

平成 22 年度案件別事後評価：  
パッケージⅣ-3  
(中国)

平成 23 年 12 月  
(2011 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

委託先  
三州技術コンサルタント株式会社

評価
JR
11-52

## 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。

## 目 次

### 中華人民共和国 昆明市上水道整備事業

0. 要旨	1
1. 案件の概要	1
1.1 事業の背景	1
1.2 事業概要	2
2. 調査の概要	3
2.1 外部評価者	3
2.2 調査期間	3
3. 評価結果（レーティング：A）	3
3.1 妥当性（レーティング：③）	3
3.2 効率性（レーティング：②）	5
3.3 有効性（レーティング：③）	8
3.4 インパクト	10
3.5 持続性（レーティング：③）	12
4. 結論及び提言・教訓	13
4.1 結論	13
4.2 提言	14
4.3 教訓	14

### 中華人民共和国 成都市上水道整備事業

0. 要旨	1
1. 案件の概要	1
1.1 事業の背景	1
1.2 事業概要	2
2. 調査の概要	4
2.1 外部評価者	4
2.2 調査期間	4
2.3 評価の制約	4
3. 評価結果（レーティング：A）	5
3.1 妥当性（レーティング：③）	5
3.2 効率性（レーティング：②）	6
3.3 有効性（レーティング：③）	9
3.4 インパクト	11
3.5 持続性（レーティング：③）	12

4.	結論及び提言・教訓	14
4.1	結論	14
4.2	提言	14
4.3	教訓	14

中華人民共和国 山東省煙台市上水道治水施設整備事業

0.	要旨	1
1.	案件の概要	1
1.1	事業の背景	1
1.2	事業概要	2
2.	調査の概要	3
2.1	外部評価者	3
2.2	調査期間	3
3.	評価結果（レーティング：A）	3
3.1	妥当性（レーティング：③）	3
3.2	効率性（レーティング：②）	4
3.3	有効性（レーティング：③）	7
3.4	インパクト	11
3.5	持続性（レーティング：③）	13
4.	結論及び提言・教訓	15
4.1	結論	15
4.2	提言	15
4.3	教訓	16

中華人民共和国 大連市上下水道整備事業

0.	要旨	1
1.	案件の概要	1
1.1	事業の背景	1
1.2	事業概要	2
2.	調査の概要	3
2.1	外部評価者	3
2.2	調査期間	3
2.3	評価の制約	3
3.	評価結果（レーティング：A）	3
3.1	妥当性（レーティング：③）	3
3.2	効率性（レーティング：②）	5

3.3	有効性（レーティング：③）	8
3.4	インパクト	13
3.5	持続性（レーティング：③）	15
4.	結論及び提言・教訓	18
4.1	結論	18
4.2	提言	19
4.3	教訓	19

## 0. 要旨

本事業は、昆明市において、同市北部の掌鳩河上流にダムを建設、併せて上水道施設を建設することにより、給水能力不足及び今後の水需要への対応、並びに安全性の高い上水の安定的供給をはかり、もって生活・衛生環境の改善および地域経済の発展に寄与することを目的としていた。妥当性について、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、評価は高い。事業費は計画を上回り、事業期間も若干計画を上回ったため、効率性は中程度である。有効性については、給水能力不足及び水需要への対応と同時に、安全性の高い上水の安定的供給をはかり、生活・衛生環境の改善及び地域経済の発展に寄与しており、概ね計画通りの効果発現が見られ、有効性は高い。また、本事業の持続性についても、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と判断される。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

## 1. 案件の概要



プロジェクト位置図



第7浄水場（沈殿池及び事務所棟）

### 1.1 事業の背景

中国では79年から始まった改革開放政策の下、積極的な企業誘致等を進めるための環境整備の一環として、特に沿海部大都市を中心に、上水道施設の新設、改善等がなされていた。98年時点における都市の一人当たり生活用水給水量は214リットル/日と、都市部においては日本（1997年東京都の例では248リットル）と同レベルに達し、都市における上水道普及率は96%と80年の81%、90年の89%から着実に改善していた。一方、比較的経済発展の早かった沿海部に続き、内陸の中大規模都市においても90年代中頃より、急速な工業化と人口集中による都市化の進行に起因した工業用水、生活用水等水需要の急増による供給ギャップが問題となっていた。

雲南省の省都である昆明市は、中国西南部の中心都市として、また、特に近年ではタイ

等近隣諸国との中継貿易地として急速な発展を示していた。一方、昆明市を支える都市インフラ、特に上水道については人口、産業需要の増加等により、年々需給が逼迫しつつあり、今後とも予想される需要増加に対応するためには、設備能力の増強が急務となっていた。また、同市は、従来、填池（湖水）を水道水の取水源としていたが、近年、同池の水質汚染悪化はひどく、水道水の水源としては、不適當とされていた。

## 1.2 事業概要

昆明市において、同市北部の掌鳩河上流にダムを建設、併せて上水道施設を建設することにより、給水能力不足及び今後の水需要への対応、並びに安全性の高い上水の安定的供給をはかり、もって生活・衛生環境の改善および地域経済の発展に寄与する。本事業位置図を図1に示す。

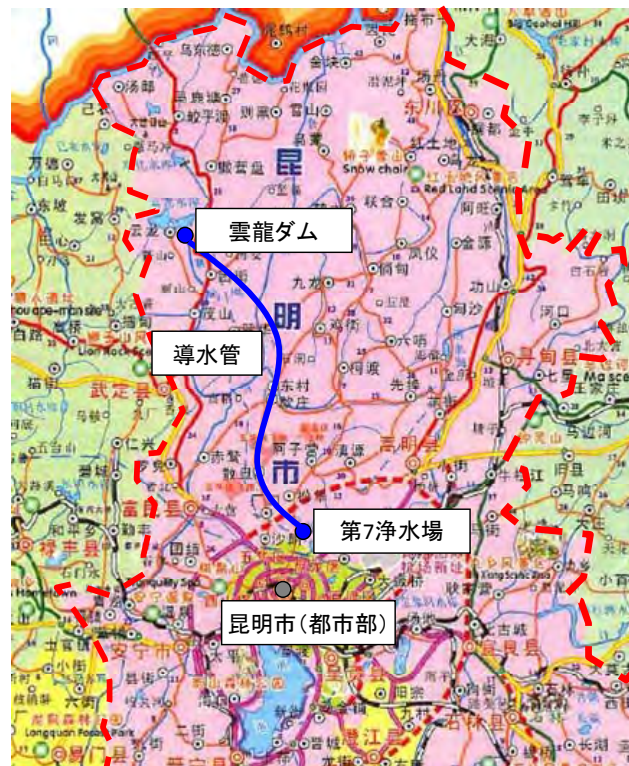


図1 事業位置図



円借款承諾額／実行額	20,903 百万円／20,554 万円
交換公文締結／借款契約調印	2000 年 3 月／2000 年 3 月
借款契約条件	金利 1.70%、返済 30 年（うち据置 10 年）、 一般アンタイド、コンサルタント：金利 0.75%、返 済 40 年（うち据置 10 年）、二国間タイド
借入人／実施機関	中華人民共和国政府／昆明市人民政府
貸付完了	2008 年 7 月
本体契約	China Water Conservancy & Hydropower Engineering Bureau No.4 (中), The 13 <sup>th</sup> Engineering Bureau of China Construction Company (中), Zhong Tie No.19 Engineering Bureau Co., Ltd. (中), CNTIC International Business Company (中), China Railway Engineering Corporation (中), The 16 <sup>th</sup> Engineering Bureau of CRCC (中), Cooperativa Muratori & Cementisti C.M.C. Di Ravenna Soc. AR. (伊), Shaanxi Provincial Bureau of Water & Electric Engineering (中)
コンサルタント契約	電源開発
関連調査（フィージビリティ・スタディ： F/S）等	雲南省水利水電勘测設計院による F/S（1997 年 6 月）、 雲南省環境科学研究所による EIA（1998 年 10 月）
関連事業	

## 2. 調査の概要

### 2.1 外部評価者

川畑安弘（三州技術コンサルタント株式会社）

### 2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2010 年 12 月～2011 年 12 月

現地調査：2011 年 2 月 20 日～3 月 5 日、2011 年 5 月 15 日～5 月 28 日

## 3. 評価結果（レーティング：A<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

中国政府は第 9 次 5 年計画（1996-2000）において地方都市上水道インフラ整備を重点課題と位置づけ、計画期間中に全国給水量を 4,000 万 m<sup>3</sup>/日増加、都市上水道普及率 96%の達成、一人当たり給水量を 40 リットル/日増加する目標を設定していた。1998 年までに増加した設備能力は 1,315 万 m<sup>3</sup>/日であり、建設中であった設備を考慮すると 2000 年までに目標は達成できる見込みであった。都市上水道普及率は 98 年までに目標を前倒して達成しており、一人当たりの生活用給水量も目標（210 リットル/日）を超え、214 リットル/日であつ

1 A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

2 ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

た。しかしながら、絶対的水不足である地域は依然として存在していたため、2001年から開始される第10次5カ年計画においても、上水道整備は都市整備計画の主要項目であった。

雲南省第9次5カ年計画（1996-2000）及び2010年までの開発目標では貧困削減を図り、経済発展を促進するとしており、特に、農村経済、エネルギー部門、煙草・重電・食品産業の振興等を重点項目としていた。そのために、都市インフラの整備を進めるとし、上水道セクターに関しては、水道管網の整備、用途別給水、浄水場の新設/増強（第一浄水場、第六浄水場）等を実施し、2000年には、市の給水能力を1995年時点での49万m<sup>3</sup>/日から83万m<sup>3</sup>/日まで高めるとしていた。

第11次5カ年計画（2006-2010）において、中国政府は都市のための水源保護をさらに強化し、水供給施設の建設を推進するとしている。また、第12次5カ年計画（2011-2015）においても、水源保護を重要課題として、老朽化した小規模貯水池の強化/整備、大中規模灌漑施設の改築、旱魃対策工事、地方部小規模水源施設保護整備の促進、及び耕作地の水資源対策工事の強化を進めるとしている。

雲南省第11次5カ年計画（2006-2010）では、安全な水道水供給のため、貯水施設建設を加速するとともに、現在、地方部で水道水のサービスを受けていない住民への水道給水率を高めるとともに、都市への給水量もさらに増量するとしている。

審査時及び事後評価時ともに、国家開発計画、雲南省、昆明市の開発計画において水源/上水道の整備/普及が優先課題となっており、本事業は国家政策及び対象地域の開発計画と合致している。

### 3.1.2 開発ニーズとの整合性

雲南省省都の昆明市を支える都市インフラ、特に上水道については、人口増加、経済発展により年々需給が逼迫しつつあり、設備能力の増強が急務となっていた。また、同市は従来、湖水（填池）を取水源としていたが、近年、その水質が悪化し、取水源として限界になっていた。このことから、同市北部に位置する掌鳩河上流におけるダム建設、市内までの導水管の敷設、浄水場及び送配水施設の建設を含む水需要への対処を目的とした本事業は開発ニーズに整合していた。

昆明市（市区）は、2008年時点で約306万人の人口を有するが、2020年までに450～500万人規模の都市になると想定されている。従って、都市の発展にとって、給水能力の増強は最重要課題となっている。

本事業対象地域は、経済発展と共に人口が増加し、引き続き水需要が高いことから、事業実施のニーズは審査時及び事後評価時点ともに高い。

### 3.1.3 日本の援助政策との整合性

海外経済協力業務実施方針（1999年12月1日に公表され、2002年3月まで有効）によると、中国への援助方針として民間部門や資本市場の発展を促進し、市場経済化を推進する同国のバランスの取れた発展を促すため、内陸部重視による国内の地方間格差是正や自主的な経済発展に資する経済・社会インフラ整備等の支援に重点が置かれていた。審査時点では、本事業はわが国の援助政策に合致している。

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

本事業におけるアウトプット（計画及び実績）を表1にまとめた。

表1 アウトプット比較（計画/実績）

項目	計画	実績
① 雲龍ダム <sup>3</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 堤頂長 約 240m</li> <li>・ ダム高 約 80m</li> <li>・ 貯水量約 4 億 m<sup>3</sup></li> <li>・ 湛水面積 20km<sup>2</sup></li> <li>・ 鉄筋コンクリート重力式ダム</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 約 240m、計画通り</li> <li>・ 77.3m、ほぼ計画通り</li> <li>・ 約 4.84 億 m<sup>3</sup>（約 2 割増）</li> <li>・ 20km<sup>2</sup>、計画通り</li> <li>・ 計画通り</li> </ul>
② 導水トンネル <sup>4</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 雲龍ダムより第7浄水場まで約 100km</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 約 100km、計画通り</li> </ul>
③ 第7浄水場	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 浄水能力 40 万 m<sup>3</sup>/日（第1期）</li> <li>・ 凝集沈殿急速ろ過法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 浄水能力 40 万 m<sup>3</sup>/日、計画通り</li> <li>・ 計画通り</li> </ul>
④ 送配水施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 送配水管延長約 90km</li> <li>・ ポンプ場 2 箇所、能力各 5 万 m<sup>3</sup>/日</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 93.4km、ほぼ計画通り</li> <li>・ ポンプ場 2 箇所、能力各 5 万 m<sup>3</sup>/日 計画通り</li> </ul>
⑤ コンサルティング・サービス	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 詳細設計/入札図書作成、入札補助</li> <li>・ 施工監理及び高難度施工における補助</li> <li>・ 環境配慮を含む技術補助</li> <li>・ 役務量（外国人）3人 40M/M、（ローカル）3人 10M/M</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 業務内容 計画通り</li> <li>・ 役務量（外国人）8人 44M/M（ローカル）5人 10M/M</li> </ul>

注1： 浄水場の第2期工事（浄水能力 20 万 m<sup>3</sup>/日）は 2007 年着工、土木工事は 2010 年 10 月末までに完成。

表1に示すとおり、本事業におけるアウトプット（雲龍ダム、導水トンネル、第7浄水場及び送配水施設の建設）は総体的にはほぼ計画どおりに達成された。

ただし、コンサルティング・サービスについては、審査段階で、トンネル技師 2 名、構造物専門家 1 名の計 3 名（外国人）を想定していたが、工事中、さらに専門性の必要な分野（地質/土質工学、水利/工学、環境等）が明らかとなり、5 名の専門家の増員が行われた。ただし、インプット（M/M）は契約の範囲内で微増（10%）に留まっている。

3 （参考情報）横浜市、川崎市、相模原市等神奈川県全域 2/3 の地域（人口約 8 百万人）への上水道供給の水源地である宮ヶ瀬ダム（多目的ダム）のダム諸元は次のとおりである。堤頂長 400m、ダム高 156 m、貯水量 1.93 億 m<sup>3</sup>、湛水面積 4.6 km<sup>2</sup>。

4 導水管延長 100km ということは、おおよそ、箱根の芦ノ湖から東京都心までの距離であり、8 ページの写真に見られるように山岳地帯の地形に沿い、内径 3m の導水管を敷設したものである。総延長 100km の約 90%、90km はトンネルを掘削し、管を敷設したものであり、資機材の現場への搬入、急峻な山岳地帯での工事は難工事であった。



雲龍ダム（貯水池及び取水塔）

### 3.2.2 インプット

#### 3.2.2.1 事業費

審査時に積算された総事業費は 534 億 1,200 百万円（うち、円借款は外貨分のみに充てられ、総額 209 億 300 百万円、残りは雲南省及び昆明市政府負担）であったが、実績は 690 億 7,600 百万円（うち、円借款は 205 億 2,600 百万円、残りは雲南省及び昆明市政府負担）であり、計画を上回った（対計画比 129%）。また、現地通貨ベース（中国元）では対計画費 137%であった。（表 2 参照）主な事業費増加の理由は以下のとおりである。

- 1) 雲龍ダム：i)貯水池予定地の地質条件が悪く、現地に則した設計変更を行った、ii)貯水池周辺に管理用道路を追加工事として実施、iii)管理事務所棟及び管理職員用宿舍の追加工事を実施、及び iv)取水送水用機材の追加購入を行った。
- 2) 導水施設：F/S 時の計画段階では十分把握しきれなかった、現場の地形・地質状況が厳しく、導水トンネルの掘削量の大幅な増加等、設計変更が数多く生じた。また、導水管敷設箇所へのアクセス工事用道路の工事費が計画段階で計上されていなかったことも大きな要因である。

表2 事業費比較（計画値/実績値）

項目	計画値					実績値				
	外貨	内貨		合計		外貨	内貨		合計	
	百万円	百万円	百万円	百万円	百万円	百万円	百万円	百万円	百万円	百万円
雲龍ダム	708	256	3,846	303	4,554	444	574	8,098	605	8,542
導水施設	14,180	326	4,889	1,271	19,069	16,552	1,116	15,757	2,289	32,309
浄水場	1,899	207	3,100	333	4,999	1,886	213	3,007	347	4,893
送配水施設	2,057	111	1,671	249	3,728	1,490	168	2,376	295	4,166
税金・管理費	0	229	3,435	229	3,435	0	73	1,037	73	1,037
物価上昇費	930	193	2,890	255	3,820					
予備費	989	96	1,446	162	2,435					
コンサルティング・サービス	140	0	0	9	140	154	0	0	11	154
用地取得		605	9,080	605	9,080	0	834	11,766	834	11,766
事業実施中金利		144	2,156	144	2,156	0	440	6,209	440	6,209
合計	20,903	2,167	32,509	3,561	53,412	20,526	3,418	48,250	4,894	69,076

出典：審査資料集及び質問票回答書

注1：計画時の為替レート：1元=15円、評価時点での1元=14.114円（評価者が調べた2000年—2008年の単純平均値）

注2：貸付実行額はJICAの記録では、20,554百万円となっているが、実施機関の話では、28百万円は中国輸出入銀行へ返却したとしている。

- 3) 用地取得費：民間個人へ支払う用地取得費及び家屋、耕作地、森林、果樹園等の移転補償費の他に、少数民族世帯の移転移住については、その民族の持つ文化、習慣、ライフスタイルを保持するために必要な施設・インフラ（教会、墓地、学校等）をコミュニティー単位で別途、整備したことによる費用の増加が発生。
- 4) 事業実施中金利：国内金融機関からの内貨による借入れ分が当初予定の3倍に増加したため、金利も増加。

### 3.2.2.2 事業期間

事業実施期間は、計画を若干上回った。審査時に計画された2000年3月（L/A調印月）より2006年4月（事業完成）の74ヶ月に対して、実績は2000年3月（L/A調印月）より2007年3月（給水開始）の85ヶ月であり、計画比115%であった。当初の全体工程上、クリティカルパスとなっていた導水施設については、工事着工前に現場での地質調査、実地測量、詳細設計に十分時間を掛けたことにより、着工が約2年遅れたが、実際の工期は10ヶ月短縮されてため、事業完成（給水開始）の遅延は11ヶ月に留まっている。なお、送配水施設の工事は給水開始時点（2007年3月）において、既に92.7km完成していたが、残り0.7km区間については昆明市の都市計画変更の影響を受け、計画の確定後2010年6月に、自己資金により完工している。



導水管網

以上より、本事業は事業費については計画を上回り、事業期間についても若干計画を上回ったため、効率性は中程度である。

### 3.3 有効性（レーティング：③）

#### 3.3.1 定量的効果

##### 3.3.1.1 運用効果指標

##### (1) 昆明市における上水道施設能力の向上

表 3 に昆明市における水需要量/給水能力の需給バランスを示す。

表 3 昆明市における水需要量/給水能力の需給バランス

単位：万 $\text{m}^3$ /日

年	2005	2006	2007	2008	2009	2010
給水人口（万人）	165	180	210	245	275	299
水需要量 ①	114	117	122	130	140	152
給水能力 ②	96.5	102.5	142.5	142.5	142.5	162.5
需給バランス（②－①）	-17.5	-14.5	20.5	12.5	2.5	10.5

