

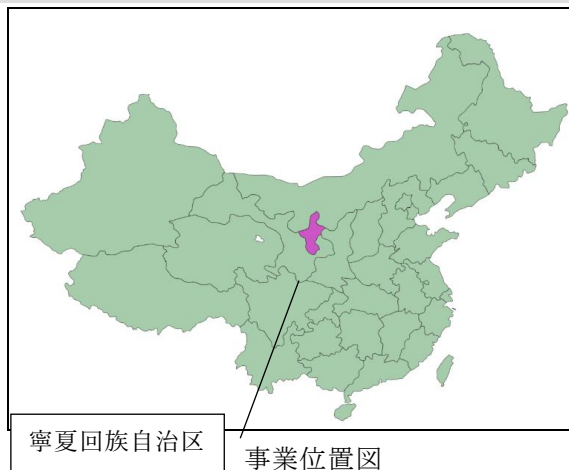
0. 要旨

本事業は、寧夏回族自治区の銀川市と石嘴山市において、上水道・下水道施設および中水道(下水処理水の再利用)施設などを建設することで、安定的かつ安全な水供給、および水質汚濁物質の排出量の削減を図り、両市民の生活環境の改善に寄与することを目的として実施された。

本事業は日本政府及び中国側の政策やニーズと合致しており、概ね妥当性は高い。ただし石嘴山市^{せきすいさん}については都市開発の停滞に伴いアウトプット、効果とも事業計画から乖離した結果となっており、審査時の事業計画の精度や事業監理に問題があった可能性がある。事業のアウトプットについては、国内資金での代替整備などの影響で変更や期間の延長はあったものの、概ね計画した設備が整備された。事業費は計画を下回った一方、事業期間は大幅に超過したため、効率性は中程度である。

本事業の効果は銀川市と石嘴山市で対照的な結果となり、銀川市は高い効果を挙げているものの、石嘴山市は対象地域の人口減少により上水道事業は計画未達、下水道施設はほぼ稼働しておらず、効果は低い。このため本事業の有効性は中程度と評価する。担当する組織の体制、技術や財務面については両市とも問題はないものの、石嘴山市の特に下水、中水処理施設の活用見込みが立たない状態が続いており、持続性については一部問題があると考ええる。以上より、本事業は一部課題があると評価される。

1. 案件の概要



本事業により整備された汚水処理場(銀川市)

1.1 事業の背景

中国の黄河上流域、寧夏平原に位置する寧夏回族自治区は乾燥地帯で、最も水不足が深刻な地域のひとつとされる。その主要都市の銀川市と石嘴山市では、2007 年当時、

工業化と都市化による水需要が増加し、既存の供給能力を上回っていた。給水サービスがない地域では、浅井戸の建設増加による、地下水の過剰汲み上げが問題となっていた。また下水排水量も市の処理能力を上回り、住宅や工場からの汚水が未処理のまま市内河川や地下に流入し、水質汚濁や土壌汚染、地下水汚染が深刻化していた。この状況を受け、中国政府では、私設井戸の規制強化、地下水源の新規開発、中水の利用促進等の水資源管理を強化し、下水処理能力の向上による水質汚濁対策を行うことで、総合的な水環境の改善を推進していた。

1.2 事業概要

寧夏回族自治区の銀川市と石嘴山市において、上水道、下水道施設および中水道施設などの建設を行うことにより、安定的かつ安全な水供給、水質汚濁物質の排出量の削減を図り、もって両市民の生活環境の改善に寄与する。

円借款承諾額／実行額	8,432 百万円／8,368 百万円
交換公文締結／借款契約調印	2007 年 3 月／2007 年 3 月
借款契約条件	【下水処理施設】一般アンタイド、金利 0.75%、償還期間 40 年、据置期間 10 年 【上水施設】一般アンタイド、金利 1.5%、償還期間 30 年、据置期間 10 年 【研修】一般アンタイド、金利 0.75%、償還期間 40 年、据置期間 10 年
借入人／実施機関	中華人民共和国政府／寧夏回族自治区人民政府
貸付完了	2015 年 9 月
本体契約 (契約金額 10 億円以上)	NINGXIA COAL BASIC CONSTRUCTION CO.,LTD (中華人民共和国)
コンサルタント契約	なし
事業化調査（フィージビリティ・スタディ：F/S）等	F/S： 中国銀川市石嘴山市計画建築設計研究院作成、2005 年 6 月
関連事業	なし

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：2018 年 9 月～2020 年 3 月

現地調査：2019 年 5 月 12 日～5 月 30 日、2019 年 10 月 9 日～10 月 17 日

2.3 評価の制約

本事業では特に妥当性について十分なデータや情報の収集ができなかった項目がある。3.1.4 事業計画やアプローチ等の適切さについては、審査時の石嘴山市政府関係者や事業計画に関わった担当者がすでに退職や異動等で連絡が取れなくなっており、調整を試みたものの十分な協議ができなかった。妥当性に伴う情報は文書として残っていないものも多く、当時の経緯については限定的な推定に基づき分析をせざるを得なかった。この点は評価全体にも影響する重要な情報であり、妥当性のみならず、有効性、持続性の評価にも影響があった。

3. 評価結果（レーティング：C¹）

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

- 1) **国レベル** 中国政府は「第 11 次 5 カ年計画」（2006-2010 年）において、深刻な都市の水資源確保への取り組みを強化し、水道設備の増設・更新による給水能力向上、安全な飲用水の確保、漏水率の減少による水資源の節約を目標に挙げた。「国家環境保護第 11 次 5 カ年計画」（2006-2010 年）では、重点保護対象流域に指定された黄河の水質を、飲用水の水質まで上げることを目標としていた。下水道セクターでは「第 11 次 5 カ年計画」（2001-2005 年）の中で、都市部の下水処理率 70%を目標に掲げるとともに、黄河中上流域で総合対策を実施し、水源の水質を改善すること、汚染物質排出費用徴収制度の導入などの汚染物質削減対策を推進することを打ち出していた。
- 2) **省レベル** 寧夏回族自治区政府は、「寧夏回族自治区生態建設環境保護第 11 次 5 カ年計画」（2006-2010 年）を策定し、2010 年までに都市部の飲用水の水質基準達成率を 100%、下水処理率を 70%にすることを目標に挙げた。「寧夏節水型社会建設企画綱要」（2004-2020 年）では、工業化、都市化に伴う経済発展や人口増加による水不足の深刻化を懸念し、下水処理水の再利用技術を用いて再生水を生産し、上水使用量を抑制する節水型社会を建設することを打ち出した。

（2）事後評価時の開発政策

- 1) **国レベル** 「国家環境保護第 13 次 5 カ年計画」（2016-2020 年）では、上水道の水源地から蛇口までの水供給の全プロセスを管理し、飲用水の水質を向上させるとし

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」

ている。地方政府と水道業者に飲用水水源、浄水場処理水、供給水の水質を定期的に検査、評価することを義務づけ、2020年までに都市集中式飲用水水源水質Ⅲ類～Ⅰ類³の比率を93%以上にすることを目標とした。環境を保護するために節水社会を構築することも明記し、資源循環経済モデル市県を建設することや、水道料金のスマートメータによる請求など新型の請求方式を広め、生産者の責任制度強化を打ち出した。下水道分野では、国家地表水基準Ⅲ類～Ⅰ類の比率を70%以上にすることを目標に挙げ、2020年までに全ての県政府所在鎮と重点鎮に污水处理施設を建設し、污水处理率をそれぞれ95%と85%前後にすることを宣言した。

2)省レベル 「寧夏回族自治区13次5カ年計画」（2016-2020年）では、経済社会開発のボトルネック、水資源の制約を解決するため、節水と効率的な水利用管理の促進を打ち出している。再生水（中水）を含めた包括的な水利用により、節水型社会モデルを構築することを明記し、一部事業者に対して中水利用を義務付ける条例の検討や市民向けの節水キャンペーンなどに取り組んでいる。また、銀川市と石嘴山市では地下水の過剰採掘を禁止し、下水処理を進めて河川の改善に努める方針を明確にしている。

