

0. 要旨

本事業は、昆明市において、同市北部の掌鳩河上流にダムを建設、併せて上水道施設を建設することにより、給水能力不足及び今後の水需要への対応、並びに安全性の高い上水の安定的供給をはかり、もって生活・衛生環境の改善および地域経済の発展に寄与することを目的としていた。妥当性について、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、評価は高い。事業費は計画を上回り、事業期間も若干計画を上回ったため、効率性は中程度である。有効性については、給水能力不足及び水需要への対応と同時に、安全性の高い上水の安定的供給をはかり、生活・衛生環境の改善及び地域経済の発展に寄与しており、概ね計画通りの効果発現が見られ、有効性は高い。また、本事業の持続性についても、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と判断される。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

1. 案件の概要



プロジェクト位置図



第7浄水場（沈殿池及び事務所棟）

1.1 事業の背景

中国では79年から始まった改革開放政策の下、積極的な企業誘致等を進めるための環境整備の一環として、特に沿海部大都市を中心に、上水道施設の新設、改善等がなされていた。98年時点における都市の一人当たり生活用水給水量は214リットル/日と、都市部においては日本（1997年東京都の例では248リットル）と同レベルに達し、都市における上水道普及率は96%と80年の81%、90年の89%から着実に改善していた。一方、比較的経済発展の早かった沿海部に続き、内陸の中大規模都市においても90年代中頃より、急速な工業化と人口集中による都市化の進行に起因した工業用水、生活用水等水需要の急増による供給ギャップが問題となっていた。

雲南省の省都である昆明市は、中国西南部の中心都市として、また、特に近年ではタイ

等近隣諸国との中継貿易地として急速な発展を示していた。一方、昆明市を支える都市インフラ、特に上水道については人口、産業需要の増加等により、年々需給が逼迫しつつあり、今後とも予想される需要増加に対応するためには、設備能力の増強が急務となっていた。また、同市は、従来、填池（湖水）を水道水の取水源としていたが、近年、同池の水質汚染悪化はひどく、水道水の水源としては、不適當とされていた。

1.2 事業概要

昆明市において、同市北部の掌鳩河上流にダムを建設、併せて上水道施設を建設することにより、給水能力不足及び今後の水需要への対応、並びに安全性の高い上水の安定的供給をはかり、もって生活・衛生環境の改善および地域経済の発展に寄与する。本事業位置図を図1に示す。

