

平成 21 年度円借款事業事後評価報告書（中国 V）

平成 22 年 10 月
（2010 年）

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

(株)アース アンド ヒューマン コーポレーション

序 文

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

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

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

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

2010 年 10 月
独立行政法人 国際協力機構
理事 黒田 篤郎

本評価結果の位置づけ

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

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

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

本報告書に記載されている内容は、国際協力機構の許可なく、転載できません。

平成 21 年度円借款事業事後評価報告書（中国 V）

目 次

序 文	i
本評価結果の位置づけ	ii
目 次	iii

I. 柳州酸性雨及び環境汚染総合整備事業

1. 案件の概要	I - 1
1.1 事業の背景	I - 1
1.2 事業の概要	I - 1
2. 調査の概要	I - 2
2.1 外部評価者	I - 2
2.2 調査期間	I - 2
2.3 評価の制約	I - 2
3. 評価結果	I - 2
3.1 妥当性	I - 2
3.2 効率性	I - 5
3.3 有効性	I - 10
3.4 インパクト	I - 14
3.5 持続性	I - 17
4. 結論及び提言・教訓	I - 19
4.1 結論	I - 19
4.2 提言	I - 19
4.3 教訓	I - 19

II. 本溪環境汚染対策事業（１）（２）（３）

1. 案件の概要	II - 1
1.1 事業の背景	II - 1
1.2 事業の概要	II - 1
2. 調査の概要	II - 2
2.1 外部評価者	II - 2
2.2 調査期間	II - 2

2.3 評価の制約	II - 2
3. 評価結果	II - 3
3.1 妥当性	II - 3
3.2 効率性	II - 5
3.3 有効性	II - 13
3.4 インパクト	II - 18
3.5 持続性	II - 20
4. 結論及び提言・教訓	II - 22
4.1 結論	II - 22
4.2 提言	II - 22
4.3 教訓	II - 22

III. フフホト・包頭環境改善事業（１）（２）

1. 案件の概要	III - 1
1.1 事業の背景	III - 1
1.2 事業の概要	III - 1
2. 調査の概要	III - 2
2.1 外部評価者	III - 2
2.2 調査期間	III - 2
2.3 評価の制約	III - 2
3. 評価結果	III - 2
3.1 妥当性	III - 2
3.2 効率性	III - 5
3.3 有効性	III - 13
3.4 インパクト	III - 18
3.5 持続性	III - 20
4. 結論及び提言・教訓	III - 22
4.1 結論	III - 22
4.2 提言	III - 22
4.3 教訓	III - 23

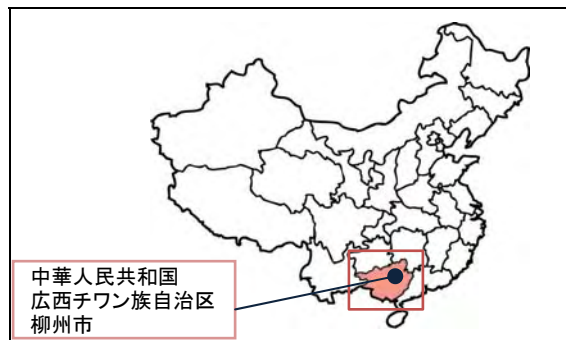
IV. フフホト市上水道整備事業	
1. 案件の概要	IV - 1
1.1 事業の背景	IV - 1
1.2 事業の概要	IV - 1
2. 調査の概要	IV - 2
2.1 外部評価者	IV - 2
2.2 調査期間	IV - 2
2.3 評価の制約	IV - 2
3. 評価結果	IV - 3
3.1 妥当性	IV - 3
3.2 効率性	IV - 4
3.3 有効性	IV - 7
3.4 インパクト	IV - 10
3.5 持続性	IV - 12
4. 結論及び提言・教訓	IV - 14
4.1 結論	IV - 14
4.2 提言	IV - 15
4.3 教訓	IV - 15

中華人民共和国

柳州酸性雨及び環境汚染総合整備事業

外部評価者：(株)アースアンドヒューマンコーポレーション 金子 眞知

1. 案件の概要



プロジェクト位置図



ガス供給事業

1.1 事業の背景

中国は、1987 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る。しかし一方で、一次エネルギー消費における石炭への過度の依存から、発電燃料・工業原料としての石炭使用による大気汚染が深刻化している。近年は酸性雨の被害も多く報告されており、工業化に伴う環境問題は、開発と両立させつつ配慮していかなばならない重要なテーマである。

本事業の対象市である柳州市は、中国の西南地区にある広西壮族自治区の工業都市である。石炭燃焼による大気汚染が重要な問題となっており、特に酸性雨汚染は、深刻な状況である。加えて、近年の急速な経済発展等に伴いゴミ廃棄量が年々増加し、ゴミ処理問題を解決することも柳州市にとっての急務になっている。

こうした状況を受け、柳州市のガス供給事業、ゴミ処分場建設、及び非公共の各種工場における環境改善事業に取り組むため、本事業を実施することとなった。

1.2 事業の概要

柳州市においてガス供給の拡大、ゴミ処分場の建設、及び工場の排気処理設備の設置を行なうことにより、大気汚染と水質の改善、及び都市衛生の向上等を図り、もって同市の生活環境改善に寄与する。

円借款承諾額／実行額	2,300 百万円／2,299 百万円
交換公文締結／借款契約調印	1996 年 12 月／1996 年 12 月
借款契約条件	金利 2.1 %、返済 30 年（据置 10 年）、一般アンタイド
借入人／実施機関	中華人民共和国／柳州市人民政府
貸付完了	2003 年 1 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	F/S： JICA 柳州市大気汚染総合対策計画調査 1995 年 12 月 SAPROF： 1995～96 年
関連事業	JICA 技協：柳州市環境対策（M/P 作成）

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

金子 真知 （㈱アースアンドヒューマンコーポレーション）

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 12 月～2010 年 10 月

現地調査：2010 年 2 月 28 日～3 月 23 日、2010 年 5 月 6 日～5 月 29 日

2.3 評価の制約

本事業は、全 4 件のサブプロジェクトから構成されているため事業総体としての有効性を確認することが困難であった。このため、これら複数のサブプロジェクトが目指したアウトプット、及び有効性の運用・効果指標の達成状況をそれぞれ確認するとともに、俯瞰的な視点から事業総体としての評価を行った。なお、各評価項目にかかり可能な限りサブプロジェクト個々についての記載を行なうが、妥当性、インパクト及び持続性については事業総体としての評価を行った。

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

本事業の審査時において、中国政府は「国家環境保護 第 9 次 5 カ年計画、及び 2010 年長期目標」を策定し、「国家 5 カ年計画（第 9 次 5 カ年計画[1996～2000]）」に環境計画を組み込む方針を示した。また、同環境計画では、「汚染物質排出の総量規制政策」と「世紀を跨ぐグリーンプロジェクト」の 2 つを戦略的プロジェクトとし、これらを実施するために環境投資額を増加すること、汚染物の総量規制を実施すること、及び水・大気環境を汚染対象の重点とすること等が定められた。

事後評価時においては、前政策の「国家環境保護 第 10 次 5 カ年計画(2001-2005)」の期

間中に多くの環境問題が進展しなかったとの評価を踏まえ、「第 11 次 5 カ年計画（2006-2010）」（以下、11.5 計画）の基本原則に、環境保護と経済成長を共に重視する方向へと転換することを掲げている。また、同 11.5 計画では、2010 年までに、二酸化硫黄排出量と化学的酸素要求量をそれぞれ 10%削減するという数値目標を掲げ、酸性雨の拡大を食い止めることも重点分野の一つとしている。なお、柳州市は、同 11.5 計画の中で環境保護重点都市（全 113 市）の一つに指定されており、大気汚染の総合的な防止・処理を重点に、大気環境の質的改善に努めるとしている。

また、市レベルにおいても「柳州市国民経済と社会発展“十五”計画要綱」と「柳州市環境保護“十五”計画と 2015 年までの長期目標」にて、工業と環境保護の調和が取れた経済発展を重視するとした上で、省エネルギー型社会の建設と環境保護の強化に努め、人と自然との調和的発展を実現する必要があるとの方針を示している。

以上の点から、本事業の政策面での整合性は審査時、及び事後評価時ともに高いと判断できる。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

(1) 事業審査時の開発ニーズ

柳州市は、中国の西南地区にある広西チワン族自治区の工業都市であり、工業用・民生用に石炭を多く利用していたが、同市で一般に使用されていた石炭は低品位(3000kcal/kg)で、硫黄分(4~7%)及び灰分(50%)が非常に多く含まれたものであった。このため、同市の大気汚染は深刻な状況にあり、1993 年の年平均 SO₂ 濃度は 0.217mg/Nm³ と国家二級環境基準(0.06mg/Nm³) の 3.6 倍の数値に達していた。また、酸性雨の平均 pH は 4.18~4.76¹、降雨頻度は 86~98%と中国国内での酸性雨汚染が最も深刻な都市の一つとなっていた。

さらに、好調な経済成長に伴いゴミ排出量の増加も同市の重要な課題となっていた。1994 年時点の柳州市の人口は 80 万人に達する一方で、既存のゴミ埋め立て処分場は小規模なものが 1 カ所あるのみで、1998 年の半ばには満杯となる試算であった。また、従来の処分場には浸出液の処理設備等、衛生維持のための施設がなく、環境・衛生面での問題も抱えていた。

(2) 事後評価時の開発ニーズ

柳州市は、広西チワン族自治区最大の工業基地として発展し、2007 年には国有企業及び年商 500 万元以上の非国有企業の工業総生産が 550 億元に達している。その一方で同市は大気汚染による深刻な酸性雨問題や工業廃棄物による河川の汚染問題を改善させるため、ここ数年、莫大な資金を投入し、企業への汚染物質排出量への取り締まりを強化するとともに、河川の汚水処理や都市部のゴミ処理などに力を入れている。この結果、大気質については、2008 年度の国家大気質環境基準達成日が 360 日となり、大幅に改善している。ま

¹ 全く汚染のない雨でも空気中の二酸化炭素が溶け込んでいるため、pH は約 5.6 となっていることから、一般的に、pH が 5.6 以下の雨が酸性雨とされている。

た、酸性雨の頻度についても、1995年には84.6%（平均pH4.19）であったが、2008年には43.4%（平均pH5.07）と改善傾向を示している。

今後も、工業総生産の増加が予想される中、大気汚染対策を徹底し、酸性雨頻度をさらに軽減していくことは、依然として柳州市の重要課題である。また、急速に都市化と人口増が進んだことにより、生活ゴミが増大しており、ゴミ処理問題も引き続き重要課題である。

以上から、柳州市の環境は改善の方向にあるが、環境保護と経済成長を両立させることは引き続き重要な開発課題であり、依然として開発ニーズは高いと言える。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

1992年当時のODA大綱において、環境保全はODA基本理念のひとつとして掲げられるとともに、日本は1992-96年度の5年間に環境ODAを大幅拡充することを国連などで対外的に表明している。

また、当時の対中国援助方針には「有償資金協力を中心に、経済インフラ整備に資する協力を行うとともに、相対的に開発余地の大きい内陸地域の支援にこれまで以上に配慮する。」ことが重点項目として掲げられている。また、重点分野の一つとして環境分野が掲げられ、わが国の経験と技術を活かして、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及び下水道等の水質汚濁防止対策について、援助を進めるとしている。

以上、本事業は、1990年代後半より本格的に開始された対中環境協力の柱である環境円借款事業の一つとして実施されており、審査時の日本の援助政策と整合していたものと判断できる。

3.1.4 サブプロジェクトの選定

柳州市政府は、重大な汚染源となっていた中小企業10数社（紡績染色工場など）を2007年に閉鎖する等、強い姿勢で環境対策に取り組んでいる。また、より確実に石炭使用量や汚染物質排出量の削減を実現するために、エネルギー消費量の多い大規模企業の環境対策への取り組みを促進することを目的にモデル企業の育成にも努めている。具体的には、サブプロジェクトの実施機関の一つである柳州鋼鐵所集団株式会社は、柳州市からの要請を受け、2001年より環境対策への本格的な投資を始め、現在はモデル企業の一つと位置付けられている。

上述のような環境の中、本事業では4件のサブプロジェクトを実施したが、柳州市政府が、企業側に対して国家基準を上回る汚染物質削減目標を求めたことにより、本事業によって導入された汚染物質処理設備が、より高度な処理能力を備えた設備に更新された事例がある。また、生産量の増大や原材料価格の高騰により、導入した設備の仕様ではニーズを満たせず、設備更新または計画変更をしている事例もある。

しかしながら、環境対策の強化や市場ニーズの変化に対応するために取られた措置であ

ることから、各サブプロジェクトの選定自体に問題点はなかったと判断する。

以上より、本事業の実施は中国の開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、またサブプロジェクトの選定にも問題点はなかったと判断されるため、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

本事業のアウトプットを評価するにあたり、審査時から大きく変更のあった事項を以下に特記する。

- 1) 審査時において「3)柳州化学肥料工場排気対策」、及び「4)柳州鋼鉄所コークス燃焼ガス脱硫」の2件のサブプロジェクトは、ツーステップローン方式を導入する予定であったが、以下の要望が中国側より出されたため、ツーステップローン方式は使用しないこととした。
 - * 対象2案件は非公共事業としての取扱いであるが、中国ではすべての事業は地方政府主管とするのが通常であるため、同2件の実施機関を中国輸出入銀行から柳州市政府とする。
 - * 本事業は一つの環境改善事業として実施されるにも関わらず、公共事業のサブプロジェクトには環境特利を適用し、非公共事業には適用しない（金利等の条件が厳しくなる）ということにより、本事業を実施する当初の趣旨が薄れてしまうため、ツーステップローン方式による取扱いを改める。
- 2) 全4件のサブプロジェクトのうち3件について、導入された設備と現状ニーズに差異が生じ、施設の全部または一部が実施機関の資金によって更新されている。

以下の表1に示す通り、全4件のサブプロジェクトについて、当初予定した施設、資機材の仕様から変更が生じている。特に、「1)ガス供給事業」は原油価格の高騰や市場ニーズの変化を受けて、大幅な計画変更が生じているが、事業を取り巻く環境が変化する中、公共性の高いガス供給事業を適切に実施すべく、その都度最善策を検討し、実行してきたことから、妥当な対応であったと判断される。また、「2)ゴミ処分場建設事業」についても、政府の設計基準変更に対応するための措置であり、事業体にとっての不可抗力に類する事象であったと判断される。

表1 アウトプットにかかる計画・実績の対比表

1) ガス供給事業（実施機関：柳州中燃都市ガス発展株式会社）		
審査時計画	実績	差異分析、及び変更の経緯
① 都市ガス供給配管網 110km ② ガス制圧所 27 カ所 ③ 液化石油ガス用 貯蔵タンク：400 m ³ 4 基 混合機（液体ガスと空気を混合する装置） ④ コークスガス用 貯蔵タンク：54,000 m ³ 2 基	① 都市ガス供給配管網 110km ② ガス制圧所 27 カ所 ③ 液化石油ガス用 <u>蟠龍山ガス貯蓄ステーション</u> 貯蔵タンク：100 m ³ 4 基 混合機（液体ガスと空気を混合する装置） 充填装置 <u>板栗園ガス貯蓄ステーション</u> 貯蔵タンク：2000 m ³ 2 基 ④ コークスガス用 <u>柳北ガス貯蓄ステーション</u> 貯蔵タンク：50,000 m ³ 2 基	仕様・設置箇所につき、大幅な変更がある。変更の経緯と理由は以下の通り。 <u>当初計画：</u> 液化石油ガス（LPG）とコークスガス（柳州鉄鋼からの引き入れ）の両方を市民に供給する。 <u>第1回変更：</u> JICAの意向によりコークスガスは柳州鉄鋼から引き入れる計画であったが、安定したガス供給量の確保は困難と判断し、全ての施設をLPG用とすべく計画変更、建設を開始した。 <u>第2回変更：</u> 原油価格の高騰を受け、液化石油ガス（LPG）の価格の高価が続き、市民の需要は激減した。このため、LPGへの投入を続ければ、事業の採算が見込めないと判断し、後期建設を中断した。 また、LPGに比べて安価な液化天然ガス（LNG）の利用を決定し、一部施設を利用しつつ、住民への供給販売を開始した。 <u>第3回変更：</u> 柳州鉄鋼所からの安定的なコークスガス供給が可能となったため、「柳北コークスガス貯蓄ステーション計画」を立案し、2008年5月に正式に建設を始め、2009年11月に完工、住民への都市ガス供給を開始した。
2) ゴミ処分場建設事業（実施機関：柳州環境衛生管理処）		
審査時計画	実績	差異分析、及び変更の経緯
① ゴミ処分場の建設 ロックフィルダム式堤体等（排水溝埋め立て堰き、洪水防止壁の設置） ② 付帯設備の建設（浸出水の集水設備、ガス抜き処理設備等） ③ 管理用建物の建設 800m ² ④ 環境モニタリング設備の設置 ⑤ ゴミ運搬車両 Rear Loaded Compressed 7-8t 級 10 台	① ゴミ処分場の建設 ロックフィルダム式堤体等（排水溝埋め立て堰き、洪水防止壁の設置、浸透水防止シートの設置） ② 付帯設備の建設（浸出水の集水設備、ガス抜き処理設備等） ③ 管理用建物の建設 800m ² ④ 環境モニタリング設備の設置 ⑤ ゴミ運搬車両 Rear Loaded Compressed 7-8t 級 10 台	ゴミ処分場建設にかかる新たな国家基準に基づき、再設計と建設許可取得を行う必要が生じた（土壌への浸透水防止シート等の設置）。このため、事業期間が遅延した。なお、設計変更後の建設許可は2001年1月に得た。

3) 柳州化学肥料工場排気対策（実施機関：柳州化工集団株式会社）		
審査時計画	実績	差異分析、及び変更の経緯
柳州化学肥料工場排気対策施設の設置 (NO.1 硝酸製造プラントの脱硝排ガス処理設備 (18,000 Nm ³ /h))	柳州化学肥料工場排気対策施設の設置 (NO.1 硝酸製造プラントの脱硝排ガス処理設備 (21,000 Nm ³ /h))	詳細設計の結果、当初計画の脱硝排ガス処理設備 (18000Nm ³ /h) では、今後の需要量を満たせないと判断し、より処理能力の高い設備 (21000 Nm ³ /h) に変更した。
4) 柳州鋼鉄所コークス燃焼ガス脱硫（実施機関：柳州鋼鉄所集団株式会社）		
審査時計画	実績	差異分析、及び変更の経緯
柳州鋼鉄所のコークス燃焼ガスの脱硫装置の設置	柳州鋼鉄所のコークス燃焼ガスの脱硫装置の設置 【仕様】 1. 脱硫装置： 処理能力 27,000 m ³ /h 2. 余剰ガス貯蔵用ガスタンク： 50,000 m ³ 3. 湿式ナフタリン洗浄装置： 洗浄処理能力 27,000 m ³ /h (ナフタリン洗浄に使用するディーゼルオイルは、回収・再利用している。	詳細設計の結果、当初計画の脱硫装置処理能力では、今後の需要量を満たせないと判断し、より処理能力の高い機材に変更した。

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業期間

事業全体の事業期間は、1996年10月から2001年12月の63ヶ月間を計画していたが、実績は、1996年10月から2009年11月の158ヶ月間であり、大幅な遅延となっている。

また、サブプロジェクト毎の事業期間については、以下の表2に示す通り「1)ガス供給事業」と「2)ゴミ処分場建設事業」の2件のサブプロジェクトが計画を大幅に上回ったが、その他2件は計画を下回っている。

表2 各サブプロジェクトにおける事業期間の計画・実績

サブプロジェクト名	計 画			実 績			差異 (実績／計画)	評価
	開始	終了	期間 (カ月)	開始	終了	期間 (カ月)		
1) ガス供給事業	1996年 10月	2000年 1月	40カ月	1996年 10月	2009年 11月	158	395%	c
2) ゴミ処分場建設事業	1996年 10月	1998年 8月	23カ月	1996年 10月	2004年 11月	98	426%	c→a
3) 柳州化学肥料工場排気対策	1996年 10月	2001年 12月	63カ月	1996年 10月	2000年 10月	49	78%	a
4) 柳州鋼鉄所コークス燃焼ガス脱硫				1996年 10月	2000年 4月	43	68%	a

上記を踏まえ、事業期間の評価は、各サブプロジェクトの評価を個別に行った上で、事

業全体の評価を行った。評価方法は、計画と実績の差異から3段階評価（a：計画値の100%以下、b：計画値の100%超150%以下、c：計画値の150%超）を行い、その後aを2点、bを1点、cを0点として加算し、総合点が最高点に対して80%以上の得点を得た場合を総合(a)、50%超80%未満を(b)、50%以下を(c)とした。なお、「2) ゴミ処分場建設事業」の遅延理由は、新設計基準への対応であり、事業体にとっての不可抗力に類する事象と判断されるため、マイナス評価とはしない（c評価→a評価）。

この結果、上の表2の通り、事業期間の差異が計画値の100%以下であったサブプロジェクトが2件、150%超のサブプロジェクトが2件という結果になった。

また、評点の集計結果は、下の表3の通り（b）計画を上回ったと評価できる。

表3 事業期間にかかる評点

	(a)評価 計画を 下回った [2点]	(b)評価 計画を 上回った [1点]	(c)評価 計画を大幅に 上回った [0点]	合計	評価結果
サブプロジェクト数	3件	0件	1件	4件	
評点[最高点：8点]	6点	0点	0点	6点	75%= (b)

3.2.2.2 事業費

事業全体の事業費は、総額4,168百万円（うち円借款分2,300百万円）を計画していたが、実績値は総額11,762百万円（うち円借款分2,300百万円）であった。

また、サブプロジェクト毎の事業費については、下の表4のとおり「1) ガス供給事業」と「2) ゴミ処分場建設事業」が計画の150%超、「柳州化学肥料工場排気対策」と「柳州鋼鉄所コークス燃焼ガス脱硫」が計画の100%超150%以下となり、全4件のサブプロジェクトについて計画を上回っている。この主因、及び実施機関側の対応は以下のとおりである。

- ・ 「1) ガス供給事業」：
原材料価格の高騰、及び市場ニーズの変化に対応するために、3回の設計変更が生じ、結果として事業費総額が増額となった。増額分は、実施機関が負担した。
- ・ 「2) ゴミ処分場建設事業」：
ゴミ処分場建設にかかる新たな国家基準に基づき、再設計と建設許可取得を行う必要が生じた（土壌への浸透水防止シート等の設置）。また、2001年1月に設計変更後の建設許可を取得した上で、中国側の資金（柳州市政府財政資金、及び中央西部債権資金）を増額し、工事を実施した。
- ・ 「3) 柳州化学肥料工場排気対策」、及び「4) 柳州鋼鉄所コークス燃焼ガス脱硫」：
詳細設計の結果、当初計画の排気処理設備では、今後の需要量を満たせないと判断し、より処理能力の高い設備に変更した。同変更に伴い、事業費が増額となったが、その分は実施機関側が負担した。

表 4 事業費にかかる予定実績の対比

(単位：百万円)

サブプロジェクト名	計画		実績		差異 (実績／ 計画)	評価
	事業総額	うち円借款分	事業総額	うち円借款分		
1) ガス供給事業	2,416	1,116	4,033	1,350	167%	c
2) ゴミ処分場建設事業	1,045	477	6,945	456	665%	c→a
3) 柳州化学肥料工場排気対策	707	707	785 (214)	494 (111)	111%	b
4) 柳州鋼鉄所コークス燃焼ガス脱硫			(571)	(383)		b
合 計	4,168	2,300	11,762	2,300		

上記を踏まえ、事業費の評価についても、事業期間同様に、各サブプロジェクトの評価を個別に行った上で、事業全体の評価を行った。評価方法は、計画と実績の差異から 3 段階評価（a：計画値の 100%以下、b：計画値の 100%超 150%以下、c：計画値の 150%超）を行い、その後 a を 2 点、b を 1 点、c を 0 点として加算し、総合点が最高点に対して 80%以上の得点を得た場合を総合(a)、50%超 80%未満を(b)、50%以下を(c)とした。なお、「2) ゴミ処分場建設事業」については、増額理由が政府基準の変更であり、事業体にとっての不可抗力に類する事象と判断されるため、マイナス評価とはしない（c 評価→a 評価）。

この結果、上の表 4 の通り、事業費の差異が計画値の 100%以下であったサブプロジェクトが 1 件、計画値の 100%超 150%以下であったサブプロジェクトが 2 件、150%超のサブプロジェクトが 1 件という結果になった。

また、評点の集計結果は、下の表 5 の通り（b）計画を上回ったと評価できる。

表 5 事業費にかかる評価結果

	(a)評価 計画を 下回った [2 点]	(b)評価 計画を 上回った [1 点]	(c)評価 計画を大幅 に上回った [0 点]	合計	評価結果
サブプロジェクト数	1 件	2 件	1 件	4 件	
評点[最高点：8 点]	2 点	2 点	0 点	4 点	50% = (b)

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

3.3 有効性（レーティング：b）

3.3.1 定量的効果

3.3.3.1 運用効果指標

各サブプロジェクトの運用効果指標にかかる達成状況は下表のとおりである。また、表中の右欄には、各サブプロジェクトの計画値に対して、達成度が 80%以上の場合を a、達成度が 50%超 79%以下を b、50%以下もしくは設備撤去のため目標値を確認できないものを c と評点した。なお、各サブプロジェクトを取り巻く環境の変化についても、表中に記載した。

表 6 運用効果指標にかかる目標値と実績値

フェーズ 1			
サブプロジェクト名	計画目標値（目標年の設定なし）	実績値（事後評価時）	達成度
1) ガス供給事業	・既存ガスプラント（柳州鋼鉄所）のコークス炉供給量 15.6 万 m³/日増 ・液化石油ガス（LPG）の供給量 7,000 m³/年増（400m³/日） ・ガス利用世帯数 12 万世帯 ・汚染物質の削減量 SO₂ 6,220t/年 TSP 7,700t/年	・コークスガスの供給量（コークスガスは柳州鋼鉄所からパイプラインを設置） 6.2 万 m³/日（日最大供給能力 10 万 m³） ・液化天然ガス（LNG）の供給量 3.8 万 m³/日 ・ガス利用世帯数 10 万世帯（液化天然ガス）（5.6 万世帯）（コークスガス）（4.4 万世帯） ・汚染物質の削減量 ・SO₂ 7,680 t/年 ・TSP 9,507t/年	a
《サブプロジェクトを取り巻く環境の変化》	原油価格の高騰により、市民への液化石油ガス（LPG）の供給販売事業を停止せざるをなくなったが、その後液化天然ガス（LNG）の供給に切り替え、販売事業を開始した。また、柳州鉄鋼からのコークスガスが安定的に確保することが可能となったため、より安価なコークスガスを市民に供給するため、事業計画を再検討し、企業側の資金を投入した上で、2009 年 11 月よりコークスガス供給を開始した。		
2) ゴミ処分場建設事業	・処分場の残余年数：36 年分 ・埋立容量：800 万 m³/ ・浸出液の集水設備：600 m³/年 ・汚水処理能力：最大 1059 m³/日	・処分場の残余年数：17 年分（2004 年から利用） ・埋立容量：800 万 m³ ・浸出液の集水設備：600 m³/日 ・汚水処理能力：最大 1059 m³/日 ・柳州市生活ごみ：1 日 33.95 万トン ・利用人口 2008 年：101.84 万人	a
《サブプロジェクトを取り巻く環境の変化》	当初の目標値としては設定されていないが、新基準に従った設計変更により、土壌の汚染防止効果が高まったと想定される。また、都市化と人口増により、生活ゴミの増加率が想定を超えており、処分場残余年数が当初計画の 36 年から 17 年に減少しているが、柳州市では、現在のゴミ処分場の上部に新たな処分場の建設工事を実施しており、将来的なゴミ処理対策を進めている。		
3) 柳州化工肥料工場排気対策	NOx 排出濃度：905mg/N m ³ NOx 削減量：181.2t/年	2003 年時点 ・NOx 排出濃度：360 mg/N m ³ ・NOx 削減量：47.6 t/年 （排出量、削減量ともに、国家に級基準を達成、2002 年 7 月）	c