出典：実施機関

注 1：2005 年の給水能力 96.5 万 $\text{m}^3$ /日から 2006 年での 102.5 万 $\text{m}^3$ /日に増加された理由は 6 万 $\text{m}^3$ /日の能力を有する浄水場（羅家宇營）が新設されたことによる。

注 2：本事業による浄水場第一期工事分（40 万 $\text{m}^3$ /日）は 2007 年 3 月に給水開始、借款対象外の第 2 期工事分（20 万 $\text{m}^3$ /日）については 2010 年 10 月に給水開始。

本事業の完成により、給水能力は水需要量を上回り、上水の安定的供給が可能となった。実施機関によると、2010 年に、100 年確率で発生する旱魃が雲南省を襲ったが、本事業で建設された貯水池、浄水施設のお陰で昆明市市区では断水を経験することもなく、市民の日常生活も影響を受けることも無かったとのことであった。

## (2) 雲龍ダムからの原水送水量

表 4 雲龍ダムからの原水送水量

単位：(万 $\text{m}^3$ /日)

	2005年	2009年	2010年
原水送水量	53.7	57.0	60.5

雲龍ダムからの原水送水量は2005年から徐々に増加し、現在では、第7浄水場の処理能力(60万 $\text{m}^3$ /日)に等しい原水が送水されている。雲龍ダムからの原水送水量は昆明市への給水量の約70%を占め、昆明市のライフラインとなっているが、雲龍ダムからの原水送水能力には、まだ幾分余裕がある。

## (3) 安全性の高い浄水の供給

雲龍ダムから送水される原水の水質は、国家基準第2級<sup>5</sup>の基準を満たしている。さらに、第7浄水場から送配水される水道水の水質は、すべての国家基準検査項目(濁度、総細菌数、大腸菌数、マンガン量、鉄分量、鉛量等)に関して、基準を満たしており、水道水として適切であることが市環境局当局から証明されている。

### 3.3.1.2 内部収益率

#### (1) 財務的内部収益率(FIRR)

審査時及び評価時におけるFIRRを表5に示す。

表 5 審査時及び評価時におけるFIRR

	審査時	評価時
FIRR	6.2%	1.84%

便益：水道料金収入(現時点での料金は2.45元/ $\text{m}^3$ )

費用：建設費、運営・維持管理費

プロジェクトライフ：50年

評価時のFIRRが低い理由は、実際の事業費が対計画事業費137%と増加したことと、水道料金も計画時点での想定料金(3.2元/ $\text{m}^3$ )ほど値上げにならなかったことによる。

### 3.3.2 定性的効果

#### (1) 急増する水需要への対応

本事業完成後(2007年)、2010年には第7浄水場第2期工事も完成し、昆明市民への安定した給水が可能となった。現在、雲龍ダムからは、60~70万 $\text{m}^3$ /日の原水が昆明市へ送水され、60万 $\text{m}^3$ /日は第7浄水場で浄水され、残りは他の浄水場へ送水されている。

5 給水能力50-100万 $\text{m}^3$ /日を有する浄水場に適用。

## (2) 安全性の高い上水の安定的供給

2007年3月に雲龍ダムからの原水送水が開始されて以来、それまでの主要取水源であった填池（湖水）からの取水は水質に問題があるため停止され、その結果、昆明市民へ給水される水道水の水質は改善されている。また、安定的供給については、昆明市自来水公司による給水サービスに対し、昆明市民からの苦情電話件数（断水、水圧不足、水質に関するもの）が2006年において24,273件（同社顧客サービス課が受信した電話回数の約42%）あったものが、本事業完成後の2009年には、本事業対象地域外からの通話が殆どで、7,891件（約70%減で、同社顧客サービス課の受信回数の約5%）まで、激減していることから裏づけされている。

事後評価では、事業対象地区において、インタビュー形式による受益者調査を行った。回答者数はビジネスマン7人、会社従業員61人、教師7人、学生2人、公務員13人、その他10人の合計100人、回答者の性別による比率は女性39%、男性61%である。受益者調査回答者の96%の人が、本事業の生活水準向上への貢献を評価していることが確認された。その他、受益者調査の主な結果は次のとおりである。

- 1) 水の安定的供給への貢献：91%
- 2) 給水量が十分であるとの認識：94%
- 3) 水圧が大きく改善されたとの認識：93%
- 4) 水質（濁度、味、臭い）が改善されたとの認識：93%
- 5) 家事に要する時間の短縮<sup>6</sup>：95%（短縮と認識）

上記結果より、本事業は生活・衛生/環境の改善に貢献していると評価されている。

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

#### (1) 地域経済発展への貢献

本事業対象地域（昆明市）への投資額及び輸出額の変化を表6に示す。

表6 昆明市への投資額及び雲南省輸出額

	2006	2007	2008	2009	2010
投資額 (億ドル)	151.95	197.13	251.12	346.13	467.28
昆明市輸出額 (百万ドル)	2,330	3,261	3,542	2,972	5,327

出典：実施機関

6 事業完成以前は、昼間、断水、水圧不足等があり、夜に容器に貯める等の余分な時間が掛かっていたが、現在は、いつでも栓をひねれば、水が出る状況に改善された。



本事業により、一般家庭への安全性の高い上水の安定的供給が可能となったと同時に、商業、工業目的にも十分な給水が可能になった結果、ペプシコーラ、ネスル、キャタピラー社等の外国企業を含む企業進出（製造業主体）/投資が増加し、近隣諸国（タイ、ベトナム、ラオス等）への輸出も増加している。なお、2009年における輸出額減少は、2008年9月のリーマンショックにより、世界の経済状況が悪化したことが主因である。

### 3.4.2 その他、正負のインパクト

#### (1) 自然環境へのインパクト

審査時点では、ダム建設に伴う下流水への影響（水質、水量）及び浄水処理過程で発生する汚泥に関する2項目が懸念事項とされていた。下流水への影響（水質）については、雲龍ダムは貯水池であり、不純物の沈殿及び自己浄化作用により、ある程度、浄化された水を放流しているため、マイナスの影響は認められない。水量に関しては、ダム建設の目的の一つが、下流地域の灌漑施設への給水であり、過去数年の旱魃期には灌漑施設への給水も行われ、特に問題は発生していない。また、浄水処理過程で発生する汚泥は浄水場内の処理施設で乾燥/圧縮され、指定された埋立地に運ばれ、廃棄されており、特に問題は発生していない。

#### (2) 住民移転・用地取得

本事業に際して、主としてダム湛水地域において実際に取得した用地面積（約85ha）、移転住民数（約11,800人）及び用地取得費/移転補償費（用地買収関連諸費用652.57百万元、補償（住民へ支払った金額）181.08百万元、計833.65百万元）は審査時点での計画値の約4割増となっている。

実施機関によれば、住民移転に関しては、住民移転計画が作成され、買収/移転対象の用地、建物/家屋、森林、耕作地、果樹木等について、品目毎にその価値を判断、基準単価を適用し、補償が支払われた。個人所有物については世帯毎に、自治体もしくは地域コミュニティに帰属するものについては、その集合体に対して補償が支払われた。また、約11,800人にも及ぶ移転住民は2002年12月28日までに、昆明市郊外の安寧市、官渡区、西山区等に移転した。移転住民の中には少数民族世帯も含まれているが、実施機関によると、移転先でも、古来の習慣、文化、ライフスタイルが維持できるよう、居住区内に文化施設が設けられる等、十分な配慮がなされているとのことであった。また、評価チームが現地調査（西山区）を行った際にも、住居、教会、集会所等が建設されていることを確認するとともに、一部住民との対話で補償に満足しているという回答を得た。

自治体及び受け入れ先コミュニティが準備した補償、福利内容には以下が含まれている。

- 1) 耕作地：1,000～1,300 m<sup>2</sup>/人
- 2) 住居用土地：100～150 m<sup>2</sup>/世帯（家族員数による）
- 3) 住居：22 m<sup>2</sup>/人（レンガ作り家屋）

- 4) 森林及び墓地：転居地の実情に則した面積
- 5) 近隣の学校への通学路
- 6) 継続的な支援：600 元/人/年（2006 年 7 月以降、20 年間）

以上から、本事業においては、適切な補償・支援により、用地取得・住民移転による社会影響は十分に緩和されていると言える。

### 3.5 持続性（レーティング：③）

#### 3.5.1 運営・維持管理の体制

2006 年に、昆明市自来水公司（昆明市 100%出資）はフランスのヴェオリア水道会社との共同出資による昆明通用水務自来水有限公司を設立、同会社に第 7 浄水場の運営維持管理業務及び水道事業業務を委託した。同会社の第 7 浄水場の運営維持管理に従事する職員数は 61 名で、その内訳は 15 名が事務職、46 名が技術職である。また、定期的な維持管理及び総点検を含む修理を担当する同会社の維持管理部の職員数は 34 名であり、ビジネス運営部の職員数は 14 名である。

また、本事業下での供水開始後、昆明市は、2009 年 5 月に別法人として雲南豊源水務股份有限公司（昆明市自来水会社が 60%、雲南都市投資建設有限公司が 40%出資）を設立し、これが取水施設（雲龍ダム）の運営維持管理及びローン返済責務を含む全体的な管理責務を負っている。

#### 3.5.2 運営・維持管理の技術

昆明通用水務自来水有限公司において、第 7 浄水場勤務の技術職 46 名の内、10 名が水処理専門の上級技術員であり、残りの 36 名が技術員である。維持管理部職員 34 名の内、21 名は専門性（高電圧運用、電気技師、危険物取り扱い等）を有する職員である。これらの職員に対しては、同公司人事部が定期的に、日常業務に関する研修プログラムを実施している。さらに、共同出資者のヴェオリア水道会社から年に数回、専門家が派遣されており、2010 年 8 月には、水道専門家が水処理過程について、機材専門家が機材の運用維持管理について、それぞれ課題別研修を実施している。さらに、社内より選考された職員が昆明以外の外部研修にも派遣されており、人材育成/研修には会社としても、取り組んでいる。

#### 3.5.3 運営・維持管理の財務

事業実施期間中の実施機関、昆明市自来水会社に代わって、現在は雲南豊源水務股份有限公司が取水施設の運営維持管理及びローン返済責務を含む全体的な管理責務を負っているが、同会社の主な収入源は原水の販売益（昆明通用水務自来水有限公司に販売）及び雲南省及び昆明市からのローン返済に充てられる資金拠出金である。2010 年の雲南豊源水務股份有限公司の収支状況を表 7 に示す。

表7 雲南豊源水務股份有限公司の収支状況（2010年）

項目	百万元
収入：営業収入	114.69
非営業収入	143.87
支出：運用維持管理費用	68.63
機材及び固定資産原価償却	96.31
財務費用	65.31
営業利益：	28.32

2010年の雲南豊源水務股份有限公司の収支状況は黒字になっている。

なお、昆明通用水務自來水有限公司及び雲南豊源水務股份有限公司の両公司の大株主は昆明市自來水公司（どちらも昆明市100%出資）であり、実質、昆明市が水道事業を管理している。また、雲龍ダムを水源とし、第7浄水場からの送配水量が昆明市の給水量の約70%を占める本事業は昆明市にとってもライフラインであるため、財務状況悪化の場合には市からの補助金助成もあり、財務的には、安定していると考えられる。現行の水道料金は2.45元/m<sup>3</sup>（一般家庭）で他都市との料金（重慶、山東省煙台市の料金は2.8元/m<sup>3</sup>）と比較して、若干、低めであり、受益者調査結果でも、約9割の人が料金は適当と感じている。水道料金の改定は、会社の収支状況、他の公共料金等を勘案して、市の物価統制局が最終的に決定するが、現在整備中の下水道事業が順次、完成するにつれて、水道料金の見直しについても行われる予定である。

#### 3.5.4 運営・維持管理の状況

雲龍ダムでの取水施設の運営維持管理については、雲南豊源水務股份有限公司がその責務を負っており、高品質な原水を供給できるよう、取水開口部の調整を行い、第7浄水場へ送水している。送水量については、取水施設送水口及び第7浄水場取入口で計量している。取水施設の維持管理については、規定・マニュアルに基づき、定期的実施されている。

第7浄水場の運営維持管理については、昆明通用水務自來水有限公司がその任に当たっているが、日常の運転から発生する問題は第7浄水場で対処している。もし、対処が困難な場合は同公司の運用部がその対応を行っている。また、定期的な維持管理及び総点検を含む修理については、同公司の維持管理部が担当している。

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

## 4. 結論及び提言・教訓

### 4.1 結論

本事業は、昆明市において、同市北部の掌鳩河上流にダムを建設、併せて上水道施設を建設することにより、給水能力不足及び今後の水需要への対応、並びに安全性の高い上水の安定的供給をはかり、もって生活・衛生環境の改善および地域経済の発展に寄与するこ

とを目的としていた。妥当性について、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、評価は高い。事業費は計画を上回り、事業期間も若干計画を上回ったため、効率性は中程度である。有効性については、給水能力不足及び水需要への対応と同時に、安全性の高い上水の安定的供給をはかり、生活・衛生環境の改善及び地域経済の発展に寄与しており、概ね計画通りの効果発現が見られ、有効性は高い。また、本事業の持続性についても、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と判断される。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

## 4.2 提言

### 4.2.1 実施機関への提言

なし。

### 4.2.2 JICA への提言

なし。

## 4.3 教訓

本事業の主要なサブ・プロジェクトとして、雲龍ダム（貯水量約 4 億 $\text{m}^3$ ）、導水トンネル（約 100km）、浄水場（40 万 $\text{m}^3$ /日）、送配水施設（約 90km）が含まれており、総事業費（実績）も約 690 億円にも上り、各サブ・プロジェクトそれぞれが大規模な土木事業であった。実際、事業実施中に、詳細な技術調査不足等により、設計・工事変更が生じ、また、用地取得・移転補償に関しても約 40%の予算オーバーとなっている。このような事業規模の案件については、審査の質向上のため、外部専門家を審査チームへ参画させることが望ましい。サブ・プロジェクトごとに、よりきめ細かい技術的な妥当性のチェックを行うことにより、設計/工事変更の削減、ひいては事業費増加/工程の延長を最低限に留めることが可能と思われる。

主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
① アウトプット		
1) 雲龍ダム	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 堤頂長 約 240m</li> <li>・ ダム高 約 80m</li> <li>・ 貯水量約 4 億 m<sup>3</sup></li> <li>・ 湛水面積 2km<sup>2</sup></li> <li>・ 鉄筋コンクリート重力式ダム</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 約 240m 計画通り</li> <li>・ 77.3m ほぼ計画通り</li> <li>・ 貯水量 約 4.84 億 m<sup>3</sup> (約 2 割増)</li> <li>・ 20km<sup>2</sup> 計画通り</li> <li>・ 形式 計画通り</li> </ul>
2) 導水トンネル	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 雲龍ダムより第 7 浄水場まで約 100km</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 雲龍ダムより第 7 浄水場まで約 100km 計画通り</li> </ul>
3) 第7浄水場	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 浄水能力 40 万 m<sup>3</sup>/日 (第 1 期)</li> <li>・ 凝集沈殿急速ろ過法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 40 万 m<sup>3</sup>/日 (第 1 期) 計画通り</li> <li>・ ろ過法 計画通り</li> </ul>
4) 送配水施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 送配水管延長約 90km</li> <li>・ ポンプ場 2 箇所、能力各 5 万 m<sup>3</sup>/日</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 93.4km ほぼ計画通り</li> <li>・ ポンプ場 2 箇所、能力各 5 万 m<sup>3</sup>/日計画通り</li> </ul>
5) コンサルティング・サービス	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 詳細設計/入札図書作成、入札補助及び助言</li> <li>・ 施工監理及び高難度施工における補助/助言</li> <li>・ 環境配慮を含む技術補助/助言</li> <li>・ 役務量 (外国人) 3 人 40M/M、(ローカル) 3 人、10M/M</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 業務内容 計画通り</li> <li>・ 役務量 (外国人) 7 人 44M/M、(ローカル) 5 人 10M/M</li> </ul>
② 期間	2000 年 3 月 (L/A) ～ 2006 年 4 月 (事業完成) (74ヶ月)	2000 年 3 月 (L/A) ～ 2007 年 3 月 (給水開始) (85ヶ月)
③ 事業費		
外貨	20,903百万円	20,526百万円
内貨	32,509百万円	48,250百万円
	2,167百万円	3,418百万円
合計	53,412百万円	69,076百万円
うち円借款分	20,903百万円	20,526百万円
換算レート	1元 = 15円 (1999年6月現在)	1元 = 14.114円 (2000年9月～ 2008年9月単純平均)

以 上

## 0. 要旨

成都市において上水道を整備する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。2002年に始まった成都市の都市開発計画によって工場の移転が進められたために、本事業下の給水対象地域である成都市中心地区及び周辺地区の水需要の伸びが鈍化したことで、当初計画の事業期間内における給水能力の増強ニーズは低かったものの、その後水需要が伸び、本事業が完成した結果現在の需要に対応している。事業費は計画内に収まったが、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は中程度である。本事業は、給水能力不足及び水需要への対応を図るという面で、概ね計画通りの効果発現が見られ、安全性の高い上水の安定的供給に寄与しており、有効性は高い。また、本事業の持続性についても、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と判断される。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

## 1. 案件の概要



プロジェクト位置図



成都市第6浄水場 プラントC (本事業)

### 1.1 事業の背景

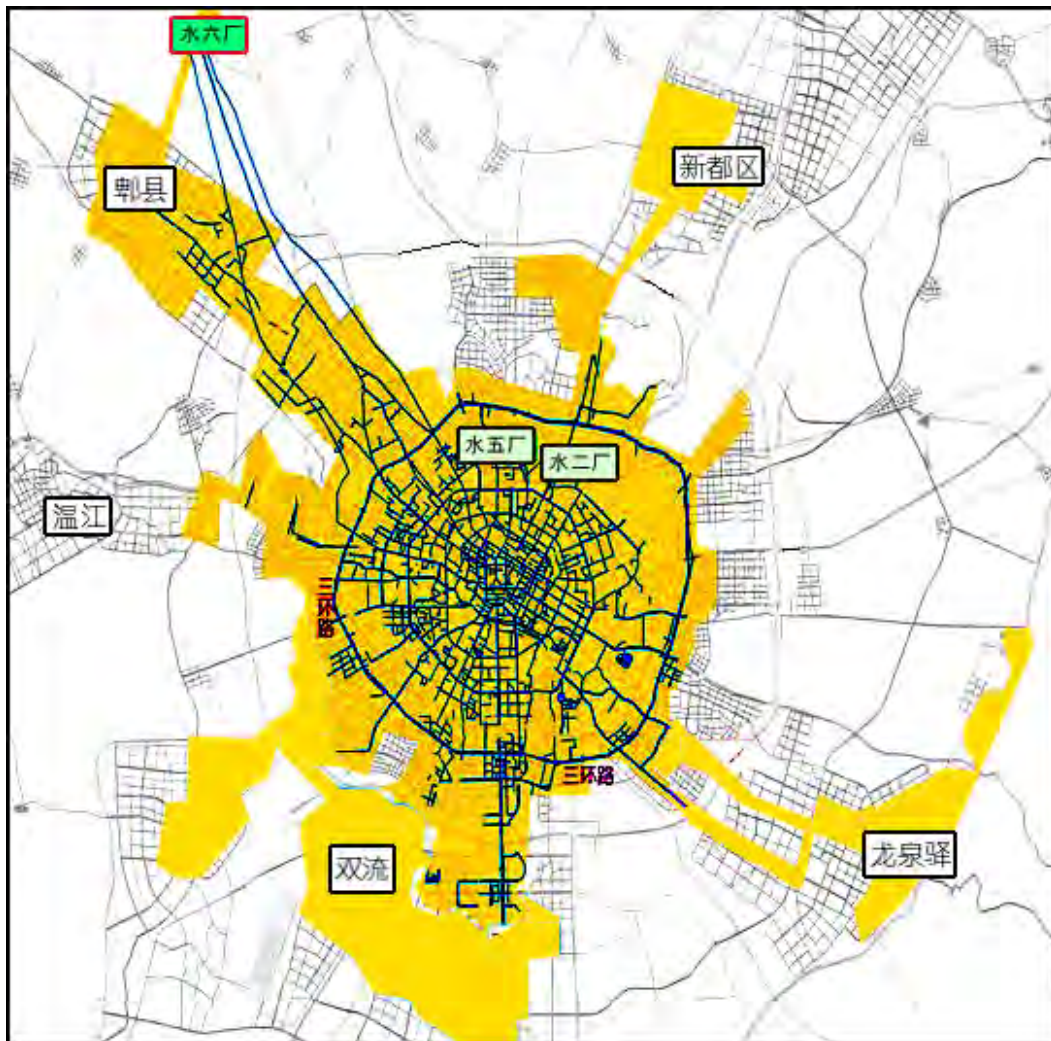
中国内陸部の大都市においては、1990年代以降、急速な工業化と人口集中による都市化の進行に起因した工業用水、生活用水等水需要の急増による需給ギャップが問題になっていた。

