

エチオピア連邦民主共和国
バハルダール市上水道整備計画
準備調査報告書

平成 29 年 2 月
(2017 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

日本テクノ株式会社
株式会社日水コン
株式会社地球システム科学

環境

CR(2)

17-017

エチオピア連邦民主共和国
アムハラ州水・灌漑・
エネルギー開発局

エチオピア連邦民主共和国
バハルダール市上水道整備計画
準備調査報告書

平成 29 年 2 月
(2017 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

日本テクノ株式会社
株式会社日水コン
株式会社地球システム科学

序 文

独立行政法人国際協力機構は、エチオピア連邦民主共和国のバハルダール市上水道整備計画にかかる協力準備調査を実施することを決定し、同調査を日本テクノ株式会社（共同企業体、株式会社日水コン、株式会社地球システム科学）に委託しました。

調査団は、2015年7月27日から2016年8月31日の間に計3回の現地調査を行い、エチオピア国の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踏査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

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

2017年2月

独立行政法人国際協力機構
地球環境部
部長 山内邦裕

要 約

要 約

1. 国の概要

エチオピア連邦民主共和国（以下、「エ」国という。）は、アフリカの東北部「アフリカの角」地域に位置し、国土はアフリカ大陸で 7 番目に広く約 **109.7 km²**（日本の国土面積の約 3 倍）、人口はアフリカ大陸で 2 番目に多く約 **9,696 万人**（2014 年世界銀行）である。国土の北はエリトリア、北東はジブチ、北西はスーダン、南西は南スーダン、東はソマリア、南はケニアと 5 カ国に囲まれた内陸国である。「エ」国の行政州は、民族ごとに構成される 9 つの行政州（アムハラ、ティグライ、アファール、ベンシャングル・グムズ、ガムベラ、オロミヤ、ソマリ、ハラリ、南部諸民族州）に分割されている。「エ」国は約 80 の民族が暮らす多民族国家だが、人口数ではオロモ人とアムハラ人が突出し、二大民族を形成している。「エ」国の公用語はアムハラ語である。

世界銀行のデータによると、「エ」国の 2014 年の国内総生産(GDP)は 556 億ドル、人口 1 人当たり国民総所得 (GNI) は 550 ドル、GDP 成長率は 10.3%、インフレ率は 7.4%と高い水準で推移している。また、経済格差を示す指標であるジニ係数は 0.3 程度 (IMF Country Report No.15/326) となっている。同国の経済は、基本的に農業に依存しており、主要な輸出産物はコーヒーである。農業セクターは、生産性の低さ、頻繁に発生する旱魃に悩まされているが、同国政府とドナーにより、飢餓の削減に貢献する同国の農業のレジリエンスの強化が進められている。銀行業、保険業、通信業、マイクロクレジットは国内投資家に制限されているものの、繊維産業、皮革産業、商業農産業、製造業に関しては外国投資を大規模に誘致している。

国連開発計画 (UNDP) により発表された人間開発報告書 2015 によると、「エ」国の人間開発指数 HDI は 0.442 と 188 ヶ国中 174 番目と未だ底辺に近い。貧困ライン以下の人口は 29.6%となっている。水・衛生レベルの低さに起因する 5 歳以下の子どもの死亡率は、10 万人中 705 人（低開発国 43 か国平均は 565 人、「エ」国は 12 番目に高い値）と高くなっている。

2. プロジェクトの背景、経緯および概要

バハルダール市は「エ」国第三の都市で、アムハラ州の州都として、また青ナイル川の源流をなすタナ湖に接する観光都市として急速に発展しており、2017 年の人口は都市部 314 千人、地方部 48 千人になると予測されている（「エ」国中央統計局:2014・2017 推計）。

2017年以降も人口の増加が予想され、それに伴い、給水需要も大幅に増加することが予測されているが、同市における水源および上水道施設の整備は需要に追いついておらず、既存上水道施設の水源水量は十分でない状況が続いている。バハルダール市の給水区域は、青ナイル川西側に位置する Zone 1 と青ナイル川東側に位置する Zone 2 に分かれているが、どちらの給水地区においても水源水量は十分ではなく、かつ塩素注入などの作業環境に安全性が確保されていない、流量計が水源以外に設置されておらず送水・配水流量を把握することができない等の問題があり、早急な改善が必要となっている。

そのような状況の中、我が国は2014年に「エチオピア国都市給水に係わる情報収集・確認調査」を実施し、バハルダール市における我が国の無償資金協力事業の実施可能性について調査した。「エ」国政府は、確認調査の結果を基にバハルダール市の Zone 2 地区における上水道整備を目的として、日本国政府に対して「バハルダール市上水道整備計画」（以下、「本事業」という。）にかかる無償資金協力を要請した。

3. 調査結果の概要とプロジェクトの内容

「エ」国政府の要請に基づき日本国政府は本事業の概略設計を実施することとし、独立行政法人国際協力機構（JICA）は、準備調査団を「エ」国に派遣し、2015年7月27日から9月8日および10月4日から11月2日までの74日間に亘る第一次調査を、2015年11月22日から2016年6月10日までの202日間に亘る第二次調査を実施した。その後、2016年8月4日から8月31日までの28日間にわたる追加調査を行い、その結果を踏まえて2016年11月27日から12月4日までの8日間の報告書案説明調査を実施した。

Zone 2 地区に対する先方政府からの要請内容は、以下のとおりである。

- 水源開発として、新規井戸3本の掘削（各12 L/秒）
- アメサセナ地区に3,000 m³の配水池の建設
- 導・送水管として、アメサセナ配水池までDN500の配管を14 km 布設
- 導・送水管として、コティタ配水池から加圧ポンプ場までDN500の配管を7.5km 布設
- 配水管として31,113 m を布設

これらの要請に対し、2回の現地調査を通し確認した結果の概要を以下に示す。

(1) 水源

Zone 2 地区には8本の既存井が存在しているが、本事業で必要な水量を十分満たす能力ではないため、本調査の中で全8本の新規井戸の試掘を行なった結果、5本（Charchara

地区 3 本、Ashraf 地区 2 本)を利用して本事業の水源として十分な揚水量が確認された。

(2) 配水池の建設

本事業では、既存のガブリエル配水池およびバハルダール市で上下水道施設の運転・管理を担っているバハルダール市上下水道サービス (Bahir Dar Water Supply and Sewage Service : BDWSSS) が建設中のディアスポラ配水池の増設を行なうこととし、新たな配水場は計画しないこととした。

(3) 導・送水管の布設

本事業では、新規に加圧ポンプ場を設置し、そこからガブリエル配水池、ディアスポラ配水池に送水することとし、井戸 (Charchara 地区) から加圧ポンプ場までの導水管および加圧ポンプ場から各配水池までの送水管の計画が必要となる。また、Ashraf 地区の井戸からはガブリエル配水池に送水するが、既存井からの送水管を利用し、不足分を新規に布設することとした。

(4) 配水管網の布設

本事業では、2つの配水場から給水対象地区へ自然流下で配水することを前提とし、給水対象地区の標高に応じて配水系を分割することとした。また、既存居住区域および将来の土地使用計画に基づき、適切な位置への配水管の布設を計画した。

本事業の施設設計の前提となる緒元及び計画対象年度である 2025 年における計画給水量は、以下の通りである。

表-1 本事業における計画給水量

項目	諸元	対象人口	給水量(m ³ /日)		
			計算値	採用値	一次調査(参考)
一般世帯 (水道契約者)	80 L/人/日	66,740	5,339.20		5,298.40
一般世帯 (隣人水栓使用)	50 L/人/日	66,740	3,337.00		
公共水栓	30 L/人/日	7,320	219.60		219.60
小計			8,895.80		5,518.00
工業用水量			400.00		400.00
Terminal Market Center 用水量			250.00		
その他水量(商業・工業・公共サービス用水量)		20%	1,779.16		1,103.60
バハルダール大学給水			400.00		0.00
加算水量	ORDA		182.93		691.20
合計			11,907.89		7,712.80
日平均給水量	漏水率 18%		14,521.82	14,500	9,400
日最大給水量	負荷率 0.76		19,107.66	19,100	12,400

これにより、対象住民の約 147,700 人に安全で安定的な水を供給することが可能になり、現在の給水事情が改善されることが期待されている。事業の概要は、次のとおりである。

表-2 事業の概要

【施設】	<ul style="list-style-type: none"> ・ 深井戸ポンプ等の施設 9 ヶ所 ・ 加圧ポンプ場 ・ 配水池 (1,000 m³×1 基、4,000 m³×1 基) ・ 受水井 (1,000 m³×1 基) ・ 受水槽 (700 m³×1 基、200 m³×1 基) ・ 導水管 (約 3.7 km) ・ 送水管 (約 11.2 km) ・ 配水管 (約 41.9km)
【調達機材】	<ul style="list-style-type: none"> ・ 井戸ポンプスペアパーツ 1 式 (本体は工事分に含む) ・ 送水ポンプスペアパーツ 1 式 (同上) ・ 塩素注入設備スペアパーツ 1 式 (同上) ・ 発電機スペアパーツ等 1 式 (同上) ・ 残留塩素計 3 式 ・ 音聴棒 5 式
【技術支援】	<ul style="list-style-type: none"> ・ BDWSSS による塩素消毒の改善 ・ 配水池の水位及び生産井の地下水位等を考慮したポンプ施設の運転の最適化 ・ 本事業の設備を活用しつつ長期的な経営改善を目指すため、無収水率の測定を含む基礎的な無収水対策のための能力向上

4. プロジェクトの工期および概略事業費

本事業を日本の無償資金協力で実施する場合の概算事業費は、22.34 億円（日本側負担事業費 18.54 億円、「エ」国側負担事業費 3.80 億円）である。

また、本事業の実施期間は、実施設計 7 ヶ月、入札・契約手続 5 ヶ月、資機材調達・建設工事期間 31 ヶ月が見込まれる。

5. プロジェクト評価

(1) プロジェクトの妥当性

プロジェクトの妥当性を検証すると、以下の通りである。

1) 裨益対象および人口

計画対象地域バハルダール市 Zone 2 における 2016 年時点の人口は約 9.3 万人であるが、既存の公共水道を利用している世帯の半数以上が、水量、水圧、水質に不満を抱いる。本事業では、目標年次である 2025 年に予想される対象地域の計画給水人口約 14.8 万人に対して安全な水へのアクセスを提供することを目的としており、本事業に

より施設を改善し、十分な水圧、水量、良好な水質を確保することにより顧客満足度を向上させることは、給水事業体の経営を安定させるためにも不可欠である。その意味において、本事業の持つ意義は大きく、妥当性は高いと考えられる。

2) プロジェクト目標とベーシックヒューマンニーズ (BHN)

本事業は、塩素消毒された安全な水を安定的に給水することにより、住民の生活環境が改善することを目的としており、対象地域住民の BHN の充足に寄与する。

3) 「エ」国の中・長期開発計画との整合性

「エ」国の中期計画である GTP-2 (2016-2020)の中で、住民の安全な水へのアクセス率の向上、水道サービスレベルの向上が目標として定められており、本事業は同国の政策と整合している。

4) 我が国の援助政策・方針との整合性

本事業は、上述の BHN を充足するものである点で既に我が国の援助政策に合致するものである。同時に都市の上水道案件である本事業については、近年我が国が、官民連携で目指すインフラ輸出に対する呼び水的な性格も帯びたものであり、その点からも我が国の援助政策との整合性を持つものである。また、本事業には相手国負担工事が適度に含まれており、自助努力を促すという我が国援助方針に沿うものである。

