

モンテネグロ国  
ポドゴリツァ市上水道システム  
緊急修復計画  
準備調査（その1）報告書

平成21年2月  
（2009年）

独立行政法人国際協力機構  
地球環境部

環境
J R
09-099

モンテネグロ国  
ポドゴリツァ市上水道システム  
緊急修復計画  
準備調査（その1）報告書

平成21年2月  
（2009年）

独立行政法人国際協力機構  
地球環境部

## 序 文

日本国政府は、モンテネグロ国政府の要請に基づき、同国のポドゴリツァ市上水道システム緊急修復計画にかかる協力準備調査（その1）を行うことを決定し、独立行政法人国際協力機構は、平成20年12月1日から平成20年12月23日まで協力準備調査団を現地に派遣しました。現地調査における協議、サイト視察および国内作業の結果を取り纏め、今般、本報告書の作成に至りました。

本報告書が、今後の更なる調査の実施、その他関係者の参考として活用されれば幸いです。

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

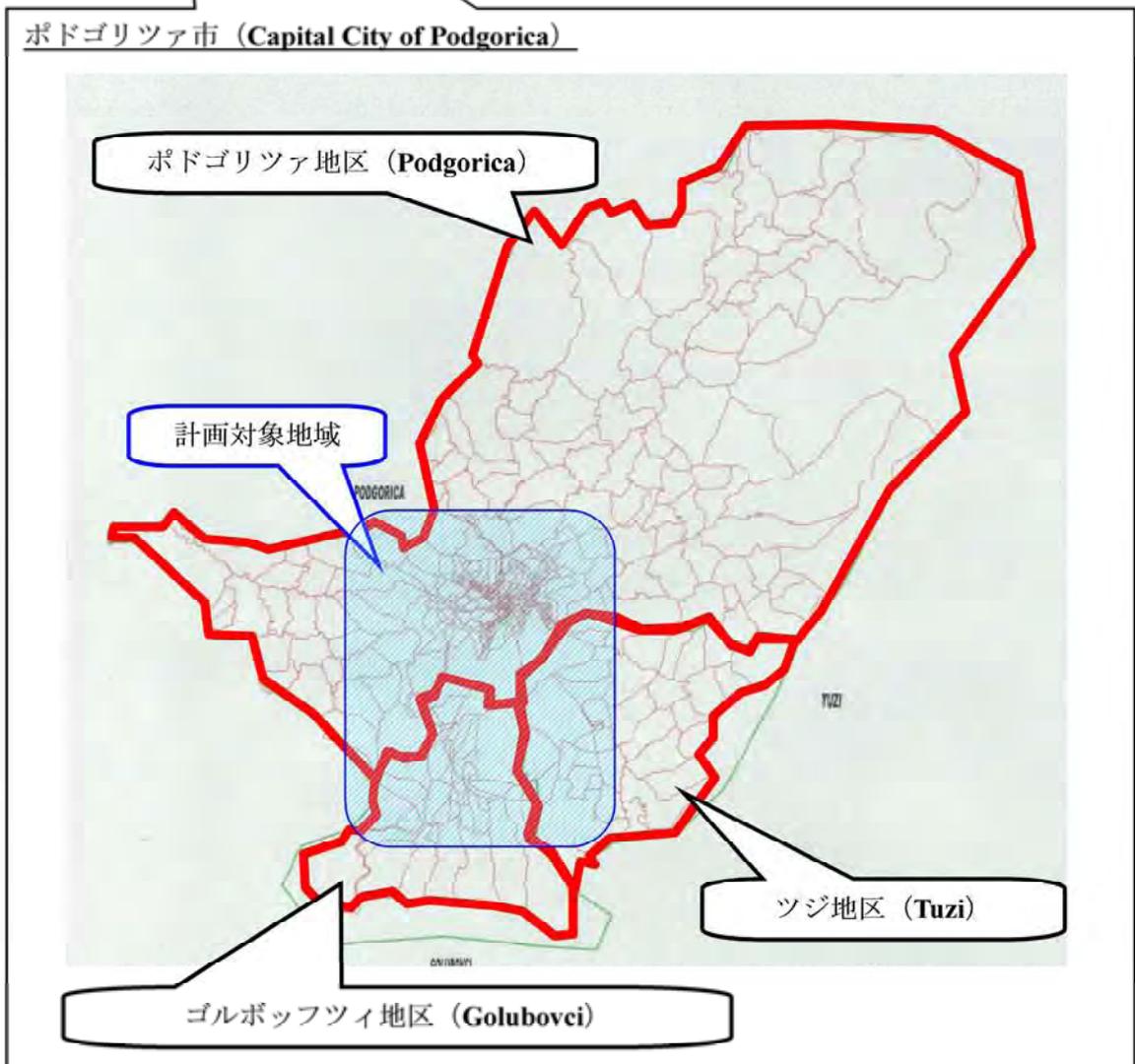
平成21年2月

独立行政法人国際協力機構  
地球環境部  
部長 中川 聞夫

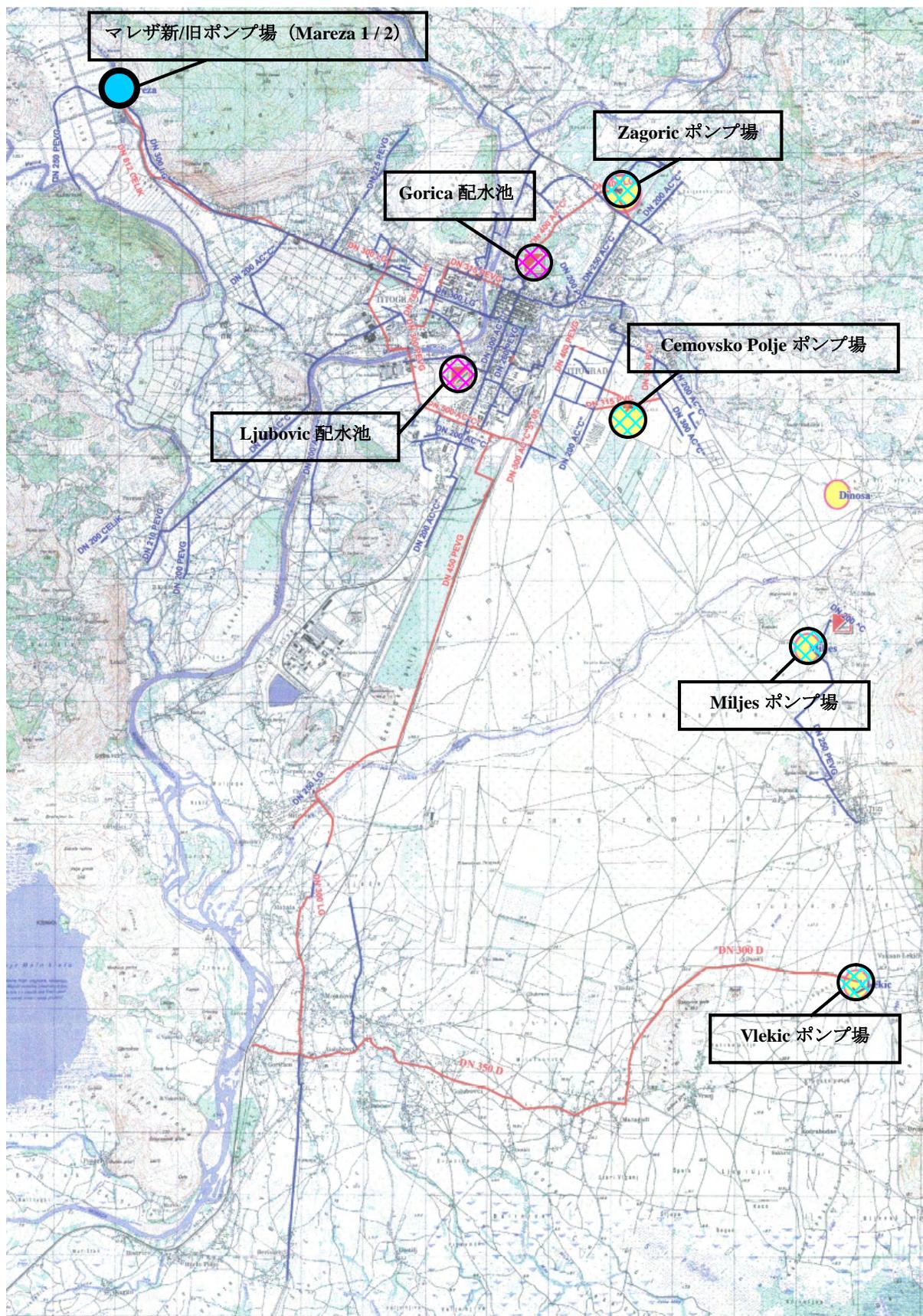
モンテネグロ国 (Montenegro)



ポドゴリツァ市 (Capital City of Podgorica)



調査対象位置図 (ポドゴリツァ市)



調査対象位置図 (上水道施設・配水地域)

## 現地調査写真



ポドゴリツァ上下水道公社



ポドゴリツァ市役所



主要水源である Mareza 泉の湧水源。建屋で保護された湧水が3ヶ所点在しており、集水管で集めた後、ポンプ場へと導水されている。



湧水源の建屋の内部。澄んだ水が湧き出している。ポンプ場で塩素消毒を行うのみで配水している。水面下に見える管はオーバーフロー管。冬季は湧水量が多い。



Mareza 泉にある「新ポンプ場」。右側に「旧ポンプ場」が隣接している。



新ポンプ場内部。異常振動のため、4台のうち同時に2台に運転制限されている（設計上は3台同時運転まで可能）。



新ポンプ場内部。上のスラブにモーターとポンプが載っており、その下にポンプのシャフトが伸びている。右に伸びている青い管はポンプで吸い上げた水を送り出す吐出管。この下に湧水が導かれたポンプ井がある。



スラブに直接ポンプ及びモーターが据え付けられているため、建屋との共振が増大する原因となっている。



新ポンプ場のコントロールパネル。ポンプと併せて更新することが想定される。



旧ポンプ場。建屋内に3台、建屋外に1台、合計4台のポンプがある。



旧ポンプ場内部。1950年代の建設で老朽化が進んでいるが自己資金で更新する予定。



Zagoric ポンプ場で遠隔監視を試験的に導入するために設置した流量測定装置。



下水処理場に導入されているモニタリング装置。処理場内での監視にのみ使用されており、本部からの遠隔監視はしていない。



モニタリング機器（サーバー等）を設置するために用意されている上下水道公社本部 4 階のスペース。



市内にある Ljubovic 配水池。3,000m<sup>3</sup>であるが容量が不足しており、EU の支援により 20,000m<sup>3</sup>に拡張する計画が進行中。



配管図が GIS を用いて作成されており、井戸等の施設の仕様や写真も見ることができる



上下水道公社の敷地内で建設中の倉庫とラボ。3棟のうち写真の一番奥がラボになる予定。2009年完成予定。

# 目 次

序 文

調査対象位置図

現地調査写真

目 次

図表リスト

略語表

<b>第 1 章 調査概要</b> .....	<b>1-1</b>
1-1 要請内容.....	1-1
1-2 調査目的.....	1-1
1-3 調査団の構成.....	1-1
1-4 調査日程.....	1-2
1-5 主要面談者.....	1-4
1-6 調査結果概要.....	1-4
1-6-1 先方との協議結果.....	1-4
1-6-2 その他現地調査結果.....	1-9
1-6-3 結論要約.....	1-10
<b>第 2 章 要請の確認</b> .....	<b>2-1</b>
2-1 要請の経緯.....	2-1
2-2 要請内容.....	2-2
2-3 要請の背景.....	2-4
2-3-1 モンテネグロの概要.....	2-4
2-3-2 水道セクターの現況.....	2-9
2-3-3 ポドゴリツァ市水道の現況.....	2-15
2-4 サイトの状況と問題点.....	2-34
2-4-1 プロジェクトサイト及び施設・設備の現況.....	2-34
2-4-2 対象施設・設備の問題点.....	2-41
2-4-3 改修計画.....	2-41
2-4-4 実施機関・実施体制.....	2-41
2-5 要請内容の検討.....	2-42
2-5-1 水需要予測.....	2-42
2-5-2 無収水対策.....	2-45
2-5-3 運営・維持・管理.....	2-45
2-5-4 施設・設備更新計画.....	2-46
2-5-5 相手国側分担事業の概要.....	2-54

<b>第3章 結論・提言</b> .....	<b>3-1</b>
3-1 結論 .....	3-1
3-1-1 案件の必要性・妥当性.....	3-1
3-1-2 案件の期待される効果.....	3-2
3-2 提言 .....	3-3
3-2-1 案件の今後の方向性.....	3-3
3-2-2 コスト縮減 .....	3-3
3-2-3 第2次準備調査の団員構成.....	3-3
3-2-4 第2次準備調査の留意事項・提言.....	3-7

添付資料

1. 要請書
2. 協議議事録
3. 主要面談者リスト
4. 希望資料リスト
5. 収集資料リスト

## 図表リスト

### 図

図 2-1	モンテネグロ国全体地図.....	2-12
図 2-2	モンテネグロ国の 2003 年における各地方の人口密度 (モンテネグロ国平均を 100%とした時) .....	2-12
図 2-3	モンテネグロ国の発電所および送電線.....	2-14
図 2-4	ポドゴリツァ市組織図 .....	2-18
図 2-5	ポドゴリツァ下水道公社組織図.....	2-20
図 2-6	ポドゴリツァ市の現状の上水道システム.....	2-21
図 2-7	ポドゴリツァ市の現状の下水道システム.....	2-22
図 2-8	下水処理場中央監視モニター画面.....	2-24
図 2-9	水質分析センターのレイアウト.....	2-27
図 2-10	ポドゴリツァ市の将来の上水道システム.....	2-31
図 2-11	ゴルボッフツィ地区、ツジ地区給水区域拡張計画.....	2-32
図 2-12	マレザ新ポンプ場計画図.....	2-35
図 2-13	マレザ新ポンプ場ポンプ吐出配管.....	2-36
図 2-14	マレザポンプ場振動測定.....	2-37
図 2-15	「新ポンプ場」受電設備単線結線図.....	2-37
図 2-16	「新ポンプ場」用変圧器室.....	2-38
図 2-17	「新ポンプ場」用変圧器.....	2-38
図 2-18	「新ポンプ場」高圧配電盤 (A+01 - A+05) .....	2-38
図 2-19	「新ポンプ場」高圧配電盤 (B+01 - B+07) .....	2-38
図 2-20	「新ポンプ場」低圧配電盤 (C+01 - C+02) .....	2-38
図 2-21	「新ポンプ場」用直流電源盤.....	2-38
図 2-22	「新ポンプ場」ポンプ制御盤 (D+01 - D+05) .....	2-39
図 2-23	GIS およびマッピングシステム (使用ソフトは Mapinfo) .....	2-40
図 2-24	管網解析ソフト (WESNET) .....	2-40
図 2-25	ポドゴリツァ上下水道公社有効月平均給水量の年変化.....	2-44
図 2-26	既設送配水ポンプ図面.....	2-48
図 2-27	二床式立軸ポンプ据付例.....	2-48
図 2-28	モニタリングシステム中央監視室.....	2-50
図 2-29	モニタリングシステム計測地点.....	2-51
図 2-30	ポドゴリツァ上水道施設モニタリングシステム案.....	2-52

### 表

表 1-1	調査団の構成 .....	1-1
表 1-2	調査日程 .....	1-2
表 1-3	送配水モニタリングシステムに係る要請内容.....	1-8
表 2-1	モンテネグロの人口統計.....	2-6

表 2-2	2003 年における非識字者数 .....	2-7
表 2-3	世帯平均収入及び平均消費 (EUR) .....	2-7
表 2-4	モンテネグロの主要経済指標 .....	2-8
表 2-5	モンテネグロの給水状況 .....	2-9
表 2-6	ポドゴリツァ自治体及び「ポ」市の人口統計 .....	2-15
表 2-7	2008 年ポドゴリツァ市予算 .....	2-16
表 2-8	ポドゴリツァ市の上水道使用者数及び設置メーター数 .....	2-19
表 2-9	ポドゴリツァ上水道水質分析結果 (2008/12/02).....	2-26
表 2-10	上下水道料金徴収率 (2004 年) .....	2-28
表 2-11	適用水道料金 (2003～2008/10) .....	2-28
表 2-12	適用水道料金 (2008/11 以降) .....	2-28
表 2-13	損益計算書 (2007/01/01 - 12/31) .....	2-29
表 2-14	貸借対照表 (2007/1/1 - 12/31) .....	2-29
表 2-15	キャッシュフロー (2007/1/1 - 12/31) .....	2-30
表 2-16	ポドゴリツァ上下水道公社の配水実績 (1997-2007) .....	2-43
表 2-17	ポドゴリツァ上下水道公社の配水分析 (1997-2007) .....	2-43
表 2-18	ポドゴリツァ市水需要予測結果 .....	2-44
表 2-19	モニタリングシステム計測地点 .....	2-52
表 2-20	概算事業費 .....	2-53

## 略 語 表

EAR	European Agency for Reconstruction 欧州復興機関
EBRD	European Bank for Reconstruction and Development 欧州復興開発銀行
EIA	Environmental Impact Assessment 環境影響評価
EIB	European Investment Bank 欧州投資銀行
EU	European Union 欧州連合
EUR	EURO (EU 通貨単位) ユーロ
F/S	Feasibility Study 実行可能性調査
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau ドイツ復興金融公庫
L/A	Loan Agreement 借款契約
MAFWRM	Ministry of Agriculture, Forestry and Water Resource Management 農林水資源管理省
MED	Ministry for Economic Development 経済開発省
MHLSW	Ministry of Health, Labor and Social Welfare 衛生・労働・社会福祉省
MTEP	Ministry of Tourism and Environmental Protection 観光・環境保護省
NGO	Non Governmental Organization 非政府組織
NSSD	National Strategy of Sustainable Development of Montenegro, 2007.1 MTPE 持続的国家開発戦略
USAID	United States Agency of International Development 米国国際開発庁
WB	World Bank 世界銀行

# 第1章 調査概要

## 1-1 要請内容

要請内容は以下のとおりである。

対象地域：ポドゴリツァ市

要請内容：

- (1) 「新ポンプ場」への機材調達及び据付
  - ・ 送配水ポンプ及びモーター 4台
  - ・ ポンプ制御盤
  - ・ 振動対策設備
  - ・ 配管及びバルブ
  - ・ 高圧配電盤
- (2) 配水状況のモニタリング体制整備に係る機材
- (3) 水質分析用の検査機器

## 1-2 調査目的

本調査では、①要請背景及び内容、②先方実施機関の上水道施設整備計画における本案件の位置付け、③今後の水需給量推計に係る基礎情報（水源、人口、給水原単位等）の収集及び分析、④施設運営維持体制、及び要請された機材・システムを運用するに足る先方機関の技術能力について確認を行うとともに、これらを踏まえ本案件実施の妥当性及び要請された各コンポーネントの必要性を検討する。また、基本設計のための協力準備調査を実施する場合の調査内容、規模、制約要因及び留意点の整理を目的とする。

## 1-3 調査団の構成

調査団の構成は、表 1-1 に示すとおりである。

表 1-1 調査団の構成

No.	氏名	担当分野	所属	派遣期間
1	松本 重行	総括	JICA 地球環境部水資源・防災グループ 水資源第一課 企画役	12月1日～ 12月13日
2	川瀬 友裕	計画管理	JICA 地球環境部水資源・防災グループ 水資源第一課	12月1日～ 12月13日
3	土屋 俊宏	給水計画/ 運営維持管理	NTC インターナショナル 株式会社 技術本部	12月1日～ 12月23日
4	小原 幸三	上水道施設・機材	株式会社 日水コン 海外事業部技術部 担当課長	12月1日～ 12月23日

#### 1-4 調査日程

調査日程は、表 1-2 に示すとおりである。

**表 1-2 調査日程**

日 順	月日		調査行程	
			JICA 団員 「総括」 / 「計画管理」	役務コンサルタント団員 「給水計画/運営維持管理」 / 「上水道施設・機材」
1	12/1	月	11:55-16:00 成田→ウィーン 19:20-20:45 ウィーン→ベオグラード	
2	12/2	火	JICA バルカン事務所 打合せ 在セルビア国日本大使館 表敬 ベオグラード水道局視察（無償で供与した SCADA 等の状況確認） 21:30-22:30 ベオグラード→モンテネグロ	
3	12/3	水	経済開発省（援助窓口）表敬 ポドゴリツァ市上下水道公社総裁表敬 ポドゴリツァ市上下水道公社 打合せ （調査日程、要請内容、質問票の回答状況等の確認） ポドゴリツァ市長 表敬	
4	12/4	木	現地調査 （Mareza 水源（新ポンプ場、旧ポンプ場）、Zagoric ポンプ場、Gorica 配水池、Ljubovic 配水池、 Miljes ポンプ場、Tuzi 地区、Zeta 地区）	
5	12/5	金	上下水道公社 C/P との協議（基礎情報収集、要請内容の精査等）	
6	12/6	土	資料整理・分析、団内打合せ（M/D 協議準備）	
7	12/7	日	資料整理・分析、団内打合せ（M/D 協議準備）	
8	12/8	月	ポドゴリツァ市役所との協議 （市と水道公社の関係、市に対するドナー支援状況、先方負担事項等） 上下水道公社 C/P との協議（基礎情報収集、要請内容の精査等）	
9	12/9	火	上下水道公社 C/P との M/D 協議 現地調査（Mareza 水源、新ポンプ場）	
10	12/10	水	上下水道公社 C/P との M/D 協議	
11	12/11	木	M/D 署名 世界銀行へのヒアリング 22:30-23:30 ポドゴリツァ→ベオグラード	M/D 署名 上下水道公社 C/P との打合せ（補足調査事項）

12	12/12	金	在セルビア国日本大使館 調査結果報告 JICA バルカン事務所 調査結果報告 16:45-19:00 ベオグラード→フランクフルト 20:25-15:50 フランクフルト→成田	上下水道公社との打合せ (補足調査事項、収集資料翻訳依頼、配水管 網図電子ファイル提供依頼等)
13	12/13	土	15:50 成田着	資料整理・分析、報告書作成
14	12/14	日		
15	12/15	月		上下水道公社との打合せ (収集希望リスト及び調査日程の説明) 漏水・盗水状況について聞き取り
16	12/16	火		不法居住地区視察 配水網管理ユニット責任者への聞き取り
17	12/17	水		上下水道公社との協議 (モニタリングシステム運用に係る組織体制整備) ポドゴリツァ市 M/P 作成担当者への聞き取り 上下水道公社内の中央監視室予定室視察
18	12/18	木		PR ユニット責任者への聞き取り (広報調査) IT 部長への聞き取り (組織・業務内容) 財務部長への聞き取り (可能年間投資額)
19	12/19	金		ポンプ場統括長への聞き取り (組織・業務) 農業・森林・水資源省との協議 観光・環境保護省との協議 マレザ新ポンプ場現地調査 (主に電気関係)
20	12/20	土		技術部長との協議 (資料収集の継続依頼)
21	12/21	日		19:35-20:35 ポドゴリツァ→ベオグラード
22	12/22	月	在セルビア国日本大使館 調査結果報告 JICA バルカン事務所 調査結果報告 16:45-19:00 ベオグラード→フランクフルト 20:25-15:50 フランクフルト→成田	
23	12/23	火		15:50 成田着

## 1-5 主要面談者

主要面談者は以下のとおりである。

- (1) 経済開発省 (Ministry of Economic Development)  
Ms. Nada Medenica, Deputy Minister, Department for International Economic Relations  
Ms. Ivana Gardašević, Advisor, Department for International Economic Relations
- (2) ポドゴリツァ市 (Capital City of Podgorica)  
Dr. Miomir Mugoša, Mayor  
Mr. Pavle Radulović, Manager of the Capital 【ポドゴリツァ市 C/P】 【M/D 署名者】
- (3) ポドゴリツァ上下水道公社 (Podgorica Water and Sewerage Corporation : PWSC)  
Mr. Mladen Brajović, Director 【M/D 署名者】  
Mr. Filip Makrid, Technical Director 【水道公社 C/P】  
Ms. Mijojka - Lela Vlahivic – Radonjic, Financial Director  
Mr. Bozo Jukić, Chief of Pumping Stations  
Ms. Lidiya Stanojević, Public Relations Manager
- (4) ベオグラード上下水道公社 (Belgrade Waterworks and Sewerage)  
Mr. Vladimir Taušanović, General Director  
Mr. Miroslav Cvjetkovic, Assistant Managing Director  
Ms. Branka Milutinović, Technical Information System Department Manager
- (5) 世界銀行 モンテネグロ事務所 (The World Bank Office Montenegro)  
Ms. Sanela Ljuca, Operation analyst

## 1-6 調査結果概要

### 1-6-1 先方との協議結果

- (1) ポドゴリツァ市における上水道事業の概略、要請の背景及び目的

ポドゴリツァ市（以下、「ポ」市）の水道事業は豊富な湧水及び地下水を原水とし、水道公社はポドゴリツァ地区、ツジ地区及び一部のゴルボッフツィ地区の約 48,500 顧客（一般住宅、大口建物、企業を含む）に対して給水している。給水状況の特徴として、季節毎の水需要に応じて給水量が大きく変動しており、実際に 2007 年には月間平均給水量が 1,070l/s（2 月）から 1,710l/s（7 月）と 1.5 倍以上の乖離がある。この夏季（4 月から 10 月）における、摂氏 40 度近くに上昇する気温と観光客の増加に起因する水需要の急増への対応が「ポ」市の水道事業において最も重要な課題とされている。

水道公社は北西部ダニロフグラード市との境界付近に位置し重要な水源であるマレザ湧水に 2 つのポンプ場（「旧ポンプ場（マレザ 1）」及び「新ポンプ場（マレザ 2）」）を有し、その他に「ポ」市内に 4 つの井戸ポンプ場を有している（1 施設の井戸ポンプ場を追加建設中）。

