

中国

北京第9浄水場整備第3期建設事業

評価者：広島大学大学院 金子慎治

法政大学大学院 藤倉 良

山口大学大学院 今井 剛

現地調査：2007年3月

1. 事業の概要と円借款による協力



事業地域位置図



第9浄水場第3期建設事業施設

1.1 背景

急速な経済成長が続く中国では、産業構造の転換に伴って都市化がめざましく、首都である北京市は最も急速に都市発展を遂げつつある都市の一つである。北京市の常住人口が1,000万人を初めて超えたのが1986年であり、本事業が開始された1996年には1,259万人に、事業完成時の2004年には1,493万人にまで増加している。

北京市の年間降水量は、621mm（1956～1979年平均）、543mm（1980～2000年平均）、410mm（2005年）であり、長期的に減少傾向にある。また、中国の年平均降水量660mmや、2005年における全国平均631mm、主要都市平均887mm等と比べても北京市の降水量は低い水準にあることがわかる。地下水以外の水源として、北京では1950年代に建設された三つの大きなダムがあるが、そのうち官庁ダム（貯水能力41.6億 m^3 ）は貯水量減少に加えて、上流の汚染が著しく、1998年以降飲用水としては使えなくなったままである。さらに、現在地下水とともに主要な水源である密雲ダム（貯水能力43.7億 m^3 ）においても過去11年間続いている渇水のために貯水量が著しく減少（最低時貯水量7億 m^3 ）している。こうした背景のもと、怀柔ダム（貯水能力約1億 m^3 ）からの北京市中心部への飲料水供給、河北省からの導水、南水北調における長江流域からの導水と地表水確保に取り組むことが最重要課題の一つとなっている。

こうした状況を受け、北京市では円借款事業の北京第9浄水場整備第1期事業（1988年～1995年）、第12期事業（1989～1996年）によって、それぞれ処理能力50万m³/日、合計100万m³/日の表流水浄水場を整備し、給水能力拡大とともに都市域の地下水から郊外の地表水への水源の転換をはかってきた。

1.2 目的

北京市において、第9浄水場の第3期拡張を中心として、関連導水、配水施設の整備を行い、50万m³/日の供給能力の増強を行うことにより、給水状況の改善をはかり、もって同市の水需給の緩和および将来の水需要の増大に寄与するもの。

1.3 借入人／実施機関

借入人：中華人民共和国政府／実施機関：北京市公用局（1999年、北京市市政管理委員会に変更）

1.4 借款契約概要

円借款承諾額／実行額	14,680百万円／12,161百万円
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
貸付完了	2004年6月
本体契約 （10億円以上）	Beijing Huacheng Zhongsheng Import & Export Co., Ltd.（中国）／Beijing Golden Fu Li International Trade Center（中国）
コンサルタント契約 （1億円以上）	日水コン（日本）
事業化調査（フィージビリティ・スタディ：F/S）等	先行事業（借款契約時期） 北京市上水道整備事業（1988年8月） 北京市上水道整備事業（2）（1989年5月） F/S実施機関（実施時期） 北京市市政工程設計研究総院（1995年5月）

2. 評価結果（レーティング：A）

2.1 妥当性（レーティング：a）

2.1.1 審査時点における計画の妥当性

中国における国家政策を定めた国家第9次5カ年計画（1996～2000年）におい

て、1995年時点で全国548都市のうち260都市が水不足状況にあり、特に水不足が深刻な160都市では4,090万人の生活が影響を受けているとされていた。このため、同計画では、2000年までに全国で4,000万 m^3 /日の給水能力を増強するという目標を立て、北京市における給水能力拡大もその一つに位置づけられていた。

同国家政策を受け、北京市第9次5カ年計画（1996～2000年）では、都市のインフラ整備事業の一環として、給水能力拡大に資する本事業が重点プロジェクトの一つとされた。事業審査時、北京市中心地区の供給能力は230万 m^3 /日であったが、需要予測によると本事業を実施しない場合には2000年には供給能力が240万 m^3 /日のところ、最大日需要量が301万 m^3 /日となり、給水能力が61万 m^3 /日不足すると予測されており、都市機能維持のためには浄水場の整備、給水能力拡大が不可欠とされていた。

また、本事業はこれまでに大きな成果を挙げた北京第9浄水場整備第1期事業、第2期事業¹に続く第3期事業であった。以上より、本事業の実施は審査時点での同国開発政策およびニーズと整合的であったといえる。

2.1.2 評価時点における計画の妥当性

評価時点における国家政策においては、全国の都市の水供給不足への対応として都市インフラ設備投資を引き続き行っていく方針としているが、都市における給水能力の拡大は需要の増加という理由のみではなく、水資源不足問題への対処、地下水と地表水の合理的な利用促進等の理由からも重要性が言及されている。たとえば、国家第10次5カ年計画（2001～2005年）においては、水利建設は旱魃などを防止すると同時に水資源不足問題を解決するために重要とし、全国で新たに給水能力400億 m^3 /年（約1.1億 m^3 /日）を増やす計画である。また、建設省第10次5カ年計画（2001～2005年）においては、全国の都市で依然として水供給が不足していること、水資源の汚染が深刻化していることに言及し、都市における浄水場建設投資を継続的に増やす方針が示されている。