3)市レベル 「銀川市第13次5カ年計画」（2016-2020年）では、主要河川の水質基準達成を評価しつつも、持続的発展のために環境に配慮した消費生活を推奨し、雨水の貯留や黄河水源の有効利用、地下水の保護、水の多様化といった水資源利用に加え、水源開発プロジェクトを計画している。なお、「石嘴山市第12次5カ年計画」（2010-2015年）では、水資源管理の重点は変わらないものの、より総合的な都市開発モデルの転換が打ち出され、石炭から新エネルギーへの転換等が新たに盛り込まれた。この方針により水使用量の多い石炭業等が他省に移転し、企業数や人口が激減したことで、後述する事業スコープや効果に大きく影響を及ぼした。続く「石嘴山市第13次5カ年計画」（2016-2020年）では、飲用水の水質基準達成率100%、黄河流域のⅢ類達成率100%、污水处理率85%を目標に掲げている。

以上のように、審査時から事後評価時まで、上下水道セクター政策では安全な飲用水の確保と水資源の節約に重点が置かれており、大きな変更はない。本事業は、表流水・地下水の取水制限のある銀川市と石嘴山市において、新たに上中下水処理場を建設することにより、市全体の処理能力を拡大しようというものであり、汚染物質の削減、水環境の改善を重点分野とする中国政府の開発政策との整合性は高い。

³河川水質は、地表水環境質量基準（GB3838-2002）によりⅠ～Ⅴ類に分類されている。Ⅰ類：主に水源水。国家自然保護区、Ⅱ類：主に生活飲用水。一級保護区、希少魚類保護区、魚・海老産卵場、Ⅲ類：主に生活飲用水。二級保護区、一般魚類保護区、遊泳区、Ⅳ類：主に一般工業用水。一般工業用水区、直接人体に触れない娯楽用水区、Ⅴ類：主に農業用水。農業用水区、一般景観の確保として適用。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

(1) 審査時の状況

寧夏回族自治区の年間降水量は 200 mm と全国平均の 585 mm と比べて少なく、一人一日当たりの生活用水量は約 110ℓ と全国平均の半分に限られるなど水不足が深刻であった。審査時、銀川市と石嘴山市の水需給バランスは、需要が供給能力の 2～3 倍に達しており、不足分は私設井戸の開発に依存していた。当時の急速な社会経済の成長により水需要はさらに増加し、このままでは地下水源が枯渇することが懸念されていた。このような環境下、両市では水資源の効率的利用のため、既存の上水道施設の改良、節水技術の普及などに重点的に取り組んでいた。また水資源の乏しい寧夏回族自治区にとって、工場等の上水需要を中水に代替する必要性は高く、審査時も緑化や工場などで中水が利用されていた。銀川市では建設中の火力発電所の利用見込み等を含め、中水需要予測は 2010 年に 15 万 m³/日、石嘴山市は火力発電所、セメント工場、化学工場などの需要を見込み、13.8 万 m³/日の規模に成長すると予測していた⁴。

水需要の増加に伴い生活排水も増加し、2005 年時点で銀川市では 28.8 万 m³/日、石嘴山市では 18.5 万 m³/日の下水が発生し、いずれも処理能力を大幅に超過していた。未処理水は黄河に直接放流され、2005 年には 82 回も赤潮が発生するなど水質汚染が深刻化していた。

(2) 事後評価時の状況

現在も安全な水の確保や下水処理に対するニーズは変わっていない。2018 年の銀川市の総人口は 225 万人と、2007 年比(161.7 万人)で 4 割近く増加し、上水需要は 90 万 m³/日と、依然として供給能力(60 万 m³/日)を 5 割上回り、下水処理の需要も 60 万 m³/日と、処理能力 50 万 m³/日を超過している。

審査時、石嘴山市の総人口は、新エネルギー産業、国産自動車業、石炭産業による現地雇用の拡大により、給水計画区域人口が年率 7% で増加する予測を立てていた。予測とは異なり、実際には地場の大手企業の撤退、住民の移転などにより 2010 年から人口が減少に転じ、水需要が伸び悩んだことによりほぼ横ばいの 73 万人で推移し、給水能力 37 万 m³/日に対し水需要 40 万 m³/日と、需給がほぼ均衡している。下水処理の需要は 16.3 万 m³/日に対して、処理能力は 8 万 m³/日と現在も処理能力の強化が必要である。

以上のとおり、銀川市は都市の発展が続いており、これに伴う上下水道インフラの需要は引き続き高い。石嘴山市については、上下水道設備の全体的なニーズはあるものの、都市の発展が停滞しており、審査時に予測したほどの需要の伸びは見られていない。

⁴：出典：「銀川市企画建築設計研有限公司(2005 年)」、実施機関により提供。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

国際協力機構（以下、「JICA」という。）の「海外経済協力業務実施方針（2004年～2007年上半期）」では、貧困削減への支援や持続的成長に向けた基盤整備、地球規模問題・平和構築への支援といった重点分野の中で、貧困地域の上下水道整備による農村開発や上下水道、エネルギー施設のようなニーズの高い経済・社会インフラの整備による持続的成長の促進、上水の水質汚濁対策の重視により、開発と環境保護の両立を目指している。

さらに JICA の「国別業務実施方針」では、急激な経済成長による環境問題が課題とされており、内陸部を中心とした環境保全が重点分野として挙げられている。

本事業は、内陸部に位置する寧夏回族自治区にある銀川市と石嘴山市の都市発展や産業発展に伴い必要となる環境インフラである上下水道を整備し、それにより、河川の水質向上、市民の生活環境の改善を図るものであり、日本の援助政策との整合性は高い。

3.1.4 事業計画やアプローチ等の適切さ

(1) 石嘴山市における事業スコープと稼働状況の変化

石嘴山市の下水道事業については、当初計画から事業規模が半分に減少したうえ⁵、整備された下水処理場は本格稼働することなく、事後評価時点(2019年)まで稼働停止状態が続いている。この背景は審査時から都市の状況が大きく変化し、需要そのものが大きく減少したことが要因である。具体的には市の基幹産業であった石炭産業が国の政策下で急速に衰退し、大口の需要者の石炭関連企業が市から撤退し、人口が減少したことによる。その後も代替となる産業が発展しないまま現在に至る。この現状について、審査時の計画策定に課題がなかったか、主に 1.都市開発政策に関する予見可能性、2.詳細設計段階での需要の見直しの経緯という観点から検証する。

1) 石嘴山市の都市開発計画に関する予見性

審査時、石嘴山市都市部の給水計画区域人口は、「石嘴山市第 11 次 5 カ年計画」に基づき、年 7%の成長を見込み、2005 年の 28 万人から 2010 年には 38 万人に増加すると予測していた。実際には予測された伸びは見られず、2010 年の給水計画区域人口は 33 万人にとどまる。7%の成長率は寧夏回族自治区の都市部の人口増加率 2.7%（2006 年～2010 年平均）⁶と比較しても高く、予測が過大だった可能性がある。

人口伸び率の停滞の最大の要因は、石炭関連企業の撤退によるが、この兆候は 2008 年頃には見られ、2009 年の世界金融危機もあり、更に状況が悪化した。2015 年以降は石炭産業や関連加工産業の生産調整のためさらに生産量が減少し、環境保護規制やエコ燃料の開発も重なり、多くの地元企業が営業停止に追い込まれた。2016 年までには地元の最大企業の一つ、神華寧夏石炭集团公司の従業員や家族 10 万人が寧夏自治区外に移転するなど、大き

⁵ 審査時は処理能力 4 万 m³/日の下水処理場を新設する計画であったが、2010 年の詳細設計で、需要予測が下方修正され、処理能力は当初の半分、2 万 m³/日に変更された。

⁶ 中国統計年鑑 2015 年

な人口減少が生じた。実施機関によれば、その他の石炭企業の移転も含めると、石炭業の衰退による市の人口減少は 20 万人に上るという⁷。

2) 詳細設計段階での需要の見直しの適切性

上記の環境変化を受け、2010 年、実施機関では事業スコープの一部を縮小し、対象の第 3 下水処理場は当初計画の 4 万 m³/日を 2 期に分けて建設する計画に変更された。円借款事業では当初規模の付帯設備の建設と、処理施設 1 期分 2 万 m³/日が建設された。

事後評価時の市の発展改革委員会や実施機関との協議では、この段階でも上記のような極端な人口減少は想定することはできず、一定の需要の可能性を想定したとの回答があった。市政府としても基幹産業の衰退に対処するため、産業構造の転換や企業誘致、農地優遇政策や他省からの移住計画などに取り組んできたものの、現在まで市の人口や状況に大きな変化はない。⁸

