯電化率は、アンドラ・プラデシュ州が92%、マディヤ・プラデシュ州が67%、マハラシュトラ州が84%まで改善した。そのうち、地方部の電化率は、アンドラ・プラデシュ州が90%、マディヤ・プラデシュ州が58%、マハラシュトラ州が74%まで改善した。一方、対象州の電力需給ギャップは、アンドラ・プラデシュ州では-4.4%（2006/07年度）から-6.9%（2013/14年度）へと若干拡大したものの、マディヤ・プラデシュ

⁵ 予算規模 4,303 億 3,000 万ルピー（うち中央政府負担分は 3,345 億 3,000 万ルピー）。

州は-15.18%（2013/14年度）から-0.05%（2013/14年度）へ、マハラシュトラ州は-18.97%（2006/07年度）から-2.07%（2013/14年度）へと大きく改善し、この2州については電力不足は緩和された（図1）。しかしながら、インド政府が目指す地方部の世帯電化率100%という目標は、事後評価時点においても対象3州では未達成であり、世帯電化率における都市・地方間格差も残っていることから、対象3州において、引き続き地方電化の推進の必要性は認められる。



出所：電力省中央電力庁
注：1 MU（メガユニット）は、100万 KWh に相当。

図1 対象3州の電力需給ギャップ

3.1.3 日本の援助政策との整合性

審査時における我が国の「対インド国別援助計画」（2006年5月策定）では、①電力・運輸インフラ等の支援を通じた経済成長の促進、②保健・衛生、地方開発、上下水道支援、植林支援等を通じた貧困・環境問題の改善、③人材育成・人的交流の拡充のための支援、の3点を重点目標としていた。本事業は上記の①の重点目標に沿ったものであった。

また、JICAの2005年度インド国別業務実施方針では、電力セクターは対インド円借款の主要セクターに位置付けられ、「安定的な電力供給を通じた経済の活性化・貧困削減を実現するための配電網整備や地方電化」が重点支援項目として掲げられていた。上記のことから、本事業は日本の援助政策との整合性を有していた。

以上より、本事業の実施はインドの開発政策、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

本事業は対象3州（アンドラ・プラデシュ州、マディヤ・プラデシュ州、マハラシュトラ州）の配電用変電所（33KV/11KV）の新設・増強、及び33KV・11KV配電線の敷設を行うものであった。各コンポーネントのアウトプットは以下に示した（表1～表4）。なお本事業では、アウトプットの調達の実施時期に合わせて、フェーズ1及びフェーズ2に分けられていた。一方、本事業では追加アウトプットがあり、フェーズ1及びフェーズ2のアウトプットと区別するため、本事後評価報告書では、追加アウトプットを便宜上フェーズ3として記載した。

表1 新設変電所（33KV/11KV）（計画／実績）

単位：カ所

配電公社管区		計画			実績				計画比
		フェーズ1	フェーズ2	合計	フェーズ1	フェーズ2	フェーズ3	合計	
AP 州	北部	95	90	185	95	90	-	185	0
	中部	42	54	96	41	54	-	95	-1
	東部	50	50	100	47	49	-	96	-4
	南部	50	50	100	50	49	97	196	+96
	計	237	244	481	233	242	97	572	+91
MP 州	中部	24	12	36	36	0	-	36	0
	西部	50	27	77	74	0	-	74	-3
	東部	37	35	72	37	35	-	72	0
	計	111	74	185	147	35	-	182	-3
マハラシュトラ州		40	57	97	18	0	-	18	-79
合計		388	375	763	398	277	97	772	+9

出所：JICA 提供資料及び質問票回答。

注1：AP 州：アンドラ・プラデシュ州、MP 州：マディヤ・プラデシュ州。

注2：フェーズ1は第1回目の調達パッケージ、フェーズ2は第2回目の調達パッケージを示す。

注3：追加アウトプットとしてAP 州で実施された新設変電所数（フェーズ3）は当初は124であったが、円借款貸付完了日の2012年8月までに完成した97カ所を最終的に本事業のアウトプットとした。残りの27カ所はインド側自己資金にて実施され、2014年10月時点で24カ所が完成済み、3カ所は2015年1月に完成予定。

事業全体としては、新設変電所数は、計画の763カ所に対し実績は772カ所で、9カ所の増加であった。大きな変更としては、マハラシュトラ州で79カ所がキャンセルされた。審査時、マハラシュトラ州では、本事業の他にインド中央政府が支援する地方電化スキームがあった。それらは、州内の変電所の新設・拡張及び

配電網の整備等を行う Infrastructure Plan I⁶というスキームや、農業用ポンプの電化が遅れている地区への配電網の整備を行う AG Pump Backlog Scheme⁷というスキームなどであった。このため、マハラシュトラ州では、当初計画の 97 カ所のうち緊急性が高かった 79 カ所の新設変電所については、手続きに一定の時間がかかる円借款事業ではなく、インド中央政府の地方電化スキームを活用して実施することとなった⁸。このことにより、マハラシュトラ州における本事業対象の新設変電所数が 97 カ所から 18 カ所に縮小した。

上記のマハラシュトラ州における対象変電所数の減少や他のコンポーネントのアウトプット変更、及び為替変動により生じた余剰事業費を利用して、フェーズ 3 としてアンドラ・プラデシュ州南部で、新設発電所 97 カ所が追加された。その他の配電公社管区については、変電所建設用地の確保が困難であったこと、本事業以外の地方電化事業との調整などの理由により、対象数が減少した。また、多くの変電所が当初計画とは異なる場所に建設された。

表 2 増設変電所 (33KV/11KV) (計画/実績)

単位：カ所

配電公社管区		計画			実績				計画比
		フェーズ 1	フェーズ 2	合計	フェーズ 1	フェーズ 2	フェーズ 3	合計	
AP 州	北部	61	0	61	57	0	-	57	-4
	中部	43	44	87	43	44	-	87	0
	東部	46	45	91	46	47	-	93	+2
	南部	15	15	30	15	15	-	30	0
	計	165	104	269	161	106	-	267	-2
MP 州	中部	12	11	23	21	0	-	21	-2
	西部	0	0	0	0	0	-	0	0
	東部	16	14	30	16	16	-	32	+2
	計	28	25	53	37	16	-	53	0
マハラシュトラ州		80	53	133	17	0	-	17	-116
合計		273	182	455	215	122	-	337	-118

出所：JICA 提供資料及び質問票回答。

注：AP 州：アンドラ・プラデシュ州、MP 州：マディア・プラデシュ州。

⁶ Infrastructure Plan I (2007-2008)の事業資金の 20%はインド中央政府からの補助金、80%が REC 及び電力金融公社 (PFC) からの融資で賄われる。Infrastructure Plan I により、マハラシュトラ州では、新設変電所 600 カ所、増設変電所 501 カ所、変圧器 70,903 個、高圧配電線 43,458km、低圧配電線 12,116km などが整備された。

⁷ AG Pump Backlog Scheme は、農業用ポンプの電化が遅れているマハラシュトラ州の 18 の地区に対して、電化を促進するもので、事業資金の 100%はインド中央政府からの補助金で賄われる。このスキームを活用してマハラシュトラ州では 2005/06～2013/14 年の 8 年間で、新設変電所 46 カ所、増設変電所 57 カ所、変圧器 8,866 個、高圧配電線 5,211km、低圧配電線 12,811km などの整備、及び農業用ポンプ 134,216 基の電化が行われた。

⁸ キャンセルされた新設変電所 79 カ所のうち、52 カ所が Infrastructure Plan I で、27 カ所が AG Pump Backlog Scheme で整備された。

事業全体としては、増設変電所数は、計画の 455 に対し 337 で、118 の減少であった。マハラシュトラ州については、新設変電所数の大幅削減と同様の理由で、本事業対象の増設変電所数が 133 カ所から 17 カ所に縮小した⁹。その他の配電公社管区については、本事業以外の地方電化事業との調整などの理由により、対象数が増減した。

表 3 33KV 配電線（計画／実績）

単位：km

配電公社管区		計画			実績				計画比
		フェーズ 1	フェーズ 2	合計	フェーズ 1	フェーズ 2	フェーズ 3	合計	
AP 州	北部	744	616	1,360	462	425	-	887	-473
	中部	325	386	710	220	263	-	483	-227
	東部	400	400	800	287	257	-	544	-257
	南部	275	263	538	208	224	506	938	+400
	計	1,744	1,665	3,408	1,177	1,169	506	2,852	-556
MP 州	中部	188	157	345	378	0	-	378	33
	西部	315	319	634	442	42	-	484	-150
	東部	340	286	626	400	0	-	400	-226
	計	843	762	1,605	1,220	42	-	1,262	-343
マハラシュトラ州		400	570	970	143	0	-	143	-827
合計		2,987	2,997	5,983	2,540	1,211	506	4,257	-1,726

出所：JICA 提供資料及び質問票回答。

注：AP 州：アンドラ・プラデシュ州、MP 州：マディア・プラデシュ州。

事業全体としては、33KV 配電線の敷設距離は、計画の 5,983 km に対し 4,257 km で、1,726 km の減少であった。アンドラ・プラデシュ州南部における 33KV 配電線 400 km の増加は、同地区で新設変電所 97 カ所が追加されたことによる。マハラシュトラ州における 827 km の減少は、同州での新設変電所 79 カ所、増設変電所 116 カ所がキャンセルされたことによる。

その他の配電公社管区については、新設変電所、増設変電所の数自体には大幅な変更はないものの、用地取得が困難であったり、本事業以外の地方電化事業により建設予定地の近くに変電所ができたなどの理由で、新設変電所の多くは、計画時に想定された場所と別の場所に建設された。その影響を受けて、33KV 配電線の敷設経路が大幅に変更された。また配電線の敷設権の取得が困難な場所があり、経路の変更を余儀なくされた区間もあった¹⁰。これらの理由により、33KV 配電線の敷設距離の計画値と実績値の間に、差異が生じた。

⁹ キャンセルされた増設変電所 116 カ所のうち、91 カ所が Infrastructure Plan I で、25 カ所が AG Pump Backlog Scheme で整備された。

¹⁰ 例えば、マハラシュトラ州の対象地域では比較的都市部も多く含まれており、配電線が道路、鉄道などを横切る際の敷設権の取得が困難な場所が多かった。また地方部でも、配電線が敷地や畑の上を通過することに同意しない土地所有者もいたことが報告されている。

表 4 11KV 配電線 (計画/実績)

単位: km

配電公社管区		計画			実績				計画比
		フェーズ' 1	フェーズ' 2	合計	フェーズ' 1	フェーズ' 2	フェーズ' 3	合計	
AP 州	北部	279	231	510	515	449	-	964	+454
	中部	227	249	476	139	179	-	318	-158
	東部	150	150	300	215	247	-	462	+162
	南部	234	249	483	182	213	446	841	+358
	計	890	879	1,769	1,051	1,088	446	2,585	816
MP 州	中部	96	65	161	242	0	-	242	+81
	西部	170	126	296	204	15	-	219	-77
	東部	112	117	229	126	0	-	126	-103
	計	378	308	686	572	15	-	587	-99
マハラシュトラ州		120	171	291	129	0	-	129	-162
合計		1,388	1,358	2,746	1,752	1,103	446	3,301	+555

出所: JICA 提供資料及び質問票回答。

注: AP 州: アンドラ・プラデシュ州、MP 州: マディア・プラデシュ州。

事業全体としては、11KV 配電線の敷設距離は、計画の 2,746 km に対し 3,301 km で、555 km の増加であった。配電管区毎の計画値と実績値の差異は、上記の 33KV 配電線と同じ理由である。

REC によると本事業の計画は 2005 年時点で対象州の各配電公社から提出された事業計画に基づいて策定されたものであるが、対象州ではインド中央政府による地方電化スキームが本事業と並行して実施されており、また計画策定後に、州の政策や優先順位の変更もあり得ることから、状況の変化に応じて、実施中に計画内容の変更の可能性もあらかじめ想定されていたとのことであった。上記の各コンポーネントのアウトプットの変更は、計画時の想定と異なる状況の変化に対応するものであり、事業目的に照らしても変更は妥当であったと思われる。なお、本事業により新たに電化される受益世帯について、計画アウトプット及び実績アウトプットに基づいて推計したところ、計画アウトプットの受益世帯数は 3,063,972 世帯、実績アウトプットの受益世帯数は 2,965,969 世帯とほぼ同じであった。このことから、本事業のアウトプットの変更により、事業効果が減じられることはなかったと考えられる。

調達方式

本事業では、REC は対象 3 州の 8 つの配電公社に対する資金の提供及び事業全体の管理を担当し、各配電公社が各担当管区の機材調達及び土木工事の施工管理を担当し、コンサルタントの雇用はなかった。調達方式は、地区ごとの土木工事及び機材調達をまとめて一パッケージとした一括請負方式（フルターンキー方式）が採られたが、一部は部分的請負方式により行われた。最終的な調達パッケージ数

は、一括請負方式が 82 件、部分的請負方式が 53 件¹¹で、全て国内競争入札により行われた（表 5）。

表 5 本事業の調達パッケージ数

単位：件

配電公社	調達パッケージ数	
	一括請負方式	部分的請負方式
アンドラ・プラデシュ州北部配電公社 (現:テランガナ州北部配電公社)	10	-
アンドラ・プラデシュ州中部配電公社 (現:テランガナ州南部配電公社)	17	-
アンドラ・プラデシュ州東部配電公社	10	-
アンドラ・プラデシュ州南部配電公社	12	53
マディア・プラデシュ州中部配電公社	8	-
マディア・プラデシュ州西部配電公社	13	-
マディア・プラデシュ州東部配電公社	4	-
マハラシュトラ州配電公社	8	-
合計	82	53

出所：質問票回答。

注：アンドラ・プラデシュ州南部配電公社の部分請負方式の内訳は、34 件が土木工事、19 件が機材調達で、全てフェーズ 3 で実施された。

REC 及び 8 つの配電公社へのヒアリングによると、上記の REC と各配電公社との役割分担は、概ね問題なく実施されたとのことであった。一方、調達に関しては、アンドラ・プラデシュ州南部のフェーズ 3 のパッケージを受注したコントラクター、及びマディア・プラデシュ州中部及び西部のパッケージを受注したコントラクターの実施能力について問題が認められた。上記のケースでは、1 社のコントラクターが複数のパッケージを受注した結果、当該コントラクターは限られた 1 社の能力で複数のパッケージを同時並行で実施することが困難となり、そのことが事業の遅れなどにつながった。この背景としては、多くの配電公社では、機材調達については配電公社が直接行い、土木工事部分のみを競争入札により調達する方法¹²が採られており、本事業で採用された一括請負方式に不慣れであったことが挙げられる。入札条件で既存契約と残存請負能力を確認することを義務付けるなどの対応が取られていれば、上記のような 1 社のコントラクターが実施能力を超えて複数のパッケージを受注するような事態を回避することができた可能性は

¹¹ アンドラ・プラデシュ州南部では、追加アウトプットとして新設変電所 97 カ所（フェーズ 3）が実施されたが、それらの調達を一括請負方式で行った場合、円借款契約履行期限までに事業が完了しない恐れがあったため、上記の調達パッケージについては部分請負方式とした。

¹² 配電公社による、この方式のメリットとして、①配電会社が一括して大量の機材調達を行うことで、機材の調達単価が抑えられること、②一定で均質な機材の品質の確保ができること、③比較的小規模なコントラクターの参入が可能であること、④一括請負方式でしばしば発生するコントラクターの機材調達の遅れによる、工事進捗へのマイナスの影響が軽減できるとのことである。一方、デメリットとしては、配電会社側の負担が大きいことである。

ある。しかしながら、本事業では入札補助を行うコンサルタントは雇用されず、事業開始時に REC による各配電公社に対する調達に係るワークショップは行われたものの、インド中央政府の標準的な調達ガイドラインの説明が中心であり、本事業で見られたようなパッケージ数の多い調達パッケージを一括請負方式にて入札を行った場合のリスクや対応策等の個別具体的な問題については、カバーされていなかった。

本事業と関連した RGGVY の実施状況

本事業は RGGVY と連携し、「既存 33KV 配電線から各村落までの配電線、変電所の整備」を行い、RGGVY では「それ以降の各世帯への電力引込み線の整備」を担当するといった役割分担のもと実施されることとなっていた

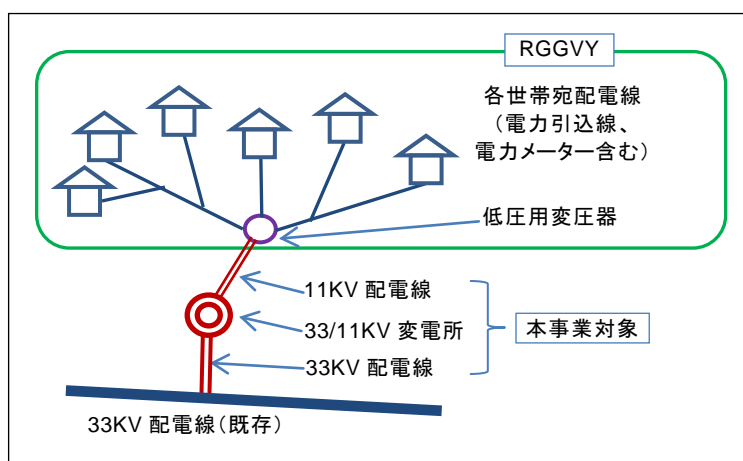


図 2 本事業と RGGVY との対象村落における役割分担

(図 2)。対象 3 州の

各配電公社では、RGGVY を活用して各村落での低圧用変圧器、電力引込線、電力メーターを含む各世帯までの配電線の整備を、本事業と並行して実施した。

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

計画事業費 24,649 百万円（うち円借款 20,629 百万円）に対して、実績事業費は 24,009 百万円（うち円借款 16,949 百万円）であり、計画内に収まった（計画比 97%）。

本事業では、各コンポーネントのアウトプットに変更が生じた。なかでもマハラシュトラ州では、新設変電所 79 カ所のキャンセル、増設変電所 116 カ所のキャンセルなど大きな変更があったが、上記のアウトプットのキャンセルや為替変動により生じた余剰事業費は、追加アウトプットとして行われたアンドラ・プラデシュ州南部の 97 カ所の新設変電所やそれに付随する配電線拡張のための事業費として活用された¹³。最終的には実績事業費は計画内に収まった。

¹³ マハラシュトラ州などの一部事業アウトプットのキャンセルにより、2009 年 10 月時点で 2,900 百万円の余剰事業費が見込まれており、アンドラ・プラデシュ州南部の 97 カ所の新設変電所(フェーズ 3) のための事業費として 2,384 百万円が見込まれていた。

3.2.2.2 事業期間

計画事業期間は2006年3月（借款契約調印）から2008年9月（事業完成）までの29カ月に対して、実績事業期間は2006年3月（借款契約調印）から2012年8月（事業完成）までの78カ月であり、計画を大幅に上回った（計画比252%）（表6）。

表6 事業期間（計画／実績）

項目	計画	実績
借款契約調印	2006年3月	2006年3月
フェーズ1		
入札開始	2006年6月	2007年10月
主要資機材の供給開始	2006年11月	2008年2月
資機材の設置開始	2007年1月	2008年5月
変電所の建設完了	2007年9月	2010年9月
フェーズ2		
入札開始	2007年6月	2008年3月
主要資機材の供給開始	2007年11月	2008年6月
資機材の設置開始	2008年1月	2008年10月
変電所の建設完了	2008年9月	2011年9月
フェーズ3		
変電所の建設完了	—	2012年8月
事業期間	2006年3月～2008年9月 (29カ月)	2006年3月～2012年8月 (78カ月)

出所：JICA提供資料及び質問票回答

注：追加アウトプットとして実施したアンドラ・プラデシュ州南部の新設変電所数（フェーズ3）の一部は未完成であったが、円借款貸付実行期限の2012年8月をもって、事業完成とした。

表7 各配電公社の実績事業期間

配電公社	実績事業期間
アンドラ・プラデシュ州北部配電公社 (現：テランガナ州北部配電公社)	2006年3月～2011年11月(68カ月)
アンドラ・プラデシュ州中部配電公社 (現：テランガナ州南部配電公社)	2006年3月～2010年3月(49カ月)
アンドラ・プラデシュ州東部配電公社	2006年3月～2010年2月(48カ月)
アンドラ・プラデシュ州南部配電公社	2006年3月～2012年8月(78カ月)
マディア・プラデシュ州中部配電公社	2006年3月～2011年1月(59カ月)
マディア・プラデシュ州西部配電公社	2006年3月～2011年9月(67カ月)
マディア・プラデシュ州東部配電公社	2006年3月～2011年8月(66カ月)
マハラシュトラ州配電公社	2006年3月～2012年1月(71カ月)

出所：質問票回答

遅延の理由は、対象3州の8つの配電公社に共通することとしては、変電所の用地取得及び配電線の敷設権の取得に時間を要し、このことで全ての配電公社で1.5～3.5年程度の遅れが生じたことが挙げられる（表7）。また追加アウ

トプット（フェーズ3）として実施したアンドラ・プラデシュ州南部の新設変電所の97カ所も遅れの要因であった。このパッケージ（フェーズ3）を受注したコントラクターの一部に実施能力の問題が生じたため、再入札を行ったが、このことも追加アウトプットの実施期間を長引かせる一要因となった。同様に、マディア・プラデシュ州中部及び西部でも、コントラクターの実施能力の問題により実施が遅れた。

3.2.3 内部収益率

審査時の本事業の経済的内部収益率（EIRR）は15.4%であった。本事後評価で行ったEIRRの再計算の結果は、計算不能であった。なお、FIRRの計算は、審査時で行っていないため、事後評価時も行わない。

<計画時のEIRR前提条件>

- 費用：事業費（税金除く）、運営・維持管理費、各世帯への接続費
- 便益：既存エネルギー（ロウソク、ランプ等）の代替効果
- プロジェクトライフ：25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¹⁴（レーティング：③）

3.3.1 定量的効果（運用・効果指標）

（1）需要家1軒当り年間事故停電時間

需要家1軒当り年間事故停電時間については、全ての配電公社管区で達成している（表8）。目標達成の要因は、各配電会社で日常及び定期保守点検を適切に実施していることと考えられる。事故発生要因は、33KV/11KV配電線の破損、変圧器の故障、強風などの気象現象による停電などである。

表8 需要家1軒当り年間事故停電時間

単位：時間／軒・年

配電公社	基準値	目標値	実績値	実績値	実績値
	2005年	2010年	2012年	2013年	2014年
	審査前年	事業完成2年後	事業完成年	事業完成1年後	事業完成2年後
テランガナ州北部配電公社 (旧 AP 州北部配電公社)	1,373	1,005	144	129	83
テランガナ州南部配電公社 (旧 AP 州中部配電公社)	1,320	930	739	746	752

¹⁴ 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。

配電公社	基準値	目標値	実績値	実績値	実績値
	2005年	2010年	2012年	2013年	2014年
	審査前年	事業完成 2年後	事業完成年	事業完成 1年後	事業完成 2年後
AP 州東部配電公社	1,260	870	42	50	33
AP 州南部配電公社	1,300	920	1,109	1,051	916
MP 州中部配電公社	2,328	2,100	2,045	2,045	2,044
MP 州西部配電公社	3,000	2,400	2,854	2630	1,970
MP 州東部配電公社	15,082	9,600	2,300	1,464	1,305
マハラシュトラ州配電公社	3,500	2,600	1,190	1,480	1,160

出所：JICA 提供資料及び質問票回答。

注1：上記指標は、事業施設が整備された地区（District）全体の数値を示す。

注2：AP 州：アンドラ・プラデシュ州、MP 州：マディア・プラデシュ州。

（2）世帯電化率

世帯電化率については、マディア・プラデシュ州西部は、目標値 85%に対して 2014 年実績値は 64.7%（達成度 76%）であったものの、テランガナ州南部、アンドラ・プラデシュ州東部・南部、マディア・プラデシュ州中部、マハラシュトラ州で目標値を超える達成をした。テランガナ州北部は、目標値 100%に対して 92%（達成度 92%）、マディア・プラデシュ州東部も目標値 80%に対して 2014 年実績値は 69.4%（達成度 86.7%）といずれも 8 割以上の達成率であり、目標をほぼ達成した（表 9）。以上より、事業全体としてみれば世帯電化率はほぼ達成したと判断する。上記の世帯電化率の改善は、本事業による変電所及び配電線の拡張に加えて RGGVY による貢献も大きいと考えられる。

表 9 世帯電化率（電化世帯数／全世帯数）

単位：%

配電公社	基準値	目標値	実績値	実績値	実績値
	2005年	2010年	2012年	2013年	2014年
	審査前年	事業完成 2年後	事業完成年	事業完成 1年後	事業完成 2年後
テランガナ州北部配電公社 (旧 AP 州北部配電公社)	58	100	72	90	92
テランガナ州南部配電公社 (旧 AP 州中部配電公社)	70	93	89	91	93
AP 州東部配電公社	61	85	90	95	98
AP 州南部配電公社	70	91	75	86	96
MP 州中部配電公社	24	45	45	47	50
MP 州西部配電公社	37	85	53.16	60.73	64.65
MP 州東部配電公社	39	80	N.A.	66.60	69.36
マハラシュトラ州配電公社	66	87	83.97	87.32	89.64

出所：JICA 提供資料及び質問票回答。

注1：上記指標は、事業施設が整備された地区（District）全体の数値を示す。

注2：AP 州：アンドラ・プラデシュ州、MP 州：マディア・プラデシュ州。

(3) 配電ロス率

配電ロス率については、全ての配電公社管区で達成している（表 10）。この配電ロス率の改善は、本事業による変電所及び配電線の拡張に加えて、各公社が変圧器など古い機材の更新、高圧配電系統の整備、盗電の多い地域のモニタリングの強化などを並行して行ったことも大いに貢献している。

表 10 配電ロス率

単位：％

配電公社	基準値	目標値	実績値	実績値	実績値
	2005年	2010年	2012年	2013年	2014年
	審査前年	事業完成 2年後	事業完成年	事業完成 1年後	事業完成 2年後
テランガナ州北部配電公社 (旧 AP 州北部配電公社)	19	18	14.02	13.82	14.18
テランガナ州南部配電公社 (旧 AP 州中部配電公社)	21	16	13.42	12.03	11.76
AP 州東部配電公社	15	12	6.91	6.46	6.33
AP 州南部配電公社	22	21	12.40	11.82	10.68
MP 州中部配電公社	44	38	32.71	30.85	29.60
MP 州西部配電公社	38	27	30.30	26.39	24.29
MP 州東部配電公社	31	25	25.12	24.48	23.67
マハラシュトラ州配電公社	31	24	18.33	17.46	16.40

出所：JICA 提供資料及び質問票回答。

注 1：上記指標は、事業施設が整備された地区（District）全体の数値を示す。

注 2：AP 州：アンドラ・プラデシュ州、MP 州：マディア・プラデシュ州。

(4) 料金回収率（％）

料金回収率については、全ての配電公社管区で達成している（マハラシュトラ州は目標値 100%に対して 2014 年実績値が 90.7%（達成度 90.7%）で、達成とみなされる）（表 11）。なお、マハラシュトラ州の料金回収率が、2012 年の 96.4%に対して、2013 年から 2014 年にかけて 90%前後に下がっている理由は、干ばつの影響で、農家からの電力料金の回収が滞っていることにある。料金回収率が改善した要因としては、RGGVY を含めて各世帯での電力メーターの設置が進んだことに加えて、電力料金徴収方法の改善（徴収係員による各戸訪問での料金徴収の廃止、インターネットや村のキオスクでの電力料金の支払い制度の導入など）、料金延滞者に対する料金回収の強化、高圧配電線の整備による盗電防止対策など、各配電公社による取り組みによる貢献も大きい。

表 11 料金回収率

単位：％

配電公社	基準値	目標値	実績値	実績値	実績値
	2005年	2010年	2012年	2013年	2014年
	審査前年	事業完成 2年後	事業完成年	事業完成 1年後	事業完成 2年後
テランガナ州北部配電公社 (旧 AP 州北部配電公社)	93	97	100	100	100
テランガナ州南部配電公社 (旧 AP 州中部配電公社)	80	86	97	100	95
AP 州東部配電公社	95	95	100	100	99
AP 州南部配電公社	95	98	96	97	98
MP 州中部配電公社	83	86	89.8	100	100
MP 州西部配電公社	93	97	97.8	100	100
MP 州東部配電公社	91	100	95.6	100	100
マハラシュトラ州配電公社	100	100	96.43	89.95	90.71

出所：JICA 提供資料及び質問票回答。

注 1：上記指標は、事業施設が整備された地区（District）全体の数値を示す。

注 2：AP 州：アンドラ・プラデシュ州、MP 州：マディア・プラデシュ州。

(5) 売電量

売電量については、全ての配電公社管区で達成している（テランガナ州南部は目標値 3,547MWh に対して 2014 年実績値が 3,238MWh（達成度 91.3%）で、達成とみなされる）（表 12）。売電量が増加した要因は、世帯電化率の増加に伴う電力供給量の増加である。

表 12 売電量

単位：MWh

配電公社	基準値	目標値	実績値	実績値	実績値
	2005年	2010年	2012年	2013年	2014年
	審査前年	事業完成 2年後	事業完成年	事業完成 1年後	事業完成 2年後
テランガナ州北部配電公社 (旧 AP 州北部配電公社)	1,142	1,590	10,230	9,671	10,286
テランガナ州南部配電公社 (旧 AP 州中部配電公社)	2,852	3,547	3,160	3,063	3,238
AP 州東部配電公社	6,252	10,252	11,725	11,665	12,900
AP 州南部配電公社	1,788	2,536	16,388	16,444	18,024
MP 州中部配電公社	5,132	6,000	7,100	9,939	11,557
MP 州西部配電公社	1,020	1,288	6,849	8,243	9,121
MP 州東部配電公社	8,929	10,872	12,225	13,127	13,977
マハラシュトラ州配電公社	7,359	9,848	22,809	23,723	26,000

出所：JICA 提供資料及び質問票回答。

注 1：上記指標は、事業施設が整備された地区（District）全体の数値を示す。

注 2：AP 州：アンドラ・プラデシュ州、MP 州：マディア・プラデシュ州。

(6) 受益世帯数

本事業の実施により新たに電化された世帯数の推計値（2014年）を以下の表13に示した。その結果、本事業により対象4州の約2.9百万世帯が新たに電化されたと推定される。これは対象4州の全電化世帯の6.5%に相当する。一方、上記の受益者世帯数には含まれていないが、各変電所では一般家庭への電力供給に加えて、農業用ポンプや商業への電力供給も行っており、それらを含めると、本事業の受益対象はさらに広がっていると考えられる。

表13 本事業により新たに電化された世帯数（受益世帯数）の推計（2014年）

単位：世帯

州	配電公社	配電公社管区全体	本事業の受益世帯	
		世帯数	世帯数	割合
テランガナ州	テランガナ州北部配電公社 (旧 AP 州北部配電公社)	3,393,494	823,702	24.3%
	テランガナ州南部配電公社 (旧 AP 州中部配電公社)	4,243,291	354,060	8.3%
	小計	7,636,785	1,177,762	15.4%
アンドラ・プラデシュ州	AP 州東部配電公社	6,108,451	542,058	8.9%
	AP 州南部配電公社	7,610,667	636,300	8.4%
	小計	13,719,118	1,178,358	8.6%
マディヤ・プラデシュ州	MP 州中部配電公社	2,268,092	96,480	4.3%
	MP 州西部配電公社	3,147,916	188,034	6.0%
	MP 州東部配電公社	2,832,070	247,954	8.8%
	小計	8,248,078	532,468	6.5%
マハラシュトラ州	マハラシュトラ州配電公社	16,246,589	77,382	0.5%
	合計	45,850,570	2,965,970	6.5%

出所：質問票回答。

注1：AP州：アンドラ・プラデシュ州、MP州：マディヤ・プラデシュ州。

注2：本事業の受益世帯は、本事業により整備された新設・増設変電所の数、各配電公社の村落部における変電所1カ所当りの平均電化世帯数などのデータを基に、推計した。なお増設変電所については、各変電所の電化世帯のうち20%が本事業により新たに電化された世帯（受益世帯）とみなした（各配電公社への質問に対する回答に基づく）。

3.3.2 定性的効果

本事業で新たに電化された世帯に対する受益者調査の結果によると、回答者の84%が安定的な電力供給を実感しており、また、回答者の94%が電力供給の信頼性及び質に対して満足以上の回答（非常に満足が70%、満足が24%）であった（受益者調査については、後述の「3.4.1 インパクトの発現状況」を参照）。マディヤ・プラデシュ州ではほとんどの村落世帯に対して24時間の電力供給が行われており、その他の州については各配電公社の状況により12～24時間の間で電力供給が行われている。また、既述のように本事業対象州では、需要家1軒当たり年間事故停電時間や配電ロス率も改善しており、これらのことが上記の高い満足度につながったと考えられる。

以上より、需要家1軒当り年間事故停電時間、世帯電化率、配電ロス率、料金回収率、売電量などの全ての運用・効果指標は、目標値を達成しており、本事業により対象4州の約2.9百万世帯が新たに電化されたと推定される。また、受益者調査の結果からも各世帯に対して安定的な電力供給が行われていることが確認された。従って、「送配電システムの安定化（負荷軽減と送配電ロスの削減）及び未電化世帯等の電力アクセスの改善」という本事業の目的は、達成されたと判断される。この達成については、本事業と RGGVY による本事業施設以降の各世帯への電力引込み線の整備に加えて、各配電公社が本事業と並行して行った、配電ロスの改善、料金徴収方法の改善、適切な保守点検の実施などの取り組みなど、外部要因による貢献も大きい。

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

本事後評価では、事業対象4州¹⁵の中から6カ所の村落¹⁶を選び、本事業により新たに電化された150世帯を対象に、本事業に係る社会経済的インパクトを把握するために、受益者調査を行った。また村落全体の視点からのインパクトを把握するために、各村落の村長にも面談調査を行った。受益者調査の結果は、下記の表14に示した。

