

1. 事業の概要と円借款による協力



事業地域の位置図



本事業によって整備されたポンプ場

1.1 背景

中国では、生活水準の向上と経済発展の加速によって水需要が増加の一途を辿っていたが、給水能力が大幅に不足しているうえ、水質の悪さや給水施設の老朽化等の問題を抱えていた。中国の東北地域に位置する遼寧省の大連市は、岩手県の面積にほぼ匹敵する面積1万2,574km<sup>2</sup>、北海道の人口とほぼ同じ人口約590万人の大都市であり、1879年に上水事業を開始して以来100年以上が経過し、施設の老朽化が進んでいた。その結果、導水管内の腐食による漏水、摩擦量増加による送水能力減少、旧式ポンプ使用による過大なエネルギー消費、市中心地区にある浄水場の騒音等が問題となっており、上水道システムの改善が必要となっていた。また、大連市は経済開発区を中心に沿岸開放都市として経済成長を目指しており、2000年には水需要が供給能力を15万m<sup>3</sup>/日上回ると予想され、施設更新による安定供給と、新規浄水場建設による給水量増加が必要となっていた。

1.2 目的

遼寧省大連市において、上水道施設更新と新規浄水場建設を行い、逼迫している水需要に対して供給量の増加を図り、もって経済成長および住民の生活環境の改善に寄与する。

1.3 借入人／実施機関

中華人民共和国対外貿易経済合作部／建設部<sup>1</sup>

1.4 借款契約概要

円借款承諾額／実行額	5,500百万円／3,345百万円
交換公文締結／借款契約調印	1997年9月／1997年9月

<sup>1</sup> 1999年以降、対中国円借款の借入人は中華人民共和国政府（財務部）。具体的実施部門は大連市公用局。維持管理・運営部門は、大連市自來水集团有限公司。

借入契約条件	金利 2.1% 返済 30 年（うち据置 10 年） 一般アンタイド
貸付完了	2003 年 10 月
本体契約	日系／現地企業等
コンサルタント契約	—
事業化調査（フィージビリティ・スタディ：F/S）等	98 年 中国市政工程華北設計院、東北設計院

## 2. 評価結果

### 2.1 妥当性

#### 2.1.1 審査時点における計画の妥当性

第九次 5 年計画（1996 - 2000 年）においては、都市の給水問題を特に重視し、水資源開発と節水を推進する方針であり、2000 年には、全国の都市における上水道普及率を 98%、都市における 1 人 1 日当たりの生活用水量を 210 リットルとする計画であった。大連市は沿岸開放都市として経済成長を目指しており、今後の人口増と経済発展による水需要の増加を見込んでいた。その一方で、大連市では、水不足、既存の上水道システムの老朽化による漏水、送水能力低下、過大なエネルギー消費、水質の悪化、浄水場の騒音が問題となっていた。したがって、審査時における本事業の位置付けは十分に高かったと判断できる。

#### 2.1.2 評価時点における計画の妥当性

第十次 5 年計画（2001 - 05 年）においては、都市給水能力の向上および老朽化した給水施設の改良による供給量の増加と水質の向上が課題とされている。大連市国民経済社会発展第十次 5 年計画（2001 - 05 年）では、大連市の給水問題を重点的に解決し、英那河ダムの拡張事業による水源開発<sup>2</sup>、大連市の給水施設の建設、節水、老朽化した配水管の改修事業を行い、安全で信頼できる給水システムを構築することを掲げている。したがって、本事業は上記課題に対応するものであり、現在でも重要性が高いと判断できる。

### 2.2 効率性

#### 2.2.1 アウトプット

本事業では、1997 年 8 月に中国で評価された F/S および初歩設計により、浄水場サイトの計画変更が決定したため、1999 年 7 月に再審査が実施された。再審査時に浄水能力を審査時

<sup>2</sup> 大連市の自己資金により、郊外の庄河市にある英那河ダムから大連市市街地へと水を引く「引英入連」給水事業第二期が 2004 年 7 月 10 日完成。これによりダムの容量は 6,050 万 m<sup>3</sup> から 2.87 億 m<sup>3</sup> に増加し、大連市へ向けて毎年 2 億 m<sup>3</sup> の給水が可能となった。

の35万m<sup>3</sup>/日から40万m<sup>3</sup>/日に引き上げたいという要請が中国側からあったが、検討の結果、事業を2期に分け、水需要の観点から特に緊急性の高い、第1期分(20万m<sup>3</sup>/日)を借款対象とし、第2期分(20万m<sup>3</sup>/日)については自己資金で建設されることとなった<sup>3</sup>。表1は、1999年度再審査における1997年度審査時からのアウトプットの主な変更点を示したものである。

