

第7章 環境

7.1 調査地域の環境

7.1.1 伊金霍洛旗の概要

ダム建設予定地および貯水池は内蒙古自治区伊克昭盟伊金霍洛旗内に位置している。また、ダムの集水域の約60%は伊金霍洛旗内にある。

伊金霍洛旗の人口は約13万人で、その内7%程度が少数民族である。少数民族の95%は蒙古族である。公共の場では蒙古語ではなく漢語が共通語として使用されている。中心都市は阿騰席連鎮で約1万人が居住している。経済的には牧畜業、農業が中心で山羊の毛から取れるカシミヤの一大産地である。主要農産物としては、とうもろこし、ひまわり、蕎麦、じゃがいも、高粱がある。近年では石炭開発も盛んに行われている。

伊金霍洛旗はオルドス高原のほぼ中央に位置し、旗の南部には広大な毛烏素沙漠が広がっている。地勢は西高東低で海拔1,200~1,500mの範囲である。中国の気候区分では中温帯亜干旱大区に属し、年間平均気温は5.7℃、年間降水量は250~440mmである。

旗の総面積は約6,000km²で、その90%は沙漠あるいは潜在的に沙漠化する危険性のある土地である。東部の烏蘭木倫河沿いや南部には流動沙丘地帯が存在する。一方、西部は比較的、地下水位が高く微塩水性の湖や池が点在している。

伊金霍洛旗は中国の植生区分では温帯草原地帯、生態地理動物群区分では半荒漠動物群に属している。旗内では72科237属400種余りの植物が確認されており、小葉灌木と沙漠植物が主体である。自然植生地帯では主に沙柳、油蒿（黒沙蒿）、樟条の3種が優占種である。伊金霍洛旗において詳細な動物種の調査は実施されていないが、哺乳類では兔や狐、イタチ、針鼠、モグラ、鼠類の生息が確認されている。鳥類ではサケイ（沙鷄）、雉、雉鳩、ミミズク、カササギ、陸鷗、鳶、鷺などが生息し、鶴や白鳥、鴨といった渡り鳥も渡りの途中、この地域で休息をとる。魚類では鯉、草魚、フナ、ドジョウなど13種（内11種が鯉科）が確認されている。その他の水中生物では蛙類やテナガエビ（草蝦）、タニシなどが確認されている。旗内には国家および省・自治区級の自然保護区は存在しないが、北端にある桃力南海は陸鷗の保護地区に指定されている。

オルドス高原およびその周辺で生息が確認された主な哺乳類を表7.1.1に、伊金霍洛旗の概略図を図7.1.1に示す。

とイネ科植物も僅かに見られる。

- 3) 密度の高い灌木地帯：居住地区周辺に見られ、沙蒿（キク科）と住民により植林された沙柳（ヤナギ科 *Salix mongolica Siuzev*）が優占種である。これらの沙柳は幅3～5m 間隔で1～2.5m おきに植林されている。傾斜地帯では蒙古虫実（アガサ科 *Corispermum mongolicum Iljin*）、王家塔の平地では拂子茅（イネ科 *Calamagrostis epigios*）などのイネ科植物や沙棘（グミ科 *Hippophae shamnoides L*）も存在している。
- 4) 農地：居住地区周辺および河川沿いの平地に見られ、とうもろこし、ひまわりが大部分を占めている。
- 5) 高木植林地：伊旗良種繁殖場および張家塔の河川沿いの平地に見られ、早柳（ヤナギ科 *Salix mastsudana Koidz*）とポプラ（ヤナギ科 *Populus simonii Carr, P. bolleana Lauche*）が5～7m 間隔で植林されている。
- 6) 栽培牧草地：伊旗良種繁殖場および王家塔の河川沿いの平地に見られ、主に沙打旺（マメ科 *Astragalus adsurgens*）が栽培されている。
- 7) 居住地：主に早柳とポプラが植林されている。
- 8) 河床および崖：ほとんど植生は見られない。

(2) ダム建設地・貯水池周辺の動植物

ダム建設地・貯水池周辺には自然保護区は存在しておらず、稀少または固有の動植物種も確認されていない。現地踏査期間中にダム建設予定地および貯水池周辺で兎やサケイ、鷺、カササギ、陸鷗、鴨、ドジョウ、蛙の生息および鼠類や鶴の足跡を確認したが、植生が乏しく、また水文状態が大きく変化する地帯であることから、生息数は僅かであると想像される。

上述した植物種以外に貯水池周辺で比較的多く見られる植物種には以下のものがある。

中国名	科名	学名
百里香	シソ科	<i>Thymus serpyrum</i>
本氏針茅	イネ科	<i>Stipa bungeana</i>
蒙古冰草	イネ科	<i>Agropyron mongolicum Keng</i>
造隠子草	イネ科	<i>Cleistogenes squarrosa</i>
及及草	イネ科	<i>Achnatherum splendens</i>
芦 葦	イネ科	<i>Phragmites australis</i>
咸 茅	イネ科	<i>Puccinellia distans</i>

(3) 緑化活動

伊金霍洛旗では官民とも緑化活動に積極的に取り組んでいる。緑化の主な方法は次の3つで、実際はこれらの方法をその土地の状況により組み合わせ利用している。

- ・わらや枯れ草などの自然の植物を使用して砂を格子状に仕切り固定する。これは「草方格」と呼ばれている。
- ・沙柳や紅柳などの灌木種、ポプラや油松などの高木種の植林。
- ・沙蒿（砂ヨモギ）や草木樨（アルファルファ）、苜蓿（うまごやし）、沙打王（紫もめんつる）などの固砂植物の播種。平坦な地域を広域に播種する場合は、飛行機からの空中播種を実施することもある。

神府東勝鉞区でも神華集団に属する東勝精煤公司緑化総会社が総合的な緑化活動を進めており、これまでに 75km² の緑化を実施している。この緑化総会社は各鉞区から 1t あたり 0.45 元 の環境保全費を徴収し、緑化以外にも排水処理や護岸保護など総合的な環境保全業務を実施している。個々の鉞区についてはその鉞区独自で緑化することになっている。これまでの経験では植生が育つまでに 80~100 元/畝（1 畝=666.7m²）の費用が必要となっている。神府東勝鉞区の緑化活動は神華集団の基本方針に則って実施されており、伊金霍洛旗が実施している緑化計画との直接的な関係はない。ダム予定地および貯水池周辺の緑化は主にその土地を請け負った農民により実施されている。

7.1.3 ダム建設予定地周辺の社会環境

(1) 上流域の社会環境

転龍湾ダムの集水域は伊金霍洛旗と東勝市内に広がり、伊金霍洛旗内の面積が 932.3km²、東勝市内が 603.7km²、総面積 1,536km²（閉鎖流域 402km² を含まない）である。この集水域の総人口は 4.24 万人で、人口密度は 27.6 人/km² と極めて低い。住民の生活は農業・牧畜業を主としており、農業・牧畜業従事者は 3.97 万人、一人当たりの平均耕地面積は 2,670m² である。一人当たりの年間平均純収入は 1993 年時点で 670 元と低く、この地域は国家の重点困窮救済地域の一つである。上流域の土地利用としては、約 60% が草地、18% が林地で、耕作地は 8% 程度である。

(2) 水没村落・施設の状況

水没する村落は交通条件が極めて悪く、経済生産基盤も周辺地域より劣っている。住民は主に農業・牧畜業に従事しているが、その生産水準および生活水準は低い。

現地踏査期間中に関連住民への簡単なインタビューを実施し、水没村落・施設の現況を調査した。なお、現地踏査でインタビューした住民はすべて、転龍湾ダム建設計画および移転について理解を示していた。調査結果は表 7.1.2 の通り。

1) 水没村落

表 7.1.2 水没村落の概要

村落名	人口	家屋数	農産物 (*: 主要農産物)	その他
高家塔	190	44	*とうもろこし、*ひまわり、ニンジン、カブ	送電線有り、羊と山羊 1,000 頭
張家塔	32	.	*とうもろこし、*ひまわり、根菜類	送電線有り、2 集落に分かれている、高木植林地有り
王家塔	138	.	*とうもろこし、*ひまわり、キビ、エンドウ、コウリヤン、ネギ、ジャガイモ	送電線有り、沙打旺の人口牧草地有り
劉家村	80	.	*とうもろこし、*ひまわり、ジャガイモ、ニンジン	送電線有り、居住区は散在しており、村全体の人口 170
布爾台二隊	60	.	*とうもろこし、*ひまわり	送電線有り

2) 伊旗良種繁殖場：牛、羊、豚を繁殖させる以外に、とうもろこし、ひまわり、高粱の生産や敷地内の人工貯水池で鯉、フナ、草魚、ハクレン、沢蟹の養殖を行っている。また、早柳の植林地もある。職員数は 50 人。

3) 転龍湾旅游渡假村：貯水池を利用した公園で、ボートや遊歩道が整備されている。入場料 1 人 3 元。

(3) 水没する産業基盤、文化財、インフラ施設

転龍湾ダム計画予備調査 (Pre-F/S) の結果によると、水没する地域内に鉱工業企業や郷鎮企業は存在していない。また、水没地域には重要な文化財や遺跡は存在しない。ただし、地元の住民が建てた廟 (社) は何カ所か存在すると思われる。現地踏査期間中に張家塔の北 (西烏蘭木倫河左岸) で小さな廟を確認した。

東烏蘭木倫河左岸に沿って東包神鉄道が走っている。また、ダム建設サイトから西烏蘭木倫河上流約 6km ところを送電線が通過している。その他、水没地内には重要なインフラ施設は存在しないが、水没地周辺の村落をつなぐトラクターや四輪駆動車のみ利用可能な簡易農道が河岸や河床に存在している。

(4) 下流部の橋梁

ダム建設予定地から約 70km 下流の勃牛河の合流部までには 4 本の道路橋 (ダム下流 12km、33.5km、34km、48km 地点) と 4 本の鉄道橋 (ダム下流 29km、31km、43km、56km 地点) が存在する。

(5) 転龍湾ダム計画予備調査 (Pre-F/S) 結果

1994年の転龍湾ダム計画予備調査 (Pre-F/S) による、満水位 1243m とした場合の移転住民数および水没する家屋や農地は表 7.1.3 の通り。

表 7.1.3 転龍湾ダム計画予備調査 (Pre-F/S) の水没地調査結果

水没する地域	4 郷 (布尔台格郷、紅海子郷、哈巴哈格希郷、納林陶亥郷) 8 村 (高家塔、張家塔、王家塔、劉家村など)
家屋数	132 戸
レンガ・木造家屋面積	8,400 m ²
土・木造家屋面積	2,736 m ²
家畜小屋面積	5,480 m ²
移転住民数	590 人
水田面積	900 畝
畑面積	446 畝
自然牧草地面積	3,250 畝
栽培牧草地面積	854 畝
養魚池面積	3 畝
用材林面積	1,520 畝
灌木林面積	1,135 畝
果樹園面積	93 畝
年間平均収入	約 600 元/人
移転候補地	巴図村塔、營盤台
総移転費用	1,132.1 万元

1 畝 = 666.7m²

(6) 石炭開発に伴う環境問題

探鉱や石炭開発用道路の建設による新たなガリ浸食の発生や採掘に伴う土砂の不法投棄により河川への土砂の流入量および堆積量が増加し、洪水時の通水能力が低下している。烏蘭木倫河大柳塔橋における河川断面積が 38%減少したとの報告もある。炭坑内の排水により、炭坑周辺で地下水位の低下や湧水量の減少が確認されている。また、炭坑排水により河川中の重金属が増加しているとの報告もある。その他、トラックがまき散らす石炭粉じんや表土に近い部分の坑道掘による地面の陥没といった問題も発生している。

図 7.1.2 に水没地周辺の環境概略図を示す。

7.2 環境影響予測

7.2.1 環境影響予測結果

転龍湾ダム計画予備調査（Pre-F/S）報告書をはじめとする収集資料および現地踏査結果より転龍湾ダム建設に伴う環境影響予測を行った。なお、影響予測は限られた情報を基に実施しているので、計画が具体化された際にはさらに詳細な調査が必要である。

予測結果を表 7.2.1 に示す。環境影響項目は「JICA 開発調査環境配慮ガイドライン XVI ダム建設」から引用した。また、重要な環境影響項目については 7.2.2、7.2.3 で対策を含めてその詳細を記述する。

表 7.2.1 環境影響予測結果

(1) 社会環境

環境項目		評定	根拠
人口	人口分布の変化	B	工事期間中に大量の建設労働者が一時的に流入する。
	移転	A	水没地内にすむ約 600 人の住民移転が必要になる。
産業	農林業	B	約 150ha の田畑・人口牧草地、約 100ha の用材植林地が水没する。
	水産業	C	伊旗良種繁殖場の養殖池が水没する。
	2次産業	C	貯水池の地下には採掘可能な炭層が存在する。
	3次産業	C	転龍湾旅游渡假村の一部が水没する。
コミュニケーション	地域分断	×	原則的に集落単位の移住となるので独立地や飛び地は発生しない。
交通	陸上交通への影響	A	既存鉄道約 6 km 間の付け替えが必要になる。公道は水没しないが、工事期間中に工事車両による周辺道路の交通渋滞が発生する。
	水上交通への影響	×	水上交通は行われていない。
水域とその利用	水利権・漁業権への影響	A	水資源の非常に乏しい地域なので、適切な水利権の調整が必要になる。
保健状況等	水域関連の疫病等の発生、伝播	×	マラリヤや住血吸虫といった水媒体の疫病は存在しない。
	工事中の衛生環境の悪化	B	工事関係者由来のし尿や廃棄物が発生する。
景観	景観の悪化	B	ダム・貯水池周辺には景勝地は存在しないが、ダム本体と貯水池の大規模人工構造物が出現する。
文化財	文化財への影響	C	重要な文化財は存在しないが、地元住民が建てた廟が水没する。

