

# 平成 22 年度案件別事後評価：パッケージ II-3

## 中国・モンゴル国

平成 23 年 12 月  
(2011 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

財団法人  
国際開発高等教育機構

評価
JR
11-24

## 序文

政府開発援助においては、1975 年以来個別プロジェクトの事後評価を実施しており、その対象を拡大させてきました。また、2003 年に改訂された「ODA 大綱」においても「評価の充実」と題して「ODA の成果を測定・分析し、客観的に判断すべく、専門的知識を有する第三者による評価を充実させる」と明記されています。

こうした背景の中、より客観的な立場から事業の成果を分析し、今後の類似事業等に活用できる教訓・提言の抽出を目的として、円借款事業については主に 2008 年度に完成した事業、また技術協力プロジェクトおよび無償資金協力事業については主に 2007 年度に終了した事業のうち、主に協力金額 10 億円以上の事業に関する事後評価を外部評価者に委託しました。本報告書にはその評価結果が記載されています。

本評価から導き出された教訓・提言は、国際協力機構内外の関係者と共有し、事業の改善に向けて活用していく所存です。

終わりに、本評価にご協力とご支援を頂いた多数の関係者の皆様に対し、心より感謝申し上げます。

2011 年 12 月  
独立行政法人 国際協力機構  
理事 渡邊 正人

## 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。

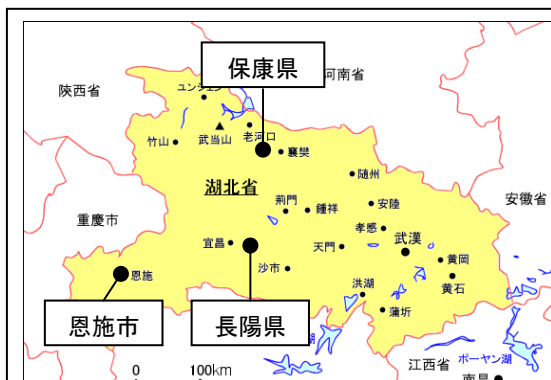
本報告書に記載されている内容は、国際協力機構の許可なく、転載できません。

## 0. 要旨

本事業は、電力供給能力の向上とクリーンエネルギー開発を目指す中国政府の政策、対象地域の電力供給ニーズ、当時の日本の援助方針と整合しており、妥当性は高い。建設された3つの発電所のうち長陽招徠河水力発電所及び恩施清江大龍潭水力発電所は降雨量により、また、葛州坝湖北寺坪水力発電所については上流での別発電所建設による貯水レベルの低下により、稼働状況に影響が出ているが、いずれの発電所も売電量は目標の8割程度となっており、予定された効果は概ね発現している。一方で、事業費、事業期間については恩施、保康のサブプロジェクトで計画を超えた結果、総額、全体期間も計画を上回り、効率性はやや低い。また、いずれの実施機関とも、運営・維持管理の体制、技術に特に問題はないものの、保康サブプロジェクトの実施機関では、事業費の大幅な増加と上流での別発電所建設による売電量への影響により財務状況が厳しくなっており、持続性には一部課題がある。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

## 1. 案件の概要



案件位置図



長陽サブプロジェクト発電所

### 1.1 事業の背景

中国は高い経済成長の原動力として電源の開発を重視し、発電量を飛躍的に増加させてきたが、電力需要は2000年以降も堅調に増加することが見込まれていた。一方、電源構成は火力発電所の比率が70%を超え、環境問題等が深刻化していたが、経済発展に伴う発電能力拡大の重視と国内の豊富な石炭資源を背景に、火力発電開発が促進され、豊富な水力資源は有効利用されていなかった。水力開発可能量の7割以上を有する西部地区の開発率は10%に満たず、絶対的供給能力不足の地区が内陸部に残存していた。これらを踏まえ、中国のエネルギー分野における主な課題は、電源構成の改善、水資源豊かな内陸部における農村電化や小水力発電所建設等の貧困対策などであった。

内陸部に位置し、豊富な水資源を誇る湖北省は、一人当たり GDP は中国平均レベルであるものの、農村地区にはいまだ貧困層が多く、農村地域に位置する本事業対象 3 県/市も国家級/省級貧困県に指定されていた。湖北省は 1999 年に GDP 成長率 8.3% を達成し、引き続きの経済発展が期待されていたが、そのためには、都市部及び農村部の電力インフラの拡充が必要不可欠であった。同 3 県/市においても電力需要の高い伸びが予想されていたが、増大する需要に供給が追い付いておらず、経済発展の制約要因となっていた。

## 1.2 事業概要

内陸部の水資源豊富な湖北省において、出力調整機能を供えた小水力発電所を建設することにより、電力供給能力の向上と大気汚染の防止を図り、もって地域経済の活性化・貧困緩和に寄与する。

円借款承諾額／実行額	9,152 百万円 / 9,147 百万円
交換公文締結／借款契約調印	2001 年 3 月 / 2001 年 3 月
借款契約条件	金利 0.75%、返済 40 年（うち据置 10 年）、 一般アンタイド
借入人／実施機関	中華人民共和国政府／湖北省人民政府
貸付完了	2008 年 10 月
本体契約	China Gezhouba Water & Power (Group) Co. (中国) / China Water Resources & Hydropower Engineering Bureau No. 11 (中国)
コンサルタント契約	-
関連調査（フェーズビリティ・スタディ： F/S）等	1995 年 恩施土家族苗族自治州水利電力勘測設計 院、長江委長江勘測企画設計研究院 F/S 作成（恩 施サブプロジェクト） 1998 年 湖北省水利水電勘測設計院 F/S 作成（長 陽サブプロジェクト） 1999 年 湖北省水利水電勘測設計院 F/S 作成（保 康サブプロジェクト）
関連事業	なし

## 2. 調査の概要

### 2.1 外部評価者

房前理恵（財団法人国際開発高等教育機構）

## 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12月

現地調査：2011年4月10日～4月27日、2011年6月27日～6月30日

## 3. 評価結果（レーティング：B<sup>1</sup>）

### 3.1 妥当性（レーティング：③<sup>2</sup>）

#### 3.1.1 開発政策との整合性

本事業審査当時、中国の国家政策レベルでは、電力改革の政策方針として、クリーン電源（揚水発電や貧困・農村地区における小水力発電等）の拡充及び小規模火力発電所の閉鎖・新設禁止などを進めるとされていた。また、小中水力発電は再生可能なクリーン電源と位置づけられ、その建設は第10次5ヶ年計画期の国の重点支援対象とされる予定であった。特に中西部の貧しい山間部で貧困脱却と経済発展を促すことを目標に小水力発電の建設加速が計画されていた。一方、省レベルでは、本事業の3つのサブプロジェクト共、湖北省第9次5カ年計画の重点プロジェクトとされていた。また、対象地域の長陽県、恩施市、保康県は國務院指定の「中国式農村電化モデル小水力事業試験県」であり、本事業は当時の中国国家政策、省計画と合致していた。

事後評価時点では、国家レベルでは第12次5カ年計画（2011～2015年）が策定され、エネルギー分野では第11次に引き続き、エネルギー源の多様化、安全、安定的、経済的、クリーンなエネルギー供給体制の構築が目標として掲げられ、水力発電が推進されている。農村においては、水力発電による農村電化県の設置、1000万kwの小水力発電容量の増設を行うとしている。一方、湖北省第12次5カ年計画概要（詳細計画は作成中）では、第11次に引き続き、省エネを推進しつつ、発電容量の拡大、エネルギー構成の最適化、新エネルギー源の開発などを目指している。この点で本事業は現政策とも整合しているが、水力発電については、第11次5カ年計画期（2006～10年）までに湖北省の水力開発可能量の88.3%が開発され（建設中発電所含む）、全国一の開発レベルに達しているため、湖北省政府は開発促進よりも秩序だった開発を目指している。

#### 3.1.2 開発ニーズとの整合性

中国は、事業審査前の1998年の時点で70%以上のエネルギーを石炭に依存しており、石炭火力発電所の比率が高いことから、原料炭の輸送能力の問題、都市部の大気汚染などの環境問題が深刻化していた。その後、2000年代に小水力発電を含む再生可能エネルギー発展を目指してきたが、総発電設備容量における火力発電所の比率は未だに75%（2009年）<sup>3</sup>であり、効率のよい火力発電へのシフトを試みているものの、クリーンエネルギーに対するニーズは現在も高い。

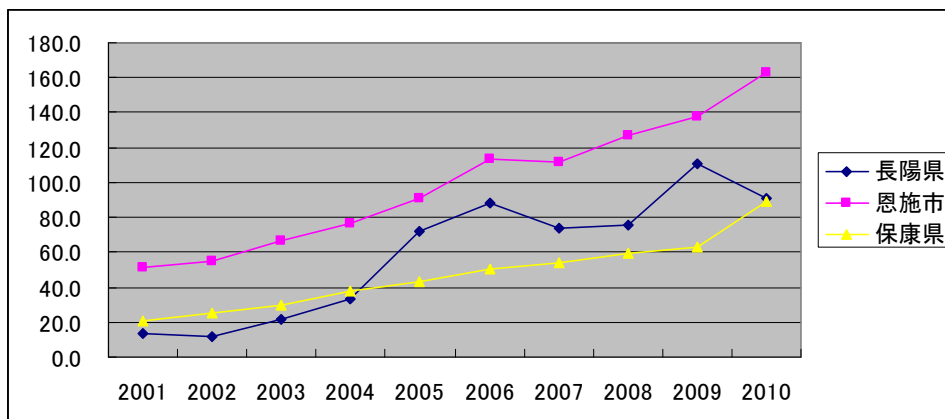
また、審査当時、本事業の対象地域である、長陽県、恩施市、襄樊市（保康サブプロジェクトの電力系統を有する）においては経済発展により電力需要の引き続きの増大が予想されていた一方で、電力需要に供給が追いつかない状態であった。これまでに省及び各県・市にて発電容量の拡大がなされてきたが、経済成長の結果、電力需要の伸びは引き続き大きい。

<sup>1</sup> A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

<sup>2</sup> ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

<sup>3</sup> 国网能源研究院編著（2010）『2010中国電力供需分析報告』

(単位：MW)



出所：湖北長陽招徠河水電投資有限公司、恩施清江大龍潭水電開發有限公司、葛洲坝湖北寺坪水電開發有限公司

図1 本事業対象県・市の最大負荷推移

### 3.1.3 日本の援助政策との整合性

審査当時の日本の「対中国経済協力計画」（2001年策定）は、汚染や破壊が深刻になっている環境や生態系の保全、内陸部の民生向上や社会開発などの分野をより重視としている。この観点から定められた重点分野・課題には、環境問題など地球規模の問題に対処するための協力、貧困克服のための支援が含まれる。

当時の旧JBICの対中国支援では、環境、食料・貧困、地域間格差是正のための内陸部重視の3つが重点分野とされていた。エネルギーセクターにおいては水力発電開発の促進をはじめとする支援に重点が置かれ、また、農村開発等を通じた貧困緩和事業及び効率的な水資源利用のための水利事業など、民間資金等での代替が困難な事業への優先的取り組みが重視されていた。

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

## 3.2 効率性（レーティング：②）

### 3.2.1 アウトプット

各サブプロジェクトにおいて、計画どおりの設備出力、発電機数の発電所が建設された。長陽サブプロジェクトの各アウトプットは計画どおり、恩施サブプロジェクトもほぼ計画どおりであった。保康サブプロジェクトについては、地質構造がF/Sの想定と違ったため、ダム型式を変更した。（アウトプットの詳細については本報告書最後の「主要計画／実績比較」を参照。）

表1 アウトプットの計画と実績（概要）

サブプロジェクト	計画	実績	差異の理由
長陽	12MW x 3 基の小水力発電所 主要構造物・調達機材：ダム、取水口、導水路、発電所、発電機器、道路等	計画どおり。	
恩施	10MW×3 基の小水力発電所 主要構造物・調達機材：ダム、取水口、導水路、発電所、発電機器、送電線、配電線、給水設備等	ほぼ計画どおり。 都市給水設備のみ、パイプの種類と長さを変更、給水ポンプを追加した。	計画時、浄水場の場所が未定であったため、資材の詳細が決められなかった。
保康	30MW×2 基の小水力発電所 主要構造物・調達機材：ダム、洪水吐、取水口、導水路、発電所、発電機器	ダムの型式を中央遮水式ロックフィルダムからコンクリートフェイスンググフィルダムに変更。それ以外は計画どおり。	地質構造が F/S の想定と違ったため。

### 3.2.2 インプット

#### 3.2.2.1 事業費

総事業費の実績は 20,504 百万円で、計画比 124%であり、計画を上回った。総事業費のうち、外貨は 9,147 百万円で計画比 100%、内貨は円換算で 11,357 百万円で計画比 154%であった。内訳は表 2 のとおり。

表 2 事業費の計画と実績

(単位：百万円)

	計画			実績		
	外貨*1	内貨*2	合計	外貨	内貨*3	合計
長陽	3,109	975	4,084	3,112	1,181	4,294
恩施	3,365	1,508	4,873	3,365	2,406	5,771
保康	2,667	4,342	7,009	2,669	7,769	10,438
物価上昇費	—	260	260	—	—	—
予備費	10	299	309	—	—	—
合計	9,152	7,384	16,535	9,147	11,357	20,504

\*1 2005 年 11 月の借款契約資金配分変更に基づく。

\*2 内貨 1 元=13 円（審査時使用レート）にて円貨に換算。

\*3 内貨 1 元=14.41 円（貸付期間月平均）にて円貨に換算。

出所：湖北長陽招徠河水電投資有限公司、恩施清江大龍潭水電開發有限公司、葛洲坝湖北寺坪水電開發有限公司

内貨の超過分は、恩施と保康のサブプロジェクトによるものである。恩施の超過の理由は、1) 為替変動により外貨が目減りし、不足分を内貨で補填したこと、2) 用地取得・住民移転費用が計画よりもかかったこと、3) 建設資材の価格高騰と省政府建設庁による品質確保の指示により、外貨が不足し、内貨で補填したことである。

保康については、上述のとおり、地質構造が想定と違ったために、ダムの型式の変更、法面工事、トンネル工事、基礎工事における各種の追加工事、水没面積の拡大による補償



額増加などが生じたことが主な原因である。内貨部分の増加額は、アウトプット、工事量の変更とともに、湖北省発展改革委員会の審査を受けて承認されており、アウトプット、工事量の変更に見合ったものであったと考えられる。

### 3.2.2.2 事業期間

本事業は、審査当初、2001年3月のL/A調印から2006年3月の61カ月が予定されていたが、実績は、2006年10月の保康サブプロジェクトの完了（本格稼働開始）までの68カ月となり、計画を若干上回った（計画比111%）。詳細は表3のとおりである。

表3 事業期間の計画と実績

サブプロジェクト	計画		実績	
	開始	完了	開始	完了
長陽	2001年3月 (借款契約調印)	2006年3月	2001年3月 (借款契約調印)	2006年3月
恩施		2005年3月		2006年4月
保康		2003年9月		2006年10月

サブプロジェクト別では、長陽は計画どおりであったが、恩施と保康に遅延があった。恩施の遅延は、事業期間中に起きた洪水による事故（3.4.2「その他正負のインパクト」参照）の影響で工事が2004年5月から10月まで中断し、その後徐々に再開したことによる。保康については、住民移転の対象の一部が保康県を管轄する襄樊市の管轄外の県に及んだため、行政的な調整に非常に時間がかかったことにより、事業開始が2003年9月と大幅に遅れた。

以上より、本事業は事業費、事業期間ともに計画を上回ったため、効率性は中程度である。

## 3.3 有効性<sup>4</sup>（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

小水力発電所の稼働状況は、降雨量に影響される送電端電力量、設備利用率、年間総流入量等に年によるばらつきはあるものの、3発電所とも大きな問題はない。

表4 運用効果指標の計画値と実績値

指標名	目標値 /計画値	実績値				
		2007	2008	2009	2010	目標/計画 比（平均）
長陽サブプロジェクト（長陽招徠河水力発電所）						
送電端電力量（GWh/年）	112	116.1	108.9	80.2	86.1	87%

<sup>4</sup> 有効性の判断にあたり、インパクトも加味してレーティングを行う。

最大出力 (MW)	36	36	36	36	36	100%
計画外停止時間 (時間)	0	91	110	73	90	—
計画停止時間及び運用停止時間* (時間)	—	2,256	2,688	3,816	3,768	—
設備利用率 (%)	36	36.8	34.5	25.4	27.3	86%
年間総流入量 (億 m <sup>3</sup> /年)	5.2	5.1	5.4	4.0	4.5	91%
恩施サブプロジェクト (恩施清江大龍潭水力発電所)						
送電端電力量 (GWh/年)	130	105.5	117.2	83.9	101.9	79%
最大出力 (MW)	30	30	30	30	30	100%
計画外停止時間 (時間)	0	0	0	0	0	—
計画停止時間 (時間)	—	720	533	567	433	—
運用停止時間* (時間)	—	4,208	4,535	4,724	4,875	—
設備利用率 (%)	49	48.5	44.6	31.9	38.8	84%
年間総流入量 (億 m <sup>3</sup> /年)	22	28.0	25.5	15.3	16.1	96%
保康サブプロジェクト (葛州坝湖北寺坪水力発電所)						
送電端電力量 (GWh/年)	181	151.6	157.7	134.7	154.2	83%
最大出力 (MW)	60	60	60	60	60	100%
計画外停止時間 (時間)	0	0	0	0	0	—
計画停止時間 (時間)	60	60	60	60	60	—
運用停止時間* (時間)	—	2,394	2,613	3,280	2,980	—
設備利用率 (%)	34	29.0	30.0	25.6	29.3	84%
年間総流入量 (億 m <sup>3</sup> /年)	9.94**	9.91	9.99	7.22	7.83	88%

\*電力供給量調整のため送電会社により定められた停止待機時間

\*\*事業計画時ではなく、詳細計画時に設定

出所：2000年9月署名 Minutes of Discussions 添付資料、湖北長陽招徠河水電投資有限公司、恩施清江大龍潭水電開発有限公司、葛州坝湖北寺坪水電開発有限公司

長陽サブプロジェクトにより建設された長陽招徠河水力発電所では、降雨量がほぼ想定どおりだった2007年の送電端電力量、設備利用率は目標を達成しており、4年間の平均でも85%を超えていることから、稼働状況は比較的良いと言える。計画外停止時間が毎年発生しているが、これは主として、計画されている運用停止時間（地域の電力供給量調整のため地域の送電会社により停止が定められている時間）以外に送電会社から要求された停止時間である。

恩施サブプロジェクトの恩施清江大龍潭水力発電所についても、降雨量により送電端電力量及び設備利用率が大きく左右されているが、平均して目標のほぼ80%に達している。

保康サブプロジェクトの葛州坝湖北寺坪水力発電所についても各指標とも目標/計画値の80%を超える実績を示している。しかし、上流の三里坪発電所（ダム式）の建設工事への影響を避けるため、貯水池の水を放出しなければならず、貯水池の水位が上がらないことから十分な発電ができない。葛州坝湖北寺坪水力発電所では、三里坪発電所工事が完了する2014年までの送電端電力量の目標値を当初の181GWh/年から、158GWh/年に再設定している。

### 3.3.1.2 内部収益率

売電収入を便益、事業建設費、運営維持管理費、税金を費用、プロジェクトライフを運転開始後 30 年として本事業の財務的内部収益率（FIRR）を再計算したところ、いずれのサブプロジェクトに関しても審査時を下回った。

表 5 各サブプロジェクトの FIRR

サブプロジェクト	審査時	事後評価時再計算
長陽	8.9%	4.1%
恩施	6.5%	2.4%
保康	7.0%	1.7%

いずれも、政府の政策により売電単価が低く抑えられ、売電収入が審査時の想定よりも非常に少なくなったことによるところが大きい（詳細についてはは 3.5.3「運営・維持管理の財務」を参照）。保康サブプロジェクトについては、事業建設費が計画を大幅に上回ったことで収益率が他の事業以上に低くなっている。

### 3.3.1.3 CO2 削減効果

降雨量が想定に最も近かった 2007 年の年間発電量の実績を元に、本事業による炭素削減量を計算したところ、3 サブプロジェクトとも、ほぼ目標値に近い削減効果を生んでいる<sup>5</sup>。

表 6 炭素削減量

(単位：トン/年)

サブプロジェクト	目標値	実績値 (2007 年)
長陽	約 97,000	約 107,000
恩施	約 113,000	約 118,000
保康	約 157,000	約 141,000

### 3.3.2 定性的効果

電力供給状況につき、本事業対象 3 県／市において、企業や工場、医療施設等の大口電力需要家に対して質問票及びヒアリング調査（全 23 人）を行ったところ<sup>6</sup>、電力供給に関する満足度は高いことがわかった。全ての回答者が、電力供給量は十分である、供給は安定していると回答している。また、16 人が、停電時間が減少したと感じており、多くの回答者が、電気の使用制限がなくなり、停電は年に数回の補修のための短時間計画停電のみであると指摘している。ただし、本事業による発電所は地域あるいは省の電力網に接続した上で運用され、電力供給地域を特定できないため、本事業のみの効果とは判断できない。

<sup>5</sup> 審査時と同じ次の計算式で計算（「IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Reference Manual」に準ずる）：年間発電量の熱量換算値×炭素排出原単位×不完全燃焼分修正係数

<sup>6</sup> 長陽 10 件、恩施 7 件、保康 6 件の全 23 件。業種は、製造業 16 件、医療 2 件、運輸 2 件、エネルギー 2 件、教育 1 件。

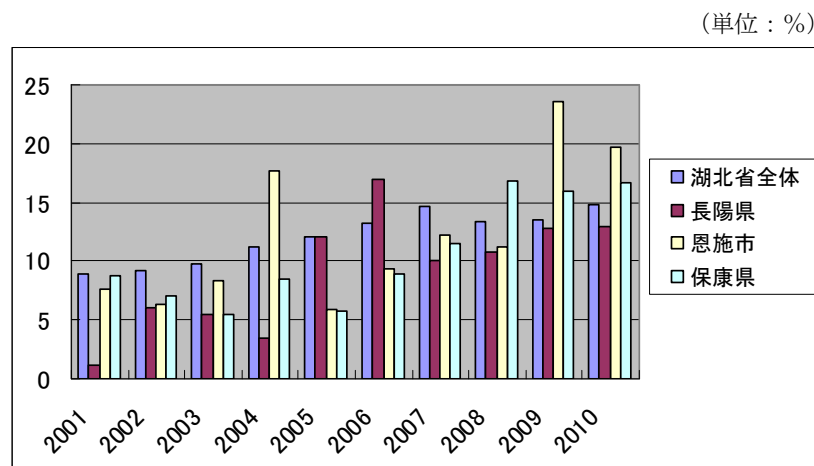
以上より、本事業の実施により概ね計画通りの効果発現が見られ、有効性は高い。

### 3.4 インパクト

#### 3.4.1 インパクトの発現状況

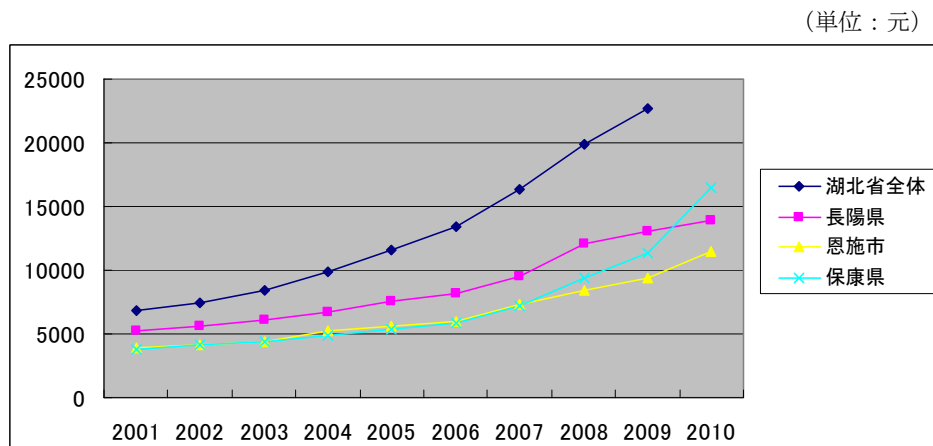
##### 3.4.1.1 地域経済活性化・貧困緩和へのインパクト

本事業の対象3県/市の経済は急速に成長している。図2、3からわかるように、3県/市とも、特に2007年以降の成長が著しい。恩施市は2009、2010年、保康県は2008年以降、湖北省全体を超える成長率を記録している。



出所：湖北省統計年鑑、各県/市政府

図2 GDP成長率推移



出所：湖北省統計年鑑、各県/市政府

図3 一人当たりGDP推移

貧困も緩和されている。事業完了前の2005年と2010年を比較すると、長陽では貧困者数が133千人から93千人に減少、恩施では貧困率が47%から35%、保康では38%から25%

にそれぞれ減少している<sup>7</sup>。

ただし、対象本事業により建設された発電所はいずれも地域の電力網（長陽は長陽県電力系統、恩施、保康は湖北省電力系統）に接続されていて配電地域が特定できないため、また、同じ電力系統内で近年多数の発電所が建設されているため、本事業と経済成長および貧困緩和との因果関係を検証することは難しい。

一方で、大口需要家調査（対象は 3.3.2「定性的効果」を参照）では、本事業を含む近年の電力供給の改善が地域経済に貢献しているという認識が確認された。

表 7 電力供給改善の地域経済への影響についての大口需要家調査結果（主な回答）

回答内容	回答件数			
	長陽(全5件)	恩施(全7件)	保康(全6件)	合計(18件*)
製造業の収益が伸びた	3	5	5	13
雇用が拡大した	4	5	4	13
サービス業の収益が伸びた	2	3	5	10
農業生産性が向上した	2	2	5	9
投資が増えた	1	4	3	8

\*調査対象は 23 件だが、長陽の 10 件中の有効回答が 5 件であったため全体で 18 件となった。

なお、参考までに大口需要家に対し、住民生活への影響についての認識も調査したところ、停電時間が減少した（18 件中 16 件）、収入が増加した（18 件中 9 件）、雇用が増えて出稼ぎが減った（18 件中 9 件）といった回答が挙げられた。

### 3.4.2 その他正負のインパクト

#### 3.4.2.1 自然環境へのインパクト

各サブプロジェクトにて、貯水池及び下流の水質悪化防止、生態系保全、景観保全などのため、事業審査前に中国側により実施された環境影響評価報告書の提言に基づいて各種対策が講じられている。また、水没したインフラの再建や交通への影響緩和策も取られている。

建設工事中の環境影響については、各サブプロジェクトで水質、大気、騒音についてモニタリングが定期的に行われた（年 1 回から 3 回。サブプロジェクトにより異なる。）他、サブプロジェクトによっては、工事廃水、ボイラー排煙、土壌、公衆衛生についてもモニタリングを行っている。それらのモニタリングを通じて大きな問題は見つかっていない<sup>8</sup>。

湖北省政府を中心に行う環境保護検収<sup>9</sup>には 3 サブプロジェクトともに合格しており、自然環境への大きなインパクトは確認されなかった。

#### 3.4.2.2 住民移転・用地取得

本事業による住民移転・用地取得は、保康サブプロジェクトにおいて計画を大きく超える用地取

<sup>7</sup> 各県／市政府提供データ。

<sup>8</sup> 長陽県政府、恩施市政府、保康政府環境モニタリング報告書及び各政府ヒアリング。

<sup>9</sup> 事業の環境保全措置の適切性、環境への影響について省政府がリーダーとなり、関係政府環境保護局、専門家からなるチームが検査する制度。

得が必要となったことを除き、概ね予定どおりの実績となっている。

表8 住民移転・用地取得の計画と実績

サブプロジェクト	用地取得		住民移転	
	計画	実績	計画	実績
長陽	約150ha	145ha	約100人	153人
恩施	約180ha	113ha	約2,000人	1,063人
保康	約340ha	873ha	約3,000人	3,479人