表 14 受益者調査の結果

インパクト	結果	主な回答内容
情報へのアクセスの増加	非常に増加:12% 増加:86% 変化なし:2%	家庭での TV の視聴や携帯電話の使用などが可能になったことで、国内外の出来事や最新の農産物の市場価格など様々な情報へのアクセスが改善した。
夜間の安全性の向上	向上した:92% 変化なし:8%	街灯の設置により夜間の安全性が向上した。またこのことは犯罪率の減少に役立っている。
教育の改善	改善した:85% 変化なし:15%	夜間に勉強できるようになったことで、子供の教育の成果が改善した。暑い時期に扇風機が使えるようになり、子供がより勉強に集中できるようになった。
衛生状態の改善	非常に改善:2% 改善:97% 変化なし:1%	家の中の清潔度を改善する意識が向上した。冷蔵庫などの電化製品の使用により牛乳などの生鮮食料品の保存が可能となり、衛生状態が改善した。
労働の軽減	変化なし:92% 軽減した:8%	家事労働時間は、電化前と比較しても変化は見られない。
学校や病院などの公共サービスの改善	改善した:85% 変化なし:15%	コンピュータ化による事務手続きの迅速化や情報提供の改善など行政サービスが改善した。安定的な電力供給により学校で実験室を使った教育が可能となった。
社会活動の活発化	活発化した:90% 変化なし:10%	家族・親戚間の繋がりやコミュニティーの連帯感が強まった。映画鑑賞などコミュニティーのイベントが増えた。

¹⁵ アンドラ・プラデシュ州は、2014年6月に北部のテランガナ州と南部のアンドラ・プラデシュ州の2つの州に分割されており、事後評価時点では対象州は4州となっている。

¹⁶ 後述の「囲み：受益者調査結果（衛生状態の改善の事例）」を参照。

インパクト	結果	主な回答内容
貧困の減少	減少した:72% 変化なし:27%	電化により農業用ポンプが使用できるようになったことで、農業生産や農業所得が増加した。電動ミシンを使った縫製や仕立て業、電化製品販売、電気製品修理業など、新たな仕事が生まれて、所得機会の向上につながった。

出所：受益者調査結果。

生活環境の変化については、情報へのアクセスの増加、夜間の安全性の向上、教育の改善、衛生状態の改善などに関して、非常に高い評価が得られた。また学校や病院などの公共サービスの改善についても、高い評価であった。各村落の公共施設などは、本事業実施前から村落電化により電力の供給は受けていたと思われるが、本事業実施後、より安定的な電力供給を受けることができたため、このことが業務の効率化や改善につながったものと推測される。一方、家事労働の軽減については、変化は認められなかった。

電化により各村落の社会活動も活発化した。夜間の安全性が向上したことで、夜間の外出の機会やイベントの開催が増え、また携帯電話などによる住民同士のコミュニケーションの機会も拡大し、住民同士の連帯感も高まったとする声もあった。また、所得獲得・向上機会の向上や貧困の減少など経済面での改善も見られた。農業が主要産業である村落部では、電力式灌漑ポンプが使用可能となったことで、農業生産活動が活発化し、農家の農業所得も増えるとともに、農業部門の雇用機会も増加した。マディア・プラデシュ州 Bineca Dob 村では、電化後、二毛作農業が行えるようになった。マハラシュトラ州 Melegaon 村では、灌漑農業による農業生産活動の拡大により、地域での農業従事労働の機会も増えたため、収穫期における村人の出稼ぎ労働が減少したとのことであった。さらに、商店などの小規模ビジネス（自営業者）でも、電化による営業時間の拡大などに伴う売上や所得の向上が認識されていた。

このように、本事業は住民の生活環境の向上や地域経済・社会活動の活発化などプラスのインパクトが認められた。

囲み：受益者調査結果（衛生状態の改善の事例）

1. 受益者調査の対象及び調査方法

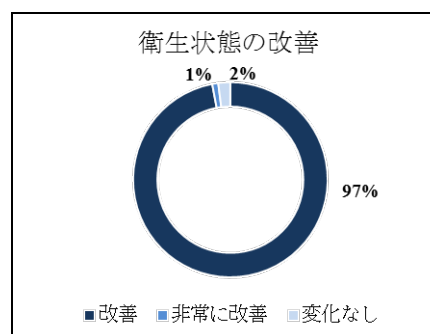
調査対象は、対象4州から6県（District）を選び、各6県の中で本事業により整備された新設変電所をそれぞれ1カ所選び、その変電所から電力供給を受けている村落の住民25世帯を抽出し、全体で150世帯（25世帯×6県=150世帯）とした。調査対象世帯（サンプル）は、各村落の住民から無作為に抽出し、調査票に基づき面談形式による調査を行った。回答者の職業の内訳は、60%が農家、12%が自営業、11%が労働者（主に農業労働者）、17%がその他であった。性別では、男性が70%、女性が30%であった。加えて、受益者調査の補足として、6カ所の村落の村長にも面談調査を行った。

配電公社	州・地区	県	変電所
テランガナ州北部配電公社	テランガナ州	Warangal	Nagapuri
テランガナ州南部配電公社	テランガナ州	Ranga-reddy (South)	Moinabad
AP州東部配電公社	アンドラ・プラデシュ州	Vishakhapatnam	Boni
MP州中部配電公社	マディヤ・プラデシュ州	Bhopal	Bineca
MP州東部配電公社	マディヤ・プラデシュ州	Narsingpur	Khursipar
マハラシュトラ州配電公社	マハラシュトラ州	Pune	Malegaon

2. 衛生状態の改善に関するインパクト

受益者調査の結果では、情報へのアクセスの増加、夜間の安全性の向上、教育の改善など生活環境の向上について、大きなプラスの変化が見られたが、なかでも衛生状態の改善については、回答者の98%が改善したと認識しており、回答者の評価が最も高かった。電化後、多くの家庭で、冷蔵庫を使って、生鮮食料品や料理した食品をより衛生的に保存することが出来るようになった。マハラシュトラ州のMalegaon村では、電動ポンプを使って井戸から新鮮な水をいつでも汲み上げることが出来るようになったことで、トイレや床の掃除など家の清掃をより頻繁に行い、家の中を清潔に保つようになるなど、人々の意識も変わってきた。マディヤ・プラデシュ州のKhursipar村では、これまで水系伝染病やマラリアなどの病気が多く発生しており、電化後、マラリア対策として電動虫よけ機の使用を始めている。

このように、電化後、冷蔵庫や電動虫よけ機などの電化製品の使用が可能となったことや、電動ポンプで汲み上げた水を清掃用としてふんだんに使用することができるようになった。これらの変化が、各家庭の衛生状態の改善につながったと思われる。



受益者調査結果



マディヤ・プラデシュ州 Bhopal 県 Bineca 村の様子

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

審査時、本事業は「環境社会配慮確認のための国際協力銀行ガイドライン」(2002年4月制定)に掲げる影響を及ぼしやすいセクター・特性及び影響を受けやすい地域に該当せず、環境への望ましくない影響は重大ではないと判断されるため、カテゴリ B に該当するとされた。そのため、本事業に係る環境影響評価(EIA)は行われず、またインド国内法上でも作成が義務付けられていなかった。

各配電公社では、環境モニタリングに特化した専門部署は設けられていないが、オペレーション部門が業務の一環として配電施設の環境モニタリングを行う体制となっている。本事業では、一部地区で森林保護局の許可が必要な場所に配電線の敷設を行うケースがあったが、所定の手続きを経て環境当局の認可を得たうえで敷設工事を行うなど、インド国内法の手続きに則って適切に行われた。受益者調査でも、全回答者が本事業の実施に伴う自然環境へのマイナスのインパクトは認められなかったとの回答であった。

以上より、本事業の実施に伴う自然環境に対する特段のマイナスのインパクトは発生していない。

(2) 用地取得、住民移転

審査時、変電所等の建設用地として概算で計 13 ha の用地取得を想定していたが、実際に取得した用地は 182.45 ha (1,824,505 m³) であった(表 15)。計画値に対して実績値が約 14 倍と拡大した要因については、審査時の概算の根拠が不明のため検証が困難である。用地取得はインド国内法に則って適切に実施された。受益者調査でも、回答者の 96%は用地取得に伴うマイナスのインパクトはなかったと回答している。なお本事業では住民移転は発生していない。

以上より、用地取得に伴う社会的なマイナスのインパクトは発生していない。

以上より、本事業の実施により、概ね計画通りの効果の発現が見られ、有効性・インパクトは高い。

表 15 用地取得面積

単位：m³

配電公社	取得面積
テランガナ州北部配電公社 (旧 AP 州北部配電公社)	129,991
テランガナ州南部配電公社 (旧 AP 州中部配電公社)	485,622
AP 州東部配電公社	21,456
AP 州南部配電公社	660,000
MP 州中部配電公社	72,843
MP 州西部配電公社	266,400
MP 州東部配電公社	58,000
マハラシュトラ州配電公社	130,193
合計	1,824,505

出所：質問票回答。

注：AP 州：アンドラ・プラデシュ州、

MP 州：マディヤ・プラデシュ州。

3.5 持続性（レーティング：③）

3.5.1 運営・維持管理の体制

本事業施設の運営・維持管理は、各州の 8 つの配電公社が担当する。2014 年 6 月にアンドラ・プラデシュ州がテランガナ州（北部）とアンドラ・プラデシュ州（南部）の 2 州に分割されたことに伴い、旧アンドラ・プラデシュ州北部配電公社（APNPDCL）はテランガナ州北部配電公社（TSNPDCL）に、旧アンドラ・プラデシュ州中央配電公社（APCPDCL）はテランガナ州南部配電公社（TSSPDCL）へと名称が変更された。上記の名称変更を除いては、基本的に、テランガナ州及びアンドラ・プラデシュ州の 4 つの配電公社の実施体制・管区に大きな変更はない。

8 つの配電公社の職員数は、下記の表 16 に示す通り。8 つの配電公社の各部署の人員数の充足度については、大きな問題はないが、変電所に常駐し、日々の施設の運営・維持管理を担う現場職員については、人手不足の傾向にある。そのため各配電公社では、変電所の運営・維持管理を、民間オペレーターに外部委託している。例えば、アンドラ・プラデシュ州東部配電公社は変電所の 4 割を社員が管理し、残り 6 割を外部委託している。マディア・プラデシュ州中部配電公社では 8 割の変電所の管理を外部委託している。その際、民間オペレーターは変電所の運営や日常的な保守点検を行い、各配電公社の各エリア担当エンジニア（配電公社職員）が、管轄下にある変電所のモニタリングを行う。また民間オペレーター的能力を超える維持管理についても、エリア担当エンジニアが直接行う体制になっている¹⁷。RGGVY で実施した本事業施設以降から各世帯への電力引込み線までの維持管理についても、各配電公社が責任を持つ。

表 16 本事業施設の運営・維持管理機関及び職員数

単位：人

州	管区	配電公社名	社員数
テランガナ州	北部	テランガナ州北部配電公社	8,273
	南部	テランガナ州南部配電公社	9,841
アンドラ・プラデシュ州	東部	アンドラ・プラデシュ州東部配電公社	7,915
	南部	アンドラ・プラデシュ州南部配電公社	17,086
マディア・プラデシュ州	中部	マディア・プラデシュ州中部配電公社	8,212
	西部	マディア・プラデシュ州西部配電公社	13,322
	東部	マディア・プラデシュ州東部配電公社	17,170
マハラシュトラ州	全州	マハラシュトラ州配電公社	76,534

出所：質問票回答。

また、電力法や RGGVY では配電業者に地方電化促進に当たって配電事業の一部を住民組織・村落行政組織・NGO 等に請け負わせるスキーム（フランチャイズ・

¹⁷ 交通アクセスの悪い地域の変電所や配電線の維持管理は、配電公社が直接行う場合と、民間オペレーターへの業務委託で行う場合の 2 つの種類がある。

スキーム)の導入を奨励しており、一部の配電公社ではフランチャイズ・スキームが導入された事例がある。例えば、マハラシュトラ州配電公社(MSEDCL)では、2009年より全地区でMahila Bhachat Gut¹⁸と呼ばれる女性組織に検針及び請求書の発行・配達の業務委託を行っている。また、マディア・プラディッシュ州東部配電公社でもGagar 県でフランチャイズ・スキームの導入を行っている。

以上より、体制面の問題は認められない。

3.5.2 運営・維持管理の技術

各配電公社の職員は、電気技師を始め各技術分野の学位・資格を有しており、一定の技術能力を持つ。各配電公社では、職員の評価制度もあり、定期的に職員の技術能力評価を行っている。各配電公社には、社内の研修センターがあり研修プログラムに則って、社員研修が実施されている。またRECはハイデラバードに研修センター(Central Institute for Rural Electrification)を有し、国内外の研修生を対象に地方電化に関する技術研修を実施している。8つの配電公社も同研修センターへ定期的に職員を派遣し、地方電化に係る知識・技術の習得・向上に努めている。一方、変電所の運営・維持管理の委託を受ける民間オペレーターも、州政府の職業訓練校(ITI: Industrial Training Institute)の資格を有することが条件となっている。

本事業で整備した変電所及び配電線は、既存施設と同じものであり、それらの維持管理については、各配電公社の職員は十分な経験と知識を備えていることから、技術面での問題は認められない。

3.5.3 運営・維持管理の財務

各配電公社の運営・維持管理費用は、下記の表17に示すとおり。各配電公社によると、運営・維持管理費用については、概ね必要な予算が確保されているとのことである。また運用・効果指標の結果が示す通り、各配電公社の料金回収率も95~100%と高い。

表 17 各配電公社の運営・維持管理費(配電公社全体)

単位:1千万ルピー

配電公社	項目	2011/12年度		2012/13年度		2013/14年度	
		計画	実績	計画	実績	計画	実績
テランガナ州 北部配電公社	人件費	244.04	345.24	288.93	432.89	324.08	491.46
	管理費	27.68	40.41	29.48	48.60	29.75	53.89
	維持管理費	45.51	57.86	49.61	78.59	54.08	101.00
	合計	317.23	443.51	368.02	560.08	407.91	646.35
テランガナ州 南部配電公社	維持管理費	231.37	166.23	321.29	254.80	391.80	288.41

¹⁸ 手工芸品の販売などを通じて貧困女性の生計向上の支援を行う女性の自助努力グループ。

配電公社	項目	2011/12年度		2012/13年度		2013/14年度	
		計画	実績	計画	実績	計画	実績
アンドラ・プラデシュ州 東部配電公社	人件費	338.27	408.68	338.27	502.58	402.84	482.60
	管理費	47.59	52.59	47.59	53.83	58.56	56.86
	維持管理費	23.07	31.37	23.07	51.30	36.80	70.47
	合計	640.30	658.87	730.22	862.51	890.00	898.34
アンドラ・プラデシュ州 南部配電公社	維持管理費	727.00	727.00	1,003.80	1,003.80	1,217.53	1,217.53
マデヤ・プラデシュ州 中部配電公社	人件費	N.A.	508.41	590.00	497.33	610.00	644.42
	管理費	N.A.	84.53	78.00	75.15	114.00	66.47
	維持管理費	N.A.	26.68	80.00	344.66	82.00	49.00
	合計	N.A.	619.62	748.00	607.14	806.00	759.89
マデヤ・プラデシュ州 西部配電公社	人件費	N.A.	622.99	N.A.	671.62	N.A.	750.91
	管理費	N.A.	124.67	N.A.	128.37	N.A.	130.93
	維持管理費	N.A.	44.86	N.A.	52.85	N.A.	86.50
	合計	N.A.	792.52	N.A.	852.84	N.A.	968.34
マデヤ・プラデシュ州 東部配電公社	維持管理費	N.A.	64.30	N.A.	85.90	N.A.	110.10
マハラシュトラ州配電公 社	人件費	568.10	723.10	803.50	817.30	903.90	833.80
	管理費	70.60	113.60	79.50	120.00	115.50	116.60
	維持管理費	121.30	145.60	115.40	121.10	116.40	201.70
	合計	760.00	982.30	998.40	1,058.40	1,135.80	1,152.10

出所：質問票回答

注：テランガナ州南部配電公社、アンドラ・プラデシュ州南部配電公社、マデヤ・プラデシュ州東部配電公社については、維持管理費用のデータのみ配電公社から提供があった。

一方、下記の表 18 に示すとおり、各配電公社では、ほぼ毎年経常赤字を出している。この原因は、インドでは電気料金が政策的に低く抑えられており、配電公社が送電会社から仕入れる買電コスト（発電・送電コスト）の約 7～8 割程度に設定されていることにある。そのため、配電公社では売電収入によるコストリカバリーが難しく、州政府の補助金による補てんがあったとしても、その金額は不十分であり、その結果、配電公社では毎年、赤字を生んでいる。

表 18 各配電公社の収支

単位：百万ルピー

	テランガナ州北部配電公社			テランガナ州南部配電公社		
	2011/12	2012/13	2013/14	2011/12	2012/13	2013/14
売上高	54,331	53,113	62,915	151,322	158,981	170,614
経常利益	41	-34,918	-338	-79	-78,229	-9,281
税引き後利益	32	-34,361	-310	-40	-77,183	-8,112
	アンドラ・プラデシュ州東部配電公社			アンドラ・プラデシュ州南部配電公社		
	2011/12	2012/13	2013/14	2011/12	2012/13	2013/14
売上高	55,083	50,914	63,507	79,143	82,273	95,605
経常利益	54,898	-16,805	-1,358	75	-46,729	-4,008
税引き後利益	252	-16,805	-1,358	34	-46,753	-4,031

	マディア・プラデシュ州中部配電公社			マディア・プラデシュ州東部配電公社		
	2011/12	2012/13	2013/14	2011/12	2012/13	2013/14
売上高	43,518	52,798	39,601	55,406	67,389	N.A.
経常利益	-6,322	-14,149	-11,668	-6,241	-14,250	N.A.
税引き後利益	-6,322	-14,149	-11,668	N.A.	N.A.	N.A.
	マディア・プラデシュ州西部配電公社			マハラシュトラ州配電公社		
	2011/12	2012/13	2013/14	2011/12	2012/13	2013/14
売上高	39,601	52,681	58,453	408,064	470,151	522,621
経常利益	-11,668	-14,322	-18,872	-18	-5,762	-11,666
税引き後利益	-11,668	-14,322	-18,872	-8,079	-8,714	-2,804

出所：質問票回答

2013年3月、電力省による全国の送配電公社の財務能力を中心としたパフォーマンス評価の格付け¹⁹が発表されたが、それによるとマハラシュトラ州配電公社が「A」²⁰、アンドラ・プラデシュ州東部配電公社、アンドラ・プラデシュ州南部配電公社及びテランガナ州南部配電公社（2013年当時はアンドラ・プラデシュ州中部配電公社）の3公社が「B+」²¹、マディア・プラデシュ州の3配電公社及びテランガナ州北部配電公社（2013年当時はアンドラ・プラデシュ州北部配電公社）の4公社が「B」²²の格付けであった。

電力省は、各州配電公社の財政の健全化を支援するために、2012年に「州配電公社の財務再編スキーム²³」を立ち上げた。このスキームでは、州配電公社の短期負債残高の50%を州政府が肩代わりし（具体的には短期負債残高の50%を証券化し、それを2～5年をかけて州政府が買取る仕組み）、残りの50%については3年間の元本のモラトリアム（返済猶予期間）を設け、その間の金利の返済については州政府が支援を行う。一方、州政府及び配電公社は、モラトリアムの間に、電力料金の値上げや、配電ロスの削減等の効率化を進め、配電公社の収益性を改善させることが求められている。電力省は同スキームの対象として、アンドラ・プラデシュ州、マディア・プラデシュ州を含む7州を選定した。

アンドラ・プラデシュ州では、既にこのスキームの実施に必要な予算化がなされ、2014年度から5年間のスケジュールで、同州の2つの配電公社の財政の健全化への支援を開始している。2014年6月に誕生したテランガナ州についても、アンドラ・プラデシュ州の政策を引継ぎ、財政再建スキームを活用して同州の2

¹⁹ “State Distribution Utilities First Annual Integrated Rating” Ministry of Power (March 2013)。電力省は、送配電公社の財務状況を把握し、将来の資金調達のニーズを特定する目的で、全国の送配電公社のパフォーマンス・レーティングを実施した。実際の調査は、インドの電力金融公社（PFC：Power Finance Corporation Ltd.）が行い、格付けはICRA（Investment Information and Credit Rating Agency of India Limited）とCARE（Credit Analysis and Research Ltd）社によって行われた。

²⁰ 格付け「A」：非常に高い運営及び財務能力（スコア80～100）。

²¹ 格付け「B+」：中程度の運営及び財務能力（スコア50～65）。

²² 格付け「B」：平均以下の運営及び財務能力（スコア35～50）。

²³ Scheme for Financial Restructuring of State Distribution Utilities, No. 20/112012-APDRP, Government of India, Ministry of Power, October 5th, 2012.

つの配電公社の財政健全化への支援を行っている。マディア・プラデシュ州では、州配電公社の短期負債がないため、このスキームには参加していない。その代わりに州配電公社が州政府から借りた運転資金残高を償還期限がない永久公債に切り替え、3年間の金利の支払いを免除するという州独自の財務再編スキームを立ち上げた。これにより同州の3つの配電公社は、暫くの間、キャッシュフローに余裕ができることになる。一方、8つの配電公社のなかでは最も財務能力が高いマハラシュトラ州配電公社は、長期の電力購入契約（Power Purchase Agreement）による平均買電単価の引き下げや、配電ロスの削減等の効率化等を進め、収益性の改善に取り組んでいる。マハラシュトラ州政府でも、同州の農業用電力料金の一部を補てんするスキームをパイロット的に実施中である。これにより、マハラシュトラ州配電公社が抱える農業部門の電力料金未払いから生じる負債の軽減が期待される。マハラシュトラ州では、上記のパイロット事業の成果を踏まえて、将来的に同スキームを全州にまで拡大する計画である。

このように、本事業施設の運営・維持管理予算については、概ね必要な予算が確保されており、8つの配電公社では公社としての財務は赤字となっているものの、現在、中央政府及び州政府の支援の下、中長期的な財政の健全化に向けた具体的な取り組みが行われている。したがって、本事業の財務面の継続性に特段の問題はないと判断される。

3.5.4 運営・維持管理の状況

本事業施設の運営・維持管理は、各配電公社の維持管理計画、運営・維持管理マニュアル、作業手順に沿って適切に行われており、事後評価時においても、本事業施設は大きな問題なく稼働している。RGGVYで実施した本事業施設以降の各世帯への電力引込み線の維持管理状況についても、特段の問題は報告されていない。また、運用効果指標の結果でも示されように、需要家一人あたりの年間停電時間、配電ロスも年々改善している。受益者調査結果でも、回答者の90%が本事業の変電所及び配電線については、問題なく稼働しており、維持管理状況は良好との回答であった。スペアパーツもインド国内で調達可能であり、問題はない。よって、運営・維持管理状況には、問題は認められない。

以上より、本事業の維持管理は体制面、技術面、財務面のいずれも特段の問題がなく、施設の維持管理状況も非常に良いことから、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、インド南部アンドラ・プラデシュ州、西部マディア・プラデシュ州、マハラシュトラ州の3州において、変電所の新設・増強及び配電網の整備を行うことにより、送配電システムの安定化及び未電化世帯等の電力アクセスの改善を図ることを目指していた。本事業の目的は、インド国の開発政策、開発ニーズ及び審査時の日本の援助政策に合致していることから妥当性は高い。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ことから、効率性は中程度と考えられる。アウトプットは、実施中に生じた状況の変化に対応するため変更が生じた。

需要家1軒当たり年間事故停電時間、世帯電化率、配電ロス率、料金回収率、売電量などの運用効果指標は、目標値を達成した。本事業により約2.9百万世帯が新たに電化されたと推定される。この達成については、インド中央政府による地方電化スキームである「新世帯電化促進プログラム (RGGVY)」の実施、各配電会社による配電ロスの改善、料金徴収方法の改善、適切な保守点検の実施などの取り組みなど、外部要因による貢献も大きい。また、受益者調査の結果から、情報へのアクセスの増加、夜間の安全性の向上、教育の改善、衛生状態の改善、公共サービスの改善、社会活動の活発化、貧困の減少など、住民の生活環境の向上や地域経済・社会面でのプラスのインパクトが確認された。自然環境へのマイナスのインパクトは認められず、用地取得手続きはインド国内法に則って実施された。住民移転は、発生しなかった。よって、有効性・インパクトは高いと判断される。

事業によって発現した効果の持続性に関しては、体制面、技術面、財務面のいずれも特段の問題がなく、施設の維持管理状況も非常に良いことから、持続性は高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

なし

4.2.2 JICA への提言

なし

4.3 教訓

(1) 事業効果の発現を担保するための事業デザイン

審査時、本事業の対象州の選定基準として、①村落電化をほぼ達成していること、②電力セクター改革を導入していること、③地方電化公社 (REC) からの既存借入の返済状況が良好であること、④未電化世帯が多いこと、など4つの基準を設定し、対象州としてアンドラ・プラデシュ州、マディア・プラデシュ州、マハラシュトラ州の

3 州が選ばれた。この選定基準は、公共施設を通じて電気の必要性・有用性を良く認識し、世帯電化の需要が大きいと考えられる村落電化率の高い州において、世帯電化事業を行った場合、世帯電化率向上の成果が大きく、かつ事業の持続性も高いとの考えに基づいていた。そして、本事業は、RGGVY と連携し、「既存 33KV 配電線から各村落までの配電線、変電所の整備」を行い、RGGVY では「それ以降の各世帯への電力引込み線の整備」を担当するといった役割分担のもと実施された。上記の対象州の選定方法及びインド政府の地方電化スキームを補完するかたちの事業デザインは、事業効果の発現を担保する意味で、有効であった。

将来の類似案件においては、当該セクターにおいて相手国政府の既存支援スキームがあった場合、そのスキームと連携・補完するかたちで計画時の事業デザインを行うことにより、より高い事業効果の発現が期待できる。また、当該セクターの開発状況、実施機関の能力等の条件に留意し、戦略的に対象地域の選定を行うことにより、事業効果の発現を担保できる可能性も高い。

(2) コントラクターの請負能力の確認

本事業の調達方式は、地区ごとの土木工事及び機材調達をまとめて一パッケージとする一括請負方式（フルターンキ方式）を基本とし、全体で一括請負方式が 82 パッケージ、部分的請負方式が 53 パッケージと契約パッケージ数が非常に多かった。一方、一部の配電公社では、1 社がその実施能力を超えて複数の契約パッケージを受注したことで、事業の遅れやパフォーマンスの低下を招く結果となった。上記のような条件での入札の場合、入札時に既存契約とコントラクターの残存請負能力を確認し、コントラクターが請負能力を超えて受注することを回避する予防策が取られることが一般的であるが、一部の配電公社はそのことに対する十分な対応が取られなかった。また本事業では配電公社の事業管理や調達管理等の業務を支援するコンサルタントの雇用は行われておらず、仮にコンサルタントの支援があれば、上記の問題の発生は回避できた可能性も考えられる。また、事業開始時に REC による各配電公社に対する調達に係るワークショップは行われたものの、インド中央政府の標準的な調達ガイドラインの説明が中心であり、個別具体的な調達上の問題については、カバーされていなかった。

したがって、本事業のように契約パッケージ数が多く、調達管理を支援するコンサルタントの雇用を行わない案件の場合、審査時に入札に参加する可能性のあるコントラクターの数、能力及び実績について情報収集するとともに、コントラクターがその実施能力を超えた契約受注ができないような入札条件の導入の可能性について、JICA は事前に実施機関と協議することが求められる。

以 上

主要計画/実績比較

項 目	計 画	実 績
①アウトプット		
1. 対象州	アンドラ・プラデシュ州 マディア・プラデシュ州 マハラシュトラ州	計画通り
2. 33KV/11KV 変電所 の新設	763カ所(3州)	772カ所(3州)
3. 33KV/11KV 変電所 の増設	455カ所(3州)	337カ所(3州)
4. 33KV 配電線の敷設	5,983km(3州)	4,257km(3州)
5. 11KV 配電線の敷設	2,746km(3州)	3,301km(3州)
②期間	2006年3月～2008年9月 (29カ月)	2006年3月～2012年8月 (78カ月)
③事業費		
外貨	13,853百万円	不明
内貨	10,796百万円 (26,882百万ルピー)	不明
合計	24,649百万円	24,009百万円
うち円借款分	20,629百万円	16,949百万円
換算レート	1ルピー＝2.49円 (2005年7月現在)	不明

インド

クルヌール・クダツパ水路近代化事業 (I) (II)

外部評価者：OPMAC 株式会社 藤原純子

0. 要旨

本事業は、インド南部アンドラ・プラデシュ州クルヌール・クダツパ間の灌漑施設を整備することで、同灌漑システムの水効率の向上や灌漑面積の回復、農業生産の拡大を図り、もって農民所得の向上に寄与することを目的としていた。事業の実施は、審査時、事後評価時双方のインド側の開発政策、開発ニーズ及び審査時の日本の援助政策に合致していることから妥当性は高い。アウトプットはおおむね予定どおりに完成し、事業費は計画内に収まったが、事業期間が計画を大幅に上回ったことから、効率性は中程度である。本事業の実施によって農地給水が改善され、受益面積が拡大し、主食作物の安定的な作付けや生産高・収量の改善、作物の多様化が進んでいる。また、本事業実施後、対象地域では世帯収入、農業・非農業収入が改善し、貯蓄なども確保される傾向にある。子どもの就学レベルの向上や生活基盤の改善など、地元住民の生活環境は大幅に改善し、受益者の生活レベルは堅調に向上している。したがって、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見られ、有効性・インパクトは高い。事業の持続性に関しては、体制面、技術面、維持管理状況は問題ないが、財務面に一部問題が確認されたことから、持続性は中程度である。以上より、本事業の評価は高いといえる。

1. 事業の概要



事業位置図



本事業で新設されたアラガヌル調整池

1.1 事業の背景

インドにおける農業は、雨期の降雨量の多少に大きく左右され、安定した生産が確保されていなかったことから、灌漑施設整備を通じた農業用水の確保が重要視されていた。事業対象州であるアンドラ・プラデシュ州は、1991年当時の労働人口の約7割が農業従事者で、州総生産に占める第一次産業の割合が約4割に達するなど、農業が

重要な産業となっていたが、大河川を水源とする天水農業に多く依存し、乾期の終わりには水が枯渇する状況にあった。こうした状況の下、同州では農業生産の拡大が目標とされ、新規灌漑水路建設と既存水路改修による灌漑の効率化が促進されていた。

本事業対象であるクルヌール・クダッパ間の灌漑システムは、1860年代に航路運搬目的で建設され、その後1930年代に灌漑施設に転換されたものであるが、著しい施設の老朽化等によって同システムの末端まで水が届かず、乾期を中心として必要な水量が確保されない等の問題が生じていた。これに対し、当該地域への灌漑用水を確保し、適切な作付け体系を確立するとともに農業生産を拡大し、引いては農業所得の向上を図るため、幹線水路のライニングや構造物の新設・改修を行い、適正な水配分を行うことが求められていた。

1.2 事業概要

本事業は、インド南部アンドラ・プラデシュ州クルヌール県とクダッパ県の間位置する老朽化した灌漑施設を改修・近代化することにより、水効率の向上、灌漑面積の回復、農業生産の拡大を図り、もって農民所得の向上に寄与するものである。

	第一期	第二期
円借款承諾額/実行額	16,049 百万円 / 15,729 百万円	4,773 百万円 / 3,394 百万円
交換公文締結/ 借款契約調印	1996 年 1 月 / 1996 年 1 月	2004 年 3 月 / 2004 年 3 月
借款契約条件	金利 2.3% 返済 30 年 (うち据置 10 年) 調達条件 一般アンタイド (コンサルタントは 部分アンタイド)	金利 1.3% 返済 30 年 (うち据置 10 年) 調達条件 一般アンタイド
貸付完了	2005 年 2 月	2012 年 6 月
借入人/実施機関	インド大統領 / アンドラ・プラデシュ州灌漑局	
本体契約	Progressive Construction Ltd, New Delhi (インド) Gayatri Projects Ltd. (インド)	
コンサルタント契約	Water and Power Consultancy Services (INDIA) Limited (インド) /WAPCOS (インド)/日本工営 (日本)	
関連事業	なし	

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

藤原 純子（OPMAC 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9月～2015年9月

現地調査：2014年12月7日～12月20日、2015年3月8日～3月14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

（1）国家開発計画レベル

本事業の第一期審査時（1995年）において、インドの国家開発計画で実施されていた第8次5カ年計画（1992年4月～1997年3月）における公共部門総投資額は4兆3,410億ルピーであった。このうち農業セクターへの投資予算は全体の2割を占め、増大する人口に見合う食料増産や農村産業の多角化による農村雇用・所得の増大、地域間隔際の是正、環境配慮、民間セクターの役割の向上などが図られた。インドにおける農業は、雨期の降雨量に大きく依存し、生産が不確実であったことなどから、同5カ年計画では灌漑セクターが重視され、食料増産を目的とした灌漑地域の拡大や、効率的な水管理を図るため、建設中の灌漑施設の早期完成と既存灌漑水路の近代化に重点が置かれた。

本事後評価時点（2014年）では、第12次5カ年計画（2012年4月～2017年3月）が施行されている。同計画期間中の実質GDP成長率の目標は8.2%とされ、このうち、農業分野全体の成長率の目標は4.0%である。また、雇用の創出や政府の財政健全化が掲げられ、経済成長の促進を目途として56兆ルピーの公共投資が見込まれている。そのうち、灌漑セクターの投資計画額は5兆ルピーで、電力、道路、通信、鉄道に次いで高い。既存灌漑施設の近代化及び改善・拡大による灌漑面積の回復・増加や、建設中の灌漑施設の完成による灌漑面積の増加、官民協力による小規模灌漑施設整備の推進などを通じ、総灌漑面積を同計画期間中に90百万haから103百万haに増やすとしている。

（2）アンドラ・プラデシュ州開発計画レベル

アンドラ・プラデシュ州はインド南部に位置し、審査時点（1995年）で州総生産の約4割を第一次産業が占めていた。同州で生産されるコメは国全体の約1割に

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」

達し、国内でも重要な位置づけを担っていた。1994 年度計画における灌漑セクター開発費は、同州予算全体の 25.7%に及び、電力セクター（29%）に次ぐ高いシェアとなっていた。

高い成長率を達成してきたアンドラ・プラデシュ州では、本事後評価時点（2014 年）に実施中の第 12 次 5 年計画においても、更なる経済成長が期待されている。同州の計画期間中の GDP 成長率の目標は 8.4%とされ、このうち第一次産業は 5.2%である。セクターごとの投資配分額を見ると、灌漑セクターは 7,500 億ルピー（21.9%）を占める。これは社会セクター³（38.9%）に次ぐ規模となっている。また、既存灌漑施設の近代化や改善・拡大、建設中の事業の完成が最優先事項とされ、第 12 次 5 年計画期間中に食料生産規模を 20 億トンから 30 億トン規模に拡大するとしている。