また、北京市第10次5カ年計画（2001～2005年）においては水資源の緊張と不足が引き続き課題とされており、都市給水の管理とサービス改善をはかる必要があるとされている。同市の上水セクターにおける政策を定めた、北京市水道事業発展計画においては、地表水による供給能力を増やすため、本事業に加えて第10浄水場の新規建設事業や田村山浄水場の拡張工事などによって、市街地における地表水による給水能力を68万 m^3 /日高める計画であり、本事業はそれに先駆け

¹ 円借款事業「北京市上水道整備事業（1）（2）」（L/A締結：1988年8月、総額：15,480百万円）により、第9浄水場の第2期拡張工事と関連施設の整備が行われ、100万 m^3 /日の取水施設の建設、50万 m^3 /日の浄水施設が建設された。今回の事業は浄水能力をさらに50万 m^3 /日拡張して、150万 m^3 /日とするものである。

て行われた事業であったといえる。また、北京市マスタープラン 2004～2020 年（2005 年度改定）では、2020 年までの長期水需要を 51.63 億 m^3 と予測²し、左記浄水場が竣工しても、22 億 m^3 が不足するとされており、不足分は中水利用 8 億 m^3 と南水北調事業による 12 億 m^3 で補われる計画である。このため 2020 年までに、市中心部には 16 の浄水場の配備が必要とされており、そのうち 5 つの浄水場を新規建設または改修することにより、約 200 万 m^3 /日の上水道供給能力を新たに整備し、市中心部の浄水場の上水道供給能力を合計 457 万 m^3 /日とする計画である。

以上より、同市においては、長期的に地表水を処理する浄水場を整備しながら給水能力を拡大する必要があるとあり、本事業の妥当性は引き続き高いことが確認できる。

2.2 効率性（レーティング：b）

2.2.1 アウトプット

表 1 本事業のアウトプット（計画と実績の比較）

計 画	実 績
① 取水施設拡張：怀柔ダムの取水能力増強（可変式取水ポンプ 2 台増設、自動スクリーン設備新設、塩素注入設備の増設、自動制御装置、バルブ類、電力設備等）	① 取水施設拡張：計画通り。
② 導水管新設：怀柔ダム—第 9 浄水場間（口径 2200mm×42km（鋼管）、導水能力 52.5 万 m^3 /日）	② 導水管新設：計画通り。
③ 浄水施設拡張：第 9 浄水場（既存の処理能力 100 万 m^3 /日に加え、150 万 m^3 /日に増強。横流式沈殿池による急速濾過方式（アンスラサイト）＋粒状活性炭による濾過）	③ 浄水施設拡張：ほぼ計画通り。（なお、将来の処理負荷増加への対応として、計画時の傾斜板のない沈殿池からスコープを変更し傾斜板沈殿池を設置。）
④ 配水管網：口径 1400—2200mm、鋼管、総延長 48.3km	④ 配水管網：口径 1600—2200mm、鋼管、延長 191.8km（計画に対して、延長距離約 143km、計画値の約 4 倍）
⑤ コンサルティングサービス：入札補助、施工管理補助等	⑤ コンサルティングサービス：計画通り。

² 内訳は、農業用水（12.2）、農業生活用水（0.73）、都市部生活用水（15.6）、工業用水（9.0）、環境用水（12.1）、送水損失（2.0）。ただし、（）内単位は億 m^3

本事業によって計画されていたアウトプットは表 1 の通りである。配水管網の整備を除きおおむね計画通り達成された。

配水管網については、計画値と比べ約4倍の距離が整備された。これは、本事業審査時、北京市第4環状道路および第5環状道路の建設計画が具体化されておらず、同環状線の地下に埋設する配水管敷設の計画も具体化されていなかった。しかし、その後、環状線道路建設計画³が具体化するにつれ、同環状線の整備にあわせて配管を行うことで地域全体の上水道ネットワーク整備事業の合理化がはかれることが判明したため、道路沿線の配水管敷設工事が本事業のスコープに追加された。さらに、事業開始後に発生した新規需要に対応するため、西城区西内および徳内の配水管が増設されたことも配水管網の整備距離が延長された理由の一つである。これらの対応は、急速な都市発展に対応する柔軟な措置であり、将来を見据えた措置であるとともに、個別にインフラの整備を行う場合に比べて、コスト低減効果があると考えられることから妥当なスコープ変更と評価できる。

2.2.2 期間

審査時に計画された実施期間は1996年10月～2001年6月（57カ月）であったのに対し、実際は1996年12月～2005年8月（105カ月）、計画値に対して48カ月の遅延であった（なお、工事完了をもって完成とする）。これは事業の初期に国内資金の調達に支障があり、手続きが一時遅れたことも一部影響しているが、もっぱら上記の配水管の敷設工事が、北京市の四環路、五環路建設計画にあわせて実施されたことが原因である。配水管延長部分を含めない場合の実施期間は73カ月であり、計画に対して128%（16カ月の遅延）となるため、スコープの変更自体が妥当と判断できる本事業の期間の効率性の判断においては、配水管延長部分を含めない場合の実績値と計画値を比較することとする。なお、当初計画の約48km分の配水管敷設の施工期間が57カ月と計画されていたが、実際は約191km（計画の約4倍）の配水管の敷設が約2倍の工期で実施されていることから、計画より効率的に行われたと評価できる。

