

平成 22 年度案件別事後評価：パッケージ II-4
中国

平成 23 年 11 月
(2011 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

委託先
アイ・シー・ネット株式会社

評価
JR
11-26

序文

政府開発援助においては、1975年以來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11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。

平成 22 年度案件別事後評価：
パッケージⅡ-4 中国 報告書

目次

中国	蘇州市水質改善総合対策事業	
	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	4
	3.1 妥当性	4
	3.2 効率性	6
	3.3 有効性	8
	3.4 インパクト	13
	3.5 持続性	19
	4. 結論及び教訓・提言	22
	4.1 結論	22
	4.2 提言	22
	4.3 教訓	22
中国	蘭州環境整備事業	
	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	4
	3.1 妥当性	4
	3.2 効率性	7
	3.3 有効性	11
	3.4 インパクト	16
	3.5 持続性	19
	4. 結論及び教訓・提言	22
	4.1 結論	22
	4.2 提言	22
	4.3 教訓	23
中国	黄河三角洲農業総合開発事業	
	0. 要旨	1
	1. 案件の概要	1
	1.1 事業の背景	2
	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	4
	3.1 妥当性	4
	3.2 効率性	6
	3.3 有効性	10
	3.4 インパクト	16
	3.5 持続性	20
	4. 結論及び教訓・提言	24
	4.1 結論	24
	4.2 提言	25
	4.3 教訓	25
中国	第二次黄河中流域保全林造成計画	
	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	5
	3.1 妥当性	5
	3.2 効率性	7
	3.3 有効性	10
	3.4 インパクト	17
	3.5 持続性	19
	4. 結論及び教訓・提言	21
	4.1 結論	21
	4.2 提言	21
	4.3 教訓	22
中国	浙江省污水対策事業	
	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	4
	3.1 妥当性	4
	3.2 効率性	7
	3.3 有効性	9
	3.4 インパクト	16
	3.5 持続性	19
	4. 結論及び教訓・提言	23
	4.1 結論	23
	4.2 提言	24
	4.3 教訓	24
中国	天津市污水対策事業	
	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	3
3.1 妥当性	3
3.2 効率性	6
3.3 有効性	9
3.4 インパクト	15
3.5 持続性	17
4. 結論及び教訓・提言	20
4.1 結論	20
4.2 提言	20
4.3 教訓	20

中国 黒龍江省酪農乳業発展計画プロジェクト

0. 要旨	1
1. 案件の概要	1
1.1 協力の背景	1
1.2 協力の概要	2
1.3 終了時評価の概要	5
2. 調査の概要	6
2.1 外部評価者	6
2.2 調査期間	6
2.3 評価の制約	6
3. 評価結果	7
3.1 妥当性	7
3.2 有効性・インパクト	8
3.3 効率性	25
3.4 持続性	27
4. 結論及び教訓・提言	32
4.1 結論	32
4.2 提言	32
4.3 教訓	33

0. 要旨

市内に水路が張り巡らされる蘇州市では、水質の改善は住民の生活環境上、緊急性の高い課題であった。事業実施以降、汚水処理場は順調に稼働しており、その結果市内水路の水質は5割以上の改善を見せるなど、顕著な効果が発現している。市民からも、水質の改善を認める意見が多く聞かれ、市内の観光業も順調に成長するなど、本事業の目的は概ね達成されたと評価できる。蘇州市政府は水資源分野への取り組みに高い優先度を付けており、事業の技術・財務的な持続性にも問題は見られない。ただし汚泥処理については、現行の埋め立て方式から焼却など高度技術への転換が将来的に必要と思われる。以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

1. 案件の概要



案件位置図



福星処理場

1.1 事業の背景

中国南部の江蘇省は、上海市などの大都市を擁し、1997年時点の経済規模は全国2位に位置していた。その中で、省南部に位置する蘇州市は、工業都市としての重要性に加え、多数の世界遺産を持つ観光都市としても発展しており、主要都市として位置づけられていた。また蘇州市は豊かな水資源でも知られており、周辺を大小の湖や京杭大運河などに囲まれ、市内には水路が張り巡らされるなど、市面積に占める水域面積の割合は43%に上っていた。

蘇州市は1980年代以降の急速な経済成長と人口増加によって、生活・工業排水の排出量が増加していたが、処理率、処理効率共に低く、多くは排水水質の国家基準を達成しないまま市街水路に放出され、水質汚濁が深刻化していた。加えて、1992年の京杭大運河迂回工事などの影響で、市街水路に流入する水量が減少したことで、水路の自浄能力が低下、その結果水質汚濁は深刻化し、市内水路の水質は国家環境基準の最低ランクであるV類に達していなかった。



図 1 事業実施前の水路の状態



図 2 富栄養化¹が進んだ水路

1.2 事業概要

江蘇省蘇州市において、下水処理能力増強のため下水処理場施設、下水管等を建設することにより、市内河川の水質改善をはかり、もって市民の生活環境の改善に寄与する。

円借款承諾額／実行額	6,261 百万円 / 6,261 百万円
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 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／蘇州市人民政府、蘇州清源 建設有限公司
貸付完了	2007 年 7 月
本体契約	Sainty International Group Jiangsu Machinery I/E Corp Ltd.(中華人民共和国)
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	Feasibility Study on Water Environment Comprehensive Improvement Project in the Urban Area of Suzhou(Suzhou CIECC Engineering Consulting Co.,Ltd./Suzhou Qingyuan Construction & Development General Company, 1998 年)
関連事業	China- Tai Baisin Urban Environment Project (世界 銀行,2004 年)

¹ 湖沼等閉鎖水域が、長年にわたり流域から窒素化合物及びリン酸塩等の栄養塩類を供給されて、生産の高い富栄養湖に移り変わっていく現象をいう。富栄養化になると藻類等が異常増殖繁茂し、水中の酸素消費量が高くなり貧酸素化し、また藻類が生産する有害物質により水生生物が死滅する。また、水質が悪化し、透明度が低く水は悪臭を放ち、緑色、褐色、赤褐色等に変色する



図 3 蘇州市区とプロジェクトサイト

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

百田 顕児 (アイ・シー・ネット株式会社)

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11月～2011年11月

現地調査：2011年2月26日～3月9日、2011年6月4日～6月11日

2.3 評価の制約

特になし。

3. 評価結果（レーティング：A²）

3.1 妥当性（レーティング：③³）

3.1.1 開発政策との整合性

(1) 審査時の開発政策

中国では1980年代以降、急速な工業化・都市化による生活・工業用水需要の急増と、それに伴う水質悪化が深刻化していた。中国政府の基本政策は、水質環境の改善を継続的な優先課題として位置づけており、これまで水質を含む環境基準の厳格化が数度にわたって実施されている。特に湖沼では、「三湖」（太湖、巢湖、真湖）での悪化が深刻化しており、第9次5カ年計画（1996年～2000年）では、安全な水源確保のため、都市下水道の整備は工業排水処理の強化と並び、水源となる河川・湖沼への汚水排出の抑制のための最重要項目となっていた。

表1 蘇州市の水質改善目標

目標	2000年	2010年
京杭大運河および内外水路	IV～V類	IV類
飲料水源一級保護区	II類	II類
太湖、陽澄湖、その他河川、湖沼	地区別	不明

この目的達成のため、江蘇省では1996年に「江蘇省太湖水污染防治条例」を制定し、下水処理施設の整備計画、水路保護条例等の策定・実施を進めている。

(2) 事後評価時の開発政策

第11次5カ年計画（2006年～2010年）では、環境保護に関する取り組みを一層強化する方針が示され、10大重点環境保護事業の実施を打ち出している。水質改善事業はその中でも優先度が高く、都市の汚水処理事業もそのうちのひとつとして、全国の汚水処理率の70%達成などの目標が掲げられ、重要項目と位置付けられている。

蘇州市政府では、市内の水資源環境は市の社会経済生活と密接な関係を有しているため、その改善が市にとって非常に重要と認識している。よって、継続的な投資計画を進めている。蘇州市の都市計画マスタープランと位置付けられる都市全体計画（1996～2010年）では、水環境の整備・保護を重点目標として掲げてきた。水資源環境改善の具体的な計画は、「蘇州市都市水環境整備計画（2007-20）」の長期計画に基づいて進められており、既存設備の改造、汚水管網の拡充、河道整備などに累計8.36億元（約108億円）の投資を計画、BOT方式⁴など民間投資を含めた資金調達も検討している。

上記政策に基づき、本事業実施機関の蘇州市清源建設公司是、本事業完成後も、処理

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

³ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」。

⁴ (Build Operate Transfer 方式)民間事業者が自らの資金で主に公共施設を建設、維持管理・運営し、事業終了後に所有権を公共へ移転する形式。

場の拡張・増強工事(第二期工事)や、河川対策・導水事業などを継続的に実施している。その背景について、実施機関の総経理⁵へのインタビューでは、本事業の実施が、その後の追加的な工事への投資を促進する端緒として大きな役割を果たしたと評価しており、本事業から始まる一連の汚水処理事業の必要性は、当時から現在に至るまで高い⁶。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

蘇州市は、江蘇省の中でも重要な工業都市であると同時に、2500年の歴史を持つ観光都市⁷としても知られており、市内に流れる河川や水路そのものも、景観の一部を形成する重要な観光資源となっていた。本事業の計画時、蘇州市では急速な経済成長、人口増加により、生活排水と工業排水の排出量が増加する一方、処理能力は追いついていなかった。汚染物質の処理効率も低く、処理済み汚水も、多くは排出基準未達成のまま放出されていた。加えて90年代に生じた運河の迂回措置のため、旧市街水路の水量は半減し、特に水質が比較的良好だった太湖水が減少したため、水質悪化がさらに進んでいた。この結果市内水路の水質は、国家環境基準の最低ランク、V類に達しておらず、生活環境の改善と、景観保護の両面から、水質の早急な改善が求められていた。

本事業実施以降の蘇州市の都市・経済発展に伴い、汚水処理の需要も高まっていることから、本事業対象地域における水質改善の必要性は依然として高い。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

審査当時の日本の中国向け「国別援助方針」では、環境対策を重点分野の一つとして掲げ、下水道等の水質汚濁防止対策について、中国側のニーズを踏まえつつ援助を進める方針を打ち出していた。また当時の中国向け円借款の実施方針⁸では、重点3分野として環境、農業、地域間格差是正のための内陸部重視を掲げていた。本事業は、水資源環境が住民の生活環境と密接に関係する蘇州市を対象とした環境対策事業であり、国別援助方針、また中国向け円借款の実施方針とも合致し、その具体化においても重要な取り組みと評価できる。

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

⁵ 中国企業の役職の1つで、日本の代表取締役役に相当。

⁶ 本事業以降実施された事業としては、1.婁江、福星下水処理場二期拡張工事、2.中心地区下水処理場の水準向上改造工事、3.雨水・汚水分流及び支管-使用者間の通水工事、4.西塘河導水工事、5.中心地区河川総合対策工事、6.中心地区洪水防止工事などがある。

⁷ 1997年には市内4か所の庭園が世界遺産に登録されていた。

⁸ 外務省のODA大綱、中期政策等を踏まえて3年ごとに作成されていた、国際協力機構(JICA)の海外経済協力業務実施方針を指す。

3.2 効率性（レーティング：②）

3.2.1 アウトプット

本事業における計画と実績は下表の通りで、概ね計画通りに実施された。

アウトプット	計画	実績
1) 下水処理場		
1. 婁江処理場 日処理量	6 万 m ³ /日	計画どおり (現在は 14 万 m ³ /日に拡張)
2. 福星処理場 日処理量	8 万 m ³ /日	計画どおり (現在は 18 万 m ³ /日に拡張) *両処理場とも、除臭設備の追加調達が実施された
3. 下水管 管網整備 下水システム改修	計 110km 19 ヶ所の接続	計 108km 計画どおり
4. ポンプ場	20 ヶ所	計画どおり
2) 水路整備と導水事業		
1. 水路整備 浚渫 河川拡幅 橋梁改善	65.3km 4.4km 21 ヶ所	計画どおり 計画どおり 計画どおり
2. 導水(太湖) 取水量 導水管 ポンプステーション	35 万 m ³ /日 29.1km 1 ヶ所	計画どおり 計画どおり 計画どおり

主な変更点は以下の通り。

- 当初計画した婁江下水処理場の排出口は開発区に位置する金鷄湖の上流域にあり、その水質に影響を与えないよう、下流に移された。
- 建設予定地の周辺の住宅開発が進み、処理工程での悪臭対策の必要が生じたため、除臭設備の追加調達が実施された⁹。

⁹ 追加調達の規模は約 5 億円で、本事業の円借款資金を活用して整備された。現在も悪臭対策は継続して進められており、本事業の事後評価時点においても、反応池上面を覆う追加工事を実施中

本事業については、蘇州市の汚水処理需要の増加を受け、世界銀行の支援による処理量拡張の第二期工事が実施され、現在の処理量は当初規模の倍(日処理量 32 万 m^3)に拡張されている。また環境・水質の国家基準の引き上げに伴い、第三期工事が実施された¹⁰。

これは当初設計が対象としていなかった汚染物質の処理能力向上を図るもので、2010 年末に完成している。この他、上述の臭気対策については、最近も福星処理場で追加の臭気対策・改築工事が実施されている。追加工事の理由は、事業実施当時、対象地は郊外に位置し、周辺に住宅等もなかったことから、特段の臭気対策は必要とされていなかったが、その後の経済発展に伴い、周辺地域の住宅地開発が進んだため、近隣住民への配慮から除臭設備の改良が必要となったためである。



図 4 福星処理場 生物反応池



図 5 住宅地そばの水路

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

総事業費は 165 億 7800 万円(うち円借款部分 62 億 6100 万円)の計画に対して、実際は 170 億 6700 万円(うち円借款部分 62 億 6100 万円)と、計画を若干上回った。この金額は除臭設備の追加購入約 5.1 億円を含むものであり、当初計画された設備の事業費実績は 165 億 5800 万円で、用地取得費の増加等(約 2.75 億円増加)は生じたものの、為替レートの変動等もあり、計画比 99.87%と計画内に収まった。

3.2.2.2 事業期間

本事業の期間は 2000 年 3 月～2003 年 12 月(46 ヶ月)の計画に対して、実際は 2000 年 3 月～2007 年 12 月(94 ヶ月/計画比 204%)と、計画を大幅に上回った。主な理由は以下の通りである。

- 導水管の一部(約 1km)の敷設について、政府命令により、蘇州駅の改築に合わせて同時に施工しなければいけなくなったため、着工～完成が 2007 年まで遅延した。

¹⁰ 改良・増強された設備は、網目フレーム及び曝気砂沈殿槽、改良型交替式生物反応槽、送風機室及び二期反応槽配電室等で、放出汚水の国家基準の一級 A[〃]B を達成することを目的としていた。

- ・ 導水管の敷設対象地域の一部は交通量が多く、担当政府部門の施工許可が遅れた。
- ・ ポンプ場整備のうち、白洋湾、斉門立体交差など、6ヶ所について、用地取得交渉が想定より長期化し、着工が遅れた。

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) 評価の視点

汚水処理場の稼働状況の評価は、中国の国家環境基準を満たす運用がされているかどうかを主な基準として評価を行った。通常は、汚水処理場が計画された処理能力・効果を達成しているかどうかを主な評価の基準となるが、現在の中国の汚水排出基準は、国の環境政策の厳格化に伴い、計画時より厳しい基準が適用されている。評価の対象となる汚水処理場も、このような基準の厳格化に対応するため、設備の増強を継続的に実施しており、すでに当初計画時を超える処理能力を有しているため、当初計画値を元に判断することは現実的ではないと考えた。このため有効性の評価については、事業実施以降に追加された工事も含めた、総合的な成果としてとらえる必要がある。

表 2 処理汚水の国家水質基準

指標	計画時	現在
	一級 B 基準	一級 A 基準
COD _{cr} ¹¹	60 mg/l 以下	50mg/l 以下
BOD _s ¹²	20 mg/l 以下	10 mg/l 以下
SS ¹³	20 mg/l 以下	10 mg/l 以下
NH ₃ -N ¹⁴	8(15) mg/l 以下	5 (8)mg/l 以下
TP ¹⁵	1 mg/l 以下	0.5 mg/l 以下

出所：都市下水処理場汚染物排出基準(GB18918—2002)

¹¹ COD(Chemical Oxygen Demand)=化学的酸素要求量。BOD と同じように水の汚れの度合いを表す値として用いられ、水中の有機物を酸化剤で酸化する際に消費される酸素量を指す。

¹² BOD(Biochemical Oxygen Demand)=生物化学的酸素要求量。水の汚濁指標として用いられ、特に工場排水等の規制項目の一つとして重要。微生物が水中の有機物を分解するときに消費する酸素量として表され、この値が大きいくほど、水の汚れの度合いが高い。

¹³ SS(suspended solid)=浮遊物質。水中に懸濁している不溶解性の粒子状物質のことで、粘土鉱物に由来する微粒子や、動植物プランクトンおよびその死骸、下水・工場排水などに由来する有機物や金属の沈澱などが含まれる。

¹⁴ NH₃-N=アンモニア性窒素。蛋白質、尿素、尿酸などの有機性窒素の分解により生成するもので、窒素系の汚染の消長を知る手がかりとなる。りん酸塩とともに富栄養化を促進する原因となる。

¹⁵ TP=全りん。水中のりん化合物の総量をりんの濃度であらわしたもの。りんは、し尿、洗剤、肥料等に含まれており、全りんは、富栄養化の指標として使用され、閉鎖性水域では排水基準が定められている箇所がある。

(2) 汚水処理場の稼働状況

1) 福星／婁江処理場の稼働状況

両汚水処理場は、当初需要を大きく超える汚水処理の需要に対応しており、稼働以来、100%超の稼働を続けてきた。効率性の項で述べた通り、両汚水処理場は第二期～三期工事を経て、汚水処理能力は当初の倍以上の規模に増強されている。現在、市内の処理場は既設の城東処理場含め3カ所で、汚水処理能力は32万t/日まで拡張されており、市内の汚水処理需要を当面カバーできる規模に整備されている。

表 3 福星処理場の稼働状況

	指標	単位	第一期 (計画値)	2008年	2009年	2010年	国家基準 達成状況
1	処理人口	万人				25.4	
2	汚水処理量	(m ³ /日)		79,500	113,000	125,200	
3	設備利用率	(%)		99.4%	62.8%	69.6%	
4	BOD濃度(mg/l)	入口	180	145.1	139.8	117.4	一級A
		出口	30	7	5.1	2.81	
		削減率(%)	83.3%	95.2%	96.4%	97.6%	
		削減量(t)	4380	4007	5554	5237	
5	COD濃度(mg/l)	入口	360	324.6	332	309	一級A
		出口	120	35.7	32	32	
		削減率(%)	66.7%	89%	90%	90%	
		削減量(t)	7008	8,383	12,374	12,658	
6	SS濃度(mg/l)	入口	250	169	168	171	一級A
		出口	30	15	13	10	
		削減率(%)	88.0%	91.1%	92.3%	94.2%	
		削減量(t)	6,424	4,467	6,393	7,367	
7	NH3-N濃度(mg/l)	入口	35	27.1	25.8	23.3	一級A
		出口	25	21	4.4	3.6	
		削減率(%)	28.6%	22.5%	82.9%	84.5%	
		削減量(t)	292	177	883	898	
8	TP濃度(mg/l)	入口	4	3.7	4.19	3.72	一級B
		出口	1	1	0.95	0.51	
		削減率(%)	75.0%	73.0%	77.3%	86.3%	
		削減量(t)	88	78	134	147	
9	汚泥処理量	t/年		23,599	28,684	44,032	
10	汚泥再利用率	(%)		100	100	100	

出所：蘇州清源建設有限公司

汚水処理場の汚染物質削減率は、2010年時点でほぼすべての指標で9割近くに達し、処理後水質目標および削減量とも、当初計画値を概ね達成している。現在の処理効率は、当初基準の一級B基準はすでに全項目で達成している。また一級A基準についても、SS、TPを除き達成しており、良好と評価できる。

表 4 婁江処理場の稼働状況

	指標	単位	第一期 (計画値)	2008年	2009年	2010年	国家基準 達成状況
1	処理人口	万人				20.2	
2	汚水処理量	(m ³ /日)		61,200	124,000	123,900	
3	設備利用率	(%)		100%	89%	89%	
5	BOD濃度(mg/l)	入口	180	95.3	102.7	111	一級A
		出口	20	6	4.01	2.99	
		削減率(%)	89%	94%	96%	97%	
		削減量(t)	3,504	1,995	4,467	4,885	
6	COD濃度(mg/l)	入口	360	231.3	249	259	一級A
		出口	60	29.4	27.8	25.8	
		削減率(%)	83%	87%	89%	90%	
		削減量(t)	6,570	4,510	10,012	10,545	
7	SS濃度(mg/l)	入口	250	119	124	124	一級B
		出口	20	13	12	11	
		削減率(%)	92%	89%	90%	91%	
		削減量(t)	5,037	2,368	5,069	5,110	
8	NH3-N濃度(mg/l)	入口	35	24	23	23.3	一級A
		出口	15	4.6	2.52	3.64	
		削減率(%)	57%	81%	89%	84%	
		削減量(t)	438	433	927	889	
9	TP濃度(mg/l)	入口	4	3.4	3.76	3.72	一級B
		出口	0.5	0.8	0.75	0.51	
		削減率(%)	88%	76%	80%	86%	
		削減量(t)	77	58	136	145	
10	汚泥処理量	t/年		13,635	24,104	28,409	
11	汚泥再利用率	(%)		100%	100%	100%	

出所：蘇州清源建設有限公司

(3) 導水事業

太湖からの取水事業について、現在の運用状況は以下の通りである。導水事業については、市内水路の水質改善や、他の導水事業との連携が進んだことから、現在は水質改善のための水路循環の役割を縮小し、上水道の水源の送水機能へと、その役割を切り替えている。

表 5 取水事業の現況

	計画値	2008	2009	2010
取水量(万 m ³ /日)	35	31.9	23.8	18.8
うち水源用途		9.9	9.8	9.8
うち水路循環		22	14	9
年間導水日数	300	365	365	365
うち水源用途		365	365	365
うち水路循環		22	16	10

出所：蘇州清源建設有限公司

2010年現在、水路循環のための導水は年10日程度にとどまっております、水質の改善が順調に進んだことを示していると評価できます。送水機能についてはほぼ通年で稼働しており、設備の有効活用が図られています。なお蘇州市では水質改善の取り組みの一環として、西塘河導水工事を実施している。これは西塘河と望虞河を通じて長江の水を蘇州市内の河川に流入させ、市内の河川水環境容量と水の自浄能力を高めることを目的としており、現在は太湖からの導水事業と合わせて実施されている。



図 6 太湖沿岸の取水口



図 7 取水ポンプ場

(4) 市内水路の水質改善

本事業は、汚水処理施設・下水管、市内水路の整備により、汚水の市内河川や水路への直接排出を抑制し、河川・水路の水質を改善することを目的として実施された。現在市内を流れる河川・水路の主要地点(市中心部・内堀)における水質は以下の通りで、いずれも景観用水の水質基準となる、国家基準Ⅳ類を達成している。

表 6 に示すとおり、COD、BOD 等の主要指標は、事業実施前の水準からほぼ 5 割程度、もしくはそれ以上の改善を示しており、水路の水質について、明確な改善傾向が確認できた。現地調査時では市内 5 カ所のサンプル調査を実施したが、外観上も目立った汚染や富栄養化現象は確認されず、安定した水質が維持されていた。加えて、後述する受益者調査でも、多くの回答者が近年の水路の水質改善を認識・評価しており、汚水処理事業による効果が確認できた。

表 6 市内水路の水質の改善状況

(単位：mg/l)

		事業実施前		現状		
		1998	1999	2008	2009	1998 年比
相門橋	COD ¹⁶	38.9	39.1	22.23	20.21	-48%
	BOD	8.1	8.2	4.6	3.7	-54%
	NH3-N	1.89	1.91	1.53	1.04	-45%
	TP	1.58	1.59	0.75	0.52	-67%
平門橋	COD	39.3	39.2	23.4	21.32	-46%
	BOD	7.9	8.0	4.7	3.6	-54%
	NH3-N	1.88	1.92	1.49	1.09	-42%
	TP	1.63	1.63	0.72	0.49	-70%
姑胥橋	COD	39.6	39.5	22.14	20.18	-49%
	BOD	8.3	8.1	4.9	3.8	-54%
	NH3-N	1.91	1.9	1.44	1.16	-39%
	TP	1.59	1.63	0.67	0.46	-71%
人民橋	COD	39	39.3	21.98	20.01	-49%
	BOD	8.2	8.3	4.5	3.3	-60%
	NH3-N	1.9	1.93	1.5	1.13	-41%
	TP	1.59	1.6	0.65	0.53	-67%

出所：蘇州市環境保護局



図 8 市内水路の一部



図 9 市内近郊の大運河

¹⁶ なお JICA 審査時資料では COD 値について、COD_{mr}を採用しているが、現在の測定基準は COD_{Cr}となっているため、そちらに合致する基準を新たに収集して、審査時～事業実施後の比較を行った。COD の測定方法は二つあり、日本では過マンガン酸カリウムによる酸化反応で酸化に要する酸素量を求めるマンガン法 (COD_{Mn}) が採用されているが、中国では二クロム酸カリウムによる酸化反応で求めるクロム法 (COD_{Cr}) を採用している。過マンガン酸カリウムの方が酸化力は弱く、同じサンプルを両方法で分析するとこちらの方が低い値になる (COD_{Mn} は COD_{Cr} のおよそ 1/3 の値)。

3.3.1.2 内部収益率

本事業の財務的内部収益率(FIRR)は、計画時に採用された以下の前提条件に基づき、実績値を元に再計算を行った。その結果は 1.86%と、計画時の 6.2%から低下している。この背景には、汚水処理コストの増加に加え、汚水処理料金設定の水準が想定より低いことが挙げられる。汚水処理コスト(費用)は計画時には 0.6 元/m³以下と想定されていたが、実際の処理コストは 0.65 元/m³に上昇している。加えて審査時の計算では、処理料金(便益)は当初 0.6 元/m³から毎年値上げし、最終的には 1.4 元/m³の徴収を想定していたが、実際の徴収料金は当初 0.4~0.55 元/m³から現在は 1.15 元に設定されており、当初想定よりも汚水処理による収益の幅が狭まっているためと考えられる。実施機関との協議では、元々汚水処理事業は公益性が高く、現在の料金水準も収益性を重視したものではなく、汚水処理に要する直接的な費用を回収できる水準に設定しているとの回答があった。

前提条件	計画時	事後評価時 (2011 年)
1.費用：初期投資額、運営・維持管理費用 2.便益：汚水処理料金収入	FIRR 6.2%	FIRR 1.86%

3.3.2 定性的効果

本事業がもたらす定性的効果としては、水質の改善による都市景観、生活環境の改善等があるが、これらの分析についてはインパクトの項で詳述する。

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

本事業は汚水処理施設の整備を通じて市内河川、水路の水質改善、市民の生活環境の改善に寄与することを目的としていた。本項ではこれらの点を分析するため、処理された水の排出先の河川、水路の水質への影響や、蘇州市民の水環境についての意識の変化に関する調査を実施した。

3.4.1.1 汚水処理場近郊の河川・水源の水質

婁江/福星処理場の処理済み汚水排出口近郊¹⁷の河川水質は、表 7 が示すとおり事業実施以降、年々改善傾向にあり、観測点の大半において地上水 IV 類の水質国家基準に達している。河川水質は、上流域の汚染状況なども影響するため、本事業との関係性を明確に検証することは困難である。しかしながら、本事業で処理された汚水の放流水質

¹⁷ 両処理場の排出先はそれぞれ婁江(婁江)、京杭大運河(福星)である。

は、国家基準の一級 A~B 基準に達し、河川水質に影響を及ぼさない水準に改善されていることから、これまで未処理で排出されていた汚水の量を削減したことで、改善に貢献しているものと評価できる。

表 7 婁江／福星処理場の排出先近郊の水質

1)婁江処理場の排出先近郊					
監視点	指標	2003	2008	2009	国家基準
朱家村	COD _{mn} (mg/l)	6.2	5.0	4.7	50
	BOD(mg/l)	3.7	2.8	2.4	10
2)福星処理場の排出先近郊					
監視点	指標	2003	2008	2009	国家基準
1.軽化倉庫	COD(mg/l)	35.8	25.8	20.2	50
	BOD(mg/l)	5	4.4	4.2	10
2.長橋	COD(mg/l)	30.7	20.4	20.2	50
	BOD(mg/l)	4.9	4.1	4.0	10

出所：蘇州市環境保護局

3.4.1.2 蘇州市全体の水質改善状況

蘇州市内の水路の水質は上述の通り大幅に改善し、景観用水の水質基準 IV 類を達成している。市内の汚水処理率も目標を上回っており、本事業を含む、蘇州市による水質改善に向けた取り組みが効果を挙げている。蘇州市清源建設会社の董事長とのインタビューでも、本事業が計画通りに実施され、汚水処理場が良好に稼働したことで、実施機関の事業実施能力と、汚水処理事業が水質改善に及ぼす効果が確認されたことで、ドナー資金の調達等が容易になり、第二期工事やその後の水質改善事業に向けた取り組みが加速したことを指摘しており、本事業がその後の取り組みの呼び水として重要な役割を果たしたことがうかがえた。

表 8 事業実施以降の蘇州市の水資源環境

指標	2000年	計画	実績
水質			
市内水路	V類	IV類	IV類
飲用水源	III類	II類	II類
汚水処理			
処理率	50%	75%	生活汚水 95% 工業汚水 100%
下水管普及率	85%	90%	不明

出所：JICA 審査時資料

注：下水管普及率については、蘇州市の正確な普及率が確認できなかったため、不明とした。ただし実施機関によれば、市区(都市部)の普及率は90%を超えているということが確認された。

3.4.1.3 住民の生活環境改善

本事業は市内水路の水質改善を通じて、市民の生活環境を改善することを目的の一つとしていた。水質の改善と生活環境との関係について把握するため、本調査で市民向けの受益者調査を実施した。対象は蘇州市内の水路近隣に居住・営業する住民(対象地区七里山塘街、滄浪亭)で、計 100 サンプル(有効数 98)を回収した。主要な質問への回答結果は以下の通りである。

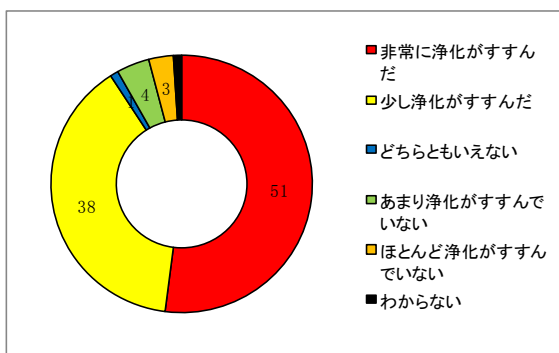


図 10 水質の改善についての評価

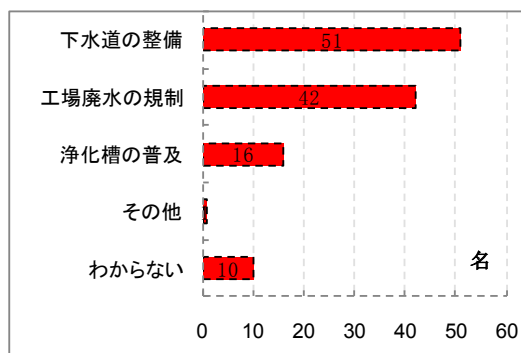


図 11 水質改善の理由

市内水路の水質の事業前後の変化については、約 9 割の回答者が、改善を認めており、2.3 で分析した水質の改善傾向が、住民レベルでも実感できていることが確認できた。また改善の理由として、汚水処理施設の整備を挙げる回答者が約半数を占めており、本事業が住民にも認知されていることが分かる。汚水処理施設の認知度が高い理由として、処理場が住宅地の近隣にあること、汚水処理場による環境教育キャンペーン¹⁸などの取り組みによる効果などが背景にあると見られる。

水質改善と生活環境の改善との関係についても、約 85%の回答者が、生活環境の改善上の効果を認めている。具体的には、住宅前の水路からの異臭・悪臭の減少や、蠅などの害虫の減少、水面の色の改善による景観の改善を認めている。また水路の改善により、水路近辺の散歩といった日常的な余暇の過ごし方の選択肢も増えており、その点でも一定の効果があると認められる。

一方、一部の住民について、いまだに生活用水を水路に直接放出する事例があるとの意見も聞かれた。実施機関では、これらの問題を直接是正する権限を有していないため、現時点で直接的な改善の取り組みは進められていない。このような生活習慣を変えるには、継続的な環境教育等を行う必要があり、環境保護局などとの連携による取り組みが必要と考えられる。

¹⁸ 実施機関では、年数回、近隣住民等を対象とした処理場の見学ツアーなどを開催し、汚水処理事業の普及と環境教育を図っている。

3.4.1.4 蘇州市の景観の改善と観光産業の成長

受益者調査によると、事業実施前と比較して、景観を含む生活環境の改善を認める意見が回答者の約 85%に達しており、明確な改善傾向が確認できた。水質改善に伴い、蘇州市政府では水上観光振興の取り組みを推進しており、主要観光地間を結ぶ山塘～上塘河の環状遊覧や、平江河の文化水廊の整備などが進められてきた。このような取り組みの成果もあり、2000 年代以降、蘇州市の観光客数は順調に増加している（図 12 参照）。

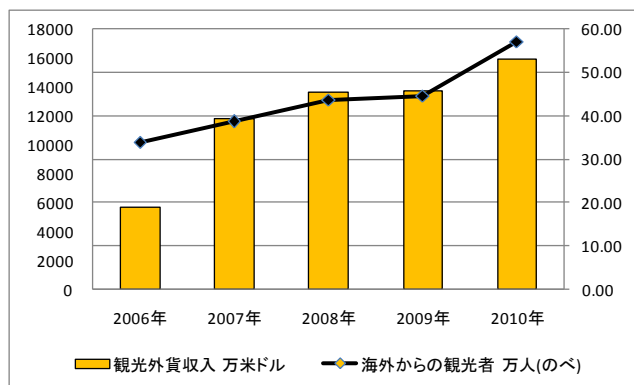


図 12 蘇州市外国人観光客・収入の推移

出所：蘇州市観光局

蘇州市観光局副局長へのインタビューでは、以下の点が確認できた。

- ここ 10 年、観光客数は順調に増加しており、年平均約 14～17%の伸び率を示しており、観光者数は 2006 年と比較して 4 倍以上の規模に増加している。観光収入額でも、外貨収入は 2006 年比で 3 倍、総収入では 5 倍以上に増加している。
- 観光局が実施した観光客向けのアンケート調査でも、以前見られた水の悪臭等の苦情はあまり見られなくなり、主要観光都市の満足度調査でも、全国で 6 位に達している。
- 「東方水城」と呼ばれる蘇州市にとっては、水路や水資源といった景観そのものが観光資源であり、近年水質が改善されてきたことは、大きな効果がある。全国観光研究院が実施した 2010 年観光都市満足度の調査結果でも、蘇州の満足度は過去 3 年間で 11～7～3 位と上昇傾向にあり、観光資源としての魅力が向上している。

このような観光産業の発展と水質改善事業の貢献度を定量的に測ることは困難だが、上記のインタビュー結果でも、水路や水資源が、蘇州市の観光資源において重要な役割を果たしていることが確認された。このことから、本事業を含む水質改善に関する継続的な取り組みが、現在の観光産業の順調な発展に貢献していると評価できる。

3.4.2 その他、正負のインパクト

(1) 汚泥処理の現状と課題

汚水処理過程で発生する汚泥については、蘇州市北部に位置する常熟市の民間企業(農業技術・肥料製造)と委託契約を結び、処理している。処理方法は有機廃棄物との混合による堆肥化で、この企業による処理量は 200t/日に上る。しかしながら、現状では再生産された堆肥の販売先が十分に確保できておらず、多くが在庫として保管されている。保管場所は当面確保されるとしているが、持続的な処理の循環を確立するには、販路の確立が課題となる¹⁹。処理を担当する企業では、汚泥を原料とする堆肥についての市場での認知度が低いため、政府による支援などを交え、中長期的には汚泥処理、堆肥化、市場流通というサイクルを確保し、適切な循環を確立することが必要としている。なお汚泥処理場周辺の観測井戸(4 か所)の水質のサンプリング検査の結果は以下の通りで、いずれも国家基準を下回っており、現時点で問題は見られないと報告されている。

表 9 観測井戸の水質(越溪鎮徐杏村)

(単位：mg/l)

指標	数値	基準値
COD _{mn}	4.8	未入手
NH ₃ -N	0.37	25.0
PH	7.4	6.0~9.0

出所：蘇州清源建設有限公司



図 13 常熟市の汚泥処理場



図 14 生産された堆肥

本事業実施機関の親会社(水務投資公司)との協議では、汚泥処理については、資源化や再利用など、高度技術の導入による効率化も検討しているが、コストなどの課題を解消する必要があり、今後の長期計画の中でどのように実施するか検討したいとの見解が示された。協議の中では、どのような技術が経済的、効率的な選択肢となるかについて、技術調査や外国からの協力を期待する意見も示された。

¹⁹ 生産された堆肥については、生産量の 20%が政府買取り、20%が独自の販路を通じた販売で、約 60%が在庫となっている。

参考 中国における汚泥処理の現状と課題

(1) 汚泥処理の現状

全国的な経済・都市の発展に伴い、中国における汚水処理需要も急速に伸びている。1990年代以降、中国政府は、日本の円借款等を活用して汚水処理場の整備などを中心的に取り組んできた。この結果、汚水処理に関するインフラの整備は一定程度進んだものの、処理過程で発生する汚泥の処理については、いまだ課題が多い。現在の国家計画(第12次5カ年計画)によると、全国の年間の汚泥発生量は3,500~6,000万トンに達すると見込まれており、対応に迫られている。一方、現在の汚泥処理方法は埋め立てや簡易堆積等に大部分を依存しており、汚泥に含まれる有機物や重金属等の二次汚染が問題となっている。特に埋立て用地の不足が問題となる沿岸部については、汚泥の焼却や再資源化といった高度技術の導入が今後必要と考えられる。

(2) 中国政府の取り組み

中国政府は汚泥処理に関する各種政策・規制を打ち出しており、『都市汚水処理場の汚泥の処理及び処分技術に関するガイドライン(2011年)』などの施策を通じて、汚泥処理技術や処理方法の選定等の基準を定め、推進に向けて取り組んでいる。最近ではBOT方式などによる汚泥処理場の建設など、民間投資による先進的な取り組みも試行的に実施されてきているが、これらの高度技術については資金調達や処理コストの改善、各地の地域性を踏まえた最適な技術・処理方法の選定などの課題がある。

汚泥処理に関する先進・試験プロジェクトの例

地域	事業名	処理方式等
大連市	大連東泰夏家河汚泥処理場	処理方式：嫌気性消化。BOT方式による運営。ドイツの技術 採用したモデル事業。
青島市	青島市麦島汚水処理場	処理方式：嫌気性消化。発生メタンガスの発電利用。
秦皇島市	秦皇島市緑港汚泥処理場	処理方式：バイオ堆肥の自動制御。
廈門市	廈門市都市汚泥の高度脱水処理や資源化処分及び利用	処理方式：高度脱水処理。脱水ケーキの再資源化など。
浙江省	浙江蕭山汚泥乾燥化及び焼却事業	処理方式：乾燥焼却。焼却後の残滓はセメント材等に再利用。

(3) 日本による支援

日本政府でも、これまでJICAが主催する、日本企業の汚泥処理技術の紹介などを行うセミナー等を通じて間接的な支援を実施している。汚泥処理技術については、各地の発展状況や地域性を踏まえた最適な処理技術の確立が必要となることから、今後は、継続的なセミナーの実施のほか、民間企業の進出を支援するための各地での事業可能性調査の実施等について、支援ニーズがあると考えられる。

(2) 住民移転・用地取得

住民移転は、一部は計画時にすでに完了しており、補償額の交渉長期化により期間の遅延はあったものの、実施機関関係者によると、最終的にはすべて計画通りに実施されたとの回答があった。清源公司としても、強制収用等の事態を回避するため、補償額の増額等を行ったが、その妥結額に至るまで、合意形成に時間をかけたことが影響したと考えられる。費用の交渉が長期化した原因は、補償算定の国家基準が1996年に策定された古いもので、その後の物価・地価上昇等を反映しておらず、移転対象者から補償費用の増額が要求されたためである。

表 10 本事業に伴う住民移転の状況

	計画	実績
婁江処理場	80 世帯	計画通り
福星処理場	未発生	未発生
水路改修	600 世帯	計画通り
導水管建設	20 世帯	計画通り

出所：蘇州清源建設公司

交渉の長期化は、効率性の項で述べた工期延長の一因となったが、移転プロセスを円滑に行うための対応として、適切であったと評価できる。

以上から、蘇州市の生活環境の改善、観光産業の発展につき、本事業によるインパクトの発現を確認することができた。事業実施を通じて、蘇州市全体の環境改善・発展に貢献したものと評価できる。今後は汚泥処理の高度化など、中長期の課題についての取り組みが必要と考えられる。

3.5 持続性（レーティング：③）

3.5.1 運営・維持管理の体制

本事業関連施設の運営・維持管理体制は、以下の通り。計画時は、主に蘇州清源建設有限公司(蘇州市人民政府 100%出資の国有企業)が事業実施にあたり、その後の運営・維持管理も担当する計画となっていた。現在の運営・管理体制は、実質に変化はないものの、組織体制・名称については以下の変更が生じている。

表 11 事業実施機関の一覧と変遷

	計画時	現在
1.汚水処理場	蘇州清源建設有限公司	蘇州市排水有限公司(新設)
2.下水道網	蘇州市政公用局	
3.水路		蘇州市水利局 河川管理处
4.導水施設	蘇州清源建設有限公司	蘇州市水道水公司

2008 年末、蘇州市の排水管理体制は機構改革が実施され、事業実施部門と管理部門の分離が進められた。計画時の実施機関であった蘇州清源建設有限公司は、上下水道インフラ整備に特化した企業となり、汚水処理場の運営は排水有限公司が担っている。また上部機関として蘇州水務投資発展有限公司がこれらの組織を統括し、蘇州市の水資源管理を担当するグループを構成している。上記組織はすべて同一傘下の国有企業であり、資本・協力関係においても問題は見られなかった。

3.5.2 運営・維持管理の技術

現地調査時に確認した運営状況やスタッフの業務状況等から判断すると、日常的な運営・維持管理業務の習熟度は高く、問題ないと考えられる。運営にあたる職員は、『特殊作業操作証』を保有しており、定期的な再審査、研修を受けるなど、研修・教育体制についても十分な制度が整備されている。

「3.1 妥当性」の項でも述べたように、蘇州市の水質改善に係る取り組みの優先度は高く、積極的な投資や、新規事業に伴う技術導入を進めていることも、技術水準の向上に貢献していると評価できる。現在の維持管理スタッフ数は以下の通りで、処理工程の効率化や設備の自動化などにより、当初の半分程度の規模で運営することが可能となっている。サイト視察時のインタビューでも現地技術者の運営状況に関する受け答えは適切で、現場レベルでの技術の普及が適切に進められていることがうかがえた。

表 12 主要施設の運営体制

項目	計画時	実績
婁江処理場	50 名(80 人*)	45 名
福星処理場	70 名(110 人*)	50 名
汚水管網	16 名	16 名

出所：蘇州清源建設公司

*()内は第二期拡張工事後の計画人員。

3.5.3 運営・維持管理の財務

汚水処理場の運営にあたる蘇州市排水有限公司は、下水処理料金を原資とする市政府の財政支出で運営されており、不足の際には市政府が補填することになっている。親会社にあたる水務投資会社は、上述したように、水分野への継続的な事業投資を行っており、市民生活に直接影響する水路の水質保全については、その観光資源としての重要性も相まって、安定的な予算付けが行われるものと考えられる。以上を踏まえると、本事業の実施機関・体制について、財務上のリスクは低いと考えられる。

計画時の下水処理費は 0.55 元/m³で、その後 2002 年 6 月に 1.15 元/m³、2010 年 4 月に 1.33 元/m³に引き上げられた。現在の水準は、下水処理直接コスト 0.65 元/m³をカバーできる水準に設定されており、営業収支はほぼ均衡した水準にある。

表 13 損益計算書(蘇州市排水公司/2010 年)

(単位：人民元)	
項目	2010 年
営業収入	65,410,930
営業費用	65,988,414
営業利益	-577,484
営業外収入 ²⁰	606,441
経常利益	28,957
純利益	21,718

出所：蘇州市排水有限公司

現在の下水処理料金は、公益事業としての位置づけと、下水処理施設の日常運行維持管理上必要な水準とのバランスを踏まえて設定しており、大きな収益を生む状況ではないが、財務上の懸念を生じさせるようなリスクはないと考えられる。

3.5.4 運営・維持管理の状況

主要設備については、稼働状況のデータは良好で、サイト視察時の目視でも、状態は良好で、大きな問題は見られなかった。設備の状態については、省政府建設庁が定期的な設備巡回とサンプリング調査を行っている。汚水処理場の関係者によると、処理過程で生じる酸性ガスによる設備の腐食が課題としてあり、定期的な防腐処理を施しているとのことであった。

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。

²⁰実施機関によれば、営業外収入は、主に営業赤字時に政府による財政支出で補填される際に発生するとのことであった。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

蘇州市では、水質の改善は住民の生活環境上、緊急性の高い課題であった。事業実施以降、汚水処理場は順調に稼働しており、その結果市内水路の水質は5割以上の改善を見せるなど、顕著な効果が発現している。市民からも、水質の改善を認める意見が多く聞かれ、市内の観光業も順調に成長するなど、本事業の目的は概ね達成されたと評価できる。蘇州市政府は水資源分野への取り組みに高い優先度を付けており、事業の技術・財務的な持続性にも問題は見られない。ただし汚泥処理については、現行の埋め立て方式から焼却など高度技術への転換が将来的に必要と思われる。

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) 現在の汚泥処理方法については、再生産された堆肥の販路確立や保管場所の確保などの課題があり、持続的な処理工程の確立には、高度技術の導入可能性も方向性の一つとして検討する必要がある。蘇州市の地域性を踏まえた効率的な処理方法の調査などを中長期的な取り組みの中で検討すべきである。
- (2) 生活汚水の処理に関するインフラは一定の整備が進んだと評価されるが、生活汚水の水路への直接放出など、住民意識や生活習慣については、さらなる改善の余地があると考えられる。この点については、水事業の実施機関だけではなく、環境保護局などと連携して、環境啓蒙教育等に取り組む必要がある

4.2.2 JICA への提言

本事業は高い成果を挙げているが、汚泥処理については、今後乾燥・焼却等の高度処理が必要になると考えられる。実施機関からも継続的な協力への要望・ニーズが確認できたことから、JICA として、これまで実施してきた技術交流セミナーの継続的な展開や、最適な処理技術の選定や実施可能性調査などの技術支援も有効と考えられる。

4.3 教訓

本事業による蘇州市内水路の水質改善効果は顕著であり、生活環境の改善や観光業振興への貢献など、社会経済上のインパクトも高く評価できる。本事業の場合、改善対象の市内水路や河川が住宅地のすぐそばに位置し、市民にとって変化が認知しやすかったこと、水路や景観そのものが観光資源であり、その改善と観光産業の成長の経過が明確であったことなど、事業の効果に対する市民の認知度の高さも、注目される。このように、開発事業の成果に対する理解や認知が高まることで、継続的な事業実施の環境が整備されるという正の循環が生まれることで、事業効果の維持・向上を図ることができる

と考えられる。また事業の実施機関による広報・普及活動もこのような循環に貢献していると考えられることから、広報・普及の活動は、単なる宣伝にとどまらず、事業効果の継続的な維持、向上を図る上での有効なツールとしても捉えるべきである。

以上

主要計画／実績比較

項目	計画	実績
①アウトプット		
1) 下水処理場		
1. 婁江処理場 日処理量	6万m ³ /日	計画どおり
2. 福星処理場 日処理量	8万m ³ /日	計画どおり
3. 下水管 管網整備	計 110km	計 108km
下水システム改修	19ヶ所の接続	計画どおり
4. ポンプ場	20ヶ所	計画どおり
2) 水路整備と導水事業		
1. 水路整備	65.3km	計画どおり
浚渫	4.4km	計画どおり
河川拡幅	21ヶ所	計画どおり
橋梁改善		
2. 導水(太湖)		
取水量	35万m ³ /日	計画どおり
導水管	29.1km	計画どおり
ポンプステーション	1ヶ所	計画どおり
②期間	2000年3月～ 2003年12月 (46ヶ月)	2000年3月～ 2007年12月 (94ヶ月)
③事業費		
外貨	6,261百万円	6,261百万円
内貨	10,317百万円 (6.88億元)	10,806百万円 (8.6億元)
合計	16,578百万円	17,067百万円
うち円借款分	6,261百万円	6,261百万円
換算レート	1 元 = 15円 (2000年3月現在)	1 元 = 14円 (1996年1月～ 2010年12月平均)

