

平成 21 年度円借款事業事後評価報告書 (中国Ⅵ)

平成 22 年 9 月
(2010 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

三州技術コンサルタント株式会社

| |
|-------|
| 評価 |
| JR |
| 10-23 |

序 文

政府開発援助においては、1975年以来個別プロジェクトの事後評価を実施しており、その対象を拡大させてきました。また、2003年に改訂された「ODA大綱」においても「評価の充実」と題して「ODAの成果を測定・分析し、客観的に判断すべく、専門的知識を有する第三者による評価を充実させる」と明記されています。

こうした背景の中、より客観的な立場から事業の成果を分析し、今後の類似事業等に活用できる教訓・提言の抽出を目的として、主に2007年度に完成した円借款事業の事後評価を外部評価者に委託しました。本報告書にはその評価結果が記載されています。

本評価から導き出された教訓・提言は、国際協力機構内外の関係者と共有し、事業の改善に向けて活用していく所存です。

終わりに、本評価にご協力とご支援を頂いた多数の関係者の皆様に対し、心より感謝申し上げます。

2010年9月

独立行政法人 国際協力機構

理事 黒田 篤郎

本評価結果の位置づけ

本報告書は、より客観性のある立場で評価を実施するために、外部評価者に委託した結果を取り纏めたものです。本報告書に示されているさまざまな見解・提言等は必ずしも国際協力機構の統一的な公式見解ではありません。

また、本報告書を国際協力機構のウェブサイトに掲載するにあたり、体裁面の微修正等を行うことがあります。

なお、外部評価者とJICA事業担当部の見解が異なる部分に関しては、JICAコメントとして評価結果の最後に記載することがあります。

本報告書に記載されている内容は、国際協力機構の許可なく、転載できません。

目 次

江西省都市上水道整備事業

| | | |
|-----|---------------------|------|
| 1. | 案件の概要..... | 1-1 |
| 1.1 | 事業の背景..... | 1-1 |
| 1.2 | 事業の概要..... | 1-1 |
| 2. | 調査の概要..... | 1-3 |
| 2.1 | 外部評価者..... | 1-3 |
| 2.2 | 調査期間..... | 1-3 |
| 3. | 評価結果（レーティング：A）..... | 1-3 |
| 3.1 | 妥当性（レーティング：a）..... | 1-3 |
| 3.2 | 効率性（レーティング：b）..... | 1-4 |
| 3.3 | 有効性（レーティング：a）..... | 1-6 |
| 3.4 | インパクト..... | 1-10 |
| 3.5 | 持続性（レーティング：a）..... | 1-11 |
| 4. | 結論及び教訓・提言..... | 1-17 |
| 4.1 | 結論..... | 1-17 |
| 4.2 | 提言..... | 1-17 |
| 4.3 | 教訓..... | 1-17 |

広西壮族自治区都市上水道整備事業

| | | |
|-----|---------------------|------|
| 1. | 案件の概要..... | 2-1 |
| 1.1 | 事業の背景..... | 2-1 |
| 1.2 | 事業の概要..... | 2-2 |
| 2. | 調査の概要..... | 2-3 |
| 2.1 | 外部評価者..... | 2-3 |
| 2.2 | 調査期間..... | 2-3 |
| 2.3 | 評価の制約..... | 2-3 |
| 3. | 評価結果（レーティング：A）..... | 2-3 |
| 3.1 | 妥当性（レーティング：a）..... | 2-3 |
| 3.2 | 効率性（レーティング：b）..... | 2-5 |
| 3.3 | 有効性（レーティング：a）..... | 2-7 |
| 3.4 | インパクト..... | 2-11 |
| 3.5 | 持続性（レーティング：a）..... | 2-14 |
| 4. | 結論及び教訓・提言..... | 2-19 |
| 4.1 | 結論..... | 2-19 |
| 4.2 | 提言..... | 2-19 |

| | |
|-------------|------|
| 4.3 教訓..... | 2-19 |
|-------------|------|

長沙市上水道整備事業

| | |
|------------------------|------|
| 1. 案件の概要..... | 3-1 |
| 1.1 事業の背景..... | 3-1 |
| 1.2 事業の概要..... | 3-1 |
| 2. 調査の概要..... | 3-3 |
| 2.1 外部評価者..... | 3-3 |
| 2.2 調査期間..... | 3-3 |
| 3. 評価結果（レーティング：A）..... | 3-3 |
| 3.1 妥当性（レーティング：a）..... | 3-3 |
| 3.2 効率性（レーティング：b）..... | 3-4 |
| 3.3 有効性（レーティング：a）..... | 3-6 |
| 3.4 インパクト..... | 3-9 |
| 3.5 持続性（レーティング：a）..... | 3-10 |
| 4. 結論及び教訓・提言..... | 3-12 |
| 4.1 結論..... | 3-12 |
| 4.2 提言..... | 3-12 |
| 4.3 教訓..... | 3-13 |

江西省都市上水道整備事業

中華人民共和国

江西省都市上水道整備事業

外部評価者：三州技術コンサルタント株式会社

川畑安弘

1. 案件の概要



プロジェクト位置図



Ganzhou City No. 3 Water Treatment Plant

1.1 事業の背景

中国では1979年から始まった改革開放政策の下、積極的な企業誘致等を推進するための環境整備の一環として、特に沿海部大都市を中心に、上水道施設の新設、改善等がなされた。1999年時点における都市の一人当たり生活用水給水量は218リットル/日と、都市部においては日本（200～250リットル/日）と同レベルに達し、都市における上水道普及率も96%と1985年の81%、1990年の89%から着実に改善していた。一方、比較的経済発展の早かった沿海部に続き、内陸の大中規模都市においても、90年代中頃より急速な工業化と人口集中による都市化の進行に起因した工業用水、生活用水等水需要の急増による需給ギャップが問題となっていた。

江西省は、長江の南、東を福建省、南を広東省に接し、山地と丘陵が70%を占める地域で、約4,200万人の人口を有する。同省は銅などの鉱物資源が豊富であり、埋蔵量が全国一のものだけで11種類を数える。同省の一人当たりの都市における生活用水量は249リットル/日で全国平均214リットル/日を上回っていた。一方、同省の新規開発地区等、近年、都市部として位置付けられた地域に配水管が未敷設で給水がされていないことなどから、1998年の都市水道普及率は92.8%と全国で第27位（全国31省区直轄市平均96.0%）と劣後しており、更なる給水設備能力の増加及び水道管網の敷設が急がれていた。

1.2 事業の概要

景德鎮市、 Ganzhou City、吉安市、南康市において、上水道施設を建設することにより、給水能力不足及び今後の水需要への対応、並びに安全性の高い上水の安定的供給をはかり、もって生活・衛生環境の改善および地域経済の発展に寄与する。本事業位置図を図1に示す。



図1 事業位置図

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|--|------------------|------------|---------|--|------------------|------------|---------|--|------------------|------------|--------------|--|------------------|------------|-------------|--|
| 円借款承諾額／実行額 | 4,147 百万円／3,092 百万円 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 交換公文締結／借款契約調印 | 2000 年 3 月／2000 年 3 月 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 借款契約条件 | 金利 1.7%、返済 30 年（うち据置 10 年）、 一般アンタイト | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 借入人／実施機関 | 中華人民共和国政府／江西省人民政府（建設庁） | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 貸付完了 | 2005 年 12 月 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 本体契約 | - | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 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 | <table border="0"> <tr> <td>（景德镇）中国市政工程中南設計院</td> <td>1998 年 2 月</td> </tr> <tr> <td>による F/S</td> <td></td> </tr> <tr> <td>（景德镇）景德镇市環境科学研究所</td> <td>1998 年 2 月</td> </tr> <tr> <td>による EIA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>（ガン州、吉安、南康）江西省環境</td> <td>1998 年 4 月</td> </tr> <tr> <td>保護研究所による EIA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>（ガン州、吉安、南康）南昌有色冶</td> <td>1998 年 7 月</td> </tr> <tr> <td>金研究院による F/S</td> <td></td> </tr> </table> | （景德镇）中国市政工程中南設計院 | 1998 年 2 月 | による F/S | | （景德镇）景德镇市環境科学研究所 | 1998 年 2 月 | による EIA | | （ガン州、吉安、南康）江西省環境 | 1998 年 4 月 | 保護研究所による EIA | | （ガン州、吉安、南康）南昌有色冶 | 1998 年 7 月 | 金研究院による F/S | |
| （景德镇）中国市政工程中南設計院 | 1998 年 2 月 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| による F/S | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| （景德镇）景德镇市環境科学研究所 | 1998 年 2 月 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| による EIA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| （ガン州、吉安、南康）江西省環境 | 1998 年 4 月 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 保護研究所による EIA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| （ガン州、吉安、南康）南昌有色冶 | 1998 年 7 月 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 金研究院による F/S | | | | | | | | | | | | | | | | | |

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

川畑安弘（三州技術コンサルタント株式会社）

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2009年11月～2010年8月

現地調査：2010年1月3日～1月16日、2010年4月11日～4月22日

3. 評価結果（レーティング：A）

3.1 妥当性（レーティング：a）

3.1.1 開発政策との整合性

中国では90年代中頃より急速な工業化と人口集中による都市化に伴い水需要の需給ギャップが問題となり、供給設備能力の増強が求められていた。また、水源となる河川の水質汚濁及び地下水位低下等の問題も抱えており、水資源の確保及び節水対策への対応も求められていた。このような状況の下、中国第9次5ヶ年計画（1996～2000）では地方都市上水インフラを重点課題と位置付け、計画期間中に全国給水量を4,000万 m^3 /日増加、都市上水道普及率96%達成、一人当たり給水量を40リットル/日増加する目標を設定していた。現行の中国第11次5ヶ年計画（2006～2010）においても、中国政府は都市のための水源保護をさらに強化し、水供給施設の建設を推進するとしている。

江西省では第9次5ヶ年計画（1996～2000）として都市給水計100万 m^3 /日の増加を目指し、既に約41万 m^3 /日を達成し、一人当りの生活用水量も97年から30リットル増加した。審査時点では、残り約60万 m^3 /日を満たす施設建設・完成を目標としていたが、現行の江西省第11次5ヶ年計画（2006～2010）においても、都市内の公共施設建設を推進するとしており、上水道事業は優先事項とされている。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

本事業対象4市（景德鎮、ガン州、吉安、南康）の各市における開発ニーズの状況は次のとおりである。

景德鎮では、急速な経済発展および生活水準の向上により、給水能力が追いつかなくなっており、需要予測結果では、2000年には11万 m^3 /日、2003年には14万 m^3 /日（本事業を実施しない場合）の設備能力が不足すると予測されていた。評価時点においても、社会開発及び生活水準の向上に伴い水需要は引き続き高く、上水道の水質についても国家基準を満たすべく改善が求められている。

ガン州では、経済発展および京九鉄道の開通により、水需要が増加の一途を辿っていた。需要予測結果では、2000年には5万m³/日、2005年には10万m³/日（本事業を実施しない場合）の設備能力が不足すると予測されていた。評価時点においても、同市の都市部人口は2010年までに75万人に達する事が予想されるため、それまでに市内給水能力を60万m³/日に引き上げる必要があり、水需要は引き続き高い。

吉安では、都市人口は農村からの人口流入により増加し、既存の浄水場では水供給が追いつかない状況であった。需要予測結果では、2000年には2万m³/日、2005年には5万m³/日（本事業を実施しない場合）の設備能力が不足すると予測されていた。評価時点においても、2010年までに同市の人口は53万人に達し、水需要も15万m³/日に達すると予測されており、水需要は引き続き高い。

南康では、市区内人口増により水供給が追いついていなかった。需要予測結果では、2003年には5万m³/日（本事業を実施しない場合）の設備能力が不足すると予測されていた。評価時点においても、工業発展及び都市人口の増加に伴い水需要は毎年増加しており、上水供給能力の増加を引き続き図る必要がある。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

海外経済協力業務実施方針（1999年12月）によると、中国への援助方針として、自主的な経済発展に資する経済・社会インフラ整備等の支援に重点が置かれており、審査時点では、本事業はわが国の援助政策に合致している。

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

3.2 効率性（レーティング：b）

3.2.1 アウトプット

本事業対象4市（景德鎮、ガン州、吉安、南康）のアウトプットは、ほぼ計画通り建設された。本事業対象4市合計のアウトプット（計画/実績）を表1に、各市のアウトプット実績を表2に示す。なお、本事業で建設された各都市の浄水場名は次のとおりである：景德鎮（第4浄水場）、ガン州（第3浄水場）、吉安（五岳観浄水場）、南康（第2浄水場）。

表1 対象地域全体のアウトプット（計画/実績）

| アウトプット（単位） | 計画 | 実績 |
|-------------------------------|-----|-------------|
| ① 取水施設 | | |
| 取水管（万m ³ /日） | 21 | 計画通り（21） |
| 取水ポンプ（万m ³ /日） | 20 | 計画通り（20） |
| ② 導水施設（総延長:km） | 5.1 | ほぼ計画通り（5.6） |
| ③ 浄水施設（能力：万m ³ /日） | 30 | 計画通り（30） |
| ④ 送配水施設（総延長:km） | 210 | ほぼ計画通り（223） |

出所：JICA 審査時資料、質問票に対する回答書に基づいて集計

表2 各市のアウトプット（実績）

| | 取水施設 (万m ³ /日) | 導水施設 (km) | 浄水施設 (万m ³ /日) | 送配水施設 (km) |
|-----|------------------------------|----------------|------------------------------|---------------|
| 景德鎮 | 取水管 10 | 0.1 x 2 | 10 | 41 (+1) |
| ガン州 | 取水ポンプ 10 | 0.15x2 (-0.16) | 10 | 120 |
| 吉安 | 取水管 11 取水ポンプ 5 | 2.7 (+0.7) | 5 | 30 |
| 南康 | 取水ポンプ 5 | 2.4 | 5 | 32 (+12) |
| 合計 | 取水管 21 取水ポンプ 20 | 5.6 (+0.5) | 30 | 223 (+13) |

注：（ ）内は計画値からの増加・減少分をあらわす。

出所：質問票に対する回答書

南康における送配水施設延長が延伸した理由は、需要実情に合わせて送配水管を敷設した事による。



南康（第2浄水場）沈殿池



吉安（五岳観浄水場）ろ過池

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業期間

事業実施期間は、計画を大幅に上回った。対象4都市全体では、審査時に計画された2000年3月（L/A 調印月）～2003年12月（事業完成¹）の46ヵ月に対し、最も遅く操業を開始した吉安で2000年3月～2006年6月の76ヶ月を要した（計画比165%）。一方、最も早く操業を開始した南康は2000年3月～2003年12月の46ヵ月（計画比118%）であった。対象地域共通の主な遅延理由としては、本事業には4都市での事業が含まれており、調達エージェントに4都市分の機材調達業務が委託されたため、これら4都市の実施機関間における調達工程の調整に時間を要したことである。また、各市の主な遅延理由については表3のとおりである。