水道公社が抱える「ポ」市への水道事業の問題点は以下のとおりである。

- 1) 近隣諸国（マケドニア、セルビア等）からの非定住労働者やコソヴォ難民といった外部からの人口流入に加えて、モンテネグロ国内からも日中は多くの労働者や学生が集中し、統計データ以上に人口増加とそれに伴う水需要の急増が喫緊の課題となっている。「ポ」市の統計

上の定住者数は 165,000 人から 168,000 人とのことだが、上記人口流入分を加えると日中の実質的な人口は 200,000 人を超えると推定されている<sup>1</sup>。

- 2) 「ポ」市で最大の送配水能力を有する「新ポンプ場（マレザ 2）」では、送配水ポンプとポンプ場建屋との共振が原因と推定される振動が生じており、建設された 1985 年当時から問題となっている。設計段階では 4 機中 3 機のポンプ運転が期待されていたものの<sup>2</sup>、本振動問題により 2 機による運転制限を余儀なくされている。また、振動問題はポンプの劣化を早め、故障の危険性を高めている。2006 年には実際にポンプが故障したため、ベオグラードにおいてシャフトを中心とした修理を全ポンプについて行っている。振動問題は解決されていないため、現状のまま継続してポンプを使用した場合、同様の問題が生じる可能性が高い。
- 3) ポンプ場の運転状況や管網の配水状況に係る基礎情報を包括的にモニタリングする体制が整備されておらず、効率的なポンプ場間の運転及び送配水管理がなされていない。
- 4) 「ポ」市南部のツジ地区及びゴルボッフツィ地区は配水管網が十分に整備されていないため、水道公社は配水管網の拡張計画を策定し（2006 年）、現在実施中である。
- 5) 2 つの既存配水池（1,200m<sup>3</sup> 及び 3,000m<sup>3</sup>）は、水需要の日量変化や水道施設の緊急運転停止に伴う給水能力の低下分を吸収するに足る貯水能力がない。そのため、水道公社は既存リュボヴィッチ配水池（Ljugovic）の拡張（3,000m<sup>3</sup>→20,000m<sup>3</sup>）と南部地域に 3 つの配水池の新設を予定している。
- 6) 1950 年半ばに建設された「旧ポンプ場（マレザ 1）」では、送配水ポンプ及びその他資機材の老朽化に伴う故障が頻発し、高額の修理費及び長期間の運転停止が生じており、喫緊の対策が必要とされている。
- 7) ゴルボッフツィ地区では不法接続が問題となっており、水道公社は各戸水道メーター設置を進めている<sup>3</sup>。
- 8) 配水管網での漏水削減に向けて、既設アスベスト管をポリエチレン管に更新する作業を進めている（10 年間で本更新作業を完工する予定）。
- 9) 水質検査体が十分に実施されていないため、水道公社は自己資金により水質検査ラボ（ラボ機材の整備を含む）を公社本社に併設して建設中である<sup>4</sup>。

以上の問題に対して、水道公社は各種対策を講じているものの、大規模な投資を要する「新ポンプ場（マレザ 2）」の更新及びモニタリング体制整備は自己資金での実施が困難であるため、日本政府に対して要請された。

## (2) 要請内容の確認

本調査団は 2007 年 8 月に提出された要請書の内容について以下のとおり確認した。結果として、ラボ機材の調達是要請から除外され、「新ポンプ場（マレザ 2）」の更新及びモニタリング体制（中央監視分散制御）整備の 2 点について要請された。

<sup>1</sup> 「ポ」市担当官 Mr. Radulovic からの説明による。

<sup>2</sup> 4 機中 3 機をローテーションで運転し、1 機は予備ポンプとして運転休止する。

<sup>3</sup> ゴルボッフツィ地区は、近接するアルミニウム工場からの汚水を原因とした地下水汚染により、旧来無料で利用していた水源が使用不可能となったため、世界銀行によりポドゴリツァ地区から本地区への配水幹線（口径 450mm, 9km）が整備され、既存の管網に接続された。以上の背景から、旧来管網の小口接続箇所には水道メーターが設置されていなかったため、十分な料金徴収が行われていない。また、本地区は外国からの不法住居者も問題となっている。

<sup>4</sup> 但し、マレザ湧水の水質は良好であり、塩素注入処理のみで送配水している。

## 1) 「新ポンプ場 (マレザ 2)」の更新

### (a) 要請内容の必要性・妥当性

本ポンプ場は4機の送配水ポンプ(320l/s)を有し、現在「ポ」市への総給水量のうち約1/3を送配水する重要な水道施設である<sup>5</sup>。しかしながら、振動問題によりポンプの運転制限や高い故障リスクといった問題があり、実際にポンプ4機が2006年に故障するに至った。水道公社は自己資金(約500,000€)により応急処置を施したものの、喫緊に根本的解決が要されるため、日本政府に対して本ポンプ場のポンプ設備更新を要請した。本ポンプ場設備更新に係る各コンポーネントは以下のとおりである。なお、要請書に記載されていた高圧配電盤は現在の運転状況が良好であることから今回のコンポーネントから除外することで水道公社及び調査団は合意した。

- ① 立軸ポンプ及びモーター4機の更新
- ② ポンプコントロールパネルの更新
- ③ 振動対策の実施

### (b) 想定される振動対策

2006年から2007年にかけて水道公社により実施された調査では、ポンプと建屋の共振を振動問題の原因として結論付けている。上記調査結果に基づき、水道公社及び調査団は以下の対策を想定される振動対策として合意した。また、調査団は①～③を必要不可欠な対策として提案し、水道公社及び調査団は基本設計のための第2次準備調査にて振動対策に関する詳細な調査を実施することで合意した。

- ① 既存ポンプの更新(既存ポンプから固有振動数を変える)
- ② 2層式立軸ポンプの導入(ポンプ及びモーターの加重を分離させる)
- ③ ポンプ設置面へのバッファ挿入(ポンプ及びモーターから建屋に伝達する振動を吸収させる)
- ④ インバーターの導入等によるモーター回転速度制御(ポンプの回転数を落とすことで振動数を変える)

### (c) 施設拡張計画とポンプ仕様

水道公社はリュボヴィッチ配水池の拡張やマレザ湧水のポンプ場からの配水幹線(口径800mm)敷設を計画しており、本プロジェクトで調達されるポンプの仕様をこれらの将来計画を考慮して決定することを水道公社及び調査団は合意した。但し、本案件では高圧配電盤を更新しないことから、受電容量に制限があるため、現在以上の給水能力を持つポンプは想定しないことになる。

## 2) モニタリングシステム整備

### (a) 要請内容の必要性・妥当性

各ポンプ場の運転状況は施設毎に管理されており、情報が効果的及び統合的に収集さ

<sup>5</sup> 現在のポンプ2機稼働(640l/s)、及び全ポンプ場の総給水能力(約1,850l/s)により算出した。

れる体制が整備されていないため、水道施設全体としての運転の最適化を図ることが困難な状況である。また、老朽化した水道施設が運転に問題が生じた場合に迅速な対応を採ることができないという危険性がある。送配水管網についても、現在 1 箇所に流量計が設置されているのみで、漏水量や不法接続による損失量の情報管理やそれらを考慮した配水の適正化を行うことができない状況である。

水道公社は、ザゴリッチ (Zagoric) ポンプ場にて試験的に流量計や圧力計を設置し、ポンプ場現地で各種情報の収集を進めており、将来的には全ての水道施設を包括するモニタリングシステムを構築したいという強い意向がある。情報収集すべき水道施設の優先度としては、マレザ湧水ポンプ場とその他井戸ポンプ場が第 1 優先、第 2 優先として送配水管網が水道公社より要請された。

(b) モニタリングシステムの仕様と将来計画

表 1-3 のとおり、水道公社はモニタリングシステム構築に係る本案件での要請内容と、本案件終了後の水道公社による将来拡張計画を説明した。

なお、将来的には本モニタリングシステムは、現在既に導入されている GIS システム（給水施設、管網、顧客情報等を地図上に落とし込み、管網解析・水理分析を行う）と連結されることが想定される。

(c) 通信認可

本調査団は、各接点から中央監視室へと情報を発信する際に必要となる通信ネットワークについて、特に新規通信認可のための時間や手続きについて、基本設計のための第 2 次協力準備調査の開始までに情報収集を行っておくことを水道公社に依頼した。

3) ラボ機材

水道公社は来年完工を目処として、本社に併設したラボ 1 棟と機材倉庫 2 棟を建設中であり、今般要請されていたラボ機材も併せて先方自己予算により調達予定であるため、今回の要請からは除外することで合意した。なお、水質に関しては、主要な水源であるマレザ湧水の水質は良好であり、塩素注入処理のみで送配水しているとの説明を受けた。

表 1-3 送配水モニタリングシステムに係る要請内容

	日本政府への要請	モンテネグロ側による 将来拡張計画
システム概要	データ収集・中央監視	遠隔運転制御
モニタリング対象 上水道施設	(1) ポンプ場（マレザ湧水及び5 つの井戸ポンプ場） (2) 送配水幹線	(1) 配水池（拡張終了後） (2) 送配水幹線 (モニタリング接点の追加)
モニタリング情報	(1) ポンプ場 a) 送配水圧 b) 流量 c) 残留塩素濃度 d) 消費電力量 e) 電圧 f) モーター温度 g) 地下水位もしくはポンプ 井水位 (2) 送配水幹線 a) 流量 b) 送配水圧 c) 残留塩素濃度	

### (3) 技術支援の必要性

水道公社からは、ポンプの運転維持管理やモニタリングシステムにより収集した情報の効果的活用について、無償資金協力実施期間内でのソフトコンポーネントとして日本の技術支援を受けたいとの要請があった。ポンプの運転維持管理に関しては、水道公社は十分な経験を有しているため、主に初期操作指導等での対応が考えられる。一方、送配水モニタリングシステムを通じて収集したデータの解析及びその結果に基づくポンプの運転や配水管理の最適化手法に関する技術支援の必要性は高いと調査団は判断した。

### (4) ビジビリティの確保

本案件が実施された場合のビジビリティ確保の必要性を先方に対して説明し、ミニッツに記載した。先方からは以下の2点について提案があった。

- 1) 水道施設への記念パネルの設置。ポンプ場等の水道施設には学生や市民の見学会を随時受け入れているとのこと。
- 2) 広報誌への掲載

なお、2) については、「ポ」市の公共事業全般に関する広報年報への掲載を調査団は依頼した<sup>6</sup>。

### (5) プロジェクト名の変更

要請書上のプロジェクト名は「The Project for Urgent Rehabilitation of Water Supply System in Podgorica City」であったが、対象地域の「ポ」市の正式名称を「the Capital City of Podgorica」

<sup>6</sup> 広報年報の名称は「Podgorica Info」であり、100ページ程度のフルカラーの冊子である。市民に無料で配布される。掲載は広報担当 Ms. Lidiya Stanojevic に依頼した。

と確認したことから、プロジェクト名についても「The Project for Urgent Rehabilitation of Water Supply System in the Capital City of Podgorica」に変更することで合意した。

## 1-6-2 その他現地調査結果

### (1) 先方実施体制・維持管理体制

本案件の要請書は、モンテネグロ共和国 (Republic of Montenegro)<sup>7</sup>、経済省 (Ministry of Economy)、「ポ」市 (City of Podgorica)、ポドゴリツァ上下水道公社 (Podgorica Water & Sewerage Corporation) の連名により提出されているが、地方分権化されているため責任機関は「ポ」市であるとの説明を受けた。また、2006 年の独立から間もないため、省庁間の職務分掌が十分に整理されていない状況である。

ポドゴリツァ市上下水道公社は「ポ」市の管轄下にある公共事業体であり、水道公社の理事会 (Board of Directors) は市により任命される。水道公社の人員体制については、正規職員を要請当時の約 400 名から 371 名に削減しており、世界銀行の組織経営に係るキャパシティ・ディベロプメントプロジェクトを通じて更なる人件費削減を計画している。

施設の維持管理については、各都市の水道公社が行うこととなっている。水道公社の経営及び財務状況については、水道メーターによる従量制の料金徴収 (一般家庭、公共組織、営利組織の 3 区分に料金設定されており、下水料金と併せて徴収している) を行っており、基本的な経営能力は有しているものと判断できる。

漏水対策については、ネットワーク維持管理課内に 2 名からなる漏水対策チームが 2 組設置されており (午前・午後の 2 シフト制)、事故等による地上漏水発生時に対処している。

### (2) 「旧ポンプ場 (マレザ 1)」の建替計画

「旧ポンプ場 (マレザ 1)」は 1950 年代に建設され老朽化が進行しており、以下の問題を抱えている。

- 1) 頻発する故障による不安定なポンプ運転。
- 2) ポンプ 1 機が全壊し残る全 4 機が稼働させなければならぬため、予備ポンプとしてポンプを運転休止させることができない。
- 3) ポンプ製作者が廃業したことから修理に必要な部品が入手困難であり、個人業者に作成を依頼している状況である。このため、修理の度にポンプを長期停止させなければならぬ。
- 4) 修理費と運転電気費が高額であるため、経営上の大きな負担となっている。

このため、水道公社は 2006 年から 2007 年にかけて施設建替計画を策定し、詳細設計を実施した。水道公社は喫緊の建て替えを必要としており、市補助金等の自己資金により本計画を実施することとしている。建替計画では、予備機を含めたポンプ 5 機<sup>8</sup>の更新、ポンプ井の拡張等が予定されている。

<sup>7</sup> 2007 年 7 月の憲法制定に伴い、国名が「Republic of Montenegro」から「Montenegro」に変更されている。

<sup>8</sup> 1 機がダニロブグラード市に原水供給し (60l/s)、3 機 (120l/s×3) が「ポ」市への送配水用であり、残る 1 機が予備ポンプ (高低差から、ダニロブグラード市へは 60l/s、「ポ」市へは 80l/s) である。

### (3) 他ドナーの援助動向と他プロジェクトとの重複

「ポ」市における上水道分野で協力を実施している他ドナーについて、以下のとおり情報収集を行い、他プロジェクトと本案件との間に重複がない旨を確認した。

#### 1) 世界銀行 (World Bank)

- ゼータ (ゴルボッフツィ) 地区への配水幹線整備 (口径 450mm、9km) について協力を実施済み。本地区は近隣のアルミニウム工場により従来利用していた水源が汚染されたため、本協力が必要とされたとのこと<sup>9</sup>。
- 水道公社の組織運営に係るキャパシティ・ディベロプメントプロジェクトを計画中。

#### 2) USAID

- 「ポ」市北部の起伏があり上水道ネットワークが行き届いていない地域に対する井戸掘削等の多数の協力を行っている<sup>10</sup>。なお、本地域はコソヴォ難民が流入し定住している地域である。

#### 3) European Commission

- 下水処理場建設案件のコンポーネントとして SCADA システム (コンピューター上での遠隔運転制御を含む) が導入されており、本案件でのモニタリングシステムのイメージとして先方が調査団に紹介した。処理場は現在のところ「ポ」市に 1 施設であるため、コントロール室は本社ではなく処理場内に設置されている。但し、先方は運転状況について本社にて監視したいとの意向がある。

### 1-6-3 結論要約

ポドゴリツァ市は行政・経済上の首都として機能している重要な都市であり、また他ドナーによる支援を受けてきた沿岸地域と比較して「ポ」市の上下水道整備は優先度が高いため、本計画の対象地域とされている。「ポ」市は近隣諸国からの非定住労働者やコソヴォ難民といった国外からの人口流入に加えて、モンテネグロ国内からも日中は多くの労働者や学生が集中するため、これら人口増加とそれに伴う水需要の急増への対応が喫緊の課題となっている。統計上の定住者数は約 170,000 人 (2003 年、国勢調査) とされているが、右人口流入分を加えると日中の実質的な人口は 200,000 人を超えると推定されており、更なる人口増加に伴い給水需要は今後も高まると想定されている。

しかしながら、1950 年代から 1980 年代にかけて導入された上水道関連機材は老朽化の問題や、1990 年代の民族紛争とそれに伴うユーゴスラビア解体等の政治的混乱の中で適切に維持管理されなかったことから故障が頻発し給水能力が低下しているため、上水道施設の改修が必要とされている。要請対象施設である「新ポンプ場」の送配水ポンプも同様の問題を抱え、また運転期間が耐久年数を超過しているとともに、異常振動により設計上可能とされる 3 台同時運転から 2 台同時運転に制限され、故障リスクも増大している。このような課題に対して、本計画実施により「新ポンプ場」の送配水ポンプを更新することで、急増する水需要を賄う水道施設能力を確保でき、全住民への安定的な給水を実現することが可能となる。

また、多数のポンプ場を水需要の変化に追随するよう運転しているが各ポンプ場が独立して運転されており、水道システム全体を考慮した運転の最適化がなされていないこと、配水管網中の流量や水

<sup>9</sup> 本案件の C/P である水道公社技術部長 Mr. Makrid からの説明による。

<sup>10</sup> 「ポ」市担当官 Mr. Radulovic からの説明による。

圧に関するモニタリングが流量計が設置されている1ヶ所を除いてなされておらず、配水管理や漏水対策の基礎となる重要な情報が集積されていないこと、などの問題点がある。かかる問題点に対し、本計画によりモニタリングシステムを導入することで、各水道施設間の効率的な運転と配水地域への適切な水量及び水圧管理をすることができる。

以上の観点に加え、「ポ」市における上下水道施設整備計画（2007-2017）の中で、公社及びポドゴリツァ市の自己資金では実施困難な規模であり、かつ緊急性が高いコンポーネントが本計画では要請されており、協力の妥当性及び必要性が高い事業といえる。

## 第2章 要請の確認

### 2-1 要請の経緯

モンテネグロ国(以下、「モ」国)の行政上の首都として機能している<sup>11</sup>ポドゴリツァ市(Podgorica: 以下、「ポ」市)には約62万人とされる国民の1/4を占める約17万人<sup>12</sup>が居住している。

一方「モ」国は、ボスニア内戦に関連したバルカン地域における1990年代の紛争と1992年から1996年まで国連から受けた経済制裁のため、社会基盤等の維持・管理を適切に行うことができなかった。ポドゴリツァ上下水道公社はこの期間も給水施設維持に最大限の努力を払ってきたものの、現状の給水施設能力は「ポ」市での水需要を十分に満たすものとは言えない状況である。

「ポ」市水道事業は豊富な湧水及び地下水を原水とし、ポドゴリツァ上下水道公社はポドゴリツァ地区、ツジ地区及びゴルボツツィ地区の一部の約48,500顧客(一般住宅、集合住宅、企業)に対して給水している。ゴルボツツィ地区は新規に配水幹線を整備した地域であり、給水管及び水道メーターの設置を進めている段階である。更に、ポドゴリツァ上下水道公社は「ポ」市の北西に位置するダニロフグラード市に対し、マレザ湧水の旧ポンプ場から原水供給(60l/s)している。

ポドゴリツァ上下水道公社は北西部ダニロフグラード市との境界付近に位置し重要な水源であるマレザ湧水に2つのポンプ場(「旧ポンプ場(マレザ1)」及び「新ポンプ場(マレザ2)」)を設置しており、その他に「ポ」市内に4つの井戸ポンプ場を有している(1施設の井戸ポンプ場を追加建設中)。

「ポ」市で最大の送配水能力を有する「新ポンプ場(マレザ2)」の送配水ポンプ及び関連機械・電気設備は1980年代末に設置され、ポドゴリツァ上下水道公社はこれら施設の維持管理を行ってきたものの、前述の経済制裁等の外部環境により適切な維持管理がなされなかった。また、既存の設備及び機器はその耐用年数を超え、公社職員だけではその運転維持管理の継続が困難となりつつある。

更に同ポンプ場では建設された1985年当時から、送配水ポンプとポンプ場建屋との共振が原因と推定される振動が生じており問題となっている。4機中3機のポンプ同時運転を前提とされ設計されているものの<sup>13</sup>、本振動問題により2機による運転制限を余儀なくされている。また、振動問題はポンプの劣化を早め、故障の危険性を高めている。実際2006年に全ポンプが故障し、ベオグラードにおいてシャフトを中心とした修理が施された。しかしながら現在においても振動問題は解決されていないため、継続して運転制限を行っており、更なる故障が発生する危険性が高いため、ポドゴリツァ上下水道公社は喫緊の対策を必要としている。

また、各ポンプ場の運転状況や管網の配水状況に係る基礎情報を包括的にモニタリングする体制が整備されておらず、効率的な送配水管理がなされていない。不法接続や材令が30年に近づきつつある石綿セメント管からの漏水等を原因とした配水網における大きな無収水量を考慮すれば、頻繁に更新可能なデータベースを構築し、無収水を低減して給水量を増加させることが必要である。

<sup>11</sup> 憲法上の首都はツェティニエ(Cetinje)。

<sup>12</sup> 2003年国勢調査による。

<sup>13</sup> 4機をローテーションして、3機を同時運転する。1機は予備としており、4台同時運転は行わない。

「ポ」市の水道事業全般について調査した結果、以下の問題点が確認された。要請された新ポンプ場の送配水ポンプ設備更新とモニタリングシステムの導入は、これら問題点の対策として十分に妥当性及び必要性が認められる。

- 水使用量がピークとなる夏季の消費量は、既存水道施設の給水能力の限界に近づいている。
- 主水源であるマレザ（Mareza）湧水にある新旧両ポンプ場は老朽化が進んでいるため運転が不安定である。新ポンプ場についてはポンプ運転時の振動が激しく、本来3台同時運転が可能な設計であるにもかかわらず2台同時運転しかできていない。
- 多数のポンプ場を水需要の変化に追従するよう運転しているが各ポンプ場が独立して運転されており、配水システム全体を考慮した運転の最適化がなされていない。
- 配水管網中の流量や水圧に関するモニタリングが流量計1ヶ所を除いてなされておらず、配水管理や漏水対策の基礎となる流量、水圧等の重要な情報が集積されていない。
- 2つの既存配水池（1,200m<sup>3</sup>及び3,000m<sup>3</sup>）は、水需要の時間変動や水道施設の緊急運転停止に伴う給水能力の低下分を吸収するに足る貯水能力がない。そのため、ポドゴリツァ上下水道公社は既存リュボヴィッチ（Ljugovic）配水池の拡張（3,000m<sup>3</sup>→20,000m<sup>3</sup>）と南部地域に3つの配水池の新設を予定している。
- 1950年半ばに建設された「旧ポンプ場（マレザ1）」では、送配水ポンプ及びその他の資機材の老朽化に伴う故障が頻発し、高額な修理費及び長期間の運転停止が生じている。
- ゴルボッフツィ地区では不法接続が問題となっており、ポドゴリツァ上下水道公社は各戸水道メーター設置を進めている<sup>14</sup>。
- 配水管網での漏水削減に向けて、ポドゴリツァ上下水道公社は既設石綿セメント管の高密度ポリエチレン管への更新を進めている（10年間で本更新作業を完工する予定）。
- 水質検査は公衆衛生局が実施しているが、公社も現在水質検査ラボを公社本社に併設して建設中である（ラボ機材の整備を含む）<sup>15</sup>。

人口増加や給水区域の拡張に伴う水需要の増加に対応するために、ポドゴリツァ上下水道公社は水道施設の拡張を着実に進めるとともに、公社組織体制の再編や水道料金の値上げ、無収水対策などの経営改善にも精力的に取り組んでいる。しかし、数億円規模の設備投資はドナーの支援を得る必要があり、世界銀行（World Bank）、ヨーロッパ連合（European Union）、アメリカ合衆国国際開発庁（USAID：United States Agency for International Development）等の支援を得て水道事業の拡張・整備に努めている。以上の問題に対しても、ポドゴリツァ上下水道公社は自己資金により各種対策を講じているものの、大規模な投資を要する「新ポンプ場（マレザ2）」の送配水ポンプ設備の更新及びモニタリング体制整備は自己資金での実施が困難であるため、日本政府に対して要請されたものである。

## 2-2 要請内容

4台の送配水ポンプ、バルブ、中圧配電盤、ポンプ制御盤を含めて「新ポンプ場」は1985年に建設された。建設当初からポンプの振動が運転に悪影響を与えており、約20年間にわたる運転ののち、

<sup>14</sup> ゴルボッフツィ地区は、近接するアルミニウム工場からの汚水を原因とした地下水汚染により、旧来無料で利用していた水源が使用不可能となったため、世界銀行によりポドゴリツァ地区から本地区への配水幹線（口径450mm, 9km）が整備され、既存の管網に接続された。以上の背景から、旧来管網の小口接続箇所には水道メーターが設置されていなかったため、十分な料金徴収が行われていない。また、本地区は外国からの不法住居者も問題となっている。

<sup>15</sup> 但し、マレザ湧水の水質は良好であり、塩素注入処理のみで送配水している。

いくつかの部品が壊れ、機器の緊急な修復を必要としている。3台常用であるが、同時に2台しか運転できない状況である。既施設及び機材は以下の通りである。

- ・「新ポンプ場」の送配水ポンプ 4台（1台予備）  
立軸ポンプ 4台：320 l/s × 90m × 1475rpm × 400kW
- ・「旧ポンプ場」の送配水ポンプ 4台<sup>16</sup> + 1台（ダニロフグラード（Danilovgrad）市向け送水用）  
横軸ポンプ 4台<sup>17</sup>：100 l/s × 90m × 1475rpm × 130kW  
立軸ポンプ 1台：220 l/s × 90m × 1475rpm × 315kW

当初の要請内容は以下のとおりである。

- ・要請時期： 2007年8月
- ・実施機関： ポドゴリツァ上下水道公社
- ・プロジェクト名： 上水道システム緊急修復計画
- ・対象地域： モンテネグロ国ポドゴリツァ市
- ・目的：  
「ポ」市へ十分に給水できるようにすることである。この目的を達成するためには下記の点に着目する必要がある。
  - 1) 水源開発
  - 2) モニタリングシステム向上
  - 3) 品質検査向上
- ・要請内容：
  - 1) 要請機材（機材据付を含む。）
    - ・「新ポンプ場」の送配水ポンプ 4台（1台予備）
    - ・「新ポンプ場」の配管及びバルブ
    - ・「新ポンプ場」の振動対策設備
    - ・「新ポンプ場」の制御盤
    - ・モニタリングシステム
    - ・水質分析機器
  - 2) 機材の維持管理  
ポドゴリツァ上下水道公社の技術部門が本プロジェクトの実施を担当する。7名の技術者と230名を超える他の職員が本プロジェクトの機材を維持管理する。維持管理に係る費用の全額は受益者負担である。
- ・直接受益者：約161,000人、間接受益者：約69,000人  
直接受益者は、2007年の「ポ」市人口の92.5%にあたる。本案件は「ポ」市全体の上水道システム強化に資するため、残る住民及び周辺地域からの通勤者や学生といった昼間人口を間接受益者としている。

