

中国

湖南省湘江流域環境汚染対策事業
湖南省湘江流域環境汚染対策事業(II)

外部評価者：アイ・シー・ネット株式会社
本多 かおり

1. 案件の概要



プロジェクトサイト



長沙第一污水处理場：最終沈澱池

1.1 事業の背景

中国最大の河川である長江に流れ込む湘江（全長 865km）の流域は、中国有数の非鉄金属、建材等の工業地帯を擁する。十数年間で急速な経済発展を遂げつつある地域として、湘江流域は湖南省の優先開発地域に位置づけられていた。こうした経済成長の進展に伴い、この地域から排出される工場・生活廃水は増加し、流域の水質悪化が深刻な問題となっていた。流域都市住民の飲料水源である湘江水系は、中国の国家地表水質水準¹II類あるいはIII類基準の達成が求められていた。

審査時（1997年）、湘江流域では水質汚濁・大気汚染が深刻化しており、湘江のほぼすべてのモニタリング断面²の水質は、基準を超過していた。汚染物質には有機物だけでなく、鉛、カドミウム、水銀等の重金属も含まれており、健康への影響が懸念されていた。さらに、経済成長に伴う生活水準の向上や都市人口の増加により、生活ゴミなどの固形廃棄物が増大する一方であり、廃棄物の処理設備は十分に整備されていなかった。収集されたゴミは湘江の川岸に野積みされ、土壌や地下水、河川の汚染を招いていた。この地域の大気汚染も深刻であり、主要都市では酸性雨が頻発しているため、石炭から都市ガスへの燃料転換、工場での排ガス規制、クリーナープロダクシ

¹ 国家環境保護部が1998年4月5日に公布、6月1日から施行している地表水水質基準。COD等30のパラメーターにつき、I～IV類に分類して水質基準を定めている。II～III類は飲料水用地下水質に適用される。出典はJICA資料。

² モニタリング断面とは、河川の水質を定期的に測定するために設置されたモニタリング計測所を指す。審査時は、湖南省環境対策マスタープランの数値を参照している。

ョン³などの実施が必要だった。

このような背景のもと、本事業は、下水・廃水処理対策、大気汚染対策、ゴミ処理対策を通して、湘江流域の環境を改善することを目的として実施されたものである。

1.2 事業の概要

急速な経済成長に伴い深刻な水質汚濁・大気汚染・廃棄物問題が発生している湖南省湘江流域において、下水・廃水処理対策、大気汚染対策、ゴミ処理対策の事業を実施することにより、水質汚濁や酸性雨などの公害の悪化防止を図り、もって流域の環境改善や周辺住民の生活改善に寄与する。

円借款承諾額／実行額	(I)5,678 百万円(II)6,175 百万円 合計 11,853 百万円 ／(I)5,675 百万円(II)6,174 百万円 合計 11,849 百万円
交換公文締結／借款契約調印	(I)1997 年 9 月(II)1998 年 12 月／ (I)1997 年 9 月(II)1998 年 12 月
借款契約条件	(I) 2.1%、30 年（据置：10 年）、一般アンタイド (II) 0.75%、40 年（据置：10 年）、部分アンタイド
借入人／実施機関	中華人民共和国政府／ 湖南省人民政府（円借款プロジェクト弁公室）
貸付完了	(I)2003 年 4 月／(II)2004 年 7 月
本体契約	なし
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	海外経済協力基金、1998 年、「湖南省・湘江流域環境汚染改善事業」に係る案件形成促進調査
関連事業（if any）	なし

本事業は複数のサブプロジェクト群で構成される。サブプロジェクトは全部で 22 件あり、以下のとおり 5 つの類型に分類した。類型 1「都市全体の主に生活污水を対象とする都市下水処理事業」、類型 2「大量の廃水が発生する工場等を対象とする工場廃水処理事業」、類型 3「石炭代替エネルギーを供給する大気汚染事業」、類型 4「固形廃棄物を処理するゴミ処理事業」、類型 5「湖南省環境保護庁の環境モニタリング能力の強化事業」である。円借款事業として 1997 年度に湖南省湘江流域環境汚染対策の 13 サブプロジェクト、1998 年度には第二フェーズ(湖南省湘江流域環境汚染対策(II))として 9 サブプロジェクトの支援が決定された。第一、第二フェーズを区別する場合は、(I)、(II)と記載する。以下は計画時に実施が予定されたサブプロジェクトの一覧で

³ 生産・加工等の工程において、有害物質や不要物の発生を抑え、有害物質除去反応を組み込むなどした生産方法。http://dictionary.goo.ne.jp/leaf/jn/217673/m0u/%E3%81%8F%E3%82%8A/参照。

ある。

類型 1：都市下水対策事業 1-1) 永州市下水道整備事業 1-2) 岳陽市下水道整備事業 1-3) 常德市下水道整備事業 1-4) 株州都市下水汚染対策 1-5) 臨湘市長安河下水汚染対策 1-6) 長沙開発区下水汚染対策 1-7) 張家界世界自然保護遺産地区環境汚染対策
類型 2：工場廃水対策事業 2-1) 株州製錬工場廃水処理設備拡張事業 2-2) 株州化学工場廃水処理事業 2-3) 湖南鉄合金工場クロム鉍滓処理事業 2-4) 湘江窒素肥料工場廃水・廃棄物処理事業 2-5) 湘潭製紙工場水質汚染対策事業 2-6) 水口山鉍務局水質汚染対策事業 2-7) 湘潭鋼鉄公司排水等汚染対策 2-8) 劉陽市木材パルプ・製紙排水汚染対策 2-9) 劉陽市窒素肥料工場排ガス等汚染対策
類型 3：大気汚染対策事業 3-1) 邵陽市コークスガス供給事業 3-2) 株州市コークスガス精製供給事業 3-3) 長沙市都市ガス供給
類型 4：ゴミ処理対策事業 4-1) 衡陽市ゴミ埋め立て処分場建設事業 4-2) 長沙市ゴミ衛生理め立て処分場建設
類型 5：その他の事業 5-1) 湖南省環境モニタリングセンター

以下の地図は、湖南省内の主要水系である湘江と各サブプロジェクトの位置を示したものである。

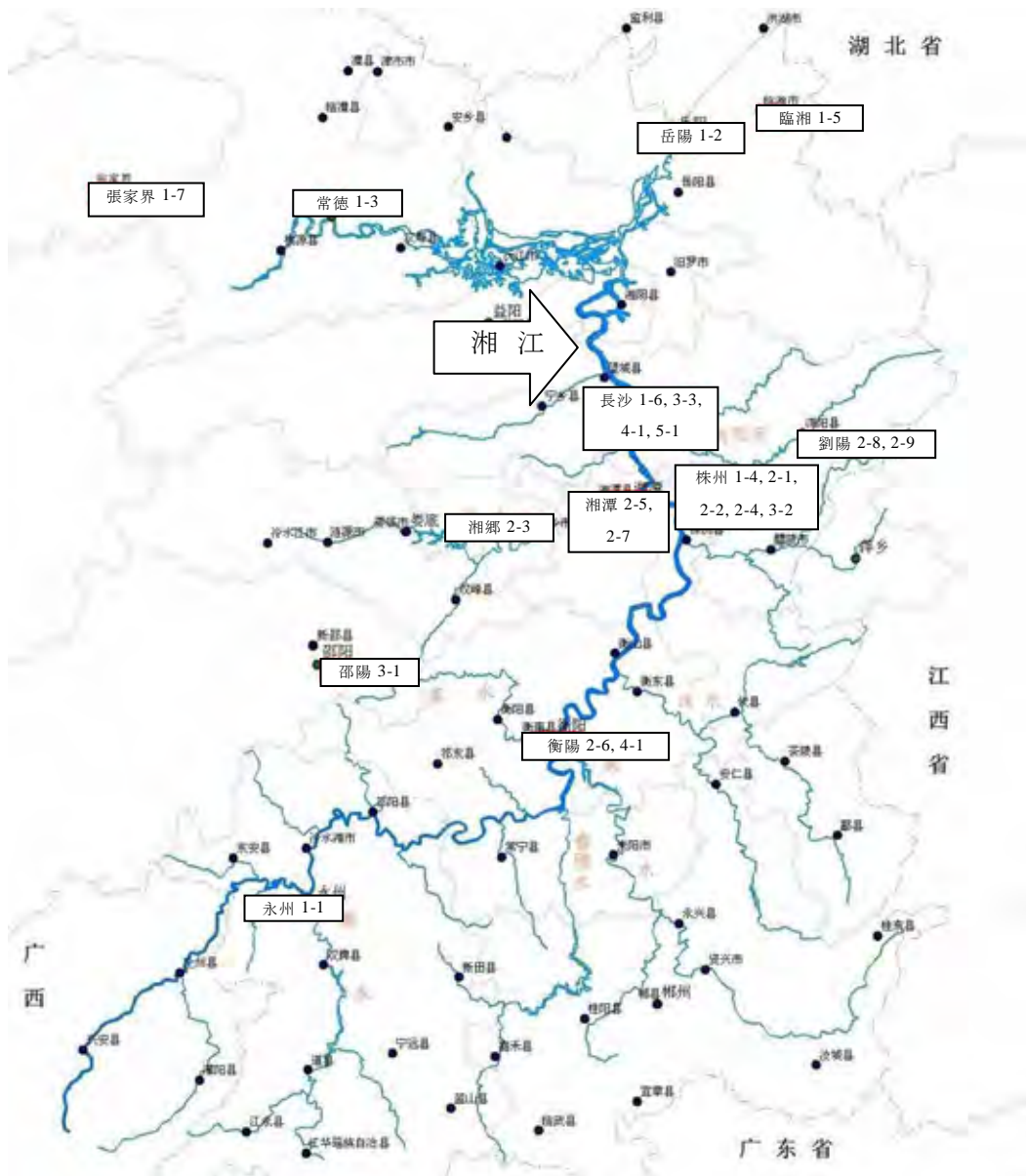


図1 サブプロジェクトサイト地図

出典：各種資料をもとに作成。

注釈：長沙は湖南省の省都。

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

本多 かおり（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：2009年10月～2010年10月

現地調査期間：2010年1月7日～1月29日、2010年4月13日～4月21日

2.3 評価の制約

計画時には、本事業の目標として、湘江の水質改善が掲げられていた。しかし、本事業の規模をみるとこの解釈は現実的ではない。湘江は全長 865km にわたる長大な河川であり、加えて湘江の水質に影響を与える様々な外部要因⁴が存在することから、湘江流域で実施される各サブプロジェクトの汚染物質の削減効果と湘江の水質との関係性を証明するのは困難だった。

このため、今回の事後評価では、事業目的を「湘江におけるサブプロジェクト近隣河川・水系の改善」ととらえ、サブプロジェクト近隣のモニタリング断面の水質に関する情報を収集した。ただし、モニタリング断面も場所によってはサブプロジェクトとの位置が一定程度（3～28km）離れているものもあり、広大な河川は他の様々な正負の外部要因の影響を受けている。事後評価では、モニタリング断面の水質と事業効果との関係性を明確に証明することは困難なため、一定の推測に基づく評価を行った。

稼働が停止している事業や実施主体の企業が倒産したサブプロジェクトもあった。これらのサブプロジェクトについては、一部訪問が可能となったケースもあったが、確認しうる情報が極めて限定的である。

3. 評価結果（レーティング：B）

3.1 妥当性（レーティング：a）

3.1.1 開発政策との整合性

(1) 審査時の開発政策

中国では、経済発展に伴う環境問題への対策が重要なテーマとなっており、第9次5カ年計画（1996～2000年）では、最重要課題として水質・大気汚染源対策と都市環境改善が掲げられていた。湘江は長江へ流れ込む支流の一つであるため、7大河川流域対策の長江流域対策として優先地域に位置づけられていた。当時は、国有企業の経営改善と汚染対策を両立しうる環境対策事業計画を実施する必要性に迫られていた。

このような中央政府の政策を受け、「湘江流域環境総合対策総体規画要綱方案」（1998年）では、省内すべての工場廃水の汚染物質について、国や省の排出基準を達成するよう求めている。「湖南省湘江流域環境汚染対策円借款プロジェクト総体環境影響報告書」（湖南省環境対策マスタープランの環境影響調査という位置づけ）では、「2000年に主要汚染物質の総排出量を1995年のレベルに規制すべき」という国の要求に沿って、工場廃水、工業排ガス、固形廃棄物の排出量を規制することが定められ、本事業はそれを受けて実施された。

⁴具体的には、政府の産業構造調整政策による中小規模工場の廃止に伴う汚染源の減少や、産業化・都市化の発展による汚染源・物質の増加などが、外部要因の一例である。

(2) 事後評価時の開発政策

中国の国家開発計画第10次5カ年計画(2001～2005年)と第11次5カ年計画(2006～2010年)においても、環境汚染処理の能力強化や生態環境の保護が重要課題として挙げられている。具体的には、汚染の防止・処理を最優先し、都市・農村部の飲料水の水質を向上させ、社会の持続的発展に影響を及ぼす環境問題を適切に解決することが明記されており、COD⁵排出量の削減による水環境の改善、二酸化硫黄排出量の削減による大気汚染の緩和、固形廃棄物の資源化・無害化の推進、が目標とされている。第10次5カ年国家環境保護計画、第11次5カ年国家環境保護計画でも、汚染物の基準内排出の達成目標が掲げられている。

「湘江流域水質汚染防止計画第11次5カ年計画」(2006～2010年)では、湘江は7大河川の長江に流れ込む川の一つであり、湘江流域は都市污水处理、重金属排水処理、都市ゴミ無害化処理の集中対策等が必要とされている。

こうしたことから、本事業は国家、省レベルの開発計画の中でも重点分野とされる水質汚染、大気汚染、固形廃棄物の削減を目的としたものであり、審査時、事後評価時ともに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

3.1.2.1 湘江の水質・大気汚染改善のニーズ

計画時の湘江の水質汚染状況は深刻で、COD、BOD⁶のみならず、鉛、カドミウム等の重金属濃度についても、基準値を超過する測定個所が複数見られた。主要水質モニタリング6断面のうち、BODの基準超過率は6～34%を記録、長沙市に近い工業都市である湘潭市の水銀濃度は約60%超過していた。この地域の大気汚染も深刻で、酸性雨の降る頻度は長沙市で100%、湘潭市で99%、株州市で57%。さらに、家庭ゴミなどの固形廃棄物も増加しており、処理設備の不足によって悪臭や土壌・周辺河川の汚染も深刻だった。

本事業はこの地域の深刻な環境汚染に対応するために策定された事業であり、水質汚染・大気汚染・固形廃棄物処理の改善を目指した点は、開発ニーズと合致している。複数分野のニーズの一つの事業で対応するという試みは、汚染源が多様化し分散している湘江流域の状況に適した設計であった。

3.1.2.2 事業目的設定、サブプロジェクト選定の妥当性

一方、(1)事業目的の設定の妥当性、(2)サブプロジェクト選定の妥当性については、改善の余地があった。

⁵ COD(Chemical Oxygen Demand)=化学的酸素要求量。水の汚れの度合いを表す値として用いられ、水中の有機物を酸化剤で酸化する際に消費される酸素量を指す。

⁶ BOD(Biochemical Oxygen Demand)=生物化学的酸素要求量。水の汚濁指標として用いられ、特に工場廃水などの規制項目の一つとして重要。微生物が水中の有機物を分解するときに消費する酸素量として表され、この値が大きいほど、水の汚れの度合いが高い。

(1) 事業目的の設定の妥当性

本事業は、「下水・廃水処理対策、大気汚染対策、ゴミ処理対策等の事業を実施することにより、公害の悪化防止を図り、もって流域の環境改善や周辺住民の生活改善に寄与する」ことが目的だった。これを文字通りに解釈すると、「湘江全体の水質改善」と理解できる。

しかしながら、広大な湘江と本事業の投入とを比較すると、この解釈は現実的ではない。広大な河川は様々な外部要因の影響を受けており、本事業の効果と湘江全体の水質改善の関係性を証明することは困難だからである⁷。このため今回の事後評価では、計画時に想定した事業目的を「湘江におけるサブプロジェクト近隣河川・水系の改善」ととらえ、有効性の評価の指標としてサブプロジェクト近隣河川・水系のモニタリング断面の水質を設定した。上位目標であるインパクトを評価する基準としては、湘江流域水系の水質向上による周辺住民の生活環境改善とした。

また本事業では、都市ガス化事業を通して二酸化硫黄等の汚染物質を削減し、大気汚染の防止や酸性雨被害の軽減を図ることも事業の目的として掲げられていた。サブプロジェクトレベルで二酸化硫黄の削減は可能であるが（成果）、それが事業目的の定性的効果として掲げられている「排ガス削減による生活環境の改善」（アウトカム）へどのように寄与するのかについても明らかではない。事後評価では、事業目的の定量的効果として設定された二酸化硫黄の削減量の達成度をもって有効性を評価し、「排ガス削減による生活環境の改善」はインパクトを評価する基準として位置づけた。ただし、排ガス削減の住民への影響は、1都市1事業という限定的な投入では住民が直接的に実感できる効果が表れているとは思えないこと、様々な外部要因の影響が大きいと想定されることから、酸性雨頻度の趨勢を参考情報としてみるにとどめた。

(2) サブプロジェクト選定の妥当性

本事業では、事業実施前に差し替えになったサブプロジェクトがあった。類型2の工場廃水対策事業9件のうち3件が事業実施前に差し替えられた。各サブプロジェクトの変更理由は以下のとおり。

- 2-4)湘潭製紙工場水質汚染対策事業：財務状況が悪化し1999年に倒産した。
- 2-8)劉陽市木材パルプ・製紙排水汚染対策：生産規模が小さいこと、環境への影響が著しいことから、政府の産業構造調整の影響を受け操業停止となった。
- 2-9)劉陽市窒素肥料工場排ガス等汚染対策：生産工程を縮小し、内貨で対応したため、円借款の利用が不要となった。