1 事業完成とは、対象4都市の内、最後（吉安）に工事据付が完了した時点を目指す。

表3 各市の遅延理由

| | 主な遅延理由 |
|-----|---|
| 景德鎮 | ① 土木工事は16件の国内入札方式(NCB)で、機材は10件の国際入札方式(ICB)で調達。実施機関がICB方式に不慣れなため、調達に時間を要したこと ② 土木工事、機材/設備のコントラクターが異なるため、機材据付の際、不都合が生じ、土木工事分の修正工事等が発生したこと ③ 4都市の実施機関間における調達工程の調整に時間を要したこと |
| ガン州 | ① 実施機関がICB方式に不慣れなため、機材調達に時間を要したこと ② 4都市の実施機関間における調達工程の調整に時間を要したこと ③ ICB方式で購入された機材の配送に時間を要したこと ④ 輸入機材の据付に不慣れであったため |
| 吉安 | ① 市当局の要請により、旧レンガ工場跡(当初計画地より南へ160mの位置)を買収し、浄水場を建設する計画へ変更。しかしながら、その旧レンガ工場跡の用地取得に時間を要し、工事着工が計画から1年遅れたこと ② 工事着工が1年遅延したため、当初予定していた資金が流用出来なくなり、別途、現地投資資本を手当てする必要が生じたこと ③ 取水ポンプ場の地質構造が複雑であり、施工の技術的難度が高く、増水期を避けて工事をする必要があったこと |
| 南康 | 4都市の実施機関間における調達工程の調整に時間を要したこと |

出所：質問票に対する回答書

3.2.2.2 事業費

審査時に積算された総事業費は67億10百万円(うち、円借款は41億47百万円、残りは中国政府負担)であったが、実際は59億73百万円(うち、円借款は30億92百万円、残りは中国政府負担)と、計画を下回った(計画比89%)。各市における事業費の主な増減理由は次のとおりである。ガン州では、当初、機材は輸入品を想定して積算していたが、入札の結果、大部分が低価格の国産品で調達された為、コスト削減となった。また、地方自治体より更なる内貨補助があり、円借款分の支出は削減された。吉安に関しては、実施機関によると、機材(外貨調達分)の当初見積りは過大積算であった。南康では、機材(外貨調達分)の調達は競争入札により低価格となったが、送配水管については、需要実情/現地地形条件等に合わせて敷設した結果、約60%の工費増加(内貨分)となった。

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

3.3 有効性(レーティング：a)

3.3.1 定量的効果

3.3.1.1 運用・効果指標

(1) 給水能力の増加及び安定的供給

審査時点で、事業効果を検証するための効果指標設定が成されていないため、本評価では、今後とも容易にデータ収集が可能、かつ定量的に検証可能な指標として浄水場の稼働率を効果指標として設定した。4都市の浄水場施設稼働率は、事業完成2

年後の段階で南康（3年後で80%）を除く3都市で80%を超えており、有効性は高い。各市における給水能力の状況を以下に示す。

表4 第4浄水場（景德鎮）の給水能力

| 指標名（単位） | 2006年 （完成後2年） （実績値） | 2007年 （完成後3年） （実績値） | 2008年 （完成後4年） （実績値） | 2009年 （完成後5年） （実績値） |
|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 総人口（万人） | 45.9 | 46.8 | 47.2 | 48.3 |
| 給水人口（万人） | 15.7 | 15.9 | 16.2 | 16.3 |
| 給水能力（万m ³ /日） | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| 日平均給水量（万m ³ /日） | 9.6 | 9.7 | 9.1 | 8.7 |
| 施設稼働率（%） | 96 | 97 | 91 | 87 |
| 一人当たり給水量（ℓ/日） | 610 | 610 | 559 | 537 |

注1：総人口は景德鎮都市部（珠山、昌江区）の人数

注2：給水人口は第4浄水場（本事業）からの給水対象人口（主に昌江区）

注3：日平均給水量、施設稼働率、一人当たり給水量は第4浄水場に関する数値

出所：質問票に対する回答書

景德鎮の給水能力不足及び今後の水需要への対応という面では、本事業の完成により、給水能力（10万m³/日）は増加された。しかしながら、市全域では、給水範囲人口（給水需要）も増加したために現在でも給水不足（10.2万m³/日）は続いている。現在、第4浄水場の第2期事業（給水能力10万m³/日）を計画中（詳細設計実施中）。

安定的供給という面では、第4浄水場から給水される対象地域（主に市西部の昌江地区）では、事業完成後、以前は頻繁に発生していた断水も発生していないことから、当初の目標を達成している。

表5 第3浄水場（ガン州）の給水能力

| 指標名（単位） | 2006年 （完成年） （実績値） | 2007年 （完成後1年） （実績値） | 2008年 （完成後2年） （実績値） | 2009年 （完成後3年） （実績値） |
|----------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 総人口（万人） | 57.1 | 57.3 | 57.5 | 57.8 |
| 給水人口（万人） | 18.0 | 18.5 | 19.0 | 19.5 |
| 給水能力（万m ³ /日） | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| 日平均給水量（万m ³ /日） | 5.5 | 7.0 | 8.0 | 8.5 |
| 施設稼働率（%） | 55 | 70 | 80 | 85 |
| 一人当たり給水量（ℓ/日） | 305 | 378 | 421 | 436 |

注1：総人口は市中心の章貢区の全人口

注2：給水人口は第3浄水場（本事業）から給水される対象地域（主に市南部及び開発区の人口）

注3：日平均給水量、施設稼働率、一人当たり給水量は第3浄水場に関する数値

出所：質問票に対する回答書

ガン州の給水能力不足及び今後の水需要への対応という面では、本事業（第3浄水場）の完成により、給水能力は10万m³/日増量され、また、第2浄水場の能力も10万m³/日増量されたため、現時点では、市全体の設備能力に1.5万m³/日の余裕がある。

安定的供給という面では、第3浄水場から給水される対象地域（主に市南部及び開発

区)では、事業完成後、以前は頻繁に発生していた断水も発生していないことから、当初の目標を達成している。

表6 五岳観及び陽明浄水場(吉安)の給水能力

| 指標名(単位) | 2006年 (完成年) (実績値) | 2007年 (完成後1年) (実績値) | 2008年 (完成後2年) (実績値) | 2009年 (完成後3年) (実績値) |
|----------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 総人口(万人) | 32.3 | 32.7 | 33.1 | 33.2 |
| 給水人口(万人) | 19.9 | 20.2 | 20.4 | 20.6 |
| 給水能力(万m ³ /日) | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 |
| 日平均給水量(万m ³ /日) | 7.0 | 9.5 | 9.6 | 10.2 |
| 施設稼働率(%) | 58 | 79 | 80 | 85 |
| 一人当たり給水量(l/人/日) | 352 | 470 | 471 | 495 |

注1: 総人口は同市の全人口

注2: 給水人口は陽明浄水場(既存)及び五岳観浄水場(本事業)から給水される対象地域(河西区)の人口

注3: 日平均給水量、施設稼働率、一人当たり給水量は両浄水場に関する数値

出所: 質問票に対する回答書

吉安の給水能力不足及び今後の水需要への対応という面では、本事業の完成により、既存の給水能力(7万m³/日)に加え、5万m³/日、増加され、同市の給水設備能力不足は解消され、0.9万m³/日の余裕がある。

安定的供給という面では、五岳観浄水場から給水される対象地域(主に市西部の吉州区、新南部地区、ハイテク開発地区)では、事業完成前は年5回程度、断水が発生していたが、事業完成後は、断水は発生していないことから、当初の目標を達成している。

表7 第2浄水場(南康)の給水能力

| 指標名(単位) | 2006年 (完成後3年) (実績値) | 2007年 (完成後4年) (実績値) | 2008年 (完成後5年) (実績値) | 2009年 (完成後6年) (実績値) |
|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 総人口(万人) | 15.0 | 16.0 | 17.0 | 18.0 |
| 給水人口(万人) | 14.5 | 15.6 | 16.5 | 17.0 |
| 給水能力(万m ³ /日) | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 |
| 日平均給水量(万m ³ /日) | 4.0 | 4.6 | 4.9 | 5.0 |
| 施設稼働率(%) | 80 | 92 | 98 | 100 |
| 一人当たり給水量(l/人/日) | 303 | 301 | 297 | 294 |

注1: 総人口は同市の全人口

注2: 給水人口は第2浄水場(本事業)から給水される対象地域(市全域)の人口

注3: 日平均給水量、施設稼働率、一人当たり給水量は第2浄水場に関する数値

注4: 第1浄水場(1万m³/日)および自家用水(2.3万m³/日)は本事業完成後、給水を停止。

出所: 質問票に対する回答書

給水能力不足及び今後の水需要への対応という面では、本事業の完成により、給水能力(5万m³/日)は増加され、同市の給水設備能力不足は解消された。しかしながら、2009年には施設稼働率が100%に達し、今後、給水能力不足が予測されるため、現在、第2浄水場の第2期工事を実施中。なお、第2浄水場第1期事業の土木工事は自己資金で

完成しており、2010年7月に機材の据付け工事が完了すれば、給水能力はさらに5万 m^3 /日)増加され、余裕が生じる。

(2) 安全性の高い上水の供給

本事業で建設された4都市の浄水場の水質検査結果(2009年10月～12月に検査)によると、処理後の水質はいずれもすべての検査項目(濁度、総細菌数、大腸菌数、マンガン量、鉄分量、鉛量等)について国の基準を満たしており、水道水として適切であることが証明されている。また、各浄水場ともに化学検査室を有しており、水質については、定期的にモニタリングされている。

また、貯水池管理要員から次のような事実も確認された。水圧²について、事業完成後のガン州での浄水場配水口での水圧は0.33MPaで、給水区域内の水圧は、場所、配水管の太さにも関連するが、0.13～0.33MPaであり、平均的には0.2MPaを超えている。南康の浄水場配水口での水圧は0.3MPaで、給水区域内での水圧は、0.2～0.45MPaであると報告されており、いずれも適切な水圧に達している。

3.3.1.2 内部収益率の分析結果

財務的内部収益率 (FIRR) :

(単位 : %)

| | 景德鎮 | ガン州 | 吉安 | 南康 |
|-------|-----|-----|-----|------|
| 審査時 | 3.9 | 2.6 | 2.7 | 4.0 |
| 事後評価時 | 8.1 | 3.6 | 5.2 | 11.7 |

出所 : JICA 審査時資料、質問票に対する回答書

事後評価時点でFIRRを再計算した結果、4都市の事業の数値は、いずれも審査時の予測を大きく上回っており、収益性の高い事を示している。収益性が高くなった理由は、1) 費用(事業費)が計画値より低くなった事 ; 2) 審査時点で想定した水道料金は景德鎮では0.98元/ m^3 、他3都市では1.05元/ m^3 であったが、評価時点で用いた現行料金(用途別料金の平均値)は少なくとも1.2～1.3元/ m^3 であり、収入が想定以上に見込めることによる。なお、FIRR算出にあたり使用した前提条件は次のとおりである。

便益 : 水道料金収入

費用 : 建設費用、維持管理・運転費用

プロジェクトライフ : 30年

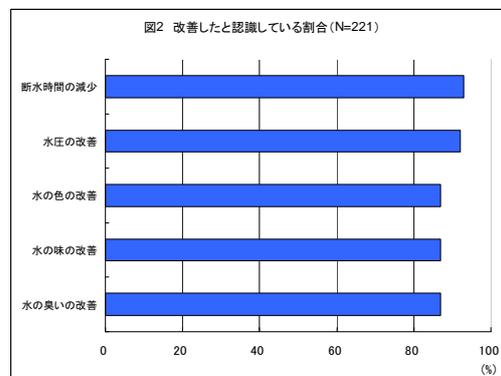
EIRRは審査時点で算出されていないことから、事後評価時点においても算出していない。

2 日本での一般水道の水圧を表すは地理的条件にもよるが0.05～1.0MPa(メガパスカル)の範囲にある。例えば、0.5MPaは直圧で約35m(10～11階相当)まで水を汲み上げる事が可能な水圧レベルである。

3.3.2 定性的効果

本評価調査では、景德鎮、ガン州、吉安、南康において、インタビュー形式による受益者調査を行った。回答者数は221人（景德鎮50人、ガン州61人、吉安50人、南康60人）、回答者の性別による比率は女性25%、男性75%である。主な調査結果は下記のとおりである。

断水時間、水圧、色、味、臭いについて、受益者調査回答者のそれぞれ93%（206人）、92%（203人）、87%（192人）、87%（192人）、87%（192人）が改善したと認識しており、本事業が安全性の高い上水の安定的供給に貢献していることが確認できた。



出所：質問票に対する回答書

以上より、本事業の実施により概ね計画通りの効果発現が見られ、有効性は高い。

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

受益者調査回答者の90%（200人）が本事業によって衛生など生活環境の改善に貢献し、97%（215人）が本事業によって経済活動（事業対象地域への進出企業/機関の増加、それに伴う就労機会の増加等）へ貢献したと述べている。また、89%（197人）が水汲み労働時間の減少を効果としてあげている。

3.4.2 その他、正負のインパクト

(1) 自然環境へのインパクト

審査時の懸念事項は浄水工程で発生する汚泥の処理であったが、特に環境へのマイナスの影響は認められない。各浄水場での排水及び汚泥処理状況を表8に示す。

表8 各市の排水及び汚泥処理状況

| | 排水及び汚泥処理状況 |
|-----|--|
| 景德鎮 | 取水源の水質が良好なため、発生する汚泥量は少なく、これらは樹木の肥料として利用されている。 |
| ガン州 | 沈泥池の上澄み水は、排水管を通り、取水口の下流 100メートル地点に排出されている。汚泥は污水管により乾燥場に送られ、水分含有率が基準値を下回った後に搬出され、ゴミ処分場に埋め立てられている。 |
| 吉安 | 排水処理に対する国家基準が厳格になったこともあり、取水源の水質は近年改善されており、汚泥は殆ど発生していない。 |
| 南康 | ガン州と同様の処理方法を実施している。 |

出所：質問票に対する回答書

(2) 住民移転・用地取得

各市における住民移転・用地取得の状況を表9に示す。当初、吉安では、住民移転が予定されていたが、廃業した旧レンガ工場跡を買収し、浄水場を建設したため、住民移転は発生しなかった。用地取得面積は吉安では50%増加、南康では自治体所有地に浄水場を建設したため、用地取得は不要となった。

表9 各市の住民移転・用地取得状況

| | 住民移転 | | 用地取得 | |
|-----|------|------|-------|-------|
| | 計画：人 | 実績：人 | 計画：万㎡ | 実績：万㎡ |
| 景德鎮 | - | - | 8 | 8 |
| ガン州 | - | - | 7 | 7 |
| 吉安 | 30 | - | 4 | 6 |
| 南康 | - | - | 5 | 0 |
| 計 | 30 | - | 24 | 21 |

出所：質問票に対する回答書

受益者調査回答者の殆どが本事業によって衛生など生活環境の改善に貢献し、また経済活動（進出企業/機関の増加、それに伴う就労機会の増加等）へ貢献したと評価している。更に、ほぼ全てが水汲み労働時間の減少を効果としてあげており、インパクトが顕著であることが検証された。

