

**2018 年度案件別外部事後評価：パッケージ III-2**  
**(中華人民共和国・ケニア)**

**令和 2 年 2 月**  
**(2020 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
19 - 31

## 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、外部評価者と国際協力機構あるいは相手国政府側の事業実施主体等の見解が異なる部分に関しては、国際協力機構あるいは相手国政府側の事業実施主体等の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。

## 0. 要旨

本事業は、広西チワン族自治区玉林市において、下水処理施設及び上水施設を整備することにより、水質汚濁物質の排出量を削減し、安全かつ安定して水を供給し、もって同市住民の生活環境を改善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、妥当性は高い。事業スコープの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ため、効率性は中程度と評価できる。事業実施以降、上下水道施設は順調に稼働し、下水処理施設の水質汚濁物質の削減効果は高い。上水施設も順調に稼働しており、増加する需要に対応して、同市住民への安定した水供給を実現している。現在も継続して上下水道事業の拡張と強化を進めており、担当する組織の体制、技術や財務面も安定した基盤を確立していることから、持続性も高い。以上より、本事業の評価は非常に高い。

## 1. 案件の概要



玉林市内を流れる南流江

### 1. 1 事業の背景

中国は急速な経済成長をとげる反面、工業化と人口増加によって 80 年代以降環境汚染が進んでいた。中国政府は、水環境保護に力を注いできたが、増加する生活用水使用量に対して、都市部での下水処理率は半分以下にとどまっており、未処理の下水による水資源の汚染が進むなか、生活排水の下水処理は急務となっていた。また 2004 年時点、中国の水道普及率は 89%であったが、一人当たりの水資源量は 2,040 m<sup>3</sup>/人と世界平均の 4 分の 1 にとどまっていた。水道料金改革の遅れ、老朽化による漏水などが喫緊の問題となっており、安全な水源の新規開発をして水源の利用効率を高め、既存の上水施設を改良して節水技術を普及推進していくことが必要とされていた。

中国南西部に位置する広西チワン族自治区玉林市では、経済の発展に伴い下水量が増大する一方、下水処理施設の整備が遅れており、生活排水を処理する下水処理場が未整備であった。未処理排水は同市の主要水源だった南流江に直接排出され、河川の汚染を招いていた。また地下水源の過大なくみ上げや水質汚濁が発生しており、南流江及び地下水に替わる安定かつ安全な水源の開発が急務だった。

## 1. 2 事業概要

広西チワン族自治区玉林市において、下水処理施設及び上水施設の整備を行うことにより、同市内に位置し水質汚濁の著しい南流江へ流入する水質汚染物質の排出量を削減、あわせて同市内における安定的かつ安全な水供給の実現を図り、もって同市住民の生活環境の改善に寄与するものである。

円借款承諾額／実行額	6,282 百万円／5,736 百万円
交換公文締結／借款契約調印	2006 年 6 月／2006 年 6 月
借款契約条件	<p>【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</p> <p>【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</p> <p>【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</p>
借入人／実施機関	中華人民共和国政府／玉林市人民政府
貸付完了	2015 年 10 月
本体契約 (契約金額 10 億円以上)	<p>1. Hubei Rich States Industry Investment Co., Ltd. (中華人民共和国) / China Ove Environmental Engineering Co., Ltd. (中華人民共和国) : 資機材供給</p> <p>2. China Ove Environmental Engineering Co., Ltd. (中華人民共和国) : 資機材供給</p>
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 : 広西壮族自治区環境保護科学研究所作成、2005 年 10 月
関連事業	なし

以下に玉林市の中心部とプロジェクトサイト、南流江の関係図を記す。



出所：『百度地図』（URL: <http://map.baidu.com/>）を使用して筆者が作成

## 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：2018年9月～2019年10月

現地調査：2019年1月18日～1月30日、2019年5月12日～5月30日

### 2.3 評価の制約

効率性の評価項目のうち、事業費については、本来円借款部分に加え、相手国政府負担部分を加えた総事業費を算出する必要がある。しかしながら本調査では、相手国政府負担部分について正確な金額を算出することが不可能であったため、事業費の評価については、円借款部分の比較をもって行うことになった。

### 3. 評価結果（レーティング：A<sup>1</sup>）

#### 3. 1 妥当性（レーティング：③<sup>2</sup>）

##### 3. 1. 1 開発政策との整合性

###### （1）審査時の開発政策

中国政府は「第10次5カ年環境保護計画（2001年～2005年）」（以下、「10・5計画」という。）で、主要な汚染物質の総排出量を2000年比で10%削減すること、都市部の下水処理率45%達成<sup>3</sup>を目標に掲げていた。続く「第11次5カ年環境保護計画（2006年～2010年）」（以下、「11・5計画」という。）では、水環境の改善について、環境保護重点地域の水質改善の達成目標を掲げていた。加えて飲料水源保護区を定め、主要河川・湖沼への汚染物質排出規制を強化するため、都市下水処理施設の建設強化や下水処理費の徴収強化、2010年までの都市下水処理率70%達成を目標とした。上水道の整備については同「10・5計画」、「11・5計画」において、都市上水インフラの整備と水不足地域の水源確保を重点課題とした。特に都市の水道設備の新設及び老朽化した設備の更新を通じて、給水能力の強化、安全な飲用水の確保、漏水率の減少による水資源の節約等を目標としていた。

これを受け、広西チワン族自治区政府は「広西チワン族自治区環境保護第10次5カ年計画（2001年～2005年）」において、南流江を環境保護重点区域の1つとし、環境汚染と生態破壊の解決を重点課題とした。玉林市政府は、「玉林市都市総合計画（2004年～2020年）」の中で、2020年までに玉林市市街区の西側に処理能力45万m<sup>3</sup>/日の下水処理場を建設することを定め、さらに、同市の隣の貴港市を流れる郁江からの導水により水源不足の問題を解決することを目標として位置づけた。

###### （2）事後評価時の開発政策

###### 1) 国レベルの政策

事後評価時の開発政策にも大きな変化はない。水質汚染に対して、中央政府の「環境保護第12次5カ年計画（2011年～2015年）」（以下、「12・5計画」という。）では、分流式下水管網の整備や下水処理施設の建設により、主な水質汚染物質を削減し、飲料水水源地を保全することを計画していた。具体的には全ての県及び主要な鎮において基本的な下水処理能力を整備し、下水処理施設の負荷率を80%以上、都市下水処理率は85%まで引き上げることを目標としていた。続く「環境保護第13次5カ年計画（2016年～2020年）」（以下、「13・5計画」という。）では、国家地表水基準Ⅰ類～Ⅲ類<sup>4</sup>の

<sup>1</sup> A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

<sup>2</sup> ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

<sup>3</sup> 人口50万人以上の都市では同60%を達成すること目標としていた。

<sup>4</sup> 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。

比率を70%以上にすることを目標にしている。また同計画では都市污水处理および下水管網の建設を進め、雨水・汚水分流式処理網の推進、農村部等での污水管網への接続の優先的な推進などを通じ、2020年までに全ての県政府所在鎮と重点鎮に下水収集処理能力を持たせ、下水処理率を大幅に引き上げることを目標とした。上水道政策については「12・5計画」で、水環境の質的改善を目標とし、具体的活動として、飲料水源地保護の厳格化や汚染物質の排出口の取締りなど挙げた。続く「13・5計画」では、良好な水域の優先的な保護などを通じ、2020年までに、地級以上都市における集中式飲用水水源の水質(I類～III類)比率を93%以上に引き上げることを目標とした。

## 2) 省・市レベルの政策

「広西チワン族自治区環境保護第13次5カ年計画(2016年～2020年)」では、流域環境管理の強化により河川流入汚染物質総量を削減し、2020年までに国家地表水基準I類～III類の比率を96.2%以上にすることを目標に掲げている。また飲料水源地保護のため、環境安全評価を導入し、持続的な水源管理のメカニズム確立を目指している。汚染源に対する監督強化を通じ、2020年までに市区町村の集中型飲用水源の水質基準達成率94.9%以上を目標に挙げている。「玉林市都市総合計画(2004年～2020年)」もこれらの政策を反映し、下水処理施設整備や市街区の下水管の雨水汚水分流化の促進、污水处理率の85%達成を目標としている。上水道政策では、蘇煙ダム、羅田ダム、郁江からの導水を主要水源とし、南流江、清湾江を予備水源とすること、城北浄水場、江南浄水場、城東浄水場を整備することが具体的施策として挙げられている。

本事業は、玉林市において下水処理施設を建設し、汚水と処理水の排出先である南流江の河川水質を改善するとともに、上水施設の建設と安全な水源開発による導水を行い、安全な水を安定的に供給することを目指すものであり、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. 1. 2 開発ニーズとの整合性

審査時資料によれば、玉林市では生活排水を処理する下水処理施設が未整備であり、2004年の下水処理率は約11%にとどまっていた。この結果1日あたり15万 $\text{m}^3$ の生活排水が南流江へ排出され、南流江の水質はV類以下になるほど水質汚濁が深刻化していた。加えて、上水の需要も急増しており、地下水の過大なくみ上げによる地盤沈下や水質汚濁が起きていたことから、安定した安全な水源の開発が急務となっていた。当時主要水源だった蘇煙ダム等の一日最大給水量は約9万 $\text{m}^3$ /日に対し、2003年の玉林市街区の一日あたり最高使用水量は19.23万 $\text{m}^3$ /日と、倍以上の需要が発生していた。さらに2015年には最大給水量が約37万 $\text{m}^3$ /日に達すると予測されており、南流江及び地下水に替わる新しい水源の開発が喫緊の課題となっていた。

事後評価時もニーズは大きく変わっていない。玉林市は2006年の審査時から経済成長を続けており、2018年現在の人口は約581万人、市街区人口は74万人(それぞれ2006

年比で4%、6%増)に増加している。本事業で建設した下水処理場は現在も市内唯一の公共下水処理場であり、2017年時点でも、本事業対象区域外であった農村部<sup>5</sup>からの生活排水(1.2万m<sup>3</sup>/日)は未処理のまま南流江に排出されていた。南流江の水質も2017年時点で国家地表水基準Ⅴ類に悪化した観測断面が存在するなど、河川の水質改善は引き続き課題となっている。また上水道整備についても、人口増加や経済発展に伴い、給水対象地区と人口は大幅に拡大している。本事業で整備された郁江水源は、水質が悪化した南流江を代替し、市街区への給水に活用されるなど必要性は高い。なお、市街区が旧郷鎮へ拡大したことに伴い、本事業対象地域も拡大し、旧郷鎮の水源は地下水から郁江の表流水に代替された。

以上のとおり、玉林市は審査時以降も経済発展を続けており、都市の発展に伴う人口の増加など、上下水道インフラの必要性はさらに高まっており、本事業との整合性は依然として高い。

### 3. 1. 3 日本の援助政策との整合性

国際協力機構(以下、「JICA」とする)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、内陸部に位置する広西チワン族自治区玉林市の都市発展や産業発展の基盤となる社会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) 郁江導水事業の計画と実績の相違

本事業の上水道整備事業では、審査時に供給量が不足していた既存水源を補完する目的で、玉林市から離れた郁江まで75kmの導水路を整備し、導水路沿線地域を含め、一日当たり25万m<sup>3</sup>を給水することが計画されていた。

これに対し事後評価時(2019年)における郁江からの導水量は約9万m<sup>3</sup>/日と、当初計画の4割弱程度に留まる。この相違の主な理由は2つあり、1.遠隔地の郁江からの取水費用が当初の2倍近くに上昇したことで、より低コストの既存水源が継続利用されていること、

---

<sup>5</sup> 事後評価時は玉林市下水処理場の処理対象地域に含まれている。



(2) この既存水源の利用可能量が計画よりも多く、現在の需要に対応できていることがある<sup>6</sup>。供給の現状と背景は以下の通り。

- 1) 導水事業で供給を予定した山心鎮、大平山鎮の浄水場や、南流江を水源としていた城東浄水場では、現在もより低コストのダムからの取水で供給量を確保している
- 2) 郁江の取水費用が上昇した主な理由は、事業完成が遅れたことで人件費や電気代等の維持費が上昇したこと、取水量が伸びないことから、単位当たりの費用が増加したことなどがある。また計画時の取水費用の想定については、積算時に設備投資の減価償却が考慮されていたのかなど、適切性について不明な点がある。
- 3) 加えて蘇煙ダムからの取水上限量等の想定が間違っていた可能性や<sup>7</sup>、計画時に水源として考慮されていなかった水源が現在活用されていることなど、計画時に既存水源の現状や利用可能性調査がどの程度実施されたのか不明である。

玉林市の発展が続く中で水供給の需要は伸びており、既存水源への依存にもすでに限界が来ている。今後郁江の導水量は増加が見込まれ、導水量の増加に伴って取水費用も低下が想定されることから、中長期的な観点では、導水事業のニーズは高い。しかしながら、完成後現在までの稼働状況は当初計画を大きく下回るものであり、この状況は計画時の検証が不足していたことに起因すると考えられる。より詳細な代替水源の検証など、事業計画の適切性という観点からは改善の余地があったといえる。

以上より、本事業は事業計画やアプローチの適切性について課題が見られたものの、総じて中国の開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。

### 3. 2 効率性（レーティング：②）

#### 3. 2. 1 アウトプット

本事業における計画と実績は下表のとおりで、当初計画されたアウトプットは、実際にはほぼ計画通りに整備された。ただし、当初円借款資金で整備予定だった施設の一部が独自資金で実施されたことで、円借款事業としてのアウトプットは大きく変更された。

<sup>6</sup> 計画時、郁江の導水費用は、20万m<sup>3</sup>/日の給水時、年間4,257万円の支出と試算していた。2017年の実績値は、人件費や利息の高騰と減価償却等を含めると計画の約2倍、8,260万円の支出となった。対して、蘇煙ダムからの2017年の取水コストは、電気代、運営・維持管理費、人件費、利息を含め年間4,173万円と約半分にとどまる。

<sup>7</sup> 城北浄水場と城東浄水場を合わせた、玉林市街区における蘇煙ダムからの取水の実績値は、2018年で14.63万m<sup>3</sup>/日であり、想定された取水上限量を超過している状況である。

表1 アウトプット一覧表

	計画	実績
下水処理施設	下水管網：156 km	円借款による整備は大幅減少（23.76 km） 国内の道路整備プロジェクト資金により 130 km が整備済み。全体の整備状況は 153.76 km でほぼ計画通り。
	下水ポンプ場（新設 2 箇所） 濱江路ポンプ場 南門塘ポンプ場	1 箇所に変更（-1 箇所） 濱江路ポンプは国内資金で建設され、円 借款事業スコープ外になった。
	下水処理場（新設 1 箇所）： 玉林市下水処理場 10 万 m <sup>3</sup> /日	計画通り
上水施設	上水導水路：75 km	ほぼ計画通り（74.02 km）
	上水ポンプ場：4 箇所 瓦塘ポンプ場 25 万 m <sup>3</sup> /日 湛江ポンプ場 22 万 m <sup>3</sup> /日 鳴水ポンプ場 21 万 m <sup>3</sup> /日 福綿ポンプ場 3 万 m <sup>3</sup> /日	3 箇所（-1 箇所） 福綿ポンプ場は国内資金で建設され、円 借款事業スコープ外になった。
	浄水場（新設 2 箇所） 山心浄水場 1 万 m <sup>3</sup> /日 大平山浄水場 1 万 m <sup>3</sup> /日	キャンセル 国内資金で建設され、円借款事業スコー プ外になった。
	浄水場（拡張 1 箇所）： 城北浄水場 10 万 m <sup>3</sup> /日→27 万 m <sup>3</sup> /日に拡張	計画通り
	配水管網：12 km	23.62 km（計画比 197%）
研修	実施機関職員等を対象とした、上下水 道事業に関する日本での研修	キャンセル 国内で代替となる研修を実施済み

出所：計画は JICA 提供資料、実績は事業実施機関質問票回答。

アウトプットの主な変更点は以下のとおり。

(1) 下水処理施設

下水ポンプ場（濱江路ポンプ場）が円借款の対象から外れ、2017 年に国内資金で建設された。濱江路ポンプ場は建設予定地を保有する農家との交渉が難航したため、別の土地を取得し建設することが検討された。そのため基本設計が見直され、土地管理部門からの許可を得ることに時間を要した。この遅延によって連動する円借款事業の関連施設整備が停滞することを避けるため、ポンプ場整備は円借款の対象から外し、国内資金によって建設された。



