

イラン

カルン第4水力発電所建設事業（フェーズ1およびフェーズ2）

外部評価者：グローバル・グループ21ジャパン 昌谷 泉

0. 要旨

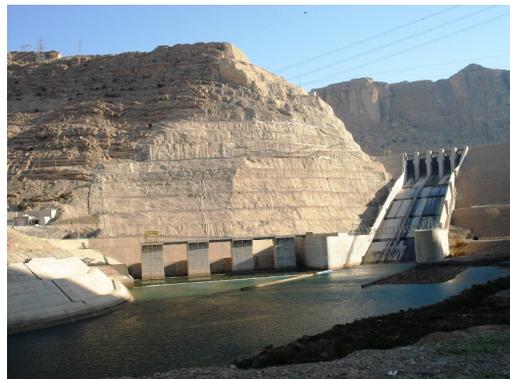
本事業は、イランの急増する電力需要に応えるための電力開発政策の一環として計画され、また、現時点においても電力需要の増大は続いており発電能力増強の必要性は高い。日本の援助政策とも合致しており、本事業の妥当性は高い。本事業により計画どおりの発電能力を持つ水力発電所が建設され、事業費は計画内に収まったが、円借款凍結という事情等により完成は当初計画より4年遅れた。したがって本事業の効率性は中程度と判断される。発電電力量実績は計画の8割程度であるが、近年の降雨量不足や上流ダムの影響を受けたものであることを勘案し、また、事業の経済性（内部収益率）の高さを勘案すると、有効性は高いと判断される。本事業による発電電力はナショナルグリッドに接続され全国に供給されており、国全体への安定した電力供給に貢献している。本事業の施設は良好な状態にあり、施設を運営するフーズスタン州水電力公社（KWPA）は適切な運営維持管理体制、技術、財務能力を備えていると考えられることから、本事業の持続性は高いと判断される。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

1. 案件の概要



プロジェクト位置図



マスジッド・エ・ソレイマンドム

1.1 事業の背景

イランでは、1990年時点においてピーク時の深刻な電力不足に直面しており、計画停電が実施されていた。さらに、イラン・イラク戦争（1980～88年）後の経済復興に伴う電力需要の増大が予想され、電力開発プロジェクトは国家開発計画である第一次経済社会文化開発5カ年計画（1989～94年）においても最優先とされた。エネルギー省は5カ年計画に基づく電源開発事業を実施し、1993年時点で17の火力発電所が建設中であり、また、11

の火力発電所と 8 カ所の水力発電所の建設が計画されていた。

イランの電力エネルギー源は世界有数の埋蔵量を有する石油及び天然ガスを主体としているが、一方でイランは山岳部に豊富な水資源を有しており、石油資源節約の観点からも、長期的には水力発電の開発を積極的に進めることは重要とされた。特にカルン水系においては 1960 年代に実施されたマスタープラン調査において、その開発ポテンシャルが極めて高いことが確認された。本カルン第 4 水力発電所（以下、マスジッド・エ・ソレイマン水力発電所¹）建設事業もその一環として計画されたものである。1990 年のイラン側によるフイージビリティースタディー実施を経て 1991 年にイラン政府より円借款要請がなされ、1993 年に借款契約が調印、1996～2006 年にかけて事業が実施された。

なお、1992 年の審査当時²、円借款対象である外貨分の総費用は約 1,500 億円相当と見込まれ、借款は 3 回に分けて供与される予定だった。第 1 期分は土木工事の一部及びコンサルタント費用の計約 386 億円であり（本事業フェーズ 1）、引き続き 1994 年中に第 2 期として水車・発電機（4 基）等費用、その後第 3 期として土木工事残余分が順次供与されることとなっていた。しかしながら米国が対イラン経済制裁を強化して日本政府にも同調を求めたため、日本政府は第 2 期分以降を凍結、イラン側は発電機を自己資金で調達した。一方、土木工事の進捗に伴い工事資金が不足し、中断による洪水被害発生の可能性が生じたため、イラン側は 1998 年に土木工事残余分に対する円借款を要請した。これを受け日本政府は「人道的観点より緊急避難的措置」³として、追加借款約 75 億円（本事業フェーズ 2）を供与した。

1.2 事業の概要

本事業は、イラン南西部のカルン川流域にある既設のカルン第 1 ダム（別名シャヒード・アッバスプールダム）下流約 20km 地点にロックフィルダム及び出力 2000MW（うち円借款対象は 1000MW：年間発生電力量 3,700GWh）の地下発電所を建設することにより、同国の電力供給能力の向上を図り、もって電力供給の安定と増加する電力需要への対応に寄与する。

