

ウズベキスタン国  
タシケント市水道システム改善計画調査

最終報告書  
要約

平成 18 年 3 月

独立行政法人 国際協力機構  
地球環境部

環境
JR
06-019

独立行政法人 国際協力機構

タシケント市  
タシケント市地域公共事業総局  
タシケント ヴォドカナル  
ウズベキスタン国

# ウズベキスタン国

## タシケント市水道システム改善計画調査

ファイナル・レポート

要約

2006年3月

新 日 本 監 査 法 人

株式会社 エヌジェーエス・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、同国タシケント市の既存水道施設更新と改善、及び継続的な水道事業運営にかかる開発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いたしました。

当機構は、平成16年8月から平成18年3月までの間、4回にわたり新日本監査法人の中込昭弘氏を団長とし、同社及び株式会社エヌジェーエス・コンサルタンツから構成される調査団を現地に派遣しました。また、平成16年2月から平成18年3月の間、独立行政法人国際協力機構国際協力総合研修所国際協力専門員大村良樹氏を委員長とする国内支援委員会を設置し、本調査に関し専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行なわれました。

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。

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

平成18年3月

独立行政法人国際協力機構

理 事 松本 有幸

## 伝 達 状

独立行政法人国際協力機構  
理事 松本 有幸 殿

ウズベキスタン国タシケント市水道システム改善計画調査に関する最終報告書をここに提出致します。

本調査では、タシケント市における効率的な上水道システムの実現のために、施設改善および料金制度・経営改善に焦点を当てた水道事業のマスタープランの作成、優先プロジェクトに関するフィージビリティ調査の実施、調査活動とパイロットプロジェクトを通じたカウンターパートに対する技術移転を実施致しました。

タシケント市の上水道事業は、高い無収水率や浄水施設の老朽化等の多くの困難な課題に直面しております。これらの課題に対処するため、本調査においては、安定的な水供給、独立採算制、効率的な経営体制からなる三点の目標を2015年に達成すべく長期計画を策定致しました。調査団の提案については、既にその一部がタシケント市水道公社（SUVSOZ）の方策に反映されています。

本調査期間中、貴機構および国内支援委員会を始め、外務省、厚生労働省、国際協力銀行関係者には多大なる御理解並びに御協力を賜りましたことにつきまして、心より御礼申し上げます。また、ウズベキスタン国においては、タシケント市、タシケント市地域公共事業総局（TKEO）、タシケント市水道公社の関係者、貴機構ウズベキスタン事務所、在ウズベキスタン日本国大使館に貴重な助言と御協力を賜りましたことを御礼申し上げます。最後になりましたが、最終報告書における提言がタシケント市の水道システムの改善に寄与することを祈念する次第です。

平成18年3月

中込 昭弘

---

ウズベキスタン国  
タシケント市水道システム改善計画調査  
調査団長 中込 昭弘

# 要約の概要

## (エグゼクティブ・サマリー)

### 1. 背景

ウズベキスタン国タシケント市（以下、「ウ」国）では、家族の人数によって水道料金が決まるノルム制と低料金構造のため、市民の節水意識は希薄であり、1人当たりの給水量は多大なレベルとなっている。水道事業の持続的な運用のためには、ノルム制からメータによる従量制への移行を含む料金制度及び組織・制度の改善が急務である。さらに、施設の更新・補修への投資がこれまで不十分であったため施設の老朽化が深刻であり、緊急的な投資が必要となっている。そのため、計画的な更新・補修及び料金制度を含めた財務と組織の改善が肝要である。

本調査の目的は次の3点である。

- (1) タシケント市における上水道システムの効率化を実現するため、施設改善及び料金制度・組織改善に関する、2015年を目標とする同市水道事業の長期計画<sup>1</sup>の策定を行う。
- (2) 上記長期計画の中の優先プロジェクトのうち、特に優先度が高いものに対してフィージビリティ・スタディ (F/S) を実施し、その妥当性・有効性・実施可能性の各面から評価を行う。
- (3) 本調査を通じて、タシケント市の水道関係カウンターパートに対し、施設改修・経営改善の両面の調査・計画手法に関する技術移転を行う。

### 2. 長期計画の策定

#### 2.1 現状の問題点と長期計画の必要性

タシケント市の水道施設は1980年以前に建設されたものであり、これまで適切な取替更新及び維持・修繕に関わる投資は殆ど行なわれてこなかった。老朽化した水道施設は故障が頻発し、無収水が増大して財務的負荷が大きくなっている。従って、老朽施設が更新されなければ、故障の頻度とその修理コストは急激に増加し、その後の修理が困難な事態に陥り、やがては消費者が必要とする水量を供給することができなくなる。

このため、水道施設の長期的で計画的かつ適切な改善・更新を実施し、全ての消費者への安定給水が確保されなければならない。事業実施に必要な資金を調達する必要があるが、そのためには施設の長期的な改修・改善改革を策定するのみならず、組織の強化を含めた財務的及び経営的な観点から長期計画を策定する必要がある。

<sup>1</sup> TKEO、JICA のスコープ・オブ・ワーク (S/W) 締結時において、長期計画は「マスター・プラン (M/P)」という名称であった。

## 2.2 長期計画の策定

水道事業体であるヴォドカナルのさまざまな問題に対し長期的な解決を図るために、2015年を目標年として長期計画を策定した。計画策定に当たっては各問題に対する対処方針として、a) 施設の適切な更新と管理を通じた安定的な水供給、b) 独立採算制、c) 効率的な経営体制、を達成目標として掲げ、次の8事項について調査を行った。

### (1) 水需要予測

給水区域の拡大はないものとし、人口予測は市当局の予測に基づき、殆ど横ばいとした。また、現状の多くの無収水や浪費を前提とせず、これらの削減計画が実行されることを前提として予測する。予測結果を図-1に示す。

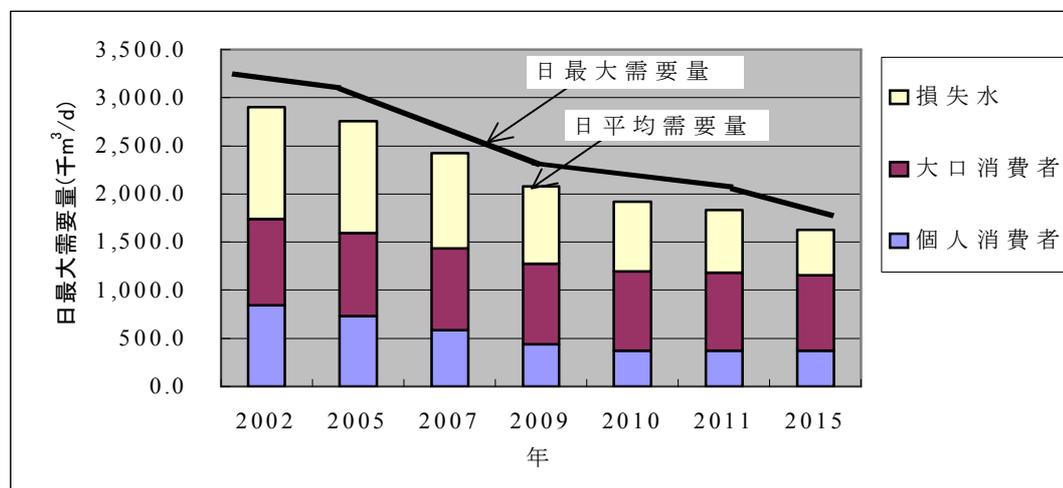


図-1 水需要予測結果

### (2) 無収水等（無収水及び浪費の削減－無収水削減計画）

無収水及び浪費を削減するために、a) メータ設置促進、b) 老朽配水管の更新、及び c) 管理の強化、を実施項目として無収水削減計画を策定した。

### (3) 老朽化施設の更新と非効率な配水システムの改善

老朽化施設の更新と非効率な配水システムを改善するための施設計画を策定するに当たり、図-1で示すように将来の水需要は減少すると予測されているため、まず、将来の需要に対応した浄水場を特定する。次いで、特定された浄水場施設について改善計画を策定すると共に、配水システムの見直しを下記の通り行った。

#### 1) 浄水場の選定

タシケント市内8箇所の浄水場のうち、最大規模のカデリヤ浄水場は将来とも継続して運転される必要がある。将来の日最大給水量と、カデリヤ浄水場及び他の浄

水場の能力との関係は図-2 に示す通りである。現在、カデリヤ浄水場は設計能力に対して大幅な過負荷の状態ではあるが、図中の表に示すように需要量の減少に従って浄水量を順次減少させ、目標年次には設計浄水量の 1,375 千 m<sup>3</sup>/d で運転する計画とする。市内の合計の水需要に対する不足分 450 千 m<sup>3</sup>/d は他のキブライ及びボズスー浄水場から供給する。

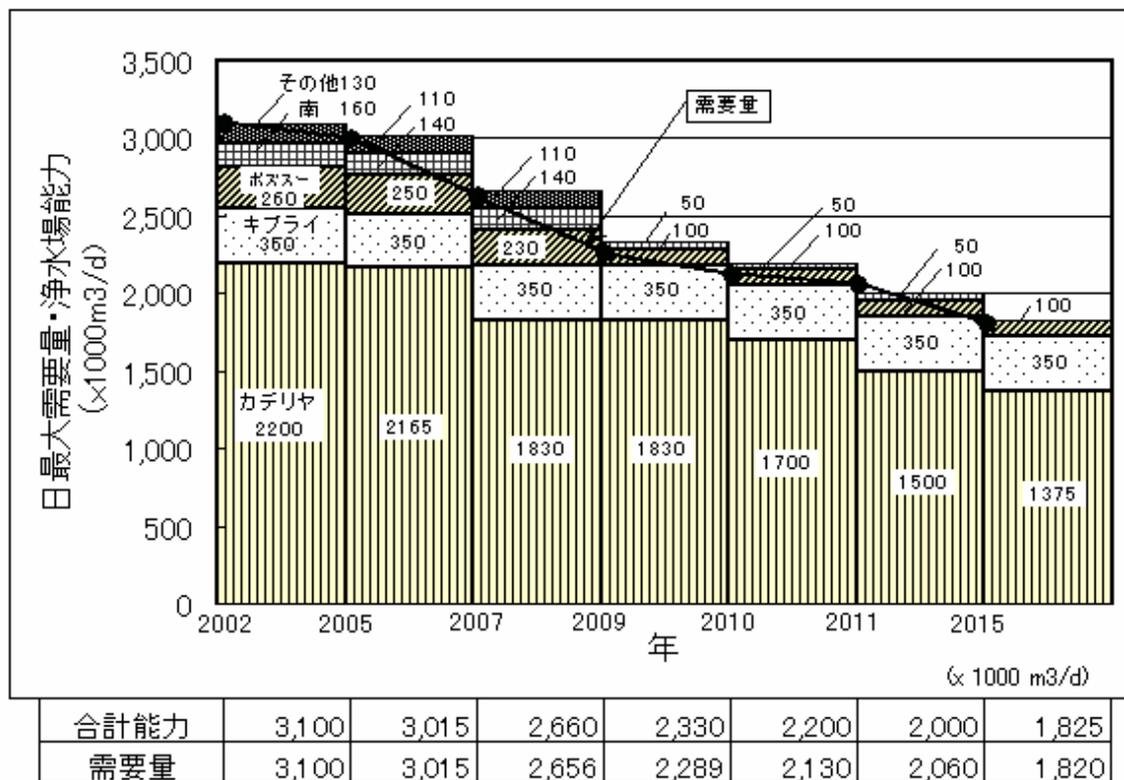


図-2 浄水場の能力の推移

## 2) 自然流下配水システムの確立

効率的な配水システムを構築するために、現在の地形を利用し、浄水場から自然流下で配水が可能となるシステムを検討する。配水システムの改善内容は、老朽配水管の更新、適正水圧を保つための配水管の増強、加圧ポンプ場の改善、圧力・流量調整システムの導入である。とりわけ、自然流下配水の導入により多くの既存の加圧ポンプ場が廃止できる可能性があるため、ポンプ場の改善については詳細な検討を行った。

## 3) 施設更新を実施していく上での経営体制

施設更新の長期計画を実施していく上で、以下に示す経営体制の改善が必要となる。

### (a) 長期計画推進部門の設立

施設の更新を計画的に実施していく上で、絶えずその進捗について確認していくことが要求される。また、その結果として何か問題が発生した場合は必要な対

処策を講じてその後の計画に反映していく必要がある。このような体制をプロジェクト実施中に中心的に行っていく部門（長期計画推進部門）を設置することが不可欠であり、これはヴォドカナルの経営者の下に設置されるべきである。

(b) 浄水場・ポンプ場の組織改革に伴う人員配置

長期計画における浄水場及びポンプ場の統廃合に伴い、余剰人員対策が発生する。しかし、余剰人員は、毎年定年退職者にとりまわす従業員数の自然減少及び長期計画実施上必要となる土木作業員への配置転換、メータ検針・保守点検要員、その他今後新しく設置される部門への配置転換が可能である。

(4) 財務状況の改善

長期計画で必要とされる投資資金を確保し、その返済を行う中で長期に安定した財務体質を確立し、かつ住民に対して過度の負担を強いることがないように財務改善計画を策定する。長期計画は2015年を目標年とし、必要最低限の施設更新を行うことを目標とした。また、この計画は外部条件の変化に対して定期的に見直される必要がある。

(5) 料金制度の改善

不可欠とされる独立採算制を成し遂げるためには料金制度の改革が必要であり、そのなかでも従量制料金制度への早期移行が重要であることから、メータ設置促進策について早急に取り組むべきである。借入金返済に伴う将来の料金水準について後述の2.3.(2)節にて検討を行った。しかし、毎年の値上げ率は3%と小さいとしても、将来は現在に比べ大幅な値上げとなる料金を消費者の理解の下に徴収し、かつヴォドカナルが適切な資金計画を立てていくためには、それを可能にする料金制度を策定することが重要である。以下ではこの料金制度について、(a) 従量制への移行に関わらず改善すべき項目（料金改定方法の改善、料金徴収方法の改善等）、及び(b) 従量制への移行に伴い検討すべき項目（新料金制度の導入等）に分け、それぞれ検討を行った。

(6) 経営・組織の改善

経営者は問題点を把握し、その改善のための目標を立て、その目標を達成するための戦略を練り上げる必要があるが、今回それを具現化したものが長期計画である。長期計画における経営改善計画の概要は以下の3点に分類される。

(a) 経営体制の強化

長期計画についてヴォドカナル経営者は内容を検討するとともに正確に理解し、長期計画達成のために必要となる法制度改革や政府からの支持を得るため、関係政府機関に説明を行う必要がある。また長期計画の内容について、機会を捉えて職員全員に周知徹底し、長期計画が目指す将来像につき職員の理解を得るとともに、実現のための協力を得る。

(b) 職員制度改善

第一に、職員教育の拡充が重要である。職員教育は技術面のみならず、経営管理、財務面についても情報収集、分析、活用について職員の能力向上を図る必要がある。また、第二として、職員の職務に対する積極的な態度を引き出し、組織を活性化させるために、能力評価制度の導入が考えられる。現行の給与水準は、一般に生活に必要な

な費用に比べ低いと言えるが、その一方で、給与水準を上げることは、予算及び法的制約上難しい。そこで個々の職員に動機付けを与えるため、別途、報奨金として手当を支給することが考えられる。

(c) 組織改革

前述の長期計画推進部門は、本調査で提案する長期計画の実施のための中核的存在となることを期待されている。その役割としては施設更新計画を推し進める以外に、経営・組織面の改善全般も中心となって推し進めることが期待される。そこで、人員構成も、技術面のみならず、料金制度をはじめ経営・組織面で改革が図れる知識・権限を有した者が配属されることが必要である。特に、経営・組織改革では今後、組織風土の改革等、難しい問題に取り組む必要があり、長期計画推進部門はこういった改革を先頭になって行う役割が期待される。

(7) 情報整備・共有化

経営改善を図るためには常に正しい情報が経営者・上級職員及び一般職員間で共有され、有効に活用されなくてはならない。例えば、一般に、現場から上がってくる情報は経営者及び管理部門の人間にとって非常に重要なものである。しかしながら、旧態依然とした上意下達型の命令系統に加え、たとえ現場から中間管理層に情報を伝えたとしても、時としてそこで滞っているケースもある。このような問題をなくすには経営体制の改善により、「ボトムアップ型」の意思決定プロセスを採用していくことが必要と言える。従って、定期的社内会合を実施するとともに、会合自体もテーマ別に開催するなどの工夫が必要であり、かつ会合の結果の関係者への周知徹底を図る必要がある。また、社内情報を共有出来るように情報の整備を行う必要がある。

(8) 住民の事業への協力促進

ノルム料金制の下で節水や無収水削減を広めるため、パンフレットの作成（本調査において試行的に作成）、配布やTV放映用のショート・ビデオの製作等による広報が必要である。これは新設されるPR部門が中心となって行うことになる。PR部門の職員はその専門性に鑑み外部から募集する必要がある。

2.3 事業コスト及び資金計画と評価

(1) 事業コスト

表-1 及び 2 に建設及び経営体制強化を実施するための費用を示す。

表-1 長期計画の設備内容と事業費用

内 容	費 用 (単位：千米ドル)
カデリヤ浄水場の更新と改善	24,530
キプライ浄水場の更新と改善	8,255
配水管更新	45,462
加圧ポンプ場改善	11,639
配水管ネットワーク改善	13,071
直接費計	102,957
間接費	55,197
合 計	158,154

表-2 経営体制の強化のための優先プロジェクト

項目	費用 (単位:千米ドル)
メータ設置促進プログラム	17,275
IT 環境の整備	1,400
職員教育の改善	600
外部監査の導入	50
合計	19,325

## (2) 資金計画

長期計画を実施する為には、上記のように多額な投資資金が必要となる。ヴォドカナルが自己資金を獲得するために料金値上げを行ったとしても、長期計画実施以前の限られた期間に、この投資資金全てを調達することは困難である。従って、外部借入れ及び政府補助金が必要となる。ヴォドカナルが資金不足に陥らないため、将来どの程度の料金水準が必要であるか、投資資金の借入条件を変化させてシミュレーションを行った。その結果を表-3 に示す。シミュレーション条件として料金の実質値上率を年率 3%とし、2006 年から何年まで料金をあげていく必要があるか計算した。その結果、投資資金の借入利息条件を 1.3%もしくは 5%程度とした場合、それぞれ 2017 年もしくは 2025 年まで料金を値上げする必要がある、最終的に 1.4 倍もしくは 1.8 倍の料金値上げが必要であることが判明した。1.8 倍の料金値上げは、確かに大きな値上げと言えるが、この場合においても値上げ率は年 3%に抑えられることとなる。しかし、借入れ利息が 10%程度となった場合、資金不足に陥らないために必要な料金値上率及び値上げ幅は表-4 に示す通りとなる。

表-3 借入利息と料金値上期間との関係

借入利息	料金値上期間	料金値上率 (年率)	最終料金値上額
1.3%	2006 年～2017 年	3%	現行の 1.4 倍
5.0%	2006 年～2025 年	3%	現行の 1.8 倍
10.0%	年 3%の値上率では返済できず		

表-4 借入利息10%の場合の必要料金値上率

借入利息	料金値上率 (年率)				結果
	2006 - 2010	2011 - 2020	2021 - 2022	2023 - 2040	
10%	5%	5%	3% 最終値上げ幅 2.2 倍	0%	2040 年に資金 余剰 77 百万米 ドル

## (3) 長期投資計画の評価

技術面では配水系統の無収水、浄水場と加圧ポンプ場の数が大きく減少し、この効果と自動化及び監視設備の導入によって運転員数及び消費電力量の大幅な削減が期待でき、長期計画による改善効果は大きい。

また財務・経営的には、一定の料金値上げの下に長期計画を実施することにより、財務状況も安定する。一方、長期計画を実施しなければ、同様の料金値上げを行ったとしても、2011 年以降は運転費用の増加及び修繕費の増加により財務状況はさらに悪化すると予想される。従って、長期計画の実施は財務的観点からみても妥当と言える。

### 3. フィージビリティ・スタディ

#### 3.1 フィージビリティ・スタディの項目の選定

長期計画に基づき、優先プロジェクトの検討を経て選定したフィージビリティ・スタディの項目を表-5に示す。調査の対象となるプロジェクトは、優先プロジェクトから単純なリハビリテーションを除外し、その計画・設計運転に技術的・専門的技術が要求される配水系統の「自然流下化」に限ることで技術移転の効果が最大限に発揮できるように選定した。F/Sプロジェクトの目標年次はその規模と建設期間を考慮して2011年とした。

表-5 施設改善に関わり検討された F/S の範囲

名称	施設	更新・改善・増強	直接費 千米ドル
キブライ浄水場	配水ポンプ場	建設（能力 1000m <sup>3</sup> /hr）	269
	送水配管	自然流下のため配管を改善	1,755
配水施設	配水管網	補強配水管 16.8km	10,554
		圧力/流量調整弁, 22箇所	2,090
		加圧ポンプ場の改善	9,398
		監視ステーション	427
直接費 計			24,493

#### 3.2 配水管網改善の概略設計

##### (1) キブライ浄水場からの自然流下配水

キブライ浄水場の改善の主要な内容は、現在のポンプによる配水から自然流下による配水に変更するための既存配水地から新設のポンプ場までの配水管の敷設（配管の直径 1400mm 及び 1.5 km の区間）及び浄水場周辺で自然流下による配水が困難な地区へ送水するための小規模ポンプ場（1000 m<sup>3</sup>/hr の配水能力）の設置である。

##### (2) 給水区全体の配水ネットワークの改善

配水管の中には、現在、流下能力の不足から下流の水圧低下を招いているものがある。これらの配水管について延長 16.8km の増強配水管を敷設することで流下能力の強化を行い、下流の水圧を増加させることとする。

また将来、漏水の減少に伴って、水量の昼夜間の時間変動は現在より大きくなり、水圧も同様に大きく変動すると予想されるため、自動水圧・水量調節システムが必要になる。水圧調整の必要な地点として、水圧が高く大きな減圧を必要とする 19箇所を選定された。また流量調整弁をミルゾ・ウルグベックポンプ場周辺の調整のために 3箇所設置する。

##### (3) 加圧ポンプ場の改善

キブライ配水区であるハムザ、ミラバッド、セルギリ及びベクテミール地区の加圧ポンプ場とその給水区域の調査に基づき、各ポンプ場配水区について給水圧 26m 以上の場合と未満の場合の 2 ケースを想定して、各ポンプ場の改善方法を策定した。その検討結果により、今後の加圧ポンプ場の改善方法として、監視（監視設備のみ

設置)、改善(自動化したポンプ更新、監視設備設置)、廃止の3種に分類し、ポンプ場の能力区分毎に、かつ水圧26m以上及び未満の場合毎に、3分類のそれぞれの割合、現状と将来の必要能力、電気消費量を算定した。なお、監視情報はヴォドカナルの本部の管理ステーションに伝送される。

さらに水理解析の結果に基づいて、F/S目標年次2011年と長期計画目標年次2015年について、全配水区の加圧ポンプ場流入点における残存水圧が26m以上か未満かを判定しその割合を算出した。表-6は、ポンプ場の能力区分毎に、キブライ配水区で得られた前述の3分類の割合を全ポンプ場の圧力の判定結果に当てはめて、各ポンプ場の改善方法を策定し、その結果を取りまとめたものである。表に示すように、将来残るポンプ場は73箇所でありこれは現在の全ポンプ場数の54%である。一方、ポンプ場の必要能力と電力消費量は現在に比べ、それぞれ2011年では23%及び31%に、2015年には19%及び25%に減少する。

表-6 カテゴリー毎のポンプ場の箇所数

分類(m <sup>3</sup> /hr)	大規模*2	3,000	1,000	800-600	500-300	200-100	100未満	Total
監視	2	4	6					12
F/Sプロジェクトで改善後に改善*1			25	5	3	3	9	45
小計			8	2	2	2	2	16
F/Sプロジェクトで廃棄後に廃棄*1		1	4	4	2	3	31	45
小計			1	3	2	2	9	17
合計	2	5	44	14	9	10	51	135

\*1: 2012年から2015の間に実施される。

\*2: ミルゾ・ウルグベック、チランザールポンプ場

#### (4) 運転管理

施設管理人員数、電力消費量、及び薬品消費量が、F/Sで検討した内容及びEBRDローンで実施しているプロジェクトの効果により大幅に減少すると予想される(表-7参照)。

表-7 電力・薬品・労務に係る運転費

項目	消費量・数			費用 (千米ドル/年)		単価
	2002	2011	単位	2002	2011	
電気	274.6	119.5	百万 kWh/年	8,238	3,585	30 米ドル/千 kWh
凝集剤	2,582	5,429	トン/年	278.3	585.2	107.8 米ドル/トン
液体塩素	662.6	386.4	トン/年	106	61.8	160 米ドル/トン
固形塩素剤	9.7	0	トン/年	9.7	0	1,000 米ドル/トン
小計				8,632	4,232	
運転員	1,695	847	人	1,017	508	600 米ドル/人/年
合計				9,649	4,740	

### 3.3 事業費と実施スケジュール

間接費を含む事業費を表-8に示す。F/Sで検討された「自然流下による配水方式の導入」を実施する前提条件である総延長420kmの老朽管更新を「最優先プロジェクト<sup>2</sup>」として建設費に含んでいる。

表-8 合計事業費（最優先プロジェクト）

項目	数量	費用（千米ドル）			合計	
		2007-2008	2009-2011	2012-2014		
F/S対象 プロジェクト	キブライ浄水場更新/改善	1		2,024	2,024	
	加圧ポンプ場改善	1		9,398	9,398	
	配水管ネットワーク改善	1		13,071	13,071	
	小計			24,493	24,493	
	老朽管の更新	420km	12,989	12,989	19,484	45,462
	<b>直接費計</b>		<b>12,989</b>	<b>37,482</b>	<b>19,484</b>	<b>69,955</b>
	関税	1	514	1,957	772	3,243
	消費税	1	2,495	7,105	3,744	13,344
	その他の間接費	1	3,214	10,736	6,375	20,325
	<b>間接費計</b>		<b>6,223</b>	<b>19,798</b>	<b>10,891</b>	<b>36,912</b>
	<b>期間別 総計</b>		<b>76,492</b>		<b>30,375</b>	<b>106,867</b>

### 3.4 プロジェクト評価

#### (1) 財務的評価

最優先プロジェクト（F/S対象プロジェクトと配水管網の更新）の財務評価を行った。

#### 1) 財務予測結果

表-9に、住民の支払能力の観点から緩やかな料金値上げを適用し、借入利息を変化させた財務予測結果を示す。

表-9 F/S対象プロジェクト及び配水管更新を実施した場合の財務予測結果（借入利息別）

借入利息	最終料金値上げ年次			
	2016年 最終料金値上げ 1.4倍	2025年 最終料金値上げ 1.8倍	2030年 最終料金値上げ 2.1倍	2040年 最終料金値上げ 2.8倍
1.3%	2005年から2040年の間、資金不足無し。 2040年に資金余剰 7百万米ドル	2005年から2040年の間、資金不足無し。 2040年に資金余剰 130百万米ドル	2005年から2040年の間、資金不足無し。 2040年に資金余剰 185百万米ドル	2005年から2040年の間、資金不足無し。 2040年に資金余剰 239百万米ドル
5.0%	資金不足*	2005年から2040年の間、資金不足無し。 2040年に資金余剰 68百万米ドル	2005年から2040年の間、資金不足無し。 2040年に資金余剰 123百万米ドル	2005年から2040年の間、資金不足無し。 2040年に資金余剰 177百万米ドル
10.0%	資金不足	資金不足	資金不足	資金不足

注) 料金値上げ率 2006年-2040年: 年3%

\* 2016年までの値上げの場合、それ以降資金不足が生じる（Volume3, S11-1-13 参照）。

<sup>2</sup> 最優先プロジェクトは、F/Sプロジェクトと配水管網の更新を指す。

2) 結果

表-10 F/S対象プロジェクト及び配水管更新の借入利息別実現可能性及び財務対応策

借入利息	F/Sプロジェクト及び配水管更新の財務的実現可能性	最低必要な財務対応策
1.3%	有り	年3%の料金値上げ
5.0%	有り	年3%の料金値上げ
10.0%	非常に低い	年3%以上の料金値上げ または、政府補助金

上記のように料金値上げを年3%以下に抑えるためには、投資資金を1.3%から5%程度の低利で調達する必要がある。借入利息が10%程度の場合、最優先プロジェクトの実現可能性は非常に低く、また3%以上の急激な料金値上げまたは政府補助金が必要となる。次に、ヴォドカナルが実際に資金計画を策定する場合の留意点を示す。

- 1.3%の借入利息は実現可能性が乏しい想定であり、ヴォドカナルがこれほどの低利で資金調達できる可能性は低い。
- 仮にヴォドカナルが国際機関または外国政府から資金を調達した場合、国際機関等は通常、投資資金の全額を貸し付けることは行わず、投資額の一定の割合を自国資金で調達することを義務付けているため、「ウ」国内の内貨負担を考慮する必要がある。但し、この場合、内貨負担分については、その殆どが土木工事や機器据付工事費であるため、その作業をヴォドカナルの関係会社に行わせることになるであろう。

(2) 社会・経済評価

安全な水の安定供給はベーシック・ヒューマン・ニーズの一つである。この観点から、最優先プロジェクトはタシケント市に住む人々にとって必要不可欠であることは明らかである。本プロジェクトによってもたらされる経済便益は下記に集約される。

- 公衆衛生環境の向上
- 居住環境の向上

(3) 技術・環境評価

F/Sは主として効率的な配水システムの構築のために実施された。計画は「ウ」国の置かれている技術条件に適合するように考慮されているので、プロジェクトは技術的に適当なものである。環境面ではF/Sプロジェクトの建設工事の中で、配水管の更新と増強配水管の敷設が市内の交通に影響する。そこで迂回路の準備、工事中の騒音・振動・ホコリの防止等の緩和策を実施する必要がある。

## 4. 結論と提言

### 4.1 結論

タシケント市の安定した水道事業経営の下で持続的な水供給を行うことを目標に以下の事項の検討を行い、改善策を策定した。

- (1) 2002年現在、タシケント市の無収水量は約1,400千 $\text{m}^3/\text{d}$ と推定されており、無収水率は全給水量2,900千 $\text{m}^3/\text{d}$ の約48%と非常に大きい。無収水を削減するために、メータ設置、配水管更新、経営強化からなる無収水削減プログラムを策定した。このプログラムを実施し、人口増はないものとして水需要予測を行った。また、水需要予測に基づき、必要な浄水場を選定し、配水管網の調査と改善計画を策定した。
- (2) 長期計画を実行することにより、長期計画の目標年次2015年には2002年と比較して、運転人員及び電気料金のそれぞれ63%を削減することが可能となる。
- (3) 長期計画を行うに当たり、施設の更新・改善のために表-1に示す通り約158百万米ドルの建設費用が必要である。
- (4) 長期計画の実施には多額の投資資金を必要とするため、その資金調達と返済方法を検討した。この結果、ヴォドカナルが年利5%以下で資金を調達できるとすれば、政府からの補助金に頼ることなく、また住民に過度の負担を負わせることもなくプロジェクトを実施できることがわかった。しかし、金利がこれ以上の場合には住民に過度の負担（急激な料金値上げ：表-3、4参照）を強いる結果となり、これを回避するためには政府補助金による住民負担の軽減を検討する必要がある。
- (5) この調査の目的の一つである、ヴォドカナルの経営体制の強化・改善を図る必要がある。そこで、本調査では、従量制への移行段階を考慮して今後必要な料金制度改善を提案した料金制度改善、ヴォドカナルの問題解決に対する取り組み姿勢の改善などを提案した経営組織改善プログラム、経営情報の強化を提案した情報整備・共有化プログラム、水利用者である住民の水道事業への協力促進を提案したプログラムを策定した。
- (6) F/S対象プロジェクトとして、無収水削減計画に沿って実施することにより省エネルギーに大きな効果が見込め、同時に老朽化した施設の更新が可能なることから、配水システムの改善を中心に具体策を策定した。F/S対象プロジェクト及び配水管更新の実施により、2011年には2002年に比較し、運転員は50%、電力は57%が削減される。F/S対象プロジェクト及び配水管更新の実施にかかわる資金調達及び返済の可能性については(4)で述べた結果と同様である。

### 4.2 提言

今後のタシケント市水道事業のためには、本調査で提案した長期計画の内容を理解し、実際に実施していく必要がある。また、実施に当たってはヴォドカナルが中心的

な役割を担うことになる。ここでは、それを前提にヴォドカナル及び政府に対し下記の改善を実施することを提言する。

### (1) ヴォドカナルに対して

- 1) 今後の水道事業経営の改善のためには、まず現状を正しく認識することが必要である。
  - 消費者の無収水に係わる消費性向の把握、水不正使用の調査などを実施することにより盗水等の無収水の実態を把握する。
  - 取水量、送水量、配水量、さらに圧力分布のような基本的数値の正確な把握のための測定施設を整備（既存のものは殆ど故障している）する。
  - 水質などの測定結果についてコンピュータを利用した集計・分析等の検討を行いながら、これらデータの運転への有効活用を進めていく。
- 2) 提案した長期計画のうち、無収水削減プログラム、とりわけ配水管更新はF/Sプロジェクトと共に最優先プロジェクトとしてただちに実行する。
- 3) 本長期計画の中で、F/Sで対応しきれない内容については、ヴォドカナル自身により細部の検討を実施する。
- 4) 日常の維持管理業務の重要性を認識し適切な予算計上を行う。
- 5) 長期計画を実行に移すために必要な資金額は、施設計画に対して158百万米ドル、及び経営計画に対して19百万米ドルである。このように多額の投資資金が必要となるため、本事業の重要性を十分認識した上で政府側に説明し、資金の調達について協力を仰ぐ。
- 6) 長期計画を実施していく上で、今後必要な研修内容の抽出、職員研修プログラムを設定するとともに、トレーナーの育成を行う。
- 7) 今後、長期計画の実施のためには料金値上げが避けられないため、PR活動や、住民との対話を通じた意思疎通を十分行う。

### (2) 政府に対して

- 1) 政府は、ヴォドカナルが安定した水道供給事業を行うことが出来るように、職員の給与体系、及び水道料金の策定の補助を行う必要がある。
- 2) 水道サービスは他の公共サービスや住民生活と密接した関係にあり、水道施設計画や他の事業計画相互の整合性をもたせるため必要な情報は積極的に開示する。
- 3) 政府は国際会計制度の導入等の法律面での改革を行う必要がある。

# 目次

エグゼクティブ・サマリー

目次

図表一覧

用語集

略語集

測定単位集

地図

## 第Ⅰ章 背景

I	背景	1
---	----	---

## 第Ⅱ章 タシケント市水道システム改善の長期計画

Ⅱ.1	現状	4
Ⅱ.1.1	自然条件	4
Ⅱ.1.2	社会経済状況	4
Ⅱ.1.3	既存の水道サービス	6
Ⅱ.1.4	関連するプロジェクト及び調査研究	25
Ⅱ.2	現状の問題点と長期計画の必要性	27
Ⅱ.2.1	安定した水供給ができる施設を確保する上で問題となる点	28
Ⅱ.2.2	必要な資金を確保する上で問題となる点	31
Ⅱ.2.3	効率的な経営体制を確保する上で問題となる点	35
Ⅱ.2.4	長期計画の必要性	37
Ⅱ.3	長期計画	38
Ⅱ.3.1	長期計画の策定	38
Ⅱ.3.2	計画諸元の検討	40
Ⅱ.3.3	無収水等（無収水及び浪費）の削減（無収水削減計画）	43
Ⅱ.3.4	老朽化施設の更新と非効率な配水システムの改善	46
Ⅱ.3.5	財政状況の改善	56
Ⅱ.3.6	料金制度の改善	61
Ⅱ.3.7	経営・組織の改善	64
Ⅱ.3.8	情報整備・共有化	71
Ⅱ.3.9	住民の事業への協力促進	72
Ⅱ.3.10	問題点と改善計画一覧	73
Ⅱ.3.11	長期計画の内容及びプロジェクトコスト	73
Ⅱ.3.12	実施計画	76
Ⅱ.4	長期計画の評価	80
Ⅱ.4.1	技術面の評価	80
Ⅱ.4.2	長期計画の経済的・財務的效果	80

<b>第Ⅲ章</b>	<b>優先プロジェクトの選定</b>
------------	--------------------

Ⅲ.1	優先プロジェクト選定のための勘案事項 -----	81
Ⅲ.2	F/Sの対象として選定されたプロジェクト -----	82

<b>第Ⅳ章</b>	<b>フィージビリティ・スタディ</b>
------------	----------------------

Ⅳ.1	基本事項 -----	84
Ⅳ.2	配水管網改善の概略設計 -----	87
Ⅳ.3	運転管理と組織 -----	106
Ⅳ.3.1	運転管理 -----	106
Ⅳ.3.2	組織 -----	109
Ⅳ.4	プロジェクトコストと実施計画 -----	110
Ⅳ.4.1	資機材の調達計画 -----	110
Ⅳ.4.2	施工計画 -----	111
Ⅳ.4.3	プロジェクトコスト -----	112
Ⅳ.4.4	実施計画 -----	114
Ⅳ.5	プロジェクトの評価 -----	116
Ⅳ.5.1	財務評価 -----	116
Ⅳ.5.2	社会・経済評価 -----	120
Ⅳ.5.3	技術評価 -----	120
Ⅳ.5.4	環境評価 -----	121

<b>第Ⅴ章</b>	<b>結論と提言</b>
------------	--------------

V.1	結論 -----	122
V.2	提言 -----	125

<b>補章</b>
-----------

プロジェクト項目 一覧表 -----	127
--------------------	-----

## 図表一覧

### 表

表 I.1.1	調査の項目と内容-----	2
表 II.1.1	公共料金の過年次値上げ推移-----	5
表 II.1.2	タシケント市の水道サービスの概要（2002年）-----	6
表 II.1.3	浄水場の概要-----	7
表 II.1.4	送配水管の延長-----	10
表 II.1.5	加圧ポンプ場の概要-----	10
表 II.1.6	施設運転管理要員 2003年12月-----	11
表 II.1.7	電気量及び薬品消費量と費用（2002年）-----	11
表 II.1.8 (1)	ウズベキスタン国の飲料水水質基準-----	12
表 II.1.8 (2)	原水水質-----	13
表 II.1.9	職員数-----	15
表 II.1.10	2003年7月1日現在の料金表-----	15
表 II.1.11	ヴォドカナルの損益計算書（未監査）-----	18
表 II.1.12	売上詳細 2003年上半期-----	19
表 II.1.13	ヴォドカナル貸借対照表（未監査）-----	19
表 II.1.14	主要財務指標比較-----	20
表 II.1.15	滞留債権の内訳-----	22
表 II.1.16	主な売掛債権-----	22
表 II.1.17	水道事業費用内訳-----	23
表 II.1.18	前回 JICA 開発調査時の改善案及びヴォドカナルの対応-----	26
表 II.1.19	EBRD 借款によるプロジェクトの内容-----	27
表 II.2.1	カデリヤとキブライ浄水場の診断結果-----	29
表 II.2.2	水需要の項目内訳-----	32
表 II.2.3	水需要の内訳-----	32
表 II.2.4	現状問題点の要約-----	37
表 II.3.1	給水人口予測-----	40
表 II.3.2	目標年次の日平均水需要の予測-----	42
表 II.3.3	更新の選定された配水管-----	45
表 II.3.4	計画給水量-----	46
表 II.3.5	計画給水量と浄水場の必要能力-----	47
表 II.3.6	配水システムの更新・改善-----	50
表 II.3.7	既存と計画自然流下システムの比較-----	50
表 II.3.8	施設の更新・改善及び増強-----	52
表 II.3.9	計画水道システムの人員配置-----	53
表 II.3.10	電力消費量と費用-----	53
表 II.3.11	薬品消費量と費用-----	54
表 II.3.12	施設の廃止に伴う職員配置転換計画-----	55
表 II.3.13	推定される資金確保（2005-2015）-----	58
表 II.3.14	借入利息と料金値上げ期間との関係-----	59
表 II.3.15	借入利息 10%の場合の必要料金値上げ率-----	60
表 II.3.16	年 3%の料金値上げを適用した場合の資金不足額-----	60
表 II.3.17	新料金制の例（個人消費者）-----	63

