

中国

黒龍江省松花江流域環境汚染対策事業

外部評価者：アイ・シー・ネット株式会社

百田 顕児

1. 案件の概要



プロジェクト図



牡丹江污水处理場

1.1 事業の背景

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

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

1.2 事業の概要

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

円借款承諾額／実行額	10,541 百万円 / 10,533 百万円
交換公文締結／借款契約調印	1998 年 12 月 / 1998 年 12 月
借款契約条件	金利 0.75%、返済 40 年（うち据置 10 年）、 部分アンタイド
借入人／実施機関	中華人民共和国政府／黒龍江省人民政府

貸付完了	2006 年 7 月
本体契約	なし
コンサルタント契約	なし
関連調査（フィージビリティ・スタディ：F/S）等（if any）	F/S（中国市政工程東北設計研究所）、SAPROF（協和コンサルタンツ・テクノコンサルタンツ）
関連事業（if any）	なし

本事業は複数のサブプロジェクト群で構成される。サブプロジェクトの内容によって、概ね 1)都市全体の、主に生活污水を対象とする都市下水処理事業、2)大量の汚水が発生する工場等を対象とする工場汚水処理事業、3)大気汚染対策を目的とした熱電供給事業、4)省環境保護庁の環境モニタリング能力の強化事業に大別される。報告書中では、この分類に沿って記述する。以下は計画時の実施予定サブプロジェクトと事業主体の一覧である。

類型	サブプロジェクト名	サブプロジェクト事業主体
類型 1：都市下水処理事業		
1-1	牡丹江都市下水汚染対策事業	牡丹江污水处理廠
1-2	延寿县都市下水汚染対策事業	延寿县污水处理廠
1-3	大慶都市下水汚染対策事業	大慶市東城污水处理場
類型 2：工場汚水処理事業		
2-1	黒龍江製紙工場汚水処理事業	晨鳴紙業有限公司
2-2	通河製紙工場汚水処理事業	黒龍江省通河紙業公司
2-3	ハルビン製薬工場汚水処理事業	ハルビン製薬廠
2-4	大慶石油化学工場汚水処理事業	大慶石油化学
2-5	林源石油精製工場汚水処理事業	林源石油化学
2-6	ビール工場排水処理場	新三星ビール
類型 3：大気汚染対策事業		
3-1	鶏東県炭鉱廃棄物利用熱電供給事業	鶏東県熱電廠
3-2	伊春市石炭燃料代替集中熱電供給事業	伊春市熱電廠
3-3	密山熱供給事業	密山市熱供給ステーション
類型 4：モニタリング能力強化事業		
4-1	黒龍江環境モニタリング	黒龍江省環境監督所

各サブプロジェクトは、松花江、または松花江の支流等の水系に排出される汚水の水

質改善を主な目的としている。以下の地図は、黒龍江省内の主要水系と、採用した水質データの採取場所(瀏園、庫里泡)、プロジェクトとの位置関係を示したものである。

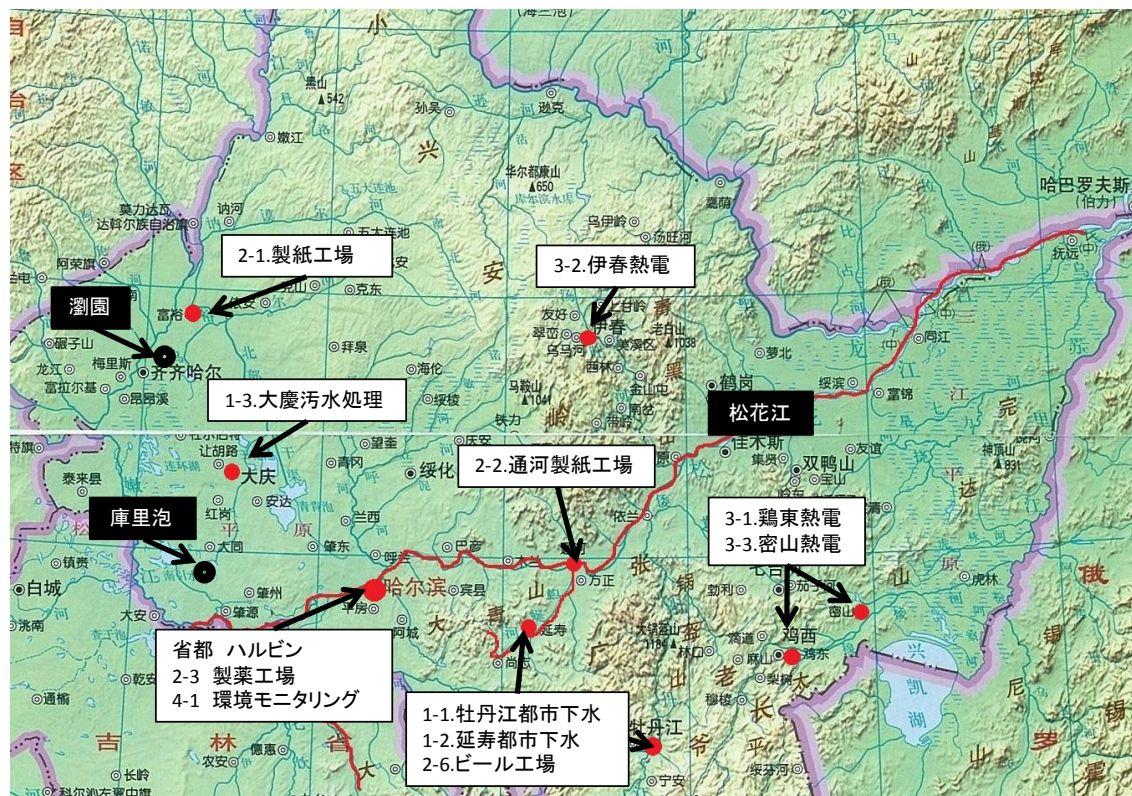


図 1 プロジェクト分布図¹

¹ なお 2-4. 大慶石油化学工場汚水処理事業、2-5. 林源石油精製工場汚水処理事業については、実施前にキャンセルとなったため、記載を割愛した。

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

百田 顕児 (アイ・シー・ネット株式会社)

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2009年10月～2010年10月

現地調査：2010年1月23日～1月31日、2010年4月4日～4月30日

2.3 評価の制約

本事業のサブプロジェクトは、主に松花江やその支流の水質改善を目標としている。このため事後評価では、サブプロジェクトの対象となる、污水排出先の水質データの取得を試みた。しかしながら、サブプロジェクトとの明確な関係性を確認しうる、省の市・県レベルの詳細なデータについては非開示とされ、入手することができなかった。このため、有効性の分析に際しては、次善の策として対象河川・水系について国レベル²で採用する水質データを主に用いている。これらのデータ源はサブプロジェクトとの位置関係が一定程度離れているケースもあり、その関係性を明確に証明しうるものではない。加えて、対象となる河川は広大で、水質に正負の影響を及ぼす様々な要因（例えば、政府によるその他の環境改善事業＝正の要因や、新たに建設された汚染源となる工場＝負の要因）が存在する。これらの要因についても、正確に把握することは困難であった。したがって、本評価では、上述した水質データについて、サブプロジェクトの規模等を考慮して、一定の関係性を推測しうるデータと位置づけられるものを採用した。このように、本事業の有効性の評価は、一定の推測に基づいたものとなっている。