A：重大な影響がある B：中程度の影響がある C：小程度の影響がある

D：不明 ×：影響はない

(2) 自然環境 (地圏、水圏)

環境項目		評定	根拠
地 象	誘発地震等への影響	×	Pre-F/S 報告書によれば、貯水池周辺は誘発地震を引き起こすような地質構造ではない。
地 形	斜面崩壊	B	湖岸は砂質あるいは風化しやすい岩石で形成されているので、貯水により斜面の安定性が失われる。しかしながら、直接、地域住民や既存の経済基盤に被害を及ぼさないと想定される。
	背水領域堆砂	B	大量の土砂が貯水池へ流入するが、直接、地域住民や既存の経済基盤に被害を及ぼさないと想定される。
	下流河道への影響	×	下流部では土壌浸食による河川流下能力の低下が問題となっており、本ダムによる砂防効果は良い影響となる。
	海岸への影響	×	海岸からは遠く離れている。
地 質	土壌浸食	C	貯水により湖岸は土壌侵食が進むが、地域住民や既存の経済基盤に被害を及ぼさないと想定される。
	土壌汚染	×	工事期間中、有害物質の投棄により土壌汚染が引き起こされる恐れもあるが、ダム建設地周辺に農地は存在しない。
水 象	流域変更	×	流域変更は行わない。
	地下水への影響	D	貯水池からの漏水により、地下水位が変化し、周辺の地下水利用に対して影響を与える恐れがある。
	流況変化	D	ダムによる洪水調節機能は良い影響となるが、下流域の水利用に対して悪影響を及ぼす可能性がある。
水 質	水温変化	C	貯水池には水温躍層が発生すると思われるが、深刻な環境影響は発生しないと想定される。
	富栄養化	C	貯水池周辺は汚染源となる施設は存在せず、水没地内の植生量も僅かなことから、深刻な富栄養化は発生しないと思われる。
	濁 水	C	建設工事により大量の濁水が発生するが、本来、浮遊物質や流土砂の極めて多い河川なので、深刻な影響は発生しないと思われる。
底 質	底質組成変化	×	貯水池内の底質組成は変化するが、それによる環境影響は発生しないと想定される。

A : 重大な影響がある B : 中程度の影響がある C : 小程度の影響がある
D : 不明 × : 影響はない

(3) 自然環境（生物圏、気圏）

植 物	植物への影響	C	ダム建設現場および貯水池の植生は乏しく貴重種も存在していないので、損失する植物資源は僅かであると想定される。
動 物	動物への影響	C	ダム建設現場および貯水池内に生息する動物数は少なく貴重種も存在していないので、深刻な動物への影響は発生しないと想定される。
水生生物	水生生物への影響	B	建設工事に伴い建設現場周辺の水生生物は壊滅的な打撃を受けるが、ダム完成後には回復すると予想される。貯水池は新たな生息地になると期待される。
生態系	生態系への影響	C	植物相、動物相に対する影響は限定されたものであるから、生態系への深刻な影響は発生しないと想定される。
大 気	大気汚染	×	建設工事に伴い土ほこり等が発生するが、工事現場周辺に居住地区はない。
	小気候変化	C	Pre-F/S 報告書によれば、貯水池の気温緩和作用により、年間平均気温 -0.01°C、最高気温 -0.03°C、最低気温 +0.02°C、年間気温高低差 -0.05°C の変化が発生すると予測されている。
悪 臭	悪臭物質の発生	×	建設工事に伴い排気ガスなどの悪臭物質が発生するが、工事現場周辺に居住地区はない。
騒音・振動	騒音、振動の発生	C	工事期間中、工事車両の通行や重機の稼働により騒音、振動が発生するが、その影響をうける住民は僅かである。

A：重大な影響がある B：中程度の影響がある C：小程度の影響がある

D：不明 ×：影響はない

7.2.2 社会環境

(1) 住民移転

龍湾ダム計画予備調査 (Pre-F/S) の結果によると、移転が必要な住民は 4 郷 8 社 (村) の 132 戸 590 人 (調査時) である。移転住民には、家屋が水没する世帯以外に農地が水没することにより、経済基盤を失う住民も含まれている。

移転住民は、原則として現在の生活レベル以上が移転先で補償されることになっている。Pre-F/S では、“近隣で解決する” の基本原則に則り 4 つの候補地が比較検討され、2 カ所が選択されている。それらの移転先はダム建設予定地の 5.7km 下流右岸の巴図塔村とその西 2 km の営盤乞台の 2 カ所である。移転に係る費用は 1132.1 万元と見積もられている。

(2) 陸上交通への影響

ダム建設により包神鉄道の転龍湾駅－巴圖塔駅間の一部が影響を受けるため、約6km間の鉄道移設の必要がある。既存の路線は、流砂の影響を避けるため、本来の設計路線(原案)から東烏蘭木倫河左岸沿いへ変更したものである。転龍湾ダム計画予備調査(Pre-FIS)では、移設路線はこの原案計路線からやや西側に計画されている。移設に係る費用は9,949.81万元と見積もられている。

貯水池の出現に伴い農道が水没することになる。これらの農道は一般車両が通行できる状態でなく、現在の利用者は水没地周辺住民に限られている。また、こうした利用者のほとんどが移転の対象となることから、農道水没による深刻な影響は発生しないと想定される。

ダムの出現により下流への流土砂量は大きく減少する。このため河床変動が発生し、河道構造物に対し影響を与える可能性がある。ダム建設予定地から約70km下流の勃牛河の合流部までには合計8本の道路および鉄道橋が存在する。現在、この地域では増え続ける土壌浸食が深刻な環境問題となっており、洪水防止や河道構造物を保護するために、流土砂量を減らして適切な流下能力を確保することが重要な課題となっている。こうした背景を考慮すると、ダムによる流土砂量の減少は、堤防も含めた河道構造物に対し有効に作用すると考えられる。

(3) 水利権の調整

ダム建設予定地は内蒙古自治区伊克昭盟伊金霍洛旗内に位置する。上流約30kmには伊克昭盟の中心都市東勝市が存在し、ダム下流12kmからは陝西省神木県である。現時点では、ダム完成後の水利用について伊金霍洛旗、東勝市、神木県および神華集団有限責任会社間での水利権の調整は行われていない。この地域の水資源は極めて乏しいため、本計画が具体化する段階で、各地方政府および神華集団の間で綿密な使用水量の調整が必要となる。

ダム完成後、下流域の河川流況は変化し、一般的には流量が減少する。ダム建設予定地から約70km下流の勃牛河の合流部までには烏蘭木倫河から直接、大量の水を取水している施設がないことから、河川流況の変化は深刻な影響をもたらさないと想定される。しかしながら、将来計画も含めた下流域の水利用について詳細に調査されるべきである。

7.2.3 自然環境

(1) 斜面崩壊・背水領域堆砂

貯水池の湖岸は砂質あるいは風化しやすい岩盤で形成されているため、貯水による水の浸入および水位変化を受けることにより斜面の安定性は大きく低下する。転龍湾ダム計画

予備調査 (Pre-F/S) では、平均崩落幅を砂質傾斜湖岸で約 112m、岩石湖岸で 45m と見積もっている。また、流入水により大量の土砂が貯水池へ運び込まれる。こうした現象は貯水能力を著しく低下させ、ダムの寿命を縮めることになる。しかしながら、貯水開始時点では崩壊する斜面や背水領域周辺に住民が存在しないことから、地域住民や既存の経済基盤に対しては斜面崩壊や堆砂による深刻な被害は発生しないと想定される。

(2) 水 質

貯水池周辺には汚染源となる施設は存在していない。また、伊金霍洛旗の中心都市である阿騰席連鎮 (人口 1 万人) が西烏蘭木倫河上流約 20km に、東勝市 (人口 14.7 万) が東烏蘭木倫河上流 30km にそれぞれ存在しているものの、貯水池水質への生活排水の汚濁負荷量は僅かであると想定される。結果として、貯水池の富栄養化は発生せず、水質は浮遊物質を除き、河川水質に類似すると想定される。

貯水開始後 2, 3 年間に起こる水没した植物の腐敗による栄養塩の増加については、貯水池の水量に対して植物量が圧倒的に少ないので問題にならないと想定される。

総貯水容量に比べて年間流入量が小さいことから、貯水池内の攪拌が起こりづらく、夏季には水温躍層が生ずると思われる。湖底に近いところの水を下流に放水した場合、現状よりも低温の水が流れることになる。しかしながら、ダム予定地に近い下流部には灌漑施設が無いことから、低温水による影響はダム直下の極めて限られた水生生物だけに限定されられると思われる。

建設工事により大量の濁水が発生する。中国では建設工事に係る濁水基準は存在せず、一般排水基準である「GB 8978-1996 污水総合排放標準」に浮遊物質の基準値 (3 級標準として 400mg/l) が定められている。しかしながら、烏蘭木倫河では豊水期の浮遊物質値が 1,000mg/l を超えてしまうこともあり、この基準値を適用することは不可能である。黄河流域を対象とした条例として「黄河流域水污染防治条例 (1996 年 9 月)」が制定されているが、この条例には具体的な基準値は定められていない。濁水による深刻な環境影響は発生しないと想定されるが、下流の水生生物への影響を緩和し、また周辺住民や環境管理機関の理解を得るため、本計画に適した暫定的な濁水基準値を設けるべきである。

(3) 動植物への影響

水没する地域の植生は単調かつ貧弱であり、さらに貴重種や産卵のために遡上する回遊魚の存在も確認されていないことから、生物多様性に対するダム建設の影響は発生しないと想定される。また、一般の動植物種に関しても失われる数量は少ないと思われる。

新たに創出される貯水池は水生生物に対し生息地を提供することになる。また、この地域はモンゴル・シベリア方面と中国長江流域やミャンマーを往来する渡り鳥の渡りルート下にあるため、貯水池はこうした渡り鳥の休息地や生息地となる可能性がある。

水没する地域内の高木や密度の高い灌木帯の大部分は砂漠化防止のため人工的に植林されたものである。ダム建設はせっかく根付いた植林地帯を水没させることになる。高木類は森林地帯の極端に少ないこの地域にとって重要な木材資源なので、水没する前に切り取られ有効に利用されるべきである。

7.2.4 小規模ダムの環境影響

ダムの規模が小さくなれば水没する地域が狭まり、ダム建設に伴う環境影響も少なくなる。小規模ダム貯水池の満水位を 1212m とすると、移転が必要となる村落は高家塔と張家塔（上・下）の 3 居住区となり、移転対象住民は大規模案の 40% に相当する 230 人程度になると推定される。また、水没する農地についても大規模案の 60% 程度であると推定される。

貯水池の湖岸を強固に保護することにより、鉄道移設の必要もなくなると思われる。また、貯水に伴う大規模な斜面崩壊は、ダム建設現場周辺の急傾斜地帯を除き、発生しないと想定される。動植物への影響については、失われる自然植生はほとんど無く、ダム建設現場周辺の水生生物に限定されられると思われる。

7.3 環境影響評価の基本方針

7.3.1 ダム建設に伴う環境影響の確認

本ダム建設に係る環境影響について黄河水利委員会上中游管理局との協議を実施した。その結果、ダム建設地および水没地域周辺の生態系は非常に単調であり、移転住民や水没する家屋・農地は僅かであることから、ダム建設に伴う深刻な環境影響は発生しないことを中日双方確認した。また、中国側から転龍湾ダムによる砂防効果は下流地域の洪水防止や水利用に対して有効に作用するとの説明を受けた。

7.3.2 中国の環境影響評価制度

中国ではすべての建設プロジェクトに対し環境影響評価の実施が義務づけられている。環境影響がほとんど発生しない小規模プロジェクトを除き、プロジェクトの実施に当たっては、国家資格を有する研究機関等が環境影響評価を行い、その環境影響評価報告書を環境管理機関へ提出し、審査および承認を受けなければならない。

本ダム計画のような大規模プロジェクトでは、「建設プロジェクト環境影響評価資格証書（甲級）」の資格を有する機関が環境影響評価を実施することになる。また、国家環境保護総局が報告書の審査および承認を行うことになる。

7.3.3 環境影響評価の実施時期

中国の環境法に則した環境影響評価報告書の中には転龍湾ダム以外に付随する砂防ダムについてもその位置や機能、環境影響を明記しなければならない。このため、実施時期については、砂防ダムの場所や規模が確定した段階で実施することが適当であると考えられる。