出所：JICA 提供資料、各県／市政府

移転プロセスは、住民への説明会、補償額査定、補償政策の通知、住民との契約、ライフラインの整備、移転実施という順序で行われた。説明会実施から移転までは概ね1年程度であったが、短い場合は3か月というケースもあった。補償内容は政府の規程、有資格機関の査定に従って決められ、長陽及び恩施サブプロジェクトについては概ね移転計画どおりであった。保康サブプロジェクトに関しては、上述のとおり移転に伴う行政的調整のために事業開始が大幅に遅れたことから、早期移転を実現するため、移転計画による補償に加え、県政府負担による補償金額上乘せ、政府の農民優遇策の移転住民への優先適用などの計画外の措置が取られた。いずれのサブプロジェクトも全て補償は完了している<sup>10</sup>。

移転住民の生活の現況と補償実施プロセスを確認するため、一部移転先の視察と住民へのインタビューを実施した。恩施（全4世帯）、保康（全3世帯）では、全回答者が、移転後、収入がアップし、生活水準（衣食住、交通等）も向上したと回答している。しかし、7世帯中6世帯の収入の増加は、農地の縮小あるいは喪失のため出稼ぎに出たことによるものである。補償実施プロセスについても、いずれの住民も説明会実施から移転までは十分な時間があつたとしている。なお、長陽については補償基準に対する市政府と住民間の認識に齟齬が生じているとのことで<sup>11</sup>、視察・インタビューの実施を見送ることとなった。

### 3.4.2.3 その他のインパクト

本事業実施期間中の2004年5月に恩施サブプロジェクトの位置する清江にて洪水が発生し、仮締切堰堤が決壊してダム作業員、下流河川敷にいたバス乗客が犠牲となった。事故後、市政府による安全検査が行われ、安全基準をクリアした2004年10月から徐々に工事が再開された。なお、恩施市政府、実施機関それぞれにより、安全性不定期検査、住民への通知体制強化、関係者の突発事故管理能力強化研修、プロジェクト洪水防止案の作成等の再発防止策が取られている。

以上により、計画時に想定された正のインパクトは発現している。事業実施中に負のインパクトがあつたものの、関係政府機関、実施機関により適切な措置が取られている。

<sup>10</sup> 各県・市政府、実施機関、移転住民ヒアリング。

<sup>11</sup> 長陽県政府

### 3.5 持続性（レーティング：②）

#### 3.5.1 運営・維持管理の体制

長陽と恩施の発電所の運営維持管理は、本事業を実施した湖北長陽招徠河水電投資有限公司と恩施清江大龍潭水電開発有限公司がそれぞれ行っている。両社とも、本事業による発電所の建設、運営・維持管理にあたるために電力系統を運用する地方電力企業、政府系企業及び民間からの出資により設立された。中国の国有企業改革の一環として2004年から出資者の入れ替えが行われたため、現在の出資者は事業計画時から総入れ替えとなっている。いずれも、出資者の変更による経営への大きな影響はなく、会計基準の厳格化など、経営・管理がより規範化されたとしている<sup>12</sup>。保康サブプロジェクトについては、長陽、恩施と同様に電力企業、政府系企業、民間からの出資により湖北南河水電開発有限公司が設立され、本事業の準備段階を担当していた。しかし、円借款による投資が事業審査前に想定していたより少なかったことから、内貨の調達のために2003年9月に同社の株主の出資により葛洲坝湖北寺坪水電開発有限公司が設立され、発電所建設、完成後の運営・維持管理にあたっている。3社の現在の出資者は次のとおりである。

表9 各実施機関の出資者

実施機関	出資者
湖北長陽招徠河水電投資有限公司 (長陽サブプロジェクト)	1. 四川華銀聯東投資ホールディングス有限公司 (35%) 2. 湖北盈信投資有限公司 (40%) 3. 武漢東方金龍投資有限公司 (20%) 4. 武漢然欣貿易有限公司 (5%)
恩施清江大龍潭水電開発有限公司 (恩施サブプロジェクト)	1. 中国華能集団 (97%) 2. 恩施市投資公司 (3%)
葛洲坝湖北寺坪水電開発有限公司 (保康サブプロジェクト)	1. 中国葛洲坝集団股分有限公司 (60%) 2. 力昌国際集団有限公司 (25%) 3. 保康県大禹水電開発有限公司* (15%)

\*政府系企業

出所：各実施機関

各社の人員体制も計画時とは大きく変わっている。上述のとおり売電価格が国の政策により想定より大幅に低くなった（計画時想定の7割程度）ことから、事業開始後に設立された葛洲坝湖北寺坪水電開発有限公司を除いた2社は、職員数を計画時の7割程度に減らしている。しかし、日常の運行維持管理はいずれの発電所も3人3交代制で問題なく行われており、運行記録、維持管理記録の記入は徹底され、故障や人員ミスによる計画外停止もない。

<sup>12</sup> 湖北長陽招徠河水電投資有限公司、恩施清江大龍潭水電開発有限公司ヒアリング。

表 10 各実施機関の職員数

実施機関	計画時	現在 ( ) 内は維持管理人員
湖北長陽招徠河水電投資有限公司	36 人	25 人 (12 人)
恩施清江大龍潭水電開發有限公司	71 人	49 人 (36 人)
葛洲坝湖北寺坪水電開發有限公司	—	49 人 (26 人)

出所：各実施機関

### 3.5.2 運営・維持管理の技術

いずれの発電所も経験の豊富な技術者が多く雇用されている（長陽、保康は平均 10~20 年、恩施は 5~10 年の経験を持つ）。どの発電所でも本事業の下で設備サプライヤーなどによる研修が実施されている他、事業実施後も品質監督管理局が主催する研修や電力業界で行われる各種研修に技術者を派遣したり、内部研修などの機会を設けており、技術力で懸念される点は見当たらない。

### 3.5.3 運営・維持管理の財務

各実施機関の財務状況は以下のとおりである。

表 11 各実施機関の財務状況

	2007	2008	2009	2010
湖北長陽招徠河水電投資有限公司				
流動資産（千元）	72,017	68,018	66,227	75,921
資産総額（千元）	365,740	358,017	348,226	347,885
流動負債（千元）	9,112	16,704	8,906	9,423
自己資本（千元）	100,235	53,860	64,681	47,548
売上高（千元）	33,450	31,365	23,059	24,857
純利益（千元）*	不明	9,956	5,008	6,142
流動比率（%）	790.4	407.2	743.6	805.7
自己資本比率（%）	27.4	15.0	18.6	13.7
総資本純利益率（%）	不明	2.8	1.4	1.8
売上純利益率（%）	不明	31.7	21.7	24.7
恩施清江大龍潭水電開發有限公司				
流動資産（千元）	40,194	10,878	9,635	26,309
資産総額（千元）	415,280	372,471	353,553	359,126
流動負債（千元）	70,700	47,627	60,288	36,481
自己資本（千元）	84,874	87,918	43,988	19,204
売上高（千元）**	31,076	34,662	22,668	27,835
純利益（千元）*	1,783	1,615	-11,853	6,458
流動比率（%）	56.9	22.8	16.0	72.1
自己資本比率（%）	20.4	23.6	12.4	5.3



総資本純利益率 (%)	0.4	0.4	—	1.8
売上純利益率 (%)	5.7	4.7	—	23.2
葛洲坝湖北寺坪水电开发有限公司				
流動資産 (千元)	47,134	38,963	45,458	45,538
資産総額 (千元)	736,737	724,287	713,168	695,703
流動負債 (千元)	316,237	320,411	96,845	91,024
自己資本 (千元)	89,470	41,916	39,349	17,741
売上高 (千元)	45,114	45,973	39,890	45,677
純利益 (千元) *	-5,525	-16,623	-7,552	-1,644
流動比率 (%)	14.9	12.2	46.9	50.0
自己資本比率 (%)	12.1	5.8	5.5	2.6
総資本純利益率 (%)	—	—	—	—
売上純利益率 (%)	—	—	—	—

\* 損益計算書の「為替差損」(年末の円借款残高の元換算額の前年との差)を除いた数値。

\*\* 水供給による収入を含む。

出所：各実施機関提供財務諸表

湖北長陽招徠河水電投資有限公司については大きな問題はなく、恩施清江大龍潭水電開發有限公司についても、降雨量の少なかった2009年以外は利益を上げているが、葛洲坝湖北寺坪水電開發有限公司については赤字経営となっている。原因は本事業の投資額が計画時より増えたこと、その一方で売電収入が計画時の見込みをはるかに下回っていることである。売電収入が少ないのは、上述のとおり発電量が少ないことと売電単価が低いことの両方の要因による。本事業計画時に想定されていた売電単価0.559元/kWh(長陽は0.58元/kWh、恩施は0.515元/kWh)に対し、設定された上限単価は0.36元/kWhであり、結果として、売電収入は目標の半分となっている。

表12 各実施機関の売電収入の目標と実績

実施機関	目標 (百万元)	実績 (百万元)				目標比 (平均)
		2007	2008	2009	2010	
湖北長陽招徠河水電投資有限公司	45	39.1	36.7	27.0	29.1	73%
恩施清江大龍潭水電開發有限公司	67	36.4	40.9	29.4	35.6	53%
葛洲坝湖北寺坪水電開發有限公司	101	52.8	53.8	46.7	53.5	52%

注) 目標額、実績額共に増値税(17%)を含む。

出所：各実施機関

葛洲坝湖北寺坪水電開發有限公司は2010年12月に保康県政府を通じ、省政府に返済のリスケジュールの申請書を提出したが、実施は難しいようである<sup>13</sup>。同公司是、上流の発電所の建設が終わる2014年以降には売電量が計画当初の目標に達し、純利益は1,000万元程

<sup>13</sup> 中国輸出入銀行からのJICA中国事務所への回答。

度となって経営状態が好転すると見込んでいる<sup>14</sup>。県政府は、同公司是株式会社であるため政府からの財政的支援を行うことはないとしているが、省政府は、同会社の母体企業は国有企業であることから、財政的な問題は小さいと見ている。

#### 3.5.4 運営・維持管理の状況

いずれの発電所も本格稼働開始からこれまでに施設、機材に大きな問題は発生していない。発電機は日常点検の他、定期点検が月、四半期、年ごと（発電所により異なる）、オーバーホールは毎年行われている。ダムの検査も毎月あるいは毎年増水期に数回（発電所により異なる）実施されている。運行記録、維持管理記録は全発電所で確実に記入されている。

スペアパーツはすべて国内で入手可能であり、調達に問題はない。

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、電力供給能力の向上とクリーンエネルギー開発を目指す中国政府の政策、対象地域の電力ニーズ、当時の日本の援助方針と整合しており、妥当性は高い。建設された3つの発電所のうち長陽招徠河水力発電所及び恩施清江大龍潭水力発電所は降雨量により、また、葛州坝湖北寺坪水力発電所については上流での別発電所建設による貯水レベルの低下により、稼働状況に影響が出ているが、いずれの発電所も売電量は目標の8割程度となっており、予定された効果は概ね発現している。一方で、事業費、事業期間については恩施、保康のサブプロジェクトで計画を超えた結果、総額、全体期間も計画をやや上回り、効率性は中程度である。また、いずれの実施機関とも、運営・維持管理の体制、技術に特に問題はないものの、保康サブプロジェクトの実施機関では、事業費の大幅な増加と上流での別発電所建設による売電量への影響により財務状況が厳しくなっており、持続性には一部課題がある。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

### 4.2 提言

なし

### 4.3 教訓

上流でのダム建設といった当該事業に影響を与えるような事業が、事業サイトの存在する県外で実施される場合、より上位の政府である省政府あるいは市政府主導での前広な事前調整や影響の緩和策の検討が必要である。

---

<sup>14</sup> リスケジュール申請書

以上

主要計画／実績比較

項 目	計 画 (*は内貨のみによる)	実 績
①アウトプット	1) 長陽サブプロジェクト 12MW x 3 基の小水力発電所 a. ダム：二曲率アーチダム、洪水吐 b. 発電用水路：取水口、導水路、サージタンク c. 発電所 d. 発電機器：タービン、発電機 e. 変圧器・開閉設備 f. 道路* g. 浸出水処理設備* 2) 恩施サブプロジェクト 10MW×3 基の小水力発電所 a. ダム：コンクリート重力式ダム、洪水吐 b. 発電用水路：取水口、導水路、サージタンク c. 発電所 d. 発電機器：タービン、発電機 e. 変圧器・開閉設備 f. 送配電線 g. 都市給水設備 3) 保康サブプロジェクト 30MW×2 基の小水力発電所 a. ダム：中央遮水式ロックフィルダム*、洪水吐 b. 発電用水路：取水口*、導水路*、サージタンク c. 発電所 d. 発電機器：タービン、発電機 e. 変圧器・開閉設備	計画どおり  ほぼ計画どおり ただし、都市給水設備のみ、コンクリートパイプ9,860m をダクタイル鋼管875m に変更し、また、給水ポンプを追加した。  ダム型式を中央遮水式ロックフィルダムからコンクリートフェイスニングフィルダムに変更。
②期間	2001年3月～2006年3月（61ヶ月）	2001年3月～2006年10月（68ヶ月）
③事業費	外貨 9,152百万円 内貨 7,384百万円 (568百万円) 合計 16,535百万円 うち円借款分 9,152百万円 換算レート 1元＝13円 (2001年3月)	9,147百万円 11,357百万円 (788百万円) 20,504百万円 9,147百万円 1元＝14.41円 (2001年3月～2008年10月平均)

以 上

## 0. 要旨

本事業は、電力供給能力の向上とクリーンエネルギー開発を目指す中国政府の政策、貧困削減を目指した地域開発ニーズ、当時の日本の援助方針と整合しており、妥当性は高い。建設された発電所の稼働状況（72MW 産出）に大きな問題はなく、事業の有効性も高い。事業費と事業期間は、当初計画を若干、上回ったが、その理由は事業効果をより高めるため、あるいは当時の状況下では不可避であったためなど妥当なものである。また発電所建設後、所在地及び電気供給地域内では電力不足が改善された結果、地場産業が発展し、また農民を中心とする貧困層の収入も増えてきていることから、所期のインパクトの発現が認められる。発電所も住民への雇用機会の提供、インフラ整備など周辺社会に配慮した対応を取っている。さらに発電所は技術面、財務面、運営維持管理面、人事面で堅調に運営されており、高い持続性が備わっている。実際、地域の数多くの小水力発電所で最も良い運営状態にあるとみなされているほどである。

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



(案件位置図)



(漢坪咀発電所のタービン建屋[右側建物])

### 1.1 事業の背景

中華人民共和国（以下、中国）は高い経済成長の原動力として電源開発を重視し、発電量を飛躍的に増加させてきた。しかし、電力需要は2000年以降も堅調に、発電量の増加を上回るほどに、増加することが見込まれていた。一方、中国の電源構成は火力発電所の比率が70%を超え、環境問題等が深刻化していたが、経済発展に伴う発電能力拡大への要求と国内の豊富な石炭資源を背景に火力発電開発が促進され、豊富な水力資源は有効利用されていなかった。水力資源の開発可能量の7割以上を有する西部地区の開発率は10%に満たず、供給能力が不足していた。この状況下、中国のエネルギー分野における主な課題には、電源構成の改善、水資源豊かな内陸部における水力発電所建設と電化、さらにこれによる貧困対策などであった。

今回対象地域の甘粛省は中国西北部の内陸部に位置し、中国国内でも最も経済発展の遅れた省の一つである。1999年に始まった国家政策「西部大開発」下、甘粛省は2000年にGDP成長率8%超が予想されるなど経済が発展しつつあり、そのためには都市部及び農村部の電力インフラの拡充が必要不可欠であった。また発電所建設地の隴南市文県は、隣接する省との境に位置し、鉱物資源が豊富な地域であるものの、国家級貧困県に指定されるほど貧困度の高い地域であった。隴南市は中国の西北部と西南部を結ぶ交通・鉄道の要衝にあり、高い経済成長が見込まれるものの、電力供給がこれに間に合わず、経済発展を制約していた。

## 1.2 事業概要

中国内陸部の水資源豊富な甘粛省において、出力調整機能を備えた小水力発電所を建設することにより、電力供給能力の向上と大気汚染の防止を図り、もって地域経済の活性化・貧困緩和に寄与する。

円借款承諾額／実行額	6,543 百万円 / 4,638 百万円
交換公文締結／借款契約調印	2001年3月／2001年3月
借款契約条件	金利年 0.75%、返済 40 年（うち据置 10 年）、 貸付実行期限契約発効日より 6 年 一般アンタイド
借入人／実施機関	甘粛省人民政府 <sup>1</sup> ／（保証人なし）
貸付完了	2007年10月
本体契約	・中国水資源・水土木局（China Water Resources & Hydropower Engineering Bureau NO.11、中国） ・中国電工設備総公司（China National Electric Equipment Corporation、中国）
コンサルタント契約	-
関連調査（フェイジビリティ・スタディ：F/S） 等（if any）	・プロジェクト計画書：国家電力公司西北勘測設計研究院、1997年6月 ・Feasibility Study(初歩設計)：国家電力公司西北勘測設計研究院、1999年2月 ・環境影響調査：国家電力公司西北勘測設計研究院、1999年2月 ・住民移転計画書：国家電力公司西北勘測設計研究院作成 1999年2月
関連事業（if any）	本事業は当初、漢坪咀サブプロジェクト（甘粛省隴南市文県）及び竜首サブプロジェクト（同省張掖市）で構成されていた。2005年に実施された中間レビューで竜首サブプロジェクトは中国側事情から円借款対象外となり、中国資金で建設・完成済みであることが確認された。

<sup>1</sup> 本事業実施機関は甘粛省人民政府財政庁であるが、実際には甘粛電力多種経営（集団）公司（2009年に甘粛科源電力集团公司に名称変更）が発電所建設事業を実施した。これは借款事業のうちインフラストラクチャ分野は事業実施者に委託するという省財政庁の方針による。

## 2. 調査の概要

### 2.1 外部評価者

一宮 尚美（財団法人 国際高等教育開発機構）

### 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12月

現地調査：2010年4月10日～4月23日、2011年6月19日～6月23日

### 2.3 評価の制約

特になし。

## 3. 評価結果（レーティング：A<sup>2</sup>）

### 3.1 妥当性（レーティング：③<sup>3</sup>）

#### 3.1.1 開発政策との整合性

本事業は事前評価時、事後評価時ともに、中国の開発政策との整合性を有していた。

中国では1998～99年から電力改革政策が打ち出された。具体的な内容はi)クリーン電源（揚水発電や小水力発電等）の拡充と小規模火力発電所の閉鎖・新設禁止、ii)電力系統の相互連系促進とその強化、iii)電力体制改革の徹底、iv)市場経済化に即した経営形態への移行である。また小水力発電の建設は、中西部の貧しい山間部で貧困脱却と経済発展を促すことを目的に第10次5ヶ年計画期の国の重点支援対象とされた。

一方、内陸部に位置し豊富な水資源を誇る甘粛省は、一人当たりGDPは中国平均レベルに達せず、農村地区には国平均を超えて貧困層が多く、さらに山間地農村部に位置する本事業対象県（隴南市文県）は国家級貧困県に指定されていた。事前評価時、本事業サブプロジェクトの漢坪咀発電所建設は、甘粛省第9次5カ年計画の重点プロジェクトとされ、発電所が位置する文県は国務院指定の「中国式農村電化モデル小水力事業試験県」になっていた。

事後評価時点では、国家レベルでは、第12次5カ年計画（2011～2015年）のエネルギー分野及びエネルギー戦略である「西電東送」（西部地区で電力を発電し、東部地区に輸送する）において水力発電が推進されている。また農村部に対しては水力発電による農村電氣化県の設置、1000万kwの小水力発電容量の増設を行うとしている。

さらに「再生可能エネルギー発展第11次5ヶ年計画」では小型水力発電など農村地域の豊富な再生可能エネルギーの開発利用の加速化を重視している。

他方、省レベルでは、甘粛省の開発計画である第12次5カ年計画（2011～2016年）において積極的な水力発電開発の開発、及び省内各地にある豊富な水資源とそこでの水力発

<sup>2</sup> A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

<sup>3</sup> ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

電の開発計画づくり、これらを積極的に進めることが挙げられている。

以上から、本案件は事後評価時においても、中国の国家政策及び省開発計画と合致している。

### 3.1.2 開発ニーズとの整合性

本事業は事前評価時、事後評価時ともに、中国全体また事業地である甘粛省それぞれの開発ニーズへの整合性が高い。

[エネルギー分野の開発ニーズ] 事業審査前の 1998 年の時点で中国は 70%以上のエネルギーを石炭に依存しており、石炭火力発電所の比率が高い。そのため原料炭の輸送能力の問題（原料炭生産地は消費地の都市部、特に沿岸部から離れていることが多い）、石炭燃焼時のガスによる都市部の大気汚染などの環境問題が深刻化していた。他方、中国は水力資源が豊富であるにも関わらず水力資源が有効利用されていなかった。特に西部地区は中国の水力開発可能量の 7 割以上を有するにも関わらず開発率が 10%未満で、未電化地区や電気供給能力不足地区が内陸部に残存していた。

2000 年代になって、中国は火力発電への依存の軽減と小水力発電を含む再生可能エネルギーの利用の推進に取り組んできているが、総発電設備容量における火力発電所の比率は 75%（2009 年）と依然、高いままである。

[地域的な開発ニーズ] 1999 年、中国中央政府は、経済発展の進む沿岸地域と内陸の西部地域の開発格差を是正するため「西部大開発」の方針を打ち出した。甘粛省はこの対象地域の一つである。また本事業の建設場所である隴南市文県は、事業審査時、事後評価時とも国家級貧困県に指定されている。文県農民一人当たりの純収入は 2000 年で 791.59 元<sup>4</sup>（同年中国平均は 2253.42 元<sup>5</sup>）、2009 年で 2220.00 元<sup>6</sup>（同年中国平均は 5153.17 元<sup>7</sup>）年と国家平均を大きく下回り、また農民が大多数を占める貧困層は文県人口の 51.8%を占めているなど<sup>8</sup>、国家レベルで見ても依然、地域開発のニーズが高い地域となっている。

さらに文県を含む隴南市（漢坪咀発電所が属する電力系統の電力供給地域）では、事前評価時、経済発展による電力需要増加に伴う電力不足が予測された。不足分は 1999 年の 27MW から 2003 年には 56MW と、悪化する見込みであった<sup>9</sup>。

一方、事後評価時、2008 年の甘粛省の電力は需要・供給とも 2000 年に比べほぼ倍増した。電気供給能力は 40%増加したが、需要はそれを僅かに上回る 43%の伸びとなっており、省政府は省外から電力を受け入れ電力需要に応じている状態であり、地域における電気へのニーズは依然、高い。

以上から、本事業は事前評価時、事後評価時ともエネルギー分野及び地域開発のニーズ

<sup>4</sup> 甘粛省『甘粛年鑑』2001年 <http://www.gsei.com.cn/ziliao/shuju/default.asp>

<sup>5</sup> 中国国家统计局『中国統計年鑑』2001年  
<http://www.stats.gov.cn/english/statisticaldata/yearlydata/YB2001e/ml/indexE.htm>

<sup>6</sup> 甘粛省『甘粛年鑑』2010年 <http://www.gsei.com.cn/ziliao/shuju/gansu2010/default.htm>

<sup>7</sup> 中国国家统计局『中国統計年鑑』2010年 <http://www.stats.gov.cn/tjsj/nds/2010/indexeh.htm>

<sup>8</sup> 甘粛省發展改革委員会「甘粛省第 12 次 5 カ年計画前期重大問題研究之一日」  
<http://www.gspc.gov.cn/gsl25gh/ShowArticle.asp?ArticleID=3972>, 2010/3/302

<sup>9</sup> JICA 提供資料より（案件審査アプレイザル資料）



に合致している。

なお中国政府は都市部に比べて開発が立ち遅れている農村部に対しては、2005 年以降「新農村」の方針を打ち出し、各種インフラ整備などの農村部の開発支援を進めてきている。中国では小水力発電は、その経済効果、環境負荷の少なさに加えて、農村地域のインフラ整備という役割も担っており、貧困農村地域への小水力発電建設を内容とする本事業は、この点でも開発ニーズに合致している。

表 1 甘粛省の電力バランス

内	単位：億 kwh				単位：%	
	2000	2005	2007	2008	2005	2008
電力発電量	295.34	489.48	614.74	677.76	発電量に占める割合	
省内発電量	280.27	506.17	618.76	690.39	-	-
うち水力	114.36	166.47	194.39	222.35	33%	32%
うち火力	165.91	339.70	424.37	468.04	67%	68%
省外からの入電	46.86	51.14	61.26	58.86	-	-
省外への送電	-31.78	-67.83	-65.28	-71.49	-	-
電力消費量	295.34	489.48	614.74	677.76	消費量に占める割合	
農林水産牧畜業及び水利	41.45	51.70	52.65	55.26	14%	8%
工業	209.52	364.46	472.85	520.43	71%	77%
建設業	2.66	4.08	4.46	5.82	1%	1%
交通・運輸・通信業	9.21	15.34	24.61	27.71	3%	4%
商業、サービス業、運送業	3.22	6.72	7.62	8.44	1%	1%
その他	7.80	14.72	16.25	19.47	3%	3%
一般家庭	21.48	32.46	36.30	40.63	7%	6%

出典：甘粛省統計年鑑より作成

表 2 隴南市の電力消費量

項目	単位：億 kwh			単位：%	
	2000年	2005年	2010年	2005年の伸び率 (対2000年比)	2010年の伸び率 (対2000年比)
電気消費量	72,120	174,824	288,276	142%	300%
農林水産牧畜業及び水利	12,875	10,918	15,208	-15%	18%
工業	45,753	139,713	204,559	205%	347%
建設業	567	396	9,591	-30%	1592%
交通・運輸・通信業	651	544	754	-16%	16%
情報産業	674	380	1,394	-44%	107%
ホテル・飲食業	1,174	1,268	2,539	158%	579%
金融不動産業		521	1,483		
官公庁		1,236	3,944		
一般家庭	10,426	19,848	48,804	190%	368%

出典：甘粛省統計年鑑より作成

### 3.1.3 日本の援助政策との整合性

審査当時の日本の「対中国経済協力計画」（2001 年策定）は、汚染や破壊が深刻になっている環境や生態系の保全、内陸部の民生向上や社会開発などの分野をより重視するとし

ている。この観点から定められた重点分野・課題には、環境問題など地球的規模の問題に対処するための協力、貧困克服のための支援が含まれる。

当時の旧 JBIC の対中国支援では、環境、食料・貧困、地域間格差是正のための内陸部重視の3つが重点分野とされていた。エネルギーセクターにおいては水力発電開発の促進をはじめとする支援に重点が置かれ、また、農村開発等を通じた貧困緩和事業及び効率的な水資源利用のための水利事業など、民間資金等での代替が困難な事業への優先的取り組みが重視されていた。