表1 アウトプットの主な変更点

	審査時(1997年度)	1999年度審査時(変更点のみ)
(1) ポンプ場増設	窪子店から <u>西郊浄水場</u> まで導水する窪子店5号ポンプ場の増設	窪子店から <u>沙河口浄水場</u> まで導水する窪子店5号ポンプ場の増設
(2) 導水施設	窪子店ポンプ場から <u>西郊浄水場</u> までの導水管敷設、リハビリ	窪子店ポンプ場から <u>沙河口浄水場</u> までの導水管敷設およびリハビリ(鋼管径(mm) <u>500-900</u> 取り消し)
(3) 浄水施設	<u>西郊浄水場</u> の建設、浄水能力 <u>35万m<sup>3</sup>/日</u> 、急速ろ過方式、横流式沈殿池型の新設	<u>沙河口浄水場</u> の建設、浄水能力 <u>40万m<sup>3</sup>/日</u> ( <u>円借款対象は1期20万m<sup>3</sup>/日のみ</u> )、急速ろ過方式、 <u>斜管沈殿池型</u>
(4) 配水施設	<u>西郊浄水場</u> から市内配水管網までの主配水管敷設、鋼管径600-1400mm、 <u>18.5km</u>	<u>沙河口浄水場</u> から市内配水管網までの主配水管敷設、鋼管径600-1400mm、 <u>15.5km</u>
(5) その他	<u>小規模水源の開発4カ所(計9.5万m<sup>3</sup>/日)</u> 、中央自動制御システム、水質検査設備、建設/維持管理用車両の調達	<u>小規模水源の開発の取り消し</u>

その後、実施機関は調達内容の変更を2001年11月に申請し、2002年2月に承認された。変更内容は、以下の通りである。

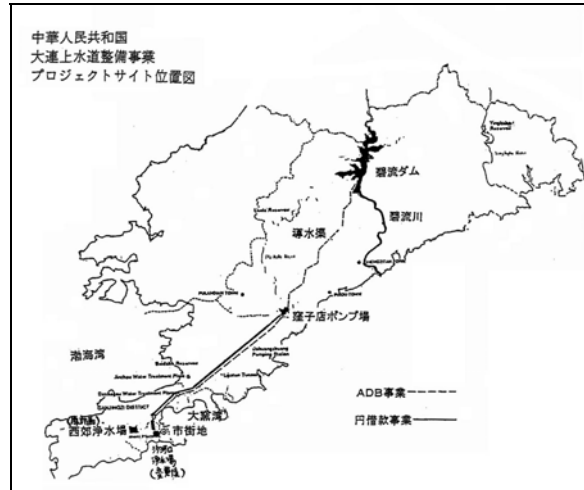
- ・ 導水施設(Distribution Facilities)：主管に接続する導水管(9km)/既存施設に接続するための新規導水管(22km)
- ・ 導水管のバルブ
- ・ 導水施設のための作業機材
- ・ 沙河口浄水場の設備(自動制御装置、電気機器、ケーブル、導水橋、導水管、ファン、ポンプ)

なお、本事業にかかる事業内容は、追加調達を含め、ほぼ再審査時の計画通りに実施されている。本事業にかかる事業地域概略図を図1に示す<sup>4</sup>。

<sup>3</sup> 本評価報告書では、効率性については第一期のみを対象とするものの、妥当性、有効性、インパクト、持続性については、第1期、第2期を対象に評価を行った。

<sup>4</sup> 本事業は、ADB事業(Dalian Water Supply Project)により増加する原水供給能力を前提として、導水ポンプ場、導水管の増設、新規浄水場の建設等を行うことにより、給水能力を増加させることを目的として実施された。ADB事業は1994年に承諾され、1999年に完成した総事業費308百万ドルの上水道総合整備計画である。本評価調査により、ADB事業完成後の原水供給体制が円滑に機能していることが確認された。

図1 事業地域概略図



### 2.2.2 期間

再審査時の当初計画では、本事業の第1期の期間は、1997年9月から2001年12月まで（借款契約調印から工事完了まで）の52カ月であったところ、実際の期間は1997年9月から2003年10月までの74カ月（計画比142%）であった。これは、本事業における追加アウトプットの調達および調達機材の一部が規格外製品のため、調達契約発行後の設計・製造加工・納入に予想より時間を要したためである。なお、沙河口浄水場の操業は2002年1月から開始されている。

