

## 0. 要旨

本事業は中国吉林省吉林市において、集中型熱供給施設、下水道管網の整備を行うことにより、大気汚染物質及び水質汚濁物質の排出量を削減し、もって同市民の生活環境改善に寄与することを目的とする。

本事業は、中国中央政府及び対象省の生活環境改善政策に沿い、効率的な環境インフラの整備を通じて環境汚染排出量を削減し、吉林市における衛生・生活環境の改善を図るという開発ニーズ、また日本の援助政策とも合致しており、妥当性は高い。効率性については、アウトプットはおおむね修正計画通りもしくは計画以上に実現されたものの、事業費、事業期間ともに修正後計画を上回ったため、中程度であった。また、本事業により集中型熱供給施設及び下水管網の整備に必要な基本的な施設・機具が整備された結果、審査時点に設定された運用・効果指標（大気汚染物質排出削減量、小型ボイラー廃棄数、下水処理量・普及率、水質汚濁物質除去率等）の目標値は、事後評価時点においておおむね達成された。加えて、①小型ボイラー廃棄によるほこり<sup>1</sup>・悪臭等の減少、②下水の松花江・市内への直接排水の解消等、「大気汚染物質・水質汚濁物質の排出量削減」の観点から幅広い定性的効果が確認できた。「対象地域における住民の生活環境の改善」のインパクト（①室内保温状況の改善・安定的な熱供給、②大気汚染物質・悪臭の低減等による生活環境改善、関連疾病の減少、③松花江の水質・住居周辺環境の改善等）も顕著であった。従って、有効性・インパクトは高い。持続性は、体制面、技術面、財務面ともに問題なく、設備・施設の良好な運営・維持管理が確認されたため高い。以上より、本事業の評価は非常に高いと判断する。

## 1. 事業の概要



事業位置図  
(赤い星は北京を示す)



本事業で整備された石炭ボイラー工場

<sup>1</sup>先方政府関係者からの聞き取りによる。おそらく「粉塵」を指すと思われる。

## 1.1 事業の背景

中国政府は、大気汚染・水質汚濁が依然として深刻な状況にあることを受けて、国家環境保護第10次5カ年計画（2001年～2005年）において、更なる環境改善を図るために、主要な汚染物の総排出量を2000年比10%削減することを目標に置いた。大気に関しては、「二氧化硫（SO<sub>2</sub>）汚染規制区」及び「酸性雨規制区」におけるSO<sub>2</sub>排出量を20%削減する目標を掲げ、①都市におけるクリーンエネルギー比率向上、②市街地における石炭の直接燃料利用の中止、③都市における集中型熱供給施設・ガス供給施設の普及を推進した。下水に関しても、①都市部の下水処理率45%達成、②「三河三湖」（淮河、海河、遼河、太湖、巢湖、滇池）の水質（COD等）の基準値達成、③長江上流・黄河中流・松花江流域の水質改善総合対策推進等の目標を掲げた。

吉林市では、工業化・都市化の急速な進展、人口増加に伴い、工業排気・排水及び生活排気・排水が急激に増加する一方、環境インフラ整備が遅れており、大気や水質の汚染が進んでいた。大気汚染については、冬季に一般家庭暖房用に小型石炭ボイラーによる熱供給が行われるため、総浮遊粒子状物質（TSP）と二酸化窒素（NO<sub>2</sub>）は一年を通じて、またSO<sub>2</sub>は冬季において、住宅地において満たされるべき国家基準2級<sup>2</sup>を満たしていない。水質汚濁についても、工業排水・生活排水が増加する一方、下水処理率は63%にとどまり、松花江下流の吉林市地域の水質は飲用可能な水源に適用可能な水準（Ⅲ類）<sup>3</sup>を満たしていない。このため、集中型熱供給施設及び下水管網を整備し、同市の大気・水環境の改善を図ることは喫緊の課題となっていた。

## 1.2 事業概要

吉林省吉林市において、集中型熱供給施設、下水道管網の整備を行うことにより、大気汚染物質及び水質汚濁物質の排出量を削減し、もって同市民の生活環境改善に寄与する。

円借款承諾額/実行額	9,711 百万円 / 9,707 百万円	
交換公文締結/借款契約調印	2006 年 6 月 / 2006 年 6 月	
借款契約条件	金利	0.75%
	返済	40 年

<sup>2</sup> 大気の汚染状況は、1級から5級に分類されている。1級：自然保護区、自然観光地域、特殊ほぼ地域に適用、2級：居住地域、商業・文化地域、一般工業地域、農村地区に適用、3級：工業地域に適用、4級：中汚染地域に適用、5級：重度汚染地域に適用。

<sup>3</sup> 水質の汚濁状況は、地表水環境質量基準に基づき、Ⅰ類からⅤ類に分類されている。Ⅰ類：主に源流の水、国家自然保護区に適用、Ⅱ類：主に1級保護区の集中型生活飲用水の水源、貴重な魚類保護区、魚類エビの産卵場所に適用、Ⅲ類：主に2級保護区の集中型生活飲用水の水源、一般の魚類保護区及び水泳区に適用、Ⅳ類：主に一般の工業用水区及び人に直接接触しない娯楽用水区に適用、Ⅴ類：主に農業用水及び一般の景観に必要な水域に適用。Ⅴ類以下は劣Ⅴ類に分類される。

	(うち据置 調達条件	10年) 一般アンタイト
借入人/実施機関	中華人民共和国政府 / 吉林省人民政府	
事業完成	2017年12月	
本体契約	-	
コンサルタント契約	-	
関連調査 (フィージビリティ・スタ ディ：F/S)等	中国市政工程東北設計研究院による F/S (2005年 9月)	
関連事業	吉林省松花江遼河流域環境汚染対策事業(円借款) 長春上水と環境プロジェクト (世界銀行) 吉林省上下水プロジェクト (ADB)	

## 2. 調査の概要

### 2.1 外部評価者

西野俊浩 (株式会社国際開発センター)

### 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：2019年2月～2020年1月

現地調査：2019年5月25日～6月4日、2019年8月25日～9月4日

### 2.3 評価の制約

受益者への聞き取り調査は、吉林市において40名程度(うち約4割は女性)を対象として実施した。当初、客観性を確保するために住民名簿からの任意抽出により対象者の選定を行うことを予定していたが、中国国内では市民レベルの意見聴取において同選定方法を採用することは政府系研究機関でもできていないこと、実施機関も同方法を実施した経験を有しないことから、希望する面談者の居住地・性別・年齢・その他希望(行政とは関係のない一般市民を対象とする等)を指定し、具体的な対象者の選定は実施機関に任せることとした。従って、受益者絵の聞き取り調査結果は完全に恣意性を排除できているとは言えない面がある。

### 3. 評価結果（レーティング：A<sup>4</sup>）

#### 3.1 妥当性（レーティング：③<sup>5</sup>）

##### 3.1.1 開発政策との整合性

本事業審査時点における中国政府の開発政策では、「国家環境保護第10次5ヵ年計画（2001年～2005年）」及び「第11次国民経済・社会発展5ヵ年計画要綱（2006年～2010年）」に示されたように、環境保護の推進、大気・水を含む環境の改善の方針が明確に示されており、環境問題は重点政策の1つとして重視されていた。特に、環境汚染物質の排出削減量の目標が具体的に設定される等、国民生活の水準の向上に向けた取り組みを強化することが強調されている。その後の5ヵ年計画においても一貫して環境改善は重視されているが、「第13次国民経済・社会発展5ヵ年計画（2016年～2020年）」等の事後評価時の計画・政策では水・大気・土壌等の対象を絞った改善を基準等の見直しも行いながら、さらに進めることが謳われている。

これら中央政府の政策を受けて、吉林省吉林市においても、環境汚染対策の強化を進めており、「吉林省吉林市環境保護第13次5ヵ年計画（2016年～2020年）」では、水・大気・土壌を対象とした環境汚染対策の推進、松花江の汚染予防対策の重視を図り、大気環境優良日数<sup>6</sup>比率、重点流域水質Ⅲ類以上の比率等の具体的な数値目標の実現を図る計画となっている。