また、稼働停止中のサブプロジェクトについては、入手できる情報が極めて限定的なものにならざるを得なかった。

3. 評価結果（レーティング：B）

3.1 妥当性（レーティング：a）

3.1.1 開発政策との整合性

(1) 審査時の開発政策

中国では、順調な経済発展に伴う環境問題への対策が重要なテーマとなっており、第9次5カ年計画(1996～2000年)では、最重要課題として水質・大気汚染源対策と都市環境改善を挙げていた。また当時は国有企業改革が進められており、企業経営の改善

² 中華人民共和国政府環境保護部データセンターが公開する、全国主要流域重点断面。断面の位置は図1の●部分を参照。

と汚染対策を両立する環境対策事業計画を実施する必要に迫られていた。水質汚染対策に関しては、重点地域として本事業対象の松花江を含む三河三湖、七大河川が指定されていた。また大気汚染対策として、エネルギー産業等指定業種での対策、旧式工場の閉鎖、生産プロセスの転換等が具体策として計画されていた。

このような中央政府の政策のもと、黒龍江省では環境保護九・五(1996~2000 年)計画と 2010 年長期計画を策定、九・五の計画の中では、2000 年時の黒龍江省の COD³負荷量を 72 万 t/年以下、煤塵排出量を 53 万トン/年、二酸化硫黄排出量を 31 万トン/年に削減するという総量規制目標が策定されていた。本事業は、この九・五計画の一環として実施されたものであり、黒龍江省の環境政策の中で重要な位置を占めていた。

(2)事後評価時の開発政策

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

省レベルでは、黒龍江省「松花江流域水汚染防除計画（2006-10 年）」の中で、省エネ、汚染物質の排出削減、エコ産業の発展や生態環境の保護などを掲げ、期間中の環境分野への総投資額は 212.24 億元（約 3,000 億円）にのぼる。

本事業は、現在まで続く松花江流域の水質・大気汚染プロジェクトの一環として位置づけられるものであり、その重要性は高い。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

3.1.2.1 松花江の水質改善のニーズ

計画時の松花江の水質汚染状況は深刻で、主要水質モニタリング 6 断面のうち、62%が飲料用水源に使用できない国家地表水質基準 IV、V 類に悪化していた。特に黒龍江省内の松花江流域については、60%以上の河川断面が飲料用水源に使用できない国家地表水質基準 IV 類を超過、うち 30%は V 類に悪化していた。これらの水質汚染は、急激な工業化に伴う工業排水の増加、経済発展に伴う生活污水の急増によるものであり、早急な水質汚染源への対策が求められていた。

3.1.2.2 事業目的設定、サブプロジェクト選定の妥当性

上記のように、本事業は政策、事業レベルで見てもその必要性は高い。一方で、本事業については、(1) 事業目的の設定の妥当性、(2) サブプロジェクト選定のあり方に

³ COD(Chemical Oxygen Demand)=化学的酸素要求量。

水の汚れの度合いを表す値として用いられ、水中の有機物を酸化剤で酸化する際に消費される酸素量を指す。

ついて、改善が必要であったと考えられる。

(1) 事業目的の設定の妥当性

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

本事業は複数事業からなる一種の“プログラム”として形成されたものと理解できる。その場合、有効性の評価も、“これら事業の総合的な目標が達成されたかどうか”を基準とすることになる。水質環境の改善について、当時の資料では、本事業の目的（アウトカム）として、“松花江の水質改善”を掲げ、それを達成することで、“流域住民の健康・生活環境の改善”を目指すとしている。この文言を文字通り解釈すると、“松花江本流全体の水質改善”を目的としているものと読めるが、松花江（全長約2,308km）の規模と本事業の規模を比較すると、この解釈は現実的ではない。このため本事後評価では、計画時に想定していた事業目的のうち、水質環境の改善については、“松花江のうち、サブプロジェクトが接続する下流域の水系・河川の改善”をとらえ、有効性～インパクトは以下の構成と考えた。

1. サブプロジェクトの運用・効果指標から測れる、直接的な効果
2. サブプロジェクトの処理水の排出先となる近隣河川・水系の水質の変化

上記 1.2 を有効性（アウトカム）、これらの水系の近隣住民の生活環境・健康改善を、プロジェクトのインパクトとして位置づける。

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

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

(2) サブプロジェクト選定の妥当性

本事業では、4 件のサブプロジェクトについて、キャンセル・完成後稼働停止等、事業目的の達成に影響を及ぼす変更が生じた。対象サブプロジェクトと変更の詳細・理由は以下の通り。

- 1-2：延寿县都市下水汚染対策事業

2003年の事業完成後、2006年まで運転が開始されず、また現在は改良工事のため稼働停止中(詳細 3.3 有効性の項参照)。当初採用された処理技術の寒冷地での適性や、運営資金の問題などが影響したものと考えられる。

- 2-2：通河製紙工場汚水処理事業

2003年の事業完成後、2006年に運転開始されたが、製紙業の市況悪化に伴い、約2年で稼働停止となり、現在もその状態が続いている。

- 2-4：大慶石油化学工場汚水処理事業

- 2-5：林源石油精製工場汚水処理事業

両事業については、審査後に業界再編に伴う生産量、品目等の見直しが実施され、事業着手の延期やスコープの縮小等の結果、円借款事業としての実施はキャンセルされ、中国政府の自己資金で実施された。

これら4件に生じた変更の要因としては、主に当時の経済環境や市場環境の変化の影響があると考えられる。当時の中国では国有企業の民営化等、急激な環境変化が起こりやすい状況であったが、こういった時期において市況の影響を受けやすく、実施主体の安定性が見通せないサブプロジェクトを対象とするべきであったのかどうか、仮に対象とする場合、持続性を確保するような事前取り組みなど、サブプロジェクト選定の妥当性について、計画時により慎重な検証が必要であった可能性がある。また1-2.延寿县都市下水汚染対策事業については、国家基準を満たす処理効果をあげることができずにいたが、これには寒冷地での処理効果が低い処理技術が採用されたことなどが要因となっている。

なお、これらの問題については、今後の類似事業の実施に向けて改善が必要な点と考えるが、以下の理由からレーティングには反映させていない。

- 本事業計画時(1998年頃)は、円借款事業の評価制度も現在のように整備されておらず、審査時において指標、目標値の設定などを厳格に実施することが制度上も要求されていなかった。
- 本事業のような、サブプロジェクト群で構成される事業は一種のセクターローンとも解釈できるため、個別サブプロジェクトについての厳密な審査は実務上困難であった。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

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

合致するものといえる。

以上より、本事業の実施は中国、黒龍江省の開発政策、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

本事業は複数のサブプロジェクトによって構成されている。全体的には、キャンセルされた 2 事業を除き、ほぼ計画通りのアウトプットが整備された。類型 1：都市下水処理事業、類型 3：大気汚染対策事業については、対象都市の発展に伴い、汚水処理・熱電供給の需要が増加していることから、現在、多くのサブプロジェクトでは、自己資金によって設備の増設等を進めている。(アウトプットの詳細は別添 1 を参照)