玉林市下水処理場（生物反応池）



南門塘下水ポンプ場（粗目スクリーン）

## （2） 上水施設

- 1) 新設の浄水場（山心浄水場、大平山浄水場）2箇所は、円借款事業手続きが遅れたため、国内資金で先行して建設された。玉林市政府や省政府では援助事業の実施経験が少ないことから、各承認プロセスに多くの時間を要していたが、山心地区と大平山地区では上水供給の緊急性が高まっていたことから、より短期間で開始できる国内資金を活用して建設されることになった。計画は2009年3月に変更され、JICAの承認を経て、円借款の事業スコープから外れた。
- 2) 上水ポンプ場（福綿ポンプ場）1箇所が国内資金で2017年に先行整備された。この変更の理由も上記1)と同様、水需要の対応を早期に行うためで、2009年3月に計画が変更され、円借款の事業スコープから外れた。
- 3) 配水管網が計画時の12 kmから23.62 kmへ増加した。これは計画比の197%増となる。増加の理由は市街区の発展に伴い上水の供給面積が当初計画から大幅に増加したためである。市街区が拡大したことに伴い、同時に整備された城北浄水場の給水対象区の一部も整備対象として加えられた。



取水源の郁江



城北浄水場

### (3) 実施機関職員向け研修

玉林市では本事業が始めての下水処理施設の建設・運営となるため、日本の地方自治体と協力して本邦研修を行う予定であった。しかしながら事業開始後、中国政府の方針により海外研修に対する管理が厳しくなったため、日本での研修はキャンセルされた。

上水施設では給水システム、予算管理、給水計量制御システム、漏水対策や自動制御等に関する研修を実施予定であったが、これもキャンセルされた。

## 3. 2. 2 インプット

### (1) 事業費

本事業では、下水道事業の国内負担額について確認が取れず<sup>8</sup>、総事業費<sup>9</sup>を算出できなかったため、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 62 億 8,200 万円から、事業スコープの変更に伴い、想定事業費は 61 億 4,400 万円となった。実績は 57 億 3,600 万円で計画比 93%と計画を下回った。この金額は、下水ポンプ場 1 箇所、排水管網整備の一部、新設浄水場 2 箇所、新設上水ポンプ場 1 箇所のキャンセルによって、事業スコープが縮小したことで減額された。

### (2) 事業期間

本事業は当初計画 2006 年 6 月 (L/A 調印) ~2010 年 12 月 (54 カ月) に対して、実際は 2006 年 6 月~2019 年 6 月 (157 カ月/計画比 275%) と、計画を大幅に上回った。事業スコープごとの実施期間は以下の通りで、特に上水道事業の遅れが影響した。

表 2 事業期間

	計画	実績
全体	2006.6~2010.12 (54 カ月)	2006.6~2019.6 (157 カ月) 計画比 290%
下水道事業	2006.6~2010.12 (54 カ月)	2006.6~2012.9 (76 カ月) 計画比 146%
上水道事業	2006.6~2010.12 (54 カ月)	2006.6~2019.6 (157 カ月) 計画比 291%

出所：計画は JICA 提供資料、実績は事業実施機関質問票回答。

遅延の理由はそれぞれ以下のとおり。

<sup>8</sup> 実施機関によれば、事業スコープのうち特に排水管網の整備は政府の道路整備事業の一環として支出され、且つ整備区間も円借款事業分を含めより広範にわたることから、正確な金額を算出することが困難とのことであった。

<sup>9</sup> 総事業費は、下水処理施設整備の総事業費を算出できなかったため、総事業費は不明である。ただし実施機関によると、下水処理施設の内貨分はスコープ変更や事業期間の遅れに伴い大幅に増加したことを認めている。この点を加味すると、本事業全体の総事業費も計画を上回った可能性がある。

### 1) 下水道事業

下水処理場の工事は 2008 年 12 月に終了し、同月に試運転が開始された。一方で、下水管の整備は計画から 1 年半遅延し 2012 年 9 月に完了した。これは、下水管の一部が設計変更となり、再設計及び設計変更の手続きに時間を要したためである。

### 2) 上水道事業

上水事業施設では、準備/設計、入札/調達、土木工事、試運転とすべての工程で遅延した。詳細は以下のとおり。

要因	詳細
詳細設計のやり直し	郁江からの導水工事の準備・設計時に、当初想定されなかった地質や土壌の状態が判明し、再度詳細設計と地質調査を行う必要が生じた。この結果詳細設計は予定より約 3 年（35 カ月）遅れ、2013 年 11 月に完了した。
用地取得交渉の難航	郁江からの導水工事用地のうち、隣接する貴港市部分の借用手続きに時間を要し、交渉完了まで 7 年（2008 年～2015 年）を要した。土地の借用に関する手続きや慣習が複雑であったことに加え、取得対象用地の変更や補償金額の交渉等に計画以上の時間を要し、用地取得が大幅に遅れた。この用地取得の遅れは上記の地質調査の進捗にも影響し、事業の設計完了の遅延にもつながった。
事業審査手続きの遅延	詳細計画が遅延したことで、入札と調達開始が約 4 年間遅延した。この間の物価上昇を受け、2008 年 12 月に事業費が再検討され、その資金調達と審査手続きにも時間を要した。
施工期間の遅れ	工事開始から完了まで長い期間（2008 年～2017 年）を要したことで、この間の物価上昇を反映した施工費用の追加を求める施工会社との施設の受渡交渉が難航し、試運転の開始が 2017 年 9 月まで遅延した。これは当初計画から約 7 年弱（81 カ月）の遅れになる。

### 3. 2. 3 財務的内部収益率（FIRR）

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。<sup>10</sup>

上水道事業は再計算の結果、審査時の 3.3% からマイナスになった。この要因としては、施設の完工遅延による便益期間の縮小、審査時からの所得税の税率引き上げ、期間中の大幅なレート変動と物価上昇が想定される。

以上より、本事業は円借款相当分の事業費は計画を下回り、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。

<sup>10</sup> 下水処理施設では審査時は 2.8% であったが、前述のとおり、国内分を含めた総事業費の総額が算出できなかったため、内部収益率の計算ができなかった。

### 3. 3 有効性・インパクト（レーティング：③<sup>11</sup>）

#### 3. 3. 1 有効性

##### 3. 3. 1. 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「南流江へ流入する水質汚濁物質の排出量削減と同市内における水供給の安定化」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。具体的には、計画時に設定した指標を中心に、上水供給量、汚水処理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）下水処理施設

本事業で整備した下水処理施設の稼働状況は以下のとおり。なお本下水処理場は、2010年、国内資金により第2期の増設事業が実施され、現在の処理能力は10万m<sup>3</sup>/日から20万m<sup>3</sup>/日に拡張された。このため以下の指標についてはすべて第2期を含めた処理場全体の実績となり、計画値との厳密な定量比較ではない。

表3 下水処理場の稼働状況

指標名称	基準値	目標値	実績値			
	2005年	2011年 <sup>12</sup> 完成 1年後	2012年 完成年	2013年 完成 1年後	2017年 完成 5年後	2018年 完成 6年後
下水処理人口（万人）	0	35	60	60	70	75
下水処理能力（万m <sup>3</sup> /日）	0	10	20	20	20	20
下水処理量（万m <sup>3</sup> /日）	0	10	11.9	14.2	14.4	18.8
下水処理率（%）	0	77	88.81	100	92.31	100
汚泥発生量（トン）	0	-	10,604	7,300	16,694	18,407
汚泥処理量（%）	0	-	100	100	100	100

出所：実施機関質問票回答

- 1) 事業完成1年後（2013年）の実績は、汚水処理人口、下水処理量、下水処理率のすべての項目で計画値を上回っており、下水処理施設は期待通り機能している
- 2) 事後評価時（2018年）の下水処理人口は75万人、当初目標の倍以上に達した。玉林市は現在まで継続して下水管網を整備しており、近隣農村部も処理エリアに追加されるなど、需要が増加している。
- 3) この結果、日平均下水処理量は18.8万m<sup>3</sup>と処理能力上限近くに達している。今後の需要増加に対応するため、市では15万m<sup>3</sup>/日の拡張と産業排水対応の処理場新設を計画している。

次に本事業による水質汚染物質の削減効果、ならびに水質の国家基準の達成状況を示す。

<sup>11</sup> 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。

<sup>12</sup> 計画時は目標値を事業完成後1年予定の2011年に設定していた。施設の最適な稼働状況で評価する必要があるため、目標値は実際の事業完成後1年後となる2013年実績で評価した。

表4 下水処理場の汚染物質削減効果

指標名称	基準値		実績値			国家基準	
	2005年	目標値 2011年 完成 1年後	2009年 処理場 完成年	2010年 完成 1年後	2018年 2期工事 完了1年後	1級B(計 画時の旧 基準)	1級A (2017年 からの新 基準)
<b>BOD(生物化学的 酸素要求量)</b>							
流入水質 (mg/l)	-	-	82.01	46.66	46.33		
放流水質 (mg/l)	-	20	<b>9.86</b>	<b>1.11</b>	<b>0.97</b>	<<20mg/l	<<10mg/l
削減率 (%)	-	-	88.0%	97.6%	97.9%		
達成状況	-	-	<b>達成</b>	<b>達成</b>	<b>達成</b>		
<b>SS(浮遊物質量)</b>							
流入水質 (mg/l)	-	-	140.24	118.75	104.42		
放流水質 (mg/l)	-	20	<b>15.91</b>	<b>15.95</b>	<b>7.92</b>	<<20mg/l	<<10mg/l
削減率 (%)	-	-	88.7%	86.6%	92.4%		
達成状況	-	-	<b>達成</b>	<b>達成</b>	<b>達成</b>		
<b>T-N(全窒素)</b>							
流入水質 (mg/l)	-	-	22.58	20.76	17.34		
放流水質 (mg/l)	-	20	<b>14.83</b>	<b>13.79</b>	<b>11.83</b>	<<20mg/l	<<15mg/l
削減率 (%)	-	-	34.3%	33.6%	31.8%		
達成状況	-	-	<b>達成</b>	<b>達成</b>	<b>達成</b>		
<b>T-P(総リン)</b>							
流入水質 (mg/l)	-	-	2.31	2.81	1.84		
放流水質 (mg/l)	-	1.5	<b>1.29</b>	<b>1.57</b>	<b>0.45</b>	<<1mg/l	<<0.5mg/l
削減率 (%)	-	-	44.2%	44.1%	75.5%		
達成状況	-	-	<b>達成</b>	<b>未達成</b>	<b>達成</b>		

出所：実施機関質問票回答

- 1) 汚染物質の削減処理効果はほぼすべての項目で目標値を達成しており、計画時の国家基準も達成していることから、期待された効果を達成したと評価できる。
- 2) その後国の下水処理水質基準の厳格化が進んだことから、新基準に対応するため、本処理場でも2017年に処理プロセスの改良工事が実施された。現在の処理効果はこの新基準も全て達成しており、良好な処理効果を維持している。
- 3) 汚水処理場が独自の工夫で、汚濁物質の削減効果を高めている点も評価できる。玉林市の汚水収集は合流式下水道が多く、雨水増加時に有機物が減少し、処理効率が低下する問題が生じていた。これを解決するため、近隣のビール工場から有機物を含む廃液を無償で受け入れ、それを活用することで高度処理の効率を高めている。

## (2) 上水施設

当初円借款事業で整備予定だった大平山浄水場と山心浄水場は対象から外れたため、ここでは主に玉林市街区の上水供給について、給水人口や給水量などを評価する。また郁江からの導水事業の活用状況も考慮し、総合的に円借款事業としての効果を判定する。

なお玉林市街区では現在、円借款事業で整備された城北浄水場に加え、2つの浄水場<sup>13</sup>が稼働している。下記はこれら3浄水場合算のデータであり、目標値との厳密な比較は行わない。

#### 1) 玉林市街区への給水状況

玉林市街区全体と円借款事業対象施設（色付け部）の供給状況は以下のとおり。

表5 本事業による市街区への給水状況

指標名称	基準値	目標値	実績値	
	2004年	2011年 事業完成 1年後	2017年 事業 完成年	2018年 事業完成 1年後
給水人口（万人）	29	57	-	-
市街区の給水人口（万人）	29	56	71.2	75.63
うち城北浄水場対象地域（万人）	29	56	36.67	40
うち江南浄水場対象地域（万人）	-	-	16.61	17.1
うち城東浄水場対象地域（万人）	-	-	17.92	18.53
日最大給水量（万m <sup>3</sup> /日）	9.3	26	-	-
市街区への日最大給水量（万m <sup>3</sup> /日）	-	24	23.69	23.73
うち城北浄水場（万m <sup>3</sup> /日）	-	24	15.10	15.50
うち江南浄水場（万m <sup>3</sup> /日）	-	-	3.69	3.95
うち城東浄水場（万m <sup>3</sup> /日）	-	-	4.90	4.28
城北浄水場の日平均取水量（万m <sup>3</sup> /日）	-	-	13.15	13.67
うち郁江からの取水量	-	-	3.15	3.67
うち既存水源（蘇煙ダム）からの取水量	-	-	10	10
日平均給水量（万m <sup>3</sup> /日）	-	-	-	-
市街区への日平均給水量（万m <sup>3</sup> /日）	-	-	21.55	21.57
うち城北浄水場（万m <sup>3</sup> /日）	-	-	13.00	13.50
うち江南浄水場（万m <sup>3</sup> /日）	-	-	3.65	3.8
うち城東浄水場（万m <sup>3</sup> /日）	-	-	4.90	4.27
水道普及率（%）	59	91	-	-
市街区の水道普及率（%）	72	100	100	100
うち城北浄水場（%）	72	100	100	100
うち江南浄水場（%）	-	-	100	100
うち城東浄水場（%）	-	-	100	100

出所：JICA 技術審査レポート、実施機関質問票回答

1. 事業完成1年後の2018年、玉林市街区の水道普及率<sup>14</sup>は100%、市の給水人口<sup>15</sup>は75.63万人に達している。本事業で整備した城北浄水場、郁江導水路を利用する江南浄水場の給水人口は合計で57.1万人<sup>16</sup>と、計画時の56万人を超え、市全体の給水人口の75%を占めている。

<sup>13</sup> 南流江を水源としていた江南浄水場と城東浄水場は、本事業の整備後は城北浄水場の予備的供給施設に転換する予定であった。現在は当初計画と異なり、水源を変更したうえで市街区向け給水を行っている。江南浄水場は本事業で整備された郁江水源、城東浄水場は蘇煙ダムを水源としている。

<sup>14</sup> 水道普及率の定義は、配水エリア内の居住人口に対する給水人口の割合。

<sup>15</sup> 給水人口の定義は、配水管網と接続し実際の給水量のある人口。

<sup>16</sup> 江南浄水場では2018年から郁江からの取水が始まったため、2018年以降を指標として使用する。



2. 市街区むけ日最大給水量もほぼ目標 24 万 m<sup>3</sup>/日に達しており、供給面ではほぼ目標を達成している。供給水質も国家基準を達成しており、大きな問題は見られない。ただし城北浄水場の日平均、日最大給水量はそれぞれ設計能力の 56%、68%で、浄水場単体の給水人口や給水量は当初計画に達していない。
3. この理由としては、供給システムの最適化が進んだことがある。市街区の拡大に伴い給水対象区が拡大したことで、予備的な施設に転換する予定だった江南浄水場と城東浄水場は現在もフル稼働している。この結果、計画時の城北浄水場の想定給水対象区が縮小し、カバーする給水人口が減少したものと考えられる。
4. 今後玉林市と隣接する北流市の一部が玉林市に統合される計画のため、城北浄水場の配水地域はさらに拡大する見込みである。

以上を踏まえると、事後評価時において、市街区の下水処理システムを整備するという事業目的は概ね達成された一方、円借款で整備された城北浄水場の稼働状況はまだ計画に達していない。今後供給量はさらに伸びる可能性が高いが、現時点での上水事業の効果全体は中程度と評価する。

## 2) 郁江からの導水事業

「3. 1. 4 事業計画やアプローチ等の適切さ」で述べた通り、郁江からの導水量は 2018 年現在、当初計画の 4 割程度にとどまる。市街区に給水する 3 浄水場では主な水源として、既存の蘇煙ダムから取水しており、城北浄水場も、既存の蘇煙ダムからの取水が全体の 7 割強を占める。