表1 本事業に関連する開発計画の主要目標

種類	審査時	事後評価時
国家開発計画	<p><u>第11次国民経済・社会発展5ヵ年計画要綱（2006～2010）</u>：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・中国政府による環境保護への資金投入は5年間で17兆円を計画。</li> <li>（主要目標）①新たな環境汚染の発生抑制、②生態環境の破壊抑制、③環境保全重点指定地域・都市部における環境の改善、④自然保護区等における生態環境の保全等</li> </ul>	<p><u>第13次国民経済・社会発展5ヵ年計画（2016～2020）</u>：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・「小康社会（ややゆとりのある社会）」の達成を目標としており、本事業に関係する目標としては、「生態環境の質の総体的な改善」と「国民生活の水準・質の普遍的向上」があげられる。</li> <li>・「生態環境の質の総体的な改善」については、「資源環境」として2015年と比較し、2020年までに達成すべき目標値（GDP（1万元）当たりの二酸化炭素排出量を18%削減する等）が設定されている。</li> </ul>
国家環境セクター政策	<p><u>国家環境保護第10次5ヵ年計画（2001～2005）</u>：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・更なる環境改善を図るため、主要な汚染物の総排出量を2000年比10%削減することを目標とする。</li> <li>・大気については、「SO<sub>2</sub>汚染規制区」と「酸性雨規制区」におけるSO<sub>2</sub>排出量を20%削減する目標を掲げた。都市における集中型熱供給施設やガス供給施設の普及を掲げた。</li> <li>・下水の水質については、都市部の下水処理率45%（人口50万人以上</li> </ul>	<p><u>国家環境保護第13次5ヵ年計画（2016～2020）及び生態環境保護計画</u>：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・品質管理の深化、大気・水・土壌3大行動計画の全力実施等の方針が打ち出された。</li> <li>・目標として「水、大気、土壌等に焦点を当て、基準の見直しを行う」等が掲げられ、継続して改善重視されている。</li> <li>・2020年までに「地級市（地区レベルの市）以上都市の大気環境の優良日数を8割以上とする」等の数値目標が設定された。</li> </ul>

<sup>4</sup> A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

<sup>5</sup> ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

<sup>6</sup> 「環境空気質量指数技術規定」の分類上、「優」と「良」の日数を合計した日数。

	の都市では同 60%) 達成、松花江流域の水質改善総合対策に着手等の個別目標を掲げた。	
吉林省・吉林市環境セクター政策	<p>吉林省環境保護第 10 次 5 年計画と 2010 年長期計画(2001 年～2010 年):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・集中型熱供給施設、下水道施設等の市内の環境インフラ整備を進めることを重点課題としている。</li> <li>・大気環境については、2010 年までに国家基準 2 級に改善すること及び集中型熱供給の普及率 70%を目標としている。</li> <li>・水質環境については、同市飲料水源である松花江の水質を 2010 年までに現状のⅢ類からⅡ類に改善することを目標としている。</li> </ul>	<p>吉林省吉林市環境保護第 13 次 5 年計画と吉林市都市開発総合計画(2009-2020 年):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・大気・水質・土壌を主要な 3 大対象として、「環境汚染対策事業を実施すること」「松花江の汚染予防対策を重視すること」等、環境対策が継続して重視されている。</li> <li>・具体的な数値目標(2020 年)として、1) 市政府所在地大気環境優良日数比率(80%以上)、2) 重点流域水質Ⅲ類以上比率(64%)等、大気汚染・水質汚濁改善に関する指標が設定されている。</li> </ul>

出所：JICA提供資料、各計画文書。

したがって、本事業の目的・内容は、審査時、事後評価時の両時点で、「環境保護への投資を拡大し環境インフラ整備を通じて、環境汚染物質排出量等を削減し住民の生活環境の改善と環境保全を図ろうとしている」点において中国の環境セクター政策に沿うものとなっている。

### 3.1.2 開発ニーズとの整合性

上述の通り、本事業の審査時点において、吉林市では環境保護に関するインフラの整備が大幅に遅れ、大気汚染・水質汚濁が深刻な状況にあった。都市化・人口増加に伴い汚染物質排出量の大幅な増加が見られるものの、大気汚染・水質汚濁に対する対策は進んでおらず、大気汚染物質は国家基準 2 級、松花江の水質はⅢ類(飲用可能な水源に適用可能な水準)を満たすことができない状況にあった。したがって、新たな集中型熱供給施設、下水道管網による効率的な環境保護システムを構築し、同市における衛生環境、生活環境の改善を図ることの緊急性は高く、本事業との整合性は高い。

実施機関担当者へのインタビューによれば、事後評価時点において①松花江の水質悪化に歯止めがかかった、②吉林市における冬季の集中型熱供給及び小型ボイラーの廃棄はほぼ完了した等の成果は見られるものの、生活水準向上に伴い市民 1 人当たりの汚染物質排出量は審査時点と比較して増加している。また、市民の大気汚染・水質汚濁改善を含む居住環境に求める水準は年々高くなっており、環境改善のニーズは依然として高く、更なる環境改善が必要となっている。

従って、本事業は、審査時点、事後評価時点の双方において、吉林市の開発ニーズに沿っていると評価する。

### 3.1.3 日本の援助政策との整合性

審査時点の「ODA大綱」(2003年)では、地球的規模の問題への取り組み(環境問

題)を重視しており、「ODA中期政策」(2005年)では、「人間の安全保障」の視点から、環境破壊等の「恐怖」から個人を保護することが重視され、大気汚染・水質汚濁への対応などの「環境汚染対策」が重点分野の1つとして設定されている。また、「対中国経済協力計画」(2001年、外務省)、「海外経済協力業務実施方針」(2002年、JICA)、「国別業務実施方針」(2002年、JICA)においては、いずれも環境保全に重点を置くことを表明しており、日本の援助政策との整合性を有している。

#### 3.1.4 事業計画やアプローチの適切さ

事業計画やアプローチにおいて、特に問題は見られない。弱者配慮に関しては、熱供給、下水処理のいずれについても、低所得者に対する料金低減(熱供給:面積60㎡を基準にそれを超える面積分は80-100%低減、下水処理:0.4元/tに低減)が実施されている。

以上より、本事業の実施は審査時及び事後評価時の中国の開発政策及び開発ニーズ、また審査時の日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。

### 3.2 効率性(レーティング:②)

#### 3.2.1 アウトプット

本事業のうち、集中型熱供給施設建設については、審査時点には、琿春・桃北において石炭ボイラー6基の改造が計画されていたが、同地域に別工場から熱供給が実施されることが決定し本事業による設置は中止された。石炭ボイラーの新設場所は当初東関熱電サイトに計画されていたが、民間企業による同工場の買収がなされたため、西関熱電サイトへと変更された。また、西関熱電サイトには、ピーク・緊急時対応を目的とした石炭ボイラー2基の追加建設も修正計画に盛り込まれた。計画変更に伴い一部の事業は、上記の通り各地域の事情から本事業の対象外とはなったが、開発ニーズ自体に変わりがなく、本事業の目的達成には影響がなかった。

本事業アウトプットの、①審査時点における計画、②修正後の計画、③実績は下表のとおりである。実施機関からの申請に基づき、集中型熱供給施設建設に関する変更内容について、2014年2月にJICAは実施計画の変更に同意している。

表2 アウトプットの計画と実績

	内容	計画（審査時）	計画（修正後）	実績
集中型熱供給施設建設	石炭ボイラー	新設 116MW×2基 改造 6基（14MW→29MW）	116MW×4基 （設置地域は東関熱電サイトから西関熱電サイトへ変更）	116MW×4基 （内、2基はピーク対応・緊急時用）
	熱交換ステーション	新規 135箇所 改造 200箇所	同左	新規 135箇所 改造 200箇所
	熱供給配管	135km	同左	135km
下水管網整備	下水管網整備	38km 延長	同左	46 km延長
	雨水吐き口改造	35箇所 延長約 47km	同左	35箇所 延長約 47km
	ポンプステーション	改造 1箇所 新規 3箇所	同左	改造 1箇所 新規 3箇所
	水質モニタリング装置			汚染水処理工場内に設置
本邦研修		40名	同左	40名：集中型熱供給施設建設 20名、下水管網整備 20名