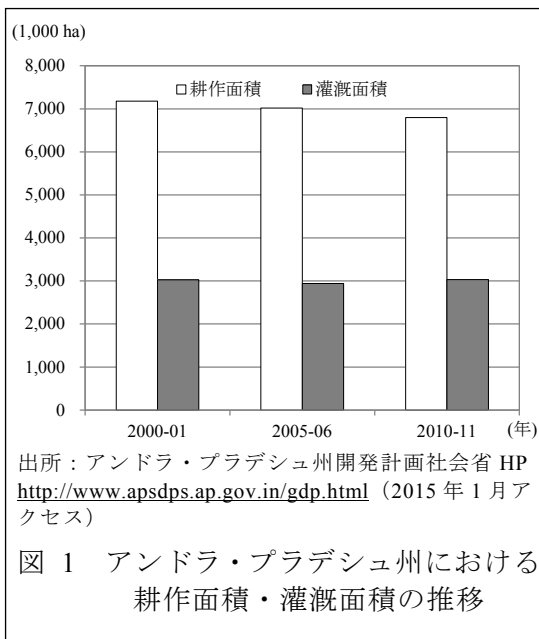
以上より、本事業の実施は審査時及び事後評価時においてインドの国家開発計画及びアンドラ・プラデシュ州の灌漑セクター開発計画に整合している。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

本事業審査時（1995 年）のアンドラ・プラデシュ州の就業人口の約 7 割は、農業従事者であった。同州はインド西部乾燥地帯に次ぐ半乾燥地域で、農業の多くは天水に依存していたものの、乾期を中心に水が枯渇する状況にあり、安定的な水の供給が不可欠であった。また、灌漑農業が行われていたのは全耕作面積の半分未満に過ぎなかったため、農業生産拡大に加え、新規灌漑水路建設や、既存水路改修による灌漑の効率化へのニーズが高かった。

事後評価時点（2014 年）で入手したアンドラ・プラデシュ州計画局のデータによると、州総生産に占める第一次産業の割合は 2004 年度の 30%から 2012 年度には 23%へと相対的に低下している。一方、同州における農業人口は全人口の 5 割を超え、農業は依然として重要な位置づけにあることが読み取れる。

2000 年度から 2010 年度までのアンドラ・プラデシュ州の耕作面積と灌漑面積の推移を見ると（図 1）、産業化や人口増加、宅地開発が進む中、耕作面積が全体的に減少傾向にある。一方、



³ 第 12 次 5 年計画では、教育、保健医療、給水、住宅、都市開発、その他社会サービスを合わせたものが「社会セクター」とされている。

灌漑面積は一進一退となっているが、分割相続や売却等によって一戸当たり面積は細分化される傾向にある。総面積に比して所有者数が増加する一方、個々人の利益が優先され、灌漑施設の日常的な維持管理意識の低下や、責任の所在の曖昧化など、施設管理がより煩雑となる状況にある。このため、安定的な農業用水の確保にあたっては、既存灌漑施設の整備は今後よりきめ細かく行われる必要がある。

以上より、アンドラ・プラデシュ州の総生産に占める第一次産業の割合は相対的に低下しているものの、同州の農業人口は全体の5割を占め、同州での農業の位置づけは依然として重要である。また、事業対象地域の灌漑施設整備を通して安定的に農業用水を確保することへのニーズは引き続き認められる。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

第一次審査時点において、日本政府の対インド国別援助方針（1997年）における重点分野の中に貧困対策が含まれており、更にその対策の一つとして、農業・農村開発（人口増に対応した食料自給維持を図るための農業生産性向上、農業インフラ整備等）の推進が含まれていた。また、2006年度に策定された日本政府の国別援助計画では、貧困問題への対処として地方開発に対する支援が重視されており、集約的な灌漑施設整備、農業生産性向上のための技術普及が含まれていた。

以上より、本事業の実施は、インドの開発政策、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

本事業の実施によって、取水堰の新設・改修、調整池の新設、水路、関連構造物、農村道路、排水路の建設・改修、パイロット農場建設、パイロット農場機材調達、営農技術指導等が行われた。

当初の計画と実績との主な違いは以下のとおりである。

- ・ 幹線水路の改修：事業実施中の2000年や2007年に発生した集中豪雨による水路損壊の改修や、事業開始後に劣化が進行した既設水路の改修が加わったことなどにより、幹線水路の改修対象延長距離が当初計画の244.8 kmから305.6 kmへと増加した。
- ・ 2次水路の改修及び新設：幹線水路と同様の理由により、既設水路の改修対象延長距離が当初計画の790.3 kmから840.0 kmへと増加した。一方、用地取得の難航等の理由により、新設水路距離が当初計画の169.2 kmから50.0 kmへと減少した。
- ・ 農村道路の改修及び新設：農村道路整備は当初計画の336.1 km（改修235.5 km、新設100.6 km）から407.0 km（改修71.0 km、新設336.0 km）に増加した。計

画に対して改修距離が減少し、新設距離が増加した背景には、農作物の運搬や地元農民の交通アクセス上の利便性の向上に配慮した計画の見直しがあったためである。

- ・ 末端水路整備（受益面積 10,000 ha）：当初計画では、水管理の合理化・効率化、及びこれに関連する技術の普及を図るため、末端水路整備を受益面積 10,000 ha で実施する予定であった。しかし、同整備に伴う農地減少への農民の強い抵抗感があったことから、第二期審査時（2003 年）に、パイロット農場で好事例を示すことで農民の理解を促し、段階的に末端水路整備を図る方向に転換した。しかしながら、その後も用地取得や農民の理解取り付けに難航したため、最終的に 5 カ所で計 70.97 ha が整備されたにとどまった。
- ・ 水利組合形成・能力向上支援：1997 年にアンドラ・プラデシュ州灌漑システム農民管理法が制定されたことに伴い、農民及び水利組合の能力向上を支援するため、第二期審査時に追加された。同支援では、パイロット農場に必要な農機具等の機材の調達が行われ、また、地元技術者や NGO・ボランティアによる農民への営農技術指導研修が行われた⁴。

これらの対応が行われなかった場合、灌漑システム全体の機能が大きく損なわれたことが予測されていたことから、事業目的に照らし、上記変更は妥当であり、かつ、事業効果の発現にプラスに作用したと考えられる。計画及び実績は、本報告書末の「主要計画／実績比較」のとおりである。

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

第一期審査時に計画された総事業費 29,875 百万円に対し、実績事業費は 24,312 百万円であり、計画を下回った（計画比 81%）（表 1）。各予算項目実績を見ると、土木工事費用は 141%の増加となった。一方、建中金利の実績が大きく計画を下回ったことや、事業実施期間中（1996 年～1998 年を除く）の外国為替の変動（円高傾向やルピー通貨の下落⁵）などにより、事業費全体としては結果として当初の計画内に収まった。

なお、アウトプットの変更があった場合は、本来であれば、計画時に遡ってアウトプットの増減を勘案した計画事業費を試算し、実績事業費との比較を行って事業費の評価を行うべきところである。しかしながら、本事業は既存灌

⁴ 地元技術者・NGO・ボランティアの雇用費用は「水利組合形成・能力向上支援」項目から支出された。農民の営農技術については、受益者調査（後述）で対象とした全 200 件が「事業で実施された研修等によって営農技術が改善した」と回答しており、研修効果に問題なかったと判断される。

⁵ 1995 年から 2013 年のインフレ率を見ると、1999 年から 2004 年は平均 3%台とやや低かったものの、2008 年から 2013 年は平均 9～10%台と高止まりする傾向にある。為替については事業実施期間を通じて対米ドルで下落を続け、1999 年以降は円高傾向が続いた。

概施設の改修が中心であることから、その工事の性質上、アウトプットの増減分の事業費を計画時に遡って試算することは技術的に困難である。また、計画時における費目別の詳細な積算根拠データの入手についても困難である。これらの理由により、本事後評価では上記の分析は行っていない。

ちなみに、第二期審査時（2003年）に、為替変動状況や当時の事業実施進捗状況、事業アウトプットの若干の変更を踏まえ、総事業費が25,666百万円に見直された。第二期計画事業費に対する実績事業費は95%であり、上記結果と同様に計画内に収まった。

表1 事業費の計画・実績の比較

単位：百万円

予算項目	計画(第一期審査時)						実績					
	外貨		内貨		合計		外貨		内貨		合計	
	計	借款	計	借款	計	借款	計	借款	計	借款	計	借款
土木工事	0	0	13,861	12,336	13,861	12,336	21	19	19,578	17,434	19,599	17,453
WUA ^{*1(1)} 形成・能力 向上支援	0	0	0	0	0	0	0	0	16	14	16	14
管理・通信機器	20	20	0	0	20	20	0	0	0	0	0	0
車両	0	0	15	15	15	15	0	0	0	0	0	0
用地取得費	0	0	390	0	390	0	0	0	742	0	742	0
管理費	0	0	714	0	714	0	0	0	2,300	0	2,300	0
PE ^{*1(2)}	2	2	9,378	9,966	9,380	9,966	0	0	0	0	0	0
予備費	2	2	2,436		2,438		0	0	0	0	0	0
C/S ^{*1(3)}	657	657	85	85	742	742	593	593	273	273	867	867
建中金利	2,314	2,314	0	0	2,314	2,314	789	789	0	0	789	789
合計	2,995	2,995	26,880	22,398	29,875	25,393	1,403	1,401	22,909	17,722	24,312	19,123

出所：実施機関への質問票の回答

注1：表中の略語は次のとおり：(1) WUA：水利組合、(2) PE：プライスエスカレーション、(3) C/S：コンサルティング・サービス

注2：第一期審査時の積算基準年は1995年4月、換算レートは1ルピー=2.89円である。予備費は全体の10%、プライスエスカレーションは外貨2.0%/年、内貨10.9%/年である。

注3：第一期審査時に計画された末端水路整備は土木工事費に含まれ、同費用によって水管理技術普及を目的としたパイロット農場建設が段階的に行われた。その後、第二期審査時に「水利組合形成・能力向上支援」が予算項目に追加され、同パイロット農場に必要な機材の調達や地元技術者・NGO・ボランティアによる営農技術指導研修が行われた。

3.2.2.2 事業期間

第一期審査時に計画された事業期間は、1996年1月⁶から2003年6月⁷までの90カ月間であった。これに対し、第一期・第二期のすべての工事が終了したの

⁶ 事業開始の定義は、第一期の借款契約の調印年月である。

⁷ 事業完成の定義は当時の関係資料に明示されていない。

は 2013 年 7 月であった⁸。第二期審査時点（2003 年⁹）で確認された事業長期化した主な理由は、インド側の設計承認の遅延や、入札手続きの遅延・長期化、建設工事の遅延・長期化、用地取得の長期化、2000 年に発生した集中豪雨・洪水被害への対応などであり、同時点で契約パッケージの 2 割程度が完工するにとどまっていた。また、これに加えて、第二期審査時に、幹線水路・2 次水路の改修距離の変更等のアウトプットの若干の変更や、末端水路整備に係る「水利組合形成・能力向上支援」（パイロット農場機材調達や営農技術指導等）が追加された。そのため、大部分の主要アウトプットが完成したのは 2006 年度前半となった。その後、2007 年に発生した集中豪雨・大規模洪水の被害を受けた幹線水路及び 2 次水路等の抜本的な改修が行われ、同追加工事が終了したのが 2013 年 7 月であった。一方、本事業灌漑システムの供用は 2007 年 5 月に本格開始された¹⁰。

本事後評価では、上記経緯を踏まえ、本事業完了時期を、主要施設が完成し、供用が本格開始された 2007 年 5 月と見なした。これを前提とすると、本事業の実績事業期間は 1996 年 1 月から 2007 年 5 月までの 137 カ月となり、計画事業期間を大幅に上回った（計画比 152%）。

3.2.3 内部収益率

事業審査時の財務的内部収益率（FIRR）の計算は行われず、経済的内部収益率（EIRR）は第一期審査時で 16.9%、第二期審査時で 17.2%であった。EIRR の各審査時の算出根拠を表 2 に示す。

表 2 経済的内部収益率の算出根拠

	第一期審査時	第二期審査時
費用	本事業にかかるコスト及び維持管理費	建設費、維持管理費
便益	灌漑面積の増加及び営農方法の改善による農産物の増加	灌漑による農業生産の増加
プロジェクトライフ	30 年	50 年

出所：JICA 提供資料

⁸ 2012 年 6 月に借款貸付は完了済みであるが、同時点で未完了であった工事（2007 年の集中豪雨による幹線水路及び 2 次水路の損壊箇所の改修）がインド側の自己資金によって 2013 年 7 月まで継続実施された。

⁹ 1998 年のインド核実験の実施に伴い、対インド新規円借款供与が停止されたため、本事業の第二期借款審査は円借款再開後の 2003 年度に行われることとなった。

¹⁰ 実施機関に確認したところ、本事業灌漑システムの排水対策構造物（取入口やトンネル式水門、排水カルバート、高架式水路など）の整備が 2006 年まで実施され、2007 年 5 月にはその稼働によって雨水排水及び洪水時の排水機能が回復・増強され、幹線水路への流水量の制御が可能となり、灌漑システム全域において適切な水の分配が行われるに至ったとのことであった。

本事後評価では、審査時と同様に FIRR の再計算は行わない。また作付けパターンが事業実施期間中に大きく変化し、EIRR 再計算の根拠が当時と異なること、再計算に必要な情報が揃わなかったことから、EIRR の再計算についても行わない。

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

3.3 有効性¹¹（レーティング：③）

事業目的である「水効率の向上、灌漑面積の回復、農業生産の拡大」の達成状況について、定量的効果及び定性的効果の両側面から分析を行った。

定量的効果の測定にあたっては、本事業第二期審査時（2002 年）に設定された運用指標の「受益面積」「作物別作付面積」、効果指標の「作物別生産高」「作物別単収」¹²について、基準値（2002 年度）及び目標値（事業完成 3 年後）、事後評価時点（2014 年度）の実績値の比較を行った¹³。なお、「水効率の向上」を測定する指標は設定されていなかったため、本事業灌漑システムにおける水量の確保状況に関する定量データを別途収集した。

一方、定性的効果の分析にあたっては、事業対象地域での受益者調査結果を反映している¹⁴。受益者調査対象者は 200 件であり、このうち 95 件（対象村数：4）はクルヌール県、残り 105 件（対象村数：13）はクダツパ県の農民である¹⁵。受益者調査対象者の平均年齢は約 49 歳、調査対象者の平均世帯数は 4.4 人である。

事業目的と、事業効果測定に用いた指標及びデータは表 3 のとおりである。

¹¹ 有効性の判断にインパクトも加味して、レーティングを行う。

¹² 作付面積、生産高、単収の指標作物として、コメ、ナッツ類、綿花、ヒマワリ、豆類、穀類の基準値及び目標値が当時設けられた。しかし、本事後評価の第一次現地調査開始時点（2014 年 12 月）で、事業対象地における作物の多様化及び作付けパターンの変化が目視で確認されたことから、上記指標作物以外の主要作物（唐辛子、野菜、ターメリック、玉ねぎ）についても実績値を収集し、評価分析の根拠とした。

¹³ 運用指標は、「受益面積」「作物別作付面積」の他に「水利費徴収率」が、また、効果指標は「作物別生産高」「作物別単収」に加えて「戸当たり農業粗収益額」が、それぞれ第二期審査時点に設けられていた。しかし、「水利費徴収率」は「持続性」の財務に関連する定量的データであること、また、「戸当たり農業粗収益額」は、事業の上位目標である「農民所得の向上」の達成状況を測る指標であることから、本事後評価ではそれぞれ「持続性」「インパクト」の分析根拠とした。

¹⁴ 受益者調査結果は「インパクト」でも分析根拠としている。

¹⁵ 受益者調査は 2014 年 12 月 10 日～14 日に実施した。クルヌール・クダツパ間の灌漑システムは 5 地区に分けて管理され、第 1 地区から第 5 地区までの調査対象者はそれぞれ 15 件、44 件、36 件、72 件、33 件である。

表 3 事業目的及び事業効果測定に用いた指標・データ

指標・データ	図表番号	事業目的		
		水効率の向上	灌漑面積の回復	農業生産の拡大
定量データ	システム内の利用水量	-	✓	
	受益面積	表 4		✓
	作物別作付面積	表 4		✓
	作物別生産高	表 5		✓
	主要作物別単収	表 6		✓
定性データ	農地給水状況・水質・水量	表 7、表 8	✓	
	灌漑耕作面積	表 9		✓
	作付けパターンの変化	表 10		✓
	作物の多様化	表 11		✓
	作付け作物の変化	図 2		✓
	作物別収量の変化	表 12		✓

出所：評価者作成

注 1：定量データは実施機関の質問票回答、定性データは受益者調査結果を踏まえたものである。

注 2：システム内の利用水量については、定量データが得られなかったことから、特に図表を設けていない。

3.3.1 定量的効果（運用・効果指標）

（1）水効率の向上

実施機関であるアンドラ・プラデシュ州灌漑局（以下、「灌漑局」という）によると、水源から取水される約 9 億 m³ の全水量のうち、クルヌール・クダッパ間の灌漑システムで利用可能な水量は約 6.8 億 m³ である¹⁶。これに対し、農地で作物に利用される水量は約 6.2 億 m³（利用可能な水量の 92.0%）にとどまり、灌漑システム内での余剰水量が確保されていることを確認した。

なお、本事業による水効率の向上の有無に関する定量的データの収集を再三試みたが、実施機関から回答が得られなかった。

（2）灌漑面積の回復

受益面積と作物別作付面積を表 4 に示す。受益面積及び作物別作付面積を見ると、これらの合計は、2012/13 年、2013/14 年ともに目標値の 8 割を超えたことが確認された¹⁷。

¹⁶ 水源ダムから本事業灌漑システムに届くまでの間に 5,663 万 m³ の水損失があり、また、飲料用水として約 1.7 億 m³ の水量が別途優先的に使用されている。アンドラ・プラデシュ政府は、飲料用水の供給を最優先課題としており、降雨量や作物の収量に応じて地元自治体が行う「早魃宣言」に呼応し、州の各灌漑システムの灌漑用水の一部を飲料用水に振り分ける指示を出している。本事業灌漑システムについても、したがって乾期を中心に表流水の一部が飲料用水に振り分けられているものである。灌漑局によると、農家は地下水の汲み上げ等も独自に行っており、利用可能な全水量に応じた作物を選択・栽培しているが、地下水量やこうした農家の取り組みの全容は把握されていない。

¹⁷ 2013/14 年の実績値は 2012/13 年を下回っているが、これは 2013/14 年に水不足に見舞われたことが大きく影響している。なお、実施機関によると、本事業対象地域では、クルノール市街地などを中心として宅地開発が進行し、医療教育施設の建設や道路拡幅なども行われ、商業的価値の高いクダッパ県での開発も進んでいるため、今後受益面積は伸びないことが予測されている。

表 4 受益面積と作物別作付面積（運用指標）

単位：ha

指標	基準値 (2002年)	目標値 (事業完成3年後)	実績値		
			2012/13年 (事業完成5年後)	2013/14年 (事業完成6年後)	
受益面積	47,552	106,420	100,079	92,526	
作付面積合計	47,552	110,510	100,079	92,526	
指標作物	コメ	2,613	49,030	35,067	56,560
	ナッツ類	549	26,760	12,575	1,340
	綿花	725	13,380	3,309	2,518
	ヒマワリ	5,322	3,770	4,118	2,136
	豆類	15,189	12,000	2,787	1,488
	穀類	23,124	5,540	26,248	11,348
その他	唐辛子	-	-	322	626
	野菜	-	-	4,819	2,896
	ターメリック	-	-	611	1,231
	玉ねぎ	-	-	70	123

出所：質問票回答

注 1：受益面積は、事業により受益を受ける地域における耕地面積を、作物別作付面積は、受益地域における作付面積の年間総和を、それぞれ指す。

注 2：実績値は、灌漑用水として利用される水量でカバーされる受益面積及び作付面積である。

注 3：掲載の作物以外にも作付けが行われているため、表中の作物の作付面積の合計は、灌漑システム全体の作付面積の合計及び受益面積と一致しない。

作物別作付面積を見ると、コメは2012年に目標値を下回ったものの、2013年は目標値を超えている。実施機関によると、年によって多少の変動はあるものの、事業対象地域における主食であるコメは持続的かつ安定的に作付けが行われている。穀類¹⁸は目標値を大きく上回る十分な作付面積が確認された。ナッツ類、綿花、豆類などの指標作物については目標値を大幅に下回り、また、年によって大きく変動する状況が認められた。これは、灌漑局が年間降雨量予測や灌漑システム全体の水収支に関する情報を、また、アンドラ・プラデシュ州農業局（以下、「農業局」という）が土壌状態やその他自然条件を踏まえた技術的助言や当該年の市場動向を、それぞれ農民に提供しており、農民はこれらの情報・助言に従って作付け意図的に作物を選択・輪作していることによるものである。運用・効果測定 of 指標作物として審査時に設定されたこれらの主要作物に加え、唐辛子や野菜、ターメリックなどの指標作物以外の作物の作付けも確認された。

¹⁸ 穀類の実績値として実施機関側から提供のあったデータには、ソルガム (Sorghum) (モロコシ属) とジョワール (Jowar) が区別されていた。ソルガムは和名で「モロコシ」を指し、アンドラ・プラデシュ州においては現地語の「ジョワール」を指し、「ソルガム」と「ジョワール」はほぼ同義で区別なく扱われている場合がほとんどである。以上より、作付面積と生産高については「穀類」として両者の合計を表 4、表 5 にそれぞれ記載した一方、収量については両者のデータが異なるため、分けて表 6 に記載した。

(3) 農業生産の拡大

作物別生産高（効果指標）を表 5 に示す。コメ及び穀類の生産高は目標値を上回り、主食を中心に十分な生産高が確保されている。上記のとおり、コメ・穀類以外の効果指標作物は年によって生育される作物が異なるため、2012/13年、2013/14年ともに目標値に達していない。しかし、その他作物である唐辛子や野菜、玉ねぎは、少ない作付面積に比して高い生産高を上げている。これらより、主食作物の作付けの安定化や作物の多様化が確保されていることから、主食以外の作物については高価格作物や生産性の高い作物がよく栽培されている状況が考えられる。

表 5 作物別生産高（効果指標）

単位：トン/年

指標	基準値 (2002年)	目標値 (事業完成3年後)	実績値		
			2012/13年 (事業完成5年後)	2013/14年 (事業完成6年後)	
指標作物	コメ	14,894	316,845	177,523	343,955
	ナッツ類	824	86,172	42,512	4,164
	綿花	7,450	40,140	11,570	8,566
	ヒマワリ	4,258	7,823	8,137	3,194
	豆類	4,365	12,111	4,069	1,665
	穀類	34,686	23,470	109,116	39,074
その他	唐辛子	-	-	2,103	4,128
	野菜	-	-	17,807	10,062
	ターメリック	-	-	417	1,741
	玉ねぎ	-	-	5,378	9,308

出所：質問票回答

次に、作物別単収の実績値を表 6 に示す。まず、指標作物の雨期の収量を見ると、主食作物を中心に目標値を超えている。具体的には、コメ、ナッツ類は 2012/13年、2013/14年ともに目標値を超え、2012/13年については穀類もソルガム・ジョワールともに目標値を超えた。綿花は 2012/13年は目標値を超え、2013/14年はほぼ目標値に達する収量を示している。一方、乾期については、目標値に達したのは 2012/13年の穀類（ソルガム）の収量のみであるが、コメ及びナッツ類の収量は 2012/13年に 8 割弱、2013/14年に 9 割弱に達しており、豆類は 2012/13年に 9 割弱、2013/14年は 8 割にそれぞれ達するなど安定している。

その他作物の事後評価時点の収量を見ると、栽培に多くの水量を必要とする唐辛子は、2012/13年・2013/14年ともに乾期に特に高い。ターメリックについても 2013/14年の乾期の収量が雨期より高いが、一方野菜・玉ねぎの同年の収量は年間を通して一定の水準が確保されている。

これらより、主食作物だけでなく、高価格作物や生産性の高い作物についても、安定した収量が確保されていると判断される。

表 6 主要作物別単収（効果指標）

単位：トン/ha

指標		基準値 (2002年)		目標値 (事業完成3年後)		実績値			
						2012/13年 (事業完成5年後)		2013/14年 (事業完成6年後)	
		雨期	乾期	雨期	乾期	雨期	乾期	雨期	乾期
指標作物	コメ	5.7	-	6.5	6.0	6.7	4.6	6.8	5.3
	ナッツ類	1.5	-	2.3	3.5	2.5	2.6	2.5	3.1
	綿花	2.0	-	3.0	-	3.4	4.0	2.9	3.7
	ヒマワリ	0.8	-	2.0	2.1	1.1	0	1.4	1.5
	豆類	1.0	-	2.0	2.5	1.9	2.2	0	2.0
	穀類	ソルガム	1.5	-	3.5	4.5	5.4	6.4	1.2
ジョワール		-	-	-	-	3.9	0	2.0	2.9
その他	唐辛子	-	-	-	-	11.9	20.0	9.5	22.0
	野菜	-	-	-	-	9.2	0	8.5	8.4
	ターメリック	-	-	-	-	1.2	0	1.2	2.0
	玉ねぎ	-	-	-	-	4.9	0	4.9	4.9

出所：質問票回答

注：基準年（2002年）は、深刻な旱魃によって乾期作が行われなかったため、乾期の値が「-」となっている（「その他」作物は事後評価調査において実績値を集めたものであるため、当時の値は無い）。一方、事後評価時点の実績値が「0」の作物は、作付けの記録が無いものである。

3.3.2 定性的効果

（1）水効率の向上

上記3.3.1（1）のとおり、灌漑システムの末端地域に到るまでの送配水の状況に関する定量的データは得られなかった。しかし、受益者調査の結果から、表7に示すとおり、事業実施前は「十分な水量が確保される耕作地の割合が農地全体の50%未満で、年間一期作のみ」だったと回答した受益者172件を含む195件(97.5%)が、事後評価時点（2014年）には「年間を通して十分な水量が確保される耕作地の割合が農地全体の50%以上」であると回答しており、事業実施後に農地における給水が大きく改善した様子が認められる¹⁹。また、農地給水状況、水路・農地の水質及び水量の事業実施前後の変化を尋ねたところ、全回答者（200件）が「灌漑施設整備によって農地への給水が改善された」「水路及び農地の水質・水量が改善した」と回答した（表8）。

これらより、本事業の実施によって灌漑システムにおける農地に十分な水が行き渡るようになり、また、水路・農地における給水の質・量ともに改善したことが確認される。

¹⁹ これら172件の内訳を見ると、第3地区の35件（1件を除く）と第4地区の72件（全件）、第5地区の33件（全件）が含まれる。第4地区及び第5地区は、アラガナル調整池の新設によって農地への給水が飛躍的に改善された地域である。また、作付け場所の別で見ると、同172件には、中流域の13件（全件）と下流域の55件（全件）が含まれており、本事業実施前後の末端地域への給水の改善が認められる。

表 7 農地給水状況の推移

単位：件

農地給水状況		事後評価時(2014年)		計
		年間を通して十分な水量が確保される耕作地の割合が農地全体の50%以上	十分な水量が確保される耕作地の割合が農地全体の50%未満で、年間一期作のみ	
事業実施前	年間を通して十分な水量が確保される耕作地の割合が農地全体の50%以上	23 (11.5%)	5 (2.5%)	28 (14.0%)
	十分な水量が確保される耕作地の割合が農地全体の50%未満で、年間一期作のみ	172 (86.0%)	0 (0.0%)	172 (86.0%)
計		195 (97.5%)	5 (2.5%)	200 (100.0%)

出所：受益者調査結果

表 8 農地への給水状況の変化

単位：件

質問項目	回答内容				計
	事業実施前より増加/改善	事業実施前と同じ	事業実施前より減少/悪化	その他・該当なし	
農地給水状況	200(100.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	200(100.0%)
水路・農地の水質	200(100.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	200(100.0%)
水路・農地の水量	200(100.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	200(100.0%)

出所：受益者調査結果

(2) 灌漑面積の回復

実施機関から得られた定量データ(表4)に加え、受益者に本事業実施前後で灌漑耕作面積に変化があったかを尋ねたところ、全200件が「事業実施前より増加した」と回答した(表9)。この結果から、灌漑耕作面積についても事業実施前より増加していることが認められる。

表 9 灌漑耕作面積の変化

単位：件

質問項目	回答内容				計
	事業実施前より増加/改善	事業実施前と同じ	事業実施前より減少/悪化	その他・該当なし	
灌漑耕作面積	200(100.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	200(100.0%)

出所：受益者調査結果

(3) 農業生産の拡大

● 作付けパターンの変化

受益者による作付け状況の変化を見ると、事業実施前は、サトウキビの作付けを行っていた受益者が200件中28件(14.0%)、十分な水量を得て雨期に一期作を

行っていた受益者が 172 件 (86.0%) に上っていた。しかし、事後評価時点では、一期作は 21 件 (10.5%) にとどまり、全体の 9 割近くにあたる 179 件 (89.5%) が水量に不足なく 2 期作を行っているとの結果が得られた (表 10)。

これらの結果から、事業実施後は、年間を通して特定の作物に限定されることなく作付けを行うことが可能な環境がより整ったと判断される。

表 10 作付けパターンの変化

単位：件

作付けパターン		事後評価時(2014年)				計
		サトウキビ	一期作 (雨期のみ: 水量不足なし)	二期作 (水量不足 なし)	少ない水量で 作付けできる 作物を一期作	
事業 実施 前	サトウキビ	0(0.0%)	0(0.0%)	28(14.0%)	0(0.0%)	28(14.0%)
	一期作(雨期のみ: 水量不足なし)	0(0.0%)	21(10.5%)	151(75.5%)	0(0.0%)	172(86.0%)
	二期作 (水量不足なし)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)
	少ない水量で 作付けできる作物を 一期作	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)
計		0(0.0%)	21(10.5%)	179(89.5%)	0(0.0%)	200(100.0%)

出所：受益者調査結果

● 作物の多様化

作付けパターンの変化を裏付けるため、本事業が作物の多様化に及ぼした影響の有無を尋ねたところ、受益者調査対象者全 200 件が「灌漑施設整備によって作物が多様化した」と回答した (表 11)。また、事業実施前及び事業実施後の作付け作物について質問したところ、図 2 のとおりコメ、穀類などの主食作物以外の作物の作付けに大きな差異が確認された。

比較的少ない水量で栽培が可能で、4 カ月ほどで収穫され、収量も高いナッツ類や、同様に少ない水量で栽培が可能で 3 カ月程度で収穫されるヒマワリを見ると、事業実施前に作付けを行う受益者が多く確認されたが(それぞれ 191 件、190 件)、事業実施後は大きく減少している(それぞれ 51 件、40 件) (図 2)。一方、綿花、豆類、唐辛子の作付けを行う受益者数は、事業実施後に大きく増加した(それぞれ 52 件→200 件、3 件→198 件、48 件→200 件) (図 2)。唐辛子は多くの水を必要とし、また、綿花と唐辛子は高い現金収入が見込めるものの収穫に多くの労働力を必要とする。

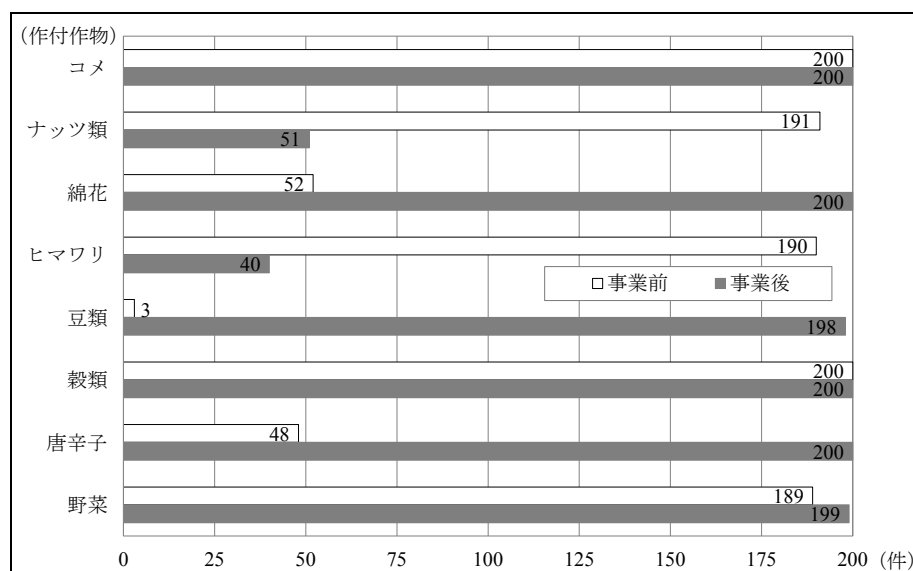
以上より、事業の実施によって、水量をより多く必要とする作物や、高利益作物を視野に入れた輪作が可能となっている状況が確認される。

表 11 作物の多様化

単位：件

質問項目	回答内容				計
	事業実施前より増加／改善	事業実施前と同じ	事業実施前より減少／悪化	その他・該当なし	
作物の多様化	200 (100.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	200 (100.0%)

出所：受益者調査結果



出所：受益者調査結果

図 2 事業実施前後の作付け作物の変化

● 生産の安定化

各作物の収量について質問したところ、「その他該当なし」が大多数を占めるナッツ類を除き²⁰、「事業実施前より増加／改善」が全回答者(200件)を占めた(表 12)。こうした収量の改善は、事業実施によって必要な時期に必要な水量が確保され、作付けパターンが変化していること、また、作物の多様化が促進され、輪作によって土壌肥沃度が維持されていること等が大きな要因であると考えられる。

²⁰ 同結果は、事後評価実施時点でナッツ類を作付けしていた世帯件数が全体の 51 件にとどまったことによるところが大きい。

表 12 作物別収量の変化

単位：件

質問項目	回答内容				計
	事業実施前より増加／改善	事業実施前と同じ	事業実施前より減少／悪化	その他・該当なし	
コメ	200(100.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	200(100.0%)
ナッツ類	35(17.5%)	0(0.0%)	0(0.0%)	165(82.5%)	200(100.0%)
綿花	200(100.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	200(100.0%)
ヒマワリ	200(100.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	200(100.0%)
豆類	200(100.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	200(100.0%)
穀類	200(100.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	200(100.0%)
唐辛子	200(100.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	200(100.0%)
野菜	200(100.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	200(100.0%)