7.3.4 環境影響評価の調査内容

中国の環境法に則した環境影響評価については、深刻な環境影響ないことから、数名程度の調査団編成で、期間としては報告書の作成も含めて半年間程度の調査で十分であると思われる。

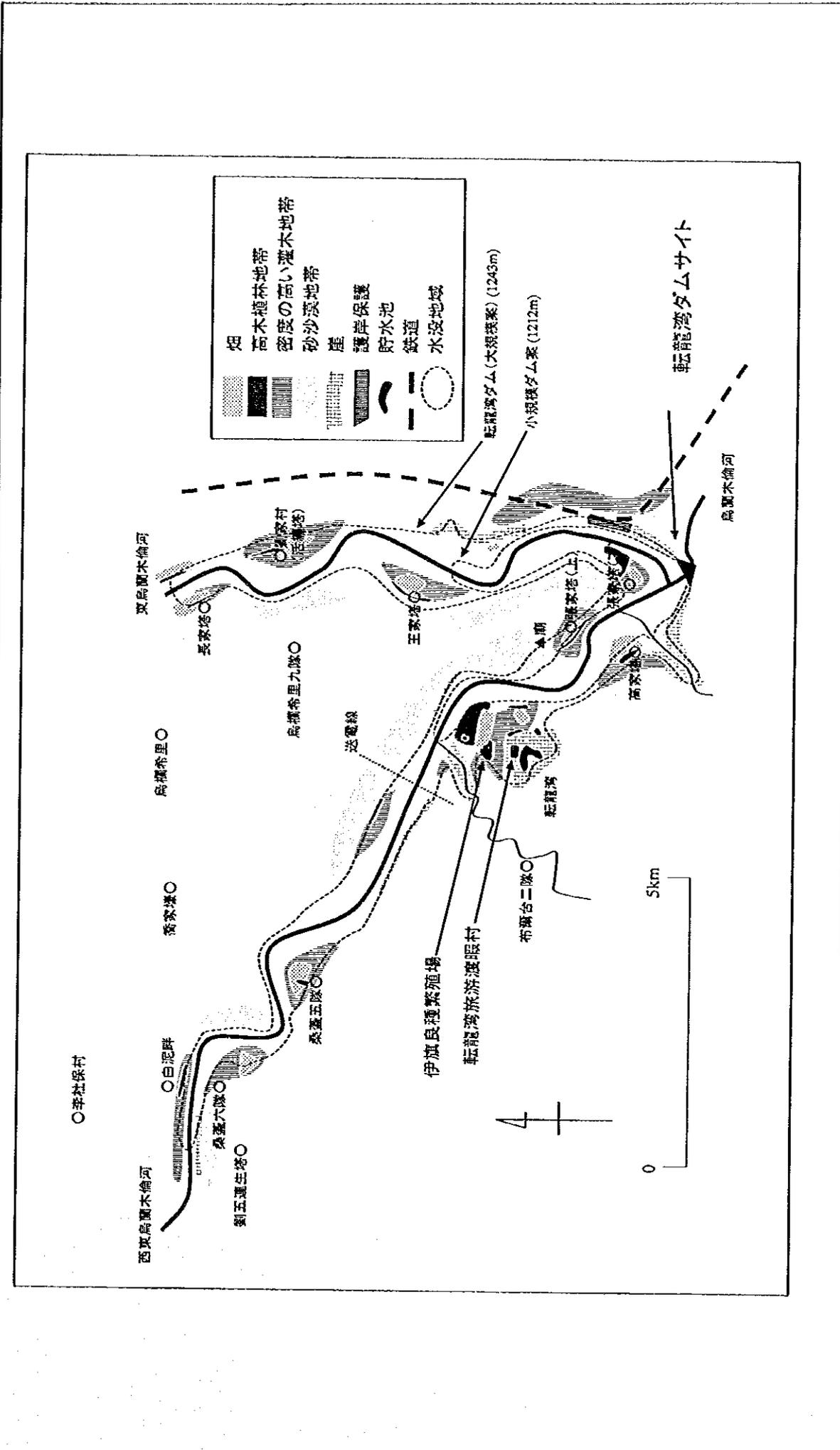
貯水池周辺の動植物が単調かつ乏しいことを考慮すると、調査は水没地域の社会状況や住民移転、下流域の水利用状況、水利権、建設労働者の流入といった社会環境調査に重点が置かれるべきである。水没地域については表 7.3.1 の項目が調査され、1994 年の転龍湾ダム計画予備調査（Pre-F/S）の調査結果が最新の情報に更新されるべきである。

表 7.3.1 水没地調査項目

調査項目
村別の人口
村別の平均年齢
村別の家屋数および家屋面積
村別の農地面積
村別の栽培牧草地面積
村別の植林地面積および樹木数
村別の農産物収穫量
村別の家畜数
廟などの宗教施設
これまでに緑化した面積と緑化に使用した植物種
伊旗良種繁殖場の事業実績
転龍湾旅游渡假村の事業実績

第 7.1 章 添付図

11/11/11



中国神府東勝區水資源總台開發調查
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

图 7.1.2 水没地概略图

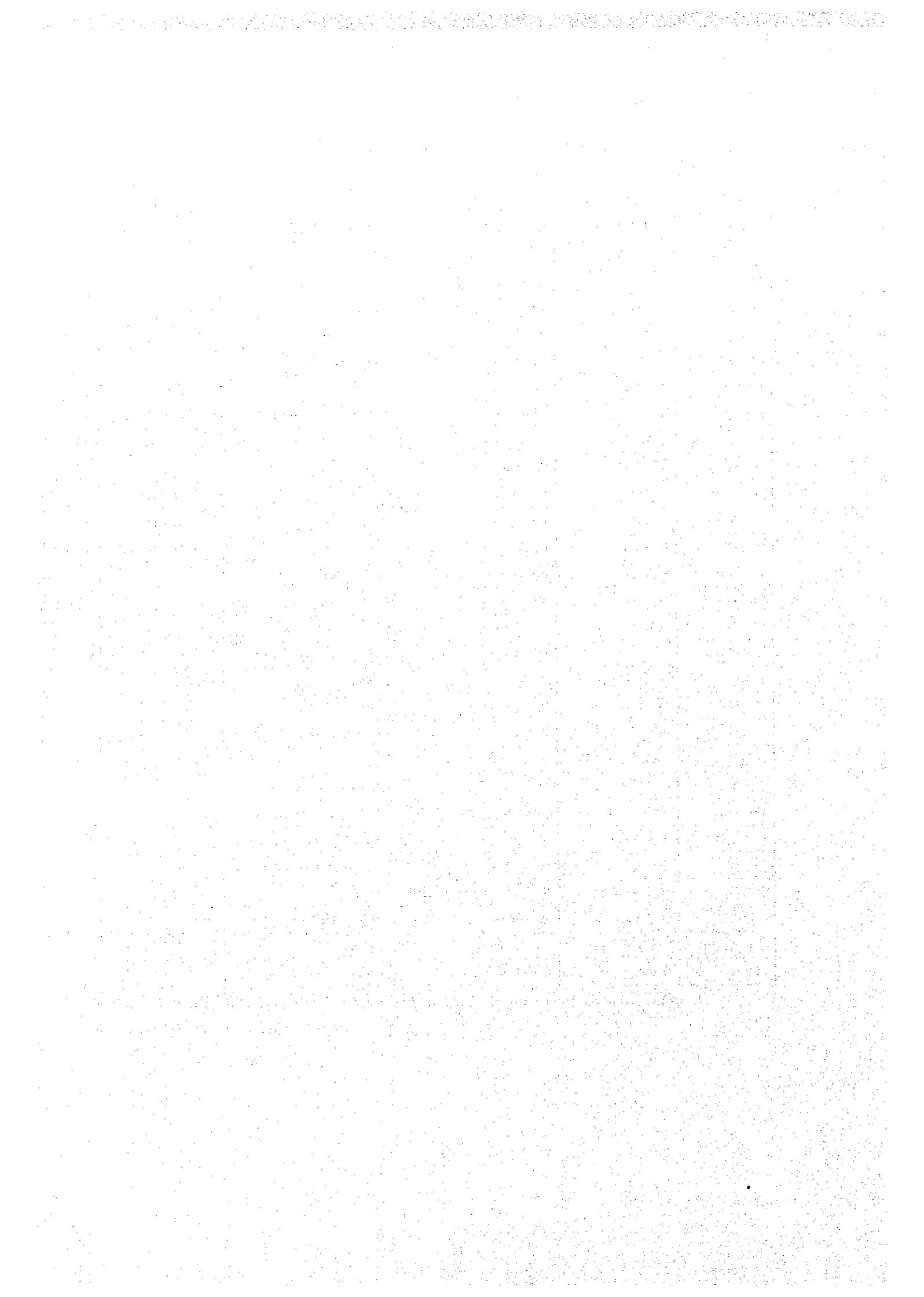
第 7.1 章 添付表

表 7.1.1 オルドス高原に生息する主な哺乳類

中国名	科名	英語名	学名	保護階級
大耳猬	ハリネズミ科	Long-eared hedgehog	<i>Hemiechinus auritus</i>	
達烏爾猬	ハリネズミ科	Daurian hedgehog	<i>Hemiechinus dauuricus</i>	
褐大耳蝠	ヒナコウモリ科	Brown long-eared bat	<i>Plecotus auritus</i>	
狼	イヌ科	Wolf	<i>Canis lupus</i>	CITES II*
草 狐	イヌ科	Red fox	<i>Vulpes vulpes</i>	
沙 狐	イヌ科	Corsac fox	<i>Vulpes corsac</i>	
貉	イヌ科	Raccoon-dog	<i>Nyctereutes procyonoides</i>	
艾 鼬	イタチ科	Steppe polecat	<i>Mustela eversmanni</i>	
虎 鼬	イタチ科	Marbled polecat	<i>Vomela peregusna</i>	
狗 獾	イタチ科	Eurasian badger	<i>Meles meles</i>	
兔 孫	ネコ科	Manul	<i>Felis manul</i>	中国 II, CITES II
叢林猫	ネコ科	Jungle cat	<i>Felis chaus</i>	中国 II, CITES II
舍 利	ネコ科	Eurasian lynx	<i>Lynx lynx</i>	中国 II, CITES II
包	シカ科	Roe deer	<i>Capreolus capreolus</i>	
蒙原羚	ウシ科	Mongolian gazelle	<i>Procapra gutturosa</i>	中国 II
花 鼠	リス科	Siberian chipmunk	<i>Tamias sibiricus</i>	
達烏爾黃鼠	リス科	Daurian ground squirrel	<i>Spermophilus dauricus</i>	
褐家鼠	ネズミ科	Brown rat	<i>Rattus norvegicus</i>	
巢 鼠	ネズミ科	Harvest mouse	<i>Micromys minutus</i>	
灰倉鼠	キヌゲネズミ科	Grey hamster	<i>Cricetulus cricetus</i>	
黒綫倉鼠	キヌゲネズミ科	Striped hamster	<i>Cricetulus barabensis</i>	
子午砂鼠	キヌゲネズミ科	Mid-day gerbil	<i>Meriones meridianus</i>	
長爪砂鼠	キヌゲネズミ科	Mongolian gerbil	<i>Meriones unguiculatus</i>	
中華分鼠	キヌゲネズミ科	Mole rat	<i>Myospalax fontanierii</i>	
麝 鼠	キヌゲネズミ科	Muskrat	<i>Ondatra zibethicus</i>	
三趾跳鼠	トビネズミ科	Northern three-toed jerboa	<i>Dipus sagitta</i>	
五趾跳鼠	トビネズミ科	Mongolian five-toed jerboa	<i>Allactaga sibirica</i>	
達烏爾鼠兔	ナキウサギ科	Daurian pika	<i>Ochotona daurica</i>	
草 兔	ウサギ科	Cape hare	<i>Lepus capensis</i>	

*: Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora

基本情報源：中国野生哺乳動物 中国林業出版社



第8章 経済・財務評価

8.1 経済・財務評価手法

8.1.1 一般方法論

開発事業のフィージビリティ調査の中で経済・財務評価は、重要な役割を果たす。経済・財務評価は、最初に財務分析と経済分析を実施し、次にそれぞれの分析結果を照らし合わせ、事業としての評価を総括するプロセスから成る。経済評価の視点は、一国の経済全体の観点から事業の費用と便益を分析し、その社会的収益性を検討するものである。従って、経済評価で使う費用と便益の計算は、一国の資源の最適配分をもたらす（資源の実際価値を反映できる）正当な価格によって行う。財務評価は、事業の実施主体の観点から事業の費用と便益を分析し、その主体の経営と財務的収益性を検討するものである。従って、財務評価で使う費用と便益は、すべて市場価格によって計算する。

経済評価の場合、評価対象国における市場価格が財産及びサービスの社会的収益性を反映していれば、市場価格をそのまま開発事業の経済評価に使用することができる。しかしながら、中国においては一部の財産及びサービスの市場価格が資源の最適配分をもたらすような正当な評価を示していない場合があり、その価格を修正して本来のあるべき価格に戻し、これを評価の基準価格として当該プロジェクトの経済的妥当性を検討することが必要となる。