(2) プロジェクトの有効性

プロジェクトの有効性についての定量的、定性的な指標は下記の通りとなる。

1) 定量的評価

プロジェクトの実施により期待される成果を以下に示す。

表-3 期待される定量的評価

指標名	基準値 (2015 年)	目標値 (2025 年)
対象地域の日平均給水量(m ³ /日)	3,000	14,500

2) 定性的評価

- 水汲み労働が減少する。
- 水因性疾患の発症患者数が減少する。

目 次

序文

要約

目次

位置図／完成予想図／写真

図表リスト／略語集

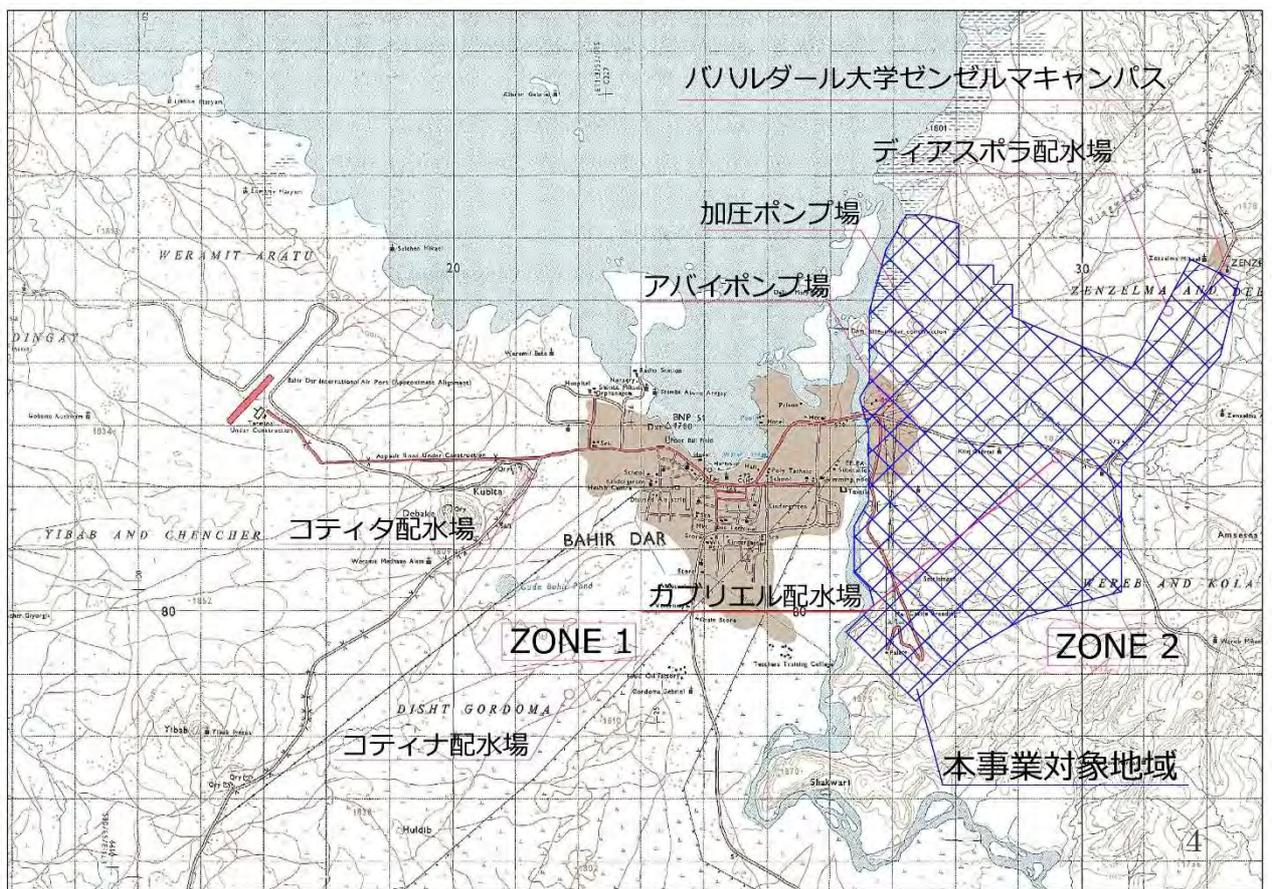
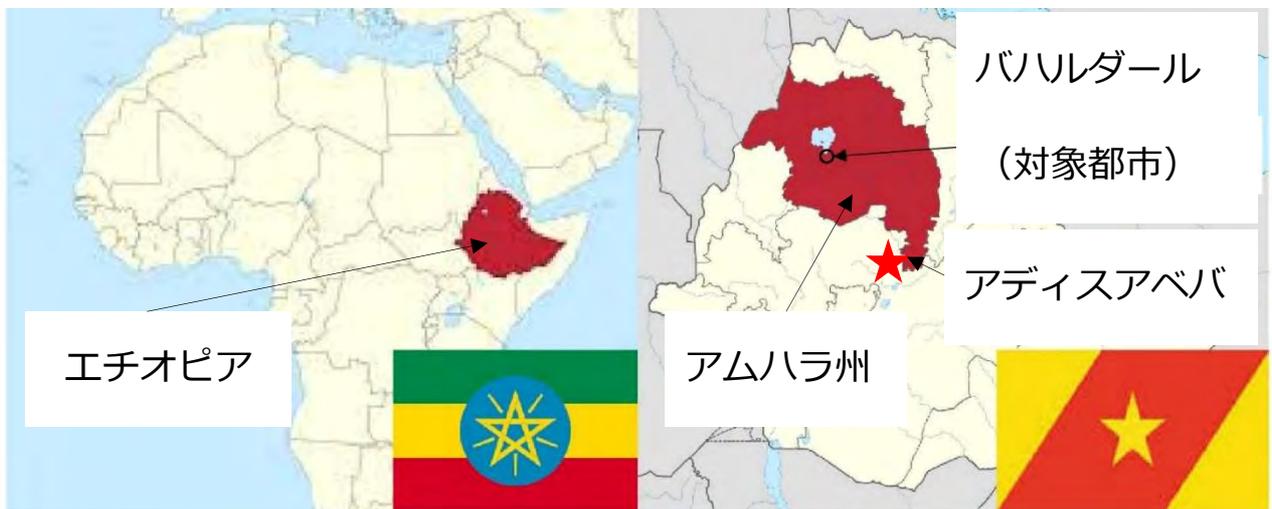
第1章 プロジェクトの背景・経緯	1-1
1-1 当該セクターの現状と課題.....	1-1
1-1-1 現状と課題	1-1
1-1-2 開発計画.....	1-1
1-1-3 社会経済状況.....	1-4
1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要.....	1-5
1-3 我が国の援助動向	1-6
1-4 他ドナーの援助動向.....	1-7
第2章 プロジェクトを取り巻く状況.....	2-1
2-1 プロジェクトの実施体制	2-1
2-1-1 組織・人員	2-1
2-1-2 財政・予算	2-2
2-1-3 技術水準.....	2-3
2-1-4 既存施設・機材	2-4
2-1-4-1 既存配水システム	2-4
2-1-4-2 給水方法	2-5
2-1-4-3 ポンプ施設	2-5
2-1-4-4 配水池.....	2-5
2-1-4-5 配水管網.....	2-6
2-1-4-6 既存施設の問題点	2-7
2-2 プロジェクトサイトおよび周辺の状況	2-7
2-2-1 関連インフラの整備状況	2-7
2-2-2 自然条件.....	2-9
2-2-3 社会条件.....	2-14
2-2-4 環境社会配慮.....	2-18
2-2-4-1 環境影響評価.....	2-18
2-2-4-1-1 環境社会影響を与える事業コンポーネント.....	2-18
2-2-4-1-2 ベースとなる環境社会の状況.....	2-18

2-2-4-1-3	相手国の環境社会配慮制度・組織	2-26
2-2-4-1-4	代替案（事業を実施しない案を含む）の比較検討	2-28
2-2-4-1-5	スコーピング	2-32
2-2-4-1-6	環境社会配慮調査の TOR	2-35
2-2-4-1-7	環境社会配慮調査結果（予測結果を含む）	2-36
2-2-4-1-8	影響評価	2-40
2-2-4-1-9	緩和策および緩和策実施のための費用	2-43
2-2-4-1-10	環境管理計画・モニタリング計画	2-45
2-2-4-1-11	ステークホルダー協議	2-48
2-2-4-2	用地取得・住民移転	2-50
2-2-4-2-1	用地取得・住民移転の必要性	2-50
2-2-4-2-2	用地取得・住民移転にかかる法的枠組み	2-50
2-2-4-2-3	用地取得・住民移転の規模・範囲	2-57
2-2-4-2-4	補償・支援の具体策	2-59
2-2-4-2-5	苦情処理メカニズム	2-61
2-2-4-2-6	実施体制（用地取得に責任を有する機関及びその責務）	2-61
2-2-4-2-7	実施スケジュール	2-61
2-2-4-2-8	費用と財源	2-62
2-2-4-2-9	実施機関によるモニタリング体制	2-62
2-2-4-2-10	住民協議	2-63
2-2-4-3	その他	2-66
2-2-4-3-1	道路沿いへの水道管布設	2-66
2-2-4-3-2	農地への配管布設にかかる関係者の属性、数の確認	2-69
2-2-4-3-3	モニタリングフォーム案	2-71
2-2-4-3-4	環境チェックリスト	2-74
2-3	その他（グローバルイシュー等）	2-78
第3章	プロジェクトの内容	3-1
3-1	プロジェクトの概要	3-1
3-1-1	上位目標とプロジェクト目標	3-1
3-1-2	プロジェクトの概要	3-1
3-2	協力対象事業の概略設計	3-2
3-2-1	設計方針	3-2
3-2-1-1	要請内容の妥当性確認	3-2
3-2-1-2	基本方針	3-4
3-2-2	基本計画（施設計画／機材計画）	3-11
3-2-2-1	計画諸元	3-11

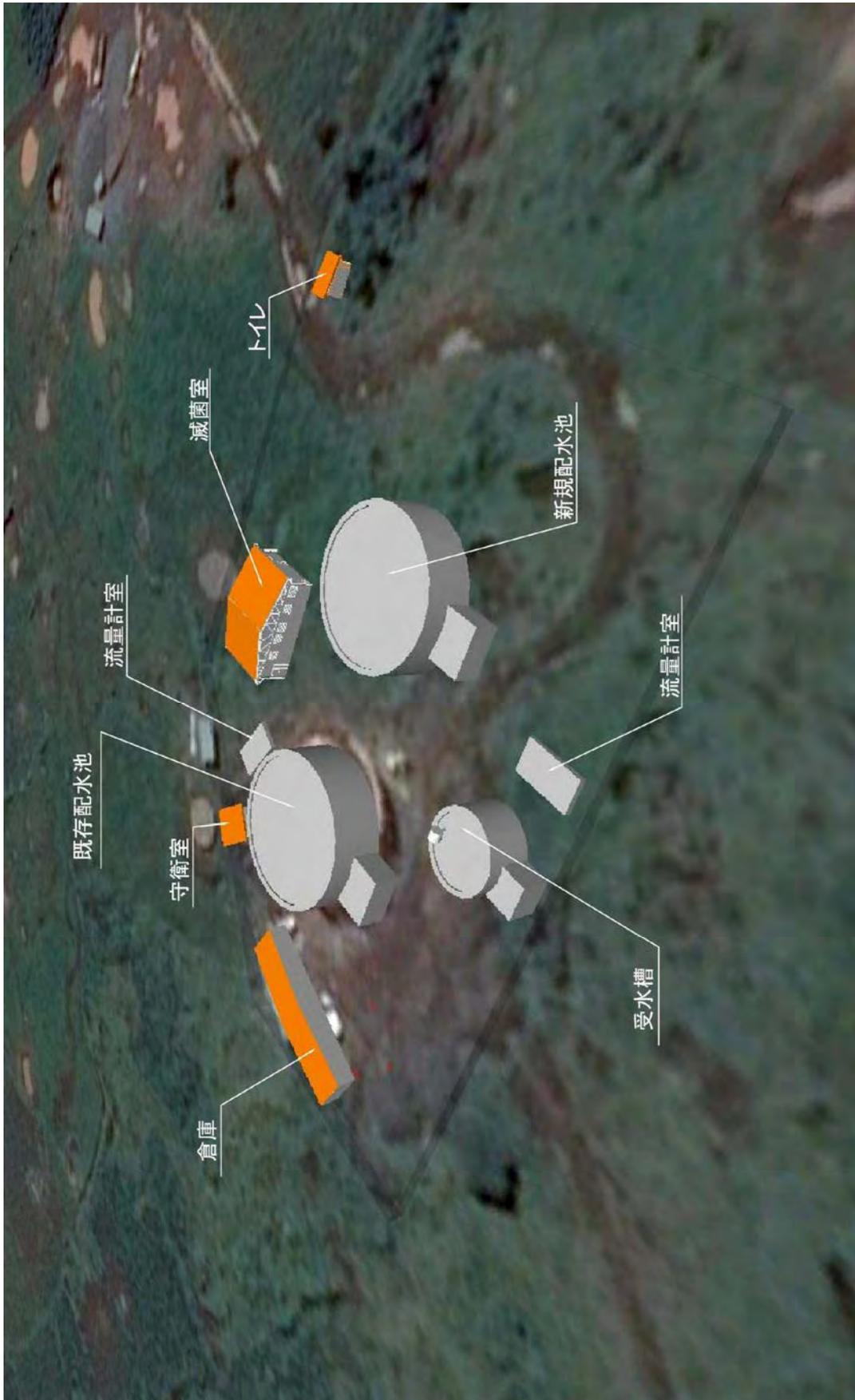
3-2-2-2	取水施設計画	3-20
3-2-2-3	全体施設計画	3-41
3-2-2-4	水源施設計画	3-43
3-2-2-5	送水施設計画	3-46
3-2-2-6	配水施設計画	3-49
3-2-2-7	その他整備計画.....	3-57
3-2-2-8	機材調達計画	3-57
3-2-3	概略設計図	3-58
3-2-4	施工計画／調達計画.....	3-59
3-2-4-1	施工方針/調達方針	3-59
3-2-4-2	施工上/調達上の留意事項	3-60
3-2-4-3	施工区分/調達・据付区分	3-62
3-2-4-4	施工監理計画／調達監理計画.....	3-62
3-2-4-5	品質管理計画	3-64
3-2-4-6	資機材調達計画.....	3-65
3-2-4-7	初期操作指導/運用指導等計画.....	3-67
3-2-4-8	ソフトコンポーネント計画.....	3-68
3-2-4-9	実施工程.....	3-70
3-3	相手国側負担事業の内容.....	3-71
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画.....	3-76
3-4-1	運営・維持管理の基本方針.....	3-76
3-4-2	運転管理項目	3-76
3-4-3	保全管理項目	3-77
3-4-4	交換用部品の調達	3-78
3-4-5	Zone 2 の水道施設の運転維持管理体制	3-78
3-4-6	人材育成の体制	3-81
3-5	プロジェクトの概略事業費	3-81
3-5-1	協力対象事業の概略事業費.....	3-81
3-5-2	運営・維持管理費	3-82
第4章	プロジェクトの評価	4-1
4-1	事業実施のための前提条件.....	4-1
4-2	プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項.....	4-2
4-3	外部条件.....	4-2
4-4	プロジェクトの評価.....	4-3
4-4-1	妥当性.....	4-3
4-4-2	有効性.....	4-4