		事後評価時 施設を更新したため、データなし	
《サブプロジェクトを取り巻く環境の変化》	柳州市政府主導により、重点汚染企業が取り組むべき汚染物質削減量が大幅に引き上げられた。また、本事業で導入した排気ガス NOx 整備装置は、国家排出基準を満たしていたが、住民からの要望 ² もあり、更なる環境対策の強化を求められ、本事業で導入した施設を 2003 年に停止し、2005 年に新たな装置を設置する工事を完了させた。		
4) 柳州鋼鉄所コークス燃焼ガス脱硫	SO ₂ 排出濃度：60mg/N m ³ SO ₂ 削減量：1,849t/年	2001 年～2005 年時点 ・ SO ₂ 排出濃度：0.084 mg/ m ³ (工場内年間平均濃度) ・ SO ₂ 削減量：年平均 1,817.8t ・ H ₂ S (硫化水素) 濃度：11.53mg /m ³ (脱硫装置排出口年間平均濃度、除去率 99.74%) ・ コークスガス供給量累計： 工業用：1312 百万 t 民間用：108 百万 t 事後評価時 ・ ナフタリン洗浄量：280 t (2009 年) ・ ディーゼルオイル回収・再利用量：301,435 升 (2009 年)	c
《サブプロジェクトを取り巻く環境の変化》	柳州鉄鋼集団株式会社は、柳州市からの要請を受け、2001 年より環境対策への本格的な投資を始め、現在は循環型経済に向けたモデル企業の一つとなっている。他方、同社のコークスガス生産量は好調な経営を背景に大幅増となり、本事業で設置したコークスガス脱硫システム (処理能力 2.7 万 m ³ /h) では需要を満たせなくなった。このため、本事業で導入した脱硫システムのうちの一部 (脱硫装置) を撤去し、2004 年末に新たなコークスガス脱硫システム (処理能力 10 万 m ³ /h) に移行させた。なお、本事業で導入した脱硫システムのうち、余剰ガス貯蔵用ガスタンクと湿式ナフタリン洗浄装置は現在も利用されている。		

上表の通り、サブプロジェクト毎の評価は、「1) ガス供給事業」、及び「2) ゴミ処分場建設計画」は、目標値を達成しているため評価 a とした。但し、「2) ゴミ処分場建設計画」については、処分場の残余年数が当初計画の 36 年から 17 年へと大幅に減少しており、今後は家庭から出されるゴミ削減に向け、ゴミ処理料金の徴収や環境教育の実施等を検討していく必要がある。また、「3) 柳州化学肥料工場排気対策」、及び「4) 柳州鋼鉄所コークス燃焼ガス脱硫」については、表中に記載した通り、環境対策の強化や需要量の急増に対応していく必要から本事業で導入した設備を撤去し、現在は中国側の独自資金により建設された設備を利用している。このため、指標の達成度については円借款にて設置された機材との関係性が薄く、現時点では効果は低いと判断せざるを得ないため、評価 c とした。

また、事業全体の有効性の評価においては、サブプロジェクトそれぞれの評点を総計して評価を行った。総計において、各サブプロジェクトの評価 a を 2 点、b を 1 点、c を 0 点として加算し、総合点が最高点に対して 80%以上の得点を得た場合を(a)、50%超 80%未満を(b)、50%以下を(c)とした。以上の考え方に基づいた結果は下表のとおりであり、総合点は最高点に対して 50%を示したことにより、事業全体の有効性を(b)と評価した。

² 本事業で導入した排気ガス NOx 整備装置は、国家排出基準である 200ppm 以下を満たしたものの、排気ガスが黄色に着色しており、周辺住民からはその煙が「黄竜」と呼ばれていた。

表 7 運用効果指標にかかる評価結果

	(a)評価 指標達成率 80%以上	(b)評価 指標達成率 50%超 80%未満	(c)評価 指標達成率 50%以下 もしくは非稼働につ きデータ入手不可	合計
サブ プロジェクト数	2 件	0 件	2 件	4 件
評点[最高点 8 点]	4 点	0 点	0 点	4 点 50%= (b)

本事業の有効性にかかる特徴として、公共性の高い「1) ガス供給事業」、及び「2) ゴミ処分場建設計画」については、事業効果が高い一方で、企業を対象とした「3) 柳州化学肥料工場排気対策」、及び「4) 柳州鋼鉄所コークス燃焼ガス脱硫」については、企業を取り巻く環境の変化に対応した結果、事後評価時にはその効果を確認することができなかった。しかしながら、本事業により当初発現した効果が呼び水となり、更なる環境対策の強化につながったと判断されるため、この点についてはインパクトとして評価する。

3.3.1.2 内部収益率の分析結果

審査時点においては、サブプロジェクトのうち、「1) ガス供給事業」、及び「2) ゴミ処分場建設計画」について FIRR 値が算出されていた。しかしながら、「1) ガス供給事業」については、事業開始までに 3 回にわたる大幅な計画変更が生じており、FIRR の算出根拠が完全に異なっている。

また、「2) ゴミ処分場建設計画」については、当初はゴミ処理料を収入として計上し FIRR 値が算出されていたが、事後評価時に確認したところ、ゴミ処理は無料であり、ゴミ処分場にかかる経費はすべて市政府が賄っているとのことであった。

このため、本評価では FIRR 値については算出を行わない。

EIRR については、便益として大気質改善による健康改善や公共サービスの改善による支払意思額を指標として想定できるが、プロジェクト審査時に EIRR の算定がなされておらず、同様の便益指標を用いた比較を行なうことができない。また、当時のデータを入手することも困難である。このため、本評価では EIRR の算出を行わない。

3.3.2 定性的効果

本事業がもたらした定性的な効果として、大気汚染物質の削減、及びゴミ処分場の拡大により、市民が大気質改善や放置廃棄物の減少を認識することが第一義として挙げられる。

以下の表の通り、受益者調査の結果によると、調査対象の 9 割以上が 10 年前と比較して柳州市の大気質が改善したことを認識している。また、改善の主要因として、本事業に関連する「先進技術による工場の排煙濃度の減少」や「家庭でのガスの利用」を挙げる住民が約 6 割を占めた。

表 8 大気質改善に対する住民認識（受益者調査結果）

10 年前と比較した大気質の変化 (酸性雨やスモッグの日数)	計 (%)		(「改善・どちらかと言えば改善」の回答のうち) 改善につながった主要因【複数回答】	計 (%)
とても改善した	45		工場が郊外に移転したため	73
どちらかと言えば改善した	52		家庭で、ガスが利用されるようになったため	60
さほど変わらない	3		先進技術により、工場の排煙濃度が減少したため	57
どちらかと言えば悪化した	0		政府の環境改善事業が推進されたため	43
とても悪化した	0		市全体の経済力が向上したため	34
分からない	0		市政府の取り締まりが強化されたため	18

注：事後評価における受益者調査結果（市内住民の 150 人に対して 2010 年 5 月実施）

また、放置廃棄物の減少についても、調査対象の 88%が 10 年前に比べて改善したと回答しており、その主要因として、本事業（ゴミ処分場建設）に関連する「処分場の拡大」や「ゴミ収集車の台数」を選択する住民が約半数を占めた。その一方で、「住民のゴミ処理に対する意識向上」と回答した住民は約 30%に留まり、また「市政府の取り締まりの強化」については約 15%との結果となった。この点から、今後は環境保全局による住民向け環境教育の推進等の対策が望まれる。

表 9 放置廃棄物の減少に対する住民認識

10 年前と比較した放置廃棄物の 変化	計 (%)		(「改善・どちらかと言えば改善」の回答者のうち) 改善につながった主要因【複数回答】	計 (%)
とても改善した	37		ゴミ収集車の台数が増えたため	60
どちらかと言えば改善した	51		政府の環境改善事業が推進されたため	49
さほど変わらない	11		処分場が拡大したため	48
どちらかと言えば悪化した	0		市全体の経済力が向上したため	39
とても悪化した	0		住民のゴミ処理に対する意識が高まったため	32
分からない	1		市政府の取り締まりが強化されたため	15

注：事後評価における受益者調査結果（市内住民の 150 人に対して 2010 年 5 月実施）

なお、これら効果は、中国側が独自に取り組んできた環境改善への取り組みと効果的に連携・補完しあってきたことによって発現してきたものである。そのため、本事業単体の効果とは言えないが、その寄与度は総じて大きいと推察できることを付記する。

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

柳州市では同時期に様々な環境対策への積極的な取り組みを行ったため、これらのインパクトは必ずしも本事業のみの効果ではないものの、柳州市全体の環境指標、及び受益者調査から、本事業は市民の生活環境の改善、及び街の美化に対して大きなインパクトを与えていると推測される。また、柳州市の代表的企業である柳州鋼鐵所集団株式会社や柳州市化学工業集団株式会社への環境対策を含む本事業は、同市が掲げた環境改善のための数値目標達成には、大規模企業から率先して環境対策に取り組むことが重要であるとの認識を深め、この結果市政府による具体的な取り組みが促進されることにつながったものと判断される。

(1) 柳州市における大気質の改善

柳州市全体の大気質指標は、表 10 に示した通り、2008 年には国家大気質環境基準達成日が 360 日となる等、事業開始時に比べると改善傾向にある。なお、市環境保全局によると、表 10 の環境指標は、観測機器の精度向上や測定地点の増等により、過去のデータと一様に比較することはできないとのことであった。また、同局専門家によると、柳州市の大気質、及び酸性雨の状況は、環境基準達成に向けて更に環境対策を強化していく必要があるが、本事業の開始時に比べると大きく改善したとの認識であった。

表 10 柳州市全体の環境指標（年平均）

年 指標名	1996 年	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年
国家大気質 環境基準達 成日（日） 注 1)	-	-	-	-	-	289	339	313	351	360	-
TSP/PM ₁₀ 注 2)、注 3)	0.190	0.207	0.194	0.158	0.206	0.101	0.064	0.055	0.040	0.037	0.054
SO ₂ 濃度 (mg/m ³) 注 4)	0.152	0.092	0.073	0.070	0.070	0.104	0.072	0.094	0.071	0.071	0.061
NO ₂ 濃度 (mg/m ³) 注 4)	0.036	0.038	0.030	0.028	0.030	0.036	0.033	0.038	0.030	0.031	-
COD (t/年) 注 5)	51,068	37,737	76,802	47,461	129,334	51,068	103,900	105,800	101,900	97,700	-

注 1) 中国の国家環境大気質基準は 1 級～3 級の 3 段階に分けられており、都市計画の中で確定された居住エリア、商業・交通及び住民の混合エリア、文化エリア、一般工業エリア、及び農村地区は「2 級基準」が適用される。また、2 級基準達成日の算定根拠となる濃度制限値は、SO₂（日平均）が 0.15mg/m²、PM₁₀（日平均）が 0.15 mg/m²とされている。

注 2) TSP とは、総浮遊粒子状物質（Total Suspended Particular, TSP）を指し、大気中に浮遊し、大気動力学的で直径≤100 ミクロンの粒子状物質のことである。

注 3) PM₁₀ とは、「吸入可能粒子状物質（Particulate matter less than 10 μm）」を指し、大気中に浮遊し、大気動力学的で直径≤10 ミクロンの粒子状物質のことである。柳州市では、2005 年以降は TSP に代わる指標として PM₁₀ が用いられている。

注 4) 国家大気質 2 級基準の濃度制限値は、年平均において SO₂ が 0.06mg/m²、PM₁₀ が 0.054 mg/m²である。

注 5) COD の観測値については、2005 年以降に新しい観測方法が導入されたため、2004 年以前と 2005 年以降の数値との比較は難しい。

* 出典：柳州市環境状況公報

酸性雨頻度は、下表 11 に示す通り、1995 年には年間降雨頻度が 84.6%（平均 pH4.19）であったが、2008 年には 43.4%（平均 pH5.07）を示しており、事業開始時に比べると大幅に改善している。

表 11 柳州市の酸性雨指標

年 指標	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
pH 年平均値	4.19	4.61	4.94	4.97	5.17	5.20	5.17	5.40	5.66	-	4.69	4.95	5.09	5.07
酸性雨 頻度 (%)	84.6	54.4	65.1	44.4	31.0	30.0	27.2	19.4	15.0	47.6	57.1	52.4	42.8	43.4

注）一般的には pH 5.6 以下の雨が酸性雨とされている。

* 出典：柳州市環境状況公報

(2) 市民の生活環境、及び生活レベルの改善

先の表 8 に示したように、受益者調査の結果から、柳州市の大気質改善及び酸性雨の減少を 9 割以上の市民が認識している。

また、下表（左側）の通り、大気質改善の効果として「衣類の汚れの軽減」等、日常生活の改善を挙げる住民が多かった。また、下表（右側）の通り、酸性雨改善の効果としては「水源の水質の改善」を挙げた市民が約 7 割近くで、「身体への刺激の軽減」も過半数を占めた。

この他、都市ガスが整備されたことによる、「家事の効率性の向上」を認識する市民は 95% を占めており、市民の生活環境、及び生活レベルは改善していると判断される。

表 12 生活環境の改善にかかる市民の認識

大気質改善による効果【複数回答】	計 (%)	酸性雨改善による効果【複数回答】	計 (%)
粉塵による衣類の汚れが軽減した	63	水源である柳江の水質が改善した	67
洗濯物を外に干せるようになった	57	降雨時に身体（目、皮膚、髪等）への刺激が軽減した	53
防塵のためのマスクやサングラスを使用しなくなった	29	川や湖に生息する生物のための環境が改善した	47
健康が改善した	62	歴史的建造物や建築物の劣化が改善した	36
その他	0	森林の立ち枯れが改善した	28
		その他	0

注：事後評価における受益者調査結果（市内住民の 150 人に対して 2010 年 5 月実施）

(3) 街の美化と衛生環境の改善

下表の通り、ゴミ処理状況の改善の効果として、「市内の美化」や「悪臭の改善」を挙げる市民が 7 割を超えており、街の美化を認識する市民が多数を占めている。また、ゴミ収

集回数の増加等、ゴミ処理サービスの向上を認識する市民は 95%を占めており、衛生環境の改善が住民に認識されていると言える。

表 13 ゴミ処理状況の改善にかかる市民の認識（受益者調査結果）

ゴミ処理状況の改善による効果 【複数回答】	計 (%)
市内の美化が進んだ	79
ゴミの放置による悪臭が改善した	75
街中や河川の不法投棄が改善した	51
水源である柳江の水質が改善した	43
市内に発生する外虫が減少した	24

注：事後評価における受益者調査結果（市内住民の 150 人に対して 2010 年 5 月実施）

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

EIA については、事業開始前に批准を得ており、また環境保全局への聞き取り結果によると自然環境へのインパクトは特に見受けられない。

②住民移転・用地取得

住民移転は行われていない。一方、ゴミ処分場の建設にかかる総面積 64ha の用地取得は、問題なく実施された。なお、従来のゴミ処分場で問題となっていた悪臭や浸出水等については受益者調査の結果において確認されなかった。

③柳州市の環境対策への強化

柳州市関係機関（財政局、環境保全局、実施機関）へのヒアリングでは、「市政府による本格的な環境対策が講じられる前に本事業が実施された意義は大きい」との意見が多く聞かれ、市政府の環境意識の向上に正のインパクトを与えたと評価する。特に、「3) 柳州化学肥料工場排気対策」、及び「4) 柳州鋼鉄所コークス燃焼ガス脱硫」については、本事業で導入された設備が数年間稼働した後撤去される結果となったが、柳州市の代表的企業である柳州鋼鉄所集団株式会社や柳州市化学工業集団株式会社に対する環境対策を初期段階で進めたことで、その後の企業に対する環境対策の強化につながっている。

④その他正負のインパクト

環境保全局への聞き取り結果、及び受益者調査の結果から、騒音、振動についても、特に問題は見られない。

以上より、本事業は柳州市の環境質を大きく改善させており、また地域住民の日常生活

などに正の影響を与えており、そのインパクトは大きい。

3.5 持続性(レーティング：a)

3.5.1 運営・維持管理の体制

「1) ガス供給事業」並びに「2) ゴミ処分場事業」は、「柳州市国民経済と社会発展“十五”計画要綱」及び「柳州市環境保護“十五”計画と2015年までの長期目標」において、“環境都市づくり”のための重要事業に位置付けられているため、円滑な事業運営に向けて市政府が支援することを明確に打ち出している。このため、「1) ガス供給事業」は、国有企業から民営化されているが、柳州市内で唯一の都市ガス供給企業として安全な操業が行われ、また安定した供給が行われるよう、市政府の方針の基づき、適切な運営維持管理体制が構築されている。「2) ゴミ処分場事業」についても、柳州市の管轄下で運営維持管理が行われており、組織面、人材面での問題はない。

また、「3) 柳州化工肥料工場排気対策」は、国有企業が民営化されたため経営環境が大きく変化しているが、民営化に伴う経営の効率化（生産部門人員の削減、専門技術者の増員）により、想定以上に、運営維持管理の体制が強化されている。「4) 柳州鋼鉄所コークス燃焼ガス脱硫」についても、柳州鋼鉄所集団株式会社の経営が順調であることを背景に、運営維持管理の体制に問題はない。

3.5.2 運営・維持管理の技術

「1) ガス供給事業」と「2) ゴミ処分場建設事業」にて導入された機材については、施設・資機材の操業、維持管理に関する技術面での問題は特段無い。また、「3) 柳州化工肥料工場排気対策」は本事業で導入された設備が撤去されているため、確認できない。「4) 柳州鋼鉄所コークス燃焼ガス脱硫」は、稼働中の機材については適切に維持管理されており、技術面の問題はない。

詳細は以下の通りである。

「1) ガス供給事業」：法律で定められた検査基準を順守するとともに、万が一のトラブルが発生した際にも対応できるよう安全対策には力を入れている。このため、職員への安全管理・技術研修は定期的実施しているとのことである。

「2) ゴミ処分場建設事業」：ゴミ処分場に勤務する職員からの説明によると、汚水処理装置の操業には細心の注意を払い、法律で定められた基準値を超えないよう、日々のモニタリングを徹底しているとのことであった。また、日常点検に加え、技術者向けの研修を定期的実施し、維持管理のための人材育成を実施している。

「3) 柳州化工肥料工場排気対策」は本事業で導入された設備が撤去されているため、確認できない。

「4) 柳州鋼鉄所コークス燃焼ガス脱硫」：脱硫装置は撤去されているが、操業中のナフタリン洗浄装置およびディーゼルオイル回収装置は、担当技術者による適切な維持管理が行われているとのことであった。

3.5.3 運営・維持管理の財務

「1) ガス供給事業」については、実施機関からの説明によると、中国国内にて都市ガス事業を展開する香港資本と合併したことで、他類似事業を参考としつつ、事業運営の効率化と収益力の強化が急速に進められているとのことであった。また、コークスガス供給については、約 2 万世帯についてはすでにガス契約が完了しており、配管工事が終了した段階で、供給を開始する予定であり、利用者数の増による収益増も見込まれる。

「2) ゴミ処分場建設事業」は無償の公共サービスとして実施されているが、職員の説明によると、市政府の財務状況が良好であることから十分な運営維持管理費が確保されており、交換部品の調達等も適切に行われているとのことであった。

また、「3) 柳州化工肥料工場排気対策」は本事業で導入された設備が撤去されているが、柳州市化学工業集団株式会社の経営は好調とのことで、引き続き環境対策への資金投入は行われている。「4) 柳州鋼鉄所コークス燃焼ガス脱硫事業」についても、柳州鋼鉄の経営が好調であり、財務面の問題は無いとのことである。

3.5.4 運営・維持管理の状況

受益者調査において、ガス供給及びゴミ処理にかかるサービスについて質問したところ、現在の状況に満足する市民が多数を占めており、運営状況に問題はないと考える。

「1) ガス供給事業」：視察時において、点検日時、点検者の氏名が各設備に明記されており、維持管理担当者による日常点検が適切に実施されていると推察できる。また、環境保全局からの聞き取りにおいても、事業の開始以降、故障やトラブルは発生しておらず、安全な操業が続けられるとのことである。

「2) ゴミ処分場建設事業」：視察時において、近隣居住地における悪臭や騒音等はなかった。また、維持管理予算が十分にあることから、故障への対応や汚水処理に用いる薬剤やスペアパーツの購入も問題ないとのことである。

「3) 柳州化工肥料工場排気対策」は本事業で導入された設備が撤去されているが、視察時において、近隣住民からの苦情の原因であった黄色の煙は発生しておらず、環境基準も高いレベルで達成しているとのことである。

「4) 柳州鋼鉄所コークス燃焼ガス脱硫事業」：視察時において、脱硫装置は撤去されていたが、付属設備であったナフタリン洗浄装置およびディーゼルオイル回収装置は稼働していた。特に、ナフタリン洗浄装置は、更新された脱硫装置の操業には不可欠であることから、日々のメンテナンスには重点を置いているとのことである。

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

本事業は妥当性が高いが、サブプロジェクトを取り巻く環境の変化から、本事業によって導入された汚染物質処理設備の一部または全部が撤去されているため有効性と効率性については中程度となった。持続性については特に問題ない。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

- 1) 工場に対する規制やゴミ処理サービスの充実が進められる一方で、住民に対する環境教育は十分ではない。柳州市の都市化、人口増は今後も続くことが予想されることから、特にゴミの排出量については、広報活動や環境教育等、住民の環境意識向上に向けたアプローチを強化していく必要がある。また、増え続けるゴミ処理に対応するために、将来的にはゴミ処理料を住民から徴収するための制度作りも必要である。
- 2) 柳州市の環境汚染対策事業では、工場の生産工程に末端汚染処理施設を設置する等、簡単に実施可能な汚染物質対策はすでに講じられており、更に汚染物質の排出量を削減するには、汚染企業を市外に移転させる、石炭依存型の大規模企業のエネルギー源を環境負荷が低いものへ転換させる等、踏み込んだ対策が必要である。

4.3 教訓

環境対策は、地域全体で取り組む必要があるが、本事業は、柳州市を代表する大規模企業体である「柳州鋼鐵集団株式会社」並びに「柳州市化学工業集団株式会社」を環境対策に取り組む企業の先駆けとしたことで、その後の市全体の環境対策を促進させていくことにつながっている。また、両社は柳州市の環境重点企業に指定されているため、環境保護局が発行する「年次環境状況公報」や「柳州市環境保全“十五”計画（2001-2005 年）」にて、本事業の進捗状況が報告されるなど、結果として円借款事業の成果を関係者に広く知らしめることにもつながっている。

以上から、環境汚染が深刻な地域は、製造業企業や発電所等が密集する傾向があることから、先方政府と協議の上で、地域の環境対策で先導的な役割を果たせるような事業体を優先的に選定することが重要である。また、地域全体の環境指標（数値目標）の達成状況を定期的に関係省庁や企業関係者に広報することで、事業体の努力を更に促していくことも大切である。

主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
① アウトプット 1) ガス供給事業	・都市ガス供給配管網 110km ・ガス制圧所 27 カ所 ・液化石油ガス用タンク(400m³) 2 基 ・コークスガス用ガスタンク(5.4 万 m³) 3 基	・都市ガス供給配管網 110km ・ガス制圧所 27 カ所 ・液化石油ガス用 貯蔵タンク：100 m³ 4 基 貯蔵タンク：2000 m³ 2 基 混合機（液体ガスと空気を混合する装置） 充填装置 ・コークスガス用 貯蔵タンク：50,000 m³ 2 基
2) ゴミ処分場建設事業	・ゴミ処分場の建設 ロックフィルダム式堤体等（排水溝埋め立て堰き、洪水防止壁の設置） ・付帯設備の建設(浸出水の集水設備、ガス抜き処理設備等) ・管理用建物の建設 800m² ・環境モニタリング設備の設置 ・ゴミ運搬車両 Rear Loaded Compressed 7-8t 級 10 台	・ゴミ処分場の建設 ロックフィルダム式堤体等（排水溝埋め立て堰き、洪水防止壁の設置） ・付帯設備の建設(浸出水の集水設備、ガス抜き処理設備等) ・管理用建物の建設 800m² ・環境モニタリング設備の設置 ・ ゴ ミ 運 搬 車 両 Rear Loaded Compressed 7-8t 級 10 台
3) 柳州化工肥料工場排気対策	柳州化学肥料工場排気対策施設の設置 (NO.1 硝酸製造プラントの脱硝排ガス処理設備 (18,000 Nm ³ /h))	柳州化学肥料工場排気対策施設の設置 (NO.1 硝酸製造プラントの脱硝排ガス処理設備 (21,000 Nm ³ /h))
4) 柳州鋼鉄所コークス燃焼ガス脱硫	柳州鋼鉄所のコークス燃焼ガスの脱硫装置の設置	柳州鋼鉄所のコークス燃焼ガスの脱硫装置の設置
②期間	1996 年 10 月～2001 年 12 月 (63 ヶ月)	1996 年 10 月～2009 年 11 月 (158 ヶ月)
③事業費 外貨 内貨 合計 うち円借款分 換算レート	外貨：2,300 百万円 内貨：1,868 百万円 合計：4,168 百万円 うち円借款分：2,300 百万円 換算レート：1 元＝12 (1996 年 1 月)	外貨：2,300 百万円 内貨：9,462 百万円 合計：11,762 百万円 うち円借款分：2,300 百万円 換算レート： 1)ガス供給事業： 1 元＝14.27 (1996 年～2009 年平均) 2)ゴミ処分場建設事業： 1 元＝14.24 (1997 年～2004 年平均) 3)柳州化学肥料工場排気対策： 1 元＝13.36 (1999 年～2000 年平均) 4)柳州鋼鉄所コークス燃焼ガス脱硫： 1 元＝13.36 (1999 年～2000 年平均)

中華人民共和国

本溪環境汚染対策事業（１）（２）（３）

外部評価者：㈱アースアンドヒューマンコーポレーション 金子 眞知

1. 案件の概要



プロジェクト位置図



北台鉄鋼（左：コークス炉環境汚染対策施設
右：排ガス利用関連施設）

1.1 事業の背景

中国は順調な経済成長をとげる反面、工業化と人口増加によって1980年代以降、環境汚染が進んだ。特に、大気環境は、工業原料や発電・暖房燃料として石炭に依存していることから、石炭燃焼による二酸化硫黄（ SO_2 ）と総浮遊粒子状物質¹（TSP）の発生が深刻であった。また、工業用水・生活用水の需要が増大する一方で、排水処理施設の敷設が遅れたため、河川の水質も悪化していた。

本事業の対象市である本溪市は、遼寧省の南東部山岳地域に位置する中国を代表する重工業都市である。同市では1940年代から製鉄やセメント等の基礎資材産業が発達し、1980年代以降は製鉄業を中心とした経済発展が急速に進んだ。その一方で、周囲を山に囲まれているという地形的条件も重なり、同市の大気汚染は「衛星から見えない都市」と呼ばれるほどに深刻な状況にあった。また、水質環境も同様に悪化し、本溪市の代表的な河川であり、市内を27kmにわたって流れる太子河には、市の生活・工業排水の大部分が流入し、汚染が深刻化していた。太子河は、市民の飲料用水源であり、水の安全性も懸念されていた。

