社会開発調査部報告書

No. 2

国際協力事業団

ウズベキスタン国
公共事業省
国家自然保護委員会

ウズベキスタン国
アラル海沿岸6都市給水計画調査
最終報告書

(和文要約)

平成8年12月

株式会社 東京設計事務所
株式会社 協和コンサルタンツ

国際協力事業団

ウズベキスタン国
公共事業省
国家自然保護委員会

ウズベキスタン国
アラル海沿岸６都市給水計画調査
最 終 報 告 書

（和文要約）

平成８年12月

株式会社 東 京 設 計 事 務 所
株式会社 協和コンサルタンツ

序文

日本国政府は、ウズベキスタン国政府の要請に基づき、同国のアラル海沿岸６都市給水計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成６年９月から平成８年１０月までの間、７回にわたり株式会社東京設計事務所の芳賀　秀壽氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ウズベキスタン国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、帰国後の国内作業を経て、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８年１２月

藤田公郎

国際協力事業団
総裁　藤田公郎

ウズベキスタン国アラル海沿岸６都市給水計画調査

伝達状

国際協力事業団
総裁　藤田　公郎　殿

今般、ウズベキスタン共和国におけるアラル海沿岸６都市給水計画調査が終了致しましたので、ここに最終報告書を提出致します。

本最終報告書は、平成６年８月及び平成７年５月並びに平成８年５月に国際協力事業団と、㈱東京設計事務所並びに㈱協和コンサルタンツの共同企業体との間で締結された契約に基づいて、結成された調査団によって作成されました。

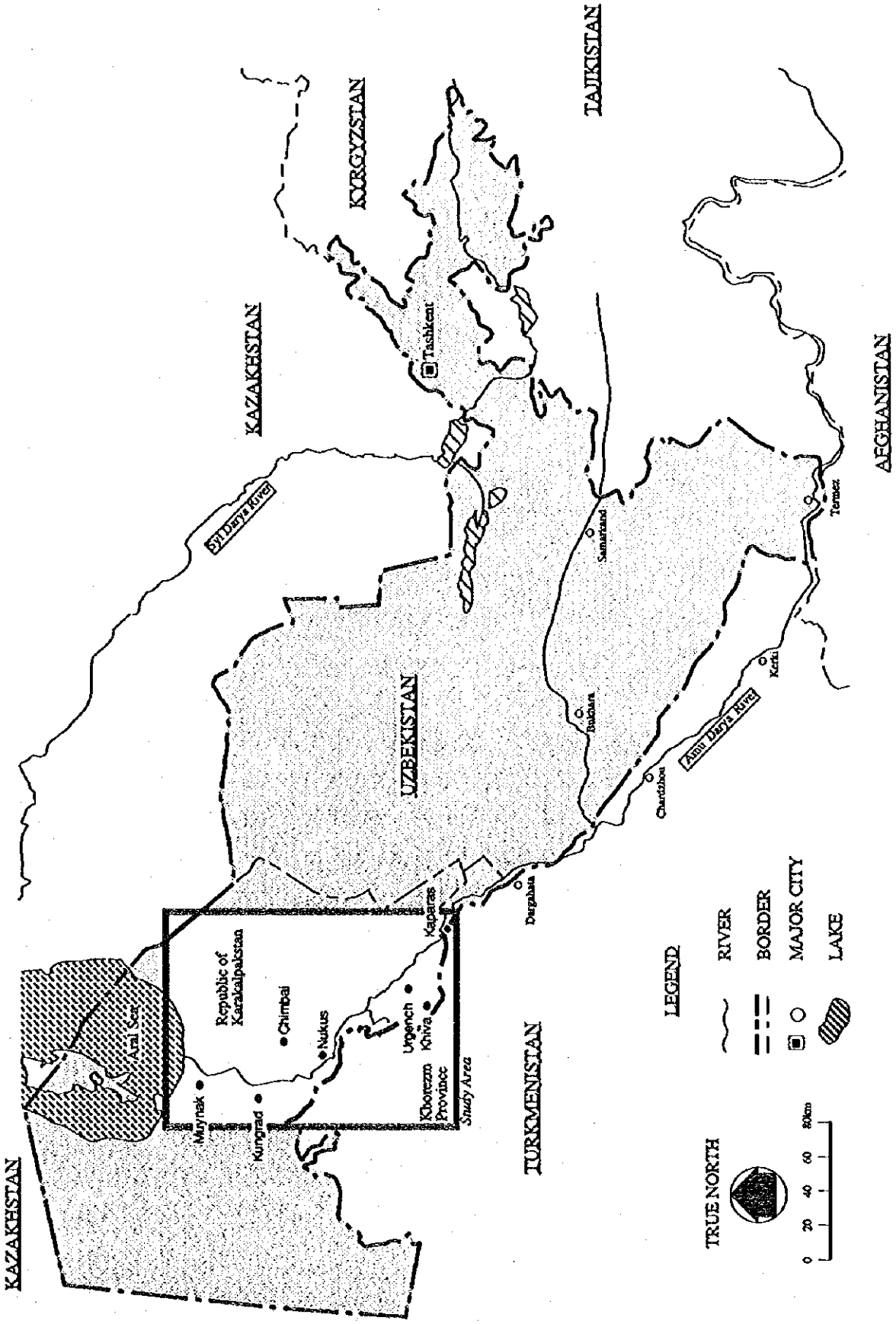
本最終報告書は、主報告書、要約報告書、付属報告書、資料報告書の４分冊により構成されております。主報告書には水道基本計画及びフィージビリティ調査計画に係わる現地調査、分析及び結果がまとめられております。要約報告書は主報告書を簡潔にまとめたものであります。付属報告書においては調査及び分析内容の詳細に言及し、資料報告書では本調査団及びウズベキスタンカウンターパートにより実施された水質分析結果を収録しております。

本調査に当たり、多大なるご支援を賜わりました貴事業団、作業監理委員会、外務省、厚生省、在ウズベキスタン日本国大使館の関係各位並びにウズベキスタン国政府関係者に、本調査団は心より感謝の意を表すとともに、本調査の成果がウズベキスタン国アラル海沿岸地域の住民の健康及び衛生状況の改善に資することを真に祈念致しております。

平成　８年１２月

芳賀秀寿

調　査　団　長
芳　賀　秀　壽



Location Map of Study Area

概要

１．緒　論

アラル海沿岸の調査対象地域はカラカルパキスタン自治共和国とホレズム州に属し、アムダリヤ川最下流域に位置する。この地域の給水事業が抱えている問題点は、水源水質悪化に起因する飲料水質の悪化と、安価な水道料金による運営管理費用が十分捻出できないことにある。特に、水源水質の悪化は調査地域の住民の健康に重大な影響を与えている。このような背景から調査は飲料水質の改善を主目的に進められた。

２．既存水道システム

カラカルパキスタンとホレズムには、それぞれトヤムユン－ヌクス（T-N）とトヤムユン－ウルゲンチ（T-U）広域水道システムがある。地方水道公社であるVodokanal（都市水道公社）とAgro-Vodokanal（農村水道公社）はこの広域水道から購入した浄水と自己生産水を合わせて住民に直接給水している。広域水道は現在、両地域の給水量の約６０％を生産している。

３．水質改善策

調査地域の水道水源は主にアムダリヤ川から派生した表流水と地下水である。水源の悪化は上流の大規模灌漑農業地帯からの高濃度塩分を含んだ灌漑農業排水の流入に起因する。飲料水質の問題点は、主に蒸発残留物（塩分）と全硬度が飲料水質基準を満足しないことにある。この水質問題を解決するため、調査団は水質改善代替案を作成し検討した。その結果、「アムダリヤ川の水質の良い時期にカパラス貯水池に年間需要水量分を貯水し、その水をトヤムユン浄水場で処理し給水する。」案を採用した。

４．水道基本計画

この水質改善策に基づいて２０１０年を目標年次とする水道基本計画を策定した。水道水源はカパラス貯水池とする。浄水場は既存T－NとT－U広域浄水場を拡張し使用する。地方の浄水場も一部使用する。幹線送水管システムは既存T－N送水管システムとT－U送水管システムを拡張する。漏水量の低減のための老朽管の更新と水道普及人口増加のための新設管を布設する。効率的な水利用の実現のため全家庭水道利用者に水道メーターを設置する。

５．プロジェクトの修正

プロジェクト評価の結果、基本計画の建設コストが膨大なため、基本計画におけるプロジェ

クトのすべてを実施することは困難であることが結論付けられた。この結果を受けて基本計画の規模を縮小する等の修正を行いプロジェクトコストの低減を図った。修正プロジェクトの総建設費用は603百万米ドル、その内2002年末まで実施する第1位優先プロジェクトの建設費用は278百万米ドルである。この修正プロジェクトに対してフィージビリティ調査を実施した。プロジェクト内容表と提案された水道システム図を示す。

6．給水人口と需要・供給量

都市部の給水率は1995年の76%（カラカルパキスタン）、87%（ホレズム）から2010年までに１００％とする。都市部の給水人口はそれぞれ502千人、292千人から2010年には851千人、397千人となる。2010年における都市部および農村部を含む両地域の日最大需要量は413,000（カラカルパキスタン）と415,000（ホレズム） m^3/日である。日最大総供給能力は828,000 m^3/日、増加能力は325,000 m^3（T-N浄水場：145,000 m^3/日、T-U浄水場：180,000 m^3/日）である。

7．水道システムの維持管理と運用

本計画を実施する場合特に以下のことを考慮する必要がある。

1）カパラス貯水池を含むトヤムユン貯水池群の総合水運用システムの確立
2）トヤムユン水道システムと水道公社の水道システムの効果的な水運用
3）広域水道システムの緊急時対応
4）漏水制御

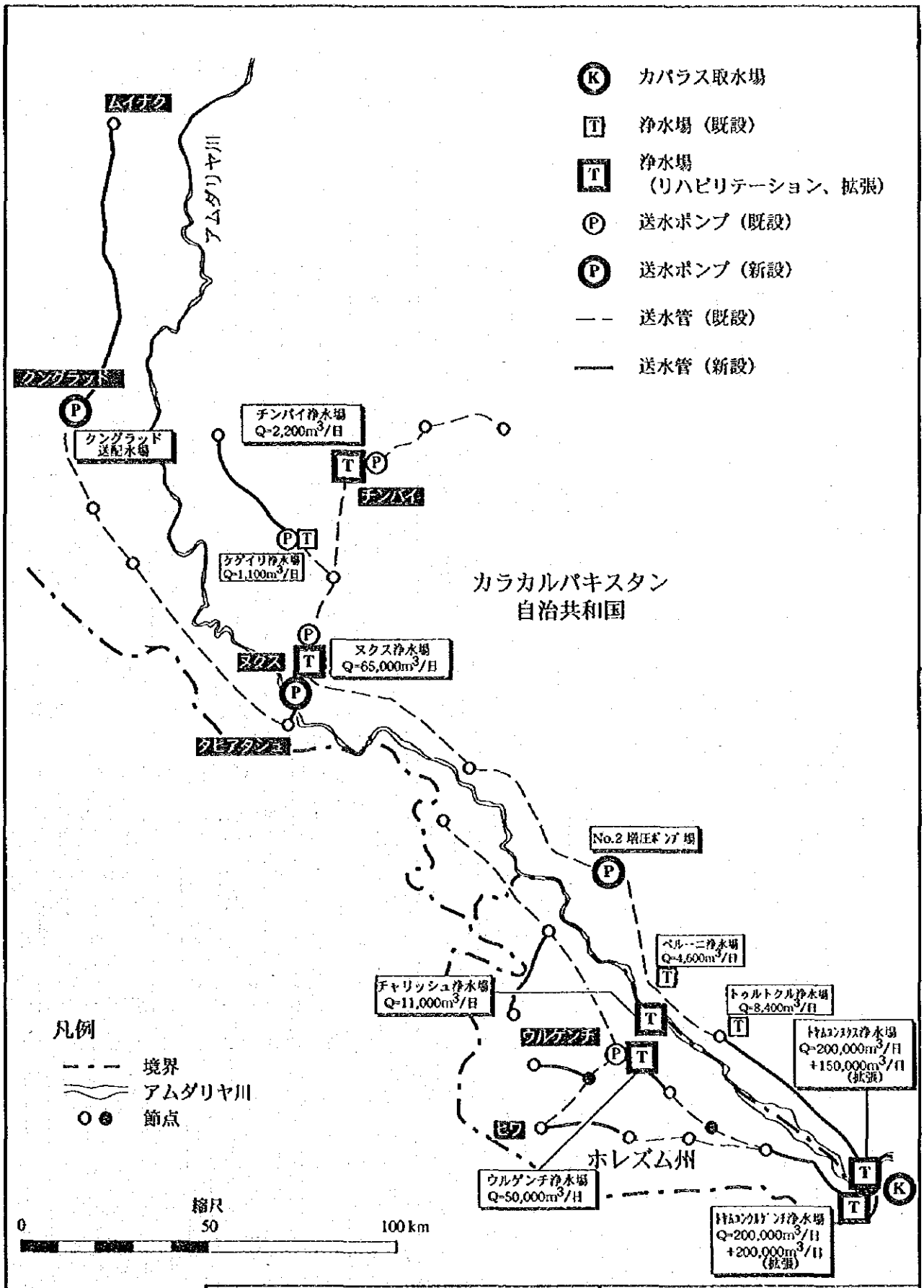
8．プロジェクト評価

第1位優先プロジェクトの経済内部収益率（EIRR）は8.4%であった。加えて定量化できない便益を考慮すると本プロジェクト実施の妥当性は高い。財務評価の結果、妥当な水道料金レベルを保持しかつプロジェクトを企業化するためには、ウ国政府は建設費用を補助する必要がある。家庭水道利用者の水道料金を妥当な水準（家庭収入の２％）まで上げる必要がある。

9．環境影響評価

主要な環境影響要因として、３プロジェクト活動を同定し評価および緩和策を提示した。

（1）カパラス貯水池の運用（富栄養化はなし。水圏への影響も無視できる。沈砂の影響も無視できる。水利権問題は解決済み。）
（2）浄水場の運転（汚泥の適切な処分が必要。）
（3）水道の普及による下水量の増加（下水道の計画的な整備が必要。）



ウズベキスタン国 アラル海沿岸６都市給水計画調査 国際協力事業団	図 水道施設整備計画図 （2010年）

図　　事業実施行程表

項目＼年		第1位優先事業						第2位優先事業								備考
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
資金借入準備																
入札準備																
1. カバラス水源取水システム																
1.1 カバラス取水場	Q=750,000 m3/d															
1.2 導水管																
1.2.1 カバラス取水場 ～ トヤムユン・ヌクス既設取水場	D=1,400 L=10.7 km															
1.2.2 カバラス取水場 ～ トムユン・ウルゲンチ既設取水場	D=1,400 L= 1.0 km															
1.2.3 同　上	D=1,400 L= 9.0 km															
2. トヤムユン・ヌクス広域水道																
2.1 浄水場	Q=350,000 m3/d															
2.1.1 リハビリテーション	Q=200,000 m3/d															
2.1.2 拡張	Q=150,000 m3/d															
2.2 送配水場																
2.2.1 No.2 増圧ポンプ場	Q=234,410 m3/d															
2.2.2 ヌクス北配水場	Q=122,950 m3/d															
2.2.3 クングラッド送配水場	Q= 42,130 m3/d															
2.3 送水管																
2.3.1 浄水場 ～ No.1 増圧ポンプ場	D=1,400 L= 63.0 km															
2.3.2 ヌクス ～ タヒアタシュ L=21 km	D=1,200 L= 11.0 km															
2.3.3 クングラッド ～ ムイナク (Q=8,870 m3/d)	D=500　L= 96.5 km															
2.3.4 ケゲイリ ～ ボザタウ	D=400　L= 50.0 km															
3. トムユン・ウルゲンチ広域水道																
3.1 浄水場	Q=400,000 m3/d															
3.1.1 リハビリテーション	Q=200,000 m3/d															
3.1.2 拡張	Q=200,000 m3/d															
3.2 送水管																
3.2.1 浄水場 ～ ハザラスプ・ポンプ場	D=1,200 L=27.0 km															
3.2.2 ハンキ ～ ウルゲンチ	D=1,200 L=13.2 km															
3.2.3 ヤンギアリーク ～ ヒワ	D=600　L=20.0 km															
3.2.4 節点S.P.1 ～ コシュクプル	D=600　L=14.0 km															
3.2.5 グルレン ～ シャワット	D=600　L=19.5 km															
4. カラカルパキスタン自治共和国水道																
4.1 浄水場																
4.1.1 ヌクス浄水場（リハビリテーション）	Q= 65,000 m3/d															
4.1.2 チンバイ浄水場（リハビリテーション）	Q=　2,200 m3/d															
4.1.3 3 都市浄水場（リハビリテーション）	Q= 14,000 m3/d															
4.2 配水管																
4.2.1 布設替 D=100mm ～ D=400 mm	L=228.8 km															
4.2.2 新設 D=100 mm ～ D=400 mm	L=119.6 km															
4.3 メータリング・システム																
4.3.1 水道メータ設置 D=20 mm	N=115,960 箇所															
5. ホレズム州																
5.1 浄水場																
5.1.1 ウルゲンチ浄水場（リハビリテーション）	Q= 50,000 m3/d															
5.1.2 チャリッシュ浄水場（リハビリテーション）	Q= 11,000 m3/d															
5.2 配水管																
5.2.1 布設替 D=100 mm ～ D=400 mm	L=170.3 km															
5.2.2 新設 D=100 mm ～ D=400 mm	L= 71.5 km															
5.3 メータリング・システム																
5.3.1 水道メータ設置 D=20 mm	N=60,970 箇所															

目　次

第Ⅰ部　基本計画

目 次

第II部　フィージビリティ調査

第 Ⅰ 部　　基本計画

第 I 部　基本計画

第 1 章　緒 論

1．1　調査の背景

本調査対象地域であるウズベキスタン共和国（以下「ウ国」と略す）のアラル海沿岸地域は、カラカルパキスタン自治共和国(カラカルパキスタン)とホレズム州(ホレズム)に属し、アラル海に流入するアムダリヤ川下流域に位置する。

給水事業が抱えている問題点は、上流の灌漑農業排水等の流入による水道水源の水質悪化と、水道料金が低廉すぎることにより運営管理費用が十分捻出できないことにある。特に、水源水質の悪化は、調査対象地域の住民に重大な健康被害を与えていると報告されていた。

このような背景の下に、ウ国政府は日本政府に対し、上記6都市の水道事業計画に関する調査を行い、必要とされる改善対策を提言するよう要請した。これを受けて、日本国際協力事業団（ＪＩＣＡ）は本調査団を派遣し調査を開始した。

1．2　調査の目的

本調査は、1）基本計画策定調査、2）事業化調査（ＦＳ）の2段階で実施した。

1）アラル海地域の6都市の水道の給水水質を向上させると共に、水道事業体の運営の改善を図るための基本計画を策定する。

2）基本計画で選定された優先プロジェクトの事業化調査を実施する。更に、調査の実施を通して、ウ国側のカウンターパートに技術移転を図る。

1．3　調査対象地域

1）カラカルパキスタン：　ヌクス、チンバイ、クングラッド、ムイナク、
2）ホレズム：　ウルゲンチ、ヒワ
3）その他：　トヤムユン貯水池群、トヤムユン－ヌクス（Ｔ－Ｎ）浄水場、トヤムユン－ウルゲンチ（Ｔ－Ｕ）浄水場、調査対象6都市の水道取水点

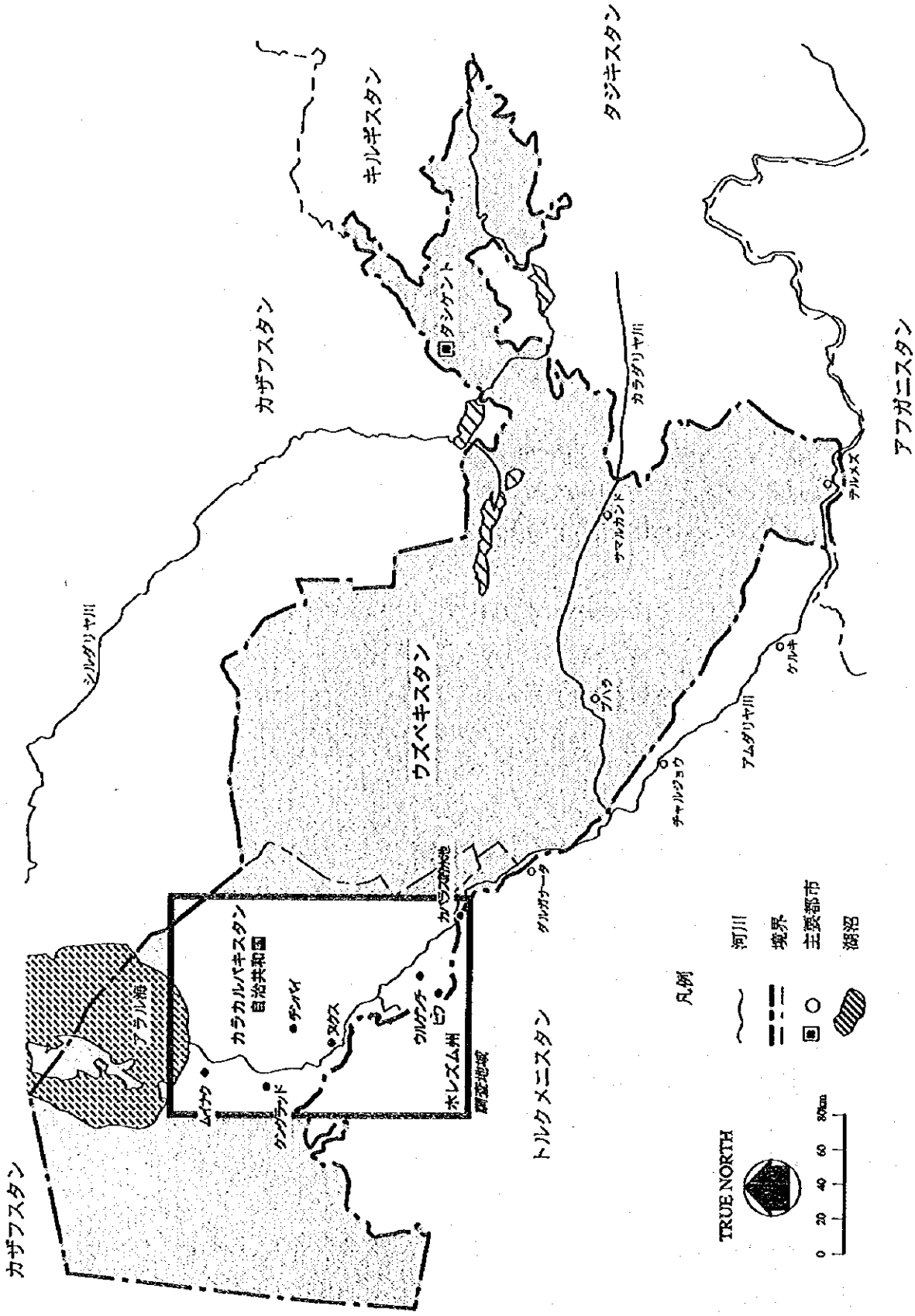

カザフスタン
キルギスタン
タジキスタン
アフガニスタン
トルクメニスタン
ウズベキスタン
カラカルパキスタン自治共和国
アラル海
シルダリヤ川
アムダリヤ川
カラダリヤ川
タシケント
サマルカンド
ブハラ
チャルジョウ
ダルガータ
ケルキ
テルメズ
ムイナク
ヌクス
ウルゲンチ
ホレズム州
調査地域
凡例
河川
境界
主要都市
湖沼
TRUE NORTH
0 20 40 60 80km