### 2.2.3 事業費

本事業の第1期の事業費は8,056百万円（うち、円借款部分3,345百万円）と、再審査時の当初予定額（15,238百万円）の約53%に収まっている。これは、国際競争入札により、鋼材を購入した結果、総事業費が大幅に減少したためである（鋼管約6万トンについて、6,000万円を節約）。なお、本事業の浄水場は既存の浄水場の敷地内に建設したことから、新たな用地取得は生じなかった。

以上から、本事業の実施期間には遅延がみられたものの、アウトプットは再審査時のほぼ計画通りであり、事業費も当初予定内に収まっているため、全体として本事業の実施にかかる効率性は概ね問題ないといえる。

## 2.3 有効性

### 2.3.1 水需要への対応

#### (1) 大連市内の給水実績

表2は大連市区における給水実績を示したものである。2004年の総給水量は246.5万m<sup>3</sup>/日で、前年よりやや増加した。農業用水に代わって、都市部生活用水のシェアが増加していることから、本事業は都市部生活用水需要増に対応したと考えられる。

表2 大連市内における給水実績

		2001	2002	2003	2004
農業用水量	万m <sup>3</sup> /日	122.74	114.52	-	81.37
	対全体比	48.64	45.04	-	33.00
都市部生活用水量	万m <sup>3</sup> /日	56.16	60.00	-	89.86
	対全体比	22.26	23.60	-	36.44
農村部生活用水量	万m <sup>3</sup> /日	20.82	20.27	-	23.29
	対全体比	8.25	7.97	-	9.44
工業用水量	万m <sup>3</sup> /日	52.60	59.45	-	52.05
	対全体比	20.85	23.38	-	21.11
給水量合計	万m <sup>3</sup> /日	252.33	254.25	240.27	246.58

## (2) 本事業による給水実績

表3は本事業における給水実績を示したものである。本事業の完成により、現在の水需要がカバーされるとともに、将来の水需要に対応できる給水能力がある施設が整備された<sup>5</sup>。なお、本事業で整備された窪子店5号ポンプ場においては、4台のポンプのうち現在3台が常時稼働しており、将来の水需要量の増加についても対応可能である。

表3 本事業における給水実績

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
本事業水需要量予測(万m <sup>3</sup> /日)(A)	96.6	82.4	102.4	111.7	112.5	-	121.6	-
本事業給水施設能力(万m <sup>3</sup> /日)(B)	105.4	105.4	102.0	102.0	102.0	122.0	143.7	143.7
需給ギャップ(C)=(B)-(A)	8.8	23	-0.4	-9.7	-10.5	-	22.1	-
本事業施設能力(万m <sup>3</sup> /日)(D)	-	-	-	-	-	20.0	40.0	40.0
本事業一日平均給水量(万m <sup>3</sup> /日)(E)	-	-	-	-	-	13.4	19.9	27.5
本事業施設利用率(%) (E)÷(D)×100	-	-	-	-	-	67	50	69

出所：大連市自来水集团有限公司（水需要量予測については、再審査資料に基づく）

## (3) 上水道普及率と1人当たり平均水使用量

表4は大連市区内の上水道普及率<sup>6</sup>と1人当たり平均水使用量を示したものである。この表にみられるように、大連市区の上水道普及率は100%となっている。大連の1人当たり平均水使用量（2004年度）は都市部で288リットル/人・日、農村部で93リットル/人・日、平均190リットル/人・日であり、審査時（1997年度）の86リットル/人・日より大きく増加している<sup>7</sup>。また、大連市区内の給水人口も、審査時の214万人から240万人（2004年度）へと増加している。以上により、大連市区内の給水事情には改善がみられたと考えられる。

<sup>5</sup> 表3によれば、給水施設能力は2001年から2002年にかけて20万m<sup>3</sup>/日増加したが、これは第1期事業による浄水場が2002年1月から操業開始したためである。また、給水施設能力は2002年から2003年にかけてさらに20万m<sup>3</sup>/日増加したが、これは第2期事業による浄水場が2003年10月に操業開始したためである。

<sup>6</sup> 上水道普及率：(給水人口) ÷ (区域内人口) × 100

<sup>7</sup> なお、2003年度の全国の1人当たりの平均水使用量は、都市部で212リットル/人・日、農村部で68リットル/人・日。大連のある遼寧省の2003年度の1人当たりの平均水使用量は、都市部で197リットル/人・日、農村部で66リットル/人・日であった。