0. 要旨

甘肅省の省都蘭州市では、石炭消費の増大に伴う大気汚染や、生活・工業排水の未処理での放出などによる水質汚染が深刻化しており、大気・水質環境の改善が住民の生活環境上、緊急性の高い課題であった。本事業を通じて大気・水質環境の改善に関わるプロジェクトが実施され、現在もほぼ計画通り、大気・水質汚染物質の削減効果を挙げている。事業実施以降、大気環境の改善、黄河の水質改善や地下水源利用の抑制といった効果が発現しており、本事業もこの傾向への一定の貢献があると評価できる。ただし汚水処理場で発生する汚泥処理については、土壌汚染等の危険をなくすためにも、現行の埋め立て方式から焼却など高度技術への転換が将来的に必要と思われる。事業の持続性については、財務上課題のあるサブプロジェクトが見られるが、組織・技術など総合的な運営体制については、市政府や親企業による支援を受けて安定しており、概ね問題ないと思われる。以上より、本事業の評価は高い。

1. 案件の概要



案件位置図



汚水処理場(最終沈殿池)

1.1 事業の背景

甘肅省の省都、蘭州市は、地理的に中国の最内陸部に位置し、1950年代から重工業都市として発展を続けてきた。プロジェクト計画当時も甘肅省の中心都市として、化学工業、石油精製等の産業が発展を続けていた。一方で、人口増加、生活水準の向上、経済発展による石炭需要の増大など、大気汚染が深刻化していた。特に冬季には、暖房用の石炭消費の増加や、無風状態が続く蘭州市の気象条件等もあり、二酸化硫黄の大気中濃度は国家基準の3倍前後の数値を記録していた。

水質汚染についても問題が生じており、蘭州市の汚水処理率は1995年末で24%にとどまり、大半の汚水が未処理のまま排出されていた。排出先の黄河は蘭州市の主要水源

だが、その水質は国家基準を大きく超過していた。また蘭州市は、上水の水源を黄河水系及び地下水に頼っていたが、人口増加・産業発展とともに、上水道施設の容量不足や、その結果生じる過度の地下水汲み上げ等が生じた結果、地下水位の低下と、それに伴う地盤沈下も大きな問題となっていた。

1.2 事業概要

甘肅省蘭州市において、大気・水質環境改善に係るプロジェクトを実施することにより、市内の石炭燃焼による大気汚染の改善、黄河水質の改善及び安全な上水供給確保をはかり、もって市民の生活・衛生・健康環境の改善に寄与する

円借款承諾額／実行額	7,700 百万円 / 7,690 百万円
交換公文締結／借款契約調印	1996 年 12 月 / 1996 年 12 月
借款契約条件	金利 2.1%、返済 30 年（うち据置 10 年）、 一般アンタイト
借入人／実施機関	中華人民共和国政府／国家環境保護局(NEPA)、蘭州市ガス局、蘭州熱力公司、蘭州市政工程管理处、 蘭州市自來水總公司
貸付完了	2004 年 1 月
本体契約	なし
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	なし
関連事業	甘肅省蘭州市大気環境改善事業(円借款／2007 年)

本事業は 4 つのサブプロジェクトで構成される。サブプロジェクトの内容によって、1)大気汚染環境の改善を目的とした事業と、2) 上下水道など、水環境の改善を目的とした事業とに大別される。報告書中では、この分類に沿って記述する。以下は実施されたサブプロジェクトと事業の概要である。

プロジェクト名		事業概要
類型 1：大気環境改善事業		
1-1	都市ガス供給事業	蘭州市郊外の既存ガスプラントをパイプラインで市内とつなぎ、都市ガス供給を増強、炊事用の石炭消費を削減する。
1-2	熱供給事業	既存熱電プラントに対応する熱供給パイプラインを敷設し、市内の暖房用の集中熱供給能力を強化することで、暖房用の石炭消費を削減する。
類型 2：水環境改善事業		
2-1	汚水処理事業	蘭州市安寧区に汚水処理場を新設するとともに下水管網を整備し、安寧区及び七里河区の汚水を処理する。
2-2	上水道拡張事業	黄河を水源とする既存の浄水場を拡張し、蘭州市内の配水管網の整備を進める。



図 1 蘭州市とプロジェクトサイト

注：ガス供給事業、熱供給事業は対象施設(管網や熱交換所)が市内に点在しているため、地図上には明記しない。

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

百田 颯児（アイ・シー・ネット株式会社）

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11月～2011年11月

現地調査：2011年3月10日～3月20日、2011年5月29日～6月4日

2.3 評価の制約

本事業のサブプロジェクトは、蘭州市の大気環境と市内を流れる黄河の水質改善を目標としている。事後評価では、サブプロジェクトの対象となる、污水排出先の水質データの取得を試みた。しかしながら、サブプロジェクトとの明確な関係性を確認しうる市レベルの詳細なデータについては非開示とされ、入手することができなかった。このため、有効性の分析に際しては、黄河全体の水質について、国レベルで採用する水質データを主に用いている。対象となる黄河は広大で、水質に正負の影響を及ぼす甘粛省内外の様々な要因（例えば、政府によるその他の環境改善事業＝正の要因や、新たに建設された汚染源となる工場＝負の要因）が存在するが、これらの要因について正確に把握することは困難であった。以上の理由から、本事業の有効性・インパクトの評価は、提供されたデータを元に、一定の推測を加えて分析したものとなっている。またサブプロジェクトのうち1-1.都市ガス供給事業については、実施機関から必要なデータの提供等が十分に得られなかったため、評価の一部について、入手できた情報を元にした推測で分析を実施した。

3. 評価結果（レーティング：B¹）

3.1 妥当性（レーティング：③²）

3.1.1 開発政策との整合性

(1) 審査時の開発政策

中国では、順調な経済発展を続ける一方で大気・水質汚染が深刻化し、環境問題への対策は重要なテーマとなっており、第9次5カ年計画(1996～2000年)では、最重要課題として水質・大気汚染源対策と都市環境改善を挙げていた。この国家計画を具体化する取り組みとして、「環境保全にかかる諸問題に関する国務院決定(1996年8月)」が発表され、5カ年計画の目標達成のための取り組みとして、環境目標の明確化や、主要汚染源(3大河川、3大湖沼など)の重点環境抑制区指定や新規汚染源の抑制対策などの具体

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」。

的な措置が決定された。

(2) 事後評価時の開発政策

1) 国家政策(開発計画)との整合性

第11次5カ年計画(2006-10年)では、環境保護に関する取り組みを一層強化する方針が示されており、10大重点環境保護事業の実施を打ち出している。水質改善事業はその中でも優先度が高く、都市の汚水処理事業もそのうちのひとつとして、全国の汚水処理率の70%達成などの目標が掲げられ、依然重要項目と位置付けられている。また大気環境の改善について、同計画では、蘭州市を含む113の環境保護重点都市を指定し、集中熱・ガス供給の実施等を含む大気汚染対策を掲げている。本事業はこのような政策を背景に実施されたものであり、現在の開発政策とも整合性が認められる。

2) セクター・地域施策との整合性

甘粛省の第11次5カ年計画(2006-10年)では、水・大気環境の改善を含む10大重点分野を指定しており、それぞれの最重点課題として、水質改善に関しては下水処理場の整備、大気環境改善に関してはクリーンエネルギー(集中熱供給や公共交通機関のエネルギー転換)の導入を挙げている。同計画の期間中、環境改善対策として約144億元(約1870億)の投資が予定されていた。うち水・大気環境にはそれぞれ約37億元(約480億円)、35億元(約455億円)の投資が計画されていた。大気環境については、都市でのクリーンエネルギーの導入のため、エネルギー効率が高い熱電供給の推進を掲げており、本事業の取り組みは、この方向性と合致するものと評価できる。また同計画では水質改善、大気環境の改善についての目標を設定しており、それぞれ以下の目標を掲げていた。

- ・ 水質改善については、黄河を中心とする主要河川における水質を国家水質基準のII~III類に改善することを目標としている。
- ・ 大気環境の改善については、市街区域の二酸化硫黄、二酸化窒素の通年の1日当り平均値が国家2級基準を下回ること、大気質が2級基準を上回る日数が280日/年前後となることを目標としている。

本事業は、これらの目標を達成する上で必要な取り組みであり、セクター・地域施策との整合性が認められる。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

3.1.2.1 サブプロジェクトのニーズ

蘭州市は1950年代から重工業都市として発展を続けており、化学・石油精製等産業の発展、人口増加や生活水準の向上による石炭需要の増加などにより、大気汚染が深刻化していた。上水道に関しては、主要水源の黄河の汚染に加え、既存給水能力の絶対的不足という問題、過度の地下水依存による地下水位の低下、地盤沈下といった問題が発生しており、表流水を水源とする上水道の整備が急務であった。

水質汚染のうち、汚水処理については、市内の汚水処理率は1995年末で24%、特に七里河区および安寧区では一次処理のみの小規模汚水処理場しかなかった。このため、大部分の汚水はそのまま黄河に排出されており、水質は年々悪化していた。

以上より、蘭州市の大気汚染、水質悪化、地盤沈下という環境問題を改善する上で、本事業の必要性は高かったといえる。

本事業実施以降も、蘭州市の都市化、経済発展に伴い、水・大気汚染対策についての必要性は一層高まっている。例えば汚水処理事業については、その後も汚水需要が増加したため、現在は汚水処理場の追加を進めている。なお都市ガス供給事業については、事業完成後まもなく、当時の国家政策³の影響でガス源が変更され、当初予定されていた石炭ガス化プラントから、青海省から輸送される天然ガスの輸送へと転換された。サブプロジェクトのニーズそのものには変更はないが、一部設備の廃棄・委譲が発生した(3.2.1 効率性のアウトプット参照)。

3.1.3 事業目標設定の妥当性

本事業は、水質改善事業の目的として、“黄河水質の改善”を掲げていたが、この目標については、事業の規模を踏まえたより詳細な目標設定と、中国側との共有が必要であったと考えられる。

黄河は総長5000kmにもものぼる長大な河川で、その水質には、上流域の青海省等の影響など多様な要因が関わる。また甘粛省、蘭州市内においても、上下流域に位置する工場等、汚染物質の排出源が存在するため、黄河全体の水質に関して、本事業による取り組みの効果を直接検証することは困難である。また実施機関関係者への聞き取りでも、具体的な目標の設定についての検討・共有が行われたということは確認できなかった。

本事業の目標設定では、投入の規模、水質に影響を及ぼす様々な要因等を考慮し、サブプロジェクトの直接的な効果为目标とする、あるいはより直接的な効果が想定される近隣水系の断面データを目標として位置づけ、河川・水系の水質改善はより上位の目標として位置づけるなどの整理をすべきであったと考えられる。

3.1.4 日本の援助政策との整合性

「国別援助方針（中国）」（審査当時）では、環境対策を重点分野の一つとして掲げ、煤煙処理、排煙脱硫等の大気汚染防止、下水道等の水質汚濁防止対策について、中国側のニーズを踏まえつつ援助を進める方針を打ち出していた。本事業は、大気・水環境の悪化が深刻化していた蘭州市を対象とした環境対策事業であり、国別援助方針の重点分野に合致し、その具体化においても重要な取り組みと評価できる。

以上より、本事業の実施は、目標設定の妥当性に一部問題があったものの、中国およ

³ 西気東輸プロジェクト：第10次5カ年計画における天然ガス開発・利用促進の国家事業で、新疆自治区等で生産される天然ガスを中国東部沿岸地域までパイプラインで輸送する計画。

び蘭州市の開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。

3.2 効率性（レーティング：①）

3.2.1 アウトプット

本事業における計画と実績は下表の通りで、概ね計画通りに実施された。

アウトプット	計画	実績
3) 都市ガス供給事業		ほぼ計画どおり
1. 長距離高压管敷設	12.37km	34.87km
2. 市内供給管敷設	167.8km	計画どおり
3. ガスプラント安全機器調達		計画どおり
4. パイプライン維持管理機器		計画どおり
5. 調圧所建設		計画どおり
4) 熱供給事業		ほぼ計画どおり
1. 熱供給管敷設	31.92km	計画どおり(現在 42km)
2. 熱変換所の建設	69 基	72 基(現在 92 基)
3. 管理用建物建設	5,868m ²	計画どおり
5) 汚水処理事業		一部変更あり
1. 汚水処理場建設	日処理量 20 万/m ³	計画どおり(処理方法変更)
2. ポンプ場建設	3ヶ所	計画どおり
3. 汚水圧送管敷設	3,400m	9,200m
4. 黄河横断汚水管橋建設	350m	350m(地下通水管に変更)
6) 上水道拡張事業		ほぼ計画どおり
1. 第1~4浄水場拡張	45 万 m ³ /日	計画どおり
2. ポンプ施設拡充	場内 3ヶ所ポンプステーション 4ヶ所	計画どおり
3. 配水管網建設	約 90km	約 116km(3-4 合計)
4. 浄水場間の接続パイプ	約 7km	

主な変更点は以下の通り。

- 1) 都市ガス供給事業については、「2.3 評価の制約」で前述したとおり実施機関からは詳細についての情報提供がなされなかったが、国際協力機構(JICA)提供資料によれば、ほぼ計画とおりに事業が完成したことが確認できた。なおアウトプットのうち、安全・維持管理機器の一部は、一定期間利用された後、現在は利用されておらず、廃棄または他機関に委譲されている⁴。これは事業完成後にガス源が青海省からの天然ガス輸送へ転換されたことにより、当初予定されたガスプラント向けに導

⁴ 廃棄または委譲された設備は、サブプロジェクトの総事業費の約 6%に相当し、全体に占める割合は少ない。

入された CO 測定機器や SCADA システム⁵などの必要性がなくなったことによる。主要な管網については、引き続き活用されている。

2) 熱供給事業、上水道拡張事業は、ほぼ計画通りに実施された。熱供給事業については、追加的な円借款として「甘粛省蘭州市大気環境改善事業(2007年)」が現在実施中であり、集中熱供給施設の建設など、供給範囲の拡大が進められている。

3) 汚水処理場では、1.処理方法、3.圧送管の総長や、4.送水管の工法が変更された。

1.処理方法は、当初実施された実施可能性調査では古い環境基準を元に設計されていたため、その後の環境基準の厳格化に伴い、新しい処理方法に変更された。3.圧送管については、詳細設計に基づくルートの変更が生じたため、総長が変更された。4.送水管については、当初は黄河上に管橋を設置する計画であったが、交通渋滞と水辺景観への影響、用地の不足等から、黄河の地下を通水管でつなぐ計画に変更された⁶(位置・延長は変更なし)。



図 2 汚水処理場の生物処理池



図 3 処理後の放流水

なお現在、市内の汚水処理需要は 60 万 m³/日で、処理能力の 46 万 m³を依然として上回っている。このため市政府はさらに 15 万 m³の処理能力(汚水処理場)を現在建設中で、処理能力を超過する汚水処理需要の中、本サブプロジェクトの必要性は一層高まっている。

⁵ 下水処理やガスパイプライン等、地理的に分散したシステムを集中的に監視制御するシステム。

⁶ 採用された工法は、中国でも一般的な技術であり、技術上の問題なく、コスト削減にもつながる適切な変更であったと考えられる。



図 4 上水道拡張事業 浄水場内部



図 5 熱供給事業 集中熱供給施設

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

総事業費は 198 億 8000 万円(うち円借款部分 77 億円)の計画に対して、実際は 254 億 1000 万円(うち円借款部分 76 億 9000 万円)と、計画を上回った。事業費増加の要因としては、主に以下の要因が影響した。

- 1) 物価の上昇(審査時比 10%程度)。
- 2) 熱供給、汚水処理事業について、配管網の敷設距離の増加等が生じた。
- 3) 上水道事業については、既往設備の運転との調整のため工事期間が長期化したことも影響した(下記事業期間の項で詳述)。

3.2.2.2 事業期間

本事業は、複数のサブプロジェクトで構成されるという性質を考慮し⁷、事業期間の評価については、サブプロジェクトごとの開始～完了までの期間(月数)を計画・実績それぞれで積み上げ、計画比率の平均を全体の評価対象とした(詳細は別添 1 を参照)。その結果、本事業の期間の評価は①となった。

表 1 サブプロジェクトの事業期間計画・実績比

	計画	実績	差異
1) 都市ガス	30	36	120%
2) 熱供給	39	60	154%
3) 汚水処理	47	120	255%
4) 上水道	46	83	180%
		総合	177%

⁷ 複数のサブプロジェクトで構成される本事業の場合、通常の実業全体の開始～完了をレーティングの基準とする方法では、1 事業の大幅な遅延が全体のレーティングを左右し、実態と乖離したレーティングになる可能性があるため。

大幅な遅延となったサブプロジェクトの主な遅延理由は、政府内手続きの承認や、内貨調達の遅れによる着工の遅延などがある。都市ガス供給事業については、実施機関から遅延の経緯について詳細な回答が得られなかったが、大幅な遅延はなく、大きな問題は生じなかったと考えられる。

- 1) 熱供給事業 遅延の理由；円借款融資に係る政府内手続きの遅れ、国内資金調達額の増加による手続きの遅れ等による着工の遅延。

- 2) 汚水処理事業 遅延の理由；
 1. アウトプットの項でも述べた実施可能性調査の再実施・承認(2000年までの約4年)と、それに基づく詳細設計等の結果、着工が2002年までずれこんだ。
 2. 調達過程で、国際的な調達手続きに不慣れだったため、契約不同意がしばしば発生した。
 3. 2003年の重症急性呼吸器症候群(SARS)の流行により、工事や調達がほぼ1年ストップした。

- 3) 上水道拡張事業 遅延の理由；
 1. 設計変更に伴う遅延：施工時に、当初想定外の変更を要したこと(設置予定地の地下水の水位が想定より高いため、地下水位を下げて、地盤安定化を図る工事が必要となったことなど。
 2. 手続き上の遅延：詳細設計の承認遅延、一部調達の再入札の発生、国際競争入札手続きに不慣れで、各調達(18ロット)の実施手続きが遅れたこと。
 3. 既往設備の運転との調整：本サブプロジェクトは既往浄水場の拡張という性格上、浄水場の運転と同時に工事を行う必要があることや、新旧管の接続時の断水防止などの工事に時間を要し、建設工事の工程が長期化した。

以上より、本事業は事業費が計画を若干上回り、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は低い。

3.3 有効性（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(各サブプロジェクトの指標については、別添2を参照)

(1) サブプロジェクト全体の成果の達成状況

本事業のサブプロジェクトは、類型1：大気環境改善と、類型2：水環境改善事業とに分類される。有効性の評価にあたっては、類型別にサブプロジェクトの効果を集計し、当初計画された効果が発現しているかを確認した上で、全体としての大気・水質改善効果の達成状況について総合的な評価を実施した。以下の表は、水質改善、大気質改善それぞれのサブプロジェクトの効果の総和を示したものである。

表2 大気環境改善事業による大気汚染物質の削減量(類型1)

(単位：トン/年)

	計画値	実績	計画比
SO ₂ ⁸ 排出削減	9,360	6,749	72%
TSP ⁹ 排出削減	34,851	25,992	75%
石炭消費量削減	390,000	290,000	74%

出所：サブプロジェクト実施機関からの回答、JICA 提供資料を元に編集。

表3 水環境改善事業による水質汚染物質の削減量(類型2)

(単位：トン/年)

	計画値	実績	計画比
BOD ¹⁰ 排出削減	10,950	21,761	199%
COD ¹¹ 排出削減	29,200	46,794	160%
SS ¹² 排出削減	16,060	46,404	289%

出所：サブプロジェクト実施機関からの回答を元に編集。

大気汚染物質の削減については、計画比70%強の達成率となっている。当初計画比で7割にとどまった理由としては、省エネ住宅の整備など、熱供給事業の対象となる家庭

⁸ SO₂ 主要な大気汚染物質の一つで、石炭や重油など、硫黄を含む燃料の燃焼によって発生する気体。酸性雨の原因となる。

⁹ 総浮遊粒子状物質 (Total Suspended Particular) すべての粒子状物質の総称。

¹⁰ BOD(Biochemical Oxygen Demand)=生物化学的酸素要求量。

水の汚濁指標として用いられ、特に工場排水等の規制項目の一つとして重要。微生物が水中の有機物を分解するときに消費する酸素量として表され、この値が大きいくほど、水の汚れの度合いが高い。

¹¹ COD(Chemical Oxygen Demand)=化学的酸素要求量。

水の汚れの度合いを表す値として用いられ、水中の有機物を酸化剤で酸化する際に消費される酸素量を指す。

¹² SS(Suspended Solid)=浮遊物質水中に懸濁している不溶解性の粒子状物質のことで、粘土鉱物に由来する微粒子や、動植物プランクトンおよびその死骸、下水・工場排水などに由来する有機物や金属の沈澱などが含まれる。

用暖房の熱供給効率が向上し、供給熱量が抑制されたこと¹³など、省エネルギーの取り組み等が進んだことが影響したものと考えられる。一方水質汚染物質の削減については、計画比で2倍近い削減量を達成している。これは流入水質の悪化により削減量が増加したことが要因と考えられるが、計画以上の成果を達成していると評価できる。総じてサブプロジェクトごとの運用状況は良好で、当初期待された機能を果たしている。

(2) サブプロジェクトの稼働状況(詳細は別添2にて記載)

1) 都市ガス供給事業

本サブプロジェクトについては、現地調査期間中に十分なデータの提供が得られなかったため、一部の効果については、提供されたデータを元に現地専門家の分析を交え、推定での事業による汚染物質の削減効果を確認する手法を採用した。

ガス供給事業全体の稼働状況は良好で、現在の供給世帯は55万世帯と、計画値の16万世帯から大幅に増加している。これは本事業実施後も、実施機関による継続的なパイプラインの整備が進んだことによるもので、現在は蘭州市内南北部(黄河兩岸)にガスを供給している。供給面積は、約180-190万 m^2 /日で、うち民生用25%、工業/産業/公共が残りを占めている。実施機関関係者への聞き取りによれば、安定供給が実現されており、事故による搬送停止等は発生していない。これらの取り組みによって、 SO_2 の削減量は約4000トン/年、石炭の消費を17万トン削減したと推測される。

2) 熱供給事業

本事業によって熱供給のカバー率は大幅に増加し、従来の非効率な小規模ボイラーの撤去も進み、大きな成果を挙げている。この成果を受け、2007年より円借款事業(蘭州市大気環境改善事業)¹⁴を現在実施中で、今後さらにカバー率を拡大する計画である。本事業実施以降も市の発展に伴い熱供給の需要は増加しており、これに対応するため、熱供給管の総長、熱交換所の数ともに増加している。現在の供給面積は、すでに計画時の540万 m^2 を超え、市中心部(城関区)の約700万 m^2 、9.8万世帯(約30万人)をカバーしている。実施機関では現在、より高効率の設備への更新を順次進めており、今後3年間、年間7-8カ所ずつ、大半の交換所の更新を行う予定である。

¹³ 例えば計画時の供給熱量は時間当たり300Gcal/hとされていたが、2010年の実績では206Gcal/hにとどまる。実施機関によれば、これは供給熱源の不足によるものではなく、暖房効率の高い住宅の整備等による、世帯当たりの供給熱量を抑えることができたためとしている。

¹⁴第二期円借款事業(西固地域への供給事業)が完成すると、供給面積は約1820万 m^2 になる予定(蘭州市の面積は約9000万 m^2)



図 6 市内の熱交換所内部



図 7 市内の熱交換所配置図

本サブプロジェクトにより、SO₂、石炭の削減量はそれぞれ年間約 2,800 トン、12 万トン相当の効果があつたと推測できる。

3) 汚水処理事業

現在の汚水処理対象地域は、蘭州市七里区、安寧区の 2ヶ所で、汚水の処理量は、初年度(2007年)の 6 万 m³から漸増し、2011 年には 16 万 m³に達している。汚染物質の削減率は NH₃-N¹⁵¹⁶ を除くと 90%前後で、汚水処理水質の国家基準もほぼ 1 級に達しており、計画以上の成果を挙げていると評価できる。

表 4 汚水処理場の流入／処理後水質の比較

指標	水質(2011年1-2月)		削減率		国家基準 ¹⁷
	流入水質	処理後水質	計画	実績	等級
BOD	368mg/l	14.2mg/l	-83%	-97%	1級B
COD	769 mg/l	48.1 mg/l	-80%	-95%	1級A
SS	697 mg/l	14.14 mg/l	-88%	-98%	1級B
NH ₃ -N	41.13 mg/l	18.13 mg/l	-40%	-40%	未達

出所：蘭州城投環保水務有限公司

4) 上水道拡張事業

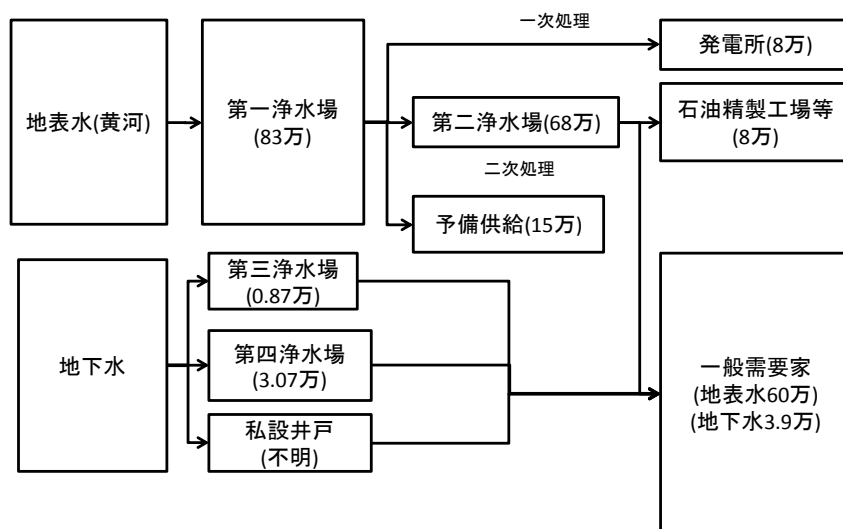
本事業は、既存浄水場の処理能力を拡張することで、増加する水需要に対応すること、また水源を従来依存してきた地下水(井戸利用)から地表水(黄河)に転換することで、蘭州市の地盤沈下を抑制することを目的としていた。現在の給水人口は約 207 万人で、水道普及率は蘭州内で 93%に達している。現在の蘭州市の水供給システムは以下の通りである。

¹⁵ NH₃-Nについては、流入水質が悪化した影響で、汚染物質の削減率は目標に達しているが、放流水質自体は目標の 15mg/l にやや達していない。

¹⁶ アンモニア性窒素の略語で、汚水中の尿が解するとき、尿に含まれる尿素やタンパク質が変化して生成される。水質汚染の指標として用いられ、湖沼、海域などの富栄養化の原因物質の 1 つとなる。

¹⁷ 中国では処理済み汚水の水質基準を等級化しており、1 級 A は最も高い等級にあたる。

表 5 蘭州市の水供給システムと供給量(表中()内の数値はm³/日)



1人当たりの給水量は270リットル/日とほぼ目標の275リットル/日を達成しており、安定的な水供給という目的は達成されている。なお現在の日平均給水量は計画時の約6割にとどまるが、これはクリーナープロダクション等の政府政策により、当初想定されていた産業・工業用途の水需要が、節水促進により減少したことが大きな要因となっている。

また水源の地表水への転換という目的についても、現在の地下水源(井戸)の利用量は約4万m³/日で、審査時の22万m³/日から2割弱まで削減が進んでおり、計画値を大きく上回っている。市政府では、2014年までにすべての私設井戸を閉鎖する方針を立てており、現在閉鎖を進めている。

3.3.1.2 内部収益率

本事業の財務的内部収益率(FIRR)は、計画時に採用された以下の前提条件に基づき、実績値を元に再計算を行った。結果は以下の通りで、汚水処理事業以外はマイナスとなった。これは、事業実施以降、熱供給事業のように、原材料(石炭等)費用の上昇や、物価上昇などのコスト増加傾向が続いていることに対して、本サブプロジェクトの場合公共性が高いことから、料金の値上げを行っていないことが影響しているものと考えられる。

サブプロジェクト	前提条件	計画	実績 (2011年)
熱供給事業	プロジェクトライフ：20年 便益：売熱収入 費用：事業建設費、運営・維持管理費	6.29%	マイナス
汚水処理事業	プロジェクトライフ：20年 便益：下水処理料金収入 費用：事業建設費、運営・維持管理費	4.1%	2.7%
上水道拡張事業	プロジェクトライフ：20年 便益：水道料収入 費用：事業建設費、運営・維持管理費	8.18%	マイナス

注：都市ガス供給事業については、計算に必要な最低限のデータが提供されなかったため、計算を実施しなかった。

3.3.2 定性的効果

本事業がもたらす定性的効果としては、大気・水質の改善による生活環境の改善等があるが、これらの分析についてはインパクトの項で詳述する。

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

本事業は大気・水質環境改善に係るプロジェクトの実施により、市内の大気汚染の改善、黄河水質の改善及び安全な上水供給の確保を目的としていた。本項ではこれらの点を分析するため、市内の大気・水環境の変化や、蘭州市民の環境についての意識の変化に関する調査を実施した。

3.4.1.1 蘭州市の大気・水質環境の改善

(1) 大気汚染環境の改善

事業実施前後の、主要大気汚染物質の濃度の推移と、目標値、本事業非実施時の汚染物質濃度の予測等を下記にまとめた。

表 6 蘭州市の大気環境の推移(2002-2009 年)

(単位：濃度は mg/m³、排出量はトン)

	SO ₂ 濃度	SO ₂ 排出量	NO ₂ 濃度	PM ₁₀ 濃度	国家基準達成 日数(1-2 級)
審査時(1993 年)	0.530	75,948			
事業非実施時予測値	0.089	88,338			
事業目標値	0.081	81,718			
市の目標値	0.060	n.a			
2002 年実績	0.080	72,700	0.057	0.199	154
2005 年実績	0.068	71,100	0.037	0.157	238
2006 年実績	0.057	80,100	0.052	0.193	205
2007 年実績	0.060	74,200	0.042	0.129	271
2008 年実績	0.071	82,100	0.055	0.132	268
2009 年実績	0.059	80,930	0.042	0.150	236
国家基準	SO ₂ 濃度		NO ₂ 濃度	PM ₁₀ 濃度	
国家基準 1 級	0.02		0.04	0.04	
国家基準 2 級	0.06		0.08	0.10	
国家基準 3 級	0.10		0.12	0.15	

出所：蘭州市環境公報

SO₂ 濃度、排出量とも事業目標値、または事業非実施時の予測値より低い数値となっており、大気質の改善については、当初目標をほぼ達成している。NO₂ や PM₁₀ 等の主要基準についても、以前(2002 年)と比較して改善され、国家基準の 1-3 級をクリアしている。年間の大気質基準達成日数も増加しており、大気の改善について一定の成果を達成している¹⁸。蘭州市の環境対策事業は本事業の他にも実施されており、上記の成果に

¹⁸ 甘肅省環境保護局の発表によれば、2010 年の省全体の SO₂ 排出量は 55.18 万トンで、2005 年比で約 2%を削減、甘肅省「第 11 次 5 年計画」期間中の削減目標を達成しているとのことである

対する本事業の直接的な貢献度を図ることは困難である。しかしながら、主要な暖房手段を熱供給・ガスに依存する蘭州市において、これらの目的のために消費される石炭の消費抑制は重要な役割にあると言える。そのための手段として、本事業が果たす役割は大きいと評価できる。

(2) 地表水源(黄河)の水質改善

蘭州市の水源(黄河)の水質改善

実施機関関係者へのインタビューでは、黄河(蘭州市区間)の水質は、計画時の国家基準Ⅳ類からⅢ類へと改善された事が確認できており、2010年の環境公報でも、蘭州市下流の水域は国家基準のⅢ類を維持しており、計画時と比べると、水質は改善傾向にあると考えられる。

一方、同時期の汚水総量、CODの排出量の推移をみると、いずれも大幅な増加を示している。これは都市発展に伴う生活污水の増加や、工業汚水等の発生に伴うものと考えられる。このような傾向の下、黄河の水質が一定の水準に保たれているという点から、本事業は、“水質悪化の抑制”という点において一定の役割を果たしているものと考えられる。

表 7 蘭州市の汚水等排出量の推移

	2002	2009	02年比
COD発生量	23,796	47,897	201%
汚水総量(万トン)	11,492	16,867	147%

出所：蘭州市環境公報



図 8 処理済み汚水の排出口



図 9 黄河(蘭州市内)

3.4.1.2 住民の生活環境改善

本事業は蘭州市の大気・水質改善を通じて、市民の健康や生活環境を改善することを目的の一つとしていた。これらの効果について、住民の意識や評価を把握するため、市民向けの受益者調査を実施した。対象は蘭州市内の複数個所で、約100名のサンプルを回収した。主要な質問への回答結果は以下の通り。

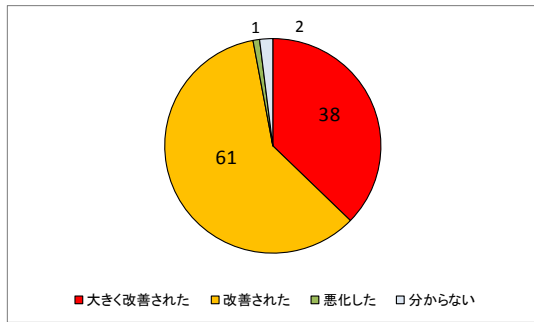


図 10 蘭州市の大気質改善の評価

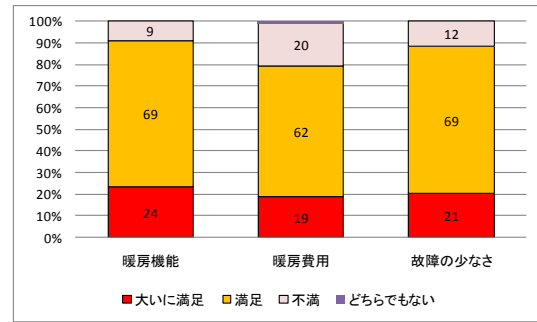


図 11 熱供給機能の満足度

受益者調査の結果によると、事業実施前の 1990 年代と比較して、蘭州市の大気環境の改善を認める意見は 9 割以上に達し、大きく改善されたと評価する意見も 4 割に達する。またスモッグの発生日や、大気汚染による体調不良症状の減少を認める意見も、それぞれ 7 割～8 割に達しており、大気質の改善傾向が市民でも体感できるレベルに達していることが確認された。また集中熱供給網の整備により、以前の小規模ボイラーによる暖房機能からの改善を評価する意見が聞かれた。暖房機能や費用等、いずれの項目でも、8-9 割の回答者が“満足”、または“大いに満足”と回答しており、高い評価を得ている。

3.4.2 その他、正負のインパクト

(1) 汚泥処理の現状と課題

汚水処理過程で発生する汚泥については、蘭州市郊外の埋め立て場に運搬され、未処理のまま埋め立て処理されている。処理場は蘭州市中心部から数十キロ離れており、市内の環境への直接的な影響はないと考えられるが、環境影響の少ない処理方法の導入が望まれる。実施機関では、2011 年末より 2 基の卵型嫌気性消化器の稼働を開始する予定で、導入後は汚泥の脱水・消化処理が進む見通しとなっている。処理後の汚泥は蘭州市の緑化用堆肥として使用される予定である。



図 12 市郊外の汚泥埋め立て地



図 13 汚泥処理施設

本事業実施機関、蘭州市政府建設局との協議では、蘭州市における汚泥処理システムについては、今後の都市発展に伴うさらなる需要の増加を踏まえ、資源化や再利用など、高度技術の導入の必要性を認識しており、どのような技術が経済的、効率的な選択肢となるかについて、技術調査や外国からの協力を期待する意見も示された。

(2) 住民移転・用地取得

本事業による住民移転はなく、用地取得についても、事業実施前の段階で大半が終了しており、蘭州市政府の回答でも問題がないことが確認されている。本事業は、基本的に既存事業の拡張や機能強化が主要な構成要素であること、事業の主要部分である送水管や熱・ガス供給管網は地下の配管であり、用地取得上の問題が少なかったと言える。

(3) 自然環境へのインパクト

本事業は、事業形成段階の環境アセスメントが実施され、環境に配慮した事業の設計がされていた。一例として、熱供給事業における低硫黄炭の使用や、熱源における電気集塵機の設置などが実施されたが、現在においてもそれらの対策が計画どおり実施された、あるいはその後の環境規制の強化に伴いさらに強化して実施されていることが確認された。

以上から、本事業の目的である蘭州市の大気・水質環境の改善について、一定の成果を確認することができており、事業目的の達成状況は良好と評価できる。

3.5 持続性（レーティング：③）

本事業は通常の借款事業と異なり、各サブプロジェクトの実施主体の総体を実施機関として定義する。持続性の評価は、まず各実施主体の持続性についての個別評価を行い、それをまとめる形で総合評価を行った¹⁹。全体的にみると、水質改善事業については運営・維持管理上概ね問題は見られず、持続性は確保されていると評価できる。大気環境改善事業については、いずれも財務上の課題を有しているが、運営上深刻な影響を及ぼす問題は生じていない。全体的には、事業の効果は今後も高い持続性を保つものと考えられる。

3.5.1 運営・維持管理の体制

(1) 事業実施体制の変遷

本事業関連施設の運営・維持管理体制は、以下の通りである。実施主体に大きな変更はないが、計画時に市政府直轄の部局だったものを国有企業化するなど、組織形態や資本構成などについては変更が生じている。現在は蘭州市政府財政局が事業の監督機能を

¹⁹ 但し、評価対象となる機関が多数にわたるため、通常の事後評価よりも、評価の手順は簡略化し、持続性を評価する上で重要な点に絞った調査を行った。

果たしている。

	計画時	現在
監督機関	蘭州市政府	変更なし(市政府財政局)
サブプロジェクト		
1.都市ガス供給	蘭州市ガス局	蘭州中石油崑崙ガス有限公司
2.熱供給	蘭州市熱力公司	変更なし
3.汚水処理	蘭州市政工程管理处	蘭州城投環保水務有限公司 (国有企業)
4.上水道拡張	蘭州市自來水總公司	蘭州威立雅水務有限責任公司

上記のうち、1.都市ガス供給事業、4.上水道拡張事業については民間資本が導入されており、行政部門から独立性の高い事業運営体制に移行している。

都市ガス供給事業については、石油元売り大手のペトロチャイナの子会社である、崑崙ガスが担当している。崑崙ガスは中国の大都市でのガス供給を実施しており、ハルビン、昆明などでも実績がある。上水道拡張事業については、フランス資本が導入され²⁰、合弁企業として独立採算による事業運営を行っている。いずれも親会社から各子会社向けに人材を派遣しており、母体の大企業の傘下で、安定した体制が整備されている。

3.5.2 運営・維持管理の技術

本事業は、既往事業の拡張や強化を主な対象とするプロジェクトで、採用された技術も概ね普及が進んだ汎用性の高いものであることから、事業運営に支障をきたすような特段の技術的課題はないと見られる。加えて、都市ガス供給事業のように全国的な大企業の支援が受けられるサブプロジェクトや、上水道拡張事業のように外国資本が導入されたことで、国際的な技術の導入が進んでいるサブプロジェクトもあり、総じて技術水準を維持・向上させる環境が整備されていると評価できる。

実際に現地調査時に各施設を訪問し、現場での運営マニュアルの整備状況、研修の実施状況や従業員への聞き取り調査等を行った結果、運営体制はよく整備されており、技術水準も一定の質を確保できていると見られる。

3.5.3 運営・維持管理の財務

熱供給事業を除き、詳細な財務諸表は開示されなかったため、詳細な財務分析を行うことはできなかったが、実施機関の事業環境や、市政府との関係等に基づき、以下の通り評価した。熱供給事業と上水道拡張事業については、営業赤字を計上しており、やや

²⁰ フランスのヴェオリア社(水ビジネスでは世界第2位の規模)資本参加による合弁企業で、中国で初めて公益事業に外資を導入した(蘭州モデル)事例となっている。経営陣の一部はフランスの親会社から派遣されている。

懸念が見られる。ただし実施機関との協議で、今後収支の改善の可能性が確認できたこと、事業の公共性の高さから、市政府の支援の可能性が高いと見られることから、事業効果の持続的な発現に影響を及ぼすような、財務上の深刻な問題はないと考えられる。

1) 都市ガス供給事業 **問題なし**

直近二年はいずれも安定した利益を計上しており、財務上も健全な状況にある。実施機関はペトロチャイナの子会社の崑崙ガスの蘭州市支社として、経営・財務基盤は安定していると考えられる。

表 8 蘭州市崑崙ガス 営業収支
(単位：万元)

	2008	2009	2010
営業収入	n.a	67,322	88,569
営業費用	n.a	61,679	83,512
純利益	n.a	2,714	3,012

出所：蘭州市崑崙ガス

2) 熱供給事業 **やや懸念あり**

熱供給事業については、直近3年の営業収支は赤字が続いているが、これは熱供給源の発電所からの購入費用の増加、石炭費用の増加等が影響している。

表 9 蘭州市熱力公司 営業収支(単位：万元)

	2008	2009	2010
総収入	14,448	15,154	15,927
総費用	15,101	15,722	16,653
総利益	-653.2	-568	-726

出所：蘭州市熱力公司

実施機関では、費用回収が可能な料金水準は、21.2 元/m²と計算しており、今期(2011年)からはこの水準に価格が改定されたため、営業収支は改善する見込みとしている。

3) 汚水処理事業 **問題なし**

詳細な財務諸表は開示されていないものの、実施機関によれば、本組織は市政府からの財政支出によって運営されており、料金徴収額と予算額とが連動していない。維持管理費用の記録からは、毎年安定的な金額が支出されており、日常的な運營業務上、問題ないと考えられる。

4) 上水道拡張事業 **やや懸念あり**

詳細な財務諸表は提供されていないが、実施機関とのインタビューで、ここ数年営業

赤字を計上していることが確認された。2009 年度に一時黒字転換したものの、引き続き運営・設備投資の負担が大きく、安定的収益性を確保するには至っておらず、これは水道料金の低さが最大の要因となっているものと思われる。一方で、ヴェオリア社の参入以降は管理コストの削減などの改革が進み、一定の改善が見られるとのことであった。

3.5.4 運営・維持管理の状況

現地調査時に、サブプロジェクトの主要設備の視察、現場関係者とのインタビュー等を行ったところ、概ね施設の状態は良好に保たれていた。なお 1.都市ガス供給事業は現地視察ができなかったため、目視での確認は取れなかったが、実施機関関係者からは、設備の状態について問題がない旨の回答を得ており、また有効性の項で述べたこれまでのガス供給の状況から判断して、大きな問題はないと推測できる。

サブプロジェクトは、いずれも蘭州市の生活インフラの基幹をなすものであり、その重要性から、適切な運営・維持管理に関する取り組み・支援が続けられており、大きな問題は見られなかった。

以上より、本事業の維持管理は体制、技術、財務状況ともに概ね問題なく、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

甘粛省の省都蘭州市では、石炭消費の増大に伴う大気汚染や、生活・工業排水の未処理での放出などの影響で水質汚染が深刻化しており、大気・水質環境の改善が住民の生活環境上、緊急性の高い課題であった。本事業の実施期間・費用は計画を大幅に上回ったため、効率性は低い。本事業を通じて大気・水質環境の改善に関わるプロジェクトが実施され、現在もほぼ計画通り、大気・水質汚染物質の削減効果を挙げている。事業実施以降、大気環境の改善、黄河の水質改善や地下水源利用の抑制といった効果が発現しており、本事業もこの傾向への一定の貢献があると評価できる。ただし汚水処理場で発生する汚泥処理については、土壌汚染等の危険をなくすためにも、現行の埋め立て方式から焼却など高度技術への転換が将来的に必要と思われる。事業の持続性については、財務上課題のあるサブプロジェクトが見られるが、組織・技術など総合的な運営体制については、市政府や親企業による支援を受けて安定しており、概ね問題ないと見られる。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

事後評価調査に限らず、本事業の効果をモニタリングする上で、市の環境関連データ

の分析は不可欠だが、本事業を実質的に管轄する市政府財政局でも、データについて十分なアクセスを有していない。今後環境改善に関わる事業形成を行う上でも、現状の正確な把握は不可欠であり、組織間の横断的な連携を強化し、モニタリング・監督を行う体制を整備すべきである。

4.2.2 JICA への提言

本事業は高い成果を挙げているが、汚泥処理については、今後乾燥・焼却等の高度処理が必要になると考えられる。実施機関からも継続的な協力への要望・ニーズが確認できたことから、JICA として、これまで実施してきた技術交流セミナーの継続的な展開や、最適な処理技術の選定や実施可能性調査などの技術支援も有効と考えられる。

4.3 教訓

本事業では、事業目標の設定について、改善の余地があったと考えられる。蘭州市内の大気質や黄河の水質改善という目標については、事業以外の多くの外部要因が存在し、事業による水質改善効果を測るのは難しい上、現地実施機関との協議ではこのような目標設定について十分な共有・認識がされていなかったと考えられる。事業の成果を適切に評価するため、また相手国からの協力を得る上で、このような目標についてはより上位の目標として整理するなど、現実的な目標の設定と共有を、案件形成過程において、強化することで、より適切に事業の効果を測ることができるようになると考える。

以上

主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
1) 都市ガス供給事業 1. 長距離高圧管敷設 2. 市内供給管敷設 3. ガスプラント安全機器 4. パイプライン維持管理機器 5. 調圧所建設	12.37km 167.8km	34.87km 計画どおり 計画どおり 計画どおり 計画どおり
2) 熱供給事業 1. 熱供給管敷設 2. 熱変換所の建設 3. 管理用建物建設	31.92km 69 基 5,868m ²	計画どおり(現在 42km) 72 基(現在 92 基) 計画どおり
3) 汚水処理事業 1. 汚水処理場建設 2. ポンプ場建設 3. 汚水圧送管敷設 4. 黄河横断汚水管橋建設	日処理量 20 万/m ³ 3ヶ所 3,400m 350m	計画どおり 計画どおり 9,200m 350m(地下通水管に変更)
4) 上水道拡張事業 1. 浄水場拡張 2. ポンプ施設拡充 3. 配水管網建設 4. 浄水場間の接続パイプ	45 万 m ³ /日 場内 3ヶ所ポンプステーション 4ヶ所 約 90km 約 7km	計画どおり 計画どおり 約 116km(3-4 合計)
② 期間	1996年10月～ 2000年8月 (47ヶ月)	1996年12月～ 2006年12月 (120ヶ月)
③ 事業費 外貨 内貨 合計 うち円借款分 換算レート	7,700百万円 12,180百万円 (10.15億元) 19,880百万円 7,700百万円 2 元 = 12円 (1996年1月現在)	7,690百万円 17,720百万円 (12.65億元) 25,410百万円 7,690百万円 1 元 = 14円 (1997～2006年平均)

別添 1 3.2.2.2 事業期間 レーティング詳細(計画・実績は月数で表示)

	計画	実績	差異
1) 都市ガス	30	36	120%
2) 熱供給	39	60	154%
3) 汚水処理	47	120	255%
4) 上水道	46	83	180%
		総合	177%

<レーティング算出の方法>

1. サブプロジェクトごとに計画、実績を比較、サブレーティングを行う（キャンセル、確認不能分を除く）。
 2. 上記サブレーティングの平均値を総合レーティングとする。
- ③: 100%以下、②: 計画の100%超150%以下、①: 計画の150%超
 本事業の場合、平均値は177%となったため、事業期間のレーティングは①とした。

別添 2 3.3.1 定量的効果 サブプロジェクトの個別運用指標 計画/実績表

(1) 類型1: 大気環境改善事業の主要運用・効果指標 計画/実績一覧

1-1 都市ガス供給事業

	計画(設計)値	実績(2010年)*
1.運用指標		
供給量	54 万 m ³ /日	182 万 m ³ /日
供給戸数	16 万戸	55 万戸
ガス生産量	n.a	n.a
ガス生産・搬送の停止時間	n.a	0
2.効果指標		()内計画比
販売量	n.a	n.a
普及率	n.a	n.a
		(2002年実績)
SO ₂ 削減量	4,080t/年	3,917t/年(96%)
TSP削減量	15,192t/年	15,192t/年(100%)
石炭消費削減	170,000t/年	170,000t/年 (100%)

*運用指標の実績はいずれも本プロジェクトを含む実施機関全体の実績。

1-2 熱供給事業

	計画値	実績(2010年)
1.運用指標		()内計画比
供給面積	540 万 m ³ /日	670 万 m ³ /日
供給戸数	9.8 万戸	9.8 万
供給熱量	300Gcal/h	206Gcal/h
SO ₂ 排出量	n.a	n.a
TSP 排出量	n.a	n.a
2.効果指標		
SO ₂ 削減量	5,280t/年	2,832t/年(53%)
TSP 削減量	19,659 t/年	10,800t/年(55%)
石炭消費削減	220,000t/年	120,000 t/年(60%)

(2) 類型 2：水質改善事業の主要運用・効果指標 計画／実績一覧

2-1 汚水処理事業

	計画値	実績(2010年)
1.運用指標	(蘭州市全体)	
汚水処理人口	n.a	53.6 万人
二次処理量	36 万 m ³ /日	36 万 m ³ /日
総下水量	88.2 万 m ³ /日	55 万 m ³ /日
二次処理率	40.8%	65.45%
下水道普及率(%)	n.a	n.a
施設利用率(%)	n.a	80.15%
	実績(2010年*)	
2.効果指標	流入水質	放流水質
BOD 濃度	368 mg/l	14.2mg/l
COD 濃度	769 mg/l	48.1mg/l
SS 濃度	697 mg/l	14.14 mg/l
NH ₃ -N 濃度	41.13mg/l	18.13 mg/l
	(以下計画値)	()内計画比
BOD 排出量削減	10,950t/年	21,761t/年(198%)
COD 排出量削減	29,200 t/年	46,794 t/年(160%)
SS 排出量削減	16,060 t/年	46,404 t/年(288%)