こうした状況を受け、本溪市では環境改善のための長期計画（2000年まで）を策定し、環境改善に向けた対策に取り組んだ。本事業は、その一部分として本溪市の総合的環境改善を図るため実施されることになった。

1.2 事業の概要

急速な経済成長に伴い深刻な水質汚濁・大気汚染問題の発生している本溪市において、

¹ 総浮遊粒子状物質（Total Suspended Particular, TSP）：大気中に浮遊し、大気動力学的で直径 ≤ 100 ミクロンの粒子状物質を指す。なお、本溪市では、2005年以降はTSPに代わる指標として「吸入可能粒子状物質（ PM_{10} ）」が使用されている。

汚染物質を排出する工場を対象とした設備更新や汚染防止設備の設置、上水取水場の建設、環境観測センターの建設を実施することにより、大気汚染の改善及び水質改善等を図り、もって同市の環境改善に寄与する。

円借款承諾額／実行額	フェーズ(1)： 4,110 百万円／4,076 百万円 フェーズ(2)： 3,237 百万円／3,082 百万円 フェーズ(3)： 1,160 百万円／1,159 百万円 総額： 8,507 百万円／8,317 百万円
交換公文締結／借款契約調印	フェーズ(1)： 1997 年 9 月／1997 年 9 月 フェーズ(2)： 1998 年 12 月／1998 年 12 月 フェーズ(3)： 2000 年 3 月／2000 年 3 月
借款契約条件	フェーズ(1)： 金利 2.1% 返済 30 年（据置 10 年） 一般アンタイド フェーズ(2)： 金利 0.75% 返済 40 年（据置 10 年） 部分アンタイド フェーズ(3)： 金利 0.75% 返済 40 年（据置 10 年） 二国間タイド
借入人／実施機関	中華人民共和国／本溪市人民政府
貸付完了	フェーズ(1)： 2003 年 4 月 フェーズ(2)： 2004 年 7 月 フェーズ(3)： 2005 年 7 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	F/S：本溪市環境保全センター他 1989 年 8 月～1996 年 6 月 SAPROF：JBIC 1995-96 年
関連事業	無償：日中友好環境保全センター

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

金子 眞知 （㈱アースアンドヒューマンコーポレーション）

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 12 月～2010 年 10 月

現地調査：2010 年 2 月 28 日～3 月 23 日、2010 年 5 月 6 日～5 月 29 日

2.3 評価の制約

本事業は全 20 件のサブプロジェクトから構成されているため事業総体としての有効性を

確認することが困難であった。このため、これら 20 件のサブプロジェクトが目指したアウトプット、及び有効性の運用・効果指標の達成状況をそれぞれ確認するとともに、俯瞰的な視点からプログラム事業総体としての評価を行った。なお、各評価項目にかかり可能な限りサブプロジェクト個々についての記載を行なうが、妥当性、インパクト、及び持続性については事業総体としての評価を行った。

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

本事業の審査時において、中国政府は「国家環境保護 第 9 次 5 カ年計画及び 2010 年長期目標」を策定し、環境保護政策の最重要課題は「水質・大気汚染源対策」と「都市環境改善」とされた。また、この二大課題について、水質・大気汚染源での排出基準の完全達成、旧式小規模工場の閉鎖あるいは生産プロセス転換、都市ガス化、及び緑化推進等が具体策として計画された。こうした中央の政策を受け、本溪市においても、「環境整備 7 年計画」を策定し、環境保全事業の推進に取り組んでいた。

事後評価時においても、環境保護は重要政策であり、国家環境保護政策である「第 11 次 5 カ年計画(2006-2010)」(以下、11.5 計画)では、環境保護と経済成長を共に重視する方向へと転換することを基本原則に掲げている。なお、同 11.5 計画では、2010 年までに、二酸化硫黄排出量と化学的酸素要求量をそれぞれ 10%削減するという数値目標を提示している。

また、本溪市「第 11 次 5 カ年計画(2006-2010)」においても、大気汚染の処理、水汚染の処理、及び固形廃棄物の処理が引き続き重点課題とされている。

以上の点から、本事業の政策面での整合性は審査時及び事後評価時ともに高いと判断できる。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

(1) 事業審査時の開発ニーズ

1995 年の本溪市の SO_2 濃度は年平均 $0.15\text{mg}/\text{Nm}^3$ 、TSP 濃度は年平均 $0.41\text{mg}/\text{Nm}^3$ であった。これは、工業地帯にのみに適用される国家大気環境 3 級基準²(SO_2 濃度:年平均 $0.10\text{mg}/\text{Nm}^3$ 、TSP 濃度: $0.30\text{mg}/\text{Nm}^3$) を超過しており、大気環境による住民の健康への悪影響が懸念されていた。こうした状況に対処すべく、本溪市は 1998 年 2 月に中国国务院から「二酸化硫黄汚染規制区³」の指定を受け、汚染対策の強化を図っていた。

² 国家大気環境 3 級基準は工業地帯への適用基準であり、長期的に身を置いても健康に害さない最低レベルは国家大気環境 2 級基準とされている。

³ SO_2 の年平均濃度が国家大気環境基準 2 級値を、日平均濃度が同 3 級を超え、 SO_2 排出量の多い都市。

(2) 事後評価時の開発ニーズ

本溪市は、東北三省⁴の中で最も経済規模の大きい遼寧省に位置し、2009年の市のGDPは680億元（2000年のGDPは158.1億元）に達している。また、遼寧省の新たな地域開発戦略である「遼寧中部都市群⁵」に属し、大型鉄鋼コンビナートをはじめ、冶金・機械・建材・医薬・化学・紡績等の製造業が集積する都市として発展を続けている。

その一方で、環境対策には積極的に取り組み、本溪市の水源となっている太子河の水質については、2008年に国家地表水質2級基準を達成している。また、大気質については、SO₂は2005年に国家大気環境2級基準（年平均）を、吸入可能粒子状物質（PM10⁶）は2008年に国家大気環境2級基準（年平均）にそれぞれ達成しており、大気質、水質ともに大きく改善している。

今後も、工業総生産の増加が予想される中、環境保護と経済成長を両立させることが引き続き本溪市の重要な開発課題となっている。

以上から、審査時及び事後評価時ともに、開発ニーズは高いと言える。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

1992年当時のODA大綱において、環境保全はODA基本理念のひとつとして掲げられるとともに、日本は1992-96年度の5年間に環境ODAを大幅拡充することを国連などで対外的に表明している。

対中国援助方針においても、「有償資金協力を中心に、経済インフラ整備に資する協力を行うとともに、相対的に開発余地の大きい内陸地域の支援にこれまで以上に配慮する。」ことが重点項目として掲げられている。また、重点分野の一つとして環境分野が掲げられ、わが国の経験と技術を活かして、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、援助を進めるとしている。さらに、1997年9月には日中首脳会談により「21世紀に向けた日中環境協力」構想が合意されている。

以上、本事業は、1990年代後半より本格的に開始された対中環境協力の柱である環境円借款事業の一つとして実施されており、日本の援助政策と整合していたものと判断できる。

3.1.4 サブプロジェクトの選定

1998年から始まった中国政府による国有企業改革の影響を受け、本事業実施機関の7割を超える企業が民営化されるなど、実施機関の経営環境は審査時から大きく変化している。また、経済の自由化に伴い、技術力、市場競争力、収益力の向上が企業側に求められ、生

⁴ 東北三省：中国東北部の三省（遼寧省、吉林省、黒龍江省）を指す。

⁵ 遼寧中部都市群：瀋陽市、鞍山市、撫順市、本溪市、営口市、遼陽市、鉄嶺市の7都市を指し、中国東北地区における経済発展が目覚ましい地域の一つである。

⁶ 吸入可能粒子状物質（Particulate matter less than 10 μm, PM10）：大気中に浮遊し、大気動力学的で直径 ≤10ミクロンの粒子状物質を指す。また、本溪市では2005年以降PM10がTSPに代わる指標とされている。

産停止、破産及びリストラ等に至った事例も散見される。加えて、環境政策の強化を受け、中国政府は環境負荷の高い企業に対する規制を更に厳しくしていく傾向にある。

上述のような環境の中、本事業では20件のサブプロジェクトの実施を計画したが、環境の変化に適合できずに生産停止等になったサブプロジェクトがある。しかしながら、環境対策の強化や企業体の民営化は環境問題や国有企業の経営問題を改善するために取られた措置の結果であることから、各サブプロジェクトの選定自体に問題点はなかったと判断される。

以上より、本事業の実施は中国の開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、またサブプロジェクトの選定にも問題点はなかったと判断されるため、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

本事業のアウトプットを評価するにあたり、審査時から大きく変更のあった事項を以下に特記する。

- 1) 全20件のサブプロジェクトのうち、2件のサブプロジェクトについては、審査後に発生した「区画整理による操業停止」と「民営化後に債務返済保証を提供しないという中国側の方向転換」を理由に中止となったが、1999年12月3日付のL/A変更稟議により、中止はやむをえないと判断され、事業中止が承認されている。このため、左記2件は効率性、有効性、持続性にかかる評価の対象外とする。
- 2) 貸付が実行された18件のサブプロジェクトのうち、3件については生産停止状態（事実上の破産）にある。

各サブプロジェクトのアウトプットを個別に確認した結果、貸付が実施された18件中14件のサブプロジェクトについては、投入が予定通りに実施されている。また、残り4件については、審査時から変更が生じているが、この理由は、市場ニーズの変化や政府の設計基準変更に対応するための措置であり、事業体にとっての不可抗力に類する事象であったと判断される。このため、この4件についても投入は適切であったと評価する。

表1 各サブプロジェクトのアウトプットにかかる計画・実績の対比表

フェーズ(1)

計画内容	実績内容	備 考
1) 本溪電気機器工場排ガス・排水処理事業（実施機関：本溪電気機器工場）		
① 静電スプレー設備の導入 ② 排水処理設備の導入 ③ ボイラー2基への脱硫・除塵装置の導入	中止	評価対象外

計画内容	実績内容	備 考
2) 本溪製鉄所第2工場転炉排気対策事業（実施機関：本溪鋼鉄株式会社）		
① 転炉の密閉化 ② 開閉時排気処理装置の導入 ③ 排ガスの転炉 ④ 一次集塵システムの改良： 年間処理量 24,000 万 m ³ ファンルーム 12m x 72m、2 階建て、建築面積 1,910m ² ⑤ 二次集塵システム新設： ファンルーム 15m x 42m、1 階建て、建築面積 932m ²	① 転炉の密閉化 ② 開閉時排気処理装置の導入 ③ 排ガスの転炉 ④ 一次集塵システムの改良： 年間処理量 24,000 万 m ³ ファンルーム 12m x 72m、2 階建て、建築面積 1,910m ² ⑤ 二次集塵システム新設： ファンルーム 15m x 42m、1 階建て、建築面積 932m ²	計画通り  転炉集塵システム
3) 本溪ゴム化学工場 DMSO プラント移転・改善事業（実施機関：本溪市精細化工株式会社）		
① 本溪ゴム化工工場を移転（敷地面積 22,000 m ² 、建設面積 3791.4 m ² ） ② 新たな排気・排水処理設備を備えた DMSO プラントの建設	① 本溪ゴム化工工場を移転：敷地面積 22,000m ² 、建設面積 3,791.4m ² ② 新たな排気・排水処理設備を備えた DMSO プラント 1 基の建設	計画通り  排気・排水処理装置
4) 本溪セメント工場防塵事業（実施機関：本溪セメント工場）		
① 除塵装置を備えた石炭サイロの建設（直径 15m x 高さ 30m x 3 基）	中止	評価対象外
5) 本溪合金工場 W・Mo 製造工程排気ガス・排水処理事業（実施機関：本溪市大有タングステン・モリブデン株式会社）		
① SO ₂ 、HCl、NH ₃ 、煤塵処理設備の導入 ② 酸性・アルカリ性排水処理設備の導入 ③ 既存のモリブデン精製についての技術改造	① SO ₂ 、HCl、NH ₃ 、煤塵処理設備の導入 設備内容：浄化塔 規模・仕様：7 台、BF-10 ② 酸性・アルカリ性排水処理設備の導入 設備内容：中和池 規模・仕様：2 ヶ、2mx10m	【計画変更有】 理由： ・円安により機材購入資金不足が生じ、計画設備機材が購入できなかった。 ・モリブデン製品の市場縮小のため、予定した設備を購入しなかった。 ・工場のスペース不足のため中和池規模を縮小した。
6) 本溪鉬物化学工場カーバイド製造工程排気対策事業（実施機関：本溪富比生カーバイド工場）		
① カーバイド炉の半密閉化 ② 集塵機の導入 設備内容：パルスジェット式集塵機、PPC-96-8 ③ 10,000kVA の密閉式カーバイド炉の建設	① カーバイド炉の半密閉化 ② 集塵機の導入 設備内容：パルスジェット式集塵機、PPC-96-8 12,500kVA の密閉式カーバイド炉の建設	【計画変更有】 理由： 政府基準（出力）の変更。  密閉型カーバイド炉
7) 環境観測センター拡充事業（実施機関：本溪市環境観測センター）		
① 大気自動式モニタリングシステム ② 大気・水質移動式モニタリングシステム ③ 自動監視システム（ビデオによる環境敏感区域の監視） ④ 通常モニタリングシステム ⑤ 環境観測センターの事務・補助用棟の改築・拡張	① 大気自動式モニタリングシステム ② 大気・水質移動式モニタリングシステム ③ 自動監視システム（ビデオによる環境敏感区域の監視） ④ 通常モニタリングシステム 環境観測センターの事務・補助用棟の改築・拡張	計画通り  原子分析装置：気体中の重金属を測定

計画内容	実績内容	備 考
8) 北台製鉄所高炉排ガス利用事業（実施機関：本溪市北台鋼鉄集団）		
① ガスボイラー75t/h x 1 基 ② 単式抽気タービン発電設備 12MW x 1 基 ③ その他関連施設の設置	① ガスボイラー75t/h x 1 基 ② 単式抽気タービン発電設備 12MW x 1 基 ③ その他関連施設の設置	計画通り  排ガス利用装置
9) 上水取水場建設事業（実施機関：本溪市自来水総公司）		
① 取水能力 350,000m³/日の上水取水場の建設 ② 導水管(双管)の敷設 -13.5km-DN1400(直径 1400mm)	① 取水能力 350,000m³/日の上水取水場の建設 ② 導水管(双管)の敷設 -13.5km-DN1400(直径 1400mm)	計画通り  取水場内部（取水ポンプ）
10) 石炭灰総合利用事業（実施機関：本溪市水務局材料工場）		
① スプリンクラーの導入 ② 建築材料工場の新設 ・フライアッシュ高含有量の気泡コンクリートブロック 5 万 m³/年を生産	① スプリンクラーの導入 ② 建築材料工場の新設 ・フライアッシュ高含有量の気泡コンクリートブロック 5 万 m³/年を生産	生産停止状態 →機材は、計画通りに投入
11) 本溪銅加工工場排ガス・排水処理事業（実施機関：本溪市金源銅箔株式会社）		
① 排ガス処理設備の導入 設備内容：酸性霧浄化器、燃焼促進器 規模・仕様：≥95-98%、5000 m³/h ② 水浄化技術の改良 改良内容：水処理系統統合 ③ 熱交換システム、及び濾過システム（電気） 銅箔製造プロセス中に発生する SO³ ミスト、硫酸、塩酸、銅、クロムを中和または無害化する廃水処理システムの統合 ④ 銅箔表面処理技術の改良 改良内容：マイクロ自動制御を採用	① 排ガス処理設備の導入 設備内容：酸性霧浄化器、燃焼促進器 規模・仕様：≥95-98%、5000 m³/h ② 水浄化技術の改良 改良内容：水処理系統統合 ③ 熱交換システム、及び濾過システム（電気） 銅箔製造プロセス中に発生する SO³ ミスト、硫酸、塩酸、銅、クロムを中和または無害化し排出する廃水処理システムの統合 ④ 銅箔表面処理技術の改良 改良内容：マイクロ自動制御を採用	計画通り  銅箔表面処理装置
12) 本溪製薬工場排水処理事業（実施機関：本溪市海大製薬株式会社）		
① 工程の自動制御装置の導入 ② 排水処理設備の導入 設備内容：エアコンプレッサー、プレートフレームフィルタープレス 規模・仕様：450t/日 ③ 酵母菌製造プロセスでの排水中に発生する COD、BOD を削減するための温度調整装置、生物処理施設の設置 ④ 深井戸型曝気一流動床活性汚泥法二級処理技術を導入 ⑤ 集水池、配水池、深井戸装置、バイオ流動床の建設	① 工程の自動制御装置の導入 ② 排水処理設備の導入 設備内容：エアコンプレッサー、プレートフレームフィルタープレス 規模・仕様：450t/日 ③ 酵母菌製造プロセスでの排水中に発生する COD、BOD を削減するための温度調整装置、生物処理施設の設置 ④ 深井戸型曝気一流動床活性汚泥法二級処理技術を導入 ⑤ 集水池、配水池、深井戸装置、バイオ流動床の建設	計画通り  汚水処理設備

計画内容	実績内容	備 考
13) 本溪プラスチック化学工場苛性ソーダ製造工程改善事業（実施機関：本溪市東方塩素アルカリ株式会社）		
① 年産2万tの生産設備を建設 ② 製造プロセスの更新 従来 改善後 熔融法→イオン隔膜法 ③ 排ガス・排水処理装置の導入 ④ (2次塩水浄化装置、淡塩水脱塩素装置、純水製造装置、純酸製造装置を新たに建設)	① 年産2万tの生産設備を建設 ② 製造プロセスの更新 従来 改善後 熔融法→イオン隔膜法 ③ 排ガス・排水処理装置の導入 ④ (2次塩水浄化装置、淡塩水脱塩素装置、純水製造装置、純酸製造装置を新たに建設)	計画通り  イオン隔膜法による苛性ソーダ製造装置

フェーズ(2)

計画内容	実績内容	備 考
1) 第5期都市ガス化事業（実施機関：本溪市湾华燃气株式会社）		
① コークスガス供給基地(液化石油ガス貯蔵・配分ステーション)1カ所の建設(高台子液化ガス工程) ② LP ガス供給基地(ガス混合ステーション)2カ所の建設(采屯・大峪混合ガスステーション工程) ③ ガス配管(転山ガスシステム) ④ LP ガスボンベ供給基地(ガス貯蔵・配分ステーション)1カ所の建設(転山ガスシステム)	① コークスガス供給基地(液化石油ガス貯蔵・配分ステーション)1カ所の建設(高台子液化ガス工程) ② LP ガス供給基地(ガス混合ステーション)2カ所の建設(采屯・大峪混合ガスステーション工程) ③ ガス配管(転山ガスシステム) ④ LP ガスボンベ供給基地(ガス貯蔵・配分ステーション)1カ所の建設(転山ガスシステム)	計画通り  コークスガス供給基地
2) 北台製鉄転炉排ガス対策事業（実施機関：本溪市北台鋼鉄集团公司）		
① 5万m³のゴム密封乾式ガスタンク1基 転炉ガス電気集塵機2台 ② 静電気集塵システム建設 ③ 石炭ガス加圧ステーションの建設(ガス加圧機2台) ④ 自動制御計器の建設(燃焼設備、熱伝導設備、ガス抽気除塵設備、プロア、コントロール系統、原料供給設備各2セット) ⑤ 2万t/年のスラグ圧縮ボール製造設備の建設	① 5万m³のゴム密封乾式ガスタンク1基 転炉ガス電気集塵機2台 ② 静電気集塵システム建設 ③ 石炭ガス加圧ステーションの建設(ガス加圧機2台) ④ 自動制御計器の建設(燃焼設備、熱伝導設備、ガス抽気除塵設備、プロア、コントロール系統、原料供給設備各2セット) ⑤ 2万t/年のスラグ圧縮ボール製造設備の建設	計画通り  排ガス利用関連施設
3) 化学工場汚染対策事業（実施機関：本溪市精細化工有限公司）		
① DMDS 工場の脱硫装置設置 ② 既存の化工工場を区画した化工地区(2万5000m³)内に移転 ③ 排水処理等環境対策設備を備えたジメチルジスルフィド年産1000tの新プロセスの工場を建設	① DMDS 工場用の脱硫装置 ② 既存の化工工場を区画した化工地区(2万5000m³)内に移転 ③ 排水処理等環境対策設備を備えたジメチルジスルフィド年産1000tの新プロセスの工場を建設	生産停止状態 →機材は、計画通りに投入
4) 溶剤工場汚染対策事業（実施機関：本溪市助剤工場）		
① 軟質カルシウムカーボネイト工場の設置 ② 酸化防止剤工場の生産プロセスの改良、及び脱硫装置の設置 ・アンモニア室素20t/年削減 ・アスファルト0.14t/年削減 ・SS42.4t/年削減 ③ 集塵機の設置 ④ 沈殿池等環境対策装置の設置	① 軟質カルシウムカーボネイト工場の設置 ② 酸化防止剤工場の生産プロセスの改良、及び脱硫装置の設置 ・アンモニア室素20t/年削減 ・アスファルト0.14t/年削減 ・SS42.4t/年削減 ③ 集塵機の設置 ④ 沈殿池等環境対策装置の設置	生産停止状態 →機材は、計画通りに投入

計画内容	実績内容	備 考
5) 潤滑剤工場汚染対策事業（実施機関：本溪市環特石油化工有限公司）		
① 硫化モリブデン工場、潤滑油工場、グリース工場の生産プロセスの改良 ② 二硫化モリブデン粉材(300t/年)、二硫化モリブデン調整油製品(5000 t/年)、二硫化モリブデン潤滑油製品(5000 t/年)の関連生産設備と補助設備の建設 ③ 公共工程(Public Construction)と環境保護施設を建設 ④ SO ₂ 回収装置、油回収装置、排水処理施設等環境対策設備の設置	① 硫化モリブデン工場、潤滑油工場、グリース工場の生産プロセスの改良(焙焼炉更新：密閉式回転キルン、熱分解キルン各2台) ② 二硫化モリブデン粉材(300t/年)、二硫化モリブデン調整油製品(5,000t/年)、二硫化モリブデン潤滑油製品(5,000t/年)の関連生産設備と補助設備の建設 ③ 公共工程(Public Construction)と環境保護施設を建設 ④ SO ₂ 回収装置、油回収装置、排水処理施設等環境対策設備の設置	計画通り  グリース製造装置
6) 太子河飲料水汚染対策事業（実施機関：本溪市自来水総公司）		
① 浄化給水設備 80,000m ³ /日 ② 配水管網 7km	① 浄水場拡張 処理能力：80,000m ³ /日 ② 配水管整備 延長：10km	【計画変更有】 理由：詳細設計の結果、配水管を延長 7km→10km  沈殿池

フェーズ(3)

計画内容	実績内容	備 考
1) 北台製鉄コークス炉環境汚染対策（実施機関：本溪市北台鋼鉄集团公司）		
① 生産能力約 56 万 t / 年の 2x38 孔 JN038-2 型スタンプ・チャージング式コークス製造施設の建設(石炭前処理、コークス製造、ガス収集浄化システム、排水処理) ② 付属施設として変電所等の生産補助施設と管理、環境整備施設の建設(総敷地面積 261,000 m ²)	① 生産能力約 45 万 t / 年、65 孔 JN43-804 型コークス炉とコークス生産施設の建設(石炭前処理、コークス製造、ガス収集浄化システム、排水処理) ② 付属施設として変電所等の生産補助施設と管理、環境整備施設の建設	【計画変更有】 理由：必要生産能力を詳細に算定した結果、コークス炉の仕様を変更  コークス炉

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業期間

各フェーズの事業期間にかかる計画と実績は以下の通りで、全体的に遅延が生じている。

フェーズ(1) 計画： 1997 年 10 月 ～ 2001 年 12 月 (51 ヶ月)

実績： 1997 年 10 月 ～ 2002 年 12 月 (63 ヶ月)

フェーズ(2) 計画： 1998 年 12 月 ～ 2002 年 3 月 (40 ヶ月)

実績： 1998 年 12 月 ～ 2004 年 7 月 (68 ヶ月)

フェーズ(3) 計画： 2000 年 7 月 ～ 2002 年 3 月 (21 ヶ月)

実績： 2000 年 7 月 ～ 2002 年 6 月 (24 ヶ月)

また、サブプロジェクト毎の事業期間については、以下の表 2 に示す通りで、フェーズ

(1)については貸付が実行された11件中5件が計画の100%超の延長となっている。理由は、サブプロジェクトの件数が多い上、市政府と実施機関が手続きや事業管理等に不慣れであったことが挙げられる。フェーズ(2)については、サブプロジェクト全6件のうち2件が計画の150%超となったが、この理由は、民営化への移行が円滑に行われず、実施機関側の資金調達が遅れたことによる（現在、この2件の実施機関は倒産状態にある）。また、100%超となった2件の遅延理由は、機材調達の遅れが原因である。フェーズ(3)については、サブプロジェクトは1件のみで、機材調達の遅れから3カ月の遅延となった。

なお、事業期間の評価は、各サブプロジェクトの評価を個別に行った上で、事業全体の評価を行った。評価方法は、計画と実績の差異から3段階評価（a：計画値の100%以下、b：計画値の100%超150%以下、c：計画値の150%超）を行い、その後aを2点、bを1点、cを0点として加算し、総合点が最高点に対して80%以上の得点を得た場合を総合(a)、50%超80%以下を(b)、50%以下を(c)とした（表2 右欄参照）。

この結果、表3に示す通り、事業期間の差異が計画値の100%以下であったサブプロジェクトが8件、100%超150%以下のサブプロジェクトが8件、150%超のサブプロジェクトが2件という結果になった。また、上記の考えに基づく評点の集計結果から、事業期間のサブレーティングは、(b) 計画を上回った。

表2 各サブプロジェクトにおける事業期間の計画・実績

フェーズ	サブプロジェクト名	計画（審査時）			実績（事後評価時）			差異（%） （実績／計画）	評価
		開始	終了	期間（月数）	開始	終了	期間（月数）		
(1)	本溪電気機器工場排ガス・排水処理事業	1997年10月	2001年12月	51	—	—	—	—	中止
	本溪製鉄所第2工場転炉排気対策事業	1997年10月	2001年12月	51	1997年10月	2002年12月	63	124	b
	本溪ゴム化学工場DMSOプラント移転・改善事業	1997年10月	2001年12月	51	1997年10月	2002年9月	60	118	b
	本溪セメント工場防塵事業	1997年10月	2001年12月	51	—	—	—	—	中止
	本溪合金工場W・Mo製造工程排気ガス・排水処理事業	1997年10月	2001年12月	51	1997年10月	2002年7月	58	114	b
	本溪鉍物化学工場カーバイド製造工程排気対策事業	1997年10月	2001年12月	51	1997年10月	2001年12月	51	100	a
	環境観測センター拡充事業	1998年1月	2001年12月	48	1998年1月	2000年11月	35	73	a
	北台製鉄所高炉排ガス利用事業	1997年10月	2001年12月	51	1997年10月	2000年11月	38	75	a
	上水取水場建設事業	1997年10月	2001年12月	51	1997年10月	2002年10月	61	120	b
	石炭灰総合利用事業	1997年10月	2001年12月	51	1997年10月	2000年12月	39	76	a
	本溪銅加工工場排ガス・排水処理事業	1997年10月	2001年12月	51	1997年10月	2002年6月	57	112	b
	本溪製薬工場排水処理事業	1997年10月	2001年12月	51	1997年10月	2000年12月	39	76	a

