

国際協力事業団

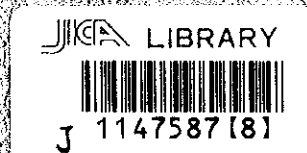
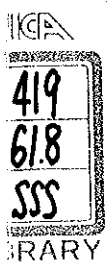
エリトリア国土地・水・環境省

エリトリア国
地方都市地下水開発計画調査

ファイナルレポート
要約

平成11年1月

株式会社 三祐コンサルタンツ



国際協力事業団

エリトリア国土地・水・環境省

エリトリア国

地方都市地下水開発計画調査

ファイナルレポート 要 約

平成 11 年 1 月

株式会社 三祐コンサルタンツ



1147587 (8)

序 文

日本国政府は、エリトリア国政府の要請に基づき、同国の地方都市地下水開発計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成9年8月から平成10年3月まで、株式会社 三祐コンサルタンツの久米孝雄氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、エリトリア国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

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

平成11年1月

国 際 協 力 事 業 団
総 裁 藤 田 公 郎

伝 達 状

国 際 協 力 事 業 団

総 裁 藤 田 公 郎 殿

今般、エリトリア国地方都市地下水開発計画調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。本報告書は、貴事業団と日本国政府関係省庁の上記計画策定に関する助言と提言を反映し、現況及び開発計画をその内容として作成いたしました。

本調査の目的は、地下水を中心とした水資源開発の可能性の評価、給水及び衛生に関わる開発計画の策定、給水計画のフィージビリティ調査及び技術移転であります。本調査をもとに、2005年までに目標となっている全都市の水需要を地下水によって満たすことができます。既存の井戸に加えて調査中に建設した試験井戸によって十分な水が供給されることになります。深井戸、井戸ポンプ、送水・配水パイプライン、貯水槽、ブースターポンプ、ポンプ槽、コントロール室、公共トイレ等の施設が本計画のために必要となります。本計画は妥当なものであり計画の実施を奨励いたします。

最後に、本調査の実施に当たりご支援とご協力を賜った貴事業団と外務省に対し厚くお礼を申し上げます。また、エリトリア国の土地・水・環境省及び地方省に対しても深甚の謝意を表します。

平成 11 年 1 月 12 日

エリトリア国地方都市地下水開発計画調査団

調査団長 久米 孝雄

レポートの構成

本編は下記レポートの内の一冊（要約）である。

要約

Executive Summary

Debarwa	Volume I	Main Report
	Volume II	Appendix
	Volume III	Drawings
Mendefera	Volume I	Main Report
	Volume II	Appendix
	Volume III	Drawings
Adiquala	Volume I	Main Report
	Volume II	Appendix
	Volume III	Drawings
Dekemhare	Volume I	Main Report
	Volume II	Appendix
	Volume III	Drawings
Segeneiti	Volume I	Main Report
	Volume II	Appendix
	Volume III	Drawings
Adi Keyih	Volume I	Main Report
	Volume II	Appendix
	Volume III	Drawings
Senafe	Volume I	Main Report
	Volume II	Appendix
	Volume III	Drawings

Operation and Maintenance Manual for Water Supply Facility

Hygiene Education Manual

Training Manual for Staff of WSA

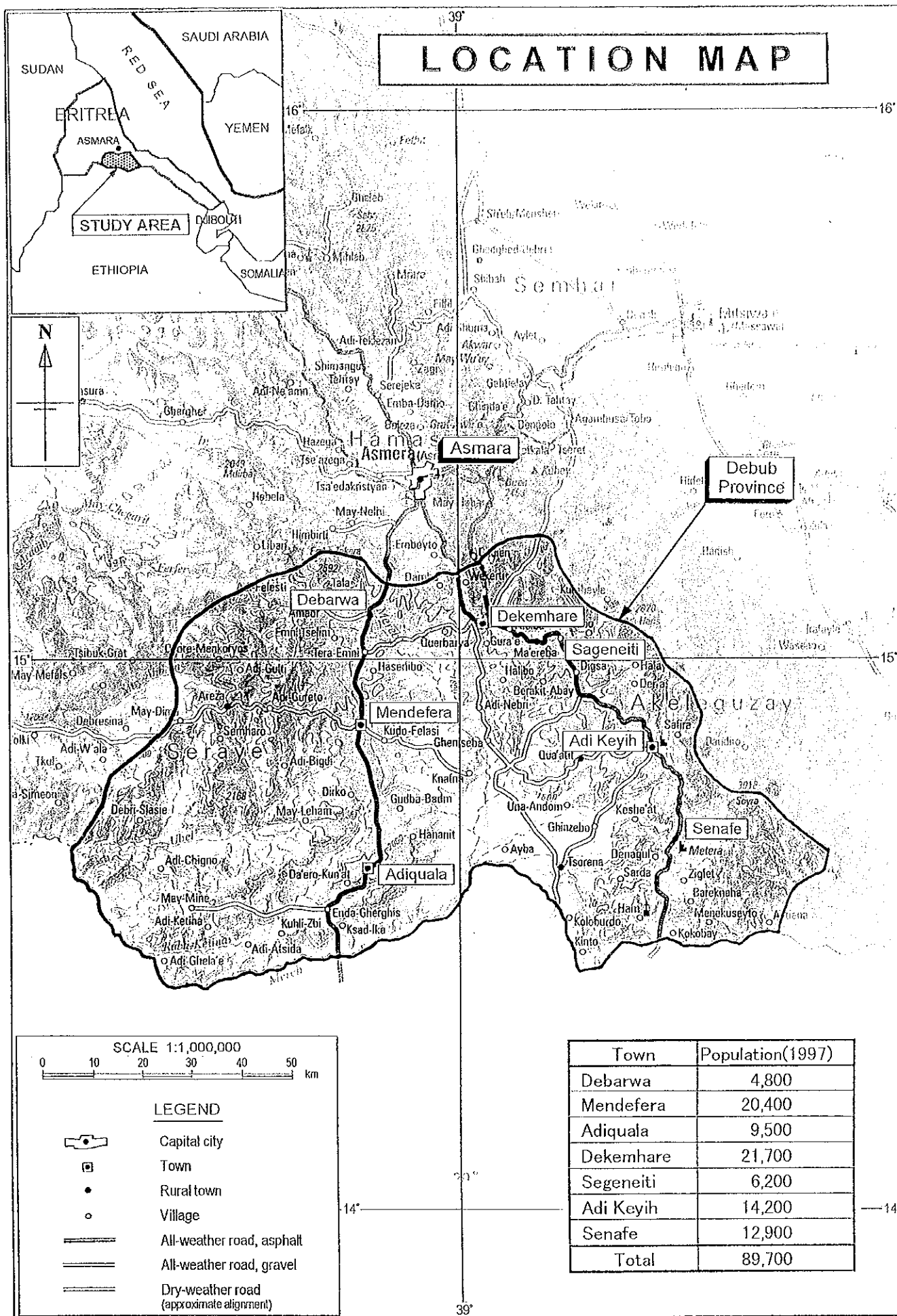
通貨換算率

(1998 年 3 月時点)

1 US Dollar = 7.0 Nakfa

1 US Dollar = 135.0 Japanese Yen

1 Nakfa = 19.3 Japanese Yen



計画概要

本編（要約）は主報告書の記述の流れに沿って調査の目的、計画策定の基本方針、開発計画、優先計画のフィジビリティ・スタディおよび結論と提案等を要約した。要約の本論の前に水需要量、水源開発計画、施設計画、事業費積算および経済・財務評価、技術評価総括等の計画内容を一覧表として取りまとめた。

1. 対象7都市の現況

人口、世帯数、既存の給水施設数といった、給水事情に関連した指標を年間雨量と共に示した。

項目	Debarwa	Mendefera	Adiquala	Dekemhare	Segeneiti	Adi Keyih	Senafe	合計 (平均)
人口	4,831	20,371	9,488	21,675	6,146	14,215	12,934	89,660
世帯数	1,224	5,613	2,500	5,820	1,777	3,829	4,094	24,857
年雨量 (mm/yr)	659	612	696	524	494	494	528	(572)
給水施設数								
- 戸別水栓	15	650	263	431	105	677	315	2,456
- 共同水栓	5	5	2	-	6	2	3	23
- 給水車	1	1	-	5	-	1	1	9

2. 給水人口および水需要量

各都市・各計画年次ごとの給水人口とその時の給水カバー率、そしてこれらを基に導き出した水需要量を示した。

	Debarwa	Mendefera	Adiquala	Dekemhare	Segeneiti	Adi Keyih	Senafe	合計 (平均)
1. 給水人口:								
2005	7,990	19,750	11,750	26,610	7,270	16,500	15,620	105,490
2010	12,460	33,270	16,490	37,950	11,500	25,500	21,810	158,980
2015	17,230	52,880	23,700	55,880	17,000	33,180	30,610	230,480
2. 給水カバー率: (%)								
2005	84.2	60.9	76.2	77.4	68.1	74.5	76.8	(74.0)
2010	95.7	79.9	85.4	86.2	84.1	91.7	86.8	(87.1)
2015	100	100	100	100	100	100	100	(100)
3. 水需要量: (m ³ /day)								
2005	411	1,001	532	1,320	344	849	698	5,155
2010	754	2,283	789	2,452	517	1,424	1,030	9,249
2015	1,318	3,761	1,322	4,962	785	2,095	1,697	15,940

3. 水源開発計画

各都市・各計画年次での水源開発計画を、現在の水源と共にまとめたものである。メンデフェラを除く全ての都市の水需要を最終計画年次まで、地下水によって賄う事が可能である。2015年のメンデフェラについては、地表水の開発が必要である。

	Debarwa	Mendefera	Adiquala	Dekemhare	Segeneiti	Adi Keyih	Senafe	合計
1. 現行水源 (揚水量, m³/day)	BH-12 (207)	BH-4, BH-5 (546.9)	Dug-wells (302)	BH-14,19 and others (553)	DW-1 (276)	DW-2 & BH-7 (415)	BH-9,10 (622)	2,921.9
2. 2005 年計画 (揚水量, m³/day)	DEB-1 (411)	BH-4, 5 MEN-2, & nMEN-1,2 (1,001)	Dug-wells & intake facility (532)	BH-14, & DEK-1, 2 (1,320)	SEG-2 (344)	DW-2, BH-7, & ADI-2 (968)	Above and, BH-14 (726)	5,302
3. 2010 年計画 (揚水量, m³/day)	DEB-1 (754)	Above and, nMEN-3 nMEN7 (2,283)	Above and, nADO-1 (789)	Above and, BH-19, nDEK-1, and 2 (2,452)	SEG-2 (517)	Above and, BH-4, 5, ADI-1, nADI-1 (1,486)	Above and, nSEN-2, nSEN-3 (1,141)	9,422
4. 2015 年計画 (揚水量, m³/day)	DEB-1 & BH-12 (1,318)	Above and, Surface water source (3,761)	Above and, nADO-2 (1,322)	Under- ground dam (4,962)	SEG-2 & DW-1 (785)	Above and, nADI-2,3 (2,095)	Above and, SEN-1, & nSEN-1,4 (1,697)	15,940