*効果指標のうち、汚染物質の濃度については、2011年1-2月のデータを採用した。

2-2 上水道拡張事業

	計画値	実績(~2010年)
1.運用指標	(蘭州市全体)	
給水人口	122.6万人	207万人
給水率(普及率)	97.0%	93%
給水能力(or量)	155.6万m ³ /日	128万m ³ /日
日平均給水量	143万m ³ /日	83万m ³ *
無収率(%)	n.a	n.a
漏水率(%)	n.a	n.a
施設利用率(%)	n.a	59.95%
2.効果指標		
給水量/1人	275l/日	270l/日
地下水利用量	12.6万m ³ /日 (43%削減)	3.9万m ³ /日 (83%削減)

別添3 3.5 持続性 サブプロジェクト別レーティング結果

(1) レーティングの評価基準

監督機関	評価基準
体制	<ul style="list-style-type: none"> ・サブプロジェクトの監督のための体制、人員の配置が適切に行われているか？ ・サブプロジェクト関係機関と常時連絡が取れる関係を築けているか？ ・環境関連条例、規定等に基づくモニタリング体制が整備されているか？
技術	<ul style="list-style-type: none"> ・環境保護庁の人員配置、技術能力は事業監督を適切に行える水準に達しているか？
財務	<ul style="list-style-type: none"> ・上記活動を行う上で必要な財政確保はなされているか？
サブプロジェクト	評価基準
体制	<ul style="list-style-type: none"> ・運営管理(の意思決定)の組織系統が整備されているか？ ・民営化の可能性はあるか？ある場合、事業存続に影響が出る可能性はあるか？
技術	<ul style="list-style-type: none"> ・維持管理のための要員数は適切な水準にあるか？ ・専門技術者等、設備の運営上の技術要件を満たす人員が配置されているか？ ・運営管理のための研修制度は整備されているか？また実際の研修実施状況はどうか？ ・運営マニュアルは整備され、実際に活用されているか？ ・点検整備の記録は適切に記録、管理されているか？
財務	<ul style="list-style-type: none"> ・収支のバランスが取れているか？ ・コストカバリーを考慮した料金徴収、体系が整備されているか？ ・赤字等が続いている場合、政府補助金等が適切に拠出され、適切な財務運営が実質的に確保されているか？
維持管理状況	<ul style="list-style-type: none"> ・設備の状態は計画された機能を発揮できる状態に保たれているか？ ・スペアパーツ等、メンテナンスのための環境が整備されているか？ ・定期的なメンテナンス活動は必要は活動をかへできてきているか？ ・トラブル発生時の対応は適切に行われてきたか？

(2) レーティング結果

	組織	財務	技術	レーティング
1) 都市ガス	3	3	3	3
2) 熱供給	3	2	3	2.7
3) 汚水処理	3	3	3	3
4) 上水道	3	2	3	2.7
			総合	2.8

<レーティング算出の方法>

1. サブプロジェクトごとに計画、実績を比較、サブレーティングを行う。
 2. 上記サブレーティングの平均値を総合レーティングとする。
 3. その際、小数点以下は以下の原則で採点する。
③: 80%(2.4)以上、②: 50%以上 80%未満 (1.5 以上 2.4 未満)、①: 50%未満 (1.5 未満)
- 本事業の場合、平均値は 2.8 点となったため、持続性のレーティングは③とした。

0. 要旨

農業・農村開発は中国において優先分野であり、山東省は耕地面積全国3位、食糧総生産量は全国2位であるなど重要な位置を占めている。一方で同省の水資源は限られており、農業のため水資源の有効利用やそのためのインフラ整備を推し進める政策が強調されており、本事業との整合性が高い。本事業のすべてのアウトプットは費用、期間ともに計画内に実施され、効率性は高い。本事業の効果として、農業利益は事業全体においても世帯所得においても向上しており、耕地の拡大、生産性の向上、高付加価値作物へのシフトなどがその要因である。一方で、当初は灌漑による二期作で農産物の生産が増加することが期待されていたが、収益性が高い単期作の綿花栽培の拡大など作付パターンの変化により総生産量は計画値に達していない。しかし、水資源の有効的な利用には問題はなく、有効性は高いと判断される。灌漑施設の運営維持管理は、体制面、技術面においては、事業実施機関と関係機関間の調整や支援により適切に行われている。財務面は、中国政府の農業重点政策の推進の影響により、灌漑施設利用者の負担は軽減され、政府による財源が確保されている。このように維持管理や効果の維持、拡大において問題はみられず、持続性は高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

1. 案件の概要



案件位置図



大芦湖地区の耕作地（手前から時計回りで大豆、収穫後の冬小麦と種蒔後のトウモロコシ、綿花、イネ）

1.1 事業の背景

中国では人口の7割が農村部に居住しており、農業の発展及び農村の開発は市場経済が振興する中でも、最重要課題の一つである。その中で、黄河という水源に恵まれた山東省は、農作物生産高で全国2位(1998年)を記録するなど、農産物生産の拠点として重要な位置を占めていた。1990年代以降、省北部の黄河流域に位置する東営市下鎮地区及び淄博市大芦湖地区では、省政府の農業推進政策を受け、農業の近代化及び実施機関の強化が進められていた。同省の耕作地面積は全国上位であるものの、灌漑率は6割強にとどまっていたうえ、事業対象地区の下鎮地区と大芦湖地区の土壌には塩類が集積しており、生産性の低さが課題となっていた。

1.2 事業概要

山東省東営市下鎮地区と淄博市大芦地区において灌漑用設備、圃場等の農業基盤整備を行うことにより、計34000ヘクタールの開墾および低・中産田畑改良を行い、水資源の有効利用と農産物の安定的生産を図り、もって農家の所得向上に寄与する。

円借款承諾額／実行額	8,904百万円 / 8,882百万円
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 2.2%、返済 30年（うち据置 10年）、 一般アンタイト
借入人／実施機関	中華人民共和国政府／山東省人民政府
貸付完了	2007年7月
本体契約	Sinochem International Oil Company
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	山東省工程諮詢院、1998年
関連事業	なし



図1 事業対象地区位置

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

稲田菜穂子 (アイ・シー・ネット株式会社)

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11月～2011年11月

現地調査：2011年3月3日～3月17日、2011年6月21日～6月27日

2.3 評価の制約

特になし。

3. 評価結果（レーティング¹：A）

3.1 妥当性（レーティング²：③）

3.1.1 開発政策との整合性

本事業の審査時の中国の開発政策であった第9次5カ年計画（1996～2000年）では、食糧増産、農家の所得増加、貧困人口の減少の3つが目標として掲げられていた。また、中国政府は1998年に農業および農村開発の中長期政策として、①食糧自給率維持と商品作物の増産、②節水灌漑による水資源の有効利用を含む環境に配慮した農業の実施、③農村部の貧困削減、④食糧流通体制改革の推進、を打ち出した。

事後評価時の「第12次5カ年計画」（2011～2015年）では、農村部の発展³と食糧の安全・安定確保を最重要目標としている。農村・農業分野の重点項目としては、水利事業や農地開拓などの農業・農村インフラ整備の強化、農業の強化、農家向け優遇政策のさらなる整備を挙げている⁴。

山東省の耕地面積は751万5300ヘクタールで全国3位(全国耕地の6.17%に相当)に位置し、2006年の同省の食糧作物総生産量は約4049万トンと全国第2位の規模を占めるなど、現在も農業生産の一大拠点として位置づけられている。山東省政府は、「山東省第12次5カ年計画」（2011～2015年）において、営農技術の近代化による農業生産性の向上、農産物の競争力強化を通じた食糧増産と農民収入増加を農業開発の二大戦略と位置付け、今後も継続的に農業分野への取り組みを強化していく方針を打ち出している。

このように農業基盤整備を通じて食糧増産を目指す本事業の目的は、審査時・事後評価時共に、中国政府の開発政策に合致していると評価できる。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

(1) 山東省農業セクターにおける開発ニーズ

山東省のある中国北部地域は、全国の耕地面積の57%を占めているが、水資源賦存量は全国の18%しかなく、同省も1人当たりの水資源が350m³/年であり、全国平均の2201m³/年⁵と比較して、水資源が極めて少ない地域であることがわかる。

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」。

³ 「三農」（農業、農村、農民）業務

⁴ 9884億5000万元の財政支出を予定しており、前年比で1304億8000万元増となる。（出所：中共中央、国務院による水利改革発展加速に関する決定）

⁵ World Resources Institute, World Resources 2000-2001

表 1 中国北部地域と南部地域の 1 人当たり年間水賦存量

北部地域(m ³)		南部地域(m ³)	
省・自治区・直轄市	一人当たり水賦存量	省・自治区・直轄市	一人当たり水賦存量
寧夏自治区	149.8	上海市	197.5
天津市	159.8	江蘇省	494.1
北京市	205.5	安徽省	1,141.4
河北省	231.1	浙江省	1,680.2
山西省	256.9	湖北省	1,812.3
山東省	350.0	重慶市	2,040.3
河南省	395.2	広東省	2,323.8
遼寧省	617.7	湖南省	2,512.8
甘肅省	715.0	福建省	2,886.3
陝西省	809.6	貴州省	3,019.7
黒龍江省	1,208.0	四川省	3,061.7
吉林省	1,215.2	江西省	3,093.5
内モンゴル自治区	1,710.3	広西自治区	4,763.1
新疆自治区	3,859.9	海南省	4,933.5
青海省	11,900.5	雲南省	5,111.0
		チベット自治区	159,726.8

出所：農林水産省「中国農業の生産余力」、中国統計年鑑 2009 年版

また、同省の耕作地面積は全国上位であるものの、灌漑率は 6 割強にとどまり⁶、事業対象地区の下鎮地区と大芦湖地区の土壌には塩類が集積しており、生産性の低さが課題となっていた。一方で、比較的ナトリウム濃度と pH が低いタイプの土壌であることから適切な灌漑と排水により耕作可能となる地域が多かった。本事業対象地域では、このように限られた水資源の効率的な活用と土壌改良が求められており、灌漑施設と貯水湖の造成により、必要な農業用水を確保し、黄河の流量に左右されない灌漑農業と、灌水脱塩によるアルカリ土壌の改良を進めることが求められていた。

(2) 堤防整備の追加実施

本事業実施中の 2005 年 9 月に、下鎮地区の渤海に面した海岸の約 32km の盛土堤防の舗装工事が追加で実施された。

本工事は審査時のリスク分析で想定されていた、沿岸部の渤海からの浸水に対応するものだが、浸水の可能性のある地帯は、事業実施前は未開拓地であり、住民が各々盛土で浸水を防いでいたため、当初事業計画には含まれていなかった。しかしながら、事業実施中の 2003 年に発生した暴風雨⁷により、事業対象の草地が海水に浸り、土壌のアルカリ化が深刻化した。このことから、浸水対策の必要性が当初想定よりも高いことが確認され、県政府が独自で工事した盛土堤防（一期工事）に対して、本事業で舗装工事（二期工事）を実施するに至ったものである。追加工事の効果により、2007 年 8 月の台風では浸水とそれに伴う塩害を防ぐことができた。

⁶ 農林水産省「中国農業の生産余力」、中国統計年鑑 2009 年版。

⁷ 海水の水量や水位は実施前から大きな変化はなかった。

以上のとおり、堤防建設工事の追加調達は、事業効果を阻害する海水浸水を防ぐために必要であり、妥当であったといえる。ただし、本事業実施機関からの聞き取りによると、大規模暴風雨は数年に1回位の割合で生じており、事業の計画段階から住民独自の対策が浸水を防ぐ上で充分であったかどうかについては、より詳細なリスク分析をおこなうべきであった。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

1992年の「対中経済協力国別援助方針」では、有償資金協力を中心とした経済インフラ整備、農業・農村開発や豊富な資源を活用した開発への協力に重点をおいており、食糧の確保につながる農業分野支援、持続的成長の基盤となる農業インフラ整備、資源を活用した開発は、審査時の日本の対中国支援政策やODA政策と合致している。また、審査当時の中国向け円借款の実施方針⁸における重点分野である貧困対策、経済・社会インフラ整備、農業・農村開発とも、本事業の目的は一致している。

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

3.2 効率性（レーティング：③）

3.2.1 アウトプット

本事業における計画と実績は下表の通りで、概ね計画どおりに整備が進められたが、以下の点について変更が生じた。

- (1) 貯水湖数、用水路総距離変更
- (2) 防潮堤防の補強工事の追加
- (3) 農機械数の仕様と数量の変更

⁸ 外務省のODA大綱、中期政策等を踏まえて3年ごとに作成されていた、海外経済協力実施方針を指す。

表 2 アウトプット 審査時計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
下鎮地区		
貯水湖	拡張2、新設1	補修1
ポンプ場	拡張1、補修14、新規10	計画どおり
幹線用水路	補修5本、81.93km	5本、100.53km
2次用水路	111.9km	計画どおり
送変電施設	4箇所、送電線185km	計画どおり
幹線排水路	5本、155.3km	計画どおり
2次排水路	35本、102.3km	計画どおり
圃場整備	24,000ha	計画どおり
堤防	-	二期工事 30.2km
その他の土木工事	13,010ha	計画どおり
建設機械	32品目364台	計画どおり
農機械	自走機械1,464、付属品1,285	計画どおり
大芦湖地区		
幹線用水路	補修9本	補修0、新設1.2km
灌漑用井戸整備	2,620箇所	計画どおり
送変電施設	6箇所、送電線452km	5箇所
2次排水路	2本	計画どおり
圃場整備	10,000ha	計画どおり
その他の土木工事	2,470ha	計画どおり
建設機械	8品目56台	計画どおり
農機械	自走機械95、付属品1,175	自走機械129、付属品2,942

出所：東営市協力開発有限責任公司、淄博黄河三角洲農業開発有限公司

(1) 貯水湖数、用水路総距離変更

下鎮地区の貯水湖数は、ニーズの変化によって計画数から減少した。具体的には、計画時には黄河の水量低下により年間約 200 日の断流があり、それに対応する貯水湖の数を確保する必要があったが、建設開始後に黄河上流に新設された小浪底ダムにより断流が解消され、貯水湖のニーズが下がったためである。この貯水湖数減少分費用を、より効果的な灌漑のために次に優先順位の高かった用水路の拡張に充てたため、土水路補修距離が計画より増加した。

大芦湖地区の幹線用水路の舗装工事は、当初計画の 9ヶ所から減少し、沈沙池から 1.2km の水路新設工事のみが実施された。理由は、上述した小浪底ダムの整備に伴い、黄河の水量調整が可能となったことで、強力な水圧に耐えうるコンクリート舗装工事が

必要なくなったため、用水路は土水路として整備された。同じく大芦湖地区の灌漑用井戸は、詳細設計時の地下水検査でアルカリ性が強い箇所は土壌の塩分度も高く、農業生産に適していないと判断し、一部分掘削場所を変更したが、数量は計画どおりであった。



図2 下鎮地区の幹線用水路とポンプ場



図3 下鎮地区の堤防

(2) 防潮堤防の補強工事の追加

下鎮地区の渤海に面する海岸線沿いの30km強の堤防の補強工事が、追加調達となった（詳細は「3.1 妥当性 3.1.2 開発ニーズとの整合性 (2)追加調達のニーズ」を参照）。この追加調達に必要な費用は予備費により確保され、全体事業費や他のアウトプットへの影響はなかった。

(3) 農機械数の仕様と数量の変更

大芦湖地区では主にコンバイン⁹やプラウ¹⁰などの農機械の数量が計画より増加した。背景には、トウモロコシや小麦生産の増加がある。事業の建設開始後しばらくして、市場の価格変動により、他の農作物と比較して大豆の収益性が低下し、大豆から収益性の高いその他作物への転換が進んだためであり、特にトウモロコシや小麦の耕作面積が当初想定以上に拡大した。トウモロコシと冬小麦の二毛作では、小麦の収穫前にトウモロコシの種蒔きをするために、機械化作業が必要となり、農機械の数量を増加することとなった。

⁹ 穀物の収穫と脱穀をする農業機械。

¹⁰ 土壌を耕起するトラクターの作業機。

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

事業費は計画総事業費 196 億 6300 万円（うち外貨 101 億 2600 万円、内貨 6 億 3500 万円）に対して、191 億 9700 万円（うち外貨 88 億 8200 万円、内貨 7 億 2800 万円）と、計画内に収まった（計画比 98%）。この計画総事業費は事業開始前の計画値（167 億 400 万円、うち外貨 89 億 400 万円、内貨 5 億 2000 万円）と追加調達分の計画値（29 億 5900 万円、うち外貨 12 億 2200 万円、内貨 1 億 1500 万円）を合わせた金額である¹¹。

計画値から大きな増減のあった主な項目は以下の表のとおりである。

表 3 変更のあった主な事業費項目の計画値／実績値

(単位：百万円)

項目	計画値	実績値	計画値比
ポンプ場、ゲート、モーター	729.5	186.1	26%
送変電施設	625.8	420.0	67%
資材	3,703.7	5,376.2	145%
土木工事・圃場整備	5,847.0	9,861.4	169%
管理費	247.5	330.9	134%
建設機械	2,214.9	1,227.7	58%
農業機械	874.9	1,392.9	159%
車両・事務所機器	266.4	194.8	73%

出所：東営市協力開発有限責任会社と淄博黄河三角洲農業開発有限公司からの情報をもとに作成

建設機械、ポンプ場、ゲート・モーター、送変電施設、車両・事務所機器の項目の減少は、競争入札により、単価が計画値より抑えられたこと、為替レートの変動（1 元=15 円から 13 円¹²）が理由である。貯水湖数の減少分は用水路の整備、建設の増加分に充てたために、資材、土木工事、管理費の増減への影響はなかったものの、堤防追加工事により同項目の費用は計画値と比較して増加した。農業機械費の増加は、数量増加、仕様変更、物価上昇による。

3.2.2.2 事業期間

本事業の期間は、当初計画の事業期間：2000 年 1 月～2004 年 12 月(60 ヶ月)に対して、2000 年 1 月～2006 年 12 月(84 ヶ月/計画比 140%)であった。これは、追加工事の手続きに 13 ヶ月、実施に 11 ヶ月を要したためであり、当初のアウトプットそのものの工事は計画通りに 60 ヶ月で整備され、山東省水利庁によると追加工事分も計画期間内に実施された。工期遅延の理由は当初計画外のアウトプットの増加によるものであり、全体的

¹¹ この追加調達分は当初想定されていなかったが、事業スコープの一部としての必要性が高く、当初計画に含まれるべきスコープとして考える。このため、総事業費の計画／実績比においても、計画値に含めて評価を行った。

¹² 2000 年のレート。

な事業実施のスケジュールは妥当なものであった。

このように本事業は、計画通りの費用と期間で完了することができたが、その理由として、関係機関の管理方法の確立と、それを機能させるための支援体制があった。事業実施期間中の調達業務について、山東省水利庁が中心となって事業独自の管理方法を確立して、マニュアル、書類フォーマットなどを活用して周知させたのは大変役に立った。これは中国の法律や JICA の調達ガイドラインなど、複数の基準に従う必要があったが、それを一つのマニュアルにまとめることで、関係機関が理解しやすいように配慮した。加えて、各対象地区の事業実施機関から省政府のプロジェクトオフィスへの報告は四半期ごとに、外部監査は年に 1 回実施された。

以上より、本事業は事業費が計画内に収まったのに対し、事業期間は計画を上回っている。これは当初計画されていなかったアウトプットの追加によるもので、当初計画のアウトプットは予定通り整備されていること、追加されたアウトプットも計画通りに整備されていることから、追加されたアウトプットも含めた総合的な事業期間は計画通りに実施されたと評価できる。以上から、効率性は高いと判断する。

3.3 有効性（レーティング：③）

3.3.1 定量的効果

本事業では、農産物の安定的生産と水資源の有効利用を目指していた。事業実施後、農産物の総生産量は目標値には達成していないものの、継続して増加し続けており、農家所得は付加価値の高い作物の生産により、目標値を大きく上回るレベルまでに向上している。

3.3.1.1 運用効果指標

(1) 農産物の生産状況

事業地区の利用耕作地面積は 3 万 4667 ヘクタールと計画比 101% に達したが、生産量は目標値比の約 6 割にとどまっている。この理由は、下鎮地区の生産量が、作付けパターンの変化に伴い計画比 4 割弱にとどまるためである。

現在下鎮地区では、単期作の綿花の耕作¹³が全耕地面積の約 7 割を占めており、総生産量を単純比較すると、計画値より低くなる。この地区で綿花栽培が主体になっている背景には、事業開始以降に綿花の市場価格が上がり収益性が高くなったことに加え、同地区の土壌の塩分度が高く、他の作物生産に適していないことも要因となっている。一方で綿花は、栽培開始時の春に最も水を必要とするが、この時期は黄河の水位は低下しており、本事業で整備した貯水湖からの灌漑なしでは、このような生産拡大は可能とならなかった。このように、現在の市況や土壌の状況を考慮した場合、この作付けパター

¹³ 綿花の栽培期間は 4 月から 11 月であるため、他の作物との二毛作には適しておらず、総生産量が限定的になる。

ンへの変更は妥当であり、本事業により可能となったと言える。尚、同地区では、作付率の実績値が目標値に対して61%である（表5参照）。これは、当初計画が二毛作を想定していたのに対し、実際には単作の綿花中心の計画に変更されたためである。利用耕作地面積は計画通りであり、100%に達している。

一方、大芦湖地区の総生産量は計画比で9割を越えており、生産状況は良好と評価できる。こちらの地区では、大豆の収益性の低下に伴い、収益性がより高く、ニーズも増加しているトウモロコシへの転換が進んでいる。

また、両地区に共通する傾向として、果物や水産等の生産増加がある。野菜のみの作付面積は目標値に達していないものの、果物や水産などと合わせると拡大している。この背景にはカニや桃などの高付加価値生産品を地域特産品としてブランド化推進する政府支援があり、生産者への補助金支給や技術移転の実施なども関連している（「3.4.2 その他、正負のインパクト」を参照）。

表4 作付面積、単収、生産量の目標値と実績値の比較

全体	目標値			実績値(2009年)			目標値比
	作付面積	単収	生産量	作付面積	単収	生産量	
	ha	ton/ha	tons	ha	ton/ha	tons	
コメ	7,400	7.2	53,300	2,569	7.7	19,719	37%
小麦	21,400	5.1	109,100	7,311	5.9	43,176	40%
トウモロコシ	5,200	5.4	28,100	6,868	7.4	50,822	181%
大豆	15,400	2.2	33,900	849	2.1	1,743	5%
落花生	800	3.6	2,900	366	2.5	922	32%
綿花	3,200	0.7	2,200	19,298	1.1	21,674	985%
野菜	4,100	74.1	303,800	2,277	45.3	103,187	34%
果物				1,178	57.6	67,868	-
水産				1,307	4.0	5,262	-
林業				2,000	1.1	2,150	-
作付面積合計	57,500			44,023			77%
作付率	167%			127%			
耕作地面積	34,380			34,667			101%
灌漑面積				34,467			
灌漑率				99%			
生産量合計			533,300			316,523	59%

出所：東営市協力開発有限責任会社と淄博黄河三角洲農業開発有限公司からの情報をもとに作成

表 5 地区別の作付面積、単収、生産量の目標値と実績値の比較

下鎮地区	目標値		実績値(2009年)		目標値比
	作付面積	生産量	作付面積	生産量	
	ha	tons	ha	tons	
コメ	5,400	38,880	1,333	10,290	26%
小麦	15,200	77,520	1,410	6,042	8%
トウモロコシ	2,100	11,340	796	4,042	36%
大豆	14,400	31,680	676	1,384	4%
落花生	800	2,880	226	428	15%
綿花	1,200	840	18,152	20,367	2425%
野菜	2,100	155,610	973	24,532	16%
果物	-	-	667	45,023	-
水産	-	-	1,064	2,538	-
林業	-	-	0	0	-
作付面積合計	41,200		25,298		61%
作付率	170%		105%		61%
耕作地面積	24,200		24,200		100%
灌漑面積			24,000		
灌漑率			99%		
生産量合計		318,750		114,646	36%

大芦湖地区	目標値		実績値(2009年)		目標値比
	作付面積	生産量	作付面積	生産量	
	ha	tons	ha	tons	
コメ	2,000	14,400	1,236	9,429	65%
小麦	6,200	31,620	5,901	37,134	117%
トウモロコシ	3,100	16,740	6,072	46,780	279%
大豆	1,000	2,200	173	359	16%
落花生	0	0	140	494	-
綿花	2,000	1,400	1,146	1,307	93%
野菜	2,000	148,200	1,304	78,655	53%
果物	-	-	511	22,845	-
水産	-	-	243	2,724	-
林業	-	-	2,000	2,150	-
作付面積合計	16,300		18,726		115%
作付率	160%		179%		112%
耕作地面積	10,180		10,467		103%
灌漑面積			10,467		
灌漑率			100%		
生産量合計		214,560		201,877	94%

出所：東営市協力開発有限責任会社と淄博黄河三角洲農業開発有限公司からの情報をもとに作成。

一方、事業対象地区の生産物の総利益は目標値を超えるなど、収益性から見た場合、本事業は目標以上の成果を挙げていると言える。下表は各地区の生産物の利益（販売収入から生産コストを差し引いた金額）を計算したものだが、作付面積・生産量が目標値に達していない下鎮地区でも、利益は目標値を上回っており、全体的な収益性が高まっていることが確認できた。これは、単位面積あたりの生産量（単収）の増加と、高付加価値の作物生産への転換・拡大が背景にある。尚、同地区の作付面積の実績が目標値未達である理由は、当初計画が二毛作を想定していたのに対し、実際には単作の綿花中心の計画に変更されたためである。利用耕作地面積は計画通りであり、100%に達している。

表 6 地区別生産利益の目標値と実績値の比較

項目	目標値			実績値(2009年)	
	土地面積 (ha)	利益 (千元)	利益 (インフレ調整*) (千元)	土地面積 (ha)	利益 (千元)
下鎮地区					
低・中生産田畑開発	13,300	145,310	174,372	13,300	211,715
荒地開発	10,700	111,680	134,016	10,700	160,403
草地改良	8,670	-		8,670	-
上糧下漁開発	670	5,670	6,804	667	7,478
養魚地造成	670	4,390	5,268	667	18,583
小計	34,010	267,050	320,460	34,004	398,179
大芦湖地区					
低・中生産田畑開発	10,000	138,530	166,236	10,000	137,758
上糧下漁開発	470	5,820	6,984	467	9,167
小計	10,470	144,350	173,220	10,467	146,925
合計	44,480	411,400	493,680	44,471	545,104
				目標値比	110%

出所：東営市協力開発有限責任会社と淄博黄河三角洲農業開発有限公司からの情報と受益者調査結果をもとに作成。

注：*インフレ調整は2000年から2009年のCPIで算出。

表7では、単位面積あたりの生産量と収益の事業実施前と実施後の変化を比較している。作物生産量は以前と比較して約140%~230%増加しており、収益は210%~500%の割合で増加している。綿花の生産量の増加率は低いほうであるものの、貯水湖からの灌漑により生産が安定し、国内市場のニーズの高まりに伴い価格が上昇していることから、単位あたりの収益額、伸び率とも最大になっている。

表 7 単位面積当たりの生産量と収益の変化

生産物	単位面積当たりの生産量 (トン/ヘクタール)			単位面積当たりの収益 (元/ヘクタール)		
	実施前	実施後	増加率	実施前	実施後	増加率
コメ	4.5	7.7	172%	7,335	19,958	272%
小麦	3.5	5.3	153%	4,544	9,727	214%
トウモロコシ	2.9	6.7	231%	4,516	13,278	294%
大豆	1.0	2.1	207%	3,336	10,681	320%
綿花	0.8	1.1	139%	5,702	28,826	506%

出所：東営市協力開発有限責任会社と淄博黄河三角洲農業開発有限公司からの情報と受益者調査結果をもとに作成。



図4 下鎮地区の綿花栽培



図5 大芦湖地区の養殖池と冬小麦栽培

そのほかに生産に影響する要因として、関係機関へのインタビューにより以下の点が確認された。

- ・ これまで自然条件、病虫害などの問題は特になく、安定した生産環境が維持されている。
- ・ 2004年以降の政府の農業政策の改革により、農民に直接補助金が支給されるようになり、肥料や種子の品質が改善されたことも生産性向上、増産を促進した要因といえる。
- ・ 大芦湖地区では、県政府水利部門が責任機関となって、対象地区の約8割を占める8000ヘクタールで、2010年からパイプによる灌漑¹⁴の導入をおこない、より効率的な水資源の利用を促進している。
- ・ 事業対象地域内に、省政府によるモデル地区の指定がされ、優良品種の情報提供、関係者への生産技術移転、他地域へのモデル普及が支援されている。

(2) 水需要、灌漑施設機能、運用に関する指標

本事業の目的の一つである水資源の有効利用に関しては、事業実施機関や受益者への聞き取りによると、必要に応じた水量を適切に利用しており、かつ灌漑の水源である黄河や地下水の年間水量にも大きな変化は生じていない。特に、本事業により灌漑施設が整備されたことにより、黄河の水位が最も低い春の時期にも耕作準備に必要な水量を十分に確保し、農地に配水できるようになり、農業生産量の増加につながったと説明している。

¹⁴ 未舗装の灌漑水路の代わりにパイプを利用して配水し、水の損失を最小限に抑える。

3.3.1.2 内部収益率

経済的内部収益率 (EIRR)

本事業の経済的内部収益率(EIRR)を、審査時の計算方法に基づき、再計算を行った。その結果 EIRR は審査時の 18.5%から 24%に向上している。この要因としては、生産性の向上と生産物の販売価格の上昇が予測より大きかったものと考えられる。現在の生産性の向上や、綿花等高付加価値の産物主体の生産パターンは、灌漑施設の整備によって実現されたものであり、本事業の効果を示していると言える。

表 8 EIRR の再計算結果

	審査時	実績
EIRR	18.5%	24%
<ul style="list-style-type: none">・ プロジェクトライフ：50年・ 費用：初期費用（直接工事費、機械購入費、環境モニタリング費用、事業運営費、コンサルティングサービス）、施設維持管理費、生産コスト・ 便益：農産物および水産、林業などその他の生産		

注1：農産物は農家への受益者調査をもとに、今後の栽培計画の予測を計算に反映させた。

注2：生産コスト・価格は農家への受益者調査と事業実施機関からの情報をもとに算出した。

3.3.2 定性的効果

本事業がもたらした効果を直接受益者である農家がどのようにとらえているかを確認するため、受益者調査¹⁵を実施した。調査によれば、事業実施後の生産状況について、大部分の受益者が改善を認め、高い満足度を示している。具体的には、灌漑施設の利用や生産技術改善による生産の向上などを評価する意見が挙げられた。生産性の向上については、灌漑施設だけではなく、事業を通じて実施されたその他の取り組み、具体的には農民向けの技術移転や農機械のリース、優良種子の販売などが影響したことも確認できた。

¹⁵ 受益者調査は、ランダムに選ばれた事業対象地区の下鎮地区の農家 50 世帯、大芦湖地区の農家 50 世帯を対象に実施された。

表 9 事業実施後の生産、生産技術、サービスの変化と受益者の評価

	下鎮地区	大芦湖地区
1.事業後の農業生産の状況		
大変改善された	98%	98%
2.現在の生産状況の評価		
とても満足している	88%	56%
満足している	12%	44%
3.事業後の生産技術・方法の変化		
	節水灌漑、優良品種など先進的な生産技術を導入	節水灌漑、調合肥料、機械化の実現、優良品種など先進的な生産技術を導入
4.事業後に受けた生産に関わる支援サービス		
	肥料・農薬の優遇価格、農機具リース、営農指導や優良品種への補助	肥料・農薬の優遇価格、農機具リース、土壌測定・肥料調合技術及び優良品種に対する補助

出所：受益者調査結果をもとに作成。



図 6 受益者調査の様子（下鎮地区）



図 7 収穫された綿花（下鎮地区）

以上より、本事業によって灌漑施設が整備されたことで、高付加価値の作物生産が可能となったことに加え、生産性の向上により、対象地区の農業生産とそれに伴う農業収益は大きく改善されたことから、有効性は高いと判断する。

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

本事業の対象地区の農業は、ほとんどが個人世帯によって経営されている。一世帯当たりの耕作地面積は、1ヘクタール前後の小規模農家を中心であり、村内では全世帯にほぼ平等に配分されている。

(1) 農家の所得

受益者調査によると、以下の表のように、農家世帯所得は事業開始前と実施後と比較すると、3~4倍以上増加した。事業開始後から、生産コストも生産物販売コストも共に上昇を続けているものの、高付加価値の生産物へのシフトや、生産性の向上の効果が大きく、所得の向上という目的が一定程度達成されたと評価できる。

表 10 世帯農業所得（年間）¹⁶の変化

（単位：元/世帯）

	実施前	実施後	増加率
下鎮地区	7,923.6	35,116.4	443%
大芦湖地区	2,436.3	8,727.7	358%

出所：受益者調査結果をもとに作成。

受益者調査では、所得に影響のある市場・流通（販売先、販売価格、生産コスト）に関する質問に対して、生産コストが高いという指摘が一部にあるものの、販売価格や市場・流通への満足度は概ね高い。

二つの対象地区間の農業所得の差の要因の一つは、耕作作物の収益性の違いによる。二つの地区ではアルカリ土壌のタイプが異なるため、耕作に適した作物や作付けパターンの違いがあることから、下鎮地区では、より収益性の高い綿花¹⁷の栽培が多く、大芦湖地区よりも高い収益をあげることができているといえる。もう一つの要因は平均耕地面積の違いによる。表 11 の通り、下鎮地区の平均耕地面積は大芦湖地区の 1.7 倍である。

表 11 世帯平均農地面積

（単位：ha/世帯）

	目標値	実績値	
		実施前	実施後
下鎮地区	1.26	0.77	1.26
大芦湖地区	0.55	0.61	0.74

出所：受益者調査結果をもとに作成。

(2) 所得向上による効果

受益者調査結果によると、農業生産収入だけではなく、本事業の影響で農業外収入も増加した受益者が存在することが明らかになった。農業外収入の増加は、灌漑利用や、所得向上に伴う機械化により農作業が効率的になり、より長い期間出稼ぎ労働に従事できるようになったことが背景にあると見られる。

¹⁶ 農業、養殖などの生産による年間収入から年間生産コストを差し引いた金額。

¹⁷ 綿花は塩度の高いアルカリ土壌での栽培が適している。

所得の向上に伴い、受益者の生活水準にも改善が見られる。調査結果によると、日常生活の必要経費と、不動産・動産への投資額も増加している。資産への投資は、住居の改築・増築、農機械、電化製品やバイクや車の購入などがあり、受益者調査対象のほぼ全世帯で、支出が増加したと回答している。教育費支出の増加は、義務教育が無償化となったが、学校以外の習いごとや高等教育への進学率が増加したためである。

表 12 事業実施後に増加した資産への投資項目

資産投資項目	投資した世帯割合(%)
家の増築	79
バイク、自転車	94
家電	100
自動車	27
農業機械	67
その他	13

出所：受益者調査結果をもとに作成。

また、事業実施後の生活の満足度について、受益者調査の回答者のほぼ全員がとても満足している、もしくは満足していると回答している。その理由として、生産量の増加、食糧作物単収の増加、販売価格の上昇、収入の向上、生活の質の改善が挙げられた。

3.4.2 その他、正負のインパクト

(1) 対象地域及び周辺住民への裨益

事業の正のインパクトとして、関係者へのインタビューの結果、以下の点が確認された。

- ・ カニ、エビ、魚、果物などの特定の生産物に特化した生産者組合が設立され、生産に必要な餌や薬品などの共同購入、機材の共同所有・利用、生産物の共同販売などの活動を実施している。受益者調査によると下鎮地区では9割が、大芦湖地区では回答者全員が、新設された何らかの生産者組織に所属している。このように、生産・流通に関わる組合の組織化は、養殖、果物など、新技術や機材を必要とする生産物において、特に促進されている。例えば下鎮地区の養殖カニや桃には、特産品化やブランド化などの取り組みに対し、政府による支援があり、それがインセンティブとなってさらに推進がされている。
- ・ 本事業により大規模の農地が開拓、灌漑施設が整備・修復され、生産向上したことにより、道路整備や周辺地域での灌漑施設の整備など、政府によるインフラ整備、改善の促進にも影響を与えた。道路整備は流通の改善をもたらすことから、農産物の輸送の効率化にも貢献しており、相乗効果が発現している。
- ・ 大芦湖地区の周辺の村では、本事業の効果に関心をもち、灌漑施設整備、養殖や農業生産の技術などを実践するようになった。現在、実践している耕作地の規模は200ヘクタ

ール程度だが、今後はさらに対象地区周辺の地域の生産向上、農家の収入向上の促進要因となる可能性がある。

(2) 自然環境へのインパクト

プロジェクトサイト（下鎮地区）が国家級自然保護区の黄河河口湿地に隣接することから、事業計画時には、鳥類の生息地の保護、殺虫剤の水質への影響といった水文・水質・生態等の環境影響配慮が指摘されていた。計画時に実施された環境影響調査では、事業実施による著しい影響は予見されないことが確認された。本事業実施期間中は各会社が主体となり、環境分野の関連政府部署と協力して、計画通りの環境モニタリングが実施された。事業実施後は、公司ではなく、関連政府部署が責任機関となって、モニタリングや研修、普及活動を継続しておこなっており、その頻度や規模は、事業実施中とほぼ同じである。現在のところ地表水の水質の指標データは概ね改善もしくは安定傾向を示しているが、2007 年および 2009 年のデータでは、一部のモニタリング地点の水質¹⁸が、国の地表水環境質量基準値を満たしていなかった。下の表は、本事業の主要なモニタリング地点の水質検査結果である。

表 13 地表水の水質モニタリング結果

(単位：mg/m³)

指標・モニタリング地点	分類 ¹⁹	基準値	1998	2000	2003	2005	2007	2009	
pH									
下鎮地区	Yihong	Ⅲ	6.0-9.0	7.9	-	7.3	-	7.4	-
	Yongfeng	Ⅲ	6.0-9.0	8.1	-	7.8	-	7.6	-
大芦湖地区	Zhimai	Ⅲ	6.0-9.0	8.3	8.1	-	8.3	8.1	8.1
	Dalu lake	Ⅱ	6.0-9.0	7.8	7.9	-	7.9	8.0	7.9
COD (化学的酸素要求量)									
下鎮地区	Yihong	Ⅲ	20	34.3	-	46.0	-	26.0	-
	Yongfeng	Ⅲ	20	322.7	-	39.0	-	22.0	-
大芦湖地区	Zhimai	Ⅲ	20	24.7	23.2	-	23.2	22.5	21.8
	Dalu lake	Ⅱ	<15	25.0	22.6	-	20.6	19.5	19.0
BOD (生物化学的酸素要求量)									
下鎮地区	Yihong	Ⅲ	4	4.2	-	14		6	-
	Yongfeng	Ⅲ	4	9.3	-	10		4	-
大芦湖地区	Zhimai	Ⅲ	4	2.2	3.7	-	2.8	2.4	2.3
	Dalu lake	Ⅱ	3	2.8	3.0	-	2.5	2.3	2.2

出所：東營市協力開発有限責任公司、淄博黄河三角洲農業開発有限公司

これは、下鎮地区のモニタリング地点の排水には事業関連以外の生活・産業排水が含まれていることが影響していると考えられる。ただし 2009 年に污水处理場が整備されたことで、現在は一定の対策が取られている。大芦湖地区でも、モニタリング地点には生活排水が混入しているため、農業生産による排水がどの程度水質に影響を及ぼしているか、確認することは困難だが、2009 年以降は県政府により 1.2 億元規模の排水施設の整備がされたことから、改善が進んだものと考えられる。

¹⁸ 水質の汚染を表す指標である COD(化学的酸素要求量)と BOD(生物化学的酸素要求量)を確認した。

¹⁹ 水域機能の分類で、地表水水域の使用目的と保護目的に従い、5 種類に分類されている。

また、事業実施中に行われた環境配慮に関する普及啓発活動のインパクトとして、農家が農地からの排水が近隣地区の自然環境へ影響することへの理解を深め、農薬や化学肥料の適切な利用への配慮がされるようになったことが、実施機関や受益者への聞き取りによって明らかになった。本事業の実施機関である各公司によると、鳥類の生息地の保護等、当初想定された問題については、実施機関による対策が効果をあげており、大きな環境問題はみられていないとのことである。

(3) 住民移転・用地取得

事業実施による住民移転・用地取得は発生していない。

以上のように、本事業による農家の世帯所得の向上に加え、農民組織化による生産の効率化、地域開発などのインパクトが確認されたことから、事業の効果は大変高いと判断される。

3.5 持続性（レーティング：③）

3.5.1 運営・維持管理の体制

(1) 責任実施機関

本事業の運営・維持管理は、基本的に政府関連機関が担当し、受益者の農民の関与の度合いは低い。実施機関は、各地区の県政府の農業開発部門を前身とする、「東営市協力開発有限責任公司(下鎮地区)」、「淄博黄河三角洲農業開発有限責任公司(大芦湖地区)」が担当している。各公司は対象地区の事業全体を統括する役割を担い、主要施設の管理を担当している。本事業の運営・維持管理に関わる関係者の調整や監督も公司が担当している。各公司の組織改編や機関の役割分担の大きな変更は事業開始後、生じておらず、今後もその可能性は低い。

1) 下鎮地区

事業実施期間中に「東営市下鎮地区農業総合開発集団総公司」から「東営市協力開発有限責任公司」に名称変更された。事業実施期間中から終了後も引き続き実施機関として責任を担っている。施設運営維持管理の分担は以下の通りである。

表 14 下鎮地区の灌漑施設の運営維持管理分担

施設、管理レベル、内容	担当機関	担当業務内容
取水施設	県黄河河務局	水資源管理
用水供給、給水計画策定	県水利局と公司	必要に応じて、取水計画を策定する
施設管理：県レベル	水系別灌漑管理所と公司	配水と施設維持、水利費管理
施設管理：郷・鎮レベル ²⁰ の末端施設の維持管理	鎮の水利ステーション	配水と設備維持、水利費徴収
施設管理：村レベル	村民委員会、組合	農家の配水の調整

出所：東営市協力開発有限責任公司、墾利県灌漑管理所、村民委員会の情報をもとに作成。

2) 大芦湖地区

「淄博黄河三角洲農業開発有限公司」が事業実施期間中から終了後も継続して責任機関である。各関連機関・組織によると、施設運営維持管理の分担は以下の通りであり、本公司の役割はこれら関係機関間の調整と業務モニタリングである。

表 15 大芦湖地区の灌漑施設の運営維持管理分担

施設、管理レベル、内容	担当機関	担当業務内容
取水施設	県黄河河務局	洪水、解氷被害の防止、水利の法律による監督、黄河の水供給、土木工事管理
用水供給、給水計画策定	県水利局	配水計画策定、配水管理、県レベル水利関連工事の実施監理
施設管理：県レベル	県水利局の水系別灌漑管理所	施設の維持管理とメンテナンス、水利費管理
施設管理：郷・鎮レベルの末端施設の維持管理	郷・鎮の水利ステーション	水利費徴収、施設の維持管理に上部機関および村に協力、水利費徴収
施設管理：村レベル	村民委員会	村の農家の調整

出所：淄博黄河三角洲農業開発有限公司、村民委員会の情報をもとに作成。

²⁰ 中国の行政区分は一般的に省、市・県、郷・鎮と三層構造になっている。郷・鎮は末端の行政区分。

(2) 農民の運営維持管理への参加

用水路管理のための農民の組織化に関しては、既存の組織である村民委員会が、その組織体制の下で末端水路の利用者間の調整と管理をおこなっているが、実施機関や村民委員会のメンバー、施設利用者である農民へのインタビューによると、滞りなく機能しており、問題は生じていない。また、給水計画を策定するのは県水利局ではあるが、農民の水量や配水の時期などのニーズは村民委員会がまとめて、上部機関に連絡をする。

2004 年以降の農業支援政策の改革では、農業税の全面撤廃など、農家への負担が軽減される方策が取られてきている。本事業の灌漑施設の水利費も、その影響を受けており、農民への負担額が最小限に留められている。

灌漑施設利用者である受益者の施設維持管理業務への関与は、自分の土地内の用水路の清掃など最低限の作業に留まっている。これは、2004 年の農業改革以降に農民への労務負担制度が撤廃され、農地灌漑施設の維持管理の大部分は政府の責任となり、農民の労働投入が激減したことが背景にある。受益者調査によると、水利費の支払い率と末端水路の汚泥処理への参加率は 100% である。会合への参加率は下鎮地区で 85%、大芦湖地区で 60% である。配水計画の順守については、概ね守られており、大きな問題は生じていないものと見られる。受益者調査によると、灌漑施設の利用への満足度も、「とても満足している」50%、「満足している」50%の回答率で、非常に高い。

3.5.2 運営・維持管理の技術

両地区とも、運営維持管理上に技術的な問題は生じていない。これは、事業実施以降の技術移転の効果や、技術定着のための仕組み（技術検査、マニュアルや記録簿の活用）によるものと考えられている。

実施機関である各会社は長年の灌漑施設の運営と管理の経験があり、技術専門家のチームが配備されている。管理部門向けには新技術と知識に関するトレーニングが毎年 1 回実施されている。両地区の各会社の人材は、事業実施期間中から人事異動がほとんどなく、水利施設維持管理、点検規定、安全確保などの技術移転の効果が定着している。

郷・鎮の水利ステーションは県の水利局と郷・鎮政府の指導のもとに日常の維持管理・運営をしている。職員は毎年 1 回の業務トレーニングと技術の資格検査を受けて、水管理に必要なレベルを維持している。

また、各施設の運営維持管理マニュアルや記録簿は整備されており、活動のモニタリングに利用されている。

灌漑施設を利用している農家の、灌漑施設の運営状況や責任機関や組織のサービスへの満足度は高い。その理由は、施設のメンテナンスが適切に行われ、運用状況は良好で、必要な時期に水の供給が保証されているなどがあげられていた。また、県水利局が、村ごとでまとめた水量のニーズにも配慮し、給水計画の策定をしていることも、利用者の満足度を高める一因となっている。

受益農家への施設運営への満足度についてのインタビュー調査は以下のような結果となった。

表 16 受益農家による施設運営への評価

	下鎮地区	大芦湖地区
灌漑施設の運営状況への評価		
とても満足している	80%	20%
満足している	20%	80%
村レベルでの施設運営の担当組織である村民委員会のサービスへの評価		
とても満足している	26%	26%
満足している	64%	74%
会社のサービスへ評価		
とても満足している	86%	52%
満足している	14%	48%

出所：受益者調査結果をもとに作成。

3.5.3 運営・維持管理の財務

事業の運営・維持管理に必要な費用の財源は、計画時は、水利費や各公司によるサービス提供による自立運営を想定していたが、事後評価時点では政府による財政支援を基本としており、県や郷・鎮政府予算や都市部で徴収された水管理費を財源とし、不足のない収入が確保されている。灌漑施設利用者からの水利費は1人当たり年間10円で、これも計画時の想定²¹(下鎮地区年間2410元/世帯、大芦湖地区年間1000元/世帯)を大きく下回る金額となっている。これは2004年以降の中央政府の政策によるもので、農業支援政策改革による農業税の撤廃など、農民負担の大幅な削減方針に基づいている。水利費は、事業開始当時は責任機関である各公司が直接徴収していたが、この改革後は県政府の管轄下にある灌漑管理所が徴収、管理をしている。

下鎮地区の場合、県灌漑管理所は、本事業の対象地区以外の産業用水や生活水利用者からも水利費を徴収しており、これらの収入により本事業地区の施設維持管理のための財源が確保されており、実施機関である公司はここから運営資金を受け取っている。郷・鎮の水利ステーションは郷・鎮政府の管轄下であり、その運営費は郷・鎮政府の財源によって確保されている。

大芦湖地区は、県灌漑管理所で徴収する水利費と県政府の一般予算により事業の運営費が補助されている。水利ステーションは郷・鎮政府予算によって運営されている。

今後の見通しとしては、2011年3月の人民代表大会で、農業関連支援の継続、強化

²¹ 事業実施前は下鎮地区年間320元/世帯、大芦湖地区年間138元/世帯であった。

が強調されており、政府による本事業の運営・維持管理のための財源確保の見込みは高い。

3.5.4 運営・維持管理の状況

現地調査に同行した農業分野の専門家とともに主要施設の目視による状態の確認を行ったところ、施設の状態に特段の問題はない。



図8 大芦湖地区の水路



図9 下鎮地区の貯水湖

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、山東省の黄河三角洲地域の灌漑用設備、農業耕地等の農業基盤整備により、水資源の有効利用と農産物の安定的生産を図り、もって農家の所得向上に寄与することを目指していた。

農業・農村開発は中国において優先分野であり、山東省は耕地面積全国3位、食糧総生産量は全国2位であるなど重要な位置を占めている。一方で同省の水資源は限られており、農業のため水資源の有効利用やそのためのインフラ整備を推し進める政策が強調されており、本事業との整合性が高い。本事業のすべてのアウトプットは費用、期間ともに計画内に実施され、効率性は高い。本事業の効果として、農業利益は事業全体においても世帯所得においても向上しており、耕地の拡大、生産性の向上、高付加価値作物へのシフトなどがその要因である。一方で、当初は灌漑による二期作で農産物の生産が増加することが期待されていたが、収益性が高い単期作の綿花栽培の拡大など作付パターンの変化により総生産量は計画値に達していない。しかし、水資源の有効的な利用には問題はなく、有効性は高いと判断される。灌漑施設の運営維持管理は、体制面、技術面においては、事業実施機関と関係機関間の調整や支援により適切に行われている。財