出所：受益者調査結果

以上、灌漑システムの各地区及び末端まで水供給が改善されていること、受益面積及び作付面積が拡大し、主食となる主要作物が安定的に作付けされ、生産高及び収量が改善し、作付け状況の変化や作物の多様化が進んでいる状況が確認された。したがって、「水効率の向上、灌漑面積の回復、農業生産の拡大を図る」との事業目標は達成されており、本事業の有効性は高い。

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

本事業の上位目標である「農民所得の向上」について、本事業による貢献の有無及び貢献度について、実施機関からの回答、受益者調査、住民インタビュー、現場視察の結果を踏まえて分析を行った。

(1) 世帯支出入の状況

世帯支出入について受益者調査結果を見ると、「事業実施前より増加／改善」したとする受益者は、世帯収入では200件中30件(15.0%)、支出では50件(25.0%)となった。一方では、世帯支出入とも「事業実施前と同程度」とする回答が多数を占めた(それぞれ170件(85.0%)、150件(75.0%)) (表13)。

しかしながら、世帯の貯蓄状況については、200件中161件(80.5%)の受益者が「事業実施前より貯蓄が増えた」としており、各世帯において何らかの蓄えや余剰資金が確保される状況にあると考えられ、一定以上の収入の確保及び向上が伺われた。また、住民インタビュー及び現場視察では、貯蓄の増加傾向に加えて農業活動の活発化や農民の暮らし向きの改善(家電製品やバイク・車両の保有、子どもの教育、衣料品・住宅の改善など)が確認され、住民の生活レベルの向上を支えるための支出入の増加があるものと判断された。

表 13 世帯収入・支出の状況

単位：件

質問項目	回答内容				計
	事業実施前より増加／改善	事業実施前と同じ	事業実施前より減少／悪化	その他・該当なし	
世帯収入	30(15.0%)	170(85.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	200(100.0%)
世帯支出	50(25.0%)	150(75.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	200(100.0%)

出所：受益者調査回答

表 14 貯蓄の状況

単位：件

質問項目	回答内容				計
	事業実施前より増加／改善	事業実施前と同じ	事業実施前より減少／悪化	その他・該当なし	
貯蓄	161(80.5%)	39(19.5%)	0(0.0%)	0(0.0%)	200(100.0%)

出所：受益者調査回答

(2) 農業支出入の状況

農業収入²¹について、まず、実施機関より収集した「戸当たり農業粗収益額」（表 15）の事後評価時点実績値を見ると、2012/13 年、2013/14 年ともに基準値及び目標値を上回っており、農業収入の向上が定量的に認められた。加えて、受益者調査でも、200 件中 170 件（85.0%）が「事業実施前より農業収入が増加した」と回答している（表 16）。主食作物を中心とする作付面積の拡大や生産の安定化、生産高及び収量の向上、作物の多様化、高価格作物の生産など、本事業の実施による効果の発現状況をも踏まえると、農業収入の向上に対する本事業実施の貢献があり、かつ貢献度は大きかったものと判断される。

なお、同様に 140 件（70.0%）の受益者が「事業実施前より農業支出が増加した」と回答しており（表 16）、住民インタビューでは、高品質の種苗や肥料、農機の購入などによる支出の増加が挙げられ、農業収入が増える一方で農業支出の増加も認められる、との回答があった。また、全 200 件の受益者が「事業実施前より多くの労働力を必要とするようになった」と回答しており、農地面積の増加や生産高、収量の増加、より多くの労働力を必要とする高価格作物の作付け等に対応して、労働力の確保にも支出が割かれているものと考えられる。

²¹ 「農業」支出入は、受益者が持つ農地を耕作することで得られる収入および余儀なくされる支出のみを指し、酪農や家畜飼育などは「非農業」支出入に含まれる。

表 15 戸当たり農業粗収益額

単位：ルピー/年/戸/ha

指標	基準値 (2002年)	目標値 (事業完成3年後)	実績値	
			2012/13年	2013/14年
戸当たり農業粗収益額	37,329	54,353	72,949	68,352

出所：質問票回答

注：戸当たり農業粗収益：単収×単価

表 16 農業収入・支出の状況

単位：件

質問項目	回答内容				計
	事業実施前より 増加/改善	事業実施前と 同じ	事業実施前より 減少/悪化	その他・ 該当なし	
農業収入	170(85.0%)	30(15.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	200(100.0%)
農業支出	140(70.0%)	60(30.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	200(100.0%)
農業労働力	200(100.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	200(100.0%)

出所：受益者調査回答

(3) 非農業支出入

非農業収入、非農業支出が「増加した」とする受益者は、それぞれ200件中198件(99.0%)に達しており、農業を上回る支出入の増加傾向が認められた(表17)。

非農業支出として、高品種の乳牛・家畜の購入や家畜飼育費用、高品種苗や農機の購入、携帯電話やテレビなどの電化製品、バイク・車両などの購入や修理保全、家具購入・恒久住宅建設に伴う出費が住民インタビューで挙げられた。これらの支出にあたっては、農地を担保として得られた銀行融資の利用も確認され、融資返済も支出として発生している。その他、教育費の増加(後述)や、ヘルスケアや投資への関心の高まりが住民インタビューから確認された。

一方の非農業収入は、酪農活動や乳牛・家畜の販売から得られる利益、農地賃貸料収入などである。受益者は、農業生産の安定化や単位面積当たりの収量増加、農業収入の向上が確保され、一定の生計レベルが確保された上でこうした活動を行っていると考えられる。なお、家族の就業機会は「事業実施前と同じ」とする回答が多数を占め(171件(85.5%))、非農業収入増加への貢献度は低いと考えられる。

表 17 非農業収入・農業支出の状況

単位：件

質問項目	回答内容				計
	事業実施前より 増加/改善	事業実施前と 同じ	事業実施前より 減少/悪化	その他・ 該当なし	
非農業収入	198(99.0%)	1(0.5%)	1(0.5%)	0(0.0%)	200(100.0%)
非農業支出	198(99.0%)	1(0.5%)	1(0.5%)	0(0.0%)	200(100.0%)
家族の就業機会	29(14.5%)	171(85.5%)	0(0.0%)	0(0.0%)	200(100.0%)

出所：受益者調査回答

以上より、本事業実施後の対象地域における世帯収入は、事業実施前と同程度にとどまるとの調査結果が多く、多くの受益者から得られたものの、世帯における貯蓄は確保される傾向にあり、住民インタビュー及び現場視察において生活レベルの向上が確認された。また、農業収入・非農業収入の向上が受益者調査から確認され、事業効果による貢献が認められ、かつその貢献度は大きいと判断される。支出についても農業・非農業ともに増加傾向にあることが確認されたが、主により高い農業・非農業収入や生活レベルの改善を図るための出費であったことが住民インタビューで確認されている。住民が豊かになるにつれて生産活動及び生活向上に伴う支出の増加は避けられず、事業実施はこうした支出を支えるための収入向上の要因のひとつであったと判断される。

したがって、本事業を実施しなかった場合との厳密な比較ではないものの、本事後評価における各種調査結果を総合的に判断すると、事業実施前後の比較において本事業による「農民所得の向上」への貢献が確認され、またその貢献度は大きいと考えられる。

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

本事業は、第一期審査時に「環境配慮のための OECF ガイドライン（1989 年 10 月制定）」が適用され、第一期審査後の 1997 年に環境影響評価報告書がインド政府環境森林省に提出された。しかし、本事業はその大半が既設灌漑施設設備の改修であるため、環境影響は「ほぼ無い」とされた。また、新設されるアラガナル調整池についても、「調整池の設置によって水没する箇所には森林地は存在せず、農地または耕作放棄地であることから、湛水による重大な影響は想定されない」と判断され、同年 11 月に同省より環境クリアランスが取得された。第二期審査時（2003 年）には、「環境社会配慮確認のための国際協力銀行ガイドライン（2002 年 4 月制定）」におけるカテゴリ A²²に該当したことなどから、「新設調整池付近の野生生物サンクチュアリに配慮し、野鳥の生息環境に影響を及ぼさないための適切な措置（調整池からの漏水を防ぐための堤防設置やライニング等）を設計に反映させる」ことが同審査で約束された。

本事後評価では、調整池付近の野生生物サンクチュアリへの影響回避がなされていることを、第一次現地調査時（2014 年 12 月）に実施機関へのヒアリングにて確認し、また、調整池の踏査時にも目視で確認を行った。環境森林省への報告は現在行われていないが、実施機関は中央水委員会（Central Water Commission）のガイドラインに従ってアラガナル調整池の安全性に関する報告書を年 2 回提出している。

²² 本事業は、大規模な調整池の建設を伴うことから、同ガイドラインでは「環境への重大で望ましくない影響のある可能性を持つようなプロジェクト」であるカテゴリ A に該当した。しかし、第一期審査後にインド国において環境影響評価がすでに実施されており、第二期審査時に改めて環境影響評価を実施するなどの措置は取られなかった。

(2) 用地取得、住民移転

本事業の実施に伴い、1997年から2004年3月までの期間に1,905 haの用地取得が行われた(表 18)。この用地取得に伴い7世帯の移転が発生したが、アンドラ・プラデシュ州の移転補償実施方針に基づいて税務局が補償を行ったことを実施機関より確認した。

表 18 用地取得・補償の実績

用地取得・補償	(i) 水路整備	(ii) アラガヌル調整池・取水路	(iii) 計(i+ii)
用地取得	306 ha	1,599 ha	1,905 ha
クルヌール県	3 郡 計 216 ha	5 郡 計 1,599 ha	1,815 ha
クダツパ県	2 郡 計 90 ha	-	90 ha
補償費	なし	145.3 百万ルピー	145.3 百万ルピー

出所：質問票回答

(3) その他正負のインパクト

● 教育環境の改善

受益者調査では、「子どもの就学レベルが事業実施前より改善した」とする受益者が200件中170件(85.0%)に上った(表 19)。通学にかかる交通費や制服代など、学校教材費以外にも費用が発生する中、事業実施の効果である農業収入の増加や、非農業収入の増加は、こうした支出を事業実施前よりも容易にし、子どもの就学を後押ししていると考えられる。

表 19 教育環境の改善状況

単位：件

質問項目	回答内容				計
	事業実施前より改善	事業実施前と同じ	事業実施前より悪化	その他・該当なし	
子どもの就学レベル	170(85.0%)	30(15.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	200(100.0%)

出所：受益者調査回答

● 生活基盤の強化

「事業実施前より世帯への給水が改善した」が全200件を占めた(表 20)。アンドラ・プラデシュ州の方針により、本事業灌漑システムの水源から得られる水から灌漑用水だけでなく飲料用水も確保されていること(脚注 16 及び 17 参照)や、洗濯等の生活用水が水路などの場所で確保されていることなど、本事業による水供給が住民の生活水準維持にも大きく貢献している実態が確認された。

また、「道路アクセスがよくなった」と答えた受益者も全200件であった。本事後評価時点で受益者の所得向上が確認され、生活レベルの向上に伴ってバイクや自動車の利用が確認されている。本事業による周辺インフラ(農道や橋など)及び水

路整備に伴う周辺道路の整備は、域内移動を円滑なものとし、また、近隣の村などとの往来の活発化に貢献していると考えられる。

さらに、住宅の改善を挙げた住民は 200 件中 170 件（85.0%）に上った。住民へのインタビューによると、事業実施前は仮設もしくは半恒久的の平屋建て住居に居住していたが、事業実施後は作物の安定的な収穫により、所得が向上したとの回答があった。

表 20 生活基盤強化の状況

単位：件

質問項目	回答内容				計
	事業実施前より増加／改善	事業実施前と同じ	事業実施前より減少／悪化	その他・該当なし	
世帯への給水	200(100.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	200(100.0%)
道路アクセス	200(100.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	200(100.0%)
住宅	170(85.0%)	30(15.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	200(100.0%)

出所：受益者調査回答

以上より、本事業における自然環境へのインパクト、用地取得・住民移転については、適切に対処されていることを確認した。事業実施後、子どもの就学レベルがおおむね向上し、世帯への給水や道路アクセスの改善、住宅の改善など、地元住民の生活環境に大幅な改善が認められ、受益者の生活レベルは堅調に向上している。これらは事業実施による間接的な正のインパクトであるといえる。

したがって、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・維持管理体制

（1）実施機関の体制

本事業で改修・整備された施設設備を含め、クルヌール・クダツパ間の灌漑システムの運営・維持管理及び予算配賦管理は、実施機関である灌漑局クルヌール地区事務所のチーフ・エンジニアが全責任を負っている。同エンジニアの監督の下、事業施設の運営・維持管理を同じクルヌール地区事務所のスーパーインテンディング・エンジニアが行い、指導管理や計画全般（運営・維持管理計画、予算計画・支出管理）をナンディヤル事務所のエグゼクティブ・エンジニアが担う。運営・維持管理活動の実際の実施は、灌漑システム各地区の拠点となるサブ地区事務所（クルヌール、ナンディヤル、アラガダ、ミドゥクル、ナンディコクル）の副エグゼクティブ・エンジニアの所掌となる（表 21）。

表 21 本事業灌漑システムの運営・維持管理体制

責任者役職	所掌内容	在籍事務所
チーフ・エンジニア	運営・維持管理の全責任、予算配賦管理を負う	クルヌール 地区事務所
スーパーインテンドーイング・エンジニア	運営・維持管理を総括する	
エグゼクティブ・エンジニア	運営・維持管理指導管理(給水など)、水管理、運営・維持管理計画及び予算計画の作成を行う	ナンディヤル 事務所
副エグゼクティブ・エンジニア	運営・維持管理活動の実施(給水、ゲート管理など)を行う	サブ地区事務所
	スンスラ取水堰、第1区水路(0.0~120.19 km 地点)、ロックインスラ堰の運営・維持管理	クルヌール
	サンタジュトル取水堰、第2区水路(120.19~150.65 km 地点)、第3区水路一部(150.65~174.00km地点)の運営・維持管理	ナンディヤル
	第3区水路残り(174.00~234.64 km 地点)の運営・維持管理	アラガダ
	ラジオリ取水堰、アディニマヤパリ取水堰、第4区水路(234.64~290.22 km 地点)、第5区水路(290.22~305.60 km 地点)の運営・維持管理	ミドゥクル
	アラガナル調整池、周辺水路の運営・維持管理	ナンディコクル

出所：実施機関からの質問票回答

運営・維持管理の人材配置の状況は表 22 のとおりである。実施機関によると、技術者（テクニシャン・レベル）や技能労働者、開門係が現在 0 名となっており、定員枠を確保して 10 名ずつ新たに配置することが望ましいとしている。また、役務提供契約枠の要員についてはアンドラ・プラデシュ州政府が他灌漑システムと合わせて一括雇用・配置しており、手続きが遅延しているとのことであった。こうした状況下にあっても既存スタッフは運営・維持管理に必要な業務を行っており、灌漑システム上の大きな問題は発生していない。

表 22 本事業灌漑システムの運営・維持管理への人員配置

単位：人

人員名称	定員数	現在の人数	実施機関が希望する人数
実施機関スタッフ			
チーフ・エンジニア、スーパーインテンドーイング・エンジニア	1	1	1
エグゼクティブ・エンジニア	1	1	1
副エグゼクティブ・エンジニア	5	5	5
エグゼクティブ・エンジニア補佐	25	25	25
総務マネージャー	1	1	1
財務マネージャー	1	1	1
テクニシャン	0	0	10(新配置)
技能労働者	0	0	10(新配置)
開門係	0	0	10(新配置)
計	34	34	64

人員名称	定員数	現在の 人数	実施機関が 希望する人数
役務提供契約枠(及び外部委託)			
作業検査員(クラス1)	1	0	1(定員)
作業検査員(クラス2)	4	0	4(定員)
作業検査員(クラス3)	16	11	16(定員)
作業検査員(クラス4)	58	9	58(定員)
開門係、監視員、労働者長、労働者	346	308	346(定員)
運転手	5	5	5
計	430	333	430

出所：実施機関からの質問票回答

注：役務提供契約枠の欠員については、私有地を提供し、かつ就職先を求める応募者の中からスキルに応じて指名が行われる。なお、本事業に限らず他事業でこうした私有地提供者は存在するため、アンドラ・プラデシュ州が一括して情報を管理し、指名を行う。

(2) 住民による運営・維持管理

1997年に制定されたアンドラ・プラデシュ州灌漑システム農民管理法に基づき、アンドラ・プラデシュ政府は、州内の各灌漑システムについて、水利組合、水利組合5～8組織を束ねる水路委員会、そして水路委員会を束ねる事業委員会の、それぞれのメンバーを選出するための選挙と組織化を行ってきた。各灌漑システムの管理は、これらの農民組織と灌漑局とが共同で行い、適正な水の分配、効率的・経済的な水利用の推進・確保、農業の近代化の奨励、農業生産の最大化が図られ、年間水収支と運営計画に従って灌漑システムが維持されることとなっていた。

しかし、アンドラ・プラデシュ州の分割が2014年に予定されていたことから、州政府はこれを主な理由として、2013年2月以降、農民組織の選挙及び組織化を行っていない²³。2014年6月をもって州が分割された後も状況に変化は見られず、事後評価時点で、本事業灌漑システムに上記の農民組織が存在せず、今後の農民組織選挙実施の動向については不明である。

本事業灌漑システムの農民組織は、所掌地域の農地の状態を確認して灌漑局に報告・相談し、灌漑局は必要に応じて技術的な判断・指示し、支出を伴う措置などを随時行っていた。しかし、2013年の選挙・組織化の停止を受け、事後評価時には、上記表21に示した実施機関側責任者および在籍事務所スタッフが農民組織の運営・維持管理上の役割を代行していた。実施機関は農民管理法に基づき組織的によく対応しており、また、こうした実施機関側の良好な体制により、灌漑システムは特に問題なく機能していることを確認した。

以上より、事後評価時において、水利組合をはじめとする農民組織が存在しない状況にあるが、実施機関の各地域の事務所がこれらの組織の機能や役割、責務を補っており、運営・維持管理の体制は問題ない。

²³ 2013年2月時点で、本事業灌漑システムの水利組合、水路委員会、事業委員会は、それぞれ86組織、14委員会、1委員会が組織されていた。

3.5.2 運営・維持管理の技術

実施機関は、スタッフの能力評価を年一回行っており、技術力・マネジメント力・事務能力等の改善を促す仕組みが設けられている。

また、1983年に設立されたアンドラ・プラデシュ州水陸管理研修研究所（以下、「WALAMTARI」という）が、実施機関スタッフを対象に、品質管理保証、土壌管理、水管理、流域管理、灌漑事業運営・維持管理などの分野において研修機会を提供している。

一方、WALAMTARIは農民を対象とする技術指導研修も行っている。また、実施機関も運営・維持管理計画の立案や運営・維持管理作業費用の見積もり、水規制や年間水収支に関する助言、灌漑地の実況見分の際の技術支援などを農民に対して行っている。この他、農業局は、農産物生産行動計画の作成支援や、農業記録指導、灌漑システム末端地域における作物栽培指導、総合的栄養管理と総合的病害管理指導などを農民に対して行っている。また、農業局は、新聞紙上での技術関連記事の定期掲載や、テレビ番組での農業技術紹介・普及促進、専用電話回線の常時設置、土壌検査の実施、土壌に応じた作物選択への助言、高単収種苗や補助金の提供、村レベルでの農業普及員の配置なども行っており、農民からの様々な照会に対応している。実施機関と農業局は、現場レベルで随時情報交換や業務上の調整・協力を行っており、本事業の運営・維持管理や住民指導において有益な技術の提供が行われている。

以上より、実施機関は能力評価制度を設けてスタッフの能力改善・向上を図っており、運営・維持管理技術の質が確保されている状況にある。また、農民の指導やスキル向上については、実施機関に加えてWALAMTARI及び農業局が各々の所掌分野に応じた役割を担っており、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

(1) クルヌール・クダッパ水路運営・維持管理予算

アンドラ・プラデシュ州政府より承認・予算配賦のあった過去3カ年の運営・維持管理予算及び実績を表23に示す。「運営費」及び「維持費」は例年同じ額の予算が確保され、「スタッフ人件費」についてもほぼ一定の予算確保及び支出となっている。「スタッフ研修費」については、スタッフ自身が講師となって研修指導を行うケースが多く、近年は予算として計上されていない。「その他」は水路の大規模修繕や新規建設などである。

実施機関によると、運営・維持管理費は十分ではなく、緊急性の高いものから優先順位が付されて修繕や修理が行われている。このため、灌漑システムの機能に大きな障害を及ぼさない末端水路の堆砂除去や雑草除去等が後回しにされる状況となっている。

表 23 本事業灌漑システムの運営・維持管理予算／支出実績

単位：百万ルピー

項目	2011/12 年		2012/13 年		2013/14 年	
	予算	支出	予算	支出	予算	支出
運営費	5.0	4.6	5.0	2.5	5.0	2.5
維持費	5.4	2.3	5.4	3.9	5.4	2.7
その他	370.4	311.9	475.4	251.3	689.8	91.8
人件費	70.9	55.3	80.9	63.7	94.5	60.2
研修費	2.3	2.3	-	-	-	-
補助金	-	-	-	-	-	-
計	454.0	376.4	566.7	321.4	794.7	157.2

出所：質問票回答

(2) 水利費徴収の状況

水利費の徴収予定額、実際の徴収額・支出及び水利費徴収率を下表 24 に示す。水利費は維持管理費の一部として徴収後に再配分される仕組みとなっているが²⁴、徴収率は第二期審査時点（2002 年）で 6.6%と低く、水利費徴収率の改善及び料金設定²⁵の見直しについて JICA 側より強い申し入れが行われた経緯がある。

水利費徴収率の経年推移をみると、2007/08 年と 2009/10 年を除いて各年とも目標値（50%）を下回っており、特に 2011 年以降の徴収率は基準年をも下回る低い値となった。実施機関によると、同徴収率が低くとどまる背景には、各地域の税務局による徴収が徹底されていないことや、水利費を支払うメリットが住民側に認識されていないことなどがある。これに加え、実施機関は近年の早魃に鑑み乾期の水利費徴収を行っていない²⁶。また、水利費徴収の窓口となる水利組合は 2013 年始めに解散されており、同組織の活動が停止された後も税務局を通して徴収は続いていたが、必要額より大幅に低いため、維持管理費として大規模に支出するに到っていない。なお、実施機関によると、2014 年は水利費の徴収そのものが行われていないとのことであった。

²⁴ 水利組合、水路委員会、事業委員会、村にそれぞれ 50%、30%、20%、10%ずつ再配分され、灌漑システム管理に利用される仕組みになっている。

²⁵ 水利費単価はアンドラ・プラデシュ州税務局が定める金額に従っており、本事業は大規模灌漑システムに位置づけられ、1 エーカーあたり 200 ルピー（水利組合 50 ルピー、水路委員会 20 ルピー、事業委員会 20 ルピー、村 10 ルピー、灌漑局 100 ルピー）が徴収される。2001 年 7 月以降は徴収額が据え置きとなっている。

²⁶ 脚注 16 のとおり、アンドラ・プラデシュ州では、乾期を中心に飲料用水不足に見舞われるため、州政府の方針に基づき、本事業灌漑システムを含めて灌漑用水の一部が飲料用水として優先的に供給されている。本事業の実施機関が灌漑用水の提供を行うのは、本来であれば税務局に正式に登録されている農地に限定されるが、未登録の農地に対しても水の供給を行っているのが実態である。このため、本事業灌漑システムにおいて可能な限り確保された水量が供給されているものの、最も水が必要となる乾期終了時期に到るまで、確実には十分な量の水の供給が保障されないため、実施機関として「正式に灌漑用水の提供を行っていない」こととしており、したがって農家から水利費を徴収しない立場を取っている。

表 24 本事業灌漑システムの水利費の徴収額及び支出の経年推移・水利費徴収率

水利費 (単位)	基準値 (2002年)	目標値 (事業 完成 3年後)	事後評価実績値						
			2007/08 年 (事業完 成年)	2008/09 年 (事業完 成1年)	2009/10 年 (事業完 成2年)	2010/11 年 (事業完 成3年)	2011/12 年 (事業完 成4年)	2012/13 年 (事業完 成5年)	2013/14 年 (事業完 成6年)
徴収予定額 (百万ルピー)	-	-	15.0	41.1	53.9	55.5	39.2	30.5	39.3
徴収額 (百万ルピー)	-	-	13.5	10.1	30.7	13.8	2.5	0.6	0.6
支出 (百万ルピー)	-	-	-	34.3	40.0	4.3	0.07	0.07	0.05
徴収率(%)	6.6	50	89.8	24.5	56.9	24.9	6.3	1.9	1.5

出所：徴収予定額・徴収額・支出の2007～2010年のデータは事業完了報告書より、2011～2013年のデータは本事後評価において実施機関から提供を得た資料に拠る。徴収率は徴収額÷徴収予定額である。

水利費の徴収予定額は、アンドラ・プラデシュ州政府から配賦される運営費及び維持費（表 23）を大きく上回るものであり、同予定額が回収されれば州政府配賦予算と合わせて十分な資金が確保されることになる。実施機関は、維持管理費の不足分を補うため、民間業者（工場や発電など）へ余剰水を提供して料金を徴収するなどの対応措置を講じており、民間企業への水の販売を今後積極的に検討していくとしているが、同収入はまだ十分ではない²⁷。

以上より、アンドラ・プラデシュ州政府による運営・維持管理予算は一定額が安定的に配分されているが十分ではなく、緊急性の高いものから優先的に実施されている。また、維持管理費の一部となる水利費の徴収状況は特に近年芳しくなく、結果として維持管理費が慢性的に不足する状況にある。実施機関は、民間企業へ余剰水を販売するなどして同費用に代わる資金確保努力を行っているが、今後の見通しは不透明となっている。したがって運営・維持管理の財務は一部課題がある。

3.5.4 運営・維持管理の状況

(1) 灌漑施設の各種点検・修繕内容

実施機関は、年間水収支を作成し、雨期前にシステム内の水流量を予測するとともに、貯水池の残量を確認し、水配分を行っている。また、雨期・乾期の終わりに作付け範囲を確認し、放流・封鎖の詳細計画も行っている。実施機関は、1997年制定のアンドラ・プラデシュ州灌漑システム農民管理法に基づき、表 25 に記載された運営・維持管理活動を水利組合と共同もしくは分担して行うことになっているが、2014年12月現在水利組合は存在していないため、事後評価実施時点では実施

²⁷ 2013/14年の民間企業への水販売実績は、徴収予定額743,194ルピーに対して回収額522,798ルピーであった（実施機関提供データより）。

機関がこれらの業務を行っていた。アンドラ・プラデシュ州政府からの予算配賦に従って実施機関は緊急性の高いものから順に修繕を行っており、総じて実施機関側の対応に特段の問題は認められない。

表 25 本事業灌漑システムの運営・維持管理活動の内容

作業頻度	内容
日常メンテナンス	<ul style="list-style-type: none"> ・ 堆砂除去 ・ 雑草除去 ・ 堤防修理 ・ 擁壁修理 ・ 開閉器修理 ・ 石垣・ライニング修理 ・ ボルト締め開閉器の掃除と油差し ・ ホイスト・ゲートの塗装 ・ 緊急決壊時の閉鎖作業 ・ 検査ルートの整備
中期メンテナンス	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水門の再建 ・ 落差や調節装置の再建設・修理 ・ 計測装置の再建 ・ 灌漑システムの改修
長期メンテナンス・修繕	<ul style="list-style-type: none"> ・ システムの近代化 ・ その他建設工事
システム診断	<ul style="list-style-type: none"> ・ 雨期、乾期前に水力構造物の検査を行い、記録する ・ 問題の所在・個所を明らかにする

出所：質問票回答

（２）灌漑システムの稼動状況

事後評価時において、灌漑施設の故障や劣化、施工不良、これらによって発生している問題等は確認されず、灌漑システムは良好に使用されていた。本事業において新規水路及び既存水路のライニング修理が実施されたことは、浸潤損失の大幅な削減につながり、その結果、末端までの水の到達時間が短縮され、また、実施前に比して水量が確保されていることを確認した。

したがって、運営・維持管理の状況については、灌漑システム施設・設備の点検・修繕及び稼動状況に特に問題はない。

以上より、本事業の運営・維持管理は体制、技術、施設の状況について問題ないといえるが、運営・維持管理は財務面に一部問題があり、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、インド南部アンドラ・プラデシュ州クルヌール・クダッパ間の灌漑施設を整備することで、同灌漑システムの水効率の向上や灌漑面積の回復、農業生産の拡大を図り、もって農民所得の向上に寄与することを目的としていた。事業の実施は、審査時、事後評価時双方のインド側の開発政策、開発ニーズ及び審査時の日本の援助政策に合致していることから妥当性は高い。アウトプットはおおむね予定どおりに完成し、事業費は計画内に収まったが、事業期間が計画を大幅に上回ったことから、効率性は中程度である。本事業の実施によって農地給水が改善され、受益面積が拡大し、主食作物の安定的な作付けや生産高・収量の改善、作物の多様化が進んでいる。また、本事業実施後、対象地域では世帯収入、農業・非農業収入が改善し、貯蓄なども確保される傾向にある。子どもの就学レベルの向上や生活基盤の改善など、地元住民の生活環境は大幅に改善し、受益者の生活レベルは堅調に向上している。したがって、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見られ、有効性・インパクトは高い。事業の持続性に関しては、体制面、技術面、維持管理状況は問題ないが、財務面に一部問題が確認されたことから、持続性は中程度である。以上より、本事業の評価は高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

水利費徴収が事業灌漑システムの各地域の税務局に拠っており、また、住民側の支払う意思や動機付けが低いことなどから、水利費徴収率は審査時から全般的に低い状況にある。乾期を中心として飲料用水が不足する中、アンドラ・プラデシュ州政府は飲料用水を優先的に供給する方針であり、実施機関は本事業灌漑システムの水量の一部を飲料用水に振り分けており、また、税務局の登録農地以外の農地への給水も行っている。これらの理由により、登録農地への給水が十分に保障されないため、実施機関は乾期の水利費徴収を行っていない。水利費の徴収予定額は、アンドラ・プラデシュ州政府から配賦される運営費・維持費を大きく上回るものであり、同予定額が回収されれば州政府配賦予算と合わせて十分な資金が確保されることになる。運営・維持管理費の安定的な確保のためには水利費徴収は必要であり、ひいては農民側の意識向上や運営・維持管理活動への積極的な参加にもつながる。実施機関は、年間を通じた安定給水を確保し、農民から水利費を直接徴収する仕組みを構築するなどの具体的な方策を検討し、一方では、水利費未払いの農民に対する罰則規定の設置や規律浸透を徹底することが強く望まれる。

4.2.2 JICA への提言

なし。

4.3 教訓

なし。

以 上

主要計画/実績比較

項目	計画	実績
① アウトプット		
1. 取水堰建設・改修	建設 1 式(スリゲート取水堰)、 改修 4 式(ロックインスラ堰、 サンタジユトル堰、ラジオリ堰、 アディニマヤパリ堰)	建設 1 式(スリゲート取水堰)、 改修 4 式(ロックインスラ堰、 サンタジユトル堰、ラジオリ堰、 アディニマヤパリ堰)
2. アラガヌル調整池 新設	調整池面積(表流水)15.64km ² 、 貯水量 84 百万 m ³ 、 設計満水位 265m、 ダム堤頂高 269m、堤頂長 5,500m	調整池面積(表流水)13.59km ² 、 貯水量 84 百万 m ³ 、 設計満水位 265m、 ダム堤頂高 269m、堤頂長 7,500m
3. 水路建設・改修	幹線水路:改修 244.8km 2 次水路:改修 790.3km、 建設 169.2 km	幹線水路:改修 305.6km 2 次水路:改修 840.0km、 建設 50.0 km
4. 関連構造物建設・ 改修	橋梁 30 カ所、伏せ樋 14 カ所、 高架式水道 8 カ所、 排出口 137 カ所、 計測装置 900 カ所、 用水路への排水口 2,700 カ所	橋梁 30 カ所、伏せ樋 14 カ所、 高架式水道 8 カ所、 排出口 137 カ所、 計測装置 900 カ所、 用水路への排水口 2,700 カ所
5. 農村道路建設・改修	新設 100.6 km 既設改修 235.5 km	新設 336.0 km 既設改修 71.0 km
6. 排水路建設・改修	71.0km 土工事量 16 万 5 千 m ³	71.0km 土工事量 16 万 5 千 m ³
7. 末端水路整備	受益面積 10,000 ha(5 カ所)にお ける末端水路整備	パイロット農場建設 70.97 ha(5 カ所)
8. 水利組合形成・能力 向上支援	なし	パイロット農場用機材の調達、 営農技術指導研修の実施
9. 水管理・通信機器	コンピュータ、無線等の調達	コンピュータ、無線等の調達(MIS 導入なし)
10. 車両	あり	除外
11. コンサルティング・ サービス	482 人月 (インターナショナル 132 人月、 ローカル 350 人月)	474.5 人月 (インターナショナル 172 人月、 ローカル 302.5 人月)
② 期間	1996年1月～2003年6月 (90カ月)	1996年1月～2007年5月 (137カ月)
③ 事業費		
外貨	2,995百万円	1,403百万円
内貨	26,880百万円 (9,301百万ルピー)	22,909百万円 (9,235百万ルピー)
合計	29,875百万円	24,312百万円
うち円借款分	25,393百万円	19,123百万円
換算レート	1ルピー=2.89円 (1995年4月現在)	1ルピー=2.48円 (1996年～2013年平均)

注本事業は 2013 年 7 月まで行われたが、本事後評価においては、取水堰や調整池、排水対策構造物等の主要施設が整備され、本事業灌漑システム全体の供用が本格開始された 2007 年 5 月をもって事業期間終了としている。