本事業の借款契約概要は表-1 のとおりである。

¹ 「カルン第 4 水力発電所」は審査当時の仮の名称であり、その後本事業はマスジッド・エ・ソレイマン（Masjid-e-Soleiman）水力発電所と名前を変えた。現在はカルン第 4 水力発電所という名称の別の発電所が存在することから、混乱を避けるために本報告書ではマスジッド・エ・ソレイマン水力発電所（ダム）と記述する。

² 本報告書で審査当時、または審査時とは、特記ない限りフェーズ 1 借款の審査（1992 年）を指す。

³ 国際協力機構（JICA）審査資料に基づく。

表-1 事業借款契約概要

円借款承諾額／実行額	承諾額合計 46,108 百万円（【フェーズ 1】 38,614 百万円、【フェーズ 2】 7,494 百万円） 実行額合計 45,955 百万円（【フェーズ 1】 38,471 百万円、【フェーズ 2】 7,484 百万円）
交換公文締結／借款契約調印	【フェーズ 1】 1993 年 5 月／1993 年 6 月 【フェーズ 2】 2000 年 10 月／2000 年 10 月
借款契約条件	【フェーズ 1】 金利 3.0%、返済 25 年（うち据置 7 年）、複合アンタイド 【フェーズ 2】 金利 2.2%、返済 25 年（うち据置 7 年）、一般アンタイド
借入人／実施機関	イラン・イスラム共和国政府／イラン水・電力資源開発会社（IWPC）
貸付完了	【フェーズ 1】 2005 年 8 月 【フェーズ 2】 2006 年 1 月
本体契約	大林工業（韓国）・佐藤工業（日本）（JV）
コンサルタント契約	日本工営（日本）・ラーメイヤー（ドイツ）（JV）
関連調査等	1990 年にラーメイヤー（ドイツ）、モシャニール（イラン）がフィージビリティースタディーを実施 1992 年に日本工営（株）が SAPROF を実施
関連事業	なし

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

氏名 昌谷 泉（グローバル・グループ 2 1 ジャパン）

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2010 年 11 月～2011 年 9 月

現地調査：2011 年 1 月 13 日～1 月 28 日、2011 年 4 月 28 日～5 月 6 日



図-1 カルン水系およびマスジッド・エ・ソレイマンダムの位置

3. 評価結果（レーティング：A⁴）

3.1 妥当性（レーティング：③⁵）

3.1.1 開発政策との整合性

事業の背景で述べたように、本事業は国家開発計画に基づく政府の電源開発事業の一環として位置づけられており、開発政策との整合性は非常に高かった。

現行の第5次5か年計画（2010年～2015年）においては、電力分野の課題としてエネルギー供給源の多様化、電力開発方式の最適化、発電所の効率化と電力ロスの削減、電力と熱の同時生産が挙げられている。また、エネルギー省によれば、政府は水力発電を含む再生可能エネルギーの開発を重視する方針であり、水力発電の全発電設備能力に占める割合を、2009年現在の13.7%から2025年には18.5%へと増加させる計画である。このように本事業のイラン政府の開発政策との整合性は現在も高い。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

イランでは、1986～90年までの間、最大電力需要に対して15%以上の供給電力が不足し、計画停電が実施されていた。1990年時点においては最大電力需要10,407MWに対して、最大電力供給は8,182MWと深刻な電力不足が生じていた。また、イラン・イラク戦争後の経済復興に伴う電力需要の増大が予想されており、実際、最大電力需要は1999年3月末には

⁴ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

⁵ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

18,425MW にまで増加した。政府にとって電力需要の急増に対応する供給能力を向上することは急務であり、本事業は開発ニーズと整合するものであった。

現行のエネルギー省の長期電力開発計画（2000年～2025年）によれば、電力需要は同計画の期間中、年率で約8%の増加が予想されている。それに対応するために発電施設の増設が計画されており、2011年3月現在の総発電容量は58,705 MW に対し、2025年の総発電容量は136,000 MW まで増加される計画である。このように、電力需要の伸びは引き続き高く、現在においても開発ニーズとの整合性は高いといえる。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

イランは、産油国として日本にとって重要な位置を占めているが、日本は、湾岸地域の平和と安定の観点から、イランが現実的で穏健な善隣友好政策をとり、近隣諸国や主要国との関係の安定化を実現するための行動をとることが必要との基本的考え方があった。日本としては、審査当時のイランの疲弊した経済の回復に寄与し、当時の政権の経済改革努力に対する適切な支援を行いつつ、これを通じ同国の対外関係の安定化と地域の安定化を図るアプローチを取る必要があった。本事業は、このような政策の一環として実施された。したがって、審査当時の日本の対イラン援助政策と整合するものである⁶。