[資料]

資料-1	調査団員・氏名	A1-1
資料-2	調査行程	A2-1
資料-3	関係者（面会者）リスト	A3-1
資料-4	討議議事録（M/D）・テクニカルノート	A4-1
資料-4 (1)	討議議事録（M/D）2015年8月4日署名	A4(1)-1
資料-4 (2)	討議議事録（M/D）2015年8月6日署名	A4(2)-1
資料-4 (3)	テクニカルノート 2015年9月3日署名	A4(3)-1
資料-4 (4)	テクニカルノート 2016年4月27日署名	A4(4)-1
資料-4 (5)	テクニカルノート 2016年8月23日署名	A4(5)-1
資料-4 (6)	討議議事録（M/D）2016年12月1日署名	A4(6)-1
資料-5	ソフトコンポーネント計画書	A5-1
資料-6	参考資料	A6-1
資料-7	その他の資料・情報	A7-1
資料-7 (1)	概略設計図	A7(1)-1
資料-7 (2)	既存井戸揚水試験結果	A7(2)-1
資料-7 (3)	地質・水理地質状況	A7(3)-1
資料-7 (4)	物理探査結果	A7(4)-1
資料-7 (5)	試掘結果	A7(5)-1
資料-7 (6)	試掘井揚水試験結果	A7(6)-1
資料-7 (7)	群井揚水試験結果	A7(7)-1
資料-7 (8)	水質検査結果	A7(8)-1
資料-7 (9)	社会調査結果	A7(9)-1
資料-7 (10)	被影響世帯の社会経済情報	A7(10)-1
資料-7 (11)	環境社会配慮第ステークホルダー協議議事録	A7(11)-1
資料-7 (12)	環境社会配慮 EIA 証明書	A7(12)-1
資料-7 (13)	プロジェクトモニタリングシート	A7(13)-1



位置図



完成予想図（ディアスポラ配水場）



完成予想図（ガブリエル配水場）

写真

既存施設

	
<p>写真-1 配管 A 河川横断配管。流水により河床を洗われ管が露出している。</p>	<p>写真-2 配管 B コンクリート蓋の隙間よりバルブボックス内に雨水が流入している。</p>
	
<p>写真-3 配管 C 河川横断配管。水位が上昇した際に破断する危険性がある。</p>	<p>写真-4 配管 D 水管橋部。護岸浸食により一部管が露出している。</p>

既存施設



写真-5 配管 E
雨水の侵入によりバルブボックス内に泥が溜まっている。



写真-6 配水場 A
塩素が適切に管理されておらず、容器が放置されている。



写真-7 配水場 B
配水池にエフロレッセンスが発生しており水密性が低下している。



写真-8 送水場 A
壊れた送水ポンプが修理されずに放置されている。

図表番号

付図一覧

図 2- 1	バハルダール市上下水道サービス組織図.....	2-1
図 2- 2	バハルダール市における給水セクター関係図.....	2-2
図 2- 3	Zone 2 配水系模式図.....	2-4
図 2- 4	Zone 2 既設配水管位置図.....	2-6
図 2- 5	バハルダール市の住民居住区拡張の様子.....	2-8
図 2- 6	エチオピア最高気温、平均年間降水量図.....	2-9
図 2- 7	エチオピア標高図.....	2-10
図 2- 8	バハルダール市、周辺部地質図.....	2-11
図 2- 9	Charchara 地区模式水理地質断面図 (Charchara-Zenzerma)	2-12
図 2- 10	Ashraf 地区模式水理地質断面図 (Ashraf-Amsasena)	2-12
図 2- 11	質問票調査のサンプリングエリア.....	2-15
図 2- 12	対象地域内及び隣接するタナ湖生物圏保護地域のコア/バッファゾーン、 ならびにバハダール・アバイ川ミレニアム公園の上流部分及び事業対象地 域の境界	2-21
図 2- 13	Chimbl 川及び工業地区の位置等	2-22
図 2- 14	アバイ川に Chimbl 川が合流する地点付近の水質測定地点の位置.....	2-23
図 2- 15	バハルダール市東側北部における少数民族 Nagede の居住地域及び公共水 栓周辺の低所得者の居住地域等.....	2-25
図 2- 16	アムハラ州における EIA プロセスと本事業に対する審査の流れ.....	2-28
図 2- 17	ディアスポラ地区からの雨水による土壌流出と、タナ湖生物圏保護地区の コア及びバッファゾーンと建設場所の位置的な関係.....	2-38
図 2- 18	環境管理計画の実施及び監督体制と環境モニタリング計画の責任組織・部 署	2-48
図 2- 19	用地取得に責任を有する機関及びその責務.....	2-61
図 2- 20	都市計画区域内における未整備状態の都市計画道路位置 (2016 年 11 月現 在)	2-68
図 3- 1	本事業の計画対象地域.....	3-12
図 3- 2	Charchara 地区の電気探査実施測線位置および試掘位置図	3-25
図 3- 3	Ashraf 地区の電気探査実施位置および試掘位置図	3-26
図 3- 4	Chimbl 地区電気探査実施位置および試掘位置図	3-27
図 3- 5	電気伝導度の測定結果.....	3-38

図 3- 6	水質検査対象水源位置図.....	3-39
図 3- 7	Zone 2 の計画水道施設フロー	3-42
図 3- 8	Charchara TW No.1 レイアウト図.....	3-43
図 3- 9	加圧ポンプ場 レイアウト図.....	3-47
図 3-10	加圧ポンプ場ポンプ室 レイアウト図.....	3-48
図 3-11	ディアスポラ配水場 レイアウト図.....	3-50
図 3-12	ガブリエル配水場 レイアウト図.....	3-51
図 3-13	容量 1,000m ³ 配水池一般図.....	3-52
図 3-14	塩素注入設備モデル図.....	3-53
図 3-15	流量計室モデル図.....	3-54
図 3-16	配管網図	3-56
図 3-17	各機関との関係.....	3-60
図 3-18	契約/実施設計/入札の工程表.....	3-71
図 3-19	施工調達の工程表.....	3-71
図 3-20	エチオピア側負担のスケジュール.....	3-75
図 3-21	本事業実施後の本所の水質・運転維持管理サブプロセス内の Zone 2 に対する 運転維持管理体制（生産井から配水場まで）	3-79
図 3-22	Zone 2 を担当する Hidar 11 支所の本事業実施後の運転維持管理体制（配 水本管から顧客水道メータまで）	3-79

付表一覧

表 1- 1	Phase 1 における計画の概要	1-3
表 1- 2	Phase 2 における計画の概要	1-3
表 1- 3	「エ」国の基本情報	1-5
表 1- 4	我が国の水・衛生分野における援助の概要	1-6
表 1- 5	ORDA によるプロジェクト一覧（水・衛生セクター）2012 年時点	1-7
表 1- 6	「エ」国において現在計画・実施されているプロジェクト（水衛生セクター）	1-8
表 2- 1	BDWSSS の損益計算書（2013/14 及び 2014/15 会計年度）	2-2
表 2- 2	Zone 2 における水圧調査結果	2-7
表 2- 3	Zone 1 および Zone 2 における住民居住区面積	2-8
表 2- 4	BDWSSS が 2015 年 10 月に実施したアシュラフ No.1 深井戸の水質試験結果	2-13
表 2- 5	Hidar 11 ケベレにおける 5 歳児以下の疾病ランキング上位（2014/15 年 度）	2-16
表 2- 6	Hidar 11 ケベレにおける水因性疾患、衛生施設、衛生習慣の状況	2-16
表 2- 7	Hidar 11 ケベレにおける水汲み状況	2-17
表 2- 8	Hidar 11 ケベレにおける水道サービス状況	2-18
表 2- 9	タナ湖生物圏保護地域の各ゾーンのアムハラ州及びユネスコによる扱い	2-19
表 2- 10	アバイ川に Chimbl 川が合流する地点の上流及び下流の水質データの比較	2-23
表 2- 11	バハルダール市の人口推計	2-24
表 2- 12	環境、EIA、水質汚染及び水資源管理に係る「エ」国の関連法制度	2-26
表 2- 13	EIA 実施に関連する方針・政策、および法制度	2-26
表 2- 14	水道施設別の建設候補地代替案の比較	2-30
表 2- 15	スコーピングの結果	2-32
表 2- 16	スコーピング結果に基づく環境社会配慮調査の TOR	2-36
表 2- 17	環境社会配慮調査の結果	2-37
表 2- 18	スコーピング案及び調査結果	2-40
表 2- 19	緩和策実施の内容	2-43
表 2- 20	本事業のための環境モニタリング計画の内容	2-45
表 2- 21	ステークホルダー協議の開催概要及び主な質疑応答	2-49
表 2- 22	本事業における用地取得の流れ	2-51
表 2- 23	住民移転にかかる JICA の方針	2-52
表 2- 24	JICA ガイドライン等と「エ」国法制度との比較	2-53
表 2- 25	本事業における用地取得・住民移転方針	2-56

表 2- 26	用地取得の対象となった各事業サイト内の現在の土地利用状況.....	2-57
表 2- 27	用地取得に関する被影響世帯社会経済調査.....	2-59
表 2- 28	本事業における用地取得用及び土地利用に係るエンタイトルメントマトリックス	2-60
表 2- 29	用地取得のための BDWSSS による補償金支払等についてのモニタリングシート	2-63
表 2- 30	ステークホルダー協議における用地取得に係る質疑応答の内容.....	2-64
表 2- 31	被影響者への補償の支払い状況.....	2-65
表 2- 32	水道管敷設にかかる BDCA による用地取得スケジュールと進捗.....	2-66
表 2- 33	都市計画区域内における未整備状態の都市計画道路延長とこれにかかる用地面積	2-69
表 2- 34	都市計画区域内における農地下への配管敷設箇所及び延長.....	2-70
表 2- 35	モニタリングフォーム（工事中）	2-71
表 2- 36	モニタリングフォーム（供与時）	2-73
表 2- 37	上水道事業用 JICA 環境チェックリスト.....	2-74
表 3- 1	事業の概要.....	3-2
表 3- 2	要請内容の分類（Phase 等分け）	3-3
表 3- 3	バハルダールの気候（1981～2010 年）	3-5
表 3- 4	平均総世帯所得によるサンプリングエリアの分類.....	3-6
表 3- 5	主要施設一覧.....	3-11
表 3- 6	バハルダール市の人口推計.....	3-12
表 3- 7	計画対象人口.....	3-13
表 3- 8	用途別計画対象人口.....	3-13
表 3- 9	計画対象水道契約世帯数.....	3-14
表 3- 10	計画対象水道契約世帯数増加数.....	3-14
表 3- 11	バハルダール市における水消費量の変動（2014 年 7 月-2015 年 6 月） ...	3-15
表 3- 12	Zone 2 における顧客タイプ別水消費量（2015 年 6 月）	3-16
表 3- 13	Zone 2 の主要商業施設における水消費量と占有面積の関係	3-17
表 3- 14	バハルダール大学ゼンゼルマキャンパスにおける対象人口.....	3-17
表 3- 15	バハルダール大学ゼンゼルマキャンパスに対する計画給水量.....	3-19
表 3- 16	本事業における計画給水量.....	3-20
表 3- 17	Zone 2 地区の既存井戸一覧	3-21
表 3- 18	既存井戸の揚水試験結果(段階揚水試験).....	3-21
表 3- 19	既存井戸の揚水試験結果(連続揚水試験).....	3-21
表 3- 20	既存井戸の揚水試験結果および既存データから推測した井戸能力.....	3-22
表 3- 21	物理探査結果による試掘地点.....	3-24