1. 主な理由は取水コストが低いことに加え、導水事業の正式運転が 17 年にずれ込み、稼働開始から日が浅く、まだ運用の調整過程であることも影響した。現在、郁江からの導水は、城北浄水場と既設の江南浄水場に導水されており、そこから市街区へ給水がされている。現在の市街区向け供給量は約 7 万 m<sup>3</sup>で、徐々に増加している。
2. 当初計画では、郁江からの導水量は 25 万 m<sup>3</sup>/日のうち一部を近隣都市、農村部に供給する予定だった。事後評価時点では、下表のとおり当初予定の貴港市橋堤鎮、石南鎮に加え、2020 年までに計 4 郷鎮に原水を販売する計画が進んでおり、すでに一部地域への給水は開始済みである。

表 8 今後の郁江から市街地・他郷鎮への導水予測

日平均供給量見込み	供給時期	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年
<b>総計（万<math>\text{m}^3</math>/日）</b>		<b>6.79</b>	<b>11.16</b>	<b>13.70</b>	<b>16.30</b>	<b>19.90</b>
市街区	開始済み	4.00	5.00	6.50	8.80	12.00
橋堤鎮（貴港市）	開始済み	1.00	1.97	2.50	2.70	3.00
湛江鎮（貴港市）	開始済み	0.29	0.60	0.70	0.80	0.90
石南鎮（玉林市）	契約済み（2019年7月～開始予定）	1.50	3.00	3.00	3.00	3.00
興業県工業園（玉林市）	2020年6月～	0.00	0.58	1.00	1.00	1.00

出所：実施機関質問票

今後5年間で供給総量は導水能力25万 $\text{m}^3$ の約8割、約20万 $\text{m}^3$ まで増加することが見込まれており、良好な活用状況に達すると期待される。

以上総括すると、下水道事業はほぼ計画を達成した一方、上水道事業は市街区の供給安定という目的はほぼ達成したものの、施設整備の遅れにより、郁江導水事業はまだ部分的に活用が始まったばかりである。この点を加味すると、事後評価時における導水事業を含めた上水道整備事業の効果はまだ中程度と判断する。ただし、今後2-3年の間に本格的な活用が進む可能性が高いことも確認できたことから、本事業の総合的な効果は高いと評価する。今後進捗を定期的にモニタリングし、導水事業を含めたシステム全体の稼働状況が期待通りに進むか確認することが望ましい。

### 3. 3. 1. 2 定性的効果（その他の効果）

インパクトの項参照。

## 3. 3. 2 インパクト

### 3. 3. 2. 1 インパクトの発現状況

本事業では、「玉林市住民の生活環境の向上」をインパクトと位置づける。具体的には、本事業の上下水道の整備による「水環境の改善」と「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」を具体的なインパクトとして分析した。

#### （1）水環境の改善

##### 1）南流江の観測地点のモニタリングデータ

以下は処理済み下水を放流する南流江と南流江に流入する清湾江の観測地点における水質の変遷である。玉林城区下段が下水処理場に最も隣接する南流江の下流観測地点である。なお河川水質は、上流域の汚染状況なども影響する上、南流江の河川水量に対し、下水処理場の処理水量はわずかであることから、本事業との関連性を明確に検証することは難しく、ここでは本事業の貢献を定性的に分析する。

表 9 南流江の水質

観測断面	観測年	PH	SS (mg/m <sup>3</sup> )	COD (mg/m <sup>3</sup> )	BOD (mg/m <sup>3</sup> )	T-P (mg/m <sup>3</sup> )
南流江流入城区前	2002	7.43	-	-	-	-
	2018	7.24	3.02	15.01	0.51	0.47
南流江城区上段	2002	7.66	-	-	-	-
	2018	7.52	3.82	18.8	0.82	0.34
玉林城区中段 (南流江)	2004	7.42	29	51.33	17	0.021
	2018	7.36	4.01	30.65	1.38	0.65
玉林城区下段 (南流江)	<b>2004</b>	<b>7.57</b>	<b>29</b>	<b>48.67</b>	<b>7</b>	<b>0.594</b>
	<b>2018</b>	<b>7.34</b>	<b>5.11</b>	<b>17.81</b>	<b>1.21</b>	<b>0.38</b>
	<b>2004 比</b>	<b>-3%</b>	<b>-82%</b>	<b>-63%</b>	<b>-83%</b>	<b>-36%</b>
流入城区前 (清湾江)	2004	7.2	22.33	5.67	1.1	-
	2018	7.17	2.85	11.24	0.85	0.21
城区下 (清湾江)	2004	7.34	41.67	33.33	3.93	0.64
	2018	7.23	3.96	13.41	1.32	0.21

出所：審査時の 2002 年、2004 年のデータは技術審査レポート、2018 年の観測データは実施機関提供

1. 本事業で整備された下水処理場に隣接する観測断面では、水質の主要汚染物質の濃度が 50%以上低減された。河川水質は総じて改善傾向を示している。
2. 本事業が削減した水質汚染物質の総量を下水処理場の年間処理量から計算すると、2018 年実績で、BOD を 311 kg、COD を 2,020 kg の削減効果が推定できる。これらの削減は河川水質の改善や悪化の抑制に一定程度貢献していると評価できる。

## (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) 裨益者へのインタビュー結果

「水環境の改善」について裨益者の認識や評価を把握するため、玉林市の住民と市内の不動産会社にインタビュー<sup>17</sup>を実施し、事業実施前（2006 年）と事後評価時（2018 年）の水環境や住民の利便性・住環境の改善、河川環境の変化を調査した。以下にその例をまとめる。

1. 住民の利便性・住環境の改善：水道の整備によって水圧の安定など、住居内の水利用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「本事業整備前は水道の水圧が低く、シャワーの利用は利用量が少なくなる夜間に限られるなど不自由があったが、現在は水圧も安定し、常時水を利用できるようになった」と回答している。別の回答者（不動産業者）は「以前は水圧が低く、3 階以上の階層では断水も頻発するため、住宅開発も低層住宅の開発に限られていたが、水

<sup>17</sup> インタビューでは物件管理会社職員、水道会社職員、不動産開発会社職員、定年退職者の 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。

道の整備が進んだことで、現在は高層住宅の建設が可能になった」など、水回りの基幹インフラの整備が進んだことで、不動産開発や都市開発が促進されたことがうかがえた。

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、2007年頃までは井戸水を利用していましたが、アンモニア窒素が非常に高く安全性に問題があり、のどの炎症や肝炎などの疾患が多かった。本事業整備後は水道水質の利用が可能となり、これらの問題も大きく改善された。またある回答者は、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。

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. 3. 2. 2 その他、正負のインパクト

#### (1) 汚染対策

計画時、下水処理場から排出される汚泥は、既存の埋め立て地処分場で処理される予定となっていた。現在も大きな変更はないが、汚泥は脱水処理され、既存の埋め立て処理場で処理される他、肥料工場に搬出され、再利用されることもある。<sup>18</sup>有効性の項で述べた通り、発生汚泥は100%処理されており、環境面での負のインパクトは少ない。



汚泥処理



汚泥搬出用トラック

#### (2) 自然環境へのインパクト

本事業は審査時、「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、環境への望ましくない重大な影響はないと判断さ

<sup>18</sup> 現時点では重金属など有害物質の調査は行っていないが、現地調査時に確認した範囲では、処理区域内に重金属等を使用するような機械・電気・電子工場は無く、大きな懸念はないと思われる

れた。取水源の郁江は水量が豊富であり、取水による自然環境・生態系への特段の負荷は予見されず、また下水処理においても高度処理によって放流河川への環境負荷は最小限に抑えられるとされていた。事業対象地及び近隣には環境保護区は存在していない。事後評価時においても、EIA 報告書で想定されなかった問題は発生していない。

### (3) 社会環境へのインパクト

- 1) 住民移転と用地取得：本事業による住民移転は実施されていない。用地取得については上下水道合わせ 13 ha が取得される予定で、実際の取得面積は約 12.4 ha<sup>19</sup>と計画から微減となった。この要因は下水ポンプ場予定地の一部が市の開発計画で住民の移転先として指定されたことで、ポンプ場敷地が縮小したためである。すべての用地取得の合意締結まで約 7 年、支払完了までに 9 年を要した。この間の地価上昇により、取得費用は約 5,000 万元（約 6.85 億円）と、計画から 160% 増加した。
- 2) 用地取得交渉の難航：用地取得のプロセスを丁寧に進めたことで、逆に想定以上に時間を要したことがうかがえる。効率性で述べた通り、上水施設の用地取得において、農民との賠償交渉が難航した。当初対象者に提示した補償額は国家基準に準拠していたが、この金額では合意できずに交渉が長引き、最終的には補償に加え対象地域のインフラ整備事業を実施することで合意した。加えて、導水路予定地の一部は隣接の貴港市に所在しており、同市内の土地取得交渉は、主に貴港市の行政機関が担当することになったため、両市間の調整や合意事項の確認等に時間を要した。

以上により、本事業の実施によりおおむね計画通りの効果の発現が見られるが、一部工事の遅れにより効果の発現途上が見られるため、有効性・インパクトは事後評価時には中程度と評価する。しかし、近い将来に高い効果を発揮する見込みである。

## 3. 4 持続性（レーティング：③）

### 3. 4. 1 運営維持管理の体制

本事業計画時、玉林市人民政府が事業全体を統括し、市政府財政局が財政面、環境保護局が環境面のモニタリングを担当することになっていた。現在の運営・維持管理体制も大きな変更はない。上下水道事業における運営管理体制は以下の通り。

#### (1) 下水処理施設

下水処理施設の運営・維持管理は、計画時と同様、国有企業「玉林市都市建設投資集団有限公司」傘下の「玉林市美林污水处理有限责任公司」が実施し、その後の運営管理を行っている。会社は設備維持課、生産運営課、管道維持課など 6 課からなり、職員

---

<sup>19</sup> 内訳は、下水処理施設の取得面積が 7.23 ha で上水施設が 5.15 ha の用地を取得した。

59人が在籍している。職員のうち51人が技術者であり、適正に基づく配置がなされ、人数不足といった問題もみられない。

## (2) 上水施設

上水道整備事業の運営・維持管理は、計画時と変わらず、国有企業「玉林市自来水公司」が担当している。玉林市自来水公司是管網維持管理所、上水部、生産技術管理課など14部門と、3浄水場、3ポンプ場からなる組織で、玉林市人民政府から特許経営権を与えられ、委託を受ける形で担当している。玉林市自来水会社の総職員数は400名、うち城北浄水場には50～60名の職員が在籍している。

### 3. 4. 2 運営・維持管理の技術

- (1) 上下水道とも、導入された設備の技術や仕様は、中国でもすでに確立された技術である。担当職員は各工程で求められる国家資格等を保有し、実務経験を有するものが配置されており、運営面の技術能力に大きな懸念はない。
- (2) 現地調査では下水道事業の専門家が同行し、担当職員にインタビューを実施したが、処理技術の知識や経験、問題発生時の対応など、適切な回答を得ている。また上下水道とも運営維持管理や点検に関するマニュアルが整備され、各施設の担当者が常時確認できる環境にある。定期点検の記録等も確認したが、いずれの設備でも記録が適切に管理されており、管理能力についても問題はない。
- (3) 人材育成面では、従業員向けの研修も制度化されており、自治区内でもこれら研修を受講できる環境が整備されていることなどから、総じて技術面に大きな問題はないと評価できる。

### 3. 4. 3 運営・維持管理の財務

#### (1) 下水処理施設

下水処理施設の運営会社「玉林市美林污水处理有限责任公司」は、直接下水道料金収入を徴収せず、毎年の収入は政府から運営資金を交付されている。現在の収支状況は以下の通り。

表 10 下水処理場の財務状況

項目	2015	2016	2017
1.P/L 指標			
収入（単位：千元）	17,335	17,681	18,366
費用（単位：千元）	17,379	17,678	18,085
<b>営業利益</b> （単位：千元）	<b>-44</b>	<b>3</b>	<b>281</b>
営業利益率（%）	-25.5%	0.016%	1.5%
2.B/S 指標			
自己資本比率（%）	21.99	19.16	21.05
流動比率（%）	196.2	150.6	-

出所：質問票回答をもとに作成

2015 年はわずかに赤字を計上していたものの、2016 年以降は管理費用が下がったことで単年黒字に転換し、その後も利益を計上している。事後評価時の下水道料金は 0.95～1.4 元/m<sup>3</sup>に設定されており、審査時の 0.82 元/m<sup>3</sup>からは引き上げられている。下水道料金は自治区政府の物価局がコントロールしており、現在の水準は事業運営の健全性をギリギリ維持できる水準に設定している。政府予算を前提とした事業運営であり、収益性は低いものの、財務運営上大きな問題は生じていない。

## （2）上水施設

### 1）水供給事業

上水施設を運営する自来水公司によれば、上水事業では独立採算制を採用しており、政府からの補助金投入等はない。近年の損益計算書の状況は以下のとおり。

表 11 上水施設の財務状況

項目	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年
1. P/L 指標				
営業収入（千元）	115,271	118,733	124,086	148,761
営業費用（千元）	89,401	84,681	101,208	145,370
営業利益（千元）	30,716	34,357	23,183	3,684
営業利益率（%）	26.65%	28.94%	18.68%	2.48%
純利益（千元）	27,024	30,163	20,142	4,197
2. B/S 指標				
自己資本率(%)	30.34%	36.61%	38.18%	37.97%
流動比率(%)	707%	761%	136%	129%

出所：実施機関提供データをもとに評価者作成

- 2015 年～2017 年は営業利益が 20～30% 近く非常に高い。実施機関によれば、これは料金収入とは別に水道管の接続工事や据付設備の販売等の売上が反映されたものである。2018 年の営業利益率約 2.5% が、通常の上水供給による事業の収益率を反映したものと推測できる。自己資本比率も 4 割近くを維持しており、概ね健全な財務体質を維持しているといえる。

2. 供給エリアの拡大により料金収入は順調に成長しており、2018年の営業収入は前年比14%と大きく成長している。
3. 水道料金は採算を考慮して自治区政府によって設定される。事後評価時の水道料金は審査時の想定1.55元/m<sup>3</sup>から、2.3～4.49元/m<sup>3</sup>に引き上げられた。現在一般家庭向け標準料金は2.3元/m<sup>3</sup>で、1m<sup>3</sup>あたりの供給コストは約1.8元/m<sup>3</sup>とされることから、事業運営上の採算は確保できていると評価できる。
4. 有効性で述べた通り、水公司では郁江からの導水を他郷鎮・貴港市に販売しており、今後供給量は大きく伸びることが期待されている。これらの収入も今後の運営維持管理の安定財源になると見込まれる。

### 3. 4. 4 運営・維持管理の状況

#### (1) 下水道事業

下水処理施設の運営・維持管理は概ね適切に行われており、重大な問題は確認されなかった。維持管理費用は年間207万元（約3,436万円）投入されており、修繕が定期的に行われている。施設の視察には、下水道事業の日本人専門家も同行し、施設の耐久性や運用面での問題について以下の2点を確認した。

・粗目スクリーンの破損：円借款で整備した粗目スクリーン<sup>20</sup>が設置2年後に破損し、別の機材に交換されていた。現地調査に同行した下水道事業の専門家は、破損の要因として耐久性が低く安価な製品であったこと、設置場所が狭く急勾配で設置されたことで想定以上の負荷がかかった可能性を指摘している。設備の交換は迅速に行われており運営上の問題は生じていないが、今後も定期的な交換が必要になる可能性がある。

・屋外施設（生物反応池、沈殿池）の劣化：屋外施設の基礎部分（コンクリート構造物）等の劣化が目立った。同行した専門家の意見によると、酸性雨などの大気汚染のほか、材質の問題や塗料<sup>21</sup>の被覆頻度の不足なども要因として考えられる。実施機関によれば定期的な塗装作業が計画されており、計画通り作業が進めば設備の耐久性に大きな影響はないと思われる。ただし、劣化部を放置すると耐久年数を縮める可能性があることから、定期メンテナンスが適切に計画され、計画通り作業を実施することが求められる。

---

<sup>20</sup> 下水処理場に流入する大きなゴミや浮遊物を取り除く装置

<sup>21</sup> 被覆塗料は、コストが低い石灰を塗料している。





破損した粗目スクリーン



コンクリート部の劣化箇所

## (2) 上水道事業

上水施設は完成から日が浅く、施設の稼働状況や設備の状態は良好である。安全管理マニュアルに沿って管理が行われ、問題は所見されない。上水ポンプ場についても、稼働時間が安定しており、電気施設に大きな故障は発生しておらず、故障時の部品交換体制や調達先等も確立されている。導水管、配水管もすべての区間で正常として報告されている。