表 II.3.18	ヴォドカナル職員数増減 -----	70
表 II.3.19	分社化された会社における職員数増減 -----	70
表 II.3.20	問題点及び改善計画 -----	74
表 II.3.21	長期計画における施設計画内容と建設費 -----	75
表 II.3.22	施設の運転管理費 -----	76
表 II.3.23	長期計画における経営計画内容及びその費用 -----	77
表 II.4.1	水道に関する主要指標の推移 -----	80
表 III.1.1	施設改善のための選定された施設改善優先プロジェクト -----	82
表 III.1.2	管理強化のための優先プロジェクト -----	82
表 III.2.1	選定された F/S 対象項目 -----	83
表 IV.2.1	建築物の必要給水圧力 -----	88
表 IV.2.2	圧力範囲と計画上の分類 -----	88
表 IV.2.3	水理計算に用いられる計画給水量 -----	88
表 IV.2.4	アパートの階数ごと世帯数の調査結果 -----	94
表 IV.2.5	ポンプ場の消費者の調査結果集計表 -----	95
表 IV.2.6	ポンプ場の単位需要水量 -----	96
表 IV.2.7	ポンプ場毎の給水人口、水需要、必要能力の検討結果 -----	97
表 IV.2.8	将来の各分類のポンプ場の箇所数と必要能力(水圧 26m以上) -----	98
表 IV.2.9	加圧ポンプ場の評価結果集計表(水圧 26m以上) -----	99
表 IV.2.10	ポンプ・ユニットのリスト -----	99
表 IV.2.11	ポンプ場の能力規模別必要能力(水圧 26m未満) -----	100
表 IV.2.12	加圧ポンプ場の評価結果集計表(水圧 26m未満) -----	101
表 IV.2.13	設計能力・圧力範囲別ポンプ場の分類 -----	102
表 IV.2.14	低水圧地区のポンプ場の箇所数 -----	103
表 IV.2.15 (1)	加圧ポンプ場の 2011 年と 2015 年の圧力条件 -----	103
表 IV.2.15 (2)	能力 1000m <sup>3</sup> /hr 以下の加圧ポンプ場の改善計画 -----	104
表 IV.2.16	分類毎のポンプ場の箇所数 -----	105
表 IV.2.17	ポンプ場容量と電力消費量の現在と将来の比較 -----	105
表 IV.2.18	F/S による改善計画取りまとめ -----	106
表 IV.3.1	人員配置案 -----	107
表 IV.3.2	目標年次の電力消費量と費用 -----	108
表 IV.3.3	電力消費量の削減割合 -----	108
表 IV.3.4	目標年次の薬品消費量と費用 -----	109
表 IV.4.1	必要な資機材リスト -----	110
表 IV.4.2	提案する調達計画 -----	111
表 IV.4.3	建設工事の内容 -----	111
表 IV.4.4	建設費 -----	113
表 IV.4.5	電力・薬品と労務に係る運転費 -----	113
表 IV.5.1	EDR 計算及び感度分析結果 -----	117
表 IV.5.2	F/S 対象プロジェクト及び配水管更新を実施した場合の財務予想結果 (借入れ利息別) -----	118
表 IV.5.3	借入利息 10% の場合の必要料金値上げ率 -----	118
表 IV.5.4	年 3% の料金値上げを適用した場合の資金不足額 -----	118
表 IV.5.5	F/S 対象プロジェクト及び配水管更新の借入利息別実現可能性 及び財務対応策 -----	119

図

図 II.1.1	水道施設の配置 -----	7
図 II.1.2	2003 年 12 月現在のヴォドカナル組織図-----	16
図 II.1.3	料金徴収形態 -----	17
図 II.3.1	長期計画策定の流れ -----	39
図 II.3.2	水需要予測 -----	43
図 II.3.3	浄水場の能力の推移 -----	48
図 II.3.4	ヴォドカナル組織改革案 -----	69
図 II.3.5	プロジェクトの実施スケジュール-----	78
図 II.3.6	経営計画の実施計画 -----	79
図 IV.1.1	キブライ配水区の調査方法 -----	85
図 IV.1.2	全加圧ポンプ場の調査方法 -----	86
図 IV.2.1	キブライ浄水場の水収支と配水システム-----	89
図 IV.2.2	キブライ配水区 -----	90
図 IV.2.3	2011 年の各配水管からの配水量-----	91
図 IV.2.4	加圧ポンプ場の調査方法 -----	94
図 IV.4.1	最優先プロジェクト及び老朽配水管の更新の実施計画 -----	115

## 用語集

用語	用語解説
GOST	旧ソ連時代の品質基準であって、現在「ウ」国の基準として使われている
SUVSOZ	ヴォドカナルの正式名称（ウズベク語）
SNIP	旧ソ連時代の設計基準であって、現在「ウ」国の基準として使われている、水道施設の基準は SNIP2.04.02-84
Subsozkurilish	ヴォドカナルの建設子会社
TKEO	タシケント市地域公共事業総局
Tashteplocentral	温水暖房会社
Tashteploenergo	温水供給会社
Ulgurgisuvsavdo	ヴォドカナルの販売子会社
Uzbek-Zenner	タシケント市庁とドイツの民間企業が出資して設立したメータ製造のための合弁会社
Water CAD	水理計算ソフト名
政府	ウズベキスタン政府、タシケント市庁、TKEO
ヴォドカナル(Vodokanal)	（タシケント市）水道事業体（ロシア語）
カウンターパート（C/P）	タシケント市庁、タシケント市地域公共事業総局、ヴォドカナル
ノルム	定額料金制（⇔ 従量料金制）

## 略語集

略語	正式名称
EBRD	欧州復興開発銀行
C/P	カウンターパート
EDR	等価割引率
F/S	フィージビリティ・スタディ
GDP	国内総生産
IT	インフォメーション・テクノロジー
JICA	国際協力機構
LIBOR	ロンドン銀行間取引利率
LTDP	長期計画
M/P	マスター・プラン
OJT	オンザジョブ・トレーニング
O & M	維持管理
PC	パーソナル・コンピュータ
PDCA	P (Plan : 計画) ・ D (Do : 実施) ・ C (Check : 確認) ・ A (Act : 改善)
PR	広報活動
PS	ポンプ場
S/W	スコープ・オブ・ワーク
USD	United States dollar (米ドル)
VAT	付加価値税

## 測定単位集

略語	略語解説
GWh/y	ギガワット時/年間
kWh/d	キロワット時/日
kWh/ m <sup>3</sup>	キロワット時/立方メートル
kWh/y	キロワット時/年間
l/cap./d (Lpcd)	1人1日給水量
m/hr	メートル/時間
mg/L	ミリグラム/リットル
m <sup>3</sup> /d	立方メートル/日
m <sup>3</sup> /hr	立方メートル/時間
t/d	トン/日
t/y	トン/年間

### 為替レート\*

2003年

1米ドル = 1,000 ウズベキスタン・スム

1米ドル = 106円

\* 本レポートでは2003年時（長期計画策定時）の為替レートを使用。なお、2004年時（フィージビリティ・スタディ調査時）の為替レートは次の通り

1米ドル = 1,090 ウズベキスタン・スム = 1米ドル = 103円。



ウズベキスタン全図



チルチク川流域及びタシケント市

# 第 I 章 背景

## 和文要約

### 第 I 章 背景

ウズベキスタン国タシケント市（以下、「ウ」国）では、1999年頃までは水道料金が低く押さえられ、また家庭人数による定額（ノルム）制料金徴収であったため、市民の希薄な節水意識による水の浪費があり、1人当たりの給水量は多大なレベルとなっている。また、「ウ」国の独立に伴って水道事業の独立採算制が指向されるようになり、ノルム制からメータによる従量制への移行を含む料金制度及び組織・制度の改善が急務となった。さらに、施設の更新・補修への投資がこれまで不十分であったため施設の老朽化が深刻であり、緊急的な投資が必要となっている。そのため、水道事業の持続的な運用のために計画的な更新・補修及び料金制度を含めた財務と組織の改善が必要になった。

こうした状況を背景に、「ウ」国政府の要請により1999～2000年にはJICAによる「水道事業経営・料金政策改善計画調査」が実施され、市場経済体制に則した料金構造・徴収システムの改善が検討され、公営企業としての水道事業体であるヴォドカナル<sup>1</sup>の経営改善案が提案された。

「ウ」国政府は、この開発調査でなされた提言に基づき、既存水道施設の更新と改善及び継続的な水道事業運営に必要な組織・制度と経営の改善に係る長期計画<sup>2</sup>の策定、そしてその計画に基づく優先プロジェクトのフィージビリティを明らかにするとともに、これらを通してカウンターパート（C/P）への技術移転を行う調査の実施をわが国に要請してきた。この要請を受けて、JICAは2003年2月に事前調査団を派遣し、本調査の必要性を確認してスコープ・オブ・ワーク（S/W）を締結し本調査を実施することとなった。

本調査の目的は次の3点である。

---

<sup>1</sup> ヴォドカナルの法的位置付け、義務、責任範囲は会社の定款により規定されており、TKEO（タシケント市地域公共事業総局）の管轄下にあるが、基本的にはタシケント市庁に100%所有・監督された水道事業における独占企業である。また、2000年より“Suvsoz”（ウズベク語）という正式名称に変更されたが、現地では依然として、ヴォドカナル（ロシア語）が多く使われているため、本レポートではヴォドカナルと表記する。

<sup>2</sup> TKEO、JICA間のスコープ・オブ・ワーク（S/W）締結時において、長期計画は「マスター・プラン（M/P）」という名称であった。

1. タシケント市における上水道システムの効率化を実現するため、施設改善及び料金制度・組織改善に関する、2015年を目標とする同市水道事業の長期計画の策定を行う。
2. 上記長期計画の中の優先プロジェクトのうち、特に優先度が高いものに対してフィージビリティ・スタディ (F/S) を実施して、その妥当性・有効性・実施可能性の各面から評価を行う。なお組織・制度・経営面については改善のアクション・プランを策定する。
3. 本調査を通じて、タシケント市の水道関係カウンターパートに対し、施設改修・経営改善の両面の調査・計画手法に関する技術移転を行う。

調査対象地域としては「ウ」国の首都であるタシケント市を中心として郊外に位置する水源や浄水場を対象とする。調査内容は表 I.1.1 に示す通りである。

表 I.1.1 調査の項目と内容

項目	分類	内容
長期計画の策定	調査	-現状データ収集・分析・整理 -水道施設と運転状況 -住民意識調査
		-需要実態調査 -水道関係機関職員意識調査等 -組織・制度・経営調査
	調査・訓練・啓発	パイロット・プロジェクトの実施 参加型分析ワーク・ショップ
	策定事項	水資源浪費改善 ヴォドカナルの経営改善 水道施設の更新・改善計画
	評価	財務、経済・社会、技術、環境、総合
優先プロジェクトの選定	選定項目	水道施設改修対象施設とその改善・改修内容 経営改善に関するアクション・プラン、人材育成プラン
フィージビリティ・スタディ	補足調査	水質調査、測量、地盤調査、埋設物調査
	フィージビリティ・スタディ	施設の更新・改善 組織・制度・経営
	評価	財務、経済・社会、技術、環境、総合
技術移転セミナーの実施	実施事項	組織・制度・経営改善 施設の更新・改善

本報告書は次のように構成されている。

第Ⅱ章ではタシケント市水道事業における現状ならびに問題点をまず示し、それを基に長期計画を策定した。また、第Ⅲ章ではその長期計画のうち特に優先的に取り組むべきプロジェクトをあげるとともに F/S 対象プロジェクトとして可能性のあるものをいくつか示した。そして、その中から一定の評価の下に F/S 対象プロジェクトとして推奨されるものを事業費、実施計画及びそれらの評価とともに第Ⅳ章に示した。最後に、第Ⅴ章として結論及び提案事項を述べた。

## 第Ⅱ章 タシケント市水道システム改善の 長期計画

## 第II章 タシケント市水道システム改善の長期計画

### II.1 現状

#### II.1.1 自然条件

##### (1) 地形、地質及び気候

タシケント市は「ウ」国の東部に位置し、カザフスタンとの国境から10kmの位置にある。市の形状はほぼ円形でおおよそ20kmの直径を持ち、面積は約340 km<sup>2</sup>である。市内の標高は北東部が海拔約500m、西部及び南部が約400m、中心部は440～450mである。

同市は市の南部を流れるチルチク川流域から排出され堆積した土砂により形成された複合扇状地に建設されている。川に沿った沖積砂や砂礫の層に豊富な地下水があり、市はそれを主要な水源の一つとして用いている。いくつかの断層が市を横断しているが、これらは第4紀層をせん断していることから活断層と考えられる。

市の気候はステップ気候に分類され、1980～2002年における年平均気温は14.6℃であり、月平均気温は冬の1.9℃から夏の27.8℃の間を変動している。年間降水量は430mmで、月平均降水量は8月の1.2mmから3月の69.1mmの間を変動している。

##### (2) 水資源

タシケント市水道システムの水源はチルチク川流域の表流水と地下水である。表流水はチルチク川から分水されているボズスー運河から取水しており、ヴォドカナルの取水量は年平均2,300千m<sup>3</sup>/d(2002年)である。チルチク川はチャドワクダム(容量20億m<sup>3</sup>)から流出し、「ウ」国の主要水源である大河シルダリア川に合流している。地下水については、合計6箇所の地下水を水源とする浄水場で平均600千m<sup>3</sup>/dを井戸から取水している。

#### II.1.2 社会経済状況

##### (1) 人口

タシケント市の公表数値によれば、市の総人口は2002年現在約2,139千人であり「ウ」国全体の8%を占める。この数年間の人口は概ね横ばいで推移しており、市の統計局予測によればこの人口は2015年までほぼ変わらないとしている。なお、タシケント市は

11の行政区域（Rayon:ライオン）に分けられている。

ヴォドカナルはこのタシケント市の11行政区域の全域及びタシケント州のキブライ、カデリヤ、並びにアタ地区を含む市の周辺地域に給水しており、ヴォドカナルによれば対象人口は2002年の市人口の98.5%、及び周辺地域の住民64千人である。

## (2) 経済状況

1991年の独立当時の「ウ」国経済は、綿花、金、天然ガス等の生産に大きく依存しており、国民の生活水準は旧ソ連のうちで最も低い国の一つとなっていた。こういった環境の下、政府は食料やエネルギーの自給自足を達成しながら、農業や天然資源に頼った経済からより近代的な産業を国内に育むため、為替政策や貿易の統制政策に依存した輸入代替開発政策を導入した。しかしながら、この政策は結果として外資の国外逃避を招くことになり、GDPは過去数年間で実質4%の成長に留まっている（産業界では、2001年の2.9%から2002年に3.4%の増加）<sup>3</sup>。また、「ウ」国は一人当たりGDPが未だ400米ドル以下<sup>4</sup>の低所得国であり、政府公式の統計によると、年間のインフレ率は消費者物価指数の2003年実績で10.3%と比較的高い水準になっている。

一方、タシケント市の産業の中心は食品加工及び機械製造であり、市の統計局によれば、2002年の消費財生産高の伸びは約20%とのことである。平均給与（月給）は2002年で44千スムとなっている。この所得のうち約50%が食費、また、19%が公共料金などに費やされている。公共料金の過年次の値上げ推移を表II.1.1に示す。

表II.1.1 公共料金の過年次値上げ推移

	水道		温水		ガス		電気		ごみ回収料		バス/地下鉄	
	スム/ m <sup>3</sup>	値上幅 (倍)	スム/ 人	値上幅 (倍)	スム/ 人	値上幅 (倍)	スム/ kWh	値上幅 (倍)	スム/ 人	値上幅 (倍)	スム/ 回	値上幅 (倍)
00年1月	1.81	1.00	200	1.00	30	1.00	3.50	1.00	50	1.00	25	1.00
01年1月	6.75	3.73	200	1.00	30	1.00	4.70	1.34	100	2.00	40	1.60
02年1月	8.90	4.92	400	2.00	42	1.40	6.50	1.86	100	2.00	50	2.00
03年1月	16.00	8.84	961	4.81	42	1.40	10.30	2.94	250	5.00	n/a	n/a
03年10月	22.00	12.15	1100	5.50	105	3.50	15.50	4.43	250	5.00	150	6.00

出典：TKEO及びヴォドカナル及び「ウ」国新聞（バス/地下鉄）

<sup>3</sup> 出典：Uzbekistan at a Glance, World Bank 2002年版及び2003年版

<sup>4</sup> 出典：Uzbekistan at a Glance, World Bank 2002年版及び2003年版、但し、一部の指標についてはADBのレポートによる

## II.1.3 既存の水道サービス

### (1) サービスの概要

ヴォドカナルによれば、2002年におけるタシケント市の水道サービスの概要は表II.1.2の通りである。

表II.1.2 タシケント市の水道サービスの概要（2002年）

項目	単位	値	備考	
給水面積	km <sup>2</sup>	340		
給水人口	千人	2,107		
水道普及率	%	98.5		
給水栓数	件数	582,783		
管路延長	km	3,494		
一日当たり総給水能力	千 m <sup>3</sup> /d	2,296		
年間総給水量	千 m <sup>3</sup>	754,300		
一日当たり 給水量*1	最大	千 m <sup>3</sup> /d	2,313	調査団推定(2003年):3,100
		L/cap./d	1,098	調査団推定(2003年):1,471
	平均	千 m <sup>3</sup> /d	2,067	調査団推定(2003年):2,900
		L/cap./d	981	調査団推定(2003年):1,376
無収水率*2	%	48		
水道事業職員数	人	5,014		
水圧	m	10 から 25		
水源	ボズスー運河及び地下水			
浄水場	表流水浄水場 2ヶ所、地下水浄水場 6ヶ所			

出典：ヴォドカナル

\*1：値欄はヴォドカナルが正式にタシケント市庁へ報告している値であり、備考欄は2003年現在の値を調査団が一部実測して推定したものである。

\*2：無収水率は、給水量に対する料金を請求できていない水量の割合である。

### (2) 水道施設

#### 1) 浄水場の概要

タシケント市には標高が高い位置にある3箇所の大規模浄水場（カデリヤ、キブライ、ボズスー）と、市内に分散している5箇所の小規模浄水場（南、セルゲリ、カラス、クイルク、ベクテミール）がある（図II.1.1参照）。カデリヤとボズスー浄水場はボズスー運河から表流水を取水しており、その他は地下水を深井戸で取水している。カデリヤ浄水場は市内最大の浄水場であり、ヴォドカナルの給水量全体の72%を占めている。各浄水場の建設年、計画浄水量、実浄水量及び標高を表II.1.3に示す。



図 II.1.1 水道施設の配置

表 II.1.3 浄水場の概要

水源	浄水場	建設年	計画浄水量 (千 m <sup>3</sup> /d)	実浄水量		標高 (m)
				(千 m <sup>3</sup> /d)	割合 (%)	
表流水	カデリヤ	1969	1,375	2,100	71.6	540
	ボズスー	1931	236	250	8.5	485
地下水	キブライ	1955	455	350	11.9	500
	南	1961	143	150	5.1	420
	セルゲリ	1966	40	23	0.8	400
	カラス	1960	52	25	0.9	420
	クイルク	1962	20	20	0.7	420
	ベクテミール	1966	20	14	0.5	400
合計			2,341	2,932	100.0	-

出典：ヴォドカナル

市内の各浄水場の概要は次の通りである。

i) カデリヤ浄水場

カデリヤ浄水場は最新の浄水場であり、1980年代まで拡張してきた。ボズスー運河の表流水を原水とし、処理プロセスは薬品沈殿と急速ろ過の組み合わせである。施設の状態はヴォドカナルの浄水場の中で最も良好で、市の周辺地域への給水を除いて自然流下にて配水しているため、単位水量当りのコストは市内で最も低い。しかし、施設の中には取水ポンプ場など早急な更新が必要なものがある。

カデリヤ浄水場の現在の浄水量(2,250千~1,800千 $m^3/d$ )は設計水量である1,375千 $m^3/d$ を超過している。そのため、二つの取水ポンプ場のうち、一つは予備として計画されたものであるが、現在は同時に運転されている。また、ろ過速度の設計値は8.7m/hrであるが(ろ過速度は旧ソ連時代に定められた設計基準であり、現在「ウ」国など旧ソ連諸国の基準として用いられているSNIP基準:SNIP2.04.02-84で複層ろ過のろ過速度は最大値12m/hrと定められている)、実際は超過して14m/hr(336 $m^3/d$ )に達しており、取水、浄水プロセスとも過負荷運転を強いられている。なお沈殿池は十分な容量を持っている。

ii) キブライ浄水場

キブライ浄水場は地下水浄水場であり、カデリヤ浄水場操業以前は市内の主要浄水場であった。この浄水場の施設は古いため、井戸、建物、ポンプ類、電気設備など多くの機器は老朽化し、調査団の診断によると5年以内の緊急の更新・改善が求められている。

現在、95本の深井戸が場内を流れるチルチク川の右岸(26本)と左岸(49本)の両方に配置されている。右岸の井戸はチルチク溪谷の帯水層から取水し、左岸の井戸はチルチク川の伏流水を取水している。右岸の井戸の取水量は川の流量が少ない時でも安定して約150千 $m^3/d$ を確保している。

左岸の井戸ポンプのうち約20本は修理されずに放置されており、他のものも十分な管理のため頻繁に故障しているため、2004年の運転記録によれば、井戸ポンプの稼働率は40%に留まっている。その結果、左岸の2004年の揚水量は150千~190千 $m^3/d$ に留まっており、浄水場全体の揚水量は300千~340千 $m^3/d$ とな

っている。

### iii) ボズスー浄水場

ボズスー浄水場はボズスー運河から取水しており、カデリヤ浄水場の下流部のタシケント市内に位置する。処理プロセスはカデリヤと同一であり、ヴォドカナルの管理する最も古い浄水場である。ろ過池の構造物など建設当初のものが依然として利用されていることから、老朽化が深刻であり、水槽・建物等構造物を含め、ポンプ設備・電気設備など殆どの設備が修復または更新を必要としている。ボズスー浄水場の取水原水の濁度はカデリヤ浄水場に比べ高いが、浄水処理は徹底しており、良好な水質の水を市の中心部に供給している。この浄水場は市内では高い位置にあるが、浄水場周辺の地域への配水のためにはポンプが必要となっている。

### iv) その他の浄水場

市内の南部に位置する南、セルゲリ、カラス、クイルク、及びベクテミール浄水場は市内でも標高の低い位置にあり、いずれも地下水浄水場であり、揚水した井戸水を塩素消毒して主として周辺の市街地に給水している。南、セルゲリ、及びベクテミール浄水場では地下水を揚水後、場内の配水池に一旦貯留した後にポンプで市内に配水している。一方、カラス及びクイルク浄水場は井戸ポンプで直接市内に給水している。

また表Ⅱ.1.3に示すように、いずれの施設も古く老朽化が深刻で、井戸ポンプや配水ポンプの故障が頻発している。

## 2) 配水施設

送配水管延長を口径別、管種別、敷設経過年別に表Ⅱ.1.4に示す。送配水管の口径は19mmから1,800mmの範囲にあり、総延長は約3,500kmに及ぶ。また、市内には配水のため134の加圧ポンプ場が設置されている。表Ⅱ.1.5にこれら加圧ポンプ場の概要を示す。

表Ⅱ.1.4 送配水管の延長 (km)

口径 (mm)	合計			20年以下 <sup>*1</sup>			20～40年 <sup>*1</sup>		40年超 <sup>*1,*2</sup>	
	鋼管	铸铁管	その他	鋼管	铸铁管	その他	鋼管	铸铁管	鋼管	铸铁管
19～100	739.2	270.8	1.2	226.1	32	1.2	379.1	165.5	134.0	73.3
125～200	497.3	436.6	0	248.5	45.8	0	218.7	285.4	30.1	105.4
250～400	543.2	313	1.9	276.2	36.8	1.9	243.7	183.6	23.3	92.6
500～900	206.6	110.8	9.1	85.6	2.1	9.1	113.7	71.0	7.3	37.7
1000～1800	358.9	0.7	5	87.9	0	5	271	0.7	0	0
小計	2,345.2	1,131.9	17.2	924.3	116.7	17.2	1,226.2	706.2	194.7	309.0
合計	3,494.3			1,058.2			1,932.4		503.7	

出典：ヴォドカナル

\*1：敷設後の経過年数

\*2：ヴォドカナルは40年超の配水管を原則として更新対象としている（この場合更新対象は配水管全体の 503.7 / 3,494.3 x 100 = 14.4%となる）。

表Ⅱ.1.5 加圧ポンプ場の概要

能力 (m <sup>3</sup> /hr),	箇所数	ポンプ台数 (台/箇所)	平均のポンプ 揚程(m)	位置
30,000	1	8	51	ミルズ・ウルグベック
7,200	1	9	90	チランザール
3,000	5	6～8	53	セルゲリその他
1,000	43	3～7	49	市内全域
800	3	2～4	50	同上
600	11	2～10	45	同上
500～300	9	2～5	43	同上
200～100	10	2～5	35	同上
100未満	51	1～5	38	同上
合計	134			

出典：ヴォドカナル

### 3) 運転管理

施設運転管理要員の人員内訳は、2003年12月末現在で表Ⅱ.1.6に示す通りである。施設運転のための配置された合計人数は1,695人であり、交代勤務要員は4人一組の交代制のため1,010人にのぼる。加圧ポンプ場の交代勤務要員はポンプが手動操作によっているため、ポンプ給水のための水槽水位の低下時や吐出側の高圧力時には、常に運転員が監視し操作する必要があることから特に多い。

電気、薬品消費量と費用との関係を表Ⅱ.1.7に示す。カデリヤ浄水場は他の浄水場に比べ単位給水量当たりの薬品費と電力料が最も低い。

表Ⅱ.1.6. 施設運転管理要員(人) 2003年12月

分類		交代勤務	その他	合計
運転管理要員	浄水場	425	476	901
	加圧ポンプ場	585	209	794
	小計	1,010 (41)	685 (161)	1,695 (202)
その他		0	2,716 (959)	2,716 (959)
ヴォドカナル計		1,010 (41)	3,401 (1,120)	4,411 (1,161)

出典：ヴォドカナル

( ) エンジニアの数

「その他」の内訳は、下水道施設担当者、Vodokanal本庁舎及びライオン・ヴォドカナル勤務職員。

表Ⅱ.1.7 電力量及び薬品消費量と費用(2002年)

浄水場名	薬品			電力		合計費用 千米ドル	給水量 百万 m <sup>3</sup>	単位費用 米ドル/ 千 m <sup>3</sup>
	名称	消費量 トン	費用 千米ドル	消費量 百万 k Wh	費用 千米ドル			
カデリヤ	硫酸バンド	1,533.0	165.3	80.29	634.3	883.3	766.5	1.2
	液体塩素	523.3	83.7					
ボズスー	硫酸バンド	1,048.7	113.0	25.14	198.6	323.4	124.8	2.6
	液体塩素	73.6	11.8					
キブライ	液体塩素	46.9	7.5	54.56	431.0	438.5	129.0	3.4
南	液体塩素	15.6	2.5	18.18	148.4	150.9	52.0	2.9
その他	液体塩素	3.4	0.5	7.04	55.6	65.8	34.5	1.9
	固形塩素剤	9.72	9.7					

出典：ヴォドカナル

### (3) 原水及び浄水の水質

ウズベキスタンの飲料水に関しては、飲料水基準 (UzDSt 950:2000) が定められており、この中に水質基準、原水・処理水・給水の測定頻度などが規定されている。水質基準を表Ⅱ.1.8 (1)に示す。

浄水場の取水原水のうち、ボズスー運河を水源とするカデリヤ及びボズスー浄水場の原水の水質は春季以外では良好である。しかし、春季の雪解け時には原水が高濁度になるため、浄水場の職員は不十分な薬品注入設備により苦労しながら対処している。また、ボズスー浄水場はカデリヤ浄水場の下流に位置しており、カデリヤ浄水場から沈殿汚泥とろ過池の洗浄排水が無処理で運河に放流されているため、その濁質の影響を受けて原水濁度は高い。このため適正量の凝集剤を注入しており、高い透明度の処理水を得ている。

表 II. 1. 8(1) ウズベキスタン国の飲料水水質基準

項目	単位	基準値	測定法
<b>1. 菌類</b>			
1.1 細菌類	1mL 当り	100 以下	GOST 18963-73, ISO 8360/1-2-88
1.2 大腸菌群数	1000 mL 当り	3 以下	GOST 18963-73, ISO 9308/1-2-90
1.3 糞便性大腸菌群数	300 ml 当り	不検出	GOST 18963-73, SO 9308/1-2-90
<b>2. 病原性因子</b>			
2.1 病原性細菌	25 L 当り	不検出	ウズベキ保健省の定めるところによる
2.2 寄生虫卵	25 L 当り	不検出	同上
<b>3. 有害物質</b>			
<b>a) 無機物質</b>			
3.1 アルミニウム (Al)	mg/L	0.2 (0.5) <sup>*4</sup>	GOST 18165-89
3.2 ベリリウム (Be)	〃	0.0002	GOST 18294-81
3.3 ホウ素 (B)	〃	0.5	ISO 9390-90
3.4 カドミウム (Cd)	〃	0.001	ISO 5961-85
3.5 モリブデン (Mo)	〃	0.25	GOST 18308-72
3.6 砒素 (As)	〃	0.05	GOST 4152-81
3.7 ニッケル (Ni)	〃	0.1	ISO 8288-86
3.8 硝酸塩 (NO <sub>3</sub> )*1	〃	45	GOST 18826-73
3.9 亜硝酸塩 (NO <sub>2</sub> )	〃	3	GOST 4192-82
3.10 水銀 (Hg)	〃	0.0005	ISO 5666/3-84
3.11 鉛 (Pb)	〃	0.03	GOST 18293-72
3.12 セレン (Se)	〃	0.01	GOST 19413-89
3.13 ストロンチウム (Sr)	〃	7	GOST 23950-88
3.14 フッ素 (F)	〃	0.7	GOST 4386-89
3.15 6 価クロム (Cr <sup>+6</sup> )	〃	0.05	ISO 9174-90
<b>b) 有機物質</b>			
3.16 ベンゾール	mg/L	10	ウズベキ保健省の定めるところによる
3.17 ベンゼドリン	〃	0.01	ウズベキ保健省の定めるところによる
3.18 ポリクロマイド	mg/L	2	GOST 19355-85
3.19 殺虫剤	mg/L		ウズベキ保健省の定めるところによる
<b>4. その他</b>			
4.1 味	度	2	GOST 3351-74
4.2 臭い	〃	2	同上
4.3 濁度 <sup>*2</sup>	mg/L	1.5/2.0 <sup>*5</sup>	同上
4.4 色	度	20/25 <sup>*6</sup>	同上
4.5 pH	pH	6-9	pH 計による
4.6 溶解物質質量	mg/L	1000/1500 <sup>*7</sup>	GOST 18164-72
4.7 鉄(Fe)	mg/L	0.3/1.0 <sup>*7</sup>	GOST 4011-72
4.8 総硬度 <sup>*3</sup>	Ca + Mg 当量/L	7/10 <sup>*7</sup>	GOST 4151-72
4.9 マンガン (Mn)	mg/L	0.1	GOST 4974-72
4.10 銅 (Cu)	〃	1	GOST 4388-72
4.11 リン酸 (PO <sub>4</sub> )	〃	3.5	GOST 18309-72
4.12 硫酸塩 (SO <sub>4</sub> )	〃	400/500 <sup>*7</sup>	GOST 4389-72
4.13 塩素 (Cl)	〃	250/350 <sup>*7</sup>	GOST 4245-72
4.14 亜鉛 (Zn)	〃	3	GOST 18293-72
4.15 SPAV (PAV)	〃	0.5	ISO 7875/1-2-84
4.16 フェノール	〃	0.001/0.1 <sup>*8</sup>	ISO 6439-90
4.17 鉱物油	〃	0.1	ウズベキ保健省の定めるところによる
<b>5. 放射線</b>			
5.1 α放射線 <sup>*9</sup>	Bq/L	0.1	ISO 9696-92
5.2 β放射線 <sup>*9</sup>	Bq/L	1	ISO 9697-92

\*1: NO<sub>3</sub>として検出され「ウ」国基準の45mg/Lは日本の硝酸性窒素の基準である10mg/Lとほぼ同等。

\*2: GOSTの濁度標準液と比較して測定、低濁度時(5度以下程度)には日本の濁度の0.5倍程度の値となる。

\*3: CaとMgの当量の合計。「ウ」国基準の7当量はCaCO<sub>3</sub>換算(日本の基準は300mg/L)ではCaとMgの割合によって異なり350~294mg/Lの範囲となる。

\*4: 色度の高い水を凝集処理する場合

\*5: 確実に消毒がされている場合

\*6: 色度の高い水を処理する場合で塩素消毒によるトリハロメタンの発生を抑える場合

\*7: 塩素消毒のみで給水する場合

\*8: 塩素消毒をしない場合

\*9: WHOガイドライン第2版にも規定されており、総α、総β放射線の平均放射線強度

一方、カデリヤ浄水場はコスト削減のため原水の濁度が 15 度を上回らない限り凝集剤を注入しないで運転しているため、処理水の透明度が劣る。数値の上では、前述の飲料水基準を満足しているが、浄水の透明度をボズスー浄水場の浄水または地下水浄水場の浄水と比べると歴然とした差があり、前回の JICA 開発調査によるアンケート調査では消費者から水質に関する不満の声が多い結果となった。また、地下水を取水している井戸については、キブライ浄水場のチルチク川左岸を除き硬度が高い傾向にあり、中には水質基準を超えている場合もある。キブライ浄水場においては、チルチク川右岸から取水している井戸の多くで基準を超える硝酸性塩が検出されている。しかしいずれの井戸水源も透明度は高く、色や臭気などの問題もなく、市内への給水に際しては各水源の原水を混合する等の対策により飲料水基準を満足している。2002 年における主要浄水場の原水水質を表 II.1.8(2)に示す。

表 II.1.8(2) 原水水質

原水	浄水場名	水質項目		
		濁度(度)	硬度 (Ca + Mg 当量/L) *	硝酸塩(mg/L)
表流水	カデリヤ	3~9200 (23)	1.5~1.7 (1.6)	0~0.01 (0.002)
	ボズスー	9~1370 (28)	1.8~3.3 (2.5)	0~0.004 (0.002)
地下水	キブライ右岸	0	5.8~6.4 (5.9)	20~57 (37)
	南	0	6~10 (7.0)	15~36 (25)
[ウ]国水質基準		1.5	7	45

出典：ヴォドカナル。

( ) は平均値

\*: Ca と Mg の当量の合計。「ウ」国基準の 7 当量は CaCO<sub>3</sub> 換算（日本の基準は 300mg/L）では Ca と Mg の割合によって異なり 350~294mg/L の範囲となる。

#### (4) 組織・機構

##### 1) タシケント市庁

タシケント市庁はタシケント市の行政を司る最高機関であり、市長は大統領から直接任命され、市の Regislative Assembly が承認する。ヴォドカナルはタシケント市庁により設立されたものであり、タシケント市庁はヴォドカナル資産の所有者でもある。従って、水道事業サービスも一義的にはヴォドカナルが負うものの最終責任はタシケント市庁にあり、第一副市長がヴォドカナル及び TKEO の指導監督を行っている。

## 2) TKEO

TKEO は法律に基づきタシケント市庁によりタシケント市における公共事業体の活動（例：上下水道サービス、温水サービス等）の維持と統括のために設置された機関であり、ヴォドカナルも TKEO により統括される。TKEO は一般住民にこれら公共サービスを継続的に供給するための維持・管理の他、古いアパートの維持・修繕などの役割を行っている。ここで TKEO とタシケント市庁は、法律上は別個の法人格であり、事実、TKEO の予算は管轄する公共事業体からの手数料及び市の予算から成っているが、実質的には例えばタシケント市副市長が総裁を兼ねるなどタシケント市庁の影響下にあると言える。

## 3) ヴォドカナル

ヴォドカナルは法律上は独立した法人であるが、長期投資計画策定など経営の意思決定に関してはタシケント市庁の決定に大きく依存している。そして第一副市長がヴォドカナルの運営を監督している。

ヴォドカナルは現在、分社化を含む思い切った組織の改編に取り組んでおり、2003年には次のような組織改革が行われている。

- 販売子会社の設立 (Ulgurgisuvsvdo)
- 営業部門の組織改革
- 建設子会社の設立 (Suvsozkurilish)

Ulgurgisuvsvdo はヴォドカナルの企業向け水道販売部門が 2003 年 7 月に分社化（職員数 946 名）してできたヴォドカナル 100%出資の子会社（株式会社ではない）であり、ヴォドカナルから水道水を仕入れ（22 スム/m<sup>3</sup>）、企業に販売（39.66 スム/m<sup>3</sup>）している。ヴォドカナルは、この売上利益を原資として、将来のポンプ施設の更新や改善を行うことを予定している。

Suvsozkurilish はヴォドカナルの建設部門が 2003 年 6 月に分社化（職員数 100 名）してできたヴォドカナル 100%出資の子会社である。2003 年現在、受注はヴォドカナルからのみとなっており、第一四半期（2003 年 7 月から 9 月）の純利益は、設立費用の影響もあり非常に小さい。これらの組織改革の結果、職員数は表 II.1.9 のように変わっている。

表 II.1.9 職員数

(単位：人)

内 訳	2002年12月31日時点	2003年12月31日時点
ヴォドカナル	5,014	3,649
2つの新設会社	0	1,046
合 計	5,014	4,695

出典：ヴォドカナル計画部からのヒアリングに基づく。

現在のヴォドカナルの組織図を図 II.1.2 に示す。

### (5) 料金制度

2003年現在、タシケント市では個人消費者の16%程度が従量制による料金徴収であり、残りは定額制による料金徴収（ノルム）である。一方、個人消費者以外の大口顧客のメータ設置率は80%程度であり、供給量ベースでは95%が従量制で徴収されている。

ノルムに適用される水消費量は消費者の生活様式により決まる（例：下水道接続の有無、温水供給の有無等）。料金表は2003年7月1日に改定されており、表 II.1.10 に現在の料金表を示す。

表 II.1.10 2003年7月1日現在の料金表

分類	顧客	上水道事業	下水道事業	
ノルム (定額制)	個人消費者	=22 スム/m <sup>3</sup> ×a*(L/cap./d)×365 日/12ヶ月×人員/1,000 + 10.5 スム/m <sup>3</sup> ×b*(L/cap./d)×365 日/12ヶ月×人員/1,000		
従量制	個人消費者	22 スム/m <sup>3</sup>	10.5 スム/m <sup>3</sup>	
	企業	ヴォドカナルから販売子 会社 (Ulgurgisuvsavdo)	22 スム/m <sup>3</sup>	10.5 スム/m <sup>3</sup>
		販売子会社から企業	39.66 スム/m <sup>3</sup>	14.07 スム/m <sup>3</sup>
	公共機関	22 スム/m <sup>3</sup>	10.5 スム/m <sup>3</sup>	

出典：ヴォドカナル

注：1) a\*は上水消費量の係数（範囲は50-330リットル/日）及びb\*は下水処理量の係数（範囲は0-429リットル/日）であり、個人消費者の生活様式により異なっている（Volume 3 Supporting Report S 2-3-7-2, S 2-3-7-3を参照）。

2) 付加価値税（VAT）20%は個人消費者以外の顧客に課される。

3) Ulgurgisuvsavdoはヴォドカナルから22スム/m<sup>3</sup>で仕入れ39.66スム/m<sup>3</sup>で顧客（企業）に販売している。

