

モンゴル国
道路運輸建設都市開発省
ウランバートル市上下水道公社

モンゴル国 ウランバートル市水供給改善計画 準備調査報告書

平成 22 年 3 月
(2010 年)

独立行政法人 国際協力機構
(JICA)

株式会社 建設技研インターナショナル

環境
JR(先)
10-046

モンゴル国
道路運輸建設都市開発省
ウランバートル市上下水道公社

モンゴル国
ウランバートル市水供給改善計画
準備調査報告書

平成 22 年 3 月
(2010 年)

独立行政法人 国際協力機構
(JICA)

株式会社 建設技研インターナショナル

序 文

日本国政府は、モンゴル国政府の要請に基づき、同国のウランバートル市水供給改善計画にかかわる協力準備調査を行うことを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施しました。

当機構は、平成 21 年 8 月 3 日から 11 月 2 日まで協力準備調査団を現地に派遣しました。

調査団はモンゴル政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施しました。帰国後の国内作業の後、平成 22 年 2 月 22 日から 2 月 26 日まで実施された概略設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 22 年 3 月

独立行政法人国際協力機構
理事 高島 泉

伝 達 状

今般、モンゴル国におけるウランバートル市水供給改善計画準備調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴機構との契約に基づき弊社が、平成 21 年 7 月から平成 22 年 3 月までの 9 ヶ月にわたり実施してまいりました。今回の調査に際しましては、モンゴルの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成 22 年 3 月

株式会社 建設技研インターナショナル
モンゴル国
ウランバートル市水供給改善計画準備調査団
業務主任 松本 良治

要 約

① モンゴル国の概要

モンゴル国は、東西 2,392 km、南北 1,259 km の国土面積約 157 万 km² を有し北はロシアに、東・西・南は中国に接する高原の内陸国である。国土の北半分は、草原からロシア国境に掛けて針葉樹林帯に漸移し、南部はいわゆるゴビと呼ばれる乾燥砂漠地帯である。同国の総人口は約 270 万人（外務省各国・地域情勢 2009 年）で、人口増加率は過去 10 年間 1.2～1.4% で推移している。

計画対象地域であるウランバートル市はモンゴル国の首都であり、人口 107 万人（2008 年）を擁する政治・経済の中心地である。市内の過去 10 年間の年平均気温は、-0.7 度、月平均気温が 0 度を上回るのは 4 月から 10 月である。降水量は、5 月から 9 月の期間に約 86% が集中し過去 10 年間の平均で年間 238 mm から山間地で 330 mm である。

モンゴル国の GDP 成長率は、1996 年から 1999 年までは 2～4%、2000 年から 2001 年は 1% 台と低迷していたが、その後 2004 年に 10% 台を記録するまで順調に増加し、2005 年から 2007 年も 7% 以上の伸びを示している。しかし、2008 年後半の世界同時経済不況と銅地金価格の暴落によってモンゴル経済も大きく落ち込んだ。インフレ率も高く 2007 年に一時的に 12.3% に低下したものの 2000 年以降は 20% 台となっている。国民総所得は、2000 年で一人当たり 410 US\$、2005 年で 810 US\$ であったものが鉱物資源開発の恩恵にあずかり 2008 年には 1,680 US\$（世界銀行：2009 年 9 月）と急速に増加している。

ウランバートル市の域内総生産 (GRDP) は、最新の資料である 2005 年時点では 930 百万 US\$ でモンゴル国 GDP の約 48% を占め、一人当たりの GDP も 990 US\$ と国平均より約 30% 高い。

② 要請プロジェクトの背景、経緯及び概要

ウランバートル市の水道計画 M/P は 1995 年に実施された JICA 開発調査「ウランバートル市水供給計画調査」で策定されており、本プロジェクトの水源開発は同調査で提案されたものである。さらに、世銀支援で 2006 年に実施され閣議で承認された「ウランバートル市マスタープラン 2020 年 (UBMP2020)」では給水能力拡大の必要性が指摘され、閣議では未承認ではあるがこれを 2009 年に見直した JICA 開発調査「ウランバートル市都市開発マスタープラン・都市開発プログラム策定調査 (UBMPS)」においては、2011 年ごろには日最大水需要が現在の給水能力 240,000 m³/日を超えると予測し、水道施設整備を優先事業として挙げ、その中に本事業が含まれている。以上の開発調査結果を踏まえ、以下の事項が確認された。

- i) モンゴルの首都ウランバートル市は、地方からの人口流入が顕著で、2000 年代に入ってから年率 4% の人口増加が続いた結果、2008 年には 107 万人に達していると推定されており、モンゴルの人口の 40% が集中している。その結果、都市問題が深刻化しており、特に水供給については 2011 年頃に増え続ける水需要が現在の供給能力を超える

ことが予測されており、水不足が発生した場合、市民生活や首都機能への影響は非常に大きいと懸念されることから、水道施設の増強が喫緊の課題となっている。

ii) ウランバートル市の水供給はウランバートル市上下水道公社 (USUG) が担っており、我が国の無償資金協力による施設整備等により、給水能力は 24 万 m^3 /日に達している。しかし、人口の 60% を占めるゲル地区の給水源は給水キオスクであり、水使用量はわずか 7 l /人/日に過ぎない。そのため、国際復興開発銀行の支援によりゲル地区への配水管の延伸や給水キオスクの増設等が進められている。USUG は各戸給水を行っているアパート地区において、従量制料金制度への移行や節水啓発を行い、水消費を抑制する努力を継続しているが、ゲル地区の給水事情の改善、人口の急増、ゲル地区からアパート地区への人口移動とそれに伴う水消費量の増大等の要因により、水供給能力の拡張が求められている。

iii) USUG は 4 ヶ所の水源地において地下水を揚水して給水しているが、既存水源はいずれも開発余力が残されていないため、既往調査において最適地として提案されている市東部のガチョルト地区において、新規の水源地を開発する必要がある。

以上の開発調査結果を受けて、日本政府はガチョルト地区における水源開発及びガチョルト地区からウランバートル市内（北東配水池）までの送配水に係る施設整備計画について、概略設計調査を実施することとした。

③ 調査結果の概要とプロジェクトの内容

JICA は 2009 年 8 月 3 日から 11 月 2 日まで概略設計調査団を派遣した。現地調査では、モンゴル国関係者との協議を通じ、要請内容を再度確認するとともに、自然条件（地形・地質、地下水状況）、社会条件、埋設物条件、建設資機材等の調達事情を調査した。JICA は同調査の結果に基づき、日本国内で実施した概略設計調査結果をもって、2010 年 2 月 21 日から 2 月 27 日まで概略設計概要説明調査団を派遣し、概略設計の内容、モンゴル国側負担事項等について協議し、合意を得た。最終的な計画の概要は以下の通りである。

● 計画目標年次及び施設規模

計画目標年次は、プロジェクトの実施工程と無償資金協力の緊急性を勘案して 2014 年とした。新規開発水量は、2004 年～2008 年の過去 5 年における実績から、ゲル地区とアパート地区のそれぞれについて、給水人口と 1 人 1 日当たりの使用水量（ゲル地区：25 l /人/日、アパート地区：230 l /人/日）、1 日平均給水量、1 日最大給水量等を推計し、2014 年の予測される水需要量と、現状でのウランバートル市の水供給能力（24 万 m^3 /日）の差に相当する水量 25,200 m^3 /日とした。

● 水源開発計画

本プロジェクトの水源は、トーラ川の市街地上流部にあたるガチョルト地域の河床氾濫源から取水する伏流水とし、水源としての妥当性検証のため、電気探査、試掘、水質試験の結果を用いて本水源地点での地下水揚水量及び涵養量が今回の新規開発水量

25200 m³/日を十分賄えることを確認した。水質面については、大腸菌及び一般細菌がモンゴル国水道法水質基準を超えるが、その他の項目は基準値以内であり、塩素消毒を行うことで飲料水として利用可能であることを確認した。

- 送配水計画

ガチョルト配水池からの送水管は、特にゲル地区への配水を目的として、北東配水池に接続することとする。北東配水池は、標高 1,382m 程度のウランバートル市中心部の北東斜面に位置するため、ガチョルト配水池からの自然流下による送水を可能にするためには、水頭損失を抑制する必要がある。そのため、本計画の送配水管は、φ700 mm を適用することとした。また管材は、価格が安価で施工性に優れた（軽量）強化プラスチック複合管 (Fiberglass Reinforced Plastic Mortar: FRPM) を採用する。なお、ガチョルト配水池本体の建設に関してはモンゴル側の負担事項とし、配水池付属のバルブ類、周辺管材については、高い品質と耐久性が要求されるため日本側負担で建設を行う。

- 水道資機材

モンゴル国では、長年にわたり水道施設を維持管理しながら運用してきた実績がある。従って、従来と大きく異なる水道資機材の選定は行わず、また財政健全化を目指す観点から省エネルギー化を図り、運営・維持管理の負担を軽減する。

- 気象条件を考慮した施工計画

当該地域の厳冬期を鑑み、冬季において凍結地面の掘削が困難になる点や、コンクリート打設、アスファルト舗装工事などが不可能となる点を考慮した施工工程計画を立案した。施設計画においては、管路を冬季の凍結深度である地表面下 3.2m よりも深く埋設し、地表面上の配管や電気設備においては低温対策を施すこととした。

＜施設概要＞

項目	施設内容
1.送配水管	
送配水管	強化プラスチック複合管 (FRPM φ 700 mm):18,813m (1 種:1,800m, 2 種:15,050m, 3 種:1,963m)
弁室	バタフライ弁 (φ 700 mm, 10 kgf/cm ²):11 箇所 排水弁 (φ 250 mm, 10 kgf/cm ²):5 箇所 急速空気弁 (φ 75 mm, 10 kgf/cm ²):17 箇所
河川伏越し管	4 箇所
スラストブロック	90 度:11 箇所, 45 度:16 箇所, 22.5 度:16 箇所
2.導集水管	
導水管	ダクタイル鋳鉄管 (DCIP φ 500 mm):4,240m
集水管	ダクタイル鋳鉄管 (DCIP φ 150 mm～φ 500 mm):2,820m
弁室	仕切弁 (φ 350 mm, 16 kgf/cm ²):1 箇所 仕切弁 (φ 500 mm, 16 kgf/cm ²):1 箇所 急速空気弁 (φ 75 mm, 16 kgf/cm ²):2 箇所
河川伏越し管	2 箇所
スラストブロック	φ 150 mm 90 度:1 箇所, φ 300 mm 22.5 度:1 箇所 φ 500 mm 90 度:1 箇所, φ 500 mm 22.5 度:1 箇所 T 字:19 箇所, 片落:7 箇所

項目	施設内容
3. 配水池	
流入管	鋼管 φ 500 mm の管を HWL の高さに設置。
流出管	鋼管 φ 700 mm の管をピットを經由して設置。
排水管	鋼管+FRPM φ 500 mm の排水管を設置し、トーラ川へ排水。
越流管	HWL 以上の水を鋼管 φ 500 mm の管で越流させる。
バルブ	バルブ室内に以下のバルブを設置する。 ・仕切弁 (φ 500 mm, 7.5 kgf/cm ²):2 箇所 流入管及び排水管部 ・バタフライ弁 (φ 700 mm, 7.5 kgf/cm ²):2 箇所: 流出管部
水位計および流量計	配水池の水位変動把握のため、投げ込み式水位計を設置する。電磁流量計を流入管および流出管に設置する。
4. 井戸	
本数	21 本
揚水量	1,200 m ³ /日/本
井戸間隔	250m
井戸深度	TypeA:20m, TypeB:30m
井戸削孔径	400 mm
ケーシング径	250 mm
スクリーン長	TypeA:8m, TypeB:11m
ケーシング及びスクリーン材質	ケーシング: 鋼管 スクリーン: ステンレス (巻線型 V スロットスクリーン、目幅 1mm)
取水ポンプ形式	水中モーターポンプ
電動機電力	30 kW
取水ポンプ全揚程	110m
5. 塩素消毒・操作棟	
構造	鉄筋コンクリート造
部屋割り	貯蔵室、塩素消毒室、操作室、電気室、洗面所
塩素消毒方式	次亜塩素酸カルシウム:Ca(ClO) ₂
塩素注入量	最大設備能力:2 mg/l (1 mg/l x 2 基)
遠隔操作方式	無線

④ プロジェクトの工期

本プロジェクトを我が国の無償資金協力により実施する場合、実施設計期間は、8.0 ヶ月、建設期間は 38 ヶ月と想定される。

⑤ プロジェクトの妥当性の検証

本プロジェクトの実施により、ウランバートル市民に対し下表の効果をもたらすことが期待される。

<プロジェクト実施による効果と現状改善の程度>

現状と問題点	協力対象事業での対策	直接効果・改善程度	間接効果・改善程度
ウランバートル市への人口増加による水需要が増加しており、特に、ゲル地区住民に対する水道サービスの供給が需要に追いつかない状況にある。この結果、2011年には1日最大水需要量が現在の USUG の給水設備能力を上回るものと予測される。	ウランバートル市東部郊外のガチョルト地域において新規水源を開発する。開発した水をウランバートル市内へ送水するために18.8 km の送配水管を敷設する。	ウランバートル市上下水道公社 (USUG) の給水設備能力が 240,000 m ³ /日から 265,200 m ³ /日に増加する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ゲル地区住民約 39 万人、ならびにアパート地区住民約 4.35 万人の生活環境および給水状況が改善される。 ・有収水量の増加により、USUG の料金収入が増加する。

本件プロジェクトの実施により、多大な効果が期待されると同時に、モンゴル国の首都ウランバートルの市の健全な自立発展に大きく寄与するものである。我が国は、モンゴル国に対する最大の援助供与国として、同国における民主化・市場経済化の動きを支援しており、両国は極めて良好な友好関係にある。本件プロジェクトを我が国の無償資金協力で実施することにより、両国関係の一層の強化が期待できる。

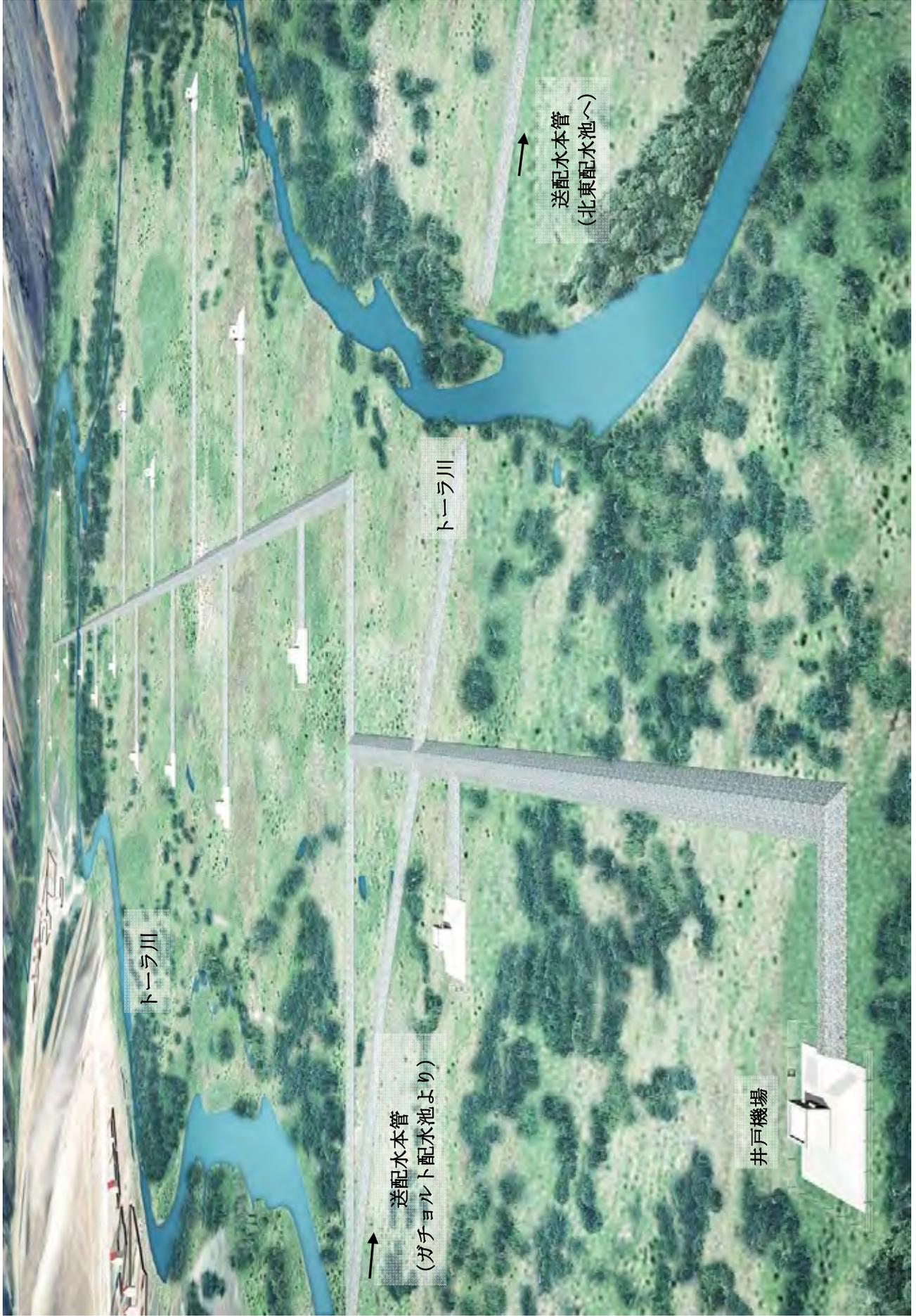
モンゴル国
ウランバートル市水供給改善計画準備調査
目 次

序文	
伝達状	
要約	
目次	
位置図/完成予想図/写真	
図表リスト/略語表	
	頁
第1章 プロジェクトの背景・経緯	1-1
1-1 当該セクターの現状と課題	1-1
1-1-1 現状と課題.....	1-1
1-1-2 開発計画.....	1-2
1-1-3 社会経済状況	1-4
1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要	1-10
1-3 我が国の援助動向	1-11
1-4 他ドナーの援助動向.....	1-13
第2章 プロジェクトを取り巻く状況	2-1
2-1 プロジェクトの実施体制	2-1
2-1-1 組織・人員	2-1
2-1-2 財政・予算	2-7
2-1-3 技術水準.....	2-17
2-1-4 既存施設・機材.....	2-17
2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況.....	2-32
2-2-1 関連インフラの整備状況	2-32
2-2-2 自然条件.....	2-36
2-2-3 環境社会配慮	2-41
第3章 プロジェクトの内容	3-1
3-1 プロジェクトの概要.....	3-1
3-1-1 上位目標とプロジェクトの目標.....	3-1
3-1-2 プロジェクトの概要.....	3-1
3-2 協力対象事業の概略設計	3-2
3-2-1 設計方針.....	3-2
3-2-2 基本計画(施設設計/機材計画)	3-5
3-2-2-1 水道計画	3-5
3-2-2-2 水源開発計画	3-16
3-2-2-3 井戸計画.....	3-21
3-2-2-4 配水池計画	3-28
3-2-2-5 送配水管計画	3-29
3-2-2-6 導集水管計画	3-35
3-2-2-7 塩素消毒・操作棟	3-38
3-2-3 概略設計図.....	3-42
3-2-4 施工計画/調達計画	3-43
3-2-4-1 施工方針/調達方針	3-43

3-2-4-2 施工上/調達上の留意事項.....	3-44
3-2-4-3 施工区分/調達・据付区分.....	3-44
3-2-4-4 施工監理計画/調達監理計画.....	3-45
3-2-4-5 品質管理計画.....	3-47
3-2-4-6 資機材等調達計画.....	3-47
3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画.....	3-51
3-2-4-8 実施工程.....	3-52
3-3 相手国側分担事業の概要.....	3-53
3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画.....	3-55
3-4-1 運営・維持管理計画.....	3-55
3-4-2 要員計画.....	3-56
3-5 プロジェクトの概算事業費.....	3-56
3-5-1 協力対象事業の概算事業費.....	3-56
3-5-2 運営・維持管理費.....	3-57
3-6 協力対象事業実施に当たっての留意事項.....	3-58
第4章 プロジェクトの妥当性の検証.....	4-1
4-1 プロジェクトの効果.....	4-1
4-2 課題・提言.....	4-1
4-2-1 相手国側の取り組むべき課題・提言.....	4-1
4-2-2 技術協力・他ドナーとの連携.....	4-3
4-3 プロジェクトの妥当性.....	4-3
4-4 結論.....	4-4

[資料]

1. 調査団員・氏名
2. 調査行程
3. 関係者（面会者）リスト
4. 討議議事録（M/D）
 - (1) M/D（概略設計調査時）
 - (2) ステークホルダー会議（概略設計調査時）
 - (3) テクニカルメモランダム（概略設計調査時）
 - (4) ステアリングコミティミーティング（概略設計調査時）
 - (5) ステアリングコミティミーティング（補足調査時）
 - (6) M/D（概略設計概要説明調査時）
5. 事業事前計画表（概略設計時）
6. 参考資料／入手資料リスト
7. その他の資料・情報
 - (1) 地下水涵養率の決定
 - (2) 電気探査結果
 - (3) 試掘調査及び水質分析結果
 - (4) 測量及び埋設物調査結果
 - (5) 地盤調査結果
 - (6) 環境調査結果
 - (7) ゲル地区社会調査結果
8. 概略設計図



完成予想図



ガチョルト地区水源保護区域。地形は平坦で、草丈の低い草が広がり、落葉樹の疎林が点在している。水源保護区域内に民家は存在しない。



トーラ川における送配水管横断部。横断管は、360°巻コンクリートで防護の上、河床より2mの土被りを確保して伏越しする。



モンゴル側負担事項となる配水池建設の計画地点。標高1,425m付近で斜面が急勾配を呈しており、配水池の建設箇所は、その下部の緩斜面上に計画する。



ガチョルト道路沿い、下水管路敷設の掘削状況。本計画送配水管の敷設においては、冬季の凍結防止のため管路心被りを3.5m確保する。



ウリアスタイ川氾濫源（湿地帯）。洪水時における送配水管沿いの管理用車両の通行を可能とするため、送配水管上部に「地盤高+1.0m」の盛土を行う。



ゲル等集落密集地における送配水管敷設区間。電柱、民家等を極力避けた線形の設定と施工中の配慮が必要である。

	
<p>軍の敷地内における送配水管敷設ルート。比較的工事中の支障の少ない、敷地内の砂利道に沿った送水管ルートを設定する。</p>	<p>北東配水池。配水池は緩勾配の盛土で覆われ、保温が施されている。周囲はコンクリート塀で区切られ、ゲートには軍による守衛が配置されている。</p>
	
<p>中央水源 受水池 (側部) 運転中 6,000 m³ x 1 池=6,000 m³</p>	<p>上流水源 受水池 (側部) 運転中 1,000 m³ x 2 池=2,000 m³</p>
	
<p>上流水源 井戸ポンプ場</p>	<p>ザフサリン配水池 塩素消毒設備棟</p>

図表リスト

頁

表 1-1.1	ウランバートル市の人口と世帯数の将来予測	1-3
表 1-1.2	需給バランス.....	1-4
表 1-1.3	モンゴル国の主要指標.....	1-5
表 1-1.4	主要産業の対 GDP 比(2008 年).....	1-6
表 1-1.5	モンゴルの貿易収支	1-6
表 1-1.6	品目カテゴリー別の輸出入額の割合.....	1-6
表 1-1.7	モンゴルの国際収支	1-7
表 1-1.8	地区別・居住形態別のウランバートル市の人口及び世帯数(2008 年)	1-8
表 1-1.9	ウランバートル市各地区の世帯構成員数.....	1-8
表 1-1.10	ウランバートル市の域内総生産	1-9
表 1-1.11	ウランバートル市住民の収入と支出	1-10
表 1-2.1	要請内容.....	1-11
表 1-4.1	USIP 対象のゲル地区人口一覧表.....	1-14
表 1-4.2	世銀援助によるウランバートル市 USIP 2 の進捗状況.....	1-15
表 2-1.1	現時点における OSNAAUG のサービス世帯数 ならびにサービス企業数	2-7
表 2-1.2	USUG の貸借対照表.....	2-8
表 2-1.3	USUG 財政の流動比率の変遷.....	2-8
表 2-1.4	USUG 財政の当座比率の変遷.....	2-9
表 2-1.5	USUG の損益計算書.....	2-9
表 2-1.6	USIP 2 に対する見返り資金.....	2-10
表 2-1.7	USUG のキャッシュフロー	2-11
表 2-1.8	OSNAAUG の貸借対照表.....	2-13
表 2-1.9	OSNAAUG の流動比率と当座比率の変遷.....	2-13
表 2-1.10	OSNAAUG の損益計算書.....	2-14
表 2-1.11	USUG の水料金体系の変遷.....	2-15
表 2-1.12	OSNAAUG の水料金体系の変遷	2-15
表 2-1.13	USIP 2 審査時の USUG の財政計画	2-16
表 2-1.14	USIP 2 審査時の USUG の水料金改定計画.....	2-17
表 2-1.15	各水源の既開発水量と井戸本数.....	2-18
表 2-1.16	配水池の容量及び水位.....	2-18
表 2-1.17	上水道パイプ敷設記録.....	2-19
表 2-1.18	メーターの使用条件と使用量.....	2-19
表 2-1.19	使用管種と使用長	2-19
表 2-1.20	トラック給水キオスクとパイプ接続キオスクの数量の変遷	2-20
表 2-1.21	USUG 運営の給水キオスク以外の給水キオスクの現状.....	2-22
表 2-1.22	現時点で給水キオスクの設置されていないゲル地区	2-23
表 2-1.23	中央水源系取水施設(さく井)状況	2-24
表 2-1.24	中央水源系取水施設(取水ポンプ)状況.....	2-24
表 2-1.25	中央水源系配水施設(配水ポンプ)状況.....	2-25
表 2-1.26	中央水源系電気計装設備(遠方監視捜査)状況.....	2-25
表 2-1.27	中央水源系電気計装設備(流量計・水位計)状況	2-25
表 2-1.28	中央水源系その他設備(塩素注入設備等)状況	2-25
表 2-1.29	施設(ポンプ)の不具合に対する改善策.....	2-26
表 2-1.30	遠隔操作・遠隔監視システムの不具合に対する改善策.....	2-27

表 2-1.31	上流水源系取水施設(さく井)状況	2-29
表 2-1.32	上流水源系送水施設(送水ポンプ)状況	2-30
表 2-1.33	上流水源系送水ポンプウォーターハンマー防止設備状況	2-30
表 2-1.34	上流水源系電気計装設備(受配電設備および遠隔操作設備)状況	2-30
表 2-1.35	上流水源系電気計装設備(流量計、水位計)状況	2-30
表 2-1.36	中央水源系配水施設(配水ポンプ)状況	2-31
表 2-1.37	中央水源系その他設備(保温材)状況	2-31
表 2-1.38	施設の不具合に対する改善策	2-31
表 2-2.1	既存発電所の発電能力(2008年6月)	2-34
表 2-2.2	下水処理量の推移	2-35
表 2-2.3	ゴミ発生量	2-35
表 2-2.4	ガチョルト流域の小流域別面積	2-36
表 2-2.5	月平均気温	2-38
表 2-2.6	月間平均降水量(mm、1996～2008年)	2-39
表 2-2.7	観測年別降水量の変化	2-40
表 2-2.8	ガチョルト地点の月別平均流量(1993年11月から1994年10月)	2-40
表 2-2.9	ウランバートル市ザイサン橋地点月別平均河川流量	2-40
表 2-2.10	環境影響評価法における本事業の位置づけ	2-41
表 2-2.11	ステークホルダーへの説明と情報収集	2-42
表 2-2.12	主な環境社会影響に対する回避・緩和策	2-43
表 2-2.13	施工段階でのモニタリング方針	2-46
表 3-1.1	上位目標とプロジェクトの目標	3-1
表 3-1.2	プロジェクト概要	3-2
表 3-2.1	月平均気温	3-3
表 3-2.2	行政区域内人口、給水区域内人口等の動態	3-7
表 3-2.3	給水人口の動態の内訳	3-7
表 3-2.4	行政区域内及び給水区域内の人口の推計	3-8
表 3-2.5	計画給水人口	3-8
表 3-2.6	計画給水戸数の推計	3-9
表 3-2.7	USUG 給水の平均構成率	3-9
表 3-2.8	民間企業用水の推移	3-9
表 3-2.9	公共施設用水の推移	3-9
表 3-2.10	工業用水の推移	3-10
表 3-2.11	生活用水の給水原単位	3-10
表 3-2.12	アパート地区(戸建住宅を含む)の有収水量の推計	3-10
表 3-2.13	ゲル地区(簡易住宅インフラ未接続、ゲル・簡易住宅インフラなし) の有収水量の推計	3-10
表 3-2.14	各種用水の推計	3-11
表 3-2.15	有収率	3-11
表 3-2.16	負荷率	3-11
表 3-2.17	給水人口・給水量の実績及び推計表	3-12
表 3-2.18	プロジェクトの裨益ゲル地区人口一覧表	3-15
表 3-2.19	プロジェクトの裨益人口と給水量の推計	3-15
表 3-2.20	各水源の開発余力と代替水源	3-16
表 3-2.21	既存水源と既開発水量(2009年8月時点)	3-17
表 3-2.22	ガチョルト流域の小流域面積と標高別降水量	3-17

表 3-2.23	ガチョルト水源地周辺の水質分析結果(2006年5月実施).....	3-18
表 3-2.24	ナライハ下水処理場への流入下水と処理後の下水水質.....	3-18
表 3-2.25	水質分析結果.....	3-19
表 3-2.26	ダム計画による集水域とガチョルト地点の地下水涵養量の変化.....	3-20
表 3-2.27	電気探査結果一覧:推定土層.....	3-23
表 3-2.28	試掘と揚水試験結果(一定量揚水試験).....	3-24
表 3-2.29	井戸水位低下量の試算.....	3-24
表 3-2.30	井戸の揚水量と井戸間隔.....	3-25
表 3-2.31	生産井戸計画位置と垂直電気探査箇所の関係.....	3-26
表 3-2.32	井戸仕様一覧表.....	3-27
表 3-2.33	配水池構造諸元.....	3-29
表 3-2.34	送配水本管ルートを選定.....	3-30
表 3-2.35	計算結果表.....	3-32
表 3-2.36	管径の比較.....	3-33
表 3-2.37	管種の比較検討.....	3-34
表 3-2.38	導集水管にかかる動水圧および水撃圧.....	3-37
表 3-2.39	集水管及び導水管集計表.....	3-38
表 3-2.40	図面リスト.....	3-43
表 3-2.41	両国政府の主な分担区分.....	3-45
表 3-2.42	コンサルタントの施工/調達監理体制.....	3-46
表 3-2.43	品質管理項目.....	3-47
表 3-2.44	スペアパーツ例.....	3-50
表 3-2.45	建設資機材の調達先リスト.....	3-50
表 3-3.1	モンゴル政府及びUSUGの分担事項と実施期限等.....	3-54
表 3-4.1	プロジェクトの内容.....	3-55
表 3-4.2	ガチョルト水源運営、維持管理要員(案).....	3-56
表 3-5.1	年間運営・維持管理費.....	3-57
表 4-1.1	プロジェクト実施による効果と現状改善の程度.....	4-1
図 1-1.1	ウランバートル市水供給システム概念図.....	1-2
図 1-4.1	給水計画図.....	1-14
図 2-1.1	道路運輸建設都市開発省組織図.....	2-2
図 2-1.2	ウランバートル市組織図.....	2-3
図 2-1.3	USUG組織図.....	2-4
図 2-1.4	OSNAAUG組織図.....	2-5
図 2-1.5	ウランバートル市水供給システム概念図.....	2-18
図 2-1.6	タイプ別キオスクの位置.....	2-20
図 2-1.7	トラック給水キオスクのトラックへの配水基地となっているキオスクの位置.....	2-21
図 2-2.1	モンゴルの鉄道網.....	2-33
図 2-2.2	流域・標高区分図.....	2-37
図 2-2.3	月平均気温.....	2-39
図 2-2.4	月間平均降水量.....	2-39
図 2-2.5	ザイサン橋地点の月平均河川流量.....	2-40
図 3-2.1	給水区域図.....	3-6
図 3-2.2	将来的な水需要量の見通し.....	3-12
図 3-2.3	給水計画図.....	3-14

図 3-2.4	北東配水池からゲル地区への配水系統図.....	3-14
図 3-2.5	ダム計画位置図	3-20
図 3-2.6	電気探査及び試掘調査位置図.....	3-22
図 3-2.7	水理縦断図	3-32
図 3-2.8	送配水本管敷設標準断面図	3-35
図 3-2.9	導集水管線形.....	3-36
図 3-2.10	塩素注入方式.....	3-41
図 3-2.11	遠隔操作システム.....	3-42
図 3-2.12	実施工程.....	3-53

略 語 表

ADB	Asian Development Bank (アジア開発銀行)
A/P	Authorization to Pay (支払授權書)
B/A	Banking Arrangement (銀行取極)
CDM	Clean Development Mechanism (クリーン開発メカニズム)
CO ₂	Carbon Dioxide (二酸化炭素)
CPI	Consumer Price Index (消費者物価指数)
CTP	Community Heating Center (温水供給センター)
DCIP	Ductile Cast Iron Pipe (ダクタイル鋳鉄管)
D/D	Detailed Design (詳細設計)
DSR	Debt - Service Ratio (債務返済比率)
EIA	Environmental Impact Assessment (環境影響評価)
EIRR	Economic Internal Rate of Return (経済的内部収益率)
EOJ	Embassy of Japan (在モンゴル日本大使館)
E/N	Exchange of Notes (交換公文)
FA	Financial Assistance (資金援助)
FDI	Foreign Direct Investment (海外直接投資)
FILP	Fiscal Investment & Loans Program (財政投融资制度)
FIRR	Financial Internal Rate of Return (財務的内部収益率)
FRPM	Fiber Reinforced Plastic Mortar Pipe (強化プラスチック複合管)
F/S	Feasibility Study (フィージビリティ調査)
GDP	Gross Domestic Product (国内総生産)
GIS	Geographic Information System (地理情報システム)
GNI	Gross National Income (国民総所得)
GOJ	Government of Japan (日本国政府)
GOM	Government of Mongolia (モンゴル国政府)
GPS	Global Positioning System (全地球観測システム)
GRDP	Gross Regional Domestic Product (地域総生産)
GTZ	German Technical Cooperation (ドイツ技術協力機関)
HDF	Housing Development Fund (住宅開発基金)
HDFI	Housing Development Financing Institute (住宅開発金融公庫)
IBRD	International Bank for Reconstruction and Development (国際復興開発銀行)
IEE	Initial Environmental Examination (初期環境調査)
IMF	International Monetary Fund (国際通貨基金)
JBIC	Japan Bank for International Cooperation (国際協力銀行)
JICA	Japan International Cooperation Agency (国際協力機構)
KN/mm ²	Kilo Newton per square millimeter (キロニュートン毎平方ミリメートル; 1N/mm ² = 0.101972 kgf/mm ²)
LLC	Limited Liability Company (有限責任会社)
MC	Mortgage Corporation (抵当銀行)
M/D	Minutes of Discussion (討議議事録)
MDF	Mongolian Development Fund (モンゴル開発基金)
MECS	Ministry of Education, Culture and Science (教育文化科学省)
MFALI	Ministry of Food, Agriculture and Light Industry (食料農業軽工業省)
MHFC	Mongolian Housing Finance Corporation (モンゴル住宅金融公社)
MME	Ministry of Minerals and Energy (資源エネルギー省)
MNET	Ministry of Nature, Environment and Tourism (自然環境・観光省)
MOF	Ministry of Finance (財務省)
M/P	Master Plan (マスタープラン)
Mpa	Mega Pascal (百万パスカル; 1Mpa = 10.1912 kgf/cm ²)
MRTCUD	Ministry of Road, Transportation, Construction and Urban Development (道路運輸建設都市開発省)
MW	Mega Watt (百万ワット)
NGO	Non Governmental Organization (非政府組織)
NOx	Nitrogen Oxide (窒素酸化物)
NSO - UNFPA	National Statistical Office and United Nations Population Fund (モンゴル国統計局及び国連人口基金)

ODA	Official Development Assistance (政府開発援助)
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development (経済協力開発機構)
O&M	Operation and Maintenance
OSNAAUG	Housing & Public Community Authority (住宅公共事業公社)
PC	Pre - stressed Concrete
PCM	Project Cycle Management
PFI	Private Finance Initiative (民間資金活用社会資本整備)
pH	Potential of Hydrogen (水素イオン指数)
PPP	Public Private Partnership (官民協調/官民連携)
R&D	Research and development (研究開発)
TA	Technical Assistance (技術援助)
Tg	Tugrik (トゥグルク：モンゴル通貨単位)
VAT	Value - Added Tax (付加価値税)
UB	Ulaanbaatar (ウランバートル)
UBMP2020	Existing Ulaanbaatar Master Plan targeting the year 2020 (2020年を目標としたウランバートル市都市計画マスタープラン(現行))
UBMPS	Study on City Master Plan and Urban Development Program of Ulaanbaatar City in Mongolia (ウランバートル市都市計画マスタープラン・都市開発プログラム調査)
UNDP	United Nations Development Program (国連開発計画)
UN-HABITAT	United Nations Human Settlements Program (国際連合人間居住計画)
USAID	United States Agency for International Development (米国国際開発庁)
USD, US\$	US Dollar (アメリカドル)
USIP	Ulaanbaatar Service Improvement Project (ウランバートル市生活環境改善事業)
USUG	Water Supply & Sewerage Authority of Ulaanbaatar City (ウランバートル市上下水道公社)
WB	World Bank (世界銀行)
WHO	World Health Organization (世界保健機構)

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

首都ウランバートル市はモンゴル国の政治・経済の中心地であり、モンゴル国の総人口約270万人（外務省各国・地域情勢2009年）のうち約40%に相当する107万人（2008年）が集中する。1990年以降の自由化、1999年、2000年及び2003年に発生した冬に家畜が大量に死亡するゾド被害（雪害）による地方の疲弊で地方からウランバートル市への人の流入が止まらず、同市の人口増加率は1992年以前には1%に満たなかったものが、1993年以降3~4%へと大幅に増加し、「ウランバートル市都市開発計画マスタープラン・都市開発プログラム策定調査」（2009年3月、JICA）（以下“UBMPS”と略称する）によると2015年までは年3%台、それ以降は2030年まで年2%台と予測されている。

同市における居住形態及び水利用の特徴として、各戸給水のアパート地区と、飲料水販売所（キオスク）で生活用水を購入するゲル地区に分かれている。水利用量はアパート居住者が約230ℓ/人/日であるのに対し、ゲル居住者は約7ℓ/人/日と大きな格差がある。ゲル地区には水供給量の不足から給水時間が限られるキオスクがあり、給水が止まっている間利用者は給水の再開を待ち続けなければならない。また、キオスクからの水以外に不衛生な表流水を使用しているゲル居住者もいる。このような現状から、水利用量向上及び水質改善による生活環境・衛生環境の改善は同市の大きな課題となっている。

地方からの流入者は郊外にゲルを建てて生活している。近年は居住に適さない市北部の斜面部にゲル地区が拡がり、大気汚染、水質汚染、洪水被害、給水難などの問題を抱えている。急激な人口増は、水不足につながり、さらにゲル住民の住宅対策として政府はアパート10万戸計画を進めているが一人当たり水使用量の多いアパート住民が多くなることは水不足に拍車をかけることになる。

ウランバートル市の水道事業は、ウランバートル市上下水道公社（USUG）および住宅公共事業公社（OSNAAUG）によって運営・維持・管理されている。USUGは各水源から取水・塩素消毒してOSNAAUG、工場、公共施設（官公庁、病院、学校等）及びゲル地区、ポンプ場とCTP間にある会社、鉄道会社、軍の温水供給センター（CTP）に配水している。なお、大口水消費者のアパート住民へはOSNAAUGが配水している。USUGは実質的に政府運営の事業体で、その経営は2004年から2008年までの過去5年間は赤字を記録している。赤字を解消するために、料金値上げを申請中であるが政策的な制約から認められていない。将来の増大する水需要に対応する為の水資源の確保と水供給システムの増強に向けて、経営の効率化と適正な水料金体系の確立が課題となっている。

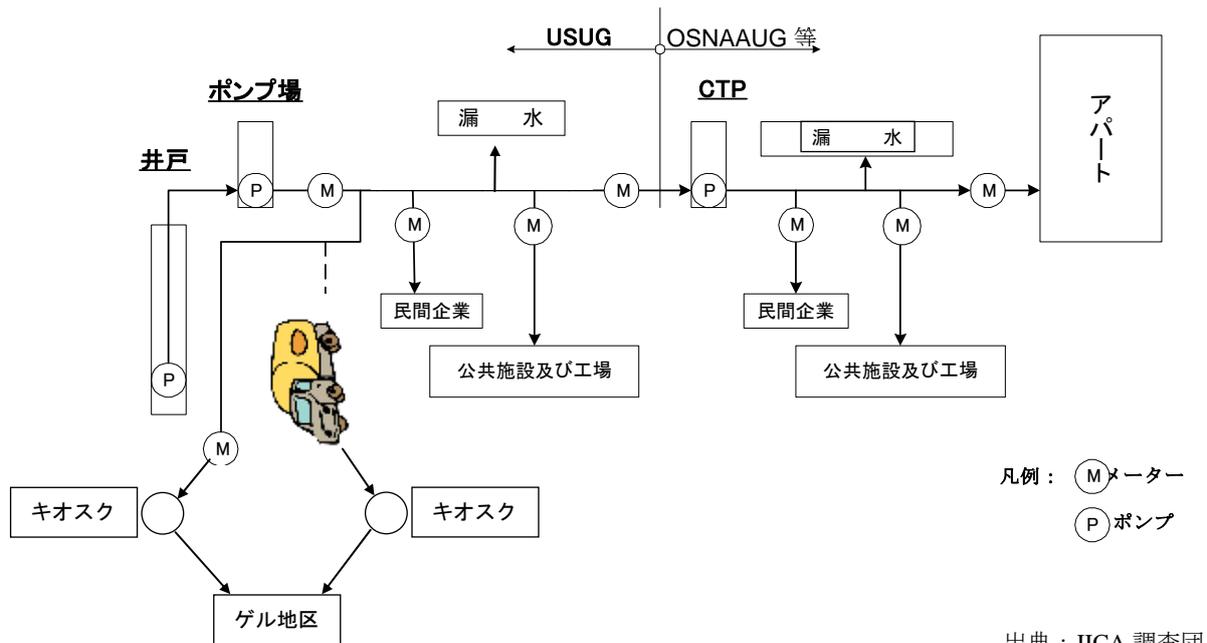


図 1-1.1 ウランバートル市水供給システム概念図

同市の上水道施設は 1950 年～1980 年代にかけて旧ソ連の援助のもとに建設されたが、旧ソ連の崩壊後は部品の補充が困難となり適正な維持管理が出来ず、水道施設の機能は著しく低下していた。かかる状況から、同国は国際援助機関および諸外国からの援助を受け、水道施設の改善と水源開発のため努力を払ってきた。中でも、日本国政府は水道施設改善と水資源開発を行うための「ウランバートル市水供給計画調査」（1995 年 6 月 JICA (JICA1995MP)）とこの F/S 調査結果に基づき 1996 年～1998 年に「ウランバートル市給水施設改修計画」を、また 2003 年～2006 年にかけては「ウランバートル市給水施設改善計画」の無償資金協力を実施してきた。この他ウランバートル市は、急増するゲル地区での水供給に対応するため、国際復興開発銀行 (IBRD) からの支援を受けて 1990 年代初頭から 1996 年まで調査を実施、その後「ウランバートル市生活環境改善事業 (USIP)」として引き続き IBRD からの支援で配水管網の整備、キオスクの建設等を行っている。さらに同市及び USUG は施設の整備、漏水対策、節水対策等でアパート住民の給水原単位を 1990 年代前半の 450 l/人/日から近年は 270 l/人/日まで低下させる努力もしている。しかし、UBMPS 及び本調査の結果によると 2011 年の日最大水需要量は現在の水供給施設能力である 240,000 m³/日を上回るものと予測される。

USUG の水源は従来から開発が容易で安価なトーラ川の氾濫原に胎胚する地下水を利用してきた。この水源はトーラ川上流側から上流水源、中央水源、工業水源、精肉工場水源の 4 箇所であるが、それぞれ各水源の開発可能量から考え、開発余力はない。

かかる状況から、水資源の確保と水供給システムの増強が必須で緊急の課題となっている。

1-1-2 開発計画

ウランバートル市の水道計画 M/P は 1995 年に実施された JICA 開発調査「ウランバートル市水供給計画調査」で策定されており、本プロジェクトの水源開発は同調査で提案されたものである。この調査の提言内容に基づき、中央水源における取水施設の増設が「ウランバートル市給水施設改修計画 1996 年～1998 年」において実施され、その後上流水源の取水施設

増設が「ウランバートル市給水施設改善計画 2003 年～2006 年」において順次実施された。本プロジェクトは、1995 年の水道計画 M/P で挙げられた対象水源の中で、ナライハ下流部に残された最後の開発対象水源に相当する。さらに、世銀支援で 2006 年に実施され閣議で承認された「ウランバートル市マスタープラン 2020 年 (UBMP2020)」では給水能力拡大の必要性が指摘され、閣議では未承認ではあるがこれを 2009 年に見直しした JICA 開発調査「ウランバートル市都市開発マスタープラン・都市開発プログラム策定調査 (UBMPS)」においては、2011 年ごろには日最大水需要が現在の給水能力 240,000 m³/日を越えると予測し、水道施設整備を優先事業として挙げ、その中に本事業が含まれている。水資源開発・水供給開発の具体的な計画としては、「ウランバートル市 2009～2012 活動計画、2008.12.22」の中でガチョルト地域の井戸開発が計画されている。

これらの諸計画のうち、新しい計画である UBMPS を参考に現状と課題を検討していく。

(1) 計画給水区域

UBMPS では人口と世帯数の増加を次のように予測している。調査団が今回収集した資料と USUG から得られた資料から解析した人口及びその将来予測と概ね合致している。

表 1-1.1 ウランバートル市の人口と世帯数の将来予測

項目	2007	2010	2015	2020	2025	2030
ウランバートル市全人口(千人) *1	1,031.2	1,173.2	1,325.1	1,537.8	1,695.8	1,870.0
ウランバートル市中央 6 区の人 口(千人)	973.2	1,107.2	1,250.6	1,437.8	1,585.5	1,739.1
人口年平均伸び率(%)	4.2*2	4.0	3.2	2.3	2.0	2.0
世帯数(千世帯)	224.2	260.3	315.8	365.6	417.2	479.5
世帯あたり人数(人/世帯)	4.6	4.5	4.3	4.2	4.0	3.9
リモート 3 地区の人口(千人)	58.0	66.0	74.5	100.0	110.3	130.9

*1: リモート地区の 3 区；ナライハ、バガヌール、バガハンガイを含む

出典：UBMPS

*2: 2000 年～2005 年の平均成長率

(2) 土地利用と開発計画

現市街の北部及び東部は水源保全の観点から保護され、南部はボグドハーンウール特別保護区なのでやはり保護されるべきであり、ウランバートル市は今後西部地域への開発・発展を目指すとしている。さらに、既存市街地の高度利用とゲルからアパートへの転換を目指し、水需要は人口の伸び率以上に高まるものと予測される。

西部地域は、空港に行く道路周辺のヤルマグ、ニセフ、現空港周辺、トーラ川右岸のバヤンゴル、トルゴイト、バヤンホシュウ地区等である。その他に、新空港周辺のエアーポートシティー構想も挙げられている。

(3) 計画課題

水供給と水資源に係る計画課題は以下の通りである。

(イ) 水供給能力の拡大、(ロ) 新水源の開発、(ハ) 既存水供給施設の改修・改善、(ニ) 水需要管理。

(4) 計画目標

全てのウランバートル市民がパイプによる上水にアクセスできることを目標としている。

(5) 需給バランス

将来需要予測は、ケース 1（高需要）ではアパート住民 1 人あたり 1 日 230 ℓ、ケース 2（低需要）では需要管理を考慮して 1 人あたり 1 日 150 ℓと設定している。既存の上水供給能力は、平均 161,000 m³/日、設計供給能力は 240,000 m³/日である。節水ケース（低需要：日最大）においても、2013 年頃には需要が供給能力を超えることになる。

表 1-1.2 需給バランス

項目	単位：m ³ /日					
	2007	2010	2015	2020	2025	2030
UBMPS 高需要 日平均	154,500	202,898	258,315	318,330	387,030	467,136
UBMPS 低需要 日平均	154,500	194,930	230,292	261,938	292,831	324,133
UBMPS 高需要 日最大	179,027	235,108	299,322	368,864	448,470	541,293
UBMPS 低需要 日最大	179,027	225,875	266,851	303,520	339,317	375,589
本計画 日平均給水量	192,167	199,323	225,035	243,495	-	-
本計画 日最大給水量	236,834	236,389	266,882	288,775	-	-

出典：UBMPS

(6) 整備方針

この状況から以下の方針で整備を進めることを提言している。

- ① 供給能力拡張：新規水源開発には、現在以下の 3 つのオプションが検討されているが、長期的には需要を考慮しつつ、新規水源を開発する必要がある。(1) バイオコンビナート、バイオコンビナート下流 (90,000 m³/日、UBMP2020)、(2) ナライハ下流 (40,000 m³/日、JICA1995MP)、(3) トーラ川とテレルジ川のダム (45,000~225,000 m³/日)
- ② システム改善：漏水を最小限にするための既存施設のリハビリ、水道メーター設置による節水・料金徴収 (既存計画では、さらに 55,000 世帯にメーターを設置することになっている)。
- ③ 水道料金見直し：現在の料金体系の見直し：(1) ゲル地区とアパート地区における公正な料金体系、及び (2) 水道事業の運営維持可能な料金体系。

UBMPS に配水系統は記載されていないが、西部地域開発の水源としては (1) のバイオコンビナート、バイオコンビナート下流 (90,000 m³/日、UBMP2020) を利用するものとし、バヤンゴル地区については USUG は上流水源からバヤンゴル配水池を経て給水する構想がある。

本プロジェクトは、上記整備方針のうち(2)ナライハ下流 (40,000 m³/日、JICA1995MP) の水源開発に相当する。

1-1-3 社会経済状況

(1) モンゴル国

モンゴル国は、旧ソ連邦の崩壊に伴い 1992 年に政治体制を 1 党独裁の共産主義から大統領を置いた多政党による民主主義へ移行し、経済体制も中央計画経済から市場経済へ移行した。それまでのソ連を筆頭とした社会主義国からの援助資金による国家開発 5 ヶ年計画は破綻し、市場経済のもとで改革を進めてきた。

モンゴル国の GDP 成長率は、1996 年から 1999 年までは 2～4%、2000 年から 2001 年は 1% 台と低迷していたが、その後 2004 年に 10% 台を記録するまで順調に増加し、2005 年から 2007 年も 7% 以上の伸びを示している。しかし、インフレ率も高く 2007 年に一時的に 12.3% に低下したものの 2000 年以降は 20% 台を維持しており特に 2008 年前半の石油、穀物等の諸物価の高騰で一時的に 34% に達した。また 2008 年後半の世界同時経済不況と銅地金価格の暴落によってモンゴル経済も大きく落ち込んだ。従って 2008 年前半まで続いた好調を加味しても 2008 年の経済成長率は 8.9% と低下した。2009 年の経済成長率は低下傾向が予想されているが、2009 年 10 月にオユトルゴイ (Oyutolgoi) 大規模銅・金鉱山開発・投資契約が締結されたことから後半は明るい見通しが立てられている。

モンゴル国の経済において大きな比重を占めるのは、2000 年以前は農牧業及びサービス業であったが、近年は急速に鉱工業分野の比重が高まり外国からの直接投資も大きくなってきている。鉱工業分野の 2000 年の生産額は対 GDP 比で 20% に過ぎなかったものが、2007 年には 41% と急速に伸びている。2008 年以降は、モンゴル国南部のタバントルゴイ (Tavantolgoi) 炭田開発、オユトルゴイ銅・金鉱山開発が締結され 2009 年には対 GDP 比はさらに上昇するものと予測される。モンゴル国の主な指標を世界銀行 (WB) の資料より次表にまとめる。

表 1-1.3 モンゴル国の主要指標

年	2000	2005	2007	2008
World view				
人口 (百万人)	2.40	2.55	2.61	2.63
人口増加率 (%)	0.8	1.6	0.9	0.9
GNI, Atlas method (current 10億US\$)	0.99	2.06	3.36	4.41
GNI/人, Atlas method (current US\$)	410	810	1,290	1,680
People				
余命率 (年)	64	66	67	..
出生率 (女性一人当たり)	2.2	1.9	1.9	..
乳児死亡率 (5歳以下、千人当たり)	63	48	43	..
Economy				
GDP (current 10億US\$)	1.09	2.31	3.93	5.26
GDP 年増加率 (%)	0.5	7.3	10.2	8.9
Inflation, GDP deflator (年 %)	26.1	20.4	12.3	22.4
a) 農牧業生産高 (% of GDP)	33	25	23	..
b) 鉱工業生産高 (% of GDP)	20	34	41	..
c) サービス業他の生産高 (% of GDP) [a)+b)+c)=100%]	47	41	36	..
輸出 (% of GDP)	56	64	64	..
輸入 (% of GDP)	71	68	66	..
Global links				
商業交易 (% of GDP)	105.7	97.5	101.9	117.0
Net barter terms of trade (2000 = 100)	100	128	160	..
対外債務 (DOD, current 百万US\$)	885	1,302	1,596	..
外国からの直接投資 (BoP, current 百万US\$)	54	185	328	..
ODA (current 百万US\$)	217	221	228	..