成都市は四川省の省都であり、中心地区（「中心城区」）、周辺地区（「外圍城区」）、郊外（「郊区市県」）を合わせた人口は1998年時点で989万人を擁していた（成都市の行政区分は図2を参照のこと）。主要産業は機械工業、電子機器、医薬品、農業であり、1990年代半ばにはGDP成長率が年10%を超えていた。本事業対象地域（成都市中心地区と周辺地区）の審査時点（2000年）における浄水場の施設能力は、第1、第2、第5、第6の4浄水場合計で105.3万 $\text{m}^3$ /日であり、1日の最大給水量（実績）が施設能力を超過して112万 $\text{m}^3$ /

日を記録したこともあったが、施設能力が水需要に十分対応していなかった。審査時点では2005年の水需要を173万 $\text{m}^3$ /日と予測していたが、当時建設中の第6浄水場プラントB(第4期事業40万 $\text{m}^3$ /日)を加えても給水能力は145.3万 $\text{m}^3$ /日であった。従ってさらなる給水能力の拡張が必要とされ、第6浄水場第5期事業として本事業(プラントC 40万 $\text{m}^3$ /日)が計画された。

## 1.2 事業概要

成都市において、第6浄水場の拡張を行うことにより、成都市中心地区及び周辺地区の給水能力不足及び今後の水需要への対応を図り、もって安全性の高い上水の安定的供給に寄与する。本事業位置図を図1に示す。



出所：成都市自来水有限责任公司

図1 事業位置図



出所：Wikipedia

図2 成都市行政区画

成都市中心地区と周辺地区に給水している浄水場は現在、第2、第5、第6の3ヶ所である（図1では中国語でそれぞれ水二厂、水五厂、水六厂と表示されている）。浄水場の給水対象地域は図1に示す通り、成都市中心地区及び、周辺地区に分類される温江区、郫県、新都区、竜泉驛区、双流県である。第2浄水場と第5浄水場は成都市中心部に位置する。第6浄水場は成都市中心部から約27km北西に離れた郫県に立地、3つの浄水施設（プラントA、B、C）を擁する。第6浄水場の給水能力は、プラントAが60万m<sup>3</sup>/日、プラントBが40万m<sup>3</sup>/日、プラントCが40万m<sup>3</sup>/日の、合計140万m<sup>3</sup>/日である。本事業では、第6浄水場の第5期事業としてプラントC及び、関連する送水管・配水管等を整備した。第2、第5、第6浄水場と配水管等は一体となって成都市中心地区・周辺地区の上水道ネットワーク



を形成しているため、本事業で整備されたプラント C からの水を他の施設からのものと区別して給水地域を特定することはできない。

円借款承諾額／実行額	7,293 百万円／4,244 万円
交換公文締結／借款契約調印	2000 年 3 月／2000 年 3 月
借款契約条件	金利 1.70%、返済 30 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／ 成都市人民政府
貸付完了	2007 年 12 月
本体契約	—
コンサルタント契約	なし
関連調査（フィージビリティ・スタディ：F/S）等	市政工程西南設計院による F/S（1998 年 11 月）
関連事業	成都通用水務・丸紅供水有限公司 “BOT Chengdu Water Supply”（第 6 浄水場第 4 期事業 プラント B 40 万 m <sup>3</sup> /日）（2002 年 2 月運用開始） ADB “BOT Chengdu Water Supply” (Technical Assistance)（1997-2000 年）

## 2. 調査の概要

### 2.1 外部評価者

芹澤 明美（三州技術コンサルタント株式会社）

### 2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2010 年 12 月～2011 年 12 月

現地調査：2011 年 2 月 20 日～3 月 5 日、2011 年 5 月 15 日～5 月 28 日

### 2.3 評価の制約

本事業のうち、浄水施設については、国内資金にて貸付実行期限（2007 年 12 月）を過ぎた 2009 年に建設が開始され、2010 年 5 月に運用を開始した。そのため、2011 年の事後評価時点では 2010 年の統計データが未公開であったり、入手できるデータに本事業の影響がまだ反映されていなかったりした。従って、事業効果の検証については、実施機関や受益者の主観的な意見による定性的な情報に頼る部分が大きかった。

### 3. 評価結果（レーティング<sup>1</sup>：A）

#### 3.1 妥当性（レーティング<sup>2</sup>：③）

##### 3.1.1 開発政策との整合性

中国政府は第9次5ヶ年計画（1996-2000）において地方都市上水道インフラ整備を重点課題と位置づけ、計画期間中に全国給水量を4,000万m<sup>3</sup>/日増加、都市上水道普及率96%を達成、一人当たり給水量を40リットル/日増加する目標を設定していた。1998年時点において増加した設備能力は1,315万m<sup>3</sup>/日であり、建設中である設備を考慮すると2000年までに目標は達成できる見込みであった。都市上水道普及率は1998年までに目標を前倒して達成しており、一人当たりの生活用給水量も目標（210リットル/日）を超え、214リットル/日であった。しかしながら、絶対的水不足である地域は依然として存在していたため、第10次5ヶ年計画（2001-2005）においても、上水道整備は都市整備計画の主要項目であった。第11次5ヶ年計画（2006-2010）においては、都市のための水源保護をさらに強化し、水供給施設の建設を推進するとしていた。さらに現行の第12次5ヶ年計画（2011-2015）においても、上下水道等の基礎インフラ整備を重視し、安全な飲料水の供給を進めている。

成都市においては、第11次、第12次5ヶ年計画では上水施設の拡充を重視し、第12次計画では、水道普及率を成都市中心部で2年以内に、郊外・農村部で5年以内に100%にするとしている。

審査時及び事後評価時ともに、国家開発計画と成都市の開発計画において上水道整備が優先課題となっており、本事業は国家政策及び対象地域の開発計画と合致している。

##### 3.1.2 開発ニーズとの整合性

1998年時点で成都市中心地区・周辺地区の給水能力は合計105.3万m<sup>3</sup>/日だったのに対し、1日最大給水量の実績は112万m<sup>3</sup>/日を記録し、設備能力を7%超過して運用されていた。中心地区への人口集中や周辺地区における給水区域の拡大を踏まえ、審査時の予測では2005年には水需要が173万m<sup>3</sup>/日に達すると見込まれていたのに対し、当時建設中だった第6浄水場プラントB（第4期事業）を加えても給水能力の合計は145.3万m<sup>3</sup>/日にとどまった。従って、成都市第6浄水場の第5期事業としてプラントCを整備し、40万m<sup>3</sup>/日の給水能力を追加する本事業は審査時点の開発ニーズに整合していた。

実際の水需要の伸びは予測よりも鈍く、2003年（本事業の当初完成予定）で114.75万m<sup>3</sup>/日（予測162万m<sup>3</sup>/日）、2007年で124.69万m<sup>3</sup>/日（予測181万m<sup>3</sup>/日）にとどまった。本事業前の2002年に第6浄水場プラントBが完成したことで成都市中心地区・周辺地区の給水能力は138万m<sup>3</sup>/日に拡張されており、2007年時点では需要に十分対応できていた。実施機関によれば、需要の伸びが鈍化した理由は、2002年から2006年にかけて成都市が「都市・農村の協調的発展」政策のもと、住宅地と工業地の分離を進めた結果、多くの工場が中心地区・周辺地区の外へ転出したことであった。具体的には、中心地区の東部にあった鋼管工場や地熱発電所・ベアリング工場等、大中規模の工場が転出した。また、水の節約や再利用が進んだことも水需要が減少した理由の一つであった。本事業は予定では2003年12月に運用開始することになっていたが、実際の需要に合わせて浄水施設の建設を延期し、そ

1 レーティングの詳細は、A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

2 サブレーティングの詳細は、③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

のまま 2007 年に円借款貸付期限が到来した。

その後、工場が転出した後の土地の宅地化が進み生活用水の需要の伸びが加速した。成都市中心地区・周辺地区の水需要は 2008 年には 135.47 万 m<sup>3</sup>/日、2009 年には 151.28 万 m<sup>3</sup>/日に達し、給水能力 138 万 m<sup>3</sup>/日を超えた。そのため、朝晩のピーク時や夏季は十分な給水ができず、利用者からの苦情も多かった。需要の伸びに対応するため、本事業浄水施設の建設が 2009 年から 2010 年にかけて国内資金で行われ、その結果成都市の給水能力は当初計画通りの 178 万 m<sup>3</sup>/日となった。2010 年時点の水需要は 163.5 万 m<sup>3</sup>/日であり、現在の給水能力で対応できているが、さらなる需要の増加に備え、成都市では第 7 浄水場の建設を計画中である。

以上から、成都市中心地区・周辺地区の上水供給能力拡充ニーズは審査時・事後評価時共に認められる。一方で、成都市の都市計画政策により工場の移転が行われたことで、中心地区・周辺地区での水需要の伸びが審査時の予測よりも低かったため、当初計画の事業期間内においては上水供給能力増強の差し迫ったニーズは低かったといえる。しかし、水需要の伸びの低下は、審査時には予定されていなかった新しい都市計画政策の実施の結果であり、本事業の建設のタイミングを実際の需要に合わせて調整したことは、適切であったと評価できる。

### 3.1.3 日本の援助政策との整合性

海外経済協力業務実施方針（1999 年 12 月 1 日に公表され、2002 年 3 月まで有効）によると、中国への援助方針として民間部門や資本市場の発展を促進し、市場経済化を推進する同国のバランスの取れた発展を促すため、内陸部重視による国内の地方間格差是正や自主的な経済発展に資する経済・社会インフラ整備等の支援に重点が置かれていた。従って、基礎インフラである上水道を整備する本事業は日本の援助政策と合致していた。

以上より、本事業の実施は中国の開発政策、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

本事業におけるアウトプット（計画及び実績）を表 1 にまとめた。

表1 アウトプット比較 (計画/実績)

項目	計画	実績
① 取水施設 (本件対象外。第6浄水場第4期事業＝プラントBで整備)	<ul style="list-style-type: none"> <li>取水口 48万m<sup>3</sup>/日 x 2ヶ所</li> <li>流入管 延長約1.9km x 2</li> </ul>	計画通り。 <ul style="list-style-type: none"> <li>取水口 48万m<sup>3</sup>/日 x 2ヶ所</li> <li>流入管 延長約1.9km x 2</li> </ul>
② 導水施設 (国内資金)	<ul style="list-style-type: none"> <li>接続導水管 延長約0.16km</li> </ul>	計画通り。 <ul style="list-style-type: none"> <li>接続導水管 延長約0.16km</li> </ul>
③ 浄水施設 (計画では円借款資金、実際は国内資金)	<ul style="list-style-type: none"> <li>プラントC 40万m<sup>3</sup>/日(凝集沈殿急速濾過方式) フロック形成池、沈殿池、濾過池</li> </ul>	計画通り。 <ul style="list-style-type: none"> <li>プラントC 40万m<sup>3</sup>/日(凝集沈殿急速濾過方式) フロック形成池、沈殿池、濾過池</li> </ul>
④ 送水施設 (円借款資金+国内資金)	<ul style="list-style-type: none"> <li>送水管 延長約25km</li> </ul>	ほぼ計画通り。 <ul style="list-style-type: none"> <li>送水管 延長約26km</li> <li>内20kmについて円借款資金利用</li> </ul>
⑤ 配水施設 (円借款資金+国内資金)	<ul style="list-style-type: none"> <li>配水管 延長約140km</li> <li>配水ポンプ場 ポンプ能力4万m<sup>3</sup>/日</li> </ul>	配水管が計画よりも54km減。ポンプ場はキャンセルされた。 <ul style="list-style-type: none"> <li>配水管 延長約86km (内42kmについて円借款資金利用)</li> <li>配水ポンプ場は取り止めた。</li> </ul>

出所：質問票回答

計画されたアウトプットは、ほぼ計画通りに完成している。一部変更点およびその理由は次の通りである。

- ・ 配水管総延長が計画よりも54km減少した。計画では、成都市環状3号線(三環路)に沿って配水管を4本敷設することになっていたが、設計の見直しの結果3本で十分と判断し、3本に変更した。
- ・ 配水ポンプ場は取り止めとした。当初計画では、三環路-竜泉駅区間の小高い場所にポンプ場を設置し、ポンプ場周辺地域に配水するのに必要な水圧を確保することになっていたが、ポンプ場がなくても水圧が確保できることがその後判明したためである。なお、第6浄水場(海拔560m)と成都市中心部(三環路)(海拔500m)の高度差を利用して、浄水場からは重力だけで送水している。



取水地



成都市自来水有限责任公司

### 3.2.2 インプット

#### 3.2.2.1 事業費

事業費は計画内に収まった。審査時に積算された総事業費は 17,958 百万円（内、円借款は外貨分のみに充てられ総額 7,293 百万円、残りは成都市自来水有限責任公司自己資金、中国建設銀行借款、成都市政府から支出）であった。実績は 14,938 百万円（内、円借款は外貨分全額の 4,244 百万円、残りは成都市自来水有限責任公司自己資金、中国建設銀行借款、成都市政府から支出）であり、円建てでは計画比 83%、現地通貨建てでは計画費 89%であった。円ベースでみた事業費が減少した理由は、浄水施設の建設工期が短縮したこと、設計の見直しの結果配水管延長が計画よりも 54km 減少したこと、及び、為替レートの変動（審査時 1 元=15 円、事後評価時 14 円）によるもので、妥当であった。

表 2 事業費

項目	計画（百万円）			実績（百万円）			差異の理由
	合計	外貨	内貨	合計	外貨	内貨	
用地取得	1,973	0	1,973	652	0	652	会計上の都合で、用地取得費用が一部「送水施設」の額に含まれているため。
準備作業	45	0	45	-	-	-	-
浄水施設	3,948	2,024	1,924	3,113	0	3,113	浄水施設の工事が計画(36ヶ月)よりも短い15ヶ月で完了したため、工事費用が削減された。
送水施設	2,445	2,137	308	6,467	2,993	3,534	原材料価格が高騰したことと、上述の通り、会計上、用地取得費用を一部ここに含めたため。
配水施設	6,040	2,628	3,412	4,706	1,311	3,395	配水管延長が計画よりも54km減少したため。
その他	785	0	785	-	-	-	-
物価上昇費	827	157	670	-	-	-	-
予備費	803	347	456	-	-	-	-
利子	1,092	0	1,092	-	-	-	-
合計	17,958	7,293	10,665	14,938	4,244	10,694	

出所：JICA 審査時資料、質問票回答



浄水施設（プラントC）



浄水施設（プラントC）

### 3.2.2.2 事業期間

事業期間は計画を大幅に上回った。審査時に計画された2000年3月（L/A調印月）より2003年12月（事業運用開始）の46ヶ月に対して、実績は2000年3月（L/A調印月）より2010年5月（事業運用開始）の123ヶ月であり、計画比267%であった。上述の通り、浄水施設の建設が延期されて2009年から2010年にかけて行われたためである。

なお、本事業完成は運用が開始された2010年5月とする。円借款貸付期限の2007年12月の時点ではまだ浄水施設の工事が始まっていなかった。

貸付完了時点では、送水管の一部17.8kmと配水管のみが整備されていた。これらの整備はほぼ予定通り2000年から2004年にかけて行われた。配水管の敷設は成都市の道路工事に合わせて行われ、他の浄水施設と共有できる部分については成都市中心地区・周辺地区の給水ネットワークの一部としてプラントCの建設前から活用された。

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

## 3.3 有効性（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

##### (1) 上水道施設能力の向上

成都市中心地区・周辺地区における水需要量・給水能力の需給バランスを表3に示す。

表3 成都市中心地区・周辺地区における水需要量・給水能力の需給バランス

年	1998	2003	2007	2008	2009	2010
給水人口（万人）	209.5	261.7	301.0	307.6	309.6	（注2）
水需要量（万 $\text{m}^3$ /日）	135.0	114.9	124.7	135.5	151.3	163.5
給水能力（万 $\text{m}^3$ /日） （注1）	105.3	138.0	138.0	138.0	138.0	178.0
需給バランス（万 $\text{m}^3$ /日）	-29.7	23.1	13.3	2.5	-13.3	14.5

出所：JICA 審査時資料及び質問票回答

注1：2002年、第6浄水場プラントB完成により40万 $\text{m}^3$ /日の給水能力を追加。第1浄水場7.3万 $\text{m}^3$ /日は老朽化により廃止。2010年5月、第6浄水場プラントC（本事業）完成により40万 $\text{m}^3$ /日の給水能力を追加。

注2：成都市の人口統計は毎年9月頃公表されるため、2010年のデータはまだ入手できない。



モニタリング室



水質検査室

事後評価時点では、計画通りに上水供給能力を拡張できており、水需要 163.5 万 m<sup>3</sup>/日に対し供給能力 173 万 m<sup>3</sup>/日と、需給バランスの緩和が達成されている。さらなる需要の増加に備え、成都市では第 7 浄水場の建設を計画中である。また、市環境局により、水質に関しては、浄水場で処理後の水は飲料水としての国家基準（pH、濁度、塩素等）を満たしており、水道水として適切であることが証明されている。受益者調査結果からも、水質（特に味、臭い、濁り具合）が改善されたことが確認された。

### 3.3.1.2 内部収益率

#### (1) 財務的内部収益率（FIRR）

審査時の FIRR は 2.4%、事後評価時点における FIRR は 2.7% となった。便益は料金収入、費用は建設費、運営・維持管理費等であり、プロジェクトライフは 30 年とした。審査時点よりも事後評価時点の FIRR が大きくなった理由は、「費用」発生時点の遅れと各年の支出額の変更による。審査時点の計算では費用を 2 年目から 4 年目の間に大きく配分したのに対し、実施機関による FIRR 再計算では費用を最初の 6 年間に等分して計上したことで、プロジェクトライフ初期のキャッシュフローのマイナス幅が小さくなったためである。

### 3.3.2 定性的効果

定性的効果としては、(1) 急増する水需要への対応、(2) 安全性の高い上水の安定的供給を想定している。

#### (1) 急増する水需要への対応

成都市中心地区・周辺地区においては、表 3 で示す通り 2008 年以降水需要が供給能力に迫り、朝晩のピーク時や夏季に水不足が見られたが、本件によって整備された第 6 浄水場プラント C（40 万 m<sup>3</sup>/日）が 2010 年に運用を始めたことによって給水能力が拡大し、需要に対応しており、また朝晩のピーク時や夏季の水不足も解消された。

#### (2) 安全性の高い上水の安定的供給

実施機関によると、以前水質の悪い地下水を飲んでいた地区の住民に安全な水を供給できるようになり、また、水圧が十分でなかった地区の水圧も改善されたとのことである。以前は、水供給能力が不足していたため、不具合が生じると修理工事のために断水することもあったが、本事業完成後は、水供給能力が増大したため、修理時の断水が減少し、ピーク時の水圧不足に対する苦情もほとんどない。以前は、水圧不足のため、集合住宅上階の住民は水汲みや溜め水をしていたが、今では水道から十分に水が出るのでそれらの作業をする必要がなくなった。