上下水道ともに、既に中国国内では一般的なインフラであり、本事業を持続して運営し、下水処理事業を行う体制が技術・財務・状況の面からも整えられている。施設の管理状況では、下水処理施設の基礎構造物等の劣化が見られたが、現時点で補修計画が立てられており、深刻な懸念は見られなかった。以上から、本事業の持続性は高いと評価できる。

## 4. 結論及び教訓・提言

### 4. 1 結論

本事業は、広西チワン族自治区玉林市において、下水処理施設及び上水施設を整備することにより、水質汚濁物質の排出量を削減し、安全かつ安定して水を供給し、もって同市住民の生活環境を改善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、妥当性は高い。事業スコープの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ため、効率性は中程度と評価できる。事業実施以降、上下水道施設は順調に稼働し、下水処理施設の水質汚濁物質の削減効果は高い。上水施設も順調に稼働しており、増加する需要に対応して、同市住民に安定した水供給を実現している。現在も継続して上下水道事業の拡張と強化を進めており、担当する組織の体制、技術や財務面も安定した基盤を確立していることから、持続性も高い。

以上より、本事業の評価は非常に高い。

## 4. 2 提言

### 4. 2. 1 実施機関への提言

#### 下水処理施設のメンテナンス計画の改善

下水処理施設では、屋外施設の外観の劣化や一部設備の故障が発生していた。故障した設備は低コストではあるが耐久性の面で課題がある。今後も定期メンテナンスと補修頻度を維持する必要がある。また屋外施設の外観の劣化の主な原因としては、塗装の際に低コストの石灰で塗装を行っていること、加えて大気汚染や酸性雨などの影響も想定されることから、耐食性材料の採用やメンテナンス頻度の改善など、施設の耐用年数を維持するために保守点検体制を強化することが望ましい。

### 4. 2. 2 JICA への提言

特になし。

## 4. 3 教訓

#### 事業計画とアプローチの精度向上

本事業で整備した導水事業の稼働状況は、当初計画の4割程度にとどまる。この要因には、既存水源の取水量が当初計画よりも多く確保できたことや、取水コストの計画時からの大幅な上昇などが影響しており、事業計画段階でこれらの可能性が十分に検証されていなかった可能性がある。今後は当初想定した市街区向け給水に加え、導水路沿線への給水ニーズが高まることが予想されている。事業計画期間全体でのニーズや代替手段の検討が精緻に行えれば、より低コストで供給できる沿線部への優先供給など、設備の耐用期間全体でより効果を早期に発現できた可能性がある。

## 主要計画/実績比較

項目	計画	実績
①アウトプット		
1) 下水管網整備	156 km	ほぼ計画どおり (153.76 km)
2) 下水ポンプ場	新設 2 箇所	新設 1 箇所
3) 下水処理場	新設 1 箇所 10 万 m <sup>3</sup> /日	計画どおり
4) 上水導水路	75 km	ほぼ計画どおり (72.02 km)
5) 上水ポンプ場	新設 4 箇所	新設 3 箇所
6) 浄水場 (新設)	新設 2 箇所	キャンセル
7) 浄水場 (拡張)	拡張 1 箇所 10 万 m <sup>3</sup> /日→27 万 m <sup>3</sup> /日	計画通り
8) 研修	実施機関職員等を対象とした、上下水道事業に関する日本での研修	キャンセル
②期間	2006 年 6 月～2010 年 12 月 (54 ヶ月)	2006 年 6 月～2019 年 6 月 (157 ヶ月) 計画比 290%
③事業費		
外貨	6,644 百万円	5,736 百万円
内貨	6,792 百万円	算出不可 <sup>22</sup>
合計	13,436 百万円	算出不可 <sup>23</sup>
うち円借款分	6,282 百万円	5,736 百万円
換算レート	1 元 = 13.7 円 (2005 年 9 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 10 月	

<sup>22</sup> 下水処理施設整備事業の実施機関によると、事業スコープのうち排水管網の整備は政府の道路整備事業の一環として支出され、且つ整備区間も円借款事業分を含めより広範にわたることから、正確な下水処理施設整備事業の金額を算出することが困難であったため、算出できなかった。

<sup>23</sup> 上記 26 の理由から、上下水道を合わせた本事業の総事業費は算出できなかった。

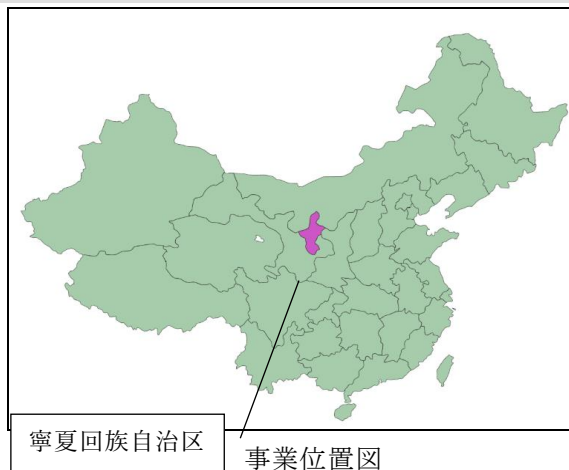
## 0. 要旨

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	<p>【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</p> <p>【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</p> <p>【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</p>
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 (フェーズビリティ・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：C<sup>1</sup>）

### 3.1 妥当性（レーティング：③<sup>2</sup>）

#### 3.1.1 開発政策との整合性

##### (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

<sup>1</sup> A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

<sup>2</sup> 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<sup>3</sup>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汚水処理施設を建設し、汚水処理率をそれぞれ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%、汚水処理率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。

---

<sup>3</sup>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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/日の規模に成長すると予測していた<sup>4</sup>。

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 m<sup>3</sup>/日、石嘴山市では 18.5 万 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/日と、依然として供給能力(60 万 m<sup>3</sup>/日)を 5 割上回り、下水処理の需要も 60 万 m<sup>3</sup>/日と、処理能力 50 万 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/日に対し水需要 40 万 m<sup>3</sup>/日と、需給がほぼ均衡している。下水処理の需要は 16.3 万 m<sup>3</sup>/日に対して、処理能力は 8 万 m<sup>3</sup>/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。

---

<sup>4</sup>：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<sup>5</sup>、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）<sup>6</sup>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

<sup>5</sup> 審査時は処理能力4万m<sup>3</sup>/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m<sup>3</sup>/日に変更された。

<sup>6</sup> 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<sup>7</sup>。

## 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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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。<sup>8</sup>

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<sup>9</sup>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

---

<sup>7</sup> 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。

<sup>8</sup> 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。

<sup>9</sup> 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 <sup>3</sup> /日) 第7 浄水場新設 (5 万 m <sup>3</sup> /日) 第8 浄水場新設 (5 万 m <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /年) 第7 浄水場：計 28 カ所 (913 万 m <sup>3</sup> /年) 第8 浄水場：計 24 カ所 (913 万 m <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /日) 第6 下水処理場新設 (5 万 m <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /日)	計画通り
	恵農区取水場新設 (18 万 m <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /日)	変更あり (縮小) 2 万 m <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /日)	計画通り
	第3 下水処理場中水施設新設 (2 万 m <sup>3</sup> /日)	変更あり (縮小) 1 万 m <sup>3</sup> /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。

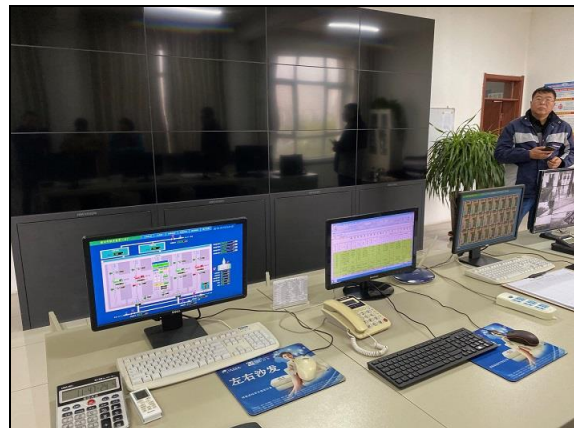
(1) 銀川市上水処理施設

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<sup>3</sup>/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15.4km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84億3,200万円に対し、実績は83億6,800万円と計画比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ヵ月)に対して、実績2007年6月～2018年10月(136ヵ月)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(ヵ月)		実績(ヵ月)		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<sup>10</sup>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 m<sup>3</sup>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。

<sup>10</sup> 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：②<sup>11</sup>）

#### 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<sup>12</sup>。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 <sup>3</sup> /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
<b>水質基準 PH</b>					
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 m<sup>3</sup>/日に対し 31.36 万 m<sup>3</sup>/日（計画比 92%）とほぼ計画を達成している。

<sup>11</sup> 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。

<sup>12</sup> 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m<sup>3</sup>/日<sup>13</sup>）4.8万m<sup>3</sup>/日、第8浄水場（設計能力5万m<sup>3</sup>/日）3.08万m<sup>3</sup>/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	目標値	実績値		
	2015年 計画年	2014年 事業完 2年後	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 <sup>3</sup> /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 <sup>注</sup>	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
	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
	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m<sup>3</sup>/日から41.7万m<sup>3</sup>/日へと増加し、目標値32.1万m<sup>3</sup>/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m<sup>3</sup>/日）は4.46万m<sup>3</sup>/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。

<sup>13</sup> 既設1万m<sup>3</sup>/日と本事業による増設4万m<sup>3</sup>/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 $\text{m}^3$ /日)	0.2	5.2	2.726	3.3149	7.2149
うち本事業対象 処理量に対する割合(%)	1.4	3(設計値) 16.2	1.05	1.07	1.3
	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 $\text{m}^3$ /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 $\text{m}^3$ /日から2018年の7.2万 $\text{m}^3$ /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<sup>14</sup>。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 $\text{m}^3$ /日に対し2018年時点で1.3万 $\text{m}^3$ /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。

<sup>14</sup> 現在の市内の汚水処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<sup>15</sup>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 <sup>3</sup> /日)	9	17.6	13.86	13.67
うち本事業対象区(万m <sup>3</sup> /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m<sup>3</sup>/日の給水能力がある。本事業対象の恵農区浄水場は12万m<sup>3</sup>/日（既設4万m<sup>3</sup>/日と増設分8万m<sup>3</sup>/日）と最大である。市全体の給水量は審査時の9万m<sup>3</sup>/日から2018年の13.67万m<sup>3</sup>/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m<sup>3</sup>/日と横這いで、事業が完成した2018年も3.35万m<sup>3</sup>/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

<sup>15</sup> 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 <sup>3</sup> /日)	2.7	17.1	7.21	7.51
うち本事業対象処理場(万m <sup>3</sup> /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m<sup>3</sup>/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m<sup>3</sup>/日から2018年の7.51万m<sup>3</sup>/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m<sup>3</sup>/日)は、2012年10月の完成以降、ほぼ稼働停止状態<sup>16</sup>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<sup>17</sup>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m<sup>3</sup>/日の生産能力がある。市全体の中水生産能力は目標9万m<sup>3</sup>/日に対し8万m<sup>3</sup>/日(計画比89%)とほぼ目標どおり、2018年の実生産量は7.51万m<sup>3</sup>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m<sup>3</sup>/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m<sup>3</sup>/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m<sup>3</sup>/日にとどまり<sup>18</sup>、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。

<sup>16</sup> 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。

<sup>17</sup> 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m<sup>3</sup>にとどまる。

<sup>18</sup> 処理場が完成した2012年以降、最も多い年でも1.13万m<sup>3</sup>/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 <sup>3</sup> /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が、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m<sup>3</sup>/日、20年計画では6万m<sup>3</sup>/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)	<b>17</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>11.68</b>	<b>8.33</b>	<b>3.35</b>	<b>69%</b>
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)	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>4.32</b>	<b>4.32*</b>	<b>0</b>	<b>62%</b>
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)	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1.7</b>	<b>1.3</b>	<b>0.4</b>	<b>28%</b>

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m<sup>3</sup>だが、これは増設4万m<sup>3</sup>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汚水の削減が進んだ。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 <sup>3</sup> )	17.2	11.7	9.0	9.0	7.8
BOD(mg/m <sup>3</sup> )	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<sup>19</sup>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。生活汚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)

<sup>19</sup> 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上が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<sup>20</sup>。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. 運営維持管理の体制

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

---

<sup>20</sup> 「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<sup>21</sup>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「銀川中鉄水務集団有限公司」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、現在は同公司が担当している。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っている。

---

<sup>21</sup> 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 汚水処理場	達力汚水処理有限公司（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 汚水処理場	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 汚水処理場	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 汚水処理場（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 汚水処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に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、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汚水処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団有限公司」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られる。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激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 ヶ月)	2007 年 6 月～2018 年 10 月 (136 ヶ月) 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 <sup>22</sup>
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	

<sup>22</sup> 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。



ケニア

## 2018年度 外部事後評価報告書

円借款「ソンドゥ・ミリウ／サンゴロ水力発電所建設事業」

外部評価者：アイ・シー・ネット株式会社 笠原 龍二

### 0. 要旨

本事業は、ケニア共和国（以下、ケニアという）西部のニャンザ州キスム地方に設備容量 21.2MW の水力発電所を建設することにより、電力供給の拡大を図り、同国の国民の生活水準の向上と経済の持続的な成長に寄与することを目的として実施された。

審査時、事後評価時ともに、ケニアの電力開発政策・開発ニーズ、審査時の日本の援助方針と合致しており、本事業の妥当性は高い。全体のアウトプットに変更はなく、事業費と事業期間は計画内に収まったため、本事業の効率性は高い。有効性の指標として設定された目標値はおおむね達成した。また、電力需給逼迫（ひっばく）の緩和と電力供給の安定性というインパクトの発現に寄与した。事業実施時点や事後評価時点では、自然環境・住民移転・用地取得・雇用状況・労働環境へのインパクトについて、一部課題があるものの、重大な負のインパクトは確認されなかった。よって、本事業の有効性・インパクトは高い。本事業によって発現した効果の持続性については、財務面に一部改善の余地はあるが、総じて大きな問題はない。よって、本事業の持続性は中程度である。

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



サンゴロ水力発電所

## 1.1 事業の背景

本事業の審査時点の 2005 年頃には、ケニアはインフラ整備による経済開発・貧困削減を目指していた。当時のケニアの電力需給状態は、電力需要の上昇に対して、設備の老朽化などにより電力供給が追いついておらず、逼迫していた。そのため、電源開発は、ケニアの喫緊の開発課題であり、政府は同課題への早期対応策を検討していた。ケニア政府は、中期的な発電所の建設計画を立てていたが、同計画の中で具体的に事業として実施されていたのは、オルカリア地熱発電所とソンドゥ・ミリウ水力発電所<sup>1</sup>のみという状況であった。

このような状況下で、ソンドゥ・ミリウ水力発電所の放水路下流の未利用落差を活用した電源開発として本事業の借款供与についてケニア政府より要請があり、JICA は事業審査を行った。同水力発電所は 2007 年に完成予定であり、融資が行われれば短期間で開発が行われることが期待されていた。また、本事業の建設コストは、既存の施設を十分に活用出来るため、抑えられる想定があった。

図 1 と図 2、それぞれ、ソンドゥ・ミリウ水力発電所と本事業の関係をあらわした地図と、本事業の主要コンポーネントの完成写真である。



出所：JICA 提供資料を加工

注：地図中の赤い点線部分が、本事業対象区間。主に、①接続水路・調圧水槽・水圧管、②発電所・発電機・変電所、③送電線、④アクセス道路である。

図 1 本事業の概要地図

<sup>1</sup> ソンドゥ・ミリウ水力発電事業 (E/S) (1989 年 10 月 LA 調印)、ソンドゥ・ミリウ水力発電事業 (1997 年 3 月 LA 調印)、ソンドゥ・ミリウ水力発電事業 (II) (2004 年 2 月 LA 調印)



①接続水路



①水圧管と②発電所



②発電機



②変電所



③送電線



④アクセス道路

出所：評価者撮影

注：写真のタイトルに付けた数字は、図1の地図に記載した数字と同じである。

図2 本事業に関する写真

## 1.2 事業概要

ケニア西部のニャンザ州キスム地方に設備容量 21.2MW の水力発電所を建設することにより、電力供給の拡大を図り、もって同国の国民の生活水準の向上と経済の持続的な成長に寄与する。

