中華人民共和国

2017 年度　外部事後評価報告書

円借款「新疆ウイグル自治区地方都市環境整備事業（I）（II）」

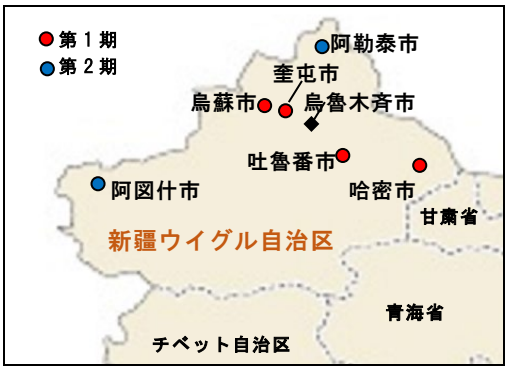
外部評価者：アイ・シー・ネット株式会社　スズキ S. ヒロミ

0. 要旨

本事業は、中華人民共和国新疆ウイグル自治区の哈密市、吐魯番市、烏蘇市及び奎屯市（第 1 期）、阿勒泰市及び阿図什市（第 2 期）の合計 6 都市において、下水道施設、上水道施設、集中型熱供給施設及び都市ガス施設（阿勒泰市のみ）の整備を行うことにより、下水処理能力・上水供給能力の向上、水質汚濁・大気汚染原因物質の削減を図り、もって対象 6 都市の環境改善及び住民の生活水準の向上に寄与することを目的として実施された。本事業は、審査時及び事後評価時の中国と新疆ウイグル自治区の開発計画、環境保護計画、開発ニーズ及び審査時の日本の対中国援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。アウトプットは、第 1 期は一部縮小したが、第 2 期は計画どおり実施された。総事業費は両期とも計画内に収まり、事業期間は両期とも計画を上回ったため、効率性は中程度であった。本事業の効果として期待されていたアウトカムは「下水処理能力・上水供給能力の向上、水質汚濁・大気汚染原因物質の削減」であり、インパクトは「6 都市の環境改善及び住民の生活水準の向上に寄与する」である。アウトカムは、両期とも審査時、セクター毎に設定されていた主要指標の目標値を達成しており有効性は高い。インパクトは、各都市の事業対象地域において、上下水道、集中熱供給、都市ガス供給が整備されたことで、住民の生活水準と環境改善に寄与したことが受益者へのグループインタビューを通じて確認できた。用地取得は適切に実施され、住民移転は発生していない。施工時及び事後評価時の自然環境へのインパクトについても適切なモニタリングと環境対策が実施され、負のインパクトは認められない。以上より、計画どおりの事業効果の発現がみられ、有効性・インパクトは高い。本事業の運営・維持管理を担う 15 の事業実施部門の体制、技術、財務、維持管理状況もおおむね良好であり、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

1. 事業の概要



事業位置図

奎屯市汚水処理場（活性汚泥槽）

１.１ 事業の背景[1]

中国では、2006 年時点、都市部における汚水処理率が 56%と低く、農村部では下水道施設の普及が遅れ、河川・淡水湖の水質汚濁が深刻化していた。上水については、水資源が主に南西部に集中する等、地域的な水不足の要因が存在し、加えて、水質が劣悪な水源からの取水・給水や給水管網からの漏水等が問題となっている都市も多かった。大気については、エネルギー消費の約 7 割が石炭に依存しており、硫黄酸化物の排出による酸性雨や煤塵等が住民の健康や生態系に深刻な影響を及ぼしていた。このような状況に対応するため、中国政府は国家発展計画において、水質汚濁の防止、都市の飲料水源の重点的な保護及び大気汚染対策等を推進することを打ち出した。本事業の対象地域である新疆ウイグル自治区は中国西部の国境地域に位置し、西部開発計画の重点地域であった。中でも本事業の対象 6 都市（哈密市、吐魯番市、烏蘇市、奎屯市、阿勒泰市、阿図什市）は、同自治区の発展にとって重要な位置を占めていた。しかし、都市化や人口増加によって上水及びエネルギー需要が増加する一方、上下水道施設や集中型熱供給施設の整備は不十分であり、水質汚染や大気汚染といった環境問題への対応が急務となっていた。このような状況を踏まえ、同自治区政府は水質と大気環境の改善を行うため円借款を要請した。本事業は 2006 年度に、第 1 期、第 2 期としてまとめて 6 都市にかかる要請があり、このうち哈密市、吐魯番市、烏蘇市、奎屯市の 4 都市について第 1 期（2006 年度）、阿勒泰市と阿図什市の 2 都市を第 2 期（2007 年度）としたものである。

１.２ 事業概要

新疆ウイグル自治区の哈密市、吐魯番市、烏蘇市、奎屯市（第 1 期）、阿勒泰市と阿図什市（第 2 期）の合計 6 都市において、下水道施設、上水道施設、集中型熱供給施設、及び都市ガス施設の整備を行うことにより、下水処理能力と上水供給能力の向上、水質汚濁と大気汚染原因物質の削減を図り、もってこれら 6 都市の環境改善及び住民の生活水準の向上に寄与する。

円借款承諾額/実行額	第 I 期：12,998 百万円/12,853 百万円 第 II 期：3,802 百万円/II：3,596 百万円	
交換公文締結/借款契約調印	第 I 期：2007 年 3 月/2007 年 3 月 第 II 期：2007 年 12 月/2007 年 12 月	
借款契約条件	金利	第 1 期：1.5%（上水）、0.75%（下水・熱供給・研修） 第 2 期：1.4%（上水）、0.65%（下

[1] JICA 提供資料及び事前評価表に基づく。

		水・熱供給・都市ガス供給・研修）
	返済 （うち据置）	第 1 期：30 年（上水）、40 年（下水・熱供給・研修） （全セクター10 年） 第 2 期：25 年（上水）、40 年（下水・熱供給・都市ガス供給・研修） （7 年（上水）、10 年（下水・熱供給・都市ガス供給・研修））
	調達条件	一般アンタイド
借入人/実施機関	中華人民共和国政府／ 新疆ウイグル自治区人民政府	
事業完成	2015 年 6 月	
本体契約	Hubei International Trade Investment & Development Co., Ltd.（中華人民共和国）	
コンサルタント契約	-	
関連調査 （フィージビリティー・スタディ：F/S）等	【第 1 期】哈密市：新疆城郷計画設計研究院有限公司、2007 年 1 月/吐魯番市：新疆城郷計画設計研究院有限公司、2007 年 1 月/烏蘇市：中国市政工程東北設計院、2006 年 12 月/奎屯市：中国市政工程東北設計院、2007 年 1 月 【第 2 期】阿勒泰市：新疆城郷計画設計研究院有限公司、2007 年 3 月/阿図什市：新疆城郷計画設計研究院有限公司、2007 年 3 月	
関連事業	他機関案件：アジア開発銀行「新疆地方インフラ・環境改善事業」（2006 年～2008 年）	

２.調査の概要

２.１ 外部評価者

スズキ S. ヒロミ（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：2017 年 8 月～2018 年 11 月

現地調査：2017 年 11 月 29 日～12 月 22 日、2018 年 6 月 18 日～6 月 27 日

２.３ 評価の制約

本事後評価では、第 2 次現地調査の直前に、新疆ウイグル自治区政府の新たな安全対策強化のための規制により、同自治区への外国人の渡航に際しては同自治区共産党委員会の許可を得ることが必須であるとの通達があった。申請は行ったものの、許可が下りることはなかった。安全管理上、このような急な規制はやむを得ないものの、第 2 次現地調査で計画していた情報収集については、事後評価に最低限必要な内容に絞り込み、遠隔で収集する必要が生じた。この制約により、例えば有効性については、主要指標に加えて事業の効果をさらに裏付ける補助指標の収集を予定していたが、最終的には主要指標のみの収集となる等、評価方針作成当初想定していたより詳細な分析には至らなかった。また、同自治区特有の事情として、全公務員が農村貧困対策業務に長期間従事することが義務づけられており、現地調査の間も実施機関の人材不足及び事業実施部門の担当者が頻繁に交代し、正確な事業実施期間中、及び事後評価時の事業の実績に関する情報の入手を困難かつ非効率にした。加えて、本来円借款事業で求められる、事業進捗報告書が作成されていなかったこと、事業完了報告書の提出は一部の都市に限られていたこと、事後評価時には大半の都市で本事業にかかわった人材がいなかったこと等も事業実施期間中の情報収集の妨げとなった。

３.評価結果（レーティング：A[2]）

３.１ 妥当性（レーティング：③[3]）

３.１.１ 開発政策との整合性[4]

A) 開発計画[5]

審査時の国家開発計画は「第 11 次 5 カ年計画」（2006 年～2010 年）である。同計画は環境保護の強化、自然生態系の保護･修復等を重点分野としている。2010 年までに達成すべき 5 つの主要目標を掲げており、本事業は「環境保全重点指定地域・都市にかかる環境改善」と合致している。同国家 5 カ年計画を受けて新疆ウイグル自治区政府が策定した「新疆ウイグル自治区建設事業発展第 11 次 5 カ年計画」（2006 年～2010 年）は、上下水道及び大気環境に関するインフラ整備を進めることにより、2010 年までに都市部において達成すべきセクター別の目標（下水処理率 65%、水道普及率 96%、集中型熱供給による熱供給面積を新たに 60 百万 m^2 増加させる）を掲

[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] 審査時は審査資料、事業事前評価表に基づく。事後評価時は「第 13 次 5 カ年計画（2016 年～2020 年）」に基づく。
[5] 国家開発計画及び自治区開発計画に加えて、第 2 期の阿勒泰市及び阿図什市については、審査時において本事業と各都市の開発計画との整合性についても確認していたことから、事後評価時においても 2 都市の開発計画の確認を行った。審査時の 2 都市の開発計画は「第 11 次 5 カ年計画」（2006 年～2010 年）、事後評価時は「第 13 次 5 カ年計画」（2016 年～2010 年）である。いずれの開発計画も、上下水道、エネルギー供給と大気環境のそれぞれのセクターのインフラ整備を強化することで、上下水道普及率、下水処理率、集中熱供給面積拡大、汚染物質排出量抑制に取り組むことを掲げ、具体的な目標値も設定している。審査時、事後評価時の 2 都市の開発計画と本事業との整合性は高い。

げている。事後評価時の国家開発計画は「第 13 次 5 カ年計画」(2016 年～2020 年)である。本事業は同計画の主要目標のうち、特に「生態環境の質の総体的な改善」と合致している。同目標は、2020 年までに達成すべき大気の質、地表水の質、主要汚染物質排出量に関する具体的な数値を掲げている。同国家 5 カ年計画を受けて自治区政府が策定した「新疆ウイグル自治区建設事業発展第 13 次 5 カ年計画（2011 年～2020 年)」では、2020 年までに都市部の各セクターにおいて達成すべき目標（下水処理率 90%、水道普及率 100%、都市ガスと暖房設備の建設・拡張の強化）を掲げている。以上、審査時、事後評価時ともに国家及び自治区の開発計画と本事業との整合性は高い。