図　1.1　調査地域図

第 2 章　一般状況と調査の背景

2．1　調査対象地域の一般状況

ウ国は中央アジアの内陸部に位置し、国の東部は天山山脈、パミール高原が連なり、その氷河の融水がシルダリヤ川、アムダリヤ川となって西北走し、キジルクム砂漠やステップ地帯、アラル海底地を経てアラル海に流入する。

調査区域のカラカルパキスタンとホレズムはウ国の最北西に位置し、アムダリヤ川最下流部、アラル海沿岸地域に位置する。

調査区域の気候は大陸性であり、夏季は暑く乾燥し、冬季は降水量が比較的に多く寒い。ヌクス地点の年平均気温は約11℃、年平均降水量約 170 mm である。

2．2　水道普及率

調査地域と共に、ウ国全体の面積、人口、水道普及率を以下に示す。

表　2．1　調査対象地域とウ国全体の面積、人口、水道普及率

地区名	面　積 (千　km²)	人　口 (千人)	人口密度 (人／km²)	水道普及率	
				都市	農村
ウ国全体	447.4	21,718.2	48.5	84.6	60.0
カラカルパキスタン	165.3	1,344.3	8.1	83.7	32.1
ホレズム	6.4	1,132.2	176.9	81.0	57.2

出典：公共事業省
人口は１９９３年、上水道普及率は１９９５年のデータ

2．3　アラル海危機

旧ソ連邦はアムダリヤ川中流域の砂漠地帯を、アムダリヤ川の水を使用した大規模灌漑事業により綿花栽培地帯に変えた。　その結果、アラル海への流入水量が激減し、1989 年には湖面が原形の約60％となり、塩分濃度が約30,000 ppm に上昇した。　さらに、農地への枯れ葉剤等の農薬の大量使用と農地の塩害により、アムダリヤ川下流の地下水や表流水が汚染され、下流でこれらの水を飲用する住民の健康に重大な被害を与えている。

２．４　調査対象地域の健康状況

現在までのところ、調査対象地域の健康被害の原因は明確には明らかにされていない。良質な飲料水の不足、衛生観念の欠如等が、健康被害に大きな影響を与えていると考えられている。調査地域の疾病の罹感率はウ国平均と比べても高く、増加傾向にある。健康被害状況を以下に示す。

- 腎臓、肝臓障害、関節炎、慢性管支炎、腸チフス、肝炎が１０－１５年前から急激に増加した。
- 妊産婦、幼児死亡率が高い。
- 先天性障害の発生率が高い。
- 水系伝染病、特に下痢性疾患の罹感率が高い。
- 重度の呼吸器系疾患が多い。
- 貧血症

２．５　関連水道計画

２．５．１　ウ国内水道関連計画

（１）ウ国水道マスタープラン（カラカルパキスタン、ホレズム）

ウ国政府は、アムダリヤ川中流、下流の水質が悪化したことから、新水源を確保を目的にしたトヤムユン水道マスタープランを策定した。　この計画は、アムダリヤ川の水質の良い夏季に、１年分の水道需要水量をカパラス貯水池に貯水し、トヤムユン浄水場で処理することによりカラカルパキスタン、ホレズムに供給するものである。　現在、トヤムユン浄水場と幹線送水管の一部が完成し、運転に入っている。しかしながら、この計画が巨額の投資を必要とし、資金調達の目当てがたたないままになっており、現在、その進行は大幅に遅れている。

（２）　クングラッド、タヒアタシュ、　ホジェリ水道事業計画

ウルゲンチトランスガス会社がカラカルパキスタンのアムダリヤ川左岸に位置する諸都市に水道公社（VodoKanal）を経由して水道水を供給している。　この計画はガス配管施設、特にポンプと圧縮機の冷却水用に給水する際に、ガス配管が布設された町の住民の飲用用水として同時に給水するものである。

（３）右岸排水路遮集（ＲＢＣＤ）事業計画

アムダリヤ川に多くの農業排水路からの汚濁水が流入し、本川の水質を悪化させている。本計画は、それらの排水路が本川に流入する前に遮集して、本川の水質を向上させようとするものである。遮集排水路は 665 km に及び、3工期に分け、第1期は工事中であり、一部は完成している。

２．５．２　国際機関と援助国による水道関連計画

（1）世銀はアラル海の環境問題として広い分野にわたる調査を実施している。水道計画の策定もその中に含まれる。

（2）ＵＳＡＩＤは短期の飲料水質改善計画（塩素消毒施設の改善）を実施した。

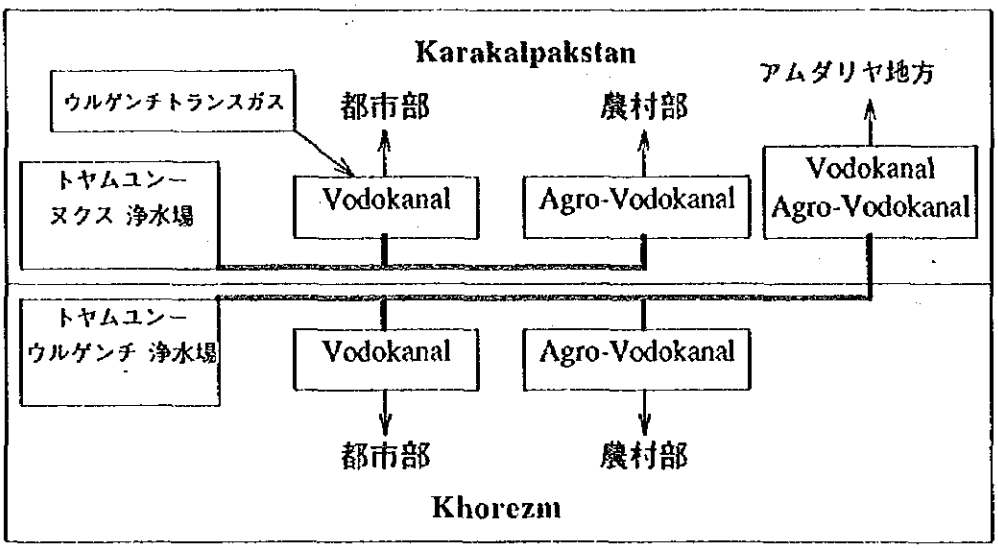
（3）ドイツ赤十字社は 1993 年に、施設容量、100m³／時の逆浸透膜（ＲＯ）プラントをカラカルパキスタンのタクタクプールに建設した。

第 3 章　既存水道施設

3．1　調査地域の水道システムの概要

調査地域の公共水道企業体として、都市部に都市水道公社（Vodokanal)、農村部に農村水道公社（Agro-Vodokanal）がある。両公社は、浄水源として各自が所有する浄水場による浄水に加え、トヤムユン水道システムから浄水を購入し、市民に供給している。更にカラカルパキスタン内のアムダリヤ川左岸の都市では、ウルゲンチトランスガス会社から水道公社が買水して給水している。調査地域の水道システムを以下に示す。

図　3．1　調査地域の水道システム



3．2　調査区域内の既設浄水場

調査区域内には、凝集沈殿浄水場、自然沈殿浄水場、井戸（人口涵養水、地下水）、電気透析、逆浸透膜、浅井戸と手押しポンプの浄水施設がある。

3．3　トヤムユン広域水道システム

3．3．1　概要

カラカルパキスタンとホレズム両地域の都市と農村に対する水道・下水道計画が 1986 年に

2000年を目標年次として策定された。　この中で、トヤムユン－ヌクス（T－N）広域水道システムとトヤムユン－ウルゲンチ（T－U）広域水道システムがそれぞれカラカルパキスタン、ホレズム水道システムとして以下の容量で計画された。

T－U浄水場の総計画容量　：　577千m^3／日
T－N浄水場の総計画容量　：　540千m^3／日

この計画は、3期に分けて２０００年までに段階的に建設、稼働する予定であったが、現在、第1期が完成したのみで、事業は著しく遅延している。

３．３．２　カパラス貯水池

カパラス貯水池は 550 百万m^3の計画有効貯水容量を有し、スルタンサンジャル貯水池、コシュブラク貯水池、ルスロボイ（アムダリヤ河床）貯水池と共に、トヤムユン貯水池群を構成する。　トヤムユン水道システムは、カパラス貯水池に、7月から9月までの期間に上質で水量の多いアムダリヤ川の水を貯水し、この貯水された水を1年間の水道水源に利用する計画である。　現在、トヤムユン浄水場への導水施設が建設中である。（図３．２）

３．３．３　トヤムユン－ヌクス（T－N）水道システム

（1）送水区域：　カラカルパキスタン

（2）運営：　公共事業省（MPU）T－N地方水道パイプライン管轄のヌクス市維持・修繕事務所、都市水道公社と農村水道公社に売水

（3）施設概要：

1）トヤムユン－ヌクス浄水場

日最大供給能力　：　170,000 m^3／日

1．取水ポンプ場
2．凝集剤注入（硫酸バン土）
3．第1次薬品沈殿池（円形クラリファイヤー）
4．第2次凝集剤注入（硫酸バン土、ポリアクリルアミド、さらし粉）
5．第2次薬品沈殿池（横流式）
6．急速ろ過池　（標準型）
7．塩素消毒（液体塩素）
8．浄水池
9．送水ポンプ場

2）T－N水道システム幹線送水管（図3．3）

3．3．4　トヤムユン－ウルゲンチ（T－U）水道システム

（1）送水区域：　ホレズムとカラカルパキスタンのアムダリヤ地方

（2）運営：　公共事業省（MPU）T－U地方水道パイプライン管轄のウルゲンチ市維持・修繕事務所、都市水道公社と農村水道公社に売水

（3）施設概要：

1）T－U浄水場

日最大供給能力　：　200,000 m^3／日

浄水プロセスはろ過速度と送水ポンプ容量を除けばT－N浄水場と同じである。

2）T－U水道システム幹線送水管（図3．3）

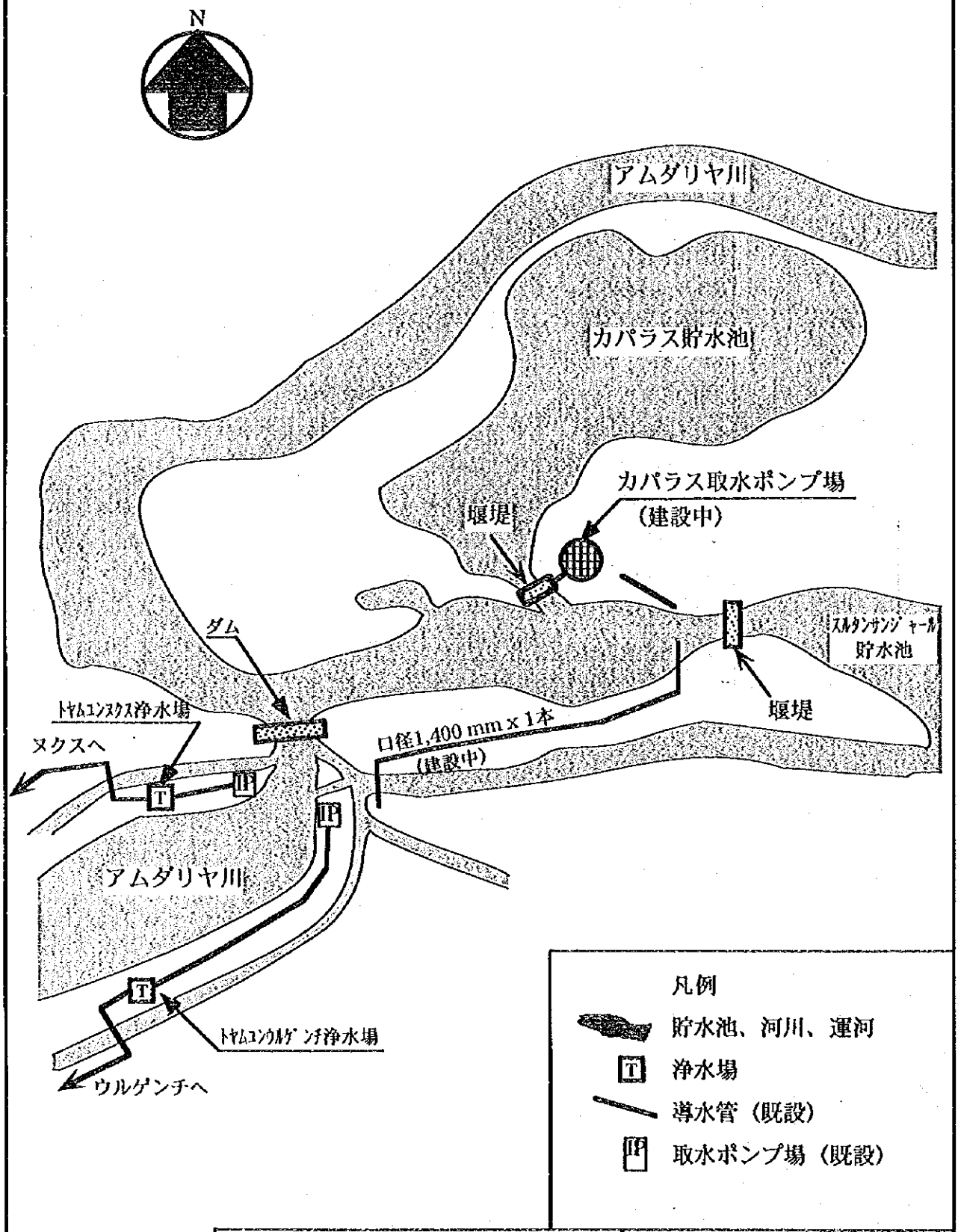
3．3．5　トヤムユン水道システムの整備状況

1994年末で計画の第1段階に含まれていたカパラス貯水池と幹線送水管の一部、T－U、T－N浄水場の半分の能力が完成し稼働している。　これにより多くの都市、農村が給水を受けている。　ただし、アムダリヤ川下流左岸の水道施設のほとんどが建設中であり、通水はまだである。

カパラス貯水池の取水ポンプ場と、取水ポンプ場からT－U浄水場への導水管は建設中、取水ポンプ場からT－N浄水場への導水管の建設はまだ着工されていない。

３．４　調査６都市の既設水道システム概要

都市名	水道施設および給水状況
ヌクス	既存浄水場の計画供給能力は10.0千m^3／日であるが、実際は6.5千 m^3／日である。　浄水方法は凝集剤注入による自然沈殿、急速ろ過、消毒。　既存浄水場は、現在、Ｔ－Ｎ水道システムの予備として機能している。
チンバイ	チンバイは井戸で給水されていたが、現在、Ｔ－Ｎ水道システムからの浄水の供給が可能となり、全量をＴ－Ｎ水道システムに依存している。　現有６～９個の井戸が施設維持のため週３時間程度運転しているのみである。
クングラッド	水道公社の浄水場で 7.2千m^3／日生産している。水源はラフシャン運河で、自然沈降、ろ過、塩素消毒により浄水処理されている。加えて、ウズトランスガスの浄水場から夏季16千m^3／日、冬季９千m^3／日　受水している。
ムイナク	自然沈殿処理、さらし粉による消毒の後、市内に配水されている。　水源はアムダリヤ川から引かれたカルタバイ運河である。
ウルゲンチ	既設浄水場は供給能力５０千m^3／日である。　浄水方法は凝集沈殿、急速ろ過、塩素消毒で、Ｔ－Ｕ水道システムから約51.4千m^3／日　受水している。　その他に、１０千m^3／日の地下水が利用可能である。　ウルゲンチ浄水場および Ｔ－Ｕ水道システムからの受水された浄水はウルゲンチ市内のみならず、ヒワ、カラウル、コシュクプール地方にも配水されている。
ヒワ	市内で消費される２１.２千m^3／日の給水量は、ウルゲンチから供給されている。



ウズベキスタン国 アラル海沿岸6都市給水計画調査	図 3.2 カパラス取水場
国際協力事業団	

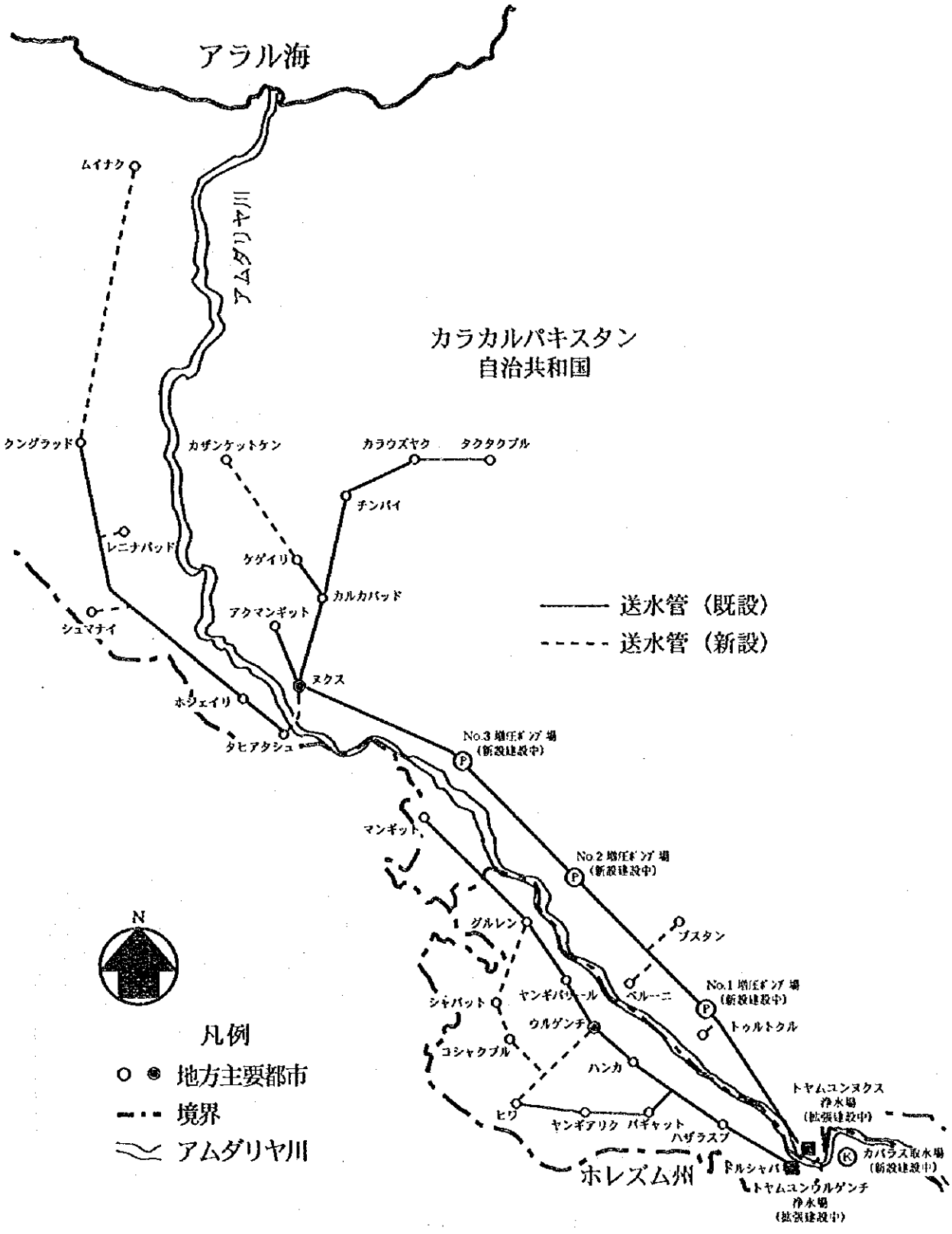


図 3.3　トヤムユン広域水道現況図

第 4 章　需要水量予測

4．1　基本構想

調査対象地域であるカラカルパキスタンとホレズムでは、ウ国により2010年目標のトヤムユン広域水道整備マスタープランが策定されている。この計画に従い、現在、施設の建設が進んでおり、両地域の水道使用量の約60％が、既にトヤムユン水道システムにより供給されている。将来的には、両地区の水道システムはトヤムユン水道システムに一元化される計画である。