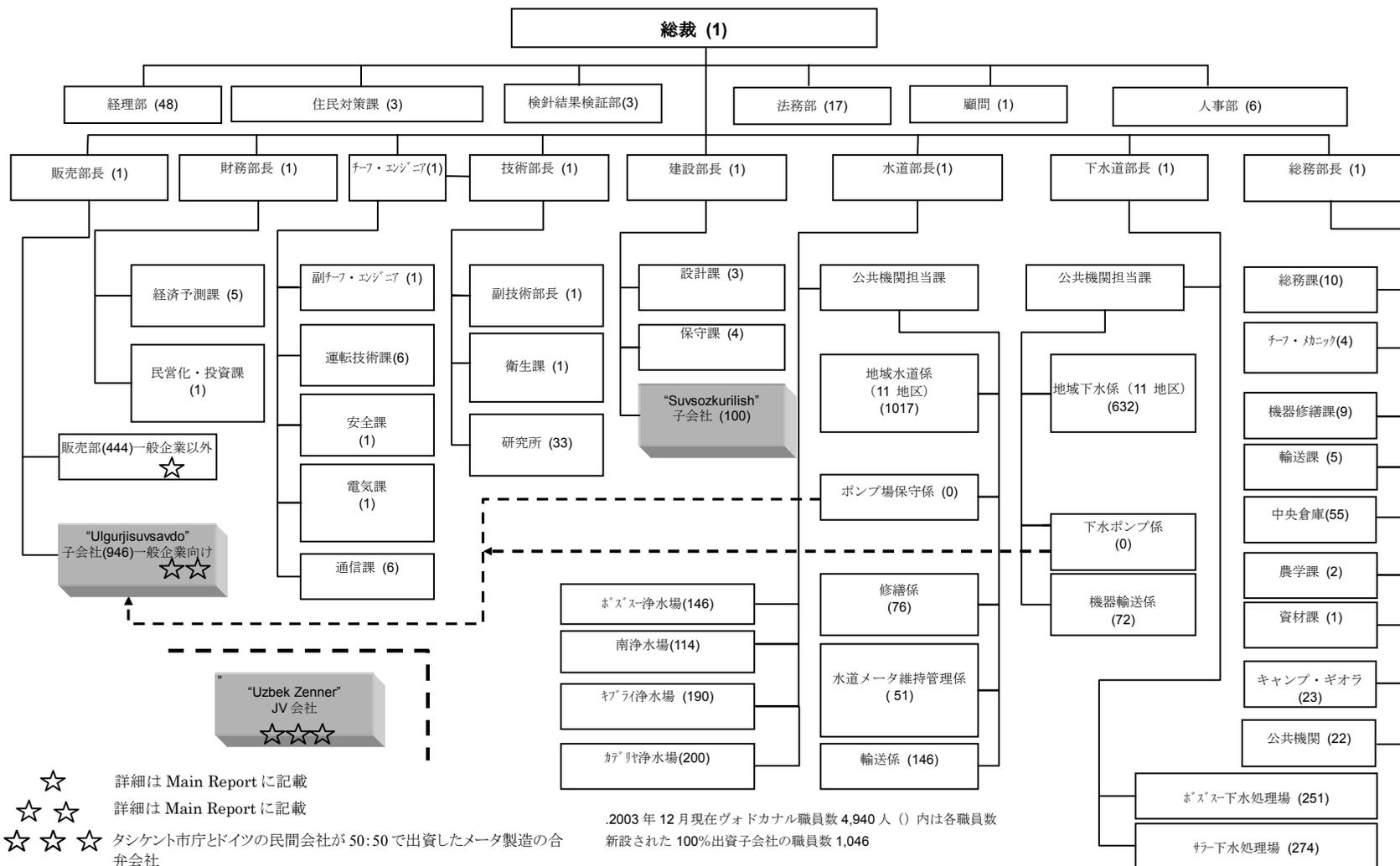


図 II.1.2 2003年12月現在のヴオドカナル組織図

出典：ヴオドカナル資料及び聞き取り

### 1) 料金改定方法

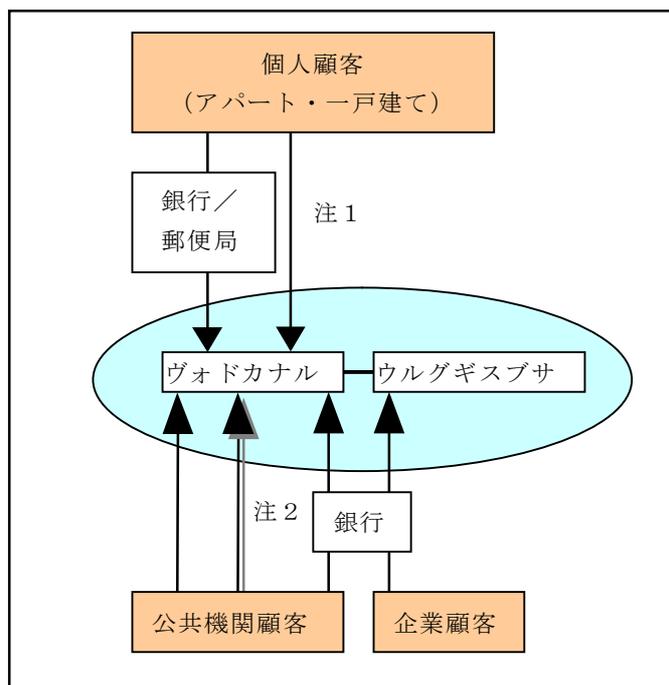
ヴォドカナルには、今後半年間の運転コストの予測を行い、そのコストに10%未満の利益を付加した額の収入が得られる料金改定を市政府に提案する権利が与えられている。料金改定案が認められるにはタシケント市庁内の関連部署（価格決定部、独占禁止部等）の承認を取り付けた後、最終的に財務部の承認を必要とする。

### 2) 料金水準

タシケント市の料金水準は、アパートの住民（人口の67%）についてみれば平均約330Lpcd（リットル/人・日）のノルム料金となっている。4人家族の場合、871スム/月（22スム/m<sup>3</sup> x 330L x 30日 x 4人）となる。タシケント市統計局によると、2002年の1家庭（4人家族）の平均所得は81,803スム/月であり、この所得に対し上水道料金はその1.1%、下水道サービスを入れたとしても1.6%である。WBの文献<sup>5</sup>に基づき、料金水準が仮に平均所得に対し3%まで許容できるとした場合はまだ引き上げ余地があることを示している。

### 3) 料金徴収制度

現在のヴォドカナルの料金徴収制度の概要を図II.1.3に示す。図に示すように、料金は郵便局、銀行、ヴォドカナルで支払えるが、個人または小規模商店では銀行口座を持っているケースは少なく、直接ヴォドカナルで支払うか、または検針員に支払うケースが多い。2003年の調査時点では、アパート住民の場合、銀行又は郵便局で支払う割合は35%程度、ヴォドカナルの窓口または検針員に支払う割合は65%程度であった。他方、一戸



注1: 一戸建て住宅の50-70%は検針者に料金を支払っている。

注2: 債権、債務がそれぞれある場合は相殺することもある。

図 II.1.3 料金徴収形態

<sup>5</sup> Information and Modeling Issues in Designing Water and Sanitation Subsidy Scheme, May 2000, The World Bank

建て住民の場合、銀行又は郵便局で支払う割合は3%程度、ヴォドカナルの窓口または検針員に支払う割合は97%程度であった。ヴォドカナルでは、ヴォドカナルの窓口で支払う場合と検針員に支払う場合を明確に区分しておらず、正確な数値を把握していないが、一戸建てのケースでは、検針員に直接支払う割合が50%~70%とのことである。また盗難の懸念から水道のみならず電気やガス等のメータは屋内に取付けられているため、検針員は住民の在宅時しか検針ができない。

## (6) 財務状況

ヴォドカナルの経理・財務システムの多くは手書き・手計算処理に依拠し、コンピュータ等の活用も遅れていることから、財務状況の分析は非常に限られた範囲でしか行えないものとなっている。ヴォドカナルの会計帳簿は定期的に政府から検査を受けるが、その目的は主に税金支払及び料金収入の妥当性の検証である。

### 1) 財務諸表

損益計算書、売上の詳細、貸借対照表の概略を下記に示す。

表Ⅱ.1.11 ヴォドカナルの損益計算書 (未監査)

(単位: 百万スム)

	2003年 (半期)	2002年	1998年
売上	10,742	21,918	3,429
除 付加価値税	(1,358)	(2,774)	(514)
<b>純売上</b>	<b>9,384</b>	<b>19,144</b>	<b>2,915</b>
売上原価	(6,704)	(12,538)	(2,142)
<b>売上利益</b>	<b>2,680</b> 29%	<b>6,606</b> 35%	<b>773</b> 27%
販売費及び一般管理費	(723)	(1,289)	(65)
その他営業損益	(689)	(2,723)	(289)
<b>営業損益</b>	<b>1,268</b> 14%	<b>2,594</b> 14%	<b>419</b> 14%
営業外財務損益	(6)	(1,971)	0
<b>税前利益</b>	<b>1,262</b> 13%	<b>623</b> 3%	<b>419</b> 14%
税金	(378)	(622)	(205)
<b>当期純利益</b>	<b>884</b> 9%	<b>1</b> 0%	<b>214</b> 7%

出典: ヴォドカナル財務諸表

表Ⅱ.1.12 売上詳細 2003年上半期(6ヶ月)

顧客分類	上水道	下水道	上水道	下水道	合計
	百万 m <sup>3</sup>	百万 m <sup>3</sup>	百万スム (除付加価値税)	百万スム (除付加価値税)	百万スム (除付加価値税)
企業	22.7	35.6	901.8	501.0	1,402.8
公共機関	130.5	39.5	4,853.2	543.6	5,396.8
個人消費者 / アパート	75.5	91.1	1,205.8	729.2	1,935.0
個人消費者 / 一戸建て	29.9	16.8	481.1	134.1	615.2
その他					33.9
合計	258.6	183.0	7,441.9	1,907.9	9,383.7

出典：ヴォドカナル経理データ

表Ⅱ.1.13 ヴォドカナル貸借対照表 (未監査)

(単位: 百万スム)

	2003年 6月30日	2002年 12月31日	1998年 12月31日
<b>資産</b>			
固定資産:			
取得原価	33,561	33,095	4,946
減価償却累計額	(14,638)	(13,227)	(1,137)
帳簿価額	18,923	19,868	3,809
その他固定資産	628	277	45
固定資産計	19,551	20,145	3,854
流動資産:			
売上債権	11,039	8,244	794
その他流動資産	1,210	1,209	295
流動資産計	12,249	9,453	1,089
資産計	31,800	29,598	4,943
<b>資本及び負債</b>			
資本:			
資本金	112	112	99
資本準備金	23,816	23,499	4,654
利益剰余金	2,063	1,179	0
資本計	25,991	24,790	4,753
負債:			
予算計上負債	1,706	975	0
その他の負債	4,103	3,833	190
負債計	5,809	4,808	190
資本及び負債計	31,800	29,598	4,943

出典：ヴォドカナル財務諸表

## 2) 財務指標

ここでは下記の財務指標を使って分析を行う。

- 上下水道料金水準 (米ドル/m<sup>3</sup>)

- 運転費用率：運転費用÷売上高
- 人件費率：人件費÷運転費（％）
- 減価償却費率：減価償却費÷売上高（％）
- 債務返済比率：年間元利返済額÷売上高（％）
- 総資本利益率：利益÷総資本（％）
- 売掛金回転期間：期末売掛金残高÷売上高×12（ヶ月）
- 流動比率：流動資産÷流動負債
- 当座比率：現金同等物÷流動負債
- 固定資産構成比率：固定資産÷総資産（％）

表Ⅱ.1.14 に隣国のカザフスタン、カンボジア、及びフィリピンの都市の指標値との比較を示す。

表Ⅱ.1.14 主要財務指標比較

指標	タシケント <sup>1</sup>	アスタナ <sup>2</sup>	プノンペン <sup>3</sup>	マニラ <sup>5</sup>
一人当たり GDP（米ドル）	400	1,400	300 <sup>4</sup>	975
平均料金（米ドル/m <sup>3</sup> ）	0.03	0.27	0.24	0.1～0.29
運転費用率	0.86	1.21	0.68	0.79
売掛金回収期間（ヶ月）	5.2	7.0	0.76	2.5
流動比率	2.0	2.9	2.3	2.1
当座比率	0.01	0.09	n.a.	1.4
人件費率（％）	24	30	25	20
債務返済比率（％）	0.9	0.2	70	n/a
総資本利益率（％）	0.001	0.27	2	20
固定資産構成比率（％）	68	80	88	71
減価償却費率（％）	13	14	38	13
給水人口（千人）	2,107	490	824	4,700

備考:

- <sup>1</sup> 「ウ」国の首都、2002年、ヴォドカナルの財務諸表より入手、但し人件費率（％）は、ヴォドカナルから入手したデータを基に調査団が推定した。
- <sup>2</sup> カザフスタンの首都、2002年、JICA 調査報告書より入手。
- <sup>3</sup> 2003 audited financial statements of PPSA（プノンペン市水道局）より入手
- <sup>4</sup> カンボジア政府統計データより入手
- <sup>5</sup> フィリピンの首都、2002年、Manila Water Company Inc ウェブサイト/[www.manilawater.com](http://www.manilawater.com)より資料入手。

財務指標比較を行った結果、下記のことがわかる。

まず、タシケント市の平均料金であるが、0.03 米ドル/m<sup>3</sup> となっている。この値だけを見ると非常に小さいが、一人当たり GDP（米ドル）と比べると必ずしも小さい値とは言えない。但し、隣国のカザフスタンの首都アスタナと比較すると、一人

当たり GDP を考慮しても、平均料金はなお低いレベルであることがわかる。

次に、現金の残高割合を示す当座比率が 0.01 と極端に低い。これは資金不足を引き起こす危険性が非常に高いことを示している。事実、資金不足を避けるための短期借入を行ってきている。また、売掛金の回収期間が 5.2 ヶ月となっているが、本来、ヴォドカナルの売上計上と顧客の支払期日のタイミングを考慮すると、回収期間は長くて 2 ヶ月以内に収まるはずのものであり、これを大きく超過している。回収期間が長くなっている理由は 3) 滞留債権と回収で述べる。

さらに、財務指標を比較する上で留意すべき点がある。まず、固定資産構成比率や減価償却費の水道料金に占める割合は、他国と比較して、それほど大きな値とはなっていない。しかし、これは 4) 費用で後述するように減価償却費が過小に計上されているためである。減価償却費の過小計上を修正するとこれらの割合はより大きくなる。また、デット・サービス・カバレッジ・レシオも非常に低い値となっているが、その理由は、現状の施設が旧ソ連時代に政府により投資されたものであり当時は外部借入の必要がなかったことによる。しかし、現在は政府としてヴォドカナルに対して補助を行う考えはないとすると、ヴォドカナルは投資資金を外部から調達することが必要となるため、その場合には財務指標も急激に悪化する懸念がある。

### 3) 滞留債権と回収

ヴォドカナルの売掛債権額は過去一年半で約 8,000 百万スム増加しており、2003 年 6 月 30 日時点で 11,039 百万スムとなっている。これは回収期間で示すと 6 ヶ月を超えていることを意味し、非常に長くなっている。ここで主な債権について表 II.1.15 に示す。

表 II.1.15 滞留債権の内訳

(単位: 百万スム)

	2003年 6月30日	2002年 12月31日	2001年 12月31日
売掛債権			
企業	1,087	1,066	474
公共機関	7,811	5,179	1,943
個人消費者 / アパート	1,373	1,169	238
個人消費者 / 一戸建て	129	427	244
合計 (管理会計ベース)	10,400	7,841	2,899
その他債権	61	137	346
差異*	578	266	(89)
合計 (財務諸表ベース)	11,039	8,244	3,156

出典: ヴォドカナル

\* 管理会計ベース数値と財務諸表ベース数値が一致していないため、その差を表示している。これは、両データの作成部署が異なり、ヴォドカナル内部でその整合をとっていないためである。

ヴォドカナルからのデータに基づく主な売掛債権についての回収状況を表 II.1.16 に示す。最も大きな売掛債権は Tashteplocentral と呼ばれるタシケント市の温水暖房会社に対するものであり、全体の売掛債権の半分以上を占める。Tashteplocentral 及びその温水の唯一の販売先である温水供給会社 Tashteploenergo は現在財務上苦しい状況であり、殆どを市からの補助に依存している。

表 II.1.16 主な売掛債権

(単位: 百万スム)

	2003年 6月30日		2002年12月31日		
		合計	90日未満	1年未満	1年以上
企業:					
TAPOiCh 飛行機製造会社*	890	936	161	644	130
GAO TTZ トラクター製造会社	-	91	91	-	-
公共機関:					
Tashteplocentral	5,994	4,012	1,667	2,305	40
TashTETS	419	137	137	-	-
MPU Tashsuvokavataminot	412	331	73	258	-
債権全体に対する比率	70%	67%	26%	39%	2%

出典: ヴォドカナル

これらの債権の今後の回収については、他の滞留債権とともに、主に「ウ」国の経済状況の好転に期待するところが大きい。例えば、Tashteplocentral が不良債権化している原因は、多くの消費者が温水料金を支払えなくなっていることによるものであり、ここから債権を回収するには国民の所得が上がり、料金が支払われるか、

もしくは政府からの補助金に頼るしかない。また、TAPOiCh 飛行機製造会社は、現在、飛行機の部品生産を行っているが、受注が落ちており、今後受注が増えるか、もしくは今ある資産を売却させない限り、債権を回収することができない。このように不良債権の回収には「ウ」国の経済状況の好転如何にも左右されるため、ヴォドカナルの経営努力のみでは解決が困難なものがある。

#### 4) 費用

ヴォドカナルの費用内訳を表 II.1.17 に示す。

表の費用構成比較を見る上で留意しなければならないのは、各費用が過去のインフレの影響を受けていること、及び過年次の減価償却計上額が将来の施設更新に要する資金留保という観点からすると十分でなかったこと、さらに過去において修繕費を低く抑えてきたということである。

表 II.1.17 水道事業費用内訳

	2003年(6月)		2002年		2000年		1988年	
	スム/m <sup>3</sup>	%						
原材料費	0.98	4.1%	0.51	1.9%	0.41	6.6%	0.13	5.1%
電気代	6.24	25.6%	4.42	16.0%	1.84	29.5%	1.01	39.7%
製造部門給与	2.16	8.9%	2.09	7.6%	0.44	7.0%	0.22	8.6%
福利厚生費等	0.78	3.2%	0.83	3.0%	0.18	2.9%	0.08	3.3%
修繕費	0.26	1.1%	0.76	2.8%	0.43	6.9%	0.08	3.2%
減価償却費	2.98	12.3%	2.78	10.0%	0.51	8.2%	0.22	8.6%
旅費交通費	0.82	3.4%	0.81	2.9%	0.31	5.0%	0.13	5.1%
本部共通費	1.10	4.5%	1.15	4.1%	0.27	4.3%	0.08	3.0%
販売管理費*	4.05	16.7%	5.33	19.3%	1.33	21.3%	0.45	18.1%
その他費用	4.93	20.2%	8.95	32.4%	0.52	8.3%	0.13	5.3%
合計 費用	24.30	100.0%	27.63	100.0%	6.24	100.0%	2.53	100.0%

出典：ヴォドカナル、\*：販売の共通管理費用

ヴォドカナルの固定資産の帳簿上の取得価額（31,561 百万スムまたは 32 百万米ドル）は、それら固定資産の再調達価額からすると非常に低い。ヴォドカナルが運用している施設のうち浄水場及び関連施設の更新費用だけをとっても 300 百万米ドルを要すると考えられ、この額と帳簿上の取得価額 32 百万米ドルとを比べるとおよそ 10 倍の開きがある。

これは現在の帳簿価額を再調達価額で評価しなおし、これをベースに減価償却費を計算すると、表 II.1.17 上の 2.98 スム/m<sup>3</sup> から 29.8 スム/m<sup>3</sup> に増加することを意

味する。従って、この観点から考えると減価償却費だけでも約 27 スム/m<sup>3</sup> の過少計上となっていることがわかる。

以上からわかるように、現在の料金改定は過少な費用計上に基づいて料金水準が決定されており、本来徴収すべき料金水準に達していないことがわかる。

## (7) 経営方式

ヴォドカナルの経営はまだ市場経済移行過程にあると言える。ヴォドカナルはタシケント市所有の水道事業体であり、法律上は独立採算で経営を行う独立した法人であるが、実際にはタシケント市庁の影響を強く受けている。

一方、今後の事業運営について、政府はヴォドカナルに対し補助金を与える考えはないことから、ヴォドカナルは自ら必要な資金を確保しなければならない。しかし(5)料金制度で述べたように、料金で回収される費用は短期の運転コストのみである。また、料金改定の承認も適時に行われるわけではなく、ヴォドカナルにおいて資金不足が発生してから承認されるというケースが多い。

このように料金改定の問題だけをみても、タシケント市庁の裁量に基づいているため、ヴォドカナルは長期の視点での計画立案や投資を行うというよりも、目先の問題のみを解決する経営方式に偏る傾向がある。但し、前述の(4)ヴォドカナルの組織で述べられているように、現在の経営者は組織について大きな改革を行おうとしている。一方、それを実現するためには、経営体制、計画、財務、営業、投資決定の各分野について、近代的水道事業経営の知識・技術を習得することがより重要である。

## (8) 民営化の現状

民営化の大きな枠組みは「ウ」国政府により既に発布されている。この方針に基づき、ヴォドカナルもまた将来民営化されることになる。民営化の方針は示されたものの、具体的な内容は今後策定される予定である。現在まで明らかとなっている内容は「ウ」国政府によれば次の通りである。

### 1) 民営化後の会社の所有者

中央政府（タシケント市庁所有を通し）が 51%、職員が 10%、残り 39%が外資を含む民間セクターの所有とする。但し、政府の持分は将来更に減らす可能性もあるとのことである。

2) 民営化後の会社の意思決定

株式会社化された後の会社の重要な意思決定は株主総会により行われることになる。

3) 民営化の開始

ヴォドカナルが資金を海外から借り入れて行っているプロジェクトの建設期間中は、第一副首相の発令により民営化は行えない。

4) 民営化の最終決定

民営化の決定は国家財産委員会によってなされる。ヴォドカナルの同意を前提に、閣議の承認を得た上で行われることになる。

## II.1.4 関連するプロジェクト及び調査研究

ここでは、関連するプロジェクト及び調査研究としてタシケント市庁による進行プロジェクト、前回の JICA 調査、EBRD 借款によるプロジェクトについて述べる。

### (1) タシケント市庁による進行プロジェクト

タシケント市庁は次の計画を発表しており、今回の調査の中でも十分考慮する必要がある。

- 2009年までに全ての個人消費者の家庭にメータをとりつける
- ヴォドカナルの民営化の推進

### (2) 関連する調査

#### 1) JICA開発調査（「ウ」国水道事業の経営・料金改善調査）

1999年6月から2000年3月にかけて、JICA 開発調査(タイトル:“The Improvement of Management and Tariff Policy in Water Supply Services in the ROU”)が実施された。料金制度と経営面の改善について、前回 JICA 開発調査の主要な改善案とヴォドカナルのその後の対応を表 II.1.18 に示す。

表 II.1.18 前回 JICA 開発調査時の改善案及びヴォドカナルの対応

項目	改善案	ヴォドカナルの対応
料金制度	ノルム 料金制度から従量制料金制度への早期の移行	ヴォドカナル及び TKEO は努力したものの、予算不足により 2004 年までの移行完了計画は達成できなかった。
	メータ設置費用は水道料金に含めるか、個人消費者に一時的に資金を貸付けて対応するシステムを導入すべき。	ヴォドカナルは当初メータ設置費用を水道料金に含めて回収していたが、2003 年 6 月の料金値上げ（改定）により水道料金自体が大きく値上がりし、これにメータ設置費用まで付加することができなくなった。現在は左記改善案のように、個人消費者にヴォドカナルから一時的に資金を貸付けてメータを購入してもらう方法を検討している。
	メータは屋外に設置すべき。	一戸建て住宅に対し、ヴォドカナルが屋外に集合型の管理ボックスを設け、そこにメータを収納する方法を試行。30 戸ほどを対象に 2003 年夏に実施し、技術及びコストの検討をおこなっている。
	個人消費者と企業の間に行き過ぎた料金格差は解消すべき。	2000 年 3 月の料金改定により解消された。
経営	独立採算制を達成するためにはヴォドカナルの自主性及び意思決定の範囲をより拡大すべきである。	ヴォドカナルの自主性及び意思決定の範囲については大きな変化はない。但し、ヴォドカナルは現在組織の改革に取り組んでいる。
	ヴォドカナルが独立採算制を目指すための料金改定に当たっては、今後の施設投資計画まで含んだ資金計画に基づき料金水準を決定していくべきであり、3 年後を想定した考え方のフローを示した。また実際の望ましい料金表をサンプルとして提示した。	過去、何度かの料金値上げを行ってきたが、まだ、通常の運転費用を賄うレベルであり、施設投資計画まで含んだ料金水準には達成していない。
	ヴォドカナルは個人消費者に対し節水意識をより広めるべきである。	国営テレビとの協働によるテレビのシリーズ番組やショート CM の製作放映など前進が見られる。

施設面に関しては、前回調査から 2004 年末現在まで、目立った改善投資は行われてきていない。なお、前回調査は料金制度及び経営改善に主眼が置かれていたため、施設改善の詳細計画は策定していない。

## 2) EBRD 借款によるプロジェクト

最も関連するプロジェクトとして現在 EBRD 借款によるタシケント市水道事業の改善計画がある。EBRD 借款の目的はタシケント市水道事業において緊急的に更新・改善を行うべき施設への投資を行うものである。事業費の合計は 14.5 百万米ドルで

あり、10.0 百万米ドルが EBRD からの借款となっている。残り 4.5 百万米ドルに関しては「ウ」国内で調達する。但し、この国内調達部分は土木工事が殆どであるため、その作業をヴォドカナルの関係会社に行わせることを考えている。借入機関はタシケント市庁であり、タシケント市庁がヴォドカナルに対し転貸する。2005年2月現在、EBRD とタシケント市庁との間で借款契約が既に結ばれている。返済期間は15年（うち猶予期間3年）である。また利率は、LIBOR（ロンドン銀行間取引利率）+1%である（第II章 3.5.（1）資金調達の方法では、利率3.5%、返済期間15年（うち猶予期間3年）と仮定して、資金計画の検討を行っている。）。プロジェクトの具体的内容は、2008年を目処に表II.1.19に示す項目を実施し、緊急に必要な施設の更新・改善を行って給水の安定供給を確保することである。主要な内容は、カデリヤ、ボズスー、キブライ浄水場の老朽化している施設を緊急的に更新して一部改善すること、及び配水系統の一部改善と低圧地区への加圧ポンプ場設置である。

表II.1.19 EBRD 借款によるプロジェクトの内容

場所	項目	内容
カデリヤ浄水場	No.1,2 取水ポンプ場更新	15 台の付属施設を含めたポンプ施設の更新
	ろ過池の更新と改善	50%の自動弁の更新と自動洗浄システムの導入
	水質試験機器	水質試験機器の更新
ボズスー浄水場	取水、配水ポンプ場更新	取水、配水ポンプと付属施設の更新
	ろ過池の更新	能力 100,000m <sup>3</sup> /d のろ過池の新設
キブライ浄水場	井戸ポンプ更新	63 基の井戸ポンプの更新
リサノバポンプ場	加圧ポンプ場新設	能力 1000m <sup>3</sup> /hr の加圧ポンプ場の新設
オクティヤスキ配管	配水改善のための増強配水管	径 1000mm と径 1200mm の配水管延長 2km の敷設

## II.2. 現状の問題点と長期計画の必要性

本長期計画の最終的目標は、2015年を目標年次としてタシケントの安定した水道事業を実施することである。安定した水道事業を実施するためには、1) 将来に亘り安定した水供給ができるように施設の更新と改善を行う必要がある。また、2) そのための必要な資金を確保しなければならない。さらに、3) 調達した資金を目的に沿い、有効に運用するための効率的な経営体制が必要となる。そこで、これらを満たすために現在の問題について検討する。

## II.2.1 安定した水供給ができる施設を確保する上で問題となる点

将来に亘り安定した水供給ができる施設を確保する上で次の問題がある。

### (1) 老朽化した浄水場

浄水場の機能診断をおこなった結果、浄水場の多くの施設は老朽化しており、そのため次に示すような問題が発生していることが判明した。また、施設の老朽化の根拠として、調査団が行った診断結果の概要をカデリヤとキブライ浄水場を例に表 II.2.1 に示す。

- 1) キブライやボズスー浄水場等の建設年の古い浄水場は機械・電気設備のみならず、土木・建築構造物も老朽化が著しい。最も新しいカデリヤ浄水場においてさえ、取水ポンプが老朽化し、年に1～2回は故障が発生している。カデリヤ浄水場は計画浄水量 $1,375 \text{ km}^3/\text{d}$ をはるかに超えた過負荷運転 ( $2,100 \text{ km}^3/\text{d}$ ) を続けており、施設の老朽化を早めるだけでなく、ろ過池の洗浄頻度の増加やろ過水質の安定性に重大な影響を及ぼしている。
- 2) キブライ浄水場の取水能力は、ポンプの頻繁な故障と井戸の老朽化により低下している。ポンプの故障原因は、運転中に井戸水位の急激かつ大きな低下が頻発しているにもかかわらず、ポンプに空運転防止のインターロック装置がないことによる。また、井戸ポンプの揚水能力が実際の井戸の適正揚水量を上回っていること、井戸間隔が $100\text{m} \sim 200\text{m}$ と、水理上必要な最小間隔である $300 \sim 700\text{m}$ より小さく、相互干渉により適正揚水量が低下していること等が大きな水位低下の原因となっている。
- 3) 市内には5つの小規模な地下水浄水場があるが、多くの井戸の取水能力は低下しており、井戸ポンプは頻繁に故障している。

表Ⅱ.2.1 カデリヤとキブライ浄水場の診断結果

分類	名称	カデリヤ浄水場	キブライ浄水場
設置年	構造物・施設	No.1 取水施設・旧ろ過施設；1969年, No.2 取水施設・新ろ過施設：1985年設置	構造物:1955年, No.1 配水ポンプ場:1962年, No.2 配水ポンプ場 1969年, 井戸：1955～1990年設置
機能診断	設計能力	1,375 千 m <sup>3</sup> /d	455 千 m <sup>3</sup> /d
	取水能力	2,250 千 m <sup>3</sup> /d	470 千 m <sup>3</sup> /d
	給水能力	自然流下管:2,250 千 m <sup>3</sup> /d,ポンプ設備: 121 千 m <sup>3</sup> /d	750 千 m <sup>3</sup> /d (カデリヤ浄水場からの移送水含む)
	実給水量	1,800 千～2,250 千 m <sup>3</sup> /d	750 千 m <sup>3</sup> /d (カデリヤ浄水場からの移送水含む)
	沈殿施設	No.1-100 万 m <sup>3</sup> (滞留時間=18時間), No.2-50 万 m <sup>3</sup> (同 12.5 時間), フロック形成設備不十分	該当なし
	ろ過施設	面積合計 6,720 m <sup>2</sup> ,ろ過速度 320-335m/d (SNIP 基準超過)	該当なし
	薬注設備	特に問題なし	該当なし
	消毒設備	特に問題なし 14kg/時間 x16 基	特に問題なし, 7.5kg/時間 x 6 基
	配水池	30 千 m <sup>3</sup> (滞留時間=0.3 時間)	10 千 m <sup>3</sup> (滞留時間=0.5 時間)
老朽化診断	井戸	----	取水能力低下が続いている。特に左岸側では多くの井戸ポンプが故障したまま放置
	沈殿池	構造物に特に老朽化は見られないが、付属設備が老朽化	該当なし
	他の構造物		老朽化が進み、補修が必要
	建物	建具や鋼製品は更新または修理必要	老朽化が進み、建具や鋼製品は更新または修理必要
	取水ポンプ設備	ポンプ及び付属設備は早急に更新要	該当なし
	ろ過池	ある程度のパイプとバルブは修理・が必要	該当なし
	配水ポンプ設備	ポンプ及び付属設備は早急な更新が必要	ポンプ及び付属設備は早急に更新
	洗浄ポンプ設備	部分的に修理が必要	該当なし
	薬品注入設備	早急な更新が必要	該当なし
	消毒設備	早急な更新が必要	早急な更新が必要
	受電設備	10年以内の更新が必要	10年以内の更新が必要
	電気設備	早急な更新が必要	早急な更新が必要
	配管と弁	長期間塗装がなされていないため老朽化が促進	長期間塗装がなされていないため老朽化が促進
水質試験室	機器が古く、精密で測定に便利な新型測定機器がない	機器が古く、精密で測定に便利な新型測定機器がない	

注：ヴォドカナル資料及び調査団調査結果を取りまとめ

## (2) 非効率で老朽化した配水施設

配水施設の問題点を次に概説する。

- 1) 主要浄水場であるカデリヤ、キブライ浄水場は、それらの給水区域である市内よりも標高が高く、地形的には自然流下で配水が可能である。しかし、現状では配水管の流下能力以上の水量が給水されており、その結果、配水管内の損失水頭が増大し、圧力が低下している箇所が多い。また、浄水場との標高差が特に大きい地域では圧力が過大になる箇所があり、この場合にはバルブを絞って減圧しているが、このことが下流側での圧力低下区域の拡大を助長している。このような理由で市内には134箇所の加圧ポンプ場が稼動しているが、そのポンプ場の多くは無収水の削減と適正な圧力調整が実施されれば廃止できるものである。更に、これらの加圧ポンプ場に装備されているポンプの吐出量は必要吐出量に比べ過大であるばかりでなく、自動制御システムがないため電力も浪費されている。
- 2) 将来、無収水が削減されれば給水量の時間変動が大きくなる。このことを考慮すれば既存の配水池容量は過小である。また配水ポンプは現状では水位または圧力により自動的に停止・起動できないため、常時運転員が監視して操作する必要がある。時間変動が殆どない現状においては、こうした運転も可能であるが、水量変動が大きくなると予想される将来においては、手動運転では追従できず、ポンプ井の水位・水圧等に応じたポンプの自動運転機器を導入する必要がある。
- 3) ヴォドカナルは420kmの配水管を緊急的な更新対象区間として選定した。これらの配水管の年間漏水事故件数は1km当たり10件に及ぶ（年間の漏水事故の合計8,000件のうち60%は当該区間に集中している。日本においては漏水が年間2件/kmを超えるとその区間の配水管は更新すべきと言われている）。
- 4) 診断した80箇所の加圧ポンプ場のうち、24箇所についてはポンプ及び電気設備が老朽化し、故障が頻発している状態である。

## (3) 運転管理上の問題

運転管理上の問題として次の点が挙げられる。

- 1) 多くの加圧ポンプ場が存在し、全て人力で運転管理されているため、多くの管理要員を必要とする。
- 2) 予算不足のため適切な維持修繕がなされていない。
- 3) 維持管理要員のための訓練プログラムと運転マニュアルの整備が不十分である。

## II.2.2 必要な資金を確保する上で問題となる点

安定した水供給を行うためには施設運営のための資金を確保する必要がある。また、第II章 2.1 で述べたように施設については老朽化という問題を抱えており、この改善を図る上でも資金が必要となる。必要な投資資金や運転資金を見積もり、かつそれらの調達を行い、返済に当たっては料金を通して顧客から長期にわたり回収していくことが必要である。これに対しヴォドカナルはこれまで必要な費用を適切に見積もってきておらず、その結果、必要な料金収入を確保してこなかったと言える。また、多くの無収水等の問題により、更なる資金不足をもたらす結果となっている。一方、政府はこういった問題に対し、これまで必要資金の手当てや料金制度改革といった適切な対処をしてきたとは言えず、全てヴォドカナルの責任の下に解決を図ろうとしている。

### (1) 無収水等の問題

調査の結果、タシケント市には多大な無収水及び浪費が存在していることがわかった。無収水については、老朽化したパイプからの漏水や盗水のほか、ノルムという定額料金制を採用していることから、定額料金分を超えた水使用が無収水となる。また、定額料金内での水使用であっても節水意識が低いために浪費が発生している。

以上より、タシケント市の2002年水需要（推定2,900千 $\text{m}^3/\text{d}$ ）の内訳を示すと、表II.2.2及び表II.2.3のようになる。

表II.2.3に示す通り、全体の給水量に対し無収水の割合は48.2%、また浪費が14.4%存在している。これらのうち、配水系統からの漏水や浪費については、パイプの修繕や節水意識を高めることにより削減できる需要である。特に、配水系統からの漏水は老朽化に起因する。これらの無収水、及び有収水ではあるが節水可能な水消費（浪費）の存在は、ヴォドカナルの財務を圧迫するとともに、将来にわたりこれらの費用を顧客が負担することになる。

表Ⅱ.2.2 水需要の項目内訳

項目	割合	内訳	原因	有収水 (○) 無収水 (×)	無収水の割合	摘要
消費者による水消費	60%	生活に必要な水使用	—	○	0%	
		節水すれば削減可能な水使用 (浪費等)	定額制であるため節水意識が働かない	ノルム水量までは○、それ以上は×	8%	但し庭への散水による消費も含まれる
配水系統からの損失水	40%	配水系からの漏水	パイプ老朽化	×	25%	
		配水系からの盗水等	ヴォドカナルにて調査中	×	15%	近隣の緑地への散水例が多い
計	100%				48%	

出典：調査団の推定

表Ⅱ.2.3 水需要の内訳

分類	名称	No.	(千 m <sup>3</sup> /d)	割合 (%)	式	備考
	市内への総給水量	①	2,900	100.0		調査団による推定
	消費者への実給水量	②	1,739	—		個人消費量：人口×1人1日当たり実給水量*1 大口消費者：有収水量*2
水需要の内訳	個人消費者実需要量	③	365	12.6		人口×1人1日当たり実消費量*3
	大口消費者(個人消費者以外) 実需要量	④	717	24.7		大口消費者有収水量×0.8
	実需要量計	⑤	1,082	37.3	③+④	顧客にとって実際に必要な水量
	消費者による浪費	⑥	418	14.4	⑦-⑤	浪費であるが料金を徴収しているもの
	有収水量	⑦	1,500	51.7		ヴォドカナルの資料をベースに算定
	建物での無収水	⑧	239	8.2	②-⑦	消費者への実給水量－有収水量
	配水系統での無収水(損失水)	⑨	1,161	40.0	①-②	配水管の漏水と不法接続など不適切消費
	無収水量	⑩	1,400	48.2	①-⑦	
	合計		2,900	100.0		

実給水量：個人と大口消費者の給水量の合計であり、メータ取付け済み個人消費者は調査による一人一日最大給水量 x 人口、未取付け消費者は推定された一人一日最大給水量 x 人口で水量を算定、大口消費者は大部分の水量がメータ検針水量であることから有収水量を適用

実需要量：大口と個人需要量の合計であり、個人消費者は全消費者がメータを取付けたものとしてメータ取り付け後の一人一日給水量で需要量を算定、大口消費者は有収水量の80%を実際に使われている量として算定

水需要： 損失水を含む

\*1：個人消費者/アパート/メータあり：150Lpcd×128千人=19(千 m<sup>3</sup>/d)

個人消費者/アパート/メータなし：500Lpcd×1,263千人=631(千 m<sup>3</sup>/d)

個人消費者/一戸建て/メータあり：200Lpcd×259千人=52(千 m<sup>3</sup>/d)

個人消費者/一戸建て/メータなし：270Lpcd×521千人=141(千 m<sup>3</sup>/d)

\*2：大口消費者：896(千 m<sup>3</sup>/d)

\*3：個人消費者/アパート：150Lpcd×1,391千人=209(千 m<sup>3</sup>/d)

個人消費者/一戸建て：200Lpcd×780千人=156(千 m<sup>3</sup>/d)

## (2) 財務計画上の問題

### 1) 長期資金計画の欠如

過去の通貨単位変更や超インフレの影響により現在の固定資産の帳簿価額は再調達価額よりかなり低く、それをベースに料金が設定されてきたため、施設更新のための資金が確保されてこなかった。料金は実態より大幅に低い簿価を回収するように決められてきたので、施設の更新・改善のための資金は確保されてこなかった。これは、長期的観点による投資計画が立てられてこなかったためである。この考えは、旧ソ連時代から今でも大きく変わらないと思われる。

### 2) 短期運転資金の不足

ヴォドカナルは、これまで少なくとも損益計算書上は赤字ではなかった。しかし、たびたび短期的な資金不足に陥っており、これは現在も職員への給与の遅配という形で表れている。この理由として、特定の国策企業に対する多額の不良債権が存在すること、公共機関からの債権回収が当該機関の予算不足から全般的に遅れ気味になること、必要費用の見込み額のうち電気料金代が予想を超えて上昇したことが挙げられる。明らかに滞留債権の問題は他の政府機関に係わるものであるため、これを解決するためにはヴォドカナルは政府の協力を求める必要がある。

## (3) 料金制度に関する問題

### 1) 料金値上げの限界

前述の資金不足の問題に対し、ヴォドカナルは今後、無収水削減や経費削減等を図っていくことが必要であるが、それらによる資金確保にも限界がある。一方、現在の料金は、施設更新の費用等継続的に水道事業を行う上で必要な全ての費用を考慮しているとは言えない。従って、これらの費用を適切に見積もった上で、必要なレベルまで現在の料金を上げることが考えられる。前述の WB の調査<sup>6</sup>は家庭収入の3%までの水道料金レベルを許容できるとしており、現在の料金水準は所得に対し1.1%であることから、2~3倍程度値上げできる余地があることになる。一方、電気、ガス、温水等、他の公共料金の所得に占める割合は18.7%と既に高く、住民の生活状況を考えた場合、安易に水道料金の値上げを行うべきではない。つまり、水

---

<sup>6</sup>Information and Modeling Issues in Designing Water and Sanitation Subsidy Scheme, May 2000 The World Bank

道事業を継続していくためには、施設投資に伴う値上げは避けられないため、段階的な料金値上げは必要となるが、そのためには住民負担を極力軽減するための政府補助金等の検討が不可欠である。

## 2) 従量制への移行

独立採算による経営を行うには、まず無収水及び水の浪費削減を図ることが必要である。このため、ノルム制から従量制への移行が図られているが、メータ設置の進捗は大幅に遅れており、設置を開始した1999年当初には設置完了予定が2004年であったが、2004年の計画では2009年に延期されている。このため、いまだ個人消費者については84%の人がノルム制による料金徴収となっており、無収水及び水の浪費削減が予定どおり進んでいない。また、たとえ従量制に移行したとしても次のような問題が今後新たに発生すると思われる。

### i) 検針上の問題

メータの盗難が危惧されることから屋内にメータが設置されており、家主不在では検針を行うことができない。また、従量制への移行に伴い検針員が新たに必要となる。

### ii) 料金収入額の減少

今後メータが設置されることにより個人消費者は節水に努めるものと考えられるが、この結果、料金収入が一時的に減少する恐れがある（アパートにおいてノルム水量は330 Lpcdであるが、メータ設置により150 Lpcd程度になると考えられる）。

## 3) 料金徴収上の問題

料金徴収上の問題として次の点があげられる。

### i) 料金徴収上の問題

現在、料金徴収は消費者が銀行または郵便局等へ直接払い込むか、ヴォドカナルの検針員が徴収する方法をとっている。住民による銀行口座の利用が普及していない状況ではこういった徴収方法がしばらく続くものと考えられる。また、検針員による料金徴収は今後の従量制移行に伴い、より増加していくと予想される。