表4 大連市区内の上水道普及率と1人当たり水使用量

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
上水道普及率(%)	100	100	100	100	100	100	100	100
一人当たり平均水使用量(ℓ/人・日)	86.0	88.0	-	-	-	-	-	190
給水人口(万人)	214	217	220	223	226	229	237	240

### 2.3.2 水質

本事業で整備された浄水場には、塩素・薬剤注入機室が設けられ、塩素投入機によって、浄水の消毒・殺菌が行われている。また、本事業の浄水場には、水質検査室が設けられ、水質検査が定期的に実施されている。

表5は水道水水質基準（国家生活飲用水衛生基準）と、本事業の浄水場で測定された処理水質を示したものである。本事業の浄水場における処理水質は、いずれも水道水水質基準を満たしており、問題はない。

表5 水道水水質基準および本事業の浄水場の処理水質

項目	国の水質基準	水質	
		処理前	処理後
色度	15度以下	20度	5度以下
濁度	3NTU以下	8.51NTU	0.32NTU
臭味・味	無	1	0
PH値	6.5～8.5	7.40	7.20
総硬	450mg/l以下	83.7mg/l	72.6mg/l
鉄	0.3mg/l以下	0.139mg/l	0.1mg/l以下
マンガン	0.1mg/l以下	0.104mg/l	0.025mg/l以下
鉛	0.05mg/l以下	0.00008mg/l	0.00005mg/l以下

### 2.3.3 地域住民の給水サービスへの満足度

今次調査では、受益者の給水状況への満足度等を把握するため、本事業施設の便益を受けている対象地域住民から124名を対象に受益者調査を実施した。以下は、本調査による受益者調査結果を示したものである。

#### 〈受益者調査結果〉

##### ～給水状況への満足度～

調査対象者に、現在の給水状況の満足度について質問したところ、満足が77%（96名）、不満足が19%（24名）であった。不満足の理由として、料金が低い31%、水圧が低い29%、水質が悪い17%等となっている。大連では高層住宅が多いため、水圧に関する問題が生じていると考えられる。また、水質については、本事業対象外の配水管の老朽化が原因と考えられる。

現在の水道料金については、高いが39%、適当が43%、低い18%であった。なお、所得と給水状況の満足度については、ほとんど相関関係がみられないものの、月額所得が低い世帯ほど、水道料金を高いとする割合が高くなっている（48%）。

### 2.3.4 財務的内部収益率（FIRR）の再計算

再審査時における財務的内部収益率は、建設費、維持管理費（水源費、電力費、薬剤費、人件費、修理費）を費用とし、本事業による水道料金収入を便益、プロジェクトライフは稼働開始後 30 年として計算され、5.39%と算出された。なお、評価時における財務的内部収益率については、実施機関からの情報収集ができなかったため、再計算できなかった。

## 2.4 インパクト

### 2.4.1 大連市住民の生活環境改善

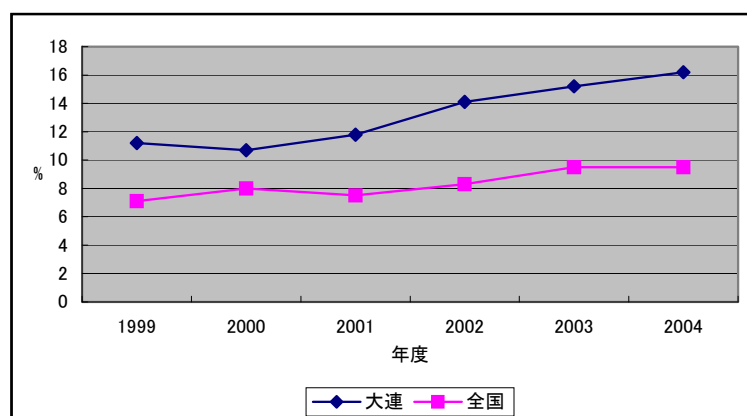
本事業による水系感染症の改善を測る年度別の統計や調査報告がないため、大連市住民の公衆衛生の向上へのインパクトを定量的に確認することは困難である。

受益者調査結果においては、本事業実施による健康状態に大きな変化はみられなかったものの、調査対象地域の住民の健康状態は良好であり、下痢やその他水に起因する病気の発生は少ない。また、本事業の実施により、1 日平均水使用量が増加し、清掃や入浴の回数が増加したなどの回答が寄せられている。したがって、本事業は、住民レベルでの衛生環境の改善に貢献したと判断できる。