需要水量の予測は、T－N水道システムおよびT－U水道システム別、都市水道公社および農村水道公社別に予測する。ただし、本調査の需要量調査は、調査対象6都市が含まれる都市部のみに限る。農村部の需要量調査は世銀の調査を参考とした。

4．2　都市部の給水人口

調査地域内の都市部の全人口、給水人口を表4．1と4．2に示す。

4．3　都市部の消費水量

4．3．1　水道公社の給水量実績

水道使用者は、3グループに分類されている。グループ（1）は家庭消費者、グループ（2）は公共機関消費者、グループ（3）は工業、業務用水消費者である。1995年の水道公社の消費グループ別給水量と販売水量の実績を表4．3に示す。消費水量は全量を水道メーターで計測し集計していないため、現実の消費水量とは異なる。有収率約90％は現実的な値ではない。

表４．１　カラカルパキスタン都市部の全人口、給水人口（１９９５）

都市名	全人口	水道公社の給水人口		水道公社以外の給水人口	給水人口および普及率	
	千人	千人	%	千人	千人	%
Nukus	229.5	176.2	76.8	2.5	178.7	77.9
Beruni	44.6	31.8	71.4		31.8	71.4
Kungrad	33.2	24.8	74.6	6.0	30.8	92.7
Khodjeili	70.5	36.3	51.5	14.5	50.8	72.0
Takhiatash	49.3	45.2	91.8	2.3	47.5	96.4
Turtkul	44.8	33.7	75.3		33.7	75.3
Chimbai	31.8	25.1	78.8		25.1	78.8
Mangit	27.2	18.0	66.1		18.0	66.1
Kazanketken	3.6	3.3	91.0		3.3	91.0
Karauzyak	12.9	9.4	74.7		9.4	74.7
Kegeili	12.8	9.4	73.2		9.4	73.2
Kanlykol	9.0	7.4	82.7		7.4	82.7
Muynak	13.6	12.6	92.3		12.6	92.3
Akmangit	7.5	5.6	74.8		5.6	74.8
Takhtakupyr	16.8	10.7	63.8		10.7	63.8
Shumanai	12.5	8.8	70.6		8.8	70.6
Bustan	10.9	1.7	15.6		1.7	15.6
Altynkul	22.7	20.3	89.2		20.3	89.2
Khalkabad	10.9	6.5	59.7		6.5	59.7
total	663.7	486.8	73.3	25.3	512.1	77.2

出典: Vodokanal Karakalpakstan

表４．２　ホレズム都市部の全人口、給水人口（１９９５）

都市名	人口	給水人口	
	千人	千人	%
Urgench	137.1	135.0	98.5
Khiva	45.4	44.0	96.9
Druzhba	14.9	14.1	94.6
Bagat	7.8	4.9	62.8
Gurlen	19.4	13.4	69.1
Koshkupyr	14.7	11.2	76.2
Urgench(Karaul)	14.5	12.8	88.3
Khazarasp	14.5	11.8	81.4
Khanka	28.7	21.4	74.6
Shavat	13.5	12.5	92.6
Yanglaryk	9.5	3.1	32.6
Yanglbazar	5.2	2.4	46.2
Bust	5.3	1.5	28.3
Total	330.5	288.1	87.2

出典: Vodokanal Khorezm

表４．３　消費グループ別給水量と販売水量の実績（１９９５）

	人口	給水人口		実給水量		販売量		グループ（1）		グループ（2）		グループ（3）		有収率
	千人	千人	%	mld	lcd	mld	lcd	mld	lcd	mld	lcd	mld	lcd	%
カラカル	660	512.1	78	180	273	157.1	238	72.3	141	60.5	92	24.2	37	87.0
ホレズム	331	303	92	199.2	602	183.3	554	73.8	254	47.4	143	42.7	129	92.0

出典：Vodokanal Karakalpakstan and Vodokanal Khorezm
mld:　百万ℓ／日、lcd:　一人一日給水量、有効率=販売水量÷実給水量

４．３．２　グループ（１）（家庭用）消費水量

グループ（１）の水道使用者には水道メーターが設置されていないため、使用水量は一人当りの規定消費水量に基づき算定されている。JICA 調査団は、水道メーターを設置し消費水量（メーター消費量）を推定した。基準消費水量と実測消費水量（メーター消費量）および日本の消費水量を以下に示す。

表４．４　平均一人一日消費水量の比較

生活様式、給水形態	基準消費水量 KKP	基準消費水量 Khorezm	メーター消費水量 KKP	日本 1995年
家屋内用（単位：l/ca./day)				
下水道接続内なし				
A　Street Hydrant(Stand Pipe)	41	50		
B　Yard Hydrant & Tap	77	100	49	
C　Room Tap	100	140	85	
D　Room Taps, Toilet	150			135
E　Internal Water pipe, Sink, Bath, Water Heater	177	230	90	125
F　E + Toilet	227			130
下水道接続あり				
G　Sink	117			
H　Sink, Toilet	147			
I　Sink, Bath/shower, Water heater	203			
J　Internal Water pipe, Sink, Bath, Water Heater	233	250	91	165
K　Internal Water pipe, Sink, Bath, Centralized WH	270	350	169	
非家屋内使用				
Vehicle Washing (l/car/day)	19	17	-	33
Domestic Animals (l/head/day)	25 - 110	12	-	25 - 60
Garden irrigation (l/m2/day)	50	107	39	

家庭用総消費水量を規定消費水量に基づく方法とメーター消費水量に基づく方法とにより集計した。１９９５年の集計結果を以下に示す。

表４．５　規定消費水量、メーター消費量による推定家庭用一人一日平均消費量および総消費量（１９９５年）

	規定消費水量による集計			メーター消費量による集計		
	総消費水量	一人一日平均消費量		総消費水量	一人一日平均消費量	
	mld	l/ca./day	%	mld	l/ca./day	%
カラカルパキスタン						
生活用	37.8	101	41.4	22.7	60.5	35.9
家庭菜園用	52.0	139	57.0	40.6	108.0	64.1
その他	1.4	4	1.6	-	-	
合計	91.2	244	100.0	63.3	168.5	100.0
ホレズム						
生活用	50.2	176	44.7	25.5	89	40.6
家庭菜園用	58.8	206	52.3	37.2	130	59.4
その他	3.3	12	3.0	-	-	
合計	112.3	394	100.0	62.7	219	100.0

mld:　百万ℓ／日、lcd:　一人一日平均給水量

４．３．３　グループ（２）とグループ（３）の消費水量

グループ（２）、グループ（３）に対しては水道メータによる消費量、あるいは水道公社と消費者との間の交渉によって定まる消費量に基づいて料金が徴収される。1995 年における両者の比率は約40％と約60％であった。一般に交渉による消費水量に対する水道料金は実消費水量に対する水道料金よりも高くなるため、最近では消費者が水道メーターを自己負担で設置するようになってきている。

４．３．４　漏水量

ＪＩＣＡ調査団はヌクスにおける浄水場からの配水量の実測結果を基に、調査地域の漏水率を３０％と推定した。

４．３．５　消費者グループ別消費水量と漏水量

上記調査結果を基に、消費者グループ別日平均消費水量と日平均漏水量の推定結果を以下に示す。

表４．６　消費者グループ別消費水量の推定（１９９５）

(単位: mld)

	配水量実績 (1995年)	グループ（1）	グループ（2）、（3）	漏水量
カラカルパキスタン	180.0	63.3	62.7	54.0
ホレズム	199.2	62.7	76.7	59.8

グループ（1）の消費水量はメーター消費水量からの予測値を使用した。

４．３．６　水消費の時間変動係数

水道公社の配水記録により、カラカルパキスタンとホレズムの日平均消費水量の月別変動は0.84～1.15であった。

日平均に対する時間平均消費水量の日変動は0.66～1.44であった。

４．４　将来需要水量予測

４．４．１　目標年次

本水道基本計画の目標年度は2010年に設定した。

４．４．２　人口予測

行政区人口、水道普及率、給水人口の予測値はウ国の推定値を採用した。

表４．７　ウ国による調査対象地域の人口、給水人口計画

年	1995			2000			2005			2010		
	人口	給水人口		人口	給水人口		人口	給水人口		人口	給水人口	
	千人	%	千人	千人	%	千人	千人	%	千人	千人	%	千人
カラカルパキスタン												
都市	660.0	76	501.6	734.7	90	661.2	787.0	95	747.7	850.6	100	850.6
農村	722.0	41	296.0	809.3	54	437.0	893.7	71	634.5	985.8	85	837.9
合計	1,382.0	58	797.6	1,544.0	71	1,098.2	1,680.7	82	1,382.2	1,809.4	93	1,688.5
ホレズム												
都市	336.0	87	292.3	361.5	96	347	378.2	98	370.6	397.4	100	397.4
農村	899.8	51	458.9	1,041.8	64	666.8	1,182.5	77	910.5	1,342.0	90	1,207.8
合計	1,235.8	61	751.2	1,403.3	72	1,013.8	1,560.7	82	1,281.1	1,739.4	92	1,605.2

出典　：　国家予測統計局

4．4．3　都市部の一人一日消費水量

グループ（1）の一人一日消費量は、生活用水、家庭菜園用水、その他用途毎に予測し、設定した。グループ（2）とグループ（3）の一人一日消費水量には、ウ国の将来計画値を採用した。漏水率は2010年までに15％に減らすことを目標とする。

表4．8　漏水率低減計画

	単位	1995	2000	2005	2010
漏水率	%	30	25	20	15

4．4．4　一人一日消費水量の要約

表4．9　一人一日平均消費水量の要約表

(単位：l/ca./day)

グループ			1995	2000	2005	2010
グループ（1）	屋内用	カラカルパキ	60	85	110	135
		ホレズム	89	108	127	147
	家庭菜園用	カラカルパキ	72	59	46	33
		ホレズム	87	71	56	40
	その他	カラカルパキ	1.1	1.1	1.1	1.1
		ホレズム	1.4	1.4	1.4	1.4
	合計	カラカルパキ	133.1	145.1	157.1	169.1
		ホレズム	177.4	180.4	183.4	188.4
グループ（2）		カラカルパキ	97	108	119	130
		ホレズム	137	140	144	147
グループ（3）		カラカルパキ	38	74	83	86
		ホレズム	122	164	197	226
小計		カラカルパキ	268.1	327.1	359.1	385.1
		ホレズム	436.4	484.4	524.4	561.4
漏水量		カラカルパキ	115	144	113	82
		ホレズム	187	161	131	99
合計		カラカルパキ	383.1	471.1	472.1	467.1
		ホレズム	623.4	645.4	655.4	660.4

家庭菜園散水用1人当り消費水量は年平均である。
カラカルパキスタンの水量にはウルゲンチトランスガス会社使用量は含まない。

調査対象地域の一人一日消費水量は既開発国に比べても高い。消費者の浪費を減らす努力や水道水の適切な用途に対する使用、水道メーターの設置と適正な水道料金制度によって、消

費量は提言されるべきである。

4．4．5　農村部における一人一日消費水量

ＪＩＣＡ調査団の調査には、農村区域の水道施設の調査は含まれていない。ウ国側と世銀が農村区域に対して提案した一人一日消費水量は下表の通りである。この消費量はグループ（1）、（2）、（3）の消費量と漏水量を含む全消費水量である。

表４．１０　農村部一人一日消費水量計画

(単位：l/ca./day)

	1995	2000	2010	2010
カラカルパキスタン	180	88	125	168
ホレズム	183	114	150	150

資料：Uzbekistan Water Supply, Sanitation and Health, Interim Report, Binnie & Partners etc., 1996

4．4．6　水需要における時間変動

現況値を考慮して、日最大変動係数を 1.15 とする。

4．4．7　トヤムユンシステム別の将来水需要量

現在、両地域の水道システムは、Ｔ－Ｎ、Ｔ－Ｕ水道システム別に分割されている。各トヤムユン水道システム別の将来需要量を以下に示す。この分割により、カラカルパキスタンのアムダリヤ地方の水需要量はホレズム州のトヤムユンウルゲンチ上水道システムに含まれる。

表４．１２　需要水量計画（トヤムユンシステム別）

(単位：:千 m^3/日)

	1995		2000		2005		2010	
	平均	最大	平均	最大	平均	最大	平均	最大
T-N								
都市	184.2	211.9	269.9	310.4	310.8	357.4	355.4	408.8
農村	49.2	56.6	34.1	39.2	68.8	79.2	122.1	140.4
合計	233.4	268.5	304.0	349.6	379.6	436.6	477.5	549.2
T-U								
都市	191.2	219.8	242.1	278.4	262.7	302.2	283.6	326.1
農村	88.2	101.4	80.1	92.1	146.9	169.0	200.9	231.1
合計	279.4	321.2	322.2	370.5	409.6	471.2	484.5	557.2

ウルゲンチトランスガスの使用量は含まず。

第 5 章　水源と水質

5．1　調査地域の水道水源

調査地域の水道水源はアムダリヤ川の本流表流水、貯水池、灌漑運河表流水と地下水である。本調査では以下の３水源に対して、調査対象地域の飲料水源としての可能性を調査した。

- 表流水（アムダリヤ川本流）
- カパラス貯水池
- 地下水

5．2　アムダリヤ川の水量水質特性

5．2．1　アムダリヤ川の流出量特性

（1）アムダリヤ川の水利用

アムダリヤ川の水利用量の約70％が灌漑用であり、灌漑運河により導水され、使用後の排水はコレクターと呼ばれる排水路により川に戻る。

（2）アムダリヤ川本流の流出量特性

ソ連邦の崩壊後、アムダリヤ川は国際河川となり、ウ国だけでは全川の流量観測と流量制御は困難となっている。流量は下流に向かって減少する。融雪水の増加により４月から夏に向けて増加し７月に最高値を示す。

（3）アムダリヤ川からの流出量と流入量

アムダリヤ川からの流出運河は全川で 34、流入コレクターは 62 である。全流入量の全流出量の比率は６％であり、灌漑用に使用された水量の大部分は地中への浸透と蒸発により消失する。

5．2．2　アムダリヤ川の水質

アムダリヤ川の流量の多くは灌漑用に用いらる。灌漑運河で導水された水は、農作物への散水と、農地に堆積した塩分を洗い流す２通りの目的に用いられる。従って、この排水はコレクター排水路を経て高濃度の塩分（ミネラル分、蒸発残留物）と農薬を含み河川に流入する。この排水がアムダリヤ川の水質を悪化させる主原因である。コレクターはアムダリヤ川の

中・下流に多く、特にブカラとカシカダリヤ地区に多い。

アムダリヤ川の塩分指標は、調査区域で最も注目されている項目である。この特性は、河川流量が多い7月に最も水質が良く、河川流量が最も少ない3月に水質は最悪となる。1974年より1994年までの3月と7月のミネラル分トヤムユンにおける平均値は、1,277 mg/l、675 mg/l であり、全硬度はそれぞれ10.8 meq/l、6.1 meq/lである。

5．3　表流水の飲料水としての可能性調査

アムダリヤ川表流水の水量・水質に関しての飲料水源としての可能性を、調査地域の水源を代表する2地点（トヤムユン、サマンバイ）で調査、評価した。

アムダリヤ川上流のテルメズから調査地域ヌクスの近郊のサマンバイ間で、水量・水質モデルを作成し、ミネラル分濃度を月毎に予測した。

アムダリヤ川のミネラル濃度は トヤムユン（カパラス貯水池）において6月から8月までの3ヶ月間、サマンバイでは7月から8月までの2ヶ月間にわたり、水質基準に適することが確かめられた。

このような水質条件下で表流水を飲料水として利用するためには、良質な水質の水を利用できる期間に貯水し使用することである。カパラス貯水池と サマンバイ地点で貯水可能量を検討した。

（1）トヤムユン（カパラス貯水池）

カパラス貯水池の最大貯水量 550百万m^3はアムダリヤ川の10年確率流量の約 6.7％となり、下流運河の流出量と比べても非常に少ない。　従って、カパラス貯水池にアムダリヤ川表流水を貯水し、飲料水源とすることが水量的にも可能である。

（2）サマンバイ

必要貯水量の貯水は可能である。しかし、アムダリヤ川の流出量が減少する場合は、貯水必要量を確保するために上流の水運用を効率的に行うことが必要である。

5．4　カパラス貯水池調査

5．4．1　概要

カパラス貯水池は、主に、灌漑用貯水池として使用されているトヤムユン貯水池群内の一貯水池である。この貯水池群は、カパラス貯水池の他に、ルスロボイ貯水池、スルタンサンジャール貯水池、コシュブラク貯水池により構成されている。カパラス貯水池は、トヤムユン水道システムの取水源として使用することが計画されている。

現在、カパラス貯水池は、他の３貯水池と共に以下のスケジュールにより、主に灌漑用に使用されている。このスケジュールのもとに、水力発電にも利用されている。

- ９月から５月までの期間に貯水池群に貯水する。
- ６月から８月までの期間に、貯水池から放流する。

将来、カパラス貯水池を飲料水源に使用する場合は、以下のように貯水池を運用する必要がある。

- ６月から８月にかけての水質の良い時期に必要量を貯水し、残りの期間の飲料水源とする。

5．4．2　水利権

カパラス貯水池は、アラル海沿岸地方の住民の飲料水源として使用する国家決議がなわれている。また、トルクメニスタン共和国との間で、同貯水池を含むトルクメニスタン領地内にあるウ国の水利施設の使用に関する合意がなされている。

5．4．3　カパラス貯水池の水質評価

飲料水の貯水のために必要な貯水池操作スケジュールのもとで、カパラス貯水池の水質評価を行った。　その結果、ミネラル分濃度は基準を満たしていたが、全硬度は基準を満たせなかった。　その他水質項目に関してはほとんど問題がなかった。カパラス貯水池の水質を更に改善し、全硬度も基準を満たすようにするためには、以下の対処方法が必要である。

1）最も水質の良い期間に貯水できるように、水質モニタリングシステムと情報の伝達システムを整備する。

2）カパラス貯水池への貯水期間中に、上流のコレクターのアムダリヤ川への流入を一時的に止める。

5．4．4　カパラス貯水池の貯水可能水量調査

現在の灌漑用水のためのトヤムユン貯水池群の運用スケジュールのもとで、アムダリヤ川通常水量年で、現在の運用方法により、平均 260 百万 m^3（水位 123 mに相当）の有効容量が貯水可能である。この水量は、Ｆ／Ｓレポートに示された２０１０年の必要貯水量を満足する。

5．4．5　カパラス貯水池の詳細調査の提案

上述の調査により、カパラス貯水池は、水質・水量的に飲用・水道原水の貯水池として基本的に適格と判断できる。しかしながら、以下の点に関して詳細調査が必要である。

1）渇水流量年および低水流量年にカパラス貯水池の水位を必要貯水量に相当する水位まで上昇させることができるかどうか。
2）カパラス貯水池内に貯水される水の水質を更に詳細に予測するために、提案されたトヤムユン貯水池群の運用スケジュールで最低一年間試運転する必要がある。

5．5　地下水源

1960 年から 1995 年の間に、調査区域内で灌漑運河沿いにレンズ状地下水が 60 ヶ所以上も発見されたが、アムダリヤ川の水位低下、水量減少、コレクター排水の増加と共に、地下水水質は著しく悪化してきた。これに対処するために地下水人口涵養技術が開発されてきた。

深度 350～450 mの層には比較的低ミネラル分濃度（1.5 ～5.0 g/ l）、低全硬度（3～6 meq/ l）の地下水が存在する。　この地下水は脱塩装置（ＥＫＯＳ:容量 50m3／H）により脱塩され、飲料水として供給されている。

地下水のミネラル分濃度は、一年を通して、一定であり、水質基準を満たしていない。ただし、夏季を除く季節には表流水源よりミネラル分濃度は低い。

調査区域内でレンズ状含水層はＲＯＫ内で40 ヶ所、ホレズム州で25 ヶ所発見されている。

最近の調査でカラカルパキスタンの北部地帯で 4,600 m³／日、南部地帯で 21,400 m³／日、ホレズムで 39,800 m³／日の地下水可能取水量が確認された。

調査対象６都市で、水量、水質の面で、利用可能な地下水源を持つのは、ウルゲンチとチンバイである。

５．６　水質基準

ウ国には、飲料水質基準と飲料水のための表流水質基準がある。JICA 調査団が本調査の水質評価で採用した水質基準は、ウ国の水質基準である。また。ウ国に水質基準がない水質項目に関しては、ＷＨＯあるいは日本の水質基準を用いて評価した。主要な水質項目のウ国の水質基準をＷＨＯあるいは日本の基準と共に以下に示す。

表５．１　主要な水質基準

水質項目	単位			WHO 基準	日本基準
		飲料用	表流水		
E.Coli.	CFU	3/1 ml	-	0/100 ml	検知されないこと
全硬度	meq	7.0	7		3.75
蒸発残留物(mineralization)	mg/l	1000	1000	1000	500
Fe	mg/l	0.3	0.3	-	0.3
Mn	mg/l	0.1	-	0.5	0.05
濁度	-	1.5 mg/l	20 mg/l	5 NTU	2 mg/l
残留塩素（遊離）	mg/l	0.3-0.5	-	5	approx. 1

５．７　ＪＩＣＡ調査団による水質分析結果の評価

５．７．１　水質分析概要

JICA 調査団は GosSIAK と共に、調査地域の表流水、地下水、浄水、給水栓水を月に一度採水し水質分析を行った。分析期間は、１９９５年３月から１９９６年２月までであったが、補足的に、ミネラル分、全硬度、重金属、農薬に関しては、１９９６年８月まで分析した。

