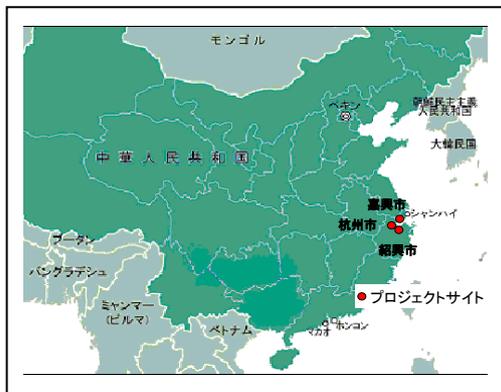


0. 要旨

中国政府は環境保全目標を達成するために、水質汚濁対策と都市環境対策を重点課題に位置づけ、様々な取り組みを進めている。本事業はその一環として、工業化と都市化が急速に進む浙江省杭州市、嘉興市、紹興市を対象に実施されたものである。杭州市と嘉興市は汚染が深刻な太湖の流域都市に、紹興市は歴史文化都市として全国重点観光都市にそれぞれ指定されており、下水集中処理施設を整備し、河川の水質を改善しようとする本事業の必要性、優先度はともに高かった。

杭州市污水处理場は市内経済開発区の処理場として、嘉興市污水处理場と紹興市污水处理場は市内唯一の処理場として、各都市の下水処理において大きな役割を果たしている。各処理場の設備稼働率はいずれも高く、処理水も基準を満たしており、市内河川の水質改善、近隣の住民の生活環境の改善に貢献している。各処理場の実施主体には、一部、財務的な課題があるものの、本事業の効果発現の持続性に影響を及ぼすものではない。以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

1. 案件の概要



案件位置図



紹興市污水处理場

1.1 事業の背景

中国では近年の急速な都市化、生活の向上に伴い、生活排水と工業用水が大幅に増える一方、下水道と工業排水処理施設の整備は遅れ、下水道普及率は26%（1997年）に留まっていた。中国政府は安全な水源を確保するために、水汚染が深刻な「三河三湖」（海河、遼河、淮河、太湖、巢湖、滇池）と七大河川¹を重点地域に指定するとともに、工場排水規制の強化と都市部の下水道整備を最重要課題とした。

¹松花江、遼河、海河、黄河、淮河、長江、珠江。

「三湖」の一つである太湖²の流域は長江水系南岸の最下流にある支流域で、流域面積は流入河川と流出河川を含む 3 万 6500 平方キロメートルに及ぶ。1980 年代以降、工業の急速な発展、農業の近代化、人口増加に伴い、富栄養化が進み、太湖水系でも水質汚濁が顕著となっていた。中国政府は「太湖水污染防治第 9 次五カ年計画・2010 年規画」を策定し、排出負荷が流入する可能性のある地域と、太湖の水環境に関係する流域都市において 2000 年までの汚染改善目標を設定した。浙江省³では、湖沼市、長興県、安吉県、徳清県、余杭市、臨安市が太湖影響圏に、杭州市と嘉興市が太湖流域都市にそれぞれ指定され、汚染物排出量の規制に向けた取り組みが実施されることになった。

審査当時、浙江省の下水排水量は 14 億立方メートル/年に達していたのに対し、下水処理能力は 4 億立方メートル/年にすぎなかった。杭州市、嘉興市、紹興市はいずれも河川の水質悪化が深刻であり、このうち省都杭州市と嘉興市は太湖流域の環境改善の観点から、紹興市は工場排水による汚染が深刻だったことから、早急に水質対策を実施することが求められていた。

1.2 事業概要

急速な工業化と都市化が進む浙江省の杭州市、嘉興市、紹興市においてそれぞれ下水処理施設を建設する 3 つのサブプロジェクトを実施することにより、市内河川と太湖の水質改善を図り、もって住民の生活環境の改善に寄与する。

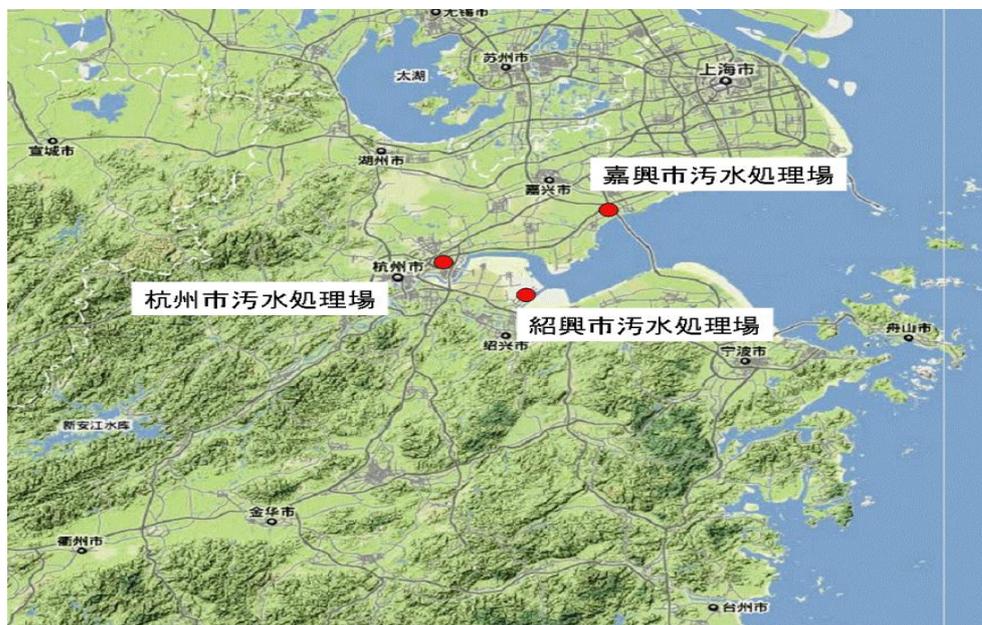


図 1 サブプロジェクト位置図

² 江蘇省南部と浙江省北部の境界にある湖。

³ 太湖流域面積の 33%、流域人口の 24%を占める。

円借款承諾額／実行額	11,256 百万円 / 11,204 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 0.75%、返済 40 年（うち据置 10 年）、 二国間タイド
借入人／実施機関 評価時実施主体	中華人民共和国政府／浙江省人民政府 杭州天創水務有限公司 嘉興市連合污水处理有限責任公司 紹興水处理發展有限公司
貸付完了	2007 年 7 月
本体契約	China Anneng Construction Corporation / China Construction Eighth Engineering Division, China Jiangsu Machinery & Equipment I/E Corp. (J/V) (以上、中華人民共和国)
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	フィージビリティ・スタディ 杭州市：上海市政工程設計研究院 1999 年 嘉興市：中国市政工程西北設計研究院／北京標旗 環境企業集団、1999 年 紹興市：吉林化学工業公司設計院、1999 年
関連事業	開発調査「太湖水環境管理計画調査」、 無償資金協力「日中友好環境保全センター設立計画」、その他 ⁴

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

岸野 優子（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：2010 年 11 月～2011 年 11 月

現地調査：2011 年 2 月 21 日～3 月 8 日、2011 年 5 月 30 日～6 月 2 日

2.3 評価の制約

事業目的である「河川水質の改善」の評価指標を一部入手することができなかつたため、一定の推測に基づく定性的な評価を行った。有効性の評価にあたっては、サブプロ

⁴ 世界銀行借款「浙江省都市開発計画」、ドイツ政府無償資金協力「杭州市污水处理場拡張工事」。

プロジェクトの稼働状況とともに市内河川の水質改善の度合をもって判断する方針だった。しかし、杭州市と紹興市では対象となる市内河川の水質データを入手することができなかった。そこで、次に述べる制約のもと、杭州市では公開データを用い、紹興市では質問票による受益者調査結果を用いて定性的評価を行うことにした。