4. 施設計画

計画した主要な施設をリストアップし、各都市・各計画年次ごとに建設される数量を示した。

	Debarwa	Mendefera	Adiquala	Dekemhare	Segeneiti	Adi Keyih	Senafe	合計
2005 年								
水中ポンプ	1 基	5 基	1 基	3 基	1 基	3 基	3 基	17 基
送水パイプライン	690m	9,647m	2,851m	7,767m	5,253m	5,886m	2,126m	34,220m
配水パイプライン	20,658m	28,066m	14,297m	43,774m	11,082m	19,393m	17,139 m	154,409m
貯水槽	1 基	1 基	2 基	2 基	1 基	1 基	1 基	9 基
プーラー・ホップ	-	2 基	1 基	2 基	1 基	2 基	-	8 基
ポンプ槽	-	2 基	-	1 基	1 基	2 基	-	6 基
電気室	1 基	7 基	2 基	5 基	2 基	5 基	3 基	25 基
共同水栓	12 基	13 基	8 基	20 基	10 基	9 基	8 基	80 基
学校用便所	2 基	5 基	3 基	6 基	3 基	3 基	3 基	25 基
公衆便所	3 基	5 基	3 基	5 基	3 基	5 基	3 基	27 基
2010 年								
水中ポンプ	1 基	5 基	1 基	5 基	1 基	6 基	2 基	21 基
送水パイプライン	-	12,100m	5,100m	8,100m	1,500m	9,660m	8,800m	45,260m
配水パイプライン	15,052m	35,809m	5,133m	16,693m	12,374m	12,811m	8,645m	106,517m
貯水槽	1 基	1 基	2 基	1 基	1 基	1 基	-	7 基
プーラー・ホップ	-	3 基	4 基	2 基	3 基	6 基	1 基	19 基
ポンプ槽	-	3 基	4 基	1 基	2 基	4 基	1 基	15 基
電気室	-	8 基	5 基	3 基	1 基	8 基	3 基	28 基
共同水栓	6 基	13 基	5 基	9 基	5 基	7 基	3 基	48 基
学校用便所	1 基	1 基	1 基	1 基	1 基	1 基	1 基	7 基
公衆便所	1 基	1 基	1 基	1 基	1 基	1 基	1 基	7 基
2015 年								
水中ポンプ	2 基	-	1 基	1 基	2 基	2 基	5 基	13 基
送水パイプライン	1,170m	43,000m	1,900m	11,200m	400m	5,000m	6,100m	68,770m
配水パイプライン	23,348m	37,742m	3,190m	47,892m	17,772m	10,065m	2,320m	142,329m
貯水槽	1 基	4 基	3 基	4 基	1 基	1 基	1 基	15 基
プーラー・ホップ	-	5 基	4 基	2 基	3 基	2 基	2 基	18 基
ポンプ槽	-	5 基	-	1 基	-	2 基	1 基	9 基
電気室	1 基	5 基	1 基	2 基	1 基	4 基	4 基	18 基
共同水栓	6 基	19 基	7 基	22 基	10 基	5 基	4 基	73 基
学校用便所	1 基	1 基	1 基	1 基	1 基	1 基	1 基	7 基
公衆便所	1 基	1 基	1 基	1 基	1 基	1 基	1 基	7 基

5. 事業費積算

給水施設、衛生施設、そして年間維持管理費の積算結果を各都市・各計画年次ごとに示した。

(Thousand USD)

	Debarwa	Mendefera	Adiquala	Dekemhare	Segeneiti	Adi Keyih	Senafe	合計
2005 年								
給水施設	1,165	3,840	1,691	4,215	1,911	2,731	1,423	16,977
衛生施設	60	120	72	132	72	96	72	624
合計	1,225	3,960	1,763	4,347	1,983	2,822	1,495	17,601
年間維持管理費	43	121	62	134	58	107	67	592
2010 年								
給水施設	891	6,271	2,987	3,330	1,478	7,986	2,901	25,845
衛生施設	32	32	32	32	32	32	32	225
合計	923	6,303	3,019	3,362	1,510	8,018	2,933	26,070
年間維持管理費	80	307	124	223	95	198	837	1,140
2015 年								
給水施設	2,410	18,672	2,441	9,454	2,413	4,011	3,039	42,443
衛生施設	43	43	43	43	43	43	43	301
合計	2,453	18,715	2,484	9,497	2,456	4,054	3,082	42,744
年間維持管理費	132	628	222	435	136	299	194	2,045

6. 経済・財務評価

水道料金解析、経済評価、財務評価の結果を示した。低い EIRR 値を示している都市もあるが、平均 EIRR が示すように本計画は経済的・財務的に健全であると結論した。

6.1. 水道料金 (単位: Nfa/m ³)								
項 目	Debarwa	Mendefera	Adiquala	Dekemhare	Segeneiti	Adi Keyih	Senafe	平均
戸別水栓	7.5	9.0	7.5	7.0	10.0	8.0	7.0	8.0
ヤード水栓	4.0	6.0	5.0	5.0	8.0	6.0	4.0	5.4
共同水栓	2.0	2.0	2.0	2.0	4.0	2.0	2.0	2.3
6.2. 経済評価								
NPV (Thousand Nfa)	1,804	-1,046	2,876	3,551	-2,277	2,957	7,296	2,395
B/C	1.24	0.95	1.32	1.14	0.78	1.18	1.89	1.24
EIRR (%)	13.6	9.3	15.2	12.1	6.0	13.4	24.5	13.9
感度分析 (%)								
EIRR in Case-1	10.5	6.7	11.7	9.2	3.1	9.8	19.7	10.1
EIRR in Case-2	8.4	3.3	8.2	6.5	0.5	7.4	15.3	7.1
6.3. 財務評価								
Revenue to Cost Ratio (%)	123.8	124.5	122.6	122.4	110.3	129.8	124.3	122.5
Profit Rate (%)	18.7	19.3	18.3	17.9	9.1	16.4	19.4	17.0
Working Capital to Revenue Ratio (%)	44.4	47.0	43.4	46.3	40.3	40.3	39.4	43.0
Profit to Total Asset Ratio (%)	1.3	1.2	1.3	1.1	0.6	1.2	1.6	1.2

7. 技術評価総括表

各都市の事業評価、経済的ポテンシャル、水源ポテンシャル、そして種々の社会的環境等を列記したものである。これによって、各都市を総合的に評価することができる。

項 目	Debarwa	Mendefera	Adiquala	Dekemhare	Segeneiti	Adi Keyih	Senafe	平均(合計)
1.事業評価								
EIRR (%)	13.6	9.3	15.2	12.1	6.0	13.4	24.5	13.4
B/C Ratio	1.24	0.95	1.32	1.14	0.78	1.18	1.89	1.21
Profit Rate (%)	18.7	19.3	18.3	17.9	9.1	16.4	19.4	17.0
Water Price (Nfa/m ³)*	7.5, 4, 2	9, 6, 2	7.5, 5, 2	7, 5, 2	10, 8, 4	8, 6, 2	7, 4, 2	8.0, 5.4, 2.3
Payment for Water (% of Income)	1.2	2.4	1.5	1.5	2.7	1.8	1.3	1.8
2.経済的ポテンシャル								
収入 (Nfa/月)	676	774	739	917	518	877	743	791
低所得層 (%)	47	42	49	29	58	45	55	46
支払意志 (収入に対する割合%)	1.7	1.5	2.0	1.5	2.2	1.3	1.3	1.4
3.水源ポテンシャル								
地下水 (m ³ /day)	10,000	2,600	16,580	5,000	920	2,140	2,660	(39,000)
地表水 (ダムからの距離, km)	14	24	59	20	38	78	101	48
4.社会環境								
人口 (人)	4,800	20,400	9,500	21,700	6,200	14,200	12,900	(89,700)
首都からの距離 (km)	33	59	94	39	57	97	120	71
工業誘致	Yes	Yes	No	Yes	No	No	No	-
給水要求度 (%)	39	19	15	40	22	29	6	24
識字率 (%)	58	63	60	80	63	64	73	66
WSS の歳入 (1997) (1,000 Nfa)	46	323	168	270	108	106	169	170

* : それぞれ、戸別水栓、ヤード水栓、共同水栓での価格

目 次

1. 序文	1
2. エリトリア概観	1
3. 調査対象地域： デブ州概要	2
3.1 自然条件	2
3.2 社会状況	2
3.3 給水および衛生	3
3.4 環境	3
4. 対象 7 都市の現況	3
4.1 位置	3
4.2 現況	3
5. 計画策定の基本方針	5
5.1 基本方針	5
5.2 人口予測	5
5.3 水需要予測	6
5.4 給水施設	9
5.5 衛生改善計画	9
5.6 財務・経済評価	9
6. 開発計画	10
6.1 人口予測及び水需要量	10
6.2 水源開発	11
6.3 給水及び衛生施設計画	13
6.4 機構強化計画	17
6.5 事業費	18
6.6 給水施設の持続性	19
6.7 持続可能な衛生施設改善計画	20
6.8 財務計画	21
6.9 事業評価	23
6.10 事業実施計画	25
7. 優先計画のフィジビリティ・スタディ	26
7.1 地下水開発計画	26
7.2 施設計画	27
7.3 機構強化計画	29
7.4 事業費	30
7.5 給水施設の持続性	30
7.6 財務計画	33
7.7 事業評価	35
7.8 実施計画	36
7.9 総合技術評価	37
8. 結論と提言	38
8.1 結論	38
8.2 提言	40

付属資料

エリトリア国
地方都市地下水開発計画調査
和文要約

1. 序文

エリトリア国（以下「エ国」と略称する）は、30 年にも及ぶ永く過酷な戦争の後、1991 年に独立を達成した。この戦争は、国内の全ての分野での開発を著しく阻害してきた。独立以来、多くの国や機関がこの国の給水や衛生分野へ援助の手を差し伸べた。そして我国もエリトリア政府の要請に応え、技術協力を実施する運びとなった。

本件開発計画に対する S/W は、国際協力事業団（JICA）が派遣した事前調査団と、「エ国」政府、鉱山・エネルギー・水資源省との間で平成 9 年 4 月に調印された。JICA は、この S/W に沿い久米孝雄を団長とし 11 人の団員からなる調査団を「エ国」に派遣した。同国の受け入れ機関は、改変された土地・水・環境省（MoLWE）内に新設された水資源局（WRD）となった。