出所：JICA提供資料、実施機関質問票回答

本事後評価の計画と実績の比較分析に当たっては、上述した事業を取り巻く状況の変化に伴い日中双方の合意に基づいて修正計画が策定されたことを踏まえて、修正後の計画と実績の比較分析を基本とする。修正後の計画と実績を比較すると、本事業の主要なアウトプットは、集中型熱供給施設建設が①石炭ボイラー（116MW×4基）、②熱交換ステーション（新規 135箇所、改造 200箇所）、③熱供給配管（135km）、下水管網整備が①下水管網（延長 46km）、②雨水吐き口改造（35箇所、延長 47km）、③ポンプステーション（新規 3箇所、改造 1箇所）、④水質モニタリング装置、そして本邦研修等である。ニーズの変更・施設の必要性を反映し、下水管網整備の距離 8km 延長、水質モニタリング装置設置が実施された結果、アウトプットの若干の拡大はあるものの、修正後計画と比較してアウトプットに大きな変更は見られない。以上の通り、アウトプットはおおむね修正計画通りもしくは計画以上に実現された。また、アウトプットの修正はいずれも本事業における上述した状況変化・ニーズ変化に対応するもので、問題は見られない。



本事業で整備されたポンプステーション  
施設設備（下水管網整備）



本事業で整備された熱交換ステーション  
施設設備（集中型熱供給施設建設）

### 3.2.2 インプット

#### 3.2.2.1 事業費

本事業の事業費は、下表に示す通り、修正後計画 15,122 百万円に対して実績 20,852 百万円（計画比 138%）であり、修正後計画を上回った。特に、集中型熱供給施設建設に関しては、修正後計画比 167%の実績であり、大きな超過となっている。事業費実績が修正後計画を上回った要因としては、①石炭ボイラーの新設数が増加する等、整備規模が一部拡大したこと、②整備内容の変更に伴い事業期間が長期化し事業建設経費が大きく上昇したこと（本事業期間中に、セメント・建設鋼材等が 1.5～2 倍程度、人件費が 3 倍以上に上昇）、③中国向け円借款では他国と比べてプライスエスカレーションの金額が低めに設定されており、事業費計画が低めであること等があげられる。整備規模の一部拡大が行われたことが事業費超過要因の一つであるが、事業費が超過した要因の大半は本事業の管理が及ばない外部要因であり、事業費に大きな影響を与える結果となった。

表3 事業費の計画と実績

単位：百万円

	計画（審査時）			計画（修正後）			実績		
	外貨	内貨	合計	外貨	内貨	合計	外貨	内貨	合計
集中型熱供給施設建設	8,191	2,315	10,506	8,637	2,315	10,952	8,619	9,617	18,236
下水管網整備	1,025	706	1,731	1,025	706	1,731	1,073	1,528	2,601
税金	0	306	306	0	306	306	0	0	0
管理費等	0	202	202	0	202	202	0	0	-0
プライスエスカレーション	458	0	458	458	0	458	0	0	0
物的予備費	484	158	642	0	642	642	0	0	0
研修費	37	0	37	37	0	37	15	0	15
建中金利	191	603	794	0	794	794	0	0	
総合計	10,386	4,290	14,676	10,157	4,965	15,122	9,707	11,145	20,852

出所：JICA提供資料、実施機関質問票回答

注：1) 為替レートは、審査時点計画額1人民元=13.7円（2005年9月）、修正時計画額1人民元=17.2円（2014年2月）、実績額1元=15.2円（2006年～2017年 期間中平均為替レート）。2) 審査時点計画の外貨のうち円借款は9,711百万円、修正後計画及び実績の外貨は全て円借款。

## 3.2.2.2 事業期間

本事業の事業期間は、修正後計画114カ月（2006年6月～2015年12月）に対して実績は137カ月（2006年6月～2017年12月）であり、計画を上回った（計画比120%、23カ月超過）。審査時点計画（70カ月）と比較すると、67カ月の超過となった（審査時点計画比196%）。事業期間が超過した原因としては、①整備内容・場所変更が行われ、事業承認手続き・実施に時間を要したこと、②冬季における建設整備事業が困難であったこと（冬季に事業実施が困難なことは当初から予想されていたが、実施機関関係者への聞き取り調査によれば、寒さが例年以上に厳しく建設作業が困難な時間が予想以上に長引いた）が挙げられる。

表4 事業期間の計画と実績

	計画（審査時）	計画（修正後）	実績
借款契約調印	2006年6月	2006年6月	2006年6月
事業全体	2006年6月～2012年3月 （事業期間70カ月）	2006年6月～2015年12月 （事業期間114カ月）	2006年6月～2017年12月 （事業期間137カ月）
集中型熱供給施設建設	2006年7月～2012年3月	2006年7月～2015年12月	2006年8月～2017年12月
下水管網整備	2006年7月～2010年1月	2006年7月～2010年1月	2006年8月～2012年10月
研修等	2007年1月、10月、 2008年1月	2007年1月、10月、 2008年1月	2007年9月、10月、 2008年9月、10月

出所：JICA提供資料、実施機関質問票回答

### 3.2.3 内部収益率（参考数値）

#### 財務的内部収益率

審査時点では、財務的内部収益率（FIRR）のみ算出されていることから、本調査では FIRR について再計算を行う。審査時点の FIRR の算出は、熱供給施設建設と下水管網整備（審査時点 FIRR6.2%）に分けて実施されていたが、事後評価時点において下水管網整備については FIRR 算出に必要なデータが入手できなかったことから、熱供給施設建設のみ再計算を行った。

審査時点では、事業建設費、運営・維持管理費、税金を費用、料金収入を便益として、プロジェクト期間を運用開始後 30 年で熱供給施設建設の FIRR は 7.12% と算出されている。本事後評価時においても、審査時点と同様の費用、便益、プロジェクト期間で再計算した結果<sup>7</sup>、FIRR は 10.06% となった。再計算した FIRR が審査時と比較上回った要因としては、①料金収入の実績が上回っていること（審査時点 5 億 8,816 万元/年、事後評価時点約 6 億 1,911 万元/年、審査時点比 105%）、②建設期間が計画を超過したものの、完成済の施設からおおむね計画通り料金収入を得ることができたことが挙げられる。

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

### 3.3 有効性・インパクト<sup>8</sup>（レーティング：③）

#### 3.3.1 有効性

##### 3.3.1.1 定量的効果（運用・効果指標）

##### (1) 集中型熱供給施設建設

審査時及び事後評価時に、本事業の「大気汚染物質の排出量削減」等に関する定量的効果を示すものとして設定した運用・効果指標の状況は下表の通りである<sup>9</sup>。

<sup>7</sup> なお、FIRR の再計算に当たり、今後の便益（料金収入）、コスト（運営・維持管理費等）、税金に関しては、過去 5 年間の実績の平均値が継続して維持されると仮定した。