8.1.2 プロジェクトの特徴

今まで入手した資料の分析より、当プロジェクトの経済・財務分析には、以下のような3つの特徴がある。

- (1) 計画経済から市場経済へ移行するにつれて、中国全体で経済価格と財務価格の乖みは大幅に縮小されてきている。例えば、人民元は米ドルと連動する相対変動相場に変わっているが、その変更から約4年を経て激しい変動はなく、人民元の実体経済における真の価値が反映されてきた。従って、人民元と外貨の為替レートに対して経済価格への修正はあっても、その修正の幅は小さい。また、建築材料などは、現在では全て市場価格によって取引され、価格変動は行政命令ではなく市場で左右されているので、経済価格への転換作業は容易になっている。
- (2) 当該プロジェクトの実施主体・神華集団有限責任会社は、水利行政の主管機構ではない。神華グループは、国务院の行政改革計画の一部として、市場経済化の流れに沿って、独立採算、経営自己責任の国有超大型企業に転身しつつあるので、企業の視点から経済・財務分析を吟味することが必要である。従って、財務費用及び財務便益の算

定、資金調達、使用及び債務返済の計画を、精査する必要がある。また、経済評価でプロジェクトがフィージブルであっても、財務評価でフィージブルとならない場合は、国の補助金制度の適用を検討することも今後考える必要がある。

- (3) 烏蘭木倫河流域から流出する土砂は、ダム建設によってほとんど貯水池に蓄積される。下流への排砂の減少によって下流の堤防整備に関する投資額は相応に減少するということが考えられ、この場合堤防整備の投資額の減少は経済便益になるが、この便益を定量化できる資料がないため今回は対象外とした。

8.1.3 当プロジェクトの評価手法

以上の特徴を踏まえて、当プロジェクトの経済・財務評価は、以下の手法で行う。

- (1) 財務費用として建設及び維持・運営管理に用いる全ての資金投入を、事業費積算の結果に基づき整理する。
- (2) 財務便益は、直接財務便益として、①炭鉱用水（石炭生産、石炭生産関連企業及び発電所用水、地方炭鉱用水）、②農業灌漑用水、③小型発電の3つから構成する。しかし、小ダム案の場合には、炭鉱用水だけが財務分析の対象となる。
- (3) 経済費用は、財務価格で計算した建設事業費と運営費を経済価格への転換に当たり、次の点を考慮する必要がある。即ち、経済費用には、ダム本体、発電所等の建設事業費、施設更新費、毎年の運営・維持管理費を計上する。これらの財務費用の内、外貨分には貿易財と設計監理費を計上し、これらの費用の国際価格換算額を外貨分の経済費用とする。内貨分として計上した財務費用から税金、移転費用に含まれる補助金、建設期間中の利息などを控除し、また未熟練労働者の労働賃金をシャドウ・プライス（Shadow Price）で換算の上、内貨分の経済費用として算出する。
- (4) 経済便益には、①炭鉱生産（神華グループ及び地方炭鉱）への給水便益、②発電便益、③農業灌漑便益、④ダム下流洪水防御便益の4つの便益を算定する。
- (5) 経済便益の定量化は、以下の通りである。

1) 炭鉱の給水便益

今回、二つの手法を使って試算する。一つは、国際的な手法に基づき、転龍湾ダムと同等の給水能力を有する次善の代替案（瑤鎮給水施設）の建設費から用水原価を算定し、経済便益の単価とすることである。水資源は国の貴重資源で、特に 21 世紀

西部開発を最重点とする中国の国策からみると、水資源の重要性、所謂、水の真の価値を正しく評価する必要がある。もう一つの手法は、中国側の Pre-F/S で使用した方法で、石炭増産への貢献度から計算する。貢献度の測定方法は石炭生産純増加額への水の分担係数で算定する。

2) 灌漑便益

水の使用目的は異なるが、灌漑用水の水源は炭鉱用水水源（同じ転龍湾ダムから）と同じであり、当然水の開発費用も同じである。従って、上記と同様に転龍湾ダムと同等の給水能力を有する次善の代替案の建設費用から原水単価を算定することとする。この次善代替案としては、ダム近傍で供用中の哈拉溝水源の開発費を適用する。

3) 洪水防御便益

転龍湾ダム建設以前の洪水被害額からダム完成後に軽減される被害額を検討し算定する。現況の下流河道の整備状況は、鉱区の周辺でほぼ 50 年超過確率洪水の防御基準に対応し、鉱区以外の地区では、約 20-30 年超過確率洪水に対する整備水準となっている。転龍湾ダムの建設によって洪水が制御されることで、これまでに 50-100 年超過確率洪水によって被災した損失は将来減少することとなる。

4) 発電便益

電力価格については国の管理下にあり、この価格を参考として、国が公表する電力のシャドウ・プライスを基本にして算定する。

(6) 経済評価

経済費用と経済便益を確定し、算出した結果によって、経済内部収益率 (EIRR) や純収益 (B-C) などを算定し、その EIRR と国に定められた社会基準収益率を対照して経済評価を行う。

(7) 財務評価

財務費用と財務便益を確定し、算出した結果によって、財務内部収益率 (FIRR) と純収益 (B-C) 等を算定し、その FIRR と国に定められた財務基準収益率を対照して財務評価を行う。それと同時に、感度分析も行う。

8.2 経済評価

8.2.1 計算条件

- (1) 第5章の工事計画によって、建設準備期間(詳細設計等)は2000年～2002年で、2003年からダム建設を開始し、2009年に竣工するものとする。建設準備期間を含めて総建設期間は10年と設定する。
- (2) プロジェクト経済寿命はダム土木工事関係とし、一般的に50年と設定する。
- (3) 貨幣の使用単位は米ドルで、米ドルと人民元の為替率は、国が定めた比率(「建設プロジェクト経済評価パラメーター」第2版)に基づき1:1.08と設定する。1999年2月の中国公表の市場為替率は1米ドル=8人民元で、従って、外貨シャドウ・プライスは8.6人民元(8元*1.08)である。
- (4) 「建設プロジェクト経済評価パラメーター」第2版及び水利部の基準(「水利建設プロジェクト経済評価規範」)によって、水資源開発プロジェクトの基準内部収益率は12%である。転龍湾ダムのEIRRをこの基準内部収益率と比較して、その合理性を判断する。

8.2.2 経済費用

費用の基本構成である主要建築材料や設備、労務費及び土地補償などのシャドウ・プライスについて現地調査を行った。この調査結果を工事積算に用いて、財務費用から経済費用に転換した。転換結果は、章末の表8.2.7に示す。要約すると表8.2.1の通りである。

表 8.2.1 経済費用の要約

項目	経済費用(万米ドル)	建設投資に占める比重
大ダム案	24,448	89.7%
小ダム案	5,802	91.9%

年間の運営維持費用には、中国側の Pre-F/S に準じて 1999 年 2 月時点の価格で算出した。費用の内容は管理費、大修理費、日常点検費と水資源費、4 種類から構成する。計算根拠と算定結果は章末表 8.2.8 に示す。要約は表 8.2.2 の通りである。

表 8.2.2 年運営費の要約

	年運営費 (万米ドル)
大ダム案	214
小ダム案	49

8.2.3 経済便益

(1) 洪水防御便益の算定

先ず主要洪水防御対象投資額を計算する。現地調査の結果に基づいて第 1 期と第 2 期石炭生産施設への投資金額を章末表 8.2.9 に纏める。1999 年時点に換算した総投資額は約 34.8 億人民元である。これらの施設の 50 年及び 100 年超過確率洪水があった時の損失を表 8.2.3 に要約する。詳細算定及び算定方法は表 8.2.10 に示す。洪水による鉞区の被害程度は、黄河水利委員会黄河上中游管理局が 1992 年の現場調査で得たものである。炭鉞施設の損失以外に、農林業等の損失も発生した。中国側の 1992 年の調査資料を基に、1999 年時点に修正して、農林業等の損失を表 8.2.11 に纏める。要約は表 8.2.3 の通りである。

表 8.2.3 洪水損失減免便益算定の要約

	100 年超過確立洪水	50 年超過確立洪水
鉞区施設の被害損失：	13.3 億元	10.5 億元
農林業等の損失：	4.0 億元	3.5 億元

(2) 給水便益の算定 (試算一)

石炭生産への貢献度を試算一とする。大ダム案の場合、石炭 1 トンの生産に要する水の消費量は約 1 m^3 (中国石炭生産規範による) で、3,870 万 m^3 の水は 3,870 万トンの石炭生産に貢献できる。石炭 1 トンへの投資は、調査団が調査した資料 (第 1 期と第 2 期炭鉞投資資料) によって加重平均で 286 元、3,870 万トンの石炭を生産するためには 110.68 億元即ち 12.87 億米ドルの投資が必要である。又、炭鉞給水への経済総投資は 22,003 万ドル (ダム建設総投資 24,448 万ドルの 90%、残り 10% は東勝市他の都市給水) である。これによって、水の分担係数は、 $22,003 / (128,700 + 22,003) = 0.146$ と算定できる。次に、3,870 万トンの石炭の経済価値を計算する必要がある。現地調査によって、石炭の輸出比率は 20% で、1999 年 2 月の通関統計で石炭 1 トンの FOB 価格は 30.89 米ドルとなり、各種費用 (6%) を入れて、輸出石炭の経済価格は 32.7 米ドル/トンである。残り 80% の国内で販売される石炭の経済価格は、(市場価格によって計算、シャドウ外貨価格で換算) 平均 29.9 米ドル/トン (国家信息中心 1999 年 2 月資料) となる。従って年間の石炭生産額は 117,880 万米ドルと算定できる。中国側の Pre-F/S で算定された資料

に準じると、年間生産額の内純増加価値は 30%と見込まれ、これに準ずると新しく増加した石炭生産額は 35,364 万ドルとなる。この内水供給の貢献度（分担係数）は 0.146 で、年給水便益は、5,163 万米ドルと算定できる。小ダムの給水量は年間 900 万 m³ で、割合で計算すると、年給水便益は 1,201 万米ドルと算定される。給水便益算定のプロセスを表 8.2.4 に示す。

表 8.2.4 給水便益（石炭生産への貢献度）試算のプロセス

1) 水分担係数算定のプロセス：

- ① 石炭 1 トンを生産した時水の消費量：1 m³
- ② 3870 万 m³水：3870 万トン石炭生産に貢献
- ③ 石炭 1 トンへの投資額：286 元
- ④ 石炭 3,870 万トン生産への総投資額：12.87 億米ドル
- ⑤ 炭鉱給水経済総投資：22,003 米万ドル
- ⑥ 水の分担係数： $22,003 / (128,700 + 22,003) = 0.146$

2) 石炭経済価値算定のプロセス：

- ① 石炭の販売市場：輸出 20%、国内 80%
- ② 輸出 FOB 価格：30.89 米ドル/トン
- ③ 輸出経済価格：32.7 米ドル/トン（各種費用 6%）
- ④ 国内販売経済価格：29.9 米ドル/トン
- ⑤ 石炭生産額：117,880 万米ドル/年
- ⑥ 生産額の内：純増加価値 30%
- ⑦ 新しく増加した石炭生産額：35,364 万米ドル/年

3) 年給水便益の算定

- ① 新增石炭生産額：35,364 万ドル/年
- ② 分担係数：0.146
- ③ 年給水便益： $35,364 * 0.146 = 5,163$ 万米ドル/年

(3) 給水便益の算定（試算二）

瑤鎮水資源開発への投資原価を試算二とする。中国側から提供された資料のうち、第 2 期石炭生産用水と転龍湾ダム下流にある瑤鎮水資源施設建設計画を算定に適用した。当該施設開発の総投資は 11.2 億元、年間有効給水量は 5,475 万 m³ で、水 1 m³ 当りの投資は 20.45 元である。この数字を転龍湾ダムに対する経済分析と同様の方法（表 8.2.7 を参照）で経済原水単価へ転換すると 18.3 元/m³となる。

(4) 灌漑用水の経済便益の算定

灌漑用水便益単価の調査は中国側の事情で実施されなかったが、経済原水単価が水開発の費用を反映すべきという視点から、ダム付近で現在も使っている哈拉溝水源の水開発単価を利用する。中国側が提供した当該水源施設の開発単価は 1.46 元/m³で、これは 1990 年前の単価である。1999 年時点への換算については、西安市への給水及び灌漑目的で 80 年代に造った渭河支流の石頭河貯水池や現在工事中の同じく渭河支流・黒河給水工事の例を参考にして、開発単価は 1990 年から 1999 年の経過で約 2 倍となるものと推定し、1999 年時点で 1 m³ 当り 4.38 元で設定する。

(5) 発電経済便益の算定

発電設備の容量は 420kw で、この場合の年間有効発生電力量を 200 万 kwh と設定する。また当該地域に属する中国西北電力システムでの経済電力単価は、国で定めている 0.21 元/kwh とした。

以上の算定基準に従って、大ダム案と小ダム案の 2 案についてそれぞれ経済便益を試算した。結果の詳細は章末表 8.2.12 に示す。要約すると以下の通りである。

表 8.2.5 転龍湾ダム建設事業経済便益算定の要約

経済便益	大ダム案	小ダム案
石炭生産純増加額への貢献（試算一）	5,751 万米ドル	1,201 万米ドル
代替水資源開発費用（試算二）	8,823 万米ドル	1,915 万米ドル