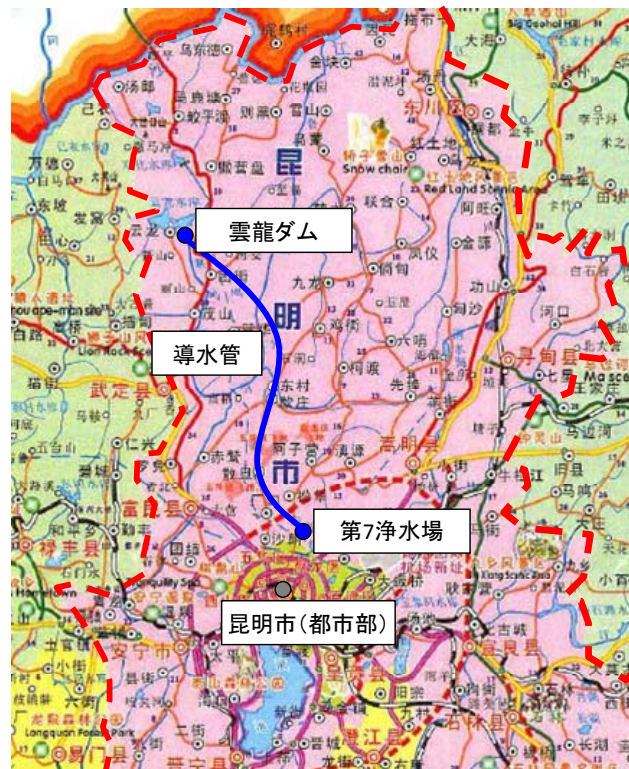


図1 事業位置図

円借款承諾額／実行額	20,903 百万円／20,554 万円
交換公文締結／借款契約調印	2000 年 3 月／2000 年 3 月
借款契約条件	金利 1.70%、返済 30 年（うち据置 10 年）、 一般アンタイド、コンサルタント：金利 0.75%、返 済 40 年（うち据置 10 年）、二国間タイド
借入人／実施機関	中華人民共和国政府／昆明市人民政府
貸付完了	2008 年 7 月
本体契約	China Water Conservancy & Hydropower Engineering Bureau No.4 (中), The 13 th Engineering Bureau of China Construction Company (中), Zhong Tie No.19 Engineering Bureau Co., Ltd. (中), CNTIC International Business Company (中), China Railway Engineering Corporation (中), The 16 th Engineering Bureau of CRCC (中), Cooperativa Muratori & Cementisti C.M.C. Di Ravenna Soc. AR. (伊), Shaanxi Provincial Bureau of Water & Electric Engineering (中)
コンサルタント契約	電源開発
関連調査（フィージビリティ・スタディ： F/S）等	雲南省水利水電勘测設計院による F/S（1997 年 6 月）、 雲南省環境科学研究所による EIA（1998 年 10 月）
関連事業	

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

川畑安弘（三州技術コンサルタント株式会社）

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：2010 年 12 月～2011 年 12 月

現地調査：2011 年 2 月 20 日～3 月 5 日、2011 年 5 月 15 日～5 月 28 日

3. 評価結果（レーティング：A¹）

3.1 妥当性（レーティング：③²）

3.1.1 開発政策との整合性

中国政府は第 9 次 5 年計画（1996-2000）において地方都市上水道インフラ整備を重点課題と位置づけ、計画期間中に全国給水量を 4,000 万 m³/日増加、都市上水道普及率 96%の達成、一人当たり給水量を 40 リットル/日増加する目標を設定していた。1998 年までに増加した設備能力は 1,315 万 m³/日であり、建設中であった設備を考慮すると 2000 年までに目標は達成できる見込みであった。都市上水道普及率は 98 年までに目標を前倒して達成しており、一人当たりの生活用給水量も目標（210 リットル/日）を超え、214 リットル/日であつ

1 A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

2 ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

た。しかしながら、絶対的水不足である地域は依然として存在していたため、2001年から開始される第10次5カ年計画においても、上水道整備は都市整備計画の主要項目であった。

雲南省第9次5カ年計画（1996-2000）及び2010年までの開発目標では貧困削減を図り、経済発展を促進するとしており、特に、農村経済、エネルギー部門、煙草・重電・食品産業の振興等を重点項目としていた。そのために、都市インフラの整備を進めるとし、上水道セクターに関しては、水道管網の整備、用途別給水、浄水場の新設/増強（第一浄水場、第六浄水場）等を実施し、2000年には、市の給水能力を1995年時点での49万m³/日から83万m³/日まで高めるとしていた。

第11次5カ年計画（2006-2010）において、中国政府は都市のための水源保護をさらに強化し、水供給施設の建設を推進するとしている。また、第12次5カ年計画（2011-2015）においても、水源保護を重要課題として、老朽化した小規模貯水池の強化/整備、大中規模灌漑施設の改築、旱魃対策工事、地方部小規模水源施設保護整備の促進、及び耕作地の水資源対策工事の強化を進めるとしている。

雲南省第11次5カ年計画（2006-2010）では、安全な水道水供給のため、貯水施設建設を加速するとともに、現在、地方部で水道水のサービスを受けていない住民への水道給水率を高めるとともに、都市への給水量もさらに増量するとしている。

審査時及び事後評価時ともに、国家開発計画、雲南省、昆明市の開発計画において水源/上水道の整備/普及が優先課題となっており、本事業は国家政策及び対象地域の開発計画と合致している。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

雲南省省都の昆明市を支える都市インフラ、特に上水道については、人口増加、経済発展により年々需給が逼迫しつつあり、設備能力の増強が急務となっていた。また、同市は従来、湖水（填池）を取水源としていたが、近年、その水質が悪化し、取水源として限界になっていた。このことから、同市北部に位置する掌鳩河上流におけるダム建設、市内までの導水管の敷設、浄水場及び送配水施設の建設を含む水需要への対処を目的とした本事業は開発ニーズに整合していた。

昆明市（市区）は、2008年時点で約306万人の人口を有するが、2020年までに450～500万人規模の都市になると想定されている。従って、都市の発展にとって、給水能力の増強は最重要課題となっている。