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

### 3.2 効率性（レーティング：②）

#### 3.2.1 アウトプット

漢坪咀サブプロジェクトは、おおむね計画通りに建設された（表3のとおり）。発電機の仕様は、当初の60MWから72MWに変更されている。これは、詳細設計時で策定された定格落差および放水量に基づき、また中国政府がクリーンエネルギー奨励策を打ち出したことに鑑み、水力発電の長期的メリットを考慮して発電機容量を増やしたためである。

表3 アウトプットの計画と実績

漢坪咀サブプロジェクト	事前評価時の計画	事後評価時の実績	差異の理由
外貨分	パッケージ1 発電機器 発電機 60MW(20MW×3基)、変圧器	72MW (24MW×3基)	詳細設計に基づいて変更
	パッケージ2 ダム建設 ダム本体(貯水量 0.51 億m <sup>3</sup> 、高さ 57m) 及び上下流堰の建設	無	—
	パッケージ3 発電所建設 建屋及び付帯設備（スイッチヤード、 送電線の建設を含む）	無	—
	パッケージ4 トンネル工事 取水トンネル及び洪水吐きトンネル建 設。鋼構造物を含む	無	—
	パッケージ5 建築用資材	無	—
内貨	トンネル工事その他 タービン建屋敷地整備、排水溝整備、 敷地正門整備、発電所下流法面整備	無	—
	コンサルティング	無	—
	その他経費 工事中電気代等	無	—

[漢坪咀発電所提供情報から作成]

#### 3.2.2 インプット

##### 3.2.2.1 事業費（サブレーティング③）

漢坪咀サブプロジェクト事業費の実績は7,482百万円で、これは事前評価時の総額予算からすると123%増である。総事業費のうち、外貨は4,638百万円で承認額比100%、内貨は円建て2,844百万円で計画比161%であった（表4のとおり）。しかし、次の状況からこの増加は妥当なものであったと判断される。

内貨分超過の主な理由は、1) 建設地は岩が多く土が崩れやすい地質であり、その土地

整備費用が増えたこと、及び 2) ダム湖脇を走る国道の仕様の変更に伴い国道工事費用が増えたことである。このうち国道については、事前評価時は従前のように路面は砂利とする仕様であったが、途中で道路等級の引き上げとそれに伴う仕様の変更が発生したため、コンクリート路面、拡幅、ガードレール取り付けといった変更が必要となったものである。中国では農村部の小水力発電所建設は、しばしば周辺のインフラ整備を伴う。本事業での道路仕様の引上げはこの流れに沿って、発電所建設と合わせて傍を通る国道を整備しようとしたものと考えられる。そのため内貨分の増額も、中国の現地事情に工事内容を対応させようとした妥当な増額であったと考えられる。

表 4 事業費の計画と実績

(単位：百万円)

サブプロジェクト	承認額*1			実績額			実績額の対計画額比		
	外貨	内貨*2	合計	外貨	内貨*2	合計	外貨	内貨*2	合計
漢坪咀	4,638	1,767	6,104	4,638	2,844	7,482	1.00	1.61	1.28
龍竜首	1,814	3,374	5,174	—	—	—	—	—	—
物価上昇費	91	82	176	—	—	—	—	—	—
予備費(5%)	—	206	518	—	—	—	—	—	—
合計	6,543	5,430	11,973	4,638	2,844	7,482	—	—	—

竜首:JICA 提供資料\*1 2005 年 1 月

\*2 内貨 1 元=14.36 円 (ORANDA による貸付期間 2001 年～2007 年の各年間レートの平均値)

### 3.2.2.2 事業期間 (サブレーティング②)

本事業は、審査当初、2001 年 3 月の L/A 調印から 2004 年 3 月の 37 カ月が予定されていたが、実績は 2005 年 9 月の完了 (本格稼働開始<sup>10</sup>) となり、事業期間は 55 カ月となった (詳細は表 5 のとおり)。

期間超過の主な理由は、1) 土地が崩れやすい建設地の整備作業に時間を要したこと、2) ダム湖脇を走る国道の道路区分及び仕様の変化に伴い建設期間が延びたこと、3) 2003 年 SARS の発生により約 6 か月 (2003 年 3 月から 8 月) 工事を行うことができなかったことの 3 点である。

表 5 事業期間の計画と実績

サブプロジェクト	計画		実績	
	開始	完了	開始	完了
漢坪咀	2001 年 3 月 (L/A 調印)	2004 年 3 月 37 カ月	2001 年 3 月 (L/A 調印)	2005 年 9 月 55 カ月

このうち 2003 年の SARS 発生時には、集団生活している工事従事労働者間の感染を防ぐ観点に加えて、中国の経済・社会システム全体が停滞した影響から資機材調達が滞ったことにより、建設工事が中断された。

以上より、本事業は事業費が計画を若干、上回り、また事業期間が計画を上回ったが、その理由は妥当であることから、効率性は高い。

<sup>10</sup> 2001 年 4 月の Project Memorandum による事業完了の定義

### 3.3 有効性（レーティング：③）<sup>11</sup>

#### 3.3.1 定量的効果

##### 3.3.1.1 運用効果指標

漢坪咀小水力発電所では、2008年8月に発生した四川大地震によりダム堤防が倒壊し、発電機が設置場所から若干、移動するなどの損害が発生したものの、事後評価時には問題なく稼働している。

発電設備出力/最大出力は、計画時の60MWから72MWに増加している。本発電所は、地域の電力供給不足を解消するという位置づけで建設されたベースロード用発電所であるため、発電設備出力/最大出力が増加されたことは、本事業の目的である「電力供給能力の向上」の達成状況をより高めるものと考えられる。

計画外停止時間は、目標値6日に対して実績値0日となっている。上記の四川地震による運転見合わせを除けば、2005年9月の発電機運転開始以来、計画外停止時間は一度も発生しておらず、日常点検の適切さを表している。他方、計画点検・補修による停止時間[日/年]は中間レビュー時に設定された目標値6日に対して実績値55日である。これは当初計画よりも定期点検の頻度を増やしているためである。3基の発電機は輪番で停止させ点検を行っているため、発電機3機すべてが停止することはない。

表6 運用効果指標比較表

指標名[単位]	事前評価時目標値	中間レビュー時目標値 (2008年) <sup>*1</sup>	事後評価時実績値 (2010年) <sup>*2</sup>
本事業分の発電設備出力/最大出力[MW]	60 (2005年)	72 (24Mw×3)	72 (24Mw×3)
計画外停止時間[日/年]	—	6 (設計値)	0
設備利用率[%]	—	5,051時間(58%) (設計値)	53.59%
送電端電力量 [GWh]	345 (年不明)	364 (設計値)	334.53
計画点検・補修による停止時間[日/年]	—	6 (設計値)	55
年間総流入量[m <sup>3</sup> /年]	—	34.1億m <sup>3</sup> (設計値)	32億
裨益人口[万人]			
文県	記載なし	記載なし	25
隴南市	264	264	268

出所：事前評価時目標値及び中間レビュー時目標値はJICA資料。事後評価時実績値は甘肅明珠南部水電開発有限公司提供。

\*1 中間レビュー時目標値：2005年の中間レビュー時に中国側から提示されたもので、目標値は設計値とされた。

\*2 事後評価時実績値：2008年の四川大地震により、漢坪咀発電所ではダム堤防などが損壊し、その修繕が2009年まで続いたことから、中間レビュー時に定められた2008年ではなく、2010年時のデータを採用した。

##### 3.3.1.2 内部収益率

本事業の財務的内部収益率（FIRR）については、売電収入を便益、事業建設費、運営維持管理費、税金を費用、プロジェクトライフを運転開始後30年として再計算したところ、審査時を0.2%下回った。これは売電収入が審査時の想定よりも少なかったが、スタッフ数が審査時の約半数（140人）となり人件費や福利費の支出が大きく抑えられたことによる。

<sup>11</sup> 有効性判断にあたり、インパクトも加味してレーティングを行う。

表7 内部収益率 (FIRR)

サブプロジェクト	審査時	事後評価時再計算
漢坪咀	4.1%	3.9%

### 3.3.1.3 CO2 削減効果

2010年の年間発電量の実績を基に本事業による炭素削減量を計算したところ、目標値の88%であり、おおむね目標値に近い削減効果を生んでいる<sup>12</sup>。

表8 CO2 削減量

単位：トン/年

サブプロジェクト	目標値 (2008年)	実績値 (2010年)
漢坪咀	382,000	336,000

### 3.3.2 定性的効果

漢坪咀発電所は文県にあるものの文県電力局の管轄外である隴南市の隴南グリッドに接続されている<sup>13</sup>。電力供給状況について、本事業対象地の文県人民政府、電力局、隴南供电公司（漢坪咀発電所が接続する電力網—隴南ネットワークを担当）、また文県と隴南市の企業や工場等の大口電力需要家（全24件<sup>14</sup>）に対して質問票及びヒアリング調査を行ったところ、電力供給に関する信頼があり満足度が高かった。

文県人民政府及び電力局では、漢坪咀発電所について、その発電開始以来、電圧の安定性と電力網への信頼性が高まり、大口需要家をはじめとする企業の経営にプラスとなり文県の経済発展に貢献した、と認識している。文県の電力はすべて水力発電に依存しており、小水力発電事業を推進することによって、文県の電力供給不足がほぼ解決され、十分な電力が確保されるようになったとのことである。

また隴南供电公司によれば、漢坪咀発電所建設前はグリッド外の火力発電所（所在地：天水市）が主な送電源で、遠距離の受電となり送電ロスも少なくなかった。漢坪咀発電所は完成と同時に隴南グリッドに送電を開始、新しい電源としてグリッドの信頼性と安定性を向上させたそうである。

文県電力局での聞き取りでも、隴南市の電力消費量は2000年から2005年にかけて約2.5倍に増えたが、送電ロス率は反対に2割減となっており、これは近場に発電所ができて電力が効率的に供給できるようになったことを示している。

<sup>12</sup> 審査時と同じ次の計算式で計算（「IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Reference Manual」に準ずる）：年間発電量の熱量換算値×炭素排出原単位×不完全燃焼分修正係数

<sup>13</sup> 漢坪咀発電所と隴南グリッド：漢坪咀発電所がある白水江流域には水力発電所が5ヶ所ある漢坪咀は発電容量が大きいので、4基とは別の送電網に組み込まれており、2005年の発電開始時から県内2ヶ所の変電所（玉壘、棗陽）を経由して隴南グリッドに接続されている。送電線は、隴南市成県までの碧成/棗成線である。漢坪咀発電所の発電量は、棗陽変電所の14-15%を占める。

<sup>14</sup> 大口需要家の主な職種は、次のとおりである。

地域	大口需要家内訳
文県	10件 鉄鋼業:4、製造・販売:4、冶金:1、鉱業:1
隴南市	14件 製造業:3、鉱業:4、電力:1、サービス業:4、商業:1、不動産業:1

表9 隴南市電力消費量と送電ロスの変化

単位：万 Kwh

	2000年	2005年	2010年
消費量	72,120	174,824	288,276
そのうち送電ロス量	6,676	11,507	12,208
送電ロスの比率	0.09%	0.07%	0.04%

[文県電力局聞き取り結果から作成]

現在、隴南市の8県1区の電力供給はほぼ満たされており、夏の豊水期にはグリッド外に送電することもある。現在、グリッド内には火力発電所はなく、市内には複数の小水力発電所があるが、漢坪咀発電所は其中で比較的早く建設され、また最大の規模のものである。

一方、発電所所在地の文県の大口需要家で直接、インタビューできた2件によれば、漢坪咀発電所完成前は、1カ月に2-3日は停電があり工場が操業できず、損失が大きかった。完成後の2006年ごろから、停電状況が大きく改善され、今は停電がほとんどなくなったと認識している。

また隴南市の大口需要家調査では、全14件のうち、変電所から敷地までの専用線を有している企業が8社、専用変圧器を有している企業が6件である。いずれも2005-2006年と現在との比較で、過去も現在も停電はなく、電気供給は安定していると答えている。これら大口需要家は隴南グリッド中心部にあり、電気不足の場合はグリッド外からの入電で速やかに対応されるので停電が発生しないためである。

以上より、計画通りの効果発現が見られるので、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

本事業のインパクトは、電力基盤向上に伴う地域経済の活性化・貧困緩和であり、農民層の収入の向上、地元産業の活性化において効果を上げている。

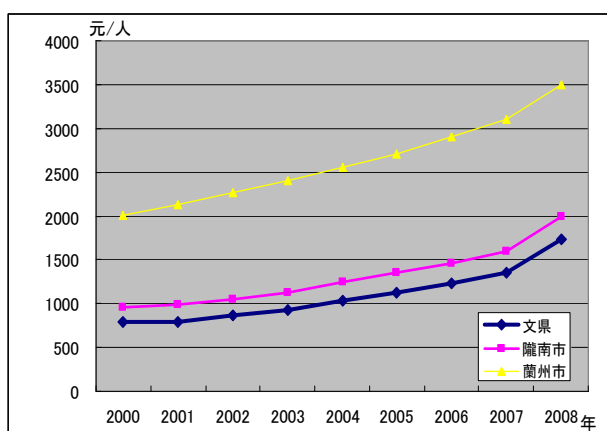


図1 農民一人当たりの所得の変化

(単位：中国元)

年	文県	隴南市	甘肅市
2005	1131	1353	2713
2006	1226	1464	2898
2007	1346	1600	3103
2008	1740	1998	3503
2005-2008 の伸び率	5.53%	4.99%	3.25%

### 漢坪咀発電所の地域経済への影響 ケイ酸鉄製造業者インタビューより

文県の主要産業は水力発電とケイ酸鉄製造で、地域にはケイ酸鉄生産工場が10社あり、合計2000人余りの雇用者がいる。以前は、月に2-3日ある停電に輪番で対応していたが、一度、高炉が止まると温度を戻すのに2日間かかるため、月に5-7日は操業できなかった。2004-2005年には、度重なる停電で経営困難に陥ったほどである。現在、電気供給が安定したことで、各工場の操業への支障はなくなり、地元での雇用機会を創出し、収入の増加や安定を通じて、農民の貧困脱出にいくらかの役割を果たしていると思っている。

また文県の大口需要家アンケート回答者全員（10件）が、発電所完成時と事後評価時との違いとして、i)ダム周辺の農民のアルバイト機会の増加、ii)新規・増改築家屋の増加、iii)道路状況及び病院設備の改善、iv)外部からの投資の増加を挙げている。

i)ダム周辺での農民のアルバイト機会の増加は、発電所が積極的に農民に雇用機会を提供していることが背景にある。ii)家屋の新築・増改築は、一般的に収入や生計の向上した結果であることが多く、文県でも人々の収入・生計の向上があったと考えられる。iii)通信・道路・病院などの各種インフラの整備・改善は、中国農村部での小水力発電所建設に伴って実施されることが多く、本事業でもこれは例外ではない（既述のようにダム湖脇の国道が整備されたほか、発電所が移転住民用に医療施設を新設したり校舎を建て替えたり、橋をかけたりしている）。iv)外部投資の増加は、電気不足が解消したことにより文県の豊富な鉱物資源を活用した鉱工業、あるいは内陸部では珍しい茶（龍井茶）を利用した製茶業が発展できるようになったことが背景にある。

さらに隴南市の大口需要家調査（12件）でも、ほぼ全員が以下のような変化が発生していると回答している。

経済面：製造業収益の増加、サービス業収益の増加、

生計面：人々の収入の増加、就業機会の増加、出稼ぎ者の減少

生活面：停電時間の減少、治安状況の改善、道路インフラが改善、生活が便利

インパクトの発現状況については、漢坪咀発電所は隴南電力網に接続されており、また「西部大開発」政策が進展し各種産業が発展しているため、発電所建設による経済発展のインパクトを厳密に特定しがたいことに留意は必要である。他方、経済発展が求められている中国内陸部の貧困地域での小水力発電所の建設は、他の要因と相俟って対象地域の経済発展をもたらしているため、他の支援策と適切に組み合わせた事業とすることが、所期のインパクトを的確に実現させる際に必要であるといえよう。



文県の大口需要家の一例 ケイ酸鉄製造所（左）



製茶卸・小売り業者の店舗（右）

### 3.4.2 その他、正負のインパクト

#### 3.4.2.1 自然環境へのインパクト

漢坪咀発電所では、事前評価前に中国側が環境影響評価報告を実施し、この提言に基づいて、騒音、水質、大気、また建設従事者の生活廃棄物（生活ごみ、公衆衛生）について対策が講じられた。文県人民政府によれば、それらのモニタリングを通じて大きな問題は見つかっていない。

表 10 漢坪咀発電所水質モニタリング状況

項目	時期	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
pH	渇水期	7.1	7.2	7.4	7.3	<b>7.2</b>	7.5	7.5	7.3	7.4	7.5
	平常水位期	7.0	7.1	7.2	7.1	<b>7</b>	7.7	7.6	7.5	7.5	7.3
	豊水期	7.1	7.1	7	7	<b>7.2</b>	7.4	7.3	7.2	7.2	7.2
色度 [度]	渇水期	5	5	5	5	<b>6</b>	6	6	6	6	6
	平常水位期	5	5	5	5	<b>6</b>	6	7	7	7	6
	豊水期	5	5	5	5	<b>7</b>	6	7	7	7	6
SS [mg/l]	渇水期	2	2	2	2	<b>2.1</b>	2.1	2.1	2.2	3.5	3
	平常水位期	2	2.1	2	2.2	<b>2.1</b>	2.3	2.4	2.6	3.7	3.4
	豊水期	2.1	2.3	2.2	2.4	<b>2.5</b>	3.2	3.1	4	4	3.6
BOD [mg/l]	渇水期	1.5	1.5	1.5	1.5	<b>1.8</b>	2	2.1	2.2	2	2
	平常水位期	1.3	1.3	1.3	1.3	<b>1.5</b>	1.8	1.6	1.9	1.7	1.5
	豊水期	1.2	1.2	1.2	1.2	<b>1.4</b>	1.5	1.4	1.5	1.5	1.3
COD [mg/l]	渇水期	1.4	1.5	1.3	1.4	<b>1.4</b>	1.7	1.8	1.8	1.9	1.9
	平常水位期	1.2	1.1	1.1	1.2	<b>1.4</b>	1.5	1.6	1.5	1.6	1.6
	豊水期	1	1.1	1	1	<b>1.2</b>	1.4	1.5	1.5	1.5	1.4
石油類 等 [mg/l]	渇水期	1.5	1.4	1.5	1.5	<b>1.5</b>	1.8	2.1	2.2	2.1	2
	平常水位期	1.7	1.6	1.7	1.6	<b>1.8</b>	2.2	2.5	2.6	2.5	2.4
	豊水期	2	1.9	2.1	2	<b>2.3</b>	2.5	2.8	3	3.1	2.7

出所：漢坪咀発電所が取り付けた文県提供データ。

発電所完成後の環境モニタリングは、事前評価時、文県環境保護局が年3回、ダム湖の上下流で水質汚濁状況を検査することになっていた。事後評価時、文県政府内の管掌の変化に伴い、環境モニタリングは環境保護局ではなく保健衛生部門が検査を実施していた。表10に示すように発電所が完成した2005年を境に、数値が若干、変化しているものの、大きな問題は発生していない。文県人民政府の見解では、電力が供給されるようになり住民が煮炊きに薪を利用することが減ったので薪を燃やすことによる空気の汚染が減ったそうである。

ダム湖ではマス類の養殖業が盛んになりつつあり、県政府自ら四川省の業者を招致してマス養殖を始めたほか、移転住民も独自に養殖業を始めている。移転住民によれば、専門家の指導を受けずに自力で養殖するのは大変で、当初、期待したようには収入が上がらないという。そのため現時点では、移転住民が一斉に養殖業に乗り出す状態にはなっていないが、この養殖業が大いに盛んになればダム湖の水質に影響が出る可能性がある。

主に省政府が行う環境保護検収<sup>15</sup>では、ダム堤防エリアはこれに合格し、タービン建屋やオフィ

<sup>15</sup> 環境保護検収：中国政府が定める『建設事業環境保護（保全）管理条例』に従って、環境保全行政主管部門が中心となり、事業の環境保全措置の適切性、環境への影響を検査する制度。省レベル、市レベル、



ス・居住棟エリアは申請中で、2011 年中には合格証が取り付けられる見込みである。

### 3.4.2.2 住民移転・用地取得

本事業による住民移転・用地取得は、それぞれ計画比 170%、280%と計画時よりも増えている。移転住民数が増えた理由は、i) 住民移転計画書に従って、浸水の影響を受ける範囲を当初計画よりも広く設定することになり、計画では移転対象ではなかった住宅が移転対象に加えられたこと、ii) 当初計画時から実際の移転開始までの間に、子どもが結婚し独立した家もあり、これにより世帯数が増えたこと、の 2 点である。また用地取得は、上述のように水没しないが浸水の影響を受けるダム堰堤の面積を増やしたためである。

表 11 住民移転・用地取得の計画と実績

サブプロジェクト	住民移転		用地取得	
	計画	実績	計画	実績
漢坪咀	約 1000 人/230 世帯	1686 人/399 世帯	約 90ha	253ha

出所：JICA 提供資料、文県移民局提供資料

表 12 理由別住民移転数

	地区計	移転理由		
		ダム湖による水没	ダム堰堤面積追加	国道 212 号線路線変更
全体	339 世帯/1686 人	259 世帯/1288 人	53 世帯/264 人	27 世帯/134 人
玉墨郷	335 世帯/1655 人	255 世帯/1267 人	53 世帯/264 人	27 世帯/134 人
尚徳鎮	4 世帯/21 人	4 世帯/21 人	—	—

出所：JICA 提供資料、文県移民局提供資料

移転計画は西北勘測設計研究院が作成した。これに沿って、漢坪咀発電所を運営する甘粛省南部水電開発有限公司と文県人民政府が住民移転と補償に関する協議文書を締結(2004 年 6 月締結)し、同政府移民局が実際の移転プロセスを担当した。

移転のプロセスは、①住民への書面での通達及び説明会、②各戸訪問による補償の内容と額の査定、③補償政策の通知、④住民との契約、⑤移転先の住宅及びインフラ整備、⑥移転実施という順序で行われた。説明会実施から移転までは約 2 年を要した。補償内容は政府の規程<sup>16</sup>に従っており、補償総額は 1900 万元である。2005 年 3 月までに漢坪咀発電所側から移民局に補償額全額が支払われた。

移転先は、移民局が選定した 5 地区あるいは移転予定者が自ら探した場所である。選定地区への移転の場合は移民局が住居を建設・提供し、それ以外の場合は住居建設費用一式を住民に支払った。選定地区には小学校 1 か所、病院 1 か所、村診療所 4 か所、橋 2 脚、渡し場 3 か所を整備し、その費用は発電所からの補償金を充当した。現在、村診療所医師には移民局から補助金を出している。

移民局によれば、地元住民世帯の年収は、発電所完成前 2005 年に 782 元、2010 年に 1141.92 元であった。一方、移転住民世帯の 2010 年の年収は地元住民よりも 1465.8 元多

県レベルと各行政レベルでは、その管轄するプロジェクトの操業あるいは試験操業申請を上位の行政レベルに提出し、受け取った環境保全行政主管部門は環境保全施設や環境保全措置実施状況を現場検査及び設計図等書類のレビューを行い、当該建設事業が環境保全の条件を満たしているか否かを審査する活動。

<sup>16</sup> 「大中型水利・水力発電所建設工事に伴う徵用土地の補償および立ち退き住民安置条例」(1991 年国務院 74 号令)、及び「国家発展計画委員会による水力発電所建設工事に伴う土地徵用及び住民移転事業の経過措置の発令通知」(2002 年 2623 号準拠)

い。2006年7月から国から一人当たり年600元の補償金が受給している。

発電所は、山肌を切り開いて農地を整備し、移転住民に提供している。また単純労働作業者と



移転住民用に発電所が建設した家(上)

として40人程度の住民を採用したり、技術者採用時には所定の採用基準を満たす場合には地元住民から優先的に採用することにしており、移転住民を中心に地元で雇用機会を提供するように留意している。

農地については、元来、山間の狭い土地に農地を切り開いていた村であるため代替農地がない農民も多い。しかし、移転農民には当初からの補償金に加え政府からの補償金や年金が支給されているため、生計への不安を抱えることはないそうである。

移転住民の生活の現況と補償実施プロセスを確認するため、一部移転先の視察と住民へのインタビューを実施した。移転住民は移民局が選定した2世帯で、移民局選定地区に移転した世帯と自ら探した土地に移転した世帯である。両世帯とも、移転後、収入が増え、生活水準（電気・水道・交通）が向上したと回答した。訪問した住宅の質は高く、暮らし向きも良いようであった。

### 3.4.2.3 その他地元への裨益

中国政府は、農村部と都市部の格差是正のため、農村部への各種支援策を実施している。その一環として文県では農村電化事業が進められた結果、電化率は改善されている（表8参照）。本事業開始前の1998年、電線が敷設された村は文県全体で30%、電線が敷設された集落及び世帯は不明であるほど極めて少数であった。現在は、各村、村の各所にある各集落及び世帯にはくまなく電線が敷設されており、電線が敷設されていないために電気が使えないのは山奥に点在する個別の世帯だけになっている。

表13 文県の電化率の変化

	電線が敷設されている村	電線が敷設されている集落	電線が敷設されている世帯
1998年	30%	-	-
2010年	100%	100%	98%

[文県電力局聞き取り結果から作成]

文県人民政府によれば、本事業により十分な電力が確保できるようになったので、地元住民は「山に登り薪を取り、それで体を温め食事を作る」という生活様式から解放された。地元の経済発展に必要な電力をクリーンエネルギーによって提供し、地元住民の就業を促進し、生活水準を大幅に改善した事業である。また生活面では、電力供給のみならず、付帯するインフラ施設（道路、灌漑、養殖業）が相次いで建設されたので、地元住民の生計活動にも大いに便宜があったそうである。また事後評価時点では、負のインパクトは見当たらなかった。

以上から、本事業のインパクトは自然環境、移転住民、さらに地元社会や住民の生活に正のインパクトを及ぼしていると考えられる。

## 3.5 持続性（レーティング：③）

### 3.5.1 運営・維持管理の体制(サブレーティング③)

漢坪咀サブプロジェクトには事後評価時、二つの組織が関わっている。発電所の日々の操業・運営、維持管理、経理、人員管理を担当する甘肅明珠南部水電開発有限公司（以下、明珠南部公司）、及び財務管理とマネジメント・レベル人事を担当する甘肅科源電力集團公司（以下、科源公司<sup>17</sup>）である。