代わりに以下の3事業が実施されている。

⁷ 仮に、本事業のサブプロジェクトすべてが効果を発現したと仮定すると、年間75,821トンのCODが削減される計画だった。1997年時点の湘江流域8都市のCOD排出量は、438,108トンであったため、本事業の効果はその17%程度を占めている。ただし、この母数は湘江全体をカバーするものではないため、実際の受益の程度はこれより低いと思われる。

- 1-8)長沙第一汚水処理場拡張事業
- 1-9)劉陽市汚水処理場建設事業
- 2-10)南天農薬工場排水処理事業

本事業では実施に懸念が生じたサブプロジェクトについては、適宜差し替えの対応をしており、実施段階における借入人、実施機関、JICAの3者間による比較的柔軟な運営体制が実現している。これらの差し替え後のサブプロジェクトは、事業目的との整合性も高く、ニーズや受益効果が高いことから、変更そのものは事業全体に影響を与えるものではない。ただし、審査時に財務状況やサブプロジェクトの実施体制につき、より詳細な審査を実施していれば、これらの差し替えを回避できた可能性がある。差し替えられたサブプロジェクトは、すべて民間企業が対象のプロジェクトで、財務状況の悪化、規模の小ささなどが原因である。例えば2-4) 湘潭製紙工場水質汚染対策事業、2-9) 劉陽市窒素肥料工場排ガス等汚染対策は、審査時に財務状況が十分に確認されていなかった。

一方、審査時（1997～1998年）は、現在ほど厳密な事前評価が実施されておらず、サブプロジェクトの選定方法が明確に規定されていなかった。審査は一般的プロジェクト借款事業の審査より簡略化された方法で実施され、本事業のサブプロジェクトの多さを勘案すると簡便な審査はやむを得なかったと思われる。なお、事業目的設定、サブプロジェクト選定の妥当性については、現在ほど厳密な事前評価が実施されていなかったこと、個別のサブプロジェクトに対する厳密な審査は実務上困難な状況だったこと、中国政府側の主導でサブプロジェクトが決定されたことを考慮し、レーティングには反映していない。

3.1.4 日本の援助政策との整合性

現在の国別援助方針にあたる対中経済協力計画（平成13年策定）では、中国の開発課題の一つとして、経済発展に伴う環境汚染への取り組みを長期的な課題として挙げている。日本の援助重点分野の一番目の課題として「環境問題など、地球的規模の問題に対処するための協力」を掲げており、援助政策との整合性は高い。

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

サブプロジェクトは、主に以下の類型で構成されるが、おおむね計画通りに実施された。類型1の都市下水対策事業は、ほぼ計画通りに実施された。類型2の工場廃水対策事業は、差し替えになった2件以外はほぼ計画通りである。類型3の大気汚染対策事業は、ほぼ計画通りに実施されたが、3件のうち2件は稼働停止のため情報収集

が困難である。類型 4 のゴミ処理対策事業、類型 5 のその他の事業もほぼ計画通りに実施された（別添 1 を参照）。

(1) 類型 1：都市下水対策事業

類型 1：都市下水対策事業は、ほぼ計画通りに実施された。サブプロジェクトの差し替えにより、1-8)長沙第一污水处理場拡張事業、1-9)劉陽市污水处理場建設事業が追加された。都市下水事業は、基幹インフラという性質に加え、主に市役所等の地方自治体によって実施・運営管理されており、市場の影響による工事の中断や設計変更も比較的少なかったものと考えられる。1-7)張家界世界自然保護遺産地区環境汚染対策は、計画処理量が縮小された。これは本事業のスコープ外で予定されていた周辺観光施設建設のキャンセルや、対象地区の一つである水系堯四門地区が重点保護区に指定され、想定污水处理量が低下したためである。

(2) 類型 2：工場廃水対策事業

類型 2：工場廃水対策事業は、差し替えになった 2 件以外はほぼ計画通りに実施された。2-10)南天農薬工場排水処理事業は、前述のとおり経営状況が悪化し、政府による産業構造調整の影響を受け倒産した。

(3) 類型 3：大気汚染対策事業

類型 3：大気汚染対策事業は、ほぼ計画通りに実施されたが、3 件のうち 2 件は稼働停止のため情報収集が困難だった。3-2)株州市コークスガス精製供給事業は計画通り建設され、2008 年まで利用された。しかし、政府の都市ガス供給政策の変更により、コークスガスから天然ガスへの転換が進められたため、現在は配給用のパイプライン以外の施設は利用されていない。同様に 3-3)長沙市都市ガス供給も計画通り建設され、約 2 年間利用されたが、政府の都市ガス供給政策の変更⁸ (LPG ガスから天然ガスへの転換) により、稼働停止となった。現時点では、パイプライン施設は長沙新奥ガス有限責任会社に譲渡され使用されている。

(4) 類型 4：ゴミ処理対策事業

類型 4：ゴミ処理対策事業は、ほぼ計画通りに実施された。

(5) 類型 5：その他の事業

類型 5：その他の事業は、ほぼ計画通りに実施された。

⁸ 第 10 次 5 カ年計画で提唱された「西気東輸プロジェクト」は、政府がエネルギー供給の多様化を図り、石炭消費を減らして天然ガスの比重を高めることを目標に掲げたものである。

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業期間

審査時の事業期間については、(I)は1997年9月～2000年8月の36カ月だったが、実績は1998年1月⁹～2005年12月の96カ月（計画比267%）となった。(II)は1998年12月～2002年12月の49カ月が予定されていたところ、1998年4月～2004年12月の81カ月（計画比165%）となった。

一方、本事業ではサブプロジェクトごとの事業期間の差が著しかったため、サブプロジェクトごとの計画・実績比をレーティングし、その結果を平均して評価した（別添2を参照）。

結論として、事業期間は計画を上回った。ただし、サブプロジェクトによって、工期の長さは異なっている。22件のうち7件は150%以内で工事完了、竣工検査が終了している。一方、13件のサブプロジェクトは、150%以上の遅れが生じた。250%以上の遅れが生じたサブプロジェクトは、1-3)常德市下水道整備事業、2-4)湘江窒素肥料工場廃水処理事業である。1-3)常德市下水道整備事業は、工事終了後の竣工検査に2年かかっている。2-4)湘江窒素肥料工場廃水処理事業は、サブプロジェクト実施機関の経営状況が悪化し会社の事業全体が一時停止した。もともと具体的実施機関は国営企業だったが、資金調達が困難となって民間企業に合併された。そのため、2年間ほど操業が停止した。実施後キャンセルとなった2-10)南天農薬工場排水処理事業と稼働停止となった3-2)株州市コークスガス精製供給事業は、情報が入手できなかったため、レーティングに反映していない。

3.2.2.2 事業費

(I)と(II)を合わせた総事業費は、計画時に250億円で、実績は265億円（計画比106%）となり、計画を若干上回った。外貨はほぼ計画通りに支出され、内貨が計画を若干上回った。主な理由は、汚水処理場の立地の変更に伴う道路や管網等への追加投入である。特に総事業費が150%を超えたサブプロジェクトは、1-1)永州市下水道整備事業である。1-1)永州市下水道整備事業は、配管網の整備などが増加したため、内貨資金を投入した。

以上より、本事業は事業費、事業期間ともに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：b）

本事後評価では、水質汚染・大気汚染・固形廃棄物処理それぞれの効果を総合的に勘案し評価する。ただし事業の投入の重点は水質改善にあるため、中心的な記述や評

⁹ 具体的実施機関が実際に事業を開始した時期を事業開始と位置付けた。

価の重みは、水質改善に置くこととする。以下のとおり、事後評価時の有効性とインパクトの指標の整理をした。

- レベル1：サブプロジェクトの運用・効果指標
定量的効果：COD、水銀、ヒ素、カドミウム、鉛、二酸化硫黄、家庭ゴミの処理量、固形廃棄物のクロム滓処理量の削減量【有効性】
- レベル2：サブプロジェクト近隣河川・水系の水質
湘江におけるサブプロジェクト近隣河川・水系のモニタリング断面の水質【有効性】
- レベル3：流域住民の健康改善
定性的効果：①湘江流域水系の水質向上による周辺住民の生活環境改善と水資源保護、②排ガス、廃棄物削減による周辺住民の生活環境の改善【インパクト】

水質汚染については、3.1.2.2 (1)事業目標の設定の妥当性の項で言及したとおり、事業目的を「湘江におけるサブプロジェクト近隣河川・水系の改善」ととらえ、有効性の評価の指標として、運用・効果指標（レベル1）とサブプロジェクト近隣河川・水系のモニタリング断面の水質（レベル2）を設定した。

大気汚染については、対象事業が3件中2件稼働停止されているため、評価対象として詳細な情報が入手不能だった。したがって、有効性はサブプロジェクトの汚染物質削減の達成度（レベル1）をもって評価し、酸性雨の頻度やPH値（レベル3）はインパクトを評価する参考情報として位置づけた。

固形廃棄物処理は、家庭ゴミの処理量（レベル1）で有効性を評価した。サブプロジェクト近隣河川・水系の水質データ（レベル2）が入手不能なため、この部分についてはレーティングに反映しない。

3.3.1 定量的効果

事業目的の達成度を測る有効性は、(1)サブプロジェクトの運用・効果指標、(2)サブプロジェクト近隣河川・水系のモニタリング断面の水質の推移、(3)内部収益率の分析結果—をもとに評価する。

3.3.1.1 運用・効果指標

本事業の効果指標としては、COD、水銀、ヒ素、カドミウム、鉛、二酸化硫黄、クロム滓、家庭ゴミの年間削減量が設定されていた。サブプロジェクトごとの目標値・実績値の比較は、別添3のサブプロジェクト別運用・効果指標一覧表を参照。有効性の類型別稼働状況と効果発現状況を以下に示す。

表 1 有効性の類型別稼働状況と効果発現状況

類型	稼働状況	効果
類型 1：都市下水対策事業	9 件のうち 9 件稼働中	おおむね目標通り
類型 2：工場廃水対策事業	7 件のうち 6 件稼働中、1 件稼働停止	おおむね目標通り
類型 3：大気汚染対策事業	3 件のうち 1 件稼働中、2 件稼働停止	計画を大きく下回る
類型 4：ゴミ処理対策事業	2 件のうち 2 件稼働中	目標を上回る
類型 5：その他の事業	1 件のうち 1 件稼働中	おおむね目標通り

稼働しているサブプロジェクトの効果発現状況はおおむね良好である。類型 1 の都市下水対策事業は、産業構造調整により中小企業が淘汰されたことなどを受けて、汚染排出源そのものが減少している。したがって、COD 削減量等は計画時に設定された目標値に達していないが、おおむねすべてのサブプロジェクトの出水水質が計画比で改善している。類型 2 の工場廃水対策事業では、ほぼすべてのサブプロジェクトで工場から出る廃水の有害物質削減量の目標値を達成している。ただし、経営状況が悪化し、稼働停止になったサブプロジェクトが 1 件ある。類型 3 の大気汚染対策事業は、3 件のうち 2 件が閉鎖されており、効果の発現は限定的である。類型 4 のゴミ処理対策事業は、対象人口が計画時の想定人数より多く、ゴミ処理量も目標値を大きく上回っている。ただし、水質は目標値を達成していない。以下、類型ごとの削減結果である。

(1) 水質汚染対策

類型 1：都市下水事業（9 件実施）

削減物質	目標値	年間削減量	計画比 (%)
COD	75,821 t/年	42,439t/年	56
BOD	37,782 t/年	16,447t/年	44
SS ¹⁰	177,185 t/年	142,662t/年	81
汚水処理量	85 万 t/日	63 万 t/日	74

注：事業全体の発現効果を取りまとめることが目的のため、上の削減量は他の類型の事業の数値も含めた。

水質汚染対策事業については、COD、BOD、SS の削減量、汚水処理量が効果指標として設定された。COD、BOD、SS の削減量については、産業構造調整により中小企業が淘汰されたことなどを受けて、汚染排出源そのものが減少しており、目標値の 44～81%の達成率だった。一方、おおむねすべてのサブプロジェクトの水質が計画比で改善しており、総じて汚染物質の削減効果は良好と評価できる。

¹⁰ SS(Suspended Solid)=浮遊物質。水中に懸濁している不溶解性の粒子状物質のことで、粘土鉱物に由来する微粒子や、動植物プランクトンおよびその死骸、下水・工場排水などに由来する有機物や金属の沈殿などが含まれる。



図 2 1-6)長沙開發区下水汚染対策：粗目スクリーン



図 3 1-8)長沙第一汚水処理場拡張事業：OD (Oxidation Ditch) 法処理施設

類型 2：工場廃水対策事業（7 件実施、うち 1 件稼働停止）

削減物質	目標値	年間削減量	計画比 (%)
水銀	2 t/年	3 t/年	150
ヒ素	127 t/年	117 t/年	92
カドミウム	22 t/年	22 t/年	100
鉛	99 t/年	130 t/年	131
クロム滓処理量	2.1 t/年	1.2 t/年	57

工場廃水対策事業では、水銀、ヒ素、カドミウム、鉛、二酸化硫黄、クロム滓処理が効果指標として設定された。達成率は 57～150%で、水銀、カドミウム、鉛は 100%以上を達成している。クロムスラグはすでに約 95%を削減し、今後 1 年以内にクロムスラグがなくなる予定である。工場から出る廃水の有害物質削減量は、稼働中のほぼすべてのサブプロジェクトで目標値を達成している。

ただし、2-10)南天農薬工場排水処理事業は、実施後に稼働停止となった。同事業は、実施後工場内で事故を起こし、全面的に稼働を停止した。その後、経営状況が悪化し、加えて政府による産業構造調整政策の影響を受け倒産した。

2-3)湖南鉄合金工場クロム鉍滓処理事業は、現時点でクロム鉍を生産していない。

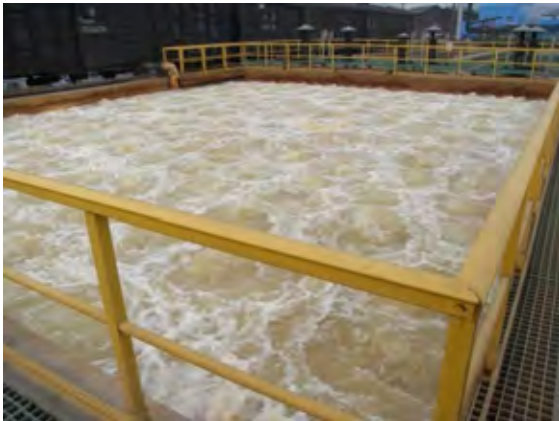


図 4 2-2)株州化学工場廃水処理事業：硫酸洗浄のため空気圧力注入



図 5 2-2)株州化学工場廃水処理事業：処理後の排水

(2) 大気汚染対策

類型 3：大気汚染対策事業（3 件実施、うち 2 件稼働停止）

削減物質	目標値	年間削減量	計画比 (%)
二酸化硫黄	10,692 t/年	1,184 t/年	11
石炭	25,713 t/年	1.46t/年	0
TSP ¹¹	5,521 t/年	712t/年	13

類型 3 の大気汚染対策事業では、3 件中 2 件のサブプロジェクト（3-2)株州市コークスガス精製供給事業と 3-3)長沙市都市ガス供給）が、実施後稼働停止となっている。これは、実施後の国家政策の転換により、ガスのニーズが事業対象としていたコークスガスと LPG ガスから、天然ガス利用へと変化し、事業の必要性が低下したためである¹²。これらの稼働停止の原因は、産業構造調整やガス供給に関する国家レベルの政策変更によるものであり、本事業の審査時にこのような政策の変化を予見することは困難だった¹³。このため、これらのサブプロジェクトが選定された妥当性は認められる。

大気汚染対策事業では、二酸化硫黄、石炭、TSP の削減量が効果指標として設定された。3-3)長沙市都市ガス供給は、稼働 3 年目（2003 年）には 3 万戸、10 万人に対して 687 万 m³/年のガスを供給していたが、その後政策変更により稼働停止を余儀なくされ、今後も効果の発現が見込めないと考えられる。この 2 件の稼働中の効果についてはサブプロジェクト実施機関から関連データの提供がなく、確認ができなかったが、3 件中 2 件の稼働停止という現状を考えると、大気汚染対策の効果は限定的であった。

¹¹ Total Suspended Particulate、大気中に浮遊する粒子状物質の総量を示す。

¹² 3-1)邵陽市コークスガス供給事業については、邵陽市が天然ガス供給の対象地域となっていないため、現在でも稼働中である。

¹³ 本事業はセクター支援の要素が強く、そもそも審査時に厳密なサブプロジェクト選定過程を経ることが求められていなかったものと想定する。案件形成時に実施された案件形成調査では、サブプロジェクトの選定過程や具体的実施機関の妥当性について分析されていない。



図 6 3-2)株州市コークスガス精製供給事業：コークス炉増設（現在は稼働していない）



図 7 3-2)株州市コークスガス精製供給事業：石炭ガス精製設備増強（現在は稼働していない）

(3) 固形廃棄物処理

類型 4：ゴミ処理対策事業（2 件実施）

削減物質	目標値	年間削減量	計画比 (%)
家庭ゴミの処理量	116 t/年	131t/年	113

固形廃棄物処理事業は、家庭ゴミの処理量が効果指標として設定されている。ゴミ処理対策事業は、対象人口が多く、ゴミ処理量は目標値を大きく上回った。ただし、ゴミ処理後の浸出水の水質は目標値を達成しておらず、サブプロジェクト近郊の河川に流出しているため、今後負の影響に注意する必要がある。

4-1) 衡陽市ゴミ埋め立て処分場建設事業は、既に過負荷状態で運営しており、2010 年中に閉鎖予定である。このサブプロジェクトは、年間処理量が計画時の約 1.8 倍になっており、これは処理区の人口が 60 万人から 100 万人と約 1.7 倍に増加していることに起因する。運転開始年が 1999 年で、プロジェクトライフは 11 年。当初の計画では、14 年のプロジェクトライフが想定されていたが、目標以上の稼働率のため、プロジェクトライフが短縮された。



図 8 4-2)長沙市ゴミ衛生埋め立て処分場建設：資機材（掘削機）



図 9 4-2)長沙市ゴミ衛生埋め立て処分場建設：ゴミ埋め立て処分場側溝

(4) その他

類型 5：その他の事業（1 件実施）

事業	目標値	実績値
湖南省環境モニタリングセンター	環境観測、データ管理の充実と技術者の育成	環境モニタリング項目が 29 から約 20 項目追加された。水銀やヒ素などの重金属の分析精度が向上した。