これらの変化について、審査時の段階で市政府がどのように中央政府の政策や石炭産業の構造調整に関する動向を把握できていたのか、その過程に瑕疵がなかったのか、当時の関係者⁹に確認を取った。概要は以下の通り。

1. 当時の経済開発ブームの中、市の経済発展についても楽天的な予測があったうえ、環境規制に対する認識はまだ低く、経済優先という機運があった。産業開発区の企業誘致や入居等の予測もその状況を反映し、過度になった面がある。
2. 水需要については中央政府が定めた設計基準値があり、それを採用した。実際のニーズを考慮したものではなかった。
3. 人口が減少した最大の要因となる石炭関連企業の撤退については、当時から環境規制の厳格化の動きはあったが、ここまで極端に、且つ急速に規制が強化されるとは予想していなかった。企業移転のうわさは 2011 年頃から聞かれるようになったと記憶している。
4. 事業スコープの変更については、変更の方向性が定まった段階で JICA と協議を行った。そこに至るプロセスでは JICA と相談することはなかったと記憶している。

約 10 年前ということもあり、記憶がどの程度正確かは定かではないものの、産業開発区の発展や水需要の予測については厳密な検証はなされていなかった可能性が高い。またエネルギー政策の転換による石炭産業の動向等については、中長期の方向性としては認識されていたものの、急速な規制強化については、計画当時に予見可能性があったとまでは言

⁷ この移転計画は「石嘴山市第 12 次 5 カ年計画」（2010~2015 年）で盛り込まれたものであり、審査時点で具体的な決定がなされていたわけではない。

⁸ 計画時、対象産業開発区には約 200 社が入居していたが、現在は 170 社に減少、さらにその多くが中小企業とのことであった。開発区内の敷地は 2/3 に満たず、且つ稼働していない工場がそのまま放置されているケースも多く見られた。

⁹ 当時本事業の事前調査に参加した市政府の職員にインタビューを実施した。当時は都市開発計画に関連するデータの収集や設計部門との調整などを担当していた。

えない。総合すると、石嘴山市の都市開発の停滞については、予見しえないやむを得ない面があった一方、事業監理の面では、環境変化に伴う事業計画の見直しや合意形成に関する取り組みについて、タイムリーな状況の把握や JICA との協議や連携、設計の精度等の面で課題があったといえる。

(2) 中水道の事業性評価の適切性

3.3 有効性で詳述するが、本事業で導入された中水事業については、両市での利用状況が計画を大きく下回っている。この背景には、上水需要が伸び悩み、水不足が顕在化していない状況下では、中水道の導入に伴う利用者負担の設備投資など追加コストを伴うことが普及を妨げる要因になっていると思われる。この点が審査時にどのように評価されていたのかについては不明な点が多い。

現地調査の実施機関との協議では、中水道の導入にかかる枝線や給水設備期など、初期投資や利用者側のコスト負担の大きさが影響して、普及を妨げているという意見が目立った。各処理場でも利用者との交渉が現在も難航していることを認めている。

また中水の用途は散水や工場の冷却水などに用途が限られるため、需要は経済状況にも左右される。特に石嘴山市ではそれまでの基幹産業であった石炭企業が市外に移転し、その後は石炭業と比べて水利用が少ない産業を誘致しているため、中水利用の需要そのものが大きく減少した。上述の通り、これらの環境変化は事業開始後に進んだことから、計画段階で予測することは困難だった面がある。その結果、中水の実施可能性の再検証が不十分になった可能性がある。

政府では引き続き水資源の効率利用の観点から中水利用促進の方針を維持しており、現在そのための政策措置として「2016～2030 年中水管網建設及び条例」を採用し、一定の面積以上の企業や住宅団地を建設する場合に中水管を設置することを義務付けている。これらの措置を進めることで、今後、需要が一定程度増加することが期待される。

以上より、本事業の実施は事業計画やアプローチの適切さについて課題があるものの、全体としては中国の開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。

3.2 効率性（レーティング：②）

3.2.1 アウトプット

本事業のアウトプットの計画と実績は表 1 のとおり。銀川市では、浄水場 1 カ所、下水処理場 1 カ所が円借款の対象からはずれ、石嘴山市では取水施設がキャンセル、中下水施設の規模が縮小されるなど、審査時計画から大きく縮小した。銀川市については、当初円借款で整備予定だった設備の多くが国内資金によって整備され、本事業目的の達成に必要なアウトプットは実際には整備されている。

表 1 本事業のアウトプットの計画と実績

(1) 銀川市

	計画	実績
上水施設整備	浄水場 第 5 浄水場増設 (4 万 m ³ /日) 第 7 浄水場新設 (5 万 m ³ /日) 第 8 浄水場新設 (5 万 m ³ /日)	一部変更あり 計画通り キャンセル 計画通り
	上水管渠整備:121km	計画通り
	井戸建設 総計 72 カ所 第 5 浄水場：計 20 カ所(730 万 m ³ /年) 第 7 浄水場：計 28 カ所 (913 万 m ³ /年) 第 8 浄水場：計 24 カ所 (913 万 m ³ /年)	変更あり 総計 42 カ所(30 カ所減) 計 18 カ所 (2 カ所減) キャンセル 計画通り(24 箇所)
下水処理施設整備	下水処理場 第 5 下水処理場新設 (5 万 m ³ /日) 第 6 下水処理場新設 (5 万 m ³ /日)	変更あり(一部キャンセル) 計画通り キャンセル
	下水管渠整備 合流式：147km ポンプ場改修(1 カ所)	変更あり 下水管渠整備 10km 計画通り
中水施設整備	第 3 下水処理場中水施設新設 (3 万 m ³ /日)	計画通り
	中水管渠整備：15km	ほぼ計画通り 14.8km

(2) 石嘴山市

	計画	実績
上水施設整備	浄水場 恵農区浄水場増設 (8 万 m ³ /日)	計画通り
	恵農区取水場新設 (18 万 m ³ /日)	キャンセル
	上水管渠整備 (53km)	変更あり (縮小) 18.2km (-34.8km)
下水処理施設整備	第 3 下水処理場新設 (4 万 m ³ /日)	変更あり (縮小) 2 万 m ³ /日に縮小。
	下水管渠整備 分流式 (76km)	変更あり (縮小) 31.4km(-45.6km)
中水施設整備	第 2 下水処理場中水施設新設 (3 万 m ³ /日)	計画通り
	第 3 下水処理場中水施設新設 (2 万 m ³ /日)	変更あり (縮小) 1 万 m ³ /日に修正
	中水管渠整備 (38km)	変更あり (縮小) 10.4km (-27.6km)
研修	実施機関職員等を対象とした、管理者研修及び中水道技術に関する訪日研修	ほぼ計画通り 7 人が参加し、2008 年に日本での管理者研修及び節水技術に関する研修が実施された。

出所：計画は JICA 提供資料、実績は事業実施機関質問票回答。

変更の詳細と理由は以下の通り。

(1) 銀川市上水処理施設

1) 円借款で整備予定の第 7 浄水場は建設がキャンセルされた。これは国内資金で近隣に浄水場が先行して整備されたためである。2012 年、第 7 浄水場新設予定地の近くに、

黄河を水源とする賀蘭山浄水場が国内資金で建設された。銀川市では地下水を取水源としていたが、地下水源の枯渇や地盤沈下抑制のため、2010年、地表水を利用した上水道設備の整備が銀川市の都市計画で地下水保全のために決定された。この結果、第7浄水場の給水予定地区へも同浄水場から供給されることになったため、第7浄水場の建設は取りやめられた。この結果、井戸建設のスコープも減少し、第7浄水場に付帯して整備される予定であった28カ所の建設がキャンセルされた。



第5浄水場(ポンプ場)



第5浄水場(制御室)

(2) 銀川市下水施設

本事業で整備予定の第6下水処理場が国内資金で建設された。変更の理由は主に整備の緊急性で、下水処理の需要が高まる中、円借款事業の各承認プロセスに多くの時間を要していたため、2009年3月に計画を変更し、短期間で工事を開始できる国内資金を活用したものである。また配水管総長も計画時の147 kmから10 kmへと大幅に減少した。これも上記同様、整備の緊急性から国内資金での整備に切り替えたものである。