マケドニア・旧ユーゴスラビア共和国

ズレトヴィツァ水利用改善事業

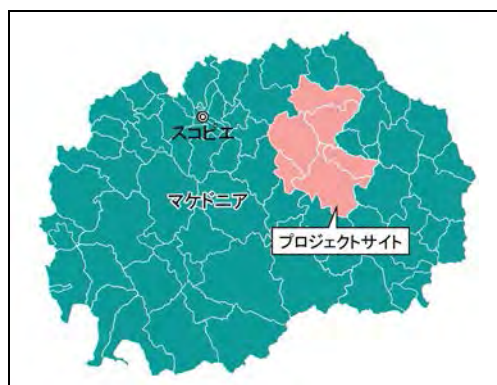
外部評価者：OPMAC 株式会社 小林信行

0. 要旨

本事業は多目的ダムと関連設備の建設を通じ、上水及び工業用水の安定供給を図り、地域住民の生活改善、地域の産業開発を目指した。本事業の実施はマケドニア政府の開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致している。しかし、取水点や支流での水質調査の未実施により事業スコープの設定が適切に行われず、本事業のアウトプットのみではアウトカムの発現に十分ではないため、妥当性は中程度である。土木工事を価格競争力のあるマケドニア企業が受注したため、事業費は計画以下となる一方、調達遅れや工事期間の長期化により事業期間は計画を超えており、効率性は中程度である。給水対象地域では、水道が利用されており、衛生環境の改善や生活の利便性の改善が見られるものの、その範囲は限られており、原水供給量や原水販売収入は計画を大幅に下回っている。さらに、上流部に本事業のスコープ外の導水管（以下、「原水パイプライン」と記載）が設置されておらず、水質が悪化しやすいため、給水人口の大きい自治体への供給が始まっていない。上記の点を考慮すると、有効性・インパクトは低い。ズレトヴィツァ水公社の売上は運営維持管理に必要な最低水準を確保しているものの、投資コストの回収が難しく、修繕に必要な収益は確保できないと推察されるため、持続性は中程度である。

以上より、本事業の評価は低いといえる。

1. 事業の概要



事業位置図



クネズボダム

1.1 事業の背景

マケドニア旧ユーゴスラビア共和国（以下、「マケドニア」）は降雨に乏しく、本事業の対象となる東部地域では特にその傾向が顕著であった。地下水を主な水源とする既存の水道網は、夏季には断水が頻発する状況にあった。加えて、同国東部に位置す

るプロジェクト対象地域では鉱山の操業により地下水の重金属の含有率が高く、過去には鉱山事故による重金属汚染も発生しており、地下水のさらなる利用には大きな制約があった。水資源が希少であるため、水質の悪い飲料水を利用することもあり、感染症の危険も生じていた。さらには、マケドニア独立後、同地域では雇用創出が課題となっており、水資源開発を通じた産業振興や農業開発にも関心が高かった。東部地域は山岳地が多く、他地域からの水の供給が困難な一方、降水量の季節変動が大きいため、冬季の降雪・降雨を利用できるダムの建設が有望と判断された。

上記のような背景のもと、マケドニア政府は同地域への安全かつ安定的な水供給を重要な政策課題と位置付け、多目的ダムの建設を核とするズレトヴィツァ川流域での水源開発を策定した。この水源開発は、当時、ダム建設や上水供給設備を整備するフェーズ1、灌漑用設備を整備するフェーズ2、小規模水力発電所を建設するフェーズ3に分割されていた。本事業はフェーズ1にあたり、クネズボダム及び取水堰の建設、原水パイプラインの敷設、浄水場の建設及びリハビリを実施した。

1.2 事業概要

マケドニア東部において多目的ダム、取水設備、導水管を建設することにより、上水及び工業用水の安定供給を図り、もって地域住民の生活改善、地域の産業開発に寄与する。

円借款承諾額/実行額	9,689 百万円 / 9,685 百万円								
交換公文締結/借款契約調印	2003 年 10 月 / 2003 年 11 月								
借款契約条件	<table> <tr> <td>金利</td> <td>1.5%</td> </tr> <tr> <td>返済</td> <td>25 年</td> </tr> <tr> <td>(うち据置)</td> <td>7 年)</td> </tr> <tr> <td>調達条件</td> <td>一般アンタイト (コンサルタントは 一般アンタイト)</td> </tr> </table>	金利	1.5%	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 一般アンタイト)
金利	1.5%								
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 一般アンタイト)								
借入人/実施機関	マケドニア共和国政府/ 農業森林水経済省								
貸付完了	2013 年 1 月								
本体契約	FZC 11 Oktomvri A.D. (マケドニア) /DG Beton A.D. (マケドニア) /GD Granit A.D. (マケドニア) (JV)、 DG Beton A.D. (マケドニア) /GD Granit A.D. (マケドニア) (JV)								
コンサルタント契約	Coyne et Bellier (フランス) /電源開発株式会社 (日本) /株式会社オリエンタルコンサルタンツ (日本) (JV)								

<p>関連調査 (フィージビリティ・スタディ:F/S) 等</p>	<ul style="list-style-type: none"> • JICA (1999)、マケドニア旧ユーゴスラビア共和国「全国総合水資源開発管理計画調査」 • JBIC (2001)、マケドニア旧ユーゴスラビア共和国「ズレトヴィツァ多目的水利事業」に係る案件形成促進調査フェーズ1 (SAPROF I) • JBIC (2003)、マケドニア旧ユーゴスラビア共和国「ズレトヴィツァ多目的水利事業」に係る案件形成促進調査フェーズ2 (SAPROFII) • JBIC (2004)、マケドニア旧ユーゴスラビア共和国「ズレトヴィツァ水利用改善事業」に係る案件実施支援調査 (SAPI) • JICA (2014)、マケドニア旧ユーゴスラビア共和国「ズレトヴィツァ水利用改善事業」に係る案件実施支援調査 (SAPI)
<p>関連事業</p>	<p>スロベニア政府 “Construction of Water Treatment Plant for Drinking Water in Probistip”、スロベニア政府 “Renovation of Waste Water Treatment Plant for Drinking Water in the Municipality of Stip”</p>

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

小林 信行 (OPMAC 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9月～2015年9月

現地調査：2014年12月18日～12月31日、2015年3月20日～3月26日

3. 評価結果 (レーティング：D¹)

3.1 妥当性 (レーティング：②²)

3.1.1 開発政策との整合性

2000年～2003年の4年間を対象とする中期国家開発計画(Macedonia 2003、2000年策定)はマケドニアの限られた水資源を有効活用する必要性を強調しており、水セクターにおける課題として、夏季における水不足、水供給施設の老朽化、水質汚濁の危険性等が挙げられていた。本事業は上記の課題解決に向けた解決手段と

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」

して、2002年～2004年の公共事業投資計画では投資対象に含まれていた。

マケドニアでは定期的に国家開発計画は策定されておらず、事後評価時点では国家開発計画は策定されていない。事後評価時点におけるマケドニア財政戦略（Fiscal Strategy of the Republic of Macedonia 2015-2017）においては、インフラ整備のうち水分野は投資を行う優先分野の一つと位置付けられ、本事業のフェーズ 2 及び 3 の実現に取り組む点につき言及がある。マケドニア政府は水セクター戦略（2012年策定）を定め、2040年までの同セクターにおける基本方針をまとめている。飲料水については、水道網に接続されている一般家庭の比率を引き続き引き上げる方針となっており、飲料水の水源確保、全利用者への水質の確保がその達成手段として掲げられている。工業用水に関しても、表流水が主な工業用水の供給源である点にふれた上で、冷却水の十分な確保、水源の開発と保護に向けた計画策定が政策目標となっている。

審査時の国家開発計画では水セクターへの投資を優先する方針が掲げられており、事後評価時の予算戦略でも同セクターへの投資への優先度は高い。事後評価時のセクター戦略では引き続き一般家庭の水道接続率を高める政策目標となっており、飲料水の水源確保がその手段として重視されている。

本事業は多目的ダムを建設し、浄水場までの導水設備（取水堰、原水パイプライン）、浄水場を事業スコープとしている。審査時、事後評価時のいずれにおいても水源確保が重視され、水セクターへの投資は優先順位が高かった。本事業の事業スコープはこの政策上の重点と合致している。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

審査時では、マケドニア東部の年間降水量は 500mm/年となっており、世界平均（880mm/年）の3分の2となっていた³。また、降水量の季節変動も大きく、夏季の渇水が深刻な問題となっていた。事業対象地のうち、プロビシュティップ市では、過去重金属の鉱山や電池工場があり、地下水の水質汚染はズレトヴィツァ川の水質には影響していなかったものの、水供給の増加を図る上での制約となっていた。また、水不足の時期には不衛生な水でも利用しなければならないことから、赤痢などの疾病も発生していた。マケドニアの市場経済化に伴い、事業対象地域では失業が課題となっており、新興産業や農業で雇用を吸収したい意向があったが、水不足が制約となっていた。本事業（フェーズ 1）は大規模な水源開発の最初のフェーズにあたる。

開発ニーズはマケドニア東部の気候条件や制約（重金属汚染地域の存在）に根差すものであり、事後評価時でも開発ニーズに変化は生じていない。事業対象地域にあるシュティップにおける降雨量（470.8mm/年、2008－2013年平均）は、国内の

³ FAO(2003) “AQUASTAT 2003”

他地域（8カ所、約490～780mm/年）を下回っており、事業対象地域は国内で最も乾燥した地域である。また、重金属汚染に関しては、大規模な除染作業は実施されていないため、その状況に大きな変化はない。水分野での支援ニーズが近年でも強く、世界銀行（Municipal Service Investment Project）は、2009年以降、自治体の上下水分野へのインフラ投資を支援している。また、欧州投資銀行は2010年以降、マケドニア全土を対象に水分野のセクターローンを提供している。

本事業は安全な飲料水のニーズに答えるものであり、長期的な地域開発の前提条件となる水源確保に寄与するものである。本事業の目的は審査時及び事後評価時の開発ニーズと合致している。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

2003年3月の世界水フォーラムにおいて、わが国は「日本水協力イニシアティブ」を発表し、ミレニアム開発目標（MDGs）の水と衛生分野における目標（ターゲット7c：2015年までに、安全な飲料水、衛生施設を継続的利用できない人々の割合を半減する）に向け、すべての援助スキームを通じ支援を継続・強化する方針を打ち出した。本事業は、小降雨地域、かつ水質汚染が課題となっていたマケドニア東部において多目的ダムと取水・導水設備の建設を実施しており、その事業目的は安全な飲料水の供給を重視していたわが国の援助政策と合致していた。また、外務省「ODA政府開発援助白書2003年度版」では、欧州地域における重点項目に「市場経済移行、環境保全、インフラ復旧・開発への支援」が含まれており、旧ユーゴスラビア地域の経済・社会インフラ整備が重視されていた。本事業が対象とするマケドニアは旧ユーゴスラビア地域に属しており、援助政策の地理な重点とも合致していた。

3.1.4 事業計画の適切さ

対象地域は夏季の渇水が厳しかったため、アウトカム（上水及び工業用水の安定供給）の達成はインパクトである地域住民の生活改善に寄与することから、アウトカムとインパクトは整合的である。給水が始まった地域での地域住民へのインタビューでも水汲み労働の軽減などの住民への裨益が確認された。工業用水の安定供給は新規工場の誘致には重要な条件であり、長期的には



図1 原水パイプラインの位置図

地域の産業開発に寄与する。

一方で、事後評価時においては、本事業のアウトプットでは、アウトカムの発現に十分でない状況となっている。ダムから取水堰まで原水パイプラインが設置されておらず、この区間で泥が混入し、ズレトヴィツァ川の支流から水が流れ込むことにより、原水の水質が水質基準を満たさず、特に各自治体の浄水場では濁度への対応が課題となっている⁴。審査時、事後評価時ともに本事業の給水対象地域の給水人口の 5 割を占めるシュティップでは高い濁度が主たる原因で原水の供給はなされておらず、審査時に想定された事業効果が発現していない。1999 年以降、事後評価時と同じ原水の水質基準が法規（Regulation for Classification of Water, the Official Gazette of the Republic of Macedonia No.18, 1999）で設定されている。ズレトヴィツァ水公社は 2012 年に原水水質が上記基準を満たさない可能性があることを指摘したが、この指摘を踏まえたアウトプットの変更は行われなかった。

フィージビリティ調査では取水点や支流の水質調査が実施されておらず、水質の課題が十分認識されていなかった。水質の課題が認識されていれば、何らかの措置の必要性は明らかであり、審査段階において予見可能なリスクが見落とされていたと考えられる。なお、ダムから取水堰までの原水パイプラインは、審査時においては後続事業（フェーズ 3）において設置が計画されていたが、需要や技術面での課題もあり、実施されていない。

以上より、本事業の実施はマケドニア政府の開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しているものの、事業計画が一部適切でなく、妥当性は中程度といえる。

3.2 効率性（レーティング：②）

3.2.1 アウトプット

本事業のアウトプットは表 1 の通りである。主なアウトプットの変更点として、取水堰改修のキャンセル、ポンプ場の建設、原水パイプラインの増設、浄水場の建設及びリハビリが挙げられる。運営・維持管理（O&M）機関の説明では、取水堰の改修が見送られたのは、クラトボの給水事業が民間企業に委託され、堰の運営も民間企業へ移管されたことに起因している。クラトボ向けパイプラインに直接水を供給できるよう、ポンプ場を増設したため、取水堰改修のキャンセルは事業効果には影響を与えていないものと考えられる。

本事業は各自治体が給水に必要な投資を行うことを前提としていたが、自治体議会が最終需要家向けの水道料金を低価格に抑えており、各自治体の給水公社は

⁴ 根拠となる明確なデータを入手することはできなかったが、本事業の O&M 機関ズレトヴィツァ水公社や水質検査を行う公共衛生研究所では、クネズボダムでは濁度の問題は生じていないことから、パイプライン未設置区間で河床の泥が混じることが支流や取水堰での水質が悪化する原因とみている。

内部資金のみで投資を行うことが困難であった。そのため、本事業では円借款を利用し、当初の事業スコープに含まれていなかったが、事業効果を発現させる上で必要なインフラ整備（原水パイプラインの増設や浄水場の建設及びリハビリ）を行った。シュティップの既設浄水場はダムからの原水供給に先立ち改修及びリハビリを必要としていた。取水堰 No.1 からプロビシュティップまでの原水パイプラインは既設の設備を利用する予定だったが、老朽化のため一部新設とした。

表 1 本事業のアウトプット

計画	実績
土木工事： <ul style="list-style-type: none"> ・クネズボダム 形式：ゾーン型ロックフィルダム 総貯水容量：23.5 百万 m³ 堤高：75m 堤長項：270m アクセス道路：9km ・取水設備 取水堰の改修：1 カ所 取水堰の建設：2 カ所 ・原水パイプライン 区間：3 区間合計 57 km（取水堰 No.3 ～分岐点 23km、分岐点～シュベティ ニコル 23km、分岐点～シュティップ 11km） 	土木工事： <ul style="list-style-type: none"> ・クネズボダム 形式：ゾーン型ロックフィルダム 総貯水容量：23.0 百万 m³ 堤高：75m 堤長項：290m アクセス道路：20km ・取水設備 取水堰の建設：2 カ所 <u>ポンプ場：1 カ所</u> ・原水パイプライン 区間：7 区間合計 83km（取水堰 No.3 ～分岐点 22km、分岐点～シュベティ ニコル 24km、分岐点～シュティップ 11km、<u>シュベティニコル～ロソボ 11km、カルビンチ向け 5km、取水堰 No.1～プロビシュティップ 6km、プロ ビシュティップ～ズレトボ 3km</u>） ・浄水場の建設・リハビリ⁵ <u>プロビシュティップ浄水場建設：処理 能力 6,480m³/日</u> <u>シュティップ浄水場リハビリ：処理能 力 43,200m³/日</u>
コンサルティングサービス： <ul style="list-style-type: none"> 外国人：216M/M 国内：355M/M 	コンサルティングサービス： <ul style="list-style-type: none"> 外国人：294M/M 国内：500M/M

出所：JICA 提供資料、事業完了報告書、HZ 提供
注：下線部は追加された事業スコープ

⁵ 投資資金は円借款だけでなく、スロベニア無償資金、地元自治体の資金が使用されている。



写真1 取水堰 No.1



写真2 取水堰 No.3

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

事業費の計画値 13,174 百万円に対し、実績値は 12,692 百万円となった。但し、浄水場の建設・リハビリに関連する費用（154 百万円）は計画値には含まれていないため、正確な比較のため実績値から取り除くと、調整後の実績値は 12,538 百万円となる。計画値と比較すると、調整後の事業費は計画値以内に収まった（計画比 95%）。土木工事契約（アクセス道路、ダム、取水堰・パイプライン）を価格競争力のあるマケドニア企業が受注した結果、事業費の減少につながった。円借款は土木工事、機材調達、コンサルティングサービス、物理的予備費を対象とし、先方政府負担は主として一般管理費、用地取得、税金を対象とした。

3.2.2.2 事業期間

計画された事業期間 80 カ月に対し、実際の事業期間は 110 カ月となり、事業期間の実績は計画を上回った（計画比 138%）⁶。事業遅延は、①実施機関が円借款事業の調達に不慣れであったため、施工監理コンサルタントやダム工事の調達が遅れたこと、②工事期間が長期化したことが原因である。

施工監理コンサルタントの業務開始は計画（2004 年 5 月）より半年遅れの 2004 年 12 月となった。アクセス道路を独立した調達パッケージとし、より簡便な手続きとなる国内競争入札（LCB）で調達を行い、工事開始時期を早めたものの、ダム工事の調達に時間を要し、かつ工事期間も長引いたため、事業完了も遅延した。工事進捗の遅れは①設計変更（余水吐きの位置等）、②受注企業の不十分な施工計画に起因している。その結果、計画での工事期間 2006 年 7 月～2010 年 6 月（48 カ月）に対し、実績は 2005 年 9 月～2012 年 12 月（87 カ月）となった。

⁶ 浄水場の建設・リハビリに関連する期間は計画時の事業スコープに含まれていないため、正確な比較のため除外している。

3.2.3 内部収益率（参考数値）

財務的内部収益率（FIRR）は計画値 1.3%に対して、実績値は-2.4%となった（算出条件は表 2 を参照）。FIRR が予想を下回った主な原因は、①工業用水の未供給による販売量の減少、②審査時想定に比べて低い販売単価、の 2 点に起因している。ズレトヴィツァ水公社の売上予測では、2015 年以降の販売量は増加を見込んでいるが、2029 年の販売量は当初想定 of 4 割程度に留まっている。原水価格については、審査時は事業期間中 15MKD⁷/m³ が想定されていたが、事後評価時では 2014 年の 3.12MKD/m³～2029 年 14.02MKD/m³ が想定されている（単価はいずれも実質価格）。経済的内部収益率（EIRR）は計画値 7.1%に対し、実績値は 3.0%となった。EIRR が予想以下となった原因は、主として予想以下の販売量に起因している。なお、審査時において FIRR、EIRR とともに感度分析は実施されておらず、主要なパラメーターの変更が投資効率に与える影響は分析されていなかった。

表 2 事後評価時の内部収益率の算出条件

	FIRR	EIRR
費用	事業費、O&M 費用	事業費、O&M 費用
便益	原水販売収入(上水)	水供給の安定化、水不足の解消、経費削減効果
事業期間	27 年	50 年
前提条件	<ul style="list-style-type: none"> ● 維持管理費は 2013 年の営業費用から非資金性費用を除いたものを計上。O&M は点検、清掃が主であるため、上昇は見込まない。 ● 原水販売量は O&M 機関の販売予測に基づく。販売量は 2029 年に 8 百万 m³ となるが、工業用水の売上は想定しない。 ● 審査時同様にプロジェクトライフ最終年に、償却期間(残り 23 年間)に基づき残存価値(2,172 百万 MKD)を計上した。 ● 2015 年以降の原水料金は名目で 1 MKD/年上昇を想定した(O&M 機関への聞き取りに基づく) ● 審査時は実質価格で算出されていた。正確な比較のため、再計算では名目価格を消費者物価指数(CPI)に基づくインフレ率で調整し、実質価格に転換した。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 十分なデータが入手できなかった項目(各便益の単価、水不足量)は審査時の前提を使用した。 ● 漏水率は審査時前提に基づき 2000 年 41.6%から 2025 年 28.1%までの低下を想定した。審査時は 2025 年以降の推計はないが、10%程度(モスクワの漏水率実績を参考)を目標に低下傾向を想定した。 ● 需要予測は 2029 年まで FIRR と同じ前提を使用し、2030 年以降は審査時前提を利用した。工業用水に関連した便益は想定しない。 ● 財務価格から経済価格への転換係数は審査時と同じ 0.85 倍を想定した。 ● 審査時は実質価格で算出されていた。正確な比較のため、再計算では名目価格を CPI に基づくインフレ率で調整し、実質価格に転換した。

⁷ MKD は現地通貨マケドニアン・ディナールの通貨略称である。

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

3.3 有効性⁸（レーティング：①）

本事業の事業効果を分析するにあたり、本事業のアウトカムとして安定的な原水供給が実現され、その結果、インパクトとして給水人口の増加や水道普及率の改善が達成される、との介入セオリーを想定した。有効性・インパクトの評価判断は主として上記アウトカムに直接関連する定量的効果（原水供給量、原水販売収入）に基づくが、供給量の目標達成度に影響を与える中間アウトカムである水質も分析する。定性的効果の分析は給水対象地域による効果発現状況を中心とし、アウトカムとして給水サービスの利用状況や安定性を認識した上で、インパクトとして給水サービスにより生じた衛生面及び生活面の改善を明確にする。

3.3.1 定量的効果（運用・効果指標）

（1）原水供給量、原水販売収入

審査時においては、給水対象地域はシュティップ、プロビシュティップ、シュベティニコル、ズレトボ、ロソボ、カルビンチ、クラトボの7自治体が想定されていたが、事後評価時点ではプロビシュティップ（旧ズレトボ地域を除く）、シュベティニコルのみで原水供給が行われている。シュティップの浄水場は2014年7月に完成しているが、完成直後の試運転で原水の濁度が高いことが主な理由となり、自治体の給水公社が原水の供給を受け入れていない。

2015年3月時点では、シュティップへ

の浄水場への試験供給を近々のうちに開始する方針であるが、少なくとも3～4カ月間の試験期間の後、問題がないことを確認した上で本格供給の予定であり、供給開始が正式に決定されている状況ではない⁹。旧ズレトボ地域は2015年中の供給開始が見込まれており、ロソボはシュベティニコル浄水場からの給水を検討中である。クラトボには浄水場はあるものの、過去数年間、同自治体では湧水がない

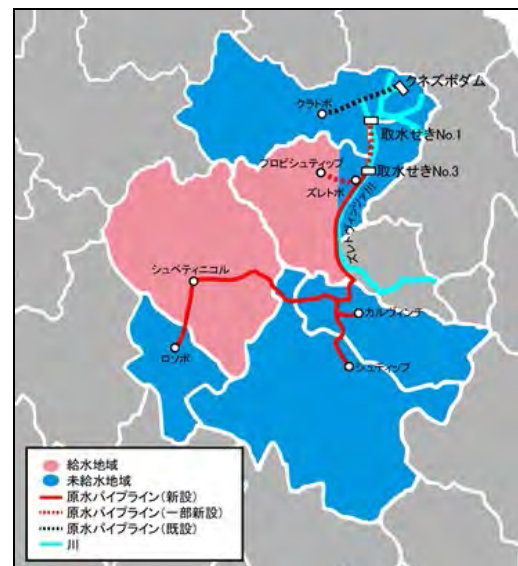


図2 給水状況

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。

⁹ なお、2015年7月23日付、実施機関からのレターによれば、2015年4月より試験供給が開始しており、この完了後、シュティップは原水供給を受け入れるとしているが、本評価報告書では、受益者の意見が尊重されるべきと考えており、受け入れ側の自治体の給水公社とのインタビュー結果を評価判断の根拠とする。

ため、原水を購入する計画はない。カルビンチでは浄水場が建設されていないため、給水開始時期も明確になっていない。事後評価時に対象地域の人口の約 5 割を占めるシュティップへの供給が始まっていないため、原水供給量は目標値の約 2 割にとどまっている。

表 3 原水供給量、原水販売収入

	基準値	目標値	実績値	実績値	実績値
	2003 年	2012 年	2012 年	2013 年	2014 年
	審査年	事業完成 2 年後	事業完成年	事業完成 1 年後	事業完成 2 年後
原水供給量 (上水向け)	NA	11,276 千 m ³	NA	2,183 千 m ³	2,377 千 m ³
原水販売収入	NA	179 百万 MKD	2.9 百万 MKD	6.5 百万 MKD	9.5 百万 MKD
うち上水	NA	112 百万 MKD	2.9 百万 MKD	6.5 百万 MKD	9.5 百万 MKD
うち工業用水	NA	67 百万 MKD	販売なし	販売なし	販売なし

出所：JICA 提供資料、ズレトヴィツァ水公社

注：本事業完成は 2012 年 12 月だが、完工前よりシュベティニコルには原水を供給している。なお、事業完成年は当初計画の事業スコープの完成時を指す。

原水販売量が計画よりも低く、販売単価も低いことから原水販売収入も計画を大きく下回っている。上水向け原水が計画以下であることに加えて、工業用水の販売が行われていない。審査時には 2 カ所（シュティップ、プロビシュティップ）での工業用水販売を見込んでいたが、事後評価時では工業用水の需要が十分でないため、給水公社が供給を行う具体的な計画は立てられていない。本事業のフィージビリティ調査では工業用水の需要予測の根拠となる地域の開発計画がなく、工業用水の推計が困難であることが指摘されていた。また、審査時には上水、工業用水ともに 15MKD/m³ の販売価格を想定していたが、実際の 2014 年の上水向け原水料金は 4MKD/m³ と低い水準にある。

2016 年よりシュティップの上水道の水源地が地下水からズレトヴィツァ水公社からの給水に完全に切り替わるケースを想定した場合は、シュティップ、プロビシュティップ、シュベティニコルにおける 2016 年の原水供給量は 6,350 千 m³ (2016 年予想給水人口 76,415 人¹⁰、2014 年実績原水供給量 83.1m³/人¹¹) と予想され、2016

¹⁰ 自治体より入手した 2014 年のシュティップ、プロビシュティップ、シュベティニコルの給水人口を 2000 年から 2014 年までの給水人口増加率で調整したもの。

¹¹ ズレトヴィツァ水公社より入手した 2014 年実績原水供給量、自治体より入手した 2014 年のプロビシュティップ、シュベティニコルの給水人口に基づく。

年の予想原水販売収入は 32 百万 MKD (2016 年予想原水価格 5MKD/m³ を前提¹²) と推計される。上記のケースでも原水販売収入は 2012 年目標値の約 2 割に留まっております。その理由として工業用水の販売が 2016 年には見込めないこと、原水価格が当初想定を下回っていることが挙げられる。

(2) 水質

審査時において水質の目標は、定期測定においてマケドニアの基準値を満たすこととされていた。事後評価時において、法規 (Regulation for Classification of Water, the Official Gazette of the Republic of Macedonia No.18, 1999) に基づき、原水の水質は 5 項目 (放射能、物質/化学、農薬、寄生虫、微生物) それぞれに I から V までの分類がなされる。クネズボダムから供給される原水は飲料水として使用されるため、すべての項目でクラス I、もしくはクラス II が求められる (各クラスの説明は表 4 を参照)。2013 年 6 月及び 12 月の定期検査結果では、浄水場への原水パイプラインの起点となる取水堰 No.1 と No.3 の水質は物質/化学と微生物で基準を満たしていないパラメーターがある (表 5 を参照)。取水堰 No.1 と No.3 では通年で大腸菌の数が多い。上述 (脚注 5) した通り、下流にかけて水質が悪化しやすい理由は、上流部で原水に河床からの泥が混じり、支流からの水が流れ込むためである。取水堰の濁度は通常は問題になりにくいものの、上記の理由から雨天後には上昇しやすい。プロビシュティップ浄水場では濁度上昇時に水処理が自動的に停止するため断水が発生しており、シュベティニコル浄水場では、高い濁度に対応するために、使用する化学薬品が増え、処理時の水の損失が増加している。そのため、供給対象の自治体からは水質の改善が強く要望されている。

表 4 水質のクラス分類

分類区分	用途
クラス I	そのままの状態ですべての飲料水や食品加工に利用でき、良質魚 (鮭類) の養殖に利用できる。
クラス II	そのままの状態ですべての入浴、リクリエーション、スポーツ、良質魚以外の養殖に利用でき、通常の水処理方法で処理を行った後に飲料水や食品加工に利用できる。
クラス III	そのままの状態ですべての灌漑に利用でき、通常の水処理方法で処理を行った後に飲料用途以外の工業用水として利用できる。
クラス IV	一定の水処理を行った後で他の目的に利用できる。
クラス V	いかなる目的にも使用できない。

出所 : Regulation for Classification of Water, the Official Gazette of the Republic of Macedonia No.18, 1999

¹² ズレトヴィッツァ水公社の予測に基づく。

表 5 原水の水質検査結果

	クネズボダム		取水堰 No.1		取水堰 No.3	
	2013/6	2013/12	2013/6	2013/12	2013/6	2013/12
放射能	クラス I	クラス I	クラス I	クラス I	クラス I	クラス I
物質/化学	クラス I	クラス IV	クラス I	クラス IV	クラス I	クラス V
農薬	クラス I	クラス I	クラス I	クラス I	クラス I	クラス I
寄生虫	クラス I	クラス I	クラス I	クラス I	クラス I	クラス I
微生物	クラス IV	クラス I	クラス IV	クラス IV	クラス IV	クラス IV
クラスIIを満たさないパラメーター	大腸菌	鉄分、マンガン、亜硝酸態窒素	大腸菌	鉄分、過マンガン酸カリウム消費量、大腸菌	大腸菌	濁度、過マンガン酸カリウム消費量、大腸菌

出所：公共衛生研究所（Institute of Public Health）

水道水の水質については、法規（Regulation on Water Safety, Official Gazette of the Republic of Macedonia No.46, 2008.）に基づき水質基準が設定されている。公共衛生研究所によるプロビシュティップ及びシュベティニコルの水道水の水質検査では、33項目のうち24項目（色、濁度、過マンガン酸カリウム消費量、アンモニア、重金属等）に基準値が設けられている。2013年及び2014年の定期検査では、すべてのパラメーターで飲料水としての基準値を満たしていた。原水は幾つかのパラメーターで基準を満たしていないが、適正な水処理により両自治体の水道水の水質は適切な状態にある。

3.3.2 定性的効果（その他の効果）

（1）水道の利用状況

今回の事後評価では、ズレトヴィッツァ水公社より原水が給水されている2つの自治体（プロビシュティップ、シュベティニコル）において、給水対象地域の住民100世帯（プロビシュティップ及びシュベティニコルより各50世帯）にアンケート調査を実施した。

表 6 事後評価時点の家庭用水の水源

		水道	共同水栓	井戸	その他	合計
家庭用水の主な水源は何か？	回答数	97	1	1	1	100
	%	97.0%	1.0%	1.0%	1.0%	100.0%

出所：受益者調査結果

アンケート調査の結果、事後評価時点において給水地域の住民は水道を主な水源とし、一日に数度利用していた。給水対象地域においては、ほとんどの回答者（97%）が自宅に接続された水道を主な家庭用水の水源と位置付けている（表 6 を参照）。また、ほとんどの世帯（99%）が毎日数回は水道を利用している（表 7 を参照）。自宅への水道を主な家庭用水の水源としない世帯でも、用途を限って（洗濯、入浴、トイレ）水道を使用していた。

表 7 水道の利用頻度

		日に 数回	日に 一度	週に 数回	週に 一度	使わ ない	合計
水道をどの程度頻繁に 使うか？	回答数	99	1	0	0	0	100
	%	99.0%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%

出所：受益者調査

（2）断水の頻度

前述のアンケート調査では、給水開始以前の 5 年前と比較して断水の「頻度が減った」及び「頻度がかなり減った」の合計 56% に対し、「頻度が増えた」及び「頻度がかなり増えた」の合計は 36% となった（表 8 を参照）。加えて、統計解析を行ったところ、シュベティニコルでは断水が減っていると判断できた一方、プロビシュティップでは減っていると判断できなかった。配水管の不具合も考慮する必要があるが、断水の頻度増加を感じている住民がある程度存在している。「頻度が増えた」または「頻度がかなり増えた」と回答した住民（36 名）のうち、プロビシュティップの住民が 24 名を占めた。また、過去 1 年間の断水回数でも全体 4.22 回に対して、プロビシュティップの平均は 4.98 回となっている。原水の濁度が高い時にプロビシュティップ浄水場では処理を止めることがあるため、それが相対的に高い断水の頻度につながっていると推察される。

表 8 断水の頻度

		頻度が かなり 増えた	頻度が 増えた	変化 なし	頻度が 減った	頻度が かなり 減った	合計
5 年前に比べてより頻 繁に断水を経験して いるか？	回答数	28	8	8	25	31	100
	%	28.0%	8.0%	8.0%	25.0%	31.0%	100.0%

出所：受益者調査

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

(1) 水道普及率、給水人口

水道普及率及び給水人口は増加傾向にあるが、審査時の目標値には到達していない（表9を参照）。審査段階で予測された給水人口の増加（目標値－基準値）は17,258人であるが、実績値は6,051名の増加（対計画比：35%）にとどまった。2014年時点では、本事業で建設したクネズボダムから給水されている自治体は審査時に給水が計画されていた自治体（7自治体）のうち、2自治体（プロビシュティップ、シュベティニコル）のみである。同2自治体の2000年から2014年までの給水人口増加（1,532名）は、同時期の対象地域の給水人口増加の約3割に相当し、本事業は水道普及率及び給水人口の向上に一定の貢献があったともいえるが、上記2自治体の給水人口（28,599人）は審査時に給水が予定されていた地域の給水人口（88,299人）の約3割程度となった。

表9 事業対象地域（7自治体）の水道普及率、給水人口

	基準値	目標値	実績値	実績値	実績値
	2000年	2012年	2012年	2013年	2014年
	F/S実施時	事業完成 2年後	事業完成年	事業完成 1年後	事業完成 2年後
水道普及率	81.5%	95.3%	NA	NA	89.9%
給水人口	82,248人	99,506人	NA	NA	88,299人

出所：JICA提供資料、各自治体への聞き取り調査

(2) 行動変容、衛生状態

前述のアンケート調査は、事業完了後に受益者に行動変容が見られたことを示している。より安全な水が入手できるようになった結果、給水開始以前の5年前と比較した食器洗いや手洗い頻度につき、ほぼ半数の回答者が「頻度がかなり増えた」もしくは「頻度が増えた」と回答している（表10を参照）。