湖南省環境モニタリングセンターでは、モニタリングに必要な機材が供与された。効果指標は設定されていなかったが、関係者への聞き取りによれば、現在でも 25 の機材が適切に保管・利用されており、おおむね良好な状態と評価できる。これらの機材を活用することにより、汚染物質の分析精度が上がるとともに、重大な環境汚染事故を防ぐ役割を果たした。湘江流域各市の環境モニタリングステーションに測定機器や設備を配置し、それら機関のモニタリング頻度や分析精度も向上させた。

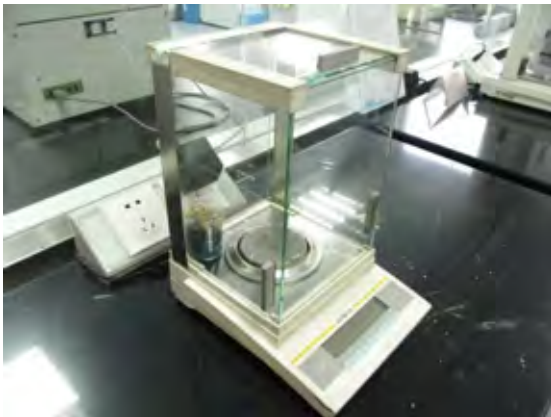


図 10 5-1)湖南省環境モニタリングセンター：電子天秤

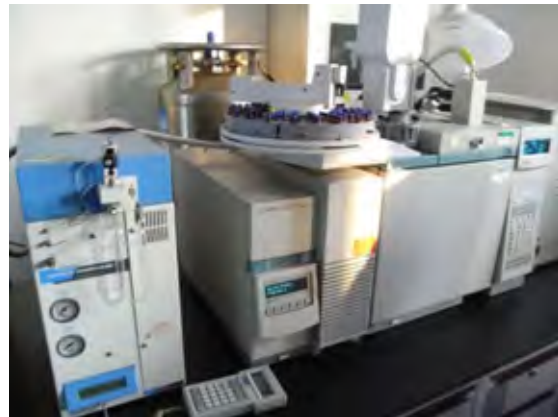


図 11 5-1)湖南省環境モニタリングセンター：ヘッドスペースサンプラー¹⁴

3.3.1.2 サブプロジェクト近隣河川・水系の水質の推移

サブプロジェクト近隣河川・水系のモニタリング断面の COD の推移について、以下の表に示す¹⁵。

¹⁴ 液体や固体中の揮発性成分を各成分に分離し、分析する機器

¹⁵ すべてのサブプロジェクトの近隣河川のデータを入手することはできなかったため、主要 4 都市の入手可能なデータで分析した。

表2 サブプロジェクト近隣河川・水系のモニタリング断面のCODの推移

サブプロジェクト名	モニタリング断面名	COD(Mg/L)	
		1997年	2008年
1-2)岳陽市下水道整備事業	城陵磯（岳陽市）距離：約28キロ	3.16	2.06
2-1)株州製錬工場廃水処理設備 拡張事業	馬家河（株州市）距離：約6キロ	2.24	3.94
2-7)湘潭鋼鉄公司排水等汚染対策	昭山（湘潭市）距離：約16キロ	2.44	2.48
1-8)長沙第一汚水処理場拡張事業	三汊磯（長沙市）距離：約3キロ	2.58 (1993年)	14.6 (2009年)

出典：1-8)は長沙市第一下水処理場、その他は湖南省環境保護庁

1-2)岳陽市下水道整備事業近隣のモニタリング断面では、1997年時と比較して、CODは改善傾向にある。2-1)株州製錬工場廃水処理設備拡張事業のモニタリング断面は、1997年時と比較して、CODは悪化の傾向にある。2-7)湘潭鋼鉄公司排水等汚染対策は、1997年時と比較して、CODは2003年に悪化し、その後やや改善傾向にある。ただし、1997年と比較するとほとんど変化はない。1-8)長沙第一汚水処理場拡張事業は、1993年時と比較して、CODは悪化の傾向にある。審査時当初と比較するとCODは、長沙市、株州市で悪化の傾向にあり、岳陽市では改善の傾向にある。

一方、下表のとおり、湖南省における工業・生活廃水とCOD排出量の推移をみると、その増加率は著しい。

表3 湖南省における2000年～2008年の工業・生活廃水とCOD排出量の推移

期間	排水（億トン）			COD（万トン）		
	総量	工業	生活	総量	工業	生活
2000年	21.13	10.18	9.87	67.40		
2001年	20.77	10.72	10.05	71.88	31.66	39.30
2002年	22.02	11.18	10.84	74.12	30.93	43.19
2003年	23.57	12.41	11.16	74.69	25.16	49.53
2004年	25.00	12.31	12.69	84.99	27.60	57.39
2005年	25.56	12.24	13.32	89.45	29.38	60.08
2006年	24.41	10.00	14.41	92.25	29.21	63.04
2007年	25.21	10.01	15.20	90.36	25.72	64.64
2008年	25.03	9.23	15.80	88.46	23.73	64.74

出典：2004年から2008年までの湖南省環境統計公報。

排水量は、2000年から2008年を比較すると118%、COD排出量は131%増加している。このように流域全体の汚水発生量が増加するなかで、本事業に伴うCOD削減量は、年間42,439トンであり、2008年のCOD排出量全体の4.8%に値する。本事業対象の下水処理場で処理された廃水量は63万トン/日で、単純に年計算すると2.3億トンになり、湖南省全体の9.2%に値する。したがって、本事業が実施されていなければ、毎年約4万トンものCODや約2億トンの汚水が排出されていたことになり、本事業は汚染の悪化を抑制したという観点から、一定程度の貢献を果たしたといえる。

3.3.1.3 内部収益率の分析結果

財務的内部収益率（FIRR）

FIRRの再計算は、財務便益を伴う事業（サービスの提供による料金徴収が発生する事業）について、財務的持続可能性を検証することを主な目的として実施した。分析可能なデータが入手できた下水処理施設4件のうち3件はマイナス計上となった。これは公共サービスとして下水処理料金が低く設定されており、そもそも自立運営を想定しない形態を取っているためである。下水事業は市政府の財政支出によって必要な資金を得ており、現在のところ実際の運営には問題がない。

サブプロジェクト名	FIRR 計算結果
1-1) 永州市下水道整備事業	マイナス計上
1-3) 常德市下水道整備事業	3.76% (プロジェクトライフ 30年)
1-5) 臨湘市長安河下水汚染対策	マイナス計上
1-7) 張家界世界自然保護遺産地区環境汚染対策	マイナス計上

- 費用：事業費、維持管理費（人件費とその他の費用）
- 収入：下水処理料金（プロジェクトライフ30年、永州市は20年）

1-3)常德市下水道整備事業は、他案件と比較して下水処理料金が高いため、プラス計上となった。これは他の事業より処理人口が2.5～10倍以上と多いことがその要因の一つと考えられる。

3.3.2 定性的効果

定性的効果については、インパクトの受益者調査の項で記述する。

以上より、サブプロジェクトの効果はおおむね目標を達成し、近隣河川の水質についても汚染の悪化を抑制したという観点から、本事業の実施により一定の効果発現が見られ、有効性は中程度である。

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況（流域、対象都市住民の生活環境、健康の改善）

本事業の定性的な効果は、水資源の保護、排ガス汚染物質の削減、廃棄物の不適正処理量の削減による流域住民の生活環境の改善である。これらを分析するため、(1) 酸性雨頻度（3件中2件が稼働停止中のため参考情報）、(2) 受益者調査結果一を活用して、インパクトを評価した。

(1) 酸性雨頻度

大気汚染については、対策事業3件中2件が稼働停止になったこともあり、酸性雨の頻度減少等への貢献度は限定的である。参考までに、大気汚染事業対象となった邵陽市、株州市、長沙市の酸性雨の頻度と年平均PH値¹⁶の推移をみる。現在でも稼働中の事業は3-1)邵陽市コークスガス供給事業である。

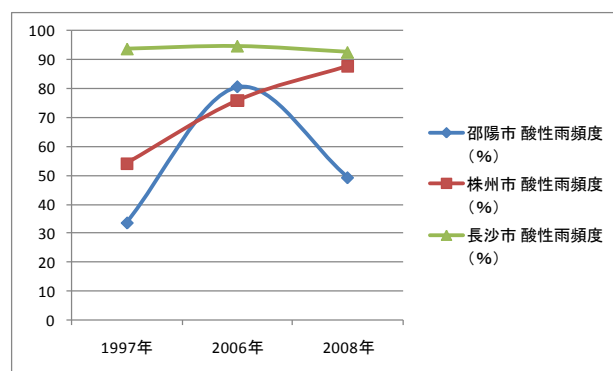


図 12 酸性雨の頻度

出典：湖南省人民政府

酸性雨の頻度は、長沙市では1997年と比較して変わらず高い。株州市の頻度は10年を経て30ポイント以上高くなっている。邵陽市では2006年に頻度が高くなり、その後減少傾向にある。3-1)邵陽市コークスガス供給事業は、2005年に運転を開始し、毎年660～1,184トンの二酸化硫黄を削減した。酸性雨の頻度と本事業の関連性を証明する情報は入手できなかったが、本事業は酸性雨の原因となる二酸化硫黄の削減を実現しており、2006年以降の減少傾向について一定程度の貢献を果たしたものと推測される。

¹⁶ 酸性雨は、化石燃料燃焼や金属精錬などにより大気中に放出される二酸化硫黄（SO₂）や窒素酸化物（NO_x）などを起源とする酸性物質が、雨・雪・霧などに溶け込んで降ってくる現象である。物質の酸性、アルカリ性の度合いの指標として一般に水素イオン濃度(pH)が用いられており、酸性度が強いほどpHは低くなる。酸性雨の目安としてpH5.6以下とする場合が多い。出典：気象庁ホームページ。 http://www.data.kishou.go.jp/obs-env/acidhp/knowledge_acid_rain.htm

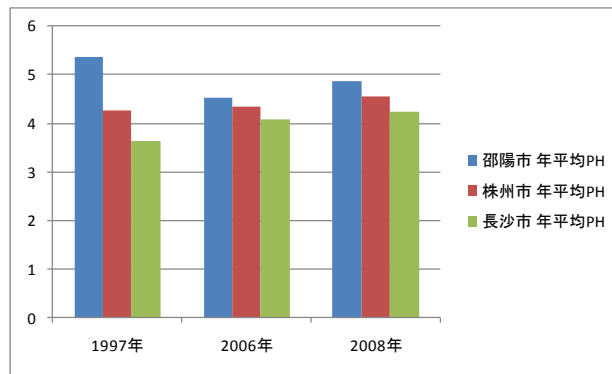


図 13 年平均 PH 値

出典：湖南省人民政府

降雨の年平均 PH は、長沙市、株州市ではおおむね改善の傾向にある一方、邵陽市では悪化の傾向にある。

(2) 受益者調査結果

湘江の水質汚染に関して湘江の周辺住民に対して受益者調査を行ったところ（102票）¹⁷、10年前は湘江の「汚染が非常に深刻、汚染が比較的深刻」と感じる人々の割合は 25.5%だったのに対し、現在では 73.6%が「汚染が非常に深刻、汚染が比較的深刻」だと感じている。同調査結果によると、汚染の主な原因は上流から来る工場廃水・生活廃水（72.2%）、都市の污水处理場の基準を超えた排出（63%）と考えられている。したがって、全体的に湘江の水質に対しては否定的な傾向にあることが分かった。これは、急速な経済や都市化の発展により、ここ 10 年間の汚染源や廃水の増加などの外部条件の影響を受けた結果と考えられる。

3.4.2 その他、正負のインパクト

3.4.2.1 住民移転・用地取得

本円借款対象事業については特に問題が見当たらなかったが、4-2)長沙市ゴミ衛生埋め立て処分場建設事業では、施設の増設に伴う住民移転につき、補償金額が十分でないとの不満の声が一部で聞かれた。補償内容については、政府と住民との間で交渉中である。

3.4.2.2 経済的効果

一部のサブプロジェクトでは、現地での聞き取り調査などから、一定の経済的効果が表れているとの指摘があった。

¹⁷ 受益者調査は、構造的インタビューフォーマットをもとに、対面の聞き取り方式で実施された。主に、ここ 10 年間の湘江の水質状況の変化、水質の利用可能な用途、水質に対する満足度、主要な汚染源などを質問した。永州、衡陽、株州、湘潭、長沙の 5 都市で、湘江周辺住民、サブプロジェクト近隣住民に聞き取りを行った。

- 4-2) 長沙市ゴミ衛生埋め立て処分場建設事業：7kmの道路建設や工場へ農作物の販売などにより、経済的効果があったとの指摘が周辺住民よりあった。
- 2-4) 湘江窒素肥料工場廃水処理事業：循環水利用、フライアッシュからの気泡コンクリートブロック生産により年間3,500万円の経済効果がある。

3.4.2.3 負の効果

ゴミ処理場では負の効果につき、現地の環境専門家や周辺住民より指摘されたため、今後のフォローアップが必要である。

- 4-1) 衡陽市ゴミ埋め立て処分場建設事業では、ゴミの被覆状況や浸出水の処理につき、違法排出や基準超過の問題が現地専門家より指摘された。
- 4-2) 長沙市ゴミ衛生埋め立て処分場建設事業の周辺住民の一部からは、周辺河川の汚染、浸出水による作物への被害、皮膚の病気などの発生、蚊・ハエ等の増加などが指摘された。
- 汚泥については、下水処理場やゴミ処理場で処理後に埋め立てられているが、堆肥として再利用可能ではない¹⁸。1-6) 長沙開発区下水汚染対策によると、現在採用している脱水後廃棄物埋め立て場に搬送し、埋め立てを行う方式では、環境に対し影響を与えるため、低コスト、高効率の汚泥処理に関する技術的、経済的支援を希望している。

本事業が住民の生活環境の改善に貢献した程度を正確に把握することは困難である。住民の意識としては、ここ10年で湘江の水質は悪化してきており、汚染が深刻だと感じている人々が7割を超えている。その他、サブプロジェクト近隣住民の中には経済的便益を受けていると言及する人々も存在する一方、ゴミ処理場の浸出水など負の効果も指摘されている。大気汚染については、対策事業が稼働停止になったこともあり、酸性雨の頻度減少などへの貢献度は評価不能である。これらを総合すると、住民の生活環境レベルでは事業の効果は表面化していない。特にポジティブなインパクトが見えにくく、受益住民が特定しにくいこのような事業では、一般住民に対するインパクトの発現の把握に限界があると思われる。

3.5 持続性（レーティング：a）

本事業は、湖南省人民政府が監督機関として複数のサブプロジェクトをモニタリングし、各サブプロジェクトについてはそれぞれの実施主体が維持管理を行っているため、持続性の評価は、湖南省人民政府とサブプロジェクト実施主体それぞれの個別評価をまず算出し、その平均値を算出した¹⁹。現在稼働しているサブプロジェクトはお

¹⁸ 1-6) 長沙開発区下水汚染対策によると、中国政府は2002年より下水処理場専用の国家基準である「都市部下水処理場汚染物排出基準」GB18918-2002を通達し、窒素、リン、糞便性大腸菌群の指標について、厳格な要求を提示している。従来の標準オキシゲーションディッチ法の技術では脱窒、脱リン効果が芳しくないため、脱窒、脱リン効果がより優れ、汚泥の発生量がより少ない技術に替える必要がある。

¹⁹ 評価の基準は、通常の持続性の評価基準に準拠するが、対象数の多さ等を考慮し、簡易評価によ

おむね良好に運営・維持管理を行っている。一部生産停止や 2010 年に閉鎖されるなど、事業の持続性の確保が難しいサブプロジェクトについては、現時点での事業としての持続性は認められなかったものと評価した。

3.5.1 運営・維持管理の体制

(1) 実施機関：湖南省人民政府

現在も引き続き、湖南省人民政府が「湖南省円借款事務室」を設け、事業のモニタリングとフォローアップを行っており、随時監督できる体制が整っている。都市下水事業と一部の工場廃水事業は、環境保護庁のオンラインモニタリングの対象となっている。担当部署が発展改革委員会（5 人）、財政庁（3 人）、環境保護庁（1 人）、建設庁（1 人）と 4 つにまたがっているが、フォローアップの取りまとめは発展改革委員会が行っている。実施機関の自己評価の中で、事業の関連資料の管理の不備が指摘されており、改善する必要がある。

(2) サブプロジェクト実施主体

現在稼働するものについては、体制に大きな変更はなく、問題は見られなかった。2-4) 湘江窒素肥料工場廃水・廃棄物処理事業は、2003 年国営企業である湖南湘江窒素肥料工場から民間企業の湖南智成化工有限公司に経営転換したが、現在の運営上は問題がない。

3.5.2 運営・維持管理の技術

(1) 実施機関：湖南省人民政府（環境保護庁）

環境保護庁による定期・不定期のモニタリングが実施されており、サブプロジェクトの監督上必要な技術・能力を持つと評価できる。環境保護庁では、突発的な汚染事故への対応や、湘江流域の各市の環境モニタリング・ステーションや省センターに対し機材提供や技術指導などを行っている。

(2) サブプロジェクト実施主体

運営・維持管理の要員、技術者数、研修やマニュアルが整備されているサブプロジェクトがほとんどで、おむね問題はない。JICA の研修スキームを通して日本の研修に参加した者も複数おり、そこで得られた技術・成果は業務に活用されている。1-1) 永州市下水道整備事業は、点検・修理設備が不足しており、メンテナンス・補修作業への影響が懸念される。

3.5.3 運営・維持管理の財務

(1) 実施機関：湖南省人民政府

って算出した。

湖南省人民政府は、サブプロジェクトの実施主体でないため対象外とした。

(2) サブプロジェクト実施主体

都市下水事業の多くは、公益事業として位置づけられ料金が低いため、単独での事業運営が困難である。ただし、政府からの財政支援が安定的に行われており、運営上影響を及ぼすような問題はない。民間企業の運営状況については、財務諸表の入手が困難だったため、評価不能であった。