しかし、検針員による徴収方法はそのためのコストが必要である以外に、徴収にかかわる検針員の不正を誘引する恐れがある。従って、ヴォドカナルとしては、より効率のよい徴収方法を考えるとともに、検針員による不正を予防する手だてが必要となる。

ii) 手作業を基本とした業務

検針や料金計算・請求が手作業で行われており、非効率であるとともに計算や記載に間違いが発生しやすい。従って、料金計算・請求作業はコンピュータ化が求められる。

## II.2.3 効率的な経営体制を確保する上で問題となる点

将来にわたり安定した水道事業サービスを行うためには、ここまで述べた施設面及び財務面の問題の解決のほかに、経営者の姿勢や方向性の策定や実施のあり方を強化するとともに、経営者は常に全体の改革を促しつつ、職員により高い質と効率を目指すことを求めることが必要である。このようにして、正しい経営判断の下に職員がより効率的に働くことを可能とする。

### (1) 組織風土及び職員教育上の問題

#### 1) 問題解決に対する取組姿勢

効率的な水道事業を行っていくためには経営者として現状を正確に把握し、何が問題であるか絶えず認識していく必要がある。問題点が把握された後は、改善のための目標を立て、その目標を達成するための戦略を練り上げる必要がある。そしてその戦略を実行するために、職員にその考え方を十分理解させる必要がある。しかし、これまでヴォドカナルでは長期的観点からの問題点の把握、及びそれに対する適切な対応策が採られてきたとは言いがたい。

#### 2) 職員意識

問題解決を図っていくためには、経営者と職員は問題意識の共有化を図る必要がある。解決案の提示や実行に当たっては職員からの意見の聴取が重要となる。しかし、現在、定期的な会議は持たれているものの、職員が自発的に発言を行い、それらが経営改善に結びつく仕組みができあがっておらず、会議運営も上意下達型で行

われることが多い。また、個々の職員が貢献をしても、その業績がただちに昇給や昇格で報われるような体系とはなっていない。このような状況により、職員の中から積極的に問題点を把握し、その解決を図っていくという機運が芽生えにくかったと言える。

### 3) 職員教育

組織能力全般を高めるためには、各職員の意識を高めるのみならず、能力を高める必要がある。そのためには技術的な教育のほか、財務、人事管理をはじめとした経営管理面についても職員教育を行っていく必要がある。しかし、ヴォドカナルの職員教育プログラムは、現状では新人教育プログラムがあるのみで、その他には特に教育制度がなく十分とは言えない。

## (2) 情報整備・共有化の問題

現状の問題点を認識・分析する上では正確な情報を経営者及び担当者が把握する必要があり、またそれらを関係者間で共有する必要がある。しかし、施設稼動状況などの基礎的情報や財務情報については、その信憑性について問題があり、かつ、その分析を行うための根拠となるデータが整っていない。また手作業での情報収集や分析が多いため、必要なデータを正確に適宜入手するには限界があると言える。

## (3) 住民との協力体制上の問題

水道事業の公共性から、顧客、とりわけ住民との関係は持続的な事業運営を行う上で非常に重要なものである。しかし、水道事業サービスの PR がこれまで不十分であったと言える。不足内容として、水道事業の経営内容について理解を求める情報開示や施設公開、節水意識を高めるための広報活動などが挙げられる。

以上のヴォドカナルが安定した水道事業を行う上での問題点をまとめると表 II.2.4 の通りである。

表 II.2.4 現状問題点の要約

安定した水道事業実現のために必要な要素	現状の問題点	
安定した水供給ができる施設の確保	老朽化した施設及び非効率な配水システム	<ul style="list-style-type: none"> <li>－施設の老朽化による事故の発生頻度が高い</li> <li>－システム構成が非効率のため、運転・維持管理費が高い</li> <li>－施設更新の資金が不足している</li> </ul>
必要な資金の確保	無収水等の問題	<ul style="list-style-type: none"> <li>－老朽化したパイプからの漏水が多い</li> <li>－メータ設置が遅れているため、節水意識が低い</li> <li>－無収水の存在により本来不要な施設の運転維持管理が必要となり、無駄なコストがかかっている</li> <li>－料金の徴収もれが発生している可能性がある</li> </ul>
	財務計画上の問題	<ul style="list-style-type: none"> <li>－長期資金計画の欠如</li> <li>－短期運転資金が不足している</li> <li>－政府方針により今後政府からの資金援助が期待できない</li> </ul>
	料金制度に関する問題	<ul style="list-style-type: none"> <li>－長期投資資金確保のため料金表改善が必要である一方料金水準の引き上げは安易に行えない</li> <li>－今後従量移行に伴い次のような解決すべき問題が発生する               <ol style="list-style-type: none"> <li>1) メータ検針方法の改善</li> <li>2) 水利用者の節水による一時的な料金収入の減少</li> </ol> </li> <li>－料金徴収については検針員が徴収するケースが多く、不正が介在する余地がある</li> </ul>
効率的な経営体制の確保	組織風土及び職員教育上の問題	<ul style="list-style-type: none"> <li>－施設の老朽化等、正確な現状把握及び問題に対する取り組み方が不完全である。</li> <li>－上意下達型の意思決定のため、下級者の意見が反映されない組織風土</li> <li>－従業員のトレーニング・システムが不十分</li> </ul>
	情報整備、共有化の問題	<ul style="list-style-type: none"> <li>－情報整備・共有化が遅れているため、経営に必要な情報が正しく適時に伝わらない</li> </ul>
	住民との協力体制上の問題	<ul style="list-style-type: none"> <li>－住民への情報開示が不十分</li> <li>－ヴォドカナルの活動・節水に関する PR 活動が不十分</li> </ul>

## II.2.4 長期計画の必要性

第II章 2.2 で述べたように、タシケント市の水道システムには多量の配水系統での損失水と消費者による浪費がある。タシケント市の水需要は、メータ設置の進捗に伴って過去数年間減少傾向にある。しかし、老朽化した配水管や機器について順次更新していかなければ、配水管の漏水率は上昇すると予想され、その増加率はメータ設置による需要の減少率をやがては上回ることになる。このことは取水ポンプや配水ポンプの重大な故障（例えばシャフトの損耗による折損、モーターの焼損、羽根車の腐食による異常振動）の発生を誘発し、給水能力は大きく減少していくものと考えられる。

老朽化した水道施設が適切に更新されなければ、故障の頻度とその修理コストは急激に増加し、その後の修理が困難な事態に陥り、やがては消費者が必要とする水量を供給することができなくなる。

こうした最悪のシナリオを回避するため、水道施設の計画的かつ適正な改善・更新を実施し、全ての消費者への安定給水が確保されなければならない。

ここで老朽化した施設及び非効率な配水システムを見直すには、老朽化した配水管を更新することだけでも短期では行えことから、長期的視点に立って計画を策定する必要がある。また、施設更新に関わる投資は多額の資金を必要とし、たとえ政府からの補助金が得られたとしても、最終的に資金調達を外部から借り入れる必要が出てくると言える。但し、その返済は短期には行えず、長期にわたる料金徴収により徐々に行うことになるので、資金調達計画についても料金徴収を通じた返済計画を考慮した長期にわたる計画を策定する必要がある。しかし、ヴォドカナルの経営体制には旧ソ連時代の旧態依然とした体制がまだ残っていることから、策定される長期計画を効率よく実施していくためには、経営体制の見直しも同時に計画の一部とする必要がある。

## II.3 長期計画

### II.3.1 長期計画の策定

第II章 2.1 から第II章 2.3 で述べたヴォドカナルのさまざまな問題の改善を図るために長期計画を策定する。計画策定に当たっては各問題に対する対処方針として、次の3点を目標年次である2015年における達成目標として掲げた。

#### (1) 安定的な水供給

消費者に対する水供給の効率を最大限に高めるために、そのシステムを信頼性が高く適正なものとする必要がある。このため老朽施設の更新と配水施設の更新・改善を行う。

#### (2) 独立採算制

独立採算制に基づく経営方式の確立を目標とした。このため、資金調達計画は実現可能、かつ資金不足が生じることのないものとする必要がある。

(3) 効率的な経営体制

効率的な経営体制への移行を目標とした。施設の更新計画及びそのための資金調達計画が策定されたとしても、それが実施されなければ意味がない。現状の経営体制は市場経済過渡期のものであり、更に改善する必要がある。そのために効率的な経営体制への移行を目標とした。

これら3つの目標に対し、現状の問題点に鑑み、次の改善計画を策定した。

- 1) 無収水等（無収水及び浪費）の削減
- 2) 老朽化施設の更新と非効率な配水システムの改善
- 3) 財務状況の改善
- 4) 料金制度の改善
- 5) 経営・組織の改善
- 6) 情報整備・共有化
- 7) 住民の事業への協力促進

図 II.3.1 に、長期計画策定の流れを示す。

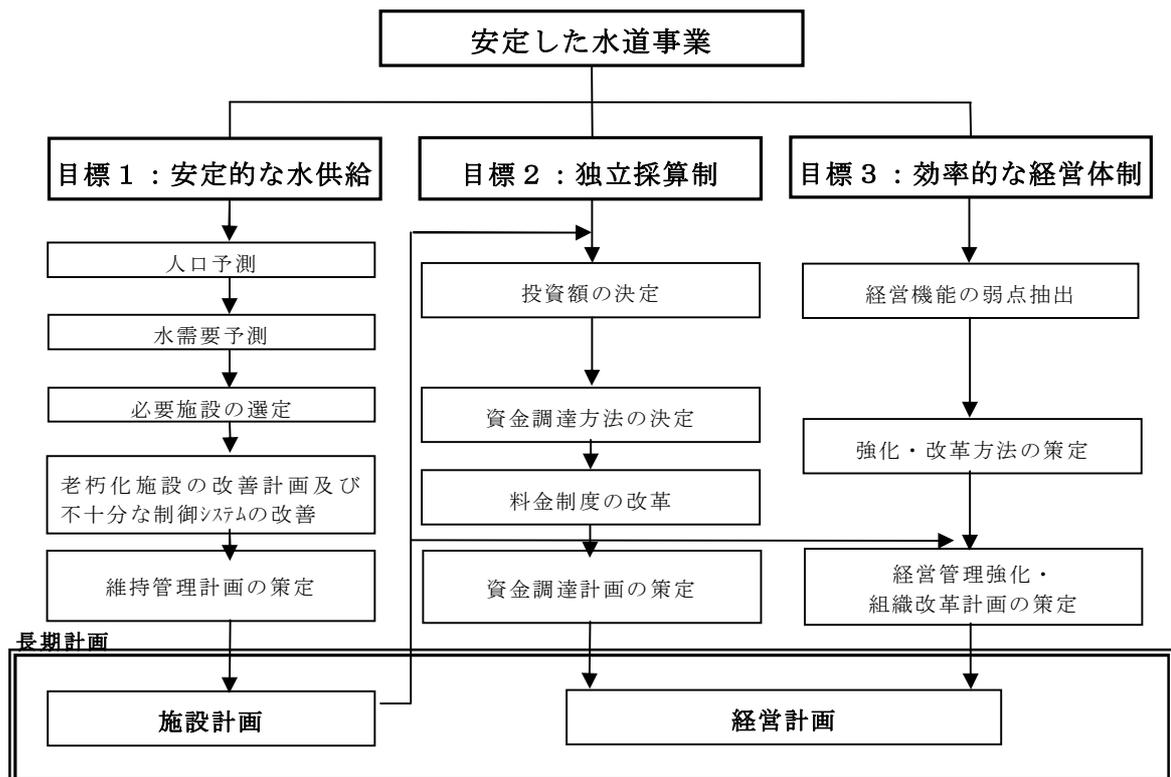


図 II.3.1 長期計画策定の流れ

### II.3.2 計画諸元の検討

本節では、長期計画の策定の前提となる水需要予測について述べる。

#### (1) 人口予測

ヴォドカナルの給水区域はタシケント市と周辺のカデリヤ、キブライ、アタ地区である。市統計局の人口予測によれば、2002年現在の市内給水人口2,107千人は2015年には若干増加して2,110千人になると予測しており、本計画においてもこれを採用した。またタシケント市の行政区域について、ヴォドカナルの給水率は98.5%となっているが、残りの消費者は豊富な井戸水を利用しており、これについては質・量ともに将来も問題ないとされていることから、将来も給水率は同率と想定した。さらに市の周辺地区についても、将来もヴォドカナルは給水を継続することを前提とした。表II.3.1に給水人口予測を示す。ここで

表II.3.1 給水人口予測

(千人)

分類	区域	2002	2005	2010	2015
アパート	市内*	1,376.8	1,375.5	1,377.4	1,378.6
	周辺	14.0	14.0	14.0	14.0
	合計	1,390.8	1,389.5	1,391.4	1,392.6
一戸建て	市内	730.2	730.7	730.7	731.4
	周辺	49.8	57.6	73.6	93.9
	合計	780.0	788.3	804.3	825.3
合計	市内	2,107.0	2,106.2	2,108.1	2,110.0
	周辺	63.8	71.6	87.6	107.9
	合計	2,170.8	2,177.8	2,195.7	2,217.9

注: 市の給水率 98.5% は将来も変わらず  
\*市内人口は市統計局の予測

周辺地区の人口増加率は、急速に開発の進んでいる一戸建てについては、ヴォドカナルから入手したデータによると2000年から2010年の予測値は約5%であることからその値を採用し、一方、開発の見込みがないとされるアパート(14千人)については将来も一定と想定した。

#### (2) 水需要予測

人口予測に基づき水需要予測を行う。但し、現状の多くの無収水や浪費を前提とせず、これらの削減が実行されることを前提として予測する。何故ならば、配水管の更新は今回の長期計画の中で検討される予定であり、これにより配水管からの漏水の削減が期待できること、また従量制への移行が政府方針として既に打ち出されており、これによる節水効果が期待できるからである。

1) 水需要予測のための仮定

i) 個人需要（アパートと一戸建て）

将来のアパートと一戸建て個人消費者による水需要量は、今後のメータの設置状況を想定し、それを基に予測した。メータを設置したアパートと一戸建ての顧客の消費範囲はそれぞれ 135～510（平均 150）Lpcd と 180～270（平均 200）Lpcd であった。

水需要予測はヴォドカナルが 2009 年までにメータ設置を完了する仮定で行っており、メータ設置後の一人当たり水需要量は一定として予測した。

ii) 大口需要者の消費

大口需要者は役所・公共施設・温水工場・学校・公立病院等の公共機関、大規模工場、小工場や商店に分かれる。これらの水需要を下記の仮定の下に目標年次まで予測した。

- 80%の大口需要者にはメータが既に設置されており、95%の水量はメータ料金の対象になっていることから、今後の水需要量の大幅な減少は見込めない。
- 公共機関の消費にはトイレのロータンクなど水使用機器からの漏水が含まれており、将来においては機器の修理が進み相当量の漏水が減少するものとした。
- 企業の水需要量は現状では減少傾向にあるが、経済の発展により 2015 年時点で 2002 年現在に比べ 10%増加すると想定した。企業の水需要量は景気の後退に伴い、1998 年以降減少傾向にあるが、「ウ」国の産業成長率は 2001 年から 2002 年で 3%前後の増加であることから、目標年次の 2015 年には 1998 年レベルになると推定し、上記の通り想定した。
- 個人消費者の温水需要量は将来減少すると想定した。何故ならば温水供給事業においても従量制への移行等、今後需要量を減らす方向での諸施策が検討されているからである。

iii) 配水システムの損失水

2002 年では約 40%の配水が配水システムで失われているが、将来の配水管更新と制度上の対策により配水管からの漏水や盗水等の減少が期待されることから、2015

年には損失水の割合が29%に低下すると想定した（表Ⅱ.3.2 参照）。

2) 水需要予測の結果

目標年次までの各年における水需要を表Ⅱ.3.2 及び図Ⅱ.3.2 に示す。今後実施されるメータ設置、老朽配水管の更新、管理の強化といった無収水・浪費の削減対策に伴い、将来の水需要量は大幅に減少すると予測され、2002年の施設設計の基本となる日平均給水量2,900千m<sup>3</sup>/dは目標年次2015年においてはほぼ半分の1,625千m<sup>3</sup>/dになると推定される。

メータ設置による無駄水（浪費）の削減効果は、メータ設置率の低い個人消費者において顕著である。一方、メータ取り付けが既に進んでいる大口需要者の水需要量の減少は少なく、このことが将来における大口需要者の水需要量の割合を相対的に大きくしている。

現在のタシケント市の日変動係数（日最大水量/日平均水量）は約1.07であるが、2015年においては1.12と推定した。また、現在の時間変動係数（時間最大水量/日最大水量）は1.03であるが、2015年には1.12になると推定される。

表Ⅱ.3.2 目標年次の日平均水需要の予測

分類	項目/年	2002	2005	2007	2009	2010	2011	2015	
給水人口 (千人)	アパート	1,390.8	1,389.5	1,390.5	1,391.4	1,391.4	1,391.6	1,392.6	
	一戸建て	780.0	788.3	794.5	800.7	804.3	808.5	825.3	
	合計	2,170.8	2,177.8	2,185.0	2,192.1	2,195.7	2,200.2	2,217.9	
需要予測 (千m <sup>3</sup> /日)	個人消費者	アパート	650.6	548.9	415.3	281.7	208.7	208.8	208.9
		一戸建	192.5	179.7	170.1	160.5	160.9	161.7	165.1
		計	843.1	728.6	585.4	442.2	369.6	370.5	374
	大口消費者	896	851.1	842.1	833.1	824.1	815.1	779.2	
	損失水量	1,161	1,161	987	805	726	646	472	
	合計	2,900	2,741	2,415	2,080	1,920	1,832	1,625	
一人当り 水量 (Lpcd)	個人消費者	388	335	268	202	168	168	169	
	大口消費	413	391	385	380	375	370	351	
	損失水量	535	533	452	367	331	294	213	
	合計	1,336	1,259	1,105	949	874	832	733	
損失水の比率 (%)		40.0	42.3	40.9	38.7	37.9	35.3	29.1	
無収水 削減 プログラム	メータ設置促進		←————→						
	配水管更新		←————→						
	管理強化		←————→						

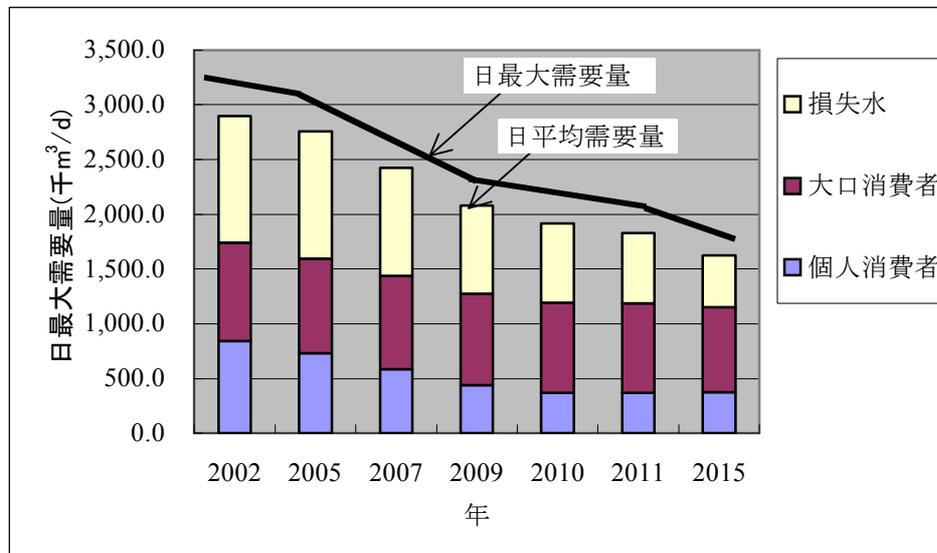


図 II.3.2 水需要予測

### II.3.3 無収水等（無収水及び浪費）の削減（無収水削減計画）

無収水及び浪費を削減するため、(1) メータ設置促進、(2) 老朽配水管の更新、(3) 管理の強化を実施項目とする無収水削減計画を策定した。

#### (1) メータ設置促進

メータ設置後は従量制料金となるため、個人消費者の水の浪費が解消されることは消費者の検針記録からも明らかである。従ってメータ設置促進は最も重要な無収水削減計画の実施項目である。

現在（2003年）の政府目標は、2009年までにメータ設置を100%完了することである。但し、これは1999年に行った前回JICA調査「水道事業経営・料金政策改善計画調査」時におけるメータ設置計画から5年間延期されている。従って、新しい計画が厳格に遂行されることが非常に重要である。メータ設置が遅れてきた主な理由は、現行規定ではメータを設置した者が直接その費用を負担することになっているものの、実際には個人消費者がこの費用を負担しきれないことによる。この点については、前回JICA調査による提言に従い、個人消費者がより負担しやすくするために、メータ設置費用を全体の料金に含めて回収していく方法をヴォドカナルは採用していた。しかし、その後の電力費上昇により運転コストが増加し、メータ設置費用まで料金に含めて回収することが困難になったことにより、再度旧来の方法に戻ってしまった。そこ

で、この対応策として、調査団はメータ設置費用の負担について長期の貸付制度を導入することや、アパートについてはメータの個別設置を回避するためバルクメータ利用による従量制への移行を提言し、ヴォドカナルと協議を行った。ヴォドカナルによれば、これらの対応策は理論上は正しいものの、社会風土から実行は難しいということであった。また、25軒の一戸建て家屋を対象としてメータ設置パイロット・プロジェクト（各戸のメータを道路脇に設置した鋼製の箱に納め、ここから各家屋までの給水配管を引き込むものである。これにより、メータの管理、検針が容易になるという利点を得られるが、据付コストが従来方法に比べ3倍以上となるという問題点がある。）を行っていたが、実際の設置方法はまだ決定されていない。

このようにメータ設置促進に当たっては、技術面のみならず財務面の問題も解決することが重要であり、さらに、ノルム制から従量制への移行促進のための奨励策を用意する必要がある。以下にそのための今後行うべきスケジュールを示す。

#### 1) 2009年までのメータ設置

- ヴォドカナルが実施した一戸建てを対象としたメータ設置パイロット・プロジェクトを技術・財務の両面から評価し、今後の採用の可否、または導入に当たっての問題点の抽出、及び解決策の検討を行う。
- アパートを対象としたメータ設置方法の技術的検討を行い、特に設置コストや設置に関わる技術的問題点がある場合は、バルクメータによる検針実施の可能性の検討を再度行う。
- ヴォドカナルが外部会社に委託した、アパートのメータ設置に関する技術的評価の結果の提出を早急に求め、検討を行う。
- 以上を踏まえ、メータ設置方法を決定する。
- メータ設置費用の確保を行う必要があり、そのために外部または政府からの一時的なメータ設置資金借入の検討等を行う。
- 2009年までの具体的な設置計画の設定を行う。
- 以上の計画の実施責任者を決定し、計画を遂行する。

#### 2) ノルム料金制度の改定

- ノルム料金制で用いられる基準消費量について、実際の消費量に基づいた消費量に再設定する。（例、アパートの場合基準消費量を現行の330 Lpcdから580

Lpcdに変更する。)

- もし関係機関がこのような変更を承認しない場合は、バルクメータを用いて料金を徴収することを検討する。

以上のそれぞれの方法について再度検討し、最も適当なものを選ぶ。このためには実施に必要な資金の調達と共に、現行法制度の見直しも必要である。具体的には以下の行動を起こす必要がある。

まず、資金調達方法を含んだ実行計画をヴォドカナルが策定する。さらにヴォドカナルは実際の消費量に関する正確なデータに基づき、政府に対し料金制度の変更案を提出する。政府は、ただちに本提案書について協議を行うとともに、実施に向け最大限の努力をする。なお、この料金制度改定はメータ設置の進捗に合わせて実施することとする。

## (2) 老朽配水管の更新

ヴォドカナルは更新計画候補として、漏水が多発する総延長 420km の配水管を選定したが、これらは径 200mm 以下の小口径管が 73% と多く含まれており、かつ表 II.3.3 に示すように市内全域に分布している。

各敷設替え対象の配水管は短い延長でかつ点在しているため、実際の工事の困難性や施工速度は道路状況や交通量などに大きく影響される。

ヴォドカナルによると配水管の敷設替えの場合、工事工程が複雑になるため、年間最大 60km の敷設工事が限度とのことである。しかし、配水系統からの漏水量は調査団の推定では 725 千 m<sup>3</sup>/d にものぼることから、更新工事はできるだけ早期に実施される必要がある。

表 II.3.3 更新のため選定された配水管

区名	延長 (m)	選定箇所
ミルゾ・ウルク・ヘック	67,265	46
サビル・ラヒモフ	28,242	4
アクマル・イクラモフ	52,700	94
ハムザ	34,317	39
ユナサハット	30,162	24
セルゲ・ネリ	51,520	39
ベクテミール	8,420	54
チランザール	33,248	67
ジャハンタール	47,996	65
ヤッカサイ	31,066	63
ミラハット	35,145	33
合計	420,081	528

注：ヴォドカナルが選定

## (3) 無収水削減調査の強化

無収水はパイプからの漏水のみならず、盗水などの違法な水使用も含まれていると

思われる。しかし、ヴォドカナルにはこれまで確たるデータはなかった。従って、これらの調査を強化し、違法な使用が発見された場合は厳格な処罰を行い、再発防止に努める必要がある。

### II.3.4 老朽化施設の更新と非効率な配水システムの改善

老朽化施設の更新と非効率な配水システムを改善するための施設計画を策定するに当たり、表II.3.2で述べたように、将来の需要は減少すると予測されているため、まず将来の需要に対応した浄水場を特定することとする。配水システムの見直しを行うとともに、特定された浄水場施設について下記のように改善計画を策定する。

#### (1) 浄水場の選定（カデリヤ浄水場の優位性）

将来のタシケント市水道システムの計画給水量は表II.3.4に示す通りであり、この予測に基づき浄水場を選定する。

表II.3.4 計画給水量

年	2002	2005	2007	2009	2010	2011	2015
日平均 (千 m <sup>3</sup> /d)	2,900	2,741	2,414	2,081	1,919	1,831	1,625
日最大 (千 m <sup>3</sup> /d)	3,100	3,015	2,656	2,289	2,130	2,051	1,820

タシケント市内 8 箇所の浄水場のうち、最大規模のカデリヤ浄水場は将来とも継続して運転される必要がある。本浄水場は市内給水全体の 72% をカバーしており、将来の水需要量に対応するためにはその存続が不可欠である。加えて施設の新しさ、運転コストの低さ等の優位性がある。

将来の日最大給水量とカデリヤ浄水場及び他の浄水場の能力との関係は、表II.3.5に示す通りである。現在、カデリヤ浄水場は設計能力に対して大幅な過負荷の状態で開催しているが、全体の需要量から考えると急に浄水量を減少させることは出来ないため、表に示すように需要量の減少に従って浄水量を順次減少させ、目標年次には設計浄水量の1,375千m<sup>3</sup>/dで運転する計画とする。そして、市内の合計の水需要に対する不足分は他の浄水場により供給する。つまり、表に示すように、2015年で計画日最大給水量1,820千m<sup>3</sup>/dのうち445千m<sup>3</sup>/dを他の浄水場で生産する必要がある。従って、他の浄水場の必要能力を450千m<sup>3</sup>/dに設定する。

表 II.3.5 計画給水量と浄水場の必要能力

年	2002	2005	2007	2009	2010	2011	2015	
計画日最大給水量 (千 m <sup>3</sup> /d)	3,100	3,015	2,656	2,289	2,130	2,051	1,820	
必要浄水量 (千 m <sup>3</sup> /d)	カデリヤ浄水場	2,200	2,165	1,830	1,830	1,700 <sup>*1</sup>	1,500	1,375 <sup>*2</sup>
	その他	900	850	826	459	430	551	445
合計浄水量 (千 m <sup>3</sup> /d)	3,100	3,015	2,656	2,289	2,130	2,051	1,820	

\*1: SNIP規定の最大ろ過速度 (12m/時) の基準に適合した最大浄水量

\*2: 浄水場の設計水量

## (2) 他の浄水場の選定

既に述べたように、2015年の水需要を満たすためには、合計で450千m<sup>3</sup>/dの能力となるように浄水場が選定されなければならない。ここで浄水場の選定基準は、1)自然流下による配水を行える高所に位置していること、2)改善・更新に要する費用が嵩まないこと、3)運転管理コストが安価であることとする。

キブライ浄水場は上記の1)、2)の選定基準に適合し、ボズスー浄水場は2)、3)に適合する。また、3)の選定基準からみるとキブライ浄水場は運転管理コストが高いが、井戸ポンプの改善や配水システムの改善によって、大幅に電気料金や人件費などの運転管理コストを低くすることができる可能性がある。

### 1) キブライ浄水場

キブライ浄水場の地下水源の評価を行った結果、改善を行えば（例えば適正な能力を有し、かつ自動運転の機能のある井戸ポンプに更新する）、350千m<sup>3</sup>/dの水量を十分に確保できることが判明した。

EBRD 借款によるプロジェクトでは、キブライ浄水場の井戸ポンプを井戸の能力に適合した水位による自動運転可能なものに更新することになっている。従って、キブライ浄水場はこのプロジェクトの実施により350千m<sup>3</sup>/dの能力を確保できる。更に、井戸ポンプ改善により故障を防ぐことができ、さらに電力消費量は大幅に削減されると期待できる。

### 2) ボズスー浄水場

ボズスー浄水場については、取水・配水ポンプ及びいくつかのろ過池の更新が早急に必要状況にあるが、EBRD 借款によるプロジェクトによって、老朽化したろ過池の代替として能力100千m<sup>3</sup>/dの新設急速ろ過池が建設される。また、同プロ

プロジェクトにより取水・配水ポンプ及び付属設備の更新も実施される。従ってボズスー浄水場は最小限 100 千 m<sup>3</sup>/d の浄水処理を継続的に行うことができる。

以上よりキブライとボズスー浄水場により、必要とされる 450 千 m<sup>3</sup>/d を確保することができる。このことから 2015 年にはカデリヤ、キブライ、ボズスーの 3 浄水場により需要に見合う給水を行うこととする。

しかし、短・中期的には、水需要量が現状から徐々に減少する見込みであるため、図 II.3.3 に示すように、これらの 3 浄水場で全体の需要量を賄えるまでの期間は他の既存浄水場が引き続き稼働されることになる。

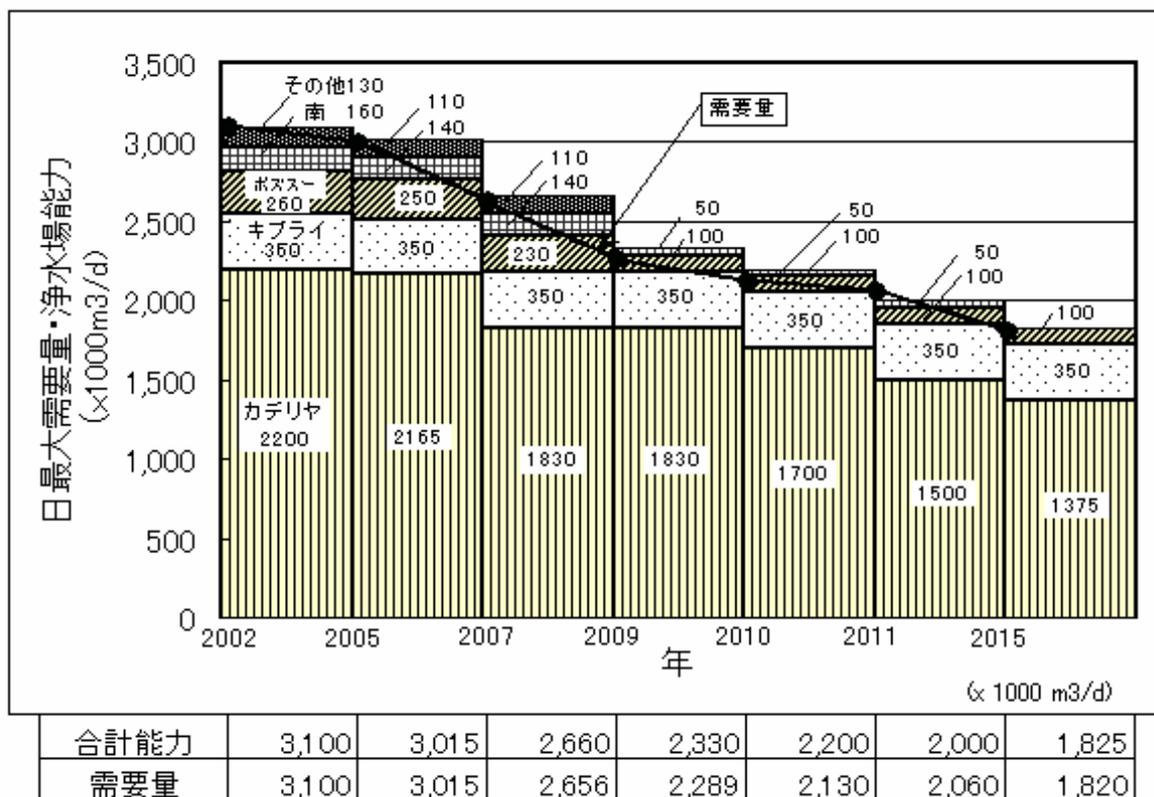


図 II.3.3 浄水場の能力の推移

### (3) 自然流下配水システムの確立

#### 1) 配水システムの改善

効率的な配水システムを構築するために、現在の地形を利用し、浄水場から自然流下で配水が可能となるシステムを検討する。水理解析を行った結果、自動圧力調整弁により適当な圧力調整を行えば、目標年次において市内面積の 90% の区域で

26m（5階建ての低層アパートに加圧ポンプ無しに給水できる圧力）以上の水圧を保てることが判明した。しかし、一部地区は26m未満の水圧のため、当該地区では低層アパートのために加圧ポンプを継続して使用する必要がある。

配水システムの改善内容としては、老朽配水管の更新、適正水圧を保つための配水管の増強、加圧ポンプ場の改善、圧力・流量調整システムの導入である。とりわけ、自然流下配水の導入により多くの既存の加圧ポンプ場が廃止できる可能性があるため、ポンプ場の改善については詳細な検討を行った。既存のポンプ場の調査により、加圧ポンプ場は供給する建物の階数によって、次の3つのタイプに分けられる。

タイプ1: 低層（5階以下）ビルに供給するもの

タイプ2: 高層（6～9階）ビルに供給するもの

タイプ3: 高層と低層の両方のビルに供給するもの

自然流下配水の導入後、殆どの給水区域で水圧26m以上が確保されるので、タイプ1のポンプ場は廃止することができる。タイプ2とタイプ3は42m（9階の場合）以上の水圧を必要とするので廃止はできないが、既存のポンプ場はそれらの給水区域の必要給水量に対して過大な設備能力を有しているため、需要に見合ったポンプに更新すると共に、無人運転が可能なような自動制御と監視設備を導入する検討を行った。また、タイプ3のうち、該当給水区域に高層ビルの数が少ない場合には、高層ビルに個別にポンプ（ポンプ・ユニット）を設置すればポンプ場を廃止できることから、ポンプ・ユニットを個別の高層ビル用として計画した。その結果、ポンプ場のほぼ半数を廃止でき、既存に比べ能力で20%、電力消費量で25%まで削減できることも明らかとなった。なお、これらのポンプ・ユニットの設置、運転管理はヴォドカナルの責任範囲となる。

表II.3.6は効率的な配水システムを構築するために必要な更新・改善の内容を示している。この中には配水管の更新・改善及び加圧ポンプ場の改善を含んでいる。

表 II.3.6 配水システムの更新/改善

施設	更新	改善	廃止
配水管網	-配水管 420km	-自動圧力・流量調整弁設置、 -市内の圧力上昇のため配水管増強 -圧力・流量監視システム導入	
配水ポンプ場	-ボズスー 配水ポンプ場	-キブライ浄水場の配水システムの変更 及び小規模新ポンプ場の建設	-キブライ浄水場の 既存配水ポンプ場
加圧ポンプ場		-継続使用する既存の加圧ポンプ場の改 善、自動運転、監視システム導入を含む	-将来必要のない ポンプ場

2) 現状と提案システムのコスト比較

既存システムと提案するシステムの比較を表 II.3.7 に示す。

表 II.3.7 既存と計画自然流下システムの比較

分類		項目	単位	既存 システム	提案 システム	備考
ポンプ場 建設改善費	建設費 及び更新費	～2015	千米ドル	15,000	37,435	
		2015～2035	千米ドル	21,000	7,400	
		合計	千米ドル	36,000	44,835	
運転管理費	数量	電力量	百万 kWh	90	20	30 米ドル/千 kWh
		職員数	人	794	356	600 米ドル/年/人
	年間コスト	電力費	千米ドル/年	2,670	600	
		人件費	千米ドル/年	476	213	
		合計	千米ドル/年	3,146	813	

注) 配水管の更新は両方に含まれるため比較の対象としていない。

既存システムの場合には、機能診断調査において早急な更新が必要とされた 24 箇所のポンプ場の更新コストを 2015 年までに更新を実施するものとして、表 II.3.7 に計上した。また、その他のポンプ場についても、将来は更新が必要なことからそのコストを 2015 年以降に計上した。

両者の建設費及び運転管理費の 2035 年までの現金収支について、10%の割引率を用いてその現在価値を算定した結果、提案システムでは 41 百万米ドル、既存システムでは 47 百万米ドルとなった。

提案システムは施設の建設費が大きく、かつ比較的近い将来に投資しなければならないため、投資面では既存システムより不利である。しかし、運転管理費が非常に低いため、総コストの現在価値は提案システムの方が低くなっている。従って、提案する自然流下システムがコスト面で有利である。

#### (4) 建設計画と運転管理計画

##### 1) 2015年の上水道システム

長期計画の目標年次である 2015 年までに実施する具体的な建設計画は次の通りである。

- 420 km の老朽化した配水管を更新する。
- カデリヤ浄水場の主要施設を更新・改善する。但し、これらの主要部分は EBRD プロジェクトで実施される。
- ボズスー浄水場の取水・配水ポンプ場施設及び処理量 100 千 m<sup>3</sup>/d のろ過池の更新が EBRD プロジェクトで実施される。
- 水量変動に対応するために容量の小さいカデリヤとキブライ浄水場の配水池を増設する（日最大給水量に対し 2 時間の容量を確保）。
- キブライ浄水場の配水システムをポンプ方式から自然流下方式へ変更する。
- 加圧ポンプ場の既存ポンプを将来の水需要に適合したポンプに更新し、運転管理の効率化を図るため自動運転機能を付加する。
- 配水管網の適正な水圧を確保するための配水管を増強する。
- 圧力及び流量調整を目的とした自動圧力・流量調整設備を設置する。
- 施設の適正な運転を確保するため、配水管網及び加圧ポンプ場監視のためのモニタリング・システムを導入する。

##### 2) 主要工事

計画した主要工事は表 II.3.8 に示す。工事は更新、改善、増強の 3 つのカテゴリに分けられる。

工事の結果、図 II.1.1 に示す現在の水道システムは次のように変更される。

- 8 箇所の浄水場は 3 箇所に減少する。
- 134 箇所の加圧ポンプ場は約半分になる。
- 22 箇所の圧力・流量調整設備が配水管網に設置される。
- 420km の老朽管が更新される。
- 16.8km の増強管が敷設される。

表 II.3.8 施設の更新・改善及び増強

名称	施設	更新	改善	増強
カデリヤ 浄水場	No.1, No.2 取水ポンプ場	ポンプ・配管・ 電気施設	自動運転の導入	
	沈殿池		フロック形成設備	
	薬品注入設備		タンク、注入設備	
	急速ろ過池	弁とパイプ	自動洗浄施設	
	消毒設備	塩素注入機		
	配水池			45 千 m <sup>3</sup> ×2 池、配管含む
	配水ポンプ場	配水ポンプ		
	受電設備	トランスと盤		
	管理棟			操作・監視室
	監視設備	流量計	水位計、中央監視	
水質試験機器	分析機器			
キブライ 浄水場	井戸設備	井戸ポンプ	自動制御	
	送水管		自然流下のため	
	消毒設備	塩素注入機		
	受電設備	トランスと盤		
	配水池			20 千 m <sup>3</sup>
	配水ポンプ場		周辺地区のための配水 ポンプ場	
	監視設備	流量計	水位計、監視施設	
老朽 配水管	VP 径 150 mm 以下	285.2km		
	ダクタイル管 径 200-600 mm	120.4km		
	鋼管径 700-1600 mm	14.5km		
配水管網	圧力・流量調整		径 600-1600mm 22 箇所	
	配水管の増強			配管径 500-1400mm, 16.8km
	監視ステーション		主:本庁、副:カラス	
加圧 ポンプ場	ポンプ更新・自動運転・ モニタリング機能導入		61 箇所ポンプ更新、自 動化及びモータリング導入	
	モニタリング施設導入 (対象 1000m <sup>3</sup> /d 以上のポ ンプ場)		12 箇所 モニタリング施設	
	ポンプ・ユニット (制御 盤・予備機付き、高層ビ ル用)		134 ユニット 自動ポンプ・ユニット	

### 3) 運転管理

目標年次 2015 年の水道施設は前述したように改善され、これに伴い、施設の運  
転管理も次のように改善される。

#### i) 運転管理人員と運転管理コストの減少

運転管理人員の数は既設施設の数の減少とシステムの改善によって減少する。  
継続して運転する浄水場について、カデリヤ及びボズスー浄水場についてはろ過  
池の洗浄の自動化、キブライ浄水場については井戸ポンプの運転の自動化による  
省力効果（管理人員の減少）が見込める。また加圧ポンプ場については、多くの