本事業対象地域は、経済発展と共に人口が増加し、引き続き水需要が高いことから、事業実施のニーズは審査時及び事後評価時点ともに高い。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

海外経済協力業務実施方針（1999年12月1日に公表され、2002年3月まで有効）によると、中国への援助方針として民間部門や資本市場の発展を促進し、市場経済化を推進する同国のバランスの取れた発展を促すため、内陸部重視による国内の地方間格差是正や自主的な経済発展に資する経済・社会インフラ整備等の支援に重点が置かれていた。審査時点では、本事業はわが国の援助政策に合致している。

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：②）

3.2.1 アウトプット

本事業におけるアウトプット（計画及び実績）を表1にまとめた。

表1 アウトプット比較（計画/実績）

項目	計画	実績
① 雲龍ダム ³	<ul style="list-style-type: none"> ・ 堤頂長 約 240m ・ ダム高 約 80m ・ 貯水量約 4 億 m³ ・ 湛水面積 20km² ・ 鉄筋コンクリート重力式ダム 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 約 240m、計画通り ・ 77.3m、ほぼ計画通り ・ 約 4.84 億 m³（約 2 割増） ・ 20km²、計画通り ・ 計画通り
② 導水トンネル ⁴	<ul style="list-style-type: none"> ・ 雲龍ダムより第7浄水場まで 約 100km 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 約 100km、計画通り
③ 第7浄水場	<ul style="list-style-type: none"> ・ 浄水能力 40 万 m³/日（第1期） ・ 凝集沈殿急速ろ過法 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 浄水能力 40 万 m³/日、計画通り ・ 計画通り
④ 送配水施設	<ul style="list-style-type: none"> ・ 送配水管延長約 90km ・ ポンプ場 2 箇所、能力各 5 万 m³/日 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 93.4km、ほぼ計画通り ・ ポンプ場 2 箇所、能力各 5 万 m³/日 計画通り
⑤ コンサルティング・サービス	<ul style="list-style-type: none"> ・ 詳細設計/入札図書作成、入札補助 ・ 施工監理及び高難度施工における補助 ・ 環境配慮を含む技術補助 ・ 役務量（外国人）3人 40M/M、（ローカル）3人 10M/M 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 業務内容 計画通り ・ 役務量（外国人）8人 44M/M（ローカル）5人 10M/M

注1： 浄水場の第2期工事（浄水能力 20 万 m³/日）は 2007 年着工、土木工事は 2010 年 10 月末までに完成。

表1に示すとおり、本事業におけるアウトプット（雲龍ダム、導水トンネル、第7浄水場及び送配水施設の建設）は総体的にはほぼ計画どおりに達成された。

ただし、コンサルティング・サービスについては、審査段階で、トンネル技師 2 名、構造物専門家 1 名の計 3 名（外国人）を想定していたが、工事中、さらに専門性の必要な分野（地質/土質工学、水利/工学、環境等）が明らかとなり、5 名の専門家の増員が行われた。ただし、インプット（M/M）は契約の範囲内で微増（10%）に留まっている。

3 （参考情報）横浜市、川崎市、相模原市等神奈川県全域 2/3 の地域（人口約 8 百万人）への上水道供給の水源地である宮ヶ瀬ダム（多目的ダム）のダム諸元は次のとおりである。堤頂長 400m、ダム高 156 m、貯水量 1.93 億 m³、湛水面積 4.6 km²。

4 導水管延長 100km ということは、おおよそ、箱根の芦ノ湖から東京都心までの距離であり、8 ページの写真に見られるように山岳地帯の地形に沿い、内径 3m の導水管を敷設したものである。総延長 100km の約 90%、90km はトンネルを掘削し、管を敷設したものであり、資機材の現場への搬入、急峻な山岳地帯での工事は難工事であった。



雲龍ダム（貯水池及び取水塔）

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

審査時に積算された総事業費は 534 億 1,200 百万円（うち、円借款は外貨分のみに充てられ、総額 209 億 300 百万円、残りは雲南省及び昆明市政府負担）であったが、実績は 690 億 7,600 百万円（うち、円借款は 205 億 2,600 百万円、残りは雲南省及び昆明市政府負担）であり、計画を上回った（対計画比 129%）。また、現地通貨ベース（中国元）では対計画費 137%であった。（表 2 参照）主な事業費増加の理由は以下のとおりである。