調査の目的は、

- 1) 地下水に主眼を置いた、水源開発ポテンシャルを評価し、
- 2) 給水開発計画および衛生改善計画を策定し、
- 3) 優先給水開発計画に関する F/S を実施し、併せて
- 4) 調査の実施を通じて先方のカウンター・パートに技術移転を行うことである。

調査の対象は、以下に示すデブブ州内の 7 都市である。

デバルワ、メンデフェラ、アディクアラ、

デケムハレ、セゲネイティ、アディ・ケイ、および セナフェ

平成 9 年 8 月の調査開始以来、約 7 ヶ月に及ぶ現地調査を通じ、インセプション（I および II）、プログレス、およびインテリムの各報告書を作成し、WRD に提出した。平成 10 年 11 月上旬には、5 ヶ月に及ぶ国内作業を経て作成された最終報告書（ドラフト）を WRD に送付した。平成 11 年 1 月初頭、報告書（ドラフト）は、エリトリアの関連諸機関からのコメントを考慮に入れた上で最終仕上げがなされ、その最終報告書はただちにエリトリア政府に提出された。

2. エリトリア概観

「エ国」は面積約 12 万 4 千平方キロ、北および北東を紅海に、北西をスーダンに、南および南西をエチオピアに、南東をジブチに接している。比較的小さい国土でありながら、「エ国」は明瞭な三つの地形・気候区：中央高地、西部低地、および東部沿海低地、に区分される。

歴史的に見れば「エ国」は、まずトルコに、そしてイタリア、英国、最後にエチオピアによる、長い統治下にあった。30 年にも及ぶ抵抗の末、1991 年に至って、やっと外国の支配から脱することができた。そして、国連監視下での国民投票を経て、1993 年 5 月に正式に独立を宣言した。

「エ国」では、まだ国勢調査は実施されていない。信頼できる推定では、人口は約 3.5 百万人で、以下の 9 種族から構成されている：アフアール、ビレン、ヘダリブ、クナマ、ナラ、ラシャイダ、サホー、ティグレナ、およびティグレ。

「エ国」政府は 17 の中央省庁と 6 州政府とから構成されている。中央省庁は、政策事項、開発の指針、開発計画・実施計画の策定等に責任を有し、一方“ソバ”と呼ばれる地方政府は、それらの計画を実施する権利と責任とを付与されている。

3. 調査対象地域：デブ州概要

3.1 自然条件

調査対象 7 都市は、「エ国」全 6 州の一つ“デブ州”内に位置する。同州は約 8 千平方キロの面積を有し、平坦な頂部を有する高原と、それを取り巻く急崖や深く刻まれた峡谷とによって特徴付けられた、中央高地の南半を占める。

同州は、比較的低緯度に位置しながらも、その標高が高いため、平均年最高温度は約 27°C、同最低気温は 4°C である。年間降水量は 393~696mm だが、その大部分が 7,8 月に降る。

デブ州は水文的にはメレブ川とその支流によって支配されているが、全て季節河川である。これらの河川に沿って主に農業用、家畜用、あるいは地下水涵養を目的とした、いわゆるマイクロ・ダムが多数建設されている。しかし、これらのダムは常に水不足に悩まされている。

地質学的に見れば「エ国」全体が先カンブリアの基盤岩に載っている。「エ国」の基盤岩は 7 つのセグメントに区分されているが、デブ州はこの内の“ナクファ区”を基盤としている。この地質区は、片岩や千枚岩といった変堆積岩に整合的に覆われた変火成岩から成り、一部で花崗岩の貫入を受けている。同州南部には、“アディグラード砂岩”と呼ばれる中生代堆積岩類が露頭し、更に“トラップ玄武岩”と呼ばれる造高原第三紀玄武岩が当地域、特に西部に、広く分布する。沖積堆積層はメレブ川およびその支流に沿って分布し、特に同州中央部のハザマ平地に良く発達している。

デブ州の地下水は、地表水とは対照的にかなり豊富である。地下水はほぼ全ての地層に胎胚されるが、しかし、量的質的に有用な帯水層はそう多くはない。同州での、主たる水文地質ユニットは以下のようなものである。

- 1) 基盤岩類：変成岩や貫入岩で亀裂や風化帯を伴う。
- 2) 火山岩類：大小の亀裂や裂隙を伴う。
- 3) 未固結堆積物：粒子間に空隙を有する。

3.2 社会状況

デブ州は 11 の県 (“Neus Zoba”: sub-region) と 212 の郡 (“Kebabi”: village administration) から成り、合計 884 の村落を含んでいる。州人口は約 702.5 千人、対象 7 都市のみでは 89,660 人と言われている。都市人口はしかし、周辺村落からの移動や、周辺国からの帰還民のため急激に増加している。

一説では「エ国」全人口の 65% は中央高地に集中している。中央高地は “Christian Highland” という言葉に象徴されるように、中央高地の、そしてデブ州の住民の大多数はキリスト教徒であり、モスLEM がこれに続く。種族的には、ティグレナが大多数を占め、これにサホー、ティグレが続いている。

州人口の大部分は村落部に住み、農業に従事している。都市部の住民は、公務員を除いて、小規模な企業従業員、日雇い労務者、そして商店主等で占められる。デカムハレやデバルワといった一

部の都市は、近年工業地域として急激に発展しつつある。またある地域は鉱物資源に恵まれ、必然的に探鉱活動が盛んに行われている。

3.3 給水および衛生

給水環境に関しては、デブ州はまさに「エ国」全体の縮図と言えよう。現存する給水や衛生に関する施設の大部分は、イタリア統治時代に建設されている。それらは都市部にのみ集中し、また植民地経営の便および輸出指向の換金作物生産を念頭において設計されていた。これに引き続く英国やエチオピア統治時代にも、人口は増加したにも関わらず何ら施設の改善は行われなかった。

こうした失政と無視とは、給水やその他の社会基盤に致命的なダメージを与えた。今日、住民が衛生的な飲料水にアクセスできる機会はきわめて小さくなっている。UNICEF の資料によれば都市部で 44%、村落部ではわずか 7%が安全な水に接しているという。こうした施設環境と近年の旱魃と相俟って、井戸、その他の水源の枯渇を招き、結果として社会的な不便さ、不健康さ、そして劣悪環境（特に子供や女性の）を引き起こした。水道施設の欠如は、人々に川や池、水溜り等の水を直接利用することを強制し、それはまた、水因性あるいは水に関連した疾病の増加をきたしている。

家庭での衛生環境も劣悪である。同じく UNICEF の資料では、衛生施設の普及率は村落部で 1%以下、都市部でもやっと 48%である。便所の欠如は、屋外での排便を社会習慣としてしまった。しかし、わずかではあるが、既存の施設は清潔で臭いもなく、良く管理されている。

3.4 環境

新生「エ国」は、永い植民地支配と 30 年にも及ぶ戦争によって極めて劣化した自然環境を引き継いだことになる。この間に、国土の 30%を覆っていたと言われる天然林は、実に 2%を切るまでに減ってしまった。これは主に木材切り出し、薪炭利用、焼畑、無秩序な牧草地化、気候変動、あるいは大規模な土壌流出等々に起因している。

植生は、アカシア類を主体としている。河川沿いには、トゲアカシア、デーツ等が分布する。また、記録によれば、「エ国」は野生動物が豊富であったという。しかし、今日野生動物の実態はほとんど知られていない。農業省によれば、同州で見られる主たる野生種は、豹、ヒヒ、狐、ジャカル、リス、猿等である。又、野生の鳥はその種類も数も年々増加しているとの事である。

4. 対象 7 都市の現況

4.1 位置

中央高地の南半部はメレブ川によって開析され、その中央-南部に広大な沖積平野を形成している。この低平地を囲むように、アスマラ高地を基点とする二つの尾根状の高地が南下している。このそれぞれの尾根上をエチオピアに通じる主要国道が通っている：東部尾根を国道 1 号線、西部尾根上を国道 3 号線。対象 7 都市のうち、デバルワ、メンデフェラ、アディクアラの 3 都市が西部尾根上、国道 3 号線沿いに、残るデケムハレ、セゲネイティ、アディ・ケイ、セナフェの 4 都市は東部尾根上、国道 1 号線に沿いに位置している。

4.2 現況

対象 7 都市の自然および社会・経済の現況をは次ページ、表 4.2.1 にまとめる。

表 4.2.1 対象7都市の現況

項 目	Debarwa	Mendefera	Adiquala	Dekemhare	Segeneiti	Adi Keyih	Senafe
1. 自然環境							
a. 地形	丘陵地形	台地上	台地上	丘陵、 沖積平野	山間地	台地上	山間地
b. 位置 北緯 東経	15°05'34" 38°49'56"	15°05'34" 38°49'56"	15°05'34" 38°49'56"	15°05'34" 38°49'56"	15°05'34" 38°49'56"	15°05'34" 38°49'56"	15°05'34" 38°49'56"
c. 首都からの距離	33 km	59 km	94 km	39 km	57 km	97 km	120 km
d. 標高	1,850 m	2,000 m	1,680 m	2,170 m	2,100 m	2,420 m	2,250 m
e. 基盤岩	Schists	-	Granite	Granite	Granite	Schists	Phyllite
f. 地表地質	Laterite	Basalt	Basalt	Alluvium	Granite	Adigrat S.	Adigrat S.
2. 社会経済環境							
a. 人口	4,831	20,371	9,488	21,675	6,146	14,215	12,934
b. 世帯数	1,224	5,613	2,500	5,820	1,777	3,829	4,094
c. 世帯構成人員	3.9	3.6	3.7	3.7	3.5	3.7	3.2
d. 種族 (%)							
- ティグレ	100.0	98.2	100.0	74.0	90.4	64.0	37.5
- サ-	-	1.2	-	13.0	1.3	16.6	24.2
- ティグレ	-	-	-	13.0	8.2	-	-
- その他	-	0.6	-	-	-	19.4	38.3
e. 宗教 (%)							
- 正統教	99.0	74.4	79.3	67.0	30.7	61.7	62.5
- イスラム教	0.8	23.4	20.7	22.5	10.0	19.7	37.5
- カリック	0.2	0.9	-	7.9	59.3	1.6	-
- プロテスタント	-	1.4	-	2.6	-	-	-
3. 水源							
a. 雨量 (mm/a)	659	612	696	524	494	494	528
b. 河川数	4-6	3-4	4-6	3-5	3-5	1-2	4-6
c. マイク・ガム	14	14	2	10	4	11	5
d. 掘りぬき井	8	3	10	3	7	2	7
e. 深井戸	5	10	2	23	5	8	7
f. その他	1	-	3	-	-	1	-
4. 給水環境							
a. 施設数							
- 戸別給水	15	650	263	431	105	677	315
- 共同水栓	5	5	2	-	6	2	3
- 給水車	1	1	-	5	-	1	1
b. 消費量 (l/c/d)							
- 戸別給水	26	24.1	20.5	25.6	11.7	28.7	10.3
- 共同水栓	8.6	10.1	14.3	-	8.8	16.5	8.0
- 給水車	15.6	16.4	-	16.5	-	5.6	16.5
c. 水価 (Nfa/m³)							
- 戸別給水	3.0	1.5-2.0	1.5	2.0	2.0-2.5	3.0-3.5	2.5
- 共同水栓	7.5	5.0	5.0	-	5.0	5.0	5.0
- 給水車	10.0	6.25	-	10.0	-	10.0	10.0
- 水売り	16-40	7.0	7.5	-	-	-	-
5. 衛生							
a. 公衆便所	-	2	2	1	2	2	1
b. 病院数	1	1	1	1	1	1	1
c. 下水施設	No	Exist	Exist	No	No	No	No