５．７．２　水質分析結果の評価

（１）アムダリヤ川表流水水質評価

アムダリヤ川表流水の水質は、濁度、Fe、Mn、全硬度、ミネラル分、硫化物、塩化物、ＣＯＤ、$KMnO_4$で水質基準を満たさなかった。他の水質項目は水質基準を満たすか、最大許容量（ＭＡＣ）をこえる地点および月が著しく少ないため問題がないと判断された。農薬は飲料水に影響を与える濃度では検出されなかかった。

（２）浄水、給水栓水の水質評価

分析した水質項目の内、１６項目が、多かれ少なかれ水質基準を満たしていなかったが、以下に示す水質項目を除いて、大きな問題はないと判断された。

濁度、Fe、Mn、全硬度、ミネラル分、ＣＯＤ、$KMnO_4$

上記水質項目の水質基準を満たすための対処方法を示す。Fe、Mnは濁度と共に適切な凝集沈殿により除去できる。　ムイナク、クングラッドで高い値を示すＣＯＤ、$KMnO_4$は有機汚染を示してる。これらの有機物は、活性炭処理、あるいは適切な凝集沈殿によりある程度除去できる。まずは適切な凝集沈殿処理を行うのが先決である。全硬度、ミネラル分の除去には軟化処理、脱塩処理が必要である。あるいは、夏季の全硬度、ミネラル分が少ない表流水を貯水して使用する必要がある。

（３）農薬項目の評価

農薬水質項目のうち、６項目が検出されたが、アムダリヤ川最下流Kyzy-Uiの６月の１サンプルのみでWHOのガイドライン（γ－ＢＨＣ　２ｇ／ｌ）を超えた。従って、農薬により重大な影響があるとは考えられない。しかし、検出された農薬項目があるため、今後も農薬分析をし、監視を続ける必要がある。

第 6 章　組織・機構的側面

6.1　給水政策、組織、システムの全体的傾向

過去の開発経験から、開発に重要な上下水道分野の長期的な成果のためには、十分な計画、支援政策、強力なコミュニティ参加、コミュニティ参加を重視した適切な投資、政策対話、投資と経営、研修、組織・人材開発等が重要であることがわかっている。

ドナーの役割が支援することである場合、開発の責任は結局のところ被援助国にある。ドナー、政府、NGO 間の協力体制は、個人及びコミュニティの自助努力を助け、政府、NGO の裨益者に対する責任を大きくする。開発及び技術協力の大勢は、組織強化と関係責任機関の能力向上にある。

6.2　給水サービスの基本原則／基準

十分なサービスを効率的に、かつ可能な限り少ない資金で、低価格の下での運営・技術インプットによって行うためには、政府の政策とシステム、法律、戦略計画、資金、組織の明確な責任が重要である。そのためには、市民法及び行政法に反しないで効果的に役割を担う柔軟な責任力のある組織が必要となってくる。全国及び地方レベルにおける全ての関係組織による適切なインプットは、これら機関の間の最大調整・相互作用を除いて保証されなければならない。より良いサービスに必要とされる基本原則／基準は以下の通りである。

1）責任分担の明確化

a）中央政府側

・水道経営に関する国家政策、戦略計画
・法律、規則の策定
・全国の水資源の計画、管理、開発投資、保護・保全
・組織の計画、開発
・国レベルのインフラの計画、開発、資金供与
・必要な支援

b）地方政府側

・政府政策、計画の実施
・組織の計画、開発
・地方インフラの計画、開発、投資

・必要な支援

2）財務的実行可能性

漸次的な補助金の削減により、独立採算制の確立を目指すこと。

3）健全経営

各組織におけるコスト意識を確立すること。

4）測定可能な実行

責任機関の内部組織のインプットと役割の実行を明確にすること。

6.3　ウ国における給水の目標及び目的

6.3.1　政府運営における全体目標

市場経済への移行への政策目標を達成するために、ウ国政府は以下の目的を立てる必要がある。

・行政の地方分権化及び住民参加の強化を促進するための法的・組織的システムの構築
・政府の高等行政機能の地方分権化の促進
・効率的かつ合理的な機能達成を目的とした省庁、中央機関、国家組織の再編成、地方分権化
・妥当な分野における民営化、民間セクターの参加の促進

したがって、地方代表のトップかつ高等行政機関であるKhokims担当のウ国の地方都市において法律が制定されてきた。省庁、国家委員会、中央機関は機能の重複を避けながら再編成され、地方分権化された。地方分権化された部署は、Khokimiatに所属することとなった。サービス生産部署は、独立採算制による商業組織に再編成された。

6.3.2　水道経営の全体目標

以下の目的に基づいて法律が制定され、水道経営及び水利用に導入されている。

・水関係の規制
・住民及び国家経済にとって合理的な水利用
・汚濁、汚染、水質悪化に対する水資源保護

・水に有害な影響の予防、除去
・水条件の改善
・水関係の企業、農場事務所、個人の権利と責任の保護

6.3.3 国家給水の全体目標

以下の目的のために、様々な議案が通過し、ガイドライン等が制定されている。

・ウ国の MPU 活動の再編成。公共施設の経営の改善、独立採算制への移行を目的としている。
・公共施設の会計システムを独立採算制に移行するための基準、法的基礎の制定。ただし、公共サービスを一部カバーする住民の社会保障補助金制度と一致させること。
・公共サービス費用への国家補助金の漸次的削減。
・カラカルパキスタンの議会、州及びタシケント市の Khokimiats に対する、それぞれの管轄地域における消費量の上限及び公共サービス料金の承認権限の委譲。
・推定消費量率に基づく上下水道サービス費用の住民負担という既存のシステムから、水道メーターによる使用量に基づくシステムへの漸次的かつ完全な移行。
・利用者からの支払徴収を確実にするための公共サービス実施体の責任の増加。

これらの目標からわかるように、市場経済導入政策によってウ国の水道分野開発及びサービスを世界的な潮流に則るようになっている。独立直後からの政策の急激な転換、システム全体を要求される変化に適応させるためのロジスティックな経済困難等にも関わらず給水分野における目標達成に対する変化、進捗が見られる。当該分野の政策導入における意図された進捗に影響するこれらの要因は、組織的・経営的強化、政策配慮等による将来の改善にとって見過ごせないものである。

6.4 水道経営及び給水行政

州をまたぐ河川管理に関する政策及び規範は関係する州によって構成される各州間調整委員会によって決定される。アムダリヤ川の維持、流量管理及び配水は州間アムダリヤ川流域部が実施する。ウ国においては、都市及び地方で利用されている地下水及び表流水の保全、合理的利用、管理のための法律が制定されている。ウ国における水管理のすべての責任は水改善管理省にあり、地下水管理に関しては地理鉱物資源国家委員会が責任を有する。水資源を含む環境保全の責任は国家自然保護委員会（SCNP）にある。

ウ国の公共事業省（MPU）、農業省（MOA）はそれぞれ都市公共給水及び農村給水の責任を有する。都市及び都市センターに対する公共水の生産及び供給は、地域内公共サービス維持母体（TCMA）、副大臣、カラカルパキスタンのMPUの下で、「ボドカナル」企業体（都市水道公社）が直接担当し、カラカルパキスタンのMPUが監督している。

調査対象地域では、農村での給水事業は独自の水資源（地下水または河川）と浄水設備を有しているが、今では、アムダリヤ川を水源とするトヤムユン－ウルゲンチ広域水道システム（DOMIWP-T/U）維持管理部、トヤムユン－ヌクス広域水道システム（DOMIWP-T/N）維持管理部に依存している。これらDOMIWPは、TCMAに含まれない2州もしくはそれ以上の州の都市及び農村住民に対する大規模給水事業を実施している。しかし、ウ国のMPUには、これら広域水道システムが原因となって発生するすべての問題を解決するため設立された広域水道システム開発運転共同事業団（RPADORWP）が監督及び調整をしている。

第 7 章　財務・経営状況

7．1　概況

水道事業：公共事業の中でトッププライオリティの地位にある。

1) 1990 年　大統領令「農村部向け飲料水、天然ガスの供給改善」で、国家事業として位置づけられている。

2) 1995 年　最高会議令…インフラ事業も民営化に門戸開放…将来の可能性

（1）Vodokanals（都市水道公社）：都市部・地域センターの水道事業の運営母体を中央（MPU）からTCMA へ移管し、中央の関与を限定した。

（2）広域水道事業団　：2 つ以上の州の都市部・農村部に飲料水供給する。中央（MPU）の直営事業…トヤムユン事業団など

（3）UZ Agro.Vodokanal　：農村部への飲料水供給サービス。

農業省が管轄。（カラカクパク自治共和国は閣僚会議が主管）

7．2　現状

7．2．1　政府の財政支援

1993 年内閣令 371 号公布により、都市水道公社の設備投資は全面的国家支援から地方首長負担に漸次移行、将来国家支援ゼロの方針となった。1994 年 2 月省令 54 号により“公共事業の独算化”促進を標榜。これにより、地方自治体の長に料金決定等の大幅権限を付与した。同時に部分的支払い補助を併用する社会保障もかませた。省令 54 号は公共サービス改善のガイドラインと言える。

7．2．2　経営制度

都市水道公社は地方首長の管轄下、独算化を目指す。広域水道事業体は大型投資計画実施中でもあり、MPU（RPADORWP…国家生産共同体）直接管轄下にある。ただし、補助金、交付金の補給下では独算化は時期尚早である。

7．2．3　会計システム

日常業務は現金主義であり、発生主義ではない。会計報告は収支報告書が中心で B/S、I/L（財産明細）は補助的である。料金収入の遅れが資金ポジションの悪化を来している。

7．2．4　財政の推移

1994～1996 年にかけて、両地域の都市水道公社は黒字決算を享受、主たる理由は資機材供給不足により支出が予測を下回るためで、事業活動は正常とは言えない。今後財政支援が減るため、料金改正の検討と地方財政補助の両面で支えるべきである。

広域水道事業体（DOMIWPS－T-N 及び T-U）の財務報告書は最近やっと整いつつあるが十分でない。唯一の収入源たる売水収入はＯＭコストの約20％で、残りはすべて政府支援（補助金及び交付金）である。政府支援を減らすことは売水レートを上げる事に他ならない。DOMIWPS の売水レートは中央政府が決めるが、住民の負担軽減を考慮するため、政府補助の低減と、売水単価のアップという二律背反の矛盾から抜け出せない。

7．2．5　料金システム（住民向け）

現行システムは一定人数の必要水量を、実消費水量と規定消費水量（Norm Consumption）ベースに料金を徴収している。料金決定には省令 54 号公布以降柔軟性を高めつつある。

（1）　基本理念

「消費水量は水道メーターにより定め、それが出来ないときは規定消費量による」

（2）　現行料金システム

都市水道公社のグループ分け

グループ（1）　住民

グループ（2）　役所、自営業、国営企業等

グループ（3）　工場、建設業等

料金決定にはトヤムユン事業団の売水価格が大きな要因となる。

（3）　料金請求と徴収

水道メーター消費水量と水道メーターなしの規定消費水量で請求、徴集している。

7．2．6　経営分析

1）都市水道公社　：不十分な収入の下、サービスが伴わない黒字決算（正常な姿でない）
2）Tuyamuyun 事業団　：スタート時より赤字決算（生産コストは売水レートの約5倍）
独立採算の実現と住民優遇措置に矛盾がある。

7．3　消費者実態調査

7．3．1　時期・対象・方法

・第一次（1995 年6月…95 世帯）、第二次（1996 年6月…28 世帯）
・6都市：123 世帯（KKP　98、KZ　25）
・直接インタビューと都市水道公社における収集データ

7．3．2　結果要約

第一次
(a) サービス改善に今より高料金支払う（willingness-to-pay）…… 93％
(b) 現在の給水サービスに不満（断水への不満65％含む）…… 94％
(c) 水道メーターベースの支払い　　（賛成）…… 80％
(d) 料金レベル　　（高くない）…… 95％

第二次
(a) 近々自己負担による水道メーター取付意志（なし）…… 100％
(b) 大部分の費用は水道局が負担すべき …… 89％
　水道メーター取付不要（現行制度で良い）…… 11％
(c) 料金割引享受　　（YES）…… 54％

7．4　水道事業経営の問題点と評価

7．4．1　十分な財源確保

カパラス貯水池を含むアラル周辺地域の水供給改善は広域にわたる建設投資であり、外資を含むウ国政府主導の資本で実施されるべきである。都市水道公社の料金収入では建設資金は

カバーできず財政支援が必要である。

7．4．2　独立採算への道

料金アップと地方財政の補給の２本立てによるバランス経営が建前である。古い施設の更新のため，料金収入以外の融資の道が必要である。トヤムユン事業団は大部分中央政府の支援下にあり、住民優遇措置の壁が打破できない限り商業ベース化は困難である。

7．4．3　料金政策

当初より住民向け水道料率には、社会保障的性格の特別に安い料率を設定してきた。不足分カバーのため住民負担との差額をグループ（2）、グループ（3）に転嫁した。その結果、家計上他の公共料金に比較して例外的に安い（電気の1/6、ガスの1/5 '95.6調査時）。今後、水道メーター設置により「使い得」から「節水」への観念が生まれることが期待できる。

7．4．4　E.W.V （有効水量）と E.W.R （有効率）

E.W.R（有効率）は供給水量中の有収水量（A.F.W：Accounted-for-water）の比率。従来Vodokanalsの生産量、供給量は測定困難なため推定ベースであった。KKP対KZ間の有効率がKKP８０対KZ９０の違いがあり、この発生原因の究明をする事は収益性に関わるので重要である。

7．4．5　必要資機材の入手難

独立後、外国からの調達に様々な障壁があり、サービス体制の悪化をもたらしている。もっとも緊急を要するのは老朽管網の修復、取り替えである。

7．5　経営財務の改善策

7．5．1　水道メーターによる有収水量の増加（加入金の徴収）

収入予測が立て易く経営効率アップにつながる。この場合メーター設置料金の消費者負担割合、補助金の活用を工夫すべきで、消費者から設置料金の５０％でも徴収（例えば12ヶ月間の分割払いで）する事が資金面で有効と考えられる。

7．5．2　統一会計システムと計数管理

事業団毎に共通のシステムを採用する。特に費用、収益の計上方法は「現金主義」でなく「発生主義」を基本としたい。会計報告の作成には「複式簿記」（double entry accounting system）を統一方式とすること。（世界共通であり、正しい財務状況を示す。）
財務、経理の計数管理の継続的把握と公開は独立採算の理念と密接な関係にある。

7．5．3　家計に占める水道料金の引き上げ

一般的に先進諸国内では家計に占める水道代のシェアは１％以下で、ウ国調査地域では1995年６月で0.31％と非常に低い。因みに日本では0.6％である。途上国においては水道は2～4％という一般的認識があり、世銀のレポートでも上水道の上限4％下水道の場合2％という報告がある。

7．5．4　トヤムユン事業団（DOMIWPS ）の料金設定

現状生産コストの20％以下の料金収入で独算化移行はおぼつかない。経済発展と消費者の所得水準次第であるが、都市水道公社が消費者に課せられる最大レベルに見合う売水レートを長い目で追求するのが基本で、ウ国政府の対DOMIWPSの補助は性急に減らせない状況である。（売水レートの一方的値上げは世論の賛同を得られない）

7．6　独立採算企業の条件

7．6．1　堅実な基盤による予算編成

水道料金収入が唯一の原資であり、一定レベルの料金収入の確保が前提。メーター設置に伴う有収水量の増加の実現まで数年を要するが、同時にサービス体制の向上、料金値上げの断行が期待できる。

7．6．2　未収金の把握と回収率の改善

現在年度末の代金未収率は約30％で高めである。未収金の正確な把握と回収は経営上重要である。この改善の前提は水道メーター普及であり、住民に対して正常な給水（Regular

Supply）なしで規定水量での料金徴収を強いる現行制度の弱点と言ってよい。一方、水道メーター使用のグループ（2）及び（3）の支払遅延は、景気の動向にも左右され金額が大きく未収対象のほとんどを占めている。グループ（1）の料金シェアがアップし、メーター制度が普及するとトータル回収率の改善が期待できる。

7．6．3　都市水道公社への特別融資の道

アラル周辺地域自治体の財政は豊かと言えずむしろ貧弱である。中央から離れた開発の遅れたこの地域で地方自治体からの財政支援は期待できない。資金調達の道及び権限付与につき、中央政府側が真剣に検討すべきである。

7．6．4　民活導入の可能性と民営化

将来の課題であるが、経営効率アップのため水道事業の業務の一部（水道メーター点検、修理、取替、集金業務、施設の点検、補修等）を民間企業に委託、リースする事が国際慣行上しばしば行われている。市場原則の導入に民営化の方法もあり、資産を民間に委譲する方法だが、近年アルゼンチン、マレーシア等途上国で実例が増えている。

第 8 章　水道システム改善計画

8．1　計画条件

調査地域の飲料水質の改善を目的とした長期水道システム改善計画を策定する。計画条件および計画方法は以下のとおりとする。

（1）目標年次は２０１０年とする。

（2）最適水道システムの選定では、まずトヤムユン水道システムの最適システムを検討する。

（3）トヤムユン水道システムの最適システムに整合するように、都市水道公社（Vodokanal）の水道システム改善計画を策定する。

（4）水道原水のミネラル分と全硬度の低減方法の選定は、以下の２方法を検討する。

　1）アムダリヤ川の水質良い時期に年間の水道必要水量を貯水し、通常の方法で浄水処理する。貯水池候補としては、カパラス貯水池、サマンバイ地点に貯水池を建造することを検討する。

　2）既存水道水源を使用し、通常の浄水処理に加え、脱塩処理を行う。脱塩処理には、逆浸透法（RO）を採用する。

（5）都市水道公社の既存浄水場の内、水源水質、浄水方法、施設の状況から判断し、利用可能な施設の有効利用を図る。

（6）トヤムユン水道システムの最適システムを検討する際、既存水道施設の配置等を考慮し、カラカルパキスタン、ホレズムを４ブロック（Khorezm、KKPRight、KKPLeft、Muynak ブロックに分割して代替案を作成する。

8．2　水道システムの代替案

（1）代替案の内容

代替案	内容
代替案　1	4ブロック全部が水源としてカパラス貯水池水を使用する。
代替案　2	代替案1で、Muynakブロックのみ既存水源水を使用し、ROにより処理する。
代替案　3－1	Khorezm と KKPRight ブロックがカパラス貯水池水を使用する。 KKPLeft と Muynak ブロック KKPLeft 内の既存水源水を RO 処理し、使用する。浄水は KKPLeft から Muynak に送水される。
代替案　3－2	Khorezm と KKPRight ブロックがカパラス貯水池水を使用する。 KKPLeft と Muynak ブロックはサマンパイ付近の新貯水池を水源とする。
代替案　4－1	Khorezm と KKPRight ブロックがカパラス貯水池を使用する。KKPLeft と Muynak ブロックはそれぞれの既存水源水を RO 処理し、使用する。
代替案　4－2	Khorezm と KKPRight ブロックがカパラス貯水池を使用する。KKPLeft ブロックはサマンパイ付近の新貯水池を水源とする。Muynak ブロックは既存水源を RO 処理し、使用する。

（2）　代替案の第一次選別

ＫＫＰ Left ブロック内のサマンパイ付近に貯水池を作る代替案３－２と４－２は、貯水池用に適当な敷地がみつからない可能性がある等の理由により廃案とした。

（3）　代替案の比較

上記代替案が以下の項目により比較・検討された。

1）費用（総建設費用、維持管理費用、現在価値費用）

表８．１　総建設費用比較（共通施設は除く）

（単位：百万 US$）

	代替案　1	代替案　2	代替案　3-1	代替案　4-1
建設費用	409.0	382.1	456.5	404.8

表８．２　２０１０年における年間維持管理費用

（単位：百万 US＄/年）

	代替案　1	代替案　2	代替案　3-1	代替案　4-1
維持管理費用	23.7	23.1	20.1	19.6

表８．３　現在価値費用

（単位：百万US$）

割引率（%）	代替案　1	代替案　2	代替案　3-1	代替案　4-1
１０	441.4	418.1	437.0	399.4

２）費用以外（維持管理の難易、適用技術の適切性、緊急時対応の柔軟性、消費者の利便性）

８．３　選定された広域水道システム

下記の評価結果により、代替案１が調査地域の最適水道システムとして選定された。（表８．７、図８．１）

１）全建設費、建設費と維持・管理費を含む全費用の現在コストは、各案で有為な差異がないため、費用比較は選定の決定要因となりえない。

２）代替案１の施設の維持・管理が最も容易である。代替案１の給水方法は消費者にとって便利である。ＲＯ施設の浄水は、飲料用の限られた用途のみに給水するため、既存配水管網以外に他の給水手段が必要となる。従って、ＫＫＰ左岸のＲＯ施設は消費者への給水方法が非常に煩雑となり、消費者にとっても不便である。大きい都市に対して、このような給水方法は長期的な対策として妥当でない。

３）代替案１のために既に多くの施設が完成しかつ一部が建設途上にある。今後の建設のために、一部の設備、機材も既に調達されている。

ここで、代替案１が選定されたけれども、この案には緊急時の対応に難があるという欠点がある。トヤムユンからムイナクまで約 450 ｋｍにわたる地域の水供給を１水道システムのみに頼ることは非常に危険である。これに対処するため、各地域の自己水源による既存浄水場を予備的に運転し、緊急時の対策とすることとする。

８．４　広域水道システム（トヤムユン水道事業団）

８．４．１　概要

トヤムユン水道システムはその生産水を幹線送水管により、都市水道公社と農村水道公社に売水する。両公社は、その購入水とともに自己生産水を配水管網を通して住民に給水する。

広域水道システムである、トヤムユン－ヌクス（T-N）システムとトヤムユン－ウルゲンチ（T-U）システムはそれぞれカラカルパキスタンとホレズムを送水地域とする。トヤムユン水道システムの概要を以下に示す。（表８．６、図８．１）