事業対象地区において、インタビュー形式による受益者調査を行った。回答者は成都中心部及び、本件浄水場のある郫県の住民 100 人（男性 58、女性 42）である。主な調査結果は表 4 のとおりである。

表 4 受益者調査結果

水の安定的供給が実現	95%
給水量が十分であるとの認識	91%
水圧が改善されたとの認識	94%
水質（濁度、味、臭い）が改善されたとの認識	95-96%
生活の質（衛生面）が改善されたとの認識	97%
家事に要する時間の短縮	95%
本事業により市の経済が活性化されたとの認識	100%

また、企業・大学等 4 機関で聞き取り調査を行ったところ、本事業完成前は自前の貯水槽とポンプを使い地下水を取水していたが、水量が少なく、水圧も弱く、また水も汚染されていたが、本事業完成後は良質な水を安定的に得ることができ助かっているとのことであった。

上記結果より、本件上水道整備事業は、急増する水需要への対応と、安全性の高い上水の安定的供給に貢献していると評価される。

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

##### (1) 地域経済発展への貢献

本事業は 2010 年 5 月に運用開始したばかりであり、事後評価時点では地域経済発展への貢献を示すような統計資料はまだ出ていない。しかし、実施機関によると、成都高新技术産業開発区（ハイテク地区）への企業誘致、特に電子・電気企業の誘致に貢献したとのことである。一例として、台湾の電子機器製造企業である富士康で聞き取り調査をしたところ、中国西部の幾つかの都市と比較検討した結果、水供給が安定していることを理由の一つに成都を選んだとのことである。従って、本事業が成都市の経済発展に一定程度貢献していると言える。

#### 3.4.2 その他、正負のインパクト

##### (1) 自然環境へのインパクト

本事業による環境への負のインパクトは特に確認されていない。

浄水過程で発生する汚泥は、脱水・圧縮後、郊外の廃棄物埋立場に廃棄されている。審査時点では汚泥のリサイクルを予定していたものの、実施機関によれば汚泥の発生量が少ないためにリサイクルは実施していないとのことである。浄水施設からの排水は適切に処理されており、また、成都市の下水処理能力は 2010 年時点で 130 万 m<sup>3</sup>/日あり十分な処理能力を有しているため、浄水場からの排水・汚泥は水質・土壌汚染を発生させていない。



## (2) 住民移転・用地取得

本事業における取得用地面積及び用地取得費用/移転補償費用は表 5 のとおりである。用地取得・住民移転は浄水場の所在地である郫県政府が担当し、国及び地方政府の規則に則り実施された。実施機関によれば、用地取得・住民移転のプロセスや補償の内容について問題は確認されなかった。審査資料によれば、審査時点（2000 年）で既に本件浄水施設（プラント C）の建設用地は取得済みで、100 人程度の住民も既に移転済みとのことであった。移転人数については審査資料に根拠が添付されていないため、今般事後評価における実施機関の報告（約 400 人）との齟齬の理由は確認できなかった。また、用地取得・住民移転から 10 年以上経過しているため、対象住民への聞き取りは実現できなかった。

表 5 取得用地面積及び用地取得費用/移転補償費

用地取得	住民移転	用地取得費用/移転補償費
8.3ha	約 400 人	4,651 万元

出所：質問票回答

以上から、本事業は地域経済の発展に寄与しており、一方で負のインパクトは特に確認されていないと言える。

## 3.5 持続性（レーティング：③）

### 3.5.1 運営・維持管理の体制

成都市の水道公社である成都市自来水有限责任公司が、本事業（第 6 浄水場プラント C）と同浄水場プラント A、さらに第 2 と第 5 浄水場の運営・維持管理を担当している。第 6 浄水場プラント B（第 4 期事業）は BOT<sup>3</sup>であり、成都通用水務・丸紅供水有限公司が運用している。プラント B は 2002 年 2 月に運用開始され、コンセッション期間 18 年（建設期間 2.5 年、運営期間 15.5 年）となっている。

プラント C の職員の内、維持管理に関わる人材は 30 名おり、そのうち 22 名が技術系職員である。

### 3.5.2 運営・維持管理の技術

プラント C の維持管理に関わる技術系職員は全員短大卒以上の上級技術者である。公司では年 15 回の研修を実施しており、電気工事、薬剤投入、衛生管理など、プラントの運営・維持管理に必要な技術・知識を研修科目としている。維持管理職員の質を確保するため、大学新卒者や新人技術者の採用や、熟練技術者の社内異動も行っている。

プラント C では「運営維持管理マニュアル」があり、機材・手順ごとの運営維持管理手法が定められている。

3 BOT (Build Operate Transfer)：民間事業者が施設等を建設し、一定期間運営・維持管理を行い、その後公共体に施設を移転する事業方式。

### 3.5.3 運営・維持管理の財務

成都市自來水有限責任会社の収支状況を記す。収支状況を表 6 に、売上げのベースとなる水道料金を表 7 に示す。本事業（プラント C）だけの独立した財務統計は存在しない。水道料金は、上下水道分を合わせて利用者から会社が徴収し、下水道分は成都市へ納付した後に下水会社に分配される。

表 6 収支状況

単位：百萬元

項目	2007	2008	2009	2010
年間売上（総収益）	484.64	738.53	831.01	998.79
売上原価	20.29	23.33	42.69	43.93
販売、諸経費	56.28	56.98	46.77	59.94
維持管理費	336.98	586.08	580.65	676.99
運営利益/損失	73.09	72.14	160.90	217.93

出所：質問票回答

表 7 水道料金（2011 年 5 月）

単位：元/m<sup>3</sup>

分類	上水	下水	合計
一般家庭	1.95	0.90	2.85
商工業	2.90	1.40	4.30
特殊（公衆浴場）	10.50	4.50	15.00
特殊（洗車業）	6.60	3.40	10.00

出所：成都市自來水有限責任公司

会社の収支状況は黒字であり、浄水場の運営維持管理費用はカバーできている。水道事業収支の大きな要因となる水道料金については、市政府物価統制局が自來水会社の収支状況、物価上昇率、他の公共料金の水準等を勘案して決定している。従って、水道事業の収支が悪化する場合は、市政府が補助金の形で支援することになっており、財務的には安定していると考えられ、本事業の持続性に関して問題はないと考えられる。また、実施機関は、運営維持管理に配分されている予算額は適切だとしている。

### 3.5.4 運営・維持管理の状況

会社が毎年作成する生産計画に沿って、第 6 浄水場プラント C も年間・月間の運営維持管理計画を立てている。各機材・施設はそれによって定期的に検査している。また、「機材自動管理システム」が導入されており、稼働状況をリアルタイムで確認し、問題が発生した場合は迅速に対応している。今般の事後評価で浄水場を視察した際も、本事業で整備された施設・機材は順調に稼働しており、特に問題は認められなかった。

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。2002年に始まった成都市の都市開発計画によって工場の移転が進められたために、本事業下の給水対象地域である成都市中心地区及び周辺地区の水需要の伸びが鈍化したことで、当初計画の事業期間内における給水能力の増強ニーズは低かったものの、その後水需要が伸び、本事業が完成した結果現在の需要に対応している。事業費は計画内に収まったものの、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は中程度である。本事業は、給水能力不足及び水需要への対応を図るという面で、概ね計画通りの効果発現が見られ、安全性の高い上水の安定的供給に寄与しており、有効性は高い。また、本事業の持続性についても、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と判断される。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

### 4.2 提言

#### 4.2.1 実施機関への提言

なし。

#### 4.2.2 JICA への提言

円借款事業は結果的に上水管網のみ対象となり、2004年に完成しているが、一方、浄水施設等の国内負担分を含む事業全体は2010年に完了した。円借款事業対象部分については、2004年に完成しているため、本事業の事後評価にあたっては、事業完了から時間が経過し、円借款事業に関する情報収集が困難となることを考慮し、事業全体の完成から1年後の2011年度に実施することとした。実施機関の協力が得やすく情報も散逸していないという利点はあったが、一方で、本事業の経済的な効果が各種データに反映されるには早すぎたといえる。今次事後評価では、効果・インパクトについて十分な情報を得られなかったことから、2、3年後を目処に定量的データ（対象区域内人口、給水人口、水需要量、給水能力、対象区域 GDP）を再度確認する機会を設けることを検討すべきである。

### 4.3 教訓

本件では水需要の伸びが予測より鈍かったことに対応し、浄水施設建設のタイミングを調整した。JICA 円借款事業においては、需要動向に柔軟に対応できるような事業形成・監理の仕組みを整備することが求められる。

主要計画／実績比較

項目	計画	実績
① アウトプット		
取水施設 (本件対象外。第4期事業として実施)	<ul style="list-style-type: none"> <li>取水口 48万m<sup>3</sup>/日 x 2ヶ所</li> <li>流入管 延長約1.9km x 2</li> </ul>	計画通り。 <ul style="list-style-type: none"> <li>取水口 48万m<sup>3</sup>/日 x 2ヶ所</li> <li>流入管 延長約1.9km x 2</li> </ul>
導水施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>接続導水管 延長約0.16km</li> </ul>	計画通り。 <ul style="list-style-type: none"> <li>接続導水管 延長約0.16km</li> </ul>
浄水施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>プラントC 40万m<sup>3</sup>/日 (凝集沈殿急速濾過方式) フロック形成池、沈殿池、濾過池</li> </ul>	計画通り。 <ul style="list-style-type: none"> <li>プラントC 40万m<sup>3</sup>/日 (凝集沈殿急速濾過方式) フロック形成池、沈殿池、濾過池</li> </ul>
送水施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>送水管 延長約25km</li> </ul>	ほぼ計画通り。 <ul style="list-style-type: none"> <li>送水管 延長約26km</li> </ul>
配水施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>配水管 延長約140km</li> <li>配水ポンプ場 能力約4万m<sup>3</sup>/日</li> </ul>	配水管が計画よりも54km減。ポンプ場はキャンセルされた。 <ul style="list-style-type: none"> <li>配水管 延長約86km</li> <li>配水ポンプ場 取り止め。</li> </ul>
② 期間	2000年3月(L/A)～ 2003年12月(事業運用開始) (46ヶ月)	2000年3月(L/A)～ 2010年5月(事業運用開始) (123ヶ月)
③ 事業費		
外貨	7,293 百万円	4,244 百万円
内貨	10,665 百万円 (711 百万円)	10,694 百万円 (763 百万円)
合計	17,958 百万円	14,938 百万円
うち円借款分	7,293 百万円	4,244 百万円
換算レート	1 元=15.00 円 (1999年6月現在)	1 元=14.01 円 (2000年～2010年の単純平均)

以 上

中華人民共和国

山東省煙台市上水道治水施設整備事業

外部評価者：三州技術コンサルタント株式会社

川畑安弘

## 0. 要旨

本事業は、山東省煙台市において、ダム改修、地下ダム建設、上水道施設建設及び防潮堤建設を行うことにより、給水能力不足及び今後の水需要への対応、地下水位低下の改善、並びに海水浸入の防御を通じた上水の安定的供給をはかり、もって生活・衛生環境の改善および地域経済の発展に寄与することを目的としていた。妥当性について、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、評価は高い。また、本事業は事業費は計画内に収まったものの、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は中程度である。本事業は開発目的である、給水能力不足及び今後の水需要への対応、地下水位低下の改善、並びに海水浸入の防御により、上水の安定的供給をはかるという面で、概ね計画通りの効果発現が見られ、かつ生活・衛生環境の改善および地域経済の発展に寄与しており、有効性は高い。また、本事業の持続性についても、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と判断される。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

## 1. 案件の概要



プロジェクト位置図



煙台経済技術開発区第2浄水場

### 1.1 事業の背景

中国国土は大きく9河川域に分けられるが、同国人口の約55%を占める南部地域（長江流域以南）が同国水資源の81%を占めている。一方、同国人口43%を占める北部地域（黄河流域以北）はわずか14%の水資源を占めるに過ぎない。なお、本事業対象地域の山東省煙台市は黄河の南に位置する。南部地域の一人当たり水資源量は3,440 m<sup>3</sup>/人であり、一方、北部地域の水資源量は750 m<sup>3</sup>/人と、約1/5である。一部、山東省を含む北京、河北、河南、山西の各省市は、恒常的な水資源不足のため、水源を地下水に依存する率も高く、総給水

量の約47%～71%を地下水が占めていた。

黄海と渤海に挟まれた山東半島（本事業対象都市が位置）は対外貿易上、戦略的に重要な位置にあり、古くから、貿易を中心に栄えた地域である。山東省は経済発展の著しい沿海都市を擁しているものの、大河川がなく、水資源の不足している地域である。表流水源は418 m<sup>3</sup>/人（中国全国平均2,288 m<sup>3</sup>/人）に過ぎず、総給水量に対する地下水の依存率は46.6%であり、中国全国平均の29.1%を大きく上回っていた。水道水として、地下水を汲み上げることにより、同地域では、地盤沈下、地下水位低下、海水浸入といった被害を引き起こしていた。

## 1.2 事業概要

山東省煙台市において、ダム改修、地下ダム建設、上水道施設建設及び防潮堤建設を行うことにより、給水能力不足及び今後の水需要への対応、地下水位低下の改善、並びに海水浸入の防御を通じた上水の安定的供給をはかり、もって生活・衛生環境の改善および地域経済の発展に寄与する。本事業位置図を図1に示す。



図1 事業位置図

円借款承諾額／実行額	6,008 百万円／5,991 万円
交換公文締結／借款契約調印	1998 年 12 月／1998 年 12 月
借款契約条件	金利 1.30%、返済 30 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/ 煙台市人民政府
貸付完了	2004 年 7 月
本体契約	—
コンサルタント契約	—
関連調査（フィージビリティ・スタディ： F/S）等	山東省水利勘測設計院による F/S（1997 年 7 月） SAPROF 調査（1998 年 5 月）
関連事業	

## 2. 調査の概要

### 2.1 外部評価者

川畑安弘（三州技術コンサルタント株式会社）

### 2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2010 年 12 月～2011 年 12 月

現地調査：2011 年 2 月 20 日～3 月 5 日、2011 年 5 月 15 日～5 月 28 日

## 3. 評価結果（レーティング：A<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

中国政府は第 9 次 5 年計画（1996-2000）において地方都市の上水道インフラ整備を重点課題と位置づけ、計画期間中に全国給水量を 4,000 万 m<sup>3</sup>/日増加、都市上水道普及率 96% を達成、一人当たり給水量を 40 リットル/日増加する目標を設定していた。1998 年時点において増加した設備能力は 1,315 万 m<sup>3</sup>/日であり、建設中であった設備を考慮すると 2000 年までに目標は達成できる見込みであった。都市上水道普及率は 98 年までに目標を前倒して達成しており、一人当りの生活用給水量も目標（40 リットル/日増加）を達成し、214 リットル/日であった。

しかしながら、絶対的水不足である地域は依然として存在していたため、2001 年から開始された第 10 次 5 年計画においても、上水道整備は都市整備計画の主要項目であった。中国政府は第 11 次 5 年計画（2006-2010）においては、都市のための水源保護をさらに強化し、水供給施設の建設を推進するとしていた。さらに第 12 次 5 年計画（2011-2015）においても、水源保護を重要課題として、老朽化した小規模貯水池の改修/整備、大中規模灌漑施設の改築、旱魃対策工事、地方部小規模水源施設保護整備の促進、及び耕作地の水資

1 A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

2 ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

源対策工事の促進を進めるとしている。

山東省第9次5ヵ年計画では調和のとれた開発計画の下、表面水及び地下水の有効利用を図ると同時に、主要河川の改良、大中貯水池の改修、及び数多くの水資源保全事業を推進するとしていた。

山東省第11次5ヵ年計画(2006-2010)では、安全な水道水供給のため、上水道網の整備、都市の浄水場および送配水の建設、浄化処理過程の改善、ならびに水源および水道水水質のモニタリングの強化を進めるとしている。

審査時及び事後評価時ともに、国家開発計画、山東省、煙台市の開発計画において水源/上水道の整備/普及が優先課題となっており、本事業は国家政策及び対象地域の開発計画と合致している。

### 3.1.2 開発ニーズとの整合性

山東省は経済発展の著しい沿海都市を擁しているものの、大規模河川が無く、全国でも水資源が不足している地域である。また、長年、取水源を地下水に依存した結果、地盤沈下、地下水位低下、海水進入を引き起こしていた。このことから、ダム改修、地下ダム建設、上水道施設建設及び防潮堤建設を含む水需要への対処を目的とした本事業は開発ニーズに整合していた。

煙台市第11次5ヵ年計画(2006-2010)の中、水セクターに関しては、数々の開発目標を掲げているが、水資源の有効利用の促進、主要河川の管理/浄化、適切な箇所での貯水池、ダム、地下ダムの増設、暴風時の高潮に対処するための沿岸都市における防潮堤の建設等を推し進める必要があるとしている。2010年までに、2億1,000万m<sup>3</sup>/年の給水量を増量することにより、水資源不足に悩む問題に対処することが可能だとしている。

本事業対象地域は、経済発展と共に人口が増加し、引き続き水需要が高いことから、本事業の対象地域におけるニーズは審査時及び事後評価時点共に高い。

### 3.1.3 日本の援助政策との整合性

海外経済協力業務実施方針(1999年12月1日に公表され、2002年3月まで有効)によると、中国への援助方針として民間部門や資本市場の発展を促進し、市場経済化を推進する同国のバランスの取れた発展を促すため、内陸部重視による国内の地方間格差是正や自主的な経済発展に資する経済・社会インフラ整備等の支援に重点が置かれていた。本事業は社会インフラ整備事業であり、わが国の援助政策下での重点事業と合致している。

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

本事業におけるアウトプット(計画及び実績)を表1にまとめた。



表1 アウトプット比較 (計画/実績)

項目	計画	実績
① 門楼ダム上水道整備 (経済技術開発区)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 門楼ダムの改修 (借款対象外)</li> <li>・ 取水ポンプ建設 4基</li> <li>・ 導水管建設 8.1km x 2条</li> <li>・ 浄水場建設 浄水能力 12.6 万 m<sup>3</sup>/日</li> <li>・ 送水管建設 5.8km x 2条</li> </ul>	(借款対象外) : 4基 計画通り : 7.76km x 2条 ほぼ計画通り : 浄水能力 12.6 万 m <sup>3</sup> /日 計画通り : 5.1km x 2条 ほぼ計画通り
② 王屋ダム上水道整備 (龍口市)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 王屋ダムの改修</li> <li>・ 取水施設建設 2万 m<sup>3</sup>/日</li> <li>・ 導水管建設 4.84km</li> <li>・ 浄水場建設 浄水能力 5.0 万 m<sup>3</sup>/日 増強、2.0 万 m<sup>3</sup>/日新設</li> <li>・ 送水管建設 17.78km</li> <li>・ 配水池建設 4000m<sup>3</sup> x 2ヶ所</li> <li>・ 配水管建設 72.11 km</li> </ul>	(借款対象外) : 本事業よりキャンセル : 当初の 4.84km は本事業よりキャンセル、 ただし、別ルートで新たに 7.52km を敷設 : 増強分は計画通り。2.0 万 m <sup>3</sup> /日新設分は 本事業よりキャンセル : 17.2km ほぼ計画通り : 4000m <sup>3</sup> x 2ヶ所 計画通り : 83.16 km に延長
③ 城子ダム上水道整備 (招遠市)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 城子ダムの改修 (借款対象外)</li> <li>・ ポンプ場建設 2基</li> <li>・ 導水管建設 61.53km</li> <li>・ 取水ポンプ建設 3基</li> <li>・ 浄水場建設 浄水能力 2.0 万 m<sup>3</sup>/日</li> </ul>	(借款対象外) : 2基 計画通り : 41.5km に短縮 : 12基に変更 : 浄水能力 6.0 万 m <sup>3</sup> /日に増強
④ 王河地下ダム上水道整備 (萊州市)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地下ダム建設 14.5km</li> <li>・ 堰改修・建設 22区間</li> <li>・ 涵養池・涵養井建設 1300井</li> <li>・ 取水井建設 20井</li> <li>・ 導水管建設 6.77km</li> <li>・ 浄水場建設 浄水能力 3.0 万 m<sup>3</sup>/日</li> </ul>	: 14.0km ほぼ計画通り : 16区間に縮小 : 1210井、浸透排水溝 65箇所に変更 : 12井 : 1.59km に短縮 : 浄水能力 1.5 万 m <sup>3</sup> /日に縮小
⑤ 防潮堤事業 (萊州市)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 防潮堤改修 総延長 40.2km</li> <li>・ 丁子堤建設 8ヶ所</li> <li>・ 橋建設 1ヶ所</li> <li>・ ゲート改修 10ヶ所</li> </ul>	: 総延長 40.2km 計画通り : 8ヶ所 計画通り : 自己資金で建設済 (借款対象外) : 10ヶ所 計画通り