ポンプ場が改善され自動化されると共に、全ポンプ場についてヴォドカナルの本庁舎等からモニタリングを行うことで、無人化や現場の交代要員の削減が図れる。

キブライ浄水場の処理水量当たりの電力消費量は、取水ポンプの効率改善と自然流下による配水システムの導入により減少（0.42 kWh/m<sup>3</sup>から0.2 kWh/m<sup>3</sup>）する。加圧ポンプ場の電力消費量も改善後には大幅に減少する。

表Ⅱ.3.9、表Ⅱ.3.10、及び表Ⅱ.3.11 に計画運転管理人員、電力消費量、及び薬品消費量を現在（2002年）のそれと比較して示す。

表Ⅱ.3.9 計画水道システムの人員配置

種別		分類	交代勤務	運転	電気・機械・修理	水質分析	合計	変更点
継続して運転される浄水場		現在	199	192	90	32	513	自動化導入
		計画	130	150	86	35	401	
廃止される浄水場		現在	226	85	53	24	388	施設廃止
		計画	0	0	0	0	0	
加圧ポンプ場	既存	現在	585	173	36	0	794	自動・モニタリング機能導入
		ポンプ場	56	44	20	0	120	
	計画ポンプ場	巡回	40	60	10	0	110	
		合計	96	104	30	0	230	
現在人員合計	エンジニア	41	127	14	20	202	主として施設の廃止、自動化とモニタリング機能導入による	
	運転員	969	323	165	36	1,493		
	合計	1,010	450	179	56	1,695		
計画人員合計	エンジニア	40	100	40	20	200		
	運転員	186	154	76	15	431		
	合計	226	254	116	35	631		
差引減少人員数		差引	784	196	63	21	1,064	

表Ⅱ.3.10 電力消費量と費用

分類	名称	単位消費量		浄水量		電力消費量		費用	
		kWh/m <sup>3</sup>		千 m <sup>3</sup> /d		百万 kWh/年		千米ドル/年	
		2002	2015	2002	2015	2002	2015	2002	2015
継続して運転される浄水場	カデリヤ	0.105	0.110	2,100.0	1,224	80.3	49.1	2,409	1,475
	キブライ	0.423	0.200	353.5	312	54.6	22.8	1,638	683
	ボズスー	0.276	0.296	249.9	89	25.2	9.6	756	287
	合計	0.162	0.138	2,703.4	1,625	160.1	82.0	4,803	2,445
加圧ポンプ場	既存	---	---	---	---	88.8	---	---	---
	浄水場内 PS	---	---	---	---	11.0	---	---	---
	合計	---	---	---	---	99.8	20.0	2,994	599
その他		0.205	0	196.6	0	14.7	0	441	0
総計		0.259	0.171	2,900	1,625	274.6	101.5	8,238	3,044

注：1) 電力料金は2002年は約8スム/kWhであったが、2004年12月より大幅値上げがあり30スム/kWhとなったので、将来の傾向を正しく分析するため新料金で比較した。

2) それぞれの浄水場の浄水量は各年の合計浄水量を能力に従って按分した。

表 II.3.11 薬品消費量と費用

浄水場名	薬品名	単位消費量		浄水量		消費量		費用	
		mg/l		千 m <sup>3</sup> /d		トン/年		千米ドル/年	
		2002	2015	2002	2015	2002	2015	2002	2015
カデリヤ	凝集剤	2.0	10.0*	2,100	1,224	1,533.0	4,467.6	165.3	481.6
	液体塩素	0.7	0.7			523.3	312.7	83.7	50.0
キブライ	液体塩素	0.4	0.4	353	312	46.9	45.6	7.5	7.3
ボズスー	凝集剤	11.5	11.0	250	89	1,048.7	357.3	113.0	38.5
	液体塩素	0.8	0.8			73.6	26.0	11.8	4.2
その他	液体塩素	0.3		197		18.8		3.0	0
	次亜塩素酸カルシウム	0.1			9.7		9.7	0	
合計				2,900	1,625			394.0	581.6

\* カデリヤ浄水場の凝集剤注入率は目標年次において増加させる

## ii) 運転管理の改善

カデリヤとキブライ浄水場の配水池の増設とポンプの自動運転設備の導入により、将来予想される大幅な水量変動に対応できる。施設の流量、圧力、配水池の水位などの情報が計測機器を通してヴォドカナルの本部の監視室または各浄水場の監視室でモニターされ、正確で適時な情報を得ることができる。モニタリング・システムの導入により、異常時における速やかな対応や、適正な流量・水圧での運転が可能になり、給水サービスの向上が期待できる。

また、計画では改善された施設の運転・管理に対応するような運転管理員の訓練プログラム及び運転マニュアルが整備されるとともに、施設改善に関連付けてトレーニングが実施される。

## (5) 周辺地区を含む将来計画

ヴォドカナルはタシケント市政府より、その給水区域を市の周辺地区に広げることがを要請されており、調査団はその計画策定を求められた。しかし、周辺地区の計画は当初の調査の範囲に入っておらず、都市計画及びその対象区域が明確でなかったことから、必要な給水量の算定を主とする概略の検討にとどめた。

## (6) 施設更新を実施していく上での経営体制

施設面の長期計画を実施していく上で、経営体制として下記の点に配慮する必要がある。

1) 長期計画推進部門の設置

施設の更新を計画的に実施していく上で、絶えずその進捗について確認していくことが要求される。また、その結果、何か問題が発生した場合は必要な対処策を講じてその後の計画に反映していく必要がある。このような体制をプロジェクト実施中に中心的に行っていく部門（長期計画推進部門）を設置することが不可欠であり、これはヴォドカナルの経営者の下に設置されるべきである。

2) 浄水場及びポンプ場の廃止統合に伴い取るべき対応（2007年から2010年）

i) 浄水場及びポンプ場の廃止統合に伴い余剰となる職員の配置転換

浄水場及びポンプ場の廃止統合に伴い、1,060人の余剰人員が生じると予想される。これは人件費の削減となるものの、削減される職員にとっては深刻な問題となる。ヴォドカナルは配置転換、定年退職、諸手当などそれぞれの職員に適合する対策を策定する必要がある。そこで表Ⅱ.3.12に配置転換のケースを提案した。この計画によれば、余剰人員については毎年の定年退職者に伴う従業員数の自然減少による調整、長期計画実施上必要となる土木作業員への配置転換、メータ検針・保守点検要員、その他今後新しく設置されるであろう部門への配置転換により手当てできることがわかる。

どの場合においても配置転換される要員については新しい技術の取得及び配置転換に対する動機付けが必要と言える。そのためヴォドカナルは次のサポートを行う必要がある。

- 退職規定の見直しと規定どおりの実施
- 配置転換に必要な新技術取得のための研修の実施
- 配置転換される職員のカウンセリング

表Ⅱ.3.12 施設の廃止統合に伴う職員の配置転換計画

番号	項目	増減理由	～2005年	～2010年	～2015年	合計
1	施設廃止に伴う職員余剰数	施設廃止		-850	-210	-1,060
2	自然退職による純減数	退職		200	200	400
3	LTDP実施のための必要要員数	配水管更新		40		40
4	従量制移行に伴う必要数	検針・保守	100	400		500
5	転籍者数	新設子会社			120	120
	合計	1～5	100	-210	110	0

注：上記に示した雇用機会の他、従量制移行に伴い、建物内漏水の修理等さらなる新規雇用機会が創出されることが予想される。

ii) 浄水場及びポンプ場の再利用計画

施設の廃止に伴い、その廃止後の施設の取り扱いが問題となる。それらを有効に再利用することが望ましいことは当然であるが、ヴォドカナルの資産の処分には政府の承認が必要となる。従って、たとえそれが今後の「ウ」国経済の発展に寄与するものであっても、安易にこれらを開発事業者に売却することはできない。

そこで、政府の承認を前提として次のような活用が考えられる。

- 民間開発会社または企業への売却 (整地費用込み)
- 政府による活用 (公共施設の建設)

### II.3.5 財務状況の改善

長期計画で必要とされる投資資金を確保し、その返済を行う中で長期に安定した財務体質を確立し、かつ住民に対して過度の負担を強いることがないように財務改善計画を策定する。但し、今回の長期計画は施設更新及び維持管理に関しては2015年までに最低限必要なもののみを対象としているため、今後の外部環境の変化に応じ、定期的に計画の見直しを行っていくことが必要となる。

#### (1) 資金調達方法の検討

長期計画を実施するためには、多額の投資資金が必要となる。資金調達については次の方法が考えられるが、実際にはこの中から可能な組み合わせを検討し、調達が行われることになる。

##### 1) ヴォドカナルの自助努力による財務改善

費用削減や料金徴収の改善等による自己資金調達が考えられるが、調達額については限界がある。

##### 2) 外部借入

国際金融機関等からの借入が考えられるが、高いカントリー・リスクや借入の前提としてのヴォドカナルの財務状況の透明性確保、また政府保証が必要となる。

##### 3) 政府からの補助

水道事業は料金から必要な費用を全て回収することが理想である。但し、現実に

はこのようなケースは稀であり、大型の投資資金については政府から拠出されるケースが多い。一方、「ウ」国では今後、基本的に政府からの補助は受けられないことになっている。

#### 4) 民営化

既にヴォドカナルの民営化方針が政府から発表されているが、民営化には政府案以外にも様々な手法があり、検討の余地がある。民営化による資金調達が実現できれば望ましいものの、政府案では実際にどういった出資者が想定されているのか不明である。

#### 5) 国際援助機関からの無償援助

海外からの無償援助が考えられるが、政治的問題も関係しており、また、無償援助が行われたとしても額は限られたものとなる。

### (2) 資金調達計画案

前述の通り資金調達方法にはいくつかの選択肢があるが、独立採算制を目指すことが本長期計画の目標の一つであり、かつ政府もそれを指示していることから、政府からの補助は存在しない前提で検討を行い、最終局面で検討に加えることとする。また、計画上、料金値上げが必要な場合には住民の支払能力に十分配慮したレベルに抑えることに留意した。

#### 1) ヴォドカナルの自助努力による財務健全化

ヴォドカナルの財務状況を改善させることにより、2015年までに確保される資金額を下記に検討した。

##### i) 無収水削減計画

無収水の削減は運転費用の削減につながる。この計画はメータ設置促進、老朽配水管の更新、管理の強化からなる。配水管更新は多くの投資資金を必要とするが、他の内容はこのような投資を必要としない。

##### ii) 滞留債権の回収

主要な滞留債権として温水暖房会社（Tashtplocentral）及び飛行機会社

(TAPOiCh) に対するものがある。これらは国営または国策企業であるため、この問題はヴォドカナル単独では解決できず、これら組織の改革を含めた政府による強力な支持・支援が必要となる。もしこれらの債権回収が進めば一定の資金が確保できる。

ここで2005年から2015年の間にヴォドカナルの自助努力によりどれだけ資金の確保が図られるかまとめたものを表II.3.13に示す。なお、メータ設置により実際には需要量がノルム水量を下回り、それだけ収入減となることが考えられるが、この分については料率を上げることにより従来収入を確保できると仮定して計算している。

表II.3.13 推定される資金確保 (2005-2015)

	項目	2015年までに確保される資金
a)	無収水削減計画 - メータ設置推進	1,682 千米ドル
b)	無収水削減計画 - 管理の強化	3,411 千米ドル
	合計	5,093 千米ドル

注：インフレ率の考慮は行っていない。

上記より自助努力により約5百万ドルの資金確保が可能となる。なお、無収水の削減については、組織的な再構築が必要である。例えば、この効果をより大きく上げるための動機付けとして、ヴォドカナル職員に対し盗水等の発見による無収水の削減結果に応じて手当等を支給することが一つの方法として考えられる。また、ヴォドカナル内部のみによる実施では短期間に大きな効果を挙げることは困難と考えられる場合には、外部会社に委託することで大きな効果を挙げることを目指すことも考えられる。

## 2) 別途調達すべき資金

長期計画の必要投資資金は約158百万米ドルであり、自助努力による資金調達額はこの3%ほどにしかない。従って、残り153百万米ドルについては別途資金調達を行う必要がある。

## 3) 料金値上げ率の検討

単純に153百万米ドルを30年間で回収するとした場合、年間約5百万米ドルが新たに必要となる。ここで、料金値上げ率を考えると、現在の年間水道料金収入(除

く下水道収入) がおよそ 15 百万米ドルであることから、少なくとも料金水準を実質 1.3 倍にする必要があることがわかる。

#### 4) 料金値上げ率の妥当性の検討

第Ⅱ章 2.2 で述べたように、公共料金の支払総額が住民の負担となっていることから、現在の料金水準を引き上げることは安易には行えない。その一方で、住民の所得レベルが国の成長に合わせ上昇すると仮定した場合、「ウ」国の将来の予想実質 GDP の伸び率と同レベルの料金引き上げは許されると言える。ここで、過去数年間の実質 GDP の伸び率が 4%であったことから、料金の値上げ率をそれより若干低い 3%と想定する。

#### 5) 適正な資金計画の検討

ヴォドカナルが資金不足に陥らないため、将来どの程度の料金水準が必要であるかシミュレーションを行った。シミュレーションに当たっては、投資資金の借入れ条件を変化させ、その結果を表Ⅱ.3.14 に示した。条件として、料金の値上げ率を年率 3%とし、2006 年から何年まで料金を上げていく必要があるかシミュレーションを行った。その結果、投資資金の借入れ利息条件を 1.3%もしくは 5%程度とした場合は、それぞれ 2017 年もしくは 2025 年まで料金を値上げする必要があり、最終的に 1.4 倍もしくは 1.8 倍の料金値上げが必要であることが判明した。1.8 倍の料金値上げは、確かに大きな値上げと言えるが、この場合においても値上げ率は年 3%程度に抑えられる。しかし、借入れ利息が 10%程度となった場合、資金不足に陥らないために必要な料金値上げ率及び値上げ幅は表Ⅱ.3.15 に示す通りとなる。

表Ⅱ.3.14 借入利息と料金値上げ期間との関係

借入利息	料金値上期間	料金値上率 (年率)	最終料金値上額
1.3%	2006 年～2017 年	3.0%	現行の 1.4 倍
5.0%	2006 年～2025 年	3.0%	現行の 1.8 倍
10.0%	年率 3%の値上率では返済できず		

表Ⅱ.3.15 借入利息10%の場合の必要料金値上げ率

借入利息	料金値上率（年率）				結果
	2006 - 2010	2011 - 2020	2021 - 2022	2023 - 2040	
10.0%	5.0%	5.0%	3.0% 最終値上げ幅 2.2 倍	0%	2040 年に資金余 剰 77 百万米ドル

表Ⅱ.3.15 に示す通り、借入利息が 10%の場合の必要値上げ率は年率 5%である。つまり、投資資金を 1.3%から 5%程度の利率で調達できた場合、料金値上げは過度なレベルとはならないが、10%程度となった場合には当初から年 5%の値上げが必要となり、最終的には現在の 2.2 倍の料金値上げに至る。表Ⅱ.3.14 及び表Ⅱ.3.15 では、資金を外国から調達することを想定しているが、仮に政府補助金がつなぎ融資として支給された場合には、表Ⅱ.3.16 に示す料金値上げが可能となる。

表Ⅱ.3.16 年3%の料金値上げを適用した場合の資金不足額

借入利息	料金値上率（年率）				結果
	2006 - 2010	2011 - 2015	2016 - 2025	2026 - 2029	
10.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0% 最終値上げ幅 2.0 倍	2040 年に資 金余剰 40 百 万米ドル
期間資金 不足額 (累計)	0	9 百万米ドル (9 百万米ドル)	55 百万米ドル (65 百万米ドル)	30 百万米ドル (95 百万米ドル)	

### (3) 結果

表Ⅱ.3.14 で示すように、仮にヴォドカナルが年利 1.3%から 5%程度の条件で資金を調達できるとすれば、政府からの補助金に頼ることなく、また住民に過度の負担を負わせることもなく事業継続が可能となる。しかし、上記のような好条件で資金調達が可能かどうかは不明であり、条件が悪化した場合、表Ⅱ.3.15 に示すように住民に過度の負担を強いる結果となる。これを回避するためには、政府補助による住民負担軽減を検討する必要がある。

一方、仮にヴォドカナルが国際機関または外国政府から資金を調達した場合、「ウ」国内の内貨負担を考慮する必要がある。国際機関等は通常、投資資金の全額を貸し付けることは行わず、投資額の一定の割合を自国資金で調達することを義務付けている。このような場合ヴォドカナルが直接、人件費を負担するか、または政府が予算を確保する必要がある。但し、この場合、内貨負担分については先に述べた EBRD プロジェクトのように、殆どが土木工事や機器据付工事費になると考えられる。

## II.3.6 料金制度の改善

政府方針とされる独立採算制を成し遂げるためには料金制度の改革が必要であり、そのなかでも従量制料金制度への早期移行が重要であることから、第II章 3.3 (1)で述べたメータ設置促進策について早急に取り組むべきである。第II章 3.5 では借入金返済に伴う将来の料金水準について検討した。しかし、毎年の値上げ率こそ3%と小さいものの、将来は現在に比べ大幅な値上げとなる料金を消費者の理解の下に徴収し、かつヴォドカナルとしても適切な資金計画を立てていくためには、それを可能とする料金制度を策定することが重要である。以下では、この料金制度について(1) 従量制への移行に関わらず改善すべき項目、(2) 従量制への移行に伴い検討すべき項目に分け、それぞれ検討することとする。しかし、従量制への完全移行は2009年を目標に実施される計画であることから、(2) 1)で述べる新料金制の導入については、従量制が広く普及する2007年以降の採用を念頭におく。これに対し(1)はただちに改善を行えるものである。

### (1) 従量制への移行に関わらず改善すべき項目

#### 1) 料金改定方法の改善

第II章 1.3で述べたように、これまで料金改定はヴォドカナルの損益計算書上の費用を賄う形で行われてきており、その費用計上についても十分でなかったという指摘を行った。しかし、そもそも費用を中心とした料金決定方法は長期計画においてはなじむものの、中短期においては実際の現金収支の予想額を考慮して決定されるべきである。第II章 3.5で述べた資金調達計画を策定した後はこのように中短期の予想が必要であり、こういったプロセスを踏まない場合は、短期的な資金不足による職員への給与遅配問題も改善されない。

#### 2) 料金徴収方法の改善

##### i) 料金徴収における情報の電子化

料金徴収方法の改善はヴォドカナル及び新設の販売子会社にとって当面解決すべき重要な課題である。そして、改善策の一つとして料金徴収における情報の電子化がある。但し、料金徴収においてむやみにコンピュータ化を図ることは資金の問題もあり簡単に行えない。そこで、現在既に導入されているコンピュータの活用を前提に、より業務効率をあげる方法を考える。

例として、銀行及び郵便局には、既に電子データ化された入金情報があるにもかかわらず、その情報がヴォドカナルには電子データではなく書類で提供されている。従って、現状としては、この情報入力を再度ヴォドカナルにて行っている。これらの電子情報の共有は、ヴォドカナルと銀行、郵便局との間で電子データ入手にかかわる契約を取り交わす必要があるが、検討すべき改善点である。このように機器購入などの追加的投資を行わなくても、現在のコンピュータを有効に活用し、少ない費用で業務効率改善が図られるものがある。但し、現在のコンピュータ等では対応ができない場合は、投資対効果を検討の上、追加購入を図っていく必要がある。

ここで、将来的に銀行口座からの自動引き落としによる料金徴収システムの導入を目指すべきであるが、現実的には個人消費者による銀行口座利用が普及していないため、その導入は当面は困難であると考ええる。

## ii) 料金徴収に関わる不正の防止

料金徴収については、消費者が銀行等へ自ら料金を支払う以外に検針員が直接料金を徴収している。しかし、第Ⅱ章 2.2 (3) 料金徴収上の問題で述べたように、検針員による料金徴収は不正発生の危険性をはらんでいる。そのため、このような不正を予防するために内部統制の強化を図る必要がある。具体的には検針員の定期的な配置替えや他の検針員によるダブルチェックの実施、さらに、不正を発見した場合の厳しい罰則の設定も不正を予防する上で効果がある。

## (2) 従量制への移行に伴い検討すべき項目

### 1) 新料金制の導入

ノルム料金制度の下で 330 Lpcd と仮定されている水消費量が、アパートへのメータ設置が進めば 150 Lpcd まで減少することが予想され、これに伴い料金収入も大きく減ることになり、ヴォドカナルの資金計画が立ちにくくなる。また、一部の富裕層はたとえ従量制に移行したとしても相対的に節水意識が低いと考えられるので、無駄な水使用が続く可能性がある。そこでこれらの対応策として、i) 二部料金制の導入、ii) 逓増型料金制の導入が考えられる。但し、これらの導入のためには法律の改定が必要となる。

i) 二部料金制の導入

二部料金制は主として固定的にかかる費用（人件費、減価償却費、修繕費等であり 2002 年の数値を基に推計すると約 100 億スム）を基本料金として徴収し、変動的にかかる費用（電気代、薬品費等）を従量料金として徴収するものである。この方法による料金設定により、実際の費用構造に合わせた料金回収が行える。例えば、従量部分の料金だけ（一部料金制）では、利用者の水使用量がゼロのときに支払い料金もゼロとなり、実際に発生している固定費が回収できなくなるということが生じるが、二部料金制の場合にはこのような問題を防ぐことができる。

ヴォドカナルとしても二部料金制の利点は十分認知しているものの、この基本料金部分が従量制移行前のノルム部分と結局同じと住民から解釈され、従量制への移行を拒否される恐れがあるため、現状では考えられないとのことである。二部料金制の導入について、このような批判を受ける恐れはあるが、ヴォドカナルは住民及び政府に対しこの料金制の意図を十分に説明し、理解を得た上で、導入を行う必要がある。

ii) 逡増型料金制の導入

従量制移行後は水消費量に合わせ、一定料金率の下に計算された料金が徴収されることから、住民の節水意識が働くことは間違いない。しかし、より節水意識を持たせるためには、一定の消費量を超えた段階で料金率を増加させる方法の導入を検討する必要がある。

以上に述べた二部料金制と逡増型料金制を組み合わせた場合の料金表の例を 2003 年 7 月 1 日現在の個人消費者に対する料金をベースに示すと、表 II.3.17 のようになる。新料金制は従量制への移行計画から実際には 2007 年以降の導入となるので、その時点で再度基本料金により回収すべき費用を算定するとともに、従量制で回収すべき料率が決定されることになる。

表 II.3.17 新料金制の例（個人消費者）

基本料金 (スム/月)	従量料金(スム/ m <sup>3</sup> )					
	0~10m <sup>3</sup>	11~20m <sup>3</sup>	21~30m <sup>3</sup>	31~40m <sup>3</sup>	41~50m <sup>3</sup>	51m <sup>3</sup> 以上
250	0	28	31	38	44	50

注：端数に関しては四捨五入を適用する。

## 2) 屋内漏水修繕の実施及び良質な部品の開発

ノルム料金制における浪費の大きな要因の一つとして、屋内における水道栓や水洗トイレの貯水タンクの止水弁からの漏れがある。特に貯水タンクの止水弁については良質のものが「ウ」国で手に入らないことから、ヴォドカナル（または TKEO）は外部の会社に委託し、品質の良い弁を開発すると共に、このような部品の市内への普及に努めるべきである。

## 3) 他の公共料金徴収業務との統合

従量制への移行に伴い検針員の大幅な増員が必要となる。これはヴォドカナルの運営コスト増を意味することから、極力このコストを抑える改善が必要となる。例えば、メータ検針、料金徴収等の業務について当該部門を別会社化し、電気、ガスなど他の公共料金の料金徴収業務と統合させることが考えられる。このような方法を用いることにより、検針員の増加を実質的に回避することができる。TKEO によれば、このような部門を政府内または政府外に設置する考えが現在あるとのことである。但し、こういった変更が為された場合は、消費者の情報がヴォドカナルに伝わらないことによる消費者へのサービス低下が生じないように顧客窓口や広報の充実を図る必要がある。

## II.3.7 経営・組織の改善

第II章 2.3で述べたように経営者は問題点を把握し、その改善のための目標を立て、その目標を達成するための戦略を練り上げる必要があるが、今回それを具現化したものが長期計画である。その内容を（1）経営体制の強化、（2）職員制度改善、（3）組織改革に分けて述べる。

### (1) 経営体制の強化

#### 1) 長期計画における経営体制の強化

長期計画についてヴォドカナル経営者はその内容を検討し、正確に理解し、長期計画達成のために必要となる法制度改革や政府からの支持を得るために関係政府機関に説明を行う必要がある。

また、長期計画が目指す将来像について職員の理解を得ると共に、実現のための協力を得るために、機会を捉えて職員全員に長期計画の内容を周知徹底する。

## 2) PDCAサイクルによる経営管理

効率的な経営体制の確立を図るためには、業務過程を定型化して、個々の業務の実施効率を上げることが必要になる。しかし、これまではメータ設置計画の遅れに代表されるように、一定の目標に対し事業の実施状況を常に評価し、問題があれば必要な対応をとるという経営管理上の流れになっていなかった。そこで、こういった管理を徹底するための手法として、PDCA (Plan, Do, Check, and Act) サイクルを採用することが有効である。今後の業務において各人がこのサイクルを念頭に実施すれば、これまで見逃されていた実施上の問題点の早期発見及び問題に対する早期の対策が講じられることから、ヴォドカナルの経営体制の強化が図られるであろう。

### 計画 (Plan)

計画の意味するところは (i) 目標の設定 (ii) 現状の確認 (iii) 目標を達成する上での問題抽出 (iv) 解決策の策定を行うことである。

### 実行 (Do)

策定された計画に基づき、経営資源（人、物、金、情報）を的確に投入する。

### 確認 (Check)

計画と進捗を比較し、計画と異なる対応をとる必要があるかという観点から問題の有無の把握、分析を行う。

### 改善 (Act)

確認の結果に基づき、従前の計画の変更が必要か、または必要がないか決定する。そして、次の段階に計画を進めて良いと判断された場合は次の段階に進む。

## 3) 組織風土改革

第II 2.3 で述べたように上意下達型の意思決定を改め、組織風土を変える必要がある。また組織風土を改めるには、大きく以下の点について職員及びヴォドカナル経営者の意識改革を図る必要があるが、これらの内容の殆どは他の改善案と相互関連したものとなる。

- ① 絶えず顧客の立場になって業務を行うこと
- ② 水道事業サービスという公益性を十分認識すること
- ③ 職員の能力、個性を十分評価すること

- ④ 社内や組織内での情報共有を重んじること
- ⑤ 目標に向かって一丸となって取り組むこと

以上の要点については具体的に以下に述べるような諸策が考えられる。①顧客の立場で考えるためには、図Ⅱ.3.4 ヴォドカナル組織改革案で後述するように、顧客窓口及び広報部門の新設等を行う。②水道事業サービスの公益性の認識のためには、制服の採用等により機関への帰属性を高めるという方法がある。③職員の能力・個性評価のためには、人事評価制度改善や提案制度の採用、並びに職員教育の改善が考えられる。④情報の共有のためには、定期的社内会合の実施方法の改善及び会合の結果の関係者への周知徹底を行うことが考えられる。最後に⑤目標に向かっての取り組みのためには、1) で述べたように、ヴォドカナル経営者が職員全員に対し長期計画の目標について周知徹底し、ヴォドカナルが一丸となって長期計画に取り組むことが必要である。

## (2) 職員制度改善

### 1) 成果主義評価制度の導入

職員の職務に対する積極的な態度を引き出し、組織を活性化させるため、成果主義評価制度の導入が考えられる。一般的な生活に必要な費用に比べて現行の給与水準は低いものの、その一方で、給与水準を上げることは、予算の制約上難しい。そこで成果主義評価制度として、別途、報奨金として手当てを支給することが考えられる。例えば、無収水の削減はヴォドカナルにとって重要な問題であるが、この問題に対し無収水削減の成果があった職員に対し、それにより生じた利益の一定割合を支給することが考えられる。但し、こういった評価制度はその運用において慎重を期す必要があり、それを怠ると逆に職員間の不公平感を招き、逆効果となる恐れがある。そこで、導入に当たっては、無収水の削減等の定量的な基準を用い、公平性を重視した評価方法の導入を行う必要がある。また、長期的にはこういった制度の導入を通し現行の年功序列型評価制度の見直しが必要になる。

### 2) 職員教育

職員教育は技術面のみならず、経営管理面や財務面についても、情報収集、分析、活用について職員の能力向上を図る必要がある。教育プログラムについては、外部

コンサルタントを雇用することや海外援助機関（例：JICA、ウズベキスタン日本人材開発センターなど）による教育プログラムを活用することが考えられる。職員教育は一過性のものでなく、継続して実施していくことが重要であることから、これらの教育プログラムについてもヴォドカナル内部に指導員を養成するという点が重要となる。また、外部コンサルタントを雇用する場合は、その報酬支払は成果に応じて支給することとし、その指標としては、ヴォドカナル内の OJT を通して、今後その研修内容が受け継がれていく体制となったかというような点を重視するなど、厳しくその成果を問うものとする必要がある。教育内容は、ヴォドカナルからの要望に基づき、技術面と経営面に分けて述べると以下の通りである。

i) 技術面

現在の技術は旧ソ連時代の 1970 年代に導入されたものが中心となっている。従って、既存の施設と長期計画で計画された施設についての基本的な知識並びに運転管理に関する水道技術の取得を中心とした教育内容とする。

ii) 経営面

長期計画の中で提案しているように、今後ヴォドカナルは、より長期的視点で捉えた資金計画や財務計画を策定していくことが必要であり、そのための会計的知識を取得する必要がある。また、どういった投資を今後行うべきか選択するための意思決定会計、経営効率向上に資するための管理会計の知識取得も必要と言える。さらに、日本など他国における顧客サービスへの取り組み事例の紹介や経験者によるセミナーを通し、職員に現状を認識させることで、仕事への取り組み方を変えることができる。

### (3) 組織改革

1) 民間活力導入

ヴォドカナルの民営化は政府の方針として決定されているが、第Ⅱ章 1.3 (8)で述べたように、今後の具体的な計画については不透明である。政府による民営化案ではタシケント市庁の持分の所有割合を 100%から 51%に減らし、残りについては民間セクターまたは職員からの出資によることが想定されている。一方、このような民営化が予定どおり行われなくても、水道の運営に民間活力を導入するような代替の手法が考えられる。そのための方法として業務の外部委託化があり、現状の

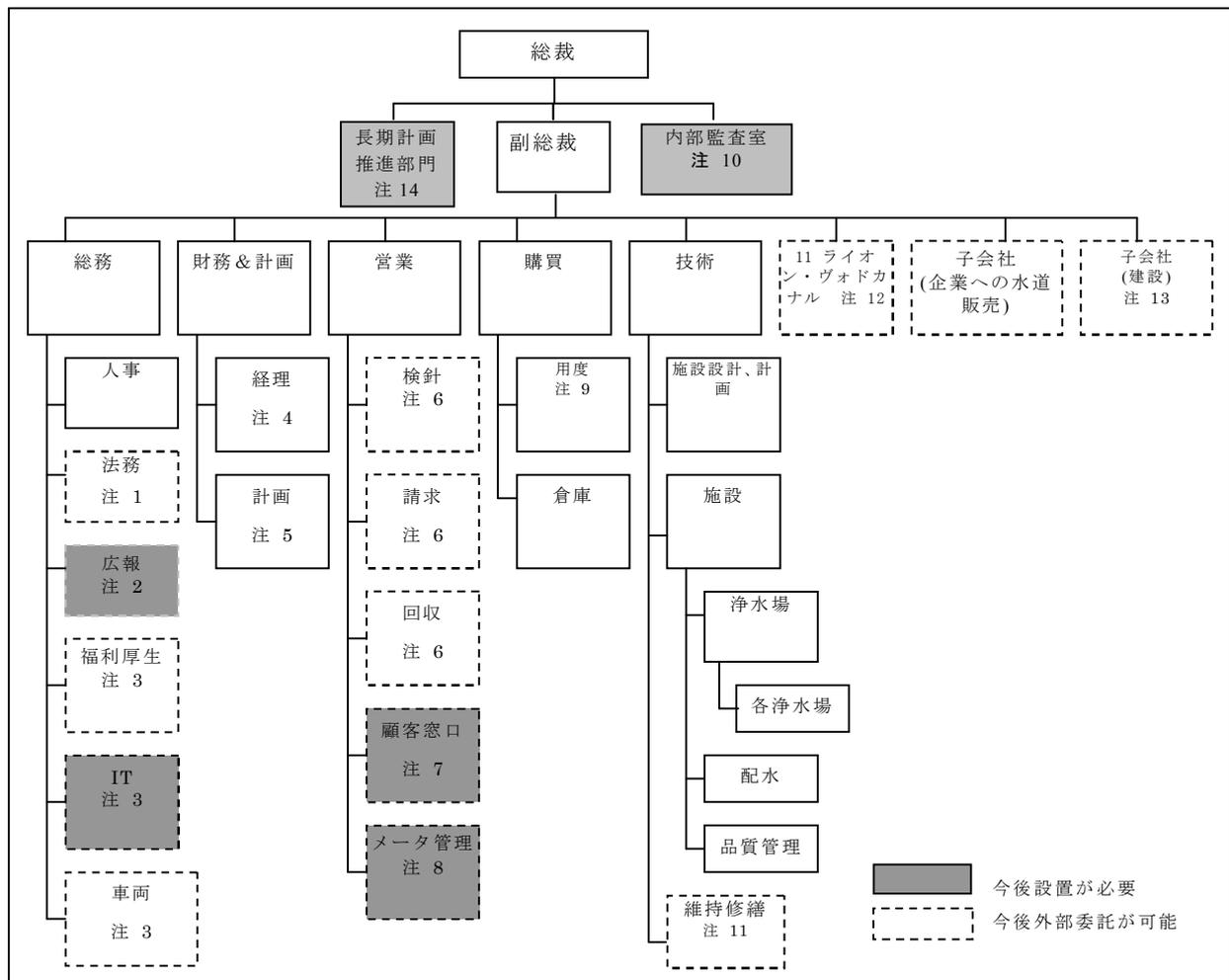
ヴォドカナルにおける種々の制約下でも採用できるものと言える。具体的には、サービス・コントラクトやマネージメント・コントラクトである。

ヴォドカナルでは既にいくつかの部門を別会社化する計画であり、これらの会社は過去の経験からすると有力な外部委託先候補の一つと考えられる。しかしながら、委託先の決定に当たっては競争入札で選定することが重要である。但し、他に適当な委託先が見当たらず委託先が固定されてしまうような場合には、この委託先が必要な業務改善を行い業務の質を落とさずに原価低減を図る努力をしているかを判定するための目標値を設定するなどして、委託費用が不当に高く維持されないようにヴォドカナルは管理していく必要がある。

## 2) 組織改革

ヴォドカナルの組織改革案を図Ⅱ.3.4に示す。この改革案の方針は下記の通りである。

- i) 業務の外部委託化により民間活力を活用し、業務の効率化を図ることとする。  
外部委託に当たってはヴォドカナルの各部門を分社化し、委託先候補の一つとする。ここで、特にメータ検針、料金請求及び徴収業務については、他の公共サービスである電気、ガスの料金徴収業務と同時に行うことにより委託費用を低く抑えることが可能となる。
- ii) 今後の重要性を考慮し、長期計画推進部門、IT部門、広報部門等いくつかの部門を新設した。
- iii) 現在の組織では部門間の壁があり、必ずしも情報の共有化が図られているとは言えないことから、機能上関連する部門については集約するとともに管理責任者を明確にした。また、経営情報の整備及び信頼性確保のため、組織内の内部統制の強化を司る部署として内部監査室の設置を提案した。



- 注1:当該部門が民営化手続きを統括する。また将来的には分社化あるいは外部への委託可能な部門である。
- 注2:PR部門は節水を広報するだけでなく、ヴォドカナルの業務、財務内容の開示についても管轄する部署となり、同時に顧客に対する様々な情報の発信基地ともなる。殆どの業務は、将来的には分社化あるいは外部への委託可能な部門である。
- 注3:福利厚生部門、運送部門、IT部門は将来的には分社化あるいは外部への委託可能な部門である。
- 注4:経理部門は当座、財務部門の機能も持つ。将来的に財務部門の重要性が増せば経理部門から独立することになる。
- 注5:計画部門は予算策定機能も含む。
- 注6:当該部門は各部門（住民、公共機関部門）の営業状況が好転した段階で分社化あるいは外部への委託可能な部門である。
- 注7:顧客部門は顧客からの苦情処理を管轄する。つまり窓口業務的な役割を担う部門である。また将来的には分社化あるいは外部への委託可能な部門である。
- 注8:メータ管理部門はヴォドカナルにとって今後重要な部門であり、メータ設置のみならず保守についても管轄する。
- 注9:用度部門は将来的に必要となる部門である。
- 注10:現行の内部監査機能では、人員、及び業務役割に限界がある為、人員の強化、役割の拡大を行う必要がある。
- 注11:維持修繕部門は将来的には分社化あるいは外部への委託可能な部門である。
- 注12:ライオン・ヴォドカナルは将来的には分社化あるいは外部への委託可能な部門である。
- 注13:当該部門はヴォドカナルのみに頼らず将来的に顧客の幅を広げるべきである。
- 注14:長期計画を推し進めるため長期計画推進部門を設置する。

図Ⅱ.3.4 ヴォドカナル組織改革案

新設予定の部門の中で特に長期計画推進部門は、本調査で提案する長期計画の実施のために中核的存在となることを期待するものである。従って、役割として第二章 3.4 (6)で述べた施設更新計画を推し進める以外に、経営・組織面の改善全般も中心となって推し進めることが期待される。そこで、人員構成も技術面のみならず料金制度をはじめ、経営・組織面で改革が図れる知識・権限を有した者が配属されることが必要である。特に、経営・組織改革では今後、組織風土改革等、難しい問題に取り組む必要があり、こういった改革を先頭になって行う役割が期待される。

表Ⅱ.3.18 及びⅡ.3.19 は、図Ⅱ.3.4 に示す組織改革が実際に行われ、またⅡ.3.4 で述べた施設廃止に伴う余剰人員対策を行った場合にどういった職員数増減となるか示したものである。結果的にはヴォドカナルの職員数は 3,649 人から 2,589 人と約 2/3 に減少するが、分社化された会社の職員数は 1,046 人から 1,706 人と増加することになる。2015 年時点ではヴォドカナルと子会社で水道事業に携わる職員数は 4,295 人 (=2,589 人+1,706 人) となる。この組織改革の重要な点は人員が余剰となる部署で職員が削減され、その一方で新設された部門で新たに職員を雇用するということである。結局、水道事業に携わる職員の全体数の増減でみると、定年退職による自然減の分だけ職員数が減ることになる。施設の職員は大きく削減されるが、従量制の導入等により新規雇用が必要となり、全体数では大きな変化はないことがわかる。

表Ⅱ.3.18 ヴォドカナル職員数増減

No	項目	増減の理由	2003	~2005	~2010	~2015	合計
1	定年退職による自然減(純減)	退職			-200	-200	-400
2	新規雇用	検針及びメンテナンス		100	400		500
3	子会社への移動(転籍)	施設長期計画実施			-80	-80	-160
4		販売部門の分社化			-400	-600	-1,000
	ヴォドカナル期末職員数	= 前年末人員+1+2+3+4	3,649	3,749	3,469	2,589	-1060

表Ⅱ.3.19 分社化された会社における職員数増減

No	項目	増減の理由	2003	~2005	~2010	~2015	合計
1	ヴォドカナルからの転籍	施設長期計画実施			80	80	160
2		販売部門の分社化			400	600	1000
3	他の公共料金徴収業務への転籍	電気・ガス等他の公共料金徴収業務を同時に実施				-500	-500
	期末職員数	=前年末人員+1+2+3	1,046	1,046	1,526	1,706	660

## II.3.8 情報整備・共有化

経営改善を図るためには、常に正しい情報が経営者・上級職員及び一般職員間で共有され、有効に活用されなくてはならない。

### (1) 経営情報の信頼性強化・共有化

#### 1) 経営情報の整備

現在、ヴォドカナルには水道事業経営を行う上で基礎となる情報が整備されていない、または信頼性が低いと言える。そこで、情報システムを整備し、それら情報についての担当部署を明らかにすることが重要である。加えて、情報の信頼性を担保するために管理者が検証するとともに、内部監査室を設置して検証する必要がある。内部監査室は総裁の下に独立した部門として設置することが必要である。この部門に期待される役割として以下が挙げられる。

- 給水量や販売水量等の経営情報の入手及び検証を行い、不備があれば指摘する。
- 無収水の原因究明を指揮し、分析結果について検証を行う。
- 財務情報数値について監査を行い、根拠資料が整備されていない場合は改善・指導する。
- 部門間のデータやり取りに関し、相互検証手続きを調べ、改善すべき点があれば提案する。
- 資産や在庫の保管状況を調べ、改善すべき点があれば提案する。等

#### 2) 情報の共有化

現場から上がってくる情報は、一般に経営者及び管理部門の人間にとって非常に重要なものである。しかしながら、旧態依然とした上意下達型の命令系統に加え、たとえ現場から中間管理層に情報を伝えたとしても、時としてそこで滞っているケースもある。このような弊害をなくすには第II章 3.7(1)で述べた経営体制の改善により、「ボトムアップ型」の意思決定プロセスを採用していくことが必要と言える。