B) 環境保全に関する計画

審査時の環境保護計画は「新疆ウイグル自治区環境保護第 11 次 5 カ年計画」(2006 年～2010 年）であり、環境保全にかかる具体的な目標を示している。下水については、2010 年の自治区内における化学的酸素要求量（Chemical Oxygen Demand、以下「COD」という）の排出量を 27.1 万トンに抑え、上水については、都市部での飲用水にかかる水源の国家 III 類基準[6]達成率を 2010 年に 90%とすることを目指している。大気については、国家大気環境基準[7]が定める大気質量のレベルを維持し、集中熱供給事業や都市における天然ガスへの燃料転換等の再生可能エネルギーの拡大利用を通じ、大気環境改善を目指している。事後評価時の環境保護計画は「新疆ウイグル自治区環境保護第 13 次 5 カ年計画」(2016 年～2020 年）である。同計画は下水については、既存の下水処理場及び排水管網等の更新と拡大を実施し、都市部の下水処理率 90%、処理水再利用率 30%を目指している。上水については、都市部での飲用水用の水源について国家基準 III 類達成率 91%を目指す。大気については、都市部の粒子状物質（PM2.5、PM10、脚注 7 参照）の濃度を累積で 15%引き下げる等の具体的な目標を掲げている。以上、審査時、事後評価時ともに本事業との整合性は高い。

以上、本事業は審査時、及び事後評価時の中国の国家開発計画、新疆ウイグル自治区の開発計画及び環境保護計画の目標と合致している。

３.１.２ 開発ニーズとの整合性[8]

審査時における新疆ウイグル自治区の 6 都市は、著しい人口増加、工業化・都市

---

[6] 「地表水環境品質基準（国家環境保護総局 2002 年 4 月 28 日公布)」: I 類：主に水源地の水、国家自然保護区／II 類：主に集中式生活飲用水地表水源地一級保護区、希少水生生物生息地、魚類・甲殻類産卵場、稚魚の餌場等／III 類：主に集中式生活飲用水地表水源地二級保護区、魚類・甲殻類の越冬場、回遊経路、水産物養殖場等漁業水域及び水浴場／IV 類：主に一般工業用水水域及び人体が直接触れない娯楽用水水域／V 類：主に農業用水水域及び一般景観用水水域。

[7] 事後評価時における国家大気環境基準（GB3095-2012）は 2012 年に改定された基準であり、審査時の基準（GB3095-1996）から二酸化窒素の基準が厳しくなった。また、総浮遊粒子状物質と変わって、微小粒子状物質で粒子径がおおむね 2.5μm 以下の PM2.5、及び 10μm 以下の PM10 のモニタリングが義務づけられた。

[8] 審査時は JICA 提供資料、事後評価時は実施機関提供資料に基づく。

化の急速な進展によって、上水及びエネルギー需要の増加が進むと同時に、地表水や地下水を含む水源の水質汚染や大気汚染といった環境問題も深刻化しており、上下水道インフラ整備及び集中熱供給施設や都市ガス供給施設整備が急務であった。事後評価時における本事業対象 6 都市は、伸び率は鈍化しているものの、さらなる人口増加、工業化・都市化が見込まれ、加えて、国家環境基準の厳格化に伴い、環境への負荷を最小限に抑えるためのインフラ整備に取り組むことが引き続き必要とされている。各セクターの開発ニーズを下記に示す。

- 下水道：本事業対象地域は降水量も河川も少なく、審査時においては処理水が直接砂漠に放出され、環境汚染の原因となっていた。6 都市の下水普及率は哈密市 75%（市街区のみ）、烏蘇市 70%、奎屯市 60%、阿勒泰市 75%、（吐魯番市、阿図什市については情報なし）であり、人口増加による汚水量の増加も見込まれ、下水道インフラ整備は急務であった。事後評価時、本事業による貢献もあり、各都市の下水道普及率は、哈密市 100%（市街区のみ）、吐魯番市 90%、烏蘇市 92%、奎屯市 90%、阿勒泰市 90%、阿図什市 98%まで改善した。国家汚水処理排出基準 [9]についても、本事業で汚水処理施設が整備された哈密市、吐魯番市は二級、奎屯市、阿勒泰市、阿図什市は一級 B を達成した。他方、今後も都市開発や人口増加による下水量増加が見込まれ、処理率や普及率を高める必要があり、引き続き開発ニーズは高い。
- 上水：審査時の水道普及率は哈密市 73%、吐魯番市 80%、烏蘇市 72%、奎屯市 67%、阿勒泰市 85%、阿図什市（ただし、配水管が未整備であった西市街区のみ）0%と、いずれも中国都市部の平均水道普及率 87%以下であった。人口増加による水需要の増加に対し、既存浄水場の給水能力では対応できないこと等も予測され、浄水場拡張・配水管網の整備が急務であった。事後評価時、本事業の貢献もあり、水道普及率は吐魯番市の 98%を除き、残り 5 都市は全て 100%を達成した。地下水の水質も審査時の五級から二級にまで改善した。しかし、今後も人口増加や都市化が進むことを考慮した場合、水道普及率 100%を保つための設備更新や拡大のニーズは引き続き存在する。
- 大気：審査時においては、冬期の暖房にエネルギー効率が低く、集塵装置や脱硫装置も不備であった小規模石炭ボイラーを使用しており、二酸化硫黄（以下、「SO_2」という）、二酸化窒素（以下、「NO_2」という）、総浮遊粒子状物質（以下、

[9] 都市下水処理場汚染物排出基準（GB18918-2002）:「一級基準 A」は 処理水を再利用水にすることが基本。処理水を希釈能力の弱い川や湖に流入させ都市景観用水や一般的再利用水などの用途に使用するときに適用。「一級基準 B」は処理水を地表水III類機能水域などに流入させるときに適用。「二級基準」は処理水を地表水IV、V類機能水域などに流入させるときに適用。「三級基準」は重点管理流域や水源保護区ではない地域の下水処理が、現地の経済条件と水汚染管理要求に基づく場合に適用。都市の下水処理場の処理水の排出先が、国と省が定める重点流域・湖沼・ダムなどの閉鎖・半閉鎖水域の場合には、一級基準の A が基準、GB3838 地表水 III 類機能水域（飲料水水源保護区と遊泳区域を除く）、GB3097 海水 II 類機能水域の場合には一級基準の B が基準となる（出所：日中友好環境保全センター）。

「TSP」という）の大気中の濃度は、冬期を中心に住宅地において満たされるべき国家二級基準は未達成であった。加えて、阿勒泰市では、都市ガス普及率が 56%と新疆ウイグル自治区都市平均の 89%と比べて低く、民生部門による石炭の使用も大気汚染の発生源となっており、集中型熱供給及び都市ガス施設の整備は急務であった。事後評価時は、集中熱供給の整備が進んだことで、小規模石炭ボイラーの数も大幅に減り、SO_2 と NO_2 等の主な大気汚染物質の年平均排出量も国家基準を達成している。しかし、2016 年から TSP に代わってモニタリングが義務化された PM10 については、吐魯番市と奎屯市が国家基準を達成できていない。小規模石炭ボイラーの使用もゼロには至っておらず、引き続き環境改善に向けた開発ニーズは高い。

以上、審査時、事後評価時ともに、上下水道及び大気に関する開発ニーズは高い。

３.１.３ 日本の援助政策との整合性

審査時の対中国援助政策は、「対中国経済協力計画」（2001 年～2006 年）、国際協力機構（JICA）（旧国際協力銀行（JBIC））の「海外経済協力業務実施方針」（2005 年～2007 年）及び「2006 年度国別業務実施方針」である。「対中国経済協力計画」（2001 年～2006 年）[10]では、対中国政府開発援助は、汚染や破壊が深刻になっている環境や生態系の保全、内陸部の民生向上や社会開発などを重視することを目標とし、6 つの重点分野を掲げている。中でも「環境問題など地球的規模の問題に対処するための協力」では、新再生可能エネルギーの導入及び省エネルギーに向けた努力を支援することを明示しており、本事業との整合性が高い。「海外経済協力業務実施方針」（2005 年～2007 年）については、効果的に途上国の環境問題に対処し、生活改善を支援するとともに、地球温暖化といった問題についても積極的に貢献するとしており、本事業との整合性が高い。「2006 年度国別業務実施方針 [11]」については「環境保全」が重視されており、上下水道についてはインフラ整備、人材育成を含む総合的な水利用効率の改善を目指す。大気については、集中型熱供給施設整備、天然ガス化事業、大気環境モニタリング整備導入及びこれらのソフト面での支援強化を支援することを目指しており、いずれも本事業との整合性は高い。

３.１.４ 事業計画やアプローチ等の適切さ

本事業では、下水に関する国家汚水排出基準が 2016 年に改定され、都市部の下水処理場は全て国家基準第 1 級 A を達成することが新たに求められた [12]。吐魯番市では予想以上の工業排水の増加等から本事業で整備された技術では同国家水質基準を達成することが困難となり、2017 年 3 月に本事業で整備した処理場の稼働を停止し

[10] 外務省「対中国経済協力計画」（2001 年～2006 年）
[11] JICA 提供資料に基づく。
[12] 同国家基準は都市部の全ての下水処理場に一律一級 A 基準を守るよう定めていたが、2018 年 5 月からは、各都市の下水の性質に合わせ、一級 B 基準も認められるようになった。

た。本事後評価における現地視察を行った際、同処理場は稼働しておらず、新たに国家基準第 1 級 A が達成可能な嫌気好気法[13]（以下、「AO 方式」という）の処理場の建設が進んでいた。本事業で整備された下水処理場ではラグーン処理方式[14]を採用しており、酸化処理が行われる酸化池 3 か所と沈殿池から構成されており、審査時に想定されていた下水の性質に対しては適切な技術の選択であったといえる。また本事業で整備された曝気施設等を含む処理場は事後評価時においては稼働を停止していたものの、今後は新処理場で活用される予定である。特に酸化池は新処理場の沈殿池として利用され、処理水はこれらの沈殿池での自然ろ過を経て、灌漑用水として再利用することが計画されていることから、本事業の評価を下げるものではないとした。

以上より、本事業は審査時、事後評価時とも中国の国家開発計画、新疆ウイグル自治区建設事業発展計画、新疆ウイグル自治区環境保護計画における、上下水道、集中熱供給、都市ガス及び水や大気の自然環境の総合的な質の改善を見据えた生活インフラ整備といった目標と合致している。加えて、審査時及び事後評価時の中国及び新疆ウイグル自治区の開発ニーズ、日本の審査時の対中国援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。

3.2 効率性（レーティング：②）

3.2.1 アウトプット

本事業は新疆ウイグル自治区の 6 都市において、下水道施設整備、上水道施設整備、集中型熱供給設備、都市ガス供給施設の建設、改修、資機材の調達を行うとともに、研修を実施するものであった。第 1 期の 4 都市（哈密市、吐魯番市、烏蘇市、奎屯市）の施設整備・調達機器については、国内資金を用いた別事業として実施等を理由に、アウトプットは主に縮小した。第 2 期の阿勒泰市及び阿図什市については計画どおり実施された（表 1）。

表 1　アウトプット：施設整備・調達機器

都市名・セクター	審査時		実績	差異（±10%）の有無及び理由
	内容	数量		
哈密市				
下水道施設整備	下水管渠新設及び改修	74.8km	49.8km	管径を広くし、総延長を短縮*
上水道施設整備	上水導水路建設	26.5km	31.4km	水源地から浄水場の導水管についてはほぼ変更なし。浄水場から配水管網の総延長については現状に合わせ 9.7km か

[13] 嫌気好気法は、主にりん除去を目的とした高度処理方式で、反応タンクが嫌気槽と好気槽の 2 つに分かれており、嫌気槽には活性汚泥を混ぜるためのかくはん機が設置されている（出所：横浜市環境創造局のウェブサイト http://www.city.yokohama.lg.jp/kankyo/より）。