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

3.2 効率性（レーティング：②）

3.2.1 アウトプット

審査時の計画では、本事業はダム建設、発電所建設、コンサルティング・サービスの3つのコンポーネントで構成された。

主要計画／実績比較表（最終ページ）に示したとおり、各コンポーネントともにほぼ計画どおり実施された。ダムの堤長に38mの差が出ているが、これは計画時には水吐口（Spillway）部分を堤長に含んでいたためであり、実質的に大きな変更はない。

なお、発電所の発電設備能力は、本円借款事業の範囲では1,000MW（250MWの発電機4基）であるが、円借款対象外のイラン自己資金による拡張ステージでさらに1,000MW（250MWの発電機4基）を増設し、マスジッド・エ・ソレイマン発電所全体の発電設備能力を2,000MW とすることが当初より計画され、そのとおりに実施された⁷。

⁶ 本項の記述は1993～98年のODA白書によるものである。

⁷ 事業の背景に述べたように、フェーズ1審査当初予定されていた4基の発電機等へ第2期円借款供与は見送られたため、イラン政府は、自己資金で契約していた拡張ステージ用の発電機（5～8号機）を本事業の水車・発電機（1～4号機）に転用した。



ダム周辺遠景



ダム湖



発電機



タービン

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

事業費の審査時計画は約 2,227 億円（うち円借款 1,514 億円）であったのに対し、実績は約 1,301 億円（うち円借款 459 億円）であり、計画比 58%と大きく減少した（表-2）。アウトプット実績が計画どおりであるにもかかわらず、事業費実績が計画を大幅に下回った主な理由は以下のとおりである。

- ・ 全般的には激しい国際競争入札の結果、計画時の見積価格との間に大きな差が生じた⁸。
- ・ 実施機関であるイラン水・電力資源開発会社（以下 IWPC という）によるコントラクターとの交渉の結果、イラン自己資金による発電機器等（ゲート鉄管、水車発電機、屋外開閉所）の調達は、他のダム建設事業の調達と同時契約することにより、契約額が低く抑えられた。また、機器の一部を輸入品から国内製品に変更し製造コストと運送コストが下がり、契約額が低く抑えられた。

⁸ 土木本体工事は日本のコントラクターが実施する想定での価格見積もりであったが、日本企業は応札せず、結局、韓国の大林工業（Daelim Industrial）が落札し、契約にいたった（日本との佐藤工業との JV であるが、佐藤工業の比率は 5%に過ぎない）。

表-2 事業費の計画および実績

	審査時計画				実績		
	外貨 (百万円)	うち 円借款分	内貨 (百万リアル)	合計 (百万円)	外貨 (百万円)	内貨 (百万リアル)	合計 (百万円)
準備工事	8,269	0	23,726	12,065	0	35,884	1,669
土木工事	89,400	89,400	234,826	126,972	40,614	598,202	68,437
発電機器等	44,420	44,420	19,349	47,516	0	744,248	34,616
予備費	11,574	11,161	26,116	15,753	0	0	0
コンサルサービス	6,462	6,462	27,689	10,892	5,322	349,164	21,562
税金	0	0	50,036	8,006	0	0	0
土地収用費	0	0	9,614	1,539	0	81,202	3,777
合計	160,125	151,443	391,356	222,742	45,936	1,808,700	130,062

注 1. 為替レート： (審査時) 1円=6.25リアル
(評価時) 1円=21.50リアル (1991~2006年加重平均)

注 2. その他の説明は脚注を参照⁹。

3.2.2.2 事業期間

本事業の事業期間は、計画を大幅に上回った。事業は1993年6月～2000年12月の92ヶ月間で実施される計画であったが、実際は1993年6月～2004年12月の140ヶ月で実施された。事業期間は計画比152%、完成は当初計画より4年の遅れとなった。

事業実施が遅れた最大の要因は、当初予定されていた第2次、第3次円借款供与の凍結により、発電機器導入のための外貨と土木工事追加資金が不足したことであった。土木工事凍結期間中に再開の見込みについて日本側から情報が得られず、イラン側自己資金による発電機調達を決定・実施するのに時間を要した。これにより約2年の遅延が生じた。