<sup>16</sup> 1台は旧ポンプ場外に設置された立軸ポンプである。

<sup>17</sup> 1台は故障したため撤去されている。

## 2-3 要請の背景

### 2-3-1 モンテネグロの概要

モンテネグロはバルカン半島の西中央部に位置し、北はクロアチア、東はセルビア、南はアルバニアと国境を接し、西はアドリア海に面している。面積は 13,812km<sup>2</sup> で福島県 (13,782km<sup>2</sup>) に相当し、人口 620 千人 (2003 年) である。

モンテネグロ共和国憲法によれば、首都はツェティニエであるが、実質上の首都である「ポ」市に主要な行政機関は所在している。

現在 EU への統合をめざしており、使用通貨は EUR である。

#### (1) 自然条件

モンテネグロの国土の 2/3 は石灰岩及びドロマイト (苦灰岩) からなる堆積岩に占められている。この堆積岩とモンテネグロの気候が相俟って広範囲なカルスト地形<sup>18</sup>を形成し、ボカ・コトルスカ湾 (この湾の奥にある城塞都市コトールを含めてこの地域は世界文化遺産に指定されている)、バルカン半島最大の湖であるスカダル湖、ヨーロッパ最深のタラ溪谷 (深さ 1900m) を含むドゥルミトル (Durmitor) 国立公園 (同じく世界自然遺産) 等に代表される豊かな自然をもたらしている。

気候は地中海性で夏・秋は乾燥して暑く、冬は寒い。気温は 6, 7 月の昼間には 30℃ を超え、「ポ」市では 6 月に 40℃ を記録している。しかしながら夜には 20℃ 以下となる。冬場の山岳部では最低気温が -20℃ 以下となるが、沿岸部でも氷点下を記録する。年間降雨量は北西部山岳地で 900~1000mm、中部及び沿岸部で 1500~2000mm に及ぶ。また北東山岳部には降雪があり、年間積雪量は 6~8m となるが、内陸東部コラシン (Kolasin) では 26.5m を記録している<sup>19</sup>。

なお、モンテネグロは地震帯に位置し、メルカリ震度階による震源地震度で V (多くの人揺れを感じる。眠っている人の多くが目覚ます。食器棚から食器が滑り落ちる。) の地震がほぼ毎年発生している。1979 年には震度 IX (多くの人混乱に陥る。頑丈な建造物が一部損壊し、多くの建造物が半壊する) が発生し、前述したコトールは大きな被害を受けた。

#### (2) 社会・経済

##### 1) 歴史

モンテネグロは、中世ではセルビア王国の一部をなしたが、セルビア王国の没落後もオスマン・トルコに抵抗し、15 世紀末に独立公国が誕生。19 世紀にモンテネグロ公国となり、1878 年独立を承認され、1910 年には王国となった。

その後、1918 年にセルビア王国を主体としたセルビア人・クロアチア人・スロヴェニア人王国 (セルブ=クロアト=スロヴェーヌ王国) が成立し、1929 年にはユーゴスラビア王国に改名された。第 2 次大戦後の 1945 年、チトーの指導下にユーゴスラヴィア連邦人民共和国

<sup>18</sup> 石灰岩台地で、鋸歯状の地形、播鉢状の窪地、石灰洞などが発達する特有な地形。石灰岩の表面が溶解浸食を受けやすいこと、雨水は主に割れ目に沿ってしみ込み周囲の岩石を溶解しやすいことなどが原因となることができる。山口県の秋吉台はその好例。

<sup>19</sup> Statistical year book 2007 – Statistical Office, データは 2006 年

が発足し、東ヨーロッパの軍事同盟であるワルシャワ条約には加盟せず、冷戦下における安全保障策として非同盟運動を始めるなど独自の路線を打ち出した。その一方、ソ連から侵攻されることを念頭に置いて、ユーゴスラビア連邦軍とは別個に地域防衛軍を配置し、武器も配備した。地域防衛軍やその武器は、後のユーゴスラビア紛争で利用され、武力衝突が拡大する原因となった。1963年、国名をユーゴスラヴィア社会主義連邦共和国と変更した。

1980年代末の中・東欧圏での共産主義体制の崩壊を受け、ユーゴスラヴィア社会主義連邦共和国傘下の各共和国では複数政党制の議会選挙が実施され、1991年から1992年にかけてスロヴェニア、クロアチア、マケドニア、ボスニア・ヘルツェゴヴィナが独立。セルビアとモンテネグロの2共和国は、1992年に「ユーゴスラヴィア連邦共和国」を発足させた。同国ではミロシェヴィッチ（1989年～1997年セルビア大統領、1997年～2000年連邦大統領）が権力を掌握したが、クロアチア、ボスニア、コソヴォ紛争の責任を問われて国連の経済制裁等を受け、国際社会から孤立することとなった。

1997年、モンテネグロでは親ミロシェヴィッチ路線から自主路線に転換したジュカノヴィッチが大統領に就任し、独立に向けた動きを加速化した。2000年3月、EUの仲介等によりセルビア、モンテネグロ両共和国を「緩やかな連合国家」に再編することで合意する。

独立を指向していたモンテネグロ政府は、2006年5月21日に独立の是非を問う住民投票を実施することとなった。投票結果は独立賛成票が55.5%となり、同年6月3日モンテネグロ議会は独立宣言を採択する。モンテネグロ独立を受け、セルビア議会は2006年6月5日、連合国家の地位を継承する旨を決定した。同月15日、閣議にてモンテネグロを国家承認することを決定した。

## 2) 構成民族

構成民族はモンテネグロ系が約43%、セルビア系32%、アルバニア系5%で、この他ボシュニャク（ボスニアのムスリム）又はムスリムと答えた人が12%、無回答あるいは所属する民族を確認できない人が4%いる（2003年人口統計調査）。

## 3) 言語

言語は主としてセルビア語のモンテネグロ方言である。

## 4) 人口統計

表 2-1 に国勢調査に基づく人口及び世帯数統計を示す。

表 2-1 モンテネグロの人口統計

年	面積 (km <sup>2</sup> )	世帯数	総人口	男性 人口	女性 人口	人口密度 (人/km <sup>2</sup> )	世帯当 人数	男性千人当 女性数
1921	13,812	55,463	311,341	155,301	156,040	22.5	5.61	1004.76
1931	13,812	62,836	360,044	179,965	180,279	26.1	5.73	1002.86
1948	13,812	83,639	377,189	178,078	199,111	27.3	4.51	1118.11
1953	13,812	92,152	419,873	201,718	218,155	30.4	4.56	1081.48
1961	13,812	106,569	471,894	229,274	242,620	34.2	4.43	1058.21
1971	13,812	121,911	529,604	259,209	270,395	38.3	4.34	1043.15
1981	13,812	142,692	584,310	289,739	294,571	42.3	4.09	1016.68
1991	13,812	163,274	615,035	305,931	309,104	44.5	3.80	1010.36
2003	13,812	180,517	620,145	305,225	314,920	44.9	3.43	1031.76

出典：Statistical Year Book 2007, Statistical Office

2003 年の調査では、従来の留守家族への聞き取りにより長期不在の人間も総人口に組み込む方式から、国外での居住期間が一年未満のモンテネグロ人とモンテネグロに一年以上滞在する外国人を総人口に含めている。従って、人口増加率等の指標を上記データから算出することは不適切である。アメリカ合衆国中央情報局（CIA）の WORLD FACT BOOK では 2008 年の人口及び人口増加率をそれぞれ 678 千人、-0.9%と推計している。

表 2-1 から 2003 年の人口は 620 千人、人口密度は 44.9 人/km<sup>2</sup>、世帯当人数は 3.43 で長期的に減少し続けている。なお、人口計数方法に影響を受けないと思われる世帯数は 1921 年より年率 1.45%で増加している。

## 5) 教育

「持続可能な発展に関する国家戦略（NSSD：National Strategies for Sustainable Development）<sup>20</sup>によれば、モンテネグロの教育水準は高く、人的資源形成ひいては経済の回復に大きく貢献するものとしている。

教育制度は 9 年生の初等教育に始まり、自然社会科学系、芸術系、職業系から選択できる 4 年生の中等教育が続いている。その他に 15 才以上で初等、中等教育を受けていない人に対し、卒業資格を所得できる制度を設けている。中等教育の後は高等教育として 4 年の大学あるいは専門学校がある。

2005～2006 年の学期における生徒数は初等教育で 74,900 人、中等教育で 31,300 人おり、これは 5～19 才人口 137,200（2003 年）の 77.4%である。

表 2-2 に、2003 年における識字率を示す。非識字者の率は 65 才未満では 1%以下となって

<sup>20</sup> 1992 年の「環境と開発に関する国際連合会議（通称リオサミット）」で採択されたアジェンダ 21 において、各国の政府は「持続可能な発展に関する国家戦略（NSSD）」を策定すること、並びに「持続可能な発展に関する国家委員会（NCSD）」を設置することを表明した。これを受けて、各国では持続可能な発展に関する戦略の策定、および、持続可能な発展に関する国内組織の設立が行われている（1992 年リオサミット アジェンダ 21 第 8 章および第 23 章より）。

いる。

**表 2-2 2003 年における非識字者数**

	10 才以上 人口	非識字者数			非識字者率 (%)	年齢層別構成率 (%)		
		計	男性	女性		計	男性	女性
10-19 才	94,601	625	301	324	0.66	4.95	15.00	3.05
20-34 才	135,479	700	295	405	0.52	5.55	14.71	3.82
35-64 才	228,116	2,229	526	1,703	0.98	17.67	26.22	16.05
65 才以上	74,160	8,714	832	7,882	11.75	69.07	41.48	74.28
年齢不明	5,542	349	52	297	6.30	2.77	2.59	2.80
計	537,898	12,617	2,006	10,611	2.35	100.0	100.0	100.0

出典：Statistical Year Book 2007, Statistical Office

#### 6) 家計

統計局により実施された家計調査 2007 による世帯平均収入及び消費を示す。これによれば「ポ」市の世帯平均収入及び消費はそれぞれ 468EUR、582EUR、全国平均ではそれぞれ 568EUR、560EUR となっており、「ポ」市では収入は全国平均より低く、消費は高く、支出超となっている。住居・水道・電気費の家計消費に占める割合は「ポ」市では 13.6%、全国平均では 12% である。

**表 2-3 世帯平均収入及び平均消費 (EUR)**

	全国	都市部	地方部	ポドゴリツァ
調査世帯数	1090	657	433	333
推計世帯数	183376	115360	68016	49634
推計人口	633230	389945	243285	174260
平均世帯構成人数	3.45	3.38	3.58	3.51
<b>収入 計</b>	<b>568</b>	<b>594</b>	<b>525</b>	<b>468</b>
賃金、給与	347	378	294	321
年金	101	115	78	107
社会保障	6	6	6	4
農業収入	20	1	52	7
小商い	9	4	18	9
現物収入	0	0	1	0
不動産収入	5	7	3	6
贈与	20	22	16	11
その他	59	61	56	2
<b>個人消費 計</b>	<b>560</b>	<b>595</b>	<b>499</b>	<b>582</b>
食品及び非アルコール飲料	186	211	142	196
アルコール及びタバコ	18	20	16	15
衣服・履き物	43	47	36	42
住居・水道・電気	67	79	48	79
家具・住居維持	27	29	22	27
医療	21	25	14	20
交通	58	58	57	73

通信	32	36	25	37
教養・娯楽	20	24	14	20
教育	12	14	9	11
外食・宿泊	14	17	10	15
その他	27	29	22	34
<b>自己生産による消費計</b>	<b>35</b>	<b>6</b>	<b>83</b>	<b>14</b>
食品及び非アルコール飲料	29	5	70	13
アルコール及びタバコ	2	0	4	0
薪	4	1	9	1

出典：家計調査 2007, 統計局

## 7) 経済

モンテネグロの主要産業は農業及び観光業である。主要輸出相手国はイタリア、セルビア、ハンガリーで主な輸出品はアルミニウム、鉄鋼、農産物、輸入相手国はセルビア、イタリア、ドイツで、主な輸入品は自動車、機械、石油である。

近年、経済成長とインフレの抑制が見られ、マクロ経済状況は良好。観光は外資の導入によって成長部門となっており、インフラ整備、施設の充実、サービス向上が重要になっている。高い失業率、大幅な貿易赤字の中、国営企業の構造改革や民営化に加え、密輸等組織犯罪対策が課題とされている。

モンテネグロへの観光客数は年間 115 万人 (2007 年)、観光収入は 4.8 億 EUR (2007 年) と、観光業が特に発展している。

なお、外務省ホームページによれば、2007 年の GDP: 36 億 US\$, 一人あたり GNI: 5,180 US\$, 経済成長率: 7.7%、物価上昇率: 4.2%、輸出額: 6.3 億 EUR、輸入額: 21.5 億 EUR、2006 年の失業率: 16% となっている。

表 2-4 に主要経済指標を示す。

**表 2-4 モンテネグロの主要経済指標**

主要経済指標	2002	2003	2004	2005	出典
実質 GDP (百万 EUR)	1,301	1,433	1,535	1,644	モンテネグロ統計局
一人当たり GDP (EUR)	1,981	2,231	2,389	n/a	モンテネグロ中央銀行
実質 GDP 成長率 (%)	1.7	2.3	3.7	4.1	モンテネグロ統計局
消費者物価上昇率 (%)	9.4	6.7	4.3	4.3	モンテネグロ統計局
平均実質月額賃金 (EUR)	n/a	174	195	213	モンテネグロ統計局
失業率 (%)	23.25	21.4	n/a	n/a	モンテネグロ中央銀行
貿易収支 (百万 EUR)	▲306.2*	▲248	▲291	▲174	モンテネグロ中央銀行
輸出 (百万 EUR)	471*	462	623	268	モンテネグロ中央銀行
輸入 (百万 EUR)	777.7*	710	914	442	モンテネグロ中央銀行
対外債務残高 (百万 EUR)	843*	387	500	513	モンテネグロ中央銀行

\*：単位は百万 EUR

出典：在セルビア日本大使館ホームページ

## 2-3-2 水道セクターの現況

### (1) 概況

豊富な降雨量とよく保護された水源により、モンテネグロは良質かつ豊富な地下水と表流水に恵まれている。しかしモンテネグロの公共給水施設からの一人一日平均水使用量は 150 リットルと西ヨーロッパの国々の 2 倍もある。これは気候の問題もあるが、主には浪費と給水施設における漏水が原因とされている。

低水道料金と低料金徴収率が原因の一つとされる水の過剰消費とは別に、特に夏季における沿岸地方の水不足、地方公共給水施設における低給水率と不十分な水質管理、生活・産業排水の粗悪な処理状況といった問題がある。特にカルスト地形地域における水源保護は重要な課題である。

表 2-5 にモンテネグロの給水状況を示す。

**表 2-5 モンテネグロの給水状況**

	1993	1996	1999	2002	2005
地下水・湧水 (千 m <sup>3</sup> )	79,234	81,295	78,367	83,923	90,877
表流水 (千 m <sup>3</sup> )	4,200	3,472	2,909	2,909	2,909
他給水施設 (千 m <sup>3</sup> )	11,699	6,097	9,133	11,850	8,080
取水量 (千 m <sup>3</sup> )	95,133	90,864	90,409	98,682	101,866
消費水量 (千 m <sup>3</sup> )	76,301	65,451	60,881	68,141	53,671
導水管・送水管延長 (km)	847	849	870	881	1020
配水管延長 (km)	2,009	2,203	2,400	2,692	2,929
配管延長計 (km)	2,856	3,052	3,270	3,573	3,949

出典：Statistical Year Book 2007, Statistical Office

#### 1) 給水率

2005 年における飲料水源の利用可能率は 98.3% であり、水消費量は 53,671 千 m<sup>3</sup> であった。モンテネグロの 75% 以上の世帯は公共給水施設から給水を受けている。都市部の状況はさらによく、95% 以上が公共給水施設から受益している。都市給水施設は 40 都市と 174 都市郊外及び地方の町村に給水を行っている。

#### 2) 水関連疾病

公共給水施設の飲料水質は公衆衛生局により定期的に WHO と EU の基準を基に点検されている<sup>21</sup>。2002 年～2004 年において水質基準に適合しないサンプル数の比率は 9～15% であった。2003 年に発生した消化器系感染症は 2,106 例で、2004 年には 2,018 例に減少している。なお、これらの感染症による死亡例は記録されていない。

以下は水関連疾病の発生数である。

コレラ : 0	腸管出血性大腸菌 : 0	A 型肝炎 : 46
赤痢 : 12	チフス : 0	

<sup>21</sup> ポドゴリツァ上下水道公社における聞き取りでは、水質基準案が現在照査されており、旧ユーゴスラビアで定められて水質基準が適用されているとのことである。

また、環境毒物試験室（Laboratory by Ecotoxicology of Montenegro）は水質試験に関しモンテネグロ及び国際的な認可を得ている。

水関連疾病予防については教育制度を通じて、啓発的活動が一次診療施設において小児科医により行われている。地方当局、NGO、研究所、教育機関、メディア、民間事業所等が水関連疾病予防に積極的に取り組んでいる。

## (2) 法・制度

### 1) 法・規則・基準

現在モンテネグロは EU への統合をめざして、EU 指令（EU Directives）と整合させるために、多くの法律等を整備中で、現在公布されている給水関係の法律は 2007 年の「水法」のみである。水質基準についてはドラフトを照査中とのことである。なお、現在は旧ユーゴスラビア時代に制定されたものが適用されている。

水法は水資源、水管理、水利権、水関係法令、組織、罰則等を規定しており、給水については水管理の章に述べられている。以下、給水についての要点を記す。

- 給水にかかる優先順序は飲料水供給、衛生への利用、家畜給水、国防である。
- 地方自治体はその管轄圏にある人口 200 以上あるいは年 100m<sup>3</sup> 以上の水需要のあるすべての集落に対し、給水施設を整備して給水する責任を負う。
- 飲料水質基準の遵守。
- 給水事業とは、取水、水源保護、水処理、取水量測定、送配水、給水のシステムを指す。
- 給水事業は各地域の上下水道公社が行い、その要件は関連省庁により規定される。
- 上下水道公社の責務は、取水点における取水量測定と水質分析・飲料水質の確保・設備の技術水準の確保等である。
- 水質監視方法等は衛生及び環境保護を担当する省により決定される
- 水質分析は取水点において認定機関が行う。
- 水源台帳を整理する。
- 取水点下流における必要流量を確保する。
- 表流水及び地下水水源について調査を行いその合理的使用を証明する。
- 調査により水源保護の方法を定める。
- 水源を衛生面から保護する衛生保護地域を設け、水管理計画や地域開発計画にこれを組み込む。

### 2) 制度

前述したように、モンテネグロにおける飲料水供給は各地方自治体が上下水道公社を設立して実施することとなっている。これを MHLSW、MTEP、MED 及び MAWRD、MAFWRM がそれぞれの立場から監理しているが、これら機関の常設調整組織は存在していない。以下は各省の担当事項である。なお、全国の上下水道公社は給水料金から計 800 千 EUR を国庫に納入している。

#### 衛生・労働・社会福祉省 (MHLSW : Ministry of Health, Labor and Social Welfare)

水質監視方法の規定、衛生保護地域の設定等を管轄しており、飲料水質管理に関しては公衆衛生局が行っている。

#### 観光・環境保護省 (MTEP : Ministry of Tourism and Environmental Protection)

水質監視方法の規定、衛生保護地域設定、飲料水供給マスタープランの策定、水道料金設定に係る調整（実際に料金設定を行うのは地方自治体と上下水道公社であるが、関係機関間で係争が生じた場合に調停を行う。）及び環境影響評価を担当している。なお、本調査対象案件に関しては環境影響評価の対象とはならないと判定している。

#### 経済開発省 (MED : Ministry for Economic Development)

衛生保護地域設定及び地下水源の調査・保護等について管轄している。

#### 農林水資源管理省 (MAFWRM)

水関連法令の草稿を作成し、関係省庁との意見調整を行い、その制定を行っている。なお、法令はすべて EU 指令 (EU Directives) を基本としている。なお、地方自治体が給水責任を負わない人口 200 未満極小規模集落への給水は農林水資源管理省が管轄している。

### (3) 上下水道整備計画

前述したように、上水道においては、国内人口の 75%以上が、また、都市部では 95%以上が、上水道を利用している。そして、都市部は 24 都市、町村部は 174 町村、合計 214 の水道事業体がある。

2007 年 1 月から 11 月までに 1,153,395 名の人々がモンテネグロ国を訪れており、2009 年に向けた観光客の増加を見込み、地方上水道システムの建設が継続的に実施されている。なお、モンテネグロ国の人口は、2007 年 1 月 1 日における推計では、625 千人（出典：Montenegro in Figures, 2007, Statistical Office）である<sup>22</sup>。

観光シーズンである夏季は、降雨量が減少し、海岸線の観光地においては水不足が逼迫している状況である。このため、バルカン半島最大の淡水湖であるスカダル湖を水源とする上水道システムが計画されている。

2006 年 9 月、政府は海岸地区における水不足の抜本的な解決策の実施を決定し、その事業費 60 百万 EUR は WB 及び EBRD と L/A を調印し融資されることになる<sup>23</sup>。

図 2-2 からわかるように、ポドゴリツァ地区と海岸線の人口は、国平均の 100%を超える人口分布となっている。この地区で夏期の観光シーズンに水不足が逼迫している。

<sup>22</sup> An Overview of Summer Tourism Results of Montenegro 2008 (Ministry of Tourism and Environment 発行) による。

<sup>23</sup> Montenegro Economic and Fiscal Programme 2007 – 2010 (Nov. 2007) による。



図 2-1 モンテネグロ国全体地図

(出典：The Strategy of Regional Development of Montenegro (モンテネグロ語))



図 2-2 モンテネグロ国の 2003 年における各地方の人口密度 (モンテネグロ国平均を 100%とした時)

(出典：The Strategy of Regional Development of Montenegro (モンテネグロ語))

National Program for Integration (Government of Montenegro) によれば、2006年に Master Plans for water supply が発行されており、また、2004年と2005年に Master Plans for wastewaters drainage and treatment for the Southern, and for the Central and Northern region respectively が発行されている。

これらの中で、水セクターの融資のための財源については、現在作成中である水分野融資に関する特別法に従って確保しようとしている。モンテネグロ国の法制度は新規に規程を採用することによって、EUの法制度に調和させようとしている。

水分野の国家として管理すべき業務は、法律により MAFWM により実施されている。MAFWM のなかに水資源管理部門があり、副総裁と4名の職員により構成されている。水使用、公衆衛生、排水水質等に関する多くのルールブックを作成し、管理する項目は多岐にわたる。また、環境の分野においても、EUの法制度と調和させようとしている。

下水道においては、前述したように多くの地域では公共排水及び工場廃水が未処理のまま公共水域に排水されている<sup>24</sup>。こうした状況のなか、海岸線に位置するヘルツェグ・ノヴィ (Hercegnovi)、ティヴァト (Tivat)、ブドヴァ (Budva)、バール (Bar)、ウルツィニ (Ulcini)、ツェティニエ (Cetinje) の各地域では下水処理施設計画が策定されている。これらの計画は、2008年に F/S 及び EIA が実施されることとなっていた<sup>25</sup>(2008年予算:総額800千EUR規模、2009年予算:総額250千EUR規模)。

また、政府は過去2年の間に上下水道プロジェクトについて KfW と L/A を締結した<sup>26</sup>(下水道 融資額5.4百万EUR、下水道 融資額4.5百万EUR<sup>27</sup>)。

その他に Wastewater Strategic Masterplan (Central and Northern Region) (2004) という2029年を目標年とする下水排水戦略的マスタープラン(中央と北部)が策定されており、EU資金を活用して、EARが管轄することとしている。

また、上・下水道整備計画に関連する他のインフラ整備については以下のとおりである。

モンテネグロ国内のエネルギー効率は、低額の電気料金と非効率な機材の使用により、他のEU諸国と比べて低い状況である。2箇所の水力発電所、1箇所の石炭火力発電所、7箇所の小さな水力発電所が稼働しているものの、モンテネグロ国内電力需要の約33%については近隣諸国から輸入しなければならない状況であり、図2-3に示すとおり高圧送電線が敷設されており、2回線受電が可能となっている。

---

<sup>24</sup> NSSD による。

<sup>25</sup> Annual Report of the Ministry of Finance for 2007 Montenegro による。

<sup>26</sup> Montenegro Economic and Fiscal Programme 2007 – 2010 (Nov. 2007) による。

<sup>27</sup> Public Debt of Montenegro - 30th September, 2007 による。



図 2-3 モンテネグロ国の発電所および送電線

出典：STRATEGY FOR MONTENEGRO (Sept. 2007) (EBRD)

電気通信事業は、2001年に制定された電気通信法により電気通信機関（Agentel）が統制している。Agentelは独立した規制局として2001年に設立された。この電気通信法はレベルの高いものとなっており、国際的な規格およびEUとも協調している<sup>28</sup>。

2005年に国営通信企業であったT-Crnogorski Telekom (T-CG)はHungary's Matav (owned in turn by Deutsche Telekom)により民営化された。固定通信セクターはT-CGにより占められ、"Teledensity"といわれる100人あたりの通信回線数は約30%を超える。

移動通信セクターにおいては、T-Mobile Montenegro (the mobile arm of T-CG)、ProMonte (a subsidiary of Norwegian Telenor)、Mtel (a Telekom Srbija and Netherlands-based Ogalar consortium)の3社が存在し、"Teledensity"は100%を超える。また、固定無線免許がTelekom Srbija/Ogalar consortium (Internet provider Broadband Montenegro)とT-Mobile Montenegroに2007年に発行された。