図 2 1-3.大慶汚水処理場



図 3 2-3.ハルビン製薬工場

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業期間

本事業は、複数のサブプロジェクトで構成されるという性質を考慮し⁴、事業期間の評価、レーティングについては、サブプロジェクトごとの開始～完了までの期間（月数）を計画・実績それぞれで積み上げ、計画比率をサブレーティングとして点数化し、全体の平均点を全体のレーティング対象として評価した（詳細別添 2 を参照）。

その結果、本事業の期間は計画比で 129%となった。大半の事業は着工から完成までの過程は概ね順調に実施され、計画比で 150%以内に収まっている。

大幅な遅延となったサブプロジェクトの主な遅延理由は、政府内手続きの承認や、内貨調達による着工の遅延などがある。なお工場汚水対策の製紙工場の 2 事業

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

(2-1,2-2) については、実施機関未回答のため詳細な工期は確認不能であった。

3.2.2.2 事業費

総事業費は 197 億 2500 万円（うち円借款部分 105 億 4100 万円）の計画に対して、実際は 202 億 9600 万円（うち円借款部分 105 億 3300 万円）と計画を若干上回った（計画比 103%）。計画比で事業費が超過したサブプロジェクトのうち、超過が大きかった 2-1.製紙工場（計画比 165%）の理由は、詳細設計時に汚水処理の需要が増大し、反応池・沈殿池等の規模の拡大が生じたためである。

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

妥当性の項で述べたように、本事業の有効性は以下のステップで分析を行った。

- (1) 各サブプロジェクトの運用・効果指標の分析
- (2) 水質汚染対策事業（類型 1-2）については、各サブプロジェクトが接続する近隣の河川・水系の水質の変化
- (3) 大気汚染対策事業（類型 3）については、対象市・県の大気汚染状況

3.3.1.1 運用・効果指標

(1)事業全体効果の計画・実績

1) 類型 1 及び 2：都市下水処理事業、工場汚水処理事業

汚水処理事業（類型 1 及び 2）の稼働状況を測る指標としては、運用指標として、汚水処理量や処理人口、効果指標としては汚染物質の除去量・除去率などがある。本評価では、水質の汚染状況の評価に一般に用いられる BOD⁵、COD、SS⁶といった指標を対象として収集した。下表は類型 1-2 の実績について、サブプロジェクトの削減効果の総和を汚染物質別に計画・実績比を示したものである。

⁵ BOD(Biochemical Oxygen Demand)=生物化学的酸素要求量。

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

⁶ SS(suspended solid)=浮遊物質水中に懸濁している不溶解性の粒子状物質のことで、粘土鉱物に由来する微粒子や、動植物プランクトンおよびその死骸、下水・工場排水などに由来する有機物や金属の沈澱などが含まれる。

表 1 類型 1 及び 2 における主要指標の計画・実績比

	計画	実績	計画比
処理人口(万人)	77	76	99%
汚水処理量(万トン/日)	32	25	79%
COD(トン/年)	74,530	29,404	39%
BOD(トン/年)	23,760	8,834	37%
SS(トン/年)	21,339	17,971	84%

出所：各サブプロジェクト質問票回答をもとに作成。

注 1：処理人口は類型 1 のみ対象となる

注 2：2-3.製薬工場については、処理量、COD 削減量等が確認できなかったため、除外した

COD/BOD の削減量は計画比で約 4 割にとどまる。汚染物質の削減量が計画比で 3-4 割にとどまった要因としては、1-2.延寿県都市下水事業、2-2.通河製紙工場が現時点で稼働停止していることが大きい。ただし、類型 2 のサブプロジェクトで、クリーナープロダクション等の取り組みにより、工場の汚水・汚染物質の発生量自体が減少したことも影響しているため、単純に計画比の達成率だけでは評価できない。実際に、稼働中のサブプロジェクトは、汚染物質の除去率は 8-9 割に達しており、稼働状況は良好と評価できる。

2) 類型 3：大気汚染対策事業

大気汚染対策事業（類型 3）の稼働状況を測る指標としては、運用指標として、熱供給面積や設備稼働率、効果指標としては汚染物質の削減量・削減率などがある。本評価では、大気汚染状況の評価に一般に用いられる SO₂⁷、TSP⁸といった指標を対象として収集した。下表は類型 3 の実績について、サブプロジェクトの削減効果の総和を汚染物質別に計画・実績比を示したものである。

表 2 主要指標の計画・実績比(類型 3 総合)

指標	計画	実績	計画比
供給面積(万 m ²)	325	442	136%
SO ₂ (トン/年)	1,501	1,393	93%
煤塵(トン/年)	6,425	4,335	67%

出所：各サブプロジェクト質問票回答をもとに作成。

熱供給の面積は大幅に増加、SO₂ の削減量もほぼ計画値に達しており、概ね良好と評

⁷ Sulfur Dioxide 主要な大気汚染物質の一つで、石炭や重油など、硫黄を含む燃料の燃焼によって発生する気体。酸性雨の原因となる。

⁸ 総浮遊粒子状物質 (Total Suspended Particular) すべての粒子状物質の総称。

価できる。いずれのサブプロジェクトも、都市の発展に伴い、熱供給の需要は大幅に増加しており、設備の拡大・増強を進めている。

以上を元に事業全体としての効果を見ると、いずれの類型も、現在稼働中のサブプロジェクトについては、稼働状況は良好と評価でき、効果は高いと言える。ただし、一部サブプロジェクトの稼働停止など、効果の発現状況にはばらつきが見られるため、サブプロジェクト全体の稼働状況の評価すると、効果の発現状況は中程度にとどまると言える。

(2) サブプロジェクトの運用状況（詳細は別添 3 にて記載）

1) 類型 1：都市下水処理事業

汚水処理場の稼働状況は、全 3 件中 2 件については、ほぼ計画通りの効果を達成している一方、1-2.延寿县都市下水事業については、改良工事のため、稼働停止状態にある。サブプロジェクトの概況は以下の通り。

1-1.牡丹江都市下水汚染対策事業

ほぼ計画通りの汚染物質の削減効果が得られている。牡丹江市の発展に伴い、汚水処理需要は 23 万トン/日まで増加している。このため現設備はフル稼働状態が続いており、市では年内に第二期工事を実施し、需要増加に対応する予定である。

1-2.延寿县都市下水汚染対策事業

事業完成時点では下水管の普及率も低く、汚水の処理量自体が少なかった上、地方政府からの運営・管理費用の拠出がなかったため、本格稼働は見送られていた。結局稼働開始は 2006 年にずれこんだが、稼働以降も、2002 年に改訂された新しい国家基準水質に達していなかったため、2009 年 10 月に再度稼働を停止した。当初採用された酸化池技術は、特に冬季の処理効果が低く、より厳格化された水質基準を満たすことができていないことが背景にある。現在は酸化池式から CASS 式への改良工事を実施中で、2010 年 10 月に再開予定となっている。

1-3.大慶都市下水汚染対策事業

第二次拡張工事がすでに完了し、現在の総処理能力は 15 万トン/日、日平均処理量は 8 万トン/日となっている。借款対象（第一期工事分）の稼働率はほぼ設計処理量に達している。汚染物質の除去率も 80-90%台を維持しており、良好と評価できる。

2) 類型 2：工場汚水処理事業

本類型のサブプロジェクト 4 件（キャンセル 2 件（2-4・2-5）を除く）は、概ね期待された汚水処理効果を挙げている。ただし、2-2.通河製紙工場汚水処理事業は、工