表 3- 22	試験井掘削工程表.....	3-28
表 3- 23	試験井の諸元.....	3-29
表 3- 24	試験井の揚水試験結果一覧表.....	3-29
表 3- 25	井戸干渉試験対象井戸の組み合わせ.....	3-30
表 3- 26	本事業での水源使用計画.....	3-34
表 3- 27	簡易水質検査項目一覧.....	3-35
表 3- 28	簡易水質試験結果 (1/2)	3-36
表 3- 29	簡易水質試験結果 (2/2)	3-37
表 3- 30	水質検査対象水源.....	3-39
表 3- 31	水質検査項目および分析場所.....	3-40
表 3- 32	誤表示として疑わしい基準値の比較.....	3-41
表 3- 33	取水ポンプの仕様.....	3-44
表 3- 34	自家発電設備の仕様.....	3-45
表 3- 35	各井戸の建築設備.....	3-45
表 3- 36	導水管仕様.....	3-46
表 3- 37	送水ポンプ設備の仕様.....	3-47
表 3- 38	加圧ポンプ場主要負荷.....	3-48
表 3- 39	送水管仕様.....	3-49
表 3- 40	配水場各施設の仕様.....	3-50
表 3- 41	滅菌設備の仕様.....	3-53
表 3- 42	計装設備の仕様.....	3-54
表 3- 43	配水管仕様および延長.....	3-55
表 3- 44	機材調達リスト.....	3-57
表 3- 45	図面リスト.....	3-58
表 3- 46	日本及び「エ」国の施工区分/調達・据付区分.....	3-62
表 3- 47	本事業における日本国コンサルタントの業務内容.....	3-63
表 3- 48	実施設計に係るコンサルタント要員.....	3-63
表 3- 49	施工監理に係る主要人員の主な業務内容.....	3-64
表 3- 50	機材調達区分.....	3-67
表 3- 51	ソフトコンポーネント活動内容.....	3-69
表 3- 52	エチオピア側負担の概要.....	3-72
表 3- 53	運転管理項目案.....	3-76
表 3- 54	保全管理計画案.....	3-77
表 3- 55	本事業実施後に Zone2 を対象とした各基幹施設の運転に必要な人員数...	3-80
表 3- 56	本事業実施に伴う Zone2 の水道施設の運転維持管理の改善に必要な増員数	3-80

表 3- 57	日本側負担経費.....	3-81
表 3- 58	「エ」側負担経費.....	3-82
表 3- 59	日当たりの消費電力.....	3-83
表 3- 60	日当たりの電気料金.....	3-84
表 3- 61	生産費合計（減価償却費を含めない場合）.....	3-84
表 4- 1	本事業で期待される定量的効果.....	4-4

略語集

略称	英文	和訳
AAWSA	Addis Ababa Water and Sewerage Authority	アディスアベバ市上下水道庁
ABA	Abay Basin Authority	アバイ流域管理事務所
ADB	African Development Bank	アフリカ開発銀行
ADSWE	Amhara Design and Supervision Works Enterprise	アムハラ州設計施工監理公社
AIDS	Acquired Immune Deficiency Syndrome	後天性免疫不全症候群
AMI	Amhara Management Institute	アムハラ・マネージメント機関
AWWCE	Amhara Water Works Construction Enterprise	アムハラ州給水施設建設公社
AWWDE	Amhara Water Well Drilling Enterprise	アムハラ州井戸掘削公社
BDCA	Bahir Dar City Administration	バハルダール市役所
BDWSSS	Bahir Dar Water Supply and Sewerage Service	バハルダール市 上下水道サービス
BHN	Basic Human Needs	ベーシックヒューマンニーズ
BoCT	Amhara National Regional State, Bureau of Culture and Tourism	アムハラ州文化観光局
BoCTPD	Amhara National Regional State, Bureau of Culture, Tourism and Parks Development	アムハラ州観光・文化開発局
BOD	Biological Oxygen Demand	生物的酸素要求量
BoEPLAU	Amhara National Regional State, Bureau of Environmental Protection and Land Administration and Use	アムハラ州環境保護 ・土地管理/利用局
BoFED	Amhara National Regional State, Bureau of Finance and Economic Development	アムハラ州財務・経済開発局
BOT	Amhara National Regional State, Bureau of Trade	アムハラ州貿易局
BoWIED	Amhara National Regional State, Bureau of Water, Irrigation and Energy Development	アムハラ州水・灌漑 ・エネルギー開発局
C/P	Counterpart	カウンターパート
CSA	Central Statistical Agency	エチオピア国中央統計局

略称	英文	和訳
DIP	Ductile cast Iron Pipe	ダクタイル鋳鉄管
DN	Nominal Diameter	呼び径
DO	Dissolved Oxygen	溶存酸素
DPs	Development Partners	開発パートナー
EEPCO	Ethiopia Electric Power Corporation	エチオピア国電力公社
EFWPA	Environmental, Forest and Wildlife Protection Authority	アムハラ州環境・森林・野生生物保護局
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EMA	Ethiopian Map Agency	エチオピア国地図局
EPA	Environmental Protection Authority	エチオピア環境保護庁
EWCA	Ethiopian Wildlife Conservation Authority	エチオピア野生保護庁
EWTC	Ethiopia Water Technology Center	エチオピア水技術センター
FAO	Food and Agriculture Organization	国際連合食糧農業機関
F/S	Feasibility Study	フィージビリティスタディ
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GI	Galvanized Iron	亜鉛メッキ鋼
GL	Ground Level	地盤高
GNI	Gross National Income	国民総所得
GTP	Growth and Transformation Plan	成長と移行のための計画
GTP-2	Growth and Transformation Plan-2	第二次成長と移行のための計画
HDI	Human Development Index	人間開発指数
HDPE	High Density Polyethylene	高密度ポリエチレン
HIV	Human Immunodeficiency Virus	ヒト免疫不全ウイルス
HWL	High Water Level	高水位
ICT	Information and Communication Technology	情報通信技術
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
JECCD	Jerusalem Children And Community Development Organization Barhir Dar Development Program Office	エルサレム地域児童開発バハルダールオフィス
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
MDGs	Millennium Development Goals	ミレニアム開発目標
MOD	Minutes of Discussion	討議議事録

略称	英文	和訳
MoFEC	Ministry of Finance and Economic Cooperation	財務経済開発省
MoU	Memorandum of Understanding	了解覚書
MoWIE	Ministry of Water, Irrigation and Energy	水・灌漑・エネルギー省
NABU	Nature and Biodiversity Conservation Union	ドイツ自然保護連盟
NGO	Non-Governmental-Organization	非政府組織
ORDA	Organization for Rehabilitation and Development in Amhara	アムハラ改修開発機構
PASDEP	Plan for Accelerated and Sustained Development to End Poverty	貧困を終結させるための開発促進維持計画
PVC	Polyvinyl Chloride	ポリ塩化ビニル
RWB	Regional Water Bureau	州水局
SDPRP	Sustainable Development and Poverty Reduction Program	持続可能な発展と貧困削減プログラム
TW	Test Well	試掘井
TWU	Town Water Utility	市の水道公社
UAP	Universal Access Plan	ユニバーサルアクセス計画
UNDP	United Nations Development Program	国連開発計画
UNESCO	United Nations Educational Scientific and Cultural Organization	国連教育科学文化機関
UWSUAP	Urban Water Supply Universal Access Plan	都市水道ユニバーサルアクセス計画
WASH	Water Supply, Sanitation and Hygiene	給水、サニテーション及び衛生
WHO	World Health Organization	世界保健機関
WRDF	Water Resource Development Fund	水資源開発基金

第1章 プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

エチオピア連邦民主共和国（以下「エ」国という。）で安全な水にアクセス可能な人々の割合は2015年 Joint Monitoring Program (UNICEF/WHO)によると全国平均で57%であり、サブサハラアフリカ全体平均68%と比較しても低い数値にとどまっており社会開発課題の中で優先度が高い。世界銀行によれば、2011年から2015年間の「エ」国の乳児死亡率（出生時から満1歳に達する日までに死亡する確率）は、6.4%とされており下痢性疾患は肺炎に次いで2番目の死因となっている。また、糖尿病やHIV-AIDS、乳がんで命を落とすよりも多くの女性が、水と衛生に関する病気によって亡くなっている。

「エ」国の2010年に国家開発計画である「成長と移行のための計画（Growth and Transformation : GTP）」では、水資源の開発及び給水施設整備による全国給水率の改善を重要事項の一つとして掲げている。また、2005年に策定され2011年に改訂作業を終了した給水・衛生セクターの5ヵ年開発計画である「ユニバーサルアクセス計画（Universal Access Plan : UAP）」では、都市部の給水状態の改善を重点目標としている。一方、「エ」国の都市部においては、人口の増加ならびに都市の急速な拡大により、安全な水を公平に供給することが困難な問題に直面している。「エ」国政府および関連の開発援助機関は状況の改善に積極的に取り組んできたが、給水施設や配水管網の整備が都市の拡大と人口増加のスピードに追いついていない状況にあり、新たな給水施設などの整備を引き続き行うことが課題となっている。

1-1-2 開発計画

「エ」国における主な開発計画とバハルダール市における開発計画、水道計画の概要を以下に示す。

(1) 「エ」国における主な開発計画

① 第二次成長と移行のための計画(GTP-2) 2016-2020

2002年9月にエチオピア財務経済開発省(Ministry of Finance and Economic Development : MoFED)により作成された「持続可能な発展と貧困削減プログラム(Sustainable Development and Poverty Reduction Programme : SDPRP)」の方針に基づき、中期計画である「貧困を終結させるための開発促進維持計画(Plan for Accelerated and Sustained Development to End Poverty : PASDEP)」が2005年に作成された。PASDEP

の目標を明確にし、かつミレニアム開発目標(MDGs)の要求に合致させるため、MoFEDは2010年に成長と移行のための計画(GTP-1, 2011-2015)を作成し、GDP-1成長率の目標7・10%を達成するための各分野における方針を打ち出した。また2015年にはGTP-1に続く中期計画としてGTP-2を打ちだし、その対象年度を2016年から2020年とした。水・衛生分野に関して、GTP-2では2020年までに水道施設を中所得国並みに整備するとし、給水アクセス率、サービスレベルの向上を図る等の具体的な目標を掲げている。

② 都市水道 ユニバーサルアクセス計画(Urban Water Supply Universal Access Plan : UWSPUAP) 2011-2015

UWSPUAPは、国家水供給・衛生フレームワークおよびPASDEPに示された水・衛生分野に関する取り組みを通じて、必要な方策を整理してGTPを達成することを目標とし、2011年12月に水・エネルギー省により策定された。目標年度は2015年であるが、計画の更新に関する情報は確認されていない。本事業では都市部(20L/人/日)での給水アクセス率を100%、地方部(15L/人/日)で98%とすることを目標に掲げている。

(2) バハルダール市における開発計画、水道計画

① バハルダール土地使用計画

バハルダール市役所(Bahir Dar City Administration : BDCA)から提供された土地使用計画図はGoogle Earth上で作成されており、各ブロックにおける用途が表示されている。

バハルダール市における土地使用計画図と現状の居住区域を比較したところ、概ね現在の居住区域の位置は土地使用計画図と合致しており、また将来的にZone 1においては南西部に、Zone 2においては、国道3号から北部に拡張の可能性があることが確認されている。また、ディアスポラ地区に関しては、一部が土地使用計画図の範囲より北部へと延伸している。(ゼンゼルマ地区については、都市部ではないため、当該土地使用計画の対象となっていない。)ディアスポラ地区における拡大は、政策に基づき、過密したZone 1からの住民の転入を推進するものであり、BDCAでは2014年に当該地区における整備計画を別途作成している。

② バハルダール水衛生プロジェクトフィージビリティスタディ(Bahir Dar Water Supply and Sanitation Project, Feasibility Study : F/S) 詳細設計報告書

アムハラ州において水道整備、水資源管理等を担っているアムハラ州水・灌漑・エネルギー開発局(Amhara National Regional State, Bureau of Water, Irrigation and Energy : BoWIED)とバハルダール市において上下水道施設の運転・管理を担っているバハルダール市上下水道サービス(Bahir Dar Water Supply and Sewage Service : BDWSSS)は、市内の既存井戸や配水池等を拡張、整備するため2009年にローカルコンサルタントに委託して上水道施設に関する調査を実施し、市内の既存水源および上水道施設を拡張・整備する計画を有している。F/S詳細設計報告書によると、2030年を計画年度とし、Phase 1(2009年～2020年)とPhase 2(2020年～2030年)の二期に分けて各Zoneについて以下の工事を計画している。