その他の要因には以下が挙げられる。

- ・ 国際競争入札によるコントラクター選定のため価格競争が激しくなり、コントラクター側はコスト削減のため安価な工事手法を提案した。その結果、手法の適切性に関し発注側との協議に時間を要し、最終的な工事手法の決定が遅延した。
- ・ 資機材調達の困難に伴い分水路 (diversion tunnel) の建設に時間を要した。
- ・ 工事期間中の2回の洪水、フーゼスタン州の過酷な気候 (高気温) によりダムへの湛水作業に時間を要した。
- ・ 1989年に設立された実施機関のIWPCにとっては、国際的なコントラクター、コンサルタントを雇用して事業を実施するのは初めての経験であり、監理上不慣れ

⁹ 事業費の実績については以下の点に注意。

- ・ 費目ごとの年度別事業費データが入手できないため、費目ごとの為替レートを正確に算出することはできない。したがって費目別の円貨建て事業費実績の算出にあたっては、便宜的に全事業費の加重平均為替レート (PCRによる) と同じ数値 (1円=21.50リアル) を適用した。
- ・ 事業費実績のうち円借款以外の外貨分は内貨として計上されている。発電機器等費用のうち水車発電機の調達は、円借款凍結のためイラン自己資金 (中国からの資金調達) により多くが外貨で賄われたが、表では内貨として扱われている。また、ゲート鉄管工事の契約は内貨で結ばれたが、実際にはコントラクターが必要外貨を準備した。これも表では内貨として扱われている。

な点があったことも遅延の一因になった可能性がある。

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、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は中程度である。

3.3 有効性（レーティング：③）

3.3.1 定量的効果

3.3.1.1 運用・効果指標

マスジッド・エ・ソレイマン水力発電所は250MWの発電機8基を有し、発電設備能力は2,000MWである。円借款事業による発電機4基が2002年より順次運転を開始、さらに拡張ステージで増設された4基が2007年より順次運転を開始している。ただし2011年5月現在、拡張ステージ4基は故障のため修理中であり、そのうち1基は修理完了まで長期間を要する状態である¹⁰。円借款対象の4基についてはこれまでのところ問題なく稼働している。

発電所の運用データは表-3に示したとおりである。円借款事業による4基は2003年度中にすべて設置され、2004年度からは全機が年初から稼働した。この4基に対する年間発電電力量の目標値は3,700GWhと計画され、4基増設により8基になっても変更はない¹¹。2004～2010年度の平均年間発電電力量は2,997GWhで計画値の81%にとどまっているが、この原因は2008年度以降の河川流量が減少していることにあり、発電施設に不具合が生じたわけではない。河川流量減少の理由は、1) 2008年度と2010年度の流域降雨量が少なかったこと、2) 2007年度の厳冬に伴い電力需要が急増し、上流ダム（カルン第1およびカルン第3ダム、図-1参照）での貯水量が減少しそのため放水量も減少したこと、3) 2010年度に新た建設されたにカルン第4ダムに湛水されたこと¹²、である。これらの要因が河川流量に影響を及ぼしたのはいずれも短期間（1～2年）であり、長期的な影響はないものと考えられる。このような事情により河川流量が少なかった2008年度以降を除外すると、平均年間発電電力量は3,871GWhであり、計画を上回っている。

¹⁰ IWPCおよび拡張ステージを担当するコンサルタントによると、故障した発電機1基については経済制裁の影響を受け部品調達が困難になっているため、修理に相当の期間を要するとのことである。他の3基はタービン部分の不具合で修理中とのことである。なお、本事業による4基については、発電機、タービンともに増設された4基とは異なる製造会社のものである。

¹¹ 水力発電所の発電量は基本的に河川流量に左右され、本事業は大規模貯水池を持たない流れ込み式発電所のため（貯水機能は日間調整分のみ）、1日の河川流量が発電能力を超える場合は発電に利用されず放流される。発電機が4基から8基に増えたことで発電能力が倍増し、1日に利用可能な河川流量の上限が増大しピーク時の電力需要増に対応できるようになった。

¹² 本事業審査時には、この新カルン第4ダムは計画されていなかった。

表-3 発電所運用データ

年度	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
利用水量(m ³)	1,764	7,972	8,818	10,439	12,043	11,698	4,326	4,968	5,383
発電設備能力 (期末、MW)	500	1000	1000	1000	1000	1750	2000	2000	2000
総発電電力量 (8基計、GWh)	686	2,906	3,136	3,697	4,392	4,259	1,496	1,728	2,272
1-4号機計	686	2,907	3,136	3,697	4,392	3,550	1,109	1,074	1,887
5-8号機計	0	0	0	0	0	709	387	653	386