円借款承諾額/実行額	5,620 百万円/4,318 百万円
交換公文締結/借款契約調印	2007 年 1 月 10 日/2007 年 1 月 23 日
借款契約条件	金利 0.75% 返済 40 年 (うち据置 10 年) 調達条件 一般アンタイト
借入人/実施機関	ケニア電力公社 / ケニア電力公社 (Kenya Electricity Generating Company: KenGen)
事業完成	2013 年 7 月
事業対象地域	ケニア西部のニャンザ州キスム地方
本体契約	Sinohydro Corporation (中華人民共和国)
コンサルタント契約	日本工営 (日本)
関連調査 (フィージビリティ・スタディ: F/S) 等	<JICA> ソンドゥ川多目的開発計画予備調査 (1982 年)、ソンドゥ川多目的開発計画事前調査 (1983 年)、ソンドゥ川水力開発計画 F/S 調査 (1985 年) <KenGen> ソンドゥ・ミリウ/サンゴロ水力発電所建設事業追加発電所詳細設計 (2000 年)、ソンドゥ・ミリウ/サンゴロ水力発電所建設事業実施プログラム (2005 年)
関連事業	電力セクター再生プロジェクト (世界銀行、欧州投資銀行、フランス開発庁、北欧開発基金、2003~2014 年)、ケニア電力現代化プロジェクト (世界銀行、2015~2020 年)、KenGen 保証プロジェクト (世界銀行 2018~2021 年)

## 2. 調査の概要

### 2.1 外部評価者

笠原 龍二 (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12月～2020年2月

現地調査：2019年1月26日～2月9日、2019年5月11日～5月17日

### 2.3 評価の制約

- (1) コンサルタントが作成する事業進捗報告書や完了報告書が入手出来なかったため、実施期間中の情報は、実施機関と住民代表からの聞き取り情報に偏っていることに留意する必要がある。
- (2) 本事業が建設した送電線の維持管理を、ケニア送電公社 (Kenya Electricity Transmission Company、以下「KETRACO」という。) が実施することになっているが、竣工後から事後評価時点まで、実質的には、ケニア電力電灯会社 (Kenya Power and Lightning Company Limited、以下「KPLC」という。) が実施してきた。送電線は既に KETRACO に移管されていたが、KETRACO と KPLC とのサービス協定により、KPLC が維持管理を行っていた。将来 KETRACO が維持管理を行うことになるが、事後評価時点では、移管される時期が特定出来なかった。そのため、持続性については、KPLC の維持管理の体制・技術・財務を基準に評価を行った。

## 3. 評価結果 (レーティング：A<sup>2</sup>)

### 3.1 妥当性 (レーティング：③<sup>3</sup>)

#### 3.1.1 開発政策との整合性

審査時、事後評価時のケニア政府の国家開発政策文書と電力セクター開発計画 (最費用電力開発計画、Least Cost Power Development Plan、以下「LCPDP」という。) <sup>4</sup>では、電源開発を開発優先事項の一つとして掲げており、本事業と政策の整合性は高い。審査時には「安定した経済成長のための経済インフラの整備、逼迫した電力需給状態への対応として」、そして、事後評価時には「国家変容 (National Transformation) の基盤、産業開発を支援する適切かつ安定した電力を手ごろな価格提供するための」電

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

<sup>3</sup> ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

<sup>4</sup> 審査時点のケニア政府の中期的開発計画「富と雇用創出のための経済再生戦略の投資プログラム (Investment Program for the Economic Recovery Strategy for Wealth and Employment Creation: IP-ERS)」と「LCPDP 2006-2026」、事後評価時点の「ケニアビジョン 2030、第3次中期計画 2018～22年 (Third Medium Term Plan 2018-2022, Kenya Vision 2030)」と「LCPDP 2007-2037」

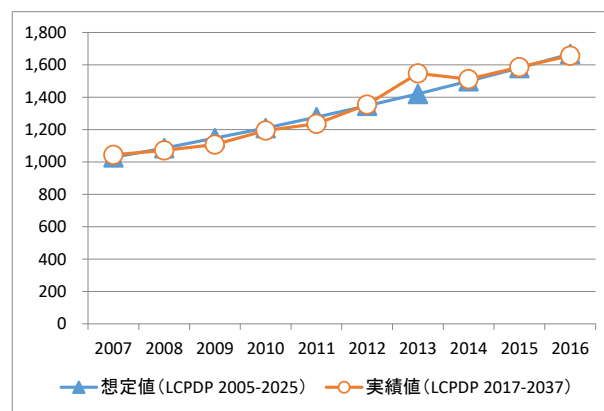
源開発の重要性を位置づけている。審査時の LCPDP において、本事業は計画事業として掲載されている。

本事業は発電所を建設する事業であり、電源開発を促進するという政策と一致する。

### 3.1.2 開発ニーズとの整合性

審査当時のピーク時電力需要は 908MW（2005 年）、その後 10 年間で年平均約 5% の割合の増加を予測していた。事後評価時点で把握している実際のピーク時電力需要は上記予測とほぼ合致しており、国全体でピーク時電力需要に対応出来るだけの電源容量を確保してきた。また、本事業による設備容量 21.2MW の発電所建設も、この電力需要の伸びに対応するというニーズと合致していた。図 3 は、ピーク時電力需要に関して、審査時に推定した変化を青線、事後評価時に把握している実際の変化を赤線であらわしたものである。

また、審査時、発電所の少ない西部地区（Western）、特にケニア西部（West Kenya）<sup>5</sup>で本事業を実施し、「電力供給の地域的安定化」を図る必要が高かった。同地域において、審査時から事後評価時点までに新規に建設がなされたのは、マミアスのバイオ燃料発電所（21.5MW）とムホロニのガス発電所（30MW）<sup>6</sup>であり、事後評価時点でも、ケニア西部における発電所の数は少ない。本事業は、同地域に発電所を配置し、「電力供給の地域的安定化」を図るといったニーズと合致していたと考えられる。



出所: LCPDP2005 と LCPDP 2017

図 3 ピーク電力需要の想定値と実績値

<sup>5</sup> 四つの地域に分けて管理している。( ) 内には小区分を記載。海岸地区 (Coast)、ナイロビ地区 (Nairobi: Nairobi South, Nairobi North, Nairobi West)、ケニア山岳地区 (Mt. Kenya: Mt. Kenya, North, North Eastern)、西部地区 (Western: North Rift, Central Rift, West Kenya, South Nyanza) なお、2014 年度以降から区分に多少変更があるので、地域別の分析の際には、留意する必要がある。【参考】旧区分: 海岸地区 (Coast)、ナイロビ地区 (Nairobi: Nairobi South, Nairobi North, Nairobi West)、ケニア山岳地区 (Mt. Kenya: Mt. Kenya North, Mt. Kenya South)、西部地区 (Western: North Rift, Central Rift, West Kenya)

<sup>6</sup> 同ガス発電所は、エンバカシ (ナイロビ) にあったものを移動させた。



### 3.1.3 日本の援助政策との整合性

審査時点の「国別援助計画」（2000年）では、エネルギー支援開発を含む経済インフラ整備に取り組むことが述べられている。また、審査時点の「海外経済協力業務実施方針」（2005年4月～2008年3月）では、電力開発が開発の効果発現と拡大のために重要であること、その重要性を鑑み日本政府は円借款を供与すること、そして、供与の際には地方開発を視野に入れることが述べられている。したがって、「電力需給逼迫の緩和」と「電力供給の地域的安定化」を視野に入れた本事業（発電事業）は、審査時における日本の援助政策と整合していた。

### 3.1.4 事業計画やアプローチ等の適切さ

審査時の実施機関の戦略文書<sup>7</sup>によると、竣工までの計画期間と施工期間を勘案し、火力発電所の建設が「逼迫した電力需給状態への対応策」として選択されていた<sup>8</sup>。

また、事後評価時点では、2015年に策定された電力発電送電マスタープラン（2015～2035年）や気候変動適応計画（2015～2030年）において、降雨状況の影響を受ける水力発電からの依存を減らすこと、減らすための対応として地熱発電による電源開発を行っていくことが、方針として掲げられている。つまり、電力開発の主力は、審査時では「火力」であり、事後評価時では「地熱」であり、「水力」発電開発が電力システムの柔軟性には必要だとは認識があるものの、いずれの時点においても「水力」は電力開発の主力とは捉えられていなかった。

実施機関の計画部局によると、審査当時、本事業の計画策定と発電所建設に必要な用地の取得は、ソンドゥ・ミリウ水力発電所開発の際に済んでいたため、本事業は早期に竣工が可能であると考えられ、「逼迫した電力需給状態への対応策」の中に含まれたとのことである。

また、審査時と事後評価時の両時点において、ケニア西部地域に建設できる再生可能エネルギーを活用した発電の候補は数少ない。数少ない候補の一つが「ソンドゥ・ミリウ水力発電所から流れ出る水を活用し、追加の水力発電所を建設する」という本事業のアプローチであった。事実、円借款「オルカリア・レスス・キスム送電線建設事業」（2010年12月L/A調印）が実施されているように、ケニア西部地域の電力需要の拡大に対しては、地域外から電力を送電する必要がある。

したがって、「逼迫した電力需給状態」と「電力供給の地域的安定化」の対応策として、本事業の事業計画とアプローチは適切であった。

以上より、本事業の実施はケニアの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分

---

<sup>7</sup> KenGen 2007 Transformation Strategy

<sup>8</sup> 本事業の後に、大型（中型）の水力発電所建設はない。なお、火力発電所は発電にかかる費用（燃料費）が、他タイプの発電（水力や地熱）よりかかることにより、長期的な解決策ではないと想定されていた。

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の計画と実績の比較を表1に記した。本事業が目指した21.2MWの最大出力や年間106.2GWhの送電端電力量に影響を与えうるアウトプットの変更はない。

したがって、アウトプットはほぼ計画どおり実施されており、妥当なものであったと判断される。

表1 アウトプットの計画と実績

施設項目	計画値	実績値	変更の点
接続水路建設	幅 2.0m（水路の底） × 長 503.6m	幅 2.0m（水路の底） × 長 516.3m	長を 13m 延長
調圧水槽建設	幅 12m × 長 78.9m	幅 12 m × 長 78.9m	計画どおり
水圧管路建設	径 4.2m～1.8m × 長 134m	径 4.2m～2.25m × 長 134m	径を 0.45m 拡張
発電所建設	長 34.00m × 幅 21.75m × 高 34.05m	長 34.00 m × 幅 23.0m × 高 35.00m	幅を 1.25m 拡張 高を 0.05m 拡張
発電機設置	・タービン (10,900kW、429 rpm × 2 機) ・発電機 (11,800kVA × 2 機)	・タービン (10,900kW、429 rpm × 2 機) ・発電機 (11,800kVA × 2 機)	計画どおり
変電所	・三相変圧器 ・ソンドゥ・ミリウ発電所 変電所（拡張）	・三相変圧器 ・ソンドゥ・ミリウ発電所 変電所（拡張）	計画どおり（注1）
送電線新設	・132kV × 長 5km (鉄塔の数：14 塔)	132kV × 長 5km (鉄塔の数：16 塔)	鉄塔を 2 塔 追加（注2）
アクセス道路 の改修	長 1.48km	長 1.48km	計画どおり
宿泊施設	9 軒	9 軒	計画どおり

出所：計画値・実績値ともに JICA 提供資料、実施機関への聞き取り

注1：詳細部分変更あり。実施機関からの聞き取りによると、本変更の事業目的、事業期間、事業予算への大きな影響、運営管理上の課題はないとのことであり、変更事由は設計したコンサルタントと建築業者との意見の相違にあったとのことである。

注2：現地踏査の結果、当初14塔の鉄塔を建設予定であったが、実際には16塔が建設されていることを確認した。実施機関からの聞き取りによると、変更事項は事業目的、事業期間、事業予算に大きな影響は与えてない。変更して建設した鉄塔2塔は、実施機関の所有地内であり、用地取得や補償に起因する問題はなく、事業の遅延は生じなかったとのことである。

#### 3.2.2 インプット

##### 3.2.2.1 事業費

本事業の総事業費は審査時の6,612百万円に対し、実績5,499百万円で計画比88%であった。表2は、総事業費のうち円借款対象額と先方負担分の費用の計画値・実績値・比較をまとめたものである。円借款対象額は計画比77%で計画内に収まったが、先方負担分は計画比119%と計画を上回った。前者は、建設業者・機材納品業者が、契約期間内に業務を完了させることが出来なかったため、契約金額の10%が損害賠償（Liquidated Damage）として、契約精算額から差し引かれたためである。後者につい

ては、聞き取りでは情報不足であり、要因が特定出来なかった。

表 2 事業費の計画と実績

(百万円)

項目	計画値			実績値		
	全体	借款対象	先方負担分	全体	借款対象	先方負担分
土木工事	2,328	1,974	354	2,424	1,546	878
資機材調達・据付	2,504	2,202	302	2,003	1,780	223
コンサルティング・サービス	1,057	1,057	0	992	992	0
プライスエスカレーション	409	207	202	0	0	0
(物的) 予備費	261	180	81	0	0	0
用地取得・補償費	23	0	23	18	0	18
一般管理費	30	0	30	62	0	62
合計	6,612	5,620	992	5,499	4,318	1,181
比較：実績値／計画値				83%	77%	119%

出所：計画値・実績値ともに JICA 提供資料、実施機関への聞き取り

### 3.2.2.2 事業期間

本事業の業務期間は、計画 84 カ月、実績 79 カ月の計画比 94%であり、計画内に収まった。表 3 は、事業期間の計画値・実績値・比較をあらわしたものである

「1. 用地取得・補償」<sup>9</sup>と「5. 土木工事、発電設備・送電設備など設置」の作業期間では、計画を超える作業期間を要している。実施機関からの聞き取りでは、実績値を計画値が超えた要因は、「1. 用地取得・補償」については、計画の際に想定した期間が短すぎたこと、「5. 土木工事、発電設備・送電設備など設置」については、実施機関、建設業者・機材納品業者、施工管理コンサルタント間の業務の差し戻しなどで時間がかかったことにあった。

「2. コンサルティング・サービス選定」と「4. コントラクター選定～契約」の作業期間が、計画値と比較し短くなっている。前者は随意契約であったため<sup>10</sup>、後者は入札参加資格事前審査に一社しか通らなかったためであった。

なお、審査時の実施機関の戦略文書<sup>11</sup>では、サンゴロ発電所の竣工を 2011 年度に想定している。実施機関の方針として、本事業の早期完了を目指していたことが伺える。

表 3 事業期間の計画と実績

項目		計画値	実績値	比較
				(差、実績値／計画値)
1 用地取得・補償	開始(年月)	2007年 1月	2007年 1月	差：超過7カ月 計画比：240%
	終了(年月)	2007年 5月	2007年 12月	

<sup>9</sup> 実施機関から得た情報によると、審査時に想定していた補償対象は 108 名であり、事後評価時点では、110 名 (55 区画) であった。2 名 (2 区画) において補償額の支払いが遅れた。うち一つは小切手の不備による遅延、もう一つは補償額への不同意であった。

<sup>10</sup> 事業の効率性を考慮し、ソンドゥ・ミリウ水力発電事業 (I) (II) に従事したコンサルタントを調達した。

<sup>11</sup> KenGen 2007 Transformation Strategy



	項目		計画値	実績値	比較 (差、実績値/計画値)
		期間	5 カ月	12 カ月	
2	コンサルティング・サービス選定	開始(年月)	2007年 4月	2007年 2月	差：短縮 5 カ月 計画比：38%
		終了(年月)	2007年 11月	2007年 4月	
		期間	8 カ月	3 カ月	
3	コンサルティング・サービス	開始(年月)	2007年 12月	2007年 7月	差：短縮 12 カ月 計画比：100%
		終了(年月)	2013年 12月	2013年 7月	
		期間	73 カ月	73 カ月	
4	コントラクター選定～契約	開始(年月)	2007年 12月	2007年 7月	差：短縮 8 カ月間 計画比：68%
		終了(年月)	2009年 12月	2009年 1月	
		期間	25 カ月	17 カ月	
5	土木工事、発電設備・送電設備など設置	開始(年月)	2010年 1月	2008年 11月	差：超過 9 カ月間 計画比：125%
		終了(年月)	2012年 12月	2012年 7月	
		期間	36 カ月	45 カ月	
6	全体 <sup>(注1)</sup>	開始(年月)	2007年 1月	2007年 1月	差：短縮 14 カ月 計画比：94%
		終了(年月)	2013年 12月	2013年 7月	
		期間	84 カ月	79 カ月	