5. 計画策定の基本方針

5.1 基本方針

(1) 対象年次

本計画は 2015 年までを対象とし、3 期計画として策定する。この 3 期は、2005 年、2010 年、および 2015 年をそれぞれ対象年とする。この内 2005 年を対象とした第 1 期計画は F/S レベルでの策定を行う。

(2) 水源開発計画

水源開発は地下水開発ないしは伏流水開発に主眼を置く。地下水は、浅層および深層地下水共に調査の対象とする。

(3) 水利用

給水の対象は生活用水を優先するが、デバルワ、メンデフェラ、デケムハレのように工業開発が見込まれる都市では、工業用水利用をも考慮する。

(4) 給水および衛生改善計画

給水・衛生改善計画は、ア)自然および社会環境を適切に考慮した施設計画、イ)工事費の積算、ウ)施設の維持管理計画、エ)機構強化計画、オ)計画の財務経済評価、および、カ)実施計画から構成する。

(5) 計画の持続性

地方都市における給水事業は、独立採算を旨とし給水衛生公社が運営しなければならない。給水システムを、独立採算で持続的に運営可能な機構についての提言を行う。

5.2 人口予測

対象 7 都市は、人口増加を予測する目的で、急激な増加の予想される都市群（カテゴリー 1）と、比較的ゆっくりした増加が予測される都市群（カテゴリー 2）の二つに区分する。又、帰還民も考慮する。

(1)カテゴリー 1：デバルワ、メンデフェラ、デケムハレ

-年間人口増加率	1998 年－2005 年	5%
	2006 年－2015 年	4.5%
-帰還民数	1997 年－2000 年	900 人
	2001 年－2005 年	1,200 人
	2006 年－2010 年	1,200 人
	2011 年－2015 年	1,000 人

(2)カテゴリー 2：アディクラ、セゲネイティ、アデイ・ケイ、セナフェ

-年間人口増加率	1998 年－2005 年	4.5%
	2006 年－2015 年	3.5%
-帰還民数	1997 年－2000 年	750 人

2001 年－2005 年	1,000 人
2006 年－2010 年	1,000 人
2011 年－2015 年	750 人

カテゴリー別の増加率と、地方省（Ministry of Local Government: MoLG）による 1997 年の各都市の人口を基に、各対象年次における人口を推定する。

5.3 水需要予測

(1) 水消費量

各都市は給水施設の現況を基に、給水普及率の高い都市（第 1 群）、普通の都市（第 2 群）、および低い都市（第 3 群）とに区分する。各群にそれぞれ消費量の伸び率を想定し、対象年次別、モード別の水消費量を表 5.3.1 のように設定する。

(2) 生活用水

各都市、各年次における生活用水平均消費量は、表 5.3.1 を加重平均し、表 5.3.2 のように設定した。

表 5.3.2 生活用水消費量 (l/c/d)

都市名	2005 年	2010 年	2015 年
Debarwa	18.8	19.9	22.6
Mendefera	23.1	29.4	34.8
Adiquala	20.5	23.6	30.7
Dekemhare	23.1	29.4	34.8
Segeneiti	18.8	19.9	22.6
Adi Keyih	23.1	29.4	34.8
Senafe	20.5	23.6	30.7
平均	21.1	25.0	30.1

(3) その他の水需要

その他の水需要として、以下の消費量を設定する。

学校	5 l/pupil
病院、診療所	100 l/bed
ホテル、バー、喫茶店、食堂	210 l/shop
教会、モスク	5 l/visitor
事務所	5 l/person
工場	1,000 l/factory
軽工業	5,500 l/ha
その他の工業	15,000 l/ha

(4) 物理的ロス

パイプ、貯水槽や給水栓等から漏水する量は 15%とする。

(5) 日最大およびピーク需要量

日最大水需要量は平均日需要量の 1.2 倍とする。

ピーク時需要量は日最大需要量の 1.5 倍とする。

(6) 水需要予測

水需要量は、上記の各推定量・仮定量と、年次別のサービス人口予測とから算定する。

表 5.3.1 水消費量

Name of town	Present water consumption pattern			Expected water demand											
	Mode of supply	Consumption lit/d	Consumers % of household 1)	Year 2000-2005						Year 2005-2010					
				Consumers (% of hhd)		Ave. Consumption (lit/d)				Consumers (% of hhd)		Ave. Consumption (lit/d)			
				2000	2005	2000	2005			2005	2010	2005	2010		
Debarwa	House connection	25	1.25	15	17	25	28	17	19	28	30	19	22	30	35
	Yard connection	-	-	20	22	20	22	22	24	22	24	24	27	24	27
	Communal water point	8.56	41.7	65	61	15	15	61	56	15	15	56	51	15	15
	Water tanker	15.61	27.8												
Mendefera	House connection	24.11	10.94	25	29	30	35	29	34	35	40	34	39	40	47
	Yard connection	14.95	6.56	30	33	20	22	33	66	22	24	66	61	24	27
	Communal water point	10.13	29.2	45	38	15	15	38	0	15	15	0	0	15	15
	Water tanker	16.39	53.3												
Adiquala	House connection	20.45	13.86	20	23	25	29	23	27	29	34	27	31	34	39
	Yard connection	12.07	6.14	30	33	20	22	33	37	22	24	37	69	24	27
	Communal water point	14.31	63.6	50	44	15	15	44	37	15	15	37	0	15	15
	Water tanker	-	-												
Dekemhare	House connection	25.59	5.67	25	29	30	35	29	34	35	40	34	39	40	47
	Yard connection	15.67	8.67	30	33	20	22	33	66	22	24	66	61	24	27
	Communal water point	-	-	45	38	15	15	38	0	15	15	0	0	15	15
	Water tanker	16.51	78.1												
Segeneiti	House connection	11.66	3	15	17	25	28	17	19	28	30	19	22	30	35
	Yard connection	5.94	5	20	22	20	22	22	24	22	24	24	27	24	27
	Communal water point	8.79	90.5	65	61	15	15	61	56	15	15	56	51	15	15
	Water tanker	5.59	-												
Adi Keyih	House connection	28.73	4.95	25	29	30	35	29	34	35	40	34	39	40	47
	Yard connection	12.64	10.64	30	33	20	22	33	66	22	24	66	61	24	27
	Communal water point	16.45	13.94	45	38	15	15	38	0	15	15	0	0	15	15
	Water tanker	-	78.86												
Senafe	House connection	10.3	7.78	20	23	25	29	23	27	29	34	27	31	34	39
	Yard connection	6.8	6.62	30	33	20	22	33	37	22	24	37	69	24	27
	Communal water point	8.04	83.8	50	44	15	15	44	37	15	15	37	0	15	15
	Water tanker	16.49	1.82												

1): The sums aren't necessarily 100% because of multiple answers and neglected other sources.

5.4 給水施設

(1) 給水システム

給水システムは原則として、既存のシステムと同様のものとする。水源は地下水を優先的に利用する。水源から貯水槽まではポンプで圧送するが、貯水槽から水栓までは重力で送水する。

(2) 給水地区

全ての都市は既に都市計画マスタープランを持っている。各都市は、給水施設の現況と将来の都市計画を基に、地形条件をも勘案して3分し、順次各対象年次で給水対象地域に含める。

(3) 施設計画

既存施設は、原則として新設のものと置きかえる。しかし、当計画に取り入れられた既存水源（井戸）は継続利用とし、ポンプのみ交換する。十分な容量を有する貯水槽は、修理した上で再利用する。

主たる給水施設を以下に示す。

- 取水施設： 井戸、ポンプ
- 送水施設： 送水パイプ、ブースターポンプ、等
- 配水施設： 貯水槽、配水パイプ
- サービス施設： 給水栓等
- 電機設備： 配電室、発電機
- その他： ポンプ小屋、バルブ、メーター等

5.5 衛生改善計画

各都市の衛生および健康に関する現況を把握し、続いて、収集した情報・資料を解析し、改善の必要性と要求度、計画の対象あるいは対象グループ等を同定する。その上で、対象年次に応じた改善計画を策定する。さらに、この事業を永続させるため、管理および衛生教育計画を策定し、勧告する。

5.6 財務・経済評価

(1) 水価および歳入

水価は以下の事項を基に、対象年次および対象層ごとに決める。

- 平均月収
- 階層ごとの月収分布
- 支払い意志
- 水道料に関する世銀勧告
- モード別、利用目的別の傾斜価格

- 消費量別の傾斜価格
- 収入増加予測
- 施設の財務上の持続性

水道料金に基づく歳入は、以下の項目から推定する。

- 年次ごと、階層ごとの世帯数
- 年次ごと、階層ごとの年間水消費量
- 年次ごと、階層ごとの水価
- 料金徴収率

なお、技術料、メーター・レンタル料等、その他の収入源も考慮する。

(2) 財務分析

財務分析の基本因子は以下のとおりである。

- 耐用年数： F/S 計画 20 年、マスタープラン 30 年
- 公定歩合： 10%
- 初期費用： 補助金
- 受益者負担： 維持管理費用、施設・機器の修理・交換
- 施設・機器の寿命： ポンプその他の電気設備－15 年
その他の施設－50 年
- 事業利益への所得税： なし

財務分析は二つの様式で行う。一つは財務諸表、一つは財務基準値の計算である。損益計算書、資金運用表、貸借対照表を年ごとに計算する。同時に、各種財務指標を計算する。費用・収入フローを基に財務基準値を計算し、これらの計算値や指標を基に財務的フィジビリティを評価する。