- ・杭州市の公開データは広大な河川全体の平均データで、サブプロジェクトが対象としていない地域の生活・工場排水の影響や他の水質改善事業の影響を受けたものである。
- ・紹興市で実施した受益者調査のサンプル数は100人と小さく、調査から得られた結果の統計的精度は低い。

3. 評価結果（レーティング：A⁵）

3.1 妥当性（レーティング：③⁶）

3.1.1 開発政策との整合性

(1) 審査時の開発政策

中国政府は、「国家環境保護第9次五カ年計画及び2010年長期目標」において、水質・大気汚染対策と都市環境改善を最重要課題として、「環境汚染と生態系悪化を食い止め、一部都市と地区で環境を改善し、経済発展と環境保全、生態系保全のモデル都市と地区を整備する」ことを目標に掲げた。

「太湖流域水污染防治第9次五カ年計画・2010年規画」では、6つの重点汚染抑制区を指定し、各区における2000年までの汚染物質排出量の数値目標が設定された。これを達成するため、汚水処理場や工場排水処理の整備が実施されることになった。重点汚染抑制区のひとつ、浙西汚染抑制区には太湖流域都市として、本事業の対象都市である杭州市と嘉興市が含まれた。

浙江省の「浙江省太湖流域水汚染改善計画」では、2000年までに京杭大運河の水の透明化、嘉興市の河川水質の一ランク引き上げ、2010年までに太湖流域河川の水質を平均して国家地表水質基準II～III類⁷に改善することを目指した。浙江省開発計画でも、都市部と農村部の環境を改善するため、2000年までに下水処理率を40%、2010年までに60%以上とすることを目標とした。本事業はこれらの計画の中で実施されたものであり、政策との整合性は高い。

⁵ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」。

⁶ ③：「高い」、②「中程度」、①：「低い」。

⁷ 地表水環境水質基準 GB3838-1988 は、1988年に国家環境保護局（現国家環境保護部）が施行し、化学的酸素要求量など水質に関わる30の指標につきI-V類に分類している。I類からV類の順に水質が悪化する。化学的酸素要求量はI類・II類-15mg/l以下、III類-15mg/l、IV類-20mg/l、V類-25mg/lと定められている。なお、2002年に改定されたGB3838-2002では、I類・II類-15mg/l以下、III類-20mg/l、IV類-30mg/l、V類-40mg/lと、GB3838-1988よりも一部、緩和されている。

(2) 事後評価時の開発政策

国家環境保護第 11 次五カ年計画（2006-2010 年）では、化学的酸素要求量⁸（以下、COD という）とアンモニア窒素の排出総量を 2005 年比 5%減、3%減とすることや、都市污水处理率を 60%以上とすることなどが目標に掲げられ、水質汚染対策は引き続き重要視されている。

2007 年の「太湖流域水環境総合対策全体案」に基づき策定された「浙江省太湖流域水環境総合対策実施案」では、杭州市、嘉興市、湖州市の全域を「杭嘉湖地区」と定め、同実施案の対象地域に指定した。その中で、2012 年までに COD、アンモニア態窒素、総窒素、総磷の許容排出量を超えた部分を 2005 年比 50%削減し、太湖に流入する断面の水質をⅢ類に保ち、浙江省太湖流域全体の水環境を大きく改善することを目標に掲げた。都市部の污水处理施設については、2010 年までに脱窒・脱磷設備の設置を義務付け、都市の污水处理率を 2012 年までに 82%以上、2020 年までに 90%にすることを明記している。本事業は、国家と省の政策の中で重点分野とされる都市部の污水处理施設整備、水質改善に向けた取り組みであり、評価時点においても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 下水道整備のニーズ

審査当時、浙江省内では污水处理場のない地域が多く、各市、各県に污水处理場を建設することが緊急の課題だった。

杭州市では工業発展と人口増加に伴い、工業排水と生活排水が増加していた。審査当時、杭州市には四堡污水处理場しかなく、市区の 6 系統のうち 3 系統⁹の污水だけが処理され、残りの 3 系統¹⁰の污水は京杭大運河と銭塘江に排出されていた。河川の水質はⅤ類を超過し、下流の飲料水と農業・漁業に影響が出ていた。

嘉興市では下水集中処理施設がなく、生活排水は未処理のまま河川に放流され、工場の排水処理も不十分だった。1996 年時点で、市内 27 カ所のモニタリング断面のうち 12 カ所がⅤ類を超過し、水質の悪化が深刻化していた。

紹興市と紹興県では 1991 年以降、下水道とポンプ場が整備されてきたが、下水処理場はまだ建設されていなかった。工場排水は簡易処理された後、浙江省 8 大水系のひとつ曹娥江に流入し、生活排水は近隣の河川に排出された後、同じく曹娥江に流入していた。とりわけ工業排水による河川の有機汚染は激しく、曹娥江のモニタリング断面はⅢ～Ⅴ類と悪化していた。

⁸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。

⁹ 第 1、第 2、第 3。

¹⁰ 下沙、蔣村、濱江。

3.1.2.2 計画の妥当性¹¹

国際協力機構（JICA）審査時資料には、下水処理施設の建設により、市内河川と太湖の水質改善を図ることが事業目的として明記され、「市内河川」と「太湖」の水質改善が併記された形になっている。つまり、各サブプロジェクト実施により、杭州市・嘉興市・紹興市それぞれの市内の河川の水質改善を目指すと同時に、3サブプロジェクト実施によって太湖の水質を改善することが期待されていたと解釈することができる。しかし、後半にある「太湖の水質改善」を達成する道筋が明確ではなく、具体的目標も設定されておらず、事業目的設定と事業目標設定において妥当性に欠ける点がある。

(1) 事業目的設定の妥当性

中国政府は、太湖流域水汚染改善計画における「太湖水質改善」という上位目標と国家環境保護計画における「都市部の汚水処理場の整備」という計画に基づき、日本政府に支援を要請した。対象都市には、浙江省内で大規模の下水処理施設を必要とする都市として、太湖流域都市でもある湖州市、余杭市、杭州市、嘉興市と、太湖流域都市ではないが、工業排水による河川の汚染が激しく、下水道整備の緊急性が高い紹興市の5都市を挙げた。日本政府による審査の結果、効率性の観点から湖州市と余杭市を除く3都市が選定され、3つのサブプロジェクトからなる本事業が形成された。太湖水質に影響を与える可能性のある太湖影響圏の都市である湖州市、余杭市が除外されたものの、「太湖の水質改善」を残したままとされた。本事業が中国政府の水環境改善の全体計画に寄与するものとして実施されたことは確かだが、複数のサブプロジェクトからなる円借款事業を実施することにより、具体的に何を達成しようとするのか、より現実的で適切な目的設定が必要だったと考えられる。

本評価調査では「太湖の水質改善」が事業目的に掲げられた理由を明らかにすることはできなかったが、本事業実施が「太湖の水質改善」に結びつくとは考えにくく、事業目的は「市内河川の水質改善」に留めておくべきだったといえる。実施機関や嘉興市政府によれば、太湖の下流域に位置する杭州市と嘉興市の河川は、太湖から杭州湾への排水路にあたり、太湖の水質へ影響を及ぼすことはほとんどないという¹²。また、紹興市の河川も太湖の水質に影響を与えることがないのが現実である。

(2) 事業目標設定の妥当性

現在の JICA 事業では、セクター支援のような形で複数のサブプロジェクトを実施す

¹¹ 本件の審査当時にはロジカル・フレームワークに基づく厳格な事業目標や指標による目標設定は求められていなかったことや、両国の間で事業の役割に対する認識が異なるという事情もあるため、本項は妥当性のレーティング対象からはずした。

¹² 嘉興市水利局によれば、太湖流域洪水対策のひとつに、増水期（4～9月）に嘉興市河川の水を太湖の方向へ一時的にポンプで戻す方法がある。しかし、少なくともここ10年間は実施されていないということだった。