場の操業停止により、現時点では稼働していない。またサブプロジェクト共通の傾向として、クリーナープロダクションの取り組みを進めた結果、操業時に発生する汚水量自体が計画時と比較して大幅に減少している。このため、各施設の汚水処理量自体は減少しているが、これは水質改善に対する取り組みが進んだ結果であり、肯定的に評価できる。各工場の汚染物質の除去率も 9 割前後に達しており、概ね処理効果は高い。各サブプロジェクトの概況は以下の通り。

2-1.黒龍江製紙工場汚水処理事業

汚水処理量、汚染物質の削減量とも絶対量では減少しているが、これは工場のクリーナープロダクションによる汚水発生量の減少に伴うものである。2009 年の COD 排出量は国家基準を 100%満たしており、稼働状況は良好である。

2-2.通河製紙工場汚水処理事業

工場は、市況の悪化に伴い、運営開始後 2 年で稼働を停止している。工場関係者によれば、運転中の汚染物質除去効果は良好であったとしているが、定量的なデータが現在まで提供されていないため、評価は困難である。

2-3.ハルビン製薬工場汚水処理事業

工場全体でクリーナープロダクションへの取り組みを進めた結果、汚水排出量が半分以下と大幅に減少し、汚染物質の発生量も大幅に減少している。現在の主要物質の削減率は 90%台で推移しており、良好と評価できる。

2-6.ビール工場排水処理場

工場全体でクリーナープロダクションへの取り組みを進めた結果、ビール 1 トン生産あたりの汚水量は事業実施前の 8 トンから、3.5 トンに減少した。このため汚水処理量は減少しているが、処理効果自体は高く、良好と評価できる。

3) 類型 3：大気汚染対策事業

上述の通り、熱供給の面積は大幅に増加、SO₂ の削減量もほぼ計画値に達しており、概ね良好と評価できる。いずれのサブプロジェクトも、都市の発展に伴い、熱供給の需要は大幅に増加しており、設備の拡大・増強を進めている。各サブプロジェクトの概況は以下の通り。

3-1. 鶏東県熱電供給

熱供給設備の稼働率・効率は良好。この集約型の熱供給システムの整備により、小型ボイラー180 基、煙突 170 本超が廃棄され、石炭使用量も年間 16 万トン節約されるなど、一定の効果を上げた。鶏東県の成長に伴い、設備の増強が進められている。2010

年末には、供給面積を 200 万 m²まで拡大予定。

3-2.伊春市熱電供給

熱供給設備の稼働率・効率は良好。集約型の熱供給システムの整備により、小型ボイラー150 基、煙突 100 本超が廃棄され、石炭使用量も年間 5.45 万トン節約されるなど、一定の効果を上げた。都市部の発展により、熱供給の需要は拡大しており、市全体では 500 万 m²に達する。現在は熱供給会社が 2 社市内に存在しており、事業は東部地域を担当している。今後 2011 年までに供給面積を 240 万 m²まで拡大予定。

3-3.密山市集中熱供給

熱供給設備の稼働率・効率は良好。集約型の熱供給システムの整備により、小型ボイラー77 基が廃棄され、一定の効果を上げた。なお 2008 年末に新規設備が追加で整備され、既存設備については、ピーク時対応の設備として利用される計画。



図 4 3-2.伊春市熱電供給



図 5 3-1.鶏東県熱電供給

4) 類型 4：モニタリング能力強化事業

実施機関である黒龍江省環境監察局は環境法の執行、観察、環境事件での対応などを担当しており、黒龍江省全体に監察官を派遣して業務を行っている。借款によって導入された設備は、省内の中央、地方ネットワークのモニタリング、監察能力の強化を目的として導入され、効果をあげている。特に水質検査については、検査業務の 7 割は借款によって導入された設備が利用されており、貢献は大きい。環境汚染事故の発生件数は 2009 年には前年比 75%に減少しており、摘発者数も減少傾向にある。

表 3 環境監察局の活動概況

	2005	2009
のべ出動人数	25,000	36,000
立ち入り検査数	8,996	1,064
摘発事業者数	1,214	904

出所：黒龍江省環境監察局

監察局担当者へのインタビューによると、監察局の活動や省政府としての環境保護の教育、啓蒙活動等により、事業者、市民レベルで環境保護や関連法規の遵法意識が高まってきたとしている。実際に監察局の活動増加にも関わらず、摘発者数は減少傾向にあり、監察局の機能強化による効果の一つと考えられる。

(3) 近隣河川・水系の水質改善状況

本事業の目的の一つは、サブプロジェクトの実施を通じた、近隣の河川の水質改善にある。下表は、サブプロジェクトとの関係性が一定程度推定可能な、近隣の河川と、採用したモニタリング断面の一覧である。ただし、例えば 2-2.ハルビン製薬工場の場合、対象は松花江本流であり、河川の水質の変化には本事業以外にも多様な要因が関わっている。河川の規模を考慮すると、本事業がこれらの変化にどの程度影響しているか正確な測定は困難なため、一定の推測をもって評価を行った。また一部については、黒龍江省環境保護庁からデータの提供を得られなかったため、評価の対象外とした。

表 4 各サブプロジェクトと近隣河川の一覧

	サブプロジェクト	流入先の水系	採用断面データの名称
1-1	牡丹江都市下水汚染対策事業	牡丹江	詳細確認不能
1-3	大慶都市下水汚染対策事業	庫里泡	庫里泡水質データ
2-1	黒龍江製紙工場汚水処理事業	松花江本流	瀏園水質データ

1-1.牡丹江都市下水汚染対策事業

詳細な水質のモニタリングデータは入手できなかったものの、黒龍江省の環境状況公報によれば、牡丹江の水質は、1999 年時には全長の約 2 割が国家基準の V 類以下に属しており、悪化が深刻化していた。それに対し、2008 年の公報では、水質は主に III 類に改善されており、改善が認められる。サブプロジェクトは牡丹江市の汚水需要の約 5 割近くを処理しており、水質改善に対する貢献度は高いと評価できる。

1-3.大慶都市下水汚染対策事業

大慶汚水処理場の放出先、庫里泡については以下の通りで、いずれの数値も基準値を超過しており、依然として汚染は深刻な状態にある。また大慶市全体の水質も 2008 年時点では、依然として国家基準中最低の劣 V 類に属している。

表 5 庫里泡の水質

(単位 : mg/l)

		COD	BOD
	国家基準値(III 類)	15 以下	4 以下
2006 年	平均値	25.01	3.87
	基準超過率%	87.5	0
2007 年	平均値	102	1.6
	基準超過率%	100	0
2008 年	平均値	97.6	16.8
	基準超過率%	100	100

出所 : 大慶市環境状況公報

2-1. 黒龍江製紙工場汚水処理事業

同事業下流域の瀏園の水質データは以下の通り。事業実施後の同断面の COD は基本的に減少傾向にあり、(国家水質基準の) II 類水質を維持している。SS は変動が大きく、安定していないものの、水質は全体的にはやや改善されたと考えられる。

表 6 瀏園モニタリング断面の水質

(単位 : mg/l)

指標	1999	2007	2008	2009
COD _{Cr}		6.44	4.04	5.52
BOD ₅	1.21	1.00	1.00	1.00
SS	57	71	24.78	351.75