務面は、中国政府の農業重点政策の推進の影響により、灌漑施設利用者の負担は軽減され、政府による財源が確保されている。このように維持管理や効果の維持、拡大において問題はみられず、持続性は高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

下鎮地区では将来的に土壌改良が進むと、綿花の栽培が適さなくなることが予想される。現在、綿花は耕地の7割を占めており、その場合、大幅に耕作作物を変更する必要がでてくるが、県政府による奨励作物の優良種子の提供など、状況に応じた農家支援政策の変更をおこない、農家の利益が大幅に損なわれないような方策を取ることが重要である。

4.2.2 JICA への提言

特になし。

4.3 教訓

(1) 事業運営管理方法の確立

本事業は、計画通りの費用と期間で完了したが、円滑な事業実施の要因として、関係機関の管理方法の確立と、それが機能するための支援体制があげられる。

事業実施期間中の調達などの業務管理については、山東省水利庁が中心となって事業独自の管理方法を確立、マニュアルや書類フォーマットなどを活用して、実施機関に周知させ、定期的な報告やモニタリングを徹底したのは事業の効率化に大変役に立った。ただし、成功の背景には、このような管理の徹底だけではなく、JICA 事務所やプロジェクトオフィス、各地区の実施機関等の関係者間の良好なコミュニケーションと、かつ問題の発生予防や拡大防止のための対応が常に取られるような支援、モニタリングのしゅみか揃い、効率的な事業実施に結び付いたといえ、成功例の一つとして参考にすることができるであろう。

(2) 現場ニーズの正確な把握に基づく配水計画の策定

灌漑施設の利用管理において、施設利用者間の争いや不満が生じる一つの要因として、水配分がニーズに対応していないことがあるが、本事業では、利用者のニーズを正確に把握し、それを配水計画に反映しており、利用者の満足度が大変高い。効率的な水資源の利用のため、事業対象地区では、農民の要望を把握するための活動が村民委員会や水利ステーションにより実施されており、現場のニーズを正確に反映した配水計画が県の灌漑管理所により策定され、遵守されている。一般に灌漑事業では、配水量の配分等の利害調整が持続性を確保する上で重要となるが、このような取り組みをこまめに行い、

受益者間の調整に行政機関が一定程度介入することで、適切な管理を行うことができる。受益者による自立的な運営・管理を実現するには一定の時間がかかるため、持続性を確保する上では、政府機関等が適切なレベルの介入を行うことで、事業効果の継続的な発現を確保しながら、徐々に効率的な運営に向けた環境整備を進めることが重要と考えられる。

(3) 明確な運営管理の責任分担とそれに沿ったモニタリング

黄河の取水から郷・鎮、村レベルの末端水路までのそれぞれの管理担当機関は異なるが、各機関の責任を明確にし、その管理状況について実施機関である各会社がモニタリングをすること、すべての関連機関を対象に研修を実施したこと、人事異動が少ないため技術・能力レベルが一貫していることが、円滑な運営管理に貢献していると考えられる。このような管理分担の明確化と徹底、技術レベルを維持するためには、事業の計画段階からこれらを可能にする体制・整備の設計を行い、実施中にも配慮しておくことが重要である。

以上

主要計画／実績比較

項目	計 画	実 績
① アウトプット 下鎮地区 貯水湖 ポンプ場 幹線用水路 2次用水路 送変電施設 幹線排水路 2次排水路 圃場整備 堤防 その他の土木工事 建設機械 農機械	拡張2、新設1 拡張1、補修14、新規10 補修5本、81.93km 111.9km 4箇所、送電線185km 5本、155.3km 35本、102.3km 24,000ha 13,010ha 32品目364台 自走機械1464 付属品1285	補修1 計画どおり 5本、100.53km 計画どおり 計画どおり 計画どおり 計画どおり 計画どおり 二期工事 30.2km 計画どおり 計画どおり 計画どおり
大芦湖地区 幹線用水路 灌漑用井戸整備 送変電施設 2次排水路 圃場整備 その他の土木工 事 建設機械 農機械	補修9本 2,620箇所 6箇所、送電線452km 2本 10,000ha 2,470ha 8品目56台 自走機械95、付属品1175	補修0本、新設1.2km 計画どおり 5箇所 計画どおり 計画どおり 計画どおり 計画どおり 自走機械129、付属品2942
② 期間	2000年1月～2006年12月 (60ヶ月)	2000年1月～2006年12月 (84ヶ月)
③ 事業費 外貨 内貨 合計 うち円借款分 換算レート	10,126百万円 9,536百万円 (635百万円) 19,663百万円 10,126百万円 1元＝15円 (1999年11月現在)	8,882百万円 10,315百万円 (727.8百万円) 19,197百万円 8,882百万円 1元＝14.1円 (2000年3月～2006年12 月平均)

0. 要旨

本事業は、中国政府の森林被覆率の改善を目標とした森林造成計画の中で、自然環境、立地条件ともに厳しい黄土高原の荒廃地における防護林モデル植林として実施された。現地の状況に合わせて入念な基本設計図を作成し、それに基づき厳格に作業を実施したことが高い活着率¹に結びついた。農民参加を計画段階から取り入れたことや、ソフトコンポーネントを活用して普及担当者と農民に対する訓練を取り入れたことも相乗的に効果を挙げる結果となった。本事業の造林地は成功事例として評価されるようになり、山西省における植林単価²の引き上げといった政策面での改善、地域全体の植林の進展へと大きく前進した。今後も優良成績造林地として守り続けるとともに、造林モデルとして利用していくためには、生育段階に応じた適切な保育作業と樹木の保護対策を実施していくことが不可欠である。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

1. 案件の概要



案件位置図



大寧県（左）と吉県（右）の造林地

1.1 事業の背景

中国では、木材生産のための森林伐採や、食糧確保のための過剰な開墾が進み、森林は国土面積の 13.9%まで減少した³。森林の持つ水土保持機能は失われ、土砂流出が増

¹ 植林成績を表す主な指標。活着率＝生存している苗木の本数／植栽した本数×100。

² 1 ムー*当たりの植林に必要な単価で、作業賃金、苗木購入費、運搬費、給水費などの雑費を含む。

*1 ムー＝0.0667 ヘクタール。

³ 国家林業局 第4次全国森林資源調査（1989-1993）。

えている。とりわけ、黄河流域⁴と長江流域で著しい。黄河中流域に広がる黄土高原には侵食を受けやすい粒子の細かい黄土が厚く堆積し、雨季には強い雨水によって著しい土砂流出が起こる。計画当時、1平方キロメートル当たりの土砂生産量は5700トン/年から9400トン/年⁵にも達するといわれ、渇水、洪水、土地生産力の低下といった問題が顕在化していた。

中国政府は黄河流域を重点地区に指定し、水土保持を目的とした森林の保全・育成を強化してきた。日中間では、国際協力機構（JICA）による土砂流出防止技術の向上を目的とした技術協力「黄土高原治山技術訓練計画」（1990～1995年）や、同計画のアフターケア協力（1999～2001年）が実施された。1998年に発生した長江の大洪水も、日中双方が森林の保全・育成分野での協力を重視する契機となった。

このような背景のもと、中国政府は日本政府に対し、黄河の中流域に位置する山西省昕水河流域⁶の森林被覆率を上げることがを目的とした無償資金協力を要請した。

1.2 事業概要

山西省昕水河流域（吉県、大寧県、蒲県、隰県）において植林技術普及のモデルとなる森林を造成するとともに、山西省林業部門の普及担当者に対する訓練などを実施することにより、昕水河流域において、森林被覆率の向上を図る。

E/N 限度額／供与額		1,712 百万円（179 百万円、519 百万円、427 百万円、369 百万円、218 百万円）／ 1,649 百万円（176 百万円、495 百万円、412 百万円、348 百万円、218 百万円）
交換公文締結（／贈与契約締結）		1 期：2003 年 3 月、2 期：2003 年 8 月、3 期：2004 年 7 月、4 期：2005 年 6 月、5 期：2006 年 6 月
実施機関		山西省林業庁
事業完了		2007 年 11 月
案件従事者	本体（施工業者）	テクノフォレスト株式会社／王子木材緑化株式会社共同企業体（1 期）、オガワ精機株式会社／株式会社富士技創／株式会社タイキ共同企業体（2 期）、黄河造林共同企業体（王子木材緑化株式会社／テクノフォレスト株式会社）（3 期）、オガ

⁴黄河は青海省に源を發し渤海湾に流れ出る全長 5464 キロメートルの河川である。黄河流域は山西省、陝西省、河南省、甘肅省、寧夏回族自治区、内蒙古自治区に跨り、面積は 75 万平方キロメートルに及ぶ。

⁵ 山西省林業庁 中国黄土高原山西省昕水河流域造林プロジェクト（2001）P.2。

日本の年間の山地からの 1 平方キロメートル当たりの土砂生産量は 250 トン程度といわれる。JICA 中国黄土高原治山技術訓練計画 事前調査報告書（1988）P.7。

⁶陝西省と山西省の境の南端にある黄河の支流で、流域は吉県、大寧県、蒲県、隰県にまたがる。黄河中流域のなかでも最も土砂流出量の激しい地域といわれている。

		ワ精機株式会社／財団法人オイスカ共同企業体(4期、5期)
	コンサルタント	社団法人海外林業コンサルタンツ協会／財団法人林業土木コンサルタンツ共同企業体
基本設計調査		2001年10月～2002年3月、2002年5月～2003年1月
関連事業		「黄土高原治山技術訓練計画」、「黄土高原治山技術訓練計画アフターケア」、「黄土高原林業新技術推進普及プロジェクト」(以上、技術協力) 「黄土高原における植林技術普及訓練計画」(国別研修)、「山西省植林事業」(円借款)、「寧夏回族自治区黄河中上流域保全林造成計画(黄河中流域保全林造成計画)」(無償資金協力)、その他 ⁷

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

岸野 優子 (アイ・シー・ネット株式会社)

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11月～2011年11月

現地調査：2011年4月13日～4月30日、2011年6月6日～8日

2.3 評価の制約

なし。

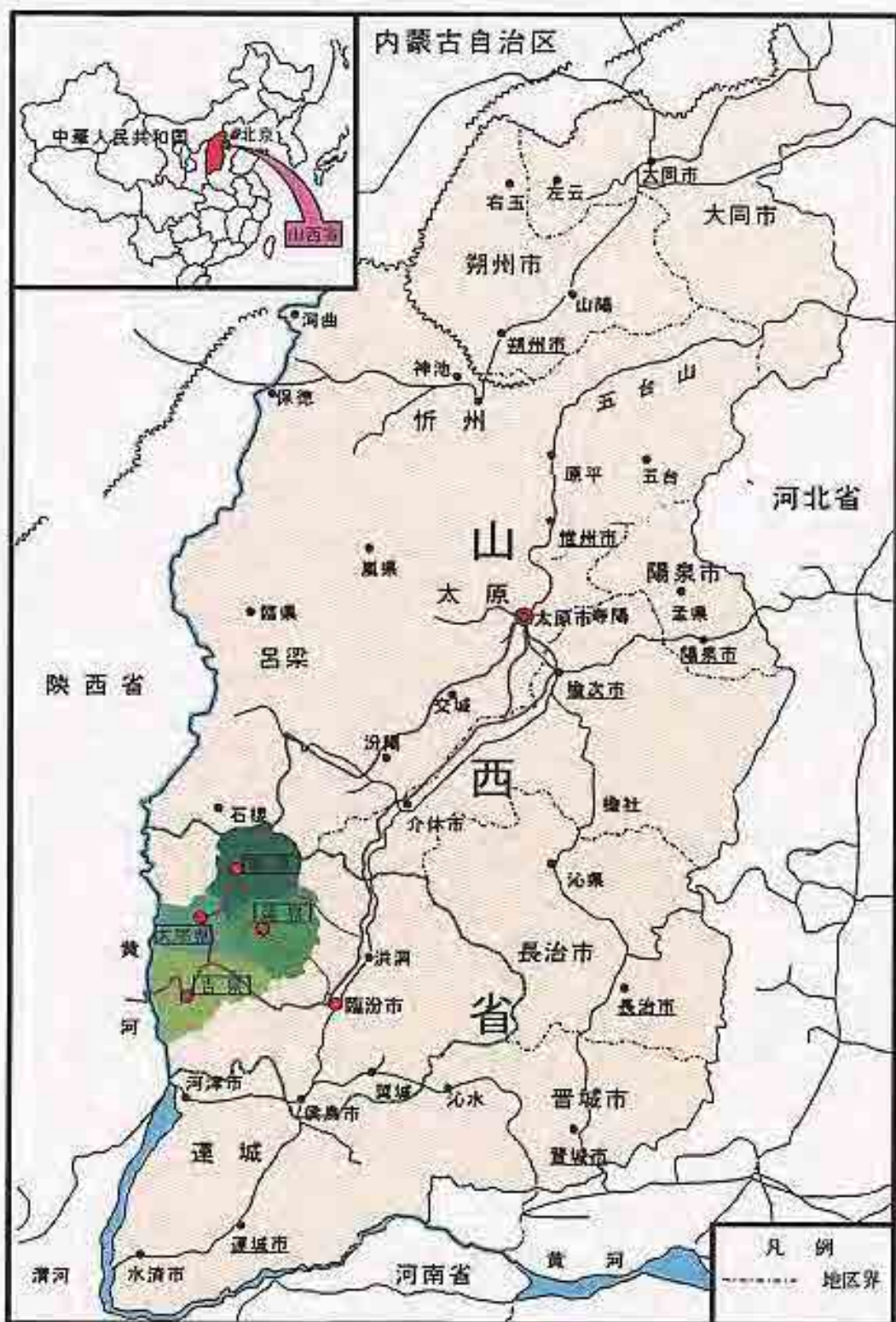


図1 黄河本流 (吉県)



図2 JICA 技術協力で作成されたモデル林

⁷ 「森林資源開発保護計画」、「貧困地区林業発展計画」(以上、世界銀行)、「山西北部造林プロジェクト」(ドイツ復興開発銀行)。



山西省位置图

图 3 事业实施地图

3. 評価結果（レーティング：A⁸）

3.1 妥当性（レーティング：③⁹）

3.1.1 開発政策との整合性

(1) 計画時の開発政策

中国政府は1998年に「全国生態環境建設計画（1998～2050年）」の中で、土砂流出の著しい黄河流域を重点地区に指定し、森林の保全と育成を強化して森林被覆率を向上させることを計画した。山西省では、これに基づき「山西省生態環境建設計画」を策定し、森林被覆率を1998年の11.7%から2050年に45%とする目標をたてた。国家6大林業重点事業¹⁰のうち「天然林保護」¹¹、「三北及び長江流域等防護林システム建設」¹²、「退耕還林」¹³を実施するとともに、世界銀行やドイツ復興開発銀行などの外国資金も積極的に活用し、これを実現しようとした。

(2) 事後評価時の開発政策

山西省では第11次五カ年計画期（2006-2010年）に「緑の山西省」を目標に掲げ、道路脇の緑化、沿線上の荒れ山緑化など省独自の6大プロジェクトを開始した。第12次五カ年計画（2011-2015年）でも継続的に緑化を推進し、森林面積を2015年までに377万ヘクタール、2020年までに433万ヘクタールとすることを明記している。2010年には「山西省生態環境建設計画」に替わり「山西省林業生態建設全体計画概要」を策定し、森林被覆率を2015年までに23%、2020年までに26%とする目標を設定した。

本協力対象事業は、以上のような森林被覆率の改善を目標とした森林造成計画の中で、自然環境・立地条件の厳しい黄土高原昕水河流域における防護林普及モデルとして実施されたものであり¹⁴、計画時、事後評価時ともに政策との整合性は高い。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

3.1.2.1 ニーズとの整合性

黄土高原では山間地一帯の土壌流出が激しく、農耕地や林地が侵食され、農牧林業に被害を与えてきた。特に昕水河流域は黄土高原の典型的な地形を持ち、土砂流出が最も激しい地域であった。

上述のとおり、1990年以降、技術協力によって黄土高原における治山技術の研究と植林技術の確立が行われ、植林作業基準も定められた。しかし、一般的な造林では、計

⁸ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」。

⁹ ③：「高い」、②「中程度」、①：「低い」。

¹⁰ 「天然林保護」、「三北及び長江流域等防護林システム建設」、「退耕還林」、「北京・天津風砂源整備」、「野生動植物保護及び自然保護区建設」、「重点地域早生多収穫用材林基地建設」。

¹¹ 天然林の伐採を規制し保護する。

¹² 東北、華北、西北地域に防護林を造成する。

¹³ 傾斜地での耕作を止めて植林する。

¹⁴ 本事業の対象地は黄土が厚く、険しい地形という条件の悪い土地での植林であるのに対し、円借款「山西省植林事業」（2001～2005年）は自然環境が悪化しているが、営林環境が良い土地を対象とした。

画がなく作業基準が順守されないか、または不十分であるため、植林が成林に至る成功事例は少なかった。黄土高原では植林事業が進むにつれ、条件の比較的よい土地は減り、気象条件・土地条件ともに厳しい荒廃地に造林する必要性が高まっていた¹⁵。

このような状況のもと、無償資金協力を通じて日本の施行監理方法を導入し、荒廃地での植林を成功させ、モデルとして普及することが必要とされた。

3.1.2.2 計画の妥当性

本事業では農民による植林を推進することを目的に、技術協力に匹敵する規模と内容のソフトコンポーネントが実施された。ソフトコンポーネント・ガイドライン（2004年4月）によれば、相手国側プロジェクトが円滑に立ち上がることで、あるいは協力成果の持続性を最低限確保することを趣旨とし、日本人コンサルタントの介入は必要最小限にすることが基本とされている。ガイドラインの想定を大幅に超えて日本人コンサルタントが投入されたとはいえ、枠にとらわれることなく、植林事業に技術支援を組み込んだ計画を策定し、相乗的に効果を高めたことは評価に値する。

この背景には、1998年以降、政府が農民など個人による植林を奨励してきたことがある。それまでは政府林業部門が植林を実施してきたため、実効性の高い植林技術普及活動の経験に乏しかった。その一方で植林の拡大のためには農民に対する普及が不可欠だった。これに対応するため、本事業では植林作業に、ソフトコンポーネントとして1)普及担当者に対する訓練、2)農民に対する訓練、3)植林作業実習¹⁶、4)植林技術の展示、5)啓発セミナー実施を組み込んだ。植林作業に合わせて訓練を実施した結果、正しく手順を踏んだ植林作業が着実に実施されることになり、それが高い活着率に結びついた。また、農民が実際に植栽することで技術を習得し、植林意欲が促進され、農民による植林が進展するというモデル事業としての効果を生み出すことに成功した。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

国別援助方針にあたる対中経済協力計画（平成13年策定）では、援助重点分野の1番目の課題として「環境問題など、地球的規模の問題に対処するための協力」を掲げ、その中で黄砂の移動による日本への悪影響をも含め、森林の保全・造成の重要性を指摘し、同分野での協力を努めることとしている。

日中緑化交流基金では、2000年以降、中国の土砂流出防止林を目的とした森林造成活動を実施している¹⁷。山西省では既に5732万円が投入され、現在も3事業¹⁸が実施中

¹⁵黄土高原全域における荒廃地は全体面積の約20%、733万ヘクタールを超える。

¹⁶計画段階では日本側の事業費抑制という意図もあったが、実績からみると事業費抑制ではなく、効果促進要因となった。

¹⁷1998年の大洪水を契機とした中国の植林活動を支援するため、1999年に故小淵総理大臣が訪中した際に設立された基金。助成対象は防護林、砂漠化防止や野生動物保護を目的とした植林など。

¹⁸①世界遺産の保護を目的とした「五台山緑化プロジェクト」、②黄砂防砂林造成を目的とした「中国黄土高原植生回復山西省モデル林造成プロジェクト」、③ダムを目的とした「中国黄土高原山西省砂漠化と水土流出整備モデルプロジェクト」。

である。2013年までの造林総面積は476ヘクタールになる見込みである。

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

3.2 効率性（レーティング：③）

3.2.1 アウトプット

本事業のアウトプットはほぼ計画通り実施された。日本側のアウトプットの計画と実績は表1のとおりである。基本設計調査で入念な設計図を作成したため詳細設計で大きな変更はなく、各地区の植栽面積は微増減に留まる¹⁹。変更があったのはソフトコンポーネントの施業簡素化技術実証林²⁰である。面積は5ヘクタールから1.1ヘクタールに縮小され、4期に中止になった。これは、降水量が少なく乾燥が激しい地域で種を発芽させることは難しい上、施業簡素化のため雑草による被圧もあり、生長させることが難しいことが実証されたためで、適切な判断だった。中国側のアウトプットは、アクセス道路・護林員詰所の整備、訓練・普及活動、期間終了後の保育などが適切に実施された。



図4 コノテガシワ 2006年植林（吉県）



図5 ニセアカシアとコノテガシワの混合林（大寧県）

¹⁹隴県で植栽面積が減っているのは3年目に発生した大雨の結果、無立木地だった所に灌木が茂り、植林の必要がなくなったためである。その分、状況に応じて吉県での植林面積を増やした。

²⁰直播で簡易に緑化することを目指し2/5期に造成されたもの。



図6 林道（大寧県）



図7 モモの見本林（吉県）

表1 日本側のアウトプット

項目	小項目	計画	実績
モデル植林造成	植林面積合計	4,828.6 ha	4,827.8 ha
	①吉県屯里地区	1,104.3ha	1,196.2ha 植栽本数 150万本
	②蒲県解家河地区	1,238.2ha	1,210.6ha 植栽本数 151万本
	③隰県黄土地区	1,344.2ha	1,279.1ha 植栽本数 143万本
	④大寧県三多地区	1,141.9ha	1,141.9ha 植栽本数 157万本
施設整備	1) 土木工事		
	①林道新設	79.5km	78.8km
	②谷止工	21カ所	21カ所
	③気象・土砂量観測所	1カ所	1カ所
	2) 建設工事		
	①監視塔	8基	8基
	②護林員詰所	4棟	4棟
③プロジェクト紹介看板	8基	8基	
機材調達	1) 維持管理用機材	一式	一式(変更なし)
	2) 普及活動用機材	一式	一式(変更なし)
ソフトコンポーネント	1) 林業局普及担当者に対する訓練	2,420人	2,501人
	2) 大寧県の農民に対する訓練	900人	1,050人
	3) 学生への訓練	400人	567人
	4) 大寧県農民の植林作業実習	900人	900人
	5) 多様な樹種・品種及び技術の展示		
	見本林（4県4地区）	28ha	28.2ha
	施業簡素化技術実証林（大寧県）	5ha	1.1ha
	6) 啓発セミナー	4回	4回

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

本事業の E/N 限度額は 17 億 1200 万円、中国側負担は 7300 万円で総額 17 億 8500 万円だった。これに対し実績は総額 17 億 1800 万円で、日本側負担が 16 億 4900 万円、中国側負担が 6900 万円といずれも計画内に収まった。期わけ（5 期）で実施したため、為替レートの変動に対応しながら資機材を調達できたことが大きい。一方で期ごとの入札費用や履行期限延長の修正契約作成を要するなど、施工コンサルタントの負担が大き

くなったり、施工業者が交替するため、ひとつの植林地で継続して実施する整地－植林－（補植）－保育の作業が効率的に実施されなかったりと、効率性が低下した面があった。また植林に対する責任の所在が明確にできないという点も管理上、課題であった。

表 2 事業費の計画と実績

	計画	実績	計画比
総額	17億8500万円	17億1800万円	96%
日本側負担	17億1200万円	16億4900万円	96%
内、ソフトコンポーネント	3億2500万円	2億9300万円	90%
中国側負担	7300万円	6900万円	95%

類似事業との比較では、以下のとおり妥当であり、費用対効果からいえば効率的と判断できる。

施工コンサルタント費用、ソフトコンポーネント費用、施設・機材調達費を含む1ヘクタール当たりの事業費は35万円で、無償資金協力「寧夏回族自治区黄河中上流域保全林造成計画」（2001～2003年）の約39万円（基本設計計画時）と比較して同程度であった。また、1ヘクタール当たりの植林費は約1000ドルで、世界銀行借款「森林資源開発保護計画」（第5次2010年～）の1088ドルと同程度、円借款事業「山西省植林事業」の約700ドルと比較すると4割高であった。有効性の項で述べるとおり、必要な投資をしたか否かによって、活着率や保存率など植林成績に違いが出る。黄土高原のような半乾燥地で植林を成功させるためには必要な植林単価と判断される。

3.2.2.2 事業期間

基本設計調査では、本事業の最適な工期は60カ月程度とされた。実績は2003年3月（E/N締結）～2007年11月の57カ月（計画比95%）だった。各期の工期の計画と実績は下表のとおりで、いずれも短縮された。

表 3 各期の工期

	E/N	工期（計画）	完了（実績）	工期（実績）
1期	2003年3月	13カ月	2004年3月	12カ月
2期	2003年8月	21カ月	2004年12月	17カ月
3期	2004年7月	21カ月	2005年11月	17カ月
4期	2005年6月	21カ月	2006年11月	18カ月
5期	2006年6月	21カ月	2007年11月	18カ月

以上より、本事業は事業費及び事業期間ともに計画内に収まり、効率性は高い。

3.3 有効性（レーティング：③）

3.3.1 定量的効果

(1) 森林被覆率の向上

事業対象 4 県 4 地区の区域面積 8385.9 ヘクタールのうち、71.3%を荒廃地が占め、森林はわずか 8.3%にあたる 697.8 ヘクタールだった。評価時の森林被覆率は 66.4%で目標値 66.8%をほぼ達成した。若干下回ったのは大寧県の施業簡素化技術実証林が生育するまでに至らなかったこと、および吉県を除く 3 県の見本林の保存率が基準の 80%を下回ったことが原因である。

表 4 事業対象地の森林被覆率

(単位：ヘクタール)

事業区域面積	事業実施前（2002年）		評価時（2011年）	
	森林面積	森林被覆率	森林面積	森林被覆率
8,386	697.8	8.3%	5,572	66.4%

出所：基本設計調査報告書、JICA 提供資料、山西省林業庁から提供された情報をもとに評価者が作成。

注 1：森林被覆率＝森林面積/土地面積×100。

注 2：事業実施後の森林面積には植林地面積のほか、林道沿線の植林、見本林などが含まれる。

植林成績の主要指標である活着率は目標の 85%に対し 95%以上と大きく上回った。2006 年時点の「退耕還林プロジェクト」の活着率 85%²¹、円借款事業「山西省植林事業」の 85%²²と比べても格段に高い。中でも大寧県の技術普及モデル林は 98%と他 3 県平均よりも高く、極めて良い成績だった。

高い活着率を収めた主な要因として以下の 3 点が挙げられる。1)過去の技術協力で研究・確立された治山技術をもとに、基本設計において現場の荒廃地に適合した植林作業方法を採用し、日中両国の協議を経て入念な設計図を作成したこと、2)実施段階において設計図に基づき事業単価を定め、必要とされる投資をしたこと、3)設計図と規格・基準どおりの作業を現場で正確、確実に実行したこと、である。大寧県では、ソフトコンポーネント枠内の作業実習として施工コンサルタントが直接農民へ指導し、正しく手順を踏んで理にかなった作業を徹底したことが高い活着率として現れた。

(2) 各樹種の生育状況

今回の評価調査では、事業によって植栽された樹種の生育状況を把握するために、対象 4 県で可能な範囲で樹高と保存率のサンプル調査を実施した。表 5 に示すとおり、各樹種の生育状況は良好である。対象 4 県の平均値を算出したところ、例えば、苗高 14cm

²¹ 山西出版集団・山西科学技術出版社 「工程造林の理論実践」（2007）P.340。

²² 山西省林業庁。

で植林したアブラマツは 178cm (5 年生/2006 年植林)、189cm (6 年生/2005 年植林)、202cm (7 年生/2004 年植林)、コノテガシワはそれぞれ 189cm、202cm、284cm、ニセアカシアは 390cm (5 年生)、584cm (7 年生) となった。吉県で実施された技術協力モデル林のコノテガシワ 130cm(5 年生)、150cm (6 年生)、180cm(8 年生)²³や、吉県に隣接する陝西省綏徳県のニセアカシア 290cm (5 年生)、300cm (6 年生)、370cm (7 年生)²⁴と比較しても生育が良い。

良好な生育や高い活着率のためにまず基本となるのは、植栽前に実施する整地作業である。本事業では、施工コンサルタントや施工業者が、地形条件などによって整地方法を組み合わせて実施し、完成したものが計画通りか、バランス良く整地されているかなど徹底した検査・指導を行った。苗木の品質を確保し、苗木を乾燥させない、根と土壌を密着させる、丁寧に植栽するといった指導が、半乾燥地で植栽後の生育を旺盛なものとしたといえる。

計画段階に植生の回復を妨げる要因として想定されていたのは家畜による食害であった。事業実施期間中は放牧された家畜による畦の破壊や新芽の食害などが発生したが、その後、山西省内では 2007 年から 2009 年までの間に放牧禁止令が発令され順守されるようになったため、植生の回復能力が高まり、現在は家畜による被害はほとんど発生していない。わずかに野鼠による害がみられるが、各樹種の保存率は 92%以上と、放牧禁止令以前に実施されたドイツの支援で実施された植林の保存率 78%²⁵と比較して非常に高い。

表 5 事業地の各樹種の生育状況

植林年度	植栽年数	樹種	苗高	樹高	保存率
			(\geq cm)	(cm)	(%)
2004	7年生	アブラマツ	14	202	98.8
2005	6年生			189	100
2006	5年生			178	96.7
2004	7年生	コノテガシワ	45	284	100
2005	6年生			202	99.5
2006	5年生			189	99.5
2004	7年生	ニセアカシア	30(120)	584	98
2005	6年生			N/A	N/A
2006	5年生			390	92.3

出所：サンプル調査をもとに評価者が作成。

注 1：各樹種、植林年度別に針葉樹 120 m²、広葉樹 160 m²の範囲で調査を実施し平均値を算出した。

注 2：ニセアカシアの苗高は 120cm 以上だが、30cm まで剪定して植栽する。

²³ 北京林業大学。

²⁴ 中国科学院水土保持研究所 王力など「林業科学」第 40 巻「陝西北部黄土高原におけるニセアカシア人工林の成長量が土壌水分との相関性研究」(2004)。

²⁵ 山西出版集団・山西科学技術出版社 「工程造林的理論実践」(2007) P.358。

(3) 見本林の生育状況

見本林は農民の植林意欲を喚起することを目的として造成された。JICA 提供資料によれば植栽された 8 樹種は順調に生育していたとのことだったが、本評価調査にて現地視察の結果、吉県を除いて大半の樹種は生育状況が不良であることがわかった。県林業局によると、新しい品種を試行的に植栽したもので土地に合っていない可能性があるという。しかし、モモ、ヤマモモ、アンズ、ナツメ、ハシバミ、四倍体ニセアカシア、クロクルミの保存率は県によってばらつきがあり、農民が維持管理を実施している吉県では比較的状況がよい。したがって、導入された品種の適地であるか否かは現時点で判断するのは尚早である。今後、農民のニーズに応じて別の樹種を植栽したりするなどして、植林意欲を喚起し、見本林として活用できるようにしていくことが望まれる。

3.3.2 定性的効果

本事業では、ソフトコンポーネントの実施により、(1)普及担当者の農民に対する技術普及能力の向上、(2)技術普及を通じた農民による植林の進展、(3)実効性のある普及活動モデルの類似地域への波及、(4)地域全体の植林意欲の高まり一が期待されていた。本事後評価調査では、これらの効果を確認するために、林業庁、各県林業局、郷鎮林業駅の普及担当者合計 107 人と対象 4 県の農民 92 人に対してそれぞれ質問票による受益者調査を実施した。対象者の内訳は下表のとおり。

調査の結果、事業実施によって普及担当者の植林技術普及能力が高まり、普及活動が活発化したことが明らかになった。農民の植林意欲や植林技術の向上にもつながり、地域の植林進展に大きな役割を果たした。

表 6 普及担当者向け受益者調査対象者内訳

(単位：人)

所属	林業庁	大寧県	隰県	蒲県	吉県	郷鎮	合計
訓練を受講した普及員	12	17	23	18	18	4	92
講師として訓練を実施した普及員	3	8	2	0	2	0	15
合計	15	25	25	18	20	4	107

注：講師とは日本人コンサルタントから講師としての訓練を受けた後、普及担当者への訓練や現場指導を実施したものを指す。事業実施中の訓練は日本人コンサルタントと林業庁 2 人、各県 2 人の 10 人が中心となり、このほか林業庁の普及担当者が現場指導を実施。

表 7 農民向け受益者調査対象者内訳

(単位：人)

所属	大寧県	隰県	蒲県	吉県	合計
訓練を受けた農民	32	13	17	12	74
訓練を受けていない農民	4	9	5	0	18
合計	36	22	22	12	92

注：訓練とは事業実施中の訓練・セミナーを指す。

(1) 植林技術普及能力の向上

事業実施後の植林技術普及能力がどのように変化したかについて、普及担当者の46.7%が「非常に高まった」、53.3%が「やや高まった」と回答し、全員が肯定的に自己評価した。新たに独力でできるようになったものとして、全体の58.9%が「補植作業現場指導」、53.3%が「訓練計画策定」を挙げ、講師では86.7%が「補植作業現場指導」、「植林作業実習指導」、「植林技術普及指導者の育成」を挙げた。中でも大寧県の講師については87.5%以上が「訓練計画策定」、「カリキュラム作成」、「教材作成」、「植林技術普及指導者の育成」、「講義実施」、「整地作業現場指導」、「補植作業現場指導」、「植林作業実習指導」を挙げるなど、日本人が常駐していた県においてより広い分野での能力向上が確認された。一方、農民への技術普及を担う普及担当者として求められる「整地作業現場指導」や「植林作業実習指導」については、それぞれ全体の35.9%、18.5%に留まるなど、今後の継続的な訓練が必要な項目もあった。啓発セミナーや見本林での作業体験指導を独力でできると回答した者は全体の10%以下と低かった。訓練に含まれないこれらの項目で大きな能力の向上が確認できなかったことは、訓練が普及能力向上に有効であったと対象者に認識されていることの裏づけともいえる。

(2) 技術普及を通じた農民による植林の進展

農民に対する普及活動は全員が「非常に増えた」あるいは「やや増えた」と回答し、事業実施後、普及活動が活性化したことがわかる。農民による植林が「非常に進展している」と回答した普及担当者は72.9%、「多少進展している」と回答した者は26.2%と、合わせて99.1%に上った。農民による植林が進展した理由として、普及担当者の指導によって農民の植林技術が高まったこと、収入の向上に結びつくためやる気が出ること、土砂流出抑制効果があることを実感したことなどが挙げられた。

農民に対する調査では、植林が「非常に進展している」と回答した者は65.2%、「多少進展している」と回答した者は29.3%と、合わせて94.5%だった。訓練に参加した農民と参加していない農民で、1)植林に対する興味、2)植林技術、3)植林経験にどの程度の相違があるか分析した。その結果、1)植林に対する興味が「高まった」と回答した者は訓練に参加した農民が66.2%だったのに対し、参加していない農民は38.9%だった。2)植林技術が「非常に高まった」あるいは「ある程度高まった」と回答した者は66.2%

に対し、16.7%だった。3)植林経験があると回答した者は86.5%に対し、61.1%だった。訓練の有無によって25~50%の開きが出ており、本事業の訓練は植林に対する興味を高め、植林技術を高めるとともに植林を推進する役割を果たしたと判断できる。

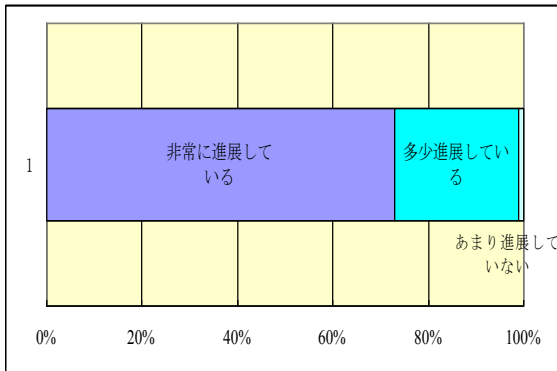


図8 農民による植林の進展（普及担当者）

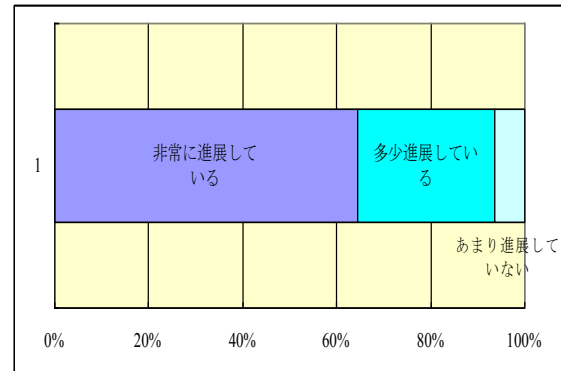


図9 農民による植林の進展（農民）

(3) 実効性のある普及活動モデルの類似地域への波及

表8に示すとおり、本事業で実施された植林活動は「植林作業・施工監理・普及活動」において従前と大きく異なる。これまで述べてきたようにその違いが活着率などの植林成績の違いとなって現れた。調査結果からは、程度の差はあれ、モデルが山西省内外に波及していることが明らかになった。

普及担当者に対する質問票調査では、普及活動モデルが類似地域へ「非常に波及している」と回答した人は41.1%、「ある程度波及している」と回答した人が57.9%と、合わせて99%が対象4県だけでなく山西省全体への波及を認めた。

山西省林業庁への聞き取りによれば、本事業の成果は高く評価され、植林作業・施工監理・普及活動のモデルとして省内の国家三北防護林建設プロジェクト、山西省独自の荒れ山緑化プロジェクト等の6大植林プロジェクト、県レベルの道路脇緑化プロジェクト、環城区緑化プロジェクトなどで準用されるようになったという。一般的な植林では施工監理がモデルとして導入され、荒廃地の生態林植林には施工監理に加えて植林技術・植林作業も適用されている。適用範囲は年間約11万ヘクタールと推計される²⁶。2010年には黄土高原7省を対象にJICA技術協力「黄土高原林業新技術推進普及プロジェクト」でモデルの普及が始まっており、今後は山西省内外の円借款事業対象地に広く波及することが期待される。

²⁶毎年山西省では約27万ヘクタールが植林されている。2010年であれば植林面積29万ヘクタールのうち、17万ヘクタールが国家予算、12万ヘクタールが省政府予算による。省政府予算のうち、モデルが適用されている生態林面積は約94%の11万ヘクタールと推計される（山西省林業庁）。

(4) 地域全体の植林意欲の高まり

農民の植林に対する興味については、上述のとおり、訓練に参加した農民の方が高いことがわかった。地域の理解と協力を得られるよう農民が利用可能な植林技術を用い、農民の参加を取り入れた計画を立てたことや、訓練の対象者として植林に積極的で優秀な村を選定し計画を着実に実行してきたことが大きい。

一方、今後植林をやりたいと思うかという問いに対して「やりたい」と回答した者は、訓練に参加した農民 95.9%、参加しなかった農民 83.3%と、ともに高かった。「集体林地所有権制度²⁷の改革」（2008年）が施行され、対象地では2010年以降、集体林地が農民個人に分け与えられて自ら経営管理できるようになったことや、政府による苗木提供・技術支援が行われるようになったことなど、植林を取り巻く環境が改善されたことが影響したと考えられる。経済林が早期に収入に結びつくことが農民に認識されるようになったことも、興味や意欲を高めた要因といえよう。

大寧県の嶺頭村では、村全体で植林地を守り育てようという意識が拡大していることが聞き取り調査で確認された。村のリーダーの協力のもと、専門家とカウンターパートの協働作業によって、関係者の間に強固な信頼関係が築かれた。これをベースに、訓練を行い、地域農民自らが植栽し、さらには小・中学生を対象に含めた啓発セミナーを実施することによって、森林の重要性を地域全体に浸透させることになった。事業完了後も普及担当者の約半数が小・中学生に対する啓発活動を行っている。長期的な視点からも、将来の植林地の維持管理作業を担う世代にこれを伝え続けていることは、今後の植林地の目的の達成にとって大きな意味を持つ。

以上より、本事業の実施により計画通りの効果発現が見られ、有効性は高い。

²⁷集体林地とは村の村民委員会が所有権と使用権を持っている植林地や荒地（植林予定地）のこと。もともと村民委員会が所有権と使用権を持っていた集体林や集体林地の使用権を村民に与え、村民が責任を持って管理することにより、収入を増加させようというもの。所有期間は最大70年とされている。

表 8 従前の方法と本事業モデルの主な相違点

項目	小項目		従前	本事業モデル
植林作業*	整地方法 (植栽の準備として、雨水を浸透させる階段を設ける作業)		臥牛穴**、水平溝***など 特徴： 1.表土で畦を作る 2.生土が溝に残る 3.畦が十分に固まっていない 4.浅く狭いところが多い	水平溝を基本とし、臥牛穴など地形によって選択する。 特徴： 1.斜面上部の土で溝を埋め戻す 2.生土で畦を作る 3.丈夫な畦にするために締固める 4.設計の通りの整地を実施
	苗木	選定	針葉樹は2～3年生の1、2級裸根苗と1年生のポット苗 広葉樹は1年生の1、2級裸根苗	針葉樹は2年生の1級ポット苗 広葉樹などは1年生の1級裸根苗
		輸送方法	露出して運搬	袋に入れ運搬
	保育	草取り	実施せず	3年目まで実施
		溝の土を耕す	実施せず	3年目まで実施
		マルチング	実施せず	一部の実施
		枝の選定	実施せず	実施
施工監理	計画	大まかな植林計画のみで小班まで設計はしない。林道や監視塔・護林員室などの付属施設はない。	詳しい植林計画、小班を単位とする設計を作成。 林道や監視塔・護林員室などの付属施設がある。	
	品質管理	計画－実施－検査の全段階を林業局が実施。監理者は無し。	計画－実施－検査の各段階で入札を実施するため実施者が異なる。本事業では計画を施工コンサルタントと中国側が作成し、植林は施工コンサルタントと施工業者の監督のもと実施、検査は施工コンサルタントと山西省林業庁の監理のもとと検査人が実施。	
	検査	机上検査を基本とする。大まかにサンプルを取って、現場検査の実施経験は有り。	現場検査を実施。小班数の2割をサンプル調査。	
普及活動	訓練方法	室内講義のみ	室内講義（詳細な植林技術 - 整地、植栽、保育）と現場見学、実習の組合せ	

出所：聞き取り調査、基本設計報告書をもとに評価者が作成。

注：*植林作業は農民が実施する。本事業モデルでは基本的に植林専門隊と呼ばれる一定のレベルに到達した農民が実施する。

**臥牛穴－急傾斜で斜面の壁が多くて水平溝を連続して作設できない場所や灌木などが点在しているところなど、長い溝を設けることができない場合に、小型の溝を設ける方法。中国では魚鱗坑と呼ばれ、表土が薄い土地では斜面上に直径 40～80cm 穴を掘り、穴の下手に土を盛り、その上に石あるいは土を積み上げて水を蓄える。

***水平溝－斜面の水平方向に等高線に沿って連続して溝を作設する方法。土手を設け、雨水が溝の中を傾斜に沿って流れないように構造にする。

3.4 インパクト

3.4.1 昕水河流域の森林被覆率の改善

昕水河流域の森林面積、森林被覆率は向上し、2010年の森林被覆率は44.65%と計画時目標の38%を上回った。植林単価を上げ、予算を増やし植林を実施してきたことやモデルを適用して保存率を高めたことが被覆率の向上につながった。

表 9 昕水河流域の森林面積と森林被覆率

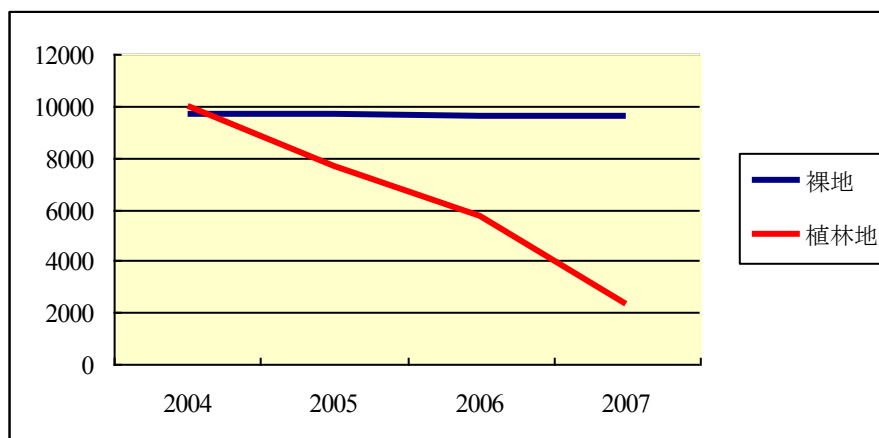
指標(単位)	県	2001年	2007年	2010年
森林面積 (万ha)	吉県	6.9	8	8.4
	大寧県	2.5	4.4	5.3
	蒲県	5.3	6.23	6.52
	隰県	3.4	4.22	4.65
	合計	18.1	22.85	24.87
森林被覆率 (%)	吉県	39.1	45.4	47.6
	大寧県	26	46	55
	蒲県	35.1	41.3	43.2
	隰県	23.8	29.8	32.8
	4県平均	31	40.625	44.65

出所：各県林業局

3.4.2 昕水河流域の土砂流出量の減少

図 10 に示すとおり、大寧県の気象・土砂量観測所のデータは植林地と裸地で土砂流出量に明らかな差異が認められる。裸地の2007年土砂流出量は9580トン/平方キロメートルであるのに対し、植栽3年目の植林地では2310トン/平方キロメートルと四分の一以下である。森林被覆率が1998年の27.2%から44.65%に大幅に改善した昕水河流域では、植林効果により土砂流出量が減ったと判断できる。

(単位：トン/平方キロメートル)



出所：大寧県林業局

図 10 大寧県の気象・土砂量観測所における土砂流出量

農民に対する質問票調査結果では、事業実施前と比較して土砂流出が「非常に減少した」と回答した者が 32.6%、「やや減少した」と回答した者が 67.4%だった。土砂流出による被害については、25%が「非常に減少した」と回答し、「やや減少した」と回答した 69.6%と合わせて、94.6%が被害の減少を認めた。また、土砂流出による不安が「非常に減少した」と回答した者は 29.3%、「やや減少した」と回答した者は 64.1%だった。土砂流出の実感があると回答した農民は 84.8%と高く、依然として土砂流出は課題である。課題は残るものの、事業実施によって 9 割以上の農民が土砂流出減少の効果を認めており、上位の目標は達成されたと判断できる。

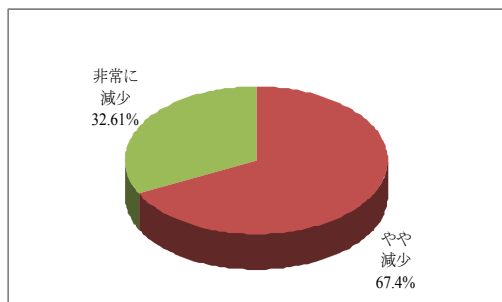


図 11 事業実施前後の土砂流出の変化

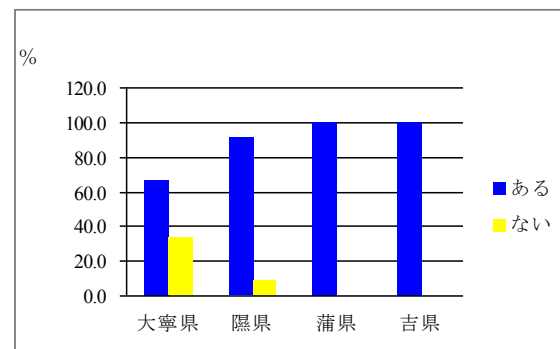


図 12 土砂流出の実感

3.4.3 その他、正負のインパクト

(1) 政策へのインパクト

本事業の成果は、中国側の指導者の評価を得ることになり、山西省の林業政策の改善というインパクトをもたらした。ソフトコンポーネントの農民による植林作業実習で植栽された大寧県の植林地を中心に多くの見学者を受け入れ、高い活着率がどのように実現されたか現場で説明を重ねてきた結果ともいえよう。

政策へのインパクトとして第一に挙げられるのは植林単価の大幅な引き上げである²⁸。本事業では植林の単価を、作業種ごとの規格・基準と正確な資料に基づき定め、作業を正確に実施したことが高い活着率に結びついた。事業実施前のように植林単価が低い場合には規格・基準を満たすことができず、失敗につながるものが広く認識されることとなった。第二の政策面でのインパクトは、本事業の運営の仕組みをもとに植林事業関係者の間で計画 (Plan) - 実施 (Do) - 事後評価 (See) という監理方法が取り入れられるようになったことである。計画段階では 50 万元以上の事業では入札が、事後評価では植栽後の結果検証が義務付けられることになった。