[14] ラグーン処理方式では、下水や排水を酸化池と呼ばれる溜池で 5 日から 30 日間滞留させ、藻類や細菌等の自浄作用を利用し処理を行う方法。AO 方式に比べて、処理費用や維持管理費用は抑えられるが、広大な敷地面積が必要であり、滞留時間が長いため悪臭の発生等の問題もある（出所：国土政策技術総合政策研究所）。

				ら 14.3km に増加
	浄水場新設	5 万 m^3/日	計画どおり	—
	配水管渠新設及び改修	94.3km	99km	現状に合わせ総延長を増加
集中型熱供給設備整備	熱供給設備建設	3×29MW	計画どおり	—
	熱供給配管の敷設	56.4km	21.3 ㎞	本事業では 1 次管網整備のみ
	熱交換所の建設	31 箇所	計画どおり	—
吐魯番市				
下水道施設整備	下水管渠新設及び改修	50.4km	40.4km	管径を広くし、総延長を短縮*
	下水処理場新設	2 万 m^3/日	計画どおり	—
	既存下水処理場改修	詳細なし	詳細なし	詳細説明の提供なし
上水道施設整備	上水導水路建設	51.7km	46.9km	管径を広くし、総延長を短縮*
	配水管渠新設及び改修	77.7km	69.8km	
集中型熱供給設備整備	熱供給設備建設	3×46MW	計画どおり	—
	熱供給配管の敷設	26.0km	22.63km	想定されていた需要を若干下
	熱交換所の建設	25 箇所	21 箇所	回ったことで数量を調節
烏蘇市				
下水道施設整備	下水管渠新設及び改修	71.3km	71.6km	—
上水道施設整備	配水管渠新設及び改修	73.9km	67.4km	詳細設計時の現状に応じ調整
奎屯市				
下水道施設整備	下水管渠新設及び改修	73.2km	50.1km	差は別事業として実施予定
	下水処理場新設	6 万 m^3/日	計画どおり	—
	下水処理場拡張	4 万 m^3/日の処理能力を持つ既存処理場に活性汚泥槽を増設	計画どおり	—
上水道施設整備	配水管渠新設及び改修	81.0km	82.0km	—
集中型熱供給設備整備	熱供給設備建設	3×46MW	2×72MW	増加、ただし差異±10%以下
	熱供給配管の敷設	45.5km	47.4km	増加、ただし差異±10%以下
	熱交換所の建設	30 箇所	32 箇所	増加、ただし差異±10%以下
阿勒泰市				
下水道施設整備	下水管渠新設及び改修	59.8km	計画どおり	—
	処理水湖の新設	486 万 m^3	計画どおり	—
上水道施設整備	取水設備新設	1.6 万 m^3/日	計画どおり	—
	上水道水路建設	19.8km	計画どおり	—
	浄水場新設	1.6 万 m^3/日	計画どおり	—
	配水管渠新設及び改修	20.0 ㎞	計画どおり	—
集中型熱供給設備整備	熱供給設備建設	4×14MW	計画どおり	—
	熱供給配管の敷設	14.2km	計画どおり	—
	熱交換所の建設	14 箇所	計画どおり	—
都市ガス供給施設	LNG 気化設備建設	360 万 Nm^3/年	計画どおり	—
	ガス供給配管の敷設	15km	計画どおり	—
阿図什市				
下水道施設整備	下水管渠新設及び改修	67.86km	計画どおり	—
	下水処理場新設	0.35 万 m^3/日	計画どおり	—
	既存下水処理場拡張	0.8 万 m^3/日	計画どおり	—
上水道施設整備	配水管渠新設及び改修	22.7km	計画どおり	—
天然ガス熱供給施設整備	熱供給設備建設	28×1.4MW	計画どおり	—
		25×2.8MW	計画どおり	—
		8×4.2MW	計画どおり	—
	熱供給配管の敷設	41.6km	計画どおり	—
	中圧天然ガス配管の敷設	17.23km	計画どおり	—

出所：審査時は JICA 提供資料。実績は実施機関提供資料。
*：実施機関によれば、本事業で整備した上下水道の管渠はいずれも主管であったため、管径を広くし、総延長を短縮した場合であっても、配水面積（上水）や収集面積（下水）の計画と実績に大きな変更は生じていない。

研修については実施機関を対象とした上下水道事業、熱供給設備事業及び都市ガス供給事業に関する日本での研修が予定されていた。第 1 期については、2008 年 10 月 18 日から 27 日にかけて、北海道と東京での上下水道、廃棄物処理、暖房供給に関する技術研修が実施され、4 都市から合計 11 人が参加した。第 2 期については中

国における公務員の出国に関する規定が厳しくなったことから実施されなかった。

３.２.２ インプット

３.２.２.１ 事業費

審査時の総事業費は第 1 期 18,712 百万円（外貨 14,144 百万円、内貨 4,568 百万円、円借款対象 12,998 百万円）であった。実績は総事業費 15,408 百万円（外貨 10,586 百万円、内貨 4,822 百万円、円借款対象 10,586 百万円）、計画比 82%と計画内に収まった（表２参照）。吐魯番市については、計画比 127%と計画を上回ったものの、残り 3 都市ではアウトプットの縮小により計画を下回ったことによる。

表 2　事業費：第 1 期

（単位：百万円）

項目		審査時			実績値		
		外貨	内貨	合計	外貨	内貨	合計
哈密市	合計	3,992	839	4,831	1,964	849	2,813 (計画比 60%)
	うち円借款	3,992	0	3,992	1,964	0	1,964
吐魯番市	全体	3,151	616	3,767	3,301	1,477	4,778 (計画比 127%)
	うち円借款	3,151	0	3,151	3,301	0	3,301
烏蘇市	合計	921	153	1,074	858	176	1,034 (計画比 96%)
	うち円借款	921	0	921	858	0	858
奎屯市	合計	4,299	1,328	5,627	4,447	819	5,266 (計画比 94%)
	うち円借款	4,299	0	4,299	4,447	0	4,447
4 都市合計	合計	12,363	2,936	15,299	10,570	3,321	13,891 (計画比 91%)
	下水道	4,089	925	5,015	3,893	753	4,647
	上水道	4,137	778	4,934	3,123	1,225	4,347
	集中型熱供給	3,571	1,073	4,644	2,959	1,184	4,894
	うち円借款	12,363	0	12,363	10,570	0	10,570
研修	合計	16	0	16	16	0	16
	うち円借款	16	0	16	16	0	16
ﾌﾟﾗｲｽ・ｴｽｶﾚｰｼｮﾝ	合計	607	0	607	0	0	0
	うち円借款	607	0	607	0	0	0
予備費	合計	649	147	796	0	0	0
	うち円借款	13	0	13	0	0	0
建中金利	合計	508	109	617	0	832	832
	うち円借款	0	0	0	0	832	832
用地取得費	合計	0	233	233	0	0	0
	うち円借款	0	0	0	0	0	0
管理費	合計	0	1,143	1,143	0	670	670
	うち円借款	0	0	0	0	670	670
総事業費		14,144	4,568	18,712	10,586	4,822	15,408 (計画比 82%)
うち円借款		12,998	0	12,998	10,586	0	10,586

出所：審査時は JICA 提供資料。実績は案件情報管理シート及び実施機関。
（注 1）審査時の為替レート：1 米ドル＝117 円、1 米ドル＝7.93 元、1 元＝14.8 円／プライス・エスカレーション率：外貨 1.7%、内貨 0.0%／予備費率：5.0%／コスト積算基準時期：2006 年 12 月。事後評価時の為替レート 1 元＝14.47 円（2007 年 3 月～2015 年 6 月、月平均レート）。
（注 2）四捨五入の関係で、合計が一致しない箇所がある。

第 2 期の総事業費は 6,158 百万円（外貨 4,043 百万円、内貨 2,115 百万円、円借

款対象 3,802 百万円）であった。実績は総事業費 5,355 百万円（外貨 3,185 百万円、内貨 2,170 百万円、円借款対象 3,596 百万円）、計画比 87%と計画内に収まった（表３）。特に他の都市と比べて財政面での余裕がなかった阿図什市では主に人件費等の事業費の厳格な管理が実施され、計画比 63%と計画を大幅に下回ったことに起因する。

表 3　事業費：第 2 期

（単位：百万円）

項目		審査時			実績値		
		外貨	内貨	合計	外貨	内貨	合計
阿勒泰市	合計	2,002	827	2,829	2,335	1,737	4,072 (計画比 150%)
	うち円借款	2,002	0	2,002	2,335	0	2,335
阿図什市	全体	1,559	464	2,023	839	433	1,272 (計画比 63%)
	うち円借款	1,559	0	1,559	839	0	839
2 都市合計	合計	3,561	1,291	4,852	3,174	2,170	5,344 (計画比 110%)
	下水道	詳細情報なし			1,566	924	2,490
	上水道				514	351	865
	集中型熱供給				853	518	1,371
	都市ガス				241	377	618
	うち円借款	3,561	0	3,561	3,174	0	3,174
研修	合計	4	0	4	0	0	0
	うち円借款	4	0	4	0	0	0
ﾌﾟﾗｲｽ・ｴｽｶﾚｰｼｮﾝ	合計	214	0	214	0	0	0
	うち円借款	214	0	214	0	0	0
予備費	合計	177	65	242	0	0	0
	うち円借款	11	0	11	0	0	0
建中金利	合計	75	0	75	0	0	0
	うち円借款	0	0	0	0	0	0
ｺﾐｯﾄﾒﾝﾄ・ﾁｬｰｼﾞ	合計	12	0	12	11	0	11
	うち円借款	12	0	12	11	0	11
用地取得費	合計	0	232	232	0	0	0
	うち円借款	0	0	0	0	0	0
管理費	合計	0	527	527	0	0	0
	うち円借款	0	0	0	0	0	0
総事業費		4,043	2,115	6,158	3,185	2,170	5,355 (計画比 87%)
うち円借款		3,802	0	3,802	3,185	411	3,596

出所：計画は JICA 提供資料。実績は実施機関提供資料。
（注 1）審査時の為替レート：1 米ドル＝121 円、1 米ドル＝7.74 元、1 元＝15.6 円／プライス・エスカレーション率：外貨 2.4%、内貨 0.0%／予備費率：5.0%／コスト積算基準時期：2007 年 6 月。事後評価時の為替レート 1 元＝13.59（2007 年 12 月～2013 年 9 月、月平均レート）。
（注 2）四捨五入の関係で、合計が一致しない箇所がある。

以上、第 1 期の事業費は計画比 82%と計画内に収まり、アウトプットの減少に見合う金額であった。第 2 期については、アウトプットに変化はなかったが、主に阿図什市による事業費管理により計画比 86%に収まった。

３.２.２.２ 事業期間[15]

第 1 期の審査時における事業期間は 2007 年 5 月から 2012 年 12 月、合計 68 カ月（5 年 8 カ月）であった。実績は借款契約が調印された 2007 年 3 月から 2015 年 6 月、合計 98 カ月（8 年 2 カ月）であった。奎屯市の下水道整備を除く事業の期間は計画内に収まったが、奎屯市の下水道整備が計画より約 2 年 6 カ月長引いたことにより、第 1 期の事業期間は計画比 144%と計画を上回った。