- 1) 雲龍ダム：i)貯水池予定地の地質条件が悪く、現地に則した設計変更を行った、ii) 貯水池周辺に管理用道路を追加工事として実施、iii)管理事務所棟及び管理職員用宿舍の追加工事を実施、及び iv)取水送水用機材の追加購入を行った。
- 2) 導水施設：F/S 時の計画段階では十分把握しきれなかった、現場の地形・地質状況が厳しく、導水トンネルの掘削量の大幅な増加等、設計変更が数多く生じた。また、導水管敷設箇所へのアクセス工事用道路の工事費が計画段階で計上されていなかったことも大きな要因である。

表2 事業費比較（計画値/実績値）

項目	計画値					実績値				
	外貨	内貨		合計		外貨	内貨		合計	
	百万円	百万円	百万円	百万円	百万円	百万円	百万円	百万円	百万円	百万円
雲龍ダム	708	256	3,846	303	4,554	444	574	8,098	605	8,542
導水施設	14,180	326	4,889	1,271	19,069	16,552	1,116	15,757	2,289	32,309
浄水場	1,899	207	3,100	333	4,999	1,886	213	3,007	347	4,893
送配水施設	2,057	111	1,671	249	3,728	1,490	168	2,376	295	4,166
税金・管理費	0	229	3,435	229	3,435	0	73	1,037	73	1,037
物価上昇費	930	193	2,890	255	3,820					
予備費	989	96	1,446	162	2,435					
コンサルティング・サービス	140	0	0	9	140	154	0	0	11	154
用地取得		605	9,080	605	9,080	0	834	11,766	834	11,766
事業実施中金利		144	2,156	144	2,156	0	440	6,209	440	6,209
合計	20,903	2,167	32,509	3,561	53,412	20,526	3,418	48,250	4,894	69,076

出典：審査資料集及び質問票回答書

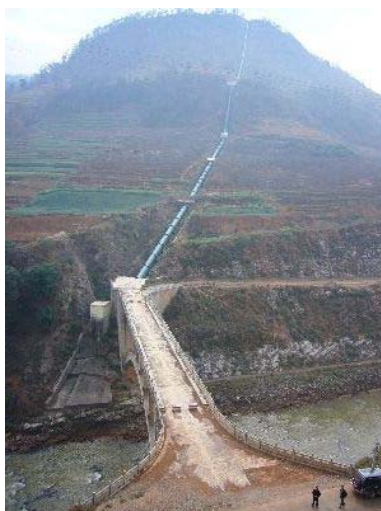
注1：計画時の為替レート：1元=15円、評価時点での1元=14.114円（評価者が調べた2000年—2008年の単純平均値）

注2：貸付実行額はJICAの記録では、20,554百万円となっているが、実施機関の話では、28百万円は中国輸出入銀行へ返却したとしている。

- 3) 用地取得費：民間個人へ支払う用地取得費及び家屋、耕作地、森林、果樹園等の移転補償費の他に、少数民族世帯の移転移住については、その民族の持つ文化、習慣、ライフスタイルを保持するために必要な施設・インフラ（教会、墓地、学校等）をコミュニティー単位で別途、整備したことによる費用の増加が発生。
- 4) 事業実施中金利：国内金融機関からの内貨による借り入れ分が当初予定の3倍に増加したため、金利も増加。

3.2.2.2 事業期間

事業実施期間は、計画を若干上回った。審査時に計画された2000年3月（L/A調印月）より2006年4月（事業完成）の74ヶ月に対して、実績は2000年3月（L/A調印月）より2007年3月（給水開始）の85ヶ月であり、計画比115%であった。当初の全体工程上、クリティカルパスとなっていた導水施設については、工事着工前に現場での地質調査、実地測量、詳細設計に十分時間を掛けたことにより、着工が約2年遅れたが、実際の工期は10ヶ月短縮されてため、事業完成（給水開始）の遅延は11ヶ月に留まっている。なお、送配水施設の工事は給水開始時点（2007年3月）において、既に92.7km完成していたが、残り0.7km区間については昆明市の都市計画変更の影響を受け、計画の確定後2010年6月に、自己資金により完工している。