²⁸事業実施前の植林単価は 1 ムー当たり 100-200 元だったが、2007 年には 500 元以上となった。

(2) 住民移転・用地取得

本事業の対象地は荒廃地であるため基本的に住民移転はない。一部、用地取得のための補償として中国側が 200 万元を負担した。

昕水河流域の森林被覆率が改善されただけではなく、本事業の効果が広く伝えられた結果、山西省の植林政策面の改善につながった。本事業の植林モデルは山西省全体さらには黄土高原に広まりつつあり、波及効果も非常に高い。

3.5 持続性（レーティング：③）

3.5.1 運営・維持管理の体制

実施機関の山西省林業庁は、直属機関である 2 室、11 処、1 委員会（職員数 76 人）と事業を担当する 32 機関と 9 つの森林管理局がある。11 の市・地区林業局と 120 の県林業局、2400 の郷鎮林業局を指導する立場である。

事業を運営するために開始時に設置されたプロジェクト弁公室、大寧弁公処は、事業完了後解消されたが、山西省林業庁の組織体制に大きな変更はなく、運営維持管理体制の問題はない。評価時は対外合作処が 4 県の運営維持管理部門とともに本事業を担当している。

各県の林業局の職員数は吉県 94 人、大寧県 103 人、蒲県 230 人、隰県 120 人。本事業の運営維持管理は、隰県と大寧県では「林場」、蒲県では「天然林保護事務室」、吉県では「管理保護站」が担い、植林地のパトロールは村の護林員が実施している。護林員は計画時に 4 人以上常駐させることになっていたが、評価時の常駐護林員数は隰県 5 人、大寧県 5 人、蒲県 3 人、吉県 3 人と、蒲県と吉県で下回る。予算不足のため人数を増やせず、各護林員が範囲を広げてパトロールしているのが現状である。場所によっては護林員詰所に監視カメラが設置され、山火事などの緊急事態の早期発見が可能になっていたり、常駐ではないが県林業局の護林員も配置されたりしているため、現在のところ大きな問題は発生していない。

3.5.2 運営・維持管理の技術

有効性の項で述べたとおり、植林技術普及担当者の技術レベルは向上し、レベル維持・向上のための研修や現場指導も実施されていることから、技術面での持続性に大きな問題はないと判断される。ただし、保育については作業経験が限られていることや、病虫害の防除は樹木の生長につれて今後新たに必要となる作業であるため、保育・保護計画を策定し適時適切に訓練を実施していくことが求められる。

整地、植栽、補植、保育、保護などの植林作業や施工監理方法などに関するマニュアルは作成されていない。普及活動を受けて個々が業務にあたっているのが現状である。今後もモデルとして省内や黄土高原に広く普及していくためには、維持管理マニュアルを作成して関係者に広く配布することが望まれる。

3.5.3 運営・維持管理の財務

林業庁の植林予算は計画時から大幅に増加し、2009年は2001年の6.8倍になった。事業対象県によってばらつきがあるものの、全県で2009年の予算額は計画時を上回る。とはいえ、予算のほとんどは植林に充てられ、保育・保護には充当されていない。各県の維持管理費は、護林員の人件費など年間30-40万元程度にすぎず、予算全体の2~8%程度に留まる。

表 10 林業庁と林業局の予算の推移

(単位：万元)

	2001年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年
山西省林業庁	92,000	180,000	300,000	600,000	610,000	630,000
吉県林業局	450	890	760	900	1,038	846
大寧県林業局	320	290	135	175	932	480
蒲県林業局	600	530	720	870	830	950
隰県林業局	530	900	1,050	1,100	1,200	1,300

出所：山西省林業庁と各県林業局

「山西省林業生態建設全体計画概要」(2010年)では植林面積を増やすとともに質を高めるという観点から、初めて予算の18.9%を維持管理に配分する計画が盛り込まれた。この点は持続性の評価において大きな意味をもつ。今後、樹木の健全な生育と水土保持のための枝打ちや間伐などの保育作業、病虫害防除、ネズミなど動物の被害防除、盗伐・山火事・放牧といった人的被害防除対策が必要になる。早急に維持管理予算を確保し、マニュアルを整備することが求められる。

3.5.4 運営・維持管理の状況

植林地は2007年11月に一括して日本政府から中国政府へ引き渡され、2008~2009年の保育計画は隰県を除いてほぼ計画通り実施された。しかし慢性的な予算不足のため、2010年以降は護林員によるパトロールが中心とならざるを得ず、生育状況のモニタリングも不十分である。保育計画策定と予算確保に合わせて、モニタリング体制の整備が求められる。

本事業で整備された施設・機材の維持管理状況は概ね良好だが、気象・土砂量観測所、プロジェクト紹介看板、無線機セット、背負い式噴霧器、消火器など一部が使用されていない。気象・土砂量観測所は、計画段階に山西省気象管理機構から設置許可を得ていなかったため、事業完了時に気象観測機器を撤去された。無線機セットは事業完了後、携帯電話にとって代わられた。その他、当初の目的通り十分に活用されてきた車両の中には耐久走行距離に近づき、一部使用されていないものもある。

以上より、本事業の維持管理は体制、技術、財務状況に軽微な問題はあるが、実施機関が対応できる可能性は十分にあり、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。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、中国政府の森林被覆率の改善を目標とした森林造成計画の中で、自然環境、立地条件ともに厳しい黄土高原の荒廃地における防護林モデル植林として実施された。現地の状況に合わせ入念な基本設計図を作成し、それに基づき厳格に作業を実施したことが高い活着率に結びついた。農民参加を計画段階から取り入れたことや、ソフトウェアを活用して普及担当者と農民に対する訓練を取り入れたことも相乗的に効果を上げる結果となった。本事業の造林地は成功事例として評価されるようになり、山西省における植林単価の引き上げといった政策面での改善、地域全体の植林の進展へと大きく前進した。今後も優良成績造林地として守り続けるとともに、造林モデルとして利用していくためには、生育段階に応じた適切な保育作業と樹木の保護対策を実施していくことが不可欠である。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

(1) 今後も優良な造林地として事業地を守っていくためには、生育段階に応じた枝打ち、間伐などの保育作業と、病虫害防除、ネズミなどの動物被害防除、盗伐・山火事・放牧といった人的被害防除など、樹木を守るための保護対策が必要である。第12次五カ年計画に基づき早急に5年間の維持管理計画を策定して予算を確保し、生育状況のモニタリングや保育作業の実施体制、保護対策実施体制を整備しておくことが求められる。

(2) 本事業の成果は高く評価され、既にモデルとして山西省内外の類似地域に普及されはじめている。今後、より広く普及するためには、広報に力を入れるとともにその内容を簡便に、かつ正確に伝達できる方法が必要となる。現時点では、植林作業、施工監理、普及活動、保育・保護などに関する指導方針、ポイントや手順を示したマニュアル類は作成されていない。写真やイラストを取り入れたわかりやすいマニュアルを作成し、広く配布、活用することである。モデルの標準が明確化されるだけでなく、実効性が高まり、より質の高い森林造成につながるであろう。

(3) 地域農民の植林意欲喚起のための見本林を再造成し、活用することが望まれる。生態林だけでなく果樹など経済林をも取り入れ、維持管理を含めた適切な作業を実施すれば、比較的早期に経済的効果があがる。こうした好例を展示する見本林は地域農民

の意欲を引き立て、農民による植林を促進する役割を果たすであろう。黄土高原7省を対象とした「黄土高原林業新技術推進普及プロジェクト」では本事業対象地の見学も含まれる。数年後には展示効果の高い見本林を見学の場として活用できるだろう。

(4) 本事業で整備された施設・機材の継続的な維持管理と管理体制の強化が望まれる。例えば、パトロールや生育状況のモニタリング、緊急時のアクセスとして重要な役割を担う林道が一部使用できなくなっている。噴霧器や消火器といった必要機材が現場に保管されていないケースもあった。既に耐久年数に達した機材については処分要請後、適切な手順で処分し、維持管理台帳に記録として残すことが必要である。

(5) 今後の黄土高原における水土保持を目的とする植林地は主として立地条件の悪い荒廃地となる。このような土地での植栽後の生育や土砂流出量に関するデータはなく、水土保持の効果に関する研究も行われていない。本事業の効果をさらに発展させ、水土保持という長期的な目的を果たすためには、まずは本事業の造林地を荒廃地での植林サンプルとして、必要とされるデータを定期的に観測し、今後の研究などに活用していくことが望まれる。

4.2.2 JICA への提言

本事業では過去の技術協力で研究・確立された治山技術をもとに、荒廃地に適合した植林技術・作業方法が新たに用いられ、モデル事業として類似地域に普及しつつある。モデル事業として重要なことは本事業の効果を持続させることである。森林造成には長い期間を要することから、事業で最小限の保育を実施した後は中国側において保育を行うことが両国の間で取り決められている。中国側が実施する保育と管理を日本側が必要に応じて検証したり、JICA のフォローアップスキームを活用して、モデル的に保育を支援したりすることも期待される。

4.3 教訓

本事業では植林の活着率 95%以上という非常に高い成果を達成した。侵食を受けやすい黄土が厚く堆積し、険しい地形の黄土高原昕水河流域でも造林が不可能ではないことが証明された。主な成功要因は、これまで中国の植林では十分に実施されていなかった計画と実施段階における施工監理にある。計画段階では、作業種、作業種ごとの作業量、規格・基準、造林対象地などを正確に調査し、日中両国の協議を経て入念な設計図を作成した。これによって、植物生理に基づく作業適期での実施が可能となり、詳細設計の変更を最小限に留めることができた。実施段階では、設計図に基づき必要な投資をして正確、確実に実行したことで高い品質が確保された。詳細設計では状況の変化に応じて、整地方法や樹種を変更したり、植栽本数を増減させたり、植林面積の調整を行ったりするなど全体的な調整が行われた。

厳格な施工監理に加え、地域の農民を事業に巻き込んだことも円滑な実施と効果促進の要因といえる。森林が地域にとって価値があることを理解してもらうため、そして事業に対しても理解と協力を得られるよう、農民参加の事業計画をともに策定し、技術訓練や啓発セミナーを受けた農民が直接、植林作業を実施するという方法をとった。

事業目的達成において特にソフトコンポーネントが果たした役割は大きく、植林作業に合わせて日本人コンサルタントによる指導・監督のもと実効性のある普及活動を実施し、農民の植林技術や意識の向上を図らなければ、正確な植林作業も高い活着率達成も困難だっただろう。

以上のように、ソフトコンポーネントを組み合わせることで相乗的に効果を高めた本事業は、植林事業の好事例として広く参考にされるべきである。

以上

【BOX】山西省植林の面的展開への日本の継続的協力

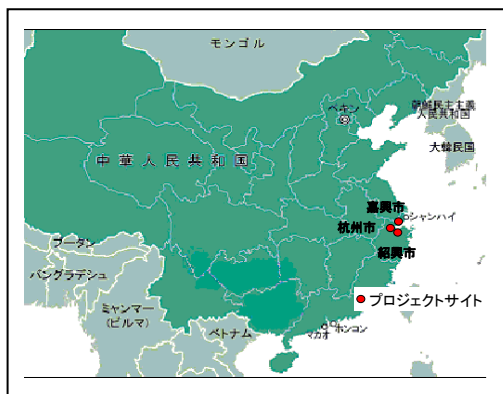
1990年に始まった日本の山西省植林事業への協力は、その成果を着実に広げつつある。黄土高原の植林事情の段階によって、適時適切に協力スキームを使い分け、連携させてきたことが効果を促進させたともいえる。連携の始まり—技術協力「黄土高原治山技術訓練計画」では治山技術の開発とモデル林の造成が行われ、アフターケア協力では治山技術の確立に向けた研究が2000年まで実施された。以降、この研究協力の成果を活用して無償資金協力や有償資金協力によって実際の植林事業が省内で展開されることになった。とりわけ条件の厳しい昕水河流域を対象とした無償資金協力では、新たに日本の植林施行監理方法を導入し、極めて大きな成果を収めることに成功した。モデル事業としても山西省の森林被覆率の向上に大きく貢献した。「黄土高原林業新技術推進普及プロジェクト」ではこのモデルを黄土高原7省に普及する取り組みが実施されている。無償資金協力の成果を、技術協力にて黄土高原の円借款事業対象地に適用し、円借款事業の効果をも促進しようという試みである。造林という着工から完成までに長い年月を要する事業が、25年を経てどのような成果を上げるのか期待される。

0. 要旨

中国政府は環境保全目標を達成するために、水質汚濁対策と都市環境対策を重点課題に位置づけ、様々な取り組みを進めている。本事業はその一環として、工業化と都市化が急速に進む浙江省杭州市、嘉興市、紹興市を対象に実施されたものである。杭州市と嘉興市は汚染が深刻な太湖の流域都市に、紹興市は歴史文化都市として全国重点観光都市にそれぞれ指定されており、下水集中処理施設を整備し、河川の水質を改善しようとする本事業の必要性、優先度はともに高かった。

杭州市污水処理場は市内経済開発区の処理場として、嘉興市污水処理場と紹興市污水処理場は市内唯一の処理場として、各都市の下水処理において大きな役割を果たしている。各処理場の設備稼働率はいずれも高く、処理水も基準を満たしており、市内河川の水質改善、近隣の住民の生活環境の改善に貢献している。各処理場の実施主体には、一部、財務的な課題があるものの、本事業の効果発現の持続性に影響を及ぼすものではない。以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

1. 案件の概要



案件位置図



紹興市污水処理場

1.1 事業の背景

中国では近年の急速な都市化、生活の向上に伴い、生活排水と工業用水が大幅に増える一方、下水道と工業排水処理施設の整備は遅れ、下水道普及率は26%（1997年）に留まっていた。中国政府は安全な水源を確保するために、水汚染が深刻な「三河三湖」（海河、遼河、淮河、太湖、巢湖、滇池）と七大河川¹を重点地域に指定するとともに、工場排水規制の強化と都市部の下水道整備を最重要課題とした。

¹松花江、遼河、海河、黄河、淮河、長江、珠江。

「三湖」の一つである太湖²の流域は長江水系南岸の最下流にある支流域で、流域面積は流入河川と流出河川を含む 3 万 6500 平方キロメートルに及ぶ。1980 年代以降、工業の急速な発展、農業の近代化、人口増加に伴い、富栄養化が進み、太湖水系でも水質汚濁が顕著となっていた。中国政府は「太湖水污染防治第 9 次五カ年計画・2010 年規画」を策定し、排出負荷が流入する可能性のある地域と、太湖の水環境に関係する流域都市において 2000 年までの汚染改善目標を設定した。浙江省³では、湖沼市、長興県、安吉県、徳清県、余杭市、臨安市が太湖影響圏に、杭州市と嘉興市が太湖流域都市にそれぞれ指定され、汚染物排出量の規制に向けた取り組みが実施されることになった。

審査当時、浙江省の下水排水量は 14 億立方メートル/年に達していたのに対し、下水処理能力は 4 億立方メートル/年にすぎなかった。杭州市、嘉興市、紹興市はいずれも河川の水質悪化が深刻であり、このうち省都杭州市と嘉興市は太湖流域の環境改善の観点から、紹興市は工場排水による汚染が深刻だったことから、早急に水質対策を実施することが求められていた。

1.2 事業概要

急速な工業化と都市化が進む浙江省の杭州市、嘉興市、紹興市においてそれぞれ下水処理施設を建設する 3 つのサブプロジェクトを実施することにより、市内河川と太湖の水質改善を図り、もって住民の生活環境の改善に寄与する。

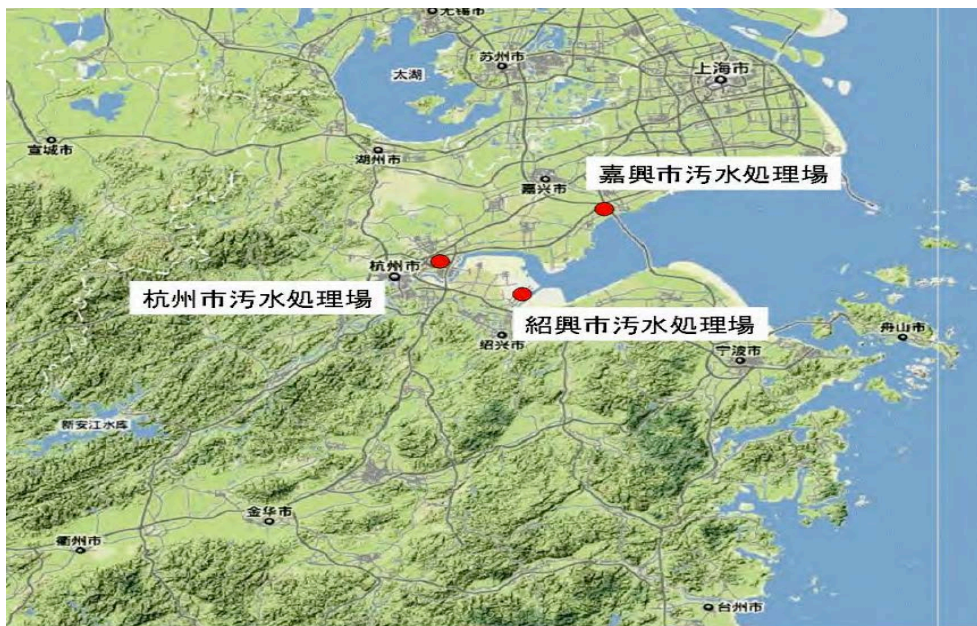


図 1 サブプロジェクト位置図

² 江蘇省南部と浙江省北部の境界にある湖。

³ 太湖流域面積の 33%、流域人口の 24%を占める。

円借款承諾額／実行額	11,256 百万円 / 11,204 百万円
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 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 評価時実施主体	中華人民共和国政府／浙江省人民政府 杭州天創水務有限公司 嘉興市連合污水处理有限責任公司 紹興水处理發展有限公司
貸付完了	2007 年 7 月
本体契約	China Anneng Construction Corporation / China Construction Eighth Engineering Division, China Jiangsu Machinery & Equipment I/E Corp. (J/V) (以上、中華人民共和国)
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	フィージビリティ・スタディ 杭州市：上海市政工程設計研究院 1999 年 嘉興市：中国市政工程西北設計研究院／北京標旗 環境企業集団、1999 年 紹興市：吉林化学工業公司設計院、1999 年
関連事業	開発調査「太湖水環境管理計画調査」、 無償資金協力「日中友好環境保全センター設立計画」、その他 ⁴

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

岸野 優子（アイ・シー・ネット株式会社）

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 11 月～2011 年 11 月

現地調査：2011 年 2 月 21 日～3 月 8 日、2011 年 5 月 30 日～6 月 2 日

2.3 評価の制約

事業目的である「河川水質の改善」の評価指標を一部入手することができなかつたため、一定の推測に基づく定性的な評価を行った。有効性の評価にあたっては、サブプロ

⁴ 世界銀行借款「浙江省都市開発計画」、ドイツ政府無償資金協力「杭州市污水处理場拡張工事」。

プロジェクトの稼働状況とともに市内河川の水質改善の度合をもって判断する方針だった。しかし、杭州市と紹興市では対象となる市内河川の水質データを入手することができなかった。そこで、次に述べる制約のもと、杭州市では公開データを用い、紹興市では質問票による受益者調査結果を用いて定性的評価を行うことにした。

- ・杭州市の公開データは広大な河川全体の平均データで、サブプロジェクトが対象としていない地域の生活・工場排水の影響や他の水質改善事業の影響を受けたものである。
- ・紹興市で実施した受益者調査のサンプル数は100人と小さく、調査から得られた結果の統計的精度は低い。

3. 評価結果（レーティング：A⁵）

3.1 妥当性（レーティング：③⁶）

3.1.1 開発政策との整合性

(1) 審査時の開発政策

中国政府は、「国家環境保護第9次五カ年計画及び2010年長期目標」において、水質・大気汚染対策と都市環境改善を最重要課題として、「環境汚染と生態系悪化を食い止め、一部都市と地区で環境を改善し、経済発展と環境保全、生態系保全のモデル都市と地区を整備する」ことを目標に掲げた。

「太湖流域水污染防治第9次五カ年計画・2010年規画」では、6つの重点汚染抑制区を指定し、各区における2000年までの汚染物質排出量の数値目標が設定された。これを達成するため、汚水処理場や工場排水処理の整備が実施されることになった。重点汚染抑制区のひとつ、浙西汚染抑制区には太湖流域都市として、本事業の対象都市である杭州市と嘉興市が含まれた。

浙江省の「浙江省太湖流域水汚染改善計画」では、2000年までに京杭大運河の水の透明化、嘉興市の河川水質の一ランク引き上げ、2010年までに太湖流域河川の水質を平均して国家地表水質基準II～III類⁷に改善することを目指した。浙江省開発計画でも、都市部と農村部の環境を改善するため、2000年までに下水処理率を40%、2010年までに60%以上とすることを目標とした。本事業はこれらの計画の中で実施されたものであり、政策との整合性は高い。

⁵ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」。

⁶ ③：「高い」、②「中程度」、①：「低い」。

⁷ 地表水環境水質基準 GB3838-1988 は、1988年に国家環境保護局（現国家環境保護部）が施行し、化学的酸素要求量など水質に関わる30の指標につきI～V類に分類している。I類からV類の順に水質が悪化する。化学的酸素要求量はI類・II類-15mg/l以下、III類-15mg/l、IV類-20mg/l、V類-25mg/lと定められている。なお、2002年に改定されたGB3838-2002では、I類・II類-15mg/l以下、III類-20mg/l、IV類-30mg/l、V類-40mg/lと、GB3838-1988よりも一部、緩和されている。

(2) 事後評価時の開発政策

国家環境保護第 11 次五カ年計画（2006-2010 年）では、化学的酸素要求量⁸（以下、COD という）とアンモニア窒素の排出総量を 2005 年比 5%減、3%減とすることや、都市污水处理率を 60%以上とすることなどが目標に掲げられ、水質汚染対策は引き続き重要視されている。

2007 年の「太湖流域水環境総合対策全体案」に基づき策定された「浙江省太湖流域水環境総合対策実施案」では、杭州市、嘉興市、湖州市の全域を「杭嘉湖地区」と定め、同実施案の対象地域に指定した。その中で、2012 年までに COD、アンモニア態窒素、総窒素、総磷の許容排出量を超えた部分を 2005 年比 50%削減し、太湖に流入する断面の水質をⅢ類に保ち、浙江省太湖流域全体の水環境を大きく改善することを目標に掲げた。都市部の污水处理施設については、2010 年までに脱窒・脱磷設備の設置を義務付け、都市の污水处理率を 2012 年までに 82%以上、2020 年までに 90%にすることを明記している。本事業は、国家と省の政策の中で重点分野とされる都市部の污水处理施設整備、水質改善に向けた取り組みであり、評価時点においても政策との整合性は高い。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

3.1.2.1 下水道整備のニーズ

審査当時、浙江省内では污水处理場のない地域が多く、各市、各県に污水处理場を建設することが緊急の課題だった。

杭州市では工業発展と人口増加に伴い、工業排水と生活排水が増加していた。審査当時、杭州市には四堡污水处理場しかなく、市区の 6 系統のうち 3 系統⁹の污水だけが処理され、残りの 3 系統¹⁰の污水は京杭大運河と銭塘江に排出されていた。河川の水質はⅤ類を超過し、下流の飲料水と農業・漁業に影響が出ていた。

嘉興市では下水集中処理施設がなく、生活排水は未処理のまま河川に放流され、工場の排水処理も不十分だった。1996 年時点で、市内 27 カ所のモニタリング断面のうち 12 カ所がⅤ類を超過し、水質の悪化が深刻化していた。

紹興市と紹興県では 1991 年以降、下水道とポンプ場が整備されてきたが、下水処理場はまだ建設されていなかった。工場排水は簡易処理された後、浙江省 8 大水系のひとつ曹娥江に流入し、生活排水は近隣の河川に排出された後、同じく曹娥江に流入していた。とりわけ工業排水による河川の有機汚染は激しく、曹娥江のモニタリング断面はⅢ～Ⅴ類と悪化していた。

⁸水の汚れの度合いを表す値として用いられ、水中の有機物を酸化剤で酸化する際に消費される酸素量を指す。

⁹ 第 1、第 2、第 3。

¹⁰ 下沙、蔣村、濱江。

3.1.2.2 計画の妥当性¹¹

国際協力機構（JICA）審査時資料には、下水処理施設の建設により、市内河川と太湖の水質改善を図ることが事業目的として明記され、「市内河川」と「太湖」の水質改善が併記された形になっている。つまり、各サブプロジェクト実施により、杭州市・嘉興市・紹興市それぞれの市内の河川の水質改善を目指すと同時に、3サブプロジェクト実施によって太湖の水質を改善することが期待されていたと解釈することができる。しかし、後半にある「太湖の水質改善」を達成する道筋が明確ではなく、具体的目標も設定されておらず、事業目的設定と事業目標設定において妥当性に欠ける点がある。

(1) 事業目的設定の妥当性

中国政府は、太湖流域水汚染改善計画における「太湖水質改善」という上位目標と国家環境保護計画における「都市部の汚水処理場の整備」という計画に基づき、日本政府に支援を要請した。対象都市には、浙江省内で大規模の下水処理施設を必要とする都市として、太湖流域都市でもある湖州市、余杭市、杭州市、嘉興市と、太湖流域都市ではないが、工業排水による河川の汚染が激しく、下水道整備の緊急性が高い紹興市の5都市を挙げた。日本政府による審査の結果、効率性の観点から湖州市と余杭市を除く3都市が選定され、3つのサブプロジェクトからなる本事業が形成された。太湖水質に影響を与える可能性のある太湖影響圏の都市である湖州市、余杭市が除外されたものの、「太湖の水質改善」を残したままとされた。本事業が中国政府の水環境改善の全体計画に寄与するものとして実施されたことは確かだが、複数のサブプロジェクトからなる円借款事業を実施することにより、具体的に何を達成しようとするのか、より現実的で適切な目的設定が必要だったと考えられる。

本評価調査では「太湖の水質改善」が事業目的に掲げられた理由を明らかにすることはできなかったが、本事業実施が「太湖の水質改善」に結びつくとは考えにくく、事業目的は「市内河川の水質改善」に留めておくべきだったといえる。実施機関や嘉興市政府によれば、太湖の下流域に位置する杭州市と嘉興市の河川は、太湖から杭州湾への排水路にあたり、太湖の水質へ影響を及ぼすことはほとんどないという¹²。また、紹興市の河川も太湖の水質に影響を与えることがないのが現実である。

(2) 事業目標設定の妥当性

現在の JICA 事業では、セクター支援のような形で複数のサブプロジェクトを実施す

¹¹ 本件の審査当時にはロジカル・フレームワークに基づく厳格な事業目標や指標による目標設定は求められていなかったことや、両国の間で事業の役割に対する認識が異なるという事情もあるため、本項は妥当性のレーティング対象からはずした。

¹² 嘉興市水利局によれば、太湖流域洪水対策のひとつに、増水期（4～9月）に嘉興市河川の水を太湖の方向へ一時的にポンプで戻す方法がある。しかし、少なくともここ10年間は実施されていないということだった。

る場合、各サブプロジェクトの効果を可能な限り定量的に把握する必要があるとされ、事業レベルであれば目標を数値指標で明確に示すことが求められている。当時の審査ではそこまでの目標設定を求められていなかったこともあって、本事業では「市内河川の水質改善」の具体的な事業目標や数値目標がない。実施機関からの聞き取りによれば、審査時に河川の水質改善に関して日本側と中国側で具体的に協議したことはないとしており、審査時の計画策定に問題があったと考えられる。各市の環境局は、円借款事業として河川水質改善状況を定期的にモニタリングすることはなかったし、本事後評価でも嘉興市を除いて河川水質データを提供することはなかった。その結果、2つのサブプロジェクトの効果を定量的に評価することはできなかった。河川水質改善事業の場合には、対象河川、モニタリング断面、数値目標を明確にし、関係者間で合意しておくことが必要である。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

対中経済協力計画では、「環境や生態系の保全、内陸部の民生向上や社会開発、人材育成、制度作り、技術移転などを中心とする分野をより重視する」との方針のもと、「環境問題など地球的規模の問題に対処するための協力」を最重要課題に位置づけた。国別業務実施方針では下水道整備等を通じた支援を打ち出している。

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

3.2 効率性（レーティング：②）

3.2.1 アウトプット

各サブプロジェクトとも汚水処理場建設はほぼ計画通り実施された。下水管とポンプ場建設については、嘉興市汚水処理場と紹興市汚水処理場で変更が生じたが、これは、実施状況の変化に適切に対応したものと判断される。

嘉興市汚水処理場では、下水管が計画の110キロメートルから136.76キロメートルに、ポンプ場が15カ所から18カ所になった。アウトプットの拡大は、各県・区政府による末端污水管網の整備が遅れ、取水範囲が限定されていたこと、本事業で建設された第二ポンプ場の送水能力が不足していたことに対応するためだった¹³。アウトプット拡大の結果、処理区面積は40.3平方キロメートルから1,869.2平方キロメートルへ、污水集水・送水能力は30万トン/日から60万トン/日へ拡大し、設備稼働率も大幅に上昇した。污水集水・送水能力の増大は、新たに2期工事（流入量30万トン/日）を実施して嘉興市汚水処理場の処理能力を倍増させることになった。

紹興市汚水処理場では、下水管渠とポンプ場の建設が円借款事業の対象から外され、

¹³ 2007年3月に実施された円借款中間監理評価の結果、事業効果を促進するため、嘉興市が対応を始めていた污水管網とポンプ場の追加整備事業を円借款承諾額の枠内で実施することが承認された。

紹興県政府事業として実施された。2001年11月、具体的実施機関¹⁴が紹興県排水有限公司と紹興水処理発展有限公司に分割されたことが背景にある。紹興県排水有限公司が下水管とポンプ場を、紹興水処理発展有限公司が汚水処理場を担当することになり、汚水処理場建設だけが円借款の対象になった。

後述のように、嘉興市汚水処理場のアウトプット拡大が、事業期間の延長、事業費の増加につながった。しかし、汚水処理施設建設事業と末端污水管網整備事業とを連携させながら、地域の取水面積を拡大し、処理施設の稼働率を大幅に向上させたことは、河川水質改善という本事業の目的にかなうものであり、評価される。



図2 生物反応池（杭州市汚水処理場）



図3 酸化溝（嘉興市汚水処理場）

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

総事業費は、当初計画の330億8100万円¹⁵（うち外貨112億5600万円）に対し、実績は359億6700万円（うち円借款112億400万円、その他の外貨10億円）で計画を若干上回ったが（計画比109%）、その理由はアウトプットの増加による妥当なものであった。アウトプットの拡大や縮小を勘案した¹⁶計画比は、杭州市汚水処理場92%、嘉興市汚水処理場88%¹⁷、紹興市汚水処理場111%となり、事業全体では94%だった。

3.2.2.2 事業期間

本事業の全体期間は2000年3月～2003年12月（46カ月）の計画に対し、実績は2000年3月～2010年1月（119カ月）で計画を大幅に上回り（計画比259%）、アウトプッ

¹⁴ 紹興県給排水工程管理处。

¹⁵ JICA 審査時資料では総額330億7600万円と記載されているが、内訳の合計値を用いた。

¹⁶ 嘉興市汚水処理場—追加で実施された下水管渠、ポンプ場建設にかかる事業費（計画額）を当初計画額に追加して実績と比較。紹興市汚水処理場—取り止めとなった下水管渠、ポンプ場建設にかかる事業費を当初計画額から差し引き実績と比較。

¹⁷ 当初計画されていたアウトプットには11,877百万円（外貨1,426百万円、内貨746百万円）計画比90%が費やされた。アウトプットの拡大部分に関しては、計画6,927百万円に対し、実績5,883百万円（外貨3,452.67百万円、内貨173.41百万円）で計画比85%だった。

トの増減に見合わないものであった。サブプロジェクト別では、杭州市汚水処理場が計画通り、嘉興市汚水処理場が計画比 290%¹⁸、紹興市汚水処理場が計画比 219%で、平均は 203%だった。

嘉興市汚水処理場では、アウトプットの追加工事が決定されるまでに 33 カ月要したこと、追加工事そのものはほぼ計画通りだったが、47 カ月を要したことも工期延長につながった¹⁹。紹興市汚水処理場では竣工検査が 2004 年 11 月に延びたことが原因で、正式には 2002 年 6 月に運転が開始され、事業効果には影響はない。

以上より、本事業は事業費についてはほぼ計画通りだったものの、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

事業目的には下水処理施設の建設により「市内河川と太湖の水質改善」を図ることが挙げられている。妥当性の項で述べたとおり、「太湖の水質改善」の部分については事業実施との明らかな因果関係が認められないことから、有効性の評価は、(1) 各サブプロジェクトの運用効果指標の分析、(2) 各サブプロジェクトの効果が影響する河川・水系の水質の改善の分析の二段階で行う。

3.3.1.1 サブプロジェクトの運用効果指標

下水処理設備が十分に運用されているかどうかをみる指標に汚水処理量²⁰と設備稼働率²¹がある。効果指標には水質汚濁を示す代表的な指標である COD、生物化学的酸素要求量²²（以下、BOD という）、浮遊物質²³（以下、SS という）の年間除去量を用いた。

(1) 下水処理能力の向上（汚水処理量と設備稼働率）

下表に示すとおり、2010 年の 3 サブプロジェクトを合わせた日当たり汚水処理量は 85 万 9600 トンとほぼ計画通りで、設備は十分に運用されている。各処理場とも汚水量の増加に伴い、1 期工事の円借款事業に続き、2 期工事あるいは 3 期工事を実施し、段

¹⁸ 嘉興市の下水管渠とポンプ場は下水処理場の II 期工事の完成を待って同時に竣工検査を受けることになっている。今回の評価では 2010 年 1 月の試運転開始を事業完成とみなした。なお、追加工事を含めない当初計画分のアウトプットは計画比 188%。

¹⁹ 追加工事の工期の計画/実績は以下のとおりほぼ計画どおり実施された。

計画 2006 年 2 月～2009 年 6 月

実績 2006 年 2 月～2009 年 12 月（検収は 2010 年 1 月 工期 47 カ月）

²⁰ 下水処理場が受け入れ処理する量。

²¹ 日平均処理量／設備能力。

²² 水の汚濁指標で特に工場排水などの規制項目の一つとして重要。微生物が水中の有機物を分解するときに消費する酸素量として表され、この値が大きいくほど、水の汚れの度合いが高い。

²³ 水中に懸濁している不溶解性の粒子状物質のことで、粘土鉱物に由来する微粒子や、動植物プランクトンとその死骸、下水・工場排水などに由来する有機物や金属の沈殿などが含まれる。

階的に処理能力を拡大している。評価時の処理能力は、杭州市汚水処理場 60 万トン/日²⁴、嘉興市汚水処理場 45 万トン/日²⁵、紹興市汚水処理場 90 万トン/日。さらに杭州市汚水処理場では 2012 年までに 120 万トン/日、嘉興市汚水処理場では 2011 年末までに 60 万トン/日へと拡大し、今後の汚水量増加に対応する計画である。

表 1 各サブプロジェクトの汚水処理量

(単位：万トン/日)

	汚水処理量 (2010年)		
	計画	実績	計画比
杭州市汚水処理場	30	26.2	87%
嘉興市汚水処理場	30	29.76	99%
紹興市汚水処理場	30	30	100%
合計	90	85.96	96%

出所：杭州天創水務有限公司、嘉興市連合汚水処理有限責任公司、紹興水処理発展有限公司

設備稼働率は、図 4 のとおり、運転開始年から順調に上昇し、2010 年は杭州市汚水処理場が 87.3%、嘉興市汚水処理場が 99.2%、紹興市汚水処理場が 100%といずれもフル稼働している。このように設備稼働率が 2~3 年の間に大きく伸びたのは、末端污水管網の整備や各家庭との接続が順調に行われたためである。杭州市や紹興市では事業実施前に污水管網がある程度整備されていたことや、杭州市については 1992 年に完成した四堡汚水処理場での経験が生かされたことがその要因である。嘉興市では污水管網がなかったため、処理場建設と同時に污水管網の建設を開始した。資金不足による污水管網建設の遅延やポンプの能力不足により、処理場試運転開始時 (2003 年) には 39%と低い稼働率を示したが、アウトプットを拡大し、これらを整備したことによって、2006 年 76%、2007 年 83%、2008 年 89%、2009 年 97%と徐々に改善した。

²⁴ 2010 年の杭州市汚水処理場全体の汚水処理量は 50.1 万トン/日。

²⁵ 1 期工事 (円借款事業) 30 万トン/日と 2 期工事 30 万トン/日の半分の 15 万トン/日の合計。2 期工事の残り 15 万トン/日分は 2011 年末に完成予定。

(単位：%)

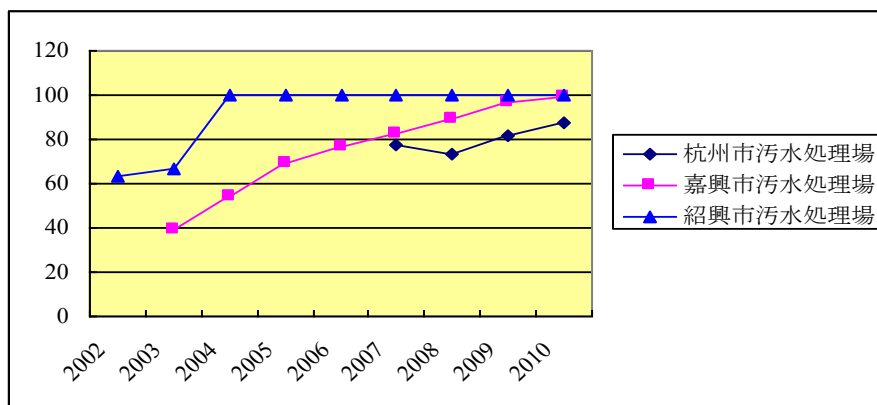


図4 各污水处理場の設備稼働率

出所：杭州天創水務有限公司、嘉興市連合污水处理有限責任公司、紹興水处理發展有限公司
注：円借款で整備された施設だけを対象としたデータである。杭州市污水处理場の2003～2006年データ（杭州市排水總公司）は入手不可だった。

(2) 汚染物質除去量

本事業実施によって、水質汚濁の原因となる汚染物質がどの程度除去されたか2010年の実績を確認したところ、表2～4のとおり杭州市污水处理場のBODを除いた全てで計画を上回った。これは各污水处理場の流入水質が計画時の想定よりも悪化し、嘉興市污水处理場と紹興市污水处理場では追加措置を講じて汚染物質除去能力を高めた結果である。

嘉興市污水处理場では、2003年、嘉興市長の指示によって新たに捺染工場の多い秀洲区の汚水を処理するようになった。処理場への流入水質は悪化し、処理水も基準を満たせなくなったため、円借款により酸化溝ばっ気設備を追加し、汚染物質の除去率を強化した。その結果、汚染物質除去量が計画よりも増加した。

紹興市污水处理場でもCOD150%、BOD123%、SS381%と大きく計画を上回る。計画段階では汚水サンプルとして4000～5000トンを採取し、流入する想定汚染物質濃度を設定した。しかし、実際の流入水質はこれよりも悪く、年々悪化傾向にあったため、2005年に自己資金で一次沈殿池を増設し、除去率を高めた。さらに、紹興市では2008年以降、COD100 mg/L以下を努力目標に挙げられたことから、2011年に一次沈殿池と二次沈殿池に加薬システムを追加し、処理水質を改善する措置をとった。

表2 杭州市污水处理場の汚染物質除去量

	計画 (1999)	実績 (2010)	計画比
COD除去量 (トン/年)	30,660	45,319	148%
BOD除去量 (トン/年)	18,615	18,036	97%
SS除去量 (トン/年)	24,090	26,939	112%

出所：杭州天創水務有限公司

表 3 嘉興市污水处理場の汚染物質除去量

	計画 (1999)	実績 (2010)	計画比
COD除去量 (トン/年)	30,660	35,185	115%
BOD除去量 (トン/年)	14,345	14,591	102%
SS除去量 (トン/年)	12,812	26,256	205%

出所：嘉興市連合污水处理有限責任公司

表 4 紹興市污水处理場の汚染物質除去量

	計画 (1999)	実績 (2010)	計画比
COD除去量 (トン/年)	89,790	135,123	150%
BOD除去量 (トン/年)	48,180	59,281	123%
SS除去量 (トン/年)	21,900	83,439	381%

出所：紹興水处理發展有限公司

(3) 放流水の水質

各サブプロジェクトの2010年の放流水の水質は全て基準を満たしている。杭州市污水处理場では、審査時の放流水質の基準は「污水総合排出基準」GB8978-1996 二級 (COD120 mg/L、BOD30 mg/L、SS35 mg/L) だったが、ほどなく基準が強化されることがあらかじめわかっていたため、計画の中で新基準に合わせた処理技術を選定するとともに、磷や窒素の除去プロセスも取り入れた。嘉興市污水处理場では、上述のとおり、流入水の水質が悪化したため、2006～2007年まで基準値を満たすことができなかった。2008年に処理場の流入水基準が設定されたことを受けて、工場の排水処理が強化されて流入水質が改善したこと、処理場では酸化溝ばっ気設備を追加設置し汚染物質の除去率を高めたことにより、2008年以降、基準を満たすようになった。

紹興市污水处理場では、上述の2011年の追加措置によって、紹興市のCOD努力目標値をも達成する見込みである。また、近い将来「紡織工業排水基準」²⁶が強化されることが決定されており、そのための措置を検討しているところである。今後、処理水質がさらに改善されることが期待される。

表 5 各污水处理場の放流水基準と実績 (2010年)

(単位：mg/L)

	杭州市污水处理場		嘉興市污水处理場		紹興市污水处理場	
	基準	実績	基準	実績	基準	実績
	GB18918-2002 一級B	2010年	GB8978-1996 二級	2010年	GB4287-1992 二級	2010年
COD	60	43.1	120	95.82	180	113
BOD	20	7.4	30	19.85	40	9.62
SS	25	8.3	30	18.2	100	32

出所：杭州天創水務有限公司、嘉興市連合污水处理有限責任公司、紹興水处理發展有限公司
注：GB18918-2002 - 「都市污水处理場汚染排出基準」、GB8978-1996 - 「污水総合排出基準」、GB4287-1992 - 「紡織工業排水基準」

²⁶ GB4287-2008 : BOD25mg/L、COD100 mg/L、SS70 mg/L、アンモニア窒素 15 mg/L、TP mg/L。



図5 処理水（杭州市污水处理場）



図6 処理前（右）と処理後（左）
（嘉興市污水处理場）

3.3.1.2 水質汚濁の改善

水質改善の評価にあたっては、事業実施前の対象地域の未処理汚水の排水状況から各サブプロジェクト実施効果が及ぶ河川を表6のとおり特定し、処理水放流地点と下流付近のモニタリング断面の水質データの入手を試みた。

所管の杭州市環境局と紹興県環境局からデータを手入手することができなかつたため、杭州市污水处理場については浙江省環境状況公報の錢塘江水質データを参考情報として、水質悪化抑制の視点から評価を行った。錢塘江は延長距離 688 キロメートルに及ぶ大河であり、水質は本事業以外の多くの要因の影響を受けるため、公開されている錢塘江全体の水質データをもってサブプロジェクトの効果との関係を分析することは不可能だからである。紹興市污水处理場については受益者調査結果をもとに定性的評価を行った。

表6 各サブプロジェクトの対象河川

サブプロジェクト	対象河川	モニタリング断面
杭州市污水处理場	錢塘江	上閘口、七堡、智頭角、九号坝
嘉興市污水处理場	嘉興市内 27 河川	市内 64 カ所
紹興市污水处理場	曹娥江	東江閘、紅旗閘、新三江閘

注：嘉興市は長江デルタの中心地にあり、市内の河川は河川網を形成している。河川を特定することが困難であるため、主要河川水質（27 河川の平均）を対象とした。

(1) 杭州市

図7からは、錢塘江全体の水質に明らかな変化はみられない。2000～2009年の間に杭州市の人口は68万人増加し、GDPと工業生産額の年平均成長率はそれぞれ15.4%、18.6%と経済的にも大きく成長した。人口増加と経済成長が水質悪化の要因であることや、対象処理区が経済開発区で工場排水が7割を占めることを踏まえれば、本事業は錢塘江水質の悪化の抑制に貢献しているといえる。

(単位：%)

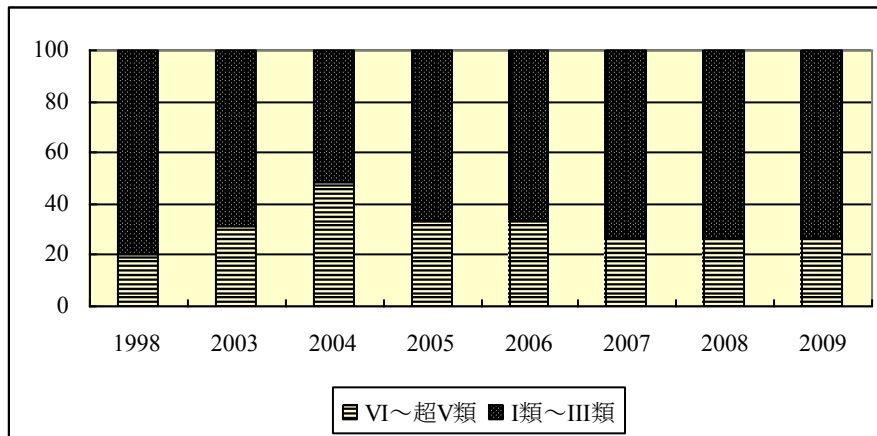


図7 钱塘江の水質の変化

出所：浙江省環境状況公報

(2) 嘉興市

図8のとおり、嘉興市内27河川64カ所のモニタリング断面のうち超V類が占める割合は2006年から徐々に下がりはじめ、2009年に激減した。嘉興污水处理場の処理区は市全体の約8割と高く、本事業の市内河川の水質への影響力は高いと考えられる。2006年以降の改善傾向は処理場の設備稼働率が徐々に高まった時期とも符合する。2009年には主要汚染企業で排水処理を強化したことによる効果もあって、多くのモニタリング断面で超V類からV類へと改善したと考えられる。

(単位：%)

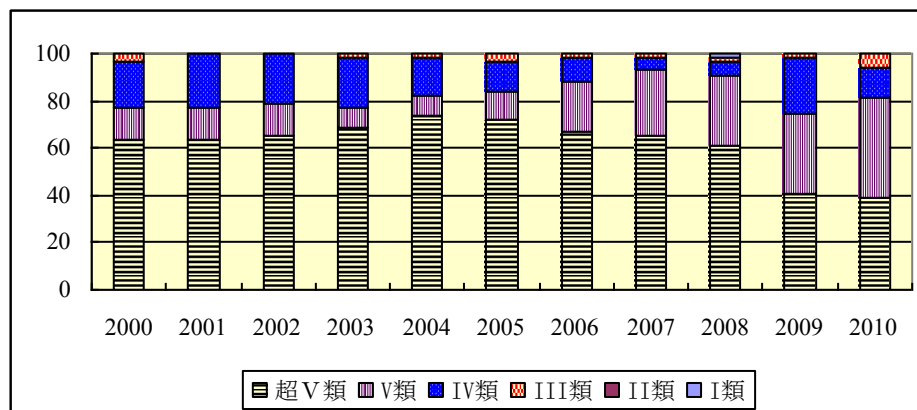


図8 嘉興市内河川モニタリング断面64カ所の水質

出所：嘉興市環境局

(3) 紹興市

紹興市内は環城河が旧市街区を取り囲み、その周辺に河川が網の目のように広がる。これらの河川は曹娥江に流入するため、市内河川網の水質は曹娥江の水質に影響を及ぼす。

本事業の効果を確認するため、環城河の内側にある旧市街区の住民 100 人を対象に事業実施前後の旧市街区河川と環城河の水質の変化について調査を実施した。その結果、75%が事業実施後、「非常に浄化した」あるいは「少し浄化した」と回答し、「あまり浄化していない」あるいは「浄化していない」と回答した者は 22%に留まり、本事業実施により、近隣河川の水質が改善したと認識している人が多いことがわかった。浄化した理由に「下水処理場の建設」、「工場排水の規制」、「下水道の整備」を挙げた人は 6 割程度と、本事業による効果が認められた結果になった。事業実施前後の河川の利用目的については、「景観・レクリエーション」、「水産養殖」、「烏篷船²⁷の使用」が増加し、逆に「工業用」、「どれにも利用できない汚水」が減少している。このことから、水質の改善に伴い、河川の用途が多様化していることがうかがえる。

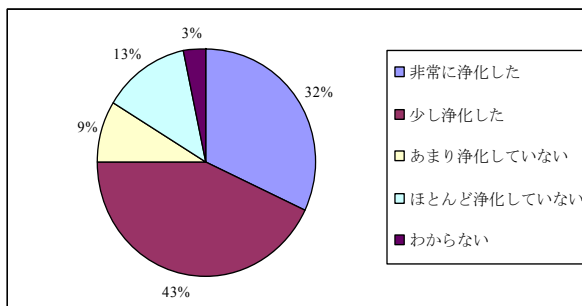


図 9 事業実施前後の河川の水質変化

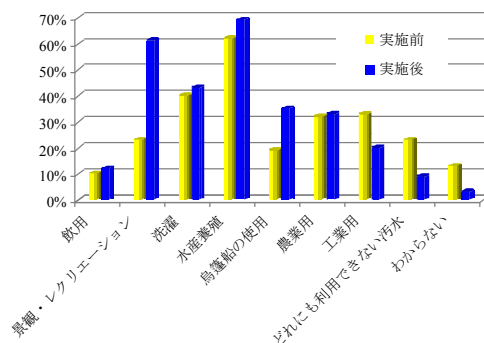


図 10 事業実施前後の河川の利用目的



図 11 内陸河川と烏篷船

実施主体でも、事業実施後、紹興市区と紹興県の汚水が処理されるようになっただけでなく、工場の閉鎖・合併が進み計画時の 500 社から 300 社に減り、工場排水の一次