従って、定期的社内会合を実施するとともに、会合自体もテーマ別に開催するなどの工夫が必要であり、かつ会合の結果の関係者への周知徹底を図る必要がある。

## (2) 財務情報の信頼性強化

### 1) 会計基準の改善

ヴォドカナルの現行財務諸表上、減価償却費を始め、修繕引当金や貸倒引当金等が十分に計上されているとは言えない。そこで将来の投資資金を確保するためにも、これらの費用を適切に見積もっておくことが不可欠である。そのためには、国際会計基準またはそれに則した会計基準を導入することで、将来の安定的な財務体質への変換を計ることが必要と言える。これにより現在認識されていない費用も認識されることになる。但し、これらを行うためには「ウ」国の会計基準適用に関わる法制度の変更が必要となる。

### 2) 外部監査導入

説明責任を果たすため外部監査の導入が今後必要である。外部監査は独立公正な第三者により行われるため、検証結果は外部に対し客観性があり、これにより、ヴォドカナルの財務数値について透明性の確保が図られることになる。但し、外部監査は検証の範囲が財務情報に限られており、また、内部監査と違って常時行われるものではない。

## (3) ITの活用

情報の整備及び共有化を図るツールとしてITの活用は欠かせない。ITについてはヴォドカナル内でまだ限定的にしか用いられていないため、各ライオン・ヴォドカナルへのパーソナルコンピュータ導入を早期に達成するとともに、パーソナルコンピュータを導入したにもかかわらず、まだデータの再入力などが行われているものについて、業務内容を見直すべきである。また、銀行とのデータのやり取りも現在は紙によっているため、新規にサービス契約を結ぶ必要はあるものの、電子データでのやり取りについて検討する必要がある。これらの活用が進んだ後でヴォドカナル本部内でのLAN構築、各ライオン・ヴォドカナルとのネットワークの構築を検討していく必要がある。また、IT活用促進及び今後のサポートのためIT部門が新設されなければならない。

### II.3.9 住民の事業への協力促進

ノルム料金制の下で節水や無収水削減を広めるため、パンフレットの作成（本調査において試行的に作成）配布やTV放映用のショート・ビデオの製作等が必要である。

これは組織改革でも述べたように、新設される PR 部門が中心となって行うことになる。PR 部門は業務の特殊性から、外部の人材を登用することが必要となるであろう。

### II.3.10 問題点と改善計画一覧

ここまで述べた問題点と改善計画を一覧にすると表 II.3.20 のようになる。

### II.3.11 長期計画の内容及びプロジェクトコスト

#### (1) 施設計画内容

長期計画における施設計画内容及びその建設費を表 II.3.21 に示す。施設の建設は 2 つのフェーズに分けて実施する。

- フェーズ 1： 配水管更新については、ヴォドカナルが既にその内容を決定しており、配管図の詳細なデータは既にあるので、詳細設計は短期間に実施可能であり、当初の 2 年間に他の施設改善に先行して直ちに着手できる。その間、浄水場及び配水システム改善に係る詳細設計を実施し、その終了後に配水システムの改善に着手する。
- フェーズ 2： 残りの配水管更新及び浄水場内の施設改善を実施する。

表 II.3.20 問題点及び改善計画

目標	現状の問題点	改善計画	改善内容	政府に求められるアクション	組織改革
安定的な水供給	<ul style="list-style-type: none"> <li>施設の老朽化による事故の発生頻度が高い、またシステム構成が非効率のため、O&amp;M 費が高い</li> <li>施設更新の資金が不足している</li> </ul>	老朽化施設の更新と非効率な配水システムの改善	<ul style="list-style-type: none"> <li>老朽化施設の更新と非効率な配水システムの改善実施</li> <li>上記計画の技術・財務評価を行い妥当性確認後、実施（実施に当たっては PDCA サイクルにより耐えず進捗管理を行う）</li> <li>施設投資計画実施のための資金調達計画を策定</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>施設改善計画を推進していくためのタスク・フォースの設置</li> </ul>
独立採算制	<ul style="list-style-type: none"> <li>老朽化した配水管からの漏水が多い</li> <li>メータ設置が遅れているため、節水意識が低い</li> <li>無収水の存在により本来不要な施設の運転維持管理が必要となり、無駄なコストがかかっている</li> </ul>	無収水等の削減	<ul style="list-style-type: none"> <li>パイプの更新</li> <li>従量制移行促進計画の実施</li> <li>無収水削減計画（メータ設置促進、配水管更新、盗水管理の強化）の実施</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>盗水防止のためチームを編成</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>長期資金計画が策定されていない</li> <li>短期運転資金が不足している</li> <li>政府方針により今後政府からの資金援助が期待できない</li> </ul>	財務状況の改善	<ul style="list-style-type: none"> <li>回収すべき資金額及び住民の支払能力を十分考慮した料金水準に基づく長期資金計画の策定</li> <li>政府機関からの滞留債権の回収、無収水の削減</li> <li>借入等外部からの資金調達の検討</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>政府機関からの滞留債権回収には政府一体となった解決が必要</li> <li>借入については政府保証が必要</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>長期投資資金確保のため料金テーブル改善が必要である方、料金水準の引き上げは安易に行えない</li> <li>今後従量制移行に伴い次のような解決すべき問題が発生する                             <ol style="list-style-type: none"> <li>メータ検針方法の改善</li> <li>水利用者の節水による一時的な料金収入の減少</li> </ol> </li> <li>料金徴収上の問題                             <ol style="list-style-type: none"> <li>住民が銀行口座を持っていないため自動振込みによる料金徴収が困難</li> <li>手作業を主とした一連の徴収業務</li> </ol> </li> </ul>	料金制度の改善	<ul style="list-style-type: none"> <li>従量制料金制度への早期移行</li> <li>可能なコスト削減を行ったのち、料金表は住民の支払能力及び施設更新のための必要資金額を十分考慮した上で改訂</li> <li>メータの外付け実施</li> <li>従量制移行に伴う料金収入の減少を担保するための料金構造改革が必要</li> <li>他の公共料金との共同料金徴収を行い効率のよい徴収業務に改善</li> <li>IT を利用した料金徴収の実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>新料金表ならび新料金制度には政府承認が必要</li> </ul>	
効率的な経営体制	<ul style="list-style-type: none"> <li>組織風土及び体制としてつぎの問題点がある                             <ol style="list-style-type: none"> <li>施設の老朽化等、定期的に対応すべき問題への取り組み不十分</li> <li>上位下達の意味決定のため、下級者の意見が反映されない組織風土</li> <li>従業員のトレーニング・システムが不十分</li> </ol> </li> </ul>	経営・組織の改善	<ul style="list-style-type: none"> <li>長期計画実施のための経営者による政府への十分な説明</li> <li>職員に動機付けを与えるため、より能力に応じた給与体系への移行</li> <li>分社化や民間活力導入による組織の活性化、業務の効率化</li> <li>外部コンサルタントや援助機関を利用した職員教育制度の導入</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>政府による長期計画承認及び資金調達の支援が必要</li> <li>成果主義給与導入に関する政府承認が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>特定部門の分社化</li> <li>特定部門のアウトソーシング</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>情報整備・共有化が遅れているため、経営に必要な情報が正しく伝わらない</li> </ul>	情報整備、共有化	<ul style="list-style-type: none"> <li>内部統制（内部部門から得られる業務データの信憑性及び部門間での整合性チェック）の強化、対象は非財務情報分野も含み、ヴォドカナル内において常時業務内容をチェック、但し、外部に対し客観性がない。</li> <li>財務情報信頼性強化のための会計基準の改善及び外部監査導入による透明性の確保、外部監査は財務情報のみ対象、但し、外部に対し客観性がある。</li> <li>IT 技術の活用強化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>会計基準の変更ならびに外部監査制度導入に関する政府承認が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>内部統制（左記）を強化するため総裁の下に独立した部門として内部監査室を設置</li> <li>IT 部門の設置</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>ヴォドカナルの業務実施内容の説明や節水への呼びかけが不十分</li> </ul>	住民の事業への協力促進	<ul style="list-style-type: none"> <li>ノルム料金制の下で節水や無収水削減を広めるため、パンフレットの作成・配布、TV 放映用のショート・ビデオの製作等を行う</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>PR（左記）部門の設置</li> </ul>

表 II.3.21 長期計画における施設計画内容と建設費

名称	施設	値	費用 (千米ドル)			備考	
			フェーズ 1		フェーズ 2		
			2007-2008	2009-2011	2012-2014		
カデリヤ浄水場の更新と改善	No.1 取水ポンプ場更新	1	(9,331)			EBRD プロジェクト	
	No.2 取水ポンプ場更新	1	(9,961)			EBRD プロジェクト	
	沈殿池改善	1			1,400		
	薬注設備改善	1			1,446		
	急速ろ過池	更新	1	(1,198)			EBRD プロジェクト
		改善		(1,226)			EBRD プロジェクト
	消毒設備更新	1			535		
	配水池拡張	V=45,000m <sup>3</sup>	1			7,650	
		V=45,000m <sup>3</sup>	1			6,900	
	配水ポンプ場更新	1			910		
	受電設備更新	1			3,714		
	管理棟更新・改善	1			420		
	監視設備更新・改善	1	(160)		1,555	ヴォドカナル予算	
水質試験機器更新	1	(200)			EBRD プロジェクト		
小計				0	24,530		
キブライ浄水場の更新と改善	井戸ポンプ更新 (63 台)	1	(3,500)			EBRD プロジェクト	
	配管改修	1		1,755	530		
	消毒設備更新	1			445		
	受電設備更新	1			2,516		
	配水池拡張 V=20,000m <sup>3</sup>	1			2,400		
	配水ポンプ場建設 (1000m <sup>3</sup> /d)	1		269			
	監視設備更新・改善	1	(50)		340	ヴォドカナル予算	
小計	1		2,024	6,231			
配水管更新	径 1200-100mm	120km	12,989				
	径 1200-100mm	120km		12,989			
	径 1200-100mm	180km			19,484		
	小計	420km	12,989	12,989	19,484	計 45,462	
加圧ポンプ場改善	ミルズ・ウグベック	1		1,440			
	他ポンプ場	1		7,958	2,241		
	小計			9,398	2,241		
配水管網改善	配水管増強	16.8km		10,554			
	圧力・流量調節設備	22 箇所		2,090			
	監視ステーション	1		427			
	小計			13,071	0		
A) 合計直接費		---	12,989	37,482	52,486	計 102,957	
B) 内 輸入製品計		---	6,431	24,459	23,447		
1) 土地取得費		---	0	0	0		
2) 管理費用		---	260	750	1,050	A) x 2%	
3) 設計費		---	1,039	2,999	4,199	A) x 8%	
4) 施設予備費		---	1,195	3,448	4,829	A)-3) x 10%	
5) 価格予備費(フェーズ 1-1)		---	719			A)-4) x6.1%(2%- 3 年)	
5) 価格予備費(フェーズ 2-1)		---		3,540		A)-4) x10.4%(2% - 5 年)	
5) 価格予備費(フェーズ 2)		---			7,101	A)-4) x14.9%(2% - 7 年)	
6) 関税		---	514	1,957	1,876	B) x 8%	
7) 消費税		---	2,495	7,105	10,122	A)-6) x 20%	
C) 合計間接費			6,222	19,799	29,177		
総計 A)+C)			76,492		81,663		
総計 A)+C), フェーズ 1 - フェーズ 2			158,155				

注: ( )内コストは含まず

## (2) 運転管理費

施設の運転管理費を表Ⅱ.3.22に示す。単価は電気料金のみ2004年12月に大幅な値上げがあったため、将来の傾向をより正確に表すと考えられる新料金を用いた。薬品費は2003年の単価を用い、表には施設の修理費用は含まれていない。

表Ⅱ.3.22 施設の運転管理費

項目	消費量			費用 (千米ドル/年)		単価
	2002年	2015年	単位	2002年	2015年	
電力	274.6	101.5	GWh/年	8,238.0	3,045.0	30 米ドル/千 kWh
凝集剤	2,582.0	4,825.0	トン/年	278.3	520.1	107.8 米ドル/トン
塩素	672.5	384.3	トン/年	115.7	61.5	160 米ドル/トン
小計				8,632.0	3,626.6	
(運転員)	1,695	631	人	1,017	378.6	600 米ドル/人/年
合計				9,649	4,005	
割合				1.00	0.42	

注：配水水質を改善する必要があるため、目標年次における凝集剤使用量は増加する

## (3) 経営改善計画

長期計画で列挙した経営改善に関わる計画について、資機材購入やメータ設置、IT環境の整備、職員教育、外部監査導入について費用を見積もり、表Ⅱ.3.23に示した。

### Ⅱ.3.12 実施計画

前述の計画に基づき、長期計画の実施計画を図Ⅱ.3.5に示す。

図には、長期計画における各プロジェクト内容の実施工程のほか、各年の計画水需要量、個人のメータ設置率及び既存浄水場の廃止時期、加圧ポンプ場の数、管理人数、建設費用の支出等に関する計画も示した。

また、EBRDの融資により実施することが既に決定されているEBRDプロジェクトの計画も表示している。その主要な内容はカデリヤ浄水場のポンプの更新、及びボズスー浄水場の砂ろ過池やポンプの更新、キブライ浄水場の取水ポンプの更新等である。

図Ⅱ.3.6には経営計画の詳細計画を示す。

表Ⅱ.3.23 長期計画における経営計画内容及びその費用

No	項目	千米ドル	備考
	<b>対策実施段階</b>		
<b>(1)</b>	<b>短期的施策として行う項目</b>		
1	メータ設置促進	17,275	*1
2	経営体制の強化	--	
3	職員教育の改善(パート1)	--	
4	組織改革	--	
5	職員制度改善	--	
6	IT環境の整備(パート1)	1,000	
7	PRの強化(パート1)	--	
8	建物内漏水修理器具の開発及び普及	--	
	小計	<b>18,275</b>	
<b>(2)</b>	<b>メータ設置進捗と平行して行う項目</b>	--	
1	メータ設置促進の中間評価	--	
2	料金制度及び料金徴収方法の改善	--	
3	IT環境の整備(パート2)	400	
4	PRの強化(パート2)	--	
5	職員教育の改善(パート2)	600	
6	会計基準の改善	--	
7	外部監査の導入	50	
	小計	<b>1,050</b>	
<b>(3)</b>	<b>施設の廃棄と平行して行う項目</b>		
1	退職者への手当	--	
<b>(4)</b>	<b>将来民営化が行われた場合に行う項目</b>		
1	民営化後の経営体制の強化	--	
2	民営化後の法制度の改定	--	
3	社債発行の検討	--	
4	水道メータの屋外設置の検討	--	
	合計	<b>19,325</b>	
		<b>2,050</b>	*2

\*1:  $2,740 \text{ 百万スム} \times 5 \text{ 年} / 1,000 \text{ スム} / 0.8 \text{ (予備費)} + 5 \text{ 人月} \times 30 \text{ 千米ドル} = 17,275 \text{ 千米ドル}$

\*2: メータ設置費用を除く

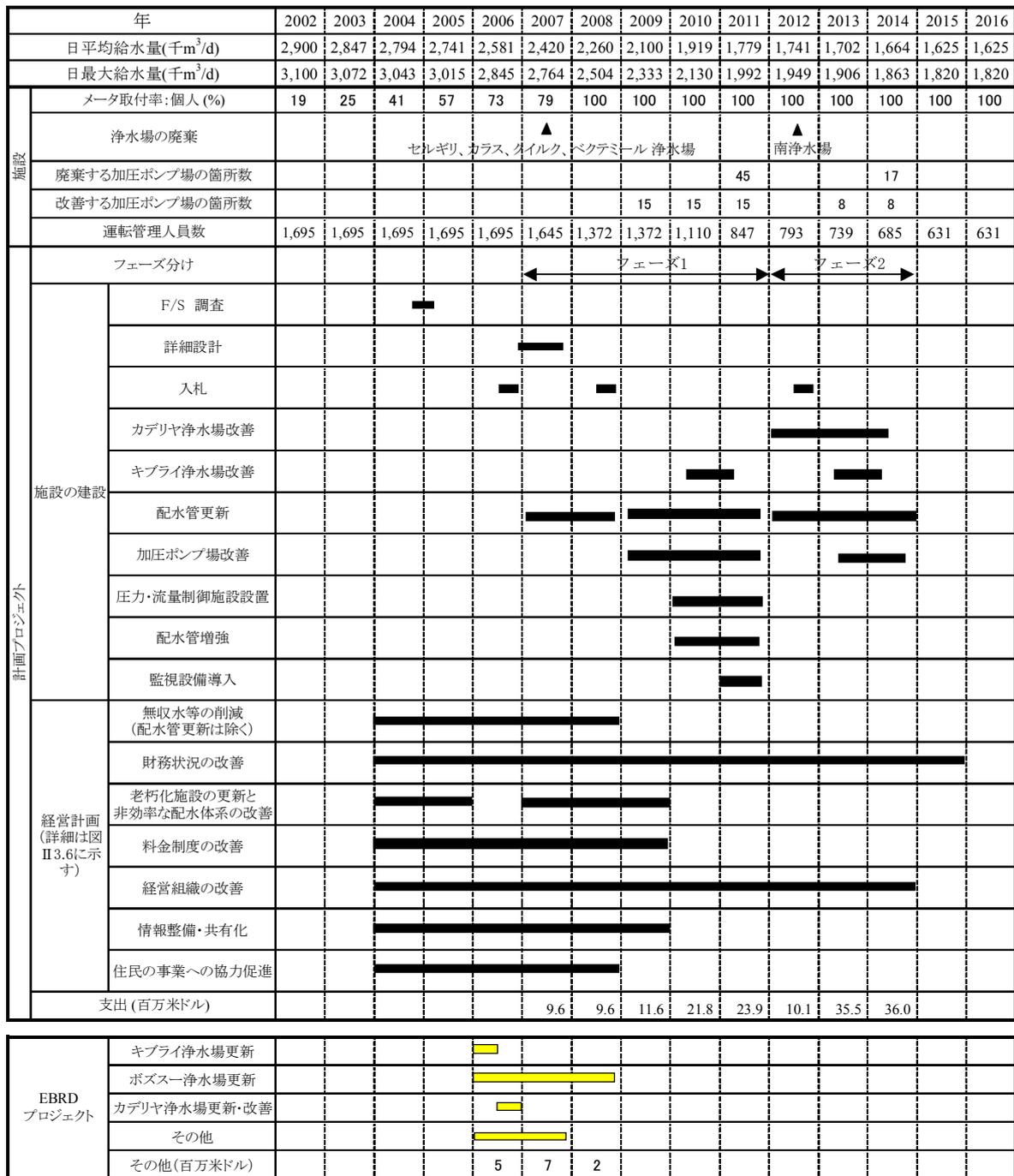


図 II.3.5 プロジェクトの実施スケジュール

改善計画	必要なアクション	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
無取水等の削減	1												
	1												
	2												
財務状況の改善	1												
	2												
老朽化施設の更新と非効率な配水システムの改善	1												
	2												
料金制度の改善	従量制の移行に関わらない項目												
	1												
	1												
	2												
	従量制移行に伴う項目												
	1												
経営組織の改善	経営体制の強化												
	1												
	2												
	3												
	職員制度改善												
	1												
	2												
	組織改革												
	1												
	2												
情報整備共有化	1												
	2												
住民の事業への協力促進													

図 II.3.6 経営計画の実施計画

## II.4 長期計画の評価

### II.4.1 技術面の評価

表 II.4.1 に水道に関する主要指標について、長期計画実施による 2002 年から 2015 年にわたる予想推移をまとめた。表に示すように配水系統からの損失水、浄水場と加圧ポンプ場の数が大きく減少するため運転員数及び消費電力量の大幅な削減が期待できることから、長期計画による改善効果は大きい。

表 II.4.1 水道に関する主要指標の推移

項目	単位	2002年	2005年	2011年	2015年	割合(2015/2002)	
給水人口	千人	2,171	2,178	2,200	2,218	1.02	
日給水量	平均	千 m <sup>3</sup> /d	2,900	2,741	1,831	1,625	0.56
	最大	千 m <sup>3</sup> /d	3,100	3,015	2,051	1,820	0.59
配水系統からの損失水量	千 m <sup>3</sup> /d	1,161	1,161	646	472	0.41	
	%	40	42	35	29	0.73	
浄水場の実浄水能力	千 m <sup>3</sup> /d	3,100	3,015	2,130	1,825	0.59	
浄水場の数	箇所	8	8	4	3	0.38	
加圧ポンプ場の数	箇所	134	134	89	72	0.54	
必要運転員数	人	1,695	1,695	847	631	0.37	
電力消費量	百万 kWh/年	275	260	120	102	0.37	

環境面に関しては、配水管更新・増強を除けば、長期計画の建設工事は既存浄水場及びポンプ場の場内で行われるため、特に大きな問題はない。配水管更新・増強は市内全体にわたって行われるため、交通の障害に対する対策が重要である。

### II.4.2 長期計画の経済的・財務的效果

第 II 章 3.5 で検討したように、一定の料金値上げの下で長期計画を実施することにより財務状況も安定する。一方、長期計画を実施しなければ、同様の料金値上げを行ったとしても、2011 年以降は運転費用の増加及び修繕費の増加により財務状況はさらに悪化すると予想される。従って、長期計画の実施は財務的観点からみても妥当である。

これに加え、長期計画の下に計画的な施設の更新・改善を行わなかった場合は施設の能力が減少するため、タシケント市の給水能力は、需要に対して将来不足すると予想され、タシケント市の経済発展上大きな問題になると考えられる。経済的インパクトから考えても長期計画の実施は必要である。

## 第三章 優先プロジェクトの選定

### 第Ⅲ章 優先プロジェクトの選定

#### Ⅲ.1 優先プロジェクト選定のための勘案事項

長期計画のプロジェクト・コンポーネントから優先項目を選定するに際しては下記の事項を勘案した。

- (1) 無収水削減計画の一環として、
  - 1) 早急に老朽配水管の更新を実施する必要がある。
  - 2) メータ設置を計画通りに確実に実施する必要がある。
  - 3) 盗水調査等を通じて、水量管理を強化する必要がある。
- (2) 目標年次において、カデリヤ、キブライ、ボズスー浄水場から市内へ給水する必要があることから、これらの老朽化した施設を更新する必要がある。
- (3) 多数の加圧ポンプ場を有する現状の非効率な配水系統は、自然流下方式を可能な限り導入して効率的なシステムに変更する必要がある。
- (4) 配水管の補強、加圧ポンプ場の改善、圧力調整弁の設置、自動制御並びに監視設備の導入等の配水管網の改善は、自然流下によって市内で適切な圧力を保持するために実施する必要がある。
- (5) 経営改善のために従業員の訓練、情報機器の活用を進めることが必要である。

以上の事項を勘案の上、優先項目を選定した結果を表Ⅲ.1.1 と表Ⅲ.1.2 に示す。

表Ⅲ.1.1 施設改善のための選定された施設改善優先項目

名称	施設	更新・改善・増強	直接費
			千米ドル
カデリヤ 浄水場	No.1, No.2 取水ポンプ場	ポンプ場の更新・修理	(19,292)
	急速ろ過池	配管バルブの更新・修理	(1,198)
		自動洗浄のための改善	(1,226)
	消毒設備	設備の更新	535
	配水池	増設: V=45 千 m <sup>3</sup>	7,650
	監視設備	流量計の更新	(160)
	水質試験室	設備の更新	(200)
キブライ 浄水場	井戸ポンプ	63 台のポンプの更新改善	(3,500)
	配水ポンプ	配管の改善 (自然流下のため)	1,755
		配管の改善 (配水池のため)	530
	消毒設備	設備の更新	445
	配水池	増設: V=2 万 m <sup>3</sup>	2,400
	配水ポンプ場	建設:能力 1000m <sup>3</sup> /hr	269
	受電設備	更新	2,516
監視設備	流量計の取付け	(50)	
配水 システム	市内全域の配水管網	420km の更新	45,462
		16.8km の補強	10,554
		圧力・流量調整弁, 22 箇所	2,090
		加圧ポンプ場の改善	9,398
		監視ステーション	427
運転管理マニュアルと訓練プログラム作成			0
合計			84,031

注: ( )内コストは EBRD プロジェクトまたはヴォドカナル独自のプロジェクトに含まれるので合計金額には含まない。

表Ⅲ.1.2 経営管理強化のための優先項目

項目	千米ドル
メータ設置促進	*17,275
IT環境の整備	1,000
合計	18,275
(メータ設置を除いた場合の合計)	(1,150)

\*: メータ設置に関わる費用は 17,125 千米ドルである

### Ⅲ.2 F/S対象の選定項目

短中期開発計画にかかわるフィージビリティ・スタディ (F/S) は、通常は策定された長期計画のうちの優先項目を対象として実施される。しかし、表Ⅲ.1.1.の優先項目の内容は単純なりハビリテーションが多く、このような工種については「ウ」国サイドで十分計画・設計が可能である。従って、この調査における F/S の対象となる項目は、

単純なりハリビテーションを除外して、その計画・設計・運転に技術的・専門技術が要求される配水系統の「自然流下化」に限ることで、技術移転の効果が最大限発揮できるようにする。

表Ⅲ.2.1 は選定された F/S 対象項目とその直接建設費を示している。キブライ浄水場については、周辺地区へ給水する配水ポンプ場の建設、配水システムの自然流下方式への変更など関連施設の改善が行われる。配水管網の改善計画については、給水地域全体を対象とした圧力・流量調整施設の設置、加圧ポンプ場の改善を含んでいる。

表Ⅲ.2.1 F/S 対象項目

名称	施設	更新・改善・増強	直接建設費 千米ドル
カデリヤ浄水場	監視設備	流量計取り付け	(160)
キブライ浄水場	配水ポンプ場	建設：能力 1000m <sup>3</sup> /hr	269
	送水配管	自然流下化のため配管を改善	1,755
	監視設備	流量計取り付け	(50)
配水施設	市内全域の配水管網	補強配水管 16.8km	10,554
		圧力/流量調整弁 22 箇所	2,090
		加圧ポンプ場の改善	9,398
		監視ステーション	427
直接建設費計			24,493

注：( )はヴォドカナル独自予算による

## 第IV章 フィージビリティ・スタディ

## 第IV章 フィージビリティ・スタディ

### IV.1 基本事項

#### (1) 調査の方法

フィージビリティ・スタディ (F/S) では、既存の配水システムに自然流下を導入することにより、簡易かつ効率の良いシステムに移行するための技術的検討を行った。調査の方法はまずキブライ配水区の浄水場、配水区、ポンプ場を調査検討した。次にキブライ配水区の調査結果を用いて、より効率の良い配水システムを構築するために、全体配水区における配水管網、加圧ポンプ場の改善を計画・設計した。

#### 1) キブライ浄水場

まず、キブライ浄水場の配水方式をポンプ配水から自然流下に切り替えることで配水の効率を改善する。このために調査を行って必要な施設を計画し必要建設費を算定した。

#### 2) 配水管網の改善

配水システム効率化に向けての改善を行うにあたり、将来上昇すると予想される給水圧の有効利用が必要である。給水圧を効率的に利用し、配水管網の水圧を適当な範囲に調整することができれば、加圧ポンプ場の必要性を減ずる効果が期待できる。従って、本調査では、配水管網でポンプを使わず適当な水圧設定が可能となる水圧調整、水量調整、配水管増強の検討を行った。具体的には、さまざまな流量条件による水理解析を行い、全体の配水管網の最小動水圧の圧力水頭（以下、水圧とする）と水量の分布の把握を行った。これらとキブライ配水区の配水管網の調査を総合させ、次のような要素を検討し決定した。

- i) 圧力・流量調整施設、増強配水管について必要な設置位置や口径と長さ
- ii) 水圧・流量調整施設について適当な機種、増強配水管について適当な管種
- iii) 建設費を含めた設計

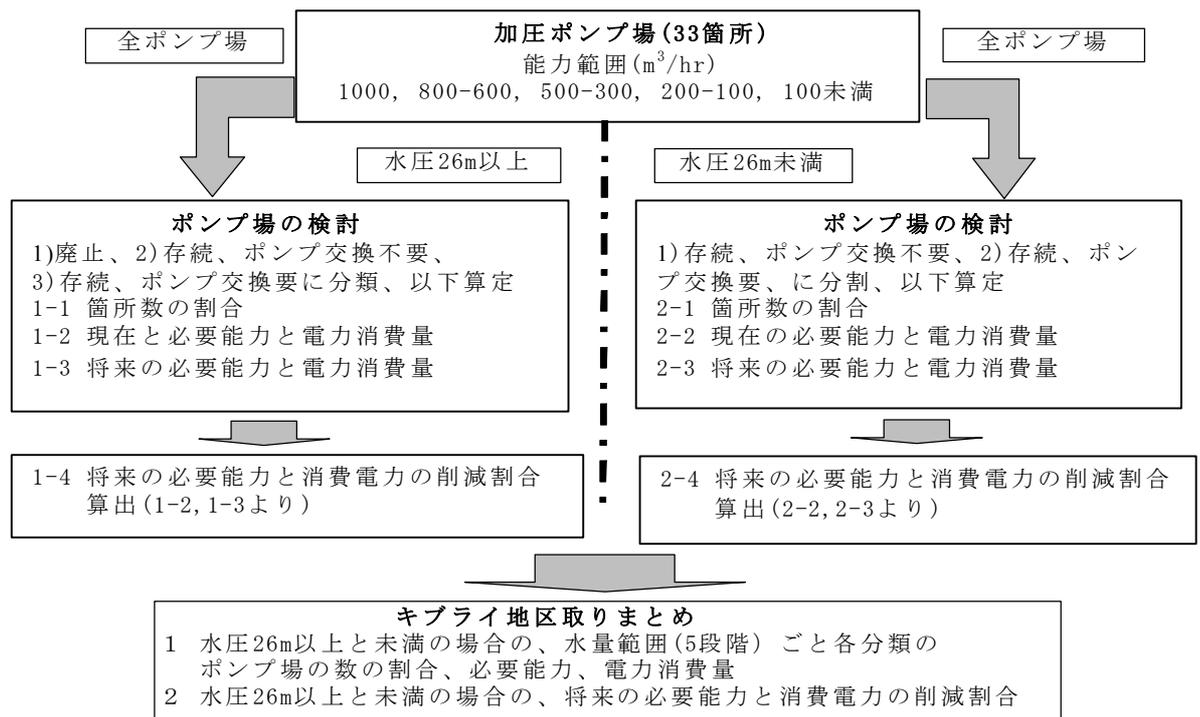
#### 3) 加圧ポンプ場の改善計画

配水システムの効率化を行う為には、加圧ポンプの改善を行う必要がある。加圧ポンプ場は元来9階の高層アパートへの圧送のために建設されるものだが、現在は配

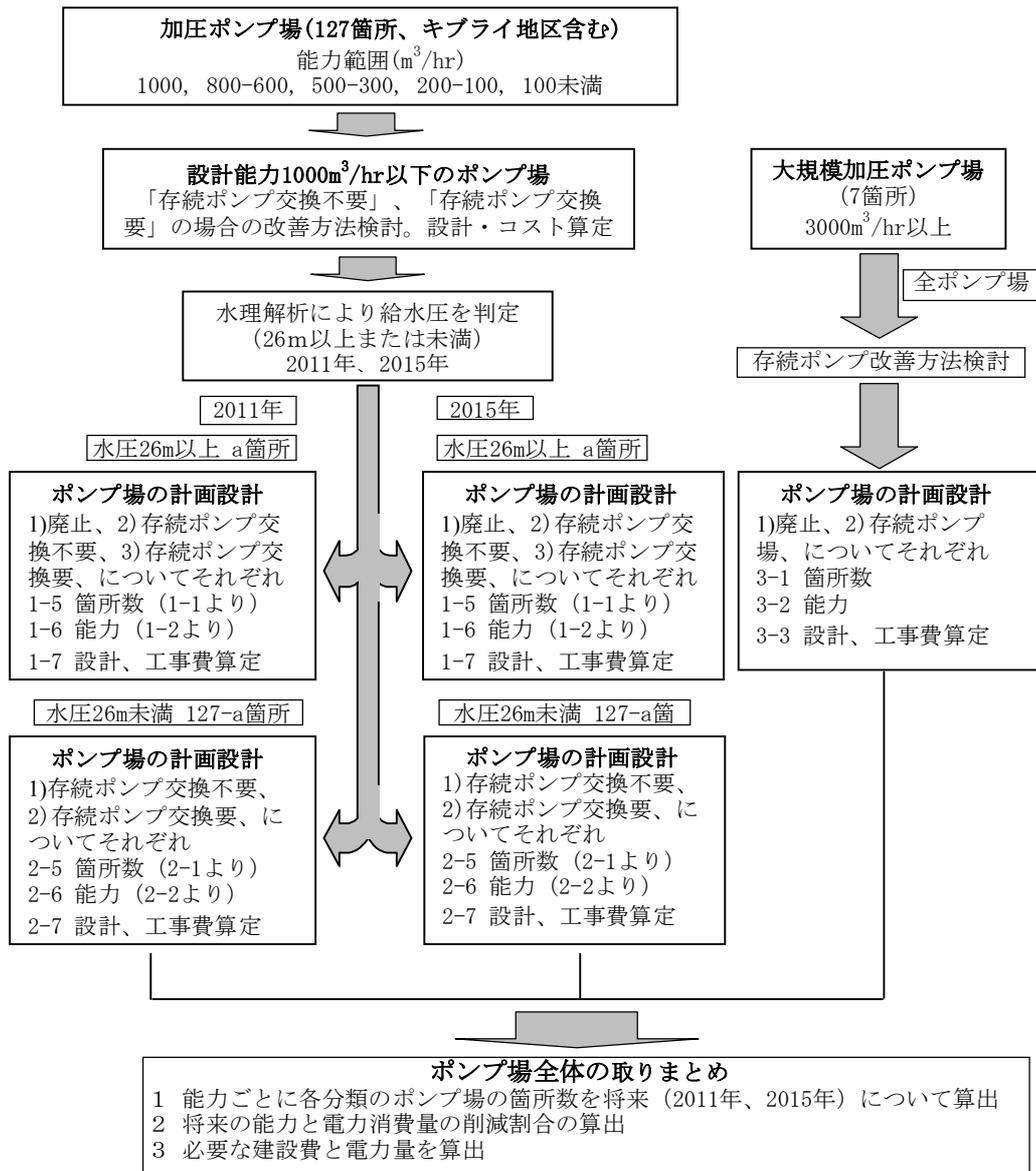
水区で水圧が低い地区が多く、低層アパート（5階以下）へも圧送しているポンプ場が大部分である。従って、将来水圧（最小動水圧の圧力水頭）が26m以上になれば、低層アパートへの給水は自然流下で可能となるため、ポンプ場は廃止または規模を縮小できる場合が多い。この場合は、ポンプ場の数、施設規模及び電力消費量が減少して施設が単純化かつ効率化できることになる。また、水理解析の結果、F/Sの計画年次2011年及び長期計画の計画年次2015年でも水圧26m未満となる地区が多いことから、ポンプ場が水圧26m未満の場合の検討をしておく必要がある。

キブライ配水区について、図IV.1.1のような手順で検討を行った。同地区の設計能力1,000m<sup>3</sup>/日以下の加圧ポンプ場は33箇所であり、全てのポンプ場について水圧26m以上と未満の場合について検討した。水圧26m以上の場合は図のように「廃止」「存続、ポンプ交換要」「存続、ポンプ交換不要」の3分類とし、水圧26m未満の場合には「存続、ポンプ交換要」「存続、ポンプ交換不要」の2分類として、それぞれポンプ場数の割合、現状と将来の必要能力、電力消費量を水量範囲毎に算定する。この結果を集計して、2つの水量条件の下で、現在に対する将来の必要能力と電力消費量を算定する。

図IV.1.1 キブライ配水区の調査方法



以上のキブライ配水区の調査結果を用いて、ヴォドカナルの全配水区について、図IV1.2に示すように設計能力 $1,000\text{m}^3/\text{hr}$ 以下の水量範囲毎（能力はキブライ配水区の調査で決定済み）及び「存続ポンプ交換不要」「存続ポンプ交換要」2分類毎に改修方法及びその費用を検討し、概略設計する。



図IV1.2 全加圧ポンプ場の調査手法

次に、設計水量 $1,000\text{m}^3/\text{h}$ 以下の127箇所（キブライ配水区のポンプ場含む）のポンプ場を、水理解析の結果に基づき2011年と2015年について、水圧26m以上か未満かを判定する。

上記の水圧2条件で、2011年と2015年について分類毎のポンプ場の箇所数をキブライの調査による各分類の箇所数の割合に基づいて算出する。また各必要能力とコストは先に算出されているキブライ地区の結果を使用する。さらに、能力3,000m<sup>3</sup>/hr以上の大規模ポンプ場に関しては個別に調査分類し、それぞれのポンプ場の箇所数と能力の検討を行い設計する。

以上の結果より、2011年と2015年の全配水区のポンプ場の箇所数と能力を取りまとめ、キブライ配水区の必要能力と電力消費量の削減割合の算定結果を全配水区のデータに適用させる。電力消費量の削減の割合は電力料の算定に用いる。

#### 4) 監視設備の計画

さらに、以上の配水管網の改善に伴って、管理人員の削減、正確な運転操作を行うため、管網の圧力や水量、ポンプ場の運転状況を把握するための監視施設の設計を行う。

### (2) 目標年次と調査区域

F/S 目標年次を、当該事業の計画完了年、2011年に設定する。優先項目の内容に基づいてプロジェクトが始められる場合は、主要な建設工事は2007年初頭に開始できると考えられ、5年間の工事期間を経て、工事完了は2011年になるものと想定される。調査区域は長期計画と同じく全配水区域を対象とする。

### (3) F/Sの内容

F/Sの内容は第三章2の表III.2.1に示す通りである。F/Sでは既存の配水システムを見直し、消費エネルギーが少なく、制御が容易なシステムを計画することとし、動力を浪費している多くの加圧ポンプ場の合理化を中心に配水システムの改善を検討する。

## IV.2 配水管網改善の概略設計

### (1) 設計条件（全配水区対象）

#### 1) 設計基準

ヴォドカナルは安全な水を適切な水圧で消費者に供給する義務がある。9階以下の建物に居住する消費者に対しては、全ての階で10 m以上の水圧を保つ必要がある。建物に対する必要な給水圧力は表IV.2.1の通りである。

表IV.2.1 建築物の必要給水圧

階	2	3	4	5	9
必要給水圧 (m)	14	18	22	26	42

配水管網における水圧の評価基準をIV.2.2 に示す。

表IV.2.2 圧力範囲と計画上の分類

地域	給水圧力の範囲(m)	計画上の分類
一戸建て	10 未満	ポンプ場が必要
	10-20	適切
	20 超	減圧の必要がある
アパート	25 未満	ポンプ場が必要
	26-40	適切
	40 超	減圧の必要あり

## 2) 計画給水量

F/S の目標年次 2011 年及び長期計画の目標年次 2015 年における水需要量を計画給水量とする。配水管網の水理計算には表IV.2.3 に示す計画時間最大給水量を用いる。

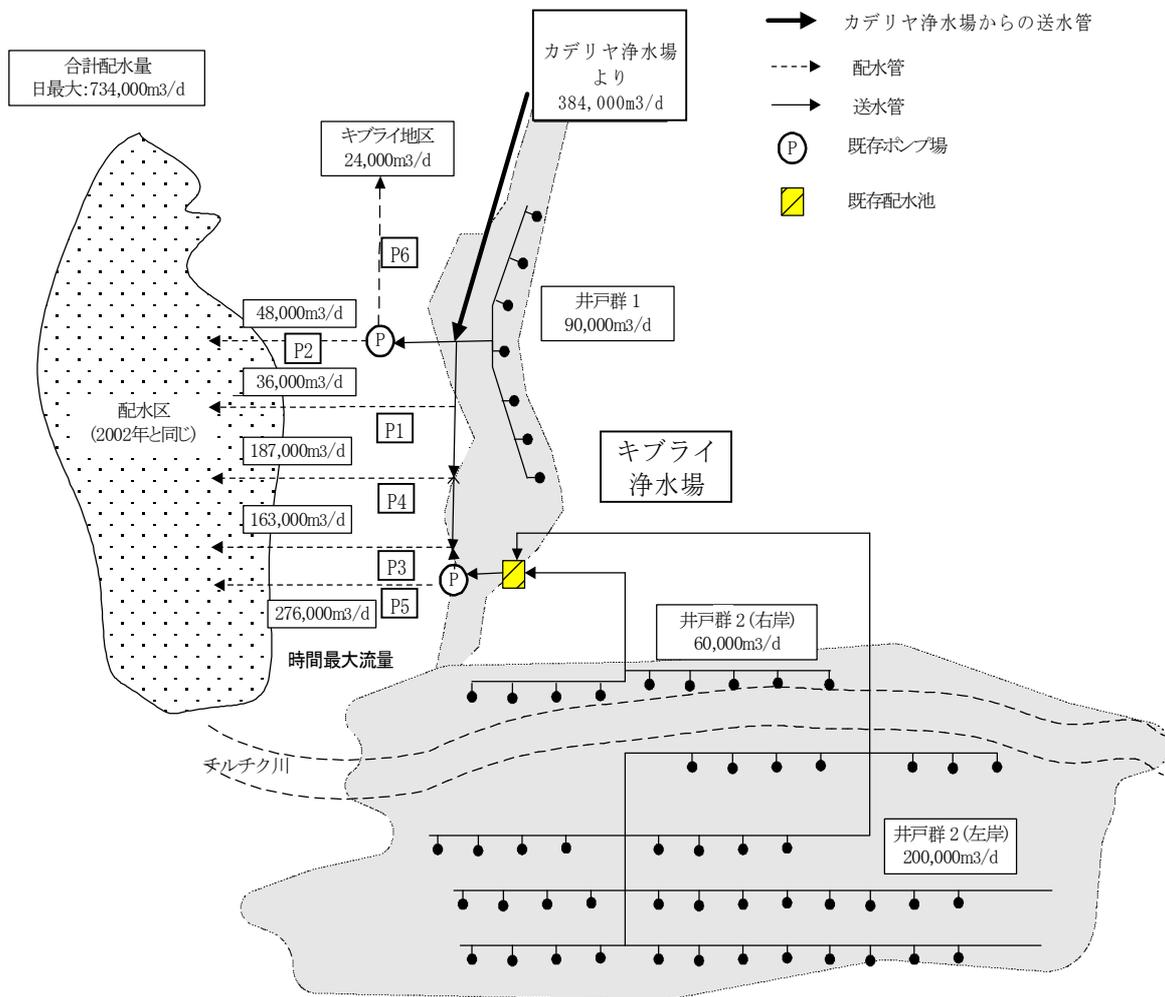
表IV.2.3 水理計算に用いられる計画給水量

計画対象年次	計画時間最大給水量	
	m <sup>3</sup> /hr	千 m <sup>3</sup> /d
2011 年 (F/S 目標年次)	95,708	2,297
2015 年 (長期計画目標年次)	84,917	2,038