### 2.4.2 地域の経済発展への貢献

本事業の再審査時（1998 年）における大連市区の工業用水量は 24.6 万 m<sup>3</sup>/日であったが、2004 年には 52 万 m<sup>3</sup>/日と、約 2 倍にまで増加した<sup>8</sup>。また、大連市における GRDP は安定して成長しており、2004 年度の GRDP 成長率は中国平均で 9.5%、大連市で 16.2%と、中国平均と比較して高い（図 2 参照）。以上のことから、基礎インフラである上水供給能力の向上は、大連市の経済発展の下支えに貢献していると考えられる。

図 2 GRDP 成長率 (%)



出所：大連市統計年鑑、中国統計年鑑

<sup>8</sup> 出所：2004 年大連市水源広報（2005 年 3 月 24 日）

### 2.4.3 環境へのインパクト

本事業により整備された浄水場においては、環境対策として、塩素漏れ対策（塩素自動吸収装置の設置）、汚泥対策（水分と分離のうえ、汚泥をリサイクルする。1日当たりの処理量 17.6 トン）、ポンプ場における騒音対策（低騒音ポンプの設置）を実施している。これらの環境対策により、本事業について汚泥や騒音に関する問題は生じていない。

図3 汚泥対策施設



実施機関への聞き取りによれば、浄水場に汚水汚泥処理施設を建設したことによって、同市の負担が軽減され、河川と海域の水質改善に貢献していると考えられる。また、汚泥の再利用を通じて、水資源の節約にもつながっている。

## 2.5 持続性

### 2.5.1 実施機関

#### 2.5.1.1 体制

審査時では、本事業にかかる実施機関は建設部、具体的実施部門は大連市公用局であり、大連自来水会社が大連市公用局のもと、市中心部における上水道の維持・管理運営を実施していた。本事業実施後の 2001 年に、大連市水利局と公用局が統合され、大連市水務局が設置された。現在は、大連市水務局のもと、大連自来水集团有限公司が上水道の維持管理運営を実施している。大連自来水集团有限公司の職員は 4,164 人であり、その内 339 人が技術職員である（2004 年度）。職員の平均就業年数は 22 年となっており、定着率は高く、安定している。

#### 2.5.1.2 技術

実施機関である大連自来水集团有限公司では、高学歴で専門知識を有した職員の配置が行われている。職員に対しては、年に 1 回、職場研修が 1~2 週間、定期的に行われている。また、本事業によって整備された機材の運営維持管理は、維持管理マニュアルおよび都市供水場運行、維持および安全技術規定に従って行われている。施設稼働以降、ポンプ場および浄水場において一度も事故は発生しておらず、薬剤や機材の維持管理についても問題はない。

#### 2.5.1.3 財務

大連自来水集团有限公司の財務諸表については情報収集ができなかったため、前述した ADB 事業の監査報告書<sup>9</sup>を参考に、実施機関の財務状況について分析を行った。表 6 は大連自来水集团有限公司の主要財務諸表を、表 7 は収入と維持管理費用の実績と見込みを示したものである。経営の安全性を示す流動比率は各年とも 100% 以上、自己資本比率は各年とも 50% 以上を確保しており、安全性に問題はない。収益性については、総資本利益率が極めて低水準となっているが、これは、1) ADB 事業による事業拡張で総資産が増加したこと、2) 赤字幅

<sup>9</sup> ADB, Project Performance Audit Report on the Dalian Water Supply Project (Loan 1313-PRC) in the People's Republic of China, November 2003.



に応じて補助金収入があり、利益が一定低水準になるように調整されていること、3)多額の減価償却費が計上されているためである。

表 6 大連市自来水集团有限公司の財務諸表 (万元)

項目	2000	2001	2002
<b>財務実績</b>			
流動資産①	292.6	420.0	427.5
資産総額②	1456.9	2421.4	2474.5
流動負債③	276.2	345.7	376.1
自己資本④	1172.7	2074.1	2090.0
売上⑤	470.5	412.9	451.3
政府補助金前の純利益	-47.5	-46.9	-4.2
補助金収入	47.5	46.9	4.2
減価償却費	93.6	58.0	25.8
純利益⑥	0.0	0.0	0.0
<b>財務指標</b>			
総資本利益率(%)(⑥/②)	0.0	0.0	0.0
総資本回転率(回)(⑤/②)	32.3	17.1	18.2
売上高純利益率(%)(⑥/⑤)	0.0	0.0	0.0
流動比率(%)(①/③)	105.9	121.5	113.7
自己資本比率(%)(④/②)	80.5	85.7	84.5