導水管網

以上より、本事業は事業費については計画を上回り、事業期間についても若干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：③）

3.3.1 定量的効果

3.3.1.1 運用効果指標

(1) 昆明市における上水道施設能力の向上

表 3 に昆明市における水需要量/給水能力の需給バランスを示す。

表 3 昆明市における水需要量/給水能力の需給バランス

単位：万 m^3 /日

年	2005	2006	2007	2008	2009	2010
給水人口（万人）	165	180	210	245	275	299
水需要量 ①	114	117	122	130	140	152
給水能力 ②	96.5	102.5	142.5	142.5	142.5	162.5
需給バランス（②－①）	-17.5	-14.5	20.5	12.5	2.5	10.5

出典：実施機関

注 1：2005 年の給水能力 96.5 万 m^3 /日から 2006 年での 102.5 万 m^3 /日に増加された理由は 6 万 m^3 /日の能力を有する浄水場（羅家宇營）が新設されたことによる。

注 2：本事業による浄水場第一期工事分（40 万 m^3 /日）は 2007 年 3 月に給水開始、借款対象外の第 2 期工事分（20 万 m^3 /日）については 2010 年 10 月に給水開始。

本事業の完成により、給水能力は水需要量を上回り、上水の安定的供給が可能となった。実施機関によると、2010 年に、100 年確率で発生する旱魃が雲南省を襲ったが、本事業で建設された貯水池、浄水施設のお陰で昆明市市区では断水を経験することもなく、市民の日常生活も影響を受けることも無かったとのことであった。

(2) 雲龍ダムからの原水送水量

表 4 雲龍ダムからの原水送水量

単位：(万 m^3 /日)

	2005年	2009年	2010年
原水送水量	53.7	57.0	60.5

雲龍ダムからの原水送水量は2005年から徐々に増加し、現在では、第7浄水場の処理能力(60万 m^3 /日)に等しい原水が送水されている。雲龍ダムからの原水送水量は昆明市への給水量の約70%を占め、昆明市のライフラインとなっているが、雲龍ダムからの原水送水能力には、まだ幾分余裕がある。

(3) 安全性の高い浄水の供給

雲龍ダムから送水される原水の水質は、国家基準第2級⁵の基準を満たしている。さらに、第7浄水場から送配水される水道水の水質は、すべての国家基準検査項目(濁度、総細菌数、大腸菌数、マンガン量、鉄分量、鉛量等)に関して、基準を満たしており、水道水として適切であることが市環境局当局から証明されている。

3.3.1.2 内部収益率

(1) 財務的内部収益率(FIRR)

審査時及び評価時におけるFIRRを表5に示す。

表 5 審査時及び評価時におけるFIRR

	審査時	評価時
FIRR	6.2%	1.84%

便益：水道料金収入(現時点での料金は2.45元/ m^3)

費用：建設費、運営・維持管理費

プロジェクトライフ：50年

評価時のFIRRが低い理由は、実際の事業費が対計画事業費137%と増加したことと、水道料金も計画時点での想定料金(3.2元/ m^3)ほど値上げにならなかったことによる。

3.3.2 定性的効果

(1) 急増する水需要への対応

本事業完成後(2007年)、2010年には第7浄水場第2期工事も完成し、昆明市民への安定した給水が可能となった。現在、雲龍ダムからは、60~70万 m^3 /日の原水が昆明市へ送水され、60万 m^3 /日は第7浄水場で浄水され、残りは他の浄水場へ送水されている。

5 給水能力50-100万 m^3 /日を有する浄水場に適用。

(2) 安全性の高い上水の安定的供給

2007年3月に雲龍ダムからの原水送水が開始されて以来、それまでの主要取水源であった填池（湖水）からの取水は水質に問題があるため停止され、その結果、昆明市民へ給水される水道水の水質は改善されている。また、安定的供給については、昆明市自来水公司による給水サービスに対し、昆明市民からの苦情電話件数（断水、水圧不足、水質に関するもの）が2006年において24,273件（同社顧客サービス課が受信した電話回数の約42%）あったものが、本事業完成後の2009年には、本事業対象地域外からの通話が殆どで、7,891件（約70%減で、同社顧客サービス課の受信回数の約5%）まで、激減していることから裏づけされている。