表 1-1 Phase 1 における計画の概要

Zone 1	Zone 2
ロミ湧水源、アレケ湧水源改修	-
トゥクルワ湧水源開発	-
湧水源に対する前塩素注入	-
ディリシュ・イネサ エリアでの深井戸開発 10本、深井戸ポンプ、導水管 (深井戸～イバブ配水池、コティタ配水池)	チャルチャラ エリアでの深井戸開発 3本 深井戸ポンプ、導水管 (深井戸～アバイ加圧 ポンプ場)
イバブ配水池建設 (有効容量 7,500m ³)	アメサセナ配水池建設 (有効容量 3,000m ³)
配水流量計設置	配水流量計設置
-	加圧ポンプ場拡張
-	送水管 (加圧ポンプ場～アメサセナ配水池)
イバブ配水池、コティタ配水池に対する後塩 素注入	アメサセナ配水池に対する後塩素注入
配水管網拡張 (弁栓類含む)	配水管網拡張 (弁栓類含む)

表 1-2 Phase 2 における計画の概要

Zone 1	Zone 2
タナ湖取水施設建設	
導水ポンプ施設建設	
導水管渠 (取水施設～浄水場)	
浄水場建設	
送水ポンプ施設建設	
送水管 (浄水場～イバブ配水池)	
イバブ配水池拡張 (有効容量 10,000m ³)	アメサセナ配水池拡張 (有効容量 5,000m ³)
配水管網拡張 (弁栓類含む)	

現在バハルダール市では、Zone 1 において、湧水源の改修、開発、配水管網の拡張を独自に実施している一方で、Zone 2 については配水管の一部を延伸している箇所（ディアスポラ地区等）を除き、計画に則った事業に着手できていない状況である。そのため、将来的には浄水場を建設し、両 Zone を併合した配水系とすることを目標としながらも、本事業では、急速に居住区域が拡大し需要が増大する一方で水源・施設の能力が追い付いていない Zone 2 の施設整備を優先的に実施することが適当であると考えられる。

1-1-3 社会経済状況

「エ」国は、アフリカの東北部「アフリカの角」地域に位置し、国土はアフリカ大陸で 7 番目に広く約 109.7km²（日本の国土面積の約 3 倍）、人口はアフリカ大陸で 2 番目に多く約 9,696 万人（2014 年世界銀行）である。国土の北はエリトリア、北東はジブチ、北西はスーダン、南西は南スーダン、東はソマリア、南はケニアと 6 カ国に囲まれた内陸国である。

「エ」国の行政州は、民族ごとに構成される 9 つの行政州（アムハラ、ティグライ、アファール、ベンシヤングル・グムズ、ガムベラ、オロミヤ、ソマリ、ハラリ、南部諸民族州）に分割されており、さらに 2 つの自治区（アディス・アババ、ディレ・ダワ）からなる。これらの行政州は、県（ゾーン）、郡（ワレダ）と順に区分が小さくなり、最も小さい行政単位は村（ケベレ）となる。「エ」国は約 80 の民族が暮らす多民族国家だが、人口はオロモ人とアムハラ人が突出し、二大民族を形成している。ちなみに「エ」国の公用語はアムハラ語である。

世界銀行のデータによると、「エ」国の 2014 年の国内総生産(GDP)は 556 億ドル、人口 1 人当たり国民総所得 (GNI) は 550 ドル、GDP 成長率は 10.3%、インフレ率は 7.4%と高い水準で推移している。また、経済格差を示す指標であるジニ係数は 0.3 程度 (IMF Country Report No.15/326) となっており、急速な経済発展を遂げている国としては、経済格差が顕著に表れていない。

同国の経済は、基本的に農業に依存しているが、政府としては製造業、繊維産業、エネルギー産業を促進している。主要な輸出産物はコーヒーである。農業セクターは、生産性の低さ、頻繁に発生する早魃に悩まされているが、同国政府とドナーにより、飢餓の削減に貢献する同国の農業のレジリエンスの強化が進められている。銀行業、保険業、通信業、マイクロクレジットは国内投資家に制限されているものの、繊維産業、皮革産業、商業農産業、製造業に関しては外国投資を大規模に誘致している。

また、国連開発計画 (UNDP) により発表された人間開発報告書 2015 によると、「エ」国の人間開発指数 HDI は 0.442 と 188 ヶ国中 174 番目と未だ底辺に近い。また貧困ライン以下の人口は 29.6%となっており、他のアフリカ諸国と比べ高くないが、一方で、水・衛生レベルの低さに起因する 5 歳以下の子どもの死亡率は、10 万人中 705 人（低開発国 43 か国平均は 565 人、「エ」国は 12 番目に高い値）と高くなっている。表 1-3 に同国の基本情報を示す。

表 1-3 「エ」国の基本情報

項目	内容	出典
面積	1,104,300 km ²	The World Fact Book
人口	969,600 万人	2014, World Bank
民族	オロモ、アムハラ、ソマリ等	The World Fact Book
宗教	エチオピア正教、イスラム教、プロテスタント等	The World Fact Book
主要産業	農業（コーヒー）	
GDP	556.1 億 USD	2014, World Bank
GDP 成長率	10.3%	2014, World Bank
1 人当り GNI	550 USD	2014, World Bank

1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

バハルダール市は「エ」国第三の都市で、UAP においても重点目標とされている都市部に位置付けられている。同市はアムハラ州の州都として、また青ナイル川の源流をなすタナ湖に接する観光都市として急速に発展しており、人口は 2007 年の国勢調査の時点で都市部 180 千人、地方部 42 千人であったが、2017 年には都市部 314 千人、地方部 48 千人と大幅に増加すると予測されている（「エ」国中央統計局（Central Stastical Agency : 以下 CSA）2014-2017 推計）。人口の増加に伴い、給水需要も大幅に増加することが予測されているが、同市における水源および上水道施設の整備は需要に追い付いておらず、上水道施設整備の緊急性はきわめて高い。

同市に現存する水源は、アバイ川西側に位置する Zone 1 では、湧水取水施設および深井戸施設、アバイ川東側に位置する Zone 2 では、深井戸施設のみとなっている。また、アバイ川を横断する橋梁上に布設された連結管により各給水地区における余剰水を利用して相互融通するシステムとなっているが、現状水量不足により機能していない。Zone 1 における配水システムは、同市西部に位置し湧水を主な水源とするコティタ配水系、同市南部に位置し深井戸を主な水源とするコティティナ配水系に大別されるが、両配水系は管網で接続されている。Zone 2 における配水は、アバイ加圧ポンプ場からガブリエル配水場への送・配兼用管により主に行なわれている。どちらの給水地区においても水源水量は十分ではなく、かつ塩素注入などの作業環境に安全性が確保されていない、流量計が水源以外に設置されておらず送水・配水流量を把握することができない等の問題があり、早急な改善が必要となっている。

そのような状況の中、我が国は 2014 年に「エチオピア国都市給水に係わる情報収集・確認調査」を実施し、バハルダール市における我が国の無償資金協力事業の実施可能性について調査した。「エ」国政府は、確認調査の結果を基にバハルダール市における上水道整備を目的として、日本国政府に対して「バハルダール市上水道整備計画」（以下、「本事業」という。）にかかる無償資金協力を要請した。

主な要請内容は以下のとおりである。

対象地域：バハルダール市 Zone 2 地域内の Phase 1 該当地域

- 内容：① 新規井戸の開発（12L/秒×3本）
 ② 導・送水施設の建設（21.5km）
 ③ 配水池の建設（アメサセナ地区、容量 3,000m³）
 ④ 配水管拡張整備（31km）

1-3 我が国の援助動向

「エ」国に対する我が国の水・衛生分野における援助の概要を表 1-4 に示す。

表 1-4 我が国の水・衛生分野における援助の概要

実施年度	案件名	概要
2013-2016	アムハラ州南部 地方小都市給水計画	地下水、湧水水源 配管系給水施設 9 サイト
2013-2016	飲料水用ロープポンプの普及 による地方給水衛生・生活改 善プロジェクト	給水衛生状況の改善と生活改善のために飲料 水用ロープポンプの普及がなされることを目 的とした技術協力プロジェクト
2010-2014	ティグライ州地方給水計画	ハンドポンプ 75 箇所、配管給水施設 9 サイト 既存給水施設改修 3 サイト
2009-2013	オロミア州給水計画	ハンドポンプ 58 箇所、湧水取水施設 9 箇所、 配管系給水施設 15 箇所
2007-2011	南部諸民族州給水技術改善計 画プロジェクト	南部諸民族州を対象にした、持続的な給水管理 メカニズムの構築、組織や人材育成を行なう技 術協力プロジェクト
2007-2011	地下水開発・水供給訓練計画 フェーズ 3	エチオピア水技術センター（EWTC）の機能の 確立と給水人材の育成にかかる技術協力プロ ジェクト
2005-2008	地下水開発・水供給訓練計画 フェーズ 2	EWTC の機能の確立と給水人材の育成にかか る技術協力プロジェクト
2008	緊急給水計画	気候変動対策に関する機材調達と維持管理に 関するソフト・コンポーネント
2008	地下水開発機材整備計画	給水に関わる人材育成の向上に資するため、地 下水開発及び給水事業に関わる訓練用機材調 達
2007-2008	アファール州給水計画	地下水水源 配管系給水施設 9 サイト
2005-2006	南部諸民族州給水計画	ハンドポンプ 214 箇所、湧水取水施設 26 箇所

1-4 他ドナーの援助動向

(1) アムハラ州における援助

アムハラ州において、水・衛生セクターに関しては、国際機関、他国等からの支援は実施されていないが、国際および現地 NGO による草の根レベルでの援助が実施されている。特に、現地 NGO である ORDA (Organization for Rehabilitation and Development in Amhara) は積極的に活動を行っている。ORDA の水資源開発プログラムマネージャーへの聴き取りおよび同機関ウェブサイトから得られた情報を以下に記載する。2016 年 5 月の時点で ORDA のウェブサイトには、2012 年時点のアムハラ州内で活動しているプロジェクトの概要が記載されており、水・衛生セクターでは次表 1-5 の情報が記載されている。

表 1-5 ORDA によるプロジェクト一覧 (水・衛生セクター) 2012 年時点

プロジェクト分類	プロジェクト名	資金援助機関	対象地域
WASH	WASH	CBM	Sekota Zuria
			Gazigibla
			Dessie Zuria
		AWWCE/MDG	Lay Armachiho
			Metema
			Simada
		CARE/EU	Tach Gayint
			Lay Gayint
			Tach Aremachiho
	Fuchenna	MADG	Dabat
	Doromamy		Mecha
	Brakat		Womberma
	Woyntma		

なお、本事業の対象地域に隣接するゼンゼルマ地区での給水施設建設プロジェクトに関しては、以下のとおり情報を得た。

ORDA が現在ゼンゼルマ地区で実施している事業は、同地区における住民の保健・衛生環境改善に資するプロジェクトであり、EU、国際 NGO である German Agro Action (GAA)、アムハラ州保健局 (Amhara Health Bureau) の出資により実施されている。それぞれの出資比率は、75%、10%、15%とのこと。また、労働力、現地資材に関しては、コミュニティの提供となっている。BDWSSS との合意のもと、既存井 Charchara No.4 を水源とし、現在ディアスポラへの配水のために建設されている配水池 (以下、ディアスポラ配水場) に送水される水量の内、一部をゼンゼルマ地区へ送・配水する計画である。

この事業で計画されている施設は、ポンプ調整池 (有効容量 50m³)、送水ポンプ・発電機小屋、送水管、配水池 (有効容量 75m³)、配水管、公共水栓 (5 か所) であり、2016 年

9月現在、すでにほとんどが建設されており（送水ポンプは未設置）、BDWSSSによるディアスポラ配水池の建設を待っている状況である。

計画書によると、事業の計画対象年度は2031年、計画対象地域はゼンゼルマ村、計画対象人口は8,139人、計画日平均給水量は182.93 m³/日と記載されている。またBDWSSSの説明によると、本事業で建設された施設は、完成後BDWSSSの資産となるが、現地コミュニティにより運営される予定とのことである。また、BDWSSSから現地コミュニティに対し、料金の徴収は行わないとのことである。また、BDWSSSの情報によれば、内容の詳細は不明であるが現在ORDAは無収水対策に関する支援をBDWSSSに対して行っているとのことである。

(2) 「エ」国における援助

国レベルにおける他ドナーからの援助の状況に関しては、「エ」国水・灌漑・電力省（Ministry of Water, Irrigation and Electricity：以下MoWIE）から得た情報をもとに表1-6に整理し記載する。

表1-6 「エ」国において現在計画・実施されているプロジェクト（水衛生セクター）

プロジェクト名	対象地域	ドナー	備考
One WASH National Program (OWNP)	オロミヤ州 南部諸民族州 ティグレ州 アムハラ州 ガンベラ州 ベニシャンダ ル・グムズ州	UNICEF	20 地区 2013年9月から
-	オロミヤ州 ティグレ州 南部諸民族州 ソマリ州	EU, AFD, IDC, Basket fund	44 地区
-	オロミヤ州 アムハラ州 ソマリ州 ティグレ州	UNICEF	7 地区
-	オロミヤ州 ソマリ州 アムハラ州 ティグレ州	AfDB, Matching fund	4 地区
-	ティグレ州	Kuwait Matching fund	Axum town のみ
Urban Water Supply and Sanitation Project	ティグレ州 オロミヤ州 南部諸民族州 アムハラ州	世界銀行 Matching fund	5 地区