1）水道水源：カパラス貯水池
2）浄水場：既設と拡張トヤムユン－ヌクス浄水場とトヤムユン－ウルゲンチ浄水場
3）幹線送水管システム：トヤムユン－ヌクス送水管システムとトヤムユン－ウルゲンチ送水管システム

８．４．２　関連水量

（1）水源別日最大取水量

表８．４　２０１０年における水源別日最大取水量

（単位：千m³／日）

システム	日最大需要量			日最大取水量		
	合計	トヤムユン	地方	合計	トヤムユン	地方
T-N	549.2	421.2	128	604.1	463.3	140.8
T-U	557.2	437.2	120	612.9	480.9	132.0
合計	1,106.4	858.4	248	1,217.0	944.2	272.8

（2）水源別年間必要水量

表８．５　２０１０年における水源別年間必要貯水量

（単位：百万m³／年）

	全水源	カパラス貯水池	地方水源	
			ｶﾗｶﾙﾊﾟｷｽﾀﾝ	ﾎﾚｽﾞﾑ
年間必要水量	387	300	45	42

８．４．３　計画施設

主な計画施設は以下の通りである。

- カパラス取水ポンプ場の完成
- 導水管敷設

- トヤムユン浄水場の改修、拡張
- 幹線送水管・送水ポンプ場の整備

8．5　地方都市水道システム（都市水道公社）

広域水道システムに基づき地方水道システムの施設の拡張、改善、修繕が計画される。

8．5．1　浄水場

適切な処理が行われている浄水場および比較的水質の良い井戸施設は将来も有効に使用される。地方水道公社の有効活用および将来拡張分も含めた浄水場の計画容量を表8．6に示す。

表8．6　地方水道公社の有効活用浄水場と将来拡張分の計画容量

（単位：千m³）

地域	設計容量	容量				水源	浄水プロセス
		現在の稼働容量	稼働可能容量	拡張容量	合計		
カラカルパキスタン							
1 Nukus (V.K)	65.0	60.0	60.0	30.0	90.0	運河	凝集沈殿ろ過
2 Turtkul (V.K)	8.4	8.4	8.4		8.4	地下水	
3 Beruni (V.K)	4.6	4.6	4.6		4.6	地下水	
4 Chimbai (V.K)	5.7	1.0	2.0		2.0	地下水	
5 Kegeili (V.K)	2.5	1.0	1.0		1.0	地下水	
6 Beruni (A.V)	-	8.0	8.0		8.0	地下水	
7 Turtkul (A.V)	-	14.0	14.0		14.0	地下水	
合計		97.0	98.0	30.0	128.0		
ホレズム							
1 Urgench (V.K)	50.0	45.0	45.0	45.0	90.0	運河	凝集沈殿ろ過
2 Chalish (V.K)	-	10.0	10.0	20.0	30.0	地下水	
合計	-	55.0	55.0	65.5	120.0		

8．5．2　配水管網整備計画

本計画では、漏水量の低減のための老朽・腐食管の更新および水道普及率増加のための新設管の敷設を行う。

8．5．3　水道メーター

現在、グループ（1）の水道消費者には水道メーターが設置されていない。グループ（2）、（3）の消費者の５０％弱が、自己負担でメーターを設置している。近い将来、このグループの全消費者が水道メーターを設置する事が見込まれる。他方、第１群の消費者は、自己負担でメーターを設置する見込みはない。従って、水道公社が公的基金を利用して設置するよう計画された。

８．６　事業費積算と実施工程計画

８．６．１　建設費留意点

建設の資材単価および建設状況について、建設地域のカラカルパキスタンおよびホレズムで調査を実施した。

本計画では前述で調査した価格と建設状況を考慮して、CIS諸国、ヨーロッパ、アジア地域の価格を参考に建設費を算出した。また、下記建設中の施設については施工済み部分の費用を除いて建設費を算出した。

1) カパラス取水場
2) 導水管（カパラス取水場からトヤムユン－ウルゲンチ取水場間）
3) トヤムユン－ヌクス浄水場（拡張）
4) トヤムユン－ウルゲンチ浄水場（拡張）
5) 中継送水ポンプ場（トヤムユン－ヌクス広域水道）
6) 送水管　（トヤムユン－ヌクス－ウルゲンチ広域水道）

現地で保管されている下記機器は１９９２年に調達され約４年が経過しているが、コストを低減するためにはこの機器を使用することが必要である。本計画では検査及び修理費として、機械設備は新規購入の場合の２０％、電気設備は新規購入の場合の７０％を計上した。

1) カパラス取水場用機械設備および電気設備
2) 中継送水ポンプ場用機械設備および電気設備

８．６．２　建設費用積算

(1) 積算基準

1) 積算上の仮定として主要な輸入資材と調達国を以下に記す。

a) 鋼管	ロシア、ウクライナ
b) ダクタイル鋳鉄管	韓国
c) 機械設備および電気設備	日本
d) 水道メーター	ウ国（中国との合弁会社）

2) 通貨交換レート（１９９６年７月時点）

a) 1 ｳｽﾞﾍﾞｷｽﾀﾝ･ｽﾑ	=	0.025 米ﾄﾞﾙ
b) 1 ｳｽﾞﾍﾞｷｽﾀﾝ･ｽﾑ	=	2.75 日本円
c) 1 米ﾄﾞﾙ	=	40 ｳｽﾞﾍﾞｷｽﾀﾝ･ｽﾑ
d) 1 米ﾄﾞﾙ	=	110 日本円

3) エンジニアリング費は工事費の10%以内とした。

4) 予備費は工事費の5%とした。

(2) 建設費

積算した結果建設費は1,018.6百万米ﾄﾞﾙとなった。内訳を表８．７に示す。

表 8．7　建設費

単位：百万米ドル

項　目	備　考	合　計	第1期	第2期	第3期
1. ｶﾊﾟﾗｽ取水場新設	Q=1,000,000 m³/日	12.9	12.9		
2. 導水管新設	L=31.4 km	48.0	33.0		15.0
小　計		60.9	45.9		15.0
3. ﾄｳﾔﾑﾕｰﾝ･ﾇｸｽ浄水場改善、拡張	Q=500,000 m³/日	96.3	60.1		36.2
4. NO.2,3 増圧ﾎﾟﾝﾌﾟ場新設	Q=306,940 m³/日	19.0	9.5		9.5
5. ﾇｸｽ北配水場拡張	Q=255,910 m³/日	10.8	10.8		
6. ｸﾝｸﾞﾗﾄﾞ送配水場新設	Q= 55,020 m³/日	18.9	10.5		8.4
7. 送水管新設	L=431.0 km	317.2	227.8		89.4
小　計		462.2	318.7		143.5
8. ﾄｳﾔﾑﾕｰﾝ･ｳﾙｹﾞﾝﾁ浄水場改善、拡張	Q=500,000 m³/日	101.9	72.3		29.6
9. ﾊｻﾞﾗｽﾌﾟﾎﾟﾝﾌﾟ場新設	Q=256,290 m³/日	12.1			12.1
10. 送水管新設	L=403.7 km	55.2	51.5		3.7
小　計		169.2	123.8		45.4
11. ﾇｸｽ浄水場改善、拡張	Q=100,000 m³/日	28.3	17.7	10.6	
12. ﾁﾝﾊﾞｲ浄水場改善	Q= 2,200 m³/日	1.6	1.6		
13. 3都市浄水場改善	Q= 14,000 m³/日	6.6	6.6		
14. 配水管整備	L=588.4 km	146.5	40.3	37.0	69.2
15. 水道ﾒｰﾀ設置	N=141,760 箇所	12.5	3.3	2.7	6.5
小　計		195.5	69.5	50.3	75.7
16. ｳﾙｹﾞﾝﾁ浄水場改善、拡張	Q=100,000 m³/日	31.7	19.7	12.0	
17. ﾁｬﾘｯｼｭ浄水場改善、拡張	Q=100,000 m³/日	5.2	1.9	3.3	
18. 配水管整備	L=351.8 km	88.0	26.0	21.8	40.2
19. 水道ﾒｰﾀ設置	N=66,250 箇所	5.9	1.6	1.3	3.0
小　計		130.8	49.2	38.4	43.2
計		1,018.6	607.1	88.7	322.8

8．6．3　維持管理費用

プロジェクト実施後の維持管理費用は以下の条件で推定した。

- 4事業団毎に推定する。水道事業団（トヤムユン－ヌクス、トヤムユン－ウルゲンチ）、都市水道公社（カラカルパキスタン、ホレズム）
- 有収水量当たりの維持管理費用を基に推定する。
- 以下の有収水量当たりの維持管理費の増加を将来見込む。
  1）カパラスポンプ場（電気代の増加、凝集剤の減少）
  2）幹線送水ポンプ場（電気代の増加）

● 新施設の修繕費用を総建設費用の0.5%とする。

プロジェクト実施後の有収水量当たりの維持管理費用は以下のとおりである。

表 8．8 プロジェクト実施後の有収水量当たりの維持管理費用
（トヤムユン水道事業団）

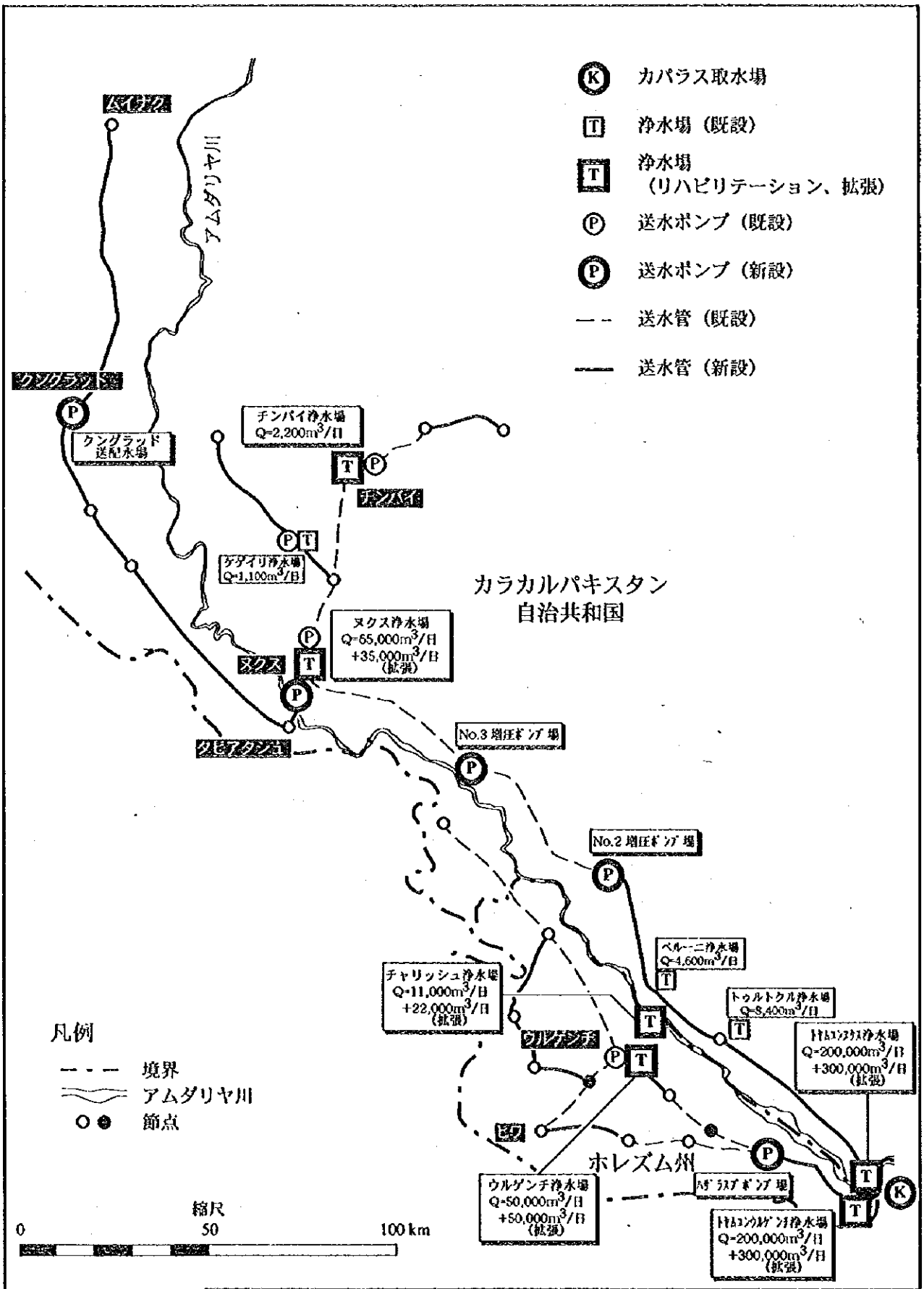
	カパラス取水場稼働後の維持管理費用単価 (sum/m³)	その他増加分の維持管理費用
トヤムユン水道システム		
T-N	4.143	新設幹線送水ポンプ場＋新施設修繕費
T-U	2.535	新施設修繕費
都市水道システム		
カラカルパキスタン	2.354	
ホレズム	1.122	

8．6．4 事業実施工程

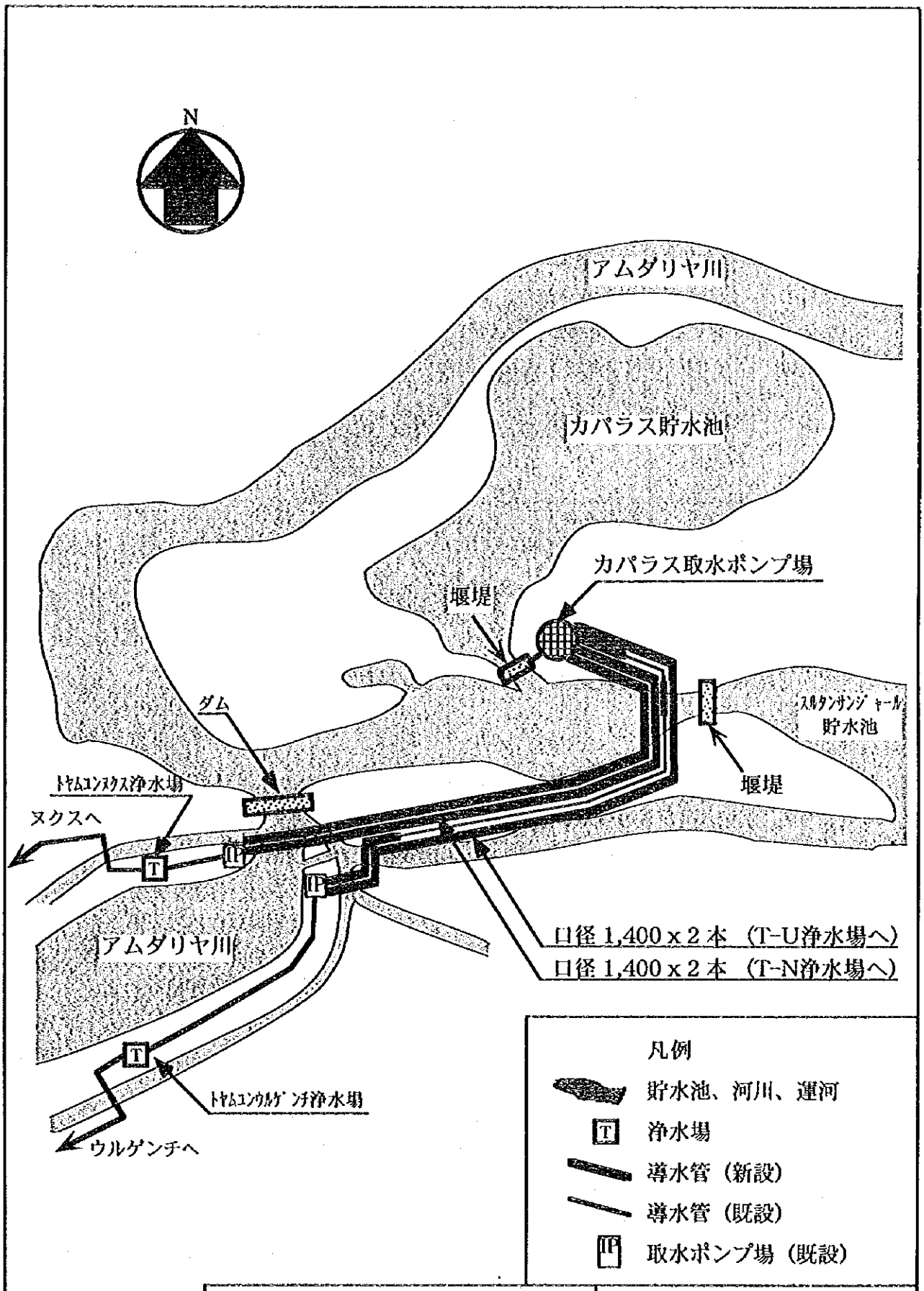
事業実施工程は水質改善、需給逼迫改善、安定供給、将来需要量を満たすこと、漏水防止、収益向上などの目的を達成するために下記のように3期に分けて計画をたてた。（図8．2）

- 第1期（1997年～2000年、4年間）は水質改善、需給逼迫の改善を図る。
  カパラス取水場および導水管の新設、両広域水道の改善および第1期拡張、地方都市の浄水場改善、配水管整備、水道メーターを実施する。
- 第2期（2001年～2003年、3年間）は安定供給を図る。
  地方都市の浄水場拡張と配水管整備、水道メーター設置を実施する。
- 第3期（2004年～2010年、7年間）目標年次の需要量を満たす。

両広域水道の第2期拡張と地方都市の配水管整備、水道メーター設置を実施する。



ウズベキスタン国 アラル海沿岸6都市給水計画調査	図 8.1 水道施設整備計画図 (2010年)
国際協力事業団	



ウズベキスタン国 アラル海沿岸６都市給水計画調査 国際協力事業団	図 8.2 カパラス取水場

第 9 章　プロジェクト評価

9．1　序文

第8章で選定された基本計画（Selected alternative of the Basic Plan）を財務経済的見地から解析する。分析対象は以下4事業体、2グループとなる。

4事業体：　トヤムユン水道事業団（広域）、　地方都市水道事業体（地方）

(a)DOMIWP － T/N（T-N と略す）　(c) カラカルパキスタン都市水道公社（KKP と略す）

(b) －〃－ － T/U（T-U と略す）　(d) －ホレズム都市水道公社（KZ と略す）

2グループ：

	広域水道	地方水道
グループA	（a）T－N	（c）KKP
グループB	（b）T－U	（d）KZ

〔目　的〕各グループの財務的妥当性を検討し、その後4事業体を含む、トータルプロジェクトの実行可能性を内部収益率(IRR)により評価する。

［分析手法］

1.一定の割引率の下、建設投資が地方水道レベルで、予め設定した水道料率により採算が成り立つ時の、広域水道からの受水レートを算出。

2.その売水レート下での広域水道における投資内部収益率（IRR）を求める。

3.A、B両グループの荷重平均FIRRにより、トータルプロジェクトの妥当性を判定。

9．2　前提条件

(1) 総建設投資額　：　US$1,018,615 × 10^3

(2) プロジェクト期間　：　３０年

(3) 建設期間　：　トータル　１３年（1998年～2010年）
　　フェーズ１、２、３を含む

(4) 分析基準年度　：　1998年（建設開始年）

(5) 見積基準　：　1996年　プライス　（インフレを考慮しない）

(6) 通貨基準　：　US ドル貨

(7) 為替レート　：　1 US$ = 40 スム

(8) 水道料率　：　本編 Section 9.3 参照

(9) OMコスト　　：　本編第8章及び9.4項参照

支出明細の実数値に基づく、有収水量m^3当たりのコスト設定、基本コストと追加コスト分（修繕費、メーター取替代等）から構成。

(10) 割引率　　：　国際融資の標準貸出レート　7.5%

9．3　水道料率

消費者別設定料率は以下の通りである。

		A)現在料率　m^3当り		B)設定料率　m^3当り		倍率
		Uzbek sum	US Dollars	Uzbek sum	US Dollars	B/A
KKP	グループ (1)	0.50	0.0125	2.1	0.0525	4.2
	グループ (2)	9.64	0.241	－ 左に同じ －		1.0
	グループ (3)	－ 同上 －		－ 同上 －		－〃－
KZ	グループ (1)	0.35	0.0087	1.47	0.0368	4.2
	グループ (2)	6.38	0.159	－ 左に同じ －		1.0
	グループ (3)	7.9	0.198	－ 同上 －		－〃－

上記設定理由

グループ（1）：

- 地域内家計比平均水道代は 1995年6月0.31%
  1996年6月0.48%（表7.15参照）
- 途上国平均の負担率はおおむね2～5%より最小レベルの2%を上限に設定した。
- 調査地域の負担限度（Affordability）以下であり、徴収可能と判断した。

グループ（2）及び（3）：結論として、現行通りとした。

理由は、グループ（1）の優遇による差額負担の結果、消費者サイドより高いとのクレームやネゴ契約を渋る傾向が出ており自主水源（水道）を求める動き等々、現状支払い意志の限界に近いとの判断による。

都市水道公社の平均水道料率の比較　　（m^3当たり）

	A) 現行平均料率		B) 設定平均料率		倍率
	sum	US$	sum	US$	B/A
KKP	5.198	0.130	5.976	0.149	1.15
KZ	3.313	0.083	3.937	0.098	1.19

９．４　維持管理費

(1)　O&M基本コスト（単位水量m^3当たり）

支出明細から有収水量m^3当たりにて換算した費用トータルから減価償却費を除き、一括して初年度O&Mコストに適用、以下有収水量の変動に比例

(2)　電力、薬品代

建設段階に応じて変動する。特にカパラス貯水池の水質向上、取水ポンプ場の新設に伴い増減あり。

(3)　修繕費

施設完成後有形資産価値の0.5%を翌年より計上。

９．５　財務分析結果と所見

９．２項の設定条件によりFIRRの検索を試みた。

財務原則では投資コストを事業収入でカバーできることが求められる。今回ウズベク側の要望で料金は低めに抑えたが総投資は縮小、繰り延べしても巨額であることは変わらず。ウズベク側の提案もあり、対建設費国家補助０％、１００％２ケースにて解析を行った。