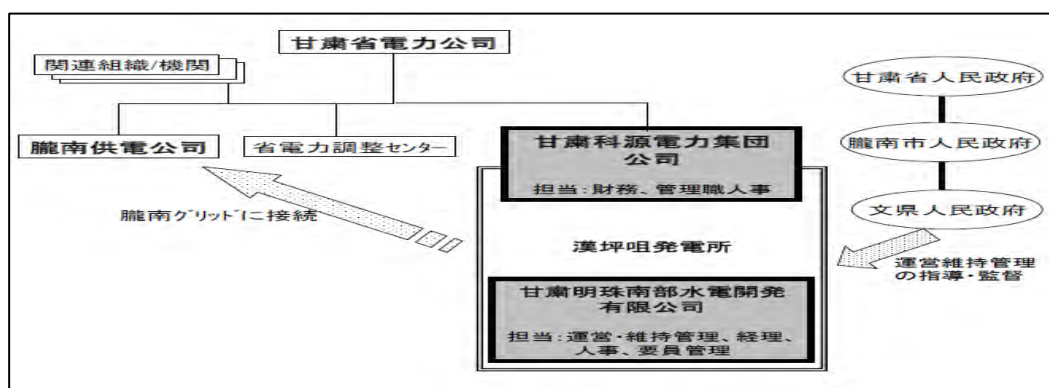
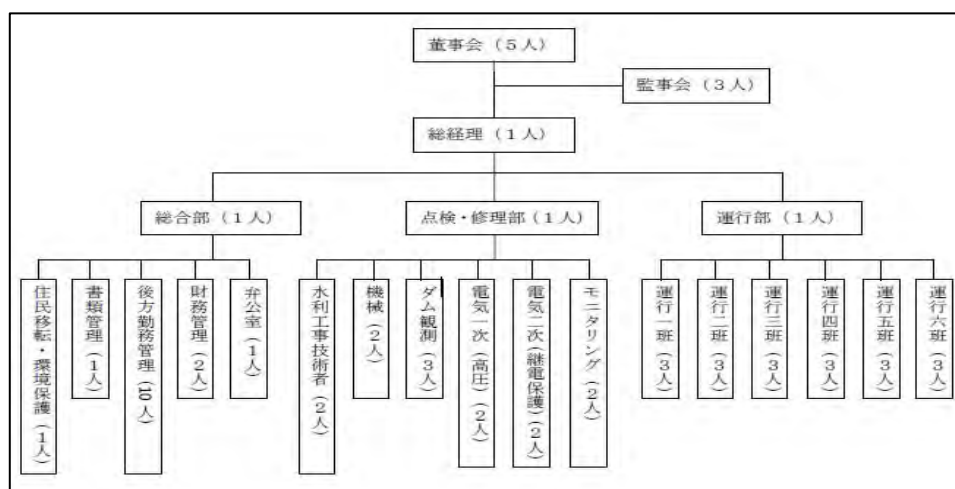


図2 漢坪咀発電所に関する組織の位置づけ概念図

漢坪咀発電所の運営に当たる明珠南部公司の前身は、事前評価時の事業実施者の甘肅明珠水電開発有限公司に設けられた発電所建設プロジェクト・チームであり、発電所完成に伴い発電所の運営を専門に行うための別組織となった。一方、科源公司是甘肅省電力公司が所管する集團法人企業であり、現在は、明珠南部公司に出資する親会社でもある。

明珠南部公司（漢坪咀発電所）の人員体制は計画時と概ね同じである。



	部署名	人数	備考
技術部門	運行部	19人	3人/1チームで輪番制を敷く
	点検・修理部	14人	
総務部門	総合部	16人	住民移転・環境保護担当を置いている
上級管理職		9人	

図3 漢坪咀発電所の組織図

運行部及び点検・修理部を中心に専門技術者は中等専門学校卒業以上の専門技術者を採

<sup>17</sup> 2009年に、甘肅電力多種經營（集團）公司から名称変更。漢坪咀発電所以外にも他業種の事業を展開しており、漢坪咀発電所事業に関っている職員は3名のみである。

用している。平均年齢は26歳で、男女比率は3：1である。技術部門には点検・修理部及び運行部が、管理部門には総合部があり、それぞれのスタッフに対しては上級管理職、管理職、一般スタッフに分けて業務研修を実施している。その総額は賃金総額の2%と定めているが、毎年、増えている。

また漢坪咀発電所が所在する文県の人民政府は発電所の運営維持管理について指導・監督の役割を担っている。同政府は、科源会社が運営時管理の体制、財務状態、技術力等において、極めて適切に対応しているとみている。

### 3.5.2 運営・維持管理の技術

漢坪咀発電所の所長は、火力、水力、風力など各種発電所の所長を28年間務めてきており、経験豊富である。技術者を含めたスタッフの平均年齢は28歳で、経験年数5～10年のものが多い。事後評価時点で、技術力で懸念される点は見当たらない。

新規採用者は新人研修を13週間実施した後、業務を開始する。その後は、所長の指導下、トレーニングを実施し、また所外では、所長のネットワークを使って、別の発電所でのOJT、あるいは省電力会社主催のトレーニングにも参加させている。研修理解度及び習熟度を測るために、毎年テストを実施している。

勤務態度や技能向上に熱心なスタッフへの褒章制度を設けているが、これがインセンティブとなって皆、熱心に取り組んでいる。

### 3.5.3 運営・維持管理の財務

漢坪咀発電所を運営する明珠南部会社の財務状況は、下表に示すとおりである。四川地震による施設・機材への損害が発生した2008年、及びその修復に当たった2009年は売上高・営業利益・純利益とも前後の年より落ち込んでいるが、2010年には売上高が大きく戻り、それに伴い利益も震災前水準に戻ってきている。

一方、売電収入であるが、下記のように目標値の63%と少なくなっている。売電収入に影響する数値—送電端電力量—は、目標値と大差なく、また売電価格そのものは、事前評価時から事後評価時で124%増しとなっている。そのため売電収入の目標値と実績値の相違の背景には、省政府発展改革委員会が決定する売電価格が当初の想定のように伸びなかったことが考えられる<sup>18</sup>。

実際、この売電収入と目標値との差については、発電所もその親会社も特に問題視はしておらず、むしろ目標値の設定が適切ではなかったとみている。なお漢坪咀発電所は省電力調整センターが直接、調整・管理する対象<sup>19</sup>であり、売電収入は発電所からの請求額ではなく電力調整センターから発電所に通知される買電額に基づいている。

<sup>18</sup> 売電価格に関する発電所関係者の説明では、近年、中国では再生可能エネルギーの利用を促進することを目的に、水力や風力等の火力以外で発電された電力の売電価格の上げ幅を火力よりも大きく設定してきているそうである。この上げ幅が計画時の見込みよりも小さかった可能性がある。

<sup>19</sup> 当発電所は、建設当時、地域内で大容量の発電所であったことから、グリッド内さらに省全体の電力需給バランスのなかで発電状況が管理されることになったためである。

表 14 財務状況

単位：元

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
甘肅明珠南部水電開發有限公司（漢坪咀發電所運営）						
売上高	21,468,535	50,006,567	58,354,909	53,555,357	58,820,690	66,000,167
営業利益	10,124,145	25,353,929	20,029,849	15,288,081	15,196,751	20,068,922
当期純利益	10,124,145	25,353,929	20,029,849	15,288,081	17,367,335	20,068,922
固定資産	496,002,428	504,995,379	448,586,046	425,483,163	404,013,067	381,079,824
流動資産	67,888,415	2,738,999	30,337,225	1,197,763	833,826	2,048,230
資本金	10,800,000	10,800,000	10,800,000	10,800,000	10,800,000	10,800,000
総資産 <sup>*1</sup>	696,379,956	777,430,238	643,011,416	591,409,917	562,156,411	528,783,154
流動負債	206,972,501	187,688,854	59,377,754	32,720,389	53,101,204	26,594,200
固定負債	379,634,816	454,634,816	447,128,533	407,128,533	342,128,533	312,128,533
総負債	586,607,317	642,323,671	506,506,287	439,848,922	395,229,737	338,709,293
運営維持管理費	2,020,000	1,870,000	3,610,000	4,100,005	7,780,000	16,040,000

出所：漢坪咀発電所提供データ

\*総資産：固定・流動資産のほか売掛金などが含まれているため、固定資産と流動資産の合計とは一致しない。

表 15 売電収入の目標と実績

サブプロジェクト	目標※ (百万元)	実績 (百万元)						実績平均 の目標比
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	
漢坪咀	104	21.5	50	58.35	53.55	58.82	66	49%

出所：漢坪咀発電所提供データ

\*目標値：設計値。事前評価時および中間レビュー時（2005年）とも、設計値を採用。

表 16 売電単価の推移

(単位：元/kWh)

時期	事前評価時	2005年まで	2006年以降
単価	0.183	0.219	0.227

2006年の売電価格引き上げは、国のクリーンエネルギー奨励策によるもの。

## 3.5.4 運営・維持管理の状況

2008年の四川地震では以下の被害が発生し、発電量が3000万kWh減少した。

- i) 発電機2号機の軸がずれ、横方向に大きくぶれるようになった。2008年9月に修理。費用45万元。
- ii) ダムが一部損壊した。2009年5月に修理。
- iii) 発電所建屋及び総合棟の修理。

発電所所長によれば損壊は当時の状況のなかでは可能な限り速やかに対応したとのことで、事後評価時、いずれも支障なく使用されている。発電所建屋の壁にヒビ、玄関先に3～4cmの段差が残っているほかは、被害の痕跡はない。発電機3基とも停止したのは25日間で、発電の基本的機能は地震発生から3ヵ月後の2009年末に回復した。建物などの修復工事が終わり発電所全体が地震前の状態に戻ったのは同1年後である。修理後は発電機の運転状態がよく、また水量も多いので、発電量は地震前より増えた。なお修理費用は全額、明珠南部会社が自弁した。

整備点検は、次のように実施されている。計画時との頻度の差は、実際の設備の状況を踏まえて調整された結果である。また各種緊急対応マニュアルを整備している。

施設・設備の維持管理に必要なスペアパーツの入手には支障ない。輸入品は一部の電動

弁や磁気スイッチ及びすべての監視パネルであり、その部品は価格の変動が大きいことに加えて、発電所の所在地の不便さゆえに納期が長くなるので、余裕をもって代理店に発注するようにしている。監視システムは現行のものがまだ使える。システム全体の更新費用は高額になるため、暫く様子を見ている。

表 17 整備・点検の対比

対象と内容		頻度	事前評価時(2000年)	事後評価時(2010年)
		タービン・発電機	日常点検	適宜
	小修理	2回/年	1回/年	
	大修理	1回/年	1回/年	
変圧器	検査	1回/10年	3回/週	
ダム	検査	1回/5年	1回/週	

出所：漢坪咀発電所提供データ

また発電機の運転を担当する運行部は3人一組のチームが6つ設けられている。所長の経験に基づいて24時間体制で4チームが勤務し、1チームが非番、1チームが研究・学習という輪番制が構築されている。チーム長が任命され、チーム・スタッフ管理を行うなどチームのパフォーマンスに責任を持って臨むように工夫されている。発電所では、一時期、若いスタッフの退職が続いたことに鑑み、定着率を上げる対策を講じたので、スタッフの離職とそれに伴う人材育成コストの上昇が抑えられている。

隴南グリッド内の複数の小水力発電所に関する隴南供电局によれば、漢坪咀発電所の運営状態は所管内で最も良いそうである。供电局の把握する限りでは、漢坪咀発電所は安全操業を重視し、施設・機材の点検に力を入れ、不具合には直ぐに対応しているので、良好な運営状況を保っている。また点検時間を短縮して節水し、また気象部門と常に連絡をとり降水量を把握し棄水を避け、水資源利用率を最大限に引き上げているという。

親会社の科源公司是、水力発電事業を二つ、実施しているが、漢坪咀発電所は売上がよく、今後も堅調な経営状態を続けていきたいと考えている。

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、電力供給能力の向上とクリーンエネルギー開発を目指す中国政府の政策、対象地域の電力供給ニーズ、当時の日本の援助方針と整合しており、妥当性は高い。建設された発電所の稼働状況に大きな問題はなく、予定された効果は概ね発現しており、有効性も高い。一方で、事業費と事業期間については総額及び事業期間が計画を上回る結果となり、効率性はやや低い。また運営・維持管理の体制、財務、技術、状況に問題はなく、おおむね適切な状態である。

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

特になし。

#### 4.2.2 JICA への提言

特になし。

### 4.3 教訓

#### 1) 相手国側との指標の定義の合意の重要性

本案件では、運用・効果指標について実施機関と JICA の定義が異なるもの（例：設備利用率）、あるいは年によって計算方法が異なるもの（例：送電端電力量、）が複数あり、検証・確認・合意に時間を要した。例えば「運転時間(日)」や「停止時間(日)」のように標記されている指標が時間数なのか日数なのか、発電所内でも解釈が異なる場合があった。

現在、JICA では相手国側と事前に指標の定義や計算式を定め、これらを議事録や合意文書に明記している。今回の事例を踏まえると、あらためて各運用・効果指標について定義あるいは計算式を JICA と相手国側とで合意明記しておくことが重要である。

#### 主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
①アウトプット	<b>外貨</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>パッケージ1発電機器：発電機 60MW(20MW×3基)、変圧器</li> <li>パッケージ2ダム建設：ダム本体(貯水量0.51億m<sup>3</sup>、高さ57m)及び上下流堰の建設</li> <li>パッケージ3発電所建設：建屋及び付帯設備</li> <li>パッケージ4トンネル工事：取水トンネル及び洪水吐きトンネル建設。鋼構造物を含む</li> <li>パッケージ5建築用資材</li> </ul> <b>内貨</b> <p>トンネル工事その他：タービン建屋敷地整備、排水溝整備、敷地正門整備、発電所下流法面整備 コンサルティングその他経費 工事用電気代等</p>	<b>外貨</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>パッケージ1発電機器：発電機 72MW(24MW×3基)、変圧器</li> <li>パッケージ2ダム建設：ダム本体(貯水量0.51億m<sup>3</sup>、高さ57m)及び上下流堰の建設</li> <li>パッケージ3発電所建設：建屋及び付帯設備</li> <li>パッケージ4トンネル工事：取水トンネル及び洪水吐きトンネル建設。鋼構造物を含む</li> <li>パッケージ5建築用資材</li> </ul> <b>内貨</b> <p>トンネル工事その他：タービン建屋敷地整備、排水溝整備、敷地正門整備、発電所下流法面整備 コンサルティングその他経費 工事用電気代等</p>
②期間	2001年3月～2004年3月(37ヶ月)	2001年3月～2005年9月(55ヶ月)
③事業費	漢坪咀サブプロジェクト	漢坪咀サブプロジェクト
外貨	4638百万円	4638百万円
内貨	1299百万円(12305万元)	2844百万円(19805万元)
合計	5937百万円	7482百万円
うち円借款分	4638百万円	4638百万円
換算レート	1円=13円(2000年10月現在)	1円=14.36円(2001年3月～2007年10月平均)

以上

## ウランバートル第4火力発電所改修事業（I）（II）

外部評価者：財団法人国際開発高等教育機構 藤田伸子

### 0. 要旨

本事業は、90年代初頭に旧ソ連の技術者引き揚げで危機に陥っていた第4火力発電所に対する支援であり、モンゴルにおける電力と熱の最大の供給元である同発電所の重要性を鑑みると、極めて妥当性の高い事業であったと言える。本事業によりボイラーの故障による停止が大幅に減少して稼働率が向上し、単位発電量当たりの石炭・CO<sub>2</sub>が削減されるなど、事業効果も高い。また発電量の大幅な増加と安定的な供給により、ウランバートル市が位置する中央地域エネルギー系統全体の電力供給の信頼性向上に貢献した。同国ではエネルギー政策が過渡期にあり外部環境は流動的ではあるが、事業自体の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. 案件の概要



(案件位置図)



(ウランバートル第4火力発電所)

#### 1.1 事業の背景

モンゴルは面積 156 万 km<sup>2</sup>（日本の約 4 倍）、人口約 275 万人（2010）を有し、首都ウランバートルには約 124 万人（同）と全人口の 45%が集中する。モンゴルの電力・暖房・温水を供給するエネルギー系統は、主として中央系統（Central Energy System、以下 CES）、西部系統、東部系統から成り、発電量では CES が 9 割強を占める。

CES の電力供給の 73%（2010）、熱供給の 62%（同）を担うのがウランバートル第 4 火力発電所（以下、第 4 火力）である。旧ソ連の支援で建設され 1983 年から 91 年にかけて運転を開始したが、1991 年にロシアの技術者・資金が引き揚げた後、自動制御システムが機能不全に陥り発電量が低下していた。また第 4 火力で採用されていた間接燃焼方式<sup>1</sup>は、微粉炭系統において摩擦による機器トラブルが発生しやすい上に爆発の危険性も高く、電力供給の不安定要因となっていた。さらに燃焼効率の低さから

<sup>1</sup> 粉砕した石炭を一時的に貯蔵し、必要な燃料をその都度ボイラーに注入する方式。直接燃焼方式は石炭を粉砕したら直ちにボイラーに注入して燃焼させる。



大量の石炭を消費するために、大気汚染物質の排出が多いことも問題となっていた。

CES では需要の一部をロシアからの輸入に頼っていたが、停電や地域熱供給用温熱水の温度低下が度々起こり、とくに需要が高まる厳冬期には市民生活及び生産活動に深刻な影響を及ぼしており、第4火力の自動制御システムの機能回復と、直接燃焼方式への転換による電力の安定供給が重要な課題となっていた。

## 1.2 事業概要

ウランバートル第4火力発電所において、自動制御システム、直接燃焼方式の導入、周辺機器の改修を行うことにより、設備信頼性ならびに燃焼効率の向上、及び、大気汚染物質排出削減による環境負荷の軽減を図り、もって電力及び熱水の安定供給を通じたウランバートル市の産業振興と民生の向上に寄与する。

円借款承諾額／実行額	(I) 4,493 百万円 (II) 6,139 百万円 計 10,632 百万円 ／(I)4,493 百万円 (II)6,072 百万円 計 10,565 百万円
交換公文締結／借款契約調印	(I)1995 年 10 月 20 日 (II)2001 年 2 月 15 日 ／(I)1995 年 10 月 23 日 (II)2001 年 3 月 26 日
借款契約条件	(I) 金利 2.3%、返済 30 年（うち据置 10 年）、一般アンタイド (II) 金利 0.75%、返済 40 年（うち据置 10 年）、一般アンタイド（コンサルタントは二国間タイド）
借入人／実施機関	モンゴル国政府／鉱物資源エネルギー省 <sup>2</sup> (事業実施者:第4火力発電所)
貸付完了	(I)2002 年 4 月 23 日 (II)2008 年 7 月 23 日
本体契約	(I) Austrian Environment Sgpiwaagner-biro(オーストリア)・日商岩井(日本)(JV) (II)伊藤忠商事
コンサルタント契約	(I)(II)電源開発(株)
関連調査（フィージビリティ・スタディ：F/S）等	F/S：日本プラント協会（1991） SAPROF：JICA（1995）
関連事業	<技術協力> ・ 専門家派遣（1996～01、運転維持管理技術指導） ・ ウランバートル市第4火力発電所改修計画支援開発調査（2001～2002） ・ シニア海外ボランティア（電力分野 2002～2011）20 名 <無償資金協力> ・ 緊急修理用単独機材供与（1991：40 百万円） ・ ウランバートル市第4火力発電所改修計画（1992：9.36 億円、1993：3.06 億円、1994：3.56 億円） ・ 同、第二次（1996：11.73 億円） ・ フォローアップ（2007：50 百万円）

<sup>2</sup> 現在は鉱物資源エネルギー省下のエネルギー庁（詳細は 3.5.1 持続性（維持管理体制）にて後述）

## 2. 調査の概要

### 2.1 外部評価者

藤田伸子（財団法人国際開発高等教育機構）

### 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12月

現地調査：2011年1月17日～1月28日、6月13日～6月17日

### 2.3 評価の制約

特になし。

## 3. 評価結果（レーティング：A<sup>3</sup>）

### 3.1 妥当性（レーティング：③<sup>4</sup>）

#### 3.1.1 開発政策との整合性

「ミレニアム開発目標に基づくモンゴル国家開発総合政策」（2008～2021）では、エネルギーの不十分かつ不安定な供給が同国にとっての課題の一つとして挙げられており、ゴビ地域の電力需要増加も見込んだエネルギーの自給を目指していくとしている。エネルギーセクターのビジョンを示す「モンゴル電力システム統一プログラム」（2002策定、2007改訂）では、全国に発電設備を配置し電力システムを統合することにより、地方への確実な電力供給と電力輸出を目指している。

また「第2次エネルギーマスタープラン（2000～2020）」（2002）では、CESにおいて他の発電所が老朽化により2020年までの停止が見込まれる中、第4火力は2020年以降も電力と熱供給の中核を担うとしている<sup>5</sup>。同マスタープランは2011年11月の改訂を目指しエネルギー庁を中心に作業中であるが、改訂版においても第4火力は引き続きCESの中核的な位置付けとなっている<sup>6</sup>。

#### 3.1.2 開発ニーズとの整合性

モンゴルでは、電力供給の不足を輸入で補っているが、本事業実施前の1995年には電力需要の15.3%をロシアからの輸入に依存していた。それでも停電が多く工場の生産ラインの停止など深刻な影響が出ており、また輸入に頼ることのできない熱供給で

<sup>3</sup> A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

<sup>4</sup> ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

<sup>5</sup> CESにある5カ所の発電所のうち、第2火力発電所は2009年に耐用年数を過ぎ閉鎖が近いとされる。第3火力発電所も2011年に耐用年数を過ぎるため、段階的に停止し、同敷地内に新たに第5火力発電所を建設する計画がある。このため第5火力発電所が完成する（2020年予定）までの間、第4火力はこれまで以上に重要な役割を果たすことになる。第4火力のボイラーも運転開始から20～28年経過しており、ロシアの基準では寿命25年とされるが、エネルギー庁では本事業により20年寿命が延びたとして、今後も補修しながらCESの電力供給の中核として使用継続する方針（上記マスタープラン及びエネルギー庁ヒアリング（2011年1月20日））。

<sup>6</sup> エネルギー庁ヒアリング。同改訂作業はADBの貧困削減日本基金の支援を受けている。

は厳冬期の暖房温度低下が深刻な問題となっていた。

今後の CES の電力需要の予測を見ても、鉱工業の伸び等を見込んで 2020 年まで年 3.2～7.7%増とされている<sup>7</sup>。熱の需要も、ゲル地区<sup>8</sup>を徐々にアパートに転換するという住宅政策により 2015 年までに 2010 年比 29.0%増の大幅な伸びが見込まれている<sup>9</sup>。

### 3.1.3 日本の援助政策との整合性

1994 年の「対モンゴル支援の基本的考え方」(外務省)では、日本は経済基盤の強化と産業の多様化に対する支援に焦点を当てるとしていた。第 4 回モンゴル支援国会合(1994)においても、エネルギーセクターへの支援の必要性を踏まえ、第 4 火力のリハビリへの支援を表明していた。

以上より、本事業の実施はモンゴルの開発政策、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 I 期と II 期に分かれている。I 期では、8 缶のボイラーのうち 4 缶の自動制御システムの機能回復、微粉炭機を間接燃焼方式から直接燃焼方式に変更するため下表のような機器の設置が行われた。II 期では残り 4 缶のボイラーについて同様の機器更新・新設が行われたほか、発電機励磁機の更新が実施された。

I 期・II 期とも、アウトプットについてはほぼ計画どおり産出された。II 期のコンサルティング・サービスについては、1.36MM 延長となった<sup>10</sup>。

表 1 主要なアウトプット

期	計画	実績	計画との差異
I	(1)自動制御システムの機能回復 (ボイラーNo.1~4)  (2)間接燃焼方式から直接燃焼方式への転換(同) (3)付帯設備の改修・導入(同) (4)コンサルティング・サービス 94MM	(1)ボイラー制御装置取替、計器盤・操作盤の取替、薬液注入装置、連続ブロー制御装置、データ処理装置、運転操作トレーニング装置の取付。 (2)堅型ミル・モーター、石炭計量機、微粉炭供給配管、制御装置、通風機等の取付。 (3)ボイラー管の取替等 (4)94MM	(1)~(4)計画通り
II	(1)自動制御システムの機能回復 (ボイラーNo.5~8) (2)間接燃焼方式から直接燃焼方式への転換 (同) (3)付帯設備の改修・導入(同)	(1)I 期実施内容に同じ  (2)I 期実施内容に同じ  (3)I 期実施内容に同じ	(1)~(4)計画通り

<sup>7</sup> エネルギー規制庁資料による。

<sup>8</sup> 地方の遊牧民等がウランバートル市に流入し、中心市街地を取り囲むようにゲル(モンゴル遊牧民の移動式住居)や木造の住居が集中し、形成された地域。

<sup>9</sup> 国家給電センター提供資料による。

<sup>10</sup> 延長の理由は、ボイラーの管理・調整に関するアドバイスが引き続き必要であったため。

(4) 運転の安定化 (5)コンサルティング・サービス 108MM	(4)発電機磁励機取替え (5)109.36MM	(5) 計画比 1.36MM 増)
---	-----------------------------	----------------------

### 3.2.2 インプット

#### 3.2.2.1 事業費

事業費はⅠ・Ⅱ期合計で計画 12,343 百万円だったのに対し、11,873 百万円（計画比 96%）であった。Ⅰ期では、内貨分が計画額より約 20%増加したが、為替変動により円換算では計画比 17%減となった。また上記のとおりⅡ期のコンサルティング・サービスが延長になったが、この費用は、予備費および第 4 火力自己資金で賄われ、全体としては計画内に収まった。

#### 3.2.2.2 事業期間

事業期間は、計画 89 ヶ月に対し、実績 121 ヶ月（計画比 136%）と、計画を上回った<sup>11</sup>。

Ⅰ期、Ⅱ期とも、事業完了が計画より 1 年 4 ヶ月遅れた。Ⅰ期では、調達の遅延、地中に埋設された基礎コンクリートの撤去や据付工事・試運転等に想定よりも時間を要したことが原因である。Ⅱ期では、7 パッケージ中一つ目のパッケージにおいて事前資格審査の公示から契約締結までに 1 年 3 ヶ月を要したことで、他のパッケージにも影響し全体に遅れが出た<sup>12</sup>。さらに据付工事も 2～3 ヶ月延長され、ボイラーの蒸気温度低下の発生により試運転期間が長引くなど様々な要因が重なり、最終的に計画を上回る期間となった。

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

### 3.3 有効性<sup>13</sup>（レーティング：③）

#### 3.3.1 定量的効果

審査時に効果指標として設定されていたボイラー稼働率については概ね達成されているほか、燃焼効率や設備信頼性を示す所内率やボイラー停止回数も大幅な改善を見ている。また環境関連では、石炭および重油の使用量が削減され、省エネ効果を上げている。

<sup>11</sup>事業期間の開始を LA 調印月、完成を試運転完了時とした。Project Completion Report では、コンサルティング・サービスの終了時を事業完成と定義している（実績はⅠ期 1999 年 12 月、Ⅱ期 2008 年 6 月）が、その前に試運転が終了し事実上稼働していたため。第 4 火力発電所でも、試運転までに全ての調整が終了するため、試運転の終了時を完了とみなしている。）また、Ⅰ期とⅡ期の間（実績で 1 年 5 ヶ月）空いているためこの期間を抜いて事業期間を合算した。

<sup>12</sup> 炭種により変る性能をどのように調整するかなど入札書類の技術面の検討に時間を要したことが原因。

<sup>13</sup>有効性判断にあたり、インパクトも加味してレーティングを行う。

### 3.3.1.1 運用効果指標

#### (1) 発電所の効率化及び設備信頼性の向上

##### ① ボイラーの稼働率

ボイラーの稼働率についてはほぼ目標を達成している（表 2 参照）。第 4 火力における 2010 年の最大出力は、実施前の 1995 年と比較して 1.5 倍（2011 年 1 月には 576MW まで向上し 1.8 倍）に増加した<sup>14</sup>。同期間の送電端電力量は 92.7%増加しており、本事業による効果は著しい（図 1）。

