

エリトリア国  
アスマラ給水開発計画  
準備調査報告書

平成27年7月  
(2015年)

独立行政法人国際協力機構  
地球環境部

環境
J R
15-126

エリトリア国  
アスマラ給水開発計画

準備調査報告書

平成27年7月  
(2015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、エリトリア国からの要請に基づき、既存給水施設のリハビリ及び拡張のための無償資金協力事業に係る調査を行うことを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施しました。

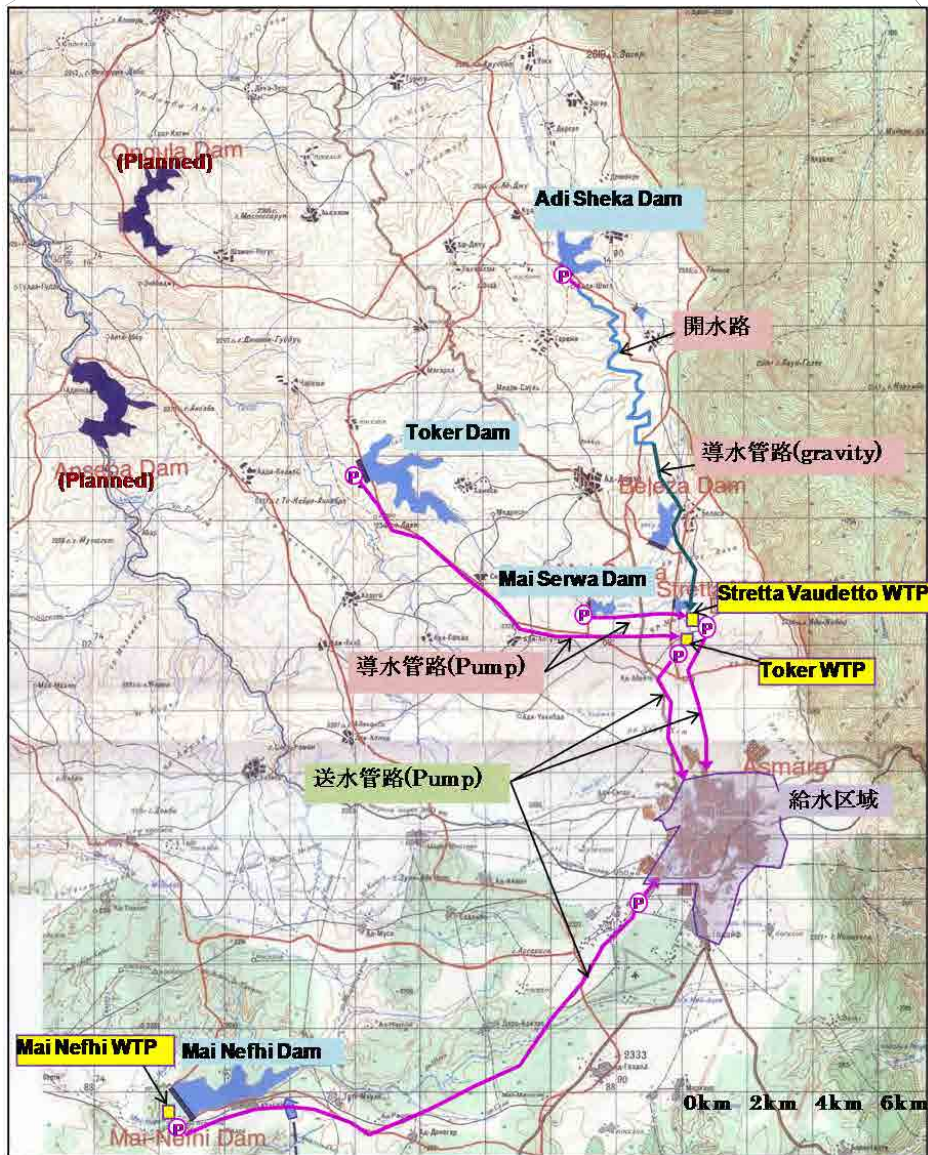
当機構は、2015年3月22日から2015年5月3日、及び2015年5月31日から2015年6月5日まで調査団を現地に派遣しました。

この報告書が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頂いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

2015年7月

独立行政法人国際協力機構  
地球環境部  
部長 山内 邦裕



位置図

写真集 (1/5)

Stretta Vaudetto 系統



Adi Sheka ダム



Adi Sheka ポンプ所



Adi Sheka ダムからの導水路



MaiSerwa ダム



Stretta Vaudetto 浄水場



Stretta Vaudetto 浄水場からの送水ポンプ



Stretta Vaudetto 浄水場



Stretta Vaudetto 浄水場からの送水ポンプ

写真集 (2/5)

Toker 系統



Toker ダム



Toker ダム



Toker ポンプ所 ディーゼルエンジン



Toker ポンプ所 導水ポンプ



Toker 浄水場 凝集設備



Toker 浄水場 沈殿池



Toker 浄水場 急速ろ過池



Toker 浄水場からの送水ポンプ

写真集 (3/5)

Mai Nefhi 系統



Mai Nefhi ダム



Mai Nefhi 浄水場



Mai Nefhi 浄水場 急速ろ過池



Mai Nefhi 浄水場 送水ポンプ



Mai Nefhi からの送水管路 水管橋



Mai Nefhi からの送水管路 バルブ施設



Sembel ポンプ所



Sembel ポンプ所 配水ポンプ

写真集 (4/5)

市内配水施設



Hazhaz 配水池



Tsetserat 配水池



Monopolio 配水池



Mai Chehot ポンプ所 外観



Godaiif ポンプ所 配水ポンプ



Denden ポンプ所 配水ポンプ



配水本管バルブピット



配水本管バルブ



写真集 (5/5)

アスマラ市上下水道局



料金支払窓口



苦情受付窓口



メータ検定装置



資機材倉庫



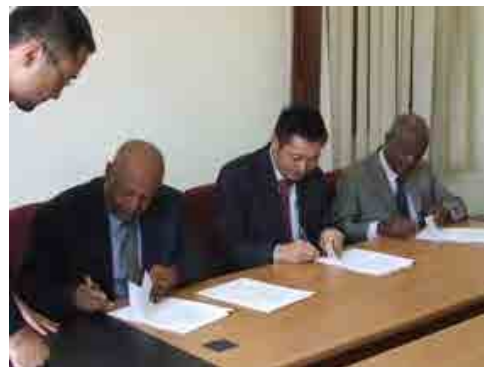
水道メータ



AWSD 所有のクレーン付トラック



図面保管棚



ミニッツ署名

## 目 次

序 文	
位置図	i
写真集	iii
目 次	ix
図表リスト	xi
略語集	xiii
第1章 調査概要	1
1-1 要請内容	1
1-2 調査目的	3
1-3 調査団の構成	3
1-4 調査日程	4
1-5 主要面談者	5
1-6 調査結果概要	5
1-6-1 現地調査結果	5
1-6-2 先方との協議結果	6
第2章 要請の確認	7
2-1 要請の背景と経緯	7
2-1-1 要請の背景と経緯	7
2-1-2 要請の内容	7
2-2 エリトリア国における給水分野の現状	9
2-2-1 水道分野の関連機関	9
2-2-2 水道分野の関連法制度、基準	9
2-2-3 水道セクターの上位計画	10
2-2-4 他援助機関の動向	12
2-2-5 我が国による援助	12
2-3 アスマラ市水道の現状と課題	13
2-3-1 アスマラ市の水道事業実施機関	13
2-3-2 水道事業の概要	17
2-3-3 水道施設の概要	28
2-3-4 運営維持管理	44
2-3-5 水質管理	49
2-4 環境社会配慮	52
2-5 水需要予測及び需給バランス	55
2-5-1 水需要予測の条件	55
2-5-2 需要予測結果	56
2-5-3 水需給バランス	57

第3章 要請内容の検討 .....	59
3-1 無償資金協力事業としての妥当性、持続性の検討 .....	59
3-1-1 検討の前提条件（水源、電力供給） .....	59
3-1-2 支援可能性（施設整備）の検討 .....	61
3-1-3 施設維持管理に係る支援可能性の検討 .....	67
3-1-4 組織運営管理に係る支援可能性の検討 .....	69
3-1-5 要請内容検討の結果 .....	71
3-2 今後の支援可能性 .....	72
3-2-1 アスマラ市の抱える上水道の課題と対応策 .....	72
3-2-2 代替協力案の検討 .....	81
3-3 結論 .....	81

## 付属資料

1. MD
2. 面談者リスト
3. 資料収集リスト
4. 参考資料
  - 1) 第1次現地調査 プレゼンテーション資料
  - 2) 第2次現地調査 プレゼンテーション資料
  - 3) 各ダムの取水可能水量の算出
  - 4) 電力事情
  - 5) 各ダム・浄水場の概略図
  - 6) 需要予測
  - 7) 管網計算結果
  - 8) エリトリア国の水質基準
  - 9) 環境手続きのフローチャート
  - 10) 質問票回答
  - 11) 写真集

## 図表リスト

表 1-1-1	要請内容 .....	2
表 2-1-1	要請内容 .....	7
表 2-2-1	水道分野の関連機関 .....	9
表 2-2-2	エリトリア国での安全な水へのアクセス可能人口 .....	12
表 2-2-3	国家水供給行動計画（2013-2017）の予算 .....	12
表 2-2-4	デブズ州地方都市給水計画の工事内容 .....	13
表 2-3-1	AWSD 内の部署とその役割 .....	14
表 2-3-2	AWSD 各部の人員 .....	15
表 2-3-3	AWSD の専門学校以上の学歴を有する職員数 .....	16
表 2-3-4	AWSD の保有機械 .....	16
表 2-3-5	アスマラ市の人口 .....	18
表 2-3-6	AWSD の給水状況（2014 年） .....	19
表 2-3-7	配水ゾーン .....	21
表 2-3-8	AWSD 年次報告書の記載事項 .....	23
表 2-3-9	AWSD が実施した工事 .....	23
表 2-3-10	各浄水場からの送水量及び薬品消費量（2013 年） .....	24
表 2-3-11	各浄水場からの送水量及び薬品消費量（2014 年） .....	24
表 2-3-12	Toker 導水ポンプ所からの導水量及びディーゼル消費量（2013 年） .....	24
表 2-3-13	給水車への販売水量・金額 .....	24
表 2-3-14	AWSD の倉庫から出庫した資機材（金額ベース） .....	25
表 2-3-15	AWSD の年間収支 .....	26
表 2-3-16	AWSD の料金表 .....	26
表 2-3-17	AWSD の長期目標 .....	27
表 2-3-18	S.V 浄水場系統の各ダムの諸元 .....	31
表 2-3-19	S.V 浄水場の諸元 .....	32
表 2-3-20	Stretta Vaudetto 浄水場系統の取水及び導送配水施設の現状と問題点 .....	34
表 2-3-21	Toker ダムの諸元 .....	36
表 2-3-22	Toker 浄水場の諸元 .....	37
表 2-3-23	Toker 浄水場系統の取水及び導送配水施設の現状と問題点 .....	39
表 2-3-24	Mai Nefhi ダムの諸元 .....	40
表 2-3-25	Mai Nefhi 浄水場の諸元 .....	41
表 2-3-26	Mai Nefhi 水場系統の取水及び導送配水施設の現状と問題点 .....	43
表 2-3-27	国家水質検査室で実施可能な試験項目 .....	50
表 2-3-28	国家水質検査室のアスマラにおける実施計画 .....	50
表 2-3-29	4 箇所のダム湖の水質検査結果 .....	51
表 2-3-30	3 箇所の浄水場処理水の水質検査結果 .....	51
表 2-5-1	2015 年の潜在水需要予測の条件 .....	55
表 2-5-2	2020 年、2025 年の水需要予測の条件 .....	56

表 2-5-3	水需要予測結果.....	56
表 2-5-4	2015年の潜在水需要と2014年供給実績のバランス.....	57
表 2-5-5	2020年、2025年の水需要予測と供給能力のバランス.....	57
表 3-1-1	各ダムにおける取水可能量.....	59
表 3-1-2	電力の需要と供給量.....	60
表 3-1-3	W.T.P稼働状況.....	60
表 3-1-4	Stretta Vaudetto 系統での整備内容.....	63
表 3-1-5	想定される整備効果 (Stretta Vaudetto 浄水場系統).....	64
表 3-1-6	Toker 系統での整備内容.....	65
表 3-1-7	想定される整備効果 (Toker 浄水場系統).....	65
表 3-1-8	Mai Nefhi 系統での整備内容.....	67
表 3-1-9	想定される整備効果 (Mai Nefhi 浄水場系統).....	67
表 3-1-10	組織運営の現状・問題点.....	70
表 3-2-1	アスマラ市の抱える上水道の課題と対応策.....	73
表 3-3-1	Issues and Countermeasures (Urgency A).....	82
表 3-3-2	Annex-2 (和文) の内容.....	86
図 2-1-1	アスマラ水道の施設概要.....	8
図 2-3-1	中央州政府の組織図.....	13
図 2-3-2	AWSD 組織図.....	15
図 2-3-3	AWSD の配管給水エリア.....	17
図 2-3-4	配水ゾーン区分.....	22
図 2-3-5	アスマラ水道の施設構成.....	28
図 2-3-6	市内配水施設の配置.....	29
図 2-3-7	Stretta Vaudetto 浄水場系統の施設構成.....	30
図 2-3-8	S.V 浄水場フローチャート.....	32
図 2-3-9	Toker 浄水場系統の施設構成.....	35
図 2-3-10	Toker 浄水場フローチャート.....	37
図 2-3-11	Mai Nefhi 浄水場系統の施設構成.....	40
図 2-3-12	Mai Nefhi 浄水場フローチャート.....	41
図 2-3-13	施設維持管理フロー.....	44
図 3-1-1	将来的に計画が必要な専用線.....	61
図 3-1-2	Stretta Vaudetto 浄水場系統の施設構成.....	62
図 3-1-3	Toker 浄水場系統の施設構成.....	64
図 3-1-4	Mai Nefhi 浄水場系統の施設構成.....	66

## 略 語 集

略語	正式名称
AfDB	Africa Development Bank
ALUM	Aluminum sulfate
AWSD	Asmara Water Supply and Sewerage Department
EE	Environmental Evaluation
EEC	Eritrean Electric Corporation
EECF	Environmental Evaluation Clearance Form
EEQ	Environmental Evaluation Questionnaire
EIA	Environmental Impact Assessment
ESA	Environmental Sensitive Area
ESI	Eritrean Standard Institute
IEE	Initial Environmental Examination
I-PRSP	Interim Poverty Reduction Strategy Paper
MD	Minutes of Discussion
MoA	Ministry of Agriculture
MoEM	Ministry of Energy and Mine
MoH	Ministry of Health
MoLWE	Ministry of Land, Water and Environment
MoND	Ministry of National Development
MoTI	Ministry of Trade and Industry
PS	Pump Station
S.V	Stretta Vaudetto
WRD	Water Resources Department
WTP	Water Treatment Plant

## 第1章 調査概要

### 1-1 要請内容

エリトリア国では 1993 年の独立以降も周辺国との断続的な武力紛争、武力衝突が発生しており、特に 1998 年から 2000 年のエチオピアとの武力紛争はインフラの破壊、難民の発生など国の社会経済に深刻な影響を及ぼしている。また人口約 40 万人の首都アスマラにおいては、浄水場等の施設能力が人口増加に伴い増大する水需要に追い付いておらず、既存施設・管路の老朽化等も進んでいるため、給水対象地域の水需要の 30%程度（2009 年）しか満たせていない状況にある。

同国では 2004 年に発表された *Interim Poverty Reduction Strategy Paper (I-PRSP)* において、給水を含む衛生環境の整備が同国の人的資源の開発における重要な要素と位置付けられており、アスマラ市をはじめとする都市部においても上水道へのアクセスを改善していくことが目標とされている。このような状況のもと、2013 年 8 月同国政府は、我が国に対して表 1-1-1 に示す既存給水施設のリハビリ及び拡張に係る無償資金協力事業を要請した。

表 1-1-1 要請内容

Summary of Detailed Contents of the Project

No.	ACTIVITY	SIZE	QUANTITY	COST (USD)	PRIORITY
1.	Construction of New Treated Water Transmission Pipe Line from Mai-Nefhi W.T.P to Sembel Pump Station.	DCI Dia.600mm	25KM	9,212,916	1
2.	Rehabilitation of Stretta Vaudetto Raw Water Transmission line	PVC & DI Dia.300mm	2.6 km	777,370	1
3.	Upgrading of the Stretta Vaudetto system raw water pumping stations				
3a.	Stretta Vaudetto Pumping Stations	Q=180m <sup>3</sup> /h H=23m	1 unit	67,710	2
3b.	Mai Serwa Raw Water Pumping Stations	Q=200m <sup>3</sup> /h H=61m	2 units	136,620	2
4.	Upgrading of the Stretta Vaudetto clear water pumping station	Q=380m <sup>3</sup> /h H=93m	4 units	294,753	1
5.	Upgrading of the distribution system pumping stations				
5a.	Mai Chehot pumping station	Q=200m <sup>3</sup> /h H=85m	2 units	160,082	3
5b.	Denden pumping station	Q=170m <sup>3</sup> /h H=50m	2 units	53,200	3
6.	Rehabilitation of Stretta Vaudetto W.T.P and Construction of New S.V W.T.P	15,000m <sup>3</sup> /day	1 unit	2,798,260	1
7.	Rehabilitation of the Existing Distribution Reservoirs.				
7a.	Monopolio Distribution Reservoir	300m <sup>3</sup>	2 units	104,679	2
7b.	Tsetserat Distribution Reservoir	500m <sup>3</sup>	2 units	140,623	3
7c.	Haz Haz Distribution Reservoir	500m <sup>3</sup>	2 units	121,458	2
8.	Construction of New Distribution Reservoirs.				
8a.	New Arbate Asmara Distribution Reservoir	1,000m <sup>3</sup>	1 unit	323,174	1
8b.	Cherkos Distribution Reservoir	1,000m <sup>3</sup>	1 unit	339,862	1
9.	Rehabilitation and Extension of Primary Distribution Network.	PVC & DI Dia.150mm Dia.200mm Dia.250mm Dia.300mm	3.3 km 17.3 km 7.0 km 13.0 km	3,798,982	1
10.	Rehabilitation and Extension of Secondary Distribution Network	PVC Dia.63mm Dia.90mm Dia.110mm Dia.160mm	7.6 km 9.9 km 8.9 km 3.0 km	2,619,263	2
11.	Soft Component			219,800	
	<b>TOTAL</b>			<b>21,168,752</b>	

出典：2013年要請書



## 1-2 調査目的

本要請内容については、正式要請前（2010年8月）と案件採択後（2014年8月）に二度に亘り事前調査を実施してきたが、既存施設や配水管網の現況、配水方法、施設の運営維持管理能力等に関する情報が依然として不足しているため必要な情報収集を行う。その上で、エリトリア側からの要請内容の精査を行い、支援の必要性及び緊急性の観点から無償資金協力の実施妥当性を検討する。

なお、本調査は無償資金協力の実施を前提とした調査ではなく、本調査の結果から無償資金協力の実施妥当性が低いと判断された場合は、今後のプロセスである概略設計には進まないこととする。

## 1-3 調査団の構成

### (1) 第一回現地調査

	氏名	担当	所属	期間
1	大村 良樹	団長	国際協力人材部 国際協力専門員	2015/3/21 -2015/3/28
2	山崎 正則	調査企画	地球環境部 水資源第二チーム	2015/3/21 -2015/3/28
3	田村 英久	水道計画/ 送配水計画	日本工営株式会社	2015/3/21 -2015/5/4
4	吉川 孝治	給水施設/ 運営・維持管理	個人コンサルタント	2015/3/21 -2015/5/4

### (2) 第二回現地調査

	氏名	担当	所属	期間
1	宮崎 明博	団長	地球環境部水資源グループ 第二チーム 課長	2015/6/3 -2015/6/7
2	大村 良樹	水道計画	地球環境部 国際協力専門員	2015/5/30 -2015/6/7
3	大嶋 健介	協力企画①	アフリカ部アフリカ第一課	2015/5/30 -2015/6/7
4	山上 啓介	協力企画②	地球環境部水資源グループ 第二チーム	2015/5/30 -2015/6/7
5	田村 英久	水道計画/送配水 計画	日本工営株式会社	2015/5/30 -2015/6/7
6	吉川 孝治	給水施設/運営・維 持管理	個人コンサルタント	2015/5/30 -2015/6/7

エリトリア国アスマラ給水開発計画準備調査

1-4 調査日程

(1) 第一回現地調査

Date	JICA		コンサルタント団員	
	大村良樹	山崎正則	田村英久	吉川孝治
	団長	調査企画	水道計画/送配水計画	給水施設/運営・維持管理
1	2015/3/21	sat	NARITA → ISTANBUL ISTANBUL →	
2	2015/3/22	sun	→ASMARA 鶴崎氏(JICA専門家)と打合せ サイト視察:アスマラ市内配水池、ポンプ所	
3	2015/3/23	mon	サイト視察: ダム、浄水場 (Stretta Vaudetto WTP System) 協議: 国家開発大臣、土地・水・環境大臣 於: 国家開発省 協議: 中央州、アスマラ上下水道公社、Chaired by 国家開発大臣 於: 中央州政府	
4	2015/3/24	tue	サイト視察: ダム、浄水場 (Tokar WTP System, Mai Nefhi WTP System)	
5	2015/3/25	wed	協議: 国家開発省、中央州政府 (ミニッツ協議) 訪問: エリトリア電力公社 協議: 土地・水・環境省	
6	2015/3/26	thu	協議: 国家開発省、土地・水・環境省 (ミニッツ署名) サイト視察: 水資源局水質検査ラボ、AWSO研修所 団内打合せ、鶴崎氏報告	
7	2015/3/27	fri	調査結果整理	ASMARA → ISTANBUL →
8	2015/3/28	sat	ASMARA → CAIRO	→ NARITA
9	2015/3/29	sun		資料整理・解析
10	2015/3/30	mon		資料整理・解析
11	2015/3/31	tue		AWSD給水状況確認 Stretta Vaudetto系統調査
12	2015/4/1	wed		AWSD事業運営状況確認 Stretta Vaudetto系統調査
13	2015/4/2	thu		Mai Nefhi系統調査 Mai Nefhi系統調査
14	2015/4/3	fri		配水施設調査 資料収集(WRD)
15	2015/4/4	sat		AWSD事業運営状況確認 Toker系統調査
16	2015/4/5	sun		資料整理・解析 資料整理・解析
17	2015/4/6	mon		資料整理・解析 資料整理・解析
18	2015/4/7	tue		Mai Nefhi系統調査 Mai Nefhi系統調査
19	2015/4/8	wed		AWSD給水状況確認 Toker系統調査
20	2015/4/9	thu		AWSD事業運営状況確認 配水施設調査
21	2015/4/10	fri		AWSD事業運営状況確認 配水施設調査
22	2015/4/11	sat		新規開発地区調査 新規開発地区調査
23	2015/4/12	sun		資料整理・解析 資料整理・解析
24	2015/4/13	mon		Asmara → Nairobi 中間報告会 於: JICA KENYA Office
25	2015/4/14	tue		Nairobi → Asmara
26	2015/4/15	wed		AWSD事業運営状況確認 資料収集(WRD)
27	2015/4/16	thu		WRD 水セクター調査 資料収集(AWSD)
28	2015/4/17	fri		資料整理・解析 資料整理・解析
29	2015/4/18	sat		資料整理・解析 資料整理・解析
30	2015/4/19	sun		資料整理・解析 資料整理・解析
31	2015/4/20	mon		Stretta Vaudetto系統調査 資料収集(WRD)
32	2015/4/21	tue		Stretta Vaudetto系統調査 EEC訪問
33	2015/4/22	wed		Toker系統調査 維持管理の補足調査
34	2015/4/23	thu		Mai Nefhi系統調査 電気施設訪問
35	2015/4/24	fri		配水施設調査 維持管理の補足調査
36	2015/4/25	sat		資料整理・解析 資料整理・解析
37	2015/4/26	sun		資料整理・解析 資料整理・解析
38	2015/4/27	mon		給水状況補足調査 WRD, AWSD 補足調査
39	2015/4/28	tue		給水状況補足調査 WRD, AWSD 補足調査
40	2015/4/29	wed		AWSD事業運営状況補足調査 WRD, AWSD 補足調査
41	2015/4/30	thu		AWSD事業運営状況補足調査 WRD, AWSD 補足調査
42	2015/5/1	fri		資料整理・解析 資料整理・解析
43	2015/5/2	sat		資料整理・解析 資料整理・解析
44	2015/5/3	sun		資料整理・解析 資料整理・解析
45	2015/5/4	mon		ASMARA → ISTANBUL → NARITA

(2) 第二回現地調査

			JICA				コンサルタント団員	
			宮崎明博	大村良樹	大島健介	山上啓介	吉川孝治	田村英久
			団長	水道計画	協力企画①	協力企画②	給水施設/ 運営・維持管理	水道計画/ 送配水計画
1	2015/5/30	sat		NARITA → ISTANBUL →			DAKAR → ISTANBUL →	
2	2015/5/31	sun		→ASMARA 鶴崎氏(JICA専門家)打合せ、団内打合せ				
3	2015/6/1	mon		協議(調査結果説明): 国家開発省、土地・水・環境省、アスマラ上下水道公社、中央州、外務省 団内打合せ				
4	2015/6/2	tue	DAR ES SALAAM → DOHA →	協議: 水資源局、アスマラ上下水道公社 団内打合せ				
5	2015/6/3	wed	→ASMARA	-				
			団内打合せ サイト視察: Stretta Vaudetto and and Tokor Purification plant in Asmara City 協議: 国家開発省、土地・水・環境省、アスマラ上下水道公社、中央州、外務省 協議: 水資源局、アスマラ上下水道公社					
6	2015/6/4	thu	協議(ミニッツ確認): 水資源局、アスマラ上下水道公社 団内打合せ					
7	2015/6/5	fri	ミニッツ署名 鶴崎氏打合せ					
8	2015/6/6	sat	ASMARA → CAIRO → DOHA	ASMARA → CAIRO → ISTANBUL →				
9	2015/6/7	sun	DOHA → NARITA	→ NARITA			ASMARA → ISTANBUL → DAKAR	

1-5 主要面談者

(1) エリトリア側関係者

No.	Institution	Name	Position
1	Ministry of National Development	Dr. Giorgis Tekelemikael	Minister
2	Ministry of National Development	Mr. Solomon Tecele	Senior Expert
3	Ministry of Land, Water and Environment	Mr. Tesfai Ghebreselassie	Minister
4	Ministry of Land, Water and Environment / Water Resource Department	Mr. Mebrahtu Iyassu	Director General
5	Ministry of Land, Water and Environment / Water Resource Department	Mr. Tecele Yemane	Unit Leader, Information service unit
6	Asmara Water Supply and Sewerage Department	Mr. Gebrekidan Gabretsium	Director General
7	Asmara Water Supply and Sewerage Department	Mr. Yohannes Mulu	Unit Leader, Planning and Supervision unit
その他: 付属資料2 参照			

(2) JICA エリトリア

鶴崎 恒雄 援助調整専門家

1-6 調査結果概要

1-6-1 現地調査結果

第一次現地調査において、アスマラ水道の現状と課題に係る以下の事項について調査・検討

した。

- 1) 水道事業実施機関の体制
- 2) 水道事業概要
- 3) 施設概要
- 4) 運営維持管理状況、水質管理状況
- 5) 水需要予測及び需給バランス
- 6) 施設稼働の前提条件確認（水源、電力供給）
- 7) 施設整備に係る支援可能性の検討
- 8) 運営維持管理に係る支援可能性の検討

次に、本要請内容を以下の3つの観点から評価した。

- 1) 施設稼働の前提条件1（水源量が十分か）
- 2) 施設稼働の前提条件2（電力事情が改善されるか）
- 3) 施設建設後の維持管理の持続性（人的資源投入、スペアパーツが確保されるか）

その結果、現時点では本協力が無償資金協力事業としての妥当性、持続性を有しているとは言い難いと評価された。

#### 1-6-2 先方との協議結果

##### (1) 第一次現地調査結果報告

第1次現地調査の結果、及びそれに基づくアスマラ市水道の抱える課題を先方に提示し、その内容についてエリトリア側の合意を得た。その結果を **Minutes of Discussion (MD)** の **Annex-1** としてまとめた。

##### (2) 協力準備調査（概略設計）について

要請案件を実施しても効果の発現及び施設の持続性は望めず、現時点では要請された案件の概略設計に進むことはできないことをエリトリア側に説明した。

加えて、要請案件の実現よりも、既存施設の適切な維持管理がエリトリア側の優先事項であることを説明し、エリトリア側の合意を得た。

##### (3) 今後の日本の支援可能性について

調査団は既存施設の適切な維持管理のために、施設状況、運転状況にかかる情報管理を優先すべきこと、及びそれについて JICA は技術協力による支援を検討できることを説明した。

協議結果を MD の Annex-2 としてまとめ、それに基づきエリトリア側が JICA に技術協力を要請する可能性があることを確認した。そして、技術協力を今年度に要請する場合、エリトリア側は 2015 年 7 月末までに日本政府へ要請書を提出する必要があることを確認した。

## 第2章 要請の確認

### 2-1 要請の背景と経緯

#### 2-1-1 要請の背景と経緯

エリトリア国は 1993 年の独立後も周辺国との断続的な武力紛争等により厳しい社会経済状況にある。人口約 40 万人の首都アスマラにおいては水道施設の整備が増大する水需要に追い付いておらず、また既存施設の老朽化等により給水対象地域の水需要の約 30% しか供給できていない状況にある。

このような状況のもと 2006 年、エリトリア政府はアフリカ開発銀行の資金協力により首都アスマラの水道整備に係るフィージビリティ調査（以下、FS）を実施した。2007 年には FS にて選定された優先プロジェクトについての詳細設計調査（DD）が実施された。しかしその後の施設建設にかかる資金協力は実施されないままとなっていた。

2010 年、JICA はアスマラ市の水道の現状についての調査を行い、上記施設の建設のために我が国無償資金協力を要請することについてエリトリア政府と協議した。その結果エリトリア政府は 2013 年 8 月に無償資金協力の要請を正式に日本国政府に提出した。

#### 2-1-2 要請の内容

本要請プロジェクトはアスマラ市の給水状況、事業運営を改善し、安全・安定な水供給がなされるようになることを目的としている。

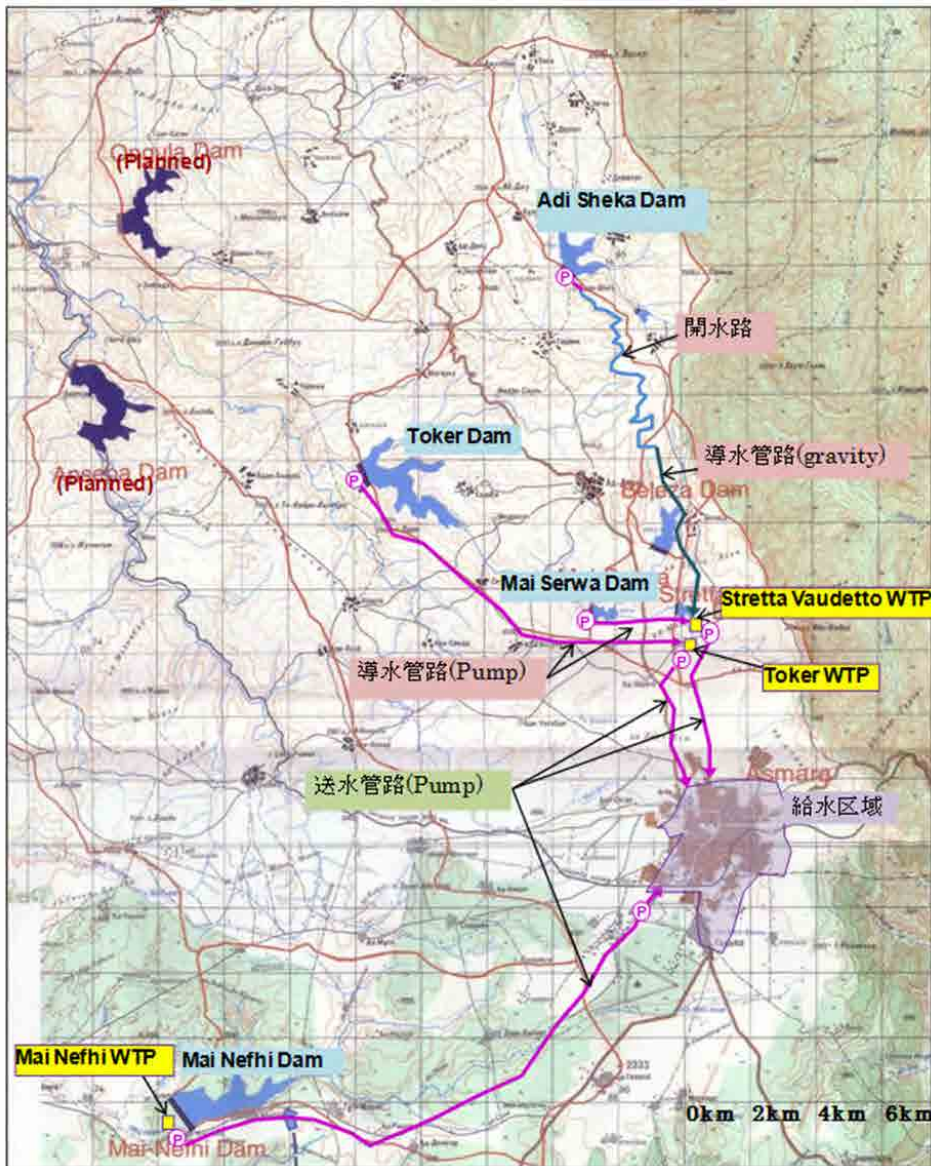
アスマラ市の水道施設は図 2-1-1 に示すようにダム湖を水源としており、市近郊の 3 箇所の浄水場から市内給水区域に送水されている。要請内容を浄水場系統ごとに整理したものを表 2-1-1 に示す。なお、着色部は本準備調査開始時の協議（2015 年 3 月）において先方から優先度を置きたいとの意向を示されたコンポーネントである。

表 2-1-1 要請内容

施設	要請内容 (Aug. 2013)
<b>Stretta Vaudetto 浄水場系統</b>	
Mai Serwa ダムからの導水施設	取水ポンプ設備更新 (Q=200m <sup>3</sup> /h, H=61m) 既存導水管路 AC 管 (D300, L=2.7km) を PVC 管&DCI 管 (DN300, L=2.7km) に更新
Stretta Vaudetto ダムからの導水施設	取水ポンプ設備更新 水中ポンプ (Q=180m <sup>3</sup> /h, H=23m) x 2 台
Stretta Vaudetto 浄水場	既存浄水場の改修 (8,000m <sup>3</sup> /day), 新設(15,000 m <sup>3</sup> /day)
Stretta Vaudetto 浄水場の送水ポンプ施設	既存の(300m <sup>3</sup> /hr x 3 台)を (380 m <sup>3</sup> /hr H=93m x 4 台)に更新
<b>Toker 浄水場系統</b>	
<b>Mai Nefhi 浄水場系統</b>	
Mai Nefhi 浄水場から Sembel ポンプ場までの送水管路	既存管(D500, L=16km)に隣接して D600 の DCI パイプを敷設し、既存管は廃止。

市内配水施設	
ポンプ施設	Mai Chehot PS の更新 (Q=200m <sup>3</sup> /hr H=85m) × 2 台 Denden PS の更新 (Q=170m <sup>3</sup> /hr H=50m) × 2 台
配水池	Monopolio Reservoir (300m <sup>3</sup> × 2) : 改修, Tseterat Reservoir (500m <sup>3</sup> × 2) : 改修, Haz Haz Reservoir (500m <sup>3</sup> × 2) : 改修 New Arbate Asmara Reservoir (500m <sup>3</sup> × 2=1000m <sup>3</sup> ) : 新設 Cherkos Reservoir (500m <sup>3</sup> × 2= 1000m <sup>3</sup> ) : 新設
配水本管	配水本管敷設 PVC DN300 (OD318) L=13km, PVC DN250 (OD267) L= 7km, PVC DN200 (OD216) L=17.3km, DCI DN150 L=3.3km
配水支管	配水支管及び各戸給水管 (量水器 10,000 個含む) の資機材供与 PVC DN150 (OD160) - PVC DN50 (OD63)

出典：調査団



出典：調査団

図 2-1-1 アスマラ水道の施設概要

## 2-2 エリトリア国における給水分野の現状

### 2-2-1 水道分野の関連機関

エリトリア国の対外援助窓口は国家開発省（Ministry of National Development）であり、水道事業の監督官庁は土地・水・環境省 水資源局である。事業実施は各州もしくはその傘下の都市の上下水道局が担っている。表 2-2-1 に各関連機関の役割を示す。

表 2-2-1 水道分野の関連機関

政府機関	役割
国家開発省	対外援助窓口
土地・水・環境省 水資源局	水道政策立案、監督 基準作成、各事業体への技術支援
各州（地方自治省）の上下水道局 もしくはその傘下の都市の水道局	水道事業の計画、施設建設 水道事業運営

出典：調査団

アスマラ市の水道事業は中央州（Zoba Maekel）の上下水道局（Asmara Water Supply and Sewerage Department：AWSD）が担っている。

### 2-2-2 水道分野の関連法制度、基準

エリトリア国での水資源、水供給に関する法令・基準等は以下のものがある。

#### (1) 水基本法（2010年）

2010年に水基本法（The Eritrean Water Proclamation No.162/2010）が施行された。この法律の概要は下記の通り。

##### 1) 目的

- ・ 水資源の保全と保護
- ・ 水資源に係る調査の組織化
- ・ 統合的水資源管理・開発及び適切な水利用の促進
- ・ 統合的水資源管理の原則に基づく適切な法的枠組みの設定
- ・ 水資源の保全と保護及び適切な利用についての理解の促進
- ・ 公平な水資源の開発・管理・利用

##### 2) 主要な条項

- ・ 全ての水資源は国民の共有財産であり、政府がそれを適切に管理する。
- ・ 全ての国民はこの法律に基づき水利権を有することが出来る。
- ・ 生活水の確保は他の全ての用途に優先する。
- ・ 水利用をするには水利用許可（有効期限 10 年）を取得する必要がある。
- ・ 廃水の放流には許可が必要。
- ・ 水利用許可には環境影響評価の承認が必要。
- ・ 水資源管理は土地・水・環境省が担当省庁である。
- ・ 政府は水資源管理のための調査・研究を行う。
- ・ 政府は国家水資源計画を策定する。

- ・ 政府は水資源の保全・水質汚濁防止を行う。
- ・ 水質汚染の禁止。
- ・ 政府は水質基準を策定する。
- ・ 政府は水利用料を徴収する。
- ・ 政府は市民の清浄・安全な水アクセスのための施策を講ずる。
- ・ 水資源管理業務に従事するコンサルタント、コントラクターは登録が必要。

(2) 水資源政策（2008年）

土地・水・環境省 水資源局は 2008 年に水資源に関する政策 (Eritrean Water Resources Policy) を策定している。この文書は、

- 水資源ポテンシャルの適切な評価とその最大化、と
- 水資源の効率的・公平・適切・持続的な利用

を最終目的として、

- 水資源の評価、開発、保全、配分、利用、
- 災害管理
- 水資源制度
- 資金メカニズム

に関する基本的考え方を示したものであり、2010年の水基本法制定の元になっている。

(3) 飲料水水質ガイドライン（案）（2004年）

土地・水・環境省 水資源局は 2004 年に飲料水水質ガイドライン（案）を作成した。このガイドライン（案）は基本的に WHO の飲料水水質ガイドラインに基づいている。

このガイドラインでは以下に示す A, B, C, D の 4 段階の評価基準がある。

Group A: Water with an excellent quality.