る場合、各サブプロジェクトの効果を可能な限り定量的に把握する必要があるとされ、事業レベルであれば目標を数値指標で明確に示すことが求められている。当時の審査ではそこまでの目標設定を求められていなかったこともあって、本事業では「市内河川の水質改善」の具体的な事業目標や数値目標がない。実施機関からの聞き取りによれば、審査時に河川の水質改善に関して日本側と中国側で具体的に協議したことはないとしており、審査時の計画策定に問題があったと考えられる。各市の環境局は、円借款事業として河川水質改善状況を定期的にモニタリングすることはなかったし、本事後評価でも嘉興市を除いて河川水質データを提供することはなかった。その結果、2つのサブプロジェクトの効果を定量的に評価することはできなかった。河川水質改善事業の場合には、対象河川、モニタリング断面、数値目標を明確にし、関係者間で合意しておくことが必要である。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

対中経済協力計画では、「環境や生態系の保全、内陸部の民生向上や社会開発、人材育成、制度作り、技術移転などを中心とする分野をより重視する」との方針のもと、「環境問題など地球的規模の問題に対処するための協力」を最重要課題に位置づけた。国別業務実施方針では下水道整備等を通じた支援を打ち出している。

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

3.2 効率性（レーティング：②）

3.2.1 アウトプット

各サブプロジェクトとも汚水処理場建設はほぼ計画通り実施された。下水管とポンプ場建設については、嘉興市汚水処理場と紹興市汚水処理場で変更が生じたが、これは、実施状況の変化に適切に対応したものと判断される。

嘉興市汚水処理場では、下水管が計画の110キロメートルから136.76キロメートルに、ポンプ場が15カ所から18カ所になった。アウトプットの拡大は、各県・区政府による末端污水管網の整備が遅れ、取水範囲が限定されていたこと、本事業で建設された第二ポンプ場の送水能力が不足していたことに対応するためだった¹³。アウトプット拡大の結果、処理区面積は40.3平方キロメートルから1,869.2平方キロメートルへ、污水集水・送水能力は30万トン/日から60万トン/日へ拡大し、設備稼働率も大幅に上昇した。污水集水・送水能力の増大は、新たに2期工事（流入量30万トン/日）を実施して嘉興市汚水処理場の処理能力を倍増させることになった。

紹興市汚水処理場では、下水管渠とポンプ場の建設が円借款事業の対象から外され、

¹³ 2007年3月に実施された円借款中間監理評価の結果、事業効果を促進するため、嘉興市が対応を始めていた污水管網とポンプ場の追加整備事業を円借款承諾額の枠内で実施することが承認された。

紹興県政府事業として実施された。2001年11月、具体的実施機関¹⁴が紹興県排水有限公司と紹興水処理発展有限公司に分割されたことが背景にある。紹興県排水有限公司が下水管とポンプ場を、紹興水処理発展有限公司が汚水処理場を担当することになり、汚水処理場建設だけが円借款の対象になった。

後述のように、嘉興市汚水処理場のアウトプット拡大が、事業期間の延長、事業費の増加につながった。しかし、汚水処理施設建設事業と末端污水管網整備事業とを連携させながら、地域の取水面積を拡大し、処理施設の稼働率を大幅に向上させたことは、河川水質改善という本事業の目的にかなうものであり、評価される。



図2 生物反応池（杭州市汚水処理場）



図3 酸化溝（嘉興市汚水処理場）

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

総事業費は、当初計画の330億8100万円¹⁵（うち外貨112億5600万円）に対し、実績は359億6700万円（うち円借款112億400万円、その他の外貨10億円）で計画を若干上回ったが（計画比109%）、その理由はアウトプットの増加による妥当なものであった。アウトプットの拡大や縮小を勘案した¹⁶計画比は、杭州市汚水処理場92%、嘉興市汚水処理場88%¹⁷、紹興市汚水処理場111%となり、事業全体では94%だった。

3.2.2.2 事業期間

本事業の全体期間は2000年3月～2003年12月（46カ月）の計画に対し、実績は2000年3月～2010年1月（119カ月）で計画を大幅に上回り（計画比259%）、アウトプッ

¹⁴ 紹興県給排水工程管理处。

¹⁵ JICA 審査時資料では総額330億7600万円と記載されているが、内訳の合計値を用いた。

¹⁶ 嘉興市汚水処理場—追加で実施された下水管渠、ポンプ場建設にかかる事業費（計画額）を当初計画額に追加して実績と比較。紹興市汚水処理場—取り止めとなった下水管渠、ポンプ場建設にかかる事業費を当初計画額から差し引き実績と比較。

¹⁷ 当初計画されていたアウトプットには11,877百万円（外貨1,426百万円、内貨746百万円）計画比90%が費やされた。アウトプットの拡大部分に関しては、計画6,927百万円に対し、実績5,883百万円（外貨3,452.67百万円、内貨173.41百万円）で計画比85%だった。

トの増減に見合わないものであった。サブプロジェクト別では、杭州市汚水処理場が計画通り、嘉興市汚水処理場が計画比 290%¹⁸、紹興市汚水処理場が計画比 219%で、平均は 203%だった。

嘉興市汚水処理場では、アウトプットの追加工事が決定されるまでに 33 カ月要したこと、追加工事そのものはほぼ計画通りだったが、47 カ月を要したことも工期延長につながった¹⁹。紹興市汚水処理場では竣工検査が 2004 年 11 月に延びたことが原因で、正式には 2002 年 6 月に運転が開始され、事業効果には影響はない。

以上より、本事業は事業費についてはほぼ計画通りだったものの、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：③）

3.3.1 定量的効果

事業目的には下水処理施設の建設により「市内河川と太湖の水質改善」を図ることが挙げられている。妥当性の項で述べたとおり、「太湖の水質改善」の部分については事業実施との明らかな因果関係が認められないことから、有効性の評価は、(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の効果が影響する河川・水系の水質の改善の分析の二段階で行う。

3.3.1.1 サブプロジェクトの運用効果指標

下水処理設備が十分に運用されているかどうかをみる指標に汚水処理量²⁰と設備稼働率²¹がある。効果指標には水質汚濁を示す代表的な指標である COD、生物化学的酸素要求量²²（以下、BOD という）、浮遊物質²³（以下、SS という）の年間除去量を用いた。

(1) 下水処理能力の向上（汚水処理量と設備稼働率）

下表に示すとおり、2010 年の 3 サブプロジェクトを合わせた日当たり汚水処理量は 85 万 9600 トンとほぼ計画通りで、設備は十分に運用されている。各処理場とも汚水量の増加に伴い、1 期工事の円借款事業に続き、2 期工事あるいは 3 期工事を実施し、段

¹⁸ 嘉興市の下水管渠とポンプ場は下水処理場の II 期工事の完成を待って同時に竣工検査を受けることになっている。今回の評価では 2010 年 1 月の試運転開始を事業完成とみなした。なお、追加工事を含めない当初計画分のアウトプットは計画比 188%。

¹⁹ 追加工事の工期の計画/実績は以下のとおりほぼ計画どおり実施された。

計画 2006 年 2 月～2009 年 6 月

実績 2006 年 2 月～2009 年 12 月（検収は 2010 年 1 月 工期 47 カ月）

²⁰ 下水処理場が受け入れ処理する量。

²¹ 日平均処理量／設備能力。

²² 水の汚濁指標で特に工場排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。

²³ 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とその死骸、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。

階的に処理能力を拡大している。評価時の処理能力は、杭州市汚水処理場 60 万トン/日²⁴、嘉興市汚水処理場 45 万トン/日²⁵、紹興市汚水処理場 90 万トン/日。さらに杭州市汚水処理場では 2012 年までに 120 万トン/日、嘉興市汚水処理場では 2011 年末までに 60 万トン/日へと拡大し、今後の汚水量増加に対応する計画である。

表 1 各サブプロジェクトの汚水処理量

(単位：万トン/日)