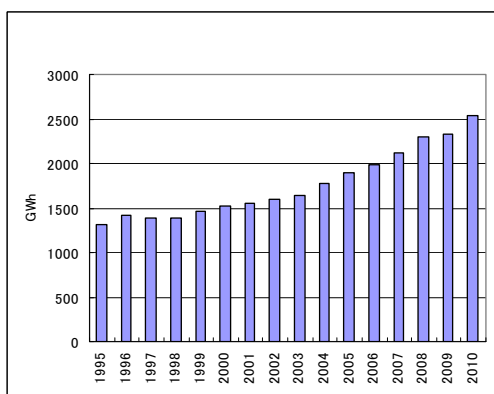
表 2 運用・効果指標

指標名	基準値(1995)	目標値(1999)	実績値(2010)	1995 比%(2010)
ボイラー稼働率(%)*1	41.3	60.0	59.5	144.1
最大出力(MW)	320		481	150.3
送電端電力量(MWh/y)	1,314,906		2,533,470	192.7
送電端熱効率(%)*2	50.6		56.4	111.5
所内率(%)	20.5		13.8	67.3
故障による停止率(%)*3	47.7		13.1	27.7

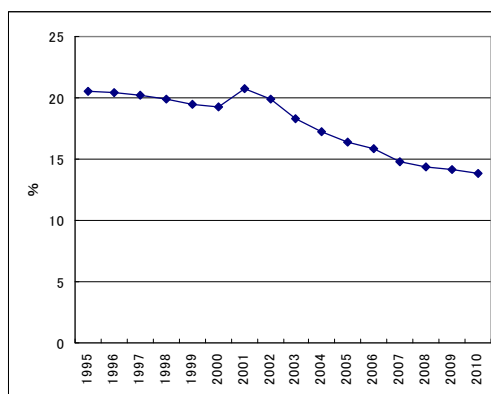
\*1:稼働率:年間稼働時間(8基計)/(24x365日x8基)。

\*2:送電端熱効率:(年間送電端発電量x860)/年間燃料消費量x燃料発熱量)x100。発熱の効率性を表す。

\*3 故障による停止率:年間総時間数x8の内、故障によって8基のボイラーが停止していた合計時間の割合。  
(出所:第4火力発電所)



(出所:第4火力発電所)



(出所:第4火力発電所)

図 1: 第 4 火力送電端電力量の推移

図 2: 第 4 火力所内率の推移

##### ② 所内率

所内率（発電した電力の発電所内での消費率）は、1995 年の 20.5%から 2010 年には 13.8%まで低下した（図 2）。これは CES の他の 4 発電所<sup>15</sup>（16.0%~22.1%、2010）に比較しても低く、CES 内の火力発電所の中で最も発電効率が高いと言える。

##### ③ 故障による停止率

故障によるボイラーの停止時間数は約 4 分の 1 に減少した（表 3）。また停止回数を

<sup>14</sup> タービンは、第 4 火力の資金により 2007 年に 5 号機、2010 年に 6 号機の定格出力が 80MW から 100MW に引き上げられ、総容量が 540MW から 580MW に増強されている。

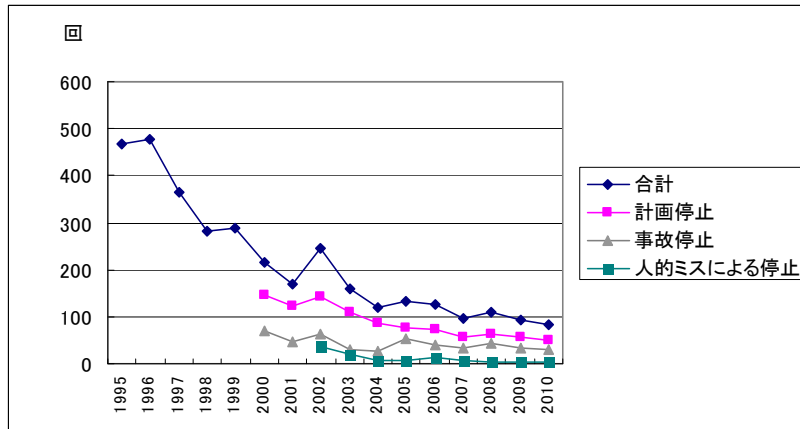
<sup>15</sup> 他の 4 発電所とは、ウランバートル第 2、同第 3、エルデネット、ダルハンのいずれも石炭火力発電所。

見ても、計画停止、事故停止、人為ミスによる停止とも大幅に減少した（図3）。

表3 ボイラーの停止時間数

	1995	2000	2010
故障によるボイラーの停止 (8 基計。h/年)	33,459	29,411	9,212

(出所：第4火力発電所)



(出所：第4火力発電所)

図3 ボイラーの年間停止回数の推移

## (2) 環境改善効果

石炭の消費量については、発電量の増加に伴い絶対量では増加しているが、単位発電量当たりの石炭使用量では、2000年比で11.5%減少しており、目標(11.3%)を達成している。CO<sub>2</sub>排出量も、絶対量では増加しているが、単位発電量当たりでは2000年比で16.4%減少し、目標(11.5%)を上回っている(表4)。

また重油使用量については、2010年で2000年の3割弱と、大幅に減少している。これは、故障によるボイラーの停止回数の減少により、運転再開のための重油の消費量が減少したことによる。

SO<sub>2</sub>及びNO<sub>x</sub>の削減効果については、1995年の測定条件が不明であるため単純比較はできないが、単位発電量当りでは、SO<sub>2</sub>は半減、NO<sub>x</sub>は横ばいとなっている。脱硫・脱硝装置を設置していないため、SO<sub>2</sub>の削減は燃焼方法の変更が主な要因と考えられる。

表 4 環境改善効果

	1995 (参考値)	2000 (基準値)	2008 (目標値)	2010(実績値)
発電端電力量 (MWh/y)	1,654,000	1,910,000		2,940,600
石炭使用量 (t/y)	1,968,502	2,190,369		2,985,000
単位発電量当り石炭使用量 (t/MWh)	1.190	1.147		1.015
単位発電量当り削減率 (%) 2000 比			-11.3%	-11.5%
CO <sub>2</sub> 排出量 (t/y)	2,755,895	3,007,508		3,868,560
単位発電量当り CO <sub>2</sub> 排出量 (t/MWh)	1.6662	1.5746		1.3158
単位発電量当り削減率 (%) 2000 比			-11.5%	-16.4%
重油消費量 (t/y)	20,085	4,793		1,366
排煙中の SO <sub>2</sub> (t/y)	9,236.2			7,402.2
単位発電量当りの SO <sub>2</sub> 排出量 (t/MWh)	5,580			2,520
単位発電量当りの SO <sub>2</sub> 削減率 (%)			-45%	-54.8%
排煙中の NO <sub>x</sub> (t/y)	5,232.5			9,280.6
単位発電量当りの NO <sub>x</sub> 排出量 (t/MWh)	3,163			3,157
単位発電量当りの NO <sub>x</sub> 削減率 (%)			-22%	-0.2%

(出所: 目標値は審査時資料、CO<sub>2</sub>排出量は原料炭の割合を勘案した計算値。その他は第4火力発電所提供資料。SO<sub>2</sub>とNO<sub>x</sub>については、1999~2008年まで厳密な測定が行われていないため1995の測定値を基準にした。)

2010年の排気中のSO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>の濃度を、排煙に係るモンゴル国家基準(2008)に照らすと、SO<sub>2</sub>は基準を下回っているが、NO<sub>x</sub>については水分の多いシベオヴォ炭を使用するボイラーについて、基準を1.4~1.7倍上回っている(表5)。

大気汚染物質については第4火力でも注意を払っており、月2回定期的な測定を実施している。2011年には煙突に測定器を設置し、恒常的に測定できるようにする計画もある<sup>16</sup>。

表 5 第4火力ボイラー排気中の大気汚染物質とモンゴル排出基準との比較

ボイラー	燃料	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>
No.3,4	バガヌール炭	0.11~0.33 倍	1.03~1.06 倍
No.5,6,7	シベオヴォ炭	0.1~0.3 倍	1.42~1.76 倍

(注: モンゴル国家基準は発電所の規模ごとに基準を設けており、上表では第4火力の基準を使用して比較した<sup>17</sup>。測定値: ウランバートル大気質局提供資料)

### 3.3.1.2 内部収益率

I期・II期を通算し、事業期間を1996~2020年として内部収益率を算出した結果は下表のとおりである。

表 6 内部収益率の再計算結果

	財務的内部収益率 (FIRR) (%)		経済的内部収益率 (EIRR) (%)	
	審査時	事後評価時	審査時	事後評価時
I期	8.8	6.2	10.5	26.2
II期	17.4		18.8	

審査時のFIRRでは便益に第4火力の勘定ではないロシアからの買電減少額が算入

<sup>16</sup> 環境モニタリングは外部企業により4年ごとに実施されているが、勧告に拘束力はなく、その後の報告義務も課されていない。2010年からはウランバートル大気質局でEIAが実施されており、制度強化が期待されている。

<sup>17</sup> 国家基準による拘束力はない。

されており、事後ではこれを除外したため審査時との比較はできない。FIRR が 6.2% と低めに出ているのは、エネルギー価格が規制されている実態が表れた数字でもある。

EIRR は審査時と同条件で算出した。本事業によりモンゴルの電力輸入が大幅に削減されており、輸入電力単価も 2010 年には審査時想定 of 2 倍以上となったため便益(電力輸入の節約)が増加し、審査時に比べ 26.2% と高くなっている。

### 3.3.2 定性的効果

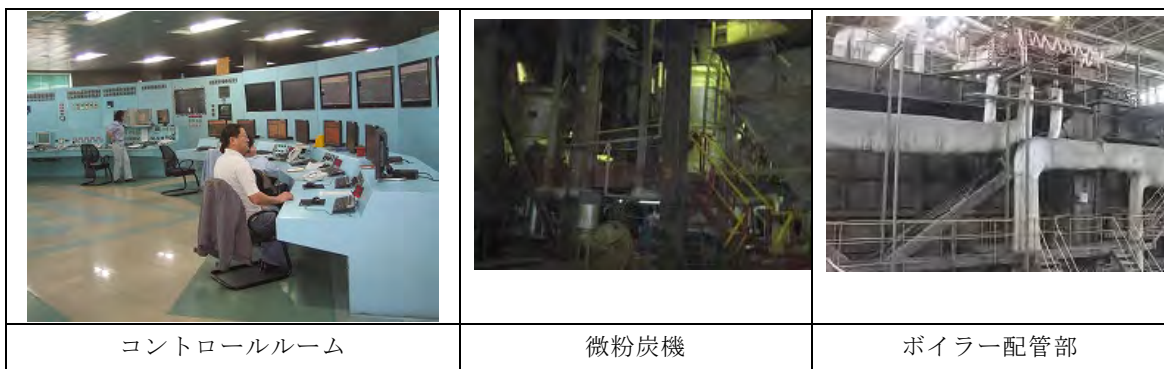
#### (1) 構内爆発事故数

直接燃焼方式の導入により、微粉炭の一時貯蔵によって発生していた炭塵火災事故が防止され、1996 年には 1 年間で 16 回も発生していた爆発事故が 2000 年以降は皆無となっている<sup>18</sup>。

#### (2) 運転維持管理費用の削減

2010 年の燃焼効率化による石炭の節約を 2000 年比 388,080t 減とすると、年 4,424 百万 Tg (約 2.9 億円) の節約となっている<sup>19</sup>。またボイラー 1 基が停止すると、運転再開のため重油 25~26t が必要であり、経費は 1 回につき 15 百万 Tg (約 100 万円) に上る。燃焼の効率化及びボイラー停止回数の減少は、維持管理費用の節約に寄与している。

以上より、本事業の実施によりほぼ計画どおりの効果発現が見られ、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

#### (1) 電力供給の安定化・停電の減少

CES 管内の大口需要家、ウランバートルおよびダルハン市民への受益者調査<sup>20</sup>によ

<sup>18</sup> 第 4 火力発電所ヒアリング。

<sup>19</sup> 1 円=15.22Tg (2010 平均)。

<sup>20</sup> 受益者調査として、2011 年 1~2 月に、CES 管内の熱と電気の利用者のうち、90 年代から操業・居住している大口需要家 30 社、UB 市民 30 世帯 (電力・熱供給のアパート在住 12 世帯、電力のみ供給のゲル在住 10 世帯、簡易一戸建て 8 世帯。以上は全世帯数の居住形態別比率で配分。また地域により停電状況が異なるため、中心 3 区、郊外 3 区、リモート 3 区を全世帯数の比率で配分)、ダルハン市 30 世帯 (居住形態別比率により、アパート在住 18 世帯、ゲル在住 12 世帯。同様に世帯数比で中心部 12 世帯・郊外 18 世帯となるよう配分) を対象に、エネルギー供給に関する満足度、90 年代前半との比較、第 4 火力に対する意識等を調査した。



れば、回答者の75.6%が、90年代に比べて電力供給が改善した（停電が減少した、電圧が安定した）と回答している。大口需要家からは、電力供給の安定化による操業の円滑化、生産量の増加、電圧安定化による機器の故障の減少などが報告されている。市民からは、（都市ガス供給のないモンゴルではアパートでの調理に電気が使用されていることから）食事の支度に支障がなくなったとの声が多かった。

90年代には、地方部の電力を制限してウランバートルに供給したり、市内では地区ごとの計画停電が実施されたりしていたが、現在ではそのようなこともなくなった<sup>21</sup>。

ただ、CES管内の停電は、事業実施前に比べいったんは減少したものの、2007年から再び増加に転じている（表7）。受益者調査の結果をみても、場所により年間3~26時間程度の停電がある（表8）。

2009年の停電の原因をみると、配電会社の施設・設備の不具合（41%）、計画停電（34%）、自然災害（6.4%）、発電・送電にかかる問題（1.3%）となっており、近年の停電の増加は、需要の増加による電力需給の逼迫と、配電関連の問題によることがわかる<sup>22</sup>。

さらに配電会社によれば、配電停止の原因は、48%がケーブル故障、自然災害が8.3%、その他33.8%となっており、配電設備の老朽化が深刻である<sup>23</sup>。また送電会社によれば、送電設備の老朽化も激しく、多くは1980年代までにソ連によって整備されたまま使用されており、改修されたものは1~2割にとどまっている<sup>24</sup>。

表7 停電回数の推移（CES全体）

	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
CES 停電回数	184	12	11	6	27	99	159	238

（2010は見込み。出所：Energy Statistics 2010）

表8 現在の停電の回数・時間数（受益者調査結果）

	平均回数(回/年)	平均時間数 (/回)
大口需要者	4.6回	2時間36分
ウランバートル市民	13.1回	1時間57分
ダルハン市民	2.2回	1時間16分

（出所：受益者調査。同じ市内でも送電系統の違いにより回数・時間は異なる。）

## （2）熱の供給の増加

熱の供給量についても、2010年で、1995年比41.4%の増加となっている。前述のアンケート調査では、熱供給についても、68.4%が90年代に比べて改善した（熱の供給が安定し、暖房の止まる回数が減少した等）と回答している。冬季に零下30度を下回るウランバートルでは、暖房と温水の安定的な供給はまさに生命線である。

<sup>21</sup> エネルギー省ヒアリング。

<sup>22</sup> Energy Regulatory Authority Annual Report 2009

<sup>23</sup> ウランバートル配電公社ヒアリング。

<sup>24</sup> 25年の寿命とされる送電施設が既に45年使用されている。中央地域送電会社ヒアリング。

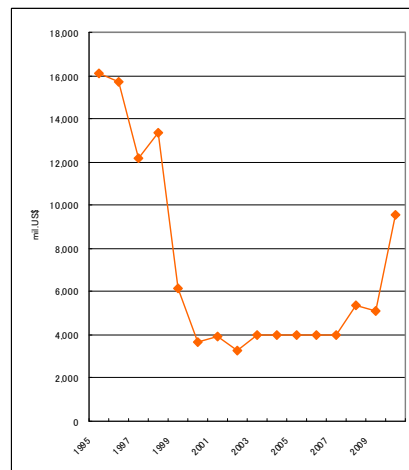
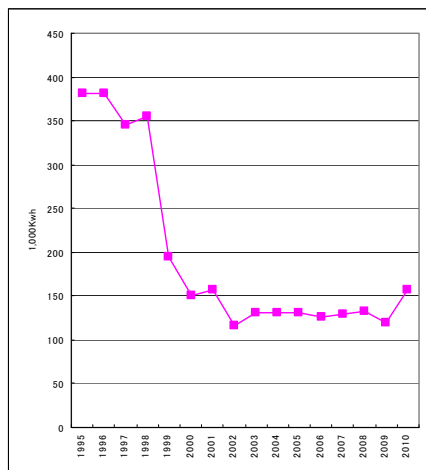
表 9 熱供給量の推移

	1995	2000	2010
熱供給 (千 GCal)	2,148	2,608	3,038

(出所:第4火力発電所)

(3) ロシアからの電力輸入の減少

モンゴルの電力輸入は、2000年を境に大きく減少し、現在は4.9%と1995年の3分の1にとどまるが、リーマンショックの影響が薄れ鉱業セクターを中心に経済が回復してきた2010年には輸入量が増加した(図4)。輸入額ベースでも1995年比では減少しているが、単価が2008年から上昇しているため再び増加傾向にある(図5)。



(出所: Energy Statistics2010)

図 4 ロシアからの電力輸入量の推移

図 5 ロシアからの電力輸入額の推移

3.4.2 その他、正負のインパクト

(対象地域及び周辺住民への裨益、自然環境へのインパクト、住民移転・用地取得等)

(1) 自然環境へのインパクト

本事業は、石炭消費量削減により、単位発電量当たりのCO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>排出削減に貢献したことは既述のとおりである。他方、排出される絶対量をみれば依然としてウランバートルの大気汚染の一因となっている。

ウランバートル市の大気汚染は深刻である。固定大気観測装置による自動測定値では、NO<sub>2</sub>で国家基準の0.8~3.6倍(測定地点による差。年間平均)、SO<sub>2</sub>で2.6~5.7倍(同)、煤塵(PM<sub>10</sub>)で0.7~4.5倍(同)で、冬季はどの地点でも基準を上回っている<sup>25</sup>。原因は3カ所の発電所のほか、エネルギーシステムに接続されていない家やゲルの暖房のためのボイラーやストーブによる石炭の大量消費、近年著しく増加する車両からの排気ガスがある。また乾燥しているため土壌粒子の巻上げも起こりやすい一方、上空の大気は安定しており、汚染物質が拡散し

<sup>25</sup> 国家気象水文環境モニタリング庁測定資料による。

にくい気象条件など、様々な要因が重なっている<sup>26</sup>。

前述のアンケート結果でも、大口需要者の 60%、ウランバートル住民の 73.3 %が第 4 火力発電所は環境に悪影響を与えていると回答している。他の発電所と位置的に近いこともあり、必ずしも排出源を特定して回答しているわけではないとみられるが、影響の中で最も多く挙げられているのが排煙で 53.3%、次いで石炭粉・灰 8.3%などとなっている。

- ・排煙中の煤塵

運転開始当時から電気集塵機が設置されたがその後除去率が向上し、現在の除去率は 97.98%となっている。しかし、最近では経年劣化により故障頻度が高くなったことから、発電所自己資金での更新が計画されている。

- ・石炭粉

第 4 火力の風下の地域では、石炭粉の飛散が問題となっている。石炭は産地より第 4 火力構内まで無蓋貨車で輸送され、常時 26 万トンが戸外に貯蔵されている。4~5 月の強風期には粉が風下の住宅地に飛散し、後述の灰と混じって住宅の窓枠に積もるほどになることもある。第 4 火力では散水による飛散防止を図っている。

- ・燃焼後の石炭灰

灰は水に溶けた状態で 3km 離れた灰捨て場に運ばれ、灰捨て場が満杯になると埋立てられる。2000 年及び 2008 年に、灰捨て場の壁の一部が崩れて灰が周辺地域に流出（2000 年にはトーラ川まで）するという問題が発生したが、その後灰捨て場は増強されている<sup>27</sup>。この灰についても乾燥すると強風時に飛散するため、灰捨て場への注水で対処しているが、調整が不十分で飛散することがある。

## (2) 住民移転・用地取得

本事業による土地収用及び住民移転は発生していない。

## (3) その他正負のインパクト

本事業により、第 4 火力が安定的に電力と熱を供給できるようになったことで、中央エネルギーシステム全体の信頼性が向上した<sup>28</sup>。

以上のように、本事業は、電力と熱の安定供給をもたらし、CES 管内の停電の減少に貢献したほか、電力輸入の減少による外貨節約にも貢献した。

---

<sup>26</sup> 参考までに、排出源ごとの大気汚染への寄与率をシミュレーションした S.Guttikunda の報告書によれば、排出量ベースでは火力発電所（第 2、3、4 火力発電所計）が煤塵で 34%、SO<sub>2</sub> で 59%、NO<sub>x</sub> で 56%となっている（Urban Air Pollution Analysis for Ulaanbaatar, 2007）。各発電所の寄与率は、JICA 「ウランバートル市大気汚染対策能力強化プロジェクト」において現在シミュレーションを作成中。

<sup>27</sup> 現在の灰捨て場は第一と第二灰捨て場を一緒にして盛り土で壁を築いたもので、今後 5 年間は使用可能とされる。その後は、現在埋立て処理している第三と第四灰捨て場を同様に嵩上げして使用する計画である。

<sup>28</sup> エネルギー庁、エネルギー規制庁、国家給電センター、中央地域送電会社、ウランバートル配電公社、同配熱公社他ヒアリングによる。

### 3.5 持続性（レーティング：③）

#### 3.5.1 運営・維持管理の体制

維持管理の体制は整っており、要員も十分配置されている。

実施機関は、機構改革に伴いエネルギー・地質・鉱山省からインフラストラクチャー省、燃料エネルギー省と変遷し、事後評価時点では鉱物資源エネルギー省下のエネルギー庁の監督下にある。

具体的実施機関である第 4 火力は、政府が 100%の株式を保有する国営企業で、株式保有率は、鉱物資源エネルギー省 41%、国有財産委員会 39%、財務省 20%となっている。今後 15 年間は民営化の予定はない<sup>29</sup>。

発電所内では、運転部門が運営管理を、修理部門が維持管理を担当している。2011 年 1 月 1 日時点で、発電所全職員数 1,456 名、運転部門 1,063 名(内、ボイラー部門 293 名)、研究開発・修理部門 161 名、管理部門(調達・財務等)98 名、庶務部門（食堂・クリニック等）128 名等となっている。修理部門は所内にメンテナンスショップを持ち、106 名を擁して修理や部材の製作等を行っている。

#### 3.5.2 運営・維持管理の技術

本事業の一環で整備された運転実習室により、制御室と同様の装置を使って運転実習が実施され、操作技術向上がはかられている。また、研修、OJT、セミナー等でスキルと知識の向上をはかっている。主な研修としては CES 共通の研修（エネルギー関連の全ての機関から参加）<sup>30</sup>が月一回開催されており、これに職員を参加させているほか、JICA の研修を含む海外研修にも参加している。

運転マニュアル、維持管理マニュアルも引き続き使用されている。全ての部品は輸入されている（中国製・ロシア製・日本製等）が、調達には特段の問題はない。

本事業と並行し 1996 年より今日まで、専門家 2 名、シニア海外ボランティア（SV）20 名が、ほぼ切れ目なく派遣されている。分野は電力供給、経営、保守、労務管理、環境管理、調達など多岐に及び、長期間にわたってアドバイスを行ってきたことも、維持管理技術の向上に貢献したと考えられる。ことに企業からの SV のグループ派遣が行われた際には、技術面での支援のみならず、経営改善や労務管理改善のための指導が効果を挙げた。

#### 3.5.3 運営・維持管理の財務

モンゴルでは 2001 年にエネルギー部門に競争原理を導入するため発電所が株式会社化され、各事業者に独立採算が求められている。しかし発電量は給電指令センターからの指令で決まり、電力料金（エネルギー規制庁（ERA）が政府と議会の承認を受けて設定）は、国際的に見ても低く抑えられている<sup>31</sup>。電力料金が政策的に低く抑え

<sup>29</sup> エネルギー庁ヒアリング。

<sup>30</sup> 危機対応のコースでは各参加者のパフォーマンスが評価され、不合格者は再訓練となる。合格するまで職場に戻れず、不合格のままだと降格・配転となる（第 4 火力ヒアリング）。

<sup>31</sup> 電力の販売単価を国際比較すると、モンゴルは、一人あたり GDP で同レベルのスリランカ、フィリピン、インドネシアと比較して 0.25～0.63 倍となっている（2008、海外電力調査会）。

られていることから、どの事業所も単独で採算を取ることは困難となっている。

第4火力も、借款の返済負担、新規投資・補修費の確保等の問題に直面している<sup>32</sup>。第4火力の過去5年間の財務状況を見ると、2007年から09年までは純利益ベースで赤字となっていた（表10）。原因は、石炭価格の上昇（2008は2006年比1.5倍）、為替差損（2009は2007比で56%下落）などである。しかし2010年2月に電気料金が17.35%値上げされたため、2010年は収支が改善している。また第4火力では熱の生産コストが販売価格を上回っている（2010年でコストが販売価格の1.7倍<sup>33</sup>）が、これは熱供給の赤字分を電力料金で補填するという全国的なエネルギー価格政策上の内部補助金（cross subsidy）構造を反映している。熱の販売価格の大幅な引上げは厳冬期が長い同国においては難しい状況である。

自力で採算が取れる水準まで料金の値上げが実施されれば財務状況は安定する。政府はエネルギー産業の市場経済化促進、新規参入・民活促進によって事態を改善しようとしており、政令72号（2010年12月）により、エネルギーセクターの自由化促進策とともに、3年間に限り政府が電力セクターの赤字を補填する方針を打ち出している。第4火力も、2010年には3,487.5百万Tgの補助金を受取った。2014年までに、第4火力発電所が補助金なしで採算が取れるような水準までエネルギー料金が値上げされるかどうかは、政令72号の着実な実施にかかっている。

このように今後の財務状況には若干の懸念があるが、3年後に電力・熱料金が採算の取れる水準まで値上げされなかった場合でも、モンゴルのエネルギー供給における第4火力の重要性を鑑みると政令の延長など何らかの形での政府支援が継続されるとみられ、本事業によって発現した効果の持続性を損なうまでの要因にはなりにくいと考ええる。

表10 第4火力発電所の財務状況（単位：百万Tg）

	売上総利益	販売費・一般管理費	営業損益	営業外損益	純利益
2006	2377	1,399	978	-722	256
2007	2619	1,440	1,178	-1,412	-234
2008	1741	1,295	446	-10,811	-10,365
2009	-2,704	1,695	-4,400	-17,623	-22,023
2010	-207	1,313	-1,520	15,114	13,594

（出所：2006：電力統計2009。2007~2010：第4火力発電所）

#### 3.5.4 運営・維持管理の状況

維持管理状況は概ね良好で、ボイラーは4年おき、タービンには5年おきにオーバーホールが実施されている。ミル（微粉炭機）ローラープレートも5,000時間（約1年）おきに磨耗した部分の改修を実施している。

<sup>32</sup> JICAからの借款の返済が年間500万US\$（約6,600百万Tg）の負担になっている。この他にADB及びKfWの借款の返済が年32万US\$。残高はJICAが79百万US\$（2010末現在）、ADB及びKfWが7百万US\$（2009末現在）。

<sup>33</sup> 電気でも0.9倍。

停炉は年々減少してきたが、2011年の1月には8回を数えており、懸念材料となってきた。ボイラーの稼働率が実施前に比較すると大幅に上昇したものの6割に留まっているのは、一度停止すると修理に5日間～1週間程度必要となるためである。停炉の原因は、過熱管の破裂、過熱器・予熱器内の灰およびスラグ（灰の粒子の塊）の付着（とくに灰分の多いシベオヴォ炭使用の炉）、配管・弁からの大量の蒸気漏れなどである。停炉防止のため、1)過熱管および水管の定期検査と補修・更新、2)蒸気式空気予熱器の使用<sup>34</sup>や煤吹装置（ボイラーの中の粉塵を吹き飛ばす装置）の設置などが検討されている。