出所：計画値・実績値ともに JICA 提供資料、実施機関への聞き取り

注1：審査時に、本事業の完了時点の定義は、コンサルティング・サービスの終了時点と設定されていた。事後評価における情報収集で、同サービスの終了時点に関する情報が収集できなかった。そのため、同サービスの想定したサービス実施期間と、「5. 土木工事、発電設備・送電設備など設置」の瑕疵担保責任満了時点の二点を勘案して、2013年7月を本事業の完了時点として仮設定し評価した。

### 3.2.3 内部収益率（参考数値）

表4は、各内部収益率の計画値と実績値、また、算出にあたっての前提条件の大枠をあらわしたものである<sup>12</sup>。本事業の財務的内部収益率（FIRR）は計画値 11.4%、実績値 9.8%、経済的内部収益率（EIRR）は計画値 13.8%、実績値 8.8%であった。内部収益率が割引率<sup>13</sup>を上回っており、本事業は、財務的にまた経済的に、投資価値があると判断される<sup>14</sup>。両内部収益率の実績値が計画値を下回っている主な要因には、事後評価時において、支出/費用が審査時を上回っており、便益が審査時想定を下回っていることが挙げられる<sup>15</sup>。

<sup>12</sup> 実績値には、可能な限り事後評価の調査過程で入手した実情報を用いているが、入手出来なかった場合には、審査時と同じ仮定を用いた。①入手した資料からは、全体事業費から用地取得と補償費用を差し引くことが困難であったため、用地取得と補償の費用を含める形で、計算を行なっている。②送電線・鉄塔の維持管理費について、情報が入手できなかったため、審査時の計算方法に合わせ、送電線・鉄塔の建設費の0.5%を維持管理費として仮置きをして、内部収益率を算出した。③審査時では、代替火力発電所として「20MW」の火力発電所を想定している。事後評価時では、計画文書（LCPDP）に標準火力発電所として扱われている「18MW」の火力発電所の値を用いた。④「火力」と「水力」の電源の相違を考慮するため用いられる設備容量や電力エネルギーに関する調整係数の計算に必要な情報は入手でき出来なかった。そのため、審査時で用いた値を用いた。⑤プロジェクトライフの起点を、L/A 調印年時に設定して計算した。

<sup>13</sup> 審査当時の割引率は、財務と経済それぞれ 10%と 12%、事後評価時の割引率は、6.6%と 6.19%である。

<sup>14</sup> 内部収益率を用いた投資価値の判断基準には、割引率が用いられる。

<sup>15</sup> 具体的に、事後評価時点の GDP デフレーターを用いて算出した実質価格で表される支出/費用が、審査時点の実質価格で表された支出/費用を上回っていることが上げられる。また、審査時に想定よりも事後評価時の燃料価格が低いこと、事後評価時点のエネルギー便益が比較的低いことが

表 4 内部収益率の計画と実績

項目	財務的内部収益率 (FIRR)	経済的内部収益率 (EIRR)
計画値 (割引率)	11.4% (10%)	13.8% (12%)
実績値 (割引率)	9.8% (6.6%)	8.8% (6.19%)
財務：支出 経済：費用	事業費、運営・維持管理費	事業費 (税金を除く)、運営・維持管理費
財務：収入 経済：便益	売電収入	代替火力発電所の建設費・燃料費削減
プロジェクトライフ	50年	50年

出所：JICA 提供資料

以上より、本事業は事業費、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・インパクト<sup>16</sup> (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)

審査時点の事業事前評価表に記載されている運用・効果指標に基づき、本事業の有効性の評価を行った。指標は、①計画外停止時間 (日/年)、②設備利用率 (%)、③計画点検・補修による停止時間 (日/年)、④最大出力 (MW)、⑤送電端電力量 (GWh/年) であり、審査時に事業完成 2 年後の目標値を設定している。事後評価時に収集した資料より、2015 年の実績値を事業完成 2 年後と解釈し、評価を行った。表 5 は、各指標の目標値、実績値、達成率をあらわしたものである。

表 5 運用効果指標の計画と実績

	指標名	目標値 <sup>(注1)</sup>	実績値 <sup>(注1)</sup>						
		(2015年 [事業完成2年後])	2012* 竣工	2013 事業完了	2014 事業完成 1年後	2015 事業完成 2年後	達成率 (実績値/ 目標値)	2016	2017
①	計画外停止時間 (日/年) <sup>(注2)</sup>	2	31.3	9.7	7.8	2.0	100%	86.6	13.0
②	設備利用率 (%) <sup>(注2)</sup>	57.2	75.0	59.0	67.3	75.7	132%	48.4	69.6
③	計画点検・補修 による停止時間 (日/年) <sup>(注3)</sup>	14	0.4	31.7	25.7	16.9	82%	12.5	11.9
④	最大出力 (MW)	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	100%	21.2	21.2
⑤	送電端電力量 (GWh/年) <sup>(注4)</sup>	106.2	117.3	109.3	124.6	140.3	132%	89.7	128.9

出所：JICA 提供資料、実施機関提供等 \*2012年7月と8月の①～③のデータは欠損値。

注1：発電所の新規建設であるため、各指標の基準値は0(ゼロ)であり、記述を省略した。目標値はJICA提供資料の値を参照した。1年間は、会計年度の7月から翌年6月までの1年間で計算。2012年7月に竣工しているが、事業完了は会計年度2013年7月であると想定されるため、2015年度を

上げられる。

<sup>16</sup> 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。

事業完成2年後と設定した。

注2：審査時では「設備利用率(%)」を、次の計算式で算出している。「送電端電力量(GWh/年)×1000」÷(「最大出力(MW)」×24時間×365日)。本評価では、同じ計算式を活用した。

注3：達成率の計算には、次の計算式を活用した。(実績値/365日)÷(目標値/365日)

注4：実施機関から提供のあった発電量(KWHrs)と施設内消費電力から算出した。

各指標は、指標③計画点検・補修による停止時間(日/年)を除き、目標値を達成している。ただし、指標③の実績値も目標値に対して8割を超える値であり、全体として目標値をおおむね達成したと考えられる。以下に、各指標について説明する。

指標①計画外停止時間(日/年)は、目標値2日/年、実績値2日/年、達成率100%であり、目標を達成している。しかし、2016年度と2017年度は、目標値を下回っている。実施機関によると、両年度における原因は早魃、そして、2016年度が大幅に目標値を下回っている背景には、発電機オイルクーラーの突発的な機能停止があった。同機能停止後の対応については、「3.4.4 運営・維持管理の状況」に記述した。

指標②設備利用率(%)は、目標値57.2%、実績値75.7%、達成率132%であり、目標を達成している。大幅な計画外停電があった2016年度は目標値に達成していないが、2017年には目標値を超える状況まで回復している。

指標③計画点検・補修による停止時間(日/年)は、目標値14日/年、実績値16.9日/年、達成率82%であり、2015年度は、目標値を下回っているが、2016年度、2017年度と、目標値を上回る状態になっている。実施機関からの聞き取りでは、目標値を下回った要因は、配電を行うKPLCの計画停電であった。

指標④最大出力(MW)は、目標値21.2MW、実績値21.2MWであり、目標を達成している。21.2MWは、本事業で調達した二つの発電機を運用しての出力であり、両発電機とも常に運用されている状態になっている。

指標⑤送電端電力量(GWh/年)は、目標値106.2GWh/年、実績値140.6GWh/年、達成率132%であり、目標を達成している。2016年度は、発電機の故障と早魃がかさなり、89.9GWh/年と目標値を下回っているが、2017年度には129.3GWh/年と目標値を超える状態に戻っている。実施機関によると、目標値を超えている理由としては、審査時に、ソンドゥ・ミリウ水力発電所から排出される水量の一部は、カノ平野灌漑事業で利用することを想定して目標値を設定していたが、2015年時点ではこの灌漑開発は行われておらず、灌漑利用の想定していた水量も、発電に活用されているためであった。

したがって、本事業による水力発電所の建設は、おおむね目標値を越えており、有効性は高い。

### 3.3.1.2 定性的効果(その他の効果)

インパクトの項参照。

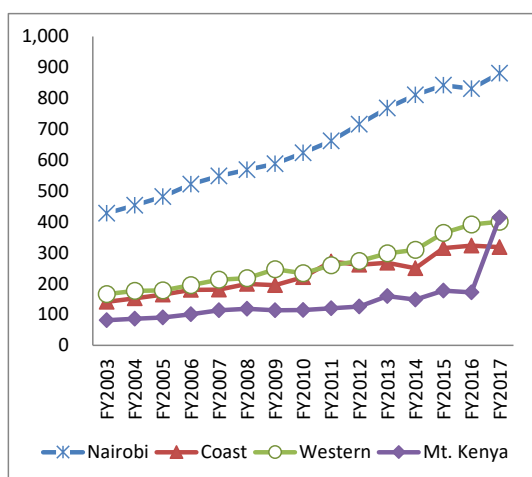
### 3.3.2 インパクト

#### 3.3.2.1 インパクトの発現状況

JICA 提供資料では、サンゴロ水力発電所を開発する本事業のインパクトとして、次の三つが想定されていた。①国民の生活水準の向上と経済の持続的な成長に寄与すること、②電力供給量の増加により地方電化を促進すること、③電力需給逼迫を緩和し電力供給の安定性を改善すること、である。①と②の達成には様々な要因が複雑に関係しているため、本事業単体の因果関係を分析することは困難である。そのため、①と②は評価の参考情報とし、③を評価の主な対象とする。地域別<sup>17</sup>に（１）電力需要と供給、（２）電化率、（３）経済性成長、（４）発電所開発の計画と実績について、以下のように情報を整理した。

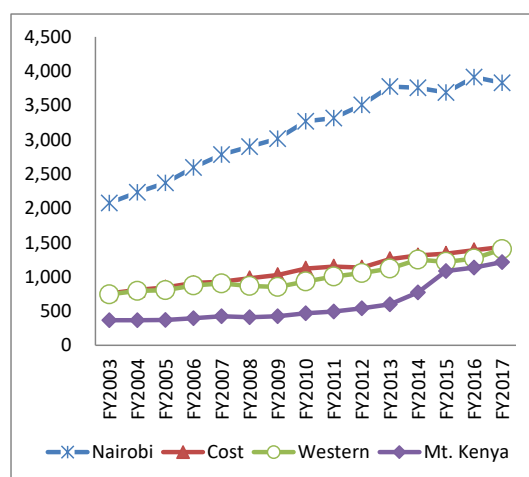
#### （１）電力需要と供給

図４と図５は、地域別のピーク時電力需要（MW）と年間電力供給量（GWh/年）の傾向をあらわしたものである。本事業により電力開発が進んだ西部地域においても、電力需要と電力供給量は増加傾向であることが伺える。



出所：KPLC 年次報告書

図４ 地域別ピーク時電力需要（MW）



出所：KPLC 年次報告書

図５ 地域別電力供給・消費（GWh/年）

#### （２）電化率

表６は、国全体と都市部と地方部の電化率の変化をあらわしたものである。全体として、農村部の電化が促進している。ただし、電化率の上昇には、新規電源開発だけでなく、既存配電網への接続強化<sup>18</sup>など、他の要因に留意する必要がある。

<sup>17</sup> 電力管理で用いられる KPLC の 4 区分（Nairobi、Coast、Western、Mt. Kenya）を用いた。

<sup>18</sup> KPLC の 2017 年度の年次報告書によると、2015 年から実施している Last Mile Connectivity Project が、電化に寄与しているとのことである。

表 6 電化率 (%)

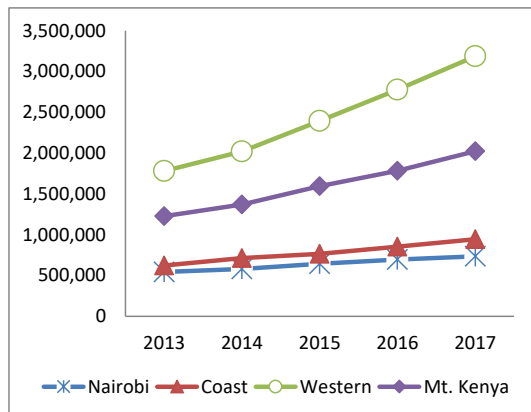
	2003 <sup>(1)</sup>	2009 <sup>(2)</sup>	2014 <sup>(1)</sup>	2018 <sup>(3)</sup>
都市部	50.2	50.40	68.40	情報なし
農村部	4.6	5.10	12.60	情報なし
全体	16.0	情報なし	36.00	75.00

出所：(1) Demographic and Health Survey、(2) 国勢調査 (Population Census)、(3) National Electrification Plan 2018

注：情報の出所が異なるため、都市部や農村部などの分類定義や、情報収集方法が異なることに留意する必要がある。

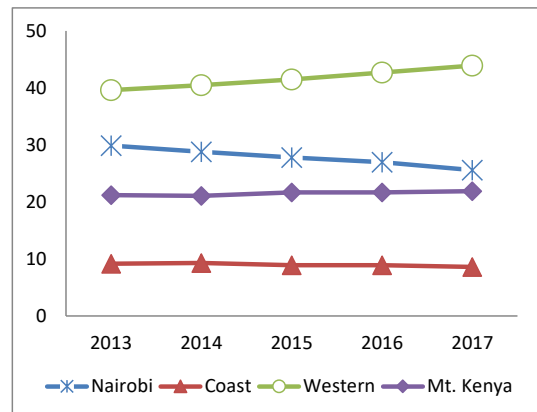
### (3) 経済成長

図 6 と図 7 は、地域別 GDP 名目値と地域別 GDP が全体に占める割合をあらわしたものである<sup>19</sup>。本事業により電力開発が進んだ西部地域では、名目値また割合は、増加傾向にあり、経済が活発になっていると理解される。



出所：ケニア統計局 2019

図 6 国民 1 人あたり地域別総生産 (名目値、百万ケニアシリング)



出所：ケニア統計局 2019

図 7 国民 1 人あたり地域別総生産 (%)

### (4) 発電開発の計画と実績

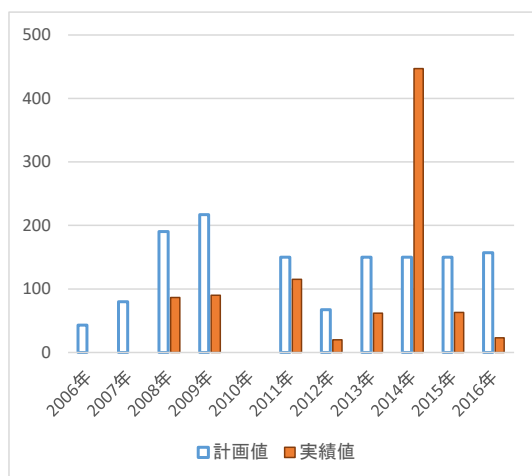
図 8 と図 9 は、2006 年の電力開発計画に記載されている発電所の新規建設計画と、2016 年の電力マスタープランに記載されている発電所の新規建設実績の発電容量 (MW) を比較したものである<sup>20</sup>。計画値と実績値が乖離 (かいり) しており、発電所の新規建設が計画どおりには進んでおらず、ピーク時電量需要の伸びに電力開発が追いついていないところがある<sup>21</sup>。このような逼迫した状態の中、サンゴロ発電所は、

<sup>19</sup> ケニア統計局が発行したカウンティ別 GDP を、KPLC の管理区分の 4 地域に集計した。なお、カウンティとは、ケニアにおける地方公共団体のことを指す。

<sup>20</sup> Least Cost Power Development Plan 2006-2026 と、Development of a Power Generation and Transmission Master Plan, 2015-2035

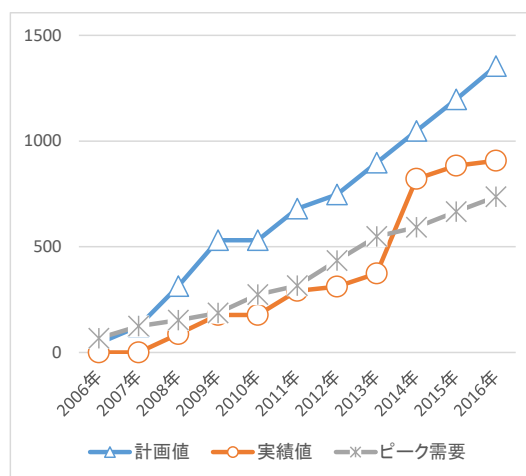
<sup>21</sup> 図 8 は、ピーク時電力需要 (MW) が、総発電設備容量 (MW) を上回っていることを意味しない。2006 年時点の総発電設備容量は 1,197MW、ピーク時電力需要は 987MW で、210MW の供給予備力がある。図 8 が示すところは、ピーク時電力需要の伸びに、発電所の新規建設の伸びが一部