出所 : ハルビン市環境状況公報

このように、本事業の目的である、“近隣河川の水質改善”については、サブプロジェクトによってもばらつきがあり、明確な傾向は表れていない。この背景としては、以下のような点があげられる。

- 1) 近隣河川とはいえ、その河川総長は 100km に及ぶものも存在する。サブプロジェクトは流域から流入するすべての汚水を対象とはしていないため、本事業が処理できない汚水の影響によって、本事業のみでの直接的な処理効果が確認できない。
- 2) 下表は黒龍江省全体の汚水発生量について比較したものだが、ここ数年は年間約 11 億トン前後で推移しており、大きく変化していない。また国家水質基準の達成率については、むしろ低下している。例えば工業排水のうち、国家水質基準を満たした処理済み排水は全体の約 87%と、2001 年の約 93%から低下している。

表 7 黒龍江省の汚水発生量の推移

(単位：億トン)

	工業排水	生活排水	総計
2001	4.94	6.97	11.91
2006	4.48	7.09	11.57
2007	3.84	7.06	10.9
2008	3.89	7.20	11.09

出所：2008 年黒龍江省環境統計年報

流域全体の汚水発生量、処理済み排水量が変わらない状況下では、本事業による効果は、水質の改善ではなく、“水質悪化の抑制”という視点から評価することが必要である。本事業の場合、事業規模と目標とする河川の水質改善との間に影響を及ぼす外部要因が多数存在するため、正確な評価は困難である。一方で、サブプロジェクトそのものの稼働状況は良好であり、概ね計画通りの水質改善を実現している。すなわち、もし本事業が実施されていなかった場合、河川の水質汚染は一層深刻化していたと考えられ、本事業は、河川の水質汚染の悪化を抑制という視点からみれば、一定の効果をあげていると言える。

(4) 対象市・県の大気汚染状況

類型 3：大気汚染対策事業の目的は、対象都市の大気汚染状況の改善にある。

表 8 各市・県の大気汚染物質(2007-2009 年)

(単位：mg/m³)

	密山市		鶏東県		伊春市		国家大気 環境基準
	計画時	実施後	計画時	実施後	計画時	実施後	
SO ₂	0.041	0.012	0.059	0.012	0.015	0.011	0.060
NO _x	0.033	0.027	n.a	n.a	n.a	0.027	0.050
TSP	0.179	0.148	0.464	0.148	0.270	0.040	0.200

出所：各市の環境状況公報

注：伊春市は 2008-09 年の一部データ未入手のため、2007 年のデータを採用した。

事業実施以降、各市での主要汚染物質は改善傾向にあり、特に鶏東県では、削減量が審査時の 7-8 割に上る大幅な改善傾向が確認できた。また国の基準を達成した日数も年間 300 日以上になるなど、都市の大気環境が大きく改善したことが確認できた。サブプロジェクトはいずれも対象都市の広域の熱供給システムを整備するものであり、

その効果は都市全体の大気環境にも影響を及ぼしているものと考えられる。

3.3.1.2 内部収益率の分析結果

本事業の財務的内部収益率（FIRR）の再計算は、収益を伴う事業、つまり類型 1：都市下水処理事業、類型 3：大気汚染対策事業について、1 件ずつ計算を実施した。都市汚水の処理場や熱電供給事業は、その公益性の高さから料金が低く設定されており、収益性を想定した事業運営を行っていないため、FIRR の計算によって収益率を評価することの意義が相対的に低い。このため、計算結果はサブプロジェクトの持続性と、借款返済を可能とする料金や維持管理費の水準の検討や、実施主体として改善すべき事項、政府として講じるべき措置などを検討するための材料とする。計算結果は以下の通り。

表 9 財務的内部収益率(FIRR)の再計算

(1) 財務的内部収益率（FIRR） 牡丹江污水处理場 審査時 6.97% 鶏東県炭鋳廃棄物利用熱電供給事業 審査時 20.89%	牡丹江污水处理場 事後評価時 5.24% 鶏東県炭鋳廃棄物利用熱電供給事業 事後評価時 5.12%
(2) 財務便益： 污水处理料金または 熱電供給料金	(3) 財務費用 1) 初期投資 2) 維持管理費用

牡丹江污水处理場については、施設はフル稼働状態が続いており、内部収益率は審査時から低下したものの、若干の収益を確保できている。一方鶏東県については、審査時から大幅に低下している。これは審査時の供給単位当たりのコストが 10 元弱だったのに対し、実際のコストは、石炭の調達コストの上昇等の影響もあり、20 元超に達していることなどが要因となっている。

3.3.2 定性的効果

インパクトの項にて詳述する。

以上より、本事業の実施により一定の効果発現が見られ、有効性は中程度である。

3.4 インパクト

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

(1) 流域、対象都市住民の生活環境、健康の改善

本事業は、流域住民の水源となっている河川の水質、都市の大気環境の改善を通

じた、流域住民の生活環境・健康の改善を目的としている。生活環境・健康の改善については、そもそも定量的な指標設定が困難な上、水質・大気環境の改善と明確な関係性を把握することも困難である。このため本調査では、インパクト把握の手段として、対象地域住民への受益者調査を実施した。調査は対面式の聞き取り方式にて実施され、主に住民が近隣河川の水質、大気の変化をどう評価しているか、またそれによって、悪臭等の生活上の問題が改善されたかどうか、といった点を主に調査した。調査はサブプロジェクトのうち、類型1から1件、類型3から1件をサンプルとして選定、総計117名を対象として実施した。

サブプロジェクト		サンプル数
1-1	牡丹江都市下水汚染対策事業	67名
3-1	鶏東県熱電供給事業	50名
	総計	117名

1) 水質改善事業（1-1.牡丹江都市下水汚染対策事業）

回答者のうち、56%が、牡丹江の水質が10年前と比較して一定程度改善されたと評価している。その要因として、工場排水の管理が進んだこと、污水处理場の整備等を挙げる意見が目立った。有効性の項で述べたように、牡丹江の水質は以前と比較して改善されており、この受益者の実感は、データとも合致している。污水处理場は、通常、その存在が目立つものではないため、直接的な貢献度を評価する意見は少なかったが、污水处理場が牡丹江市の污水处理の約5割を担う現状を考慮すると、これらの評価に対する事業の貢献は高いものと考えられる。

2) 大気汚染対策事業（3-1. 鶏東県熱電供給事業）

回答者の約6割が、1990年代と比較して大気環境が悪化したと回答している。その要因として、工場の排煙や自動車を挙げる回答者が目立った。傾向としては、鶏東県の経済成長に伴い、大気環境に対する全体的な印象は悪くなっている。このため、目の痛みや咳、呼吸器疾患などの症状についても、以前と比較して増加したとする回答が6割に上った。有効性の項で述べたように、大気環境の質は統計的には改善されている。現状は、実際には改善傾向にあるが、受益者が実感できるレベルではないこと、特に自動車の排気ガス等、より直接的に受益者が体感する問題が、回答に影響したものと考えられる。サブプロジェクトの効果自体は確認できていることから、事業は大気環境の“悪化の抑制”という観点から、一定の評価をすることができると考えられる。