	汚水処理量 (2010年)		
	計画	実績	計画比
杭州市汚水処理場	30	26.2	87%
嘉興市汚水処理場	30	29.76	99%
紹興市汚水処理場	30	30	100%
合計	90	85.96	96%

出所：杭州天創水務有限公司、嘉興市連合汚水処理有限責任公司、紹興水処理発展有限公司

設備稼働率は、図 4 のとおり、運転開始年から順調に上昇し、2010 年は杭州市汚水処理場が 87.3%、嘉興市汚水処理場が 99.2%、紹興市汚水処理場が 100%といずれもフル稼働している。このように設備稼働率が 2~3 年の間に大きく伸びたのは、末端污水管網の整備や各家庭との接続が順調に行われたためである。杭州市や紹興市では事業実施前に污水管網がある程度整備されていたことや、杭州市については 1992 年に完成した四堡汚水処理場での経験が生かされたことがその要因である。嘉興市では污水管網がなかったため、処理場建設と同時に污水管網の建設を開始した。資金不足による污水管網建設の遅延やポンプの能力不足により、処理場試運転開始時 (2003 年) には 39%と低い稼働率を示したが、アウトプットを拡大し、これらを整備したことによって、2006 年 76%、2007 年 83%、2008 年 89%、2009 年 97%と徐々に改善した。

²⁴ 2010 年の杭州市汚水処理場全体の汚水処理量は 50.1 万トン/日。

²⁵ 1 期工事 (円借款事業) 30 万トン/日と 2 期工事 30 万トン/日の半分の 15 万トン/日の合計。2 期工事の残り 15 万トン/日分は 2011 年末に完成予定。

(単位：%)

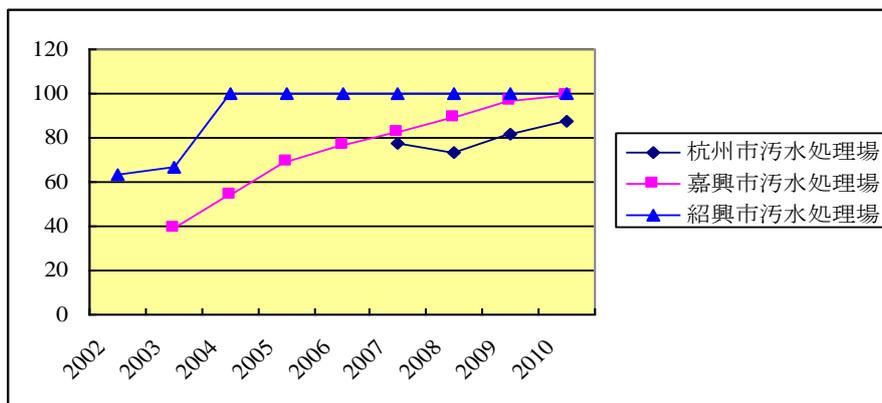


図4 各污水处理場の設備稼働率

出所：杭州天創水務有限公司、嘉興市連合污水处理有限責任公司、紹興水处理發展有限公司
注：円借款で整備された施設だけを対象としたデータである。杭州市污水处理場の2003～2006年データ（杭州市排水總公司）は入手不可だった。

(2) 汚染物質除去量

本事業実施によって、水質汚濁の原因となる汚染物質がどの程度除去されたか2010年の実績を確認したところ、表2～4のとおり杭州市污水处理場のBODを除いた全てで計画を上回った。これは各污水处理場の流入水質が計画時の想定よりも悪化し、嘉興市污水处理場と紹興市污水处理場では追加措置を講じて汚染物質除去能力を高めた結果である。

嘉興市污水处理場では、2003年、嘉興市長の指示によって新たに捺染工場の多い秀洲区の污水を処理するようになった。処理場への流入水質は悪化し、処理水も基準を満たせなくなったため、円借款により酸化溝ばっ気設備を追加し、汚染物質の除去率を強化した。その結果、汚染物質除去量が計画よりも増加した。

紹興市污水处理場でもCOD150%、BOD123%、SS381%と大きく計画を上回る。計画段階では污水サンプルとして4000～5000トンを採取し、流入する想定汚染物質濃度を設定した。しかし、実際の流入水質はこれよりも悪く、年々悪化傾向にあったため、2005年に自己資金で一次沈殿池を増設し、除去率を高めた。さらに、紹興市では2008年以降、COD100 mg/L以下を努力目標に挙げられたことから、2011年に一次沈殿池と二次沈殿池に加薬システムを追加し、処理水質を改善する措置をとった。

表2 杭州市污水处理場の汚染物質除去量

	計画 (1999)	実績 (2010)	計画比
COD除去量 (トン/年)	30,660	45,319	148%
BOD除去量 (トン/年)	18,615	18,036	97%
SS除去量 (トン/年)	24,090	26,939	112%

出所：杭州天創水務有限公司

表 3 嘉興市污水处理場の汚染物質除去量

	計画 (1999)	実績 (2010)	計画比
COD除去量 (トン/年)	30,660	35,185	115%
BOD除去量 (トン/年)	14,345	14,591	102%
SS除去量 (トン/年)	12,812	26,256	205%

出所：嘉興市連合污水处理有限責任公司

表 4 紹興市污水处理場の汚染物質除去量

	計画 (1999)	実績 (2010)	計画比
COD除去量 (トン/年)	89,790	135,123	150%
BOD除去量 (トン/年)	48,180	59,281	123%
SS除去量 (トン/年)	21,900	83,439	381%

出所：紹興水处理發展有限公司

(3) 放流水の水質

各サブプロジェクトの 2010 年の放流水の水質は全て基準を満たしている。杭州市污水处理場では、審査時の放流水質の基準は「污水総合排出基準」GB8978-1996 二級 (COD120 mg/L、BOD30 mg/L、SS35 mg/L) だったが、ほどなく基準が強化されることがあらかじめわかっていたため、計画の中で新基準に合わせた処理技術を選定するとともに、磷や窒素の除去プロセスも取り入れた。嘉興市污水处理場では、上述のとおり、流入水の水質が悪化したため、2006～2007年まで基準値を満たすことができなかった。2008年に処理場の流入水基準が設定されたことを受けて、工場の排水処理が強化されて流入水質が改善したこと、処理場では酸化溝ばっ気設備を追加設置し汚染物質の除去率を高めたことにより、2008年以降、基準を満たすようになった。

紹興市污水处理場では、上述の 2011 年の追加措置によって、紹興市の COD 努力目標値をも達成する見込みである。また、近い将来「紡織工業排水基準」²⁶が強化されることが決定されており、そのための措置を検討しているところである。今後、処理水質がさらに改善されることが期待される。

表 5 各污水处理場の放流水基準と実績 (2010 年)

(単位：mg/L)

	杭州市污水处理場		嘉興市污水处理場		紹興市污水处理場	
	基準	実績	基準	実績	基準	実績
	GB18918-2002 一級B	2010年	GB8978-1996 二級	2010年	GB4287-1992 二級	2010年
COD	60	43.1	120	95.82	180	113
BOD	20	7.4	30	19.85	40	9.62
SS	25	8.3	30	18.2	100	32

出所：杭州天創水務有限公司、嘉興市連合污水处理有限責任公司、紹興水处理發展有限公司
注：GB18918-2002 - 「都市污水处理場汚染排出基準」、GB8978-1996 - 「污水総合排出基準」、GB4287-1992 - 「紡織工業排水基準」

²⁶ GB4287-2008 : BOD25mg/L、COD100 mg/L、SS70 mg/L、アンモニア窒素 15 mg/L、TP mg/L。

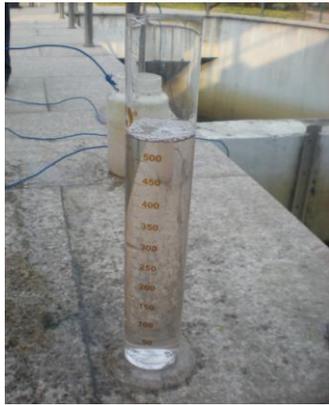


図5 処理水（杭州市污水处理場）



図6 処理前（右）と処理後（左）
（嘉興市污水处理場）

3.3.1.2 水質汚濁の改善

水質改善の評価にあたっては、事業実施前の対象地域の未処理汚水の排水状況から各サブプロジェクト実施効果が及ぶ河川を表6のとおり特定し、処理水放流地点と下流付近のモニタリング断面の水質データの入手を試みた。