フェーズ	サブプロジェクト名	計画（審査時）			実績（事後評価時）			差異（％） （実績／計画）	評価
		開始	終了	期間 （月数）	開始	終了	期間 （月数）		
	本溪プラスチック化学工場苛性ソーダ製造工程改善事業	1997 年 10 月	2001 年 12 月	51	1997 年 10 月	2001 年 9 月	48	94	a
(2)	第 5 期都市ガス化事業	1998 年 12 月	2002 年 3 月	40	1998 年 12 月	2002 年 12 月	49	123	b
	北台製鉄転炉排ガス対策事業	1999 年 4 月	2002 年 3 月	36	1999 年 4 月	2001 年 12 月	33	92	a
	化学工場汚染対策事業	1999 年 1 月	2002 年 3 月	39	1999 年 1 月	2004 年 7 月	67	172	c
	溶剤工場汚染対策事業	1999 年 1 月	2002 年 3 月	39	1999 年 1 月	2003 年 11 月	59	151	c
	潤滑剤工場汚染対策事業	1999 年 1 月	2002 年 3 月	39	1999 年 1 月	2001 年 11 月	35	90	a
	太子河飲料水汚染対策事業	1998 年 12 月	2002 年 3 月	40	1998 年 12 月	2002 年 10 月	47	118	b
(3)	北台製鉄コークス炉環境汚染対策	2000 年 7 月	2002 年 3 月	21	2000 年 7 月	2002 年 6 月	24	114	b

表 3 事業期間にかかる評点

	(a)評価 計画を 下回った [2 点]	(b)評価 計画を 上回った [1 点]	(c)評価 計画を大幅に 上回った [0 点]	合計	評価結果
サブプロジェクト数	8 件	8 件	2 件	18 件	
評点[最高点:36 点]	16 点	8 点	0 点	24 点	67%= (b)

3.2.2.2 事業費

各フェーズの事業費にかかる計画と実績は以下の通りであり、全フェーズの事業総額が計画の 100%を下回っている。

フェーズ(1) 計画： 事業総額 9,918 百万円（うち円借款分 4,110 百万円）

実績： 事業総額 9,652 百万円（うち円借款分 4,076 百万円）

フェーズ(2) 計画： 事業総額 6,564 百万円（うち円借款分 3,237 百万円）

実績： 事業総額 5,916 百万円（うち円借款分 3,082 百万円）

フェーズ(3) 計画： 事業総額 5,362 百万円（うち円借款分 1,160 百万円）

実績： 事業総額 1,980 百万円（うち円借款分 1,159 百万円）

また、サブプロジェクト毎の事業費については、下の表 4 のとおり 18 件中 10 件が計画の 100%超となっている。この主因は競争入札による発注にて積算価格をやや上回ったためである。

なお、事業期間の評価についても、事業費同様に、各サブプロジェクトの評価を個別に行った上で、事業全体の評価を行った。評価方法は、計画と実績の差異から 3 段階評価（a：計画値の 100%以下、b：計画値の 100%超 150%以下、c：計画値の 150%超）を行い、その後 a を 2 点、b を 1 点、c を 0 点として加算し、総合点が最高点に対して 80%超の得点を得

た場合を総合(a)、50%超 80%以下を(b)、50%以下を(c)とした(表4 右欄参照)。

この結果、表5に示す通り、事業費の差異が計画値の100%以下であったサブプロジェクトが8件、100%超 150%以下のサブプロジェクトが10件という結果になった。また、上記の考えに基づく評点の集計結果から、事業費のサブレーティングは、(b)「計画を上回った」とした。

表4 事業費にかかる予定実績の対比(単位:百万円)

フェーズ	サブプロジェクト	計画		実績		差異(%) (実績/計画)	評価
		事業総額	うち 円借款分	事業総額	うち 円借款分		
(1)	本溪電気機器工場排ガス・排水処理事業	188	61	—	—	—	対象外
	本溪製鉄所第2工場転炉排気対策事業	1,345	499	1,376	475.2	102%	b
	本溪ゴム化学工場 DMSO プラント移転・改善事業	985	502	998	558.1	101%	b
	本溪セメント工場防塵事業	231	114	—	—	—	対象外
	本溪合金工場 W・Mo 製造工程排気ガス・排水処理事業	486	200	497	200	102%	b
	本溪鉬物化学工場カーバイド製造工程排気対策事業	658	298	663	295.9	101%	b
	環境観測センター拡充事業	292	151	297	151.3	102%	b
	北台製鉄所高炉排ガス利用事業	2,019	819	1,903	806.3	94%	a
	上水取水場建設事業	1,578	503	1,609	494.6	102%	b
	石炭灰総合利用事業	186	101	189	101.3	101%	b
	本溪銅加工工場排ガス・排水処理事業	618	228	631	221.6	102%	b
	本溪製薬工場排水処理事業	231	140	240	140.3	104%	b
	本溪プラスチック化学工場苛性ソーダ製造工程改善事業	1,101	494	1,249	613.6	114%	b
	フェーズ(1) 計	9,918	4,110	9,652	4,058		
(2)	第5期都市ガス化事業	1,725	573	1,523	466.4	88%	a
	北台製鉄転炉排ガス対策事業	890	442	832	442.4	94%	a
	化学工場汚染対策事業	992	640	883	640.5	89%	a
	溶剤工場汚染対策事業	526	382	447	382.5	85%	a
	潤滑剤工場汚染対策事業	1,191	551	1,025	558	86%	a
	太子河飲料水汚染対策事業	1,241	649	1,205	597.3	97%	a
	フェーズ(2) 計	6,565	3,237	5,916	3,087		
(3)	北台製鉄コークス炉環境汚染対策	5,362	1,160	1,980	1,159.4	37%	a
	フェーズ(3) 計	5,362	1,160	1,980	1,159		
	事業全体 合計	21,845	8,507	17,547	8,305		

表 5 事業費にかかる評価結果

	(a)評価 計画を 下回った [2 点]	(b)評価 計画を 上回った [1 点]	(c)評価 計画を大幅 に上回った [0 点]	合計	評価結果
サブプロジェクト数	8 件	10 件	0 件	18 件	
評点[最高点: 8 点]	16 点	10 点	0 点	26 点	72% = (b)

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

3.3 有効性（レーティング：a）

3.3.1 定量的効果

3.3.3.1 運用効果指標

各サブプロジェクトの運用効果指標にかかる達成状況は下表のとおりである。また、表中の右欄には、各サブプロジェクトの計画値に対して、達成度が 80%超の場合を a、達成度が 50%超 80%以下 b、50%以下もしくは事業が生産停止状態である場合を c と評点した。

表 6 運用効果指標にかかる目標値と実績値

フェーズ(1)

サブプロジェクト名	計画目標値 (2000 年)	実績値 (2009 年)	評価
1) 本溪電気機器工場排ガス・排水処理事業	中止	—	評価 対象外
2) 本溪製鉄所第 2 工場転炉排気対策事業	煙塵濃度: 120g/m ³ → 0.1g/m ³ (削減率 99.92%)	煙塵濃度: 0.035g/m ³ (1996 年比 99.97%減)	a
3) 本溪ゴム化学工場 DMSO プラント移転・改善事業	DMSO の生産規模: 2000 t/年 SO ₂ 年間排出削減量: 43.9 t (削減率 50.8%) 廃水中の COD 濃度: 15.58mg/L に引き下げる COD 削減率: 87.5% 固形廃棄物削減量: 17.84t/年 DMSO 回収率: 60% → 90%	DMSO の生産規模: 3,339t/年 (2009 年目標 4,000t) SO ₂ 年間排出削減量: 45 t 廃水中の COD 濃度: 15.6mg/L COD 削減率: 88% 固形廃棄物削減量: 18.1t/年 DMSO 回収率: 91%	a
4) 本溪セメント工場防塵事業	中止	—	評価 対象外
5) 本溪合金工場 W・Mo 製造工程排気ガス・排水処理事業	- SO₂年間削減量: 223.1t (削減率 100%) - 固形廃棄物削減量: 24.9t (削減率 100%) - SO₂、塩酸霧、アンモニアガス、廃液の排出基準: 排水廃液(アルカリ液) PH>9→PH=7 (改善量 420t/年) - 排水廃液(酸液) PH2~2.5→PH=7 (改善量 3840t/年) - モリブデン酸アンモニウムの生産量: 400t/年 - 熱間圧延鋼板、コールド・ローリング鋼板増産: 年間 45t 増加	- SO₂年間削減量: 0t - 固形廃棄物削減量: 0t - SO₂、塩酸霧、アンモニアガス、廃液の排出基準: 排水廃液(アルカリ液) PH>9 →PH=7 (改善量 700t/年) - 排水廃液(酸液) PH2~2.5→PH=7 (改善量 8000t/年) - モリブデン酸アンモニウムの生産量: 1,544t/年 - モリブデン材生産量: 34t/年 - 熱間圧延鋼板、コールド・ローリング鋼板増産: 増加 0t (計画設備を購入しなかったため) 注: SO₂、固形廃棄物の削減については、機材の投入によるものではなく、生産工程の変更(酸化モリブデンの外注)による効果である。	b

サブプロジェクト名	計画目標値 (2000 年)	実績値 (2009 年)	評価
6) 本溪鋁物化学工場カーバイド製造工程排気対策事業	・粉塵排出量：100mg/m³以下にする ・循環水利用状況：生産用水は全て循環水利用とする ・カーバイド炉の副産物である CO を利用してギ酸を生産：ギ酸 2000t/年を生産	・粉塵排出量：80mg/m³ ・循環水利用状況：生産用水は全て循環水を利用している ・カーバイド炉の副産物によるセメント材の生産量（市場のニーズに合わせ、ギ酸ではなくセメント材を生産している）：10,406t/年 ・粉塵回収量：1,460t/年 ・実質カーバイド生産量：22,076t/年	a
7) 環境観測センター拡充事業	・環境モニタリング能力：国家環境 3 級基準に到達 ・大気自動モニタリングを全面実施、市内各水系、及び大型ダムを定期的にモニタリング、市内の重点水源を全面監督する。	・環境モニタリング能力：国家環境 3 級基準に到達し、上級部門が実施した実験室レベルの審査を通過	a
8) 北台製鉄所高炉排ガス利用事業	・標準石炭代替量：3.99t/年 ・SO₂年間排出削減量：1640t～1760t ・煙塵排出削減量：1340t ・年間給電量：1 億 4448 万 kw/h	・標準石炭代替量：14.88 万 t/年 ・SO₂年間排出削減量：1840t/年 ・煙塵排出削減量：1240t/年 ・年間給電量：1 億 4,760 万 kw/h (2002 年比 89%増)	a
9) 上水取水場建設事業	環境効果：市中心部 40～50 万人に生活用水を供給、80 万人に対する水道普及率を 99%超にし、水道水質を基準に到達させる。	・実質受益人口：83 万人 ・水質：二級水域基準に到達	a
10) 石炭灰総合利用事業	環境効果：本鋼フライアッシュ汚染を処理し、良好な経済効果と社会的効果を生み出す。 生産量：フライアッシュ高含有量の気泡コンクリートブロック 5 万 m ³ /年	生産停止	c
11) 本溪銅加工工場排ガス・排水処理事業	銅濃度：0.5 mg/l 銅排出量：0.27 t/年 クロム濃度：0.05 mg/l クロム排出量：0.03 t/年 汚水年間排出削減量：32 万 t/年 *銅を年間 13t 回収 作業場の酸性霧濃度：200mg/m ³ 以下	銅濃度：0.45mg/l 銅排出量：0.26t/年 クロム濃度：0.049mg/l クロム排出量：0.03t/年 汚水年間排出削減量：33 万 t/年 作業場の酸性霧濃度：150mg/m ³ 以下 電解銅箔の実質生産：1,333t (2000 年比 22%増)	a
12) 本溪製薬工場排水処理事業	COD 濃度(mg/l)：10000→50 (99%) COD 排出量(t/y)：1280→8 BOD 濃度(mg/l)：4500→30 (99%) BOD 排出量(t/y)：576→4.8 SS 削減率：97.5% 排水処理：450～500t/日	COD 濃度(mg/l)：80-90 COD 排出量(t/y)：4t/年 BOD 濃度(mg/l)：32 BOD 排出量(t/y)：3t/年 (1977 年比 23%減) SS 削減率：97% 排水処理：100t/日 注)：COD、BOD 濃度については、目標値を下回っているが、その他の指標はほぼ達成している。しかしながら、これらは投入した機材の効果ではなく、生産規模が縮小したことが主因である（製薬会社に対する政府の規制が強化され、薬の原材料と製薬を同一工場内で製造できなくなった）。	b
13) 本溪プラスチック化学工場苛性ソーダ製造工程改善事業	COD 年間削減量：337.6t BOD5 年間削減量：47.1t SS 年間削減量：350.6t SO ₂ 年間削減量：114t TSP 年間削減量：16.3t	COD 年間削減量：827t (2007 年値) BOD5 年間削減量：416t (2007 年値) SS 年間削減量：2072t (2007 年値) SO ₂ 年間削減量：254.2t (2007 年値) TSP 年間削減量：25t (2007 年値) 苛性ソーダ生産量：50000t (2007 年値) 注)：2007 年時において目標値は達成しているが、市場ニーズの低下により 2008 年度は規模縮小、2009 年度は生産を中止している。	b

フェーズ(2)

サブプロジェクト名	計画目標値 (2001 年)	実績値 (2009 年)	評価
1) 第 5 期都市ガス化事業	石炭消費削減量：12.6 万 t/年 SO ₂ 排出削減量：3,600t/年 TSP 排出削減量：9,900t/年	石炭消費削減量：13 万 t/年 SO ₂ 排出削減量：3,550t/年 TSP 排出削減量：10,000t/年 コークガス供給量：10 万 m ³ /日 液化石油ガス供給量：6,000t/年 ガス消費者：54,000 戸 液化石油ガスホースの消費者：6000 戸 液化石油ガスパイプライン消費者：1.4 万戸	a
2) 北台製鉄転炉排ガス対策事業	SO ₂ 排出削減量：160t/年 CO ガス排出削減量：32,369t/年 煙塵削減量：90t/年→122t/年 固形廃棄物削減量：5690t/年→7587t/年 ダスト削減量：ダスト 966t/年削減 転炉鉄鋼スラグ削減量：20 万 t/年 集塵スラッジの削減量：2 万 t/年	SO ₂ 排出削減量：165t/年 CO ガス排出削減量：30,520t/年 煙塵削減量：114t/年 固形廃棄物削減量：6586t/年 ダスト削減量：1,013.33t/年 転炉鉄鋼スラグ削減量：20 万 t/年 集塵スラッジの削減量：1.8 万 t/年 鉄製品生産量：2,471,316t (2002 年比 25% 増)	a
3) 化学工場汚染対策事業	SO ₂ 排出削減量：154t/年→38t/年 SO ₂ 濃度：15.9mg/m ³ →10.5mg/m ³ COD 排出量：3,3t/年 COD 濃度：1000mg/L→97mg/L その他：メタノール・硫黄エーテル等悪臭物質の環境への影響を基本的に除去	生産停止状態（企業は破産状態）	c
4) 溶剤工場汚染対策事業	SO ₂ 排出削減量：148t/年 TSP 排出削減量：90t/年 環境効果：立ち遅れた生産技術を改良し、汚染を削減し、基準到達排出を行う	生産停止状態（企業は破産状態）	c
5) 潤滑剤工場汚染対策事業	SO ₂ 排出削減量：373t/年 BOD 排出削減量：2.8t/年 硫黄化水素削減量：65t/年 SS 削減量：24t/年 アンモニア窒素削減量：1.7t/年 油分削減量：10.5t/年	SO ₂ 排出量：0t/年 BOD 排出量：0t/年 硫黄化水素排出量：0t/年 SS 排出量：0t/年 アンモニア窒素排出量：0t/年 油分排出量：0.5t/年 注：目標値は達成しているが、投入した機材の効果ではなく、当初予定から、生産規模が大きく縮小されたことが主な要因。	b
6) 太子河飲料水汚染対策事業	飲料用水・水質基準：Ⅱ類基準達成 最大給水能力：日処理量 8 万 m ³ →16 万 m ³	給水人口：83 万人（1997 年比 17%増） 給水量：14 万 m ³ /日（1997 年比 100%増） 施設利用率 漏水率：25%（1997 年比 10 ポイント減） 取水量：33 万 m ³ /日（1997 年比 38%増） 水質基準：Ⅱ類基準達成 水道普及率：100%（1997 年比 10 ポイント増） 日最大処理能力：16 万 m ³ （1997 年比 100%増）	a

フェーズ(3)

サブプロジェクト名	計画目標値 (2000 年)	実績値 (2009 年)	評価
1) 北台製鉄コークス炉環境汚染対策	SO ₂ 排出削減量：334t/年 TSP 排出削減量：1052t/年 COD 排出削減量：19t/年 石油類排出削減量：3t/年	SO ₂ 排出削減量：770t/年 TSP 排出削減量：2420t/年 COD 排出削減量：136t/年 石油類排出削減量：13.11t/年	a

上表の通り、サブプロジェクト毎の評価は、18 件中 11 件については、目標値を達成しているため評価 a とした。また、フェーズ(1)の「5)本溪合金工場 W・Mo 製造工程排気ガス・排水処理事業」、「12)本溪製薬工場排水処理事業」、「13)本溪プラスチック化学工場苛性ソーダ製造工程改善事業」、フェーズ(2)の「5)潤滑剤工場汚染対策事業」については、目標値は概ね達成しているが、その主因が投入した機材の効果ではなく、生産規模の縮小や生産工程の変更であることから、評価 b とした。さらに、フェーズ(1)の「10) 石炭灰総合利用事業」、及びフェーズ(2)の「3) 化学工場汚染対策事業」「4) 溶剤工場汚染対策事業」については、生産停止状態ため実績値の確認ができないことから、評価 c とした。なお、生産停止の主因は、生産プロセスの更新と民営化への移行が難航したことにある。

また、事業全体の有効性の評価においては、サブプロジェクトそれぞれの評価ランクを総計して評価を行った。総計において、各サブプロジェクトの評価 a を 2 点、b を 1 点、c を 0 点として加算し、総合点が最高点に対して 80%超の得点を得た場合を(a)、50%超 80%以下を(b)、50%以下を(c)とした。以上の考え方に基づいた結果は下表 7 のとおりであり、総合点は最高点に対して 72%を示したことにより、事業全体の有効性は(b)と評価した。

表 7 運用効果指標にかかる評価結果

	(a)評価 指標達成率 80%以上	(b)評価 指標達成率 50 超 80%以下	(c)評価 指標達成率 50%以下 もしくは非稼働	事業中止 (評価対象外)	合計
サブ プロジェクト数	11 件	4 件	3 件	2 件	20 件
評点 [最高点 36 点]	22 点	4 点	0 点	—	26 点 72%= (b)

3.3.1.2 内部収益率の分析結果

審査時点において、フェーズ(1)と(2)の FIRR 値の算出は行っておらず、また中国側より算定に必要な情報を入手することが困難であったため、算定は行わない。また、フェーズ(3)の「北台製鉄コークス炉環境汚染対策」については、コークス販売を収入として計上し FIRR 値が算出されていたが、事後評価時に確認したところ、コークスは鋼鉄の製造過程で消費されるため、販売は行われていなかった。また、サブプロジェクトで対象とした施設は、コークスの生産過程における一部設備であることから、この部分のみの維持管理費用等を算定することは困難との指摘を受けた。このため、フェーズ(3)についても本評価では FIRR 値については算出を行わない。

EIRR の便益としては、大気質改善による健康改善や公共サービスの改善による支払意思額を指標として想定できるが、プロジェクト審査時に EIRR の算定がなされておらず、同様の便益指標を用いた比較を行なうことができない。また、当時のデータを入手することも困難である。このため、本評価では EIRR の算出を行なわない。

3.3.2 定性的効果

本事業がもたらした定性的な効果として、「大気・水質汚染物質の削減及び安全な飲料用水の供給により、市民が大気や水質の改善を認識する。」ことが第一義として挙げられる。

以下の表の通り、受益者調査の結果によると、調査対象の9割以上が10年前と比較して本溪市の大気質が改善したことを認識している。また、改善の主要因として、本事業に関連する「工場移転」「先進技術による工場の排煙濃度の減少」「取り締まりの強化」「ガス利用世帯の増加」を挙げる住民が多かった。

表8 大気質改善に対する住民認識

10年前と比較した大気質の変化	計 (%)		(「改善・どちらかと言えば改善」の回答者のうち) 改善につながった主要因【複数回答】	計 (%)
とても改善した	90.8		工場が郊外に移転したため	81.7
どちらかと言えば改善した	8.3		先進技術により、工場の排煙濃度が減少したため	74.2
さほど変わらない	0.8		市政府の取り締まりが強化されたため	73.3
どちらかと言えば悪化した	0		家庭で、ガスが利用されるようになったため	68.3
とても悪化した	0		市全体の経済力が向上したため	55.0
分からない	0		地方都市への公共事業が推進されたため	25.0

注：事後評価における受益者調査結果（市内住民の120人に対して2010年5月実施）

また、本溪市の水源である太子河の水質についても、調査対象の9割以上が10年前に比べて改善したと回答しており、その主要因として、本事業に関連する「水源の上流移転」「取り締まりの強化」「工場移転」を選択する住民が多い結果となった。

表9 本溪市の水源である太子河の水質に対する住民認識（受益者調査結果）

10年前と比較した太子河の水質	計 (%)		(「改善・どちらかと言えば改善」の回答者のうち) 改善につながった主要因【複数回答】	計 (%)
とても改善した	76.7		水源が上流に移転したため	86.7
どちらかと言えば改善した	20.0		市政府の取り締まりが強化されたため	57.5
さほど変わらない	1.7		地方都市への公共事業が推進されたため	46.7
どちらかと言えば悪化した	0		市全体の経済力が向上したため	43.3
とても悪化した	0		工場が郊外に移転したため	40.0
分からない	1.7		先進技術により、工場の排煙濃度が減少したため	30.8

注：事後評価における受益者調査結果（市内住民の120人に対して2010年5月実施）

なお、これら効果は、中国側が独自に取り組んできた環境改善への取り組みと効果的に

連携・補完しあってきたことによって発現してきたものである。そのため、本事業単体での効果とは言えないが、その寄与度は総じて大きいと推察できることを付記する。

以上より、事業全体の運用効果指標、及び定性的効果から、本事業の実施により概ね計画通りの効果発現が見られ、有効性は高い。

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

本溪市全体の環境改善については、長期間の環境改善対策や汚染物質の処理技術の進歩等、本事業以外の取り組みによる効果が大いだが、本溪市全体の環境指標、及び受益者調査から、本事業は市民の生活環境の改善に対して大きなインパクトを与えていると推測される。

また、審査時において「衛星から見えない都市」と呼ばれるほどの、極めて深刻な環境問題を抱えていたことから、環境負荷の高い大企業（北台鉄鋼や本溪鉄鋼）への対応、また市民生活への影響が高い飲用水対策や都市ガス供給等、本事業により多様な環境対策が講じられたことは、市全体の環境改善に少なからず貢献したものと判断される。

(1) 本溪市における大気質、及び水質の改善

本溪市全体の大気質指標は、表 10 に示した通り、2001 年から 2005 年における本溪市の環境指標は大幅に改善され、2005 年には SO_2 の平均値が初めて国家二級基準($0.06\text{mg}/\text{m}^3$)に達成、2008 年には PM_{10} も国家二級基準($0.054\text{mg}/\text{m}^3$)に達成した。また、フェーズ(1)の「9) 上水取水場建設事業」では市街地にあった大峪水源地を 13.5km 上流に移転させたことにより、水源地の水質が 2002 年に国家表流水二級基準を達成したことに加え、下流における水質も改善傾向にある（表 11 参照）。

表 10 本溪市全体の大気環境指標（年平均）

指標	(mg/m ³)												
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
TSP/ PM ₁₀	0.47	0.41	0.41	0.39	0.346	0.288	0.282	0.280	0.119	0.110	0.108	0.092	0.090
SO ₂ 濃度	0.15	0.11	0.09	0.09	0.071	0.068	0.060	0.060	0.059	0.044	0.047	0.046	0.050
NO _x 濃度	0.03	0.05	0.05	0.05	0.033	0.036	0.039	0.032	0.036	0.028	0.031	0.034	0.032
粉塵量 (t)	39.6	38.4	36.9	35.7	28.5	27.3	26.0	25.0	22.9	22.0	21.4	21.1	20.3

注 1) 2005 年に TSP から PM₁₀ に変更

注 2) 2006-2009 年の SO₂、TSP の数値には面的観測による汚染物質も計上しているため、2005 年以前の定点観測方式のみの数値とは一様に比較はできない。

* 出典：本溪市環境年鑑

表 11 本溪市太子河下流域測定地点 断面水環境指標（年平均）

指標	(mg/L)												
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
BOD	4.06	4.34	5.42	5.12	3.52	4.35	4.86	4.75	4.63	4.75	4.05	3.52	4.62
COD	42.9	30.0	37.8	29.6	20.5	23.0	21.7	32.7	27.3	22.3	20.8	16.9	17.8

注) 2006-2009 年の BOD、COD の数値には面的観測による汚染物質も計上しているため、2005 年以前の定点観測方式のみの数値とは一様に比較はできない。

* 出典：本溪市環境年鑑

(2) 市民の生活環境の改善

下表に示す受益者調査の結果から、本溪市の大気質と水質の改善により、生活環境や生活レベルが向上したことを多くの市民が認識している。

特に、大気質改善の効果として「衣類の汚れの軽減」や「せきや目の痛みの減少」を挙げる住民が多かった。

表 12 生活環境の改善にかかる市民の認識

大気質改善による効果【複数回答】	計 (%)
粉塵による衣類の汚れが軽減した	89.2
せきや目の痛みが減った	81.7
洗濯物を外に干せるようになった	60.0
防塵のためのマスクやサングラスを使用しなくなった	24.2
その他	0.8

注：事後評価における受益者調査結果（市内住民の 120 人に対して 2010 年 5 月実施）

(3) 都市インフラの整備による生活レベルの改善

下表の通り、都市ガスや水道が整備されたことによる「生活の質的向上」を認識する市民は 9 割を超えている。特に水道事業については、給水量・水圧・水質にかかる質問においても満足度が高く、市民の生活レベルは改善していると判断される。

表 13 生活レベルの改善にかかる市民の認識（受益者調査結果）

都市ガス供給による効果【複数回答】	計 (%)	水源地の移動、水供給による効果【複数回答】	計 (%)
生活の質的向上に大変貢献した	63.3	生活の質的向上に大変貢献した	85.8
生活の質的向上に貢献した	31.7	生活の質的向上に貢献した	11.7
生活の質的向上には貢献していない	4.2	生活の質的向上には貢献していない	0.8
良く分からない	0.8	良く分からない	1.7

注：事後評価における受益者調査結果（市内住民の 120 人に対して 2010 年 5 月実施）

(4) 本溪市の環境対策への強化

環境観測センターに対する機材整備事業がサブプロジェクトの一つとして実施されたことから、本溪市全体のモニタリング能力が強化され、市政府の環境対策への取り組みを促すことにつながっている。

また、環境局からのヒアリングによると、本事業の開始直後は市政府の資金不足から環

境保全事業⁷が進展せず、大気汚染問題は依然として重要課題に位置づけられていたが、本事業により環境局が選定した 20 件事業を、サブプロジェクトとして実行に移すことが可能となった。結果として、各サブプロジェクトの実施効果が確認され、環境分野への投資・融資に対する理解を促し、その後の体制強化を促す結果になったと環境局は認識している。