<sup>8</sup> 有効性の判断にインパクトも加味して、レーティングを行う。

<sup>9</sup> 修正計画策定時に、定量的効果に関する運用指標、効果指標に関する修正は行われていない。

表5 運用・効果指標の推移（集中型熱供給施設建設）

指標	基準値	目標値	実績値	
	2005	2013	2013	2018
	基準年	事業完成1年後	当初計画 事業完成 1年後	事業完成1 年後
<b>【運用指標】</b>				
SO <sub>2</sub> 排出削減量 (t/年)	0	9,300	12,080	13,275
NO <sub>x</sub> 排出削減量 (t/年)	0	4,000	4,140	4,549
TSP 排出削減量 (t/年)	0	43,000	94,356	103,688
使用燃料削減量 (t/年)	0	336,000	1,410,000	1,550,000
CO <sub>2</sub> 排出削減量 (t/年)	0	-	1,450,000	1,590,000
小型石炭ボイラーの削減数	-	320	358	392
集中型熱供給面積の増加 (万㎡)	0	-	1,804	2,397
集中型熱供給量の増加 (万 GJ)	0	-	757.68	1,006.74
<b>【効果指標】</b>				
吉林市年間 TSP 排出量 (合計) (t)	71,796	-	不明	不明
吉林市年間 TSP 排出量 (生活) (t)	26,565 (37%)	-	不明	不明
吉林市冬季 TSP 排出量 (合計) (t)	56,668	-	不明	不明
吉林市冬季 TSP 排出量 (生活) (t)	24,000 (42%)	-	不明	不明
吉林市年間 SO <sub>2</sub> 排出量 (合計) (t)	29,340	-	76,809	43,249 (2017)
吉林市年間 SO <sub>2</sub> (生活) 排出量 (t)	10,856 (37%)	-	6,885	13,546 (2017)
吉林市冬季 SO <sub>2</sub> 排出量 (合計) (t)	22,070	-	不明	不明
吉林市冬季 SO <sub>2</sub> 排出量 (生活) (t)	8,721 (40%)	-	不明	不明
吉林市年間 NO <sub>x</sub> 排出量 (合計) (t)	-	-	122,094	41,542 (2017)
吉林市年間 NO <sub>x</sub> 排出量 (生活) (t)	-	-	1,825	3,346
吉林市年間煤塵排出量 (合計) (t)	-	-	44,433	51,664 (2017)
吉林市年間煤塵排出量 (生活) (t)	-	-	6,750	12,046 (2017)
集中型熱供給施設稼働率(%)	-	-	不明	100
吉林市小型石炭ボイラー数	-	-	225	0
吉林市集中熱供給人口 (人)	-	-	1,673,200	1,990,700
吉林市集中型熱供給面積の増加 (万㎡)	-	-	不明	4,000
吉林市集中型熱供給量の増加 (万 GJ)	-	-	2,196	2,789
吉林市集中型熱供給普及率 (%)	-	-	97	100

出所：質問票回答・現地調査インタビュー

注：1) GJはギガジュール（エネルギー量の単位）。SO<sub>2</sub>は二酸化硫黄、NO<sub>x</sub>は窒素酸化物、TSPは総浮遊粒子状物質を意味する。2)（生活）は冷暖房等市民生活から排出されるもの、（合計）は産業活動に伴うもの等が含まれる。中国では、大気汚染物質排出量の排出量は、産業活動に伴う排出量と市民生活に伴う排出量で分けて集計するケースが多い。

#### 運用指標（大気汚染物質の排出量削減等）の状況

審査時点に設定した運用指標について、事業完成後1年後（2018年）の実績を見

ると、①SO<sub>2</sub> 排出削減量、②NO<sub>x</sub> 排出削減量、③TSP 排出削減量、④使用燃料削減量の全ての運用指標が目標値を達成している。いずれの運用指標も目標値を大きく上回る実績となっており、特に使用燃料削減量の実績は 155 万 t/年と目標値（33.6 万 t/年）の約 4.6 倍の高い実績となった。審査時点に目標値は設定されていないが、CO<sub>2</sub> 排出削減量についても、2018 年実績で年間 150 万 t を超える削減を実現し高い実績が確認できる。また、審査時点の当初計画事業完成 1 年後（2013 年）時点で既に目標値が設定された 4 つの運用指標全てが目標値を達成している。本事業は上述の通り完成時期が当初計画の 2012 年から 5 年遅延し 2017 年となったが、運用指標でみると、計画通り運用指標が達成された。以上から、本事業の大気汚染物質の排出量削減効果は大きかったと判断できる。

実施機関関係者等への聞き取り調査によれば、本事業により大気汚染物質の排出量削減が進んだ要因としてあげられるのが、集中型熱供給が普及した結果、従来の熱供給提供施設である小型ボイラーの廃棄が進んだことである。本事業の結果、吉林市の主要な大気汚染物質の排出源であった小型ボイラーが、目標値を上回る 392 台廃棄されている。

また、本事業は吉林市の集中型熱供給面積、熱供給量の増加にも大きな貢献が見られる。集中型熱供給面積は 2,397 万 m<sup>2</sup>、集中型熱供給量は 1,007 万 GJ と大きな増加を確認することが可能であり、吉林市内における集中型熱供給で一定の地位を占めている。

#### 効果指標（吉林市の大気汚染物質の排出量削減等）の状況

効果指標については目標値が設定されていないため、事業実施前の数値として、基準値（2005 年実績）もしくは本事業終了前の 2013 年実績値と、本事業終了 1 年後の 2018 年実績値を比較することで本事業の効果を評価する。

吉林市の大気汚染物質排出量の変化を見ると、全体としては SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、煤塵の排出量は近年減少傾向にある（TSP 及び大気汚染が深刻な冬季の SO<sub>2</sub> 排出量の実績値は入手できなかった）。しかし、2005 年と 2018 年の実績を比較すると、SO<sub>2</sub> の排出量は増加しており、また市民生活に伴い排出される大気汚染物質量は近年増加傾向にあることがわかる。実施機関関係者への聞き取り調査によれば、市民生活に伴う大気汚染物質排出量が増加した要因としては、市民の生活水準の向上があげられる。こうした状況を踏まえると、本事業は吉林市全体の大気汚染物質排出量の減少に大きく貢献したが、市民生活に伴う大気汚染物質については排出量の増加を抑制するにとどまる結果となった。

その他、2013 年には吉林市の集中型熱供給普及率は 100%を達成し、また集中型熱供給人口（2013 年約 167 万人から 2018 年約 199 万人に 32 万人増加）、集中型熱供給量（2013 年 2,196 万 GJ から 2018 年 2,789 万 GJ に 593 万 GJ 増加）は近年も継続して増加傾向であることが確認できる。吉林市の集中型熱供給拡充に対する本事業

の貢献も大きい。また、上述の通り、本事業を通じて 392 台の小型ボイラーが廃棄されたが、その結果、吉林市の大気汚染の要因の 1 つである小型ボイラーの吉林市内における全廃の実現につながったと評価できる。

## (2) 下水管網整備

審査時及び事後評価時に、本事業の「水質汚濁物質の排出量削減」等に関する定量的効果を示すものとして設定した運用・効果指標の状況は下表の通りである。

表 6 運用・効果指標の推移（下水管網整備）

指標	基準値	目標値	実績値	
	2005	2013	2013	2018
	基準年	事業完成 1 年後	当初計画 事業完成 1 年後	事業完成 1 年後
<b>【運用指標】</b>				
下水処理人口（万人）	129	144	128	127
下水配水量（万 m <sup>3</sup> /日）	31.7	35.7	不明	不明
下水処理量（万 m <sup>3</sup> /日）	20	30	30	30
下水道普及（処理）率（%）	63	84	不明	100
<b>【効果指標】</b>				
放流水質（BOD）（mg/l）	30	30	不明	7.4
BOD 流入量（mg/l）	-	180	不明	166
BOD 排出量（mg/l）	-	20	不明	7
BOD 除去率（%）	-	88.9	不明	95.8
放流水質（SS）（mg/l）	-	-	不明	8.6
SS 流入量（mg/l）	-	250	不明	315
SS 排出量（mg/l）	-	20	不明	8.6
SS 除去率（%）	-	92	不明	97.3
放流水質（NH <sub>3</sub> -N）（mg/l）	-	-	3.5	0.8
NH <sub>3</sub> -N 流入量（mg/l）	-	33	24	22
NH <sub>3</sub> -N 排出量（mg/l）	-	25	3.5	0.8
NH <sub>3</sub> -N 除去率（%）	-	24.2	85.4	96.3
放流水質（COD）（mg/l）	-	-	31	24
COD 流入量（mg/l）	-	-	233	335
COD 排出量（mg/l）	-	-	31	24
COD 除去率（%）	-	-	87	92
本事業下水道施設稼働率（%）	-	-	100	100