8.2.4 経済評価

大ダム案と小ダム案について、①石炭生産純増加額への貢献を便益とする場合と、②代替水資源開発費用を便益とする場合の 2 法を用いて、便益 (Benefit) と費用 (Cost) を Cash flow で比較して、4 つの試算結果を得た。石炭生産への貢献度について大ダム案の試算結果は章末表 8.2.13 に、小ダム案は章末表 8.2.14 に、また水資源開発の代替案について大ダム案の試算は章末表 8.2.15 に、小ダム案は章末表 8.2.16 に、それぞれ示す。4 つの表の中に、初年度の運営コストを通常年度の半分と見なし、また、第 1 年度の便益を有効貯水量の 30%、第 2 年度を 70% と設定した。4 つの試算結果は下記の表 8.2.6 の通りである。

表 8.2.6 経済評価 (EIRR と B-C の試算結果)

	EIRR (%)	B-C (万米ドル)	
石炭生産への貢献の場合：			
大ダム案	15.02	3,840	(表 8.2.13 参照)
小ダム案	12.50	177	(表 8.2.14 参照)
代替水資源開発費用の場合：			
大ダム案	20.25	12,020	(表 8.2.15 参照)
小ダム案	17.28	2,080	(表 8.2.16 参照)

注：国に定められた基準経済内部収益率 (EIRR) は 12%

上表より、転龍湾ダム建設プロジェクトは、石炭生産純増加額への貢献手法と代替水資源開発費用手法による二つの手法において、経済内部収益率 (EIRR) は国に定めた基準経済内部収益率 (12%) を超える。また、大ダム案と小ダム案を比べると、大ダム案の法が高い EIRR を示している。

8.3 財務評価

8.3.1 財務費用

工事積算結果 (第 5 章参照) より転龍湾ダムの建設費用を章末表 8.3.7 に示す。要約すると表 8.3.1 の通り大ダム案の場合総建設投資は約 27,300 万米ドル、また、小ダム案の場合は約 6,300 万米ドルと見積られ、大ダム案の約 23%である。

表 8.3.1 建設費用の要約

	大ダム案 万米ドル	小ダム案 万米ドル
仮設費	157	157
直接工事費	16,204	3,804
補償移転費	2,028	180
管理費	500	113
その他費用	8,380	2,058
総費用	27,268	6,312

年間運営費は、中国側の Pre-F/S の算定基準に準じ、これを 1999 年時点に換算し、米ドルベースで算出したもので、章末表 8.3.8 に示す。費用概要は表 8.3.2 に示す。

表 8.3.2 年運営費要約

	大ダム案	小ダム案	(大ダム案との比較)
年運営費 (万米ドル)	222	50	(22.5%)

8.3.2 財務収益

財務収益は、大ダム案の場合、鉦区への給水、灌漑給水及び小水力発電の3つから構成され、合計年間収益は644万米ドルと見積られる。これに対して、小ダム案の収益源は、鉦区給水だけで、年間収益は僅か146.3万米ドルで、大ダム案の22.7%となる。財務収益の詳細は章末表8.3.9に示し、概要を表8.3.3に示す。

表 8.3.3 転龍湾ダム建設事業財務収益の要約

	大ダム案 万米ドル/年	小ダム案 万米ドル/年
鉦区給水	629	146
灌漑給水	8	
小水力発電	7	
総計	644	146
割合 (%)	100	22.7

8.3.3 財務評価

財務費用と財務収益をキャッシュフローで比較し、章末表8.3.10(大ダム案)と章末表8.3.11(小ダム案)に示す。財務内部収益率(FIRR)は2%以下で非常に低いことを意味している。また、純収益(B-C)を見ると、大幅な赤字となる。大ダム案の場合に収益赤字は1億2,000万米ドルを超え、小ダム案の場合には約3,100万米ドルとなる。要約を表8.3.4に示す。

表 8.3.4 財務評価 (FIRR と B-C の試算結果)

	FIRR %	B-C 万米ドル	参照表
大ダム案	1.61	-12,000	(表 8.3.10 参照)
小ダム案	1.46	-3,100	(表 8.3.11 参照)

8.3.4 FIRR 感度分析

2%未満のFIRRに対して、それ以上状況が悪くなった場合にFIRRはどのくらい変化するかというケースについては感度分析は意味がないと考えられるため、鉦区給水の便益

や売電価格など高くなった場合、FIRR がどのくらい変化するかについて分析する。現地調査によれば、中国では国が新しく開発した水資源施設については、水の販売価格はなるべく開発費用を補填する、いわゆる、“新水新価”を実施するとしている。前記財務分析に用いた水販売価格は、現在の価格で、水は新しいが、価格は在来である“新水旧価”となっている。水の開発費用と現在適用されている鉅区の販売水価と比較し、表 8.3.5 に示す。

表 8.3.5 水開発費と現行水販売価格の比較

	転龍湾大ダム案	現在鉅区水販売単価
有効給水量 (万 m ³)	3,870	
総投資 (万米ドル)	27,268	
水開発単価 (米ドル/m ³)	7.046	0.151
比率 (%)	100	2.1

水 1 m³の開発費用が 7 米ドルに対して、水 1 m³の販売価格は僅か 0.15 米ドル（開発費の 2.1%）で、これは FIRR が 2%未満の原因である。“新水新価”のマクロ政策があったが、鉅区における具体的施策はない。水販売単価を現行価格の 3 倍増から開発費の半分まで上昇させた 3 ケースについて FIRR を試算すると表 8.3.6 に示すとおりである。

表 8.3.6 FIRR 感度分析（新水新価の試算）

	水販売単価 (m ³ 当り)		FIRR
	米ドルベース	元ベース	
現行価格	: 0.151	1.3	2.00%以下
試算 1 (現行価格より 3 倍増)	: 0.465	3.9	4.24%
試算 2 (現行価格より 5 倍増)	: 0.756	6.5	7.69%
試算 3 (開発費の半分)	: 3.523	30.3	24.92%

この結果、鉅区への給水販売単価は、現行の 1.3 人民元から 3 倍増に上げると、FIRR は 4.24%に、5 倍増に上げると 7.69%に上昇する。また、開発費の半分 (30.3 元) に上げると、FIRR は約 25%となる。

8.4 事業評価

転龍湾ダムプロジェクトに関する、総合的事業評価は以下の 4 点に集約される。

- (1) 転龍湾ダム建設について、大ダム案と小ダム案の EIRR はどちらも国に定めた基準収益率 (12%) を超えている。但し、大ダム案と代替水資源開発の瑤鎮プロジェクトと比べると、下記表 8.4.1 に示すように、転龍湾ダム建設プロジェクトでの m³当たり

の経済投資は、6.32米ドルで、瑤鎮プロジェクト（2.13米ドル）より約3倍も高い。従って、瑤鎮水資源開発プロジェクトは、技術面や水利権などの問題を別にすれば、転龍湾ダムより経済費用の観点からは優位にある。

表 8.4.1 転龍湾ダムと瑤鎮水資源施設の経済費用の比較

	瑤鎮水資源	転龍湾大ダム案	転龍湾小ダム案
	米ドル	米ドル	米ドル
㎥ ³ 当たり投資額	2.13	6.32	6.45
比率 (%)	100	297	303

- (2) 調査団の試算した転龍湾ダム建設の経済費用は（大ダム案の場合）中国側が Pre-F/S で算定した費用よりダムの有効給水量は同じであるが、約 3.4 倍に増加している。しかし、調査団が採用した水資源開発費用への反映という経済評価手法での経済内部収益率（EIRR）は中国側が算定した 17.36%よりも多少高い。原因は、経済便益算定に使った当該地域の水単価の高さによる。中国西北地区の大規模石炭開発の実現には水は不可欠で、特に水資源に乏しい鉱区の周辺では未利用の地表水開発が今後必須条件となる。転龍湾ダムプロジェクトの代替案の一つである瑤鎮水資源開発プロジェクトの場合水 1m³の開発単価は 20 元以上となる。この高い開発単価を基本にしていることから、転龍湾ダムプロジェクトの EIRR は高くなっている。
- (3) 財務分析について、転龍湾ダムプロジェクトの実施主体である神華グループ企業の視点から見ると、大ダム案、小ダム案両方とも実施の妥当性・可能性は考えられない。資金の投入に対して資金の回収はできなく、大ダム案の場合、1 億 2,300 万ドル、小ダムの場合に 3,100 万ドルの赤字に陥ると予想される。経済性の側面では基準の 12% を超えるが、財務の側面では実施に妥当性は見出せない。
- (4) 対象地域のような半乾燥地域における水資源開発プロジェクトは、収益性事業の他に国の社会性事業という側面を有している。特に、中国西部大開発の時代を本格的に迎え、慢性的な中西部干魃地域を 21 世紀に根本的に発展させるためには、水資源問題の解決が必要であるこのことから、転龍湾ダムの建設事業は、一つの企業の開発事業から国の社会開発事業として、西部大開発の水資源開発の一環として位置付けることが将来必要と考えられる。

第 8 章 添付表

表8.2.7 転龍湾ダム経済費用の試算

項目	財務価格			経済価格			単位	小ダム案			大ダム案		
	単価	数量	金額	単価	数量	金額		数量	金額	数量	金額	数量	金額
1 原材料費													
セメント	46	76,300	3,509,800		44,200	2,033,200	34	トン	76,300	2,594,200	44,200	1,502,800	
鋼材	294	6,580	1,934,520		4,750	1,396,500	273	トン	6,580	1,796,340	4,750	1,296,750	
2 設備費			638,208			0		L.S		545,477			
3 労務費													
熟練工	3.25	人・日	2,000,000		1,200,000	3,900,000	4.87	人・日	2,000,000	9,740,000	1,200,000	5,844,000	
未熟練工	3.25	人・日	2,500,000		1,400,000	4,550,000	1.63	人・日	2,500,000	4,075,000	1,400,000	2,282,000	
4 土地補償移住費			2,570,000			1,300,000				6,270,800		3,173,030	
5 鉄道移設費			16,700,000			0				14,195,000		0	
転換部分小計			39,977,528			13,179,700				39,216,817		14,038,580	
工事費合計(仮+直+補)			183,839,928			41,403,964				183,129,217		42,322,844	
管理費			5,000,000			1,130,000				4,981,115		1,151,181	
物価上昇費			31,095,420			5,965,991				30,962,961		6,086,364	
予備費			22,000,000			4,850,000				21,907,329		4,956,039	
コンサルタント費			3,500,000			3,500,000				3,500,000		3,500,000	
建中金利			27,198,482			6,270,725				0		0	
総費用			272,683,830			63,120,680				244,480,621		58,016,428	

単位：米ドル

注：
 1) セメントは輸出物とし、輸出価格で算出する。1999年2月税関統計の輸出価格は32.2米ドル、各種費用(6%)を入れて、34米ドルで算出。
 2) 鋼材(主に鉄筋)は輸入品として算出する。1999年2月現在税関の輸入価格は258米ドル、各種費用を入れて273米ドルで算出。
 3) 設備の一部は外貨で調達する輸入設備(発電と変電等)で、関税や付加税等の移転費用(17%)を控除する。
 4) 労務費の内、熟練の経済価格は、転換係数を用い、財務費用から転換する。転換係数は1.5で設定。根拠一：当地域には技術熟練工は少なく、現地賃金物価部門の転換係数は0.5と設定。根拠二：1998年JICA類似調査によって転換係数も1.5を設定。
 5) 未熟練労務の転換係数は0.5と設定。根拠一：当地及び周辺地域には労働力の供給は非常に豊富；根拠二：未熟練労務の主流である農民は、年間純収益が上記同類財務費用の約半分；根拠三：国公表の「建設プロジェクト経済評価バラメータ」で、ダム建設に使う未熟練工の転換係数は0.5を推奨。
 6) 土地補償及び移住費の算出時点は1992年、その時水没区農家の1人当り年間純収入は470元、1998年末時点で2,105元に増加し、6年間に4.6倍に増加した。
 7) 鉄道移設費用の内訳を調べると、建中金利や税金等15%を含み、この部分を控除する。
 8) 他の項目は転換せず、財務費用のそのままを使う。

表8.2.8 転龍湾ダム年運営費の試算（経済評価ベース）

単位：米ドル

項目	大ダム案 条件設定	小ダム案 条件設定	大ダム案 金額	小ダム案 金額
1 管理費	1372*80人	1372*20人	109,760	27,440
2 大修理費	0.70%	0.70%	1,281,905	296,260
3 日常点検費	0.30%	0.30%	549,388	126,969
4 水資源費	0.00465米 ³ /m ³	0.00465米 ³ /m ³	199,950	41,850
合計			2,141,002	492,518