3.5.4 運営・維持管理の状況

(1) 実施機関：湖南省人民政府

湖南省人民政府は、サブプロジェクトの実施主体でないため対象外とした。

(2) サブプロジェクト実施主体

現在、稼働している設備の運営・維持管理状況については、現地調査時に目視、維持管理の記録などを通して確認した。稼働状況、設備のメンテナンス、スペアパーツの交換頻度など、安定的な稼働を維持するための環境はおおむね確保されている。

- 1-2) 岳陽市下水道整備事業、1-6) 長沙開発区下水汚染対策、1-7) 張家界世界自然保護遺産地区環境汚染対策、1-8) 長沙第一污水处理場拡張事業、2-6) 水口山鉱務局水質汚染対策事業、4-1) 衡陽市ゴミ埋め立て処分場建設事業、4-2) 長沙市ゴミ衛生埋め立て処分場建設―は、必要に応じて施設の増設・改善が図られているか、予定されている。
- 2-3) 湖南鉄合金工場クロム鉍滓処理事業は、クロムのニーズが減少しているためクロムを生産しておらず、今後事業の持続性は見込めないと評価した。
- 2-4) 湘江窒素肥料工場廃水・廃棄物処理事業は、複数ある処理施設のうち、尿素製造排水処理施設が停止中である。今年中に再生産の予定があるため、引き続きフォローが必要である。現時点では、生産が再開していなかったため、評価を中程度とした。
- 4-1) 衡陽市ゴミ埋め立て処分場建設事業は、有効性の項で触れたとおり、既に過負荷状態で運営しており、2010 年中に閉鎖予定である。今後は、既往円借款事業によって別途処理場の建設が予定されている。

民間事業、市場の影響を受けるサブプロジェクトについては、規模が縮小されたり、生産停止になり稼働していないものが4件ある。それらについては持続性が認められないと判断したが、その他稼働中のサブプロジェクトについては問題がなく、全体的な稼働状況は良好と評価できる。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

本事業は当該地域の深刻な環境汚染に対応するため策定された事業であり、水質汚染・大気汚染・固形廃棄物処理の改善を目指した点は、開発ニーズと合致しており、妥当性は高い。一方、事業目的の設定やサブプロジェクトの選定方法など、事業計画の過程では改善の余地があった。本事業では、サブプロジェクト 22 件のうち差し替えが 3 件、実施後に稼働停止が 3 件あり、大気汚染対策については計画通りの効果発現を確認できなかった。産業構造調整による中小企業の淘汰などの影響を受け、COD など水質改善に貢献する汚染物質の削減率は中程度だったが、処理水の水質は改善した。工場廃水に含まれる重金属の削減や固形廃棄物の処理については、想定以上の効果をあげた。

サブプロジェクト近隣河川・水系の水質は、長沙市と株州市で悪化の傾向、岳陽市では改善の傾向にあった。近年の廃水量や COD の排出量の増加をみると、本事業は汚染の悪化を抑制したという観点から、一定程度の貢献を果たしたといえる。

したがって、事業全体の有効性は中程度と評価した。現在稼働しているサブプロジェクトはおおむね良好に運営・維持管理を行っている。

以上より、本事業の評価は (B) 高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

担当者の変更等により、データの入手が困難な事例があったため、文書管理等の重要性を実施機関に通知しておく必要がある。本事業の効果を把握し、適切に運営していくためにも、関連データのモニタリングが重要である。特に今回データの入手が困難だったサブプロジェクトについては、環境モニタリングセンターや近隣市の環境保護局によるフォローアップが望まれる。

4.2.2 JICA への提言

特になし。

4.3 教訓

(1) 本事業は、公共性の高い下水処理事業についてはほぼ計画通り実施された。その一方、工場廃水事業など民間企業に対する支援は、経営状況や政策の変化によって、キャンセルや稼働停止などの結果となった。特に、民間企業に対する支援については、著しい経済成長や政策の転換など、変化が激しい市場に対応できるようなデザインにした方が望ましかったと思われる。例えば、審査時から事業実施時をとおしてサブプロジェクトを柔軟に選択・変更するような体制を構築し、その時々状況に対応でき

るスクリーニングプロセスを適用することが望ましい。それによって、直近の政策の変化、社会経済状況の変化、企業の経営状況等を反映することが可能となる。本事業の選定過程では、中国政府側の主導でサブプロジェクトが決定されたことを鑑み、公益事業で民間企業を支援する場合には、民間企業に対して公平に機会を均等に与える仕組みについて検討することも一案である。

(2) 今後は事業目的の設定をより厳密に行う必要があるのではないか。目的の設定としては、1)事業目的をサブプロジェクトレベルの汚染物質の削減に止める、2)水質改善対象となる支流やモニタリング断面を特定し、水質改善を達成するために必要な規模の支援を行う、3)水質・大気汚染改善を実現するための外部要因（産業構造調整、人口の推移等）を分析するなど、計画時に検討することが望ましい。

以上

主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
①アウトプット	別添1 類型別アウトプット 一覧表を参照のこと。	
②期間	(I) 全体 1997年9月～2000年 8月 (36カ月) (II) 全体 1998年12月～ 2002年12月 (49カ月)	(I) 全体 1998年1月～2005年 12月 (96カ月) (II) 全体 1998年4月～2004 年12月 (81カ月)
③事業費 外貨 内貨 合計 うち円借款分 換算レート	(I) 総事業費 12,097 百万円 うち借款対象 5,678 百万円 (うち外貨 5,678 百万円、内貨 472 百万円) (II) 総事業費 12,911 百万円 うち借款対象 6,175 百万円 (うち外貨 6,175 百万円、内貨 421 百万円) (I)と(II)を合わせた総事業 費：25,008百万円 (I)1元 = 13.60円 (1997年9月 現在) (II)1元 = 16.00円 (1998年12 月現在)	(I) 総事業費 13,513 百万円 うち借款対象 5,648 百万円 (うち外貨 5,648 百万円、内貨 557 百万円) (II) 総事業費 13,080 百万円 うち借款対象 6,175 百万円 (うち外貨 6,175 百万円、内貨 489 百万円) (I)と(II)を合わせた総事業 費：26,593百万円 (I)1元 = 14.12円 (1998年～ 2005年平均)

別添 1 類型別アウトプット一覧表

計画	実績
<p>類型 1：都市下水対策事業</p> <p>1-1) 永州市下水道整備事業 ・流入量: 10 万 m³/日</p> <p>1-2) 岳陽市下水道整備事業 ・流入量: 10 万 m³/日</p> <p>1-3) 常德市下水道整備事業 ・流入量: 15 万 m³/日</p> <p>1-4) 株州都市下水汚染対策 ・処理量: 10 万 m³/日下水処理場建設 ・下水管渠整備(18km) ・ポンプ場建設</p> <p>1-5) 臨湘市長安河下水汚染対策 ・処理量: 6 万 m³/日の下水処理場建設 ・下水管渠整備(2km)</p> <p>1-6) 長沙開発区下水汚染対策 ・処理量: 8 万 m³/日の下水処理場建設 ・下水管渠整備(12km)</p> <p>1-7) 張家界世界自然保護遺産地区環境汚染対策 ・3 下水処理場建設(6,000 m³、16,000 m³、2,000 m³) ・環境モニタリング機器調達</p>	<p>類型 1：都市下水対策事業→ほぼ計画通り</p> <p>1-1) 永州市下水道整備事業 計画通り。</p> <p>1-2) 岳陽市下水道整備事業 計画通り。</p> <p>1-3) 常德市下水道整備事業 計画通り。</p> <p>1-4) 株州都市下水汚染対策 計画通り。</p> <p>1-5) 臨湘市長安河下水汚染対策 計画通り。</p> <p>1-6) 長沙開発区下水汚染対策 計画通り。ただし、下水管渠整備は中国政府により実施されたため、円借款では下水管渠 1.3km に縮小。</p> <p>1-7) 張家界世界自然保護遺産地区環境汚染対策 ほぼ計画通り。ただし、汚水処理場の建設は 2 つに削減された。①鑼鼓塔設計処理量 3,000 m³/日、②索溪峽設計処理量 4,000 m³/日、③張家界市 20,000 m³/日に接続するパイプラインの敷設(直径 1.6M、長さ 9KM)。機材については、①はスクリーン、砂分離機、表面曝気機等、②はスクリーン、砂分離機、ブローワー等、ほぼ計画通りに調達された。</p>
<p>差し替えで追加されたサブプロジェクト</p> <p>1-8) 長沙第一汚水処理場拡張事業 2-8)と 2-9)のキャンセル分を新規案件の長沙第一汚水処理場拡張事業に差し替え。 ・下水処理場改良(標準活性汚泥法→AO 法、3 万 m³/日) ・下水処理場新設(OD 法、15 万 m³/日) ・下水管(総延長: 24.4km)</p> <p>1-9) 瀏陽市汚水処理場建設事業 1-4)、1-5)、1-6)、2-7)、3-3)の残余分を新規案件の瀏陽市汚水処理場建設事業に充当した。 ・下水処理場新設(A2O 法、8 万 m³/日) ・下水管(12.1km)</p>	<p>1-8) 長沙第一汚水処理場拡張事業 ほぼ計画通り。ただし、下水管は市政府によって一部建設されたため、円借款対象部分は 7.8km。</p> <p>1-9) 瀏陽市汚水処理場建設事業 計画通り。ただし、工期は 2 期に分かれ、第 1 期は 4 万トンの処理場が建設された。第 2 期に 8 万トンの処理場が建設予定である。</p>
<p>類型 2：工場廃水対策事業</p> <p>2-1) 株州製錬工場廃水処理設備拡張事業 ・処理水量: 1,200t/h(400 t/h 拡張) ・硫酸洗浄廃水等排水処理 ・処理水の再利用 等</p> <p>2-2) 株州化学工場廃水処理事業 ・硫酸クロード洗浄 ・水銀除去 ・廃酸回収 ・化学肥料廃水処理 ・(塩化ビニル等) 化学廃水処理 ・高濃度有機廃水処理 ・冷却水再利用 ・スラッジ処理 等</p> <p>2-3) 湖南鉄合金工場クロム鉍滓処理事業 ・年間 21,000 t のクロム鉍滓を利用したクロム鋼生産(6,000t/年)</p> <p>2-4) 湘江窒素肥料工場廃水・廃棄物処理事業 ・各プロセス廃水処理設備新設 ・排水の再利用</p>	<p>類型 2：工場廃水対策事業→キャンセルになった 2 件、実施後稼働停止となった 1 件以外は、ほぼ計画通り</p> <p>2-1) 株州製錬工場廃水処理設備拡張事業 計画通り。</p> <p>2-2) 株州化学工場廃水処理事業 計画通り。</p> <p>2-3) 湖南鉄合金工場クロム鉍滓処理事業 計画通り。</p> <p>2-4) 湘江窒素肥料工場廃水・廃棄物処理事業 ほぼ計画通り。ただし、尿素製造排水処理設備は、尿素のニーズが低下しているため、1 年間停止中。</p>

<ul style="list-style-type: none"> ・フライアッシュ(20万t/年)総合利用設備新設 等 2-5) 湘潭製紙工場水質汚染対策事業 <ul style="list-style-type: none"> ・製紙廃水処理設備導入 ・製紙設備更新 ・パルプ溶解設備等導入 等 2-6) 水口山鉱務局水質汚染対策事業 <ul style="list-style-type: none"> ・排出基準値以上の鉛、カドミウム、ヒ素、水銀等含有廃水を基準値以下の濃度に処理しうる設備の導入 ・冷却水、排水循環利用システム導入 ・スラグからの金属回収 ・硫酸製造装置の改善 等 2-7) 湘潭鋼鉄公司排水等汚染対策 <ul style="list-style-type: none"> ・高炉ガス洗浄水処理設備による洗浄水の循環利用(95%) ・煉瓦製造設備による場内発電所から発生する石炭灰の有効利用 ・高炉スラグ及び転炉ダストからの鉄分回収設備の設置 ・圧延工場に有機排水処理、油分回収を目的とした排水処理設備の設置 2-8) 瀏陽市木材パルプ・製紙排水汚染対策 <ul style="list-style-type: none"> ・小規模パルプ工場(6工場)を閉鎖 ・生物化学排水処理設備(廃水処理量0.6万t/日)を備えた年産1.7万tの木材パルプ工場の建設 2-9) 瀏陽市窒素肥料工場排ガス等汚染対策 <ul style="list-style-type: none"> ・水性ガスメタン化設備を増強(4万m³/日)し水性ガスを都市ガスガスとして供給(戸数2万戸) ・ガス精製洗浄水を排水処理設備に設置 	<p>2010年2月には再生産の予定。</p> <p>2-5) 湘潭製紙工場水質汚染対策事業 経営悪化で倒産したためキャンセル。南天農業工場排水処理事業に差し替えられたが、2006年実施主体である湖南藍天事業公司是爆発事故を起こし、全面的に生産停止した。経営状況が芳しくなかったため、産業構造調整の影響を受け、倒産して終了した。</p> <p>2-6) 水口山鉱務局水質汚染対策事業 ほぼ計画通り。</p> <p>2-7) 湘潭鋼鉄公司排水等汚染対策 ほぼ計画通り。</p> <p>2-8) 瀏陽市木材パルプ・製紙排水汚染対策 工場が閉鎖され実施前にキャンセル、他案件に差し替えられた。</p> <p>2-9) 瀏陽市窒素肥料工場排ガス等汚染対策 内貨資金で完成したため実施前にキャンセル、他案件に差し替えられた。</p>
<p>類型3：大気汚染対策事業</p> <ul style="list-style-type: none"> 3-1) 邵陽市コークスガス供給事業 <ul style="list-style-type: none"> ・邵陽市住民用ガス供給量増加：6万m³/日→11万m³/日 ・石炭ガス精製設備の導入 ・ガスホルダー増設：5万m³/日 ・ガスパイプライン増設(中圧管20.58km、低圧管23.51km) ・レギュレーターステーション増設 等 3-2) 株州市コークスガス精製供給事業 <ul style="list-style-type: none"> ・株州市住民用ガス供給量増加：6万m³/日→12万m³/日 ・コークスガス炉、精製設備増設：6万m³/日 ・ガスホルダー増設：5.4万m³ ・ガスパイプライン増設(中圧管1.84km、低圧管8.09km) ・レギュレーターステーション、メンテナンスセンター増設 等 3-3) 長沙市都市ガス供給 <ul style="list-style-type: none"> ・LPGガス供給設備・供給網を整備することにより、SO₂及びTSPの削減を図る：新規供給戸数10万戸 	<p>類型3：大気汚染対策事業→ほぼ計画通り、ただし3件中2件は稼働停止のため情報収集が困難</p> <p>3-1) 邵陽市コークスガス供給事業 計画通り。ただし、レギュレーターステーションは検査測定資格がないため、技術監督局に譲渡。</p> <p>3-2) 株州市コークスガス精製供給事業 すべての施設は建設され、2008年まで利用されたが、政府の都市ガス供給政策の変更により、コークスガスから天然ガスの供給へ転換された。したがって配給用のパイプライン以外の施設は、現時点では利用されていない。</p> <p>3-3) 長沙市都市ガス供給 すべての施設は建設され、2年間ほど利用されたが、政府の都市ガス供給政策の変更により、LPGガスから天然ガスの供給へ転換された。現時点では、配管網施設は長沙新興ガス有限責任会社に譲渡され使用されている。</p>
<p>類型4：ゴミ処理事業</p> <ul style="list-style-type: none"> 4-1) 衡陽市ゴミ埋め立て処分場建設事業 <ul style="list-style-type: none"> ・年間25万tの家庭ゴミを衛生的に処理する埋め立て処分場の建設 ・浸透防止措置及び浸出液収集処理システム ・地下水、大気モニタリング施設 等 4-2) 長沙市ゴミ衛生埋め立て処分場建設 <ul style="list-style-type: none"> ・生活ゴミ埋め立て処分場建設(容量4,500万m³) 	<p>類型4：ゴミ処理事業→計画通り</p> <p>4-1) 衡陽市ゴミ埋め立て処分場建設事業 計画通り。</p> <p>4-2) 長沙市ゴミ衛生埋め立て処分場建設 計画通り。</p>

・ 浸出汚水処理	
類型 5：その他の事業 5-1) 湖南省環境モニタリングセンター ・ 水質分析・測定・実験用機器導入 ・ モニタリング情報ネットワーク構築のための機器導入 等	類型 5：その他の事業 5-1) 湖南省環境モニタリングセンター ほぼ計画通り。ただし、一部老朽化により利用できなくなった機器がある。

別添 2 サブプロジェクト別事業期間レーティング算出方法

プロジェクト番号	単位:月		計画	実績	差異	レーティング	点数	レーティング	件数	1件当たり点数	合計点
	計画	実績									
1-1)	36	82	1997.9-2000.8	1998.1-2004.10	228%	c	1	a	4	3	12
1-2)	36	53	1997.9-2000.8	1998.6-2002.10	147%	b	2	b	3	2	6
1-3)	36	94	1997.9-2000.8	1998.1-2003.12	261%	c	1	c	13	1	13
1-4)	33	36	1998.10-2001.6	1998.10-2001.9	109%	b	2		20		31
1-5)	27	55	1998.10-2000.12	2000.4-2003.6	204%	c	1	レーティング*	b	平均点	1.55
1-6)	30	55	1998.10-2001.3	1998.4-2002.9	183%	c	1	キャンセル、確認不能の2件を除く			
1-7)	51	46	1998.10-2002.12	2001.10-2004.12	90%	a	3				
1-8)	28	45	2002.4-2004.7	1999.10-2003.6	161%	c	1				
1-9)	24	59	2002.4-2004.3	2001.10-2004.12	246%	c	1				
2-1)	36	18	1997.9-2000.8	1998.1-1999.6	50%	a	3				
2-2)	36	60	1997.9-2000.8	1998.1-2002.12	167%	c	1				
2-3)	36	69	1997.9-2000.8	1999.1-2004.9	192%	c	1				
2-4)	36	93	1997.9-2000.8	1998.4-2005.12	258%	c	1				
2-5)	36		1997.9-2000.8	キャンセル	0%	d					
2-6)	36	44	1997.9-2000.8	1998.1-2001.8	122%	b	2				
2-7)	27	51	1998.10-2000.12	2000.7-2004.9	189%	c	1				
3-1)	36	87	1997.9-2000.8	1998.10-2005.9	242%	c	1				
3-2)	36		1997.9-2000.8	確認不能	0%	d					
3-3)	39	39	1998.10-2001.12	1999.1-2001.9	100%	a	3				
4-1)	36	78	1997.9-2000.8	1998.1-2001.9	217%	c	1				
4-2)	30	49	1998.10-2001.3	1999.1-2002.9	163%	c	1				
5-1)	36	30	1997.9-2000.8	1998.1-2000.6	83%	a	3				
						平均点	1.55				