計画されたアウトプットは、ほぼ計画通りに完成している。一部変更があったが、主な変更点およびその変更理由は次の通りである。

**王屋ダム上水道整備** : 1) 当初予定貯水池 (遅家溝 : Chijiagou) の使用权が本事業開始直後 (2000年)、民間開発業者に委譲され、同業者が取水施設を建設したため、取水施設建設 (2万m<sup>3</sup>/日)、導水管建設 (4.84 km)、浄水場建設 (2.0万m<sup>3</sup>/日新設) が本事業よりキャンセルされた。ただし、龍口市都市開発計画に沿って王屋ダムから呂家浄水場までの導水管 (7.52km) が別ルートで敷設され、配水管の延長も延伸された。

**城子ダム上水道整備** : 1) 水不足のため、大口利用者の工場等は、処理済排水の再利用が義務付けられ、水道水給水の必要が無くなり、導水管の延長は短縮された。2) 招遠市における水需要の急速な増加に対応するため、山東省計画委員会が浄水能力 6.0 万 m<sup>3</sup>/日への増強を提案したため、浄水能力 6.0 万 m<sup>3</sup>/日への計画変更が生じた。

**王河地下ダム上水道整備** : 1) 当初予定取水井の一つが海水浸透地域にあり、同取水井からの取水を取り止めたため、浄水場の能力も縮小することになった。2) 取水源の位置が変更になったため、導水管の延長も短縮された。3) 他の項目の数量の変更は、実情に合わせて、設計変更を行ったことによる。

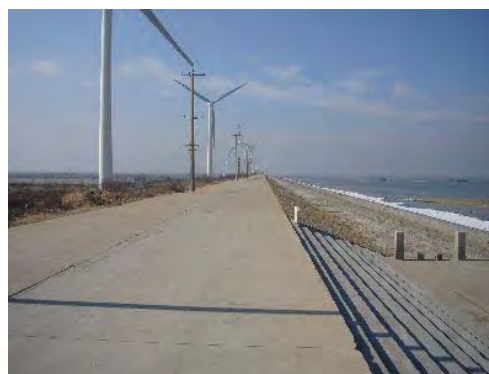
**防潮堤事業** : 1) 白沙橋は現地状況の必要性から、萊州市道路局が自己資金により、本事業

業に先行して改修を実施したことによる。

上記アウトプットの変更は、いずれも事業目的に照らして、妥当なものと思われる。



龍口市王屋ダム（改修工事）



萊州市防潮堤（改修工事）

### 3.2.2 インプット

#### 3.2.2.1 事業費

審査時に積算された総事業費は 146 億 9,600 万円（内、円借款は外貨分のみに充てられ、総額 60 億 800 万円、残りは中国政府及び煙台、龍口、招遠、萊州の 4 市政府負担）であったが、実績は 92 億 1,800 万円（内、円借款は 59 億 9,100 万円、残りは中国政府及び煙台、龍口、招遠、萊州の 4 市政府負担）であり、計画内に収まった。当初の事業費には含まれていたが、実際には借款対象外となった項目（3 事業下でのダム改修）を除外した計画事業費に対する実績事業費は 71%となっている。また、現地通貨ベースでは対計画比 82%の事業費となっている。

表 2 事業費比較（計画値/実績値）

項目	計画値					実績値				
	外貨	内貨		合計		外貨	内貨		合計	
	百万円	百万円	百万円	百万円	百万円	百万円	百万円	百万円	百万円	百万円
門楼ダム上水道整備	1,644	110	1,755	212 (153)	3,399 (2,451)	1,645	60.93	857	177.93	2,502
王屋ダム上水道整備	1,557	83	1,332	181 (135)	2,889 (2,154)	1,557	13.27	187	124.02	1,744
城子ダム上水道整備	661	18	282	59 (52)	943 (835)	936	50.36	708	116.91	1,644
王河地下ダム上水道整備	916	60	963	117	1,879	1,110	53.62	754	132.55	1,864
防潮堤事業	743	30	481	77	1,224	743	30.02	422	82.85	1,165
物価上昇費	201	49	787	62	988					
予備費	286	16	263	34	549					
用地取得	0	22	357	22	357		21.26	299	21.26	299
管理費、税金等	0	154	2,468	154	2,468					
合計	6,008	543	8,688	919 (804)	14,696 (12,905)	5,991	229.46	3,227	655.52	9,218

注 1：（ ）内数字は借款対象外の項目（ダムの改修）を除外した事業費

注 2：計画時の為替レート：元=16 円、評価時点での為替レート：1 元=14.062 円（評価者が調べた 2000 年—2004 年の単純平均値）

注 3：評価時点での管理費、税金等は各項目事業費に含まれている。

主な事業費低減/増加の理由は、3.2.1 アウトプットの節で記述されている理由による。



菜州市丁子堤（新設工事）



菜州市地下ダム（新設工事）

### 3.2.2.2 事業期間

事業実施期間は、計画を大幅に上回った。審査時に計画された1998年12月（L/A 調印月）より2001年12月（全事業運用開始）の37ヶ月に対して、実績は1998年12月（L/A 調印月）より2005年10月（4都市における全土木工事完成）の83ヶ月であり、計画比224%であった。

門楼ダム関係水道施設、王屋ダム関係水道施設及び城子ダム関係水道施設の3事業については2003年末までに完成している。遅延した他の事業/サブプロジェクトの主な遅延理由は、1) 用地取得・住民移転（当初予定より4年半の遅れ）に関しては、王屋ダム関係水道施設事業が他の関連事業と並行して実施されたため、全体的な実施工程の下、用地取得・住民移転も実施されたことによる。2) 王河地下ダム水道施設事業の遅延理由は、i) 送配水管敷設及び取水ポンプ所建設に対して、一部近隣住民から反対意見が出たため、補償交渉に時間を要したこと、および ii) 浄水場機材の最終調整・試運転等に時間を要したこと、3) 防潮堤事業の遅延理由は、2002年に主要部分が完成した後、現地状況を踏まえて追加工事を実施したことによる。

以上より、本事業は事業費は計画内に収まったものの、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は中程度である。

## 3.3 有効性（レーティング：③）

### 3.3.1 定量的効果

#### 3.3.1.1 運用効果指標

##### (1) 給水能力不足及び今後の水需要への対応

本事業対象4都市における水需要量・給水能力の需給バランスを表3～6に示す。

表3 煙台開発区における水需要量・給水能力の需給バランス

単位：万 $\text{m}^3$ /日（日平均）

年	2000	2004	2006	2008	2009	2010
給水人口（万人）	5.1	14.4	16.2	17.5	17.7	17.9
水需要量 ①	1.7	2.9	3.6	4.4	4.9	5.6
給水能力 ②	1.7	10	10	10	10	10
需給バランス（②-①）	0	+7.1	+6.4	+5.6	+5.1	+4.4

出典：JICA 審査資料および実施機関

注1：2003年8月に本事業により12.6万 $\text{m}^3$ /日（最大）で平均は10万 $\text{m}^3$ /日の給水能力が増強された。

注2：本事業完成時点で他浄水場からの受水（1.7万 $\text{m}^3$ /日）を中止。

表4 龍口市における水需要量・給水能力の需給バランス

単位：万 $\text{m}^3$ /日（日平均）

年	2000	2004	2006	2008	2009	2010
給水人口（万人）	15	20.6	22.0	22.9	24.9	25.1
水需要量 ①	5.1	6.71	7.69	8.82	9.45	10.12
給水能力 ②	9	14	14	14	14	14
需給バランス（②-①）	+3.9	+7.29	+6.31	+5.18	+4.55	+3.88

出典：JICA 審査資料および実施機関

注1：2003年12月に本事業により5万 $\text{m}^3$ /日の給水能力が増強された。

表5 招遠市における水需要量・給水能力の需給バランス

単位：万 $\text{m}^3$ /日（日平均）

年	2000	2004	2006	2008	2009	2010
給水人口（万人）	6.9	15.6	16.0	16.5	17.3	18.0
水需要量 ①	4.2	8.9	9.4	10.2	11.5	12.6
給水能力 ②	4.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5
需給バランス（②-①）	-0.3	+2.6	+2.1	+1.3	0	-1.1

出典：JICA 審査資料および実施機関

注1：2001年に他浄水場の給水能力が1.0万 $\text{m}^3$ /日増強され、2003年5月に本事業第1期工事分で2万 $\text{m}^3$ /日の増強、さらに2004年末に4万 $\text{m}^3$ /日の増強がなされた。

注2：2010年時点で給水能力が不足しているが、現在、計画で第12次5ヵ年計画中に完成予定。



招遠市浄水場（事務所棟）

表 6 菜州市における水需要量・給水能力の需給バランス

単位：万 $\text{m}^3$ /日（日平均）

年	2000	2004	2006	2008	2009	2010
給水人口（万人）	28	35	45	50	55	65
水需要量 ①	3.5	3.9	5.4	6.0	6.7	6.9
給水能力 ②	3.0	5.0	7.5	10.5	10.5	10.5
需給バランス（②-①）	-0.5	+1.1	+2.1	+4.5	+3.8	+3.4

出典：JICA 審査資料および実施機関

注 1：2005 年 10 月に本事業により 1.5 万 $\text{m}^3$ /日の給水能力が増強された。

注 2：給水能力は菜州市全 5 か所の浄水場給水能力。

事業完成後、5-6 年の時点での浄水施設利用状況は、煙台開発区での利用率（56%）を除き、他の 3 都市の浄水施設はほぼ有効に利用されている（龍口市 72%、招遠市 100%、菜州市 66%）。煙台開発区での低利用率の理由は、当初予定の給水範囲が、隣接地域に浄水場が建設された結果、給水範囲が縮小され、水需要量が減少したことによる。しかしながら、同開発区への企業進出は今後もさらに続くものと予想され、将来的には、給水人口・利用率の伸びが見込まれる。

本事業の実施により、1) 給水能力の拡大、および 2) 水需要への対応に関して、計画どおりの効果発現が見られる。

#### (2) 地下水位低下の改善

菜州市玉河地下ダム区域の地下水位を事業実施前の -16m から事業完成後、-9m への上昇を予定していたが、現時点での地下水位は -2.65m であり、大幅に改善されている。

#### (3) 海水侵入の防御

菜州市における海水浸入区域は、事業実施前の 80  $\text{km}^2$  から事業完成後 50  $\text{km}^2$  への減少を予定していたが、現時点（2011 年）での海水浸入区域面積は 46  $\text{km}^2$  であり、大幅に改善されている。（効果は他関連事業による効果を含む）。2003 年（高波高 3.14m）、及び 2007 年（高波高 3.2m）に大きな暴風雨が菜州湾を襲ったが、防潮堤で保護された地域は、人命、資産とも何ら被害を受けることはなかった。

#### (4) 水道水の水質

各浄水場から送配水される水道水の水質は、すべて国家基準検査項目（pH、濁度、総細菌数、大腸菌数、マンガン量、鉄分量、鉛量等）に関して基準を満たしており、水道水として適切であることが証明されている。受益者調査結果からも、水質（特に味、臭い、色）が改善されたことが確認された。

給水能力不足及び今後の水需要への対応、地下水位低下の改善、及び海水侵入の防御の面で、概ね当初予定どおりの効果発現が見られる。

### 3.3.1.2 内部収益率

#### (1) 財務的内部収益率 (FIRR)

審査時及び評価時点における FIRR (浄水場についてのみ) を表 7 に示す。

表 7 審査時及び評価時の FIRR

サブプロジェクト	審査時の FIRR (%)	評価時点での FIRR (%)
門楼ダム上水道整備	5.34	6.1
玉屋ダム上水道整備	5.72	5.26
城子ダム上水道整備	8.63	6.99
王河地下ダム上水道整備	16.66	6.21

便益：水道料金収入

費用：建設費、運営・維持管理費、税金等

プロジェクトライフ：30年

評価時点での門楼ダム上水道整備事業の FIRR が高くなっている理由は、事業費が計画値より、低減したことによる。また、評価時点での玉屋ダム上水道整備の FIRR が若干、低めの理由は、事業費は計画値より低減しているが、想定したほどの水道料金の値上げが達成出来ていないことが原因と考えられる。城子ダム上水道整備の FIRR が低い理由は事業費が計画値より倍増した事が主な理由である。審査時点での王河地下ダム上水道整備の FIRR が他サブプロジェクトの FIRR と比較して大きな数字となっている。この点について、実施機関に問い合わせたものの、当時の担当者が既に退職していることもあり、その理由は不明である。(概略設計時点での FIRR は 8.21 となっている)

### 3.3.2 定性的効果

定性的効果としては、逼迫する水需要への対応、洪水被害の減少、給水量増加による生活基盤の改善、工業生産増等経済発展への寄与が挙げられる。

#### (1) 逼迫する水需要への対応

実施機関によると、煙台開発区の浄水場が改善され、事業完成後は、水不足の問題は発生していないとのことであった。また、招遠市の水道施設が改善(給水量、水質)されたことにより、城子ダムからの水道水は、主に同市都市地域に集中して配水可能となった。王河地下ダムの整備は、地下水位が上昇したことにより、海水浸入を防止することになり、給水量を増加させるだけでなく、近隣地域の生態系保全にも貢献している。また受益者調査から、送配水管の取替えにより漏水率が大幅に改善されたことも、報告されている。

#### (2) 洪水被害の減少

玉屋ダム改良のための設計洪水確率を 1/1,000 年として余裕のある計画設計を行ったため、ダムの安全性が保たれ、同ダム下流域地域居住の 50,000 人の生命/資産は守られることになった。城子ダム改良においても、同じように、設計洪水確率を 1/1,000 年とし

ため、ダム安全性が保たれ、同ダム下流域居住の35,000人の生命/資産は守られることになった。また、萊州市に地下ダムを建設したことにより、貯水池に余裕が出来、雨期に洪水防止調整が可能となっただけでなく、王河下流流域における水質の確保が可能となった。

### (3) 給水量増加による生活基盤の改善

事業対象4都市において、いずれも給水能力の増強及び水道水質の改善により、住民の生活環境も改善された。また萊州市においては、副市長より給水量の増加は、同市経済発展の重要な鍵となっているという話を拝聴した。

事後評価においては、事業対象地区において、インタビュー形式による受益者調査を行った。回答者数は各事業50人合計250人、回答者の性別による比率(5サブプロジェクト平均)は女性25%、男性75%である。受益者調査のうち99%の人が、本事業の生活水準向上への貢献を評価していることが確認された。

主な調査結果は下記のとおりである。

表8 受益者調査結果

(単位：%)

	門樓ダム 上水道整備	玉屋ダム 上水道整備	城子ダム 上水道整備	王河地下ダム 上水道整備
水の安定的供給への貢献	100	92	100	100
給水量が十分であるとの認識	100	92	100	100
水圧が大きく改善されたとの認識	100	92	100	98
水質(濁度、味、臭い)が改善されたとの認識	100	92	100	96
家事に要する時間の短縮	100	94	100	100

防潮堤事業に関する質問(海水浸入区域の減少、生活環境の改善、ビジネス促進効果)については全員がその効果を評価している。

上記結果より、本事業は生活・衛生/環境の改善に貢献していると評価されている。

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

#### (1) 地域経済発展への貢献

事業対象地域の一つである煙台開発区への投資額及び輸出額の変化を表9に示す。

表 9 煙台開発区への投資額及び輸出額

	2006	2007	2008	2009	2010
国内企業投資額（百万元）	1,801	372	231	675	813
外国企業投資額（百万元）	340	363	326	330	338
輸出額（百万ドル）	3,002	6,535	12,280	12,815	15,934

出典：実施機関

本事業完成後に、安定した水道水の供給が可能となり、また、他のインフラ整備も行われた結果、煙台開発区においては、事業完成後毎年、外国企業による投資を含め投資が行われ、輸出額は年々増加している。また、外国企業世界ランキング 500 社の内、約 40 社が進出し、また、邦人企業についても、三井物産系列、日冷、デンソー等が当開発区に進出してきている。結果、進出企業数及び求人数が増加したことにより、就業率も上昇している。萊州市においては、王河ダムの建設により、新設工業パーク及びその近隣地域への配水が可能となり、開発が促進され、同市の急速な経済発展に貢献している。

### 3.4.2 その他、正負のインパクト

#### (1) 自然環境へのインパクト

**汚泥処理**：門楼ダムを水源とする煙台開発区浄水場での処理過程では、汚泥はほとんど発生していないが、発生した分は乾燥した後、肥料として利用されている。また、王屋ダムからの原水は品質が良く、殆ど汚泥を含んでいないため、環境保全局の許可を得て、汚泥処理は現在実施されていない。同様に、城子ダムを水源とする招遠市の浄水場、地下水を水源とする王河浄水場でも、汚泥処理は現在実施されていない。

**ダム水源の環境保護**：エンジン付きの小型漁船及び船舶のダム内航行は禁止されており、注意標識の設置とともに、上流河川域及び貯水池取水口周辺はガードフェンスが設置されている。ダム水源の環境が保護された結果、水質保全に貢献している。

#### (2) 住民移転・用地取得

各市における本事業による取得用地面積及び用地取得・移転補償費用は表 10 のとおりである。

表 10 取得用地面積及び用地取得費用/移転補償費

項目	取得用地面積 (ha)	用地取得/移転補償費用 (百万元)
門楼ダム上水道整備	100	12.05
王屋ダム上水道整備	76.09	7.08
城子ダム上水道整備	39.56	0.98
王河地下ダム上水道整備	42.5	1.15
計	258.15	21.26

注 1： 城子ダム上水道整備において、ダム用地取得は事業開始前に完了していたため、費用には含まれていない。



住民の移転はなく、用地取得および工事中の用地一時借り上げ、田畑、果樹園からの得られるべき収入補償等のみ発生。実施機関によると、補償内容、補償額については、国、省及び自治体の基準、規定に基づいて行われ、特に問題が発生していないとのことであった。

### (3) その他のインパクト

本事業完成後、浄水場の運営維持管理要員として、地元住民が一部雇用されたり、安定した水道水供給の実現により、各市への進出企業数も増加したこともあり、本事業は地域経済発展に貢献している。

以上から、本事業は地域経済の発展に寄与していると言える。

## 3.5 持続性（レーティング：③）

### 3.5.1 運営・維持管理の体制

本事業で完成された各施設の運営維持管理は、審査時点で想定されていた次の各機関が担当している。

上水用のダム：各市水利局（煙台市、龍口市、招遠市、萊州市）

浄水場： 各市自来水公司

防潮堤： 萊州市防潮堤管理局

浄水場の運営維持管理を担当する各市自来水会社の職員数は次の通りである。

表 11 各市自来水会社の運営維持管理を担当する員数

	全体職員数	運営維持管理 担当職員数
煙台開発区自来水公司	130	35
龍口自来水公司	120	25
招遠自来水公司	110	26
萊州自来水公司	90	20

### 3.5.2 運営・維持管理の技術

各市自来水会社の浄水場運営維持管理を担当する職員は担当職務分野での資格を有し、その職員配置も適切である。さらに、職員の育成・技術向上のため、各自来水会社とも運営/維持管理に関する各種マニュアルを整備、職員は定期的に、安全生産、品質管理、労働者保護に関する国家基準/法律/法規、部門別規制/制度、会社規定及び各職種に関する専門的知識に関して、研修を受講している。安全管理に関しての研修に関しては、市で毎年実施される研修に担当者が派遣されている。