²⁷ 紹興市の河川の交通機関で、黒い覆い付きの船。観光にも使われている。

処理も進んだため、曹娥江の水質は改善傾向にあると評価している²⁸。

3.3.1.2 内部収益率

審査時にプロジェクトライフ 20 年、下水処理収入を便益とし、建設費、下水処理費、維持管理費を費用として財務的内部収益率（FIRR）を計算した結果は、杭州市污水处理場 3.8%、嘉興市污水处理場 2.4%、紹興市污水处理場 6.3%だった。事後評価時にデータを入手できた嘉興市污水处理場と紹興市污水处理場について再計算したところ共にマイナスとなった。嘉興市污水处理場では事業費が大幅に増えたこと、維持管理費が 3 割増しとなったことが原因である。紹興市污水处理場では、実際の污水处理料金の設定が審査時想定よりも低いうえに、污水管網を管理している会社との収入分配比率が 6 割に設定されており、これが維持管理費を下回っていること、維持管理費が審査時の設定の 1.3 倍になったこと、税金が費用に含まれたことなどが影響した。

3.3.2 定性的効果

インパクトの項参照。

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 住民の生活環境の改善

本事業では、污水处理場整備により、住民の生活環境が改善されることが期待されていた。これを確認するために、3つのサブプロジェクトから紹興市污水处理場を選定し²⁹、質問票による受益者調査を実施した。調査地区は旧市街の魯迅旧居、八字橋、周恩来旧居、蔡元培旧居附近の区域、対象者は環状河内側の住民 100 人で、詳細は表 7 のとおり。サンプル数が少ないため、本受益者調査結果が受益者全体を代表するものではないが、受益地域では事業実施後、河川の水質が改善され、これに伴い生活環境が改善したと認識されている。

²⁸ 定量的データに基づく判断ではない。

²⁹ 紹興市污水处理場を選定したのは、3 サブプロジェクトの中で事業効果を確認するのに適した条件があったからである。杭州市は、市内に 4 つの処理場があり、放流先河川が同じ場合もあって、河川の水質改善が認められたとしても本事業の効果を確認することは困難である。嘉興市の場合、受益区が広大で河川網になっているため、調査地を特定することが難しい。これに対して、紹興市には本事業以外に污水处理場はない。また、市内には河川が至るところに広がっているが、市区の中心に環状河が流れ、その内側に古くから残る旧市街居住者地区が存在する。河川は住民にとって身近な存在であり、水質改善が生活環境の変化に結びつきやすい地域である。

表7 受益者調査対象者

性別	男	64%
	女	36%
年齢	20～29歳	21%
	30～39歳	36%
	40～49歳	30%
	50～59歳	9%
	60歳以上	4%

(1) 生活環境の変化について

事業実施後の河川の水質変化が「生活環境に好影響を及ぼした」と回答した者は81%にのぼった。具体的には「景観がよくなった」84%、「悪臭がなくなった」63%、「水辺を楽しめるようになった」60%だった。事業実施前後で比較すると、河川を利用している人は72%から90%に増え、特に河川沿いに散歩を楽しむ人が48%から83%へ増えた。河川の水質変化が生活環境以外にどのような影響をもたらしたかについては、86%が「衛生環境の改善」を挙げ、「地下水の汚染抑制」と回答した者も37%いた。このことから、河川の水質改善が直接、生活環境への変化に結びついていることがわかる。

(2) 下水管への接続による生活の変化について

事業実施前に家庭の排水管が下水管に接続されていなかった者は13%で、そのうち77%が下水管接続によって「家の周辺が衛生的になった」、62%が「家にトイレが設置された」、「家の周辺が雨水で洪水になることが減った」と回答した。「悪臭がなくなった」と回答した者も38%あった。下水管への接続に54%が「とても満足している」、46%が「概ね満足している」と回答した。事業実施によって新たに下水管に接続されたというケースは少数であるものの、これらに対する満足度は高く、生活にプラスの影響を与えたと判断できる。

(3) 水質改善対策に関する意識について

紹興市政府が水質改善対策を実施していることについて「知っている」あるいは「ある程度知っている」と回答した者は71%だった。その取り組みに満足している者は84%と、水質改善対策に対する認識、評価ともに高い。

3.4.2 その他、正負のインパクト

(1) 自然環境へのインパクト

すべてのサブプロジェクトで審査時に計画されていた悪臭対策、防音対策が取られており、現地調査でも特に問題は確認されなかった。嘉興市汚水処理場と紹興市汚水処理場は居住区から離れており、悪臭や騒音などの問題は発生していない。嘉興市汚水処理場では異臭の発生しやすい工場内の汚水貯蔵池全体に蓋を設けたり、バイオ脱臭などの

取り組みを実施したりするなどの追加措置も講じている。

汚泥処理については、杭州市汚水処理場では二次的な環境問題の有無は明らかではないが、計画通り、汚泥濃縮脱水機で脱水処理後、処理場に埋め立てられていることが確認された。嘉興市汚水処理場は 2009 年以降、紹興市汚水処理場は 2008 年以降、中国国内でも先進的な技術を利用することによって概ね 100%の汚泥の資源化、再利用を達成した。

嘉興市汚水処理場では、脱水後の汚泥約 400 トン/日を嘉興新嘉愛斯火力発電所にトラック輸送し、集中乾燥後、石炭と混ぜて焼却するという汚泥集中乾燥混合焼却方法により、無害化・資源化して再利用している。残渣はセメント企業に販売されている。現段階では汚泥の含水率は脱水方式によって 60%と 82%の 2 種類があり、含水率が高いほど再利用に係るコストも高くなる。このため、経済性が高く、安全性・信頼性をも確保できる汚泥処理方法を実現するよう努力が続けられている。この他、日本の自治体や民間企業による下水汚泥焼却灰燐回収技術を導入するための試みを実施しようとする動きもあったが、目処はたっていない。

紹興市汚水処理場では、脱水後、処理場内に溶出防止措置をとった土地に一時的に堆積する。埋立地の汚泥からの溶出液と流入した雨水は処理場で再処理され、放流される。脱水汚泥は、処理場近くの中環エネルギー発展有限公司で燃料として焼却され、残渣の一部はセメント材料として活用されている。



図 12 含水率 60%の汚泥
(嘉興市汚水処理場)



図 13 乾燥汚泥と石炭の混合
(嘉興新嘉愛斯火力発電所)

中国では 2009 年に国家環境保護基準である「都市汚水処理場の汚泥処理・処置技術規範」が公布され、汚泥の減量化、安定化、無害化及び総合利用を実現することが求められるようになった。しかしこのような汚泥処理を実現するためには、汚泥処理施設建設費、汚泥処理費、処理技術、汚泥処理規範・規則など多くの面で課題がある。そのよ

うな中、嘉興市汚水処理場や紹興市汚水処理場で開始した汚泥処理方法は、中国における汚泥乾燥焼却処置の一つのモデルとしても期待される。乾燥と焼却発電を組み合わせた合理的かつシンプルな方式で、必要とされる設備の数も少ない。維持管理は簡単で、再利用コストは1トン当たり100～120元と比較的低コストである。環境面でも粉塵や悪臭がなく、騒音も少ないというメリットを持つ。嘉興汚水処理場では、脱水汚泥の含水率の低下や他の再資源化方法も研究中であり、今後、中国の汚泥処理分野でも先進的な役割を果たしていくことが期待される。

(2) 住民移転・用地取得

杭州市汚水処理場では、計画通り44ヘクタールの用地が取得され、移転した住民は11世帯57人だった。実施機関によれば、移転手続きは中国の土地管理法に基づき適切に実施されたとのことである。嘉興市汚水処理場と紹興市汚水処理場では、アウトプットの増減に伴い、取得用地面積も変更になった。前者は計画21.9ヘクタールに対して実績30.96ヘクタール、後者は計画67.2ヘクタールに対して実績43.2ヘクタールだった。住民移転はいずれも発生していない。

以上のとおり、紹興市では汚水処理場施設の整備により、処理区の河川網の水質は改善され、それに伴い住民の生活も改善された。河川と住民の生活がどの程度密接に関わっているかにもよるが、少なくとも市内河川の水質改善が確認された嘉興市では同様のプラスのインパクトがあったと推測される。実施機関も本事業の実施は外資企業誘致を促し、全国環境都市、全国衛生都市、環境友好型都市を目指している嘉興市の都市建設に大いに貢献したと評価している。2009年の受益者数は176万人と推計され³⁰、事業全体としては一定のプラスのインパクトがあったといえる。

3.5 持続性（レーティング：③）

評価時点で実施機関や全体の体制には変更はないが、実施主体に変更が生じている。持続性の評価では、現在、運営・維持管理を担う実施主体を主たる対象とした。

3.5.1 運営・維持管理の体制

(1) 全体の体制

本事業の全体を統括する実施機関は浙江省人民政府で、3つのサブプロジェクトの運営・維持管理は、杭州市人民政府、嘉興市人民政府、紹興市人民政府の管轄のもと、各実施主体が行っている。浙江省人民政府の窓口は建設庁であり、財務庁が財政面のモニタリングを担当し、環境保護庁が環境面の監督機関となっている。ただし、環境保護庁は審査時から本事業に関わっているわけではないため、円借款事業監理として事業効果

³⁰ 各市の一人・日当たりの水使用量と本事業による日当たり生活用水汚水処理量から算出。杭州市汚水処理場49万人、嘉興市汚水処理場85万人、紹興市汚水処理場42万人。

や運営維持管理のモニタリングには関与していない。

(2) 各サブプロジェクトの実施主体

1) 杭州市污水处理場

2006年までの実施主体は杭州市排水総公司³¹だったが、同年、杭州市政府は、杭州市污水处理場の円借款部分を含む一部プラントを、それまで資産管理をしていた都市管理事務室から民間事業者へ譲渡することにした。国際入札の結果、天津創業環保集団株式有限公司がTOT（Transfer- Operate -Transfer）方式による25年間の特許経営権³²を得、杭州市城市建设投資集団有限公司との合弁で2006年4月、事業主体となる杭州天創水務有限公司を設立した³³。杭州市排水総公司是、下水道事業の公共的側面から管理機構として、杭州天創水務有限公司との間で下水処理サービス契約を締結し、下水道事業のモニタリングとコントロールを実施している。

杭州天創水務有限公司は、1事務所、4部門からなり100人を擁する。天津市で下水処理の実績をもつ上場会社、天津創業環保集団株式有限公司の子会社である。処理水のモニタリングはサンプル採取による測定と24時間自動オンライン水質検査装置でも測定され、省環境保護庁へ送付される。浙江省環境保護庁、杭州市環境保護局が定期・不定期に水質検査を実施しており、体制的に問題はない。

2) 嘉興市下水処理場

嘉興市污水处理場の実施主体は、1室、7部、1污水处理場の90人を擁する国有持ち株会社、嘉興市連合污水处理有限責任公司である。出資者は嘉興市水務投資集団有限公司³⁴、12県・区、南湖場源污水公司以比率は51%、47.64%、11.36%となっている。2010年2月には品質マネジメントシステム規格（ISO9001）と環境マネジメントシステム規格（ISO14001）を取得するなど、内部管理制度の充実化を図っている。

処理水のモニタリングは処理場内で実施されているほか、嘉興市環境保護局、浙江省環境保護庁、国家環境保護部が定期的・不定期で流入水・処理水の水質検査を実施している。自動オンライン水質検査装置では8項目を測定し、省環境保護庁に送られる仕組みになっている。

3) 紹興市下水処理場

審査時の実施主体は、紹興県給排水工程管理处が85%、県環境保護産業發展公司与県緑実業会社が15%出資する公有企業、紹興県環境保護發展有限公司だった。審査後

³¹ 杭州市城市建设投資集団有限公司が100%出資する国有企業で、下水処理に関する監理を行っている。杭州市内の四堡下水処理場の運営維持管理も担う。

³² 特別許可期間の25年間、污水处理場を運営し、特別許可期間終了後に正常運転を果たしている污水处理場を無償で都市管理事務局または指定機関に譲り渡す。

³³ 出資比率は7対3。

³⁴ 嘉興市国家資源管理委員会が100%出資した国有企業。

まもない 2001 年 11 月、紹興県給排水工程管理处が紹興県排水有限公司と紹興水処理発展有限公司に分割され、紹興水処理発展有限公司が汚水処理場の運営・維持管理を担当することになった。紹興市水務集团有限公司 (40%) と紹興県水務集团有限公司 (60%) が出資する合資株式会社で、16 部門 319 人を擁する。中国でも最大規模の下水処理場であり、2004 年には運営品質管理の面で全国トップ 10 の下水処理場として評価されるなど体制上の問題はない。

処理水のモニタリングは処理場内でサンプル採取後、測定し、紹興県環境保護局、紹興市環境保護局、紹興県水務集团公司、紹興市水務集团公司、浙江省建設庁へ報告される。このほか、紹興県環境保護局 (毎月)、紹興市環境保護局 (年 6 回)、浙江省環境保護庁 (年 4 回) が定期的・不定期で水質検査を実施している。

3.5.2 運営・維持管理の技術

杭州市汚水処理場では職員の多くは杭州市排水総公司から異動した経験者であり、維持管理部門 48 人のうち、約 7 割が技術専門員または技術作業員で、技術的な問題はない。嘉興市汚水処理場でも、業務従事年数平均 17 年と経験豊かな責任者の統括のもと、一定の技術レベルに到達した職員が維持管理作業を実施している。紹興市汚水処理では、維持管理部門 43 人のうち、技術資格保有者は 51%、業務従事年数は平均 11 年と比較的若手が多い。業務と職員の技術水準をマッチングさせるとともに、社内外の研修制度を充実させることで適切な維持管理を実施している。

このようにすべてのサブプロジェクトで運営維持管理の技術評価基準が設定され、その基準を満たした職員が配置されている。維持管理業務の習熟や技術力向上のための研修制度や評価制度が確立されており、問題はないと判断される。

3.5.3 運営・維持管理の財務

1) 杭州市汚水処理場

杭州天創水務有限公司の財務データは入手できなかったが、以下の理由により財務面での大きな問題はないと考えられる。杭州天創水務有限公司は国有企業である天津排水公司の拠出金を主な財源とし、不動産税、土地使用税などの優遇税制が適用されている。杭州市排水総公司と杭州天創水務有限公司の間で締結される下水処理サービス契約では、基準を満たした処理水に対して対価が支払われることになっている。契約単価は処理場の維持管理費をもと毎年査定される。評価時の 1 立方メートル当たりの維持管理費は 0.8 円で契約単価はこれを若干上回る。

借款は杭州天創水務有限公司から杭州市政府、浙江省政府を通じて返済される仕組みになっているが、円借款資金の流れとして、本サブプロジェクトの再転貸契約先は杭州市政府であり、債権は政府保証により保全される。

2) 嘉興市下水処理場

表 8 は嘉興市連合汚水処理有限責任会社の 2006～2009 年の財務指標である。売上高純利益率、総資本利益率ともにマイナスであり、2009 年の累積赤字は 1260 万元になる。立方メートル当たりの下水処理料金は家庭用 0.9 元、商業用 1.7 元、工業用 2～2.4 元と審査時計画と同程度、またはそれよりも高い水準に設定されている。しかし、汚水管網を管理している 12 の県・区の都市汚水管網会社との間で汚水集中処理に関する契約が締結されており、嘉興市連合汚水処理有限責任会社への収入分配は 7 割と決められている。これが運営コストを下回っていること、さらに管理費用と財務費用が売上高の 2 割以上を占めていることが、利益率マイナスの原因である。実施主体によれば、2011 年に下水処理料金を約 3 割値上げすることが予定されており、値上げ以降は赤字を回避できる見込みとのことである。コスト削減に向けた経営努力が実施されていることや、公共性の高い国有持ち株会社であることから、持続性に大きな支障はないと考えられるが、今後、注視していくことが必要である。

表 8 嘉興市水務投資集団有限公司の財務指標

	2006年	2007年	2008年	2009年
総資本利益率(%)	-0.7%	-1.8%	-2.7%	-0.7%
売上高粗利益率(%)	7.4%	6.0%	12.9%	12.3%
売上高純利益率(%)	-11.4%	-20.8%	-33.2%	-10.1%
総資本回転率(回)	0.06	0.09	0.08	0.07
流動比率(%)	550.3%	207.1%	112.7%	193.6%
自己資本比率(%)	43.6%	32.2%	23.5%	19.4%
キャッシュフロー(元)	94,151,214	148,538,720	178,065,484	267,201,855

出所：嘉興市水務投資集団有限公司

3) 紹興市下水処理場

紹興水処理発展有限公司の売上は年々伸びているものの、売上高純利益率は 2008 年以降マイナスが続く。2010 年の紹興市の立方メートル当たりの下水処理料金は家庭用 0.5 元、商業用 1.5 元、工業用 1.8 元と他市と比べて比較的低い水準にあること、下水管渠とポンプ場を運営管理する紹興県排水有限公司と紹興水処理発展有限公司の間の収入分配比率が 4 対 6 になっており、これが運営コストを下回っていること、管理費用と財務費用が嵩んでいることが主な理由である。自己資本比率は 18.5% (2010 年)、流動比率は 100% を下回っており、中長期的な安定性や支払い能力は低い。ただし、紹興市では下水処理料金が 2008 年 12 月に変更され、工業用はまもなく 3 元/m³まで引き上げられることが決まっていること、排水会社との分配比率が現在の 4 対 6 から 3.5 対 6.5 に変わる可能性があることなど、財務面でプラスの材料がある。下水処理の公共性を考えれば、本事業の持続性に大きな問題が生じるとは考えにくい。

政府は下水処理事業の健全化、黒字化を目指しており、政府による補填はなく、今後、

下水処理場内の業務効率化による維持管理費の低減が求められる。

表 9 紹興水処理発展有限公司の財務指標

	2007年	2008年	2009年	2010年
総資本利益率 (%)	0.5%	-2.6%	-1.3%	-3.4%
売上高粗利益率 (%)	15.9%	9.8%	19.3%	8.4%
売上高純利益率 (%)	1.7%	-13.3%	-5.5%	-12.4%
総資本回転率 (回)	0.29	0.19	0.23	0.28
流動比率 (%)	101.2%	88.6%	66.3%	74.4%
自己資本比率 (%)	19.6%	8.7%	7.5%	18.5%
キャッシュフロー (元)	69,941,668	78,494,686	83,883,925	N/A

出所：紹興水処理発展有限公司

3.5.4 運営・維持管理の状況

一部の施設で老朽化や腐蝕等の問題はみられるものの、保守・修理を強化するとともに、適切な更新計画が策定されており、大きな支障は出ていない。具体的実施機関はいずれも運営・維持管理の状況を良好と評価しており、施設視察でも適切に運営・維持管理していることが確認された。

以上のとおり、嘉興市下水処理場と紹興市下水処理場の実施主体は財務的に脆弱であるものの、評価時において改善要因があること、下水処理事業は公共性が高く、今後も公正に料金体制を見直していくことになっているため、持続性に大きな問題があるとまではいえない。体制、技術状況はともに問題はなく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

中国政府は環境保全目標を達成するために、水質汚濁対策と都市環境対策を重点課題に位置づけ、様々な取り組みを進めている。本事業はその一環として、工業化と都市化が急速に進む浙江省杭州市、嘉興市、紹興市を対象に実施されたものである。杭州市と嘉興市は汚染が深刻な太湖の流域都市に、紹興市は歴史文化都市として全国重点観光都市にそれぞれ指定されており、下水集中処理施設を整備し、河川の水質を改善しようとする本事業の必要性、優先度はともに高かった。

杭州市汚水処理場は市内経済開発区の処理場として、嘉興市汚水処理場と紹興市汚水処理場は市内唯一の処理場として、各都市の下水処理において大きな役割を果たしている。各処理場の設備稼働率はいずれも高く、処理水も基準を満たしており、市内河川の水質改善、近隣の住民の生活環境の改善に貢献している。各処理場の実施主体には、一部、財務的な課題があるものの、本事業の効果発現の持続性に影響を及ぼすものではない。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

JICA 事業管理では円借款事業完成後も管理の一環として継続的に事業効果のモニタリングを実施していくことが期待されている。これまでは実施機関に対して事業効果のモニタリングを正式に求めていなかったが、今後は各処理場の効果に加え各市河川の水質改善効果を独自にモニタリングすることになる。各市環境局から必要に応じてデータを入手できるような体制を整備するか、代替データを入手するなど、関係者の間で合意しておくことが望まれる。

4.2.2 JICA への提言

嘉興市污水处理場と紹興市污水处理場では脱水後の汚泥が火力発電所の燃料として再利用・無害化処理が開始されており、汚泥乾燥焼却処置の一つのモデルにもなりえるところまできている。その一方で汚泥の含水率の低減などが課題になっている。

浙江省では汚泥の80%を焼却処分することが努力目標として挙げられており、今後、汚泥の減量化、安定化、無害化に向け、低コストで安定的に資源の循環を図るための技術やノウハウが求められることになる。汚泥処理は日本の技術の優位性を活かして貢献できると期待されている分野であり、日本の企業による協力の実現化に向け、これまでの JICA の汚泥処理分野への取り組みをもとに継続・発展的に側面な支援をしていくことが期待される。

4.3 教訓

本事業は「市内河川と太湖の水質改善」を事業目的として3つのサブプロジェクトが実施された。しかし、「太湖の水質改善」という事業目的については、本事業実施との目的達成の間に乖離があった。審査当時の状況を踏まえると、複数のサブプロジェクトからなる共通の目的を持つ事業として計画されたとも、中国側の要望に基づき「河川水質改善」という上位の同じ目的をもつサブプロジェクトを束ねて、セクター支援のような形で計画されたとも考えられる。前者の場合、事業の計画の策定にあたっては、現実的で適切な事業目的を設定したうえで、事業計画の論理構造を十分に検討してサブプロジェクトを選定するとともに具体的な目標設定をすることが必要である。後者の場合は、各サブプロジェクトの効果を可能な限り定量的に把握できるよう計画を策定することが必要である。いずれにしても、一貫した JICA 事業監理を実施していくためには、適切で具体的な目的・目標設定と、審査段階からそれらを相手国関係者に説明・共有することが不可欠である。

以上

主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
①アウトプット 1. 杭州市汚水処理場建設 2. 嘉興市汚水処理場建設 3. 紹興市汚水処理場建設	① 流入量30万トン/日 ② 下水管延長25km ① 流入量30万トン/日 ② 下水管延長110km ③ ポンプ場15カ所 ① 流入量30万トン/日 ② 下水管延長16km ③ ポンプ場4カ所	① 計画どおり ② 下水管延長18.3km ① 計画どおり ② 下水管延長136.76km(当初計画分92.36km、追加分44.4km) ③ ポンプ場18カ所(当初計画分14カ所、追加分4カ所) ① 計画どおり ② 取り止め ③ 取り止め
② 期間	2000年3月～2003年12月 (46カ月)	2000年3月～2010年1月 (119カ月)
③ 事業費 外貨 内貨 合計 うち円借款分 換算レート	11,256百万円 21,825百万円 (1,445百万円) 33,081百万円 11,256百万円 1元 = 15円 (2000年3月現在)	11,204百万円 23,763百万円 (1,694百万円) 35,967百万円 11,204百万円 杭州市汚水処理場 1元 = 13.95円 (1999～2004年平均) 嘉興市汚水処理場 1元 = 14.01円 (1999～2010年平均) 紹興市汚水処理場 1元 = 14.15円 (1999～2002年平均)

0. 要旨

本事業は、水質汚染の深刻な直轄市天津市中心部において、污水处理施設を整備することにより、市内河川の水質改善を図るものである。天津市中心部の污水处理において本事業の果たす役割は大きく、市内河川の水質改善、渤海海域水質への影響という点においても重要性は高い。本事業実施によって、未処理污水が排出されていた河川の水質は改善され、河川周辺の住民の生活環境にも好影響を与えた。

円借款で整備された資産は売却され、事後評価時は天津創業環保集団株式有限公司が所有、経営、運営維持管理を行っている。体制面、技術面、財務面で大きな問題はみられず、本事業の開発目的達成と持続性の観点からも懸念はない。他方、この民営化は天津市政府によって主導されており、競争を用いた手順で売却先を選定する方法が必要だったのではないかと考えられる。

1. 案件の概要



案件位置図



咸陽路污水处理場

1.1 事業の背景

中国では、近年の急速な都市化や生活の向上に伴い、下水排水総量が急増し、地表水の水質が悪化している。河川では特に「三河」（海河、遼河、淮河）が深刻である。中国政府は安全な水源を確保するために、工場排水に対する規制の強化や都市部での下水道整備に重点を置いた施策を実施している。

三河のひとつである海河¹は、天津市域で北運河、南運河、大清河、子牙河、永定河の五河川が合流してなる河川で最終的に渤海に流れ出る。審査当時、天津市域に流入す

¹ 河北省・河南省・山東省・山西省・内モンゴル自治区・北京市・天津市をその流域に含む華北で最大級の河川である。

る河川はひどく汚染され、海河主流では降雨汚水や灌漑用排水が流入し、非雨季には上流からの水の流入がないため、半年以上、国家地表水質基準 V 類²を超過する状況だった。天津市内では海河の汚染を抑制するため、1950 年代末から海河の南北に排水河を開削し、市内中心部には排水系統が形成されていた。しかし近年の生活排水の急増と下水処理能力の不足のため、大量の汚水が未処理のまま排水河や河川に排出されていた。市内水路の水質は国で定められた地表水質基準を満たせないまでに悪化し、関連する一級河川や渤海海域の水質にも悪影響を与えていた。

このような背景のもと、中国政府は天津市の下水道を整備し、市内河川の水質を改善することを決定した。

1.2 事業概要

人口増加と生産活動の拡大が続く天津市において下水処理施設と排水路の整備を実施することにより、天津市内河川（含む渤海）の水質改善を図り、もって天津市民の生活環境の改善に寄与する。

円借款承諾額／実行額	7,142 百万円 / 7,014 百万円
交換公文締結／借款契約調印	2001 年 3 月 / 2001 年 3 月
借款契約条件	金利 1.3%（東南郊部分）0.75%（それ以外の部分） 返済 30 年（東南郊部分）、40 年（それ以外の部分） （うち据置 10 年）、一般アンタイド（東南郊部分） 二国間タイド（東南郊以外の部分）
借入人／実施機関 審査時実施主体 評価時実施主体	中華人民共和国/天津市人民政府 天津市排水公司 天津創業環保集団株式会社
貸付完了	2008 年 7 月
本体契約	Tianjin Machinery & Electric Equipment Imp. & Exp. Co., Ltd.(中華人民共和国)
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	F/S 中国市政工程華北設計研究院、天津市市政工程局 1999 年 7 月
関連事業	技術協力「汚水処理場のグレードアップ改造と運営改善プロジェクト」、その他 ³

² 地表水環境水質基準 GB3838-1988 は、1988 年に国家環境保護局（現国家環境保護部）が施行し、化学的酸素要求量など水質に関わる 30 の指標につき I-V 類に分類している。I 類から V 類の順に水質が悪化する。化学的酸素要求量は V 類 25mg/l 以下と定められている。2002 年に改定された GB3838-2002 では、V 類-40mg/l 以下と、GB3838-1988 よりも緩和されている。

³ 世界銀行借款「解放南路一帯排水工程整備事業」、アジア開発銀行借款「北倉下水処理事業」。

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

岸野 優子（アイ・シー・ネット株式会社）

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11月～2011年11月

現地調査：2011年1月9日～1月22日、2011年6月3日、6月9日

2.3 評価の制約

事業目的の達成度を評価する指標データを一部入手することができなかつたため、これについては一定の推測に基づく定性的な評価を行った。有効性の評価にあたっては、サブプロジェクトの稼働状況とともに市内河川の水質改善の度合をもって判断する方針だった。そして現地調査では、事業の効果が及ぶ市内河川を特定し、それらの河川水質の推移と河川水質に影響を及ぼす本事業以外の要因を調査することを計画していた。河川水質データの入手を再三にわたって試みたが、所管の天津市人民政府環境保護局は関連データを提供できない方針を示した。これを受け、サブプロジェクトの稼働状況を中心とし、河川水質改善については受益者調査結果をもとに定性的評価によって補足する方針に変更した¹。

3. 評価結果（レーティング：A²）

3.1 妥当性（レーティング：③³）

3.1.1 開発政策との整合性

（1）審査時の開発政策

中国政府は「国家環境保護第9次5カ年計画及び2010年長期目標」において、「環境汚染と生態系悪化を食い止め、一部都市と地区で環境を改善し、経済発展と環境保全、生態系保全のモデル都市と地区を整備する」ことを目標に掲げた。国家環境保護総局は「海河流域水質污染防治・整備計画」を策定し、安全な飲料水確保するため、天津市を含む海河流域⁴の都市部と農村部において、化学的酸素要求量⁵（以下、CODという）排出量を大幅に抑制することを目標に定めた。これを達成するため、汚染源の工場の排水整備や都市部の污水处理場の建設は重点プロジェクトと位置づけられた。

中国の4大直轄市のひとつである天津市は、第9次五カ年計画において2010年まで

¹本事後評価調査で与えられた期間や費用では統計学的に有意なサンプル調査を実施することは不可能であったため、サンプル数は100と小さく、受益者調査結果は全体を代表するものではない。

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

³ ③：「高い」、②「中程度」、①：「低い」。

⁴河北、河南、山東、山西、北京、天津の4省2市。

⁵水の汚れの度合いを表す値として用いられ、水中の有機物を酸化剤で酸化する際に消費される酸素量を指す。

に下水処理率を 52%から 84.5%へ、下水管網整備率を 55%から 94.5%に改善することを目標に挙げた。中心部では 6 つの排水系統（趙沽里系統、北倉系統、張貴庄系統、咸陽路系統、紀庄子系統、双林系統）の下水道整備を進めることを計画した。

(2) 事後評価時の開発政策

水環境の改善は国家環境保護第 11 次五カ年計画でも重点分野のひとつであり、引き続き都市污水处理プロジェクトに重点を置いた施策が実行されている。天津市は「海河流域水質污染防治規則」(2006－2010 年、2011－2015 年)の中で優先都市に指定された。天津市は、都市污水处理場整備と工場排水整備を進めることによって COD 排出量を大幅に削減することが求められている。

本事業は、天津市中心部に下水処理場を整備し、国家環境保護計画の中でも重点とされる水環境改善を目標とするもので、開発政策との整合性は高い。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

3.1.2.1 天津市の下水道整備のニーズ

審査当時、天津市中心部で污水处理場が整備されていたのは、6 つの処理系統のうち紀庄子系統（紀庄子污水处理場）と趙沽里系統（東郊污水处理場）だけだった。そのほか 4 つの排水系統の生活・工場排水は、海河へ流入することを防ぐため、天津市北部の永定新河や人工的に開削された北塘排水河、南部の大沽排水河に排出されていた。張貴庄系統の東南郊地域には污水管網がなく、污水は外環河を経て海河へ排出されていた。大量の未処理污水は市内河川を経て渤海へ流入し、渤海海域にも深刻な汚染をもたらしており、天津市中心部の下水処理整備は急務であった。

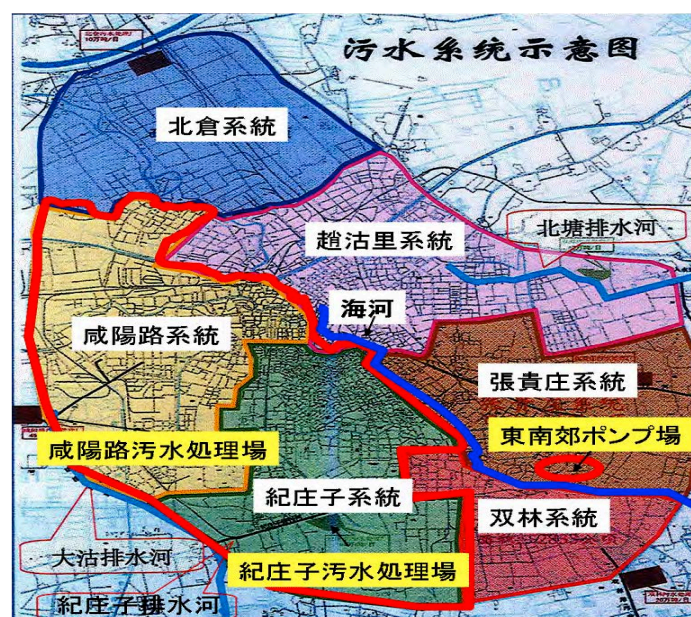


図 1 天津市中心部の污水处理系統地図

注：赤太線で囲まれた区域が本事業の対象である。

3.1.2.2 計画の妥当性⁶

(1) 事業目的、事業目標設定の妥当性

本事業の計画は明瞭さや論理性の点で妥当性に欠けるところがある。JICA 審査時資料には、本事業の目的として「渤海を含む天津市内河川の水質が改善される」と明記され、定量的効果には汚染物質除去に伴い海河の水質も改善されると書かれている。しかし、事業の対象河川が海河なのか、その他の市内河川なのかは明瞭ではなく、水質目標も設定されていない。一方、サブプロジェクトの構造や規模からいえば海河を対象河川にすることは論理的ではない。2つのサブプロジェクトである紀庄子污水处理場と咸陽路污水处理場が対象とする排水系統の汚水は、紀庄子排水河と大沽排水河に排出され、約 70 キロメートル先の渤海に流れ出るという構造で、海河とは地理的につながっていないからである。もうひとつのサブプロジェクトである東南郊ポンプ場建設は海河の水質に影響を与えるが、海河水系の下流に位置する天津市域では上流の影響を大きく受けることを考えると、事業規模からいっても効果は限定的である。さらに、渤海の水質改善もターゲットにしているが、事業地から距離的に離れており、直接効果を期待することは困難である。中国側関係者に聞き取りをしたところ、污水处理場の処理水の水質改善を事業目的と認識しており、日中の中で事業目的に対する認識の相違も明らかになった。

審査時に両国の中で事業目的及び対象河川や数値目標といった具体的目標について十分に協議されなかったため、事業計画が曖昧なものとなったと推測される。日本側が意図した河川水質改善状況については、所管の天津市環境保護局が両国間の事業として定期的にモニタリングすることはなかった。結果的に本事後評価でも河川水質データは提供されず、これについて定量的評価を実施することはできなかった。

現在の国際協力機構 (JICA) の評価制度では審査段階の計画と実績の比較が基本となる。事業計画策定にあたっては具体的な目標を設定し、事業目的を適切で明確なものとする、それらを日中双方で合意しておくことが必要だったといえる。

(2) 事業規模の妥当性

審査時、処理規模を紀庄子污水处理場 54 万トン/日、咸陽路污水处理場 45 万トン/日とすることが計画された。後述するように、実際の処理区汚水量は予測ほどには伸びず、天津市の污水处理率が 80%を超えた 2009 年になっても本事業の設備稼働率は 7 割程度に留まる。

これは事業の有効性の問題というよりも、むしろ審査時の予測が過大だったことが原因と考えられる。各污水处理場の処理規模は、汚水量が急増していた 1996 年の汚水量と人口増加予測をもとに算定された。しかし、天津市の水不足や市政府の節水対策によ

⁶審査当時には厳格な事業目標や指標による目標設定は求められていなかったことや、両国間で事業の役割に対する認識が異なるという事情もあるため、計画は妥当性のレーティングには反映させなかった。

り、天津市の汚水量は 1996 年より減少している。特に処理区では水使用量の多い工場を郊外へ移転させるなどの措置をとったこともあって、処理区の汚水量は予測を下回る。汚水処理場に流入する汚水量は、その地域の水資源量や処理計画によって変わることがあるため、より慎重な計画策定が求められるといえる。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

日本政府は、対中経済協力計画（2001 年）において「環境や生態系の保全、内陸部の民生向上や社会開発、人材育成、制度作り、技術移転などを中心とする分野をより重視する」ことを方針に、「環境問題など、地球的規模の問題に対処するための協力」を最重要課題に位置づけた。海外経済協力業務実施方針（1999 年）でも環境を重点分野に位置づけ、対中国援助方針では市場経済化を促進する中国のバランスの取れた発展を促すための取り組みのひとつとして環境問題を取り上げた。国別業務実施方針では、より具体的に「汚水処理場の整備が遅れ、水質汚濁による安全な水源の減少も問題」との認識のもと、下水道整備等を通じた支援を行う方針を打ち出した。

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

紀庄子汚水処理場、咸陽路汚水処理場ともほぼ計画通り実施された。紀庄子汚水処理場では拡張に加え、既存の設備すべてに改造工事が実施され、3つのサブプロジェクト全てにおいて下水管渠が建設された⁷。

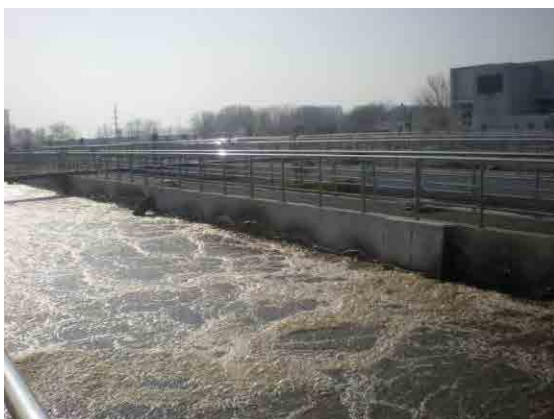


図 2 紀庄子汚水処理場反応池



図 3 咸陽路汚水処理場反応池

⁷審査調書には計画として記載されていない。中国側の計画に含まれており、その計画通りに実施された。

審査時計画から変更があったのは、東南郊地域の雨水ポンプ場である。当初計画では沙柳路ポンプ場、黄岩路ポンプ場、躍進路ポンプ場の3カ所を建設することになっていた。後から策定された天津市海河兩岸総合開発計画の新設道路と建設地が重なったため、黄岩路ポンプ場の建設が取りやめになった。同計画確定後の配置見直しと着工を余儀なくされ、中国政府の要請に基づき、JICAは貸付実行期限を2年間延長し⁸、これに対応しようとした。しかし、計画確定に時間を要し貸付実行期限内の建設が間に合わなくなったことがその理由である。結果、雨水の送水能力は減ったが、東南郊は未開発地域で地面の雨水浸透能力が比較的高く、現時点では2カ所のポンプ場のみで対応可能である。同地域の雨水汚染度も低く、たとえ未処理雨水が直接河川に排水されたとしても、水質に大きな影響を及ぼすことはない。今後、同地域の開発状況と必要性に応じポンプ場を建設することになっている。



図4 雨水ポンプ



図5 躍進路ポンプ場

事業完成後に変更があったのは、紀庄子污水处理場である。2009年、処理設備の能力は54万トン/日から45万トン/日に縮小された。2008年、新しく「都市下水処理場汚染物排出基準」GB18918-2002 一級Bが適用され⁹、磷、窒素、アンモニア窒素の基準を満たすために生物学的脱窒などの処理プロセスを追加したことに伴う変更である。処理プロセスの追加には関連装置を設置するスペースが必要になる。敷地を拡大することはできないため、処理設備容量を減らし、処理効果を確保した。天津市政府は、2005年以降、紀庄子系統内の工場を郊外へ移転させて同系統内の工場排水量の調整を行ったり、節水対策を呼びかけて生活用水使用量を減らしたりと、汚水量増加の抑制に努めている。図6のとおり、天津市の汚水量はここ数年横ばいであり、処理能力縮小に伴う影響はない。

⁸ 当初期限の2006年7月27日から2008年7月27日へ変更。

⁹ 「污水総合排出基準」GB8978-1996 二級から変更。

(単位：万トン)

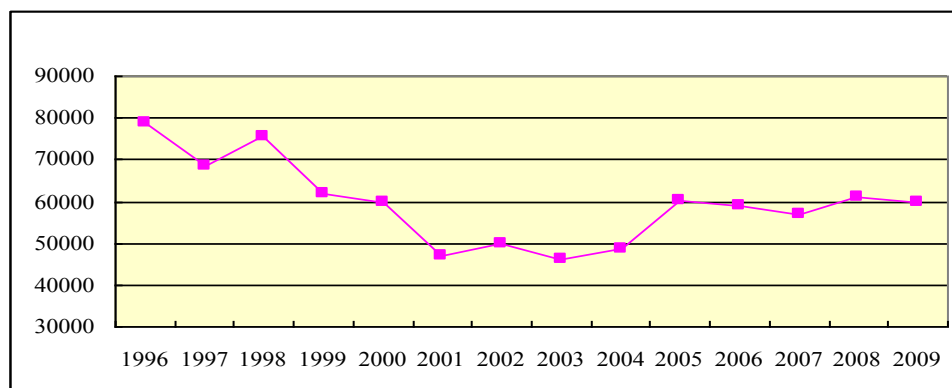


図6 天津市汚水量

出所：天津市環境情報公報

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

総事業費は、当初計画の 285 億 9200 万円（うち外貨 71 億 4200 万円）に対し、実績は 283 億 2600 万円（うち外貨 70 億 1400 万円）で、計画内に収まった。東南郊のポンプ場が 1 カ所キャンセルされ、咸陽路汚水処理場の建設費が低く抑えられた一方、紀庄子汚水処理場の建設費が脱臭設備などの追加調達により増えたこと、対円で人民元が上昇したことから¹⁰、全体額に大きな違いは出なかった。

3.2.2.2 事業期間

本事業の全体期間は 2001 年 3 月～2004 年 6 月（40 カ月）の計画に対し、実績は 2001 年 3 月～2006 年 2 月（60 カ月）で計画を上回った（計画比 150%）。サブプロジェクト別では、紀庄子汚水処理場が計画比 200%、東南郊が計画比 181%、咸陽路汚水処理場は計画比 135%だった。

大幅な超過は、紀庄子汚水処理場は工程の変更、東南郊は外的要因に起因する。紀庄子汚水処理場では既存設備の改造工事と拡張工事を同時進行することとしていたが、拡張工事に伴う既存設備の稼働制限が想定よりも大きく、汚水処理への影響が大きくなることが判明した。拡張工事完成後、改造工事を実施する工程に変更したことが工期延長につながった。東南郊では、上述のとおり、天津海河両岸総合開発改造計画の影響を受けた。海河上流から計画が確定したため、海河下流に位置する東南郊地域の計画はなかなか定まらず、結果的に、着工は 4 年遅れ、完成は 30 カ月遅延した。このほか、2003 年の重症急性呼吸器症候群（SARS）の影響により機材調達に時間を要したこと、2005 年スマトラ沖地震後の影響によって一部の機材の納入が遅れたことも遅延の要因となった。

¹⁰ 審査時計画：1 元=13 円、評価時：1 元=14.3327 円。

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

2.3 評価の制約で述べたとおり、有効性では汚水処理場の稼働状況を中心として評価することとし、河川水質改善については受益者調査結果をもとに定性的評価を行う。汚水処理場の稼働状況を判断する評価指標としては、設備稼働率、汚水処理量、汚染物質除去量、放流水の水質を用いた。

3.3.1.1 汚水処理場の運用効果指標

(1) 下水処理能力の向上（設備稼働率）

天津市の汚水処理率は51.8%（1999年）から80.1%¹¹（2009年）に達し、天津市の目標をほぼ達成した。審査当時66万トンだった天津市中心部の汚水処理場の日当たり処理能力は、140万トン¹²までに増えた。このうち、本事業で整備された紀庄子汚水処理場と咸陽路汚水処理場が64%を占めており、天津市中心部の下水処理能力の向上に大きく貢献したといえる。

下水処理設備が十分に運用されているかを示す設備稼働率¹³の推移をみると、紀庄子汚水処理場、咸陽路汚水処理場とも事業完成時（2005年）の40%前後から一定の増加傾向にある。ただし、2010年は咸陽路汚水処理場を除いて低下した。これは、2005年に続いて2009年に天津市政府が市全体の工業施設配置計画を見直し、中心部の水使用量の多い工場を郊外に移転させたことと関係している。処理区の汚水量は減り、それが設備稼働率の低下につながった。咸陽路汚水処理場は中心部の外へ処理区を拡大したため、設備稼働率は伸びた。各処理場の状況は次のとおり。

事業実施前、紀庄子汚水処理場の設備稼働率は95%を超え、処理能力のほぼ限界までに達していた。拡張工事が完成し、末端污水管網との接続が進むにつれ、取水範囲は広がり、日当たり汚水処理量は2004年の約25万9000トンから2009年の33万7800トンに増えた。2008年以降双林系統の汚水を日当たり3～4万トン受け入れるようになったことや、2009年には処理能力が45万トン/日に縮小されたこともあって設備稼働率は75%まで上昇した。上述したとおり、処理区の汚水量減少により、2010年の設備稼働率は68%に低下した。

¹¹ 天津統計年鑑（2010）。

¹² 紀庄子汚水処理場・咸陽路汚水処理場各45万トン/日、東郊汚水処理場40万トン/日、北倉汚水処理場10万トン/日。

¹³ 日平均処理量/設備能力。

(単位：%)

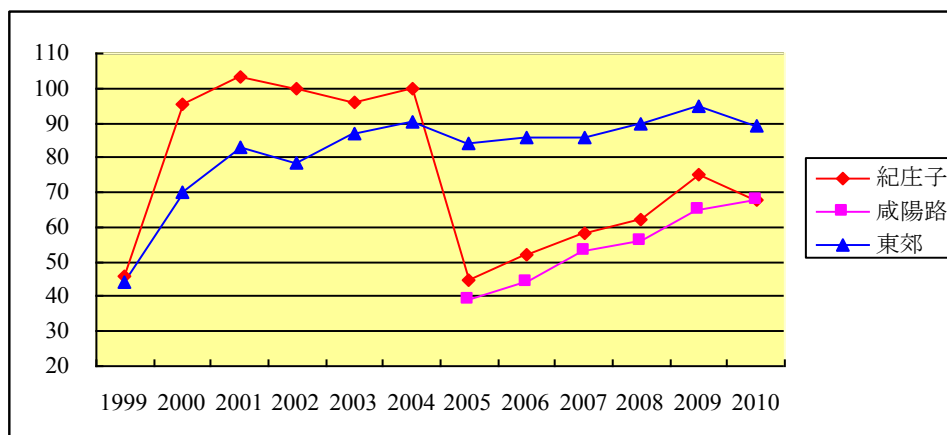


図7 汚水処理場 設備稼働率

咸陽路汚水処理場の1年目の設備稼働率は39%と低い。計画されていた3カ所のポンプ場のうち1カ所(円借款対象外)が完成していなかったため、取水範囲が限定されていたためである。残りのポンプ場が完成した2008年には56%に向上し、以降、天津市中心部の外にある開発区の汚水も処理するようになってからは68%(2010年)までになった。

東南郊地域では、本事業によってポンプ場と下水管網が整備されたことにより、従来の趙沽里系統に加えて張貴庄系統の汚水を東郊汚水処理場へ送水することが可能になった。張貴庄系統の汚水取水面積は約70%から100%へ、東郊汚水処理場の稼働率は2005年の84%から2008年の90%、2009年の95%へ、それぞれ増えた。紀庄子汚水処理場と同様の理由で、2010年の稼働率は89%に減った。

以上のように、本事業実施によって天津市中心部の下水処理能力と汚水取水範囲は大幅に向上した。設備稼働率が7割程度に留まっているのは、天津市政府の節水対策によるところが大きい。2005年に著しい水不足¹⁴に陥って以来、市全体で節水対策を実施している。審査時の計画のベースになった1995~1996年の頃と比較すると、生活用水は1996年の2億3812万トン¹⁵から2007年の1億6920万トン¹⁶へと約29%減り、1日1人当たりの水使用量は1995年の149.1リットル¹⁷から2007年の122.38リットル¹⁸へと約25%減った。中心部では大口需要者である工場を郊外へ移転させ、汚水量増加の抑制に努めてきた。他方、審査時計画では、汚水が大量に発生していた1996年の汚水量—紀庄子系統46.69万トン/日、咸陽路系統39.95万トン/日をベースに、紀庄子系統について

¹⁴天津市の水資源量は2005年10億6300万トンで前年度比マイナス26%、一人当たりでは全国で最低レベル。

¹⁵ 中国統計年鑑(1997)。

¹⁶ 天津統計年鑑(2010)。

¹⁷ JICA 審査時資料。

¹⁸ 天津統計年鑑(2010)。

は人口が 2000 年までに年率 2.3% で増加するとの予測に基づき処理規模を決定した。各処理区の人口のデータは得られなかったが¹⁹、天津市市街区²⁰の過去 11 年間の年平均人口増加率 1.9% と比べても高い値である。

このように予測が過大だったのは事実であり、設備稼働率の低さは污水处理場の処理規模が過大だったことに起因するといえる。妥当性の項で述べたとおり、計画そのもの問題で、汚水量の抑制は本事業の意図—「汚染物質の削減」、事業目的「市内河川の水質改善」につながっていることから、有効性においてマイナスに評価されるものではない。

(2) 污水处理量と汚染物質除去量

本事業実施によって、水質汚濁の原因となる汚染物質がどの程度除去されたか、污水处理量と除去量の目標値と実績値を比較したところ表 1 のとおりとなった。汚染物質には代表的な指標である COD、生物化学的酸素要求量²¹(以下、BOD という)、浮遊物質²²(以下、SS という)を採用した。

表 1 汚染物質除去量 (全体)