2.2.3 事業費

審査時に計画された総事業費は 319 億 9,800 万円（うち円借款分は 146 億 8,000 万円、外貨 146 億 8,000 万円、内貨 173 億 1,600 万円）であったが、実績値は 382 億 900 万円（うち円借款分は 121 億 6,100 万円、外貨 121 億 6,100 万円、内貨 260 億 4,800 万円）であった。事業費の増加は配水管延長が計画値を上回った（計画値比 119 %）ことがおもな理由であるため、延長分の追加費用（67 億 9,700 万

³ オリンピックの開催に伴う選手村やスタジアムの建設、住宅団地やオフィスビルなどの新規建設を中心に大規模な周辺地域の再開発が推進された。

円)を当初計画の事業費に足しあわせた 387 億 9,500 万円と実績値の比較によって事業の効率性を判断することが妥当と考えられる。その場合、修正計画値に対して 98%の実績値となり、事業費についてはほぼ計画通りであったと評価できる。

また、配水管延長以外の要因としては、外貨分については計画値を下回ったものの、内貨支出は計画額を大きく上回っており、①インフレによる資材価格の高騰、②為替レートの変動(円安)が考えられる。

2.3 有効性 (レーティング：a)

2.3.1 北京市内⁴の給水実績と本事業の役割

表 2 が示す通り、北京市内の 1 日あたりの最大給水量および平均給水量は 1999 年まで増加傾向にあったが、2000 年に減少傾向に転じているとともに、1998 年以降は計画値をいずれも下回っている。これは①工場(特に化学工場)の郊外移転により工業用水需要が減少したこと、②北京市政府の市民に対する節水の呼びかけに効果があったこと⁵、③2000 年以降、従来の集団共用式メーターから世帯別メーターに変更したことによる節水効果、④水道料金値上げによる節水効果、⑤散水、トイレなどにおける中水道利用の拡大⁶、⑥工場用水の有効利用、政府により、企業の水原単位(単位生産額あたりの水需要)目標設定が奨励され、工業用水原単位が改善した等の理由による。しかし、特に工業部門の節水効果は低減してきており、今後は自家井戸水の自己処理や管理が不十分なため水質が悪く、水道水に切り替えるケースが多くなると見込まれること、家庭用水、事務所用水等の需要は今後も増加を続けると見込まれることから、需要は再び増加に転ずる見込みである。

市全体の給水能力は事業実施前の1996年から2000年まで増加しており、2000年には計画値(240万m³/日)を大きく上回っている。その後、ほかの老朽化した浄水場や市内の地下水を利用している浄水場での給水能力を整理縮小したため、2000年以降、実際の給水能力は減少しており、新規給水能力は老朽化した古い給水能力と置き換わっている。

⁴ 北京市は13区と5県からなるが、北京市自来水集団の給水範エリアは、東城区、西城区、崇文区、宣武区、朝陽区、海淀区、豊台区、房山区、通州区、大興区、怀柔区、蜜雲県、延慶県の全域と、門興溝区、昌平区の一部地域である。

⁵ 節水の呼びかけとしては、テレビコマーシャルや新聞などの節水キャンペーンや啓蒙活動、学校等での節水教育が行われた。

⁶ 市内のほとんどの大型ホテルでは中水道の導入がされている。

表2 北京市内における給水計画と実績

		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
最大給水量 (万m ³ /日)	計画	231	249	266	284	301	—	—	—	—	—	—
	実績	225	240	227	264	241	235	234	234	226	242	241
平均給水量 (万 m ³ /日) 注1)	計画	167	178	189	200	210	—	—	—	—	—	—
	実績	193	196	197	203	201	191	184	194	202	208	201
民生用水供給注 2) (万m ³ /日)	計画	127	136	145	153	162	—	—	—	—	—	—
	実績	128	134	137	146	142	125	124	127	137	135	138
工業用水供給 (万m ³ /日)	計画	39	42	44	47	49	—	—	—	—	—	—
	実績	35	34	33	31	27	21	16	24	22	24	25
給水能力 (万m ³ /日)	計画	230	240	240	240	240	—	—	—	—	—	—
	実績	246	262	262	302	303	272	267	263	238	265	265
施設利用率 (%) 注3)	最大	91.6	91.5	86.5	87.4	79.5	86.4	87.6	89.0	95.0	91.3	90.9
	平均	78.6	74.7	75.1	67.2	66.3	70.2	68.9	73.8	84.9	78.5	75.8