出所：質問票回答・現地調査インタビュー

注：BOD は生物化学的酸素要求量、SS は浮遊粒子状物質、NH<sub>3</sub>-N はアンモニア性窒素、COD は化学的酸素要求量を意味する。

### 運用指標（下水道処理の推進等）の状況

審査時点に設定した運用指標について、事業完成後 1 年後（2018 年）の実績を見ると、①下水処理量、②下水道普及（処理）率は目標値を達成している。本事業により下水管網及び関連施設が整備されたことで、排出された下水の下水処理場への

運搬が円滑に進み処理量拡大、処理率向上に貢献している。後述の通り、吉林市全体の下水処理量は53万 $\text{m}^3$ /日であり、本事業の貢献（本事業による下水処理量の増加10万 $\text{m}^3$ /日）は約19%と大きなものがある。本事業実施期間中の吉林市における下水処理量の増加は33万 $\text{m}^3$ /日であり、その期間内の下水処理量増加における本事業の貢献は約30%となる。従って、本事業は下水処理の拡大、普及に大きく貢献したと判断できる。一方、下水処理人口については、2018年の実績は127万人であり、目標値（129万人）を若干下回る結果となった。実施機関関係者への聞き取り調査によれば、目標値が未達となった要因としてあげられるのが、吉林市対象地域の人口の減少である。省統計年鑑によれば、吉林市の人口は近年減少傾向にあり、2007年約432.7万人から2017年には約415.4万人と10年で17.3万人、約4%減少している。こうした人口減少が目標値の達成に影響を与えることとなった。なお、下水排水量の実績データは入手できなかった。

#### 効果指標（水質汚濁物質の処理状況等）の状況

効果指標のうち、審査時点で目標値が設定されたのは、BOD、SS、NH<sub>3</sub>-Nの放流水質、流入量、排出量、除去率であるが、おおむね目標値以上の改善が確認できる。特に、排出量や除去率の改善は目標値を大きく上回っており、改善が顕著である。BOD、SS、NH<sub>3</sub>-Nの除去率はいずれも95%を超えるレベルとなっている。CODについては、審査時点で目標値は設定されていないが他の水質汚濁物質同様、高い除去率が確保されている。このことから、本事業により下水の処理が促進され、並行して下水処理場の水質汚濁物質の除去率等の改善も図られた結果、吉林市の水質改善に貢献したものと判断できる。

#### 3.3.1.2 定性的効果

##### (1) 大気汚染物質・水質汚濁物質の排出量削減による効果

上述の通り、本事業実施によって大気汚染物質・水質汚濁物質の排出量削減が実現したが、その結果として以下の定性的効果が確認された。

#### 小型ボイラーの廃棄によるほこり・悪臭等の減少（集中型熱供給施設建設）

受益者への聞き取り調査によれば、集中型熱供給施設の建設に伴い小型ボイラーが廃棄された結果、小型ボイラーから発生していたほこり、悪臭が大幅に改善している。状況の改善は、特に周辺地域の住居において顕著であり、廃棄前は住居内にほこりが入り非衛生的な状況が発生したり、冬季には積雪がほこりで黒ずんだりする状況も見られ、マスクをつけることが一般化していた等、大気汚染物質・水質汚濁物質の直接の影響を受けていたが、事後評価時点ではそうした状況はなくなっている。

また、暖房用の小型ボイラーが設置されていた地域では、小型ボイラーの燃料である石炭がトラックで頻繁に運ばれてきており、その際、運搬車両から①石炭の飛散、②ほこり、③騒音等が発生することで環境に大きな影響を与えていたが、石炭運搬がなくなったことにより、周辺環境の改善につながっている。

### 下水の松花江・市内への直接排水の解消（下水管網整備）

受益者への聞き取り調査によれば、本事業による下水管網整備以前は、松花江に設置された下水排水口から未処理で悪臭、汚れが残った下水が直接排水されるケースも多く見られた。また、住居・商店からの排水が処理されることなく、直接地面に流され溜まっている状況も見られた。本事業を通じて下水の管理と処理が促進された結果、水質汚濁物質の市民生活区域への流入が抑制され、市民が直接未処理の下水にさらされる状況が解消している。



吉林市の青空



松花江の風景

#### (2) 本邦研修受講による効果

上述の通り、本事業では関係者に対する本邦研修が実施された。本邦研修参加者への聞き取り調査によれば、日本における施設の管理方法や新しい技術の学習を行ったことが有益であったとの意見が多く聞かれた。また、本邦研修の結果として以下の定性的効果（関係者の能力向上及び業務への活用事例）が確認された。

### データ管理・高度技術導入等による事業の改善・向上（集中型熱供給施設建設・下水管網整備）

集中型熱供給では、本邦研修で学習した、熱交換管理機器の適切な台数配置及び運転データに基づいた管理の導入により、関連機器の高い効率による運転及び安定的な熱供給が実現している。データを活用した業務実施は下水処理にも活用されており、設備メンテナンスの実施に際しては、本邦研修で入手した関連資料が一部活用されている。その他の本邦研修結果の活用事例としては、以下があげられる。

- ・本事業における熱供給用石炭ボイラー工場のポンプステーション、熱交換ステーションの建設において、日本で利用されていた保温用材料・カバーを採用した。その結果、供給熱の保温効果が向上、改善し、使用エネルギーの削減、提供する熱の温度確保が実現している。
- ・熱交換ステーションの床を従来のコンクリートから清掃しやすい床材に変更することにより、清掃への考え方や清掃実践状況が向上し、熱交換ステーションの衛生・環境状態の改善が見られ、業務の効率的な実施に貢献している。

### 新技術の導入促進（集中型熱供給施設建設・下水管網整備）

本邦研修に参加する機会を得られたことにより、参加者のみならず組織全般で、日本をはじめとする海外の技術に関心を持ち情報収集を行う社員・関係者が増加している。こうした組織風土の変化の結果、下水管網整備・下水道処理では、先進の自動化設備・検査方法の学習が進み、導入に向けた取り組みを推進するきっかけとなっている。

### 環境教育の実践・施設建設（下水管網整備）

本邦研修で視察した日本の環境教育経験を活用し、下水処理場内に市民の環境意識向上、市民生活からの下水発生量の削減を目的とした環境教育コーナーが設置された。同コーナーは学生等の環境学習の場となっている。

## 3.3.2 インパクト

### 3.3.2.1 インパクトの発現状況

#### (1) 市民の生活環境の改善（定量的効果）

#### 集中型熱供給施設建設

審査時及び事後評価時に、本事業の集中型熱供給施設建設に関連する「市民の生活環境改善」に関する定量的効果を示すものとして設定した指標の状況は下表の通りである。

表7 指標の推移（集中型熱供給施設建設）

指標	基準値	目標値	実績値	
	2005	2013	2013	2018
	基準年	事業完成 1年後	当初計画 事業完成 1年後	事業完成 1年後
吉林市 SO <sub>2</sub> 年次平均濃度 (mg/m <sup>3</sup> )	0.033 (2004)	-	0.026	0.015
吉林市 SO <sub>2</sub> 日次最大濃度 (mg/m <sup>3</sup> )	0.158 (2004)	-	0.126	0.050
吉林市 NO <sub>x</sub> 年次平均濃度 (mg/m <sup>3</sup> )	0.030 (2004)	-	0.038	0.027
吉林市 NO <sub>x</sub> 日次最大濃度 (mg/m <sup>3</sup> )	0.198 (2004)	-	0.118	0.064
吉林市 TSP 年次平均濃度 (mg/m <sup>3</sup> )	0.300 (2004)	-	不明	不明
吉林市 TSP 日次最大濃度 (mg/m <sup>3</sup> )	0.612 (2004)	-	不明	不明
吉林市 SO <sub>2</sub> 汚染濃度 級数	3 級	2 級	2 級	1 級
吉林市 NO <sub>x</sub> 汚染濃度 級数	3 級	2 級	1 級	1 級