プロジェクト名	対象地域	ドナー	備考
	ディレ・ダワ自治区		
-	アムハラ州 南部諸民族州 オロミヤ州 ティグレ州	EU, EIB Matching fund	15 地区

※ 同表にはアムハラ州が含まれるが、2016年5月現在計画段階である。

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

「エ」国側の実施主体は、BoWIED であり運営機関は BDWSSS である。BDWSSS は、基本的には BoWIED の責任で建設された井戸から配水管までの上水道施設を移管され、その運営維持管理を行う組織である。その運営維持管理業務として、水質検査、配水管から顧客までの給水管布設と水道メータの設置、公共水栓の建設、水道メータの検針、水道料金請求書の作成・送付、水道料金等の受取、水道料金未納者への対応、漏水修理などの業務を行っている。2014年9月に大幅な組織改革が実施され、その体制で現在運営されている。図2-1のように総職員数 326名(2016年3月時点)であり、組織体制としては3主要部門制となっている。

BDWSSSがサービスを提供しているバハルダール市における大規模な施設投資については、BoWIED のプロジェクトにより行われているが、通常、その投資額の半分は融資であり、BDWSSS は料金収入により返済する義務がある。バハルダール市上下水道サービスと他機関との関係は図2-2 ようになっている。

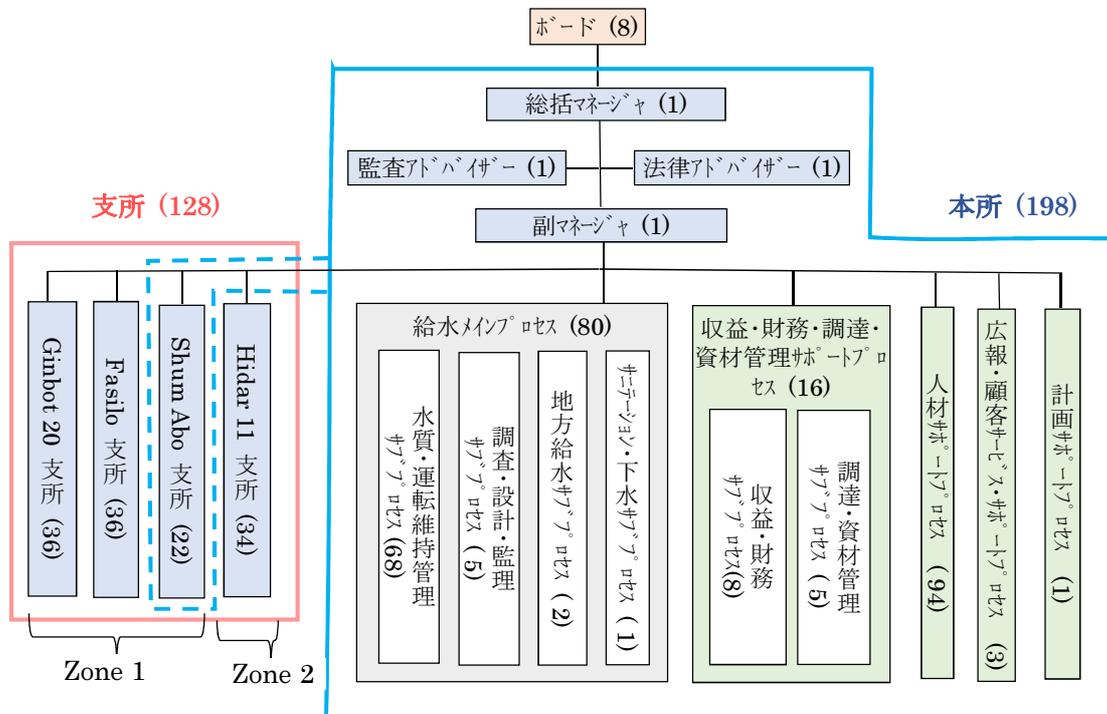


図 2-1 バハルダール市上下水道サービス組織図 (括弧内に各部署の人数を示す)

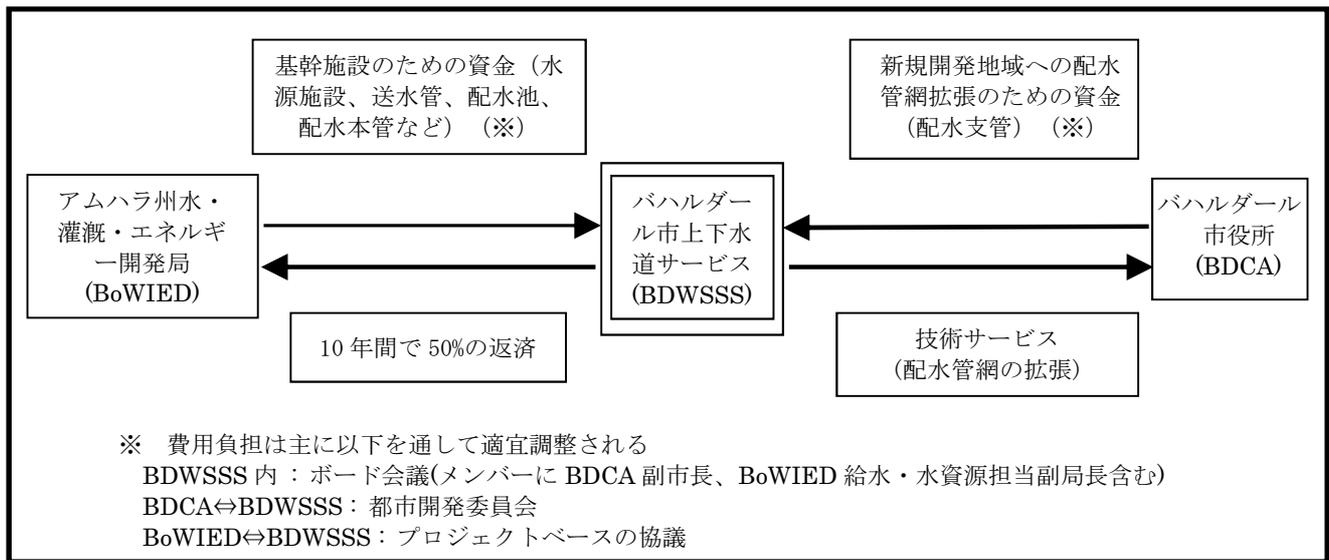


図 2-2 バハルダール市における給水セクター関係図

2-1-2 財政・予算

BDWSSS は独立採算制で水道施設の運転維持管理を行っているため、BDWSSS の経営財務状況が水道サービスの持続性に大きな影響を及ぼすことになる。現在のバハルダール市上下水道サービスの財務状況は、2014 年 9 月の組織改革以降、顧客数を増やすことを目標に掲げて、配水管の拡張等を積極的に行うようになった結果、収益が増え財務状況が好転している。

表 2-1 BDWSSS の損益計算書（2013/14 及び 2014/15 会計年度）

No.	項目	金額 (ETB)	
		2013/14 会計年度 (2013 年 7 月 8 日～ 2014 年 7 月 7 日)	2014/15 会計年度 (2014 年 7 月 8 日～ 2015 年 7 月 7 日)
1. 営業収益			
1)	水道料金収入	21,228,985	29,854,333
2)	水道メータの維持管理サービス料金	591,452	694,799
3)	給水管接続等の技術料金	1,263,293	4,640,827
4)	給水管接続材料等の販売収益（主に水道メータ）	1,273,691	5,056,422
5)	その他の収益	1,087,612	2,748,297
営業収益の合計		25,445,033	42,994,678
2. 営業費用			
1)	減価償却費	9,540,755	11,009,987
2)	職員給与・賃金・諸手当等	6,099,641	10,286,523
3)	水道メータ購入費	3,378,408	7,306,341

No.	項目	金額 (ETB)	
		2013/14 会計年度 (2013年7月8日～ 2014年7月7日)	2014/15 会計年度 (2014年7月8日～ 2015年7月7日)
4)	電気料金	2,225,443	3,127,104
5)	その他費用	7,453,570	6,797,346
営業費用の合計		28,697,817	38,527,301
3. 営業利益		-3,252,784	4,467,377
4. 営業外収益			
1)	銀行シェアの配当金	106,481	114,899
2)	預金の受取利息	505,411	685,435
営業外収益の合計		611,892	800,334
5. 営業外費用			
1)	銀行手数料	274	736
営業外費用の合計		274	736
6. 経常利益		-2,641,166	5,266,975
7. 特別利益			
特別利益の合計		0	0
8. 特別損失			
特別損失の合計		0	0
9. 税引き前利益		-2,641,166	5,266,975
10.	市税等	85,503	46,400
11. 利益		-2,726,669	5,220,575

注：この損益計算書は、BDWSSS の財務担当部署から受領した現金主義会計ベースの収益及び支出のデータを基に作成している。

表 2-1 に示すように 2014 年組織改革後、配水管網拡張を積極的に行い多くの新規顧客を得た結果、2014/2015 年度の営業収益が大幅に増加している。具体的には水道料金収入が 8.6 百万 ETB 程度増加、給水管接続等の技術料金収入も 3.4 百万 ETB 程度増加している。2013/2014 年会計年度には約 2.7 百万円 ETB の損益を計上していたものの、2014/2015 年会計年度には約 5.2 百万 ETB の利益を計上しており財務状況は好転している。本事業により今後も顧客数の増加が促されることから、更に経営状況が改善されることが期待される。

2-1-3 技術水準

本事業では、既存施設に追加して、水源施設（深井戸）、配水池等を建設する計画である。本事業の実施後、水道施設全体の規模は大きくなるものの、地下水を水源とし、塩素消毒した後、市街地に配水するという水道システムの基本的な方式に変更はない。

現在 BDWSSS は、実際にバハルダール市の既存給水施設の運転維持管理を実施しており、水量不足による問題はあるものの、技術上大きな問題は生じていない。本事業で給水施設を建設した場合でも、現在 BDWSSS に属している技術者により運転維持管理することが可能であると考えられる。ただし、施設規模の拡大に伴い必要な人員数が増加するため、本事業の中で指導や訓練を実施することで技術者の作業効率を向上するとともに、追加で必要な人員の確保を促進する必要がある。

2-1-4 既存施設・機材

2-1-4-1 既存配水システム

本事業の対象区域である Zone 2 の既存水道施設は、①アバイ加圧ポンプ場からの圧力配水系（需要が少ない時間のみガブリエル配水池からの自然流下に替わる）、②アシュラフ井戸からの圧力配水系、③バハルダール大学ゼンゼルマキャンパスからの自然流下系の 3 系統があるが、互いに水源、施設の一部等を共有しており複雑なシステムとなっている。Zone 2 の配水系模式図を図 2-3 に示す。

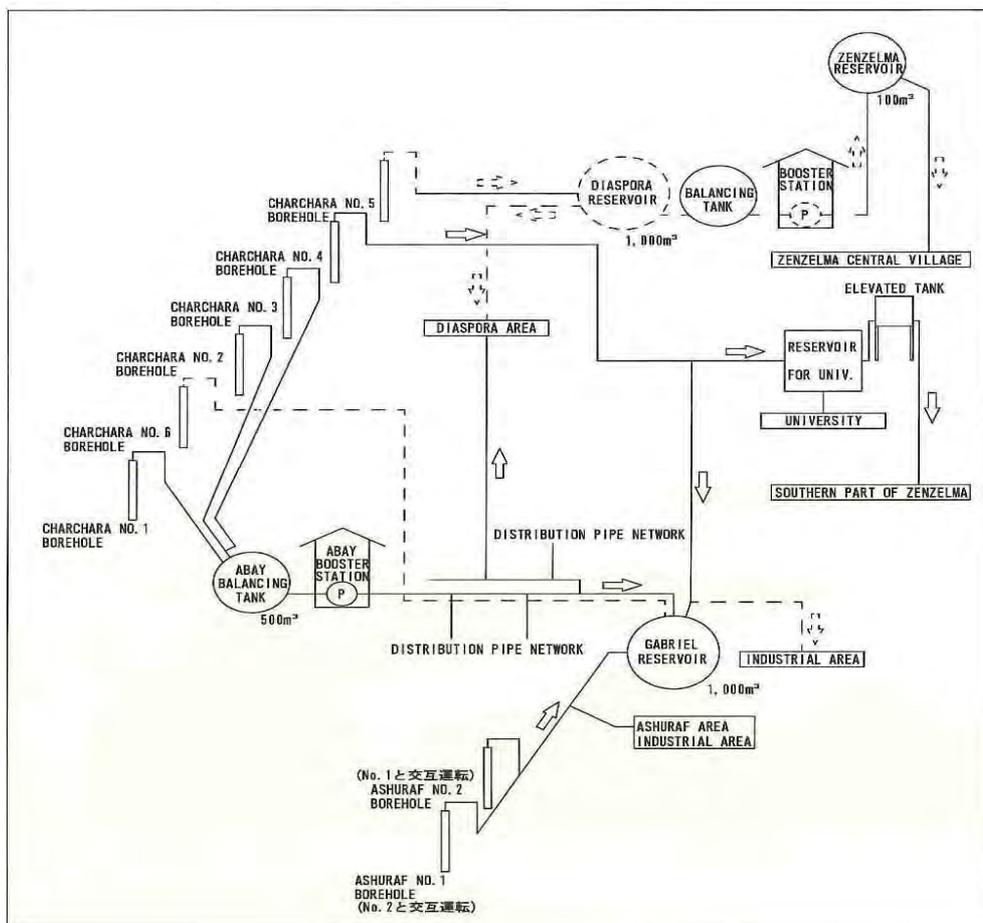


図 2-3 Zone 2 配水系模式図（点線は計画）

① アバイ加圧ポンプ場からの圧力配水系

深井戸 CharcharaNo.1, No.2, No.3 からアバイ加圧ポンプ場まで導水され、送・配兼用の管を通してガブリエル配水池および近郊市街地へ直接配水されている。またガブリエル配水池からは、自然流下で市街地およびディアスポラ地区に配水されている。