2012年に竣工している。



出所：LCPDP2006、電力マスタープラン 2016  
注：2010年は計画値と実績値共にゼロ。

図 8 発電開発の計画と実績 (MW)



出所：LCPDP2006、電力マスタープラン 2016

図 9 発電開の発計画と実績 (MW・累積)

こうした (1)、(2)、(3) の情報より、本事業単体のインパクト①と②への寄与率を適切に測ることは困難である。ただし、電力需要と供給、そして電化率と経済成長の間には、おおむね正の関係がみられる。(4) の情報から、本事業により建設され 2012 年に発電を開始したサンゴロ発電所は、インパクト③、電力需給逼迫の緩和と電力供給の安定性に寄与したと考えられる。

### 3.3.2.2 その他、正負のインパクト

以下に、本事業のその他、正負のインパクトとして、(1) 自然環境、(2) 住民移転・用地取得、(3) その他、(a) 労働者雇用、(b) 健康と安全、(c) 他開発事業との関係、(d) クリーン開発メカニズム (Clean Development Mechanism、以下「CDM」という) 適用について、まとめる。また、本事業では、受益者を含む利害関係者が、事業実施に伴う環境・社会配慮面での問題を共有・把握し、対応を検討・協議・提案して、事業の円滑な実施を図ることを目的とした委員会が設置されている。(4) として、技術委員会 (Technical Committee) とよばれる組織の活動をまとめる。

本インパクト項目に関連して、技術委員会に所属していた委員、また、利害関係者調整委員会 (Stakeholders' Coordination Committee)<sup>22</sup>に所属する委員から、本事業の

追いついていないため、発電所の新規建設だけでは、一時期、供給予備力が少なくなることである。この乖離は、2008年に電力供給を始めた緊急 Aggreko 発電所 (120MW) によって、一部穴埋めされている。

<sup>22</sup> 実施機関は、住民との対話の場としての技術委員会が有用であるという経験から、類似の機能を持たせた利害関係者調整委員会 (Stakeholders' Coordination Committee) を近年組織した。

実施期間中と実施後の状況について、聞き取りを行った<sup>23</sup>。

#### (1) 自然環境

本事業に係る環境影響評価 (EIA) 報告書は、2004 年 9 月に国家環境管理局 (National Environmental Management Authority : NEMA) により承認された<sup>24</sup>。また、コグタ指定森林区域内における発電所開発のための許可を取得していた。

事業実施中、国家環境管理局に、年次環境モニタリング報告書を提出することが義務付けられていた。実施機関によると、実施機関は、四半期環境モニタリング報告書を、同管理局に提出していた。閲覧出来た四半期環境モニタリング報告書の情報から、事業実施中の大気汚染や騒音、水質、生態系への影響などを定期的に検査、モニタリングしていた事実が確認された。現地聞き取りで、重大な環境破壊につながったという情報は報告されていない<sup>25</sup>。

コグタ指定森林区の回復は、実施機関が苗木を地域住民に提供する形で行われている。実施機関の環境部門への聞き取りでは、コグタ指定森林区のリハビリに係る問題点は報告されなかった。

なお、事業完了後、サンゴロ発電所の維持管理を担う KenGen は、サンゴロ発電所に関する環境内部監査を年次で実施し、報告書を国家環境管理局に提出している<sup>26</sup>。

#### (2) 住民移転・用地取得

審査時点では、本案件により送電線の鉄塔建設のための用地取得と送電線下の地役権 (way leave) に対する補償が予定されていた。ケニアの国内法に基づいて補償は行われた。用地取得については、鉄塔建設に必要な用地面積あたり固定額の補償を行っている。地役権については、補償額は土地の所有者と実施機関との間の交渉で決定されており、土地のほかにも、補償対象となる土地に建設されている構造物、生計手段への制限も考慮された上、そして迷惑料を加えて、補償金額を決定している。構造物の移転など補償に、大きな過失があったとの報告はなかった<sup>27</sup>。

---

<sup>23</sup> 技術委員会に所属していた委員 4 名、利害関係者調整委員会に所属する委員 4 名から聞き取りを行った。

<sup>24</sup> 本事業はケニアの環境審査制度の整備前に建設が始まった事業であり、審査時点では、本事業単体に対する環境遵守認証の取得は不要との判断であったが、EIA が作成されている。ケニアで環境審査の制度が整備されたのは、1999 年の環境管理調整法 (Environmental Management and Co-ordination Act) によってである。環境審査の監督を行う国家環境管理局は 2002 年に設立された。

<sup>25</sup> 上記モニタリング報告書には、水中の糞便性大腸菌が基準値を超えたこと、石破砕機が放置されていたことなどの課題が報告されていた。

<sup>26</sup> なお、本事業完了後、コグタ指定森林区への影響の有無について、監督官庁 (ケニア森林サービスと国家環境管理局) と地方自治体にある環境委員会 (County Environmental Committee) が現地踏査による確認を行うことが規定されている。事後評価時点では、未実行の状態となっている。

<sup>27</sup> 実施機関が本事業において取得した地役権 (easement) については、2015 年に、実施機関から送電線の管理を担う KETRACO に移された。

### (3) その他

#### (a) 雇用

地元労働者を雇用する仕組みとして、建設業者が募集係（Recruitment Officer）を設置したこと、下の（4）で説明する技術委員会の小委員会（雇用・経済機会）により、応募者の選定と建設業者への雇用の推薦していたことから、地元労働者雇用を促進するための対応がとられていたことが伺える。

#### (b) 健康と安全

審査時点に、実施機関は、土木作業員の職場における健康と安全を確保すること、HIV/AIDS の蔓延（まんえん）など社会的悪影響が出ないように対応することが求められている。実際、実施機関は、ソンドゥ・ミリウ水力発電事業下で建設した自発的相談・検査センター（Voluntary Counseling and Testing）に対して、設備などの提供を行ってきた。また、結果として大きな過失にはつながらなかったが、閲覧出来た環境モニタリング報告書には、土木作業員に対する安全装備の配布が十分でなかった時期があることが報告されていた。

#### (c) 他開発事業との関係

本事業で建設されたサンゴロ水力発電所の発電に活用出来る水量は、ソンドゥ川を利用するカノ平野灌漑の開発の有無により異なる。国家灌漑公社（National Irrigation Board）らの聞き取りから、事後評価時点では、カノ平野灌漑は開発されていないことが確認された。ただし、国家灌漑公社がカノ平野灌漑事業の調査を実施しており、地方自治体（キスム・カウンティ）の事業予算配分の次第では、今後開発の可能性があるとの情報もあった。今後の動向に留意が必要である。

#### (d) クリーン開発メカニズム（CDM）適用

審査時、本事業の CDM 適用の可能性を検討することになっていた。本事業の CDM 適用の審査申請に先立ち、ソンドゥ・ミリウ水力発電所の CDM 適用の審査が行われ、「ソンドゥ・ミリウ水力発電所建設事業は、CDM が制度化された時期よりも前に開発されていた事業であり、CDM 適用の対象とならない」という結論が下された。同水力発電所の一部として開発が始まった本事業に対しても、CDM 適用の対象外との判断が下されると考え、CDM 適用の審査申請は行われなかった。

### (4) 住民との対話

本事業では、ソンドゥ・ミリウ水力発電事業（I）（II）の経験を引き継ぎ、実施機関と住民との対話と課題解決の場として技術委員会が設置された。技術委員会は、地域住民代表、NGO、有識者、専門家、政治家、地方行政官、実施機関などで構成されており、定時会合には JICA も参加していた。技術委員会の下には、四つの小委員会（用地取得・補償、健康と安全、環境、雇用・経済機会）が設定された。四半期環境モニタリング報告書に、各委員会の活動記録が掲載されており、それぞれの課題に対する状況認識や対策提案が報告されていた。本技術委員会は、サンゴロ水力発電所の建設



作業開始後の2008年12月から、2012年7月の同発電所の竣工まで、活動を続けていた。技術委員会の委員によると、竣工後に活動は行われておらず、後述する利害関係者調整委員会の設置に際して技術委員会は解散となった。

実施機関である KenGen は、ソンドゥ・ミリウ水力発電事業（I）（II）と本事業の経験に基づき、実施機関と住民との対話を促進するために、KenGen の各地域事業所に、利害関係者調整委員会（Stakeholders' Coordination Committee）を設置した。実施機関からの聞き取りによると、発電所建設などの施工段階と建設事業実施後の発電所の運営・維持管理段階に関わる二つ委員会を組織している。サンゴロ水力発電所を管轄する西部地域事務所において、2018年11月ごろ、住民選挙により、利害関係者調整委員会の委員が選出され、委員会が組織された<sup>28</sup>。例えば、サンゴロ水力発電所から基幹道路間のアクセス道路に不具合があり、アクセス道路に隣接した小学校の校舎が雨期になると浸水するといった、現地聞き取りで聞かれた苦情を、利害関係者調整委員会は、対話を通じて解決していくことが期待される。

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：②）

表7と図10は、事後評価時点における電力セクターに関連する主な組織、その機能、関係をあらわしたものである。本事業により建設された発電所と送電線の維持管理は、本事業の実施機関である KenGen と KPLC がそれぞれ行っている。送電線の維持管理は本来、本事業審査後の2008年に新しく組織された KETRACO の担う役目であるが<sup>29</sup>、現地聞き取りから、事後評価時点では KETRACO に代わり KPLC が実際に維持管理を行っていることが分かった。そのため、KenGen と KPLC 両組織の各維持管理体制・能力・財務を評価対象とした。KETRACO の維持管理情報は一部整理するにとどめた。

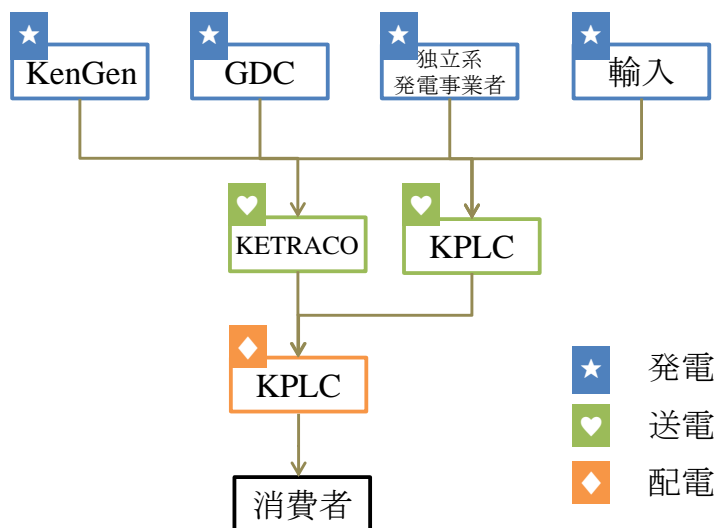
表7 電力セクターに関する関連する主な組織

組織名 <small>（注1）</small>	主な機能
エネルギー省（Ministry of Energy）	電力セクターの政策策定
エネルギー・石油規制庁（Energy and Petroleum Regulatory Authority：EPR）	電力関連の規制 <small>（注2）</small>
ケニア電力公社（Kenya Generation Company：KenGen）	電力開発（発電）
ケニア地熱開発公社（Geothermal Development Company：GDC）	地熱発電開発
ケニア送電公社（Kenya Transmission Company：KETRACO）	電力送電（2008年設立）
ケニア電力・電灯会社（Kenya Light and Power Company：KPLC）	電力配電と電力送電
地方電化庁（Rural Electrification Authority：REA）	地方電化

<sup>28</sup> 同委員会の構成員は、情報が入手できなかった。会合の回数や頻度、役目や作業の範囲、小委員会の有無などは、事後評価時点では、未定であった。

<sup>29</sup> <https://www.africa-energy.com/article/ketraco-takes-over-independent-system-operator-kenya>（2019年6月9日）

出所： <https://www.ketraco.co.ke/learn/electricity-sub-sector.html> (2019年6月24日) を基に作成  
 注1： KenGen 株の7割、GDC 株の10割、KPLC 株の約5割、KETRACO 株の10割を、政府が保有している。  
 注2： エネルギー法 (2019年) により、エネルギー規制委員会 (Energy Regulatory Commission) から EPRA に変更があった。



出所： <https://www.ketraco.co.ke/learn/electricity-sub-sector.html> (2019年6月24日) を基に作成

図 10 電力セクターの主要関係機関

### 3.4.1 運営・維持管理の制度・体制

発電所の維持管理を行う KenGen は、地域ごとに発電所を管理している。サンゴロ発電所の運営・維持管理を担当する西部地域部（事務所）は、審査時には、ソンドゥ・ミリウ発電所とサンゴロ発電所の二つの発電所のみを担当することを想定していたが、事後評価時点では、ソンドゥ・ミリウ発電所のほか、近隣の発電所<sup>30</sup>の維持管理を担当している。ソンドゥ・ミリウ発電所とサンゴロ発電所の運営・維持管理職員は、審査時に 26 名と想定していたが、事後評価時点では 23 名の配置があり、ほぼ計画どおりの運営・維持管理体制が整備されている。図 11 は、サンゴロ発電所に関連した KenGen の体制をあらわしたものである。

発電所の維持管理を行う KPLC は、全国を 10 つの小区分／地域（Region）に分けて管理している<sup>31</sup>。本事業で建設された送電線は、審査時には、西部地域の一地域（Sub-region）を想定していたが、事後評価時点では、西ケニア地域事務所が運営・維持管理を担当している。送電線の運営・維持管理職員は、審査時 6 名を想定していたのに対して、事後評価時点では 10 名の配置があり、ほぼ計画どおりの運営・維持管理体制が整備されている。図 12 は、サンゴロ発電所（送電線）に関連した KPLC の体

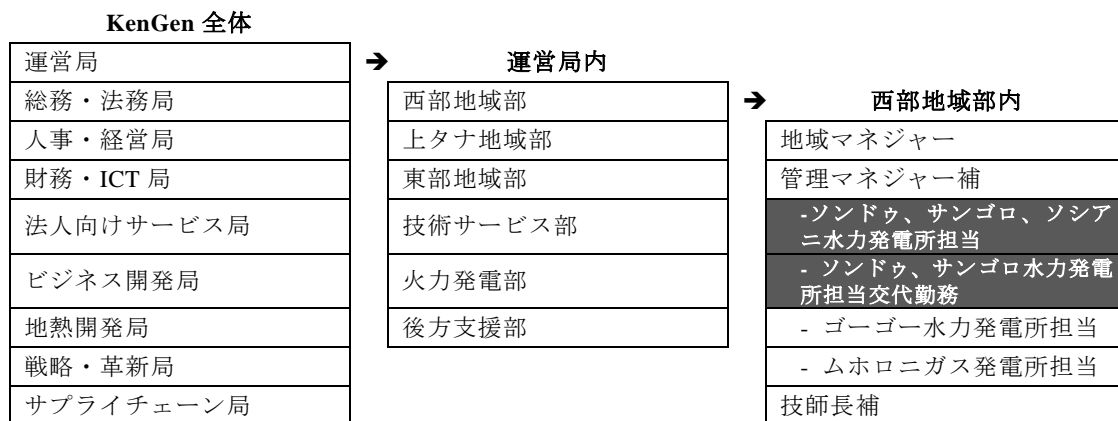
<sup>30</sup> 水力発電所：ゴーゴ（GoGo）、ソシアニ（Sosiani）と、ガス火力発電所：モホロニ（Muhuorni）

<sup>31</sup> 四つの地区に分けて管理している。（）内には小区分を記載。詳細は、脚注 5 を参照のこと。

制をあらわしたものである。

将来送電線の維持管理を担う KETRACO の体制は、事後評価時点の聞き取りからは、既存の送電線開発事業の体制を転換する形で維持管理体制づくりを進めている模様であったが、不確定である。