(3) 石嘴山市上水道施設

恵農区取水場の建設がキャンセルされ、代わりに国内資金で黄河河心取水ポンプ場が整備された。恵農区取水場はもともと恵農区浄水場の付帯設備として新設する計画だったが、主たる需要者は近隣の火力発電所だった。この発電所向けに黄河河心取水ポンプ場が整備されたことで、恵農区では既存取水設備で需要をカバーすることが可能になったと判断された。また上水管渠の総長も大幅に縮小されたが、これは取水場建設がキャンセルされたことに加え、管渠の一部が国内資金で先行整備されたためである。



本事業で整備された恵農区浄水場



本事業で整備された送水ポンプ設備

(4)石嘴山市下水道施設

1)詳細設計時に石炭における経済発展を見込んでいたハイテクエリア区における人口減少による需要の下方修正があり、設計能力を当初の半分、2 万 m^3 /日に変更した。整備された処理場も、完成以来実質的に稼働停止状態が続いている。

2)下水管渠は、国内資金による先行整備と需要減少による一部区間のキャンセルに伴い、本事業による整備は当初計画の 4 割にとどまった。具体的には、第 3 下水処理場の対象区間約 27.2km のうち、12km が国内で整備された。また第 2 下水処理場下水管は 15.4 km に大幅に短縮された。これは上述した華寧炭集団石炭工場の省外への移転やその影響による住宅団地の住民の移転によるもの。



稼働停止中の第 3 下水処理場



産業開発区内の廃棄された工場(石嘴山市)

(5)石嘴山市中水道施設

中水管渠整備は、対象処理区に想定していた入居者がいなかったため、計画の 38km から 10.4km に短縮した。

3.2.2 インプット

(1) 事業費

本事業の計画時の総事業費は 182 億 4,700 万円、うち円借款分が 84 億 3,200 万円であった。上述の通りアウトプットのうち下水処理場の一部や管渠等大きな施設が国内資金で整備された。これら変更がどのように事業費に影響したのか、特に中国側負担分の実績について確認ができなかったため、ここでは円借款の計画と実績の執行額を比較対象として評価した。円借款対象金額は当初見込みの 84 億 3200 万円に対し、実績は 83 億 6,800 万円で計画比 99%と計画を下回った。ただし実際には上下水道管渠総長の短縮、汚水処理場の一部国内資金整備等が生じたことを考えると、実際の事業費は計画を超過した可能性が高い。

(2) 事業期間

本事業の事業期間は、計画 2007 年 6 月～2012 年 7 月（62 カ月）に対して、実績 2007 年 6 月～2018 年 10 月（136 カ月）と計画を大きく上回った（計画比 220%）。施設ごとの実施期間は以下のとおり。特に、石嘴山市の上下水道事業での遅れが大きい。主に基本設計や用地収用など計画段階の調整に時間を要したものである。

表 2 スcopeごとの実施期間

	計画(カ月)		実績(カ月)		差異
銀川市全体	2007.6-2012.7	60	2007.6-2014.9	88	147%
上水道施設	(第5浄水場)	60	2007.6-2010.1	28	47%
	(第8浄水場)	60	2007.6-2014.5	84	140%
下水道施設	2007.6-2012.7	60	2007.6-2014.9	87	145%
中水道施設	2007.6-2012.7	60	2007.6-2009.11	29	48%
石嘴山市全体	2007.6-2012.7	60	2007.6-2018.10	136	227%
上水道施設	2007.6-2012.7	60	2007.6-2018.6	132	220%
下水道施設	2007.6-2012.7	60	2007.6-2018.10	136	227%
中水道施設	(第2中水場)	60	2007.6-2016.6	107	178%
	(第3中水場)	60	2007.6-2013.6	71	118%

注) 完成の定義の検収完了年月が不明だったため、Minutes of Discussions(2007)に合わせて、2015 年を完成時期とした。

表 3 遅延の要因

事業	遅延の要因
銀川市 上水道	住宅地付近の収用予定地への掘削工事等が水源に与える影響等の検証に時間を要し、施設工事の着工が遅れた。

銀川市	下水道	落札時の為替レート変動により、調達パッケージ毎の建設費用が増加した。この予算調整のため詳細設計を複数回にわたり修正する必要性が生じ、着工が遅れた。
石嘴山市	上水道	水源管理のため黄河からの取水が厳格化され、水利委員会からの取水許可の取り付けに時間を要したため。
石嘴山市	下水道／中水道	上述した石炭業の縮小による下水処理人口の減少が予測されたため、事業計画の再検証の必要性が生じ、この修正手続きと再設計に時間を要した。

3.2.3 財務的内部収益率（FIRR）（参考数値）

審査時における財務的内部収益率（FIRR）は、上下水道共にプロジェクトライフ 30 年、便益を料金収入、費用を事業費、操業・運営／維持管理費用として計算された。事後評価時点の内部収益率は以下の通りとなった。

	審査時	事後評価時
銀川市		
上水道	14.7%	7.13%
下水道	5.8%	3.38%
中水道	12.8%	マイナス

銀川市の事業は、上下水道とも審査時と比較すると内部収益率は低下した。上水道の内部収益率は 7.13%にとどまるが、これは処理場の純収支に基づくもので、実施機関は市政府と TOT 契約¹⁰を締結しており、実際の財務運営状況は良好と推定される。下水道事業の FIRR は 3.38%で、こちらも審査時から低下した。下水処理の m³あたり単価が想定よりも低くなったことが要因と考えられるが、それでも単位当たりの料金は維持管理コストをカバーする水準は維持されており、収益性は低いものの、公益事業として一定の健全性は維持できているといえる。中水道は供給量が当初計画の半分に達せず、FIRR はマイナスとなった。

石嘴山市については十分なデータが得られず計算ができなかった。ただし、3.3 有効性で後述の通り、下水道の稼働停止や上水道、中水の供給量も当初計画の半分以下に伸び悩んでおり、内部収益率はマイナスになった可能性が高い。

以上より、本事業は円借款相当分の事業費は計画内に収まり、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性の程度は中程度と評価する。

¹⁰ TOT 契約の詳細な条件は開示されなかったため、詳細な検証はできなかった

3.3 有効性（レーティング：②¹¹）

3.3.1 定量的効果（運用・効果指標）

ここでは本事業の事業目的の達成度、すなわち、銀川市及び石嘴山市の「安定的かつ安全な水供給、および水質汚濁物質の排出量の削減」が、事後評価時においてどの程度達成されたかを確認する¹²。具体的には、計画時に設定した指標を用いて、銀川市全体と石嘴山市全体の上水供給量、下水処理量、中水利用量といった量的効果と、水質改善効果などの質的側面を評価する。

(1) 銀川市

本事業で整備した上水道施設、下水処理施設、中水施設の稼働状況は以下のとおり。市全体の人口が増加する中、需要も伸びており、中水事業を除き、ほぼ計画した供給状況を達成している。

1) 上水道事業

指標	基準値	目標値	実績値		
	2005 年 計画年	2014 年 事業完成 2 年後	2016 年 事業完成 2 年後	2017 年	2018 年
給水普及率（％）	90.6	91.1	96	96	96
給水人口（万人）	71.6	101.2	140	143	145
日平均給水量（万 m ³ /日）	20	34	31.36	34.88	38.98
うち本事業対象		9(設計値)	7.88	8.05	8.33
日最大給水量			45.57	47.15	47.13
うち本事業対象			12.87	12.78	12.46
水質基準 PH					
塩素化合物		6-9			7.53
銅		≤250			5
亜鉛		≤1.0			<0.01
		≤1.0			<0.05

出所：計画値 JICA 提供資料、実績値実施機関質問票回答

注：給水普及率＝給水人口／給水区域内人口

銀川市の給水人口は審査時の 72 万人から 2018 年の 145 万人と大幅に増えた。事業完成 2 年後の数値は計画時の目標 101 万人に対し 140 万人（計画比 139％）、日平均給水量は目標 34 万 m³/日に対し 31.36 万 m³/日（計画比 92％）とほぼ計画を達成している。