注：期間は、サブプロジェクトごとの実績値をレーティングし、その結果を平均して評価した。平均値レーティングは、a: 80%(2.4)以上、b:50%以上-80%未満(1.5 以上-2.4 未満)、c: 50%(1.5)未満)とした。

別添3 サブプロジェクト別運用効果指標一覧表

類型1：都市下水事業	汚染物質（単位）	計画値	実績値	計画比(%)
1-1)永州市下水道整備事業	平均汚水量（万m ³ /日）	10	5.1	51
	COD削減量（t/年）	7,655	3,489	46
	BOD削減量（t/年）	3,650	1,155	32
	SS削減量（t/年）	1,500	2,710	181
1-2)岳陽市下水道整備事業	平均汚水量（万m ³ /日）	10	9.5	95
	COD削減量（t/年）	7,300	6,472	89
	BOD削減量（t/年）	4,380	3,390	77
	SS削減量（t/年）	6,205	--	
1-3)常德市下水道整備事業	平均汚水量（万m ³ /日）	15	7.7	51
	COD削減量（t/年）	3,285	1,670	51
	BOD削減量（t/年）	3,285	693	21
	SS削減量（t/年）	9,200	648	7
1-4)株州都市下水汚染対策	平均汚水量（万m ³ /日）	10	7	73
	COD削減量（t/年）	6,935	3,478	50
	BOD削減量（t/年）	4,015	1,459	36
	SS削減量（t/年）	5,475	3,716	68
1-5)臨湘市長安河下水汚染対策	平均汚水量（万m ³ /日）	6	3.6	60
	COD削減量（t/年）	5,256	920	18
	BOD削減量（t/年）	2,847	650	23
	SS削減量（t/年）	2,847	650	23
1-6)長沙開発区下水汚染対策	平均汚水量（万m ³ /日）	8	8	100
	COD削減量（t/年）	7,008	4,902	70
	BOD削減量（t/年）	3,796	1,909	50
	SS削減量（t/年）	6,716	2,399	36
1-7)張家界世界自然保護遺産地区	平均汚水量（m ³ /日）	24,000	8,080	34
	BOD削減量（t/年）	1,620	3	0
	SS削減量（t/年）	1,780	24	1
1-8)長沙第一汚水処理場拡張事業	平均汚水量（万m ³ /日）	18	13.2	73
	COD削減量（t/年）	16,425	8,266	50
	BOD削減量（t/年）	8,760	3,025	35
	SS削減量（t/年）	12,593	6,825	54
1-9)瀏陽市汚水処理場建設事業	平均汚水量（万m ³ /日）	7.6	8	105
	COD削減量（t/年）	8,760	2,155	25
	BOD削減量（t/年）	4,672	997	21
	SS削減量（t/年）	6,716	1,538	23

類型2：工場廃水対策事業	汚染物質（単位）	計画値	実績値	計画比(%)
2-1)株州製錬工場廃水処理設備拡張事業	排水処理量 (t/h)	1,200	1,200	100
	砒素削減量 (t/年)	117	117	100
	カドミウム削減量 (t/年)	14	14	100
	鉛削減量 (t/年)	32	32	100
2-2)株州化学工場廃水処理事業	COD削減量 (t/年)	2,603	2,834	109
	水銀削減量 (t/年)	2	3	142
	砒素削減量 (t/年)	46	47	103
	フッ素削減量 (t/年)	406	622	153
2-3)湖南鉄合金工場クロム鉍滓処理事業	比較可能データなし			
2-4)湘江窒素肥料工場廃水・廃棄物処理事業	SS削減量 (t/年)	12	12	100
2-5)湘潭製紙工場水質汚染対策事業	キャンセル			
2-6)水口山鉱務局水質汚染対策事業	排水削減量 (百万m ³ /年)	5.5	8.5	155
	砒素削減量 (t/年)	9	13	138
	カドミウム削減量 (t/年)	8	8	109
	鉛削減量 (t/年)	67	96	143
	水銀削減量 (t/年)	67	0	0
2-7)湘潭鋼鉄公司排水等汚染対策	COD削減量 (t/年)	1,434	1,550	108
	SS削減量 (t/年)	4,742	4,838	102
	シアン削減量 (t/年)	9	10	111
2-8)瀏陽市木材パルプ・製紙排水汚染対策	キャンセル			
2-9)瀏陽市窒素肥料工場排ガス等汚染対策	キャンセル			
2-10)南天農薬工場排水処理事業	稼働停止			
類型3：大気汚染対策事業	汚染物質（単位）	計画値	実績値	計画比(%)
3-1)邵陽市コークスガス供給事業	ガス供給量 (万m ³ /日)	11	8	73
	SO ₂ 削減量 (t/年)	1,324	1,184	89
3-2)株州市コークスガス精製供給事業	稼働停止			
3-3)長沙市都市ガス供給	稼働停止			
類型4：ゴミ処理事業	汚染物質（単位）	計画値	実績値	計画比(%)
4-1)衡陽市ゴミ埋め立て処分場建設事業	年間処理量 (万t/日)	18	33	183
4-2)長沙市ゴミ衛生埋め立て処分場建設	比較可能データなし			
類型5：その他の事業	汚染物質（単位）	計画値	実績値	計画比(%)
5-1)湖南省環境モニタリングセンター	比較可能データなし			

別添 4 サブプロジェクト別持続性レーティング算出方法

(1) レーティングのクライテリア

監督機関	クライテリア
体制	<ul style="list-style-type: none"> ・サブプロジェクトの監督のための体制、人員の配置が適切に行われているか？ ・サブプロジェクト関係機関と常時連絡が取れる関係を築けているか？ ・環境関連条例、規定等に基づくモニタリング体制が整備されているか？
技術	<ul style="list-style-type: none"> ・環境保護局の人員配置、技術能力は事業監督を適切に行える水準に達しているか？
財務	<ul style="list-style-type: none"> ・上記活動を行う上で必要な財政確保はなされているか？
サブプロジェクト	クライテリア
体制	<ul style="list-style-type: none"> ・運営管理(の意思決定)の組織系統が整備されているか？ ・民営化の可能性はあるか？ある場合、事業存続に影響が出る可能性はあるか？
技術	<ul style="list-style-type: none"> ・維持管理のための要員数は適切な水準にあるか？ ・専門技術者等、設備の運営上の技術要件を満たす人員が配置されているか？ ・運営管理のための研修制度は整備されているか？また実際の研修実施状況はどうか？ ・運営マニュアルは整備され、実際に活用されているか？ ・点検整備の記録は適切に記録、管理されているか？
財務	<ul style="list-style-type: none"> ・収支のバランスが取れているか？ ・コストカバリーを考慮した料金徴収、体系が整備されているか？ ・赤字等が続いている場合、政府補助金等が適切に拠出され、適切な財務運営が実質的に確保されているか？
維持管理状況	<ul style="list-style-type: none"> ・設備の状態は計画された機能を発揮できる状態に保たれているか？ ・スペアパーツ等、メンテナンスのための環境が整備されているか？ ・定期的なメンテナンス活動は必要は活動をカバーできているか？ ・トラブル発生時の対応は適切に行われてきたか？

(2) レーティング結果

	評価		組織	技術	財務	維持管理
監督機関：湖南省人民政府	a		a	a	対象外	
1-1) 永州市下水道整備事業	b	2	a	b	a	a
1-2) 岳陽市下水道整備事業	a	3	a	a	a	a
1-3) 常德市下水道整備事業	a	3	a	a	a	a
1-4) 株州市下水汚染対策	a	3	a	a	a	a
1-5) 臨湘市長安河下水汚染対策	a	3	a	a	a	a
1-6) 長沙開発区下水汚染対策	a	3	a	a	a	a
1-7) 張家界世界自然保護遺産地区環境汚染対策	a	3	a	a	a	a
1-8) 長沙第一汚水処理場拡張事業	a	3	a	a	a	a
1-9) 瀏陽市汚水処理場建設事業	a	3	a	a	a	a
2-1) 株州製錬工場廃水処理設備拡張事業	a	3	a	a	a	a
2-2) 株州化学工場廃水処理事業	a	3	a	a	a	a
2-3) 湖南鉄合金工場クロム鉍滓処理事業	c	1				c
2-4) 湘江窒素肥料工場廃水・廃棄物処理事業	b	2	a	a	a	b
2-5) 湘潭製紙工場水質汚染対策事業	a	3	a	a	a	a
2-6) 水口山鉍務局水質汚染対策事業	a	3	a	a	a	a
2-7) 湘潭鋼鉄公司排水等汚染対策	a	3	a	a	a	a
3-1) 邵陽市コークスガス供給事業	b	2	a	a	b	b
3-2) 株州市コークスガス精製供給事業	c	1				c
3-3) 長沙市都市ガス供給	c	1				c
4-1) 衡陽市ゴミ埋め立て処分場建設事業	c	1				c
4-2) 長沙市ゴミ衛生埋め立て処分場建設	a	3	a	a	a	a
5-1) 湖南省環境モニタリングセンター	a	3	a	a	a	a
総合	a	2.50				
			レーティング [※]	件数	1件当たり点数	合計点
			a	15	3	45
			b	3	2	6
			c	4	1	4
				22		55
			レーティング [※]	a	平均点	2.50

< レーティング算出の方法 >

1. サブプロジェクトごとに計画、実績を比較、サブレーティングを行う（キャンセル、確認不能分を除く）
2. 上記サブレーティングの平均値を総合レーティングとする。
3. その際、小数点以下は以下の原則で採点する。
a: 80%(2.4)以上、b: 50%以上 80%未満（1.5 以上 2.4 未満）、c: 50%未満（1.5 未満）

以上

中国

吉林省松花江遼河流域環境汚染対策事業

外部評価者：アイ・シー・ネット株式会社

百田 顕児

1. 案件の概要



プロジェクト図



吉林市汚水処理場

1.1 事業の背景

中国は、1978年に改革・開放路線に転換して以来、順調な経済成長を続けており、経済面における発展は目覚ましいものがあった。しかし一方で、生活・工業排水の増加による河川水質の悪化、石炭使用による大気汚染等、工業化の進展に伴う環境問題への対処が急務となっていた。

審査時(1998年)、吉林省から黒龍江省へと流れる松花江(全長約2,308km)及び河北省・内蒙古から吉林省を経て遼寧省へと流れる遼河(全長約1,390km)の流域は、石油化学工業等各種の大型国有企業が多く存在し、順調な経済発展を遂げていたが、発展に伴い生活・工業排水が急増する一方、汚水処理施設が十分整備されておらず、水質環境の悪化が深刻化していた。このような背景のもと、吉林省では、汚染源での対策及び下水道の整備が急務となっていた。

1.2 事業の概要

急速な経済成長に伴い深刻な水質汚染及び大気汚染問題の発生している吉林省松花江及び遼河流域において環境汚染対策事業を行うことにより水質の改善を図り、もって流域周辺住民の生活環境、健康の改善に寄与するもの。

円借款承諾額／実行額	12,800 百万円 / 12,638 百万円
交換公文締結／借款契約調印	1998 年 12 月 / 1998 年 12 月
借款契約条件	金利 0.75%、返済 40 年（うち据置 10 年）、 部分アンタイド
借入人／実施機関	中華人民共和国政府／吉林省人民政府
貸付完了	2005 年 7 月
本体契約	Tianjin Machinery & Electric Equipment IMP. EXP. Co., Ltd, Sinosteel Equipment & Engineering Company (以上中国)
コンサルタント契約	なし
関連調査（フィージビリティ・スタディ：F/S）等	F/S(中国市政工程東北設計研究所)、SAPROF(協和 コンサルタンツ・テクノコンサルタンツ)
関連事業	なし

本事業は複数のサブプロジェクト群で構成される。サブプロジェクトの内容によって、概ね 1)都市全体の、主に生活污水を対象とする都市下水処理事業、2)大量の汚水が発生する工場等を対象とする工場汚水処理事業、の 2 種類と、3)吉林省環境保護庁の環境モニタリング能力の強化事業に大別される。報告書中では、この分類に沿って記述する。以下は計画時の実施予定サブプロジェクトと事業主体の一覧である。

類型	サブプロジェクト名	サブプロジェクト事業主体
類型 1：都市下水処理事業		
1-1	吉林都市下水汚染対策事業	吉林市污水处理公司
1-2	松原都市下水処理事業	松原市江南污水处理廠
1-3	長春都市下水汚染対策事業	長春市排水公司
1-4	長春双陽区都市下水汚染対策事業	長春市双陽区市政施設管理处
1-5	遼源都市下水汚染対策事業	遼源市污水处理廠
類型 2：工場汚水処理事業		
2-1	吉林鉄合金工場汚水処理等汚染対策事業	吉林鉄合金集团有限公司
2-2	吉林ニッケル工場排水処理等汚染対策事業	吉林ニッケル公司
2-3	吉林製紙工場排水処理等汚染対策事業	吉林紙業股份有限公司
類型 3：モニタリング能力強化事業		
3-1	吉林省環境モニタリング事業	吉林市環境保護局

各サブプロジェクトは、松花江、遼河またはその支流等の水系に排出される汚水の水質改善を主な目的としている。以下の地図は、吉林省内の主要水系と、採用した水質データの採取場所、プロジェクトとの位置関係を示したものである。

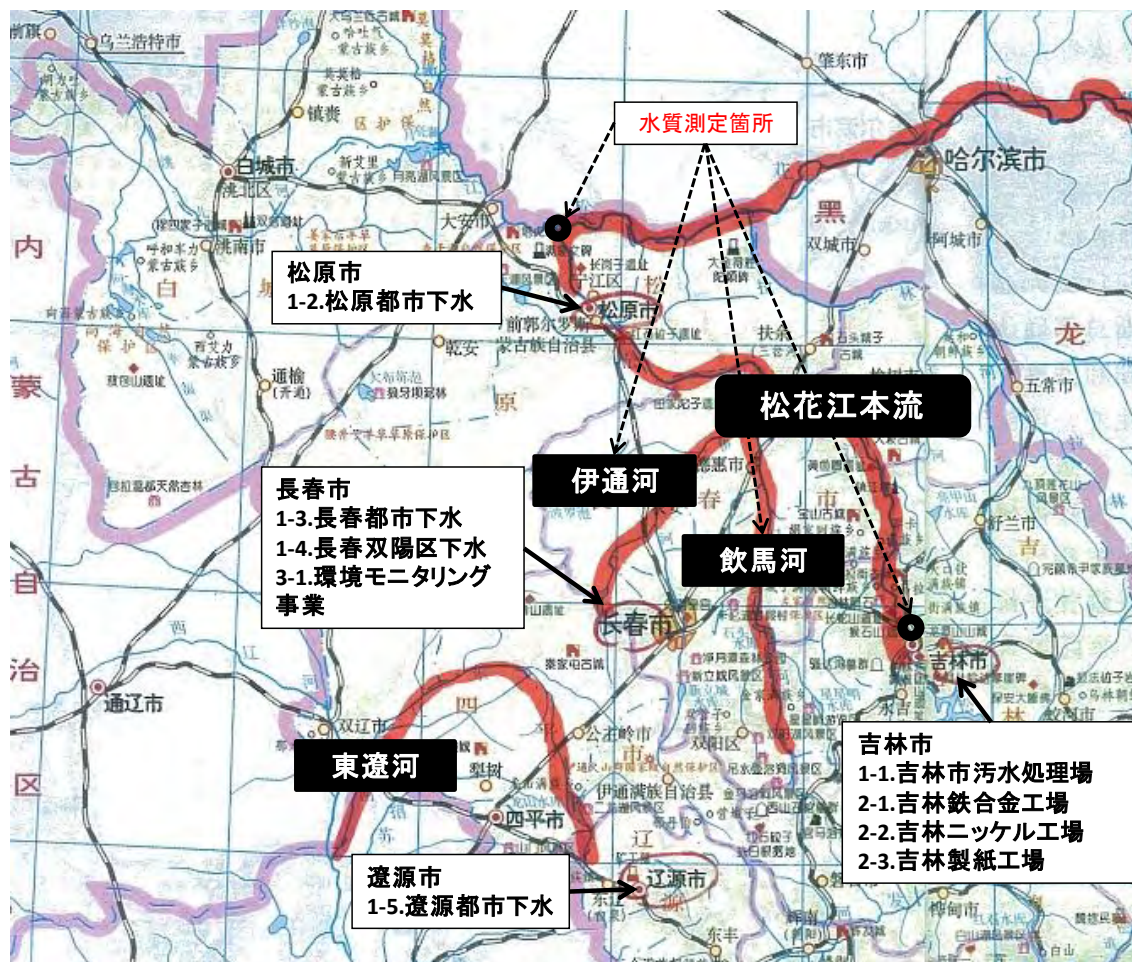


図 1 プロジェクト分布図

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：2009年10月～2010年10月

現地調査：2010年1月7日～1月31日、2010年4月4日～4月30日

2.3 評価の制約

本事業のサブプロジェクトは、主に松花江や遼河その支流の水質改善を目標としている。このため評価調査では、サブプロジェクトの対象となる、汚水排出先の水質データの取得を試みた。しかしながら、サブプロジェクトとの明確な関係性を確認しうる、省の市・県レベルの詳細なデータについては省政府の方針として非開示という決定がなされた。このため、有効性の分析に際しては、次善の策として採用した対象河川・水系について国レベル¹で採用する水質データを主に用いている。これらのデータ源はサブプロジェクトとの位置関係が一定程度離れているケースもあり、その関係性を明確に証明しうるものではない。加えて、対象となる河川は広大で、水質に正負の影響を及ぼす様々な要因(例えば、政府によるその他の環境改善事業=正の要因や、新たに建設された汚染源となる工場=負の要因)が存在する。これらの要因についても、正確に把握することは困難であった。したがって、本評価では、上述した水質データについて、サブプロジェクトの規模等を考慮して、一定の関係性を推測しうるデータと位置づけられるものを採用した。このように、本事業の有効性の評価は、一定の推測に基づいたものとなっている。