出所：北京市自来水集团有限责任公司、当行資料

注1)：計画値は民生用水、工業用水の合計であるが、実績値は都市用水などその他用水も含まれる。

注2)：生活用水、サービス業用水、公共施設用水などを含む工業用水以外のすべて。

注3)：施設利用率「最大」は、最大給水量/供給能力。「平均」は、平均給水量/供給能力。

表3 第9浄水場の給水実績・施設利用率

	2002	2003	2004	2005	2006
給水能力 (万m ³ /日)	150	150	150	150	150
最大給水量 (万m ³ /日)	130.4	134.3	127.6	136.9	138.3
平均給水量 (万m ³ /日)	92.5	95.1	87.3	91.3	98.8
施設利用率 (最大) (%)	86.9	89.5	85.1	91.3	92.2
施設利用率 (平均) (%)	61.7	63.4	58.2	60.9	65.9

出所：北京市自来水集团有限责任公司

北京市全体の日最大給水量に対する施設利用率は、2000年を除いて90%前後で推移しており、高い利用率であるといえる（表2）。第9浄水場全体の利用率も2002年以降85%以上で推移しており、高い利用率であるが、一定の予備力が残されている（表3）。

北京市全体における日平均給水量に対する施設利用率は、最も低い2000年でも66%以上、最も高い年は2004年の約85%と高い利用率を維持している（表2）。新規浄水施設が稼働し、需要が大きく伸びなかったにもかかわらず、施設利用率が高い水準にある理由は、近年老朽化した浄水場を整理しているためである。一

方、第9浄水場の利用率は、60%前後であるが（表3）、これは近年の渇水で水源の表流水資源が逼迫しているため、また、将来の需要に備えているためである。さらに、第3期事業で整備された施設の利用率は第9浄水場全体より若干高いことがわかる（表4）。これは、近年の渇水のため、第1期、第2期事業が水源としている密雲ダムを温存し、緊急措置として郊外の地下水資源を新たに開発し利用しているためと考えられる（後述2.3.4参照）。

なお、日本施設使用率全国平均は65.11%（日本水道協会17年度）、東京都は64.9%、政令指定都市平均では59.0%となっており、第9浄水場の60%という数値は日本における使用率と照らしても、一定の施設更新や事故に対応の余裕を有した妥当な運用と考えられる。

表4 第9浄水場第3期工程の給水実績・施設利用率

	2001	2002	2003	2004	2005	2006
給水能力（万m ³ /日）	(50)	(50)	(50)	50	50	50
平均給水量（万m ³ /日）	29.2	30.7	36.3	37.0	37.8	38.0
うち、地下水（万m ³ /日）	0	0	11.0	36.4	37.0	33.2
うち、地表水（万m ³ /日）	29.2	30.7	25.3	0.6	0.8	4.8
施設利用率（平均）（%）	(58.4)	(61.4)	(72.6)	73.9	75.5	76.0

出所：北京市自来水集团有限责任公司

注記：（）は段階的に処理能力を整備している段階のため具体的な給水能力は不明。

2.3.2 給水人口

上水道普及率は北京市市街地内に限れば、計画、実績ともに100%となっている。1人あたり平均水使用量（生活用水）は1999年まで増加が続いたが、2000年からはおおむね前年比減となった。給水人口は、全体として増加基調で推移している。

表5 北京市内上水道普及率と給水人口の推移

		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
上水道普及率（%）	計画	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	実績	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
給水人口（万人）		530	536	538	542	556	556	648	646	664	922	1,424

出所：北京市自来水集团有限责任公司

注：2004年までの給水人口は、北京市の給水量を平均世帯（4人家族）の平均的な水消費量で割って推計した値であり、2005年以降は把握できた順に各家庭のメーターをもとに給水人口を求めているため、算出方法の違いにより2004年から2005年の間で急激に増加している。

2.3.3 水質

水質基準については、国家の飲用水衛生基準に加え、北京市自来水集団有限責任会社は新たに 15 指標を追加し企業基準として設定している。同社はこれまでの水質検査においてはいずれの基準も満たしていると説明している。評価時に提供があった水質測定結果（31 項目）から判断すると、本事業の出口水の水質はすべての指標において基準を満たしており、また、硬度が高い点を除いては日本の飲用水の水質と比較してもほとんど遜色がなく、浄水場からは飲用に問題がない安全な水が供給されている。

2.3.4 地下水ストレスの緩和について

審査時、当行は本事業が北京市の地下水保全に寄与する側面を重視しており、地下水総取水量を抑制する中国側公用局および建設部の今後の方針を確認している。第 1 期、第 2 期事業の水源はすべて密雲ダムから取水し、自然流下式で浄水場まで導水するのに対して、第 3 期拡張事業においては、一部は同様に密雲ダムから、一部は懷柔ダムから取水し、ポンプで導水することを計画しており、運用としては通常は密雲ダムからの導水を優先し、需要が増加する夏期等においては、懷柔ダムから取水することを計画していた。このように地表水を利用することにより、市内の地下水利用を減らし、地下水保全に取り組む方針であった。