② アシュラフ井戸からの圧力配水系

深井戸 Ashraf No.1, No.2 から導水され、送・配兼用の送水管を通してガブリエル配水池およびアシュラフ井戸近郊の工業地区に直接配水されている。

③ バハルダール大学ゼンゼルマキャンパスからの自然流下系

深井戸 CharcharaNo.4 から導水され、バハルダール大学ゼンゼルマキャンパス内の配水池およびガブリエル配水池されている。ガブリエル配水池からはバハルダール大学ゼンゼルマキャンパスおよび以南の公共水栓へ配水されている。

2-1-4-2 給水方法

現在バハルダール市においては、BDWSSS により各戸給水および公共水栓による給水が実施されている。今回の計画対象地域である Zone 2 では、多くが各戸給水を利用しており、水道契約を有していない世帯でも近隣の水栓から水道水を購入するケースが多い。そのため、公共水栓の設置数は 2015 年 8 月現在で 5 基と少ない。

2-1-4-3 ポンプ施設

アバイ加圧ポンプ場のポンプ調整池は有効容量 500m³ の円筒形水槽で、漏水等顕著な劣化は見られない。一方、ポンプ設備は 2001 年頃にフランスの資金・スキームにより同国業者が施工し引渡しを行い、運用開始 15 年程度が経過する。故障・損耗のたびに BDWSSS 所属の技術者の手によりポンプを分解し故障部品を特定し、メーカーに部品を問合せ発注し取り寄せて再組立てを行ってきた。しかし、特に送水ポンプの場合、ポンプ手前の配水池で注入される塩素の影響により、ポンプ内にある部品の腐食損耗が著しく、最近では年に 1 回以上の頻度で大規模な修繕が必要になっている。複数の送水ポンプが同時に休止する期間も長期化し、給水需要に送水能力が追い付かない期間があるとのことである。

2-1-4-4 配水池

ガブリエル配水池は有効容量 1,000m³ および 150m³ の円筒形水槽があるが、150m³ の水槽は漏水により現在使用されていない。1,000m³ の水槽には漏水等の顕著な劣化は見られな

い。配水池の運転・維持管理において最も困っている問題は、塩素消毒作業（サラシ粉の溶解・注入）である。劣悪な作業環境下において、全て人力で危険薬剤を取扱うため作業員の皮膚や衣類等に、悪影響を与えている。

2-1-4-5 配水管網

(1) 既設配水管布設位置および口径

Zone 2 における既設配水管の位置および管径を図 2-4 に示す。BDWSSS の配水管計画として、旧宮殿近傍の居住区に DN80~DN50、配水管網形成としてアバイ川沿いに DN200、ディアスポラ地区の管網整備で DN80 が布設予定である。

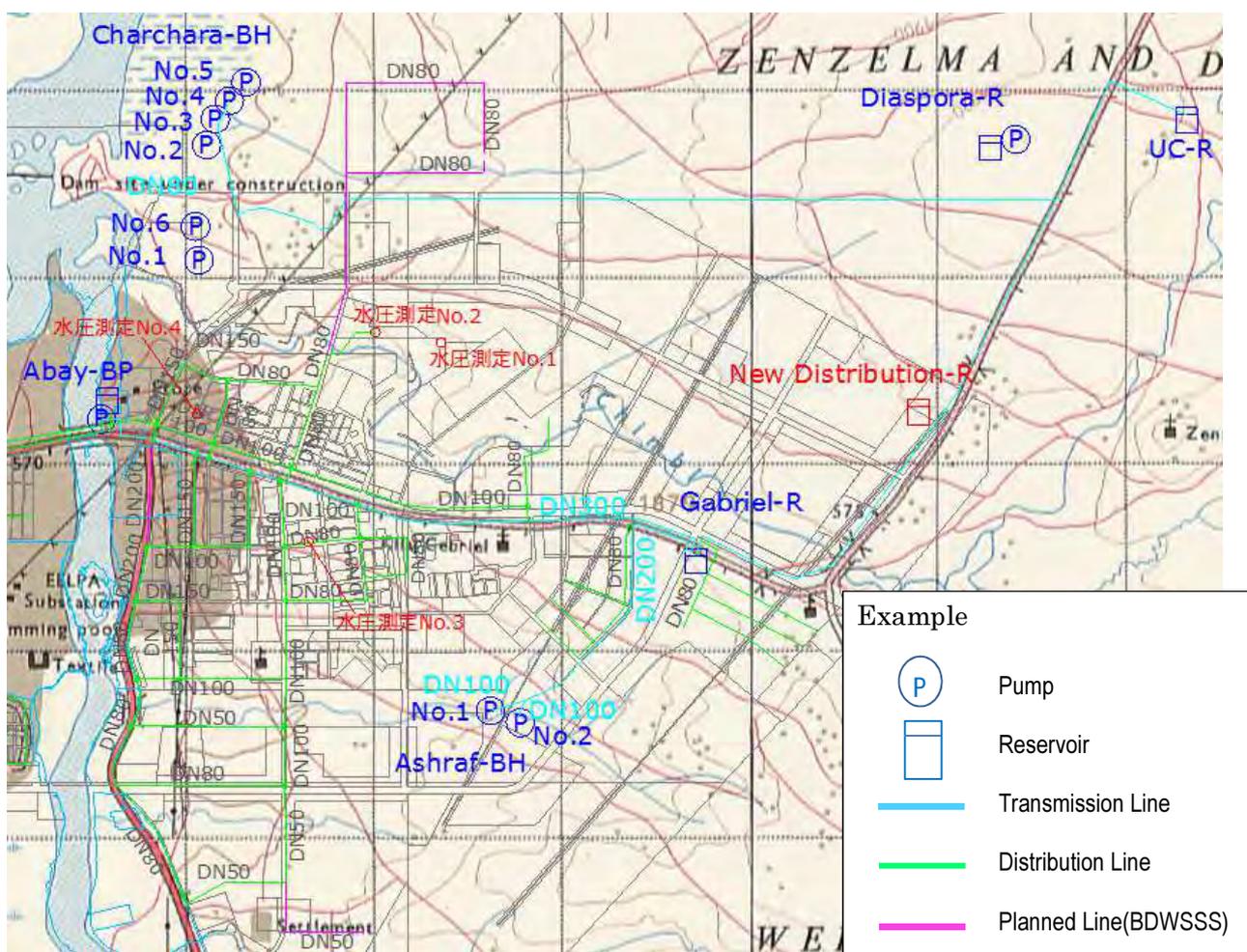


図 2-4 Zone 2 既設配水管位置図

(2) 既設配水管の水圧

Zone 2 の配水区域内の 4 か所（図 2 - 4）の給水栓に圧力計を設置し、給水圧の調査を行った。最も高所の 0.00 MPa 地点はディアスポラ地区であり、かろうじて水道水が出る

状況であった。同地区は隔日給水を実施しており、水道使用が困難な状況であることが判明した。水圧調査の結果を以下に示す。

表 2-2 Zone 2 における水圧調査結果

水圧測定 No.	地盤高	給水圧	備考
1	1,830m	0.00 Mpa	ディアスポラ地区
2	1,820m	0.20 Mpa	同上
3	1,830m	0.25 Mpa	BDWSSS Zone 2 支所
4	1,810m	0.45 Mpa	市街地

2-1-4-6 既存施設の問題点

既存施設の問題点を以下に示す。

- ・ 配水管は、現在、市街区域の拡張と共に **BDWSSS** が順次整備しているが、経済成長および人口が急増している状況において整備が追い付いていない。
- ・ ディアスポラ地区への配水管は口径が小さく、水圧不足により所定の配水流量を確保できないことから地区を区分して時間断水が実施されている。
- ・ アバイ加压ポンプ場からガブリエル配水池への送水管が送・配兼用となっており、ポンプの運転時間が時間変動や日変動に追随するため複雑になっている。
- ・ アシュラフ井戸近郊の工業地区への配水管はアシュラフ井戸からガブリエル配水池への送水管から分岐しており、アシュラフ井戸のポンプを停止すると配水も停止する。
- ・ 現在、ガブリエル配水池とバハルダール大学ゼンゼルマキャンパスの配水池が稼働しているが、配水管と同様に需要増加に対して施設能力が不足している。
- ・ 具体的には、ガブリエル配水池は有効容量 1,000m³ に対し、**Zone 2** における配水量は現状 5,000 m³/日を越えている。配水量に対する有効容量は 20%を下回っており、「エ」国の設計指針（Urban Water Supply Design Criteria、2006：以下、デザインクライテリア）に規定された 30%～50%という数値を下回っている。
- ・ 配水流量計が壊れているため、配水流量（季節変動、週間変動、日変動）を把握できない。

2-2 プロジェクトサイトおよび周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

バハルダール市においては、住民の居住地域が年々拡張されている。過去の航空写真等のデータをもとに、居住区域が拡張する状況を下図に示した。アバイ川西部に位置する **Zone 1** においては、居住区域が主に南に拡張しているが、**Zone 2** では北、南、東へと拡張してい

ることがわかる。特に Zone 2 北部では、ディアスポラ地区と呼ばれる地区が新たな住民居住区域となり、政策的に移住が進められている。



図 2-5 バハルダール市の住民居住区拡張の様子

また、住民居住区域の面積を測定した結果を、表 2-3 に示す。

表 2-3 Zone 1 および Zone 2 における住民居住区面積

Zone 名	住民居住区域面積 (km ²)		
	2005 年 3 月	2010 年 2 月	2015 年 4 月
Zone 1	15.9	21.0	29.0
Zone 2	5.5	6.9	13.3

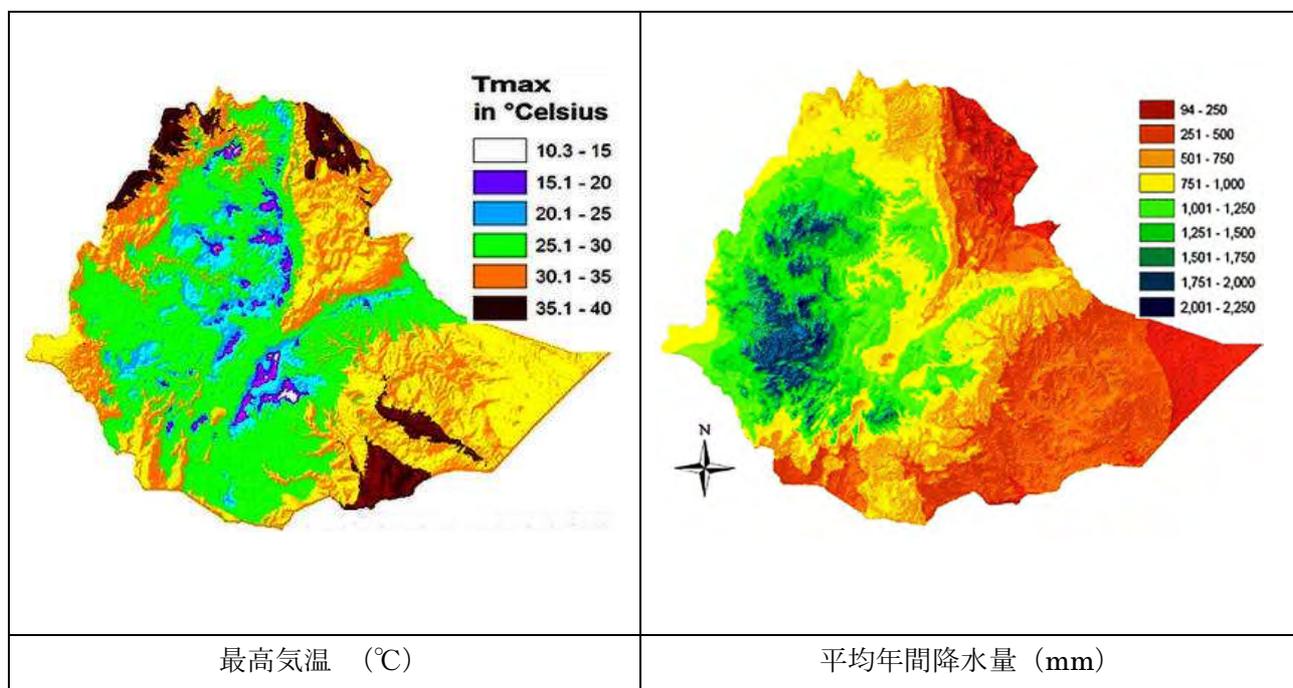
2010 年以降の Zone 1 における居住区の面積拡張が年あたり 7% 程度であるのに対し、Zone 2 における居住区面積は 14% 程度と、Zone 2 における居住区が急速に拡大していることがわかる。