(1)　補助ゼロの場合：

料金収入が少なすぎVodokanalをバランス化しても、T-N、T-U側はほぼ慢性赤字で、FIRRの算出不能。→現状下で“企業化不成立”

(2)　補助１００％の場合：

建設投資額と補助額は相殺され、料金収入でO&Mコスト等運営費がまかなえることが必要。結果として大型補助によりグループB側はプロジェクト期間バランスは黒字、グループAはT-N側で大幅欠損となるが、独自にKKPグループ料率だけを操作する事でバランス化は可能。

ただし問題は初めの３年間で計６億ドルの資金を捻出する可能性は国際金融市場の動向、ウ国の財政支出面から見て実現不能であること、及びプロジェクト年次資金繰りであり、いずれも解決不能である。

９．６　財務面での改善策

（１）投資コスト（規模）の圧縮、縮小、特にフェーズ１（３年間）に全体の６０％が集中することの是正。

（2）ウズベク政府の必要部分への弾力的補助の投入。

（3）収入源の多様化。（メーター設置料の導入、限定超過料金の導入等）

（4）料率の計画的、段階的値上げシステムの採用と地域開発の状況に合わせた値上げ実施。

9．7　提案事項

（1）水道事業への特別融資システム（運転資金用）

（2）政府補助金の準備（建設資金用）

（3）他国並の料金レベルの実現

第 10 章　初期環境評価

一般に、水道プロジェクトの環境への影響はきわめて小さいが、少なからず影響があると思われる場合は、プロジェクトの環境評価調査が必要である。第８章で提案された水道システムの初期環境評価(IEE)を実施した。

本プロジェクトの基本計画における初期環境評価は JICA 調査団が用意する環境ガイドラインに基づいて実施した。環境影響の初期スクリーニングを環境評価マトリックス(EEM)で行った。それぞれのプロジェクト活動に対してすべての環境影響要素のスクリーニングを実施した。スクリーニングの結果、以下の環境影響要素はプロジェクト活動全体を通して無視することができず、フィージビリティ調査(F/S)において環境インパクト評価が必要である。

1) 騒音と振動
2) 景観
3) 考古学的遺産

また、以下のプロジェクト活動は調査地域の環境に影響を及ぼすため、 F/S において環境インパクト評価が必要である。

1) カパラス貯水池の運転・運用
2) 浄水場の運転
3) 水道システムの開発による下水処理の増加

加えて、以下の活動についても考慮する必要がある。

1) 既存施設のリハビリと更新による廃棄物の発生
2) パイプラインの布設作業による交通妨害

第 II 部　フィージビリティ調査

第 II 部　フィージビリィティ調査

第 1 章　フィージビリィティ調査対象プロジェクトの選定

1．1 序文

本レポートの第I部(B/P)では、調査地域の飲料水水質を向上するための給水システム改善基本計画が策定された。第II部では、その中より優先度の高いプロジェクトに対しフィージビリティ調査（F/S）を実施した。

基本計画の目標年次は 2010 年であり、フィージビリティ調査の目標年次はプロジェクト開始5年後の2002年とした。

1．2 フィージビリィティ調査対象プロジェクトの事前評価

基本計画におけるプロジェクト評価によると、基本計画のプロジェクトのすべてを実施することは困難であることが結論付られた。

また、基本計画の中の２００２年まで実施するF/S対象プロジェクトに対して予備的にプロジェクト評価を実施した。その結果を下表にまとめる。

表1．1　F/S対象プロジェクトに対する予備プロジェクト評価

評価項目	評価内容
資金調達の可能性	3年間で６０７百万米ドルの資金調達は現実的に不可能である。
財務内部収益率(FIRR)	FIRRは得られなかった。（負の値）
実施スケジュール	3年間でこれだけ大規模の建設計画を実施するのは現実的でない。

FIRR算定条件：基本計画で実施したプロジェクト評価の条件で算定した。

上記、プロジェクト事前評価が示すように、このF/S対象プロジェクトの実現の可能性は極めて低い。従って、これ以降のフィジビリティ調査では、本プロジェクトを実施可能なプロジェクトとするため、F/S 対象プロジェクトの縮小を図った。プロジェクト縮小方法としては以下の方法をとった。

1）タヒアタシュークングラッド間の１１１ｋｍのパイプラインの建設を取り止め、既存のウルゲンチトランスガスの水道パイプラインを使用する。

2）供給水量の拡張計画を変更する。
プロジェクト規模を縮小する。２００２年までに実施すべきであったプロジェクトを、プロジェクトの実施を引き伸ばし、基本計画の目標年次である２０１０までに実施することとする。

この修正したプロジェクト（修正プロジェクト）に対してF/Sを行った。

１．３　修正プロジェクトの給水量の増加と需要量の低減

修正プロジェクトでは、2010 年の日最大総給水能力は 828,000 m^3/日、増加給水能力は 325,000 m^3/日（T-N：145,000 m^3/日、T-U：180,000 m^3/日）である。

修正プロジェクトの供給能力は、基本計画において予測した需要水量を満足することができない。農村部での需要水量の見直しと、水道メータの設置と適切な水道料金システムの導入による水使用量の低減（約１５％減）により、需要水量の低減を図る。修正プロジェクトの需要水量を表１．２に示す。

表１．２　修正プロジェクトの需要水量

（単位：千m³／日）

		1995	2000	2005	2010
日平均需要水量					
T-N	都市部	184.1	257.0	279.3	302.9
	農村部	49.2	34.2	43.7	55.2
	計	233.3	291.2	323.0	358.1
T-U	都市部	191.0	229.9	236.6	241.1
	農村部	88.2	80.8	104.4	130.8
	計	279.2	310.7	341.0	371.9
日最大需要水量					
T-N	都市部	211.7	295.5	321.3	348.3
	農村部	56.6	39.3	50.2	63.5
	計	268.3	334.8	371.5	411.8
T-U	都市部	219.7	264.4	271.9	277.2
	農村部	101.4	92.9	119.9	150.4
	計	321.1	357.3	391.8	427.6

１．４　水道水質の改善

現在の水道原水は汚染物質が高濃度に含まれているため、通常の浄水プロセスや沈殿プロセスだけによる浄水方法では飲用に適さない。基本計画では、カパラス貯水池にアムダリヤ川の洪水期の水質のよい水を貯水し飲料水源として利用することとした。これにより飲料水質が改善する。特に、全硬度およびミネラル分の濃度は、修正プロジェクトにより以下の水質が期待できる。

表　１．３　水質改善効果（２０１０年）

	プロジェクト前（水質の悪い時期の平均水質）		プロジェクト後（年間平均）	
	全硬度（meq/l）	ミネラル分(mg/l)	全硬度（meq/l）	ミネラル分(mg/l)
T-N	10.8	1,156	6.7	733
T-U	10.8	1,156	6.3	690
水質基準	7以下	1,000以下	7以下	1,000以下

第 2 章　施設設計

2．1　設計条件および指針

F/S対象プロジェクトの施設のほとんどは、ウ国の給水基本計画の中で既に設計されている。それら施設は、建設途上あるいは建設が頓挫している。このような状況を考慮し、本調査の施設設計は既往の施設設計と施設計画に基づいて行った。

設計条件は以下の通りである。

1)	貯水池の貯水容量：	1.1 x 365 x 日平均需要水量
2)	取水ポンプ場：	1.1 x 日最大需要水量
3)	導水管：	1.1 x 日最大需要水量
4)	浄水場：	1.1 (又は10/9)x 日最大需要水量
5)	送水管・送水ポンプ場：	日最大需要水量
6)	配水管・配水ポンプ場：	時間最大需要水量

2．2 計画給水システムの概要

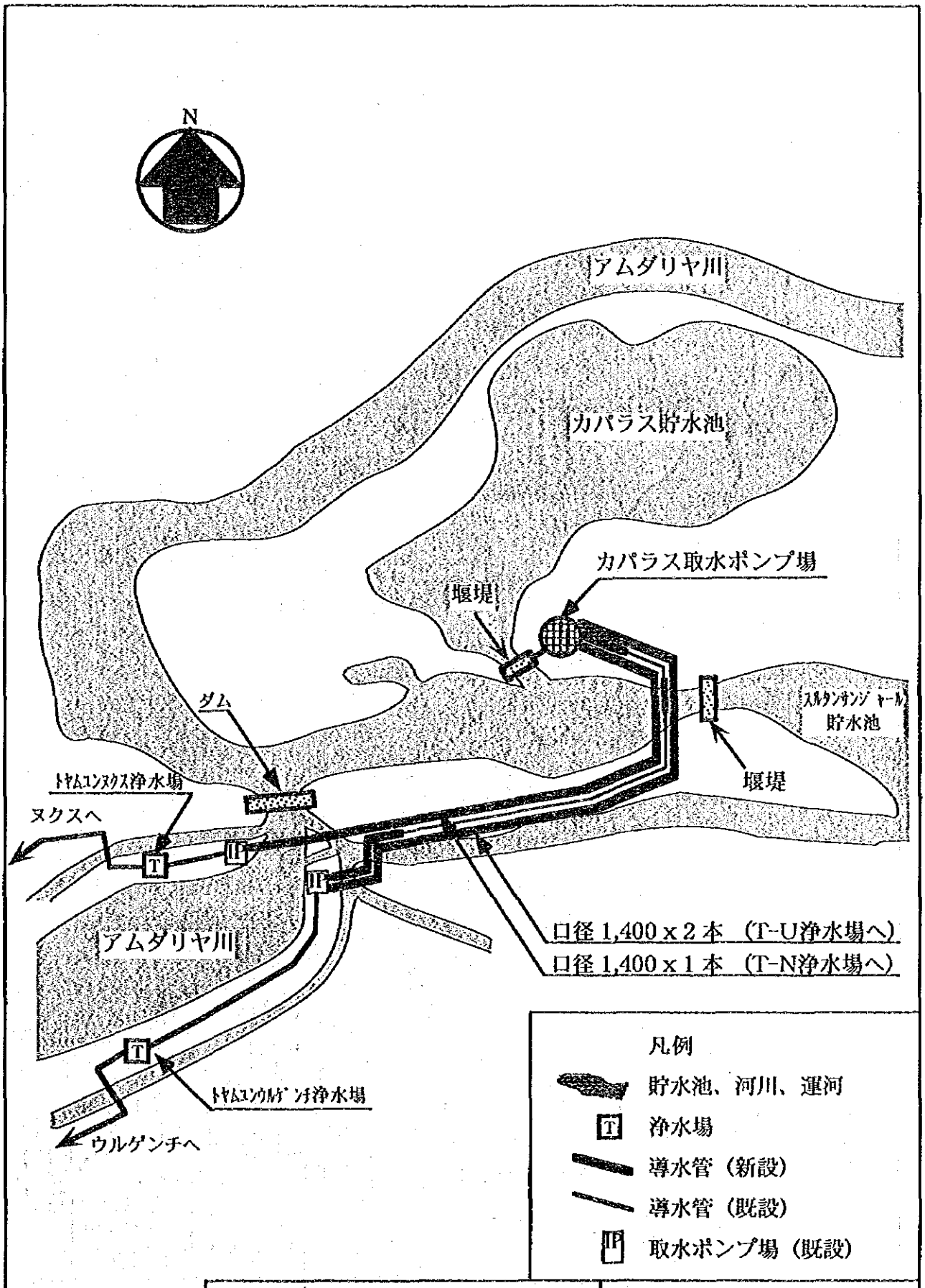
計画施設の内容を表2．1に、２０１０年の主要施設と水道システムを図2．1、2．2に示す。

表2．1　修正プロジェクトの計画施設の内容

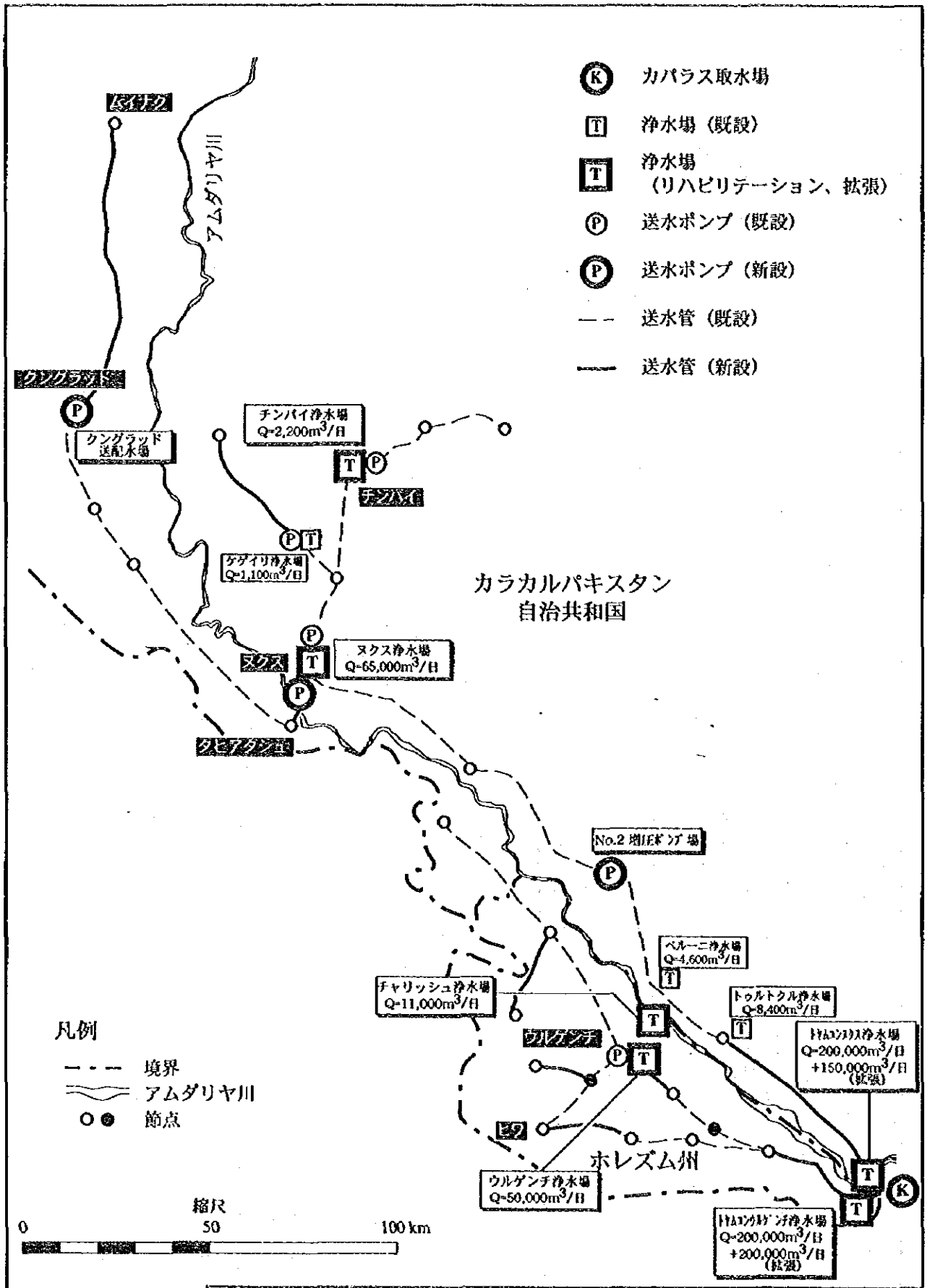
計画施設	施設内容
1. カパラス水源取水システム	
1.1 カパラス取水場	Q=1,000,000 m^3/d
1.2 導水管	
1.2.1 カパラス取水場～トゥヤムウユン－ヌクス既設取水場	D=1,400 L=10.7 km
1.2.2 カパラス取水場～トゥヤムユン－ウルゲンチ既設取水場	D=1,400 L= 1.0 km
1.2.3 同　上	D=1,400 L= 9.0 km
2. トゥヤムユン－ヌクス広域水道	
2.1 浄水場	Q=500,000 m^3/d
2.1.1 リハビリテーション	Q=200,000 m^3/d
2.1.2 拡張（第1期）	Q=150,000 m^3/d
2.2 送配水場	
2.2.1 No. 2 中継送水ポンプ場	Q=306,940 m^3/d
2.2.2 ヌクス北配水場	Q=255,910 m^3/d
2.2.3 クングラッド送配水場	Q= 55,020 m^3/d
2.3　送水管	
2.3.1 浄水場 ～ No. 1 中継送水ポンプ場	D=1,400 L= 63.0 km
2.3.2 ヌクス ～ タヒアタシュ L=21 km	D=1,200 L= 11.0 km
2.3.3 クングラッド ～ ムイナク (Q=12,090 m^3/d)	D= 500 L= 96.5 km
2.3.4 ケゲイリ ～ ポザタウ	D= 400 L= 50.0 km
3. トゥヤムユン－ウルゲンチ広域水道	
3.1 浄水場	Q=500,000 m^3/d
3.1.1 リハビリテーション	Q=200,000 m^3/d
3.1.2 拡張	Q=200,000 m^3/d
3.2 送水管	
3.2.1 浄水場 ～ ハザラスプ・ポンプ場	D=1,200 L=27.0 km
3.2.2 ハンキ ～ ウルゲンチ	D=1,200 L=13.2 km
3.2.3 ヤンギアリク ～ ヒワ	D= 600 L=20.0 km
3.2.4 S.P.1 ～ コシュクプル	D= 600 L=14.0 km
3.2.5 グルレン ～ シャワット	D= 600 L=19.5 km

表２．１　修正プロジェクトの計画施設の内容（続き）

4. 地方水道システム（カラカルパキスタン都市水道公社）	
4.1 浄水場	
4.1.1 ヌクス浄水場（リハビリテーション）	Q= 65,000 m^3/d
4.1.2 チンバイ浄水場（リハビリテーション）	Q= 2,200 m^3/d
4.1.3 3都市浄水場（リハビリテーション）	Q= 14,000 m^3/d
4.2 配水管	
4.2.1 布設替 D=100 ～ D=400	L=228.8 km
4.2.2 新設 D=100 ～ D=400	L=119.6 km
4.3 メータリングシステム	
4.3.1 水道メータ設置 D=20	N=37,710 箇所
5. 地方水道システム（ホレズム都市水道公社）	
5.1 浄水場	
5.1.1 ウルゲンチ浄水場（リハビリテーション）	Q= 50,000 m^3/d
5.1.2 チャリッシュ浄水場（リハビリテーション）	Q= 11,000 m^3/d
5.2 配水管	
5.2.1 布設替 D=100 ～ D=400	L=170.3 km
5.2.2 新設 D=100 ～ D=400	L= 71.5 km
5.3 メータリングシステム	
5.3.1 水道メータ設置 D=20	N=17,550 箇所



ウズベキスタン国 アラル海沿岸6都市給水計画調査 国際協力事業団	図 2.1 カパラス取水場



ウズベキスタン国 アラル海沿岸6都市給水計画調査	図 2.2 水道施設整備計画図 (2010年)
国際協力事業団	

第 3 章　水道システムの維持管理

3．1 序文

この章では、基本計画に基づいて水道計画が実施された場合、維持管理および運用面で問題となる以下の項目に焦点をあてる。

1) カパラス貯水池を含むトヤムユン貯水池群の総合水運用
2) トヤムユン水道システムと水道公社の水道システムの運用
3) 水道システムの緊急時対応
4) 漏水制御

3．2　水源の総合水運用計画

基本計画を実施する場合、以下のことを考慮して、カパラス貯水池への貯水を効率的に行う必要がある。

1) 水道計画、流域の灌漑用水計画、水力発電計画等の関連計画の把握とそれら計画間の調整
2) カパラス貯水池を含めたトヤムユン・システム全体の水源運用計画
3) アムダリヤ川の水質、水量データ収集、解析および予測

カパラス貯水池の運営管理に関連する機関は非常に多い。これら機関間の計画の整合性をチェックし、合理的、効率的な水源運用計画を樹立するため、新たな調整機関を設立する必要がある。また、調整機関で決定したカパラス貯水池の運用計画を実際に実施する機関を設立する必要がある。

上記の設立した調整機関あるいは実施機関において、カパラス貯水池の運用計画を策定するためには、アムダリヤ川上流域とトヤムユンシステムとを含めた水質と水量モデルを作成し、貯水池の水質と水量を事前に正確に予測する必要がある。また、水量・水質観測により、予測できなかった状況に対しても柔軟に対応をしていく必要がある。

3．3 水道システムの総合水運用

カパラス貯水池の運用開始後は、カパラス貯水池およびカパラス取水ポンプ場の運営は両ト

ヤムユンーシステム共同で実施する必要がある。これら施設の共同運営を含めて、両地域内の水道供給状況を包括的に管理運営する専門機関の設立が将来的には必要となる。

広域水道であり、広大な配水地域をカバーするトヤムユンーシステム内での事故等により、取水、浄水および送水が停止した場合は、システム全体に多大なる影響を与える。この事故を未然に防ぐ方策、および事故による損害を最小限に抑えるための方策が必要である。現有施設の有効利用および緊急時における迅速、適切な対応により被害を最小限に止めるためのマニュアルの作成が現実的対策である。

3．4 漏水制御

現在の漏水率は、JICA 調査により、30%と予測されている。基本計画では、2002 年において 23%、2010 年では 15%へ漏水率が下がると計画している。この目標を達成するため、地下漏水制御等の漏水対策の実施が必要である。