北京市においては 1999 年以降少雨が続き気温も上昇した結果（図 1）、懷柔ダムが渇水し、密雲ダムの水量も 40 億 m^3 （最大時 43 億 m^3 ）から、10~16 億 m^3 （最小時 7 億 m^3 ）にまで減少した。これを受け、一時的に市内地下水利用が高まり、さらに、北京市水務局は 2003 年に地下水利用の許可を得て、国内資金にて懷柔ダム周辺に 42 カ所の井戸を掘削し、地下水の取水を開始した。このため、北京市自来水集団が水道に利用している水源の地下水依存度は、2003 年以降一時的に増加している（表 6）。

こうした傾向は渇水による一時的な措置によって生じたことであり、地表水を処理することを目的に設置された第 9 浄水場が十分な降水量によって現在の最大給水量 138.3 万 m^3 /日まで平常時の地表水処理稼働率を高めることができれば、市内の地下水利用は 46 万 m^3 /日程度にまで抑制できるはずである（図 2）。将来は、地下水、地表水のバランスを考えて運用を計画している。たとえば、長江で水不足が起こって引水が不十分な場合や旱魃に見舞われた場合は地下水を利用するが、平常時はできるだけ地表水の処理能力を高め、地表水を確保し、その利用を優先させ、水の安定供給をはかる予定である。

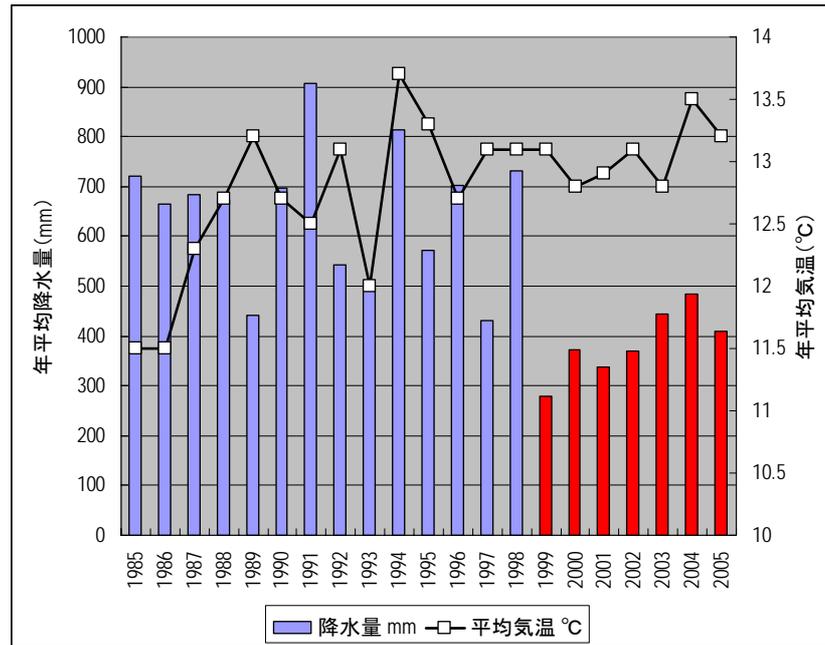


図1 近年の北京市周辺の気象状況
出所：中国統計年鑑

表6 北京市内取水量^{注1)}に占める地下水比率の推移（単位：億 m^3 /年）

		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
総取水量		6.72	6.93	6.98	7.14	7.16	6.82	6.79	6.49	6.81	7.19	7.36
表流水取水量		3.33	3.77	3.87	4.17	4.35	4.06	4.07	3.69	2.59	2.72	3.12
地下水 取水量	合計	3.39	3.16	3.11	2.97	2.81	2.76	2.72	2.80	4.23	4.46	4.24
	市中 心部	3.39	3.16	3.11	2.97	2.81	2.76	2.72	2.40	2.90	3.11	3.03
	郊外	—	—	—	—	—	—	—	0.40	1.33	1.35	1.21
地下水 利用率 (%)	合計	50.5	45.6	44.5	41.6	39.3	40.5	40.1	43.1	62.1	62.1	57.6
	市中 心部	50.5	45.6	44.5	41.6	39.3	40.5	40.1	37.0	42.6	43.3	41.1
	郊外	—	—	—	—	—	—	—	6.2	19.5	18.8	16.4