出所：JICA 提供資料、実施機関質問票回答

事後評価時点で設定した大気汚染物質の吉林市における濃度については、目標値は設定されていないが、基準年（2005年）、2013年及び本事業終了1年後（2018年）

の実績を比較すると、SO<sub>2</sub>及びNO<sub>x</sub>の年次平均濃度、日次最大濃度はいずれも大きく改善が見られ、近年も改善が継続していることが確認できる（TSPに関するデータは入手できなかった）。特に、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>ともに、本事業終了後の日次最大濃度の改善は顕著であり、吉林市における最も大気汚染が深刻な時期における汚染状況の改善が顕著であることは特筆に値する。また、大気汚染物質の汚染濃度級数（国による指定認可級数）も、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>ともに、3級から1級へと大きく改善した。これらのことから、市民生活を取り巻く環境改善も進んだものと判断できる。上述の通り、市民生活に伴い排出される大気汚染物排出量は近年増加傾向にあるが、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、煤塵等の大気汚染物質排出総量は近年減少傾向にあり、本事業により大気汚染物質の排出量削減が計画通り実現したことを踏まえると、本事業は吉林市市民の生活環境改善に一定の貢献をしたものと判断できる。

#### 下水管網整備

審査時及び事後評価時に、本事業の下水管網整備に関連する「市民の生活環境改善」に関する定量的効果を示すものとして設定した指標の状況は下表の通りである。

表 8 指標の推移（下水管網整備）

指標	基準値	目標値	実績値	
	2005	2013	2013	2018
	基準年	事業完成 1年後	当初計画 完成1年 後	事業完成 1年後
吉林市下水処理人口（万人）	-	-	127.6	126.9
吉林市下水排水量（万m <sup>3</sup> /日）	-	-	50.4	53.9
吉林市下水処理量（万m <sup>3</sup> /日）	-	-	47.4	53.0
吉林市下水道普及（処理）率（%）	-	-	不明	不明
松花江水質国家標準 類数	Ⅲ類	Ⅲ類	Ⅲ類	Ⅲ類

出所：JICA 提供資料、実施機関質問票回答

事後評価時点で設定した吉林市の下水処理状況に関する指標については、目標値は設定されておらず2005年の数値も入手できなかった。しかし、2013年と本事業終了1年後（2018年）の実績を比較すると、下水排水量（2018年53.9万m<sup>3</sup>/日）、下水処理量（2018年53.0万m<sup>3</sup>/日）はいずれも本事業終了後に着実に増加していることが確認できる。一方、下水処理人口については、近年若干減少傾向にある。実施機関関係者への聞き取り調査によれば、その理由として吉林市の人口が若干減少したことがあげられた。吉林市人口は、省統計年鑑によれば、2013年（約429.1万人）から2017年（約415.4万人）に13.7万人の減少が見られ、このことが下水処理人口の減少につながった。また、吉林市河川の水質汚濁状況を示す代表指標と考えられる松花江水質国家基準類数（国による指定認可級数）についても、Ⅲ類を維持し目標値を達成している。以上から、本事業により吉林市の下水処理が推進され、吉林市市民の生活環境改善に一定の貢献をしたものと判断できる。

### (2) 吉林市における集中型熱供給・下水管網整備（下水処理）の促進

吉林市では、上述の通り、本事業実施前、集中型熱供給及び汚水処理用下水管網に課題を抱えていた。本事業は吉林市を対象に、集中型熱供給及び汚水処理用下水管網に関する基礎施設の整備を行った事業であるが、その後、本事業と並行する形で本事業対象以外の地域においても、集中型熱供給及び汚水処理用下水管網の整備が推進されている。吉林市の集中型熱供給・下水管網整備（下水処理）状況と本事業の貢献（2018年）は下表のように整理できる。

表9 吉林市の集中型熱供給・下水管網整備（下水処理）状況と本事業の貢献（2018年）

項目		吉林市全体	本事業による整備・拡大状況	本事業による貢献比率
集中型熱供給施設建設	集中型熱供給面積	8,540 万 m <sup>2</sup>	2,397 万 m <sup>2</sup>	28%
	本事業実施期間中の集中型熱供給面積の増加	4,000 万 m <sup>2</sup>	2,397 万 m <sup>2</sup>	60%
	本事業実施期間中の集中型熱供給量の増加	2.789 万 GJ	1,007 万 GJ	36%
下水管網整備	下水処理量	53 万 m <sup>3</sup> /日	10 万 m <sup>3</sup> /日	19%
	本事業実施期間中の下水処理量の増加	33 万 m <sup>3</sup> /日	10 万 m <sup>3</sup> /日	30%

出所：実施機関質問票回答

集中型熱供給施設建設では、本事業実施期間中の集中型熱供給面積及び集中型熱供給量の増加において本事業の貢献が 30%を超え大きかったことがわかる。また、吉林市の集中型熱供給面積全体の 28%が本事業によるものである。下水管網整備に対する本事業の貢献も、下水処理量の増加については 30%、下水処理量では 19%に達した。従って、吉林市の集中型熱供給・下水管網整備（下水処理）に対しても、本事業が大きな貢献をしているものと考えられる。本事業の貢献に加えて、本事業の成果が引き金となって、吉林市他地域でも並行して中国側独自資金による整備が進められた結果、インフラ整備が大きく進展し吉林市全域で集中型熱供給及び下水処理・下水管網のネットワークが構築された。また、吉林省通化市においても、本事業の成果を踏まえてドイツの国際協力機関からの資金協力を得て集中型熱供給施設の整備・拡大を進められる等、吉林市以外にも本事業のインパクトが見られる。

### (3) 対象地域における住民の生活環境の改善（定性的効果）

上述の通り、本事業実施によって大気汚染物質・水質汚濁物質の排出量削減が実現したが、その結果として以下の対象地域における住民の生活環境の改善が確認された。住民の生活環境の改善は、集中型熱供給を導入し小型ボイラーを廃棄した地域・周辺住居において特に大きなものとなっている。

### 室内保温状況の改善（保温期間の延長、保温気温の上昇）・安定的な熱供給（集中型熱供給施設建設）

受益者への聞き取り調査によれば、集中型熱供給開始以前の小型ボイラーによる熱供給は供給時間が限定されており、故障も多くピーク時対応も不十分で熱供給が不安定なため、寒くても十分な熱供給が行われないケースも多かったが、集中型熱供給開始後は安定的な24時間供給となり、かつ熱供給量も増加し室温の向上が顕著である。事後評価時点では、冬季でも18～20度の安定的な室温が確保されている。この結果、日陰の部屋や一部の部屋が十分に保温されない（その結果寒さで十分に睡眠がとれない、熱供給時も厚着が必要）という状況も改善された。

### ほこり・悪臭の低減及び緑化促進等による生活環境改善、関連疾病の減少（集中型熱供給施設建設）

受益者への聞き取り調査によれば、上述の通り、小型ボイラーはほこり・悪臭等による近隣地域への環境汚染がひどかったが、集中型熱供給により小型ボイラーが廃棄された結果、環境汚染が改善した。こうした認識は小型ボイラー廃棄周辺地域で特に顕著であるが、受益者への聞き取り調査によれば、吉林市全体で共通する認識となっている。小型ボイラー廃棄近隣地域では、体への負担も減少し特に風邪・咳や呼吸器系の疾病が減少し、病弱者や幼児・老人への好影響は特に大きかったとの意見が多く聞かれた。

また、廃棄された小型ボイラー設置跡地に、住民の娯楽広場や緑地公園が設置・拡充され自然・生活環境が改善されたケースも多い。こうしたケースでは、新たに住民の憩いの場が生れている。



本事業で小型ボイラーが廃棄され設置された娯楽広場



本事業で小型ボイラーが廃棄され拡充された市民公園でダンスを楽しむ住民

### 松花江の水質・住居周辺環境の改善（下水管網整備）

受益者への聞き取り調査によれば、下水管網整備と下水処理が進んだ結果、松花江の水質が大きく改善したという印象を持つ市民が多く見られた。本事業以前は、松花江は水質の悪さ・悪臭等の問題があるために、市民が集まる憩いの場としての魅力は

乏しかったが、環境の改善に伴い、「湿地公園」「歩道」の建設等、関連施設・インフラ整備の効果もあり、事後評価時点では、松花江近隣・河川敷は多くの市民が集まる憩いの場となっている。事後評価の現場踏査でも、水泳・球技・踊り・音楽等を楽しむ市民が多く見受けられた。