注：

- 1) 管理費は、国の基準また中国側が行ったPre-F/Sに準じて、転龍湾ダム規模を大(2)型ダムとし雇用人数80人と設定。小ダム案では20人と設定。1人当りの年間費用は、給料と一般管理費。98年末時点で炭鉱を主とする伊旗の企業従業員の平均賃金は9,440元/人・年、一般管理費は、現地聞き取り調査で賃金の25%、2,360元/人・年、合計で11,800元/人・年。シャドウ外貨為替率で米ドルベースに換算して、1,372米ドル/人・年。
- 2) 大修理費は、国の基準よりダム建設に投下した固定資産の約0.7%。
- 3) 日常点検費は、国の基準よりダム建設に投下した固定資産の約0.3%。
- 4) 水資源費は、用途不明のケースとし、Pre-F/Sに準じて1m³につきで0.04元。大ダム案の給水量は、4,300万m³/年、小ダム案には900万m³/年。
- 5) 人民元と米ドルとのシャドウ為替率は、8.6:1。

表8.2.9 主要洪水防御対象投資表

	開鉱 年月	生産開始 年月	年生産 能力 万トン	投資額		山元生産 コスト 元/トン
				1992年時点の試算 万元	1999年時点の試算 万元	
主要炭鉱						
上湾	1986	1990	300	82,000	36,080	79
大柳塔 (1期)	1987	1993	360	97,000	54,320	97
石乞台	1988	1999	300	85,000	68,000	79
活鶏兎	1992	1998	500	170,000	129,200	83
哈拉溝			30	2,400	1,056	
補連			300	75,000	33,000	79
露天鉱						
馬家塔	1985	1987	60	3,586	1,148	45
武家塔 (2期)	1986	1994	60	12,000	7,200	65
郭家湾	1986	1988	30	6,000	2,160	35
武家塔 (3期)	1997	2000	210	45,000	36,000	90
後補連			60	6,900	3,036	55
補助工場						
機修工場				9,000	3,960	
熱電工場				5,000	2,200	
選炭工場			600	13,800	6,072	
汚水処理場				600	264	
ガス工場				1,000	440	
総計				532,286	348,056	

注：

- 1) 固定資産額は総投資額の80%で算定。
- 2) 炭鉱生産設備等の減価償却期間は20年、残存価値は0と設定。
- 3) 固定資産投入時期が不明の場合（補助工場）、1990年（第2期工事の中間年）に設定。

表8.2.10 主要炭鉱及び付属施設洪水損失試算 (50年と100年確率洪水)

単位:万元

項目 洪水確率	固定資産損失		生産中止損失		合計	
	100年	50年	100年	50年	100年	50年
主要炭鉱						
上湾	5,412	3,608	3,555	2,370	8,967	5,978
大柳塔 (1期)	8,148	5,432	5,238	3,492	13,386	8,924
石乞台	10,200	6,800	3,555	2,370	13,755	9,170
活鶏兔	19,380	12,920	6,225	4,150	25,605	17,070
哈拉溝	158	106	356	237	514	343
補連	4,950	3,300	3,555	2,370	8,505	5,670
小計	48,248	32,166	22,484	14,989	70,732	47,155
露天鉱						
馬家塔	1,148	1,148	810	540	1,958	1,688
武家塔 (2期)	7,200	7,200	1,170	780	8,370	7,980
郭家湾	2,160	2,160	315	210	2,475	2,370
武家塔 (3期)	36,000	36,000	5,670	3,780	41,670	39,780
後補連	3,036	3,036	990	660	4,026	3,696
小計	49,544	49,544	8,955	5,970	58,499	55,514
補助工場						
機修工場			1,188	792	1,188	792
熱電工場			660	440	660	440
選炭工場			1,822	1,214	1,822	1,214
污水处理場			79	53	79	53
ガス工場			132	88	132	88
小計			3,881	2,587	3,881	2,587
総計	97,792	81,710	35,319	23,546	133,112	105,256

注:

1) 中国側が作成した「防洪経済分析報告」に準じ100年確率洪水の水没深度は3m、50年確率洪水は2.75mとし、この深度と流速と浸水時間を総合的に勘案して、炭鉱洪水期間の損失率を下記のように設定する。

洪水確率	100年	50年	備考
主要炭鉱			
固定資産	0.15	0.10	固定資産の比率
生産中止	0.15	0.10	生産能力の比率
露天鉱			
固定資産	1.00	1.00	
生産中止	0.30	0.20	
補助工場	0.30	0.20	
農林業	1.00	0.90	

2) 資産価値は表8.2.9の試算表より適用する。

表8.2.11 農林業等の洪水損失試算（50年と100年確率洪水）

単位：万元

項目	単価 1992年時点	洪水確率		単価 1998年時点調整 (*1999年2月時点)	洪水確率	
		100年	50年		100年	50年
		耕作物	0.9元/kg		434.0	272.0
樹木	20元/株	198.0	160.0	30元/株	297.0	240.0
若苗	1,000元/畝(A-)	49.0	45.0	2,000元/畝(A-)	98.0	90.0
家畜	300元/匹	2.0	1.3	300元/匹	2.0	1.3
漁業	1,000元/畝(A-)	8.8	4.5	9,000元/畝(A-)	79.2	40.5
農田	100元/畝(A-)	12.5	12.5	800元/畝(A-)	100.0	100.0
水渠	100元/m	125.0	109.0	100元/m	125.0	109.0
機械井戸	3,000元/個	1.5	1.0	5,500元/個	2.8	1.7
ポンプ場	10万元/処	10.0	10.0	10万元/処	10.0	10.0
民家		1,628.0	958.0		4,884.0	2,874.0
商業施設		6,760.0	6,440.0		20,280.0	19,320.0
その他		4,341.0	3,928.0		13,023.0	11,784.0
総計		13,569.8	11,941.3		39,865.0	35,174.5

注：

- 1) 国家信息センター資料、1999年2月号より、一番安い耕作物は小麦（価格は1kg=2元）、米は1kg=2.6元。最低値を使用。
- 2) 「伊克昭盟の農村土地の補償に関する規定」によって、一般雑樹の補償基準は1株=20元、一般果物樹は約100元、樹種と面積の不明は、1株を30元と設定。
- 3) 若苗の価格は「伊克昭盟の農村土地の補償に関する規定」によって設定。
- 4) 漁業と農田の価格は上記の「補償規定」によって設定。
- 5) 機械井戸の価格は上記の「補償規定」によって設定。
- 6) 民家、商業施設等の算定根拠は不明だが、'98年農民1人当りの純収入は'92年の4.6倍を実現しているので、ここでは1992年額の3倍に設定。
- 7) 農林業等の洪水損失率は表8.2.10を参照。

表8.2.12 転龍湾ダム経済便益の試算

試算一：石炭生産純増加額への貢献を経済便益とする場合

項目				単価	元々へス (万元)	米ドルへス (万米ドル)
炭鉱給水	給水量	大ダム	3,870 万m ³		44,402	5,163
		小ダム	900 万m ³		10,326	1,201
灌漑用給水	給水量	大ダム	430 万m ³	4.38元/m ³	1,883	219
		小ダム	0 万m ³		0	0
発電	発電量	大ダム	200 万kwh	0.21元/kwh	42	5
		小ダム	0		0	0
洪水防御		大ダム			3,134	364
		小ダム			0	0
総計						
大ダム					49,461	5,751
小ダム					10,326	1,201

試算二：水資源開発コストを経済便益とする場合

項目				単価	元々へス (万元)	米ドルへス (万米ドル)
炭鉱給水	給水量	大ダム	3,870 万m ³	18.3元/m ³	70,821	8,235
		小ダム	900 万m ³		16,470	1,915
灌漑用給水	給水量	大ダム	430 万m ³	4.38元/m ³	1,883	219
		小ダム	0 万m ³		0	0
発電	発電量	大ダム	200 万kwh	0.21元/kwh	42	5
		小ダム	0		0	0
洪水防御		大ダム			3,134	364
		小ダム			0	0
総計						
大ダム					75,880	8,823
小ダム					16,470	1,915

注：

試算一の場合：

- 1) 中国側が作成したPre-F/Sを参照し、炭鉱給水の経済便益を新しく増加した石炭生産額に対して分割係数で求める。3,870万m³の水によって新增した石炭の生産額は35,364万米ドル。また、同報告に基づき算定した分割係数は0.146。従って、炭鉱給水便益は、35,364*0.146=5,163万米ドル。
- 2) 灌漑用給水の単価は調査をできなかった。経済水価は水の開発コストを反映すべきという視点から、ダム付近で現在使用している哈拉溝水源の水開発単価を適用する。中国側が提供した当該水源の開発単価は、1.46元/m³。これは1990年、10年前の開発費である。1999年時点への換算について詳しく調査ができなかったが、西安市への供排水工事（都市供水と灌漑供水）、一つは80年代（石頭河貯水池）、もう一つは現在工事中（黒河供水工事）を参考して、開発費を'90年から'99年まで2倍の増加を推定。'99年時点で4.38元/m³と設定。
- 3) 年平均発電は調査団の推算で年間200万kwh。西北電力システムの経済電価は0.21元/kwh（「建設プロジェクト経済評価パラメーター」第2版）
- 4) 洪水防御便益の試算は、下記の通り

	単位：万元		
	1/100年	1/50年	(総計)
炭鉱	133,112	105,256	
農林等	39,865	35,175	
総計	172,977	140,431	
年平均	1,730	1,404	(3,134)

試算二の場合：

- 1) 経済水価は水資源開発のコストを反映すべきという考え方より、ダム付近同類規模、同一目的の瑤鎮水源を参考とする。中国側資料より、当該水資源開発の単価は20.46元/m³、転龍湾ダムの経済分析と同様の手法で経済水価は18.3元/m³で算出。即ち、18.3元/m³は、転龍湾ダム給水の経済単価。

表8.2.13 経済便益と経済コスト比較：試算一：石炭生産への貢献（大ダム案）

単位：米ドル

年	経済コスト				経済便益					Balance	
	建設費		運営費	総計	炭鉱給水	灌漑給水	発電	洪水防衛	総計		
	外貨	内貨									
2000	1	808500	1265037		2073537					0	-2073537
2001	2	538300	1281922		1820222					0	-1820222
2002	3	269150	874024		1143174					0	-1143174
2003	4	1961433	9621346		11582779					0	-11582779
2004	5	5393876	16732544		22126420					0	-22126420
2005	6	13155546	32879759		46035305					0	-46035305
2006	7	13762806	34373649		48136455					0	-48136455
2007	8	12260433	26265309		38525742					0	-38525742
2008	9	14473141	31028842		45501983					0	-45501983
2009	10	8669302	18865702	1070501	28605505	15489000	657000	15000	3640000	19801000	-8804505
2010	11			2141002	2141002	36141000	1533000	35000	3640000	41349000	39207998
2011	12			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2012	13			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2013	14			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2014	15			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2015	16			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2016	17			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2017	18			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2018	19			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2019	20			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2020	21			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2021	22			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2022	23			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2023	24			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2024	25			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2025	26			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2026	27			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2027	28			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2028	29			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2029	30			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2030	31			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2031	32			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2032	33			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2033	34			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2034	35			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2035	36			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2036	37			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2037	38			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2038	39			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2039	40			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2040	41			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2041	42			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2042	43			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2043	44			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2044	45			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2045	46			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2046	47			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2047	48			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2048	49			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998
2049	50			2141002	2141002	51630000	2190000	50000	3640000	57510000	55368998

EIRR (Discount Rate: 12%) : 15.02%
 B-C (Discount Rate: 12%) : 38,385,757 米ドル

表8.2.14 経済便益と経済コスト比較： 試算一： 石炭生産への貢献（小ダム案）

単位：米ドル

年	経済コスト				経済便益					Balance	
	建設費		運営費	総計	炭鉱給水	灌漑給水	発電	洪水防御	総計		
	外貨	内貨									
2000	1	808500	292875		1101375					0	-1101375
2001	2	538300	415504		953804					0	-953804
2002	3	269150	324752		593902					0	-593902
2003	4	2111300	4191381		6302681					0	-6302681
2004	5	2793528	5600596		8394124					0	-8394124
2005	6	3866699	7839134		11705833					0	-11705833
2006	7	4271949	8598146		12870095					0	-12870095
2007	8	3197787	6532174		9729961					0	-9729961
2008	9	1627650	3018525		4646175					0	-4646175
2009	10	684533	1033995	246259	1964787	3603000	0	0	0	3603000	1638213
2010	11			492518	492518	8407000	0	0	0	8407000	7914482
2011	12			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2012	13			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2013	14			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2014	15			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2015	16			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2016	17			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2017	18			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2018	19			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2019	20			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2020	21			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2021	22			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2022	23			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2023	24			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2024	25			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2025	26			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2026	27			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2027	28			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2028	29			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2029	30			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2030	31			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2031	32			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2032	33			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2033	34			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2034	35			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2035	36			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2036	37			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2037	38			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2038	39			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2039	40			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2040	41			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2041	42			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2042	43			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2043	44			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2044	45			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2045	46			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2046	47			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2047	48			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2048	49			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482
2049	50			492518	492518	12010000	0	0	0	12010000	11517482

EIRR (Discount Rate: 12%) : 12.51%
 B-C (Discount Rate: 12%) : 1,769,728 米ドル

表8.2.15 経済便益と経済コスト比較： 試算二： 代替水資源開発コストの反映 (大ダム案)