### 3.5.3 運営・維持管理の財務

各市自来水会社の収支状況を表 12～15 に示す。また、売上げのベースとなる水道料金を表 16 に示す。

表 12 煙台開発区自来会社の収支状況

単位：百万元

項目	2006	2007	2008	2009
年間売上（総収益）	41.2	65.6	69.0	67.2
原価費用	38.6	60.5	66.0	65.7
販売、諸経費	10.9	11.4	9.6	7.1
運営利益/損失	-8.3	-6.3	-6.6	-5.6

表 13 龍口自来会社の収支状況

単位：百万元

項目	2006	2007	2008	2009
年間売上（総収益）	17.1	18.3	22.3	24.0
原価費用	11.9	13.8	16.2	16.3
販売、諸経費	6.7	6.7	6.5	7.9
運営利益/損失	-1.5	-2.2	-0.4	-0.2

表 14 招遠自来会社の収支状況

単位：百万元

項目	2006	2007	2008	2009
年間売上（総収益）	17	20	23	26
原価費用	13	14	18	19
販売、諸経費	3	5	5	6
運営利益/損失	1	1	0	1

表 15 萊州自来会社の収支状況

単位：百万元

項目	2006	2007	2008	2009
年間売上（総収益）	14	16	17	21
原価費用	10	14	13	16
販売、諸経費	4	4	4	5
運営利益/損失	0	-2	0	.0

表 16 各市の水道料金

単位：元/m<sup>3</sup>

	煙台開発区	龍口	招遠	萊州	成都(参考)
一般家庭	2.8	1.8	1.5	1.8	1.95
商業	3.8	2.9	2.35	2.8	2.90
工業	3.8	2.9	2.35	2.8	2.90
その他	3.8	5.0	3.0	2.8	6.60

4 地方都市（煙台、龍口、招遠、萊州）の自来水会社の収支状況は赤字もしくは若干の黒字となっている。元来、水道事業は収益性の低い事業であり、そのため、公共事業として運営されてきている。事実、4 都市の自来水会社はいずれも 100%、市政府の出資で成っている。また、水道事業収支の大きな要因となる水道料金については、市政府物価統制局が自来水会社の収支状況、物価上昇率、他の公共料金の水準等を勘案して決定している。従って、水道事業の収支が悪化する場合は、市政府が補助金の形で支援することに成っており、財務的には、安定していると考えられ、本事業の持続性に関して問題はないと考えら

れる。また、4都市とも運営維持管理に配分されている予算額は適切だとしている。

上水用ダムの維持管理については各市水利局の通常維持管理予算で、萊州市の防潮堤維持管理については、同市防潮堤管理局の維持管理予算で行われている。現地視察の際、現場担当職員とのヒヤリングでは、維持管理予算はけして十分ではないが、通常の維持管理作業実施上は特に問題は無いとのことであった。

#### 3.5.4 運営・維持管理の状況

4都市における本事業下で設置された機器、施設はいずれも正常に稼働しており、問題点は見当たらない。各都市での運営維持管理方法はほぼ同じである。毎日の日常検査は、4つのグループ（運営チーム、技術的維持管理従業員、安全機器専門チーム、および管理職員）がそれぞれ担当する施設、機器を検査している。定期的な維持管理は、稼働度合いに応じて安全運転マニュアルに則って実施されている。機器/装置の予防的な検査及び修理については給水需要の少ない冬季に毎年実施されている。

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、山東省煙台市において、ダム改修、地下ダム建設、上水道施設建設及び防潮堤建設を行うことにより、給水能力不足及び今後の水需要への対応、地下水位低下の改善、並びに海水浸入の防御を通じた上水の安定的供給をはかり、もって生活・衛生環境の改善および地域経済の発展に寄与することを目的としていた。妥当性について、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、評価は高い。また、本事業は事業費は計画内に収まったものの、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は中程度である。本事業は開発目的である、給水能力不足及び今後の水需要への対応、地下水位低下の改善、並びに海水浸入の防御により、上水の安定的供給をはかるという面で、概ね計画通りの効果発現が見られ、かつ生活・衛生環境の改善および地域経済の発展に寄与しており、有効性は高い。また、本事業の持続性についても、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と判断される。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

### 4.2 提言

#### 4.2.1 実施機関への提言

なし。

#### 4.2.2 JICA への提言

なし。

### 4.3 教訓

1. 本事業の貸付完了日は2004年7月であり、また、借款対象事業の事業完了（4都市における全ての土木工事の完成月）は2005年10月であった。本事後評価が現時点（2010年度）で行われている理由は、借款対象事業項目以外の自己資金で実施した事業項目を含む全体事業（中国側では、4都市を含む菜州湾上水道事業として事業実施）の完成/検収（中国政府による）が2010年末に実施されたためである。事業完成約6年後の事後評価実施に際しては、データ/情報収集、事業従事者との面談等が困難になり、評価/分析作業において、その正確さ/精度にも影響を及ぼしかねない。従って、事業の主要なコンポーネントが完成している案件については、事後評価の質を高めるためにも、事後評価業務は貸付完了日から起算して2年後に行うことが勧められる。
2. 本事業のように、事業対象地域が複数の都市（本事業では4地方都市）に分散し、なおかつ各都市においてサブプロジェクトが多く含まれるような、いわゆるセクターローンの形態に近い案件では、複数の開発目的及びその目的の達成度合いをモニターするための効果指標を設定することは、事後評価時点での分析が複雑となるだけでなく、困難を伴うため、審査時点での開発目的設定、効果指標の設定は出来るだけ単一の簡単なものにする必要がある。（例えば、本案件の場合、開発目的は単純に給水能力不足及び今後の水需要への対応とし、水道水の需要と給水能力の差を評価指標とすることも考えられる）

主要計画／実績比較

項目	計画	実績
① アウトプット		
1) 門楼ダム上水道整備（経済技術開発区）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 門楼ダムの改修（借款対象外）</li> <li>・ 取水ポンプ建設 4基</li> <li>・ 導水管建設 8.1km x 2条</li> <li>・ 浄水場建設 浄水能力 12.6万 m<sup>3</sup>/日</li> <li>・ 送水管建設 5.8km x 2条</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ （借款対象外）</li> <li>・ 4基 計画通り</li> <li>・ 7.76km x 2条 ほぼ計画通り</li> <li>・ 浄水能力 12.6万 m<sup>3</sup>/日 計画通り</li> <li>・ 5.1km x 2条 ほぼ計画通り</li> </ul>
2) 王屋ダム上水道整備（龍口市）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 王屋ダムの改修</li> <li>・ 取水施設建設 2万 m<sup>3</sup>/日</li> <li>・ 導水管建設 4.84km</li> <li>・ 浄水場建設 浄水能力 5.0万 m<sup>3</sup>/日 増強、2.0万 m<sup>3</sup>/日新設</li> <li>・ 送水管建設 17.78km</li> <li>・ 配水池建設 4000m<sup>3</sup> x 2ヶ所</li> <li>・ 配水管建設 72.11 km</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 計画通り（自己資金/借款対象外）</li> <li>・ 本事業よりキャンセル</li> <li>・ 当初の 4.84km は本事業よりキャンセル、ただし、別ルートで新たに 7.52km を敷設</li> <li>・ 増強分は計画通り。2.0万 m<sup>3</sup>/日新設分は本事業よりキャンセル</li> <li>・ 17.2km ほぼ計画通り</li> <li>・ 計画通り</li> <li>・ 83.16 km に延長</li> </ul>
3) 城子ダム上水道整備（招遠市）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 城子ダムの改修（借款対象外）</li> <li>・ ポンプ場建設 2基</li> <li>・ 導水管建設 61.53km</li> <li>・ 取水ポンプ建設 3基</li> <li>・ 浄水場建設 浄水能力 2.0万 m<sup>3</sup>/日</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ （借款対象外）</li> <li>・ 2基 計画通り</li> <li>・ 41.5km に短縮</li> <li>・ 12基に変更</li> <li>・ 浄水能力 6.0万 m<sup>3</sup>/日に増強</li> </ul>
4) 王河地下ダム上水道整備（萊州市）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地下ダム建設 14.5km</li> <li>・ 堰改修・建設 22区間</li> <li>・ 涵養地・涵養井建設 1300井</li> <li>・ 取水井建設 20井</li> <li>・ 導水管建設 6.77 km</li> <li>・ 浄水場建設 浄水能力 3.0万 m<sup>3</sup>/日</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 14.0km ほぼ計画通り（借款対象外）</li> <li>・ 16区間に縮小</li> <li>・ 1210井、浸透排水溝 65箇所に変更</li> <li>・ 12基に変更</li> <li>・ 1.59km に短縮</li> <li>・ 浄水能力 1.5万 m<sup>3</sup>/日に縮小</li> </ul>
5) 防潮堤事業（萊州市）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 防潮堤改修 総延長 40.2km</li> <li>・ 丁子堤建設 8ヶ所</li> <li>・ 橋建設 1ヶ所</li> <li>・ ゲート改修 10ヶ所</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 総延長 40.2km 計画通り</li> <li>・ 8ヶ所 計画通り</li> <li>・ 自己資金で建設済</li> <li>・ 10ヶ所 計画通り</li> </ul>
② 期間	1998年12月（L/A）～ 2001年12月（全事業運用開始） （37ヶ月）	1998年12月（L/A）～ 2005年10月（4都市における全土木工事完成）（83ヶ月）
③ 事業費		
外貨	6,008百万円	5,991百万円
内貨	8,688百万円	3,227百万円
	543百万円	229百万円
合計	14,696百万円	9,218百万円
うち円借款分	6,008百万円	5,991百万円
換算レート	1元 = 16円 (1998年5月現在)	1元 = 14.062円 (2000年9月～2004年9月 単純平均)

以上

## 0. 要旨

大連市の瓦房店市と庄河市で上水道を、瓦房店市と旅順口区で下水道を整備する本事業の実施は中国及び各対象市区の開発政策、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。また、本事業は全体では事業費は計画内に収まったものの、庄河上水の完成が大幅に遅れたことで事業全体の事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は中程度である。本事業は開発目的である、上下水道の整備を行うことによって、水需給の緩和と市内河川の水質改善を図るという面で、各サブプロジェクトにおいて概ね計画通りの効果発現が見られ、市民の生活環境の改善に資しており、有効性は高い。また、持続性についても、4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と判断される。

## 1. 案件の概要



プロジェクト位置図



旅順口汚水処理場

### 1.1 事業の背景

中国では1980年代以降、大都市において上水道の整備が進み、1990年代になると大都市の周辺地区でも急速な工業化と人口集中による都市化の進行に起因した工業用水や生活用水等水需要の急増による需給ギャップが問題となっていた。大都市中心部では上水整備が進み水道普及率100%を目指す地域もある一方で、都市の周辺地域では共同井戸のみの場合もあるなど、同一都市の中でも地域格差が生じていた。下水については、急速な都市化に伴い下水排出量が増加し、中国全体では1990年代半ばには年平均2.1%増となっていた。下水排出量の増加に伴い、水質の悪化が深刻であった。

本事業の対象である大連市の周辺地域である瓦房店市、庄河市、旅順口区においても都市化に伴い、給水量の不足と、下水排出量の増加、河川の水質汚染が問題になっていた。

## 1.2 事業概要

大連市の瓦房店市と庄河市で上水施設を、瓦房店市と旅順口区で下水施設を整備することにより、水需給の緩和と市内河川の水質改善を図り、もって市民の生活環境改善に寄与する。本事業位置図を図1に示す。



出所：Wikipedia

図1 事業位置図（大連市）

円借款承諾額／実行額	3,309 百万円／3,165 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	上水道部分 金利 1.30%、返済 30 年（うち据置 10 年）、 一般アンタイド 下水道部分 金利 0.75%、返済 40 年（うち据置 10 年）、 二国間タイド
借入人／実施機関	中華人民共和国政府／ 大連市人民政府
貸付完了	2006 年 7 月
本体契約	-
コンサルタント契約	なし

関連調査（フィージビリティ・スタディ：F/S）等	瓦房店上水：東北設計研究院による F/S（1998 年 10 月） 庄河上水：華北設計研究院による F/S（1998 年 8 月） 瓦房店下水：東北設計研究院による F/S（1998 年 10 月） 旅順口下水：華北設計研究院による F/S（1998 年 9 月）
関連事業	円借款：大連上下水道整備事業（L/A1997 年 9 月） ノルウェー・オランダ：上水処理事業（大連輸出技術開発区）（1994 年） ADB 上水処理事業（大連市区）（1995 年） 世銀 遼寧省環境事業（大連市下水処理事業を含む）（1994 年）

## 2. 調査の概要

### 2.1 外部評価者

芹澤 明美（三州技術コンサルタント株式会社）

### 2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2010 年 12 月～2011 年 12 月

現地調査：2011 年 2 月 20 日～3 月 5 日、2011 年 5 月 15 日～5 月 28 日

### 2.3 評価の制約

サブプロジェクト 4 件はそれぞれ、瓦房店市、庄河市、旅順口区政府とそれぞれの水公司・下水処理場が独立的に運営しており、地理的にも 3 市区はお互いに 100km から 200km 程度離れているため、瓦房店市の上水・下水を除いてサブプロジェクト間の関連は薄い。また、大連市政府の各サブプロジェクトへの関わりは円借款資金を各市区に分配した時点で実質的に終了しており、事業運営等には関係していない。今回の事後評価において、大連市政府に大連市全体の上下水道事業に関するデータの提供を依頼したものの、入手できなかった。このような事情から、サブプロジェクトの相乗的な事業効果・インパクトや、大連市全体への影響を検証することはできなかった。本件評価では、サブプロジェクト毎に評価結果をレーティングした後で、総合的なレーティングを行った。

## 3. 評価結果（レーティング<sup>1</sup>：A）

### 3.1 妥当性（レーティング<sup>2</sup>：③）

#### 3.1.1 開発政策との整合性

中国政府は第 9 次 5 ヶ年計画（1996-2000）において地方都市上水道インフラ整備を重点課題と位置づけ、計画期間中に全国給水量を 4,000 万 m<sup>3</sup>/日増加、都市上水道普及率 96% を達成、一人当たり給水量を 40 リットル/日増加する目標を設定していた。1998 年時点において増加した設備能力は 1,315 万 m<sup>3</sup>/日であり、建設中である設備を考慮すると 2000 年までに目標は達成できる見込みであった。都市上水道普及率は 98 年までに目標を前倒して達成

1 レーティングの詳細は、A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

2 サブレーティングの詳細は、③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」



しており、一人当りの生活用給水量も目標（210 リットル/日）を超え、214 リットル/日であった。

しかしながら、絶対的水不足である地域は依然として存在していたため、第10次5ヶ年計画（2001-2005）においても、上水道整備は都市整備計画の主要項目であった。

下水に関しては、工業排水に対する規制として、汚染排出課徴金制度、環境アセスメント制度、三同時制度（企業はメインプラント建設と共に、汚染防除施設を同時設計、同時着工、同時運営する）を設けると同時に、生活排水の急増に対応するため、都市部の下水道整備にも重点を置いていた。

第11次5ヶ年計画（2006-2010）においては、都市のための水源保護をさらに強化し、水供給施設の建設を推進するとしていた。さらに現行の第12次5ヶ年計画（2011-2015）においても、上下水道等の基礎インフラ整備を重視し、安全な飲料水の供給、水質汚染の防止を進めている。

本事業対象の大連市3市区においては、第9次、第10次計画共に本事業を重点プロジェクトとしていた。それぞれの第11次、第12次計画では、瓦房店市では上下水道整備を、庄河市では上水道整備を、旅順口区では環境整備を重視している。

審査時及び事後評価時ともに、国家開発計画と大連市各市区の開発計画において上水・下水道整備が優先課題となっており、本事業は国家政策及び対象地域の開発計画と合致している。

### 3.1.2 開発ニーズとの整合性

対象市区の上下水道整備状況を見ると、本事業の審査時点（1999年）で、瓦房店市は水需要5万 $\text{m}^3$ /日に対して給水能力も5万 $\text{m}^3$ /日しかなく、本事業で整備する6.5万 $\text{m}^3$ /日を加えて2003年までには10万 $\text{m}^3$ /日とする計画であった（既存浄水場の5万 $\text{m}^3$ /日は、浄水水質向上のために処理能力を3.5万 $\text{m}^3$ /日に落とすことにしていた）。庄河市については、審査時点で水需要5.4万 $\text{m}^3$ /日に対して給水能力は4.7万 $\text{m}^3$ /日しかなかった。本事業で整備する5万 $\text{m}^3$ /日とその後予定していた別事業5万 $\text{m}^3$ /日を加えて2010年までには10万 $\text{m}^3$ /日とする計画であった（既存浄水場は廃止）。瓦房店市と旅順口区には審査時点で下水処理場がなく、未処理の汚水が河川に直接流れ込んでいたため、悪臭等で住民の生活環境を害していた。以上から、対象3市区で上水または下水施設整備を行う本事業は開発ニーズに整合していた。

事後評価時点では、瓦房店市の上水、庄河市の上水、旅順口区の下水については、本事業による施設能力の拡充によって現在の水需要・下水処理需要に対応できているものの、今後のさらなる需要の伸びを想定するとそれほどの余裕はないといえる。瓦房店市の下水については、運転開始時においてはその需要を満たすも、現在では市の需要は処理能力を超えるものとなっている。各市区の需要と処理能力の詳細については、後掲の表5から表8を参照されたい。

以上から、サブプロジェクト4件とも、対象地域における水需要あるいは下水道需要のニーズは審査時及び事後評価時点共に高い。

### 3.1.3 日本の援助政策との整合性

海外経済協力業務実施方針（1999年12月1日に公表され、2002年3月まで有効）によると、中国への援助方針として民間部門や資本市場の発展を促進し、市場経済化を推進する同国のバランスの取れた発展を促すため、内陸部重視による国内の地方間格差是正や自主的な経済発展に資する経済・社会インフラ整備等の支援に重点が置かれていた。従って、基礎インフラである上下水道を整備する本事業は日本の援助政策と合致していた。