(3) 経済分析

評価された事業便益と経済的コスト考査を基に各都市ごとの経済分析を行う。この過程で、NPV、B/C、EIRR 等を計算する。

6. 開発計画

開発計画は、前述の 5. 計画策定の基本方針に基づき 2015 年を最終年度とし、2005 年、2010 年、および 2015 年の 3 段階で計画する。

6.1 人口予測及び水需要量

(1) 人口予測

各対象年次における人口を表 6.1.1 のように推定する。

表 6.1.1 対象7都市の人口予測

Year	Debarwa	MendeFera	Adiquala	Dekemhare	Segeneiti	Adi Keyih	Senafe	Total
1997	4,831	20,371	9,488	21,675	6,146	14,215	12,934	89,660
2005	9,490	32,450	15,430	34,370	10,680	22,150	20,330	144,900
2010	13,020	41,630	19,320	44,030	13,680	27,310	25,140	184,130
2015	17,230	52,830	23,700	55,880	17,000	33,180	30,610	230,480

(2) 水需要量

ほとんどの都市は3～6のゾーンに区分された市街地と、いくつかの村落とから構成されている。都市計画はこの市街地から一定方向に伸びる、あるいは同心円状に拡大する開発地域を規定している。これら、現況と将来計画とを勘案し、開発の各年次ごとに給水地区となる地域を制定する。

水需要量は、各年次ごとの人口予測と給水地区の広がりから見積もる。こうして推定した水需要量を表 6.1.2 に示す。

表 6.1.2 水需要量

	Debarwa	Mendefera	Adiquala	Dekemhare	Segeneiti	Adi Keyih	Senafe	合計(平均)
1. 給水人口:								
2005	7,990	19,750	11,750	26,610	7,270	16,500	15,620	105,490
2010	12,460	33,270	16,490	37,950	11,500	25,500	21,810	158,980
2015	17,230	52,880	23,700	55,880	17,000	33,180	30,610	230,480
2. 給水率(%)								
2005	84.2	60.9	76.2	77.4	68.1	74.5	76.8	(74.0)
2010	95.7	79.9	85.4	86.2	84.1	91.7	86.8	(87.1)
2015	100	100	100	100	100	100	100	(100)
3. 水需要量 (m3/day):								
2005	411	1,001	532	1,320	344	849	698	5,155
2010	754	2,283	789	2,452	517	1,424	1,030	9,249
2015	1,318	3,761	1,322	4,962	785	2,095	1,697	15,940

6.2 水源開発

(1) 水源ポテンシャル

全ての水源は降雨に帰する。降雨量の大部分は蒸発散、また地表流出で失われる。残るわずかな量が地下に浸透し、地下水を涵養する。つまり、

降雨量－(実質)蒸発散量＝有効雨量

有効雨量×集水域＝総水源量

総水源量－地表流出＝地下水涵養量

しかし、年間涵養量の全てを利用する事は極めて難しい。何故ならば、降雨による地下水の涵養は、雨季のわずか数ヶ月の間にしか発生しないし、地下水は自然状態では、すぐに流下してしまうからである。涵養された地下水の利用率を高めるには何らかの人工的な手法、例えば地下ダムのような手法が必要となる。推定した地下水開発可能量を表 6.2.1 のようにまとめる。

表 6.2.1 地下水開発ポテンシャル

項 目	Debarwa	Mendefera	Adiquala	Dekemhare	Segeneiti	Adi Keyih	Senafe
1. 降雨量 (mm/a)	658.5	611.5	695.5	523.6	494.3	493.7	528.1
有効雨量	179.9	172.4	254.3	139.9	96.6	64.2	102.4
涵養量	72.0	69.0	101.7	56.0	38.6	25.7	40.9
2. 地下水盆面積							
主地下水盆	Debarwa	Mendefera	Gefih R.	A. Golol	A. Howya	A. Wegera	R. Ribis
面積 (km ²)	195	165	210	47.6	11.5	16.9	27.4
第2盆	-	-	Semomo	-	Mirakat	Adi Keyih	E. Abune
面積 (km ²)	-	-	12.6	-	5.8	16.1	53.8
第3盆	-	-	-	-	-	Tekonda	-
面積 (km ²)	-	-	-	-	-	35.0	-
3. 年間涵養量							
主盆 (MCM)	14.0	11.4	>20.0	2.67	0.44	0.43	1.12
第2盆	-	-	0.21	-	0.22	0.41	2.20
第3盆	-	-	-	-	-	0.90	-
4. 開発ポテンシャル (m ³ /day)							
主盆	>10,000	2,600	>16,000	5,000	720	590	1,010
第2盆	-	-	580	-	200	560	1,650
第3盆	-	-	-	-	-	990	-
5. 水需要量 (m ³ /day)	1,318	3,761	1,322	4,962	785	2,095	1,697

(2) 水源開発計画

各都市の水源ポテンシャルと想定された水需要量とから、表 6.2.2 と巻末の図 6.2.1 から 6.2.7 までに示したように、水源開発計画を策定した。同表に示されるように、メンデフェラのみは地下水開発ポテンシャルが 2015 年の水需要量に足りず、地表水開発が求められる。また、デケムハレでは、2015 年における膨大な水需要量を賄うためには地下ダム開発の様な他の水源開発が必要となる。

表 6.2.2 水源開発計画

	Debarwa	Mendefera	Adiquala	Dekemhare	Segeneiti	Adi Keyih	Senafe
1. 既存水源	BH-12 (207)	BH-4, BH-5 (546.9)	Dug-wells (302)	BH-14,19 and others (553)	DW-1 (276)	DW-2 & BH-7 (415)	BH-9,10 (622)
(揚水量, m ³ /day)							
2. 2005 年計画	DEB-1 (411)	BH-4, 5 MEN-2, & nMEN-1,2 (1,001)	Dug-wells & Intake facility (532)	BH-14,& DEK-1, 2 (1,320)	SEG-2 (344)	DW-2, BH-7, & ADI-2 (968)	Above and, BH-14 (726)
(揚水量, m ³ /day)							
3. 2010 年計画	DEB-1 (754)	Above and, nMEN-3 nMEN7 (2,283)	Above and, nADQ-1 (789)	Above and, BH-19, nDEK-1, and 2 (2,452)	SEG-2 (517)	Above and, BH-4, 5, ADI-1, nADI-1 (1,486)	Above and, nSEN-2, nSEN-3 (1,141)
(揚水量, m ³ /day)							
4. 2015 年計画	DEB-1 & BH-12 (1,318)	Above and, Surface water source (3,761)	Above and, nADQ-2 (1,322)	Underground dam (4,962)	SEG-2 & DW-1 (785)	Above and, nADI-2,3 (2,095)	Above and, SEN-1, & nSEN-1,4 (1,697)
(揚水量, m ³ /day)							

6.3 給水及び衛生施設計画

(1) 給水施設計画

給水施設は、取水施設、送水施設、配水施設、サービス施設、およびその他の施設から構成される。計画した年次ごとの施設計画を表 6.3.1 から 6.3.3 に示す。

(2) 衛生施設計画

1) 学校および公衆便所

学校用便所

学校用便所は、男子用女子用の各コンポーネントを有する 1 棟立てとする。各コンポーネントは 5 個の便所を備える。便所は水洗とする。便所使用後の手洗いを習慣付けるために、男子用女子用両コンポーネントに手洗い槽を設置する。

公衆便所

公衆衛生の観点から、マーケットやバス停、競技場といった公共の場には公衆便所を設置することが望ましい。便所の構造は上述学校用のそれと同じとする。

表 6.3.4 学校および公衆便所計画

	Debarwa	Mendefera	Adiquala	Dekemhare	Segeneiti	Adi Keyih	Senafe	合計
学校用便所								
2005 年	2	5	3	6	3	3	3	25
2010 年	1	1	1	1	1	1	1	7
2015 年	1	1	1	1	1	1	1	7
公衆便所								
2005 年	3	5	3	5	3	5	3	27
2010 年	1	1	1	1	1	1	1	7
2015 年	1	1	1	1	1	1	1	7

2) 公共衛生施設

対象 7 都市に現在ある公共衛生施設は、極めて貧弱である。しかし、必要な衛生施設を、第 1 期の計画で一気に整えるのは経済的に無理があろう。生活排水・雨水の排水施設やごみ収集等を整備することは公衆衛生環境改善のために重要なことであり、6.7 持続可能な衛生施設改善計画でいくつかの提言がなされている。

3) 私的衛生施設

推薦される家庭用の便所は給水施設の種類の深く関連する。給水のモードに応じ、以下に示す 3 種類の便所が推薦されるが、共同便所はその管理の難しさからあまり強くは推薦されない。

- 個別給水栓利用者： 水によるフラッシュタイプ。
- ヤード水栓利用者： 水ポットによるタイプ。
- 共同水栓利用者： 換気扇のみのタイプ。

表 6.3.1 施設計画 (2005)

Facility	Description	Unit	Debarwa	Menafara	Adiquaba	Dekenbare	Segencilif	Adi Kevili	Semafe	Total
Intake Facility	New well	sets		2	1		1			4
	Existing well	sets		2				2		8
	Observation well	sets	1	1				1		5
	Dam	sets								
Well Pump Facility	(Sub-total)	sets	1	5	1	3	1	3	3	17
	Submersible pump									
	DEB-1, 0.238m ³ /min 73.3m, 1set				All In., 0.372m ³ /min 118.9m, 1set	DEK-1, 0.198m ³ /min 28.1m, 1set	SEG-2, 0.240m ³ /min 135.3m, 1set	DW-2, 0.096m ³ /min 101.0m, 1set	BH-14, 0.072m ³ /min 71.2m, 1set	
						DEK-2, 0.316m ³ /min 39.5m, 1set		BH-7, 0.192m ³ /min 13.1m, 1set	BH-10, 0.144m ³ /min 64.3m, 1set	
Transmission Pipeline						BH-14, 0.384m ³ /min 56.1m, 1set		AD-2, 0.300m ³ /min 102.6m, 1set	BH-9, 0.288m ³ /min 63.1m, 1set	
Booster Pump Facility										
Pump Pit										
Reservoir										
Distribution Pipeline										
Control House										
Water Point Individual Connection										
Temporary Road										

表 6.3.2 施設計画 (2010)