3.5 持続性（レーティング：a）

3.5.1 運営・維持管理の体制

運営維持管理については、当初計画どおり、各自来水会社が行っており、維持管理に必要な人員配置を行っている。各会社の職員の内訳を表10に示す。

表10 浄水場の運営・維持管理担当職員（常勤）内訳

| 浄水場 | 場長 副場長 | 管理 事務 | 化学検 査 | 運営 制御 | 維持 修理 | 廃水 処理 | 合計 |
|----------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----|
| 景德鎮 (第4浄水場) | 3 | 5 | 5 | 25 | 6 | 2 | 46 |
| ガン州 (第3浄水場) | 1 | 3 | 1 | 20 | 6 | 注 | 31 |
| 吉安 (五岳観浄水場) | 1 | 3 | 2 | 17 | 5 | 注 | 28 |
| 南康 (第2浄水場) | 1 | 2 | 4 | 18 | 4 | 注 | 29 |

注：廃水処理担当職員は運営制御担当職員の中に含まれる。

出所：質問票に対する回答書

本事業で建設された4都市の浄水場の運営・維持管理は適正な人員配置の下、行われている。

3.5.2 運営・維持管理の技術

各浄水場の運営・維持管理に係る職員の学歴別構成は次のとおりである。

表11 運営・維持管理に係る職員の学歴別構成

| 浄水場 | 大卒 | 短大卒 | 職業高卒 | 高卒 | 計 |
|------------|----|-----|------|----|----|
| 景德鎮（第4浄水場） | 1 | 18 | 18 | 9 | 46 |
| ガン州（第3浄水場） | 0 | 2 | 9 | 20 | 31 |
| 吉安（五岳観浄水場） | 2 | 5 | 16 | 5 | 28 |
| 南康（第2浄水場） | 0 | 2 | 25 | 2 | 29 |

出所：質問票に対する回答書

4都市の各浄水場に勤務する職員（技能工）はいずれも十分なスキルを有しており、また、各種維持管理マニュアルが整備されている。各自来水会社の研修内容については、表12に示す。

表12 各自来水会社の職員研修内容

| | 研修内容 |
|-----|---|
| 景德鎮 | 研修内容は、労働安全/品質管理に係る国家基準/法律、関連工業基準/規制、会社規定、浄水場運営に係る技術等に関するものである。2009年に実施された研修は6回であり、毎月、業績優秀チーム・個人は表彰される。職員の技能向上のため、定期的に研修を行い、職種ごとに資格制度を設けている。 |
| ガン州 | 研修内容は、労働安全/品質管理に係る国家基準/法律、会社規定、浄水場運営（維持管理、修理）に係る技術等に関するものである。新規採用時の新人研修、毎年の技術・作業安全研修を含む数々の研修が実施されている。 |
| 吉安 | 他都市での研修内容とほぼ同様で、研修は、労働安全/品質管理に係る国家基準/法律、関連工業基準/規制、会社規定、浄水場運営に係る技術等に関するものである。社内で多くの研修が実施される他、市主催の労働安全研修には毎年関係職員を派遣、また外部の研修にも計画的に職員を派遣している。 |
| 南康 | 主な研修は、ポンプ運営者、浄化槽作業員、機電施設維持管理作業員等を対象とした、実際の運営・維持管理作業に関する内容が主体である。新規採用時の新人研修、毎年の技術・作業安全研修を含む数々の研修が実施されている。 |

出所：質問票に対する回答書

3.5.3 運営・維持管理の財務

各市自来水会社の経営状況及び本事業で建設された浄水場の収支状況を下記に示す。

表13 景德鎮自来水会社の経営状況

(単位：百万円)

| 項目 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|----------|------|------|------|------|
| 収入 | 30.6 | 30.8 | 31.7 | 32.2 |
| 運営・維持管理費 | 29.9 | 26.4 | 27.0 | 49.0 |
| （内、減価償却） | 2.5 | 0.2 | 1.6 | 6.4 |
| 税金 | 2.7 | 2.8 | 3.2 | 3.7 |
| 財務費用 | 0.8 | 0.5 | 0.4 | 0.2 |
| 非営業収入 | 11.2 | 11.2 | 12.1 | 23.3 |
| 利益 | 0.0 | -1.6 | 0.0 | 0.1 |

出所：質問票に対する回答

表14 第4浄水場の収支状況

(単位：百万元)

| 項目 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|----------|------|------|------|------|
| 収入 | 4.9 | 5.3 | 5.8 | N/A |
| 運営・維持管理費 | 4.0 | 4.1 | 5.3 | N/A |
| (内、減価償却) | 0.8 | 0.9 | 1.1 | N/A |
| 利益 | 0.9 | 0.7 | -0.2 | N/A |

注： 2009年から事業区分けの再編があり、以降、第4浄水場単体の収支状況集計は困難となった。

出所： 質問票に対する回答

景德鎮の自来水公司是4箇所の浄水場を有し、事業完成後4年間（2008年まで）は水道料金収入でほぼ運営・維持管理費を賄っていたが、昨年（2009年）は設備投資による資金不足が発生し、市予算からの補填にて賄われた。

第4浄水場（本事業）の収入は運営・維持管理費を賄うには十分であり、浄水場は正常に運営されている。2008年には赤字になったが、2010年中に水道料金の値上げが認められる予定であり、収支は黒字に転じると予想されている。また、上水道事業は市が公共事業として実施しており、運営・維持管理予算が不足する場合は、市からの補助金が補填される事になっており、財務面で持続性に関して問題はないと考えられる。

表15 ガン州自来水会社の経営状況

(単位：百万元)

| 項目 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|----------|------|------|------|------|
| 収入 | 56.3 | 62.8 | 69.1 | 96.8 |
| 運営・維持管理費 | 40.2 | 46.0 | 51.8 | 62.3 |
| (内、減価償却) | 10.2 | 13.2 | 14.3 | 17.3 |
| 税金 | 4.0 | 5.3 | 5.6 | 7.6 |
| 財務費用 | 0.1 | 1.4 | 1.7 | 2.1 |
| 非営業収入 | 20.9 | 23.5 | 26.3 | 27.4 |
| 利益 | 3.6 | -3.0 | -6.8 | 10.2 |

出所： 質問票に対する回答

表16 第3浄水場の収支状況

(単位：百万元)

| 項目 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|----------|------|------|------|------|
| 収入 | 9.2 | 14.4 | 15.3 | 23.5 |
| 運営・維持管理費 | 4.8 | 8.6 | 8.6 | 8.6 |
| (内、減価償却) | 3.2 | 4.7 | 5.5 | 8.0 |
| 利益 | 0.1 | -0.8 | -1.0 | 2.0 |

出所： 質問票に対する回答

ガン州の自来水公司是3箇所の浄水場を有し、事業完成後3年間（2009年まで）は水道収入で運営・維持管理費を賄っていたが、設備投資が必要な年には収支は赤字となっている。

第3浄水場（本事業）の収入は運営・維持管理費を賄うには十分であり、浄水場は正常に運営されている。2007年、2008年には赤字になったが、2009年中に水道利用料金の値上げが認められ、収支は黒字に転じた。景德鎮同様、運営・維持管理予算が不足する場合は、市から

の補助金が補填される事になっており、財務面での持続性に関しては問題ないと考えられる。

表17 吉安自来水会社の経営状況

(単位：百万元)

| 項目 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|----------|------|------|------|------|
| 収入 | 16.0 | 17.0 | 20.0 | 23.0 |
| 運営・維持管理費 | 15.0 | 16.0 | 17.0 | 18.5 |
| (内、減価償却) | 6.0 | 6.5 | 7.0 | 7.5 |
| 税金 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 財務費用 | 2.0 | 2.0 | 1.7 | 1.5 |
| 非営業収入 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 1.2 |
| 利益 | -5.0 | -4.0 | -3.0 | -2.7 |

出所：質問票に対する回答

表18 五岳観浄水場の収支状況

(単位：百万元)

| 項目 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|----------|------|------|------|------|
| 収入 | 6.0 | 5.0 | 6.0 | N/A |
| 運営・維持管理費 | 5.8 | 4.9 | 5.7 | N/A |
| (内、減価償却) | 4.0 | 4.0 | 4.0 | N/A |
| 利益 | 0.2 | 0.1 | 0.3 | N/A |

出所：質問票に対する回答

吉安の自来水会社の収支は過去4年間、赤字となっているが、吉安市は最近、10百万元の運転資金の補填を行った。また、2010年1月には水道料金改定が実施され、2010年の収支は黒字に転じると想定されている。

本事業で建設された五岳観浄水場の収支は過去3年間（2006～2008）、黒字経営を保っており、財務面での持続性は問題ないと思われる。

表19 南康自来水会社の経営状況

(単位：百万元)

| 項目 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|----------|------|------|------|------|
| 収入 | 6.8 | 8.8 | 9.6 | 10.5 |
| 運営・維持管理費 | 7.4 | 8.6 | 10.5 | 11.3 |
| (内、減価償却) | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 |
| 税金 | 0.8 | 1.0 | 1.0 | 1.1 |
| 財務費用 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 非営業収入 | 2.7 | 2.1 | 3.2 | 3.1 |
| 利益 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |

出所：質問票に対する回答

表20 第2浄水場の収支状況

(単位：百万元)

| 項目 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|----------|------|------|------|------|
| 収入 | 6.8 | 8.8 | 9.6 | 10.5 |
| 運営・維持管理費 | 5.7 | 6.8 | 7.9 | 8.5 |
| (内、減価償却) | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 |
| 利益 | -0.2 | 0.7 | 0.4 | 0.7 |

出所：質問票に対する回答

南康自来水会社の過去4年間（2007年を除く）の水道料金収入は運転経費をまかなうには不足しているが、市からの補助金投入がある為、問題は発生していない。本事業で建設された第2浄水場の収支は過去3年間（2007～2009）、黒字経営を保っており、財務面での持続性は問題ないと思われる。

なお、各都市の水道料金は下記のとおりである。

表21 景德鎮の水道料金

(単位：元/m³)

| 用途 | 現行料金 | 予定改定料金 |
|---------|------|--------|
| 一般家庭 | 1.00 | 1.10 |
| 商業 | 1.60 | 1.80 |
| 工業 | 1.10 | 1.30 |
| その他（特殊） | 4.40 | 4.60 |

出所：質問票に対する回答

景德鎮の現行料金は他の都市と比べて若干低めになっているが、改定料金の申請が認められれば（市物価統制局）、標準的な料金設定となる。

表22 ガン州の水道料金

(単位：元/m³)

| 用途 | 2008年 料金 | 2009年改定 料金 |
|---------|-------------|---------------|
| 一般家庭 | 0.75 | 1.15 |
| 商業 | 1.25 | 1.85 |
| 工業 | 0.90 | 1.20 |
| その他（特殊） | 2.25 | 5.00 |

出所：質問票に対する回答

ガン州の旧料金は低めであったが、2009年に料金改定が認められ、地方都市の料金としては、標準的な料金設定となった。

表23 吉安の水道料金

(単位：元/m³)

| 用途 | 2009年 料金 | 2010年改定 料金 |
|---------|-------------|---------------|
| 一般家庭 | 0.95 | 1.15 |
| 行政 | 1.15 | 1.20 |
| 商業 | 1.70 | 2.00 |
| 工業 | 1.15 | 1.20 |
| その他（特殊） | 5.50 | 5.50 |

注：改定料金は1月1日から適用。

出所：質問票に対する回答

吉安では、2010年1月から料金改定が認められ、地方都市の料金としては、標準的な料金設定となった。

表24 南康の水道料金

(単位：元/m³)

| 用途 | 現行料金 | 2010年改定料金 |
|---------|------|-----------|
| 一般家庭 | 1.30 | N/A |
| 行政/機関 | 1.40 | N/A |
| 商業 | 1.90 | N/A |
| 工業 | 1.30 | N/A |
| その他(特殊) | 5.00 | N/A |

出所：質問票に対する回答

南康の現行料金は他の都市の料金と比較し、既に高めに設定されているが、20%の料金値上げが計画されている。

3.5.4 運営・維持管理の状況

各自来水会社の運営・維持管理状況については、表25に示す。

表25 各自来水会社の運営・維持管理状況

| | 運営・維持管理状況 |
|-----|--|
| 景德鎮 | 浄水場では、3段階（運営職員による検査、維持管理職員による検査、幹部職員による抜き打ち検査）での監視・検査システムが採用されている。パトロール監視・日常点検は毎日専門職員が技術マニュアルに基づき実施しており、主要な修理は必要に応じ実施されている。定期的検査・修理はすべての機材について2年毎に実施されている。 |
| ガン州 | 景德鎮同様、3段階での監視・検査システムを採用している。また、施設の監視を強化するため、テレビモニターの設置、自動運営システムの採用を進めている。 |
| 吉安 | 他都市同様、多段階（運営職員による検査、維持管理職員による検査、安全運用専門家による検査等）での監視・検査システムを採用している。日常点検、定期的維持管理作業は維持管理マニュアルに基づき実施されている。主要な修理は必要に応じて行われ、定期的検査・修理はすべての機材について毎冬、実施されている。 |
| 南康 | 取水箇所においては毎日水源の変化を監視記録し、浄化施設及びポンプの運転状況については30分ごとに監視している。また、定期的な維持管理として、機械電気施設について年3回実施している。送配水施設については、毎日監視/検査を実施。漏水が発見された際は、直ちに修理の手配を行っている。 |

出所：質問票に対する回答書

以上より、本事業の維持管理は体制、技術、財務状況ともに問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。



ガン州（第3浄水場）配水場



景德鎮（第4浄水場）水質検査室

4. 結論及び教訓・提言

4.1 結論

本事業の実施は中国の開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。事業費については計画内に収まったものの、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は中程度である。有効性については、概ね計画通りの効果発現が見られ、有効性は高い。また、本事業の維持管理は体制、技術、財務状況ともに問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

以上により、本事業の評価は(A)非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

なし。

4.2.2 JICAへの提言

なし。

4.3 教訓

本事業においては、建築、水道管布設等の土木工事と、ポンプ等の機材がそれぞれ異なるパッケージで調達されたが、施工・納品据付段階において、パッケージ間で工程及び現場での据付作業における調整が必要となるなど、結果、工事期間の遅延を招いた。今後の案件においては、本事業のように機材調達を伴う工事発注については、パッケージ間の工程/施工管理に実施機関が十分に留意すること、また、計画段階において、土木工事/機材据付一体型の発注方式採用の検討を含め、より合理的かつ現実的な調達及び事業実施計画の策定を行なうことが望まれる。