以上より、本事業の実施は中国の開発政策、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

本事業におけるアウトプット（計画及び実績）を表1にまとめた。

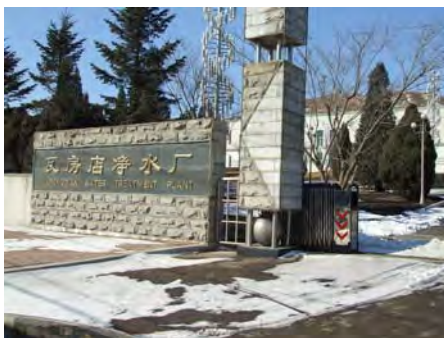
表1 アウトプット比較（計画/実績）

サブプロジェクト	計画	実績
A. 瓦房店上水	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 導水管 約 26km</li> <li>・ ポンプ場 1機</li> <li>・ 浄水施設 6.5 万 m<sup>3</sup>/日（凝集沈殿急速濾過方式）</li> <li>・ 配水管 約 14km</li> <li>・ ポンプ場から浄水施設までの特別高圧送電線 約 11km</li> </ul>	計画通り。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 導水管 約 26km</li> <li>・ ポンプ場 1機</li> <li>・ 浄水施設 6.5 万 m<sup>3</sup>/日（凝集沈殿急速濾過方式）</li> <li>・ 配水管 約 14km</li> <li>・ ポンプ場から浄水施設までの特別高圧送電線 約 11km</li> </ul>
B. 庄河上水	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 取水管 約 1 km</li> <li>・ 導水管 約 16 km</li> <li>・ 浄水施設 5.0 万 m<sup>3</sup>/日（凝集沈殿急速濾過方式）</li> <li>・ 送水管 約 3 km</li> <li>・ 配水管 約 43 km</li> </ul>	配水管が計画より約 30 km 増加。他は計画通り。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 取水管 約 1 km</li> <li>・ 導水管 約 16 km</li> <li>・ 浄水施設 5.0 万 m<sup>3</sup>/日（凝集沈殿急速濾過方式）</li> <li>・ 送水管 約 3 km</li> <li>・ 配水管 約 73 km</li> </ul>
C. 瓦房店下水	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 下水処理施設 6.0 万 m<sup>3</sup>/日（BIOFOR 法）</li> <li>・ 河道整備 約 4.5 km</li> <li>・ 排水管 約 8 km</li> </ul>	下水処理方法が変更された。他は計画通り。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 下水処理施設 6.0 万 m<sup>3</sup>/日（ICEAS 法）</li> <li>・ 河道整備 約 4.5 km</li> <li>・ 排水管 約 8 km</li> </ul>
D. 旅順口下水	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ポンプ場 9ヶ所</li> <li>・ 下水処理施設 3.0 万 m<sup>3</sup>/日（オキシデーション・ディッチ法）</li> <li>・ 排水管 計約 59km               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 市内から処理場へ 約 51 km</li> <li>➢ 処理場内 約 4 km</li> <li>➢ 処理場から海の排水地点へ約 3km</li> <li>➢ 海へ排水（海中）約 1km</li> </ul> </li> </ul>	下水処理方法が変更された。また、旅順開発区内の下水処理ニーズに対応するため、開発区内のポンプ場と排水管が増えた。他は計画通り。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ポンプ場 14ヶ所（旅順開発区内で5ヶ所増）</li> <li>・ 下水処理施設 3.0 万 m<sup>3</sup>/日（A2O 法）</li> <li>・ 排水管 計約 73km               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 市内から処理場へ 約 53 km</li> <li>➢ 処理場内 約 4 km</li> <li>➢ 処理場から海の排水地点へ約 3km</li> <li>➢ 海へ排水（海中）約 1km</li> <li>➢ 旅順開発区内 約 12 km</li> </ul> </li> </ul>

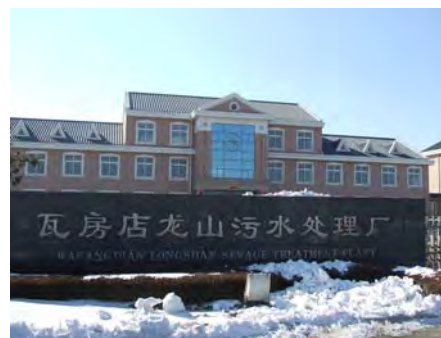
出所：JICA 審査時資料、質問票回答

計画されたアウトプットは、ほぼ計画通りに完成している。一部変更点およびその理由は次の通りである。

- B. 庄河上水：配水管総延長が計画よりも約 30km 増加した。為替レートの変動が大きかったことから、円借款資金で調達する計画だった導水バルブや薬剤投入装置を国内資金で調達し、残余円借款資金を使って、計画時よりも拡大していた給水対象地域のための配水管を調達した。
- C. 瓦房店下水：下水処理方法を BIOFOR 法<sup>3</sup>から ICEAS 法<sup>4</sup>へ変更した。実施機関によれば、BIOFOR 法が技術として古くなり、機材の生産をやめるメーカーが出るなど、機材が手に入りにくくなったことが変更の理由である。代替の方法として ICEAS と A2O 法<sup>5</sup>を技術面、経済面で比較検討した結果、ICEAS は運営費用が安くてすむこと等から採用した。
- D. 旅順口下水：下水処理方法をオキシデーション・ディッチ法から A2O 法へ変更した。実施機関によれば、A2O 法は寒冷気候の中国東北部においては最もよく使われている下水処理方法であり、汚水処理の 3 ステップ（酸素を入れる、酸素を除く、化学処理）を一つのタンクで行うことができ、コストが安く、臭いも少ないことから採用したとのことである。さらに、旅順開発区内で増加した下水処理ニーズに対応するため、開発区内でのポンプ場と排水管を増やした。



瓦房店浄水場



瓦房店污水处理厂

### 3.2.2 インプット

#### 3.2.2.1 事業費

審査時に積算された総事業費は 9,235 百万円（内、円借款は外貨分のみに充てられ、総額 3,309 百万円、残りは中国政府と大連市政府、及び各サブプロジェクトについて瓦房店市、庄河市、旅順口区政府負担）であった。実績は 9,225 百万円（内、円借款は 3,165 百万円、残りは中国政府と大連市政府、及び各サブプロジェクトについて瓦房店市、庄河市、旅順口区政府負担）であり、円建てでは計画比 100%、現地通貨建てでは計画費 93%であった。

3 BIOFOR (Biological Aerated Filtration System)：膜分離活性汚泥法。循環式活性汚泥法の一つ。

4 ICEAS (Intermittent Cycle Extended Aeration System)：間歇循環延長ばっ気システム。循環式活性汚泥法の一つ。

5 A2O (Anaerobic-Anoxic-Oxic System)：循環式嫌気好気法。循環式活性汚泥法の一つ。

現地通貨建て事業費の差は為替レートの差（計画時 1 元=13 円、事後評価時 14 円）である。サブプロジェクト毎の事業費は表 2 の通りである。

表 2 事業費

	計画	実績	差異の理由	レーティング
瓦房店上水	1,917 百万円 (外貨 985 百万円) (内貨 932 百万円)	1,851 百万円 (外貨 957 百万円) (内貨 947 百万円)	アウトプットは計画通り。競争入札により価格を抑えることができた。	③ 計画の 97%
庄河上水	1,625 百万円 (外貨 426 百万円) (内貨 1,199 百万円)	1,157 百万円 (外貨 395 百万円) (内貨 762 百万円)	配水管が計画より約 30 km 増加したものの、為替レートが落ち着くまで納入を待ったことと、競争入札により価格を抑えることができた。	③ 計画の 71%
瓦房店下水	1,933 百万円 (外貨 858 百万円) (内貨 1,075 百万円)	2,588 百万円 (外貨 873 百万円) (内貨 1,714 百万円)	下水処理方法の変更のため、処理場敷地面積増等で費用が増加した。	② 計画の 134%
旅順口下水	3,192 百万円 (外貨 833 百万円) (内 2,359 百万円)	3,631 百万円 (外貨 994 百万円) (内貨 2,636 百万円)	旅順開発区内のポンプ場と排水管延長が増えたために費用が増加した。内貨部分が増えたのは為替レートの差による。	② 計画の 114%

出所：JICA 審査時資料、質問票回答



庄河浄水場



庄河上水の取水地 朱隈ダム

### 3.2.2.2 事業期間

事業実施期間は計画を大幅に上回った。審査時に計画された 2001 年 3 月（L/A 調印月）より 2003 年 9 月（全事業運用開始）の 31 ヶ月に対して、実績は 2001 年 3 月（L/A 調印月）より 2006 年 6 月（4 サブプロジェクト中、最後に運用開始した庄河上水）の 64 ヶ月であり、計画比 206%であった。

瓦房店上水、瓦房店下水、旅順口下水については、運用開始時期がそれぞれ計画 2003 年 3 月、実績 2003 年 9 月（予定より 6 ヶ月遅れ）、計画 2003 年 9 月、実績 2004 年 3 月（6 ヶ月遅れ）、計画 2003 年 9 月、実績 2004 年 1 月（4 ヶ月遅れ）と、遅れは比較的軽微であっ

た。実施機関によると、遅延理由は、為替レートの変動が大きかったために入札時期を遅らせたこと（瓦房店上水）、下水処理法の変更に伴い調達機材も変更したため入札開始が遅れたこと（瓦房店下水）、区にとって初めての下水道整備だったために試運転で区内の下水ネットワーク全体を確認・調整するのに時間がかかったこと（旅順口下水）であった。一方、庄河上水は計画 2003 年 9 月、実績 2006 年 6 月（33 ヶ月遅れ）と大幅に遅れた。元々国内資金で整備される計画であった浄水施設は予定通りの時期に建設されたものの、円借款資金で調達されることになっていた導水管・配水管については、為替レートの変動や中国国内の鋼管価格上昇を見極めていたことから遅れが生じた。

表 3 事業期間

	計画	実績	L/A (2001 年 3 月)からの事業期間	レーティング
瓦房店上水	2000 年 10 月 (詳細設計開始) ~2003 年 3 月 (運用開始)	2000 年 4 月 (詳細設計開始) ~2003 年 9 月 (運用開始)	計画 25 ヶ月 実績 31 ヶ月	② 計画の 124%
庄河上水	2000 年 10 月 (詳細設計開始) ~2003 年 9 月 (運用開始)	2000 年 1 月 (詳細設計開始) ~2006 年 6 月 (運用開始)	計画 31 ヶ月 実績 64 ヶ月	① 計画の 206%
瓦房店下水	2000 年 10 月 (詳細設計開始) ~2003 年 9 月 (運用開始)	2002 年 1 月 (詳細設計開始) ~2004 年 3 月 (運用開始)	計画 31 ヶ月 実績 37 ヶ月	② 計画の 119%
旅順口下水	2000 年 10 月 (詳細設計開始) ~2003 年 9 月 (運用開始)	2000 年 10 月 (詳細設計開始) ~2004 年 1 月 (運用開始)	計画 31 ヶ月 実績 35 ヶ月	② 計画の 113%

出所：JICA 審査時資料、質問票回答

表 4 で示す通り、サブプロジェクト毎の効率性は全件で中程度となるため、4 件総合しても中程度と判断される。

表 4 サブプロジェクト毎の効率性

	効率性 (事業費+期間)
瓦房店上水	② (③+②)
庄河上水	② (③+①)
瓦房店下水	② (②+②)
旅順口下水	② (②+②)
総合	②

以上より、本事業は事業費は計画内に収まったものの、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は中程度である。

### 3.3 有効性 (レーティング：③)

#### 3.3.1 定量的効果

##### 3.3.1.1 運用効果指標

##### (1) 上水道施設能力の向上

瓦房店市と庄河市における水需要量・給水能力の需給バランスを表 5~6 に示す。

表5 瓦房店市における水需要量・給水能力の需給バランス

年	1999	2005	2010
給水人口 (万人)	23.7	29.4	31.0
水需要量 (万 $\text{m}^3$ /日)	5.0	5.0	6.7
給水能力 (万 $\text{m}^3$ /日)	5.0	10.0	10.0
需給バランス (万 $\text{m}^3$ /日)	0	5.0	3.3

出所：審査資料及び質問票回答

注：既存浄水場5万 $\text{m}^3$ /日は、浄水水質の向上を図るために処理能力を3.5万 $\text{m}^3$ /日に落とし(審査資料)、本事業の6.5万 $\text{m}^3$ /日を加えて(2003年9月完成)、市の給水能力は10万 $\text{m}^3$ /日となっている。

表6 庄河市における水需要量・給水能力の需給バランス

年	1999	2005	2010
給水人口 (万人)	16.8	22.0	28.0
水需要量 (万 $\text{m}^3$ /日)	5.4	7.8	10.0
給水能力 (万 $\text{m}^3$ /日)	4.7	4.7	10.0
需給バランス (万 $\text{m}^3$ /日)	-0.7	-3.1	0

出所：審査資料及び質問票回答

注：既存浄水場4.7万 $\text{m}^3$ /日を廃止し、本事業5万 $\text{m}^3$ /日(2006年6月完成)と第2期事業5万 $\text{m}^3$ /日(2010年4月完成)を合わせて、市の給水能力は10万 $\text{m}^3$ /日となっている。



瓦房店浄水場

序号	收费项目	收费标准	收费范围
一	居民生活用水	1.50元/吨	居民用户
二	居民生活附加水费	10.00元/吨	每户每月超过6吨
三	工业用水	3.20元/吨	工业用户
四	商业用水	4.20元/吨	商业用户
五	机关、团体事业单位用水	2.00元/吨	机关团体事业单位用户
六	建筑用水	6.00元/吨	建筑施工单位
七	大杂费用水	6.00元/吨	大杂费用户
八	特殊行业用水	12.00元/吨	桑拿浴、健身中心、洗衣店、洗脚浴
九	代扣工业用水附加	10%/水费	工业用户
十	代收污水处理费		
1.	居民、机关、团体	0.60元/吨	居民、机关、团体用户
2.	工业用水	0.90元/吨	工业用水用户
3.	特种行业用水	1.10元/吨	特种行业用户

服务热线: 8088597 监督电话: 8043477

瓦房店市自来水公司料金表(上下水道)

両市とも、計画通りに上水供給能力を拡張でき、需給バランスが緩和された。また、市政府環境局により、水質に関しては、浄水場で処理後の水は両者とも飲料水としての国家基準(pH、濁度、大腸菌数等)を満たしており、水道水として適切であることが証明されている。受益者調査結果からも、水質(特に味、臭い、濁り具合)が改善されたことが確認された。

(2) 下水処理能力の向上、汚染物排出量の削減(水質汚濁の改善)

瓦房店市と旅順口区における下水処理能力と水質データを表7~8に示す。

表 7 瓦房店市における下水処理能力・水質

年	1999	2005	2010
処理人口 (万人)	-	23.2	26.6
下水道需要 (万 $\text{m}^3$ /日)	5.0	6.1	10.0
処理能力 (万 $\text{m}^3$ /日)	0	6.0	6.0
需給バランス (万 $\text{m}^3$ /日)	-5.0	0.1	-4.0
入口 BOD 濃度 (mg/L)	145	104	128
出口 BOD 濃度 (mg/L)	-	10	6
河川 BOD 濃度 (mg/L) 回頭河	127	2	4

出所： 審査資料及び質問票回答

注： 瓦房店市では本事業 6 万 $\text{m}^3$ /日 (2003 年 9 月完成) が初めての下水処理施設である。審査時の瓦房店市計画では、本事業 6 万 $\text{m}^3$ /日と別事業 2 万 $\text{m}^3$ /日 (2005 年完成予定)、さらに別事業で 2 万 $\text{m}^3$ /日 (2010 年完成予定) を合わせて、2010 年には処理能力を計 10 万 $\text{m}^3$ /日まで拡張することになっていた。現在、下水道需要に処理能力が追い付いていないことから、市の下水処理能力をいずれ 10 万 $\text{m}^3$ /日まで拡張する予定が無くなったわけではないが、具体的な時期等は未定である (実施機関)。

表 8 旅順口区における下水処理能力・水質

年	1999	2005	2010
処理人口 (万人)	-	データ無し	19.0
下水道需要 (万 $\text{m}^3$ /日)	2.9	2.0	2.9
処理能力 (万 $\text{m}^3$ /日)	0	3.0	4.0
需給バランス (万 $\text{m}^3$ /日)	-2.9	1.0	1.1
入口 BOD 濃度 (mg/L)	170	290	151
出口 BOD 濃度 (mg/L)	-	193	14
河川 BOD 濃度 (mg/L) 龍河	254	データ無し (注 2)	データ無し (注 2)

出所： 審査資料及び質問票回答

注 1： 旅順口区では本事業 3 万 $\text{m}^3$ /日 (2004 年 1 月完成) が初めての下水処理施設である。その後 2010 年末に別事業 1 万 $\text{m}^3$ /日が追加され、区の処理能力は計 4 万 $\text{m}^3$ /日となっている。審査時の旅順口区計画では、本事業 3 万 $\text{m}^3$ /日と別事業 3 万 $\text{m}^3$ /日 (2010 年完成予定) で 2010 年には処理能力を計 6 万 $\text{m}^3$ /日にすることになっていたが、その後方針が変わり、2011 年に 5 万 $\text{m}^3$ /日、2012 年に 2 万 $\text{m}^3$ /日を追加し、計 11 万 $\text{m}^3$ /日とする計画である (実施機関)。

注 2： 本件下水処理場からの処理後の水は海に直接排出されているため、河川の水質は測定していない。

両市区とも、本事業によって初めて下水処理施設が作られ、以前は河川に直接排出されていた汚水が今では適切に処理されており、瓦房店の回頭河 BOD 濃度が低減したことや、後述の実施機関や受益者の見解で示される通り、河川や海の水質が改善されている。受益者調査結果からは、河川や海の悪臭が軽減されたことや、水の生物が戻ってきたことが確認された。

瓦房店市においては、現在下水処理能力が需要に追い付いていないため、市の下水処理能力をいずれ 10 万 $\text{m}^3$ /日まで拡張する計画は審査時点と変わらず存在するものの、実施機関によれば、市政府は時期等を定めた具体的な計画を有してはいないとのことである。旅順口区においては、本事業完成以来 1 級汚水処理手順を採用していたが、

2008年に中国の下水処理水質基準が改訂されたことに対応して、より厳しい2級汚水処理手順に合わせるため、民間企業によって当施設をアップグレードした。

### 3.3.1.2 内部収益率

#### (1) 財務的内部収益率 (FIRR)

審査時及び評価時点における FIRR を表 9 に示す。

表 9 審査時及び評価時の FIRR

事業	単位 %	
	審査時の FIRR	評価時点での FIRR
瓦房店上水	4.3	4.9
庄河上水	9.8	4.4
瓦房店下水	5.4	4.3
旅順口下水	2.4	2.9

便益：料金収入

費用：建設費、運営・維持管理費等

プロジェクトライフ：上水 30 年、下水 40 年

審査時点と事後評価時点の FIRR に差が生じた理由は以下の通りである。

- A. 瓦房店上水：過去の料金収入の伸びと同等の伸びを今後も想定して FIRR を再計算したため、審査時より高くなった。
- B. 庄河上水：審査時の計算は本事業 5 万 m<sup>3</sup>/日だけを対象にしていたが、事後評価時の計算では、本事業の後に建設された 5 万 m<sup>3</sup>/日（第 2 期事業）を加えてプラント全体 10 万 m<sup>3</sup>/日を対象とした。第 2 期事業の建設費が含まれたために 2010 年までのキャッシュフローが小さくなり、FIRR が審査時よりも低くなった。
- C. 瓦房店下水：審査時の計算では同市の下水処理能力が最終的に 8 万 m<sup>3</sup>/日になることを前提としていたが、事後評価時再計算では現状の 6 万 m<sup>3</sup>/日をベースにしたために、FIRR が低くなった。
- D. 旅順口下水：下水処理料金が審査時の想定よりも高くなったため、FIRR が高くなった。

### 3.3.2 定性的効果

定性的効果としては、上水道に関しては 1)急増する水需要への対応と、2)安全性の高い上水の安定的供給を想定している。下水道に関しては、1) 生活・社会環境の改善、2)水資源節約（処理水再利用により）、3)リサイクル効果（汚泥再利用）が想定されている。

#### 3.3.2.1 上水道

##### (1) 急増する水需要への対応

瓦房店市については、既存浄水場 5 万 m<sup>3</sup>/日の浄水水質の向上を図るために処理能力を 3.5 万 m<sup>3</sup>/日に落とし（審査資料）、本事業で 6.5 万 m<sup>3</sup>/日を整備したことで市の給水能



力が 10 万 m<sup>3</sup>/日となり、現在の需要 6.7 万 m<sup>3</sup>/日に対応できている。実施機関によれば、一般世帯の契約者数は年 2 千世帯程度増加しているが、給水能力が拡張されたことで、猛暑の年であってもここ数年断水は起きていないとのことである。

庄河市については、本事業 5 万 m<sup>3</sup>/日と第 2 期事業 5 万 m<sup>3</sup>/日（2010 年 4 月完成）で計 10 万 m<sup>3</sup>/日の給水能力を有しており、現在の需要 10 万 m<sup>3</sup>/日に対応できている。需要量と給水能力が同じであり余裕を持った水需要の対応とはなっていないが、実施機関によれば、さらなる給水能力の拡大計画は現時点では存在しないとのことである。