3.4.2 その他正負のインパクト

①自然環境へのインパクト

EIA については、事業開始前に批准を得ており、また環境保全局への聞き取り結果によると自然環境へのインパクトは特に見受けられない。

②住民移転・用地取得

審査時に計画された通り、住民移転は行われていない。一方、フェーズ（１）の「3）本溪ゴム化学工場 DMSO プラント移転・改善事業」に伴う 22,000m²の用地は、居住地区から離れた工業地区において取得され、問題は生じていない。なお、移転前には、工場の排ガス及び排水により周辺地域住民から多くの苦情が寄せられていたとのことであるが、今回受益者調査においては本工場移転後の問題は確認されなかった。

③その他正負のインパクト

環境保全局への聞き取り、及び受益者調査の結果から、騒音、振動についても、特に問題は見られない。

以上より、本事業は本溪市の環境質を大きく改善させており、また地域住民の日常生活などに正の影響を与えており、そのインパクトは大きい。

3.5 持続性(レーティング：b)

3.5.1 運営・維持管理の体制

現在稼働中のサブプロジェクトに関連する実施機関は、全 12 組織であり、そのうち 8 組織が国有企業改革の影響を受け、工事期間中あるいは工事完了後に民営化されている。また、民営化された 8 企業のうち、都市ガス供給会社（香港外資との合併）を除く 7 企業は原材料の製造に従事する中小企業であり、中国国内外の市場における競争激化の影響を受け、経営の効率化（生産部門人員の削減、専門技術者の増員）が図られたため、想定以上に運営・維持管理体制は強化されている。しかしながら、一部の中小規模企業体については、2008 年の経済危機以降に生産規模を縮小しており、財政局関係者からのヒアリングでは、この傾向は将来的にも続くものと予測している。この他、環境負荷の高い中小企業に

⁷ 本事業は市政府が掲げた「第九次五ヵ年計画」と「環境整備七年計画」の後半に開始され、環境局では、50 件もの環境対策事業を計画したが、資金の目途が立たない状況にあった。このような中、本事業のフェーズ(1)で投入された借入金は、市全体の環境投資額の約 40%を占めた。

については、政策的に淘汰される可能性も指摘されている。

一方で、民営化の影響を受けず、現在も国有企業を維持するのは本溪鋼鉄集团公司と北台鋼鉄集团公司の 2 企業である。両企業は、本溪市の好調な経済成長を支える製鉄業界を代表する大企業であり、運営・維持管理にかかる組織面、人材面にも十分な対応をしていることから問題点は見受けられない。また、製鉄業については、中央政府が全国規模での企業合併が進めていく方針を示していることから、将来的には経営形態が変わっていくことが予想されるが、運営・維持管理の体制には影響ないものとする。

その他、市政部門に属する環境観測セクターと本溪市自来水総公司の 2 組織についても、市政府の管轄下で運営・維持管理の体制が適切に構築されており、問題点はない。また、都市ガス供給会社についても、安全かつ安定したガス供給が行われるよう、市政府の方針の基づき、適切な運営維持管理体制が構築されている。

以上から、現時点では運営・維持管理の体制にかかる問題点はないが、一部のサブプロジェクトの実施機関については、将来的に不安要素が見受けられる。

3.5.2 運営・維持管理の技術

本事業で導入された機材が稼働しているサブプロジェクトについて、設置された施設・資機材の操業、維持管理に関する技術面での問題は特段無い。特に、公共性が高く、受益者数が多いガス供給事業や水道事業については、安全な操業が求められることから、職員への安全管理・技術研修には重点が置かれている。

製造業にかかる中小企業については、目標生産量を達成することが企業経営にも影響することから、機材の日常点検や検査後の対応については細心の注意を払っているとのことであった。また、企業独自の技術研修を実施する企業もあり、若手技術者の育成にも積極的であった。

以上から技術面における問題は見受けられない。

3.5.3 運営・維持管理の財務

実施機関からの説明によると、公共系事業体（都市ガス、水道）、及び国有大規模企業体については、経営が順調に行われ、運営・維持管理にかかる資金も十分であることから、財務面での問題はないと判断される。また、現在安定した操業を継続する中小企業についても、民営化によって収益力の向上が目指されており、借入金の返済も適切に実施されている。但し、一部の小中規模企業体は、原材料価格の高騰、競争の激化、厳しい環境基準等の影響を受け、すでに生産規模を縮小させる傾向にあり、今後の企業経営に不安要素が見受けられる。

3.5.4 運営・維持管理の状況

現在使用されている施設、資機材について、日常の運転・維持管理、故障・トラブル・修理への対応は問題ない。各サブプロジェクトに対する視察調査においても、導入された

施設や機材は概ね良好に維持管理が行われており、当初は悪臭や騒音等の問題を有していた企業についても、工場移転や密閉型施設の導入等により状況が改善されている。

受益者調査において、都市ガス供給、及び水供給にかかるサービスについて質問したところ、現在の状況に満足する市民が多数を占めており、運営状況に問題はないと考える。また、環境局からの意見によると、本溪市の大気質の改善には、本溪鋼鉄集团公司と北台鋼鉄集团公司の排ガス処理装置が大きく影響しているとのことで、本事業で導入された施設や機材が適切に運営・維持管理されている結果として、大気質の改善に貢献しているものと判断できる。

以上より、本事業の維持管理は現時点においては体制、技術、財務状況ともに問題ないが、将来的には一部のサブプロジェクトにおける体制、及び財務状況に問題があり、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

本事業は妥当性、及び有効性は高いが、サブプロジェクトの件数が18件と多く、事業管理の難しさから効率性については中程度となった。また、持続性については、一部のサブプロジェクトについて、今後の企業経営について不安要素が見受けられる。

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

一部のサブプロジェクトについては、環境負荷が非常に高い汚染物質を排出する企業が含まれることから、突然に経営環境が悪化した場合においても、適切に汚染物質が処理されるよう、財務局との情報共有を行いつつ、環境局によるモニタリング強化が必要である。また、仮に企業が倒産した場合、本事業にかかる施設・資機材の売却、処分等が発生する場合は、実施機関は基本約定第6.01条（d）の観点から、JICAに対して情報提供を行なう必要があるため、実施機関は適切な情報収集・モニタリングに努める必要がある。

4.3 教訓

本事業の開始当初、中国側には環境分野に資金を投入することや環境対策を強化していくことに対する認識が不足しており、環境保全分野の事業を展開していくことが非常に困難な時期があった。そのような中、本事業の実施は、資金不足の解消につながっただけでなく、環境分野に対する投資・融資にかかる理解の促進、更には実施体制の強化にも貢献した。特に、市政府関係者や企業側に、環境対策への理解促進が図れたことは、本溪市の環境対策強化を加速させる一因にもなっている。

以上、本事業の実施は、中国側の環境汚染対策が進展しない中、環境局が選定した優先

度の高いサブプロジェクトを実行に移せるよう支援した結果、環境局の本事業に対する責任意識が高まり、経済状況や環境政策等が急速に変化していく中でも、多くのサブプロジェクトが今も継続するに至ったと判断される。このため、対象地域・対象セクターの現状・課題を十分に理解した上で、相手国政府（実施機関）とともに優先度の高いサブプロジェクトを選定することが、相手国側のオーナーシップを高め、そのことが事業全体の持続性にも貢献すると考える。

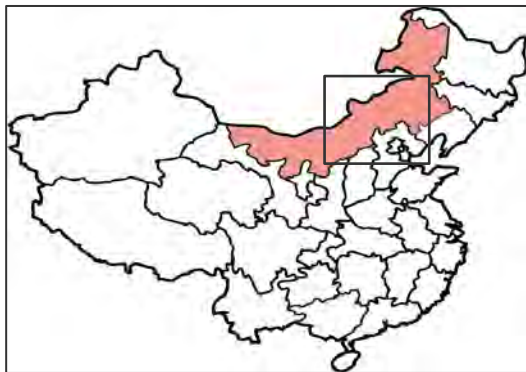
主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
①アウトプット フェーズ(1) 1) 本溪電気機器工場 排ガス・排水処理事業	① 静電スプレー設備の導入 ② 排水処理設備の導入 ③ 脱硫・除塵装置の導入	サブプロジェクトの中止
2) 本溪製鉄所第2工場 転炉排気対策事業	① 転炉の密閉化 ② 開閉時排気の処理装置の導入 ③ 排ガスの転炉 ④ 一次集塵システムの改良 ⑤ 二次集塵システム新設	① 転炉の密閉化 ② 開閉時排気の処理装置の導入 ③ 排ガスの転炉 ④ 一次集塵システムの改良 ⑤ 二次集塵システム新設
3) 本溪ゴム化学工場 DMSO プラント移転・ 改善事業	① 本溪ゴム化工工場を移転(敷地面積 22,000 m ² 、建設面積 3791.4 m ²) ② 新たな排気・排水処理設備を備えた DMSO プラントの建設	① 本溪ゴム化工工場を移転：敷地面積 22,000m ² 、建設面積 3,791.4m ² ② 新たな排気・排水処理設備を備えた DMSO プラント1基の建設
4) 本溪セメント工場 防塵事業	① 除塵装置を備えた石炭サイロの建設 (直径 15m x 高さ 30m x 3 基)	サブプロジェクトの中止
5) 本溪合金工場 W・ Mo 製造工程排気ガ ス・排水処理事業	① SO ₂ 、HCl、NH ₃ 、煤塵処理設備の導 入 ② 酸性・アルカリ性排水処理設備の導 入 ③ 既存のモリブデン精製についての技術 改造	①SO ₂ 、HCl、NH ₃ 、煤塵処理設備の導入 ②酸性・アルカリ性排水処理設備
6) 本溪鉬物化学工場 カーバイド製造工程 排気対策事業	① カーバイド炉の半密閉化 ② 集塵機の導入 ③ 10,000kVA の密閉式カーバイド炉の 建設	① カーバイド炉の半密閉化 ② 集塵機の導入 ③12,500kVA の密閉式カーバイド炉の建 設
7) 環境観測センター 拡充事業	① 大気自動式モニタリングシステム ② 大気・水質移動式モニタリングシス テム ③ 自動監視システム ④ 通常モニタリングシステム ⑤ 環境観測センターの事務・補助用棟 の改築・拡張	① 大気自動式モニタリングシステム ② 大気・水質移動式モニタリングシス テム ③ 自動監視システム ④ 通常モニタリングシステム ⑤環境観測センターの事務・補助用棟の 改築・拡張
8) 北台製鉄所高炉排 ガス利用事業	① ガスボイラー ② 単式抽気タービン発電設備 ③ その他関連施設の設置	① ガスボイラー ② 単式抽気タービン発電設備 ③ その他関連施設の設置
9) 上水取水場建設事 業	① 上水取水場の建設 ② 導水管(双管)の敷設	① 上水取水場の建設 ② 導水管(双管)の敷設
10) 石炭灰総合利用 事業	① スプリンクラーの導入 ② 建築材料工場の新設	① スプリンクラーの導入 ② 建築材料工場の新設
11) 本溪銅加工工場 排ガス・排水処理事業	① 排ガス処理設備の導入 ② 水浄化技術の改良 ③ 熱交換システム、及び濾過システ ムの導入 ④ 銅箔表面処理技術の改良	① 排ガス処理設備の導入 ② 水浄化技術の改良 ③ 熱交換システム、及び濾過システ ムの導入 ④ 銅箔表面処理技術の改良
12) 本溪製薬工場排 水処理事業	① 工程の自動制御装置の導入 ② 排水処理設備の導入 ③ 酵母菌製造プロセスのための温度調 整装置、生物処理施設の設置 ④ 深井戸型曝気 ⑤ 集水池、配水池、深井戸装置、バイ オ流動床の建設	① 工程の自動制御装置の導入 ② 排水処理設備の導入 ③ 酵母菌製造プロセスのための温度調 整装置、生物処理施設の設置 ④ 深井戸型曝気 ⑤ 集水池、配水池、深井戸装置、バイ オ流動床の建設
13) 本溪プラスチック 化学工場苛性ソー ダ製造工程改善事業	① 年産2万tの生産設備を建設 ② 製造プロセスの更新(イオン隔膜法) ③ 排ガス・排水処理装置の導入 ④ 2次塩水浄化装置、淡塩水脱塩素装	① 年産2万tの生産設備を建設 ② 製造プロセスの更新(イオン隔膜法) ③ 排ガス・排水処理装置の導入 ④ 2次塩水浄化装置、淡塩水脱塩素装置、

	置、純水製造装置他の設置	純水製造装置他の設置
<u>フェーズ(2)</u> 1) 第5期都市ガス化事業	① コークスガス供給基地1カ所の建設 ② LPガス供給基地2カ所の建設 ③ ガス配管 ④ LPガスボンベ供給基地1カ所の建設	① コークスガス供給基地1カ所の建設 (高台子液化ガス工程) ② LPガス供給基地2カ所の建設 ③ ガス配管 ④ LPガスボンベ供給基地1カ所の建設
2) 北台製鉄転炉排ガス対策事業	① 5万m ³ のゴム密封乾式ガスタンク1基 転炉ガス電気集塵機2台 ② 静電気集塵システム建設 ③ 石炭ガス加圧ステーションの建設 (ガス加圧機2台) ④ 自動制御計器の建設 ⑤ 2万t/年のスラグ圧縮ボール製造設備の建設 ⑥ 転炉鉄鋼スラグのドラム式蒸し焼き処理設備の設置	① 5万m ³ のゴム密封乾式ガスタンク1基 転炉ガス電気集塵機2台 ② 静電気集塵システム建設 ③ 石炭ガス加圧ステーションの建設 (ガス加圧機2台) ④ 自動制御計器の建設 ⑤ 2万t/年のスラグ圧縮ボール製造設備の建設 ⑥ 転炉鉄鋼スラグのドラム式蒸し焼き処理設備の設置
3) 化学工場汚染対策事業	① DMDS工場の脱硫装置設置 ② 既存の化工工場を区画した化工地区 (2万5000m ³)内に移転 ③ 排水処理等環境対策設備を備えた新生産プロセスの工場建設	① DMDS工場用の脱硫装置 ② 既存の化工工場を区画した化工地区 (2万5000m ³)内に移転 ③ 排水処理等環境対策設備を備えた新生産プロセスの工場建設
4) 溶剤工場汚染対策事業	① 軟質カルシウムカーボネイト工場の設置 ② 酸化防止剤工場の生産プロセスの改良、及び脱硫装置の設置 ③ 集塵機の設置 ④ 沈殿池等環境対策装置の設置	① 軟質カルシウムカーボネイト工場の設置 ② 酸化防止剤工場の生産プロセスの改良、及び脱硫装置の設置 ③ 集塵機の設置 ④ 沈殿池等環境対策装置の設置
5) 潤滑剤工場汚染対策事業	① 硫化モリブデン工場、潤滑油工場、グリース工場の生産プロセスの改良 ② 関連生産設備と補助設備の建設 ③ 公共工程(Public Construction)と環境保護施設を建設 ④ SO ₂ 回収装置、油回収装置、排水処理施設等環境対策設備の設置	① 硫化モリブデン工場、潤滑油工場、グリース工場の生産プロセスの改良 ② 関連生産設備と補助設備の建設 ③ 公共工程(Public Construction)と環境保護施設を建設 ④ SO ₂ 回収装置、油回収装置、排水処理施設等環境対策設備の設置
6) 太子河飲料水汚染対策事業	① 浄化給水設備 80,000m ³ /日 ② 配水管網 7km	① 浄水場拡張処理能力：80,000m ³ /日 ② 送配水管設備 延長：10km
<u>フェーズ(3)</u> 1) 北台製鉄コークス炉環境汚染対策	① コークス製造施設の建設(石炭前処理、コークス製造、ガス収集浄化システム、排水処理) ② 付属施設として変電所等の生産補助施設と管理、環境整備施設の建設(総敷地面積 261,000 m ³)	① コークス炉とコークス生産施設の建設(石炭前処理、コークス製造、ガス収集浄化システム、排水処理) ② 付属施設として変電所等の生産補助施設と管理、環境整備施設の建設
②期 間	フェーズ(1)： 1997年10月～2001年12月(51ヶ月) フェーズ(2)： 1998年12月～2002年3月(40ヶ月) フェーズ(3)： 2000年7月～2002年3月(21ヶ月)	フェーズ(1)： 1997年10月～2002年12月(63ヶ月) フェーズ(2)： 1998年12月～2004年7月(68ヶ月) フェーズ(3)： 2000年7月～2002年6月(24ヶ月)
③事業費 外貨 内貨 合計 うち円借款分 換算レート	フェーズ(1) 外貨：4,110百万円 内貨：5,808百万円 合計：9,918百万円 うち円借款分：4,110百万円 換算レート：1元＝12(1996年1月)	フェーズ(1) 外貨：4,058百万円 内貨：5,594百万円 合計：9,652百万円 うち円借款分：4,076百万円 換算レート：1元＝14.13(1997年～2002年平均)

	フェーズ(2) 外貨：3,237 百万円 内貨：3,327 百万円 合計：6,564 百万円 うち円借款分：3,237 百万円 換算レート：1 元＝12（1996 年 1 月） フェーズ(3) 外貨：1,160 百万円 内貨：4,202 百万円 合計：5,362 百万円 うち円借款分 1,160 百万円 換算レート：1 元＝12（1996 年 1 月）	フェーズ(2) 外貨：3,082 百万円 内貨：2,829 百万円 合計：5,916 百万円 うち円借款分：3,237 百万円 換算レート：1 元＝13.93（1998 年～2004 年平均） フェーズ(3) 外貨：1,160 百万円 内貨： 820 百万円 合計：1,980 百万円 うち円借款分：1,159 百万円 換算レート：1 元＝13.85（2000 年～2002 年平均）
--	---	--

1. 案件の概要



プロジェクト位置図



包頭供熱公司

1.1 事業の背景

中国では 80 年代から急速な経済発展が進んだが、その一方で一次エネルギー消費を石炭に過度に依存していたため、都市部の大気汚染は深刻化の一途を辿っていた。特に 90 年代からは酸性雨の被害までも多数報告されるようになり、環境と開発を両立させてゆくことは国家の最重要課題のひとつとして重視されるようになっていた。

本事業の対象地である内蒙古自治区のフフホト市、包頭市は、それぞれ区都および自治区最大の工業都市であり、増大する都市人口や産業の発展によって大気汚染は深刻化しており、90 年代初期には両市の煤塵(TSP 値)は国家基準の 2～4 倍にまで達していた。

両市では今後も更に人口が増加し、経済も益々発展していくことが見込まれていたため、石炭需要の増大に伴う大気汚染は更に深刻化することがほぼ確実視されており、産業・生活排気の両面において有効な環境対策を行うことは喫緊の課題であった。

1.2 事業の概要

内蒙古自治区フフホト市及び包頭市において、環境負荷の低いガス・熱供給施設の導入ならびに汚染物質処理設備の導入等を行なうことにより、両市の大気質および水質改善を図り、もって両市の生活改善に寄与する。

円借款承諾額／実行額	10,000 百万円(1)、5,629 百万円(2)／ 9,917 百万円(1)、4,987 百万円(2)
交換公文締結／借款契約調印	1996 年 12 月 (1)、1997 年 9 月 (2)／1996 年 12 月 (1)、 1997 年 9 月 (2)
借款契約条件	金利 2.1 %、返済 30 年(据置 10 年)、一般アンタイ

	ド
借入人／実施機関	中華人民共和国（１）（２）對外貿易經濟合作部／ （１） 国家環境保護局 （２） 内蒙古自治区人民政府
貸付完了	2003 年 1 月 (1)、2003 年 4 月 (2)
本体契約	なし
コンサルタント契約	なし
関連調査 (フィジビリティ・スタディ：F/S) 等	SAPROF 実施： 1995 年 8 月～1996 年 3 月、環境 SAPROF と して F/S 実施
関連事業	なし

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

十津川 淳 （佐野総合企画株式会社）

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 12 月～2010 年 10 月

現地調査：2010 年 2 月 28 日～3 月 23 日、2010 年 5 月 6 日～5 月 29 日

2.3 評価の制約

本事業のサブプロジェクトを実施した全 22 事業体のうち、事後評価時点において 11 事業体が既に倒産もしくは操業停止となっていた。これら 11 事業体については、既に整理淘汰が完了しており、関係者からの情報収集は出来なかった。そのため、これら倒産事業にかかるサブプロジェクトの評価については、円借款弁交室の元関係者からの聞き取りや既存資料に拠った。

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) 事業審査時の政策

石炭燃焼による大気汚染が深刻化していたフフホト市においては、1993 年に大気質の改善に取り組むことを前面に打ち出した「青空緑地計画」が策定された。また 95 年には環境質改善のために総合的な取り組みを行なう「フフホト市都市環境総合対策計画」が作成され、本事業審査時及び開始時における市政策の根幹として位置づけられていた。

同様に産業都市の包頭市においても、第9次5カ年計画(1996-2000年)で環境質の改善を掲げた「青空清水緑地計画」が策定され、それぞれ大気、水質、都市緑化・森林環境保全への取り組みを強化することが掲げられた。

以上のとおり、90年代半ばにおける両市は環境質改善に対して取り組みを強化する方針を打ち出しており、その対策は重点政策のひとつとして位置づけられていた。特に、本事業を構成するサブプロジェクトの多くは、両市の環境保護計画が定めた重点プロジェクトに認定されており、本事業が両市の環境政策の重要な側面を構成していたことが分かる。

(2) 事後評価時の政策

事後評価時点におけるフフホト、包頭両市の環境質は事業審査時に比して著しく改善してきたものの、その取り組みは依然として市政府及び自治区政府の重要政策課題のひとつとして強調されている。

現在フフホト市は、同市が「国家レベル環境保護モデル都市」として認定されることを目標としており、第11次5カ年環境保護計画(2006-2010年)において「発電所等の脱硫装置設置の促進、冬季の石炭燃焼による汚染対策、粉塵対策の強化」を大気汚染対策の特記事項として掲げている。また同様に包頭市も、環境保護モデル都市の認証を目標としており、第11次5カ年環境保護計画では汚染物質削減アクションプランを設定し、具体的な達成目標を掲げて取り組んでいる。

このように環境質の改善対策は、依然として両市の重要課題であり、本事業が目した環境改善の方向性は現在もなお両市の政策と極めて整合している。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

(1) 事業審査時の開発ニーズ

1990年代の半ばにおけるフフホト・包頭両市の大気汚染、特に石炭燃焼による煤塵被害は極めて深刻であり、それぞれ国家2級基準値¹の4.7倍、2.1倍（ともにTSP日平均値）に達する状況にあった。内蒙古自治区を代表する経済都市の両市では、その後も更に経済発展、都市化の進行が予測されていたため、大気汚染にかかる対策は喫緊の課題であり、本事業の目標および内容は両市における開発ニーズと整合していたものと判断できる。

表1 フフホト・包頭市の環境質(1993年)

	大気質国家2級基準達成日数 (年間)	SO ₂ 着地濃度平均	TSP 着地濃度平均
フフホト市	約100日	0.329mg/m ³ (国家基準比1.3倍)	1.418mg/m ³ (国家基準比4.7倍)
包頭市	50日未満	0.258mg/m ³ (国家基準比1.0倍)	0.630mg/m ³ (国家基準比2.1倍)

出所：フフホト・包頭市環境保護局聞き取りおよびJICA審査時資料

¹ 国家1級は自然保護区への大気質基準であり、2級は居住区、商業区、一般工業区に対する基準、3級は重工業などの特定工業区基準となっている。そのため、一般に都市部の大気質基準は2級基準を以って判断される（中華人民共和国 環境大気質基準 GB3095-1996より）。

(2) 事後評価時の開発ニーズ

事後評価時点においては、両市の大気汚染状況は著しく改善している。フフホト市および包頭市では、2009 年の大気質国家 2 級基準達成日がそれぞれ 342 日、309 日となっており（1993 年はそれぞれ約 100 日、50 日弱）、その改善状況は明らかである。しかしながら、両市は基準を達成こそしているものの、その達成値は 2 級基準値にかろうじて到達しているレベルの日が多いこと、および自動車排気ガスによる Nox など、これまで重要視されてこなかった大気汚染が急速に進行していることなどから、依然として総合的な大気汚染対策は両市にとっての重要課題と位置づけられている。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

1992 年当時の ODA 大綱において、環境保全は ODA 基本理念のひとつとして掲げられており、日本は 1992-96 年度の 5 年間に環境 ODA を大幅拡充することを対外的に表明していた。

また、当時の対中国援助方針には「内陸地域の支援にこれまで以上に配慮する」こと、および「わが国の環境分野における経験と技術を活かして、煤煙処理等の大気汚染防止や水質汚濁防止対策について支援を進める」ことが掲げられている。

以上の点から、本環境改善事業はその事業内容、事業地域といった観点からも日本の援助政策に合致していたものと評価できる。

3.1.4 サブプロジェクト選定の妥当性

本事業の審査時点において、近い将来に国策によって整理対象となることを予見しえた事業体が、サブプロジェクトに含まれていたと考えられる（フフホト鍊鉄廠にかかるサブプロジェクト）。これは中長期的に淘汰対象となる事業規模・内容に該当する事業体であり、結果的に 2000 年代後半に倒産に至っている²。以上の点からは、サブプロジェクトの対象事業体の選定において一部で不適切な選定があった「可能性が高い」と考えられる。

ただし、本件にかかる論拠は 2009 年に実施された評価調査（中日友好環境保護センター実施）であり、本事後評価調査では当時の淘汰対象を規定する政策名を正確には再確認できなかった。そのため、これら選定の不適切性については、その「可能性が高い」との判断とした。また加えて、不適切な選定との判断に該当しうる事業体は 1 事業体のみであることにも鑑み、本件については上記を指摘するにとどめ、妥当性の評価におけるマイナス要因とはしないものとする。

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

² 400 m³未満の高炉は段階的に閉鎖することが中央の方針とされていたが、本件のフフホト鍊鉄廠は約 170 m³の高炉規模であった（中日友好環境保護センター資料より）。

3.2 効率性（レーティング：a）

3.2.1 アウトプット

本事業によるアウトプットを評価するにあたり、当初計画から大きく変更が生じた下記の3点について冒頭特記する。

- ・ 一部で計画されていたツーステップローンによる事業実施は取りやめ、全てサブプロジェクトの形態による円借款事業として実施した（フェーズ1の番号6から13までが該当）。
- ・ 包頭製鉄所コークス炉ガス精製事業の実施を見合わせ³、その余剰資金を新たなサブプロジェクトへの資金とした。そのため、包頭市において5つのサブプロジェクト（フェーズ2サブプロジェクト番号9～13）が増加した。
- ・ 倒産・操業停止企業が数多く生まれた（全22事業体のうち11事業体該当）。

以下は、サブプロジェクトのアウトプット計画と実績の対比であり、表内には事業費と事業期間についても記載した。また、インプットについて評点をつけているが、政府方針による変更など、事業体にとっての不可抗力に類する事象を原因とした場合には、評価におけるマイナス要因とはみなさずに評価を行った。また、倒産事業体の情報が不足しているため、現在操業中のサブプロジェクトのみに評点をつけた。