第 2 期の審査時における事業期間は 2008 年 1 月から 2013 年 6 月、合計 66 カ月（5 年 6 カ月）であった。実績は借款契約が調印された 2007 年 12 月から 2013 年 9 月、合計 70 カ月（5 年 10 カ月）であった。阿勒泰市の集中熱供給整備が予定より 3 カ月延びたため、第 2 期の事業期間は計画比 106%と計画を若干上回った。

以上、第 1 期は奎屯市の下水道整備事業を除く事業は計画内に収まり、アウトプットの減少に見合う事業期間であった。しかし、奎屯市の下水道整備事業はアウトプットが減少したにもかかわらず計画を上回ったため、第 1 期の事業期間は計画を上回った。第 2 期については、アウトプットは計画どおりであったが、事業期間は計画を若干上回った。

３.２.３ 内部収益率（参考数値）

本事業では審査時、都市別、事業別の財務的内部収益率（以下、FIRR という）を計算しており、事後評価時においても再計算を試みた。情報収集が可能であった事業について結果は次の通りであった[16]。第 1 期については、哈密市の集中熱供給事業の FIRR を再計算したところ、審査時の 6%に対し、事後評価時はマイナス 0.02%であった。事業費は審査時よりも低く抑えられたもの、料金改定が見込めず、これによる収入の伸びが鈍化していることに起因する。吐魯番市については集中熱供給事業の FIRR を再計算した。事業費は審査時よりも増えたものの、ユーザーの増加による収入が見込めることから、審査時の 9.6%に対し、事後評価時は 17%と良好であった。同様に奎屯市の集中熱供給事業は審査時の 6.3%に対し、事後評価の FIRR は

[15] 完成の定義は「保証期間満了時」であった。

[16] 審査時の FIRR 算出の前提は次のとおり。費用は事業費及び運営・維持管理費、便益は料金収入、プロジェクト・ライフ 20 年であった。事後評価時においても同じ前提を用いることを試みたが、入手可能な情報が本事業に限定したものではなく、業務実施機関単位の情報（財務諸表と同様の内容）であったことや、そもそも本事業に限定した収入の情報がない、更新費に関する情報がない等であった。これらの理由から事後評価時において FIRR の再計算が困難であった事業の審査時の FIRR は次のとおり：［哈密市］下水 4.4%、水道 6%［吐魯番市］下水 10.3%、水道 7.5%［烏蘇市］下水 4.5%、水道 6.2%、［奎屯市］上水 6.3%［阿勒泰市］下水 4.5%、［阿図什市］水道 9.4%、集中熱供給 8.9%。吐魯番市の下水道事業については、本事業で整備した処理場が 2017 年から稼働していないことに加えて、今後は新たな浄水場の最終貯水池として利用されることから事後評価時の再計算は行わなかった。烏蘇市については情報提供がなかったため、事後評価時の FIRR は計算していない。また、阿図什市の集中熱供給事業に関しては、実施機関から入手した情報で再計算を試みたが、計算不可能という結果となった。入手した維持管理費用の値が非常に高く、本事業以外の維持管理費用が含まれている可能性が考えられる。従って、入手した維持管理費用の場合、20 年間で初期投資の回収をすることが極めて困難となるという結果となったと考えられる。

19%であった。他方、下水道事業の FIRR については、審査時の 4.7%に対し、事後評価時は料金改定の予定がなく収入が伸び悩むことから、マイナス 8%となった。第 2 期については、阿勒泰市の集中熱供給及び都市ガス事業、阿図什市の下水道事業の FIRR をそれぞれ再計算した。阿勒泰市の集中熱供給事業については、審査時の FIRR が 6.2%であったのに対し、事後評価時はマイナス 2%であった。運営・維持管理費の増加が料金収入の増加を上回り、料金改定がない限り、初期投資の回収に至らないためである。他方、都市ガスについては審査時の FIRR4.4%に対し、事後評価時は今後ユーザー増加による収入増加が見込めることから 19%と良好であった。阿図什市の下水道事業は審査時の FIRR10.4%に対し、料金収入の改定が見込めないことに加えて、2019 年に処理場をアップグレードするための追加投資を予定していることもあり、事後評価時はマイナス 9%であった。

本事業では、主に詳細設計時の需要が審査時に予測されていたよりも増加していなかったことにより第 1 期のアウトプットが減少した。加えて、一部の事業では円借款による資金調達の手続きが国内の資金調達よりも多く時間を要することから、別事業として国内資金で整備したこともアウトプットの縮小につながった。加えて、第 2 期については「３.２.２.１事業費」に記載しているとおり厳格な事業費の管理が実施され、両期とも事業費は計画内に収まった。事業期間については、第 1 期は奎屯市の下水道整備が長引いたこと、第 2 期については阿勒泰市の集中熱供給整備の若干の遅れにより、両期とも計画を上回った。

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

３.３ 有効性・インパクト[17]（レーティング：③）

３.３.１ 有効性

３.３.１.１ 定量的効果（運用・効果指標）

本事業のアウトカムは、「下水処理能力・上水供給能力の向上、水質汚濁・大気汚染原因物質の削減」である。上下水道、集中熱供給、都市ガス（第 2 期のみ）のそれぞれの主要指標の目標値については、第 1 期は 4 都市の合計、第 2 期は 2 都市の合計が設定されていた。また、両期とも目標年は事業完成時に設定されていた。本事後評価でも審査時の定義に基づく評価を行った[18]。

[17] 有効性の判断にインパクトも加味して、レーティングを行う。
[18] 本事後評価では主要指標に加えて、事業のより詳細な運用効果を把握することを目的とし、各セクターの補助指標も設定した。しかし合計 15 社の業務実施部門の足並みが揃わず、主要指標に限定した評価を行った。

A)　下水道事業（表４）

第 1 期については、5 つの主要指標のうち、事業完了時の 2012 年において①下水処理人口、②下水処理量及び③下水処理率のいずれも目標値の 80%以上を達成しており、2015 年から 2017 年の実績も年々上昇傾向にある。なお、②下水処理量は事業完了時から目標値の 86%は達成できているが、2017 年時点においても 88%と、100%達成には至っていない。これは哈密市のみ目標達成率が 54%と低いことに起因する。哈密市では、審査時に想定されていた工業団地の入居者が減少していることにより下水処理量が伸び悩んでいる。水質に係る④放流水の生物化学的酸素要求量（Biochemical Oxygen Demand[19]、以下「BOD」という）濃度及び⑤放流水の COD[20]濃度については、哈密市、烏蘇市、奎屯市は目標を達成しているが、吐魯番市は事業完了時の BOD 濃度は達成したものの、2015 年から 2017 年は濃度が増している。同市は、放流水の COD 濃度に至っては事業完成時から達成できてない。吐魯番市の下水道会社によれば、同市は地理的な優位性を生かした経済開発区の建設が進んだことで、下水の性質が変わり、既存の処理方法では処理が困難となったことから、放流水の BOD、COD 濃度の目標値が未達成とのことであった。しかし、この事態を深刻に受け止め、2018 年末の稼働開始を目指し、現在新たな処理場を建設している（詳細は「３.１.４　事業計画やアプローチの適切さ」を参照）。総じて第 1 期の下水事業については、事業完了時から事業効果が発現していることが認められ、有効性は高い。

表 4　運用効果指標：下水事業

（a）第 1 期

指標名	基準値 2007 年	目標値 事業完成時	実績値 括弧内は目標達成度			
			2012 年 事業完成時	2015 年 事業完成 3 年目	2016 年 事業完成 4 年後	2017 年 事業完成 5 年後
①　下水処理人口 （万人）	42.3	78.8	73.0 (93%)	82.4 (105%)	83.1 (104%)	87.6 (111%)
②　下水処理量 （万㎥/日）	10.1	23.5	20.1 (86%)	20.2 (86%)	20.2 (87%)	20.6 (88%)
③　下水処理率 （%）	63.0	97.9	98% (100%)	99% (101%)	100% (101%)	100% (101%)
④　放流水の BOD 濃度（mg/L）	18～121	≦20～36	20～35 (100%)	21～*38* 4 都市のうち 3 都市は達成	20～*41* 4 都市のうち 3 都市は達成	20～*58* 4 都市のうち 3 都市は達成
⑤　放流水の COD 濃度（mg/L）	59～226	≦60～100	40～*110* 4 都市のうち 3 都市は達成	42～101 4 都市のうち 3 都市は達成	41～*124* 4 都市のうち 3 都市は達成	40～*141* 4 都市のうち 3 都市は達成

[19] 生物化学的酸素要求量とは、水中の有機物が好気性微生物の働きによって分解されるときに消費される酸素の量。値が大きいほど水質汚濁は著しい（出所：公益社団法人日本水環境学会）。

[20] 化学的酸素要求量は水中の有機物を酸化剤で酸化した際に消費される酸素の量。値が大きいほど、水中に有機物等が多く、汚濁負荷が大きい（出所：公益社団法人日本水環境学会）

（b）第 2 期

指標名	基準値 2007 年	目標値 事業完成時	実績値括弧内は目標達成度			
			2013 年 事業完成時	2015 年 事業完成 2 年目	2016 年 事業完成 3 年後	2017 年 事業完成 4 年後
① 下水処理人口（万人）	9.7	19.0	*13.9* *(73%)*	*14.7* *(77%)*	*15.0* *(79%)*	15.1 (80%)
② 下水処理量（万㎥/日）	2.3	5.5	*3.5* *(63%)*	4.4 (80%)	4.2 (76%)	4.3 (77%)
③ 下水処理率（%）	70.0	98.0	90.0% (92%)	95.0% (103%)	97.5% (103%)	99.0% (102%)
④ 放流水の BOD 濃度（mg/L）	70～90	≦40～80	30～68 (100%)	29～65 (100%)	32～69 (100%)	28～60 (100%)
⑤ 放流水の COD 濃度（mg/L）	80～150	≦80～150	15～130 (100%)	26～128 (100%)	19～115 (100%)	16～120 (100%)

出所：基準値及び目標値は JICA 提供資料、実績値は実施機関提供資料。
注：斜体文字は目標値達成度合いが中程度（50%以上、80%未満）。

第 2 期の阿勒泰市、及び阿図什市については、5 つの指標のうち①下水処理人口及び②下水処理量のいずれも目標達成度合いは 50%以上、80%以下と中程度である。実施機関によれば、この背景には、審査時の人口増加予測が過大評価されていたことによる。特に阿図什市については、6 都市の中で最も発展が遅れており、審査時の人口増加に至っていないことから下水処理人口も下水処理量も伸び悩んでいる。③下水処理率、④放流水の BOD 濃度及び⑤放水量の COD 濃度については、目標は達成しており、事業完成時において一定の効果が発現していることが認められる。

総じて、両期とも下水事業については効果がおおむね計画どおり発現している。

B）上水道事業（表５）

上水道事業の主要指標は、①水道普及率、②給水人口、③給水量である。第 1 期はいずれの指標も 2012 年時点において、目標値の 90%以上は達成し、事業効果が発現している。なお、2012 年の給水人口の目標達成度合いが 90%であった理由は、哈密市、烏蘇市、奎屯市の 3 都市について 2012 年時点から各々の目標を 100%達成できていたが、吐魯番市のみ、想定していた以上に人口の増加が緩やかであったことから、目標達成度合いが計画の 57%と中程度だったことに起因する。ただし、2017 年には 97%まで増加している。