松花江に整備された湿地公園



松花江で水泳を楽しむ市民

### 3.3.2.2 その他、正負のインパクト

#### (1) 自然環境へのインパクト

自然環境に関する負の影響は確認されなかった。生態環境局関係者への聞き取り調査によれば、本事業の環境影響評価（EIA）は審査時点までに実施され生態環境局の承認を受けており、中国国内での手続きは終了していた。施設建設における対応も環境影響評価に基づき適切に実施されており（事業実施中及び事業完成後も、各施設とも、騒音・粉塵等について必要な環境モニタリングを計画どおり実施）、いずれも行政で定められた基準内となっていることから問題は発見されていない。

こうした対応がとられている結果、事後評価時点では自然環境への負の影響は生じておらず、本事業による自然環境への負のインパクトはないと判断できる。

#### (2) 住民移転・用地取得

本事業の施設建設はいずれも公用地内に実施されており、本事業による住民移転・用地取得は発生していない。

#### (3) 松花江周辺の高層住宅・都市開発の促進

上述の通り、本事業により松花江等の河川に直接排水されていた汚染水の大半が排水処理後に排水されるようになったが、その結果松花江を中心とする吉林市内の河川の水質が一定程度改善し環境の改善が図られた。また、集中型熱供給施設建設が促進されたことにより、新規建設高層住宅等において集中型熱供給を提供することが一般的となった。その結果、実施機関関係者への聞き取り調査によれば、松花江周辺地域の居住地域・都市部としての魅力・価値が向上し、松花江周辺地域にお

ける高層住宅の建設や商業施設の開発等、都市開発が促進されている。従って、本事業による環境インフラ整備は地域社会開発に一定程度貢献をしたものと判断できる。

#### (4) 松花江・吉林市観光客の増加

吉林市は松花江、樹氷等の観光資源を有しているが、吉林市への観光客数は下表に示す通り大幅に増加している。2017年の観光客数は5,083万人であり、2007年と比較して5倍近くに大幅に増加した。観光客数の大幅な増加は中国国内の観光ブームによる要因も大きいと考えられるが、関係者への聞き取り調査によれば、松花江・樹氷といった環境関連の観光資源は大気汚染・水質汚濁の改善に伴い魅力を増しており、観光客数増加の要因の1つとなっている。上述の通り、環境改善を活用して「湿地公園」等の観光インフラ整備が整備されていることも観光客数の増加を後押ししているものと考えられる。従って、本事業による環境インフラ整備は吉林市の観光客数の増加に一定程度貢献をしたものと判断できる。

表 10 吉林市における観光客数の推移

単位：万人

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
吉林市観光客数	1,029	1,220	1,470	1,762	2,058	2,399	2,771	3,242	3,809	4,477	5,083
増加指数 (2007=100)	100	119	143	171	200	233	269	315	370	435	494

出所：実施機関からの質問票回答。

#### (5) 余剰熱の効率的活用の促進

本事業の熱供給配管の整備が図られたことにより、本事業等で建設された熱供給用の石油ボイラーのみならず、これまで基本的に廃棄されてきた市内発電所の余剰熱を活用し住居暖房用に供給・利用することが一部可能となった。その結果、石炭ボイラーの新規建設を行うことなしに集中型暖房用熱供給が可能な地域・住居数が拡大している。発電所の余剰熱の活用は電力会社の協力のもとに実現しているが、本事業による環境インフラ整備は、エネルギーの効率的な利用による暖房サービスの拡大に貢献をしたものと判断できる。

以上より、有効性については、定量指標の目標値を事後評価時点においておおむね達成する水準にあり、定性的効果についても大気汚染物質・水質汚濁物質の排出量削減に関する多くの効果が見られることから、高いと判断できる。また、インパクトについても、定量・定性的効果双方において、対象地域における住民の生活環境の改善が確認できたことから、有効性・インパクトは高い。

### 3.4 持続性（レーティング：③）

#### 3.4.1 運営・維持管理の体制

中国では集中型熱供給と下水処理は住宅・都市農村建設部の所管であり、吉林市においては市住宅・都市農村建設局が関連政策・事業推進と管理監督を担当している。審査時点では、本事業及び関連施設の監督は市市政公用局が実施する計画であったが、中国の行政組織変更に伴い、監督組織名が変わることになった。なお、本事業実施で整備された施設等の管理運営体制についても、基本的に中国他都市と同様であり、集中型熱供給施設は国有企業の吉林市熱力有限公司、下水管網施設は市政府の機関である市政施設管理センターが実施している。集中型熱供給施設の管理運営主体は審査時点では別会社である吉林市熱力総会社が担当する計画となっていたが、事業建設内容・地域が変更されたことに伴い、両国間の合意を得て変更が行われた。実施体制の変更はいずれも中国側の組織変更等から生じたものであり、問題は見られない。

管理運営組織はいずれも吉林市市内の本事業以外で建設された同様の施設の管理運営も行っており、本事業で建設された施設等の運営・維持管理は小規模の駐在スタッフや巡回チーム等が担当しているが、円滑に行われている。また、実施機関関係者への聞き取り調査によると、今後市民のニーズに応える形でサービス内容の向上（居住施設内の暖房気温のアップ等）を実現するために更なる体制の強化が必要となっているものの、現状ではスタッフ数に不足はなく、体制面の問題は特に生じていない。

#### 3.4.2 運営・維持管理の技術

本事業建設設備の管理運営を行う両組織は、既述のように、本事業以外の類似設備の管理運営経験を豊富に有することから、十分な技術を有している。施設や業務の管理マニュアルや規定も整備され、いずれの施設においても運営規則や注意事項とともに装置の近くに見えやすいように掲示されており、これらに基づいた業務が行われている（管理マニュアルや規定は他事業と共通のものを使用）。関係者への聞き取り調査によれば、両組織ともに業務が拡大傾向にあることから、業務経験の乏しい職員も比較的多いとのことであるが、職員向け研修が定期的実施されることで職員の能力・技術向上が図られている。集中型熱供給施設の管理運営に関しては、廃棄された小型ボイラーの運營業務に携わっていたスタッフの雇用も行われたが、十分な研修、業務指導が行われた結果、問題は生じていない。

本事業で建設された施設の保守点検も両組織の規定に基づいて定期的実施されている。集中型熱供給施設については、夏季の停止期間中に大規模な点検・補修等が行われることが基本となっているが、操業中も随時担当社員による点検管理が行われている。集中型熱供給のボイラー設備等、大型の設備には専任の技術者が配置され一元的に操作・維持管理を行うことで必要な技術が確保されている。修理等の

対応が必要な場合は、必要に応じて専門業者に修理が委託される。施設の不備等によるサービス提供の停止も発生していない。その他維持・運用において技術面で問題は生じていない。

#### 3.4.3 運営・維持管理の財務

審査時点では、本事業で整備された施設等の運営・維持管理にあてられる集中型熱供給使用料は 23.5 元/m<sup>2</sup>、下水道料金は 0.3 元/m<sup>3</sup>に設定されており、集中型熱供給使用料は運営・維持管理に必要な経費をカバー可能な水準にあったが、下水道料金については現状の値段では必要経費を賄うことが困難なため、0.8 元/m<sup>3</sup>に引き上げることが検討されていた。事後評価時点では、集中型熱供給・下水管網整備の運営・維持管理に必要な支出に対して国・市からの特別な財政支援を行う制度はないものの、住民負担の妥当性も考慮したうえで集中型熱供給使用料は 27 元/m<sup>2</sup>、下水道料金は 0.95 元/m<sup>3</sup>に引き上げが実施されており、おおむね適切な水準に設定されている。