出典: WB, World Development Indicators database, September 2009

別の資料から纏めた 2008 年における主要産業の GDP 比を次表に示す。その他の分類の中の振分けによって前述の WB の資料と異なってくるが、この表から判るのは製造業の遅れが目立つことである。水道事業の自主独立に際して、大半の給水施設の機材及び補修時の部品を外国から購入せざるを得ない状況が判る。

表 1-1.4 主要産業の対 GDP 比(2008 年)

主要産業	対 GDP 比 (%)	備 考
鉱工業	28.8	2002 年では 10.1%であった。
農牧業	18.8	17 万世帯、36 万人が従事。モンゴル全体労働者の 36.3%が従事している。
卸売り・小売	14.6	
輸送・通信	10.4	輸送量の大半は鉄道
製造業	6.1	遅れが目立つ
その他	21.9	

出典：Mongolian Statistical Yearbook 2008

国民総所得（Gross National Income: 以降”GNI”と略称する）は、2000 年で一人当たり約 410 US\$、2005 年で 810 US\$であったものが鉱物資源開発の恩恵にあずかり 2008 年には約 1,680 US\$と急速に増加している。

貿易と国際収支

下表はモンゴルの貿易収支の推移を示したもので、2006 年を除いて連年輸入超過となっている。

表 1-1.5 モンゴルの貿易収支

単位：百万 US\$

年	輸出	輸入	収支
2005	1,064	1,177	-113
2006	1,542	1,435	107
2007	1,948	2,062	-114
2008	2,535	3,245	-710

出典: Mongolian Statistical Handbook, 2008

統計資料には品目ごとの輸出入の物理量は詳細に報告されているが、実額は報告されていない。それに代わるものとして、輸出入額の品目別の割合がパーセントで報告されている。下表はこれを要約したものである。

表 1-1.6 品目カテゴリー別の輸出入額の割合

単位：%

輸出入の品目	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年
輸出	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
鉱産物（殆どが石炭、銅などの原鉱）	42.7	58.0	66.8	60.3
羊毛、織物他	18.0	16.0	13.5	8.9
希少金属、宝石類	31.2	17.5	12.1	23.7
その他	8.1	8.5	7.6	7.1
輸入	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
食品	6.7	6.7	7.7	7.1
蔬菜類	4.8	4.4	3.8	4.9
鉱工業製品	27.7	31.4	29.2	29.7
化学製品	4.6	5.0	5.2	4.7
基礎鋼材	7.3	6.8	8.0	8.3
機械類、電気製品及びそれらの部品	21.7	18.9	20.6	18.7
輸送機器及びそれらの部品	9.9	10.4	10.8	14.1
その他	17.3	16.4	14.7	12.5

出典: Mongolian Statistical Handbook, 2008

ダイヤモンド以外のほとんどの鉱物資源を有すると言われているモンゴルであるが、製造業

の遅れが目立つので、鉱物資源の原鉱を輸出して鉱工業製品の完成品、機器類、テレビ、ラジオ、レコーダなどの各種電機製品を輸入しているのが実情である。また、農業手段の乏しい同国は蔬菜類の輸入も一定の水準を占めている。

そうした貿易収支の輸入超過を受けて、同国は 2008 年の国際収支はそれまでの黒字から赤字へと転落した。下表に同国の国際収支の推移を示した。

表 1-1.7 モンゴルの国際収支

単位：百万 US\$

項目	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年
経常収支	88	372	172	-676
貿易・サービス収支	-86	203	57	-752
貿易収支	-100	136	-52	-599
サービス収支	14	67	109	-153
所得収支	-51	-43	-98	-129
経常移転収支	225	212	212	205
政府移転収支	88	108	108	74
労働者の海外からの送金	134	77	84	100
その他の移転収支	3	26	20	31
資本収支	49	28	329	918
資本収支	0	0	0	0
財務収支	49	28	329	918
直接投資	185	191	360	683
有価証券投資	1	1	75	-35
その他の投資	-138	-164	-106	270
誤差脱漏	-2	-10	-212	-579
総合収支	135	389	288	-337
保有資産	-135	-389	-288	337

出典: Mongolian Statistical Handbook, 2008

(2) ウランバートル市

1) 人口と居住形態

2008 年におけるウランバートル市の人口と居住形態を下表に示した。2004 年から 2008 年において約 98 万人から 107 万人に増加しており、年平均増加率は 2.3%となっている。

同市の人口の内訳は概ね 60%以上をゲル地区の人口が占めている。

アパート地区、ゲル地区別の人口の伸び率は、2004 年から 2008 年の年平均でそれぞれ 0.86%、3.25%とゲル地区の人口の伸び率が圧倒的に高い。ゲル地区の人口は過去 2 年間さらに伸びており、ゲル地区の人口は今後も一定水準で大きく伸びていくものと考えられる。

ゲル地区は、主として市域の北側の丘陵地域に向けて拡大している。しかしながら、同市にはアパート増設の計画があり、今後アパート地区も拡大していくことになるので、アパート地区、ゲル地区の人口配置のアンバランスの状態が将来とも継続すると結論することは現時点ではできない。

表 1-1.8 地区別・居住形態別のウランバートル市の人口及び世帯数(2008年)

合計		アパート地区						ゲル地区							
世帯数 (HH)	人口	アパート		戸建て(インフラ整備済)		無宿		戸建て(インフラ整備済)		簡易戸建		ゲル		無宿	
		世帯数	人口	世帯数	人口	世帯数	人口	世帯数	人口	世帯数	人口	世帯数	人口	世帯数	人口
バガヌール地区 (Baganuur)															
7,033	25,877	3,250	10,317	3	17	0	0	4	16	1,345	5,918	2,384	9,435	47	174
バガハンガイ地区 (Bagahangai)															
908	3,742	480	2,043	0	0	3	11	0	0	167	662	253	1,012	5	14
バヤンゴル地区 (Bayangol)															
38,672	169,278	27,671	124,533	173	653	23	74	78	362	5,641	21,926	4,933	21,182	153	548
バヤンズルフ地区 (Bayanzurkh)															
56,621	235,192	18,537	75,232	118	760	22	62	527	2,449	17,943	76,185	19,080	79,009	394	1,495
ソングノハイルハン地区 (Songinokhairkhan)															
52,770	232,326	14,665	59,741	36	134	61	220	642	2,110	19,423	91,611	17,828	78,072	115	438
スフバートル地区 (Sukhbaatar)															
31,514	133,108	14,422	59,622	40	128	46	150	270	1,064	9,456	40,838	7,234	31,161	46	145
チンゲルテイ地区 (Chingeltei)															
30,333	140,019	6,849	28,834	9	39	40	111	284	1,221	16,404	77,804	6,621	31,450	126	560
ハーンウール地区 (Khan-Uul)															
25,898	98,815	8,305	32,496	188	494	82	274	142	680	11,384	42,340	5,586	21,763	211	768
ナライハ地区 (Nalaikh)															
8,009	29,115	2,087	7,126	0	0	4	10	16	79	3,253	13,030	2,619	8,762	30	108
ウランバートル市全体															
251,758	1,067,472	96,266	399,944	567	2,225	281	912	1,963	7,981	85,016	370,314	66,538	281,846	1,127	4,250

出典: Information from Official Web-Site Home Page of Statistical Office of the Capital City "Ulaanbaatar", Mongolia

各地区の世帯構成員数は次表に示す。

表 1-1.9 ウランバートル市各地区の世帯構成員数

2008年現在

項目	地区										合計
	バガヌール	バガハンガイ	バヤンゴル	バヤンズルフ	ソングノハイルハン	スフバートル	チンゲルテイ	ハーンウール	ナライハ		
人口	25,877	3,742	169,278	235,192	232,326	133,108	140,019	98,815	29,115		1,067,472
世帯数	7,033	908	38,672	56,621	52,770	31,514	30,333	25,898	8,009		251,758
世帯構成員数	3.68	4.12	4.38	4.15	4.40	4.22	4.62	3.82	3.64		4.24

出典: Information from Official Web-Site Home Page of Statistical Office of the Capital City "Ulaanbaatar", Mongolia

2) 域内総生産 (GRDP)

ウランバートル市の域内総生産 (GRDP) は下表に示すような変遷を経て、最新の統計資料は2005年である。

また、モンゴル国全域について報告している「Mongolian Statistical Handbook」とウランバートル市を対象としている「Statistical Handbook of Ulaanbaatar」とは産業別分類が異なるため、各産業について横並べの比較ができない。さらに、前者は2005年以降2008年までの状況が2005年時点の固定価格水準と時価水準の両方で報告されているのに対して、後者は上述の通り2001年以降2005年までの状況について時価水準だけによる報告がなされているのみである。したがって、比較できるのは2005年時点のGDPとGRDPの総額のみで、かつ、いずれも特定年次の固定価格水準ではなく時価水準である。したがって、実質の総生産の伸びを推し量る指標とはなり得ない。

表 1-1.10 ウランバートル市の域内総生産

単位：百万 Tg

産業別	年				
	2001	2002	2003	2004	2005
GDP (国内総生産) /GRDP (域内総生産) 総額	633,267	717,436	848,650	1,028,500	1,337,032
農業、狩猟、林業	9,759	6,416	6,828	7,527	8,441
製造業	158,137	147,494	185,427	223,491	415,078
建設業	15,827	23,460	35,824	38,799	45,284
商業	246,313	279,272	309,692	396,353	443,700
ホテル・レストラン業	11,954	13,153	13,910	15,471	20,774
輸送業・倉庫業・通信業	110,317	148,051	172,241	193,170	254,779
金融業	32,758	34,134	47,840	51,451	82,823
不動産業・賃貸ならびにその他関連事業	32,802	36,412	42,557	54,318	17,336
公的サービス事業及び国防（地域社会の治安維持活動を含む）	9,455	14,358	21,306	28,563	52,486
教育	26,239	27,512	33,732	36,824	33,363
保健衛生・各種社会事業	10,198	10,500	12,015	15,870	16,279
地域社会及び住民関連サービス事業	2,089	6,636	7,311	8,350	10,223
FISIM ¹	-32,581	-29,962	-40,032	-41,686	-63,532
ウランバートル市における 1 人当り GDP/GRDP (1,000 Tg)	792	865	976	1,129	1,422
注:	全経済活動を含むモンゴル国全体の GDP				
	GDP (時価)	2,779,578	3,714,953	4,599,542	6,130,326
	GDP (2005 年固定価格)	2,779,578	3,017,426	3,325,893	3,620,533
	国民 1 人当り GDP				
	時価 (1,000 Tg)	1,091	1,441	1,759	2,305
	2005 年固定価格 (1,000 Tg)	1,091	1,170	1,272	1,362

出典: Statistical Handbook of Ulaanbaatar 2006 and 2007, and Mongolian Statistical Handbook 2008

2005 年時点においては、モンゴルの国内総生産 (GDP) に対して、その構成要素のひとつであるウランバートル市の域内総生産 (GRDP) は 48% とほぼ半分近くを占めている。また、一人当たり総生産 (GDP・GRDP per Capita) についても、全国平均の 109 万 Tg に対してウランバートル市のそれは 142 万 Tg と 30% 以上高い。このことから、経済活動のかなりの部分が首都のウランバートル市に集中している。

3) 地方財政

ウランバートル市の歳入については 2005 年までの報告しかない。同年のウランバートル市の歳入総額は 38,196 百万 Tg、歳出総額は 21,967 百万 Tg で黒字会計である。

4) 家計経済

一般世帯の収入と支出状況を把握することは住民の水料金の支払い能力を判断する上で欠かせない資料である。UBMPS では夏季と冬季とに分けて聞き込みを行っており、季節による収入の変化は少ないが、暖房費等の出費により冬季は夏季に比して支出が若干高い。

各世帯別の収入と支出の状況を次表にまとめた。

¹間接的に計測される金融仲介サービス (= Financial Intermediation Services Indirectly Measured)

表 1-1.11 ウランバートル市住民の収入と支出

2007 年現在

項目	世帯構成 (人)									市合計		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9 以上			
人口 (人)	17,761	106,320	262,928	314,977	191,874	94,122	37,855	21,858	15,355	1,063,051		
世帯の 労働 人数	男	1,272	8,164	35,992	54,299	34,796	18,894	7,964	5,054	3,402	169,837	
	女	372	9,966	31,324	46,023	30,245	17,619	6,893	4,309	3,712	150,463	
	合計	1,644	18,130	67,316	100,322	65,041	36,513	14,857	9,363	7,114	320,300	
	労働人数 (人/世帯)	0.40	0.74	1.12	1.39	1.48	1.69	1.71	1.87	2.02	1.32	
家計	収入 (Tg/月/世帯)	夏季	184,000	165,000	216,000	222,000	231,000	239,000	228,000	223,000	211,000	217,385
		冬季	184,000	166,000	214,000	225,000	235,000	244,000	227,000	223,000	211,000	219,009
		平均	184,000	165,500	215,000	223,500	233,000	241,500	227,500	223,000	211,000	218,197
	支出 (Tg/月/世帯)	夏季	195,000	144,000	184,000	197,000	200,000	215,000	201,000	206,000	221,000	191,260
		冬季	193,000	156,000	200,000	205,000	211,000	229,000	216,000	208,000	232,000	202,713
		平均	194,000	150,000	192,000	201,000	205,500	222,000	208,500	207,000	226,500	196,987
労働者の収入 (Tg/月)	74,378	61,625	80,131	77,721	68,986	68,191	55,705	52,147	47,436	72,484		

出典: UBMPs

夏季と冬季の平均でみれば、世帯当たりの収入は「1人世帯」の 184,000 Tg から「6人世帯」の 241,500 Tg まで開きがある。「8人世帯」、「9人以上の世帯」が世帯内の労働人員が多いにもかかわらず収入が少ないのは、世帯の生計を維持するために給料の安い若年労働者が多くなってくるからだと思われる。

1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

モンゴル国は、1990 年以來、民主化、市場経済化に向けた急速な改革を進めており、我が国も支援国会合を主導するなど、積極的な開発努力の支援を行っている。

首都ウランバートル市はモンゴル国の政治・経済の中心地であり、地方からウランバートル市への人の流入は止まらず、同市の人口増加率は 1993 年以降 3~4% へと大幅に増加し、UBMPs によると 2015 年までは 3.2%、それ以降は 2030 年まで約 2% と予測されている。これらの流入者は郊外にゲルを建てて生活している。同市の人口の約 62% (2008 年) を占めるゲル地区住民の水利用量は約 7 l/人/日とアパート地区居住者の約 230 l/人/日に比べて大幅な格差があり、これが双方の生活環境の大きな格差となっている。このゲル地区における衛生改善及び生活水準の向上は同市の大きな課題であり、水供給システムを改善し生活に必要な十分の水を供給することが必須の事項ともなっている。

急激な人口増は、水不足につながり、さらにゲル住民の住宅対策として政府はアパート 10 万戸計画を進めているが一人当たり水使用量の多いアパート住民が多くなることは水不足に拍車をかけることになる。

かかる状況のもと、都市の給水能力の向上は限られており水消費量の多いアパート地区への従量制料金制度の移行及び節水キャンペーン行い過大な水消費の抑制、漏水低減の努力を継続的に実施しているが、2011 年には日最大水需要が現在の水供給施設能力 240,000 m³/日を越えると予測され、水資源開発を含めた水供給能力の拡大が喫緊の課題とされている。

USUG の水源は開発が容易で安価なトーラ川沿いの地下水を利用している。トーラ川上流側から上流水源、中央水源、工業水源、精肉工場水源の 4 箇所であるが、後二者は水質の問題が

指摘されている。JICA1995MP の解析結果で開発余力の残されていた中央水源及び上流水源は、1996 年～1998 年の「ウランバートル市給水施設改修計画」及び、2003 年～2006 年にかけての「ウランバートル市給水施設改善計画」の無償資金協力で開発された。従って、既存の水源はそれぞれ水質・水量から考え開発余力は残されていない。

将来の水源としては、JICA1995MP 及び UBMP2020 で言及されている。これらの中で、前者は目標年を 2010 年としてガチョルト地域の水源を優先順位一位とし、後者は開発目標量により異なるがバイオコンビナート（開発目標量：90,000 m³/日；UBMP2020）、ガチョルト地域（開発目標量：40,000 m³/日；JICA1995MP）、トーラ川とテレルジ川のダム（開発目標量：45,000～225,000 m³/日）を候補地としている。これらの中でガチョルト地域の水源がウランバートル市近傍での適正水源開発地と考えられている。しかし、これらの技術的評価は JICA1995MP によるもので、このガチョルト地区の開発可能量についてはその後 10 数年の社会・自然環境の変化を基に再検討する必要がある。

モンゴル政府は上記の課題に対処するため、1995 年の JICA1995MP 及び 2009 年の UBMP2020 の結果に基づき、ウランバートル市東部郊外のガチョルト地区における水源開発（25,200 m³/日）を計画し、無償資金協力を我が国に要請してきたものである。

要請内容は以下の通りである。

表 1-2.1 要請内容

項目	要請内容
開発水量	25,200 m ³ /日
取水井戸	21 井戸
集水管	鋼管。延長 4.8 km、口径:平均 320 mm
導水管	—
配水池（調整池）	容量 8,000 m ³
塩素注入施設	一式（液化塩素）
管理棟	—
送配水本管	鋼管。延長 19.5 km、口径 600 mm

出典：JICA 調査団

1-3 我が国の援助動向

わが国の水供給分野における支援としては、先述のように以下のものがあげられる。

① 「ウランバートル市水供給計画調査」(JICA1995MP) (1993 年～1995 年 JICA 開発調査)

ウランバートル市の増大する水需要に対する問題に対処するため、本調査は以下の目的を以て実施された。

- ・ 既存水道施設の緊急改修計画を策定する。
- ・ 2010 年を目標としたウランバートル市の給水マスタープランを策定する。
- ・ 地下水優先開発候補地における開発計画のフィージビリティ調査を実施する。
- ・ 組織の構築を通して水道経営の強化策を提言する。

② 「ウランバートル市給水施設改修計画」(1996 年～1998 年度無償資金協力事業)

本プロジェクトは1995年JICAマスタープランの緊急改修計画を受けて、無償資金協力により実施された。中央水源の施設を更新あるいは改修したもので、これにより中央水源から市内の水供給量は97,000 m³/日から110,000 m³/日に増大し、日常的な断水と取水不良は大幅に緩和された。主な施設の更新・改修は以下の通りで、EN 供与限度額は22.54億円であった。

- ・井戸取水ポンプ更新： 49 台
- ・井戸建設： 9 井戸
- ・配水ポンプ更新： 5 台
- ・配水ポンプ用流量計： 10 台
- ・遠隔操作設備設置： 一式

③「ウランバートル市給水施設改善計画」(2003年～2006年度無償資金協力事業)

本プロジェクトは、上流水源を主たる対象施設として次の施設更新及び改修が行われ、中央水源の配水ポンプも更新されている。この結果、上流水源から市内への水供給は18,000 m³/日増えるとともに、上流水源の送水ポンプ、中央水源の配水ポンプの更新により水供給の安定及びエネルギーコストの低減が図れることとなった。主な施設を次に示す。

- ・井戸建設： 16 井戸
- ・井戸用取水ポンプ： 16 台
- ・送水ポンプ更新： 5 台
- ・送水ウォーターハンマ防止設備： 一式
- ・中央水源配水ポンプ更新： 2 台

また、本プロジェクトの実施によって発揮できる効果をより確実にするため以下の5項目のソフトコンポーネントもあわせて実施された。

- ・経営強化支援
- ・施設の運営管理支援
- ・漏水調査支援
- ・水質モニタリング支援
- ・住民啓蒙活動支援

本事業は実施設計に7.5ヶ月、施設建設、施工管理、ソフトコンポーネント等に22ヶ月を含め全期間として32.5ヶ月であった。EN 供与限度額は16.85億円、モンゴル国側負担分は0.17億円である。

④「ウランバートル市都市開発マスタープラン・都市開発プログラム策定調査 (UBMPS)」 (2007年～2009年JICA開発調査)

本調査はモンゴル国政府の要請に基づき、モンゴル国道路運輸建設都市開発省 (MRTCUD) およびウランバートル市と共に、2020年までの既存都市マスタープランを改訂することを目的として2007年3月から2009年2月までに具体的には以下の目的で実施された：

- ・2020年を目標とした現行マスタープランを改訂し、2020年及び2030年を目標とした改訂マスタープランの策定

- ・改訂マスタープラン実行のためのアクションプラン作成及び実施機関への助言
- ・実現化手法等の提言及び都市計画策定能力のモンゴル側への技術移転

都市計画は土地利用、都市交通、住宅政策、住環境改善、都市ユーティリティと環境等多岐のセクターに渡っている。

1-4 他ドナーの援助動向

USUG に対して現在行われている他ドナーの援助は、国際復興開発銀行 (IBRD) とオランダの支援がある。

(1) 国際復興開発銀行(世銀)の援助事業

1990 年代初頭、IBRD は「Urban Services Rehabilitation Project」として、フェーズ 1、フェーズ 2 の 2 回の調査を行っており、フェーズ 2 が完了したのが 1996 年である。これを受けて、モンゴル政府ならびにウランバートル市は「ウランバートル市生活環境改善事業：Ulaanbaatar Services Improvement Project (USIP)」として、採択することを決定した。そして、引き続き IBRD にその実施を要請した。IBRD はモンゴル政府の要請を受けて、低率の手数料 (Administration Fee : 残債に対して 0.75%) と約定手数料 (Commitment Fee : 償還期間中、年率 0.5%) のみによる無利子融資を決定して、本体工事を実施した。融資額は 18.1 百万 US\$, 償還期間は据置期間 10 年を含む 40 年間ということになっている。なお、これに協調してオーストラリアが 4.5 百万 US\$ を無償資金協力している。この工事は 2004 年に完了した²。

モンゴル政府、ウランバートル市は、上記の USIP 事業を「USIP 1」と位置づけ、引き続き「USIP 2」を実施することを決定、そのための調査を再度世銀に要請した。

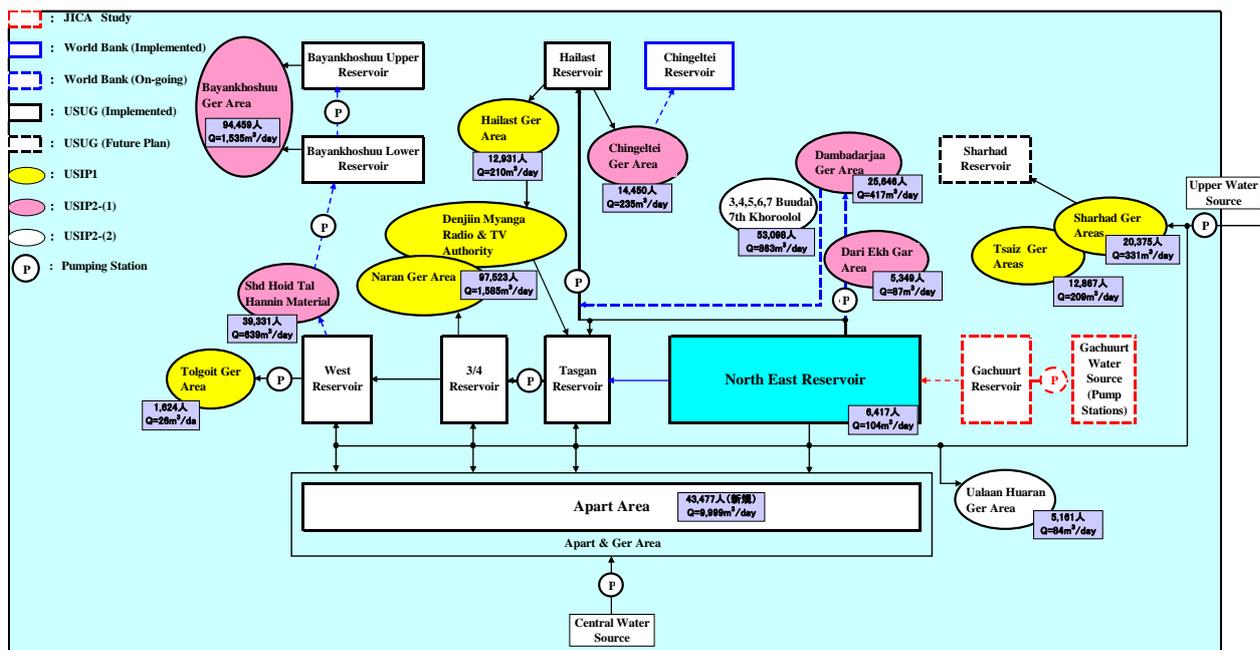
IBRD はこの再度の要請を受けて F/S とこれに続く予備設計を実施し、上述の USIP 1 の終了と同時期の 2003 年暮れならびに 2004 年の年頭に相次いで報告書を出している³。そして、具体的な事業内容の全体ビジョンを明確にするべく、マスタープラン策定調査を行っており、これが完了したのは 2006 年であった⁴。

その借款内容は、総事業費 22.98 百万 US\$, 償還期間は USIP 1 と同じく据置期間 10 年を含む 40 年ということになっている。現在は、これを受けて、世銀の援助による USIP 2 が進行中である。USIP 1 及び USIP 2 の対象地域を次図及び次表に示す。

² Borrower's Implementation Completion Report on Ulaanbaatar Services Improvement Project financed by World Bank Credit 2973-MOG (USIP の資金借用者側の答礼完了報告書、2004 年 6 月)

³ ①Final Feasibility Study Report on Feasibility Study of the Second Ulaanbaatar Services Improvement Project and Preliminary Design of Water Supply Facilities (Project No. TF 051125) - Volume II Appendicies, 2003 年 12 月及び
②Preliminary Design Report on Feasibility Study of the Second Ulaanbaatar Services Improvement Project and Preliminary Design of Water Supply Facilities (Project No. TF 051125) - Volume I Main Report, 2004 年 2 月

⁴ Master Plan Report on Water and Waste Water Master Plan of Ulaanbaatar, 2006 年 9 月



出典：IBRD 及び JICA 調査団編集

図 1-4.1 給水計画図

表 1-4.1 USIP 対象のゲル地区人口一覧表

USIP 1 (IBRD : 実施済)			USIP 2 (IBRD : 実施中及び将来実施予定)		
ゲル地区名	人口 (人)	給水量 (m ³ /日)	ゲル地区名	人口 (人)	給水量 (m ³ /日)
ハイラースト	9,759	255	チンゲルテイ	10,905	285
デンジン・ミヤंगा	50,954	1331	ダンバダルジャア	19,355	506
ラジオ & TV オーソリテイ ー/ナラン・ズラグト	22,646	592	ダリ・エフ	4,037	105
			上記 3 地区小計	34,297	896
北東配水池周辺	4,843	127	バヤンホシュウ	71,288	1862
チャイズ	9,711	254	シ・ホイド・タル	5,000	131
シャルハッド	15,377	402	ハニルン・マテリアル	24,683	645
トルゴイト	1,226	32	3,4,5,6,7 ブーダル	10,893	285
			第 7 ホローロール	29,180	762
			ウラーアン・フアラン	3,895	102
小計	114,516	2,992	小計	179,236	4,683
			合計：293,752 人		7,675

出典：USUG

IBRD が進めているウランバートル市北東部の配水管網設置は、図中の「North East Reservoir : 北東配水池」の水を利用する計画であったが、中央水源あるいは上流水源のポンプ場は設備能力の不足から北東配水池に供給出来ないことが判明していた。そこで本プロジェクトで開発するガチュルト水源の水が北東配水池に送水されることによってはじめて機能することになる。

最新の出来高報告書 (2009 年 6 月) によれば、USIP 2 の実質的な工事開始は 2007 年からであったと思われる。その進捗状況は 2009 年 6 月現在、下表に示す通りとなっている

表 1-4.2 世銀援助によるウランバートル市 USIP 2 の進捗状況

2009年6月末現在

USIP 2 事業のコンポーネント/内訳			各地区における進捗状況				計	進捗割合 (%)	
			USUG 事務所	チンゲル ティ	ダンパダ ルジャヤ	ダリエフ			(バヤンホシ ユウ 等の他の地区を含む)
78.2 km の給水管敷設									
内訳:									
1.1	(1)	ダクタイル鋳鉄管敷設 8.2 km	ダクタイル鋳鉄管敷設延長 (km)		-	-	5.454	12.154	148.22%
	(2)	高密度ポリエチレン管敷設 70 km	高密度ポリエチレン管敷設延長 (km)		11.500	11.000	5.000	62.250	88.93%
	(3)	加熱トレーサー付属管 3.8 km	加熱トレーサー付属管敷設延長 (km)		2.400	0.400	0.510	11.774	309.84%
1.2	(1)	暖房室及びアクセス道路を含むプレキャスト配水池建設 3 基	配水池建設箇所数		1	-	-	3	100.00%
			付属の暖房室建設数		1	-	-	3	
			アクセス道路敷設延長 (km)		必要延長敷設済			必要延長敷設済	
	(2)	ポンプ場 4 ヶ所	建設済ポンプ場数		1	-	1	4	100.00%
	(3)	新規パイプ給水キオスク建設 67 ヶ所	建設済新規給水キオスク数		10	4	6	54	41.79%
		復旧給水キオスク数			2	3	3		
	(4)	トラック給水キオスクの復旧工事 44 ヶ所	既存 44 ヶ所のうち復旧済トラック給水キオスク数		6	7	5	43	97.73%
	(5)	病院、学校、診療所等 16 ヶ所の公共施設へのパイプ給水接続工事	接続工事完了の病院数		-	-	-	10	62.50%
			接続工事完了の学校数		1	-	-		
			接続工事完了の幼稚園数		1	-	-		
			接続工事完了の診療所数		-	-	-		
	(6)	一般世帯へのパイプ給水接続工事 7,500 世帯	接続工事完了の一般世帯数		未	120 世帯 (なお継続中)	未	継続中	1.60%
1.3	(1)	水道メーターの調達と取付工事 10,000 個	水道メーター調達数及び取付数	取りやめ					
	(2)	電動揚水ポンプ場建設工事	建設済ポンプ場数		3	未	3	26	
1.4	(1)	給水トラックとその必要部品調達 10 台	調達済給水トラック (必要部品込)	10				10	100.00%
	(2)	ウランバートル市所有の全給水タンカー群に対する必要部品の調達	調達度合 (%)	必要数量 調達済				必要数量 調達済	
	(3)	バキュームタイプ汚水収集トラックの新規調達 5 台	バキュームタイプ汚水収集トラック 5 台	5				5	

備考: 2009 年度第 2 四半期の世銀の進捗報告書 (Semi Annual Progress Report No.1 of 2009 for USIP 2) によれば、上記 USIP 2 の本体工事は 2007 年 8 月からの開始となっている。

出典: Project description and details: Project Office of the World Bank. Status of the progress: USUG

上表で、配水管網延長工事の方は一部当初の計画より数量が多くなっており進捗が 100% を超えているが、これは USUG の情報では途中段階で方針が変更したことが原因である。高密度ポリエチレン管の敷設工事は本年 6 月末現在で 89% の進捗となっている。一方、10,000 個の水道メーター調達と設置工事は中止された。世銀の進捗報告書には記述はないが、当該案件はあくまでゲル地区対象ということで、水道メーター (アパート地区対象) からゲル地区の居住環境改善にかかる配水管網整備へと作業方向を一本にしぼったと思われる。その他、改築を含むキオスクの新設、改修等は、数量等の物理的進捗でそれぞれ 42%、98% となっている。

USIP 2 の事業は 2010 年の完了予定であり、これに続いて、モンゴル政府は USIP 3 として、さらにキメの細かい生活環境改善事業を推進することとしており、IBRD もさらなる援助事業の継続に積極的な意欲を有しているが、現時点ではその事業内容について、いまだ明確なビジョンは描かれていない。USUG としては、今後、下水道施設整備事業を期待しており、政府を通じて IBRD に対し要請書の準備をしているということである。また、各戸給水栓の整備なども今後の事業内容として挙げられている。

(2) オランダ国による技術協力

現在 USUG では「Water Operators Partnerships (WOP)」プロジェクトとして、オランダ国の VITENS による技術協力プロジェクトが以下の要領で進められている。

WOPs の主な目的は USUG の財政的継続性と上下水道事業の自立的サービスの実現で具体的には次の 3 つの目的から成っている。

- 目的 1 : USUG の維持管理能力の改善
- 目的 2 : USUG の財政能力の向上
- 目的 3 : 持続性のある水資源管理と環境保全の観点での人々に受容可能で持続的な上下水道事業サービス提供

主な活動内容は以下の 6 項目を挙げている。

- 活動 1 : 維持管理活動
- 活動 2 : USUG の財政的自立
- 活動 3 : 持続性のある水資源管理
- 活動 4 : 環境衛生
- 活動 5 : 訓練及び能力向上
- 活動 6 : 追加活動 ; 国際援助機関とのコーディネーション及びセクター改善

協力期間は 2007 年 11 月 1 日～2010 年 10 月 31 日の 3 年間で、プロジェクトの資金として 1.7 百万 Euro を予定している。

当該技術協力は、本計画の運営維持管理や自立発展性の強化に対して貢献する USUG の水道施設の維持管理能力の向上、財政基盤の強化、水資源を有効利用するための需要規制を含めた水資源管理の関する支援を 3 年間にわたって継続的に実施しているものであり、相乗効果が期待できる。

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

プロジェクトに関与する国家省庁として、道路運輸建設都市開発省、自然環境観光省が挙げられる。また、ウランバートル市が実施機関であるウランバートル市上下水道公社 (USUG) を監督しており、新規水道施設の計画・整備、料金設定等に関する監査を行う。

中央国家組織

本プロジェクトに関連のある部局としては、道路運輸建設都市開発省都市計画・都市問題政策局、住宅供給・公共事業計画局が挙げられる。また自然環境観光省は、水資源利用の管理、許認可等を行う。

ウランバートル市組織

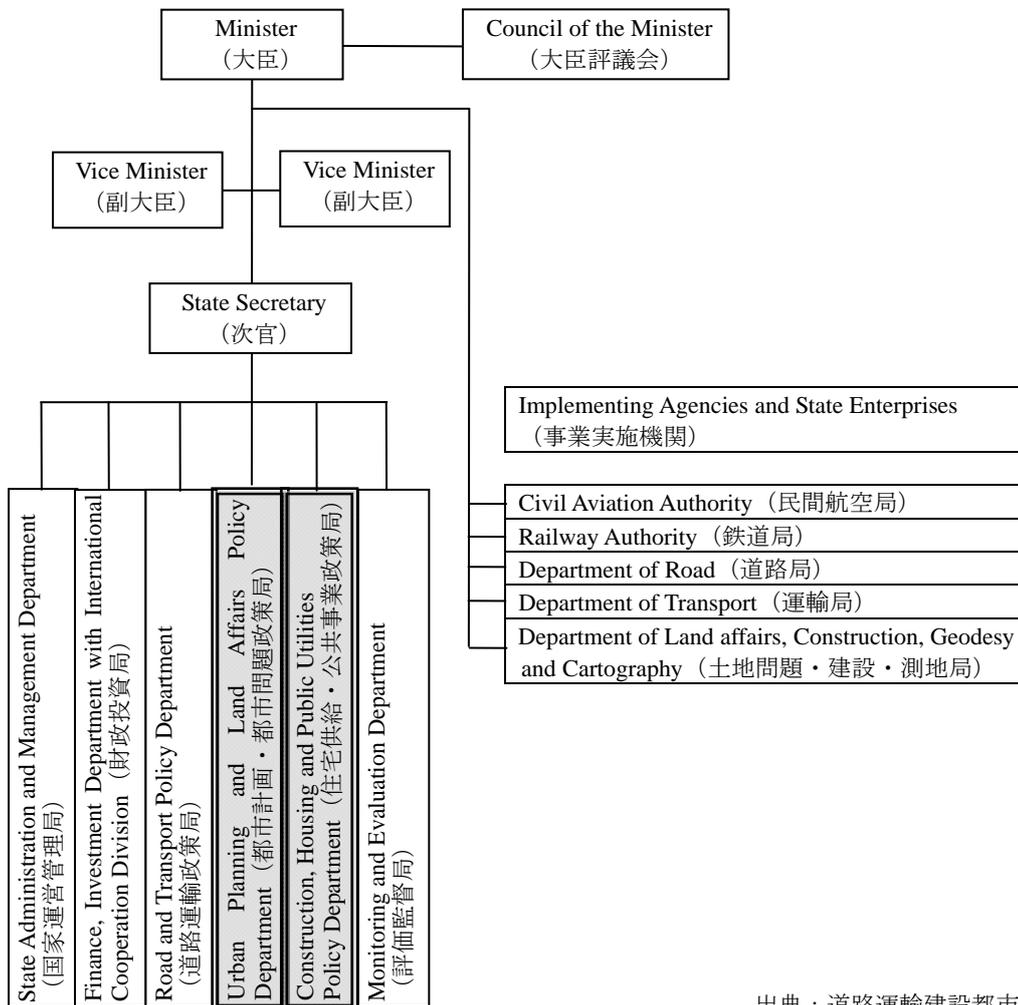
新規に計画される水道事業の計画は、都市開発政策局、都市建設局が係わり、水道、輸送等の公共料金は財政経済資産局において認可される。

USUG 組織

水道事業の実施機関として、プロジェクト実施及び施設の運営維持管理、料金徴収等を行う。アパート住民に対しては、OSNAAUG が USUG から給水を受け、温水センター (CTP) を介して水供給を行っている。プロジェクトの実施は事業実施部、給水施設の維持管理は給水部にて行われている。

道路運輸建設都市開発省の組織構成を以下に示す。

道路運輸建設都市開発省

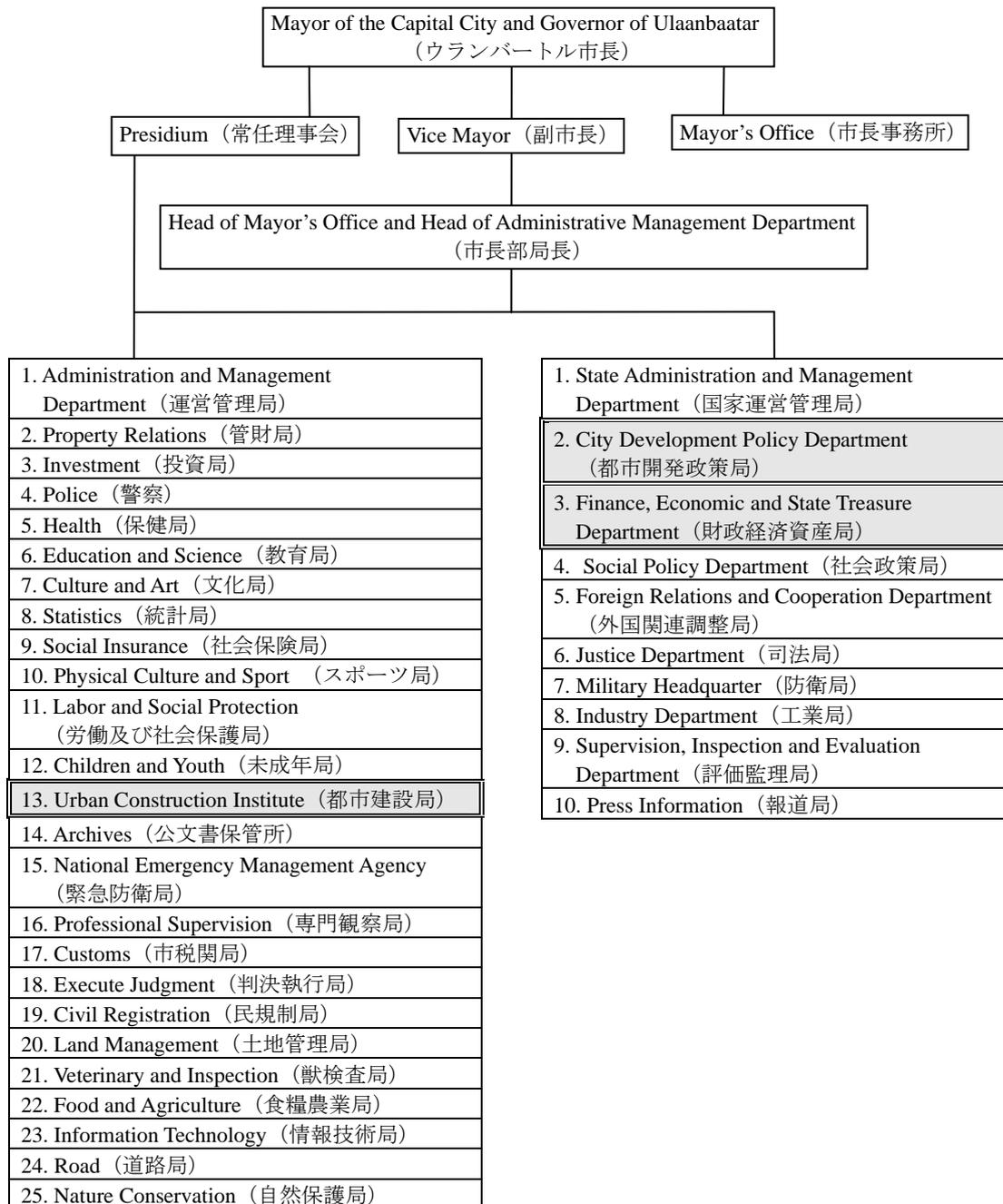


出典：道路運輸建設都市開発省

図 2-1.1 道路運輸建設都市開発省組織図

ウランバートル市の組織構成を以下に示す。

ウランバートル市



出典：ウランバートル市

図 2-1.2 ウランバートル市組織図

ウランバートル市上下水道公社 (USUG) および住宅公共事業公社 (OSNNAUG) の現在の組織構成を以下に示す。

USUG

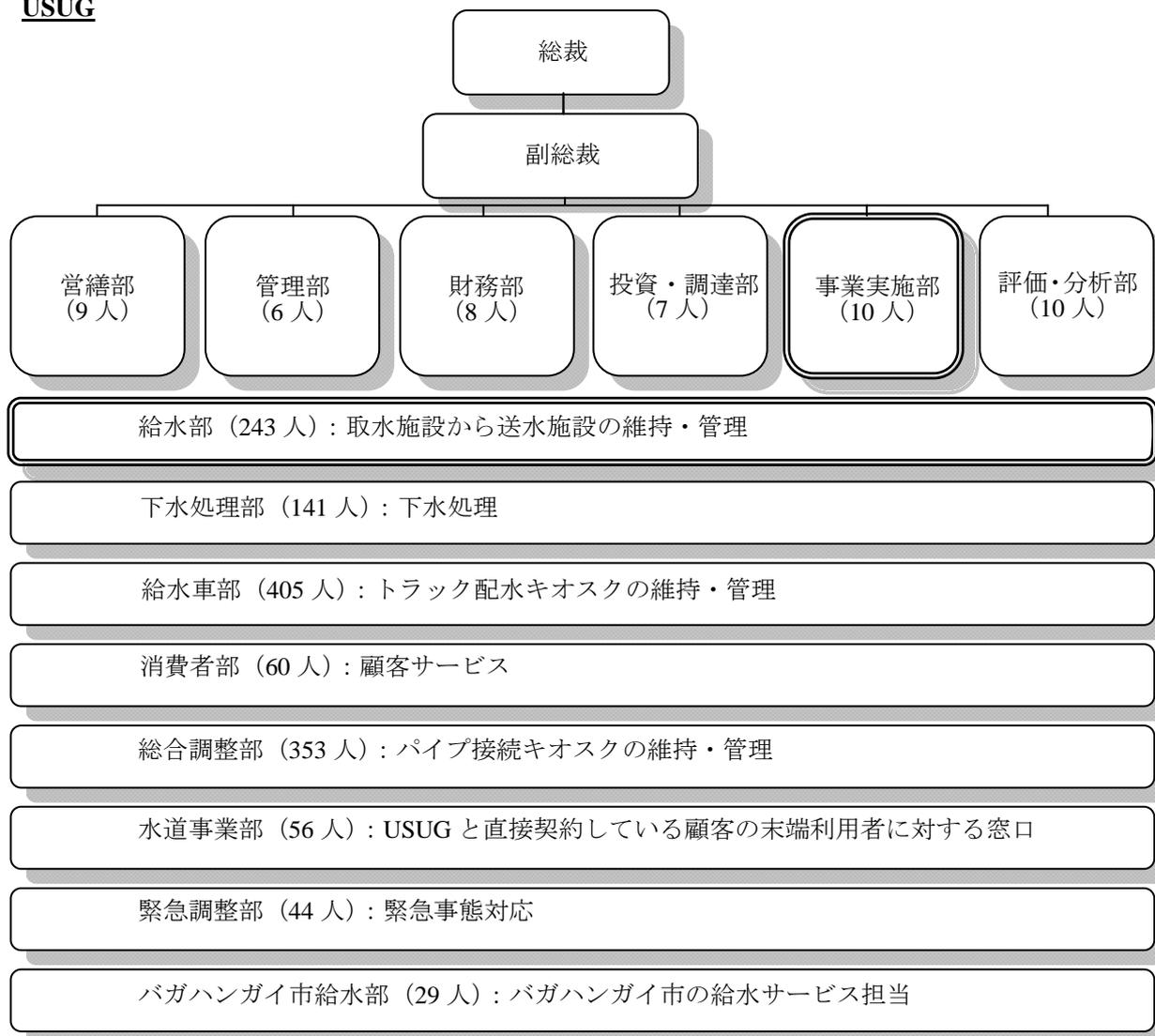


図 2-1.3 USUG 組織図

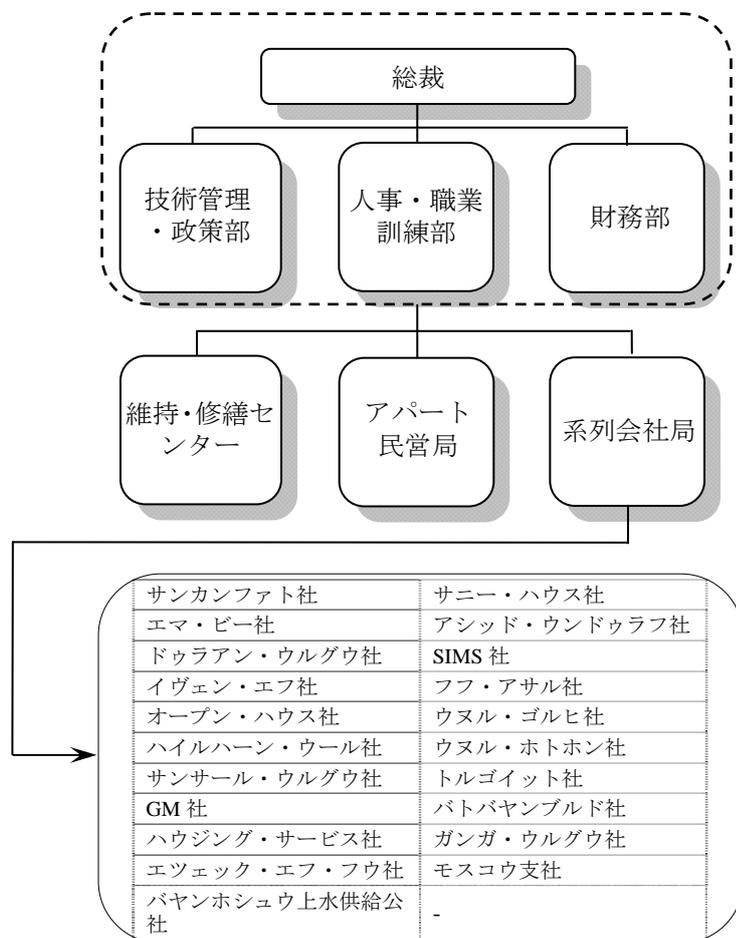
出典 : USUG

USUG においては、組織の構造構築に際して、上意下達のラインによる指令系統の考え方をとっていない。したがって、上図の上部の各 Department 及び Unit は下部の各 Division に対する上部構造ではあるが、各 Division の考え方を無視した指令は出せないこととなっている。また、各 Division には上部構造の各 Department 及び Unit に対応する業務を取り扱うスタッフが全員そろっている。カッコ内の数字はそれぞれのセクションにおける要員数である。

もうひとつの衛星都市であるバガヌール地区は独自に独立した水供給サービスにかかわるシステムを有しており、USUG は直接かかわっていない。

OSNAAUG

OSNAAUG の組織図を下図に示す。



出典：OSNAAUG

図 2-1.4 OSNAAUG 組織図

上図の OSNAAUG 本部にある「技術管理政策部」には以下のような技術者が常勤している。

1. セクションチーフエンジニア: 所属下の各技術者を統括すると同時に、エージェント各社とのサービス契約についても責任を有する。
2. Heat supply calibration engineer: 暖房用温水供給について責任を有し、必要な研究、調査、問題が起こった場合の対処等に携わる。
3. Supervising electrical engineer: アパート居住者に対する電力供給方針、電力料金等について責任を有し、必要な場合にその素案を起案してウランバートル市給電部に提案する責任を有する。そのため、必要場合は各アパートをまわって、現場検証を行う。
4. Project supervising engineer: 暖房用温水生産に資するべく、常時、熱効率改善のための研究調査を行っており、これを他の技術者に常に周知徹底させる責任を負う。
5. Detailed measurement and calibration engineer: Project supervising engineer の行なう研究に参加し、その研究成果をいかにして実用的な仕組みで実際の場に適用できるかを研究する。
6. Officer in charge of customer service: 顧客の不満やコメントを収集し、これを整理して、OSNAAUG としてこれをいかに解決していくかを考え、提案する。

7. Operation and maintenance supervising engineer : 送水、温水供給センター等、各種施設設備の維持管理の現状を把握し、いかにすれば最低の維持管理費で最大の給水サービス効果を上げ得るかを研究、調査し、必要な維持管理費の積算まで行う。

以上であるが、このセクションでは常時、上述の各分野に対応する「Shift Engineers（技術者交代要員）」と常時連絡が取れるようになっており、24 時間体制で顧客サービスが行えるようにしている。

「アパート民営局」は 1997 年 5 月に創設された比較的新しい下部機構であるが、これは、アパートの建設、運営の民活化を促進する部門である。現時点におけるアパート運営の実態は、公表されている情報⁵によれば、

OSNAAUG のサービス下にある民間アパート..	53,934 棟
政府直轄もしくは民間との資本提携.....	3,569 棟
モンゴル・ロシア共同出資 (JV) のウランバートル鉄道の運営.....	4,339 棟

となっているが、将来はこれらを可能な限り OSNAAUG の直轄サービス運営にもっていくことを目標としている。それによって、よりきめの細かい水道供給、温水供給が可能となると OSNAAUG は考えている。少なくとも将来のアパートはすべて民間資本によるものとするよう、これを促進するべく、OSNAAUG は住宅民営化基金 (Housing Privatization Fund) の創設を目指しており、そのための法的整備を企図している。この他に、数は明らかにされていないが、軍人居住のアパート群 (国営) もある。

ちなみに、上記の OSNAAUG のサービス下にある民間アパート群のすべてに一般世帯が実際に居住しているか否かは定かではない。現地踏査による限り、かなり空きアパートがあることが明らかとなっている。