単位：米ドル

年	経済コスト				経済便益					Balance	
	建設費		運営費	総計	炭鉱給水	灌漑給水	発電	洪水減免	総計		
	外貨	内貨									
2000	1	808500	1265037		2073537					0	-2073537
2001	2	538300	1281922		1820222					0	-1820222
2002	3	269150	874024		1143174					0	-1143174
2003	4	1961433	9621346		11582779					0	-11582779
2004	5	5393876	16732544		22126420					0	-22126420
2005	6	13155546	32879759		46035305					0	-46035305
2006	7	13762806	34373649		48136455					0	-48136455
2007	8	12260433	26265309		38525742					0	-38525742
2008	9	14473141	31028842		45501983					0	-45501983
2009	10	8669302	18865702	1070501	28605505	24705000	657000	15000	3640000	29017000	411495
2010	11			2141002	2141002	57645000	1533000	35000	3640000	62853000	60711998
2011	12			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2012	13			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2013	14			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2014	15			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2015	16			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2016	17			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2017	18			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2018	19			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2019	20			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2020	21			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2021	22			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2022	23			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2023	24			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2024	25			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2025	26			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2026	27			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2027	28			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2028	29			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2029	30			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2030	31			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2031	32			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2032	33			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2033	34			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2034	35			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2035	36			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2036	37			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2037	38			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2038	39			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2039	40			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2040	41			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2041	42			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2042	43			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2043	44			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2044	45			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2045	46			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2046	47			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2047	48			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2048	49			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998
2049	50			2141002	2141002	82350000	2190000	50000	3640000	88230000	86088998

EIRR (Discount Rate: 12%) : 20.25%
 B-C (Discount Rate: 12%) : 120,243,025 米ドル

表8.2.16 経済便益と経済コスト比較： 試算二： 代替水資源開発コストの反映 (小ダム案)
 単位：米ドル

年	経済コスト				経済便益					Balance	
	建設費		運営費	総計	炭鉱給水	灌漑給水	発電	洪水防御	総計		
	外貨	内貨									
2000	1	808500	292875		1101375					0	-1101375
2001	2	538300	415504		953804					0	-953804
2002	3	269150	324752		593902					0	-593902
2003	4	2111300	4191381		6302681					0	-6302681
2004	5	2793528	5600596		8394124					0	-8394124
2005	6	3866699	7839134		11705833					0	-11705833
2006	7	4271949	8598146		12870095					0	-12870095
2007	8	3197787	6532174		9729961					0	-9729961
2008	9	1627650	3018525		4646175					0	-4646175
2009	10	684533	1033995	246259	1964787	5745000	0	0	0	5745000	3780213
2010	11			492518	492518	13405000	0	0	0	13405000	12912482
2011	12			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2012	13			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2013	14			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2014	15			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2015	16			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2016	17			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2017	18			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2018	19			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2019	20			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2020	21			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2021	22			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2022	23			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2023	24			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2024	25			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2025	26			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2026	27			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2027	28			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2028	29			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2029	30			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2030	31			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2031	32			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2032	33			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2033	34			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2034	35			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2035	36			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2036	37			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2037	38			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2038	39			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2039	40			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2040	41			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2041	42			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2042	43			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2043	44			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2044	45			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2045	46			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2046	47			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2047	48			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2048	49			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482
2049	50			492518	492518	19150000	0	0	0	19150000	18657482

EIRR (Discount Rate: 12%) : 17.29%
 B-C (Discount Rate: 12%) : 20,795,148 米ドル

表8.3.7 転龍湾ダム建設費用

単位：米ドル

項目		大ダム案	項目		小ダム案
1	仮設費	1,568,000	1	仮設費	1,568,000
2	直接工事費	162,041,926	2	直接工事費	38,035,964
	主ダム	(125,965,238)		ダム	(26,478,607)
	洪水吐	(19,157,179)		河床保護	(1,601,666)
	仮排水排砂トンネル	(9,312,901)		仮排水排砂トンネ)	(2,752,432)
	給水トンネル	(598,634)		沈砂池	(3,836,462)
	発電所・放水路	(1,877,089)		給水設備	(3,366,797)
	給水設備	(5,130,885)		給水設備	(3,366,797)
3	補償移転費	20,280,000	3	補償移転費	1,800,000
	水没補償	(2,570,000)		水没補償	(1,300,000)
	施設補償	(1,010,000)		施設補償	(500,000)
	鉄道移設補償	(16,700,000)			
4	管理費	5,000,000	4	管理費	1,130,000
5	物価上昇	31,095,420	5	物価上昇	5,965,991
6	予備費	22,000,000	6	予備費	4,850,000
7	コンサルタント費	3,500,000	7	コンサルタント費	3,500,000
8	建中金利	27,198,482	8	建中金利	6,270,725
	総計	272,683,828		総計	63,120,680

注：工事積算結果（第5章参照）から整理。

- 1) 管理費は、項目1+2+3合計の約2.72%。
- 2) 物価上昇率は、年3.03%で設定。
- 3) 予備費は、項目1-5合計の約10%で設定。

表8.3.8 転龍湾ダム年運営費の試算（財務ベース）

単位：米ドル

	項目	大ダム案 条件設定	小ダム案 条件設定	大ダム案 金額	小ダム案 金額
1	管理費	1,475*80人	1,475*20人	118,000	29,500
2	大修理費	0.70%	0.70%	1,322,229	297,738
3	日常点検費	0.30%	0.30%	566,670	127,602
4	水資源費	0.005	0.005	215,000	45,000
	総計			2,221,899	499,840

注：

- 1) 管理費設定の基準は、表8.2.8と同じ。雇用人数80人、1人・年当り11,800元、米ドル（市場ベース）に換算して、11,800元/8=1,475ドル。
- 2) 小ダム案では20人と設定。
- 3) 大修理費は、国の基準でダム建設に投下した固定資産の約0.7%。
固定資産は、財務ベースで大ダム案の場合18,889万米ドル、小ダム案の場合4,253万米ドルであることを積算結果から設定。
- 4) 日常点検費は、国の基準でダム建設に投下した固定資産の約0.3%。
- 4) 水資源費は、用途不明のケースとし、Pre-F/Sに準じ1m³で0.005米ドル。
- 5) 人民元と米ドルとの市場為替率は、8：1。

表8.3.9 転龍湾ダム財務収益計画

単位：万元、万メートル

	総供給量		販売単価	販売収益 (元ベース)		販売収益 (米ドルベース)		
	大ダム案	小ダム案		大ダム案	小ダム案	大ダム案	小ダム案	
	単位	単位		大ダム案	小ダム案	大ダム案	小ダム案	
1 炭鉱給水	3,870	900	万 ³ m	1.3元/m ³	5,031	1,170	628.9	146.3
2 灌漑給水	430	0	万 ³ m	0.15元/m ³	65	0	8.1	0.0
3 発電	200	0	万kwh	0.29元/kwh	58	0	7.3	0.0
総計					5,153.5	1,170.0	644.2	146.3

注：

- 1) 炭鉱給水単価は、中国側が提供した数字で現在価格。
- 2) 灌漑給水単価は、現在周辺農家は無料で使っているが、近い将来1m³当り0.15円で徴収する予定。
- 3) 売電価格は西北電力システムの調査で、ベースロードとピークロード発電平均での売電価格は1kwh当り0.29元。

表8.3.10 財務収益と財務費用比較 (大ダム案)

単位：米ドル

年	財務費用				財務収益				Balance	
	建設費		運営費	総計	炭鉱給水	灌漑給水	発電	総計		
	外貨	内貨								
2000	1	824670	1359435		2184105				0	-2184105
2001	2	565559	1472741		2038300				0	-2038300
2002	3	285844	1042337		1328181				0	-1328181
2003	4	2013833	10412263		12426096				0	-12426096
2004	5	5564604	18697186		24261790				0	-24261790
2005	6	13586713	36629610		50216323				0	-50216323
2006	7	14399235	39486622		53885857				0	-53885857
2007	8	12844384	30980811		43825195				0	-43825195
2008	9	15103784	35509352		50613136				0	-50613136
2009	10	9174250	22795131	1110950	33080330.5	1886700	24300	21900	1932900	-31147431
2010	11			2221899	2221899	4402300	56700	51100	4510100	2288201
2011	12			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2012	13			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2013	14			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2014	15			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2015	16			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2016	17			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2017	18			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2018	19			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2019	20			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2020	21			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2021	22			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2022	23			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2023	24			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2024	25			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2025	26			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2026	27			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2027	28			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2028	29			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2029	30			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2030	31			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2031	32			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2032	33			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2033	34			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2034	35			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2035	36			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2036	37			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2037	38			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2038	39			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2039	40			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2040	41			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2041	42			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2042	43			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2043	44			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2044	45			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2045	46			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2046	47			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2047	48			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2048	49			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101
2049	50			2221899	2221899	6289000	81000	73000	6443000	4221101

FIRR (Discount Rate: 12%) 1.61%
 B-C (Discount Rate: 12%) : -122,898,846 米ドル

表8.3.11 財務収益と財務費用比較 (小ダム案)

単位: 米ドル

年	財務費用				財務収益				Balance	
		建設費		運営費	総計	炭鉱給水	灌漑給水	発電		総計
		外貨	内貨							
2000	1	824670	307232		1131902				0	-1131902
2001	2	565559	457379		1022938				0	-1022938
2002	3	285844	372689		658533				0	-658533
2003	4	2118400	4370478		6488878				0	-6488878
2004	5	2847279	6184594		9031873				0	-9031873
2005	6	3909027	8656237		12565264				0	-12565264
2006	7	4333612	9625567		13959179				0	-13959179
2007	8	3284843	7526168		10811011				0	-10811011
2008	9	1690738	3693324		5384062				0	-5384062
2009	10	723731	1343215	249920	2316866	438900	0	0	438900	-1877966
2010	11			499840	499840	1024100	0	0	1024100	524260
2011	12			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2012	13			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2013	14			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2014	15			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2015	16			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2016	17			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2017	18			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2018	19			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2019	20			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2020	21			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2021	22			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2022	23			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2023	24			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2024	25			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2025	26			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2026	27			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2027	28			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2028	29			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2029	30			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2030	31			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2031	32			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2032	33			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2033	34			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2034	35			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2035	36			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2036	37			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2037	38			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2038	39			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2039	40			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2040	41			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2041	42			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2042	43			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2043	44			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2044	45			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2045	46			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2046	47			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2047	48			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2048	49			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160
2049	50			499840	499840	1463000	0	0	1463000	963160

FIRR (Discount Rate: 12%) 1.46%
 B-C (Discount Rate: 12%) : -31,238,576 米ドル

第9章 総合評価

9.1 経済的妥当性及び技術的健全性

総合評価として経済分析の視点からは、大ダム案については経済内部収益率 (EIRR) は 15.02% で、国で定めた基準収益率 12% を超え、見かけ上のフィージビリティがあるとみなされる。一方小ダム案については、EIRR は 12.5% で、基準収益率の限界線上にある。また、財務分析からは、大ダム案、小ダム案の双方について財務内部収益率 (FIRR) は 2% 以下でフィージビリティは無いと判断され、資本投入に対してその回収は困難な結果を示している。

次に、技術的健全性の観点からは、大ダム案と小ダム案双方に問題と課題が残されている。大ダム案については、大型ダムを支える左岸部の岩盤基礎が適度な深さに存在しないため、砂層を対象とした遮水工法、砂層の改良による基盤の形成、粒径が小さく均一な砂層の液状化などという技術的に解決すべき問題が残されている。本案はそのため、現時点では技術的健全性が十分であるとは断定できない。また、小ダム案については、調整容量が小さいため年間を通した鉦区への安定供給には、貯水池下流に約 500 万 m^3 規模の貯水池 (調整池) を追加建設する必要がある。ダムからの送水計画の立案・検討については、中国側の分担作業であるが、安定供給に必要な新規の貯水池 (調整池) については検討がなされておらずこの点追加検討が必要である。従って小ダム案についても技術的健全性に欠ける点がある。