また、すでに設備が撤去されたものや、実施主体の企業が倒産したサブプロジェクトが存在する。これらのサブプロジェクトについては、現地調査中に訪問することが不可能であったため、確認しうる情報も極めて限定的なものにならざるを得なかった。

3. 評価結果 (レーティング : C)

3.1 妥当性 (レーティング : a)

3.1.1 開発政策との整合性

(1) 審査時の開発政策

中国では、順調な経済発展に伴う環境問題への対策が重要なテーマとなっており、第9次5カ年計画(1996~2000年)では、最重要課題として水質・大気汚染源対策と都市環境改善を挙げていた。また当時は国有企業改革が進められており、企業経営の改善と汚染対策を両立する環境対策事業計画を実施する必要に迫られていた。特に水質汚染対策に関しては、重点地域として本事業対象の松花江、遼河を含む三河三湖(含む遼河)、七大河川(含む松花江)が指定されていた。

このような中央政府の政策のもと、吉林省では環境保護第九次五カ年計画(1996~2000年。以降九・五計画)と2010年長期計画を策定、九・五計画の中では、2000年時の吉林省のCOD²負荷量を58.16万t/年以下に削減するという総量規制目標が策定され、松花江の吉林・黒龍江省境での水質を国家地表水質基準Ⅲ類に、遼河の飲料用

¹ 中華人民共和国政府環境保護部データセンターが公開する、全国主要流域重点断面。断面の位置は図1を参照。

² COD(Chemical Oxygen Demand)=化学的酸素要求量。
水の汚れの度合いを表す値として用いられ、水中の有機物を酸化剤で酸化する際に消費される酸素量を指す。

水源の水質を国家基準Ⅱ類に改善することが目標とされていた。本事業は、この九・五計画の一環として実施されたものであり、吉林省の環境政策の中で重要な位置を占めていた。

(2) 事後評価時の開発政策

中央政府の第11次5ヵ年計画(2006-10年)では、9の大目標を掲げている。環境分野に関連する目標として、“持続可能な発展の強化”、“人民の生活水準の向上”を掲げており、具体的に主要汚染物の排出総量の10%削減や、住民の衛生・生活環境の改善などの数値目標を掲げている。水質汚染については、2010年までにCODなどの主要汚染物質の排出量を2005年比10%削減という目標を掲げている。

省レベルでは、吉林省環境保護第十一次五ヵ年計画(2006-10年)の中で、“水環境保護、都市の汚水処理、水のリサイクル、環境監督能力強化、飲料水源の保護、工業等汚染源対策、重点河川の整備及び環境事故への緊急対応体勢整備”などを目標としている。

本事業は国家、省レベルの開発計画の中でも重点分野とされる水質汚染の改善を目的としたものであり、審査時、事後評価時ともに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

3.1.2.1 松花江の水質改善のニーズ

計画時の松花江の水質汚染状況は深刻で、主要水質モニタリング6断面のうち、62%が飲料用水源に使用できない国家地表水質基準Ⅳ、Ⅴ類に悪化していた。遼河についても同様で、主要モニタリング8断面のうち、87%が飲料用水源に使用できない国家地表水質基準Ⅳ、Ⅴ類に悪化していた。これらの水質汚染は、急激な工業化に伴う工業排水の増加、経済発展に伴う生活污水の急増によるものであり、早急な水質汚染源への対策が求められていた。

3.1.2.2 事業目標設定、サブプロジェクト選定の妥当性

上記のように、本事業は政策、事業レベルで見てもその必要性は高い。一方で、本事業については、(1) 事業目標の設定の妥当性、(2) サブプロジェクト選定のあり方について、改善が必要であったと考えられる。

(1) 事業目標の設定の妥当性

本事業は、事業の規模と、事業目的「松花江・遼河の水質改善、流域住民の生活改善」との乖離が大きく、より適切な目標設定が必要であったと考えられる。

本事業は複数事業からなる一種の“プログラム”として形成されたものと理解できる。その場合、有効性の評価も、“これら事業の総合的な目標が達成されたかどうか”を基準とすることになる。当時の資料では、本事業の目的(アウトカム)として、“松花

江の水質改善”を掲げ、それを達成することで、“流域住民の健康・生活環境の改善”を目指すとしている。この文言を文字通り解釈すると、“松花江本流全体の水質改善”を目的としているものと読めるが、松花江(全長約 2,308km)・遼河(全長約 1,390km)の規模と本事業の規模を比較すると、この解釈は現実的ではない³。このため本評価調査では、計画時に想定していた事業目的は“松花江・遼河のうち、サブプロジェクトの下流域の水系・河川の改善”をとらえ、有効性～インパクトは以下の構成と考えた。

- 1) サブプロジェクトの運用・効果指標から測れる、直接的な効果
 - 2) サブプロジェクトの処理水の排出先となる近隣河川・水系の水質の変化
- 上記 1)と 2)を有効性(アウトカム)、これらの水系の近隣住民の生活環境・健康改善を、プロジェクトのインパクトとして位置づける。

しかしながら、上記解釈に基づき目標を捉えた場合でも、依然として本事業の目標設定としては乖離があると考える。サブプロジェクト下流域の、松花江の 1 支流だけを取り上げて、数百キロにおよぶ長大な河川であり、本事業による水質改善の効果を測る上では依然として過大な対象と言える。また計画時の資料では、どの地点における水質データを対象とし、どの程度の改善を目標とするのかなど、具体的な目標設定についての言及も少ない。

本事業の目標設定では、規模、水質に影響を及ぼす様々な要因等を考慮し、サブプロジェクトの直接的な効果を目指し、あるいはより直接的な効果が想定される近隣水系の断面データを対象とする、河川・水系の水質改善はより上位の目標として位置づけるなどの整理をすべきであったと考えられる。

(2) サブプロジェクト選定の妥当性

本事業では、3 件のサブプロジェクトについて、キャンセル・内容変更・完成後稼働停止等、事業目的の達成に影響を及ぼす大きな変更が生じた。対象サブプロジェクトと変更の詳細・理由は以下の通り。

• 2-1：吉林鉄合金工場汚水処理等汚染対策事業

設備が稼働開始後 4 年で撤去された。原因は、工場の生産規模の拡大に伴い、汚水処理設備の拡張の必要性が生じたため。

• 2-2：吉林ニッケル工場排水処理等汚染対策事業

円借款事業としての実施はキャンセルされ、後に中国政府の自己資金で実施された

• 2-3：吉林製紙工場排水処理等汚染対策事業

事業完成後、工場が稼働停止となった。これは完成後間もなく、実施主体となる吉

³ 仮に事業がすべて計画通りの効果を達成した場合でも、処理する汚水量は省全体発生量の 2 割強、COD の削減量は、9%弱にとどまる。

林紙業股分有限公司が実質倒産に陥ったため、現在も生産停止状態が続いている。このため現状については確認が出来なかった。

これら3件に生じた変更は、当時の経済環境や市場環境の変化の影響が大きいと考えられる。当時の中国では国有企業の民営化等、急激な環境変化が起こりやすい状況であった。こういった時期において市況の影響を受けやすく、実施主体の安定性が見通せないサブプロジェクトを対象とするべきであったのかどうか、仮に対象とする場合、持続性を確保するような事前取り組みなど、サブプロジェクト選定の妥当性について、計画時により慎重な検証が必要であった可能性がある。なお以上2点については、今後の類似事業の実施に向けて改善が必要な点と考えるが、以下の理由からレーティングには反映させていない。

- 本事業計画時(1998年頃)は、計画時から事前評価や指標、目標値の設定などを厳格に実施することが制度上も要求されていなかった。
- 本事業のような、サブプロジェクト群で構成される事業は一種のセクターローンとも解釈できるため、個別サブプロジェクトについての厳密な審査は実務上困難であった。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

審査時、日本政府の中国向け援助政策の指針として位置づけられていた「国別援助方針(中国)」では、大気汚染をはじめとする公害対策や自然環境保全を重要課題の一つとしている。これを受けて、環境分野は援助の重点4分野の一つとされ、省エネルギー、廃棄物リサイクル、煤煙処理、排煙脱硫等の大気汚染防止、下水道等の水質汚濁防止対策について支援をすすめることが定められていた。本事業はこれらの方針に合致するものといえる。

本事業の実施は審査時及び事後評価時ともに、開発ニーズ、開発政策と十分に合致しており、事業実施の妥当性は高い。

3.2 効率性(レーティング : b)

3.2.1 アウトプット

本事業は複数のサブプロジェクトによって構成されている。全体的な傾向として、類型1の都市下水事業のように公益性が高い事業については良好なアウトプットが確認できた一方、妥当性の項で述べたように、類型2のような企業を対象とした汚染対策事業については、企業自体の経営状況等の影響を受けやすく、結果としてアウトプットが現存しない事業も発生している(アウトプットの詳細は別添1を参照)。

(1) 類型 1：都市下水事業

都市下水事業は、これまで河川に未処理のまま各世帯から排出されていた生活污水を処理する設備として、吉林省内の主要都市に整備された。その構成はほぼ共通しており、水処理施設、汚泥処理施設、管渠、ポンプ場である。設備は概ね計画通りに整備され、事業の目的達成に影響を及ぼすような大きな変更は生じていない。

1-3：長春都市下水事業については、管渠総長、ポンプ場のキャンセル等の変更が生じた。これは当初予定していた近隣のハイテク産業開発区の汚水処理について、産業開発区内の汚水処理施設が整備されることになったため、対象から外れたためである。その結果、産業開発区までをつなぐ管渠、ポンプ場の敷設が不要となった。



図 2 松原汚水処理場



図 3 長春汚水処理場

(2) 類型 2：工場汚水処理事業

この類型の主な事業内容は、主に製鉄や製紙工場などの生産過程において発生する汚水の処理設備や、アルカリ回収設備等の設置などである。アウトプットについては、1件がキャンセル、1件が設備整備後に撤去、1件が企業倒産による稼働停止と、対象サブプロジェクトは現時点で存在・稼働していない。

- 1) 2-1：吉林鉄合金工場汚水処理等汚染対策事業については、ガス洗浄水の処理設備が取り壊しとなった。これは工場の生産設備の拡張が当初の想定より大きく進み、当初借款で導入された設備の規模では、汚水処理の需要増加に対応できなくなったためである。現在は、実施機関の自己資金で汚水処理設備が設置されている。本事業によって整備設備のうち、現存するのは循環電気炉の排水処理設備のみである。
- 2) 2-2：吉林ニッケル工場排水処理等汚染対策事業については、事業実施前に、中国側の自己資金での建設へと変更された。
- 3) 2-3：吉林製紙工場排水処理等汚染対策事業については、2007年に実施主体が実質倒産しており、事後評価時点でも現地調査を行うことが不可能であった。吉林省環

環境保護庁では、ほぼ計画通りの設備が導入されたと回答しているが、現在の設備の状態、帰属については確認ができなかった。

この類型は、市況や経営環境によって、工場・設備の運営が大きく左右される面が多く、稼働停止や設備撤去に至った大きな要因と考えられる。

(3) 類型 3：その他

この類型は、吉林省環境保護庁の水質モニタリング能力強化を目的としており、長春市に設置されるコントロールセンターと、吉林市や松原市等周辺都市に設置される末端ステーションとを結ぶ、水質の自動モニタリングシステムから構成される。末端ステーションには水質自動サンプリング装置やデータ通信設備が整備され、中央ステーションがこれらのデータ収集・分析にあたる。なお、環境保護庁の業務範囲拡大に伴い、当初計画した水質モニタリングに加え、大気・生態環境モニタリングに関する計器・設備の導入が必要となったため、追加調達が発生している。



図 4 ガスクロマトグラフ



図 5 携帯用モニタリング設備

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業期間

本事業は、複数のサブプロジェクトで構成されるという性質を考慮し⁴、事業期間の評価、レーティングについては、サブプロジェクトごとの開始～完了までの期間(月数)を計画・実績それぞれで積み上げ、その総計の計画比率をサブレーティングを点数化して算出、その全体の平均点を全体のレーティング対象として評価した(詳細別添 2 を参照)。これらの計算の結果、レーティングの平均点は 1.57 点となり、計画比で若干の増加となった(50%以上~80%未満)。

⁴ 複数のサブプロジェクトで構成される本事業の場合、通常の事業全体の開始～完了をレーティングの基準とする方法では、1事業の大幅な遅延が全体のレーティングを左右し、実態と乖離したレーティングになる可能性があるため。

大幅に工期が延びたサブプロジェクトについて、遅延理由はそれぞれ以下の通り。

1-1: 吉林都市下水処理事業: 2003-04年にかけて発生した重症急性呼吸器症候群(SARS)の影響による、工事の中断、内貨資金調達の遅れが主に影響した。

1-2: 松原都市汚水処理事業: 2003-04年にかけて発生した SARS の影響による、工事の中断、内貨資金調達の遅れや、パイプライン敷設予定地の変更、松原市近郊の松花江で発生した洪水による工事中断等も影響した。

2-1: 吉林鉄合金工場汚水処理等汚染対策事業: 中国政府内部での審査・承認手続きの遅れにより、土木工事の着工が 2002 年後半までずれ込んだため。

3-1: 吉林省環境モニタリング事業: 内貨資金手当ての遅れや、F/S、予備設計等の変更・遅延に伴う設備調達の 2 分割実施等が影響した。

3.2.2.2 事業費

総事業費は 281 億 7600 万円(うち円借款部分 128 億円)の計画に対して、実際は 250 億 3100 万円(うち円借款部分 123 億 6800 万円)と計画を下回った。これは主に 2-2: 吉林ニッケル対策事業のキャンセルによる影響や、倒産した 2-3: 吉林製紙工場の内貨分が確認不能のため、計上されていないことによるものである⁵。その他のサブプロジェクトについては、概ね計画比で 5%前後の変動にとどまり、ほぼ計画通り実施された。なお 3-1: 松花江流域環境モニタリング事業については、上述したアウトプットの追加に伴い、調達機材が増加し、事業費も約 20%程度増加した。

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: b)

3.3.1 定量的効果

妥当性の項で述べたように、本事業の有効性は以下のステップで分析を行う。

- (1) 各サブプロジェクトの運用・効果指標の分析
- (2) 各サブプロジェクトが接続する近隣の河川・水系の水質の変化

3.3.1.1 運用・効果指標

- (1) 事業全体効果の計画・実績

汚水処理事業の稼働状況を測る指標としては、運用指標として、汚水処理量や処理人口、効果指標としては汚染物質の除去量・除去率などがある。本評価では、水質の汚染

⁵ 上述の通り、倒産したサブプロジェクトについては事実関係が確認できていないため、レーティングに際しては、計画・実績ともに対象から除外して評価した。

状況の評価に一般に用いられる BOD⁶、COD、SS⁷といった指標を対象として収集した。下表は類型 1 及び 2 のサブプロジェクト 6 件の削減効果の総和を汚染物質別に計画・実績比を示したものである。

表 1 主要指標の計画・実績比

	全体		
	計画	実績	計画比
汚水処理量(万トン/日)	63	38	61%
参考: 処理対象人口(万人)	198	242	122%
COD 除去量(トン/年)	61,605	43,119	70%
COD 除去率(%)	64%	86%	136%
BOD 除去量(トン/年)	39,374	24,281	62%
BOD 除去率(%)	86%	91%	106%
SS 除去量(トン/年)	59,614	25,736	43%
SS 除去率(%)	88%	94%	107%

出所：各実施機関の質問票への回答を元に作成

注 1：汚染物質の除去率は、各処理場の汚水流入時の水質と、処理済み水の水質とを比較して算出したもので、各処理場の平均値を集計して算出した。

注 2：COD/BOD/SS の除去率については、類型 2：工場汚水処理事業についてはデータが確認できなかったため、類型 1：都市汚水事業のデータのみを対象として評価した。

類型別の傾向として、類型 1：都市汚水事業については、汚水処理量が計画値で 60%にとどまっているものの、COD、BOD の除去率(入水濃度、出水濃度との比較)は、いずれも計画値を達成しており、汚染物質除去に関する機能は良好である。汚水の処理量はその時々の需要や経済環境、都市計画等様々な要因が影響する。現状では汚水処理量の実績は計画比 6 割にとどまるものの、汚染物質の除去に関する機能は順調であり、サブプロジェクトレベルで見た場合、本類型の稼働状況、有効性は概ね高いと評価できる。

一方類型 2：工場汚水処理事業については、実施された 2 サブプロジェクトはいずれも現在稼働しておらず、また整備後数年で稼働停止になった点を踏まえると、有効であったとは評価できない（類型別の具体的な数値は別添 3 を参照のこと）。

類型 1 及び類型 2 を総合して分析すると、プロジェクト全体の中でより大きな比率、

⁶ BOD(Biochemical Oxygen Demand)=生物化学的酸素要求量。

水の汚濁指標として用いられ、特に工場排水等の規制項目の一つとして重要。微生物が水中の有機物を分解するときに消費する酸素量として表され、この値が大きいほど、水の汚れの度合いが高い。

⁷ SS(suspended solid)=浮遊物質水中に懸濁している不溶解性の粒子状物質のことで、粘土鉱物に由来する微粒子や、動植物プランクトンおよびその死骸、下水・工場排水などに由来する有機物や金属の沈澱などが含まれる。

規模を占める類型 1：都市汚水処理事業については、汚水処理量こそ計画比で 6 割にとどまるが、汚染物質の除去状況は概ね良好であると評価できる。ただし類型 2 のサブプロジェクトはいずれも稼働停止状態にあり、総合的な稼働状況の評価は、中程度と考えられる。