評点は事業費・期間が計画値の100%以下をa、100%超150%以下をb、150%超をcとしている（評点に基づく総合評価の考え方についてはインプットの項参照）。

表2 アウトプットおよびインプットにかかる予定実績の対比

フェーズ1		
1)フフホト市都市ガス供給事業（事業実施体：中国都市ガス発展有限公司～旧フフホトガス公司）		
計画内容	実績内容	差異およびインプット評価
① ガス精製装置の建設（乾式脱硫装置1基、脱湿装置1基 ② 市内供給管の敷設 59.6 km ③ ガスタンクの建設（1基-50千m ³ ） ④ ガス制圧所の建設（4箇所） ⑤ 運転管理システム(SCADA)導入	アウトプット一部変更あり（変更点に下線）： ① <u>ガス精製装置の建設（乾式脱硫装置1基、脱湿装置は設置せず</u> <u>*08年9月に天然ガスに移行済</u> ② 市内供給管の敷設 59.6 km ③ ガスタンクの建設（1基-50千m ³ ） ④ ガス制圧所の建設（4箇所） ⑤ 運転管理システム(SCADA)導入	<u>* 脱湿装置を設置せず</u> ～ 詳細調査の結果、ガス水分が当初の想定値よりも低かったため、脱湿装置の導入は必要なしと判断された。 <u>*08年9月に天然ガスに移行済</u> *脱湿装置の設置条件変更に伴い、設計作業を中心として事業期間がやや延長されたが、妥当且つ必要な処置であるため、事業期間のマイナス要因とはしない（そのため下記ではb→aと記載。以下同様）。
事業費：0.5457 億元	事業費：0.4033 億元	（事業費） a
事業期間：1998.1～2000.3（27ヶ月）	事業期間：1998.1～2000.7（31ヶ月）	（事業期間） b→a

³ 事業審査時に予定されていた新たなコークス炉建設(6号、7号炉)が、中央政府からの鉄鋼生産量の下方調整通達を受けたために中止となった。そのため、浄化設備の設置は必要なくなり、本事業の実施を取りやめることとなった。

2)フフホト市熱供給事業（事業実施体：フフホト都市発展投資経営有限責任公司～旧フフホト供熱公司）		
計画内容	実績内容	差異およびインプット評価
① 熱水製造工場の建設（北東プラント 29MW*4 基、南東プラント 58MW*5 基、計 406MW） ② 熱供給配管の敷設 39Km ③ 熱交換ステーション 60 箇所 ④ 運転管理システム（SCADA）導入	アウトプット一部変更あり（変更点に下線）： ① 熱水製造工場の建設（北東プラント 29MW*4 基、南東プラント 58MW*5 基、計 406MW） ② 熱供給配管の敷設 <u>45Km</u> ③ 熱交換ステーション <u>55 箇所</u> ④ 運転管理システム（SCADA）導入	* 熱供給配管の敷設 <u>45Km</u> * 熱交換ステーション <u>55 箇所</u> ～ 都市計画の変更に伴い、供給配管の敷設ルート、ステーションの建設地が変更されたため。 * 調達に関して多数の再入札を行うなどしたため、事業期間が延長された。
事業費：6.1 億	事業費：6.06 億元	（事業費）a
事業期間：1998.1～2000.3（27 ヶ月）	事業期間：2001.4～2003.12（33 ヶ月）	（事業期間）b
3)包頭市都市ガス供給事業（事業実施体：包頭市ガス公司）		
計画内容	実績内容	差異およびインプット評価
① ガス製造プラントの建設 ② 市内供給管の敷設 167Km ③ ガスタンクの建設（1 基-100 千 ³ m、1 基-500 千 ³ m） ④ ガス制圧所 15 基 ⑤ 運転管理システム（SCADA）導入	アウトプット一部変更あり（変更点に下線）： ① ガス製造プラントの建設 ② 市内供給管の敷設 <u>133Km</u> ③ ガスタンクの建設（1 基-500 千 ³ m、 <u>1 基-100 千³mは建設せず</u> ） ④ ガス制圧所 15 基 ⑤ 運転管理システム（SCADA）導入 ⑥ <u>加熱ステーションの建設</u>	* 市内供給管の敷設 <u>133Km</u> ～ 都市計画の変更に伴い、供給配管の敷設ルートが変更されたため。 * ガスタンクの建設（2 基のうち <u>1 基-100 千³mは建設せず</u> ） ～ 天然ガスへの順次移行が決定されたため。 * <u>加熱ステーションの建設</u>
事業費：3.98 億元	事業費：3.38 億元	（事業費）a
事業期間：1997.12～2001.12（49 ヶ月）	事業期間：1999.4～2002.12（45 ヶ月）	（事業期間）a
4)包頭市熱供給事業（事業実施体：包頭市供熱公司）		
計画内容	実績内容	差異およびインプット評価
① ボイラー増設（29MW*2 基、南東プラント 58MW*4 基、計 290MW） ② 熱供給配管の敷設 一次供給配管（6Km）、二次供給配管 ③ 熱交換ステーション 30 箇所 ④ 運転管理システム（SCADA）導入	アウトプット変更点なし： ① ボイラー増設（29MW*2 基、南東プラント 58MW*4 基、計 290MW） ② 熱供給配管の敷設 一次供給配管（6Km）、二次供給配管 ③ 熱交換ステーション 30 箇所 ④ 運転管理システム（SCADA）導入	アウトプット変更点なし： * 熱供給管などの調達コストが増大したため、事業費が予定よりも増大した。
事業費：3.754 億元	事業費：4.254 億元	（事業費）b
事業期間：1998.9～2002.12（52 ヶ月）	事業期間：1998.7～2002.10（52 ヶ月）	（事業期間）a

5) 包頭市モニタリング設備購入事業（事業実施体：包頭市環境保護局）		
計画内容	実績内容	差異およびインプット評価
モニタリング機器等の購入	アウトプット変更点なし： モニタリング機器	アウトプット変更点なし：
事業費：0.134 億元	事業費：0.1249 億元	（事業費） a
事業期間：1999.4～2000.7(16 ヶ月)	事業期間：1999.4～2000.6(15 ヶ月)	（事業期間） a
6) フフホト市炭酸カルシウム製造工場排水処理事業（事業実施体：内蒙古サンリアン～旧フフホト化工総廠）		
計画内容	実績内容	差異およびインプット評価
密閉式炉の新設	アウトプット変更点なし： カーバイド密閉式炉の新設	アウトプット変更点なし： ＊ 審査の遅延に伴い、事業期間が全体的に遅延した。 ＊ 事業期間の遅延と並行して、調達コストがやや増大した。
事業費：0.5819 億元	事業費：0.6185 億元	（事業費） b
事業期間：1999.1～2002.2(38 ヶ月)	事業期間：2000.5～2003.12(44 ヶ月)	（事業期間） b
7) フフホト市化繊工場排水処理事業（事業実施体：内蒙古化学繊維工場）		
計画内容	実績内容	差異およびインプット評価
排水処理設備の設置	アウトプット変更点なし： 排水処理設備（0.45 万 m ³ /日処理）の設置	アウトプット変更点なし： 但し、既に倒産
事業費：0.17 億元	事業費：不明	
事業期間：2000.5～2004.7(51 ヶ月)	事業期間：不明	
8) フフホト市ゴム化学工場ボイラー更新事業（事業実施体：フフホトゴム工場）		
計画内容	実績内容	差異およびインプット評価
① 循環流動床ボイラー3 基（1 基-20t/h、2 基-10t/h）の設置 ② 発電機（1 基-1.5MW タービン発電機）	アウトプット変更点なし： ① 循環流動床ボイラー3 基（1 基-20t/h、2 基-10t/h）の設置 ② 発電機（1 基-1.5MW タービン発電機）	アウトプット変更点なし： 但し、既に倒産
事業費：0.15 億元	事業費：不明	
事業期間：1999.1～2001.12(36 ヶ月)	事業期間：不明	

9) フフホト市製糖工場排水処理事業（事業実施体：フフホト市製糖工場）		
計画内容	実績内容	差異およびインプット評価
水幕式除塵機設置等（石炭燃焼方法の変更）	事業実施せず	事業実施せず
事業費：不明		
事業期間：不明		
10) 包頭市アルミ工場フッ素含有排気処理事業（事業実施体：包頭アルミニウム有限公司～旧国営包頭アルミニウム精錬所）		
計画内容	実績内容	差異およびインプット評価
① 既存電解槽の改善・拡張 ② 煤塵対策としてのバグフィルター設置等	アウトプット一部変更あり（変更点に下線）： ① 電解槽の新規設置 ② 煤塵対策としてのバグフィルター設置等	* 電解槽の新規設置 ～ 新たな環境規制基準に基づき、当初予定の既設電解槽の拡張は認められず、新規施設を設置した。新規の環境政策による変更であるため、事業期間の延長についてはマイナス評価としない。
事業費：4.943 億元 （再設計後の予算）	事業費：4.9 億元	（事業費） a
事業期間：1999.12～2000.12(13 ヶ月)	事業期間：2001.5～2002.8(16 ヶ月)	（事業期間） b→a
11) 包頭市レアアースメタル工場移転事業（事業実施体：包頭市レアアースメタル工場）		
計画内容	実績内容	差異およびインプット評価
市郊外へ新技術採用の新工場建設	アウトプット変更点不明（倒産）	不明（倒産）
事業費：不明		
事業期間：不明		
12) 包頭市第一発電所石炭灰利用事業（事業実施体：包頭第一熱電廠）		
計画内容	実績内容	差異およびインプット評価
石炭灰を利用したレンガ製造プラント建設	アウトプット変更点なし： 石炭灰を利用したレンガ製造プラント建設	アウトプット変更点なし： * F/S および設計時の調達見積額が低く設定されていたことなどを主因として事業費が結果増大した。 * 調達にかかる各種手続きの遅延等によって、事業期間が伸長した。
事業費：0.215 億元	事業費：0.30 億元	（事業費） b
事業期間：1999.5～2001.6(26 ヶ月)	事業期間：1999.8～2002.12(41 ヶ月)	（事業期間） c

13) 包頭市製鉄所 CO ガス回収事業（事業実施体：包頭製鉄所）		
計画内容	実績内容	差異およびインプット評価
転炉排ガス処理設備設置	アウトプット変更点なし： 転炉排ガス処理設備設置（ガス ブローア制圧システム、ガスタ ンク、電気集塵機）	アウトプット変更点なし：
事業費：0.9892 億元	事業費：0.9892 億元	（事業費） a
事業期間：1999.10～2001.5(20 ヶ 月)	事業期間：1999.4～2000.9(18 ヶ月)	（事業期間） a
フェーズ 2		
1) 包頭市下水処理場建設事業（事業実施体：包頭排水産業有限責任公司～旧包頭市政工程管理处）		
計画内容	実績内容	差異およびインプット評価
① 下水処理場の拡張 （北部郊外下水処理場） 15 千 m ³ /日→70 千 m ³ /日 ② 下水処理場の新設 （東河西下水処理場） 30 千 m ³ /日 （東河東下水処理場） 20 千 m ³ /日	アウトプット変更点なし： ① 下水処理場の拡張 （北部郊外下水処理場） 15 千 m ³ /日→70 千 m ³ /日 ② 下水処理場の新設 （東河西下水処理場） 30 千 m ³ /日 （東河東下水処理場） 20 千 m ³ /日	アウトプット変更点なし：
事業費：2.68 億元	事業費：2.66 億元	（事業費） a
事業期間：1998.11～2003.9(59 ヶ 月)	事業期間：1998.11～2003.7(57 ヶ月)	（事業期間） a
2) 包頭製鉄所コークス炉ガス精製事業（事業実施体：包頭製鉄所）		
計画内容	実績内容	差異およびインプット評価
コークス炉ガス精製装置設置 ガス精製能力 50 千 m ³ /時	事業実施せず	事業実施せず
事業費：4.08 億元		
事業期間：詳細設計前に中止決定		
3) 包頭製鉄所総合排水処理事業（事業実施体：包頭製鉄所）		
計画内容	実績内容	差異およびインプット評価
総合排水処理場の建設 処理能力→80 千 m ³ /時	アウトプット一部変更あり（変 更点に下線）： 総合排水処理場の建設 処理能力→ <u>60 千 m³/時</u>	* 総合排水処理場の建設 処理能力→ <u>60 千 m³/時</u> ～ 製鉄技術の進歩によって排 水量が減少。当初予定の排水処理 能力が必要なくなったため。
事業費：2.3592 億元	事業費：1.666 億元	（事業費） a
事業期間：2001.9～2003.6(22 ヶ 月)	事業期間：2002.7～2003.6(12 ヶ月)	（事業期間） a

4) フフホト製鉄所高炉排ガス発電事業（事業実施体：フフホト鍊鉄廠）		
計画内容	実績内容	差異およびインプット評価
① ガスボイラーの設置 （10t/時*2 基） ② タービン・ジェネレータの設置 （1.5MW*2 基）	アウトプット変更点なし： ① ガスボイラーの設置 （10t/時*2 基） ② タービン・ジェネレータの設置 （1.5MW*2 基）	アウトプット変更点なし： 但し、既に倒産
事業費：0.181 億元	事業費：不明	
事業期間：1999.10～2001.11(26 ヶ月)	事業期間：不明	
5) フフホト化学工場苛性ソーダ製造工程改善事業（事業実施体：内蒙古サンリアン～旧フフホト化工総廠）		
計画内容	実績内容	差異およびインプット評価
① 排ガス・排水処理装置 （溶融法からイオン隔膜法へ） ② サイクロン集塵機、バグフィルター の設置	アウトプット変更点なし： ① 排ガス・排水処理装置 （溶融法からイオン隔膜法へ） ② サイクロン集塵機、バグフィルター、 塩素漏れ吸収塔の設置	アウトプット変更点なし： * 調達コストが増大したため、 予定事業費を超過した。
事業費：0.4624 億元	事業費：0.4987 億元	（事業費）b
事業期間：1998.10～2000.5(20 ヶ月)	事業期間：1998.10～2000.1(16 ヶ月)	（事業期間）a
6) フフホト都市ガス供給拡張事業（事業実施体：中国都市ガス發展有限公司～旧フフホト市ガス公司）		
計画内容	実績内容	差異およびインプット評価
ガス発生炉 7 基（2 基は予備）の設置 ガス発生能力 51.6 万 m ³ /日	事業実施せず	事業実施せず
事業費：0.415 億元		
事業期間：詳細設計前に中止決定		
7) フフホト市石炭灰総合利用事業（事業実施体：フフホト紫砂陶資開發総公司）		
計画内容	実績内容	差異およびインプット評価
建築材料製造プラント建設 廃棄物（石炭灰）使用量→1.2 万 t/年	アウトプット変更点不明（倒産）	不明（倒産）
事業費：0.384 億元		
事業期間：1999.5～2002(月数不明)		
8) フフホト市清水河県セメント工場粉塵対策事業（事業実施体：フフホト市清水河県セメント工場）		
計画内容	実績内容	差異およびインプット評価
電気集塵機、バグフィルターの設置	アウトプット変更点なし： 電気集塵機、バグフィルターの設置	アウトプット変更点なし： 但し、既に倒産
事業費：0.07 億元	事業費：不明	
事業期間：1998.3～2004(月数不明)	事業期間：不明	

9) 包頭九九集団熱電環境総合対策事業（事業実施体：包頭九九集団）		
計画内容	実績内容	差異およびインプット評価
ボイラー設置（3台改造、1台新規）	アウトプット変更点不明（倒産）	不明（倒産）
事業費：0.448 億元		
事業期間：1999.11～2001.12（26ヶ月）		
10) 包頭和発レアアース精錬工場排水対策事業（事業実施体：和発レアアース～旧包頭和発レアアース）		
計画内容	実績内容	差異およびインプット評価
塩化アンモニウム排水処理の設置	アウトプット変更点なし： 塩化アンモニウム排水処理設備の設置	アウトプット変更点なし： ＊ 入札等の調達作業に時間を要したため。
事業費：0.297 億元	事業費：0.2807 億元	（事業費）a
事業期間：1999.1～2001.12（36ヶ月）	事業期間：1999.8～2002.12（41ヶ月）	（事業期間）b
11) 包頭黄河化工業環境総合対策事業（事業実施体：明天科技株式会社～旧黄河化学工業）		
計画内容	実績内容	差異およびインプット評価
フェノール含有水および酸性排水処理施設の設置	アウトプット変更点なし： フェノール含有水および酸性排水処理施設の設置	アウトプット変更点なし： 但し、既に倒産（過程）
事業費：0.817 億元	事業費：0.817 億元	
事業期間：1998.7～（月数不明）	事業期間：2003.1～2005.1（25ヶ月）	
12) 包頭絶縁材料工場排気排煙・排水対策事業（事業実施体：包頭絶縁材工場）		
計画内容	実績内容	差異およびインプット評価
フェノール含有水の排水および有機ガス処理施設の設置	アウトプット変更点不明（倒産）	不明（倒産）
事業費：0.332 億元		
事業期間：1999.2～2001.5（28ヶ月）		
13) 包頭ホーロー工場環境総合対策事業（事業実施体：包頭ホーロー工場）		
計画内容	実績内容	差異およびインプット評価
① ボイラーSO ₂ コントロールシステムの設置 ② 粉塵・騒音コントロールシステムの設置	アウトプット変更点なし： ① ボイラーSO ₂ コントロールシステムの設置 ② 粉塵・騒音コントロールシステムの設置	アウトプット変更点なし： 但し、既に倒産
事業費：0.305 億元	事業費：不明	
事業期間：2001.12～2003.12（25ヶ月）	事業期間：不明	

注：表内（計画/実績内容、事業費、事業期間）は事後評価調査団質問票の回答および日中友好環境保全センター資料による

上記において、当初計画の内容と差異を生じさせた主たる要因として、以下の点が挙げられる。

- ・ 政府方針によって事業内容が変更された（例：フフホト都市ガス供給事業および包頭都市ガス供給事業～コークスガスから天然ガスへの転換促進）
- ・ 政府による新たな環境規制が導入された（例：アルミ工場フッ素事業～計画時よりも環境基準が厳格化されたため、当初の仕様施設は導入できず、新施設の導入を行った）
- ・ 都市計画の変更によって必要な施設の配置、施設規模が変更された（例：フフホト市熱供給事業～供給配管のルート変更など）
- ・ 基本設計調査（B/D）、実施設計（D/D）による詳細検討の結果、必要な施設規模・内容を変更した（例：フフホト市ガス供給事業～ガス水分が少なく、脱湿装置は必要なしとの判断）

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業期間

本事業における事業期間は審査時の計画では、フェーズ1が1996年12月から2001年12月（61ヶ月）およびフェーズ2が1997年7月から2001年12月（54ヶ月）とされていた。しかしながら、事業期間についても事業費と同様に倒産した事業体にかかる情報が不足しているため、現在操業中のサブプロジェクトを対象を絞って評価を行う。評価では各サブプロジェクトで付けられた事業費の評点について、評点aを2点、bを1点、cを0点として加算し、総合点が最高点に対して80%超の得点を得た場合を総合(a)、50%以上80%以下を(b)、50%未満を(c)とした。以上の考え方に基づいた結果、事業期間はほぼ計画通りと評価できる。

表3 事業期間にかかる評点

	(a) 計画値の 100%未満も しくは100%	(b) 計画値の 100%超 150% 未満	(c) 計画値の 150% 以上	合計	評価
サブプロジェクト数	9	3	1	13	
評点	18	3	0	21	81% = (a)

なお事業期間については、幾つかのサブプロジェクトにおいて遅延がみられた。遅延要因としては政府による承認プロセスや調達に時間を要したことも挙げられるが、政府による新たな環境基準の導入や都市計画の見直しのために設計調査を再実施したことなども影響している。

3.2.2.2 事業費

本事業における事業費の予定と実績は下表のとおりである。

表 4 事業費にかかる予定実績の対比

(単位：百万円)

	予定		実績	
	フェーズ 1	フェーズ 2	フェーズ 1	フェーズ 2
外貨（円借款）	10,000	5,629	9,917	4,987
内貨	7,680	8,761	不明	不明
合計	17,680	14,390	不明	不明

本事業については、倒産企業が多く、事業全体における内貨部分の実績が不明である。そのため本評価では、事業費についても現在操業中のサブプロジェクト 13 件を対象を絞って評価を行なった。評価にかかる考え方は、上述の事業期間と同様であり、各サブプロジェクトで付けられた事業費の評点に従って採点した（評点 a を 2 点、b を 1 点、c を 0 点として加算し、総合点が最高点に対して 80% 超の得点を得た場合を総合 (a)、50% 以上 80% 以下を (b)、50% 未満を (c) とする）。以上の考え方に基づいた結果、事業費はほぼ計画通りと評価できる。下表は各サブプロジェクトに付けられた評点の集計である。

表 5 事業費にかかる評点

	(a) 計画値の 100% 未満 もしくは 100%	(b) 計画値の 100% 超 150% 未満	(c) 計画値の 150% 以上	合計	評価
サブプロジェクト数	9	4	0	13	
評点	18	4	0	22	85% = (a)

以上より、本事業は現在操業中の事業体に論を限定した場合、事業費及び事業期間ともにほぼ計画通りであり効率性は高い。

3.3 有効性（レーティング：b）

3.3.1 定量的効果

3.3.3.1 運用効果指標

各サブプロジェクトの運用効果指標にかかる達成状況は下表のとおりである。

現在操業中の事業体については、すべて当初の目標値を達成している。これは本事業によって設置された施設や資機材を有効利用した結果である。他方、倒産した事業体については、その要因にかかる分析などを後述する。

表では右欄に評価ランク（上位から a、b、c の順）を表示する。評価ランクについては、各サブプロジェクトの計画値に対して、達成度が 80% 以上の場合を a、達成度が 50% 以上 80% 未満を b、50% 未満もしくは実施機関が倒産状態である場合を c と評点した。なお、達

成度の判定は 2009 年時の達成状況による。

表 6 運用効果指標にかかる目標値と実績値

フェーズ 1			
サブプロジェクト名	計画目標値 (2000 年) *	実績値 (2009 年)	達成度
1) フフホト市都市ガス供給事業	石炭消費削減量 : 59,897 t/年 SO ₂ 排出削減量 : 2,000 t/年 TSP 排出削減量 : 3,007 t/年 ガス供給量 → 新設 164 千 m ³ /日	石炭消費削減量 : 838,214 t/年 SO ₂ 排出削減量 : 27,989 t/年 TSP 排出削減量 : 42,081 t/年 ガス供給量 : 60 千 m ³ /日 → 1,156 千 m ³ /日	a
2) フフホト市熱供給事業	石炭消費削減量 : 167,940 t/年 SO ₂ 排出削減量 : 5,896 t/年 TSP 排出削減量 : 9,812 t/年	石炭消費削減量 : 167,980t/年 SO ₂ 排出削減量 : 5,964t/年 TSP 排出削減量 : 9,862t/年	a
3) 包頭市都市ガス供給事業	石炭消費削減量 : 99,000 t/年 SO ₂ 排出削減量 : 1,584 t/年 TSP 排出削減量 : 3,713 t/年 ガス供給量 → 新設 146.4 千 m ³ /日	石炭消費削減量 : 424,914t/年 SO ₂ 排出削減量 : 14,061t/年 TSP 排出削減量 : 150,141t/年 ガス供給量 → 新設 547.9 千 m ³ /日	a
4) 包頭市熱供給事業	石炭消費削減量 : 56,042t/年 SO ₂ 排出削減量 : 1,062t/年 TSP 排出削減量 : 4,206t/年	石炭消費削減量 : 67,795t/年 SO ₂ 排出削減量 : 1,285t/年 TSP 排出削減量 : 5,088t/年	a
5) 包頭市モニタリング設備購入事業	モニタリング可能項目 150 項目以上	モニタリング可能項目約 200	a
6) フフホト市炭酸カルシウム製造工場排水処理	TSP : 1,805t/年 → 435t/年 CO : 9,460t/年 → 0 t/年	TSP : 31t/年 CO : 0 t/年	a
7) フフホト市化繊工場排水処理	COD : 235 → 120mg/l S ₂ - : 2.4 → 1mg/l Zn ²⁺ : 27 → 3.2mg/l	倒産	c
8) フフホト市ゴム化学工場ボイラー更新	SO ₂ : 1,031 → 237mg/N m ³ TSP : 5,835 → 225mg/N m ³	倒産	c
9) フフホト市製糖工場排水処理	TSP : 879 → 250mg/Nm COD : 6,837 → 6,000mg/l BOD : 3,026 → 3,000mg/l SS : 2,815 → 312mg/l	事業実施せず	—
10) 包頭市アルミ工場フッ素含有排気処理	TSP : 3,303 → 494Kg/年 フッ素化合物 : 480 → 85 t/年	TSP : 145 Kg/年 フッ素化合物 : 48t/年	a
11) 包頭市レアアースメタル工場移転	SO ₃ : 13,000 → 0mg/N m ³ 塩素 : 2,420 → 480mg/N m ³ フッ化水素 520 → 10mg/l	倒産	c
12) 包頭市第一発電所石炭灰利用	廃棄物(石炭灰) : 5 万 t/年利用	廃棄物(石炭灰) : 5.5 万 t/年利用	a
13) 包頭市製鉄所 CO ガス回収	TSP : 100 → 10mg/N m ³ CO : 160 千 t/年 → 0 t/年	TSP : 10 mg/N m ³ 以下 CO : 0 t/年	a

注 : 計画目標値欄における数値目標の比較対象年度 (矢印左側) は不明 (本表では 1996 年度審査案件総括表からの数値を記載しているが、同総括表に数値年度の記載はなし)。

フェーズ 2			
サブプロジェクト名	計画内容	実績内容	達成度
1) 包頭市下水処理場建設	① 下水処理場の拡張 (北部郊外下水処理場) 15 千 m^3 /日→70 千 m^3 /日 ② 下水処理場の新設 (東河西下水処理場) 30 千 m^3 /日 (東河東下水処理場) 20 千 m^3 /日	① 下水処理場の拡張 (北部郊外下水処理場) 15 千 m^3 /日→70 千 m^3 /日 ② 下水処理場の新設 (東河西下水処理場) 30 千 m^3 /日 (東河東下水処理場) 20 千 m^3 /日 ③ COD : 200mg/l→50mg/l (国家 2 級基準達成)	a
2) 包頭製鉄所コークス炉ガス精製装置設置事業	コークス炉ガス精製装置設置 ガス精製能力 : 50 千 m^3 /時	事業実施せず	—
3) 包頭製鉄所総合排水処理事業	総合排水処理場の建設 処理能力 : 80 千 m^3 /時	総合排水処理場の建設 処理能力 : 60 千 m^3 /時 ～排水処理場の規模自体がニーズに即して縮小したため、基本設計時において既に規模を変更。変更後の計画に即して、予定通りに施設は建設された。そのため、達成度のマイナス要件には当たらない。	b → a
4) フフホト製鉄所高炉排ガス発電事業	具体的な指標設定の明記なし	倒産	c
5) フフホト化学工場苛性ソーダ製造工程改善事業	石炭消費削減量 : 10,000 t /年	石炭消費削減量 : 10,000 t /年 ～石炭消費量は 5 分の 1 に減少	a
6) フフホト都市ガス供給拡張事業	ガス発生炉 7 基 (2 基は予備) の設置 ガス発生能力 : 51.6 万 m^3 /日	事業実施せず	—
7) フフホト市石炭灰総合利用事業	建築材料製造プラント建設 廃棄物(石炭灰)使用量 : 1.2 万 t /年	倒産	c
8) フフホト市清水河県セメント工場粉塵対策事業	具体的な指標設定の明記なし	倒産	c
9) 包頭九九集団熱電環境総合対策事業	具体的な指標設定の明記なし	倒産	c