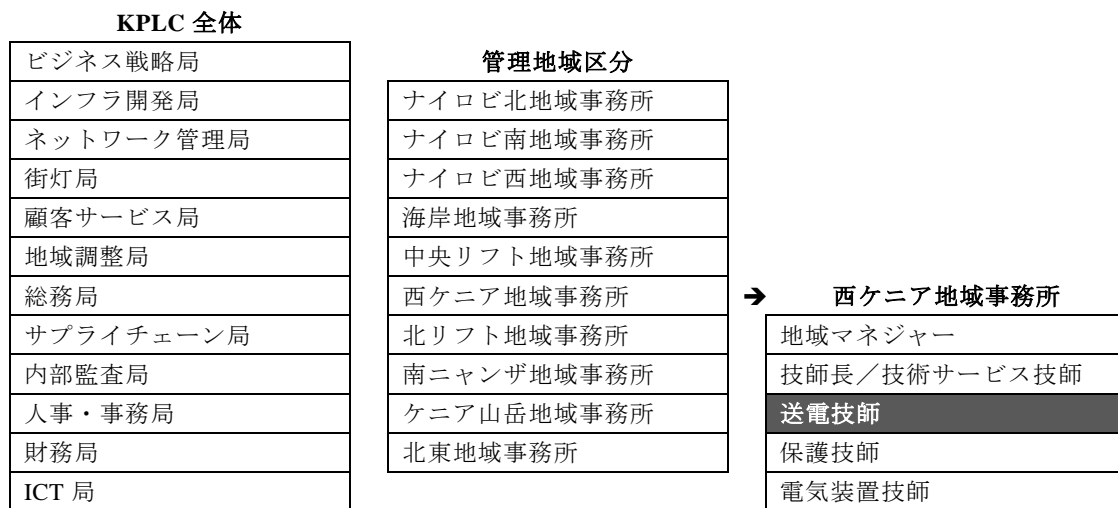
したがって、将来の KETRACO による体制については留意が必要であるが、事後評価時点においては、発電所と送電線に関する維持管理体制は、確立していると考えられる。



出所：実施機関年次報告の情報より作成

注：日本語訳は評価者によるもので公式ではない。灰色の部分が、施設の維持管理担当。

図 11 サンゴロ発電所に関連した KenGen の体制



出所：KPLC 会社概要（2017）

注：日本語訳は評価者によるもので公式ではない。灰色の部分が、施設の維持管理担当。

図 12 サンゴロ発電所（送電線）に関連した KPLC の体制

### 3.4.2 運営・維持管理の技術

発電所の維持管理を行う KenGen は、職制ごとに求められる能力基準を明確にしている。例えば、運営・維持管理を担当する部署の管理職ポストには、機械工学の学士

資格を持ち、複数年現場で職歴があることが求められている。KenGen は、各職員に対して年 2 回人事評価を行っており、その評価にあわせた研修機会を提供している。KenGen は、年次で研修プログラムを作成しており、職員に対して研修機会を授けている。KenGen は、水力発電一般とサンゴロ水力発電所用の運営・維持管理に関するマニュアルを整備して、活用しており、定期的維持管理報告書を作成している。「3.4.4 運営・維持管理の状況」の記述どおり、2017 年に生じた発電機オイルクーラーの故障に対して、迅速に対応が出来ており、十分な技術力を保持していると考えられる。

送電線の維持管理を行う KPLC は、職制ごとに役割分担や求められる機能、職歴、学歴などを明確にしている。例えば、送電線の運営・維持管理を担う部署の管理職ポスト (Transmission Engineer) には、電気工学の学士資格を持ち、5 年間の職務経験が求められる。KPLC は年次で定期的に能力研修を行っており、送電線の運営・維持管理に関わるマニュアルを整備し、技術水準の管理を行っている。

将来送電線の維持管理を担う KETRACO の技術については、現地 JICA 事務所への聞き取り結果では、KETRACO が実施機関である円借款事業「オルカリア - レソスキスム送電線建設事業」の経験から、本事業で建設した 5km の送電線の維持管理をするにあたり、重大な課題は生じないであろうとのことであり、事後評価時点においては、技術力を保持していると考えられる。

したがって、発電所と送電線に関する運営・維持管理のための技術は、備わっていると考えられる。

#### 3.4.3 運営・維持管理の財務

発電所の維持管理を行う KenGen の財務状況は、次のとおりである。表 8 は、KenGen の財務諸表と財務指標、KenGen 全体の売り上げ・支出・維持管理費、KenGen サンゴロ発電所に関する売り上げと維持管理費の予算と実績についてあらわしたものである。サンゴロ発電所は、維持管理に必要な費用を賄うだけの売り上げがある。予算より実績の方が上回る費用配布がなされている。KenGen からの聞き取りによると、KenGen 全体の経営方針として、維持管理費に予算を優先的に割り振るようにしているとのことであった。KenGen 全体をみても、維持管理費に対して、一定の支出水準が保たれている。過去の決算書類に基づき整理した KenGen の財務状況は、自己資本比率、負債比率、流動比率ともに、健全な水準に保たれていると考えられる。なお、2015 年度に債務の株式化 (Debt Equity Swap) していること、2018 年から始まった世界銀行が支援する KenGen 保証プロジェクトでは、これまでの借入れが積み上がり、2018 年度以降に短期的な返済が困難になると予測されており、同保証プロジェクトにより債務の借り換えを行い KenGen の財務健全性を強化していることに留意する必要がある。

表 8 KenGen の財務諸表と収支

(Shs 百万単位、財務指標は実数)

	2014年	2015年	2016年	2017年
資産合計	342,520	366,738	376,730	379,353
固定資産	321,151	344,822	347,090	347,941
流動性資産	21,369	21,916	29,639	31,412
負債と純資本合計	342,520	366,738	376,730	379,353
純資産（資本と積立金）	141,594	172,385	182,836	190,104
固定負債	178,446	176,163	173,800	168,370
流動性負債	22,480	18,190	20,093	20,879
① 財務指標：自己資本比率	0.41	0.47	0.49	0.50
① 財務指標：負債比率	0.47	0.43	0.42	0.52
① 財務指標：流動比率	0.95	1.20	1.48	1.50
② 収入	36,611	39,301	43,432	45,290
② 税引き前利益	8,690	11,171	11,461	11,745
② 支出（営業経費）	4,285	4,559	4,778	-*
② 支出（維持管理費）	1,386	1,624	1,554	1,669
③ 収入（売上）	818	924	597	856
③ 支出（維持管理費・予算）	24	28	30	27
③ 支出（維持管理費・実績）	31	37	39	44

出所：財務諸表と① KenGen 年次報告（基本 2017 年度の決算書類）、② KenGen 提供資料と KenGen 年次報告書、③ KenGen 提供等（2014 年からのデータの提供があった） \*費目が変更されている。  
 ①財務指標：財務指標の各項目は次の計算の結果である。自己資本比率＝自己資本／総資本、負債比率＝負債÷自己資本（純資産）、流動比率＝流動資産÷流動負債② KenGen 全体の収入・支出・維持管理費。③サンゴロ水力発電所の収入と維持管理費。

送電線の維持管理を行う KPLC の財務状況は、以下のとおりである。表 9 は、KPLC の財務諸表と財務指標、KPLC 全体の売り上げ・支出・維持管理費をあらわしたものである。2017 年は、他の年に比べ、減価償却費が多く、利益が減っていて、維持管理費も減少となっている。ここ数年、負債比率は高止まりしている。また、流動比率が下がっており、短期の資金不足のリスクが高まっている。事後評価時点、KPLC は、短期負債を長期負債に借り換える準備を行っている<sup>32</sup>。

表 9 KPLC の財務諸表と収支

(Shs 百万単位、財務指標は実数)

	2014年	2015年	2016年	2017年
資産合計	272,286	289,583	331,236	336,655
固定資産	206,224	242,265	269,943	282,035
流動性資産	66,062	47,318	61,293	54,620
負債と純資本合計	272,286	289,583	331,236	336,655
純資産（資本と積立金）	57,970	59,379	63,334	64,207
固定負債	168,717	180,091	189,074	166,190
流動性負債	45,599	50,112	78,829	106,258
財務指標：自己資本比率	0.21	0.21	0.19	0.19
財務指標：負債比率	1.40	1.69	1.94	1.88

<sup>32</sup> <https://www.businessdailyafrica.com/news/Short-term-Sh16bn-debt-takes-toll-on-Kenya-Power/539546-4868866-idjffz/index.html> (2019年6月9日)

	2014年	2015年	2016年	2017年
財務指標：流動比率	1.45	0.94	0.78	0.51
収入	106,764	108,375	120,742	125,854
税引き前利益	12,254	12,082	7,657	3,089
純利益	7,432	7,197	5,280	1,918
支出（Administration）	11,851	14,830	18,679	15,910
支出（維持管理費）	1,114	1,040	1,287	854

出所：KPLC 年次報告（2017 年度、2016 年度、2015 年度の決算書類）

注：財務指標の各項目は次の計算の結果である。自己資本比率＝自己資本／総資本、負債比率＝負債÷自己資本（純資産）、流動比率＝流動資産÷流動負債

送電線の維持管理の責任を本来担う KETRACO の財務状況は以下のとおりである。表 10 は、KETRACO の財務諸表と財務指標、それぞれ、KETRACO 全体の売り上げ・支出・維持管理費をあらわしたものである。KETRACO は 2008 年に設立された比較的新しい組織であり、電力を販売する KPLC からの電力託送料金を受取、運営している。この電力託送料金は、政策的に決定されており、そこには維持管理費が含まれる。KETRACO の自己資本比率と流動比率共に低く、負債比率が高い。短期的・中長期的な資金運用能力に、注意する必要がある。

表 10 KETRACO の財務諸表

(Shs 百万単位、財務指標は実数)

	2013年 <sup>(注1)</sup>	2014年	2015年	2016年
資産合計	50,128	71,344	109,421	134,860
固定資産	45,592	68,685	103,342	126,020
流動性資産	4,536	2,659	6,079	8,840
負債と純資本合計	50,128	71,344	109,421	134,860
純資産（資本と積立金）	1,184	1,002	1,661	2,091
固定負債	43,250	61,739	97,962	117,985
流動性負債	5,694	8,603	9,798	14,785
財務指標：自己資本比率 <sup>(注2)</sup>	0.02	0.01	0.02	0.02
財務指標：負債比率 <sup>(注2、注3)</sup>	-	2.98	1.87	1.34
財務指標：流動比率 <sup>(注2)</sup>	0.80	0.31	0.62	0.60
電力託送料金からの収入	50	735	2,011	2,011
税引き前利益	64	371	654	566
支出（維持管理費）	情報なし	239	659	430

出所：KETRACO 年次報告（基本 2016 年度の決算書類）

注 1：2016 年度の決算報告書において、2014 年度、2015 年度の財務諸表の修正が行われている。

注 2：財務指標の各項目は次の計算の結果である。自己資本比率＝自己資本／総資本、負債比率＝負債÷自己資本（純資産）、流動比率＝流動資産÷流動負債

注 3：年次報告書に負債比率は掲載されていなかった。評価者による計算結果を利用した。

したがって、発電所と送電線に関する運営・維持管理のための財務は、一部改善の余地がある。今後も、KenGen、KPLC、KETRACO の資金運用に関して留意が必要である。

#### 3.4.4 運営・維持管理の状況

発電所の維持管理を行う KenGen は、これまでサンゴロ発電所に対して、半期点検

と、年次点検を行ってきた。審査時には、四半期点検、年次点検、6年に1度の総点検を想定していた。聞き取りによると、今後総点検の実施は未定、その事由としては、KenGen 全体の維持管理方針が、「一定の時間間隔でメンテナンスを実施する」時間基準保全（Time Based Maintenance）と、「警告や故障など、必要と判断された時のみメンテナンス実施する」状態基準保全（Condition Based Maintenance）を、併用するようになったからとのことであった。

事後評価時点において、次のような課題と KenGen の対応が確認された。①基幹吸入弁（Main Inlet Valve）に問題があり、発電機のタービンに流入する水を完全に止めることができていなかった。部品の交換が行われたが、頑健な管理状況に至らなかったことより、KenGen は弁の初期故障と考えており、適切な素材を使った弁の再設計と交換を予定している。②発電所の壁タイルの剥げ落ち、発電所内部の壁の亀裂があったが、発電の効率・効果を下げないように作用するものではないことを確認した。③ソンドゥ・ミリウ水力発電所の統制室からサンゴロ水力発電所の操作・管理出来るように設計された IT システムに不具合があり、十分な遠隔操作・管理が出来てない。KenGen は、2020 年までに同 IT システムを交換する予定である。④2017 年 1 月に、発電機のオイルクーラーが故障した。納品元の中国から輸入した場合、輸送や税関手続きなど時間とコストがかかることから、KenGen は、国内市場から再設計技術を用いてパーツを製造・調達し、年次点検にあわせて、短期間のうちに修繕した。

送電線の維持管理を行う KPLC は、サンゴロとソンドゥ間の送電線に対して、3~4 カ月後の点検を行ってきた。現地踏査では、送電線と鉄塔ともに、大きな障害はみられなかった。

したがって、発電所と送電線に関する運営・維持管理の状況は、適切な状態にあると考えられる。

以上より、本事業の運営・維持管理は財務に一部改善の余地があり、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。KPLC から KETRACO へと維持管理体制が替わる送電部分については、今後の体制変更に注意する必要がある。

## 4. 結論および提言・教訓

### 4.1 結論

本事業は、ケニア西部のニャンザ州キスム地方に設備容量 21.2MW の水力発電所を建設することにより、電力供給の拡大を図り、同国の国民の生活水準の向上と同国経済の持続的な成長に寄与することを目的として実施された。

審査時、事後評価時ともに、ケニアの電力開発政策・開発ニーズ、審査時の日本の援助方針と合致しており、本事業の妥当性は高い。全体のアウトプットに変更はなく、事業費と事業期間は計画内に収まったため、本事業の効率性は高い。有効性の指標として設定された目標値は、おおむね達成した。また、電力需給逼迫の緩和と電力供給

の安定性というインパクトの発現に寄与した。事業実施時点や事後評価時点では、自然環境・住民移転・用地取得・雇用状況・労働環境へのインパクトについて、一部課題があるものの、重大な負のインパクトは確認されなかった。よって、本事業の有効性・インパクトは高い。本事業によって発現した効果の持続性については、財務面に一部改善の余地はあるものの、総じて大きな問題はない。よって、本事業の持続性は中程度である。

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

住民対話の場として、技術委員会の代わりに利害関係者調整委員会が組織された。双方向のコミュニケーションの基礎として、今後利害関係者調整委員会の活動内容を規定するなかで、各委員の任期と会合の頻度など、KenGen と住民側との間の約束を明確にして、互いに約束を順守することが重要である。

### 4.2.2 JICA への提言

本事業で建設された送電線と鉄塔の維持管理は、近い将来、KETRACO が実質的に維持管理を行うことになる。現在維持管理を行っている KPLC と比較し、KETRACO は組織として新しく、維持管理体制や技術などで課題が発生する可能性がある。適宜情報を入手し、必要に応じて支援などを検討する必要がある。

## 4.3 教訓

### 大規模事業とその維持管理における住民対話のための手段の確保

本事業とその前身であるソンドゥ・ミリウ水力発電所開発事業では、委員会が組織され、事業実施に関連する課題を定期的な住民対話を通じて、協議・緩和する仕組みがあった。この仕組みは実施機関に受け入れられ、他事業の実施段階、また、建設された施設の維持管理段階において、同様の委員会を設置するという、組織の規定となった。開発事業、特に、用地取得と補償、健康と安全、自然環境、雇用が関連する事業では、事業計画・実施・維持管理の全事業管理サイクルにおいて、実施機関が、同委員会のような住民対話のための手段の確保し、対話を通じて、住民に対する重大な負のインパクトを緩和することが望まれる。

以上



主要計画/実績比較

項目	計画	実績
①アウトプット	① 接続水路、調圧水槽、水圧管路建設 ② 発電所建設 ③ 発電機（10.6MW×2 基）、変圧器設置 ④ 送電線敷設	計画どおり
②期間	2007年1月～2013年12月 (84カ月)	2007年1月～2013年7月 (79カ月)
③事業費		
外貨	4,575百万円	3,769百万円
内貨	2,037百万円 (1,397百万ケニアシリング)	1,691百万円 (不明)
合計	6,612百万円	5,499百万円
うち円借款分	5,620百万円	4,318百万円
換算レート	1ケニアシリング=1.46円 (2005年9月時点)	1ケニアシリング=1.20円 (2007年～2016年平均)
④貸付完了	2016年8月	