(2) サブプロジェクトの運用状況(詳細は別添 3 を参照のこと)

1) 類型 1：都市下水事業

汚水処理場の稼働状況は、5 件中 3 件で汚水処理量が計画比で 50%にとどまっている。稼働状況が比較的低い処理場の概況は以下の通り。

1. 1-3：長春都市下水汚染対策事業

対象地区は中国最大の自動車メーカー、第一汽車集団の本拠で、区内 50 万人の生活汚水の処理ニーズも高い。平均処理量は 7.4 万 t となっているが、これは当初処理を予定していた産業開発区の汚水処理を、新設された南郊汚水処理場(15 万 t)が担当することになったためである。現在の最大日処理量は 9 万 t で、そのほとんどが自動車工場区の汚水である。

2. 1-4：長春双陽区都市下水汚染対策事業

計画時処理量 2.5 万 t に対し、現在の処理量は 1.1～1.2 万 t と半分にとどまる。これは都市計画の変更により、対象地区の開発優先度が低くなったことで需要が伸び悩んだためである。今後も大きな需要の伸びについての見通しはなく、この水準で推移するとみられる。ただし地区唯一の汚水処理場であり、汚水処理のニーズ自体は高い。

3. 1-5：遼源都市下水汚染対策事業

一部地域で下水管が整備されていないことに加え、そもそも給水量自体が恒常的に不足しているため、汚水の発生量も相対的に低くなっている。但し汚水処理の需要自体は現状で 6.5 万 t/日、今後 10 万 t/日まで増加の見込み。これは現在整備中の楊木ダムが完成すれば給水量が増加し、且つ汚水処理の下水管整備も省の第十二次五カ年計画で実施される予定となっており、今後は処理量の増加が見込まれる。

2) 類型 2：工場汚水処理事業

効率性の項で述べたように、この類型の事業のうち、現時点で稼働しているものは存在しない。2-1：吉林鉄合金工場汚水処理等汚染対策事業については、工場関係者によれば、約 4 年間の稼働実績があり、その間は概ね計画通りの機能を果たしていたとしている。現在は工場の生産規模の拡大に対応する排水処理設備が設置されており、

汚水処理は適切に行われている⁸。

3) 類型3：モニタリング能力強化事業

本類型に関しては、事業の性格上、定量的な指標を設定することは難しい。モニタリングセンター責任者への聞き取り調査によると、モニタリング設備の設置により、汚水処理場のオンラインモニタリングや精度の高い水質測定が可能となったこと⁹、携帯用機器の導入によって、汚染源への立ち入り検査の頻度、精度が高まったこと、先端機器の導入により、職員の技術能力が向上したことなどを効果として挙げている。

(3) 近隣河川・水系の水質改善状況

本事業の目的は、サブプロジェクトの実施を通じた、近隣の河川の水質改善にある。下表は、サブプロジェクトとの関係性が一定程度推定可能な、近隣の河川と、採用したモニタリング断面の一覧である。ただし、例えば 1-1：吉林市都市下水事業の場合、対象は松花江本流であり、河川の水質の変化には本事業以外にも多様な要因が関わっている。河川の規模を考慮すると、本事業がこれらの変化にどの程度影響しているか、正確な測定は困難であるため、一定の推測をもって評価を行った。また一部については、吉林省環境保護庁から、データの提供を得られなかったため、評価の対象外とした。

表 2 類型1の各サブプロジェクトと近隣河川の一覧

	サブプロジェクト	流入先の水系	採用断面データの名称
1-1	吉林市都市下水汚染対策事業	松花江本流	吉林長春松花江村
1-2	松原市都市下水処理事業	松花江本流	吉林白城白沙灘
1-3	長春都市下水汚染対策事業	松花江支流：伊通河、 新開河	伊通河水質データ
1-4	長春双陽区都市下水汚染対策事業	松花江支流：飲馬河	飲馬河水質データ
1-5	遼源都市下水汚染対策事業	遼河支流：東遼河	該当データなし

⁸ 2007年の吉林市環境公報によると、吉林鉄合金工場のCOD排出量は年間49mg/lで、基準内に収まっている。

⁹ 類型1の下水処理場は、すべて環境保護局とオンラインで接続されており、定期的に水質の変動が記録・送信されている。これらの記録を元に、環境保護庁による訪問検査等も実施されている。現地調査時にモニタリング記録を確認したところ、書面、データとも保管状況は良好であった。



図 6 吉林污水处理場近郊の松花江



図 7 污水处理場の放出口

以下はサブプロジェクト 1-1 及び 1-2 と関係する松花江の断面の水質データである。年によって数値の変動は見られるが、傾向としては改善しているとは言えず、大きな変化は見られない。サブプロジェクト 1-3 及び 1-4 が関係する、長春市の水質(伊通河、飲馬河)については、定量的な統計データは開示されなかったが、長春市環境公報によれば、2007 年時点の伊通河、飲馬河の水質は、上流地域を除き、国家地表水環境質基準 IV~V 類にとどまり、2008 年も改善は見られていないことが報告されている。

表 3 サブプロジェクト 1-1 及び 1-2 の近隣河川の水質

		2006	2007	2008	2009	2010
1. 吉林長春松花江村	COD(mg/l)	4.4	4.2	3.6	2.9	4.0
	DO ¹⁰ (mg/l)	6.9	7.4	6.9	7.3	7.2
	国家基準 ¹¹	III	III	IV	II	III
		2006	2007	2008	2009	2010
2. 吉林白城白沙灘	COD(mg/l)	3.8	5.5	4.1	3.4	6.7
	DO(mg/l)	10.1	9.6	11.3	11.0	8.5
	国家基準	V	III	V	III	IV

出所：吉林省環境保護庁

このように、本事業の目的である、“近隣河川の水質改善”については、明確な傾向

¹⁰ 溶存酸素量(DO= Dissolved Oxygen)のことで、大気中から水に溶け込んでいる酸素(O₂)の量を指す。数値が大きいほど良好で、水中の好気性微生物の活動に影響する。一般に、悪臭が発生しないためには、DOが2mg/l以上、魚介類が生存するためには、3mg/l以上が必要とされる。(出所：横浜市環境創造局ホームページ)

¹¹ この国家地表水環境質基準は2002年に改訂されており、COD濃度等の基準が計画時のものより基準が緩和されているため、単純比較はできない。事業目的では、水質を国家地表水水質基準でIII類への改善を目指していたとあるが、旧基準のIII類(15mg/l以下)は、現行基準のII類に相当する

は現れていない。この背景としては、以下のような点があげられる。

- 1) 近隣河川とはいえ、その河川総長は 100km に及ぶものも存在する。サブプロジェクトは流域から流入するすべての汚水を対象とはしていないため、本事業が処理できない汚水の影響によって、直接的な効果が確認できない
- 2) 下表は長春市全体の発生量について比較したものだが、この 2 年間だけを見ても、汚水量は増加している。

表 4 長春市の汚水発生量の推移

(単位：万トン)

年	工業排水		生活污水		総計	
	排出量	基準達成量*	排出量	基準達成量	排出量	基準達成量
2007	4,223	4,015	10,211	8,182	14,434	12,197
2008	5,377	5,126	11,523	10,461	16,901	15,587
増加率(%)	127%	128%	113%	128%	117%	128%

出所：2008 年長春市環境公報

注：基準達成量とは、処理場で処理され、国の汚染源別の排水水質基準を満たした排水を指す。

このように流域全体の汚水発生量が増加するなかでは、本事業による効果は、水質の改善ではなく、“水質悪化の抑制”という視点から評価することが必要である。

本事業の場合、事業規模と目標とする河川の水質改善との間に影響を及ぼす外部要因が多数存在するため、正確な評価は困難である。一方で、サブプロジェクトの稼働状況は、現在稼働していないサブプロジェクトがあるものの、稼働中のプロジェクトは所在地における汚水処理施設として大きな役割を果たしており、汚染物質の除去機能もほぼ計画通り維持されている。「対象水系の汚染物質の除去、水質悪化の抑制」という目的達成状況は良好であり、概ね計画通りの水質改善を実現している。すなわち、もし本事業が実施されていなかった場合、河川の水質汚染は一層深刻化していたと考えられ、本事業は、河川の水質汚染の悪化を抑制という視点からみれば、一定の効果をあげていると言える。

3.3.1.2 内部収益率の分析結果

本事業の財務的内部収益率(FIRR)の再計算は、計画時に収益率が最も高いものと低いものについて実施した。これは、都市汚水の処理場は、その公益性の高さから料金が低く設定されており、収益性を想定した事業運営を行っていないため、FIRR の計算によって収益率を評価することの意義が相対的に低いためである。この計算結果は、サブプロジェクトの持続性と、借款返済を可能とする料金や維持管理費の水準の検討や、実施主体として改善すべき事項、政府として講じるべき措置などを検討するため

の材料とする。計算を行ったのは、1-1. 吉林都市下水汚染対策事業、1-2. 松原都市下水処理事業の2件である。計算結果は以下の通りで、それぞれIRRはマイナス(算出不能)、審査時より低い収益率という結果になった。これは、審査時に実施機関が予定した汚水処理料金設定が、他都市と比較してもそもそも高く、実際の料金はより低くなっていること¹²、一部汚水処理場は汚水処理量が計画比で6割にとどまるため、単位あたりの処理費用が高くなっていることなどが影響したものと考えられる。

表 5 財務的内部収益率(FIRR)の再計算

(1) 財務的内部収益率(FIRR) 松原汚水処理場 審査時 6.4% 吉林汚水処理場 審査時 4.72%	松原汚水処理場 事後評価時 1.35% 吉林汚水処理場 事後評価時算出不能
(2) 財務便益：汚水処理料金	(3) 財務費用 1) 初期投資 2) 維持管理費用

3.3.2 定性的効果

インパクトの項にて詳述する。

以上より、本事業の実施により一定の効果発現が見られ、有効性は中程度である。

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況（流域、対象住民の生活環境、健康の改善）

(1) 流域、対象住民の生活環境、健康の改善

本事業は、流域住民の水源となっている河川の水質改善を通じた、流域住民の生活環境・健康の改善を目的としている。生活環境・健康の改善については、そもそも定量的な指標設定が困難な上、水質改善と明確な関係性を把握することも困難である。このため本調査では、インパクト把握の手段として、流域住民への受益者調査を実施した。調査は対面式の聞き取り方式にて実施され、主に住民が近隣河川の水質の変化をどう評価しているか、またそれによって、悪臭等の生活上の問題が改善されたかどうか、といった点を主に調査した。調査はサブプロジェクトのうち、以下の3か所をサンプルとして選定、総計100名を対象として実施した。

¹² 例えば松原汚水処理場の処理料金は、計画時1.32元に対し、実績では約0.4~0.8元にとどまっている。

サブプロジェクト		サンプル数
1-3	長春都市下水汚染対策事業	22名(うち農家14名)
1-1	吉林都市下水汚染対策事業	48名(うち農・漁業従事者31名)
1-5	遼源都市下水汚染対策事業	30名(うち農家16名)
総計		100名

1) 水質の変化に対する評価

吉林市、遼源市については、水質が改善したと評価する意見が約6~8割と、比較的多い。回答者にその理由を聞いたところ、汚水処理場の整備を挙げる意見が約5割を占めており、汚水処理場の整備を評価する意見が一定程度存在した。このことは、本事業とその効果が住民の間でも一定程度認知されていることを示している。一方長春市については、改善を認める意見が4割にとどまった。これは対象地域が中国東北部でも最大の自動車生産の拠点であり、工業排水が依然として増加していること¹³が一因と考えられる。

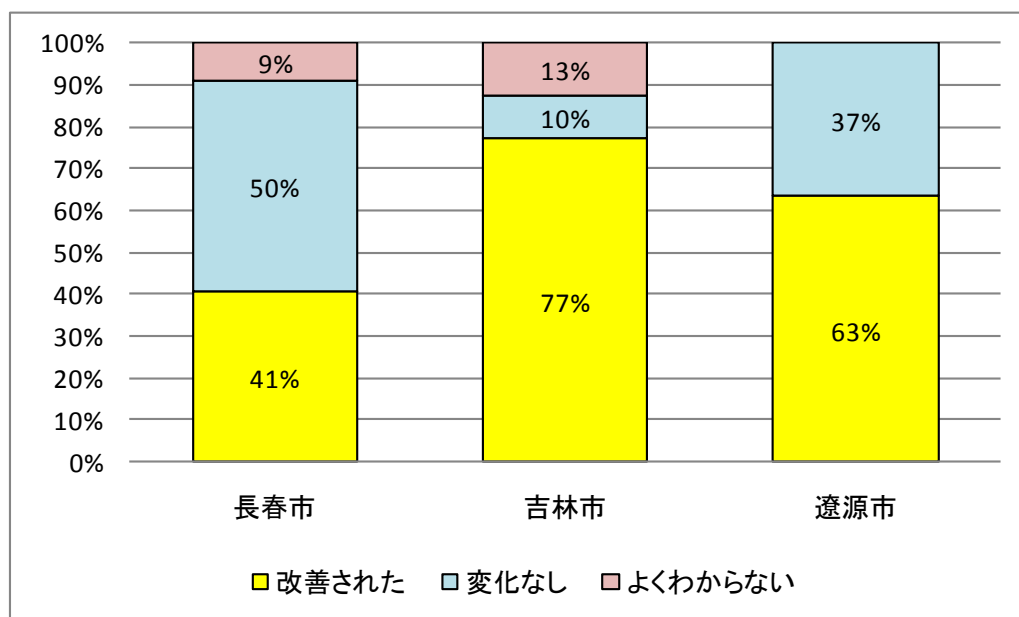


図 8 水質改善に関する受益者の評価

2) 生活環境の変化

農家向けの調査では、水質の変化が営農環境にどのような影響を与えたか、また漁業者には、水質の変化が漁獲量の増減をもたらしているかなどを質問した。彼らの回

¹³ 一部の住民は、自動車工場の部品洗浄に用いた排水が水面に浮き、悪臭や水面の悪化の原因となっていることを指摘している。

答をまとめると以下の通り。

1. 吉林市の漁業者、農家は、水質は数年前と比較して改善され、農業用の取水量が増加したことなどを評価している。
2. 遼源市の回答者によれば、水質の改善は認められるが、依然として河川の水を農業用水としては利用していない。対象地域で栽培する水稲は水質の影響もあり、生産性が低いといった問題を指摘している。
3. この他、吉林市の環境衛生員への調査では、河川の色や清潔さについては、5年ほど前と比較して、明らかに改善したという意見が聞かれた。



図 9 受益者調査の様子



図 10 遼源市 市街地

上記をもとに、本事業がもたらしたインパクトについて、以下のように評価する。

1. 以前と比較して、水質が改善されたと評価する人が平均して 6 割前後に上る。
2. そのうち 5 割程度の回答者は、污水处理場が改善に貢献したことを認識しており、最終受益者のレベルでも、本事業の効果は一定の評価を得ている。
3. 農漁業従事者の意見では、水質の変化と、事業環境との関係性について、以前と比べて劇的な変化は見られないものの、一定程度の改善を評価している。

省全体の経済発展に伴い、新規汚染源となる工場の建設や、住民の生活污水量の増加などが生じ、汚水の処理需要は増加している。そのような背景下で、一定程度の水質改善を認める意見が出たことを考慮すると、本事業を含めた、省の水質改善に向けた取り組みに一定の効果が表れていることを示している。

3.4.2 その他、正負のインパクト

本事業では事業実施過程において、下水処理場の建設用地の取得、また吉林都市下水汚染対策事業については、75 戸の住民移転等が実施された。これらの用地取得は土地法、都市計画法に基づき適法に実施されたことを確認済みであり、特段の問題は見られなかった。

サブプロジェクトのほとんど、特に汚水処理場は都市の居住区からは離れており、処理過程における騒音・悪臭等の問題は生じていないものと判断できる。

本事業が住民の生活環境改善においてどの程度の効果をもたらしたか、正確に評価することは困難である。一方で、住民の意識として、河川の水質改善と、汚水処理場の効果を評価する意見も少なからず聞かれた。このことから、本事業は経済発展・工業化が進展し、水質の汚染源が増加する吉林省において、水質の改善を通じて、住民の生活環境の悪化を抑制することに一定の貢献をしているものと考えられる。

3.5 持続性(レーティング：b)

本事業は通常の借款事業と異なり、事業全体を統括する、吉林省環境保護庁と、サブプロジェクトの実施主体の総体を実施機関として定義する。持続性の評価は、まず環境保護局及び各実施主体の持続性についての個別評価を行い、それをまとめる形で総合評価を行った¹⁴。

なおサブプロジェクトのうち、類型 2：工場汚水対策事業については、一旦アウトプットが出されたものの、その後、効率性で述べた状況のとおり、稼働しているサブプロジェクトが存在しないため、現時点での事業としての持続性は認められなかったものと評価する。

3.5.1 運営・維持管理の体制

(1) 吉林省環境保護庁(監督機関)

吉林省環境保護庁では、サブプロジェクトから常に協力を得られる関係を構築している。汚水処理場は、排出口に自動の水質モニタリング装置が設置され、そこでのモニタリングデータは、自動的に環境保護局の水質汚染コントロールセンターで集計される体制が整備されている。また法的に抜き打ち検査を行う権限も有し、実際に不定期に検査を行使しており、監督機関として適切な体制が整備されていると言える。

(2) サブプロジェクト実施主体

各汚水処理場は、すべて国有企業として運営されており、組織構造も共通性が高い。いずれも親会社である各市の排水処理会社の管理下で、汚水処理場の運営にあたっている。これらのサブプロジェクトについては、民営化等の予定もなく、当面、公的機関としての位置づけには変更がないと考えられる。

3.5.2 運営・維持管理の技術

(1) 吉林省環境保護庁(監督機関)