#### (4) 我が国の援助動向

モンテネグロ国は2006年6月に、それまでの「緩やかな連合国家：セルビア・モンテネグロ共和国」から完全な独立国家となったばかりである。従って、同国に限定した援助実績はほとんどなく、2006年に無償資金協力「中核病院医療機材整備計画（4.41億円）」が実施された

<sup>28</sup> EBRD\_Montenegro\_strategy\_2007による。

他、開発調査「地理情報システム策定調査」が2007年2月から2009年3月まで予定で実施されている。なお、我が国の対モンテネグロ ODA 基本方針及び重点分野は以下のとおりである。

#### 我が国の対モンテネグロ ODA 基本方針

- 平和の定着：「人間の安全保障」の視点を踏まえ、「平和の構築」に貢献する。
- 経済発展：民間セクターの活性化に必要な中小企業振興、貿易・投資振興に係る「人づくり」支援及び政策支援、経済・社会インフラの整備を行う。
- 域内協力：警察関連技術協力及び観光分野の域内経済交流を促進する。

#### 重点分野

- 医療・教育：モンテネグロ政府の財政状況は厳しく、基本的な社会サービスの提供に支障をきたしている。
- 社会・経済インフラ：過去の紛争の影響により、いまだ多くの分野で社会・経済インフラの復旧・整備が必要とされている。
- 市場経済化：今後の EU 加盟を視野に持続的な経済成長を達成することが求められている。投資・輸出促進、観光、農業などの産業育成等に協力が必要とされている。
- 環境：環境対策が遅れているモンテネグロでは、環境保全に係る人材育成が不可欠である。

### 2-3-3 ポドゴリツァ市水道の現況

#### (1) 概況

「ポ」市はモンテネグロの中央部、Zeta 平野の北端に位置し、Moraca 及び Ribnica 川が市内を流れ、付近を Zeta、Cijevna、Sitnica 及び Mareza 川が流れている。また市の南 15km にはバルカン半島最大のスカダル湖がある。

気候は地中海性で夏は乾燥し暑く、冬は寒い。アドリア海まで 50km ではあるが、ユーゴスラビアアルプスに近接するため気候は変化に富む。年間降雨量は 1,500mm 程度で、7月・8月の日中気温は 40℃を超え、冬 1月の平均気温は 1℃程度である。

また、「ポ」市はポドゴリツァ地区、ツジ地区及びゴルボッフツィ地区の 3 自治体 (municipality) からなる。人口統計を表 2-6 に示す。

表 2-6 ポドゴリツァ自治体及び「ポ」市の人口統計

自治体 (municipality)		市 (Capital City)		2003 年における民族構成 (Capital City)		
年	人口	年	人口	民族	人口	構成比 (%)
1948	14,369	1948	48,599	モンテネグロ	96,343	57.0
1953	19,868	1953	55,669	セルビア	44,423	26.3
1961	35,054	1961	72,319	アルバニア	19,341	11.4
1971	61,727	1971	98,796	モスリム	4,399	2.6
1981	96,074	1981	132,290	ボスニアモスリム	2,307	1.4
1991	117,875	1991	179,401	ローマ	1,389	0.8
2003	136,473	2003	169,132	クロアチア	709	0.4

出典:Wikipedia (<http://en.wikipedia.org/wiki/Podgorica>)

なお、統計局<sup>29</sup>によれば 2006 年、2007 年の人口は約 173,000 及び 174,000 である。2003 年から 2007 年までの人口増加率は約 0.7%/年である。

「ポ」市は首都機能を持つほか、産業・金融・商業の中心地となっており、アルミニウム製錬やワイナリー等の工場、通信事業、建設、銀行等が主要産業となっている。

2008 年の市予算は約 92 百万 EUR で、主要収入は料金・手数料及び知的所有権の売却によるもので、税収入は総予算の 20%強に過ぎない。また歳出では資本支出が 6 割を占めている。

図 2-4 には「ポ」市ホームページを基に作成した市の組織図を示す。

「ポ」市の給水はポドゴリツァ上下水道公社により行われており、飲料水源は MAREZA (湧水)、ZAGORIC (4 井戸)、CEMOVSKO POLJE (5 井戸)、DINOSA (1 井戸) 及び MILJES (1 井戸) の他に、ツジ地区の VLEKIC において新規井戸を掘削中である。設置してあるポンプによる総給水能力は約 1,900 ㎥/秒 (164 千 m<sup>3</sup>/日) である。これら水源の内、MAREZA 及び ZAGORIC の 2 水源は開発されてからそれぞれ 50 年、35 年以上が経過しており設備老朽化による能力低下が懸念されている。

表 2-7 2008 年ポドゴリツァ市予算

歳入		歳出	
所得税	4,697,650.00	人件費	10,458,380.00
固定資産税	5,979,270.00	人員従属費	1,861,200.00
地方税	8,910,000.00	資材・サービス	8,826,980.00
税	2,400,000.00	維持費	249,000.00
料金・手数料	32,510,000.00	金利	350,000.00
その他収入	5,965,000.00	賃貸料	296,000.00
知的財産売却	22,864,000.00	その他	55,000.00
譲与	300,000.00	公共施設、個人、NGO、 公的部門への譲与	10,576,200.00
借入金	8,300,000.00	資本支出	56,643,160.00
		繰越支出	600,000.00
		留保	2,010,000.00
歳入 計	91,925,920.00	歳出 計	91,925,920.00

出典：ポドゴリツァ市ホームページ(<http://www.podgorica.cg.yu/>)

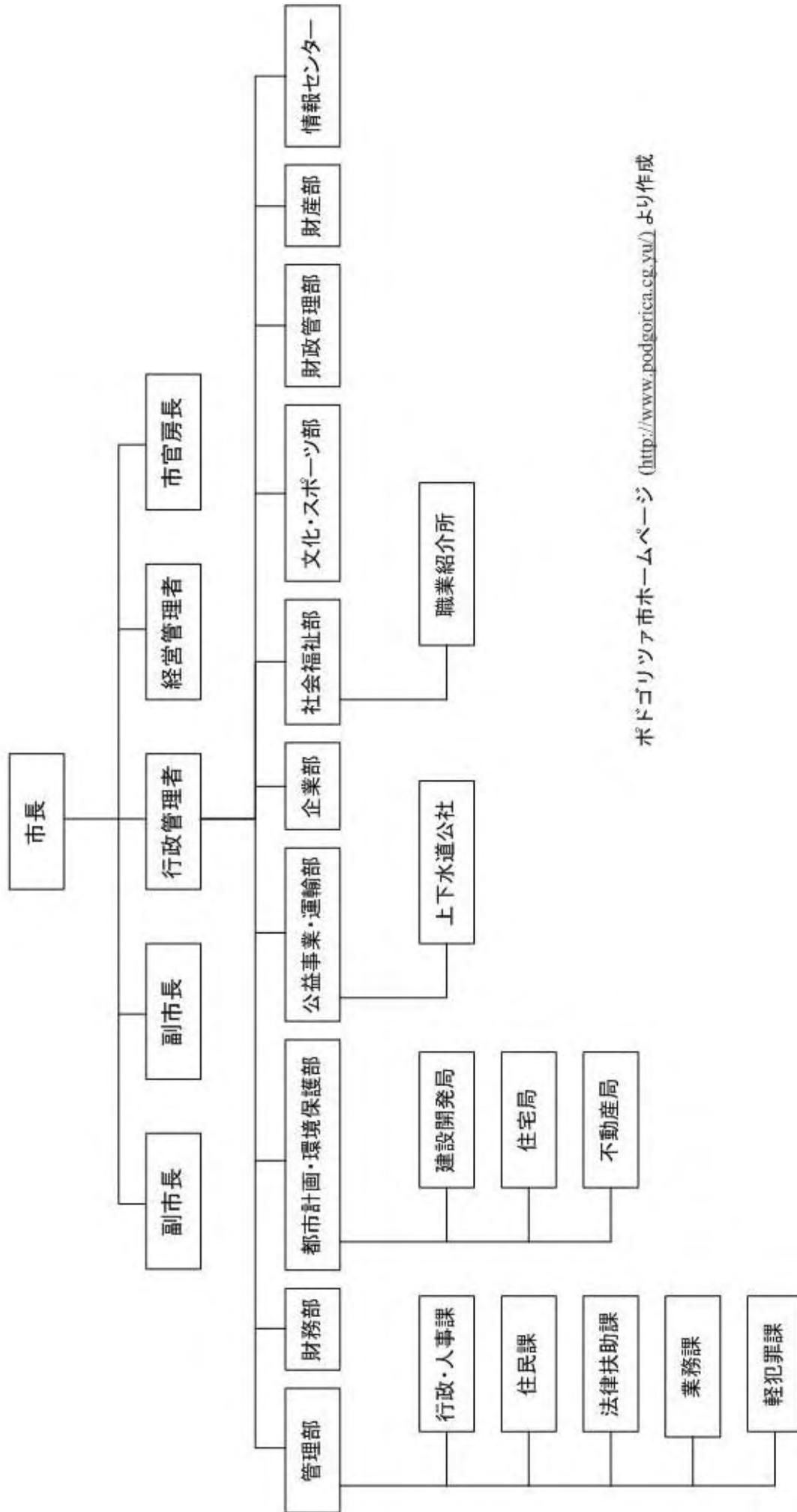
ポドゴリツァ上下水道公社によれば、2007 年における月最大配水量は 4,587 千 m<sup>3</sup> (2007 年 7 月) で、この月の日平均配水量は 148 千 m<sup>3</sup>/日となり、給水施設の能力は 10%程度しか余裕がなく、夏季の最大水使用が生じる時間帯には圧力低下等の問題が生じているものと思料される。配水管維持の責任者からは、場所によっては圧力低下の問題が生じているとのことである。

<sup>29</sup> Montenegro in Figures 2007, Statistical Office

一方、「ポ」市の給水における問題点として、セルビア・モンテネグロ共和国からモンテネグロが独立する以前に流入してきて、市に対して建設許可を得ずに家屋を建設して定着したいわゆる不法居住者による配水管への不法接続が挙げられる。また、水質改善を目的としてアルミニウム工場の従業員用給水施設を市の施設へと切り替えたことにより、受益世帯が特定できなくなったことによる無収水の増加が問題となっており、無収水量の低減はポドゴリツァ上下水道公社の経営改善及び給水施設延命に資する課題である。

配水管網は総延長約 430km、口径は 50mm～800mm で、使用管種は石綿セメント管、ネズミ鉄管、鋼管、高密度ポリエチレン管、塩化ビニル管である。これらのうち石綿セメント管は既に材令 25 年を経過し、更新時期に来ており、上下水道公社も優先して高密度ポリエチレン管への更新を行っている。

配水網に関連して容量 $1,200\text{m}^3$ と $3,000\text{m}^3$ の配水池が2基ある。 $1,200\text{m}^3$ についてはZAGORICからポンプ加圧により送水され、水槽が位置する丘陵地の防火水槽に使用されている。 $3,000\text{m}^3$ については夜間などの水需要減の時の配水網内圧力上昇により水槽内に送水されるポンプ加圧配水区域の圧力調整水槽として機能していると考えられるもので、配水池の本来の目的である配水量の時間変動調整の能力はその容量からしても有していない。



ポドゴリツァ市ホームページ (<http://www.podgorica.cg.yu/>) より作成

図 2-4 ポドゴリツァ市組織図

2008年における使用者数は48,500で、その内訳を表2-8に示す。

**表 2-8 ポドゴリツァ市の上水道使用者数及び設置メーター数**

	使用者数	設置水道メーター数	備考
一般家庭	18,950	18,950	
集合住宅	25,000	6,500	1,700は共用メーター
企業	4,550	4,430	
計	48,500	29,880	

## (2) 組織

モンテネグロ国水法により飲料水供給は各地方自治体が上下水道公社を設立して行うこととなっており、「ポ」市についても公益事業・運輸部の監督下に独立採算制を採る上下水道公社がある。

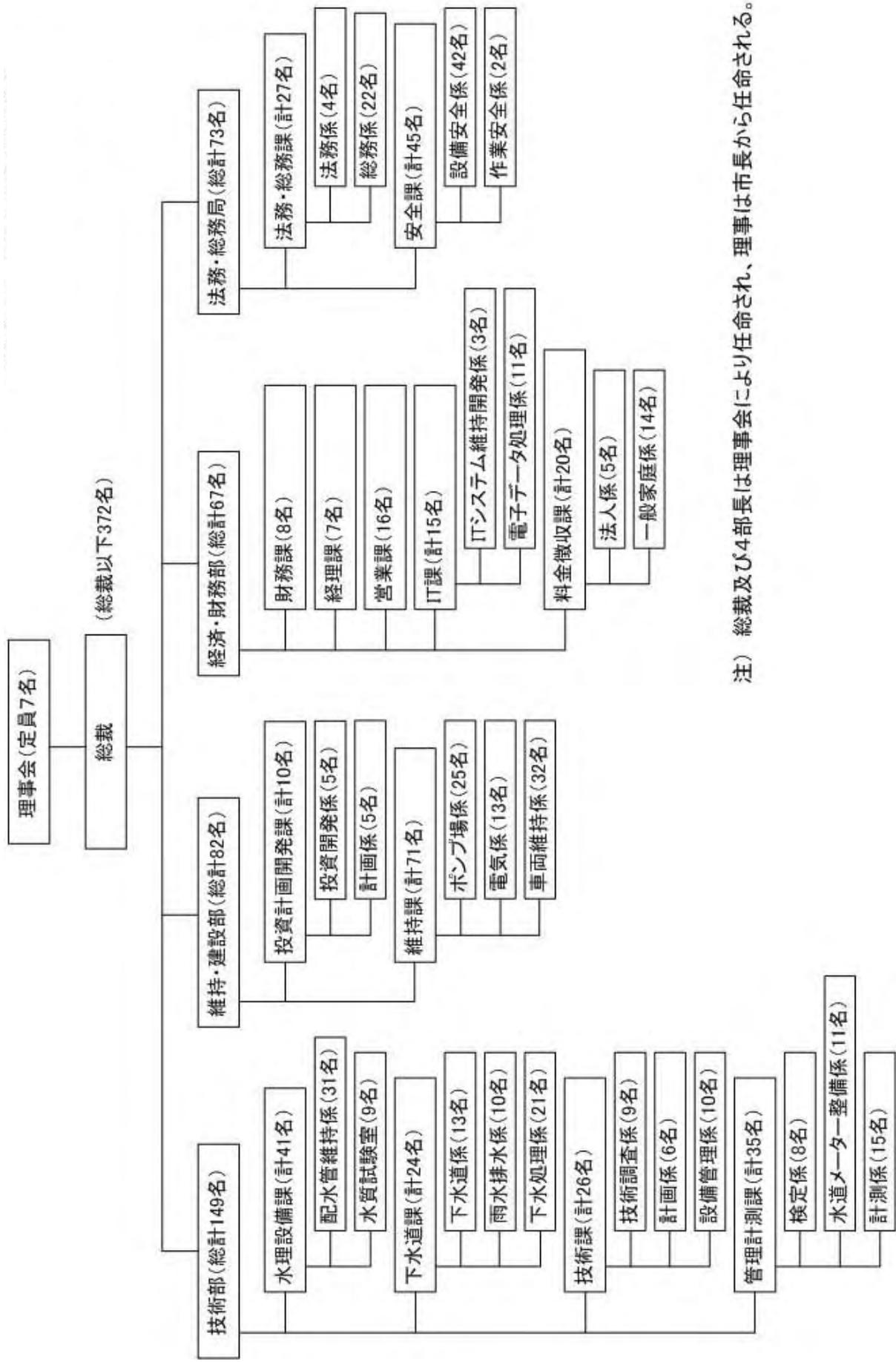
上下水道公社を監理する機関としては、市が任命する定員7名からなる理事会があり、公社の総裁及び部長等の幹部を任命する。

公社は現在、技術部、維持・建設部、経済・財務部、法務・総務部の4部からなり、職員数は420名で、これを近々371人まで削減する予定である。

図2-5に上下水道公社の組織図を示す。また、ポドゴリツァ上下水道公社は、下記業務を実施している。

- 「ポ」市 (Capital of Podgorica)、ゴルボッフツィ地区 (Golubovci District)、ツジ地区 (Settlement Tuzi) への上水道給水
- 「ポ」市内での下水処理
- 「ポ」市内での洪水排水システムの維持管理
- 「ポ」市の郊外地区の上水道システムの維持管理
- 「ポ」市内の上下水道網の建設及び維持管理
- 水道メーターなどの流体機器の維持管理

「ポ」市内の流体工学的調査のためのプロジェクト資料の準備



注) 総裁及び4部長は理事会により任命され、理事は市長から任命される。

図 2-5 ポドゴリツア下水道公社組織図

(3) 上・下水道システム

「ポ」市の現状の上水道システムは、図 2-6 に示すとおりである。また、FISIBILITY STUDY FOR PODGORICA WASTEWATER TREATMENT PROJECT FINAL REPORT FASEP NO. 552 (FEB. 2004) における下水道システムを図 2-7 に示す。

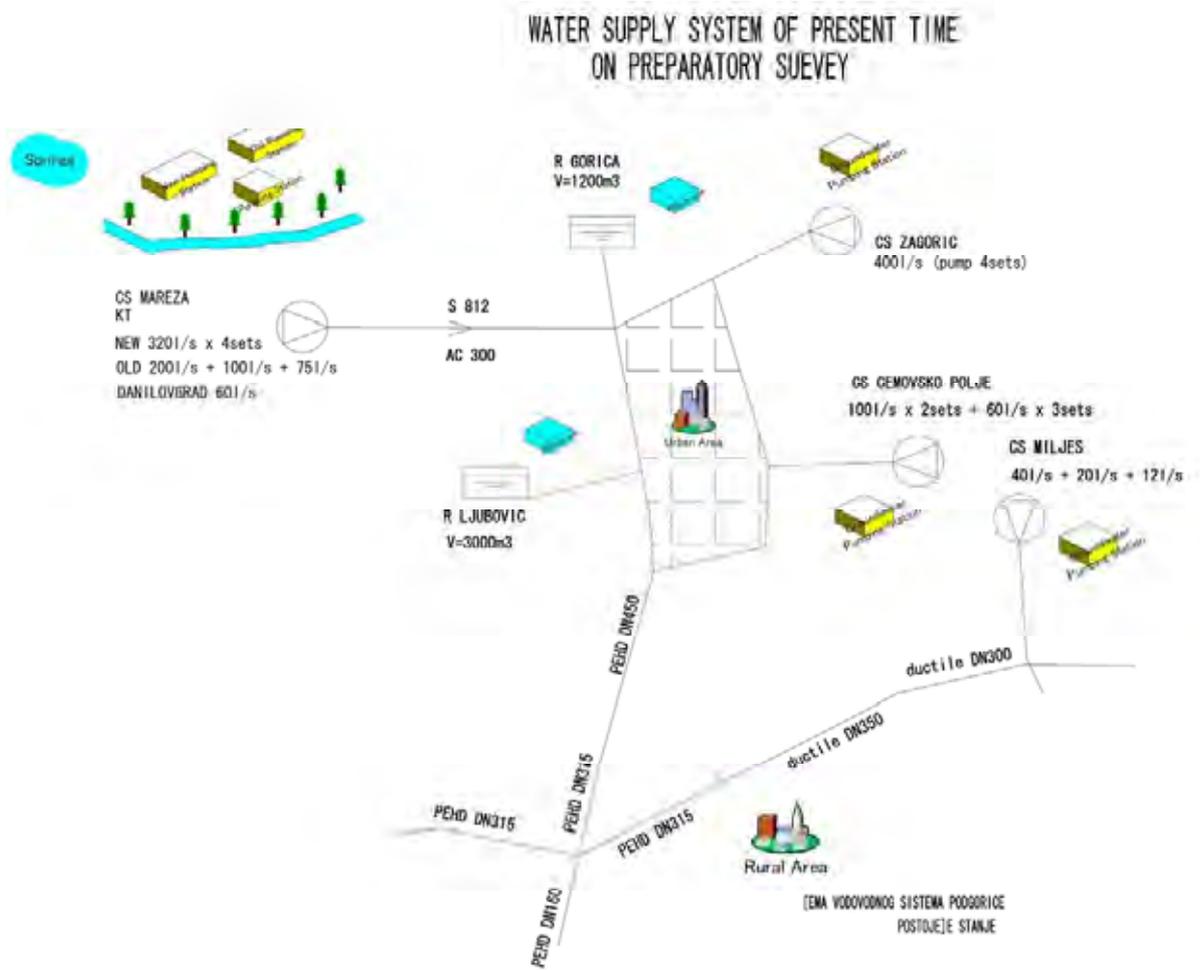


図 2-6 ポドゴリツァ市の現状の上水道システム 出典：ポドゴリツァ市上下水道公社

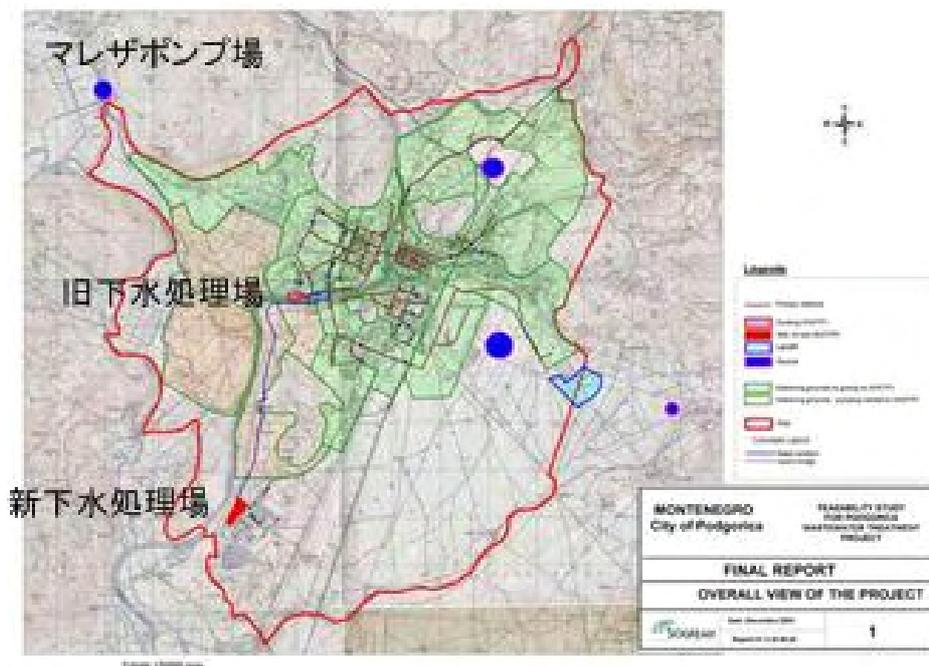


図 2-7 ポドゴリツァ市の現状の下水道システム

出典：FISIBILITY STUDY FOR PODGORICA WASTEWATER TREATMENT PROJECT FINAL REPORT FASEP NO. 552 (FEB. 2004)

上水道システムの改善に関しては、ゴルボッフツィ地域<sup>30</sup>への第1次給水網建設計画が2000年に開始され、2001年に完了した。口径450mm 高密度ポリエチレンパイプ9 kmの建設が計画されたこのプロジェクトは、この地区に住む5,000を超える世帯に給水する第1歩であった。プロジェクトの合計予算は、900千EURで、WBとモンテネグロ政府の共同融資であった。このうち、モンテネグロ政府は650千US\$を負担した。

また、ゴルニア・ゼータ (Gornja Zeta) 地域<sup>31</sup>への第2次給水網建設は2004年に開始され、2006年に完了した。口径150mmから250mm 高密度ポリエチレンパイプ7.5 kmの建設が計画されたこのプロジェクトは、この地区に住む約800世帯に給水する第2の給水管網であった。プロジェクトの合計予算は、650千EURで、「ポ」市とモンテネグロ政府の共同融資であった。

マレザ (Mareza) 水源は水道システムのなかで最も重要な水源であり、適切に管理されている。しかし、水源に隣接するマレザポンプ場のポンプ設備は耐用年数を超過しており、適正な運転が可能な状態にはない。既設ポンプ及び他の機械・電気設備は1980年代に設置され機材であり老朽化が進んでいると共に、過去10年から15年にかけての国内財政状況及び政治的問題（この地域の激しい紛争）のため、これら設備は適切に維持管理されてこなかった。

マレザポンプ場の既設施設の仕様は下記のとおりである。

<sup>30</sup> ゴルボッフツィ地区の1地域名

<sup>31</sup> ゴルボッフツィ地区の1地域名

## 新ポンプ場

ポンプ 4 台 (内 1 台予備) : 立軸ポンプ 320 l/s x 90 m x 1475 min<sup>-1</sup> x 400kW

## 旧ポンプ場

ポンプ 4 台 : 横軸片吸込渦巻きポンプ 100 l/s x 90 m x 1475 min<sup>-1</sup> x 130kW  
(1 台は撤去され、3 台運転されているが、このうち 1 台はダニロフグラード用である。)  
ポンプ 1 台 : 立軸ポンプ 220 l/s x 90 m x 1475 min<sup>-1</sup> x 315kW

「新ポンプ場 (マレザ 2)」は 1985 年に建設されたが、建設当時からポンプ運転時の振動が激しく、本来 3 台同時運転が可能な設計であるにもかかわらず 2 台同時運転しかできていない。

また、「旧ポンプ場 (マレザ 1)」は 1950 年代半ばに建設され老朽化が進行しており、以下の問題を抱えている。

- 頻発する故障による不安定なポンプ運転
- ポンプ 1 機が全壊し、残る全 4 機が稼働しているため、予備ポンプを設けることができない。
- ポンプ製作者が廃業したため、修理に必要な部品が入手困難であり、個人業者に作成を依頼している状況である。このため、修理の度にポンプを長期停止させなければならない。

水質分析に関しては専門施設が存在しないため、飲料水の分析実施能力がない状態であった。この問題に対処するために、水道公社は新事務所を移転した際に同敷地内に水質分析センターの建設を計画し、現在建設工事及び水質分析機材の調達を行っている。

