

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 $3,440 \text{ m}^3/\text{人}$ であり、一方、北部地域の水資源量は $750 \text{ m}^3/\text{人}$ 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 m³/人(中国全国平均2,288 m³/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：A¹）

3.1 妥当性（レーティング：③²）

3.1.1 開発政策との整合性

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 m³/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 m³/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（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m³/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"> 門楼ダムの改修 (借款対象外) 取水ポンプ建設 4基 導水管建設 8.1km x 2条 浄水場建設 浄水能力 12.6 万 m³/日 送水管建設 5.8km x 2条 	(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 ³ /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"> 王屋ダムの改修 取水施設建設 2 万 m³/日 導水管建設 4.84km 浄水場建設 浄水能力 5.0 万 m³/日 増強、2.0 万 m³/日新設 送水管建設 17.78km 配水池建設 4000m³ x 2ヶ所 配水管建設 72.11 km 	(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 ³ /日新設分は 本事業よりキャンセル : 17.2km ほぼ計画通り : 4000m ³ 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"> 城子ダムの改修 (借款対象外) ポンプ場建設 2基 導水管建設 61.53km 取水ポンプ建設 3基 浄水場建設 浄水能力 2.0 万 m³/日 	(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 ³ /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"> 地下ダム建設 14.5km 堰改修・建設 22 区間 涵養池・涵養井建設 1300 井 取水井建設 20 井 導水管建設 6.77km 浄水場建設 浄水能力 3.0 万 m³/日 	: 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 ³ /日に縮小
⑤ 防潮堤事業 (萊州市)	<ul style="list-style-type: none"> 防潮堤改修 総延長 40.2km 丁子堤建設 8ヶ所 橋建設 1ヶ所 ゲート改修 10ヶ所 	: 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) の使用権が本事業開始直後 (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 m³/日)、導水管建設 (4.84 km)、浄水場建設 (2.0 万 m³/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 m³/日への増強を提案したため、浄水能力 6.0 万 m³/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 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 m^3 /日（最大）で平均は10万 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 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 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 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 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 m^3 /日増強され、2003年5月に本事業第1期
工事分で2万 m^3 /日の増強、さらに2004年末に4万 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、計画中で第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 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 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 km^2 から事業完成後 50 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 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：%)

	門楼ダム 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 煙台開発区自来公司の収支状況

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 龍口自来公司の収支状況

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 招遠自来公司の収支状況

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 萊州自来公司の収支状況

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/m³

	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）の自来水公司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 都市の自来水公司はいずれも 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公司の収支状況、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"> ・ 門楼ダムの改修（借款対象外） ・ 取水ポンプ建設 4基 ・ 導水管建設 8.1km x 2条 ・ 浄水場建設 浄水能力 12.6万 m³/日 ・ 送水管建設 5.8km x 2条 	<ul style="list-style-type: none"> ・ （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 m³/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"> ・ 王屋ダムの改修 ・ 取水施設建設 2万 m³/日 ・ 導水管建設 4.84km ・ 浄水場建設 浄水能力 5.0万 m³/日 増強、2.0万 m³/日新設 ・ 送水管建設 17.78km ・ 配水池建設 4000m³ x 2ヶ所 ・ 配水管建設 72.11 km 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 計画通り（自己資金/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 m³/日新設分は本事業よりキャンセル ・ 17.2km ほぼ計画通り ・ 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"> ・ 城子ダムの改修（借款対象外） ・ ポンプ場建設 2基 ・ 導水管建設 61.53km ・ 取水ポンプ建設 3基 ・ 浄水場建設 浄水能力 2.0万 m³/日 	<ul style="list-style-type: none"> ・ （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 m³/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"> ・ 地下ダム建設 14.5km ・ 堰改修・建設 22区間 ・ 涵養地・涵養井建設 1300井 ・ 取水井建設 20井 ・ 導水管建設 6.77 km ・ 浄水場建設 浄水能力 3.0万 m³/日 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 14.0km ほぼ計画通り（借款対象外） ・ 16区間に縮小 ・ 1210井、浸透排水溝 65箇所に変更 ・ 12基に変更 ・ 1.59km に短縮 ・ 浄水能力 1.5万 m³/日に縮小
5) 防潮堤事業（萊州市）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 防潮堤改修 総延長 40.2km ・ 丁子堤建設 8ヶ所 ・ 橋建設 1ヶ所 ・ ゲート改修 10ヶ所 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 総延長 40.2km 計画通り ・ 8ヶ所 計画通り ・ 自己資金で建設済 ・ 10ヶ所 計画通り
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