上記をもとに、本事業がもたらしたインパクトについて、以下のように評価する。

1. 以前と比較して、水質が改善されたと評価する人が平均して 6 割前後に上る。
2. そのうち 5 割程度の回答者は、汚水処理場が改善に貢献したことを認識しており、最終受益者のレベルでも、本事業の効果は一定の評価を得ている。
3. 農漁業従事者の意見では、水質の変化と、事業環境との関係性について、以前と比べて劇的な変化は見られないものの、一定程度の改善を評価している。
4. 大気環境について、回答者の多くは悪化を感じており、統計上は改善傾向にある。大気環境も、まだ受益者が体感できるレベルではないものと考えられる。

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

3.4.2 その他、正負のインパクト

サブプロジェクトの操業に伴って生じる騒音、悪臭、汚泥等の問題については、特段の問題は見られなかった。汚水処理場の操業に伴って発生する汚泥については、乾燥処理の上、ごみ処理場に運搬する処理方法を取っており、適切な対応がなされている。騒音等の問題について、サブプロジェクトの大半は都市の居住区からは離れているため、処理過程における騒音・悪臭等の問題は生じていないものと判断できる。

また本事業では事業実施過程において、鶏東県の熱電供給施設や、下水処理場の建設用地の取得等が実施された。実施機関に確認したところ、これらの用地取得は土地法、都市計画法に基づき適法に実施されたことを確認済みであり、特段の問題は見られなかった。

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

3.5 持続性(レーティング：a)⁹

本事業は通常の借款事業と異なり、事業全体を統括する黒龍江省環境保護庁（監督機関）と、各サブプロジェクトの実施主体の総体を実施機関として定義する。持続性の評価は、まず環境保護庁及び各実施主体の持続性についての個別評価を行い、それ

⁹ 個別レーティングの基準・結果は、別添 4 を参照。

をまとめる形で総合評価を行った¹⁰。全体的にみると、水質改善事業については、一部生産停止中のサブプロジェクトを除くと、運営・維持管理上概ね問題は見られず、持続性は確保されていると評価できる。熱電供給事業については、いずれも財務上の課題を有しているが、運営上深刻な影響を及ぼす問題は生じていない。全体的には、事業の効果は今後も高い持続性を保つものと考えられる。

3.5.1 運営・維持管理の体制

(1) 黒龍江省環境保護庁（監督機関）

事後評価実施時点で確認した結果、サブプロジェクトとの調整・連携を効率的に進めており、監督機関として適切な権限・人員配置がなされているものと評価できる。また、庁内に環境監察局を配置し、環境保護法に基づく監督、執行、検査活動等を担当している。本部の職員は30名で、各市、県レベルに監査員を配置している。黒龍江省全体で約1,400人を指揮下に置いている。都市下水事業については、環境保護庁のオンラインモニタリングの対象となっており、各処理場の放出口で、水質モニタリングが常時自動的に行われている。

(2) サブプロジェクト実施主体

類型1：都市下水処理事業

対象の汚水処理場3件は、すべて国有企業として運営されており、組織構造も共通性が高い。いずれも親会社である各市の排水処理公司の管理下で、汚水処理場の運営にあたっている。これらのサブプロジェクトについては、民営化等の予定もなく、運営体制上、大きな懸念は見られない。

類型2：工場汚水処理事業

4件いずれも民間企業が実施主体となっている。2-2.通河製紙工場を除く、稼働中の3サブプロジェクトについては、いずれも全国的な企業グループの傘下に属しており、整備された組織体制を有する。各企業は工場内に環境処を設置、環境法規・規制に沿った運営を行うための体制を整備している。

類型3：大気汚染対策事業

対象3サブプロジェクトは、いずれも国有企業で、当面民営化の予定もないことが確認できた。体制上大きな変化・問題はない。なお3-3.密山市集中熱供給については、運営を密山東安熱力有限公司に5年契約で委託している。

¹⁰ 但し、評価対象となる機関が多数にわたるため、通常の事後評価よりも、評価の手順は簡略化し、持続性を評価する上で重要な点に絞った調査を行った。

3.5.2 運営・維持管理の技術

評価は、主に環境専門家による設備の目視、スタッフへのインタビュー、整備点検記録の確認等を元に行った。

(1) 黒龍江省環境保護庁（監督機関）

省中央レベルでは、監督業務等を行う上で適切な能力の人員が配置されているものと評価できる。一方で、環境保護庁の担当者¹¹への聞き取り調査では、末端の県レベルについては、環境監察等業務について、職員数の不足、習熟度のばらつきが見られ、改善が必要との意見が出された。環境保護局では、年間 350 人程度の研修派遣等を行い、レベル向上に努めているとの回答があった。また環境監察局は立ち入り検査や法の執行の任に当たることも多く、立ち入り先企業とのトラブルや、検査拒否等の事例も一部存在し、円滑な運営上の課題となっている。

(2) サブプロジェクト実施主体

本調査では、対象事業の技術評価のために、現地調査に中国の環境改善事業専門家を同行させた。専門家による分析も交えて評価を行った結果、導入設備・技術の習熟度合いは適切で、運営上の技術水準は高いと評価できる。これまでの稼働状況から判断しても、技術能力は適切な水準にあると考えられる。各污水处理場でのインタビューでも、水質モニタリングの記録は適切に管理されており、処理フローの説明、日常業務の状況に関する把握度・説明も適切であった。またいずれの処理場も運営業務に関する技術・要求水準の共通化が図られており、問題は見られなかった。類型別の概況は以下の通り。

1) 類型 1：都市下水処理事業

概ね問題なしと評価できる。ただし 1-2.延寿県については、これまでとは別の処理技術（CASS 法）の導入を予定している。CASS 技術自体はすでに定着しており、技術研修も予定されていることから、問題ないと思われるが、定期的なモニタリングで経過を確認する必要がある。

2) 類型 2：工場污水处理事業

民間企業を母体としており、工場全体の技術改良に積極的な姿勢が見られた。污水处理についても、事業実施後、独自の改善努力を続けており、運営に関する技術的な改善が進められている。

3) 類型 3：大気汚染対策事業

¹¹ 環境保護局環境監察所の担当者への聞き取り調査による。

熱電供給設備は技術的には確立されたものであり、スタッフの技能やマニュアルの整備状況等を考慮すると、運営上技術上の問題はないと評価できる。



図 6 3-2.密山熱電供給の中央制御室



図 7 2-3.ハルビン製薬工場の水質モニタリングポイント

3.5.3 運営・維持管理の財務

(1) 吉林省環境保護庁(監督機関)

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

(2) サブプロジェクト実施主体

1) 都市下水処理事業

一部污水处理場については、污水处理料金では予算をカバー出来ず、政府の財政資金による補助で運営されている。ただし公共インフラとしての重要性から、いずれの污水处理場も補助金を含めた財務上の運営予算については適切と回答しており、大きな問題はないと考えられる。なお 1-2.延寿県都市下水については、現在稼働停止中のため、詳細を確認できなかった。事業開始当時も、地方政府からの運営資金の拠出に時間を要しており、適切な支出がなされるかどうか、今後確認が必要である。

2) 工場污水处理事業

稼働中のサブプロジェクトについては、全国的な規模の企業グループが実施主体となっており、詳細な財務諸表は確認できなかったものの、サブプロジェクトを含む環境部門への予算措置は適切に行われているとの回答が確認できた。インタビューを実施した複数の工場関係者によれば、環境対策の法規制強化により、工場としても環境部門への人・予算の配置を適正に行うことが経営上必須となり、環境対策への安定的な予算配分につながっているとのことであった。