哈密市第四浄水場：
高速凝集沈澱池

表 5　運用効果指標：水道事業

（a）第 1 期

指標名	基準値 2007 年	目標値 事業完成時	実績値 括弧内は目標達成度			
			2012 年 事業完成時	2015 年 事業完成 3 年目	2016 年 事業完成 4 年後	2017 年 事業完成 5 年後
①　水道普及率 （%）	72.7	99.6	99.7 (100%)	100 (100%)	100 (100%)	100 (100%)
②　給水人口 （万人）	46.0	79.3	71.6 (90%)	85.6 (108%)	90.7 (114%)	97.0 (122%)
③　給水量 （万㎥/日）	18.2	30.0	39.9 (111%)	43.4 (121%)	44.9 (125%)	46.9 (131%)

（b）第 2 期

指標名	基準値 2007 年	目標値 事業完成時	実績値括弧内は目標達成度			
			2013 年 事業完成時	2015 年 事業完成 2 年目	2016 年 事業完成 3 年後	2017 年 事業完成 4 年後
①　水道普及率 （%）	85	100	100 (100%)	100 (100%)	100 (100%)	100 (100%)
②　給水人口* （万人）	6.7	10.7 （うち阿勒泰市は 8.5）	*5.6* *(52%)* *(阿勒泰市のみ 66%)*	*5.5* *(51%)* *(阿勒泰市のみ 65%)*	*5.7* *(53%)* *(阿勒泰市のみ 67%)*	*5.8* *(54%)* *(阿勒泰市のみ 68%)*
③　給水量 （万㎥/日）	2.1	4.1	4.7 (114%)	5.1 (123%)	5.2 (128%)	5.3 (130%)

出所：基準値及び目標値は JICA 提供資料、実績値は実施機関提供資料。
注：斜体文字は目標値達成度合いが中程度（50%以上、80%未満）。
*：阿図什市の給水人口に関する実績値は第 2 次現地調査においても提出されなかった。従って、表は阿勒泰市の実績のみ記載。

第 2 期については、2013 年の事業完成時における①水道普及率及び③給水量の目標達成度合いは 100%以上を達成している。②給水人口については、阿図什市の実績値の提出がなかったため [21]、表 5（b）では阿勒泰市の実績値のみ記載している。阿勒泰市の同指標の目標値は 8.5 万人であったため、単独の場合でも目標達成率は 2013 年時点で 66%、事後評価時でも 68%と中程度である [22]。実施機関によれば、この背景にはフィージビリティー・スタディ時の人口増加率が過大評価されていたためである。3 つの主要指標のうち②給水人口のみ達成度合いが中程度であることから、第 2 期についても効果が発現していると判断した。

総じて、上水に関しても両期ともおおむね計画どおりの効果が発現している。

C）集中熱供給、及び都市ガス（表 6）

第 1 期は集中熱供給事業のみのため、主要指標は①受益者数、②SO_2 排出削減量、③窒素酸化物(以下、NO_X という）排出削減量、④TSP 排出削減量である。2012 年の事業完成時における目標達成度合いは、全ての指標で 100%以上であった。都市別の目標達成度合いも同様に 100%であり、4 都市全てにおいて事業効果が高い。

[21] 第 2 次現地調査の際、阿図什市では人手不足及び激しい人員の入れ替わりにより、本事後評価の指標の再提出を見送った経緯がある。
[22] 仮に阿図什市が 2.2 万人の目標値を 100%達成できていた場合でも、2013 年の達成度合いは 73%と有効性は中程度となる。

表 6 運用効果指標：集中熱供給と都市ガス

（a）第 1 期

指標名	目標値 事業完成時 *	実績値 括弧内は目標達成度			
		2012 年 事業完成時	2015 年 事業完成 3 年目	2016 年 事業完成 4 年後	2017 年 事業完成 5 年後
① 受益者数（万人）	28	28 (101%)	36 (120%)	38 (126%)	41 (147%)
② SO_2 排出削減量（t/年）	1,186	1,258 (106%)	1,586 (129%)	1,587 (134%)	1,539 (130%)
③ NO_X 排出削減量（t/年）	619	642 (104%)	895 (132%)	866 (144%)	797 (129%)
④ TSP 排出削減量（t/年）	20,834	21,871 (105%)	26,543 (129%)	27,825 (127%)	26,253 (126%)

（b）第 2 期

指標名	目標値 事業完成時	実績値括弧内は目標達成度			
		2013 年 事業完成時	2015 年 事業完成 2 年目	2016 年 事業完成 3 年後	2017 年 事業完成 4 年後
① 熱供給施設受益者数（万人）	約 9.2	13.02 (142%)	14.1 (153%)	14.4 (157%)	14.6 (158%)
② 都市ガス供給受益者数（万人） （阿勒泰市のみ）	約 5.5	*4.2* *(77%)*	4.6 (84%)	4.8 (88%)	5.0 (92%)
③ SO_2 排出削減量（t/年）**	480	402 (84%)	472 (98%)	*情報なし*	*情報なし*
④ NO_X 排出削減量（t/年）**	845	636 (75%)	783 (93%)	*情報なし*	*情報なし*
⑤ TSP 排出削減量（t/年）**	3,530	*1,890* *(54%)*	*2,367* *(67%)*	*情報なし*	*情報なし*
⑥ 石炭使用削減量（t/年）	49,050	45,600 (93%)	45,705 (93%)	46,400 (95%)	46,500 (95%)

出所：基準値及び目標値は JICA 提供資料、実績値は実施機関提供資料。
注：斜体文字は目標値達成度合いが中、もしくは低程度。
*：第 1 期の目標値は詳細設計時の値を確認したところ、事前事業評価表に記載されている値と異なっていたため、実施機関との協議のもと修正を行った。
**:新国家排出基準に含まれていないという理由から、2016 年と 2017 年の実績値の提出はなかった。

都市ガス整備事業（阿勒泰市）

集中熱供給（天然ガス）ボイラー
（阿図什市）

第 2 期については集中熱供給施設整備に加えて、都市ガス施設整備も実施されたことから、主要指標として①受益者数、②都市ガス供給受益者数、③SO_2 排出削減量、④NO_X 排出削減量、⑤TSP 排出削減量、⑥石炭使用削減量が設定された。2013 年の事業完成時における目標達成度合いは①、③、⑥については 80%以上であったが、

②、④、⑤については 50%以上、80%以下と中程度であった。ただし、②都市ガス供給受益者数については、事業完成後増加傾向にあり、事後評価時には 92%まで上昇している。大気環境改善効果を示す③、④、⑤については、2015 年には、⑤を除き 90%以上は達成しており、第 2 期の集中熱供給及び都市ガス事業についても効果が認められる。

総じて、両期の集中熱供給事業、第 2 期の都市ガス事業についてもおおむね計画どおりの効果が発現していることが認められる。

以上、第 1 期、第 2 期の下水道事業、上水事業、集中熱供給事業、第 2 期の都市ガス事業に関して、主要指標の目標達成度合いは中程度もしくは高い。中程度の場合でも 2015 年から年々増加傾向にあり、事後評価時の 2017 年には 80%以上を達成できており、総じて両期ともおおむね計画どおりの効果が発現していることが認められる。

３.３.１.２ 定性的効果（その他の効果）

本事業の定性的効果は「対象 6 都市の下水処理能力・上水供給能力の向上による住民の生活環境の改善及び生活水準の向上」であった。これは本事業のインパクトレベルの効果として理解できるため、「３.３.２.１ インパクトの発現状況」で評価を行った。

３.３.２ インパクト

３.３.２.１ インパクトの発現状況

本事業のインパクトは「6 都市の環境改善及び住民の生活水準の向上に寄与する」である。

同インパクトを定量的に把握する指標として、第 2 期のみ、2 都市合計年間約 11 万トン相当の二酸化炭素（以下「CO_2」という）排出削減効果が見込まれていた。実績としては、2015 年及び 2016 年は 11.3 万トン、2017 年は 11.4 万トンと、いずれも計画を若干上回る CO_2 排出削減効果が認められる [23]。

本事後評価では上記インパクトについて、CO_2 排出削減効果以外の統計の入手が困難であったため、受益者を対象としたグループインタビューを通じた定性的な分析を行った。グループインタビューでは、①本事業と現在の上下水、熱供給、都市ガスのサービスについての満足度及び②上下水、集中熱供給、都市ガスのサービスが向上したことによる事業前後の生活や健康状態の変化について確認した

[23] 第 1 期の 4 都市については定量的効果としての CO_2 排出削減量は設定されていなかったことに加えて、中国の熱供給事業における新排出基準は SO_2、NOx 及び煤じんの排出量に限られており、CO_2 排出量に関する規制がないことを理由に、いずれの都市も CO_2 排出削減量のモニタリングを実施しておらず、実績値の入手は困難であった。従って本事後評価では審査時通り、第 2 期の CO_2 排出削減効果のみ評価をおこなった。

[24]。都市別、セクター別の調査結果を表 7 に示す。①については、いずれの都市及びセクターにおいても調査対象者全員が「非常に満足」と回答しており、満足度は非常に高かった。特に事業前の整備状況が悪かった下水と集中熱供給については、事業後の改善度合いが大きいことから、調査対象者の満足度が特に高かった。下水については、事業前は生活排水が垂れ流しであった状況が大幅に改善し、事業後は衛生環境、生活環境、都市環境が改善した。集中熱供給については、事業前後に利用していた小型石炭ストーブや小規模石炭ボイラーと比べて、室内温度が安定し、各都市における大気環境改善が生活環境に大きな変化をもたらしたという意見が多かった。上水については、事業前、一部の住民が井戸水を利用していた烏蘇市、奎屯市及び阿図什市（西市街区）を除き、いずれの都市も事業前から整備が進んでいたこともあり、生活環境や生活水準への変化は下水や熱供給ほど大きくはなかったが、サービスが改善したことで水圧が改善した等、水供給がさらに安定した。井戸水を利用していた住民は水を運ぶ時間と労力が不要になり生活の質が向上した。

表 7　事業のインパクト：グループインタビューから得られた主な結果

セクター	結果
下水道	**① 本事業と現在のサービスの満足度** • 6 都市とも「非常に満足」と回答。主な理由は、サービスの内容が多様化し質が上がっている（排水管網の詰まりが劇的に減った）、対応時間も早いであった。 **② サービスが向上したことによる事業前後の生活の変化** • 事業前、下水管に接続していなかった住民の場合、事業前は平屋の外に穴を掘る、近場の公衆トイレを利用する等で対応していたが、事業後は平屋も下水管に接続したため、室内水洗トイレを整備し、住環境・衛生環境が大幅に改善した。事業前から集合住宅に住み、下水管に接続していた住民の場合、事業前は生活排水が道路や川に垂れ流しになっていたこと及び排水管の管径が狭かったため詰まることが多かったこと等から頻繁に汚臭がした。事業後、全体的に町が清潔になり景観も改善した。水による疾患については事業前後で大きな変化は感じていない。
上水道	**① 本事業と現在のサービスの満足度** • 6 都市とも「非常に満足」と回答。事業前後で断水は計画断水に限定されるようになり、水質に関する情報も毎月提供され、水圧も安定している。料金の支払い方法も選択肢が増えた。維持管理作業も水道の利用が少ない夜間に行うといった配慮もしており、サービスが大幅に改善したこと等が主な理由であった。 **② サービスが向上したことによる事業前後の生活の変化** • 事業前、井戸水を利用していた烏蘇市、奎屯市、阿図什市の一部の調査対象者以外は、事業前から水道が整備されており、源水の水質が良かったため、事業による大きな生活の変化は他のセクターと比べるとそれほど感じていない。 • 事業前、井戸水を利用していた住民の場合、事業前は 2～3 日分の水を井戸から瓶で家族総出で運んでいた。平均して徒歩約 5 分～10 分以内の井戸を 3～4 回往復していた。事業実施後は、水を運ぶ時間と労力が不要になり生活の質が向上した。
集中熱供給	**① 本事業と現在のサービスの満足度** • 5 都市とも「非常に満足」と回答。主な理由は、サービス内容が充実し、熱供給会