実際の水道供給、温水供給にかかる顧客サービス(接続希望の受付、苦情の受付、料金徴収、水道メーターの設置の促進活動と設置の場合の OSNAAUG への取次等々は総数 21 社のエージェントと OSNAAUG が顧客サービス契約を行ない、それらのエージェントが実施しているが、これを統括する部門が下部機構の「Companies Subsidiary Bureau: 系列会社局」である。これらのエージェントは 17 社の民間会社と 3 つの OSNAAUG 自体の支店及び OSNAAUG の支店扱いとなっているが実際には半官半民の事業体 (Bayankhoshuu Us: バヤンホシュ水供給公社) とからなっている。そして、OSNAAUG 本部は「系列会社局」を通じて四半期ごとに全エージェントを招集し、現下における問題点を報告させ、問題がある場合はその対応を考える協議を行なっている。

実際の水道供給ならびに温水供給は、いわゆる「温水供給センター」(CTP) を経由して行われているが、この温水供給センターは、この 21 社のエージェントの管理下にあり、その実際の保守点検は OSNAAUG の技術部門の職員が直接行っている。そして、これらの温水供給センターは、OSNAAUG のサービス下にある民間アパートならびに政府と民間との資本提携にあるアパート群に供給するものはすべて OSNAAUG の資産となっている。

⁵ Web サイトにおける OSNAAUG の公式ホームページ

次表は、現時点における OSNAAUG のサービス顧客数を要約したものである。

表 2-1.1 現時点における OSNAAUG のサービス世帯数
ならびにサービス企業数

2009 年度第 2 四半期末現在

No	OSNAAUG 支社ならびに下請 給水会社	合計 世帯数	合計 企業数	内、1 階に位 置する企業数
1	サンカンファット社	4,656	507	486
2	エマ・ビー社	2,950	740	463
3	ドゥラアン・ウルグウ社	3,244	396	253
4	イヴェン・エフ社	2,144	107	79
5	オープン・ハウス社	3,058	392	376
6	ハイルハーン・ウール社	5,090	440	255
7	サンサール・ウルグウ社	2,483	240	66
8	GM 社	3,599	256	53
9	ハウジング・サービス社	4,530	265	140
10	エツェック・エフ・フウ社	2,267	167	50
11	サニー・ハウス社	6,671	438	120
12	アシッド・ウンドゥラフ社	3,042	131	70
13	SIMS 社	2,710	112	45
14	フフ・アサル社	7,125	320	137
15	ウヌル・ゴルヒ社	3,595	188	128
16	ウヌル・ホトホン社	3,660	227	125
17	トルゴイット社	4,375	154	71
18	バトバヤンブルド社	2,168	168	68
19	ガンガ・ウルグウ社	1,533	176	117
20	モスコウ支社	524	11	11
	小計	69,424	5,435	3,113
21	バヤンホシュウ上水供給公社	450	17	15
	Total	69,874	5,452	3,128

注 1) 世帯構成員数：3.34 人/世帯

注 2) 全企業の 90%が水を消費している。

出典: OSNAAUG

上表中、注 1) として 1 世帯の構成員を 3.34 人と明記しているのは、全顧客世帯が水道メーターを設置しているわけではないので、顧客数を世帯で表そうとした際の世帯構成員数をこのように想定したものと思われる。実際の平均世帯構成は表 1-1.9 に示す通り 4 人超なので、かなり少なめに想定している。ちなみに、2009 年 8 月現在の水道メーター設置率は 29% となっている。

また、表中「1 階に位置する企業数」を併記しているのは、実際の企業のうち小規模の工場、商店等はアパートとなっているビルの 1 階部分を利用して開業している場合が多いので、一般世帯との区別を明確にするための備考である。

2-1-2 財政・予算

今回の現地調査では、ウランバートル市の水供給事業者である USUG と OSNAAUG の会計諸表（貸借対照表、損益計算書、キャッシュフロー）を過去 4 年間について検討する

(1) USUG の財政状況

USUG の顧客層は主として OSNAAUG、ゲル地区居住者と一部の公共施設（学校、幼稚園など）等であるが、部分的にアパート居住者へも上水を直接供給している。

次表に USUG の過去 4 年（2005 年～2008 年）の貸借対照表を要約した。

表 2-1.2 USUG の貸借対照表

単位：百万 Tg

資産の部	2005	2006	2007	2008	負債及び資本の部	2005	2006	2007	2008
1. 流動資産	4,677.6	7,947.6	11,601.6	10,587.9	1. 負債	36,331.0	38,086.6	36,946.2	49,497.6
現金ならびに現金相当額	1,043.8	3,042.2	4,884.7	4,136.2	(1) (短期) 流動負債	152.6	456.4	342.9	254.9
短期投資額	0.0	0.0	0.0	0.0	買掛金	52.8	243.3	100.1	29.1
再評価準備金	0.0	0.0	0.0	0.0	支払給与・賃金	0.0	0.0	0.0	0.0
受取勘定 ¹	1,867.7	2,443.7	3,319.0	3,723.0	払込法人所得税額	0.0	88.3	107.7	0.0
貸倒引当金	-83.4	-97.1	-128.5	-143.9	払込個人所得税額	0.0	0.0	0.1	0.0
その他売掛金	1.1	0.7	2.6	4.8	払込付加価値税額	0.0	0.0	0.0	0.0
棚卸資産	1,664.0	1,860.0	1,966.7	2,160.5	その他の払込税額	0.2	1.3	0.6	0.0
畜産資産（営農事業）	0.0	0.0	0.0	0.0	SHI 事務所への払込	0.0	3.1	0.0	0.5
前払金/支払金等	184.4	698.2	1,557.1	707.3	払込配当金	0.0	0.0	0.0	0.0
2. 固定資産	46,572.7	49,154.0	45,999.5	48,214.4	短期銀行借入金	0.0	0.0	0.0	0.0
固定資産	38,269.1	42,496.8	43,350.4	44,471.6	その他の払込金	21.0	22.3	25.5	26.2
上記固定資産の累積減価償却費	-13,729.8	-17,344.8	-21,065.2	-24,699.8	未収収益	78.6	98.1	108.9	199.1
その他の固定資産 ²	26,999.2	29,853.1	30,536.8	30,958.8	(2) 固定負債	36,178.4	37,630.2	36,603.3	49,242.7
上記その他の固定資産の累積減価償却費	-4,999.3	-5,929.0	-7,304.5	-8,698.3	払込長期手形	0.0	0.0	0.0	0.0
構造物の継続工事費	0.0	0.0	0.0	6,094.9	長期借入金	35,750.9	33,687.2	36,113.7	37,845.6
畜産資産（営農事業）	0.0	0.0	0.0	0.0	払込長期債券	0.0	0.0	0.0	0.0
無形固定資産	53.3	110.2	127.2	146.8	その他の長期払込額	427.5	3,942.9	489.7	11,397.1
上記無形固定資産の累積減価償却費	-19.8	-32.3	-46.7	-59.5	固定負債準備金	0.0	0.0	0.0	0.0
投資及びその他の固定資産	0.0	0.0	401.5	0.0	2. 資本金	14,919.3	19,015.0	20,654.8	9,304.7
再評価準備金	0.0	0.0	0.0	0.0	（自己資金調達額）の部				
					出資金	874.9	874.9	874.9	874.9
					政府出資金	874.9	874.9	874.9	874.9
					民間出資金	0.0	0.0	0.0	0.0
					払込済み資本金	0.0	0.0	0.0	0.0
					再評価益	17,214.5	17,214.5	17,195.7	17,064.7
					その他の資本金	8,598.7	14,829.4	14,893.2	15,017.7
					利益剰余金（損金）	-11,768.8	-13,903.7	-12,308.9	-23,652.5
					当期	-691.5	-2,135.0	-2,348.1	-5,174.4
					前期	-11,077.3	-11,768.8	-9,960.8	-18,478.2
3. 資産の部計	51,250.2	57,101.6	57,601.1	58,802.3	3. 負債・資本金の部計	51,250.2	57,101.6	57,601.1	58,802.3

出典: USUG

注：*1 受取勘定: 未収金を意味する。

*2 その他の固定資産: USIP 1 の施設が引渡され、世銀融資の元本償還を義務付けられている。

一般に企業の維持管理費を含む資金負担能力は「流動比率」というもので測られ、次式で表される。

$$\text{流動比率} = \frac{\text{流動資産}}{\text{流動負債}}$$

「流動資産」は1年以内に現金化し得る資産、「流動負債」は1年以内に完済し終わる負債であり、この「流動比率」が連年、「1」以上であれば、USUGには資金負担能力があると判断できる。上記「貸借対照表」に基づいて、この「流動比率」を計算すれば、下表のようになる。

表 2-1.3 USUG 財政の流動比率の変遷

年	2005	2006	2007	2008
流動比率	30.66	17.41	33.84	41.54

出典：JICA 調査団

USUG の「流動比率」2005 年以降、いずれも「1」をはるかに超えるものとなっている。ただし、流動資産中の「棚卸資産」などは現金化してしまうと水道事業が遂行できなくなるものが多いはずであり、「受取勘定」（未収金）は年々大きくなり疑問が残る。そこで、これらを外

した「当座比率」⁶で USUG の資金負担能力を検証する。「当座比率」は次の計算式で計算される。この「当座比率」も企業の資金負担能力をより厳密に測る場合の指標として一般的に用いられているものである。

下表にその計算結果を示す。

表 2-1.4 USUG 財政の当座比率の変遷

年	2005	2006	2007	2008
当座比率	6.84	6.67	14.25	16.23

出典：JICA 調査団

一般に当座比率は「0.80」以下だと資金繰りは危険な状態にあるといわれているが、USUG においては 2005 年以降、いずれの年度においてもこれをはるかに超えており、十分に資金負担能力があることを示している。

この「流動比率」、「当座比率」は、ともに事業体の財政的安定性を示す指標であり、上述の「流動比率」、「当座比率」の計算結果から見る限り、USUG は財政的に安定していると判断される。

次に同期間の損益計算書を示す。

表 2-1.5 USUG の損益計算書

単位：百万 Tg

費目	2005	2006	2007	2008
1. 営業収支	10,588.9	12,991.9	14,765.2	17,088.0
売上収入	10,588.9	12,991.9	14,824.7	17,100.6
売上準備金ならびに返金	0.0	0.0	-59.5	-12.6
売上割引額	0.0	0.0	0.0	0.0
2. 売上原価	10,878.9	13,183.4	14,418.5	16,728.9
3. 粗収支（売上損益総額）=1-2	-290.0	-191.5	346.8	359.1
4. 維持管理費・販売経費・一般管理費	2,047.1	2,213.4	1,000.9	2,803.1
給与・賞与	181.3	219.4	285.8	436.8
社会保険料手数料等	46.1	54.3	76.0	54.9
補修費・維持管理費	10.4	15.6	34.0	5.8
施設設備費	8.7	14.3	8.5	10.3
賃貸料	0.0	0.0	232.0	0.0
業務出張旅費	29.7	11.9	27.4	35.4
交通費	1.8	0.0	0.5	0.5
原料調達費	20.8	3.8	3.6	4.6
減価償却費	80.0	53.3	114.2	116.0
広告宣伝費（外注費）	13.0	0.3	4.5	8.5
通信費	20.9	28.5	33.6	36.7
燃料費	12.1	14.1	13.6	20.7
使途不明借入金	56.2	32.5	31.4	101.4
賞与	4.4	3.4	11.9	9.7
借入金払込利息（地代）	1,515.1	1,613.3	0.0	1,585.6
その他の支出	46.8	148.7	123.9	376.2
5. 営業利益（営業純損益）=3-4	-2,337.1	-2,404.9	-654.2	-2,444.0

⁶ 通例の場合、この「当座比率」には「受取勘定」も「当座資金」側に含めて計算する。

費目	2005	2006	2007	2008
6. 営業外収支	1,645.6	358.3	-1,586.4	-2,675.2
営業外サービスによる損益	0.0	31.5	36.5	53.9
違約金割引による損益	17.3	37.1	87.0	110.2
決済時為替差損益 ⁷	1,684.7	336.0	-1,647.1	-2,798.7
その他損金	-56.3	-46.3	-62.8	-40.5
7. 税引き前利益	-691.5	-2,046.6	-2,240.5	-5,119.1
8. 払込法人所得税	0.0	88.3	107.7	55.2
9. 当期損益収支 (税引き後) =7-8	-691.5	-2,135.0	-2,348.3	-5,174.4

出典：USUG

上表の営業収支欄に見る通り、粗収支（売上損益総額=営業収入-売上原価）は、2005、2006年度は赤字であるが、2007、2008年度においては黒字となっている。この「売上原価」の内容は主として原水取水料金⁸と考えて支障ない。これに、給水に必要な原水調達にかかる実費分（電力費、その他原水取水量に直接比例して増える各種経費）が含まれている。さらに、この「売上原価」には USIP 2 の実施条件として世銀が求めている「見返り資金」が含まれている。世銀は USIP 2 を実施する条件として USUG ならびにウランバートル市から下表に示すような「見返り資金」の積立てを求めている。その額は事業費総額の 20%ということになっており、その積立ての確実性を期すため、世銀の事業実施当局（Project Management Unit）に拠出するよう条件付けている。現時点で世銀事業 USIP 2 が実施されているということは、この見返り資金の拠出が条件通りに実施されていることを示している。

表 2-1.6 USIP 2 に対する見返り資金

年	単位:百万 Tg					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
USUG	436.0	1,379.0	7,635.0	1,848.0	458.0	8.0
Municipality of UB	50.0	152.0	157.0	162.0	149.0	15.0

出典: Project Appraisal Document on a Project Credit to Mongolia for Second Ulaanbaatar Services Improvement Project, the World Bank, March 31, 2004

営業利益（=粗収支-維持管理費・販売経費・一般管理費）は 2005 年以降、連年欠損となっており、欠損率は 2005 年以降それぞれ 22.07%、18.51%、4.43%、14.30%となっている。

「維持管理費・販売経費・一般管理費」から本来営業外費用であると思われる「借入金払込利息（地代）」を除いた費用に対する人件費の占める割合は、2005 年以降概ね 33%~36% 台で推移している。ただし「借入金払込利息（地代）」の計上がない 2007 年度のみは 28.6%となる。

表中に見える「決済時為替差損益」は、世銀融資の事業 USIP 1 ならびに中央下水処理場の高度処理化のためにスペイン政府から受けた融資の利払いにかかる為替差損である。この「決

⁷ 原文(英訳版)の語句「Realized forex gains/losses」とは取引の最終段階を意味するもので、たとえば、それぞれ未決済で売主が支払った金額と買主が受取った金額が、現金決済した時点で益金もしくは損金となった場合のことを言う（これは取引のあった時点と現金決済した時点で大きな為替変動があった場合に起こる）。

「Unrealized forex gains/losses」とは決済前の、すなわち取引公開中の額面上の損得を意味する。

⁸ 1980 年通達第 172 号「ウランバートル市、飲料水水源に関する保全地域の決定」（1980 年 7 月 26 日）で保全地域が指定されており（ガチョルト地区を中心として半径 200 km 圏内）、さらに、この地域内で取水する者は内閣通達第 103 号で「水源の水の貯留量の評価及び水利用に関する料金の規定」により、ウランバートル市自然監察局に対し、所定の料金を支払うこととなっている。これは、いわば原水取水料金である。すなわち、USUG は水を調達する費用を要する。ちなみに、2003 年時点で、飲料用地下水（上質）の原水取水料金は、取水場所別に、市街地近郊で「0.37 Tg/m³」、遠隔地で「0.19 Tg/m³」と規定されている。「ウランバートル市給水施設改善計画基本設計調査」、JICA、2003 年 12 月（平成 15 年参照）。

済時為替差損益」が2007年、2008年ともに、本来の営業費用を上回る規模に達している。その金額があまりに大きいので、ウランバートル市にも一部負担を要請しているが、現時点では未解決ということである。しかも、現在進行中の世銀事業USIP2の完了が2010年と予定されており、USUGの会計当局が述べているように、この「決済時為替差損」は2011年以降さらに膨らむと考えられる。さらに2020年以降はUSIP2に対する融資の元本償還が始まる。これはUSUG会計の今後の問題点のひとつとなる。

USUGの最終損益は連年欠損を計上している。この状態は、USUGの事業運営上、このまま放置できるものではなく、何らかの補填策がない限り解決し得ない問題である。

貸借対照表において資本金の中の出資金875百万Tgはすべて政府出資となっているにもかかわらず、USUGの資産は国の資産に算入されてはいない。その為、USUGは世銀の融資に対する償還を義務付けられている。これらの資産算入も償還も国の会計に付け替えることが妥当である。そのうえで、年々の欠損分に対する何らかの補填策を講じることが妥当である。

当該年の実際の現金の動きから年度末に実際にどの程度の現金が手元にあるかをチェックするのが「キャッシュフロー」である。下表はUSUGにおける上記2表と同期間におけるキャッシュフローを要約したものである。

表 2-1.7 USUG のキャッシュフロー

単位：百万Tg

費目	2005	2006	2007	2008
1. 営業活動によるキャッシュフロー	1,985.3	3,981.1	3,417.9	3,572.2
主たる営業活動による現金収入	10,121.1	13,763.9	15,681.9	19,161.4
販売及び顧客からの現金収入	8,952.8	13,464.1	15,389.8	18,542.2
営業補助活動による現金収入	46.0	0.0	3.4	0.5
保険料収入	2.9	1.1	0.0	0.0
その他	1,119.5	298.6	288.7	618.7
主たる営業活動による現金支出	8,135.9	9,782.8	12,264.0	15,589.1
職員・雇用員の給与賃金	1,806.0	1,969.7	2,568.2	3,725.2
SHI 事務所への支払	662.6	737.1	867.5	936.4
原料調達費用	18.3	15.0	5.3	57.4
施設設備費（施設設備の補修・修繕等の他、電気・ガス・上下水道等）	3,301.3	3,742.1	3,917.8	4,484.9
燃料費・交通費・車両維持管理費	977.3	1,450.9	1,136.4	1,857.6
納入業者への支払	889.8	66.6	39.7	53.3
払込利息	385.0	0.0	0.0	0.0
払込法人所得税	25.6	0.0	12.2	207.8
払込保険料	69.9	40.8	97.0	32.7
その他の支出	0.0	1,760.6	3,619.9	4,233.9
2. 投資活動によるキャッシュフロー	-1,861.6	-2,004.7	-1,663.6	-4,432.0
固定資産処分益	6.8	11.1	14.3	3.5
固定資産調達費	-1,883.5	-2,015.8	-1,677.9	-4,435.5
株式販売	0.0	0.0	0.0	0.0
株式購入	0.0	0.0	0.0	0.0
受取利息及び配当金	15.1	0.0	0.0	0.0
3. 財務活動によるキャッシュフロー	-0.2	22.1	88.1	111.3
株式発行	0.0	0.0	0.0	0.0
銀行借入	0.0	0.0	0.0	0.0

費目	2005	2006	2007	2008
金融レンタル支払	0.0	0.0	0.0	0.0
借入金返済	0.0	0.0	0.0	0.0
政府からの財政融資	0.0	0.0	0.0	0.0
寄付金収入	0.0	-1.2	0.0	0.0
長期負債の当期支払額	0.0	0.0	0.0	0.0
自己株式の現金買い戻し	0.0	0.0	0.0	0.0
配当金現金払い（賞与）	0.0	0.0	0.0	0.0
受取利息及び賞与	0.3	28.1	88.3	107.4
為替差損益	-0.5	-4.8	-0.2	3.9
4. 純キャッシュフロー計	123.5	1,998.5	1,842.4	-748.5
5. 期首現金及び現金相当額手元有高	920.3	1,043.8	3,042.2	4,884.7
6. 期末現金及び現金相当額手元有高	1,043.8	3,042.2	4,884.7	4,136.2

出典：USUG

キャッシュフローは (1) 営業活動によるキャッシュフロー、(2) 投資活動によるキャッシュフロー、(3) 財務活動によるキャッシュフローと、大きく3つの部分に分けられている。

そのUSUG自体の営業収入とは、「販売及び顧客からの現金収入」がそれで、それぞれ2005年以降対前年比で順調な伸びを示している。USUGの顧客層は主としてゲル地区居住者と公共施設（学校、幼稚園など）等であるが、近年公共施設への水道メーター設置率が高くなり有収率が1998年時点の45%から2008年時点の80%まで改善された結果である。

経費のうち主たるものは「職員・雇用員の給与賃金」と「施設設備費（補修・修繕等の他、電気・ガス・上下水道等）」であるが、「職員・雇用員の給与賃金」についてみれば、2005年以降の対前年比は増加率5.0%、2006年：9.1%、2007年：30.4%、2008年：45.1%と急激に大きくなってきている。

「その他の支出」が2006年から計上され、これが2007年、2008年と急激に増加している。2008年度は純キャッシュフローの計は749百万Tgのマイナスとなっている。USUG会計当局によると、「その他の支出」の内容は主として「建築済建造物の維持補修費」、「建造物の継続工事費」、「外国企業の安全費」、「労務者の安全費」、「職員研修費」、「職員出張旅費交通費」である。その他に若干の「その他経費」が含まれる。これは損益計算書上の「決済時為替差損」が膨らんできた時期と重なる。これは世銀事業USIP1におけるUSUG側「職員研修費」負担分と考えられる。

財務活動による、めぼしい資金調達は何も行われていない。株式発行による増資もないし、銀行借入もない。政府からの財政融資もない。それにもかかわらず、投資活動によるキャッシュフローに見る通り、USUGは固定資産調達を行っている。これは、世銀事業（USIP1）のうち、稼働可能になった部分について、政府に引渡しが行われ、これがさらにUSUGの資産として逐次引渡しが行われてきたことを意味する。

(2) OSNAAUGの財政状況

OSNAAUGの2005年から2008年における貸借対照表を次表に示す。

表 2-1.8 OSNAAUG の貸借対照表

単位：百万 Tg

資産の部	2005	2006	2007	2008	負債及び資本の部	2005	2006	2007	2008
1. 流動資産	1,720.1	1,873.2	2,057.2	2,417.1	1. 負債	2,855.7	3,351.6	4,055.6	23,472.6
現金ならびに現金相当額	72.2	70.7	99.8	196.7	(1) (短期) 流動負債	2,645.1	3,141.1	3,845.1	4,109.3
短期投資額	0.0	0.0	0.0	0.0	買掛金	1,805.9	2,298.5	2,935.7	3,038.1
再評価準備金	0.0	0.0	0.0	0.0	支払給与・賃金	3.5	0.1	5.1	0.5
受取勘定	883.7	921.9	840.7	1,092.1	払込法人所得税額	30.9	41.5	12.8	19.2
貸倒引当金	-1.4	-0.8	-0.7	-1.0	払込個人所得税額	0.0	0.0	0.0	0.0
その他売掛金	137.0	173.0	150.9	150.0	払込付加価値税額	0.0	0.0	0.0	0.0
棚卸資産	561.6	637.7	903.0	931.2	その他の払込税額	22.6	24.5	24.9	43.2
畜産資産 (営農事業)	0.0	0.0	0.0	0.0	SHI 事務所への払込	23.0	29.0	22.0	16.2
前払金/支払金	66.8	70.7	63.5	48.0	払込配当金	0.0	0.0	3.7	3.7
2. 固定資産	16,384.3	13,784.3	13,532.4	32,407.2	短期銀行借入金	113.0	117.5	184.6	259.2
固定資産	27,599.1	25,035.3	25,518.0	45,795.7	その他の払込金	410.3	414.9	241.3	161.8
上記固定資産の累積減価償却費	-13,546.4	-13,496.2	-14,432.8	-15,763.0	未収収益	235.9	215.0	415.0	567.6
その他の固定資産	2,711.0	2,711.0	2,711.0	2,711.0	(2) 固定負債	210.5	210.5	210.5	19,363.3
上記その他の固定資産の累積減価償却費	-550.8	-690.3	-829.5	-966.4	払込長期手形	0.0	0.0	0.0	14.1
構造物の継続工事費	147.2	204.7	549.1	613.8	長期借入金	210.5	210.5	210.5	18,998.8
畜産資産 (営農事業)	0.0	0.0	0.0	0.0	払込長期債権	0.0	0.0	0.0	0.0
無形固定資産	24.2	19.9	16.7	16.1	その他の長期払込額	0.0	0.0	0.0	350.3
上記無形固定資産の累積減価償却費	0.0	0.0	0.0	0.0	固定負債準備金	0.0	0.0	0.0	0.0
投資及びその他の固定資産	0.0	0.0	0.0	0.0	2. 資本金 (自己資金調達額) の部	15,248.7	12,305.9	11,534.1	11,351.7
再評価準備金	0.0	0.0	0.0	0.0	出資金	19,985.7	18,023.9	17,969.1	19,017.6
					a. 政府出資金	19,985.7	18,023.9	17,969.1	19,017.6
					b. 民間出資金	0.0	0.0	0.0	0.0
					払込資本金	0.0		53.4	0.0
					再評価益	0.0	14.9	0.0	0.0
					その他の資本金	261.0	75.4	254.0	311.4
					利益剰余金 (損金)	-4,998.0	-5,808.4	-6,742.5	-7,977.3
					当期	-518.3	-622.6	-943.0	-1,408.9
					前期	-4,479.7	-5,185.8	-5,799.5	-6,568.4
3. 資産の部計	18,104	15,656	15,590	34,824	3. 負債・資本の部計	18,104	15,658	15,590	34,824

出典：OSNAAUG

出資金の欄で示されたように、100 パーセント政府出資となっており、独立事業体とはいえ OSNAAUG もまた官営事業体である。

上表に見るとおり、USUG のそれに比して規模は小さいが、「利益剰余金」は USUG に同様に連年欠損となっている。事業体の財政的安定性を示唆する「流動比率」と「当座比率」を下表に示す。

表 2-1.9 OSNAAUG の流動比率と当座比率の変遷

年	標準値	2004	2005	2006	2007	2008
流動比率	1.0	0.71	0.65	0.60	0.54	0.59
当座比率	0.8	0.43	0.41	0.37	0.28	0.35

出典：JICA 調査団

流動比率、当座比率のいずれも健全財政とされる標準指標域値 (流動比率：1.00、当座比率：0.80) を大きく下回っており、OSNAAUG は財政的にかなり厳しい経営を余儀なくされていることがわかる。

次に損益計算書を次表に示す。

表 2-1.10 OSNAAUG の損益計算書

単位：百万 Tg

費目	2005	2006	2007	2008
1. 営業収支	17,741.3	19,754.9	21,906.6	26,409.3
売上収入	17,741.3	19,754.9	21,906.6	26,409.3
売上準備金ならびに返金	0.0	0.0	0.0	0.0
売上割引額	0.0	0.0	0.0	0.0
2. 売上原価	16,968.8	18,849.3	21,268.0	25,712.4
3. 粗収支 (売上損益総額) =1-2	772.5	905.6	638.6	696.9
4. 維持管理費・販売経費・一般管理費	1,023.6	1,157.6	1,237.5	1,589.3
給与・賞与	343.7	387.3	464.0	684.1
社会保険料手数料等	69.3	78.8	95.7	89.6
補修費・維持管理費等	24.1	27.5	27.9	30.6
施設設備費	26.7	20.2	20.3	19.1
賃貸料	18.0	22.7	24.6	26.8
業務出張費	23.7	20.2	30.6	46.6
交通費	36.9	35.8	35.6	41.9
原料調達費	25.8	25.6	33.8	32.4
減価償却費	273.7	267.4	268.9	261.2
広告宣伝費 (外注費)	2.6	5.2	4.3	9.2
通信費	41.5	37.4	41.3	37.5
燃料費	7.3	10.2	11.7	9.1
使途不明借入金	0.0	0.0	0.0	0.0
賞与	0.0	0.0	0.0	0.0
借入金払込利息 (地代)	0.0	0.0	0.0	71.4
その他の支出	130.2	219.3	178.8	229.7
5. 営業利益 (営業純損益) =3-4	-251.1	-252.0	-598.9	-892.3
6. 営業外収支	-222.3	-323.5	-317.2	-316.9
営業外サービスによる損益	0.0	0.0	0.0	0.0
違約金割引による損益	-36.3	-76.4	-38.7	-16.0
配当収入及び利息収入	0.0	0.1	-0.1	0.0
決済時為替差損益	0.0	0.0	0.0	0.0
未決済時為替差損益	0.0	0.0	0.0	0.0
関連・共同事業体益金	0.0	-59.8	-61.3	-71.0
その他損金	-186.0	-187.4	-217.1	-229.9
7. 税引き前利益	-473.4	-575.5	-916.1	-1,209.2
8. 払込法人所得税	44.9	47.1	23.2	199.7
9. 税引き後利益	-518.3	-622.6	-939.3	-1,408.9
10. 少数株主持分	0.0	0.0	3.7	0.0
11. 当期損益	-518.3	-622.6	-943.0	-1,408.9

出典: OSNAAUG

営業粗収支の黒字の規模は USUG のそれよりも大きい。

営業利益は、連年欠損となっている。しかし、欠損率は 2005 年以降 1.4~3.4% で USUG に比べて低く、営業成績は USUG に比べてはるかによい。

「維持管理費・販売経費・一般管理費」中に占める人件費「給与・賞与」の割合は 2005 年、2006 年、2007 年、2008 年の各会計年度でそれぞれ 33.6%、33.5%、37.5%、43.0% となっており、USUG 同様近年急速に大きくなっている。

(3) 料金体系

現時点に至るまでの USUG ならびに OSNAAUG の料金体系を下表に示す。

表 2-1.11 USUG の水料金体系の変遷

単位: Tg/m³

項目	1992	1993	1993	1995	1997	1998	1999	2000	2002	2005	2008
	6/1	1/1	6/1	10/1	10/1	9/4	2/2	10/1	4/1	9/1	n.a
1 サマーハウス給水	80.0	250.0	600.00			885.00					
2 上水 (高消費者: パイプ給水)											
工業	5.0	12.0	39.0	50.0	180.0	180.00	200.0			367.25	550.00
公共施設	2.0	6.0	39.0	50.0	180.0		200.0				
個人住宅		1.0	8.0	20.0	80.0		95.0	181.0			
アパート							40.0	84.0		304.5	
3 上水 (低消費者: パイプ給水)											
工業	5.0	12.0	39.0	50.0	100.0		115.0				
公共施設	2.0	6.0	39.0	50.0	100.0		115.0				
個人住宅		1.2	6.7	20.0	50.0		60.0	105.0			
アパート							25.0	55.0		207.5	
4 タンク車給水				()内 4 月							
工業	250.0	500.0	600.0	改定							
輸送距離 8 km (10 km) 以下				(800.0)		885.0			2,434.8		
輸送距離 8 km (10 km) 以上				(1,200.0)		1,328.0			2,608.7		
公共施設	100.0	300.0	600.0								
輸送距離 8 km (10 km) 以下				(600.0)							
輸送距離 8 km (10 km) 以上				(800.0)							
5 下水料金	2.0	50.0				100.0			115.0		
工業										170.0	
高消費上水利用者										130.0	
低消費上水利用者										110.0	
バキュームカー処理	2.0	50.0				100.0			115.0		
6 パイプ接続キオスク	10.0		400.0			442.0					
7 トラック給水キオスク	20.0		600.0			885.0					

一部省略 (1997 年 4 月、2001 年 10 月、2002 年 10 月)

出典: USUG

表 2-1.12 OSNAAUG の水料金体系の変遷

水道料金改定年月日		1999 年 2 月 1 日		2001 年 10 月 1 日	2002 年 10 月 1 日	2005 年 9 月 1 日	2007 年 1 月 1 日	2008 年 10 月 1 日	
項目	単位	料金	原水	料金	料金	料金	料金	料金	
従量制料金 (水道メーター付)									
家庭	上水	Tg/m ³	50	45	117.83	119.25	207.5	207.5	207.5
	下水	Tg/m ³	25	25	72	72	110	121	121
企業	上水	Tg/m ³	200	40	200	238	319	319	610
	下水	Tg/m ³	115	25	115	119.25	140	154	330
固定料金 (水道メーター未設置)									
家庭	上水	Tg/m ³	118.75	107.35	1,285.5	1,478.33	2,101.05	2,101.05	2,101.05
	下水	Tg/m ³	72	60	828	828	897	986.7	986.7
企業	上水	Tg/m ³	240	226	240	278	371	371	371
	下水	Tg/m ³	115	115	115	115	140	154	207.5
原水*		-	-	-	181.25	205.80	287.0	296.8	296.8

原水*: OSNAAUG が USUG に支払う水料金。2008 年の内訳: 上水;160 Tg、下水;98 Tg、積立;5 Tg、VAT;33.8= 合計 296.8 Tg。2001 年以降原水調達額は、メーターの有無つまり料金徴収制度に係らず同額となった。

出典: OSNAAUG

水道メーター付きの顧客であると否とを問わず、原水調達費は同額である。このことが OSNAAUG の財政圧迫の一因になっている。

水道料金については、世銀も USIP 2 事業のための融資審査文書⁹中に言及しており、それによると「本案件のすべての原資は IBRD が準備するものであり、本来料金は原価をすべてリカバーすべきものである。しかし、給水キオスクの料金に関してはゲル住民の所得水準を考慮すればすでに十分な料金水準にあるので、新規の料金体系を提案することはない」と明言している。ただし「アパート地区への水道料金は給水キオスクの水道料金に比してはるかに低廉となっており、これは是正すべきである。これによって維持管理費と若干の負債をカバーするのが妥当である」としている。

そして、世銀は USUG に対し、(1) 2004 年時点と同じ当座資産を将来とも維持し続ける、(2) プロジェクトコストの 20%相当額をカウンターパートファンド（見返り資金）として積み立てる、(3) 2008 年までに商業的に成立するような自助努力をする、(4) 資本支出基金（Capital Expenditure Fund）を立ち上げ、将来の資本支出に備える、という 4 項目を融資決定の条件として付している。そして、これらの財政計画を全うするためには 2004 年以降、2 年ごとの給水キオスク対象水料金を除く水料金改定が必要となる、としている。これに対し、その時点で（すなわち 2004 年時点で）モンゴル政府もウランバートル市もこれをコミットしている。

ここで、USUG は 2020 年に至るまでの財政計画を世銀に対して提出している。

表 2-1.13 USIP 2 審査時の USUG の財政計画

単位: 百万 Tg

項目	2003	2004	2006	2008	2010	2015	2020
営業収益	8,935	9,838	14,199	17,362	21,177	30,818	42,581
営業支出	6,743	8,054	9,280	10,338	11,596	16,717	22,459
営業利益	2,192	1,784	4,919	7,024	9,581	14,101	20,122
減価償却費	3,255	5,297	6,932	4,235	6,245	4,367	4,863
払込利息	920	1,266	1,659	2,107	2,202	1,427	558
税引き前利益	-1,983	-4,779	-3,672	682	1,134	8,307	14,701
純キャッシュポジション	1,070	16	470	1,462	1,915	2,889	4,026
資本支出基金	-	-	-	107	3,425	9,659	32,035
営業比率	75.47%	81.87%	65.36%	59.54%	54.76%	54.24%	52.74%
元利返済カバー率	1.93	0.76	1.78	1.74	1.63	2.09	4.70

出典: Project Appraisal Document on a Project Credit to Mongolia for Second Ulaanbaatar Services Improvement Project, the World Bank, March 31, 2004

この財政計画には、上表に見るとおり、上述の融資の付帯条件にされている「資本支出基金」の積立てが盛り込まれている。

そして、これを裏付ける計画として、モンゴル政府、ウランバートル市了解のもと、下表に示すような料金改定計画を世銀に対して提出している。数値はいずれも平均的な単位料金を示している。

⁹ Project Appraisal Document on a Proposed Credit in the Amount of SDR 12.1 百万 (USD 18 百万 Equivalent) to Mongolia for a Second Ulaanbaatar Services Improvement Project, March 31, 2004, the World Bank

表 2-1.14 USIP 2 審査時の USUG の水料金改定計画

単位: Tg/m³

年	2003	2004	2006	2008	2010	2015	2020
上水道料金改定計画							
一般消費者							
企業	200	280	322	370	426	515	686
アパート	181	253	291	335	385	466	621
キオスク	500	500	500	500	500	500	500
OSNAAUG	112	168	193	222	256	309	411
下水道料金改定計画							
企業	115	161	185	213	245	296	394
アパート	105	147	169	194	224	271	360
キオスク	Not Applicable						
OSNAAUG	72	108	124	143	164	199	265

出典: Project Appraisal Document on a Project Credit to Mongolia for Second Ulaanbaatar Services Improvement Project, the World Bank, March 31, 2004

そして、同時に上述の表2-1.6に示された融資の付帯条件にされている見返り資金の積立てを実施する計画である。

2-1-3 技術水準

本プロジェクト運用時の担当部署及び担当者は、現時点では定まっていない。しかし、USUGには、既存水源・既存水道施設を運用・維持管理している組織と技術者がおり、特に日本の無償資金協力で建設された「中央水源及び同ポンプ場」、「上流水源及び同ポンプ場」については下記の職種の技術者が担当しており、彼らの一部がシフトすることによって類似施設となる「ガチョルト水源及び同ポンプ場」の運用・維持管理にあたることになる。

ポンプ場技術者、電気技師、井戸修理工、井戸電気技師、溶接工、ボイラー機械工、鉛管工、ボイラーマン

因みに、上流水源にはこれらの技術者が合計 49 名居り、55 本の井戸、6 台の送水ポンプ等の運営・維持管理にあたっており、問題なくこなしている。その他の中央水源の技術者、あるいは、主にロシア製の機材の運営・維持管理にあっている技術者は、100 万都市の水道施設を十分にこなす技術力を有しているので、彼らが本プロジェクトの「ガチョルト水源及び同ポンプ場」にシフトして担当してもその能力は十分にある。

2-1-4 既存施設・機材

(1) ウランバートル市の水供給システム

市の水道施設は、市の南側を東西に流れるトーラ川の河川敷に位置する 4 つの水源より合計 175 本の井戸から日量 24 万 m³ の伏流水を取水し、市内のアパート地区には配水管網を通じて、ゲル地区にはパイプキオスク及びトラックキオスクを介して給水するシステムとなっている。このうち上流水源はトーラ川の上流で、市の東方 35 km に、中央水源、工業水源、精肉工場水源は、市街の南側に上流から順番に位置している。このうち上流水源及び中央水源が多く水源井を擁する重要水源となっている。以下に、各水源の既開発水量及び井戸本数を示す。

表 2-1.15 各水源の既開発水量と井戸本数

水源	水源ポテンシャル (m ³ /日)	2009年時点の 既開発水量 (m ³ /日)	井戸本数
上流水源	90,000	90,000	55
中央水源	114,300	110,000	93
工業水源	25,000	25,000	16
精肉工場水源	15,000	15,000	11
ガチョルト水源	40,000 以下	0	0
計	284,300 以下	240,000	175

出典：JICA 調査団

水源井から揚水された地下水は、各水源地の中央に位置する配水ポンプ場の貯水槽まで圧送され、その後、配水ポンプにより市内に配水されている。また、主に市街の北側については、市内の配水管網から中継ポンプ場を経由して配水池へ送水された後、近隣のゲルエリアへ給水されている。

表 2-1.16 配水池の容量及び水位

配水池名	容量 (m ³)	HWL (m)	LWL (m)
ザフサリン配水池	6,000	1424	1420
北東配水池	6,000	1387	1383
タスガン配水池	18,000	1338	1333
3/4 配水池	5,200	1365	1361
西配水池	5,800	1347.5	1343
計	41,000		

出典：JICA 調査団

ウランバートル市の水道事業は、ウランバートル市上下水道公社 (USUG) および住宅公共事業公社 (OSNAAUG) によって運営・維持・管理されている。USUG は各水源から取水・塩素消毒して OSNAAUG、工場、公共施設 (官公庁、病院、学校等) 及びゲル地区、ポンプ場と温水供給センター (CTP) 間にある会社、鉄道会社、軍の CTP に配水している。なお、大口水消費者のアパート住民へは OSNAAUG が配水している。

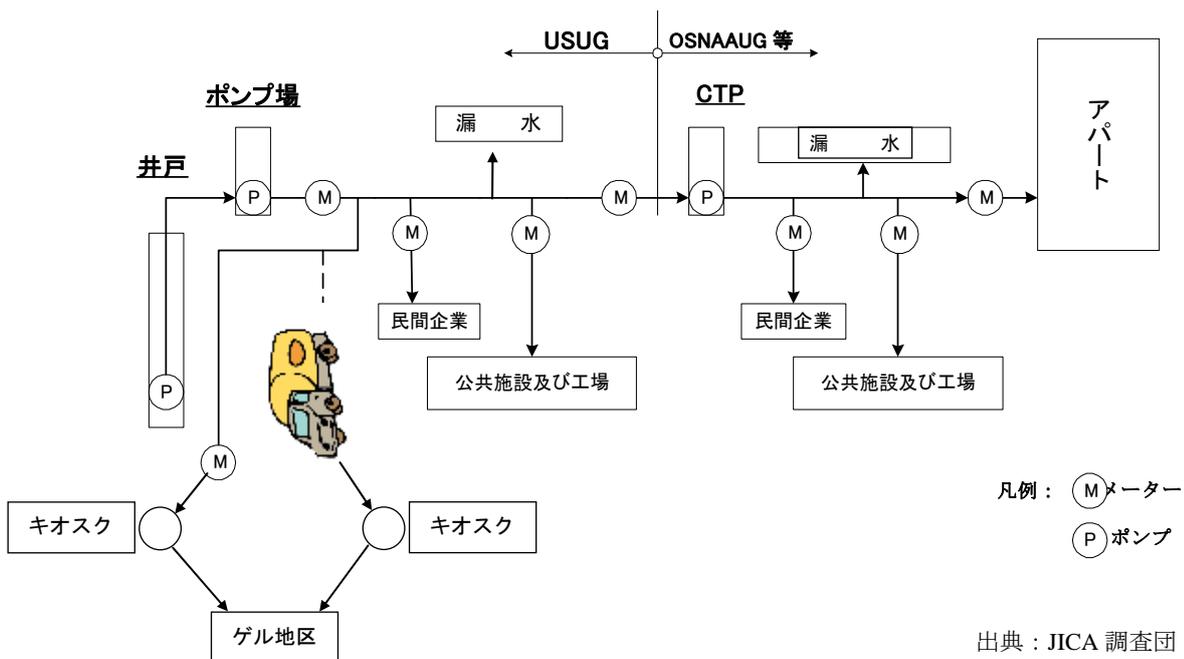


図 2-1.5 ウランバートル市水供給システム概念図

(2) 上水道パイプ敷設状況

ウランバートル市の上水道のパイプラインは、統計的には1959年から着実に年々敷設されてきており、その総合計は350.264 kmに及んでいる。しかし古い時代に施工したものは、ソ連製のポンプを含め配水管、給水管とも老朽化しており漏水の原因となっている。

表 2-1.17 上水道パイプ敷設記録

年代	1959~1967	1968~1977	1968~1977	1978~1987	1988~1997	1998~2007	合計 (m)
敷設延長 (m)	48,173	38,090	38,090	169,193	71,053	23,755	350,264

出典：Information from Official Web-Site Home Page of Statistical Office of the Capital City "Ulaanbaatar", Mongolia

表 2-1.18 メーターの使用条件と使用量

メーターの使用条件	使用量
戸建て世帯で戸別メーター付き	80~110 ℓ/日
5世帯までの共同メーター	250~300 ℓ/日
60世帯アパート一括メーター	350~400 ℓ/日

出典：USUG

市で使われているパイプの管種としては鋼管が多く、次に铸铁管（ダクタイル管）となっている。

表 2-1.19 使用管種と使用長

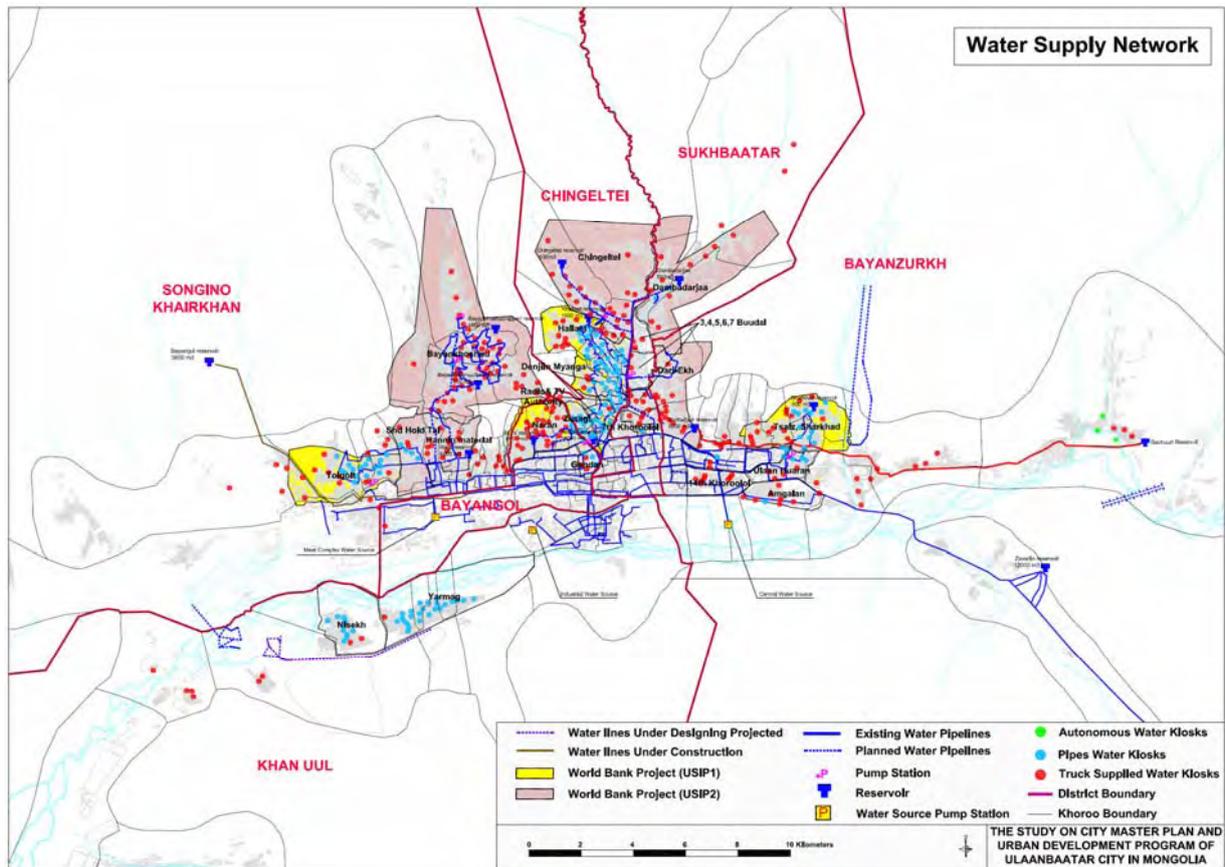
径 (mm)	鋼管 (m)	铸铁管 (m)
50	96	-
80	352	-
100	395	995
125	1,845	-
150	42,258	6,642
200	21,469	4,480
250	5,292	8,545
300	22,545	3,770
400	52,322	11,930
500	16,040	8,353
600	125,330	2,655
700	7,145	-
800	7,805	-
小計	302,894	47,370
合計	350,264	

出典：Information from Official Web-Site Home Page of Statistical Office of the Capital City "Ulaanbaatar", Mongolia

(3) ゲル地区別給水キオスク設置の現状

ゲル地区の生活環境改善を目標としている世銀事業は、その報告書¹⁰の中で、対象エリア内のゲル地区、アパート地区におけるトラック給水キオスク、パイプ接続キオスクの位置を記載している。世銀の許可を得て、この位置図を図2-1.6に示す。

¹⁰ Report on Water and Waste Water Master Plan of Ulaanbaatar (ウランバートル市上下水道施設整備にかかるマスタープラン報告、2006年9月)



出典：IBRD 及び JICA 調査団編集

図 2-1.6 タイプ別キオスクの位置

現時点におけるトラック給水キオスク、パイプ接続キオスクの数量は下表に示す通りとなっている。上記の図2-1.6は 2006 年時点のものであり、下表は過去数年の推移を示したものである。したがって、図2-1.6は必ずしも現時点の状況を表したものではないが、同年以降 USUG が計画しているキオスクについては「Projected Water Kiosks」としてプロットしているので、ほぼ現時点に近いのではないと思われる。パイプ給水接続のキオスクが年々増加すると同時に、トラック給水キオスクの数は減ってきている。2009 年 6 月現在、トラック給水キオスクは 276 箇所、配水管接続キオスクは 210 箇所である。

表 2-1.20 トラック給水キオスクとパイプ接続キオスクの数量の変遷

単位：箇所

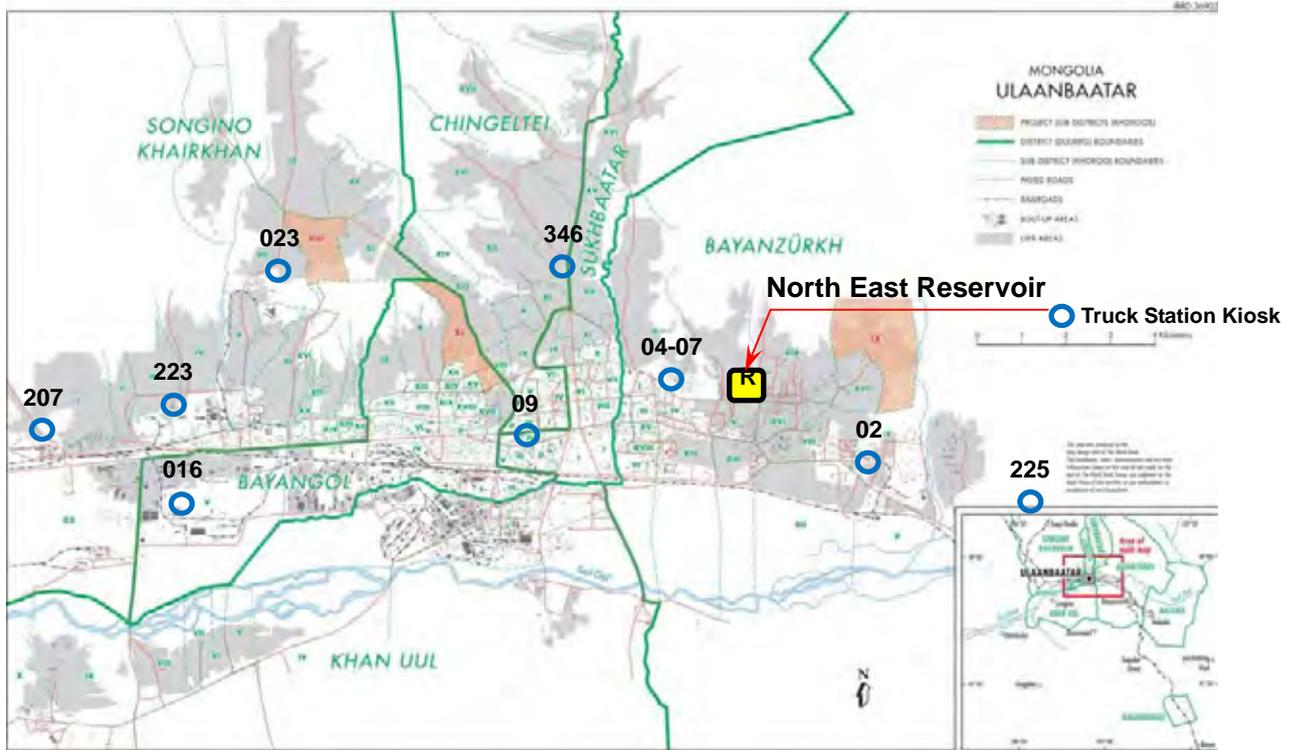
キオスクの種類	2004	2005	2006	2007	2008	2009年6月 現在	受益者(人) 2009年6月現在
トラック運搬	265	253	277	297	287	276	299,865
パイプ接続	149	150	152	170	197	210	181,357
合計	414	403	429	467	484	486	481,222

出典：USUG

給水キオスクによるサービス人口は 2009 年 6 月時点で、トラック給水キオスクの場合で 299,865 人、パイプ接続給水キオスクの場合で 181,357 人であり、合計で 481,222 人となっている。つまり、現時点における給水キオスクが対象とするゲル地区の総人口 495,009 人に対して 97.2%まで給水が出来ていることになる。しかし、ゲル地区の人口から遠隔地のバガヌール