3) 大気汚染対策事業

サブプロジェクト共通の課題として、石炭価格の高騰や固定化された供熱費用制度のため、各自治体の財政支援によって運営を維持している。各サブプロジェクトの担当者によれば、そもそもの料金設定が低いことに加え、原料費(石炭)の価格変動があるため、原料費の増減を料金に反映させるような制度が必要としている。

3.5.4 運営・維持管理の状況

- (1) 現在稼働中のサブプロジェクトについては、設備の状態、故障時の補修状況等も良好と評価できる。一部工場汚水処理事業の設備について、設備の腐食等の問題が生じているが、定期補修等が適切に実施されており、稼働上の問題を及ぼすような事態は発生していない。
- (2) ただし稼働停止中の2サブプロジェクトについては、現時点で状態に問題は見られないものの、停止中の状態劣化を防ぐためにも、実施機関による継続的なモニタリング・指導が必要と考えられる。2-2.通河製紙工場については、稼働停止中は少数のスタッフを残し、従業員は自宅待機の措置が取られている。工場長への聞き取り調査では、設備のメンテナンスに特別な措置は実施していないとのことであった。

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

本事業は水質・大気汚染が深刻な黒龍江省において、污水处理場や熱電供給設備の整備を通じて水質・大気環境の改善を図るものであり、依然として汚染が深刻化する同省に置いて、その重要性は引き続き高い。一方で、事業目的の設定、サブプロジェクトの選定のあり方等について、改善の余地があったと考えられる。

サブプロジェクトのうち、一部については稼働が停止しているものの、全体的には計画された効果をほぼ達成している。稼働状況、運営体制共に大きな問題は見られず、今後も適切な運営がなされるものと期待される。

以上より、本事業の評価は(B)高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

- (1) 本評価に当たっては、サブプロジェクトとの関連性が高い近隣水系の観測断面における水質データなど、評価においても重要なデータが未整備、あるいは非開示とさ

れている。これらのデータは単に評価業務上の必要性だけではなく、環境改善の取り組みを促進する上で、中国政府内にとどまらず、環境事業への支援を行うドナー等とも広く共有されるべきと考えられるため、その整備や公開について積極的に取り組むべきである。

(2) 1-2.延寿县都市下水汚染対策事業、2-2 通河製紙工場汚水処理事業は現在稼働を停止している。いずれも今後再開の意向を示しているが、現地調査時点で明確なスケジュール等が確立されておらず、今後継続的なモニタリングが必要と考えられる。特に通河製紙工場については、工場の稼働自体が市況の影響に左右されやすい工場のため、当面稼働停止状態が続く可能性もある。停止中の設備機器のメンテナンス等が適切に行われるよう、環境保護庁の定期的なモニタリングを継続すべきである。

(3) 類型 3：大気汚染対策のサブプロジェクト（熱電供給）は、原料となる石炭価格の上昇や、固定化された供熱料金体系のため、各自治体の財政支援によって運営されている。汚水処理と異なり、石炭という原料費が発生する熱電供給事業については、費用増加を料金に反映（転嫁）できる変動制の料金制度を採用することが、自律的な運営上望ましい。

4.2.2 JICA への提言

特になし。

4.3 教訓

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

以上

主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
①アウトプット 類型 1：都市下水処理事業 類型 2：工場汚水処理事業 類型 3：大気汚染対策事業 類型 4：モニタリング能力強化事業	別添 1 にて詳述	別添 1 にて詳述
②期間	1998年12月～2001年6月 (31ヶ月)	1998年12月～2005年12月 (73ヶ月)
③事業費 外貨 内貨 合計 うち円借款分 換算レート	10,541百万円 9,184百万円 (574百万円) 19,725百万円 10,541百万円 1 元＝ 16円 (1998年12月現在)	10,533百万円 9,763百万円 (691百万円) 20,296百万円 10,533百万円 1 元＝14.12円 (1999年1月～2003年12月平均)

別添 1 3.2.1 アウトプットの詳細表

類型 1：都市下水処理事業 アウトプット 計画／実績一覧

サブプロジェクト		計画	実績
1-1	牡丹江都市下水汚染対策事業 汚水処理量	100,000 m ³ /日	計画通り
1-2	延寿县都市下水汚染対策事業 1. 汚水処理量 2. 下水管	20,000 m ³ /日 45km	計画通り 60.8km
1-3	大慶都市下水汚染対策事業 1. 汚水処理量 2. 下水管 3. ポンプ場	50,000 m ³ /日 19.57km 新設 1 ヶ所 小型ポンプ 10 ヶ所 改良 10 ヶ所	計画通り

類型 2：工場汚水処理事業 アウトプット 計画／実績一覧

サブプロジェクト		計画	実績
2-1	黒龍江製紙工場汚水処理事業 排水処理・洗浄設備／日 処理量	40,000 m ³ /日	計画通り
2-2	通河製紙工場汚水処理事業 アルカリ回収・排水処理設備／日処理量	20,000 m ³ /日	計画通り。但し現在は稼働停止中
2-3	ハルビン製薬工場汚水処理事業 1. アルカリ回収工程改良 2. 漂粕工程改良 3. 排水処理設備	緑泥回収設備の設置、既存浄化器の転換など 二酸化塩素製造装置新設 25,000m ³ /日	計画通り
2-4	大慶石油化学工場汚水処		

	理事業 排水処理設備	8ヶ所	キャンセル
2-5	林源石油精製工場汚水処理事業 排水処理設備	新設 1、改良 1	キャンセル
2-6	ビール工場排水処理場排水処理設備 設計処理量	12,500m ³ /日	8,000m ³ /日

類型 3：大気汚染対策事業

サブプロジェクト		計画	実績
3-1	鶏東県炭鉱廃棄物利用熱電供給事業 1. 流動床ボイラー 2. 供給面積	3 台 71.3 万 m ²	計画通り
3-2	伊春市石炭燃料代替集中熱電供給事業 1. 流動床ボイラー 2. 供給面積	3 台 143.4 万 m ²	計画通り
3-3	密山熱供給事業 1. 流動床ボイラー 2. 供給面積	2 台 110 万 m ²	計画通り

類型 4：モニタリング能力強化事業 アウトプット 計画／実績一覧

サブプロジェクト		計画	実績
4-1	黒龍江環境モニタリング 1. 環境科学研究所の設備 拡張 2. 環境監督所の設備拡張	モニタリング装置 データ処理装置 車両等 現場モニタリング機器、記録・通信機器、データ処理、防護用具等	ほぼ計画通り

別添 2 3.2.2.1 事業期間 レーティング詳細(計画・実績は月数で表示)

プロジェクト名		計画	実績	差異	点数
類型 1 : 都市下水処理 事業	1-1. 牡丹江都市下水汚染対策事業	36	57	158%	1
	1-2. 延寿县都市下水汚染対策事業	27	45	167%	1
	1-3. 大慶都市下水汚染対策事業	18	30	167%	1
類型 2 : 工場汚水処理 事業	2-1. 黒龍江製紙工場汚水処理事業	18	確認不能		
	2-2. 通河製紙工場汚水処理事業	15	確認不能		
	2-3. ハルビン製薬工場汚水処理事業	27	36	133%	2
	2-6. ビール工場排水処理場	27	45	167%	1
類型 3 : 大気汚染対策 事業	3-1. 鶏東県熱電供給事業	28	38	136%	2
	3-2. 伊春市熱電供給事業	36	49	136%	2
	3-3. 密山熱供給事業	19	18	95%	3
類型 4 : モニタリング 能力強化事業	4-1. 黒龍江環境モニタリング	24	36	150%	1
合計		275	354	129%	14
				平均点	1.57