[24] グループインタビューの概要を次に示す。調査対象者は 6 都市における本事業対象区域から最低 10 人の受益者を実施機関が招集。招集方法は実施機関が対象地域内の住民委員会や不動産管理会社に連絡し、グループインタビュー実施の日時を伝えた上、参加可能な住民を募った。実施日は 2017 年 12 月 3 日から 19 日の期間内における合計 6 日間。調査対象となった受益者は 6 都市合計 73 人（男性 40 人、女性 33 人）。年齢は 20 代から 80 代までの全ての年齢層を網羅した。

	社のホットラインの対応も早い、であった。 **② サービスが向上したことによる事業前後の生活の変化** • 事業前の大気環境は非常に悪く、常に粉じんが飛んでおり、鼻腔が黒くなる、咳込む、目や喉が痛む等の症状があった。小型石炭ストーブや小規模石炭ボイラーでは、室内の温度が安定せず、子どもや高齢者は風邪や関節の痛みなどの病気になりやすかった。小型石炭ストーブを利用していた住民の場合、一酸化炭素中毒リスクも常にあった。事業後、室内温度が 24 時間一定に保たれるようになり総じて健康状態が安定した。
都市ガス (阿勒泰市のみ)	**① 本事業と現在のサービスの満足度** • 調査対象者全員が「非常に満足」と回答。 **② サービスが向上したことによる事業前後の生活の変化** • 事業前は各世帯でガスボンベを交換する必要があったが、事業後はこの労力も必要なくなった。大気汚染の心配もなく利便性が高い。いつでも温かいお風呂に入ることが可能となり、安全で快適な生活が可能になった。

出所：グループインタビュー結果を評価者がまとめたもの。

総じて、事業対象都市における、①住民の生活環境の改善及び生活水準の向上、②上下水道、集中熱供給、都市ガス供給能力の向上とサービス改善について、本事業による一定の貢献が認められる。

３.３.２.２ その他、正負のインパクト

① 自然環境へのインパクト[25]

本事業に係る環境影響評価報告書（Environmental Impact Assessment、以下「EIA」という）はいずれも新疆ウイグル自治区環境保護局による承認を得ている[26]。審査時においては、6 都市に共通した次の汚染対策の実施に重点が置かれた。①下水処理場及び集中熱源工場からの排水は、中国の排水基準を満たすように処理し、河川や砂漠等に放流する。下水処理排水の一部は植林の灌漑用水に利用する。②下水処理場で発生する汚泥については、一部植林の肥料として利用する。汚染の度合いが高いものについては、既存の埋立処分場にて適切に処分する。③事業開始後の大気汚染等については、集塵装置や脱硫装置の設置等の対策をとることで、中国国内の環境基準を満たす、以上 3 項目であった。①については、第 2 期の下水処理場からの排水は、周辺のアルカリ性の土地を改善する効果が見込める酸化池処理を行った後、主に処理場周辺の植樹灌漑に用いられることで長期的には環境を緑化し、空気の浄化につながることも示されていた。施工時の環境対策やモニタリングについては、両期とも各都市を管轄するそれぞれの環境観測ステーションが、騒音、水質、大気汚染、排水等についてモニタリングする予定であった。視察時に確認した記録や聞き取り調査から、審査時の計画に沿った適切な対策が講じられ、各都市の環境保護局によるモニタリング、及び指導が行われたことが確認できた。

[25] 本事業では、第 1 期の大気汚染負荷緩和の定量的なインパクトとして、小規模汚染排出源の抑制による約 15 万トンの CO_2 排出削減効果が想定されていた。しかし、2012 年に国家大気環境基準が改訂されて以降、CO_2 のモニタリングが行われていないことから情報を持ち合わせていないとの回答を実施機関から得たため、同インパクトについては本事後評価では対象外とした。

[26] 新疆ウイグル自治区環境保護局による承認は、吐魯番市 2007 年 1 月、哈密市、烏蘇市及び奎屯市は 2007 年 2 月、阿勒泰市及び阿図什市は、2006 年 12 月及び 2007 年 8 月。

なお、事後評価時の上下水道の水質、及び大気の汚染物質のモニタリングは、各市政府の衛生環境局と環境保護局がリアルタイムでそれぞれ厳格なモニタリングを行っている。以上、施工時、事後評価時において環境へのインパクトは最低限に留めることができており、環境への負のインパクトは認められない[27]。

② 住民移転・用地取得

審査時、第 1 期は哈密市と吐魯番市において合計約 52ha の用地取得が必要となる予定であった。実績は 51.6ha とほぼ計画通り、中国国内手続きに沿って行われた。第 2 期については、阿勒泰市と阿図什市の下水道施設整備のため、審査時すでに国が所有する約 148ha の土地の使用権を、国内手続きに沿って取得済みであった。これらの土地は国から振り分けられた荒れ地であったため、住民移転や補償等も発生していない。

③ その他正負のインパクト

審査時、「その他正負のインパクト」として貧困削減促進が期待されていた。当時の 6 都市の貧困率は、奎屯市の 1.2%を除き、残り 5 都市は全国平均 2.8%を上回っていた。6 都市全てにおいて貧困層への配慮として、上下水道、熱供給の料金減額制度があり、事業完了後も引き続き本事業に適用されることで、貧困削減促進に寄与することが期待されていた。事後評価時、入手可能であった最新の貧困率は 2016 年であった。これによれば、第 1 期の 4 都市の貧困率は下がり全国平均よりも低いものの、第 2 期の阿勒泰市と阿図什市はそれぞれ 15.6%と 35.3%と悪化している。全都市において貧困世帯を対象とした公共料金の一部免除が実施されているが、本事業と貧困削減促進の関連性については明確な根拠はない。

小規模石炭ボイラーの跡地：
哈密市の公園

本事業の想定されていなかった「その他正負インパクト」として、次の２つがあげられる。①集中熱源工場を整備することで、既存の小規模石炭ボイラーの撤去が可能となり、跡地を再利用することが可能となった。現地視察の際、いくつかの小規模石炭ボイラーの跡地に熱交換ステーションが整備されていることを確認した。他方で、緑地、公園、シェアリング自転車置き場等の新たな公共施設や、公務員用の食堂に生まれ変わったケースもあり、市民のより便利で快適な生活にも繋がっている。②阿勒泰市の汚水処理場については、処理後の排水が再生水池に放流され循環水として再利用されている。これにより、排水先河川の克蘭河は排水ゼロ排出を実現し、周辺の生態環境の改善にも貢献したことで 2013 年には全

[27] 審査時、両期の事業対象地域は、国立公園等の影響を受けやすい地域またはその周辺に該当せず、自然環境への望ましくない影響は最小限であると想定されていた。事後評価の現地視察の際、計画当初の想定が正しく、特段問題は発生していないことが確認できた。

国都市下水処理場省エネ・排出削減実績評価で優秀達成機関に選ばれた。以上、想定されていなかった正のインパクトも認められる。

本事業のアウトカムは、「下水処理能力・上水供給能力の向上、水質汚濁・大気汚染原因物質の削減」であり、インパクトは「6 都市の環境改善及び住民の生活水準の向上に寄与する」である。アウトカムについては、有効性の主要指標から、第 1 期・第 2 期とも目標を達成できている。定量的なインパクトとしては、第 2 期の CO_2 排出削減について、審査時に期待されたとおりのインパクトが認められる。定性的なインパクトとしては、受益者へのグループインタビュー結果に基づく評価を行った結果、いずれのセクターでも、事業内容やサービスについても満足度が高く、事業前後の生活環境、生活水準、自然環境の改善も大きく、本事業による貢献度が高いことが伺える。施工時及び事後評価時の環境モニタリングや環境汚染対策については、計画に基づき実施され、環境への負のインパクトも抑えられている。用地取得については国有地の荒れ地が振り分けられたことから、住民移転も補償金の支払い等も発生していない。その他正負のインパクトについては、貧困削減促進については直接的な関係性は認められないが、審査時に予定されていた貧困層を対象にした料金減額制度は引き続き適用されており、貧困層への対策も取られている。また、小規模石炭ボイラーの跡地が市民の生活環境改善に貢献する施設に生まれ変わるなど、想定されていなかった正のインパクトも発現している。

以上より、本事業の実施によりおおむね計画どおりの効果の発現がみられ、有効性・インパクトは高い。

３.４ 持続性（レーティング：③）

３.４.１ 運営・維持管理の体制

本事業で整備されたインフラ施設の運営・維持管理の担当である事業実施部門を表８に示す。現地調査での視察、従業員への聞き取りを通じ、全ての事業実施部門において、組織図、及び運営・維持管理の意思決定プロセスが明確であることを確認した。上下水道、集中熱供給、都市ガスの全てのセクターにおいて、正常な運営・維持管理を確保するための人材規模が確保され、従業員の労働状況についても安全かつ効率的な業務遂行のための無理のない交代制が確保できている。

表 8　審査時と事後評価時の事業実施部門と体制*

都市名	セクター	審査時の 事業実施部門名*	事後評価時の事業実施部門名 審査時からの変更の有無、 事業実施部門名/企業種類 /従業員数、技術者数**
哈密市	下水道	哈密市汚水処理場	変更なし／国有企業 136 人（うち技術者 81 人）
	上水道	新疆哈密市自来水公司	哈密水務有限公司／国有企業 110 人（うち技術者 44 人）
	集中型熱供給	哈密市明珠供熱 有限責任公司	変更／国有企業 141 人（うち技術者 96 人）
吐魯番市	下水道 上水道	中国新疆吐魯番市 万泉供排水公司	変更なし／国有企業 合計未提出（うち技術者 14 人）
	集中型熱供給	吐魯番市熱力公司	変更なし／国有企業 79 人（うち技術者 57 人）
烏蘇市	下水道 上水道	烏蘇市汚水処理場 烏蘇市自来水公司	烏蘇市供排水有限責任公司／国有企業 108 人（うち技術者 23 人）
奎屯市	下水道	奎屯市汚水処理場	変更なし／国有企業 合計未提出（うち技術者 33 人）
	上水道	奎屯市自来水公司	変更なし／国有企業 65 人（うち技術者 24 人）
	集中型熱供給	奎屯市供熱公司	奎屯ジュンガル熱力有限責任公司 ／民間企業 65 人（うち技術者 22 人）
阿勒泰市	下水道	阿勒泰市汚水処理場 （38 人）	変更なし／国有企業 75 人（うち技術者 68 人）
	上水道	阿勒泰市金山供水公司 （88 人）	変更なし／国有企業 71 人（うち技術者は 59 人）
	集中型熱供給	阿勒泰市工業集中供熱 有限責任公司（89 人）	変更なし／国有企業 89 人（うち技術者 71 人）
	都市ガス供給	華麗燃気投資 有限責任公司 （38 人）	阿勒泰広匯天然気有限責任公司 ／民営企業 168 人（うち技術者は 118 人）
阿図什市	下水道 上水道	阿図什市供排水公司 （80 人）	阿図什市康泉供排水有限責任公司 ／国有企業 64 人（うち技術者 44 人）
	集中熱供給 （天然ガス）	阿図什市熱能公司 （104 人）	阿図什光正熱力有限責任公司 ／民営企業 44 人（全員技術者）