出所：北京市自来水集团有限责任公司

注1)：北京市自来水集团有限责任公司による取水量のみ。私有井戸による取水は含まない。

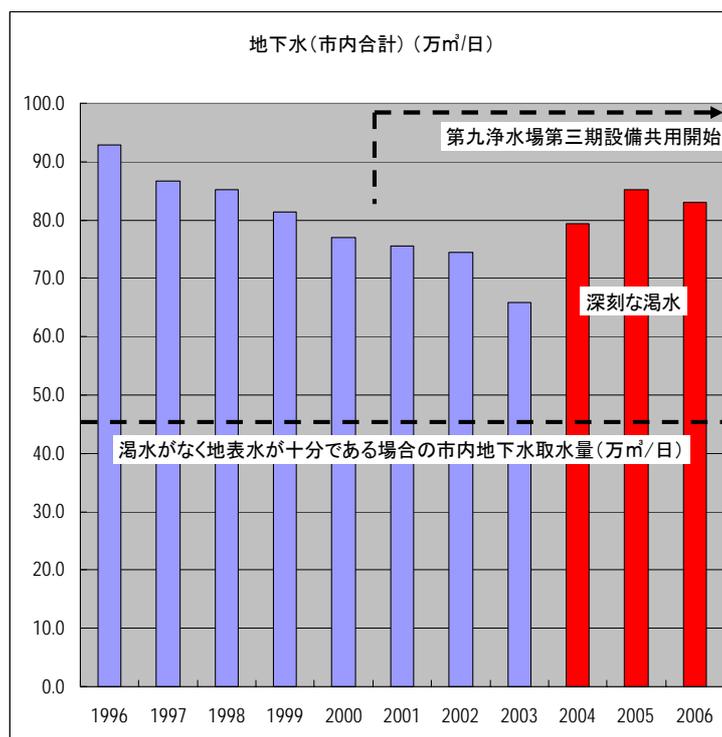


図2 北京市中心部からの地下水取水量
 出展：北京市自来水集团有限责任公司 質問票追加回答
 注記：点線は、第9浄水場が地表水処理量を現在の日最大処理量（138.3万m³/日）まで高めた場合の市内地下水取水量の推計値。

2.3.5 内部収益率（IRR）

2.3.5.1 財務的内部収益率（FIRR）

便益を料金収入、費用を建設費、運営維持管理費（O&M費用）、税金、プロジェクトライフを28年として、FIRRを算出したところ、審査時5.49%（当行資料に基づく）に対して、評価時は5.67%となり、審査時の想定より若干高くなった（表7）⁷。

表7 本事業の収入とO&M費用

項目	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
料金収入（万元）	15,801	23,058	29,584	39,203	42,352	49,078	43,411
O&M費用（万元）	7,610	9,975	15,421	22,780	28,705	29,835	27,145

出所：北京市自来水集团有限责任公司

⁷ 算出の仮定として、稼働率80%に至るまで年率2%ずつ上昇、料金設定については、2007年以降2006年時点と変化しない。

2.3.5.2 経済的内部収益率（EIRR）

審査時において、EIRRは算出されていないが、評価時においては、本事業による水圧上昇および水質向上の支払意思額（Willingness to Pay: WTP）を用いて経済的便益を算出した。WTPは市民、サービス業事業者、工業事業者に対して受益者調査を行うことで算出した⁸。ここで、北京市全体の給水ネットワークから本事業の便益を抽出するために、便宜的に水圧上昇については第9浄水場全体における給水量、水質改善については第3期事業によって増加した給水量を対象とした。また、今後稼働率が高まるという見通しが得られたことから、FIRR算出時同様、平均給水量が施設稼働率80%に達するまで年2%ずつ増加するという仮定を用いて給水量を算出した。以上より、EIRRは15.55%と推計され、十分な便益があると評価できる。

2.4 インパクト

2.4.1 受益者の水圧・水質に対する認識

受益者である市民と事業所（工業企業、サービス業企業、政府系機関）を訪問し、個別聞き取り調査を実施した。回答数は市民、事業所それぞれ367部、100部であった。20%の市民が本事業後に「水質がよくなった」と答え⁹、水あか、におい、味、色、雑質の各項目についても「なし」あるいは「少々」という回答が事業後では事前に比べ増えている。水圧、水流については「持続給水が行われており、水流が十分」という回答が事前時点では50%であったのに対し、事後時点では80%と事業前後で約30%増加しており、「ピーク時の水量がやや弱く、たまに断水が起こる」あるいは「水流が弱く、たまに断水」という回答が事前時点では7%であったのに対し、事後時点では4%と減少しており、本事業が北京市の安定した水供給に一定の貢献をしたといえる。さらに、受益者との座談会では、夏期に水圧が低下することが多く、炊事のために水を運んだりためたりする必要があったが、現在は水圧が安定しており、家事労働が大幅に軽減されたとの発言があった。

なお、北京市においては、約260万m³/日の給水規模に対して、本事業は50万m³/日の容量拡大であり、その重要性は高いものの、北京における本事業のみのインパクトを取り出すことは難しい。また、もともと地下水を利用していた旧浄

⁸ 受益者調査においては、「水圧/水質がプロジェクト以前の状態に戻ることを回避するためにいくら支払いますか」に対する回答（現在の水道料金に対する百分率の形式）をWTPとして用いた。

⁹ 受益者調査によると、事業実施前水質については49%が「非常によい」、「よい」と回答しており、事業実施後の水質について、事前と比べ、20%が「よくなった」、56%が「ほぼ同じ」と回答している。

水場の置き換えも含まれるため、直接給水している経済開発区等を除くと水圧、水質に関する上記インパクトは必ずしも本事業のインパクトのみを抽出しているものではない点に留意する必要がある。

2.4.2 住民移転

実施機関によれば、当初移転世帯数は 300 戸を予定していたが、第一段階として本事業においては 104 の世帯が移転した。市政府からの補償金支給、住宅の提供は第 9 浄水場所在の朝陽区政府を通じて行われ、問題は発生していないとのことである。