ならびにバガハンガイを除いた 2008 年時点のウランバートル市の全ゲル地区の人口 647,160 人に対しては 74.4%に達しているに過ぎない。

トラック給水キオスクに給水するトラックはトラックへの注水に特化されたパイプ接続キオスクで注水されて、トラック給水キオスクに水を輸送する。以後、このトラックへの注水専用キオスクをトラックステーションキオスクと称する。下図は、その位置を示したものである。



出典：IBRD 及び JICA 調査団

図 2-1.7 トラック給水キオスクのトラックへの配水基地となっているキオスクの位置

なお、この USUG 所管のキオスクの他に民間経営の給水キオスク、赤十字社が運営する給水キオスク等の自主運営になる給水キオスクの他、河川等からの取水で水需要を満たしているゲル地区等がある。下表はこれを要約したものである。

表 2-1.21 USUG 運営の給水キオスク以外の給水キオスクの現状

2006年現在

地区別	ゲル名称	民間 キオスク	赤十字社所管 キオスク	非キオスク	
				河川	湧水
ハン・ウール		3	3	3	0
	ニセフ	0	0	0	0
	ヤルマグ	0	1	1	0
	バイオコンビナート	0	1	1	0
	デブシSAA	1	0	0	0
	タイニ	0	0	0	0
	トゥール・トスゴン	2	1	1	0
	ソンスゴロン	0	0	0	0
バヤンズルフ		34	7	7	5
	アマガラン	12	0	0	0
	アルタン・ウルグル	1	1	1	0
	ダリ・エフ	5	3	3	2
	シャル・ハッド	1	1	1	1
	チャイズ	0	1	1	0
	ウリアスタイ	10	1	1	1
	クノンホル	3	0	0	1
	ウラーアン・フラン	0	0	0	0
	ツァガアン・フアラン	0	0	0	0
	ナラン・トゥール	2	0	0	0
	キノ・ウルドゥヴェル	0	0	0	0
バヤンゴル		3	0	0	0
	ガンダン	0	0	0	0
	ナラン	2	0	0	0
	シネ・ゲムデル	1	0	0	0
	第一ホロオロイン・アル	0	0	0	0
スフバアタル		7	0	0	0
	ダンバダルジャア	3	0	0	0
	ベルヒ	4	0	0	0
	サルヒット	0	0	0	0
	ドロオン・ブーダル	0	0	0	0
	グシンホヨル	0	0	0	0
	ノグウンヌール	0	0	0	0
チンゲルテイ		10	2	2	0
	チンゲルテイ	4	0	0	0
	デンジイン・ミヤンガ	2	2	2	0
	ハイラースト	3	0	0	0
	ズラグト	1	0	0	0
ソンギノハイルハン		26	1	1	0
	バヤンホシュウ	14	0	0	0
	トルゴイト	6	0	0	0
	ズウンガラー	4	0	0	0
	ズィール	2	1	1	0
	ハニルン・マテリアル	0	0	0	0
計		83	13	13	5

出典: Report on Water and Waste Water Master Plan of Ulaanbaatar, 世銀, 2006年9月

上表に示した USUG 運営以外の給水キオスクは USUG 情報によれば、ほとんどは個別の井戸によって給水されている。また、同情報によれば、上表のデータは 2006 年時点のものであるが、2009 年の現時点においてもさほどの改廃はないだろうとのことである。

USUG 運営の給水キオスクの設置状況についていえば、ゲル地区があるにもかかわらずトラック給水キオスクもパイプ接続キオスクも設置されていないゲル地区がいくつかある。下表はその状況を要約したものである。念のためアパート地区の世帯数、人口をも併記した。

表 2-1.22 現時点で給水キオスクの設置されていないゲル地区

2008 年現在

地区別/ ホロー別	計		アパート地区						ゲル地区							
	世帯数 (HH)	人口	公設アパート		民間アパート		定住家屋 非所有者		個人家屋		仮設家屋		ゲル		定住家屋 非所有者	
			世帯数 (HH)	人口	世帯数 (HH)	人口	世帯数 (HH)	人口	世帯数 (HH)	人口	世帯数 (HH)	人口	世帯数 (HH)	人口	世帯数 (HH)	人口
バヤンゴル地区																
1	2,734	12,817	2,726	12,785	1	6	3	10					4	16		
3	1,685	7,275	1,674	7,221	6	36	2	8					3	10		
4	2,311	10,798	2,304	10,786									7	12		
5	1,705	6,574	1,661	6,422	40	120							4	32		
6	2,625	11,614	2,566	11,409	40	152	1	5					18	48		
7	1,799	8,660	1,684	8,232	43	133	2	6	8	23	48	201	14	65		
8	2,250	9,825	2,225	9,705	13	68	4	13					8	39		
18	1,693	8,067	1,681	8,002	8	44							4	21		
小計	16,802	75,630	16,521	74,562	151	559	12	42	8	23	48	201	62	243	0	0
バヤンズルフ地区																
16	2,650	13,216	2,369	11,418	40	216			24	102	99	754	118	726		
20	2,110	6,596							37	138	491	1,502	1,571	4,924	11	32
小計	4,760	19,812	2,369	11,418	40	216	0	0	61	240	590	2,256	1,689	5,650	11	32
ナライハ地区																
1	2,307	8,661							1	5	1,157	4,628	1,135	3,968	14	60
2	1,990	6,916	1,813	6,227			4	10	15	74	23	103	135	502		
3	1,313	4,999									859	3,521	446	1,457	8	21
4	1,301	5,277									1,027	4,210	268	1,042	6	25
5	630	2,092	274	899							55	223	301	970		
6	468	1,170									132	345	334	823	2	2
小計	8,009	29,115	2,087	7,126	0	0	4	10	16	79	3,253	13,030	2,619	8,762	30	108
ソングノハイルハン地区																
18	2,633	11,268	2,468	10,557	7	21	6	24	5	30	11	50	134	581	2	5
19	1,936	9,931	1,868	9,448	19	81					20	123	28	278	1	1
21	1,643	5,500							84	359	617	2,826	942	2,315		
小計	6,212	26,699	4,336	20,005	26	102	6	24	89	389	648	2,999	1,104	3,174	3	6
チンゲルテイ地区																
4	1,200	5,249	1,187	5,207			12	38					1	4		
小計	1,200	5,249	1,187	5,207	0	0	12	38	0	0	0	0	1	4	0	0
ハン・ワール地区																
1	2,909	10,176	2,688	9,292	92	189	60	183					69	512		
2	1,885	8,076	1,820	7,784	6	27	21	90					38	175		
3	1,848	7,784	1,786	7,529	5	21							57	234		
7	1,458	5,610							16	80	904	3,600	524	1,888	14	42
11	1,469	5,662	981	3,741	85	257	1	1	18	59	210	891	174	713		
14	875	2,494									325	950	542	1,525	8	19
小計	10,444	39,802	7,275	28,346	188	494	82	274	34	139	1,439	5,441	1,404	5,047	22	61
ウランバートル市全域																
合計	47,427	196,307	33,775	146,664	405	1,371	116	388	208	870	5,978	23,927	6,879	22,880	66	207
アパート地区		148,423														
ゲル地区		47,884														

出典: USUG

上表に示す通り、トラック給水キオスクもパイプ接続キオスクも設置されていないゲル地区の人口は概略 4 万 8,000 人となる。ただ、上表のうちのいくつかのゲル地区については前表 2-1.21 に示されている自主運営のキオスクによる給水が可能となっているものもあると思われるが、詳細は明らかにされていない。

(4) 既往 2 案件における事業実施上の課題、運営・維持管理段階での課題

1) 「ウランバートル市給水施設改修計画」(以下、「フェーズ I」と略す。)

フェーズ I で実施されたのは、さく井工事 (19 井)、取水ポンプの設置 (35 台)、ポンプのみの調達 (14 台)、配水ポンプの設置 (5 台)、遠方監視操作設備、塩素注入設備、各種計測

設備（流量計、水位計）、ワークショップ工作機械類等である。この中での課題は以下の 6 点であるが、④を除いて USUG で十分対応可能である。

- ① 保温材を囲っている鋼製の保護箱の再復旧が困難。
- ② 凍結によるバルブ破損箇所あり。⇒USUG で復旧済み
- ③ 取水ポンプの故障⇒USUG で交換済み
- ④ 水源保護地域における地下水汚染⇒市とも協議中
- ⑤ 遠隔操作・遠隔監視システムが落雷で被害を受け、取水ポンプの遠隔操作が行えない。
- ⑥ 取水流量計が故障している。

運営・維持管理の段階では、①～③については、USUG 自身で対応しており問題はない。しかしながら、④の問題は、市とも協議を行っているが、水源に隣接してアパート群が建てられたり、井戸の周りが産業廃棄物等のゴミ捨て場と化しており、早急な対策が必要である。また、⑤の問題は、取水ポンプの起動・停止を現場の管理人が行うことになり、特に冬期間は維持管理が困難となっている。⑥の問題は、配水流量計や取水ポンプの稼働時間等で代替しているような状況である。

上記に関する施設状況、問題点、解決策について下表2-1.23～30に示す。

表 2-1.23 中央水源系取水施設(さく井)状況

項目	内容
設備概要	① さく井工事（19 井）：φ 300 x 21m～44m ② 取水ポンプ（19 台）：φ 100 x 60 m ³ /日 x 26m～65m x 11 kW～22 kW
問題点	① 保温材を囲っている鋼製の保護箱の再復旧が困難。 ② 地下水位の高い所では、取水ピット内に地下水が浸入する。
解決策	① 保温材の外側は、防水テープ等で固定する。⇒フェーズⅡの方法 ② 底盤から 1～2m 程度クラック補修及び防水工を行う
USUG 維持管理体制	① 保温材等の新たな設置を自ら行っている。 ② 防水工事は工法等を検討するが、USUG で十分対応可能である。

出典：JICA 調査団

表 2-1.24 中央水源系取水施設(取水ポンプ)状況

項目	内容
設備概要	① 取水ポンプ（35 台）：φ 100 x 60 m ³ /日 x 26m～65m x 11 kW～22 kW
問題点	① 保温材を囲っている鋼製の保護箱の再復旧が困難。 ② 凍結によるバルブ破損箇所あり。⇒USUG で復旧済み ③ 取水ポンプの故障。 ④ 水源保護地域における地下水汚染。⇒市とも協議中
解決策	① 保温材（グラスウール等）の外側は、防水テープ等で固定する。 ② USUG で交換済み。 ③ USUG で取水ポンプの修理又は交換済み。 ④ 二度と水源保護地区で地下水汚染が起きないようにウランバートル市に要請中。
USUG 維持管理体制	① 保温材等の新たな設置を自ら行っている。 ② USUG では、バルブ等配管付属品の交換体制ができている⇒交換済み ③ USUG では、取水ポンプ等の修理・交換体制ができている⇒交換済み ④ USUG だけでは解決できないため、ウランバートル市当局と協議を行っている。

出典：JICA 調査団

表 2-1.25 中央水源系配水施設(配水ポンプ)状況

項目	内容
設備概要	① 配水ポンプ (5 台) : $\phi 300 \times 250 \times 630 \text{ m}^3/\text{日} \times 90\text{m} \times 220 \text{ kW}$ $\phi 450 \times 250 \times 2,000 \text{ m}^3/\text{日} \times 100\text{m} \times 750 \text{ kW}$
問題点	特に問題はない
解決策	-
USUG 維持管理体制	① USUG では、配水ポンプ等の維持管理体制が整っている。 ② USUG では、バルブ等配付帯配管類の交換等、維持管理が行える。

出典：JICA 調査団

表 2-1.26 中央水源系電気計装設備(遠方監視捜査)状況

項目	内容
設備概要	【遠隔操作・遠隔監視システム(落雷・強風・寒冷地対策済み)】 ① 中央水源の取水ポンプの起動・停止を中央水源管理室で操作する。 A～G ラインがある、それぞれの水源 (79 箇所) から通信ケーブルにより中央水源管理室と結ばれている。 ② 中央水源管理室で、取水ポンプの運転・停止、故障を表示する。
問題点	落雷対策済みの機器だが、落雷の発生により計装機に被害が発生しており遠方操作が行えないとともに、取水ポンプの運転・停止、故障の状況が表示できない。
解決策	① 落雷の被害を受けた機器類 (5 タイプの Remote Terminal) の交換 ② もっと強力な落雷対策
USUG 維持管理体制	① メーカーで製作中止と言われたため、交換できない状況である。 ② 中央水源貯水槽 (4 箇所) の水位計及び 4 箇所の配水流量計を監視しながら取水ポンプの起動・停止を管理人へ連絡している。 ③ ウランバートル市にある配水池の状況を USUG 本部で監視し、中央水源管理室に電話連絡で、取水ポンプの運転・停止を指示している。 ④ 中央水源及び上流水源において、2010 年から WB プロジェクトで中央監視制御システムの導入を計画している。

出典：JICA 調査団

表 2-1.27 中央水源系電気計装設備(流量計・水位計)状況

項目	内容
設備概要	【流量計測設備(超音波式、オリフィス式、翼車式)】 ① 取水流量計 超音波式： $\phi 700 \sim 1$ 基、 $\phi 600 \sim 1$ 基 オリフィス式： $\phi 500 \sim 2$ 基、 $\phi 400 \sim 3$ 基 ② 配水流量計 超音波式： $\phi 800 \sim 1$ 基、 $\phi 600 \sim 1$ 基 オリフィス式： $\phi 400 \sim 1$ 基 ③ 温水供給センター 翼車式： $\phi 50 \sim \phi 200 \sim 54$ 基 【水位計測設備(超音波式)】 ① 中央水源貯水槽水位計 (4 箇所の貯水槽にそれぞれ 1 基設置) ② タスガン配水池水位計 (3 池式の配水池にそれぞれ 1 基設置) ③ 3/4 配水池水位計 (2 池式の配水池にそれぞれ 1 基設置)
問題点	① 取水流量計が全て故障している。指示計も監視盤から取り外してある。 ② 温水供給センターは、流量計の老朽化により MNS (モンゴル国家規格) に合わなくなったため、全ての流量計を交換した。
解決策	① 故障した流量計の更新 ② 監視盤の補修
USUG 維持管理体制	① 取水流量は、ポンプの稼働時間及び配水流量から推計している。 ② 取水ポンプの運転は取水流量ではなく、中央水源貯水槽の水位、配水流量及び USUG 本部からの指示で行っている。

出典：JICA 調査団

表 2-1.28 中央水源系その他設備(塩素注入設備等)状況

項目	内容
設備概要	【塩素注入設備】 ① 湿式真空式塩素注入器：注入量 = 1.0 mg/l (最大 3.0 mg/l)

項目	内 容
	【ワークショップ工作機械類】 ① 旋盤（大、小）、シェーパー、ラジアルボール盤、卓上ボール盤等 【無線交信装置】 ① 室内設置型無線電話装置：到達距離 10 km x 3 台 ② ハンディートランシーバー：到達距離 10 km x 5 台
問題点	特に問題はない
解決策	-
USUG 維持管理体制	① 中央水源系で使用している塩素ガス（中国製）の入手が困難となるとの情報がある。 ② 高度サラシ粉はザフサリン配水池で使用しており、こちらに切り替えることも考えられる。⇒次亜生成装置の検討も含む。 ③ 塩素消毒以外の浄水処理方法を検討中である。 ⇒本計画においても、浄水処理方法は重要な課題となっている。

出典：JICA 調査団

上表の結果より、「ウランバートル市給水施設改修計画」で整備された施設のうち、不具合の発生している施設は以下の通りであり、それに対する対処方法を示す。特に課題となっている遠隔操作・遠隔監視システムについては、表 2-1.30に示す。

表 2-1.29 施設(ポンプ)の不具合に対する改善策

施設の状況、対応策等	内 容
不具合の状況	① 保温材のカバー（鋼製）の復旧が十分にできていない。 ② 取水ピット内に地下水が浸入している。 ③ 配管のパッキンからの漏水箇所がある。 ④ 地下水汚染により取水停止に追い込まれている井戸がある。
不具合による影響	① 熱線ヒーターの効果が低下し、凍結しやすくなる。 ② 湿度による電氣的な障害が発生しやすい。 ③ 同上 ④ USUG の全体的な取水可能量が低下する。
推定原因	① USUG に熟練した板金工が居ない。度々の加工は困難 ② 底版、側壁の室外までの貫通クラック、地下水位の上昇 ③ 施工不良 ④ 井戸周辺的环境悪化
USUG 維持管理体制	① 粘着テープ等に対応⇒問題ない（フェーズⅡ方式） ② 内面樹脂防水等の施工。浸水時は排水ポンプで対応 ③ USUG 技術者でパッキンの交換可能 ④ USUG だけでは対応できないため、ウランバートル市全体で対応策を検討する必要がある。
機能回復に必要な部品	① 粘着テープ等 ② クラックシール材、樹脂防水等 ③ パッキン等 ④ 特になし
交換部品の詳細	① 市中一般品で可 ② 市中一般品で可 ③ 市中一般品で可 ④ 特になし
機能回復に必要な修理等	① 粘着テープ等による ② シール、防水モルタル工事 ③ パッキン等の交換 ④ 特になし
部品交換修理に必要な概算金額	USUG で十分対応可能である。
今後の維持管理に関する提言（改善策）	① 保温工の不具合 復旧の容易な保温工形式を適用する。（写真） ② 付帯バルブの凍結対策及びバルブの交換 管理者のミス（ヒーター電源の入れ忘れ）やヒーターの故障で付帯

施設の状況、対応策等	内 容
	<p>配管特にバルブが破損しているところがあった。資機材に対するハード面での問題はないが、ソフト面では冬期間の水道施設の維持管理の徹底を提言する必要がある。</p> <p>③ 取水ポンプの交換 取水ポンプに限らず、水道用の資機材（管・弁類）に不具合が発生した場合は、USUG 自身でそれらを購入し交換を行っているので問題はない。</p> <p>④ 水源保護地区における地下水汚染 取水を停止している No.43、No.44、No.45 水源周辺の用地はウランバートル市が所有・管理しているため、USUG としては市に汚染防止対策を要請しているが明確な回答が得られていないとのことである。今後とも給水量の増加が予想されており、井戸の休止は減・断水の要因となるため、早急に水質の継続調査を行い、地下水汚染の原因及び汚染物質の特定を行うよう提言する。</p>

出典：JICA 調査団

表 2-1.30 遠隔操作・遠隔監視システムの不具合に対する改善策

施設の状況、対応策等	内 容
不具合の状況	<p>① 遠隔操作・遠隔監視システムが落雷で被害を受け、取水ポンプの遠隔操作が行えない。</p> <p>② 取水流量計が故障している。</p>
不具合による影響	<p>① 取水ポンプの起動・停止を管理室から行えない。</p> <p>② 取水流量が計測できない。</p>
推定原因	<p>① 落雷</p> <p>② 計測機器の老朽化</p>
USUG 維持管理体制	<p>① 管理人が各水源で取水ポンプを操作している。</p> <p>② 配水流量計や稼働時間で取水量を調整している。</p>
機能回復に必要な部品	<p>① リモートコントロール機器</p> <p>② 流量計</p>
交換部品の詳細	<p>① RM21-TV-5 タイプ 富士電機製</p> <p>② 超音波流量計：φ700～1基、φ600～1基 オリフィス式流量計：φ500～2基、φ400～3基</p>
機能回復に必要な修理等	<p>① 部品の交換</p> <p>② 流量計の更新</p>
部品交換修理に必要な概算金額	<p>USUG で十分対応可能であるが、USUG がメーカーに問い合わせたところ、リモートコントロール機器を製作していないとのことである。</p>
今後の維持管理に関する提言 (改善策)	<p>① 遠方監視・操作システムの雷害 遠方操作設備については、冬期間の維持管理の困難性を考慮し、早急に対応すべきである。なお、WB が維持管理システムの改善プロジェクトを行っており、2010 年以降に中央管理室から最も遠い、取水井の F ラインから更新する計画である。雷害を受けたこれらの施設は有線で情報伝達を行っており、計装ケーブルを伝って誘導雷による被害が発生したものと考えられる。フェーズ I でのこのような情報によりフェーズ II では無線を使用した遠方監視・操作システムを導入している。これまで 1 箇所の水源地で雷による被害を受けたが全体的なシステムに大きな影響は与えていない。よって、本計画においても、雷害に比較的安定性が確保できる無線方式を採用する。</p> <p>② 流量計の故障 取水流量を把握することが井戸能力を把握することになること、配水流量で代替すると時間的なずれが把握できないので実際の揚水状況が確認できないこと等を周知徹底させ、早急に取水流量計を復旧させることを提言する。中央水源系の全ての電気計装設備を短期間で更新することは困難なので、計画的な事業計画に基づいて行う必要がある。</p>

出典：JICA 調査団



写2-1.1 復旧困難な保温工



写2-1.2 フェーズIIの保温クロス(改良後)



写2-1.3 凍結で破損したバルブ



写2-1.4 破損したバルブを取り外して取替え



写2-1.5 USUGで交換済の取水ポンプ

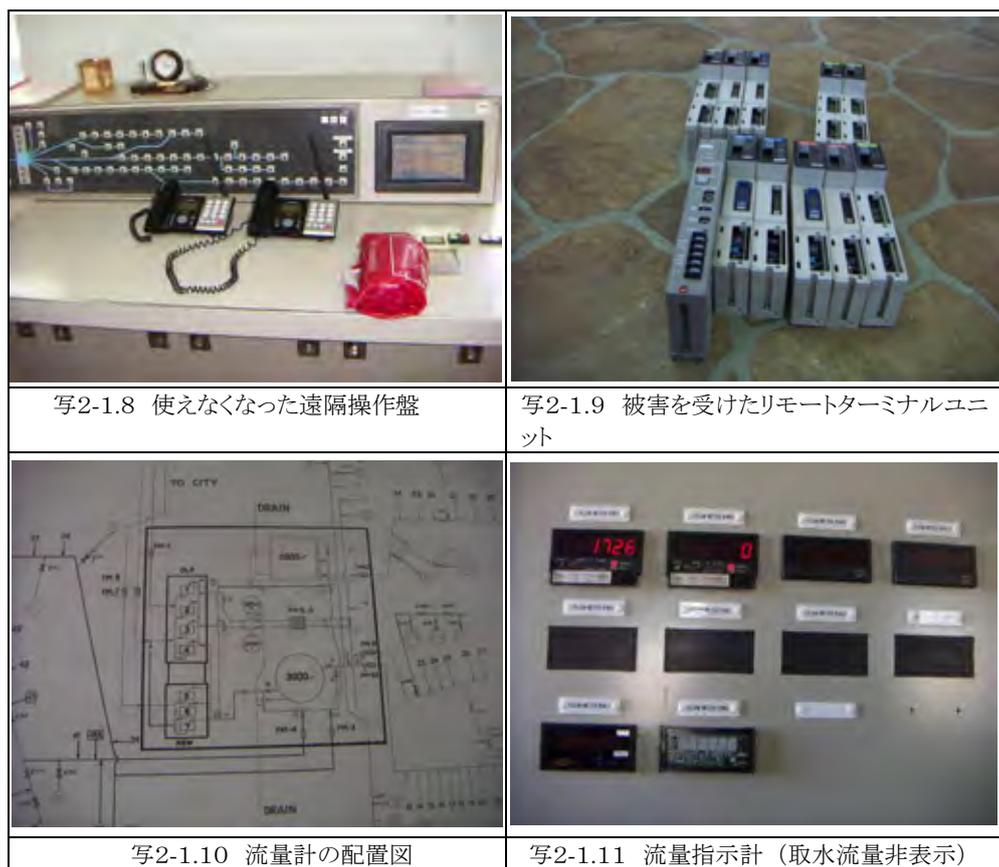
フェーズ I で 35 台設置された日本製取水ポンプのうち、中央水源 No.63 のポンプが故障したため、USUG で取水ポンプを交換。



写2-1.6 水源周辺のごみの山



写2-1.7 後方は、中央水源 No.45 水源



2) 「ウランバートル市給水施設改善計画」(以下、「フェーズⅡ」と略す。)

フェーズⅡで実施されたのは、さく井工事（16井）、取水ポンプ設置（16台）、送水ポンプ（5台）、凍結防止用ポンプ（2台）、ウォーターハンマー防止設備、電気計装設備、各種計測設備（流量計、水位計）、中央水源系配水ポンプ（2台）等である。これまで、施設の運転を含めて順調に管理されているが、1箇所取水ポンプ No.43(4) の現場計装盤がアレスターが設置されているにもかかわらず落雷による被害を受けている。

現時点では他のポンプ等により取水量等運営・維持管理上は問題はないが、落雷被害は夏期の豪雨時には必ずといっていいくらい発生している。

今後は、より効果的な避雷設備の設置や電気計装設備の等の合理化に向けて、オランダによる技術協力やWBが行っている維持管理システムの改善と協働して、USUGの水道事業全体のより高度で一体的な維持管理システムの構築を目指した具体的な事業実施計画を策定する必要がある。

上記各々の施設状況、問題点、解決策について下表2-1.31～38に示す。

表 2-1.31 上流水源系取水施設(さく井)状況

項目	内容
設備概要	① さく井工事（16井）：φ250 x 30m～45m ② 取水ポンプ（16台）：φ100 x 50 m ³ /日 x 55m x 18.5 kW
問題点	① 落雷の被害で取水ポンプの運転ができない。（No.43(4)のみ1箇所） ② 水位計が設置されていないので十分な運転管理ができない。
解決策	① 計装機器類（アレスターを含む）の交換

表 2-1.36 中央水源系配水施設(配水ポンプ)状況

項目	内 容
設備概要	① 配水ポンプ：φ450 x 250 x 2,000 m ³ /日 x 100m x 750 kW～2 箇所 ② 電気計装設備：高圧電動機始動盤、低圧受配電盤、現場操作盤、手元操作盤
問題点	特に問題はない
解決策	-
USUG 維持管理体制	① USUG では、配水ポンプ等の維持管理体制が整っている。 ② USUG では、バルブ等配付帯配管類の交換等、維持管理が行える。

出典：JICA 調査団

表 2-1.37 中央水源系その他設備(保温材)状況

項目	内 容
設備概要	井戸配管保温材：保温材及び凍結対策用パイプヒータ (0.3 kW/箇所) (新設 16 箇所、既設 39 箇所)
問題点	特に問題はない
解決策	-
USUG 維持管理体制	フェーズ I では保温材を鋼板で加工した保温箱で保護していたが、フェーズ II では保温材を補強アルミ箔でラッピングする方法を採用しており、USUG としては配管の保温工の維持管理が容易となった。

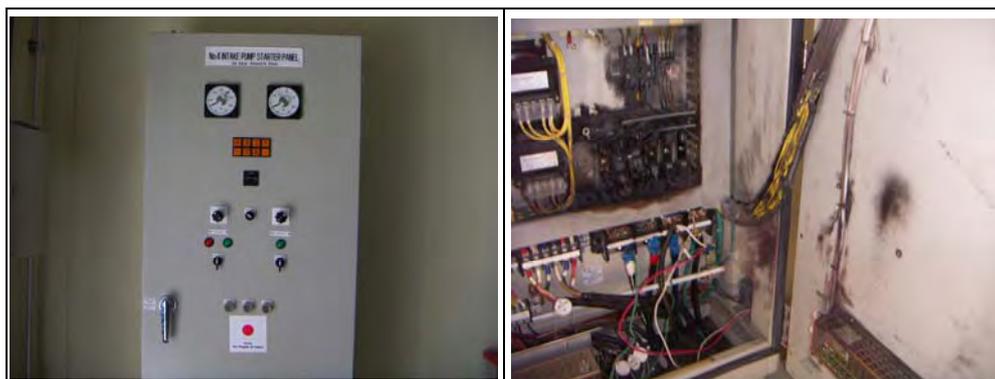
出典：JICA 調査団

上表の結果より、「ウランバートル市給水施設改善計画」で整備された施設では大きな不具合は発生していないが、取水ポンプ No.43(4) で 1 箇所で落雷による被害が発生しているのもそれに対する対処方法を示す。

表 2-1.38 施設の不具合に対する改善策

施設の状況、対応策等	内 容
不具合の状況	取水ポンプ No.43(4) の現場計装盤がアレスターが設置されているにもかかわらず落雷による被害を受けた。
不具合による影響	① 取水ポンプの起動・停止を管理室から行えない。 ② 管理室で、ポンプの運転状況、電力の供給状況、ポンプの負荷状況、異常電圧上昇、水源への侵入者等の監視ができない。
推定原因	落雷
USUG 維持管理体制	現在は取水停止
機能回復に必要な部品	現場計装機器類 (アレスターを含む)
交換部品の詳細	現場操作盤～1 式⇒現在、概算金額等を問い合わせ中
機能回復に必要な修理等	現場操作盤の交換
部品交換修理に必要な概算金額	USUG で十分対応可能である。
今後の維持管理に関する提言 (改善策)	WB が、USUG における維持管理システムの改善を行っており、中央水源を含めて USUG 本部 3 階の中央監視室で、上流水源の監視制御も行う計画である。 雷害を受けたこれらの施設は有線で情報伝達を行っており、計装ケーブルを伝って誘導雷による被害が発生したものと考えられる。フェーズ I でのこのような情報によりフェーズ II では無線を使用した遠方監視・操作システムを導入している。これまで 1 箇所の水源で雷による被害を受けたが全体的なシステムに大きな影響はでていない。よって、本計画においても、雷害に比較的安定性が確保できる無線方式を採用する。

出典：JICA 調査団



写2-1.12 上流水源系 No.43 (4) 水源(新設:落雷により水源の計装機器が焼ける)



写2-1.13 上流水源遠方監視操作設備 (1箇所落雷により取水ポンプの遠方操作ができない)

2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

(1) 道路・運輸

1) 道路

モンゴルの道路行政は、現時点では道路運輸建設都市開発省 (MRTCUD) が全体方針、計画策定及び実施を担当している。モンゴルの道路網は、ウランバートル市より6路線が放射状に伸びそれぞれの県庁所在地と結んでおり、これが基本となりそれに市道や地区道が取り付きウランバートル市の道路網を形成している。市内とガチョルト地区は、舗装道路で結ばれており、建設資機材の運搬は問題なく行うことが出来る。

2) 鉄道

モンゴルにおける鉄道は、現在ではロシア政府が50%、モンゴル政府が50%を出資したモンゴル鉄道 (MR: 公社) が運行を行い、貨物輸送の96%のシェアを担っている。しかし鉄道行政はインフラ開発省が所管しており、運営・運行管理だけをモンゴル鉄道が行っている。ウランバートル市内の軌道は単線であり、しかも線路の規格は想定輸送量が低く見積もられたためロシア鉄道規格の4級クラスとして整備され、鉄道としての品質には問題がある。鉄道としては複線化が最大の課題である。そこでモンゴル政府は、第二の鉄道路線を引くことを決定しているが、その詳細や支援国などは未定である。



「平成 15 年度援助方針策定調査（モンゴル）報告書」（国土交通省）より
 図 2-2.1 モンゴルの鉄道網

3) 総合的な交通インフラ整備

ウランバートル市の車両の増加に伴い道路網の整備が進んでいるが、2003 年と 2008 年と比較して車両の増加（85%増）に道路の整備（19%増）が追いついていないため、道路利用者の交通ルール遵守の不徹底も加わり市内の各地で渋滞が発生している。1998 年から 2007 年の間に走行速度が 40 km/時から 20~30 km/時に低下している。また冬（-40℃）と夏（+35℃）の寒暑の差が大きいいため、道路がスポット的に陥没するポットホールが発生したりや低温収縮クラックが発生し、道路舗装が著しく損傷している。このため車の走行が快適ではなくなり、そのクラックの破砕で発生した碎石が細かいほこり（粉塵）となり、道路に舞い上がることになる。

冬期は雪のため走行はやや滑らかになるが、春の雪解け時には残雪が道路の両脇に溜まり幅員が減少し、これら原因が絡み合って年間を通して渋滞が発生している。

市内には 14 の木橋を含み 61 の橋梁があるが、その橋の多くが耐用年数を経過し老朽化している。そのうち 60 橋にはひびが入り補修または補強が必要であるといわれている。橋脚にひびが入っているものもあり、コンクリートの主桁そのものが支点付近で破損しているものもあり、早急な対応が求められている。

UBMPS によると、2030 年には人口が現在の約 1.7 倍になり、自動車の登録台数は約 6 倍に増加することが予想され、総合的な交通インフラ整備が求められている。将来の都市交通道路網としては、

- ① 東西および南北方向の軽量軌道交通 (LRT)、バス高速輸送システム (BRT) からなる大量交通輸送軸、
- ② 東西方向の主要道路網の整備、
- ③ 市街地を中心とする環状道路、

- ④ 鉄道輸送力強化として、ウランバートル市内を迂回し「新国際空港」近くを通過する鉄道バイパス

が計画されている。

(2) 電力

ウランバートル市の電力は全て火力発電所で賄われている。ウランバートル市内には現在3ヶ所の発電所があるが、そのうち第4火力発電所はモンゴル最大の火力発電所であり、同市の電力の供給の約70%、給湯管への熱供給の約60%を担っている。火力発電所の設備は旧ソ連製で熱効率も悪く、多量の石炭を使用し大気汚染を起こし、それに加えて故障も多発していたが、現在は日本の援助により効率的・安定的に運転されるよう改善されてきた。

発電に要する燃料は全て石炭を利用し、その消費量は1日あたり約600トンであり、その石炭はバガヌール炭鉱とシベオゴ炭鉱から鉄道で運ばれている。

表 2-2.1 既存発電所の発電能力(2008年6月)

火力発電所	設計供給量 (MW)	稼動供給量 (MW)
第2発電所	21.5	17.6
第3発電所	148.0	105.1
第4発電所	560.0	432.0
ウランバートル市合計	709.5	554.7
ダルハン発電所	48.0	38.6
エルデネット発電所	28.8	21.0
合計	786.3	614.3

出典：報告書「モンゴルの資源開発とインフラ事業 南ゴビ電源開発株式会社」

ウランバートル市の火力発電所の供給量は555MWで当分の需要に答えることが出来るが、2015年までに第2、第3発電所の停止が予定されていることもあり、将来の需要を満たし、環境面の改善を行うため、現在の石炭利用から他のエネルギー源を求める必要がある。

市の長期目標は、「すべての市民、産業に電力を供給することを目標とする。同時に、官民連携 (PPP) 導入や環境にやさしいエネルギーへの転換を行う」となっており、新規発電所の建設が求められている。現状において電力は安定的に供給されており、本プロジェクトの実施には問題はない。

(3) ゲル地区の住宅事情

ゲル地区の住民は、生活用水はキオスクで購入する。生活污水は垂れ流し、トイレは素掘りのピット方式であり、土壌や地下水の汚染を招いている。ゲルには電線が引かれ一応は電気が使える状態であるが、そのため無計画に電柱が立てられ交通の障害になっている箇所もある。しかし街灯は不足しており安全性に問題がある。ゲルも木造の独立ハウスもアパート地区では普通の給湯管が敷設されていず、暖房は石炭ストーブである。そのため大量の石炭が使われ黒煙が空を覆い、大気汚染による健康被害及び環境悪化をもたらしている。ゲル地区で火災の70%が発生しているが、通信、交通障害があり緊急時の対応には問題点が多い。上水道、下水道、道路 (ネットワーク、舗装、街灯)、暖房、ごみ収集などのインフラを改善する必要がある。

(4) 下水

下水は、市の西部に中央下水処理場が設けられ、市内の汚水をそこで集中処理している。下水の処理区域は年々増加しているものの、施設の処理能力には限界があり 2008 年の日平均処理量は 156,000 m³ である。

表 2-2.2 下水処理量の推移

年	2003	2004	2005	2006	2007	2008
年間総処理量	56.99	55.90	56.31	55.84	55.20	54.86
日平均処理量	0.156	0.153	0.154	0.153	0.151	0.156

単位:百万 m³

出典：Information from Official Web-Site Home Page of Statistical Office of the Capital City “Ulaanbaatar”, Mongolia

市の長期目標は、「家庭排水及び工業廃水を 100% 処理し、家庭用排水処理とは別に工業用処理施設を整備する」となっており、処理能力を拡大するとともにゲル地区における衛生状況を整備・改善することが求められている。

現在市全体の下水処理を 1 ヶ所で行っている中央下水処理センターの稼働能力は 177,500 m³/日、設計能力は 230,000 m³/日であるが、十分な稼働状態ではない。2030 年には 333,200 m³/日の需要量が見込まれており、施設のリハビリと拡張、中規模の施設の早急な整備が求められている。

(5) 廃棄物処理

ウランバートル市のゴミの量は、人口の増加や市場経済の発展、ライフスタイルの変化などにより年々増加傾向をたどっている。2007 年におけるウランバートル市の 1 日あたりのゴミの量は、約 550 トンでありそのうち約 250 トンが回収されていない。

表 2-2.3 ゴミ発生量

項目	種類	時期	2006 年
需給	家庭・複合ごみ	冬期	593.6
		夏期	276.9
	その他	冬期	146.1
		夏期	206.5
	合計	冬期	739.7
		夏期	485.4
総処理量		冬期	372.0
		夏期	530.7

出典：USUG

ゴミ質については、都市地区ではプラスチック、紙などリサイクル可能なものが多く、一般にゴミは乾燥気候のため含まれる水分が少ない。しかしゲル地区においては、その 7 割がストーブの焼却灰である。郊外に埋め立て式の最終処分場が出来ているが、ゴミの自然発火や周辺への飛散などの問題を起こしている。ゴミの分別回収は行われていない。

ゴミ処分場の運営は市営公社により行われており、ゴミ収集は民営の清掃公社が有料で行っている。収集料金は、ゲル地区が都市地区の 2 倍となっている。これは収集作業にかかる効率が悪くコストがかかるためである。しかしこの料金の高さが低所得者にとり負担となり、不法投棄の原因となっている。将来的には、ゴミの分別収集、リサイクル、焼却処分などの改良が必要である。

2-2-2 自然条件

(1) 地形

1) トーラ川流域

トーラ川はヘンティ山脈に源を発し、全長 819 km、流域面積 50,400 km²の河川で、バイカル湖に注ぐセレンゲ川支流のオルホン川に合流する。ヘンティ山脈は、北極海と太平洋及びモンゴル中央の閉塞流域を分ける山脈で最高点はアスラルト山 (Mt. Asralt) の 2,751m で、テレルジ川はここに源を発する。本山脈は、全般に地質構造に規制され北東から南西方向に伸びており、過去の氷河期の痕跡であるモレーン（氷堆石）、カール（圏谷）、氷河湖などが形成されている。

ウランバートル市ザイサン橋より上流は 6,300 km²、水源地となるガチョルト村より上流は 5,332 km² の流域面積を有する。

表 2-2.4 ガチョルト流域の小流域別面積

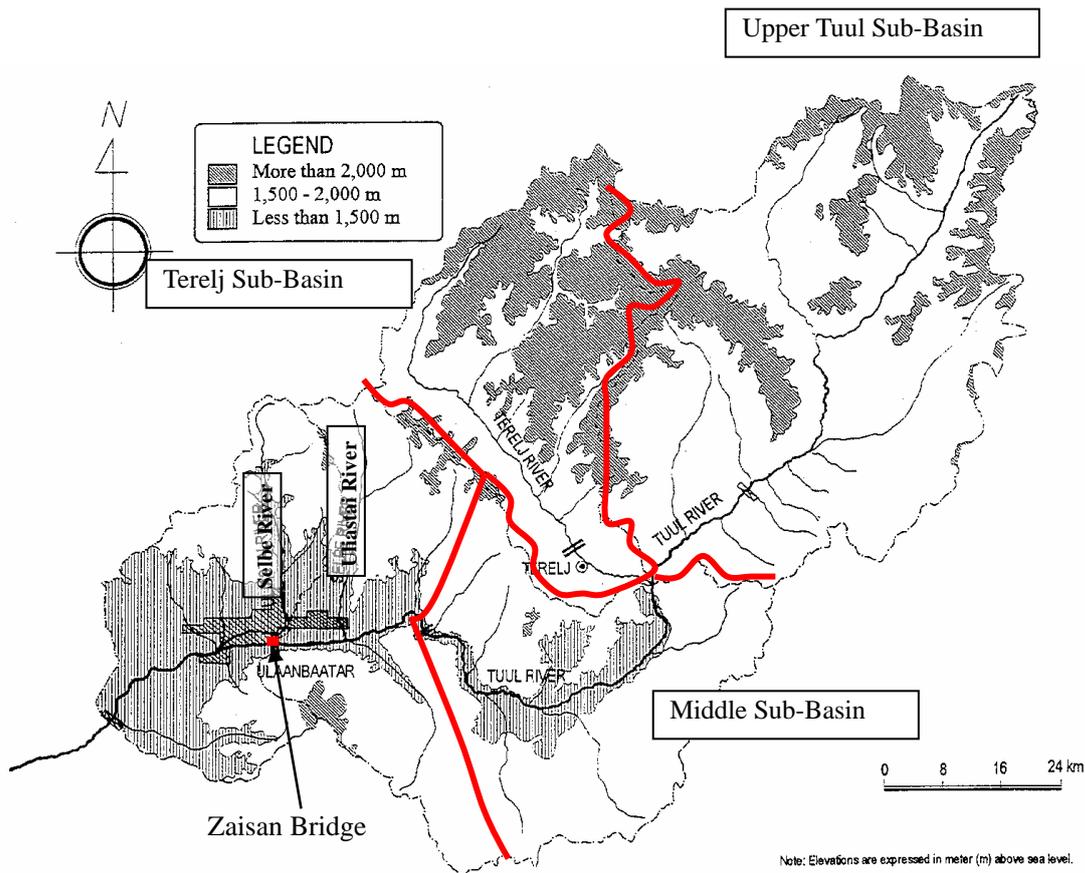
単位: km²

小流域	標高別			合計
	1500m 以下	1500-2000m	2000m 以上	
Upper Tuul Sub-basin	0	2,114	626	2,740
Terelj Sub-basin	0	797	542	1,339
Middle Sub-basin	200	1,000	53	1,253
合計	200	3,911	1,221	5,332
割合	3.8%	73.3%	22.9%	100%

出典：JICA 調査団

ガチョルト村より上流は山地が広がり標高は 1500m 以上が大半を占め、上流部には標高 2000m 以上の山地が流域面積の割合では約 23% 広がっている。ここの北斜面には針葉樹林が生えており、降水量が低標高部に比較して若干多い。

トーラ川及びその支流に面した山裾部には緩やかに起伏した丘陵地が形成され河川より 2～5m 高い段丘地形、扇状地形をなす。また、トーラ川には谷幅が 1 km から 2 km の河床氾濫原が形成されている。ここには旧流路の痕跡が多くあり平坦ではなく、また多くの湿地帯が散在する。既開発の上流水源地及び今回開発を予定しているガチョルト水源地はこの河床氾濫原に位置する。



出典：JICA 調査団

図 2-2.2 流域・標高区分図

2) 調査対象地域内

調査対象地内の地形は、大きく次の3つに分類される。

- a) 山地
- b) 丘陵地
- c) 河床氾濫原

a) 山地

水源地であるガチョルト町周辺からトーラ川右岸側に拡がり、傾斜は10~35度で古生代石炭紀の地層が分布する。山裾部には、崖錐地形が形成されている。なだらかな山地も丘陵地に漸移的に形成されている。標高は1,500m以下である。

b) 丘陵地

トーラ川、その支流に面した山裾部に拡がり、緩やかに起伏し斜面勾配は大半が3度以下で河川より2~5m高い段丘地形、扇状地形をなす。

c) 河床氾濫原

氾濫原には、旧流路の痕跡が多くあり平坦ではなく、また多くの湿地帯が散在しここでは小さな凹凸が形成されている。ガチョルト水源地はここに位置し、谷幅は約1kmである。

(2) 地質

調査対象地には、古生代石炭紀の Altan Ovoo 累層及び Orgioch Uul 累層が広く分布する。これらの基盤岩を覆って、山裾部には崖錐堆積物が、河川沿いには段丘堆積物が、そして河床氾濫原には河床氾濫原堆積物が分布する。

Altan Ovoo 累層はウリアスタイ川より西側に分布し、主に砂岩と粘板岩の互層から構成されまれに凝灰岩を挟み、またレンズ状に礫岩を挟む。下位のデボニアン紀の地層とは断層で境されると推定されている。

Orgioch Uul 累層は、ウリアスタイ川より東側に分布し主に砂岩より構成され、中間部にはまれに砂岩と頁岩の互層が分布する。

基盤岩の表層部は、風化して緩んでおり、また細粒岩である粘板岩や頁岩はスレーキングを起こして細片化している。

崖錐堆積物は、急傾斜地の山裾部に分布するものは礫質土で、それ以外の崖錐堆積物及び段丘堆積物は、粘土・礫混じり砂質土である。河床氾濫原堆積物は粘土混じりの砂礫である。

井戸の集水管は、河床氾濫原堆積物を通過し、河川を抜けると主に段丘堆積物・崖錐堆積物を経過して配水池まで延びる。配水池は、粘土・礫混じり砂質土の崖錐堆積物を基礎とする。そこから配水本管は主に基盤岩を経過し、途中河川堆積物、崖錐堆積物に遭遇しながら北東配水池に延びることになる。

(3) 気象、水文

1) 気温

調査対象地域内の気象観測所は、Tahilt 観測所、Ih Surguuli 観測所、モンゴル国立大学、国際空港、Selbe 観測所がある。また、流域内に拡大すると、Terelj 観測所が追加される。それより上流に観測所は存在しない。

気温の資料が存在し市内を代表する Tahilt 観測所と山間地の Terelj 観測所の近年の月平均気温を次表及び次図に示す。

表 2-2.5 月平均気温 (°C)

観測所	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
Tahilt	-21.8	-16.6	-7.2	2.7	2.7	10.3	16.5	19.3	16.8	0.5	-11.5	-19.5	-0.66
Terelj	-24.6	-19.5	-10.8	-10.0	7.2	13.0	15.6	12.1	6.5	-2.6	-13.9	-21.8	-4.07

観測期間：Tahilt: 1996-2006, Terelj: 1996-2008

出典：Hydrological & Meteorological Institute

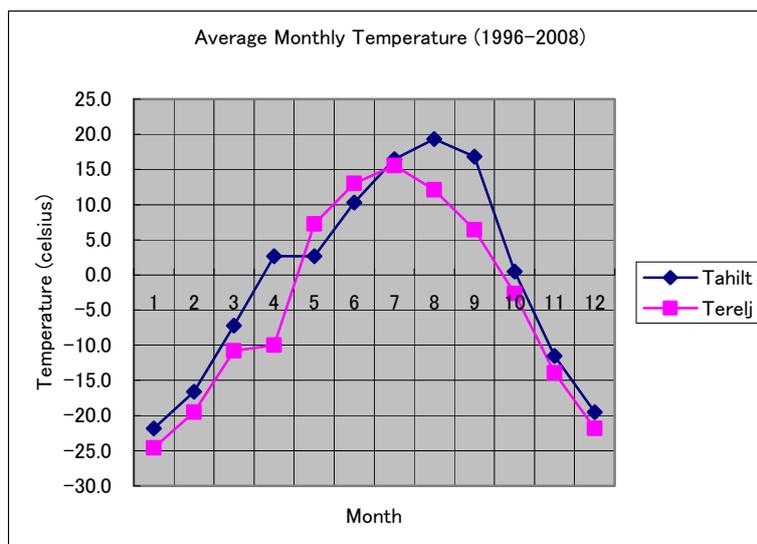


図 2-2.3 月平均気温 出典：JICA 調査団

2) 降水量

ウランバートル市郊外の Tahilt 観測所（1979～1994）あるいは Ih Surguuli 観測所（1982～1994）の年平均降水量がそれぞれ 274 mm、296 mm と記録されている。一方山間地の Terelj 観測所（1986～1994）のそれは 403 mm である。

今回収集した 1996 年から 2008 年の資料では Tahilt 観測所のそれは平均で 237 mm、モンゴル国立大学（市内）では 238 mm、Terelj 観測所では 329 mm と近年はやや少雨傾向が認められる。降水量は 6 月から 8 月にかけて 64～68%、5 月から 9 月の雨季には平地及び山間地ともに約 87% が集中している。

表 2-2.6 月間平均降水量(mm、1996～2008 年)

観測所	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
市内	2.8	2.4	3.4	8.9	26.1	37.7	63.4	51.5	25.9	6.6	5.3	4.0	238.1
Terelj	3.1	2.4	6.0	11.6	34.3	63.4	80.6	79.6	29.8	10.0	4.4	3.6	329.0

出典：Hydrological & Meteorological Institute

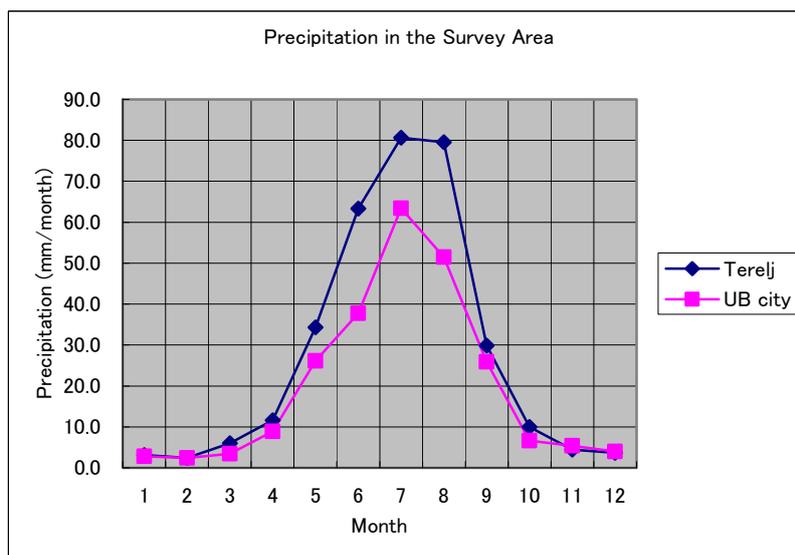


図 2-2.4 月間平均降水量 出典：JICA 調査団

表 2-2.7 観測年別降水量の変化

観測所	標高 (m)	年間平均降水量 (1979-1994) mm	年間平均降水量 (2000-2008) mm	年間平均降水量 (1996-2008) mm
Tahilt	1300	273.8	237	-
モンゴル国立大学	1300	-	-	238.1
Terelj	1540	402.5	-	329.0

出典：Hydrological & Meteorological Institute

1979～1994年に比較して、1996～2008年は市内では約13%、山間地のTereljでは約18%降水量が減少している。

3) 河川流量

調査対象地域内の河川流量観測所は、Zaisan 観測所及び Terelj 観測所の2箇所しかない。しかし、上流水源での水収支を検討する為に、ナライハ水源最下流部のガチョルト村で1993年11月から1994年10月までトーラ川の水量観測を行なっている（JICA1995MP、1995年6月）。ここでのトーラ川の流域面積は5,332 km²である。

表 2-2.8 ガチョルト地点の月別平均流量（1993年11月から1994年10月）

単位	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
m ³ /sec	0.3	0.3	0.9	2.9	3.2	21.4	80.8	212.6	129.8	29.0	7.5	0.6	-
1000m ³ /month	778	778	2,333	7,517	8,294	55,469	209,434	551,059	336,442	75,168	19,440	1,555	1,268,267

出典：JICA1995MP

標高 1,340m、流域面積 5,332km²

なお、ガチョルト地点の観測資料は15年以上前の資料でしかも14ヶ月間しかないため、継続的に観測が行われているウランバートル市内のザイサン橋地点の河川流量を次表にまとめた。

表 2-2.9 ウランバートル市ザイサン橋地点月別平均河川流量

観測期間 1972-1991 (出典：JICA1995MP、Hydrological & Meteorological Institute)													
単位	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
m ³ /sec	0.03	0.03	0.42	6.72	33.32	49.01	85.32	88.02	55.62	17.49	4.41	0.52	-
1000m ³ /month	77.8	77.8	1,089	17,418.9	86,365.9	127,034	221,149.4	228,148	144,167	45,334	11,431	1,348	883,639
観測期間 1996-2008 (出典：Hydrological & Meteorological Institute)													
m ³ /sec	0.03	0.19	0.72	4.85	19.20	23.42	36.64	34.75	25.47	12.48	2.91	0.32	-
1000m ³ /month	72	500	1,866	12,567	49,768	60,709	108,465	90,062	66,016	32,356	7,535	834	430,751