注1：本報告書の年度は、イラン暦に基づき、当年の3月21日から翌年3月20日までを指す。

注2：2010年度の利用水量は初めの9ヶ月間のデータ。

出所：IWPC

3.3.1.2 内部収益率

審査時には、本事業の経済的内部収益率（EIRR）は17.2%、財務的内部収益率（FIRR）は7.8%であった。計算の前提条件は次のとおりであった。

EIRR

プロジェクトライフ：ダム50年、発電機器25年

費用：建設費用、維持管理費用

便益：同規模の火力発電所建設の投資費用、維持管理費用、燃料費

FIRR

プロジェクトライフ：ダム50年、発電機器25年

費用：建設費用、維持管理費用

便益：売電収入

事後評価にあたり、審査時と類似の前提条件で実績値をベースに再計算したところ¹³、EIRR14.35%、FIRR14.78%という結果を得た。審査時数値に比べ¹⁴、EIRRはやや低くなっているが¹⁵、公共事業としては十分高い数値であり、本事業の経済的妥当性を裏付けるものである。

3.3.2 定性的効果

電力の安定供給、経済振興・住民生活水準の向上、雇用機会の創出、炭化水素資源節約等があるが、これらはいずれも本事業のインパクトとみなし、次項で評価した。

以上より、本事業の実施により概ね計画通りの効果発現が見られ、有効性は高い¹⁶。

¹³ 再計算は基本的にIWPCが実施し、それを評価者が調整した。

¹⁴ ただし、審査時の計算過程には一部不明の点があり、また再計算においては基本的な前提条件は同じであるものの、イラン通貨ベースでインフレ率を加味するなど現実性を高めるために変更を行っているため、正確には比較できない。

¹⁵ 便益項目である代替火力発電所の投資費用を実績に基づき低くしたことが主因である。

¹⁶ 有効性のレーティングは、インパクトの評価と合わせて判断した。

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

審査時に想定されたインパクトとしては、1) イラン全体における電力供給の増加・安定およびこれによる電力不足の緩和、2) 電力の安定供給による経済振興、住民生活水準向上、3) 本体工事の実施に伴う雇用機会の創出、4) 水力発電による炭化水素資源節約がある。

1) 電力供給の増加・安定

イランの電力事情は、表-4 に示したとおり、大きく改善されている。総発電設備能力、電力消費量は大幅に増加しており 1993 年から 2009 年の間にそれぞれ 2.95 倍、2.92 倍となった。本事業の発電量は渇水年を除くと総発電量の 2%を超えており、この改善に貢献している。また 2001~09 年の間にイランの発電設備能力は約 29,000MW 増加したが、本事業はその 6.9%を占める。また、電力供給の増強により、近年では電力不足はほぼ解消されて計画停電は無くなった¹⁷。

表-4 イラン電力の概況

年度	1993	2000	2005	2006	2007	2008	2009
ピーク時電力供給 (MW)	13,308	20,609	30,694	32,997	34,583	34,270	37,878
総発電設備能力(MW)	19,042	27,207	41,044	45,322	49,425	59,972	56,181
電力消費量(GWh)	58,115	90,366	132,898	144,582	152,329	161,058	169,781
総発電電力量(GWh)	69,885	113,032	170,648	184,911	196,080	206,173	221,317
一人当たり発電量 (KWh/人)	1,261	1,845	2,566	2,733	2,852	2,956	n.a.

出所：IWPC および国営送電発電会社資料

2) 電力の安定供給による経済振興、住民生活水準向上

電力の安定供給により、家計、産業部門ともにその恩恵を受けている。電力利用世帯当たりの電力消費量は 1994 年度の 2,265KWh から 2009 年度の 2,603KWh へ増加している。電化村の数は 1994 年度の 32,066 村から 2009 年度の 51,595 村へと増加し、2009 年度の村落電化率は 93.1% (94 年度 48.2%)、同じく村落世帯電化率は 98.9% (同 76.0%) に達している¹⁸。

3) 本体工事の実施に伴う雇用機会の創出

工事期間中、本事業サイト及び周辺地区で多数の直接雇用が創出された。建設時の周辺地域雇用増への貢献は大きく、マスジッド・エ・ソレイマン、イゼー (Izeh)、アンディカ (Andika) の各市で 12,000 人以上が雇用された¹⁹。経済活動の活性化等、間接的な波及効果

¹⁷ エネルギー省からの聞き取りによる。停電に関する統計データは入手できなかった。

¹⁸ 統計数値は Tavanir (国営送電発電会社) の「Statistical Report on 43 Years of Activities of Iran electric Power Industry (1967-2009)」による。