¹¹ 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。

¹² 事業完成 2 年後の目標値と実績値を比較。銀川市の上下水道は完成年 2014 年の 2 年後にあたる 2016 年とした。中水道は完成年 2009 年の 2 年後にあたる 2011 年とした。石嘴山市は事業完成年が本評価調査と同じ 2018 年であったため、完成年のデータを用いた。

本事業で整備された2カ所の浄水場の2014年の日平均給水量は、第5浄水場（設計能力5万m³/日¹³）4.8万m³/日、第8浄水場（設計能力5万m³/日）3.08万m³/日であり、施設稼働率はそれぞれ96%、62%となっている。市全体の給水普及率は目標の91.1%に対し96%（計画比105%）に上昇、水質も基準値を満たしており、安定的に安全な水が供給できている。

2) 下水道事業

指標名	基準値 2005年 計画年	目標値 2014年 事業完 2年後	実績値 2016年 事業完成 2年後	2017年	2018年
下水処理人口（万人）	57.7	93.1	125.1	126.6	141.3
下水処理量（万m ³ /日）	13.2	32.1	41.7	42.2	47.1
うち本事業対象		5(設計値)	4.46	4.37	8.32*
下水処理率（%）	56 ^注	87	95.2	95.3	95.5
汚染物質					
BOD濃度 流入水質(mg/l)			154	140	119
放流水質(mg/l)	180~200	30	13.3	9.3	3.7
削減率(%)			91.4%	93.4%	96.9%
COD濃度 流入水質(mg/l)			688	862	665
放流水質(mg/l)	350	100	41	30	22
削減率(%)			94%	97%	97%
SS濃度 流入水質(mg/l)	10		40.48	40.23	36.06
放流水質(mg/l)			3.41	2.23	0.31
削減率(%)			92%	94%	99%

注：技術審査では0であったが、MDでは56。実施機関に確認済み。

下水処理率＝下水処理能力／下水量

銀川市全体の下水処理人口は審査時の57.7万人から事業完成2年後には125.1万人(計画比135%)に達し、2018年は141万人へと大幅に増加した。下水処理量も審査時の13.2万m³/日から41.7万m³/日へと増加し、目標値32.1万m³/日を大きく上回る(計画比130%)。本事業で整備した第5下水処理場の日平均処理量（設計能力5万m³/日）は4.46万m³/日、稼働率90%に達しており、良好な稼働状況にある。下水処理率は95.2%と目標値87%（計画比109%）を上回った。

汚染物質削減量も高い処理効果を達成している。生物化学的酸素要求量（BOD）、化学的酸素要求量（COD）ともに削減率は9割を超えている。その後の環境政策、排出基準の厳格化に対応するため、2015年に新たに改良工事が実施された。2018年にはさらに水質が大きく改善し、国が定める水質基準の最高水準となる1級Aを満たしている。

¹³ 既設1万m³/日と本事業による増設4万m³/日を合わせた能力。



本事業で整備した第5下水処理場



処理前後水質比較

3)中水道事業

指標名称	基準値	目標値	実績値		
	2005 年 計画年	2014 年 事業完成 2 年後	2016 年 事業完成 2 年後	2017 年	2018 年
中水供給量(万 m ³ /日)	0.2	5.2	2.726	3.3149	7.2149
うち本事業対象		3(設計値)	1.05	1.07	1.3
処理量に対する割合(%)	1.4	16.2	6.22	7.48	14.63

注 中水道施設の処理量に対する割合＝中水利用量／汚水処理量

基準値は銀川市全体の既存施設（上水道施設 6 カ所、下水道施設 3 カ所、中水道施設 1 カ所）を含む数値。

審査時の予測では、工場や公共施設などの中水需要は 2020 年には 24 万 m³/日になると見込んでいたが、利用者負担を伴う中水管の整備が進んでいないこと、企業側の中水利用の認知度が低いことなどから、主たる利用者となる企業向けの供給が停滞している。事後評価時点の銀川市全体の中水供給量は審査時の 0.2 万 m³/日から 2018 年の 7.2 万 m³/日へと増加しているが、計画時の需要と比べると供給量はまだ少ない¹⁴。本事業で建設した第3下水処理場の中水施設は、設計能力 3 万 m³/日に対し 2018 年時点で 1.3 万 m³/日と、稼働以来 5 割以下の稼働率が続いている。主な供給先は、火力発電所や経済開発区の緑化事業に限られている。

実施機関によれば、2018 年 9 月に節水対策の条例が導入され、一定以上の敷地面積がある工場プラントや住宅団地など新規で建設する際、中水管を建設することを義務付ける措置を採用している。これに伴い中水管整備等が進み、今後一定程度需要が増える可能性があるが、そもそもの工場等の需要が伸び悩んでいるうえ、条例の実効性もまだ不透明なことから、現時点では効果が増加することを明確には見通せない。

¹⁴ 現在の市内の污水处理場の多くは厳しくなる環境規制に対応するための処理工程のアップグレードが導入されており、処理後水質は中水利用が可能な水準にある。需要が増加し、中水管の整備が進めば、当面の供給能力は既存処理場で対応可能とのことであった。

中水道事業は追加的な管網整備など設備投資の負担も大きく、用途が限定された現状では普及に向けた制約が多い。現地に同行した専門家との協議では、中水用途では需要にも限界があることから、淡水化装置の追加などの措置¹⁵を取ることで、上水道システムに供給するといった対策の可能性が指摘された。

(3) 石嘴山市

本事業で整備した上水道施設、下水処理施設、中水施設の稼働状況は以下のとおり。銀川と異なり、市全体の人口が伸び悩んだことで上下水道とも計画を大きく下回る供給状況となっている。

1) 上水道事業

指標	基準値	目標値	実績値	
	2005 年 計画年	2014 年 事業完成 2 年後	2017 年	2018 年 事業完成年
給水普及率(%)	45.0	83.0	94	94
給水人口(万人)	12.5	34.4	41	41
日平均給水量(万 m ³ /日)	9	17.6	13.86	13.67
うち本事業対象区(万 m ³ /日)		8(設計値)	3.39	3.35

2018 年時点で石嘴山市には 4 つの浄水場があり、全体で 19 万 m³/日の給水能力がある。本事業対象の恵農区浄水場は 12 万 m³/日（既設 4 万 m³/日と増設分 8 万 m³/日）と最大である。市全体の給水量は審査時の 9 万 m³/日から 2018 年の 13.67 万 m³/日（計画比 78%）へと増え、給水人口も 12.5 万人から 41 万人（計画比 120%）へと増えた。一方、本事業対象の恵農区浄水場の給水量は、過去 10 年間 3.2～4.8 万 m³/日と横這いで、事業が完成した 2018 年も 3.35 万 m³/日、稼働率は 3～4 割にとどまる。稼働が伸びない背景は妥当性でも述べたとおり、石嘴山市全体の人口が停滞しており、特に従来企業が多く進出していた恵農区については人口が減少し、需要が伸びていないためである。市政府でも都市開発を推進するため各種産業の誘致を試みているが、基幹産業となりうるような大きな産業の誘致はまだ進んでいない。この状況が今後短期的に好転する可能性は見通せず、上水道事業も当面低い水準での稼働が続くと見込まれる。なお、処理水質等は国家基準を充足しており、供給水質については問題ない。

2) 下水道事業

指標	基準値	目標値	実績値	
	2005 年 計画年	2014 年 事業完成	2017 年	2018 年 事業完成年

¹⁵ 中水水質を上水並みの水質に引き上げるには、処理水に残留している溶解性塩類を除去する海水淡水化装置の導入が必要である。この装置は水と溶解している塩類を分離する装置で、塩類濃度が大幅に低い汚水処理水では消費エネルギーも大幅に低減できると考えられ、建設コストの工夫次第では、実施可能性がある。

	2 年後			
下水処理人口(万人)	12.5	34.4	41	41
下水処理量(万 m ³ /日)	2.7	17.1	7.21	7.51
うち本事業対象処理場(万 m ³ /日)		2(設計値)*	稼働停止	稼働停止
下水処理率(%)	62	38	96%	94%
放流水質 (BOD 濃度) (mg/l)	200	30	n.a	n.a
放流水質 (COD 濃度) (mg/l)	400	100	n.a	n.a