所管の杭州市環境局と紹興県環境局からデータを手に入れることができなかったため、杭州市污水处理場については浙江省環境状況公報の錢塘江水質データを参考情報として、水質悪化抑制の視点から評価を行った。錢塘江は延長距離 688 キロメートルに及ぶ大河であり、水質は本事業以外の多くの要因の影響を受けるため、公開されている錢塘江全体の水質データをもってサブプロジェクトの効果との関係を分析することは不可能だからである。紹興市污水处理場については受益者調査結果をもとに定性的評価を行った。

表6 各サブプロジェクトの対象河川

サブプロジェクト	対象河川	モニタリング断面
杭州市污水处理場	錢塘江	上閘口、七堡、智頭角、九号坝
嘉興市污水处理場	嘉興市内 27 河川	市内 64 カ所
紹興市污水处理場	曹娥江	東江閘、紅旗閘、新三江閘

注：嘉興市は長江デルタの中心地にあり、市内の河川は河川網を形成している。河川を特定することが困難であるため、主要河川水質（27 河川の平均）を対象とした。

(1) 杭州市

図7からは、錢塘江全体の水質に明らかな変化はみられない。2000～2009年の間に杭州市の人口は68万人増加し、GDPと工業生産額の年平均成長率はそれぞれ15.4%、18.6%と経済的にも大きく成長した。人口増加と経済成長が水質悪化の要因であることや、対象処理区が経済開発区で工場排水が7割を占めることを踏まえれば、本事業は錢塘江水質の悪化の抑制に貢献しているといえる。

(単位：%)

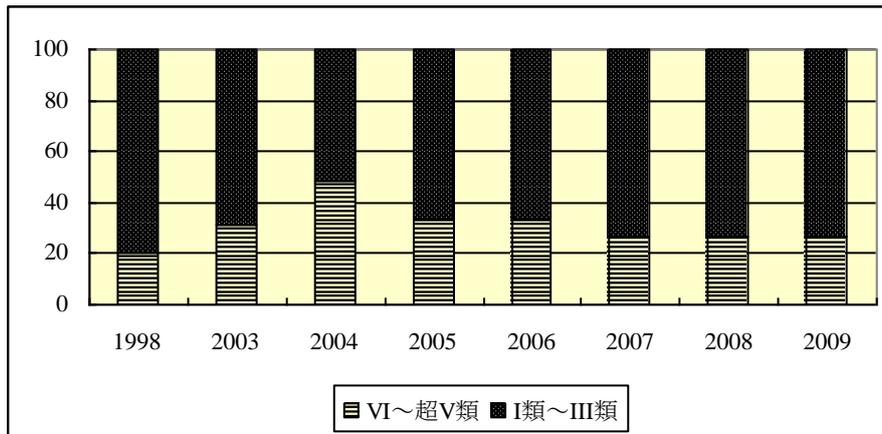


図7 钱塘江の水質の変化

出所：浙江省環境状況公報

(2) 嘉興市

図8のとおり、嘉興市内27河川64カ所のモニタリング断面のうち超V類が占める割合は2006年から徐々に下がりはじめ、2009年に激減した。嘉興污水处理場の処理区は市全体の約8割と高く、本事業の市内河川の水質への影響力は高いと考えられる。2006年以降の改善傾向は処理場の設備稼働率が徐々に高まった時期とも符合する。2009年には主要汚染企業で排水処理を強化したことによる効果もあって、多くのモニタリング断面で超V類からV類へと改善したと考えられる。

(単位：%)

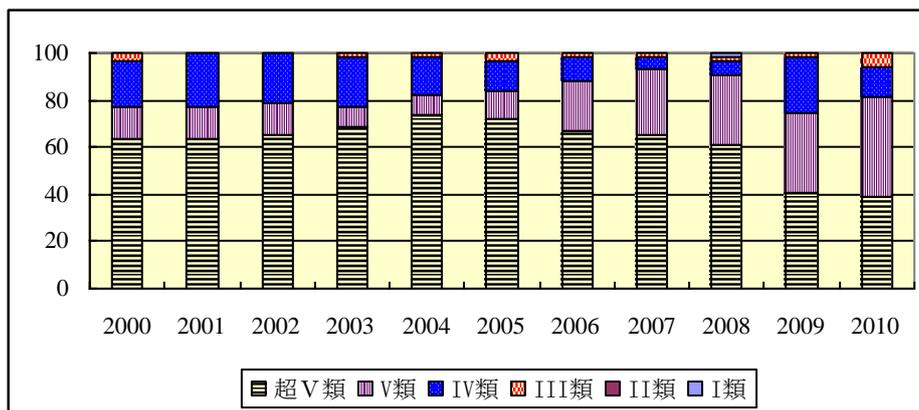


図8 嘉興市内河川モニタリング断面64カ所の水質

出所：嘉興市環境局

(3) 紹興市

紹興市内は環城河が旧市街区を取り囲み、その周辺に河川が網の目のように広がる。これらの河川は曹娥江に流入するため、市内河川網の水質は曹娥江の水質に影響を及ぼす。

本事業の効果を確認するため、環城河の内側にある旧市街区の住民 100 人を対象に事業実施前後の旧市街区河川と環城河の水質の変化について調査を実施した。その結果、75%が事業実施後、「非常に浄化した」あるいは「少し浄化した」と回答し、「あまり浄化していない」あるいは「浄化していない」と回答した者は 22%に留まり、本事業実施により、近隣河川の水質が改善したと認識している人が多いことがわかった。浄化した理由に「下水処理場の建設」、「工場排水の規制」、「下水道の整備」を挙げた人は 6 割程度と、本事業による効果が認められた結果になった。事業実施前後の河川の利用目的については、「景観・レクリエーション」、「水産養殖」、「烏篷船²⁷の使用」が増加し、逆に「工業用」、「どれにも利用できない汚水」が減少している。このことから、水質の改善に伴い、河川の用途が多様化していることがうかがえる。

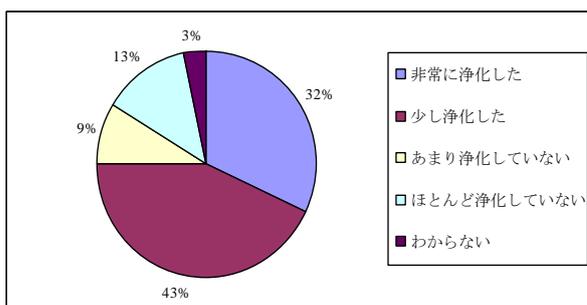


図 9 事業実施前後の河川の水質変化

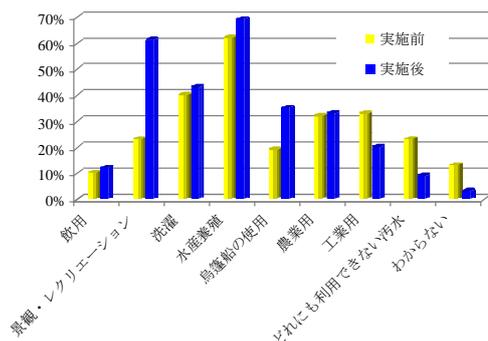


図 10 事業実施前後の河川の利用目的



図 11 内陸河川と烏篷船

実施主体でも、事業実施後、紹興市区と紹興県の汚水が処理されるようになっただけでなく、工場の閉鎖・合併が進み計画時の 500 社から 300 社に減り、工場排水の一次