¹⁹ IWPC の推計による。

を考慮すると雇用創出のインパクトはさらに大きくなる。多くの労働者はダム建設工事終了後も身に付けた技能を活かして他所で就労したり、本事業の運営会社に就労したりするなど、そのインパクトは継続されている²⁰。

4) 炭化水素資源節約効果

本事業の水力発電により、同規模の火力発電に必要な石油・天然ガス等の炭化水素資源が節約された。IWPC の試算によると、2010 年 12 月現在までの本事業の総発電電力量は 24,155GWh であるが、それに相当する電力を火力で発電するには 181 億 m^3 の天然ガスと 60 億リットルの軽油²¹が必要とされる²²。本事業によりこれらの燃料を節約したことになり、また環境への影響を軽減したことにもなる。

3.4.2 その他、正負のインパクト

1) 対象地域及び対象者への裨益

本事業の実施に伴い、橋梁の建設、アクセス道路建設、周辺道路の整備、マズジッド・エ・ソレイマン市への飲料水供給パイプライン建設等が行われた。ただし、アクセス道路を除くと、そのほとんどは拡張ステージ（円借款対象外）において実施されたものである。また、道路整備とダム景観により、観光客が増加し、地域経済に好影響をもたらした²³。

2) 自然環境へのインパクト

本事業はイランにおいて環境影響評価制度が整備される以前の案件であり、工事開始前にイラン国内法に基づく環境影響評価手続きは行われていないが、サイトは植生のない土漠地帯であることから、審査時点において生態系や景観への影響はないと推定され、実際にそのような影響は報告されていない。

工事期間中、騒音・振動などの自然環境への影響は全く報告されていない。施設完成後は、運営会社が法制度に則り騒音、水質、大気の測定を実施しており、その結果環境への悪影響は報告されていない。

3) 住民移転・用地取得

本事業サイトは山間部の土漠地帯にあり、湛水地域は溪谷内に限られたため、農耕地の水没はなく、住民移転も小規模であった。ダム建設に伴い、2つの集落の住民約 30 戸、150 名が移転対象となった。金銭補償により特に問題なく、周辺の村や市への移転が円滑に行

²⁰ これらの情報は、IWPC のほか、本事業サイトの北東約 5km に位置するアンディカ市関係者へのインタビューに基づく。

²¹ 正確には、Mazot と呼ばれる比重の高い軽油 39 億リットルと、通常の軽油 22 億リットル。

²² これによる二酸化炭素排出削減量を、日本の環境省「事業者からの温室効果ガス排出量算定方法ガイドライン（試案 ver1.5）」に基づき概略計算すると、約 539 億 kgCO₂ となる。

²³ IWPC およびアンディカ市関係者へのインタビューに基づく。

われた²⁴。一部の移転先には、IWPC が警察署や公共施設を設立する等の便宜を図った。住民の多くは遊牧民であったこともあり、移転住民の現在の状況は把握されていない。

一部の用地取得については、土地所有者との価格交渉が難航し、計画額以上の費用が必要になったが、特段の問題は生じていない²⁵。

4) 技術移転効果

イランでは前例のない大規模水力発電所プロジェクトを国際的専門家と合同で実施した経験により、イランの水力発電所設計、製造、建設、管理技術が向上した²⁶。IWPC によると、これらの技術は他のプロジェクトに活かされており、現在 IWPC が建設中のダルヤン (Daryan) ダム、カルン川下流のゴトヴァンド (Gotvand) ダムでは、コントラクター、コンサルタントともに外国企業が参加することなくイラン企業のみが担当している。

5) 近隣諸国への電力供給

表-5 に示したとおり、イランはイラク、トルコ、アフガニスタン等周辺国への電力輸出を増加させていることから、本事業はこれら近隣諸国への電力安定供給にも間接的に寄与している。

表-5 イラン電力輸出(GWh)

年度	2004	2005	2006	2007	2008	2009
イラク	296	1,003	1,002	1,085	2,416	4,806
トルコ	491	535	576	608	453	508
アフガニスタン	20	66	134	206	286	357
その他	1,030	1,156	1,062	621	721	483
輸出計	1,837	2,760	2,774	2,520	3,876	6,154

出所：国営送電発電会社資料

以上のように、本事業の正のインパクトは大きく、一方で重大な負のインパクトは観察されていない。

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を担当する機関は、フーズスタン州水電力公社 (以下 KWPA と言う) である。

当初計画においては、KWPA が事業完成後に建設を担当した IWPC から運営維持管理を引き継ぐと定められていたが、1998 年に、完成後も IWPC が本事業の運営維持管理を担当することがエネルギー省により決定されたため、2001 年に IWPC の子会社としてマスジッ