2018 年時点で石嘴山市には 4 つの下水処理場があり、全体で 12.76 万 m³/日の処理能力がある。市全体の下水処理量は審査時の 2.7 万 m³/日から 2018 年の 7.51 万 m³/日（計画比 44%）へ、下水処理人口は 12.5 万人から 41 万人（計画比 120%）へと増え、処理率は 62%から 94%（計画比 247%）と改善した。しかし、本事業で新設した第 3 下水処理場（2 万 m³/日）は、2012 年 10 月の完成以降、ほぼ稼働停止状態¹⁶が続いている。この要因は上水道と同様で、大きな需要元として想定された石炭企業が市外に移転したことによるもので、企業の移転と従業員の転出により、対象区の人口が大幅に減少したことに加え、水の多消費産業が減少したことで、処理量も伸び悩むことになったと思われる。市政府によれば、産業誘致のため経済開発区の整備を進めており、本処理場もこれら開発区向けのサービスに転換することで有効活用¹⁷を図る計画となっている。しかしながら、これらの取り組みが奏功する見通しは現時点では明確でなく、中期的な都市の発展状況を考慮しても、下水道事業の効果は低いと評価せざるを得ない。

3) 中水道事業

中水道設備は第 1～第 3 下水処理場に併設されており、全体で 8.26 万 m³/日の生産能力がある。市全体の中水生産能力は目標 9 万 m³/日に対し 8 万 m³/日（計画比 89%）とほぼ目標どおり、2018 年の実生産量は 7.51 万 m³である。しかしこのうち実際に中水として供給された量は 0.95 万 m³/日に限られ、生産量に対する利用量の割合は 12.6%にとどまる。中水供給能力は維持しているものの、上水の代替として利用という観点からは効果は低い。

また本事業で建設した第 2 下水処理場中水施設は、供給量 3.26 万 m³/日のところ、実際に利用されている中水は 2018 年時点では 0.4 万 m³/日にとどまり¹⁸、供給先は近隣の発電所 1 社のみで冷却水として活用されている。利用が伸びない要因はそもそもの需要者が少ないことに加え、銀川市と同様、利用者側のコスト負担に対する懸念が大きいとみられる。なお本事業で新設した第 3 中水施設は上述の第 3 下水処理場の一部として整備されており、同処理場が稼働していないため、今まで稼働実績はない。

¹⁶ 2013 年 6 月に試運転を実施し、2014 年に 4 カ月間稼働したが、処理量もわずかであった。

¹⁷ 工場排水の処理設備を追加することで開発区の工場排水の処理にあたることを計画しており、2019 年 12 月頃着工予定。ただし想定する処理量は数千 m³にとどまる。

¹⁸ 処理場が完成した 2012 年以降、最も多い年でも 1.13 万 m³/日と低迷している。

本事業で設置した第2下水処理場中水施設の利用状況

指標	基準値	目標値	実績値	
	2005年 計画年	2014年 事業完成2年後	2017年	2018年 事業完成年
供給量(万m ³ /日)	0.2	9.0		3.26
実利用量				0.4
処理量に対する割合(%)	6.3	16.2	4	5

以上みてきたように、現時点での中水事業の効果は低い、今後需要が増加する可能性がある。現在、政府財政と実施機関の共同出資による中水管整備事業が承認され、2019年夏に着工した。これが完了すると管網整備が進み、50社程度に供給が可能になる。今後5年計画で3万m³/日、20年計画では6万m³/日の規模の供給を見込んでいる。

- 4) 市全体の稼働状況：両市の主要設備の稼働状況と両市を合算した計画値と実績の比較は以下の通り。2市の供給状況を合算して計画値と比較すると、上下水道の平均達成度は6-7割と中程度にとどまる。

	計画			実績(2018年)			達成度
	総計	銀川	石嘴山	総計	銀川	石嘴山	
上水給水量	51.6	34	17.6	13.67	n.a	13.67	n.a
うち本事業対象(設計値)	17	9	8	11.68	8.33	3.35	69%
下水処理量	49.2	32.1	17.1	49.21	41.7	7.51	100%
うち本事業対象(設計値)	7	5	2	4.32	4.32*	0	62%
中水供給量	14.2	5.2	9	10.47	7.21	3.26	74%
うち本事業対象(設計値)	6	3	3	1.7	1.3	0.4	28%

注 両市全体のデータを十分に入手できなかったため、ここでは主に円借款事業で整備された設備の設計能力と実際の稼働状況を比較した。

*銀川市の下水処理量実績(2018)は8.32万m³だが、これは増設4万m³分を含んだ数字のため、増設分を除いた処理量を採用した。

以上のデータをもとに本事業の効果を以下の通り評価する。

- 1) 銀川市の稼働状況は計画を上回る稼働状況を見せており、高い効果があると評価できる。中水の達成度は低いものの、事業目的「安定的かつ安全な水供給、および水質汚濁物質の排出量の削減」からみた影響は小さい。元々の投入額も少ないことから、銀川市の総合的な効果は高いと評価する。
- 2) 石嘴山市の状況は上中下水道とも伸び悩んでいる。稼働の前提となる都市人口が停滞し、需要の伸びが期待できないうえ、今後急に状況が変わる可能性は低い。中水については企業向けの中水利用の条例等が導入されたことで、今後利用量が伸びる可能性はある。ただし、現時点ではまだ措置の実効性等について明確な見通しが立っておらず、経過を確認する必要がある。このため現時点では事業効果は低いと評価する。
- 3) 2市の裨益規模や供給量は銀川市の方が多く、2市合算で見たときの上下水道の供給状況は計画比の6-7割に達している。石嘴山市の効果は低いものの、本事業全体とし

てみた場合、銀川市の効果の高さを踏まえると、中程度の効果と判断するのが妥当と考える。

したがって、本事業の有効性は中程度と判断する。

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

本事業では、「銀川市、石嘴山市住民の生活環境の改善」をインパクトとして位置付ける。具体的には、下水処理施設と上水施設の整備に伴う 1) 水環境の改善、2) 住民の利便性や満足度の向上・住環境の改善といった効果を検証した。ただし河川の水質は下水道施設整備以外の多数の要因による影響が考えられることから、広域の河川水質の改善に本事業がどの程度貢献したかを厳密に把握することは難しい。またインタビュー結果についても、対象人数が限られることから、あくまで有効性で確認した事業効果を定性的に補足するものと位置づける。

(1) 水環境の改善

1) 黄河の観測地点のモニタリングデータ

以下は銀川市内の黄河水質の推移の変遷である。銀川市内の河川水質は、審査時(2005年)の III 類から飲用水源に適合する II 類まで改善している。この間、銀川市の污水处理率は 56%から 95%まで改善しており、黄河に流入していた未処理污水の削減が進んだ。直接的な因果関係は検証困難ではあるが、污水处理施設が整備されたことで、河川水質の改善に一定の貢献を果たしたと推定することができる。

	2004	2005	2016	2017	2018
河川水質分類	IV 類	III 類	II 類	II 類	II 類
COD(mg/m ³)	17.2	11.7	9.0	9.0	7.8
BOD(mg/m ³)	3.2	3.4	2.0	1.5	0.8
当時の污水处理率(%)	n.a	56%	95.2%	95.3%	95.5%

出所：2004 年、2005 年のデータは JICA 提供資料

2017 年、2018 年のデータは寧夏回族自治区政府質問票回答

*測定箇所は銀川市内の叶盛黄河大桥

なお石嘴山市については、上述の通り下水処理場が稼働停止していることから、水質改善に関するインパクトは発現していないと判断した。

(2) 水環境の改善による住民の利便性や満足度の向上・住環境の改善

1) 受益者へのインタビュー結果

「水環境の改善」について受益者の認識や評価を把握するため、銀川市の住民にインタビュー¹⁹を実施し、事業実施前（2005 年）と事後評価時（2019 年）の水環境や住民の利便性・住環境の改善を調査した。以下にその例をまとめる。

1. 住民の利便性・住環境の改善：

排水管や下水道の整備によって、住居内や近所の異臭がなくなり生活の快適性が増加したという意見が複数確認できた。ある回答者は「本事業整備前は、下水管が細いため下水が溜まり、夏場や雨が降った時は異臭が気になり、部屋の窓を開放することができなかったが、今は臭気がなくなったので窓を開放でき、部屋の中が明るくなった。」と回答している。別の回答者は、「以前は下水管が細く、目づまりが頻繁に発生していた。生活污水を出さないためシャワーの回数を週に 1 度に制限していたが、今は好きな時に浴びることができる」と回答している。