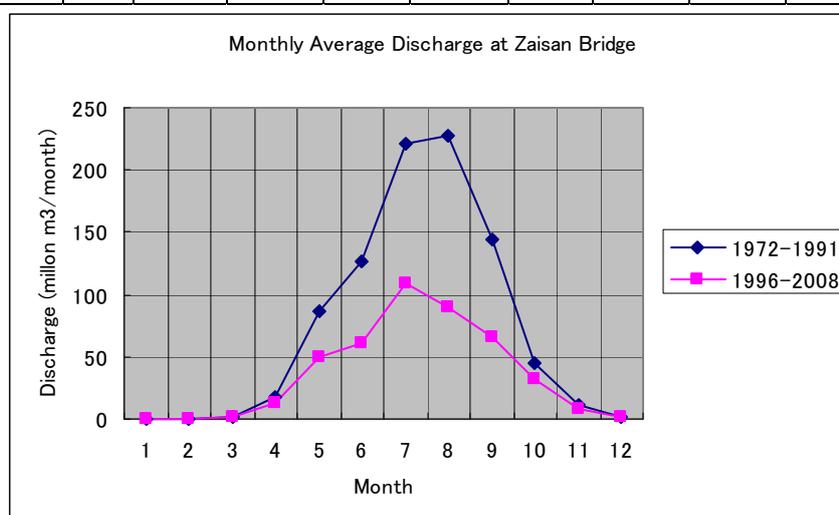


図 2-2.5 ザイサン橋地点の月平均河川流量

出典：JICA 調査団

ザイサン橋地点の近年の月平均河川流量は、1972～1991年のそれに較べて51.3%減少しているが、降水量の減少率13～18%に比較して減少率が異常に高いのでどちらかの観測年の観測方法に問題のある可能性もある。しかし、関係者によれば観測方法に問題は無いと明示している。2001年3月には2週間に亘りトーラ川のヤルマッグ地点（ザイサン橋下流）で河川水が消滅した例もある。

2-2-3 環境社会配慮

(1) 環境カテゴリー分類とその理由

カテゴリー：A

理由：本計画は水源保護区指定区域において取水井戸（21井）を建設するとともに、送配水施設（配水池、地下埋設管路）の建設を行う案件であり、大規模な地下水取水（25,200 m³/日）が想定されていることから、水利用や地盤沈下等の環境・社会への重大な影響が考えられる。

(2) 環境関連手続き

モンゴル国の環境影響評価法は1998年1月22日に制定され、2001年に改定されている。本法律における本事業の位置づけを以下に示す。

表 2-2.10 環境影響評価法における本事業の位置づけ

項目	内容	条文
対象事業	人口規模 10,000 人を越える居住地の給水プロジェクトが対象となる。本事業は人口約 100 万人の給水プロジェクトであるので環境影響評価が必要である。	3.1.2 Annex
調査・予測・評価の対象項目	人間の健康と環境。製造プロセスにおける事故のリスク及び自然災害のリスクも含む	3.1.1 3.1.4
スクリーニング機関	自然環境観光省 (MNET)	4.4
事業者	ウランバートル市上下水道公社 (USUG)	3.1.3
その他の関係者	<u>エキスパート</u> ：MNET から指名され、提出された報告書を審査する専門家 <u>アセスメント専門家</u> ：MNET から免許を受けて調査・報告書作成を行う者	3.1.6 3.1.7
手続きの流れ	1.USUG が情報を MNET に提出 2.エキスパートが詳細環境影響評価 (DEIA) の必要性を 12 営業日以内に審査。本プロジェクトは 2010 年 1 月 6 日に DEIA が必要と判断された。 3.DEIA が必要な場合は、USUG の負担によりアセスメント専門家が DEIA を作成。2010 年 2 月 5 日 DEIA の報告書（案）が完成した。 4.USUG が作成する環境保全、環境モニタリング計画、及び住民・地方議会の意見を入れて DEIA を MNET に提出する。 5.エキスパートが DEIA の妥当性を 18 営業日以内に審査 6.エキスパートの意見に基づき、MNET が事業実施に係る意志決定を行う。	4～7

出典：JICA 調査団

(3) 用地確保の手続き

2009年10月にUSUGがウランバートル市と協議を開始するとともに11月12日には水源地から北東配水池までの土地利用に係る許可を受領した。各住区長 (Khoroo) に対しては、許可を得た事業地内において新たな建設等が行われないように監視をお願いした。送配水本管が通過する予定地のうち18のゲルについては工事中に塀の一部を一時的に移動し復旧する。この補償については、2009年8月にアジア開発銀行の支援事業 (MON2301 Urban Development Sector Project) で行われた私有財産の一時撤去及び復旧の手法を適用する。

(4) ステークホルダーへの説明

事業概要の説明、地域情報の収集及び環境社会影響に対する情報収集及びプロジェクト実施に関する合意形成を目的にUSUG主導で公聴会を2回、ステークホルダー会議を1回実施した。会合の結果、プロジェクトの実施に関して大きな異論はなく、これらの結果は事業計画に反映した。

表 2-2.11 ステークホルダーへの説明と情報収集

	公聴会 1	公聴会 2	ステークホルダー会議
開催箇所	ガチョルト村	USUG、ウランバートル市	Puma Imperial Hotel、ウランバートル市
日時	2009年9月10日	2009年9月16日	2009年9月24日
目的	事業概要の説明。 情報収集。	事業概要の説明。 情報収集。	事業概要の説明。 スコーピング案の説明。 軽減策方針の説明。 モニタリング案方針の説明。
関連施設	水源地、調整池	送配水本管	施設全般
参加者	ガチョルト地域: 行政代表者、 住民会議代表者、 住区 (Khoroo) 代表者 JICA モンゴル事務所	送配水本管通過地: 10住区代表者、 軍施設代表者	MNET、道路運輸建設都市開発省、 Water Authority、軍施設代表者、ウランバートル市、地区代表者、住区代表者、JICA モンゴル事務所、UNDP、ADB、Vitens (オランダ)
参加者数	43	21	50

出典：JICA 調査団

ステークホルダーとの会合の結果、取水井戸計画地の水源保護区域内に民家は存在せず、私有井戸と取水地点の間にはトーラ川が流れている。このため計画施設の地下水揚水による周辺民家への影響は軽微である。水利用への影響に関しては管路敷設工事に伴う締切り期間を短くするなどの計画により影響の軽減を図る。また、管路敷設工事の際に障害となる民家のフェンス等は、一時撤去後、復旧を行うなどの対応を行う。以上により、本計画施設の建設において重大な影響は予見されない旨、説明を行った。

(5) プロジェクト実施による環境社会面への影響

プロジェクト実施による環境社会面への影響について、主な項目を以下に示す。

1) 非自発的住民移転の発生

送配水管の敷設ルートは、木造・コンクリート造の永久構造物を避けて計画されているが、工事影響範囲内の民家外周フェンス及び敷地内ゲルに対しては、工事中の一時移転・復旧が必要となる。住宅敷地内を送配水管が通過する箇所は主に4箇所、影響を受ける戸数は合

計 20 敷地程度と考えられる。

2) 既存の社会インフラやサービスへの影響

送配水本管の施工段階で、チャイズ地区の交通・商業機能に一時的な影響を与える可能性がある。また、建設機械等の活動が軍関連の通信機能等に影響を与える可能性がある。

3) 施工中の河道締切り

導水管及び送配水管の河道横断工事にあたり、住宅地に近い東側河道の締切りを行う必要がある。締切り期間においては、表流水を家庭用水として利用している世帯へ影響が生じる可能性がある。

4) 地下水への影響

ガチョルト地区の公共水源井戸は、本事業の取水井戸計画箇所との位置関係において、間にトーラ川を挟んでいる。また北部からトーラ川に合流するガチョルト川の伏流水が得られる位置にある。トーラ川上流幹線道路沿道に立地する住宅敷地内の私有井戸は、同じく取水井戸計画箇所との間にトーラ川を挟んでおり、かつ、取水する河川敷よりも約 3m 以上の高さの斜面上に存在する。以上のことから、本事業による地下水の取水が既設井戸に与える影響は小さいと考えられる。

5) 動植物種への影響

トーラ川河川敷における、導水管、集水管、送配水管の工事に伴い、管路敷設のための開削、建設機械・資材の仮置き等に、管路ルート沿いで幅 10m 程度が影響を受けると想定される。このためルート上の樹木は、根株の掘下げ及び移植が必要となる。また河道締切りに伴い、移動性の低い生物は春季～秋季の締切りにより、局所的に死滅する可能性も考えられる。

(6) 環境への影響に対する緩和策

本プロジェクトの計画・実施・運用期間中における負の影響を回避あるいは最小化する為に予測される影響の軽減・緩和策を策定し、基本設計及び施工計画に反映する。現地調査結果で明らかになったスコoping結果では重大な影響が予想される項目 (A) は無かったが、軽微な影響が予想される項目 (B) はいくつか明らかになった。それらに対する回避・軽減策を次表に示す。

表 2-2.12 主な環境社会影響に対する回避・緩和策

段階	項目	回避・緩和策
計画段階	非自発的住民移転の発生	・必要となる用地取得、都市計画との調整等の手続きを USUG 及び関係機関が適正に実施する。
	土地利用・資源利用への影響	・現行の放牧活動に大きな影響を与えないよう仮設橋梁は、動物の主な渡河コースを避けて配置する。 ・ゲートと守衛所を橋に設ける。
	土壌浸食	・調整池とその関連施設は斜面に位置しているため、サイト周辺は降雨の表面流出を抑え土壌浸食を最小限とする。
	景観への影響	・井戸機場は、レンガ等、周辺の自然景観の色調と類似した色・素材の

段階	項目	回避・緩和策
		壁面とする。
施工段階	非自発的住民移転の発生	<ul style="list-style-type: none"> ・工事着手に先立ち再度現地調査を行い、工事影響回避のためにゲル式住居の移動が必要と判断された場合には、適正な手順を踏んで一時的な敷地内移動を依頼する。 ・USUG とウランバートル市土地管理部は工事に伴うゲル住民の一時移動については適切な手続きと補償を行うこととする。
	雇用と生計、地域経済への影響	<ul style="list-style-type: none"> ・工事の開始時期、終了時期の見込み、う回路等について関係住民等に十分説明し、工事期間中の交通整理を十分行う。 ・効率よく工事を行い、工事期間（道路の通行止め期間）をできる限り短縮する。 ・工事期間中の苦情受付窓口を明確に周知する。
	土地利用・資源利用への影響	<ul style="list-style-type: none"> ・仮設橋梁設置後は、橋梁にゲートと守衛を配置して24時間監視し、工事関係者以外の橋梁利用を禁止する。 ・河道の締め切りについては、工事の計画段階から地域住民に対し、必要性、工事期間等の説明を十分行い、必要と判断された場合には、樹木の違法伐採の監視の実施を検討する。 ・ガチョルト地区において、工事に先立ち、地域住民等と十分意見交換を行う機会を持つ。また、管路の掘削箇所ですべて発生しないよう、十分な保安対策を講じる。
	既存の社会インフラやサービス施設への影響	<ul style="list-style-type: none"> ・チャイズ地区¹¹については、USUG は工事に先立ち、地域の事業者、バス事業者等と十分意見交換を行う機会を持ち、必要に応じて、バス乗降場の一時的な移動や、夜間工事の実施を検討する。また、管路の掘削箇所ですべて発生しないよう、十分な保安対策を講じる。 ・軍施設に関しても、USUG は工事計画、使用機械等について十分な情報提供を行い、求められる制約条件を順守した工事を行う。
	水利用、利水権、Rights of Common（入会権）への影響	<ul style="list-style-type: none"> ・工事計画の立案にあたり、河川締め切り期間は最短とする。 ・工事着手に先立って、USUG は公聴会を開催し、表流水を定期的に使用している世帯、使用目的、使用量を把握して、河道締め切り期間には、それら世帯に対し給水車等による給水を行う。
	事故	<ul style="list-style-type: none"> ・工事関連運転手は、事故を防ぐための安全講習を受けさせる。 ・工事車両の操作者は、その操作に十分な訓練とモニタリングを受ける。 ・資材の仮置き箇所及び掘削工事箇所、発生土仮置き箇所において、事故を防止するため、自動車・歩行者・家畜等の転落を防止する柵を設ける。
	地下水への影響	<ul style="list-style-type: none"> ・USUG は、ガチョルト地域公共水源運営者と私設井戸所有者に対し、工事開始に先立って井戸の配置、取水量、地下水モニタリング計画等について説明する。 ・試掘井2本及び私設井戸1本の水位の計測・記録を行い、本事業による取水開始後の水位変動の有無について判定するとともに、水質の確認を行う。
	土壌流出・浸食への影響	<ul style="list-style-type: none"> ・ガチョルト地域の住宅建設エリアの水際は、西側水路の締め切り（東側水路の流量増加）に先立って、土のう・籠工などで保護し、浸食を抑制する。 ・その他の水際については、特に水際に樹林が接している箇所や、水衝部の位置を、工事計画立案の際に明らかにし、できる限り土のうなどで保護し、浸食を抑制する。
	植物種、動物種、生物多様性への影響	<ul style="list-style-type: none"> ・工事に伴い、やむを得ず樹木を伐採する場合には、萌芽再生しやすいヤナギ類、ポプラ類は地上15～50cmの位置で伐採し、根株を直径6m程度の大きさに掘り上げ、近接する林内の日当たり良い草地に移植し

¹¹チャイズ (Tsaiz) 地区は、ウランバートル中心部から4.5 km 東北東の配水本管ルート沿いに位置する地区である。図3-2.3 給水計画図参照

段階	項目	回避・緩和策
施工段階		<p>て、萌芽再生を図り、樹木本数の減少を防ぐ。</p> <ul style="list-style-type: none"> 根株移植が困難な場合には、市場で同種の苗を購入し、補植を行う。 いずれの場合も、幼苗の間は牛等による食害を防ぐため、ネット等で高さ 1.5m 程度まで囲う。 集水管等の埋め戻し後は、速やかな草本植生の回復を図るため、郷土種の種子散布を検討する。 河川横断施設の建設に当たっては、入念な工事計画の検討を行い、締め切り期間を最短とする。 河道の掘削中に湧出する地下水は、工事に影響がない限り河道内に放流し、河床の乾燥をやわらげる。 河道締め切りの盛土ダムを造成する際には、現場発生土の中でも水質汚濁を起しにくい材料を優先的に使用する。 横断施設の建設後や、河道内の矢板等の撤去後は、地形を現場復旧し、できる限り河床材料も周囲の自然状態の材料に合わせるようにして、再導水時の砂泥の巻きあがりを抑制する。
	景観への影響	<ul style="list-style-type: none"> 掘削土の仮置きは、できる限り台形に成型して保存し、速やかに埋め戻しを行う。 ホテルモンゴリアとトーラ川の間での工事、及び東側流路（住宅に近い流路）の締め切りについては、ホテル事業者と事前に十分協議を行い、事業者の要望にできるだけ配慮した工事方法を検討する。 埋め戻し後、速やかな草本植生の回復を図るため、郷土種の種子散布を検討する。
	大気汚染の発生	<ul style="list-style-type: none"> 工事用車両及び建設機械は、適正な機材を使用して適正に整備し、大気汚染の発生を最小限に抑える。 特にゲル地区内の送配水本管敷設について、効率のよい工事計画とし、工事期間を短くする。
	水質汚濁の発生	<ul style="list-style-type: none"> 河道締め切りの盛土ダムを造成する際には、現場発生土の中でも水質汚濁を起しにくい材料を優先的に使用する。 横断施設の建設後や、河道内の矢板等の撤去後は、地形を現場復旧し、できる限り河床材料も周囲の自然状態の材料に合わせるようにして、再導水時の砂泥の巻きあがりを抑制する。 濁水が発生する可能性がある期間について、事前に地域住民等に十分な周知を図る。
	廃棄物の発生	<ul style="list-style-type: none"> トーラ川水質汚濁回避のため、ベントナイト混合水の河川への投棄は行わない。また、降雨量が少ない地域であることから、植物への付着が長期にわたる恐れがある地表散布も行わない。 ベントナイト混合水は、使用した井戸機場近くの草地に、浅い穴を掘削し、乾燥を進めた後、現場発生土で埋め戻すこととする。埋め戻し後は、周辺と類似の植生が速やかに回復するよう、草木の種子散布を検討する。
	騒音・振動の発生	<ul style="list-style-type: none"> 工事用車両及び建設機械は、適正に整備し、騒音・振動の発生を最小限に抑える。 特にゲル地区内の送配水本管敷設について、効率のよい工事計画とし、工事期間を短くする。また、あらかじめ近隣住民と合意した時刻を超える早朝・夜間の工事は行わない。 とくに大きな騒音・振動が発生する工事を実施する場合には、事前に周辺住民に対し、内容、継続期間、苦情受付の連絡先等の周知を図る。
運用段階	土地利用・資源利用への影響	<ul style="list-style-type: none"> 仮設橋梁のゲートは 24 時間ガードし、関係者以外の利用を禁止する。
	地下水への影響	<ul style="list-style-type: none"> 試掘井 2 本、私設井戸 1 本及び本事業にて建設される新設井戸 21 本の水位の計測・記録を行い、取水開始以前の水位に対して水位低下が 2m に達したら、取水を停止して水位回復までの期間、揚水量を抑制する。

段階	項目	回避・緩和策
		また安全な飲用水を供給するため、水位のモニタリングに合わせて水質に関するモニタリングを実施する。
	事故の発生	<ul style="list-style-type: none"> ・薬品の搬入車両への積み込み・運搬に当たり、安全に運搬が行われるよう十分な指導を行う。 ・薬品の施設内の保管に当たり、浸水・盗難等が起きないように、適切な保管・管理を行う。 ・塩素注入施設への薬品投入は、十分教育・訓練を受けた職員が、薬品吸入の予防など適切な装備により行う。 ・使用済みの薬品容器は、適切に保管・廃棄を行い、可能であれば容器の再利用を進める。 ・薬品の飛散等の事故が発生した場合の中和・浄化対策を適切に講じ、定期的な訓練を行う。
	廃棄物の発生	<ul style="list-style-type: none"> ・次亜塩素酸ナトリウムの使用済み容器は、施設内の決められた場所に適正に保管する。 ・同容器の廃棄に当たっては、モンゴル国の廃棄物の基準に従い、適切な最終処分場に運搬する。 ・容器の再利用の可能性について検討する。

出典：JICA 調査団

なお、詳細環境影響評価 (DEIA) については USUG が 2010 年 1 月時点で実施中でありそれが MNET の審査を経て JICA モンゴル事務所へ 2010 年 4 月に提出される予定である。環境保全対策及びモニタリング計画、組織の強化策、予算措置については詳細環境影響評価の中で具体的に検討される見込みである。

コンサルタントは、施工段階までは JICA の社会環境ガイドラインに基づいてモニタリングを実施する。特にプロジェクトが及ぼす深刻な社会・自然環境を避ける為に表 2-2.13 に示す 2 項目については注意してモニタリングする。さらに、コンサルタントは USUG が運用段階で軽減策及びモニタリング計画を確実に実施出来るように必要な助言と訓練を行い組織強化を図る。

表 2-2.13 施工段階でのモニタリング方針

地下水位の変化の把握と管理	河川で区切られた取水地域の地域ごとの地下水位を測定するため、代表的な試掘井 2 本 (G-2 及び G-3) 及び民設井戸 1 本を観測井として活用する。
ゲルの一時的な移動やそれに伴う補償の実施状況の把握と管理	影響を受ける住宅敷地の把握、工事直前の構造物建設等の違法行為の予防・発見、適正な交渉・補償手続きの実施を行うため、コンサルタントは、ウランバートル市土地管理局と USUG 事業実施部、その他必要と判断される関係機関とで 2 週に 1 回など定期的に会合を開き、手続きの確認、課題への対策協議等を行う。

出典：JICA 調査団

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

3-1-1 上位目標とプロジェクトの目標

ウランバートル市はモンゴル国の政治・経済の中心地であり、同市の人口は同国の人口約270万人のうち約40%に相当する107万人(2008年)が集中する。1990年以降の自由化、1999、2000、2003年に発生した冬に家畜が大量に死亡するゾド被害(雪害)による地方の疲弊等により地方からウランバートル市への人の流入は止まらず、これらの流入者は郊外にゲルを建てて生活している。近年は居住に適さない市北部の斜面部にゲル地区が拡がり、大気汚染、水質汚染、洪水被害、給水難などの問題を抱えている。急激な人口増は、水不足につながり、さらにゲル住民の住宅対策として政府はアパート10万戸計画を進めているが一人当たり水使用量の多いアパート住民が多くなることは水不足に拍車をかけることになる。こうした状況のもと、2011年には水需要が現在の供給能力240,000 m³/日を越えると予測され、水資源開発を含めた供給能力の拡大が喫緊の課題とされている。2030年を目標年としたUBMPSによれば、2030年には水需要は510,700 m³/日に達すると予測されている。

かかるウランバートル市の水需要の増加に対処する為に、モンゴル国政府は水資源管理計画の確立、上述の計画等を参考に市民に対する水の安定的供給が出来る水資源開発の実施を目標としている。このUBMPSによると2030年において「すべてのウランバートル市民がパイプ給水による上水にアクセスできる」という目標が掲げられている。この中で本プロジェクトはウランバートル市東部郊外のガチョルト地域において25,200 m³/日の新規水源を開発しUSUGの現在の給水設備能力240,000 m³/日を265,200 m³/日に引き上げることを目標とする。

本計画の上位目標とプロジェクトの目標は次表のようにまとめられる。

表 3-1.1 上位目標とプロジェクトの目標

上位目標	すべてのウランバートル市民がパイプ給水による上水にアクセスでき、住民の衛生環境及び生活環境が改善される。
プロジェクト目標	2014年に、ウランバートル市の住民への給水が改善される。
プロジェクト 成果指標	給水量及び 裨益人口 生活に必要な給水量が確保されることで、ウランバートル市(特にゲル地区)における生活環境及び給水状況が改善される。 給水施設能力：240,000 m ³ /日が265,200 m ³ /日に増加する。 ・ゲル地区住民裨益者：約39万人(2014年) ・アパート地区住民裨益者：約4.35万人(2014年)

出典：JICA調査団

3-1-2 プロジェクトの概要

本プロジェクトは、上記目標を達成するためにガチョルト地域のトーラ川の氾濫原に井戸を設置して汲み上げた地下水をガチョルト村に設置する配水池(調整池)へ一時貯留し、送配水管によりウランバートル市の北東配水池に送水するための施設整備を行う。これにより、ウランバートル市(特にゲル地区)における生活環境及び給水状況が改善されることが期待されている。この中で、協力対象事業は次表に示す通りである。

表 3-1.2 プロジェクト概要

	要請内容	準備調査結果	
		日本側負担事項	モンゴル側負担事項
開発水量	25,200 m ³ /日	25,200 m ³ /日	—
取水井戸	21 井戸	21 井戸	—
導水管	延長 4.8 km 鋼管、口径:平均 320 mm	延長 4.3 km ダクタイル鋳鉄管、口径 150~500 mm	—
集水管	—	延長 2.8km ダクタイル鋳鉄管、口径 150 mm	—
配水池	容量 8,000 m ³	—	容量 6,000 m ³
塩素消毒設備	一式（液化塩素：Cl ₂ ）	一式（次亜塩素酸カルシウム： Ca(ClO) ₂ ）	—
塩素消毒・操作棟	—	操作棟、遠隔操作設備	—
送配水管	延長 19.5 km 鋼管、口径 600 mm	延長 18.8 km 強化プラスチック複合管、口径 700 mm	—
その他	—	—	フェンス設置 電力線引込み 管理橋

出典：JICA 調査団

モンゴル国は開発水量を 25,200 m³/日と定め、当初中央水源から北部に向かう配水本管に本送配水本管を接続する計画であった。しかしながらこの計画については、本プロジェクトにおいて以下の確認を行い見直しを行った。国際復興開発銀行 (IBRD) が進めているウランバートル市北東部の配水管網設置は北東配水池の水を利用する計画であったが、中央水源あるいは上流水源のポンプ場は設備能力の不足から北東配水池に供給出来ないことが判明していた。この計画の水源の見込みが無いことから、本プロジェクトの新規開発水源を北東配水池に接続することを調査団はモンゴル国より要請された。調査団は、この変更要請を受けて本計画の配水池、送配水本管の位置を現地踏査・測量・解析によって再検討した。その結果、北東配水池は当初計画の送配水本管接続位置より高標高に位置する為、ガチョルト村の配水池の位置が要請内容よりも高位置に計画する必要が生じた。また水理計算の結果、送配水管末端の標高が高くなったため、送配水管の口径を 600 mm から 700 mm に変更する必要が生じた。塩素消毒方法については、中央水源でも使用されている液化塩素 (Cl₂) が 2010 年以降、中国から輸入出来なくなるとの情報がある。そこで、設備費は上昇するものの、上流水源で使用され、安全性、取扱い性、保存性が良好で、中国からの流通ルートも確立している次亜塩素酸カルシウム (Ca(ClO)₂) により行うこととした。

3-2 協力対象事業の概略設計

3-2-1 設計方針

(1) 基本方針（協力対象範囲、基本的な枠組み策定に係る方針）

1) 基本方針

本プロジェクトの計画目標年次は 2014 年とし、水需要と現有施設能力の差 25,200 m³/日に対応できる施設増強計画とする。

2) 協力対象範囲の設定

本プロジェクトの協力対象範囲は以下のとおりとする。

- ① 新規水源（ガチョルト地域）での取水井戸設置（21 本）
- ② 集水管（2.8 km）及びガチョルト配水池までの導水管（4.3 km）
- ③ 塩素消毒・操作棟（塩素注入施設及び遠隔操作施設）
- ④ 送配水本管（約 18.8 km）

3) モンゴル国側対象工事について

モンゴル国側対象工事の範囲は以下のとおりとする。

- ① ガチョルト配水池（容量 6,000 m³）
- ② その他（フェンス設置、電力引込み、維持管理用橋梁等）

モンゴル国において建設実績のある配水池（容量 6,000 m³）及びその他施設（フェンス設置、電力引込み、維持管理用橋梁等）は、モンゴル国側負担で建設することとする。ただし、配水池に付属しているバルブ室内のバルブ、流量計、配管類に関しては、本邦負担で建設を行う。

(2) 自然環境に対する方針

当該地域は、厳冬期にはマイナス 40 度を下回り、夏には 30 度を超える温度変化の激しい気象条件である。月間平均気温がほぼ 0 度を超えるのは、4 月から 10 月の 7 ヶ月間に限られる。この気温条件に対応するため、施設計画においては管路を凍結深度である地表面下 3.2m よりも深く埋設する必要がある、地表面上の配管や電気設備においては低温対策が必要となる。

冬期においては 4 月一杯まで地盤は凍結している。従って、施工面においては地面凍結により掘削が困難になる点や、コンクリート打設やアスファルト舗装工事なども不可能となる点を考慮し施工工程計画を立案する。

表 3-2.1 月平均気温(°C)

観測所	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	平均
Tahilt	-21.8	-16.6	-7.2	2.7	2.7	10.3	16.5	19.3	16.8	0.5	-11.5	-19.5	-0.66
Terelj	-24.6	-19.5	-10.8	-10.0	7.2	13.0	15.6	12.1	6.5	-2.6	-13.9	-21.8	-4.07

資料 Tahilt(市内): 1996-2006、 Terelj(山間地): 1996-2008

ガチョルト地点における流量観測の資料は、1995 年の「ウランバートル市水供給計画調査」(JICA1995MP) の時に観測された 1 年間の古い資料しか残されていない。従って、本プロジェクトでは既往最大洪水位として上流水源、中央水源で採用された 2m を採用して、井戸機場の設計計画を立案する。

一方、時折起きる河川氾濫に対し、水源部に計画するポンプ小屋の周囲及び導集水管の上部には、かさ上げ盛土を行って洪水時の管理が可能な施設計画とする。また、施工工程に関し、日降雨量が 10 mm/日を超える日が、過去の降雨記録により 7 月に平均 2 日程度あるため、これらを考慮して作業休止係数を検討し工程計画を立てる。

(3) 社会経済条件に対する方針

モンゴルは2008年4月頃までは、好調な経済を背景に建築ブームが加熱し、建設資材は高騰を続けていた。しかし、高いインフレ率を懸念した国内の銀行が2008年3月頃から一斉に貸出を規制したことを契機にモンゴル国内の経済は下降局面に入った。2009年もまだ下落基調にあり、モンゴル政府は2009年度のGDPはマイナス1%を予想している。

しかし、政府は今後とも増え続けるウランバートル市の人口に対応するため、10万戸規模の住宅建設を進める考えであり、大規模鉱山開発や空港建設等大きなプロジェクトも進められることを受け、建設資機材の価格は上昇する兆しを見せている。従って、2009年から2011年7月の入札時点までの建設物価がどの程度変動するか、モンゴル国統計局の実績やIMFでのモンゴル国のインフレ率を参照し、適切な物価変動率を想定して事業費の設定を行う。

(4) 建設事情/調達事情/現地施工業者に対する方針

1) 建設事情/調達事情

建設資材の約80%は海外から輸入されている。これまで中国からの輸入が多くの割合を示していたが、中国国内需要の増加に伴い、極めて不安定な輸入状態となっている。このため、資機材の調達にあたっては、現地、日本をはじめとする確実な調達先を選定する。

2) 現地施工業者

本件に係る工事としては、井戸掘削、管敷設、配水池建設、塩素注入設備、井戸遠隔操作設備、各種建物建設、管理橋建設、配電線設置、およびフェンス設置がある。これらの内、配水池建設（設備設置を除く）、管理橋建設、配電線設置、およびフェンス設置については、モンゴル側負担で工事するため、技術力に優れ、財務内容が健全である業者であるとともに、特に、工期を遵守出来る業者を選定するようUSUGに要請する。USUGによると、井戸掘削業者および建設会社ともにUSUGの発注業務経験があり信頼の置ける業者が複数存在する。その他の工事については、日本の建設会社が一括して元請会社となり、モンゴルの業者を雇用しながら工事を行うので大きな課題はない。

(5) 運営・維持管理に対する方針

USUGは、長年にわたり旧ソ連が構築した水道施設を利用しそれらを運用維持管理してきた実績がある。また、今回の調査でも確認したところ、過去2回にわたる日本の無償資金協力事業で建設・調達された施設・機材についても十分に運用している。故障したものについては修理し、例えば修理不能となった井戸の水中モーターポンプについては独自の予算で購入し交換している。ただし、USUGが修理を望んでいるにも拘らず、故障した遠隔操作システムでは既に部品の製造が行われておらず修理できない例もあった。各所で計画断水しているほどの水不足に対してUSUGは施設能力を最大限引き出す努力をしており、水道施設の運営・維持管理能力は十分である。従って、今回は従来と大きく異なる水道資機材の選定は行わず、また財政健全化を目指す観点から省エネルギー化を図り、USUGと職員の運営・維持管理の負担を軽減する施策を図る。なお本件で建設する施設の引渡しに際しては、USUGの設備運転技術員を対象に10日間程度の操作指導、保守点検指導を行う。また運用段階における管路の凍結防止、取水井戸及びガチョルト配水池間の制御に関する運用規則を策定する。

(6) 施設・機材等のグレード設定に係る方針

井戸ポンプ及び塩素消毒装置等の施設は、耐久性、信頼性とともエネルギー効率も重視し、運転経費を軽減できる機材を選定する。

(7) 施設建設の工法、調達方法、工期に係る方針

井戸水源（21井）の開発、送水管（18.8 km）及び導集水管（7.1 km）の施工に時間を要すること、冬季に施工が出来ないこと等から、3年間の夏季を含む期間での建設工事が適当であると考えられる。特にゲル密集地区での送配水管敷設工事に関しては、工事中の騒音・振動等を抑制する必要があるため、多数の施工班を投入することはできないため、適切な施工班数の設定が必要となる。当該工事においては、資機材調達及び建設工事に38ヶ月を要するため、A国債を適用することが望ましい。

本事業に必要な資機材は可能な限り現地調達を行うが、現地調達が不可能な資機材、品質仕様等が現地調達材では適合しないもの、モンゴル国内にて供給・購入が安定的に行われておらず一般的に流通していないものについては、日本調達とする。

(8) 水道計画に対する方針

ウランバートル市の水需要増加の大きな原因の一つは、地方から当市への人口集中が顕著に進んでいることに併せて、従来水需要が少ないゲル地区の住民に対して、生活環境の改善のため、水の消費が大きいアパート地区への移転が国策として進められることが挙げられる。

本計画では、2004年～2008年の過去5年間における実績から、給水人口と、1人1日当たりの使用水量、1日平均給水量、1日最大給水量等を推計し、目標年である2014年の予測される水需要量と、現状でのウランバートル市の水供給能力（24万m³/日）の差に相当する水量を新規開発水量として設定する。

(9) 水源開発計画に対する方針

本プロジェクトの水源は、ウランバートル市を東西に横断するトーラ川の市街地上流部にあたるガチョルト地域において、河川敷に取水井戸を建設して地下水（伏流水）を取水するものであり、開発調査「ウランバートル市水供給計画調査」（1993～1995年）において調査がなされている。しかしながら、既にそれから14年を経過しているため本サイトの水源地としての妥当性を再検証するため、電気探査、試掘、水質試験の結果を用いて本水源地点での地下水揚水量及び涵養量が今回の新規開発水量を賄えるか否かを確認するとともに、水質面に関する確認を行う。

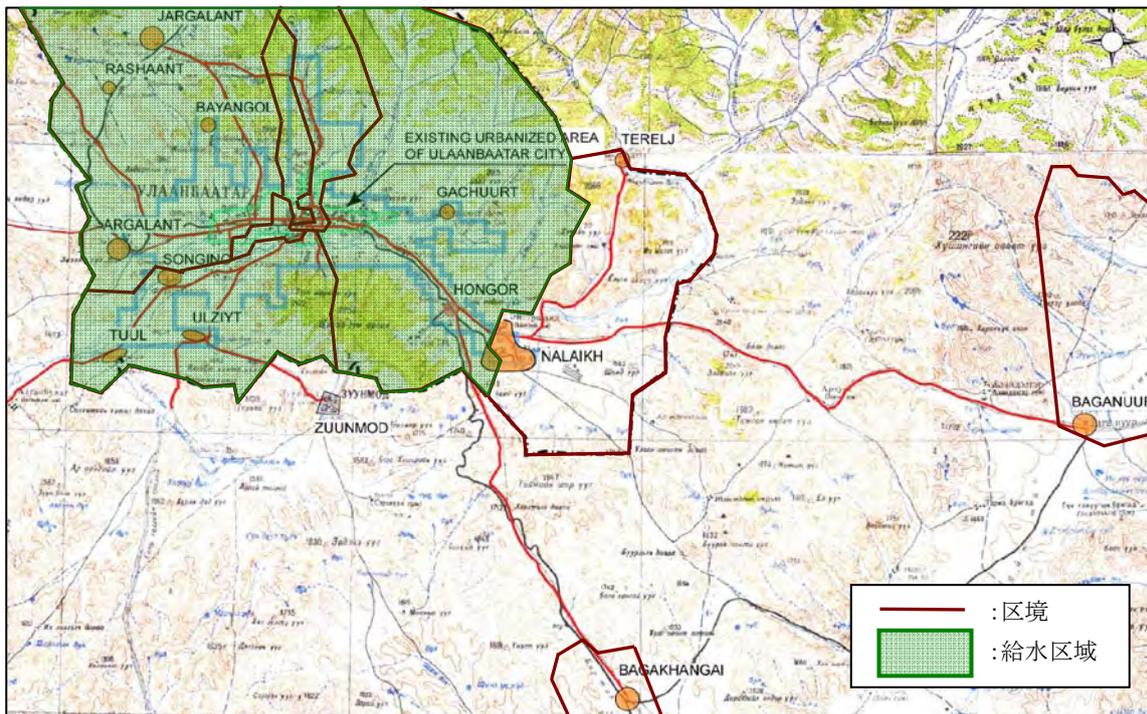
3-2-2 基本計画（施設設計/機材計画）

3-2-2-1 水道計画

(1) 計画給水区域

USUGの計画給水区域は、ウランバートル市のバヤンゴル区、バヤンズルフ区、ソンジノハイルハン区、スハバートル区、チンゲルテイ区及びハンウール区の給水可能な中央6区域である。市の中心部から遠方のナライハ区（東南東35 km）、バガハンガイ区（南東90 km）及びバ

ガヌール区（東方 140 km）は、給水対象外としている。図3-2.1に給水区域図を示す。



出典：「ウランバートル市都市計画マスタープラン・都市開発プログラム策定調査報告書」2009年

図 3-2.1 給水区域図

(2) 事業の目的

本事業の大きな目的は、ゲル地区への十分な水の供給と併せてアパート地区で不足している水の増強を行い、ウランバートル市全体としての給水能力の底上げを図るものである。

給水人口の増加はゲル地区の人口増加に負うところが大きいいため、比較的貧困層の多いこれらの地区の給水改善を目指して世銀の援助で行っているゲル地区での配水管網設置プロジェクトと本プロジェクトが連携することは重要である。世銀のプロジェクトは主に北東配水池の水をゲル地区に配水する計画であるが水源の計画は無いため、本プロジェクトで開発する水をこの北東配水池へ送水することはゲル地区に対する給水に大きく寄与するものである。また、北東配水池からタスガン配水池、3/4 配水池等を経由して周辺のゲル地区やアパート地区の給水状況も改善できる。

(3) 事業計画手法

ウランバートル市における水供給方法は、居住形態によって大きく異なる。その居住形態は、市街地のアパート居住と市街地周辺のゲル居住に大別できる。アパートへは水道管・蛇口により直接給水し、ゲルへはゲル地区内にある水販売所（キオスク）へ水道管あるいはトラックにより給水しゲル居住者はキオスクで水を購入する。このような水へのアクセス環境の違いもあり、両者の一人当たりの水使用量には大きな差がある。

事業計画の基本となる人口予測は、USUG が給水している 6 地区を対象とし、2004 年～2008 年の 5 年間のアパート地区及びゲル地区の実績給水人口に基づいて、2009 年～2020 年までの計画給水人口を推計する。

計画給水量も 2004 年～2008 年の実績給水量を精査して、1 人 1 日当たりの使用水量、1 日平均給水量、1 日最大給水量等を推計する。

アパート地区における生活用水は、実績と UBMPS で採用されている高需要ケースにおける給水原単位がほぼ一致していることにより、230 ㍓/人/日とする。ゲル地区については、過去 5 年間（2004 年から 2008 年）の平均値である 7.2 ㍓/人/日と USUG や UBMPS が設定している使用水量 25 ㍓/人/日（2014 年）を直線補間して設定し、目標年度の 2014 年以降は 25 ㍓/人/日とする。

この他の民間企業用水、公共施設用水、工場用水については過去 5 年間の給水実績に基づき推定式及び過去数年の平均値で設定する。

(4) 水需要予測

1) 人口推計

(a) 人口及び給水人口の動態

ウランバートル市の行政区域内人口、USUG が給水している中央 6 区の総人口及び実際に給水している人口の動態等を示す。

表 3-2.2 行政区域内人口、給水区域内人口等の動態

年	2004	2005	2006	2007	2008
行政区域内人口 (人)	915,531	952,410	987,192	1,025,174	1,067,472
給水区域内人口 (人)	861,510	896,844	930,337	967,189	1,008,738
給水人口 (人)	800,841	848,116	883,055	924,766	967,366
給水普及率 (%)	93.0	94.6	94.9	95.6	95.9

出典:USUG 及び JICA 調査団

注:給水区域内:バガハンガイ、バガヌール、ナライハの 3 地区を除く

給水人口については、居住形態別に USUG の資料を基に次表のように区分される。

表 3-2.3 給水人口の動態の内訳

単位:人

年	2004			2005			2006			2007			2008		
	アパート地区	ゲル地区	計												
USUG アパート	265,877		265,877	256,873		256,873	267,271		267,271	265,256		265,256	277,931		277,931
OSNA AUG アパート	199,694		199,694	219,300		219,300	220,489		220,489	224,173		224,173	226,743		226,743
小計	465,571		465,571	476,173		476,173	487,760		487,760	489,429		489,429	504,674		504,674
USUG ケル	7,570	327,700	335,270	7,743	364,200	371,943	7,931	387,364	395,295	7,958	427,379	435,337	8,206	454,486	462,692
計	473,141	327,700	800,841	483,916	364,200	848,116	495,691	387,364	883,055	497,387	427,379	924,766	512,880	454,486	967,366

出典:USUG 及び JICA 調査団

(b) 人口の将来推計

i) 人口及び給水区域内人口の推計

行政区域内人口（ウランバートル市の全体人口）は、UBMPS によるものとし中間年は直線補間する。

給水区域内人口の推計は、過去 5 箇年の実績に基づき、下記に示す直線的な増加傾向を示す場合に適用される“「年平均増加数」時系列傾向分析”による推計手法を適用する。

推計式 $y=36,480 \times x + 823,486$ 相関係数=0.999

ここに y=人口、x=年

表 3-2.4 行政区域内及び給水区域内の人口の推計

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2020
行政区域内	1,120,336	1,173,200	1,203,580	1,233,960	1,264,340	1,294,720	1,325,100	1,537,800
給水区域内	1,042,364	1,078,844	1,115,324	1,151,804	1,188,284	1,224,764	1,261,245	1,458,408

単位：人

出典：USUG 及び JICA 調査団

ii) 計画給水人口

アパート地区（アパート、戸建て）及びゲル地区（戸建て、簡易住宅、ゲル）の計画給水人口は、以下に示した過去5年間の実績に基づいた時系列傾向分析推計式を用いて推計した。次表に計画給水人口を示した。

アパート地区(アパート+戸建て)： $y=9,146 \times x + 457,283$ 相関係数=0.981

ゲル地区(戸建て)： $y=149 \times x + 7,436$ 相関係数=0.981

ゲル地区(簡易住宅、ゲル)： $y=31,675 \times x + 297,200$ 相関係数=0.997

表 3-2.5 計画給水人口

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2020
アパート地区	512,160	521,306	530,452	539,599	548,745	557,891	567,037	612,768
ゲル地区計	495,579	527,402	559,226	591,050	622,875	654,698	686,522	845,640
戸建て	8,328	8,476	8,625	8,774	8,923	9,071	9,220	9,663
簡易住宅	279,195	297,345	315,494	333,644	351,794	369,944	388,094	478,843
ゲル	208,056	221,581	235,107	248,632	262,158	275,683	289,208	356,834
合計	1,007,739	1,048,708	1,089,678	1,130,649	1,171,620	1,212,589	1,253,559	1,458,408

単位：人

出典：USUG 及び JICA 調査団

ゲル地区内の戸建住宅については、2004年から2008年にかけて全住宅のうち1.7%、1.3%、1.5%、1.7%、2.0%と推移し過去5年間の平均で1.6%である。従って、ゲル地区内の戸建住宅比率は将来予測では1.6%を採用する。

ゲル地区内における簡易住宅とゲルの比率は2008年では前者が57.3%に対してゲルは42.7%であった。

iii) 給水世帯数の推計

給水世帯数は、ウランバートル市の人口統計資料（2008年）により、平均世帯構成人員を4.3人/戸として求める。

iv) 給水普及率

給水普及率は、給水人口/給水区域内人口×100で算定される。ただし、2020年において、給水率が100%になるものとして推計する。

上記を踏まえ、以下に推計結果を示す。

表 3-2.6 計画給水戸数の推計

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2020
行政区域内人口(人)	1,120,336	1,173,200	1,203,580	1,233,960	1,264,340	1,294,720	1,325,100	1,537,800
給水区域内人口(人)	1,042,364	1,078,844	1,115,324	1,151,804	1,188,284	1,224,764	1,261,245	1,458,408
給水人口(人)	1,007,739	1,048,708	1,089,678	1,130,649	1,171,620	1,212,589	1,253,559	1,458,408
世帯構成人員(人/戸)	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3
給水世帯数(戸)	234,358	243,886	253,413	262,942	272,470	281,997	291,525	339,165
給水普及率(%)	96.7	97.2	97.7	98.2	98.6	99.0	99.4	100.0

出典:USUG 及び JICA 調査団

2) 水使用量の推計

(a) USUG 及び OSNAAUG の給水実績の推移

i) 生活用水

2004年から2008年の生活用水の給水実績と給水原単位を表3-2.17に示した。2004年時点において、アパート地区(給水人口465,571人)およびゲル地区(給水人口335,270人)の給水人口合計800,841人、アパート地区給水原単位204ℓ/人/日、ゲル地区給水原単位6.6ℓ/人/日、有収水量合計98,638m³/日となっている。一方、2008年時点では、アパート地区(給水人口504,674人)およびゲル地区(給水人口462,692人)で給水人口合計は967,366人、アパート地区給水原単位232ℓ/人/日、ゲル地区給水原単位6.8ℓ/人/日、有収水量合計121,897m³/日へと増加している。

ii) 各種用水の推移

民間企業用水、公共施設用水、工業用水へはUSUG及びOSNAAUGが供給しているが、OSNAAUGはその他用水として一括して集計しているため、OSNAAUGの水量は、USUGの5年間の平均構成率(民間=41.9%、公共=31.5%、工場=26.6%)で配分する。これらの合算を表3-2.7~10に示す。

表 3-2.7 USUG 給水の平均構成率

年						単位: m ³ /日	
	2004	2005	2006	2007	2008	計	達成率
USUG 給水量	28,664	26,395	27,806	24,930	27,533	135,328	100.0%
民間企業用水	10,486	10,569	10,928	11,178	13,561	56,722	41.9%
公共施設用水	11,344	8,826	7,470	7,388	7,616	42,644	31.5%
工業用水	6,834	7,000	9,408	6,364	6,356	35,962	6.6%

出典: USUG 及び JICA 調査団

表 3-2.8 民間企業用水の推移

年	単位: m ³ /日				
	2004	2005	2006	2007	2008
USUG 給水量	10,486	10,569	10,928	11,178	13,561
OSNAAUG 給水量	-	7,578	3,580	4,485	5,136
合計(民間企業用水量)	-	18,147	14,508	15,663	18,697

出典: USUG 及び JICA 調査団

表 3-2.9 公共施設用水の推移

年	単位: m ³ /日				
	2004	2005	2006	2007	2008
USUG 給水量	11,344	8,826	7,470	7,388	7,616
OSNAAUG 給水量	-	5,697	2,691	3,371	3,861
合計(公共施設用水量)	-	14,523	10,161	10,759	11,477

出典: USUG 及び JICA 調査団

表 3-2.10 工業用水の推移

年	2004	2005	2006	2007	2008
USUG 給水量	6,834	7,000	9,408	6,364	6,356
OSNAAUG 給水量	-	4,811	2,273	2,847	3,261
合計 (工業用水量)	-	11,811	11,681	9,211	9,617

単位: m³/日

出典: USUG 及び JICA 調査団

(b) 給水量の将来推計

i) 生活用水

アパート地区 (ゲル地区戸建て住宅を含む) の給水原単位は、表3-2.11に示したように過去の傾向を考慮すると UBMPS の値が妥当であり 1 人 1 日当たりの使用水量 (給水原単位) を 230 l/人/日とし、アパート地区の有収水量はそれに給水人口に乗じて求める。

表 3-2.11 生活用水の給水原単位

実績値、計画値	実績値* ¹						USUG 計画値	UBMPS 高需要値	Order153* ²
	2000	2004	2005	2006	2007	2008			
対象年	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2010	After 2009	After 1995
アパート居住者	358	204	190	206	234	232	250	230	230
ゲル居住者	4.7	6.6	7.4	8.1	7.2	6.8	25	25	25

単位: l/人/日

注) *¹: 2000-2008 は給水量を人口で除した値で漏水量も含む。企業・公共・工業用水は除く。*²: Water consumption temporary norm of the population. Appendix 3, Order No: 53 by Minister of Environment, dated 1995

ゲル地区の給水原単位は、都市計画マスタープランに基づき 25 l/人/日とするが、本計画施設の増設により給水能力が需要水量を満たすことが出来るのは、今回の計画施設が供用を開始する 2014 年以降と考えられるため、中間年の 1 人 1 日当たりの使用水量は、2009 年の推計値 7.4 l/人/日と 25.0 l/人/日で直線補間する。

以上の推計結果を次表に示す。

表 3-2.12 アパート地区 (戸建住宅を含む) の有収水量の推計

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2020
給水原単位 (l/人/日)	230	230	230	230	230	230	230	230
計画給水人口 (人)	512,160	521,306	530,452	539,599	548,745	557,891	567,037	612,768
有収水量 (m ³ /日)	117,797	119,900	122,004	124,108	126,211	128,315	130,419	140,937

出典: USUG 及び JICA 調査団

表 3-2.13 ゲル地区 (簡易住宅インフラ未接続、ゲル・簡易住宅インフラなし) の有収水量の推計

年	居住区分	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2020
給水原単位 (l/人/日)	簡易住宅	7.4	10.9	14.4	18.0	21.5	25	25	25
	ゲル								
計画給水人口 (人)	簡易住宅	279,195	297,345	315,494	333,644	351,794	369,944	388,094	478,843
	ゲル	208,056	221,581	235,107	248,632	262,158	275,683	289,208	356,834
有収水量 (m ³ /日)	簡易住宅	3,606	3,241	4,543	6,006	7,564	9,249	9,702	11,971
	ゲル		2,415	3,386	4,475	5,636	6,892	7,230	8,921

出典: USUG 及び JICA 調査団

ゲル地区における水利用実態に関する調査結果を添付資料 7 (7) に示した。

ii) 各種用水の推計

民間企業用水の有収水量は増加傾向を示しているため、過去4年間の実績に基づき時系列傾向分析による推計式を用いて推計を行う。民間企業用水の推計式は、以下に示す通りである。推計結果を表3-2.14に示す。

推計式 $y=281 \times x + 16,053$ 相関係数=0.181 ここに y =水量、 x =年

公共施設用水、工業用水については大きな増減が見られないため、過去の実績の平均値とする。

表 3-2.14 各種用水の推計

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2020
民間企業用水	17,455	17,736	18,016	18,297	18,577	18,858	19,138	20,541
公共施設用水	11,730	11,730	11,730	11,730	11,730	11,730	11,730	11,730
工業用水	10,580	10,580	10,580	10,580	10,580	10,580	10,580	10,580

単位：m³/日

出典：USUG 及び JICA 調査団

iii) 有収率の推計

有収率は、USUG 等の漏水対策の推進により無収水量が低下するものと考え、本計画においては、2008年の有収率(83.94%)の実績値と、UBMPSにおける2020年の計画値85%により、中間年は直線補間する。以下に計画有収率を示す。

表 3-2.15 有収率

単位：%

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2020
有収率	83.91	84.06	84.22	84.38	84.53	84.69	84.84	85.00

* 2008年の実績値(83.75%)とM/Pにおける2020年の計画値(85.0%)で途中年を直線補間する。

出典：USUG 及び JICA 調査団

iv) 負荷率の推計

負荷率は、水道施設の安全で安定的な運転を考慮し、過去5年間の平均値(84.32%)を採用する。

表 3-2.16 負荷率

単位：%

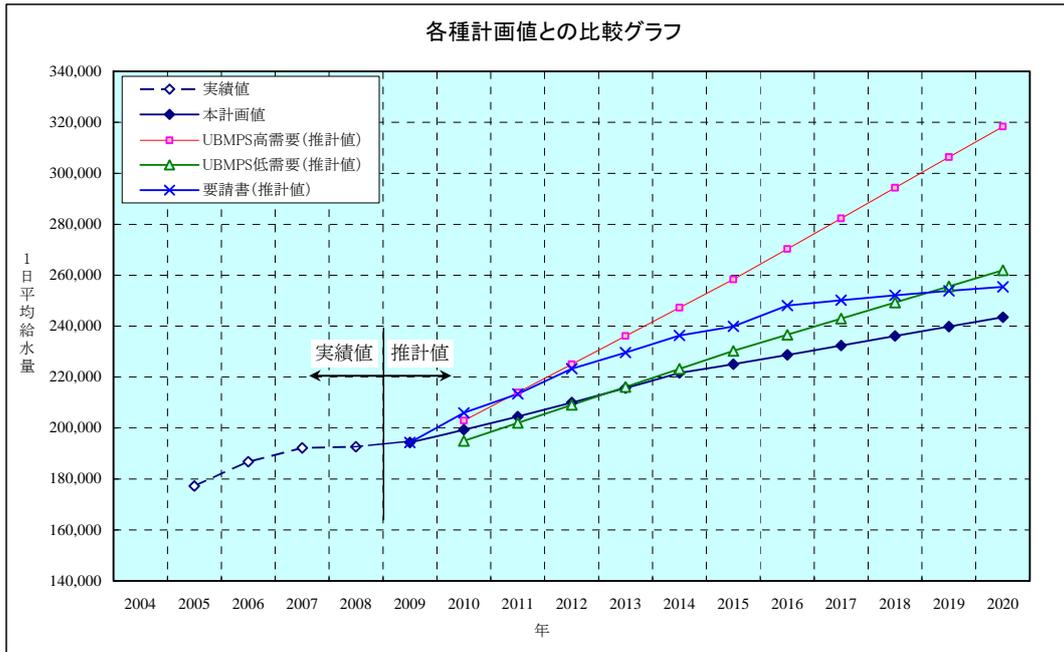
年	2004	2005	2006	2007	2008	平均値
負荷率	84.15	86.03	86.52	81.14	83.75	84.32