第 4 章　組織・経営における改善・改革

4.1 序文

給水事業において、組織・経営面における改善・改革は不可欠である。基本計画（第1部）では、給水事業政策計画・経営、全国インフラ、水資源、地方生産及び配水インフラ、顧客サービス、中央及び地方政府による支援、地方レベルの水道事業経営、組織等について示した。これら提言を導入する場合は、人材不足等財政的、組織的な現状の問題を修正する必要がある。また、段階的に導入することが望ましく、地方、組織の特色を十分考慮しながら優先順位を決定する必要がある。

4.2 問題点、見通し、必要な改善・改革及びそれらの重要性

4.2.1 給水政策及びシステム

（a）水道事業の政策及び経営戦略：
すべての下部組織と事務所が水道事業の政策及び経営戦略に基づき、適切な経営を実施できるような有効な仕組みが必要である。また、長期的かつ包括的な国家水道政策を普及するために、水道事業政策分析及び開発能力を強化する必要がある。
（b）法律、規則面での開発：
市場経済政策導入に伴う法律面での改正に対しては、有効な経営計画を導入、改正することで対応することが必要となる。提言した改正案が効果的に機能しない場合は、特に早期段階においてさらなる法的改善を考慮する必要があると思われる。
（c）ドナーの調整及び管理：
有効かつ効率的に対外資金協力を利用するために、対象地域及び協力内容を吟味することが重要である。それと同時に、ドナー及び関係機関との交渉、調整等において中央レベルでの責任を保ち続けることが重要である。
（d）助成金：
他のグループは高い料金を余儀なくされている一方、グループ（1）に対する水道料金は現在非常に低く、合理的に値上げする必要がある。水資源保全努力、及び都市水道公社の独立採算制の確立の阻害要因となっているからである。
（e）飲料水供給分離システム：
飲料水が理不尽に家庭菜園用に利用されている現状は改めるべきである。給水政策に、飲料水と家庭菜園用水を２つの分離した配水システムで配水する政策を盛り込むべきである。家

庭菜園用水給水に関する地域的な責任は既存の施設及びシステムの修理維持、もしくは新規の配水施設の建設運営にまわすべきである。トヤムユン／カパラスの水質を将来のムイナクのように離れた地域でも利用できるように向上させるために、政策的な配慮と早急な方策が必要である。

4.2.2 全国インフラ及び水資源

（a）水資源開発：

GOU はMWM&M、SCGM、SCNP を通じて、全国の水資源を規制、計画、調整、管理、保全、開発する能力を全国レベルで維持し、これらの事業にかかる費用を賄う義務を負わねばならない。

（b）計画、開発、建設：

給水及び下水システムに関する地方インフラに対して、全国インフラの計画、開発、建設に関する明確な責任を維持しなければならない。

（c）運営、維持、管理：

これらは、通常２つ以上の行政地域が中央政府に対して責任を有する地域間インフラに関するものである。TWSS が完成した後でも、DOMIWEPs-T/N、RPADORWP を伴う T/URPADORWP の行政責任を地域行政がこれらの組織を統括するまでは全国レベルで維持するのが望ましい。

4.2.3 地方インフラ及び顧客サービス

（a）計画、開発、建設：

都市水道公社は、計画、設計、建設に関し、未だに大幅にセンターに依存している。建設及び計画事業は資金不足のため基本的に日常的な計画及び建設／リハビリに限られている。適切な長期計画能力と独自の管理能力が十分に備われば、インフラ計画の能力も有することができるものと考えられる。

（b）共同計画：

共同計画の準備及び実施は、基本的に独立採算制を含む共同経営目的を持ち、達成することにある。都市水道公社の消費者及び市場のニーズ評価調査（消費者グループごとの水需要の特質、量的・質的サービスレベル、料金改訂の影響と適切さ等）が今後の開発に必要となる。

（c）運営、維持、管理：

対象地域の給水事業は、資金及び物的不足、地方分権政策以後の給水システムの組織化が困難であるという問題に直面している。地方給水及び下水インフラの修理及び維持、運営、管理に関する明確な責任が必要である。

4.2.4 支援策

（a）ROU／RPADORWPのMPUの顧問的役割：直接顧問及び支援体制からROUのMPUへの役割移行は、問題解決と技術・経験交換促進支援とともに継続されるべきである。効率的かつ効果的な支援サービスのために、現在のスタッフ及び市場経済に詳しい専門家の研修が望まれる。ROUのMPU及び地域行政は、組織的強化及び都市水道公社の自治権拡大の必要性を認識、導入する必要がある。農村水道公社から都市水道公社への給水責任の移行が必要であれば、地方の漸次的都市化におけるROUのMPUの顧問的役割、政策指導、調整が中央レベルにおいて必要不可欠である。

（b）消費関係及びサービス管理：消費管理運営は、サービスと事業に対する支払の規制・指示に応じた強化命令及びプログラムによって十分支援される必要がある。

4.2.5 水道事業経営

水道事業経営改善のためには下記項目が必要不可欠である。その他の項目に関しても、メインレポートで記述する。

（a）改革ニーズの認識：市場経済に対応した変革の各レベルでの認識

（b）経営管理機構：適材適所の配属、余剰人員の再配置、人員計画の見直し等当局の意見も汲んだ上実行

（c）経営開発／研修プログラム：管理職研修、有能技術者への資格給導入

（d）人物評価システム：評点制度、賞罰制度の評価法の導入

（e）スタッフへのインセンティブ：民間との比較による給料並びに待遇

（f）技術移転：外国技術受け入れによる近代経営と運転技術

（g）請求と徴収：財務内容改善に役立つ効率化

（h）マーケティングと渉外活動：節水、水使用法についての消費者教育、水道局の抱える問題と解決策への消費者意識の高揚努力

（j）不必要／収入を生まない水使用の削減：水道メーター設置計画の確立により収益力アップ

（i）経営情報システム（MIS）：都市水道公社の能力開発に必要

（k）研究開発（R&D）：国家レベルでのR&Dの必要性を検証すべきである

（l）経営及び技術サービスに対するコンピューター支援：容易な運転、単純作業化による各種業務処理に導入必要

(m) コミュニケーションの改善：DOMIWPと都市水道公社並びに分散している支店網の連絡網改善

（n）水資源の保全：カバラス汚染防止のためトルクメとの共同戦線、アムダリヤ川から離れた排水溝の優先的建設

（o）水質モニター：水質改善のための施設建設、ラボのスタッフ、設備を増強、水質管理情報システム

4.2.6　水道事業組織

（a）組織機構：

水道事業は長い期間をかけて組織機構を構築してきたが、効率的・効果的な共同機能のためには、折にふれ新しいニーズに合った機構的改革が必要である。組織改編の問題点については、後になって機能しない新組織が合意される前に、水道事業ミーティングですべてのスタッフが熟慮しなくてはならない。すべての重大な改革は上層部で承認されなければならない。都市水道公社においては、小規模建設や修理維持をより効率的・効果的に実施するために、工場、建設施設の修理及び維持が強化されるのが望ましい。

（b）都市水道公社の地域／市事務所の強化：

地方及び市のセンターによる給水及び下水サービスは、都市水道公社に属する地方事務所で運営されている。都市水道公社の地域／市事務所の担当地域における消費者のネットワークの漸次的な増加により、これら担当事務所は責任権限の譲渡移転により強化される必要がある。

第 5 章　プロジェクト費用積算および実施計画

5．1　建設費積算

修正プロジェクトの建設費は、優先プロジェクト別に以下のとおりである。その内訳を表5.1に示す。

第1位優先プロジェクト	277.8	百万米ﾄﾞﾙ
第2位優先プロジェクト	324.8	百万米ﾄﾞﾙ
合　計	602.6	百万米ﾄﾞﾙ

5．2 事業実施工程

事業実施工程は下記の改善計画に基づいて作成をした。（図5．1参照）

第1位優先プロジェクト

(1) カラカルパキスタンおよびホレズムの飲料水質の改善
(2) ホレズムの需給逼迫の改善
(3) 老朽管の布設替えによる漏水量の低減と給水区域の拡張
(4) 水道メーターの設置による適正水道料金の徴収

第2位優先プロジェクト

(1) カラカルパキスタンの需給逼迫の改善
(2) 各浄水場のリハビリテーション
(3) 第1位優先事業の(3),(4)に同じ

事業実施工程に基づいた計画供給量と計画需要水量の関係を図5．2（カラカルパキスタン）と図5．3（ホレズム）に示す。

表 5．1　建設費

単位：百万米ドル

項　目	総建設費	第1位優先事業	第2位優先事業
1. カパラス取水システム			
1.1 カパラス取水場	12.9	12.9	
1.2 導水管			
1.2.1 カパラス取水場～トヤムユン－ヌクス既設取水場	18.7	18.7	
1.2.2 カパラス取水場～トヤムユン－ウルゲンチ既設取水場	1.6	1.6	
1.2.3 同　上	12.7	12.7	
小計	45.9	45.9	
2. トヤムユン－ヌクス広域水道			
2.1 浄水場			
2.1.1 リハビリテーション	15.5		15.5
2.1.2 拡張	44.6		44.6
2.2 送配水場			
2.2.1 No. 2 中継送水ポンプ場	9.5		9.5
2.2.2 ヌクス北送配水場	10.8	10.8	
2.2.3 クングラッド送配水場	10.5	10.5	
2.3　送水管			
2.3.1 浄水場 ～ No.1 中継送水ポンプ場	82.7		82.7
2.3.2 ヌクス ～ タヒアタシュ L=21 km	14.7	14.7	
2.3.3 クングラッド ～ ムイナク (Q=8,870 m^3/d)	28.5	28.5	
2.3.4 ケゲイリ ～ ポザタウ	15.0		15.0
小計	231.8	64.5	167.3
3. トヤムユン－ウルゲンチ広域水道システム			
3.1 浄水場			
3.1.1 リハビリテーション	15.5		15.5
3.1.2 拡張	56.8	56.8	
3.2 送水管			
3.2.1 浄水場 ～ ハザラスプ・ポンプ場	27.6	27.6	
3.2.2 ハンキ ～ ウルゲンチ	8.1	8.1	
3.2.3 ヤンギアリーク ～ ヒワ	7.3	7.3	
3.2.4 No.1 ～ コシュクプル	5.2	5.2	
3.2.5 グルレン ～ シャワット	3.3	3.3	
小計	123.8	108.3	15.5
4. 地方水道システム（カラカルパキスタン都市水道公社）			
4.1 浄水場			
4.1.1 ヌクス浄水場（リハビリテーション）	17.7		17.7
4.1.2 チンバイ（リハビリテーション）	1.6		1.6
4.1.3 3都市浄水場（リハビリテーション）	6.6		6.6
4.2 配水管			
4.2.1 布設替 D=100 mm ～ D=400 mm	53.2	20.5	32.7
4.2.2 新設 D=100 mm ～ D=400 mm	28.0	10.8	17.2
4.3 メータリング・システム			
4.3.1　水道メータ設置 D=20 mm	10.3	3.9	6.4
小計	117.4	35.2	82.2
5.地方水道システム（ホレズム都市水道公社）			
5.1 浄水場			
5.1.1 ウルゲンチ（リハビリテーション）	19.7		19.7
5.1.2 チャリッシュ浄水場（リハビリテーション）	1.9		1.9
5.2 配水管			
5.2.1 布設替 D=100 mm ～ D=400 mm	39.9	15.3	24.6
5.2.2 新設 D=100 mm ～ D=400 mm	16.8	6.5	10.3
5.3 メータリング・システム			
5.3.1　水道メータ設置 D=20 mm	5.4	2.1	3.3
小計	83.7	23.9	59.8
合計	602.6	277.8	324.8

図 - 5.1　事業実施行程表

項目＼年		第1位優先事業						第2位優先事業								備考
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
資金借入準備																
入札準備																
1. カバラス水源取水システム																
1.1 カバラス取水場	Q=750,000 m3/d															
1.2 導水管																
1.2.1 カバラス取水場 ～ トゥヤムユーン・ヌクス既設取水場	D=1,400 L=10.7 km															
1.2.2 カバラス取水場 ～ トゥムユーン・ウルゲンチ既設取水場	D=1,400 L= 1.0 km															
1.2.3 同　上	D=1,400 L= 9.0 km															
2. トゥヤムユーン・ヌクス広域水道																
2.1 浄水場	Q=350,000 m3/d															
2.1.1 リハビリテーション	Q=200,000 m3/d															
2.1.2 拡張	Q=150,000 m3/d															
2.2 送配水場																
2.2.1 No. 2 増圧ポンプ場	Q=234,410 m3/d															
2.2.2 ヌクス北配水場	Q=122,950 m3/d															
2.2.3 クングラード送配水場	Q= 42,130 m3/d															
2.3 送水管																
2.3.1 浄水場 ～ No.1 増圧ポンプ場	D=1,400 L= 63.0 km															
2.3.2 ヌクス ～ タヒアタシュ L=21 km	D=1,200 L= 11.0 km															
2.3.3 クングラード ～ ムイナク (Q=8,870 m3/d)	D=500　L= 96.5 km															
2.3.4 ケジイリ ～ ボザタウ	D=400　L= 50.0 km															
3. トゥムユーン・ウルゲンチ広域水道																
3.1 浄水場	Q=400,000 m3/d															
3.1.1 リハビリテーション	Q=200,000 m3/d															
3.1.2 拡張	Q=200,000 m3/d															
3.2 送水管																
3.2.1 浄水場 ～ ハザラスプ・ポンプ場	D=1,200 L=27.0 km															
3.2.2 ハンキ ～ ウルゲンチ	D=1,200 L=13.2 km															
3.2.3 ヤンギアリーク ～ ヒワ	D=600　L=20.0 km															
3.2.4 節点S.P.1 ～ コシュクプル	D=600　L=14.0 km															
3.2.5 グルレン ～ シャワット	D=600　L=19.5 km															
4. カラカルパキスタン自治共和国水道																
4.1 浄水場																
4.1.1 ヌクス浄水場（リハビリテーション）	Q= 65,000 m3/d															
4.1.2 チンバイ浄水場（リハビリテーション）	Q=　2,200 m3/d															
4.1.3 3都市浄水場（リハビリテーション）	Q= 14,000 m3/d															
4.2 配水管																
4.2.1 布設替 D=100mm ～ D=400 mm	L=228.8 km															
4.2.2 新設 D=100 mm ～ D=400 mm	L=119.6 km															
4.3 メータリング・システム																
4.3.1 水道メータ設置 D=20 mm	N=115,960 箇所															
5. ホレズム州																
5.1 浄水場																
5.1.1 ウルゲンチ浄水場（リハビリテーション）	Q= 50,000 m3/d															
5.1.2 チャリッシュ浄水場（リハビリテーション）	Q= 11,000 m3/d															
5.2 配水管																
5.2.1 布設替 D=100 mm ～ D=400 mm	L=170.3 km															
5.2.2 新設 D=100 mm ～ D=400 mm	L= 71.5 km															
5.3 メータリング・システム																
5.3.1 水道メータ設置 D=20 mm	N=60,970 箇所															

図 5.2 需要水量と供給水量（カラカルパキスタン）

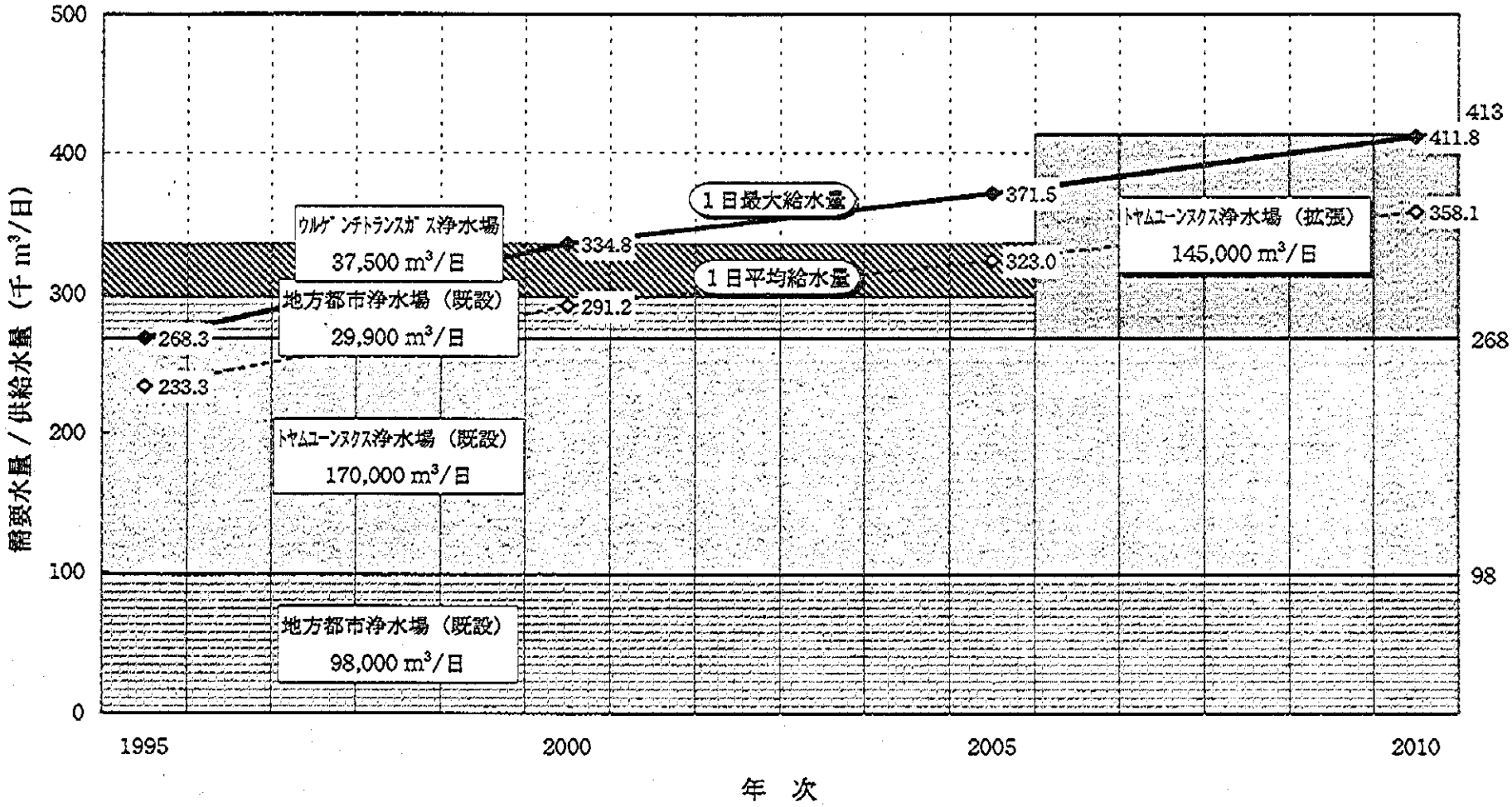
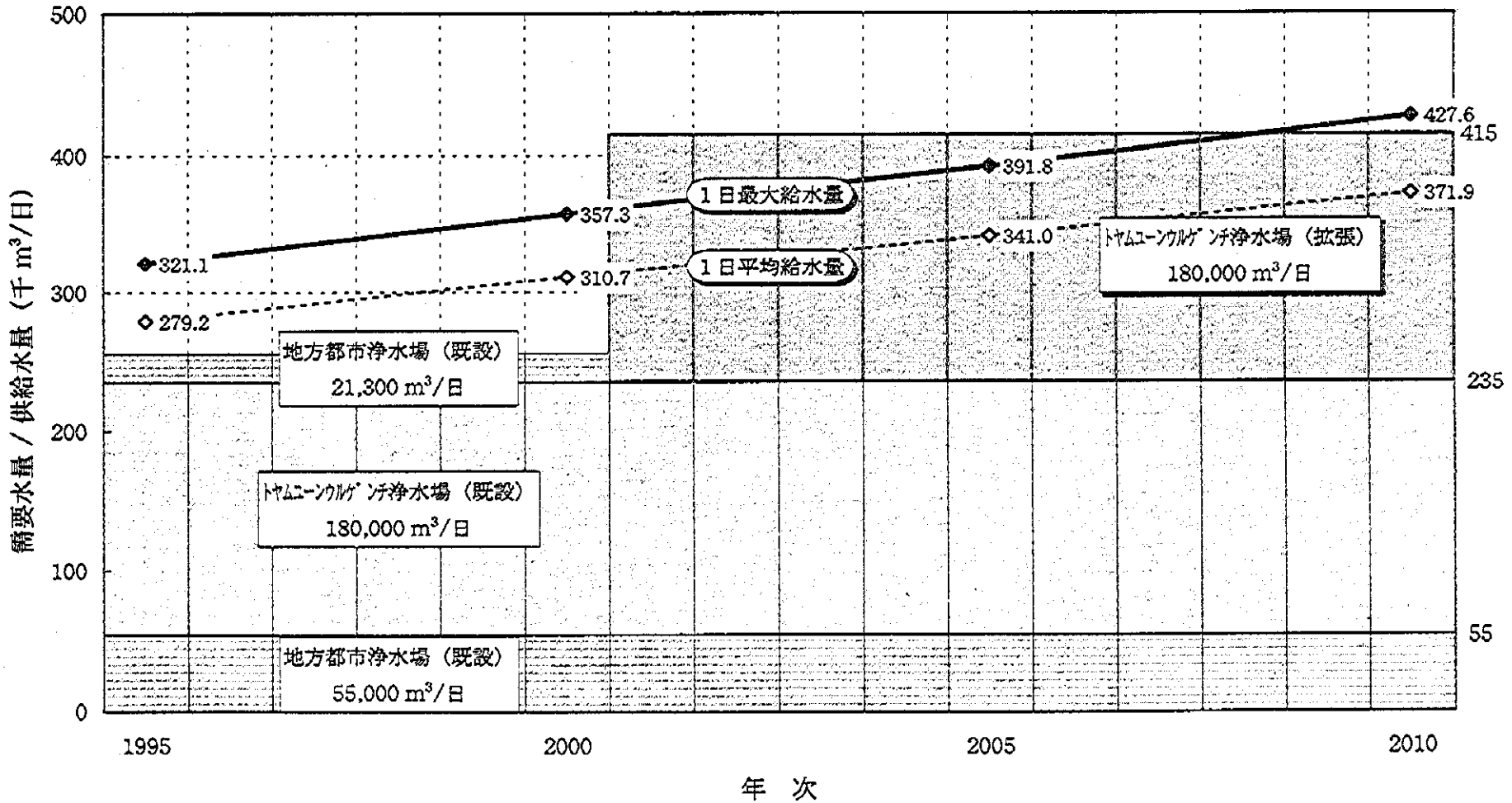