表 10 食器洗い、手洗い、下痢の頻度

		頻度が かなり 増えた	頻度が 増えた	変化 なし	頻度が 減った	頻度が かなり 減った	合計
5年前に比べてより頻 繁に食器を洗うよう になったか？	回答数	21	30	49	0	0	100
	%	21.0%	30.0%	49.0%	0.0%	0.0%	100.0%
5年前に比べてより頻 繁に手を洗うようにな ったか？	回答数	24	29	47	0	0	100
	%	24.0%	29.0%	47.0%	0.0%	0.0%	100.0%
5年前に比べてより頻 繁に下痢をするよう になったか？	回答数	0	2	52	3	43	100
	%	0.0%	2.0%	52.0%	3.0%	43.0%	100.0%

出所：受益者調査結果

また、下痢については、その頻度が「変化なし」が 52%となり、「頻度がかなり減った」もしくは「頻度が減った」との回答が 45%を占めた。給水対象地域では地域住民の行動変容が見られ、下痢の頻度が増加していると答えた回答者は極めて少なく、約半数は減少を認識している。衛生状態の改善には他の要因も影響するため、下痢の減少をもたらした理由を明確にすることは困難である、そのため、この結果が本事業のみに起因するとは判断できないが、本事業により行動変容が見られるため、一定の寄与があるものと推察される。

(3) 水汲み労働時間

アンケート調査からは、水汲み労働については、短縮傾向にあることも読み取れる。回答者のうち、給水開始以前の5年前と比較した水汲み労働時間が「かなり減った」、または「減った」が 45%となり、「かなり増えた」または「増えた」との回答者はいなかった（表 11 を参照）。断水の頻度が増えたと回答した住民でも水汲み労働の時間は短縮されたと回答しており、水汲み労働が発生するような長時間の断水は減少したことが推察される。個別の聞き取りでも、本事業以前に断水が長びく際には、他地域の共同水栓を使う、隣人の井戸水をもらうといった対応をとっていた受益者が散見された。

表 11 水汲み労働時間

		かなり 増えた	増えた	変化 なし	減った	かなり 減った	合計
5年前に比べ水汲み労 働時間が増えたか？	回答数	0	0	55	18	27	100
	%	0.0%	0.0%	55.0%	18.0%	27.0%	100.0%

出所：受益者調査結果

3.4.2 その他、正負のインパクト

(1) 製造業、サービス業の業務改善

ズレトヴィツァ水公社は工業用水を直接販売していない。しかしながら、ズレトヴィツァ水公社は自治体の水供給公社に原水を供給し、各自治体の水供給公社が大口需要家に上水を供給している。大口需要家への個別インタビューでは、給水地域のホテルにおいて、水を使う設備（シャワー、風呂）がより安定して利用できるようになった点が評価されていた。また、給水対象地域の鉱山では浄水場からの排水を利用して、削岩、選鉱を行っている。鉱山では地下水や天水も併用しているが、夏季には水源が乏しくなることから、水を購入している。水の安定的な入手が、鉱山の操業の安定化に寄与している。

(2) 自然環境へのインパクト

事業実施中は、環境モニタリング・管理計画に基づき環境対策が実施された。具体的には、土壌浸食を最小化する工期設定、ごみや産業廃棄物の管理、騒音や振動への対策、動植物相モニタリングが実施された。また、取水堰には魚道が設けられ、魚の移動を考慮した設計を行った。法規に基づき、水源の自然環境は保護される必要があり、環境省が年に数度保護地域の視察を行っている。事後評価時点では、事業完成後のダム周辺の自然環境への負の影響につき環境都市計画省から指摘はない。また、今次評価のサイト調査でも自然環境の負の影響は発見されなかった。

(3) 住民移転・用地取得

審査時において、ダム湖による水没予定地には住民は居住しておらず、住民移転は発生していない。マケドニアの法規に沿って用地取得が実施され、用地取得は 107.4ha、一時的な用地借り上げが 45.5ha 発生した。

以上より、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。

3.5 持続性（レーティング：②）

3.5.1 運営・維持管理の体制

事業実施段階では、農業森林水経済省が実施機関となり、ズレトヴィツァ水公社が事業実施の実務を担当する実施体制となった。事業完了後、ズレトヴィツァ水公社が施設の運営維持管理、各自治体の水供給公社への原水販売を担当している。ズレトヴィツァ水公社は自治体の水供給公社と交渉し原水料金を設定し、経営計画を毎年策定する。関連する中央省庁（財務省、農業森林水経済省、環境都市計画省）の意見を参考に、内閣がこの経営計画を承認する。

ズレトヴィツァ水公社は本事業の実施、事業完成後の原水供給を行う施設の運営維持管理のために 2001 年 6 月に設立された。2002 年時点では職員数が 9 名であった。事後評価時においては、ズレトヴィツァ水公社は技術部、総務法務部、経済財務部、内部監査ユニットから構成されている。技術部の職員が建設された機材の運用維持管理に直接従事している。2014 年 12 月時点でのズレトヴィツァ水公社の職員数は 29 名となった。管理職が 6 名、エンジニア及びテクニシャンが 6 名、事務職員 7 名、一般労働者 10 名の体制となっていた。

事後評価時において、浄水場の運営維持管理はシュティップの水供給公社、プロビシュティップの水供給公社が担当している。シュティップの水供給公社の職員数は全体で 332 人、うち水分野で 70 名となっている。シュティップ浄水場は 1 日 3 シフトの交代制で、各シフトで電気・機械分野、化学分野を専門とする職員が各 1 名ずつ配置されている。プロビシュティップの水供給公社の職員数は全体で 91 人、うち水分野に約 20 名が配置されている。プロビシュティップの浄水場は自動化されており、通常時には浄水場には職員は配置されていないが、緊急時には最低 3 名が対応できる体制が構築されている。

本事業で整備した施設の運営維持管理の管掌は明確である。ズレトヴィツァ水公社の職員数は審査時に比べて増加しており、運営維持管理作業を直接行う職員は不足していない。シュティップ及びプロビシュティップの浄水場では、日常的な運営に必要な要員数が配置されている。

3.5.2 運営・維持管理の技術

ズレトヴィツァ水公社の職員雇用はマケドニア政府の公務員規定に基づいて行われており、関連分野に関しての職務経験が求められる。技術部門の職員は国内での大規模ダム管理のセミナーに参加しており、マケドニア政府が実施する規制関連のセミナーにも参加している。ズレトヴィツァ水公社での聞き取りでは、SCADA の高度な活用には至っていないとの意見があり、SCADA に精通したエンジニアの配置が望まれ、SCADA 関連の研修はニーズが高かった。ダム、取水堰、パイプライン、SCADA といった主要な施設に関しては、運営維持管理に関するマニュアルは作成されている。マニュアルに関してはコントラクターが英文で作成しており、必要な箇所をマケドニア語に翻訳している。実施機関の説明では、機材点検計画が作成され、修理記録も作成されている。

シュティップの水供給公社、プロビシュティップの水供給公社は事業実施前から浄水場の運営経験があり、運営に必要な技術面の知見を有している。マニュアルはマケドニア語で作成されている。浄水用のフィルターについては、完成後 5 年間の保証期間を設定しており、事後評価時点でもコントラクターからの技術的なアドバイスを受けられる状況にあった。

職員の採用基準、研修内容、マニュアルの整備状況から判断し、運営・維持管

理に関わる政府機関の職員は、日常的な運営に必要な技術を習得しているものと判断される。

3.5.3 運営・維持管理の財務

事後評価時点では、原水料金を規定する法規はないため、ズレトヴィツァ水公社が各水供給公社と交渉し原水料金を設定している。ズレトヴィツァ水公社が内閣に料金案を提出し、内閣が最終決定する制度となっている。原水販売料金は、2012～2013年 3MKD/m³、2014～2015年 4MKD/m³となっている。ズレトヴィツァ水公社は、2016年に 5MKD/m³、その後は毎年 1MKD ずつ段階的に値上げを行う見通しをもっている。

表 12 ズレトヴィツァ水公社の営業収支

	単位：MKD		
	2011	2012	2013
(A) 売上	7,038,066	9,853,313	9,781,371
(B) 営業費用	32,572,740	157,611,786	86,371,978
(A)－(B) 営業利益	-25,534,674	-147,758,473	-76,590,607
(C) 非資金性費用を除く営業費用	3,447,095	5,615,698	10,312,003
(A)－(C) 差額	3,590,971	4,237,615	-530,632

出所：ズレトヴィツァ水公社

事後評価時点では、ズレトヴィツァ水公社は営業赤字が続いているが、これは非資金性費用（減価償却費や資産価格の評価変え）が大きいことに起因しており、それらの費目を除くと売上は運営費用とほぼ均衡している（表 12 を参照）。同社が負担している維持管理費用（職員給料は除く）は 2012 年約 196 千 MKD、2013 年 229 千 MKD となっている。事業完成後も、農業森林水経済省は支払費用（調査等）の一部、新規投資、転貸された円借款の返済（元本及び利子）に対し財務面の支援を行っている（表 13 を参照）。ズレトヴィツァ水公社の収益は運営・維持管理費用を確保する最低水準は確保しているが、修繕や再投資を行える程の水準にはないと考えられる。しかしながら、マケドニア政府は後続事業実施に関心を有しており、国外の開発金融機関を通じて投資資金を調達したい意向があるため、後続事業の受け皿となる同社の財務安定性を確保するべく、財務的な支援は継続されるものと考えられる。

表 13 ズレトヴィツァ水公社への財政支援

単位：MKD

	2012	2013
財・サービスの購入	5,000,000	5,000,000
借款の利子支払	75,250,000	75,300,000
設備投資	55,000,000	84,000,000
借款の元本支払	306,890,000	318,710,000
合計	442,140,000	483,010,000

出所：農業森林水経済省

自治体が保有する水供給公社は水道料金を設定する式を参考に水道料金案を作り、自治体議会の承認を得る制度となっている。しかしながら、一般的には議会承認を得ることが難しく、料金改定は頻繁には行われない。2014年12月時点での給水対象地域の水道料金は表14の通りである。

表 14 給水対象地域の水道料金

単位：MKD/m³

	一般家庭	法人
シュティップ	29.5	47
シュベティニコル	31	47
プロビシュティップ	28	55

出所：現地調査時の聞き取り

シュティップの水供給公社の水道分野の収支（2013年）は営業黒字（29,249,764MKD）、プロビシュティップの水供給公社の水道分野の収支（2013年）は営業赤字（-5,343,728MKD）を計上している。最終受益者への価格転嫁が行えないため、自治体の水供給公社は事後評価時点での料金制度の元では原水料金の大幅な値上げの受け入れは困難である。

EUの支援で、原水、上水、下水のすべてを対象とした水道料金策定手法の導入、水道料金の改定を管掌する独立した監督機関の設置が進められている。事後評価時点では、環境省は2015年12月に監督機関の設立、2018年から大規模公社において料金体系への移管を想定するスケジュールを有している。水道料金価格は最低料金でも運営・維持管理費用と小規模投資（新規のパイプ設置等）の回収を前提としている。この改革が実施されれば、自治体議会での料金承認プロセスが不要となり、監督機関の認可である程度まで投資回収が可能となる水道料金の設定が可能となる。

財務面には、軽度の課題があると考えられる。原水料金が低価格に抑えられており、ズレトヴィツァ水公社は運営・維持管理に必要な最低水準の収益水準しかないため、農業森林水経済省が財務面の支援を必要としている。料金改革は徐々に進められている一方、最終利用者への価格転嫁が難しいことから、当面は

原水、上水ともに大幅な価格上昇は見込みにくい状況にある。

3.5.4 運営・維持管理の状況

事業完工から間もないため、ダム本体、取水堰、機材類に関しては、サイト調査では建設されたインフラに毀損は発見されなかった。日常的な運転に必要な施設の点検や清掃は適切に実施されている。本事業で建設された主な施設の現況は表 15 の通りである。

表 15 本事業で建設された施設の現況

施設	現況
ダム湖、取水堰	週 3～4 回の目視点検が実施されている。月に一度エンジニアにより詳細な点検を行い、また年に一度は役員も参加して月次の点検事項をフォローアップするための点検を実施している。取水堰に落ち葉がつまりやすい秋期には、点検の頻度を上げて、清掃を実施している。
アクセス道路	崖崩れへの対応が必要となるため、必要に応じて重機を使った整備が実施されている。サイト調査時点では、通行に支障は生じていない。
原水パイプライン	O&M 機関の説明では、年に少なくとも一度排水を行い、泥を流す作業を実施している。事業実施段階で排水バルブのシャフトに不具合が生じることが分かったため、シャフトの技術仕様を変更した。事後評価時点では、農林水経済省の予算で、旧仕様に基づき建設した区間(分岐点からシュベティニコル浄水場)の修繕工事が実施されていた。
SCADA	モニタリングが必要なデータや事項(流量、水温、施設のビデオモニタ等)で観測できないものはなく、不具合は生じていない。職員は日常的な利用には支障はないものの、高度な活用には至っていないとの認識を持っていた。
浄水場	スロベニア企業が機材を納入しており、水供給公社からの技術面での問い合わせに現在も対応している。交換部品や化学薬品の入手には問題は生じていない。

出所：現地調査時のサイト調査、聞き取り調査



写真 3 アクセス道路

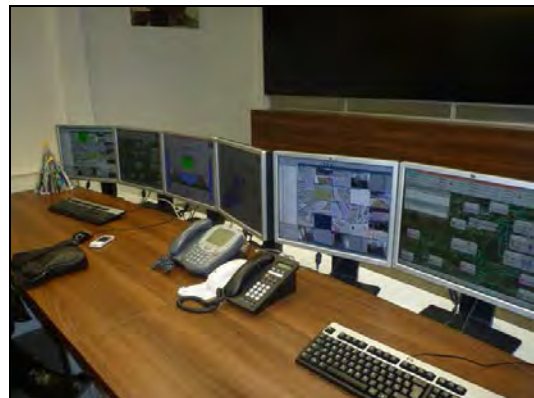


写真 4 SCADA

以上より、本事業の維持管理は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

本事業は多目的ダムと関連設備の建設を通じ、上水及び工業用水の安定供給を図り、地域住民の生活改善、地域の産業開発を目指した。本事業の実施はマケドニア政府の開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致している。しかし、取水点や支流での水質調査の未実施により事業スコープの設定が適切に行われず、本事業のアウトプットのみではアウトカムの発現に十分ではないため、妥当性は中程度である。土木工事を価格競争力のあるマケドニア企業が受注したため、事業費は計画以下となる一方、調達遅れや工事期間の長期化により事業期間は計画を超えており、効率性は中程度である。給水対象地域では、水道が利用されており、衛生環境の改善や生活の利便性の改善が見られるものの、その範囲は限られており、原水供給量や原水販売収入は計画を大幅に下回っている。さらに、上流部に本事業のスコープ外の原水パイプラインが設置されておらず、水質が悪化しやすいため、給水人口の大きい自治体への供給が始まっていない。上記の点を考慮すると、有効性・インパクトは低い。ズレトヴィツァ水公社の売上は運営維持管理に必要な最低水準を確保しているものの、投資コストの回収が難しく、修繕に必要な収益は確保できないと推察されるため、持続性は中程度である。

以上より、本事業の評価は低いといえる。

4.2 提言

4.2.1 O&M 機関への提言

濁度の高さによりシュティップへの原水供給が開始されていないため、本事業の裨益は地理的に限定されている。基準を満たさない水質は、審査時に後続案件として期待されていたフェーズ 3 が実施されれば解決される可能性もあるが、事後評価時点では同フェーズ実施の資金確保には目途が付いていない。フェーズ 3 の早期実施が困難である場合にはズレトヴィツァ水公社はより小規模な投資（沈殿槽の設置等）による課題への対応を検討すべきである。

4.2.2 JICA への提言

現地関係機関による高濁度への対策を確実にするため、対策実施のモニタリングを継続することが望ましい。また、利用可能なリソースには制約があるものの、実施可能な技術面でのアドバイスを検討することが望ましい。

4.3 教訓

・原水水質の十分な調査と適切な事業スコープの設定

本事業の事業スコープには上流部の原水パイプラインは含まれず、原水が適切な水質を確保できないため、想定されたアウトカムの達成に至っていない。審査時におい

て取水点や支流の水質調査が十分なされておらず、事業スコープ内で達成が可能な水質が検討されていなかった。水源開発を通じ浄水場への原水供給を目的とする事業では、現地での水質基準や利用者のニーズを踏まえて、事業スコープ内で達成できる原水の水質を検討し、右結果を踏まえて事業スコープを設定する、または事業実施中に事業スコープの追加変更を行うことが望ましい。

・最終需要家への価格転嫁が困難な場合の対応策検討

O&M を担当するズレトヴィツァ水公社の財務安定性の上で望ましい水準の原水価格を設定した場合、原水を購入する対象自治体の水供給公社が水道料金を引き上げ、最終需要家へ価格転嫁を行うことは困難であるため、水供給公社の業績悪化につながりやすい。審査時段階においてこの点は十分認識されており、本事業のフィージビリティ調査では水供給公社を対象とした補助金供与、売上債権回収率の改善策も検討されたが、それらの施策の制度的、政治的な実現可能性までは検討されていなかった。最終需要家への価格転嫁が困難な場合には、施策を提案するだけでなく、その実施可能性を検討し、JICA が審査段階から実施可能な施策については実施機関に導入を働きかけ、施策の進捗をモニタリングする仕組みを構築することが望ましい。

・需要予測に係るリスクの把握と対応策の検討

本事業では原水販売収入の 4 割にあたる工業用水の供給がなく、修繕や投資を行う程の利益水準は確保されておらず、工業用水の供給に係る事業効果は発現していない。工業用水の未供給は、十分な需要がないことに起因している。審査時において工業用水需要の根拠となる開発計画がなく、精度の高い推計が困難な点が指摘される一方で、IRR 分析では感度分析がなされておらず、需要予測未達が事業の収益性や事業効果発現に与えるリスクは十分に把握されていなかった。審査時において、需要予測の確度を踏まえて複数の需要シナリオを検討し、感度分析を実施した上、事業実施の可否を判断することが望ましい。

以上

主要計画/実績比較

項目	計画	実績
①アウトプット	土木工事： ・クネズボダム 形式：ゾーン型ロックフィルダム 総貯水容量：23.5百万 m ³ ・取水設備 取水堰の改修：1カ所 取水堰の建設：2カ所 ・原水パイプライン 区間：3区間 合計57km コンサルティングサービス： 外国人：216M/M 国内： 355M/M	土木工事： ・クネズボダム 形式：ゾーン型ロックフィルダム 総貯水容量：23.0百万 m ³ ・取水設備 取水堰の建設：2カ所 ポンプ場：1カ所 ・原水パイプライン 区間：7区間 合計83km ・浄水場の建設・リハビリ 浄水場建設： 処理能力6,480 m ³ /日 浄水場リハビリ： 処理能力43,200m ³ /日 コンサルティングサービス： 外国人：294M/M 国内： 500M/M
②期間	2003年11月～2010年6月 (80カ月)	2003年11月～2012年12月 ¹³ (110カ月)
③事業費		
外貨	4,993百万円	7,020百万円
内貨	8,181百万円	5,672百万円
	(現地通貨3,636百万 MKD)	(現地通貨2602百万 MKD)
合計	13,174百万円	12,692百万円
うち円借款分	9,689百万円	9,685百万円
換算レート	1MKD = 2.25円 (2003年5月時点)	1MKD = 2.18円 (03年1月～12年12月 加重平均)

¹³ 事業完了は当初計画の事業スキープの完成時。当初計画の事業スキープに含まれていない浄水場の建設・リハビリは2014年7月に完成した。

トルコ

ボジュイク・メケジェ道路改良事業

外部評価者：OPMAC 株式会社 小林信行

0. 要旨

本事業は国道 D650 号線の道路改良及びボジュイク市バイパス建設を行い、交通量の増加に対応し、物流の円滑化及び地域経済の活性化を目指した。本事業の事業スコープは道路の高規格化を進めるトルコ政府の方針、貨物車交通量の増加に対応する必要性と整合的であり、妥当性は高い。山岳部での難工事により事業費は計画を超えた上に、調達遅れ、工事期間の長期化により事業期間は計画を大幅に超えたため、効率性は低い。本事業対象区間の交通量はほぼ予測に沿って増加し、貨物車交通量の増加も著しい。道路改良の結果、平均速度は上昇する一方、事故件数は減少した。また、運転の快適さ、荷痛みの減少等の改善が見られた。産業道路としての事業効果は十分発現しており、有効性・インパクトは高い。実施機関の運営・維持管理では契約管理の比重が高まっているが、実施機関は研修制度を通じてこの変化に対応している。本事業の体制、技術、財務状況ともに持続性を損なう課題はなく、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。

1. 事業の概要



事業位置図



本事業による改良区間

1.1 事業の背景

トルコは我が国の約二倍となる国土面積（79 万 km²）を有し、国内輸送においては道路セクターが中心的な役割を果たしている。トルコ政府は 1950 年代より道路セクターを国家開発計画における優先セクターと位置付け、道路網の整備を進めてきた。主要幹線道路（高速道路、国道、県道）は 1950 年の約 47,000km から 1998 年には約 62,000km に延伸された。

本事業が改良の対象とした国道 D650 号は同国の西部地域を南北に縦断し、先進産

業地域であるマルマラ地域と主要な農業地域である地中海地域を結ぶ産業道路である。特に事業対象となったボジュイク・メケジェ間は、近隣にブルサ、イズミット、エスキェヒルといった工業都市を有している。道路網整備の結果、トルコでは 1990 年代に入りモータリゼーションの進展が顕著となっていた。同区間での交通量、特に貨物車の交通量は増加傾向をたどり、交通容量の不足から走行速度の低下や渋滞の発生が顕著となっていた。加えて、貨物輸送量のさらなる増加が予想されたため、同国道が道路交通の障害となることが懸念され、貨物車交通量の増加に備えた道路規格の向上が急務となっていた。

上記の点を背景に、トルコ政府は道路整備計画において国道 D650 号の改良を優先事業と位置付け、1997 年にはフィービリティ調査を行った。本事業はこのフィービリティ調査に基づき、同国道のボジュイク・メケジェ間約 85km の改良を実施した。改良前の旧道は国道 D650 号線の主要都市であるボジュイクやビレシクの市街地を抜けていたが、本事業によって改良される新道は二都市の市街地を迂回するルートとなった。

1.2 事業概要

国道 D650 号線のボジュイク・メケジェ間の道路拡幅・建設及びボジュイク市バイパス建設により、増大する交通需要への対応を図り、もって物流の円滑化及び地域経済の活性化に寄与する。

円借款承諾額/実行額	29,367 百万円 / 29,199 百万円	
交換公文締結/借款契約調印	1999 年 8 月 / 1999 年 9 月	
借款契約条件	金利	2.2%
	(コンサルタント部分:	0.75%)
	返済	25 年
	(コンサルタント部分:	40 年)
	(うち据置	7 年)
	(コンサルタント部分:	10 年)
	調達条件	一般アントайд
	(コンサルタント部分:	二国間タイト)
借入人/実施機関	トルコ共和国 / 運輸海事通信省 道路総局 (KGM)	
貸付完了	2012 年 6 月	
本体契約	Mon Ins. Ve Tic. Ltd. Sti. (トルコ)、Limak Ins. San. Ve Tic. A.S. (トルコ)	
コンサルタント契約	日本工営株式会社 (日本) / Temelsu Ulus, Huh. Hiz. A.S. (トルコ) (JV)	

関連調査 (フィージビリティ・スタディ:F/S) 等	KGM (1997) “Bozuyuk-Bilecik First Division Border Feasibility Report”
関連事業	-

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

小林 信行 (OPMAC 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9月～2015年9月

現地調査：2014年12月31日～2015年1月14日、2015年3月28日～4月3日

2.3 評価の制約

事業実施段階での JICA での内部情報の不足を補うために、「3.2 効率性」における分析は主として事業完了報告書や実施機関から提供された情報に基づいている。また、実施機関より入手した平均時速データは 2004 年以降のものであり、着工以前と比較した平均時速の分析は行うことができなかった。

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

審査時における第 7 次開発計画 (1996-2000) では、旅客輸送及び貨物輸送における道路交通の重要性を反映し、運輸セクターの公共投資のうち 80%を道路建設に割り当てる方針だった。第 7 次開発計画の中にすべての国道、県道の 75%を舗装し、高規格の上下線分離道路を 5,000km から 5,500km に延伸する計画となっていた。また、地域開発の格差が重要な開発課題の一つと位置付けられ、その解消を進める点に言及があった。道路分野のセクター計画として、トルコ政府は 1997 年から 2007 年までの期間を対象とする「国道投資計画」を策定しており、道路規格の向上を通じた輸送能力増強により焦点をあてていた。同計画では最優先事業として 17 区間を選定しており、本事業はその選定された優先区間 (アダパザリ・ボジュイク間 133km) の一部 (85.8km) を建設する予定となっていた。

事後評価時における国家開発計画は第 10 次開発計画 (2014-2018) (2013 年 7 月 国会承認) となっており、計画目標内に高規格道路の延伸が含まれている。

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」

2013年から2018年の間に、上下線分離道路は21,067kmから25,722kmに、自動車専用道路は2,256kmから4,000kmに、重車両の交通が可能なアスファルト舗装道路を18,486kmから39,552kmにそれぞれ延伸する計画となっている。また、同開発計画は開発格差の解消による地域間のバランスのとれた国民福祉にも言及がある。審査時の運輸分野の計画である「トルコ運輸通信戦略」は、2023年を目標年とし、上下線分離道路を37,000kmまで延伸することを計画している。高規格道路による黒海地域と地中海地域及び南東地域と交通改善を通じて、南北回廊の強化を図る方針を掲げていた。本事業による改良区間は第三南北回廊（Karasu- Sakarya- Kütahya- Afyon- Burdur- Antalya Corridor）の一部となっている。

審査時及び事後評価時におけるトルコ政府の国家開発計画やセクター計画は道路規格の高規格化を促進するものであり、事業実施前後で政策上の重点（物流改善のため高規格化等）には変化は見られない。審査時におけるセクター計画でも本事業は優先して整備する区間とされ、事後評価時でも南北交通における主要回廊の一つとの位置付けである。本事業は南北を結ぶ国道D650号線のボジュイク・メケジェ間の高規格化を行うものであり、本事業の事業スコープや対象区間は上記方針と合致している。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

審査時において、改良の対象となる国道D650号線は、先進地域であるマルマラ地域（イスタンブール、ブルサ等）と地中海地域・南東アナトリア地域を結ぶ主要幹線道路であった（図1を参照）。マルマラ地域から地中海地域・南東アナトリア地域に工業製品を、地中海地域・南東アナトリア地域からマルマラ地域に農産物を輸送する基幹ルートとなっていた。1997年のボジュイク・メケジェ間の道路交通量は7,103台/日を記録し、同国の幹線道路の平均交通量の2.5倍となっていた。交通量のうち、トラック及びトレーラーといった貨物車の交通量は、3,402台/日で、台数ベースで全体の47%を占めていた。大型車両の交通量は92年以降、9.6%/年の伸びを記録していた。大型車両を中心に交通需要が高い伸びを見せる一方で、既存道路は2車線（片側1車線）であり、十分な交通容量がないことから、交通渋滞が慢性化していた。沿線の主要都

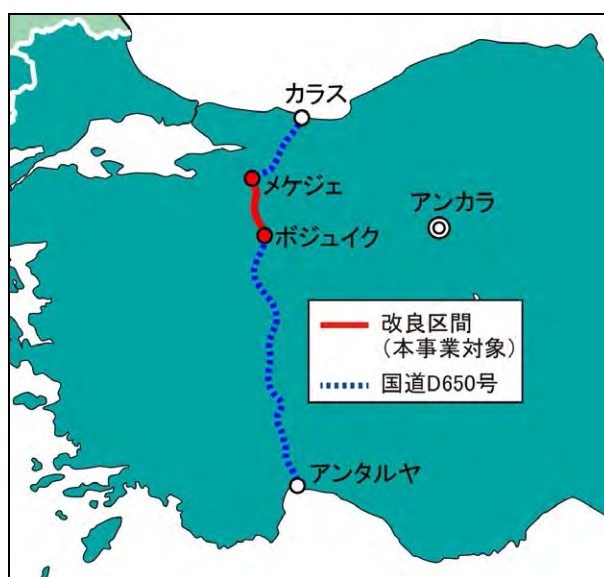


図1 国道D650号線

市の市街地では通過交通と市内交通が混在し、深刻な渋滞を引き起こしていた。そのため、道路規格の向上により、交通需要の増加に対応する必要が生じていた。

事後評価時点においても、先進工業地域であるマルマラ地域と第一次産業が重要な経済活動の主軸とする南東アナトリア地域や地中海地域という経済活動面での構図には大きな変化はない。本事業が対象とした D650 号線は地域間の物流において引き続き基幹ルートとして位置づけられている。事業開始直後の 2000 年時点でのトルコの国内貨物輸送に占める道路輸送の割合は 88.9%、この比率は事業実施中の 2008 年には 88.9%、事業完成後の 2012 年には 88.1%となっている。貨物輸送における道路交通は圧倒的な割合を占めており、物流の要となる分野である（表 1 を参照）。

表 1 交通モード別の国内貨物輸送（トンキロ・ベースに基づく割合）

年	道路	海運	鉄道	航空	合計
2000	88.9%	5.4%	5.4%	0.2%	100.0%
2008	88.9%	5.4%	5.2%	0.4%	100.0%
2012	88.1%	6.4%	4.8%	0.7%	100.0%

出所：実施機関提供

2013 年のボジュイク・メケジェ間の道路交通量は 12,824 台/日となっており、うちトラック及びトレーラーを合計した交通量は 5,055 台/日で、台数ベースで全体の 39%を占めていた。モータリゼーションの進展により乗用車の交通量が増え、貨物車の比率は低下したものの、貨物車の台数自体は 97 年から 1.5 倍となっており、改良区間は産業道路としての役割が極めて強い。

本事業で建設・リハビリを行った道路は、同国の物流においてマルマラ地域と地中海地域・南東アナトリア地域を結ぶ主要幹線道路である。審査時では、国内物流の要衝となる D650 号線において貨物輸送の増加が顕著であり、ボトルネックの解消が本事業の開発ニーズとなっていた。事業実施前後で事業対象区間の貨物車の台数は増加傾向が続いており、事後評価時でも改良区間は産業道路の役割を担っている。本事業で建設・リハビリを行った道路は、同国の物流の上で強いニーズを有している。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

外務省の 1999 年度版 ODA 白書では、運輸分野の協力の意義として、運輸インフラの未整備が生活必需品の輸送、産業活性化、都市と地方の格差是正を阻む要因とされ、同分野への投資は経済発展や生活水準の向上のため、必要不可欠と考えていた。また、トルコを対中近東地域支援の重点国と位置づけ、その理由として、地域安定化への貢献、潜在的な経済成長力、地理的な重要性、良好な 2 国間関係

を挙げていた。同国への援助実施にあたり重視する点として地域格差の是正に向けた産業振興も盛り込まれていた。GNP が比較的高い水準に達していることから、無償資金協力ではなく、有償資金協力をより重点的に実施する方針であった。事業は、トルコにおける道路改良のための有償資金協力であり、事業目的、対象国、援助スキームの3点において日本の援助政策と合致していた。

以上より、本事業の実施はトルコの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。

3.2 効率性（レーティング：①）

3.2.1 アウトプット

本事業のアウトプットは表2の通りである。主なアウトプットの変更として、線形変更により道路の一部区間を既存道路の拡幅から新設に変更したことが挙げられる。線形変更の理由としては、①土砂崩れの可能性を考慮する必要があった、②重機操作が困難な区間があり、ルートを川の左岸から右岸に変更した等が挙げられる。但し、計画及び実績ともに対象区間はボジュイク・メケジェ間であり、区間距離に大きな変更はないため、事業効果に影響の生じるアウトプットの変更は生じていない。道路幅員に関しては、ボジュイク・バイパスが33m（上下線ともに車道3.5m×3車線、路肩3m、側帯1m、中央分離帯4m）、国道D650号線（ボジュイク・メケジェ間）が26m（上下線ともに車道3.5m×2車線、路肩3m、側帯1m、中央分離帯4m）となった。対象区間は上下線が分離され、防護柵、照明、視線誘導標、自動速度取締機などの交通安全対策設備が設置された。

表2 本事業のアウトプット

計画	実績
土木工事： ● 道路工事：合計 85.8km - 既存道路の拡幅（片側2車線）42.2km - 道路の新設（片側2車線）32.8km - ボジュイク・バイパス（片側3車線）10.8km ● 橋梁建設：32カ所（合計2.1km） ● トンネル建設：2カ所（2.4km及び0.8km）	土木工事： ● 道路工事：合計 85.1km - 既存道路の拡幅（片側2車線）33.6km - 道路の新設（片側2車線）41.4km - ボジュイク・バイパス（片側3車線）10.1km ● 橋梁建設：40カ所（合計2.1km） ● トンネル建設：2カ所（2.4km及び0.8km）
コンサルティングサービス： 外国人：240M/M 国内：1,781M/M	コンサルティングサービス： 外国人：232M/M 国内：2,121M/M

出所：JICA 提供資料、事業完了報告書、実施機関提供



写真1 D国道650号線のトンネル



写真2 ボジユイク・バイパス

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

事業費の計画値 39,154 百万円に対し、実績値は 52,496 百万円となった。但し、実績値には用地取得費用が含まれていないため、比較のため便宜的に、審査時の事業費から用地取得費を差し引いた数値を基準値として実績値と比較する。用地取得費を差し引いた審査時の事業費（36,236 百万円）に対し、実績値は計画比 145%となり、計画を上回った。事業費増加は山岳部の難工事により、地盤改良、法面補強、崖崩れ対策工事、線形変更が必要となったことが理由である。土木工事契約には価格調整条項はなかったが、トルコの公共調達法に基づき契約金額の増額が行われた。

3.2.2.2 事業期間

審査時の事業期間（73 カ月）に対し、実績の事業期間は 145 カ月（計画比：199%）となり、計画を大幅に上回った。道路工事の契約締結は計画では 2001 年 3 月に予定されていたのに対し、実績は 2002 年 12 月となり、1 年半を超える契約締結の遅延が生じた。実施機関が調達手続きに不慣れだったことが遅延の原因である。工事期間は計画 51 カ月に対し、実績 102 カ月となった。工事期間長期化の要因として、線形変更により、新設区間が増えたことも、工事期間を長期化させる要因となった。また、線形変更に伴い用地取得面積が増加し、用地取得に時間を要している。補償金で権利者と合意できない場合、裁判所から執行命令を得る必要があり、その手続きに時間を要した。加えて、経済危機後の緊縮予算により、トルコ側負担分をまかなう事業予算の配分が減少したことも工事進捗を遅らせる要因となった。