## (2) 安全性の高い上水の安定的供給

瓦房店、庄河共に、処理後の水は国家飲料水基準を満たしている。庄河については、実施機関によれば、本事業の前は汚染された河川から取水しており、薬品処理に費用がかかっていたが、本事業完成後は水質の良い朱隈ダムから直接取水することで薬品処理のコストが削減できており、沈殿物が少ないためタンクやパイプの清掃の頻度も減ったとのことである。また、地下水の使用が減ったことで地下水レベルが上昇し、以前は海水が混じていたのが今では真水が出るようになったとのことである。また、受益者調査によれば、給水能力の拡張により水圧が改善したため、集合住宅の上階でも水が出るようになり、自宅トイレを使用できるようになった（以前は公衆トイレを利用）と報告されている。

事業対象地区において、インタビュー形式による受益者調査を行った。回答者数は、上下水各事業 50 人合計 200 人である。上水道に関し、主な調査結果は表 10 のとおりである。

表 10 受益者調査結果（上水）

	瓦房店上水 (男性 36 名、 女性 14 名)	庄河上水 (男性 37 名、 女性 13 名)
水の安定的供給が実現	96%	98%
給水量が十分であるとの認識	96%	98%
水圧が改善されたとの認識	96%	94%
水質（濁度、味、臭い）が改善されたとの認識	92-94%	98%
生活の質（衛生面）が改善されたとの認識	96%	98%
家事に要する時間の短縮	96%	98%
本事業により市の経済が活性化されたとの認識	96%	100%

上記結果より、本件上水道整備事業は、急増する水需要への対応と、安全性の高い上水の安定的供給に貢献していると評価されている。

### 3.3.2.2 下水道

#### (1) 生活・社会環境の改善

実施機関及び受益者調査の結果によれば、瓦房店市、旅順口区とも、本事業によって初めての下水处理場ができたことで、河川や海に汚水が流入しなくなり、悪臭がなくなり、その結果河川や海周辺的生活環境が改善したとのことであった。実施機関に

よれば、瓦房店市の回頭河沿いは高級住宅地やレジャーの場として開発され、不動産価格が上昇したとのことである。また、河川や海に魚やエビが戻り、水産業が活性化したと報告されている。旅順口区も同様に、河川や海の水質が改善されたことで住環境が改善したと報告されている。

(2) 水資源節約（処理水再利用により）

瓦房店市では、本事業で整備された下水処理場の下流に位置するダムの水質が改善されたことで、そこから上水を取水できるようになったということであった。また、本処理場 6 万 m<sup>3</sup>/日のうち 2 万 m<sup>3</sup>/日は高度処理後に雑用水として供給され、洗車や植物の水やりなど、人間が摂取する以外の用途に使用されている。旅順口区では、河川の水質が改善したことで、その水を植物の水やり等に使用できるようになり、水資源の有効利用が進んだことが確認された。

(3) リサイクル効果（汚泥再利用）

瓦房店下水、旅順口下水とも、審査時の計画では、処理後の汚泥のうち国家汚泥排出基準を満たすものは肥料として再利用することになっていたが、実際は処理後の汚泥は全て埋立場に廃棄されている。実施機関によれば、発生する汚泥の量が少ないためリサイクルを行っていないとのことである。

下水道事業 2 件について受益者調査の結果は表 11 のとおりである。

表 11 受益者調査結果（下水）

	瓦房店下水 (男性 34 名、 女性 16 名)	旅順口下水 (男性 39 名、 女性 11 名)
下水処理能力の拡充が実現	100%	100%
現在の下水処理状況は良好であるとの認識	92%	98%
河川・海の水質が改善されたとの認識	100%	96%
河川・海の臭いが改善されたとの認識	100%	96%
衛生状態が改善されたとの認識	100%	98%

上記結果より、審査時に想定していた汚泥のリサイクルは行われていないが、本件下水道整備事業は、生活・社会環境の改善に貢献し、水資源節約効果も一定程度あると評価される。

サブプロジェクト 4 件とも、概ね計画通りの効果が発現している。以上より、総合的に判断し、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

##### (1) 地域経済発展への貢献

対象各市区の実施機関によれば、本事業は以下のように地域経済発展に貢献したと

報告されている。

瓦房店市においては、上水道が整備されたことで多くの投資を引き付けることが出来た。2003年の本事業完成以降、工業団地が2つ建設され、10以上の企業が市内に事務所を置いた。市のGDPは年16%以上成長しており、また、下水道が整備されたことで河川沿いの生活環境が改善し、高級住宅地やレジャーの場として開発が進んだ。さらに、河川や海の水質が改善され、水産業が活性化した。

庄河市については具体的な数字は得られなかったが、実施機関も受益者も、上水供給能力が拡張したことで市の経済活動活性化に貢献したとの見解を有している（表10 受益者調査結果参照）。

旅順口区においては、本件下水処理場で100人以上の雇用を創出した。また、下水道整備による環境改善の結果、旅順が観光地としての魅力を増し、河川沿いの不動産価格も上昇した。海では貝や海藻が戻り、漁業が活性化したと報告されている。

### 3.4.2 その他、正負のインパクト

#### (1) 自然環境へのインパクト

4事業とも、環境への負のインパクトは特に確認されていない。

- A. 瓦房店上水：取水口の上流・下流1000m以内は保護区域とし、水を汚染する可能性のある施設・活動は禁止されている。「水質管理センター」（職員9名）が浄水場入口・出口の水質検査を行っている。浄水場からの排水は主に生活排水であり汚染程度が低く、簡易な処理後下水として排出されている。塩素漏れについては自動探知機が設置され、万一の際は自動吸収されることになっている。モニタリングは瓦房店市環境保護局の監督を受けており、現在のところ環境への負の影響は確認されていない。
- B. 庄河上水：取水元の朱隈ダムの水質が良いため、本件浄水場での処理過程で生じる汚泥がほとんどなく、排水は直接下流の河川に排出されている。「化学検査室」（職員5名）が浄水場入口・出口の水質検査を行っている。モニタリングは庄河市環境保護局の監督を受けており、現在のところ環境への負の影響は確認されていない。
- C. 瓦房店下水：悪臭対策としては、汚泥集積の期間を短くしたこと、濃縮・脱水後の汚泥の廃棄場所を住宅地から離れた場所に行っていることが挙げられる。実施機関によれば、汚水処理技術をICEAS法に変更したことも悪臭軽減に寄与しているとのことである。処理場自体、住宅地から離れた場所に建設されており、敷地内は緑化され、防音設備が設置されている。処理後の汚水については、処理場の検査室が汚染指標8項目を毎日チェックし、瓦房店市環境監視測定所が月に1度確認している。現在のところ環境への負の影響は確認されていない。
- D. 旅順口下水：瓦房店下水と同様の悪臭対策をとり、下水処理場の環境も同様である。水質検査についても瓦房店と同様であり、検査室（職員2名）により水質検査が行われ、旅順口区環境監視測定所による監督を受けている。現在のところ環境への負の影響は確認されていない。

## (2) 住民移転・用地取得

各市における本事業における取得用地面積及び用地取得費用/移転補償費用は表 12 のとおりである。

表 12 取得用地面積及び用地取得費用/移転補償費

	用地取得面積	住民移転数	用地取得費用	移転補償費
瓦房店上水	無	無	無	無
庄河上水	3ha	6人	無	32 万元
瓦房店下水	11ha	無	480 万元	無
旅順口下水	5ha	無	2557 万元	無
計	19ha	6人	3052 万元	32 万元

出所：質問票回答

住民移転は、庄河上水の配水管敷設の際に 1 世帯 6 名の移転が発生したのみであった。実施機関によれば、補償費用は、大連市が過去に実施した類似事業の補償基準に合わせて支払いを行った。瓦房店下水と旅順口下水については、用地取得計画に沿って、対象者への事前説明・合意形成も的確に行われ、特に問題は発生していないと実施機関から報告されている。

以上から、本事業は生活・衛生環境の改善および地域経済の発展に寄与していると言える。

### 3.5 持続性（レーティング：③）

#### 3.5.1 運営・維持管理の体制

本事業で完成された各施設の運営維持管理は、審査時点で想定されていた次の各機関が担当している。

瓦房店市自来水公司<sup>6</sup>：101 名が浄水場の運営維持管理を担当している。

庄河自来水公司：52 名が浄水場の運営維持管理を担当している。

瓦房店龍山污水处理場：28 名が処理場の運営維持管理を担当している。

旅順口污水处理場：28 名が処理場の運営維持管理を担当している。

#### 3.5.2 運営・維持管理の技術

各組織の運営維持管理技術は次の通りである。

- A. 瓦房店市自来水公司：浄水場職員 101 名中、19 名が短大卒以上である。職員全員に対して、品質管理や維持管理手順等についての技術研修と、到達度確認のための試験を毎年行っている。組織の自己評価では、職員の技術レベルは、浄水場の通常の運営維持管理を十分にこなせる水準である。安全管理マニュアルが存在し、「安全な生産の規則」と「安全な運営の規則」の 2 部に分かれている。個々の機

<sup>6</sup> 4 社とも、各市区政府の下にある公社である。

材の運営維持管理規則が含まれている。

- B. 庄河自来水公司：浄水場の運営維持管理職員 52 名中 12 名が技術者であり、全員が短大卒以上である。研修は毎年実施されており、機材の運用・維持管理手順等について学んでいる。各種マニュアルが存在し、巡回検査、危険物取扱規則、職場・機材毎の職務規定・運用手順等を含んでいる。
- C. 瓦房店龍山汚水処理場：組織の自己評価では、維持管理職員は概ね十分な技術レベルを有している。技術面を扱った月 1 回の内部研修を行っている。年 1 度の外部研修では、国内の汚水処理場に赴いて技術交換と意見交換を行っている。処理場の立ち上げの際には、ICEAS 法を採用している昆明、青島等の処理場に職員を派遣し研修を受けさせ、また専門家を招いての講習も実施した。
- D. 旅順口汚水処理場：処理場職員 28 名中、8 名が大卒である。運営維持管理職員全員が、国家資格と最低 3 年以上の職務経験を有している。新たに採用された際の技術研修に加え、年に 2、3 回、下水処理技術や機材維持管理等の研修を実施している。処理場の立ち上げの際には、A2O 法を採用している長春等の処理場に職員を派遣し研修を受けさせた。

### 3.5.3 運営・維持管理の財務

各組織の収支状況を記す。

表 13 瓦房店市自来水公司 収支状況

単位：百万元

項目	2007	2008	2009	2010
年間売上（総収益）	28.31	18.79	18.46	21.60
販売、諸経費	6.89	7.83	7.75	8.30
維持管理費	25.93	28.07	28.71	30.38
運営利益/損失	-12.04	-12.61	-11.96	-8.76

出所：実施機関

表 14 瓦房店汚水処理場 収支状況

単位：百万元

項目	2007	2008	2009	2010
年間売上（総収益）	7.59	7.39	7.51	7.55
売上原価	12.13	11.82	12.10	11.56
販売、諸経費 （含む維持管理費）	0.97	1.06	0.92	1.03
運営利益/損失	-5.48	-5.47	-5.52	-5.04

出所：実施機関

表 15 瓦房店市水道料金（上下水道）<sup>7</sup>

単位：元/m<sup>3</sup>

分類	上水	下水	合計
一般家庭	1.5	0.6	2.1
工業	3.2	0.9	4.1
商業	4.7	0.9	5.6
公衆浴場	6.0	1.1	7.1

出所：実施機関

表 16 庄河自来水公司 収支状況

単位：百万元

項目	2007	2008	2009	2010
年間売上（総収益）	34.63	35.67	37.44	45.67
売上原価	23.59	24.99	26.35	33.26
販売、諸経費	9.31	7.60	9.48	9.76
維持管理費	8.31	6.07	8.23	8.78
運営利益/損失	1.51	1.57	1.55	2.42

出所：実施機関

表 17 庄河市水道料金（上下水道）

単位：元/m<sup>3</sup>

分類	上水	下水	合計
一般家庭	1.6	0.6	2.2
工業	3.2	0.9	4.1
商業	5.0	0.9	5.9
特殊（公衆浴場等）	15.0	1.1	16.1

出所：実施機関

表 18 旅順口污水处理場 収支状況

単位：百万元

項目	2007	2008	2009	2010
年間売上（総収益）	7.54	10.30	12.02	12.55
販売、諸経費（含む維持管理費）	8.64	10.10	10.14	12.57
運営利益/損失	-1.10	0.20	1.88	-0.02

出所：実施機関

表 19 旅順口区水道料金（上下水道）

単位：元/m<sup>3</sup>

分類	上水	下水	合計
一般家庭	2.3	0.6	2.9
工業	3.2	0.9	4.1
商業	5.0	0.9	5.9
特殊（公衆浴場等）	5.0	0.9	5.9

出所：実施機関

<sup>7</sup> 下水道料金は上水料金と共に徴収され、自来水公司から瓦房店市政府に納められた後、污水处理場へ支払われる。庄河市、旅順口区でも同様。

4事業の内、庄河上水の収支状況は黒字であるが、他の3事業は赤字である。元来、水道事業は収益性の低い事業であり、そのため、公共事業として運営されてきている。事実、4事業とも、市区政府の出資で成っている。また、水道事業収支の大きな要因となる水道料金については、市区政府物価統制局が自来水会社の収支状況、物価上昇率、他の公共料金の水準等を勘案して決定している。従って、水道事業の収支が悪化する場合は、市区政府が補助金の形で支援することになっており、財務的には安定していると考えられ、本事業の持続性に関して問題はないと考えられる。また、各実施機関は、4事業とも運営維持管理に配分されている予算額は適切だとしている。

### 3.5.4 運営・維持管理の状況

4事業とも、設置された機器、施設はいずれも正常に稼働しており、問題点は見当たらない。それぞれ年間の修理・維持管理計画を作成し、それに沿って毎日の点検、数ヶ月毎の点検を行っている。問題が生じた場合も、軽微なものは数日で対応し、大きなものは年間修理計画に合わせて修理を行っている。今般の事後評価で浄水場・下水処理場を視察した際も、本事業で整備された施設・機材は順調に稼働しており、特に問題は認められなかった。

以上から、サブプロジェクト4件とも維持管理は体制、技術、財務状況ともに問題なく、総合的に判断して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

「2.3 評価の制約」で述べた通り、サブプロジェクト間の関連性が薄いため、個別にレーティングした後に、4件を総合的に判断することとし、結果を表20に示す。

表20 サブプロジェクト毎の評価と総合評価

	妥当性	有効性・インパクト	効率性 (事業費+期間)	持続性	総合
瓦房店上水	③	③	② (③+②)	③	A
庄河上水	③	③	② (③+①)	③	A
瓦房店下水	③	③	② (②+②)	③	A
旅順口下水	③	③	② (②+②)	③	A
総合	③	③	②	③	A

サブプロジェクト毎の評価の結果を総合的に判断すると、本事業の実施は中国及び各対象市区の開発政策、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。また、本事業は全体では事業費は計画内に収まったものの、庄河上水の完成が大幅に遅れたことで事業全体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。上述したように、本事業は開発目的である、上下水道の整備を行うことによって、水需給の緩和と市内河川の水質改善を図るという面で、各サブプロジェクトにおいて概ね計画通りの効果発現が見られ、市民の生活環境の改善に資しており、有効性は高い。また、持続性に

についても、4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と判断される。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

## 4.2 提言

### 4.2.1 実施機関への提言

- 1) 上下水道料金は大連市内各市区政府の決定事項であり、実施機関単位で収支が赤字であっても各市区政府から補填を受けられるため事業運営に財務上の問題は生じていないものの、実施機関は市区政府と定期的に協議し、必要な場合は料金改訂の可能性も検討されたい。
- 2) 瓦房店市では、現在の下水処理能力が需要に追い付いていない。将来的な拡充計画は存在するものの時期等を定めた具体的なものではないことから、瓦房店市政府においては具体的な計画を策定されたい。

### 4.2.2 JICA への提言

なし。

## 4.3 教訓

なし。



主要計画／実績比較

項目	計画	実績
① アウトプット A. 瓦房店上水  B. 庄河上水  C. 瓦房店下水  D. 旅順口下水	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 導水管 約 26km</li> <li>・ ポンプ場 1 機</li> <li>・ ポンプ場から浄水施設までの送水管 約 11km</li> <li>・ 浄水施設 6.5 万 m<sup>3</sup>/日 (凝集沈殿急速濾過方式)</li> <li>・ 配水管 約 14km</li>   <li>・ 取水管 約 1 km</li> <li>・ 導水管 約 16 km</li> <li>・ 浄水施設 5.0 万 m<sup>3</sup>/日 (凝集沈殿急速濾過方式)</li> <li>・ 送水管 約 3 km</li> <li>・ 配水管 約 43 km</li>   <li>・ 下水処理施設 6.0 万 m<sup>3</sup>/日 (BIOFOR 法)</li> <li>・ 河道整備 約 4.5 km</li> <li>・ 排水管 約 8 km</li>   <li>・ ポンプ場 9 ヶ所</li> <li>・ 下水処理施設 3.0 万 m<sup>3</sup>/日 (オキシデーション・ディッチ法)</li> <li>・ 排水管 計約 59km <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 市内から処理場へ約 51km</li> <li>➢ 処理場内 約 4 km</li> <li>➢ 処理場から海の排水地点へ約 3km</li> <li>➢ 海へ排水 (海中) 約 1km</li> </ul> </li> </ul>	<p>計画通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 導水管 約 26km</li> <li>・ ポンプ場 1 機</li> <li>・ ポンプ場から浄水施設までの送水管 約 11km</li> <li>・ 浄水施設 6.5 万 m<sup>3</sup>/日 (凝集沈殿急速濾過方式)</li> <li>・ 配水管約 14km</li> </ul> <p>配水管が計画より約 30 km 増加。他は計画通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 取水管 約 1 km</li> <li>・ 導水管 約 16 km</li> <li>・ 浄水施設 5.0 万 m<sup>3</sup>/日 (凝集沈殿急速濾過方式)</li> <li>・ 送水管 約 3 km</li> <li>・ 配水管 約 73 km</li> </ul> <p>下水処理方法が変更された。他は計画通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 下水処理施設 6.0 万 m<sup>3</sup>/日 (ICEAS 法)</li> <li>・ 河道整備 約 4.5 km</li> <li>・ 排水管 約 8 km</li> </ul> <p>下水処理方法が変更された。また、旅順開発区内の下水処理ニーズに対応するため、開発区内のポンプ場と排水管が増えた。他は計画通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ポンプ場 14 ヶ所 (旅順開発区内で 5 ヶ所増)</li> <li>・ 下水処理施設 3.0 万 m<sup>3</sup>/日 (A2O 法)</li> <li>・ 排水管 計約 73km <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 市内から処理場へ約 53 km</li> <li>➢ 処理場内 約 4 km</li> <li>➢ 処理場から海の排水地点へ約 3km</li> <li>➢ 海へ排水 (海中) 約 1km</li> <li>➢ 旅順開発区内 約 12 km</li> </ul> </li> </ul>
② 期間	2001 年 3 月 (L/A) ～ 2003 年 9 月 (全事業運用開始) (31 ヶ月)	2001 年 3 月 (L/A) ～ 2006 年 6 月 (全事業運用開始) (64 ヶ月)
③ 事業費 外貨 内貨 合計 うち円借款分 換算レート	<p style="text-align: right;">3,309 百万円</p> <p>5,925 百万円 (456 百万円)</p> <p style="text-align: right;">9,235 百万円</p> <p style="text-align: right;">3,309 百万円</p> <p style="text-align: right;">1 元 = 13 円 (2001 年 3 月現在)</p>	<p style="text-align: right;">3,165 百万円</p> <p>6,060 百万円 (433 百万円)</p> <p style="text-align: right;">9,225 百万円</p> <p style="text-align: right;">3,165 百万円</p> <p style="text-align: right;">1 元 = 14.00 円 (2001 年～2006 年の単純平均)</p>

以上