図 5.3　需要水量と供給水量（ホレズム）



5．3 維持管理費用

将来の維持管理（O&M)費用は、単位有収水量（AFW）当たりの費用をベースに推定した。

(1) トヤムユン広域水道事業団

1) 電力費： カパラス取水ポンプ場の電力量の増分を見込む。各送水ポンプ場の完成後は各ポンプ場の電力費を見込む。単位有収水量（AFW）単価を使用する。

2) 賃金： 現在のAFW単価を使用する。

3) 薬品費： カパラス貯水池水を浄水するために必要な適切なAFW当たりの薬品費を使用する。

4) 修繕費： 現在の既存施設の修繕単価に新規施設の修繕費として新規施設の費用の0.5%を見込む。

5) 社会保険費： 現在の単位AFWあたりの単価を使用する。

6) 燃料、ガス、オイル： 現在の単位AFWあたりの単価を使用する。

表 5．2 単位有収水量あたりの維持管理費の要約
（トヤムユン広域事業団）

(単位： sum/m³)

	T-N		T-U	
	プロジェクト実施前	カパラス完成後	プロジェクト実施前	カパラス完成後
維持管理費合計	4.468	4.504+α	2.828	2.478+α

この費用に各送水ポンプ場が完成後は、各ポンプ場の電力費が加算される。
α： 修繕費の増加分

(2) 都市水道公社

将来の都市水道公社の維持管理費は、1996年の単位AFWあたりの費用を基に算出する。ホレズム水道公社の修繕費は適当な値を設定した。

表 5．3 単位有収水量あたりの維持管理費（都市水道公社）

(単位： sum/m³)

	カラカルパキスタン	ホレズム
維持管理費合計	2.276	1.457

第 6 章　プロジェクト評価

6．1　技術的妥当性

本計画で提案された水道システムと施設は、特に高度な技術を必要としない。従って、技術的に妥当と判断される。

6．2　財務評価

6．2．1　序文

第Ｉ部第９章の評価結果と1996年10月のウズベク側とＪＩＣＡチームの打ち合わせに基づき、第Ｉ部基本計画(Basic Plan) は修正、実施規模の縮小が行われた。この修正プロジェクトを財務・経済面から分析、評価する。以下の４事業体を３プロジェクト別に分析した。

４事業体：

グループA	グループB
(a)DOMIWP－Ｔ／Ｎ（Ｔ－Ｎと略す）	(b)DOMIWP－Ｔ／Ｕ（Ｔ－Ｕと略す）
(c)Vodokanal－ROK　(KKP と略す)	(d)Vodokanal－ＫＺ　（ＫＺと略す）

Vodokanal：都市水道公社

３プロジェクト：

ケース１．　基本計画のフェーズ１　　：1998～2000年　US$607.1（百万）

ケース２．　修正計画（トータルプロジェクト（第１位優先(FPP)と第２位優先(SPP)））
　　：1998～2010年　US$602.7（百万）

ケース３．　修正計画（FPPのみ）　　：1998～2002年　US$277.8（百万）

6．2．2　分析手法

以下２つの手法を用いた。

(1)　前回の手法（ケース１に適用）

従来用いた方法と今回第Ｉ部 第９章の手法と同じ。すなわち設定条件下の都市水道公社(Vodokanal) のプロジェクト期間内のトータル収支バランスを実現させ、その時の買水（売

水レート）を基にDOMIWP側のFIRRを求め、妥当性のチェックを行うもので、都市水道公社の独算化を優先。市場経済下の経営分析としては正統な手法である。

(2) 今回変更の手法（ケース２，ケース３に適応）
ウズベク側よりの1996年10月の要望に応え従来と逆の手法を用いた。すなわち設定条件下で、DOMIWPのプロジェクト期間内のトータル収支をバランスさせ、その時の売水レートを基に都市水道公社の平均料率を一定FIRRの下で算出するもの。同時にウズベク要求をいれて、建設コストの補助金３ケース（０％、５０％、１００％）についてそれぞれ分析した。

６．２．３ 包括的前提条件

(a)プロジェクト期間 ： ３０年
(b)基準年度 ： 1998年（建設開始年）
(c)見積基準 ： 1996年（インフレを考慮しない）
(d)通過基準 ： US ドル貨
(e)為替レート ： １US$= ４０(sum)1996年７月現在
(f)水道料金 ： 第I部9.3項及び第II部、6.2.4項 参照
(g)O&Mコスト ： 第II 部 6.2.5項、5.4項 参照
(h)割引率 ： 年率5%、10%、15%の３種類（ケース２及び３）
年率7.5%（ケースI）
(i)財務諸表の対象期間 ： １５年間（工事完了後２年まで）
(j)建設投資額 ： ケース１、ケース２、ケース３につき6.2.1項参照

６．２．４ 水道料率の算定（ケース２及び３の場合）

都市水道公社の平均料率は6.2.2(2)項の逆算法により補助金３案（0%、50%、100%）について、それぞれ算出。この平均料率をベースに実施の際の適正レート水準、補助金の程度を決定出来る。現行加重平均料率は以下の通り。

1996年６月現在

	荷重平均料率（m^3当たり）	
	sum	US$
KKP	5.198	0.1300
KZ	3.313	0.0830
T-N	0.853	0.0213
T-U	0.550	0.0138

6．2．5　維持管理費

大別して３種類に分け、設定した。

(1)　O&M基本コスト：　単位水量（有収水量）m^3当たり
減価償却費を除き、費用支出を費目別に単位水量ベースに換算し、現行コストを工事初年度に適用。

(2)　電力、薬品代
建設段階に応じ変動する。特にカパラス貯水池の水質向上による薬品投入量の減少、取水ポンプ場、送配水ポンプ場の新設等で、T-N 側に大幅電力増加を生じた。いずれも単位コストに換算の上、基本コストにて調整。

(3)　修繕費
カパラス取水場、浄水場のリハビリ、拡張、送配水ポンプ場等（送配水管網を除く）施設完成の翌年より、当該有形資産価値の0.5%を毎年計上。

詳細は本編Table 6.4, 6.5, 6.5 参照。

6．2．6　プロジェクト別財務的可能性分析の比較

前述通り２つの方法を用いた。対象プロジェクトは３通り（ケース１．基本計画フェーズ１、ケース２．修正プロジェクト（トータル）、ケース３．修正計画（FPP））

ケース１．基本計画のフェーズⅠ：
オーソドックスな手法による予備的評価である（Preliminary Evaluation）。補助を 90%入れた時を加え、計３回（0%、90%、100%）分析を試みた。
・グループA側のT-Nはいずれの場合も恒常的赤字バランス。
・グループB側は補助0%のFIRR不能を除き、90%ではFIRR 47%、１００％では各年収支黒字定着だが、グループAの料金大幅アップがない限り全体としては "No Feasibility"

ケース２．修正計画（トータル）
補助割合を３種（0%、50%、100%）にした上、割引率／FIRR ともに３種（ 5%、10%、15% p.a.）の場合を加え分析した結果を、本編Table 6.7、6.8 にまとめた。補助割合が50%、100%

の中で比較的可能性が高いと見られるケース番号欄（No.11、12、17、18）を網掛けにて明示した。ウズベク側の検討資料として有力と思われる。

ケース３．修正計画（FPP）

逆算方式の平均料率算定結果は本編Table6.9、6.10に表示。ケース２と同様の手法で類似傾向が見られたが、ケース２より料率レベルは更に実行可能な条件が出そろった故、具体的に以下に例示した。ウズベク側の方針決定に大いに役立つものと思われる。

	水道局		使用者グループ別 sum/m³			
	Ave.Tariff	現行比	1	2	3	(注)·
T-N/KKP	US$ 0.150 (6.00 Sum)	1.154倍	2.10	9.64	9.64	ｸﾞﾙｰﾌﾟ１：家庭収入比2% ｸﾞﾙｰﾌﾟ２：現行通り
T-U/KZ	US$ 0.099 (3.96 Sum)	1.195倍	1.47	6.38	7.90	ｸﾞﾙｰﾌﾟ３：現行通り 政府補助：建設コスト分100%

６．２．７　財務諸表の予測・分析

前記有力案に基づき、内容を簡潔にまとめるため修正計画（FPP）の100%補助の場合に限定し分析した。（本編Table 6.9、6.10のNo.19の分析値が対象）

各事業体のa)損益計算書 b)資金収支計算書 c)貸借対照表を作成した結果、プロジェクト期間内の収支均衡は達成されてもキャッシュフローでの不安定が散見されたため、No.19に感度分析による調整を加え、分析No.20として追加表示した。本項では感度分析による修正された姿を財務諸表にまとめた。　分析表は以下の通り

	分析No.19	分析No.20（感度分析）
a)損益計算書	Table 6.12	Table 6.12(R)
b)資金収支決算書	Table 6.13	Table 6.13(R)
c)貸借対照表	Table 6.14	Table 6.14(R)

（分析No.19の表を本編第６章に、分析No.20の表をSupporting Reportに掲載した。）

６．２．８　資金調達

財務分析の結果、提案されたプロジェクトは事業収入により支出をカバーすることの難しさを露呈した。ウズベクが世界の金融市場から更に有利なローンを発掘し、補助金の原資とす

べきであろう。
対ウズベク向の資金の有力提供者としては、

(a)国際機関による一般的ローン

金利　　：　6～11％　P.A.

平均返済条件：　10～30年（据え置き2～7年込み）

(b)ソフトローン　：

金利　　：　2．7％　程度

返済条件　：　30年（据え置き10年込み）

上記の他、国によっては低開発国等に供与される無償資金があるが、人道的ニーズを中心に中小プロジェクトを主として対象としている。また上記(a)(b)にも貸し出し限度枠があり、プロジェクト総額を一機関のみに頼るのも困難である。

6．3　経済的妥当性分析

6．3．1　序文

この分析は社会・経済的要因に鑑み、プロジェクトの有効性を評価するものである。この場合、計量化可能な費用と便益に絞り、その比較により経済評価がなされる。

6．3．2　分析の手法

数量表示が可能な直接／間接便益の経済費用と経済便益から、現金収支のN.P.VによりIRRを導き出す。EIRRが資本の機会利用コストより大きいとき、経済的妥当性ありと見なしうる。

6．3．3　一般的前提

1) 評価期間　　：　建設開始より30年間（2027年まで）
2) 対象プロジェクト：　（2つに限定）
　Case 2　．．．修正計画　（トータルプロジェクト）
　Case 3　．．．　－〃－　（FPP）
3) 費用及び便益：
　"プロジェクトの有無原則"による。（1996年ベースの固定値）
　a) 経済費用　：（直接費用として計量可能なO&Mコストと建設コストを採用）

O&Mコストの対象水量は現行ノーム方式のAFWであり、ロス（漏水等）と有効無収（UFW）を含む。建設コストはドル貨表示の現地分にシャドウ・プライシング・ファクターを用いて調整を加えた。

b) 経済便益　：（直接便益算出に増加水量を使用）

水量は現行ノーム方式のAFWではなく、設定された漏水率に基づくロスとUFWを除くネット想定利用量をベースとした。

c) KKP／KZの受水費用とT-N／T-Uの売水益は同額の為相殺される。

d) T-N、T-U側の経済便益の中、都市部以外への供給分は分析対象より除外した。（建設費用も6.3.4項通り都市区域のみに調整、絞り込みを行った。）

6．3．4　経済費用

1) 建設費用のうち、公式レートでドル貨表示の現地費用にシャドウ・プライシング・ファクターを用いて経済費用に転換。（係数は40/50=0.8）

2) T-N／T-Uの建設費用のうち、農村部を除く都市部のみ対象相当分を算出のため、2010年のAFW供給比率を用いた。

3) O&Mコストの現地費用シャドウ・プライス化は省略。

6．3．5　経済便益

1)　水の便益的価値

a)水の経済価値

6.3.3 3)項のネット供給量に対応する水の価値は以下となる。

$$\text{KKP} : \frac{\text{現行規定消費量方式Ave. Tariff US\$0.130}}{1 - 0.3\ (\text{Loss} + \text{UFW})} = \text{US\$}\ 0.186/\text{m}^3$$

$$\text{KZ} : \frac{\text{現行規定消費量方式Ave. Tariff US\$0.083}}{1 - 0.3\ (\text{Loss} + \text{UFW})} = \text{US\$}\ 0.119/\text{m}^3$$

b)　使用者満足度による水の価値

カパラス取水場完成後のグループ別使用者満足度は以下の通り上昇しうる。

・グループ1

1996年6月調査時の住民支払意志額の平均値4.52sum/m³を経済価値とした。

・グループ2及び3

このグループの支払意志額と、自己施設による水の生産費用がほぼ同レベルと判断。民間企業で水道供給をするウルゲンチトランスガス会社（ガス輸送会社）の1996年6

月の売値 10.55sum/m^3 を満足度の支払意志額として採用した。ただし、同社の水質は硬度が高く都市水道公社の供給水より劣質と評価される。

2) その他推量可能な経済便益

一般的なプロジェクト便益は以下の通り

直接便益：

－給水地域と給水人口の増加

－安全な水の連続給水

間接便益：

－雇用機会の増加／健康状態の改善

－利用者満足度の増大／土地価格の上昇

－生産分野の生産増

計量可能な残る便益の内、

a) 土地の価格：

ウ国の土地私有化は端緒に付いたばかりで取引の規模や歴史は未だ浅いため、分析用のデータは不足し定量化は困難である。

b) 生産分野の便益増：

都市水道公社の水利用者の中心は、非生産分野で水量ベースでKKPの85%、KZの80%を占める。KZの農村向け10%強も生活用水であり、残る産業関連で水関連の生産データは不備のため、これら計量便益は集計出来ず。

実際この分析に使用した便益は見込まれる社会・経済便益のわずか一部であり、様々な便益がありながら、計量化困難であった。プロジェクトの実施によるトータル便益は計量可能な便益より大きい。

6．3．6 経済的内部収益率（EIRR）

EIRRは6.3.3項の前提に基づき算出された。

この点、FPPとSPP全てを含む修正計画(Case 2)の他、更に別にFPPだけの修正計画(Case 3）が分析対象となった。

その結果はTable6.18及び6.18(R)の通り。

すなわち、

・Case 2 : IRR. 1.4% (FPP+SPP全体)

・Case 3 : IRR. 8.4% (FPPのみ)

ここでCase 2の感度分析を試みた結果、

・Case 2：IRR. 7.8%　(FPP+SPP全体)

6．3．5　1）-b項のグループ2と3の満足度を充足させる水質改善の為、カパラス貯水池レベルの水質を確保する技術を応用したときの水の価値として1.5倍を適用した。

6．2項にて説明したとおり財務的妥当性はほとんど得られず、それ故に建設費用への補助金の必要性を強調した。このプロジェクトが様々な社会・経済便益を生むことを考えると、本プロジェクトの経済的妥当性は“POSITIVE”である。

6．4　要約と結論

財務的並びに経済的企業化可能性の分析全般を考慮すると以下のように結論を要約できる。

1) 数値化可能なものと不可能なもの双方の考えられる全ての社会・経済的便益と、プロジェクト全体の修正計画（ケース2）と第1位優先プロジェクトのみの場合（ケース3）に見られた適切な経済的内部収益率を考えるとウズベク国全体に与える便益に照らし、本プロジェクトは経済的妥当性ありと判断される。

2)　財務面から見ると水道使用者の料金負担限度があるため、建設コストに対してウズベク国政府が補助金の形で必要なサポートをする事は不可欠であり、それにより事業体側の経営を安定化せしめる事になる。

第 7 章　環境影響評価

基本計画の初期環境審査の結果に基づき、環境影響評価(EIA)を実施した。

(1) 環境要素（プロジェクト全体）

施設の建設および運転において騒音と振動の影響は少ないため、制限を加える必要はない。

本プロジェクトの建造物は小規模で、またパイプラインは地中に埋設するため景観に与える影響は無視できる。

調査地域内のヒワ市に多くの遺跡が存在するが、主要な遺跡は建設現場では確認されていない。しかし建設中に遺跡が発見される可能性があるため、掘削には注意が必要である。

(2) 個々の事業活動

1) カパラス貯水池の運転

i) 貯水池の悪臭と水質汚濁

カパラス貯水池水には栄養塩は少なく、易酸化分解性有機物が多い。従って、この貯水池において富栄養化が生じる可能性はない。また、JICA 調査団による現地調査では、1996 年 7 月まで富栄養化現象は確認されていない。

ii) 水圏への影響

貯水により夏期にアムダリヤ川の流量が減少する。しかし貯水量はアムダリヤ川の流量に比べ非常に小さいため環境の変化は無視することができる。

iii) 他の水利用への影響

渇水期のアムダリヤ川の流量減少に対応するため、アムダリヤ川の水分配を監理、調整する組織が必要である。

iv) ダムへの影響

カパラス貯水池にたまる堆積物については、カパラス貯水池に流入する前にルスロボイ貯水池に沈殿するため、その堆積物による影響は少ない。

v) 水利権

ウズベキスタン政府により、カパラス貯水池はカラカルパキスタンとホレズムの住民の水道水源として使用する決定がなされている。

2) 浄水場の運転

浄水場より排出される汚泥の主成分は鉄であり環境に対して有害ではない。多少であるが重金属や農薬が含まれているため慎重に汚泥処分・処理を行う必要がある。脱水減量し適切な処分場に投棄すべきある。

3) 水道システムの普及に伴う下水量の増加

水道の普及に応じた下水道の整備が、調査地域の生活環境と自然環境の悪化を防ぐために必要である。MPU は2010 年までの下水道計画を有していが、本水道計画を基に計画下水量を含む計画の変更を行う必要がある。

(3) その他の活動

現存施設のリハビリや更新により廃棄物が発生する。この廃棄物量は少量ではあるが、その処分方法や場所の確認が必要である。

パイプラインの布設は一時的に交通を妨害する。ほとんどの送配水管が地中に布設されるため布設後の問題はない。

第 8 章　結論と提言

8．1　結論

第Ⅰ部基本計画部分で計画されたプロジェクトの総投資額は膨大であり、建設コストに１００％政府補助をしても、両トヤムユン水道事業体の財務内部収益率(FIRR)はマイナスとなる。基本計画プロジェクトは実現が難しい状況であった。

しかしながら、調査地域住民は著しい健康被害に曝されており、一刻も早くなんらかの飲料水改善プロジェクトを実施する必要がある。

第II部フィージビリティ調査では、基本計画のプロジェクト評価の結果を受けて、本プロジェクトの実現に向けての方策を検討した。

まず、実現が困難と考えられる基本計画の２００２年までのフェーズ１プロジェクトの予備評価を実施した。その結果、このフェーズ１のプロジェクトに対しても実現が困難なことが明らかになった。

この結果を受けて、フィージビリティ調査では、以下の方法により、基本計画プロジェクトの実施計画の修正とプロジェクト規模の縮小を行い、コストの低減を図った。

1）ウルゲンチトランスガスの既存の水道パイプラインを使用する。
2）水需要量を抑制し、浄水場の拡張計画および送水計画を繰り延べする。

この修正プロジェクトに対して、プロジェクト評価を実施した。

財務的妥当性評価の結果、プロジェクトの企業化のためには政府補助が必要である。現行の水道料金レベルを保持するためには、建設費に対する１００％の補助が必要となる。修正プロジェクト全体より第１位優先プロジェクトの財務的妥当性が高かった。

経済的妥当性評価の結果、修正プロジェクト全体及び第１位優先プロジェクトのEIRRはそれぞれ１．４％及び８．４％となった。修正プロジェクト全体の経済的妥当性は極めて低い結果となった。

上記の結果から、変更計画の第１位優先プロジェクトの財務的、経済的妥当性は高く、実現化の可能性は高いと判断できる。

８．２　提言

基本計画およびフィージビリティ調査の結果を基にした以下の提言を考慮し、プロジェクトの実現を図る必要がある。

1）タヒアタシュークングラッド間の１１１ｋｍ（口径1000 mm）のパイプラインの建設を取り止め、既存のウズトランスガスの水道パイプラインを使用（借用／リース）する。

2）水道メーターの設置と支払い可能で最低限維持管理をカバーできかつグループ（1）の消費者が支払可能な適切な料金体制を確立すること。これにより有効な水利用を図る。結果的に水道施設の拡張計画の規模も縮小可能となる。

3）水道事業の組織・運営、維持管理を改善し、独立採算性を原則とした水道事業運営を確立する必要である。この改善を円滑に進めるため、援助機関に対して技術協力を要請する必要がある。

4）カパラス貯水池の運用に関して関係組織と調整を行い、必要な運用規定を制定する。

5）本プロジェクトにより水道料金の高騰を避け、かつ事業体の財務的妥当性を確保するため、プロジェクトの建設費に対して政府補助が必要である。

6）ウ国は援助機関に本プロジェクトに対する投融資の可能性を早急に打診し、投融資資金を調達のために海外援助機関との調整を行うべきである。その際、本プロジェクトに対するウ国側の拠出額を明確にする。

7）ウ国は、複数の援助機関が参画している本プロジェクトに対する基本方針を明確にし、ウズベキスタン国が中心となり必要な調整作業を行う必要がある。

JICA