

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。

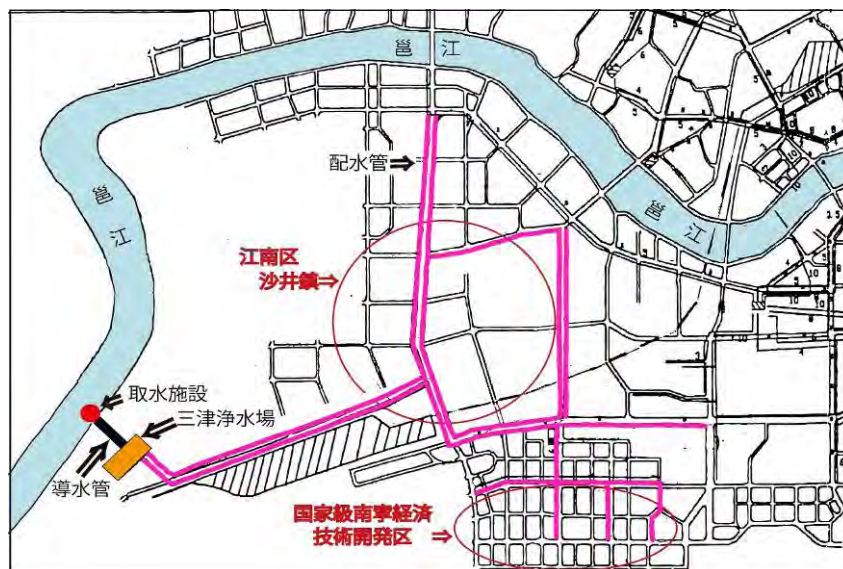


図1 南寧市の事業位置図



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）、 一般アンタイト
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）

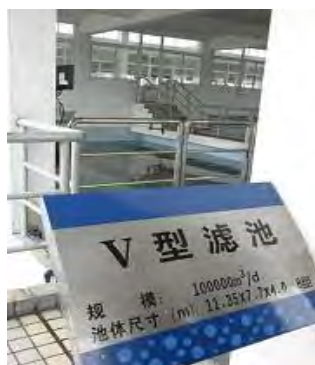
項目	計画	実績
①取水施設	取水口、流入管、取水ポンプ 能力 40 万 m ³ /日	計画通り
②導水施設	導水管 総延長約 2.5km	導水管総延長約 5.3km（約 2.8km 増加）
③浄水施設	フロック形成池、沈殿池、ろ過池 能力：30 万 m ³ /日（凝集沈殿急速ろ過方式）	計画通り
④配水施設	配水管網 総延長約 52km	計画通り ⁶

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m³/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m³/日）による。

注3：本事業20万m³/日、陳村浄水場Ⅱ期（2006年）拡張（10万m³/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m³/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。

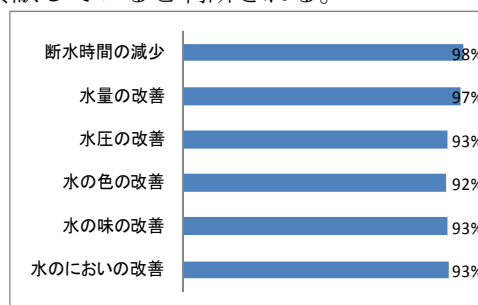


図3 受益者調査結果（N=200）

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、訓練も定期的を実施している。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 (241百万元)	3,897百万円 (263百万元)
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)