	計画(2005)	2年目			3年目			6年目		
		実績 (2006)			実績 (2007)			実績 (2010)		
			除去率	計画比		除去率	計画比		除去率	計画比
污水处理量 (万 m ³ /日)	99	48.1	—	49%	55.7	—	56%	61.1	—	62%
COD除去量 (t _o /年)	80,600	78,365.3	93%	97%	55,804.2	85%	69%	109,616.4	89%	136%
BOD除去量 (t _o /年)	42,000	33,687.7	95%	80%	29,002.8	90%	69%	48,619.3	96%	116%
SS除去量 (t _o /年)	59,600	49,498.5	98%	83%	35,493.4	94%	60%	79,285.1	95%	133%
除去量合計 (t _o /年)	182,200	161,551.5	—	89%	120,300.3	—	66%	237,520.8	—	130%

出所：天津創業環保集団株式会社

注：除去率は紀庄子污水处理場と咸陽路污水处理場の平均値。

本事業が目標とした年度は 2005 年で、紀庄子污水处理場が目標の完成後 3 年目、咸陽路污水处理場が完成後 2 年目にあたる。二つの処理場を合わせた全体の計画と実績を比較すると、污水处理量は 5 割前後であるのに対し、汚染物質除去量の計画比は 2 年目 89%、3 年目 66% とそれよりも高く、中程度の目標達成である。除去率はいずれも 85% 以上と高い。污水处理量だけを考えるなら、污水处理量が計画値より低ければ、除去量も同様に低くなるが、実際は 2 年目と 6 年目のように除去量がほぼ計画値通りだったり、計画値を超えたりする年がある。これは流入排水の水質の変化によるもので、特に咸陽路処理場では変動が大きい。2009 年以降、同処理場では開発区の工場の排水を受け入

¹⁹ 処理人口はデータをとっていない。処理区分と行政区分も異なるため把握できない。

²⁰ 15 行政区、経済技術開発区、天津鉄工場を含む。

²¹ 水の汚濁指標で特に工場排水などの規制項目の一つとして重要。微生物が水中の有機物を分解するときに消費する酸素量として表され、この値が大きいほど、水の汚れの度合いが高い。

²² 水中に懸濁している不溶解性の粒子状物質のことで、粘土鉱物に由来する微粒子や、動植物プランクトンとその死骸、下水・工場排水などに由来する有機物や金属の沈殿などが含まれる。

れるようになり、2010年の受入排水の水質は大きく悪化、汚染物質除去量の増加につながった。

東南郊のサブプロジェクトについては、張貴庄系統処理区の取水範囲を拡大し、未処理排水を減少させたという点において汚染物質排出量の減少に貢献したといえる。事業実施前、東南郊一帯では、汚水は水路から環状河を経て海河へ、雨水のほとんどが未処理のまま海河へ流されていた。事業実施後、雨水と汚水の分流方式で収集されるようになり、大雨時の雨水を除いてすべて東郊污水处理場で処理されることになった。

(3) 放流水の水質

本事業で処理した放流水の水質は、事業完成時、評価時ともに国家と天津市の「污水総合排出標準」を満たしている。

審査当時適用されていた基準は「污水総合排出基準」GB8978-1996 二級²³だったが、2002年に「都市下水処理場汚染物排出基準」GB18918-2002 二級²⁴が適用されるようになった。事業完成時、紀庄子污水处理場、咸陽路污水处理場とも処理水はこの基準を満たしていたが、2008年にGB18918-2002の一級B²⁵と同等の基準が求められるようになると、円借款事業で整備された設備だけでは全磷、全窒素、アンモニア窒素の基準濃度を満たすことができなくなった。これに対応するため、2009年、生物学的窒素・磷除去法や除磷薬品添加施設などの改造工事を自己資金で開始した。主要工事は2010年末までに終了し、放流水の水質は一級B基準に到達した。

3.3.1.2 水質汚濁の改善

(1) 受益者の河川水質に対する認識

本評価では、事業実施前の咸陽路系統と紀庄子系統の污水排出先である紀庄子排水河と大沽排水河を本事業の効果の及ぶ対象河川とみなした。これらの河川は事業実施後、処理場を源とするようになったため、上流の影響はなく明らかな事業効果を確認できる。

河川水質データを用いた定量的な評価はできないが、咸陽路污水处理場の南、大沽排水河と陳台子排水河が交差する西青区華苑居住区の住民50人を対象とした受益者調査を実施したところ、咸陽路污水处理場によって大沽排水河が改善されたと認識している人が大半を占めることがわかった。張貴庄系統の南郊地域、東麗区崔家碼頭村²⁶の住民50人にも付近河川の水質の変化について受益者調査を実施したところ、本事業による水質改善効果を認識していることが認められた。

西青区華苑居住区の64%、東麗区崔家碼頭村の68%が事業完成後、河川の「非常に

²³ 2006年に国家環境保護総局が、都市の污水处理場のうち重要流域に排水する場合には一級B基準を適用することを発表したことを受け、天津市環境保護局が2008年に天津市地方基準「污水総合排水基準」DB12/356-2008を公布した。汚染物質濃度規定：COD-120mg/l、BOD-30 mg/l、SS-30 mg/l。

²⁴ 汚染物質濃度規定：COD-100mg/l、BOD-30 mg/l、SS-30 mg/l。

²⁵ 汚染物質濃度規定：COD-60mg/l、BOD-20 mg/l、SS-20 mg/l。

²⁶ 東南郊ポンプ場建設地付近に位置し、本事業によって下水管渠が東郊処理場に接続された農村地域。

浄化した」あるいは「少し浄化した」と回答した。西青区華苑居住区では、その理由に「汚水処理場の整備」を挙げた人は66%、「下水道の整備」を挙げた人は44%で、東麗区崔家碼頭村ではそれぞれ47%と約半数が事業の効果を認めた。西青区華苑居住区では事業実施前の河川について「何にも活用できない汚水」とみなしていた人が46%あったが、事業実施後は8%までに減少した。東麗区崔家碼頭村でも28%から0%に減っており、河川に対する認識に変化がみられる。一方、「ほとんど浄化していない」あるいは「あまり浄化していない」と回答した者は西青区華苑居住区では16%、東麗区崔家碼頭村では10%と少数にとどまった。

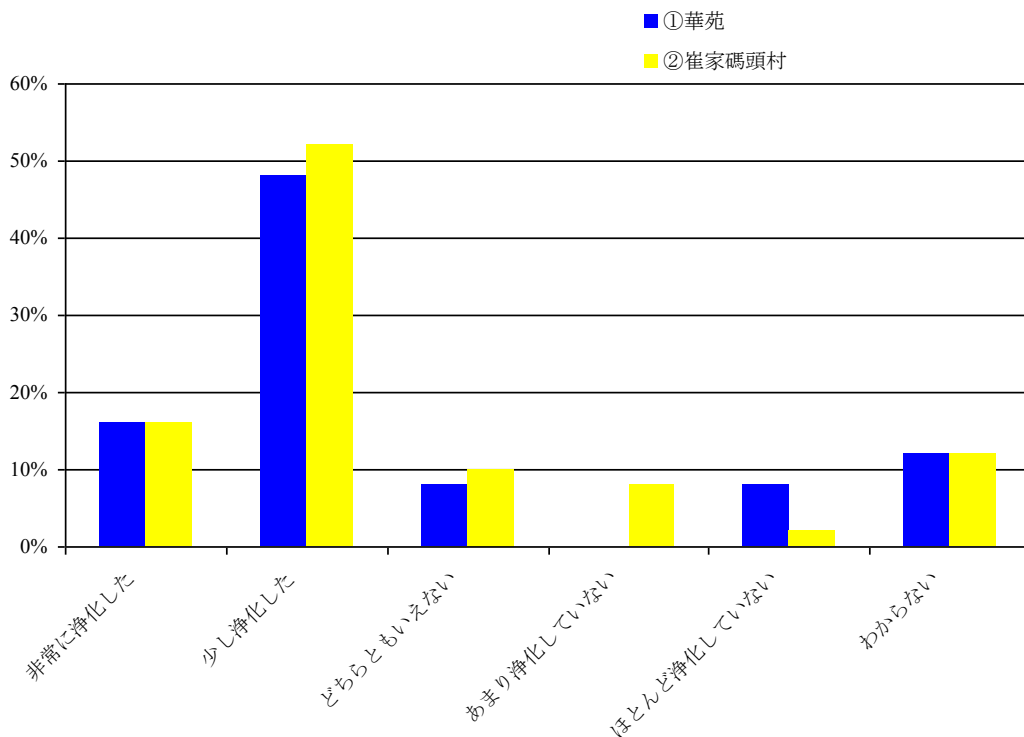


図8 水質の変化

サンプル数が少ないことから受益者調査結果は本事業の受益者を代表するものではないが、事業実施によって一定の水質改善の効果があったことが確認された。なお、天津市一人当たりの水使用量²⁷と処理場の生活排水処理量²⁸から計算すると、本事業の受益者数は約80万人²⁹と推計される。

²⁷ 186.6 m³ (2009年) 出所：天津市統計年鑑。

²⁸ 生活排水67%、工場排水33%。

²⁹ 審査時の想定は196万人。

(2) 渤海の水質

本事業を最上流とする紀庄子排水河は、大沽排水河に合流し渤海に流れ出る。しかし、渤海までは 70 キロメートルの距離があり、対象処理区を離れた区域では生活・工場排水などの影響を受け、本事業以外の水質改善事業の影響をも受ける。このような事情から、事業目的に「天津市内河川（含む渤海）の水質改善」が挙げられているが、本事業の直接効果として渤海の水質改善を期待することはできないし、渤海の水質との関係を検証することも不可能である。参考情報として、その渤海沿岸海域水質の国家地表水分類比率をみたところ、図 9 のとおり、超 V 類は 2000 年の 61% から 2009 年の 42% に減少し、I～III 類は 2001 年に 14.4% まで落ち込んでいたのが 2009 年には 34.4% にまで回復していることがわかった。

(単位：%)

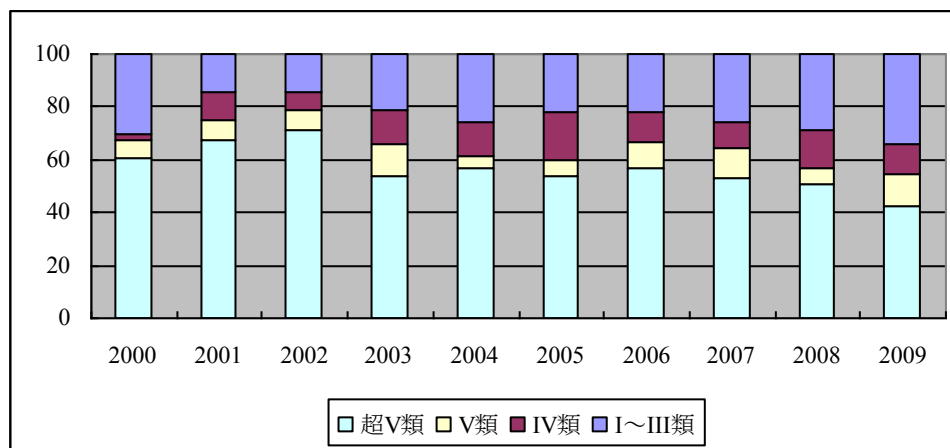


図 9 渤海沿岸海域水質の国家地表水分類比率

3.3.1.3 内部収益率

審査時にプロジェクトライフ 40 年、下水処理収入を便益として、建設費、下水処理費、維持管理費、税金を費用として財務的内部収益率 (FIRR) を計算した結果は、紀庄子污水处理場が 14.5%、咸陽路污水处理場が 1.1% だった。評価時に再計算したところ、両処理場ともマイナスとなった。污水处理量が今後も大きく増加することは見込まれず、設備稼働率は 6-7 割程度が続くと想定される。実際の下水処理の単価は計画時と大きな乖離はなく、この処理量減少による収入の縮小が主な要因である。紀庄子污水处理場では事業費が増えたことも影響した。

以上のとおり、天津市の下水処理能力、污水处理率ともに大幅に向上した。中心部においては本事業が大きな役割を果たしていることも確認された。天津市の汚水量抑制努力により、汚水量は減少傾向にあり、審査時の計画そのものが過大だったため、污水处理量と設備稼働率は計画値を下回る。しかし、汚染物質の除去率は 85～98% と高く、結果的に審査時計画よりも汚染物質排出量は削減され、河川水質改善に大きく貢献した。

事業目的に照らし合わせて、総合的に判断すると有効性は高いといえる。

3.4 インパクト

3.4.1 天津市民の生活環境の改善

本事業実施により、天津市民の生活環境が改善されることが期待されていた。これを確認するため、事業地に近い2カ所（図10の①と②）で河川周辺の住民100人を対象に受益者調査を実施した。調査結果から、水質の改善によって河の周辺の景観が良くなり、害虫や悪臭も減るなど生活圏の環境が良くなったと認識している人が多いことがわかった。河川の利用も進み、生活環境に一定の好影響があったといえる。



図10 受益者調査実施地



図11 陳台子排水河（西青区華苑居住区）

水質の変化が生活に「非常に好影響を及ぼした」または「やや好影響を及ぼした」と回答した者は西青区華苑居住区 82%、東麗区崔家碼頭村 76%とともに高く、「あまり好影響はない」と回答した者はそれぞれ 6%、16%と低かった。

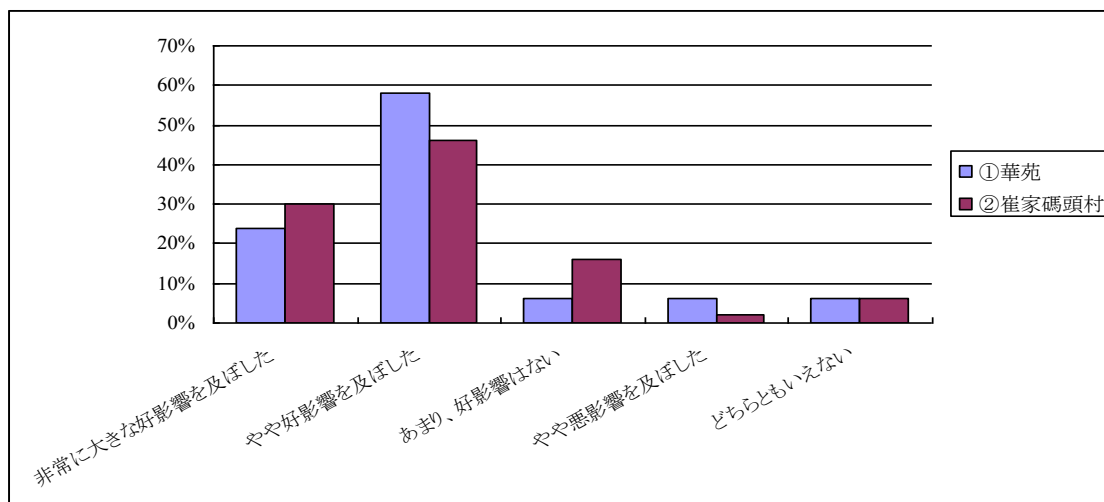


図 12 水質変化の生活への影響

好影響を及ぼしたと回答した者のうち、事業実施後、「景観がよくなった」と回答した者は西青区華苑居住区 72%、東麗区崔家碼頭村 58%で、「悪臭がなくなった」と回答した者は西青区華苑居住区 62%、東麗区崔家碼頭村 46%だった。東麗区崔家碼頭村では「蠅、蚊などの有害昆虫が減った」と回答した者が 42%あり、雨水管整備によって洪水や浸水被害が減ったことがうかがえる。散歩や釣り、遊泳などで水辺を利用している者は、西青区華苑居住区で事業実施前の 30%から実施後の 66%へ、東麗区崔家碼頭村では 16%から 54%へとそれぞれ増加した。東麗区崔家碼頭村では、家庭の下水が市の下水管と接続したことによって「家の周囲が清潔になった」と回答した者が 40%あった。

3.4.2 その他、正負のインパクト

(1) 自然環境へのインパクト

環境対策は、悪臭対策、騒音対策、下水処理過程で発生する副産物の汚泥処理だった。悪臭対策として計画通り緑地帯と隔離帯が設置されたほか、追加的に脱臭設備と一次沈殿池、反応タンクにカバーが設置された。近年の天津市の発展に伴い、紀庄子污水处理場周辺は住宅や学校などが密集し、より高いレベルで「国家悪臭汚染物排出基準」を満たすことが求められるようになったためである。騒音対策としては、騒音・振動軽減装置の設置などの対策がとられた。汚泥処理については、汚泥検査を行ったうえで、基準を満たすものについては農業肥料として再利用することが計画されていたが、再利用は実現していない。脱水処理後³⁰、審査時の埋立て予定地とは別の郊外の場所で埋立て処理している。予定地周辺は 2005 年以降人口が増加し、埋立て処分することができなくなったため、処理場の判断で 2011 年 4 月以降に開始したものである。なお、埋立地に

³⁰ 紀庄子污水处理場では含水率 75%まで脱水処理、咸陽路污水处理場では汚泥のうち半分を含水率 75%まで脱水処理、残りは含水率 10%まで脱水・乾燥処理している。

おける問題の有無については確認できなかった。

これ以外に、処理水の再利用とエネルギーの効率化がインパクトとして想定されていた。処理水は各処理場に隣接する天津中水有限公司の工場で再生され、雑用水、景観用水、工場の処理水として利用されている³¹。汚泥処理過程で発生するメタンガスは、計画通り処理場内の加温用ボイラー燃料として再利用されている。



図 13 汚泥消化槽³²（紀庄子污水处理場）



図 14 汚泥乾燥機（咸陽路污水处理場）

(2) 住民移転・用地取得

本事業実施による用地取得は、紀庄子污水处理場 0.28 ヘクタール、咸陽路污水处理場 67.87 ヘクタール、東南郊 0.8 ヘクタールで、用地取得に要した費用はそれぞれ 102 万元、5300 万元、504 万元だった。住民移転は発生していない。

生活環境改善効果が期待できるのは事業地周辺に限定されると思われるが、受益者調査結果からは本事業が地域住民の生活環境の改善に結びついたことが確認された。その他のマイナスのインパクトもないことから、一定の効果があつたと評価できる。

3.5 持続性（レーティング：③）

本事業の全体を統括する実施機関は天津市人民政府で、審査時に想定された運営維持管理を担う実施主体は天津市排水公司であった。天津市政府の方針により本事業で整備された資産は売却され、評価時の実施主体は天津創業環保集団株式会社となった。

このため、本項では天津創業環保集団株式会社を中心とした持続性の評価を行うとともに、民営化にあたって公正な手続きがとられたか、民営化後も本事業の債権は保全されているか、開発目標達成が確保されているか、についても評価する。

³¹紀庄子污水处理場、咸陽路污水处理場ともに 5 万トン/日の再生水生産能力がある。

³²微生物の働きを利用して汚泥の有機物を減らし、無機物とメタンガスを主成分とする消化ガスに分解する。

3.5.1 運営・維持管理の体制

本事業の実施機関は天津市人民政府であり、水務局が事業の監督を、財務局が財政面のモニタリングを担当している。環境監督機関の環境保護局は、審査時に関与していなかったこともあり、円借款事業としてのモニタリングは実施していない。

実施主体である天津創業環保集団株式有限公司は、2000年に政府の主導によって設立された国有持ち株上場企業³³であり、体制上の問題はない。本社は13部、1室、1研究センター、576人を擁し、再生水生産事業、浄水事業、地方の汚水処理事業を実施する15社を子会社にもつ。本事業を担当する部署は天津水務事業部（372人³⁴）で、天津市中心部の4つの汚水処理場の運営管理を担当している。

3.5.2 運営・維持管理の技術

天津創業環保集団株式有限公司の設立時に天津市排水公司、紀庄子汚水処理場、東郊汚水処理場から職員が異動したこともあって、大半の職員が設立前からの経験者であり、必要とされる資格や技術水準に達した職員が配置されている。蓄積された運営維持管理上のノウハウが活用され、これまでの稼働状況からも適正な技術水準にあると判断される。運営維持管理の業務ごとのマニュアルが整備され、定期的な研修や再試験の制度も確立されており、一定の技術水準を確保する体制がある。下水管渠とポンプ場の維持管理は現在、専門企業に業務委託しており、運営・維持管理の技術上の問題はない。

3.5.3 運営・維持管理の財務

表2の天津創業環保集団株式有限公司の主な財務指標から判断すると、財務面での持続性に大きな問題はないと考えられる。自己資本比率は6割前後と高く、中長期的な安定性を備えている。2009年の流動比率は100%を若干上回る程度だが、当面の資金繰りの安全性は確保されているといえる。天津市下水セクターの持続可能な発展を確保するため、天津市政府100%出資の公益法人である天津市排水公司与天津創業環保集団株式有限公司の間には、30年間の下水処理委託協定が締結され³⁵、基準を満たした下水処理水量に応じて委託金が支払われる仕組みになっているからである。

収益性についても、売上高純利益率は2007年23.1%、2008年26.3%、2009年28.2%と比較的高い水準で年々伸びている。委託金の単価は、汚水処理場の単位当たり運営維持管理費をカバーできる水準に設定され、下水処理料金回収率に関わらず100%の処理費が支払われるようなシステムになっていることが大きい。

³³天津市人民政府傘下の100%国有独資企業である「天津市都市インフラ施設建設投資集団有限公司」が53.6%の株を保有する。

³⁴うち、紀庄子汚水処理場 105人、咸陽路汚水処理場 82人。

³⁵公共面から、企業利益追求のための下水処理料金の不当な値上げを避け、これを適正な水準に保ち、運営維持管理を確実にを行うことを目的として、一定の区域内で排他的な経営を行う方式。

表2 天津創業環保集團株式有限公司の財務指標

	2007年	2008年	2009年
総資本利益率(%)	3.6%	3.5%	4.4%
売上高粗利益率(%)	60.4%	60.6%	59.0%
売上高純利益率(%)	23.1%	26.3%	28.2%
総資本回転率(回)	0.16	0.13	0.16
流動比率(%)	80.9%	90.3%	102.4%
自己資本比率(%)	60.2%	51.2%	61.7%
キャッシュフロー(千元)	80,633	262,440	224,354

出所：天津創業環保集團株式有限公司

3.5.4 運営・維持管理の状況

実施機関と実施主体への聞き取り調査では、安全管理基準、運営維持管理マニュアルに基づき適切に管理されており、大きな問題はないことが確認された。各処理場とも、月間と年間維持管理計画を策定し、これにもとづき設備の保守・点検、スペアパーツを調達し、管理部門が毎月モニタリングを実施している。

咸陽路污水处理場では、調達部品の多くが外国製であるため、部品交換に長期間を要することが課題となっている。重要なパーツを除いて国内製品に順次切り替えているのが現状である。維持管理上のコストや利便性を考慮した機材調達が望まれる。

3.5.5 民営化について

円借款で整備された資産は、2010年12月に正式に天津市排水公司から天津創業環保集團株式有限公司へ売却された。これによって、污水处理場資産の運営維持管理だけではなく、所有権も天津創業環保集團株式有限公司に移り、天津市排水公司是下水処理に関して天津創業環保集團株式有限公司を監督する立場になった。

上述のとおり、天津創業環保集團株式有限公司は体制面、技術面、財務面で大きな問題はみられず、本事業の開発目的達成と持続性の観点からも懸念はない。民営化は天津市政府主導で中央政府の批准を得つつ進められたが、競争入札などのプロセスを用いることがより望ましかったと思われる³⁶。

なお、本事業の転貸契約先は政府100%出資の公益法人天津市排水公司のままであり、借入人は中国政府であることから債権は保全される。

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。

³⁶円借款事業民営化ハンドブックによれば、貸付完了後の円借款事業の民営化プロセスでは、開発目的の達成及び事業の持続性について確認することが求められている。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、水質汚染の深刻な直轄市天津市中心部において、汚水処理施設を整備することにより、市内河川の水質改善を図るものである。天津市中心部の汚水処理において本事業の果たす役割は大きく、市内河川の水質改善、渤海海域水質への影響という点においても重要性は高い。本事業実施によって、未処理汚水が排出されていた河川の水質は改善され、河川周辺の住民の生活環境にも好影響を与えた。

円借款で整備された資産は売却され、事後評価時は天津創業環保集団株式有限公司が所有、経営、運営維持管理を行っている。体制面、技術面、財務面で大きな問題はみられず、本事業の開発目的達成と持続性の観点からも懸念はない。他方、この民営化は天津市政府によって主導されており、競争を用いた手順で売却先を選定する方法が必要だったのではないかと考えられる。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

咸陽路汚水処理場では、汚泥処理プロセスに乾燥が導入され、発生汚泥の約半分を脱水後乾燥処理している。乾燥後の汚泥の含水率は 10%と極めて低い。含水率の低い汚泥は焼却処分にも有利であり、焼却法は汚泥の減量化、資源化、無害化に有効な方法である。現在、処理後の汚泥は、残りの脱水汚泥とともに埋立て処理されているが、中国国内には同程度の運搬・処理コストで発電所に受入れられ、焼却、混炭燃焼し、その残渣を建築材料として再利用している事例もある。汚泥の再資源化の研究をさらにすすめ、早期に汚泥の資源化を実現することが望まれる。

4.2.2 JICA への提言

なし。

4.3 教訓

複数のサブプロジェクトからなる事業を実施する場合には、期待される効果を、実現可能で測定可能な事業目標として明確化し、事業規模に照らし合わせて現実的な事業目的を設定すべきである。本事業のように汚水処理場建設による河川水質改善を事業目的に挙げる場合には、事業効果が及ぶ範囲の河川を目標設定の対象とすることである。

本事後評価調査では、事業目的について実施機関との間に認識の相違があることが明らかになった。これまで、日本側が意図していた河川水質改善の効果指標はモニタリングされることはなく、本事後評価調査でも河川水質データは提供されることはなかった。

事前から事後までの一貫した管理システムのなかで、科学的で客観的な評価を実施していくためには、評価指標のモニタリング管理が必要である。事業効果を促進するためにもまず、審査段階で事業目的、事業目標に関して十分に協議、合意し、討議議事録に明記しておくことが求められる。

以上

主要計画／実績比較

項目	計画	実績
<p>①アウトプット</p> <p>1.紀庄子汚水処理場拡張 (実績の⑥、⑦は審査調書には記載されていないが、具体的実施機関の聞き取りによれば当初計画に含まれる)</p> <p>2.咸陽路汚水処理場建設 (実績の⑥は審査調書には記載されていないが、具体的実施機関の聞き取りによれば当初計画に含まれる)</p> <p>3.東南郊ポンプ場 (実績の③、④は審査調書には記載されていないが、具体的実施機関の聞き取りによれば当初計画に含まれる)</p>	<p>①処理施設能力26万ト/日から54万ト/日へ拡張</p> <p>②一次沈殿池2カ所</p> <p>③反応池4カ所</p> <p>④二次沈殿池8カ所</p> <p>⑤汚泥処理施設</p> <p>①処理施設能力45万ト/日</p> <p>②ポンプ場2カ所</p> <p>③一次沈殿池5カ所</p> <p>④2次沈殿池10カ所</p> <p>⑤汚泥処理施設</p> <p>①ポンプ場新設3カ所</p> <p>②ポンプ場改良1カ所</p>	<p>①計画どおり(但し、現在は45万ト/日に縮小)</p> <p>②計画どおり</p> <p>③計画どおり</p> <p>④計画どおり</p> <p>⑤汚泥処理施設(改造)</p> <p>⑥下水管渠9km</p> <p>⑦既存設備改造(一次沈殿池、反応池、二次沈殿池)</p> <p>①計画どおり</p> <p>②計画どおり</p> <p>③計画どおり</p> <p>④計画どおり</p> <p>⑤計画どおり</p> <p>⑥下水管渠13.8km</p> <p>①ポンプ場(雨水)新設2カ所</p> <p>②計画どおり</p> <p>③雨水下水管渠40km</p> <p>④汚水下水管渠33.2km</p>
②期間	2001年3月～2004年6月 (40カ月)	2001年3月～2006年2月 (60カ月)
③事業費		
外貨	7,142百万円	7,014百万円
内貨	21,450百万円	21,312百万円
	(1,650百万円)	(1,464百万円)
合計	28,592百万円	28,326百万円
うち円借款分	7,142百万円	7,014百万円
換算レート	1元＝13円	1元＝14.3327円
	(2001年3月現在)	(2005年12月)

0. 要旨

酪農および乳業の生産で全国上位である黒竜江省では、それらの発展、振興に努めていたものの、飼料の質や量、生乳の生産性、乳製品の開発の遅れなどの問題を抱えていた。飼料生産、飼養管理、乳製品加工の技術の向上を目指す本プロジェクトは、このような開発ニーズに対応するものであり、妥当性は高い。プロジェクトの目標であった酪農乳業のモデルの確立は、酪農分野では飼料生産と飼養管理の技術の向上、乳業分野では乳製品の多様化、質の向上により達成された。プロジェクト終了後も確立されたモデル、つまり技術体系は、関係機関により省全域に普及され、その効果は酪農家の生乳生産の改善や所得向上にもあらわれており、正のインパクトが確認された。また、プロジェクトは計画通りに実施され、成果に対し投入が適切であったことから効率的な実施であった。持続性については、普及員の技術向上に関連する技術面と財務面に課題が残るものの、政策や体制面には問題がない。

以上より、本プロジェクトの評価は非常に高いといえる。

1. 案件の概要



案件位置図



プロジェクトのモデル牧場の様子

1.1 協力の背景

黒竜江省は極寒地で冬期が長く、広大な草地面積と未利用飼料資源を有していることから、年間を通じて収入を得る手段として古くから農業に比べ酪農が盛んであり、生乳と乳製品の生産量は全国第1位であった。黒竜江省政府は、地域特性の観点から、酪農乳業の発展を重視し、各種畜産振興施策をとっていたが、牧草の品質や牧草生産量の低さ、一頭当たり乳量の低さ、飼養管理技術の遅れなどの問題を抱えていた。一方で、本

プロジェクト形成当時の1990年代は、中国の食料消費は穀物が中心であったことから動物性タンパク質の摂取量が低く、栄養バランスに課題があり、畜産業、中でも未利用資源を有用して動物性タンパク質を供給できる酪農の振興に力を入れていた。しかしながら、乳業は小規模で品質管理技術が遅れており、ほとんどの生産工場が粉ミルクの単一製品構成であることから、消費者ニーズに対応した製品開発や品質管理が出来ないなど、多くの問題を抱えていた。こうした状況を改善するため、1996年中国政府は日本政府に対し、酪農と乳製品の製造技術に関する新技術の開発研究を行う総合的なプロジェクトの技術協力を要請してきた。

それを受けて、1997年に日本側から最初のプロジェクトの基本的枠組みについて事前調査が行われた。その結果、黒竜江省の酪農・乳業の現状等からプロジェクト実施の妥当性は認められたものの、通常のプロジェクト方式技術協力のスキームの範囲、予算の制約と比較して中国側の要請内容が大規模であったことから、相当の絞り込みが必要であることが明らかになった。要請内容は、①草地改良及び飼料生産技術の開発、②飼料給与技術の開発と指導、③乳量増加のための総合的家畜管理技術の開発と指導、④原料乳の品質管理技術の開発と指導、⑤主要乳製品製造の総合技術の開発及び指導、であり、プロジェクトサイトも複数であった。その後、数年間にわたり、日本側と中国側の間で直接もしくは文書による協議を経て、2001年に本プロジェクトの協力計画の合意に至った。合意された協力計画は、酪農分野においては、飼料生産、飼養管理、乳業分野においては原料乳品質管理、乳製品製造の4分野を活動とし、一部は日本人専門家派遣ではなく、カウンターパートの日本での研修で対応することなどであった。また、各分野のプロジェクトサイトをそれぞれ1カ所にした結果、当初想定していた酪農と乳業分野の連携はなくなり、2つの要素を持つプロジェクトを実施することになった。

1.2 協力の概要

最終目標	酪農乳業の発展を通じ、黒竜江省の酪農家の所得が向上する	
上位目標	プロジェクトによって確立されたモデル ¹ が黒竜江省の全域で普及される	
プロジェクト目標	黒竜江省に適した酪農乳業のモデルが対象地域で確立する	
成果	成果 1	対象地域の酪農家が良質な飼料を生産できる
	成果 2	対象地域の酪農家が乳牛の適切な飼養管理を行えるとともに生乳の品質が向上する
	成果 3	乳製品の品質向上・多様化が図られる

¹ プロジェクト目標の「モデル」とは、「プロジェクトで導入した酪農・乳業技術の集合体」と定義する。モデル地域は安達市先源郷の友誼村と紅星村で、モデル牧場は、安達市の友誼牧場、モニター農家は、先源郷友誼村 20 戸、紅星村紅星屯 20 戸、同村八一屯 20 戸、計 60 戸の酪農家で、モデル農家はモニター農家のうちの 3 戸である。

投入実績	<p>【日本側】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 専門家派遣 44人 長期専門家：チーフアドバイザー、飼料生産、飼養管理、原料乳品質管理、乳製品製造（チーズ、発酵乳）、業務調整の7分野、13人 短期専門家：サイレージ調製技術、アルカリ土壌改良技術、乳牛飼養環境整備、搾乳衛生管理、各種チーズ製造技術、乳酸菌収集および貯蔵、機材運営管理など27分野、31人 2. 研修員受入 37人（日本へのカウンターパート研修） 3. 機材供与 270百万円（消費税、輸送料、保険料などを含む） 4. 現地業務費 53百万円 5. その他（含、調査団員派遣）運営指導調査団派遣2回 <p>【中国側】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. カウンターパート配置 89人 2. 土地・施設提供 プロジェクト事務室、電気・水道代 3. ローカルコスト負担、2,663万元、カウンターパート給与、研修予算
協力金額	1,035百万円
協力期間	2001年7月1日～2006年6月30日
相手国関係機関	黒竜江省科学技術庁、黒竜江省畜牧局、黒竜江省畜牧研究所、安達市畜牧局、先源郷政府畜牧センター、国家乳業工程技術研究センター・龍丹乳業
我が国協力機関	農林水産省、独立法人家畜改良センター、雪印乳業株式会社、日本ミルクコミュニティ株式会社
関連案件	-

上記3つの成果を達成するために、主に以下の活動が実施された。

- ・「飼料生産改善」：草地改良や未利用資源の活用による飼料改善技術の確立、モデル牧場であった友誼牧場での実証展示、周辺のモニター農家での実践
- ・「生乳の品質改善」：飼養管理、搾乳衛生などの技術の確立、友誼牧場での実証展示、および周辺のモニター農家での実践
- ・「乳製品の品質向上・多様化」：原料乳の品質管理や乳製品の製造技術の改善

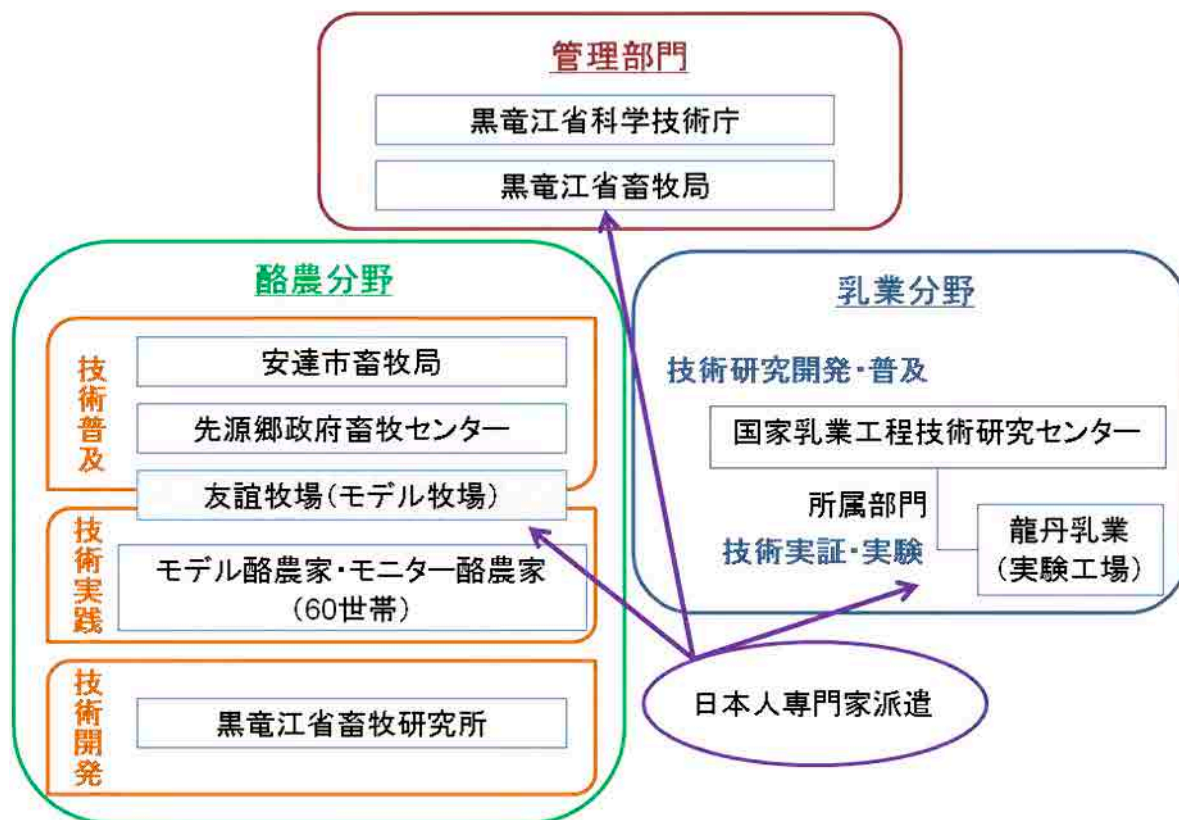


図 1 プロジェクトの概要図

本プロジェクトでは酪農分野と乳業分野のそれぞれの技術モデル²が確立することを目指していた。これら二分野のプロジェクトサイトは物理的にも離れており、実質的には二つのサブプロジェクトで構成されるプロジェクトとして実施された。酪農分野は、乳量増加及び乳質の改善を目指して、安達市の先源郷にあるモデル牧場の友誼牧場で技術の実証展示をし、周辺の酪農家を普及対象として技術移転が行われた。また、省の畜牧研究所では一部の技術開発・研究³にかかる技術移転が行われた。乳業分野は、乳製品の品質改善と製品の多様化を目指して、国家乳業工程技術研究センター内の実験工場である龍丹乳業において、技術移転が行われた。プロジェクトの運営管理は、省政府レベルの科学技術庁と畜牧局による体制で行われ、プロジェクト管理室が設置された。

プロジェクト終了後は、酪農分野は、省、市・県、郷・鎮の各地方行政内の酪農技術普及部門を通じて、乳業分野は国家乳業工程技術研究センター⁴により、それぞれ技

² 酪農分野では、飼料生産、飼養管理に関する技術、乳業分野では、原料乳品質管理、乳製品製造、乳酸菌収集・保存及び培養の技術を指す。なお、プロジェクト目標にある「酪農乳業のモデル」の定義は、プロジェクト期間中に整理されておらず、終了時評価での聞き取り調査では、プロジェクト関係者により、モデル牧場、酪農経営形態、消費者に受け入れられる乳製品、プロジェクトで移転された技術、技術を取りまとめたものなど、解釈が異なり、共通理解がされていなかったことが明らかになった。

³ 飼料分析技術、アルファルファ採種技術、受精卵移植技術。

⁴ 同センター内にある乳製品技術訓練センターが技術移転を担う。

術が普及されることが期待されていた。

1.3 終了時評価の概要

1.3.1 終了時評価時の上位目標達成見込み

「プロジェクトによって確立されたモデルが黒竜江省の全域で普及される」

終了時評価時点のプロジェクトの効果の発現は、プロジェクト対象地域や直接受益者周辺に留まっていたものの、上位目標の指標である「プロジェクトで確立されたモデルを含んだ普及計画が6地域⁵で実施に移される」を達成するため、省科学技術庁及び省畜牧局が中心となって普及方針を既に策定していた。本プロジェクトは残りの期間で、黒竜江省の酪農地帯6地域を巡回して酪農技術を普及することを計画し、プロジェクト終了後は、プロジェクトの効果を各地域へ適用できるよう、普及適正技術を各地方行政機関と検討し、同6地域での3年間の普及計画を策定する予定であった。以上から、プロジェクト終了時までに普及活動が順調に実施され、普及計画の詳細戦略が策定されれば、上位目標の達成見込みが高いと判断された。

1.3.2 終了時評価時のプロジェクト目標達成見込み

「黒竜江省に適した酪農乳業のモデルが対象地域で確立する」

対象地域で生産された良質生乳の生産量は、プロジェクト実施期間中の生産量の伸び率から予測をすると、プロジェクト終了時までには目標値の1万1千トンを上回ることが見込まれていた。プロジェクトでの実証を通じて体系化された酪農分野と乳業分野の技術マニュアルは試行版ができており、プロジェクト終了までの協力期間で最終版が完成されることが見込まれていたことから、プロジェクト目標は概ね達成されると判断された。

1.3.3 終了時評価時の提言内容

(1) 短期的提言（協力期間終了まで）

1) プロジェクト終了までにプロジェクトで確立した技術をモデルとしてまとめるために、酪農および乳業に関する技術マニュアル最終版の作成と、幅広い関係者を対象にした巡回技術指導と普及の実施が提言された。本提言に対して、協力期間終了までに、酪農と乳業分野それぞれの技術マニュアルが完成し、関係機関に配布された。巡回技術指導と普及を目的としたセミナーは黒竜江省内の6地域で開催された。

2) プロジェクト終了後の技術普及の準備として、普及計画がプロジェクト実施管理室⁶の主導により策定されることが提案された。その際の留意点として、上記巡回技術指導の結果を受けて普及すべき技術分野の絞り込みや、各関係機関の役割分担の明確化、具体的な予算措置、育成された技術者の活用、モニタリング方法の確認が挙げられてい

⁵ 6地域：双城市、チチハル市富裕、黒河市北安、牡丹江市密山、大慶市杜蒙、牡丹江市郊外。

⁶ 図1における「管理部門」を指す。

た。この提言に対して、協力期間終了までに、プロジェクト実施管理室によって普及計画は策定されなかったものの、省畜牧局が当年末までに翌年の普及計画を策定した。

(2) 長期的提言（協力期間終了後）

1) 普及計画や詳細戦略に従った黒竜江省での酪農・乳業技術の普及と、省科学技術庁と省畜牧局の主導による進捗の定期的なモニタリングと、普及計画の見直しが提言された。事後評価時点では、省畜牧局が主体となって、技術普及の計画、実施、モニタリングはおこなわれていた。

2) 中国での酪農・乳業のさらなる発展のために、黒竜江省に限らない中国国内で酪農乳業関係者に対する技術普及の成果の発表や、日本の関係者との技術交流の積極的な展開がされることが提言された。この提言に対して、事後評価時点では、酪農分野においては、全国乳業協会の全国会議などの場でプロジェクトの技術や成果を発表する機会があった。

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

稲田菜穂子（アイ・シー・ネット株式会社）

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11月～2011年11月

現地調査：2011年3月18日～3月30日、2011年6月28日～7月2日

2.3 評価の制約

乳業分野に関しては、プロジェクト実施中から実施体制や関係機関の役割が変更になった背景があり、実施機関の一つである国家乳業工程技術研究センターから、持続性の体制、技術、財務に関する十分な情報が得られなかった。

3. 評価結果（レーティング⁷：A）

3.1 妥当性（レーティング⁸：③）

3.1.1 開発政策との整合性

プロジェクト開始当時の国家計画である「第9次5カ年計画(1996～2000年)」では、農業分野の開発を国内経済の最優先課題として位置づけていた。プロジェクト協力期間中の2004年ごろから中国政府は、農業の低い生産性、都市部と農村部の格差、農民の低所得のいわゆる「三農問題」の解決を重要事項として取り組んできており、この流れは現在にいたるまで続いている。プロジェクト終了時期の政策であった「第11次5カ年計画要綱(2006年～2010年)」では、“社会主義新農村”という新たな農村改革が提唱され、農業の技術革新、農業投資の拡充を通じた生産性の向上、公共サービスの拡充等が盛り込まれていた。

このように、中国の開発政策においては、農業分野が最優先課題であり、プロジェクトの開始から終了時までその政策的な重要性に変化はなく、本プロジェクトで目指す中小規模の酪農家の所得の向上を目的とした酪農乳業技術の振興は、政策ニーズに合致していると判断できる。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

中国では改革開放政策以降、畜産業の生産量は前年比10%を上回る伸びを毎年示し、地方での主要産業として、農家収入の増加、食生活改善、経済発展に貢献していた。

その中で黒竜江省は、寒冷地で冬が長いことから、年間を通じて収入を得ることができる畜産業が重要な位置を占めていた。黒龍江省は広大な草地面積を有しており、未利用飼料資源が多いことから酪農に適しており、プロジェクト開始当時、生乳と乳製品の生産量は全国第1位であった。黒龍江省政府は、酪農乳業の発展を重視しており、「半壁江山（農業に占める畜産業の割合を半分にする）」というスローガンの下、酪農乳業の振興に努めていたが、飼料の質や量、生乳の生産性、乳製品開発の遅れなどの問題をかかえていた。

本プロジェクトで支援対象とした飼料生産、飼養管理、乳製品加工分野における技術の改善と向上は、これらの解決に向けた取り組みの一つと位置付けられた。このように酪農分野においては、酪農家の生乳の生産量と質の向上のための飼料原料作物の生産性の向上、乳牛の飼養管理の改善が必要とされており⁹、一方、乳業分野を担当する、実施機関の一つである国家乳業工程技術研究センターでは、乳製品原乳の品質管理や製品加工技術の向上と多様化を課題としていた。

⁷ 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」。

⁸ サブレーティングの詳細は、③:「高い」、②:「中程度」、①:「低い」。

⁹ 一例として、黒龍江省畜牧研究所では、アルファルファ（ムラサキウマゴヤシ、高タンパク質の牧草）の種子の採種技術と受精卵の生産と移植技術の日本からの技術移転を必要としていた。

またプロジェクト終了時点では、国民の生活水準の向上に伴い牛乳や乳製品の需要が増大し、黒竜江省の生乳と乳製品の生産量は依然全国上位で、重要な生産基地の一つとして位置づけられており、プロジェクトは、協力期間中一貫して開発ニーズに対応する内容であったといえる。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

対中国経済協力計画（2001年策定）では、「自然条件に恵まれない内陸部の農業や農村開発への協力」を重視していた。本プロジェクトは、環境や自然条件が厳しい黒竜江省で小規模酪農家と地域産業である乳業の支援を目指しており、整合性があった。

以上より、本プロジェクト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 有効性・インパクト（レーティング：③）

3.2.1 有効性

3.2.1.1 プロジェクトの成果（アウトプット）

本プロジェクトの目標は「黒竜江省に適した酪農乳業のモデルが対象地域で確立する」であり、その達成のために3つの成果「対象地域の酪農家が良質な飼料を生産できる」、「対象地域の酪農家が乳牛の適切な飼養管理を行えるとともに生乳の品質が向上する」、「乳製品の品質向上・多様化が図られる」が掲げられていた。

(1) 成果の達成状況

1) 成果1：対象地域で酪農家が良質な飼料を生産できる

この成果の達成のために、小規模な草地改良、未利用資源の飼料化、サイレージ調製、飼料分析、アルファルファ採種といった飼料生産技術の確立とその実証展示といった活動が実施された。

その結果、本プロジェクトのモデル牧場であった安達市先源郷の友誼牧場で草地改良、作物残さの飼料化、トウモロコシサイレージ調製などの技術が確立され、周辺のモデル農家とモニター農家への技術指導を通じて、飼料生産技術の改善が行われた。具体的には、指標1のモニター農家のサイレージ用トウモロコシの単収は、目標値の4000キログラムに対し、プロジェクト終了1年前の時点で3850キログラムに達し、目標指標をほぼ達成したと判断される。指標2の友誼牧場における草の収量も、プロジェクト終了時には、目標値に対して104%と、目標以上の成果をあげた。

上記の酪農家向けの技術指導以外には、作物品種改良、優良種子などの新技術の導入といったプロジェクト活動も、飼料作物生産の改善に貢献した。

表 11 成果 1 の指標データの変化

指標／単位	実施前 2000年	目標値	実績値 2006年	プロジェクト 終了時の 達成率	プロジェクト終了後の実績値			
					2007年	2008年	2009年	2010年
指標 1: モニター農家においてプロジェクトが奨励するトウモロコシサイレージに利用するトウモロコシの単位当たりの生草収量が増加する								
kg/ムー ¹⁰	2,500	4,000	3,850*	96%*	-	-	-	-
指標 2: 友誼牧場において乾草の単位当たり生草収量が増加する								
kg/ムー	220	300	311	104%	309	313	312	310

出所：JICA 提供資料および友誼牧場

注：2005 年のデータ

2) 成果 2: 対象地域の酪農家が乳牛の適切な飼養管理を行えるとともに生乳の品質が向上する

この成果達成のため、乳牛の飼養管理、搾乳衛生管理、受精卵移植技術などの飼養技術の確立とその実証展示という活動が実施された。

指標 1 のモニター農家の乳牛一頭当たりの年間平均乳量は、プロジェクト終了時には目標値を 1 割以上上回る乳量を達成した。指標 2 の生乳の乳質に関する指標データの収集については、専門的な技術や機器を必要とすることから、プロジェクト終了 1 年前のデータしか存在しないが、生乳の総細菌数はその時点ですでに目標値以下の 30 万個/ml まで減少し、全固形分率増加も目標値の 12% を超えていることから、それぞれ目標を達成したと判断される。