出所：審査時は JICA 提供資料。事後評価時は実施機関提供資料。
*：第 1 期については各事業実施部門の人員数に関する情報はない。また、全ての事業実施部門が国有企業であった。
**：技術者とは国家資格や専門資格を有する職員。

審査時における事業実施部門は全て国有企業であったが、事後評価時、15 社中 3 社（奎屯ジュンガル熱力有限責任公司、阿勒泰広匯天然気有限責任公司、阿図什光正熱力有限責任公司）は民営化されている [28]。中国では、効率的な経営を実施することを目的とし、公共サービス部門においても民営化が進んでいるが、事後評価時において、民営化された事業実施部門も含め、全ての事業実施部門の組織図が明確であり、運営・維持管理に必要な規模であるとともに、意思決定・指示系統、指導・監督等の体制も機能しており、本事業の持続性を確保するための十分な体制である。

[28] 奎屯ジュンガル熱力有限責任公司と阿図什光正熱力有限責任公司の場合、いずれも資産及び返済責任も民間企業に移ってはいるものの、地元政府及び自治区財政庁が返済を担保している。阿勒泰広匯天然気有限責任公司の場合、返済責任は市政府にあり、自治区財政庁が担保している。いずれも監理の権限は各市政府にある。

３.４.２ 運営・維持管理の技術

本事業の事業実施部門の運営・維持管理の技術は、本事業によって整備された施設で採用されている技術の熟知度、特に国家資格取得者人数、研修制度、運営・維持管理マニュアルの整備や活用状況を基に評価を行った。

職員の運営・維持管理の技術水準と研修制度については、上下水道、集中熱供給、都市ガスの大半の事業実施部門において、必要な国家資格を有する技術者や専門知識を有するエンジニアが約 6 割から 7 割配置されており、技術に関する課題はない（表８参照）。国家資格が必要な業種は、主に電気工、電気溶接工、脱硫、水処理・水質、ボイラー操作、メーター作業員、水道熱作業員等である。資格取得証明書はそれぞれの事業実施部門が管理している。研修については、全ての事業実施部門において、各部署が毎年研修ニーズを把握し「人的資源部」に報告し、同部門が年間人材育成計画を作成し、必要な予算が次年度の予算に盛り込まれ、ほぼ計画通りに実施されている。内部研修（国内専門家を招いての座学、メーカーによる研修等）と外部研修機関を組み合わせ、技能評価も定期的に行っている。外部研修は特に国家資格が必要な電気、管工、ボイラー操作、水質検査、下水配管工、下水処理捜査員等の専門職が対象であり、多くの場合、烏魯木斉市で行っている。上下水道については市や自治区レベルの供排水協会が実施する技術研修もある。国家資格には初級、中級、上級があり、それぞれ取得するためには 3 年～5 年の現場での経験、座学、国家試験合格が条件となっている。職員全員が必ずなんらかの研修を受け、常に知識のアップデートが図られている。現場ではベテラン技師と若手をチームとして組ませ、職場での技術やノウハウの継承も行われている [29]。

各種資格取得証明書
（阿勒泰市の都市ガス事業）

運営・維持管理マニュアルの整備・活用状況については、上下水道、集中熱供給・都市ガスの全ての事業実施部門で整備されている。マニュアルの原本は各事業実施部門内の部門ごとに保管・管理されており、主な作業工程については内容をポスターサイズに拡大し、壁に設置され、常に参照できるようになっている。運営・維持管理記録も主要設備・フロー毎に記録され、日誌も記入している。水質検査についても国家環境保護局が定める頻度で水質のモニタリング・記録を行っている。

[29] 本邦研修については、第 1 期のみ実施されたが、同研修に参加した研修生のうち事後評価時も各業務実施部門に所属しているのは奎屯市の 3 名のみ。本邦研修は本事業で導入すべき技術や機材の具体化につながったとのことであった。なお、他 3 都市の研修参加者は、管理職についている職員であったため、事後評価時、すでに異動もしくは転職しており、業務実施部門には残っていない。奎屯市の場合、各事業実施部門から技術的な専門性を持つ実務レベルの有望な若手職員を選定し、研修に参加させたため、事後評価時も各事業実施部門に在籍し、現場の中間管理職として活躍している。

以上、いずれの事業実施部門においても、運営・維持管理を担っている従業員の技術レベルは適切であり、研修制度も整っており、常に技術レベルの維持と改善に取り組んでおり、本事業の持続した効果発現のための技術が確保できている。

３.４.３ 運営・維持管理の財務

本事業では、事業完了後の運営・維持管理にかかる費用はそれぞれの事業からの料金（下水道料金、水道料金、熱供給料、都市ガス料金）[30]による収入で賄われることが基本とされていた。万が一、資金不足をきたした場合には、各市政府の財政資金が追加的に支出されることになっており、事後評価時においてもこのシステムに変更はない[31]。本事業では、特に上下水の下水管網、配水管網に限定された整備が行われた都市では、維持管理費の削減が見込まれていたことから、事業完了時の料金は審査時の料金から値下げした。しかし、事後評価時においては、阿図什市の上下水道を除き、6 都市の全セクターにおいて事業完了時から料金が上がっている、もしくは家庭向けの料金を若干値下げし、商業や工業向けの料金についてのみ値上げを行っている。

本事業の 15 の業務実施機関のうち、烏蘇市供排水有限責任公司を除く 14 社について過去 3 年間の損益計算書を入手した（表 9 参照）。

[30] 新疆ウイグル自治区における公共サービスの料金の決定権は各市政府が有している。料金を改定する場合、事業実施部門が申請し、利用者の声を反映するための公聴会を開催し、市政府が許可する。料金の支払い方法は、いずれの業務実施部門も徴集所もしくはプリペイドカードである。都市によっては、携帯での料金支払いも可能である。

[31] 中国政府の政策として市場化を進めてはいるが、上下水道、熱供給、都市ガスを含む基礎インフラに係る企業については、今後も国家・自治区・各市政府の優遇政策（補助金、免税、借款等）の対象であることが法律で定められている（「国家発展・改革委員会の政府と民間資本との協力に関する指導意見」発改投資（2014）2724 号、財政部国家税務総局「熱供給企業への増値税・不動産税・都市土地使用税優遇政策に関する通知」財税（2016）94 号、財政部 国家税務総局「新疆ウイグル自治区の都市公共インフラ整備関連費用の徴収・利用管理弁法」2016 年 8 月 24 日、等があげられる）。

表 9　事業実施部門の損益計算書

（単位：1000 人民元）

第1期

哈密市 汚水処理場		2015年	2016年	2017年
	営業収入	10,329	10,147	10,521
	営業支出	16,340	15,641	18,981
	営業利益	▲ 6,011	▲ 5,494	▲ 8,460
	その他(補助金等)	2,434	2,223	3,509
	経常利益	▲ 3,577	▲ 3,271	▲ 4,951
新疆哈密水務 有限公司		2015年	2016年	2017年
	営業収入	75,407	89,669	84,145
	営業支出	75,619	84,700	78,033
	営業利益	▲ 212	4,969	6,112
	その他(補助金等)	2,202	8,898	18,744
	経常利益	1,990	7,394	24,856
哈密市明珠供熱 有限責任公司		2015年	2016年	2017年
	営業収入	16,287	16,287	10,598
	営業支出	19,877	19,878	19,794
	営業利益	▲ 3,590	▲ 3,591	▲ 9,196
	その他(補助金等)	3,894	3,895	10,712
	経常利益	304	304	1,516
新疆吐魯番市 万泉供排水公司		2015年	2016年	2017年
	営業収入	18,797	23,011	29,522
	営業支出	22,865	24,871	26,989
	営業利益	▲ 4,068	▲ 1,860	2,533
	その他(補助金等)	1,578	537	11
	経常利益	▲ 2,490	▲ 2,397	2,544
吐魯番市熱力公司		2014年	2015年	2016年
	営業収入	30,180	34,645	35,881
	営業支出	31,244	33,993	34,562
	営業利益	▲ 1,064	652	1,319
	その他(補助金等)	1,677	2,653	1,540
	経常利益	613	3,305	2,859
奎屯市自来水公司		2014年	2015年	2016年
	営業収入	27,262	27,651	29,581
	営業支出	22,600	26,748	27,176
	営業利益	4,662	903	2,405
	その他	▲ 443	60	▲ 64
	経常利益	4,219	963	2,341
奎屯市 汚水処理場		2015年	2016年	2017年
	営業収入	10,767	10,950	11,680
	営業支出	9,992	10,103	10,830
	営業利益	775	847	850
	その他	▲ 116	▲ 128	▲ 127
	経常利益	659	719	723
奎屯市供熱公司		2015年	2016年	2017年
	営業収入	45,934	44,850	5,133
	営業支出	46,261	47,879	3,243
	営業利益	▲ 327	▲ 3,029	1,890
	その他(補助金等)	3,256	3,171	▲ 37
	経常利益	2,929	142	1,927

第2期

阿勒泰市金山 供水公司		2015年	2016年	2017年
	営業収入	9,124	9,337	7,544
	営業支出	8,702	8,742	6,773
	営業利益	422	595	771
	その他	▲ 96	▲ 179	▲ 72
	経常利益	326	416	699
阿勒泰市汚水処理場		2015年	2016年	2017年＊
	収入(補助金含む)	6,206	8,390	5,601
	支出	6,243	8,390	5,251
	差額	▲ 37	0	350
阿勒泰市工業集中 供熱有限責任公司		2015年	2016年	2017年
	営業収入	35,916	28,572	30,102
	営業支出	37,051	30,908	31,324
	営業利益	▲ 1,135	▲ 2,336	▲ 1,222
	その他(補助金等)	1,600	2,932	2,214
	経常利益	465	596	992
阿勒泰広匯天然気 有限責任公司		2015年	2016年	2017年＊
	営業収入	27,086	32,886	24,255
	営業支出	22,787	25,864	21,499
	営業利益	4,299	7,022	2,756
	その他	▲ 488	▲ 554	▲ 440
	経常利益	3,811	6,468	2,316
阿図什市康泉供排水 有限責任公司	水道事業	2015年	2016年	2017年
	料金収入(A)	10,690	2,900	3,100
	人件費	80	40	60
	運営・維持管理費	350	390	410
	その他費用	340	380	360
	費用合計(B)	0	3,710	3,930
	(A)-(B)	10,690	▲ 810	▲ 830
	下水道事業	2015年	2016年	2017年
	料金収入(A)	2,930	3,330	3,080
	人件費	900	1,020	840
	運営・維持管理費	110	140	160
	その他費用	350	410	540
	費用合計(B)	1,360	1,570	1,540
	(A)-(B)	1,570	1,760	1,540
阿図什光正熱力有限 責任公司		2014年	2015年	2016年
	営業収入	12,707	13,725	15,162
	営業支出	14,732	16,085	19,466
	営業利益	▲ 2,025	▲ 2,360	▲ 4,304
	その他	0	2,877	▲ 22
	経常利益	▲ 2,025	517	▲ 4,326