出所：Project Performance Audit Report on the Dalian Water Supply Project, ADB, 2003

2001年に水道料金の値上げが実施されたことから(表8参照)、財務体制は改善の方向に向かっており、2005年には補助金なしの独立採算による経営体制が確立されている。

表 8 大連市区の水道料金体系の推移 (元/m<sup>3</sup>)

	1995	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
生活用水	1.2	1.6	1.6	1.6	2.3	2.3	2.3	2.3
工業用水	1.5	2.2	2.2	2.2	3.2	3.2	3.2	3.2
商業用水	2.0	3.0	3.0	3.0	5.0	5.0	5.0	5.0

出所：大連市自来水集团有限公司

なお、大連市で浄水場運営にBOT<sup>10</sup>を導入するという情報は得られていない。

## 2.5.2 維持管理

今次評価において確認したところ、本事業により整備された施設・機材の維持管理状況は良好であり、問題は生じていない。

<sup>10</sup> BOT：民間事業者が建設(Build)し、運営(Operate)し、そして少なくとも最終的には政府に施設の所有権を譲渡移管(Transfer)する形式のこと。

表 7 大連市自来水集团有限公司の収入と維持管理費用の実績と見込み (万元)

	2000	2001	2002	2005
	実績			予測
総収入	470.5	412.9	451.3	587.4
O&M費用	373.3	352.1	394.1	429.5

出所：Project Performance Audit Report on the Dalian Water Supply Project, ADB, 2003

### 3. フィードバック事項

#### 3.1 教訓

本事業では、1998年3月にF/Sが承認された後、実施機関が事業規模拡大の要請を行った。そのため、1999年7月に再審査を実施し、需要予測の妥当性検証を行った結果、特に緊急性の高い部分に円借款を適用することとなった。事業規模は、需要予測、既存設備の残存耐用年数、および当該事業の耐用年数等を総合的に判断し、長期的視点で適切に定めることが求められているため、今後の審査においてはこれらの事項をできるだけ精密に検討し、最適な事業規模を見極めていくことが重要である。

#### 3.2 提言

(大連市水務局、大連自来水集団有限公司に対して)

受益者調査の結果、現在の給水状況に対して、約2割の家庭で何らかの不満があり、特に、水圧および水質に対する不満が多かった。この現状に対して、大連市は2005年大連市政府事業報告書のなかで「都市の給水管網50kmを改修し、2次加圧ポンプ場を建設し、約8万戸の住民の生活用水の質を改善する」としており、今後これらの計画が着実に実施されることが望まれる。

主要計画／実績比較

項目	計画（再審査時）	実績
①アウトプット		
1) ポンプ場増設	・ 窪子店から沙河口浄水場まで導水する窪子店5号ポンプ場の増設	計画通り
2) 導水施設	・ 窪子店ポンプ場から沙河口浄水場までの導水管敷設およびりハビリ（DN500-900取り消し）	計画通り
3) 浄水施設	・ 沙河口浄水場の建設、浄水能力40万 m <sup>3</sup> /日（円借款対象は1期20万 m <sup>3</sup> /日）、急速ろ過方式、斜管沈殿池型	計画通り
4) 配水施設	・ 沙河口浄水場から市内配水管網までの主配水管敷設、DN600-1400mm、15.5km	計画通り
5) その他	・ 中央自動制御システム、水質検査設備、建設/維持管理用車両の調達	計画通り
②期間		
1) ポンプ場増設	1999年3月～1999年12月	1999年6月～2001年4月
2) 導水施設	1999年3月～2001年6月	1999年3月～2000年12月
3) 浄水施設(I)	1999年3月～2001年12月	1999年9月～2001年8月
4) 浄水施設(II)	2001年9月～2003年12月	2002年4月～2003年10月
5) 配水施設	1999年3月～2001年12月	1999年3月～2001年6月
③事業費(I期分のみ)		
外貨	5,500百万円	3,345百万円
内貨	9,738百万円 (64,992万元)	4,712百万円 (33,708万元)
合計	15,238百万円	8,056百万円
うち円借款分	5,500百万円	3,345百万円
換算レート	1元＝15円 (1999年現在)	1元＝13.8円 (1999年～2003年平均)