²⁷ 紹興市の河川の交通機関で、黒い覆い付きの船。観光にも使われている。

処理も進んだため、曹娥江の水質は改善傾向にあると評価している²⁸。

3.3.1.2 内部収益率

審査時にプロジェクトライフ 20 年、下水処理収入を便益とし、建設費、下水処理費、維持管理費を費用として財務的内部収益率（FIRR）を計算した結果は、杭州市污水处理場 3.8%、嘉興市污水处理場 2.4%、紹興市污水处理場 6.3%だった。事後評価時にデータを入手できた嘉興市污水处理場と紹興市污水处理場について再計算したところ共にマイナスとなった。嘉興市污水处理場では事業費が大幅に増えたこと、維持管理費が 3 割増しとなったことが原因である。紹興市污水处理場では、実際の污水处理料金の設定が審査時想定よりも低いうえに、污水管網を管理している会社との収入分配比率が 6 割に設定されており、これが維持管理費を下回っていること、維持管理費が審査時の設定の 1.3 倍になったこと、税金が費用に含まれたことなどが影響した。

3.3.2 定性的効果

インパクトの項参照。

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 住民の生活環境の改善

本事業では、污水处理場整備により、住民の生活環境が改善されることが期待されていた。これを確認するために、3つのサブプロジェクトから紹興市污水处理場を選定し²⁹、質問票による受益者調査を実施した。調査地区は旧市街の魯迅旧居、八字橋、周恩来旧居、蔡元培旧居附近の区域、対象者は環状河内側の住民 100 人で、詳細は表 7 のとおり。サンプル数が少ないため、本受益者調査結果が受益者全体を代表するものではないが、受益地域では事業実施後、河川の水質が改善され、これに伴い生活環境が改善したと認識されている。

²⁸ 定量的データに基づく判断ではない。

²⁹ 紹興市污水处理場を選定したのは、3 サブプロジェクトの中で事業効果を確認するのに適した条件があったからである。杭州市は、市内に 4 つの処理場があり、放流先河川が同じ場合もあって、河川の水質改善が認められたとしても本事業の効果を確認することは困難である。嘉興市の場合、受益区が広大で河川網になっているため、調査地を特定することが難しい。これに対して、紹興市には本事業以外に污水处理場はない。また、市内には河川が至るところに広がっているが、市区の中心に環状河が流れ、その内側に古くから残る旧市街居住者地区が存在する。河川は住民にとって身近な存在であり、水質改善が生活環境の変化に結びつきやすい地域である。

表7 受益者調査対象者

性別	男	64%
	女	36%
年齢	20～29歳	21%
	30～39歳	36%
	40～49歳	30%
	50～59歳	9%
	60歳以上	4%

(1) 生活環境の変化について

事業実施後の河川の水質変化が「生活環境に好影響を及ぼした」と回答した者は81%にのぼった。具体的には「景観がよくなった」84%、「悪臭がなくなった」63%、「水辺を楽しめるようになった」60%だった。事業実施前後で比較すると、河川を利用している人は72%から90%に増え、特に河川沿いに散歩を楽しむ人が48%から83%へ増えた。河川の水質変化が生活環境以外にどのような影響をもたらしたかについては、86%が「衛生環境の改善」を挙げ、「地下水の汚染抑制」と回答した者も37%いた。このことから、河川の水質改善が直接、生活環境への変化に結びついていることがわかる。

(2) 下水管への接続による生活の変化について

事業実施前に家庭の排水管が下水管に接続されていなかった者は13%で、そのうち77%が下水管接続によって「家の周辺が衛生的になった」、62%が「家にトイレが設置された」、「家の周辺が雨水で洪水になることが減った」と回答した。「悪臭がなくなった」と回答した者も38%あった。下水管への接続に54%が「とても満足している」、46%が「概ね満足している」と回答した。事業実施によって新たに下水管に接続されたというケースは少数であるものの、これらに対する満足度は高く、生活にプラスの影響を与えたと判断できる。

(3) 水質改善対策に関する意識について

紹興市政府が水質改善対策を実施していることについて「知っている」あるいは「ある程度知っている」と回答した者は71%だった。その取り組みに満足している者は84%と、水質改善対策に対する認識、評価ともに高い。

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

すべてのサブプロジェクトで審査時に計画されていた悪臭対策、防音対策が取られており、現地調査でも特に問題は確認されなかった。嘉興市汚水処理場と紹興市汚水処理場は居住区から離れており、悪臭や騒音などの問題は発生していない。嘉興市汚水処理場では異臭の発生しやすい工場内の汚水貯蔵池全体に蓋を設けたり、バイオ脱臭などの

取り組みを実施したりするなどの追加措置も講じている。

汚泥処理については、杭州市汚水処理場では二次的な環境問題の有無は明らかではないが、計画通り、汚泥濃縮脱水機で脱水処理後、処理場に埋め立てられていることが確認された。嘉興市汚水処理場は 2009 年以降、紹興市汚水処理場は 2008 年以降、中国国内でも先進的な技術を利用することによって概ね 100%の汚泥の資源化、再利用を達成した。

嘉興市汚水処理場では、脱水後の汚泥約 400 トン/日を嘉興新嘉愛斯火力発電所にトラック輸送し、集中乾燥後、石炭と混ぜて焼却するという汚泥集中乾燥混合焼却方法により、無害化・資源化して再利用している。残渣はセメント企業に販売されている。現段階では汚泥の含水率は脱水方式によって 60%と 82%の 2 種類があり、含水率が高いほど再利用に係るコストも高くなる。このため、経済性が高く、安全性・信頼性をも確保できる汚泥処理方法を実現するよう努力が続けられている。この他、日本の自治体や民間企業による下水汚泥焼却灰燐回収技術を導入するための試みを実施しようとする動きもあったが、目処はたっていない。

紹興市汚水処理場では、脱水後、処理場内に溶出防止措置をとった土地に一時的に堆積する。埋立地の汚泥からの溶出液と流入した雨水は処理場で再処理され、放流される。脱水汚泥は、処理場近くの中環エネルギー発展有限公司で燃料として焼却され、残渣の一部はセメント材料として活用されている。



図 12 含水率 60%の汚泥
(嘉興市汚水処理場)



図 13 乾燥汚泥と石炭の混合
(嘉興新嘉愛斯火力発電所)

中国では 2009 年に国家環境保護基準である「都市汚水処理場の汚泥処理・処置技術規範」が公布され、汚泥の減量化、安定化、無害化及び総合利用を実現することが求められるようになった。しかしこのような汚泥処理を実現するためには、汚泥処理施設建設費、汚泥処理費、処理技術、汚泥処理規範・規則など多くの面で課題がある。そのよ

うな中、嘉興市汚水処理場や紹興市汚水処理場で開始した汚泥処理方法は、中国における汚泥乾燥焼却処置の一つのモデルとしても期待される。乾燥と焼却発電を組み合わせた合理的かつシンプルな方式で、必要とされる設備の数も少ない。維持管理は簡単で、再利用コストは1トン当たり100～120元と比較的低コストである。環境面でも粉塵や悪臭がなく、騒音も少ないというメリットを持つ。嘉興汚水処理場では、脱水汚泥の含水率の低下や他の再資源化方法も研究中であり、今後、中国の汚泥処理分野でも先進的な役割を果たしていくことが期待される。

(2) 住民移転・用地取得

杭州市汚水処理場では、計画通り44ヘクタールの用地が取得され、移転した住民は11世帯57人だった。実施機関によれば、移転手続きは中国の土地管理法に基づき適切に実施されたとのことである。嘉興市汚水処理場と紹興市汚水処理場では、アウトプットの増減に伴い、取得用地面積も変更になった。前者は計画21.9ヘクタールに対して実績30.96ヘクタール、後者は計画67.2ヘクタールに対して実績43.2ヘクタールだった。住民移転はいずれも発生していない。