以上

主要計画／実績比較

| 項 目 | 計 画 | 実 績 |
|---|--|--|
| ① アウトプット 1) 取水施設 取水管 取水ポンプ 2) 導水施設 3) 浄水施設 4) 送配水施設 | (対象地域合計) 能力：21万 m ³ /日 能力：20万 m ³ /日 総延長：5.1km 能力：30万 m ³ /日 総延長：210km | (対象地域合計) 計画通り 計画通り ほぼ計画通り (総延長5.6km) 計画通り ほぼ計画通り (総延長：223km) |
| ② 期間 1) 景德鎮 2) ガン州 3) 吉安 4) 南康 | 2000年3月～2002年12月 (34ヶ月) 2000年3月～2003年6月 (40ヶ月) 2000年3月～2003年12月 (46ヶ月) 2000年3月～2003年5月 (39ヶ月) | 2000年3月～2004年4月 (50ヶ月) 2000年3月～2005年12月 (70ヶ月) 2000年3月～2006年6月 (76ヶ月) 2000年3月～2003年12月 (46ヶ月) |
| ③ 事業費 外貨 内貨 合計 うち円借款分 換算レート | 4,147百万円 2,564百万円 (171百万元) 6,710百万円 4,147百万円 1元＝15円 (1999年6月現在) | 3,092百万円 2,882百万円 (204百万元) 5,973百万円 3,092百万円 1元＝14.10円 (2000年3月～2006年6月平均) |

広西壮族自治区都市上水道整備事業

中華人民共和国

広西壮族自治区都市上水道整備事業

外部評価者：三州技術コンサルタント株式会社

三浦順子

1. 案件の概要



プロジェクト位置図



南寧市三津浄水場沈殿池

1.1 事業の背景

中国では1979年から始まった改革開放政策の下、積極的な企業誘致等を推進するための環境整備の一環として、特に沿海部大都市を中心に、上水道施設の新設、改善等がなされた。2000年時点における都市の一人当たり生活用水給水量は214リットル/日と、都市部においては日本（200～250リットル/日）と同レベルに達し、都市における上水道普及率も96%と1985年の81%、1990年の89%から着実に改善していた。一方、比較的経済発展の早かった沿海部に続き、内陸の大中規模都市においても90年代中頃より急速な工業化と人口集中による都市化の進行に起因した工業用水、生活用水等水需要の急増による供給ギャップが問題となっていた。

本事業対象の広西壮族自治区（日本の面積の6割ほど）はベトナムと国境を接しており、中越関係正常化まで長年にわたり経済整備が遅れていた。しかし、90年代にはGDP成長率が年20%を超える急速な発展を遂げた。2000年時点の同自治区の一人当たり生活用水給水量は300リットル/日であり、中国平均の214リットル/日と比較して多い。これは国内でも南方に位置することから、各家庭にシャワーなどが普及しており、特に夏期（5～11月）の使用量が増大することによる。一方、自治区内の主要10都市のうち、本事業対象地域を含む4都市（南寧市、桂林市、貴港市、賀州市）が98年に供給不足に陥り、なかでも自治区の区都でありかつ自治区内での人口が最も多い都市である南寧市、及び国際的な観光都市である桂林市において、給水設備能力の増加が急がれていた。

1.2 事業の概要

南寧市、桂林市において、新たに30万 m^3 /日の供給能力を持つ上水道施設（南寧市：三津浄水場20万 m^3 /日、桂林市：城北浄水場10万 m^3 /日）を建設することにより、給水能力不足及び今後の水需要への対応、並びに安全性の高い上水の安定的供給をはかり、もって生活・衛生環境の改善および地域経済の発展に寄与する。

南寧市及び桂林市の本事業位置図を図1、図2に示す。



図1 南寧市の事業位置図



図2 桂林市の事業位置図

| | |
|-------------------------------|--|
| 円借款承諾額／実行額 | 36億41百万円／36億30百万円 |
| 交換公文締結／借款契約調印 | 2000年3月／2000年3月 |
| 借款契約条件 | 金利1.7% 返済30年（据置10年）、 一般アンタイド |
| 貸付完了 | 2005年7月 |
| 借入人／実施機関 | 中華人民共和国政府/広西壮族自治区人民政府 (財政庁) |
| 本体契約 | 契約額10億円以上の契約無し。 |
| コンサルタント契約 | 契約額1億円以上の契約無し。 |
| 事業化調査 (フィージビリティ・スタディ：F/S)等 | 南寧市：市政工程中南設計院によるF/S（1999年7月） 桂林市：市政工程中南設計院によるF/S（1998年1月） |

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

三浦順子（三州技術コンサルタント株式会社）

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2009年11月～2010年8月

現地調査：2010年1月3日～11日、2010年4月11日～19日

2.3 評価の制約

特になし。

3. 評価結果（レーティング：A）

3.1 妥当性（レーティング：a）

3.1.1 開発政策との整合性

中国では90年代中頃より急速な工業化と人口集中による都市化に伴い水需要の需給ギャップが問題となり、供給設備能力の増強が求められていた。また、水源となる河川の水質汚濁及び地下水位低下等の問題も抱えており、水資源の確保及び節水対策への対応も求められていた。このような状況の下、中国第9次5ヵ年計画（1996年～2000年）では地方都市上水インフラを重点課題と位置付け、計画期間中に全国給水量を4,000万m³/日増加、都市上水道普及率96%達成、一人当たり給水量を40リットル/日増加する目標を設定していた。現行の中国第11次5ヵ年計画（2006年～2010年）においても、中国政府は都市のための水源保護をさらに強化し、水供給施設の建設を推進するとしている。

南寧市第9次5ヵ年計画（1996年～2000年）では、2000年までに市内給水能力を114万 m^3 /日に増加することを目標とし、本事業対象の三津浄水場建設は右目標を達成することを目的とした新規計画4案件のうちの1案件である。現行の南寧市第11次5ヵ年計画（2006年～2010年）においても上水道事業は引き続き重視されており、2010年までに市内の給水能力を140万 m^3 /日に増加し、上水道普及率100%を達成することを目標としている。

桂林市第9次5ヵ年計画（1996年～2000年）では、市内給水能力55万 m^3 /日、都市部給水範囲内での上水道普及率100%を目標とし、これらの目標を達成するために、市内に計21万 m^3 /日の浄水場を拡張、建設することを施策としている。現行の桂林市第11次5ヵ年計画（2006年～2010年）においても上水道事業は引き続き重視されており、2010年までに市内の給水能力を計104万 m^3 /日に増加させることを目標としている。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

南寧市には、審査時点の2000年には、5浄水場（計84万 m^3 /日）が存在したが、うち3浄水場は供用開始後30年以上が経過しており、設備が老朽化し、生産コストが高いといった問題が生じていた。また、既存配水管網は布設密度が低く、配水管の直径が小さいために効率的な給水に困難が生じていた。さらに、1997年に開通した南昆鉄道³の発着点である南寧南駅付近（現在の江南区沙井鎮）には上水道設備がないことから沿線となる新開発区への新規給水は不可能であった。経済発展、給水人口増加に伴い、2000年には14.5万 m^3 /日の需給ギャップが予測されていた。本事業対象地域の一部は、2001年に国家級南寧経済技術開発区に指定され、急速に発展し、給水人口が増加していることから、評価時点においても水需要は引き続き高い。

桂林市には審査時点で計32.5万 m^3 /日⁴の浄水場が存在したが、既存配水管網は布設密度が低く、効率的な給水に困難が生じていた。また、水量不足や水圧低下に見舞われる地域が発生し、人口増加や生活水準の向上などに伴う水需要の増加に対して供給が追いつかないことが予測されていた⁵。特に、鉄道と住宅等の開発が期待されている城北区や琴潭区は市の中心から離れており、既存の上水設備だけでは今後の需要増への対応は不可能であり、設備能力の増加、新規配水管網の布設が不可欠であった。評価時点において、本事業対象地域である城北区、琴潭区は商業・居住区として発展しており、靈川県の一部は八里街経済開発区として急速に発展し、給水人口も増加していることから、水需要は引き続き高い。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

海外経済協力業務実施方針（1999年12月）によると、中国への援助方針として、自主的な経済発展に資する経済・社会インフラ整備等の支援に重点が置かれており、審査時点において、本事業は日本の援助政策に合致していた。

3 南寧市と雲南省昆明市を結ぶ全長 828 キロの幹線鉄道路線。

4 桂林市 4 浄水場 31.5 万 m^3 /日（桂林市自来水公司）＋靈川県 1 浄水場 1 万 m^3 /日（靈川県自来水公司）。

5 2000 年には 4.0 万 m^3 /日の需給ギャップが予測されていた。

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

3.2 効率性（レーティング：b）

3.2.1 アウトプット

アウトプットは、導水管延長を除き計画通り建設された。導水管延長の増加は、南寧市の三津浄水場の当初建設予定地の地表面が低すぎることが判明し、建設地が予定地より東側に3km移動したことによる。両浄水場合計のアウトプットを表1に、各浄水場のアウトプットを表2に示した。

表1 両浄水場合計のアウトプット比較（計画/実績）

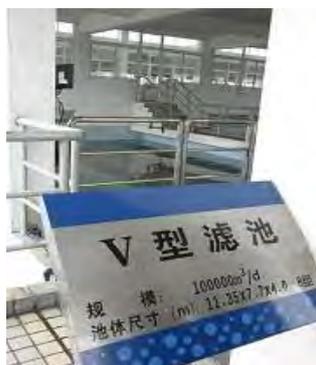
| 項目 | 計画 | 実績 |
|-------|--|---------------------------|
| ①取水施設 | 取水口、流入管、取水ポンプ 能力 40 万 m ³ /日 | 計画通り |
| ②導水施設 | 導水管 総延長約 2.5km | 導水管総延長約 5.3km（約 2.8km 増加） |
| ③浄水施設 | フロック形成池、沈殿池、ろ過池 能力：30 万 m ³ /日（凝集沈殿急速ろ過方式） | 計画通り |
| ④配水施設 | 配水管網 総延長約 52km | 計画通り ⁶ |

出所：計画については JICA 審査時資料、実績については質問票に対する回答書。

表2 浄水場別アウトプット比較（計画/実績）

| 施設 | 取水施設（万 m ³ /日） | | 導水施設（km） | | 浄水施設（万 m ³ /日） | | 配水施設（km） | |
|-----|---------------------------|----|----------|-------|---------------------------|----|----------|------|
| | 計画 | 実績 | 計画 | 実績 | 計画 | 実績 | 計画 | 実績 |
| 南寧市 | 20 | 20 | 約 1 | 約 4 | 20 | 20 | 約 27 | 約 27 |
| 桂林市 | 20 | 20 | 約 1.5 | 約 1.3 | 10 | 10 | 約 25 | 約 25 |
| 合計 | 40 | 40 | 約 2.5 | 約 5.3 | 30 | 30 | 約 52 | 約 52 |

出所：計画については JICA 審査時資料、実績については質問票に対する回答書。



桂林城北浄水場のろ過池



南寧三津浄水場のフロック形成池



桂林城北浄水場の送水ポンプ

6 JICA 審査時資料には、総延長 52km に加えて、内貨分で末端配水管が布設される計画があることが明記されていた。計画値は記載されていないが、事後評価時における末端配水管（DN300-500）の延長は、南寧市 27 km、桂林市 25km だった。したがって、事後評価時における末端配水管も含めた配水施設は南寧市 54km、桂林市 50km、計 104km となる。

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業期間

事業期間は計画を上回った。審査時に計画された2000年3月（L/A 調印月）～2004年6月（事業完成）の52ヵ月に対し、事業完成⁷は2000年3月（L/A 調印月）～2005年8月の66ヵ月（計画比127%）であった。遅延理由は以下のとおりである。

南寧市：浄水場建設予定地が変更になり、用地取得の過程において、一部村民との間で作物補償および用地取得価格などについて政府文書の規定に基づいた合意に時間を要し、工事の着工が遅れた。

桂林市：①実施機関である広西壮族自治区人民政府と桂林市人民政府間の本事業実施に係る借款転貸合意書の締結が遅れたこと、②浄水場からの配水管が埋設される計画道路の標高の確定に時間を要し、配水管の用地交渉が遅れたこと、により着工が遅れた。

しかし、工事期間のみをみると、当初計画（南寧市：45ヵ月、桂林市57ヵ月）に対して実績（南寧市：40ヵ月、桂林市44ヵ月）は短縮されており、用地取得の遅れを取り戻す最大限の努力がなされている。短縮が可能になった背景には、両公司内に設置された事業実施オフィス（建設班、機材班、財務班などの約10～16名のメンバーからなる）が土木工事を迅速化し、調達エージェントと連携し土木工事の進捗と機材調達の調整を入念に行ったことが挙げられる（教訓参照）。

3.2.2.2 事業費

審査時に積算された総事業費は72億68百万円（うち、円借款は36億41百万円、残りは中国政府負担）であったが、実際は75億27百万円（うち、円借款は36億30百万円、残りは中国政府負担）と、計画を若干上回り（計画比104%）中国側の負担費用は増加した。南寧市、桂林市とも事業費が若干増加した理由は、事業期間中に建築資材（鋼管、鋳鉄管、セメントなど）及び人件費等が高騰したことによる。

なお、本事業では、中国における類似案件同様資機材の調達が入札で行われ、調達エージェントが両市の運営・維持管理機関⁸と調整を取りながら入札業務を進めた。建築資材や人件費の高騰にも関わらず、総事業費が計画比104%に留まっている背景には、①各運営・維持管理機関が入札図書作成に際して詳細設計に基づいて貸付金額（資機材調達分）も考慮した機材の詳細な仕様を検討し、調達エージェントに伝えたこと、②エージェントは入札図書を作成する際、運営・維持管理機関から伝達された詳細な仕様に沿って徹底的

7 JICA 審査時資料によると、事業完成の定義は両浄水場の操業開始。試運転開始後、1) 特に問題がなくそのまま各戸への給水を行ったこと、2) 本事業施設からの給水に対する料金徴収を開始したことから、試運転開始をもって「操業開始」とする。

8 広西壮族自治区人民政府が本事業の実施機関であるが、詳細設計に基づく機材の詳細な仕様の検討や調達エージェントとの調整などは運営・維持管理機関である両市の自来水公司が行った。

な市場調査を行い、どの設備について性能が優れ価格の高い設備を優先的に採用すべきかを決め、入札書類に記載する設備・機材の仕様を決定したことが挙げられる（教訓参照）。

以上より、本事業は事業費、事業期間ともに計画を上回ったため、効率性は中程度である。

3.3 有効性（レーティング：a）

3.3.1 定量的効果

3.3.1.1 運用・効果指標

(1) 給水能力不足及び水需要への対応

表3に本事業が対象としている南寧市（市区＋郊外区）の給水人口、上水道設備能力及び水需要の予測と実績を示す。給水人口の実績値は事業完成1年後、2年後共に予測値を超える結果となり、その後の水需要も増加傾向である。しかし、本事業完成により20万 m^3 /日の設備能力が増加したため、不足設備能力を解消し、その後の水需要に対応することが可能となった。