また、水不足に対処するために井戸やポンプ場の新設及び新しい配管網構築の計画を立案している。しかし、現在、送配水状況をモニタリングするシステムがなく、既存水道システムの状況を把握できない状態である。2-5-1 水需要予測に記載しているとおり無収率が約 47% となっており、無収水量の削減は住民への給水量の増加に繋がるため、年々急激に増加する住民数を考慮する重要な課題であり、送配水状況をモニタリングするデータベースの構築が急務となっている。

なお、無収水量は、減額水量<sup>32</sup>と不明水量の合計であり、不明水量には漏水と不法接続による水道水使用が含まれる。

下水道システムの改善に関しては、下水処理場改修プロジェクトが 2006 年に開始され、2007 年 8 月に完成し稼働中である。処理場の電気設備及び機械設備が全面的に更新され、図 2-8 のとおり処理場の中央監視室で遠隔制御・監視できるようになっている。プロジェクトの合計予算は、1.65 百万 EUR で、「ポ」市と EAR の共同融資であった。

<sup>32</sup> 減額水量は貧困層への料金支払い免除と使用者からの苦情により水道メーター不具合が確認された場合の請求取り下げである。

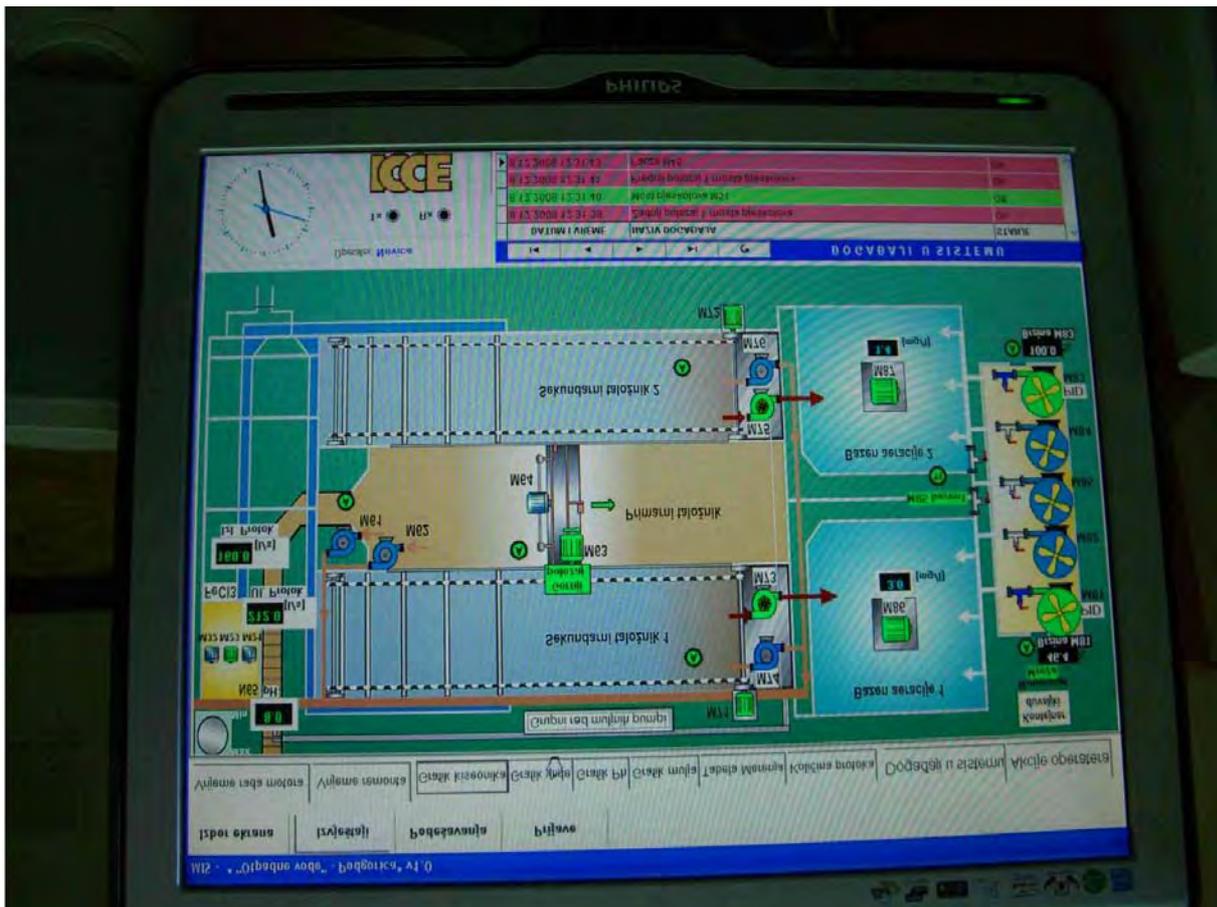


図 2-8 下水処理場中央監視モニター画面

#### (4) 運営・維持・管理

##### 1) 水源及びポンプ場

「ポ」市のポンプ場はすべて水源（湧水及び深井戸）に近接して建設されており、ポンプ場の運転を行っている維持・建設部維持課のポンプ場係及び電気係が水源ともども運営・維持・管理を行っている。

ポンプ場係は現場作業員管理、ポンプ運転、圧力調整、モーター及びポンプの定期点検、地下水水位測定等の水源管理、運転日報の作成、塩素消毒（注入点において 0.5ppm が規定値）及び塩素ガスの管理を行っている

ポンプ場は 24 時間運転で、ポンプ場毎に 6 名（内 1 名は責任者）が配置され、3 交替制をとっている。なお、ポンプ場運転の総責任者は通常マレザポンプ場で管理・指導に当たっている。

運転員の半数は電気を専門とし、残る半数は機械を専門としているが、責任者の多くは電気技術者である。また責任者も含め、運転員はすべてテクニシャン（工業高校等、大学卒業より一レベル下の教育修了者）であるが、10 年以上の実務経験があり、2 年間の実務経験を経た後に取得できる国家資格を有している。

ポンプの点検は製造者基準に準じて実施しており、スペアパーツ等はポンプ点検時に必要

なものをリストアップし調達している。調達手続きは公社内の調達担当が行う。

## 2) 配水設備

技術部水理設備課の配水管維持係が4名からなるチームを構成し、午前中に4チーム、午後には2チームの交替制で運営・維持・管理を行っている。配水管における破裂等の問題は建設工事によるものが多く、それらは午前10時頃までに通報されるため、午前中の体制が強化されている。

事故発生時、現場を特定するためにポドゴリツァ上下水道公社が活用している地理情報(GIS)システムは有効であるが、発生した事故やその補修記録の同システムへの入力の本調査時点では実施されていない。また、配水管の破裂・漏水事故には随時対処しているものの、事故の原因や頻度を分析する段階までは維持管理作業を行っていない。また、2名の漏水調査チームが2チームあり、音聴器により地下漏水の探査を定期的に行っているとのことである。

人員構成は、大学卒業資格に対応するエンジニアである責任者の下、6名のテクニシャン、12名の配管工、6名の作業員からなる。作業員については12名必要としているが、現在の6名しか雇用できていない。なお、規模の比較的大きな補修工事は民間企業へ委託している。

## 3) 料金徴収

ポドゴリツァ上下水道公社はメーター料金制を敷いており、現在48,500使用者に対し、29,880の水道メーターを設置している。(1700の水道メーターは集合住宅における共同メーターで、1メーター当たり平均12戸の使用量を測定記録している。

水道メーター検針は毎月、技術部管理計測課計測係の作業員により記録され、経済・財務部IT課電子データ処理係に集計されてコンピューターに入力される。このデータにより請求書が発行され、郵送もしくは経済・財務部料金徴収課の職員により各使用者に届けられ、直接料金徴収されるか使用者から銀行振込により支払われる。

水道メーター検針の誤記入、膨大なデータのコンピューターへの入力作業等が現在問題となっており、公社は次のような対応を考えている。

- 水道メーター検針データをコンピューターに入力する機器2種の比較検討を行っており、今後より適切なものを導入して合理化を図る。
- 使用量データを無線伝送可能な水道メーターを試験的に設置し、誤記入を防ぐ。

## 4) 情報システム

2008年にポドゴリツァ上下水道公社は新しい事務所ビルで業務を開始したが、コンピューターLANを始めとする統合情報システムの構築がいまだに完了していない。現在、経済・財務部IT課ITシステム維持開発係において情報システム関連の大学を卒業した3名の研修生が2009年中頃を目途にこれを完成させるべく作業を行っている。その後はハードウェアの更新が実施される。

これら3名の研修生は将来的にデータベース担当、システム管理者、システム分析者として統合情報システムの運用を担当することとなっているが、要員的には不足しており、増員が今

後の課題である。

(5) 水質管理

モンテネグロにおける上水道の水質監視は公衆衛生局が行っている。表 2-9 に示す「ポ」市上水道の最新水質分析結果は、公衆衛生局が設定する基準を満足している。

**表 2-9 ポドゴリツァ上水道水質分析結果 (2008/12/02)**

分析項目	単位	分析値	基準値
糞便性大腸菌		not detected	
大腸菌群数		0	
糞便性連鎖球菌		not detected	
水温	°C	20.7	-
色		<5	5
濁度	NTU	<0.20	1
pH		7.23	6.8 – 8.5
過マンガン酸カリ消費量	mg/L	1.60	8
アンモニア	mg/L	<0.05	0.1
残留塩素	mg/L	0.40	0.50
塩化物	mg/L	5.0	200
亜硝酸塩	mg/L	<0.005	0.03
硝酸塩	mg/L	2.5	50
フッ素	mg/L	-	1.2
電気伝導度	µS/L	321	1000
鉄	mg/L	0.031	0.3
マンガン	mg/L	0.001	0.05

出典：ポドゴリツァ上下水道公社（公衆衛生局）

前述したように、ポドゴリツァ上下水道公社は新事務所敷地内に水質分析センターの建設を進めており、近い将来、公社による水質管理が行われるようになり、水質変動の早期把握及びその対応が適切に行われることが期待される。水質分析センターのレイアウトは、図 2-9 のとおりである。

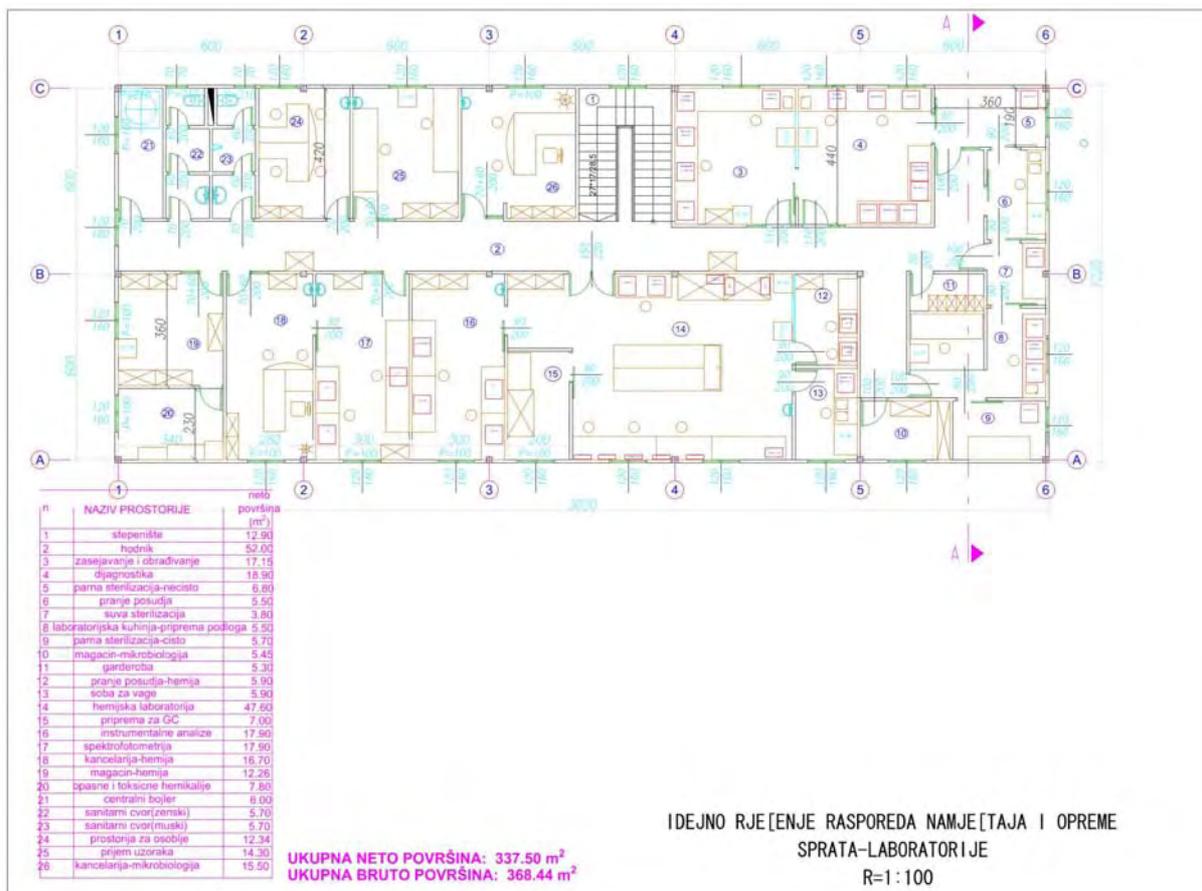


図 2-9 水質分析センターのレイアウト 出典：ポドゴリツァ上下水道公社

(6) 財務状況

表 2-10 は 2004 年におけるポドゴリツァ上下水道公社の上下水道料金徴収率を示したものである。これによれば上水道及び下水道の平均料金はそれぞれ 0.35EUR/m<sup>3</sup>、0.19EUR/m<sup>3</sup>で、徴収率は金額ベースで 71%である。なお、2004 年の無収水率は 43.6%であり、上水道使用量から下水道使用量への換算率は 100%である。

表 2-10 上下水道料金徴収率（2004 年）

No.	使用者		使用量(m <sup>3</sup> )		請求書数	料金(EUR)			計				備考	
			上水	下水		上水	下水	メーター 読取費	上水	下水	メーター 読取費	減額		計
1	企業	請求	2,315,564	992,637	7,801	0.736	0.368	0	1,704,255	365,290	0	0	2,069,546	30.77%
		支払	1,251,222	813,911	3,991			0	920,899	299,519	0	0	1,220,419	25.55%
		支払率	54.04%	81.99%	51.16%			0	54.0%	82.0%	0	0	59.0%	
2	小企業	請求	262,299	137,162	11,639	0.736	0.368	0	193,052	50,476	0	0	243,528	3.62%
		支払	180,839	103,804	7,985			0	133,098	38,200	0	0	171,297	3.59%
		支払率	68.94%	75.68%	68.61%			0	68.9%	75.7%	0	0	70.34%	
3	公共施設	請求	1,672,280	1,456,165	1,193	0.670	0.335	0	1,120,428	487,815	0	0	1,608,243	23.91%
		支払	1,587,285	1,434,820	1,037			0	1,063,481	480,665	0	0	1,544,146	32.33%
		支払率	94.92%	98.53%	86.92%			0	94.9%	98.5%	0	0	96.01%	
4	一般世帯 (集合住 宅)	請求	5,096,422	4,669,364	231,142	0.210	0.105	0	1,070,249	490,283	0	7,519	1,553,012	23.09%
		支払	2,818,487	2,708,799	142,414			0	591,882	284,424	0	4,891	871,415	18.25%
		支払率	55.30%	58.01%	61.61%			0	55.3%	58.0%	0	65.1%	56.11%	
5	一般世帯 (戸建)	請求	5,800,428	410,961	163,147	0.210	0.105	0	1,218,090	43,151	0	8,674	1,252,567	18.62%
		支払	4,476,590	328,008	131,236			0	940,084	34,441	0	6,039	968,485	20.28%
		支払率	77.18%	79.81%	80.44%			0	77.2%	79.8%	0	69.6%	77.32%	
計	請求	15,146,993	7,666,289	414,922	0.350	0.187	0	5,306,073	1,437,015	0	16,193	6,726,896	100%	
	支払	10,314,423	5,389,342	286,663			0	3,649,444	1,137,249	0	10,931	4,775,762	100%	
	支払率	68.10%	70.30%	69.09%			0	68.8%	79.1%	0	67.5%	71%		

出典：ポドゴリツァ上下水道公社年報 2004 年

設定されている水道料金は表 2-11、表 2-12 の通りで、逦増制等は適用していない。ポドゴリツァ上下水道公社は 2008 年 11 月より値上げを実施したとしている。

表 2-11 適用水道料金（2003～2008/10）

	上水道料金(EUR/m <sup>3</sup> )	下水道料金(EUR/m <sup>3</sup> )
企業	0.736	0.368
公共施設	0.670	0.335
一般家庭	0.210	0.105

表 2-12 適用水道料金（2008/11 以降）

	上水道料金(EUR/m <sup>3</sup> )	下水道料金(EUR/m <sup>3</sup> )
企業	1.330	0.665
公共施設	1.146	0.573
一般家庭	0.240	0.120

出典：ポドゴリツァ上下水道公社

表 2-13、表 2-14、表 2-15 にポドゴリツァ上下水道公社の 2007 年における損益計算書、貸借対照表、キャッシュフローを示す。これらによれば、ポドゴリツァ上下水道公社は資本金 29 百万 EUR に対し売上高 8.7 百万 EUR、経常利益率 0.3%と収益性は高くはないが、長期の有利子負債はなく、年間 0.8 百万 EUR 程度の投資が可能な事業体と言える。上記に示したように、無収水率、料金徴収率にはまだ改善の余地があるので、投資を行いながら経営を改善していくことは可能と考えられる。

**表 2-13 損益計算書 (2007/01/01 - 12/31)**

科目	当年	前年
営業収益	8,420,221	7,982,773
その他収益	276,417	123,301
販売費	▲1,954,895	▲1,889,862
一般管理費	▲2,285,956	▲2,012,987
減価償却	▲935,556	▲972,788
その他営業費用	▲3,513,083	▲3,126,852
営業利益	7,148	102,585
営業外収益	21,745	4,022
経常利益	28,893	106,607

**表 2-14 貸借対照表 (2007/1/1 - 12/31)**

科目	当年	前年
資産	24,435,128	25,146,843
固定資産	24,435,128	25,146,843
建物・構築物・機械・装置	(24,372,809)	(25,143,873)
長期投資	(62,319)	(2,970)
流動資産	5,588,504	6,661,852
資本	698,691	733,967
売掛金	4,022,075	5,113,052
現金・預金	626,018	620,699
前払い金	61,720	66,334
資産 計	30,023,632	31,808,695
負債	29,020,123	28,991,230
資本及び資本準備金	29,020,123	28,991,230
登記資本金	(28,727,992)	28,727,992
資本準備金	(292,131)	263,238
固定負債		10,514
繰り延べ税		10,514
流動負債	1,003,509	2,806,951
買掛金	642,479	2,324,424
短期借入金	291,051	451,395
未払い税	69,978	31,132
負債 計	30,023,632	31,808,695

表 2-15 キャッシュフロー (2007/1/1 - 12/31)

	当年	前年
営業によるキャッシュフロー		
営業収入	7,982,773	6,642,995
仕入れ及び人件費支出	▲6,762,305	▲6,234,563
利息及び配当金受取額	1,220,468	408,432
利子支払支出	4,191	▲40,645
営業による純キャッシュフロー	1,224,659	367,787
投資によるキャッシュフロー		
有形固定資産売却による収入		96,280
投資資産取得支出	▲821,478	▲133,422
投資による純キャッシュフロー	▲821,478	▲37,142
財務活動によるキャッシュフロー		
長期借入金による収入	80,000	▲204,503
自己株式取得による支出		
借入金返済による支出	▲40,000	
取引費用のための支出		
財務活動による純キャッシュフロー	40,000	204,503
現金及び現金同等物の純増	443,180	126,142
期首現金及び現金同等物	177,519	51,377
期末現金及び現金同等物	620,699	177,519

(7) 上・下水道整備計画

「ポ」市の将来の上水道システム整備計画は、図 2-10 に示すとおりである。

「旧ポンプ場 (マレザ 1)」の建替、リュボヴィッチ配水池の拡張やマレザ湧水のポンプ場からの配水幹線 (口径 800mm) 敷設、ゴルボッフツィ地区およびツジ地区の給水区域拡張、等が計画されている。

ポドゴリツァ上下水道公社は「旧ポンプ場 (マレザ 1)」について喫緊の建て替えを必要として、2006 年から 2007 年にかけて施設建替計画を策定し、詳細設計を行い、市補助金等及び自己資金により本計画を実施することとしている。建替計画では、予備機を含めたポンプ 5 機の更新、ポンプ井の拡張等が予定されている。

リュボヴィッチ配水池の拡張については、ポンプ場の事故に起因する配水・送水不能による断水に対処するため、容量を現在の 3,000m<sup>3</sup> から 20,000m<sup>3</sup> へと増やす計画である。また、配水池の滞水時間を確保するため、マレザポンプ場からリュボヴィッチ配水池へ送水管 (口径 800mm) を敷設する計画である。

また、ゴルボッフツィ地区およびツジ地区の給水区域拡張については、現在井戸ポンプ場を 1 箇所建設中であり、南部地域に配水管の延長と 3 箇所の配水池の新設が予定されている。

WATER SUPPLY SYSTEM PLANNED FOR FUTURE TIME  
ON PREPARATORY SUEVEY

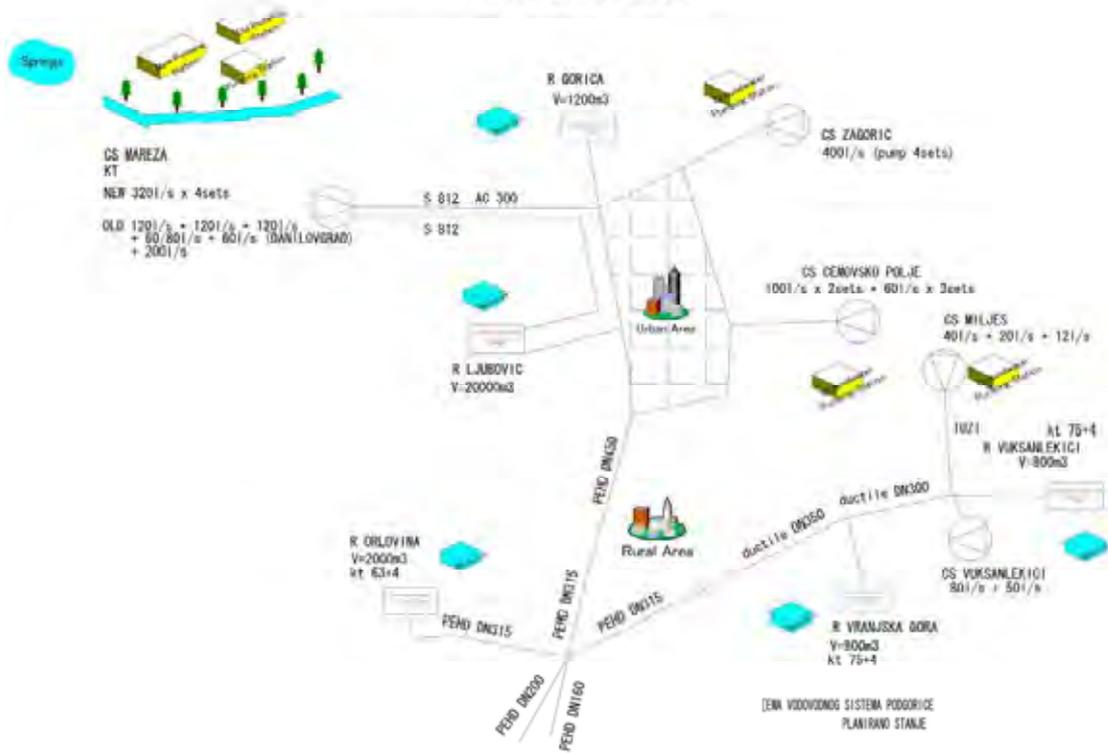


図 2-10 ポドゴリツァ市の将来の上水道システム

出典：ポドゴリツァ市上下水道公社

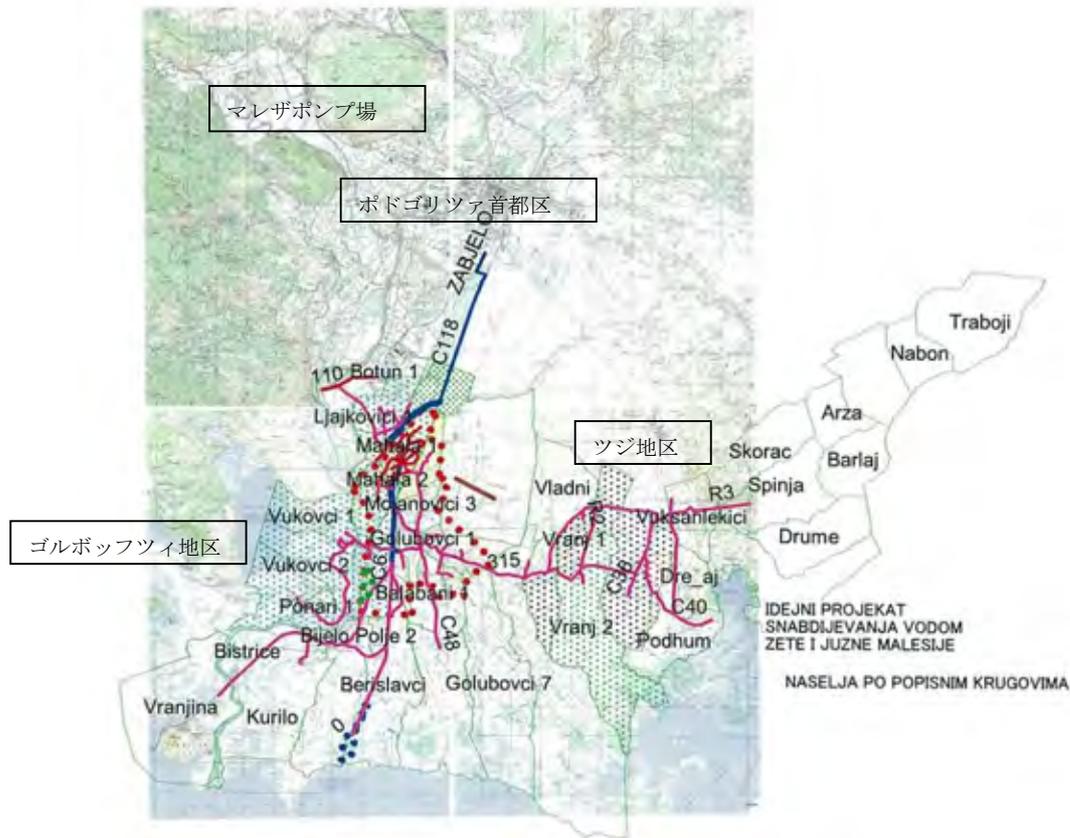


図 2-11 ゴルボフツィ地区、ツジ地区給水区域拡張計画 出典：ポドゴリツァ上下水道公社

(8) 他ドナーの援助動向及び類似案件

モンテネグロの上水道セクターを支援している国際機関等として、欧州投資銀行（EIB）、欧州復興機関（EAR）、欧州復興開発銀行（EBRD）、世銀、米国国際開発庁（USAID）などがある。以下それぞれについて援助動向の概要を記す。