Group B: Water with good quality.

Group C: Water with low health risk.

Group D: Water with a higher risk or water unsuitable for human consumption.

Group A が最も厳しい基準である。中央州では飲料水は Group B の基準以上を満たさなければならないことになっている。検査項目のうち 1 つでも Group B の基準を満たさない場合、その水は Group C と評価される。もし検査した水が Group D と評価された場合、早急に対策を検討することが求められている。

2-2-3 水道セクターの上位計画

(1) 国家開発計画

エリトリア国では 2014 年 7 月に国家開発省が国家開発 5 年計画 (2014-2018) を作成した。本計画では 1) 農業（食糧増産）、2) 漁業、3) インフラ（道路、港湾、空港、ダム等）、4) エネルギー、5) 交通・通信、6) 土地・水資源・環境、7) 保健、8) 教育の各セクターにつ



いての 2014 年－2018 年の開発計画が示されている。

土地・水資源・環境の水資源セクターにおいては以下の 10 の目標が掲げられている。

- ① 水資源賦存量の把握能力向上
- ② 表流水及び地下水保全に係る調査実施
- ③ 洪水及び渇水の早期警戒システムの構築
- ④ 国家水需給バランス調査の実施
- ⑤ 持続的な水資源開発・利用
- ⑥ 水資源汚染の防止
- ⑦ 水資源配分の適正化
- ⑧ 水資源情報システムの強化
- ⑨ 水資源管理・規制の強化
- ⑩ 水資源管理に係る能力向上

水道セクターに関しては上記⑤において、「都市および地方において生活用水の供給を 4% 向上させる」「農業、工業及び他産業への用水供給を 5% 向上させる」との目標が掲げられている。

本事業はこの国家目標の一環として位置づけられる。

## (2) 統合水資源管理のための行動計画（土地・水・環境省 水資源局）

土地・水・環境省 水資源局は 2009 年に統合水資源管理のための行動計画（2009-2017）を策定している。この行動計画では国全体の水資源管理能力を向上させるために以下の 7 分野での行動計画が示されている。

- ① 水資源の評価、開発、及び保全
- ② 水資源の配分と利用
- ③ 災害管理
- ④ 事業実施及び資金メカニズム
- ⑤ 調査研究及び情報交換
- ⑥ 流域管理計画
- ⑦ ジェンダー改善

本事業に関連する事項として、①水資源の評価、開発、及び保全の分野における「水質管理の基準策定、水質管理機器の整備」及び②水資源の配分と利用の分野における「水道施設機器の基準策定と水利用計画策定にかかる能力向上」、等がある。

本事業はこれらの行動計画目標の達成に資するものとして位置づけられる。

## (3) 国家水供給行動計画（土地・水・環境省 水資源局）

土地・水・環境省 水資源局は 2012 年に国家水供給行動計画（2013-2017）を策定している。この行動計画において 2011 年時点のエリトリア国での安全な水へのアクセス可能な人口は表 2-2-2 のように示されている。

表 2-2-2 エリトリア国での安全な水へのアクセス可能人口

州	人口		%
	安全な水へのアクセス人口	総人口	
Anseba	307,389	434,994	71
Debub	560,380	794,538	71
Gash Barka	506,035	735,977	69
Maekel	611,470	625,667	98
S.K.Bahri	265,339	374,086	71
D.K.Bahri	51,703	70,343	74
計	2,302,316	3,035,605	76

出典：国家水供給行動計画（土地・水・環境省 水資源局, 2012年）

本行動計画では、「国民に清浄で安全な水を適切に（都市部：40 l/c/d、地方部：20l/c/d）供給する」ことを最終目標として、計画期間に表 2-2-3 に示す給水施設建設を行うことになっている。

表 2-2-3 国家水供給行動計画（2013-2017）の予算

	新規給水施設建設	給水施設修復	計
対象人口	674,953	430,837	1,105,790
事業費	2,422 百万 Nakfa	743 百万 Nakfa	3,165 百万 Nakfa

出典：国家水供給行動計画（土地・水・環境省 水資源局, 2012年）

この行動計画により新たに67万人の人が1日20リットルの安全な水へのアクセスが可能となる予定である。

本事業はこの行動計画とは直接の関係は無いが、アスマラ市において98%の人が1日40 l/c/dの安全な水にアクセスしているとは言えない現状を鑑みると、本事業はこの行動計画の最終目標達成のための一環として位置づけられる。

#### 2-2-4 他援助機関の動向

エリトリア国の水分野では UNICEF が長年援助を行っている。現在（2013年-2016年）行っている事業はエリトリア全6州における村落給水施設建設事業である。4年間で約40カ所のソーラーポンプ給水施設を建設（現時点で11カ所完成、25カ所建設中）する予定である。また約40村落でハンドポンプ付浅井戸の改修・消毒及び雨水貯留施設建設等も行っている。

ソーラーポンプ給水施設1カ所当りの施設概要は以下のとおり。

計画給水人口：約1,000人

施設構成： 井戸、ソーラーポンプ、送水管、配水池、配水管、共同水栓

建設コスト： 約200,000 - 250,000 USD

#### 2-2-5 我が国による援助

エリトリア国では過去に我国無償資金協力による給水プロジェクトが1件「デブ州地方都市給水計画（A国債）（詳細設計：平成18年度、建設工事：平成19-21年度）供与限度額15.75億円」実施された。本事業はデブ州の4都市において井戸を水源とする給水施設建設事業である。各都市での工事内容は表2-2-4の通り。

表 2-2-4 デブ州地方都市給水計画の工事内容

	デバルワ	マイディマ	デケムハレ	アディケイ
計画給水量	1,370m <sup>3</sup> /日	550m <sup>3</sup> /日	1,800m <sup>3</sup> /日	2,420m <sup>3</sup> /日
井戸建設	6 箇所	9 箇所	-	4 箇所
井戸ポンプ施設	10 箇所	10 箇所	8 箇所	11 箇所
送水管路	14,800m	12,400m	23,040m	19,790m
中継ポンプ施設	-	-	-	1 箇所
配水池	500m <sup>3</sup> , 50m <sup>3</sup>	300m <sup>3</sup>	1,100m <sup>3</sup>	700m <sup>3</sup> , 50m <sup>3</sup>
配水管路	9,834m	5,681m	13,800m	1,091m
給水施設 (共同水栓)	4 箇所	9 箇所	10 箇所	6 箇所

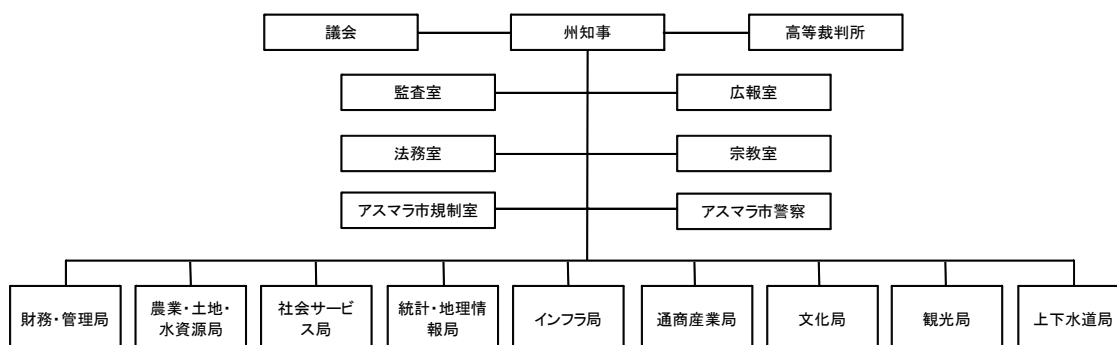
出典：調査団

## 2-3 アスマラ市水道の現状と課題

### 2-3-1 アスマラ市の水道事業実施機関

#### (1) アスマラ市上下水道局 (AWSD)

本事業の実施機関は中央州アスマラ市上下水道公社 (AWSD) である。中央州には 9 つの局 (Department) があり、AWSD はその一つである。図 2-3-1 に中央州政府の組織図を示す。



出典：中央州政府 (Job Description)

図 2-3-1 中央州政府の組織図

#### (2) アスマラ市上下水道局 (AWSD) の実施体制

##### 1) 組織・人員

AWSD は表 2-3-1 に示すように、水道部、総務・財務部、下水道部の 3 つの部から構成されている。

表 2-3-1 AWSD 内の部署とその役割

部署	役割
上下水道局長	上下水道事業の運営管理、計画立案・執行、州知事への報告
水道部	水道事業の計画立案・執行、水道施設の運営管理、水道施設の維持管理、新規接続、上下水道局長への報告
配水課	配水コントロールの計画・実行
接続工事・維持管理課	漏水監視等、管路維持管理状態の監視、各戸給水設備の修理・新規工事の実施
ダム・浄水課	施設運転・維持管理の計画・実施
設計・監理課	新規接続工事、施設改良工事等の設計・監理
総務・財務部	上下水道事業運営の計画立案・実行、資機材の在庫管理、財務管理、顧客管理、料金徴収管理、上下水道局長への報告、州政府財務・管理局への報告
財務課	収支管理、給与管理、月次財務報告、料金徴収管理
人事課	人事管理、研修、アーカイブ
庶務課	局内庶務、給水車運転
顧客サービス課	給水申込み受付け、苦情受付、新規接続工事費見積、給水車管理、料金水量調定、新規接続工事に係る局内調整
資材管理課	資機材の在庫管理
下水道部	下水道事業の計画立案・執行、下水道施設の維持管理、上下水道局長への報告

出典：質問票回答及び AWSD ヒアリング

AWSD の組織図を図 2-3-2 に示す。

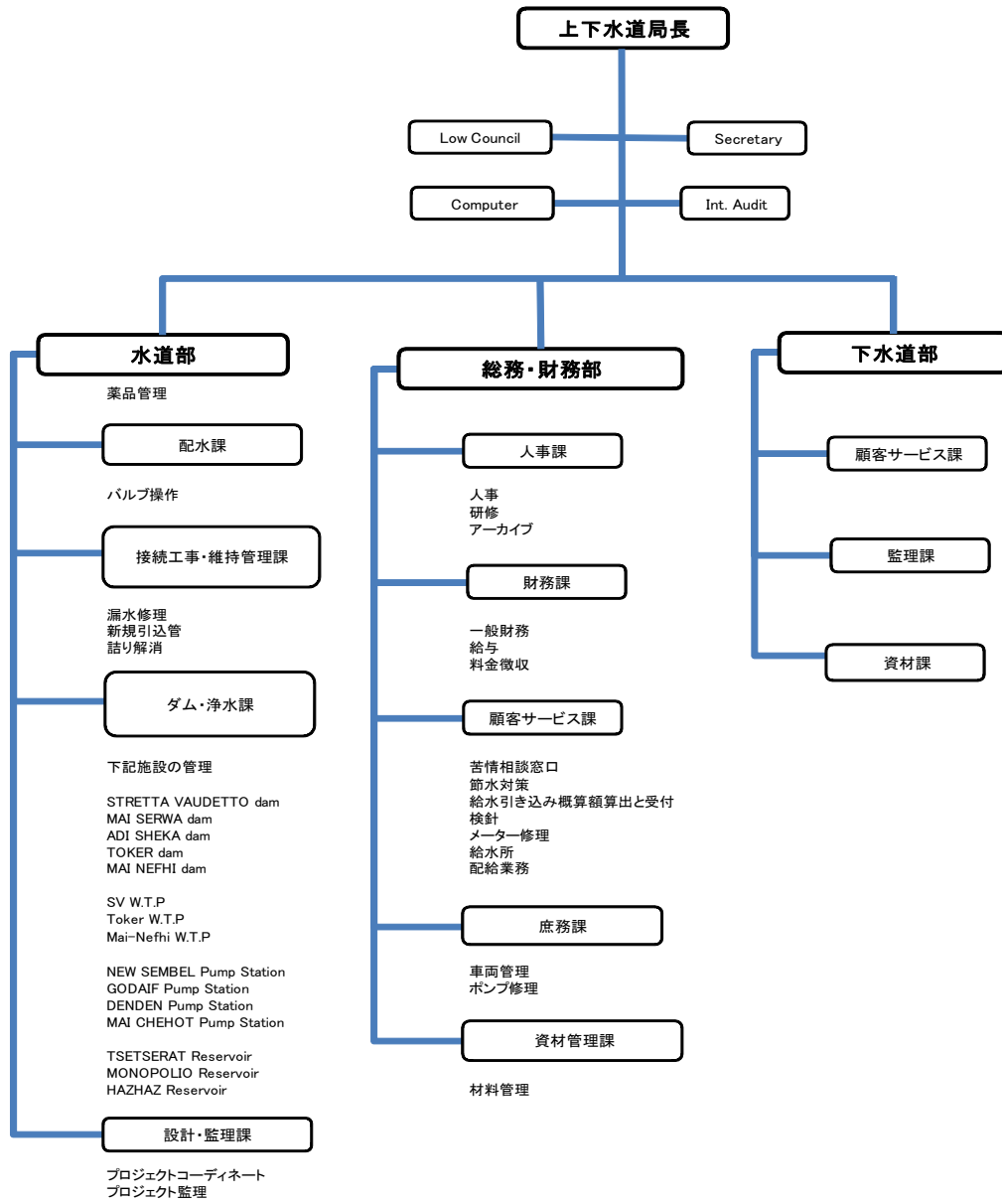


図 2-3-2 AWSD 組織図

各部の人員を表 2-3-2 に示す。

表 2-3-2 AWSD 各部の人員

部署	プロパー社員	契約社員	ナショナルサービス	計
局長室	1			1
水道部	55	129	74	258
総務・財務部	35	46	63	144
下水道部	7	9	18	34
計	98	184	155	437

出典：質問票回答

上記職員数（下水道部を除く 403 人）を 2014 年末の給水接続件数 35,483 件で割ると、1,000 接続数当り職員数は 11.4 人となる。この数は通常は 5 人程度が理想とされているが、AWSD の場合、

- 「ナショナルサービス」の職員は無給に近い待遇のため、出勤しない者が多く、実質的な職員数としてはカウントし難い。仮にナショナルサービスの職員数を控除した場合、1,000 接続数当り職員数は 7.7 人となる。
- AWSD は全ての業務・作業を上記職員自らが行っており、外部委託等は一切行っていない。

これらを考えると職員が過剰とは言えず、むしろ人員不足であると言える。

AWSD が毎年 Zoba に提出する年次報告書には、「AWSD には施設の維持管理に関する人員が不足しているが給料が安いとかなかなか人を採用することが出来ない」と記載されている。

各部署に配置されている専門学校以上の学歴を有する職員数は表 2-3-3 の通りである。

表 2-3-3 AWSD の専門学校以上の学歴を有する職員数

学歴	局長室	水道部	総務・財務部	下水道部
エンジニア（大卒）		1		
エンジニア（高等専門学校卒）		1		1
アシスタントエンジニア（専門学校卒）		2		1
事務職（大卒）			1	
会計職（大卒）			2	

出典：質問票回答

技術系職員のうち、専門学校以上の学歴の者は 6 人（水道関係は 4 人）であり、40 万人の給水人口を有する水道事業者としては全く不十分であると言える。また 2006 年 FS 時の担当技術者が退職・国外移住するなど、人材の流出も深刻である。

2) 保有機材

AWSD の保有する機材は表 2-3-4 に示す 4 台のみである。

表 2-3-4 AWSD の保有機材

機材	形式/仕様	台数
クレーン付トラック	Renualt (France)	1
バックホウ	Lulong (China)	1
ダンプトラック	Fiat 110 (Italy)	1
4WD	Toyota Hilux 4WD	1

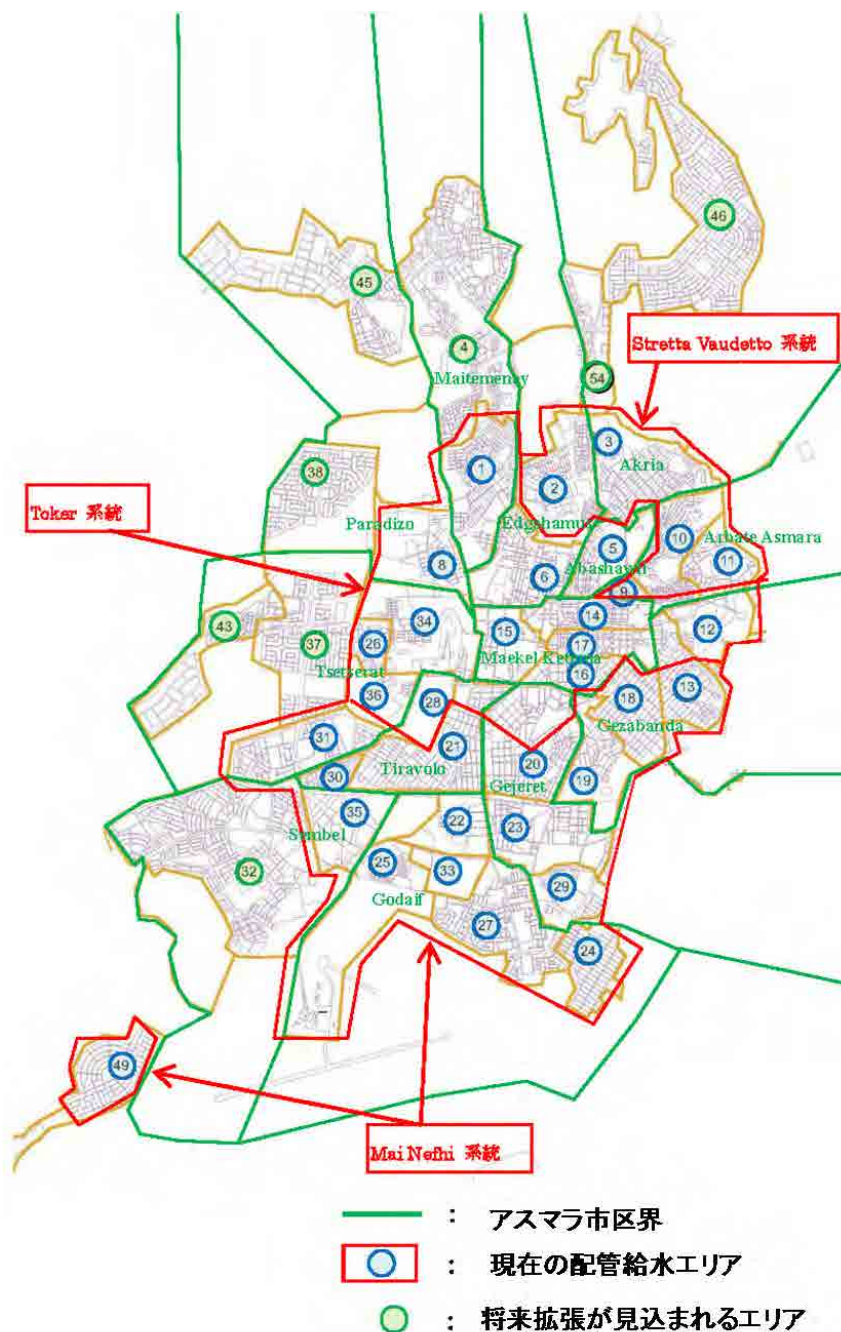
出典：質問票回答

上記のように、通常の維持管理業務に要する機材の台数が不足している。また AWSD は近年頻発している MaiNefhi 送水管路（鋼管）の補修に必要な溶接機を保有しておらず、必要に応じて国営建設会社等から借りており、機動的な維持管理作業は困難な状況である。

2-3-2 水道事業の概要

(1) 給水区域及び区域内人口

AWSD は基本的にアスマラ市 13 区を給水区域とし、3 カ所の浄水場から給水区域内への配管給水及び水道未接続家庭向け民間給水車への水道水販売を行っている。アスマラ市の市区界および配管給水エリアを下図に示す。



出典：2006 年 FS 資料、中央州政府資料をもとに調査団作成

図 2-3-3 AWSD の配管給水エリア

アスマラ市 13 区の最新の人口調査結果は表 2-3-5 のとおりである。

表 2-3-5 アスマラ市の人口

Sub-Zoba	2008 Census	2015 Census	Annual growth rate
1. Paradiso	29,442	32,457	1.0140
2. Maitemenai	24,482	24,257	0.9987
3. Edaga Hamus	32,179	34,016	1.0080
4. Akiria	51,182	55,057	1.0105
5. Abazhawl	40,342	40,957	1.0022
6. Arbate Asmara	35,197	34,484	0.9971
7. Tsetserat	19,851	22,532	1.0183
8. Maekel Ketema	21,312	21,868	1.0037
9. Tiravolo	20,955	21,260	1.0021
10. Geza banda	36,306	36,092	0.9992
11. Sembel	16,861	20,076	1.0252
12. Godaif	43,280	44,645	1.0044
13. Gejeret	39,487	39,728	1.0009
	<b>410,876</b>	<b>427,429</b>	<b>1.0057</b>

出典：中央州政府資料

2015 年のアスマラ市 13 区の人口は 427,429 人である。アスマラ市区界は北部、東部の山岳地帯も含まれているが、そこには殆ど人は居住していないので、アスマラ市 13 区の全人口を給水区域内の人口とみなす。また、市外であるが Daero Paulos 地区（アスマラ国際空港の近く）が例外的に MaiNefhi 送水管から分岐して配管給水（但し週 3 日）を受けている。すなわち、給水区域人口は上記 427,429 人と市外 Daero Paulos 地区の人口 6,900 人とを合わせて約 434,329 人である。

また、市外の西部及び南部の 9 村落（人口約 44,000 人）の一部の人が AWSD 水道水を民間給水車より購入している。

現在、図 2-3-3 の赤線で囲ったエリア（約 30km<sup>2</sup>）に配水管路が敷設されており、将来はその外（緑色の丸印のエリア）にも拡張される予定である。

## (2) 給水状況

AWSD の 2014 年の給水状況を表 2-3-6 に示す。なお、配管給水の料金水量はその期間に料金支払があった水量であり、その期間の消費水量ではない。



表 2-3-6 AWSD の給水状況 (2014 年)

	単位	2014 年	備考
1. 給水区域人口	人	434,329	427,429 + 6,900
2. 給水区域内 給水人口		409,329	434,329 - 25,000
配管給水による給水人口	人	339,472	409,329 - 69,857
給水車による給水人口 (給水区域内)	人	69,857	$339,971 \times (3/4) \times 1000/365/10$
3. 給水区域外給水車給水人口	人	23,286	$339,971 \times (1/4) \times 1000/365/10$
4. 給水接続件数	件	35,483	
家庭用	件	29,722	質問票回答による
業務用	件	5,761	同上
5. 料金水量	m <sup>3</sup> /year	2,611,509	7,155 m <sup>3</sup> /day
配管給水 (家庭用)	m <sup>3</sup> /year	1,552,317	質問票回答による
配管給水 (業務用)	m <sup>3</sup> /year	519,144	同上
給水車への販売水量 (家庭用)	m <sup>3</sup> /year	339,971	年次報告記載
給水車への販売水量 (業務用)	m <sup>3</sup> /year	200,077	同上
6. 浄水量 (浄水場からの送水量)	m <sup>3</sup> /year	6,659,541	18,245 m <sup>3</sup> /day
Stretta Vaudetto WTP	m <sup>3</sup> /year	756,575	年次報告に記載
Toker WTP	m <sup>3</sup> /year	2,740,396	年次報告に記載
Mai Nefhi WTP	m <sup>3</sup> /year	3,162,570	年次報告に記載
7. 無収水率 ((6. -5.)/6.) × 100	%	61	

出典：中央州政府資料 (人口)、質問票回答、AWSD 年次報告書等をもとに調査団作成

上表についての説明を以下に記載する。

1) 各人口について

a) 給水区域人口

上記のように、給水区域人口はアスマラ市 13 区 427,429 人と市外 Daero Paulos 地区 6,900 人とを合わせて 434,329 人である。

b) 給水区域内給水人口

水資源局 (Water Resources Department : WRD) は最近の AWSD の給水量の減少に伴い、地下水利用人口が増えてきていると推定している。2014 年に WRD が行った井戸インベントリー調査によると、アスマラ市 13 区には 550 カ所以上の井戸 (多くは水道普及前に掘られた浅井戸) があり、他人に水を販売している井戸は 30 箇所程度、そのうちバレル (200 lit) で販売できる水量があるのは 20 箇所程度である。そうした井戸では 1 日最大 20m<sup>3</sup> 位は揚水しているないしはできることが確認されている。ただし、多くは飲用には適さないことも確認されている。

従ってアスマラ市内で井戸から生活用水として供給できる水量は最大で  $20 \times 20m^3 = 400m^3$ /日であり、1 人 10 lit とすると最大約 4 万人の生活用水を賄うことができることになる。

しかし AWSD によると水質の問題から、各戸給水栓の共同利用や給水車給水を利用することによって住民は極力 AWSD からの給水に頼っており、井戸水は主に補完的に利用されているとのことである。従ってここでは AWSD 給水以外の水のみで生活している人は最大 2.5 万人位と推定する。すなわち、給水区域内給水人口は 434,329 人 - 25,000 人 = 409,329 人 (94%) と推定する。

なお、AWS D 水道水もしくは自家所有井戸水を RO 膜等により処理した水を製造・販売している業者がアスマラ市内に 7 社ほど存在しており、1 社当りの生産能力は約  $30\text{m}^3/\text{日}$  で、全体で約  $210\text{m}^3/\text{製造日}$  (1 日平均  $150\text{m}^3$ ) ( $1.5\text{ l/c/d}$  とすると 10 万人分) の飲料水が製造・販売されている。

c) 給水車による給水人口

以下により、給水区域内及び給水区域外の給水車給水人口を推定した。

- 給水車への販売水量 (家庭用) :  $339,971\text{ m}^3/\text{year}$  のうち、 $3/4$  がアスマラ市内 (給水区域) 向けの給水車であり、 $1/4$  が周辺村落 (給水区域外) 向けの給水車である (AWS D からの情報)。
- 給水車給水の 1 人 1 日給水量を  $10\text{ l/c/d}$  と推定 (現地ヒアリング)

従って、

- 給水区域内の給水車給水人口は  $339,971 \times (3/4) \times 1000 / 365\text{ 日} / 10\text{ (l/c/d)} = 69,857\text{ 人}$
- 給水区域外の給水車給水人口は  $339,971 \times (1/4) \times 1000 / 365\text{ 日} / 10\text{ (l/c/d)} = 23,286\text{ 人}$

d) 配管給水による給水人口

2014 年の配管給水による給水人口は、給水区域内給水人口 409,329 - 給水区域内の給水車給水人口 69,857 = 339,472 人 (約 34 万人) と推定される。

なお、上記給水区域内給水車給水人口 69,857 人のうち、配管接続されているものの給水不良のため給水車からの給水を受けている人数は約 1 万人 [Akria 地区、Arbate Asmara 地区、Gezabanda 地区 (Mai Chohot)、Godaif 地区 (Kawhata) の住民の約 1 割 : AWS D による] である。すなわち、潜在的な配管給水人口は合計約 35 万人 (約 34 万人 + 約 1 万人) である。この配管給水人口 (35 万人) を家庭用給水接続件数 (29,722) で割ると、1 件当たり 11.8 人 (2-3 世帯) となる。この値は AWS D からの情報、現地の人からの情報とも整合している。

2) 給水量について

a) 1 日平均給水量、1 日最大給水量

2014 年の 1 日平均給水量は  $7,155\text{ m}^3/\text{day}$  であった。

給水量の変動に係るデータとしては、2013 年の月別の送水量のデータがある。それによると、5 月の送水量は年間平均の 1.26 倍となっている。ただし現状の厳しい給水制限下ではこの変動は供給サイドの要因 (水源量、電気事情) によるものであり、需要変動によるものではない。

b) 1 人 1 日平均給水量

2014 年の配管給水 (家庭用) の料金水量  $1,552,317\text{m}^3/\text{year}$  を配管給水による給水人口 339,472 人で割ると、1 人 1 日平均給水量は  $12.5\text{ l/c/d}$  となる。これは首都としては極めて低い数値である。

水道メータの老朽化等により、料金水量は実際の給水量より低く算定されている可能性が高い。

3) 無収水率

料金水量及び浄水場からの送水量から算定される無収水率は61%となる。後述する時間給水により、配水管路に常時水が満たされていない状態では無収水率に占める漏水率の割合はそれほど大きくないと考えられる。

浄水場からの送水量は Stretta Vaudetto (S.V) 浄水場と Mai Nefhi Tokor 浄水場からの送水量は送水ポンプの運転時間による推計値であり、Toker 浄水場からの送水量は電磁流量計による積算値である。送水ポンプの能力低下や電磁流量計の誤差等により、送水量は実際の送水量より過大に算定されている可能性が高い。

(3) 制限給水の状況

AWSDは現在の限られた供給量を公平に配分するため、給水区域を表 2-3-7 に示す 25 の配水ゾーンに分けて制限給水をしている。各ゾーンへの給水日は1カ月のうち4 - 10 日であり、1日の給水時間は約半日である。(Sembel ポンプ場からは1日16時間)。

表 2-3-7 配水ゾーン

ゾーン番号	地区名	配水日数
<b>Toker 浄水場配水区</b>		
1	Maitemenai, Edaga Hamus, Vilaggio, Adi segdo, Paradizo, Embagaliano	5日間
2	Abashawl+shuk, Around Saint Mary Church	3日間
3	Center Town (Marcato)	3日間
4	Taba ( Cinema Roma + muagna)	3日間
5	Monopolio + Mufti	3日間
6	Denden Camp (Algien + Tsetserat)	3日間
7	Alformaio	3日間
8	Around San Francesco Church	3日間
1 サイクル = 26 日		
<b>Stretta Vaudetto 浄水場配水区</b>		
9	Haz HAz, Mihram Chira, Viya Jida	3日間
10	Akria (Left, Right)	3日間
11	Akria (Saint Gabriel church), Edaga Arbi	3日間
12	Around 2nd Police Station (Hadish Adi), Geza Brhanu (Geza Banda Habesha)	3日間
13	Arbaete Asmara, Debozito	3日間
1 サイクル = 15 日		
<b>Mai Nefhi 浄水場配水区</b>		
Mai Nefhi WTP – Sembel PS 送水管の途中から分岐による配水		
14	Daero Paulos	週に3日配水
Sembel PS、Godaif PS を経ての配水		
15	Kehawta	6日間
16	Geza Banda (Adis Alem)	6日間
17	Mai Chihot	6日間
1 サイクル = 18 日		

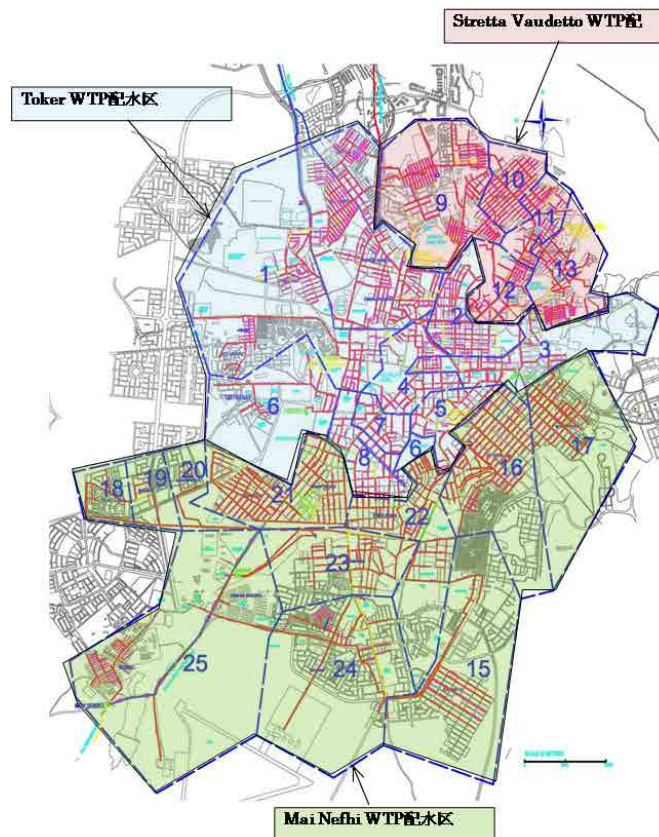
Sembel PS からの配水		
18	Space, Enda Germen	3日間
19	Enda Shewit, Michael Tedros	2日間
20	Jekaranda, Space 1	4日間
21	Tiravolo, Campopolo	3日間
22	Around Asmara Brewery, Around Enda Kisha	3日間
23	Barjima, Gejeret, Around Enda Nora (Lime Factory)	4日間
24	Godaif	3日間
25	Sembel+Dembe Sembel	毎日
1 サイクル = 22日		

出典：AWSD

例えば、ゾーン 9 の地区に配水する日はゾーン 10-13 への流入口のバルブは閉鎖される。ゾーン 9 への配水を 3 日間続けると次はゾーン 10 へ移る。次にゾーン 9 への配水があるのは 12 日後となる。ゾーン 9 の住民の話では、配水日が来ると皆一斉に蛇口を開けるため、1 日目、2 日目は標高の低い地域に水が流れ、高台の地域に水が来るのは 3 日目のみとのことである。各家庭は貯水槽等に水を貯めている。

このような状況であるから、ゾーン 1, 5, 6 にある配水池 (Haz Haz, Tsetserat, Monopolio) は本来の機能はしておらず、配水日の最終日にわずかに水が流入し、周辺地域の住民の貯水槽として機能している。

配水ゾーン区分を図 2-3-4 に示す。



出典：AWSD

図 2-3-4 配水ゾーン区分

(4) 事業運営状況

1) AWSD 年次報告書の記載事項

AWSD は毎年、中央州政府 (Administration of Zoba Maekel) に年次報告書 (Tigrinya 語) を提出している。記載事項は表 2-3-8 のとおりである。

表 2-3-8 AWSD 年次報告書の記載事項

項目	内容	備考
A. 実施した工事	給水接続、量水器交換、管路修理	いずれも箇所数の記載のみ
B. 浄水量及び薬品使用料	各浄水場からの月ごとの送水量	2014 年は年間合計量のみ記載
	各浄水場での月ごとの硫酸アルミ、塩素ガスの消費量 (kg)	2014 年は年間合計量のみ記載
C. Toker 導水ポンプ場	月別の導水量とディーゼル消費量	2013 年のみ記載
D. 職員数	部署別の職員数	
E. 給水車への販売	給水車のオーナー (AWSD、政府、民間、軍) ごとへの販売水量と金額	民間給水車への販売代金は 1.5Nakfa/m <sup>3</sup> である。住民への販売代金は 45Nakfa/m <sup>3</sup> が上限と規定されている。
F. 接続件数の増減	期初と期末の接続件数	2013 年のみ記載
G. 資機材使用量 (金額)	AWSD の倉庫から出庫して使用した資機材を用途別 (送配水施設維持管理、給水管接続、給水車維持管理、浄水場運転維持管理、他) に金額ベースで記載	
H. 年間収支	2013 年は 11 月まで、2014 年は 6 月までのものが記載	

出典：年次報告書をもとに調査団作成

以下に 2013 年度と 2014 年度の報告書の内容を記す。

a) 実施した工事

AWSD が 2013 年、2014 年に行った工事は表 2-3-9 の通りである。

表 2-3-9 AWSD が実施した工事

内容	2013 年	2014 年
給水管接続工事	93 件	16 件
量水器交換	99 件	91 件
老朽 GI 管の PVC 管への敷設替え工事	207 箇所	108 箇所
漏水修理	782 箇所	422 箇所

出典：AWSD 年次報告書

これらの工事は AWSD 職員自らが行っている。なお、AWSD は下水管路敷設工事も行っているが、こちらは地元建設会社に委託している。下水道工事に必要な費用は裨益住民が負担している。

b) 浄水量 (浄水場からの送水量) 及び薬品使用量

各浄水場からの送水量及び消費した薬品量を表 2-3-10、表 2-3-11 に示す。

表 2-3-10 各浄水場からの送水量及び薬品消費量 (2013年)

浄水場	送水量 (m <sup>3</sup> )	硫酸アルミニウム (kg)	塩素ガス (kg)
Stretta Vaudetto 浄水場	1,126,855	30,900	2,373
Toker 浄水場	3,929,120	91,072	6,869
Mai Nefhi 浄水場	3,654,972	51,000	19,470

出典：AWSD 年次報告書

表 2-3-11 各浄水場からの送水量及び薬品消費量 (2014年)

浄水場	送水量 (m <sup>3</sup> )	硫酸アルミニウム (kg)	塩素ガス (kg)
Stretta Vaudetto 浄水場	756,575	15,100	1,413
Toker 浄水場	2,740,396	80,500	5,450
Mai Nefhi 浄水場	3,162,570	51,600	15,760

出典：AWSD 年次報告書

c) Toker 導水ポンプ所からの導水量とディーゼル消費量

2013年のToker 導水ポンプ所からの導水量とディーゼル消費量を表 2-3-12に示す。2014年報告書にはこの項目は記載なし。

表 2-3-12 Toker 導水ポンプ所からの導水量及びディーゼル消費量 (2013年)

導水量 (m <sup>3</sup> )	ディーゼル消費量 (litter)
4,178,520	949,900

出典：AWSD 年次報告書

d) 職員数

年次報告書には部署ごとの職員数が記載されている。記載内容は表 2-3-2の通り。

e) 給水車への販売水量

給水車のオーナー (AWSD、政府、民間、軍) ごとへの販売水量と金額が記載されている。各年の実績は表 2-3-13の通り。

表 2-3-13 給水車への販売水量・金額

給水車オーナー	2013年		2014年	
	販売水量 (m <sup>3</sup> )	販売金額 (Nakfa)	販売水量 (m <sup>3</sup> )	販売金額 (Nakfa)
AWSD	54,126	1,539,015	42,528	1,698,203
政府機関	121,882	2,316,480	106,356	1,359,232
軍	46,684	562,374	51,443	617,304
民間所有	640,584	960,449	339,971	509,581
計	863,276	5,378,319	540,048	4,184,132

出典：AWSD 年次報告書

各給水車の配水先は下記の通り。

- AWSD の給水車 : 病院、大使館、重要な政府施設等  
 政府機関の給水車 : 政府施設等  
 軍の給水車 : 軍施設  
 民間の給水車 : アスマラ市内及び周辺の配管給水を受けていない住民、あるいは水量不足で十分な供給を受けられない住民

民間給水車への販売代金は 1.5Nakfa/m<sup>3</sup> である。住民への販売代金は 45Nakfa/m<sup>3</sup> が上限と規定されている。

f) 給水接続件数の増減

2013 年の報告書には期初 (2013 年 1 月) : 33,609 件、期末 (正確には 2013 年 11 月) : 33,923 件である旨が記載されている。

g) 資機材使用量 (金額)

各年度に AWSD の倉庫から出庫した資機材 (金額ベース) は表 2-3-14 の通りである。

表 2-3-14 AWSD の倉庫から出庫した資機材 (金額ベース)