表3 南寧市（市区＋郊外区）の給水人口、上水道設備能力及び水需要（予測/実績）

| 指標名 (単位) | 1998年 (実績値) | 完成1年後 | | 完成2年後 | | 完成3年後 | 完成4年後 |
|--|----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|
| | | 2005年 (予測値) | 2006年 (実績値) | 2006年 (予測値) | 2007年 (実績値) | 2008年 (実績値) | 2009年 (実績値) |
| 総人口(万人)(市区＋郊外区)(A) | 138 | 180 | 255 | 185 | 260 | 264 | N/A |
| 給水人口(万人)(B) | 108 | 153 | 161 | 158 | 185 | 197 | N/A |
| 水道普及率(%) (C) = (B) ÷ (A) | 78 | 85 | 63 | 85 | 71 | 75 | N/A |
| 設備能力(万 m^3 /日) (D) | 84 | 104 注2 | 114 注3 | 114 | 114 | 114 | 114 |
| 一日最大需要(給水量)(万 m^3 /日) (E) 注1 | 85 | 117 | 86 (予測値の74%) | 121 | 89 (予測値の74%) | 99 | 106 |
| 不足設備能力(万 m^3 /日)(F) = (D) - (E) | 1 | 13 | -28 | 7 | -25 | -15 | -8 |

出所：基準値及び予測値については JICA 審査時資料。実績については質問票に対する回答書。ただし、水道普及率については、JICA 審査時資料には記載はなく、給水人口と総人口から算出。

注1：実績値については、一日最大給水量。

注2：本事業（三津浄水場）完成（20万 m^3 /日）による。

注3：本事業20万 m^3 /日、陳村浄水場Ⅱ期（2006年）拡張（10万 m^3 /日）による。

表4に本事業が対象としている桂林市（桂林市区＋靈川県⁹）の給水人口、上水道設備能力及び水需要の予測を示す。桂林市の給水人口は事業完成1年後の実績データがないため比較できないが、完成3年後には完成1年後の予測値を大幅に上回っている。また、桂林市区の水道普及率は完成3年後には100%を達成している。本事業完成により10万 m^3 /日の設備能力

9 靈川県は桂林市郊外の県。

が増加したため、不足設備能力を解消したものの、当初予測に比べて桂林市区の水需要の実績値が増加しなかったこと、靈川県への給水量が予測に比べて増加しなかったことから、事後評価時点では設備能力に余裕がある状況である。

なお、審査時点では、本事業完成後靈川県へ4万 m^3 /日給水することが予測されていたが、実際には靈川県が独自の給水システムを持つようになったため、八里街経済開発区など靈川県のごく一部にのみ給水している（約1万 m^3 /日）。

表4 桂林市（市区+靈川県）の給水人口、上水道設備能力及び水需要（予測/実績）

| 指標名 (単位) | 1998年 (実績 値) | 完成1年後 | 完成3年後 | 完成4年後 |
|--|--------------------|----------------|------------------|----------------|
| | | 2005年 (予測値) | 2008年 (実績値)注3 | 2009年 (実績値) |
| 総人口(千人)(市区+靈川県)(A) | 645 | 705 | 950 | NA |
| 給水人口(千人) (B) | 桂林市区 | 431 | 508 | 600 |
| | 靈川県 | 10 | 32 | 30 |
| 市区水道普及率(%) (C)注1 | 92 | 94 | 100 | NA |
| 市区+靈川県設備能力(万 m^3 /日) (D) | 32.5 | 46.5 | 45 注4 | 45 |
| 桂林市区一日最大需要(給水)量(万 m^3 /日)(E) | 32.5 | 42 | 32 | 34 |
| 靈川県への給水量(万 m^3 /日)(F) 注2 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| 市区+靈川県不足設備能力(万 m^3 /日)(G) = (D) - ((E) + (F)) | 1 | -1 | -12 | -10 |

出所：基準値及び予測値についてはJICA審査時資料。実績については質問票に対する回答書。

注1：JICA審査時資料において、普及率は桂林市区のみで算出されている（靈川県を含まない）。

注2：設備能力1万 m^3 /日。同県への給水量は需要予測ではなく供給量予測値に基づく。

注3：事業完成2年後の実績値が得られなかったため、事業完成3年後以降の実績を記載。

注4：計画通り、本事業（10万 m^3 /日）及び東江浄水場（4万 m^3 /日拡張）が完成したが、浜江大口井浄水場（1.5万 m^3 /日、1976年操業開始）が2002年に閉鎖されたため、事業完成後の設備能力は45万 m^3 /日。

本事業の効果を明確にするため、三津浄水場及び城北浄水場の一日平均給水量・最大給水量及び施設利用率を表5および表6に示す。事業完成2年後（2007年）の施設利用率（平均）は三津浄水場については47%、城北浄水場については69%と低い水準にあるが、事後評価時点（2009年）にはそれぞれ61%、76%と順調に上昇してきている。日本の政令指定都市の施設利用率平均の59%、全国平均の65%と比較しても、問題のない数値と判断される。また、事業完成2年後（2007年）の施設利用率（最大）は、三津浄水場については79%、城北浄水場については85%に達しており、事後評価時（2009年）には、それぞれ98%、104%¹⁰に達している。このことから、本事業施設がフル稼働していることが伺われる。

10 ただし、表4のとおり、桂林市区+靈川県全体では10万 m^3 の余裕がある。また、城北浄水場では、計画段階から将来の水需要増加に備えて本事業対象の浄水場と同じ敷地内に10万 m^3 の浄水場を増設できるように設計している。

表5 三津浄水場（南寧市）の一日平均給水量・最大給水量及び施設利用率（実績）

| 指標（単位） | 2006年 | 2007年（事業完成2年後） | 2008年 | 2009年 |
|---------------------------|-------|----------------|-------|-------|
| 平均給水量（万m ³ /日） | 6.5 | 9.4 | 10.4 | 12.2 |
| 利用率（平均）（%） | 33 | 47 | 52 | 61 |
| 最大給水量（万m ³ /日） | 9.2 | 15.7 | 14.1 | 19.5 |
| 利用率（最大）（%） | 46 | 79 | 71 | 98 |

出所：質問票に対する回答書

表6 城北浄水場（桂林市）の一日平均給水量・最大給水量及び施設利用率（実績）

| 指標（単位） | 2006年 | 2007年（事業完成2年後） | 2008年 | 2009年 |
|---------------------------|-------|----------------|-------|-------|
| 平均給水量（万m ³ /日） | 6.8 | 6.9 | 7.4 | 7.6 |
| 利用率（平均）（%） | 68 | 69 | 74 | 76 |
| 最大給水量（万m ³ /日） | 7.8 | 8.5 | 8.4 | 10.4 |
| 利用率（最大）（%） | 78 | 85 | 84 | 104 |

出所：質問票に対する回答書

(2) 安全な水の安定的な供給

1) 水質

本事業対象の両浄水場の処理後の水質については、いずれの項目についても、国の水質基準（2006年改訂）を満たしており、水道水として適切であることを証明している。水質の基礎項目は浄水場付設の水質検査室で毎日モニタリングされている。表7に、国家の水質基準と両浄水場の水質検査結果（2009年11月現在）を示す。

表7 両浄水場の水質検査結果

| 項目 | 国家の水質基準 (GB5749-2006) | 三津浄水場（南寧） | | 城北浄水場（桂林） | |
|------------------|--------------------------|-----------|--------|-----------|-------|
| | | 処理前 | 処理後 | 処理前 | 処理後 |
| Ph 値 | >=6.5, <8.5 | 7.71 | 7.69 | 7.87 | 7.66 |
| 濁度 (NTU) | <1 | 6.6 | 0.7 | 2.2 | 0.3 |
| 臭気味 | 無 | 無 | 無 | 無 | 無 |
| 細菌総数 (CFU/ml) | <100 | 120 | 0 | 245,000 | 2 |
| 大腸菌群 (CFU/100ml) | 0 | 6,400 | 0 | 4,600 | 0 |
| 鉄 (mg/L) | <0.3 | 0.14 | 0 | NA | 0.1 |
| マンガン (mg/L) | <0.1 | <0.050 | <0.050 | 0.010 | 0.001 |
| 鉛 (mg/L) | <0.2 | 0.02 | 0.02 | NA | 0.02 |

出所：質問票に対する回答書



南寧市三津浄水場の水質検査室



桂林市城北浄水場の水質検査室

2) 水圧¹¹

本事業の維持管理機関である南寧市の広西緑城水務株式会社、及び桂林市の桂林自来水公司によると、本事業対象地域における水圧は事業完成後十分かつ安定している。三津浄水場配水口での平均水圧は0.4MPaである¹²。南寧市の本事業対象地域における水圧は、事業完成以前は約0.06～0.15MPaだったが、完成後は、例えば江南区（主に商業、居住区）で約0.1～0.2MPa（メガパスカル）¹³、国家級南寧経済技術開発区（商業、工業、居住区）で約0.28～0.3MPa¹⁴と報告されている。城北浄水場の配水口での水圧は0.35～0.37MPaである¹⁵。桂林市の本事業対象地域における水圧は、事業完成以前は約0.08～0.2MPaだったが、完成後は約0.3MPaと報告されている¹⁶。

3.3.1.2 内部収益率の分析結果

財務的内部収益率（FIRR）

審査時点での前提条件¹⁷を用い、評価時点での南寧市のFIRRを再計算した結果、審査時のFIRRを上回った。上回った理由は、水道料金が審査時にFIRR計算に用いられた平均水道単価を2006年時点（事業完成の翌年）に既に上回っており、水道料金収入が計画より多いことによると考えられる。桂林市のFIRRについては、必要な情報が得られないため、再計算できなかった。

表8 南寧市の財政的内部収益率（FIRR）

| | FIRR |
|-------|--------|
| 審査時 | 6.1% |
| 事後評価時 | 10.48% |

出所：JICA 審査時資料、質問票への回答

なお、EIRRは審査時点で算出されていないことから、事後評価時点においても算出していない。

11 日本での一般水道の水圧は地理的条件や配水管の太さにもよるが0.05～1.0MPa（メガパスカル）の範囲にある。例えば、0.5MPaは直圧で約35m（10～11階相当）まで水を汲み上げる事が可能な水圧レベル。

12 Project Completion Report（2007年4月）。

13 江南区のコミュニティーメーター。

14 受益者調査回答者で同開発区の事業所の個別メーター。

15 Project Completion Report（2007年4月）及び桂林市自来水公司とのインタビュー（2010年1月）。

16 桂林市自来水公司の靈川県八里街経済開発区料金徴収所。

17 便益：水道料金収入、費用：建設費用、維持管理・運転費用、プロジェクトライフ：30年

3.3.2 定性的効果

南寧市、桂林市の本事業対象地域¹⁸において、インタビュー形式による受益者調査を行った。回答者数は200人（各市100人¹⁹）、回答者の性別による比率は女性29%、男性71%である。断水時間、水量、水圧、色、味、臭いについて、回答者のそれぞれ98%（196人）、97%（194人）、93%（185人）、92%（184人）、93%（185人）、93%（186人）が改善したと認識しており、本事業が安全性の高い上水の安定的供給に貢献していると判断される。

以上より、本事業の実施により両市では、1) 給水能力不足及び今後の水需要への対応（給水人口、水道普及率、設備能力の改善）、2)安全性の高い水の安定的供給（断水時間、水質及び水圧の改善）において、概ね計画通りの効果発現が見られ、施設利用率も高く、有効性は高い。

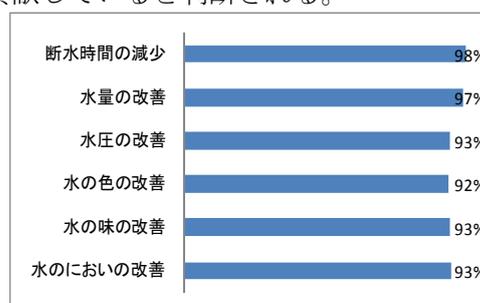


図3 受益者調査結果（N=200）

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

3.4.1.1 生活・衛生環境の改善

受益者調査結果によれば、本事業による上水道整備を通じて、水因性感染症や水汲み労働時間の減少など生活・衛生環境の改善に寄与していると考えられる。各市の受益者調査の主な調査結果は以下のとおりである。

南寧市の96%の回答者（96人）がそれぞれ、事業完成以降生活・衛生環境が改善した、水汲み労働時間が減少したと回答した。村落部では事業完成以前は1日3回のみでの給水だったため、各家庭で貯水槽に貯水しておく必要があった。しかし、事業完成以降24時間給水になり、水圧も改善したため、貯水にかかる労働時間の短縮、浴室の電気給湯器の使用、農地への直接給水が可能となったとのことである。一方、市街地でも、水圧の改善により浴室の電気給湯器の使用が可能となった、断水の解消により貯水槽は緊急時のみに使用するようになった、という意見が聞かれた。

桂林市の95%の回答者（95人）がそれぞれ、事業完成以降生活・衛生環境が改善した、水汲み労働時間が減少したと回答した。村落部では、事業完成以前は水源を井戸に頼っていたが、事業完成以降は水汲み労働が不要となったとのことである。また、以前は水質が悪く下痢などの水因性感染症が多かったが、完成以降は減少した、十分な水圧により浴室の電気給湯器の使用が可能となったとのことである。一方、市街地においても、多数の回

18 南寧市：江南区、国家級南寧経済技術開発区（旧黄茅坪区周辺）（工業、商業、居住区）

桂林市：城北区、琴潭区、靈川県の一部（八里街経済開発区含む）（商業、居住区）

19 両市の調査結果に大きな差は認められなかった。

答者から、事業完成以降貯水にかかる時間が短縮し、高層階の水圧の改善がみられたという意見が聞かれた。

3.4.1.2 地域経済の発展への寄与

受益者調査結果によれば、本事業による上水道整備を通じて、新規開発区設置の計画・実施および既存経済技術開発区の発展、商業施設・宿泊施設の増加、工業製品の生産量の増加など、地域経済の発展に寄与していると判断される。各市の受益者調査の主な調査結果は以下のとおりである。

南寧市の100%の受益者調査回答者（100人）が安定した給水が地域経済の発展に貢献したと回答した。江南区沙井鎮の町役場によると、三津浄水場からの安定した給水の確保により、沙井鎮内に新規のASEAN電気技術区及びASEAN国際工業材料輸送区の開発を計画・実施することが可能となったとのことである。また、沙井鎮内の事業主（27事業所）のほとんどが、安定した給水が新たな投資を決断する際の第一の判断基準であると回答している。さらに、安定した上水の給水が生産量の増加に貢献しているという意見も聞かれた。例えば、江南区の南寧大都コンクリート有限公司は、2006年以降急速に生産量が増加したと指摘している。

表9 過去4年間のコンクリート生産量

(単位：万トン)

| 年 | 2006年 | 2007年 | 2008年 | 2009年 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|
| コンクリート生産量 | 65 | 85 | 97 | 113 |

出所：南寧大都コンクリート有限公司

国家級南寧経済技術開発区の政府事務所によると、2006年以降安定した給水を背景に同開発区が急速に拡大している。同開発区の面積は2006年には16km²だったが、現在は2.5倍の40km²となっている。このことから、三津浄水場からの安定した給水が同開発区の発展を下支えしていると考えられる。ただし、同事務所によれば、同開発区内の既存配水管の一部は開発区として発展する前の90年代に布設されたもので老朽化が進み、かつ直径も小さいことから、十分な給水の障害となっている。現在、同区と広西緑城水務株式有限公司は双方の財政負担により、配水管の更新を実施しており、2年以内に完成する計画である。