2.5 持続性（レーティング：a）

2.5.1 運営・維持管理機関

審査時に想定されていた運営・維持管理機関は北京自来水公司であったが、1999 年 8 月 26 日より北京市自来水集团有限责任公司に名称が変更された。また、1999 年に北京市公用局が機構改革の一環として廃止されてからは、北京市市政管理委員会の直轄に入ることとなった。

2.5.2 運営・維持管理体制および技術力

現在、北京市自来水集团有限责任公司の下に 10 の子会社が設置されている。その一つである北京市第 9 浄水場会社が浄水場および取水施設の運営・維持管理を行っている。配水、料金徴収、運営・維持管理は北京市自来水集团有限责任公司の別の子会社が担当している。

審査時において、北京市自来水集团有限责任公司は、経験・実績を十分に有しており、その技術力に特に問題はないとされていた。評価時においては、第9浄水場のポンプ、塩素注入、水質検査などの管理部門の技術者は第1期、第2期、第3期工程（本事業）の設備を一括して管理しているが、その人数は表8の通りである。

表8 第9浄水場の従業員の職種構成（単位：人）

職種	管理職	専門技術者	整備運転作業員、技術労働者	事務	合計
人数	95	28	265	113	492

出所：北京市第9浄水場公司

管理職95名のうち、44名が技術者であり、うち5名の高級技術者、12名の中級技術者を含む。また、専門技術者28名のうち、2名は高級技術者、10名は中級技術者を含む。技術者や技術労働者は、定期的に研修を受け、一定の専門的知識や技能を有しているかどうか確認する資格認定制度も整備されている。また、技術力向上のため、試験機関（実証研究所）があり、大学や研究所などの専門機関とも連携し、常時技術力向上をはかっている。さらに、技術マニュアルやガイドラインも各職場で整備、管理されている。以上のことから、同機関は十分な技術力を有していると

評価できる。

コラム：オリンピック開催とそれ以降の対応

第9浄水場からの水は、配管やその他タンクなどの関連施設に問題がなければ「飲める水」であり、「飲める水」をオリンピック村に供給する予定である。オリンピック村は第9浄水場に隣接しており、すべて第9浄水場から水を給水する。また、選手村への給水規模は、5万トン/日であり、そのためにDN300～DN2200、総延長約30kmの新たな配管を敷設しつつある。

管理面については、オリンピック開催に向けて現在技術系職員を中心にトレーニングや研修を行っている。設備面については、第2期の設備にフランスから導入した沈砂地の処理能力を高める設備を加えた結果、処理能力が高まっている。また、第13期設備の沈砂地についてはクリーニングを行っている。

2.5.3 無収率¹⁰と漏水率¹¹

無収率はほぼ一定であったが、漏水率は2000年から急増している。その理由は、北京市自来水集団有限責任公司によると、配水管内の水圧の増加、配水パイプラインの延長、サービス地域の拡大に施設の老朽化、維持管理が追いついていないことがおもな要因となっているとのことであった。漏水率については世界的に見ると東京が3.6%、ロンドンで26.0%、モスクワ、マドリードでは約10%であり、著しく高い値ではないものの、施設整備、維持管理等により改善が望ましい。

表9 北京市上水道無収率と漏水率の推移（単位：%）

		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
無収率	計画	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7
	実績	10.5	8.6	8.9	8.2	11.9	16.2	17.4	15.2	16.7	16.7	16.5
漏水率	計画	8	8	8	8	8	16	16	16	16	16	16
	実績	10.0	8.1	8.3	7.6	11.3	15.5	16.7	14.5	15.9	16.0	15.8

出所：北京市自来水集団有限責任公司

¹⁰ 「無収率」とは、料金収入の対象にならなかった水量の浄水供給量に対する割合を指す。

¹¹ 「漏水率」とは、料金収入の対象にならなかった水量のうちにおける漏水部分（漏水量）の浄水供給量に対する割合を指す。

2.5.4 水道料金

北京市の水道料金は表10の通りであり、持続的な維持管理、財務状態の改善のために価格調整が繰り返されている。実施機関によれば、価格調整は物価上昇率を踏まえたものであり、現在のところ価格上昇に対する社会的受容性について、特段問題は生じていない。

表10 北京市の水価格の推移（単位：元/m³）

元/m ³	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
生活	0.5	0.7	1	1.3	1.6	1.6	2	2.4	2.8	2.8	2.8
工商業	0.8	1	1.3	1.6	2.4	2.4	2.9	3.2	4.1	4.1	4.1
行政事業	—	—	—	—	—	—	—	—	3.9	3.9	3.9
サービス業	1.2	1.2	1.5	1.8	2.8	2.8	3.8	4.2	4.6	4.6	4.6
高級ホテル	2	2	2.4	2.7	3.8	3.8	3.8	4.2	4.6	4.6	4.6
飲用水、洗車	—	—	—	—	10	10	16	20	40	40	40
高級先浴	—	—	—	—	5-30	5-30	8-50	10-60	60	60	60