本事業で整備された運営・維持担当機関の財務状況は下表に示す通り良好であり運営・維持管理に必要な予算も確保されている。運営・維持管理担当機関関係者への聞き取り調査によれば、集中型熱供給運営・維持管理組織の財務状況は、使用料の値上げに加えて、集中型熱供給の対象地域が大きく拡大したことにより改善が顕著である。下水管網運営・維持管理組織の経費支出は市政府からの財政支出により賄われているが、中国政府・吉林市政府が「小康社会」の実現に向けて市民生活環境を重視していること、また下水道整備が目に見える形で大きな成果を生んだことから、財政当局の関連予算確保に対する理解は高く、必要な運営・維持管理予算は確保されている。集中型熱供給・下水道処理の停滞は市民生活に直接影響を与えることから今後も継続して必要な予算は確保される見込みである。本事業で調達された主要設備のうち、予算の不足により使用されていないものではなく、事後評価時点で財務面から運営・維持管理に問題が生じる状況は発生していない。以上から、運営・維持管理の財務について問題は見られない。

表 11 運営・維持担当機関の財務状況（単位：万元）

		2016	2017	2018
集中型熱供給 機関	総収入	66,612	66,412	70,202
	うち、使用料収入	56,802	58,031	61,914
	総支出	64,991	65,227	68,358
	うち、設備維持管理費	1,743	1,697	1,580
	利益	1,621	1,185	1,844
	総収入指数（2011=100）	146	145	154
		2016	2017	2018
下水管網整備 機関	財政収入	106	96	96
	設備維持管理費支出	80	89	97
	財政収入指数（2011=100）	174	157	157

出所：実施機関からの質問票回答。

#### 3.4.4 運営・維持管理の状況

本事業で整備された各設備のモニタリング・保守・定期点検は、担当組織の管理規定に基づいて適切に実施されている。特に、集中型熱供給関連施設に関しては、問題が生じた際には自動的に本部で検知できるシステムも導入されているほか、石炭ボイラー施設では、施設の運営状況がモニタリングされ、問題が生じた際に直ぐに対応できる体制がとられており管理水準は高い。下水管網についても、雨水と下水が一緒に排水される雨水吐き口についてはカメラが設置され、映像が市政施設管理センターに送られることで状況を 24 時間監視できるシステムが構築されている。各施設の操業開始後事後評価時点に至るまで、運営上の大きな問題は生じていない。耐用年数が短い機器の一部は老朽化が問題となりつつあるが、現在も継続して使用されている。また、スペアパーツの確保についても問題は見られない。事後評価における現場踏査においても、①各設備はおおむね整理整頓され清潔に維持管理されていること、②円滑な運営・維持管理に向けた各種掲示等が設置され関係者に対する指導、意識喚起が積極的に実施されていること、③各施設の使用・点検に関する記録がきちんととられていることが確認された。施設運営関係者によれば、設備の故障・異常が発生した場合の対応も委託先企業との協力により円滑に実施されているとのことであり、主要施設・設備の状態もおおむね良好である。また、施設の利用率も、上述の通り市民生活に不可欠な施設であることから高くなっている。

以上より、本事業の運営・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. 結論及び提言・教訓

### 4.1 結論

本事業は中国吉林省吉林市において、集中型熱供給施設、下水道管網の整備を行う

ことにより、大気汚染物質及び水質汚濁物質の排出量を削減し、もって同市民の生活環境改善に寄与することを目的とする。

本事業は、中国中央政府及び対象省の生活環境改善政策に沿い、効率的な環境インフラの整備を通じて環境汚染排出量を削減し、吉林市における衛生・生活環境の改善を図るという開発ニーズ、また日本の援助政策とも合致しており、妥当性は高い。効率性については、アウトプットはおおむね修正計画通りもしくは計画以上に実現されたものの、事業費、事業期間ともに修正後計画を上回ったため、中程度であった。また、本事業により集中型熱供給施設及び下水管網の整備に必要な基本的な施設・機具が整備された結果、審査時点に設定された運用・効果指標（大気汚染物質排出削減量、小型ボイラー廃棄数、下水処理量・普及率、水質汚濁物質除去率等）の目標値は、事後評価時点においておおむね達成された。加えて、①小型ボイラー廃棄によるほこり・悪臭等の減少、②下水の松花江・市内への直接排水の解消等、「大気汚染物質・水質汚濁物質の排出量削減」の観点から幅広い定性的効果が確認できた。「対象地域における住民の生活環境の改善」のインパクト（①室内保温状況の改善・安定的な熱供給、②大気汚染物質・悪臭の低減等による生活環境改善、関連疾病の減少、③松花江の水質・住居周辺環境の改善等）も顕著であった。従って、有効性・インパクトは高い。持続性は、体制面、技術面、財務面ともに問題なく、設備・施設の良好な運営・維持管理が確認されたため高い。以上より、本事業の評価は非常に高いと判断する。

## 4.2 提言

### 4.2.1 実施機関への提言

特になし。

### 4.2.2 JICA への提言

特になし。

## 4.3 教訓

相手国政府が整備改善の強い意欲を持つ対象に対して、相手国政府を補完する支援を行い、ODA 事業の成果を共有し独自資金による整備促進を促すことの重要性

環境保全等の社会経済開発の推進施設の整備においては、相手国政府が整備・改善の強い意欲を持っているものの独自資金で整備が困難な地域・分野等を補完する形で ODA による整備を進めること、また ODA による整備の効果を相手国関係機関と十分に協議・共有し独自資金による整備促進を促すことが、重要となる。そのことにより、相手国政府資金による整備を促進し限られた ODA 事業が目指す成果を対象地域・分野においてより大きく早く具現化することが可能となる。

本事業実施期間内に、「集中型熱供給施設建設」では、吉林市全体で集中型熱供給

面積拡大 4,000 万 m<sup>2</sup>、小型ボイラー数ゼロの実現、「下水管網整備」では、吉林市全体で下水処理量 53 万 m<sup>3</sup>の実現（33 万 m<sup>3</sup>増加）等、本事業対象地域以外を含めた吉林市全体で見ても大きな改善が見られた。これは市独自では整備実施が困難な地域・対象に対して本事業による整備が行われた貢献に加えて、本事業等の効果を踏まえた中国側関係者の高い評価の広がり、独自資金による事業の拡大を通じて市全体の施設整備につながったものである。ODA による整備は限界があることを踏まえると、その波及効果を高める観点から、ODA の相手国機関関係者との事業成果の共有を進め、独自資金での整備実施を促していくことは重要な観点となる。

以上

主要計画/実績比較

項目	計画（修正後）	実績
① アウトプット	<p>【集中型熱供給施設建設】</p> <p>1)石炭ボイラー：116MW×4基</p> <p>2)熱交換ステーション：新規135箇所、改造200箇所</p> <p>3) 熱供給配管：135km</p> <p>【下水管網整備】</p> <p>1)下水管網整備：38km 延長</p> <p>2)雨水吐き口改造：35箇所、延長約47km</p> <p>3)ポンプステーション：改造1箇所、新設3箇所</p> <p>【本邦研修】</p> <p>1)集中型熱供給施設建設：20人</p> <p>2)下水管網整備：20人</p>	<p>【集中型熱供給施設建設】</p> <p>1)石炭ボイラー：116MW×4基（うち2基はピーク対応緊急時用）</p> <p>2)熱交換ステーション：新規135箇所、改造200箇所</p> <p>3) 熱供給配管：135km</p> <p>【下水管網整備】</p> <p>1)下水管網整備：46km 延長</p> <p>2)雨水吐き口改造：35箇所、延長約47km</p> <p>3)ポンプステーション：改造1箇所、新設3箇所</p> <p>4)水質モニタリング装置：汚染水処理工場内に設置</p> <p>【本邦研修】</p> <p>1)集中型熱供給施設建設：20人</p> <p>2)下水管網整備：20人</p>
② 期間	2006年6月～2015年12月 (114カ月)	2006年6月～2017年12月 (137カ月)
③ 事業費		
外貨	10,157百万円	9,707百万円
内貨	4,965百万円	11,145百万円
	(289百万円)	(733百万円)
合計	15,122百万円	20,852百万円
うち円借款分	10,157百万円	9,707百万円
換算レート	1円 = 17.2円 (2014年2月時点)	1円 = 15.2円 (2006年～2017年平均)
③ 貸付完了	2014年10月	