用途	2013 年度		2014 年度	
	金額 (Nakfa)	%	金額 (Nakfa)	%
送配水施設維持管理	724,384	5.0	596,404	2.8
給水管接続	516,632	3.5	7,780,779	36.3
給水車維持管理	213,871	1.5	680,341	3.2
浄水場運転維持管理	12,020,205	83.0	12,061,006	56.2
他	995,680	6.9	324,625	1.5
計	14,470,775	100.0	21,443,157	100.0

出典 : AWSD 年次報告書

2014 年は給水管接続工事用の資機材を多く出庫した。これは既存配水管敷設地区の 16 件の接続工事に加え、新規に配水管を敷設した Daero Paulos 地区で 960 件の給水管接続工事を行ったことによる。

h) 年間収支

年次報告には 2013 年は 11 月まで、2014 年は 6 月までのものが記載されている。1 年分の数値は質問票にて回答を得た。

2) AWSD の年間収支

AWSD の 2012 年-2014 年の年間収支を表 2-3-15 に示す。

表 2-3-15 AWSD の年間収支

収入	2012 年		2013 年		2014 年	
	(Thousand Nakfa)	%	(Thousand Nakfa)	%	(Thousand Nakfa)	%
水道料金収入 (家庭用)	17,971	35	23,154	31	20,693	24
水道料金収入 (業務用)	21,175	41	12,678	17	11,665	14
給水車への販売収入	5,017	10	5,377	7	4,183	5
その他 (接続工事収入、延滞金等)	7,388	14	33,608	45	44,744	52
補助金等	0	0	37	0	4,449	5
計	51,551	100	74,854	100	85,734	100
支出	(Thousand Nakfa)	%	(Thousand Nakfa)	%	(Thousand Nakfa)	%
人件費	6,726	12	6,891	16	6,113	11
電力費	15,387	29	8,069	19	7,286	14
Tokor 導水ポンプ運転燃料費	24,941	46	17,287	40	16,977	32
AWSD 給水車燃料費	861	2	1,158	3	1,039	2
薬品費	266	0.5	1,244	3	1,252	2
給水接続工事費	1,119	2	3,585	8	13,265	25
メンテナンス、修理費	4,054	8	2,462	6	3,888	7
他	579	0.5	2,304	5	3,835	7
計	53,963	100	43,000	100	53,655	100

出典：質問票回答、2012 年分は 2014 年の事前調査報告書

2013 年と 2014 年の収入では料金収入に加えて、接続工事収入及び延滞金が多くを占めている。これが 2013 年と 2014 年は収入が支出を大きく上回った原因である旨が年次報告書に記載されている。また 2014 年は新規に配水管を敷設した Daero Paulos 地区で 960 件の新規給水管接続工事を実施したため、接続工事収入が増えたとともに、接続工事の支出も増加している。

年間支出では Tokor 導水ポンプ所の燃料費（ディーゼルエンジンポンプを使用）が支出の多くを占めており、このポンプを電動ポンプにすることが望まれている。

なお AWSD に 2015 年の予算について質問したが、州政府より承認されるまでは開示できないとの返答であった。

### 3) 料金徴収

AWSD の料金表を表 2-3-16 に示す。この料金は 2003 年 11 月より改定されていない。

表 2-3-16 AWSD の料金表

Tariff	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Commerce
Meter rent	50	40	30	50
Unit price by m <sup>3</sup>				
1-10 m <sup>3</sup>	5	4	3	15
10-20 m <sup>3</sup>	7.5	5	4	20
20-30 m <sup>3</sup>	10	7.5	5	20
30-50 m <sup>3</sup>	15	10	7.5	20
> 50	20	15	10	20

出典：AWSD



AWSDによると、基本的に全ての給水管にメータを設置しているとのことである。

水道料金は3カ月以内に1回、顧客が使用水量を申告し、料金をAWSDの窓口で支払うことになっている。4カ月以上支払いをしない場合延滞料金が発生し、7カ月以上支払いが無い場合は給水停止される。

2003年から現在までにエリトリアの物価は5倍以上になっており（IMF World Economic Outlook Database）、料金の改定が必要となっている。

#### 4) AWSDの掲げる長期目標・戦略

AWSDは毎年、長期的な目標・戦略を掲げた文書を作成している。その2014年度版に記されている水道関連の目標・戦略は表2-3-17の通り。

表 2-3-17 AWSDの長期目標

目標	戦略
1. 給水量の増加、水質改善 1.1 日給水量を61,000m <sup>3</sup> /dayにする 1.2 浄水水質をGroup BからGroup Aに向上させる	・調査の実施 ・新規ダム・新規浄水場建設 ・既存施設の改修・拡張 ・人員増強
2. 職員の能力強化 2.1 職員の25%を40歳以下にする 2.2 熟練技術者の数を15%増やす	・給与レベルの引き上げ ・新規職員採用 ・職員の研修 ・新規器具工具の購入
3. 事務処理能力の強化 3.1 料金納入所を4カ所に増やす 3.2 情報処理システムの導入	・料金納入所を4カ所設置 ・検針部署を新設 ・情報処理システムの構築 ・水道メータの交換 ・GISシステムの導入

出典：AWSD

AWSDは上記のような目標・戦略を掲げてはいるものの、その実現のための具体的な計画は有していない。AWSDは質・量ともに不足している職員が毎日の顧客からの給水不良に関する苦情処理に追われており、とても長期的な計画立案をする余裕はないと見受けられる。

また、AWSDカウンターパートからのヒアリングではAWSDは以下事項を経営上の重要課題として認識している。

- 職員の増強、若返り（給与レベルの引き上げ）
- 給水接続材料、スペアパーツの円滑な調達（政府による外貨割り当て）
- 建設機械、車両の増強
- Toker 導水ポンプの電化による燃料費削減

ASWDの抱える問題点・課題については次節以降に記載する。

2-3-3 水道施設の概要

(1) 施設構成

アスマラ市の水道施設は図 2-3-5 に示すようにダム湖を水源としており、3つの浄水場系統（S.V、Toker、Mai Nefhi 各浄水場系統）から市内給水区域に送水されている。

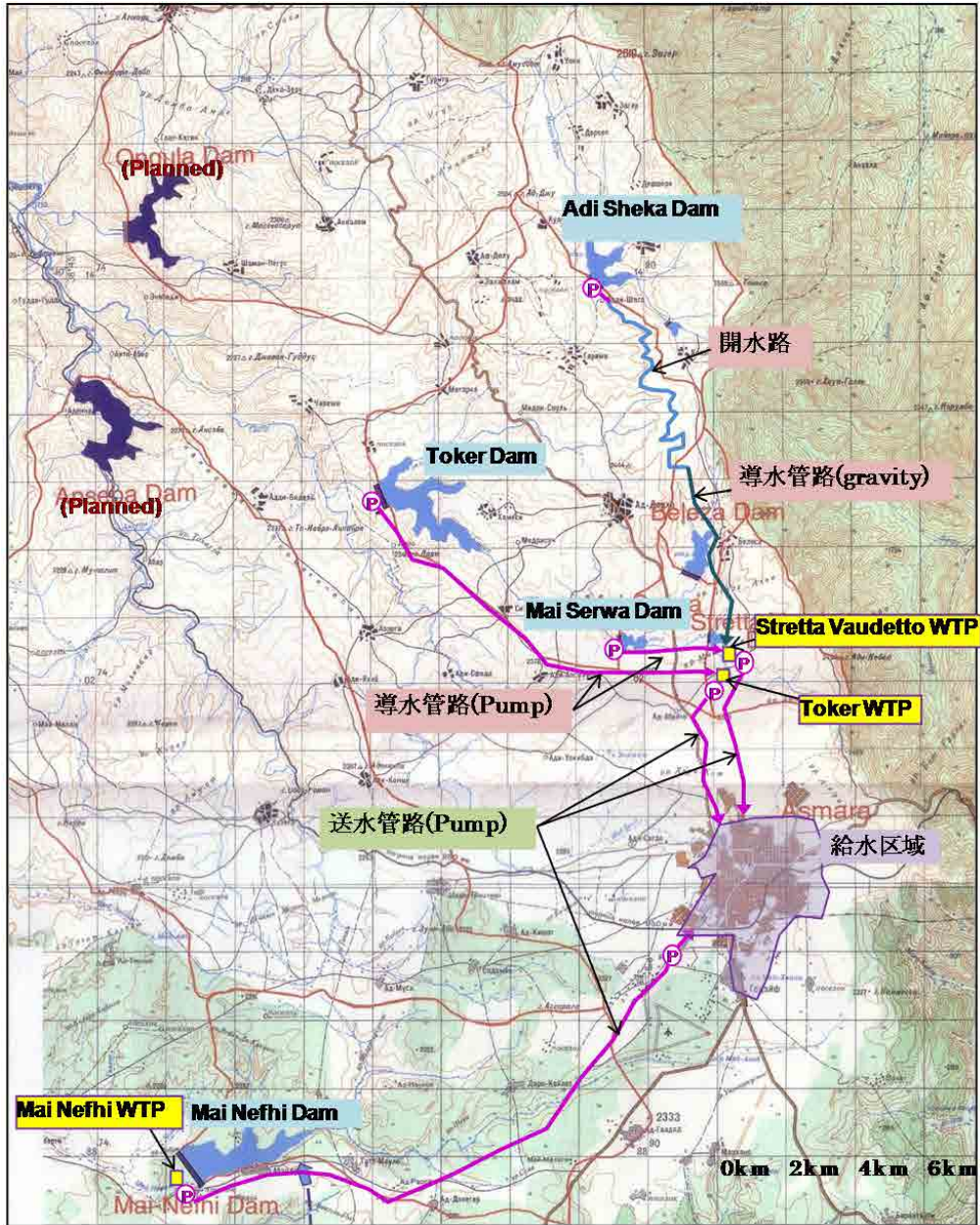
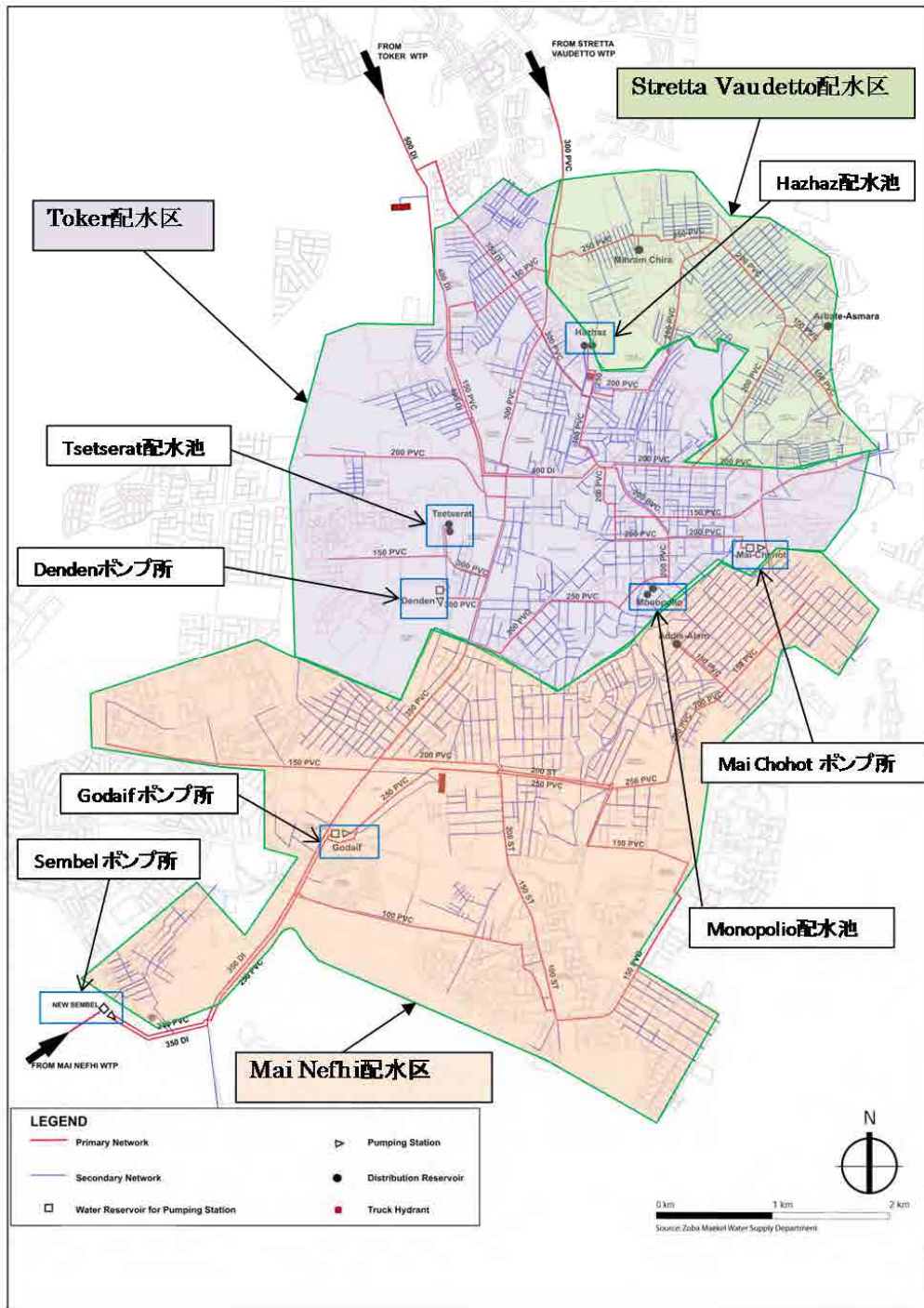


図 2-3-5 アスマラ水道の施設構成

市内配水設備の配置状況は図 2-3-6 に示す通りである。市東北部を S.V 浄水場系統、市西北部を Toker 浄水場系統、市南部を Mai Nefhi 浄水場系統がそれぞれ受け持っている。



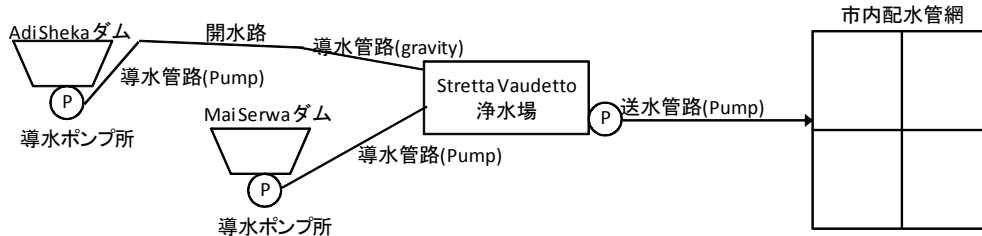
出典：FS 報告書の図に調査団加筆

図 2-3-6 市内配水施設の配置

現在 AWSD は制限給水を行っており、給水区域の需要を満たせていない。以下に浄水場系統ごとに各施設の現状と問題点を記載する。1) 施設稼働の前提である水源施設（ダム湖）、2) 基幹施設である浄水場、そして 3) 取水及び導送配水施設の順に記載する。

(2) Stretta Vaudetto (S.V) 浄水場系統

S.V 浄水場系統は図 2-3-7 に示すように Adi Sheka ダムと Mai Serwa ダムを水源としている。当初は浄水場隣の Stretta Vaudetto ダムにも取水設備があったが、現在はダム天端に仮設ポンプを設置し、必要に応じて取水している。



出典：調査団

図 2-3-7 Stretta Vaudetto 浄水場系統の施設構成

1) 水源施設

S.V 浄水場系統の各ダムの諸元を表 2-3-18 に示す。

現在 AWSD が取水しているダムは、Adi Sheka ダム、Mai Serwa ダム、S.V ダムである。Valle Gneccchi、Ela Nahib ダムは、取水管の泥詰り、取水できる水量が多くないこと、ダム近隣の農業及び生活水等に使用されていることから取水されていない。また、Beleza ダムは EEC から AWSD に水利用の権利が移行された模様だが、現在も火力発電の冷却水として利用されている。

アースダムの 3 ダム (Valle Gneccchi、Ela Nahib、Adi Sheka) においては、下流側の堤体底部からの浸透水が見受けられる。しかし、致命的な量の浸透水があるとは言えず、また、明確な浸透水の流線がないため問題はないと考えられる。

重力式コンクリートダムの内、S.V ダム左岸下部の岩盤との継ぎ目から 0.1l/秒程度の漏水が見受けられ、今後とも監視が必要である。

どのダムも堆積土が多く、排泥管の詰りが発生している。また、過去に一度も堆積土の除去作業を実施していない。特に顕著なのは S.V ダムで総貯水量の 61% が堆積土にて占められていると推定する。

また、どのダムも建設年が古く、かつ図面が紛失しており実際の総貯水量が正確なのか判断できない。今後、ダム堤体と正確な貯水量を把握するため、ダム湖の測量を実施して図面を作成することが必要である。

表 2-3-18 S.V 浄水場系統の各ダムの諸元

項目	Mai Serwa	Adi Sheka	S.V	Valle Gneccchi	Ela Nahib	Beleza	
	内容	内容	内容	内容	内容	内容	
現在のAWS Dでの利用状況	利用	利用	利用	未使用	未使用	EECで利用	
将来のAWS Dでの利用予定	利用予定	利用予定	利用予定	利用予定	利用予定	利用予定	
設計図書の有無	無	無	絵的な平面図	無	無	平面図のみ	
河川名	Anseba川水系	Anseba川水系Tokar川	Anseba川水系	Anseba川水系	Anseba川水系	Anseba川水系	
用途目的	飲料水	飲料水	飲料水	飲料水であったが現在は家畜と農業と生活水	飲料水であったが現在は家畜と農業と生活水	電力(AWS Dに移管されたが、EECで火力発電の冷却水として使用中で取水は不可能)	
構造形式	重力式コンクリート(非越流式)	アースフィル(上流側表面ロック、下流側は土)	重力式コンクリート(越流型)	アースフィル(上流側表面ロック、下流側は土)	アースフィル(上流側表面ロック、下流側は土)	重力式コンクリート(非越流式)	
建設年	1960年	1938年	1941年	1940年	1941年	1953年	
設計・施工	不明(イタリア統治時代)	不明(イタリア統治時代)	不明(イタリア統治時代)	不明(イタリア統治時代)	不明(イタリア統治時代)	イタリア(SEDAO)	
資金源	不明	不明(イタリア統治時代) 旧水力発電の水として使用された 模様	不明(イタリア統治時代)	不明(イタリア統治時代) 旧水力発電の水として使用された 模様	不明(イタリア統治時代) 旧水力発電の水として使用された 模様	不明	
ダム堤体	堤体長	約125m	約390m	約55m	約200m	約170m	約138m
	堤体高	約20m	約25m	約25m	約15m	約15m	約25m
	天端幅	推定 約3.5m	約3.2m	3.5m	3m	3m	推定 約4.5m
	底辺幅	推定 約18m	推定 約153m	推定 約18m	推定 約48m	推定 約33m	推定 約44m
	堤体積	推定 約7,500m <sup>3</sup>	推定 約250,000m <sup>3</sup>	推定 約4,300m <sup>3</sup>	推定 約25,000m <sup>3</sup>	推定 約15,000m <sup>3</sup>	推定 約28,000m <sup>3</sup>
ダム付属施設	取水管	φ150mmの泥吐き管から取水 ダム湖内に縦型取水管から2本の φ200mm取水管のバルブ故障で使用 不能。	堤体埋設管φ400mm	堤体上部に設置した仮設のポンプ 旧取水塔使用不能。旧ダム下流取 水ポンプ使用不能。	堤体埋設管φ150mm	堤体埋設管φ200mm	多段式取水塔(?段) (EEC管理で視察の許可なし)
	洪水吐き	新洪水吐は堤体外(幅10m、深さ 3m) 2009年頃、旧洪水吐の下流側が崩 壊したため、緊急的に設置する。 新洪水吐はAsmara Flowerの近くに 流れ込むため大洪水時は被害が及 ぶ可能性がある。	洪水吐：天端から2m下 幅50m 水路：天端から3m下 幅3m	堤体内 幅16.5m、深さ3m	堤体外 幅2m、深度1m	堤体外 Valle Gneccchiへの水路 兼 洪水吐 W=5m Depth 1.5m	堤体外 天端から1.3m下 幅12m
	泥吐き排水管	4つのφ150mm泥詰り使用不能 1つは取水管として利用	φ300mmがあるが、放流した経緯な し。	5つのφ150mmが泥詰り使用不能	不明	不明	不明
	放流管	排泥管で利用可能	排泥管で利用可能	排泥管を利用したいが使用不能	不明	不明	不明
集水面積	約8.8km <sup>2</sup>	約37.3km <sup>2</sup>	約8.6km <sup>2</sup>	約3.0km <sup>2</sup>	約4.3km <sup>2</sup>	約6.1km <sup>2</sup>	
湛水面積	推定 約0.18km <sup>2</sup>	推定 約0.36km <sup>2</sup>	推定 約0.13km <sup>2</sup>	推定 約0.08km <sup>2</sup>	推定 約0.15km <sup>2</sup>	推定 約0.18km <sup>2</sup>	
総貯水容量	約210万m <sup>3</sup>	約600万m <sup>3</sup>	約32万m <sup>3</sup>	約60万m <sup>3</sup>	約60万m <sup>3</sup>	約120万m <sup>3</sup>	
有効貯水容量	推定 約178.5万m <sup>3</sup>	推定 約405万m <sup>3</sup>	推定 約12.5万m <sup>3</sup>	推定 約49.6万m <sup>3</sup>	推定 約45万m <sup>3</sup>	推定 約102.2万m <sup>3</sup>	
ダム湖の堆積	推定 約31.5万m <sup>3</sup>	推定 約135万m <sup>3</sup>	推定 約19.5万m <sup>3</sup>	推定 約10.4万m <sup>3</sup>	推定 約15万m <sup>3</sup>	推定 約17.8万m <sup>3</sup>	
導水ポンプ動力源	商用電力 ポンプ1台 揚水量 200m <sup>3</sup> /h、揚程75m	商用電力 ポンプ2台 揚水量 450m <sup>3</sup> /h、揚程40.5m	商用電力 ポンプ1台 132kw 揚水 量180m <sup>3</sup> /h、揚程20m	不要(重力式)	不要(重力式)	不明 現在、EECで使用	
予備発電機	無	265KVA イタリア製で故障	無	不要	不要	不明 現在、EECで使用	
導水ポンプの稼働時間	12時間(記録無)	12時間(記録無)	10時間程度(記録無)	不要	不要	不明 現在、EECで使用	
水質	水質データ無 薄緑(2015年3月末)	年一回 WRDが実施している。 エリトリア水質基準値内である。 薄緑(2015年3月末)	年一回 WRDが実施している。 エリトリア水質基準値内である。 薄緑(2015年3月末)	水質データ無 薄緑(2015年3月末)	水質データ無 薄緑(2015年3月末)	水質データ無 薄緑(2015年3月末)	
土地所有権	政府	政府	政府	政府	政府	政府	
構造物の所有	AWS D	AWS D	AWS D	AWS D	AWS D	AWS D	
水利権	AWS D	AWS D	AWS D	AWS D	AWS D	AWS D(EECが使用)	
ダム流域の保全管理	MoA & Zoba Maekel	MoA & Zoba Maekel	MoA & Zoba Maekel	MoA & Zoba Maekel	MoA & Zoba Maekel	MoA & Zoba Maekel	
ダム管理	AWS D	AWS D	AWS D	MoA	AWS D	AWS D	

出典：調査団

2) 浄水施設

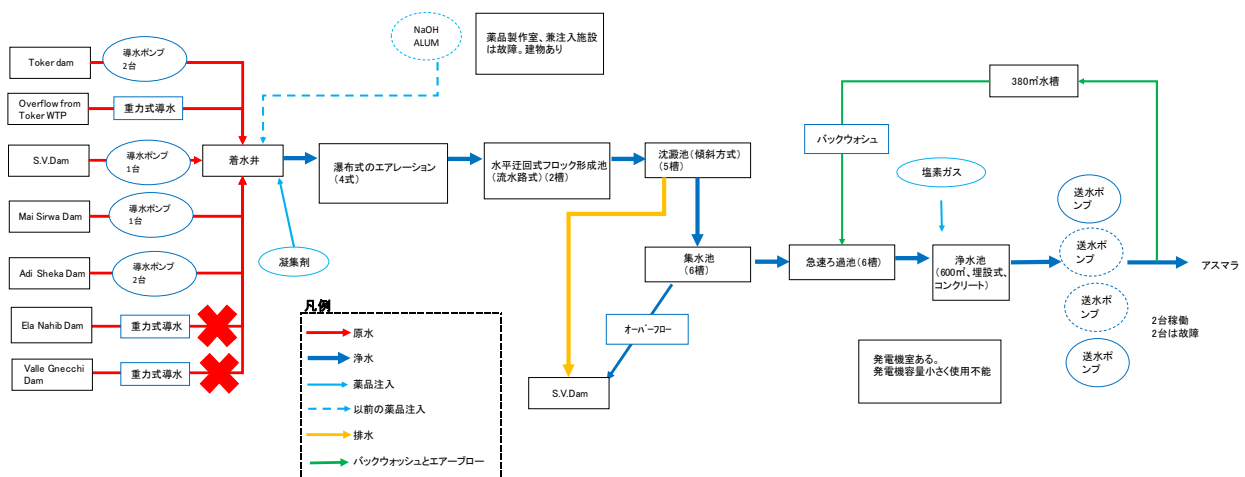
S.V 浄水場の諸元を表 2-3-19 に示す。

表 2-3-19 S.V 浄水場の諸元

項目	内容
設計図書	フロック形成池と沈殿池の平面図だけある。
取水源	現在は主にAdi Sheka, Mai Serwa, S.VダムとToker W.T.Pのオーバーフロー他、緊急用にTokerダム、現在未使用のValle Gneccchi, Ela Nahibダム
建設年	1941年
設計・施工	不明(イタリア統治時代)
資金源	不明(イタリア統治時代)
処理方式	急速ろ過方式
設計処理能力	8,000m <sup>3</sup> /日
電力	商用電力 送水ポンプ500m <sup>3</sup> /時間の4台(内2台故障で破棄)
予備用発電機	230KW 容量小さく、送水ポンプが回せない
稼働時間	10時間 (1台の送水ポンプ)
操作方式	マニュアル操作
凝集剤	ALUM(硫酸アルミニウム)を着水井に直接投入 ALUMの薬品製作は長年故障している。
pH調整剤	現在未使用 LIMEの薬品製作は長年故障している。
塩素	塩素ガスポンプ 塩素注入器を使用せずゴムホースで直接注入 過去に次亜塩素酸の薬品製作をしていた。
その他薬剤	無
流入量と流出量	記録無(流出量はポンプ運転時間で把握) (現在 推定 5,000m <sup>3</sup> /日)
水質(流出口)	年一回 WRDが実施している。 大腸菌が検出されている。
排水処理	SVダムに放流している。
水質管理室	なし
土地所有権	AWSD
建造物の所有権	AWSD
浄水場管理	AWSD

出典：調査団

S.V 浄水場のフローチャートを図 2-3-8 に示す。



出典：調査団

図 2-3-8 S.V 浄水場フローチャート

S.V 浄水場は 1941 年のイタリア統治時代に建設された浄水場で施設全体の老朽化が著しい。下記に現在の状況を示す。

- 流入・流出量を測定するメータがない。
- 薬品製造、注入設備が長年壊れて使用されていないため、ALUM を着水井に直接投入している。そのため水質の濁度に問題がある。
- 塩素注入装置が故障して長年使用されず、塩素ガスを直接ゴムホースで注入している。
- フロック形成池のデフレクターが腐食のため稼働しない。
- 沈殿池の排泥管の勾配が緩やかで、管内に泥が詰り排出できない。また、いくつかの排泥バルブが故障している。
- ろ床上にスラッジの堆積が多いため効果的な逆洗ができていない。そのため、ろ床に亀裂又は穴が開きろ過機能が損なわれている。
- 浄水池では約  $1\text{m}^3$ /時間の漏水が地中に浸透している。
- ろ過・浄水池の建屋で約 5cm 程度の地盤沈下が確認できる。
- ろ過・浄水池の建屋の老朽化が著しい。
- 各バルブの老朽化が著しい。
- Adi Sheka ダムからの導水路は開水路であり雨期には濁流が水路に混入して濁度が高くなるため、雨期の 2 カ月間は、導水ポンプを停止している。
- 送水ポンプの老朽化が著しい。(送水施設参照)
- 停電の影響で、送水ポンプ ( $500\text{m}^3$ /時間) 1 台の 10 時間程度しか稼働できない。(送水施設参照)
- 水質検査で大腸菌、糞便性大腸菌が検出されている。

### 3) 取水及び導送配水施設

各施設の現状と問題点は表 2-3-20 に示す通りである。

表 2-3-20 Stretta Vaudetto 浄水場系統の取水及び導送配水施設の現状と問題点

施設	諸元・状況	問題点
<b>Adi Sheka - Stretta Vaudetto WTP 導水設備</b>		
<b>Adi Sheka 導水ポンプ所</b>		
受水槽	ダム の排砂管よりD700ストレーナを介してポンプに直結。 受水槽なし。ダムのHWL=2,395, LWL=2,362	2台のポンプのうち、1台は制御盤とともに全て交換が必要となっている。また計装設備も更新する必要がある。
ポンプ施設 諸元等	P1: (Q=450m <sup>3</sup> /h, H=40m) 85kW 軸受 P2: (Q=450m <sup>3</sup> /h, H=40m) 85kW ギア部が頻繁に故障。 設置精度に問題ある可能性 圧力ゲージは全て故障。電磁流量計自体はOKだが、記録装置が故障。 取水口のD700ストレーナの空気弁より漏水 受電設備危険	
設置年	2000年にフランス援助でポンプ施設を更新。ポンプ場自体は27年前にダムのリハビリと共に設置	
運転・機能状況	P1のみ通電時(12hr/day)運転 P2は制御盤故障中で運転中止中 発電機は27年前のものが故障したまま放置 運転記録不備	
<b>Adi Sheka 導水ポンプからの管路</b>		
管路	D300 Cast Iron L= 400m	特に無し
<b>Adi Sheka - Beleza 開水路</b>		
コンクリート水路	幅1.5-1.6m 深さ20cm L= 8km EL2426 - EL2410 i = 0.002, n= 0.032 山の中腹に8kmに渡って建設されたコンクリート水路 洪水時には周辺の土砂で埋まる 毎年30人x120日かけて人力で土砂を撤去している。 途中、6カ所のトンネル有(L=150 - 400m) トンネル上部に覆工コンクリートの剥落あり トンネル補修要否の点検が必要だが、危険	Adi Sheka ダムからStretta Vaudetto浄水場への導水施設の前半8kmは山の中腹に建設された開水路となっており、洪水時の土砂流入により毎年2カ月近くは導水がストップする。また途中6カ所のトンネルは老朽化しており、一部天井コンクリートの剥落がある。 これら問題を解決するためには管路に変更する必要がある。
<b>Beleza - Stretta Vaudetto 導水管路</b>		
管路	管路始点 - Belezaダム湖: D300 Cast Iron L= 8km Belezaダム湖 - SV浄水場: D300 L=3km 元はAC管、1kmはDCIIに更新済	また後半11kmのうち2kmに40年以上前に敷設されたアスベスト管が残っており、更新が必要となっている。
<b>Mai Serwa - Stretta Vaudetto WTP 導水設備</b>		
<b>Mai Serwa 導水ポンプ所</b>		
受水槽	ダム の排砂管よりバルブを介して受水槽(50m <sup>3</sup> )に接続 受水槽HWL=2,305, LWL=2,302 バルブより漏水。壁より漏水	Mai SerwaダムからStretta Vaudetto浄水場への導水施設である導水ポンプ施設は老朽化して漏水しており、全面更新が必要となっている。 導水管路は40年以上前に敷設されたアスベスト管であり、更新が必要となっている。
ポンプ施設 諸元等	P1: (Q=200m <sup>3</sup> /h, H=75m) 軸受けより漏水大 老朽化激しい。ゲージも故障 計装設備なし 電気設備危険	
設置年	不明。老朽化激しい	
運転・機能状況	1台のみで通電時に運転	
<b>Mai Serwa 導水ポンプ - Stretta Vaudetto浄水場間の導水管路</b>		
管路	D300 Cast Iron L= 100m 洪水吐け下流部で配管が露出しているところ有り。 D300 AC pipe L= 2,600m	

出典：調査団



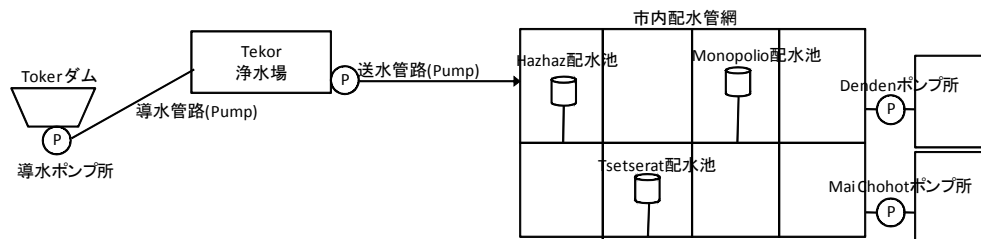
表 2-3-20 (2) Stretta Vaudetto 浄水場系統の取水及び導送配水施設の現状と問題点

施設	諸元・状況	問題点
<b>Stretta Vaudetto WTPからの送水設備</b>		
Stretta Vaudetto 浄水池 浄水池 ポンプ施設 諸元等 設置年 運転・機能状況	<b>浄水池 送水ポンプ</b> ろ過池の下が浄水池となっている。V=600m <sup>3</sup> HWL=2,353, LWL=2,350 バルブより漏水。壁より漏水  P1: (Q=510m <sup>3</sup> /h, H=85m) 200kW 配管はFair, ゲージ故障 P2: (Q=500m <sup>3</sup> /h, H=80m) 200kW 軸部漏水 配管継手漏水、ゲージ故障 計装設備なし 制御盤、受電設備 Fair 1台は最近更新 交互に通電時に運転	送水ポンプ設備は既存浄水場と一体化しているが、非常に老朽化している。(ポンプ1台は最近更新されている)
Stretta Vaudetto 管路	<b>送水ポンプー市内給水区域送水管路</b> D300 PVC L= 5,000m 空気弁3カ所、排水弁1カ所 1997年以降に既存AC管を全面更新	1997年以降に既存AC管を全面更新されているので、当面は問題無い。しかしNew Arbate Asmara Reservoirを新設するためにはそこへの送水管路を新設する必要がある。
<b>市内配水施設</b>		
配水池	使用されていない老朽化した鋼製配水池がある。 錆びが発生し、使用不可。	配水池が無く(古い鋼製配水池は廃止されている)適切な配水が行えない。
配水本管	PVC DN150-DN250 バルブ設備が老朽化	1997年以降にPVC管路に更新されているが、正確なバルブ位置が不明。
配水支管	PVC DN50-150、GI DN20-DN50 バルブ設備が老朽化	老朽GI管が約900m残っている。 バルブ位置が不明

出典：調査団

(3) Toker 浄水場系統

Toker 浄水場系統は図 2-3-9 に示すように Toker ダムを水源としている。



出典：調査団

図 2-3-9 Toker 浄水場系統の施設構成

1) 水源施設

Toker ダムの諸元を表 2-3-21 に示す。

表 2-3-21 Toker ダムの諸元

項目	内容	項目	内容	
現在のAWSでの利用状況	利用	集水面積	約69.6km <sup>2</sup>	
将来のAWSでの利用予定	利用予定	湛水面積	推定 約0.18km <sup>2</sup>	
設計図書	CAD図あり 図書はTechnical Memorandumのみ	総貯水容量	約1,360万m <sup>3</sup>	
河川名	Anseba川水系	有効貯水容量	推定 約42.5万m <sup>3</sup>	
用途目的	飲料水	ダム湖の堆積	推定 約1,257.6万m <sup>3</sup>	
構造形式	重力式コンクリート(越流型)	導水ポンプ動力源	ディーゼルエンジン(CAT) 3400/時×10時間=3400L/日	
建設年	2002年	予備用発電機	15KVの送電線はダム直近まで終了している。 受電装置とポンプモーター交換で使用可能。	
設計・施工	国家予算とソフトローン	導水ポンプの稼働時間	日平均10時間(20:00-6:00)に限定して運転している (導水量990m <sup>3</sup> /時間)	
資金源	韓国業者が受注	水質	年一回 WRDが実施している。 エリトリア水質基準値内である。 薄緑(2015年4月末)	
ダム堤体	堤体長	約240m	土地所有権	政府
	堤体高	約74m	建造物の所有	AWS
	天端幅	約8.2m	水利権	AWS
	底辺幅	約57m	ダム流域の保全管理	MoA & Zoba Maekel
	堤体積	約174,000m <sup>3</sup>	ダム管理	AWS
ダム付属施設	取水管	多段式取水口 □1,050mm取水管 5段		
	洪水吐き	堤体内 幅34m、深さ10m 高低差49m		
	泥吐き排水管	6段目□1,050mm		
	放流管	取水管、排泥管で利用可能		
	ダム水位計	下側の目盛が消えており読み取り不可能		

出典：調査団

Toker ダムは 2002 年に建設された新しい重力式コンクリートダムで、堆積土の排泥も過去に何度か実施された模様である。際立った問題は見受けられない。

2) 浄水施設

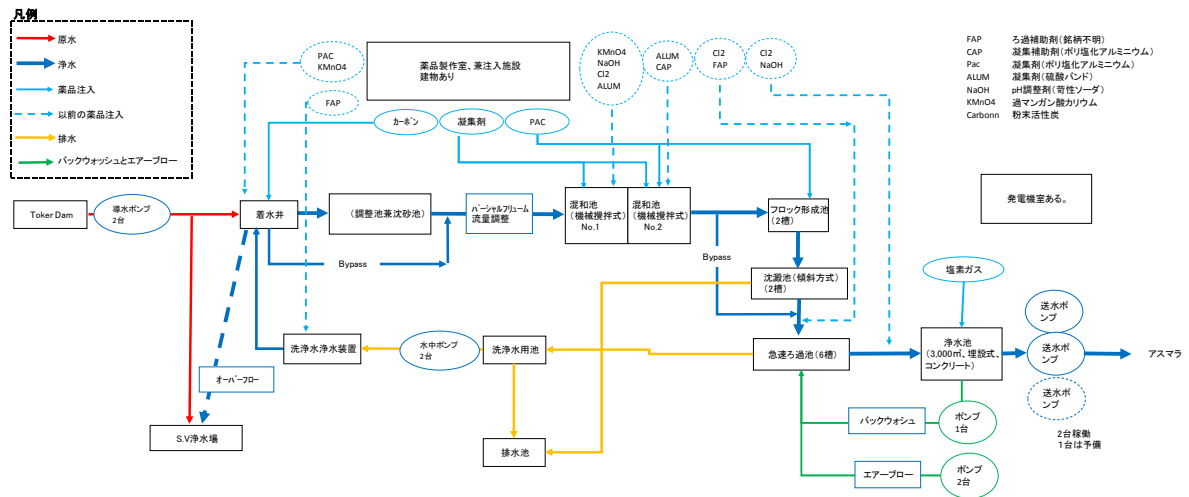
Toker 浄水場の諸元を表 2-3-22 に示す。

表 2-3-22 Toker 浄水場の諸元

項目	内容
設計図書	CADによる主要建造物の構造図がある。 設計打合せ報告書がある。
取水源	Tokerダム
建設年	2002年
設計・施工	南アフリカのBIWATER社(本社は英国)
資金源	クウェートファンドが50%、政府資金が50%
処理方式	急速ろ過方式
設計処理能力	18,000m <sup>3</sup> /日
電力	商用電力 送水ポンプ450m <sup>3</sup> /時間の3台(内1台予備)
予備用発電機	800KVA(600KW)
稼働時間	9時間/日 導水ポンプが9時間だけ稼働する。
操作方式	集中自動制御システムが2007年故障のためマニュアル操作
凝集剤	ALUM(硫酸アルミニウム) 停電時はALUMを攪拌池に直接投入。
pH調整剤	現在未使用 2002年操業時は苛性ソーダを使用していた。
塩素	塩素ガスポンペ 塩素注入器を使用せずゴムホースで直接注入 2007年に次亜塩素酸生成器が故障。
その他薬剤	2002年操業時の在庫の粉末活性炭、PAC、カーボンを使用 2002年操業時はろ過補助剤(銘柄不明)、過マンガン酸カリウム等も使用していた。
流入量と流出量	記録無 (現在 推定 8,000m <sup>3</sup> /日)
水質(流出口)	年一回 WRDが実施 大腸菌が検出されている。
排水処理	排水沈殿池
水質管理室	ジャーテスタ、pH、濁度計、塩素濃度がある。 現在は使用していない。
土地所有権	AWSD
建造物の所有権	AWSD
浄水場管理	AWSD