住宅団地で美容院を営む夫婦は、「上下水道のインフラ整備が進み、生活満足度が高くなった」と回答している。以前は、断水が頻繁にあり不便を感じるが多かったが、入居してから断水などは起きていない。

2. 水環境・河川環境の変化

水質改善による健康改善や河川での余暇の増加などの効果を認める意見が聞かれた。ある回答者によれば、河川の水質が改善し、臭気や濁り等が減り、河川敷も整備されたことで、釣りを楽しむようになった。



本事業で整備された処理場近郊の用水路
(銀川市)



住民インタビューの様子(銀川市)

¹⁹ インタビューでは 8 名（男性 7 名、女性 1 名）を対象に水環境の変化とそれに伴う生活上の影響を、グループディスカッション形式で確認した。インタビュー対象者は実施機関の協力によって選定した。

以上のインタビュー結果は限られたサンプルではあるが、水供給の安定化によって住宅事情の改善といった効果を挙げる声が多く聞かれており、総じて現在の水供給環境に対する満足度が高まっていることがうかがえた。

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

審査時の環境影響評価（以下 EIA）では、本事業は国立公園等の影響を受けやすい地域又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判断された²⁰。銀川市の上水水源として地下水が利用されるが、帯水層の位置、計画水量等からも、井戸建設による特段の影響は予見されないと評価している。下水処理場で発生する汚泥については既存の埋立処理場にて適切に処分されることが事業計画で確認されている。このほか土壌汚染、騒音・振動等についても環境影響緩和策をとることが盛り込まれており、大きな懸念はないと結論付けられている。現地調査で確認した結果、実際の施工、運営段階においてもこれらの問題は発生しておらず、このほか想定外の問題もみられないことから、特段の問題はないと考える。

(2) 社会環境へのインパクト

審査時、実施機関では事業予定地の使用権を既に取得しており、用地取得と住民移転はないとされた。事後評価時の実施機関への聞き取り調査では、取得した用地は荒廃地であり、取得は関連する法制度に則って問題なく進められ、住民移転も発生しなかったことが確認された。

以上を踏まえ、本事業の有効性・インパクトは中程度と評価する。有効性でも述べた通り、銀川市については上下水道とも概ね順調な稼働状況にあり、市内の黄河水質も改善傾向がみられ、住民も高い満足度を感じていることが確認できた。他方、石嘴山市は基幹産業の移転により都市開発、人口の停滞が続き、上下水道とも当初計画した水準を大きく下回っている。これらを総合的に考慮し、2市全体での総合的な効果は中程度と評価する。

3.5 持続性（レーティング：②）

3.5.1. 運営維持管理体制

本事業は、寧夏回族自治区の水環境整備に係る公共事業を担当する「銀川市都市建設有限公司」と「石嘴山市星瀚市政産業有限公司」によって建設された。審査時、維持管理については、それぞれの市政府から国有企業が本事業実施に係る委託を受ける形で実施することになっていた。事後評価時、銀川市では運営維持管理体制に変更があり、下

²⁰ 「環境社会配慮確認のための国際協力銀行ガイドライン」（2002年4月）のカテゴリ B に分類されている

水道施設は外国企業との合弁会社による TOT 方式²¹で運営維持管理されている。各市における上下水道事業における運営管理体制は以下のとおり。

(1) 銀川市

1) 上水道事業

審査時、上水道整備事業の運営・維持管理は、国有企業「銀川市自来水公司」が実施する計画であったが、事後評価時は 2011 年に設立された「銀川中鉄水務集团有限公司」が実施している。同公司是国有資産委員会 51%、中鉄公司 49%が資本を有する独立採算制の国営企業である。職員数は約 1000 人、うち 300 人が技術有資格者である。

本事業対象の各浄水場は当初 23 人体制を想定していたが、経験者の配置や中央制御室の無人化など業務の効率化を進めたことで、現在は第 5 浄水場 13 人、第 8 浄水場は 15 人と約半分の人数で効率的な運営を実現している。自治区政府、市政府から定期的な監督・指導も入っており、運営・維持管理体制に問題はない。

2) 下水道事業

審査時の下水道事業は、「銀川市污水处理有限公司」が担当することになっていたが、2015 年、同公司是上実環境有限公司に買収され、現在は同会社が担当している。なお本事業の運営は 2015 年以降、30 年間の TOT（Transfer Operation Transfer）方式で運営され、同公司の下で以下の事業者がそれぞれ運営にあたっている。

²¹ TOT 方式は、Transfer Operation Transfer の略。円借款事業で建設され、民間企業に経営（運営や実施）を引き渡し、一定の契約期間を経た後、中国国家に返却する特許経営権のことである。契約年数は 30 年間。

対象施設	運営事業者名	概要
第3 污水处理場	達力污水处理有限公司（マレーシアとの合弁会社）	人員 30 人（うち技術者 6 人、うち専門資格所有者 1 人）
第5 污水处理場	上見環境（銀川）下水処理公司（シンガポールとの合弁会社）	人員 26 人（うち専門資格所有者 1 人）
第6 污水处理場	銀川興環境開発有限公司（国営企業）	人員 30 人（うち専門資格所有者 1 人）

(3) 石嘴山市

審査時の計画から変更はなく、上下水道ともに石嘴山市星瀚市政産業集团有限公司の子会社である「石嘴山市星集团潤沢供排水限公司」が運営維持管理を担当している。主な運営は経営管理部、財務部、安全精算部、技術発展部が担い、全職員数 455 人を擁する（うち 273 人が技術者）。傘下の恵農分公司（187 人）が黄河浄水場（技術者 40 人）、第2 污水处理場（技術者 5 人）の維持管理を担当している。同じく傘下の大武分公司が第3 污水处理場の維持管理を担当することになっているが、事後評価時は施設が稼働しておらず、点検のため職員 4 人が配置されている。いずれの組織も上下水道施設の運営経験は長く、組織体制や規模も特段の問題は見られない。

3.5.2 運営・維持管理の技術

(1) 銀川市

銀川市上下水道では、第5 浄水場と第8 浄水場の職員のうち管理職全員が技術者である。定期点検マニュアルは整備されていないが、上水道にかかわる設計建築関係、給水・配水、情報、法務、電気等、一連のプロセスに関し網羅できる人材が配置されており、技術的な問題はない。職員の技術向上のための研修制度も整備されており、国の給配水協会への研修派遣や、社内の定期研修などを実施している。

(2) 石嘴山市

石嘴山市上下水道では、黄河浄水場に 40 人の技術者を配置している。これら技術者に対しては運営維持管理技術の維持、向上のため年間 12 回の研修が実施されている。その他、保守点検を実施するグループ会社があり、日常、定期点検も様式に沿って実施されている。保守点検のマニュアル等は中水道用のみ整備されており、現地調査期間中、施設メンテナンスのログ、点検記録等をもとに運営状況をインタビューしたが、いずれの職員も担当業務についての業務フローや対応などを適切に回答することができしており、運営上必要な技術知識や管理体制が整備されていることが確認できた。中水施設では四半期ごとに外部に水質と騒音の測定を依頼し、クロスチェックをしている。外部の第三者機関によって安全に関する評価を受け、安全標準化（「3C 認定」）の認定を受けている。

以上見てきたように、上下水道ともすでに中国国内で確立されたインフラであり、運営に必要な技術レベルも問題ないと評価する。各組織ともに専門の技術者が配置され、定期的に専門知識や技術知識に関する研修を行っており、技術レベルの維持に大きな問題はない。なお銀川市では中国の初の試みとして、2003年、各世帯にスマート水量メーターを導入した。水不足地域ということに加えて、住民の水利用の支払いへの利便が向上し、さらに無収水の改善に寄与するなど、積極的な取り組みを実施している。



実施機関中央制御室(石嘴山市)



実施機関中央制御室(石嘴山市)

3.5.3 運営・維持管理の財務

本事業の実施機関の財務状況、特に損益計算書や貸借対照表といった主要情報については、その多くが機密事項として開示されなかった。このため財務の分析は現地でのインタビュー結果に基づき、財務の健全性を分析する形を取った。財務諸表に基づく詳細分析はできていないため、実際の財務状況を完全に反映したものではない。