南寧市国家級南寧経済技術開発区



桂林市八里街経済技術開発区
(手前が浄水場敷地)

桂林市の98%の受益者調査回答者（98人）も安定した給水が地域経済の発展に貢献したと回答している。定江鎮町役場によると、2006年以降安定した給水を背景に、同区内に新たに宿泊施設120軒、10社区、複合商業施設3軒が建設されたとのことである。また、靈川県の一部である八里街経済技術開発区の管理委員会によると、同区の開発は1995年に開始したが、2006年以降本事業による安定した給水を背景に急速に発展しており、同区の面積は当初計画の4km²に対して2010年時点で9km²（人口約3万人）となった。

3.4.2 その他、正負のインパクト

3.4.2.1 自然環境へのインパクト

特に環境へのマイナスの影響は認められない。南寧市の三津浄水場では、生産工程で使用した水は回収システムにより再利用している。浄水処理中に発生する汚泥は濃縮・機械脱水後、廃棄物処分場に埋め立てることになっているが、原水の水質が良いため、汚泥量が非常に少なく、現在のところ汚泥処理室に保管している。桂林市の城北浄水場の汚泥は、濃縮・脱水後に予定通り、象山区廃棄物処理場に埋め立てている。ただし、三津浄水場と同様に、原水の水質が良いため、汚泥量は非常に少ない。

塩素の漏出対策として、自動警報設備およびガス吸収装置を設置、塩素漏れ時緊急対応計画を策定し、訓練も定期的実施している。両浄水場とも、敷地内はきれいに緑化されている。



南寧市三津浄水場の生産工程で
使用した水の回収池



同浄水場の汚泥処理施設



同浄水場内の緑化状況

3.4.2.2 住民移転・用地取得

南寧市の浄水場建設地の変更に伴い、住民移転（3戸）が必要となった。一部村民との間で作物補償および用地取得価格などについての交渉が長引いた結果合意までに長時間を要し、工事の着工が遅れた。しかし、地方自治体の協力を得て村民と交渉し、政府規定に定められた金額の作物補償及び土地価格の支払いが行われたことから、住民移転・用地取得のプロセスは適切に行われたと言える。現地視察の結果、移転した住民の住環境は良好であった。桂林市では事業用地に荒地が選定され、住民移転は必要とされず、用地取得は円滑に行われた。



移転した住民の新居

以上より、本事業は生活・衛生環境の改善や地域経済の発展に貢献していると考えられ、環境へのマイナスの影響も認められない。

3.5 持続性（レーティング：a）

3.5.1 運営・維持管理の体制

南寧市の三津浄水場は、広西緑城水務有限公司が運営維持管理を行っている。同会社は、従業員約1,170名、8浄水場114万m³/日の建設・運営実績を有する。桂林市の城北浄水場は、桂林市自来水会社が運営維持管理を行っている。同会社は、従業員約600名、4浄水場44万m³/日の建設・運営実績を有する。表10に各浄水場の維持管理職員の部門別内訳を示す。

表10 浄水場の維持管理職員の部門別内訳

(単位：人)

| 浄水場 | 班 | 技術保守 | 運営 | 化学検査 | 総合/ 技術管理 注1 | 場長 副場長 | 合計 | 審査時に予測 された人数 注2 |
|---------|---|------|----|------|-------------------|-----------|----|-----------------------|
| 三津（南寧市） | | 8 | 23 | 9 | 9 | 2 | 51 | 100 |
| 城北（桂林市） | | 7 | 21 | 4 | 3 | 3 | 38 | 78 |

出所：予測についてはJICA審査時資料、実績については質問票に対する回答書。

注1：三津浄水場では総合班、城北浄水場では技術管理班。

注2：オートメーションをしない場合の人数。

両浄水場の運営・維持管理体制について共通な事項として以下の点が挙げられる。

- 1) 組織体制及び各班の所掌が明確である。
- 2) 維持管理に必要な人員配置を行っている。
- 3) 本事業完成により、オートメーション化を通じて、管理水準および生産効率が向上しており、審査時に必要と予測された約半分の職員により維持管理することができている。
- 4) 事業実施期間中に各会社に設立された事業実施オフィスの元構成員数名が、現在、副総経理（南寧市）、城北浄水場長（桂林市）等として本事業浄水場の維持管理体制を支えている。

3.5.2 運営・維持管理の技術

以下の理由から両浄水場とも運営・維持管理における技術に問題ないと評価される。

- 1) 必要な各種マニュアル・規定²⁰が整備されている。
- 2) 運営・維持管理に必要な各分野²¹の十分な数・レベルの職員が配置されている。
- 3) 運営・維持管理に必要な各分野の資格・スキルを有し、研修を受けている。

20 センtralコントロールパネル操作マニュアル、電気系統設備維持管理規定、塩素投入機自動操作規定、送水ポンプ自動操作規定など。

21 給排水、電気技術、電力システム、オートメーション、計器、コンピューター、分析化学など。

表11に各浄水場の運営維持管理にかかる職員の技術等級による内訳を、表11に資格や研修内容を示す。

表11 各浄水場の運営維持管理にかかる職員の技術等級による内訳

(単位：人)

| 浄水場 | エンジニア | 助理工程師 | 高級工 | 中級工 | 初級工 | 合計 |
|----------|-------|-------|-----|-----|-----|----|
| 三津 (南寧市) | 9 | 8 | 5 | 6 | 4 | 32 |
| 城北 (桂林市) | 2 | 11 | 5 | 9 | 10 | 37 |

出所：質問票に対する回答書

注：浄水場職員が必ずしも全員技術者ではないため、技術等級別の合計人数は部門別の合計人数（表10）より少ない。

表12 各浄水場の運営維持管理にかかる職員の資格や研修内容

| 浄水場 | 資格や研修内容 |
|----------|--|
| 三津 (南寧市) | 電気系統、塩素注入、水質検査については、南寧市労働局にて研修を実施、資格取得後、各部署に配置。新人には、公司全体、浄水場毎、部署毎の研修を実施。年2回、機械、電気系統、自動制御等に係る On-the-Job Training (OJT) 及び到達度チェックを実施。 |
| 城北 (桂林市) | 事業完成前は、上海、北京、アモイなどで自動制御、機械、電気系統などについて研修を実施。水質検査については、桂林市天元水質検測中心にて研修を受講、桂林市労働局にて資格を取得することが義務づけられている。事業完成後は、月1回、塩素注入、機械、電気系統、自動制御等に係る OJT および到達度チェックを実施。不定期に試験実施。 |

出所：質問票に対する回答書

3.5.3 運営・維持管理の財務

各維持管理機関の経営状況、本事業対象の浄水場の収支状況及び運営・維持管理費用の予算と実績、水道料金を表13～18に示す。なお、桂林市自来水公司是個別の浄水場の収支状況については把握していないため、公司全体の経営状況のみ示す。

表13 三津浄水場の営業収支

(単位：万元)

| | 2007年 | 2008年 | 2009年 |
|--------|-------|-------|-------|
| 水道料金収入 | 3,073 | 3,363 | 3,959 |
| 費用 | 2,560 | 2,863 | 2,996 |
| 営業利益 | 513 | 500 | 963 |
| 所得税 | 77 | 75 | 144 |
| 純利益 | 436 | 425 | 819 |

出所：広西緑城水務株式有限公司提供資料

表14 広西緑城水務株式有限公司の主要財務実績・指標
(単位：百万円)

| 年 | 2006年 | 2007年 | 2008年 |
|----------------|-------|-------|-------|
| 財務実績 | | | |
| ①総資産 | 1,840 | 2,324 | 2,436 |
| ②流動資産 | 238 | 463 | 470 |
| ③流動負債 | 523 | 769 | 773 |
| ④資本 | 388 | 452 | 657 |
| ⑤売上 | 243 | 359 | 400 |
| ⑥純利益 | 64 | 83 | 20 |
| 財務指標 | | | |
| ⑥/①総資本利益率 (%) | 3.5 | 3.6 | 0.8 |
| ⑤/①総資本回転率 (回) | 0.13 | 0.15 | 0.16 |
| ⑥/⑤売上高純利益率 (%) | 26.3 | 23.1 | 5.0 |
| ②/③流動比率 (%) | 45.5 | 60.2 | 60.8 |
| ④/①自己資本比率 (%) | 21.1 | 19.4 | 27.0 |

出所：広西緑城水務株式有限公司提供資料。財務指標については同資料に基づいて計算。

表15 桂林自来水公司の主要財務実績・指標
(単位：万元)

| 年 | 2007年 | 2008年 | 2009年 |
|----------------|--------|--------|--------|
| 財務実績 | | | |
| ①総資産 | 68,482 | 77,235 | 84,422 |
| ②流動資産 | 12,623 | 20,001 | 1,774 |
| ③流動負債 | 15,312 | 18,535 | 20,189 |
| ④資本 | 37,733 | 39,042 | 41,540 |
| ⑤売上 | 10,888 | 10,463 | 11,174 |
| ⑥純利益 | 1,143 | 172 | 200 |
| 財務指標 | | | |
| ⑥/①総資本利益率 (%) | 1.7 | 0.2 | 0.2 |
| ⑤/①総資本回転率 (回) | 0.16 | 0.14 | 0.13 |
| ⑥/⑤売上高純利益率 (%) | 10.5 | 1.6 | 1.8 |
| ②/③流動比率 (%) | 82.4 | 107.9 | 8.8 |
| ④/①自己資本比率 (%) | 55.1 | 50.5 | 49.2 |

出所：桂林自来水公司提供資料。財務指標については同資料に基づいて計算。

表16 運営・維持管理費用の予算と実績
(単位：万元)

| 浄水場 | 2006年予算 | 2006年実績 | 2007年予算 | 2007年実績 注 |
|---------|---------|-----------------|---------|-----------------|
| 三津 (南寧) | 1,905 | 1,832 (予算額の96%) | 2,735 | 2,410 (予算額の88%) |
| 城北 (桂林) | 1,700 | 1,611 (予算額の95%) | 1,800 | 1,659 (予算額の92%) |

出所：質問票に対する回答書。

注：2006年～2007年の増加分は、電気代、薬品代（塩素、ミョウバンなど）、人件費の上昇による。

表17 南寧市の水道料金（下水料金を除く）

（単位：人民元/m³）

| カテゴリー | 1998年 注1 | 2000年 | 2003年 | 2005年 （事業完成年） | 2008年 | 2010年 注2 |
|-------|-------------|-------|-----------|------------------|-----------|-------------|
| 一般家庭 | 0.62 | 0.72 | 0.81~1.22 | 1.05~1.58 | 1.05~1.58 | 1.45~2.90 |
| 工業 注3 | 0.65 | 0.75 | 0.84 | 1.09 | 1.09 | 1.49 |
| 商業 | 1.01 | 1.25 | 1.34 | 1.64 | 1.64 | 1.49 |
| 特別 注4 | NA | NA | 2.50 | 3.60 | 3.6 | 4.97 |
| 建築 | NA | 1.70 | 1.70 | 2.00 | 2.00 | 2.20 |

出所： 広西緑城水務株式有限公司提供資料。

注1： 1998年の料金徴収率99.5%。JICA 審査時資料。

注2： 2009年の料金徴収率は99.67%。質問票に対する回答。

注3： 2010年から工業と商業カテゴリーは、「非一般家庭」カテゴリーとして同一料金となった。

注4： 「特別」は、洗車、美容室、サウナなど。中国政府の節水対策として水を大量に使う業種については料金を高く設定している。

表18 桂林市の水道料金（下水料金を除く）

（単位：人民元/m³）

| カテゴリー | 2005年（事業完成年） | 2007年 | 2010年 注1 |
|-------|--------------|-------|----------|
| 一般家庭 | 0.75 | 1.00 | 1.00 |
| 行政機関 | 0.90 | 1.70 | 1.70 |
| 工業 | 0.90 | 1.36 | 1.62 |
| 商業 | 1.30 | 1.90 | |
| 特別 注2 | 1.60 | 5.00 | 5.00 |

出所： 桂林市自来水公司提供資料。

注1： 1998年の料金徴収率は99.7%（JICA 審査時資料）。

2009年の料金徴収率は99%（質問票に対する回答）。

注2： 「特別」は、洗車、美容室、サウナ等。

上記の各表から読み取れる、各浄水場および公司全体の財務状況の特徴は以下のとおりである。

三津浄水場（南寧市）：

- 1) 本事業完成後以降、水道料金収入増とともに純利益も増加していること、
- 2) 毎年水道料金収入が費用を上回り、黒字を保っていること、
- 3) 公司全体の財務状況についても、2008年の純利益は減少しているものの、総資本回転率は過去3年間微増しており、施設利用が進んで利益が生み出されていることが確認できていること。

城北浄水場（桂林市）：

公司全体の財務状況についても、過去3年間売上も微増し、黒字を保っていること。（2009年に老朽化した配水管の更新を大規模に行ったため、一時的に流動資産が減り、固定資産が増加しているが、今後漏水率の低減ひいては生産コストの効率化が期待され、問題ないと考えられる。）

一方、上記の各表から読み取れる、両浄水場の共通点は以下のとおりである。

- 1) 運営・維持管理費の実績が予算の約9割で、金額も年々増加していること、
- 2) 会社の申請に基づき市物価局により水道料金が2～3年おきに引き上げられていること、
- 3) 料金徴収率がほぼ100%に保たれていること。

両市の水道料金設定も以下の理由から適切であると判断される。

- 1) 2009年の中国の他都市の家庭向け上水道料金（景徳鎮1元、重慶2.1元、北京2.8元）及び商業向け料金（景徳鎮1.6元、重慶1.8元、北京4.1元）と比較した場合、都市の規模から設定されている料金が妥当だと考えられること、
- 2) 受益者調査結果において、約8～9割の回答者が妥当と回答していること²²。

両浄水場の収支状況、運営維持管理費用実績及び水道料金により、運営・維持管理における財務状況に問題はないと判断される。

3.5.4 運営・維持管理の状況

両浄水場とも、施設は項目別に毎日、毎週、毎月、四半期に1回の点検が義務付けられており、点検は規定通り実施されている。これまでに大きな故障はなく、小さな故障については故障記録表に記載され、適切に対処されている。また、現地視察でも施設が清潔に保たれ、適正に管理されていることが確認された。



桂林市城北浄水場のオペレーションルーム



南寧市三津浄水場のオペレーションルーム



同オペレーションルームに備え付けられたマニュアルや故障記録表など

以上より、本事業の維持管理は体制、技術、財務状況ともに問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

²² 水道料金について南寧市の83%（100名中83名）の回答者が妥当、17%が高いと回答した（安いという回答者はいなかった）。一方、桂林市の91%（100名中91名）の回答者が妥当、9%が高いと回答した（安いという回答者はいなかった）。

4. 結論及び教訓・提言

4.1 結論

本事業の効率性は中程度であるが、妥当性、有効性、持続性は高い。以上より、本事業の評価は(A)非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 有効性をより一層高めるための、維持管理機関（広西緑城水務株式会社）及び本事業対象地域の行政機関（国家級南寧経済技術開発区管理委員会）への提言