出典：調査団

Toker 浄水場のフローチャートを図 2-3-10 に示す。



出典：調査団

図 2-3-10 Toker 浄水場フローチャート

Toker 浄水場は 2002 年に建設された中央制御管理システムの浄水場であるが、現在は手動操作となっている。下記に現在の状況を示す。

- 流入・流出量を測定するメータが故障している。
- 中央制御管理システムが壊れたため 2007 年から手動操作となっている。
- 2002 年の運営開始時は、色々な薬品が使用されていたが、現在は ALUM と塩素ガスが主に使用されている。
- 停電の場合、ALUM を混和池に直接投入している。
- 塩素生成器が 2009 年に故障して、塩素ガスを浄水池に直接パイプで注入している。
- 18,000m<sup>3</sup>/日の設計処理能力に対し、9,900m<sup>3</sup>/日（990m<sup>3</sup>/時間 × 10 時間）しか供給されていない。（送水施設参照）
- 水質検査で大腸菌が検出されている。

3) 取水及び導送配水施設

各施設の現状と問題点は表 2-3-23 に示す通りである。

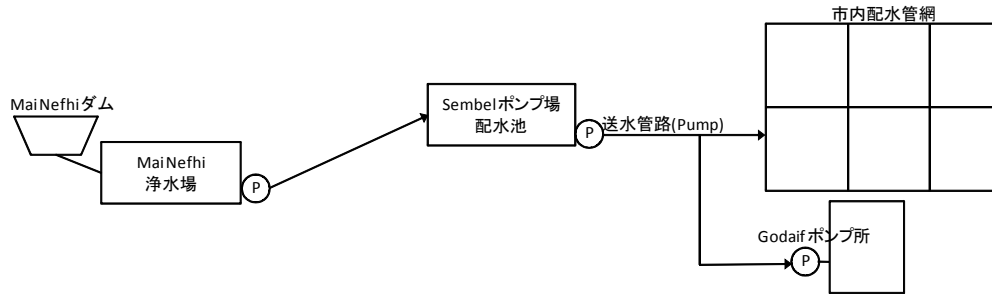
表 2-3-23 Toker 浄水場系統の取水及び導送配水施設の現状と問題点

施設	諸元・状況	問題点
<b>Toker Dam - Tokor WTP 導水設備</b>		
<b>Toker 導水ポンプ所</b>		
受水槽	ダム取水管よりポンプに直結。ダムのHWL=2,210, LWL=2,172	現在、Tokerダムの導水ポンプはディーゼルエンジンポンプであり、ポンプの温度上昇、燃料消費が莫大のため、1日10時間しか運転できない。このため浄水場も1日10時間しか運転できず、計画された浄水量(18,000m <sup>3</sup> /day)を生産することができない。 エリトリア側は電動モーターポンプへの交換の必要性は認識しており、送電線がポンプ所近くまで敷設されているものの、交換時期は未定となっている。
ポンプ施設 諸元等	P1: (Q=990m <sup>3</sup> /h, H=235m) 2000rpm Diesel Engine P2: (Q=990m <sup>3</sup> /h, H=235m) 2000rpm Diesel Engine 圧力ゲージは故障。流量計なし	
設置年 運転・機能状況	2002年 P1を夜間のみ10時間運転 P2は修理中 運転時間とディーゼル使用量のみ記録	
備考	本ポンプを電動モーターポンプと交換するための設計・入札図書作成は2007年にNRCE社(Tokerプロジェクトのコンサルタント)が作成されている。しかしAWSDとNRCE社間のトラブルにより、入札図書はAWSDに引き渡されていない。 この電化工事に必要な工事用道路の新設工事は2010年に国営建設会社BDHO社と契約済(約5000万円)。しかしこの工事の政府内での優先度が低く着工はされていない。 AWSDはこの電化工事は上記工事用道路を含めて総額10億円程度の費用を見込んでいる。	
<b>Toker 導水ポンプ - Toker 浄水場間の導水管路</b>		
管路	D600 DCI L=13km 空気弁15カ所、排水設備14カ所 過去に漏水発生事例あり	特に問題なし
<b>Toker WTPからの送水設備</b>		
<b>Toker WTP 浄水池 送水ポンプ</b>		
浄水池	V=3000m <sup>3</sup> HWL=2384, LWL=2379	特に問題なし
ポンプ施設 諸元等	P1, P2, P3: (Q=450m <sup>3</sup> /h, H=65m) 132kW 電磁流量計作動。制御盤、受電設備、発電機はFair	
設置年 運転・機能状況	2002年 導水ポンプが夜間10時間のみ運転のため浄水場も夜間10時間のみ稼働。送水ポンプはPM10-AM6までの8時間運転。AM6-PM13は市入口(標高低い)給水車給水設備へ重力送水している。その間市内へのバルブは閉じている。	
<b>Toker WTP 浄水池 送水管路</b>		
管路	D500 DCI L= 3,600m 空気弁6カ所、排水弁4カ所 2002年設置	特に問題なし
<b>市内配水施設</b>		
Monopolio配水池	V=300m <sup>3</sup> ×2, HWL=2364, LWL=2360 躯体にひび割れ バルブ、配管は全て錆びて全面交換必要。	現在はいずれも殆ど利用されていない。 配水区域で適切に配水(24時間配水)するには配水池の整備を行う必要がある。既存の3つの配水池は老朽化が激しく、各配管・バルブ等は全て交換する必要があるほか、コンクリート躯体もひび割れ等による漏水が激しく、補修による漏水防止は困難である。またこれら配水池からの配水管路も更新する必要がある。
HazHaz配水池	V=500m <sup>3</sup> ×2, HWL=2366, LWL=2361 躯体にひび割れ。多数の漏水。 バルブ、配管は全て錆びて全面交換必要。	
Tsetserat配水池	V=500m <sup>3</sup> ×2, HWL=2366, LWL=2361 躯体にひび割れ。覆土されているが、漏水有り。 バルブ、配管は全て錆びて全面交換必要。	
Mai Chohotポンプ所 受水槽 ポンプ設備 諸元等	V=500m <sup>3</sup> HWL=2340, LWL=2336 P1: (Q=150m <sup>3</sup> /h, H=30m) 67kW P2: (Q=200m <sup>3</sup> /h, H=80m) 90kW P1は老朽化しており更新が必要 ゲージ、計装設備は故障。制御盤、受電設備 Fair	
運転・機能状況	通電時のみ運転	内面のリハビリが必要 2台のポンプのうち1台は最近更新されたが、1台の老朽化が激しい。ゲージ、計装設備は故障している。バルブ設備、配管が老朽化しており、更新が必要。
Dendenポンプ所 受水槽 ポンプ設備 諸元等	V=3000m <sup>3</sup> HWL=2351, LWL=2347 P1: 諸元不明 ゲージ、計装設備は故障 制御盤、受電設備は非常に危険な状態 通電時のみ運転	限られた地区(旧米軍キャンプ)への配水用であり、優先度は低い バルブ設備、配管が老朽化している。
配水本管	PVC DN150-DN300 バルブ設備が老朽化	1997年以降にPVC管路に更新されている。 バルブの位置を示す図面が無い。 新規開発区域への配水本管延伸が必要。
配水支管	PVC DN50-150, GI DN20-DN50 バルブ設備が老朽化	老朽GI管が約1100m残っている。 バルブ位置が不明

出典：調査団

(4) Mai Nefhi 浄水場系統

Mai Nefhi 浄水場系統は図 2-3-1 1 に示すように Mai Nefhir ダムを水源としている。ダム直下の浄水場よりポンプで 16km 離れた New Sembel ポンプ場の 3000m<sup>3</sup> 配水池に送水され、そこから市内給水区域にポンプ配水している。



出典：調査団

図 2-3-1 1 Mai Nefhi 浄水場系統の施設構成

1) 水源施設

Mai Nefhi ダムの諸元を表 2-3-2 4 に示す。

表 2-3-2 4 Mai Nefhi ダムの諸元

項目	内容	項目	内容	
現在のAWSDでの利用状況	利用	集水面積	94.5km <sup>2</sup>	
将来のAWSDでの利用予定	利用予定	湛水面積	推定 約0.8km <sup>2</sup>	
設計図書	絵的な平面図	総貯水容量	2,600万m <sup>3</sup>	
河川名	Mereb川水系Nefhi川	有効貯水容量	推定 約 2391.2万m <sup>3</sup>	
用途目的	飲料水	ダム湖の堆積	推定 約 208.8万m <sup>3</sup>	
構造形式	重力式コンクリート(非越流式)	導水ポンプ動力源	不要(重力式)	
建設年	1968年	予備用発電機	不要	
設計・施工	不明	導水ポンプの稼働時間	不要(送水ポンプの稼働時間18時間)	
資金源	不明	水質	年一回 WRDが実施している。エリトリア水質基準値内である。薄緑(2015年5月末)	
ダム堤体	堤体長	約220m	土地所有権	政府
	堤体高	約35m	構造物の所有	AWSD
	天端幅	6.5m	水利権	AWSD
	底辺幅	約30m	ダム流域の保安全管理	MoA & Zoba Maekel
	堤体積	推定 約38,000m <sup>3</sup>	ダム管理	AWSD
ダム付属施設	取水管	多段式取水口(5段)φ500mm2本 下段2段が泥詰りで使用不能		
	洪水吐き	堤体外(幅10m、深さ3m)		
	泥吐き排水管	5つのφ300mm排泥管だが泥詰り使用不能		
	放流管	排泥管で利用可能		
	ダム水位計	無		

出典：調査団

Mai Nefhi ダムは、ダム湖内の堆積土の影響で排泥管が詰り排泥できていない。また、過去に一度も堆積土の除去作業を実施していない。加えて、ダムの建設年が古く、かつ図面が紛失しており実際の総貯水量が正確なのか判断できない。今後は、ダム堤体と正確な貯水量を把握するためのダム湖の測量を実施して図面を作成する必要がある。

2) 浄水施設

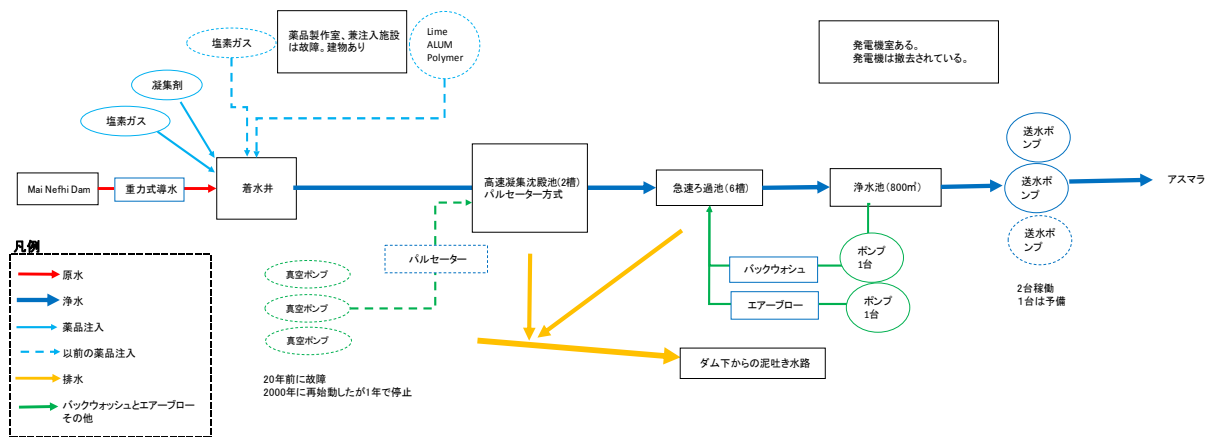
Mai Nefhi 浄水場の諸元を表 2-3-2 5 に示す。

表 2-3-25 Mai Nefhi 浄水場の諸元

項目	内容
設計図書	1967年の図面が部分的に残っている。
取水源	Mai Nefhiダム
建設年	1967年
設計・施工	フランスのデグレモン社(現在はスエズグループの子会社)
資金源	不明
処理方式	パルセーター型凝集沈殿池とアカズール型ろ過方式
設計処理能力	20,000m <sup>3</sup> /日
電力	商用電力 送水ポンプ500m <sup>3</sup> /時間の3台(内1台予備)
予備用発電機	無
稼働時間	18時間(2台の送水ポンプ)
操作方式	マニュアル操作
凝集剤	ALUM(硫酸アルミニウム)を着水井に直接投入 ALUMの薬品製作は1995年頃にを故障して、2000年に1年間だけ使用した。
pH調整剤	現在未使用 LIMEの薬品製作は1995年頃にを故障して、2000年に1年間だけ使用した。
塩素	塩素ガスポンペ 塩素注入器を使用せずゴムホースで直接注入
その他薬剤	現在未使用 2000年に1年間だけPolymerを使用した。
流入量と流出量	記録無(流出量はポンプ運転時間で把握) (現在 推定 18,000m <sup>3</sup> /日)
水質(流出口)	年一回 WRDが実施 エリトリア水質基準値内である。
排水処理	ダム土砂放流水路に放流
水質管理室	ジャーテストがあるが使用していない。 pH、濁度計は故障
土地所有権	AWSD
構造物の所有権	AWSD
浄水場管理	AWSD

出典：調査団

Mai Nefhi 浄水場のフローチャートを図 2-3-12 に示す。



出典：調査団

図 2-3-12 Mai Nefhi 浄水場フローチャート

Mai Nefhi 浄水場は 1967 年に建設された浄水場でパルセーター型凝集沈殿池とアカズール型ろ過池で構成されている。下記に現在の状況を示す。

- 流入・流出量を測定するメータが故障している。
- 20年以上前に薬品製作器（ALUM、Lime）、注入器、パルセーターが故障し、2000年にフランスより薬品製作器（ALUM、Lime、Polymer）、注入器、パルセーターを供与されたが、1年後に故障して以来稼働していない。そのためALUMを着水井に直接投入している。
- 塩素注入装置が故障して長年使用されず、塩素ガスを直接パイプで着水井に注入している。
- パルセーターが稼働していないため十分な凝集沈殿がされていない。
- 真空塔の装置が腐食のため使用不能である。
- パルセーター型凝集沈殿池とろ過池の連絡水路で漏水している。
- ろ過池のクラックバルブ、パーシャリゼーションボックス、損失水頭計が故障している。
- 各バルブの開閉が十分機能しない。
- 逆洗・エアブローの予備がない。
- 送水ポンプ、バルブの漏水が顕著である。
- 水質はエリトリア水質基準値内である。

3) 取水及び導送配水施設

各施設の現状と問題点は表 2-3-26 に示す通りである。



表 2-3-26 Mai Nefhi 水場系統の取水及び導送配水施設の現状と問題点

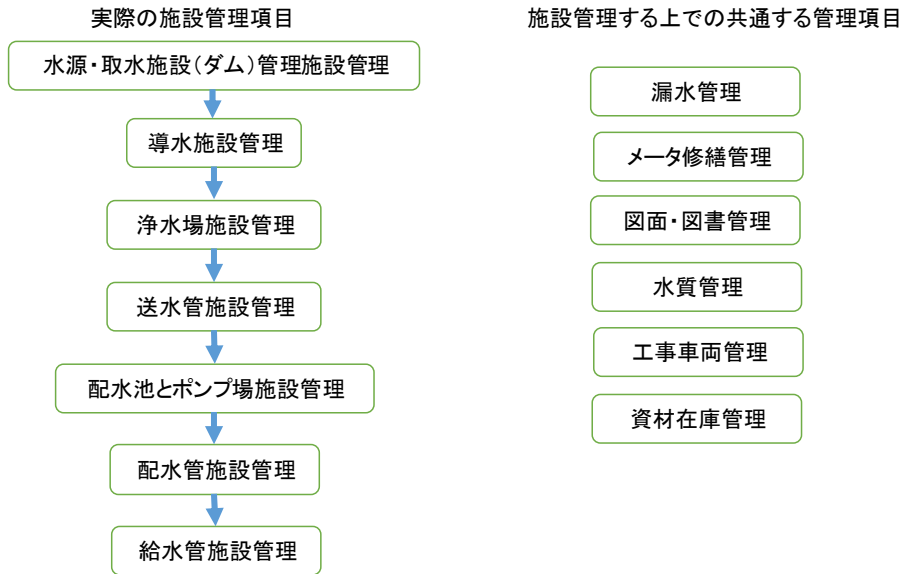
施設	諸元・状況	問題点
<b>Mai Nefhi 浄水場からの送水設備</b>		
<b>Mai Nefhi 送水ポンプ所</b>		
浄水池 ポンプ施設 諸元等	V=800m <sup>3</sup> , HWL=2154, LWL=2150  P1: (Q=500m <sup>3</sup> /h, H=215m) 450kWモーター P2: (Q=500m <sup>3</sup> /h, H=215m) 450kWモーター P3: (Q=500m <sup>3</sup> /h, H=215m) 400kWモーター 3台ともギアボックス、インペラー摩耗等により能力低下しているとのこと 圧力ゲージは故障。 ウォルトマン流量計があるがAWSIはその数値は採用していない 水撃防止エアチャンパー故障	ポンプ能力が低下しており、点検、修理が必要。 圧力ゲージ、計装設備、水撃防止エアチャンパーの交換が必要
設置年 運転・機能状況	2001年 2台を1日16時間運転 流量計では2台運転時約680m <sup>3</sup> /hであった。若干ポンプ能力が低下しているものと思われる。	
<b>Mai Nefhi送水ポンプ所—Sembel ポンプ所の送水管路</b>		
管路	D500 Steel Pipe L=17km 空気弁8カ所、排水設備8カ所 L=13-14km付近、L=10km付近、L=8.5km付近、L=6km付近、L=3.5km付近で漏水発生 特にL=13-14km付近は毎年漏水が発生している。 修理は準備-完了までに1日は要する。	40年以上前に建設された鋼管であり、老朽化による漏水が発生している。漏水は2001年頃より発生し、当初は一部区間に留まっていたが、2013年以降は他の区間でも発生し始めている。将来は対症療法では対処しきれなくなる恐れがあり、更新が必要となっている。
備考	Sembelポンプ所の近くのSembel開発地区用に合計1600m <sup>3</sup> の配水池が建設された。そこへの送水は本送水管より分岐(D300)して行うことになっている。すでに州インフラ局と中国業者が契約済。この配水池の標高はSembelポンプ所より13m程高いが、送水管路の最高標高地点よりは低い所なので、送水自体は可能と思われる。分岐管と本管との流量配分をどうするのかは未定である。	
<b>Sembelポンプ所送水設備</b>		
<b>Sembelポンプ所 送水ポンプ</b>		
配水池 ポンプ施設 諸元等	V=3000m <sup>3</sup> HWL=2324, LWL=2320  P1: (Q=500m <sup>3</sup> /h, H=90m) 200kW P2: (Q=500m <sup>3</sup> /h, H=90m) 200kW P3: (Q=500m <sup>3</sup> /h, H=90m) 200kW ゲージがいくつか故障 塩素注入装置故障 電磁流量計は作動 制御盤、受電設備 Fair 発電機なし	配水池の上部に窓が設置されているが、それが破損しており、配水池の密閉性が保たれていない。 ポンプ設備は特に問題なし。 塩素注入設備が故障しており、修理が必要である。
設置年 運転・機能状況	2002年 通常1日16時間運転	
<b>市内配水施設</b>		
<b>Godaifポンプ所</b>		
受水槽 ポンプ設備 諸元等	V=200m <sup>3</sup> HWL=2323, LWL=2320 非常に老朽化  P1: (Q=300m <sup>3</sup> /h, H=88m) ポンプ1台のみ稼働。予備機は故障 ゲージ、計装設備は故障 制御盤、受電設備 Fair	非常に老朽化している。  Sembelポンプ所と標高がほぼ同じであり、FSでは廃止が提案されている。
運転・機能状況	通電時に運転	
配水本管	PVC DN150-DN300 バルブ設備が老朽化	1997年以降にPVC管路に更新されている。 バルブの位置を示す図面が無い。 新規開発区域への配水本管延伸が必要。
配水支管	PVC DN50-150, GI DN20-DN50 バルブ設備が老朽化	老朽GI管が約1200m残っている。 バルブ位置が不明

出典：調査団

2-3-4 運営維持管理

(1) 概要

施設運営維持管理の現状を図 2-3-1 3 の事項に区分して記載する。



出典：調査団

図 2-3-1 3 施設維持管理フロー

(2) 各施設の維持管理の状況

1) 水源・取水施設（ダム）

水源・取水施設（ダム）に関しては、職員も配置されておらず、以下のとおり管理されているとは言い難い。

- 各水源と各ダムを管理指導する技術者がいない。
- 管理指導するための車両がない。
- 高齢化（平均 50-60 代）で若手、中堅の人材がいない。
- 水源保全のための管理（パトロール、清掃等）が実施されていない。
- 水位計がなく測定されていない。但し、Toker ダムには水位計はあるが目盛が薄くなり判読できない。尚、他のダムで水位計だけを設置しても意味はなく、まずはダム湖の水位と貯水量に関する図面を作成する必要がある。
- 水質検査器具（pH、濁度、EC）がなく、実施されていない。但し、Adi Sheka、S.V、Toker、Mai Nefhi ダムでは WRD で年 1 回の水質試験を実施している。
- ダム堤体の管理日誌（点検、修理、水質、水位等）がなく、管理されていない。
- ダム湖に堆積した土砂が多く、貯水量がすくない。特に S.V ダム貯水量 32 万 m<sup>3</sup>の内、推定 61%の土砂が堆積している。

## 2) 導水施設管理

Toker ダムのディーゼルエンジンポンプの管理は CAT 代理店が実施しており維持管理が行き届いている。AWS D 職員はその指導に基づきオイル交換等を実施している。ただし、その他の導水ポンプ場では記録されておらず、導水路も含め以下のとおり管理されているとは言い難い。

- 高齢化（平均 50-60 代）で若手、中堅の人材がいない。
- 配管とポンプに関する点検・修理、運転等の管理日誌が整理されていない。但し Toker ダムのエンジンポンプに関する管理日誌はある。
- 導水量を計測するメータがない、又は故障している。
- ポンプを修理するメカニックが十分な技術能力を有していない。
- 修繕資材がタイムリーに購入されず、AWS D で修理が実施された形跡が少ない。特に大口径は、一時的な修理しかできていない。（外貨不足による）
- スペアパーツが購入されていない。（外貨不足による）

なお、修理については、住民からの通報があった場合に調査に赴き漏水修理している。また、漏水修理の記録は、AWS D 本部の PC に記録されている。

## 3) 浄水場管理

各浄水場は、以下のとおり必ずしも適切に管理されているとは言い難い。

### S.V 浄水場

S.V 浄水場では、AWS D 職員が管理日誌にスタッフ勤務時間と送水ポンプの運転時間、更に ALUM と塩素ガスの使用量を毎日記帳している（備考欄には、他に気が付いたことを記入している）。また、バルブ等の漏れ（パッキンの摩耗等）の修理、逆洗のバルブ操作等を実施しており、かつ場内清掃は定期的に行っている。しかし、ジャーテスタ、濁度、pH の検査器はないため、AWS D では水質の検査は行っていない。

AWS D 主任職員は、浄水場施設全体を把握して、資機材が提供されていない環境ではあるが運営・維持管理しようとしている。ただし、施設をリハビリすることで、薬液製作、注入量テストが継続的に実施されるようになるかと言えば、職員の高齢化（現平均年齢 50-60 代）及び若手職員がいないことから難しいと言える。

### Mai Nefhi 浄水場

管理日誌にスタッフ勤務時間と送水ポンプの運転時間、更に ALUM と塩素ガスの使用量を毎日記帳している（備考欄には、他に気が付いたことを記入している）。パルセーター型凝集沈殿において、パルセーターと薬液注入機が 1995 年に壊れて以来、ジャーテスタは使用していない。また、濁度、pH 計は故障しており放置されている。

AWS D 主任職員は、浄水場施設を把握して、資機材がタイムリーに提供されていない環境で運営・維持管理しようとしている。浄水場の運営体制は 3 交代制で 3 班に編成されている。各班長とも浄水場施設を把握し、逆洗及びエアブローを実施している。ただし、施設をリハビリすることで、薬液製作、注入量テストが継続的に実施されるようになるか

たとえば、職員の高齢化（現平均年齢 50-60 代）及び若手職員がいないことから難しいと言える。

#### Toker 浄水場

2007 年に中央制御システムが壊れて以来、マニュアル操作しているが、コンピューターがうまく作動しなかった際は、南アフリカ共和国（設計元）のシステムエンジニアが直ぐに来られないため、代って職員が修復を試みが、更に悪化した。AWSD が本中央制御システムを維持管理することは難しいため、今後もマニュアル操作を継続すべきと考える。

なお、Toker 浄水場だけが管理日誌を使用していないため、全く記録管理がなされていない。

AWSD 主任職員は、浄水場施設を把握して、資機材がタイムリーに提供されていない環境で、運営・維持管理しようとしている。主任職員を含む AWSD 職員は、2002 年の浄水場完成時に当時の職員 30 名が 6 カ月間浄水場の操作方法に関する OJT を受けており、中央制御システムが壊れてもマニュアル操作を問題なく実施している。ジャーテスト、pH 計、濁度計、塩素濃度計（試薬なし）については、これら进行操作できる試験員（若手女性）が本浄水場に勤務しているものの、これらの検査を実施していない。

3 つの浄水場で共通する維持管理の問題点は以下のとおり。

- 3 つの浄水場を管理指導する技術者がいない。
- 管理指導するための車両がない。
- 全体的に高齢化（平均 50-60 代）で若手、中堅の人材がいない。
- 適切な管理日誌（点検、修理、水質、流量、運転時間）がなく、管理されていない。
- 薬品注入量を試験する器材（ジャーテスト）と人材がいない。  
（Toker にはジャーテストがあり職員 1 名が配置、6 カ月の OJT の経験がある。）
- 水質検査器具（pH、濁度、EC 等）がなく、実施していない。但し、各浄水場の流出口で WRD が年 1 回の水質試験を実施している。
- 流入・流出管理するためのメータがない。
- 修理用資材がタイムリーに購入されず、AWSD で修理が実施された形跡が少ない。（外貨不足による）
- スペアパーツが購入されていない。（外貨不足による）

#### 4) 送水管施設管理

管路の漏水修理の記録は、本部の PC に記録されているものの、全体として管理できているとは言い難い。具体的には以下のとおり。

- 高齢化（平均 50-60 代）で若手、中堅の人材がいない。
- 配管とポンプに関する点検・修理、運転等の管理日誌が整理されていない。但し S.V と Mai Nefhi 浄水場の送水ポンプに関する稼働時間は記録されている。
- 送水量を計測するメータがない、又は故障している。
- ポンプを修理するメカニックが十分な技術能力を有していない。

- 修理用資材がタイムリーに購入されず、AWS D で修理が実施された形跡が少ない。特に大口径は、一時的な修理しかできていない。(外貨不足による)
- スペアパーツが購入されていない。(外貨不足による)
- 工事車両、修理機材、工具が少なく修理の対応が遅れている。(外貨不足による)

#### 5) 配水池とポンプ場施設管理

配水池の清掃は定期的実施しているものの、記録管理が全くなされていない。また、ポンプ場の職員はポンプの ON・OFF 操作しか行っていない。職員は施設の警備をしているだけである。総じて、管理できているとは言い難い。具体的には、以下のとおり。

- 高齢化（平均 50-60 代）で若手、中堅の人材がいない。
- 配管とポンプに関する点検・修理、運転等の管理日誌が整理されていない。
- 配水量を計測するメータがない、又は故障している。
- ポンプを修理するメカニックが十分な技術能力を有していない。
- 配水池の水位計が故障している。
- 水質管理（残留塩素）が行われていない。
- 修理用資材がタイムリーに購入されず、AWS D で修理が実施された形跡が少ない。(外貨不足による)
- スペアパーツが購入されていない。(外貨不足による)

#### 6) 配水管施設管理

「F/S AfDB 2006」の配管図を元に漏水修理を行っている。ただし、水利用者からの苦情により漏水修理をしている状態であり、維持管理しているとは言い難い。管路の漏水修理の記録は、本部の PC に表形式で記録されているが、CAD 図に修理場所が明記されていないため、表から場所を特定することが困難であり、修理記録の情報管理を行う必要がある。なお、取水不良に対しては、配水課の 4 名でバルブ操作をして対応している。具体的な維持管理の問題点は以下のとおり。

- 全体的に高齢化（平均 50-60 代）しており、若手、中堅の人材がいない。
- 配管に関する点検・修理等の管理記録簿が整理されていない。但し、管路修繕記録はある。
- 配水管区画管理するためのメータがない。
- 修理用資材がタイムリーに購入されず、特に大口径は、一時的な修理しかできていない。(外貨不足による)
- スペアパーツが購入されていない。(外貨不足による)
- 工事車両、修理機材、工具が少なく修理の対応が遅れている。(外貨不足による)

#### 7) 給水管施設管理

水利用者からの苦情により漏水修理、配管詰り解消工事を行っている状態で、維持管理しているとは言い難い。また、給水管に対する配管管理図は全くななく、メータから順に追って掘削し、配管詰り解消工事を実施している。なお、修繕対応した記録は本部の PC で管理されている。

給水所は主に2か所で運営されており、コンテナ事務所に各3名のスタッフで運営されている。メータが故障しているため、流出量は販売されたチケットに記載された給水車の容量で算出している。チケットは複写形式のもので、車両番号、タンク容量等が記載され、AWSD本部の料金徴収窓口で料金が支払われる。具体的な維持管理の問題点は以下のとおり。

- 全体的に高齢化（平均 50-60 代）しており、若手、中堅の人材がいない。
- 給水管に対する配管管理図はない。
- 在庫の資材（2000年のフランス供与）を利用して修理を実施している。
- 給水所のメータが故障していて正確な給水量が把握できない。
- 水質管理（残留塩素）が行われていない。

(3) 各施設管理に共通する維持管理の状況

1) 漏水管理

- 現状の苦情に対処すること以外、他の業務をする余裕がない。
- 全体的に高齢化（平均 50-60 代）しており、若手の人材がいない。
- 修理用資材がタイムリーに購入されず、特に大口径は、一時的な修理しかできていない。（外貨不足による）
- スペアパーツが購入されていない。（外貨不足による）
- 管内詰り解消工事の残件数が多い。
- 工事車両、修理機材、工具が少なく対応が遅れている。（外貨不足による）
- 漏水検査の機材はなく、それを実施する人材又は人員がいない。

2) メータ修繕管理

- 水利用者からの苦情に対応して、メータ検査器で検査又は修理して対処している。
- 在庫のメータがなく新規引き込み工事とメータ修理の残工事が多くなっている。

3) 図面・図書管理

- 過去の図面、図書が全く保存管理されていない。  
（過去の多くの図面・図書が紛失している。）
- CAD 操作できる人材は少ない。  
（「F/S AfDB 2006」の CAD 配管図があるが、それを管理して修正していく人材がいない。）
- 導・送・配水管の管径、管種、バルブ位置等の管理図の整備がされていない。  
（「F/S AfDB 2006」の CAD 配管図には管径、管種、バルブ位置等の確かな位置は明記されていない。）

確認された図面：

- Toker ダム・導水管・浄水場・送水管の CAD 図
- S.V 浄水場の絵的なブロック形成池・沈殿池の平面図
- Mai Nefhi 浄水場の施設図（一部紛失）

- Mai Nefhi 浄水場と New Sembel PS の送水管の縦断図
- New Sembel PS の絵的な施設図
- 「F/S AfDB 2006」で作成された配水管 CAD 図

確認できた図書：

- Toker ダムの Technical Memorandum
- 4) 水質管理
    - AWSD 内に水質試験実験室がない。
    - 水質試験できる技術者がいない。
  - 5) 車両管理
    - 工事車両が不足している。
    - 管理車両が不足している。
    - メカニックが十分な技術能力を有していない。
  - 6) 資材在庫管理
    - 納品、出品の資材在庫管理はされている。
    - 迅速なスペアパーツの購入ができていない。

#### 2-3-5 水質管理

AWSD では水質調査は行っていない。また、独自で水質試験場も所持していない。AWSD の代わりに、WRD (水資源局) 内にある国家水質検査室 (National Water Quality Laboratory) が、全国の河川、水道、井戸等の水質をモニタリングする責任があることから水質検査を実施している。ただし、国家水質検査室には、大学の化学部を卒業したラボの主任 1 人だけで運営しており、業務過多のためアシスタントを要求しているが、その配属は未定である。このような状態であるため、主任 1 人で全国の水質のモニタリングを実施しており、ラボに在籍している日数は少ない。

他の水質試験所としては、MoH と MoEM と MoTI の ESI (Eritrean Standards Institute) がある。MoH は健康に関する水質検査で主に大腸菌等を調査する。また、MoEM と MoTI は排水についての水質試験を実施している。上水道においては、国家水質検査室が主となる立場にある。

現在、使用可能な機材で実施可能な試験項目は 27 項目で表 2-3-27 に示す。

表 2-3-27 国家水質検査室で実施可能な試験項目

Parameters	項目	Parameters	項目
1 EC	電導度	15 Mg	マグネシウム
2 PH	pH	16 Na	ナトリウム
3 Turbidity	濁度	17 K	カリウム
4 TDS	総溶解性物質	18 Fe	鉄
5 Total alkalinity	総アルカリ度	19 Mn	マンガン
6 Total hardness	総硬度	20 Color	色度
7 HCO3	炭酸水素イオン	21 odor	臭気
8 Cl	塩素イオン	22 Cl2	残留塩素
9 NO3	硝酸塩	23 Total coliform bacteria	大腸菌群
10 NO2	亜硝酸塩	24 Faecal coliform bacteria	糞便性大腸菌群
11 NH3	アンモニア	25 Ba	バリウム
12 SO4	硫酸イオン	26 BOD	生物化学的酸素要求量
13 F	フッ素	27 COD	化学的酸素要求量
14 Ca	カルシウム		

出典：WRD 資料より調査団作成

試薬は、Unicef に要求して補給している。

水質基準は、WHO ガイドラインに順守した「Eritrean water quality standard (Draft) Aug, 2004」に従っている。

飲料水に関しては、グループ A,B,C,D に分けて評価しており C 以上が問題なしとされている。

Group A : Water with an excellent quality.

Group B : Water with good quality.

Group C : Water with low health risk.

Group D : Water with a higher risk or water unsuitable for human consumption.