事後評価では、事業対象地区において、インタビュー形式による受益者調査を行った。回答者数はビジネスマン7人、会社従業員61人、教師7人、学生2人、公務員13人、その他10人の合計100人、回答者の性別による比率は女性39%、男性61%である。受益者調査回答者の96%の人が、本事業の生活水準向上への貢献を評価していることが確認された。その他、受益者調査の主な結果は次のとおりである。

- 1) 水の安定的供給への貢献：91%
- 2) 給水量が十分であるとの認識：94%
- 3) 水圧が大きく改善されたとの認識：93%
- 4) 水質（濁度、味、臭い）が改善されたとの認識：93%
- 5) 家事に要する時間の短縮⁶：95%（短縮と認識）

上記結果より、本事業は生活・衛生/環境の改善に貢献していると評価されている。

以上より、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

(1) 地域経済発展への貢献

本事業対象地域（昆明市）への投資額及び輸出額の変化を表6に示す。

表6 昆明市への投資額及び雲南省輸出額

	2006	2007	2008	2009	2010
投資額 (億ドル)	151.95	197.13	251.12	346.13	467.28
昆明市輸出額 (百万ドル)	2,330	3,261	3,542	2,972	5,327

出典：実施機関

6 事業完成以前は、昼間、断水、水圧不足等があり、夜に容器に貯める等の余分な時間が掛かっていたが、現在は、いつでも栓をひねれば、水が出る状況に改善された。

本事業により、一般家庭への安全性の高い上水の安定的供給が可能となったと同時に、商業、工業目的にも十分な給水が可能になった結果、ペプシコーラ、ネスル、キャタピラー社等の外国企業を含む企業進出（製造業主体）/投資が増加し、近隣諸国（タイ、ベトナム、ラオス等）への輸出も増加している。なお、2009年における輸出額減少は、2008年9月のリーマンショックにより、世界の経済状況が悪化したことが主因である。

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

審査時点では、ダム建設に伴う下流水への影響（水質、水量）及び浄水処理過程で発生する汚泥に関する2項目が懸念事項とされていた。下流水への影響（水質）については、雲龍ダムは貯水池であり、不純物の沈殿及び自己浄化作用により、ある程度、浄化された水を放流しているため、マイナスの影響は認められない。水量に関しては、ダム建設の目的の一つが、下流地域の灌漑施設への給水であり、過去数年の旱魃期には灌漑施設への給水も行われ、特に問題は発生していない。また、浄水処理過程で発生する汚泥は浄水場内の処理施設で乾燥/圧縮され、指定された埋立地に運ばれ、廃棄されており、特に問題は発生していない。

(2) 住民移転・用地取得

本事業に際して、主としてダム湛水地域において実際に取得した用地面積（約85ha）、移転住民数（約11,800人）及び用地取得費/移転補償費（用地買収関連諸費用652.57百万元、補償（住民へ支払った金額）181.08百万元、計833.65百万元）は審査時点での計画値の約4割増となっている。

実施機関によれば、住民移転に関しては、住民移転計画が作成され、買収/移転対象の用地、建物/家屋、森林、耕作地、果樹木等について、品目毎にその価値を判断、基準単価を適用し、補償が支払われた。個人所有物については世帯毎に、自治体もしくは地域コミュニティに帰属するものについては、その集合体に対して補償が支払われた。また、約11,800人にも及ぶ移転住民は2002年12月28日までに、昆明市郊外の安寧市、官渡区、西山区等に移転した。移転住民の中には少数民族世帯も含まれているが、実施機関によると、移転先でも、古来の習慣、文化、ライフスタイルが維持できるよう、居住区内に文化施設が設けられる等、十分な配慮がなされているとのことであった。また、評価チームが現地調査（西山区）を行った際にも、住居、教会、集会所等が建設されていることを確認するとともに、一部住民との対話で補償に満足しているという回答を得た。

自治体及び受け入れ先コミュニティが準備した補償、福利内容には以下が含まれている。

- 1) 耕作地：1,000～1,300 m²/人
- 2) 住居用土地：100～150 m²/世帯（家族員数による）
- 3) 住居：22 m²/人（レンガ作り家屋）