Facility	Description	Unit	Debarwa	Mendefera	Adiquala	Dekembare	Segenelli	Adi Keythi	Senafe	Total
Intake Facility	New well	sets		5	1	2		1	2	11
	Existing well	sets				1		2		3
	Observation well	sets						1		1
	Dam	sets								
Well Pump Facility	(Sub-total)	sets	0	5	1	3	0	4	2	15
	Submersible pump									
	DEB-1, 0.522m ³ /min 82.8m, 1set			nMEN-7, 0.180m ³ /min 90.0m, 1set	nADO-1, 0.192m ³ /min 24.0m, 1set	nDEK-2, 0.264m ³ /min 120.9m, 1set	SEG-2, 0.360m ³ /min 78.9m, 1set	ADI-1, 0.060m ³ /min 37.5m, 1set	nSEN-3, 0.144m ³ /min 109.8m, 1set	
				nMEN-6, 0.180m ³ /min 65.6m, 1set		nDEK-1, 0.264m ³ /min 85.2m, 1set		BIH-5, 0.060m ³ /min 18.6m, 1set	nSEN-4, 0.144m ³ /min 60.5m, 1set	
				nMEN-5, 0.180m ³ /min 45.2m, 1set		BIH-19, 0.288m ³ /min 129.3m, 1set		DW-2, 0.096m ³ /min 113.5m, 1set		
				nMEN-4, 0.180m ³ /min 30.7m, 1set		DEK-2, 0.336m ³ /min 44.6m, 1set		BIH-4, 0.096m ³ /min 108.7m, 1set		
				nMEN-3, 0.180m ³ /min 32.8m, 1set		BIH-14, 0.384m ³ /min 61.1m, 1set		nADI-1, 0.114m ³ /min 95.1m, 1set		
								ADI-2, 0.384m ³ /min 111.7m, 1set		
Transmission Pipeline	(Sub-total)	sets	1	5	1	5	1	6	2	21
	DCIP	m								
	ditto			2,900.0						2,900.0
	ditto			3,800.0	5,000.0	2,100.0		800.0	2,900.0	14,600.0
	ditto			1,600.0		3,500.0			3,200.0	8,300.0
	ditto			3,800.0	100.0	2,500.0		4,900.0		11,300.0
	ditto						1,500.0	3,900.0	2,700.0	8,100.0
Booster Pump Facility	(Sub-total)	m	0.0	12,100.0	5,100.0	8,100.0	1,500.0	9,660.0	8,800.0	45,260.0
	Centrifugal pump									
	BP-3, 0.720m ³ /min 95.8m, 1set			BP-2, 0.192m ³ /min 101.6m, 4sets	BP-1, 1.446m ³ /min 111.1m, 1set	BP-1, 0.360m ³ /min 78.9m, 1set	BP-1, 0.360m ³ /min 78.9m, 1set	BP-3, 0.120m ³ /min 83.4m, 2sets	BP-1, 0.288m ³ /min 92.1m, 1set	
	BP-4, 0.900m ³ /min 77.0m, 2sets				BP-1, 0.287m ³ /min 150.0m, 1set	BP-1, 0.264m ³ /min 99.3m, 1set	BP-2, 0.096m ³ /min 98.7m, 1set	BP-4, 0.144m ³ /min 105.5m, 1set		
								BP-1, 0.384m ³ /min 115.0m, 1set		
								BP-2, 0.384m ³ /min 52.6m, 1set		
Pump Pit	(Sub-total)	sets	3	3	4	2	3	6	1	19
	Made of RC			25m ³	20m ³ , 4sets	15m ³	15m ³ , 2sets	15m ³ , 4sets	15m ³	
Reservoir	(Sub-total)	sets	3	3	4	1	2	4	1	15
	Made of RC			430m ³	40m ³	380m ³		190m ³ , h=5.5m		
	Made of F R P				50m ³ , h=13m		50m ³ , h=12.5			
	Existing									
Distribution Pipeline	(Sub-total)	sets	1	1	2	1	1	1	0	7
	PVC	m								
	ditto									
	ditto			210.0		510.0		159.0		879.0
	ditto			1,484.0		566.0		668.0	316.0	3,034.0
	ditto			2,228.0	602.0	1,921.0	112.0	653.0	644.0	6,334.0
	ditto			31,887.0	4,531.0	13,696.0	12,262.0	11,331.0	7,685.0	96,270.0
Control House	(Sub-total)	m	15,052.0	35,809.0	5,133.0	16,603.0	12,374.0	12,811.0	8,645.0	106,517.0
		sets	0	8	5	3	1	8	3	28
Communal Water Point		sets	6	13	5	9	5	7	3	48
Individual Connection		sets	218	1,307	439	1,343	227	771	668	4,973
Temporary Road	Width 3.0m	m		8,000	5,000			6,500	3,000	22,500

表 6.3.3 施設計画 (2015)

Facility	Description	Unit	Debit/m	Maintenance	Adaptation	Destruction	Segregation	Adaptation	Service	Total
Intake Facility	New well	sets	1		1				2	5
	Existing well	sets	1					2		4
	Observation well	sets							1	1
	Dam	sets	1							1
Well Pump Facility	(Sub-total)	sets	2		1				3	10
	Submersible pump									
	DEB-1, 0.258m ³ /min 79.9m, 1set				nADQ-2, 0.360m ³ /min 62.5m, 1set	DAM, 1.746m ³ /min 120.6m, 1set	SEG-2, 0.432m ³ /min 87.7m, 1set	nADI-3, 0.192m ³ /min 39.2m, 1set	SEN-1, 0.060m ³ /min 17.9m, 1set	
	BH-12, 0.138m ³ /min 75.7m, 1set						DW-1, 0.114m ³ /min 70.6m, 1set	nADI-2, 0.246m ³ /min 77.1m, 1set	nSEN-3, 0.144m ³ /min 117.1m, 1set	
Transmission Pipeline	(Sub-total)	sets	2		1			2	5	13
	DCIP 200mm	m				11,200				11,200.0
	ditto 150mm	m		43,000.0						43,000.0
	ditto 125mm	m						2,700.0		2,700.0
Booster Pump Facility	(Sub-total)	sets	1,170.0		1,900.0					68,770.0
	Centrifugal pump									
	BP-5, 1.026m ³ /min 110.9m, 5sets				BP-2, 0.552m ³ /min 109.8m, 4sets	BP-2, 1.746m ³ /min 120.6m, 1set	BP-1, 0.432m ³ /min 87.7m, 1set	BP-5, 0.438m ³ /min 123.0m, 1set	BP-1, 0.480m ³ /min 102.6m, 1set	
						BP-1, 0.310m ³ /min 15.0m, 1set	BP-1, 0.276m ³ /min 100.9m, 1set	BP-6, 0.382m ³ /min 107.7m, 1set	BP-2, 0.204m ³ /min 70.0m, 1set	
Pump Pit	(Sub-total)	sets	5		4			3	2	18
	Made of RC									
Reservoir	(Sub-total)	sets	180m ³		70m ³			0	2	9
	Made of RC									
Distribution Pipeline	(Sub-total)	sets	1		3			1	1	15
	PVC 300mm	m								
	ditto 250mm	m								
	ditto 200mm	m								
Control House	(Sub-total)	sets	1		4			1	4	18
	Made of FRP									
Communal Water Point Individual Connection Temporary Road	(Sub-total)	sets	23,348.0		3,190.0			17,772.0	2,320.0	142,329.0

6.4 機構強化計画

ここでは、主に国レベルの機構の強化計画を検討する。

(1) 土地・水・環境省 (MoLWE)

本省は省名となっている土地、水、環境の 3 局を有する。かつての水資源局 (WRD) は現在本省に編入され水局 (WD) と成っている。WD は未だ定員を満たしておらず人員の増強が必要である。また職員の技術レベルを維持・強化していくため、いくつかのグレード、期間での研修が不可欠である。

(2) 地方省 (MoLG)

MoLG の基本的な任務は、地方自治体と中央省庁とをそれぞれの分野でコーディネートすることにある。地方局 (RAD) は同省の 5 局の一つであるが、給水事業が実施の段階に至るとその内部に事業管理機構 (PMU) を発足させる。PMU は、その事業の実施の全責任を負う。本件計画が実施に移される時には、当然この事業の PMU が設立されることになるが、その責任者は給水施設建設に関する広範な知識と経験を有するのみならず、国際協力の仕組みにも精通した技術者であることが望ましい。

(3) 厚生省 (MoH)

同省健康サービス局内の保健衛生機構 (EHSU) は保健衛生に関する政策や条例、基準や指針等を策定しまた改定する責任を負っている。更に同機構は、地方や関連機関に対し研修、調査や評価、技術的アドバイスを供することになっている。EHSU は国レベル、地方レベル共に人員増強と研修による技術レベルの強化が求められている。

(4) 給水衛生公社 (WSA)

WSA は上水・下水、衛生施設を管理することを目的とした自主組織として設立されることになっている。国レベルの WSA は関連省庁や機関をメンバーとした評議会に統括され、評議会はその結果を MoLWE 大臣に報告する。同公社は都市局、地方局の 2 局を有し、それぞれは独立した給水部と衛生部とを持つことを要請されている。さらに、これらそれぞれの傘下に国内 6 州を担当する 6 課がある。

各都市レベルの WSA は、施設を維持管理していくための独自の収入を確保した自主組織であるべきであろう。最低限の費用で運営できるよう、地方 WSA の職員数はなるべく少なくするべきであるが、これは施設の数と受益者の数から決められる。

6.5 事業費

(1) 給水事業費

給水事業費は、各対象年次ごとに表 6.5.1 から表 6.5.3 に示すよう積算した。

内貨分とは、土工事、コンクリート工事、パイプ布設工事、機材据え付け等であり、外貨分とは、パイプ、バルブ、ポンプ、配電盤等の資機材である。

表 6.5.1 事業費 (2005 年)

(千 Nfa)				
項目	内貨	外貨	計	備考
1. 事業費				
Debarwa	4,270	2,987	7,257	
Mendefera	11,066	12,860	23,926	
Adiquala	4,336	5,606	9,942	
Dekemhare	11,275	14,986	26,261	
Segeneiti	5,129	6,100	11,229	
Adi Keyih	7,736	8,318	16,054	
Senafe	4,049	4,314	8,363	
小計	47,861	55,171	103,032	
2. Price escalation	7,348	8,460	15,808	
合計	55,209 (7,887)	63,631 (9,090)	118,840 (16,977)	(): 千 USD

表 6.5.2 事業費 (2010 年)

(千 Nfa)				
項目	内貨	外貨	計	備考
1. 事業費				
Debarwa	2,647	1,752	4,399	
Mendefera	14,024	16,924	30,948	
Adiquala	5,706	8,201	13,907	
Dekemhare	5,995	10,437	16,432	
Segeneiti	2,673	4,207	6,880	
Adi Keyih	18,174	19,003	37,177	
Senafe	5,229	8,279	13,508	
小計	54,448	68,803	123,251	
2. Price escalation	25,492	32,173	57,665	
合計	79,940 (11,420)	100,976 (14,425)	180,916 (25,845)	(): 千 USD

表 6.5.3 事業費 (2015 年)