飲料水水質基準項目と河川に関する水質基準項目を付属資料 4-8) に示す。

国家水質検査室における AWSD に関するモニタリング実施場所、項目、実施頻度の計画を表 2-3-28 に示す。

表 2-3-28 国家水質検査室のアスマラにおける実施計画

Parameters group	parameters	Sampling points	Sampling frequency
General	Temp, EC, PH, DO, TDS	3 dams	Every 6 month
Nutrients	NH3, NO3, NO2, total P	12 Points	Once every year
Organic matter	BOD, COD	-	-
Major ions	Ca++, Mg++, K+, Na+, HCO3, SO4--, Cl-, F.	12 Points	Once every year
Metals	Fe, Mn,	3 dams	Once every year
Hydrocarbon	BTEX, oil and grease	3 dams	-
Microbiological	Total and faecal coliform bacteria	12 Points	Once every 6-month

3 Dams Mai Nefhi, Toker, S.V dam  
 3 Treatment plant Mai Nefhi, Toker, S.V W.T.P  
 3 Pumping stations New Sembel, Denden, Mai Chehot  
 3 Reservoirs Tsetserat, Monopolio, Hazhaz

出典：WRD 資料より調査団作成

しかし、実際には、年 1 回 4 ダム (Mai Nefhi, Toker, S.V, Adi Sheka ダム) と 3 浄水場でしか実施されていない。表 2-3-29 にダム湖の水質検査結果、表 2-3-30 に浄水場処理水の水質検査結果を示す。



表 2-3-29 4 箇所のダム湖の水質検査結果

Parameters	July, 2013				May, 2014				Standards for Rivers	Standards for Drinking Water (C)
	Mai-nefhi	TOKER	S.V	Adi-shaka	Mai-nefhi	TOKER	S.V	Adi-shaka		
Turbidity (NTU)	3.5	3.3	3.5	3.32	2.12				-	<10
EC	254	273	280	263	265	296	279	268	-	<3000
PH	6.78	8.31	8.43	8.43	8.3	8.23	8.21	7.78	5.5-9	5.5-9.5
TDS	170	182.9	187	157	159	198	186	179	<2000	<2000
Total hardness	100	160	112	110	130	124	115	108	-	<600
Total alkalinity	63.9	212	72	76	110	80	104	122	-	-
Coliform bacteria	many	many	many	many	many	many	many	many	<20000	Nil

出典：WRD

表 2-3-30 3 箇所の浄水場処理水の水質検査結果

Parameters	July, 2013			May, 2014			Standards for Drinking Water (C)
	Mai-nefhi	TOKER	S.V	Mai-nefhi	TOKER	S.V	
EC in us/cm	310	314	310	320		330	<3000
PH	177	177	207.7	214.4		221	5.5-9.5
Turbidity NTU	7.43	8.3	8.3	6.92		7.36	<10
TDS	1.21	2.32	1.33	1.12		10	<2000
Total alkalinity	36.9	101	128	64		112	-
Total hardness	112	120	148	112		108	<600
HCO3	43.9	123	156	78		136.4	-
Cl	8	8	4	6		8	<600
NO3	3.5	8.8	4.43	6.67		4.8	<50
NO2	0.0012	0.017	0	0		0	<3
NH3	0.01	0.15	0.22	0.13	0.16	0.75	<1.5
SO4	36	36	25	47		41	<500
F	0.31	0.12	0.11	0.28		0.21	<3
Ca	24	35	33.3	32		30.4	-
Mg	6.7	7.6	15.3	7.68		7.6	<80
Na	21	6.9	28	19		21	<400
K	1.2	1.2	1.24	1.29		1.33	<20
Fe	0.04	0.03	0.04	0.06		0.16	<0.3
Mn	0.01	0.01	0.1	0.02		0.15	<0.5
Color	Agreeable	Agreeable	Agreeable	Agreeable		disagreeable	<20
odor	Agreeable	agreeable	Agreeable	agreeable		disagreeable	-
O2	<1ppm	<1ppm	0.12	11		low	-
Total coliform bacteria	No	10	5	No		15	Nil
Faecal coliform bacteria	No	no	no	no		2	Nil

出典：WRD

ダム湖の水質検査から水質上の問題は見受けられない。ただ、雨期となる7月と8月にダム湖内に濁水が流れ込み、浄水場で十分な処理が出来ないことによる市内での濁り水が毎年確認されている。しかし、その時のダム湖、又は浄水場では水質検査が実施されていないため、全く把握できていない。なお、この時期の濁水対策として、市民は家内のタンクにALUMを少量投入し浮遊物を沈殿させ、上水を使用している。

浄水場処理水の水質検査結果から Toker 浄水場と S.V 浄水場で、大腸菌が検出されている。更に、S.V 浄水場では、糞便性大腸菌が検出されており、適切な塩素注入が実施されていないことが分かる。

## 2-4 環境社会配慮

環境に対する懸念事項について初期的な調査（概略設計実施前につき、主に現状の確認）を実施した。詳細は以下のとおり。

### (1) 許認可・説明

#### 1) EIA 及び環境許認可

本プロジェクトについてはプロジェクトの妥当性の確認を行っている段階であったため、現地調査当時、環境手続きは実施されていない。そのため、EIA レポート等は作成されておらず、許認可は取得していない。

なお、参考までに下記にエリトリアにおける環境許認可手続きの一般的な手続き事項を示す。

- 基本法となる環境法のドラフトが何度か作成されたが、未だ成立はしていないため、1999年3月発行の「国家環境アセスメント手続きとガイドライン（National Environmental Assessment Procedures and Guidelines）」に基づき、環境手続きが実施される。
- IEE は実施機関では実施されていないが、スクリーニングフォームに従い、Project Screening を実施して各 Zoba 内の環境局に提出する。
- 環境カテゴリは A・B・C の三段階で評価され、C は環境調査の必要なし、B は環境評価（Environmental Evaluation: EE）の実施が必要、A は環境影響評価（Environmental Impact Assessment: EIA）の実施が必要とされている。なお、カテゴリ B の場合は、ステークホルダーも評価に参加した上で、実施機関が環境評価質問票（Environmental Evaluation Questionnaire: EEQ）を作成し、環境局本部に EEQ を提出した上で評価が決定される。

#### 2) 地域住民への説明

本調査時点では説明が実施されていないものの、プロジェクト開始前に EE と EIA を実施することとなる場合、上述のとおりステークホルダーの評価参加が必須であるため、地域住民に適切な説明を行い、理解を得ることが必須となる。

### (2) 汚染対策

#### 1) 大気質

要請にあがっている3つの浄水場では、塩素ガスを使用し直接着水井又は浄水池に塩素を注入している。現在、塩素ガスにゴムホースを取り付け着水井又は浄化槽の上から直接入れているが、塩素注入器の設置を通し、安全面の教育と安全装備の徹底を行う必要がある。

特に、以前塩素注入している Mai Nefhi 浄水場は、場内全体に塩素臭が充満し、場内に数分いると気分が悪くなるほど危険な状態である。過剰な塩素注入を避け、残留塩素の測定及び大腸菌の検査を実施し、適切な塩素注入量を指導していくことが必須である。

なお、作業環境における塩素が当該国の労働安全基準を満足するかという点に関しては、労働安全基準法まで調査を行っていないため不明である。

2) 水質

排水基準を示す内容がエリトリアでは法律化されておらず、施設稼働に伴い発生する排水のSS、BOD、COD、pH等の項目が排水基準を満足するかについては、厳密には不明である。ただし、そのドラフト版である「Eritrean water quality standard (Draft) Aug, 2004」には河川への排出基準が記載されており、pH：5.5-9、BOD：30mg/l以下、COD：70mg/l以下となっている。

なお、排出された水質に対するモニタリングはされていないため、現状の水質が「Eritrean water quality standard (Draft) Aug, 2004」の基準を満たすかは不明である。

3) 廃棄物

廃棄物の処理については調査にまで至らなかった。

4) 騒音・振動

騒音・振動基準がエリトリアに存在するかについては、調査に至らなかった。

なお、要請にあがっている各施設は、近隣住民宅から十分に距離があるため騒音・振動問題が生じてはいない。

5) 地盤沈下

現状及び本プロジェクトにおいて地下水の汲み上げはないため、地盤沈下は発生しないと考えられる。

(3) 自然環境

1) 保護区

各施設とも保護区内には設置されていないため、プロジェクトの実施による保護区への影響はない。

2) 生態系

各施設とも生態系に影響を及ぼす位置には設置されていないため、プロジェクトの実施による生態系への影響はない。

(4) 社会環境

1) 住民移転

要請内容からS.V浄水場の新規建設だけが新規に土地の確保が必要であるが、既存浄水場の周囲約300mの土地は全て政府所有であり、かつ建設が検討されている位置（近隣含む）には住居がないため、住民移転は生じない。

2) 生活・生計

住民が生活水としている水源と本プロジェクト対象施設の水源が異なるため、プロジェクトが与える住民の生活への悪影響は特段考えられない。

3) 文化遺産

本プロジェクトの対象とする施設（導水、浄水、送水施設）付近に貴重な遺産、史跡影響はない。

ただし、配水管の更新を行う場合、市内には 1940 年以前に建設された歴史的な建造物が多いためこれらに影響の無い様に配慮する必要がある。また、Adi Sheka ダムから Beleza ダムまでの重力式の開水路（約 7km）は 1940 年以前にイタリアが水力発電用に建造したもので、現在 S.V 浄水場の導水路として使用している。歴史的価値があるものと考えられるため、改修工事を実施する場合は MoLWE の環境局に確認する必要がある。

4) 景観

景観へ及ぼす影響は特にない。

5) 少数民族、先住民族

少数民族、先住民族に与える影響は特段ない。

(5) その他

1) 工事中的影響

仮に本プロジェクトを実施した場合、工事中的の汚染（騒音、振動、濁水、粉塵、排ガス、廃棄物等）に対する配慮は必要である。ただし、工事により自然環境（生態系）、社会環境に悪影響は特段ないと考えられる。

なお、作業員等プロジェクトに携わる関係者に対しては、安全教育が必須である。

2) モニタリング

文化遺産、工事による汚染等、影響が考えられる項目に対する実施機関のモニタリング計画は必要である。

(6) 留意点

地球規模の環境問題への影響はないものの、S.V 浄水場から東へ 5km 付近に金鉱山開発が検討されている（Adinfase 金鉱山開発計画）。鉱山排水による健康被害の影響が懸念されるため、排水処理方法についてエリトリア側が検討中であるものの、この鉱山排水は海側に放水する予定であり、S.V ダムの水質等には特段影響しない予定である。エリトリア政府は、飲料水となる地域に排水する場合、又は排水処理施設を設置しない場合、本計画を認可しない方針である。

## 2-5 水需要予測及び需給バランス

### 2-5-1 水需要予測の条件

#### (1) 2015年の潜在水需要

近年は1) 干ばつによる水不足、2) 浄水場の能力低下、3) 導水・送水ポンプの故障あるいは老朽化による運転時間制限、4) 停電による運転時間制限、等により、浄水場から市内に送水される水量は合計で1日平均18,000m<sup>3</sup>前後に留まっている。仮にこれら制約が無く24時間給水が可能となった場合の2015年時点の潜在水需要を表2-5-1に示す条件のもとに推計した。

表 2-5-1 2015年の潜在水需要予測の条件

項目	条件
1) 給水区域人口 (アスマラ市内+Daero Paulos 地区)	表 2-3-6 に示すように、 $427,429 + 6,900 = 434,329$
2) 配管給水人口	2-3-2 に示すように、潜在的配管給水人口は約35万人であり、給水区域人口の80% (348,669人) とする。
3) 配管給水での給水原単位	AWSD に確認した結果、平均として50 l/c/d とする。この数値はアフリカ諸国での値と比較して、妥当なものと思われる。
4) 給水車給水人口 (アスマラ市内)	AWSD 給水サービス率を98%とし(AWSDによる)、配管給水率80%を除く18% (77,800人) を給水車給水人口とした。
5) 給水車給水人口 (周辺村落)	表 2-3-6 に示すように、周辺村落44,000人のうち23,000人(52%)が給水車の給水を受けていると推定されることから、潜在需要を60%と設定した。
6) 給水車給水での給水原単位	AWSD に確認した結果、15 l/c/d とする。給水車給水の場合、水を自宅まで運搬する必要があり、15 l/c/d が限界と考えられる。
7) 業務用水	業務用水の量は家庭用水量と連動すると考えられる。従ってFSでの業務用水需要予測(2010)の値に〔今回の家庭用水需要予測/FSでの家庭用水需要予測(2010)〕比率を掛けて算定する。
8) 漏水率	FS 報告書では配水管路内に水が常時満たされた場合漏水率は33%位になると推定している。このため、今回も漏水率33%と推定する。

出典：調査団

#### (2) 2020年、2025年の需要予測

上記2015年の潜在水需要をもとに、2020年及び2025年の水需要を表2-5-2に示す条件のもとに推計した。

表 2-5-2 2020年、2025年の水需要予測の条件

項目	条件
1) 給水区域人口	給水区域人口（アスマラ市13区）の人口は2008年：410,876人、2015年：427,429人であり、年増加率は0.57%である。2020年及び2025年の人口はこの年増加率を2015年の人口に適用して推計する。
2) 配管給水人口	2015年時点の80%（現時点の潜在配管給水人口率）が2020年、2025年にはそれぞれ、82%、84%に増加するものとする。
3) 配管給水での給水原単位	給水原単位（平均50 l/c/d）は変わらないものとする。
4) 給水車給水人口（アスマラ市内）	AWSD 給水サービス率を98%は変わらないものとし、配管給水率の増加に伴い、給水車給水人口率は減少するものとする。
5) 給水車給水人口（周辺村落）	周辺村落の給水車給水人口率は60%のままとする。
6) 給水車給水での給水原単位	2015年と同じく15 l/c/dとする。
7) 業務用水	2015年の潜在需要量を元として、家庭用水需要の伸びに比例して増加するものとする。
8) 漏水率	2020年時点は2015年と同じく33%とし、2025年時点では新規敷設する配水管からの漏水は少ないものと考えられるため、全体で1%低減し32%とする。

出典：調査団

2-5-2 需要予測結果

上記条件での需要予測結果を表2-5-3に示す。需要予測の詳細は付属資料4-6)に示す。

表 2-5-3 水需要予測結果

	2015年の 潜在水需要	2020年 需要予測	2025年 需要予測
<b>算定条件</b>			
給水区域内人口	434,329	446,744	459,513
AWSD 給水率	98%	98%	98%
配管給水	80%	82%	84%
給水車給水	18%	16%	14%
給水人口（配管給水）	348,628	364,557	386,285
給水人口（給水車給水）	77,797	75,026	65,359
1人1日給水量（配管給水）	50 l/c/d	50 l/c/d	50 l/c/d
〃（給水車給水）	15 l/c/d	15 l/c/d	15 l/c/d
<b>水消費量予測</b>			
家庭用水（配管）（m <sup>3</sup> /day）	16,506	17,347	18,356
家庭用水（給水車）（m <sup>3</sup> /day）	1,566	1,508	1,402
業務用水（配管）（m <sup>3</sup> /day）	4,511	4,723	4,998
業務用水（給水車）（m <sup>3</sup> /day）	411	431	456
合計（m <sup>3</sup> /day）	23,054	24,009	25,212
漏水率	33%	33%	32%
<b>水需要量</b>			
全体水需要（m <sup>3</sup> /day）	34,412	35,834	37,076
S.V 浄水場系統（m <sup>3</sup> /day）	5,627	5,816	6,456
Toker 浄水場 系統（m <sup>3</sup> /day）	15,498	16,189	16,409
Mai Nefhi 浄水場系統（m <sup>3</sup> /day）	13,287	13,829	14,211

出典：調査団

2-5-3 水需給バランス

(1) 2015年潜在水需要と2014年供給実績

2-5-2で算定した2015年の潜在水需要と2014年の供給実績(表2-3-6に記載の各浄水場からの2014年の送水量を1日当りに換算したもの)を各浄水場系統ごとに比較すると表2-5-4のようになる。

表 2-5-4 2015年の潜在水需要と2014年供給実績のバランス

		Stretta Vaudetto 浄水場系統	Toker 浄水場系統	Mai Nefhi 浄水場系統
2015年潜在水需要 (m <sup>3</sup> /day)	(A)	5,627	15,498	13,287
2014年の浄水供給実績 (m <sup>3</sup> /day) (浄水場からの送水量)	(B)	2,073	7,508	8,665
需給バランス	(B)/(A)	0.37	0.48	0.65

出典：調査団

上記に示すように、各浄水場系統とも供給実績は潜在水需要を下回っている。とりわけ、S.V 浄水場系統においては潜在需要の4割以下の供給しかできていない。

(2) 2020年と2025年の水需要と供給能力

2-5-2で算定した2020年と2025年の水需要予測値と各浄水場系統の供給能力を比較すると表2-5-5のようになる。

表 2-5-5 2020年、2025年の水需要予測と供給能力のバランス

		S.V 浄水場系統	Toker 浄水場系統	Mai Nefhi 浄水場系統
2020年予測				
水需要 (m <sup>3</sup> /day)	(A)	5,816	16,189	13,829
既存施設がリハビリにより当初設計能力を供給できるようになった場合の施設供給能力 (m <sup>3</sup> /day)	(B)	8,000	18,000	20,000
水源からの取水可能量 (注)	(C)	8,770	16,040	17,360
需給バランス	(B)/(A)	1.38		
	(C)/(A)		0.99	1.26
2025年予測				
水需要 (m <sup>3</sup> /day)	(A)	6,456	16,409	14,211
既存施設がリハビリにより当初設計能力を供給できるようになった場合の供給能力 (m <sup>3</sup> /day)	(B)	8,000	18,000	20,000
水源からの取水可能量 (注)	(C)	8,770	16,040	17,360
需給バランス	(B)/(A)	1.24		
	(C)/(A)		0.98	1.22

注：水源からの取水可能量については3-1-1参照。

出典：調査団

上記に示すように、2025年までの需要に対しては、既存施設を当初設計能力にまで回復させることにより、供給することが可能であると言える。

ただし、Toker 浄水場系統、Mai Nefhi 浄水場系統については、水源からの取水可能性を再検討した結果（3-1-1 参照）、取水可能性が浄水場の当初設計能力を下回るものと推定された。このため、Toker 浄水場系統、Mai Nefhi 浄水場系統からの供給可能性は水源からの取水可能性が上限となる。

従って、Toker 浄水場系統においては 2020 年以降の水需要は供給可能性を上回ることが予測される。



### 第3章 要請内容の検討

#### 3-1 無償資金協力事業としての妥当性、持続性の検討

##### 3-1-1 検討の前提条件（水源、電力供給）

###### (1) 水源（ダム）の取水可能量

Asmara Airport 気象観測所の22年間（1992年～2014年）の雨量データから、年平均雨量は419mmである。この数値を基に各ダムにおける取水可能量を計算した。結果を表3-1-1に示す。（詳細な計算については付属資料4-3）を参照。）

表 3-1-1 各ダムにおける取水可能量

浄水場系統	ダム名	取水可能量(m <sup>3</sup> /日)	利用可能量(m <sup>3</sup> /日)	摘要
Stretta Vaudetto浄水場系統	Vall Gneccchi	150	0	長年未使用また農業で使用
	Ela Nahib	0	0	長年未使用また農業で使用
	Stretta Vaudetto	440	0	湖内の堆積土多い又は取水可能量少ない
	Beleza	730	0	EEC(電力公社)使用中
	Mai Serwa	2,350	8,770	
	Adi Sheka	6,420		濁水のため、雨期に2か月間停止
Toker浄水場系統	Toker	16,040	16,040	平均年間降水量500mmから419mmに変更した結果、当時の設計取水量以下と推定する。
Mai Nefhi浄水場系統	Mai Nefhi	17,360	17,360	

出典：調査団

###### 1) Stretta Vaudetto 浄水場系統

Valle Gneccchi ダムは長年使用されておらず、現在農業用水等に使用されている。また、Beleza ダムはEECが火力発電の冷却水と使用している。更にS.V ダムは湖内の堆積土が多く十分な貯水量を有していない。これらのことからS.V 浄水場系統の水源として、Mai Serwa ダムとAdi Sheka ダムからの取水が得策と考える。2つのダムからの利用可能水量は8,770m<sup>3</sup>/日と推定する。よって、浄水能力8,000m<sup>3</sup>/日のS.V 浄水場の施設規模は妥当と判断する。

###### 2) Toker 浄水場系統

Toker ダムからの取水可能量は16,040m<sup>3</sup>/日と推定する。尚、設計当時の年平均雨量は500mm/年として計算されているため、現施設の浄水能力は18,000m<sup>3</sup>/日となっている。

###### 3) Mai Nefhi 浄水場系統

Mai Nefhi ダムからの取水可能量は17,360m<sup>3</sup>/日と推定する。尚、設計当時の年平均雨量は500mm/年以上として計算されているため、現施設の浄水能力は20,000m<sup>3</sup>/日となっている。

(2) 電力供給

1) 現在の供給電力量と電力生産量、将来計画

現在、Asmara 市内で 1 日 14 時間程度供給されている。

Massawa 市の Hirgigo 火力発電所 (22MW×4=88KW) と Asmara 市の Beleza 火力発電所 (5MW×3=15KW) から電力が供給されている。よって、最大 103MW の電力生産が可能である。

現在、Hirgigo 火力発電所は 4 つの発電機の内 2 つが整備中で 44MW しか発電できていない。更に、Beleza 火力発電所も 3 つの発電機の内 2 つが整備中で 5MW しか発電できていない。現在の電力需要量は 65-70MW と推定されているが、49MW しか生産されていないため、許容を超えると突発的又は計画的に停電している。整備中の発電機は全て 2, 3 カ月後には終了する予定で、現状より改善されると予想される。

また、将来は 80MW 以上の電力需要があると考えているため、2016 年初めには Hirgigo 火力発電所に 2 基 (23MW\*2=46MW) の発電機が SFECO (中国企業) の施工で完成する予定である。よって、将来の需要予測 80MW を超え、発電能力は 99MW (施設能力 149MW) となる。

しかし、外貨の獲得が困難であるエリトリアでは、スペアパーツと燃料となるディーゼルの購入が困難であるため、24 時間供給できるか疑問である。表 3-1-2 に電力の需要と供給量を示す。

表 3-1-2 電力の需要と供給量

	既存設備	最大生産量	2015年4月現在	2016年	2016年以降
Asmara市の需要予測			60-70MW	80MW	80MW
Hirgigo火力発電所	22MW*4基 (内1基は予備)	66MW	44MW (2基整備中)	計画 23MW*2基 (内1基は予備) 完成予定	89MW
Beleza火力発電所	5MW*3基 (内1基は予備)	10MW	44MW (2基整備中)		10MW
合計		76MW	49MW		99MW

出典：EEC ヒアリングをもとに調査団作成

2) 水道施設の電力事情

各ダムからの導水ポンプの稼働時間は、Toker ダムを除いて全く記録されていない。浄水場の稼働時間を表 3-1-3 に示す。

表 3-1-3 W.T.P 稼働状況

浄水場	送水ポンプ1日平均稼働時間(2015年4月)
S.V	10時間/日(1台の送水ポンプ稼働)
Mai Nefhi	18時間/日(2台の送水ポンプ稼働)
Toker	9時間/日(2台の送水ポンプ稼働) 導水ポンプ(ディーゼルポンプ)との関係から夜しか稼働できない。

出典：調査団

Mai Nefhi 浄水場は近くに変電所があり、そこから専用線が引かれているため 24 時間稼働している。しかし、S.V 浄水場の稼働時間は、各ダムからの導水ポンプの稼働時間にも影響されるため 10 時間と短い。

専用線となっているのは、Mai Nefhi 浄水場と Toker ダムであるが、その他水道施設の配電線は、各家庭にも供給され多くの電力が配電されているため、電力不足時には変電所で配電スイッチを切られる。

Beleza 変電所から Mai Serwa ダムと S.V 浄水場と Toker 浄水場の 3 施設で 1 本の専用線と Adi Sheka ダムへの専用線が出来れば、現状においても市内まで 24 時間体制の送水は可能となる。(詳細は付属資料 4-4) 参照。)

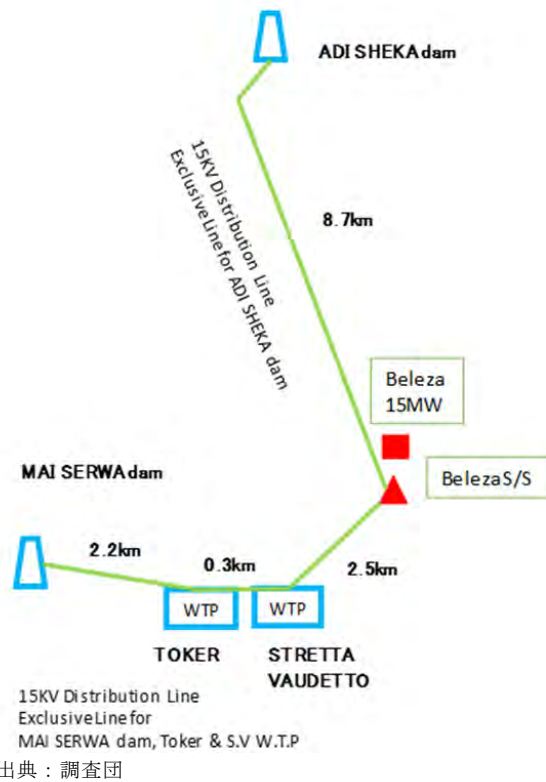


図 3-1-1 将来的に計画が必要な専用線

### 3-1-2 支援可能性（施設整備）の検討

#### (1) 概要

水道施設は、取水した原水を適切に処理しそれが各消費者に届けられることによって初めてその整備効果が発現する。従って、各浄水場系統ともに取水～配水までの各施設がそれぞれ適切な状態になるような支援可能性を検討した。

浄水施設については、2-5 節の需要予測にて示すように各浄水場系統とも既存施設の能力を当初設計能力に回復することにより 2025 年までの需要は満たすことが出来ることを確認した。

送配水施設については、本要請に含まれている内容を実施することにより施設能力に概ね問題ないことを管網解析にて確認した。管網解析は FS での管網データに今回の 2025 年の需要予測結果を適用し行った。管網解析の結果は付属資料 4-7) に示す。

以下に、浄水場系統ごとの支援可能性（現況に対する対策案）を検討した結果を示す。

(2) Stretta Vaudetto 浄水場系統

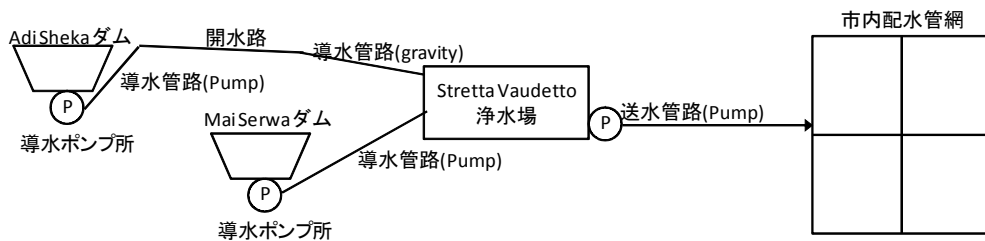
1) 浄水施設

既存在着水井、ブロック形成池、沈殿池は機材等のリハビリを実施。ろ過池、浄水池は、老朽化が著しいため新規建設する必要がある。

- 流入管の整備（7 系統からの配管と流入メータ）
- 既存建屋を利用した薬液製造装置（ALUM）と注入装置のリハビリ
- 雨期濁水対策用処理施設（沈殿池）の新規建設
- ブロック形成池のデフレクターのリハビリ
- 沈殿池の排水管とバルブのリハビリ
- ろ過・浄水池一体型の新規施設建設  
（ろ過池＋浄水池＋逆洗ポンプ＋エアブローポンプ＋送水ポンプ＋塩素ガス注入設備）
- 流出のメータ取り付け
- 発電機と給油タンク
- 排水処理施設の新規建設
- 既存施設の漏水箇所の修繕

2) 取水及び送配水施設

本系統の施設構成を図 3-1-2 に再掲する。



出典：調査団

図 3-1-2 Stretta Vaudetto 浄水場系統の施設構成

各施設の諸元及び現況と問題点は 2-3-3 節の表 2-3-20 に記載の通りであり、それに対処するための整備内容を表 3-1-4 に示す。

表 3-1-4 Stretta Vaudetto 系統での整備内容

施設	現況と整備の必要性	整備内容
Adi Sheka ダムの導水ポンプ施設	2 台のポンプのうち、1 台は制御盤とともに全て交換が必要。 また計装設備も更新する必要。	開水路区間を管路に更新するのに伴うルート(標高)の変更に伴い、ポンプ揚程を 20m 上げる必要があるため、ポンプ設備を全面更新(配管除く)。 (Q=300 m <sup>3</sup> /h H=60m) × 2 (1w+1s)
Adi Sheka ダムからの導水路/管路	導水施設の前半 8km は山の中腹に建設された開水路となっており、洪水時の土砂流入により毎年 2 カ月近くは導水がストップする。また途中 6 カ所のトンネルは老朽化しており、一部天井コンクリートの剥落がある。 これら問題を解決するためには管路に変更する必要がある。 また後半 11km のうち 2km に 40 年以上前に敷設されたアスベスト管が残っており、更新が必要。	開水路 8km 区間を DN300 の DCI 管路に更新。 AS 管 2km 区間を DN300 の PVC 管路に更新。  ただし開水路は 70 年間維持されてきた元水力発電用の導水路であり、廃止する場合はエリトリア側に確認が必要。
Mai Serwa ダムの導水ポンプ施設	導水ポンプは老朽化して漏水しており、全面更新が必要。	ポンプ施設更新： (Q=130 m <sup>3</sup> /h H=61m) × 2 (1w+1s)
Mai Serwa ダムからの導水管路	導水管路は 40 年以上前に敷設されたアスベスト管であり、更新が必要となっている。	管路更新： DCI DN300 L=2.7km
S.V 浄水場の送水ポンプ施設	送水ポンプ設備は非常に老朽化している。(ポンプ 1 台は最近更新されている)	既存 8,000 m <sup>3</sup> /day のリハビリに合わせてポンプを更新 (170 m <sup>3</sup> /h × 93m) × 3 (2w+1s)
S.V 浄水場からの送水管路	新設する New Arbate Asmara Reservior への送水管路を新設する必要。	PVC 管 DN250 を 1,340m 敷設
配水池	浄水場の機能が回復した後、この配水区への適切な配水(24 時間配水)を行うためには配水池の新設が必要。	New Arbate Asmara Reservoir (700m <sup>3</sup> ×2=1,400m <sup>3</sup> ) 新設 FS では 1,000m <sup>3</sup> (3 時間)としているが、消火用水等を考え、4 時間とする。
配水本管	配水本管(Primary network)は 1997 年以降に PVC 管路に更新されている。	FS ではこのエリアでの配水本管の敷設は含まれていないが、新設配水池からの流出部付近に PVC 管 D250 を約 200m 敷設。
配水支管	Secondary Pipeline に老朽 GI 管が約 900m 残っている。 新規接続のための資機材が必要。	2020 年までの新規給水接続 450 件。配水管 9,000m 及び老朽管 900m 更新のため： PVC 管 DN150, DN100, DN75, DN50 を各 L=2,500m 各戸給水資材(量水器含む)450 個を供与

出典：調査団

3) 想定される整備効果

想定される整備効果を表 3-1-5 に示す。

表 3-1-5 想定される整備効果 (Stretta Vaudetto 浄水場系統)

整備前	整備後 (2025)	整備効果
給水人口 : 77,336 総給水量 (浄水場からの日平均送水量) : 2,073m <sup>3</sup> /day	給水人口 : 92,873 総給水量 (浄水場からの日平均送水量) : 6,456m <sup>3</sup> /day	給水人口 : 15,537 人増 1 人当り給水量 : 約 12 lit. => 約 50 lit. 総給水量 : 4,380m <sup>3</sup> /day 増 時間給水 = >24 時間給水

出典 : 調査団

(3) Toker 浄水場系統

1) 浄水施設

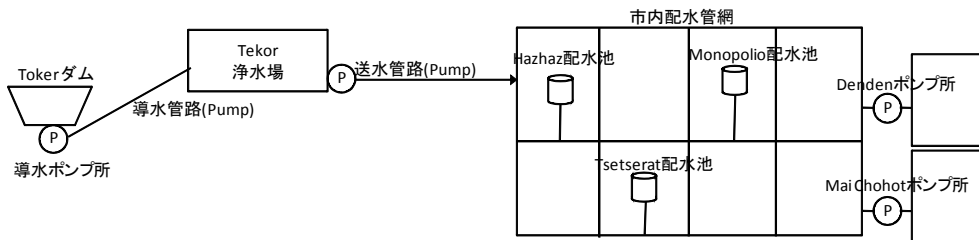
中央制御管理システムを再構築しても、24 時間の電力が必要であり現在の電力事情では最適案とはいえない。また、以前使用していた次亜塩素酸生成器\*のリハビリにおいても同様である。よって、現在使用している塩素ガスに注入装置を設置することが最適案と考える。

注釈 : \*次亜塩素酸生成器

精製食塩水 (水と精製塩) を電解槽に供給し、そこに直流電流を通じるにより次亜塩素酸ナトリウムを生成する。

2) 取水及び送配水施設

本系統の施設構成を図 3-1-3 に再掲する。



出典 : 調査団

図 3-1-3 Toker 浄水場系統の施設構成

各施設の諸元及び現況と問題点は 2-3-3 節の表 2-3-2 3 に記載の通りであり、それに対処するための整備内容を表 3-1-6 に示す。

表 3-1-6 Toker 系統での整備内容

施設	現況と整備の必要性	整備内容
Toker ダムの導水ポンプ施設	現在、ポンプはディーゼルエンジンポンプであり、ポンプの温度上昇、燃料消費が莫大なため、1日10時間しか運転できない。	エンジンポンプをモーターポンプに交換。 (Q=990m <sup>3</sup> /h, H=235m) × 2 (1W+1S) 工事用道路も新設。
Toker ダムからの導水管路	特に問題なし	
Toker 浄水場のポンプ施設	特に問題なし	
Toker 浄水場からの送水管路	特に問題なし	
配水池	既存の3つの配水池は老朽化が激しく、各配管・バルブ等は全て交換する必要があるほか、コンクリート躯体もひび割れ等による漏水が激しく、補修による漏水防止は困難である。またこれら配水池からの配水管路も更新する必要がある。FSでは3時間分としているが、消火用水等を考え、4時間とする。	Monopolio Reservoir : 既存撤去、新設 (350m <sup>3</sup> ×2) 周辺配水管整備 DN200 × 400m Tseterat Reservoir : 既存撤去、新設 (575m <sup>3</sup> ×2) 周辺配水管整備 DN300 × 400m Haz Haz Reservoir : 既存撤去、新設 (575m <sup>3</sup> ×2) 周辺配水管整備 DN250 × 400m
配水本管	新規開発区域への配水本管延伸が必要。	FSに基づき市西部の新規開発地区へ PVC 管 DN300 × 4,320m, DN200 × 7,470m を敷設。
配水支管	Secondary Pipeline に老朽 GI 管が約 1,100m 残っている。新規接続のための資機材が必要。	2020年までの新規給水接続 1,100件、配水管 22,000m 及び老朽管 1,100m 更新のため: PVC 管 DN150, DN100, DN75, DN50 を各 L=5,800m 各戸給水資材(量水器含む) 1,100個を供与

出典：調査団

3) 想定される整備効果

想定される整備効果を表 3-1-7 に示す。

表 3-1-7 想定される整備効果 (Toker 浄水場系統)

整備前	整備後 (2025)	整備効果
給水人口：134,303 総給水量 (浄水場からの日平均送水量)：7,508m <sup>3</sup> /day	給水人口：150,308 総給水量 (浄水場からの日平均送水量)：14,993m <sup>3</sup> /day	給水人口：16,005人増 1人当たり給水量： 約 12 lit.=> 約 50 lit. 総給水量：7,485m <sup>3</sup> /day 増 時間給水=>24時間給水

出典：調査団

(4) Mai Nefhi 浄水場系統

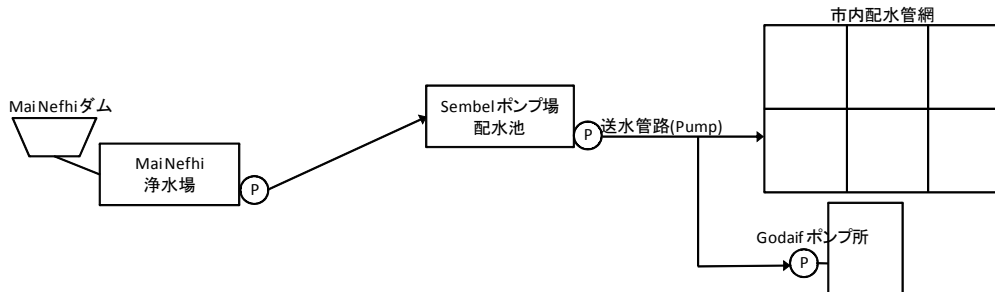
1) 浄水施設

パルセーター型凝集沈殿池の装置が故障しており、現在は凝集沈殿の過程が行われていない。よって、機材のリハビリを主として実施する。

- 流入管の整備 (φ500mm バルブと流入メータ)
- 既存建屋を利用した薬液製造装置 (ALUM、Lime、Polymer) と注入装置のリハビリ
- 塩素ガス注入装置の設置
- パルセーターと真空塔の設備のリハビリ (パルセーターポンプ3台は稼働?)
- アカズールろ過池のクラックバルブとろ過流量調節装置 (パーシャリゼーションボックス+損失水頭計+サイフォン) のリハビリ
- ろ過池の逆洗ポンプ (予備) とエアブローポンプ (予備) の設置
- パルセーター沈殿池とろ過池の各バルブのリハビリ
- 流出のメータ取り付け
- 発電機と給油タンク
- 排水処理施設の建設
- 既存施設の漏水箇所の修繕 (パルセーター沈殿池とろ過池の連絡水路)

2) 取水及び送配水施設

本系統の施設構成を図 3-1-4 に再掲する。



出典：調査団

図 3-1-4 Mai Nefhi 浄水場系統の施設構成

各施設の諸元及び現況と問題点は 2-3-3 節の表 2-3-2 6 に記載の通りであり、それに対処するための整備内容を表 3-1-8 に示す。



表 3-1-8 Mai Nefhi 系統での整備内容

施設	現況と整備の必要性	整備内容
Mai Nefhi 浄水場ポンプ施設	ポンプの点検・修理が必要。 圧力ゲージ、計装設備、水撃防止エアチャンバーの交換が必要。	ポンプ ( Q=500 m <sup>3</sup> /h, H=215m) 3 台の点検・修理 計装設備交換 水撃防止エアチャンバー交換
Mai Nefhi 浄水場から Sembel ポンプ場までの送水管路	老朽化による漏水が発生している。将来は対症療法では対処しきれなくなる恐れがあり、更新が必要。	D500 の DCI パイプ L=16.1km に全面更新
Sembel ポンプ所	特に問題なし。 塩素注入装置が故障。	塩素注入器の交換
配水本管	新規開発区域への配水本管延伸が必要。 市西部の新規開発地区については州政府が工事中。	FS に基づき市南部への配水管延伸。 (PVC D300 L=2,700m, D200 L=2,530m)
配水支管	Secondary Pipeline に老朽 GI 管が約 1,200m 残っている。 新規接続のための資機材が必要である。	2020 年までの新規給水接続 890 件。配水管 18,000m 及び老朽管 1,200m 更新のため： PVC 管 DN150, DN100, DN75, DN50 を各 L=4,800m 各戸給水資材 (量水器含む) 890 個を供与

出典：調査団

3) 想定される整備効果

想定される整備効果を表 3-1-9 に示す。

表 3-1-9 想定される整備効果 (Mai Nefhi 浄水場系統)

整備前	整備後 (2025)	整備効果
給水人口：128,312 総給水量 (浄水場からの日平均送水量)：8,665m <sup>3</sup> /day	給水人口：143,104 総給水量 (浄水場からの日平均送水量)：15,626m <sup>3</sup> /day	給水人口：14,792 人増 1 人当り給水量： 約 12 lit. => 約 50 lit. 総給水量：6,961m <sup>3</sup> /day 増 時間給水 = > 24 時間給水

出典：調査団

3-1-3 施設維持管理に係る支援可能性の検討

(1) 概要

施設の維持管理面に係る支援可能性について検討した結果を、以下のとおり示す。但し、以下の検討案については、エリトリア側技術者が確保でき若手職員が逃避せず勤務することが前提にある。そもそも人材が継続的に確保されていない場合、施設の維持管理は難しいと言わざるを得ない。なお、人材確保は、AWS側側の対応事項である。

必要とされる主な人材を下記に示す。

- 水源とダムを管理指導する技術者。
- 3つの浄水場を管理指導する技術者。
- 導送配水を管理指導する技術者。
- 水質試験技術者。
- 中堅・若手職員の採用。

(2) 各施設の維持管理について

下記支援における人材確保は AWSD 側の対応事項である。また、修理資材とスペアパーツ購入についてはエリトリア側の外貨不足が解決される必要がある。

1) 水源・取水施設（ダム）

- 各水源と各ダムを管理指導する技術者の車両の購入
- 水源保全のための管理日誌の整備と指導
- 水質検査器具（pH、濁度、EC）の購入と指導
- ダム堤体の管理日誌（点検、修理、水質等）の整備と指導

2) 導水・送水・配水施設管理

- 配管とポンプに関する点検・修理、運転等の管理日誌の整備と指導
- 導水量・送水量・配水管区画管理を計測するメータの設置
- ポンプを修理するメカニックの技術能力向上
- 工事車両、修理機材、工具の購入

3) 浄水場管理

- 3つの浄水場を管理指導する技術者の車両の購入
- 浄水場の管理日誌（点検、修理、水質、流量、運転時間）の整備と指導
- 薬品注入量を試験する器材（ジャーテスト）と指導
- 水質検査器具（pH、濁度、EC等）と指導
- 流入・流出メータの設置

4) 配水池とポンプ場施設管理

- 配管とポンプに関する点検・修理、運転等の管理日誌の整備と指導
- 配水量を計測するメータの設置
- ポンプを修理するメカニックの技術能力向上
- 配水池の水位計の設置
- 水質検査器（残留塩素）と指導

5) 給水管施設管理

- 給水所のメータの設置
- 水質検査器（残留塩素）と指導

(3) 共通する項目の維持管理の支援内容

- 1) 漏水管理
  - 管内詰り解消工事の指導
  - 工事車両、修理機材、工具の購入
  - 漏水検査の機材の購入と指導
- 2) メータ修繕管理
  - 水道メータの購入
- 3) 図面・図書管理
  - 図面、図書の保存場所の設置
  - 過去の図面・図書の整理と図面の再作成
  - CAD操作の人材育成
  - 導・送・配水管の管径、管種、バルブ位置等の管理図の整備
- 4) 水質管理
  - AWSD内に水質試験実験室の設置、水質試験器材の購入と指導
- 5) 車両管理
  - 漏水修理又は管理等のためのバイクの購入
  - 管理のための車両の購入
  - メカニックの技術能力向上