出所：実施機関提供資料。
＊：2017 年 11 月までの実績値。

過去 3 年、料金収入で運営・維持管理を賄うことができている（営業利益が黒字）のは 14 社中 10 社であり、哈密市汚水処理場、哈密市明珠供熱、奎屯市汚水処理場、阿勒泰市工業集中供熱有限責任公司の 4 社のみ営業利益が赤字である。ただし、哈密市明珠供熱、奎屯市汚水処理場については補助金が投入され、経常利益は黒字に転じ

ている。なお、上下水道、集中熱供給、都市ガスは「民生の確保」という観点から、今後も継続した政府からの各種補助を受けられることが確約されている（詳細は脚注31 を参照）ことを考慮すると、総じて、本事業の運営・維持管理を担う事業実施部門の財務的な持続性は確保されているといえる。

３.４.４ 運営・維持管理の状況

本事業で整備された全ての施設及び設備の運営・維持管理状況は、下記に示すとおり、一部の都市やセクターについて留意点はあるものの、おおむね良好であり、留意点がある場合でも、すでに改善に向けた取り組みが実施されている。

- 哈密市：下水道事業について、全ての下水管網の清掃を年 2 回行っているが、都市の規模に対して、既存の浚渫装置やゴミ吸引車等の機材では不十分である。今後 2～3 年の間で管路調査機材等のアップグレードを計画している。また、一部の工業排水が排水基準を守っていないため、下水処理場の負荷が増している。事業実施部門としては、行政による取り締まりの強化を要請している。
- 吐魯番市：下水道については、2018 年後半には完成予定の新汚水処理場によって、最低でも国家汚水排出基準一級 B を達成することを目標としている。水道事業については、市街区の一部老朽化した配水管（主に分岐管網）の漏水問題が悪化し、給水量不足を招いており、これらの配水管網の更新を進めるための計画を立てている。集中熱供給事業については、水処理設備の更新が必要であり、2019 年度の予算にすでに組み込まれている。また、まれに熱供給工場と熱交換ステーションのオンラインシステムに不備が生じていたが、2019 年には同システムをアップグレードし、監視制御を導入する予定である。
- 阿勒泰市：下水については「阿勒泰市排水管網維持の機械化計画」が進んでおり、2020 年までに、排水管網のメンテナンスを機械化（スマート機器清掃機 4 台を導入）する予定である。さらに、処理水の国家汚水排出基準を現在の一級 B から一級 A に引き上げることを目標として、既存設備の改造（曝気沈砂池、生物反応槽、スクリーンの交換、連続砂ろ過工等）を進めており、2018 年末には完了する予定である。

以上、現地調査における視察及び各事業実施部門への聞き取りを通じ、6 都市の全設備の運営・維持管理はおおむね良好であり、各事業実施部門とも施設のより効率的な運営、新たな設備の導入等も実施し、常に改善に取り組んでいる。

以上より、本事業の運営・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、中華人民共和国新疆ウイグル自治区の 哈密(ハミ) 市、吐魯番(トルファン) 市、烏蘇(ウス) 市及び奎屯(クイトン) 市（第 1 期）、阿勒泰(アルタイ) 市及び 阿図什(アトシュ) 市（第 2 期）の合計 6 都市において、下水道施設、上水道施設、集中型熱供給施設及び都市ガス施設（阿勒泰市のみ）の整備を行うことにより、下水処理能力・上水供給能力の向上、水質汚濁・大気汚染原因物質の削減を図り、もって対象 6 都市の環境改善、及び住民の生活水準の向上に寄与することを目的として実施された。本事業は、審査時及び事後評価時の中国と新疆ウイグル自治区の開発計画、環境保護計画、開発ニーズ及び審査時の日本の対中国援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。アウトプットは、第 1 期は一部縮小したが、第 2 期は計画どおり実施された。総事業費は両期とも計画内に収まり、事業期間は計画を上回ったため、効率性は中程度であった。本事業の効果として期待されていたアウトカムは「下水処理能力・上水供給能力の向上、水質汚濁・大気汚染原因物質の削減」であり、インパクトは「6 都市の環境改善及び住民の生活水準の向上に寄与する」である。アウトカムは、両期とも審査時、セクター毎に設定されていた主要指標の目標値を達成しており有効性は高い。インパクトは、各都市の事業対象地域において、上下水道、集中熱供給、都市ガス供給が整備されたことで、住民の生活水準と環境改善に寄与したことが受益者へのグループインタビューを通じて確認できた。用地取得は適切に実施され、住民移転は発生していない。施工時及び事後評価時の自然環境へのインパクトについても適切なモニタリングと環境対策が実施され、負のインパクトは認められない。以上より、計画どおりの事業効果の発現がみられ、有効性・インパクトは高い。本事業の運営・維持管理を担う 15 の事業実施部門の体制、技術、財務、維持管理状況もおおむね良好であり、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

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

上記「３.４.４ 運営・維持管理の状況」に記載のある取り組みについて、各都市の各事業実施部門とも、計画どおり実施し、今後も本事業によって発現した効果の持続性確保に努める。

４.２.２ JICA への提言

なし。

４.３ 教訓

多数の都市及びセクターに及び、実施機関・地方自治体に円借款事業の経験がない事業の案件管理に関する工夫

本事業は広大な新疆ウイグル自治区の 6 都市において、3〜4 部門の事業を実施したものである。「２.３評価の制約」でも記載しているとおり、事業進捗報告書の作成が徹底されていなかったことや、事業完了報告書の提出が一部の都市に限られていたこと等を含む要因が、事業実施期間に関する情報の収集の妨げとなった。加えて、本事業では、新疆ウイグル自治区における安全管理上の課題から、第 2 次現地調査で事業サイトに入ることができなかったため、収集可能な情報に制限が生じた。これらの情報には、借款契約に提出が義務づけられている事業進捗報告書や事業完了報告書にも記載される情報も含まれている。本事業が実施されていた当初の中国のように、多数の政府開発援助事業が並行して実施されている場合、これら全てを詳細にモニタリングすることは現実的に見ても困難ではある。しかし、プロジェクト・サイクル・マネジメントという観点から、次の「リスク」が認められる場合、後述のような現状に応じた適切な案件管理を実施することが望ましい：①円借款事業の経験が皆無の地方自治体（省政府、市政府）である、②多数の事業を統括する役割を担う実施機関自身の人材が、事業の規模からみて手薄である、③事業の所在地が物理的に現地事務所所在地から離れており、さらに安全管理による情報入手等に関する手続きが他の地方自治体と比較して困難であることが想定される場合。この場合、①中間管理の頻度を増やし、よりきめの細かい案件管理を行う、②事業進捗報告書の提出頻度を、現行の 2 回から 1 回に減らしたとしても、必ず合意した頻度での提出を徹底する、③事業完了報告の提出を徹底し、必要であれば同報告書の作成支援をする、等の手段を採ることで、プロジェクト・サイクルのその時々で必要な軌道修正が可能となり、実施機関や事業に関係する地方自治体の人材が変わったとしても事業の管理が引き継がれ、事業の効率性や有効性の更なる向上にもつながると思われる。

以上

主要計画/実績比較

項　　目	計　　画（見直し後）	実　　績
①アウトプット		
【施設整備・調達機器】		
＜第1期＞		
哈密市		
1.　下水管渠新設及び改修	74.8km	49.8km
2.　上水導水路建設	26.5km	31.4km
3.　浄水場新設	5万 m^3/日	計画どおり
4.　配水管渠新設及び改修	94.3km	99km
5.　熱供給設備建設	3×29MW	計画どおり
6.　熱供給配管の敷設	56.4km	21.3km
7.　熱交換所の建設	31箇所	計画どおり
吐魯番市		
1.　下水管渠新設及び改修	50.4km	40.4km
2.　下水処理場新設	2万 m^3/日	計画どおり
3.　既存下水処理場改修	情報なし	情報なし
4.　上水導水路建設	51.7km	46.9km
5.　配水管渠新設及び改修	77.7km	69.8km
6.　熱供給設備建設	3×46MW	計画どおり
7.　熱供給配管の敷設	26.0km	22.63km
8.　熱交換所の建設	25箇所	21箇所
烏蘇市		
1.　下水管渠新設及び改修	71.3km	71.6km
2.　配水管渠新設及び改修	73.9km	67.4km
奎屯市		
1.　下水管渠新設及び改修	73.2km	50.1km
2.　下水処理場新設	6万 m^3/日	計画どおり
3.　下水処理場拡張	4万 m^3/日の処理能力を持つ既存の処理場に活性汚泥槽を増設	計画どおり
4.　配水管渠新設及び改修	81.0km	82.0km
5.　熱供給設備建設	3×46MW	2×72MW
6.　熱供給配管の敷設	45.5km	47.4km
7.　熱交換所の建設	30箇所	32箇所
<第2期＞		
阿勒泰市		
1.　下水管渠新設及び改修	59.8km	計画どおり
2.　処理水湖の新設	486万 m3	計画どおり
3.　取水設備新設	1.6万 m^3/日	計画どおり
4.　上水道水路建設	19.8km	計画どおり
5.　浄水場新設	1.6万 m3/日	計画どおり
6.　配水管渠新設及び改修	20.0km	計画どおり
7.　熱供給設備建設	4×14MW	計画どおり
8.　熱供給配管の敷設	14.2km	計画どおり
9.　熱交換所の建設	14箇所	計画どおり
10. LNG 気化設備建設	360万 Nm^3/年	計画どおり
11. ガス供給配管の敷設	15km	計画どおり

阿図什市 1.　下水管渠新設及び改修 2.　下水処理場新設 3.　既存下水処理場拡張 4.　配水管渠新設及び改修 5.　熱供給設備建設 6.　熱供給配管の敷設 7.　中圧天然ガス配管の敷設 【研修】 1.　対象都市 2.　内容 3.　人数 4.　期間	 67.86㎞ 0.35万 m^3/日 0.8万 m^3/日 22.7㎞ 28×1.4MW 25×2.8MW 8×4.2MW 41.6㎞ 17.23㎞ 6都市 下水道事業、熱供給設備事業、都市ガス供給事業の技術 情報なし 情報なし	 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 計画どおり 計画どおり 計画どおり 計画どおり 第1期のみ（哈密市、吐魯番市、烏蘇市、奎屯市） 上下水道、廃棄物処理、暖房供給に関する技術 11人 2008年10月18日～27日
②期間	【第1期】 2007年5月～2012年12月 （68カ月、5年8カ月） 【第2期】 2008年1月～2013年6月 （66カ月、5年6カ月）	【第1期】 2007年3月～2015年6月 （98カ月、8年2カ月） 【第2期】 2007年3月～2013年9月 （70カ月、5年10カ月）
③事業費 外貨 内貨 合計 うち円借款分 換算レート 外貨 内貨 合計 うち円借款分 換算レート	【第1期】 14,144百万円 4,568百万円 （309百万元） 18,712百万円 12,998百万円 1元＝14.8円 （2006年12月時点） 【第2期】 4,043百万円 2,115百万円 （259百万元） 6,158百万円 3,802百万円 1元＝15.6円 （2007年6月時点）	【第1期】 10,586百万円 4,822百万円 （333百万元） 15,408百万円 10,586百万円 1元＝14.5円 （2007年3月～2015年6月平均） 【第2期】 3,185百万円 2,170百万円 （160百万元） 5,355百万円 3,596百万円 1元＝13.6円 （2007年12月～2013年9月平均）
④貸付完了	【第1期】2015年9月／【第2期】2016年7月	