(千 Nfa)				
項目	内貨	外貨	計	備考
1. 事業費				
Debarwa	4,702	4,186	8,888	
Mendefera	23,166	45,689	68,855	
Adiquala	2,611	5,882	8,493	
Dekemhare	14,079	20,784	34,863	
Segeneiti	3,373	5,024	8,397	
Adi Keyih	7,031	6,925	13,956	
Senafe	4,596	5,977	10,573	
小計	59,558	94,467	154,025	
2. Price escalation	55,508	87,571	143,079	
合計	115,066 (16,438)	182,038 (26,005)	297,104 (42,443)	(): 千 USD

(2) 衛生改善事業費

衛生改善事業費は以下のように積算した。

表 6.5.4 衛生改善事業費

千 Nfa (): 千 USD								
対象年次	Debarwa	Mendefera	Adiquala	Dekemhare	Segeneiti	Adi Keyih	Senafe	計
2005 年	420	840	504	924	504	672	504	4,368(624)
2010 年	225	225	225	225	225	225	225	1,575(225)
2015 年	301	301	301	301	301	301	301	2,107(301)

6.6 給水施設の持続性

(1) 地方 WSA 強化

給水および衛生法試案には、WSA が“都市部村落部両方の給水・衛生施設を管理し、よって給水および衛生サービスを確実なものとする”を主任務として設立されることが謳われている。給水・衛生事業のスムーズな実施、そしてその後の施設の適切な維持管理は、地方 WSA の能力に懸っている。

早急に地方 WSA を立ち上げるため、既存の各都市 WSS が新設される地方 WSA に移行することが望ましい。地方 WSA の第一義的な使命は、清潔で安全な水を十分に、持続的に、そして効率良く供給することにある。そのため地方 WSA は、技術的・財務的・法律的に十分な能力を有しなければならない。組織的には、各地方 WSA は、支配人と顧客サービス係、監査役以下、4 部 15 課で構成される。4 部とは、経営、財務、技術、および衛生サービスの各部である。

支配人は各地方 WSA を健全かつ成功裏に管理し、また地方 WSA を代表して各種委員会や市議会、あるいは国レベルの WSA との折衝を行う。顧客係は顧客とのコミュニケーションの窓口となり、監査役は、財務運営に関する厳正な監査を行うものとする。

(2) 維持管理費用

給水施設の維持管理は地方 WSA の全責任下で行われる。給水施設の維持管理に関わる費用は以下のように見積もる。

表 6.6.1 年間維持管理費用

(千 Nfa)

都市名	2005 年	2010 年	2015 年	備考
Debarwa	301	558	924	
Mendefera	848	2,152	4,393	
Adiquala	434	870	1,554	
Dekemhare	938	1,516	3,047	
Segeneiti	407	662	952	
Adi Keyih	747	1,386	2,090	
Senafe	471	837	1,356	
合計	4,146 (592)	7,981 (1,140)	14,316 (2,045)	():千 USD

(3) 住民参加

住民の積極的な参加と自己管理とは、「エ国」政府の開発政策の基本である。ポンプの運転、施設の修理・交換、料金徴収等の維持管理は地方WSAによってなされるが、共同水栓まわりの清掃、水汲みの順番決定、あるいは配水計画の提案等の管理運営には住民あるいはコミュニティの参加が重要である。参加の形態は種々あり、また事業のほぼ全ての段階で行われる。本計画の性格と実施の方法から、包括的住民参加を実現するため、以下のような提言をする。

- 1) 関心度や参加意識の向上を目的としたプログラムが、事業に組み込まれることが必要である。
- 2) 政府は常に対象住民と接触し、また給水や衛生施設の管理運営への住民参加を確保たらしめるよう、方策を講ずべきである。
- 3) 地方 WSA によって維持管理される給水施設に対し、住民が実行可能な管理運営システムを開発し導入する。
- 4) 住民の積極的な係わり合いを求めるべく、教育や研修システムが事業に組み込まれているべきである。

(4) コミュニティによる管理運営

各都市での、コミュニティによる管理運営は以下に挙げるような原則にのっとり行われる。

- 1) コミュニティは新設された、もしくは既存の、給水施設・衛生施設の管理運営に参加しなければならない。
- 2) 給水・衛生施設に関するハード面とソフト面とに、同等の関心を向けなければならない。
- 3) 各都市には、年齢・性別・収入・職業・価値観や地位によってさまざまな階層・グループがある。重要なことは、たとえば長老グループといった、一つのグループが関連するのではなく、さまざまなグループが関連すること、むしろ女性や青年層が管理運営に関連することである。

6.7 持続可能な衛生施設改善計画

(1) 衛生管理計画

現在、公共施設の管理主体は市当局である。市当局は、非効率的なほど非常に多くの業務と責任を有している。そこで、自主的管理システムの導入が強く勧告される。市当局は施設の総括的な監視のみを行う事とし、公共施設の管理責任は、契約ベースの、あるいはレンタル・ベースの個人か、衛生施設を運営管理するために設立される地域委員会に移管する。

公衆便所は、水道料や清掃材を賄い、2,3年に一回の汲み取り費用を積み立てるため、必要最低限の料金を徴収する。学校のトイレの場合は、その清掃管理は学生・生徒の責任とする。

固形ごみの管理は、現在、住民の多大な協力を得て市当局が行っている。これを、さらに効率的にするため、社会の全ての階層が、日常生活の中で必然的に実施すべきごみ取り扱い規範を策定することを推奨する。

(2) 衛生教育計画

教育計画は、年齢・性別・教育程度や宗教の違い等による種々の受益グループの全てを対象とするものでなければならない。今回の成果品として衛生教育マニュアルの原案を作成したが、衛生教育計画はまた、一度開発されればそれで終わりというものではない。その計画は常に、各対象ごとにアップデートされねばならない。また、教育対象グループに応じて、ラジオ、TV、ビデオ、対面教育等適切な教育媒体を選択することも重要である。

学生・生徒の場合、学校教育であるいは青年クラブで教育がなされよう。もっとも効果的な教育は清潔な便所利用、用便後の手洗いの励行、便所掃除といったことを実際に行うことである。教会やモスクは年長者がもっとも信頼する場所である。こうした場所での教育は、もし可能であれば、年長グループの啓蒙に効果的であろう。主婦層を対象として、独自の保健衛生教育プログラムを実施することは、彼女らが極めて多忙であることから、ほとんど効果が期待できない。彼女らに対しては、ラジオを通じて教育プログラムを流すことが、もっとも効果的である。

都市の衛生環境改善のためには、ポスターも重要な手段である。ポスターによって伝えられるべきメッセージは、病原体の恐ろしさ、食物や水を汚染から守ること、環境や安全な水を汚染から守ることに関する社会の責任、手洗いやトイレ利用の習慣、低コストの家庭用トイレのデモンストレーション、等々である。

6.8 財務計画

(1) 支払い意志

各世帯は、平均月収によって三つの階層に区分される：600Nfa未満の低所得層、600～999Nfaの間層、1000Nfa以上の高所得層である。今回実施された社会経済調査により、この階層ごとの水道料支払い意志を、表 6.8.1 に示すように明らかにした。

表 6.8.1 支払い意志

	Debarwa	Mendefera	Adiquala	Dekemhare	Segeneiti	Adi Keyih	Senafe	平均
低所得層 (%)	47.2	41.8	49.1	28.5	58.2	44.7	55.3	46.4
支払意志 (Nfa/m ³)	9.6	9.0	10.3	9.0	8.6	9.7	8.4	9.2
月収に占める%	3.1	2.4	2.8	2.2	2.7	2.0	2.1	2.5
中間層 (%)	38.9	36.6	29.1	41.0	32.9	39.1	25.9	34.8
支払意志 (Nfa/m ³)	12.1	11.8	15.7	12.0	14.9	10.9	11.1	12.6
月収に占める%	1.7	1.5	2.0	1.6	2.2	1.3	1.4	1.7
高所得層 (%)	13.9	21.6	21.8	30.5	8.9	16.2	18.8	18.8
支払意志 (Nfa/m ³)	16.9	16.8	25.0	21.7	15.8	15.9	11.6	17.7
月収に占める%	0.9	1.1	1.6	1.4	1.3	0.8	0.7	1.1
平均								
支払意志 (Nfa/m ³)	11.6	11.7	15.1	14.1	11.3	11.2	9.7	11.3
月収に占める%	1.7	1.5	2.0	1.5	2.2	1.3	1.3	1.4
平均月収 (Nfa)	676	774	739	917	518	877	743	791

同表は、高所得層ほど高い水道料を支払う意志があることを示している。しかし、その収入に占める割合を見ると、逆に低所得層より低くなる。つまり、実質的な支払意志は高所得層ほど低いと言わざるをえない。

(2) 水道料率解析

地方 WSA の経営基盤を確立し、また水道料の社会的公平性を実現するため、水価は戸別水栓で最も高く、共同水栓で最も安く設定しなければならない。同様に、戸別水栓やヤード水栓利用者が水道料に支払う金額の収入に占める割合は、共同水栓利用者が支払うそれよりも高くなければならない。しかし、いずれのケースでも水に支払われる金額が、収入に占める割合は、世銀勧告に従い4%以下に留める。

以上のような条件でシミュレーションした結果、水道料率を表 6.8.2 に示すように算出し、提案した。

表 6.8.2 水道料率

	Debarwa	Mendefera	Adiquala	Dekemhare	Segeneiti	Adi Keyih	Senafe	(Nfa/m ³) 平均
戸別給水栓								
2005 年	7.5	9.0	7.5	7.0	10.0	8.0	7.0	8.0
2010 年	6.5	12.0	10.0	6.0	11.0	10.0	9.5	9.3
2015 年	6.5	12.0	10.0	6.0	11.0	10.0	9.5	9.3
ヤード給水栓								
2005 年	4.0	6.0	5.0	5.0	8.0	6.0	4.0	5.4
2010 年	4.0	9.0	7.0	4.0	9.0	7.0	6.0	6.6
2015 年	4.0	9.0	7.0	4.0	9.0	7.0	6.0	6.6
共同水栓								
2005 年	2.0	2.0	2.0	2.0	4.0	2.0	2.0	2.3
2010 年	2.0	-	2.0	-	4.0	-	2.0	2.5
2015 年	2.0	-	-	-	4.0	-	-	3.0

(3) 歳入見積もり

地方 WSA の収入源は水道料金、技術サービス料、メーター・レンタル料、その他である。

水道料金は主たる収入源である。水道料金は、全てのモードの給水栓から徴収される。料金収入は世帯数、世帯構成、消費量、各モード別の水価等から見積もる。また、料金徴収率は、現況を参考に98%とした。