国家級南寧経済技術開発区の一部において既存の配水管が老朽化しており、かつ配水管の直径が同区域の急速な発展に伴う水需要に見合わなくなっている。この状況に対し現在双方の財政負担により進めている配水管の更新を計画に基づき2年以内に完成することが求められる。

4.2.2 JICAへの提言

なし。

4.3 教訓

4.3.1 調達にかかる教訓（グッドプラクティス）

本事業では、中国における類似案件同様、調達エージェントが実施機関（広西壮族自治区人民政府）に代わって資機材の調達を行ったケースである。適切なサプライヤーを選定し、限られた資金内に収めるうえで功を奏したと認められるのは、以下の2点である。①入札図書作成前に、南寧市及び桂林市の各運営・維持管理機関が詳細設計に基づいて貸付金額も考慮した機材の詳細な仕様を検討し、調達エージェントに伝えたこと、②調達エージェントは入札図書を作成する際、各運営・維持管理機関から伝達された詳細な仕様に沿って徹底的な市場調査を行い、どの設備について性能が優れ価格の高い設備を優先的に採用すべきかを決め、入札書類に記載する設備・機材の仕様を決定したこと、である。したがって、今後調達エージェントが実施機関に代わって資機材調達を実施する場合には、上記2点を行うことが有効である。

4.3.2 効率性向上のための教訓（グッドプラクティス）

調達エージェントが実施機関に代わって資機材の調達を行う場合、本事業のように、運営・維持管理機関内の建設・機材・経理などの担当者からなる事業実施オフィスがエージェントと連携し、土木工事の進捗と機材調達実施計画の調整をこまめに行うことが事業期間の遅延の防止において有効である。送水ポンプを例にとると、土木工事、機材設置、土

木工事の順番で工程が進んでいき、いずれが遅延した場合も工程の入れ替えが不可能であるため、遅延を最小化するためには土木工事の進捗と機材の着荷時期の調整をこまめに行うことが重要である。

主要計画／実績比較

| 項 目 | 計 画 (計画時) | 実 績 |
|----------|--|--|
| ① アウトプット | | |
| 1) 取水施設 | ・ 能力40万 m ³ /日 (取水口、流入管、取水ポンプ) | ・ 計画通り |
| 2) 導水施設 | ・ 導水管 延長約2.5km | ・ 導水管 延長約5.3km (約2.8km 増加) |
| 3) 浄水施設 | ・ 能力30万 m ³ /日 (凝集沈殿急速濾過方式) | ・ 計画通り |
| 4) 配水施設 | ・ 配水管延長約52km (末端配水管を含まず) (末端配水管は計画値記載なし) | ・ 計画通り (末端配水管延長約52km) |
| ② 期間 | 2000年3月～2004年6月 (52ヵ月) | 2000年3月～2005年8月 (66ヵ月) |
| ③ 事業費 | | |
| 外貨 | 3,641百万円 | 3,630百万円 |
| 内貨 | 3,628百万円 (241百万円) | 3,897百万円 (263百万円) |
| 合計 | 7,268百万円 | 7,527百万円 |
| うち円借款分 | 3,641百万円 | 3,630百万円 |
| 換算レート | 1元 = 15円 (1999年6月現在) | 南寧市 1元 = 15.47円 (2002年8月～2005年7月 平均) 桂林市 1元 = 13.91円 (2001年6月～2004年8月 平均) |

長沙市上水道整備事業

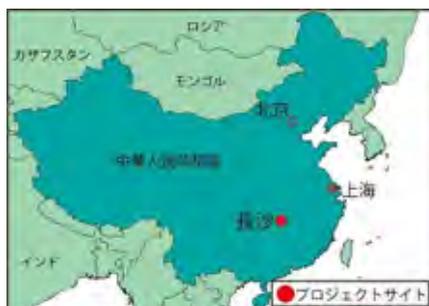
中華人民共和国

長沙市上水道整備事業

外部評価者：三州技術コンサルタント株式会社

川畑安弘

1. 案件の概要



プロジェクト位置図



第8浄水場正面広場

1.1 事業の背景

中国では1979年から始まった改革開放政策の下、積極的な企業誘致等を推進するための環境整備の一環として、特に沿海部大都市を中心に、上水道施設の新設、改善等がなされた。1999年時点における都市の一人当たり生活用水給水量は218リットル/日と、都市部においては日本（200～250リットル/日）と同レベルに達し、都市における上水道普及率も96%と1985年の81%、1990年の89%から着実に改善していた。一方、比較的経済発展の早かった沿海部に続き、内陸の大中規模都市においても90年代中頃より急速な工業化と人口集中による都市化の進行に起因した工業用水、生活用水等水需要の急増による供給ギャップが問題となっていた。

湖南省長沙市は人口577万人を抱える省都であり、市内5区および周辺の4県からなる省の政治、経済及び文化の中心都市である。1999年末時点で市区人口は169万人となり、2010年長期計画として1990年に策定した抑制目標である2010年160万人を既に超えていた。また、この他、市外からの流入人口は54万人に達していた。同市には2001年時点で、6浄水場、計104万 m^3 /日の水道設備が存在しており、湘江を隔てて河東区、河西区にそれぞれ4浄水場計74万 m^3 /日、2浄水場計30万 m^3 /日と2地域に分かれたシステムになっている。本事業対象地域である河東区は、審査時、人口増及び生活向上に伴う水需要の増加から負荷運転をしている状況であり、更なる給水設備能力の増加及び管網の整備が急がれていた。

1.2 事業の概要

長沙市において、新たに50万 m^3 /日の供給能力を持つ上水道施設を建設することにより、給水能力不足及び今後の水需要への対応、並びに安全性の高い上水の安定的供給をはかり、もって生活・衛生環境の改善および地域経済の発展に寄与する。本事業位置図を図1に示す。



図1 事業位置図

| | |
|--------------------------------|--|
| 円借款承諾額／実行額 | 4,850 百万円／4,849 百万円 |
| 交換公文締結／借款契約調印 | 2001 年 3 月／2001 年 3 月 |
| 借款契約条件 | 金利 1.3%、返済 30 年（うち据置 10 年）、 一般アンタイド |
| 借入人／実施機関 | 中華人民共和国政府／長沙市人民政府 |
| 貸付完了 | 2006 年 7 月 |
| 本体契約 | Hubei International Trade Investment & Development Co., Ltd. (中国) |
| 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 | 湖南省建設設計院による F/S (1999 年 4 月) 湖南省環境保護科学研究所による EIA (1998 年 5 月) |

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

川畑安弘（三州技術コンサルタント株式会社）

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2009年11月～2010年8月

現地調査：2010年1月3日～1月16日、2010年4月11日～4月22日

3. 評価結果（レーティング：A）

3.1 妥当性（レーティング：a）

3.1.1 開発政策との整合性

中国では90年代中頃より急速な工業化と人口集中による都市化に伴い工業用水、生活用水等、水需要の需給ギャップが問題となり、供給設備能力の増強が求められていた。また、水源となる河川の水質汚濁及び地下水位低下等の問題も抱えており、水資源の確保及び節水対策への対応も求められていた。このような状況の下、中国第9次5ヶ年計画（1996年～2000年）では地方都市上水インフラを重点課題と位置付け、計画期間中に全国給水量を4,000万 m^3 /日増加、都市上水道普及率96%達成、一人当たり給水量を40リットル/日増加する目標を設定していた。現行の中国第11次5ヶ年計画（2006年～2010年）においても、中国政府は都市のための水源保護をさらに強化し、水供給施設の建設を推進するとしている。

湖南省の第9次5ヶ年計画（1996年～2000年）では、同省の経済発展のために必要なインフラ整備が優先事項とされていた。現行の湖南省の第11次5ヶ年計画（2006年～2010年）では、公共事業の優先及び上水道普及率93%の達成が目標とされている。

また、長沙市の第9次5ヶ年計画（1996年～2000年）では公共施設の整備を促進するとしており、上水道に関しては、浄水場の新設/容量増設を優先するとしていた。本事業も同期間中に実施されるべき事業として列記されていた。現行の長沙市の第11次5ヶ年計画（2006年～2010年）では主要インフラ施設のネットワーク強化を推進するとしており、上水セクターのインフラ整備も優先事項とされている。また、長沙市上水施設改良建設計画（2006年～2020年）によると、浄水場の新設により70万 m^3 /日、改良により60万 m^3 /日、同市の浄水能力を強化するとしており、上水道事業は優先事項となっている。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

長沙市の河東区には審査時点で計74万 m^3 /日の設備能力をもつ4つの浄水場が存在していたが、人口増及び生活向上に伴う水需要の増加から負荷運転をしており、一日最大給水量

は94万m³/日に達し、20万m³/日の設備能力が不足していた。特に、負荷運行を強いられる夏季等は濾過時間の短縮、消毒のみで配水する等、簡易処理で対応する事態が発生していたため、これに対応するためには供給能力増強が必須であった。評価時点においても、現行の長沙市上水道設備の改善及び建設計画（2006年～2020年）によると、同市の経済発展/生活水準の向上に伴う水需要に対処するため、新たに70万m³/日の設備能力の増加、配水管350kmの修理及び新設などが必要とされており、水需要は引き続き高い。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

海外経済協力業務実施方針（1999年12月）によると、中国への援助方針として、自主的な経済発展に資する経済・社会インフラ整備等の支援に重点が置かれており、審査時点では、本事業はわが国の援助政策に合致している。

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

3.2 効率性（レーティング：b）

3.2.1 アウトプット

本事業におけるアウトプットは以下のとおりである。本事業は第8浄水場としての取水施設、導水施設、浄水施設、および送水施設の建設ならびに同浄水場からの配水施設から構成される。取水施設、導水施設、浄水施設は計画通り、送配水施設はほぼ計画通り建設された。

表1 アウトプット比較（計画/実績）

| 項目 | 計画 | 実績 |
|-------|---|---|
| ①取水施設 | 取水管 延長約 30m×2 取水ポンプ場 | 計画通り |
| ②導水施設 | 導水管 延長約 850m×2 | 計画通り |
| ③浄水施設 | フロック形成池、沈殿池、ろ過池 能力：50 万 m ³ /日（凝集沈殿急速ろ過方式） （25 万 m ³ /日を 2 期に分けて建設） | 計画通り |
| ④送水施設 | 送水管 延長約 400m×2 | ほぼ計画通り （延長約 420m×2） |
| ⑤配水施設 | 配水管網 延長約 280km 加圧ポンプ場 新設 1ヶ所、拡張 1ヶ所 | 配水管網 延長約 250km でほぼ計画どおり。ただし、加圧ポンプ場の新設 1ヶ所、拡張 1ヶ所は本事業では実施されなかった。 |

出所：JICA 審査時資料、質問票に対する回答書

配水管網は市庁舎の移転に伴い、約30km短縮され、延長約250kmになった。加圧ポンプ場の新設（1箇所）及び拡張（1箇所）は、同市南城区の導水管が取り替えられ、水圧も上がったため、負荷容量に余裕が出来、実施を先送りされた。

コンサルティングサービスについては、自己資金で工事期間中（2001年3月～2004年12年）、施工監理を実施。



第8浄水場 配水施設



第8浄水場 沈殿地

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業期間

事業実施期間は、ほぼ計画通りであった。審査時に計画された2001年3月（L/A 調印月）～2004年12月（事業完成）の46ヶ月に対し、事業完成（送水開始）は2001年3月（L/A 調印月）～2004年12月（送水開始）の46ヶ月（計画比100%）であった。ただし、送水開始は当初計画通りに行われた一方で、配水施設の工事期間は延長された。その理由は、送水開始時点（2004年12月）で212kmについては完成していたが、残り38kmについては、配水管を埋設する道路の改良工事が計画通り完成しなかったため、送水開始後も引き続き、工事を継続したことによる。また、ポンプ場工事についても予定工期より2年遅延しているが、これは機械/電気施設の購入/調達に関して、実施機関が国際競争入札（ICB）方式に不慣れたため、入札発注パッケージ数を17パッケージに細かく分割し、入札を実施したこともあり、中国側内部の承認諸手続きの調整に時間を要したことによる。ただし、幸い、この遅れは全体的な事業完成には影響は及ぼさなかった。

3.2.2.2 事業費

審査時に積算された総事業費は88億57百万円（うち、円借款は48億50百万円、残りは中国政府負担）であったが、実績は94億55百万円（うち、円借款は48億49百万円、残りは中国政府負担）と、計画を若干上回った（計画比107%）。事業費の主な増加理由は資機材及び労務費の高騰によるものである。特に、1) 取水施設における輸入品の資機材、2) 浄水施設における、特に電気、制御パネル、3) 送配水施設の内、特に配水施設の埋設土木工事費については見積価格より高額となった。

以上より、本事業は事業期間についてはほぼ計画通りであったものの、事業費が計画を若干上回ったため、効率性は中程度である。

3.3 有効性（レーティング：a）

3.3.1 定量的効果

3.3.1.1 運用・効果指標

(1) 給水能力不足および水需要への対応

表2に長沙市における上水道施設能力の状況を示す。

表2 長沙市における上水道施設能力

| 指標名（単位） | 1999年 （基準値） | 2008年 （完成後4年） （目標値） | 2008年 （完成後4年） （実績値） |
|-----------------|----------------|---------------------------|---------------------------|
| 給水人口（万人） | 167 | 194 | 237 |
| 一人当たり生活用水量（ℓ/日） | 255 | 339 | 291 |
| 上水道普及率（%） | 100 | 100 | 100 |
| 漏水率（%） | 18 | 14 | 15.5 |

出所：JICA 審査時資料、質問票に対する回答書

受益人口が予測より増加したため（約22%増）、一人当たり生活用水量（ℓ/日）は予測より減少している（約14%減）。漏水率は目標値（2008年）と比較して、若干悪化している。

本事業は長沙市河東区に位置するが、河東区の給水設備能力状況を表3に示す。なお、第8浄水場給水対象地域である河東区には第8浄水場の他、4箇所の浄水場が存在する。

表3 河東区の給水設備能力（5浄水場の合計）

| 指標名 （単位） | 基準値 | 予測値 | | | 実績値 | | | |
|-------------------------------------|-------|------------------|-------------------|----------------|------------------|-------------------|----------------|----------------|
| | 1999年 | 2002年 | 2005年 完成後1年 | 2008年 完成後4年 | 2002年 完成前 | 2005年 完成後1年 | 2008年 完成後4年 | 2009年 完成後5年 |
| 給水人口 （万人） | 140 | 146 | 153 | 160 | 154 | 150 | 175 | 180 |
| 一日最大 給水量 （万m ³ /日） | 94 | 111 | 118 | 125 | 110 | 110 | 111 | 113 |
| 設備能力 （万m ³ /日） | 74 | 99 ^{注1} | 124 ^{注2} | 124 | 97 ^{注3} | 130 ^{注4} | 130 | 130 |
| 不足設備能力 （万m ³ /日） | 20 | 12 | -6 | 1 | 13 | -20 | -19 | -17 |