以上のとおり、紹興市では汚水処理場施設の整備により、処理区の河川網の水質は改善され、それに伴い住民の生活も改善された。河川と住民の生活がどの程度密接に関わっているかにもよるが、少なくとも市内河川の水質改善が確認された嘉興市では同様のプラスのインパクトがあったと推測される。実施機関も本事業の実施は外資企業誘致を促し、全国環境都市、全国衛生都市、環境友好型都市を目指している嘉興市の都市建設に大いに貢献したと評価している。2009年の受益者数は176万人と推計され³⁰、事業全体としては一定のプラスのインパクトがあったといえる。

3.5 持続性（レーティング：③）

評価時点で実施機関や全体の体制には変更はないが、実施主体に変更が生じている。持続性の評価では、現在、運営・維持管理を担う実施主体を主たる対象とした。

3.5.1 運営・維持管理の体制

(1) 全体の体制

本事業の全体を統括する実施機関は浙江省人民政府で、3つのサブプロジェクトの運営・維持管理は、杭州市人民政府、嘉興市人民政府、紹興市人民政府の管轄のもと、各実施主体が行っている。浙江省人民政府の窓口は建設庁であり、財務庁が財政面のモニタリングを担当し、環境保護庁が環境面の監督機関となっている。ただし、環境保護庁は審査時から本事業に関わっているわけではないため、円借款事業監理として事業効果

³⁰ 各市の一人・日当たりの水使用量と本事業による日当たり生活用水汚水処理量から算出。杭州市汚水処理場49万人、嘉興市汚水処理場85万人、紹興市汚水処理場42万人。

や運営維持管理のモニタリングには関与していない。

(2) 各サブプロジェクトの実施主体

1) 杭州市污水处理場

2006年までの実施主体は杭州市排水総公司³¹だったが、同年、杭州市政府は、杭州市污水处理場の円借款部分を含む一部プラントを、それまで資産管理をしていた都市管理事務室から民間事業者へ譲渡することにした。国際入札の結果、天津創業環保集団株式有限公司がTOT（Transfer- Operate -Transfer）方式による25年間の特許経営権³²を得、杭州市城市建设投資集団有限公司との合弁で2006年4月、事業主体となる杭州天創水務有限公司を設立した³³。杭州市排水総公司是、下水道事業の公共的側面から管理機構として、杭州天創水務有限公司との間で下水処理サービス契約を締結し、下水道事業のモニタリングとコントロールを実施している。

杭州天創水務有限公司は、1事務所、4部門からなり100人を擁する。天津市で下水処理の実績をもつ上場会社、天津創業環保集団株式有限公司の子会社である。処理水のモニタリングはサンプル採取による測定と24時間自動オンライン水質検査装置でも測定され、省環境保護庁へ送付される。浙江省環境保護庁、杭州市環境保護局が定期・不定期に水質検査を実施しており、体制的に問題はない。

2) 嘉興市下水処理場

嘉興市污水处理場の実施主体は、1室、7部、1污水处理場の90人を擁する国有持ち株会社、嘉興市連合污水处理有限責任公司である。出資者は嘉興市水務投資集団有限公司³⁴、12県・区、南湖場源污水公司以比率は51%、47.64%、11.36%となっている。2010年2月には品質マネジメントシステム規格（ISO9001）と環境マネジメントシステム規格（ISO14001）を取得するなど、内部管理制度の充実化を図っている。

処理水のモニタリングは処理場内で実施されているほか、嘉興市環境保護局、浙江省環境保護庁、国家環境保護部が定期的・不定期で流入水・処理水の水質検査を実施している。自動オンライン水質検査装置では8項目を測定し、省環境保護庁に送られる仕組みになっている。

3) 紹興市下水処理場

審査時の実施主体は、紹興県給排水工程管理处が85%、県環境保護産業發展公司与県緑実業会社が15%出資する公有企業、紹興県環境保護發展有限公司だった。審査後

³¹ 杭州市城市建设投資集団有限公司が100%出資する国有企業で、下水処理に関する監理を行っている。杭州市内の四堡下水処理場の運営維持管理も担う。

³² 特別許可期間の25年間、污水处理場を運営し、特別許可期間終了後に正常運転を果たしている污水处理場を無償で都市管理事務局または指定機関に譲り渡す。

³³ 出資比率は7対3。

³⁴ 嘉興市国家資源管理委員会が100%出資した国有企業。

まもない 2001 年 11 月、紹興県給排水工程管理处が紹興県排水有限公司と紹興水処理発展有限公司に分割され、紹興水処理発展有限公司が汚水処理場の運営・維持管理を担当することになった。紹興市水務集团有限公司 (40%) と紹興県水務集团有限公司 (60%) が出資する合資株式会社で、16 部門 319 人を擁する。中国でも最大規模の下水処理場であり、2004 年には運営品質管理の面で全国トップ 10 の下水処理場として評価されるなど体制上の問題はない。

処理水のモニタリングは処理場内でサンプル採取後、測定し、紹興県環境保護局、紹興市環境保護局、紹興県水務集团公司、紹興市水務集团公司、浙江省建設庁へ報告される。このほか、紹興県環境保護局 (毎月)、紹興市環境保護局 (年 6 回)、浙江省環境保護庁 (年 4 回) が定期的・不定期で水質検査を実施している。

3.5.2 運営・維持管理の技術

杭州市汚水処理場では職員の多くは杭州市排水総公司から異動した経験者であり、維持管理部門 48 人のうち、約 7 割が技術専門員または技術作業員で、技術的な問題はない。嘉興市汚水処理場でも、業務従事年数平均 17 年と経験豊かな責任者の統括のもと、一定の技術レベルに到達した職員が維持管理作業を実施している。紹興市汚水処理では、維持管理部門 43 人のうち、技術資格保有者は 51%、業務従事年数は平均 11 年と比較的若手が多い。業務と職員の技術水準をマッチングさせるとともに、社内外の研修制度を充実させることで適切な維持管理を実施している。

このようにすべてのサブプロジェクトで運営維持管理の技術評価基準が設定され、その基準を満たした職員が配置されている。維持管理業務の習熟や技術力向上のための研修制度や評価制度が確立されており、問題はないと判断される。

3.5.3 運営・維持管理の財務

1) 杭州市汚水処理場

杭州天創水務有限公司の財務データは入手できなかったが、以下の理由により財務面での大きな問題はないと考えられる。杭州天創水務有限公司は国有企業である天津排水公司の拠出金を主な財源とし、不動産税、土地使用税などの優遇税制が適用されている。杭州市排水総公司と杭州天創水務有限公司の間で締結される下水処理サービス契約では、基準を満たした処理水に対して対価が支払われることになっている。契約単価は処理場の維持管理費をもと毎年査定される。評価時の 1 立方メートル当たりの維持管理費は 0.8 円で契約単価はこれを若干上回る。

借款は杭州天創水務有限公司から杭州市政府、浙江省政府を通じて返済される仕組みになっているが、円借款資金の流れとして、本サブプロジェクトの再転貸契約先は杭州市政府であり、債権は政府保証により保全される。

2) 嘉興市下水処理場

表 8 は嘉興市連合汚水処理有限責任会社の 2006～2009 年の財務指標である。売上高純利益率、総資本利益率ともにマイナスであり、2009 年の累積赤字は 1260 万元になる。立方メートル当たりの下水処理料金は家庭用 0.9 元、商業用 1.7 元、工業用 2～2.4 元と審査時計画と同程度、またはそれよりも高い水準に設定されている。しかし、汚水管網を管理している 12 の県・区の都市汚水管網会社との間で汚水集中処理に関する契約が締結されており、嘉興市連合汚水処理有限責任会社への収入分配は 7 割と決められている。これが運営コストを下回っていること、さらに管理費用と財務費用が売上高の 2 割以上を占めていることが、利益率マイナスの原因である。実施主体によれば、2011 年に下水処理料金を約 3 割値上げすることが予定されており、値上げ以降は赤字を回避できる見込みとのことである。コスト削減に向けた経営努力が実施されていることや、公共性の高い国有持ち株会社であることから、持続性に大きな支障はないと考えられるが、今後、注視していくことが必要である。