3.2.3 内部収益率（参考数値）

経済的内部収益率（EIRR）は計画値 10.1%に対して、実績値は 8.6%となった（算出条件は表 3 を参照）。交通量は審査時想定を超えており、また計画を上回る交通

事故の減少も見られ、便益は計画値に比べて増加している。しかしながら、計画値を超える事業費の増加が EIRR を引き下げる要因となった。

なお、本事業が対象とした国道 D650 号線は一般道であり、料金収入は発生しないため、財務的内部収益率（FIRR）は算出できない。

表 3 事後評価時の内部収益率の算出条件

	算出条件
費用	建設費用、維持管理費用の増加分
便益	交通事故の減少、走行費用の減少
事業期間	完成後 30 年
前提条件	<ul style="list-style-type: none"> ● 交通量は 2011～2013 年は実績値、2014～2029 年は実施機関予測を使用した。道路容量を考慮し、2029 年以降は交通量の伸びを想定しない。 ● 走行費用削減の便益単位は審査時想定を使用した。 ● 交通事故の減少は事業完成前後 3 年間の新旧道の事故件数を比較し、減少率を推計した（審査時前提 50%削減に対し、実績は 54%削減）。 ● 事業費が計画比 145%であることを踏まえ、維持管理費用も同じ比率で増加させた。 ● 財務価格から経済価格への転換係数は審査時の EIRR を参考に 0.95 倍を想定。 ● 審査時は実質価格で算出されていたため、比較のため、再計算でも名目価格を CPI で調整して、実質価格に変換した。

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³（レーティング：③）

3.3.1 定量的効果（運用・効果指標）

（1）交通量

国道 D650 号線のボジュイク・メケジェ間の交通量（完成後 2 年目）の実績値は審査時に設定された完成後 2 年目の目標値を達成し、ボジュイク・バイパスの交通量は目標値の約 9 割に達している（表 4 を参照）。貨物車（トラック及びトレーラーの合計）の交通量に関しても、ボジュイク・メケジェ間の交通量はほぼ目標を達成し、バイパス区間の交通量は目標の 8 割となった。2000 年台前半から貨物輸送の担い手を個人から企業へと移行させる政策面での取り組みがあり、高性能なトラクターの導入が進んだ結果、トラックの台数が減少する一方、トレーラートラックの台数が増加した。

³ 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。事業目的に沿って対象地域の交通に発現した直接的な事業効果を「有効性」で分析し、その結果として生じた物流や地域経済への影響等を「インパクト」で言及する。

表 4 本事業対象区間の交通量

単位：台/日

	基準値	目標値	実績値	実績値	実績値
	1997年	2007年	2011年	2012年	2013年
	F/S実施時	事業完成 2年後	事業完成年	事業完成 1年後	事業完成 2年後
国道 D650 号線 ボジュイク・メケジェ間の交通量	7,103	12,668	10,699	11,525	12,824
うち乗用車	3,466	6,818	5,411	6,305	7,372
うちバス	235	348	326	366	397
うちトラック	3,139	5,113	2,889	2,614	2,443
うちトレーラー	263	389	2,073	2,240	2,612
ボジュイク・バイパスの交通量	13,677	24,351	NA	NA	21,732
うち乗用車	6,653	13,087	NA	NA	12,761
うちバス	691	1,023	NA	NA	591
うちトラック	5,827	9,492	NA	NA	3,654
うちトレーラー	506	749	NA	NA	4,726

出所：JICA 提供資料、実施機関提供等

(2) 平均時速

本事業によって改良された新道の開通後（2011年以降）、ボジュイク・メケジェ間の平均速度はすべての車種で向上が認められた。速度向上につながった要因として、新道がボジュイクとビレシクの市街地を迂回することにより、長距離交通と市内交通が分離され、交通渋滞による速度低下が起きなくなったことが挙げられる。また、より緩やかとなったカーブや勾配等の道路線形の改良も速度向上に寄与している。2004年と比較した場合、乗用車以外の車種の平均速度は横ばい、もしくは小幅改善となっているが、これは事後評価時点で乗用車以外の車種では乗用車に比べて最高速度が低く設定されていることに起因している。

表 5 ボジュイク・メケジェ間の平均速度

単位：km/h

車種	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
乗用車	79	75	75	77	76	79	82	94	100	103
ピックアップ	89	71	71	68	68	74	71	87	90	90
バス	84	72	71	72	67	75	72	86	89	91
トラック	76	66	66	62	61	67	65	74	75	76
トレーラー	74	65	66	63	61	66	60	72	73	74

出所：KGM

注：2010年までは旧道の平均速度、2011年以降は新道の平均速度。2004年以前の平均速度に関する情報は入手できなかった。

(3) 交通事故数

新道の開通後（2011 年以降）、交通事故件数、死亡者数、負傷者数は大幅に減少した。また、工事着工前（2002 年）と比較しても交通事故数、死亡者数、負傷者数は減少している。事業実施前には急峻なカーブ等線形の悪い箇所での事故が多発していたが、上下線の分離、道路幅員の拡大、より緩やかとなったカーブや勾配といった道路改良により交通事故が減少した。本事業の対象区間は主に山間部であるため、道路改良が交通事故防止に与えた効果は大きかった。また、KGM は交通事故件数を毎年集計しており、事故が多発している地点（ブラックスポット）では対策工事を実施している。具体的には、左折待ち車両が直進交通と衝突しやすい箇所では、左折レーンを設置する対応を行った。

表 6 ボジュイク・メケジェ間の交通事故件数

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
事故件数 (件/年)	106	119	130	296	139	126	128	133	130	54	64	63
死亡者数 (人/年)	18	21	10	46	12	13	6	8	12	4	0	3
負傷者数 (人/年)	212	225	259	610	282	229	250	269	257	104	124	139

出所：KGM

注：2010 年までは旧道の事故件数、2011 年以降は新道の事故件数

3.3.2 定性的効果（その他の効果）

(1) 輸送ルート変更

今回の事後評価では、国道 D650 号線の改良区間 3 カ所（起点より 7km 地点、47km 地点、52km 地点）の休憩所で、トラックドライバー（合計 61 名）を対象にアンケート調査を実施した。アンケート調査結果からは、ドライバーのほとんどが旧道の利用をやめていることが明らかとなった（表 7 を参照）。本事業の効果として、ボジュイク及びビレシクの市街地における通過交通の減少が想定されており、期待された効果が発現したと判断される。

表 7 輸送ルートの変更

		はい	いいえ	合計
現在も旧道を使用しているか？	回答者数(人)	2	59	61
	%	3.3%	96.7%	100.0%

出所：アンケート調査結果

(2) 走行時の振動、運転の快適さ

トラックドライバーを対象にしたアンケート調査では、走行時の振動や運転の

快適さについても質問した。回答者の9割が振動について「改善した」もしくは「ある程度改善した」との意見をもっていた（表8を参照）。また、運転の快適さの改善について「そう思う」もしくは「ある程度そう思う」との意見をもつ回答者は全体の9割を占めた（表9を参照）。個別インタビューでも、長距離バス運転手がアンケート調査と合致する意見を持っており、事業実施後にはボジュイク・ビレシク間で振動が減少し、また道路幅員が広がり、勾配も緩やかになったため、運転が快適になったとの意見が聞かれた。

表8 走行時の振動

		改善した	ある程度改善した	ある程度悪化した	悪化した	合計
道路改良後、振動は改善したか？	回答者数(人)	44	13	2	2	61
	%	72.1%	21.3%	3.3%	3.3%	100.0%

出所：アンケート調査結果

表9 運転の快適さ

		そう思う	ある程度そう思う	あまりそう思わない	そう思わない	合計
道路改良後、運転は快適になったか？	回答者数(人)	52	3	5	1	61
	%	85.2%	4.9%	8.2%	1.6%	100.0%

出所：アンケート調査結果

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

(1) 地域交通への影響

本事業の実施前後を比較すると、本事業の対象区間ばかりでなく、より広域での道路交通が活性化している。本事業で改良を行った区間に隣接する4区間の交通量に関しては、すべての区間において事業開始前の1998年と比較して大幅な増加を見せた（図2、表10を参照）。特に南北方向の交通量（メケジェ・サカリヤ間及びボジュイク・キュタヒヤ間）では1998年から2013年までに交通量が約2倍となっている。交通需要に影響を与える他の要因も考慮する必要があるものの、本事業により道路ネットワークの一部が高規格化された結果、交通需要が誘発されたものと推察される。



図2 周辺区間

表 10 隣接区間の交通量

単位：台/日

	基準値	実績値	実績値	実績値
	1998年	2011年	2012年	2013年
	事業開始前年	事業完成年	事業完成1年後	事業完成2年後
エスケシエヒル・ボジュイク間	12,472	16,621	17,681	19,737
ボジュイク・イネゴル間	6,240	10,220	10,608	11,783
メケジェ・サカリヤ間	11,693	16,902	17,734	21,298
ボジュイク・キュタヒヤ間	5,257	9,308	10,076	12,348

出所：KGM

(2) 荷痛み

トラックドライバーを対象としたアンケート調査では、荷痛みについても質問した。回答者の9割が荷痛みについて「減少した」もしくは「ある程度減少した」との意見をもっていた（表 11 を参照）。前述の通り、本事業の実施後、走行時の振動が軽減しており、荷痛みの減少につながった。事業対象地の食器工場での聞き取り調査でも、輸送中に割れる食器が減ったとの意見が聞かれた。また、国道 D650 号線は農業地帯であるアンタルヤから消費地であるイスタンブール向け、さらには輸出先であるヨーロッパ向けに農産物を輸送するルートとして使用されていることから、本事業は農産物の物流にも寄与していると推察される。

表 11 荷痛み

		減少した	ある程度減少した	ある程度増加した	増加した	合計
道路改良後、荷痛みは減少したか？	回答者数(人)	29	28	3	1	61
	%	47.5%	45.9%	4.9%	1.6%	100.0%

出所：アンケート調査結果

(2) 地域経済の活性化

今回の事後評価では、本事業の対象区間の6カ所において地域住民（合計41名）を対象にアンケート調査を実施した。対象区間では人口が10万人前後の比較的規模が大きい町と人口が1,000名以下となる規模の小さい町の双方があるため、環境が大きく異なる双方を対象にサンプルを採った⁴。大規模な町では雇用機会、開業機会ともに増加したとの意見が小規模な町に比べて多くみられた（表 12、表 13 を参照）。小規模な町では、工場や商業施設の進出がなく、近隣の町に通勤している住民も多いため、地元での雇用機会の乏しさが上記意見の背景にあると推察される。また、開業機会については、大規模な町においては潜在顧客数も多く、開業

⁴ 具体的には、大規模な町としてホジュイク、ビレシック、小規模な町としてカラキョイ、デミルキョイ、バスキョイ、メケジェを選定している。

でもより有利な状況にあると推察される。

表 12 雇用機会

			そう思う	ある程度 そう思う	あまりそう 思わない	そう 思わない	合計
道路改良後、 雇用機会は 増加したか？	大規模 な町	回答者数(人)	4	4	2	5	15
		%	26.7%	26.7%	13.3%	33.3%	100.0%
	小規模 な町	回答者数(人)	1	10	4	11	26
		%	3.8%	38.5%	15.4%	42.3%	100.0%
	合計	回答者数(人)	5	14	6	16	41
		%	12.2%	34.1%	14.6%	39.0%	100.0%

出所：アンケート調査結果

表 13 開業機会

			そう思う	ある程度 そう思う	あまりそう 思わない	そう 思わない	合計
道路改良後、 開業機会は 増加したか？	大規模 な町	回答者数(人)	2	6	3	4	15
		%	13.3%	40.0%	20.0%	26.7%	100.0%
	小規模 な町	回答者数(人)	1	6	4	15	26
		%	3.8%	23.1%	15.4%	57.7%	100.0%
	合計	回答者数(人)	3	12	7	19	41
		%	7.3%	29.3%	17.1%	46.3%	100.0%

出所：アンケート調査結果

3.4.2 その他、正負のインパクト

(1) 交通騒音

地域住民を対象としたアンケート調査では、交通騒音についても質問した。大規模な町では、回答者の7割が交通騒音は「減少した」もしくは「ある程度減少した」との意見を持ち、「増加した」もしくは「ある程度増加した」と答えた住民はいなかった（表 14 を参照）。一方、小規模な町では、交通騒音は「減少した」もしくは「ある程度減少した」との意見を持つ回答者は4割にとどまり、「増加した」もしくは「ある程度増加した」との意見を持つ回答者は3割近くを占めた。ボジューク及びビレシクでは市街地における通過交通が減少し、それに伴い交通騒音も減少したが、国道 D650 号線が住宅地を抜ける小規模な町では交通騒音を意識する住民が一定数存在している。

表 14 交通騒音

			増加した	ある程度増加した	変化なし	ある程度減少した	減少した	合計
道路改良後、交通騒音は増加したか？	大規模な町	回答者数(人)	0	0	4	6	5	15
		%	0.0%	0.0%	26.7%	40.0%	33.3%	100.0%
	小規模な町	回答者数(人)	1	6	9	5	5	26
		%	3.8%	23.1%	34.6%	19.2%	19.2%	100.0%
	合計	回答者数(人)	1	6	13	11	10	41
		%	2.4%	14.6%	31.7%	26.8%	24.4%	100.0%

出所：アンケート調査結果

(2) 地域住民の認識する交通の安全性

地域住民を対象としたアンケート調査では、交通の安全性についても質問した。大規模な町では、回答者の8割が交通の安全性は「改善した」もしくは「ある程度改善した」との意見を持ち、「悪化した」もしくは「ある程度悪化した」と答えた住民はいなかった（表15を参照）。一方、小規模な町では、交通の安全性は「改善した」もしくは「ある程度改善した」との意見を持つ回答者は約3割となり、「悪化した」もしくは「ある程度悪化した」との意見を持つ回答者は5割を占めた。両者で意見に差異が生じた原因として、小規模な町では国道D650号線が市街地を二分しており、地域住民が国道D650号線を横断する機会が多いことが挙げられる。小規模な町における住民への聞き取り調査では、①国道D650号線下の通路の出口に死角があり、ミラーを設置してほしい（カラキョイ）、②地域住民への歩道橋の階段が急なため、足の悪い人は歩道橋を使いたがらない（デミルキョイ）、③歩道橋がない（バスキョイ）等の意見があった。

表 15 地域住民の認識する交通の安全性

			改善した	ある程度改善した	変化なし	ある程度悪化した	悪化した	合計
道路改良後、交通の安全性は改善したか？	大規模な町	回答者数(人)	4	8	3	0	0	15
		%	26.7%	53.3%	20.0%	0.0%	0.0%	100.0%
	小規模な町	回答者数(人)	1	6	6	11	2	26
		%	3.8%	23.1%	23.1%	42.3%	7.7%	100.0%
	合計	回答者数(人)	5	14	9	11	2	41
		%	2.4%	14.6%	31.7%	26.8%	24.4%	100.0%

出所：アンケート調査結果



写真3 国道 D650 号線下の通路



写真4 国道 D650 号線の歩道橋

(3) 自然環境へのインパクト

本事業は円借款事業の環境ガイドライン適用以前の案件であり、トルコの法規でも環境影響調査は必要ではなかった。しかし、実施期間中の環境対策が適切に実施されるよう、初期環境評価を実施することが審査時に合意され、土木工事開始前の 2002 年に環境対策に関する報告書が作成された。報告書内で、環境インパクトの低減策、工事中の騒音対策、廃棄物の処理対策、環境モニタリング計画が提言され、提言を踏まえて工事が実施された。事業完了報告書では自然環境への負の影響は発生していない点に言及があり、事後評価時のサイト調査でも自然環境への負の影響は確認されなかった。

(4) 住民移転・用地取得

実施機関からの情報では、用地取得は 156.6ha となった。被影響住民は 2,131 世帯となっており、284 の家屋(納屋等の居住していない家屋も含む)が撤去された。用地取得の対象となった世帯にはトルコの法規に沿って金銭補償が実施された。補償金で権利者と合意できない場合、第三者が資産価格を算定し、裁判所から執行命令を得て用地取得を実施した。KGM の実施する公共事業では補償金を支払った世帯数は集計するものの、補償金を支払った世帯を詳細に区分し移転世帯数を集計する対応は行っていない。施工監理コンサルタントの TOR にも移転世帯数の集計は入っていなかった。そのため、移転世帯数については把握できなかった。

以上より、本事業の実施によりおおむね計画どおりの効果の発現が見られ、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

事後評価時において KGM は運輸海事通信省の外局であり、KGM の高速道路・国道・県道の計画、設計、維持管理を管掌範囲としている。本事業の対象区間は、

第 14 区道路局のビレシック支所が維持管理を担当している。

2014 年における KGM の職員数は 15,084 名（うち管理部門 2,506 名、技術者 3,925 名、建設・維持管理作業員 8,653 名）となっていた。事後評価時において KGM の維持管理工事の外注比率（金額ベース）は 75%に達している。日常的維持管理、定期的維持管理の双方ともに外注化が行われている。維持管理の外注化が進むに伴い KGM の職員数は審査時から約 40%減少し、作業要員が大幅に減少した。維持管理の作業自体は外注化される一方、KGM 内では契約管理業務や工事後の工物品質検査が実施されている。KGM は維持管理工事を内部で実施していたため、工物品質管理に知見を持つ職員を内部に有しており、契約管理に関しても職員が十分な知見を持てるよう研修制度を充実させている。事業対象区間の運営・維持管理はビレシック支所職員 33 名（管理部門 2 名、技術者 4 名、建設・維持管理作業要員 27 名）が担当している。本事業の対象区間でも維持管理業務は外注されている。

体制面では持続性を損なう課題は発見されなかった。事業対象区間の維持管理責任は KGM にあり、担当する支所も設定されている。建設されたインフラの維持管理の管掌は明確である。KGM では契約監理業務・工物品質検査を行う体制が構築されている。

3.5.2 運営・維持管理の技術

KGM ではトルコ政府の公務員採用規定に基づき職員採用が実施されており、技術面での能力が必要な職務の職員採用に際しては、技術面での能力が精査されている。土木エンジニア及び機械エンジニアは採用直後に 6 か月間の研修を受けており、研修は関連する技術だけでなく、契約管理も含んでいる。KGM は全職員向けに短期の研修を内部で実施しており、2014 年では 417 コース、のべ 11,883 名が研修に参加している。一部専門性の高い研修（FIDIC に基づく契約管理等）は外部での講義やセミナーを受けることができる。また、政府調達ガイドライン変更時には他の省庁にて講義を受けることもある。ビレシック支所での職員への聞き取り調査では、職員は維持管理を担当する十分な技能を有しているとの意見だった。

道路の維持管理マニュアルは維持管理の実務を担う KGM の支所に配布されている。また、交通標識のマニュアルも KGM の支所に配布されている。KGM における道路維持管理の種別は、以下の通り。

日常的維持管理（毎日）：ポットホール⁵への対応、路面標識のペイント、
反射板の交換、道路や排水溝の清掃、除雪等。

⁵ 舗装の陥没や舗装表面の剥離により生じた路面の穴

定期的維持管理（5年毎）：オーバーレイ⁶、打ち換え等。

緊急的維持管理（必要時）：災害対応

技術面では持続性を損なう課題は発見されなかった。KGMは職員採用時に技術的な能力を確認し、職員には各種の研修プログラムを受ける機会が提供されている。KGMの業務でより比重の高まっている契約管理に関しても、採用後も継続的に研修を実施する体制が整っている。

3.5.3 運営・維持管理の財務

運輸海事通信省の一般予算、投資予算とも過去3年度は安定的に推移している（表16を参照）。大型工事の進捗により増減はあるものの、運輸セクターの投資予算も比較的安定している。事後評価時点では、一般予算及び投資予算ともに政府予算から配分されており、特別税（燃料税等）、有料道路の料金収入は予算に充当されていない。道路の運営・維持管理には一般予算、投資予算の双方が使用される。

表16 運輸海事通信省の一般予算及び投資予算

単位：百万 TL

	2011	2012	2013
一般予算	2,841	3,091	2,987
投資予算	12,106	11,096	12,358
うち運輸セクター	10,393	9,659	10,916

出所：KGM

KGMにおける道路セクターの運営・維持管理予算は2011年から2012年にかけて大幅に増加し、2013年は横ばいとなった（表17を参照）。定期的維持管理の予算が2012年に大幅に増加しており、道路インフラの毀損を防ぐ上で望ましい予算配分がなされている。2013年には運営・維持管理予算17.1億TL（約875億円）、道路網総延長約66,000km、道路1kmあたり予算は約133万円となった。事業実施前の1997年には、運営・維持管理21.5兆旧TL（約171億円）、道路網総延長は約62,000km、道路1kmあたりの運営・維持管理予算は約28万円であった。事業前後の比較では、道路1kmあたり予算は大幅に増加している。

⁶ 路面に新しいアスファルト層を敷く工法

表 17 KGM における道路セクターの運営・維持管理予算

単位：千 TL

	2011	2012	2013
日常的維持管理	154,830	241,349	177,489
定期的維持管理	86,884	1,584,275	1,501,297
緊急維持管理	19,116	32,911	26,521
合計	260,830	1,858,535	1,705,307

出所：KGM

予算配分は国道、県道の順番で優先順位が設定されている。道路維持管理システム⁷の導入が進められているが、事後評価時点では本格活用はされておらず、運営・維持管理予算の策定には使用されていない。

財務面では持続性を損なう課題は発見されなかった。一般予算及び投資予算は安定しており、事業前後で維持管理予算は大幅に増加している。

3.5.4 運営・維持管理の状況

事業対象区間では、KGM 職員が週に 2 回道路、橋、トンネルを点検し、委託業者に日常的維持管理業務を指示している。サイト調査で確認できた範囲では、路面に轍掘れ⁸、ポットホールはなく、路面標識も消えておらず、除雪も実施されていた。ひび割れがある区間があったが、舗装が剥離しないよう工事を実施していた。路肩が崩れている箇所（1カ所）でも工事が実施されていた。定期的維持管理は原則 5 年毎に実施されるため、事業対象区間ではまだ実施されていない。

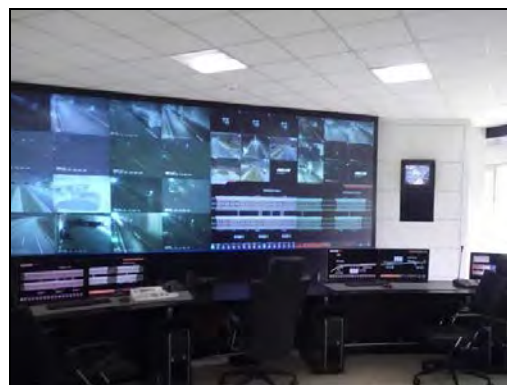


写真 5 トンネルのコントロールセンター

トンネルの日常的運営・維持管理も民間企業に委託されており、コントロールセンターでは 24 時間の監視業務が実施されている。コントロールセンターで、操作、もしくは監視している事項は電光掲示板、照明、配電システム、換気、温度（火災の有無）、路面の状態（温度）等である。また、トンネルの入口で通行車両の重量を計測しており、車重の重い車両はトンネルを迂回する措置がとられている。

運営・維持管理状況では持続性を損なう課題は発見されなかった。施設に毀損がある区間があるが、適切な対策工事が実施されていた。事業対象区間は貨物車

⁷ 道路の状態、通行量、維持管理工事記録等のデータベース、維持管理計画策定プログラムから構成させる IT システム

⁸ 通行車両の荷重により、舗装路面上のタイヤと接触する部分に生じる凹み

の交通量が多いが、深刻な轍ぼれは発生していない。

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. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は国道 D650 号線の道路改良及びボジユイク市バイパス建設を行い、交通量の増加に対応し、物流の円滑化及び地域経済の活性化を目指した。本事業の事業スコープは道路の高規格化を進めるトルコ政府の方針、貨物車交通量の増加に対応する必要性と整合的であり、妥当性は高い。山岳部での難工事により事業費は計画を超えた上に、調達の遅れ、工事期間の長期化により事業期間は計画を大幅に超えたため、効率性は低い。本事業対象区間の交通量はほぼ予測に沿って増加し、貨物車交通量の増加も著しい。道路改良の結果、平均速度は上昇する一方、事故件数は減少した。また、運転の快適さ、荷痛みにも改善が見られた。産業道路としての事業効果は十分発現しており、有効性・インパクトは高い。実施機関の運営・維持管理では契約管理の比重が高まっているが、実施機関は研修制度を通じてこの変化に対応している。本事業の体制、技術、財務状況ともに持続性を損なう課題はなく、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。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

受益者調査の結果、トラックドライバーや大規模な町の住民は交通がより安全になったとの認識があるが、小規模な町では交通が危険になったとの意見が見られた。後者では改良された道路を生活道路としても利用しており、交通量の増加により危険を感じるようになったと考えられる。実施機関は国道 D650 線において交通事故のモニタリングを実施し、事故多発地点では改良工事を行っている。交通量の増加に伴い上記の地域で事故が増加するリスクがあるため、実施機関は交通事故のモニタリングを継続し、事故増加が確認される場合には、減速帯、歩道橋、地下道、交通標識、ミラーなどの設置を行うことが望ましい。

4.2.2 JICA への提言

なし。

4.3 教訓

・山岳部の道路事業における留意点

道路事業では交通量の増加、走行速度の上昇により交通事故が増加する事例がみられるが、本事業では工事完成後に対象区間の交通事故が減少している。事故減少の要因として、上下線の分離、幅員拡大、より緩やかとなったカーブや勾配が挙げられる。その一方、本事業では、着工後に道路線形の見直しが必要となり、事業遅延及び事業費増の一要因ともなった。山岳部における道路事業では、フィージビリティ調査の段階において、円滑な事業実施を念頭に置き道路線形を精査し、また安全対策に十分留意した設計を行った上で、適切な設計に沿って事業費を算出することが望ましい。

・小規模な町における地域経済の活性化への取り組み

道路交通との関連性の高いインパクト（より広域での交通活性化、貨物交通への寄与、渋滞や混雑緩和）については総じて改善が見られる一方、地域経済と関連性の高いインパクト（所得、雇用、開業機会）については小規模な町では効果発現に時間を要している。道路の建設・リハビリに際しては、小規模な町における地域経済の活性化に貢献する取組み（例：観光案内用の掲示板設置、道の駅の設置等）実施も併せて検討することが望ましい。

主要計画/実績比較

項目	計画	実績
①アウトプット	土木工事: ・道路工事 合計85.8km - 既存道路の拡幅 42.2km - 道路の新設 32.8km - ボジユイク・バイパス10.8km ・橋梁建設 32カ所(合計2.1km) ・トンネル建設 2カ所(2.4km 及び0.8km) コンサルティングサービス: 外国人: 240M/M 国内: 1,781M/M	土木工事: ・道路工事 合計85.1km - 既存道路の拡幅 33.6km - 道路の新設 41.4km - ボジユイク・バイパス 10.1km ・橋梁建設 40カ所(合計2.1km) ・トンネル建設 計画通り コンサルティングサービス: 外国人: 232M/M 国内: 2,121M/M
②期間	1999年9月～2005年9月 (73カ月)	1999年9月～2011年9月 (145カ月)
③事業費		
外貨	22,465百万円	29,101百万円
内貨	16,692百万円	23,395百万円
	(現地通貨 37.8兆旧 TL)	(現地通貨 404百万新 TL)
合計	39,157百万円	52,496百万円
うち円借款分	29,367百万円	29,199百万円
換算レート	1旧 TL = 0.000442円 (1998年9月時点)	1新 TL = 57.91円 (2001年1月～2011年12月平均)

0. 要旨

本事業は、旅客ターミナル等の整備を行うことにより、旅客需要の伸びに対応するとともに利便性の向上を図ることをめざしていた。本事業の目的は、審査時(2004年)、事後評価時双方のウクライナの開発政策、開発ニーズ及び審査時の日本の援助政策に合致していることから妥当性は高い。外部要因の変化による需要の大幅な増加及び旅客ターミナル建設地の変更に伴い全体としてスコープは増加したが、このスコープの拡大は、事業効果の発現のためには適切なものであった。このスコープ拡大を考慮に入れると、事業費はおおむね計画どおりであったが、事業期間が計画を上回ったことから、効率性は中程度と考えられる。本事業の運用・効果指標はほぼ目標を達成しており、計画どおりの効果の発現がみられることから、有効性・インパクトは高いと考えられる。事業によって発現した効果の持続性に関しては、紛争の影響も事後評価時点においては限定的と考えられ、体制面、技術面、財務面のいずれも特段の問題がなく、維持管理状況も非常に良いことから、持続性は高いと考えられる。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

1. 事業の概要



事業位置図



ボリスポリ空港ターミナルD出発ロビー

1.1 事業の背景

ウクライナの首都キエフ市は、人口 260 万人を擁する同国の政治・経済の中心である。キエフ州に位置するボリスポリ空港は、ウクライナ最大の国際空港であり、同国の空の玄関口として機能している。本事業の審査当時、ヨーロッパ連合 (EU) の東方拡大及びウクライナ経済の順調な回復を受け、ボリスポリ空港の旅客取扱数は、年平均 24% の伸び率で増加していた。同空港の旅客需要予測では、2015 年には 2003 年の 3 倍近くにまで増加することが見込まれていた。この旅客需要の増加に対応するため、

国際線旅客ターミナルの拡張と取扱容量の拡大が喫緊の課題となっていた。

1.2 事業概要

ウクライナにおいて、ボリスポリ空港の国際線ターミナル及び諸関連施設の整備を行うことにより、旅客需要の伸びに対応するとともに利便性の向上を図り、もって外国投資促進や観光資源活用による経済活動促進に寄与する。

円借款承諾額/実行額	19,092 百万円 / 19,092 百万円
交換公文締結/借款契約調印	2005 年 3 月 / 2005 年 3 月
借款契約条件	金利 1.5% 返済 30 年 (うち据置 10 年) 調達条件 一般アンタイド
借入人/実施機関	ウクライナ閣僚会議/ボリスポリ国際空港公団
貸付完了	2012 年 10 月
本体契約	ALSIM ALARKO SAN. TES. VE TIC AS (トルコ) /YSD INSAAT SANAYI VE TICARET A.S. (トルコ) /DOGUS INSAAT VE TICARET (トルコ) (JV)
コンサルタント契約	株式会社日本空港コンサルタンツ (日本)
関連調査 (フィージビリティ・スタディ:F/S) 等	1. 「ボリスポリ空港拡張事業」(1999 年 3 月) 2. 「ボリスポリ空港拡張事業に係る案件形成支援調査(SAPROF)」(2004 年 6 月)

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

村山 なほみ (OPMAC 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 9 月～2015 年 9 月

現地調査：2014 年 11 月 16 日～11 月 29 日

2.3 評価の制約

事業実施中、本事業で整備する旅客ターミナルビル建設予定地の利用権を巡り、訴訟問題に発展した。しかし、本件に関する詳細情報は実施機関により開示されなかったため、土地問題に関しては、分析を行うことができなかった。

3. 評価結果（レーティング：A¹）

3.1 妥当性（レーティング：③²）

3.1.1 開発政策との整合性

ウクライナ政府は2001年に「2010年までのウクライナ航空運輸開発に係る国家包括計画」を策定した。同計画では、航空産業を過去の低迷傾向から回復させ、国内外の航空市場における競争力を確保し、拡大する航空需要を質と量の両面で満たすことを目標としていた。空港については、最も効果的に空港網を構築するために、ハブ空港化を進めていた。このため、国家による投資に加え、特に外資による空港関連投資を積極的に行うこととしていた。「2000年～2004年におけるウクライナ運輸及び道路網開発国家計画」では、ボリスポリ空港開発が最も重要な事業の一つとして強調されており、日本のODAが資金源として期待されていることが明記されていた。

事後評価時点では、「2020年までのボリスポリ国際空港国家開発計画」（2007年）において、以下の課題を解決するために、2020年までにウクライナ政府の自己資金や円借款を利用して空港ターミナルを整備する必要性が明記されていることが確認された。

- 空輸は国家経済の最も重要なセクターの一つであり、なかでもボリスポリ空港はウクライナの玄関口として重要性を増している。
- 国際民間航空機関（ICAO）の分析では、旅客は年平均4.5%の成長率で伸びており、2020年までに2.7倍に増加すると見込まれる。
- 空港ターミナルのキャパシティが不十分であるため、旅客の増加を阻害している。

さらに、2013年に策定された「2023年までの空港開発国家ターゲットプログラム」において、ハブ空港を目指して、国際水準を満たす空港の整備（近代化）³と国有資産の運営の向上を図るという方針が確認された。

本事業は、旅客ターミナル等の整備を行うことにより、旅客需要の拡大に対応するとともに利便性の向上を図ることをめざしており、審査時から事後評価時に至るまで、一貫してその目的はウクライナの開発政策と整合しているといえる。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

審査時に確認されたボリスポリ空港の旅客の取扱実績は表1のとおりである。国内旅客を含む全体の旅客数は1998年～1999年はロシア通貨危機の影響を受けて停滞したが、2000年以降はウクライナ経済の回復に加え、EUの東方拡大による周辺諸国の経済成長を受け、著しく増加していた。1998年から2004年までの平均伸

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 例えば、本事業によってセキュリティシステムの近代化などが図られた。

び率は、旅客 15.7%、貨物 15.0%であり、2004 年の旅客取扱数は合計 3,169 千人（国際：2,652 千人、国内：517 千人、前年比 34.2%増）であった。

表 1 ボリスポリ空港の旅客取扱実績（審査時）

単位：千人

年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	年平均伸び率
国際線旅客	1,313	1,268	1,346	1,478	1,703	2,105	2,652	12.9%
国内線旅客	61	62	50	59	104	257	517	54.1%
合計	1,373	1,330	1,396	1,537	1,807	2,362	3,169	15.7%

出所：JICA 提供資料

また、審査時点での旅客需要予測（表 2）によれば、2010 年には 4,534 千人（うち国際線 3,978 千人）、2015 年に 6,483 千人（うち国際線 5,667 千人）とされており、この旅客需要の増加に対応するため、国際線旅客ターミナルの拡張による旅客取扱容量の拡大が喫緊の課題となっていた。