(4) 内容のまとめ

支援可能性のある項目：

- ① 各管理（水源保全、ダム堤体、導水・送水・配水、浄水場、配水池とポンプ場）における管理日誌の整備と指導
- ② 水質検査（水源、浄水場、配水池、給水管、AWS本部）の指導
- ③ 薬品注入量を試験するジャーテストの指導
- ④ 漏水修理等の指導
- ⑤ 導・送・配水管の管径、管種、バルブ位置等の管理図の整備と指導
- ⑥ CAD操作の人材育成
- ⑦ 漏水探知技術者の人材育成
- ⑧ ポンプを修理するメカニックの技術向上
- ⑨ メカニックの技術能力向上

3-1-4 組織運営管理に係る支援可能性の検討

(1) 組織運営の現状

AWSの組織運営に係る以下4事項についてその現状・問題点を表3-1-10に示す。

- 1) 人事管理
- 2) 顧客サービス

- 3) 財務管理
- 4) 事業計画

表 3-1-10 組織運営の現状・問題点

項目	現状・問題点
1) 人事管理	
人材採用	ナショナルサービス (NS) 要員として毎年 30 名程度配属される。しかしその大半は勤務しない。 一般からの採用は給与の低さにより困難。
教育、訓練	配属された NS 要員に各課のリーダーを講師とする 30 日間の研修を行っている。研修所は有るが、研修教材は作成されていない。 教育、訓練を行っても多くの NS 要員は 1 年以内に勤務しなくなる。
2) 顧客サービス	
苦情相談窓口	相談窓口 2 名がおり、料金、漏水等の苦情処理が行われる
給水接続受付	担当者 1 名が対応している。現在メータ在庫不足のため、接続要望に応えられていない。
給水車給水所	2 カ所の給水所に各 3 名のスタッフで対応。特に問題なく運営されている。
給水車給水	AWSD 所有の給水車は病院、政府施設に給水している。特に問題なし。
検針	18 名のスタッフで 35,000 件の検針を 3 カ月ごとに行っている。 特に問題なし。
料金徴収	本部窓口で 4 名の窓口担当者により対応している。 領収書発行はコンピューターで行われる。毎日集計・金額チェックが行われる。 メータ設置率はほぼ 100% で、4 カ月以上支払いをしない場合延滞料金発生。7 カ月以上支払いが無い場合は給水停止。 現状に合った料金改定が必要だが、政府の承認が必要であり 2003 年 11 月から改定されていない。
3) 財務管理	
財務諸表	資産台帳が作成されておらず、月間、年間の収支のみが作成されている。
予算	半独立採算であり、必要な場合のみ州政府から補助を受けている。
4) 事業運営	
年次報告	3 カ月毎に各課リーダーが定期報告書を局長に提出し、毎年 1 月に年次報告が州政府に提出されている。
事業計画	毎年 1 月に事業予算、工事計画が州政府に提出されている。
無収水管理	送配水量の計量がなされていないため、正確な無収水量は算定できていない。
スペアパーツ購入	計画的なストックは行われていない。2,000USD 以上の購入は州政府を通じて購入するが、外貨不足のためタイムリーに購入できていない。
施設整備計画・維持管理計画	専門能力を有する人材が不足しており、適切な計画策定が出来ていない。

出典：調査団

(2) 支援可能性の検討

上記に示したように、AWSD は顧客サービス。財務管理 (収支管理)、年次報告等に関しては特に大きな問題はなく、緊急的な支援は要していない。

組織運営面の課題として、人員の定着、料金改定、メーター・スペアパーツ購入等がある。しかしこれらは、エリトリア国全体の社会政策、経済政策に関わる問題であり、AWS Dへの組織運営支援により解決できるものではない。

### 3-1-5 要請内容検討の結果

本要請内容を以下の3つの観点から評価した結果を記載する。

- 1) 施設稼働の前提条件1 (水源量が十分か)
  - 2) 施設稼働の前提条件2 (電力事情が改善されるか)
  - 3) 施設建設後の維持管理の持続性 (人的資源投入、スペアパーツが確保されるか)
- (1) 施設稼働の前提条件1 (水源量が十分か)
- 各浄水場の水源からの取水可能量を確認した結果、3-1-1節(1)に記載したように、S.V 浄水場の水源からの取水可能量は浄水場の当初設計能力  $8,000\text{m}^3/\text{day}$  を若干上回る ( $8,770\text{m}^3/\text{day}$ ) ことが想定されるが、Toker 浄水場および Mai Nefhi 浄水場の水源からの取水可能量は浄水場の当初設計能力を下回ることが想定される。
- すなわち、施設のリハビリを行ってもその能力が十分に発揮されないことが想定される。
- (2) 施設稼働の前提条件2 (電力事情が改善されるか)
- 現在、アスマラ市内では計画停電が行われ、1日14時間程度しか電力供給がなされていない。これは発電所の発電機が一部故障により修理中であるためとされている。この修理は数カ月で完了し、また新規発電所も建設中であるため、近い将来に24時間給電に戻るとされている。
- しかしエリトリア国の現在の政治経済状況からは、発電機の修理が完了しても燃料・スペアパーツ輸入のための外貨が安定的に確保されるのかは不安が残る。すなわち安定的な電力供給には不安が残る。
- アスマラ水道の施設は3浄水場系統ともに取水/送水にポンプを必要とするため安定的な電力供給がなければ、その施設能力は発揮されない。
- (3) 施設建設後の維持管理の持続性 (人的資源投入、スペアパーツが確保されるか)
- 2-3-4節にて記載したように、既存施設の維持管理状況は極めて貧弱であり、施設能力を発揮できていない。その原因は人的資源の不足 (若手職員の国外逃亡)、スペアパーツ不足 (外貨不足) 等、エリトリア国全体の社会政策、経済政策によるものが多く、短期的な解決は困難である。
- このため新たな施設整備を行ってもその維持管理の持続性確保は非常に困難であると思われる。
- 上記より現時点では、本協力が無償資金協力事業としての妥当性、持続性を有しているとは言い難い。

### 3-2 今後の支援可能性

第二回現地調査におけるエリトリア側との協議の結果、現時点では無償資金協力事業の概略設計には進まないこととなった。しかし、アスマラ市の水道状況の改善のため、技術協力による協力実施を検討することとなった。

#### 3-2-1 アスマラ市の抱える上水道の課題と対応策

まず、本調査において明らかになったアスマラ市水道の課題と対応策を整理した。その結果を表 3-2-1 に示す。

表 3-2-1 ではアスマラ市水道の課題と対応策が、取水施設から給水施設までの各施設、各施設共通の OM に関する事項及び事業運営面についてそれぞれ記載されている。またそれぞれの課題の緊急度が以下に示す A-C の 3 段階で示されている。

- 緊急度 A： すぐに対応策が着手できるもの
- 緊急度 B： 対応に時間を要するもの
- 緊急度 C： 長期的な対応を要するもの

調査団は表 3-2-1 の内容を第 1 次現地調査の調査結果としてエリトリア側に説明し、その英文版を MD に Annex-1 として添付した。

表 3-2-1 アスマラ市の抱える上水道の課題と対応策

施設	問題点/課題	対応策			緊急度
		内容	期待される効果	必要なリソース	
1. 水源施設 (ダム)	<b>O&amp;Mの状況</b>				
	1.1 Tokerダム以外には水位計が設置されておらず、貯水量が把握できない。	・水位計の設置	・残りの貯水容量が把握でき、取水制限対策が実行できる。	・水位計×現使用中の5ダム	C
	1.2 各水源と各ダムの現状を本部で把握できていない。(総括する技術者がいない)	・技術者の雇用 ・管理車両の購入	・現使用中の5ダムの広範囲にわたる水源・ダムの管理が強化される。 ・情報伝達が迅速になり、修繕又は保全対策が強化される。	・技術者1名 ・4WD ピックアップ又はバイク	A or B
	1.3 水源保全のための管理(パトロール、清掃等)が実施されていない。	・労働者の雇用 ・管理日誌の整備	・施設の維持管理が強化され、情報の共有ができる。 ・故障、漏水等の原因が明確になり、迅速な対応ができる。	・5ダム×労働者2名程度 ・水質試験器(濁度、ph、EC)×5ダム	A
	1.4 ダム堤体の管理日誌(点検、修理、水質、水位)がなく、管理されていない。	・その記帳に関するOJT ・水質試験器(濁度、ph、EC)の購入	・管理が強化されて安全な水が供給できる。 ・水質問題(汚物、農薬等)の原因を早期発見できる。	・(Toker, Adi Sheka, Mai Serwa, S.V, Mai Nefhi) ・水質検査研修の講師	
	1.5 水質検査(pH、濁度、EC、臭い、目視)が実施されていない。				
	1.6 ダムの図面がなく堤体、取水、排水、貯水量等が不明。(TokerダムのCAD図はある)	・図面の作成	・残りの貯水容量が把握でき、取水制限対策が実行できる。	・4ダムについて測量会社に委託し作成	C
	1.7 ダム湖に堆積した土砂が多く、貯水量がすくない。(特にS.Vダム)	・特にSVダム湖の土砂の浚渫	・貯水量が多くなり取水量が増える。	・浚渫工事を発注	C
2. 取水施設 (取水ポンプ施設)	<b>施設の物理的状況</b>				
	2.1 ポンプ設備の故障/老朽化 a) Adi-Sheka ポンプ所 b) Mai-Serwa ポンプ所	・施設更新	・ポンプの停止頻度が少なくなり、給水量が増大、給水安定性が向上	・設計技術者 ・施設更新費用	B
	2.2 Toker 導水ポンプ所 エンジンポンプのため運転時間が限られている。燃料費が莫大であり経営を圧迫	・電動モーターポンプに更新	・ポンプの運転時間が長くなり、給水量が増大 ・経営収支が改善し、事業の安定性・継続性が確保される。	・設計技術者 ・施設更新費用	B
	<b>O&amp;Mの状況</b>				
	2.3 点検・修理がOMマニュアル通りに行われていない。	・OMマニュアルの再教育	・施設の寿命が延び、事業の安定性・継続性が確保される。	・技術指導する人材	A
	2.4 点検・修理記録が整理されていない。	・点検・修理記録の指導	・適切な施設更新計画が可能になり、事業の安定性・継続性が確保される。	・技術指導する人材	A
2.5 パーツ交換時期の遅れ	・スペアパーツの事前購入もしくはタイムリーなスペアパーツの購入	・施設の停止頻度が少なくなり、給水量が増大、給水安定性が向上	・スペアパーツ購入予算	B	

施設	問題点/課題	対応策			緊急度
		内容	期待される効果	必要なリソース	
	2.6 施設図面、図書が保存管理・更新されていない。	・ 情報管理体制の整備	・ 適切な施設更新計画、及び故障、漏水等の原因が明確になり、迅速な対応が可能、事業の安定性・継続性が確保される。	・ 経験を有する人材の雇用 ・ 管理のためのパソコン等	A
	2.7 水量計測・記録をしていない。	・ 計装設備の設置 ・ 記録の指導	・ 水量管理の精度向上ひいては漏水量の把握により漏水削減計画を立案可能になる。	・ 計装施設設置費用 ・ 運転指導技術者	A
	2.8 ポンプ運転記録等のデータ化がされていない	・ 記録の指導	・ 運転記録のモニターにより、適切な施設更新計画が可能になり、事業の安定性・継続性が確保される。	・ 運転指導技術者 ・ 管理のためのパソコン等	A
<b>3. 導水施設</b>	<b>施設の物理的状況</b>				
	3.1 Adi-Sheka 導水路（開水路） 洪水時の土砂流入により毎年導水が停止する。トンネルが老朽化している。	・ 開水路への土砂流入防止対策は困難。 ・ 抜本的対策としては管路に変更する必要。	・ 年間を通じて導水が可能となり、給水量が増大、給水安定性が向上	・ 設計技術者 ・ 管路設置費用	B
	3.2 アスベスト管路の老朽化 a) Adi-Sheka 導水管路 b) Mai-Serwa 導水管路	・ 施設更新	・ 管路の漏水量削減 ・ 漏水事故頻度の減少により給水安定性が向上	・ 設計技術者 ・ 施設更新費用	B
	<b>O&amp;Mの状況</b>				
	3.3 施設図面、図書が保存管理・更新されていない。	・ 情報管理体制の整備	・ 適切な施設更新計画が可能となる。また、故障、漏水等への迅速な対応が可能となる。それにより事業の安定性・継続性が確保される。	・ 経験を有する人材の雇用 ・ 管理のためのパソコン等	A
	3.4 点検・修理記録が整理されていない。	・ 点検・修理記録の指導	・ 適切な施設更新計画が可能になり、事業の安定性・継続性が確保される。	・ 技術指導する人材	A
	3.5 水量計測・記録をしていない。	・ 計装設備の設置 ・ 記録の指導	・ 水量管理の精度向上ひいては漏水量の把握により漏水削減計画を立案可能になる。	・ 計装施設設置費用 ・ 運転指導技術者	A
<b>4. 浄水施設</b>	<b>4.1 Stretta Vaudetto 浄水場</b>				
	<b>施設の物理的状況</b>				
	4.1.1 alum, lime の薬品製造、注入設備が故障	・ alum の薬品製造タンクと注入設備の設置	・ 濁度が改善できる。 ・ 濁度が改善できる。	・ 1000L ケミカルタンク×2 基 ・ 4 着水井までの配管 ・ ジャーテスト	A or B
	4.1.2 フロック形成池のデフレクターの未稼働。	・ フロック形成池のデフレクターの未稼働。	・ 190 個のデフレクターの修理	・ 流速を調整して、フロック形成を促し、濁度を減少できる。	A or B
	4.1.3 沈殿池の排泥管の詰りとバルブの故障	・ 排泥管の詰り除去とバルブ取替	・ 定期的に沈殿池に溜まったスラッジを排出でき、現状よりろ過池の負荷の削減と濁度を減少できる。	・ 5 バルブ（口径不明）の交換と目詰まり解消工事	A or B



施設	問題点/課題	対応策			緊急度				
		内容	期待される効果	必要なリソース					
	4.1.4 ろ床上にスラッジが堆積してろ過速度が落ちている。	・ 適時にろ床の清掃	・ 現状よりろ過池の負荷の削減と濁度を減少できる。	・ ろ床表面の人力清掃 ・ ろ材の清掃	A				
	4.1.5 浄水池では約 1m <sup>3</sup> /時間の漏水	・ ろ過・浄水池を含めた施設の更新		・ 水質が改善して、安全な水を供給できる。					
	4.1.6 ろ過・浄水池の建屋で約 5cm 程度の地盤沈下								
	4.1.7 ろ過・浄水池の建屋の老朽化								
	4.1.8 ろ過・浄水池のバルブの老朽化								
<b>4.2 Toker 浄水場</b>									
<b>施設の物理的状況</b>									
	4.2.1 中央制御管理システムが壊れ、2007 年から手動操作。	・ 中央制御管理システムの改修	・ 職員の負荷を削減できる。しかし停電の多い現状では無理であり手動操作の継続が有効。	・ コンピューターシステム改修費	C				
	4.2.2 塩素生成器が 2009 年に故障。	・ 塩素生成器の購入	・ 停電の多い状態では、生成器、注入ポンプの電源の問題があり得策とはいえない。	・ 交換費用	C				
<b>O&amp;M の状況</b>									
	4.2.3 alum 注入量を算出するジャーテストの未実施。	・ 注入量試験の OJT	・ 水質管理が強化でき、安全な水を供給できる。	・ 注入量試験の研修講師	A				
<b>4.3 Mai Nefhi 浄水場</b>									
<b>施設の物理的状況</b>									
	4.3.1 薬品製作器 (alum、lime、polymer)、注入器が故障	・ 薬品製造器 (alum)、注入器の設置	・ 濁度が改善できる。 ・ ろ過池の負荷を削減できる。	・ 1000L ケミカルタンク×2 基 ・ 着水井までの配管とケミカルポンプ ・ 水供給ポンプ	A				
	4.3.2 凝集沈殿が機能しない。(真空塔の装置、パルセーター、各排泥バルブの故障)	・ 全体的なりハビリ工事	・ 水質が改善して、安全な水を供給できる。	・ リハビリ工事	C				
	4.3.3 凝集沈殿池とろ過池の連絡水路で漏水								
	4.3.4 ろ過池のクラックバルブ、パーシャリゼーションボックス、損失水頭計の故障。								
	4.3.5 逆洗、エアーポンプの予備がない。								
	4.3.6 各逆洗、エアーバルブの開閉が十分機能しない。								
	4.3.7 ろ床上にスラッジが堆積してろ過速度が落ちている。					・ 適時にろ床の清掃	・ 現状よりろ過池の負荷の削減と濁度を減少できる。	・ ろ床表面の人力清掃 ・ ろ材の清掃	A

施設	問題点/課題	対応策			緊急度
		内容	期待される効果	必要なリソース	
	4.3.8 ろ床に貫通孔がある。	・ 逆洗装置の修理	・ 水質が改善して、安全な水を供給できる。	・ 修理費用	C
	<b>4.4 各浄水場共通の事項</b>				
	<b>施設の物理的状況</b>				
	4.4.1 各ダムからの流入メータが故障又ははない。	・ 流入メータの設置	・ 漏水率、無収水率が判明して計画目標が立案できる。 ・ 浄水場で水量を制御できるため、適切な薬品注入量が注入できるため、安定した水質が供給できる。 ・ 渇水時に、計画的に供給量を制御することができる。	・ 各流入メータと各バルブ (S.V : φ300 3 か所 φ500 1 か所、Toker : φ500 1 か所 φ150 1 か所、Mai Nefhi : φ500 1 か所)	C
	4.4.2 塩素ガス注入装置が無い。	・ 塩素注入装置を設置	・ 適切な塩素注入量を注入できる。 ・ 職員の塩素による健康障害を削減できる。	・ 塩素注入設備×3W.T.P ・ 塩素注入研修の講師	A or B
	<b>O&amp;Mの状況</b>				
	4.4.3 水質検査 (pH、濁度、EC、臭い、目視) を実施していない。	・ 水質試験員の雇用 ・ 検査器具 (pH、濁度、EC、大腸菌、糞便性大腸菌群、残留塩素) の購入 ・ 水質試験の OJT	・ 水質管理が強化でき、安全な水を供給できる。 ・ 水質問題 (汚物、農薬等) の原因を早期発見できる。 ・ 残留塩素を測定し適切な塩素注入量を注入できる。	・ 水質試験員 1 名×3W.T.P ・ pH、濁度、EC、大腸菌、糞便性大腸菌群、残留塩素×3W.T.P ・ 水質試験研修の講師	A
	4.4.4 適切な管理日誌 (点検、修理、水質、流量、運転時間) がなく、管理されていない。	・ 管理日誌の整備 ・ 日誌記帳の OJT	・ 施設の維持管理が強化され、情報の共有ができる。 ・ 故障、漏水等の原因が明確になり、迅速な対応ができる。	・ 職員による日誌整備と研修の講師	A
	4.4.5 3つの浄水場の現状を本部で把握していない。(総括する技術者がいない。)	・ 技術者の雇用 ・ 管理車両の購入	・ 管理が強化され、本部との情報伝達が迅速になる。 ・ 情報が共有できるため、共通の課題を重点的に把握して解決できる。 ・ 3浄水場職員に対し技術の共有が図られる。	・ 技術者 ・ 4WDピックアップ又はバイク	A
	4.4.6 全体的に高齢化 (平均 50-60) で若手、中堅の人材がいないため、持続性がない。	・ 若手、中堅労働者の雇用	・ 技術移転ができ技術力が継続される。 ・ 施設の維持管理が強化される。	・ 給与面の待遇改善	C
	4.4.7 薬品注入量を試験する人材がいない。(Tokerには1名配置され6カ月のOJTの経験あり)	・ 注入量試験員の雇用、OJT	・ 水質管理が強化でき、安全な水を供給できる。	・ 技能者 2 名 ・ 注入量試験研修の講師	B
	4.4.8 図面と図書が整理されていない。(TokerはCAD図あり、Mai Nefhiは一部図面あり、S.Vはなし)	・ S.Vは図面作成が必要 ・ TokerとMai Nefhiは整理	・ 情報が共有され、故障、漏水等の緊急時に迅速な対応ができる。 ・ 将来の修繕計画が立案できる。	・ 調査会社に作成外注 ・ 職員による整理と保管室の提供	A

施設	問題点/課題	対応策			緊急度
		内容	期待される効果	必要なリソース	
	4.4.9 スペアパーツが的確に購入されない。	・ スペアパーツのストック、適時な購入	・ 苦情に対し迅速な対応ができる。 ・ 施設の故障、漏水等に対し迅速な対応ができる。 ・ 漏水率又は無収水率が削減。 ・ 安定した水が供給できる。	・ 外貨割当の確保	C
5. 送水施設	<b>施設の物理的状況</b>				
	5.1 ポンプ機器の故障・老朽化 (Stretta Vaudetto 浄水場送水ポンプ)	・ 施設更新	・ ポンプの停止頻度が少なくなり、給水量が増大、給水安定性が向上	・ 設計技術者 ・ 施設更新費用	B
	5.2 ポンプ機器の能力低下 (Mai Nefhi 浄水場送水ポンプ)	・ 点検・修理	・ 送水量が回復し、給水量が増大する。	・ 設計技術者 ・ 施設更新費用	B
	5.3 Mai Nefhi 浄水場からの送水管路が老朽化し、漏水事故が頻発。また管路の通水能力低下している。	・ 管路更新	・ 漏水事故が減り、給水安定性が向上。 ・ 送水量が回復し、給水量が増大する。	・ 管路更新費用	B
	5.4 Sembel ポンプ場の塩素注入器故障	・ 機器更新	・ 塩素注入による水質悪化防止	・ 機器更新費用	A
	5.5 Sembel ポンプ場配水池に大きな開口部があり、不衛生な状態となっている。	・ 開口部の閉塞	・ 安全な水を供給できる。	・ 補修費用	A
	<b>O&amp;Mの状況</b>				
	5.6 点検・修理がOMマニュアル通りに行われていない。	・ OM マニュアルの再教育	・ 施設の寿命が延び、事業の安定性・継続性が確保される。	・ 技術指導する人材	A
	5.7 点検・修理記録が整理されていない。	・ 点検・修理記録の指導	・ 適切な施設更新計画が可能になり、事業の安定性・継続性が確保される。	・ 技術指導する人材	A
	5.8 スペアパーツ交換時期の遅れ	・ スペアパーツの事前購入もしくはタイムリーなスペアパーツの購入	・ 施設の停止頻度が少なくなり、給水量が増大、給水安定性が向上	・ スペアパーツ購入予算	B
	5.9 施設図面、図書が保存管理・更新されていない。	・ 情報管理体制の整備	・ 適切な施設更新計画が可能となる。また、故障、漏水等への迅速な対応が可能となる。それにより事業の安定性・継続性が確保される。	・ 経験を有する人材の雇用 ・ 管理のためのパソコン等の導入	A
	5.10 水量計測・記録をしていない。	・ 計装設備の設置 ・ 記録の指導	・ 水量管理の精度向上ひいては漏水量の把握により漏水削減計画を立案可能になる。	・ 計装施設設置費用 ・ 運転指導技術者	A
	5.11 ポンプ運転記録等のデータ化がされていない	・ 記録の指導	・ 運転記録のモニターにより、適切な施設更新計画が可能になり、事業の安定性・継続性が確保される。	・ 運転指導技術者 ・ 管理のためのパソコン	A
6. 配水施設	<b>施設の物理的状況</b>				
	6.1 配水池の不足 Stretta Vaudetto 系統には配水池が無い。	・ 配水池の設置	・ ピーク時への対応が可能となり、給水量が増大する。	・ 設計技術者 ・ 施設建設費用	B

施設	問題点/課題	対応策			緊急度
		内容	期待される効果	必要なりソース	
	6.2 配水池の老朽化 Tokor 系統の3つの配水池は漏水、バルブ故障等により使用が困難。	・ 配水池の更新	・ ピーク時への対応が可能となり、給水量が増大する。	・ 設計技術者 ・ 施設建設費用	B
	6.3 配水ポンプ所の老朽化 Tokor 系統の2つの配水ポンプ所の機器は老朽化によりポンプ能力が低下している。	・ 施設更新	・ 配水圧が増加し、給水可能エリアが回復する。	・ 設計技術者 ・ 施設建設費用	B
	6.4 配水管路の老朽化 老朽 GI 管路が 3,000m 以上残っている。	・ 管路更新	・ 漏水減少 ・ 管路通水能力向上による給水区域の回復	・ 設計技術者 ・ 施設更新費用	C
	6.5 配水管路の未敷設 市西部・南部の新規開発地区への配水管路の敷設が遅れている。	・ 管路敷設	・ 給水区域の拡大	・ 設計技術者 ・ 管路敷設費用	C
<b>O&amp;M の状況</b>					
	6.7 点検・修理が OM マニュアル通りに行われていない。	・ OM マニュアルの再教育	・ 施設の寿命が延び、事業の安定性・継続性が確保される。	・ 技術指導する人材	A
	6.8 点検・修理記録が整理されていない。	・ 点検・修理記録の指導	・ 適切な施設更新計画が可能になり、事業の安定性・継続性が確保される。	・ 技術指導する人材	A
	6.9 スペアパーツ交換時期の遅れ	・ スペアパーツの事前購入もしくはタイムリーなスペアパーツの購入	・ 施設の停止頻度が少なくなり、給水量が増大、給水安定性が向上	・ スペアパーツ購入予算	B
	6.10 施設図面、図書が保存管理・更新されていない。	・ 情報管理体制の整備	・ 適切な施設更新計画が可能となる。また、故障、漏水等への迅速な対応が可能となる。それにより事業の安定性・継続性が確保される。	・ 経験を有する人材の雇用 ・ 管理のためのパソコン等の導入	A
	6.11 配水管路図面が保存管理・更新されていない。	・ 情報管理体制の整備 ・ 管路情報の更新	・ 情報が共有され、故障、漏水等の緊急時に迅速な対応ができる。 ・ 出水不良に対するバルブ操作ができる。 ・ 将来の配管修繕計画が立案できる。 ・ 将来の水道配水計画が立案できる。	・ 経験を有する人材の雇用 ・ 管理のためのパソコン等の導入 ・ 金属管探知機、非金属管探知機、金属探知機 ・ 探知機材の指導費用	A
	6.12 水量計測・記録をしていない。	・ 計装設備の設置 ・ 記録の指導	・ 水量管理の精度向上については漏水量の把握により漏水削減計画を立案可能になる。	・ 計装施設設置費用 ・ 運転指導技術者	A
	6.13 ポンプ運転記録等のデータ化がされていない	・ 記録の指導	・ 運転記録のモニターにより、適切な施設更新計画が可能になり、事業の安定性・継続性が確保される。	・ 運転指導技術者 ・ 管理のためのパソコン	A

施設	問題点/課題	対応策			緊急度
		内容	期待される効果	必要なリソース	
	6.14 水質管理が行われていない	・ 水質管理体制の構築	・ 水質向上の可能性が高まる。	・ 水質検査機器・器具・薬品の整備 ・ 水質管理要員の雇用	A
7. 給水設備	<b>施設の物理的状況</b>				
	7.1 給水栓の不足 1つの給水栓を平均で2-3世帯が利用している	・ 新規接続工事	・ 給水サービスの向上	・ 設計技術者 ・ 給水設備(量水器)調達費用	C
	7.2 量水器の老朽化 量水器の計量値が実際よりも少ない	・ 量水器交換	・ 無収水の削減により事業の安定性・継続性が確保される。	・ 量水器検査、交換作業要員 ・ 量水器調達費用	C
	<b>O&amp;Mの状況</b>				
	7.3 点検・修理記録が整理されていない。	・ 点検・修理記録の指導	・ 適切な施設更新計画が可能になり、事業の安定性・継続性が確保される。	・ 技術指導する人材	A
	7.4 メータ交換時期の遅れ	・ メータの事前購入もしくはタイムリーな購入	・ 計量値の誤差が少なくなり、無収水が減少し、事業の安定性・継続性が確保される。	・ メータ購入予算	B
	7.5 水質管理が行われていない	・ 水質管理体制の構築	・ 水質向上の可能性が高まる。	・ 水質検査機器・器具・薬品 ・ 水質管理要員の雇用	A
	7.6 施設図面、図書が保存管理・更新されていない。	・ 情報管理体制の整備	・ 適切な施設更新計画が可能となる。また、故障、漏水等への迅速な対応が可能となる。それにより事業の安定性・継続性が確保される。	・ 経験を有する人材の雇用 ・ 管理のためのパソコン等の導入	A
8. O&M 共通事項	8.1 機械・電気設備を修理する技術者の能力不足	・ 技術者の能力向上	・ 迅速な修理が可能となり、給水の安定性が向上する。	・ 技術指導する人材	A or B
	8.2 漏水発見・修理要員、新規接続工事要員の不足	・ 職員の採用・定着	・ 迅速な修理・接続工事が可能となり、給水の安定性及びサービスの向上。	・ 技術指導する人材 ・ 若手人材	A or B
	8.3 水質管理技術者の不足	・ 職員の採用・定着	・ 水質向上の可能性が高まる。	・ 技術指導する人材 ・ 若手人材	A or B
	8.4 CAD操作のできる人材の不足	・ 職員の採用、研修	・ 水道配管図が更新される。	・ 技術指導する人材 ・ 若手人材	A
	8.5 人材の高齢化	・ 若手職員の採用・定着	・ 技術継承が可能となり、事業の継続性が向上する。	・ 若手人材	C
	8.6 管理指導・作業実施するための車両がない。	・ 車両の調達	・ 技術管理、対応能力が向上し、事業の安定性・継続性・発展性が確保される。	・ 調達費用	B
	8.7 工事車両、工事機材、修繕機材が不足して対応が遅れている。	・ 工事車両、機材の調達	・ 技術管理、対応能力が向上し、事業の安定性・継続性・発展性が確保される。	・ 調達費用	B

施設	問題点/課題	対応策			緊急度
		内容	期待される効果	必要なリソース	
9.事業運営	9.1 給水量の把握 計量した給水量の料金収納までに半年以上要しているため、給水量のタイムリーな把握が出来ていない。	<ul style="list-style-type: none"> <li>支所設置により使用水量測定までの期間を短縮。</li> <li>情報管理体制構築。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>経営モニタリングの精度が向上し、事業の安定性・継続性が確保される。</li> <li>漏水量の把握精度が向上し、漏水削減計画を立案可能になる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>支所建設費用</li> <li>管理のためのパソコン等</li> </ul>	B
	9.2 水道料金 水道料金が2003年から改定されておらず、赤字体質となっている。	<ul style="list-style-type: none"> <li>水道料金の改定(政府承認必要)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>赤字体質を脱し、事業の安定性・継続性が確保される</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>財務担当者の支援要員</li> </ul>	B
	9.3 給水制限 現在の供給能力は潜在需要を大きく下回っており給水制限を行っている。	<ul style="list-style-type: none"> <li>供給能力の向上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>供給能力の向上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>供給能力の向上</li> <li>施設更新費用</li> </ul>	C
	9.4 需給バランス 将来的には需要が現在の水源の取水可能量を上回ることが予測される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>水源施設、水道施設の増設</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>需給バランスが解消される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>技術者確保</li> <li>新規施設建設費用</li> </ul>	C
	9.5 電力供給 恒常的な計画停電により、安定した施設運転ができない。	<ul style="list-style-type: none"> <li>24時間受電の確保</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>給水の安定性向上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>EECによる給電体制の構築</li> </ul>	C

出典：調査団

### 3-2-2 代替協力案の検討

表 3-2-1 に基づく協議の過程で、エリトリア側から優先的に着手すべき項目を抽出すべしと提案があったことから、**Urgency A: The countermeasure that can be commenced immediately.** (直に着手できる対応策) と示した項目を抽出し、それらの項目を更に[X]:情報管理、[Y]:水質改善、[Z]:給水増量、[-]:その他（主に人材）に整理した。整理した結果を

**表 3-3-1 Issues and Countermeasures (Urgency A) (1/4)**

に示す。

検討の結果、表の中の[X]:情報管理によってデータが収集・整備されなければ、[Y]:水質改善、[Z]:給水増量をしてでも維持管理の持続性が期待できないため、[X]:情報管理を最優先すべき項目とした。

その内容（MD に Annex-2 として添付）を先方に提示し協議の結果、[X]:情報管理を最優先事項とすべきことに合意した。また特に日本側の支援を期待する事項について確認した。

Annex-2（和文）を表 3-3-2 に示す。

### 3-3 結論

- 表 3-3-2 Annex-2（和文）の [X]:情報管理を最優先事項として、エリトリア側からの要請に基づき、技術協力による支援を検討すべきである。
- また、[X]:情報管理が問題なく実行された場合の次のステップとして、  
**表 3-3-1 Issues and Countermeasures (Urgency A) (1/4)**
- Issues and Countermeasures (Urgency A) に記載の [Y]:水質改善、[Z]:給水増量に係る支援を検討すべきである。

以上

表 3-3-1 Issues and Countermeasures (Urgency A) (1/4)

Facilities	Issues	Countermeasures		Effects	Urgency	
		Components	Necessary Resources			
Raw water storage facilities (Dam)	<b>O&amp;M Conditions</b>					
	<b>Human resources</b> [-]	1.2 There isn't an engineer for O&M of each water resources and dam.	- Recruitment of an engineer - Purchase of a vehicle of management	- Engineer × 1 - 4WD Pickup or Motorcycle × 1	- The management of each water source and dam is strengthened. - The management of preservation of water source is strengthened.	A
	<b>Preservation</b> [X] [Y]	1.3 The preservation of water source (patrol and cleaning etc.) isn't managed.	- Recruitment of workers - Arrangement of a daily report - OJT of the daily reporting	- 2 workers × 5 Dams - Training of daily reporting	- The preservation of water source is strengthened and information is shared. - The water quality management is strengthened.	A
	<b>Recording</b> [X]	1.4 A daily record of the dams about checking and repairing isn't kept.	- Arrangement of a daily report - OJT of the daily reporting	- Training of daily reporting	- The O&M of facilities is strengthened and information is shared. - The cause of a breakdown and leakage are clarified and repaired quickly.	A
	<b>Water quality</b> [X] [Y]	1.5 Water quality test (turbidity, pH, electrical conductivity etc.) is not practiced at each dam.	- Purchase of water quality analysis equipment	- Training of water quality test - Water quality equipment (turbidity, EC) × 5 dams (TOKER, ADI SHEKA, MAI SERWA, SV, MAI NEFHI)	- The water quality management is strengthened.	A
Water treatment facility	<b>Physical Conditions</b>					
	<b>Chemical mixing and injection equipment</b> [Y]	4.1.1 (S.V. WTP) The chemical mixing and injection equipment are out of order for a long time	- Replacement of alum tank and providing gravity injection system	- 1000L chemical tank × 2nos - Pipe laying to 4 receiving wells	- Turbidity is improved. - Workload in the filter is reduced.	A
		4.3.1 (Mai Nefhi WTP) The chemical mixing and injection equipment are out of order for a long time.	- Installation of a chemical tank for alum and a injection equipment	- 1000L chemical tank × 2nos - Pipe laying to the receiving well - Dosing pump × 2nos	- Turbidity is improved. - Workload in the filter is reduced.	A
	<b>Filter</b> [Y] [Z]	4.1.4 (S.V. WTP) Back-wash isn't done effectively so that there are thick sludge on the filter beds.	- Cleaning of sludge on the filter media	- Manpower cleaning on the filter surface periodically × 6 filters - Exchange of a filter media × 6 filters	- Turbidity is improved. - Workload in the filter is reduced.	A
		4.3.7 (Mai Nefhi WTP) Sludge remained on surface of filter sand	- Cleaning the sand surface	- Closely monitoring backwashing results	- Safe drinking water is supplied	A
4.3.8 (Mai Nefhi WTP) Many breakthrough (holes) are found.						