出典：USUG 及び JICA 調査団

3) 将来的な水需要の見通し

上記を踏まえ、アパート地区及びゲル地区における使用水量(生活用水)に、民間企業用水、公共施設用水及び工業用水を加えた1日平均給水量の実績値及び計画値(本計画、要請値、UBMPS:高需要・低需要)を以下に示す

UBMPSにおける計画値と今回の計画値を比較すると、2010年においてはUBMPSの高需要予測と低需要予測の中間値を示し、2013年以降はUBMPSの低需要予測を下回っている。



- *1 要請書の数値は、要請書に記載されている1日平均給水量の推計値である。
- *2 UBMPSの数値は、2010年以降は計画値であり、途中年はグラフ作成時に直線的に補間している。
- *3 本計画値は、2008年までは調査値である。これ以降は計画値であり、途中年はグラフ作成時に直線的に補間している。
- *4 UBMPSの2007年の数値は、データが一部欠落している可能性がある。

出典：USUG 及び JICA 調査団

図 3-2.2 将来的な水需要量の見通し

上図の根拠となる給水人口・給水量の実績及び推計を表3-2.17に示す。

表 3-2.17 給水人口・給水量の実績及び推計表

項目	年	単位	実績値								推計値							
			2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2020			
行政区内人口 (ウランバートル市全体)		人	915,531	952,410	987,192	1,025,174	1,067,472	1,120,336	1,173,200	1,203,580	1,233,960	1,264,340	1,294,720	1,325,100	1,537,800			
給水区域内人口 (バガビガイ、バガヌールを除く)		人	861,510	896,844	930,337	967,189	1,008,738	1,042,364	1,078,844	1,115,324	1,151,804	1,188,284	1,224,764	1,261,245	(1,458,408)			
現在給水人口																		
【アパート地区】																		
アパート (アパート地区の1戸建を含む)		人	465,571	476,173	487,760	489,429	504,674	512,160	521,306	530,452	539,599	548,745	557,891	567,037	612,768			
【ゲル地区】																		
1戸建 (ゲル地区：インフラ接続)		人	7,570	7,743	7,931	7,958	8,206	8,328	8,476	8,625	8,774	8,923	9,071	9,220	9,963			
簡易住宅 (ゲル地区：インフラ未接続)		人	327,700	364,200	387,364	427,379	454,486	279,195	297,345	315,494	333,644	351,794	369,944	388,094	478,843			
ゲル、簡易住宅 (インフラなし)		人						208,056	221,581	235,107	248,632	262,158	275,683	289,208	356,834			
計		人	800,841	848,116	883,055	924,766	967,366	1,007,739	1,048,708	1,089,678	1,130,649	1,171,620	1,212,589	1,253,559	1,458,408			
給水戸数 (4.3~4.5人/戸)		戸	177,965	192,754	200,694	210,174	224,969	234,358	243,886	253,413	262,942	272,470	281,997	291,525	339,165			
給水原単位		ℓ/人/日																
1戸建 (アパート地区1戸建含む)		ℓ/人/日	204	190	206	234	232	230	230	230	230	230	230	230	230			
1戸建 (インフラ接続)		ℓ/人/日																
簡易住宅 (インフラ未接続)		ℓ/人/日	6.6	7.4	8.1	7.2	6.8	7.4	10.9	14.4	18.0	21.5	25.0	25.0	25.0			
ゲル、簡易住宅 (インフラ無)		ℓ/人/日																
給水普及率		%	93.0%	94.6%	94.9%	95.6%	95.9%	96.7%	97.2%	97.7%	98.2%	98.6%	99.0%	99.4%	100.0%			
(有収水量)																		
【アパート地区】																		
アパート (アパート地区1戸建含む)		1日当たり使用水量 m ³ /日	94,920	90,506	100,578	114,743	116,884	117,797	119,900	122,004	124,108	126,211	128,315	130,419	140,937			
【ゲル地区】																		
1戸建 (インフラ接続)		1日当たり使用水量 m ³ /日	1,543	1,472	1,635	1,866	1,901	1,915	1,949	1,984	2,018	2,052	2,086	2,121	2,291			
簡易住宅 (インフラ未接続)		1日当たり使用水量 m ³ /日	2,175	2,686	3,140	3,076	3,112	3,606	3,241	4,543	6,006	7,564	9,249	9,702	11,971			
ゲル、簡易住宅 (インフラ無)		1日当たり使用水量 m ³ /日							2,415	3,386	4,475	5,636	6,892	7,230	8,921			
小計		m ³ /日	98,638	94,664	105,353	119,685	121,897	123,318	127,505	131,917	136,607	141,463	146,542	149,472	164,120			
民間企業		1日当たり使用水量 m ³ /日	—	18,147	14,508	15,663	18,697	17,455	17,736	18,016	18,297	18,577	18,858	19,138	20,541			
公共施設		1日当たり使用水量 m ³ /日	—	14,523	10,616	10,759	11,477	11,730	11,730	11,730	11,730	11,730	11,730	11,730	11,730			
工場		1日当たり使用水量 m ³ /日	—	11,811	11,681	9,211	9,617	10,580	10,580	10,580	10,580	10,580	10,580	10,580	10,580			
小計		m ³ /日	—	44,481	36,805	35,633	39,791	39,765	40,046	40,326	40,607	40,887	41,168	41,448	42,851			
計		m ³ /日	—	139,145	142,158	155,318	161,688	163,083	167,551	172,243	177,214	182,350	187,710	190,920	206,971			
無収水量 (公共用水、漏水等)		m ³ /日	41,096	38,082	44,658	36,849	30,932	31,272	31,772	32,273	32,805	33,372	33,934	34,115	36,524			
1日平均給水量		m ³ /日	—	177,227	186,816	192,167	192,620	194,355	199,323	204,516	210,019	215,722	221,644	225,035	243,495			
1日最大給水量		m ³ /日	—	206,006	215,922	236,834	229,994	230,497	236,389	242,547	249,074	255,837	262,861	266,882	288,775			
有収率		%	—	78.51	76.10	80.82	83.94	83.91	84.06	84.22	84.38	84.53	84.69	84.84	85.00			
負荷率		%	84.15	86.03	86.52	81.14	83.75	84.32	84.32	84.32	84.32	84.32	84.32	84.32	84.32			

出典：USUG 及び JICA 調査団

(5) 目標年次

無償資金協力の緊急性を前提とし、現時点での工事工程から見て水道施設が完成し、最も早く施設の供用開始が可能となる 2014 年を目標年次とする。

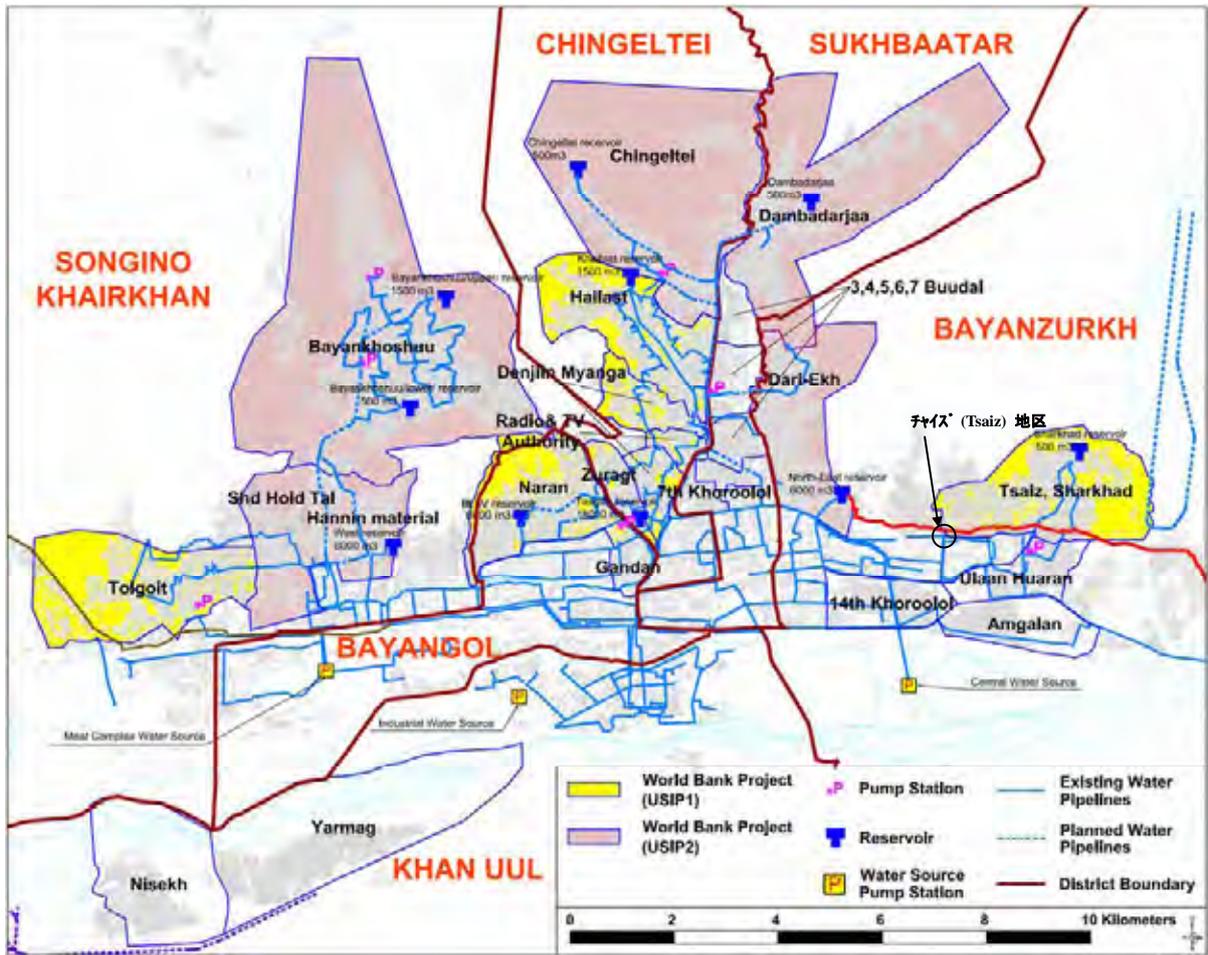
(6) 計画開発水量

本事業における計画取水量（水源開発水量）は、2014 年における 1 日最大給水量 $262,861 \text{ m}^3/\text{日}$ と現有給水施設能力 $240,000 \text{ m}^3/\text{日}$ の差に相当する水量（ $22,861 \text{ m}^3/\text{日}$ ）に、給水量が増加することに伴い配水圧が上昇することから、漏水が一時的に増加する可能性を考慮し、10%程度を不明水量として $2,286 \text{ m}^3/\text{日}$ （ $22,861 \text{ m}^3/\text{日} \times 10\% = 2,286 \text{ m}^3/\text{日}$ ）を加算し、 $25,200 \text{ m}^3/\text{日}$ とする。

(7) 裨益人口

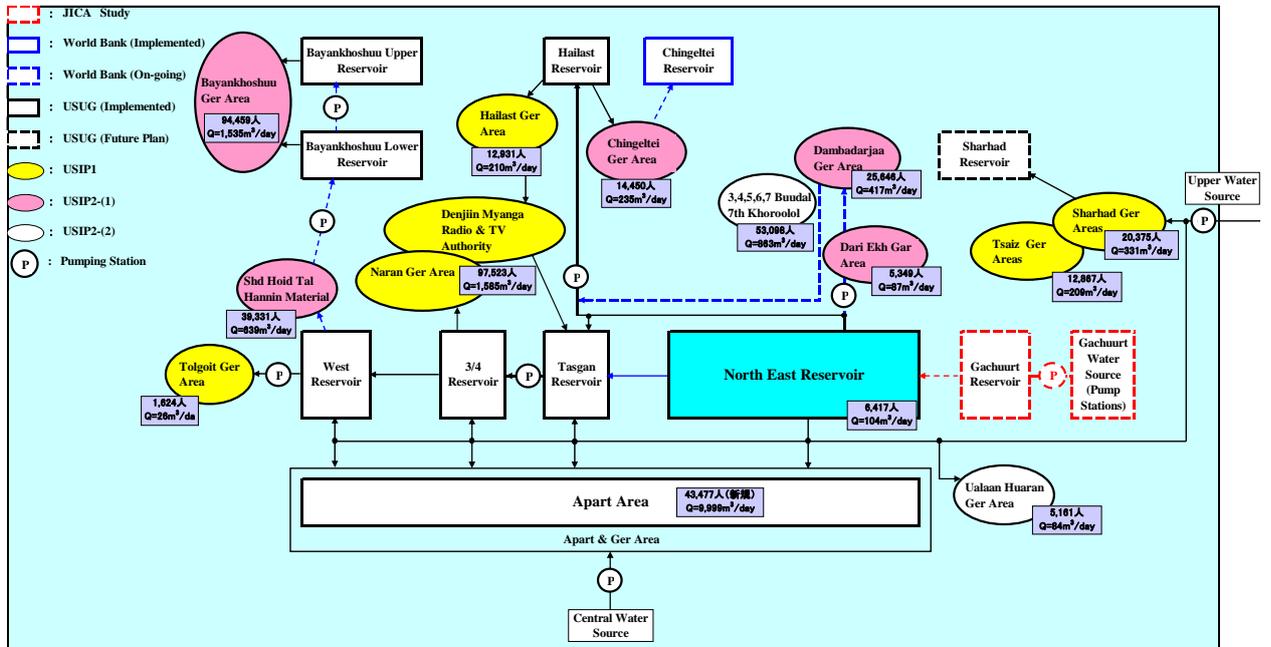
ガチョルト地域における新規開発水は、次図に示したように北東配水池を經由してダリ・エフ地区、ダンバダルジャア地区及びチンゲルテイ地区の 3 地区に対し、目標年次の 2014 年には 45,000 人に給水される予定である。さらに、タスガン配水池、3/4 配水池等を經由して周辺の 13 ゲル地区に対して 2014 年の推定人口 345,000 人へ給水できるため、全体的にはゲル地区の約 39 万人（USIP 1 と USIP 2 の合計）への給水が可能となる。

またゲル地区への給水と同時に、水量が不足し断・減水の恐れがあるアパート地区への給水も併せて行い、これらの地区の供給状況の改善を図る。アパート地区への給水については、約 4.35 万人への供給が可能となる。



出典：IBRD 及び JICA 調査団編集

図 3-2.3 給水計画図



出典：IBRD 及び JICA 調査団編集

図 3-2.4 北東配水池からゲル地区への配水系統図

表 3-2.18 プロジェクトの裨益ゲル地区人口一覧表

WB 実施済み (USIP 1)	推定人口		WB 現行計画及び 将来予定 (USIP 2)	推定人口	
	2009	2014		2009	2014
ゲル地区名			ゲル地区名		
ハイラスト	9,759	12,931	チンゲルテイ	10,905	14,450
デンジイン・ミャンガ	50,954	67,516	ダンパダルジャア	19,355	25,646
ラジオ & TV オーソリ ティー/ナラン・ズラグト	22,646	30,007	ダリ・エフ	4,037	5,349
			小計	34,297	45,445
北東配水池周辺	4,843	6,417	バヤンホシュウ	71,288	94,459
チャイズ	9,711	12,867	シ・ホイド・タル	5,000	6,625
シャルハッド	15,377	20,375	ハニルン・マテリアル	24,683	32,706
トルゴイト	1,226	1,624	3,4,5,6,7 ブーダル	10,893	14,434
			第7ホローロール	29,180	38,665
			ウラーアン・フラン	3,895	5,161
合計	114,516	151,738	合計	179,236	237,495

出典：USUG

今回のプロジェクトの実施による 2014～2020 年までの裨益人口と給水量の推計は下表の通りである。プロジェクト実施以前、裨益ゲル地区は、給水キオスクによるサービス地区で、給水原単位は 2009 年に 7.4 ㍉/人/日、2010 年に 10.9 ㍉/人/日と推計されている。一方、2011 年にはウランバートル市全体で 1 日最大給水量の推計値が 242,547 m³/日に達し、現有給水施設能力 240,000 m³/日を超過するものと予測されている。従って、2011 年以降、プロジェクト実施により施設が供用開始されると考えられる 2014 年より前は、裨益ゲル地区についても給水量が限界を迎えるものと考えられる。このため、人口増加に応じて給水原単位は下降を続け 2013 年には 9.2 ㍉/人/日まで低下するものと予測される。2014 年のプロジェクトの供用により、2013 年時点での人口数に対しては計画給水原単位の差分 15.8 ㍉/人/日(=25-9.2)を給水し、人口増加分については、計画給水原単位 25 ㍉/人/日を給水するものとする。プロジェクトによる開発水量は、ゲル地区を優先して給水を行い、余裕分については、アパート地区へ給水を行うこととする。この結果、アパート地区の計画給水原単位 230 ㍉/人/日に対し、2014 年には 4.35 万人への給水が可能になる。

表 3-2.19 プロジェクトの裨益人口と給水量の推計

項目	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
裨益ゲル地区人口	293,752	312,848	331,944	351,040	370,137	389,233	408,329	427,425	446,521	465,618	484,714	503,810
1 日最大給水量 (m ³ /日)	3,073	4,811	4,802	4,793	4,784	22,861	22,861	22,861	22,861	22,861	22,861	22,861
1 日平均給水量 (m ³ /日)	2,591	4,057	4,049	4,041	4,034	19,276	19,276	19,276	19,276	19,276	19,276	19,276
1 日平均有収水量 (m ³ /日)	2,174	3,410	3,410	3,410	3,410	16,325	16,354	16,360	16,365	16,371	16,377	16,385
裨益ゲル地区 1 日平均有収水量 (m ³ /日)	2,174	3,410	3,410	3,410	3,410	6,326	6,803	7,280	7,758	8,235	8,713	9,190
アパート地区 1 日平均有収水量 (m ³ /日)	0	0	0	0	0	9,999	9,551	9,080	8,607	8,136	7,664	7,195
アパート地区給水人口	0	0	0	0	0	43,500	41,500	39,500	37,400	35,400	33,300	31,300
裨益ゲル地区給水原単位 (㍉/人/日)	7.4	10.9	10.3	9.7	9.2	25	25	25	25	25	25	25
アパート地区給水原単位 (㍉/人/日)	-	-	-	-	-	230	230	230	230	230	230	230
有収率 (%)	83.91	84.06	84.22	84.38	84.53	84.69	84.84	84.87	84.90	84.93	84.96	85.00
負荷率 (%)	84.32	84.32	84.32	84.32	84.32	84.32	84.32	84.32	84.32	84.32	84.32	84.32

出典：JICA 調査団

3-2-2-2 水源開発計画

(1) 水源地の開発に係る妥当性

- 1) 本プロジェクトの水源は、ウランバートル市を東西に横断するトーラ川の市街地上流部にあたるガチョルト地域において、河川敷に取水井戸を建設して地下水（伏流水）を取水するものであり、開発調査「ウランバートル市水供給計画調査」（1993～1995年）において調査がなされている。その中で、既存水源の開発余力の検討、代替水源の検討が行われている。その結果、既存水源の開発余力は少なく、代替水源ではウランバートル市の上流に位置し近距離のガチョルト水源が有利であると結論付けられている。

表 3-2.20 各水源の開発余力と代替水源

水源	水源ポテンシャル (m ³ /日)	1995年時点の 既開発水量 (m ³ /日)	2009年時点の 既開発水量 (m ³ /日)	2009年時点の開発余力 (m ³ /日)
上流水源	90,000	24,000	90,000 井戸:55本	0: Phase II ^{*1} ; 2003-2006で増設
中央水源	114,300	97,000	110,000 井戸:93本	0: Phase I ^{*2} ; 1996-1998で増設 残りの4,300 m ³ /日は、上流端部が農地、宅地に開放されており開発不可能となった。
工業水源	25,000	25,000	25,000 井戸:16本	0: 火力発電所 80,000 m ³ /日は除く
精肉工場水源	15,000	15,000	15,000 井戸:11本	0
ガチョルト水源	40,000以下	0	0	40,000以下
計	284,300以下	161,000	240,000 m ³ /日 井戸合計:175本	40,000以下

出典：JICA1995MP及びJICA調査団

*1: ウランバートル市給水施設改善計画（日本の無償資金協力）

*2: ウランバートル市給水施設改修計画（日本の無償資金協力）

さらに、UBMPSでもガチョルト地域の水資源開発が最優先プロジェクトとされている。以上の点から、本プロジェクトの水源としてガチョルト水源を開発することは妥当である。

- 2) 本水源地域一帯は2009年3月に、「ウランバートル市2009～2012年活動計画」の上位計画制定に伴い、自然環境観光大臣/保健大臣51/75号共同政令「水源地帯における特別保護地域、保護地域の決定、水供給における衛生区域の決定及び活動規定について」によって水源確保の為、乱開発を防ぐ目的で水源保護地区に指定されており、河床氾濫原には永久構造物、私有井戸は存在しない。
- 3) 本水源地点での地下水涵養量と下流への影響

地下水涵養量・率は、ウランバートル市中心市街地南部のザイサン橋地点での水収支、モンゴル国アルタイ市での水収支の事例から地下水涵養率を9%（添付資料7(1)地下水涵養量の決定参照）として以下ようになる。

流域面積：5,332 km²

年平均降水量：378 mm/年 (237 x 3.8% + 323 x 73.3% + 577 x 22.9%) 下表3-2.22参照

地下水涵養量＝流域面積 x 降水量 x 地下水涵養率

$$=5,332,000,000 \text{ (m}^2\text{)} \times 0.378 \text{ (m/year)} \times 0.09$$

$$=181,394,640 \text{ (m}^3\text{/年)}=496,972 \text{ (m}^3\text{/日)}$$

地下水涵養量は 181 百万 m³/年、496,972 m³/日 と推定される。

上流水源の既開発水量は、90,000 m³/日 なので地下水涵養量から既開発量を差引いたガチョルト地点での地下水開発余力は約 407,000 m³/日 あり、今回の開発予定水量の約 25,000 m³/日 に対しては十分な開発余力がある。

$$\text{水収支} = 496,972 - 90,000 = 406,972 \text{ (m}^3\text{/日)}$$

全ての水源に対する開発水量 (320,000+25,200) に対して、地下水の涵養量は約 152,000 m³/日 残っており、環境負荷は生じない。

$$\text{全体水収支} = 496,972 - (320,000 + 25,200) = 151,772 \text{ (m}^3\text{/日)}$$

表 3-2.21 既存水源と既開発水量(2009年8月時点)

水源	井戸数 (本)	設備能力 (m ³ /日)
上流水源	55	90,000
中央水源	93	110,000
工業水源	16	25,000
精肉工場水源	11	15,000
USUG 水源 計	175	240,000
火力発電所 2,3,4	30	80,000
総合計		320,000

出典：JICA 調査団

表 3-2.22 ガチョルト流域の小流域面積と標高別降水量(単位:km²)

小流域	標高別			合計
	1,500m 以下	1,500-2,000m	2,000m 以上	
Upper Tuul Sub-basin	0	2,114	626	2,740
Tererj Sub-basin	0	797	542	1,339
Middle Sub-basin	200	1,000	53	1,318
合計	200	3,911	1,221	5,332
割合	3.8%	73.3%	22.9%	100%
推定平均年間降水量	237 mm	323 mm	577 mm ^{*1}	377.9 mm

*1: 降水量と標高の関係は次式で与えられる：降雨量=0.3583 x 高度 - 228.83 (添付資料 7(1) 参照)
従って代表高度 2,250m として、P=0.3583 x 2,250 - 228.83=577.345 mm となる。

出典：JICA 調査団

4) 水質

過去の水質分析結果

水源地付近のトーラ川、ガチョルト村の井戸の水質分析が 2006 年に実施されている。トーラ川の水質が河川水質環境基準値のみならず飲料水基準まで満たすこと、ガチョルト村の井戸が飲料水基準を満たすことから推定して、トーラ川の上流約 10 km に合流するナライハ地区の下水がガチョルト水源に及ぼす影響はないと判断される。ただし、地下水の水質分析の結果大腸菌群が測定されたので、地下水を利用する場合、塩素消毒は必要である。

表 3-2.23 ガチョルト水源地周辺の水質分析結果 (2006年5月実施)

	pH	EC	Cl	NH ₄	NO ₂	NO ₃	Fe	COD	大腸菌	一般細菌	濁度	SS	BOD	PO ₄
単位	-	μS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	-	群/ml	-	mg/l	mg/l	mg/l
井戸 ^{*1}	7.2	356	9.5	0.001	0	1.4	0	0.8	0	>100	-	-	-	-
飲料水基準値	6.5-8.5	-	350	1.5	1	50	0.3	-	0	100	-	-	-	-
トーラ川 ^{*2}	7.1	116	4.5	0.053	0.004	0.2	0.006	2.4	114	>100	-	-	-	-
ナライハ排水路 ^{*3}	7.3	348	18.9	12.9	-	-	-	48.9	>100	>100	6.7	320	16.0	0.67
河川水質基準値(自然環境)	6.5-8.5	-	-	-	-	-	-	-	50	-	-	25	1	-

注) *1 井戸：ガチョルト村内の井戸、*2 トーラ川：水源地の河川水、

*3 ナライハ排水路：排水路がトーラ川に合流する直前の地点 (2地点より約10km上流)

出典：USUG

ナライハの流入下水と処理後の水質は次表のように報告されている。

表 3-2.24 ナライハ下水処理場への流入下水と処理後の下水水質

水質項目	流入下水の水質	処理後の下水水質
単位	mg/l	mg/l
BOD	120	64
SS	49-68	20

出典：「ガチョルト地域水源開発計画報告書」2006年

ナライハ処理場で処理された下水は、例えば BOD が 64 mg/l から開水路を約 7 km 流下して自然曝気した結果 16 mg/l に減少してトーラ川に合流する。SS が大きくなっているのはサンプリング時の土壌の混入が原因であると推定される。その結果は、トーラ川の水質が河川水質環境基準値のみならず飲料水基準まで満たすこと、ガチョルト村の井戸が飲料水基準を満たすことから推定して、ナライハ市の下水がガチョルト水源に及ぼす影響はないと判断される。ただし、地下水を利用する場合、大腸菌群数は 100 群/ml の基準値を上回っているため、塩素消毒は必要である。河川水を利用する場合も、飲料水基準と比較すると大腸菌群数及び一般細菌群数が上回っているのみであり清浄な水と言える。

今回の水質分析結果

また、今回のガチョルト水源で実施した試掘調査時の揚水試験時に採水した地下水に対して、飲料水としての適合性判定のため水質分析を実施した。試掘井戸位置は図3-2.6に示した。

モンゴルの水道水質基準 (MNS900-2005) に準じ、30項目の水質検査を行った。なお、本水源地より上流の流域内に農薬を使う大規模農場、鉱山・精錬所等は存在しないので、モンゴル国の水質基準に指示されていない農薬、有機化合物は分析していない。

水質分析項目と試掘井戸 4 箇所から採水した水質分析結果を表3-2.25に示す。なお、水銀についてはモンゴル国 Central Geological Laboratory が所有する機材の測定限界以内の数値で具体的な数値ではない。

本水源地の地下水は、大腸菌及び一般細菌はモンゴル国水道法水質基準を超えるがその他の項目は基準以内である。従って本水源地の地下水を飲料水として利用する場合には、塩

素消毒すれば、問題はない。

表 3-2.25 水質分析結果

No.	要素	単位	G-1	G-2	G-3	G-4	水道水質基準
1	濁度	NTU	0.08	0.21	-	-	5
2	酸度 pH		6.33	7.05	6.65	6.95	6.5-8.5
3	導電率	micro-S/cm	0.18	0.08	0.15	0.07	-
4	塩化物	mg/l	10.28	6.74	27.65	6.74	350
5	硫酸塩	mg/l	7.41	8.23	13.99	14.81	500
6	シリカ	mg/l	0.83	0.82	0.55	0.46	-
7	カルシウム	mg/l	10.02	12.02	10.02	18.04	100
8	マグネシウム	mg/l	1.85	1.80	5.47	<0.50	30
9	ナトリウム	mg/l	10.69	8.96	7.90	2.09	200
10	カリウム	mg/l	0.01	0.02	3.06	0.74	-
11	アルミニウム	mg/l	<0.025	<0.025	0.032	<0.025	0.5
12	総硬度	mg/l	35.0	37.5	47.5	45.0	350
13	乾燥残渣	mg/l	68.4	74.0	96	68	1000
14	硝酸	mg/l	0.62	1.12	0.01	0.01	50
15	亜硝酸塩	mg/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	1.0
16	アンモニウム	mg/l	0.70	0.70	4.50	0.70	1.5
17	鉄	mg/l	<0.03	<0.03	0.09		0.3
18	マンガン	mg/l	0	0.01	0.01	<0.01	0.1
19	銅	mg/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	1
20	亜鉛	mg/l	0.02	<0.01	0.02	0.01	5
21	銀	mg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.05
22	砒素	mg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.05
23	カドミウム	mg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.01
24	シアン化合物	mg/l	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.01
25	クロム	mg/l	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0.05
26	水銀	mg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	(0.0005)
27	モリブデン	mg/l	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.25
28	鉛	mg/l	<0.01	<0.01	<0.05	<0.05	0.03
29	大腸菌群	Nos./100ml	70	55	23	49	検出されないこと
30	一般細菌	Nos./ml	0	0	110	240	20

イタリック体はモンゴル国水道法に水質基準がない項目である。
カッコ内は参考として日本の基準を示した。

出典：JICA 調査団

5) ダム計画の影響

トーラ川には 1970 年代からロシアがダムを計画しておりその計画地点を図3-2.5に示す。USUG によると、具体的な検討は進んでおらず将来の水源としての計画に入っていない。ガチョルトの次の水源はヤルマグ地区の大口径井戸を計画している。現在、水庁 (Water Authority) が水理検討を実施している段階で設計段階には至っていない。

それぞれのダムが建設された場合のガチョルト水源の残流域面積と地下水涵養量を次表にまとめた。開発余力は、地下水涵養量から既開発の上流水源の 90,000 m³/日を差引いたものである。

表 3-2.26 ダム計画による集水域とガチョルト地点の地下水涵養量の変化

ダム位置 No.	ダム集水面積	残流域面積	地下水涵養量	開発余力	課題
	(km ²)	(km ²)	(m ³ /day)	(m ³ /day)	
Dam1	1,560	3,772	351,385	261,385	なし
Dam2	2,541	2,791	259,999	169,999	涵養量小
Dam3	817	4,515	420,600	330,600	環境
Dam4	1,150	4,182	389,579	299,579	環境
Dam5	4,079	1,253	116,724	26,725	涵養量小
ダム無し	5,332	5,332	496,972	409,972	

出典：JICA 調査団

Dam1: $Q_1 = 3,772,000,000$ (流域面積) $\times 0.3778$ (年平均降水量) $\times 0.09$ (地下水涵養量)
 $= 128,255,544$ (m³/year) $= 351,385$ (m³/day)

Dam2: $Q_2 = 2,791,000,000 \times 0.3778 \times 0.09 = 94,899,582$ (m³/year) $= 259,999$ (m³/day)

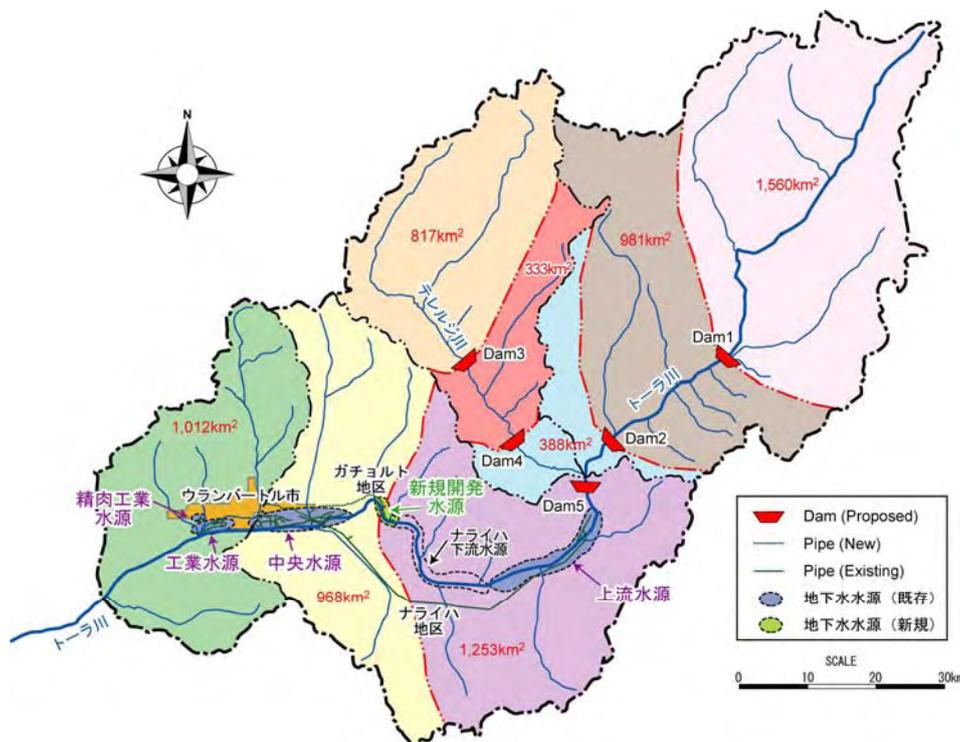
Dam3: $Q_3 = 4,515,000,000 \times 0.3778 \times 0.09 = 153,519,030$ (m³/year) $= 420,600$ (m³/day)

Dam4: $Q_4 = 4,182,000,000 \times 0.3778 \times 0.09 = 142,196,364$ (m³/year) $= 389,579$ (m³/day)

Dam5: $Q_5 = 1,253,000,000 \times 0.3778 \times 0.09 = 42,604,506$ (m³/year) $= 116,724$ (m³/day)

最下流地点の Dam5 が建設された場合には、開発余力が 26,725 m³/日しかなくここから今回のガチョルト水源開発 25,200 m³/日を開発することになるので、Dam5 は地下水の涵養が不足することになり課題が残る。

水源地下流のザイサン橋下流で流域面積が 6,300 km² あり約 1000 km² の追加残流域がありこの地下水涵養量は約 79,643 m³/日なので、その他のダム計画は、中央水源、工業水源、精肉工場水源、火力発電所水源の既開発水源 230,000 m³/日も含めて検討すると、Dam2 は地下水涵養量 (169,999+79,643=249,642 m³/日) が不足する。Dam1、Dam3、Dam4 は開発余力の観点から既存の地下水源は利用できる。ただし、テレルジには国立公園があり、テレルジ川の Dam3 及び Dam4 は環境保全の観点から課題が残る。



出典：JICA 調査団

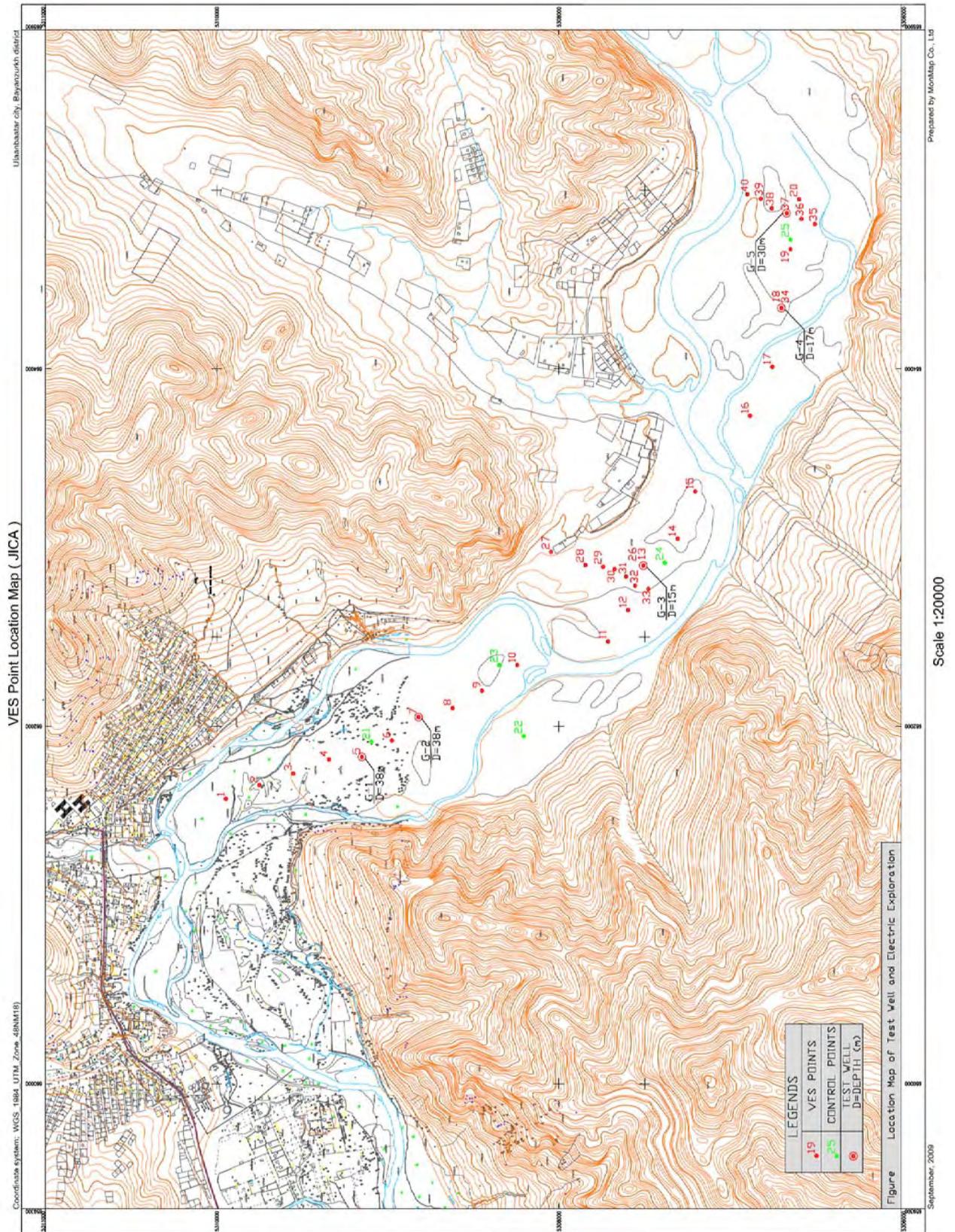
図 3-2.5 ダム計画位置図

中央水源、工業水源、精肉工場水源は水質汚染の危機に曝されるとともに、法規制にも係らず市街化が進んでいるのでこれらの地下水源を放棄して表流水に切り替えることも検討の余地がある。ダム計画は、ロシアの支援で進められているが具体的に現地調査まで進んでいない。いずれにしろ、ウランバートル市の水資源は、地下水と表流水の賦存量の把握、それらの利用方法などを検討する為にまず統合的水資源管理計画調査を早急に始める必要がある。

3-2-2-3 井戸計画

(1) 電気探査結果

垂直電気探査 (VES: Vertical Electric Survey) により、帯水層の構造を把握するために、電気探査を実施した。合計 40 測点を実施し、図3-2.6に電気探査及び試掘調査位置を示すとともに調査結果を表3-2.27に掲載した。



出典：JICA 調査団

図 3-2.6 電気探査及び試掘調査位置図

表 3-2.27 電気探査結果一覧:推定土層

VES	北緯 N	東経 E	標高 (m)	第1層の厚さ (m)	第2層の厚さ (m)	第3層の厚さ (m)	基盤岩までの深さ (m)
1	47°55' 20"	107°09' 47"	1300.16	1.0	6.5	5.0	12.5
2	47°55' 14"	107°09' 50"	1299.97	1.0	9.0	20.0	30 ?
3	47°55' 08"	107°09' 53"	1300.96	4.7	7.8	22.5	35
4	47°55' 01"	107°09' 56"	1301.03	1.3	3.0	>5.7	10 以上
5	47°54' 55"	107°09' 57"	1300.84	1.2	6.2	12.6	20 (G-1)
6	47°54' 49"	107°10' 01"	1300.93	1.2	3.1	35.7	40 ?
7	47°54' 44"	107°10' 07"	1302.23	1.2	4.8	1.0	7.5 (G-2)
8	47°54' 38"	107°10' 09"	1302.29	1.2	2.9	8.4	12.5
9	47°54' 32"	107°10' 14"	1303.45	1.9	8.1	10.0	20
10	47°54' 25"	107°10' 20"	1303.80	1.9	2.6	4.5	9
11	47°54' 08"	107°10' 26"	1305.24	1.1	6.4	0	7.5
12	47°54' 04"	107°10' 34"	1305.47	1.1	1.8	4.6	7.5
13	47°54' 01"	107°10' 46"	1305.68	1.3	3.7	5.0	10 (G-3)
14	47°53' 54"	107°10' 53"	1306.42	1.2	1.7	6.1	9
15	47°53' 51"	107°11' 06"	1307.53	1.2	4.8	3.0	9
16	47°53' 40"	107°11' 26"	1307.51	1.2	3.8	7.5	12.5
17	47°53' 35"	107°11' 39"	1308.36	1.2	1.7	3.1	6
18	47°53' 33"	107°11' 54"	1308.99	1.2	4.8	3.0	9 (G-4)
19	47°53' 31"	107°12' 10"	1310.20	1.2	2.8	21.0	25
20	47°53' 29"	107°12' 24"	1309.70	1.2	2.8	4.0	8
21	47°54' 53"	107°10' 01"	1300.90	1.2	6.3	5.0	12.5
22	47°54' 24"	107°10' 01"	1303.17	1.2	6.3	7.5	15
23	47°54' 28"	107°10' 20"	1303.92	1.2	11.3	12.5	25
24	47°53' 57"	107°10' 47"	1305.94	3.0	4.5	7.5	15
25	47°53' 31"	107°12' 13"	1310.39	1.2	2.8	2	6
26	47°54' 04"	107°10' 46"	1334	1.0	3.5	4.0	8.5
27	47°53' 59"	107°10' 41"	1335	0.7	4.3	0	5
28	47°54' 02"	107°10' 42"	1336	1.0	1.0	3.5	5.5
29	47°54' 08"	107°10' 44"	1335	1.5	3.5	1.2	6
30	47°54' 08"	107°10' 46"	1337	0.5	5.5	0	6
31	47°54' 12"	107°10' 47"	1338	1.0	5.2	0	6
32	47°54' 14"	107°10' 49"	1335	0.8	4.8	0	5.6
33	47°54' 17"	107°10' 50"	1343	1.0	2.5	0	3.5
34	47°53' 33"	107°11' 55"	-	1.2	4.8	3.0	9 (G-4)
35	47°53' 24"	107°12' 09"	-	1.5	6.5	5.0	13
36	47°53' 27"	107°12' 13"	-	0	8.5	4.5	13
37	47°53' 29"	107°12' 14"	-	3.0	6.0	0	9: 断層破碎帯
38	47°53' 32"	107°12' 17"	-	3.5	6.5	6.0	16
39	47°53' 35"	107°12' 20"	-	2.5	9.5	10.5	22.5
40	47°53' 38"	107°12' 22"	-	5.0	6.5	0	11.5
平均				1.5	5.0	5.0	11.5-12.8

出典：JICA 調査団

比抵抗層は以下の4層に区分される。

第1層：表層の0.5～1mは一部植物根あるいは腐食物混じりの砂礫層で層厚は1m前後が一般的であるが上流側の測点VES37～40で厚いと測定されている。地下水位はこの層の地表面下1～1.5mに分布している。平均的な層厚は約1.5mである。

第2層：砂礫層で透水性が高く良好な帯水層である。平均的な層厚は約5.0mである。

第3層：粘土、礫混じりの砂層で第2層には劣るが帯水層になり得る。場所によっては、旧滑走斜面に堆積した粘土層がレンズ状に分布する可能性がある。平均的な層厚は約5.0mである。

基盤岩：古生代石炭紀の砂岩及び粘板岩より構成される。基盤岩までの深さは浅い部分で6m、深い部分は35m、平均的には約12mと推定される。

帯水層：ガチョルト水源の帯水層は第2層と第3層とあわせた層とする。帯水層の平均的な層厚は約10mである。

(2) 地下水揚水試験結果

電気探査を実施後、試掘調査を5箇所実施した。調査位置は電気探査位置とともに図3-2.6に示した。その試掘調査で揚水試験を実施しその結果を次表にまとめた。

表 3-2.28 試掘と揚水試験結果（一定量揚水試験）

試掘井戸番号	掘削深度 (m)	基盤深度 (-m)	帯水層厚 M (m)	静水位 (GL-m)	動水位 (GL-m)	水位降下量 (m)	揚水量 Q (m ³ /日)	単位水位降下量 Δs (m)	透水量係数 T (m ² /day)	透水係数 k (cm/sec)
G-1	38	20.0	19.00	1.00	2.64	-1.64	1,617	0.12	2,466	1.5x10 ⁻¹
G-2	38	7.5	6.35	1.15	5.05	-3.90	916	0.26	645	1.2x10 ⁻¹
G-3	15	10.0	8.55	1.45	2.30	-0.85	2,304	0.06	7,027	9.5x10 ⁻¹
G-4	17	9.0	7.65	1.35	5.44	-3.09	1,506	0.41	626	9.5x10 ⁻²
G-5	30	10.0	7.81	2.19	5.50	-3.31	1,088	0.14	1,531	2.3x10 ⁻¹
平均値	-	-	-	-	-	-	1,404	-	1,541	-

出典：JICA 調査団

Δs ：単位水位降下量 (m)
 Qの平均値は最大値とG-2の値を除いた値
 Tの平均値は最大値とG-2の値を除いた値
 G-2に関しては、乱流が発生したと思われる。

解析方法：ヤコブの直線法

$$T = \frac{0.183Q}{\Delta s} \quad K = \frac{T}{M}$$

揚水試験の結果から、1本の井戸からの揚水は約920 m³/日～2,300 m³/日が可能である。平均的には1,400 m³/日となった。しかし、動水位は-0.85m～-3.3mと変化しており場所によっては、多量な揚水は環境負荷が大きいことが予測される。また、透水量係数は626～7,027 m²/日と変化している。平均値は、最大値を除いて1,500 m²/日とする。

(3) 生産井戸本数及び揚水量の検討

揚水試験の結果から生産井戸の揚水量と干渉量を検討する為の井戸の設置間隔を検証して生産井戸の揚水計画を立案する。なお、「Water Authorityの勧告：動水位を2m以上低下させない」を遵守する。

今回の試掘は5本しかなく広い水源地（長さ約3 km、幅約1 km）から見て少ないので、得られた透水量係数を安全側に20%の余裕をみて1,200 m²/日とする。

表 3-2.29 井戸水位低下量の試算

井戸間隔 (m)	井戸本数	揚水量	水位低下量	干渉低下量	合計低下量
記号		Q	Δh	Δs	H
単位	本	m ³ /day/well	-m	-m	-m
200	30 (15本 x 2列)	840	0.89	0.31	1.20
300	20 (10本 x 2列)	1,260	1.37	0.39	1.76
333	18 (9本 x 2列)	1,400	1.53	0.43	1.96
400	14 (7本 x 2列)	1,800	2.00	0.49	2.49
500	12 (6本 x 2列)	2,100	2.36	0.51	2.87

出典：JICA 調査団

合計取水量: 25,200 m³/日、井戸本数の例：3000m/300m=10本 x 2列=20本

貯留係数 $S=0.1$ (0.1~0.15 の範囲で安全側の 0.1 を採用する。)
 雨量：P 市内の平均値約 240 mm を採用した。揚水時間： $t=1$ 年間 (365 日)
 井戸間隔： r (m)

井戸 20 本、300m 間隔の計算例

$$\Delta h = \frac{2.3Q}{2\pi T} \log \frac{re}{rw} = 1.37 \quad \Rightarrow \text{揚水による井戸の水位低下量}$$

$$\Delta S = \frac{0.183Q}{T} \log \frac{2.25Tt}{r^2 S} = 0.39 \quad \Rightarrow \text{ヤコブの修正非平衡式による井戸の干渉量}$$

$$re = \sqrt{\frac{Q}{\pi R}} = 782.11 \text{ (m)}$$

rw : 井戸半径 = 0.212m、 $R=240$ mm/365 日 (涵養率: $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{日}$)
 (=0.66 mm/day (日本の場合は約 1 mm/日))
 (=6.56 x 10⁻⁴ m/day)

揚水試験から得られた透水量係数から、井戸 1 本あたりの揚水量は 1,200~1,300 $\text{m}^3/\text{日}$ 程度に抑えれば井戸の水位低下量は「Water Authority の勧告」を満足する。さらに水源地の範囲 (長さ 3 km、幅最大 1 km) と開発水量から規定された井戸間隔は 300m 前後であれば井戸干渉による水位低下を加えても問題はない。

水位の低下は井戸の揚水量に大きく左右され、井戸間隔による干渉の影響は小さいので生産井戸は、上流水源を参考として本水源でも安全側の 1,200 $\text{m}^3/\text{日}/\text{本}$ を採用する。また、井戸間隔は 300m を原則とするが、揚水量を若干下げた為井戸の間隔は 250m でも可能である。この場合の水位低下量を計算すると以下ようになる。有用な物理定数を基に計算を行うと、ガチョルト水源における全体水位降下量は -1.70m となり、「Water Authority の勧告」は満足している。計算結果を表 3-2.30 に示す。

表 3-2.30 井戸の揚水量と井戸間隔

揚水量	井戸間隔	井戸水位低下量	干渉低下量	合計低下量	判定
$\text{m}^3/\text{day}/\text{本}$	m	-m	-m	-m	
1,200	250	1.30	0.40	1.70	◎: 問題なし

出典：JICA 調査団

従って、井戸は取水量 25,200 $\text{m}^3/\text{日}$ を揚水するために約 21 本、1 本当たりの揚水量 1,200 $\text{m}^3/\text{日}/\text{本}$ 、井戸間隔は最低 250m とする。

(4) 井戸の構造

1) 井戸深度

試掘調査及び電気探査の結果、基礎岩盤までの深さは場所によって異なる。電気探査の結果では、測点(VES) 3 (下流部) で約 35m、測点 5~6 で約 20~40m、測点 39 (最上流部) で約 23m、それ以外の場所では約 5m から 15m である。試掘調査の結果では試掘井戸 G-1 で 20m (測点 5)、それ以外の試掘井戸地点では約 8m から 10m である。

生産井戸の深度は基礎岩盤迄の深さによって決めることを原則とするが、生産井戸は前述

の揚水量を得る為に必要な滞水層の厚さを確保することにある。電気探査の調査結果で第 2 層（主に砂礫層）及び第 3 層（主に礫混り砂層）が滞水層であることが確認された、更に本水源地は試掘井戸における揚水試験の結果、基礎岩盤上部は割れ目が多く裂隙水が期待できるので、前述の基礎岩盤迄の深さが浅い場所（5～15m）においてはこの裂隙水も揚水することを期待して井戸深度を決める。ただし、基礎岩盤までの深度が 10m より浅い場所は生産井戸地点として極力選定しない。従って、井戸深度は以下の 2 タイプとする。

- ・ Type A: 下記以外の 19 本は、深度 20m（基礎岩盤迄の深度：10～20m、帯水層厚 10～15m）
- ・ Type B: 生産井戸¹²No.3, No.7 の 2 本は、深度 30m（基礎岩盤迄の深度：20～30m、帯水層厚 20～25m）電気探査では測点 3 付近と測点 5～6 付近。なお、測点 VES2 も付近も基盤までの深度が深いと予測されるが、解析上やや不明な点が残る。