出所：北京市自来水集团有限责任公司

2.5.5 財務状況

北京市自来水集団の財務状況は表11の通りである。

表11 2003～2005年北京市自来水集団有限責任会社の主要財務データ

財務データ	2003年	2004年	2005年
流動資産（万元）	15,8191	207,330	215,905
固定資産（万元）	566,980	563,615	641,507
資産総額（万元）	898,282	995,051	1,065,941
流動負債（万元）	107,306	175,364	212,898
負債総額（万元）	217,399	286,773	332,338
自己資本（万元）	680,883	708,278	733,603
売上高（万元）	107,453	162,407	186,442
純利益（万元）	2,517	542	-16,766
減価償却費（万元）	39,915	42,656	47,680
現金および現金同等物期末残高（万元）	97,034	139,768	128,304
流動比率（％）	147	118	101
売上高純利益率（％）	2.34	0.33	-8.99
総資本純利益率（％）	0.28	0.06	-1.57
純利益／（純利益＋減価償却費）（％）	5.9	1.3	-54.2
減価償却費／（純利益＋減価償却費）（％）	94.1	98.7	154.2

出所：北京市自来水集団有限責任公司

2003～2005年の財務データによれば、北京市自来水集団有限責任会社の財務状況はあまりよくない状況である。2005年度に純利益が大幅に減少した理由として、自来水集団は、原水コストと動力費が上がったこと、配水管網を大幅に増設したこと、管の老朽化による補修費用の増加を挙げている。

安全性の指標としての流動比率は各年とも基準となる200%に達しておらず、財務的安全性に不安が残るように思われる。また、収益性についても、売上高純利益率と総資本純利益率がきわめて低いため、問題点がある。だが、キャッシュフローおよび現金および現金同等物期末残高は上昇する傾向が見られ、収入と費用のバランス（表7）を見ても、収益性は確保されているようである。また、これまでのところ公的資金は入っておらず、持続性が危ぶまれる状況ではない。

3. フィードバック事項

3.1 教訓

北京市では市民に対しての節水の呼びかけが大きな成果を挙げている。浄水場

の整備を行う事業においては、節水等の施策は事業計画における適切な需要予測を行ううえで重要な要素となるため、事業と一体的に行うことが望ましい。また、同市のように水道料金価格上昇に対する社会的受容性がおおむね高い場合は、料金上昇による更なる節水効果が期待できる（物価水準やユーザーの所得水準の上昇と比べて料金設定の上昇が低い場合、節水インセンティブが強く働かない）。

3.2 提言

交通セクターや鉱工業セクターなどと異なり、資源制約の大きい上水道セクター等においては、運用・効果指標の値が大きいほど事業効果が高いとは評価できない。今後は事業の特殊性を考慮した運用・効果指標、レーティングのあり方を検討すべきであろう。

北京市においては、渇水への対応として節水を促進し、郊外の地下水源開発を行っているため、結果、給水量等の指標については計画値を十分に満たしていない。また、コスト削減、道路建設計画等の他計画との調整をはかるため、事業期間の延長やスコープの追加を行っている。これらの取組みはよいガバナンスの現われといえるが、一方で、計画値との比較を行う現行の評価手法においては、有効性、効率性が低いとの評価になりかねない（本事業の評価においてはそれぞれの要因を配慮し、例外的なレーティングを行っている）。今後は、以上のような事業実施にかかわるさまざまな事情や取組みを積極的な意味で勘案できる評価方法やレーティング手法を開発・採用することも検討すべきである。

主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
①アウトプット		
1) 取水施設拡張	懐柔ダムの取水能力増強	計画通り。
2) 導水管新設	懐柔ダム—第 9 浄水場間（口径 2200mm×42km（鋼管）、導水能力 52.5 万m ³ /日）	計画通り。
3) 浄水施設拡張	第 9 浄水場（既存の処理能力 100 万m ³ /日に加え、150 万m ³ /日に増強）	ほぼ計画通り。 （処理負荷増加への対応として、傾斜板を設置。）
4) 配水管網	口径 1400—2200mm、鋼管、総延長 48.3km	口径 1600—2200mm、鋼管、延長 191.8km
5) コンサルティングサービス	入札補助、施工管理補助等	計画通り。
②期間	1996 年 10 月～2001 年 6 月 (57 カ月)	1996年12月～2005年8月 ^(注1) (105カ月) 1996年12月～2002年12月 ^(注2) (73カ月)
③事業費		
外貨	14,680百万円	12,161百万円
内貨	17,316百万円	26,048百万円 ^(注1) 19,251百万円 ^(注2)
合計	(現地通貨：144,317万元)	(現地通貨：178,046万元 ^(注1) 、 131,586万元 ^(注2)) 38,209百万円 ^(注1)
うち円借款分	31,998百万円	31,412百万円 ^(注2)
換算レート	14,680百万円 1 元 = 12.00円 (1995年)	12,161百万円 1 元 = 14.63 円 (1996～2005年平均)

(注1)：全スコープを対象とした場合の期間および事業費

(注2)：配水管網の延長分（約 143km、6,797 百万円）を除いた場合の期間および事業費