9.2 水再利用

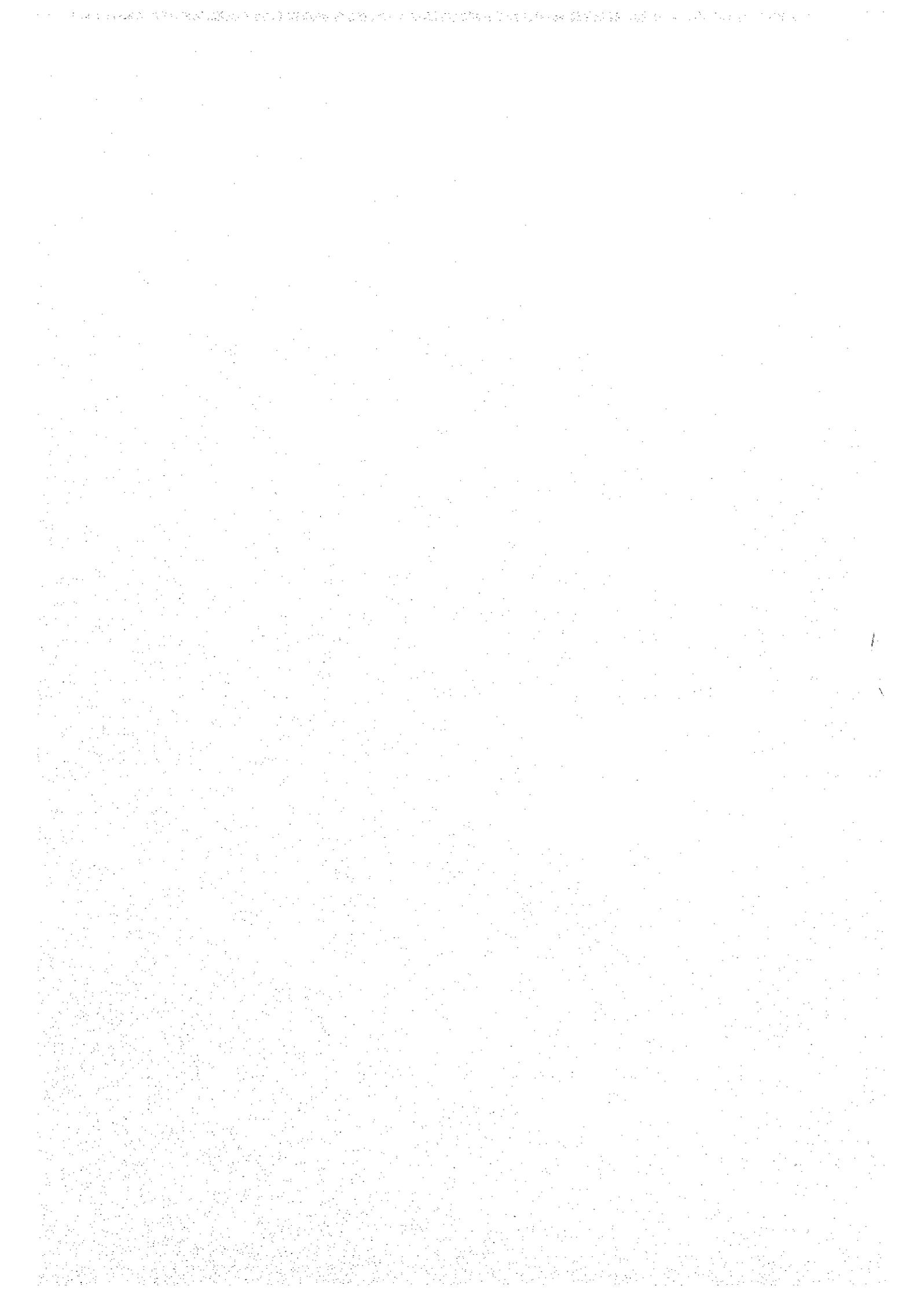
水再利用については、現在炭鉦坑内排水については、基本的に再利用がなされていると言える。ただし、上湾炭鉦及び活鶏兎炭鉦からの排水は、電気伝導度が高く高度に鉦化された水質であり、膜システム利用を以ても、コスト高となり、結果的に再利用するよりも、人工池にため込み蒸発させた後、安全地域に廃棄することを推奨する。また、生活污水については現在の下水処理場の機能は十分でなく、機能改良のための投資が必要であるが、高度に鉦化した排水を処理し再利用するよりも低廉であり、実現性が高いと判断される。現在でも機能改良により約 6,000 m^3 /日の黒炭溝・大柳塔下水処理場での処理水の再利用が可能である。

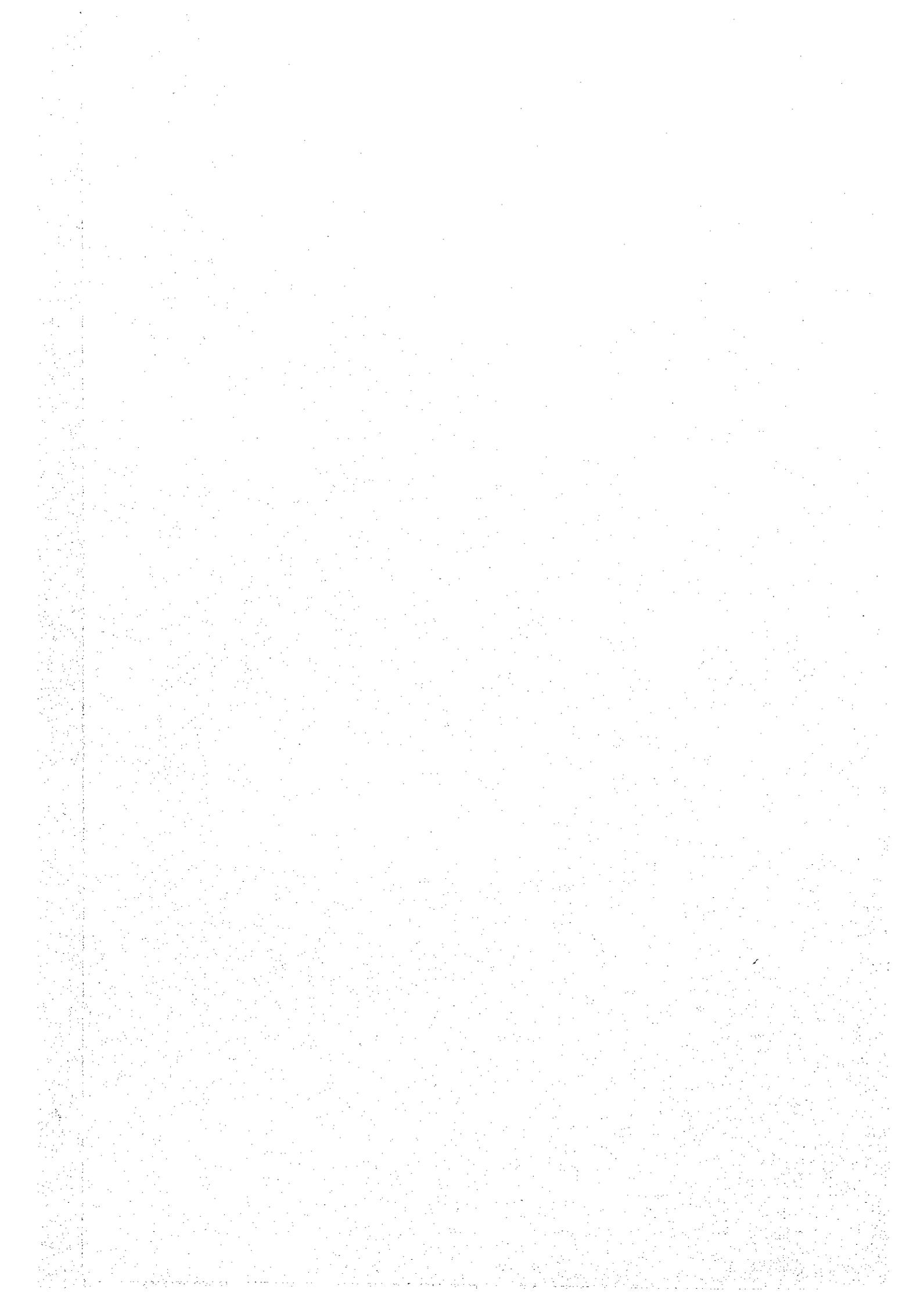
9.3 今後の課題解決に向けての提言

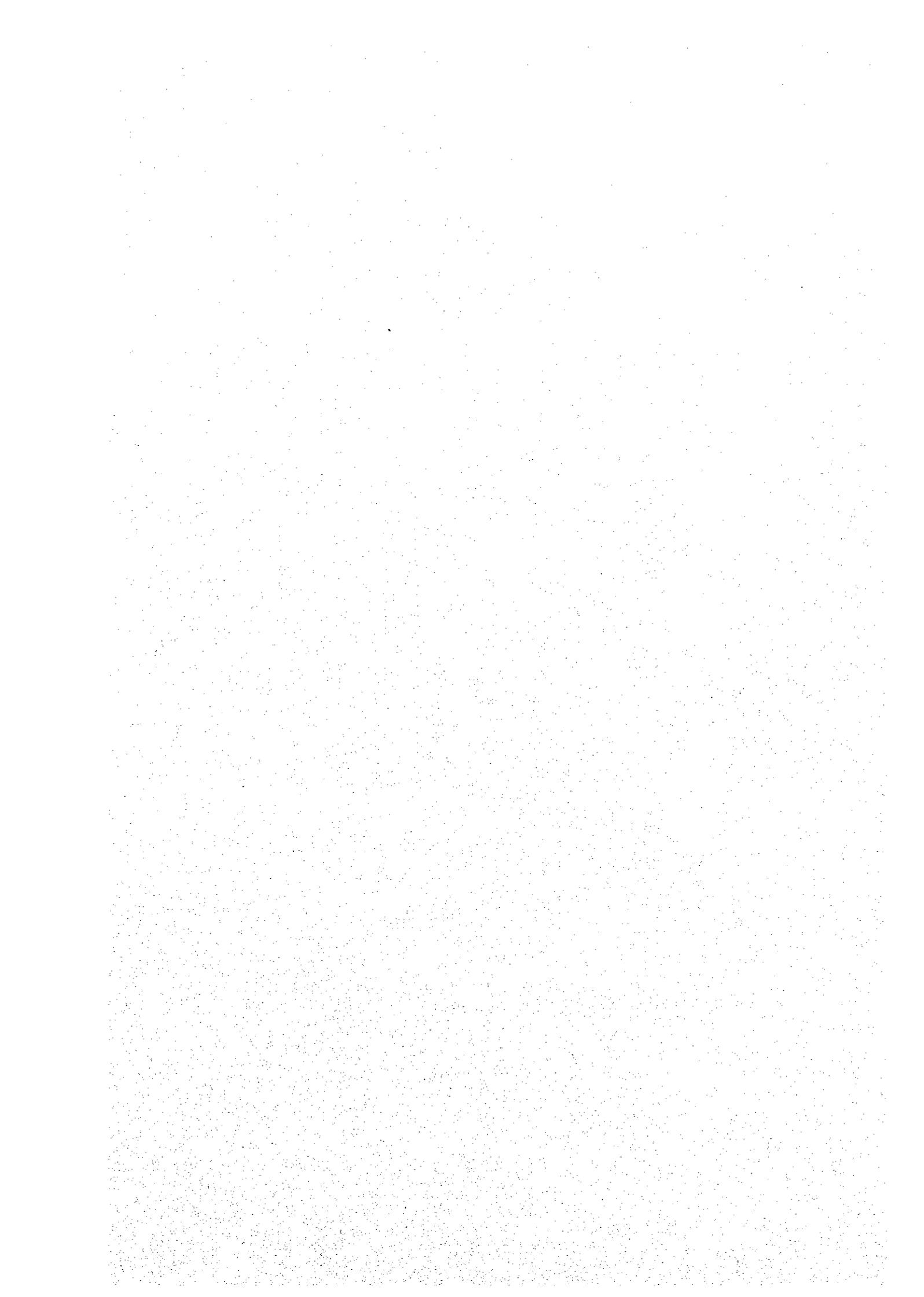
転龍湾ダム建設計画については、計画前提条件及び技術的課題についての再確認・再検討を行い、計画の全体の枠組みを定めた上で再度フィージビリティを確かめることを提言する。この再検討の具体的項目は下記の通りである。

- (1) 鉞区全体の開発計画とこれに必要な水需要量を中国側が見直しする必要がある。
- (2) 現在の地下水のポテンシャル中で水循環（利用と涵養）のバランスを考慮に入れ、その上で、地表水（烏蘭木倫河）の開発をどの時点で、またどの方式で実施するのかを明確にする必要がある。また、水文資料の不足を補うため、水文観測を継続する必要がある。
- (3) 転龍湾ダム建設により、総流出土砂の約97%が補足される。ダム下流河道の河床は上昇傾向にあると考えられ、中国側から積極的な排出を実施すべきでないとの意見があった。貯水池の寿命を延ばす意味からは排砂が推められるので、下流河道への土砂供給が抑止されることによる影響は今後河川形態学的に検討を加える必要がある。
- (4) 本報告書に示した、水の再利用の方向性に照らし、下水処理水の再利用化対策等をできるだけ早期にとる必要がある。また、このためにも水質分析を継続することが必要である。
- (5) 地質的側面からの検討として、左岸部について風積堆積物層（砂丘部）の透水性及びこの砂層に水が浸潤した場合の挙動についての必要な試験や3次元浸透解析等を実施し確認をする必要がある。
- (6) 転龍湾ダム地点の自然条件（地質条件、堆砂等）から大型ダムの建設は技術的工学的に検証すべき事項が多く、その検証には調査・解析等に膨大な費用と時間を要することから、地質条件等の現地の自然条件に見合う現実的な規模の取水構造物の計画も検討する。

季節変動の大きい流量や流出土砂の問題を考慮し、例えば中国各地で経験の豊富な頭首工（取水堰）方式により取水し、貯水容量は下流の広大な炭鉞の露天掘り跡地を貯水池に転用して確保するなどの、ダムにとられない計画をするなど多様な観点から水資源開発計画を再検討する必要がある。







JICA