その他、発電所全体で現在実施中・計画中の大規模な補修としては、タービンの復水器細管内洗浄装置の設置（KfWの借款を申請）、経年劣化した発電機の遮断機（故障箇所を系統から切り離して事故拡大を防止する装置）の更新、温水供給ポンプ1台の建設、熱供給拡大のための熱交換ステーションの建設、電気集塵装置の更新などがある（タービン復水器を除きいずれも発電所の自己資金または政府補助金による）。またタービンの自動制御化の計画があり、これらによる一層の供給安定化を図っている。

以上より、財務状況に懸念はあるものの、本事業の維持管理は体制、技術ともに問題はなく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

## 4. 結論及び提言・教訓

### 4.1 結論

本事業は、90年代初頭に旧ソ連の技術者引き揚げで危機に陥っていた第4火力に対する支援であり、モンゴルにおける電力と熱の最大の供給元である第4火力の重要性を鑑みると、極めて妥当性の高い事業であったと言える。本事業によりボイラーの故障による停止が大幅に減少して稼働率が向上し、単位発電量当たりの石炭・CO<sub>2</sub>が削減されるなど、事業効果も高い。また発電量の大幅な増加と安定的な供給により、ウランバートル市が位置する中央地域エネルギー系統全体の信頼性向上に貢献した。同国ではエネルギー政策が過渡期にあり外部環境は流動的で、発電所の経営においても必ずしも経済原理が働くような仕組みにないという制約の中ではあるが、事業自体の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

停炉防止のために、定期的な検査・補修・更新を実施するほか、灰およびスラグの付着を防止する措置をとることが必要である。また、将来的には脱硫・脱硝装置の設置による環境汚染物質の排出削減を検討するとともに、石炭粉・灰の飛散防止に引き続き留意することが必要である。

<sup>34</sup> 現在設置されているガス式空気予熱器のみではボイラーに送る空気温度が十分に上昇せず、予熱器内部で硫酸腐食が発生するため、その前段での蒸気式空気予熱器の使用を計画しているもの。第4火力およびシニア海外ボランティアによる。

#### 4.2.2 JICA への提言

特になし。

#### 4.3 教訓

第4火力発電所には2002年からこれまでに専門家や多数のSVがほとんど切れ目なく派遣され、ハードの支援を補完する技術支援が行われてきた。とくに企業からのグループ派遣（2002~2006。8名）により日本の労務管理が導入され、経営改善が図られ推進された5S運動は現在も残っている。このようにハードとソフトの支援を組み合わせることで、協力の効果を高めることができる。

以上

##### コラム①：本事業の市民の認知度

受益者アンケート調査で本事業の認知度を尋ねたところ、51.2%が「よく知っている」又は「いくらか聞いたことがある」と回答している。資金協力であるが、その市民生活における重要性により、日本の支援が一般市民にまで強く印象付けられている。

##### コラム②：災害の際に示された絆

2011年の東日本大震災の際には、第4火力の全従業員が給与の1日分を義捐金として日本に寄贈した。

主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
①アウトプット	<p>I 期: (1) ボイラー4 缶の自動制御システムの機能回復 (2) 同ボイラー4 缶の直接燃焼方式への転換 (3) 付帯設備の改修・導入 (4) コンサルティング・サービス 94MM (日本 61MM、現地コンサルタント 33MM)</p> <p>II 期: (1) ボイラー4 缶の直接燃焼方式への転換 (2) ボイラー自動制御システム改修 (3) ボイラーチューブ交換 (4) 発電機励磁機交換 (5) 上記の据付工事 (6) ボイラー付帯設備の改修 (7) コンサルティング・サービス 108MM (日本 53MM、現地 55MM))</p>	<p>I 期 (1) ~ (4) : 計画通り</p> <p>II 期 (1) ~ (6) : 計画通り</p> <p>(7) コンサルティング・サービス:109.36MM (日本53.53MM、現地55.83MM)</p>
②期間	<p>I 期 : 1995年9月～1998年5月 (33ヵ月)</p> <p>II 期 : 2001年3月～2005年10月 (56ヵ月)</p>	<p>I 期 : 1995年10月～1999年10月 (49ヵ月)</p> <p>II 期 : 2001年3月～2007年2月 (72ヵ月)</p>
③事業費		
外貨	<p>I 期 : 4,493 百万円</p> <p>II 期 : 6,139 百万円</p>	<p>I 期 : 4,493 百万円</p> <p>II 期 : 6,072 百万円</p>
内貨	<p>I 期 : 789 百万円 (3,522 百万 Tg)</p> <p>II 期 : 922 百万円 (8,017 百万 Tg)</p>	<p>I 期 : 658 百万円 (4,253 百万 Tg)</p> <p>II 期 : 650 百万円 (6,632 百万 Tg)</p>
合計	<p>I 期 : 5,282 百万円</p> <p>II 期 : 7,061 百万円</p>	<p>I 期 : 5,151 百万円</p> <p>II 期 : 6,722 百万円</p>
うち円借款分	<p>I 期 : 4,493 百万円</p> <p>II 期 : 6,139 百万円</p>	<p>I 期 : 4,493 百万円</p> <p>II 期 : 6,072 百万円</p>
換算レート	<p>I 期 : Tg=0.224 円 (1995 年平均)</p> <p>II 期 : Tg=0.115 円 (2001 年平均)</p>	<p>I 期 : Tg=0.155 円 (1996～2001 年平均)</p> <p>II 期 : Tg=0.098 円 (2002～2008 年平均)</p> <p>(実際に支出のあった期間のレートを平均し算出)</p>

以 上



## 0. 要旨

本事業を通じたウランバートル市の水源及び送配水施設の整備により、同市民に対する上水の安定供給という事業目的は達成された。給水能力が増強された結果、特にゲル地区<sup>1</sup>の住民の水くみの利便性や給水の安定性の向上などの効果が生じている。

建設された施設は、これまで何件か不具合が発生しているが、その都度、施工業者もしくはウランバートル市上下水道公社(以下、USUG という)により適切に修理されている。USUGの運営維持管理体制(人員)は管掌が明確であり、一定の技術力もある。財政面においては、全体として営業収入は年々増加し、本事業で建設された施設の維持管理費は継続して確保されているものの、世界銀行事業及びスペイン政府による借款プロジェクト(中央下水処理場の高度処理化)等の借款に対する元本償還、利払いの決済時為替損が USUG の負担となっている点が懸念として指摘される。

以上より、本事業の評価は非常に高いと言える。

## 1. 案件の概要



案件位置図



トーラ川沿いの取水井戸 (全 16 井)

### 1.1 事業の背景

モンゴルでは、1990年以降の経済の自由化や、1999年～2000年に発生した雪害による家畜の大量死の影響などを受け、地方から首都ウランバートル市へ急激に人口が流入した。同市の人口増加率は、1992年以前は1%に満たなかったが、1993年以降、年間約3%-4%と大幅に増加し、基本設計調査時点(2003年)では2015年まで年3%の人口増加が予測されていた。また、同調査では将来の人口増加や近代化による生活環境の改善などによる大幅な水需要の増加に起因し、2010年には、18,000 m<sup>3</sup>/日の水不足が見込まれていた。このため、新規の水源開発、送配水施設の整備改修による市民の飲料水確保は喫緊の課題となっていた。

<sup>1</sup> ウランバートル市市街地に位置する上下水道、電気等生活インフラがあまり整備されていない地区。

## 1.2 事業概要

ウランバートル市において、水源及び送配水施設を整備することにより、同市民に対する衛生的な上水の安定供給を図る。

E/N 限度額／供与額	1,685 百万円 / 1,674 百万円
交換公文締結	詳細設計：2004 年 1 月 23 日 建設工事：2004 年 5 月 27 日
実施機関	ウランバートル市上下水道会社 (USUG)
事業完了	2006 年 11 月 17 日
案件	本体 大日本土木株式会社
従事者	コンサルタント 株式会社エヌジェーエス・コンサルタンツ
基本設計調査	2003年5月26日～2003年9月30日
関連事業	<u>技術協力</u> <ul style="list-style-type: none"><li>開発調査「ウランバートル市水供給計画調査」(1993-1995 年)</li><li>専門家派遣「ウランバートル市 2020 年マスタープラン見直し作業支援 (水供給改善)」(1999 年 3 月-2001 年 3 月)</li><li>研修員受入れ(国別特設、一般特設、C/P 研修)</li><li>開発調査「ウランバートル市都市開発計画マスタープラン・都市開発プログラム策定調査」(2007 年 2 月-2009 年 11 月)</li></ul> <u>無償資金協力</u> <ul style="list-style-type: none"><li>「ウランバートル市給水施設改修計画」(1996-1998 年)(通称フェーズ 1)</li><li>「ウランバートル市水供給改善計画 (詳細設計)」(2010 年 9 月 3 日交換公文締結。実施中) (通称フェーズ 3)</li></ul> <u>他機関案件等</u> <ul style="list-style-type: none"><li>世界銀行「Ulaanbaatar Services Improvement Project (USIP)」(AusAid 協調融資)(1997-2003年)</li><li>世界銀行「Second Ulaanbaatar Services Improvement Project(USIP 2)」(2004-2011年)</li><li>オランダ政府「Water Operator Partnerships (WOPs)」(2007-2010年)</li></ul>

## 2. 調査の概要

### 2.1 外部評価者

浜岡真紀 (財団法人国際開発高等教育機構)

### 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 12 月

現地調査：2011 年 1 月 17 日～2 月 1 日、6 月 13 日～6 月 22 日

### 2.3 評価の制約

特になし。

### 3. 評価結果（レーティング：A<sup>2</sup>）

#### 3.1 妥当性（レーティング：③<sup>3</sup>）

##### 3.1.1 開発政策との整合性

本事業の目的は、事前評価時(2003年)、事後評価時(2011年)においてモンゴル国の国家開発計画及びセクター計画と一貫して合致している。

まず、「経済成長支援と貧困削減戦略(Economic Growth Support and Poverty Reduction Strategy(EGSPRS))」(2003年)は、重点課題として「生活・産業インフラ整備」を掲げている。また、「ウランバートル市マスタープラン2020年(Ulaanbaatar Master Plan targeting the year 2020)」(2003年)は、人口増加に伴うアパート建設、電気、工場建設及び水供給を優先事項とし、特に人口増加に伴う水需要量増加への対応に重点を置いている。

事後評価時点においては、「ミレニアム開発目標に基づくモンゴル国家開発総合政策(Millennium Development Goals based Comprehensive National Development Strategy of Mongolia)」(2008年)に含まれる「国家住宅プログラム」がゲル地区への十分な水供給に言及していること、さらに、2010年11月に国会で可決された「国家水プログラム(Water National Programme)」がウランバートル市への水供給量増加を目的とした新規水源開発、アパート地区の水供給に係る配水管の更新、ゲル地区に対するキオスク(簡易給水所)の増加など、給水サービスの強化に言及していることが確認された。

##### 3.1.2 開発ニーズとの整合性

###### (1) 対象地域の人口動態

ウランバートル市の人口は、1993年以降年率3-4%の人口増加が続き、2009年にはモンゴル全人口の40%相当の111.7万人に達した。ウランバートル市の9つの行政区のうちUSUGの給水区は、衛星3区を除く市内の中央6区であるが、USUGの給水区においては4%-5%の人口増加がみられ、2010年には110万人に達している。2009年の開発調査によれば、2015年には125万人(2010年から2015年までの年平均伸び率を3.2%で予測)、2020年には143万人(2015年から2020年までの年平均伸び率を2.3%で予測)と推定されている。

2007年の当該事業の完成により、既存給水能力は22万m<sup>3</sup>/日から24万m<sup>3</sup>/日に達し、ウランバートル市民の水需要を満たすことが可能となった。今後も人口増加に伴い水需要が増加し続けると、水供給は2011年には一日の最大需要量がUSUGの一日最大供給量(24万m<sup>3</sup>/日)を超えることが予測されている(下図参照)。この将来の水需要不足に対応すべく、USUGの給水設備能力を24万m<sup>3</sup>/日から26.5万m<sup>3</sup>/日に増加させること目的に、2014年を計画年次とした新規水源開発及び送配水管敷設を行う無償資金協力(「ウランバートル市水供給改善計画」(通称フェーズ3))が現在実施されている。

<sup>2</sup> A:「非常に高い」、B:「高い」、C:「一部課題がある」、D:「低い」

<sup>3</sup> ③:「高い」、②:「中程度」、①:「低い」



図 1：一日最大給水量予測

出所：ウランバートル市水供給改善計画準備調査報告書(2010年)

ウランバートル市の人口は、上記の無償資金協力の計画年次の 2014 年以降も増加が予想される一方で、飲料水の供給を目的に開発された既存水源（上流水源、中央水源）を補完する地下水の開発余力は残されていない。現在実施中の無償資金協力により 2014 年の水需要の差に相当する 25,200m<sup>3</sup>/日が賄われるが、2014 年以降も人口が増え続けた場合、2020 年には 23,575m<sup>3</sup> の水不足（一日の最大需要と供給能力の差）が予測されている。このようにウランバートル市における水需要は依然として高い<sup>4</sup>。

### 3.1.3 日本の援助政策との整合性

1997年の経済協力総合調査団派遣を通じた援助方針協議以降、日本は「基礎生活支援（教育、保健・医療、水供給）」を含む4重点分野に援助を行う方針を決定した。水供給分野に関しては、既存施設の整備・拡充、水質改善の推進による水供給の安定化へ向けた協力が援助方針に含まれている。以上より、事前評価時点において、本事業と日本の援助政策との整合性はあったと判断できる。

以上より、本事業の実施はモンゴルの開発政策、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：③）

### 3.2.1 アウトプット

日本側アウトプットについては、軽微な設計変更はあったが、下表に示す通り、計画通りに産出された。

<sup>4</sup> 需要予測は一日最大給水量に基づく(ウランバートル市水供給改善計画準備調査報告書(2010年))

表 1：本事業による主要アウトプット一覧

【施工調達】		
改修工事	上流水源ポンプ場 5セット	
	中央水源ポンプ場 2セット	
施設新設工事	上流水源取水ポンプ場 16ヶ所	
	送水管ウォータハンマ防止設備	
機材調達	井戸ポンプ配管保温材(55井(既設39井、新設16井))	
【ソフトコンポーネント】		
名称	実施機関参加者	成果品
経営強化	3名	水道料金算定モデル
施設の運営管理	3名	上流水源運転マニュアル 水道の高効率運転マニュアル
漏水調査	5名	基本技術書 漏水調査計画書
水質モニタリング	4名	モニタリング計画書
住民啓蒙活動	3名	節水啓蒙教材

当初計画からの主な変更は、井戸位置変更とそれに伴う配管距離の変更である。これらはいずれも詳細設計結果及び施工中の状況の変化に的確に対応したものであり、妥当な変更と判断される。

モンゴル側のアウトプット(井戸ポンプ保温材設置工事、井戸ポンプ電力引込工事、送水ポンプ更新に係るポンプ撤去、工事用地取得、EIA(環境アセスメント)取得)は、全て計画通りに実施された。

### 3.2.2 インプット

#### 3.2.2.1 事業費

日本側の事業費は、計画額 16.85 億円に対して、実績 16.74 億円であり、計画内に収まった(計画比 99.4%)。この差異は、設計変更及び入札差金によるものである。モンゴル側の事業費に関しては、実績額が入手できなかったため、事業費の計画額と実績額の比較は、日本側の事業費のみで行った。

#### 3.2.2.2 事業期間

事業期間は、計画 32.5 ヶ月に対し、実績 32.5 ヶ月であり、計画通りであった(計画比 100%)。

以上より、本事業は事業費及び事業期間ともにほぼ計画通りであり、効率性は高い。

## 3.3 有効性 (レーティング：③<sup>5</sup>)

### 3.3.1 定量的効果(運用指標)

本事業により、上流水源に 16 井の井戸が新設され、給水能力は従来の 22.2 万 m<sup>3</sup> から 2010 年までの水需要に対応可能な 24 万 m<sup>3</sup> に増強された。また上流水源の既存送水ポンプ、中央水源の既存配水ポンプの更新により計画水量を適切に送水することが可能となった。

<sup>5</sup> 有効性判断にあたり、インパクトも加味してレーティングを行う。

表 2：運用指標一覧

指標名(単位)	基準値	目標値	実績値	実績値	実績値
	(2003年)	(2007年)	(2007年)	(2009年)	(2010年)
施設能力(m <sup>3</sup> /日)	222,000	240,000	240,000	240,000	240,000
上流水源送水ポンプ場取水能力(m <sup>3</sup> /日)	72,000	90,000	90,000	90,000	90,000
上流水源送水ポンプ場取水実績(m <sup>3</sup> /日)	32,472		48,180	47,075	52,283
中央水源配水ポンプの配水能力(m <sup>3</sup> /日)	N.A.	96,000	96,000	96,000	96,000
中央水源配水ポンプの配水実績(m <sup>3</sup> /日)	78,675		67,809	62,078	57,992
一日最大給水量(m <sup>3</sup> /日)		223,296	236,834	231,785	177,192
一日平均給水量(m <sup>3</sup> /日)		194,910	192,167	145,843	142,683

出所：質問票回答結果



上流水源送水ポンプ



上流水源遠隔操作設備

上記の定量的効果に加え、基本設計調査時には、電力に関して老朽化されたポンプの更新によるエネルギー効率の改善が期待されていた。実際、上流水源送水ポンプ場では消費電力の減少が報告されている。

### 3.3.2 定量的効果(効果指標)

効果指標に関しては、給水普及率は着実に増加し、また有収率に関しても改善がみられる(表 3 参照)。有収率の改善は、本事業のソフトコンポーネントにより強化された配水管の定期点検や漏水診断に加え、給水ポンプステーション 80 ヶ所への水量計の設置、USUG が給水している約 3,300 の事業者に対する水道メータの設置の推進が奏功したと思われる。

表 3：効果指標

		2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
給水区域内人口(千人)		861.5	896.8	930.3	967.2	1,008.7	1,048	1,100
給水人口(千人)		800.8	848.1	883.1	924.8	967.4	998.4	N/A
給水普及率(%)		93.0	94.6	94.9	95.6	95.9	95.3	N/A
一人当たり給水量(1/人・日)	アパート居住者	204	190	206	234	232	204	N/A
	ゲル地区居住者	6.6	7.4	8.1	7.2	6.8	6.6	N/A
有収率(%)		N/A	78.5	76.1	80.8	83.9	84	N/A

出所：USUG

### 3.3.3 定性的効果

USUG へのヒアリングによれば、本事業実施前は送水時に水が途中で凍結するケースがあったが、本事業の井戸新設により井戸数が 39 本から 55 本に増加した結果、送水量及び流水速度が増加し、従来のようにボイラーで温めなくても、送水の途中で水が凍結しなくなるなど給水コストの削減効果も確認された。

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。

## 3.4 インパクト

### 3.4.1 インパクトの発現状況

本事業の効果を確認するため、2011 年 1 月から 2 月にかけてウランバートル市民に対して受益者調査が実施された<sup>6</sup>。

#### 3.4.1.1 給水事情の変化

アパート地区は回答者の 3 割が、ゲル地区は 7 割が「変化があった」と回答している。ゲル地区のうち、世界銀行による給水改善プロジェクト対象地域では、従来、給水車が地区内の水槽に給水にきていたが、本事業により給水能力が増強され、世銀事業により、給水管の延伸と配水管とキオスク（簡易給水所）の接続が行われた。この結果、住民は常時水が入手できるようになり、より強く変化を認識していると思われる。



ゲル地区のキオスク。かつては後方のタンクに接続されていた

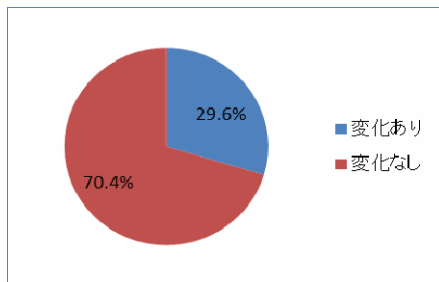


図 3：2007 年以降の給水事情の変化  
(アパート地区)

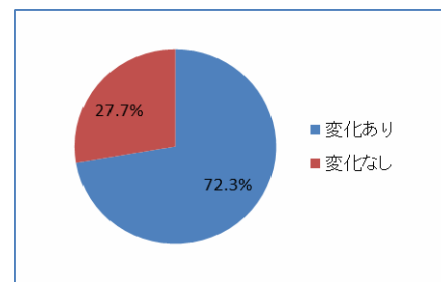


図 4：2007 年以降の給水事情の変化  
(ゲル地区)

#### 3.4.1.2 具体的な変化

ゲル地区では回答者の 9 割以上が水汲み時間の減少を挙げている（待ち時間の減少を含む）。

アパート地区では、変化があったと回答した人の 65% が給水の安定性、15% が水量、水圧を挙げている。USUG に対するヒアリングによれば、以前は、水量・水圧不足によりアパートの上層階に水が届かないことに対する利用者からの苦情が多かった。

<sup>6</sup> 調査は、事業実施前後の変化について回答可能な世帯を対象とすべく、2006 年以前からウランバートル市に居住する世帯を対象とした。サンプルは、ウランバートル市内の 6 地区よりアパート地区 84 世帯、ゲル地区 162 世帯、計 246 世帯。

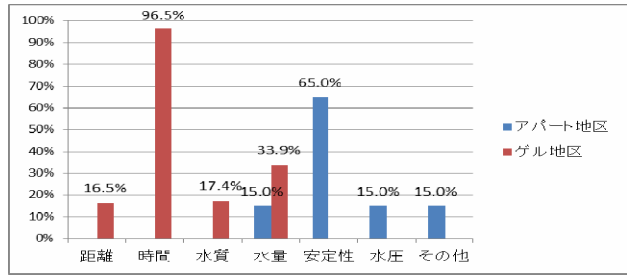


図5:具体的な変化 (複数回答)

### 3.4.1.3 水質に関する利用者見解

水質に関しては、アパート地区では回答世帯の約55%が「とても良い」「良い」と回答、ゲル地区では85%が「とても良い」「良い」と回答した。「とても悪い」「悪い」と回答した世帯の半数は「味」をその回答理由に挙げている<sup>7</sup>。

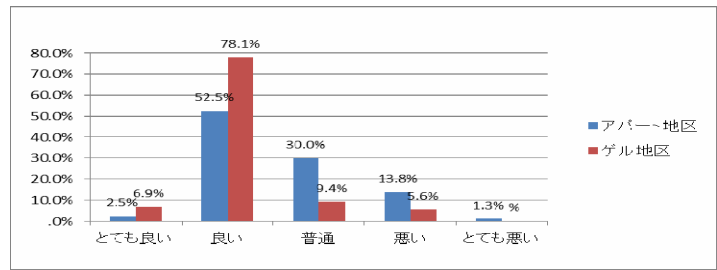


図6：水質に関する利用者の見解

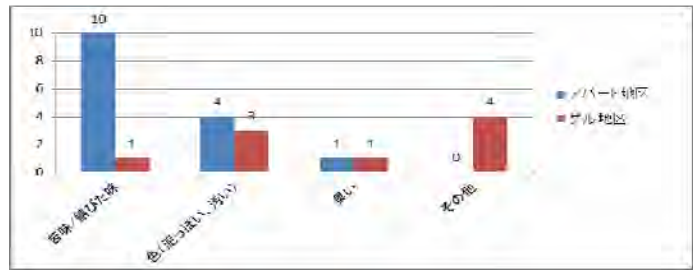


図7：水質に関する不満の理由 (複数回答)

### 3.4.1.4 給水サービスに対する満足度

現在の給水に対する満足度は下表に示す通り。アパート地区では回答者の約7割が、ゲル地区では9割以上が満足している。「悪い」「とても悪い」の理由は、「水質」が最も多い。

<sup>7</sup> 但し、味や色は温水供給センター (CTP) 以降の配水管や建物内の配水管の腐食に起因していることが推測されるため、USUG の管轄外といえる。



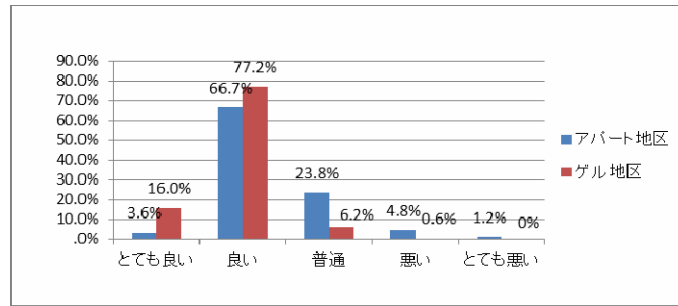


図 8: 現在の給水サービスに対する満足度

表 4: 給水サービスに対する不満の理由 (複数回答)

理由	アパート地区	ゲル地区	合計
水質	5	1	6
漏水	1	0	1
水道料金	1	1	2
距離	0	1	1
回答世帯数	5	1	6

尚、基本設計調査時には水系伝染病発症の減少が期待されていたが、事業実施前後とも本受益者調査からは水系伝染病の罹患は確認されていない。

### 3.4.2 その他正負の間接的効果

#### 3.4.2.1 日本人とモンゴル人の協働効果 (USUG 職員の業務への取り組みの変化)

USUG へのヒアリングによれば、日本人との施工監理を通じて、USUG 職員の業務に対する姿勢に変化が生じた。例えば、①仕事を計画すること (1 週間、2 週間単位の計画策定)、②その計画をモニタリングしながら遂行する、③労働条件、施工現場での安全管理の徹底 (制服・手袋の着用。朝礼の実施と安全報告の徹底等) が、その一例として挙げられた。

#### 3.4.2.2 ソフトコンポーネントによる効果

2005 年に、本事業のソフトコンポーネントとして様々な研修が実施された。ソフトコンポーネントの結果として確認された効果は以下の通りである。

##### (1) 経営能力改善

受注コンサルタントより USUG 職員に対して経営強化に関する研修が実施された。研修後、USUG は、研修で習得したシュミレーションモデルを適用し、水道料金を 3-4 回改定したり、従来含まれていなかった水料金の値上げ予測を USUG の 5 年計画策定時に入れたりするようになった (2006-2010 年の 5 年計画から反映)。また、従来は財務部のみで共有されていた経理報告が、四半期毎に経営幹部間でも共有されるようになった。

##### (2) 漏水調査の強化

フェーズ1 (本事業の前の最初の無償資金協力事業) で整備された漏水探査機器を利用した漏水探査技術改善のための研修が実施された。この時作成された「漏水調査計画書」に基づき、USUG は季節毎 (年2回) に漏水調査を実施している。2006年から2010年にかけて731

ヶ所で漏水調査を実施し、そのうち75%に相当する545ヶ所の配管位置を特定した。

以前は、地面を掘って配管位置を確認する際、電気ケーブルを誤って切断することもあった。上記機器を効果的に活用した結果、こうしたミスがなくなった。また、USUG管轄の配管のみならず、外部からの依頼に応じて、工場内の配管の確認や電気・暖房供給会社に対する漏水探査機器の操作指導など漏水探査に関して習得した技術が十分に活用されている。

### (3) 利用者への広報及び意識啓発強化

2005年以降の利用者の意識啓発計画が策定され、これまで以下が実施された。

- 「世界水の日」(3月22日)にちなんだ3ヶ月間に亘る水に関する知識、節水意識向上キャンペーン
- 自然環境情報研修センター(NGO)と協力したセミナー、フォーラム
- USUGのシンボル(しずく)を考案し<sup>8</sup>、絵本(漫画)、パズルなど子ども向けのツールを作成・普及
- 節水意識啓発のためのシール(4種類)を作成し、省庁、小学校、契約した法人に配付