## (2) キブライ浄水場からの自然流下による配水

### 1) 現状のシステムと運転の概要

キブライ浄水場の現在の配水システムを図IV.2.1 に示す。図に示す流量は、2004年12月の一日あたりの平均値である。これらの配水管から給水される配水区域は図IV.2.2 に示すキブライ配水区である。



図IV 2.1 キブライ浄水場の水収支と配水システム

キブライ浄水場からの市内への配水量は一日中一定である。カデリヤ浄水場から送水される浄水 (384,000 m<sup>3</sup>/d) は自然流下で本浄水場に供給され、ここから市内への配水も自然流下による。市内への合計の配水量は734,400 m<sup>3</sup>/dである。

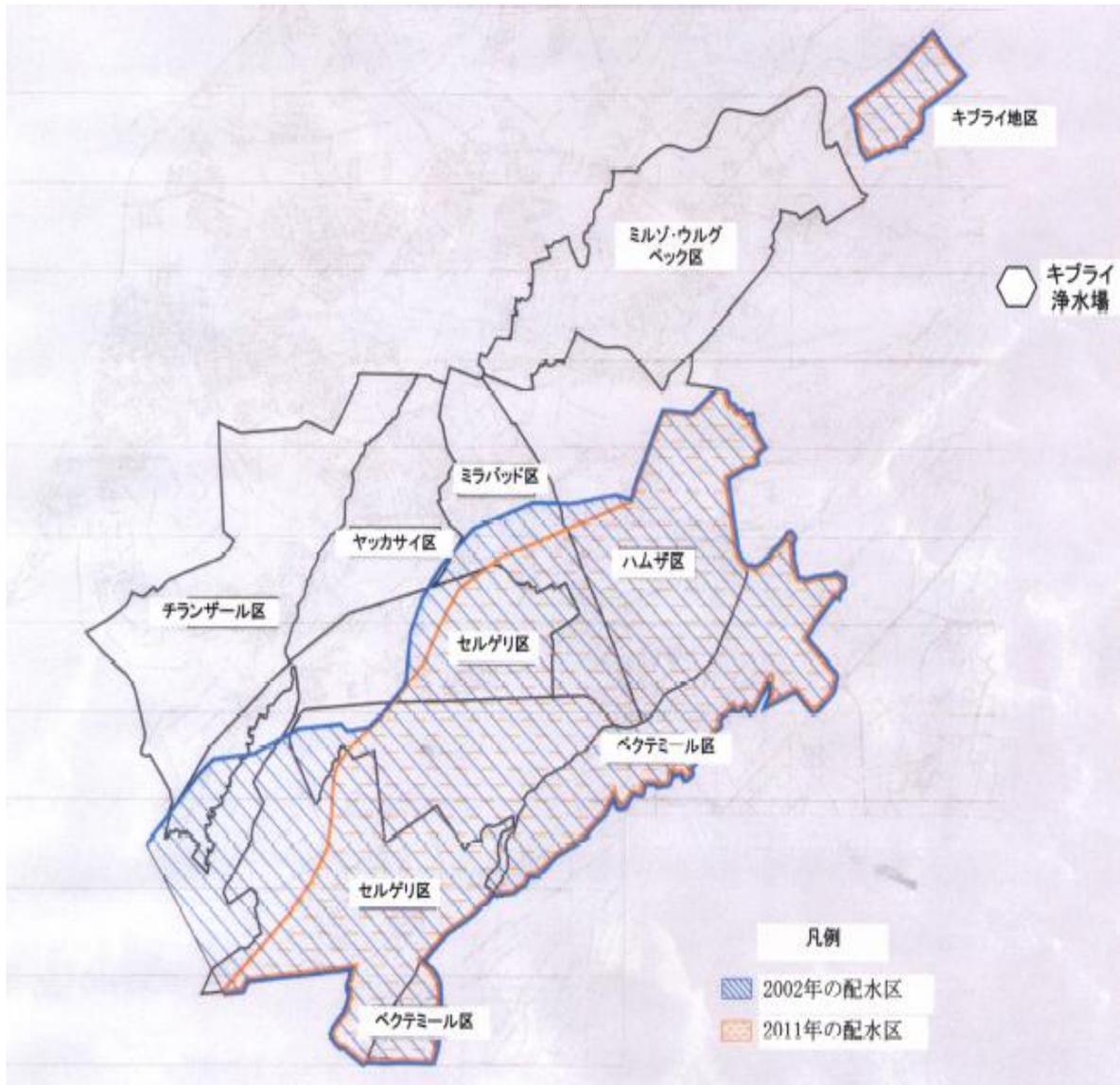
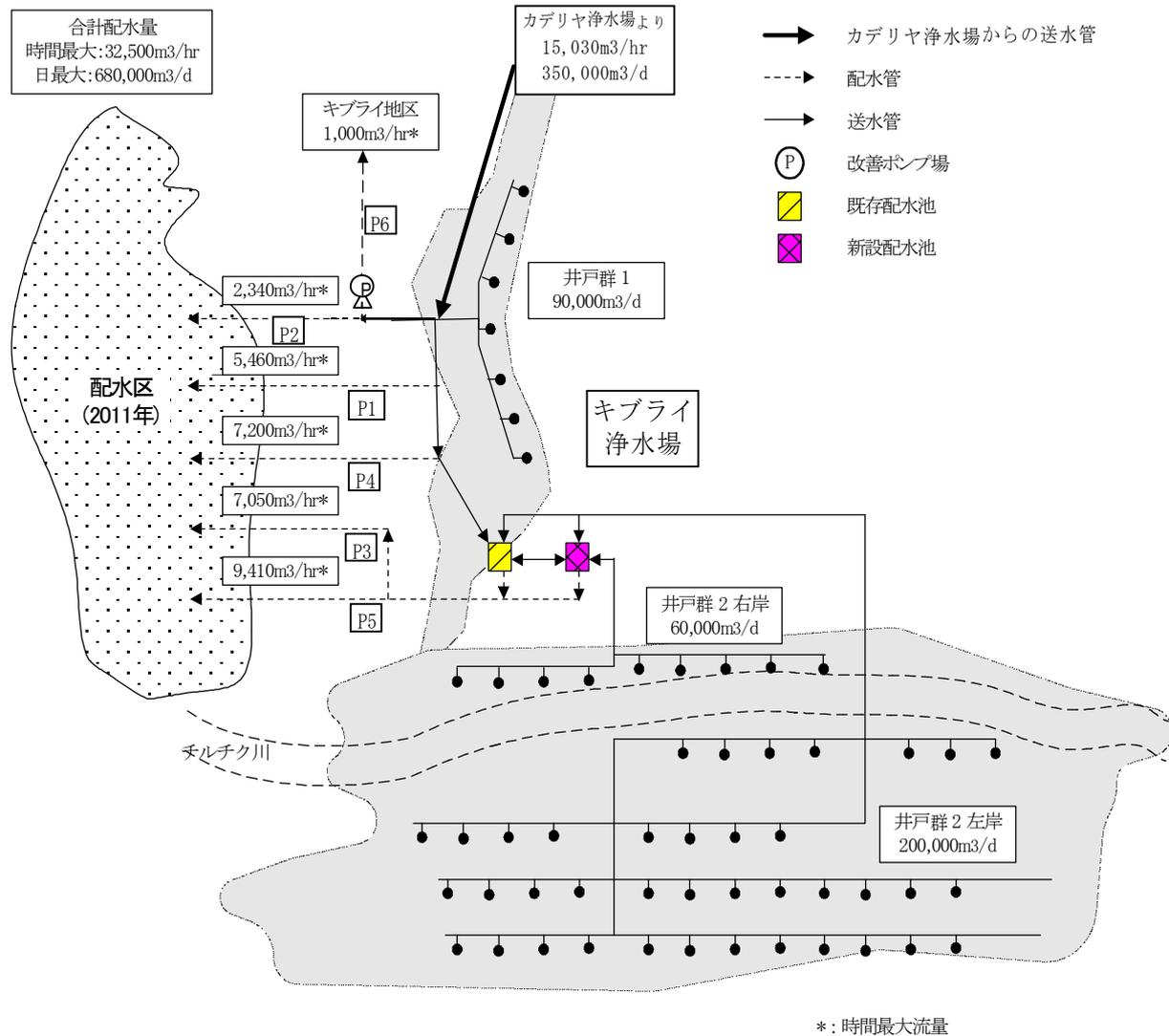


図 IV2.2 キブライ配水区

## 2) 配水管の流量

将来の水需要は減少する見通しであり、このことによりキブライ浄水場からの配水を自然流下方式へ転換させることが容易となる。配水区域内の各接点における2011年の計画給水量を基に、管網水理計算ソフト（WaterCAD）を用いて水理シミュレーションを行った。そのシミュレーション結果に基づき、各々の配水管に振り分けられた配水量は図IV.2.3に示す通りであり、時間最大 32,500 m<sup>3</sup>/hr の水がキブライ浄水場から配水されることになる。



図IV.2.3 2011年の各配管からの配水量

しかし、給水圧については水理計算の結果、ハムザ、ミラバッド地区の相当な面積において必要圧力 26 m を保てなかった。その対策のための代替案としては、市内への配水管の増強、または標高の高い位置に配水池を新設することが考えられるが、これらの代替案は巨額の投資を必要とすること、及び 2015 年には水需要が更に減少し圧力の状況が改善されることから選定しなかった。

### 3) キブライ浄水場の改善計画

浄水場の改善の内容は次の通りである。

- 長期計画で計画した配水池の水位は、既存の配水池に整合させるため、低水位 500.5 m、高水位 505 m に設定する。
- これらの配水池は新設する口径 2,000 mm の管で接続し、既存管（図IV.2.3 の P3 と P5）はその新設管から分岐させる。
- P3 管の敷設高さが流出する配水池の低水位より高いため、現状のままでは自然流下ができない区間がある（P3 管における配水池から 1,500 m の区間）。この区間については、新たに管を敷設し直すこととし、その間の摩擦損失を減少させるため既存管径 1,200 mm より一回り口径が大きい 1,400 mm を採用する。
- キブライ地区へ水圧 30 m で送水する P6 に給水するため、小規模なポンプ設備を No.1 ポンプ場に設置する。

### (3) 給水区域全体の配水管網の更新・改善

#### 1) 配水区域の分割（ブロック化）

既存のヴォドカナルの全配水区域を 5 つの配水区に分割した。すなわち、キブライ、カデリヤ南部、カデリヤ中央、カデリヤ北部の 4 つの自然流下配水区とボズスーのポンプ配水区である。

#### 2) 配水管の増強

現在は一部の配水管において流下能力が不足しているため、将来においても下流の圧力低下がおきる。これらの配水管について、配水管の増強を行うことにより流下能力を増大することができる。それぞれの増強配水管の位置及び管径は WaterCAD による水理計算に基づいて決定したが、その合計延長は 16.8 km である。

#### 3) 老朽配水管の更新

更新が必要な配水管の延長は 420 km である。ヴォドカナルはその配水区域を 3 地区に分け、優先順位を考慮して順番に施工するものとしている。第一優先地区は最も古い配水管のある標高の高い地区、第二は中間地区であり、低地区は配水管の敷設年が 1980 年代と比較的新しいため優先順位を最も低くした。

#### (4) 配水区域全体の配水管網の水圧と流量の調整

##### 1) 水圧調整システム

無収水の削減に伴い、将来における水量の時間変動は現在よりはるかに大きくなり、水圧も同様に変動することが予想される。このため、水圧制御が自動的に行える自動水圧調整システムを配水管網に導入することが必要である。自動水圧調整が必要な位置は、水理計算に基づいて、原則として水圧が 50 m 以上となり、大きな減圧が必要な 19 箇所を選定した。

水圧調整には通常、電氣的に制御された自動弁（タイプ 1）あるいは無動力の自己調整弁（タイプ 2）のいずれかが使われる。両者の費用は大差がないものの、タイプ 1 は標準的な機器で構成されるが、タイプ 2 は特殊な製品であり、メーカー毎に構造が異なるため、タイプ 1 の方が故障時の対応及び点検作業が容易である。更に、タイプ 1 は構成機器に流量計と水圧計を含むため、リアルタイムで水圧と流量の記録を容易に監視ステーションに送れる利点がある。従って水圧調整システムとしてタイプ 1 を選定した。

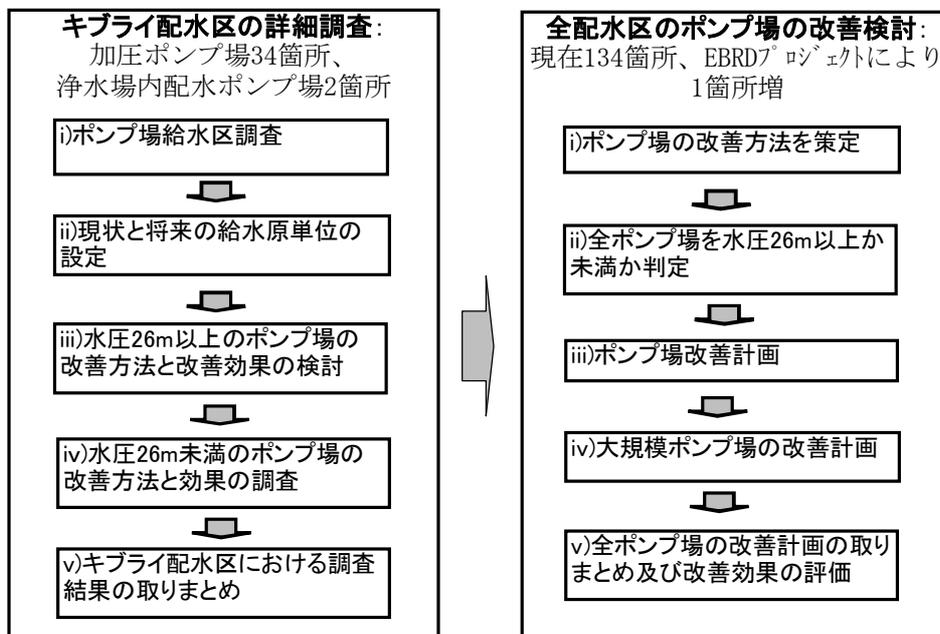
##### 2) 流量調整システム

キブライ配水区とミルゾ・ウルグベック・ポンプ場の流量を調整するため、3 箇所において流量調整設備を設置する。タイプ 1 の調整設備を水圧調整と同様に流量調整にも用いることとし、バルブを制御することにより設定された流量を保つようにする。

#### (5) 全配水区の加圧ポンプ場の改善

##### 1) 加圧ポンプ場改善調査の方法

配水区に配置されている加圧ポンプ場の改善のための調査方法については IV.1 (1) で既に述べたが、具体的には図 IV.2.4 の手順で実施する。まず、キブライ配水区において調査を行い、その結果を給水区全体に当てはめて、ポンプ場を将来廃止するか、または改善するかを決定し、改善内容を策定する。



図IV.2.4 加圧ポンプ場の調査方法

i) ポンプ場の給水区の調査

キブライ浄水場からの配水区である、ハムザ、ミラバッド、セルゲリ及びベクテミール地区において、加圧ポンプ場給水区の配水管の状況及び水消費者のタイプとその構成について調査した。各ポンプ場が水を供給している消費者については、アパートとその他に分類した。アパートは階数毎に必要な水圧が決まるため、表IV.2.4に示すように階数毎に分類し、この分類による建物毎に世帯数（フラット数）を把握した。

表IV.2.4 アパートの階数ごと世帯数の調査結果

アパートの階数	各ビルの世帯数			
	ハムザ	ミラバッド	セルゲリ	ベクテミール
2	6	6	6	6
3	12	12	12	12
4	70	50	40	55
5	90	60	50	65
7	60	40	40	40
8	70	35	35	35
9	120	100	65	90
12	60	48	48	48
14	112	112	112	112
16	128	128	128	128

調査の結果を表IV.2.5に示す。TKEOと市のデータは、対象地区の全世帯数と人口を示しており、調査結果との差がポンプ場から給水されていない（自然流下で給水されている）世帯数と人口ということになる。表から分かるように、ベクテミール地区では殆どの消費者にポンプ場から給水している。

表IV.2.5 ポンプ場の消費者の調査結果集計表

地区	建物の数	世帯数		人口	
		調査結果	TKEO データ	調査結果	市データ
ハムザ <sup>2</sup>	430	34,454	42,508	122,054	207,200
ミラバッド	460	21,070	26,410	98,912	121,700
セルゲリ <sup>*1</sup>	1,480	40,337	40,211	161,659	282,000
ベクテミール <sup>*1</sup>	3,734 <sup>*2</sup>	5,953 <sup>*2</sup>	5,945	27,217	27,700
合計	6,104	101,814	115,074	409,842	638,600

\*1: 浄水場内の配水ポンプ場の配水区消費者も含む

\*2: 一戸建ても含む

## ii) ポンプ場の単位需要量の設定

需要者千人当たりのポンプ場必要能力を算定するため、単位給水量を表IV.2.6に示すように定めた。この場合の現況の家庭用の単位給水量は、調査に基づく単位給水量に対して給水管の漏水率25%を見込んで設定している（学校、病院に関しては漏水率を含んで給水量を決定）。現況と将来の単位給水量には大きな差がある。現在の時間給水量は、実際の需要量に時間変動があっても給水区域の多量の漏水のため1日中殆ど変化しない。一方、将来のポンプの必要能力は給水区域の家庭内漏水機器の修理や配水管の敷設替えに伴う漏水量減少による流量変動の増大を考慮して、時間平均給水量の2倍に設定している。従って、必要ポンプ能力の現在と将来の差は単位給水量の差ほど大きくならない。

表 IV.2.6 ポンプ場の単位需要水量

消費者	単位給水量 (Lpcd)		千人当たりの 必要ポンプ能力 (m <sup>3</sup> /hr) <sup>*6</sup>	
	現況	将来	現在	将来 <sup>*7</sup>
アパート	500 <sup>*1</sup> /(1-0.25)=667	200 <sup>*3</sup>	27.8	16.7
一戸建て	270 <sup>*1</sup> /(1-0.25)=360	--- <sup>*4</sup>	15.0	--- <sup>*4</sup>
学校	200 <sup>*2</sup>	100 <sup>*5</sup>	8.3	8.3
消費者	単位給水量 (L/ベッド・日)		1000 ベッド当たりの 必要ポンプ能力 (m <sup>3</sup> /hr) <sup>*6</sup>	
	現況	将来	現在	将来 <sup>*7</sup>
病院	500 <sup>*2</sup>	200 <sup>*5</sup>	20.8	16.7

\*1: Vol.2 Main Report Table 4.2.1 より。

\*2: ヴォドカナルからヒアリングした値。

\*3: 市内全体の将来予測地域 150Lpcd (Vol.2 Main Report Table 4.2.1 より) に対し狭い範囲の給水量を扱うので、安全を考慮し値を割り増して 200Lpcd と設定した。

\*4: 将来、全体的な水圧が上昇し、必要水圧 10m が確保出来ることが予想される為、ポンプは必要としない。

\*5: 我が国の浄化槽構造指針の値を参照し決定。

\*6: 単位給水量を千倍して、日当たり給水量を算出して、時間当たり水量に変換している。(アパートの現況例: 667Lpcd x 1,000 people x 1/1,000m<sup>3</sup> /L ÷ 24hr/d = 27.8 m<sup>3</sup>/hr)。

\*7: 時間変動係数を 2 とする。

iii) 給水区域の水圧が26 m以上の場合のポンプ場の改善方法とその効果 (対象は全ポンプ場)

#### ポンプ場の廃止の検討と必要能力の算定

キブライ配水区のポンプ場リストは表IV.2.7 の通りであり、2 箇所の浄水場内の配水ポンプ場を加えて 36 箇所である。表IV.2.7 には、調査により見直された給水人口、水需要、必要能力をあわせて示す。将来、全体的な水圧が上昇し、必要水圧 10m が確保出来ることが予想されるため、一戸建ては含まずアパートのみに給水する。

表IV.2.7 ポンプ場毎の給水人口、水需要、必要能力の検討結果

地区	No.	ポンプ場能力	給水人口		日需要量 (m <sup>3</sup> /d)		必要能力 (m <sup>3</sup> /h)	
			現在	将来	現在	将来	現在	将来
ハムザ	116	90	3,934	0	2,597	0	108	0
	117	1,000	34,399	11,054	22,279	2,211	928	184
	120	300						
	118	1,000	38,413	26,601	25,025	5,240	1,043	437
	119	1,000	13,047	13,047	8,084	2,479	337	207
	121	1,000	4,244	4,244	2,849	859	119	72
	123	200	1,777	0	1,184	0	49	0
	126	600	15,598	1,974	9,112	395	380	33
	124	45	1,152	0	768	0	32	0
	125	20	461	0	307	0	13	0
	127	600	6,623	0	3,737	0	156	0
	128	45	888	0	592	0	25	0
	129	20	632	0	441	0	18	0
	130-1	20	888	0	592	0	25	0
合計	5,940	122,056	56,920	77,567	11,184	3,233	933	
ミラバッド	10	1,000	26,038	26,038	15,912	4,898	663	408
	11	600	11,142	4,606	6,635	921	276	77
	12	1,000	8,794	5,431	5,000	1,086	208	91
	17	600	21,479	0	13,546	0	564	0
	13	1,000	3,540	658	2,360	132	98	11
	14	150	2,961	2,961	1,974	592	82	49
	15	150	7,787	7,787	5,191	1,512	216	126
	16	90	855	0	570	0	24	0
	18	45	197	0	132	0	5	0
	19	800	9,582	0	5,524	0	230	0
	20	20	329	329	219	66	9	5
	21	20	1,546	0	1,031	0	43	0
	22	60	4,661	0	2,314	0	96	0
合計	5,535	98,911	47,810	60,408	9,207	2,514	767	
セルゲリ	130	1,000	13,473	13,473	8,982	2,695	374	225
	131	3,000	23,952	0	13,004	0	542	0
	132	1,000	8,808	8,808	4,425	1,452	184	121
	133*2	1,000	70,342	70,342	43,323	13,293	1,805	1,108
	134	1,000	9,399	9,249	5,542	1,695	231	141
	セルゲリ*1	4,000	35,686	0	19,100	0	796	0
合計	11,000	161,660	101,872	94,376	19,135	3,932	1,595	
バクテミール	--	160	4,442	4,442	2,961	888	123	74
	バクテミール*1	960	21,151	0	11,728	0	489	0
	140	100	1,624	0	1,083	0	45	0
合計	1,220	27,217	4,442	15,771	888	657	74	
合計		23,695	409,844	211,044	248,123	40,414	10,336	3,369

\*1：浄水場内の配水ポンプ場、\*2：ポンプが老朽化しているため交換必要  
 廃止可能なポンプ場,  ポンプを交換する必要があるポンプ場

水圧が 26m 以上の場合は 5 階以下の低層ビルに自然流下で給水可能である。しかし、多くの大規模なポンプ場は低層アパートと 9 階建てのアパートの両方に給水しており、これらのポンプ場を単純に廃止することはできない。但し、計画給水人口が過大に設定されている場合には、給水人口を見直すことによりポンプ場の規模縮小が可能である。また、9 階建てのアパートにポンプ・ユニットを設置すれば、ポンプ場は廃止可能である。このため各ポンプ場の配水先の状況を調査し、将来人口を基に廃止するポンプ場と存続させるポンプ場及びその能力を決定した。

表IV.2.7に示すように、浄水場内の配水ポンプ場を含め、全部で23箇所のポンプ場が将来廃止可能であり、将来、多くの場合はポンプ場により供給される給水人口を減少させることができる。また、残存するポンプ場は、個々のポンプ能力が将来のポンプ場の能力に対して適切であれば、既存のポンプの状態に問題がない限り、そのポンプを更新する必要はない。しかし、多くのポンプ場に設置されているポンプの能力は、将来の必要能力に比べ過剰となっている。例えば、設計能力が600~1,000 m<sup>3</sup>/hrのポンプ場には、全で一基あたりの吐出量320 m<sup>3</sup>/hrの同一能力を持つポンプが設置されているが、殆どのポンプ場における将来の計画給水量はその値より小さくなる。このようなポンプ場では既存のポンプによる水量の制御は困難であり、ポンプの更新（交換）が必要となる。

従って、能力1,000 m<sup>3</sup>/hのポンプ場については、必要能力が500 m<sup>3</sup>/hrを超え、かつ機能診断結果が良好な場合に限り、ポンプ交換は行わないこととした。表IV.2.7では該当するものはない。

#### ポンプ場の分類と割合及び能力の算定

加圧ポンプ場は「廃止できるもの」「存続ポンプ交換要」「存続ポンプ交換不要」の3つに分類できる。表IV.2.8には、設計能力毎に上記3分類毎のポンプ場の個所数及び平均能力を示す。

表IV.2.8 将来の各分類のポンプ場の箇所数と必要能力（水圧26m以上）

設計能力(m <sup>3</sup> /hr)	ポンプ場数	分類	数	平均能力(m <sup>3</sup> /hr)
1,000	11	廃止	2	---
		存続ポンプ交換不要	0	0
		存続ポンプ交換要	9	312
800-300	6	廃止	6	---
		存続ポンプ交換要	0	---
200-100	5	廃止	2	---
		存続ポンプ交換要	3	83
100未満	11	廃止	10	---
		存続ポンプ交換要	1	5

注：能力1,000 m<sup>3</sup>/hr以下のみ分類（131ポンプ場、セルゲリ及びベクテミール浄水場内の配水ポンプ場を含まず）

#### ポンプ場の改善効果の評価

表IV.2.9はキブライ配水区の各地区において計画されたポンプ場の評価結果をまとめたものである。これにはセルゲリ及びベクテミール浄水場内の配水ポンプ

場は含まれていない。表に見られるように将来存続するものは13箇所、廃止できるものは21箇所である。設計能力に対し、現在必要な能力は48%であり、将来必要な能力はわずか18%である。すなわち、将来の必要能力は現在に対し1/3(0.18/0.48)となる。改善の結果、合計の電力消費量も大幅に減少する。

表IV.2.9 加圧ポンプ場の評価結果集計表（水圧26 m以上）

地区	設計能力 (m <sup>3</sup> /hr)	箇所数		人口		必要能力(m <sup>3</sup> /hr)		出力(kW)	
		現在	将来	現在	将来	現在	将来	現在	将来
ハムザ	5,970	14	3	122,054	56,920	3,233	933	569	100
ミラバッド	5,535	13	5	98,911	47,810	2,514	767	511	86
セルゲリ	7,000	5	4	125,975	101,872	3,136	1,595	551	175
ベクテミール	310	2	1	6,066	4,442	168	74	39	21
合計	18,815	34	13	353,008	211,044	9,054	3,369	1,670	382
割合		1.00	0.38	1.00	0.60	0.48 <sup>*1</sup>	0.18 <sup>*1</sup>	1.00	0.23

注：浄水場内の配水ポンプ場は含まず  
\*1：設計能力と比較

#### ポンプ・ユニットの選定

9階建てのアパートに設置を計画するポンプ・ユニットの仕様を表IV.2.10に示す。ポンプ・ユニットは予備ポンプ、電気盤、圧力タンクを含むものとし、ポンプモータの回転数を変化させることによって流量を調整する、電氣的な回転数制御による流量制御を採用する。

表IV.2.10 ポンプ・ユニットのリスト

記号	能力(m <sup>3</sup> /hr)	揚程(m)	出力(kW)	必要箇所数
a	3.3	50	0.75	14
b	5.5	50	1.5	7
c	11	50	2.2	6
d	13.8	50	3.7	2
e	16.5	50	4.5	5
計				34

注：必要箇所数は4配水区の合計

現在、タシケント市ではアパート内の漏水が多いため、常時同じ水量を送る通常のポンプで高層アパートに給水しているが、将来、修理の進行に伴い建物内の漏水が削減されると、ポンプ・ユニットは日間の水量の変動に対応できるものである必要がある。現在、タシケント市では個別の高層建築を中心に、回転数制御

による流量制御が可能なポンプの導入が進んでいることから、ポンプ・ユニットは回転数制御が可能なものとする。

- iv) 給水区域の水圧が26m未満の場合のポンプ場の改善方法とその効果（対象は全ポンプ場）

iii)と同様に検討を行う。区域の水圧が26m未満の場合、低層ビルに対して自然流下により給水できないため、加圧ポンプ場は廃止できない。しかし、実際には設計能力が過大なポンプ場が多いため、能力を大幅に小さく出来る場合が多い。表IV.2.7と同様に検討した結果から、ポンプ場の能力規模毎に、ポンプ場の箇所数及び必要能力を分類別に整理して表IV.2.11に示す。この場合、能力1,000 m<sup>3</sup>/hrの2箇所のポンプ場については将来のポンプ交換が不要である。

表IV.2.11 ポンプ場の能力規模別必要能力（水圧26 m未満）

能力規模 (m <sup>3</sup> /hr)		箇所数	必要能力の平均値 (m <sup>3</sup> /h)	
			現在	将来
1,000	ポンプ交換不要	2	986	593
	ポンプ交換要	9	447	275
	計	11	545	333
800-300	ポンプ交換要	5	321	215
	統合により廃止	1	0	0
200-100		5	116	68
100 未満		11	36	24

注：能力1,000 m<sup>3</sup>/hr以下のみ分類（131 ポンプ場、セルゲリ及びベクテミール浄水場内の配水ポンプ場を含まず）

表IV.2.12は各地区において計画されたポンプ場の評価結果をまとめたものであり、浄水場内の配水ポンプは表に含まれていない。将来の必要能力は現在に比べ65% (0.31/0.48) であり、同様に消費電力は現在に比べ44%になる。

表IV.2.12 加圧ポンプ場の評価結果集計表（水圧26 m未満）

地区	設計能力 (m <sup>3</sup> /hr)	箇所数	人口		必要能力(m <sup>3</sup> /hr)		出力 (kW)	
			現在	将来	現在	将来	現在	将来
ハムザ	5,970	14	122,056	122,056	3,233	2,035	569	280
ミラバッド	5,535	13	98,911	98,911	2,514	1,602	511	209
セルグリ	7,000	5	125,975	125,975	3,136	2,100	551	220
ベクテミール	310	2	6,066	6,066	168	101	39	26
計	18,815	34	353,008	353,008	9,054	5,838	1,670	735
割合			1.00	1.00	0.48 <sup>*1</sup>	0.31 <sup>*1</sup>	1.00	0.44

注：浄水場の配水ポンプ場は含まず

\*1：設計能力と比較

v) キブライ配水区ポンプ場の調査結果

キブライ配水区におけるポンプ場の調査結果は以下のとおりである。

- a) 加圧ポンプ場は、殆どアパート等などのビルにのみ給水しているが、アパートの大部分は5階以下の低層と9階以上の高層に分けられる。10階以上のアパートには専用ポンプが設置されているので、ヴォドカナルは加圧ポンプを設置する必要はない。
- b) 給水圧の低い地区が多いため、水圧が26m以上あれば直接給水が可能な5階以下の低層アパートへもポンプ場から給水している。将来に給水圧が上昇すれば低層アパートへの給水は自然流下で可能となり、ポンプ場からの送水は停止できる。
- c) 能力600 m<sup>3</sup>/hr以上の比較的規模が大きいポンプ場の多くは5階以下の低層アパートと9階のアパートの両方に送水している。従って、将来給水圧が上昇した場合、低層アパートへの給水を自然流下で行うためには、その接続管をポンプ場の給水区から切り離して他の配水管へ接続する必要がある。
- d) ポンプ場の設計流量に対し、実際の給水量は大幅に少ない場合が多いので、給水圧が26m未満の場合でもポンプ場の改修に当たって能力の削減が可能である。
- e) 加圧ポンプ場は「廃止」「存続、ポンプ交換要」「存続、ポンプ更新不要」の3つに分類できる。1,000 m<sup>3</sup>/hr以下のポンプ場の5区分の能力範囲とそれぞれの箇所数を表IV.2.13に示す。水圧26m以上または未満の分類毎の箇所数、その割合、必要能力は表IV.2.13に示す通りである。

分類毎のポンプ場の箇所数の割合と能力については、調査区域のポンプ場数が

限られているため、他の区域の値を参考にして定めた。

表IV.2.13 設計能力・圧力範囲別ポンプ場の分類

設計能力 (m <sup>3</sup> /hr)	ポンプ場 数	分類	水圧 26m 以上		水圧 26m 未満	
			割合(%)	平均能力(m <sup>3</sup> /hr)	割合(%)	平均能力(m <sup>3</sup> /hr)
1,000	11	廃止	15	---	0	---
		存続・ポンプ未更新	10	593 <sup>*1</sup>	20	593
		存続・ポンプ更新	75	312	80	275
800-600	5	廃止	60	---	0	---
		存続・ポンプ更新	40	215 <sup>*1</sup>	100	215
500-300	1	廃止	50	---	0	---
		存続・ポンプ更新	50	150 <sup>*2</sup>	100	150
200-100	5	廃止	50	---	0	---
		存続・ポンプ更新	50	83	100	68
100 未満	11	廃止	85	---	0	---
		存続・ポンプ更新	15	24 <sup>*1</sup>	100	24

\*1：キブライ配水区に水圧26m以上の例がなかったため、水圧26m未満の場合の必要能力を適用

\*2：キブライ配水区にこの範囲の能力のポンプ場がないため、他の能力範囲の例から推定

- f) 全給水区の将来水圧が 26m 以上となる場合、ポンプ必要能力は現在の 18%、電力消費量は 23%となる。水圧が 26m 未満の場合でも、ポンプ必要能力は現在の 31%、電力消費量は 44%であり、大幅に減少可能である。

### 3) 全配水区内ポンプ場の改善計画の検討

#### i) ポンプ場の改善方法の検討

存続が必要なポンプ場については、監視設備の導入を図るとともに更新が必要なポンプは自動制御による運転を計画する。ポンプ場の分類「存続ポンプ未更新」は「監視」、「存続ポンプ更新」は「改善」、「廃止する」は「廃止」と称する。

「監視」のポンプ場は水量と水圧を測定し伝送して、施設の故障とともにヴォドカナルの本庁舎で監視する。「改善」のポンプ場はポンプの自動運転が可能であり、更新したポンプは水量調節を含めて自動運転ができ、上述と同様な監視を行う。

#### ii) 全配水区のポンプ場の水圧の判定

全配水区域を対象に、ポンプ場地点における2011年と2015年の水圧を水理計算によって分析し、給水圧が26m以上か未満か判定した。その結果を表IV.2.14に示すが、配水量減少に伴う市内の水圧上昇のため、2015年の水圧が26m未満の加圧ポンプ場の数は、2011年に比べ大幅に減少している。

表IV.2.14 低水圧地区のポンプ場の箇所数

能力規模 (m <sup>3</sup> /hr)	計	水圧 26m 未満	
		2011	2015
3000 以上	7	2	0
1000	43	18	8
800-600	14	7	2
500-300	9	5	1
200-100	10	4	0
100 未満	51	15	4
合計	134	51	15
割合(%)	100	38	11

iii) ポンプ場の改善計画

表IV.2.15(1)は、表IV.2.14の圧力判定結果を2011年と2015年について、能力1000 m<sup>3</sup>/hr以下の場合で、水圧26m以上、26m未満、2011年から2015年の間に水圧26m以上になるものに分けて整理した。表IV.2.13に示す分類は表IV.2.15(2)に示すように、i)で述べた「廃止」「監視」「改善」に変える。表IV.2.15(2)は各分類のポンプ場数を表IV.2.15(1)の圧力条件に基づいて設計能力範囲毎、分類毎に2011年と2015年について計算したものである。

各分類の能力は表IV.2.13に示す通りである。なお、現在 1,000 m<sup>3</sup>/hrの能力のポンプ場は43箇所であるが、EBRDプロジェクトによって2015年で水圧が26m未満の地区に対しポンプ場が1箇所建設される予定であるため、これを「監視」に分類して加えた。

表IV.2.15(1) 加圧ポンプ場の 2011 年と 2015 年の圧力条件

設計能力 (m <sup>3</sup> /hr)	現在の ポンプ場数	ポンプ場水圧判定結果				
		26m 以上		26m 未満		圧力上昇 26m 以上 2011-2015 年
		2011 年	2015 年	2011 年	2015 年	
1000	44 <sup>*1</sup>	25	35	19	9	10
800-600	14	7	12	7	2	5
500-300	9	4	8	5	1	4
200-100	10	6	10	4	0	4
100 未満	51	36	47	15	4	11
合計	128	78	112	50	16	34

\*1: EBRD プロジェクトによる新ポンプ場を含む

表IV.2.15(2) 能力 1,000 m<sup>3</sup>/hr 以下の加圧ポンプ場の改善計画

設計能力 (m <sup>3</sup> /hr)	分類	2015年までに水圧 26m 以上となる ポンプ場				2015年に水圧 26m 未満のポンプ場		合計
		率 (%)	廃止又は改修対象			率(%)	改修対象 2011年	
			2011年	2012-2015年	合計			
1,000	廃止	15	4	1	5	0	0	5
	監視	10	3	1	4	20	2	6
	改善	75	19	8	27	80	6	33
800-600	廃止	60	4	3	7	0	0	7
	改善	40	3	2	5	100	2	7
500-300	廃止	50	2	2	4	0	0	4
	改善	50	2	2	4	100	1	5
200-100	廃止	50	3	2	5	0	0	5
	改善	50	3	2	5	100	0	5
100未満	廃止	85	31	9	40	0	0	40
	改善	15	5	2	7	100	4	11
合計			79	34	113		15	128

iv) 大規模ポンプ場の改善方法の検討

また市内には表IV.2.15(1)及び(2)に示すポンプ場の他に、能力が30,000 m<sup>3</sup>/hrであるミルゾ・ウルグベック・ポンプ場、7,200 m<sup>3</sup>/hrであるチランザール・ポンプ場、及び5箇所の3,000 m<sup>3</sup>/hrのポンプ場がある。これらの大規模ポンプ場についての検討結果は次の通りである。

- a) ミルゾ・ウルグベック・ポンプ場は水理検討の結果、2,600 m<sup>3</sup>/hrのポンプ場として「改善」する。
- b) チランザール・ポンプ場は1996年に新しく建設されたポンプ場であるため、診断結果は良好である。また多くの低層ビルと共に9階建てのビルにも送水していることから「監視」に分類する。
- c) 能力3,000 m<sup>3</sup>/hrのポンプ場のうちセルゲリ地区にある1箇所は、詳細調査の結果に基づき「廃止」する。他の4箇所については、診断結果は良好であり、また多くの9階建てビル並びに低層ビルに送水しているため「監視」に分類する。

v) 配水区全体の改善計画の取りまとめと効果の評価

表IV.2.16 は、表IV.2.15 (2)の検討結果と前述の大規模ポンプ場の検討結果をまとめたもので、能力毎、分類毎のポンプ場数を示す。表IV.2.16 に示すように、将来存続するポンプ場は「監視」「2011年に改善」「後に改善」の合計数である 73 箇所である。なお、ポンプ・ユニットについては、詳細調査を行ったキブライ配

水区での必要数が 34 ユニットであり、その地区の人口の市内全体に占める割合 (約 25%) により、市内全体では 2015 年に 134 ユニットが必要と推定した。

表IV.2.16 分類毎のポンプ場の箇所数

分類/能力(m <sup>3</sup> /hr)	大規模* <sup>2</sup>	3000	1000	800-600	500-300	200-100	100 未満	合計
監視	2	4	6					12
2011 年改善 後に改善* <sup>1</sup>			25	5	3	3	9	45
存続 計	2	4	39	7	5	5	11	73
2011 年廃止 後に廃止* <sup>1</sup>		1	4	4	2	3	31	45
廃止 計	0	1	5	7	4	5	40	62
合計	2	5	44	14	9	10	51	135