以下に計画の生産井戸と垂直電気探査の探査位置との位置関係を示す。

表 3-2.31 生産井戸計画位置と垂直電気探査箇所との関係

生産井戸 No.	最寄の垂直電気探査箇所	基盤岩までの深さ (m)
1	VES2	30
2	VES1	12.5
3	VES3	35
4	VES4	10 以上
5	VES4	10 以上
6	VES5	20
7	VES6	40?
8	VES7	7.5
9	VES7	7.5
10	VES8	12.5
11	VES8	12.5
12	VES9	20
13	VES10	9
14	VES11	7.5
15	VES12	7.5
16	VES30	6
17	VES33	3.5
18	VES13	10
19	VES14	9
20	VES14	9
21	VES15	9

出典：JICA 調査団

上表において、計画生産井戸 No.3, No7 に関しては、特に基盤岩までの深さが深いため、この 2 本についてはタイプを分けて Type B とする。その他の 19 本の生産井戸については岩盤亀裂からの取水も考慮し、概ね基礎岩盤までの深度を 10～20m と判断し、Type A とする。なお、詳細設計の時に再度電気探査を実施し Type A と Type B の振り分けを最終決定する。

2) ケーシング径、井戸掘削径

井戸 1 本当たり 1,200 m³/日を揚水する水中ポンプ(口径 φ 100 mm)に必要な井戸仕様は、「水道施設設計指針」P106 より、揚水量 1,500 m³/日未満の場合を適用し、ケーシング径 φ

¹² 生産井戸計画位置は、図 3-2.6 及び概略設計図 A-198 参照。

250 mm（揚水管径φ100 mm）とする。掘削径は充填砂利等を考慮しφ400 mmとする。

3) ケーシングおよびスクリーンの形式と材質

ケーシングは、既設井戸と同様に鋼管を使用し、スクリーンは開口率が大きく目詰まりの少ない巻線形Vスロットスクリーン（ステンレス、目幅1.0 mm）を採用する。

4) スクリーン長の検討

スクリーン長は、帯水層厚の1/2～1/3とする。スクリーン長を必要以上に長くするとスクリーンに向かう地下水流線が大きな鉛直流となり、地下水位低下の原因となる。

- ・ Type A（帯水層厚：10m～15m）：スクリーン長 8m
- ・ Type B（帯水層厚：20m～25m）：スクリーン長 11m

なお Type B は、電気探査及び試掘調査の結果、第3層（主に礫混り砂層）が厚いので、必要な揚水量を確保するためにスクリーン長を長く設定する。

5) 地下水の流入速度の検証

井戸のスクリーンにおける地下水の流入速度は1.5 cm/sec以下とする。今回採用のスクリーン開口率を20%とすると、流入速度は以下ようになる。

スクリーン長10mで、1,200 m³/日揚水した場合。

$$V = Q/A = 1,200 / (0.25 \times 3.1416 \times 0.2 \times 10) = 764 \text{ m/日} = 0.88 \text{ cm/sec}$$

となり、1.5 cm/sec以下となる。

6) 井戸の仕様

井戸の仕様を次表に示す。

表 3-2.32 井戸仕様一覧表

井戸名称	井戸深度 (m)	井戸掘削径 (mm)	ケーシング径 (mm)	スクリーン長 (m)	タイプ
下記以外 19 本	20	400	250	8	A
No.3, No.7	30	400	250	11	B

出典：JICA 調査団

(5) 取水ポンプ

1) 取水ポンプ容量・台数

- ・ 計画取水量 : 25,200 m³/日
- ・ 井戸本数 : 21 本
- ・ 取水ポンプ容量 : ポンプ 1 台当りの容量は、 $25,200 \text{ m}^3/\text{日} \div 21 \text{ 台} = 1,200 \text{ m}^3/\text{日}$
 $= 50 \text{ m}^3/\text{h}$
 $= 0.833 \text{ m}^3/\text{min}$

2) 取水ポンプ形式および形態

- ・ 取水ポンプ形式は水中モーターポンプとする。
- ・ 当該地は寒冷地のため、配管等の凍結防止および維持管理作業の容易化を図るため、機械・電気設備を井戸ポンプ小屋内に収納する。
- ・ 電源電圧は、3相 x 10 kV x 50 Hz の配電線電圧を、夫々のポンプ小屋内に設置した変圧器により降圧し、3相 x 380V x 50 Hz とする。

3) 取水ポンプ全揚程

取水ポンプの全揚程は以下の通りとなる。

$$\begin{aligned} \text{全揚程} &= \text{実揚程} + \text{導集水管損失水頭} \\ &= (\text{ガチョルト配水池 HWL} - \text{各井戸 LLWL}) + \text{導集水管損失水頭} \\ &= \text{HWL}1,419\text{m} - (\text{EL}+1,342.40\text{m} - 5.5\text{m}) + 21\text{m} = 103.1\text{m} \text{ (最上流 No.21 井戸)} \\ &= \text{HWL}1,419\text{m} - (\text{EL}+1,335.10\text{m} - 5.5\text{m}) + 9\text{m} = 98.4\text{m} \text{ (最下流 No.2 井戸)} \end{aligned}$$

取水ポンプの全揚程は、ポンプ仕様の統一を図り、全 21 箇所共に 110m とする。

ポンプの仕様は、メーカーの選定表により、 $\phi 100\text{ mm} \times 50\text{ m}^3/\text{h} \times 380\text{V} \times 50\text{ Hz} \times 30\text{ kw}$ となる。

3-2-2-4 配水池計画

(1) 配水池計画高

配水池は、ガチョルト地域における集落端部から 300m 程度東側に計画し、風化の著しい斜面下部を避け、比較的斜面勾配が緩やかで施設計画のための平場確保の容易な位置を選定した。計画予定地付近の斜面は、標高 1,425m 付近が斜面勾配の変極点となっており、配水池の計画高さはこの勾配変極点より下部で配水池計画のための平場確保が可能な標高 1,415m 付近に計画することとした。また、斜面勾配変換点より上方では、地表から 4.5m 程度の浅い位置が軟岩層になっており、設置高さを若干下げることで、配水池設置の際の土工費を減らすことができるとともに、施工性の面でも優位である。

(2) 配水池容量

配水池の容量は、以下の目的を達成するために、2 池構成として計画 1 日最大給水量の 12 時間分を確保する。

- ・ 水需要量の時間変動を吸収する。
- ・ 停電や不慮の事故時の井戸ポンプ停止、配水池の清掃時でも安定して水を供給する。
- ・ $-40\text{ }^\circ\text{C}$ 以下に達する冬季には、送配水管の凍結防止策の強化として、管内の流水を 24 時間保持する。

従って、 $25,200\text{ m}^3/\text{日} \div 24\text{hr} \times 12\text{hr} = 12,600\text{ m}^3$ の容量が必要となるが、既に北東配水池において $6,000\text{ m}^3$ の容量が確保されていることから、 $12,600\text{ m}^3 - 6,000\text{ m}^3 = 6,600\text{ m}^3 \approx 6,000\text{ m}^3$ ($3,000\text{ m}^3 \times 2$ 池) を設計容量とする。

(3) 有効水深

USUG の管理する配水池の有効水深は 3～6m が標準となっており、今回これに習い配水池の有効水深を 4.0m とする。

(4) 水位条件

前述の配水池設置位置の検討より、配水池計画高さは標高 1,415m とし、これを配水池 LWL に合わせる。配水池底には、土砂沈殿による死水容量分として水深 15cm 見込むこととする。水位条件は以下となる。

LWL : 1,415.0m (配水池の底版高を 1,414.85m とし、底版部に土砂沈殿を 15cm 見込む)

HWL : 1,419.0m (LWL+有効水深 4.0m)

(5) 配水池構造

配水池構造は、フラットスラブ形式の鉄筋コンクリート構造とする。配水池構造諸元を表3-2.33に示す。

表 3-2.33 配水池構造諸元

項目		設計諸元
外形寸法	貯留タンク	L x W x H = 31.0m x 51.5m x 5.25m
	バルブ室	L x W x H = 8.5m x 9.0m x 8.0m
流入管		φ 500 mm の鋼管を HWL の高さに設置。
流出管		φ 700 mm の鋼管をピットを経由して設置。
排水管		φ 500 mm の鋼管をピットに設置し、FRPM の排水管に接続してトーラ川へ排水する。
越流管		HWL 以上の水を φ 500 mm の鋼管で越流させる。
点検口		マンホール φ 600 mm x 4 箇所を配水池内への入口として、点検室の中に設置する。
換気口		φ 350 mm x 8 箇所を点検室の中に設置する。
バルブ		配水池には、水槽と分離してバルブ室を設け、流量調整バルブおよび制水バルブを以下の箇所に設置する。 ・制水バルブ：流入管および排水管 ・流量調整バルブ：流出管
水位計および流量計		配水池の水位変動把握のため、投げ込み式水位計を設置する。電磁流量計を流入管および流出管に設置する。
凍結防止工、防水工		水槽側壁は、凍結防止のため 1:2 勾配の盛土で覆う。天井部は防水加工を施し断熱材を敷く。水槽は内面防食および漏水防止のため、エポキシ樹脂による塗装を施す。

出典：JICA 調査団

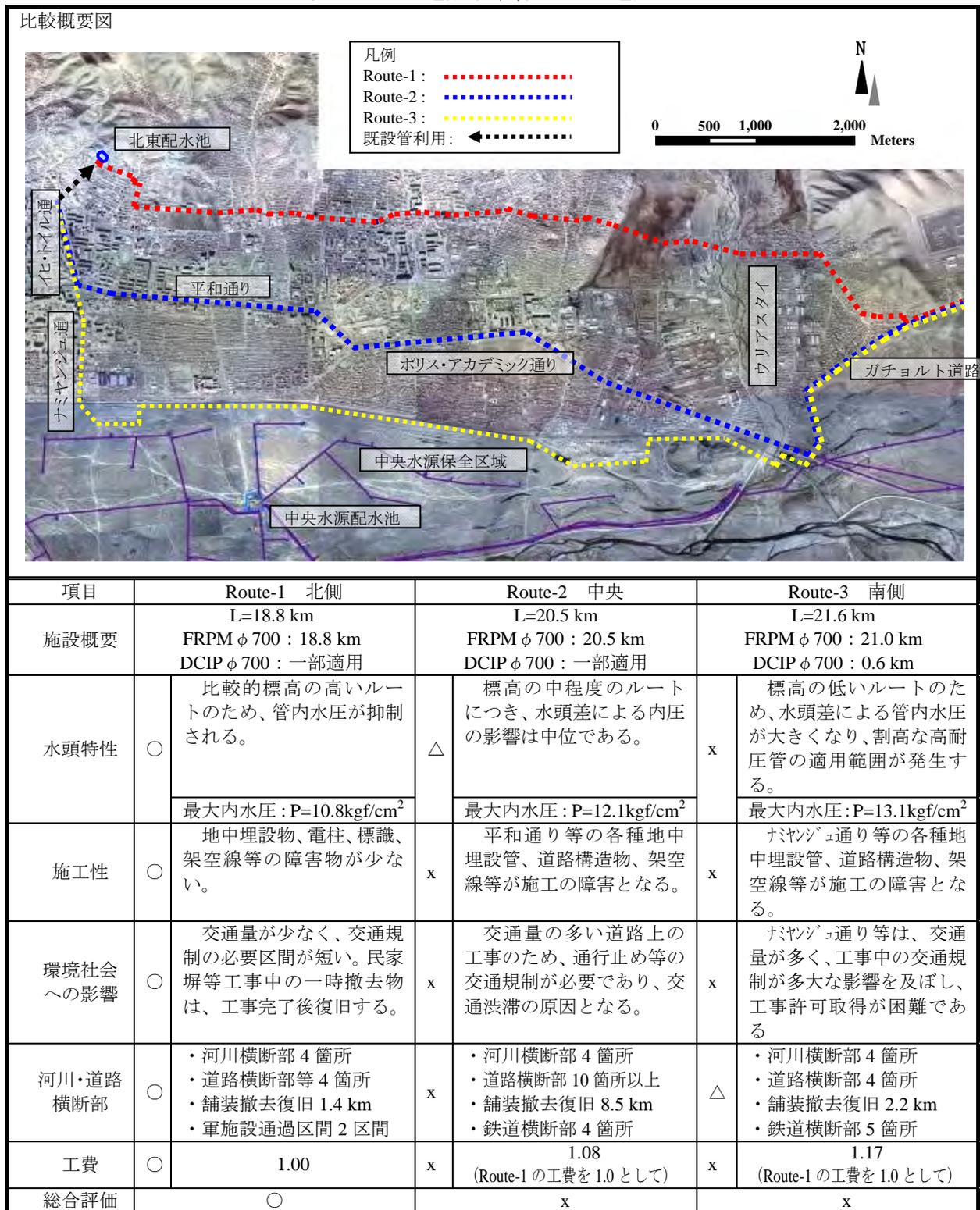
3-2-2-5 送配水管計画

(1) 送配水管ルート

送配水管のルートは、工事中の交通安全性および用地確保・住民移転等の社会環境に対する負のインパクトが最小限となるルートを選定する。具体的には、ガチョルト地域東端に計画するガチョルト配水池を始点とし、トーラ川の氾濫源をショートカットしてホテルモンゴリアの背後を通過し、ガチョルト道路沿いに敷設されている下水管に平行して西方へ進む。途中ガチョルト道路を横断北上し、ゲル等の居住地区、ウリアスタイ川付近の湿地帯、2 箇所の軍の敷

地、その他地形的な凹凸等を経て北東配水池に至るルートである（表3-2.34 Route-1）。

表 3-2.34 送配水本管ルートを選定



出典：JICA 調査団

(2) 管路埋設位置

管路の埋設位置は、道路両サイドの民家のフェンス等の構造物への影響を少なくするため、

道路中心を目標に敷設する。ホテルモンゴリアからウランバートル市下水処理場へ続く既存の下水管との離れは、汚水漏れによる本計画送配水本管への影響を防ぐため 10m の離隔を確保する。また施工幅の確保が困難な範囲においては 5m の離隔を確保する。

(3) 管路埋設深さ

管路の埋設は、下式により算定される凍結深さ以上の深さに埋設する。

$$Z=C \cdot \sqrt{F}$$

ここに、Z: 凍結深さ (cm)

F: 凍結指数¹³ (°C・days)=2,410.5

C: 定数¹⁴ =5.81

上式より凍結深は 285 cm となる。今回、φ 700 mm の管を適用のため、管中心までの土被りを $D=285+70/2=320 \text{ cm} \Rightarrow 3.5 \text{ m}$ 確保することとする。(USUG と協議の上、テクニカル・ノートにて確認済み。)

(4) 管径の検討

送配水管の通水方式は、自然流下式のクローズドタイプとする。管径は、ガチョルト配水池の L.W.L. から、以下の式に示す全損失水頭を差し引いた値が、北東配水池の H.W.L. 以上となるように設定する。

全損失水頭 = 摩擦損失水頭 + 形状損失水頭

a) 摩擦損失水頭

摩擦損失水頭の計算は、ヘーゼン・ウィリアムス(Hazen-Williams)公式を用いて計算する。

$$V = 0.849C \times R^{0.63} \times I^{0.54}$$

ここに、V : 平均流速 (m/s)

C : 流速係数

(一般に、ダグタイル鋳鉄管 (DCIP) : 130、強化プラスチック複合管 (FRPM) : 150 が適用されるが、ここでは屈曲部損失などを含んだ管路全体として C=110 とする。)

R : 径深

I : 動水勾配

上記式をもとに、円形管について次の各式が誘導される。

$$V = 0.355C \times D^{0.63} \times I^{0.54}$$

$$Q = 0.279C \times D^{2.63} \times I^{0.54}$$

¹³ 凍結指数は、気温がマイナスとなる 9 月から 4 月までの凍結期間における日平均気温の累計値。

¹⁴ C の値は、土の熱的定数、含水比、乾燥密度、凍結前後の地表面温度および凍結指数などによって定まる定数である。

$$D = 1.626C^{0.38} \times Q^{0.38} \times I^{-0.21}$$

$$I = hf / L = 10.67C^{-1.85} \times D^{-4.87} \times Q^{1.85}$$

$$hf = 10.67C^{-1.85} \times D^{-4.87} \times Q^{1.85} \times L$$

ここに、D：口径 (m) ϕ 600 mm, ϕ 700 mm

hf：摩擦損失水頭 (m)

Q：流量 (m³/s) = 25,200 m³/day \div (24 x 60 x 60) sec = 0.292 m³/sec

L：管路長 (m) = 18,813m

b) 形状損失水頭

形状損失水頭“については、上下流の配水池での流入損失、流出損失、管路線形に応じた屈折損失、ならびに弁損失である。これらの損失については、流速係数を C=110 に低減することにより包括するものとする。

損失水頭および終点水位の計算は、 ϕ 600 mm の場合と ϕ 700 mm の場合でそれぞれ以下のようなになる。水理計算結果を下表に示す。

表 3-2.35 計算結果表

ケース	起点標高	区間全損失水頭 h (m)	終点水位 WL (m)	到達目標水位	判定
	ガチョルト配水池 LWL (m)			北東配水池 HWL (m)	
ケース I (ϕ 600)	1,415.0	41.22	1,369.66	< 1,387.0	NG
ケース II (ϕ 700)	1,415.0	19.41	1,393.65	> 1,387.0	OK

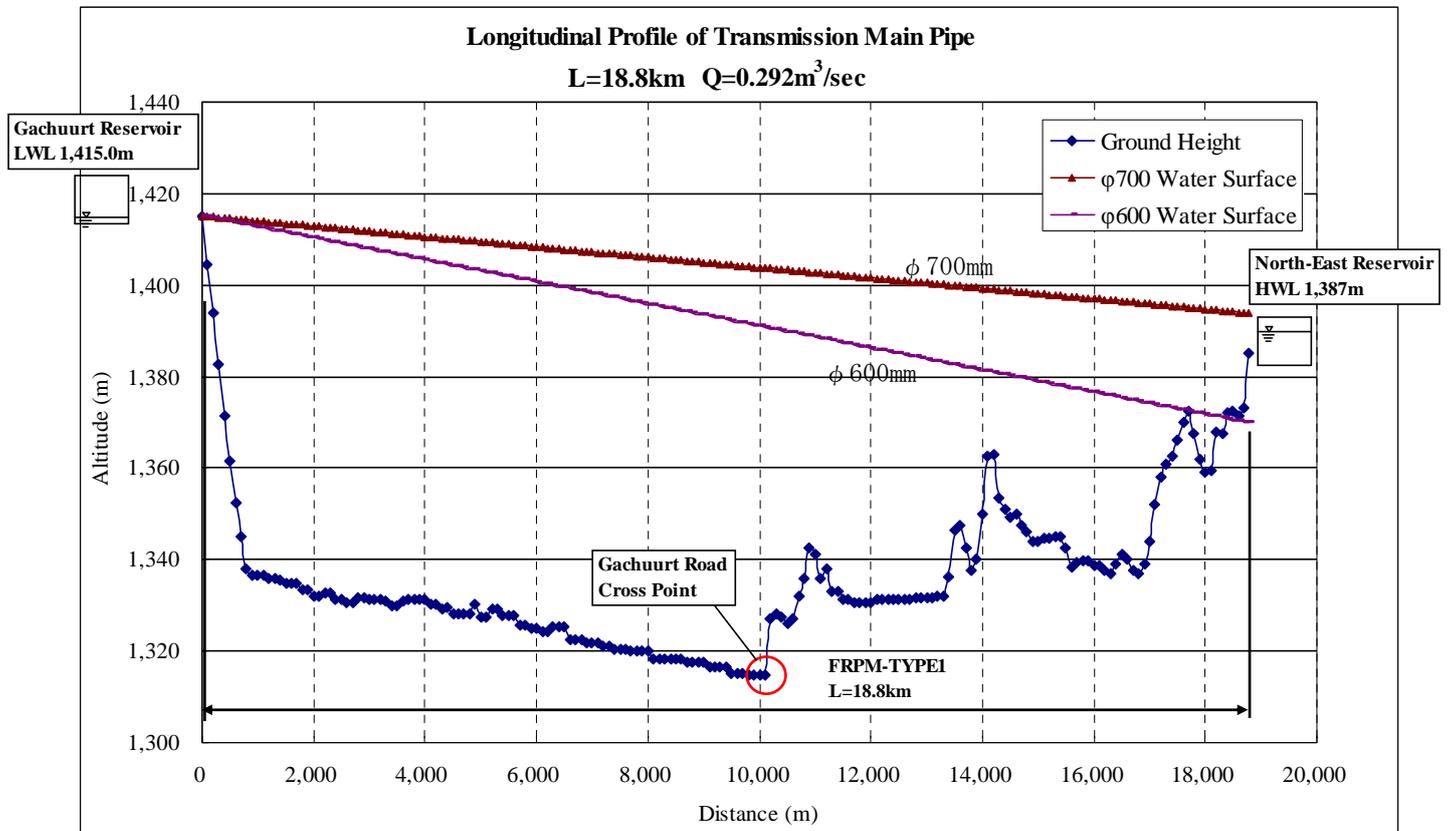


図 3-2.7 水理縦断面図

出典：JICA 調査団

c) 水撃圧

管路に設ける制水弁の開閉操作により管内水の運動量が変化すると、圧力波が発生し、管に固有の伝播速度で伝播する。管内水圧は、圧力波による水撃圧が作用して制水弁の開操作時には上昇し、開操作時には下降する。一方、Allievi の式により、各箇所での制水弁の開操作時間を 2 分以上確保すれば、水撃圧の発生を十分に抑制できることが算定された。従って、設計水圧は管内に作用する静水圧のみとし、水撃圧は考慮しないこととする。

管径 $\phi 600$ mm では水頭損失が大きくなり、終点水位が到達目標水位以下となるため、北東配水池への送水が不可能である。管径 $\phi 700$ mm では終点水位が到達目標水位以上であり、北東配水池への送水が可能である。従って、始点のガチョルト配水池から終点の北東配水池までを $\phi 700$ mm とする。また、 $\phi 600$ mm と $\phi 700$ mm の場合の比較を表 3-2.34 に示す。

表 3-2.36 管径の比較

管径	$\phi 600$ mm	$\phi 700$ mm
水理条件	・ 区間全損失水頭=41.22m	・ 区間全損失水頭=19.41m
施設概要	・ 強化プラスチック複合管 $\phi 600$: 18.8 km ・ 井戸ポンプ : 55 kw x 21 基	・ 強化プラスチック複合管 $\phi 700$: 18.8 km ・ 井戸ポンプ : 30 kw x 21 基
経済性	・ 配水池の設置高が高くなるため、取水井戸において高揚程ポンプが必要となり、ポンプ代が高くなる。 ・ ポンプの規格が上がるため、電気代等のランニングコストが割高となる。 ・ $\phi 700$ mm の場合に比べて配水池を高所に計画することとなるため、斜面沿いの送配水本管長、集水本管長が長くなる。	・ 取水井戸におけるポンプ代は $\phi 600$ mm と比べ安価である。 ・ 電気代等のランニングコストは $\phi 600$ mm と比べ安価である。
	・ 初期費用 (管材費のみ) : 0.82 ・ ランニングコスト : 1.84 <月当りの電気料金> 55 kw/基 x 24 hr x 21 基 x 0.75 x 365 日 x 74.8 Tg/kwh = 567.6 百万 Tg \approx 3,750 万円/年	・ 初期費用 (管材費のみ) : 1.0 ・ ランニングコスト : 1.0 <月当りの電気料金> 30 kw/基 x 24 hr x 21 基 x 0.75 x 365 日 x 74.8 Tg/kwh = 309.6 百万 Tg \approx 2,040 万円/年
施工性	・ 急勾配箇所での施工となり、困難を伴うため、万全の安全対策が必要となる。 ・ 斜面上方でのボーリング調査の結果より、岩掘削が必要になるだけでなく、全体土工量も増す。	・ 緩勾配で、平場確保の容易な位置での施工のため安全である。 ・ 配水池計画高を下げる事が出来るため、砂礫地盤上の設置が可能であり、ボーリング調査の結果より岩掘削は不要であるとともに、全体土工量も抑制できる。
維持管理	・ 電気代等のランニングコストが割高となる。	・ 電気代等のランニングコストが割安である。
評価	・ 水頭損失が大きくなり、配水池を標高の高い位置に計画しなければならず、経済性、施工性、維持管理費等、 $\phi 700$ mm の場合に比べ劣っている。	・ 経済性、施工性、維持管理面等、様々な面で $\phi 600$ mm の場合に比べ優位である。
判定	x	○

注 : 経済性は、 $\phi 700$ mm の工費を 1.0 とした場合。

出典 : JICA 調査団

(5) 適用管材

送配水管の設計水圧は $0.73 \sim 10.8$ kgf/cm² であるので、適用できる管材としては、ダクタイル鋳鉄管 (Ductile Cast Iron Pipe: DCIP)、強化プラスチック複合管 (Fiberglass Reinforced Plastic Mortar: FRPM)、および鋼管 (Steel Pipe: SP) である。本件では、下表の通り管種の比較検討を行い、FRPM を採用することとした。

表 3-2.37 管種の比較検討

管材		ダクタイル鋳鉄管 DCIP	強化プラスチック複合管 FRPM	水輸送用塗覆装鋼管 SPA
管径 D (mm)		700		
管種		D4-T 型	1 種-C 型	STW400A
水圧 (kgf/cm ²)	許容水圧	32.0	13.5	30.0
	設計水圧	0.73~10.8		
	評価	○	○	○
経済性		1.70	1.00	1.69
		△	○	△
施工性		○	◎	△
評価 (スコア)		5	7	4
採用			◎	

注：評価 (スコア) は、◎3 点、○2 点、△1 点として算定している。

出典：JICA 調査団

経済性は、FRPM の工費を 1.0 とした場合。

上記設計許容水圧は直管の値

(6) 管の基礎工

本管路埋設区間の土質は概ね礫質土であるが、所々に大きめの玉石が混入しており、管体の折損および破壊等の事故を引き起こす可能性があるため、砂または良質土で置換し十分締固めた基床を設ける。

a) 基床厚さ

本管路の管径 φ700 mm に対応する標準基床厚さは 20 cm 以上であるが、現地盤は大き目の玉石を含む地盤のため、管体保護のため、基床厚を 30 cm とする。また管体上面についても、管上面保護厚を 30 cm 確保する。

b) 施工支持角

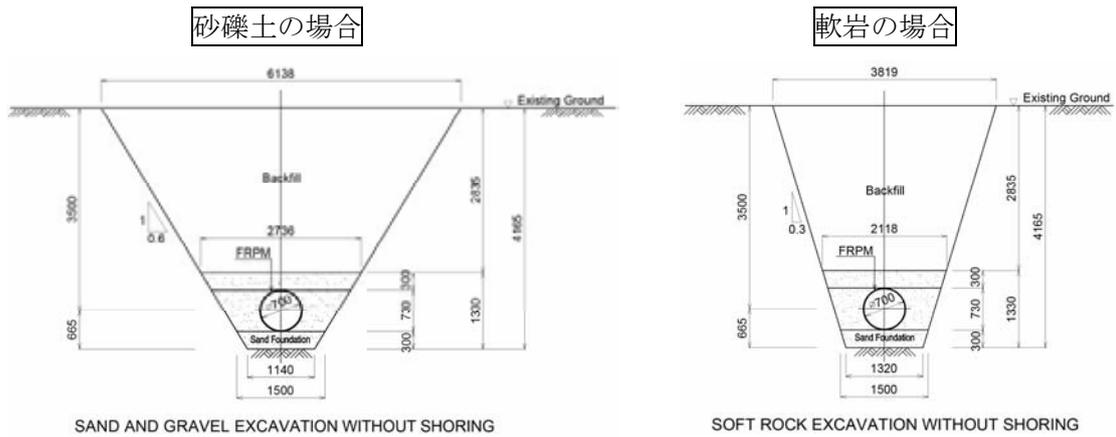
管体の基礎および埋戻し材料は、砂または良質な土砂を用いるものとする。今回、現地発土が埋戻し材として不適のため、良質土（購入砂）で埋戻しを行う。

c) 管路敷設の際の掘削幅

オープン開削の場合および矢板開削の場合の標準断面を図3-2.8に示す。

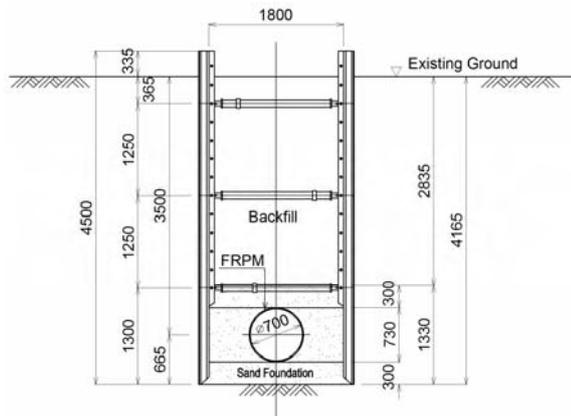
【オープン開削の場合】

現況道路幅がオープン開削に必要な幅以上確保できる場合は、オープン掘削を行う。掘削勾配は砂礫で 1:0.6、軟岩で 1:0.3 程度である。



【土留め開削の場合】

民家や既設構造物等により、オープン掘削のための掘削幅を確保できない場合は、土留め施工を行う。掘削幅は、1.8m とする。



出典：JICA 調査団

図 3-2.8 送配水本管敷設標準断面図

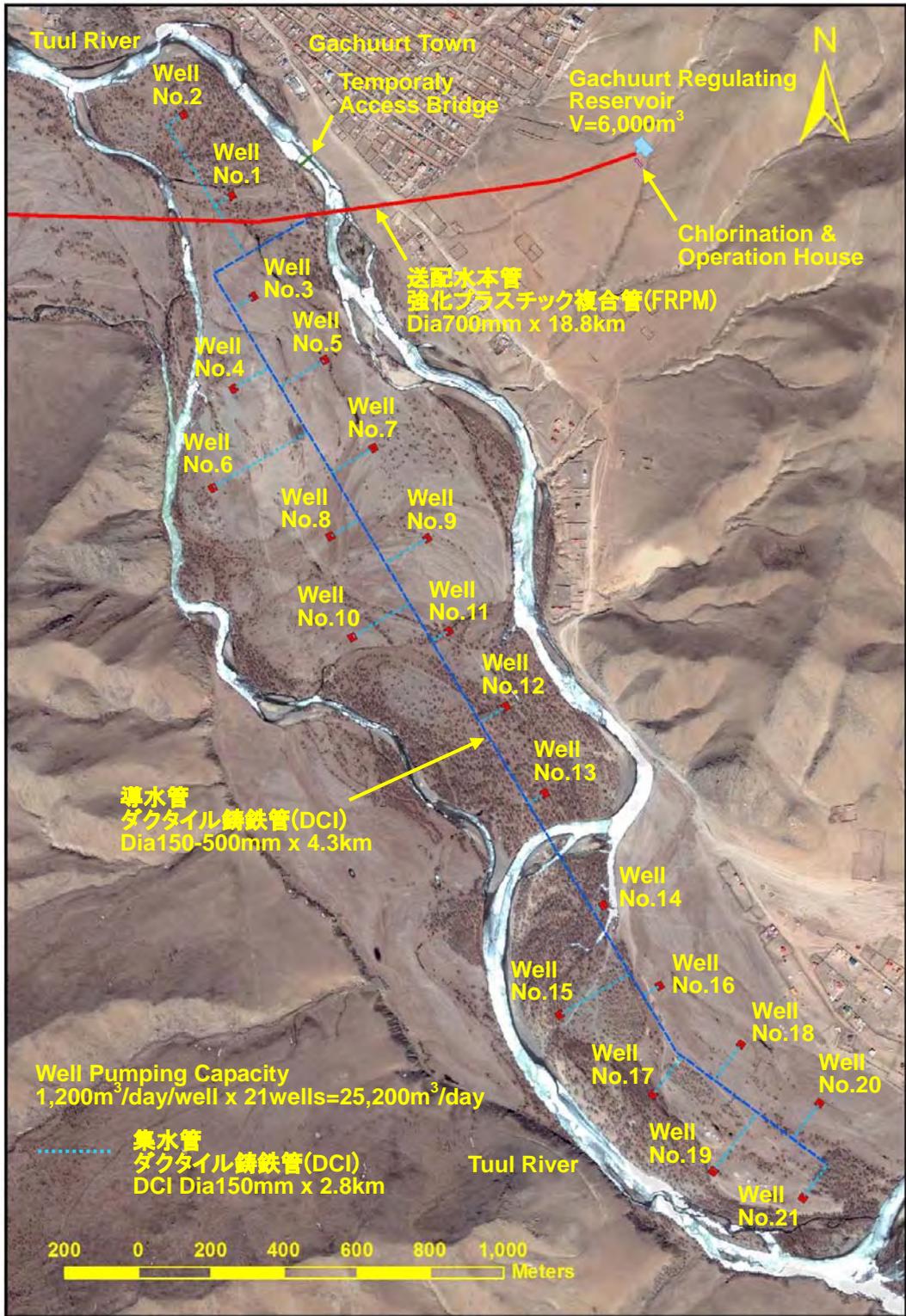
(7) 付帯構造物

送配水本管の維持管理を考慮して、制水弁を約 2 km 毎に設置する。また管内空気の排除のため、地形の凸部には空気弁を、凹部で河川、排水路等の排水先が近い地点に排水設備を設置する。また屈折部には、スラストブロックを設置して水圧による押し込み力に抵抗させる。河川および湿地横断部については、河床からの土被りを 2.0m 確保して 360° コンクリート巻立てを行い、洗掘に対する保護、および保温を行う。

3-2-2-6 導集水管計画

(1) 導集水管ルート

導集水管ルートは、21 基の井戸機場に接続する集水管を経由して 1 列の導水管に導き、揚水した水をガチョルト配水池まで送水する。導集水管の通水方式は、ポンプ圧送式のクローズドタイプとする。



出典：JICA 調査団

図 3-2.9 導集水管線形

(2) 管路埋設深さ

導集水管の敷設は、送配水本管と同様に管路の埋設深さは凍結深以上とし管心被りで 3.5m を確保する。ただし、水源地上においては洪水時の井戸機場への管理用道路確保のため、現況地

盤面から 2.0m の盛土を行う。河川横断部については、伏越しを施し、河床からの土被りを 2.0m 確保して洗掘に対応するため 360°コンクリート巻き立てを行う。

(3) 適用管材

管種の選定に当り、ポンプの起動・停止により生ずる急激な流量変動に伴って発生する水撃圧を考慮する。水撃圧の推定は経験則によるものとし、動水圧の 60% 値とする。設計水圧は以下の通りである。

$$\text{設計水圧} = \text{動水圧} + \text{水撃圧}$$

動水圧は、ポンプ地点での揚水高 110m から通水時の損失水頭を減じて算定する。全 21 本の井戸の設計水圧を算定した結果は、表 3-2.38 の通りである。

導集水管に発生する設計水圧は、FRPM（強化プラスチック複合管）JIS 1 種の許容水圧 13.5 kgf/cm² を超過するため、高強度のダクタイル鋳鉄管（JIS D3、または ISO K-9）を採用する。

表 3-2.38 導集水管にかかる動水圧および水撃圧

動水圧 (kgf/cm ²)	水撃圧 (kgf/cm ²)	設計水圧 (kgf/cm ²)	管種	許容水圧 (kgf/cm ²)	判定
9.706 ~10.593	5.824 ~6.356	15.530 ~16.948	ダクタイル鋳鉄管 (DCIP) JIS 1 種-C 型	38.5	○
			強化プラスチック複合管 (FRPM) JIS D3-T 型	13.5	×

出典：JICA 調査団

(4) 管径

導集水管の管径は、所要の流量が流下する際の理想的な流速において、新規計画のガチョルト配水池への流入が可能となる管径を設定する。以下の条件が満足されることを確認する。

$$\text{各井戸 LLWL} + \text{揚水高} - \text{導集水管損失水頭} > \text{配水池 HWL} 1,419\text{m}$$

ここに、各井戸 LLWL：最低水位（井戸計画位置地盤高 GL-5.5m）

HWL：最高水位

揚水高：110m（水中ポンプ：φ 100 mm x 50 m³/h x 380 V x 50 Hz x 30 kw）

摩擦損失水頭：直管の摩擦損失水頭 h_l は以下の式で求められる。

$$h_l = f x l / D x V^2 / 2g$$

$$f = 134 / C^{1.85} x l / (D^{1/6} x V^{0.15})$$

ここに、 h_l ：直管 1m 当りの摩擦損失水頭 (m)

f：摩擦損失係数

D：管径 (m)

V：平均流速 (m/s)

g：重力加速度 (m/s²)

C：流速係数

(一般に、ダグタイル鑄鉄管(DCIP)：130 であるが、内面劣化に伴うロスを見込んで C=120 とする。)

形状損失水頭：管の屈折損失、および弁損失の合計値は摩擦損失水頭の 20%を見込む。

表 3-2.39 集水管及び導水管集計表

種別	口径 (mm)	延長 (m)
導水管	500	1,520
	450	760
	400	640
	350	550
	300	270
	250	260
	200	120
	150	120
小計		4,240
集水管	200	160
	150	2,660
小計		2,820
合計		7,060

出典：JICA 調査団

(5) 管の基礎工

管路上下には、砂または良質土で厚さ 30 cm の基床を設ける。その他の部分は現地発生材で埋め戻す。

(6) 付帯構造物

維持管理を考慮して、河川横断部の手前に制水弁および空気弁を設置する。管断面変化部および屈折部には、スラストブロックを設置して水圧による押し込み力に抵抗させる。また、河川横断部については、河床からの土被りを 2.0m 確保して 360° コンクリート巻立てを行い、洗掘に対する保護、および保温を行う。

3-2-2-7 塩素消毒・操作棟

(1) 塩素消毒・操作棟建設の目的

塩素消毒・操作棟の目的は、以下の塩素消毒設備と遠隔操作システム設備を格納することである。

塩素消毒設備：取水井戸から揚水した地下水原水を消毒する。

遠隔操作システム設備：取水井戸ポンプの ON-OFF を遠隔操作する。

鉄筋コンクリート造り一部二階建てで、部屋割りは貯蔵室、塩素消毒室、操作室、電気室、および洗面所とする。電気室には 3 相 4 線式 10 kV/380-220 V の変圧器を据付け、設備の稼働に必要な電力を供給する。また、用水は配水池から引水し、汚水・し尿については腐敗槽に貯留して清掃車で汚泥引抜を行う。冬期においても各設備の機能が損なわれないよう電気暖房設備を取り付ける。

(2) 設置箇所

ガチョルト配水池の近傍で、配水池と同一構内に設置する。

(3) 設計細目

a) 塩素消毒方式

本件の地下水原水の水質については、凝集・沈殿・ろ過のプロセスは不要であるが、今回の調査でもモンゴル国水道法水質基準を上回る一般細菌と大腸菌が検出されているため、次亜塩素酸カルシウム ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) (高度さらし粉) を使用して塩素消毒する。

塩素消毒剤としては、その他に液化塩素 (Cl_2)、および次亜塩素酸ナトリウム (NaClO) があり、次亜塩素酸ナトリウムについては、塩化ナトリウム (NaCl) を電解法によって自家製造する方法もある。塩素消毒方式について、USUG での実績、コスト、安全性、保存性、取扱い性、消毒剤の調達手段を検討した結果、本件では次亜塩素酸カルシウムによる消毒方式が最適であると判断する。

液化塩素については、中央水源の消毒方式に使用されている。品質が安定しており、有効塩素濃度がほぼ 100% であるので、他の塩素剤に比較して貯蔵スペースを小さくでき、設備コストも比較的安価である。一方、毒性が強いため取扱いに細心の注意を要する上、安全上の理由により、2010 年 7 月以降、購入先の中国から輸入が出来なくなるとの情報がある。

上流水源の消毒方式には次亜塩素酸カルシウム (高度さらし粉) が使用されており、現在のところ定期的な維持管理を行いながら良好に運用されている。ソ連の支援による 1989 年の設備運用開始時から液化塩素が使用されていたが、USIP による老朽化設備の更新を契機に、2003 年以降、次亜塩素酸カルシウムによる消毒方式に変更され今日に至っている。USUG の使用している次亜塩素酸カルシウムは有効塩素濃度 66% 以上の粉末で、年に 1 度、年間使用量の 5 トンを中国から一括購入して施設内に貯蔵している。次亜塩素酸カルシウムは水と反応すると次亜塩素酸が生成され、これが気化すると独特のカルキ臭が発生するものの、人体への影響は医学的にも報告されていない。消毒方式の自動化に当たり、粉末を水に溶解するための設備が必要となる分、液化塩素方式よりも設備費は増加するが、安全性、取扱い性、保存性とも最も良好な塩素消毒剤である。

なお、次亜塩素酸ナトリウムによる消毒方式は、液化塩素に比較すれば安全性、取扱い性ともよいが、化学的には最も不安定で保存性に難がある。USUG での実績も無く、次亜塩素酸ナトリウムの調達先を新たに確保する必要がある。また、塩化ナトリウムについてはモンゴル国内で容易に調達できるものの、電解法によって次亜塩素酸ナトリウムを自家製造する方式は設備費が最も高額である。以上の検討結果、本件では次亜塩素酸ナトリウムによる消毒方式は採用の対象から外すことにした。

b) 塩素注入量

最大設備能力 : 2 mg/l (1 mg/l x 2 基)

注入設備は予備を含めて 2 基とする。USUG の消毒規則によれば、上流水源、中央水源と

もに塩素注入量は0.2~0.3 mg/lである。感染症流行時や断水後給水の開始時には塩素注入量を増加するため、設備能力に余裕を持たせることにする。

c) 塩素使用量および貯蔵量

1日平均の塩素使用量：

$$1 \text{ 日最大取水量 } 25,200 \text{ m}^3/\text{日} \times \text{負荷率 } 84.32\% \times 0.3 \text{ mg/l} = 6.37 \text{ kg/日}$$

有効塩素濃度 5%（標準水溶液）に溶解する場合の必要用水量：

$$6.37 \text{ kg/日} / 5\% = 127.40 \text{ kg/日} = 127.4 \text{ l/日} = 0.13 \text{ m}^3/\text{日}$$

有効塩素 66%（USUG仕様）の次亜塩素酸カルシウムの必要量：

$$6.37 \text{ kg/日} / 66\% = 9.65 \text{ kg/日}$$

次亜塩素酸カルシウムの貯蔵量は、1) 中国からの輸入手続きの手間、2) 貯蔵室のスペース、を考慮して以下の通り1か月（31日）分と設定する。

次亜塩素酸カルシウムの1か月分の最大貯蔵量：

$$9.65 \text{ kg/日} \times 31 \text{ 日} = 299.15 \approx 300 \text{ kg/月} \text{（50 kg 缶で、6 缶に相当）}$$

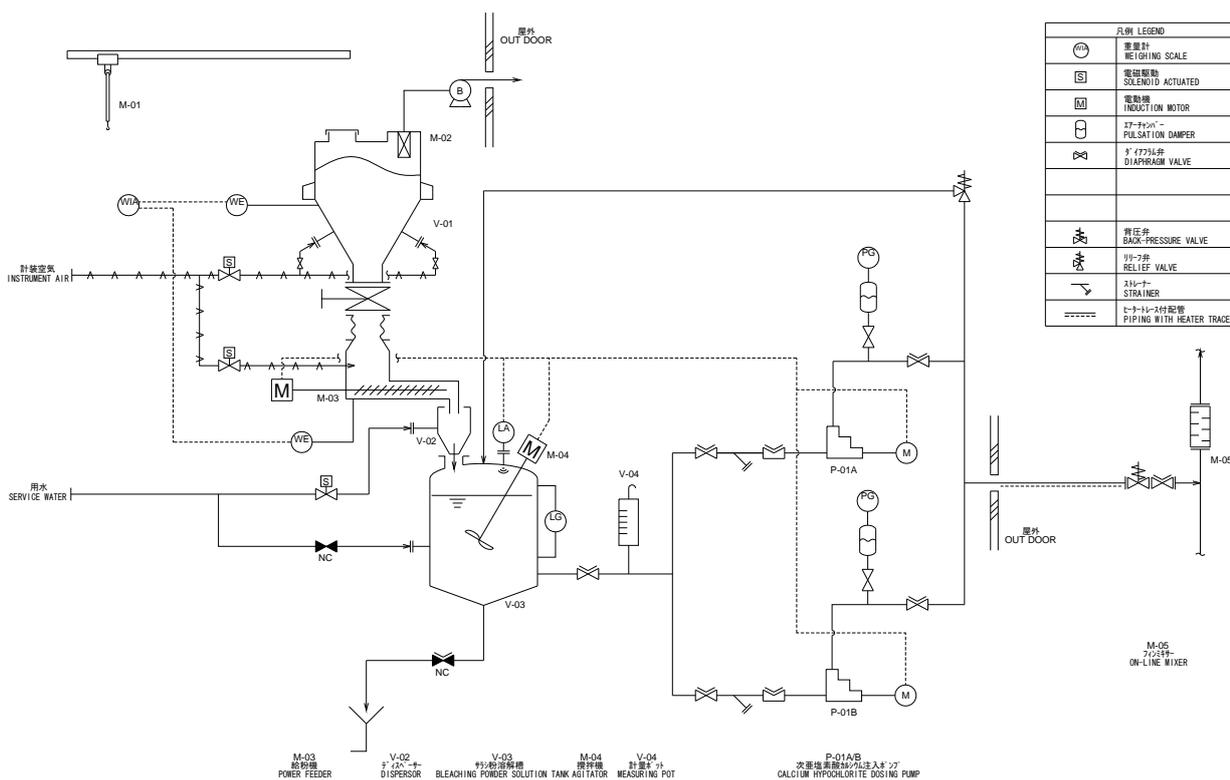
d) 塩素注入方式

井戸ポンプで取水した地下水原水の塩素消毒は、配水池で行う。配水池への次亜塩素酸カルシウムの注入率は、配水池への原水流入量の変化に係らず一定になるよう流量比例制御方式とする。配水池への原水流入量の測定は、流入口に取り付けた電磁流量計により行い、取得した信号を塩素注入設備へ伝送する。

次亜塩素酸カルシウムを配水池に注入する手順は以下の通りで、溶解液の注入は自動運転とする。

1) 配水池から用水を溶解槽に注水→2) 次亜塩素酸カルシウムをホッパーに投入→3) 給粉装置で次亜塩素酸カルシウムを溶解槽に投入→4) 混合攪拌→5) 溶解液計量→6) 配水池への原水流入量の信号取得→7) 注入ポンプで溶解液を配水池に注入

本件で採用する塩素消毒装置は下図に示す通りで、用水管、ホッパー、重量計、給粉装置、溶解槽、攪拌機、計量ポット、注入ポンプ、溶解水注入管、制御盤等で構成する。



出典：JICA 調査団

図 3-2.10 塩素注入方式

e) 遠隔操作設備 (Telemetry System)

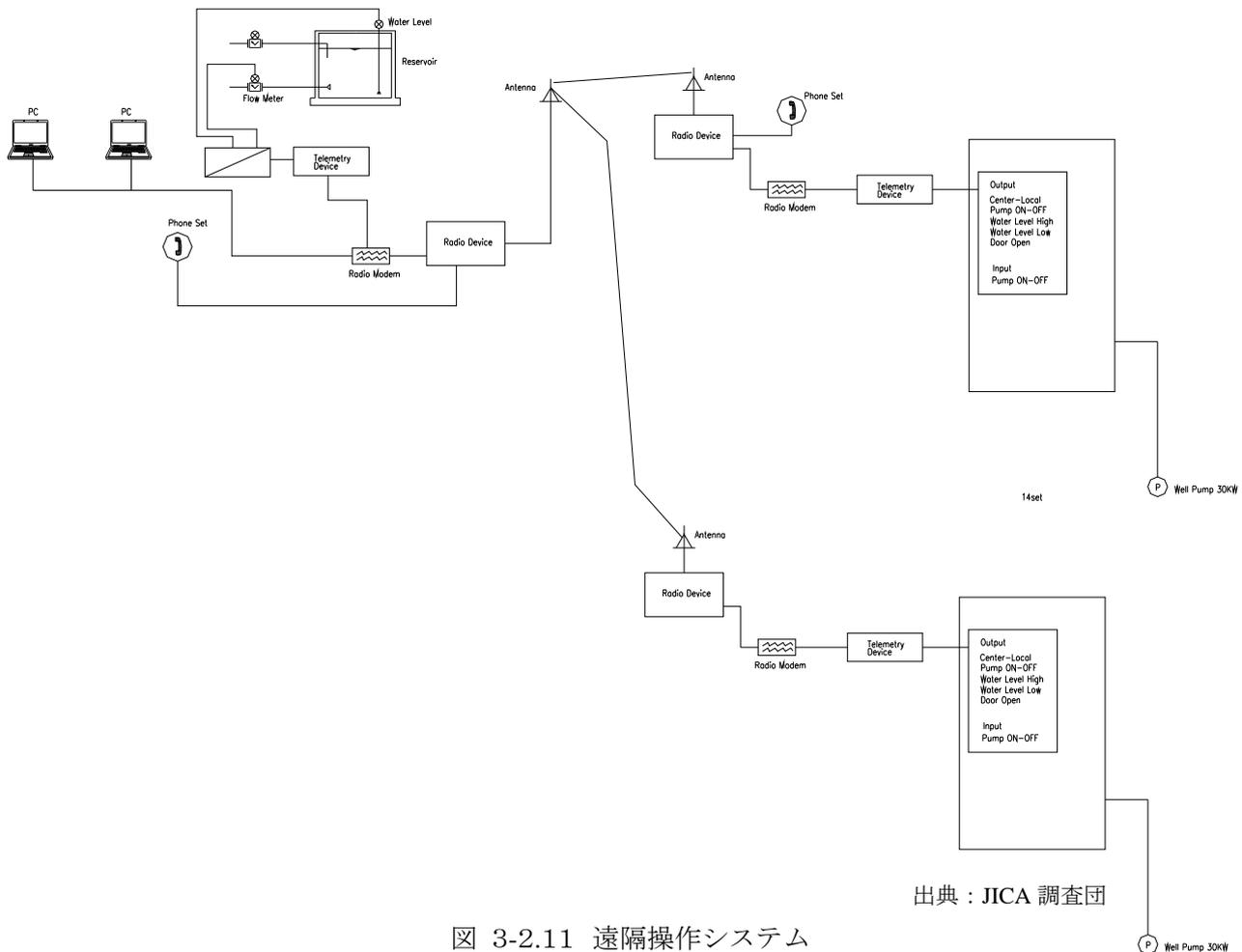
ウランバートル市は7月頃に雷の発生が多く、有線による井戸の遠隔操作方式を採用した場合には、雷等から誘導されるサージ電流により制御機器にダメージを与えるケースが多発している。以前上流水源にて水源開発を実施した「ウランバートル市給水施設改善計画」では、無線を利用した遠隔操作方式を採用したところ、雷による被害はほとんどなくなった。そこで本件も同様に無線による遠隔操作システム (Telemetry System) を採用する。

システムの内容は以下に示す通り。

- ① 塩素消毒・操作棟内に親局として、アンテナ、無線用モデム、無線機およびパーソナルコンピュータ2台にて構成し、井戸ポンプの運転はパーソナルコンピュータのスクリーンに運転画面を呼出し、運転員が手動で井戸ポンプの ON-OFF を遠隔操作する。
- ② 各井戸ポンプ小屋に子局として、アンテナ、無線用モデム、無線機および PLC (プログラマブルロジックコントローラー) を設置し、親局との通信及びポンプの運転制御機能を組み込むものとする。
- ③ 無線周波数としては、上りおよび下り用のチャンネルに2周波準備し、双方向通信機能を確保する。また、各周波に音声通話用の帯域も準備し音声による通話も可能なようにする。
- ④ 親局と子局はポーリング方式(親局が時分割によりサイクリック子局と通信を行うシステム)を採用することにより、親局側では無線機1台にて複数の子局との通信を可能と