(1) 銀川市

銀川市では上水道は国営企業による公益事業の形態を維持しており、審査時から基本的に変更はない。下水処理施設はそれぞれ民間との合弁会社による TOT 契約が導入され、原則として独立採算制を採用している。各機関の財務状況の概略は以下の通り。

1) 上水道

銀川中鉄水務集团有限公司は黒字経営を維持しており、収益性に問題はない。国営企業による公益事業として運営されており、水道料金等は公定価格の拘束性がある。銀川市の公益企業としての業績評価はトップクラスにあり、安定している。水道料金はスマート計量メーターや電子決済による支払いも導入され、回収率を高めることが出来ている。これらの決済システムの導入には国からの補助金が投入されており、設備投資の余力も確保されている。

2) 下水道

銀川市政府の方針で、市内 8 箇所の汚水処理場はいずれも TOT 方式により民間企業に運営を委託している。例えば円借款事業で整備した第 3 処理場はマレーシア資本の達力污水处理有限公司が受託しており、30 年 8.1 億元(約 140 億円)の運営費を受け取る契約になっている。本契約では 7%の収益率が契約で確保され、その後 12 億元の追加契約も締結しており、収益面では大きな問題はないとみられる。

(2) 石嘴山市

実施機関の親会社である「石嘴山市星瀚市政産業集团有限公司」は 2004 年設立の国有企業で、総資本 38 億元(約 646 億円)、年間収入は 10~12 億元(約 170~204 億円)の規模を有する。上述の通り、稼働停止中の汚水処理場の有効活用のための追加投資等を検討するなど、財務的な体力は確保されているとみられる。上下水道とも公益事業として運営しており、事業投資は事実上市政府の財政支出によることから、上下水道自体は計画を下回る稼働状況ではあるが、当面、運営を維持するために必要な財務体力は確保されていると考えられる。

以上、詳細情報が確認できておらず限定的ではあるものの、国有企業は国による資本投入、TOT 方式で参入した民間企業も契約上安定した収益基盤が保障されており、事業の財務運営上の問題はないとみられる。

3.5.4 運営・維持管理の状況

両市とも本事業で整備された設備の定期的なメンテナンスや点検が行われており、基本的な状態はこれまでのところ維持されている。銀川市では 24 時間のオンライン管理体制が敷かれるなど、安定した維持管理体制が整備されている。ただし石嘴山市の第 3 下水処理場、第 3 中水設備はいずれも 2014 年の途中から現在まで稼働停止状態にある。定期点検は実施されているものの、停止したままで通水された機械設備もあることから、中長期的な設備の劣化が懸念される。事後評価時点では、同設備の機能は維持され、設備そのものの定期点検は実施されているものの、設備の耐用年数が経過する中、稼働の見込みが立っていないことから、懸念が大きい。

以上見てきた通り、本事業の運営体制、技術面に大きな課題はない。財務面については十分な検証ができなかったものの、国営企業、民間企業とも各市政府との契約上安定した財務運営が可能な状態にあると推定され、事業運営に支障をきたすような財務上の課題は確認できなかった。銀川市の設備については稼働状況も良好で大きな課題はない。

他方、石嘴山市の下水、中水処理施設は完成以来ほぼ稼働停止状態が続き、当面この状況が解消される見込みが立っていない。設備の耐用年数が経過する中で中長期的に設備の劣化が懸念されるなど、効果の持続的な発現の観点からも懸念がある。

以上より、本事業の運営・維持管理状況に一部問題があり、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

4. 結論及び教訓・提言

4.1 結論

本事業は、寧夏回族自治区の銀川市と石嘴山市において、上水道・下水道施設および中水道施設などを建設することで、安定的かつ安全な水供給、および水質汚濁物質の排出量の削減を図り、両市民の生活環境の改善に寄与することを目的として実施された。

本事業は日本政府及び中国側の政策やニーズと合致しており、概ね妥当性は高い。ただし石嘴山市については都市開発の停滞に伴いアウトプット、効果とも事業計画から乖離した結果となっており、審査時の事業計画の精度や事業監理に問題があった可能性がある。事業のアウトプットについては、国内資金での代替整備などの影響で変更や期間の延長はあったものの、概ね計画した設備が整備された。事業費は計画を下回った一方、事業期間は大幅に超過したため、効率性は中程度である。

本事業の効果は銀川市と石嘴山市で対照的な結果となり、銀川市は高い効果を挙げているものの、石嘴山市は対象地域の人口減少により上水道事業は計画未達、下水道施設はほぼ稼働しておらず、効果は低い。このため本事業の有効性は中程度と評価する。担当する組織の体制、技術や財務面については両市とも問題はないものの、石嘴山市の特に下水、中水処理施設の活用見込みが立たない状態が続いており、持続性については一部問題があると考ええる。以上より、本事業は一部課題があると評価される。

1.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

1) 石嘴山市の中水、下水道設備の保全の必要性

石嘴山市では人口減少によるニーズの減少が生じ、中、下水道設備は稼働停止状態にある。現状では一部通水した状態にあり、実施機関による定期的な点検が実施されている。今後市のニーズが急に増加する可能性は低いことから、今後稼働再開時に設備の劣化を防止するため、特に機械設備等は一度取り外して別途保管するなど、設備の保全について再検討を行うことが望ましい。

2) 中水設備の改善による利用促進

中水設備の利用は銀川市でも進んでいないが、これは中水水質により用途が限定されること、中水管の整備など設備投資負担が背景にある。利用促進に向けては中水水質を改善して上水道システムに供給すること、例えば海水淡水化装置の導入により、塩類を除去する方法などが考えられる。

4.2.2 JICA への提言

特になし。

4.3 教訓

外部環境の大きな変化による、タイムリーなスコープ変更とその対応

本事業のうち石嘴山市では、事業ニーズの前提となる都市人口が計画時の想定から乖離し、伸び悩んだことが有効性の低さにつながった。主たる要因は国家政策による産業構造の変化で、この動きそのものはコントロールできないやむを得ないものであった。しかしながら、これらのトレンドを把握し、早い段階で関係者とリスク対応を検討することで、影響を低減させることは可能だったと考えられる。本事業でも、事業計画の見直しに関する JICA への連絡や相談はタイムリーに実施されていなかった。計画や詳細設計など重要なタイミングでは、事業目的の達成に大きな影響を及ぼすリスク要因を想定し、情報共有や連携の仕組みを実施体制に入れ込むなど、関係者間でのリスク管理の仕組みを機能させることが望ましい。

主要計画/実績比較

項目	計画	実績
①アウトプット		
1) 銀川市		
1.上水道事業		
浄水場	新設 2 箇所、増設 1 箇所	新設 1 箇所、増設 1 箇所
上水管渠	121km	計画通り
井戸建設	計 72 箇所	計 42 箇所
2.下水道事業		
下水処理場	新設 2 箇所	新設 1 箇所
下水管渠	147km	10km
中水施設	新設 1 箇所、管渠 15km	計画通り
2)石嘴山市		
1.上水道事業	浄水場(増設)、取水場(新設)、管渠整備(53km)	取水場キャンセル、管渠総長短縮
2.下水道事業		
下水処理施設	下水処理場新設 1 箇所、管渠 76km	規模縮小、管渠総長 31.4km
中水施設	処理場新設 2 箇所、管渠 38km	1 箇所規模縮小、管渠総長 10.4km
3)研修	上下水道事業の日本での研修	ほぼ計画通り
②期間	2007 年 6 月～2012 年 7 月 (62 ヲ月)	2007 年 6 月～2018 年 10 月 (136 ヲ月) 計画比 220%
③事業費		
外貨	9,758 百万円	算出不可
内貨	8,489 百万円	算出不可
合計	18,247 百万円	算出不可 ²²
うち円借款分	8,432 百万円	8,368 百万円
換算レート	1 元 =14.8 円 (2006 年 12 月時点)	1 元 =15.13 円 (2006 年から 2017 年の為替レート平均値)
④貸付完了	2015 年 9 月	

²² キャンセルや縮小されたアウトプットのうち、国内資金がどの程度投じられ、円借款事業として整備されたのか明確な区分けが困難で、本事業として整備されたアウトプットの備事業の総額が算出不可のため、本事業の全体アウトプットの総事業費は算出できなかった。