表 12 成果 2 の指標データの変化

指標／単位	実施前 2000年	目標値	実績値 2006年	プロジェクト 終了時の 達成率	プロジェクト終了後の実績値			
					2007年	2008年	2009年	2010年
指標 1：モニター農家における乳牛一頭当たりの平均乳量が増加する								
kg	5,300	5,800	5,882	111%	5,896	5,931	5,929	5,936
指標 2：モニター農家で生産される生乳の乳質が向上する								
総細菌数の減少(個/ml)	200万	50万	30万*	減少	-	-	-	-
全固形分率の増加	11.6%	12.0%	12.2%*	増加	-	-	-	-

出所：JICA 提供資料および先源郷政府畜牧センター

注：2005 年 1 月から 9 月の平均値。

¹⁰ 15 ムー=1 ヘクタール。

本プロジェクトでは、モデル牧場の友誼牧場への飼養環境改善、搾乳衛生管理などの技術移転に加え、モデル牧場や普及員による、周辺のモデル農家とモニター農家を対象とした技術普及や啓発的指導が実施された。その影響により、酪農家の飼養環境への意識が変化し、牛舎の資材の改善や清掃などの行動につながり、それが生乳の量及び質の改善に至ったと考えられる。

また、酪農家へのインタビューによると、飼養環境が改善したことで、乳牛の乳房炎などの罹患率が半分以上低下し、それが生乳生産増加に良い影響となったことがわかった。表 3 で示すように、技術普及による疾患乳牛の減少は、直接受益者だけではなく、他の地域にもその効果があらわれている（詳細は 3.2.2.1 上位目標達成度参照）。

表 13 技術移転前後¹¹の乳房炎等の疾患乳牛頭数の変化

(単位：頭)

	安達市酪農家				双城市酪農家	
	モニター		非モニター		前	後
	前	後	前	後		
疾患乳牛頭数(年間)	2.18	1.11	5.32	2.28	4.4	2.8
所有乳牛頭数	6.16	9.54	8.6	11.2	11.7	16.2
所有乳牛に疾患乳牛が占める割合(年間)	35.4%	11.6%	61.9%	20.4%	37.6%	17.3%
疾患乳牛を有する農家世帯割合	83%	53%	83%	83%	93%	93%

出所：受益者調査結果



図 2 飼料用の草



図 3 モデル牧場内の搾乳所での乳質検査

3) 成果 3 乳製品の品質向上・多様化が図られる

この成果は、国家乳業工程技術研究センター内の実験工場である龍丹乳業¹²での、原

¹¹ 技術移転前のデータは、安達市モニター酪農家が 2000 年、非モニター酪農家が 2003 年、双城市が 2004 年時点のもの。技術移転後は 2010 年の実績データを利用。

料乳品質管理、乳製品製造、乳酸菌収集、保存および培養などの技術改善により達成されることが計画されていた。

この成果の1つ、品質向上を測る指標として、ヨーグルトの酸度の標準偏差データが採用された。プロジェクト終了時点のデータは存在しないが、2003年から2005年の間は順調に減少しており、この指標は達成したといえる。また、同センターの乳製品の合格率もプロジェクト終了時までの2年間で上昇しており、このことから品質向上は達成されたと判断できる。

もう一つの成果である製品の多様化に関して、指標2の試作品数は、プロジェクト終了時の記録はないものの、表4のように、2005年時点での実績と2010年時点でプロセスチーズ20品目、発酵乳10~12種類の製品化がされていることから、目標値を上回る成果をあげているものと判断できる。

表 14 成果3の指標データの変化

指標	実施前	目標値	実績値	プロジェクト終了時の達成率	プロジェクト終了後の実績値 2010年
指標1：国家乳業工程技術研究センターの現有乳製品のばらつきが小さくなる					
ヨーグルトの酸度の標準偏差	6.80 (2003)		4.47*	減少	
追加指標：国家乳業工程技術研究センター(龍丹乳業)の乳製品の合格率					
	98.3% (2004)		98.9%	増加	99.7%
指標2：国家乳業工程技術研究センターで作製される商品化候補の試作品が増加する					
ナチュラルチーズ		3品目	5品目*	増加	なし
プロセスチーズ		5品目	6品目*	増加	20品目
発酵乳		1品目	十数種類試作*	増加	10~12数種
追加指標：龍丹乳業の発酵乳生産量					
	-	-	12トン	-	17トン

出所：JICA 提供資料および龍丹乳業

注：2005年。

本プロジェクトの計画時には、成果達成に影響を与える要因がいくつか想定されていたが、実際の状況は以下の通りで、概ね影響は生じなかった。

¹² カウンターパート実施機関の1つである乳業企業。プロジェクト開始時は国営企業で、国家乳業工程技術研究センターの傘下にあった。実施期間中に段階的な民営化が進められ、最終的には、2004年に完全民営化された。この時点で、中国側のプロジェクト関係者は、本プロジェクトの活動や枠組みに変更はないことを正式な文書にて確認している。

表 15 成果達成に影響する要因

想定された要因	実際の状況
プロジェクトで奨励した技術を農家が採用するための行政的支援	以下のような政府支援があり、農家の評価も高かった。 <ul style="list-style-type: none"> ・ サイレージ飼料作物種子の優遇価格 (2 元/kg) ・ サイレージ貯蔵への手当 (5 元/m³) ・ 人工授精への政府手当はプロジェクト実施後に開始した。 ・ トウモロコシ耕作への政府手当支給
気象の安定	2001 年に干ばつ、2003 年 8 月に集中豪雨などの不安定な状況もあったが、プロジェクトの成果への大きな影響はなかった。
牛の疾病・伝染病の流行	プロジェクトの成果の発現に影響のある牛の病気流行はなかった。
カウンターパートの異動	協力期間中のカウンターパートの異動は最低限に留まり、プロジェクトへの影響はなかった。

出所：黒竜江省畜牧局、安達市畜牧局、先源郷政府畜牧センター、友誼牧場、農家への聞き取り

3.2.1.2 プロジェクト目標達成度

プロジェクト目標：黒竜江省に適した酪農乳業のモデルが対象地域で確立する

このプロジェクトでは、飼料生産の改良、適切な飼養管理と生乳品質向上、乳製品の品質向上と多様化を達成することで、対象地域で技術モデルが確立されることを目標としていた。

プロジェクトを通じた平均乳量の増加や品質の向上の結果、モデル地域の生乳販売量は、実施前の倍近い量に達し、当初目標値から 5 割近く上回っている。このことから、プロジェクトで開発されたモデルの黒竜江省における有効性が確認されたといえる。また、プロジェクトで導入された技術はマニュアルや教材として取りまとめられた。マニュアルや教材は普及のための環境整備が進んだことから、本目標は達成されたといえる。

表 16 プロジェクト目標の指標データの変化

指標／単位	実施前 2000年	目標値	実績値 2006年	プロジェクト 終了時の 達成率	プロジェクト終了後の実績値			
					2007年	2008年	2009年	2010年
指標 1：モデル地域で生産された良質生乳 ¹³ の年間販売量が増加する								
トン	8,300	11,000	15,806	144%	19,142	21,890	23,735	26,061
指標 2：プロジェクト終了時まで酪農と乳業技術に関するマニュアルが作成される								
酪農分野	マニュアル冊子、研修教材、主要機材使用説明書など							
乳業分野	マニュアル冊子、研修教材、主要機材使用説明書など							

出所：黒竜江省畜牧局、先源郷政府畜牧センター、友誼牧場

酪農分野のマニュアルが扱う項目は、飼料生産、飼養管理、機械メンテナンスなどである。モデル牧場とモニター農家で実践した技術が項目別に写真や図を用いてわかりやすく解説されている。マニュアルは酪農家向けではなく、酪農家への技術指導を担う技術普及員を対象とした内容となっている。

指標にあるマニュアル作成以外にも、モデル農家での技術適用の検証を通じて、技術普及員には、技術移転の方法の指導も行われ、技術の確立と定着が促進された。

乳業分野のマニュアルは、原料乳品質検査や管理、ヨーグルトやチーズなどの乳製品の製造、乳酸菌収集、保存および培養、機材の利用を主に扱っており、黒竜江省内の乳業企業などの関連機関に配布された。

本プロジェクトの計画時には、プロジェクト目標達成に影響を与える要因がいくつか想定されていたが、実際の状況は以下の通りで、概ね影響は生じなかった。

¹³国家基準に準ずる（2010年改定）。その他に生乳を買い取る乳業企業にも独自の基準がそれぞれある。

表 17 プロジェクト目標達成に影響する要因

想定された要因	実際の状況								
牛乳の需要の安定、増加	<p>協力期間中を通じて、対象省の牛乳の需要は以下のように安定的に伸びている。</p> <p style="text-align: center;">表 18 黒竜江省の生乳の生産量の変化</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>年</th> <th>2001</th> <th>2006</th> <th>2010</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>生産量(万トン)</td> <td>189.0</td> <td>432.6</td> <td>687.0</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">出所:黒竜江省畜牧局</p>	年	2001	2006	2010	生産量(万トン)	189.0	432.6	687.0
年	2001	2006	2010						
生産量(万トン)	189.0	432.6	687.0						
訓練された者の業務の継続	<p>本邦研修に参加した 34 人のカウンターパートのうち、27 人がプロジェクト終了時まで関係業務への従事を継続した。また、新たに配属した人材に対しては研修などの機会を提供し、プロジェクトへの影響がないように配慮していた。</p>								

出所：黒竜江省畜牧局、安達市畜牧局、先源郷政府畜牧センター、友誼牧場、龍丹乳業

以上を踏まえ、プロジェクト目標は各指標について概ね達成されたと判断される。

3.2.2 インパクト

3.2.2.1 プロジェクトの成果の持続状況

ここでは、「3.2.1 有効性」で確認した効果がプロジェクト終了後、継続的に発現しているかを検証する。現地調査の結果から、総じて多くの成果について、現在まで成果が継続的に発現しており、特に効果を端的に測ることができる 2 つの指標であるモデル地域の生乳の年間販売量と乳業分野の商品化製品数は引き続き増加している。

成果 1 の指標であるモデル牧場の飼料(草)の収量はプロジェクト終了時から事後評価時まで維持されている (表 1 参照)。

成果 2 の指標であるモニター農家の乳牛の平均生産乳量は、プロジェクト終了後も目標値以上を維持している (表 2 参照)。

成果 3 の指標では、プロジェクトで技術移転を行った乳製品 3 種のうち、ナチュラルチーズは現地の食の嗜好に合わず、ニーズがないため製品化はされなかったが、発酵乳とプロセスチーズは、種類を増やし、その品質も向上している。乳業分野の実施機関の乳製品の合格率は、プロジェクト終了後も順調に増加している (表 4 参照)。

本プロジェクトの乳業分野を担う龍丹乳業は、プロジェクト実施期間中に民間企業となったために、その後の商品の改善、多様化、拡大には、本プロジェクトと企業努力による両方の影響があるが、以下は本プロジェクトの効果が示されている例である。

① 独自の乳酸菌を活用した製品化

龍丹乳業では、カウンターパートが専門家と共同で、黒竜江省ハルビンの伝統的食品である漬物から乳酸菌を分離することに成功し、その結果を日本の学会誌

に投稿した。この菌はプロジェクト終了後に自社製品開発に活用された。

② チーズ製造の促進

龍丹乳業ではプロジェクト開始前は、チーズの製造をほとんど行っていなかったが、技術移転が順調に行われた効果として、チーズ製品の生産化への動きが徐々に加速しつつある。プロジェクト終了後2～3年後を目処に、チーズ工場の建設支援を政府へ申請する予定であったが、チーズの市場ニーズはそれほど高まっていないため、現在は工場内での生産ラインで対応可能な製造規模の拡大に留まっている。2011年末に工場移転が予定されており、市場調査結果次第では、子ども向けチーズの生産ラインの整備を検討している。



図 4 龍丹乳業の製品(ヨーグルト)

3.2.2.2 プロジェクト目標の持続状況

プロジェクト終了後も、プロジェクトのモデル地域と、その地域が所属する先源郷全体の生乳の販売量は下の表のように順調に増加している。

表 19 モデル地域と先源郷の良質生乳の年間販売量の変化

年	モデル地域	先源郷	
	生乳販売量(トン)	乳牛数(頭)	
2006	15,806	47,988	18,805
2007	19,142	49,448	17,519
2008	21,890	56,080	18,577
2009	23,735	64,620	21,260
2010	26,061	72,280	23,278
目標値	11,000		

出所：先源郷政府畜牧センター

プロジェクト効果の持続に影響を与えうる要因として、牛乳の需要が維持されることが挙げられていた。プロジェクト終了後の2008年に発生した有毒物質入り粉ミルク事

件の影響で、乳製品全体の消費は一時期落ちたものの、その後、少しずつ上昇している。依然、粉ミルクの需要は低いが、ヨーグルトは国の乳製品普及政策の影響や経済成長に伴う嗜好の変化などが影響して、需要が伸びており、今後も増加することが期待される。

また、民営化の動き、WHO加盟後の外資乳製品の進出などの影響も加わり、新規企業への承認においては、環境、技術、設備などの基準が厳しくなっている。このように乳製品生産の基準や製品検査が厳しくなっている中で、プロジェクトで移転した品質管理の技術はその基準や要求に応えうるものであり、現在の基準においても、本プロジェクトによって導入された技術の有効性は維持されている。

3.2.2.3 酪農家レベルでのモデル活用の状況

関係機関からの聞き取りや受益者調査より、本プロジェクトで確立されたモデルは、直接受益者である友誼牧場、モニター酪農家、龍丹乳業において、プロジェクト終了から5年を経ても、それぞれ活用されていることが確認された。さらに酪農分野に関しては、プロジェクト活動の直接受益者以外の対象地域周辺や他市の酪農家も、政府による普及・技術移転を通じて、このモデルを活用していることが明らかになった。（普及については「3.2.2.4 上位目標達成度」を参照）。

プロジェクトで移転された技術が継続的に活用され、かつ普及したのは、環境や条件を踏まえて、従来の技術と新技術とを融合させる形で、柔軟に技術を選択し、現場の状況やニーズに合わせて改善して適用しているからである。

モニター農家に移転された技術で、事後評価時点で継続して活用されているもの、活用されていないものは、下の表の通りである。

表 20 プロジェクトで移転された技術の活用状況

	分野	技術内容	要因
活用されている技術	飼料生産	サイレージ調合技術、混合飼料生産、トウモロコシの品種や栽培方法の改善、残さの活用、飼料貯蔵	生産量増加という効果が表れ、受け入れやすかった。
	飼養管理	飼養環境の改善(換気、採光)、優良品種の凍結精液の使用、搾乳の衛生管理、削蹄、子牛の飼養管理	小規模農家でも適用可能な技術レベル、投入規模。除角は機械が必要なので、友誼牧場周辺酪農家のみが実施している。
活用されていない技術	飼養管理	乳牛体型鑑定、体重・体長測量、剃毛	鑑定や測量は技術的、財務的に中・大規模酪農家向けであったため、小規模酪農家への適用は困難であった。剃毛は乳房炎予防のために移転された技術であるが、その効果が十分に理解されず、定着しなかった。

出所:黒竜江省および安達市畜牧局、先源郷政府畜牧センター、友誼牧場、受益者調査をもとに作成

上記の技術以外に、乳房炎検査は酪農家へサービスを提供する牧場や郷政府の普及センターを対象に技術移転がされた。現在では、乳業企業が生乳集荷の際に検査をすることが多くなり、本プロジェクトの関係機関は酪農家向けサービスとしてこの技術を活用していない。

技術の普及・定着を補完する政府による酪農家への支援は以下の通りであり、受益者調査¹⁴では、特に予防接種や優良品種の人工授精サービスへの満足度が高いことが確認された。

表 21 政府からの支援を受けている酪農家の割合
(単位: %)

	安達市酪農家		双城市酪農家
	モニター	非モニター	
サイレージ補助金	42.5	86.6	0.0
作物種子補助金	0.0	0.0	60.0
予防接種	100.0	86.6	100.0
優良品種の凍結精液	95.0	86.6	100.0
農機具補助金	85.0	26.7	6.0

出所:受益者調査結果

3.2.2.4 上位目標達成度

上位目標: プロジェクトによって確立されたモデルが黒竜江省全域で普及される

指標: プロジェクトで確立されたモデルを含んだ普及計画が 6 地域で実施に移される。

プロジェクト終了後に、プロジェクトの効果として、プロジェクトで確立された酪農・乳業の技術が省全体に普及されることが期待されていた。

上位目標の指標では、省内の 6 地域が技術普及範囲の基準となっており、プロジェクト終了前に、これらの地域でのセミナーの実施やマニュアルの配布がされた。実際には、プロジェクト終了後の普及活動は、特定地域に限定されることなく、従来の省の普及計画にプロジェクトで実証された技術やノウハウが取り込まれる形で、省全域を対象として普及が進み、当初目標を越える広がりを見せている。

プロジェクトで確立されたモデル、つまり技術体系群は、関係諸機関により小規模酪農家を対象とした普及において活用されており、その効果は、飼料生産や生乳生産の改善に表れている。

¹⁴ 受益者調査は、安達市のモニター酪農家 40 戸、安達市の非モニター酪農家 30 戸、プロジェクト終了時に選定された普及対象地域の一つである双城市の酪農家 30 戸を対象とした。

(1) プロジェクト協力期間内（終了時評価から協力終了までの6カ月）の活動

プロジェクトの終了前6カ月間で、技術マニュアルの最終版が作成され、酪農技術の巡回技術指導を同6地域で実施した。

(2) プロジェクト終了後の活動

プロジェクト終了後は、プロジェクトの効果を各地域へ適用できるよう、普及適正技術を省政府が検討し、プロジェクトで導入した技術を年間酪農技術普及計画に反映させた。一方、同6地域に特化した普及戦略や計画は、省の普及計画に従って、それぞれの市や県政府が主導となって策定されるものであることから、本プロジェクト関係者が直接関与するかたちでは策定されなかった。

その後、関係機関により、省や各市・県の普及計画に沿った酪農・乳業技術の普及活動と進捗状況のモニタリングが実施され、これまで以下の活動実績やその効果が確認された。

1) 酪農分野

プロジェクトを通じてとりまとめられたマニュアル及び教材は、関係機関や酪農技術普及員に配布された。省畜牧局や安達市のプロジェクト関係者は、その有効性を大変高く評価している。マニュアルは、省や市・県や郷・鎮¹⁵政府による普及計画策定や研修開催の際に、小規模酪農家向けの技術項目を中心に活用されている。表12のとおり、省内の酪農家の9割以上を小規模酪農家が占めており、マニュアルは省のニーズに応える内容になっている。主に活用される項目としては、飼養環境の改善、サイレージ飼料の調合技術、優良品種の凍結精液の使用、飼料の配合、乳房炎の予防、削蹄及び子牛の飼養管理に関する技術などがあげられる。

表 22 黒竜江省の規模別酪農家数

(単位：頭)

酪農家規模	乳牛頭数	2006年	2010年
小規模	5～30頭	65,238	99,707
中規模	30～200頭	3,246	5,764
大規模	200頭以上	295	997
	合計	68,779	106,468

出所：黒竜江省畜牧局

プロジェクトのモデル牧場やモデル地域も、引き続き普及の拠点として活動している。プロジェクトのモデル地域があった先源郷では、年6回計400人の酪農家を対象とした研修を実施している。また、戸別訪問の巡回技術指導も継続的に実施し、同郷の総酪

¹⁵ 中国の行政区分は一般的に省、市・県、郷・鎮と三層構造になっている。郷・鎮は末端の行政区分。

農家数の半分をカバーしており、指導した酪農家数はプロジェクト実施中と比較して増えてきている。研修内容は毎回更新しており、本プロジェクトで確立した技術を現状に合わせ改善しながら普及を推進している。

モデル牧場である友誼牧場には、年間 35 グループほどが視察に訪れており、プロジェクトが移転した技術を実証展示する普及の拠点としての役割を果たしている。

プロジェクト対象地域以外への技術普及の効果として、成果（アウトプット）指標と同じ飼料作物の生産や生乳の生産に関するデータを、受益者調査にて収集した。その結果は以下の通りである。飼料となるトウモロコシの生産量は技術移転により 30%増加した。また、飼養管理の改善を促進する技術移転の効果として生産乳量を分析したところ、1 割から 2 割強の増加が確認された。

表 23 サイレージ用トウモロコシ年間生産量の技術移転前と後の変化

(単位：kg/ha)

	前	後	増加率
安達市	4,926	6,400	130%
双城市	—	—	—

出所：受益者調査結果

表 24 乳牛一頭当りの年間生産乳量の技術移転前と後の変化

(単位：kg/頭)

	前	後	増加率
安達市	4,470	5,542	124%
双城市	3,318	3,848	116%

出所：受益者調査結果

受益者調査によると、9 割以上が技術指導を受けた後に生乳生産が向上したと回答している。具体的には、飼養環境が改善したことで、乳牛の罹患率が低下し（表 3 参照）、また飼料が改善されたことにより、生乳の生産量が増加し、品質も改善した。

2) 乳業分野

乳業企業が民営化¹⁶されたことにより、乳業分野の技術普及における政府の役割は縮小している。民営化による競争原理が導入され、外国企業や研究機関と連携、企業間の事業提携、設備投資など各企業独自の方法で、消費者の嗜好に合った乳製品の開発や経営の効率化を進めており、自立的に発展している。

¹⁶ 中国における国有企業の民営化政策は、90 年代後半から始まり、2003 年頃からこの改革は本格化した。

プロジェクトで作成されたマニュアルは、省内の乳業企業などの関連機関に配布され、研究や製品開発のために参照、活用されている。

表 25 黒竜江省内の主な乳業企業

企業名(中国語名)	牛乳以外の生産品	1日当たりの牛乳生産量(トン)
黑龙江飞鹤乳业有限公司	粉ミルク	1,000
黑龙江贝因美乳业有限公司	粉ミルク	300
黑龙江摇篮乳业股份有限公司	粉ミルク	300
惠尔康庆新乳业有限公司	滅菌牛乳、乳飲料	160
哈尔滨太子乳品工业有限公司	乳飲料、粉ミルク	60

出所：黒竜江省畜牧局

現在の政府による乳業分野の技術普及は小規模に留まり、プロジェクトの実施機関であった国家乳業工程技術研究センター内の乳製品技術訓練センターが主体となって、大学の関連学部の学生を対象にプロセスチーズの製造などについての研修を実施している。2010年の受講者の年間実績は約80人であった。

3.2.2.5 最終目標の達成見込み

最終目標：酪農乳業の発展を通じ、黒竜江省の酪農家の所得が向上する

指標：黒竜江省の酪農家の平均酪農収入が増加する。

(1) 黒竜江省の酪農乳業の発展

1) 黒龍江省の酪農乳業

黒竜江省における酪農乳業は、プロジェクト実施期間中の5年、その後の5年を合わせた過去10年間に、飛躍的に成長を遂げている。例えば、省内の生乳の生産量が本プロジェクト開始時から現在を比較すると3倍以上に、プロジェクト終了時と比較しても1.5倍に増加している（表8）。乳牛1頭あたりの年間生産乳量が酪農家への技術移転前と比較して2割前後増加していることから（表14）、技術移転の効果が現れていることが伺える。また、乳業分野においては、政府による市民を対象とした乳製品消費の啓発と、企業の民営化による商品改善の競争により、乳製品の生産の増加、多様化が促進された。

2) プロジェクトが省全体の酪農乳業に及ぼした影響

本プロジェクトでは、プロジェクトを通じて確立されたモデルが黒竜江省全域で普及されることを目標としていた。上述の通り、このモデルは、省の普及計画の一部に盛り込まれる形で活用されており、省全体の普及の取り組みの中で、一定の役割を果たして

いる。特に酪農分野については、省内の酪農家の9割以上を占める小規模酪農家にとって有効なマニュアル、教材として、活用されており、インタビューによると普及員に高く評価されている。乳業分野については、乳業企業の民営化に伴い、技術普及における政府の活動が限定されたことで、本プロジェクトの取り組みについても、間接的な関わりになっている。ただし、プロジェクトで作成されたマニュアルは、省内の乳業企業などの関連機関に配布され、研究や製品開発のために参照、活用されており、これらの民間企業の発展の一助となっているものと評価できる。また、乳業分野の実施機関であった龍丹乳業では、プロジェクトによりヨーグルト製品の品質が改善され、かつその効果がプロジェクト終了後も維持されたこともあり、龍丹乳業のヨーグルトの省内販売シェアは拡大し、事後評価時点で50%以上となった。これまでの生乳の生産量の増加（表8参照）と龍丹乳業における発酵乳の生産量増加（表4参照）からも、今後も拡大する可能性が見込まれる。

限られた投入の中で実施される技術協力の効果を最大化するためには、プロジェクト実施以降の普及のプロセスが重要となる。本プロジェクトの場合、上述の通り、省のニーズや実態に即した技術の選択や移転がなされたことで、省全体の普及計画の中に、技術協力の成果をうまく取り込ませることに成功したと言える。普及段階を見据えた協力が実施されたことで、本プロジェクトは省全体の普及政策の効果を高める役割を果たしていると評価できる。

(1) 黒竜江省の酪農家の所得向上

前述の通り、普及の効果は乳牛一頭あたりの生産生乳量の増加により確認できたものの、受益者調査によると、飼料購入コストの増加などの要因により、酪農家所得は地域によってばらつきがあることが確認された。以下の表は安達・双城市の酪農家所得の技術移転前後の実質所得についての調査結果である¹⁷。

表 26 技術移転前と後¹⁸での酪農家所得の変化

(単位：元)

	世帯所得			乳牛一頭あたりの利益		
	前	後	増加額	前	後	変化額
安達市酪農家(モニター)	19,449	33,741	14,292	4,164	3,842	-322
安達市酪農家(非モニター)	37,640	31,529	-6,111	4,395	3,761	-634
双城市酪農家(非モニター)	9,712	67,052	57,340	1,133	4,723	3,590

出所：受益者調査結果

*技術移転前の所得はインフレ調整済み

¹⁷ 所得については、物価上昇率を考慮し、インフレ補正後の実質所得を比較の対象とした。また対象サンプル数には限りがあり、諸条件も異なるため、参考値として分析を行った。

¹⁸ 技術移転前のデータは、安達市モニター酪農家が2000年、非モニター酪農家が2003年、双城市が2004年時点のもの。技術移転後は2010年の実績データを利用。

上記表が示すとおり、モニター農家はプロジェクト実施以降、実質所得が増加、同市内の非モニター農家の平均所得を超えており、プロジェクトの技術移転の効果がより現れていることがわかる。しかしながら、乳牛一頭当たりの利益をみると、わずかながら減少している。黒竜江省や安達市の畜牧局の説明によると、これは飼料コストなど、生産コストの増加によるものと考えられる。実際に、飼料の自家生産が可能な双城市では、一頭当たりの収益性は大幅に向上しており、より大きな効果が現れている。下の表は両市の乳牛一頭あたりのコストを比較したものだが、安達市は、乾燥した気候、アルカリ土壌、限られた耕地面積など、自然環境や土地資源の制約条件のため、飼料生産に限界があり、飼料を購入するために生産コストが大幅に増加しており、乳業の収益性を低下させていることがわかる。

表 27 技術移転前と後での生産コストの変化
(単位：元)

	乳牛一頭あたりのコスト		
	前	後	増加率
安達市	2,380.9	3,558.2	149%
双城市	2,271.1	1,435.1	63%

出所：受益者調査

*技術移転前のコストはインフレ調整済み

上記以外に、双城市の酪農家の所得が安達市と比較して大幅に増大している要因は、市場へのアクセス、所有乳牛頭数などがある。双城市は省都のハルビン市近郊に位置し、安達市の酪農家と比較して所有乳牛頭数が平均約5頭多いなど、生産規模にも違いがあることがわかる（表3参照）。

次に、安達市のモニター・非モニター農家の所得変化を比較すると、モニター農家では一定の所得向上が確認された一方、非モニター農家の場合、実質所得では減少している。この要因としては、生産性向上の達成度合い¹⁹の差が影響しているものと考えられる。

一方、酪農所得に影響のある生乳の市場価格については、政府による価格調整等もあり、安定している。生乳の価格は、2008年の有毒物質混入粉ミルク事件の影響を受けて一時的に急落し、飼料生産農家数が減少し、飼料の供給がニーズを満たさなかったため飼料価格は上昇した。その後も乳価は不安定であったが、政府が生乳の価格調整を行い、酪農家は価格変動の大きな影響は受けなかった。現在の価格水準について、受益者調査で確認された酪農家の評価(満足度)は、12%が「満足している」、64%が「普通」、24%が「満足していない」と、比較的安定していることが確認された。

¹⁹ 前項の表15で示した通り、非モニター農家の生乳生産量は増加しているが、モニター農家と比較すると一頭当たり年間約400キログラム少なく、生産性向上の効果がまだ十分ではない。

表 28 黒竜江省の生乳価格(実質価格)の変化

年	2006	2010	増加率
実質価格(元/kg)	1.78	2.75	
インフレ調整価格(元/kg)	1.99	2.75	138%

出所：黒竜江省畜牧局

以上の調査結果から、酪農家の所得向上に関する現状とその要因については、以下のようによまとめられる。

表 29 酪農家の所得向上に関する現状とその要因

所得向上とその要因	実質所得	乳牛の収益性	市場価格	生産コスト (飼料)	平均頭数 (規模)
安達市					
モニター	増加	低下	安定	影響大	10 頭(増)
非モニター	減少	低下	安定	影響大	11 頭(増)
双城市(非モニター)	大幅増加	向上	安定	安定	16 頭(増)

現状では、生乳の販売価格は安定し、生産性も総じて向上しているが、物価上昇等ともなう生産コスト増加等の要因により、酪農家の所得向上については、地域や事業環境によってばらつきがあると言え、最終目標は一定程度の達成にとどまると評価できる。

今後、酪農モデルの普及を、省全域での所得の向上につなげていくためには、さらなる生産性の向上や生産コストの効率化に加え、一定数の乳牛の保有による規模のメリットといった条件を整備する必要がある。

3.2.2.6 上位目標、最終目標の達成に関わる促進要因、阻害要因

(1) 促進要因

酪農家への技術指導、支援は政府が中心となって実施しているものの、以下のような政府機関以外の役割や影響がみられた。

- ・ 販売・流通に強い影響力のある畜産生産者組合がある。加入しているのは省内の企業や大規模酪農家であり、本プロジェクトが対象としている小規模酪農家ではないものの、政府への提言、乳価の価格交渉などに影響があり、省の酪農家支援や販売価格の安定化の促進に関連している。
- ・ 受益者調査によると、技術指導は政府の普及機関だけではなく、飼料会社、乳業企業からも受けている酪農家が全体の約 1 割を占めている。特に乳業企業からの指導の結果、生産の質や量が向上した生乳は、同企業に集荷されることが

多い。また、企業独自の原料乳の品質基準²⁰により、酪農家は生乳の品質管理により配慮するようになった。

上記の促進要因がプロジェクトの効果にどのように影響したかを測るのは困難だが、技術普及においては、組合活動や企業などが関係しており、ある程度の相乗的効果があったといえる。

(2) 阻害要因

2001年のWTO加盟の影響により、低価格の外国産粉ミルクの輸入量が2005年以降増加しており、乳価を引き下げるとしくは、国内産生乳の販売を阻害するおそれが懸念されている。

3.2.2.7 その他のインパクト

(1) 自然環境へのインパクト

プロジェクト対象地域の先源郷では、約1000ムーの草地の回復を2003年から2006年の間に達成した。また、糞尿処理技術移転により、友誼牧場やモニター酪農家周辺の悪臭などの衛生上の環境汚染問題が改善された。その他、プロジェクトの影響による環境問題はない。

(2) 住民移転・用地取得

プロジェクト実施による住民移転・用地取得は発生していない。

(3) その他の間接的効果

1) 酪農家の組織化

プロジェクトの本邦研修で学んだ友誼牧場のスタッフが、日本の農業協同組合を参考に、先源郷政府の支援を受けて周辺酪農家と共に2004年友誼村乳牛協会を設立した。協会は事後評価時にもその活動を継続しており、郷内では3つの酪農家組合が設立されている。組合の活動内容は、政府支援による飼養管理の技術移転、疾病予防サービス提供、飼料販売企業との価格交渉と支払いの取りまとめなどである。これらの活動も、酪農家の技術向上や所得向上の効果をもたらしていると考えられる。

2) 地域のインフラの整備

友誼牧場や安達市政府がプロジェクト終了後に、生乳の流通促進のために、酪農対象地区の道路を整備した。このことで乳業企業による定期的な生乳の集荷が可能となった。

本プロジェクトの実施により、プロジェクト目標である酪農・乳業技術の確立と上位

²⁰ 政府による生乳の品質基準が存在するが、企業独自の基準のほうがより厳しい場合もある。

目標である酪農分野の技術の一定程度の普及が確認され、また、計画通りの効果発現が見られることから、有効性・インパクトは高い。

3.3 効率性（レーティング：③）

3.3.1 投入

本プロジェクトの投入の計画と実績は以下の通りであった。

投入要素	計画	実績（終了時）
(1) 専門家派遣	<ul style="list-style-type: none"> ・長期 6 分野 ・短期：基本計画に沿って必要に応じて派遣 人数未定 	<ul style="list-style-type: none"> ・長期 13 人 7 分野（チーズアドバイザー、飼料生産、飼養管理、原料乳品質管理、乳製品製造（チーズ、発酵乳）、業務調整） ・短期 31 人 27 分野（サイレージ調製技術、アルカリ土壌改良技術、乳牛飼養環境整備、搾乳衛生管理、各種チーズ製造技術、乳酸菌収集および貯蔵、機材運営管理など）
(2) 研修員受入	主な研修分野 必要に応じて受入 具体的な計画なし	主な研修分野 飼料生産、飼養管理、原料乳品質管理、乳製品製造、受精卵生産など 37 人
(3) 機材供与	主な投入機材 以下の業務に必要な資機材（飼料生産、飼養管理、原料乳品質管理、乳製品製造）、執務室に必要な資機材、車輛など	主な投入機材 搾乳設備、飼料生産に必要な機械、チーズ熟成空調設備、生乳分析機器、など
協力金額合計	NA	合計 10 億 3,562 万円
相手国政府投入額	カウンターパート及びその他全ての中国人関係者の人件費及び諸手当、土地、建物及び付帯設備の整備に必要な費用及び償却費、技術普及費、その他プロジェクト活動の実施に必要な経費 <u>金額未定</u>	人件費、市機材購入、建物維持費、技術研究費など、 <u>合計 2,663 万円</u>

3.3.1.1 投入要素

(1) 日本国側

専門家の派遣は、計画されていた分野を満たし、実施期間中にニーズに対応した変更を加えながら実施された。特に、長期派遣もしくは同じ専門家の複数回派遣は、現地ニーズの把握、カウンターパートとの信頼関係の構築、適正技術の選択と移転において大変有効であったという意見が中国側関係者から出された。ただし、乳業分野の短期専門家の交代が多かったなど一部課題があり、プロジェクトの進捗に多少遅れが出たものの、最終的な成果への影響はなかった。

本邦研修を受講したカウンターパートは、そこで習得した内容を概ねプロジェクト活動において活かすことができたとしている。



図 5 乳業サイトの検査・分析機材



図 6 酪農サイトで整備された搾乳所

(2) 中国側

配置された 89 人のカウンターパートのうち 71 人はプロジェクト完了時まで配属されており、定着率は比較的高かった。

3.3.1.2 協力金額

計画時の事前評価額が確認できなかったため、計画と実績の比較はできない。

3.3.1.3 協力期間

協力期間は、2001 年 7 月 1 日～2006 年 6 月 30 日の 60 カ月であり、計画どおりであった。

以上より、協力金額は計画値が存在しないため実績との比較ができないものの、本プロジェクトは成果の産出に対し、投入要素が適切であり、且つ、協力期間は計画どおりであるため、効率性は高い。

3.4 持続性（レーティング：②）

3.4.1 政策制度面

事後評価時の政策は以下の通り、酪農生産は拡大を推進するものであり、導入した技術の普及やプロジェクトの効果の持続を後押しする内容である。他方、乳業分野は、民営化が推進されたことで、政府主導での技術開発を促す政策は立てられていない。

(1) 酪農分野

2011年3月の全国人民代表大会では、農業、農村開発への支援を引き続き最重要事項とすることが表明され、2011年から2012年にかけて9884億5000万元の財政支出（前年比で1304億8000万元増）が計画されている。

「黒竜江省千万トン牛乳戦略事業計画(2008～2012)」では、優良品種の奨励、モデル牧場の増加と経営規模の拡大化促進、飼料増産、家畜糞便の再資源化などを目指している。また、現在導入されている政府による酪農家への支援制度²¹は、プロジェクトの効果を持続させ、酪農家が新しい技術を導入する動機づけとなっている。酪農家へのインタビューによると、特に人工授精の優良品種の精子や予防接種が無料であることへの評価が高かった。

(2) 乳業分野

国営の乳業企業の多くが民営化されたことにより、乳業技術の開発は、民間企業が独自に促進しており、乳業技術普及における政府機関の役割は縮小している。国家乳業工程技術研究センターは、乳業振興の促進、市場の活性化支援、乳製品消費向上のための啓発の三点を組織の目標としているが、プロジェクト関係者によると、研究や検査機関としての役割は、現在ではほとんどない。

3.4.2 カウンターパートの体制

酪農、乳業技術の普及において、以下のような関係機関が役割を分担している。酪農分野は、各地方行政内での畜牧担当部署に普及員が配置されており、その活動計画策定や監督もそれぞれの機関が実施している。一方、乳業分野は、企業の民営化により、技術や製品開発が各企業単位で行われるようになり、技術普及の役割は小さくなっている。

²¹ サイレージ飼料作物種子の優遇価格、サイレージ貯蔵への手当、人工授精サービス、飼料トウモロコシ生産手当など。

表 30 酪農、乳業分野の普及に関わる機関と役割

役割	酪農分野	乳業分野
普及政策・計画策定、普及活動の監督	黒竜江省畜牧局 市・県政府畜牧局	国家乳業工程技術研究センター
普及活動の実施	省、市・県、郷・鎮政府内の 畜牧担当部署の技術普及員 村の普及員	国家乳業工程技術研究センター
技術の開発	黒竜江省畜牧研究所	各乳業企業（民間）

出所：黒竜江省畜牧局、安達市畜牧局、先源郷政府畜牧センター、龍丹乳業の情報をもとに作成。

(1) 酪農分野

酪農分野の普及体制は、省から村までの各行政単位に配置されている技術普及員が、計画に従って酪農家に人工授精や予防接種などの必要なサービスを提供しており、技術普及の制度は確立している。関係機関へのインタビューによると、普及員の人数は十分であるが、普及員の技術レベルや普及活動のための財源不足が課題になっているとのことであった。受益者調査の回答においても、政府の技術指導に対する不満は聞かれなかった。

モデル牧場であった友誼牧場は先源郷政府畜牧センター（技術普及指導担当）や安達市政府畜牧局の技術普及に協力している。友誼牧場と先源郷政府は日々共に酪農家への技術普及業務をおこなっており、安達市畜牧局とは月 1 回程度の頻度で活動進捗状況を共有するための会合を持っている。酪農分野のプロジェクト関係者の人事異動は、友誼牧場ではほとんどおきず、安達市政府の職員の場合は、異動後も酪農分野の関連業務に従事することが多く、本プロジェクトの効果を維持するための普及やモニタリングの実施体制への影響は少ない。

プロジェクトモデル地域が所属する安達市内には、郷・市政府の技術普及・広報担当職員が計 130 人いる。村レベルの普及協力員²²は 500~600 人である。プロジェクトモデル地域があった先源郷の普及技術員数は 7 人で過去 10 年間変更がない。郷内の 9 つの村には 40 人の普及協力員がいる。

(2) 乳業分野

乳業分野の実施機関であった龍丹乳業はプロジェクト実施期間中の 2004 年に政府の政策のもと民営化されたため、プロジェクト終了後の人材の流動性が高かった。省政府からは、人材流出を極力少なくするように依頼することしかできず、省内の同業他社に

²² 村の普及員：中国の普及体制で政府のサービス提供を担当している。手当が政府から支給され、専門分野の学歴や経験が要求され、定期的な試験により資格を更新し、技術レベルの維持・向上が図られている。酪農分野では、疾病予防接種、人工授精などのサービスを担っている。

移ったものが 30 人近くいた。龍丹乳業へのインタビューによるとこれらの人材のほとんどは移動先の企業でも、研究・開発に携わっており、このことは短期的なプロジェクトの持続性にはマイナスの影響が生じた可能性はあるが、普及という観点からは、プロジェクトで移転した乳業技術の普及につながっているとみえる。

一方、乳業分野の技術普及体制としては、もう一つの実施機関であった国家乳業工程技术研究センターが主体となっており、大学関係者を対象の研修を実施している。現在、主に乳業分野を担っているのは民間企業であり、各企業が独自の技術開発をおこなっていることから、政府は企業を対象に技術普及を実施していない。

3.4.3 カウンターパートの技術

プロジェクトで供与・配備された機材・設備は、継続的に活用され、今後の維持管理においても課題はみられない。乳業分野の龍丹乳業では、プロジェクトで技術移転した人材の移動で技術の流出があるものの、新しい人材に対して、研修を実施するなどの努力があり、プロジェクトで移転された技術の維持には影響が少ない。

酪農分野では、省全体への技術普及を推進していく上で普及員の役割は大変重要であり、定期的な試験などにより、普及員の最低限の技術レベルは維持しているものの、新たな技術を移転するための研修実施に財務上の限度があり、酪農家への技術普及を進める上での阻害要因となっている。これは、省、市・県、郷・鎮の各政府の酪農技術普及職員へのインタビューにて、全員が共通に認識している課題であった。

(1) 機材

供与された機材のほとんどは良い状態で管理され、活用されていることを目視で確認した。以下に主な機材の利用状況をまとめた。

表 31 500 万円以上の機材の使用状況

使用頻度(A:常に使う - B:よく使う - C:時々使う)、状態(A:良い - B:普通 - C:悪い)				
機材名称	価格(千円)	設置場所	使用頻度	状態
搾乳施設	8,364	友誼牧場	A	A
トラクター	7,570	友誼牧場	A	B
トラクター	6,536	友誼牧場	A	B
ミルコスキャン	12,376	龍丹乳業	A	A
ナチュラルチーズ 熟成室空調整備	29,103	龍丹乳業	A	A
パワーショベル	5,946	友誼牧場	A	B
プロセスチーズ包装機	8,462	龍丹乳業	B	A
分散安定性分析器	5,590	国家乳業工程技术研究センター	A	C*

出所: 友誼牧場、龍丹乳業

注: 一部の部品の入手が困難で、手動で対応している。

友誼牧場に供与された機械・設備の一部は、外部委託の専門技術者により維持管理されている。乳業分野の機材・設備は、スペースの理由により、龍丹乳業内にあるが、それは国家乳業工程技術研究センターと共同利用されている。プロジェクト期間中にも維持管理のためのマニュアルは整備されたが、その後は自ら作成・改訂したものを利用している。

(2) 酪農分野

郷・鎮や市・県など、普及の末端を担う普及員の技術の向上に課題がみられる。市・県、郷・鎮の技術普及員は1、2年に1回の頻度で1~2週間の省政府による研修を受けているが、省畜牧局によると、技術の向上・改善を指導できるレベルに達するには研修頻度が少なく、普及員の質は十分な水準に達していない。酪農に関する技術は日々更新されるが、現在の研修の頻度と日数では、普及員への技術移転が追い付いていない状況である。

酪農家が求める技術普及活動を継続するには、普及員に対する研修機会を増やすことが求められる。

(3) 乳業分野

プロジェクトにより育成された人材のうち、事後評価時点で業務を継続している人材は、プロジェクト実施中から4分の1程度となっている。龍丹乳業によると、新規配置人材への研修を実施しており、技術の継承は行われていることから、技術の維持に関して問題はないと考えられる。

3.4.4 カウンターパートの財務

黒竜江省畜牧局によると、技術普及関連の政府予算は、人材雇用のための財務状況はあるものの、普及活動や人材の技術向上のための研修予算が最低限しか確保されておらず、酪農家が必要としている生産向上の十分な普及活動が十分にできない状況であると説明している。

一方で、プロジェクト実施機関であった友誼牧場や龍丹乳業の財務面の持続性には問題はなく、経営は拡大傾向にあることが関係者へのインタビューにより確認できた。

(1) 酪農分野

普及のための財務面での持続性を維持するためには、人材の技術向上と交通費や手当などの活動費が必要である。省全体でみると、普及員人数、予算とも増加傾向であるものの、十分ではない。また、市・県や郷・鎮レベルの技術普及員は十分に確保されているが、各普及員の能力向上が課題となっており、彼らに対する研修予算は十分に確保されていない。

国や省、市政府による酪農家に対する助成は、プロジェクト終了時と比較すると増加

傾向にある(詳細は表 11 参照)。

一方、プロジェクトのモデル地域における財務面の持続性は、以下の通りである。プロジェクト対象村のある先源郷政府の普及・広報支出は年間 20 万円で、過去 5 年間に変化はないものの、プロジェクト実施中の 10 万円と比較すると増えている。友誼牧場は独立採算制であるが、プロジェクト終了後も、搾乳舎や牛舎を増築するなど、その経営は拡大傾向にあり、財務的な課題はみられない。

(2) 乳業分野

乳業分野の実施機関であった龍丹乳業の年間総販売額は 2005 年の約 5 億元から 2010 年の約 8 億元と増加している。収益は黒字を維持しており、設備・機材の維持管理費の確保にも問題は生じていない。

3.4.5 効果の持続状況

(1) 効果の持続

「3.2.2 インパクト」の項で述べたプロジェクト成果や目標のプロジェクト終了後の状況以外に、下のような研究分野の効果も確認された。

黒竜江省畜牧研究所におけるアルファルファ種子の年間生産量と生産地面積は、プロジェクト終了後も拡大しており、技術移転の効果がみられる。当研究所は、酪農サイトの安達市畜牧局とは必要に応じて年に数回連絡を取り、受精卵移植やアルファルファの種子に関する優良品種の提供などの支援をしている。

表 32 省畜牧研究所におけるアルファルファ種子の生産の変化

年	年間生産量(斤)	生産地面積(ムー)
2006	183	12
2007	450	30
2008	675	45
2009	900	90

出所：黒竜江省畜牧研究所

(2) 促進要因

2009 年 10 月から友誼牧場に JICA から派遣されている酪農分野のシニア海外ボランティアが、アルカリ土壌改良、牛糞尿処理、乳牛の繁殖障害などの課題に取り組んでいる。派遣されたボランティアは、限られた条件下でのプロジェクトで移転された技術の応用の仕方などの指導を日常業務の中でおこなっている。友誼牧場の関係者とボランティアからの聞き取りによると、これらの業務は技術の定着を確実にするための支援となるだけでなく、技術をどのように活用、応用するかという思考や姿勢の変化を促すの

に貢献しているとの説明であった。

以上より、本プロジェクトは、技術と財務状況に軽度な問題があり、本プロジェクトによって発現した効果の持続性は中程度である。

4. 結論及び教訓・提言

4.1 結論

酪農および乳業の生産で全国上位である黒竜江省では、それらの発展、振興に努めていたものの、飼料の質や量、生乳の生産性、乳製品の開発の遅れなどの問題を抱えていた飼料生産、飼養管理、乳製品加工の技術の向上を目指す本プロジェクトは、このような開発ニーズに対応するものであり、妥当性は高い。プロジェクトの目標であった酪農乳業のモデルの確立は、酪農分野では飼料生産と飼養管理の技術の向上、乳業分野では乳製品の多様化、質の向上により達成された。プロジェクト終了後も確立されたモデル、つまり技術は、関係機関により省全域に普及され、その効果は酪農家の生乳生産の改善や所得向上にもあらわれており、正のインパクトが確認された。また、プロジェクトは計画通りに実施され、成果に対し投入が適切であったことから効率的な実施であった。持続性については、普及員の技術向上に関連する技術面と財務面に課題が残るものの、政策や体制面には問題がない。

以上より、本プロジェクトの評価は非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 カウンターパートへの提言

(1) 飼料生産増加のための土壌改良

酪農家世帯の所得向上のためには、生産コスト、特に飼料購入費を削減するために飼料生産が重要であることが明らかになった。プロジェクト対象地域のあった安達市では、アルカリ土壌が多く、飼料生産が可能な耕作地が限定されていることから、自家生産飼料だけでは量が十分でなく、購入コストがかかり収益性を阻害する要因となっている。このような環境下の飼料生産の増加には、個々の酪農家での飼料生産技術の向上のみに頼るのは限界があり、アルカリ土壌改良などのプロジェクト規模での大掛かりな支援が必要である。

(2) 普及員の研修強化

酪農分野の普及員の技術レベルの向上のための研修の頻度、質の向上に取り組むべきである。普及員数は十分にいるものの、技術が日々刻々と新しくなっていく状況でありながら、省畜牧局主催の年に1度程度の研修では、酪農家が求める技術普及のサービスが十分に提供できていない。中国政府は全国的に、酪農・畜産を含む農業分野強化のための財政支援を推し進めており、地方行政レベルでも予算確保の可能性が確認できた

ことから、この財源を確保し、研修体制、質の向上を推進すべきである。

4.2.2 JICA への提言

特になし。

4.3 教訓

特になし。

以上