Category: [X]: Information Management, [Y]: Water Quality Improvement, [Z]: Increasing Water Supply, [-]: Others



表 3-3-1 Issues and Countermeasures (Urgency A) (2/4)

Facilities	Issues		Countermeasures		Effects	Urgency	
			Components	Necessary Resources			
Water treatment facility	sludge valve	[Y] 4.1.3 (S.V. WTP) Sludge in the sedimentation basin is not discharged. And several sludge valves are inoperable.	- Elimination of clogging into the sludge pipes and exchange of sludge valves	- Cleaning 5 sludge pipes and replacing/repairing 5 sludge valves	- Sludge in the sedimentation basin is discharged. - Turbidity is reduced so that workload in the filter is reduced.	A	
	Bulk meter	[X] 4.4.1 (3 WTPs) There are no water meters to manage the inflow and outflow at the W.T.Ps.	- Installation of inflow and outflow water meters.	- SV : φ300 water meter × 3 nos, φ500 water meter × 1 no - Toker : φ500 water meter × 2 nos, φ150 water meter × 1 no - Mai Nefhi : φ500 water meter × 2 nos	- The rate of water leakage and non-revenue water are revealed, and target planning can be drafted. - Stable water quality is supplied because water quantity is controlled and chemical injecting quantity is injected properly. - The quantity of water supply is controlled deliberately at the time of a drought.	A	
	Chlorinator	[Y] 4.4.2 (3 WTPs) Chlorine gas is injected directly into the clear water reservoir or the receiving basin by the plastic tube without the chlorinator.	- Installation of chlorinator	- chlorinator × 3 W.T.Ps - OJT	- Chlorine gas injecting quantity is injected properly. - The healthy obstacle with chlorine to staff is reduced.	A	
	<b>O&amp;M Conditions</b>						
	Jar test	[Y] 4.2.3 (Toker WTP) Jar test is not practiced.	- OJT of Jar test	- Lecturer of Jar test	- The water quality management is strengthened and safe water is supplied.	A	
	Water quality	[X] [Y] 4.4.3 (3 WTPs) Water quality test is not practiced at the W.T.Ps.	- Recruitment of water quality analyst - Purchase of water quality equipment - OJT of water quality analysis	- Water quality analyst × 3 W.T.Ps - Water quality equipment (pH, Turbidity, EC, Total coliform bacteria, General bacteria, Residual chlorine, Jar test) × 3 W.T.Ps - Lecturer of water quality test	- The water quality management is strengthened and safe water is supplied. - A cause of the water quality problem (filth and agricultural chemicals, etc.) is detected in early stages. - Chlorine gas injecting quantity is injected properly by measuring the residual chlorine.	A	
	Recording	[X] 4.4.4 (3 WTPs) A daily record about checking, repairing and operating isn't kept	- Arrangement of a daily report - OJT of the daily report	- Training of daily reporting	- The O&M in facilities is strengthened and information is shared. - The cause of a breakdown and leakage are clarified and repaired quickly.	A	

Category: [X]: Information Management, [Y]: Water Quality Improvement, [Z]: Increasing Water Supply, [-]: Others

表 3-3-1 Issues and Countermeasures (Urgency A) (3/4)

Facilities	Issues		Countermeasures		Effects	Urgency
			Components	Necessary Resources		
Water treatment facility	Human resources [-]	4.4.5 (3 WTPs) There isn't an engineer for O&M of 3 W.T.Ps	- Recruitment of an engineer - Purchase of a vehicle of management	- Engineer × 1 - 4WD Pickup or Motorcycle × 1	- The management of the W.T.Ps is strengthened. - A problem is settled early because information is transmitted to the headquarters early. - Technique is shared among 3 W.T.Ps.	A
	Drawings and documents [X]	4.4.8 (3 WTPs) AWSD are not properly filing past drawings and documents, although some of them are kept in the cabinet.	- Producing of drawings (SV) - Arrangement of drawings and documents (Toker and Mai Nefhi)	- Placing an order with a consultant company (SV) - Establishment of depository	- For information to be shared, a breakdown and leakage in case of emergency are corresponded quickly. - A future pipeline repairing plan can be drafted. - A future water supply plan can be drafted.	A
Intake, Transmission, Distribution, and Service facility	<b>Physical Conditions</b>					
	Chlorinator [Y]	5.4 Malfunction of chlorine injection facility at SembelPS	- Renewal of the chlorine injection facility	- Chlorine injector	- Reducing water quality degradation	A
	Reservoir [Y]	5.5 The reservoir at Sembel PS has large openings.	- To provide closures	- Closure	- Safe water is provided	A
	<b>O&amp;M Conditions</b>					
	Proper O&M [Z]	2.3, 5.6, 6.7 O&M activity according to the O&M manual is not being conducted.	- Training for OM activity according to the OM manual	- Technical guidance trainer	- Life span of the facility is extended, thus improvement in business stability and sustainability	A
	Bulk meter [X]	2.7, 3.5, 5.10, 6.12 The water flow amount is not measured and recorded	- Installation of instrumentation facility - Training on measurement and recording	- Instrumentation system for three intake facility (Adi-Sheka, Mai-Serwa, Tokor) and three transmission mains and distribution network - Trainer on instrumentation	- Upgrading of the water flow monitoring - Enabling to grasp the water leakage, thus enabling to work out leakage reduction plan	A
	Recording [X]	2.4, 3.4, 5.7, 6.8, 7.3 Check and maintenance record is not maintained properly	- Training on checking of facility condition and repairing	- Technical guidance trainer	- Enabling to establish the proper renewal plan of the facility, thus improvement in business stability and sustainability	A
2.8, 5.11, 6.13 The pump operation record is not compiled as a database		- Training on recording and database construction	- Trainer on recording and database construction - Installation of personal computers	- By monitoring the pump operation, the proper renewal plan of the facility can be established. - Thus, improvement in business stability and sustainability.	A	

Category: [X]: Information Management, [Y]: Water Quality Improvement, [Z]: Increasing Water Supply, [-]: Others

表 3-3-1 Issues and Countermeasures (Urgency A) (4/4)

Facilities	Issues		Countermeasures		Effects	Urgency
			Components	Necessary Resources		
Intake, Transmission, Distribution, and Service facility	Drawing management [X]	2.6, 3.3, 5.9, 6.10 Drawings and technical documents of the facilities are not being filed and updated	- Establishment of information management system	- Recruitment of the personnel with experience of information management - Installation of personal computers	- Enabling to establish the proper renewal plan of the facility. - The cause of facility failure can be detected easily, thus enabling the quick repairing. - Thus, improvement in business stability and sustainability.	A
		6.11, 7.6 Drawings of the distribution pipeline is not being filed and updated	- Establishment of information management system - Updating of pipeline information (pipe material, diameter, valve location, etc.)	- Recruitment of the personnel with experience of information management - Installation of personal computers - Metal pipe detector, Non-metal pipe detector, Metal detector	- Enabling information sharing, thus enabling quick repair of the facility failure or leakage. - Enabling proper valve operation for distribution control. - Enabling to establish the proper renewal plan of the facility and water distribution plan.	A
	Water quality control [Y]	6.14, 7.5 The water quality control is not conducted.	- Establishment of water quality management system	- Water quality test equipment and chemicals - Recruitment of water quality monitoring staff	- Enabling to upgrade the water quality of the supplied water.	A
Common O&M issue	Human resources [-]	8.4 Shortage of the technicians who are engaged in leakage detection and repair and installation of new house connections	- Recruitment of the new staff and continual Employment of the staff	- Experienced staff who provide training to the new junior staff - Junior staff	- Enabling quick repair of the facility, thus improvement in stability and service level of water supply.	A
		8.5 Shortage of chemist/biologist for water quality control	- Recruitment of the new staff and continual Employment of the staff	- Experienced staff who provide training to the new junior staff - Junior staff	- Enabling to upgrade the water quality management of AWSD.	A
		8.6 Shortage of the CAD operator	- Recruitment of the new staff and continual Employment of the staff - Training of CAD operation	- Experienced staff who provide training to the new junior staff - Junior staff	- Upgrading of water distribution pipeline drawings.	A
	Capacity of employee [-]	8.3 Poor performance of the technicians who repair the mechanical and electrical equipment	- Capacity development of the technicians	- Trainer for repair of mechanical and electrical equipment	- Enabling quick repair of the facility, thus improvement in stability of water supply.	A

Category: [X]: Information Management, [Y]: Water Quality Improvement, [Z]: Increasing Water Supply, [-]: Others

出典：調査団

表 3-3-2 Annex-2 (和文) の内容

優先課題 (情報管理\*)

施設	課題		対策			JICAに対する要求	
			内容	効果	必要なソース		
貯水施設 (ダム)	運営維持管理状況						
	保全	[X] [Y]	水源保全のための管理 (パトロール、清掃等) が実施されていない。	<ul style="list-style-type: none"> <li>労働者の雇用</li> <li>管理日誌の整備</li> <li>その記載に関するOJT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施設の維持管理が強化され、情報の共有ができる。</li> <li>水質管理が強化される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>5ダム×労働者2名程度</li> <li>管理日誌記載に関する指導</li> </ul>	
	記録	[X]	ダム堤体の管理日誌 (点検、修理、水質、水位) がなく、管理されていない。	<ul style="list-style-type: none"> <li>管理日誌の整備</li> <li>その記載に関するOJT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施設の維持管理が強化され、情報の共有ができる。</li> <li>故障、漏水等の原因が明確になり、迅速な対応ができる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>管理日誌記載に関する指導</li> </ul>	
	水質	[X] [Y]	水質検査 (pH、濁度、EC) が実施されていない。	<ul style="list-style-type: none"> <li>水質試験器 (濁度、pH、EC) の購入</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水質管理が強化される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水質試験に関する指導</li> <li>水質試験器 (濁度、pH、EC) ×5ダム (TOKER、ADI SHEKA、MAI SERWA、SV、MAI NEFHI)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓</li> <li>✓</li> </ul>
浄水施設	施設管理状況						
	大口径メータ	[X]	(3浄水場) 流入・流出量を計測するメータがない。	<ul style="list-style-type: none"> <li>流入・流出メータの設置</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>漏水率、無取水率が判明して計画目標が立案できる。</li> <li>浄水場で水量を制御できるため、適切な薬品注入量が注入できるため、安定した水質が供給できる。</li> <li>漏水時に、計画的に供給量を制御することができる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S.V: φ300メータ × 3箇所、φ500メータ × 1箇所</li> <li>Toker: φ500メータ × 2箇所、φ150メータ × 1箇所</li> <li>Mai Nefhi: φ500メータ × 2箇所</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓</li> <li>✓</li> <li>✓</li> </ul>
	運営維持管理状況						
	水質	[X] [Y]	(3浄水場) 水質検査 (pH、濁度、EC、臭い、目視) を実施していない。	<ul style="list-style-type: none"> <li>水質試験員の雇用</li> <li>水質試験器 (pH、濁度、EC、大腸菌、糞便性大腸菌群、残留塩素) の購入</li> <li>水質試験のOJT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水質管理が強化でき、安全な水を供給できる。</li> <li>水質問題 (汚物、農業等) の原因を早期発見できる。</li> <li>残留塩素を測定し適切な塩素注入量を注入できる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水質試験員1名×3浄水場</li> <li>pH、濁度、EC、大腸菌、糞便性大腸菌群、残留塩素×3浄水場</li> <li>水質試験研修の講師</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓</li> </ul>
	記録	[X]	(3浄水場) 管理日誌 (点検、修理、水質、流量、運転時間) がなく、管理されていない。	<ul style="list-style-type: none"> <li>管理日誌の整備</li> <li>その記載に関するOJT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施設の維持管理が強化され、情報の共有ができる。</li> <li>故障、漏水等の原因が明確になり、迅速な対応ができる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>管理日誌記載に関する指導</li> </ul>	
図面・図書	[X]	(3浄水場) AWSDでは図面と図書が整理されていない。	<ul style="list-style-type: none"> <li>S.Vの図面作成</li> <li>Tokerとmai Nefhiは整理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>情報が共有され、故障、漏水等の緊急時に迅速な対応ができる。</li> <li>将来の修繕計画が立案できる。</li> <li>将来の水道計画が立案できる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S.Vの図面は調査会社に依頼作成</li> <li>保管室の設置</li> </ul>		
取水、送水、配水、給水施設	運営維持管理状況						
	大口径メータ	[X]	水量計測・記録をしていない。	<ul style="list-style-type: none"> <li>計装設備の設置</li> <li>計測と記録の指導</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水量管理の精度が向上する。</li> <li>漏水量の把握により漏水削減計画を立案可能になる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>計装施設 (メータ) 設置 (3取水施設 (Adi-Sheka, Mai-Serwa, Toker)、3送水管、配管網)</li> <li>計測指導技術者</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓</li> </ul>
	記録	[X]	点検・修理記録が整理されていない。	<ul style="list-style-type: none"> <li>点検・修理記録の指導</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>適切な施設更新計画が可能になり、事業の安定性・継続性が確保される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>技術指導する人材</li> </ul>	
			ポンプ運転記録等が整理されていない。	<ul style="list-style-type: none"> <li>記録と情報管理の指導</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>運転記録のモニターにより、適切な施設更新計画が可能になる。</li> <li>事業の安定性・継続性が確保される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>記録と情報管理を指導する人材</li> <li>管理のためのパソコン</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓</li> </ul>
	図面	[X]	施設図面、図書が保存管理・更新されていない。	<ul style="list-style-type: none"> <li>情報管理体制の整備 (CAD)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>適切な施設更新計画が可能となる。</li> <li>故障、漏水等への迅速な対応が可能となる。</li> <li>それにより事業の安定性・継続性が確保される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>情報管理 (CAD) の経験を有する人材の雇用</li> <li>管理のためのパソコン</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓</li> </ul>
		配水管路図面が保存管理・更新されていない。	<ul style="list-style-type: none"> <li>情報管理体制の整備 (CAD)</li> <li>管路 (管種、管径、バルブ位置) の更新</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>情報が共有され、故障、漏水等の緊急時に迅速な対応ができる。</li> <li>配水管網の適切なバルブ操作ができる。</li> <li>適切な施設と配水管網の更新計画が可能となる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>情報管理 (CAD) の経験を有する人材の雇用</li> <li>管理のためのパソコン</li> <li>金属管探知機、非金属管探知機</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓</li> <li>✓</li> <li>✓</li> </ul>	

区分: [X]: 情報管理, [Y]: 水質改善 / \*データ収集と情報管理

出典: 調査団

## 付 属 資 料

1. MD
2. 面談者リスト
3. 資料収集リスト
4. 参考資料
  - 1) 第1次現地調査 プレゼンテーション資料
  - 2) 第2次現地調査 プレゼンテーション資料
  - 3) 各ダムの取水可能水量の算出
  - 4) 電力事情
  - 5) 各ダム・浄水場の概略図
  - 6) 需要予測
  - 7) 管網計算結果
  - 8) エリトリア国の水質基準
  - 9) 環境手続きのフローチャート
  - 10) 質問票回答
  - 11) 写真集

付属資料 1.

MD(第1回現地調査)

**MINUTES OF DISCUSSIONS  
ON  
THE PREPARATORY SURVEY  
OF  
ASMARA WATER SUPPLY DEVELOPMENT  
IN THE STATE OF ERITREA**

In response to the request of the Government of the State of Eritrea (hereinafter referred to as "Eritrea"), the Government of Japan decided to conduct a Preparatory Survey on Asmara Water Supply Development (hereinafter referred to as "the Survey") and entrusted the survey to the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA").

JICA dispatched to Eritrea the Preparatory Survey Team (hereinafter referred to as "the Survey Team"), which is headed by Mr. Yoshiki Omura, Senior Advisor, JICA, and is scheduled to stay in the country from 22nd March to 3rd May 2015.

The Survey Team held the discussions with the officials concerned of Eritrea. In the series of discussions and field surveys, both sides confirmed the items described in attached sheets. The Survey Team will proceed to further work and assess technical feasibilities of the requested components within the framework of Japan's grant aid scheme.

Asmara, 26th March 2015

Mr. Yoshiki Omura  
Leader  
Preparatory Survey Team  
Japan International Cooperation Agency

Dr. Giorgis Teklemikael  
Minister of National Development



Mr. Tesfai Ghebreslassie  
Minister of Land, Water and Environment

## ATTACHMENT

### 1. Objective of the Survey

1-1) The Survey team explained the following objectives of the Survey, and the Eritrean side understood it.

- To confirm the present state and issues of the existing water supply facilities in Asmara and examine the requested components.
- To assess technical feasibilities of the requested components within the framework of Japan's grant aid scheme.
- To explain the general outline of Japan's grant aid scheme.

1-2) The Survey Team explained that the present survey does not imply the commitment of project implementation by the Japanese Government nor JICA and the Eritrean side understood it.

### 2. Target Areas of the Survey

The target area of the Survey is the city of Asmara and its suburbs as shown **Annex-1**.

### 3. Institutions concerned

The institutions concerned to support the survey are as follows:

- Ministry of National Development
- Ministry of Land, Water and Environment
- Ministry of Foreign Affairs
- Zoba Maekel Administration
- Asmara Water Supply and Sewerage Department

Asmara Water Supply and Sewerage Department is responsible for technical aspects of the Survey.

### 4. Items requested by Eritrea

4-1) The original request of the Eritrean side for Japan's grant aid scheme is attached as **Annex-2**.

4-2) The Eritrean side explained following priority of the request:

- 1<sup>st</sup>: Construction of New S.V. W.T.P (16,000m<sup>3</sup>/day).
- 2<sup>nd</sup>: Rehabilitation of the Existing Distribution Reservoirs and Construction of two Distribution Reservoirs.
- 3<sup>rd</sup>: Renewal of the Raw Water Transmission Pipeline from Mai-Serwa Dam to Stretta Vaudetto W.T.P.



4<sup>th</sup>: Renewal of the Treated Water Transmission Pipeline from Mai-Nefhi W.T.P to New Sembel Pump Station.

5<sup>th</sup>: Rehabilitation and Extension of Primary and Secondary Distribution Networks.

### 5. Japan's grant aid scheme

5-1) The Survey Team explained the general outline of Japan's grant aid scheme and major undertakings to be taken by the Eritrean side for information.

5-2) The Survey Team pointed out the following lessons learnt by the previous water supply project and general pre-conditions to implement the Japan's grant aid.

- Lessons learnt
  - Insufficiently manned facilities
  - Inadequate human resources development,
  - Scarcity of spare parts.
- General pre-conditions to implement the grant aid
  - Land acquisition
  - Adequate water source
  - Uninterrupted power supply
  - Appropriate system for operation and maintenance of related facilities

5-3) The Survey Team also explained items as shown 5-2) should be duly considered in the feasibility analysis conducted by them.

### 6. Schedule of the Survey

6-1) The consultant members of the Survey Team will conduct the 1st field survey in the country until 3rd May 2015 to collect necessary data. They will also make an excursion to the Republic of Kenya for discussions with JICA Kenya Office in the middle of April.

6-2) JICA will examine technical feasibilities of the requested components and their appropriateness for Japan's grant aid until the the end of May 2015.

6-3) JICA will dispatch another mission in order to explain the results of examination to the Eritrean side around June 2015.



## 7. Other Relevant Issues

### 7-1) Counterpart Personnel of the Survey

The Survey Team requested the Eritrean side that counterpart personnel from related institutions shall be assigned to ensure the smooth implementation of the Survey and the Eritrean side agreed it.

### 7-2) Provision of necessary data and materials

The Survey Team requested the Eritrean side to provide necessary data and materials to the Survey Team and the Eritrean side agreed it.

(END)

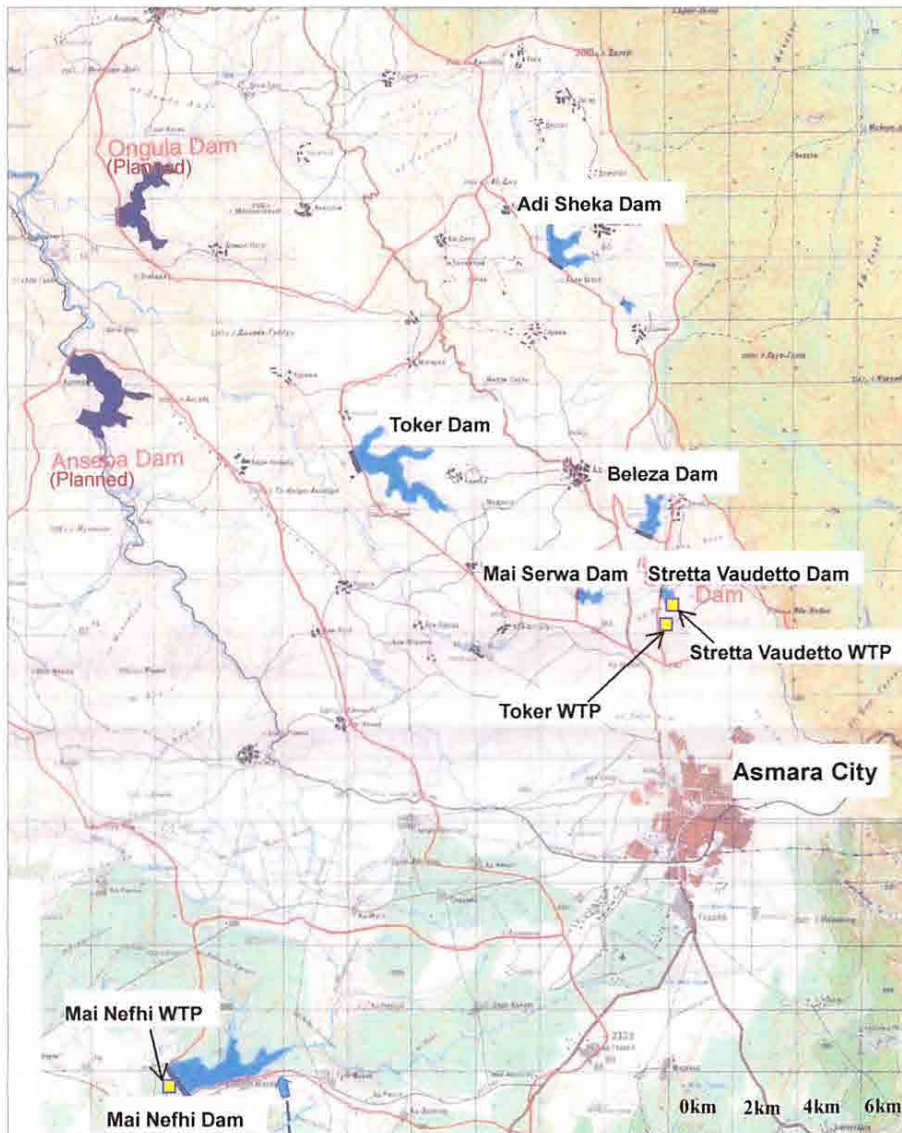
Annex-1 : Target Areas of the Preparatory Survey

Annex-2 : The original request of the Eritrean side for Japan's grant aid scheme

Annex-3 : Japan's Grant Aid Scheme

2 h.r.

Annex-I : Target Areas of the Preparatory Survey



*in fig. 7.6*

Annex-2: The original request of the Eritrean side for Japan's grant aid scheme

Summary of Detailed Contents of the Project

No.	ACTIVITY	SIZE	QUANTITY	COST (USD)	PRIORITY
1.	Construction of New Treated Water Transmission Pipe Line from Mai-Nefhi W.T.P to Sembel Pump Station.	DCI Dia.600mm	25KM	9,212,916	1
2.	Rehabilitation of Stretta Vaudetto Raw Water Transmission line	PVC & DI Dia.300mm	2.6 km	777,370	1
3.	Upgrading of the Stretta Vaudetto system raw water pumping stations				
3a.	Stretta Vaudetto Pumping Stations	Q=180m <sup>3</sup> /h H=23m	1 unit	67,710	2
3b.	Mai Serwa Raw Water Pumping Stations	Q=200m <sup>3</sup> /h H=61m	2 units	136,620	2
4.	Upgrading of the Stretta Vaudetto clear water pumping station	Q=380m <sup>3</sup> /h H=93m	4 units	294,753	1
5.	Upgrading of the distribution system pumping stations				
5a.	Mai Chehot pumping station	Q=200m <sup>3</sup> /h H=85m	2 units	160,082	3
5b.	Denden pumping station	Q=170m <sup>3</sup> /h H=50m	2 units	53,200	3
6.	Rehabilitation of Stretta Vaudetto W.T.P and Construction of New S.V W.T.P	15,000m <sup>3</sup> /day	1 unit	2,798,260	1
7.	Rehabilitation of the Existing Distribution Reservoirs.				
7a.	Monopolio Distribution Reservoir	300m <sup>3</sup>	2 units	104,679	2
7b.	Tsetserat Distribution Reservoir	500m <sup>3</sup>	2 units	140,623	3
7c.	Haz Haz Distribution Reservoir	500m <sup>3</sup>	2 units	121,458	2
8.	Construction of New Distribution Reservoirs.				
8a.	New Arbata Asmara Distribution Reservoir	1,000m <sup>3</sup>	1 unit	323,174	1
8b.	Cherkos Distribution Reservoir	1,000m <sup>3</sup>	1 unit	339,862	1
9.	Rehabilitation and Extension of Primary Distribution Network.	PVC & DI Dia.150mm Dia.200mm Dia.250mm Dia.300mm	3.3 km 17.3 km 7.0 km 13.0 km	3,798,982	1
10.	Rehabilitation and Extension of Secondary Distribution Network	PVC Dia.63mm Dia.90mm Dia.110mm Dia.160mm	7.6 km 9.9 km 8.9 km 3.0 km	2,619,263	2
11.	Soft Component			219,800	
	<b>TOTAL</b>			<b>21,168,752</b>	

*Handwritten signature*

### Annex-3: Japan's Grant Aid Scheme

The Government of Japan (hereinafter referred to as “the GOJ”) is implementing the organizational reforms to improve the quality of ODA operations, and as a part of this realignment, a new JICA law was entered into effect on October 1, 2008. Based on this law and the decision of the GOJ, JICA has become the executing agency of the Grant Aid for General Projects, for Fisheries and for Cultural Cooperation, etc.

The Grant Aid is non-reimbursable fund provided to a recipient country to procure the facilities, equipment and services (engineering services and transportation of the products, etc.) for its economic and social development in accordance with the relevant laws and regulations of Japan. The Grant Aid is not supplied through the donation of materials as such.

#### 1. Grant Aid Procedures

The Japanese Grant Aid is supplied through following procedures:

- Preparatory Survey (hereinafter referred to as “the Survey”)
  - the Survey conducted by JICA
- Appraisal & Approval
  - Appraisal by the GOJ and JICA, and Approval by the Japanese Cabinet
- Authority for Determining Implementation
  - The Notes exchanged between the GOJ and a recipient country
- Grant Agreement (hereinafter referred to as “the G/A”)
  - Agreement concluded between JICA and a recipient country
- Implementation
  - Implementation of the Project on the basis of the G/A

#### 2. Preparatory Survey

##### (1) Contents of the Survey

The aim of the preparatory Survey is to provide a basic document necessary for the appraisal of the Project made by the GOJ and JICA. The contents of the Survey are as follows:

- Confirmation of the background, objectives, and benefits of the Project and also institutional capacity of relevant agencies of the recipient country necessary for the implementation of the Project.
- Evaluation of the appropriateness of the Project to be implemented under the Grant Aid Scheme from a technical, financial, social and economic point of view.
- Confirmation of items agreed between both parties concerning the basic concept of the



Project.

- Preparation of an outline design of the Project.
- Estimation of costs of the Project.

The contents of the original request by the recipient country are not necessarily approved in their initial form as the contents of the Grant Aid project. The Outline Design of the Project is confirmed based on the guidelines of the Japan's Grant Aid scheme.

JICA requests the Government of the recipient country to take whatever measures necessary to achieve its self-reliance in the implementation of the Project. Such measures must be guaranteed even though they may fall outside of the jurisdiction of the organization of the recipient country which actually implements the Project. Therefore, the implementation of the Project is confirmed by all relevant organizations of the recipient country based on the Minutes of Discussions.

#### (2) Selection of Consultants

For smooth implementation of the Survey, JICA employs (a) registered consulting firm(s). JICA selects (a) firm(s) based on proposals submitted by interested firms.

#### (3) Result of the Survey

JICA reviews the Report on the results of the Survey and recommends the GOJ to appraise the implementation of the Project after confirming the appropriateness of the Project.

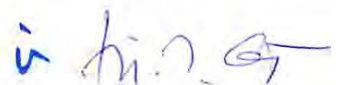
### 3. Japan's Grant Aid Scheme

#### (1) The E/N and the G/A

After the Project is approved by the Cabinet of Japan, the Exchange of Notes (hereinafter referred to as "the E/N") will be signed between the GOJ and the Government of the recipient country to make a pledge for assistance, which is followed by the conclusion of the G/A between JICA and the Government of the recipient country to define the necessary articles to implement the Project, such as payment conditions, responsibilities of the Government of the recipient country, and procurement conditions.

#### (2) Selection of Consultants

In order to maintain technical consistency, the consulting firm(s) which conducted the Survey will be recommended by JICA to the recipient country to continue to work on the Project's implementation after the E/N and G/A.



(3) Eligible source country

Under the Japanese Grant Aid, in principle, Japanese products and services including transport or those of the recipient country are to be purchased. When JICA and the Government of the recipient country or its designated authority deem it necessary, the Grant Aid may be used for the purchase of the products or services of a third country. However, the prime contractors, namely, constructing and procurement firms, and the prime consulting firm are limited to "Japanese nationals".

(4) Necessity of "Verification"

The Government of the recipient country or its designated authority will conclude contracts denominated in Japanese yen with Japanese nationals. Those contracts shall be verified by JICA. This "Verification" is deemed necessary to fulfill accountability to Japanese taxpayers.

(5) Major undertakings to be taken by the Government of the Recipient Country

In the implementation of the Grant Aid Project, the recipient country is required to undertake such necessary measures as Annex 3.

(6) Proper Use

The Government of the recipient country is required to maintain and use properly and effectively the facilities constructed and the equipment purchased under the Grant Aid, to assign staff necessary for this operation and maintenance and to bear all the expenses other than those covered by the Grant Aid.

(7) Export and Re-export

The products purchased under the Grant Aid should not be exported or re-exported from the recipient country.

(8) Banking Arrangements (B/A)

- a) The Government of the recipient country or its designated authority should open an account under the name of the Government of the recipient country in a bank in Japan (hereinafter referred to as "the Bank"). JICA will execute the Grant Aid by making payments in Japanese yen to cover the obligations incurred by the Government of the recipient country or its designated authority under the Verified Contracts.

- b) The payments will be made when payment requests are presented by the Bank to JICA under an Authorization to Pay (A/P) issued by the Government of the recipient country or its designated authority.

(9) Authorization to Pay (A/P)

The Government of the recipient country should bear an advising commission of an Authorization to Pay and payment commissions paid to the Bank.

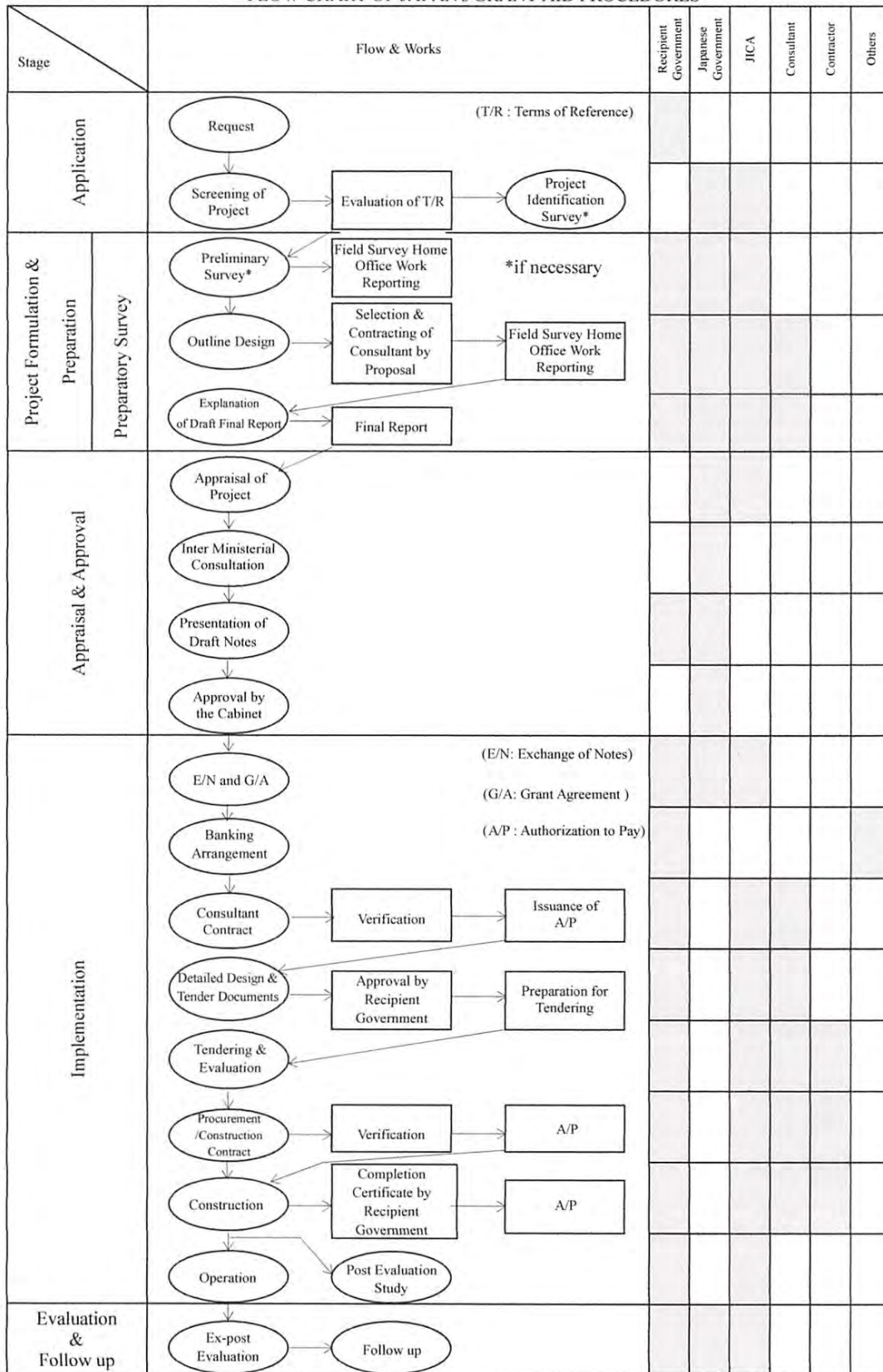
(10) Social and Environmental Considerations

A recipient country must carefully consider social and environmental impacts by the Project and must comply with the environmental regulations of the recipient country and JICA socio-environmental guidelines.

à H. 7.6r



FLOW CHART OF JAPAN'S GRANT AID PROCEDURES



付属資料 1.

MD(第2回現地調査)

**MINUTES OF DISCUSSIONS  
ON  
THE PREPARATORY SURVEY  
OF  
ASMARA WATER SUPPLY DEVELOPMENT  
IN THE STATE OF ERITREA**

In response to the request of the Government of the State of Eritrea (hereinafter referred to as “Eritrea”), the Government of Japan decided to conduct a Preparatory Survey on Asmara Water Supply Development (hereinafter referred to as “the Survey”) and entrusted the survey to the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”).

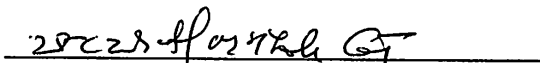
JICA dispatched to Eritrea the Second Preparatory Survey Team (hereinafter referred to as “the Survey Team”), which is headed by Mr. Akihiro Miyazaki, Director, Water Resources Group, Global Environment Department, JICA, and is scheduled to stay in the country from 31st May to 6th June 2015.

The Survey Team held the discussions with the officials concerned of Eritrea. In the series of discussions and field surveys, both sides confirmed the items described in the attachment.

Asmara, 5th June 2015



Mr. Akihiro Miyazaki  
Leader  
Preparatory Survey Team  
Japan International Cooperation Agency



Dr. Giorgis Teklemikael  
Minister of National Development



Mr. Tesfai Ghebreselassie  
Minister of Land, Water and Environment

## ATTACHMENT

### 1. Objectives of the Survey

The Eritrean side and the Survey team confirmed the following objectives of the Survey;

- a) To report the findings from the First Survey and the current issues of the existing water supply facilities in Asmara.
- b) To suggest measures to tackle the issues that the water supply facilities face with and JICA's possible cooperation.

### 2. Findings of the First Survey

The Survey team reported the findings of the previous Survey (from 22nd March to 3rd May 2015) as Annex-1, and explained technical aspects and feasibility of the Grant aid project "Asmara Water Supply Development" (hereinafter referred to as "the Grant aid project") as follows. And the Eritrean side understood the situation.

#### 2-1 Technical aspects of the requested project

The Survey team explained that JICA examined effectiveness and sustainability to consider whether the Grant aid project was technically appropriate for Grant aid or not. From this viewpoint, the Survey team concluded impact of the Grant aid project might be less sustainable due to the following obstacles,

- a) Lack of appropriate operation and maintenance of the existing water supply facilities

The existing water supply facilities have to be improved in terms of operation and maintenance. The current issues are shown as follows:

- Due to shortage of workers, leading engineers and younger employees, in particular, to be engaged in operation and maintenance, sustainable operation of water services are not provided.
- Due to shortage of spare-parts and equipment for operation and maintenance, the water treatment processes are not properly functioning.
- Due to frequent outages of electricity supply, water treatment process and pump operation are intermittently conducted.
- Due to inappropriate operations at water treatment plants such as improper dosage

Handwritten signature and initials.

of chemicals, unsafe quality of water might be supplied.

**b) Lack of Information**

Water service information is essential for conducting Outline Design. However, the Survey team could not find the following information;

- As-built drawings of water treatment plants, excluding Toker WTP,
- Records of chemicals dosing / water intake / production / water quality,
- As-built drawings of raw water and clear water transmission mains, excluding Toker WTP , and
- Updated detailed drawings of distribution networks.

**2- 2 Technical appropriateness of the Grant aid project**

Both parties agreed that the Grant aid project could be effective and sustainable if the obstacles discussed in 2-1 are overcome. Thus, JICA may consider Outline Design of the Grant aid project in case that the obstacles are overcome.

In addition, the Survey team explained that JICA considered proper operation and maintenance of the existing facilities as the first thing to be achieved by the Eritrean side. The Eritrean side understood it.

**3. Priority issues**

**3-1 Priority components**

Both parties agreed to prioritize the components to tackle for solving the current problems in order to secure proper operation and maintenance as in Annex-2. The Survey team explained its opinion that collecting precise data and storing information should be prioritized, and the Eritrean side accepted it.

The Eritrean side requested provision of the pumps described in items 2.1, 5.1 and 5.2 in Annex-1 as urgent components. The Survey team will transfer the request to JICA headquarters.

**3-2 Potential cooperation by JICA**

Both parties understood the importance of technical cooperation for information management (including data collection) in order to conduct proper operation and maintenance as Annex-2.

*M.7. G*

#### 4. Further process

Both parties confirmed the further process as below:

a) The Eritrean side

- To take necessary actions on prioritized components in Annex-2, and
- To submit a request to the Government of Japan for technical cooperation based on this “Minutes of Discussions” by the end of July 2015.

b) The Survey team

- To report the intention of the Eritrean side to JICA headquarters and the Government of Japan.

c) JICA

- To prepare technical cooperation on the basis of the request by Eritrea.

End.

Annex-1 : Issues and Countermeasures

Annex-2 : Priority issues (Information management)

Handwritten signature and initials.

Handwritten mark.

## Issues and Countermeasures

Facilities	Issues	Countermeasures			Urgency
		Components	Effects	Necessary Resources	
1. Raw water storage facilities (Dam)	<b>O&amp;M Conditions</b>				
	1.1 There isn't a water level indicator at each dam except Toker dam.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Installation of the water level indicators</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>The water availability at the dam is confirmed, and restriction on water intake is implemented.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Water level indicator×5 dams (TOKER, ADI SHEKA, MAI SERWA, SV, MAI NEFHI)</li> </ul>	C
	1.2 There isn't an engineer for O&M of each water resources and dam.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recruitment of an engineer</li> <li>Purchase of a vehicle of management</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>The management of each water source and dam is strengthened.</li> <li>The management of preservation of water source is strengthened.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Engineer ×1</li> <li>4WD Pickup or Motorcycle ×1</li> </ul>	A or B
	1.3 The preservation of water source (patrol and cleaning etc.) isn't managed.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recruitment of workers</li> <li>Arrangement of a daily report</li> <li>OJT of the daily reporting</li> <li>Purchase of water quality analysis equipment</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>The O&amp;M of facilities is strengthened and information is shared.</li> <li>The cause of a breakdown and leakage are clarified and repaired quickly.</li> <li>The water quality management is strengthened.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 workers × 5 Dams</li> <li>Training of daily reporting</li> <li>water quality equipment (turbidity, EC) ×5 dams (TOKER, ADI SHEKA, MAI SERWA, SV, MAI NEFHI)</li> <li>Training of water quality test</li> </ul>	A
	1.4 A daily record about checking and repairing isn't kept.				
	1.5 Water quality test (turbidity, pH, electrical conductivity etc.) is not practiced at each dam.		<ul style="list-style-type: none"> <li>A cause of the water quality problem (filth and agricultural chemicals, etc.) is detected in early stages.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Annual water quality analysis (incl. herbicides and pesticides)</li> </ul>	C
	1.6 There are no drawings such as dam bodies and plan of lakes, except Toker dam.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Arrangement of the drawings</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>The remaining water quantity at the dam can be understood, and restriction on water intake can be implemented.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A survey company for survey and drafting the drawings ×4 dams (ADI SHEKA, MAI SERWA, SV, MAI NEFHI)</li> </ul>	C
1.7 There are much sediment into each dam lake, S.V dam in particular.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dredging sediments of each dam lake.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Storage capacity of the dam increases, and quantity of water intake increases.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contracting a construction company for dredging in sediments</li> </ul>	C	

Urgency: A: The countermeasure can be conducted immediately. B: To be conducted C: The countermeasure needs a long-term approach.