USUGのシンボル

その他、環境面における影響や本事業による用地取得・住民移転に関する問題は生じていない。環境保護に関しては、施工中、受注コンサルタントは井戸位置や管路の決定は常に環境省立ち合いの下で行い、環境への影響がないように留意してきた。また、USUGによる定期的な地下水の水質モニタリングが励行されていること、国によりトーラ川の河川敷は水源保護地区に指定され、乱開発の防止が図られていることなど、モンゴル側の水資源保全への取り組みがなされてきたことにより環境面での負の影響は生じていない。

以上より、本事業による給水能力増強は、住民の給水の利便性向上にも貢献し、一定程度の効果の発現が確認された。

## 3.5 持続性(レーティング:②)

### 3.5.1 運営・維持管理の体制

本事業により整備された施設・機材の維持管理体制は、以下の観点から問題はないと判断される。

USUGの役割、組織内の分掌は明確である。本事業で改修された上流水源では、ポンプ場技術者、電気技師、井戸修理工、井戸電気技師、溶接工、ボイラー機械工、鉛管工、ボイラーマン等の技術者49名が55本の井戸、6台の送水ポンプ等の運営・維持管理にあたっている。中央水源では、維持管理チームに約30名の職員が配置され、全ての井戸、機器の稼働状況の定期的な検査、記録、報告、必要に応じて修理を行っている。

近年は、オランダ政府による技術協力"Water Operator Partnerships(WOPs)"(2007-2010年)を通じて組織の効率化を目指した構造改革が行われ、組織強化が図られている(例:従来は

<sup>8</sup> USUGのシンボル(しずくのマーク)は、2005年に北海道札幌市で実施された寒冷地水道技術者養成コースに参加した職員が札幌市の水道局のマークからヒントを得て考案されたものである。

政策と管理（マネジメント）は同一部署が担当していたが、分割された。また、独立した部署であった評価分析部が財務部と統合などの改変。また従来6つあった部が4つになるなど組織の効率化が図られている）。「WOPs」を通じた技術協力は、上記の組織改編に加え、経営強化指導、漏水調査、水量測定技術指導等多岐に渡るコンポーネントを含み、USUG全体の組織力、職員の技術力強化が継続的に図られている。

### 3.5.2 運営・維持管理の技術

各施設・機材の運営維持管理はUSUGにより適切に行われ、運営維持管理の技術に関して問題はない。USUGの給水施設の運営維持管理技術の強化に関しては、フェーズ1実施時の技術支援、本事業によるソフトコンポーネント、研修員受入れ（国別特設、一般特設、C/P研修）等<sup>9</sup>、様々なスキームによるインプットも奏功していると思われる。

当該事業で建設された施設は、これまで数件の不具合が発生しているものの、その都度、施工業者もしくはUSUGにより適切に修理されている。施設・設備の運転記録、修理記録は作業員が設備毎にノートに記録し、またコンピューター上でも管理されている。

### 3.5.3 運営・維持管理の財務

USUGの財務状況に関しては、近年売上収入の大幅な伸びがみられ、本事業の施設の維持管理費の計上に関する問題はないものの、経営面では赤字が続いている。

USUGの営業粗収入は、2005年及び2006年は赤字であったが、2007年以降、黒字に転換している。売上収入は、運営費（維持管理費・販売経費・一般管理費）を十分に上回る利益をあげているが、営業利益（＝粗収支－運営費）は2005年以降連年欠損となっている<sup>10</sup>。USUGの2011年から2015年までの5ヶ年計画では、水料金の段階的引き上げと後述の借款問題が解決されれば、営業利益は2013年から黒字に転換する見込みである。

キャッシュフロー上は、「販売及び顧客からの現金収入」が2005年以降順調に伸びている。これは主たる顧客層である公共施設の水道メータ設置推進に伴い（2009年には100%）、1998年には45%だった有収率が2007年以降80%を超えるなど料金徴収や漏水に関して講じた対策の効果が発現してきている結果ともいえる。

USUGの財務上の懸念事項として、世界銀行融資のUSIP1及びスペイン政府借款プロジェクト（中央下水処理場の高度処理化）等に対する元本償還、利払いの為替差損による決済時為替損益が挙げられている。USUGは、水供給法の改正を通じて、ローン決済時の為替差損が国の投資となるよう2004年から継続的に国会に働きかけてきた。近々、国会での審議・承認が見込まれているが、2011年8月時点では未承認である。この問題の解決がUSUGの今後の財務状況改善の鍵となっている。

### 3.5.4 運営・維持管理の状況

施設使用開始後から事業評価時点までの施設の稼働は概ね良好である。施設使用開始後の主な不具合とUSUGの対応は以下の通りである。

- 上流水源の井戸に関して、2007年の瑕疵検査時にポンプのON-OFFが制御不能である

<sup>9</sup> これまで上水道関連の研修に関しては寒冷地水道技術者養成コース、都市上水道維持管理コース、水道管理行政コース等、USUGより合計22名の職員が本邦研修に参加している。

<sup>10</sup> USUGへのヒアリングによれば、営業欠損は翌年の会計に繰り越されている。

こと確認された。8本の井戸ポンプは、絶縁抵抗値の低下が認められたため、施工業者によりポンプやモーターの交換が行われた。

- 2008年には落雷により、4ヶ所の取水ポンプ場の制御盤が損傷した。そのうち3台はUSUGが独自に修理した。計装機器類が焼け焦げるなど被害の大きかった1台は、本邦調達メーカーによる現場確認の後、USUGが修理費用を2010年度予算に含め、修理を完了させた。

このように、日常的な施設の点検はもとより、故障に対しても適切に修理が施されてきており、運営・維持管理状況に関して特段の問題は散見されていない。

以上より、本事業の維持管理は財務状況に軽度の問題があり、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

本事業を通じたウランバートル市の水源及び送配水施設の整備により、同市民に対する上水の安定供給という事業目的は達成された。給水能力が増強された結果、特にゲル地区の住民の水くみの利便性や給水の安定性の向上などの効果が生じている。

建設された施設は、これまで何件か不具合が発生しているが、その都度、施工業者もしくはウランバートル市上下水道公社(以下、USUGという)により適切に修理されている。USUGの運営維持管理体制(人員)は管掌が明確であり、一定の技術力もある。財政面においては、全体として営業収入は年々増加し、本事業で建設された施設の維持管理費は継続して確保されているものの、世界銀行事業及びスペイン政府による借款プロジェクト(中央下水処理場の高度処理化)等の借款に対する元本償還、利払いの決済時為替損がUSUGの負担となっている点が懸念として指摘される。

以上より、本事業の評価は非常に高いと言える。

### 4.2 提言

#### 4.2.1 実施機関への提言

特になし。

#### 4.2.2 JICAへの提言

特になし。

### 4.3 教訓

特になし。

## 0. 要旨

本事業は、対象 10 校において初等教育施設及び機材を整備することにより、教室の過密状況を緩和し、学習環境の改善を図ることを主な目的として実施された。初等教育環境の整備は、モンゴル国の開発政策、開発ニーズ、および日本の援助政策と合致しており、本事業実施の妥当性は高い。効率性は、事業期間が当初計画を大幅に上回ったため、中程度となった。これは、第 2 期の施工業者選定の入札不調、その後の設計・積算見直しのための事業化調査の実施等、計画外の要因に起因する。本事業の効果発現に関しては、計画通りの教室数の増加により教室の過密緩和は達成された一方、対象地域の学齢期人口や基礎教育就学者数の変動、学区再編成や学制変更の影響を受け、多くの学校では 1 教室当たりの収容人数がモンゴル国の基準（一教室当たり 36 名）を下回っていることが確認された。教室の過密緩和や教育機材の整備を通じた学習環境の改善は、生徒の通学・学習意欲の促進や教師の授業の準備の効率化につながり、授業の質の向上、成績の向上等の効果もたらされたことが確認され、全体として、有効性は中程度である。

持続性に関しては、学校毎に維持管理担当職員が適切に配置され、父兄、地区住民から成る学校委員会が機能しており、運営・維持管理体制に問題はない。財務面に関しても、建設された施設の維持管理費用は、様々な財源を得ながら不足なく確保されている。学校施設・設備は、非常に大切に使用され、軽微な修理・補修等は各学校で行われ、運営・維持管理状況に関しても概ね問題はない。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

## 1. 案件の概要



案件位置図



学校外観(オルホン県第 16 学校)

### 1.1 事業の背景

モンゴルは、1990年代以降、民主化と市場経済化推進に対応できる人的資源開発を最重要課題とし、基礎教育セクターを重要分野のひとつに挙げてきた。しかしながら、市場経済化に伴う社会的・経済的混乱により国の財政事情が悪化したため、教育予算は削減され、教

職員の削減、教育施設・教材の劣化、寄宿舎の有料化等が起こった。特に市場経済化による産業構造の変化の影響を受け、地方から都市部へ急激な人口の流入が生じた。その結果、都市部では、急激な生徒数増加や著しい教育施設の不足が生じ、複数シフト制が採用され、就学率の低下も招くなど、教育環境は悪化の一途を辿っていた<sup>1</sup>。このような状況の中、初等教育施設の整備は喫緊の課題とされていた。

## 1.2 事業概要

モンゴル国第2、第3の都市であるダルハン・オール県、オルホン県の計画対象10校において、初等教育施設及び機材を整備することにより、過密教室を緩和し、学習環境の改善を図る。

E/N 限度額/実績額		1,856 百万円 / 1,788 百万円
交換公文締結		第1期：2002年6月17日 第2期：2003年8月11日、2005年6月27日 (注：第2期は2004年3月に実施した入札が不調となり、必要工期の確保が困難になったため、2003年度予算による実施は詳細設計および入札関連業務のみとして残額は国庫に返納された。その後、2005年1月～6月まで既存の設計・積算の見直しを目的とした事業化調査が実施され、同年6月に再度第2期の交換公文が締結された。)
実施機関		責任機関：教育文化科学省 実施機関：オルホン県教育文化局、ダルハン・オール県教育文化局
事業完了		第1期：2004年2月20日 第2期：2007年3月19日
案件 従事者	本体	第1期：株式会社大林組 第2期：関東建設工業株式会社
	コンサルタント	株式会社毛利建築設計事務所/株式会社横河建築設計事務所共同企業体
基本設計調査		2001年6月4日～2002年3月22日
事業化調査		第1年次：2005年1月26日～3月31日 第2年次：2005年4月25日～6月10日
関連事業		<u>技術協力</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 個別専門家派遣（教育行政アドバイザー(2003-2005年)</li> <li>● プロジェクト形成調査(2001年2月)</li> <li>● 技術協力プロジェクト「教員再訓練計画プロジェクト」(2003-2006年)</li> <li>● 技術協力プロジェクト「子どもの発達を支援する指導法改善プロジェクト」(2006-2009年)</li> <li>● 青年海外協力隊グループ派遣「住民参加型地方学校改修及び建設プロジェクト」(2002年-)</li> </ul> <u>無償資金協力</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 初等教育施設整備計画(1999-2001年)</li> <li>● 第三次初等教育施設整備計画(2004-2007年)</li> <li>● 第四次初等教育施設整備計画(2008年-実施中)</li> <li>● 草の根・人間の安全保障無償資金協力(学校校舎・寄宿舎の改修・増設)</li> </ul> <u>他機関案件等</u>

<sup>1</sup> 社会主義政権下では、人的資源開発は最重要課題に位置付けられ1980年代までには初等教育の就学率は98%、成人識字率は96%、教育予算は対GDP比14%という高い教育水準を保っていた。ところが1990年以降、市場経済化に伴う社会的・経済的混乱により、1993年には教育予算は対GDP比3.8%、1994年初等教育就学率81%、成人識字率82.2%まで落ち込んだ。

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ADB 「Education Sector Development Program (ESDP)」 (1996-2002年)、 「Second Education Development Project (SEDP)」 (1997-2003年)</li> <li>• 世界銀行 「Rural Education and Development Project」 (2006-2012年)</li> <li>• Fast Track Initiative(FTI) 「触媒基金による財政支援」 (2007-2009年)</li> </ul>
--	--

## 2. 調査の概要

### 2.1 外部評価者

浜岡真紀（財団法人国際開発高等教育機構）

### 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12月

現地調査：2011年1月17日～2月1日、6月13日～6月22日

### 2.3 評価の制約

特になし。

## 3. 評価結果（レーティング：B<sup>2</sup>）

### 3.1 妥当性（レーティング：③<sup>3</sup>）

#### 3.1.1 開発政策との整合性

本事業の目的は、事前評価時（2002年）、事後評価時（2011年）においてモンゴル国の国家開発計画及びセクター計画と一貫して合致している。

まず、モンゴルの国家開発計画との関連では、事前評価時においては、「21世紀へのモンゴル国行動計画」（1999年）に持続的な社会・経済的発展のための教育の重要性が明記されている。同計画の行動計画「モンゴル国政府活動計画2000-2005」は、平等な教育機会及びアクセスの実現を目標に位置づけ、過密緩和のための校舎建設・拡張、地方の学校における維持管理・修繕活動を具体的戦略として挙げている。事後評価時には、「モンゴル国政府活動計画2008-2012」（2008年）が、国際水準に沿った公教育の発展<sup>4</sup>と恒常的な創造的且つ知的な人材の増加のための教育の質や就学状況の改善を目標に掲げている。

次に、モンゴルの教育分野に対する施策では、教育改革推進のための基本方針「Basic

<sup>2</sup> A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

<sup>3</sup> ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

<sup>4</sup> モンゴルでは、国際水準に沿った教育改革の一環として、普通教育制度の12年制への移行が進められている。1997年策定の「教育改革基本方針」では、普通教育の10年制から12年制への移行を長期的な目標として位置付け、2002年にはその第一段階として11年制普通教育（初等課程5年、前期中等課程4年の9年間で義務教育）を定めた「改正教育法」が発令された。2005/06年度にはこれに従って就学開始年齢が従来の8歳から7歳に引下げられ、11年制の普通教育が導入された。更に2008/09年度には就学開始年齢が6歳に引下げられて、2015年までには12年制普通教育制度への移行を完了させる計画となっている。

Principle of Education Reform 1997-2005」(1996年)は、教育施設不足の解消を目標の一つに置いている。また、「モンゴル国教育セクター戦略2000-2005」(1999年)は、学校施設および教育機材の改善を達成する具体的項目として、地方における校舎・寮の改築・増築・新築、家具および教育機材の持続的供給を掲げている。その後策定された「教育セクターマスタープラン2006-2015」(2006年)では、初等・中等教育分野の目標として「教育機会の格差の是正」や「質の高い教育を提供するための環境と条件の創造」が掲げられている。同マスタープランは2011年に改訂され、事後評価時点においても初等教育の環境整備は引き続き重点課題に含まれている。

### 3.1.2 開発ニーズとの整合性

#### (1) 基本設計調査時の教育施設の充足度

1990年代後半から基本設計調査時にかけて、対象県では就学者数が急激に増加し、事前評価時点の初等中等教育施設整備へのニーズは非常に高かった。下表に示す通り、1995-1999年の義務教育就学者数の増加率はダルハン・オール県で17.5%、オルホン県で32.6%、2000年/2001年はそれぞれ7.2%、9.5%であった。これに対して、学校数は1995年から2000年にかけて、ダルハン・オール県では20校から21校、オルホン県では12校から19校に増えたが、需要の増加分を満たすことはなかった。この時期、両県では生徒数の急激な増加に対応しきれない学校も多く、3部制による授業実施、廊下、馬小屋、集会施設等を利用して授業が行われるなど、学習環境は劣悪であり、教室数増加へのニーズは非常に高かった。

#### (2) 対象地域の人口動態

基本設計調査時(2001年)と第1期の計画年次(2005年)の義務教育就学者数を比較すると、ダルハン・オール県では10.7%、オルホン県では9.7%増加している。第2期の基準年である2003年(事業化調査で基準とした年次)と計画年次(2007年)の義務教育就学者数を比較すると、ダルハン・オール県で6.4%減、オルホン県で6.1%減少している。このように、事業実施中に(2005年あるいは2006年から)、就学者数に減少傾向がみられた。3.3で後述の通り、本事業の対象校でも生徒数はここ最近減少傾向にあり、計画年次の生徒数は予測数を下回った。しかしながら、人口動態は社会経済事情の影響も受け<sup>5</sup>、また年による変動もみられ(表2-4参照)<sup>6</sup>、上記のような傾向は予測困難な外部要因であったと考えられる。

<sup>5</sup> モンゴルではチベット仏教の信仰に出産時期を合わせるケースもあるため、年によって大きな変動があると言われている。また、市場経済化に伴い、2000年代に入り地方から都市への人口移動が続いている。

<sup>6</sup> 表2は本事業対象校のダルハン第4、Od第3学校が所在するダルハン市、表3はダルハン第11学校が所在するホンゴル郡、表4はオルホン県の7校が所在するエルデネット市の学齢人口の動態を示す。



表 1：義務教育就学者数

単位：千人

		1995	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
全国	登録者数	403.8	470	494.6	510.3	527.9	537.3	557.5	556.9	542.5	537.5	532.1	522.1
	前年度比(%)		16.4%	5.2%	3.2%	3.4%	1.8%	3.8%	-0.1%	-2.6%	-0.9%	-1.0%	-1.9%
ダルハン・オール県	登録者数	16.6	19.5	20.9	21.4	21.7	22.0	22.2	23.7	22.1	20.6	19.8	19.1
	前年度比(%)		17.5%	7.2%	2.4%	1.4%	1.4%	0.9%	6.8%	-6.8%	-6.8%	-3.9%	-3.5%
オルホン県	登録者数	13.5	17.9	19.6	21.0	21.2	21.4	22.3	21.5	20.7	20.1	19.7	19.0
	前年度比(%)		32.6%	9.5%	7.1%	1.0%	0.9%	4.2%	-3.6%	-3.7%	-2.9%	-2.0%	-3.6%
ウランバートル市	登録者数	121.7	150.0	162.5	169.5	176.0	180	185.6	186.2	185.2	184.3	185.0	184.3
	前年度比(%)		23.3%	8.3%	4.3%	3.8%	2.3%	3.1%	0.3%	-0.5%	-0.5%	0.4%	-0.4%

出所：モンゴル国家統計局

表 2：年齢 5 歳階級別人口（ダルハン・オール県ダルハン市）

単位：人

年齢		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
0-4歳	人口	5,682	4,177	3,968	4,835	5,281	5,231	5,121	5,378	5,843	6,461
	前年度比(%)		-26.5	-5.0	21.8	9.2	-0.9	-2.1	5.0	8.6	10.6
5-9歳	人口	6,975	5,705	5,559	5,946	6,505	6,807	6,629	6,600	6,376	5,480
	前年度比(%)		-18.2	-2.6	7.0	9.4	4.6	-2.6	-0.4	-3.4	-14.1
10-14歳	人口	9,321	8,363	8,496	8,042	8,152	8,344	7,808	7,631	7,330	6,479
	前年度比(%)		-10.3	1.6	-5.3	1.4	2.4	-6.4	-2.3	-3.9	-11.6

出所：モンゴル国家統計局

表 3：年齢 5 歳階級別人口（ダルハン・オール県ホンゴルソム）

単位：人

年齢		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
0-4歳	人口	706	670	653	631	588	500	511	444	471	572
	前年度比(%)		-5.1	-2.5	-3.4	-6.8	-15.0	2.2	-13.1	6.1	21.4
5-9歳	人口	732	673	661	628	622	660	642	433	417	572
	前年度比(%)		-8.1	-1.8	-5.0	-1.0	6.1	-2.7	-32.6	-3.7	37.2
10-14歳	人口	785	791	774	757	710	700	655	451	533	526
	前年度比(%)		0.8	-2.1	-2.2	-6.2	-1.4	-6.4	-31.1	18.2	-1.3

出所：モンゴル国家統計局

表 4：年齢 5 歳階級別人口（オルホン県エルデネット市）

単位：人

年齢		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
0-4歳	人口	5,909	6,073	6,167	6,111	5,674	5,960	5,870	6,420	6,699	7,573
	前年度比(%)		2.8	1.5	-0.9	-7.2	5.0	-1.5	9.4	4.3	13.0
5-9歳	人口	8,169	8,337	8,524	8,672	8,490	8,123	8,030	7,841	7,091	6,739
	前年度比(%)		2.1	2.2	1.7	-2.1	-4.3	-1.1	-2.4	-9.6	-5.0
10-14歳	人口	9,662	9,985	10,381	10,477	10,471	10,414	10,142	9,629	8,641	7,970
	前年度比(%)		3.3	4.0	0.9	-0.1	-0.5	-2.6	-5.1	-10.3	-7.8

出所：モンゴル国家統計局

### 3.1.3 日本の援助政策との整合性

1997年の経済協力総合調査団派遣を通じた援助方針協議以降、日本は「基礎生活支援（教育、保健・医療、水供給）」を含む4重点分野に援助を行う方針の下、教育分野に対しては、教育施設の改善及び教員能力向上等に関して援助を行う方針としてきた。事前評価時点で

の本事業と日本の援助政策との整合性はあったと判断できる。

以上より、本事業の実施はモンゴルの開発政策、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

日本側のアウトプットについては、軽微な設計変更はあったが<sup>7</sup>、下表に示す通り、計画通りに対象10校において初等教育施設が建設され、教育用家具、基礎教材が調達された。

表5：本事業による主要アウトプット一覧

品目	計画			実績		
	合計	1期	2期	合計	1期	2期
1. 施設建設				全て計画通り		
協力対象校	10	4	6			
教室	117	60	57			
生徒便所（大型）	6	4	2			
生徒便所（中型）	2	2	0			
生徒便所（小型）	3	0	3			
生徒便所（最小型）	2	0	2			
教員便所	13	6	7			
2. 家具・備品供与(教室用)						
教員用机	117	60	57			
教員用椅子	117	60	57			
生徒用二人机（大）	1,026	540	486			
生徒用椅子（大）	2,052	1,080	972			
生徒用二人机（小）	1,080	540	540			
生徒用椅子（小）	2,160	1,080	1,080			
黒板	117	60	57			
掲示板	117	60	57			
会議テーブル	31	14	17			
椅子	166	84	82			
キャビネット	55	30	25			
3. 教育用機材供与						
初等教育用機材セット	10	4	6			

モンゴル側のアウトプット（敷地の確保、整地工事、敷地内障害物、地中埋設障害物の

<sup>7</sup> 基本設計調査の設計内容の変更は、以下の通り。

(1)オルホン県第18番学校における、①暖房温水本管の接続に伴い石炭ボイラーと付帯設備の設置取りやめと構内温水引き込み管の設置、②給水本管の接続に伴う貯水槽の設置取りやめ、③火災報知器の取止めと消火栓、非常警報装置の設置、④排水本管の接続に伴う排水貯留槽の設置取りやめ、(2)オルホン県第16,17番学校における地下ボイラー室、石炭庫を1階の別棟への移動や地下石炭庫の外部石炭置き場への変更、(3)階段支持鉄骨の耐火被覆の追加、(4)屋上点検口から屋外タラップへの変更があった。(1)は計画時に予定されていなかったオルホン県エルデネット市におけるインフラ整備に因るもので、(2)(3)は、原案にはなかったインフラ省の行政指導による。(4)は屋上点検口の生産中止に伴う変更。

撤去工事、工事前アクセス道路の整備、資材保管場所の確保、工事前仮設電力、上下水道の引き込み申請と工事、本設インフラ（電力・暖房熱源・水道・排水・電話）の引き込み工事等は、全て計画通りに実施された。

### 3.2.2 インプット

#### 3.2.2.1 事業費

日本側の事業費は、計画額 1,856 百万円／実績額 1,788 百万円となり、計画内に収まった（計画比 96%）。この差異は、設計変更及び入札差金によるものである。事業費の計画額と実績額の比較検証は、モンゴル側の事業費の実績額が入手できなかったため、日本側の事業費のみで行った。

#### 3.2.2.2 事業期間

事業期間は、計画 37 ヶ月に対し、実績 64 ヶ月であり、計画を大幅に上回った（計画比 173%）。第 1 期は、計画 18.5 ヶ月に対し、実績 20 ヶ月であった。計画と実績の差異は、詳細設計が計画 6.5 ヶ月であったのに対し、設計変更手続きに時間を要し、実際には 8 ヶ月かかったことに因る。第 2 期は、計画 18.5 ヶ月に対し、実績 44 ヶ月であった。これは、(1) 施工業者選定の入札が不調に終わり、コンサルタントによる詳細設計業務および入札関連業務のみで事業が一旦打ち切られたこと、(2)(1)を受け、既存の設計・積算等の見直しのための事業化調査を実施したこと（2005 年 1 月～6 月）、(3)2005 年 12 月の業者契約締結後、厳冬期を避け、3 ヶ月後の 2006 年 3 月に着工したことなど、計画外の要因に因る。

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：②<sup>8</sup>）

### 3.3.1 定量的効果

本事業実施により教室の過密状態が緩和され、学習環境は全対象校で事業実施前より大幅に改善されている<sup>9</sup>。その一方で、殆どの計画対象校では、就学者数及び一教室当たりの生徒数は当初の予測を下回った。一教室当たりの生徒数の目標年次と事後評価時の実績を比較すると、2 校は計画比 98%とほぼ計画通りであるのに対して、5 校は 50%から 70%、1 校は 36%に留まっている。人口動態など外部要因に起因する部分もあるが、「適正な人数の生徒が本事業により整備された教室を使用する」という点において効果の発現は限定的であり（表 6 参照）、事業全体としての効果発現は中程度と判断される。

<sup>8</sup> 有効性判断にあたり、インパクトも加味してレーティングを行う。

<sup>9</sup> 教室の過密緩和とはモンゴルの基準に従い、1 教室当たりの人数を最大 36 名、2 シフト制で授業を行えるような環境を指す。オルホン県第 17 学校は、本事業による 12 教室では需要を満たさないため、老朽化のため使用には適していない隣接する既存校舎の 3 教室を使用して 2 シフトを維持している。

表 6：生徒数の経年変化

県	学校	期別	事業実施前 (第1期：2001年 (基本設計調査) ) (第2期：2003年 (專業化調査))		計画年次 (第1期：2003年、 第2期：2007年)			運用開始から事後評価(2011年)までの経年変化													通学学年						
			就学者数	1教室当り 生徒数	予定 就学者数	計画-既存 教室数	教室当り 生徒数 (計画なし)	教室当り 生徒数 (計画あり)	使用教 室数	就学者数 (2004- 2005)	教室 当り 生徒数	就学者数 (2005- 2006)	教室 当り 生徒数	就学者数 (2006- 2007)	教室 当り 生徒数	就学者数 (2007- 2008)	教室 当り 生徒数	就学者数 (2008- 2009)	教室 当り 生徒数	就学者数 (2009- 2010)		教室 当り 生徒数	就学者数 (2010- 2011)	教室 当り 生徒数	教室当りの 生徒数の 計画比(%)		
ダラハン・ オール県	第4学校	第2期	885		1,436	21		68	20							1,036	52	1,076	54	1,098	55	1,121	56	82%	1-11年生		
	第11学校	第2期	412	103	678	13	170	52	13							373	29	395	30	373	29	341	26	50%	1-11年生		
	第3学校	第2期	120		439	8		55	8							n.a.		286	36	279	35	266	33	61%	1-5年生		
オルホン県	第2学校	第2期	720	80	899	13	100	69	13							563	43	556	43	513	39	569	44	63%	1-5年生		
	第3学校	第1期	2,893	99.76	3,023	45	104	67	45	3,528	78	3,327	74	3,448	77	3,332	74	3,302	73	2,069	46	1,936	43	64%	1-11年生		
	第6学校	第2期	634	106	739	12	123	62	10							495	50	543	54	584	58	602	60	98%	1-5年生		
	第7学校	第2期	812	102	1,259	17	157	74	17							1,061	62	1,088	64	986	58	986	58	78%	1-11年生		
	第16学校	第1期			1,329	20		66	18	4,351	218	803	45	805	45	719	40	640	36	515	29	428	24	36%	1-5年生		
	第17学校	第1期			793	12		66	48	3,310	69	3,092	64	2,972	62	2,778	58										1-11年生
	第18学校	第1期			694	12		58	12	611	51	604	50	536	45	507	42	490	41	474	40	482	40	69%	1-11年生		