¹⁴ 但し、評価対象となる機関が多数にわたるため、通常の事後評価よりも、評価の手順は簡略化し、持続性を評価する上で重要な点に絞った調査を行った

サブプロジェクトの監督機関として、概ね適切な人員配置がなされていると評価できる。モニタリングの実務にあたる観測局には、技術者約 40 名を含む 86 名が所属する。観測局は中国国家実験室認可委員会の認証を受けており、監督業務を行うのに必要な技術水準を満たしているものと考えられる。ただし観測局へのインタビューでは、吉林省全体を監督する上で、遠隔地のモニタリング、立ち入り検査などの人員が不足しており、今後の課題としている。

(2) サブプロジェクト実施主体

現地調査に同行した中国の環境改善事業専門家の所見では、導入設備・技術の習熟度合いは適切で、運営上の技術水準は高いと評価している。これまでの稼働状況から判断しても、技術能力は適切な水準にあると考えられる。各污水处理場でのインタビューでも、水質モニタリングの記録は適切に管理されており、処理フローの説明、日常業務の状況に関する把握度・説明も適切であった。いずれの処理場も運営業務に関する技術・要求水準の共通化が図られており、問題は見られなかった。



図 11 松原污水处理場の中央制御室



図 12 長春市污水处理場の污水处理工程

3.5.3 運営・維持管理の財務

(1) 吉林省環境保護庁(監督機関)

吉林省環境保護庁については、監督機関であり、サブプロジェクトの財務上の持続性には直接かわらないため、評価対象外とした。

(2) サブプロジェクト実施主体

污水处理場の運営は 100% 国有企業が担当しており、その運営資金はすべて省政府の財政支出によって賄われている。各サブプロジェクトへの聞き取り調査でも、運営上必要な規模の財政支出が確保されており、概ね問題ないとの回答が確認できた。

ただし 2-1：吉林都市下水汚染対策事業については、污水处理料金の基準が低く設定されており、事業単体で見た場合の収支バランスの低さが課題とされている。しか

しながら、基本的に収支バランスと運営費用とが連動するような財務構造にはなっていないため、財務上の大きな課題はないと考えられる。

3.5.4 運営・維持管理の状況

汚水処理場の多くは概ね良好な状態にある。一部事業について、下記のような設備の問題が指摘されているが、汚水処理の機能を損なうような、深刻な問題は生じていない。

- (1) 1-5：遼源都市下水汚染対策事業について、沈殿槽のポンプの目詰まりが恒常的に生じているが、輸入機器であり、且つ保証期間が終了したあとは、適切な対応が取られていない。ただし汚水処理機能への影響はないとの回答があった。同行した現地専門家の見解もそれを支持しており、また実際の運営記録からも、現時点で問題が発生していないことが確認された。
- (2) 2-3：吉林製紙工場排水処理等汚染対策事業については、現時点でも設備の所在、帰属について明確な回答が得られておらず、現状を確認することが不可能な状態にある。製紙工場はすでに実質倒産の状態にあり、数年間にわたって稼働停止状態にあることから、今後改めて活用される可能性は極めて低いと考えられる。

以上より、本事業の維持管理は、一部サブプロジェクトの体制の問題があり、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

本事業は水質汚染が深刻な吉林省において、汚水処理場の整備を通じて水質の改善を図るものであり、依然として汚染が深刻化する同省に置いて、その重要性は引き続き高い。一方で、事業目的の設定、サブプロジェクトの選定のあり方等について、改善の余地があったと考えられる。

整備された都市下水事業は、各都市の汚水処理の中心的な役割を果たしており、計画された機能を発揮している。一方で、工場汚水処理事業については、設備の撤去や倒産による稼働停止など、期待された効果が発現していない部分も見られた。現存する都市下水事業については、稼働状況、運営体制共に問題は見られず、今後も適切な運営がなされるものと期待される。

以上より、本事業の評価は（C）概ね高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

- (1) 本評価に当たっては、サブプロジェクトとの関連性が高い近隣水系の観測断面にお

ける水質データなど、評価においても重要なデータが未整備、あるいは非開示とされている。これらのデータは単に評価業務上の必要性だけではなく、環境改善の取り組みを促進する上で、広く共有すべきと考え、その整備や公開について積極的に取り組むべきである。

(2) 現在まで稼働しているサブプロジェクトは、いずれも都市の汚水処理場である。これらのサブプロジェクトについてはニーズも高く、運営状況も概ね良好な状態にある。汚水処理という基幹インフラとしての公益性の高さや、各地方政府からの支援姿勢が明確であること、経済環境の影響を受けにくいことなどから、今後の持続性についても大きな懸念は見られない。今後の継続的なモニタリングの必要性は高くないと考えられる。

4.2.2 JICA への提言

特になし。

4.3 教訓

(1) キャンセル、稼働停止等に至ったサブプロジェクトは、いずれも企業を実施主体としており、企業の規模や業態から、当時の中国における国有企業の民営化等、急激な環境変化の影響を受けやすい状況にあったと考えられる。複数のサブプロジェクトからなるプログラム型の事業形成では、事前にすべてのサブプロジェクトレベルの詳細や、その外部環境等について、詳細な審査・検討を徹底することは困難となる。今回のように、市況の影響を受けやすい実施体を事業対象とする場合、事業実施中の変更等に応じてサブプロジェクトの調整が可能となるような事業設計と、実施段階における柔軟な対応が必要とされる。

(2) 本事業は吉林省松花河流域の水質改善という、非常に大きな事業目的を掲げているが、事業規模等と比較して過大な目標設定と考えられる。開発成果の適切な把握、評価の上では、より事業との関連性が明確な、成果を確認しうるレベルでの目標設定を審査時に行う必要がある。またサブプロジェクトの選定にあたっては、目標との関連性をより強く意識した選定基準を策定し、その基準に基づく審査、検討を徹底することが必要と考えられる。

以上

主要計画／実績比較

項目	計画	実績
①アウトプット		
類型1：都市下水事業		
1-1 吉林都市下水事業		
汚水処理量	300,000m ³ /日	300,000 m ³ /日
下水管	28.8km	28.8km
1-2 松原都市下水事業		
汚水処理量	50,000 m ³ /日	50,000 m ³ /日
下水管	40km	40km
1-3 長春都市下水事業		
汚水処理量	150,000 m ³ /日	150,000 m ³ /日
下水管	79km	22km
1-4 長春双陽区下水事業		
汚水処理量	25,000 m ³ /日	25,000 m ³ /日
下水管	26km	27km
1-5 遼源都市下水事業		
汚水処理量	100,000 m ³ /日	100,000 m ³ /日
下水管	26km	26km
類型2：工場汚染源対策		
2-1 吉林鉄合金工場		
工場ガス洗浄水処理	汚水処理設備 1 件	計画通り。但し現在は撤去
場内循環水設備	スラグ排水処理 1 件	
吉林ニッケル対策	尾鉱排水処理、	
鉍石洗浄工程の排水処理	選鉱排水処理等 4 件	キャンセル
2-2 吉林製紙対策		
アルカリ回収工程改良	緑泥回収設備設置等	実施企業倒産のため、確認不能
漂白工程改良等	二酸化塩素製造装置	
排水処理設備	50,000 m ³ /日	
類型3：		
3-1 松花江流域モニタリング		
水質汚染コントロールセンター	長春市に設置。水質自動サンプリング装置の導入等	ほぼ計画通り。但し大気・生態環境モニタリン

設置 末端ステーション設置 第一ステーション 第二ステーション	吉林市、豊満ダム下流 200km 地点 松原市から 20km 地点	グ設備を追加調達
②期間	1998年12月～2002年6月 (43ヶ月)	1998年12月～2007年7 月(104ヶ月)
③事業費 外貨 内貨 合計 うち円借款分 換算レート	12,800百万円 15,376百万円 (961百万円) 28,176百万円 12,800百万円 1 元 = 16円 (1998年12月現在)	12,638百万円 12,393百万円 (877百万円) 25,031百万円 12,638百万円 1 元 = 14.13円 (1999年1月～2007年12 月加重平均)

別添 13.2.1 アウトプットの詳細表

類型 1：都市下水処理事業 アウトプット 計画／実績一覧

サブプロジェクト		計画	実績
1-1	吉林都市下水汚染対策事業 1. 汚水処理量 2. 下水管 3. ポンプ場	300,000 m ³ /日 28.8km 5ヶ所	300,000 m ³ /日 28.8km 5ヶ所
1-2	松原都市下水処理事業 1. 汚水処理量 2. 下水管 3. ポンプ場	50,000 m ³ /日 40km 2ヶ所	50,000 m ³ /日 40km 1ヶ所
1-3	長春都市下水汚染対策事業 1. 汚水処理量 2. 下水管 3. ポンプ場	150,000 m ³ /日 79km 1ヶ所	50,000 m ³ /日 22km キャンセル
1-4	長春双陽区都市下水汚染対策事業 1. 汚水処理量 2. 下水管	25,000 m ³ /日 26km	25,000 m ³ /日 27km
1-5	遼源都市下水汚染対策事業 1. 汚水処理量 2. 下水管 3. ポンプ場	100,000m ³ /日 26km 1ヶ所	100,000m ³ /日 26km 1ヶ所

類型 2：工場汚水処理事業 アウトプット 計画／実績一覧

サブプロジェクト		計画	実績
2-1	吉林鉄合金工場汚水処理等 汚染対策事業 1. 工場ガス洗浄水処理 2. 場内循環利用	処理設備 2件 工場スラグ排水処理 1件	計画通り整備。但し 現在は撤去済み。
2-2	吉林ニッケル工場排水処理 等汚染対策事業 鉍石洗浄工程の排水処理	尾鉍排水処理、選鉍排 水処理設備など4件	キャンセル
2-3	吉林製紙工場排水処理等汚 染対策事業 1. アルカリ回収工程改良 2. 漂泊工程改良 3. 排水処理設備	緑泥回収設備の設置、既 存浄化器の転換など 二酸化塩素製造装置の新 設 最大処理量 50,000m ³ /日	計画通り整備。但し 現在は倒産し、詳細 確認不能。

類型 3：モニタリング能力強化事業 アウトプット 計画／実績一覧

サブプロジェクト		計画	実績
3-1	吉林省環境モニタリング事 業 1. 水質汚染コントロール管 理センターの設置 2. 末端ステーション 第一ステーション 第二ステーション	長春市に設置 吉林市、豊満ダムか ら200km 下流地点 松原市から約 20km 地点	ほぼ計画通り ただし、大気・生 態環境モニタリン グ機器の追加調達 が発生

別添 2.3.2.2.1 事業期間 レーティング詳細(計画・実績は月数で表示)

サブプロジェクト		計画	実績	差異	点数
1-1	吉林都市下水汚染対策事業	43	104	242%	1
1-2	松原都市下水汚染対策事業	37	103	278%	1
1-3	長春都市下水汚染対策	35	45	129%	2
1-4	長春双陽区都市下水汚染対策事業	37	37	100%	3
1-5	遼源都市下水汚染対策事業	35	44	126%	2
2-1	吉林鉄合金工場汚水処理等汚染対策事業	25	55	220%	1
2-2	吉林ニッケル工場排水処理等汚染対策事業	25	0	0%	
2-3	吉林製紙工場排水処理等汚染対策事業	25	0	0%	
3-1	吉林省環境モニタリング事業	25	81	324%	1
合計		287	469	163%	11
					平均点 1.57

<レーティング算出の方法>

1. サブプロジェクトごとに計画、実績を比較、サブレーティングを行う（キャンセル、確認不能分を除く）
2. 上記サブレーティングの平均値を総合レーティングとする。
3. その際、小数点以下は以下の原則で採点する。
a: 80%(2.4)以上、b: 50%以上 80%未満（1.5 以上 2.4 未満）、c: 50%未満（1.5 未満）

本事業の場合、平均値は 1.57 点となったため、総合レーティングは 80%未満の b とした。

別添 3.3.3.1 定量的効果 サブプロジェクトの個別運用指標 計画／実績表

類型 1：都市下水事業の主要運用・効果指標 計画／実績一覧

サブプロジェクト		指標・計画値(1998年)	実績値 (2010年)
1-1	吉林都市下水汚染対策事業	1. 汚水処理量：30万t/日 2. 処理人口：87万人 3. 汚染物質除去量 CODcr:25,185t/年 BOD:16,425t/年 SS: 24,090t/年	1. 汚水処理量：20万t/日 2. 処理人口：108.5万人 3. 汚水物質除去量 CODcr:22,508t/年 BOD:14,966t/年 SS: 13,422t/年
1-2	松原都市下水処理事業	1. 汚水処理量：5万t/日 2. 処理人口 16万人 3. 汚染物質除去量 CODcr:1,825t/年 BOD5:2,373t/年 SS:4,015t/年	1. 汚水処理量：4.68万t/日 2. 処理人口 28.9万人 3. 汚染物質除去量 CODcr:4,422t/年(計画比：242%) BOD5:2,479t/年(計画比：104%) SS:1,985t/年(計画比：49%)
1-3	長春都市下水汚染対策事業	1. 汚水処理量：15万t/日 2. 処理人口 54.6万人 3. 汚染物質除去量 CODcr:12,045t/年 BOD5:8,760t/年 SS:11,498t/年	1. 汚水処理量：7.4万t/日(年平均) 2. 処理人口 51万人 3. 汚染物質除去量 CODcr:10,030t/年(計画比：83%) BOD5:3,943t/年(計画比：45%) SS:5,874t/年(計画比：51%)
1-4	長春双陽区都市下水汚染対策事業	1. 汚水処理量：2.5万t/日 2. 処理人口 8.2万人 3. 汚染物質除去量 COD:2,738t/年 BOD5:1,551t/年 SS: 1,734t/年	1. 汚水処理量：1.2万t/日 2. 処理人口 10万人 3. 汚染物質除去量 COD:1,445t/年(計画比：53%) BOD:588t/年(計画比：38%) SS: 729t/年(計画比：42%)
1-5	遼源都市下水汚染対策事業	1. 汚水処理量：10万t/日 2. 処理人口 32万人 3. 汚染物質除去量 COD:8,395t/年 BOD:6,205t/年 SS:8,213t/年	1. 汚水処理量：5.1万t/日 2. 処理人口 44万人 3. 汚染物質除去量 COD:4,714t/年(計画比 56%) BOD:2,305t/年(計画比 37%) SS: 3,726t/年(計画比 45%)

類型 2：工場汚染源対策事業の主要運用・効果指標

サブプロジェクト		指標・計画値(1998年)	実績値(2010年)
2-1	吉林鉄合金工場汚水処理等汚染対策事業	1.処理量：240 m ³ /時間 (ガス洗浄水処理) 2.処理量：600-1,200 m ³ /時間 (スラグ排水処理) 3.水の循環利用率 90% 4.SS: 7,000t/年 5.硫化物:5 t/年削減	現在、借款の設備は一部を除いて撤去されている。撤去前、稼働中の実績は以下の通り。 1.処理量：210 m ³ /時間 (ガス洗浄水処理) 2.処理量：600-1,200 m ³ /時間 (スラグ代替設備) 3.水の循環利用率 91% 4.SS 濃度:94%削減 5.排出浮遊物質:5,500 t/年削減
2-2	吉林ニッケル工場排水処理等汚染対策事業	1.水使用削減量 700 m ³ /日 2.ニッケル: 1t/年削減 3.鉄分: 1t/年削減 4.SS: 342t/年削減	キャンセル
2-3	吉林製紙工場排水処理等汚染対策事業	1.排水処理量 3.8 万 t/日 2.汚染物質削減量 CODcr:11,417t/年 BOD:4,060t/年 SS:3,064t/年	操業停止のため確認不能

別添 4 持続性評価のクライテリアと、サブレーティング一覧

(1) レーティングのクライテリア

監督機関	クライテリア
体制	<ul style="list-style-type: none"> ・サブプロジェクトの監督のための体制、人員の配置が適切に行われているか？ ・サブプロジェクト関係機関と常時連絡が取れる関係を築けているか？ ・環境関連条例、規定等に基づくモニタリング体制が整備されているか？
技術	<ul style="list-style-type: none"> ・環境保護局の人員配置、技術能力は事業監督を適切に行える水準に達しているか？
財務	<ul style="list-style-type: none"> ・上記活動を行う上で必要な財政確保はなされているか？
サブプロジェクト	クライテリア
体制	<ul style="list-style-type: none"> ・運営管理(の意思決定)の組織系統が整備されているか？ ・民営化の可能性はあるか？ある場合、事業存続に影響が出る可能性はあるか？
技術	<ul style="list-style-type: none"> ・維持管理のための要員数は適切な水準にあるか？ ・専門技術者等、設備の運営上の技術要件を満たす人員が配置されているか？ ・運営管理のための研修制度は整備されているか？また実際の研修実施状況はどうか？ ・運営マニュアルは整備され、実際に活用されているか？ ・点検整備の記録は適切に記録、管理されているか？
財務	<ul style="list-style-type: none"> ・収支のバランスが取れているか？ ・コストカバリーを考慮した料金徴収、体系が整備されているか？ ・赤字等が続いている場合、政府補助金等が適切に拠出され、適切な財務運営が実質的に確保されているか？
維持管理状況	<ul style="list-style-type: none"> ・設備の状態は計画された機能を発揮できる状態に保たれているか？ ・スペアパーツ等、メンテナンスのための環境が整備されているか？ ・定期的なメンテナンス活動は必要は活動をカバーできているか？ ・トラブル発生時の対応は適切に行われてきたか？

(2) サブレーティング一覧

	評価	組織	技術	財務	維持管理
監督機関：吉林省環境保護局	3	3	3		
吉林市	2.75	3	3	2	3
長春双陽区	3	3	3	3	3
都市下水 長春西郊	3	3	3	3	3
松原	3	3	3	3	3
遼源	2.75	3	3	3	2
汚染源工場 鉄合金	0	0	0	0	0
製紙工場	0	0	0	0	0
その他 環境モニタリング	3	3	3	3	3
総合	2.28				

<レーティング算出の方法>

1. サブプロジェクトごとに計画、実績を比較、サブレーティングを行う（キャンセル、確認不能分を除く）
2. 上記サブレーティングの平均値を総合レーティングとする。
3. その際、小数点以下は以下の原則で採点する。
 - a: 80%(2.4)以上、b: 50%以上 80%未満（1.5 以上 2.4 未満）、c: 50%未満（1.5 未満）