10) 包頭和発 レアアース精錬 工場排水対策事 業	具体的な指標設定の明記なし	NH3-N : 25mg/l 国家工業排水排出基準を達成 ～事業実施以前は排出基準を満たせ なかったが、現在は基準値をクリア。 指標達成度を a と判断。	a
11) 包頭黄河 化工業環境総合 対策事業	具体的な指標設定の明記なし	倒産(倒産プロセス)	c
12) 包頭絶縁 材料工場排気排 煙・排水対策事 業	具体的な指標設定の明記なし	倒産	c
13) 包頭ホー ロー工場環境総 合対策事業	具体的な指標設定の明記なし	倒産	c

有効性の評価においては、サブプロジェクトそれぞれの評価ランクを総計して評価を行う。総計において、各サブプロジェクトの評価 a を 2 点、b を 1 点、c を 0 点として加算し、総合点が最高点に対して 80%超の得点を得た場合を(a)、50%以上 80%以下を(b)、50%未満を(c)とした。以上の考え方に基づいた結果は下表のとおりであり、総合点は最高点に対して 56%を示したことにより、事業全体の有効性を(b)と評価した。

表 7 運用効果指標にかかる評点

	(a)評価 指標達成率 80%超	(b)評価 指標達成率 50%以上 80%以下	(c)評価 指標達成率 50%未満 もしくは 倒産	非実施 (一)	合計
サブ プロジェクト数	13	0	10	3	23
評点	26	0	0	—	26 (最高点 46 点 の 56%)

注：実施しなかった 3 件は全体点数には含まない

本事業の有効性にかかる特徴として、その倒産企業が多数に上った点が挙げられる。そのため、現在まで操業を継続している企業のすべてが目標値を超える事業効果を示しているにもかかわらず、全体としては中程度の達成度に低下した。

【倒産企業について】

サブプロジェクトを実施した事業体が倒産した背景として、中国政府が掲げた重要な二つの政策がある。すなわち、「国営企業改革」と「環境負荷の高い（生産能力の後れた）企業の淘汰促進プラン」である。

第一の「国営企業改革」については、「国営企業所有制改革についての意見書」⁴などを契機として中国全土で急速に進展した。内蒙古自治区も同様であり、2007年10月の内蒙古自治区経済発展委員会からの報告「自治区経済体制改革の進捗状況」によれば、「2003年から進められてきた自治区企業、国有資産企業等の所有制改革は順調に進捗し、（中略）年末までに残る10社の懸案事項を解決する見込みである」との報告が為されている。当時の4-5年間に内蒙古自治区で整理対象となった国営企業総数は不明であるが、この4-5年間に於いて急速に国営企業改革が進められてきたことが窺える。

また第二の「環境負荷の高い企業の淘汰促進」についても、第11次5カ年計画を受けて「内蒙古自治区における環境負荷の高い企業淘汰に関する実施プラン」が策定されており、「自治区内のセメント、コークス、鉄合金、カーバイドなど10業界において生産能力が低く且つ環境負荷の高い企業を淘汰する」ことが掲げられてきた。結果として下表のように多数の企業が淘汰されている。

表8 内蒙古自治区内において企業淘汰プランに即して淘汰された企業数(2003-2007年)

業種	鉄鋼関連企業	カーバイド企業	セメント企業	コークス精錬企業
淘汰企業数	57 社	5 社	17 社	75 社

出所：内蒙古自治区発展改革委員会および国際石炭網

3.3.1.2 内部収益率の分析結果

審査時点においては、サブプロジェクトのうち、フフホト・包頭都市ガス供給事業、フフホト・包頭熱供給事業についてFIRR値が算出されていた。しかしながら、ガス供給事業については、当初予定のコークスガスから現在は天然ガスへ移行しており、FIRRの算出根拠が完全に異なっているため、本調査時点における算出は不可能である。

また、熱供給事業についても、昨今の電力などの原材料価格高騰を受けて、本事業とは別途で設置した、さらに熱効率の高いボイラーと合わせて利用しているため、本事業による便益を特定することが出来ない。そのため、本評価ではFIRR値については算出を行わない。

EIRRについては、プロジェクト審査時に算定がなされておらず、同様の便益指標を用いた比較を行なうことができない。本調査においては大気質改善による便益として気管支系疾病者数の改善などを指標として採用することを試みたが、当時のデータを入手することはできないため、EIRRの算出を行なうことは困難である。以上のことから、本調査ではEIRRの算出を行わない。

3.3.2 定性的効果

本事業がもたらした定性的な効果として、「地域住民が環境質の改善を認識し、日常生活を快適に送ることができるようになった」ことが第一義として挙げられる。受益者調査の

⁴ 国务院国有資産監督管理委員会意見書（2003年11月）

結果（フフホト市）からも、環境質の改善を認識している住民は過半の75%を占めており、「日常生活で防塵用マスクの使用頻度が減少した」等の回答が多く見られた。このことは受益者調査結果のみならず、中国政府が独自に実施している「住民環境満足度調査」においても同様の結果が示されている。

なお、これら効果は、中国側が独自に取り組んできた環境改善への取り組みと本事業が効果的に連携・補完しあってきたことによって発現したものである。そのため、本事業単体での効果とは言えないが、その寄与度は総じて大きいと推察できることを付記する。

表9 大気質改善の住民認識（受益者調査結果）

大気質の変化(10年前との比較において)	計 (%)		「改善」・「どちらかと言えば改善」の回答のうち) 改善による効果内容【複数回答】	計 (%)
とても改善した	36	→	衣類が汚れなくなった	55
どちらかと言えば改善した	39		洗濯物を外に干すことができるようになった	56
さほど変わらない	7		防塵のためのマスクやサングラスを使わなくなった	60
どちらかと言えば悪化した	13		せきや目の痛みが減った	47
とても悪化した	5		その他	5

注：事後評価調査における受益者調査結果（市内住民の100人に対して2010年4月実施）

表10 住民環境満足度調査の結果（「満足」と回答した割合：％）（中国政府実施）

		2006	2007	2008
フフホト市	大気環境	79.4	70.4	86.5
	水質環境	80.9	73.1	87.9
包頭市	大気環境	72.0	79.4	81.2
	水質環境	71.3	80.8	81.5

出所：中国政府実施 住民環境満足度調査⁵

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

本事業の実施によって、以下のとおりのインパクトが発現している。

(1) 両市内における大気質の改善

フフホト、包頭両市の大気質は、下表で示すとおり事業開始前との比において大きな改

⁵ 国内主要都市のうち、選ばれた都市でのみ実施されている住民意識調査。フフホトと包頭は2006年から実施。ただし調査にかかる標本数は不明。

善が見られる。これは、本事業の実施および中国政府自らが強化、促進してきた数々の環境プロジェクトおよび環境規制との相互効果に拠るものといえる⁶。

なお、本事業が果たしてきた役割の大きさであるが、一例としてその事業投資額の比率から窺い知ることができる。例えば、フフホト市第 10 次 5 カ年計画 (2000－2005 年) が指定した「都市環境インフラおよび汚染源対策」重点プロジェクトのうち、本事業のサブプロジェクトは全体投資額の約 28% を占めている⁷。投資額が直裁的に環境効果とはリンクしないまでも、その役割/影響の大きさが十分にあったことを推察できる。

表 11 フフホト市の大気質指標

指標名 (単位)	審査時 基準値 (1993 年)	当初目標値 (2000 年目標)	実績値 (2008 年)
・ SO2 総排出量 (t)	52, 500	56, 872	94, 800
・ SO2 着地濃度平均 (mg/Nm ³)	0. 110	0. 128	0. 049
・ TSP 総排出量 (t)	72, 240	81, 661	21, 976
・ TSP 平均着地濃度 (mg/Nm ³)	0. 421	0. 444	0. 364 (06 年)
・ 大気質国家 2 級基準達成日数 (年間)	約 100 日	—	342 日 (2009 年)

出所：フフホト市環境保護局

注：SO2 排出量のみ増大しているが、これはフフホト市郊外に建設された発電所の影響が大きいためである。ただし郊外にあるため、市内モニタリング箇所における SO2 濃度値はさほど影響を受けない。

表 12 包頭市の大気質指標

指標名 (単位)	基準値 (1993 年)	予測値 (2000 年)	実績値 (2008 年)
・ SO2 着地濃度平均 (mg/Nm ³)	0. 110	0. 128	—
・ TSP 平均着地濃度 (mg/Nm ³)	0. 421	0. 444	—
・ 大気質国家 2 級基準達成日数 (年間)	50 日未満		309 日 (2009 年)

出所：中国統計情報ホームページおよび包頭市環境保護局

注：包頭市の環境指標データ (SO2 および TSP) については、包頭市環境保護局からの開示が為されなかったため、入手不可。

(2) 生活基盤の改善

ガスや熱供給の裨益人口は、当初計画を大幅に上回っており、住民の生活レベル向上に寄与している。また、安定的なガスや熱供給のインフラ環境は、新たな都市開発区を中心

⁶ 本事業期間においては、両市ともに他ドナーからの環境分野にかかる支援は受けていない。

⁷ 同様に、本事業サブプロジェクトが果たす SO2 の予想削減量は、全体予想量の約 16% を占めている。SO2 排出量については電力発電所からの排出量が突出するために、電力発電所に対する直接的なサブプロジェクトを有していない本事業は、おのずと SO2 削減量に関する影響度はやや低下する。

として不動産価値を高めることにも繋がっているとされている⁸。

表 13 フフホト・包頭市ガス供給事業によるガス供給戸数の変化 (戸数)

	1998 年	2009 年
フフホト市ガス供給事業	7 万	31.3 万
包頭市ガス供給事業	5.7 万	14 万

出所：質問票調査結果

(3) 呼吸器系疾患の減少

事業審査時に発現を予期していた喘息等の呼吸器系疾患への寄与度については、本事業との因果関係を特定することが難しい。しかしながら、受益者調査の結果では呼吸器系疾患が「以前に比して減少した」との回答が 3 分の 1 を占めており、住民の認識においては本事業がプラスのインパクトを与えていると考えられる。

3.4.2 その他正負のインパクト

事業実施に伴う住民移転は行われていない。また、本事業のための新たな用地取得については、熱供給事業における熱交換ステーション用地の取得(フフホト 55 箇所、包頭 30 箇所) と包頭市下水処理場建設事業における新設処理場の用地取得が挙げられるが、取得に際しては特段の問題も生じておらず、負のインパクトは見られない。

以上より、本事業はフフホト・包頭両市の環境質を大きく改善させており、また地域住民の日常生活/基盤などに正の影響を与えており、そのインパクトは大きい。

3.5 持続性(レーティング：b)

3.5.1 運営維持管理の体制

現在操業している事業体については、運営維持管理の体制面において一定の持続性があると判断できる。2000 年代の過去 10 年間に於いて国営企業を含む多くの企業は運営体制を強化してきた。これは 1) 国営企業改革に伴う組織スリム化の断行(例：包頭製鉄所～職員数を 3 分の 2 に縮減)、2) 香港系企業との合併(例：フフホトガス公司～マネジメント体制の強化)、3) 大手企業による買収・合併(例：フフホト化工総廠、和発レアアース～大手親会社によるマネジメント体制の指導・監督)等を通して、組織体制の強化が結実したものと考えられる。

また、体制面での変化に伴って、これまで重視されてこなかった顧客サービス体制や外部へのアカウントビリティ担保の体制など、効率的な運営維持管理に向けた総合的な体制づくりが行なわれている例も数多く見られる。

⁸ フフホト供熱公司および包頭ガス公司による本調査質問票回答から。

3.5.2 運営・維持管理の技術

本事業の実施に際しては、全ての企業が新規施設・資機材の適正操作のために特別の技術研修を実施している。操業開始後も、各企業内で技術者研修、各セクターにおける全国技術者協会などの技術交流会なども積極活用しており、技術面においては持続性がほぼ担保されているものと判断できる。

例えば、包頭市下水処理事業の例では、本事業の開始に際して複数名の技術者を包頭市排水技術学校へ 2 年間派遣し、そのうえで課程修了後の技術者を中心に事業を開始した。その後も毎年 40 人規模で国内の主要都市(上海、天津、蘇州等)での研修を行っており、中央政府から「都市部污水管理資格甲級」を認定されるに至っている（甲級資格を有する組織は国内でも少数）。

3.5.3 運営・維持管理の財務

本事業の財務面の持続性を論じるにあたり、現在操業中の事業体を以下のように分類して分析を試みる。

表 14 操業中事業体の分類

事業体分類		事業体名称
公共性の高い企業		熱供給公司、ガス公司
営利企業	中規模	内蒙古サンリアン、和発レアアース
	大規模	包頭製鉄所、包頭アルミニウム有限公司、第一熱電廠

公共性の高い企業のうち、とりわけ熱供給公司是、事業単体では非常に厳しい財務状況となっている。供熱価格は原材料の高騰を賄えない状況であり、実質的には市政府からの財政支援をもって運営されている。ただし、一面においては、市政府の支援がほぼ確約されていることから、一定程度財務面の持続性は高いと解釈することもできる。他方、ガス公司については、近年公共交通への天然ガス使用が義務付けられるなど、政策的な後ろ押しもあり、財務面は比較的良好な傾向を見せている。

一方、大規模な営利企業については既に体制の合理化が進められており、運営維持管理にかかる財務面も安定している。中規模の営利企業については、各種の生産品-カーバイドや苛性ソーダ等が厳しい競争状況にあり、且つ市況価格の変動が大きいため、その中長期的な安定性を判断することは難しい。

3.5.4 運営・維持管理の状況

各企業はそれぞれ運営維持管理を担当する技術者を配置し、年間維持管理計画に基づいて、概ね問題なく施設・資機材の維持管理を行なっている。

一方、近年の環境政策・基準変更に伴い、本事業で設置された施設や資機材のうち、使

用されなくなった、もしくは今後使用されなくなる可能性が高い施設・資機材も一部で見られる（フフホトガス公司：乾式脱硫装置～天然ガスへ移行したため使用する必要なし、包頭供熱公司：ボイラー～コジェネレーションへの移行が検討されているため、今後使用しなくなる可能性あり）。

ただし上記のような一部施設を除けば、その多くは継続使用される予定であり、必要に応じて施設・資機材のパーツ更新なども行なわれる可能性が高い。たとえば、現地調査における目視では、包頭アルミ精錬工場においてマニュアル規定に基づいて電解槽パーツを既に更新（約 600 万円）していることを確認した。

以上のとおり、操業中の事業体については体制面、技術面、財務面について概ね高い持続性を確認できる。しかしながら、本事業においては倒産した事業体が総計で 11 事業体あるため、持続性における全体評価の観点においては倒産した企業体をマイナス要因とみなした。

以上より、本事業の維持管理は一部に問題があり、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

内蒙古自治区のフフホト、包頭両市において、大気質および水質改善を主目的とした本事業は両市のニーズに適合したものであり、これまで中国側の様々な取り組みと有効な補完関係を構築しながら、高い環境効果を挙げてきた。結果として、両市の環境質は大きく改善に至っている。しかしながら、急激な経済発展と並行しながら進められた国営企業改革などを主因として、サブプロジェクトを実施した 22 の事業体のうち 11 の事業体が既に倒産しているなど、事業が期待した効果が持続しなかった例も見られた。

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

中国では環境負荷の高い企業を、今後も順次その企業規模などに照らして整理淘汰していく意向が示されている。その点において、サブプロジェクト対象である幾つかの企業は、その政策の影響を今後受ける可能性がある。そのため、両市の財務局はその動向を常にモニタリングしていく必要がある。また、仮に企業が倒産した場合、本事業にかかる施設・資機材の売却、処分等が発生する場合は、実施機関は基本約定第 6.01 条（d）の観点から、JICA に対して情報提供を行なう必要があるため、実施機関は適切な情報収集・モニタリングに努める必要がある。

4.2.2 JICA への提言

上記の基本約定第 6.01 条の遵守、徹底のためにも、現在の窓口機関となっている両市の財務局とは一定頻度のコミュニケーションを維持する必要がある。

4.3 教訓

(1) 環境汚染対策の支援を行なう場合は、継続性の高い公共インフラに類するセクターを支援する方が、その事業の継続性は高い。環境負荷を伴う営利企業の場合は、国の環境政策の軽微な変更に対しても、経営面では対応できなくなる可能性が高く、かつ中国のような政治体制を取る国においては、強制的に整理淘汰される可能性も非常に高い。

(2) 事業完成後は事業実施の促進を図る事務所（円借款弁交室など）が閉鎖されるため、一般的に JICA と実施機関とのコミュニケーションが実施中に比べて難しい状況にある。本事業のように環境政策が急激に変化する過程にある場合は対象事業体の体制、ステータス等に変更がある可能性が比較的高いため、両者間のコミュニケーションの仕組みや頻度を貸付完了後も一定期間は維持し、情報収集およびその適切な対処に双方が努めることが重要である。

(3) 複数のサブプロジェクトで構成された事業の評価にあたり、事業全体を評価する効果/運用指標が適切に設定されていなかった。そのため本事業の評価においては、個々のサブプロジェクトを評点した合計点によって評価を行なったが、このような手法は配点基準によっても評価結果が左右される可能性がある。プロジェクトの特性によって適宜変更できる可能性を残すことは可とすべきであるが、同時に一定の評価方法を定めることが重要である。

主要計画／実績比較

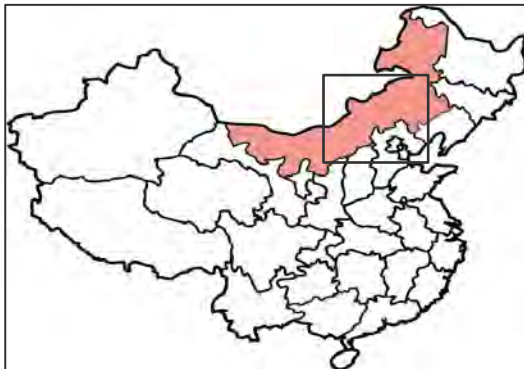
項 目	計 画	実 績
① アウトプット	上述 表 2 参照	上述 表 2 参照
②期間	フェーズ 1 1996 年 12 月-2001 年 12 月 (61 ヶ月) フェーズ 2 1997 年 7 月- 2001 年 12 月 (54 ヶ月)	1998 年 1 月- 2003 年 12 月 (ただし倒産事業体によるサブプロジェクト除く) 1998 年 10 月- 2003 年 7 月 (ただし倒産事業体によるサブプロジェクト除く)
③事業費		
外貨	フェーズ 1 10,000 百万円 フェーズ 2 5,629 百万円	フェーズ 1 9,917 百万円 フェーズ 2 4,987 百万円
内貨	フェーズ 1 7,680 百万円 (注 1) フェーズ 2 8,761 百万円 (注 2) (現地通貨) フェーズ 1 640 百万円 フェーズ 2 645 百万円	フェーズ 1 20,324 百万円 (注 3) フェーズ 2 2,354 百万円 (現地通貨) フェーズ 1 1,412 百万円 フェーズ 2 163 百万円
合計	フェーズ 1 17,680 百万円 フェーズ 2 14,390 百万円	フェーズ 1 30,241 百万円 (注 4) フェーズ 2 7,339 百万円 (上記は外貨分を除いて、倒産事業体によるサブプロジェクト除く)
うち円借款分 換算レート	フェーズ 1 10,000 百万円 フェーズ 2 5,629 百万円 1 元=12.00 円 (1996 年) 1 元=13.60 円 (1997 年)	フェーズ 1 9,917 百万円 フェーズ 2 4,987 百万円 1 元=14.38 円 (1998 年-2003 年平均)

注 1 および注 2：ツーステップローンに充当する内貨分の事業費を除いた額

注 3：ツーステップローンに充当した内貨分の事業費を含む額。なお、ツーステップローンとして計画されていた案件は 13 件のうちの 8 件であり過半を占める。また、事業審査後にフェーズ 2 内のサブプロジェクト（包頭製鉄所コークス炉ガス精製事業～予算 5,948 百万円）の実施をとりやめ、その予算をフェーズ 1 のサブプロジェクト（包頭市アルミ工場フッ素含有排気処理事業）に充当している等の理由によって、本表におけるフェーズ 1 の総額は計画額に比して大きくなっている。

注 4：注 3 のとおり内貨分が増大しているため、合計額も増大した。

1. 案件の概要



プロジェクト位置図



金河浄水場

1.1 事業の背景

中国では90年代から都市化が加速度的に進み、内蒙古自治区の省都であるフフホト市でも、都市の人口比率は80年代後半の約35%から、95年には42%、81万人にまで増加の一途を辿っていた。

当時の予測では、このような都市部の人口増加と並行しながら、個々の住民の生活水準は向上し、かつ工業地区が増加することによって、同市の水需要はますます増大してゆくものと予測されていた。しかしながら、水源をすべて地下水に依存していたフフホト市にとって、これらの需要増をすべて地下水源で満たしてゆくことは困難であり、地下水以外の利用を考えなければ、中長期的に深刻な水不足に陥ることが憂慮される事態にあった。

こうした状況を受け、フフホト市は市内から約80km離れた黄河からの導水施設の建設を行うことによって、水需要に即した給水能力の拡大ならびに地下水源の長期的・安定的利用を促進するため、本事業を実施することとなった。

1.2 事業の概要

内蒙古自治区フフホト市において、黄河を水源とする上水道施設を建設することにより、同市の逼迫している水需要の緩和を図り、もって将来の水需要の増大に対応するとともに、地下水位低下の抑制に寄与する。

円借款承諾額／実行額	5,446 百万／5,426 百万円
交換公文締結／借款契約調印	1996 年 12 月／1996 年 12 月
借款契約条件	金利 2.1 %、返済 30 年（据置 10 年）、 一般アンタイド

借入人／実施機関	中華人民共和国（１）（２） 對外貿易經濟合作部／建設部
貸付完了	2002 年 9 月
本体契約	TIANJIN MACHINERY IMPORT & EXPORT CORPORATION（中国）
コンサルタント契約	なし
関連調査 （フィジビリティ・スタディ：F/S）等	内蒙古自治区水利観測設計院、中国市政工程華北設計研究院、フフホト特市市政設計所(1993 年)
関連事業	なし

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

十津川 淳 （佐野総合企画株式会社）

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 12 月～2010 年 10 月

現地調査：2010 年 2 月 28 日～3 月 23 日、2010 年 5 月 6 日～5 月 29 日

2.3 評価の制約

特になし。

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

本事業開始時の中国政府第 9 次 5 カ年計画(1996 年-2000 年)では、国内の急増する水需要に対応するため、水資源開発と節水運動を強力に推進する方針が掲げられていた。また、内蒙古自治区政府においても、同自治区第 9 次 5 カ年計画および内蒙古自治区 15 カ年計画(1996 年-2010 年)において、フフホト市の長期的な安定給水のために黄河導水を実施することが重要な政策目標として掲げられていた。

事後評価時点の 2010 年においては、上記内蒙古自治区 15 カ年計画は最終段階を迎えているが、長期的視野に立脚した安定給水対策は、依然としてフフホト市の重要な政策目標として位置づけられており、次期計画にも引き続き謳われる予定となっている。また、本事業はフフホト市の開発計画の根幹となる経済社会発展マスタープラン（1996-2010 年）において、同市の水分野政策の目標：「水資源の保護、地下水の揚水量抑制、黄河導水の適正

利用」を実現させるための最重要案件のひとつとして位置づけられている。

以上の点から、本事業の政策面での整合性は審査時および事後評価時ともに高いと判断できる。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

(1) 事業審査時の開発ニーズ

水需給にかかるニーズ

本事業審査時の 1990 年代半ば、中国全土において給水量の不足に直面していた 260 都市のうち、フフホト市はとりわけ緊急性が高い 122 都市のひとつに数えられていた。当時算定されたフフホト市の水需要予測では、何らかの手段を講じない限り、同市は 2010 年に一日当たり 60 万 m³にも及ぶ、深刻な給水量不足に陥ることが指摘されていた。そのため黄河導水による本上水道整備事業は、当時のフフホト市にとっての喫緊の開発ニーズに即したものであった。

過剰揚水の抑制・地下水位の低下抑止にかかるニーズ

当時のフフホト市は市中給水の全てを地下水に依存しており、その過剰揚水による地下水位の低下は拡大傾向を見せていた。水位は 1976 年から 1999 年までの間に累計で 56m も低下しており、地下水採取量の適切な管理および代替水源の確保が緊急の課題であった。また当時から、既に一部の地域では地盤が沈下する被害も報告されていた。そのため、表流水を利用する本事業は地下水位の低下に対して大きな効果をもたらすことが期待された事業であり、フフホト市のニーズに整合していたものと判断できる。

(2) 事後評価時の開発ニーズ

他方、事後評価時点において、本事業が呼応してきたニーズを検証すると、本事業は上記のうち冒頭「水需給にかかるニーズ」に対応した側面は比較的弱いと考えられる。これは、審査時に予測したほどの水需要量が実際には生まれず、本事業が当初計画した取水量の半分しか完成していない 2010 年現在においても、同市の水需要は基本的に満たされている事実からも判断できる(有効性の項参照)。つまり水需給バランスのギャップ解消へのニーズは事業審査時には確かに存在したものの、本事業がそのギャップ解消に呼応してきたとする関係性は、これまでのところやや弱い。

しかしながら、むしろ強調すべきは、本事業が長期的な視点においてフフホト市の給水を安定させること、つまり過剰揚水を抑制し、表流水利用と合わせて給水する持続的な体制を構築することに大きな貢献をした点である(この点においては明らかな成果が出ている。同じく有効性の項参照)。フフホト市が長年にわたって地下水に過度に依存してきたことは事実であり、その視点に立てば本事業は現時点においても、特に「過剰揚水の抑制にかかるニーズ」に対応してきたものであり、同市の開発ニーズに即応してきたと評価することが出来る。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

1992 年当時の ODA 大綱において、上水道事業を含む環境保全は ODA 基本理念のひとつとして掲げられるとともに、日本は 1992-96 年度の 5 年間に環境 ODA を大幅拡充することを国連などの場で対外的に表明している。

また、当時の対中国援助方針には「有償資金協力を中心として経済インフラ整備に資する協力を行う」こと、および「相対的に開発余地の大きい内陸地域の支援にこれまで以上に配慮する」ことが重点項目として掲げられていた。

以上のことから、本上水道整備事業はその事業内容、事業地域といった観点からも、日本の援助政策に合致していたものと判断できる。

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

3.2 効率性（レーティング：b）

3.2.1 アウトプット

本事業はフフホト市内から約 80km 離れた黄河河岸における取水・導水施設の建設、浄水場建設および給水に伴う導水管や配水管網の整備等を対象とした上水道整備事業である。

本事業のアウトプットを検証するにあたり特筆すべき点は、本事業の実施工程が第一期と第二期に分割された点である。後述の「事業期間」に示したとおり、本事業では第一期に予定通りの進捗を見せたものの、それ以後の第二期工事からは進捗が遅々としており、事後評価時点において未完成の施設も散見される。

【計画と実績との差異】

審査時に予定された事業内容とこれまでの実績との差異は下表のとおりである。

本事業においては事業進捗こそ遅延しているものの、計画内容の変更や削減/縮小は、下表内（5）のコンサルティングサービスを除いて、現時点まで為されていない。なお、コンサルティングサービスについては、中国国内で実績のあるコンサルタント会社（蘭州中国市政設計院）で技術的な対応が可能であるとの判断を日中双方が行なったため、審査後に計画変更を行なった（同設計院は調達機材の選定にかかるコンサルティングサービスを実施した）。