1) 欧州投資銀行（EIB）

EIB はバルカン諸国の EU 加盟に向けて、政治・経済改革、地域間の和解をめざした支援を行っている。主要支援対象は交通、エネルギー基盤である。

モンテネグロにおいては中小企業支援、主に海岸地方の都市を対象とした排水処理施設及び給水施設建設、バール（Bar）港 — 「ポ」市間の鉄道リハビリテーションなどである。

なお、ポドゴリツァ上下水道公社が計画している 20,000m<sup>3</sup> 配水池及びマレザポンプ場と同配水池をつなぐ径 800mm の送水管建設について、公社はフィージビリティ・スタディも含めた支援に係る交渉を現在 EIB と行っている。

2) 欧州復興機関（EAR）

EAR はモンテネグロの EU 加盟を念頭に、構造・制度改革、経済復興を軸に運輸（道路）、公共サービス、環境、エネルギー、経済改革/開発、教育（職業教育、訓練）、農業・水産、強制移住者対策等、幅広い分野への支援を行っている。

以上の分野のうち、特に注力している分野は以下のとおりであるが、上水道分野への支援は特段には実施していない。なお、EAR は 2008 年末に終了した。

- 道路 : 輸送サービス・制度改革支援、道路・鉄道改修プロジェクト実施ユニット設立、鉄道公社の民営化、バル港-セルビア間鉄道改良等
- 制度改革 : 公共サービスの政治からの独立支援、公共機関給与改革による人材確保・定着及び汚職防止、自治体連合強化、上下水道施設建設・校舎建設・消防隊能力向上・文化施設改善等の実施による自治体の計画・実施能力改善及び住民の信頼感向上
- 法手続の厳正化 : 国境管理能力強化、警察業務の向上、司法訓練センター支援
- 環境 : EU に適合する環境管理制度開発、汚水及び廃棄物処理に係る戦略的マスタープラン策定支援、環境保護庁設立支援、モラツァ (Moraca) 川及びスカダ湖への汚水排水水質改善、全国レベルでのゴミ収集処分率と質の改善
- 職業教育訓練 : センター立ち上げ支援、マニュアル整備、訓練設備供給

### 3) 欧州復興開発銀行 (EBRD)

EBRD はこれまで、主にモンテネグロ空港改修及び法面保護を含む道路改修といった社会基盤整備を中心に支援しており、他にも小企業やアルミニウム工場民営化支援を行ってきている。

EBRD はモンテネグロの当面の課題として、制度改革、社会基盤、ノンバンク金融制度、エネルギーセクター改革を挙げ、民間企業セクター（特に観光セクター）支援及び関連する金融セクター強化及び道路等の輸送インフラ、エネルギー輸送基盤、地方自治体の上下水道施設改修を優先分野としている。

現在 EBRD は他の国際金融機関等と大規模給水プロジェクトを準備するとともに、汚水処理及び廃棄物処理プロジェクトをどのように進めるかについても他の国際金融機関と密接に連絡を取っている。

上水道セクターの支援としては海岸地方諸都市 (Budva, Tivat, Kotor 及び Herceg Novi。なお、世銀が南部のバル (Bar) 及びウルツィニ (Ulcinj) を支援することとなっている。) への給水プロジェクトを実施中である。これはスカダル湖の水を水路トンネルと配管により上記諸都市に送水するもので、i) 地域給水公社及び地方自治体上水道公社と商業契約を結ぶことによるそれら組織の営利企業化、ii) 費用回収原則に基づく水道料金設定、iii) 既に実施されている KfW 及び USAID の技術支援<sup>33</sup>と結びつけることによる上水道セクター改革、に貢献するものとしている。

### 4) 世銀 (WB)

モンテネグロは 2007 年 1 月に世銀グループのメンバーとなった。世銀はモンテネグロに対し 2001 年から支援を行っており、2007 年 6 月には 4 年間の新規協力を承認した。これは公的

<sup>33</sup> 水道料金徴収率向上、コンピューター利用による請求書発行及び料金徴収システムの導入及び営利及び財務に係る経営意識向上に係る支援

行政能力開発、モンテネグロの持続的成長及び EU 加盟支援を目的としている。

世銀が支援した給水案件としてモンテネグロ環境社会基盤プロジェクトがある。これは 2 コンポーネントからなり、1 つは海岸地方の観光地コトール (Kotor) の廃棄物処分場を改修し、非合法に建設されている処分場を閉鎖するものである。コトールのほかにもブドヴァ (Budva) 及びティヴァット (Tivat) もこの堆積場を使用し、同地域の観光産業発展に寄与することが期待されている。他のコンポーネントは「ポ」市の北に位置するゼタ (Zeta) 溪谷の住民 30,000 人に対して、「ポ」市給水システムから口径 400mm、延長 7.5km の送水管を設置し水質基準を満足する飲料水を供給しようとするものである。ゼタ溪谷の住民は地下水、あるいは付近を流れるモラツァ (Moraca) 川から生活用水を確保していた。また、10,000 人は付近にあるアルミニウム工場の給水システムを利用していった。しかし、これらの水源は同工場の排水により汚染されたことにより飲料水としては不十分な水質に悪化したため、前述の送水管を敷設し、引き続きポドゴリツァ上下水道公社が配水管整備を行い 2010 年までには全住民の 30,000 人に対して飲料水を供給することを目指している。

また、持続的観光開発プロジェクトとして 2007 年より、沿岸地方南部地域のバル (Bar)、ウルツィニ (Ulcinj)、ヴェリイカプラザ (Veljka Plaza)、ヴァルダノス (Valdanos) ヘスカダル湖より導水する給水プロジェクトを支援している (前述したように沿岸北部地域には EBRD が支援して給水プロジェクトを実施している)。

さらに 2009 年からはポドゴリツァ上下水道公社及び「ポ」市に対し、民間参入や商業金融による上下水道サービスの向上・拡張を可能ならしめるような能力開発支援を行うこととしている。2009 年はまず、モンテネグロにおける公共サービスにかかる法規制、経済基盤及び需要分析、ポドゴリツァ上下水道公社の経営・財務能力分析、公社の運営組織検討を行い、公社の能力開発のための優先実施事項を定めるとしている。

## 5) 米国国際開発庁 (USAID)

USAID は i) モンテネグロの構造改革及び法整備支援によるガバナンス改善、ii) 民間部門の市場参入促進による地方の経済成長、iii) 民主主義及び経済安全保障強化をモンテネグロ支援の目的としている。

給水関係の支援としてはブドヴァ (Budva)、コトール (Kotor) 及びツェティニエ (Cetinje) に対しポンプ場改修、配管設計・施工、発電機供給及び既存施設増強により給水能力向上を行っている。また、ポドゴリツァ上下水道公社によれば市北部丘陵地域において井戸掘削等の協力を行っているとのことである。

## 2-4 サイトの状況と問題点

### 2-4-1 プロジェクトサイト及び施設・設備の現況

本プロジェクトの対象となるサイトは、ポドゴリツァ上下水道公社が管轄している区域である。また、対象となる施設・設備は下記のとおりである。

- 「新ポンプ場」の取水ポンプ 4 台 (1 台予備)
- 「新ポンプ場」の配管及びバルブ

- 「新ポンプ場」の振動対策設備
- 「新ポンプ場」の制御盤
- モニタリングシステム

ポドゴリツァ上下水道公社から入手した「新ポンプ場」の計画図は図 2-12 のとおりであるが、竣工図ではない。

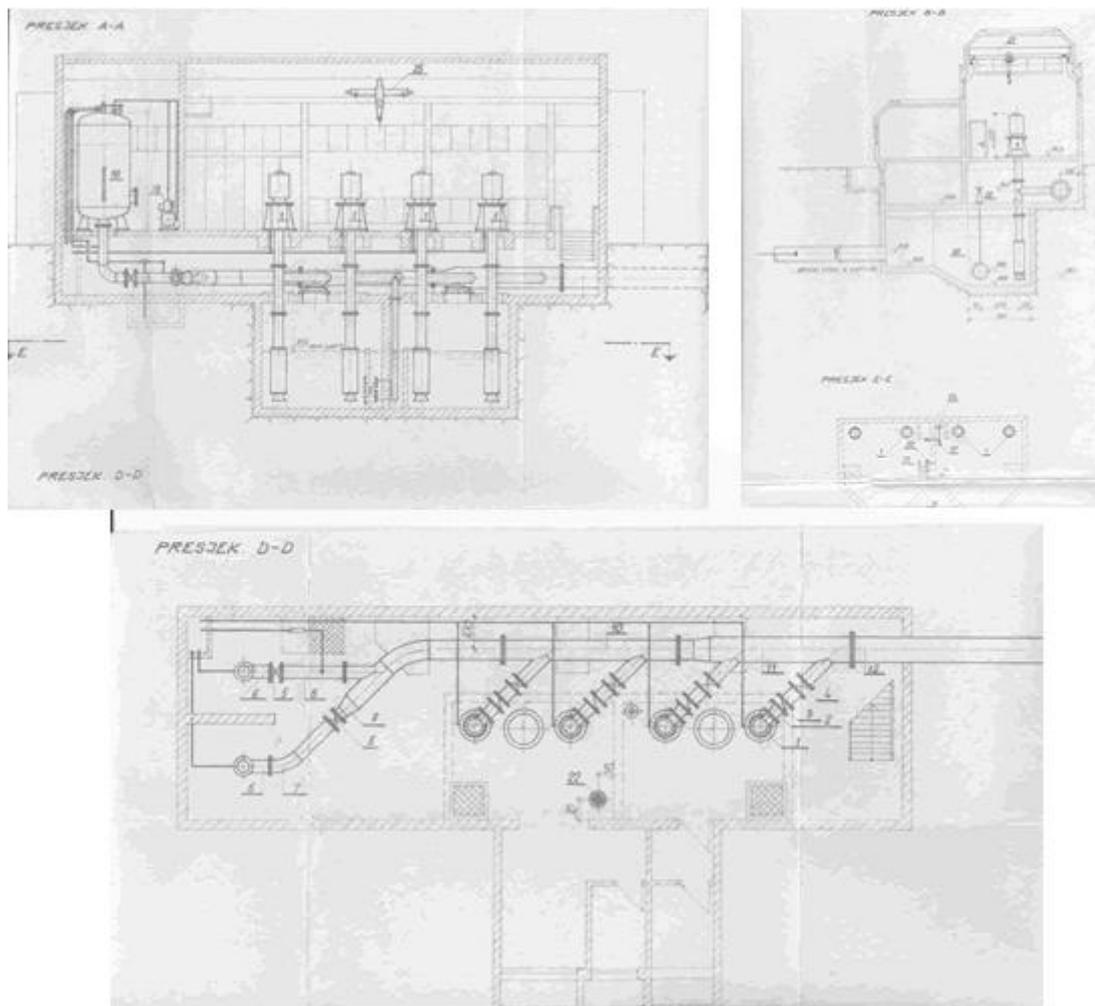


図 2-12 マレザ新ポンプ場計画図

出典：ポドゴリツァ上下水道公社

(1) 「新ポンプ場」の送配水ポンプ

1985年に設置され、約20年間にわたり運転しているものの、振動問題のため劣化が進行し、故障の危険性を高めている。2006年に故障が発生し、全てのポンプを分解した上でベオグラードに送り、シャフトを中心とした修理を行っている。また、稼動当初よりポンプ運転振動が激しく、本来3台を運転すべきところ2台しか運転できていない。公社職員だけではその運転・維持・管理の継続が困難となりつつあり、ポンプの緊急な修復を必要としている。

(2) 「新ポンプ場」の配管及びバルブ

新ポンプ場には水撃対策用として2基のエアチャンバーと1台のエアコンプレッサーが設置

されているが、職員からのヒアリングによれば、現在使用されていない。ポンプ4台のうち2台の吐出配管に別の水撃対策用設備が設置されている。

各ポンプの吐出配管には、吐出弁として手動式のバタフライ弁が設置されているが、逆止弁は設置されていない。このため、ポンプ停止時には、逆流が発生し大きな水撃が発生する恐れがある。また、ポンプが逆回転するため、ポンプが破損する恐れがあり、必ず吐出弁を全閉にした後再起動する必要がある。

ポンプの吐出配管の現状の写真を図 2-13 に示す。



図 2-13 マレザ新ポンプ場ポンプ吐出配管

### (3) 「新ポンプ場」の振動対策設備

ポドゴリツァ上下水道公社は、2007年にセルビア国ベオグラードの専門業者に委託して振動測定・解析を実施した(図 2-14 参照)。その結果、ポンプとポンプ場建屋との共振が原因と推定された。

この振動問題は、1985年の建設当時から継続している。設計段階ではポンプ4機中3機の同時運転が想定されていたが、この振動問題により2機の運転制限を余儀なくされている。また、振動問題はポンプの劣化を早め、故障の危険性を高めている。



図 2-14 マレザポンプ場振動測定

(4) 「新ポンプ場」の制御盤

「新ポンプ場（マレザ 2）」の受電設備は、「旧ポンプ場（マレザ 1）」の受電設備とは別回線となっている。図 2-15～図 2-22 のように、変圧器 2 基および高压配電盤、低压配電盤、直流電源盤、ポンプ制御盤の現在の運転状況は良好である。

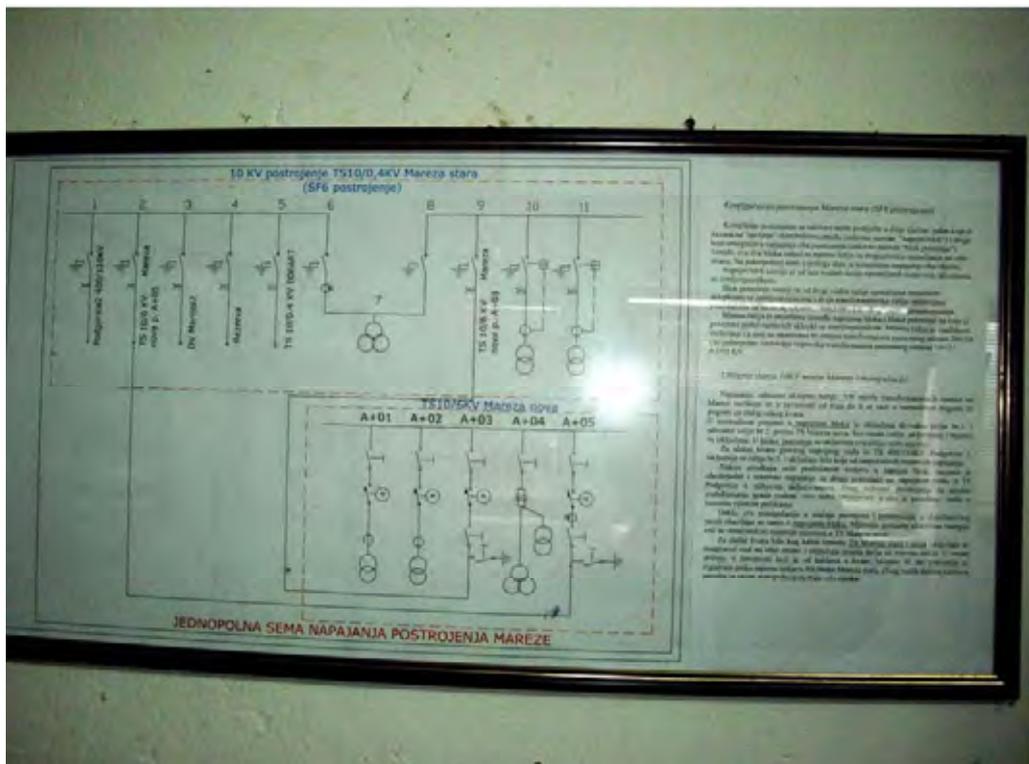


図 2-15 「新ポンプ場」受電設備単線結線図



図 2-16 「新ポンプ場」用変圧器室



図 2-17 「新ポンプ場」用変圧器



図 2-18 「新ポンプ場」高圧配電盤 (A+01 - A+05)



図 2-19 「新ポンプ場」高圧配電盤 (B+01 - B+07)



図 2-20 「新ポンプ場」低圧配電盤 (C+01 - C+02)



図 2-21 「新ポンプ場」用直流電源盤



図 2-22 「新ポンプ場」ポンプ制御盤 (D+01 - D+05)

#### (5) モニタリングシステム

ポンプ場は施設毎に運転管理されており、情報が効果的及び統合的に収集される体制が整備されていない。このため、水道施設全体としての運転の最適化を図ることが困難な状況である。また、老朽化した水道施設の運転に問題が生じた場合に迅速な対応を採ることができない可能性がある。配水管網についても、現在1箇所に流量計が設置されているのみで、漏水量や不法接続による水量の情報管理やそれらを考慮した配水の適正化を行うことができない状況である。

ポドゴリツァ上下水道公社は、ザゴリッチ (Zagoric) ポンプ場 (井戸ポンプ場) にて試験的に流量計や圧力計を設置し、現地で各種情報の収集を進めており、将来的には全ての水道施設を包括するモニタリングシステムを構築したいという強い意向がある。情報収集すべき水道施設の優先度としては、マレザ湧水ポンプ場とその他井戸ポンプ場が第1優先で、送配水管網が第2優先としている。

また、各ポンプ場には塩素注入設備が設置されており、この運転状況も情報収集することとしている。

ポドゴリツァ上下水道公社は、図 2-23 のように GIS およびマッピングシステム (使用ソフトは MapInfo) を既に導入し、配管情報およびバルブ類を管理している。また、図 2-24 に示すような WESNET という管網解析ソフトを使用して末端圧力管理をしている。しかしながら、各ソフト及び給水施設情報の更新が実施されていない状況である。導入されるモニタリングシステムとの相乗効果を大きくするためには、それらの更新が必要である。

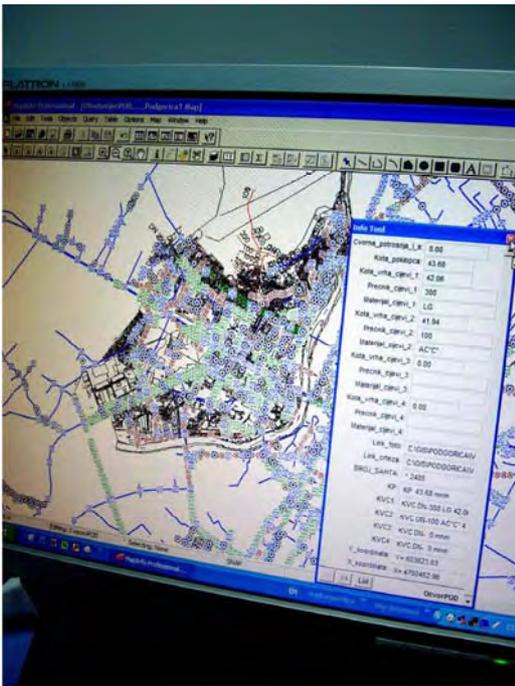


図 2-23 GIS およびマッピングシステム（使用ソフトは Mapinfo）

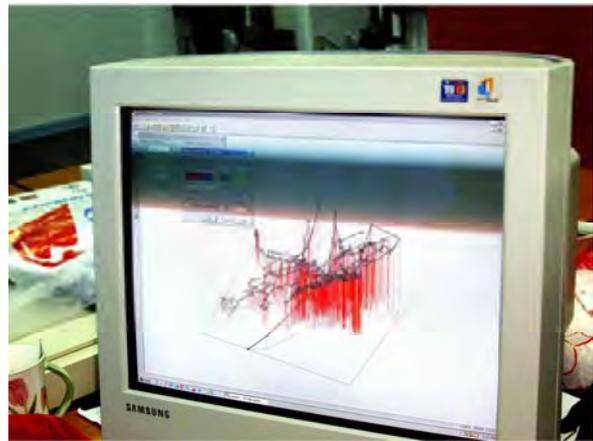


図 2-24 管網解析ソフト（WESNET）

#### (6) 水質分析機器

現在、ポドゴリツァ上下水道公社は水質分析機器を保有していないが、2009 年完工を目処として、本社に併設して水質分析センターを建設中である。水質試験機材も自己予算により調達予定であり、現在入札中である。

なお、水質に関しては、主要水源であるマレザ湧水、各井戸ポンプ場の地下水水質は良好であり、塩素処理のみで送配水している。

#### 2-4-2 対象施設・設備の問題点

「2-1 要請の経緯」の項にも述べているように、対象施設・設備について以下の問題点等が確認された。

- 新ポンプ場は建設当時からポンプ運転時の振動が激しく、本来3台同時運転が可能な設計であるにもかかわらず2台同時運転に制限されている。また、この振動のためポンプの大規模な修理を2006年に余儀なくされた。今後も現状のままであると、同様の状況になることが懸念される。
- すべてのポンプ場を水需要の変化に追随するよう運転しているが、各ポンプ場が独立して運転されており、水道システム全体を考慮した運転の最適化がなされていない。
- 配水管網中の流量や水圧に関するモニタリングがなされておらず、配水管理や漏水対策の基礎となる流量、水圧変化等の重要な情報が集積されていない。
- ゴルボフツィ地区をはじめ、郊外では不法接続が問題となっており、高い無収率の一因となっている。ポドゴリツァ上下水道公社は各戸水道メーター設置を進めている。
- ポドゴリツァ上下水道公社は既設石綿セメント管から高密度ポリエチレン管への更新を進めているが、既設アスベスト管は今後10年をかけて更新予定である。既設アスベスト管は埋設されてから既に30年近く経過しており、破損等が起りやすく漏水を起こしやすい。
- 高額な修理費及び運転電気代が財政上の大きな負担となっている。

#### 2-4-3 改修計画

ポドゴリツァ上下水道公社は、対象施設・設備の現状の問題点を解決すべく、以下の改修計画を予定している。

- 「新ポンプ場」の送配水ポンプ4台(1台予備)の更新
- 「新ポンプ場」の送配水ポンプ更新に伴う配管及びバルブの更新
- 「新ポンプ場」の振動対策設備の設置
- 「新ポンプ場」の取水ポンプ更新に伴うポンプ制御盤の更新
- モニタリングシステムの構築
- 水質分析機器の整備(本計画はすでにポドゴリツァ上下水道公社で水質分析センター建設とともに実施中であり、2009年に整備される予定である。)

#### 2-4-4 実施機関・実施体制

「2-3-2 (2) 法・制度」の項において述べたように、水法によれば、地方自治体がその管轄圏にある人口200以上あるいは年100m<sup>3</sup>以上の水需要のあるすべての集落に対し、給水施設を整備して給水する責任を負い、給水事業は各地域の上下水道公社が行うこととなっている。

したがって本調査対象案件の責任機関は「ポ」市となるが、その給水施設の運営・維持・管理を実際に担当するポドゴリツァ上下水道公社が実質的な実施機関となる。ポドゴリツァ上下水道公社に関しては「2-3-3 ポドゴリツァ市水道の現況」において記載している。

本件はi) マレザ新ポンプ場のポンプを更新することにより、最大3台の同時運転を安定的に行えるようにすることと、ii) ポンプ場及び配水網の監視、データ収集を行えるモニタリングシステムを

設置・稼働させ、施設の安定かつ経済的な運転、効果的な漏水対策・非合法接続対策により 50%近くある無収水を低減させようとするものである。

更新後のポンプの維持管理に関しては、既存のポンプ及びマレザ旧ポンプ場の老朽化ポンプを修理・維持しながら運転してきた実績から判断して、現在のポンプ場係及び電気係で対応することは可能と考えられる。

モニタリングシステムについては、給水施設の主要点に設備の状態を監視する検知器等を設置し、その情報を公社建物内に設置される中央監視室に伝送・集約し、そのデータを集約・整理・分析して設備運転に反映させるものである。従って、この設備を運営・維持・管理するためには情報処理関係の技術者を擁する専門の部門を設けることが望ましい。

これに対しポドゴリツァ上下水道公社は、現在の組織人員数 420 人から 371 人への減員を 2009 年に予定しており、さらにその先 2 年で 300 人以下とする計画で、この人員減により削減される費用でモニタリングシステムの運営・保守要員を確保するとしている。具体的にはシステムの運営・保守のために Central Information System という 5 番目の部門を新設し、現在、IT 課に所属している 3 人のソフトウェア専門家のうち 2 名をこの新組織に移動させ、さらに要員減となるポンプ場の技術者を配置換えすることを考えている。

しかしながら、「2-3-3 (4) 運営・維持・管理」の項で述べたように、IT 課も要員確保を課題としていること、ポンプ場係の技術者は電気、機械を専門としており、情報処理関係の業務への対応が可能かどうか等、新部署の立ち上げには解決すべき課題が多いものと思われる。