²⁴ IWPC およびアンディカ市関係者へのインタビューに基づく。

²⁵ IWPC による。

²⁶ 本事業でイランの水力発電所建設に新たに導入された技術の例としては、洪水吐の負圧発生を抑えるためのエアレーター設置、高温下でのコンクリート打設の際の砕氷使用、設計における CAD の本格導入等がある。

ド・エ・ソレイマン水力発電所運営会社（以下“運営会社”と言う）が設立された。しかしながら、2004年には再びエネルギー省の方針変更により KWPA が運営維持管理を行うことが決定されたため、運営会社は2005年3月に KWPA の子会社として移管された。IWPC から KWPA への運営会社移管に際しては、金銭的な取引はなく、無償で譲渡された。また、現在 IWPC は KWPA の要望に応じて運営会社への技術的サポートを無償で実施している。

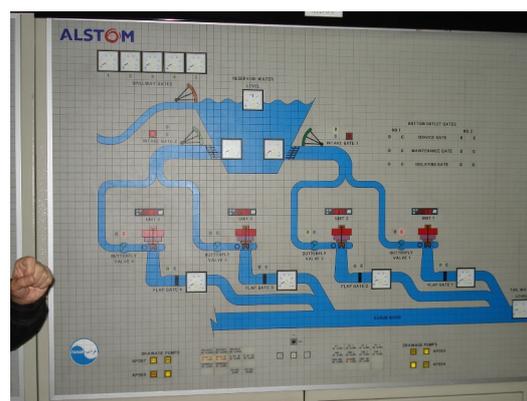
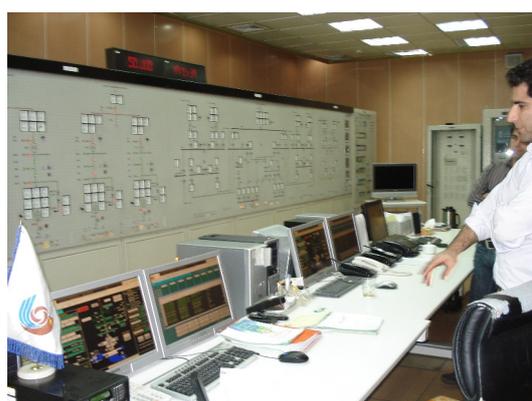
KWPA は1960年に設立されたエネルギー省傘下の国営企業である。フーズスタン州周辺の発電所の運営管理と送配電を行う電力部門と農工業用・民生用水供給事業を行う水部門を持つ。KWPA はフーズスタン州、コフギルイェ・ボィエルアフマド（Kohkiluyeh va Boyerahmad）州の水力発電所5か所²⁷の運営維持管理を担当している。

KWPA は審査時点でイランにおける水力発電の運営をほぼ一元的に実施してきた大規模国営企業である。運営会社の組織、各部門の職務分掌は整備されており、運営維持管理体制に特段の問題は見られない。

3.5.2 運営・維持管理の技術

KWPA は水力発電所の運営維持管理を過去数十年実施した技術的蓄積があり、エネルギー省からの評価は高い。運用維持管理マニュアルは項目別に14種類作成され、利用されている。運営維持管理スタッフ数は現在合計45人である。KWPA によれば、人員数は充足しており、これまでのところ技術面での問題は生じていない。スタッフの研修については、研修計画に基づいて内部研修が実施されているほか、研究機関、大学等外部での研修制度がある。

以上を総合すると KWPA および運営会社の技術資源は十分にあり、また、施設が順調に運営されていることから、技術水準は高いと判断される。



発電所内オペレーションルーム

²⁷ 本事業の他にシャヒード・アッパスプール（Shahid Abbaspur）、デズ（Dez）、カルケー（Karkheh）、マルン（Marun）の各発電所

3.5.3 運営・維持管理の財務

2001年から2009年までの運営会社の運営維持管理支出は表-6の通りである。運営会社の運営・維持管理費用は毎年KWPAから支出され、必要な額が確保されている。年を追うごとに運営・維持管理費用が増加している理由は、1)物価上昇、2)運営会社がIWPCからKWPAへの移管される2005年まで費用の一部をIWPCが直接負担していた、3)拡張ステージ(2007年より発電機4基増設)の進展による。

表-6 運営・維持管理支出

年度	支出(百万リアル)
2001	709
2002	3,346
2003	16,389
2004	24,384
2005	31,677
2006	38,970
2007	48,080
2008	58,949
2009	70,000