<レーティング算出の方法>

1. サブプロジェクトごとに計画、実績を比較、サブレーティングを行う（キャンセル、確認不能分を除く）
2. 上記サブレーティングの平均値を総合レーティングとする。
3. その際、小数点以下は以下の原則で採点する。
a: 80%(2.4)以上、b: 50%以上 80%未満（1.5 以上 2.4 未満）、c: 50%未満（1.5 未満）
本事業の場合、平均値は 1.57 点となったため、総合レーティングは 80%未満の b とした。

別添 3 3.3.1 定量的効果 サブプロジェクトの個別運用指標 計画／実績表

(1) 類型 1：都市下水事業の主要運用・効果指標 計画／実績一覧

サブプロジェクト	指標・計画値(1998 年)	実績(2010 年)
1-1. 牡丹江都市下水汚染対策事業	汚水処理量 10 万 t/日 処理人口 28 万人 COD:10,950t/年 BOD:5,840t/年 SS:6,570t/年	汚水処理量 10 万 t/日 処理人口 28 万人 COD:10,950t/年 BOD:5,840t/年 SS:6,570t/年
1-2. 延寿县都市下水汚染対策事業	設計処理量 2 万 t/日 処理人口 5.1 万人 COD:1,792t/年 BOD:960t/年 SS:1,088t/年	汚水処理量 6 千~8 千 t/日(計画 2 万 t/日) 処理人口 7.5 万人 現在は稼働停止中。 稼働中も新国家基準を満たす水質改善効果は得られず。
1-3. 大慶都市下水汚染対策事業	汚水処理量 5 万 t/日 処理人口 27.5 万人 COD:4,380t/年 BOD:2,373t/年 SS:3,285t/年	借款対象設備 汚水処理量 4.8 万 t/日 処理人口 40 万人 COD:5,011t/年 BOD:2,592t/年 SS:3,110t/年

(2) 類型 2：工場汚水処理事業の主要運用・効果指標 計画／実績一覧

サブプロジェクト	指標・計画値(1998 年)	実績(2010 年)
2-1. 黒龍江製紙工場汚水処理事業	汚水処理量 4 万 t/日 COD:15,741t/年 SS:6,576t/年	汚水処理量 2 万 t/日 COD:5,531t/年 BOD:3,359t/年 SS:3,951t/年
2-2. 通河製紙工場汚水処理事業	汚水処理量 2.2 万 t/日 循環効率 **% COD:36,417t/年 BOD:11,687t/年 SS:1,840t/年	稼働停止のため、確認不能。
2-3. ハルビン製薬工場汚水処理事業	汚水処理量 2.5 万 t/日 再利用量 1 万 t/日 COD:16,740t/年	汚水処理量 1 万 t/日 再利用量 不明 汚染物質の削減率 COD: 約 92-94%

	BOD:5,947t/年 SS:7,972t/年	BOD:約 99% SS: 約 94~97%
2-6. ビール工場排水処理場	汚水処理量 1.2 万 t/日 循環効率 COD:5,250t/年 BOD:2,900t/年 SS:1,980t/年	汚水処理量は不明。但し事業計画時の約 4 割に減少 汚水処理量 0.8 万 t/日 循環効率 COD:7,912t/年 BOD:402t/年 SS:4,340t/年

(3) 類型 3：大気汚染対策事業

サブプロジェクト	指標・計画値(1998 年)	実績(2010 年)
3-1.鶏東県熱電供給事業	供給面積 71.3 万 m ² 供給人口 n.a SO ₂ :1,095t/年削減 煤塵:2,079t/年削減	供給面積 142 万 m ² (計画比 199%) 供給人口 3.6 万人 SO ₂ : 1,069t/年削減 煤塵 2,079 t /年削減 集塵効率 : 99.5%
3-2.伊春市熱電供給事業	供給面積 143.4 万 m ² SO ₂ :360t/年削減 NO _x :データなし 煤塵 : n.a t/年 フライアッシュ : n.a t/年	供給面積 170 万 m ² (計画比 119%) 供給人口 5.5 万人 SO ₂ :149.6t/年 NO _x :データなし 煤塵 : 864.29t/年 フライアッシュ : 968t/年 集塵効率 : 98.2%
3-3.密山市集中熱供給事業	供給面積 110 万 m ² SO ₂ :141t/年削減 NO _x :データなし 煤塵:3,482t/年削減 フライアッシュ : 1,940t/年削減	供給面積 130 万 m ² (計画比 118%) 供給人口 4.8 万世帯(約 14 万人) SO ₂ :174t/年 NO _x :118t 煤塵 : 1,392t/年削減 フライアッシュ : データなし 脱硫効率 : 63.2% 集塵効率 : 96.7%

別添 4 3.5 持続性 サブプロジェクト別レーティング結果

(1) レーティングのクライテリア

監督機関	クライテリア
体制	・サブプロジェクトの監督のための体制、人員の配置が適切に行われているか？ ・サブプロジェクト関係機関と常時連絡が取れる関係を築けているか？ ・環境関連条例、規定等に基づくモニタリング体制が整備されているか？
技術	・環境保護庁の人員配置、技術能力は事業監督を適切に行える水準に達しているか？
財務	・上記活動を行う上で必要な財政確保はなされているか？
サブプロジェクト	クライテリア
体制	・運営管理(の意思決定)の組織系統が整備されているか？ ・民営化の可能性はあるか？ある場合、事業存続に影響が出る可能性はあるか？
技術	・維持管理のための要員数は適切な水準にあるか？ ・専門技術者等、設備の運営上の技術要件を満たす人員が配置されているか？ ・運営管理のための研修制度は整備されているか？また実際の研修実施状況はどうか？ ・運営マニュアルは整備され、実際に活用されているか？ ・点検整備の記録は適切に記録、管理されているか？
財務	・収支のバランスが取れているか？ ・コストカリーを考慮した料金徴収、体系が整備されているか？ ・赤字等が続いている場合、政府補助金等が適切に拠出され、適切な財務運営が実質的に確保されているか？
維持管理状況	・設備の状態は計画された機能を発揮できる状態に保たれているか？ ・スเปアパーツ等、メンテナンスのための環境が整備されているか？ ・定期的なメンテナンス活動は必要は活動を加えてきているか？ ・トラブル発生時の対応は適切に行われてきたか？

(2) レーティング結果

		評価	組織	技術	財務
監督機関：黒龍江省環境保護庁		3	3	3	対象外
都市下水	牡丹江	2	3	3	2
	大慶	3	3	3	3
	延寿	2	3	3	2
汚染源工場	製紙工場	3	3	3	3
	通河製紙	1	1	1	1
	製薬工場	3	3	3	3
	雪花ビール	3	3	3	3
熱電供給	伊春	2	3	3	2
	鶏東	2	3	3	2
	密山	2	3	3	2
その他	環境モニタリング	3	3	3	対象外
総合		2.4			

<レーティング算出の方法>

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