表 2 ボリスポリ空港の旅客取扱数需要予測（審査時）

単位：千人

	2004 年実績	2010 年	2015 年	2020 年
国際線	2,652	3,978	5,667	7,603
国内線	517	557	816	1,080
合計	3,169	4,534	6,483	8,683

出所：JICA 提供資料

国際線の旅客取扱数需要予測は、審査時以降、数次にわたり見直しがされた（表 3）。2004 年に実施された本事業の案件形成支援調査（SAPROF）では、2004 年から 2020 年までの年平均旅客増加率を 12%と想定していた。しかしながら、2007 年、ボリスポリ国際空港公団（以下、SIAB という）は当初計画していたターミナルの建設予定地が使用不可能となったことから、新たな建設予定地における基礎計画を策定し直すこととなり、そのために、同年、新たに調査を行った。同調査で、年間の国際旅客取扱数の実績は、2005 年が 3,220 千人、2006 年が 3,810 千人であり、増加率は 16%であることが判明した。これに基づき新たな旅客取扱数の予測が出され、ピーク時 1 時間当たりの旅客取扱数は約 3,500 人、うち 2,000 人を既存のターミナルで取扱い、残りの 1,500 人を本事業で新たに建設されるターミナル D で取扱うべきとされた。

2008 年末には、ウクライナは深刻な経済危機に直面する一方、同年の旅客取扱数は、2007 年に実施した需要予測における 2008 年予想値⁴を上回る 5,490 千人とな

⁴ SIAB による 2007 年の需要予測のうち、ハイケースで 5,465 千人（2008 年）と予測されていた。なお、表 3 に記載されている数値は、当時 JICA 内部でスコープ変更の妥当性を検討する際に利用されたもので、SIAB の採用しているデータより、より現実的なデータを採用している。

った。この時点で、欧州サッカー連盟（UEFA）欧州選手権が開催される 2012 年には国際線旅客取扱数は年間 8,800 千人、2015 年～2020 年には年間 10,000 千人を超えると予測された。

表 3 ボリスポリ空港国際線旅客取扱数需要予測の変遷

単位：千人

需要予測時期 ⁵	PHP(本事業分)	2010 年	2015 年	2020 年
審査時(2004 年)	1,000	3,978	5,667	7,603
2007 年 3 月	1,500	4,631	6,442	n.a.
2009 年 2 月	3,000	6,200	10,400	15,600
事後評価時(2014 年)	—	—	6,481	9,460

出所：JICA 提供資料（2004 年、2007 年及び 2009 年）及び質問票回答（2014 年）

注：PHP=Peak Hour Passengers（ピーク時旅客取扱数）

しかしながら、2013 年末以降のウクライナ情勢の不安定化により、旅客取扱数は減少した。観光客の主要目的地の一つであるクリミア半島が 2014 年 3 月にロシアに編入されたため、観光客は減少している。また、ウクライナ随一の工業都市であるドネツクを含む東部で紛争が続いていることから、ビジネス目的の渡航者にも影響が出ている。このような状況を反映し、事後評価時点では、2015 年の需要予測は 2007 年の需要予測と同水準まで下方修正されている。とはいえ、「3.3.1 定量的効果（運用・効果指標）」で後述するように、2014 年の国際線旅客取扱数実績に落ち込みはみられるものの、審査時の目標値を大きく上回っている。また、実施機関は紛争前の旅客取扱数の増加傾向から潜在的に需要は存在すると考えており、ウクライナ東部の情勢が安定すれば需要も回復するとみている。

以上より、審査時、事後評価時ともに開発ニーズと整合しているといえる。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

審査時点の「海外経済協力業務実施方針」では、中東欧地域の国々のさらなる市場経済への移行を支援するために、経済インフラ、環境案件を重点分野としていた。本案件はウクライナの経済インフラ開発に資するものとして位置づけられており、日本の援助政策との整合性が認められる。

以上より、本事業の実施はウクライナの開発政策、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。

⁵ 審査時については、SAPROF を基に最終的に JICA により算出されたもの。2007 年及び 2009 年のデータについては、SIAB による調査を基に最終的に JICA で採用されたもの。2014 年のデータは SIAB によるもの。

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、増加する航空旅客需要に対応するために必要な国際旅客ターミナルビルを建設し、付帯施設一式及び諸関連施設の整備を行うものであった。主な工事、調達機器等の内容（アウトプット）を表4に示す。

表4 アウトプット比較表（計画/実績）

項目	計画	実績	計画比
主な工事・調達機器等			
国際旅客ターミナルビル	1,000PHP*注、地上3階、 延床面積約37,000m ²	3,000PHP、地上3階、 延床面積約107,000m ²	約3倍増加。
関連設備	1) 手荷物処理システム 2) 搭乗ブリッジ 3) 100%手荷物スクリーニングシステム等	1) 手荷物処理システム 2) 搭乗ブリッジ 3) 100%手荷物スクリーニングシステム等	内容は計画どおり。ただし、ターミナルのキャパシティ増に伴い、設備の質及びキャパシティも増加している。
エプロン	約117,000m ²	約183,000m ²	約1.6倍増加。
地上ハンドリング設備（GSE）、道路・駐車場等	約24,000m ²	約24,000m ²	計画どおり。
接続ギャレリア	約1,000m ²	キャンセル	新ターミナルの位置が変更になったため不要となった。
空港面探査装置（ASDE）の調整		キャンセル	新ターミナルの位置が変更になったため不要となった。
移設する Official Delegation Hall (ODH) の周辺インフラ	1) エプロン:42,000m ² 2) タクシーウェイ:12,000m ²	キャンセル	ODHの移設無。
航空機燃料供給施設	パイプ及びピット	パイプ及びピット	計画どおり。
ユーティリティ	1) 温水・給水施設 2) 下水処理施設等	1) 温水・給水施設等 2) キャンセル	ボリスポリ市の既存の下水処理施設を利用。
道路・駐車場（空港外）	1) 道路:2車線（一部5車線） 2) 駐車場:100,000m ²	1) 道路:2車線（一部5車線） 2) キャンセル	駐車場は本事業のスコープ外とし、SIABの自己資金で建設中（2015年6月完成予定）。
コンサルティング・サービス			
詳細設計	1) 専門家A:118MM 2) 専門家B:114MM 合計:232MM	1) 専門家A:103.7MM 2) 専門家B:333.0MM 合計:436.7MM	需要予測の変化に伴い設計を変更。事業規模の拡大により施工監理期間を延長。
入札支援	1) 専門家A:28MM 2) 専門家B:28MM 合計:56MM	1) 専門家A:15.88MM 2) 専門家B:0.81MM 合計:16.69MM	
施工監理	1) 専門家A:269MM 2) 専門家B:321MM 合計:590MM	1) 専門家A:328.54MM 2) 専門家B:377.93MM 合計:706.47MM	

出所：計画についてはJICA提供資料、実績については質問票回答

注：PHP=Peak Hour Passengers（ピーク時旅客取扱数）

主なスコープの変更は、国際線旅客ターミナルの規模拡大である。その背景及び変更の適切性は以下のとおりである。2012年のUEFA欧州選手権開催の決定に加え、審査当時計画されていたウクライナの民間航空会社（アエロスヴィート社）による自社旅客ターミナル（旅客取扱容量：1,000 PHP⁶）の建設中止のため、2007年に国際旅客取扱量の需要予測の見直しが行われた。また2008年には世界的な経済危機にもかかわらず、空港利用者が大幅に増加したことから、2009年に再び需要予測が上方修正された。これらの需要予測の見直しに伴い、本事業で整備する国際旅客ターミナルの規模は約3倍に拡大された。実際、ウクライナ東部における紛争が始まる2013年末までは、空港利用者は急速に増加している（「3.3.1 定量的効果（運用・効果指標）」参照）。さらに、2014年の旅客取扱数に係る分析を行ったところ、ピーク時の1時間当たり旅客取扱数は午前7時～8時、及び午後8時～9時の時間帯で3,000人を超えており、ターミナルの床面積及びキャパシティの増加は妥当と考えられる。

また、審査時に予定していた新ターミナルの建設地を巡り、当該建設予定地の使用权を主張するアエロスヴィート社との間で訴訟問題となった。なお、本問題は、2007年に、新ターミナルを空港敷地内の別の場所に建設することで解決した。

スコープの変更は、おおむねこのターミナル建設予定地の変更と同ターミナルの規模の拡大に伴って不要になった設備のキャンセルまたは必要になった設備の増加によるものであり、本事業の有効性を確保するためには適切な変更であったといえる。

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25,457百万円（うち円借款は19,092百万円）であったのに対し、実際は45,206百万円（うち円借款は19,092百万円）であり、計画を大幅に上回った（計画比178%）。これは事業スコープの変更によるものである。2007年と2009年のスコープ変更の際、JICAは、ターミナルビル及びエプロンの拡大、チェックインカウンターの増設等各種設備の増加及び質の向上の内容を確認し、これら増加の効果等を考慮のうえ、2007年には15,963百万円の増加、2009年には約4,100百万円の増加に同意している。本事後評価では2009年のスコープ変更の際に見直された最終的な見積もりを基準値として採用し、実績との比較を行った（表5）。土木工事を外貨で支払うか内貨で支払うかにより見積もりに幅があるが、計画比は99%～103%となる。外貨ベースでみた場合、事業費実績はおおむね計画どおりであったと考えられる。

⁶ PHP=Peak Hour Passengers（ピーク時旅客取扱数）

表 5 見直し後の事業費比較表（計画/実績）

単位：百万円

	計画	実績(計画比)
総事業費(土木工事外貨の場合)	45,503	45,206(99%)
総事業費(土木工事内貨の場合)	43,920	45,206(103%)

出所：JICA 提供資料及び質問票回答

3.2.2.2 事業期間

審査時に計画された事業期間は、2005年3月から2010年12月の70カ月であった。これに対し実績は、2005年3月から2013年11月の105カ月（150%）であり、計画を上回った。事業期間についても事業スコープの変更の影響を考慮すると（表6）、2007年のスコープ見直しにおいて、2012年5月のUEFA欧州選手権までに事業を完了させることがめざされたことから、2012年5月を事業完了予定と考えることができる。本事業の完了は、借款契約により引渡証明の受領が完了した時点と定義されている。新ターミナルの供用開始は2012年5月であったが、SIABによってすべての引渡証明の受領が完了したのは2013年11月のため、18カ月の遅延と考えられる（計画比121%）。

表 6：見直し後の事業期間比較表（計画/実績）

	計画	実績(計画比)
借款契約の調印	2005年3月	2005年3月
事業完了	2012年5月	2013年11月
事業期間	87カ月	105カ月(121%)

出所：質問票回答

遅延に影響を与えた要因として、以下が挙げられる。

- ① アエロスヴィート社とのターミナル建設予定地の使用権を巡る問題の解決に時間を要した（2007年3月解決）。
- ② SAPROF で把握できていなかった想定外の事態（例：基本設計（B/D）の国家審査が必要なこと等）への対処に時間を要した。
- ③ 事業実施中、需要予測が2度にわたり見直された。この見直しは、本事業で雇用したコンサルタントではなく、空港の全体的な開発計画を策定していた別のコンサルタントによって行われたため、空港の全体的な開発計画と本事業で整備するターミナルの規模や設計に関して、コミュニケーションをとることが容易でなく、事業遅延につながった。
- ④ ターミナルビルの設計変更に伴い、コントラクターがスケジュール通りに工事を行うことが難しかった。

3.2.3 内部収益率（参考数値）

（1）財務的内部収益率（FIRR）

事後評価時の本事業の FIRR の再計算結果は 26%であり、審査時の 5.4%よりも高くなった。この主な要因としては、審査時の想定では、新ターミナルは国際線専用ターミナルとなる予定であったが、2014 年 11 月 24 日以降、空港の効率的な運営のため、別ターミナルで提供されていた国内線のサービスを本事業で建設したターミナルに統合し、今後、すべてのサービス（国内線・国際線）が新ターミナルで提供されるという前提で収益が計算されていることによる。

なお、審査時の FIRR 算出の前提条件は以下のとおりであった。

《審査時の FIRR 算出の前提条件》

費用： 建設費、維持管理費用

便益： 空港関連収入（着陸料、空港利用料、超過駐機料等）、
非空港関連収入（テナント収入等）

プロジェクトライフ：40 年

（2）経済的内部収益率（EIRR）

審査時の本事業の EIRR は 12.9%であった。事後評価時点については、再計算に必要な情報データの入手が困難であったため、再計算は行わない。なお、審査時の EIRR 算出のための前提条件は以下のとおりであった。

《審査時の EIRR 算出の前提条件》

費用： 建設費、維持管理費用

便益： 外国人旅客増加による観光収入、空港関連収入（着陸料、空港利用料、
超過駐機料等）、非空港関連収入（テナント収入等）

プロジェクトライフ：40 年

以上より、事業費はほぼ計画どおりであったが、事業期間が計画を上回ったため、効率性は中程度である。

3.3 有効性⁷（レーティング：③）

3.3.1 定量的効果（運用・効果指標）

審査時、本事業の運用・効果指標として、①年間国際線旅客数、②ピーク月国際線旅客数、③ピーク日国際線旅客数、④年間国際線航空機発着回数、⑤ピーク月国際線航空機発着回数、⑥ピーク日国際線航空機発着回数、⑦年間観光客数、及び⑧

⁷ 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。

年間ビジネス客数が設定された。事業完成 5 年後をターゲットとしていたが、事後評価時は事業完成 1 年後にあたる。そのため、評価にあたっては、SAPROF で推定された完成年の需要予測値との比較も行うことにした。また、年間観光客数とビジネス客数は、ターミナルの拡張によって増加するものではなく、観光客やビジネス客の増加にターミナルの拡張でいかに対応したかを評価すべきであること、また、外国投資促進や観光資源活用による経済活動促進の有無を測る指標として活用すべきことから、事後評価に際しては、インパクトの指標として整理の上、評価判断を行った。各指標（上記①～⑥）の基準値、目標値、SAPROF 予測値及び実績値は表 7 のとおりである。

表 7 運用・効果指標比較表（計画/実績）

	基準値		目標値		SAPROF 予測値	実績値			
	2003 年		2015 年		2010 年	2013 年		2014 年	
	基準年		完成 5 年後		完成年	完成年		完成 1 年後	
指標	全ターミナル	全ターミナル	ターミナル D	全ターミナル	全ターミナル	ターミナル D	全ターミナル	ターミナル D	
国際線旅客数(単位:人)									
年間	2,105,000	5,366,000	1,850,000	3,978,000	7,174,203	5,646,778	6,340,547	5,511,269	
ピーク月	253,800	649,300	233,900	464,400	853,921	796,065	725,570	622,045	
ピーク日	9,070	23,120	7,970	17,150	31,117	23,354	26,477	21,702	
国際線航空機発着回数(単位:回)									
年間	33,182	48,229	15,842	39,292	35,099	27,596	32,084	29,782	
ピーク月	3,207	4,659	1,530	2,148	3,604	3,437	3,130	2,850	
ピーク日	133	194	64	158	139	110	117	85	

出所：JICA 提供資料、質問票回答

注：ピーク月は最繁忙月。ピーク日は最繁忙月の平均的な週の 2 番目の繁忙日。

完成年及び完成 1 年後の国際線旅客数に関しては、SAPROF の予測値及び完成 5 年後の目標値を達成している。全ターミナルの年間国際線旅客数は、2003 年から 10 年間で 3.4 倍に増加した。2012 年 6 月 8 日から 7 月 1 日にかけて、UEFA 欧州選手権がウクライナとポーランドで開催されたり、近年、国際的な雑誌でウクライナの観光地が取り上げられたりし、海外からウクライナを訪れる人が増加している。また、ウクライナの経済発展に伴い、ウクライナから海外に出かける人も増加しており、国際線旅客数は予想を上回る増加となっている。

一方、国際線航空機発着回数に関しては、本事業対象のターミナル D については予測値及び目標値を達成しているが、全ターミナルの実績は目標値に達していない。これは、2012 年の UEFA 欧州選手権開催決定に合わせ、総 2 階建てジェット旅客機（エアバス A380）が発着できるようターミナルの設計を本事業実施途中で変更したことにより、当初の計画よりも大型の航空機が搭乗ブリッジに接続できるよう

になったため、現在ボリスポリ空港に発着する航空機は、SAPROF時に想定されていた航空機よりも大型となったことによる。このため、旅客数が目標を大幅に超えているにもかかわらず、発着回数が目標値に達していないものと考えられる。

3.3.2 定性的効果

本事後評価では空港施設利用者（航空会社及び旅客）に対してアンケートによる満足度調査を行い、本事業で整備した設備の満足度やそれら設備を整備したことによって利便性や安全性が向上したか否かを確認した。

（1）空港施設利用者の利便性の向上

航空会社に対するアンケート調査（表 8）では、新ターミナルの利便性について「とてもよい」「よい」という回答は、全体の約半数であった。悪いと回答したのは 13 社中 1 社のみであった。よい点としては、清潔さ、情報の入手しやすさ（案内板などが分かりやすい、インフォメーションデスクにアクセスしやすい等）、チェックインの手続き時間の短さなどが挙げられた。一方、悪い点としては、空港ターミナル内に薬局がないこと、カフェが少ないことが挙げられている。

表 8 航空会社による利便性の評価

回答	回答者数
とてもよい	2
よい	5
ふつう	5
悪い	1
とても悪い	0
分からない/無回答	0

出所：航空会社に対するアンケート調査

旅客に対する満足度調査では、設備に関する評価はおおむね高いが、店やサービスのアベイラビリティ（カフェが限られていることや薬局がないこと）に加え、出発時及び到着時の流れ（セキュリティチェックや入国審査の手続きに時間がかかること）の満足度が低かった（表 9）⁸。

表 9 旅客による空港設備の満足度

	とても満足 とてもよい	満足 よい	普通	不満・ あまりよくない	とても不満 とても悪い	分からない 無回答
一般的な印象	4	22	8	6	5	0
清潔さ	17	17	5	3	2	0
出発時の流れ	3	10	21	9	2	0
情報の入手しやすさ	13	15	14	2	1	0
店やサービスのアベイラビリティ	2	15	20	6	2	0
店やサービスの質	1	14	26	4	0	0

⁸ セキュリティチェックと入国審査は、ウクライナ軍の管轄になっているため、この 2 点を SIAB の努力によって改善するのは非常に難しい。

	とても満足 とてもよい	満足 よい	普通	不満・ あまりよくない	とても不満 とても悪い	分からない 無回答
トイレ	12	15	9	6	2	0
エレベータ、エスカレータ、歩く 歩道	9	22	8	4	1	0
搭乗ラウンジの快適さ	12	20	12	0	1	0
身障者設備	1	22	11	2	0	9
電話/インターネット	10	15	15	3	0	2
到着時の流れ	1	16	14	11	2	0
バゲージクレームの利便性	5	21	16	2	0	1
交通手段の利便性	9	13	19	1	2	1

出所：旅客に対する満足度調査

旧ターミナルを利用したことがある旅客に対して、旧ターミナルと比較して新ターミナルをどう評価するか尋ねたところ、本事業対象である空港設備に関しては、回答者の74% (39人中29人)が旧ターミナルよりもよいと回答している(表10)。

表10 旧ターミナルとの比較

	ずっとよい	よりよい	変わらない	悪くなった	とても悪くなった	無回答
空港の設備	9	20	6	3	1	0

出所：旅客に対する満足度調査

なお、事後評価時点(2014年11月)では、ゲートラウンジで、複数の新規免税店の出店準備中であった。また、空港公団によれば、薬局の設置についても国有資産基金(State Property Fund)に対し申請を行っているところであり、近く整備される予定である。

(2) 空港の安全性の向上

航空会社に対するアンケート調査において、空港の安全性やセキュリティシステムに関する質問をした。表11は、その回答をまとめたものである。

これによると、悪いとする評価はなく、高い評価を受けていることがわかる。特に、よい機材が導入されていること、なかでも手荷物検査システムやセキュリティゲートのシステムの評価が高かった。

表11 航空会社による空港の安全性の評価

回答	回答者数
とてもよい	5
よい	6
ふつう	1
悪い	0
とても悪い	0
分からない/無回答	1

出所：航空会社に対するアンケート調査

以上より、運用・効果指標はほぼ達成しており、旅客ターミナル利用者の満足度も高いことから、有効性は高いと考えられる。

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

(1) 観光へのインパクト

海外旅行をしたウクライナ人、ウクライナを訪問した外国人の数は、2008年ごろには世界的な金融危機の影響で若干減少しているが、基本的には増加傾向である(表12)。2000年には6百万人であった外国からのウクライナ訪問者数が24百万人を越えるほどに増加している。ただし、観光客数増加の要因は複合的であり、本事業の実施のみに起因するものではないため、インパクトは評価できないが、本事業によって整備された国際線ターミナルは、その規模の拡張により観光客の増加に十分に応えるものとなっており、観光資源の活用による経済活動促進を下支えしているとは考えられる。

表12 観光客数の推移

単位：千人

	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
海外旅行をしたウクライナ人の数	13,422	16,454	16,875	17,335	15,499	15,334	17,180	19,773	21,433	23,761
ウクライナを訪問した外国人の数	6,431	17,631	18,936	23,122	25,449	20,798	21,203	21,415	23,013	24,671

出所：ウクライナ統計年鑑(2013年版)

(2) 直接投資促進やビジネス客増加へのインパクト

本事業実施後、直接投資(FDI)は着実に増加している。ただし、観光客の増加と同様、FDI増加の要因は本事業の実施のみに起因するものではないため、インパクトの評価はできない。

表13 対ウクライナ直接投資累積額

単位：百万ドル

2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年
6.79	9.05	16.89	21.61	29.54	35.72	40.05	44.81	50.33	55.30

出所：ウクライナ統計年鑑(2013年版)

なお、年間ビジネス客数に関する統計は存在しないため、そのインパクトは評価できない。

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

環境アセスメント（EIA）は基本設計に基づき準備され、ウクライナ環境省の承認を得た。環境管理・モニタリングプログラムも基本設計の一部として準備され、入札書類に反映された。本事業に関する環境モニタリングシステムは以下のとおり。

《環境モニタリングシステム》

大気汚染対策：年に1回、粒子状物質（particulate matter：PM）、アセトン、酢酸ブチル、キシレン、トルエン、酢酸エチル、エトキシエタノールのモニタリングを実施している。

騒音対策： 周囲に居住区がないため、特段の対策は取られなかった。

下水・雨水対策：本事業で処理場は建設せず、既存の下水処理場を利用している。

コントラクターは、コンサルタントの監督の下、環境モニタリングを実施しており、事後評価時に確認したところ、特段の問題は生じていない。

(2) 用地取得、住民移転

事業地はいずれも既存の空港敷地内であり、本事業実施にあたって新たな用地の取得、住民移転はなかった。ただし、本事業のターミナルビル建設予定地の使用权を主張するアエロスヴィート社との訴訟のため、当初計画の場所にターミナルビルを建設することはできず、同空港敷地内の別の場所に建設することとなった。

以上より、本事業の実施によりおおむね計画どおりの効果の発現が見られ、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

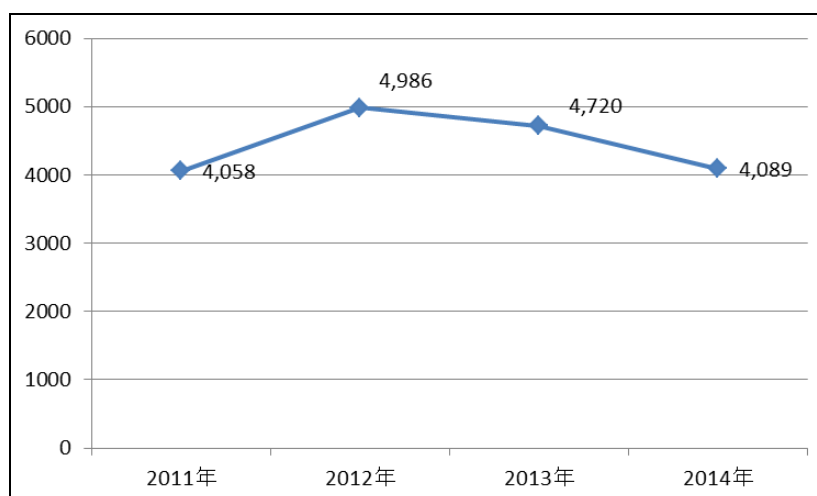
本事業の運営・維持管理機関は、ボリスポリ国際空港公団（SIAB）である。2014年12月現在のSIABの総職員数は4,089名で、うち2,007名が、ターミナルDの運営・維持管理にあたっている。ターミナルDの運営・維持管理は、ターミナルD建物の運営・維持管理監督グループの監督の下、施設部、情報技術部、グランドハンドリング部、旅客サービス部、VIP及びビジネスクラス旅客サービス部等の各部署が、施設の種類や乗客の搭乗クラスに応じて担当している。

表 14 ターミナル D の運営・維持管理に関与している部署及び職員数

ユニット・部署	職員数	
	小計	うち技術者
運営・維持管理監督グループ(ターミナル D)	3	2
施設部 技術主任	243	36
施設部 電力主任	219	27
経済部(エコノミックプロビジョン部)	332	2
情報技術部	144	112
グランドハンドリング部	484	3
旅客サービス部	218	10
VIP 及びビジネスクラス旅客サービス部	104	0
飛行場部	184	7
無線・灯火システム支援部	76	35
合計	2,007	234

出所：SIAB

SIAB によれば、各部署の職員数は、必要な人数が確保され、かつ運営・維持管理に必要な知識や技術を持った職員が配置されているとのことである（表 14）。審査時には、ターミナル D の運営・維持管理のために、新たに 800 名の職員を雇用することが予定されていた。実際には、ターミナル D の規模が当初計画よりも大きくなったことから、2012 年のターミナル D の供用開始に合わせ、さらに 100 人増員し、約 900 人の職員を雇用した。しかし、2014 年 12 月には、ターミナル D に国内線を含むすべてのサービスを集中させたなどの理由により、総職員数を削減した（図 1）。SIAB によれば、ターミナル D 以外のターミナルにおいては稼働している設備が限定されていることなどから、人員削減によって本事業で整備した設備の運用や維持管理への負の影響は懸念されていないとのことであった。



出所：質問票回答

図 1 SIAB 総職員数の推移

3.5.2 運営・維持管理の技術

SIAB では年間人材育成計画に沿って、毎年、運営・維持管理の技術研修を含む各種の職員研修を行っている。従来実施してきた研修に加え、本事業で導入されたセキュリティシステム等の高度な設備の維持管理に係る研修が、事業実施中に行われることになっていた。同研修は、事業計画の変更に対応した形で実施され、さらに事業完了後も継続的な研修が行われている。2012年以降、のべ86人が本事業で導入された高度な設備の維持管理に係る研修を受けている。SIABによれば、研修は職員の維持管理能力向上に役立つのみならず、技術職員の技能を磨き直し、結果として軽微なものも含め、事故の軽減に役立っているとのことであった。

各設備に関し、必要なマニュアル等も整備されており、技術面において、特段の問題はみられない。

3.5.3 運営・維持管理の財務

表15は、SIABの2010年から2013年の損益計算書及び運営・維持管理費を示したものである。旅客の増加に伴い、順調に売上高は増加している。2013年は、ボリスポリ空港の就航便数が最も多かったアエロスヴィート社が倒産した影響を受け、収益は若干悪化した。しかし、その例外を除けば、収支構造上基礎となる収入（売上高）と支出（売上原価）は比較的安定しており、同空港からの収入はSIABの主要な財源となっている。また、売上高純利益率も27%～41%と高い水準で推移している。一般管理費は相対的に低く抑えられており、効率的な経営がされていると考えられる。民間からの借入金の返済及び本事業に係る円借款の返済等が始まり、2012年以降、財務費用は増加している。しかし、この間、純利益は黒字を維持しており、返済等が経営を圧迫するレベルとは考えられない。また、ターミナルDの運用開始後、運営・維持管理費は増加しているが、全体の費用に占める割合は小さく、収益が悪化した2013年においても必要な維持管理費は確保できている。以上より、2010年から2013年のSIABの財務状況には問題がないと考えられる。

表15 SIABの損益計算書及び年間維持管理費（2010年～2013年）

単位：百万UAH

	2010年	2011年	2012年	2013年
売上高	1,191,691	1,416,004	1,510,549	1,384,761
売上原価	570,523	651,630	841,732	908,943
売上総利益/損失	621,168	764,374	668,817	475,818
一般管理費	37,939	47,583	77,102	61,321
その他営業利益	421,132	316,861	57,777	121,298
その他営業費	396,326	284,779	43,188	89,370
販売費	1,472	1,732	2,123	3,399
営業利益/損失	606,563	747,141	604,181	443,026

	2010年	2011年	2012年	2013年
財務費用	41,921	6,066	178,131	327,726
その他財務収益	3,063	11,875	35,243	32,395
その他収益(費用)	1,418	39,832	72,922	25,184
税引前当期純利益	569,123	792,782	534,215	172,879
利益税	195,381	206,401	131,739	46,346
当期純利益	373,742	586,381	402,476	126,533
運営・維持管理費	38.6	59.1	88.2	99.7
うちターミナルD	—	—	16.1	58.9
売上高純利益率(%)	31	41	27	9

出所：SIAB

2014年は紛争の影響がみられると推測されるが、年間の空港利用者数はSAPROFの需要予測を上回る利用があった。旅客数は需要予測以上であり、現状の財務状況は当初想定範囲内にある。また、2014年の空港利用者数の内訳をみると(表16)、国際線への影響は少ないが、東部とクリミア半島への便が停止されているため、国内線への影響の方が大きい。一方で、クリミア問題が発生する以前の2012年における国際線と国内線の利用客の比率は7:1であり、国内線の利用者数の方が少ないことから、紛争がSIABの財務状況に与える影響は限定的と考えられる。また、SIABは紛争による国内線旅客の減少の影響を最小限にとどめるため、国内線と国際線のサービスをターミナルDに集約するなど、経営努力をしている。したがって、事後評価時点においてSIABの財務に問題はないと判断した。

表16 ボリスポリ空港利用者の内訳

単位：千人

	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
国際線	5,761	6,947	7,432	7,174	6,341
国内線	931	1,082	1,037	742	548
トランジット	2	18	9	11	2
合計	6,694	8,047	8,478	7,927	6,891

出所：質問票回答

3.5.4 運営・維持管理の状況

前述の利用者の満足度調査においても指摘されていたように、空港ターミナルは非常に清潔に保たれ、設備のき損などは見当たらなかった。調達した設備は、故障などもなく、良好に稼働している。

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. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、旅客ターミナル等の整備を行うことにより、旅客需要の伸びに対応するとともに利便性の向上を図ることをめざしていた。本事業の目的は、審査時(2004年)、事後評価時双方のウクライナの開発政策、開発ニーズ及び審査時の日本の援助政策に合致していることから妥当性は高い。外部要因の変化による需要の大幅な増加及び旅客ターミナル建設地の変更に伴い全体としてスコープは増加したが、このスコープの拡大は、事業効果の発現のためには適切なものであった。したがって、このスコープ拡大を考慮に入れると、事業費はおおむね計画どおりであった。一方、事業期間が計画を上回ったことから、効率性は中程度と考えられる。本事業の運用・効果指標はほぼ目標を達成しており、計画どおりの効果の発現がみられることから、有効性・インパクトは高いと考えられる。事業によって発現した効果の持続性に関しては、紛争の影響も事後評価時点においては限定的と考えられ、体制面、技術面、財務面のいずれも特段の問題がなく、維持管理状況も非常に良いことから、持続性は高いと考えられる。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

なし。

4.2.2 JICA への提言

なし。

4.3 教訓

【初の円借款支援を実施する国における準備調査】

本事業は、ウクライナにおける初の円借款事業であった。実施機関が、JICA の円借款手続きに不慣れであるだけでなく、JICA にとってもウクライナの法令や商習慣は馴染みのないものであった。にもかかわらず、本事業の準備段階では、一般的な開発政策や需要の確認及び技術面での調査にとどまっており、ウクライナの調達制度や商習慣に係る調査やリスク分析等は行われなかった。結果として、例えば、事業実施中に基本設計の国家承認が必要であることなどがわかり、特に初期段階において事業遅延の一因となった。このような事態を避けるために、円借款を初めて実施する国においては、準備段階で、法令や商習慣等の調査を行い、円借款経験国で一般的に実施される準備調査よりも詳細なリスク分析をすべきである。

【施工管理コンサルタントの業務範囲】

本事業では、何度か設計や事業範囲が変更され、事業が遅延した。本事業と同時並行で進んでいたアエロスヴィート社のターミナル建設計画が頓挫したり、ターミナル建設地の変更があったり、SAPROFの想定以上に旅客数が増加したことなどが変更の理由である。一方、コンサルタントの業務範囲は調達支援と施工管理のみであった。実際に施工開始したのは2008年で、既にSAPROF実施後5年を経過していたため、この間、2度にわたり需要予測の見直しが行われた。しかし、この見直しは施工管理を担当するコンサルタントではなく、空港の全体的な開発計画を策定していた別のコンサルタントが行った。これらコンサルタント間のコミュニケーションがスムーズではなかったことも、事業遅延の一因となった。不要な事業遅延を避けるには、同時並行で計画されている他のプロジェクトの動向を見つつ、本事業の業務範囲を適時に見直したり、適切な需要予測と他の既存のターミナルの利用状況に基づく設計を行うことが必要であった。今後、類似の事業を実施する際には、事業のよりスムーズな実施のために、事業の合意をする段階で、空港全体の開発計画や、需要予測の見直しを含む既存調査のレビューなどをコンサルタントの業務の一部に含めることが望ましい。

以 上

主要計画/実績比較

項目	計画	実績
①アウトプット 1. 工事・機器調達 2. コンサルティング・サービス	国際旅客ターミナルビル: 地上3階、約37,000 m ² 誘導路・エプロン その他関連設備 計:878MM	国際旅客ターミナルビル: 地上3階、約107,000 m ² 誘導路・エプロン その他関連設備 計:1,159.86MM
②期間	2005年3月～2010年12月 (70カ月)	2005年3月～2013年11月 (105カ月)
③事業費		
外貨	11,459百万円	28,260百万円
内貨	13,998百万円 (683百万 UAH)	26,946百万円 (2,209百万 UAH)
合計	25,457百万円	45,206百万円
うち円借款分	19,092百万円	19,092百万円
換算レート	1UAH = 20.5円 (2004年6月時点)	1UAH = 12.2円 (2013年4月時点)