- 4) 森林及び墓地：転居地の実情に則した面積
- 5) 近隣の学校への通学路
- 6) 継続的な支援：600 元/人/年（2006 年 7 月以降、20 年間）

以上から、本事業においては、適切な補償・支援により、用地取得・住民移転による社会影響は十分に緩和されていると言える。

3.5 持続性（レーティング：③）

3.5.1 運営・維持管理の体制

2006 年に、昆明市自来水公司（昆明市 100%出資）はフランスのヴェオリア水道会社との共同出資による昆明通用水務自来水有限公司を設立、同会社に第 7 浄水場の運営維持管理業務及び水道事業業務を委託した。同会社の第 7 浄水場の運営維持管理に従事する職員数は 61 名で、その内訳は 15 名が事務職、46 名が技術職である。また、定期的な維持管理及び総点検を含む修理を担当する同会社の維持管理部の職員数は 34 名であり、ビジネス運営部の職員数は 14 名である。

また、本事業下での供水開始後、昆明市は、2009 年 5 月に別法人として雲南豊源水務股份有限公司（昆明市自来水会社が 60%、雲南都市投資建設有限公司が 40%出資）を設立し、これが取水施設（雲龍ダム）の運営維持管理及びローン返済責務を含む全体的な管理責務を負っている。

3.5.2 運営・維持管理の技術

昆明通用水務自来水有限公司において、第 7 浄水場勤務の技術職 46 名の内、10 名が水処理専門の上級技術員であり、残りの 36 名が技術員である。維持管理部職員 34 名の内、21 名は専門性（高電圧運用、電気技師、危険物取り扱い等）を有する職員である。これらの職員に対しては、同公司人事部が定期的に、日常業務に関する研修プログラムを実施している。さらに、共同出資者のヴェオリア水道会社から年に数回、専門家が派遣されており、2010 年 8 月には、水道専門家が水処理過程について、機材専門家が機材の運用維持管理について、それぞれ課題別研修を実施している。さらに、社内より選考された職員が昆明以外の外部研修にも派遣されており、人材育成/研修には会社としても、取り組んでいる。

3.5.3 運営・維持管理の財務

事業実施期間中の実施機関、昆明市自来水会社に代わって、現在は雲南豊源水務股份有限公司が取水施設の運営維持管理及びローン返済責務を含む全体的な管理責務を負っているが、同会社の主な収入源は原水の販売益（昆明通用水務自来水有限公司に販売）及び雲南省及び昆明市からのローン返済に充てられる資金拠出金である。2010 年の雲南豊源水務股份有限公司の収支状況を表 7 に示す。

表7 雲南豊源水務股份有限公司の収支状況（2010年）

項目	百万元
収入：営業収入	114.69
非営業収入	143.87
支出：運用維持管理費用	68.63
機材及び固定資産原価償却	96.31
財務費用	65.31
営業利益：	28.32

2010年の雲南豊源水務股份有限公司の収支状況は黒字になっている。

なお、昆明通用水務自來水有限公司及び雲南豊源水務股份有限公司の両公司の大株主は昆明市自來水公司（どちらも昆明市100%出資）であり、実質、昆明市が水道事業を管理している。また、雲龍ダムを水源とし、第7浄水場からの送配水量が昆明市の給水量の約70%を占める本事業は昆明市にとってもライフラインであるため、財務状況悪化の場合には市からの補助金助成もあり、財務的には、安定していると考えられる。現行の水道料金は2.45元/m³（一般家庭）で他都市との料金（重慶、山東省煙台市の料金は2.8元/m³）と比較して、若干、低めであり、受益者調査結果でも、約9割の人が料金は適当と感じている。水道料金の改定は、会社の収支状況、他の公共料金等を勘案して、市の物価統制局が最終的に決定するが、現在整備中の下水道事業が順次、完成するにつれて、水道料金の見直しについても行われる予定である。

3.5.4 運営・維持管理の状況

雲龍ダムでの取水施設の運営維持管理については、雲南豊源水務股份有限公司がその責務を負っており、高品質な原水を供給できるよう、取水開口部の調整を行い、第7浄水場へ送水している。送水量については、取水施設送水口及び第7浄水場取入口で計量している。取水施設の維持管理については、規定・マニュアルに基づき、定期的実施されている。