出所: IWPC

KWPA 本体の財務状況については、データが入手できなかったが、KWPA、エネルギー省からの聞き取りによれば、電力部門、水部門ともに安定収入があり、財務に問題は発生していない。電力部門の収入は、送電網を管理する国営企業であるイラン送電網管理公社(Iran Grid Management Company)²⁸に対する売電による。中央政府からの補助金はない。

3.5.4 運営・維持管理の状況

現地視察およびIWPC、KWPAの説明によると、マスジッド・エ・ソレイマン発電所の施設のうち本事業対象施設は良好な状態にあり、運営維持管理計画に沿って適切に運営・維持管理されている。

一方、本事業対象外の拡張ステージで増設された発電機4基については、運用・効果指標の項で述べたように修理中であり、稼働していない状況にある。安定した運用、電力供給のためには早期の全機稼働が望まれる。

以上より、本事業の運転維持管理は体制、技術、財務状況ともに問題はなく本事業によって発現した効果の持続性は高い。

²⁸ 国営送電発電会社の子会社。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、急増する電力需要に応えるための電力開発政策の一環として計画され、また、現時点においても電力需要の増大は続いており発電能力増強の必要性は高い。日本の援助政策とも合致しており、本事業の妥当性は高い。本事業により計画どおりの発電能力を持つ水力発電所が建設され、事業費は計画内に収まったが、円借款凍結という事情等により、完成は当初計画より 4 年遅れた。したがって本事業の効率性は中程度と判断される。発電電力量実績は計画の 8 割程度であるが、近年の降雨量不足や上流ダムの影響を受けたものであることを勘案し、また、事業の経済性（内部収益率）の高さを勘案すると、有効性は高いと判断される。本事業による発電電力はナショナルグリッドに接続され全国に供給されており、国全体への安定した電力供給に貢献している。本事業の施設は良好な状態にあり、施設を運営する KWPA は適切な運営維持管理体制、技術、財務能力を備えていると考えられることから、本事業の持続性は高いと判断される。

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

マスジッド・エ・ソレイマン水力発電所の電力供給の安定性を確保し、本事業の有効性を高めるためには、すべての発電機が稼働可能な状態にあることが必要である。現在故障中である、拡張ステージで増設した 4 基の発電機を一刻も早く修理するよう努力するべきである。

4.2.2 JICA への提言

なし

4.3 教訓

本事業はイラン革命後のイランにとって初の円借款を利用した事業であり、また、イランにとっては前例のない、新技術を導入した大規模の水力発電所建設プロジェクトであった。さらに、実施機関の IWPC にとっても国際競争入札による事業実施は初めての経験であった。これらを勘案すると、事業を実施していくうえでの資金面、技術面、監理面の問題を十分に予測し得ない場合には、より余裕のある工期計画を策定すべきであろう。

主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
①アウトプット	<p>1) ダム建設（メインダム、仮締切りダム、水吐口） 形式：ロックフィルダム ダム高：170m 堤長：535m 総貯水容量：228 百万 m³</p> <p>2) 発電所建設（発電所建屋、変圧器室） 形式：地下発電所 発電設備能力：1,000MW（250MW×4 基）（本事業外の拡張ステージによる 1,000MW（250MW×4 基）を加えると 2,000MW） 年間発電量：3,700GWh</p> <p>3) コンサルティング・サービス 入札補助、詳細設計、施工管理等</p>	<p>1) ダム建設（メインダム、仮締切りダム、水吐口） 形式：ロックフィルダム ダム高：177m 堤長：497m 総貯水容量：228 百万 m³</p> <p>2) 発電所建設（発電所建屋、変圧器室） 形式：地下発電所 発電設備能力：1,000MW（250MW×4 基）（本事業外の拡張ステージによる 1,000MW（250MW×4 基）を加えると 2,000MW） 年間発電量：3,700GWh</p> <p>3) コンサルティング・サービス 入札補助、詳細設計、施工管理等</p>
②期間	1993年6月～2000年12月 (92ヶ月)	1993年6月～2004年12月 (140ヶ月)
③事業費 外貨 内貨 合計 うち円借款分 換算レート	<p>160,125百万円</p> <p>62,617百万円 (現地通貨391,356百万リアル)</p> <p>222,742百万円</p> <p>151,443百万円 1円＝6.25リアル (1992年9月)</p>	<p>45,936百万円</p> <p>84,126百万円 (現地通貨1,808,700百万リアル)</p> <p>130,062百万円</p> <p>45,936百万円 1円＝21.50リアル (2001年3月～2002年3月平均)</p>