出所：JICA 審査時資料、質問票に対する回答書

注1： 第8浄水場第Ⅰ期 2002年末、完成予定（25万m³/日）

注2： 第8浄水場第Ⅱ期 2004年末、完成予定（25万m³/日）

注3： 第8浄水場第Ⅰ期工事（浄水施設）が2001年12月に完成、25万m³/日の能力増強。第7浄水場が施設老朽化のため、2万m³/日の給水能力減少

注4： 第1浄水場の増強工事が2003年に完成、8万m³/日の能力増強。第8浄水場第Ⅱ期工事は2004年12月に完成、25万m³/日の能力増強。尚、審査時に計画されていた2008年の第6浄水場（20万m³/日）の建設は開始されていない

事業完成後、給水人口は予想を上回って増加しているが、市庁等が河西区に移転した事もあり、給水量は微増に留まっている。本事業の完成により、給水設備能力は一日最大給水量を2009年時点で17万m³/日上回っており、給水能力の向上に貢献している。なお、第8浄水場の施設稼働率は事業完成後2年目（2006年）で64%、3年目で80%である。給水人口・一日最大給水量に関して計画値と実績値を比較すると、ほぼ計画通りであるのに対し、第1浄水場の増強工事が2003年に完成し、8万m³/日の能力増強となったこともあり、2005年～2009年は給水設備能力に余裕が生じている。

(2) 上水の安定的供給

安定的供給の状態を検証する指標としては、給水区域の最小/最大水圧等が考えられるが、詳細なデータがないため、間接的に検証し得る、苦情件数の増減、水圧の変化を基に検証した。表4に水圧不足に関する市民からの苦情件数の経年変化、表5に給水対象地域における水道水圧の経年変化を示す。

表4 水圧不足に対する市民からの苦情件数

| | 2004 (完成年) | 2005 (完成後1年) | 2006 (完成後2年) | 2007 (完成後3年) | 2008 (完成後4年) | 2009 (完成後5年) |
|----|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 件数 | 113 | 19 | 7 | 4 | 2 | 0 |

出所：質問票に対する回答書

注：第1期工事（25万m³/日）は2001年12月に完成。

第2期工事（25万m³/日）は2004年12月に完成。

表5 給水対象地域における水道水圧の変化

| | 2004 (完成年) | 2005 (完成後1年) | 2006 (完成後2年) | 2007 (完成後3年) | 2008 (完成後4年) | 2009 (完成後5年) |
|-------------------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 水圧 (MPa ²³) | 0.15 | 0.19 | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 0.21 |

出所：質問票に対する回答書

上記2表は、本事業完成後、水圧の増加とともに、市民からの水圧に対する不満も激減した事を示している。更に、貸付完了日まで続いた配水管の埋設延長が伸び、給水対象面積も増えるとともに水圧に対する不満もが減少し、一部地域を除き（浄水場より約4km離れた丘陵地域）、不満も現時点ではほぼ聞かれなくなり、上水が安定的に供給されていること表している。

また、給水される水道水の水質は、表6に示すように、すべての検査項目（濁度、総細菌数、大腸菌数、マンガン量、鉄分量、鉛量等）に関して、国家基準を満たしており、水道水として適切であることが証明されている。また、同浄水場は化学検査室を

23 日本での一般水道の水圧は地理的条件にもよるが0.05～1.0MPa（メガパスカル）の範囲にある。例：0.5MPaは直圧で約35m（10～11階相当）まで水を汲み上げる事が可能な水圧レベルである。

有しており、水質について、同検査室職員が定期的にモニタリングしている。

表6 第8浄水場の水質検査結果

検査日：2009年9月5日

| 項目 | 水質の国家基準 (GB5749-2006) | 第8浄水場の 水質検査結果 |
|------------------|--------------------------|------------------|
| Ph 値 | >=6.5 <8.5 | 7.5 |
| 濁度 (NTU) | <1 | 0.15 |
| 臭気味 | 無 | 無 |
| 細菌総数 (CFU/ml) | <100 | 3 |
| 大腸菌群 (CFU/100ml) | 0 | 0 |
| 鉄 (mg/L) | <0.3 | 0.05 |
| マンガン (mg/L) | <0.1 | <0.0001 |
| 鉛 (mg/L) | <0.2 | 0.0415 |

出所：質問票に対する回答書

さらに、長沙市内に布設されている水道管の漏水率は、古い水道管を新しい水道管に交換する工事が進められた結果、1999年18.0%、2005年16.7%、2008年15.5%、2009年14.1%と、年々確実に減少している。

3.3.1.2 内部収益率の分析結果

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、本事業に要する建設費用及び本事業の実施により増加する維持管理費を費用、水道料金収入を定量的便益として計算している。審査時点での前提条件を用い、評価時点でのFIRRを再計算した結果、FIRRはほぼ計画通りの6.0%となった。尚、FIRR算出にあたり使用した前提条件は次のとおりである。

便益：水道料金収入

費用：建設費用、維持管理費用・運転費用

プロジェクトライフ：30年

表7 財政的内部収益率 (FIRR)

| | FIRR |
|-------|------|
| 審査時 | 5.9% |
| 事後評価時 | 6.0% |

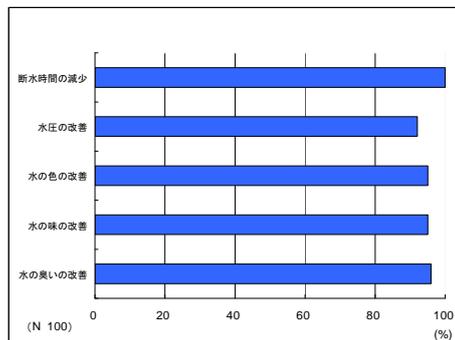
出所：質問票に対する回答書

なお、EIRRは審査時点で算出されていないことから、事後評価時点においても算出していない。

3.3.2 定性的効果

長沙市河東区において、インタビュー形式による受益者調査を行った。回答者数は100人、回答者の性別による比率は女性39%、男性61%である。

断水時間、水圧、色、味、臭いについて、受益者調査回答者のそれぞれ100%（100人）、92%（92人）、95%（95人）、95%（95人）、96%（96人）が改善したと認識しており、本事業が安全性の高い上水の安定的供給に貢献していることが確認できた。



出所：質問票に対する回答書

図2 受益者調査結果（N=100）

以上より、本事業の実施により、概ね計画通りの効果発現が見られ、有効性は高い。

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

受益者調査回答者の96%（96人）が本事業が衛生など生活環境の改善に貢献し、全員（100人）が本事業が経済活動（進出企業/機関の増加、それに伴う就労機会の増加等）へ貢献したと述べている。また、94%（94人）が水汲み労働時間の減少を効果としてあげており、事業実施前は、給水量、水圧とも不十分で夜間、容器に貯水あるいは井戸から水を汲み上げる等を行う必要があったが、事業完成後は、いつでも水道水が得られ、家事労働が軽減されたとの意見が聞かれた。

3.4.2 その他、正負のインパクト

(1) 対象地域及び周辺住民への裨益

給水対象地域は長沙市河東区で裨益者数は2009年時点で約180万人である。

(2) 自然環境へのインパクト

2006年12月、第8浄水場は中国環境保護総局による環境モニタリングプロセスに関する基準をすべて満たしていることを証明する認証（ECC）を受けた。

審査時点で指摘されていた浄水処理中に発生する汚泥は濃縮、機械脱水の後、長沙市環境保護局により、廃棄物埋立て処理場（望城県）へ運搬され、埋設されている。以上により、特に環境へのマイナス影響は認められない。

(3) 住民移転・用地取得

本事業の審査時点で計画された用地取得面積は約7万㎡であったが、ほぼ計画通りの約7万575㎡の用地が取得された。また、住民移転については、60戸約150人（既存浄水場従業員宿舎）が計画されていたが、ほぼ計画通りの62戸約156人が移転となった。なお、用地取得・移転補償費は1,950万元であった。以上により、移転住民である浄水場従業員は浄水場敷地内に移転先住居が提供され、補償も適切かつ問題なく行われた。

受益者調査回答者の殆どが、本事業は衛生などの生活環境改善、また経済活動（進出企業/機関の増加、それに伴う就労機会の増加等）へ貢献したと評価している。更に、ほぼ全てが水汲み労働時間の減少を効果としてあげており、インパクトが顕著であることが検証された。

3.5 持続性（レーティング：a）

3.5.1 運営・維持管理の体制

当初、長沙市自来水会社が運営・維持管理を担当する事になっていたが、2004年に「長沙水業投資管理有限公司」が設立され、資産管理と事業運営が分離された。資産管理は「長沙水業投資管理有限公司」が行い、水道事業は長沙市自来水会社が行っていた業務を、取水/浄水事業と給水事業に分け、取水/浄水事業（第8浄水場）は「長沙水業投資管理有限公司」の子会社「長沙供水有限公司」が「長大グループ会社」に委託し、運営している。給水事業は「長沙供水有限公司」が自己運営している。なお、第8浄水場の運営・維持管理に係る管理職/職員数は管理職3名、運営制御担当職員20名、維持管理担当職員15名の合計38人である。

3.5.2 運営・維持管理の技術

第8浄水場の運営・維持管理に係る職員の学歴別構成は次のとおりである。

表8 運営・維持管理に係る職員の学歴別構成

| 職種 | 人数 | 最終学歴 |
|------|----|------|
| 管理職 | 3 | 大卒 |
| 運営制御 | 20 | 短大卒 |
| 維持管理 | 15 | 高卒 |
| 計 | 38 | |

出所：質問票に対する回答書

浄水場に勤務する職員数（技術、技能工）は適切であり、また十分なスキルを有しており、適切な維持管理マニュアルが整備されている。職員向けの研修は充実しており、主な内容は、労働安全/品質管理に関する国家基準/法律、労働者保護関連法/規制、会社規定、運営/維持管理規定、浄水場運営に関する技術（生産、電気設備、配水、水質検査、機械の維持管理基準等）である。会社規定により、定期的な研修が職種ごとに実施されている。

3.5.3 運営・維持管理の財務

第8浄水場を管轄する長沙供水有限公司の経営状況は次のとおりである。なお、収入の根拠となる水道料金の回収率は2008年現在で約85%である。

表9 長沙供水有限公司の経営状況

(単位：百万元)

| 項目 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|----------|--------|--------|--------|--------|
| 収入 | 348.44 | 418.20 | 456.26 | 492.35 |
| 運営・維持管理費 | 77.36 | 94.82 | 142.67 | 136.69 |
| (内、減価償却) | 43.81 | 60.39 | 37.17 | 43.14 |
| 利益 | 10.01 | 32.16 | 8.09 | 7.61 |

出所：質問票に対する回答書

事業完成後2004年12月)、水道料金から得られる収入は毎年増加し、2008年には対前年比9%、2009年には対前年比8%増加している。一方で運営・維持管理費も増加しているが、2009年現在、収入は運営・維持管理費を賄うには十分であり、本事業の持続性に関して問題はないと考えられる。

現行の水道料金は下記のとおりである。

表10 用途別の水道料金

(単位：元/m³)

| 用途 | 現行料金 (2007年3月制定) |
|---------|---------------------|
| 一般家庭・行政 | 1.21 |
| 工業 | 1.38 |
| 商業 | 2.20 |
| その他(特殊) | 4.20 |

出所：質問票に対する回答書

現行の水道料金は2007年3月1日に設定されたものである。長沙供水有限公司は、過去数年間の物価上昇を考慮し、2009年11月に、料金改定申請を長沙市物価局へ提出し、現在、改定料金案について、一般住民から意見が聴取されている状況である。同改定案では、一般家庭・行政用に対しては、0.2元/m³程度、全用途では、平均0.3元/m³の値上げを計画している。水道料金値上げ案が認められれば、さらに同有限公司の経営は健全なものになる。

3.5.4 運営・維持管理の状況

第8浄水場では、3段階(運営職員による検査、維持管理職員による検査、幹部職員による抜き打ち検査)での監視・検査システムが採用されている。日常の運営は4チーム、3交代/日制で実施されている。維持管理職員による検査は一日1回、幹部職員による抜き打ち検査は不定期に行われている。全体的な安全性検査は、取水施設(ポンプ)に関しては、毎

週、浄水場内の塩素処理室については毎月実施されている。本事後評価の現地調査時において、各施設ともきれいに整理整頓され、維持管理が行き届いていることが確認された。

約250kmに及ぶ配水管については、他浄水場からの送配水管を含めて、長沙供水有限公司が維持管理を管轄しており、定期的に点検を実施、古い水道管は新素材の水道管に取り替える工事を実施している。



第8浄水場 案内板



第8浄水場 取水施設

以上より、本事業の維持管理は体制、技術、財務状況ともに問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

4. 結論及び教訓・提言

4.1 結論

本事業の実施は中国の開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。事業期間についてはほぼ計画通りであったものの、事業費が計画を若干上回ったため、効率性は中程度である。有効性については、概ね計画通りの効果発現が見られ、有効性は高い。また、本事業の維持管理は体制、技術、財務状況ともに問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は(A)非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

なし。

4.2.2 JICAへの提言

なし。

4.3 教訓

本事業での唯一の問題点は、浄水場建設に必要な資機材を17パッケージに分けて、国際入札方式で入札したため、調達に時間が掛かり、一部工程（ポンプ場）で工期が遅れたことである。事業準備段階で、調達方法（国際入札、国内入札、資機材の購入/据付工事一体の入札方式等）を十分検討した上で、特に、国際入札については、適切な契約金額規模/パッケージ数となるよう、より現実的な調達実施計画を策定することが望まれる。

主要計画／実績比較

| 項目 | 計画 | 実績 |
|----------|---|---|
| ① アウトプット | | |
| 1) 取水施設 | 取水管 延長約30m×2 取水ポンプ場 | 計画通り 計画通り |
| 2) 導水施設 | 導水管 延長約850m×2 | 計画通り |
| 3) 浄水施設 | ブロック形成池、沈殿池、ろ過池 能力：50万 m ³ /日 (凝集沈殿急速ろ過方式) (25万 m ³ /日を2期に分けて建設) | 計画通り |
| 4) 送水施設 | 送水管 延長約400m×2 | ほぼ計画通り (延長約420m×2) |
| 5) 配水施設 | 配水管網 延長約280km 加圧ポンプ場 新設1ヶ所、 拡張1ヶ所 | 配水管網 延長約250km は ほぼ計画どおり。ただし、加 圧ポンプ場の新設1ヶ所、拡 張1ヶ所は本事業では実施さ れなかった |
| ② 期間 | 2001年3月～2004年12月 (46ヶ月) | 2001年3月～2004年12月 (46ヶ月) |
| ③ 事業費 | | |
| 外貨 | 4,850百万円 | 4,849百万円 |
| 内貨 | 4,007百万円 (308百万円) | 4,605百万円 (327百万円) |
| 合計 | 8,857百万円 | 9,455百万円 |
| うち円借款分 | 4,850百万円 | 4,849百万円 |
| 換算レート | 1元 = 13円 | 1元 = 14.10円 |
| | (2000年6月現在) | (2001年3月～2004年12月平均) |