する。

⑤ 使用周波数としては現在 USUG が所有している周波数帯を利用できる。



出典：JICA 調査団

図 3-2.11 遠隔操作システム

3-2-3 概略設計図

(1) 図面リスト

表3-2.40に図面リストを示す

(2) 概略設計図

概略設計図を添付資料の 8. 概略設計図 として巻末に添付する。

表 3-2.40 図面リスト

図番	図面名称	縮尺 (A3)	枚数
1	計画平面図	1/25,000	1
2	縦断図	H=1/25,000,V=1/500	1
3	横断図	1/250	1
4	土工標準断面図(その1)	1/50	1
5	土工標準断面図(その2)	1/50	1
6	立型バタフライ弁室築造工(φ700)	1/20	1
7	空気弁室築造工(φ700)	1/20	1
8	側塊詳細図、頂版配筋図	1/10	1
9	排水設備工	1/20	1
10	スラストブロック構造図	1/40	1
11	配水池平面図	1/250	1
12	配水池断面図	1/200	1
13	配水池配置図	1/400	1
14	配水本管北東配水池部接続図	1/500	1
15	導集水管平面図	図示	1
16	導集水管標準断面図	1/60	1
17	スラストブロック構造図(導集水管)	1/50	1
18	制水弁構造図(φ350)	1/40	1
19	制水弁構造図(φ500)	1/40	1
20	空気弁構造図(φ350)	1/40	1
21	空気弁構造図(φ500)	1/40	1
22	河川伏越し部縦断図(その1)	1/120	1
23	河川伏越し部縦断図(その2)	1/120	1
24	井戸機場レイアウト図	1/200	1
25	井戸機場平面図	1/100	1
26	井戸機場標高図	1/150	1
27	井戸機場構造図	1/100	1
28	井戸機場詳細図	1/100,1/40	1
29	塩素消毒・操作棟構造図	1/150	1
30	取水井戸構造図	1/60	1
31	井戸機場単線結線図	-	1

出典：JICA 調査団

3-2-4 施工計画/調達計画

3-2-4-1 施工方針/調達方針

(1) 事業実施における基本事項

本計画を実施する場合の基本事項は次のとおりである。

- i) 本計画は、日本政府とモンゴル国政府間で本計画に係る無償資金協力の交換公文が締結された後、日本政府の無償資金協力の制度にしたがって実施される。
- ii) 本計画の実施機関はウランバートル市監督下のウランバートル市上下水道公社 (USUG) である。
- iii) 本計画の詳細設計、入札関連業務及び施工監理業務に係るコンサルタント業務は、日本のコンサルタントにより、モンゴル国政府とのコンサルタント契約に基づき実施される。
- iv) 本計画の建設工事は、入札参加資格審査合格者による入札の結果、選定された日本の建設業者により、モンゴル国政府との工事契約に基づき実施される。

(2) 施工方針および調達方針

- i) 施工方法および工事工程は、現地の気象、地形、地質等の自然条件を考慮し、特に住宅が密集するゲル地区内に大口径の送水管を敷設する作業では、交通安全や第三者災害を防止する計画とする。
- ii) 取水エリア周辺は、南北とも特別保護区に隣接しており、施工方法については環境部局と綿密な協議を行い、環境面にも配慮した工法を採用する。
- iii) 適切な工事仕様および施工管理基準を設定するとともに、この基準を満足する建設業者の現場管理組織、コンサルタントの施工監理組織を計画する。
- iv) 建設資機材および労務は、可能な限り現地調達とするが、強化プラスチック複合管やダクティル鑄鉄管、水中ポンプ等、現地で調達できない場合は日本からの調達とする。

3-2-4-2 施工上 / 調達上の留意事項

施工計画の策定にあたっては本事業の特異性を把握した上でそれぞれの事項につき現場特性を考慮した適切な対応を検討し、事業全体の円滑な実施が可能な計画を立案する。施工計画の策定に際して、特に以下の項目に留意する。

- i) 11月から3月までの冬季間は平均気温が0℃以下になるだけでなく、最低気温が-10℃を下回るため屋外作業が不可能であるため、冬季間は施工をしない工程計画とする。
- ii) 取水エリアは河川敷であり玉石が多数出現することからこれを考慮したさく井機や施工法の選定を行う。
- iii) 住宅が密集するゲル地区での送水管敷設作業は、交通安全に十分に注意を払い第三者災害が生じないような対策を講じる必要がある。
- iv) 井戸ポンプ場、塩素消毒・操作棟、弁室、スラストブロックなどコンクリートを使用する設備やアスファルト舗装などの施工可能期間は、過去の年間気温の実績から5月中旬から9月中旬までとなる。この期間に確実に実施、完了する工程計画を策定する。
- v) 日本より持込まれる資機材は中国からモンゴル鉄道を利用してウランバートル駅に輸送される。中国とモンゴル国の両鉄道はレールゲージが異なるため、国境のザミンウッド駅で貨車の積み替え作業が必要になる。この作業には時間がかかるため過去には大量の滞貨が生じ輸送期間が大幅に延びたことがある。本件では強化プラスチック複合管、ダクティル鑄鉄管など極めて大量の貨物の輸送が必要になるため、輸送状況を確認し適切な輸送梱包計画を策定することが必要になる。
- vi) 管の敷設、井戸ポンプの据付・試運転、塩素消毒装置の据付・試運転、受電工事などには現地には経験を有する技術者も少ないことから、日本から技術者を派遣して十分な監督の下に施工する。

3-2-4-3 施工区分 / 調達・据付区分

日本とモンゴル国の両政府が分担すべき事項は、表3-2.41のとおりである。

表 3-2.41 両国政府の主な分担区分

項目	内容	負担区分		備考
		日本国	モンゴル国	
資機材調達	資機材の調達・搬入	○		
	資機材の通関手続		○	
準備工	工事に必要な用地の確保		○	含ベースキャンプ、仮設ヤード
	上記以外の準備工	○		
本工事	送配水管敷設工事	○		
	導水管敷設工事	○		
	集水管敷設工事	○		
	配水池築造工事		○	
	配水池付帯設備工事	○		
	塩素消毒・操作棟築造工事	○		
	井戸ポンプ場築造工事	○		
	配電線設置工事		○	
	井戸ポンプ場フェンス設置		○	
	管理橋築造工事		○	施設運用に支障が生じない時宜に完工
補償	フェンスの一時撤去と復旧		○	送配水管ルート上
検査	配水池および北東配水池		○	通水検査

出典：JICA 調査団

3-2-4-4 施工監理計画 / 調達監理計画

日本のコンサルタントがモンゴル国政府とのコンサルタント業務契約に基づき、実施設計業務、入札関連業務及び施工監理業務の実施にあたる。

(1) 実施設計業務

コンサルタントが実施する実施設計業務の主な内容は次のとおりである。

- i) 実施機関である USUG との着手協議、現地調査
- ii) 自然条件調査（土質区分調査、ボーリング調査、電気探査）
- iii) 詳細設計及び図面作成
- iv) 事業費積算

(2) 入札関連業務

入札参加資格事前審査公告から工事契約までの期間に行う業務の主要項目は次のとおりである。

- i) 入札図書の作成・施主承認・JICA 確認（上記、実施設計と並行して作成）
- ii) 入札参加資格事前審査公告
- iii) 入札参加資格事前審査
- iv) 入札図書配布
- v) 質問回答
- vi) 入札および開札
- vii) 入札評価

viii) 契約交渉

(3) 施工監理業務

コンサルタントは、施工業者が工事契約および施工計画に基づき実施する工事の施工監理を行う。その主要項目は次のとおりである。

- i) 施工計画の照査・承認
- ii) 測量関係の照査・承認
- iii) 井戸の合否判定
- iv) 品質管理
- v) 工程管理
- vi) 出来形管理
- vii) 安全管理
- viii) 環境モニタリングの報告
- ix) 月例報告書の作成・報告
- x) 関係機関との協議・調整
- x i) 施設・機材の運用指導
- x ii) 出来高検査および引渡し

施工監理業務は、日本人常駐監理技術者の他、井戸監理技術者や管敷設監理技術者等、各分野の専門家をスポット的に配置する。井戸監理技術者は、適切な井戸掘削位置の選定、井戸の合否判断等を行う。また、管敷設監理技術者は、管敷設工事にあたり所要の出来型を確保することに努めるとともに、ゲル密集地帯における工事中のトラブルを防ぐため、慎重な施工を推進する。現地業務は多岐にわたるため、技術者を現地で雇い常駐監理者の支援スタッフとする。施工監理に携わる技術者を下記の通り配置する計画とする。

表 3-2.42 コンサルタントの施工/調達監理体制

要 員		業務内容
日本人 技術者	施工監理技術者	工事着工前の先方政府関係機関を対象にしたキックオフ・ミーティングの開催。3者協議（施主・コンサルタント・施工業者）による施工計画と安全対策の打合せ確認。資機材調達具合と工事進捗効率化の業者助言。瑕疵検査
	検査監理技術者	資機材の工場検査。施設試験運転成果確認。工事完了に伴う竣工検査立会い。施主への工事完了報告・完了証明書発行。運営・維持管理ミーティングの開催。
	常駐施工監理技術者	工事全体の品質管理・工程管理・出来形・出来高の管理。工事関係者への安全管理徹底指導。月例報告書作成。施主・JICA・大使館進捗状況等報告。設計変更が生じた場合の施主承認・JICA・大使館確認。環境モニタリングの報告。操作規則の作成。
	管敷設監理技術者	管路敷設工事開始時の施主・業者との協議・打合せ・工事管理業務。管路敷設工事の品質管理、工程管理、出来形、出来高管理を行う。
	井戸監理技術者	適切な井戸掘削位置の選定、井戸の合否判断。井戸ポンプ据付工事指導・監理。試験運転の成果確認。
現地 傭人	土木技師	常駐施工監理者と共に工事開始から滞在し、品質管理、工程管理の他、出来形、出来高管理の補助を行う。
	機械・電気技師	常駐施工監理者と共に、ポンプ、バルブ、制御盤、塩素消毒設備等の機電設備機材の調達、据付、調整・試運転指導の補助を行う。

要 員		業務内容
	建築技師	常駐施工監理者と共に、操作棟、井戸機場工事の品質管理、工程管理出来形、出来高管理の補助を行う他、仕上げ（内装及び外装）工事監理と完成検査立会いと施主への工事完了報告の補助を行う。
	雑役	工事開始から完了時まで滞在し、コンサルタント用監理事務所の雑役を行う。

出典：JICA 調査団

3-2-4-5 品質管理計画

品質管理計画は次表に纏めた。

表 3-2.43 品質管理項目

項目	検査項目	検査内容
建設資機材	水中モーターポンプ、制御盤、 気中開閉器、変圧器	工場検査、製造会社の検査書、現地到着時目視検査、試運転
	管材、弁類	工場検査、製造会社の検査書、現地到着時目視検査
	電磁流量計、電動弁、水位計、 制御盤	工場検査、製造会社の検査書、現地到着時目視検査、試運転
	塩素注入設備	工場検査、製造会社の検査書、現地到着時目視検査、試運転
	遠隔操作設備	工場検査、製造会社の検査書、現地到着時目視検査、試運転
施工	コンクリートの品質管理	圧縮強度、スランプ、空気量、水セメント比、 温度
	アスファルトの品質管理	プラントの検査書、外観、温度
	井戸の成功井の判定	揚水試験で 1,200 m ³ /日以上 の揚水量確認 水質の確認（モンゴル国が指定する 30 の水質 検査項目のうち、USUG が通常行っている検査 項目について行う。）
	管路、配水池、井戸ポンプ場	漏水試験、耐圧試験（配水池から送水して管内 を充水し、試験区間を制水弁で仕切る。設計水 圧まで加圧して管路の異常、圧力低下量を調査 する。）
	構造物の出来形管理	規格値との照合
	仮設橋梁	トラックの実走行による強度確認

出典：JICA 調査団

3-2-4-6 資機材等調達計画

(1) 調達先

無償資金協力における調達先適格国は原則として日本国または被援助国である。本事業に必要な資機材は、可能な限り現地調達を行うものとするが、現地調達が不可能な資機材あるいは品質仕様等が現地調達材では適合しないもの、および流通量あるいは価格の面で供給・購入が安定的に行われていないものについては、費用対効果や維持管理性等も考慮して日本調達することを基本方針とする。

主な調達資機材の調達方法を以下に示す。

a) 土木資材

鉄筋、セメント、生コン、レンガ、塗料、舗装用アスファルト混合物や骨材等の土木・建築資材はモンゴル国内で十分流通している。過去の ODA プロジェクトでも使用しており品質的にも問題はないことから、モンゴル国調達とする。

b) 建築設備品

断熱用発砲ポリスチレン、天井用せっこうボード、アスファルト防水材、窓枠、ドア、ガラス、ガラスブロック、ルーバー、ルーフドレン、軽量鉄鋼品、PVC 管、床タイル、分電盤、配線機器、照明機器、空調機器、給排水衛生機器等の建築設備品については、モンゴル国では製造していないが、建築設備品としては一般的な品目であるので市場に流通している。品質上の大きな問題はないことから、モンゴル国調達を基本方針とする。

c) 配管材

送配水管、導水管、集水管に使用する配管材については、とりわけ高い品質、耐久性、施工技術が要求されることから、日本調達とする。

本件の送配水管はφ700 mm の強化プラスチック複合管 (FRPM 管) を使用し、導水管、集水管についてはφ150 mm～φ500 mm のダクタイル鋳鉄管を使用する。付帯機材としては、異形管、バタフライ弁、仕切弁、空気弁がある。いずれも設計水圧は 10 kgf/cm² 以上に達する上、密集したゲル地区内でも敷設が行われる。継ぎ手の不良等による漏水事故は重大に繋がる可能性があることから、配管材には極めて高い品質、耐久性、施工技術が要求される。これらの管はモンゴル国内では製造しておらず、市場にも流通していない。

調達先として品質や価格、輸送経路等を考慮すると、日本、或いは第三国調達を検討すると中国が挙げられる。しかしながら過去の使用実績を調査する限り、中国メーカーに関しては品質管理にかかる問題が散見されることから、信頼できる品質基準を持つ日本製品を調達する。

d) 配水池付帯機材

ガチョルト配水池に据付ける付帯機材は、配管用鋼管、電磁流量計、水位計、バタフライ弁、仕切弁である。また、本件の送配水管を北東配水地に接続するに当たり必要となる機材は、電動バタフライ弁、水位計、および制御盤である。これらはいずれもモンゴル国では流通していないので日本調達とする。

e) 井戸関連資機材

水中ポンプと制御盤について、USUG では中国製品の品質、耐久性に信頼性を有しておらず、採用実績はまったくない。一方、日本製品は前回の中央水源および上流水源のプロジェクトで納品されおり、品質、耐久性ともに高い評価を得ていることから、付帯するライザー管、弁と合わせて日本調達とする。

USUG が運用している水中ポンプ、制御盤、ライザー管、仕切弁、チェッキ弁、ケーシング、スクリーン、セントラライザー等の井戸関連資機材は、1990 年以前の社会主義時代に旧

ソ連から調達した製品が多い。品質、耐久性ともに評価が高いが、今日では市場開放が進み、ロシア製品の調達は一般的とは言えない。

ケーシング、スクリーン、セントライザーについては、モンゴル国内のさく井業者からも調達可能である一方、スクリーンについては目詰まりしないよう耐腐食性能が強く要求される。従って、品質を見極めた上で、モンゴルあるいは日本調達とする。

水中ポンプに電力を供給するための、高圧受電設備、避雷設備、10 kV/380 V トランスについては、モンゴル国では製造しておらず、注文に応じて代理店が輸入を行っている。従って、これらの製品は日本調達とする。

f) 遠隔操作設備

井戸ポンプの ON-OFF の遠隔操作システムは、アンテナ、無線用モデム、無線機、パーソナルコンピュータ、および制御盤で構成され、ポンプメーカーが構築することになる。前回の上流水源プロジェクトでは、本邦のポンプメーカーがモンゴル国内のシステムシステムインテグレータと組んでシステムの構築を行った経緯がある。従って、遠隔操作設備の調達国はモンゴルあるいは日本とする。

g) 塩素消毒装置

現在、次亜塩素酸カルシウム（高度さらし粉）を使用した塩素消毒装置を公共水道に使用している例は日本では見当たらない。また、メーカーは米国やカナダにあるが、世界的に見ても僅かのようなものである。一方、溶液注入装置部については液化塩素や次亜塩素酸ナトリウムによる設備と共通であるので、ホッパー、供粉装置、溶解槽、攪拌機等を追加することで装置を構築することは可能である。特別注文ではあるが、日本の複数のメーカーで製作可能なことを確認しており、かつ現地で調達不可能なため、日本調達とした。

h) 建設機械

狹隘個所での管敷設用の超小旋回バックホウ、鋼矢板打設用の 50 t クローラクレーン、バイプロハンマー、ウォータージェットは現地で調達ができないため、日本調達とする。その他は現地で調達可能である。

i) 仮設資材

鋼矢板、簡易土留材、覆工板、H 型鋼、溝型鋼、L 型鋼等の仮設工事用の鋼材は、モンゴル国では流通しておらず、調達が困難であるので日本の貸貸品を使用する。また、足場や支保材等の仮設資材はモンゴル国内でも調達は可能であるが、数量に限りがあるため、調達先をモンゴル国に限定せず、日本調達も可能とする。土留工、仮橋工、仮締切り工、型枠支保工等の仮設工事の設計・調達・施工については工事請負業者の責任範囲とする。

j) スペアパーツ

本件にて導入した各種設備の保証やスペアパーツの調達に関しては、ウランバートル市内にローカルスタッフを配置した代理店窓口を設け、供用後 1 年間は無償保証期間として対応し、それ以降については USUG が有償で自ら調達を行う。また、現地で流通している資機材

については、同じく USUG が現地調達を行う。代理店からの調達対象となるのは、ポンプ、バルブ、制御盤、塩素消毒設備等に関する消耗品である。例を下表3-2.44に示す。

表 3-2.44 スペアパーツ例

工種	細目
ポンプ	羽車（インペラ）、パッキン、グリス、オイルシール、軸受け
バルブ	パッキン
制御盤	パイロットランプ、リレー、電磁接触機
塩素消毒設備	さらし粉、ストレーナー、パッキン

出典：JICA 調査団

(2) 調達先リスト

本件工事に使用する主な資機材の調達先は、以下の通り計画する。

表 3-2.45 建設資機材の調達先リスト

資機材名	現地	日本
セメント	○	
生コン	○	
砕石、砂、盛土材	○	
レンガ	○	
燃料（ガソリン、軽油、灯油）	○	
鉄筋	○	
鉄鋼品（鋼矢板、簡易土留材、覆工板、H型鋼、溝型鋼、L型鋼）		○
軽量鉄鋼品（しま鋼板、軽量形鋼、ガス管）	○	○
合板（型枠用）	○	
足場・支保材	○	○
塗料（エマルジョン、オイル、エポキシ）	○	○
舗装用アスファルト混合物	○	
断熱材	○	
アスファルト防水材	○	
建具（窓枠・ドア・ルーバー・ガラス）	○	
天井材（下地材、せっこうボード）	○	
ルーフドレン	○	
床タイル	○	
建築用電気機器（分電盤、配線機器、照明機器）	○	
給排水衛生機器（便器、洗面台、PVC管）	○	
空調機器（ヒーター、換気扇）	○	
強化プラスチック複合管、異形管		○
ダクタイル鋳鉄管、異形管		○
鋼管		○
弁（電動バタフライ、バタフライ、仕切、空気、チェッキ）		○
弁室用マンホール蓋		○
水中ポンプ		○
計装機器(制御盤、水位計、電磁流量計)		○
高圧受電設備(気中開閉器、避雷設備、トランス)		○
井戸（スクリーン、ケーシング、セントライザー）	○	○
チェーンブロック		○
塩素消毒設備一式		○
遠隔操作設備一式	○	○
一般的な建設機械（バックホウ、ブルドーザー、ダンプトラック、トラック、クレーン付トラック、トラックレーン、コンクリートポンプ車、モーターグレーダー、タイヤローラー、振動ローラー、ロードローラー）	○	

資機材名	現地	日本
特殊な建設機械（超小旋回バックホウ、クローラクレーン、バイプロハンマー、ウォータージェット）		○

出典：JICA 調査団

(3) 資機材輸送ルート

資機材の日本からの輸送ルートは、海上輸送で中国の天津新港に陸揚げし、天津新港からウランバートルの保税區まで鉄道輸送となる。ブロックトレインと呼ばれるコンテナ列車が運行されており、40 および 20 フィートコンテナ、また重機等はバラ積みで輸送されている。中国鉄道とモンゴル鉄道ではレールゲージ（中国：1,435 mm、モンゴル：1,524 mm）が異なるために直接乗り入れが出来ず、モンゴル国側国境のザミンウッド駅で、中国鉄道の貨車からモンゴル鉄道の貨車へ積み替えを行っている。天津新港～ウランバートルの鉄道距離は、約 1,700 km である。ザミンウッド駅は、35t リーチスタッカー5 台と 35 t 橋型クレーン 5 台を有して貨物の積替え作業を行っている。一方、モンゴル鉄道の貨車数が不十分なため、中国からの貨物が集中するとザミンウッド駅での滞留日数が長引いている。

日本から仮設ヤードまでの輸送日数は、配船状況、鉄道運行状況、ならびに貨物の集中程度の影響を受けるので、余裕を見て以下の通り 45 日間と設定する。

本邦の港～天津新港	海上輸送 10 日間
天津新港～ウランバートルの保税區	鉄道輸送 20 日間
通関手続き	14 日間
保税區～仮設ヤード	トラック輸送 1 日間
計	<u>45 日間</u>

3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画

(1) 初期操作指導

本件で建設する井戸、集水管、導水管、配水池、塩素注入設備、遠隔操作設備、送配水管については、USUG がすべて同様の施設・設備を有して運転している。従って、施設・設備の引渡しに先立ち、USUG の設備運転技術員等を対象に合計 10 日間程度の期間を設け、納入機材の機能説明、操作指導、保守点検指導を現場実習で行うことにより施設・設備の引渡しは十分可能である。

本件で整備する施設・機材について、初期操作指導を行う対象は以下の通りである。

- 取水井戸（水中ポンプ、制御盤、気中開閉器、変圧器、制水弁、排水弁、排水管）
- 配水池（電磁流量計、水位計、制御盤、制水弁、流入管、流出管、越流管、排泥管）
- 送配水管および導水管（制水弁、空気弁、排水弁）
- 既設の北東配水池（電動弁、水位計、制御盤）
- 塩素注入設備（用水管、ホッパー、重量計、給粉装置、溶解槽、攪拌機、計量ポット、注入ポンプ、溶解水注入管、制御盤）
- 遠隔操作システム（ソフトウェア、アンテナ、無線用モデム、無線機、制御盤）
- 塩素消毒・操作棟（暖房設備、換気設備、給排水設備、気中開閉器、変圧器）

設備についてはウランバートルに代理店窓口を設け、1年間の無償保証期間、および以降の有償保証に対応させる。

(2) 運用指導

本件で整備する施設・機材の運用に当たり、最も注意を払う必要があるのは、 -40°C 以下に達する冬期の間、送配水管、導水管、集水管、配水池、およびポンプ内部の水が凍結しないよう対策を講じることである。USUG は凍結防止対策の経験を積み重ねていることから、施設・設備の引渡しに先立ち、USUG の経験を活かした運転規則を策定する。本件の施設設計に当たり、USUG の運転する既存施設の例に倣って凍結防止対策を施しているものの、安全性を増すためには施設内の水を常に流動させ、停滞させないことが必要である。一旦凍結してしまうと給水が停止するだけでなく、氷の膨張による施設の損傷につながるようになる。とりわけ、100m に及ぶ水頭の高圧水を送水する送配水管については、重大事故につながる危険性が高くなるので細心の注意が必要である。

取水井戸及びガチョルト配水池間の制御は、ガチョルト配水池の水位を監視しながら、手動で井戸ポンプ運転の ON-OFF や運転台数の決定を行う。また、ガチョルト配水池及び北東配水池間の運転制御は、北東配水池の管理員が水位監視を行いながら、ガチョルト配水池及び取水井戸の管理員と携帯電話で連絡を取り、時間毎に変化する需要量に応じて一定の配水池内貯水量を確保できるようにする。北東配水池には、本件で電動弁、水位計及び制御盤を設置し、配水池の水位が既設の管理棟内に設けた制御盤からの遠隔操作により調整可能な設備計画とする。最適な水運用を行うためには、年、月、あるいは週単位の送配水量の需要予測を行い、需要量に応じた水量と適正な送配水圧力を確保するため、バルブ、ポンプ等を合理的に運用するための運転規則を策定する。

3-2-4-8 実施工程

モンゴル国側が詳細環境影響評価を完了させた後、実施設計が行われ、以下の表に示す工程に従って工事が進められる。実施設計の期間は 8.0 ヶ月、工事業者選定・契約のための入札手続き期間は 3.0 ヶ月である。寒冷地のため冬季間には屋外工事を中断し、資機材の製作・調達・輸送期間とする。この結果、全体工事期間は 38.0 ヶ月である。

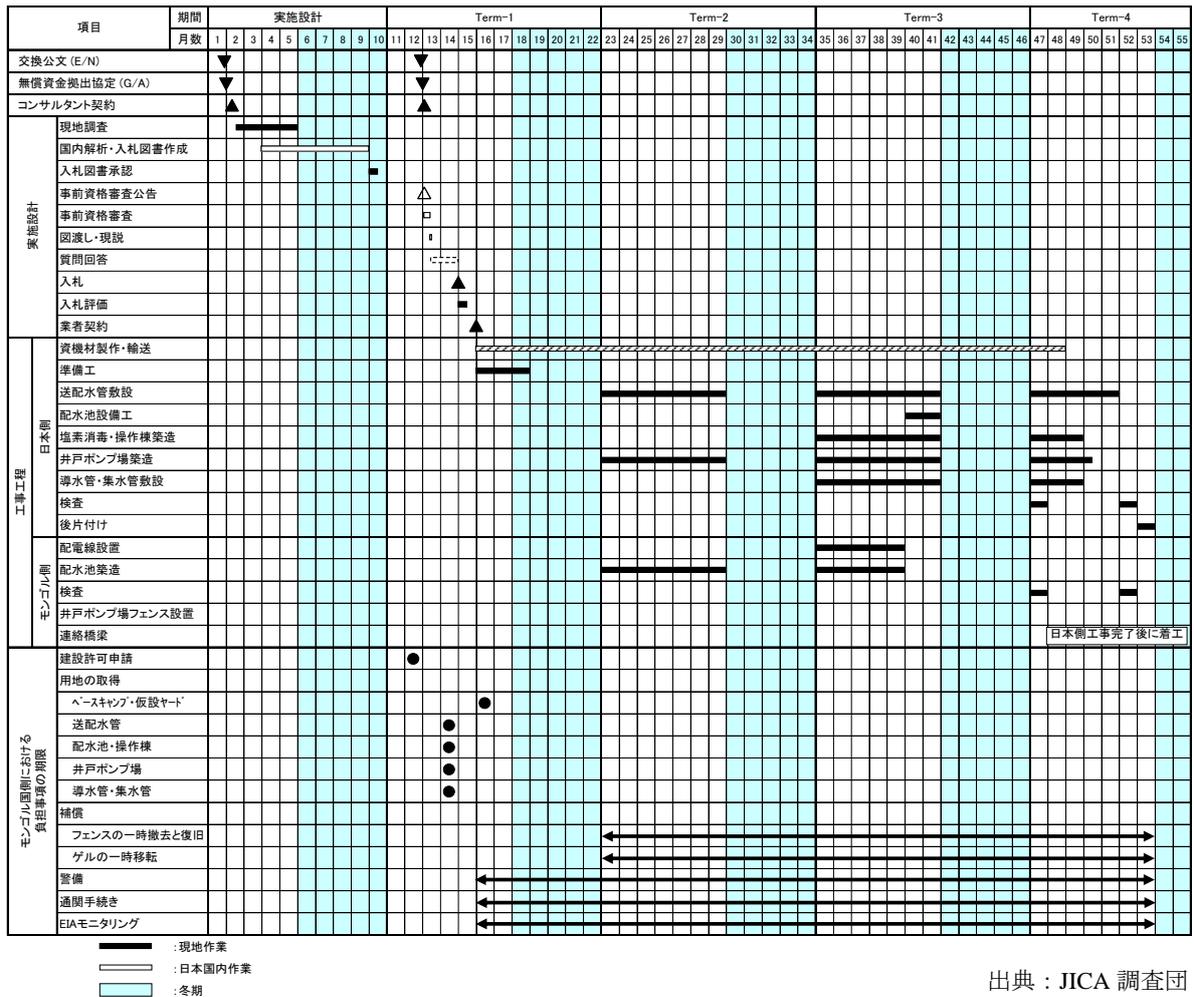


図 3-2.12 実施工程

3-3 相手国側分担事業の概要

本計画が実施される場合のモンゴル国政府の負担事項は以下のとおりである。

- 1) プロジェクトの実施のために購入された物資が、モンゴル国内に上陸する際及びモンゴル国内の輸送において、税関手続き及び荷揚げが速やかに行われるための手続きを行う。
- 2) 物資、サービス、備品の供給のため、工事請負業者及びコンサルタントがモンゴル国内で課される関税、税金等を免除するための手続きを行う。
- 3) 銀行取極 (B/A) の締結及び支払い受権書 (A/P) を発給する。
- 4) 本案件に関連する建設用地の確保のため、開発行為を規制するとともに、地主と必要な交渉を行なう。
- 5) 計画施設の建設許可申請を行う。
- 6) 環境影響評価 (DEIA) に必要な手続きを行う。
- 7) 配水池 (容量 6,000m³) を、本プロジェクトの実施スケジュールに合わせて確実に建設する (バルブ、流量計、配水池周り配管類を除く。)

- 8) 必要容量の電力線を、取水井戸、配水池及びそれらに関する施工ヤードなどの所要の場所まで引き込む。また、電力量が不足する場合は、必要容量までの増強を行う。
- 9) 遠隔操作システム用無線の周波数帯の使用許可申請を行う。
- 10) 工事の影響を受けるゲルの一時移動とその補償手続きを行う。
- 11) 工事期間における建設資機材保管のため、仮設ヤードを確保する。
- 12) 配水池や井戸機場の外溝施設（フェンス、門等）を整備する。
- 13) 水源地における維持管理用の橋梁を整備する。
- 14) 守衛を確保し、工事中の安全を確保する。
- 15) DEIA に示されたモニタリング計画に基づく環境社会影響のモニタリングを行う。
- 16) 計画の送配水管は、北東配水池への既設流入管（φ500）に接続されるため、通常利用における既設管のあらゆる故障については、USUG の責任において修繕する。
- 17) 塩素消毒設備に使用する次亜塩素酸カルシウム（高度さらし粉）を調達する。
- 18) 一般市民を対象とする施設見学の企画を行う。またパンフレット及びマス・メディア等を用いた広報活動を行う。

モンゴル国側が DEIA を完了させることを前提条件として、実施設計の E/N がモンゴル国側と日本国政府との間で協議される。

以下に、モンゴル国側の分担事項と実施期限等を示す。

表 3-3.1 モンゴル政府及び USUG の分担事項と実施期限等

大項目	小項目	数量	実施期限 (実施設計 E/N 締結後の月数)
建設許可申請	-	ウランバートル市への申請、認可	12 ヶ月
用地の取得	ベースキャンプおよび仮設ヤード	4 箇所	16 ヶ月
	送配水管	18.8 km	14 ヶ月
	導水管	4.3 km	14 ヶ月
	集水管	2.8 km	14 ヶ月
	配水池および塩素消毒・操作棟	1 箇所	14 ヶ月
	井戸ポンプ場	21 箇所	14 ヶ月
配電線の設置	配水池および塩素消毒・操作棟	1 箇所	39 ヶ月
	井戸ポンプ場	21 箇所	39 ヶ月
建設工事	配水池	1 箇所	予算確保：12 ヶ月 工 事：39 ヶ月
	井戸ポンプ場のフェンス	21 箇所	51 ヶ月
	管理橋	1 箇所	施設運用に支障のない時宜
補償	送配水管ルート上のフェンスの一時撤去と復旧	工事着工前に再調査する	23 ヶ月以降工事完了まで

大項目	小項目	数量	実施期限 (実施設計 E/N 締結後の月数)
	送配水管ルート上のゲルの一時移転と復旧		
検査	配水池の通水	1箇所	47ヶ月
	北東配水地の通水	1箇所	52ヶ月
警備	-	全工事箇所	16ヶ月以降工事完了まで
DEIA の実施	-	MNET への申請、認可	2010年1月～2010年3月
通関手続き	-	本邦調達資機材	16ヶ月以降工事完了まで
EIA モニタリング	-	全工事箇所	16ヶ月以降工事完了まで

出典：JICA 調査団

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

3-4-1 運営・維持管理計画

本プロジェクトで建設される施設は下表に示すとおりである。

表 3-4.1 プロジェクトの内容

	日本側負担事項	モンゴル側負担事項
開発水量	25,200 m ³ /日	—
取水井戸	21 井戸	—
導水管	延長 4.3 km ダクタイル鋳鉄管、口径 150～500 mm	—
集水管	延長 2.8 km ダクタイル鋳鉄管、口径 150 mm	—
配水池	—	容量 6,000 m ³
塩素消毒設備	一式（次亜塩素酸カルシウム：Ca(ClO) ₂ ）	—
塩素消毒・操作棟	操作棟、遠隔操作設備	—
送配水管	延長 18.8 km 強化プラスチック複合管、口径 700 mm	—
その他	—	フェンス設置 電力線引込み 管理橋

出典：JICA 調査団

運営・維持管理上の留意点としては以下の通りとする。

“Water Authority の勧告：生産井戸の動水位を 2m 以上低下させない”を遵守する為に、既存の上流水源、中央水源等と同様に生産井戸の動水位を各井戸に設置された水位計で管理するとともに、今回の調査で実施された試掘井戸 5 本のうち、G-2 および G-3 井戸をモニタリング井戸として施工中、ならびに運用時にも観測を継続する。それぞれ水位が 2m 以上低下した場合には生産井戸の運転を減少させる計画とする。塩素注入施設は、次亜塩素酸カルシウム投入方式を採用するので末端での遊離残留塩素が最適（0.2～0.3 ppm: モンゴル国水道法）となるような管理とする。水質検査については、モンゴル国水道法に従って、配水池の浄水（塩素消毒後の水）については、味、臭気、色度、濁度、電気伝導度、pH、大腸菌、一般細菌について

は毎日、その他の水質項目については毎月～年4回行う。また、原水については、USUGが運用する全ての井戸を対象に年2回行う。

配水池は、井戸から巻き上げられたシルトの沈殿や、水垢の付着が生じるので、定期的に、2池を交互に空にして清掃を行う。また管路は、経年による管内外面の劣化状況、継手部の水密性や抜け出し量調査、通水断面積調査等を定期的に行う。バルブ類についても、水漏れ、錆、ボルトやナットの締め状況調査等を行う。

最適な水運用を行うためには、年、月、あるいは週単位の送配水量の需要予測を行い、需要量に応じた水量と適正な送配水圧力を確保するため、管路、バルブ、配水池、ポンプ等の各施設を合理的に運用する必要がある。

3-4-2 要員計画

本プロジェクトを実施することにより日常的に新たな運営、維持管理要員が必要となるのは、井戸の運営、維持管理、ガチョルト配水池の塩素注入施設である。本プロジェクト実施後の運営、維持管理要員（案）を次表に示す。

表 3-4.2 ガチョルト水源運営、維持管理要員(案)

職種	要員	備考
責任者	1	
電気主任者	1	
機械主任者	1	
消毒設備主任者	1	
井戸遠隔操作員	3	3交代
井戸及び配水池管理員	6	3交代、2人/組
消毒設備運転員	6	3交代、2人/組 塩素の生成、塩素の注入各1名、計2名で3交代
北東配水池管理員	3	3交代
合計	22	22人増(1シフト時は10人勤務)

出典：JICA調査団

上表に掲載した要員については3交代を考慮すると必要最低限と判断される。ただし、USUGの施設の運営維持管理を司る”Water Supply Division”には243人の職員がおり、USUGの財政健全化の観点から今回の22人の職員を新規採用するのではなくUSUGの合理化により配置転換で対応することを勧告する。井戸ポンプを含めた井戸修理工、井戸電気工、井戸機械工については、USUG内部の修理工の応援を求めることとする。上流水源及び中央水源に井戸の修理班がおり、常時そこでの業務があるわけではない。また、能力的にも今までの実績から十分対応可能と判断される。

3-5 プロジェクトの概算事業費

3-5-1 協力対象事業の概算事業費

施工・調達業者契約認証まで非公開。

3-5-2 運営・維持管理費

本プロジェクトで建設される施設の維持管理（定期点検、日常維持管理、補修）はウランバートル市の公営企業であるウランバートル市上下水道公社（USUG）により実施される。本プロジェクトの実施に伴って増加する運営維持管理費として、人件費、電力費、補修費等を試算する。

費用の内訳を表3-5.1に示す。

表 3-5.1 年間運営・維持管理費

<人件費>

担当	人	単価(Tg/月/人)	月	計(Tg/年)	備考
責任者	1	2,100,000	12	25,200,000	
電気主任者	1	1,750,000	12	21,000,000	
機械主任者	1	1,750,000	12	21,000,000	
消毒設備主任者	1	1,750,000	12	21,000,000	
井戸操作(遠隔操作)	3	1,050,000	12	37,800,000	3交代
井戸及び配水池管理員	6	700,000	12	50,400,000	3交代
消毒設備作業員	6	700,000	12	50,400,000	3交代
北東配水池管理員	3	700,000	12	25,200,000	3交代
小計	22			252,000,000	

<電力>

項目	電力量(kwh/年)	単価(Tg/kwh)	台数	計(Tg/年)	備考
ポンプ: 30KW	197,100	74.8	21	309,605,000	負荷率(機械効率込み)75%
消毒設備他: 11KW	72,270	74.8	1	5,406,000	負荷率(機械効率込み)75%
小計				315,011,000	

<補修>

項目	機材費(Tg)	修理費率(%)	台数	計(Tg/年)	備考
井戸修理代	60,606,000	0.5	21	6,364,000	年間修理費率を0.5%とした。
塩素消毒装置	530,303,000	0.5	1	2,652,000	年間修理費率を0.5%とした。
小計				9,016,000	

<消毒材>

項目	消費量(kg)	単価(Tg/kg)		計(Tg/年)	備考
高度さらし粉	3,600	3,000		10,800,000	300kg/月*12=3,600kg
小計				10,800,000	塩素注入量を0.3mg/lとした。

中計	5.87	億Tg/年
-----------	------	-------

<原水取水料金>

項目	水量(m3/日)	単価(Tg/m3)	日数	計(Tg/年)	備考
	25,200	0.37	365	3,403,260	1日最大取水量を対象とする
小計				3,403,260	

合計	5.90	億Tg/年
-----------	------	-------

※上記の人件費単価には、退職金、法定福利費及び賞与引当金等の間接費を含む。

年間修理比率は、過去の実績より0.5%と想定する。

出典：JICA 調査団

上表を踏まえ、目標年2014年の収入と支出の内訳を以下に示す。1日最大給水量、有収率、負荷率については、表3-2.15～17を参照のこと。

【収入】

1日平均有収水量：1日最大給水量 (262,861-240,000 = 22,861 m³/日) × 有収率 (84.69%) × 負荷率 (84.32%) = 16,325 m³/日

このうち、裨益ゲル地区給水量：370,137人×15.8ℓ/人/日+19,096人×25ℓ/人/日
= 6,326 m³/日

アパート地区給水量：16,325 - 6,326 = 9,999 m³/日

上式において、2013年の推計対象ゲル住民370,137人については、2014年の計画給水原単位(25ℓ/人/日)と2013年における給水原単位(9.2ℓ/人/日)の差分15.8ℓ/人/日(=25.0-9.2)が給水増加量と考え、2014年時点で見込まれる増加19,096人については、計画給水原単位(25ℓ/人/日)が給水増加量分と考える。プロジェクトによる開発水量は、ゲル地区を優先して給水を行い、余裕分については、アパート地区へ給水を行うこととする。

ゲル地区キオスクとアパートの計画平均水道料金¹⁵をそれぞれ500 Tg/m³、256 Tg/m³(OSNAUGがUSUGへ支払うバルク料金)とすると、年間収入は以下となる。

(6,326 m³/日×500 Tg/m³+9,999 m³/日×256 Tg/m³)×365日=20.9億 Tg/年

【支出】

- ・ガチョルト地域取水施設維持管理費 : 5.87億 Tg/年
- ・原水取水料金¹⁶ : 0.03億 Tg/年 (25,200 m³/日×0.37 Tg/m³×365日)
- 合計 : 5.90億 Tg/年

【利益】

20.9億 Tg/年-5.90億 Tg/年=15.0億 Tg/年

以上より、今回のプロジェクトにかかわる、年間の運営・維持管理費は5.90億 Tgと想定されるのに対し、裨益ゲル地区ならびにアパート地区からの収入が20.9億 Tgと想定される。よって、15.0億 Tgの年間の収益を得られることとなり、ウランバートル市からの助成金を得ることなくプロジェクトによる施設の運用を期待できる。

3-6 協力対象事業実施に当たっての留意事項

協力対象事業の実施に当たり、以下の点について留意する必要がある。

(1) 用地取得、開発規制及び工事中の民家フェンスの撤去・復旧

必要となる用地取得、都市計画との調整手続きをUSUG及び関係機関が適正に実施する必要がある。また、本件の送配水管工事で、敷地内での一時移動やフェンスの撤去復旧の必要な民家が20件程度存在するため、これらの民家に対し、ウランバートル市役所の負担でモンゴルの規則に則り、影響民家毎の補償手続きを事業実施計画に併せて進めることが求められる。また同時に、取得用地部においては、不法な新規開発の規制、地主との交渉が必要となる。

¹⁵ Project Appraisal Document on a Project Credit to Mongolia for USIP2, IBRD, March 31, 2004

¹⁶ 内閣通達第103号「水源の貯留量の評価及び水利用に関する料金規定」2003年、ウランバートル市近郊の飲料用地下水(上質)の原水取水料金: 0.37 Tg/m³

(2) モンゴル側負担工事の確実な実施

配水池建設、電力引込み、フェンス設置、維持管理用橋梁建設等のモンゴル国側負担事項が所定の期日までに確実に実施されることが求められる。また、USUG の能力の範囲で負担事項の実施が困難となった場合は、上位の組織である道路運輸建設都市開発省あるいはウランバートル市により、責任を持って負担事項が実施される必要がある。

(3) 環境負荷軽減策に対するモニタリング

施設の施工段階及び運用段階において、モニタリングフォームのモニタリング項目が確実に実施されることが求められる。主なモニタリング内容は以下となっている。モニタリングの結果は、月報の形で報告を行う。

1) 施工段階

- (a) 送配水管ルート沿い影響民家の一時敷地内移転、フェンスの撤去・復旧、補償手続き。
- (b) 交通規制。
- (c) 軍及びバスや地元産業等の運営組織への説明会。
- (d) ガチョルト地区をはじめとする周辺住民への説明会。
- (e) 工事に伴いやむを得ず樹木の伐採が必要となる場合の伐採及び移植。
- (f) 景観に配慮した施工方法の適用。
- (g) 試験井戸における地下水位の観測及び水質の確認。

2) 運用段階

- (h) 施設での守衛配置による不法立入りの禁止、警備。
- (i) 塩素消毒材（さらし粉）の適切な保管と取扱い。
- (j) 試験井戸における地下水位の観測及び水質の確認。

上記のモニタリング項目に関し、(e)(f) は施工業者が実施する。その他の項目については、USUG が実施する。

(4) 施設の運営維持管理

建設施設の効果が十分に発揮されるよう以下の項目を実施し、効果的な水道経営の推進を行う。

- ・既存老朽施設の補修、更新を推進し、無収水量の低減を図る。
- ・施設の維持管理に必要となる収益を確保するため、適切な水道料金の設定と確実な料金徴収を行う。
- ・水道メーターの設置により、従量制を促進して節水効果を図る。

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

4-1 プロジェクトの効果

本プロジェクトの実施により、ウランバートル市民に対し表4-1.1の効果をもたらすことが期待される。

表 4-1.1 プロジェクト実施による効果と現状改善の程度

現状と問題点	協力対象事業での対策	直接効果・改善程度	間接効果・改善程度
ウランバートル市への人口増加による水需要が増加しており、特に、ゲル地区住民に対する水道サービスの供給が需要に追いつかない状況にある。この結果、2011年には1日最大水需要量が現在のUSUGの給水設備能力を上回るものと予測される。	ウランバートル市東部郊外のガチョルト地域において新規水源を開発する。開発した水をウランバートル市内へ送水するために18.8 kmの送配水管を敷設する。	ウランバートル市上下水道公社 (USUG) の給水設備能力が 240,000 m ³ /日から 265,200 m ³ /日に増加する。	<ul style="list-style-type: none">・ゲル地区住民約 39 万人、ならびにアパート地区住民約 4.35 万人の生活環境および給水状況が改善される。・有収水量の増加により、USUG の料金収入が増加する。

出典：JICA 調査団

4-2 課題・提言

4-2-1 相手国側の取り組むべき課題・提言

本プロジェクトの実施に当たり、モンゴル国側は次の事項に責任を持って実行するよう求められる。

(1) 負担工事の品質確保と工程遵守

配水池（バルブ、流量計、配水池周りの配管類を除く）、および管理橋の建設、井戸ポンプ場のフェンスの設置、電力線の引き込み、通水に伴う北東配水池の修復、についてはモンゴル国側（実施機関：USUG、責任機関：ウランバートル市、および道路・運輸・建設・都市開発省）の負担で行うことで合意している。それぞれの工事が、技術仕様を満足する品質を確保し、全体の実施工程から遅延のないよう行われることが求められる。

(2) 環境社会配慮に係わるモニタリング

送配水管工事の着工に先立ち、USUG およびウランバートル市は、コンサルタントとともに定期会合を開き、影響を受けるゲルの把握、構造物建設等の違法行為の予防・発見、適正な交渉・補償手続きの実施を行うよう求められる。

工事の着工に先立ち、USUG およびウランバートル市は、コンサルタントとともに工事説明会を開き、河道の締め切り、バス停の移動、道路の通行制限、苦情窓口の開設など、支障が生じて工事が停止しないよう、近隣住民や事業者に周知徹底させるよう求められる。

USUG は、プロジェクトの施工段階において、試験井 2 本 (G-2, G-3)、ならびにガチョルト地区の民設キオスクの地下水位を毎日観測するよう求められる。運用段階においては、前述の 2 本に加え、新設井戸 21 本の孔内地下水位を毎日観測し、2 m を超過する水位低下を起こさぬよう監視する。

ガチョルトならびに北東配水池から採取した塩素消毒後の浄水、新設井戸 21 本の原水の水道水質については、USUG の規定に従って、分析を行い、水使用者への情報の公開を行うよう求められる。

USUG は、プロジェクトで建設した施設・設備の供用開始から 2 年の間、モニタリングの結果を日本国政府に報告する。

(3) 地下水質への影響評価と下水処理能力の強化

裨益ゲル地区の下水（生活雑排水／し尿）の処理状況、処理能力等を確認し、本件プロジェクトの供用開始後、水使用量の増加に伴う地下水水質への影響評価を行うと共に、悪影響が確認された場合、下水処理能力を強化する方策を講じるよう求められる。

(4) 裨益ゲル地区への確実な配水

本件プロジェクトの完工後、北東配水池に送水された水が、裨益ゲル地区へ確実に配水され、管網に漏水等の不備が発見された際は、直ちに修繕するよう求められる。

(5) 専門職員の配置による施設の円滑な運用

USUG は、本件プロジェクトで供与する施設・設備（井戸ポンプ場、管路、配水池、塩素消毒設備、遠隔操作設備）について、同様の施設・設備を有しており、専門要員を配置して運用している。従って、引渡し後、専門職員の配置、あるいは専門職員が有する技術・知識・経験を新任職員と共有することで、施設・設備の運用が円滑に行われるよう求められる。

(6) 水消費量の抑制と中長期的対応の水資源開発・管理計画の策定

本件プロジェクトの目標は、「2014 年に、ウランバートル市の住民への給水が改善される。」であり、現有給水施設能力の逼迫に伴う、緊急的対応策であることに留意する必要がある。

そのための手段として、トーラ川沿いの、中央水源と上流水源の間に位置し、既往調査の結果 40,000 m³/日の地下水開発賦存量が見込まれるガチョルト地区を新規開発することで、2014 年の水需給の差分 25,200 m³/日を賄うものである。

ウランバートル市の人口は、2014 年以降も増加し続けることが明白である一方、現有水源（上流水源、中央水源、工業水源、精肉工場水源）の地下水開発は、既に全体で 240,000 m³/日に達しており開発余力は残されていない。以降 2020 年には更に、23,575 m³/日 (=288,775-240,000-25,200) の水需給の差が生じることが予測されており、ガチョルト地区の開発余力で賄うことができなくなる。

USUG は、老朽化した水道施設の更新による漏水量の抑制、アパート地区における節水啓発、水道メーター設置の促進、ならびに適切な料金制度の設定による水消費量の抑制を行うよう求められる。

また、モンゴル国側の関係機関が一丸となり、中長期的対応策として、表流水開発を含めた抜本的な水資源開発・管理計画を、国家的重要施策として策定するよう求められる。また、その際は既存水源への悪影響がないよう、慎重な事前の調整を行う必要がある。

4-2-2 技術協力・他ドナーとの連携

(1) 国際復興開発銀行

国際復興開発銀行の融資する USIP 2 により、北東配水池から市北東部のゲル地区に至る配水管網と給水キオスクが 2010 年末に完工予定である。本件プロジェクトと USIP 2 の連携により、本邦側の負担を最小限に抑えつつ、水源から給水キオスクに至るまでの一貫した水道施設が構築される。本件プロジェクトの施設完成を待って、ゲル地区への給水が直ちに行われるため、効率的かつ迅速な効果発現が期待できる。

(2) オランダ国

現在、USUG は、Water Operators Partnerships (WOPs) として、オランダ国の VITENS による技術協力プロジェクトを進めている。

協力期間は 2007 年 11 月 1 日～2010 年 10 月 31 日の 3 年間である。

当該技術協力は、本計画の運営維持管理や自立発展性の強化に対して貢献する USUG の水道施設の維持管理能力の向上、財政基盤の強化、水資源を有効利用するための需要規制を含めた水資源管理に関する支援を行うもので、その成果を見守る必要がある。

4-3 プロジェクトの妥当性

本件プロジェクトは以下の点から、我が国の無償資金協力により実施することが妥当であると判断される。

- (1) 本件プロジェクトを実施する趣旨は、2004 年 11 月に策定された「対モンゴル国別援助計画」における重点分野「経済活動促進のためのインフラ整備支援」に合致している。
- (2) 7 l/人/日の水しか使用できない状況にある裨益ゲル地区住民 39 万人（2014 年）が、身近な給水キオスクにアクセス可能となることで、水汲み時間の短縮や衛生環境の改善が期待される。
- (3) ゲル地区への給水を最優先にしつつ、アパート地区に併せ、企業、工場、および公共施設の水需要を満たすことで、ウランバートル市の経済活動の促進と公共施設の有効利用に貢献できる。

- (4) USUG および責任機関のウランバートル市は、送配水管工事時のゲルの一時的移動とそれに伴う補償の把握・管理、施設運用段階での地下水位の監視など、環境社会配慮に係わるモニタリングの重要性について、本邦側と認識を共有している。
- (5) 目標年次 2014 年の水需要に対応するため、新規水源 25,200 m³/日を至急開発する必要があるが、現有の、上流水源、中央水源、工業水源、精肉工場水源には余力ない。ガチョルト地区の新規開発は、既往調査の結果 40,000 m³/日の開発賦存量が見込まれ、ウランバートル市の水源保護地に指定されている点から、短期的対応策としては最適地であると判断される。
- (6) USUG は、USIP 2 への融資条件として、国際復興開発銀行に提出した財政計画に従って経営努力を続けている。本件プロジェクトの実施により営業利益が向上し、USUG の財政的自立発展性が強化される。
- (7) USUG は、マイナス 40℃ を下回る極寒期において、水源から給水キオスクあるいは蛇口まで、凍結させずに給水する技術と経験を有している。従って、プロジェクトの実施により建設された施設が 1 年を通して有効に運用される。
- (8) USUG は、フェーズ I ならびにフェーズ II プロジェクトを通じて、我が国の無償資金協力の仕組みを熟知している。従って、無償資金協力の基本原則に従い、モンゴル国側が対処すべき事項の円滑かつ時宜を得た遂行が期待できる。

4-4 結論

本件プロジェクトの実施により、前述のように多大な効果が期待されると同時に、モンゴル国の首都ウランバートルの市の健全な自立発展に大きく寄与するものである。我が国は、モンゴル国に対する最大の援助供与国として、同国における民主化・市場経済化の動きを支援しており、両国は極めて良好な友好関係にある。本件プロジェクトを我が国の無償資金協力で実施することにより、両国関係の一層の強化が期待できる。