表 8 嘉興市水務投資集団有限公司の財務指標

	2006年	2007年	2008年	2009年
総資本利益率(%)	-0.7%	-1.8%	-2.7%	-0.7%
売上高粗利益率(%)	7.4%	6.0%	12.9%	12.3%
売上高純利益率(%)	-11.4%	-20.8%	-33.2%	-10.1%
総資本回転率(回)	0.06	0.09	0.08	0.07
流動比率(%)	550.3%	207.1%	112.7%	193.6%
自己資本比率(%)	43.6%	32.2%	23.5%	19.4%
キャッシュフロー(元)	94,151,214	148,538,720	178,065,484	267,201,855

出所：嘉興市水務投資集団有限公司

3) 紹興市下水処理場

紹興水処理発展有限公司の売上は年々伸びているものの、売上高純利益率は 2008 年以降マイナスが続く。2010 年の紹興市の立方メートル当たりの下水処理料金は家庭用 0.5 元、商業用 1.5 元、工業用 1.8 元と他市と比べて比較的低い水準にあること、下水管渠とポンプ場を運営管理する紹興県排水有限公司と紹興水処理発展有限公司の間の収入分配比率が 4 対 6 になっており、これが運営コストを下回っていること、管理費用と財務費用が嵩んでいることが主な理由である。自己資本比率は 18.5% (2010 年)、流動比率は 100% を下回っており、中長期的な安定性や支払い能力は低い。ただし、紹興市では下水処理料金が 2008 年 12 月に変更され、工業用はまもなく 3 元/m³まで引き上げられることが決まっていること、排水会社との分配比率が現在の 4 対 6 から 3.5 対 6.5 に変わる可能性があることなど、財務面でプラスの材料がある。下水処理の公共性を考えれば、本事業の持続性に大きな問題が生じるとは考えにくい。

政府は下水処理事業の健全化、黒字化を目指しており、政府による補填はなく、今後、

下水処理場内の業務効率化による維持管理費の低減が求められる。

表 9 紹興水処理発展有限公司の財務指標

	2007年	2008年	2009年	2010年
総資本利益率 (%)	0.5%	-2.6%	-1.3%	-3.4%
売上高粗利益率 (%)	15.9%	9.8%	19.3%	8.4%
売上高純利益率 (%)	1.7%	-13.3%	-5.5%	-12.4%
総資本回転率 (回)	0.29	0.19	0.23	0.28
流動比率 (%)	101.2%	88.6%	66.3%	74.4%
自己資本比率 (%)	19.6%	8.7%	7.5%	18.5%
キャッシュフロー (元)	69,941,668	78,494,686	83,883,925	N/A

出所：紹興水処理発展有限公司

3.5.4 運営・維持管理の状況

一部の施設で老朽化や腐蝕等の問題はみられるものの、保守・修理を強化するとともに、適切な更新計画が策定されており、大きな支障は出ていない。具体的実施機関はいずれも運営・維持管理の状況を良好と評価しており、施設視察でも適切に運営・維持管理していることが確認された。

以上のとおり、嘉興市下水処理場と紹興市下水処理場の実施主体は財務的に脆弱であるものの、評価時において改善要因があること、下水処理事業は公共性が高く、今後も公正に料金体制を見直していくことになっているため、持続性に大きな問題があるとまではいえない。体制、技術状況はともに問題はなく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

中国政府は環境保全目標を達成するために、水質汚濁対策と都市環境対策を重点課題に位置づけ、様々な取り組みを進めている。本事業はその一環として、工業化と都市化が急速に進む浙江省杭州市、嘉興市、紹興市を対象に実施されたものである。杭州市と嘉興市は汚染が深刻な太湖の流域都市に、紹興市は歴史文化都市として全国重点観光都市にそれぞれ指定されており、下水集中処理施設を整備し、河川の水質を改善しようとする本事業の必要性、優先度はともに高かった。

杭州市汚水処理場は市内経済開発区の処理場として、嘉興市汚水処理場と紹興市汚水処理場は市内唯一の処理場として、各都市の下水処理において大きな役割を果たしている。各処理場の設備稼働率はいずれも高く、処理水も基準を満たしており、市内河川の水質改善、近隣の住民の生活環境の改善に貢献している。各処理場の実施主体には、一部、財務的な課題があるものの、本事業の効果発現の持続性に影響を及ぼすものではない。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

JICA 事業管理では円借款事業完成後も管理の一環として継続的に事業効果のモニタリングを実施していくことが期待されている。これまでは実施機関に対して事業効果のモニタリングを正式に求めていなかったが、今後は各処理場の効果に加え各市河川の水質改善効果を独自にモニタリングすることになる。各市環境局から必要に応じてデータを入手できるような体制を整備するか、代替データを入手するなど、関係者の間で合意しておくことが望まれる。

4.2.2 JICA への提言

嘉興市污水处理場と紹興市污水处理場では脱水後の汚泥が火力発電所の燃料として再利用・無害化処理が開始されており、汚泥乾燥焼却処置の一つのモデルにもなりえるところまできている。その一方で汚泥の含水率の低減などが課題になっている。

浙江省では汚泥の80%を焼却処分することが努力目標として挙げられており、今後、汚泥の減量化、安定化、無害化に向け、低コストで安定的に資源の循環を図るための技術やノウハウが求められることになる。汚泥処理は日本の技術の優位性を活かして貢献できると期待されている分野であり、日本の企業による協力の実現化に向け、これまでの JICA の汚泥処理分野への取り組みをもとに継続・発展的に側面な支援をしていくことが期待される。

4.3 教訓

本事業は「市内河川と太湖の水質改善」を事業目的として3つのサブプロジェクトが実施された。しかし、「太湖の水質改善」という事業目的については、本事業実施との目的達成の間に乖離があった。審査当時の状況を踏まえると、複数のサブプロジェクトからなる共通の目的を持つ事業として計画されたとも、中国側の要望に基づき「河川水質改善」という上位の同じ目的をもつサブプロジェクトを束ねて、セクター支援のような形で計画されたとも考えられる。前者の場合、事業の計画の策定にあたっては、現実的で適切な事業目的を設定したうえで、事業計画の論理構造を十分に検討してサブプロジェクトを選定するとともに具体的な目標設定をすることが必要である。後者の場合は、各サブプロジェクトの効果を可能な限り定量的に把握できるよう計画を策定することが必要である。いずれにしても、一貫した JICA 事業監理を実施していくためには、適切で具体的な目的・目標設定と、審査段階からそれらを相手国関係者に説明・共有することが不可欠である。

以上

主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
①アウトプット 1.杭州市汚水処理場 建設 2.嘉興市汚水処 理場建設 3.紹興市汚水処 理場建設	①流入量30万トン/日 ②下水管延長25km ①流入量30万トン/日 ②下水管延長110km ③ポンプ場15カ所 ①流入量30万トン/日 ②下水管延長16km ③ポンプ場4カ所	①計画どおり ②下水管延長18.3km ①計画どおり ②下水管延長136.76km（当 初計画分92.36km、追加分 44.4km） ③ポンプ場18カ所（当初計 画分14カ所、追加分4カ所） ①計画どおり ②取り止め ③取り止め
②期間	2000年3月～2003年12月 (46カ月)	2000年3月～2010年1月 (119カ月)
③事業費 外貨 内貨 合計 うち円借款分 換算レート	11,256百万円 21,825百万円 (1,445百万円) 33,081百万円 11,256百万円 1元＝15円 (2000年3月現在)	11,204百万円 23,763百万円 (1,694百万円) 35,967百万円 11,204百万円 杭州市汚水処理場 1元＝13.95円 (1999～2004年平均) 嘉興市汚水処理場 1元＝14.01円 (1999～2010年平均) 紹興市汚水処理場 1元＝14.15円 (1999～2002年平均)