表 1 アウトプットにかかる予定実績の対比

審査時内容	実績		完成/未完成項目 (2010 年 5 月時点)
	第一期実施分	第二期実施分	
(1) 導水施設建設（取水能力 55 万 m³/日）			
① 取水ポンプ 8 基、導水ポンプ 8 基	取水ポンプ 4 基、導水ポンプ 4 基	—	未完成： 取水ポンプ 4 基、導水ポンプ 4 基

② 黄河-浄水場：導水管延長 ＞ 黄河-沈澱場：導水管 2.731km*2 本	＞ 黄河-沈澱場：導水管 2.731km*1 本	＞ 黄河-沈澱場：導水管 2.3km*1 本	未完成：導水管工事のうち1本が約400m 未完
＞ 沈澱場-貯水池：導水管 63.2km*1 本	＞ 沈澱場-貯水池：導水管 63.2km*1 本	完成済み	完成
＞ 貯水池-浄水場：導水管 16.22km*2 本	＞ 貯水池-浄水場：導水管 16.22km*1 本 導水管 13.22km*1 本	＞ 貯水池-浄水場：導水管 3km*1 本	完成
(2) 浄水施設建設			
金河浄水場建設 (処理能力 40 万 m ³) (急速濾過方式)	金河浄水場建設 (処理能力 20 万 m ³) (急速濾過方式)	—	未完成：現在の金河浄水場の処理能力は予定値の半分 (予定通りに急速濾過方式を採用した金河浄水場を建設)
(3) 配水施設建設			
＞ 配水管延長：11.951km*2 本	＞ 配水管延長：11.951km*1 本 7.2km*1 本	—	未完成：配水管延長のうち1本が約4.75km 未完
(4) 市内配水管網改善			
＞ 市内配水管延長：延長 56.9km	＞ 市内配水管延長：延長 56.9km	完成済み	完成
(5) コンサルティングサービス：			
導入 (調達機材の選定にかかるコンサルティングサービス)	蘭州中国市政設計院 (国内コンサルティングサービスを利用。サービス内容は計画通り～調達機材の選定業務)	—	完成

3.2.2 インプット

本事業においては第二期工事が未完であり、アウトプットとインプットの適正な比較が出来ないため、既に完工している第一期工事分によって効率性を評価する（情報としては、第二期工事および全体内容を記載する）。

3.2.2.1 事業期間

本事業は審査時において計 37 ヶ月の工期（1996 年 12 月～1999 年 12 月）を予定していたが、基本設計調査によって全体工期を 2 期に分けることが提案され、結果それぞれ第一期（1998 年 1 月～2001 年 12 月：計 48 ヶ月）および第二期（2002 年 1 月～2003 年 12 月：計 24 ヶ月）の工期をもって事業を実施することとされた。

工期を二分した主たる理由としては、当時のフフホト市政府の財務状況を勘案したことおよび当面賄うべき水供給量(20 万 m³/日)を確実に担保することを優先させたことの二点とされている。

しかしながら、本事業の実績は上記のそれぞれの工程から大きく乖離している。第一期が1998年4月～2002年11月の計56ヶ月、および第二期が2002年12月～2010年5月（継続中）で実施されており、第一期については計画を若干上回った（第二期については既に大幅に上回っている状況）。工期が遅延した原因は様々であるが、主として以下の点が挙げられる。

表2 事業期間の予定と実績

項目	予定	実績
第一期	1998年1月-2001年12月 (48ヶ月)	1998年4月-2002年11月 (56ヶ月) (計画比116%)
第二期	2002年1月-2003年12月 (24ヶ月)	2002年12月- 継続中 (2010年5月) (90ヶ月～) (計画比375%超～)
工期全体	1998年1月-2003年12月 (72ヶ月)	1998年4月- 継続中 (2010年5月) (未完・146ヶ月～) (計画比203%超～)

【事業期間の予定と実績の差異】

（設計における遅延）

詳細設計調査において、当時見直しが進められてきた都市計画内容との整合性に鑑み、導水管ルート敷設場所を再調整したことなどで若干の遅延が生じた。

（施設建設における遅延）

予定施設のうち、資金不足を原因として導水施設および配水施設建設が第二期工事から殆ど進捗していない。管轄機関である水務局の保証を以って、公司では追加の資金調達（1.4億円）も実施してきたが、新たな経済開発区での配水管網の敷設など緊急性の高い分野に資金が充当されてきたため、本事業には直接充てられてこなかった。

また、資金不足に加えて、都市計画の変更に伴う設計変更が生じた点も遅延の一因として挙げられる。とりわけ浄水場から市街地を結ぶ配水管敷設は市内の都市開発事業と整合させる必要があったため、設計変更および住居地区の撤去作業終了を待つ必要があった点も工程を遅延させた要因となっている。

3.2.2.2 事業費

本事業における事業費支出の予定と実績は下表のとおりであり、事業費は計画を若干上回った（第一期工事分）。

表3 事業費支出の予定と実績

	予定	実績
第一期	16,968 百万円 (うち円借款部分 5,446 百万円)	19,817 百万円 (計画比 117%) (うち円借款部分 5,426 百万円)

第二期	4,365 百万円 (うち円借款部分 なし)	2,896 百万円 (～2010 年 5 月実績・うち円借款部分なし)
総額	21,324 百万円 (うち円借款部分 5,446 百万円)	22,714 百万円 (～2010 年 5 月実績) * 現時点の見積もりでは、未完成部分の建設のためには更に 5,700 百万円が必要。そのため、総額では 28,421 百万円 (超え) と試算される (計画比 133%)。

注 1：1998 年-2009 年の為替レート平均(14.34 円)にて計算

注 2：表内予定額は審査調書後に工期が二分される事が決定した後の予定額

【事業費支出の予定と実績の差異】

事業予算の算定時(1993 年)から事業開始までに月日が経過しており、その間の物資調達コストおよび労賃等の上昇を主因として、事業費は計画を上回る状況となった。

貯水池および浄水場建設での予算見積もりは、内蒙古自治区水利水電観測設計院で規定していた 1987 年単価に基づいて計算されていたため、その見積もり額が実態とやや乖離する結果となった¹。また、総じて第一期の工事期間を通して、セメントや鋼材、配管等の調達コスト、重機使用料などが急騰したことも支出の増大に影響を与えている。

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）

3.3.1 定量的効果

3.3.1.1 運用効果指標

本事業による現在までの運用指標にかかる実績値は下表のとおりである。

表 4 運用指標にかかる目標値と実績値

指標名	指標目標値 (2000 年)	実績値 (2009 年データ)
a. 給水人口	(計画値無し)	86 万人
b. 給水量	400 千 m ³ /日	200 千 m ³ /日 (最大給水能力)
c. 施設利用率(金河浄水場)	100%	75% (最大～200 千 m ³ に対する) 50% (平均～同上)
d. 漏水率	5%	30%
e. 取水量	55 万 m ³ /日	27.5 万 m ³ /日 (最大取水能力)

¹ 当時は構造物・工事の種類によって、その事業を管轄する官庁が規定する基本単価を採用する規則となっていた。貯水池および浄水場以外の土木工事については、内蒙古自治区政府による総合定額規定による 1993 年単価を採用している。

f. 水質	(衛生基準の達成・項目数の設定はなし)	国家生活飲用水基準が示す 105 項目を達成
g. 水道普及率	(計画値無し)	約 80% (推定値) 供給面積：110K m ²
h. 一人当たりの生活用水量	(計画値無し)	240 リットル/人/日

運用面においては第二期工事が完工していないため、給水量および取水量などの運用指標数値は計画の半分となっている。一方で、給水人口は表 5 で示すとおり審査時（90 年代半ば）の約 56 万人から 86 万人にまで増大しており、市内の水道利用者・水道普及率向上といった側面で大きな効果を示している。

表 5 給水人口および供給面積の推移

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
給水人口（万人）	55.9	56.1	56.3	62.9	71.6	74.1	77.4	78.9	80.1	80.6	81.4	83.5	84.2	86.4
供給面積（K m ² ）	70	70	70	70	70	70	70	70	80	80	110	110	110	110

出所：フフホト自来水公司

なお、第一期工事によって設置された金河浄水場にかかる施設利用率については、最大時 75%（15 万 m³/日）、平均時 50%（10 万 m³/日）となっている。ちなみに平成 20 年度の東京都や大阪市の平均施設利用率²がそれぞれ 63.2%、51.1%となっていることから、本施設の利用率はピーク時対応の面からは、ほぼ妥当なレベルと判断できる。

また、漏水率については配水管網の改善・更新を逐次進めているものの、新たな開発区への管網整備のニーズも大きく、全ての管網改善・更新ニーズには応えられない状況が続いている。そのため漏水率については、これまで期待された数値には達していない³。

表 6 漏水率の変化 (%)

年	1996	2005	2006	2007	2008	2009
漏水率	10.3	22.0	26.5	25.6	26.5	30.0

出所：フフホト自来水公司

他方、審査時に効果指標として設定された「水需給量」と「地下揚水量」の指標においては下記のことはいえる。

（水需給量）

水供給量については、本事業による給水が開始された 2005 年からも大きな変化は見られ

² 出所：東京都水道局

³ 国内および海外主要都市の漏水率(2008 年)を見ると、北京：16%、香港：26%、ロンドン：26%、メキシコシティ：35%、モスクワ：10%、東京：3.6%等となっている。

ない。これは下表 7 の水供給量の数値からも明らかなように、本事業による給水分は、これまで供給を担ってきた地下水源からの給水量に取って代わっているためである⁴。つまり、表流水を利用できることになったために、その分の地下水利用については抑制できていることを示している。

さらに、下表の水需要量は 1995 年の F/S に基づく予測値であり、そもそも現在の状況を的確には反映していないこともギャップを示している要因である。フフホト自来水会社としては第二期工事の本格実施に向けて、今後改めて水需要量の算出を試みたいとしている。

なお、下表に示される、水需要量から供給量を差し引いた水不足分については、1) フフホト自来水会社が管轄していない自家水源によって水供給がなされている場所があること、2) 集団共有式メーターから世帯別メーターに変更したことによって住民の節水意識が高まり、各戸ベースでは需要の伸びが鈍化していること、さらには 3) 水消費量の多い大規模工場において再生水利用が進んでいるため、工場からの水需要が減少したことなどを主たる要因として、実際のところ解消されているものと考えられる。

表 7 水需給量の変化 (万 m³/日)

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
需要 (予測)	43.5	52.1	56.2	60.7	62.8	65.6	69.7	73.8	75.6	78.4	80.3	82.2	84.5	86.9	88.1
供給 (実績)	23.0	22.8	23.6	22.8	21.8	22.1	22.4	22.0	21.6	21.9	21.3	21.1	23.7	25.5	37.9
不足	20.5	19.3	22.6	37.9	41.0	43.5	47.3	51.8	54.0	46.5	49.0	61.1	60.0	61.4	50.2

出所：フフホト自来水会社

注：表対象地域はフフホト市内

もうひとつの効果指標である地下揚水量のデータは、近年明らかな改善を示しており、2008 年からは遂に過剰揚水量がマイナスを示すレベルに達した。この点については、本事業の実施およびフフホト市が推進している井戸閉鎖の効果が大きいと考えられる。特に 2009 年には市内の井戸が約 100 本閉鎖されたため、同年の地下揚水量は大きく減少し、表流水による水供給量が急増する結果となった。

表 8 地下揚水量の変化 (万 m³/日)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
揚水量	37.1	37.4	36.6	37.1	35.0	37.6	41.9	38.0	36.1	33.2	30.0	28.2	25.3	23.0
過剰揚水量	11.4	11.7	10.9	11.4	9.3	11.9	16.2	12.3	10.4	7.5	4.3	2.5	-0.4	-2.7

出所：フフホト自来水会社

注：地下揚水量データは自来水会社による揚水量と自来水会社の管轄外である自家水源からの揚水量の合計値。そのため、自来水会社からの水供給量（表 7）と本データの揚水量は一致していない。

⁴ 補足説明は以下のとおり。表流水の供給が開始された 2005 年と前年の比較において、その供給量はほぼ同一である（2004 年 21.9 万 m³、2005 年 21.3 万 m³）。表流水の供給が開始されているにもかかわらず両年の供給量が同一であるということは、表流水以外の水源、すなわち地下水からの供給が減少していることを示すことにほかならない。

3.3.1.2 内部収益率の分析結果

内部収益率（FIRR）について、これまでの完工部分をもとに再計算を行なったところ、2.51%の収益率が算出された。この数値は審査時の6.92%と比して低下しているが、これは第二期工事が未完であるため、期待した水道料金収入が実現されていないことに拠るものである。さらに費用の面から言えば、貯水池の造成や導水管の敷設など、取水量の大小にかかわらず必要な土木工事の部分については事業全体の過半に及ぶ建設コストが生じており、そのため結果的にFIRR値は審査時想定よりも低下することとなった。

3.3.2 定性的効果

本評価においては、審査時に定性的効果として示されていた「生活基盤の改善」、「工業生産増等経済発展への寄与」、「地下水位の低下抑制」の各項目は、アウトカムレベルではなくインパクトレベルであるため、次項インパクトにおいて評価を行なう。

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

本事業の実施によって、以下のインパクトが発現している。

(1) 地下水位低下の抑制

地下水位は下表のとおり、これまで一定の割合で低下を続けてきたが、近年になって逆に上昇した年が見られるようになった（2006年および2008年）。本事業による給水は2005年から開始されており、地下揚水量を減少させたことが地下水位低下を抑制した大きな要因と考えられる。

表9 地下水低下

年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
低下 (m/ 年)	1.3	1.2	2.0	1.4	1.4	1.5	2.2	1.7	1.6	1.7	1.6	2.2 上昇	2.3	3.9 上昇

出所：フフホト自来水公司

注：数値は前年水位に対する比較

(2) 工業生産等の経済発展への寄与

本事業は給水インフラ整備の側面から、フフホト市の工業発展に重大な貢献をしている。特に、近年開発された石油コンビナート地区（石油精錬所、金橋発電所および化学肥料工場が設けられた経済開発区）では、工業地区のみならず、隣接する住居地域のインフラ発展にも寄与しており、同地区は職住近接の地域環境を提供できる市内有数の経済開発区として益々の発展を遂げている。

なお、現在市内にある計4箇所の経済開発区に対して、本事業による給水が行なわ

れているが、近々完成する新たな経済開発区（托ケン清水河開発区）にも追って給水が開始されることが予定されており、今後も経済インフラ整備の観点から同市の工業増産に寄与してゆくものと考えられる。

(3) 安定給水による生活基盤の改善・生活の質向上の認識

受益者調査の結果から、本事業の実施によって対象地域の家庭では断水頻度が減少したり、水圧が安定したりするなど、給水事情一般が改善している傾向が示された。受益者調査では「断水頻度が減少した」との回答が 49%⁵、「水圧が安定した」との回答が 31%を占めた⁶。また、同結果からは、給水事情の改善によって「生活の質が向上した」、「家事の効率性が上がった」との認識を示す回答が約 60%を占めるなど、本事業が住民生活の改善に対して、プラスのインパクトを与えたことが確認できる。

表 10 本給水事業による効果への認識（受益者調査結果から）

	とてもそう思う	概ねそう思う	あまり思わない	思わない
(基本的な)生活の質が向上した	13%	46%	21%	20%
家事の効率が向上した	23%	37%	25%	15%

出所：事後評価における受益者調査結果（市内住民の 100 人に対して 2010 年 4 月実施）

(4) 水因性疾患の減少

水因性疾患の減少と本事業による効果の因果関係を立証することは困難であるが、現状として同市における水因性疾患は減少傾向を示している。審査時において、留意が必要とされたフッ素症およびヒ素中毒の発生は近年になって一切報告されていない⁷。

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

浄水場でろ過された水は沈殿池で適正に処理されている。汚泥については小黒河へ放流されており、これまでのところ環境面における負のインパクトは生じていない⁸。なお、汚泥を利用したレンガの再資源化はコスト面からの折り合いがつかないため、現時点においては断念した状態である。

(2) 住民移転・用地取得

排泥場用地(約 300ha)の取得については、農民との間で一旦は売買合意が成立したが、その後の土地価格の高騰を受けて、農民側より合意が撤回された。そのため、現在も排泥場

⁵ 「断水頻度は変わらない」の回答は 29%。

⁶ 「もともと水圧について大きな問題はない」の回答は 30%。

⁷ ヒ素に関しては、1990 年にフフホト市郊外の枳棘梁村において報告されたのみであり、以降はヒ素にかかる報告例は一切無い。

⁸ 排出箇所の下流約 10 キロの地点に污水处理場があり、適正な処理がなされている。

の全用地については取得が完了しておらず、一部の用地を農民から借用して対応している状況である。長期的には現在の借用面積で足りなくなるため、早晚、用地取得について双方で合意に達する必要がある⁹。

なお、本事業の実施において住民移転は行なわれていない。

(3) その他

地下水に長年親しんできたフフホト市民にとって、表流水を水源とした水道水の味覚は必ずしも評判が高くはない。受益者調査の結果でも、「水がおいしくない・おいしくなくなった」との回答が約半数(46%)を占めている。2009年には、一部の市民代表者から水質(味覚)改善への意見書が内蒙古自治区政府に提出されるまでに至っている。この点についてはフフホト自来水公司も十分に認識しており、地下水－表流水のバランスを考慮しながらも、可能な限り生活用途には地下水を割り当て、工業用途には表流水を割り当てられるようにしたいとしている。

以上より、本事業は地域住民の日常生活やフフホト市の経済発展などに正の影響を与えており、そのインパクトは多様であり且つ大きい。

3.5 持続性（レーティング：a）

3.5.1 運営・維持管理の体制

本事業の運営・維持管理は、1966年に設立されたフフホト市自来水公司によって実施されている。近年、自来水公司は組織体制の見直しをはかり、給水作業に特化する給水公司(300人)を独立させ、また給水管等の維持管理についても給水管網維持管理公司(680人)を設置するなど、給水事業にかかる総合的な体制を強化している。また、組織全体としても、2003年当時1,600人程度であった職員数は現在約2,600人を擁するに至り、これまでに無かった顧客サービスを充実させるなど、組織としての総合力が強化されている。また、今後は個々の職員の能力強化と並行しながら、人員のスリム化も随時進行させることとしており、体制面での持続性は高いと判断できる。

3.5.2 運営・維持管理の技術

表流水を水源とした本給水事業は、自来水公司にとって初の操業実務となるため、操業開始以前から入念な技術者研修を実施してきた。研修は自社内の研修のみならず、石家荘上水道会社や北京自来水公司などへの派遣研修を行ない、延べ350人に対して技術研修を実施した。また操業開始後も技術者への年間研修計画に基づき、研修を随時行なうとともに

⁹ 排泥場の取得については、フフホト自来水公司が交渉の責任機関として当たっており、早晚の解決を図りたいとしているが、具体的な交渉スケジュールは今のところ立てられていない。なお、現時点の借用面積は、10ヘクタール未満である。排泥場対象地は遊休地でもあるため、その借用面積については随時交渉を基本としており、具体的な境界線引きが行われているわけではない。また、排泥場は取水施設のフル稼働を以って、50年間の排泥を処理できるだけの面積(容量)がある(フフホト自来水公司聞き取り結果より)。

に、研修成果にかかる試験や技術力評価なども行なっており、技術力維持及び強化への体制は整っているものと判断できる。これまでも操業上での重大なトラブルを生じさせたことが無い点からも、運営・維持管理にかかる技術力については十分な継続性を持っているものと評価できる。

3.5.3 運営・維持管理の財務

フフホト自来水会社の財務状況は、特に 2007 年から 2008 年にかけて燃料などの原材料コストの急騰を受けて悪化したが、2009 年からは改善が見られるようになっている。

財務の安全性を端的に示す流動比率については、2009 年に 137%となっており、一定の安全性を示している。また、自己資本比率も同様に 2007 年から減少しているものの、なお 36%を維持している。以上の点から、公共サービスを提供するインフラ公企業であることを考慮すると、財務の安全性を示すレベルとして高いとは言えないまでも、持続性が危ぶまれる状況にはなっていないと判断できる。

なお水道料金については、公司自らの経営判断によって値上げすることは出来ないため、収益性を向上させるためには様々なコスト削減などによる努力が求められるものの、総括原価方式¹⁰（事業の採算性を成り立たせるように料金設定を行う方式）に基づく設定がなされており、財務面での持続性はほぼ担保されているといえる。

表 11 フフホト自来水会社の財務状況

	2004	2005	2006	2007	2008	2009
売上高(元)	136,816,343	121,606,970	158,345,605	183,911,765	188,346,488	269,342,117
経常利益(元)	248,085	295,456	522,879	-49,641,136	8,494,857	32,003,417
売上高経常利益率(%)	0.18	0.20	0.33	-26.99	4.51	11.88
売上高利益率(%)	26.61	30.15	23.53	-1.22	27.64	14.99
売上成長率(%)	28.13	-11.12	30.21	-16.15	2.41	43.00
売上原価率(%)	73.39	69.85	76.47	-101.22	72.36	85.01
総資本利益率(%)	0.02	0.02	0.03	-2.30	0.37	1.34
総資本回転率(%)	0.11	0.08	0.10	0.09	0.08	0.11
自己資本比率(%)	63.02	51.58	51.99	38.48	36.67	36.60
流動比率(%)	264.41	293.40	278.06	143.23	129.49	137.51
固定比率(%)	119	125	112	132	131	127

出所：フフホト自来水公司

¹⁰ 市場競争のない地域独占の事業である水道事業においては、主として総括原価方式により料金設定がなされている。総括原価方式は、必要な費用や事業報酬を積み上げ、それを賄うだけの料金収入をもたらす水準に料金を設定するものである（出所：「水道事業の適正な比較評価をなしえる経営効率指標」～社団法人 日本水道協会）

表 12 水道料金の推移

(元/㎡)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
生活用水	0.57	0.63	0.69	0.86	0.9	1.22	1.33	1.93	2.15	2.07	2.68	2.65	2.55	2.51
工業用水	1	1.12	1.22	1	1.28	1.39	1.34	1.65	1.82	2	2.99	2.94	2.85	2.44
その他	0.11	0.27	0.4	0.6	0.6	0.77	0.8	1.12	2.18	1.25	0.78	0.87	0.82	1.59

出所：フフホト自来水公司

3.5.4 運営・維持管理の状況

維持管理については、各浄水場やポンプ機場などの各主要施設に資機材維持管理技術者をそれぞれ配置することで対応している。また各施設の維持管理を横断的に担当する維持管理センターを 2005 年に設置し、5 名の専門職員が必要に応じて各施設の維持管理をサポートする体制を取っている。さらに、維持管理にかかる予算計画や維持管理マニュアルも既に整えられており、維持管理にかかる体制および実際の取組み状況は良好である。これまでも同維持管理計画に基づき、必要な資機材や施設の更新が逐次行なわれており、2010 年には新たに自動制御システムの更新が予定されている。以上のことから、運営・維持管理の状況は良好であるものと判断できる。

なお、現地調査時の目視によると、取水ポンプのうち 1 台が不調であったが(2010 年 5 月)、既に代替の取水ポンプ調達を行っており、7 月には新規のポンプが設置される予定である。

さらに受益者サービスの点においても、新たにカスタマーサービスセンター（22 人）や給水申請弁交室（7 人）が設置されるとともに、水道料金の支払い方法についてもプリペイドカードが導入され始めるなど、サービス実施の体制面についても改善が見られる。

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

地下水のみに水源を依存していたフフホト市にとって、黄河からの表流水を利用する本上水道整備事業は、同市の給水を長期的に安定化させるものであり、その効果は地下揚水量の減少や給水人口/面積の増大といった形で着実に現れている。現時点では第二期工事が未完工であるため、第一期工事で設置された一部の施設が遊休状態にあるといった課題があるものの、今後は第二期工事の終了を以って事業効果が更に高まることを期待できる。また、今後の維持管理においてもフフホト自来水会社の組織体制や技術力に特段の問題は見られない。

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

近年フフホト市の都市化および経済発展が加速化していることに鑑み、改めて中長期に亘る水需給を予測することが求められる。この大前提となるデータを以って、長期的な安定給水を実現させるための第二期工事の早期完工が求められる。そして、現在作成中の第12次5カ年計画において完工を確約させることが必要である。(なお、フフホト市は市内の井戸閉鎖をこれからも進める予定であり、二期工事の必要性が覆される可能性は殆どないと考えられる。本項は二期工事の取り止めに提言するものではない)。

4.2.2 JICA への提言

第二期工事の完工に向けて、その進捗をモニタリングすることが必要である。現時点においては、特に技術的支援を必要とする作業は見受けられないが、先方とのコミュニケーション過程において必要な支援があった場合には適切な助言等の対応が求められる。

4.3 教訓

本事業の効率性や有効性にかかる評価において、そのマイナス要因を惹起した根本的な原因は、F/S 調査に基づく水需要予測である。様々な社会経済条件が急速に変化する中で、その予測が困難であることは自明である。しかしながら、本事業における水需要予測と現実の結果として大きく乖離した。その乖離した原因を特定することもまた困難ではあるが、本事業において F/S 内容の精査が(第三者などによって)更に実施されていれば、本事業の求めたアウトプットやインプットも変更された可能性が高く、その場合は、より効率性および有効性の高い事業実施結果を導くことができたと推察できる。その意味において、F/S 調査の精査の更なる必要性(特に先方国が F/S 調査を実施する場合)を、本事業にかかる事後評価の挙げる教訓としたい。

主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
① アウトプット 1) 導水施設建設	(1) 取水ポンプ 8 基、導水ポンプ 8 基 (2) 黄河-貯水池：導水管延長 (2-1) 黄河-沈澱場：導水管 2.731km*2 本 (2-2) 沈澱場-貯水池：導水管 63.2km*1 本 (2-3) 貯水池-浄水場：導水管 16.22km*2 本	未完成： 取水ポンプ 4 基、導水ポンプ 4 基未設置 未完成： 導水管工事のうち 1 本が約 400m 未完 計画通り完成 計画通り完成
2) 浄水施設建設	(1) 金河浄水場建設（処理能力 40 万 m ³ ）	未完成： 20 万 m ³ 処理能力分は建設・稼動済
3) 配水施設建設	(1) 配水管延長：11.951km*2 本	未完成： 配水管延長のうち 1 本が約 4.7km 未完
4) 市内配水管網改善	(1) 市内配水管延長：延長 56.9km	計画通り完成
5) コンサルティングサービス	(1) 導入（調達機材の選定にかかるコンサルティングサービス）	導入（予定通り）
②期間	第一期 1998 年 1 月-2001 年 12 月 (48 ヶ月) 第二期 2002 年 1 月- 2003 年 12 月 (24 ヶ月) 工期全体 1998 年 1 月-2003 年 12 月 (72 ヶ月)	1998 年 4 月-2002 年 11 月 (56 ヶ月) 2002 年 12 月- 継続中 (88 ヶ月～) 1998 年 4 月- 継続中 (未完・144 ヶ月～)
③事業費 外貨	第一期 5,446 百万円 第二期 なし	第一期 5,426 百万円 第二期 なし
内貨	第一期 11,522 百万円 第二期 4,365 百万円 (現地通貨) 第一期 1,414 百万円 第二期 363 百万円	第一期 14,391 百万円 第二期 2,896 百万円(未完) (現地通貨) 第一期 1,382 百万円 第二期 202 百万円

合計	第一期 16,968 百万円 第二期 4,365 百万円 合計 21,324 百万円	第一期 19,817 百万円 第二期 2,896 百万円(未完) 合計 22,714 百万円(未完)
うち円借款分 換算レート	5,446 百万円 1 元=12.00 円 (1996 年)	5,426 百万円 1 元=14.34 円 (1998 年—2009 年平均)