## 2-5 要請内容の検討

### 2-5-1 水需要予測

表 2-16 はポドゴリツァ上下水道公社の 1997 年から 2007 年までの配水実績である。

これを基にポドゴリツァ上水道の水需要予測を行う。

表 2-17 は各年毎の有効水量（有収水量、ダニロフグラードへの送水、及びゴルボッフツィ地区への送水の合計）と無収水量（減額水量と不明水量の合計）をまとめたものである。なお 2007 年については前年実績からの推定値である。表 2-17 から有効給水量増加傾向を見たものを図 2-25 に示す。

水需要予測は上記の水需要予測式を基に、次の仮定を設けて行うものとする。

- 本調査対象案件の完成は 2011 年で、2012 年より稼働を開始する。
- 計画年次は 2012 年から 20 年後の 2031 年とする。
- 2011 年までの無収水率を 50%とし、以後モニタリングシステムの稼働等によるポドゴリツァ上下水道公社の努力により毎年 1%の割合で低下するものとする。
- 負荷率（一日最大水需要/一日平均水需要 とする）= 1.3,
- 時間計数（一日最大水需要が生じる日の 時間最大水需要/時間平均水需要）= 1.5

表 2-16 ポドゴリツァ上下水道公社の配水実績 (1997-2007)

単位: m<sup>3</sup>/月

年	給水量	有収水量	ダニロフグレード市	ゴルホッフツィ地区	減額水量	不明水量	無収水率
1997	2,991,870	1,844,377	31,460		49,986	1,066,047	37.3%
	2,392,733	1,427,434	29,104		49,980	886,214	39.1%
1998	3,349,112	1,839,628	29,460		84,321	1,395,703	44.2%
	2,564,288	1,459,337	29,688		37,256	1,038,007	41.9%
1999	3,643,779	1,801,657	90,000		71,498	1,680,624	48.1%
	2,714,102	1,450,885	58,462		65,240	1,139,516	44.4%
2000	3,845,877	1,824,288	174,500		170,266	1,676,823	48.0%
	3,059,679	1,346,182	115,651		182,817	1,415,029	52.2%
2001	4,173,872	1,691,121	78,514		168,061	2,236,176	57.6%
	3,144,032	1,230,122	76,273		228,913	1,608,724	58.4%
2002	3,731,304	1,445,388	125,000		149,563	2,011,353	57.9%
	3,034,226	1,253,949	93,803		238,061	1,448,412	55.6%
2003	4,143,354	1,645,637	145,160		159,344	2,193,213	56.8%
	3,217,583	1,375,572	96,236		149,190	1,596,585	54.3%
2004	4,202,870	1,511,617	125,940	432,200	147,832	1,985,281	50.8%
	3,217,900	1,262,249	109,727	288,106	153,410	1,404,408	48.4%
2005	4,181,843	1,560,968	160,704	329,443	115,320	2,015,408	51.0%
	3,193,273	1,265,710	131,896	290,709	103,340	1,401,618	47.1%
2006	4,382,694	1,542,099	140,143	370,622	71,144	2,258,686	53.2%
	3,316,967	1,280,574	136,725	336,960	76,485	1,486,223	47.1%
2007	4,586,513						
	3,440,199						

上段: 年最大月当

無収水率=(減額水量+不明水量)/給水量 × 100

下段: 年平均月当

注 1) ダニロフグレード市への送水についても費用を受け取っていないとのことであるが、無収水率の算定から同市への送水量は除外している。

注 2) 減額水量は貧困層への料金支払い免除と使用者からの苦情により水道メーター不具合が確認された場合の請求取り下げである。

出典: ポドゴリツァ上下水道公社

表 2-17 ポドゴリツァ上下水道公社の配水分析 (1997-2007)

単位: 1000m<sup>3</sup>/月

年	給水量	有収水量	有効給水量	無収水量	無収水率
1997	2,393	1,427	1,457	936	39.1%
1998	2,564	1,459	1,489	1,075	41.9%
1999	2,714	1,451	1,509	1,205	44.4%
2000	3,060	1,346	1,462	1,598	52.2%
2001	3,144	1,230	1,306	1,838	58.4%
2002	3,034	1,254	1,348	1,686	55.6%
2003	3,218	1,376	1,472	1,746	54.3%
2004	3,218	1,262	1,660	1,558	48.4%
2005	3,193	1,266	1,688	1,505	47.1%
2006	3,317	1,281	1,754	1,563	47.1%
2007	3,440		(1,820)	(1,620)	(47.1%)

無収水率= (減額水量+不明水量) / 給水量 × 100

出典: ポドゴリツァ上下水道公社

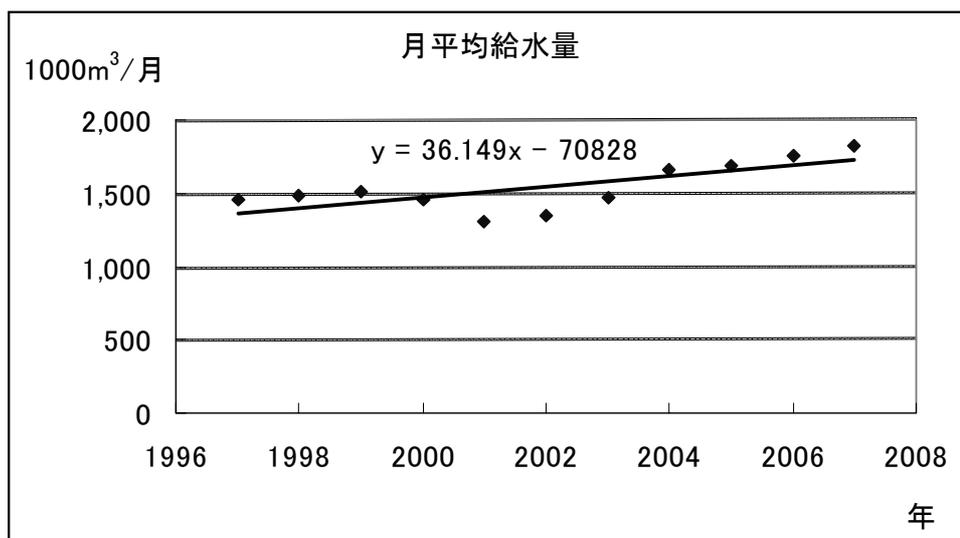


図 2-25 ポドゴリツァ上下水道公社有効月平均給水量の年変化

予測結果を表 2-18 に示す。表によればモニタリングシステムが稼働し、その効果が発現すれば一日最大水需要は計画年次 2032 年までの間 160,000m<sup>3</sup>弱となる。この間の時間最大水需要は 2,750 ㍒/秒前後となり、本調査対象案件が実施されてマレザ新ポンプ場のポンプが 3 台同時稼働できた場合の合計ポンプ能力 2,323 ㍒/秒ではピーク時間帯に出水不良が生じる可能性がある。従って、ポドゴリツァ上下水道公社は整備されるモニタリングシステムを効率的に利用して無収水量のより削減に努めることが求められるとともに、現在計画中の 20,000m<sup>3</sup>のリュボヴィッチ (Ljugovic) 配水池の早期建設が望まれる。

表 2-18 ポドゴリツァ市水需要予測結果

年	有効水需要 1000m <sup>3</sup> /月	無収率 %	水需要 1000m <sup>3</sup> /月	負荷率	日最大水需要 m <sup>3</sup> /日	時間計数	時間最大水需要 m <sup>3</sup> /時間	㍒/秒
2009	1795	50	3591	1.3	153,465	1.5	9,592	2,664
2010	1831	50	3663	1.3	156,555	1.5	9,785	2,718
2011	1868	50	3735	1.3	159,645	1.5	9,978	2,772
2012	1904	49	3733	1.3	159,544	1.5	9,971	2,770
2013	1940	48	3731	1.3	159,447	1.5	9,965	2,768
2014	1976	47	3728	1.3	159,354	1.5	9,960	2,767
2015	2012	46	3726	1.3	159,264	1.5	9,954	2,765
2016	2048	45	3724	1.3	159,177	1.5	9,949	2,763
2017	2085	44	3722	1.3	159,094	1.5	9,943	2,762
2018	2121	43	3720	1.3	159,013	1.5	9,938	2,761
2019	2157	42	3719	1.3	158,935	1.5	9,933	2,759
2020	2193	41	3717	1.3	158,860	1.5	9,929	2,758
2021	2229	40	3715	1.3	158,787	1.5	9,924	2,757
2022	2265	39	3714	1.3	158,717	1.5	9,920	2,756
2023	2301	38	3712	1.3	158,649	1.5	9,916	2,754
2024	2338	37	3710	1.3	158,583	1.5	9,911	2,753
2025	2374	36	3709	1.3	158,519	1.5	9,907	2,752
2026	2410	35	3707	1.3	158,457	1.5	9,904	2,751
2027	2446	34	3706	1.3	158,398	1.5	9,900	2,750
2028	2482	33	3705	1.3	158,339	1.5	9,896	2,749
2029	2518	32	3703	1.3	158,283	1.5	9,893	2,748
2030	2554	31	3702	1.3	158,228	1.5	9,889	2,747
2031	2591	30	3701	1.3	158,175	1.5	9,886	2,746

負荷率は一日最大水需要/一日平均水需要としている。

なお、2007年の年平均月給水量 $3,298,462\text{m}^3$ と人口174,000から一人一日平均給水量を求めると623ℓとなる。人口規模及び無収水率(4.8%)が異なるが、2007年の東京都の一人一日平均給水量は351ℓに過ぎず、ポドゴリツァ上水道における水使用量の適正化は今後の大きな課題である。

### 2-5-2 無収水対策

無収水量は、減額水量と不明水量の合計である。

「2-5-1 水需要予測」において、2007年の無収率は47.1%となっている。途上国における無収水量は大部分を漏水が占めているが、漏水率は約30-40%前後となっているところが多い。現在の「ポ」市の経済状況および社会状況からみて、47.1%という無収率は異常に高いと言える。

また、前述したように、2007年の年平均月給水量 $3,298,462\text{m}^3$ と人口174,000から一人あたりの日平均給水量を求めると623ℓと2007年の東京都の一人一日平均給水量は351ℓの約1.8倍となっている。

湧水や井戸水を原水としており、液体塩素による消毒のみで配水しており、浄水処理にかかる費用は少ない。しかし現在、ポンプにより約0.8MPaの圧力で配水していることから、ポンプ運転の電力費が支出の大きな割合となっている。

給水量原単位が異常に大きい原因を第2次準備調査において調査し対策案を提言する必要がある、ポドゴリツァ上水道における水使用量の適正化は今後の大きな課題である。

このような状況において、無収水対策の活動は、漏水対策、水道メーターの設置・更新によりの確な水道料金徴収による水道使用水量の削減、広報等による節水活動や給水装置の各戸状況調査による節水対策、住民登録をしていない不法居住者等の有無の調査および住民登録推進活動、盗水と考えられる不法接続の調査・削減、上水道システムのモニタリングによる高効率な運転維持管理、等が考えられる。

具体的には、不法接続者に対する罰則等の法制度の確立と水道メーター設置が必要である。また、官庁や学校等の公共施設への給水が無収水量となっているかどうかを調査する必要がある。

また、漏水については、今後10年間で既設石綿セメント管の高密度ポリエチレン管への交換作業を完工する計画となっているが、早急に進めていく必要がある。

更に現在1チーム2人からなる2チームが音聴器により漏水調査を実施しているとのことであるが、漏水調査には専門的な知識と経験が必要であることから、JICAにより本邦で実施される地域別研修に担当職員を派遣し、漏水対策チームを強化していくようなことも重要である。

### 2-5-3 運営・維持・管理

本調査対象案件にて要請されたポンプについては、現在の一床式立軸ポンプが二床式に変わる可能性があるものの、その他の仕様は大きく変わらないものと思われる。また、振動問題も要請されたポンプの据え付け時に解決に向けた対策が実施される計画である。従って、「2-4-4 実施機関・実施体制」で述べたようにマレザ新ポンプ場の運営・維持・管理に関しては特に問題はないものと考えられる。

しかしながら、これまで行っていなかった3台のポンプの同時運転、さらにマレザ旧ポンプ場と併せて「ポ」市への配水、ダニロフグラードへの送水、将来建設される20,000m<sup>3</sup>のリュボヴィッチ(Ljugovic)配水池への送水を同時に行うことになるので、ポンプ更新と同時に要請されたモニタリングシステムにより収集するデータを有効利用してより効率的なポンプ運転を行うことが望まれる。

モニタリングシステムに関連して、ポドゴリツァ上下水道公社は既に配水網を含む給水施設の地理情報システムを整備しており、各節点には標高、口径、使用材料、場所によっては設備の写真といった属性情報も入力済みである。また1997年のデータを入力した管網解析ソフトウェアも利用可能である。このような状況から、要請に上がったモニタリングシステムの導入及びその運営・維持・管理は比較的問題なく活用されることが期待される。

但し、以下の点については注意及び改善が必要である。

- 整備されている地理情報システム及び管網解析ソフトウェアは、本調査対象案件の実質的責任者である技術部長一人しか全容を把握していない恐れがある。
- 「2-4-4 実施機関・実施体制」で述べたように、モニタリングシステムの運営・維持・管理を担当する部局の構想はあるものの、具体的な職員手当等の検討がなされていない。
- 現在の地理情報システムは、各部長クラスその他関係部門のコンピューターにソフトウェアと共にインストールされているが、ネットワークとして形成されていない。そのため、システムが有効に活用されておらず、情報更新も効率的に行われていない。例えば、配水管維持系の責任者は事故発生時に現場特定にシステムを利用しているが、修理のためにどのバルブを閉鎖すればよいか、その場合どの地域が断水するか等の情報入手には使用していない。また、修理記録を同システムに反映していない。
- 配管網における水需要情報についてはデータが入力されていない。
- 既にある地理情報システム及び管網解析ソフトウェアに要請されたモニタリングシステムの情報を反映させ統合したシステムとするには、新規にシステムを構築するよりも困難を伴う可能性がある。

#### 2-5-4 施設・設備更新計画

前述したように、ポドゴリツァ上下水道公社は、施設・設備の現状の問題点を解決すべく、改修計画を立案している。今般日本政府に対して無償資金協力事業として要請された機材を検討し、第2次準備調査に向けての機材更新計画を以下に示す。なお、代案を比較する詳細検討は第2次準備調査において実施することとする。

##### (1) 「新ポンプ場」の送配水ポンプ 4台(1台予備)の更新

1985年建設当時からのポンプ運転時の振動問題(3台同時運転が不可)、2年前のポンプの大規模な修理、建設からすでに23年経過した老朽化、等から判断して、取水ポンプは4台すべて更新することとする。更新内容は以下のとおりである。

##### 1) 送配水ポンプ仕様について

ポドゴリツァ上下水道公社はマレザポンプ場からリュボヴィッチ配水池への送水幹線(口径800mm)敷設を計画しており、本プロジェクトで調達される取水ポンプの仕様をこれらの将来計画を考慮して決定する必要がある。

水需要予測によれば、有効水需要は年々増加していくものの、無収率逡減への活動（不法接続の撲滅、漏水対策等）により、1日最大給水量はほぼ横ばいに推移する。また、準備調査において、現在の「新ポンプ場」の高圧配電盤の運転状況が良好であることから、要請書に記載されていた高圧配電盤は、今回の更新対象から除外することで合意した。

受電容量を変更しないこと、リュボヴィッチ配水池が $3000\text{m}^3$ から $20,000\text{m}^3$ へと拡張されること、有効水需要増加がポンプ場送・配水能力のこれ以上の増強を必要としないと推定されること、送水に必要とするポンプ全揚程は配水に必要とするそれと比較すると小さいこと、等を考慮すると、更新する送配水ポンプの仕様は現状のままでよいと判断できる。したがって、更新する送配水ポンプ仕様は以下のとおりとする。

送配水ポンプ 4 台（内 1 台予備） :  $320\text{ l/s} \times 90\text{ m} \times 1475\text{ min}^{-1} \times 400\text{ kW}$   
電源 : 3 相  $\times 6000\text{ V} \times 50\text{ Hz}$

## 2) 送配水ポンプ型式について

現在、送配水ポンプとポンプ場建屋が共振していると考察されているが、ポンプ運転時に振動が発生している。既設ポンプ型式はポンプ+ポンプスラスト<sup>34</sup>+モーターの荷重を1つの床にて支持する1床式である。また、ポンプ吐出口が吊り下げ状態のポンプ揚水管の中間に取り付けられており、ポンプ軸と直角方向の吐出圧による横方向の反力をポンプが受けている。このため、振動が助長されていると推察される。

ポンプ建屋のレイアウトおよびポンプ有効吸い込み水頭を考慮すると、横軸ポンプを選定することは適当でなく、既設と同じ立軸ポンプを採用することが妥当であると判断する。

以上の考察により、図 2-26 及び図 2-27 に示すように、ポンプを地下1階に据え付けてポンプ+ポンプスラストの荷重を地下1階の床に支持させ、ポンプ駆動用モーターを1階に据え付けてモーター+フレキシブル継手+延長軸の荷重を1階の床に支持させる2床式を採用する。

<sup>34</sup> 回転軸や回転体の軸方向に働く外力のこと

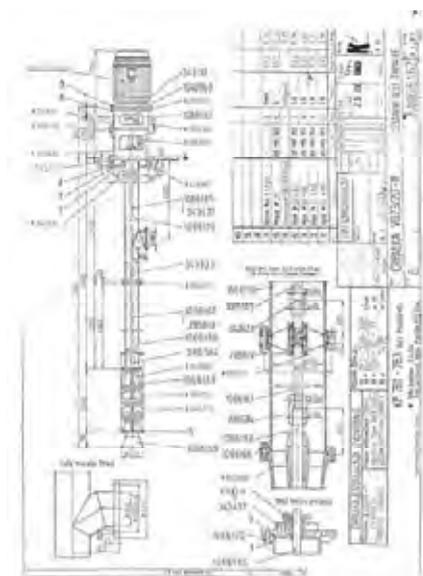


図 2-26 既設送配水ポンプ図面

出典：Vibration Analysis Report –  
ポドゴリツァ上下水道公社

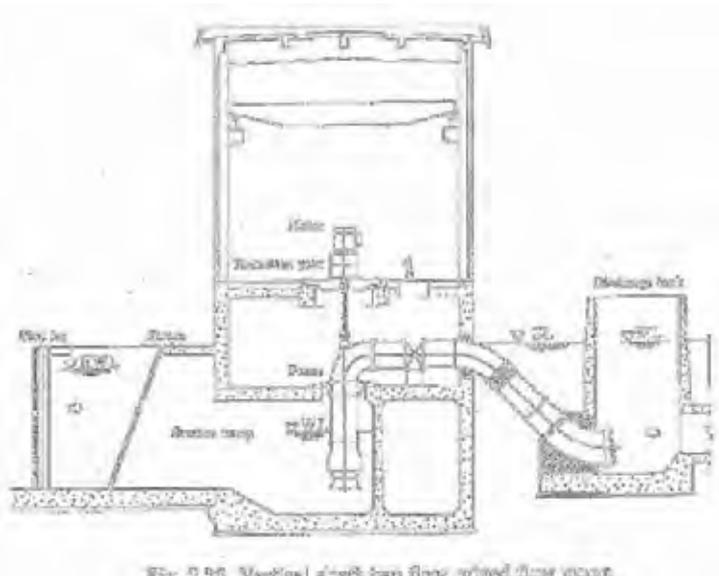


図 2-27 二床式立軸ポンプ据付例

出典：Pumping Station Engineering Handbook-Japan  
Association of Agricultural Engineering  
Enterprises

### 3) 送配水ポンプ運転制御方式について

現在送配水ポンプ仕様は、マレザポンプ場のすべてのポンプにおいて 90m と高揚程としている。運転制御方式はバルブ制御となっている。一般的に昼間と夜間の給水量は大きく異なることから、夜間には運転台数を減らし、かつ、バルブ開度を小さくして運転するのが通常である。この場合、ポンプ軸動力は若干小さくなるものの、バルブの損失水頭としてエネルギーが消費される。ポンプモーター出力が 400kW と大きいクラスであることから、かなりの動力を無駄に消費していることになる。

このような非効率な運転を改善するために、インバーター制御による速度制御を提案する。但し、インバーター設置には十分なスペースが必要とされることから、ポンプ場のレイアウトから設置可能位置を検討する必要がある。

### 4) 送配水ポンプ据付方式について

現在、本ポンプ場は稼動中であり、ポドゴリツァ上水道施設の主施設であることから、ポンプ場を長期に全停止して更新することは不可能である。したがって、ポンプを稼動しながら、1 台ずつ更新していく方式を採用する。

この方式は高度の技術と経験を必要とし危険を伴うことから、現地ポンプ据付業者の選定には特に留意するように上水道公社に提言する必要がある。また、本邦契約業者からポンプ据付指導のための短期専門家の派遣が必要である。

## (2) 「新ポンプ場」の送配水ポンプ更新に伴う配管及びバルブの更新

既設と異なる型式（1 床式から 2 床式への更新）が採用された場合には、ポンプ吐出配管の一部更新が必要となる。

既設の吐出配管は、各ポンプに手動式バタフライ弁1台、2台のポンプにウォーターハンマー対策用と思われる円錐状の機器が設置されている。各ポンプに逆止弁は設置されていない。

確実なポンプ始動・停止を容易に実施できるように、ポンプ吐出弁を電動式バタフライ弁(短面間<sup>35</sup>フランジ式)とし、配水ポンプであることから水撃対策に効果があるスモレンスキー逆止弁<sup>36</sup>も設置することとする。

また、ヘッダー管に配水系用に2基のエアチャンバーと1台のエアコンプレッサーが設置されているが、現在使用されていない。マレザポンプ場から将来計画の20,000m<sup>3</sup>配水池へ800mmの送水管が計画されているが、送水系においては、停電時の全ポンプ停止時や誤操作による全ポンプ同時停止時などに、ウォーターハンマーが発生する恐れがある。第2次準備調査時にこれらの施設の流用が可能かどうかも含めて検討する必要がある。なお、ポンプ吐出管のウォーターハンマー対策用と思われる円錐状の機器は、旧ポンプ場の更新計画図にも計画されており、撤去しない方針を提案する。

### (3) 「新ポンプ場」の振動対策設備の設置

2006年から2007年にかけて上下水道公社により実施された調査では、ポンプと建屋の共振が振動問題の原因とされている。

振動対策案として、建屋については最終段階の対策案とし、まず、ポンプの固有振動数を変えること(型式変更)、ポンプ及びモーターの荷重を分離させること(型式変更)、ポンプ及びモーターから建屋に伝達する振動を吸収させること(コンクリート基礎と機器との間に防振ゴム等の挿入)、ポンプの回転数を可変とすることで振動数を変えること(インバーター速度制御)、等が考えられる。

しかし、日本国内の振動測定・解析業者にヒアリングしたところ、日本国内の配水ポンプ場でも振動問題の実績があり、インバーター速度制御としたために振動が発生した事例等があげられた。このため、確実な振動対策を実施するためには、日本国内の振動測定・解析業者に再委託し、相手国実施機関が行った振動測定・解析結果報告書の分析・検討及び現地での振動測定を実施し、振動解析および振動対策を検討することが必要であると判断した。

また、第2次準備調査の現地調査時に、ポータブル振動計による振動簡易測定(据付施工中および完了後にも使用する。)とベオグラードの振動解析業者に対し実施した振動解析の詳細および対策実績等についてヒアリングを行うこととする。

### (4) 「新ポンプ場」の送配水ポンプ更新に伴うポンプ制御盤の更新

要請書に記載されていた高圧配電盤は、現在の運転状況が良好であることから今回の要請から除外することとなった。

モニタリングシステムの構築に伴って、高圧配電盤面の計器類がモニタリング項目を出力できる型式であるかどうか確認し、必要に応じて上下水道公社に計器類の更新を相手国負担事項とするなど、第2次準備調査の現地調査時に明確にしておく必要がある。

<sup>35</sup> バルブ両端に取り付けるフランジの間隔が短いこと

<sup>36</sup> スプリングにより弁を急閉させて水撃を防止する逆止弁

送配水ポンプの更新に伴い、ポンプ制御盤は更新する必要がある。

現在、ポンプ制御盤に塩素注入設備の制御機能を持たせているが、第2次準備調査にて詳細に調査検討する必要がある。

#### (5) モニタリングシステムの構築

ポドゴリツァ上下水道公社は、2008年に移った新社屋内にモニタリングシステム用の中央監視室を図2-28のように用意している。



図 2-28 モニタリングシステム中央監視室

ポドゴリツァ上下水道公社は、将来的には全ての水道施設を包括するモニタリングシステムを構築したいという強い意向があり、双方向制御を計画している。但し、水道システム全体を網羅するモニタリングシステムは新設となるため、維持管理しやすいように導入レベルの基本的なシステムとする。なお、双方向制御やモニタリング対象施設・地域の拡大は、本計画後に上下水道公社が独自に行うことを確認した。

モニタリングシステムを構築する上で既存の水道システムを把握する必要があるが、上下水道公社が実施した管網解析結果は1999年頃に実施されたもので、現状の配水管網解析結果は存在しない。そのため、第2次準備調査において管網解析を実施することを提案する。なお、上下水道公社が使用している解析ソフトはWESNET（1998年版、現在はInfoWorks WS）であるが、水理解析ソフトウェアの現状を考慮して、第2次準備調査時ではAutoCAD2009英語版相当、WaterCAD V8i（AutoCAD対応）英語版相当にて管網解析を行うこととする。

モニタリングシステムのモニタリング項目および計測地点は、以下のとおり計画することを確認した。

##### 1) マレザポンプ場

モニタリング項目を水圧、流量、残留塩素濃度、動力消費量、受電電圧、受電電流、受電周波数、受電力率、ポンプ用モーター温度（巻線、軸受）、湧水取水設備水位、ポンプ井水位、これに追加して、異常および警報の情報とする。なお、既存盤上の計器の計装配線図の確認が必要である。

## 2) 5 箇所の井戸ポンプ場

モニタリング項目を水圧、流量、残留塩素濃度、動力消費量、受電電圧、受電電流、受電周波数、受電力率、ポンプ用モーター温度（巻線、軸受）、井戸水位、地下水位（静水位）、異常および警報の情報と設定する。なお、既存盤上の計器の計装配線図の確認が必要である。