出所：ダラハン・オール県教育文化局、オルホン県教育文化局

注 1：経年変化のうち太字は計画年次の実績。

注 2：使用教室数は実際に授業を行う教室として使用されている教室数に基づく。

注 3：第 17 学校は 2007/2008 年まで Naran 統合学校に属し、2008 年度に独立したため、それぞれの状況に応じて計算した。

生徒数が予測を下回った要因の分析結果を以下に示す。

① 学校統計の精度

基本設計調査時に算出された計画年次の生徒数は、各学校が毎年県教育文化局に報告する生徒数に基づいて算出された。本事後評価時の学校関係者に対するヒアリングによると、基本設計調査が実施当時は、各学校の予算は生徒数に乗じて配分されていたことから、学校から県教育文化局に対して、実際より多い生徒数が報告されるケースが少なからずあったとのことである。教育文化科学省の指導により、本事後評価の 2-3 年前より生徒数は厳しく確認されるようになり、学校側も生徒数を正確に報告するようになったが、このような事前評価時の基礎情報の精度の低さは、予測と実績の乖離の大きな要因になった。

② 学区再編成や学制変更に伴う影響

学区再編成により学区が統合・拡大された結果、学区によっては、より設備が充実した学校や、幼稚園と併設している市の中心部の学校に生徒が流れた（オルホン県第 16 学校、第 18 学校、第 3 学校など）。

また、計画時には、殆どの学校で初等教育(10 年制の 1-4 年生)の生徒と前期中等教育(10 年制 5-8 年生)の一部の生徒の通学が見込まれていたが、2005/2006 年度の学制変更（10 年制から 11 年制への移行）や、その後の学区校の統廃合に伴い、本事業の対象校のみならず対象地域の学校全体で教室の使用配分が当初計画と異なるものとなった。例えば、本事業の対象 10 校中 4 校では、初等教育(11 年制 1-5 年生)と前期中等教育（10 年制 5-8 年生）の

一部の生徒の通学が見込まれていたのに対し、実際には初等教育（11年制 1-5年生）のみが通学している。このような場合、前期中等教育で見込んでいた生徒数が、ほぼ当初の予測と実績の差異に相当している。

### 3.3.2 定性的効果

各学校に対する質問紙調査結果によれば、施設や設備の使い勝手は概ね良いと判断される（机や椅子が重くて動かしづらい、壊れやすい点は除く）<sup>10</sup>。また、校長や教師へのヒアリングやフォーカスグループディスカッション<sup>11</sup>によれば、「日本の援助により建設された学校は、明るい雰囲気、冬でも暖かく、居心地が良い。生徒の勉強への意欲を促進している」「黒板が大きくて、使いやすい。見やすくなった」と評判が良い。

表7：施設の使い勝手

	とても良い	良い	悪い	とても悪い
採光	7	3	0	0
教室の大きさ	7	3	0	0
生徒用机	3	4	2	1
生徒用椅子	2	5	2	1
教師用机	3	6	1	0
教師用椅子	3	4	3	0
黒板	6	4	0	0
掲示板	5	4	1	0

出所：質問票回答結果

注：上記質問は、対象10校の回答結果

また整備された教育機材は有効に活用され、生徒の学習意欲の向上に役立っている。具体的には、教師は数学の授業で様々な形の定規を用いて黒板に図形を書いたり、形そのものを見せることで生徒に教えやすくなったり、モンゴルの地図を使った授業が生徒の関心を引き起こしている例が確認された。

以上より、本事業の実施により一定の効果発現が見られ、有効性は中程度である。

## 3.4 インパクト

### 3.4.1 インパクトの発現状況

各学校への質問票回答、現地視察時の校長、教師に対するヒアリング、本事後評価の受益者調査の一環として実施されたフォーカスグループディスカッション等の結果から、以下に示すようなインパクトが確認された。

<sup>10</sup> 机、椅子は、基本設計調査時のモンゴル国の標準仕様に従って製作されたものであるが、現在では軽いものになり、机に関しては高さの調節が可能な机が採用されている。

<sup>11</sup> フォーカスグループディスカッションは、2011年1月の現地調査時に学校毎（対象10校）に実施され、教師、職員、父兄、生徒、計105名が参加。

#### 3.4.1.1 就学意欲・学習意欲の変化(欠席・遅刻の減少)<sup>12</sup>

学校が近くなったことによる通学時間の短縮や、早朝や夜遅い時間のバス通学が徒歩通学になるなど通学の利便性が改善された。こうした利便性の改善は、欠席、遅刻の減少につながった。特にゲル地区に建設された4校(ダルハン・オール県 Od 第3学校、オルホン第16、17、18学校)においてこのような変化が顕著である。また、それ以外にも「学校へ通うのが楽しくなり、欠席や通学拒否がなくなった」や「衛生環境も改善され、病気で欠席をする生徒の数が減った」等の効果が確認された。

#### 3.4.1.2 授業の質と成績の向上<sup>13</sup>

本事業を通じて教師室や暖房設備が整備され、シフト数が3シフトから2シフト、あるいは1シフトに減少したことにより、教師は以前より多くの時間を指導法改善の研究や授業の準備に充てられるようになった。また、前述の通り、本事業で整備された教育資機材は授業の充実化にも役立っている。このような指導環境の改善が指導内容の改善をもたらし、生徒の成績の向上もみられている。これらの成果は、下表に示すように、県や国のコンクールでの表彰実績に表れている。

表8：国あるいは県により表彰された本事業の対象校

該当校	表彰内容
ダルハン第4学校	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2007、2008、2009 年に県の成績優秀校に選ばれた。</li> <li>・ 2010年は国の成績コンクールで優勝。</li> <li>・ 教員の指導法に関する全国コンクールで、歴史、社会、化学、生物学、国語、物理で20人以上の先生が最優秀賞受賞あるいは入賞。</li> </ul>
ダルハンOd第3学校	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2009年、2010年に「授業準備の目標の90%-100%達成」という目標を達成した学校として国から表彰された</li> </ul>
オルホン第2学校	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 全国のプレゼンターコンクールに化学の教師が2009年に優勝、2010年に特別賞を受賞。</li> </ul>
オルホン第7学校	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 教員の指導法に関する全国コンクールで数学の教師が3位入賞。</li> </ul>
オルホン第16学校 (Orkhon統合学校)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2011年に教員が各種コンクールで優勝・入賞(国語コンクール優勝、モンゴル文字コンクール第3位、歴史コンクール第3位)。</li> <li>・ 2008年にトップレベルのマネジメントをする学校20校に選ばれた。</li> </ul>

出所：質問票回答、フォーカスグループディスカッション結果

#### 3.4.1.3 他の活動時間の増加による学校生活の充実化

通学時間の短縮やシフト数の減少は、放課後の部活動、補習や(特に家に暖房がない生徒の)宿題に充てる時間の増加につながっている。その一例として、教育文化科学省が毎年選出する「部活動に積極的に取り組む学校」に、2008/2009年度にオルホン第6学校(Bayan-Undur統合学校)、2009/2010年度にオルホン第16学校(Orkhon統合学校)、2010/2011年

<sup>12</sup> 本効果は、基本設計調査時には想定されておらず、事後評価調査において指標として設定・検証されたものである。

<sup>13</sup> 本効果は、基本設計調査時には想定されておらず、事後評価調査において指標として設定・検証されたものである。

度にオルホン第7学校が選出されたことが挙げられる。

#### 3.4.1.4 コミュニティ活動への学校利用

基本設計調査時には、間接的効果として、インフラや公共施設が十分に整備されていない地区において、本事業による学校施設が地区の公共施設として活用されることが期待されていた。実際、対象10校のうち4校は、地区の各種行事、住民会議、選挙時の投票所として活用されていることが確認された。

#### 3.4.1.5 周辺校への波及効果

オルホン県教育文化局によれば、本事業対象校における学習環境の改善を通じて増した教師と生徒の勉学に対する積極的な姿勢は、本事業の対象以外の学校にも影響を与え、学習や授業準備に対する県内の競争力が向上した。その結果、県全体で全国のコンクールでの入賞実績が増加するなど、周辺校における波及効果が報告された<sup>14</sup>。

#### 3.4.2 その他、正負のインパクト

本事業に関しては、住民移転や用地取得は行われていない。また、学校建設による環境へのマイナスの影響もない。

以上より、本事業の実施により計画時に想定された間接的効果（地域活動の場としての学校施設の活用）に加え、生徒の通学・就学意欲の変化、授業の質や生徒の成績の向上、周辺校への波及効果等、様々な間接的効果が発現している。

### 3.5 持続性（レーティング：③）

#### 3.5.1 運営・維持管理の体制

本事業により整備された施設・機材の維持管理体制は、以下の観点から問題はないと判断される。

##### (1) 学校の体制

各学校には機材・設備担当者が配置され、この機材・設備担当が日常の点検、簡易な修理・補修を行い、定期的に校長に報告している。学校による補修が困難な場合には、学校側の要請を受け、県の建築局や、(暖房設備に関しては)市の熱公社が対応している。また、学校が直接、地元及びウランバートル市の民間業者に修理を依頼する場合もある。

##### (2) 学校委員会の機能

各学校には、学校職員、地区住民、父兄、生徒から構成される学校委員会が存在する（人

---

<sup>14</sup> 2010/2011年度の全国コンクールには、オルホン県から47人の教師・生徒が13科目に参加し、最優秀賞3人、優秀賞3人、第3位が8人、合計14人の教師・生徒が入賞した。

数、構成員に決まりはなく、学校により異なる)。学校委員会は、学校の戦略計画及び運営方針、財務報告に対する承認、学校の年間業務の評価、教育に関する意見の取り纏めや改善策の提案、学校の業務報告書や管理職の業務に対する監査等を行う。

このように、学校だけでなく、保護者や地域社会の参加を得て、日常的な施設・機材の維持管理が行なわれ、学校単位の運営体制は確立している。

### 3.5.2 運営・維持管理の技術

学校施設・設備は、修理の技術難易度の高いものを除いて適切に維持管理され、特に技術的な問題はない。学校設備の軽微な不具合の修理や補修は、各学校の機材・設備担当職員が適切に実施しており、概ね問題はない（施設の不具合に関しては「3.5.4 の運営・維持管理の状況」を参照されたい）。

学校施設や教室の家具類の補修は、教職員や父兄が実施している。これまで殆どの学校で、建具（ドア、窓）や家具（机・椅子）の修理、壁のクラックの補修の必要性が生じている。これらの補修は、多くの場合、学校職員及び父兄が夏季休暇中に実施している。

### 3.5.3 運営・維持管理の財務

本事業で建設された施設の運営・維持管理の財務に関しては、特段の問題はない。これまで教育セクターに対する予算は一定程度確保されていること、対象 2 県では、通常予算以外の財源も確保しつつ、適切に維持管理費用が確保されていること、各学校単位では、適宜保護者から少額の維持管理費を徴収しながら必要な費用が確保されてきている。

#### (1) 教育文化科学省予算

教育文化科学省が所管する教育分野に対する予算は、国家予算の12～17%相当が配分され、近年の急速な経済成長に伴う国家予算の増加に伴い毎年増加している。教育施設及び設備の更新には、毎年約15億Tgが支出されている。2010年度は、10.5億Tgが201件の教育施設の改修工事に充てられ、そのうち、8.4億Tgは学校、寄宿舎及び幼稚園の改修に充てられた。2011年度は、学校、幼稚園の施設の改修・更新のための予算は、9.2億Tgに増加した。

表9：政府予算と教育分野予算

単位：百万トウクアリク (Tg)

	2003/2004年度	2004/2005年度	2005/2006年度	2006/2007年度	2007/2008年度	2008/2009年度	2009/2010年度
1. 政府予算	615,771.3	752,486.4	764,597.1	1,237,008.0	1,747,310.5	2,466,774.4	2,321,599.6
2. 教育分野予算	105,550.5	132,528.0	136,935.9	181,099.5	216,034.5	348,023.4	361,599.6
3. GDP	1,461,169.2	1,910,880.9	2,266,505.5	3,715,000.0	5,464,300.0	6,130,300.0	6,482,000.0
対国家予算比	17.1%	17.6%	17.9%	14.6%	12.4%	14.1%	15.6%
対GDP比	7.2%	6.9%	6.0%	4.9%	4.0%	5.7%	5.6%

出所：教育文化科学省



(2) 対象県教育文化局予算

県の教育予算は、両県共に人件費・社会保障費の割合が多い（ダルハン・オール県では6-7割、オルホン県では7-8割）。一方、施設の修繕予算の割合はそれほど大きくはない。ダルハン・オール県では施設整備開始以降（2007年以降）は1%未満、オルホン県は2004/2005年は6%近く割り当てられていたが、年々減少傾向にある。

対象県の教育文化局に対するヒアリングによれば、国家予算から配分される施設の改修・更新費は、老朽化した学校や幼稚園に優先的に配分され、本事業で建設された施設のように比較的新しい施設にはなかなか配分されないため、県教育文化局は、必要に応じて他の財源<sup>15</sup>を獲得する努力をしている。

表10：ダルハン・オール県教育セクター予算

単位：百万Tg

費目	2003/2004年度		2004/2005年度		2005/2006年度		2006/2007年度		2007/2008年度		2008/2009年度		2009/2010年度	
	金額	割合(%)	金額	割合(%)	金額	割合(%)	金額	割合(%)	金額	割合(%)	金額	割合(%)	金額	割合(%)
1. 人件費	1,368	49.4	1,670	49.3	1,874	50.1	2,443	51.9	3,771	49.6	6,316	63.6	6,834	62.9
2. 社会保険	359.1	13.0	435.8	12.9	493.2	13.2	655.8	13.9	995	13.1	631.9	6.4	657.8	6.1
3. 電気	63.7	2.3	66.5	2.0	63.2	1.7	68.7	1.5	66.7	0.9	83.5	0.8	85.2	0.8
4. 暖房	448.9	16.2	469.5	13.8	647.4	17.3	737.8	15.7	803.7	10.6	930.2	9.4	1,220.4	11.2
5. 上下水道	47.2	1.7	65.8	1.9	70.7	1.9	77.4	1.6	117.2	1.5	118.1	1.2	112.9	1.0
6. メンテナンス	131.5	4.7	198.8	5.9	90.3	2.4	91.1	1.9	65.2	0.9	83.9	0.8	52.8	0.5
7. 食事	212.1	7.7	247.3	7.3	287.7	7.7	385.1	8.2	342.3	4.5	494.8	5.0	676.5	6.2
8. その他	139.1	5.0	236.6	7.0	216.8	5.8	249.1	5.3	1,446.0	19.0	1,279.7	12.9	1,218	11.2
合計	2,769.5	100.0	3,390.2	100.0	3,743	100.0	4,708	100.0	7,607	100.0	9,939	100.0	10,858	100.0

出所：ダルハン・オール県教育文化局

表11：オルホン県教育セクター予算

単位：百万Tg

費目	2003/2004年度		2004/2005年度		2005/2006年度		2006/2007年度		2007/2008年度		2008/2009年度		2009/2010年度	
	金額	割合(%)	金額	割合(%)	金額	割合(%)	金額	割合(%)	金額	割合(%)	金額	割合(%)	金額	割合(%)
1. 人件費	1,368	49.4	1,670	49.3	1,874	50.1	2,443	51.9	3,771	49.6	6,316	63.6	6,834	62.9
2. 社会保険	359.1	13.0	435.8	12.9	493.2	13.2	655.8	13.9	995	13.1	631.9	6.4	657.8	6.1
3. 電気	63.7	2.3	66.5	2.0	63.2	1.7	68.7	1.5	66.7	0.9	83.5	0.8	85.2	0.8
4. 暖房	448.9	16.2	469.5	13.8	647.4	17.3	737.8	15.7	803.7	10.6	930.2	9.4	1,220.4	11.2
5. 上下水道	47.2	1.7	65.8	1.9	70.7	1.9	77.4	1.6	117.2	1.5	118.1	1.2	112.9	1.0
6. メンテナンス	131.5	4.7	198.8	5.9	90.3	2.4	91.1	1.9	65.2	0.9	83.9	0.8	52.8	0.5
7. 食事	212.1	7.7	247.3	7.3	287.7	7.7	385.1	8.2	342.3	4.5	494.8	5.0	676.5	6.2
8. その他	139.1	5.0	236.6	7.0	216.8	5.8	249.1	5.3	1,446	19.0	1,279.7	12.9	1,218	11.2
合計	2,769.5	100.0	3,390.2	100.0	3,743	100.0	4,708	100.0	7,607	100.0	9,939	100.0	10,858	100.0

出所：オルホン県教育文化局

(3) 各学校に対する予算

各学校の予算は、まず学校が県教育文化局に申請し、次に県教育文化局が教育文化科学省に提出、教育文化科学省が最終的に取りまとめるシステムとなっている。オルホン県の対象7校の各費目の割合に変更はなく、各学校とも給与・賞与が約6割、社会保険が1割、合わせて7割となっている。また、メンテナンス費には一律0.5%が計上されている。オルホン第3学校の例を下表に示す（金額は学校毎に異なるが割合は同じ）。

<sup>15</sup> 他の財源とは、教育文化科学大臣直轄の特別予算、市の予算、県内の工場（オルホン県の銅工場やダルハン・オール県の製鉄所）からの寄付、世界銀行やアジア開発銀行等のドナーの出資を含む。

表12：学校予算(オルホン第3学校)

単位：百万Tg

内訳	2004/2005年度		2005/2006年度		2006/2007年度		2007/2008年度		2008/2009年度		2009/2010年度		2010/2011年度	
	金額	割合	金額	割合	金額	割合	金額	割合	金額	割合	金額	割合	金額	割合
1 人件費	106.2	61.3%	113.0	61.3%	141.3	61.3%	167.9	61.3%	214.5	61.3%	272.2	61.3%	306.8	61.3%
2 社会保険	17.3	10.0%	18.4	10.0%	23.0	10.0%	27.4	10.0%	34.9	10.0%	44.3	10.0%	50.0	10.0%
3 電気	2.5	1.5%	2.7	1.5%	3.3	1.5%	4.0	1.5%	5.1	1.5%	6.4	1.5%	7.3	1.5%
4 暖房	17.2	9.9%	18.3	9.9%	22.8	9.9%	27.1	9.9%	34.7	9.9%	44.0	9.9%	49.6	9.9%
5 上下水道	3.7	2.2%	4.0	2.2%	5.0	2.2%	5.9	2.2%	7.5	2.2%	9.6	2.2%	10.8	2.2%
6 メンテナンス	0.9	0.5%	1.0	0.5%	1.2	0.5%	1.5	0.5%	1.9	0.5%	2.4	0.5%	2.7	0.5%
7 食費	12.6	7.3%	13.4	7.3%	16.7	7.3%	19.9	7.3%	25.4	7.3%	32.2	7.3%	36.3	7.3%
8 研修	3.2	1.8%	3.4	1.8%	4.2	1.8%	5.0	1.8%	6.4	1.8%	8.2	1.8%	9.2	1.8%
9 その他	9.8	5.6%	10.4	5.6%	13.0	5.6%	15.4	5.6%	19.7	5.6%	25.0	5.6%	28.2	5.6%
合計	173.4	100.0%	184.5	100.0%	230.7	100.0%	274.2	100.0%	350.1	100.0%	444.3	100.0%	500.8	100.0%

出所：オルホン県教育文化局

ダルハン・オール県の対象3校では、人件費は全体予算の4割～7割、メンテナンスは0.5%～3%を占める<sup>16</sup>。質問票回答や現地調査時のヒアリングによれば、10校中8校が維持管理予算は十分ではないため、他の費目を節約して浮いた費用を施設の補修費に充てたり、校舎内のメンテナンス（壁、ドアや備品の補修）は保護者から小額（1,000～2,500Tg程度）を徴収したりして、教室内の備品整備や校舎の小規模修繕を行っている。また、予算を超える修理費が必要となった場合は、他の費目からの流用や、前述の通り、他の財源を充当し、これまで維持管理費の不足による修理の遅延は発生していない。以上より、大規模な故障が発生しない限り、運営・維持管理の財務に関して大きな問題はないと判断される。

### 3.5.4 運営・維持管理の状況

現地調査時の視察やヒアリングによれば、各学校の建物は毎日清掃され、本事業により整備された教材はきれいに所定の場所に保管されている。廊下や壁には標語やイラストが施され、施設は明るい雰囲気醸し出され、また屋外で運動ができない厳冬期の運動不足を考慮して、運動スペースが廊下に設置されるなど、学校施設が、現在も大切に維持管理されていることが確認された。



廊下の空きスペースを活用した運動スペース(ダルハンOd第3学校)



休み時間毎に清掃され、完工後7年経た現在も非常に清潔に維持されたトイレ(オルホン第16学校)

<sup>16</sup> ダルハン・オール県の対象3校に関しては年度、学校により費目の割合は異なる。

前述の通り、学校は定期的に施設・設備の状態を確認し、補修を行っている。学校施設・設備は、以下を除き概ね良好に維持されている。

事後評価時には、4校で雨漏り、1校で給湯設備、3校でトイレの不使用が確認された（いずれも教育施設としての学校の機能に大きな影響を及ぼすものではない）。雨漏りに関しては、4校のうち、第2期で施工されたダルハン・オール県の2校は防水工事の5年間の保証期間内であったため、2011年7月から8月にかけて施工業者により補修工事が行われた。2004年に完工した第1期のオルホン県の2校は、これまでも学校による天井の再塗装、ビニールシートの張り替えが行われたが、完全な補修には至っていない。この2校に関しては、保証期間が過ぎていたため、引き続き、モンゴル側で対応することになっている。

給湯設備やトイレの不具合に関しては、これまで学校側、県教育局や対象県内の業者による修理が試みられたが、再稼働には至っていない。現在、首都ウランバートル市で対応可能な業者による修理が継続中である。

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、対象10校において初等教育施設及び機材を整備することにより、教室の過密状況を緩和し、学習環境の改善を図ることを主な目的として実施された。初等教育環境の整備は、モンゴル国の開発政策、開発ニーズ、および日本の援助政策と合致しており、本事業実施の妥当性は高い。効率性は、事業期間が当初計画を大幅に上回ったため、中程度となった。これは、第2期の施工業者選定の入札不調、その後の設計・積算見直しのための事業化調査の実施等、計画外の要因に起因する。本事業の効果発現に関しては、計画通りの教室数の増加により教室の過密緩和は達成された一方、対象地域の学齢期人口や基礎教育就学者数の変動、学区再編成や学制変更の影響を受け、多くの学校では1教室当たりの収容人数がモンゴル国の基準（一教室当たり36名）を下回っていることが確認された。教室の過密緩和や教育機材の整備を通じた学習環境の改善は、生徒の通学・学習意欲の促進や教師の授業の準備の効率化につながり、授業の質の向上、成績の向上等の効果がもたらされたことが確認され、全体として、有効性は中程度である。

持続性に関しては、学校毎に維持管理担当職員が適切に配置され、父兄、地区住民から成る学校委員会が機能しており、運営・維持管理体制に問題はない。財務面に関しても、建設された施設の維持管理費用は、様々な財源を得ながら不足なく確保されている。学校施設・設備は、非常に大切に使用され、軽微な修理・補修等は各学校で行われ、運営・維持管理状況に関しても概ね問題はない。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

## 4.2 提言

### 4.2.1 実施機関への提言

#### (1) 基礎データの精度向上

基本設計調査時に実施機関が受注コンサルタントに提供した対象校の就学者数は、本事後評価の調査時に実際より多かった可能性が判明した。2-3年前より教育文化科学省の指導の下、登録生徒数の適切な把握・報告が強化されつつある。こうした基礎情報の的確な把握は、開発ニーズの的確な把握、ひいては適正な援助の投入計画の策定や適切な事前事後の評価につながる。今後も生徒数の正確な把握と報告については一層の強化が望まれる。

#### (2) 雨漏りへの対応

オルホン県の2校の雨漏りは、これまで学校側で補修を試みてきているが、雨漏りの修理は場所の特定が難しく、技術的に容易ではないため、修理は完了していない。こうした状況を鑑み、専門的な技術力を有する業者の技術支援（原因の特定や効果的な工法や材料の提示等）を得て、モンゴル側（県教育文化局及び対象校）による早急な対応が望まれる。

### 4.2.2 JICA への提言

特になし。

## 4.3 教訓

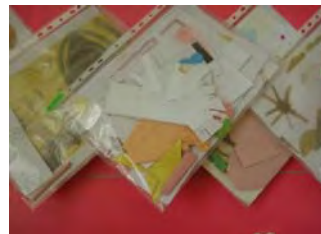
特になし。

### コラム 1：青年海外協力隊員による学校教育の充実化

オルホン県第6学校には、青年海外協力隊員（JOCV、担当分野：青少年活動）が、図工の指導を通じた創作を通じて、通学や勉強を嫌がる生徒の通学を促進する目的で派遣されている。同隊員は、身近にあるもの（例：再生紙）を利用して飾りを作ったり、本事業で整備された掲示板を活用して作品を教室に飾ったり、課外活動で紙の文化を教える等幅広い活動に取り組んでいる。無償資金協力で建設された学校における JOCV の効果的な投入が学校教育を充実させた良い事例といえる。



本事業により整備された掲示板に展示された生徒の作品



丁寧に保管された生徒の作品

### **コラム 2：技術協力プロジェクトと無償資金協力の連携効果**

対象校の学校教育の質の向上は、本事業による教育環境の整備に加え、JICAによる技術協力プロジェクト「子どもの発達を支援する指導法改善プロジェクト」（2006-2009年）を通じて開発された教材が県教育文化局を通じて全国の学校に配付されたことも影響している（食糧援助の見返り資金<sup>17</sup>を活用して、上記技術協力プロジェクトで開発された教材が印刷され、全国の学校に配布された）。学校の教師にその使用効果を聞いたところ、「理科に関する教科書を 27 冊もらったが、これらは全て役立ち、毎日使用している」「我々の指導方法が変わり、子供の理解度も向上」「その教科書に基づくトレーニングが実施された。教材は教師の人数分配布され、手元に置いて毎日使用できて、非常に便利」といった授業の改善効果の報告が寄せられた。

### **コラム 3：モンゴルより届いた感謝の気持ち**

本事業による教育施設整備により、対象県の関係者の日本への感謝と友好の気持ちが醸成され、対象校の教師、生徒は現在まで感謝の気持ちを忘れずに学校を大切にしている。2011年3月の東日本大震災に際しては、本事業により建設された10校の教員、父兄、生徒により、日本への弔意と善意の気持ちを込めて募金活動が行われた。

<sup>17</sup> 商品援助（円借款及び無償資金協力）によって相手国が購入した商品の売却によって生じる資金。