Handwritten signature/initials

Facilities	Issues	Countermeasures			Urgency
		Components	Effects	Necessary Resources	
2. Intake Facility (Intake pump station)	<b>Physical Conditions</b>				
	2.1 Malfunction/Deterioration of the pump equipment a) Adi-Sheka pump station b) Mai -Serwa pump station	- Renewal of the facility	- Interruption time of pump operation is reduced - Increasing water supply and improvement in stable water supply	- Design engineer - Pump with electrical facility Adi-sheka PS: Q=450 m3/h Mai-serwa PS: Q= 200 m3/h x 2nos.	B
	2.2 Tokor Pump Station a) Limited operation hour (10 hours/day) of diesel engine driven pump due to overheat of diesel engine and availability of diesel b) The diesel fuel cost is a huge financial burden on the AWSD	- Replacement with the electric motor driven pump	- Pump operation hours is extended, increasing water supply amount - Improvement in financial condition of AWSD, thus improvement in business stability and sustainability	- Design engineer - Electric motor driven pump with associated electrical facilities Q= 990 m3/h H=235m x 2nos.	B
	<b>O&amp;M Conditions</b>				
	2.3 O&M activity according to the O&M manual is not being conducted.	- Training for OM activity according to the OM manual	- Life span of the facility is extended, thus improvement in business stability and sustainability	- Technical guidance trainer - Trainee	A
	2.4 Check and maintenance record is not maintained properly	- Training on checking of facility condition and repairing	- Enabling to establish the proper renewal plan of the facility, thus improvement in business stability and sustainability	- Technical guidance trainer - Trainee	A
	2.5 Delay of replacement of spare parts	- Prepare the stock of spare parts - Timely procurement of the spare parts	- Interruption of pump operation is reduced - Increasing water supply and improvement in stable water supply	- Budgeting for procurement of spare parts	B
2.6 Drawings and technical documents of the facility is not being filed and updated	- Establishment of information management system	- Enabling to establish the proper renewal plan of the facility - The cause of facility failure can be detected easily, thus enabling the quick repairing - Thus, improvement in business stability and sustainability	- Recruitment of the personnel with experience of information management - Installation of personal computers	A	

Urgency: A: The countermeasure can be conducted immediately. B: To be conducted C: The countermeasure needs a long-term approach.

hi. 7. ①



Facilities	Issues	Countermeasures			Urgency
		Components	Effects	Necessary Resources	
	2.7 The water flow amount is not measured and recorded	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Installation of instrumentation facility</li> <li>- Training on measurement and recording</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Upgrading of the water flow monitoring</li> <li>- Enabling to grasp the water leakage, thus enabling to work out leakage reduction plan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instrumentation system for three intake facility (Adi-Sheka, Mai-Serwa, Tokor)</li> <li>- Trainer on instrumentation</li> </ul>	A
	2.8 The pump operation record is not compiled as a database	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Training on recording and database construction</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- By monitoring the pump operation, the proper renewal plan of the facility can be established.</li> <li>- Thus, improvement in business stability and sustainability</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trainer on recording and database construction</li> <li>- Installation of personal computers</li> </ul>	A
3. Raw water transmission facility	<b>Physical Conditions</b>				
	3.1 Open channel from Adi-Sheka to Beleza a) The soil enters the channel due to heavy rainfall and the water transmission is disturbed every year . b) The six tunnels are all deteriorated.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- It is difficult to protect the open channel from the soil entering</li> <li>- The channel should be replace to the pipeline as a fundamental solutions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Enabling to send the raw water throughout the year</li> <li>- Increasing in water supply amount</li> <li>- Improvement in stable water supply</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Design engineer</li> <li>- Pipeline (D300 L=8km)</li> </ul>	B
	3.2 Deterioration of pipe line of asbestos cement pipe a) Raw water transmission pipeline from Beleza to S.V. WTP b) Raw water transmission pipeline from Mai Serwa dam to S.V. WTP	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Renewal to PVC pipeline</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reduction of water leakage</li> <li>- Reduction of pipe burst accident, thus improvement in stable water supply</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Design engineer</li> <li>- Pipeline (Beleza to SV WTP D300 L=2km) (Mai Serwa to SV WTP D300 L=2.7km)</li> </ul>	B
	<b>O&amp;M Conditions</b>				
	3.3 Drawings and technical documents of the facility is not being filed and updated	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Establishment of information management system</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Enabling to establish the proper renewal plan of the facility</li> <li>- The cause of facility failure can be detected easily, thus enabling the quick repairing</li> <li>- Thus, improvement in business stability and sustainability</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recruitment of the personnel with experience of information management</li> <li>- Installation of personal computers</li> </ul>	A

Urgency: A: The countermeasure can be conducted immediately. B: To be conducted C: The countermeasure needs a long-term approach.

Facilities	Issues	Countermeasures			Urgency
		Components	Effects	Necessary Resources	
	3.4 Check and maintenance record is not maintained properly.	- Training on checking of facility condition and repairing	- Enabling to establish the proper renewal plan of the facility, thus improvement in business stability and sustainability	- Technical guidance trainer - Trainee	A
	3.5 The water flow amount is not measured and recorded	- Installation of instrumentation facility - Training on measurement and recording	- Upgrading of the water flow monitoring - Enabling to grasp the water leakage, thus enabling to work out leakage reduction plan	- Instrumentation system for three raw water transmission facility (Adi-Sheka, Mai-Serwa, Tokor) - Trainer on instrumentation	A
4. Water treatment facility	<b>4.1 S.V. WTP</b>				
	<b>Physical Conditions</b>				
	4.1.1 The chemical mixing and injection equipment are out of order for a long time.	- Replacement of alum tank and providing gravity injection system	- Turbidity is improved. - Workload in the filter is reduced.	- 1000L chemical tank×2nos - Pipe laying to 4 receiving wells	A
	4.1.2 Several deflectors in the flocculation basin are corroded working.	- Checking and repairing of 190 deflectors	- Flocculation is promoted by adjusting water flow speed, and turbidity is reduced.	- Contracting a plumbing company for repairing of several deflectors.	A or B
	4.1.3 Sludge in the sedimentation basin is not discharged. And several sludge valves are inoperable.	- Elimination of clogging into the sludge pipes and exchange of sludge valves	- Sludge in the sedimentation basin is discharged. - Turbidity is reduced so that workload in the filter is reduced.	- Cleaning 5 sludge pipes and replacing/repairing 5 sludge valves	A or B
	4.1.4 Back-wash isn't done effectively so that there are thick sludge on the filter beds.	- Cleaning of sludge on the filter media	- Turbidity is improved. - Workload in the filter is reduced.	- Manpower cleaning on the filter surface periodically × 6 filters - Exchange of a filter media × 6 filters	A
	4.1.5 Water of approximately 1 m3/hours is leaking at the clear water reservoir.	- New construction of the filtration facilities and the clear water reservoir	- The water quality is improved and safe water is supplied.	- Contracting a consultant company for design of new facilities.	C
	4.1.6 Land subsidence of approximate 5 cm is confirmed at the building of filtration and clear water reservoir.				
4.1.7 The structure of filter basin is deteriorated due to old age.					

Urgency: A: The countermeasure can be conducted immediately. B: To be conducted C: The countermeasure needs a long-term approach.

A1-20

*Handwritten marks:*  
Cup  
D

Facilities	Issues	Countermeasures			Urgency
		Components	Effects	Necessary Resources	
	4.1.8 Most of valves in the filter basin are deteriorated due to old age.				
<b>4.2 Toker WTP</b>					
<b>Physical Conditions</b>					
	4.2.1 W.T.P is operated manually from 2007 because the central control system was out of order.	- Repairing of the central control system	- Work force is reduced. However, the manual operation is effective under current power supply condition	- Placing an order with a consultant company	-
	4.2.2 The Sodium hypochlorite generation apparatus was out of order in 2009.	- Study introduction of liquid chlorine	- Use of the sodium hypochlorite generation apparatus is not appropriate under the current power condition	- Placing an order with a consultant company	C
<b>O&amp;M Conditions</b>					
	4.2.3 Jar test is not practiced.	- OJT of Jar test	- The water quality management is strengthened and safe water is supplied.	- Lecturer of Jar test	A
<b>4.3 Mai Nefhi WTP</b>					
<b>Physical Conditions</b>					
	4.3.1 The chemical mixing and injection equipment are out of order for a long time.	- Installation of a chemical tank for alum and a injection equipment	- Turbidity is improved. - Workload in the filter is reduced.	- 1000L chemical tank×2nos - Pipe laying to the receiving well - Dosing pump ×2nos	A
	4.3.2 The Pulsator isn't functioning because of the failure of vacuum pumps and equipment.	- Rehabilitation of overall equipment - Repairing of leakage	- The water quality is improved and safe water is supplied.	- 3 Vacuum pumps and equipment - Most of equipment at the vacuum tower × 2 towers - Most of valves in Pulsator ×2 system - Cracking valve, the partialization box and the clogging indicator ×6 filters - Most of valves in the filter basin ×6 filters	C
	4.3.3 Water is leaking at the link channel between Pulsators and filters.				
	4.3.4 The cracking valve, the partialization box and the clogging indicator in each filtration basin are out of order.				

Urgency: A: The countermeasure can be conducted immediately. B: To be conducted C: The countermeasure needs a long-term approach.

Handwritten notes: 4.1.2 and a signature.

Facilities	Issues	Countermeasures			Urgency
		Components	Effects	Necessary Resources	
	4.3.5 There are no spare pumps of back-wash and air-blow.			- Spare pumps of back-wash and air-blow	
	4.3.6 Most of valves in the filter basin are deteriorated due to old age.				
	4.3.7 Sludge remained on surface of filter sand	- Cleaning the sand surface	- Safe drinking water is supplied	- Closely monitoring backwashing results	A
	4.3.8 Many breakthrough (holes) are found.				
<b>4.4 Common issues in the three WTPs</b>					
<b>Physical Conditions</b>					
	4.4.1 There are no water meters to manage the inflow and outflow at the W.T.Ps.	- Installation of inflow and outflow water meters.	- The rate of water leakage and non-revenue water are revealed, and target planning can be drafted. - Stable water quality is supplied because water quantity is controlled and chemical injecting quantity is injected properly. - The quantity of water supply is controlled deliberately at the time of a drought.	- SV : φ300 water meter × 3 nos, φ500 water meter × 1 no - Toker : φ500 water meter × 2 nos, φ150 water meter × 1 no - Mai Nefhi : : φ500 water meter × 2 nos	C A
	4.4.2 Chlorine gas is injected directly into the clear water reservoir or the receiving basin by the plastic tube without the chlorinator.	- Installation of chlorinator	- Chlorine gas injecting quantity is injected properly. - The healthy obstacle with chlorine to staff is reduced.	- chlorinator × 3 W.T.Ps - OJT	A or B
<b>O&amp;M Conditions</b>					
	4.4.3 Water quality test is not practiced at the W.T.Ps.	- Recruitment of water quality analyst - Purchase of water quality equipment - OJT of water quality analysis	- The water quality management is strengthened and safe water is supplied. - A cause of the water quality problem (filth and agricultural chemicals, etc.) is detected in early stages.	- Water quality analyst × 3 W.T.Ps - Water quality equipment (pH, Turbidity, EC, Total coliform bacteria, General bacteria, Residual chlorine, Jar testing) × 3 W.T.Ps - Lecturer of water quality test	A

Urgency: A: The countermeasure can be conducted immediately. B: To be conducted C: The countermeasure needs a long-term approach.

A1-22

Dr. 7  
G

Facilities	Issues	Countermeasures			Urgency
		Components	Effects	Necessary Resources	
			- Chlorine gas injecting quantity is injected properly by measuring the residual chlorine.		
	4.4.4 A daily record about checking, repairing and operating isn't kept	- Arrangement of a daily report - OJT of the daily report	- The O&M in facilities is strengthened and information is shared. - The cause of a breakdown and leakage are clarified and repaired quickly.	- Training of daily reporting	A
	4.4.5 There isn't an engineer for O&M of 3 W.T.Ps	- Recruitment of an engineer - Purchase of a vehicle of management	- The management of the W.T.Ps is strengthened. - A problem is settled early because information is transmitted to the headquarters early. - Technique is shared among 3 W.T.Ps.	- Engineer ×1 - 4WD Pickup or Motorcycle ×1	A
	4.4.6 There are very few young and middle-aged workers and lack of core engineers.	- Recruit of young and middle-aged workers	- The technical capacity is transferred and continued. - The customer's complaints are dealt with quickly. - The O&M in facilities is reinforced.	- Improvement of salary treatment	C
	4.4.7 There isn't a staff for chemical dosing test.	- Recruitment of dosing test staff - OJT of dosing test (Jar test)	- The water quality management is strengthened and safe water is supplied.	- Technician × 2 persons (SV and Mai Nefhi) - Lecturer of Jar test	B
	4.4.8 AWSD are not properly filing past drawings and documents, although some of them are kept in the cabinet.	- Producing of drawings (SV) - Arrangement of drawings and documents (Toker and Mai Nefhi)	- For information to be shared, a breakdown and leakage in case of emergency are corresponded quickly. - A future pipeline repairing plan can be drafted. - A future water supply plan can be drafted.	- Placing an order with a consultant company (SV) - Establishment of depository	A

Urgency: A: The countermeasure can be conducted immediately. B: To be conducted C: The countermeasure needs a long-term approach.

Handwritten signature and initials.

Facilities	Issues	Countermeasures			Urgency
		Components	Effects	Necessary Resources	
	4.4.9 Spare parts aren't purchased timely.	- Inventory is checked periodically.	- The customer's complaints are dealt with quickly. - A breakdown and leakage in facilities are repaired quickly. - The rate of water leakage and non-revenue water are reduced. - Stable quantity of water and safe water is supplied. - Securing hard currency	- Budgeting for procurement of spare parts	C
5. Treated water transmission facility	<b>Physical Conditions</b>				
	5.1 Malfunction/Deterioration of pump equipment Treated water transmission pump at S.V. WTP	- Renewal of the pump facility	- Interruption time of pump operation is reduced - Increasing water supply and improvement in stable water supply	- Design engineer - Pump with electrical facility Q=170 m <sup>3</sup> /h x 3nos.	B
	5.2 Reduced pump capacity Treated water transmission pump at Mai Nefhi WTP	- To identify possible causes (worn out of impellor, for example)	- The transmission water amount is increased.	- Repair of pumps/motors	B
	5.3 Deterioration and reduced flow capacity of treated water transmission pipeline a) The treated water transmission pipeline from Mai Nefhi WTP is deteriorate and suffers from frequent water leakage accident. b) The flow capacity of the pipeline has been reduced.	- Renewal of the pipeline	- Reduction in pipe burst accident - Increasing transmission water amount, thus increasing the water supply amount	- Design engineer - Pipeline (D500 L=16km)	B
	5.4 Malfunction of chlorine injection facility at SembelPS Proper chlorination is not conducted.	- Renewal of the chlorine injection facility	- Reducing water quality degradation	- Chlorine injector	A
5.5 The reservoir has large openings.	- To provide closures	- Safe water is provided	- Closure	A	

Urgency: A: The countermeasure can be conducted immediately. B: To be conducted C: The countermeasure needs a long-term approach.

M. 2  
G

Facilities	Issues	Countermeasures			Urgency
		Components	Effects	Necessary Resources	
	<b>O&amp;M Conditions</b>				
	5.6 O&M activity according to the O&M manual is not being conducted.	- Training for OM activity according to the OM manual	- Life span of the facility is extended, thus improvement in business stability and sustainability	- Technical guidance trainer - Trainee	A
	5.7 Check and maintenance record is not kept properly	- Training on checking of facility condition and repairing	- Enabling to establish the proper renewal plan of the facility, thus improvement in business stability and sustainability	- Technical guidance trainer - Trainee	A
	5.8 Delay of replacement of spare parts	- Conducting inventory survey of spare parts and keep stocks - Timely procurement of the spare parts	- Interruption of pump operation is reduced - Increasing water supply and improvement in stable water supply	- Budgeting for procurement of spare parts	B
	5.9 Drawings and technical documents of the facilities is not being filed and updated	- Establishment of information management system	- Enabling to establish the proper renewal plan of the facility - The cause of facility failure can be detected easily, thus enabling the quick repairing - Thus, improvement in business stability and sustainability	- Recruiting the personnel with experience of information management - Installation of personal computers	A
	5.10 The water flow rate is not measured and recorded	- Installation of instrumentation facility - Training on measurement and recording	- Upgrading of the water flow monitoring - Enabling to grasp the water leakage, thus enabling to work out leakage reduction plan	- Instrumentation system for three treated water transmission facility (S.V., Toker, Mai-nephi) - Trainer on instrumentation	A
	5.11 The pump operation record is not compiled as a database	- Training on recording and database construction	- By monitoring the pump operation, the proper renewal plan of the facility can be established. - Thus, improvement in business	- Trainer on recording and database construction - Installation of personal computers	A

Urgency: A: The countermeasure can be conducted immediately. B: To be conducted C: The countermeasure needs a long-term approach.

Di-2  
D

Facilities	Issues	Countermeasures			Urgency
		Components	Effects	Necessary Resources	
			stability and sustainability		
6. Distribution facility	<b>Physical Conditions</b>				
	6.1 Shortage of Distribution Reservoir There is no distribution reservoir in Stretta Vaudetto System	- Construction of distribution reservoir	- The proper distribution during the peak demand is made possible, thus increasing in water supply amount	- Design engineer - Distribution reservoir (V= 1,400 m3 or more)	B
	6.2 Deterioration of existing distribution reservoir a) Existing three reservoirs in Tokor system are deteriorated. There are leakages and in the tank. The valves are all deteriorated and not functioning.	- Renewal of the reservoir	- The proper distribution during the peak demand is made possible, thus increasing in water supply amount	- Design engineer - Construction of reservoir (Monopolio: 300m3 x 2nos) (Tsetserat: 500 m3 x 2nos) (Hazhaz: 500 m3 x 2nos)	B
	6.3 Deterioration of the distribution pump station The pump facilities in the two distribution pump station in the Tokor System are deteriorated and the pump capacity are reduced.	- Renewal of the pump facility	- Increasing in water pressure in the distribution pipe, thus extending water supply area	- Design engineer - Pump equipment in Mai Chohot PS (Q = 150 m3/h) and Denden PS (Q = 300m3/h)	B
	6.4 Deteriorated pipe line There remain approx. 3,000 m of aged GI pipelines.	- Replacement of the pipe	- Reduction of water leakage Increasing in flow capacity of the pipe, thus extending water supply area	- Design engineer - PVC pipe (D75-D200 L=3,000m)	C
6.5 Delay of extension of distribution pipeline The extension of distribution pipeline in the newly developed area in the west and south part of Asmara is delayed.	- Installation of pipeline	- Expansion of water supply area	- Design engineer - PVC pipe (D200-D300 L=6,500m)	C	

Urgency: A: The countermeasure can be conducted immediately. B: To be conducted C: The countermeasure needs a long-term approach.

A1-26

di. 2.



A1-27

Facilities	Issues	Countermeasures			Urgency
		Components	Effects	Necessary Resources	
	<b>O&amp;M Conditions</b>				
	6.7 O&M activity according to the O&M manual is not being conducted.	- Training for OM activity according to the OM manual	- Life span of the facility is extended, thus improvement in business stability and sustainability	- Technical guidance trainer	A
	6.8 Check and maintenance record is not kept properly	- Training on checking of facility condition and repairing	- Enabling to establish the proper renewal plan of the facility, thus improvement in business stability and sustainability	- Technical guidance trainer	A
	6.9 Delay of replacement of spare parts	- Conducting inventory survey of spare parts and keep stocks - Timely procurement of the spare parts	- Interruption of facility operation is reduced - Increasing water supply and improvement in stable water supply	- Budgeting for procurement of spare parts	B
	6.10 Drawings and technical documents of the facilities is not being filed and updated	- Establishment of information management system	- Enabling to establish the proper renewal plan of the facility - The cause of facility failure can be detected easily, thus enabling the quick repairing - Thus, improvement in business stability and sustainability	- Recruiting the personnel with experience of information management - Installation of personal computers	A
	6.11 Drawings of the distribution pipeline is not being filed and updated	- Establishment of information management system - Updating of pipeline information (pipe material, diameter, valve location, etc.)	- Enabling information sharing, thus enabling quick repair of the facility failure or leakage. - Enabling proper valve operation for distribution control - Enabling to establish the proper renewal plan of the facility and water distribution plan	- Recruitment of the personnel with experience of information management - Installation of personal computers - Metal pipe detector, Non-metal pipe detector, Metal detector	A
	6.12 The water flow amount is not measured and recorded	- Installation of instrumentation facility - Training on measurement and recording	- Upgrading of the water flow monitoring - Enabling to work out leakage reduction plan	- Instrumentation system for three distribution system (S.V. system, Tokor system, Mai Nefhi system) - Trainer on instrumentation	A

Urgency: A: The countermeasure can be conducted immediately. B: To be conducted C: The countermeasure needs a long-term approach.

Facilities	Issues	Countermeasures			Urgency
		Components	Effects	Necessary Resources	
	6.13 The pump operation record is not compiled as a database	- Training on recording and database construction	- By monitoring the pump operation, the proper renewal plan of the facility can be established. - Thus, improvement in business stability and sustainability	- Trainer on recording and database construction - Installation of personal computers	A
	6.14 The water quality control is not conducted.	- Establishment of water quality management system	- Enabling to upgrade the water quality of the supplied water	- Water quality test equipment and chemicals - Recruitment of water quality monitoring staff	A
7. Service facility	<b>Physical Conditions</b>				
	7.1 Shortage of house connections Approximately two to three households are using one house connection.	- Installation of new connections	- Upgrading of water supply service level	- Design engineer - Service facility including water meter	C
	7.2 Deterioration of the water meter The water volume is measured less than the actual consumed amount.	- Replacement of water meter	- Reduction of non-revenue water, thus improvement in business stability and sustainability	- Staff for inspection and replacement of water meter - Water meter (approx. 30,000 nos.)	C
	<b>O&amp;M Conditions</b>				
	7.3 Check and maintenance record is not maintained properly	- Training on checking of facility condition and repairing	- Enabling to establish the proper renewal plan of the facility, thus improvement in business stability and sustainability	- Technical guidance trainer - Trainee	A
	7.4 Delay of replacement of the water meter	- Prepare the stock of water meter - Timely procurement of the water meter	- Upgrading the accuracy of measuring water volume, thus reduction in non-revenue water, thus improvement in business stability and sustainability	- Budgeting for procurement of water meter	B
7.5 The water quality control is not conducted.	- Establishment of water quality management system	- Enabling to upgrade the water quality of the supplied water	- Water quality test equipment and chemicals - Recruitment of water quality monitoring staff	A	

Urgency: A: The countermeasure can be conducted immediately. B: To be conducted C: The countermeasure needs a long-term approach.

M.2  
D

Facilities	Issues	Countermeasures			Urgency
		Components	Effects	Necessary Resources	
	7.6 Drawings and technical documents of the facility is not being filed and updated	- Establishment of information management system	- Enabling to establish the proper renewal plan of the facility - The cause of facility failure can be detected easily, thus enabling the quick repairing - Thus, improvement in business stability and sustainability	- Recruitment of the personnel with experience of information management - Installation of personal computers	A
8. Common O&M issue	8.1 Poor performance of the technicians who repair the mechanical and electrical equipment	- Capacity development of the technicians	- Enabling quick repair of the facility, thus improvement in stability of water supply	- Trainer for repair of mechanical and electrical equipment	A or B
	8.2 Shortage of the technicians who engage in leakage detection and repair and installation of new house connections	- Recruitment of the new staff and continual employment of the staff	- Enabling quick repair of the facility, thus improvement in stability and service level of water supply	- Experienced staff who provide training to the new junior staff - Junior staff	A or B
	8.3 Shortage of engineer for water quality control	- Recruitment of the new staff and continual employment of the staff	- Enabling to upgrade the water quality management of AWS D	- Experienced staff who provide training to the new junior staff - Junior staff	A or B
	8.4 Shortage of the CAD operator	- Recruitment of the new staff and continual employment of the staff - Training of CAD operation	- Upgrading of water distribution pipeline drawings	- Experienced staff who provide training to the new junior staff - Junior staff	A
	8.5 Aging of the AWS D employees	- Recruitment of the new junior staff and continual employment of the staff	- Enabling succession of the technical information/knowledge, thus improvement in business sustainability	- Junior staff	C
	8.6 Absence of the vehicle for supervision and execution of the O&M works	- Procurement of Vehicle for O&M works	- Upgrading of the technical management of the water supply works, thus improvement in business stability, sustainability and advancement	- Vehicle (4WD pickup double cabin)	B
	8.7 Shortage of construction machineries/equipment and tools,	- Procurement of construction machinery/	- Upgrading of the technical management of the water supply	- Construction equipment (Excavator, truck with crane, welder, etc.)	B

Urgency: A: The countermeasure can be conducted immediately. B: To be conducted C: The countermeasure needs a long-term approach.

h.i.?  
#

Facilities	Issues	Countermeasures			Urgency
		Components	Effects	Necessary Resources	
	causing delay of the works	equipment and tools	works, thus improvement in business stability, sustainability and advancement - Enabling quick repair of the facility, thus improvement in stability and service level of water supply		
9. Business Administration	9.1 Grasping of the water supply amount It takes more than 6 months for billing the water amount. Thus, the timely grasping of the water supply amount is not conducted.	- Reduction of period for settlement of the consumed water volume by establishment of the branch office of AWSD - Establishment of information management system	- Upgrading of the business monitoring, thus improvement of business stability and sustainability - Enabling to grasp the water leakage, thus enabling to work out leakage reduction plan	- Branch office (three locations) - Installation of personal computers	B
	9.2 Water tariff Water tariff has not been changed since 2003. Thus, AWSD is in the chronic state of deficit.	- Revision of water tariff (Approval of Zoba is necessary)	- Improvement in financial condition, thus improvement in business stability and sustainability	- Supporting staff for financial management)	B
	9.3 Water rationing Present supply capacity of AWSD is far below the potential demand. Thus, the water rationing is in execution.	- Increasing supply capacity	- Water rationing is abolished	- Recruitment of technical staff - Renewal/construction of the water supply facility	C
	9.4 Water supply and demand balance It is projected that the water demand will exceed the available intake amount in the present water sources.	- Increasing water source facility and water supply facility	- Water supply and demand balance is improved	- Recruitment of technical staff - Renewal/construction of the water resource/supply facility	C
	9.5 Electric Power Supply Operation of the water supply facility are being affected by the frequent interruption of power supply	- Electricity is supplied for 24 hours/day.	- Improvement in stability of water supply	- Arrangement of power supply by EEC	C

Urgency: A: The countermeasure can be conducted immediately. B: To be conducted C: The countermeasure needs a long-term approach.

M.7  
A

Priority Issues (Information management\*)

Facilities	Issues		Countermeasures			Assistance requested to JICA
			Components	Effects	Necessary Resources	
Raw water storage facilities (Dam)	<b>O&amp;M Conditions</b>					
	Preservation	[X]	The preservation of water source (patrol and cleaning etc.) isn't managed.	- Recruitment of workers - Arrangement of a daily report - OJT of the daily reporting	- The preservation of water source is strengthened and information is shared. - The water quality management is strengthened.	- 2 workers × 5 Dams
		[Y]				- Training of daily reporting
	Recording	[X]	A daily record of the dams about checking and repairing isn't kept.	- Arrangement of a daily report - OJT of the daily reporting	- The O&M of facilities is strengthened and information is shared. - The cause of a breakdown and leakage are clarified and repaired quickly.	- Training of daily reporting
	Water quality	[X]	Water quality test (turbidity, pH, electrical conductivity etc.) is not practiced at each dam.	- Purchase of water quality analysis equipment	- The water quality management is strengthened.	- Training of water quality test
[Y]		- Water quality equipment (Turbidity, EC) × 5 dams (TOKER, ADI-SHEKA, MAI-SERWA, S.V, MAI-NEFHI)				✓

Category: [X]: Information Management, [Y]: Water Quality Improvement / \*Data Collection and Information Management

A1-31

Handwritten signature and initials.

### Priority Issues (Information management\*)

Facilities	Issues		Countermeasures			Assistance requested to JICA
			Components	Effects	Necessary Resources	
Water treatment facility	<b>Physical Conditions</b>					
	Bulk meter [X]	(3 WTPs) There are no water meters to manage the inflow and outflow at the W.T.Ps.	- Installation of inflow and outflow water meters.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- The rate of water leakage and non-revenue water are revealed, and target planning can be drafted.</li> <li>- Stable water quality is supplied because water quantity is controlled and chemical injecting quantity is injected properly.</li> <li>- The quantity of water supply is controlled deliberately at the time of a drought.</li> </ul>	- S.V : φ300 water meter × 3 nos, φ500 water meter × 1 no	✓
					- Toker : φ500 water meter × 2 nos, φ150 water meter × 1 no	✓
					- Mai Nefhi : φ500 water meter × 2 nos	✓
	<b>O&amp;M Conditions</b>					
	Water quality [X] [Y]	(3 W.T.Ps) Water quality test is not practiced at the W.T.Ps.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recruitment of water quality analyst</li> <li>- Purchase of water quality equipment</li> <li>- OJT of water quality analysis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- The water quality management is strengthened and safe water is supplied.</li> <li>- A cause of the water quality problem (filth and agricultural chemicals, etc.) is detected in early stages.</li> <li>- Chlorine gas injecting quantity is injected properly by measuring the residual chlorine.</li> </ul>	- Water quality analyst × 3 W.T.Ps	✓
- Water quality equipment (pH, Turbidity, EC, Total coliform bacteria, General bacteria, Residual chlorine, Jar test) × 3 W.T.Ps					- Lecturer of water quality test	
Recording [X]	(3 W.T.Ps) A daily record about checking, repairing and operating isn't kept	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arrangement of a daily report</li> <li>- OJT of the daily report</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- The O&amp;M in facilities is strengthened and information is shared.</li> <li>- The cause of a breakdown and leakage are clarified and repaired quickly.</li> </ul>	- Training of daily reporting		

Category: [X]: Information Management, [Y]: Water Quality Improvement / \*Data Collection and Information Management

A1-32

Handwritten marks: 2.44, 2.4, and a signature.

**Priority Issues (Information management\*)**

Facilities	Issues		Countermeasures			Assistance requested to JICA
			Components	Effects	Necessary Resources	
Water treatment facility	Drawings and documents [X]	(3 W.T.Ps) AWS D are not properly filing past drawings and documents, although some of them are kept in the cabinet.	- Producing of drawings (S.V) - Arrangement of drawings and documents (Toker and Mai Nefhi)	- For information to be shared, a breakdown and leakage in case of emergency are corresponded quickly. - A future pipeline repairing plan can be drafted. - A future water supply plan can be drafted.	- Contract with a consultant company for measurement and draft (S.V)	
					- Establishment of depository	
Intake, Transmission, Distribution, and Service facility	<b>O&amp;M Conditions</b>					
	Bulk meter [X]	The water flow amount is not measured and recorded	- Installation of instrumentation facility - Training on measurement and recording	- Upgrading of the water flow monitoring - Enabling to grasp the water leakage, thus enabling to work out leakage reduction plan	- Instrumentation system for three intake facility (Adi-Sheka, Mai-Serwa, Toker) and three transmission mains and distribution network	✓
- Trainer on instrumentation						

Category: [X]: Information Management, [Y]: Water Quality Improvement / \*Data Collection and Information Management

A1-33

Handwritten notes and signature: *Shi. 2. [Signature]*

## Priority Issues (Information management\*)

Facilities	Issues		Countermeasures			Assistance requested to JICA
			Components	Effects	Necessary Resources	
Intake, Transmission, Distribution, and Service facility	Recording [X]	Check and maintenance record is not maintained properly	- Training on checking of facility condition and repairing	- Enabling to establish the proper renewal plan of the facility, thus improvement in business stability and sustainability	- Technical guidance trainer	
		The pump operation record is not compiled as a database	- Training on recording and database construction	- By monitoring the pump operation, the proper renewal plan of the facility can be established. - Thus, improvement in business stability and sustainability.	- Trainer on recording and database construction - Installation of personal computers	✓
	Drawing management [X]	Drawings and technical documents of the facilities are not being filed and updated	- Establishment of information management system	- Enabling to establish the proper renewal plan of the facility. - The cause of facility failure can be detected easily, thus enabling the quick repairing. - Thus, improvement in business stability and sustainability.	- Recruitment of the personnel with experience of information management	
					- Installation of personal computers	✓
		Drawings of the distribution pipeline is not being filed and updated	- Establishment of information management system - Updating of pipeline information (pipe material, diameter, valve location, etc.)	- Enabling information sharing, thus enabling quick repair of the facility failure or leakage. - Enabling proper valve operation for distribution control. - Enabling to establish the proper renewal plan of the facility and water distribution plan.	- Recruitment of the personnel with experience of information management - Installation of personal computers - Metal pipe detector, Non-metal pipe detector, Metal detector	✓ ✓

Category: [X]: Information Management, [Y]: Water Quality Improvement / \*Data Collection and Information Management



付属資料 2.

面談者リスト

付属資料2 面談者リスト

Institution	Position	Name
<b>Water Resources Department, Ministry of Land, Water and Environment</b>		
	Director General, Water Resources Department (WRD)	Mebrahtu Iyassu
	Director, Water Supply Division, WRD	Misghina G/Selassie
	Unit Leader, Database, GIS & Remote Sensing Information Services unit	Tecle Yemane
	Unit Leader, Laboratory Unit	Efrem Teferi
<b>Asmara Water Supply and Sewerage Department (AWSD)</b>		
	Department Head, AWSD	Ghebrekidan Gabretsium
	Division Head, Water Supply Division	Kidane Kifle
	Unit Leader, Water Distribution Unit	Omaneli
	Unit Leader, New Connection and Maintenance Unit	Orede
	Unit Leader, Dams and Treatment Plants Unit	Binyam
	Unit Leader, Planning and Supervision Unit	Yohannes Mulu
	Division Head, Administration and Finance Division	Tsuhaye
	Unit Leader, Personnel Unit	Baraphat
	Unit Leader, Finance Unit	Estifanos Andezion
	Unit Leader, Customer's Unit	Kidane
	Unit Leader, General Service Unit	Zenikel
	Unit Leader, Store Unit	Araya
<b>Eritrean Electric corporation (ECC)</b>		
	General Manager, EEC	Abraham W. Michael
<b>Zoba Maekel Administration</b>		
	Director of Environment, Management & Assessment	Mulubrham G/yohannes
	Division Head, Town Planning Division, Infra. Dept.	Medhanie Teklemariam
<b>Asmara International Airport Meteorological services</b>		
	Head of Meteorological Unit	Isaac Fesseha

付属資料 3.

収集資料リスト

付属資料3 収集資料リスト

番号	資料の名称	形態	収集資料	専門家作成資料	JICA作成資料	テキスト	発行機関	取扱区分	備考
	<b>A. 法令、基準等</b>								
A1	ASMARA WATER CONTRACT	PDF	*				AWSD	JR・CR( )・SC	
A2	DRAFT THE ERITREAN ENVIRONMENTAL MANAGEMENT PROCLAMATION NO. 2002	Word	*				Zoba	JR・CR( )・SC	
A3	Finalised National Environmental Assessment procedures and guidlines NEAPG edited	Word	*				Zoba	JR・CR( )・SC	
A4	Zero Draft - Environmental Law	Word	*				Zoba	JR・CR( )・SC	
A5	Proclamation No.2005 Massawa	PDF	*				GOE	JR・CR( )・SC	
A6	To-ward Establishing Eritrean Water Quality Standards	Word	*				WRD	JR・CR( )・SC	
A7	Roles and Responsibilities of Parties involed in Water Supply Projects	Word	*				WRD	JR・CR( )・SC	
A8	Eritrea Water Resources Policy	PDF	*				WRD	JR・CR( )・SC	
A9	Action Plan for Integrated Water Resources Management in Eritrea	PDF	*				WRD	JR・CR( )・SC	
A10	Proclamation No.162 Eritrea Water Proclamation	PDF	*				GOE	JR・CR( )・SC	
A11	National Water Supply Action Plan 2013 - 2017	Word	*				WRD	JR・CR( )・SC	
	<b>B. 報告書、技術資料</b>								
B1	Ertrean Electric Corporation, General Information	PDF	*				EEC	JR・CR( )・SC	
B2	Ertrean Electric Corporation, Existing Thermal Power Plants and Power Grid System	PDF	*				EEC	JR・CR( )・SC	
B3	Ertrean Electric Corporation, Existing Tariff as May 10,2008	PDF	*				EEC	JR・CR( )・SC	
B4	SUNRIDGE GOLD CORPORATION ASMARA PROJECT - Hydrometeorolgy Report Dec 2012	PDF	*				Mining Service	JR・CR( )・SC	
B5	Durfo-Sedao	PDF	*				Societe Eletrica dell Africa Orientale	JR・CR( )・SC	
B6	AWSD Annual Report 2013 (Tigrinya)	Word	*				AWSD	JR・CR( )・SC	
B7	AWSD Annual Report 2014 (Tigrinya)	Word	*				AWSD	JR・CR( )・SC	
B8	AWSD 2014 Plan (Tigrinya)	Word	*				AWSD	JR・CR( )・SC	
B9	Asmara Infrastructure Development Study Phase-2: Feasibility Study Water Sector	Word/Excel/ PDF	*				Department of Urban Development, Ministry of Public Works	JR・CR( )・SC	
B10	Asmara Infrastructure Development Study Phase-3: Detailed Design and Tender Documents Water Sector	Word/Excel/ PDF	*				Department of Urban Development, Ministry of Public Works	JR・CR( )・SC	
B11	Job Description of Zoba and Sub-zoba (Extract)	PDF	*				Zoba Maekel Administration	JR・CR( )・SC	
B12	State of Eritrea Five Year Indicative Development Plan 2014 - 2018	Word	*				Ministry of National Development	JR・CR( )・SC	

C. 図面、地図							
C1	AWSDにあるDrawing のList	Excel				調査団作成	JR・CR( )・SC
C2	Hydrology Station Map	JPEG	*			WRD	JR・CR( )・SC
C3	Water Supply Network latest	Auto-CAD	*			AWSD	JR・CR( )・SC
C4	Toker River Water Supply Project As built drawings (Toker Pumping Station)	Auto-CAD	*			Natural Resources Consulting Engineers	JR・CR( )・SC
C5	Toker River Water Supply Project As built drawings (Raw water transmission pipeline)	Auto-CAD	*			Natural Resources Consulting Engineers	JR・CR( )・SC
C6	Adi Nefas WTP Design Drawings	Auto-CAD	*			Biwater	JR・CR( )・SC
C7	Adi Nefas Treated Water Transmission Pipeline Design Drawings	Auto-CAD	*			Biwater	JR・CR( )・SC
C8	Asmara Development Map	Auto-CAD	*			Infrastructure Dept. Zoba Maekel	JR・CR( )・SC
C9	Acquedotto Abaeda-Sembel	PDF	*			Municipalita Di Asmara	JR・CR( )・SC
C10	Maekel Region	PDF	*			Urban Mapping and Information Center	JR・CR( )・SC
D. 統計、データ類							
D1	Met Data Afdeyu Station Data	Excel	*			WRD	JR・CR( )・SC
D2	Met Data Embaderho & Adinfas Data	Excel	*			WRD	JR・CR( )・SC
D3	Met Data Asmara Airport	Excel	*			WRD	JR・CR( )・SC
D4	Zoba Maekel Flow Data	Excel	*			Mining Service	JR・CR( )・SC
D5	Asmara groundwater resources related data	Word/Excel	*			WRD	JR・CR( )・SC
D6	Hydrometeorology	Excel	*			WRD	JR・CR( )・SC
D7	Landuse	JPEG/Excel	*			WRD	JR・CR( )・SC
D8	Population of Zoba Maekel as of 2015	PDF				Zoba Maekel	JR・CR( )・SC