地方 WSA は戸別給水栓を設置するたびに、材料代とは別に技術料を徴収する。この技術料は平均 378Nfa と計算される。第 3 の収入源はメーターのレンタル料で、これは戸別水栓 1 基あたり 1Nfa/月と見込まれる。その他、材料や機材の販売収入といった雑多な収入もあるが、これらは不規則収入のため積算には含めない。こうして、2001 年から 2016 年までの収入を見積もった。

(4) 財務諸表

事業の財務諸表を作成するため、以下の事柄を仮定した。

- 1) 初期費用は全て国からの補助金で賄う。
- 2) 都市住民は、水道料金を負担し、地方 WSA はそれを維持管理費用および施設の修理・交換に懸る費用等とする。
- 3) 給水事業運営によって得られる利潤には、税は課されないのとする。
- 4) 事業の寿命は第 1 フェーズの実施から 30 年とする。

結果として得られた、収入・費用比、利益率等の指標は後に表 6.9.2 にまとめて示す。同表に示されるように、いずれの地方 WSA も、財務的には健全な運営が可能である。

6.9 事業評価

(1) 経済評価

1) 水の便益

事業が実施された場合、女性や少年少女が辛く単調な水汲み労働から開放され、水因性の疾病は激減し、住民の衛生環境が改善され、生活レベルが全体的に改善される。

こうした経済的便益は水価に反映される。現在、水価はその給水モードに応じて $1.5 \sim 10 \text{ Nfa/m}^3$ 程度に固定されているが、これらは、経済便益のごく一部を反映しているだけである。こうした経済便益を全面的に反映させた水価は、水売り人から買う水の価格と考えられる。デバルワでは、現在、水売り人により $16 \sim 40 \text{ Nfa/m}^3$ で水が売られており、これから水道水の経済価格を 20 Nfa/m^3 とする。

2) 事業を実施しない場合の検討

対象 7 都市の平均水道水消費量は約 10.3 l/c/d である。もし、当計画が実施に移されなかった場合、この低い消費量が持続するものとする。

また、同じく事業が実施されなかった場合、各都市の人口増加率も本調査で推定したように急激に増加を続けることは難しいと考える。こうして、事業が無い場合の人口増加率を、ある場合の半分と見積もる。

3) その他の条件・仮定

その他、以下に示す条件・仮定を取り入れる。

- 1) 事業の寿命： 30 年
- 2) 資本の機会費用： 10%（世銀によって用いられている値の平均）
- 3) 標準変換率： 0.9 （内貨分に適用）

4) 経済分析

費用便益解析は以上述べた条件・仮定に基づいて行った。結果は、次に述べる感度分析結果と共に表 6.9.1 に示すが、過半数の都市では EIRR は 10% を超える。いくつかの都市では、EIRR は 10% を切るものの、本案件の社会性を考えれば、これは耐えうるものとする。

5) 感度分析

感度分析は、事業費が 20% 超過した場合の EIRR がどうなるか（ケース 1）、また事業費が 20% 超過し、便益が 10% 小さくなった場合に EIRR はどう変化するか（ケース 2）という 2 ケースで検討した。結果は表 6.9.1 に示す。

同表に示されるよう、不利な条件下では過半数の都市の EIRR は 10% を割り、一部の都市は極めて低い値となる。しかし、それでもゼロにまで落ちることは無い。

表 6.9.1 経済分析結果

	Debarwa	Mendefera	Adiquala	Dekemhare	Segeneiti	Adi Keyih	Senafe	平均
NPV (千 Nfa)	7,111	-18,825	578	26,597	-3,939	2,821	8,457	3,257
B/C	1.46	0.75	1.03	1.48	0.79	1.08	1.39	1.14
EIRR (%)	15.2	6.2	10.4	15.0	6.7	11.3	16.1	11.6
感度 (%)								
EIRR ケース 1	12.6	3.8	7.6	12.6	4.2	8.4	12.6	8.8
EIRR ケース 2	11.0	1.9	5.4	10.9	0.4	6.6	10.0	6.9

(2) 財務評価

本事業では、特異な費用収入フローのため、FIRR が計算できないことが判明した。それゆえ、財務分析は予測財務諸表のみから行う。解析された財務指標を表 6.9.2 に示す。

表 6.9.2 財務指標

	Debarwa	Mendefera	Adiquala	Dekemhare	Segeneiti	Ad iKeyih	Senafe	平均
Revenue to Cost Ratio (%)	120.2	125.5	121.4	122.9	110.7	122.0	123.9	120.9
Profit Rate (%)	13.8	17.1	16.0	15.2	8.2	16.4	17.6	14.9
Working Capital to Revenue Ratio (%)	40.0	46.3	41.5	44.2	39.7	42.7	43.1	42.5
Profit to Total Assets Ratio (%)	1.1	1.2	1.2	1.1	0.6	1.2	1.3	1.1

同表に示されるよう、各地方 WSA は不意の出費や財務事情の変化に備えるべく適切な利益を得られ、十分に施設の修理・交換に備えられるし、総資産に対する利益もそれなりに得られることが判明した。

(3) 組織評価

事業運営組織の面からの評価は、以下のようにとまとめられる。

- 1) 国レベルあるいは地方レベルでの、給水や衛生関連事業の計画や実施は合理的効果的に行われている。また、適切な組織強化策はこれを今後も確実なものとするであろう。
- 2) 国、州、都市それぞれのレベルでの熟練技術者の必要性を満たすため、永続的な研修・訓練センターが設立されるべきである。
- 3) 事業の実施は、地方省の RAD 内に設立される PMU によって統括される。
- 4) 各都市には地方 WSA が設立され、その組織強化あるいは熟練人員の訓練が行われる。
- 5) 衛生に関する緊急な要請に対処すべく、保健衛生を所轄する分野は各地方 WSA にかかなりの比重を占める。
- 6) コミュニティは給水・衛生施設の計画、実施、および管理に一定の役割を占める。

(4) 技術評価

計画した給水システムは比較的シンプルであり、既存のそれらと大きくかけ離れることはない。使用する主たる材料の PVC パイプ、水中モーターポンプ、ダクティル鉄管、等は「エ国」でも一般的である。新しく高架水槽に採用された FRP にしても、軽くて強度があり、取り扱いが容易でスムーズな建設作業が期待できる。この材料はまた耐用年数が長く、結果として高架水槽の総合コストを安いものにする。

現在「エ国」では建設作業は人力で行われている。しかし、建設期間を短小するため、建設機械の導入も考慮する必要がある。

(5) 社会的、WID 的評価

本事業が、地域社会や女性に与えるインパクトは、以下のようにとまとめられる。

- 1) 水道施設の普及は、女性や子供たちに課せられた水汲み作業の時間と労力を劇的に軽減する。
- 2) これはまた、生活の質を向上させ、町を一段と住みやすい場所にする。
- 3) トイレが普及することにより、衛生環境が改善されるのみならず、特に女性や少女にとって、これまで許されなかったプライバシーを守ることが可能となる。
- 4) 事業の実施は、地域社会をして給水栓の位置や衛生施設の位置決定等、一定の参画をせしめ、これがまた社会を団結させ強固にする。

(6) 環境影響評価

事業の性格は、7 都市において、飲料水を供給するため地下水を開発するものであるが事業のスケールは大きいものではない。何箇所かでの井戸の掘削を行うが、地下水位は年間フラクチュエーションの範囲内に抑えられ、環境に与えるネガティブな影響は無い。又、社会的にも、自然環境的にも、あるいは汚染といった問題もほとんど無い。本案件に関しては、地下水揚水量と、それが許容範囲内であることを監視すべきである。このためには、地下水位をモニターすることが必要である。一方、衛生的な水の供給は生活環境を向上させ、適切に行われる衛生教育は、住民の保健衛生環境を大きく改善することができよう。

JICA 様式での IBE を実施したが、結果は本事業に関する EIA は行う必要がないというものであった。

6.10 事業実施計画

本事業の主たる工事は、井戸掘削、パイプライン埋設作業、土工事、機械・電気施設工事等である。

事業実施計画は対象年度にあわせて 3 期に区分し、またそれぞれの期は約 1 カ年の準備作業期間と後半 1 カ年の工事期間とからなる。

対象 7 都市は、事業実施計画に関し、首都アスマラから近く、工場誘致等の発展性が高くまた人口の多い第 1 都市群（デバルワ、メンデフェラ、デケムハレ）と、その他の第 2 群に区分する。こうした事業実施計画を図 6.10.1 に示す。

図 6.10.1 事業実施計画

	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15
Debarwa	■	■			■	■				■	■						
Mendefera	■	■			■	■				■	■						
Adiquala		■	■			■	■				■	■					
Dekemhare	■	■			■	■				■	■						
Segeneiti		■	■			■	■				■	■					
Adi Keyih		■	■			■	■				■	■					
Senafe		■	■			■	■				■	■					

7. 優先計画のフィジビリティ・スタディ

フィジビリティ・スタディは 2015 年までを対象とした前述の 6. 開発計画の内、2005 年を対象年次とした優先計画について行なった。

7.1 地下水開発計画

想定された 2005 年における水需要量はほとんどの町で $340\text{m}^3/\text{day} \sim 850\text{m}^3/\text{day}$ の間であり、最大でデカムハレの $1,320\text{m}^3/\text{day}$ である。メンデフェラとアディクアラ以外の都市では、本調査で掘削されたテスト井戸単独で、あるいは既存の井戸を併用すれば 2005 年の水需要は満たすことができる。メンデフェラは既存の全ての井戸を動員した上で、新たに 2 本の井戸を掘削する必要がある。又、アディクアラは本調査ではテスト井戸を掘削しなかったため、セモモダムよりの浸透水を取水する施設が必要である。各都市における地下水開発計画を表 7.1.1 に示す。

表 7.1.1 地下水開発計画

	Debarwa	Mendefera	Adiquala	Dekemhare	Segeneiti	Adi Keyih	Senafe
水需要量 (m^3/day)	411	1,001	532	1,320	344	849	698
テスト井戸 (m^3/day)	DEB-1 (778)	MEN-1 (173)	-	DEK-1 DEK-2 (769)	SEG-2 ^{*1} (622)	ADI-2 (553)	-
既存井戸 (m^3/day)	-	BH-4 BH-5 (547)	DW-1 DW-2 DW-14 DW-15 (302)	BH-14 (551)	-	DW-2 BH-7 (296)	BH-9 BH-10 BH-14 (698)
新規掘削井戸 (m^3/day)	-	nMEN-1 nMEN-2 (281)	-	-	SEG-2' ^{*2} (344)	-	-
その他 (m^3/day)	-	-	Intake ^{*3} (230)	-	-	-	-

*1: 国道拡張のため再掘削を要す

*2: SEG-2 より 30m 下流に再掘削する井戸

*3: セモモダムの浸透水を取水する施設