\*1: 2012 年から 2015 の間に実施される。

\*2: ミルズ・ウルグベック・ポンプ場及びチランザール・ポンプ場

2011 年と 2015 年を対象に、市内全体のポンプ場が改善された場合のポンプ場容量 (送水能力) と電力消費量が、現況 (2002 年) に比べて削減される割合を算出した結果を表IV.2.17 に示す。ポンプ場容量と電力消費量は F/S の計画年次 (2011 年) でそれぞれ 22.9%、31.0% に大幅に減少し、削減率はそれぞれ 77.1% と 69.0% になると予想される。

表IV.2.17 ポンプ場容量と電力消費量の現在と将来の比較(%)

分類	水圧	キブライ地区に おけるポンプ場 改善後の容量、 電気消費量の現 況に対する比率 * <sup>1</sup>	市内全体のポンプ場			
			2011 年		2015 年	
			水圧を判定 されたポン プ場の比率* <sup>2</sup>	現況に対する 比率* <sup>3</sup>	水圧を判定さ れたポンプ場 の比率* <sup>2</sup>	現況に対する 比率* <sup>3</sup>
ポンプ場 容量	26m 以上	18	62	22.9	89	19.4
	26m 未満	31	38		11	
電力 消費量	26m 以上	23	62	31.0	89	25.3
	26m 未満	44	38		11	

注: 浄水場内に設置された配水ポンプ場は計算に含まず。

\*1: 表IV.2.9 と表IV.2.12 における必要能力及び出力の将来の項より。

\*2: 水圧26m未満の割合は2011年に38%、2015年に11%と予想される (表IV.2.14参照)。

\*3: 各分類と計画年次において水圧26m以上または未満の\*1の割合と\*2の割合を乗じて加えたもの (2011年のポンプ場容量の例:  $18\% \times 62\% / 100 + 31\% \times 38\% / 100 = 22.9\%$ )。

## (6) 配水管網改善の内容

配水管網の改善に関し、F/Sで検討した結果を表IV.2.18に示す。

表IV.2.18 F/Sによる改善計画取りまとめ

施設	改善・更新の内容
キブライ浄水場	ポンプ配水システムを自然流下式に変更
配水管網	配水区域をポンプ配水によるボズスー配水区を含んで5つに分割 自動圧力・流量調整システム導入
	補強配水管敷設
加圧ポンプ場	2011年には12大規模ポンプ場へ監視設備導入（自動化を行わないので夜間を含めた交代運転員が必要）
	2011年に45のポンプ場についてポンプ更新、自動化・監視システム導入、2015年までには16ポンプ場が改善
	2011年には106ユニットのポンプ・ユニットを各9階建てアパートに設置、2015年までにはさらに28ユニット追加
	2011年に45のポンプ場を廃止、その後2015年までの17ポンプ場を廃止

## IV.3 運転管理と組織

### IV.3.1 運転管理

#### (1) 人員の配置

EBRDプロジェクトによる施設の更新とF/S対象プロジェクト（F/Sにより計画された項目）による配水施設の改善及び老朽配水管の更新が目標年次2011年には完了するため、これらの水道施設の改善に伴って人員配置が変更される。表IV.3.1は施設の運転のための人員配置計画を示す。EBRDプロジェクトによってカデリヤ及びボズスー浄水場には急速ろ過池の自動洗浄設備が導入され、キブライ浄水場には自動運転の井戸ポンプが設置されるので、交代勤務運転員の人数が減ることになる。

現在の加圧ポンプ場の運転員は非常に多いが、自動運転設備と監視設備がF/S対象プロジェクトで導入されるため大幅に減少する。これらのポンプ場については、巡回と緊急時の交代勤務の人員だけが、カラスの管理事務所に配置される。大規模ポンプ場の交代勤務運転員については、自動運転システムが導入されないので継続して配置する必要がある。さらに、配水管網の改善に関するF/S対象プロジェクト完了後も一定期間存続する予定のポンプ場にも交代勤務運転員を配置しておく必要がある。

表IV.3.1 人員配置案

分類	年	交代勤務 運転	運転	機械・電 気・修理	水質試験	合計	
継続運転される 浄水場	現在	199	192	90	32	513	
	2011	145	160	88	32	425	
南浄水場 (2012年に廃止予定)	現在	48	39	16	12	115	
	2011	24	20	10	12	66	
廃止予定浄水場	現在	178	46	37	12	273	
	2011	0	0	0	0	0	
加圧ポンプ場	現在	585	173	36	0	794	
	2011	運転員	172	44	30	0	246
		巡回員*1	40	60	10	0	110
		小計	212	104	40	0	356
合計	現在	1,010	450	179	56	1,695	
	2011	381	284	138	44	847	
計画の効果（差引減少）		629	166	41	12	848	

\*1：カラスポンプ場運転本部に駐在し各ポンプ場を巡回

## (2) 電力・薬品消費量

### 1) 電力消費量

F/Sの目標年次（2011年）の電力消費量は表IV.3.2に示す通りである。この時点では南浄水場はまだ存続し、部分的に運転されているので、その電力消費量を計上する必要がある。キブライ浄水場の単位水量当りの電力消費量は、井戸ポンプの交換及び配水方式をポンプから自然流下に変えることで減少する。

加圧ポンプ場による電力消費量は、給水量の減少に伴う給水圧の上昇及び加圧ポンプ場の廃止と改善により大幅に減少する。2011年の給水量は長期計画の目標年次である2015年の給水量より多いので、2011年では相当な面積の区域において、低層アパートへの自然流下配水を行える給水圧26m以上を保つことができない。市内全体では2011年には62%、2015年には89%のポンプ場が給水圧26m以上となる。

ハムザ、ミラバッド、セルゲリとベクテミール地区における詳細調査によると、浄水場の配水ポンプを含んだ場合には、現在の電力消費量に比べ、2011年には水圧26m以上の場合20%、水圧26m未満の場合38%の電力消費量になる。

表IV.3.2 目標年度の電力消費量と費用

分類	名称	単位消費量		給水量		電力消費量		費用			
		kWh/m <sup>3</sup>		千 m <sup>3</sup> /d		10 億 Wh/年					
		2002年	2011年	2002年	2011年	2002年	2011年	2002年		2011年	
								百万スム	千米ドル	百万スム	千米ドル
継続して 運転する 浄水場	カデリヤ	0.105	0.110	2,100	1,340	80.3	53.8	2,626	2,409	1,759	1,614
	キブライ	0.423	0.200	354	312	54.6	22.8	1,785	1,638	744	683
	ボズー	0.275	0.290	250	134	25.1	14.2	821	753	464	426
	南	0.170	0.170	142	45	8.8	2.8	288	264	92	84
	計	0.162	0.140	2,846	1,831	168.8	93.6	5,520	5064	3,059	2,807
加圧 ポンプ場	既存	0.111	0.039	2,200	1,696	88.8	24.0	2,903	2,664	784	720
	浄水場のPS	0.043	0.039	700	135	11.0	1.9	360	330	64	58
	計	0.094	0.039	2,900	1,831	99.8	25.9	3,263	2,994	848	778
	その他	0.304	-	54	-	6.0	-	196	180	-	-
	合計	0.259	0.179	2,900	1,831	274.6	119.5	8,979	8,238	3,907	3,585

注：1米ドル=1,090スム（2004年）を適用

市内の全ポンプ場の改善が行われた場合の現況に対する電力消費量の削減割合を、上記の2つの削減割合を用いて計算した結果を表IV.3.3に示す。市内の全ポンプ場の改善が行われた場合は、2011年には現状（2002年）に比べ電力消費量は26.8%、2015年には22%になり、それぞれ73.2%、78%の大幅な削減が期待されている。なお、実際の電力消費量の計算には、ポンプ場の計画給水量算定時の個人消費量に50Lpcdの余裕（計画1人1日給水量150Lpcdに対し200Lpcd）を考慮していたので、計算結果の端数を切り捨て、2011年には26%、2015年には20%の削減比率を用いた。

表IV.3.3 電力消費量の削減比率（%）

項目	水圧	調査地区におけるポンプ場改善後の電力消費量の現況に対する比率	市内全体のポンプ場			
			2011年		2015年	
			水圧を判定されたポンプ場の比率 <sup>*3</sup>	現状に対する比率 <sup>*4</sup>	水圧を判定されたポンプ場の比率 <sup>*3</sup>	現状に対する割合 <sup>*4</sup>
電力消費量	26m以上	20 <sup>*1</sup>	62	26.8	89	22.0
	26m未満	38 <sup>*2</sup>	38		11	

\*1：Vol.2 Main Report Table 9.1.4 (1)より。

\*2：Vol.2 Main Report Table 9.1.4 (2)より。

\*3：水圧26m未満の割合は2011年に38%、2015年に11%と予想される（表IV.2.14参照）。

\*4：各分類と計画年次において水圧26m以上または未満の\*1若しくは\*2の割合と\*3の割合を乗じて加えたもの。

2) 薬品消費量

塩素の注入率は現在の注入率で適当と考えられるので、現在と同一とする。しかし、凝集剤の注入率については、カデリヤ浄水場の処理水の水質向上を図るため、ボズスー浄水場とほぼ同じレベルまで増加させる。注入率の増加は2011年から開始するものとする。薬品の消費量とコストの計算結果を表IV.3.4に示す。

表IV.3.4 目標年次の薬品消費量と費用

浄水場名	薬品名	単位消費量		給水量		消費量		費用			
		mg/l		千 m <sup>3</sup> /d		トン/年		百万スム (千米ドル) /年			
		2002年	2111年	2002年	2011年	2002年	2011年	2002年		2011年	
								百万スム	千米ドル	百万スム	千米ドル
カデリヤ	凝集剤	2.0	10.0	2,100	1,340	1,533.0	4,891.0	180.2	165.3	574.6	527.2
	液体塩素	0.7	0.7			523.3	342.4	91.2	83.7	59.7	54.8
キブライ	液体塩素	0.4	0.4	354	312	46.9	45.6	8.2	7.5	8.0	7.3
ボズスー	凝集剤	11.5	11.0	250	134	1,048.7	538.0	123.2	113.0	63.2	58.0
	液体塩素	0.8	0.8			73.6	39.1	12.9	11.8	6.9	6.3
南部	液体塩素	0.3	0.3	143	45	15.6	4.9	2.7	2.5	0.9	0.8
その他	液体塩素	---	---	197	0	3.4	0.0	0.5	0.5	0.0	0.0
	固形塩素剤	---	---			9.7	0.0	10.6	9.7	0.0	0.0
合計	凝集剤					2,582.0	5,429.0	303.3	278.3	637.8	585.2
	液体塩素					615.9	386.4	107.4	106.0	75.5	61.8
	固形塩素剤					9.7	0.0	10.6	9.7	0.0	0.0
	合計	---	---	2,900	1,831	---	---	429.5	394.0	713.3	647.0

IV.3.2 組織

(1) ヴォドカナル職員の再配置

プロジェクトの実施により約 850 人の職員の削減が予定されている。しかし、この削減はヴォドカナル及びタシケント市にとって大きな問題とならないであろう。なぜならば、この削減が一度に生じるものではなく、プロジェクトの実施に従って段階的に生じるものであり、かつその間に下記に示すような定年退職による減少や配置転換が可能となるからである。

- 定年退職により 2010 年までに 200 人が純減
- プロジェクト実施に関わる土木作業要員の雇用
- 新設会社における雇用の機会

## (2) プロジェクト実施のための取組み

プロジェクトの実施に当たっては、タシケント市における国際援助機関による他のプロジェクト同様に、タシケント市庁がプロジェクトの実施に関わる全責任を負い、かつ借入機関となり、その後、ヴォドカナルに転貸することになると考える。プロジェクトの実施及び管理を行う実施機関は、タシケント市庁の投資部局の下に設置されるであろう。また、その場合はプロジェクトの実施のための全体的な取組体制は現在実施中のEBRDプロジェクトの場合とほぼ同様になると考えられる。従って、本プロジェクトについてもこのEBRDプロジェクトの実施体制を受け継ぐ形で取り組むことが望ましい。

## IV.4 プロジェクトコストと実施計画

### IV.4.1 資機材の調達計画

#### (1) 必要な資機材

各施設の必要な資機材を表IV.4.1にまとめる。

表IV.4.1 必要な資機材リスト

施設	資機材
キブライ配水施設	ポンプ
	配管材とバルブ
	電気設備
	計装機器
圧力・流量調整施設	自動弁
	計装機器
監視ステーション	監視システム
配水管更新・増強	配管材とバルブ
加圧ポンプ場	ポンプ
	配管材とバルブ
	電気設備
	計装機器

#### (2) 調達計画

調査団は現在のタシケント市の資機材流通状況を調査し、その結果に基づいて策定した資機材の調達計画を表IV.4.2に示す。

表IV.4.2 提案する調達計画

資材・機器		既存施設の生産国	提案する調達対象国	備考
ポンプ	渦巻ポンプ	ロシア・「ウ」国	ヨーロッパ・日本	
	ポンプ・ユニット	ドイツ	ヨーロッパ・日本	
配管材	鋼管	ロシア	ロシア・トルコ	
	鋳鉄管	ロシア	---	使われない
	ダクタイル鋳鉄管	---	ロシア・トルコ	
	塩化ビニル、ポリエチレン管	ロシア・「ウ」国	ロシア・トルコ・「ウ」国	小口径
バルブ	手動バルブ	ロシア・「ウ」国	ロシア・トルコ	
	通常の自動バルブ	ロシア	ロシア・トルコ	
	圧力自動調整バルブ	---	ヨーロッパ・ロシア	
電気関連資機材	高圧受電盤	ロシア	ヨーロッパ・ロシア	
	低圧受電盤	ロシア	ヨーロッパ・ロシア	
	ケーブル他電気工事資材	ロシア	ヨーロッパ・ロシア	
計測機器		ロシア	ヨーロッパ・日本	
監視システム		---	ヨーロッパ・日本	現在は無い

#### IV.4.2 施工計画

##### (1) 工事の内容

建設工事の内容は表IV.4.3 に示す通りである。

表IV.4.3 建設工事の内容

施設	工事の内容
キブライ浄水場の配水施設の改善	外回りの配管工事
	建物内のポンプ設置、配管工事
	電気工事
圧力・流量調整設備	道路での弁の設置工事
	電気工事
監視ステーション	建物内の電気工事
配水管更新と増強	市内の敷設配管工事
加圧ポンプ場の改善	建物内のポンプ設置、配管工事
	電気工事
	外回りの配管改修工事

##### (2) 工事の準備

「ウ」国では、旧ソ連諸国と同様に建設事業に対して厳しい公的な手続きが求められている。配水管敷設に要求される手続きを下記に示す。

- 1) 「タシケント技術公社」から対象道路の地図を購入する。価格は1km当たり60

万スムである。

- 2) 工事の設計を「タシケント設計局」に依頼するか、または公的に設計されたという証明をもらう。(手数料を要求される)
- 3) 「建設審査局」の評価を受ける。(手数料を要求される)
- 4) 「建設許可局」の承認を受ける。(手数料は建設費の0.1%を要求される)
- 5) 「タシケント交通局」から道路占有許可をもらう。
- 6) 工事終了後は「タシケント技術公社」に完成図を提出し、同公社は電子地図にそのデータを入力する。

### (3) 施工計画

#### 1) キブライ浄水場での工事と加圧ポンプ場の建物内の工事

キブライ浄水場と加圧ポンプ場の建物内の改修工事は交通や周辺住民に殆ど影響を与えない。しかし、これらの施設は給水のために現在使用されているので、できうるかぎり給水を妨げないように実施する必要がある。

#### 2) 増強配水管の敷設

F/S 対象プロジェクトとして約 17 km の増強配水管が敷設される計画である。殆どの配水管は人口密度の高い住宅地に位置しており、交通量が多く、また水消費も多いため、長時間にわたる工事やそのための断水はできない状況にある。従って、工事時間の制限、迂回路の設置等の交通渋滞緩和策や長時間の断水を避ける対策を講じる必要がある。特に事故防止策が重要であり、工事開始前の段階で住民へ周知を行うことが不可欠である。

ヴォドカナルはこれらの配水管更新工事を継続的に行ってきたので、これらの工事はその主導の下に行うべきである。

## IV.4.3 プロジェクトコスト

### (1) 事業費

間接費を含む事業費を表IV.4.4 に示す。

表IV.4.4 事業費

名称	施設	数量	費用(千米ドル)			備考
			2007-2008	2009-2011	2012-2014	
キプライ浄水場更新・改善	配管改修	1		1,755		
	配水ポンプ場	1		269		
	小計	1		2,024		
加圧ポンプ場改善	ミルゾ・ウルグ・ベック	1		1,440		
	他ポンプ場	1		7,958		
	小計			9,398		
配水管網改善	配水管増強	16.8km		10,554		
	圧力・流量調整弁	22箇所		2,090		
	監視ステーション	1式		427		
	小計			13,071		
F/S 対象プロジェクト 計				24,493		計 24,493
配水管更新	径 1200-径 100	120km	12,989			高地区
	径 1200-径 100	120km		12,989		中間地区
	径 1200-径 100	180km			19,484	低地区
	小計	420km	12,989	12,989	19,484	計 45,462
A) 合計直接費		---	12,989	37,482	19,484	計 69,955
B) 内 輸入製品計		---	6,431	24,459	9,646	
1) 土地取得費		---	0	0	0	
2) 管理費用:		---	260	750	390	A) x 2%
3) 設計費:		---	1,039	2,999	1,559	A) x 8%
4) 施設予備費		---	1,195	3,448	1,793	A)-3) x 10%
5) 価格予備費(フェーズ 1-1)		---	719			A)-4) x6.1%(2%-3年)
5) 価格予備費(フェーズ 2-1)		---		3,540		A)-4) x10.4%(2%-5年)
5) 価格予備費(フェーズ 2)		---			2,636	A)-4) x14.9%(2%-7年)
6) 関税		---	514	1,957	772	B) x 8%
7) 消費税		---	2,495	7,105	3,741	A)-6) x 20%
C) 合計間接費			6,223	19,798	10,891	
総計 A)+C)			76,492		30,375	
総計 A)+C), フェーズ 1-フェーズ 2			106,867			

(2) 運転費

施設の運転費を表IV.4.5に示す。

表IV.4.5 電力・薬品と労務に係る運転費

項目	消費量・数			費用(百万スム (千米ドル) /年)				単価
	2002年	2011年	単位	2002年		2011年		
				百万スム	千米ドル	百万スム	千米ドル	
電力	274.6	119.5	百万 kWh/年	8,979	8,238	3,907	3,585	30 米ドル/千 kWh
薬品	2,582	5,429	トン/年	303.4	278.3	637.8	585.2	107.8 米ドル/トン
液体塩素	615.9	386.4	トン/年	115.5	106	67.4	61.8	160 米ドル/トン
固形塩素剤	9.7	0	トン/年	10.5	9.7		0	1000 米ドル/トン
小計				9,408	8,632	4,612	4,232	
運転員	1,695	847	人	1,109	1,017	554	508	600 米ドル/人/年
合計				10,517	9,649	5,166	4,740	

(注) 1米ドル=1,090スム(2004年)を適用

#### IV.4.4 実施計画

##### (1) 段階的事業計画

自然流下配水システムを導入するに際し、現在の給水量を減少させることが不可欠であるため、老朽配水管の更新は F/S の実施に当たっての前提条件となる。従って、老朽配水管の更新は F/S と平行して実施するものとする。この複合したプロジェクトを「最優先プロジェクト」と呼ぶ。ヴォドカナルは配水管更新を早期に着手するための資金を確保する必要がある。

一方、年間の管施工延長は 60 km が限度であるため、総延長 420 km の老朽管更新には 8 年近くの工事期間が必要である。建設期間は 2 つのフェーズに分け、フェーズ 1 は配水管更新と F/S プロジェクトの主要項目の実施に当てる。フェーズ 1 の第 1 段階（2007～2008 年）では更新が最優先される高地区の更新工事に当てる。また、フェーズ 1 の第 2 段階である 2009～2011 年の 3 年間に F/S 対象プロジェクトの事業内容を中間地区の老朽管更新と平行して実施し、フェーズ 2 では 2012～2014 年の 3 年間において低地区の老朽管更新を行うものとする。

##### (2) 実施計画

前述した建設計画に基づいた最優先プロジェクトの実施計画を図 IV.4.1 に示す。EBRD プロジェクトの計画も同様に図に示す。

年		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
日平均給水量(千m <sup>3</sup> /d)		2,900	2,847	2,794	2,741	2,581	2,420	2,260	2,100	1,919	1,779	1,741	1,702	1,664	1,625
日最大給水量(千m <sup>3</sup> /d)		3,100	3,072	3,043	3,015	2,845	2,764	2,504	2,333	2,130	1,992	1,949	1,906	1,863	1,820
メータ取付率:個人 (%)		19	25	41	57	73	79	100	100	100	100	100	100	100	100
施設	浄水場の廃棄				セルギリ、カラス、クイルク、ベクテミール 浄水場		▲					▲			
	廃棄する加圧ポンプ場の箇所数										45				17
	改善する加圧ポンプ場の箇所数								15	15	15		8	8	8
	運転管理人員数	1,695	1,695	1,695	1,695	1,695	1,645	1,372	1,372	1,372	1,372	758	758	758	758
計画プロジェクト	フェーズ分け								フェーズ1				フェーズ2		
	F/S 調査				■										
	詳細設計					■									
	入札						■								
	キブライ浄水場改善										■	■			
	加圧ポンプ場改善									■	■	■			
	圧力・流量制御施設設置										■	■			
	配水管増強										■	■			
	監視設備導入											■			
	配水管更新							■	■	■	■	■	■	■	■
支出(千米ドル) 合計 106,867							9,605	9,605	11,618	21,762	23,911	10,122	10,122	10,122	
EBRD プロジェクト	キブライ浄水場更新						■								
	ボズスー浄水場更新						■								
	カデリヤ浄水場更新・改善						■								
	その他						■								

図IV.4.1 最優先プロジェクト及び老朽配水管の更新の実施計画

## IV.5 プロジェクトの評価

### IV.5.1 財務評価

本章では、F/S 対象プロジェクトに配水管更新を加え財務評価を行った。評価指標としては、等価割引率 (Equalizing Discount Rate、以下 EDR) を用いている。

#### (1) 前提と定義

##### 1) 「With」 / 「Without」 のシナリオ

###### i) 「With」 シナリオ

「With」シナリオでは、最優先プロジェクトと配水管更新が実施されると共に、EBRD プロジェクト及び水道メータ設置が計画通り完了することを想定している。

###### ii) 「Without」 シナリオ

今回のタシケント市の場合、通常の「Without」シナリオと異なり、現状から変化なしとする想定ではなく、パイプからの漏水増加及び施設老朽化、並びに過小投資を原因とした修繕費の継続的な増加等の要因を考慮している。また、これは、需要量を満足するために、供給量が漏水量と共に増加する想定である。EBRD プロジェクト及び水道メータ設置は、既に決定事項であるため「With」シナリオと同様に計画通りに完了することを想定している。

##### 2) その他の前提

###### i) 水需要－収入

水需要の推移は「With」及び「Without」シナリオ間で変わらない。また、ヴォドカナルはこの需要を将来満たすことができると想定したため、収入額は2つのシナリオで同額となる。従って、料金値上げは、EDR 計算に何ら影響を与えない。

###### ii) 耐用年数

最優先プロジェクトによりもたらされる主な新規資産の耐用年数を40年とした。耐用年数が40年未満の資産については、必要な更新費用をEDR 計算に見込んでいる。

###### iii) 計算は、米ドルベースで行いインフレーション及び為替変動は見込んでいない。

- iv) 現時点で資金調達先の見通しがたっていないため、VAT 及び関税は投資コストに含めている。

### 3) 便益及び費用の内訳

上記の前提並びに定義の下、具体的に 2 つのシナリオ下でいかなる便益及び費用が発生するかを検討した結果を下記にまとめる。

#### i) 便益

- ・ 供給量の差異から生じた運転費用の差分：供給量差異[m<sup>3</sup>/d] x 単位供給量当たりの運転費用（電力費及び薬品費）[kWh/m<sup>3</sup> またはt/m<sup>3</sup>]。水道メータ設置による供給量の減少効果は両シナリオ共に前提条件として見込んでいる。
- ・ 供給システムの最適化及び供給量減少に伴う人件費の減少
- ・ 維持管理費及び修繕費の差分
- ・ 供給システム最適化に伴う電力効率の向上：単位供給量当たりの電力費の差分[kWh/m<sup>3</sup>] x 供給量[m<sup>3</sup>/d]。EBRDプロジェクトによる電力効率の向上効果は両シナリオ共に前提条件として見込んでいる。

#### ii) 費用

- ・ 価格予備費を除いた最優先プロジェクトの初期投資費用：100百万米ドル
- ・ ポンプ、監視制御機器等の更新費用

## (2) EDR計算結果

表IV.5.1 に EDR 計算及び感度分析の結果を示す。

表IV.5.1 EDR計算及び感度分析の結果

投資費用 \ 便益	+ 10 %	中間値	- 10 %
+ 10 %	9%	8%	7%
中間値	10%	9%	8%
- 10 %	11%	10%	9%

## (3) F/S対象プロジェクト及び配水管更新のヴォドカナル経営全体への影響

### 1) 財務予測結果

i) 緩やかな料金値上げ

表IV.5.2 に、住民の支払能力の観点から緩やかな料金値上げを適用し、借入利息を変化させた財務予測結果を示す。適用した料金値上げ率は年 3%であり、2006年から2016年、2025年、2030年及び2040年まで値上げした場合をそれぞれシミュレーションしている。

表IV.5.2 F/S対象プロジェクト及び配水管更新を実施した場合の財務予測結果  
(借入利息別)

借入利息	最終料金値上年次			
	2016年 最終料金値上げ 1.4倍	2025年 最終料金値上げ 1.8倍	2030年 最終料金値上げ 2.1倍	2040年 最終料金値上げ 2.8倍
1.3%	2005年から2040年の間、資金不足無し。 2040年に資金余剰 7百万米ドル	2005年から2040年の間、資金不足無し。 2040年に資金余剰 130百万米ドル	2005年から2040年の間、資金不足無し。 2040年に資金余剰 185百万米ドル	2005年から2040年の間、資金不足無し。 2040年に資金余剰 239百万米ドル
5.0%	資金不足*	2005年から2040年の間、資金不足無し。 2040年に資金余剰 68百万米ドル	2005年から2040年の間、資金不足無し。 2040年に資金余剰 123百万米ドル	2005年から2040年の間、資金不足無し。 2040年に資金余剰 177百万米ドル
10.0%	資金不足	資金不足	資金不足	資金不足

注：2006年～2040年の期間の料金値上率 年率3%

\*2016年迄の値上げの場合は、2016年以降資金不足に陥る。(Volume 3, S 11-1-3を参照)

ii) 借入利息10%の場合の必要値上率

表IV.5.3 借入利息10%の場合の必要料金値上率

借入利息	料金値上率 (年率)				結果
	2006 - 2014	2015 - 2019	2020 - 2026	2027 - 2040	
10%	4%	5%	3% 最終値上げ幅 2.2倍	0%	2040年に資金余剰 133百万米ドル

iii) 年3%の料金値上げを適用した場合の資金不足額

表IV.5.4 年3%の料金値上を適用した場合の資金不足額

借入利息	料金値上率 (年率)				結果
	2005 - 2010	2011 - 2015	2016 - 2020	2021 - 2027	
10%	3%	3%	3%	3% 最終値上げ幅 1.9倍	2040年に資金余剰 72百万米ドル
期間資金不足額 (累計)	0	3百万米ドル (3百万米ドル)	20百万米ドル (23百万米ドル)	41百万米ドル (64百万米ドル)	

2) 結果

表IV.5.5 F/S対象プロジェクト及び配水管更新の借入利息別実現可能性及び財務対応策

借入利息	F/S 対象プロジェクト及び配水管更新の財務的実現可能性*	最低必要な財務対応策
1.3 %	有り	年3%の料金値上げ
5 %	有り	年3%の料金値上げ
10 %	非常に低い*	年3%以上の料金値上げ または政府補助金

\*: 表IV.5.1 参照

上記のように料金値上げを年3%以下に抑えるためには、投資資金を1.3%から5%程度の低利で調達する必要がある。

借入利息が10%程度の場合、3%以上の急激な料金値上げまたは政府補助金が必要となり、最優先プロジェクトの実現可能性は非常に低い。

次に、ヴォドカナルが実際に資金計画を策定する場合の留意点を示す。

- i) 1.3%の借入利息は実現可能性が乏しい想定であり、ヴォドカナルがこれほどの低利で資金調達できる可能性は低い。
- ii) 仮にヴォドカナルが国際機関または外国政府から資金を調達した場合、国際機関等は通常、投資資金の全額を貸し付けることは行わず、投資額の一定の割合を自国資金で調達することを義務付けているため、「ウ」国内の内貨負担を考慮する必要がある。但し、この場合、内貨負担分については、その殆どが土木工事や機器据付工事費であるため、その作業をヴォドカナルの関係会社に行わせることを考えている。
- iii) 財務予測では、借入金の返済期間中の法人税について免税としている。ヴォドカナルが法人税を徴収された場合、さらなる料金値上げは不可欠となる。法人税免税を想定した理由の一つは、今回の最優先プロジェクトは、改善・更新プロジェクトであり、収入の増加を伴うプロジェクトではないためである。

#### IV.5.2 社会・経済評価

安全な水の安定的な供給はベーシック・ヒューマン・ニーズの一つである。この観点から、最優先プロジェクトはタシケント市に住む人々にとって必要不可欠であることは明らかである。このため、本調査では経済評価を行うにあたり、経済的内部収益率等の指標を算定することは行わないが、F/S 対象プロジェクト及び配水管更新によってもたらされる経済便益について記述する。

本プロジェクトによってもたらされる経済便益は以下に集約される。

- 公衆衛生環境の向上
- 居住環境の向上

##### (1) 公衆衛生環境の向上

最優先プロジェクト、特に配水管の更新は、家庭に供給される水質向上に寄与するため、公衆衛生の向上に貢献する。加えて、最優先プロジェクトを実施しない場合、水道施設はさらに老朽化するため、公衆衛生に対するリスクは増大する。公衆衛生リスクの増大は同時に潜在的な労働機会費用の減少要因となる。

##### (2) 居住環境の向上

居住環境の向上は、上記の理由の他、配水管更新による断水事故の減少によってもたらされる。

#### IV.5.3 技術評価

F/S は主として効率的な配水システムの構築のために実施された。

調査では概略設計、維持管理の計画、購入計画、建設計画、プロジェクトコストの算定、実施スケジュールの策定及びプロジェクトの評価が実施された。これらの改善計画は省エネルギー、容易かつ正確な運転、省力、さらに最小の建設費が達成できるように構築された。また、これらの計画は「ウ」国の置かれている技術条件に適合するように考慮されている。

以上から、本プロジェクトは技術的に適当なものとする。

#### IV.5.4 環境評価

プロジェクトの実施に当たっては、プロジェクトの目的がシステムの改善であることから、深刻な環境上の問題は起きないであろう。しかし、F/Sの建設工事の中で、配水管の更新と増強配水管の敷設が市内の交通に影響する。

配水管の更新と増強配水管の敷設は交通に使われている道路で行われる。多くの道路は住宅地にあり主要道路ではない。しかしこれらは近所の住民の生活道路であるので、通行を止める時は迂回路を用意する必要があり、さらに騒音・振動・ホコリに対して緩和策を取る必要がある。タシケント市の主要道路は一般に幅が広く、中央分離帯や歩道に管渠を敷設している場合が多いため、管渠工事が交通に大きく影響することはない。また、住宅地の道路では幅の狭い（6m程度）道路もあるが、一般に迂回路の確保は可能で、アパート、一戸建て共に道路からの離隔が広く、塀や植樹等の緩衝帯もあるので、道路における工事が直接的に住民に影響する場合は少ない。従って的確な計画の下に、施工時に必要な迂回路、適切な施工時間の選定などの緩和策を策定し、周辺住民に周知すれば、環境面で大きな問題はないと考える。

## 第V章 結論と提言

## 第V章 結論と提言

### V.1 結論

長期計画の最終的目標は2015年を目標年次としてタシケント市の安定した水道事業経営の下、持続的な水供給を行うことである。ここで、上記目標を達成するためには、次の3つの目標を達成する必要がある。

- 安定的な水供給
- 独立採算制の確立
- 効率的な経営体制の構築

### ヴォドカナルの現状分析

本調査では、ヴォドカナルの水供給事業における問題点を以下の通りに分析した。

- (1) 2002年現在、タシケント市の無収水量は一日約1,400千 $m^3/d$ と推定され、無収水率は全給水量2,900千 $m^3/d$ の約48%と非常に大きい。
- (2) 料金制度について2003年現在、個人消費者のうち16%が従量制に移行しているものの、その他は定額制（ノルム制）による料金徴収のため、節水意識が十分働かない。
- (3) 浄水施設については浄水場が市内に8箇所（大規模な浄水場はカデリヤ、キブライ、ボズスーの3箇所）あるが、新しいものでも1960年代に建設されたものであり、資金の問題から十分な維持・補修が行われてきていないため、老朽化も激しい。
- (4) カデリヤ及びキブライ浄水場の配水施設は市内よりも標高が高く、地形的には自然流下が可能であるが、現在の配水体系はこのような地形的利点をうまく活用していない。また、老朽化の進んだ配水管では、年間漏水事故件数は1kmあたり10件に及ぶ。

- (5) 2003年12月末現在のヴォドカナルの職員数は4,695人であるが、そのうち施設運転要員数は1,695人にのぼり、このうち手動操作であることに起因する交代勤務要員のために1,010人を擁する。
- (6) これらの問題に対し、ヴォドカナルは緊急的施設更新のためEBRDの融資によるプロジェクトの実施や従量制料金への早期移行をめざしているが、従量制への移行についてはこれまで計画実施が遅れ気味となっている。また、投資資金を確保できないことを理由に具体的な長期投資計画も立てられていない。
- (7) 料金値上げは過去数年に亘り何度か行われてきたが、住民の生活水準を考えると、これ以上の値上げは安易に行えない状況にある。
- (8) 以上のようにヴォドカナルにとって現状取り組むべき課題は多いが、従量制への移行遅れが示すように、これまで経営的に十分な対処が取られてきたとは言えず、適当な経営体制の構築が必要である。

### **改善策提案**

上記のヴォドカナルの現状において指摘した問題点を解決できるように、本調査では以下の改善策を提案する。

- (1) 現在の無収水率48%は、無収水等削減プログラム、ならびに老朽化施設更新と配水システム改善プログラムを実施することにより無収水率は2015年に29%に減少する予定である。
- 無収水等削減プログラムは、老朽配水管の更新、水道メータの設置促進、無収水の管理強化プログラムをさす。
  - 老朽化施設更新プログラムは水需要量の経年的な減少予想に基づき、既存浄水場を順次廃止し、最終的に必要となるカデリヤ、キブライ及びボズスー浄水場に絞って更新・改善を行う。
  - 配水システム改善プログラムは配水管網の改善や圧力調整機能の導入、加

圧ポンプ場の廃止や高低差を利用した自然流下式の導入改善を行うものである。

- (2) 長期計画を実施することにより、必要運転人員は 2003 年 12 月末現在の 1,695 人から 631 人へと約 6 割を削減できる。また、同じく消費電力も 6 割以上削減できる。
- (3) 上記の長期計画を行うにあたり、施設の更新・改善のため 158 百万米ドルの建設費用が必要である。
- (4) 長期計画の実施に当たっては多額の投資資金を必要とするため、その資金調達と返済方法を検討した。その結果、ヴォドカナルが年利 5%以下で資金を調達できるとすれば、政府からの補助金に頼ることなく、また住民に過度の負担を負わせることもなくプロジェクトを実施できることがわかった。しかし、金利がこれ以上の場合には住民に大きな負担（急激な料金値上げ）を強いる結果となり、これを回避するためには、政府補助による住民負担軽減を検討する必要がある。
- (5) 本調査の目的の一つであるヴォドカナルの経営体制の強化策を図る必要がある。そこで、従量制への移行段階を考慮して今後必要な料金制度改善を提案した料金制度改善プログラム、ヴォドカナルの問題解決に対する取り組み姿勢の改善などを提案した経営組織改善プログラム、経営情報の強化を提案した情報整備・共有化プログラム、水利用者である住民の水道事業への協力促進を提案したプログラムを策定した。
- (6) 無収水削減計画に沿って F/S 対象プロジェクトを実施することにより、大きな省エネルギー効果が見込め、同時に老朽化した施設の更新が可能なることから、配水システムの改善を中心に具体策を策定した。F/S 対象プロジェクトと配水管更新実施により、2011 年において、運転員は 50%、電力は 57%削減される。F/S 対象プロジェクト実施と配水管更新にかかわる資金調達及び返済の可能性については、(4) で述べた結果と同様である。また事業の採算性を IRR 等によ

り分析することは困難なため、EDR（等価割引率）を算定した。その結果、およそ9%となることがわかった。

## V.2 提言

今後のタシケント市水道事業のためには、本調査で提案した長期計画の内容を理解し、実施していく必要がある。また、実施に当たってはヴォドカナルが中心的な役割を担うことになる。ここでは、それを前提に、ヴォドカナル及び「ウ」国政府に対し下記の改善を実施することを提言する。

### ヴォドカナルに対して

- (1) 今後の水道事業経営の改善のためには、まず以下のように現状を正しく認識することが必要である。
  - 消費者の無収水に対する消費性向の把握、水不正使用の調査などを実施することにより盗水や漏水等の無収水の実態を把握する
  - 各浄水場の取水量及び送水量や配水システムからの配水量、さらに圧力分布のような基本的数値の正確な把握のために測定施設を整備（既存のものは殆ど故障している）する。
  - 水質などの測定結果についてコンピュータを利用した集計・分析等の検討を行いながら、これらデータの運転への有効活用を進めていく。
- (2) 提案した長期計画のうち、無収水削減プログラム、とりわけ配水管更新はF/S対象プロジェクトと共に最優先プロジェクトとしてただちに実行する。
- (3) 長期計画の中で、F/Sで対応していない内容については、ヴォドカナル自身により細部の検討を実施する。
- (4) 日常の維持管理業務の重要性を認識し適切な予算計上を行う。
- (5) 長期計画を実行に移すために、施設計画に対して158百万米ドル、経営計画に対して19百万米ドルの資金を必要とする。このように多額の投資資金の調達については、本事業の重要性を十分認識した上で政府に説明し、その協力を仰ぐ。

- (6) 長期計画を実施していく上で、今後に必要な研修内容を抽出し、職員研修プログラムを設定すると共に、トレーナーの育成を行う。
- (7) 今後、長期計画の実施のためには料金値上げは避けられないため、今後 PR 活動や、住民との対話を通じた意思疎通を十分行う。

#### 「ウ」国政府に対して

- (1) ヴォドカナルが安定した水道供給事業を行うことが出来るように、政府は職員の給与体系及び水道料金の策定の補助を行う必要がある。
- (2) 水道サービスは他の公共サービスや住民生活と密接した関係にあり、水道施設計画やその他の事業計画を立てる上で、相互の整合性をもたせるために必要な情報を積極的に開示する。
- (3) II.3.8.(2)で言及したように、政府は国際会計制度の導入等の法律面での改革を行う必要がある。

## 補章

プロジェクト項目 一覧表

名称	施設	値	プロジェクト					
			長期計画	EBRD他	優先	F/S	最優先	
カデリヤ浄水場の更新と改善	No.1取水ポンプ場更新	1	○	○	○			
	No.2取水ポンプ場更新	1	○	○	○			
	沈殿池改善	1	○					
	薬注設備改善	1	○					
	急速ろ過池	更新	1	○	○	○		
		改善	1	○	○	○		
	消毒設備更新	1	○		○			
	配水池拡張	V=45,000m <sup>3</sup>	1	○		○		
		V=45,000m <sup>3</sup>	1	○				
	配水ポンプ場更新	1	○		○			
	受電設備更新	1	○		○			
	管理棟更新・改善	1	○		○			
	監視設備更新・改善	1	○	△	○			
水質試験機器更新	1	○	○	○				
キブライ浄水場の更新と改善	井戸ポンプ更新 (63台)	1	○	○	○			
	配管改修	1	○		○	△	△	
	既存ポンプ場廃止				○	○	○	
	消毒設備更新	1	○		○			
	受電設備更新	1	○		○			
	配水池拡張	V=20,000m <sup>3</sup>	1	○		○		
	配水ポンプ場建設 (1000m <sup>3</sup> /d)	1	○		○	○	○	
監視設備更新・改善	1	○	△	○				
ボズスー浄水場の更新	取水ポンプ場更新	1	○	○				
	ろ過池更新	1	○	○				
	配水ポンプ場更新	1	○	○				
配水管更新	径1200-100mm	420km	○		○		○	
加圧ポンプ場改善	ミルノ・ウルクベック更新	1	○		○	○	○	
	新設 (1000m <sup>3</sup> /hr)	1	○	○				
	大規模監視施設設置	12	○		○	○	○	
	中小規模改善	45	○		○	○	○	
	中小規模改善	16	○					
	廃止	45	○		○	○	○	
配水管網改善	配水管増強	2km	○	○				
	配水管増強	16.8km	○		○	○	○	
	圧力・流量調節設備	22	○		○	○	○	
	監視ステーション	1	○		○	○	○	

注： △は一部含まれる。