## 3) 送水・配水管網

モニタリング項目を水圧、流量、残留塩素濃度とする。図 2-29 及び表 2-19 のように、計測地点は 50 地点を予定している。また、残留塩素濃度については、現在、16 箇所を予定している。



図 2-29 モニタリングシステム計測地点

モニタリングシステムの方式については、現在、図 2-30 のように導入レベルの基本的なものを上水道システムに対して計画している。第 2 次準備調査において、システム方式比較表を作成し詳細に検討したうえで、伝送通信方式を含めてシステムを決定することとする。

そのため、第 2 次準備調査現地調査前にシステム方式比較表を作成しておき、この比較表をもとにポドゴリツァ上下水道公社と協議し、システム方式を決定することとする。既導入の GIS およびマッピングシステム（使用ソフトは MapInfo）との情報処理の検討、伝送通信方式の検討および中央監視室配置計画、相手国適用規格・基準、許認可等の公的手続き等について調査を実施し、モニタリングシステムを構築する必要がある。

表 2-19 モニタリングシステム計測地点

Monitoring Point of Pipenetwork in Podgorica (Draft Plan on Preparatory Survey)  
25th Dec., 2008

No.	Node No.	Pipe Size (mm)	Price				Sub Total
			Flow Meter	Control Valve	Pressure Gauge	Residual Chlorine Meter	
			アンメーター	電動バルブ	圧力計	残留塩素計	
1	2415	300					
2	2414	800					
3	2162	250					
4	2357	200					
5	2019	300					
6	2186	300					
7	2106	400					
8	2108	400					
9	2109	450					
10	2250	300					
11	2166	300					
12	2174	200					
13	2269	300					
14	2312	200					
15	2312	250					
16	2046	400					
17	2047	400					
18	2485	300					
19	2485	300					
20	2451	300					
21	1328	250					
22	1311	300					
23	1082	300					
24	1029	250					
25	1066	200					
26	1125	200					
27	2558	200					
28	1199	300					
29	1087	250					
30	1159	200					
31	4283	300					
32	4274	300					
33	387	300					
34	933	200					
35	4104	300					
36	4035	300					
37	875	300					
38	4224	300					
39	4289	300					
40	4033	300					
41	4262	450					
42	4338	315					
43	4953	160					
44	4336	315					
45	4509	200					
46	2509	315					
47	-	315					
48	5023	315					
49	-	250					
50	4090-T9	250					
Total							



図 2-30 ポドゴリツア上水道施設モニタリングシステム案

(6) 水質分析機器の整備

前述したように、ポドゴリツァ上下水道公社は2009年完工を目処として、本社に併設して水質分析センターを建設中であり、今般要請されていた水質分析機器も併せて先方自己予算により調達予定である。このため、今回の要請からは除外することで合意した。

(7) 概算事業費

上記「ポ」市上水道施設更新計画に基づく概算事業費を、表 2-20 に示す。なお、機材については、本邦機器メーカー製を想定して積算している。

相手国側負担経費については、第2次準備調査においてポドゴリツァ上下水道公社と詳細に協議したうえで積算し提示することとする。

表 2-20 概算事業費

プロジェクト名		モンテネグロ国ポドゴリツァ市上水道システム緊急修復計画準備調査		
施設名	規模	単位	施工数量	総額
総事業費		式	1	840,111,000
機材費 総括				719,280,000
ポンプ設備		式	1	277,700,000
モニタリング設備		式	1	298,440,000
モニタリング機械設備		式	1	143,140,000
機材輸送梱包費		式	1	20,000,000
設計監理費 総括				98,653,000
実施設計費		式	1	26,073,700
施工監理費		式	1	53,134,000
ソフトコンポーネント費		式	1	19,445,600
一般管理費	(機材費+機材輸送費)の3%とする。	式	1	22,178,000

積算条件は以下のとおりである。

- 積算時点 : 平成 21 年 1 月
- 為替交換レート : US\$1=100.00 円とした。
- 調達・据付指導期間 : 複数年度案件として実施する
  - 実施設計期間 5.0 ヶ月
  - 調達期間 9.0 ヶ月
  - 据付指導期間 5.0 ヶ月
  - ソフトコンポーネント期間 2.0 ヶ月

- その他 : 本計画は、日本国政府の無償資金協力の制度に従い、実施されるものとする。

#### 2-5-5 相手国側分担事業の概要

本プロジェクトは機材供与案件であることから、下記のような相手国側分担事業が考えられる。

##### 相手国負担事項

##### 1) 相手国負担事項に係る予算措置

(調達機材およびコンサルタントおよび調達機材業者技術者の免税措置を含む。)

- マレザ新ポンプ場 : 既設機材撤去費、更新機材の据付費、試運転費、電線（動力および制御）および電線管調達費・据付費、塩素注入設備等既設機材との接続工事費
- モニタリングシステム : 無線伝送通信方式採用の場合のアンテナ塔の設置地点の用地取得費、モニタリングシステムに係る許認可等の公的手続き費用、アンテナ塔調達費・据付費、送水・配水管網内の計測地点での機材据付費（配管更新を含む）・電力引き込み費、各ポンプ場および中央監視室での機材据付費、電線（動力および制御）および電線管調達費・据付費、塩素注入設備等既設機材との接続工事費、試運転費
- 機材運搬費

- 2) 相手国実施機関のポンプ設備およびモニタリング設備の各運転維持管理組織の確立
- 3) 相手国側範囲の機材購入、既設機材撤去、すべての機材の据付業者の決定
- 4) 現地陸揚げ港及び現地国内輸送経路の決定
- 5) 無線伝送通信方式採用の場合のアンテナ塔の設置地点の決定および据付業者の決定
- 6) 相手国のモニタリングシステムに係る許認可等の公的手続き
- 7) プロジェクトのビジビリティ確保方法(プロジェクト完成時期におけるパンフレットの作成等)
- 8) コンサルタントおよび調達機材業者技術者の現地出張時の事務スペースの準備(インターネット、電話、机、イス等)
- 9) ポンプ設備およびモニタリングシステム施設竣工後、これらが適切に運転維持管理されなければならないことに鑑み、施設のシステムの理解及び運転・維持管理方法習得のために、各コンサルタント担当にカウンターパートを選任する。また、各カウンターパートの途中での変更は行わない。
- 10) 相手国側実施機関の水道施設拡張及び将来計画の本案件完了時までの実施  
(将来計画の配水池建設(20,000m<sup>3</sup>の配水池)を除く)、旧ポンプ場更新、井戸ポンプ場新設、水質分析センター新設)

上記のほかに、モニタリングシステムの構築に伴って、新ポンプ場の高圧配電盤面の計器類がモニタリング項目を出力できる型式であるかどうか確認し、必要に応じてポドゴリツァ上下水道公社に計器類の更新を相手国負担事項として、第2時準備調査の現地調査時に、明確にしておく必要がある。

## 第3章 結論・提言

### 3-1 結論

#### 3-1-1 案件の必要性・妥当性

当初の要請内容は、新ポンプ場更新、モニタリングシステム、水質分析機器の3項目の機材調達および機材据付であったが、水質分析機器については自己資金による調達を行うことになったとの説明がポドゴリツァ上下水道公社よりあったため、本調査において確認した要請内容は新ポンプ場更新とモニタリングシステムの2項目に変更された。

「第2章 要請の確認 2-1 要請の経緯」に示す問題点への対策として、要請のあった新ポンプ場の更新とモニタリングシステムの導入は、下記のような対応が可能となることから、十分な必要性が認められる。

- 新ポンプ場において、現在2台同時運転から3台に運転台数を増やすことが可能となり、夏季の1日最大水需要に対処できる送配水能力を確保できる。
- モニタリングシステムを主要水道施設及び配水管網に導入することにより、漏水や不法接続に対し適宜発見・修復および対応でき、「2-5-1 水需要予測」において示した2007年において47.1%となっている無収率を効率的に減少させていくことができる。

また、以下の点から、準備調査時に合意された要請内容は我が国の無償資金協力として実施することが妥当であると判断される。

- プロジェクトの裨益対象は直接受益者が約161,000人、間接受益者が約69,000人である。直接受益者は、2007年のポドゴリツァ市人口の92.5%にあたる。本案件はポドゴリツァ市全体の上下水道システム強化に資するため、残る住民及びポドゴリツァ周辺部から流入する通勤者、学生等も間接受益者として考えられる。
- ポドゴリツァ市はモンテネグロ国の実質上の首都である。その首都において住民の衛生環境及び生活水準等のBHNの向上に資するものであり、上位計画に沿った目標達成に資するプロジェクトである。
- 本計画が対象とする調達機材はモンテネグロ国の技術能力を考慮した仕様を基本としており、運転・維持管理に特別な高度な技術は必要としない。
- 本計画実施により環境に悪影響を及ぼすことがない。

上下水道公社から、無償資金協力実施期間内でソフトコンポーネントとしてポンプの運転維持管理やモニタリングシステムにより収集した情報の効果的活用について、日本の技術支援を受けたいとの要請があった。また、上下水道公社はポンプの運転維持管理に関しては十分な経験を有しているため、主に初期操作指導等での対応が十分であると考えられる。したがって、ソフトコンポーネントに関しては、特に収集したデータの解析に基づくポンプの運転や配水管理の最適化手法に関する技術支援の必要性が高いと史料される。

### 3-1-2 案件の期待される効果

本案件の直接的な期待される効果を「現状と問題点」、「本計画での対策」、「計画の効果・改善程度」という観点から下表のとおり示す。

現状と問題点	本計画での対策 (協力対象事業)	計画の効果・改善程度
1. 水使用量がピークとなる夏季の消費量は供給能力の限界に近づいている。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「新ポンプ場」の取水ポンプ 4 台 (1 台予備) の更新 (振動対策を含む)</li> <li>・モニタリングシステムの構築</li> </ul>	最適な配水管理およびポンプの運転管理が可能となり、経済的で効果的な運用が可能となる。
2. 新ポンプ場についてはポンプ運転時の振動が激しく、本来 3 台同時運転が可能な設計であるにもかかわらず 2 台同時運転に制限されている。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「新ポンプ場」の送配水ポンプ 4 台 (1 台予備) の更新 (振動対策を含む)</li> </ul>	1 台のポンプ定格容量が 320l/s (約 27,650m <sup>3</sup> /日) と大きく、給水能力が大きく増加する。
3. 水道システム全体を考慮した運転の最適化がなされていない。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・モニタリングシステムの構築</li> </ul>	上下水道公社内の中央監視室にモニタリングデータが集約されることから、一元的な管理がなされ、運転の最適化が可能となる。
4. 配水管理や漏水対策の基礎となる流量、水圧変化等の重要な情報が集積されていない。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「新ポンプ場」の送配水ポンプ 4 台 (1 台予備) の更新 (振動対策を含む)</li> <li>・モニタリングシステムの構築</li> </ul>	配水管網に 50 箇所のモニタリング機材を設置することから、異常水量や異常水圧の把握が常時できるようになり、有収率の向上が期待できる。
5. 水需要の時間変動やポンプ等の緊急運転停止に伴う給水能力の低下分を吸収するに足る貯水能力がない。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・モニタリングシステムの構築</li> </ul>	各地区の詳細人口分布と各ポンプ場および各モニタリングポイントからのデータにより、精度の高い水需要変動予測が可能となり、経済的な運用および効果的な設備投資ができる。
6. 「旧ポンプ場 (マレザ 1)」では、送配水ポンプ及びその他の資機材の老朽化に伴う故障が頻発し、高額な修理費及び長期間の運転停止が生じている。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・モニタリングシステムの構築</li> </ul>	上下水道公社は旧ポンプ場の更新を独自の資金調達により進めているが、完成後には最適な配水管理およびポンプの運転管理が可能となり、経済的で効果的な運用が可能となる。
7. 不法接続が問題となっている。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・モニタリングシステムの構築</li> </ul>	異常水量や異常水圧の把握が常時できるようになり、有収率の向上が期待できる。

8. 既設石綿セメント管からの漏水増大の恐れがある	・モニタリングシステムの構築	異常水量や異常水圧の把握が常時できるようになり、有収率の向上が期待できる。
9. 水質検査は公衆衛生局が実施している。	・モニタリングシステムの構築	上下水道公社は水質分析センターを独自の資金調達により建築中であるが、完成後には上下水道施設における水質検査を独自に実施できるようになる。配水管網の16箇所に設置する残留塩素計により、水質安全管理が可能となる。

### 3-2 提言

#### 3-2-1 案件の今後の方向性

モンテネグロ国は観光産業に重点をおいており、観光客数は季節的に大きく変動する。このため、現在の給水状況の特徴としては、季節毎の水需要に応じて給水量が大きく変動している。ポドゴリツァ市においても、実際に2007年には月間平均給水量が1,080l/s(2月)から1,710l/s(7月)と1.5倍以上に上昇する。夏季(4月から10月)の水需要の急増(気温が摂氏40度近くに達するため住民による使用が増加するとともに、観光シーズンと重なるため)への対策が喫緊の課題とされている。

このような状況を鑑み、本案件は早急に実施されることが望ましいと判断できる。

また、現在2人2チームが音聴器により漏水調査を実施しているとのことであるが、漏水調査には専門的な知識と経験が必要であることから、本邦で実施されるJICAによる地域別研修に担当職員を派遣し、漏水対策チームを強化していくように計画することも必要であると思料される。

#### 3-2-2 コスト縮減

「第2章 要請の確認 2-3-3 ポドゴリツァ市水道の現況」で提示した組織図は2009年より実施する組織であるが、現在の組織人員数が420人であるのに対して371人に減員したものであり、さらにその先2年で300人以下とする計画である。上下水道公社は、この人員減により削減される費用でモニタリングシステムの運営・保守要員を確保するとしている。

第2次準備調査においては、上下水道公社のコスト縮減に対する取り組みを再度確認することが本計画実施後の健全な維持管理体制を確認するうえで重要である。

また、本案件における調達機材は、機材調達先により大幅な見積価格差が予想される。見積価格のみで判断することは、必要なシステム構成機器が見積範囲外になることや、品質に問題があることが懸念されることから慎重に照査し、相手国側の維持管理の大きな負担とならないように、機材調達先の技術力、納入実績、アフターサービス体制、予備品や修理品の価格および納品体制、等についても詳細に検討する必要がある。

#### 3-2-3 第2次準備調査の団員構成

第2次準備調査の要員計画は以下のとおりとする。

- 1) 業務主任／事業運営計画・上水道計画
- 2) 給水計画
- 3) 機械設備計画
- 4) 電気設備計画
- 5) 施工調達計画／積算

また、各要員の担当業務は以下のとおりとする。

- 1) 業務主任／事業運営計画・上水道計画
  - a. 要請プロジェクトの背景・目的、プロジェクトサイトの確認
  - b. 要請内容確認
  - c. 無償資金協力スキーム（機材供与案件、輸入税・付加価値税等の免除、等）確認
  - d. 相手国側実施機関の水道施設拡張状況及び将来計画と実施予定の確認
  - e. 技術協力の必要性（ソフト・コンポーネントを含む）の確認
  - f. 他ドナー、NGO、モンテネグロ国側公的組織等による援助動向と本案件との関係の確認
  - g. プロジェクトのレジビリティ確保方法（銘板の設置、パンフレットの作成、等）の確認
  - h. 相手国、ポドゴリツァ市、実施機関の組織図及び体制の確認
  - i. 相手国の上下水道セクターの現況
  - j. ポドゴリツァ市の上下水道セクターの現況
  - k. ポドゴリツァ市人口増加予測
  - l. 既設水道システムの現況確認
  - m. ポドゴリツァ市の現在の給水区域、将来計画における給水区域の確認及び水需要予測
  - n. 相手国実施機関の運営維持管理組織・体制の確認（実施機関の運営方式、財務状況、水道料金計画、運営維持管理費を含む。）
  - o. 相手国側実施機関による社会条件調査資料の収集（給水時間、断水頻度、水関連疾病発生数、感染症、水需要者の水利用状況、水需要者の水道事業に対する意識、水道料金支払意思・能力、広報）
  - p. 原水水質および給水区域の給水水質の確認
  - q. 水利権についての確認
- 2) 給水計画
  - a. 要請プロジェクトの背景・目的、プロジェクトサイトの確認
  - b. 要請内容確認
  - c. 無償資金協力スキーム（機材供与案件、輸入税・付加価値税等の免除、等）確認
  - d. 相手国側実施機関の水道施設拡張状況及び将来計画と実施予定の確認
  - e. 技術協力の必要性（ソフト・コンポーネントを含む）の確認
  - f. 現在の給水区域及び将来計画における給水区域の確認
  - g. マレザ（Mareza）ポンプ場のモニタリング項目および計測地点の検討
  - h. 5箇所（5箇所の井戸）ポンプ場のモニタリング項目および計測地点の検討
  - i. 送水・配水管網内のモニタリング項目および計測地点の検討
  - j. 各計測地点の踏査

- k. 既設水道システムの現況確認
  - l. 現況及び将来計画における送水系、配水系の管網解析及び管網解析ソフト使用方法指導
- 3) 機械設備計画
- a. 要請プロジェクトの背景・目的、プロジェクトサイトの確認
  - b. 要請内容確認
  - c. 無償資金協カスキーム（機材供与案件、輸入税・付加価値税等の免除、等）確認
  - d. 相手国側実施機関の水道施設拡張状況及び将来計画と実施予定の確認
  - e. 技術協力の必要性（ソフト・コンポーネントを含む）の確認
  - f. 現在の給水区域及び将来計画における給水区域の確認
  - g. 既設の立軸ポンプ及び立軸モーターの振動解析報告書（英文訳あり、ただし、6.0 から 7.2.4 まで未訳）の検討及び振動対策の検討
  - h. 既設の立軸ポンプ及び立軸モーターの現況および更新計画
  - i. 既設のポンプ制御盤の現況および更新計画
  - j. 既設のポンプ吐出配管の現況および改修計画
  - k. 更新するポンプ、モーター及び吐出配管の据付方法の検討及び据付工期の検討・計画
  - l. 更新するポンプ制御盤据付方法の検討及び据付工期の検討・計画
  - m. 相手国側範囲の機材据付業者の調査・検討
  - n. 相手国実施機関のポンプ設備運転維持管理組織の確認
  - o. マレザ（Mareza）ポンプ場のモニタリング項目および計測地点の検討
  - p. 5 箇所の井戸ポンプ場のモニタリング項目および計測地点の検討
  - q. 送水・配水管網内のモニタリング項目および計測地点の検討
  - r. 各計測地点の踏査
  - s. 立軸ポンプ及び立軸モーター、ポンプ制御盤の基本計画、基本設計、基本設計据付図作成
  - t. モニタリング各計測地点の計測機器（制御弁を含む）の基本計画、基本設計、基本設計設置図の作成
  - u. 機材調達先の調査・検討
  - v. 既設水道システムの現況確認
  - w. 将来計画における送水系のウォーターハンマー解析および対策検討
  - x. ポンプ、モーター及び吐出配管、ポンプ制御盤の見積依頼書の作成
- 4) 電気設備計画
- a. 要請プロジェクトの背景・目的、プロジェクトサイトの確認
  - b. 要請内容確認
  - c. 無償資金協カスキーム（機材供与案件、輸入税・付加価値税等の免除、等）確認
  - d. 相手国側実施機関の水道施設拡張状況及び将来計画と実施予定の確認
  - e. 技術協力の必要性（ソフト・コンポーネントを含む）の確認
  - f. 現在の給水区域及び将来計画における給水区域の確認
  - g. 既設の立軸ポンプ及び立軸モーターの現況および更新計画
  - h. 既設のポンプ制御盤の現況および更新計画

- i. 更新するポンプ制御盤据付方法の検討及び据付工期の検討・計画
  - j. 既設の受電設備の状況確認
  - k. 相手国側範囲の機材据付業者の調査・検討
  - l. マレザ（Mareza）ポンプ場のモニタリング項目および計測地点の検討
  - m. 5箇所井戸ポンプ場のモニタリング項目および計測地点の検討
  - n. 送水・配水管網内のモニタリング項目および計測地点の検討
  - o. モニタリングシステム方式の検討
  - p. 各計測地点の踏査
  - q. モニタリングシステム方式のシステム基本計画、システム基本設計、基本設計図作成
  - r. 各計測地点のモニタリング機器の基本計画、基本設計、基本設計設置図の作成  
（中央監視室配置計画図も含む。）
  - s. 機材調達先の調査・検討
  - t. 相手国実施機関のモニタリング設備維持管理組織の確認
  - u. 相手国のモニタリングシステムに係る許認可等の公的手続きについての確認
  - v. 既設水道システムの現況確認
  - w. JICA 無償資金協力で機材供与したセルビア国ベオグラード上水道整備計画による SCADA 等の状況確認
  - x. 下水処理場におけるモニタリングシステムの状況確認
  - y. ポンプ制御盤、モニタリングシステムの見積依頼書の作成
- 5) 施工調達計画／積算
- a. 要請プロジェクトの背景・目的、プロジェクトサイトの確認
  - b. 要請内容確認
  - c. 無償資金協力学スキーム（機材供与案件、輸入税・付加価値税等の免除、等）確認
  - d. 相手国側実施機関の水道施設拡張状況及び将来計画と実施予定の確認
  - e. 技術協力の必要性（ソフト・コンポーネントを含む）の確認
  - f. 現在の給水区域及び将来計画における給水区域の確認
  - g. 更新するポンプ、モーター及び吐出配管の据付方法の検討及び据付工期の検討・計画
  - h. 更新するポンプ制御盤据付方法の検討及び据付工期の検討・計画
  - i. 機材調達先の調査・検討  
（ベオグラード上水道整備計画による SCADA システムおよび相手国実施機関の下水処理場におけるモニタリングシステムの機材調達先の確認を含む。）
  - j. 相手国側範囲の機材据付業者の調査・検討
  - k. 現地陸揚げ港及び現地国内輸送経路の確認
  - l. 日本側供与機材に係る相手国側調達機材・施工範囲の概算見積  
（見積依頼書作成を含む。）
  - m. 既設水道システムの現況確認
  - n. 概算事業費積算
  - o. 施工調達全体計画策定

### 3-2-4 第2次準備調査の留意事項・提言

想定される第2次準備調査の留意事項および提言は以下に示すとおりである。

#### (1) 留意事項

- 1) 機材調達案件であることを確認し、日本側および相手国側の分担範囲を細部まで明確にし、双方が各分担範囲について合意する必要がある。
- 2) 機材調達先により大幅な見積価格差が予想される。見積価格のみで判断することは、必要なシステム構成機器が見積範囲外になっていることが懸念されることから、見積依頼書の内容はできるだけ詳細に記述し、提出された見積書も見積条件など慎重に確認する必要がある。
- 3) 調達先によっては、海上輸送および国内輸送にかなりの期間が必要となる場合がある。また、日本側および相手国側の分担範囲の資機材調達工程、現地据付時期及び期間、等の検討・調整が必要である。工期の計画においては、日本側調達機材納期との関連考慮など、様々な条件を十分留意して立案する必要がある。
- 4) 相手国側範囲の機材据付業者の調査・検討について相手国側実施機関と十分に協議する必要がある。新ポンプ場のポンプ設備更新は振動対策も大きな目的であることから、ポンプ据付業者の技術力に特に留意する必要がある。また、モニタリングシステムは広範囲にわたる業務となることから、施工実績を十分に検討する必要がある。
- 5) マレザ (Mareza) ポンプ場から将来計画の 20,000m<sup>3</sup> 配水池へ 800mm の送水管が計画されている。また、旧ポンプ場が本案件完了時まで更新される予定である。よって、Mareza ポンプ場内の配管計画を相手国側と協議し、モニタリング項目および計測地点を決定する必要がある。
- 6) 相手国側実施機関が実施した管網解析結果は 1999 年頃のものとして古く、現状の配水管網解析結果がない。相手国側実施機関が使用している解析ソフトは WESNET (1998 年版) であるが、web で検索したがヒットせず日本で調達できないことが予想される。したがって、基本設計のための第2次準備調査時には、AutoCAD2009 英語版相当、WaterCAD V8i (AutoCAD 対応) 英語版相当にて管網解析を行うこととする。
- 7) 本調査での協議時には、技術協力の必要性について協議し、プロジェクト期間内のソフトコンポーネントを実施する要請を受けたのみである。しかしながら、モニタリングシステムは調整箇所が多数に及ぶと予想され、短期に通常稼動することは難しいと考えられる。したがって、専門家派遣等の技術協力プロジェクトを実施することも再度協議・検討する必要があると思料される。

#### (2) 提言

- 1) 第2次準備調査のコンサルタント選定のための評価対象要員を以下のとおりとする。機材調達案件であり、短期間の現地調査および国内作業に基づく検討、基本計画、基本設計を実施するためには、各担当の技術力および経験と各要員間の連携が特に必要である。
  - a) 業務主任／事業運営計画・上水道計画
  - b) 給水計画
  - c) 機械設備計画
  - d) 電気設備計画

- 2) 本調査の補足現地調査時にコンサルタントが希望資料リスト（添付資料4）を作成し、相手国実施機関に提出している。第2次準備調査において効率的な現地調査を実施するためには、同リストのほぼすべての資料を相手国側に再度電子メールにて収集依頼することが必要である。  
特に、現地調査期間中に人口予測および水需要予測を実施し、その結果に基づいて管網解析およびウォーターハンマー解析を行う予定であることから、これらに関連する資料は第2次準備調査現地調査までに入手することが必須である。
- 3) 第2次準備調査現地調査期間が短いことから、この期間中に広範な社会条件調査を実施し集計することは困難である。したがって、第2次準備調査現地調査までに相手国側実施機関は社会条件調査を実施し、第2次準備調査現地調査時に社会条件調査資料を収集することが望ましい。
- 4) 第2次準備調査現地調査における相手国側のカウンターパート選定について申し入れが必要である。本調査時には相手国側のカウンターパートは、公社要職者であったため多忙であり、調査団に対応する時間を十分にとることができなかった。このため、技術協議や資料収集などに支障をきたした。
- 5) 第2次準備調査での先方カウンターパートの配置について、調査団構成員の専門分野に合わせて、水道公社担当スタッフを配置することを水道公社は合意しているが、事前の確認が必要である。