第7浄水場の運営維持管理については、昆明通用水務自來水有限公司がその任に当たっているが、日常の運転から発生する問題は第7浄水場で対処している。もし、対処が困難な場合は同公司の運用部がその対応を行っている。また、定期的な維持管理及び総点検を含む修理については、同公司の維持管理部が担当している。

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. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、昆明市において、同市北部の掌鳩河上流にダムを建設、併せて上水道施設を建設することにより、給水能力不足及び今後の水需要への対応、並びに安全性の高い上水の安定的供給をはかり、もって生活・衛生環境の改善および地域経済の発展に寄与するこ

とを目的としていた。妥当性について、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、評価は高い。事業費は計画を上回り、事業期間も若干計画を上回ったため、効率性は中程度である。有効性については、給水能力不足及び水需要への対応と同時に、安全性の高い上水の安定的供給をはかり、生活・衛生環境の改善及び地域経済の発展に寄与しており、概ね計画通りの効果発現が見られ、有効性は高い。また、本事業の持続性についても、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と判断される。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

なし。

4.2.2 JICA への提言

なし。

4.3 教訓

本事業の主要なサブ・プロジェクトとして、雲龍ダム（貯水量約4億 m^3 ）、導水トンネル（約100km）、浄水場（40万 m^3 /日）、送配水施設（約90km）が含まれており、総事業費（実績）も約690億円にも上り、各サブ・プロジェクトそれぞれが大規模な土木事業であった。実際、事業実施中に、詳細な技術調査不足等により、設計・工事変更が生じ、また、用地取得・移転補償に関しても約40%の予算オーバーとなっている。このような事業規模の案件については、審査の質向上のため、外部専門家を審査チームへ参画させることが望ましい。サブ・プロジェクトごとに、よりきめ細かい技術的な妥当性のチェックを行うことにより、設計/工事変更の削減、ひいては事業費増加/工程の延長を最低限に留めることが可能と思われる。

主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
① アウトプット		
1) 雲龍ダム	<ul style="list-style-type: none"> ・ 堤頂長 約 240m ・ ダム高 約 80m ・ 貯水量約 4 億 m³ ・ 湛水面積 2km² ・ 鉄筋コンクリート重力式ダム 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 約 240m 計画通り ・ 77.3m ほぼ計画通り ・ 貯水量 約 4.84 億 m³ (約 2 割増) ・ 20km² 計画通り ・ 形式 計画通り
2) 導水トンネル	<ul style="list-style-type: none"> ・ 雲龍ダムより第 7 浄水場まで約 100km 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 雲龍ダムより第 7 浄水場まで約 100km 計画通り
3) 第7浄水場	<ul style="list-style-type: none"> ・ 浄水能力 40 万 m³/日 (第 1 期) ・ 凝集沈殿急速ろ過法 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 40 万 m³/日 (第 1 期) 計画通り ・ ろ過法 計画通り
4) 送配水施設	<ul style="list-style-type: none"> ・ 送配水管延長約 90km ・ ポンプ場 2 箇所、能力各 5 万 m³/日 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 93.4km ほぼ計画通り ・ ポンプ場 2 箇所、能力各 5 万 m³/日計画通り
5) コンサルティング・サービス	<ul style="list-style-type: none"> ・ 詳細設計/入札図書作成、入札補助及び助言 ・ 施工監理及び高難度施工における補助/助言 ・ 環境配慮を含む技術補助/助言 ・ 役務量 (外国人) 3 人 40M/M、(ローカル) 3 人、10M/M 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 業務内容 計画通り ・ 役務量 (外国人) 7 人 44M/M、(ローカル) 5 人 10M/M
② 期間	2000 年 3 月 (L/A) ～ 2006 年 4 月 (事業完成) (74ヶ月)	2000 年 3 月 (L/A) ～ 2007 年 3 月 (給水開始) (85ヶ月)
③ 事業費		
外貨	20,903百万円	20,526百万円
内貨	32,509百万円	48,250百万円
	2,167百万円	3,418百万円
合計	53,412百万円	69,076百万円
うち円借款分	20,903百万円	20,526百万円
換算レート	1元 = 15円 (1999年6月現在)	1元 = 14.114円 (2000年9月～ 2008年9月単純平均)

以 上