2-2-2 自然条件

(1) 気候・降水量

「エ」国は北緯 3 度から 15 度，東経 33 度から 48 度と赤道近くに位置しており、年間の日照時間・日射量の変化は小さくなるため、結果として、季節的要因が平均気温へ与える影響は小さなものとなる。そのため、熱帯モンスーン気候であるが標高によって異なり、主に 3 つの気候ゾーンに分かれる。エチオピア高原の西部および東部の標高 2,400m 以上の高原地帯は常春に近い温暖な冷涼地域で気温は 7~12℃、標高 1,500 から 2,400m の地域は亜熱帯で年平均気温は 22℃、標高 1,500m 未満の熱帯地域の気温は 25℃以上である。

降水量は標高と相関があり、エチオピア高原は降水量が多く年間降雨量は 1,200mm 以上に達する。スーダン、ソマリア国境沿いには低地があり、年間降雨量 250mm 以下の砂漠やサバンナが広がっている。6 月中旬から 9 月中旬までの雨期に年降水量の 8 割が降る。エチオピア高原では雨期の 3 か月間、毎日熱帯性のスコールが降り雨水は、高原の中部では青ナイル川、南部では白ナイル川に奔流する。ナイル川の水源地の 84% はエチオピア高原に降る雨であり「エ」国は、東アフリカの“水の塔”と名付けられている。タナ湖は青ナイル川の水源地であり、「エ」国の多くの川は周辺地域の重要な水資源となっている。しかし雨期の雨も北東部にいくにつれて少なくなり、とくに大地溝帯の低地にはほとんど降らない。「エ」国の最高気温、平均年間降水量図を以下に示す。



出典：<http://www.nationalparks-worldwide.info/eaf/ethiopia/ethiopia-weather.html>

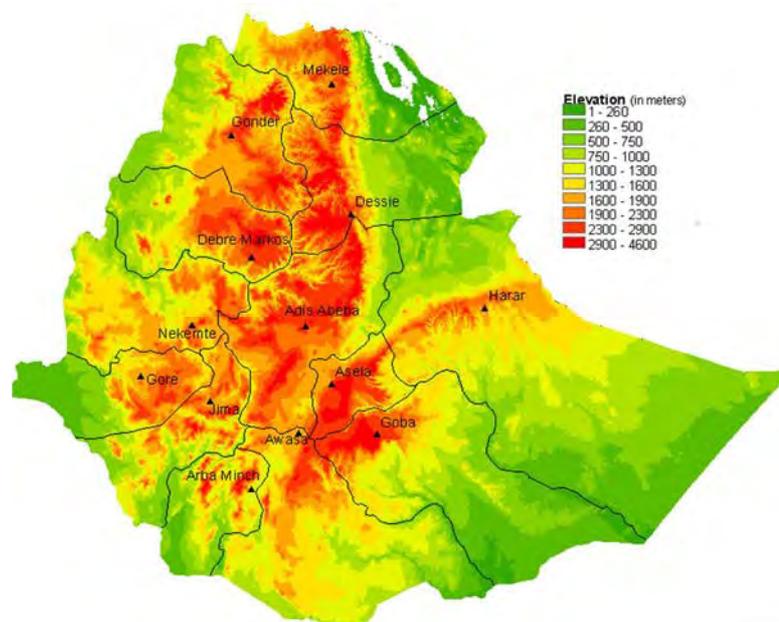
図 2-6 エチオピア最高気温、平均年間降水量図

(2) 地形・地質

① 地形

「エ」国はアフリカ北東部に位置し、北はエリトリア、東はジブチとソマリア、西はスーダンと南スーダン、南はケニアに接している。紅海とアデン湾からは、それぞれわずか70kmの距離にあるが、エリトリアとジブチに阻まれ海岸を持たない内陸国である。「エ」国とソマリアの位置するアフリカ東北端部は、その形状から「アフリカの角（つの）」といわれている。「エ」国の面積は109.7万km²（日本の3倍）であり、世界で27番目に面積が大きい国である。国土は山地が多く、“アフリカの屋根”と呼ばれ、その地形は荒々しく美しく、高く険しい山々、平坦な頂きの台地や起伏する平野がある。その大半がエチオピア高原と呼ばれる1,290～3,000m（4,232～9,843フィート）の高地に属し、国の最高地点は北部のタナ湖北東に位置するラス・ダシャン山（海拔4,550m）である。

エチオピア高原は本来の地形は平らだが、標高が高く降雨が多いため浸食が激しく、非常に深い谷や崖が多い。大地溝帯は海拔2,500m以上の西部高原地帯と東部高原地帯を分け、南方の低地に連なる。大地溝帯の南部は多くの美しい湖が並び、北東部の半砂漠地帯では扇形に開いて海面下90mのダナキル低地に下降して紅海に至る。2005年にも火山が噴火し深さ60mの亀裂を作っており、生きている地球の活動が見られる。一方、海面より100メートル以上も低い砂漠地帯もあり、高低差がとてはげしい地形である。「エ」国の標高図を以下に示す。



出典：<http://www.nationalgeographic.com/xpeditions/atlas/index.html>

図 2-7 エチオピア標高図

② 地質

バハルダール及びその周辺地域の地質図を以下に示す。



出典：Detailed Groundwater Study, 2013 (MoWIE) に加筆。

図 2-8 バハルダール市、周辺部地質図

調査対象地域周辺には第四期の火山岩で、Qv1、Qv2、Qv3 と称される玄武岩質の溶岩やスコリア、火山砕屑岩等からなり、Qv1 から Qv2、Qv3 の順で時代が若くなる。Qv1 は堅硬で気孔が少なく、比較的割れ目が発達した玄武岩からなり、一方 Qv2、Qv3 は、気孔が非常に多い玄武岩や、スコリアあるいは玄武岩質の火山砕屑岩等からなっており、良好な帯水層を胎盃している。図 2-8 に第四紀玄武岩溶岩層 (Qv1、Qv2、Qv3) の概略の流動方向を矢印で示す。第四紀溶岩層中に想定される帯水層の地下水も、タナ湖の湖底の下をほぼ矢印方向に流動しているものと想定される。

【Charchara 地区】

Charchara 地区には図 2-9 に示す如く、調査地域の西側から、アバイ川を越えて Qv2-A 溶岩流が流れ、この溶岩流が良好な帯水層を形成していることが判明している。過去の掘削データから、主に 2 層の帯水層があることが確認されている。これらの 2 層の帯水層は、タナ湖の湖底、アバイ川の下を通り、アバイ川の西側の地域から涵養されているものと想定される。

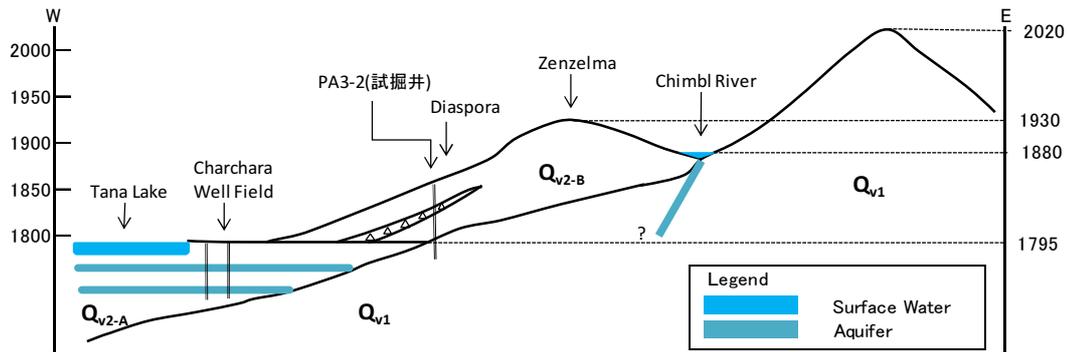


図 2-9 Charchara 地区模式水理地質断面図 (Charchara-Zenzerma)

【Ashraf 地区】

Ashraf 地区では、Charchara 地区と同様に、アバイ川の下を通り、川の西側の地域から涵養を受けている、と想定するに至った。電気探査の結果、及び試験井掘削の結果から、Qv1 溶岩中に穿たれた谷状地形に沿って、西側から Qv2-A 溶岩流が舌状に Ashraf 地区に流れて、Ashraf 帯水層を形成しているものと、推測される。この Ashraf 帯水層の上に、東側から Qv2-B 溶岩流が流れて、帯水層を覆っている (図 2-10 参照)。

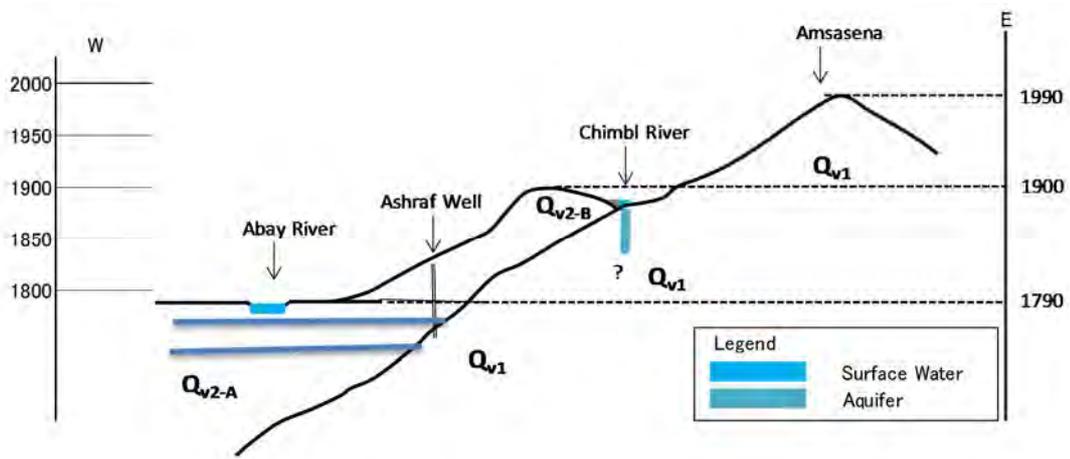


図 2-10 Ashraf 地区模式水理地質断面図 (Ashraf-Amsasena)

Ashraf 帯水層は、Charchara 帯水層と同様に西側地域から涵養を受けているものと理解されるが、前者の静水位は、後者のそれより約 6m 低いこと。簡易揚水試験結果から、水温が前者の方が 2 度ほど高いこと、また、硝酸性窒素の値が前者の方が低いことが判明している。これらのことから、Ashraf 帯水層は、Charchara 帯水層と同様に Qv2-A 溶岩流層中の帯水層であるが、Ashraf 帯水層は、Charchara 帯水層の下位に位置する帯水層であろう、と考えられる。

【Chimbl 地区】

Chimbl 川近隣では、塊状で気孔の少ない Qv2-B 溶岩層が分布しており、表層部は風化した赤色の土壌に覆われているため、降雨は地下に浸透せず、大部分が表面流出している。しかし、北東—南西方向に流れる Chimbl 川に沿って断層の存在が想定されること（右写真）。その断層の破碎帯に Chimbl 川の水が浸透することで地下水が涵養されることが想定される。



写真 Chimbl 川沿いの小断層（落差 2m）

(3) 水質

「エ」国は地表水と地下水資源が豊富で、年間地下水再涵養量の予備的推定量は約 28,000Mm³ である。被圧帯水層の地下水は、一般的に透明で無色であり糞便性汚染がないため、飲料水に適した水質であり最小限の処理しか必要としない。平坦な平野では地下水の移動時間が遅く地層との接触時間が長いため、地下水にかなりの量の鉱物質が含まれていることがある。大地溝帯エリアの地下水や湧水の大部分では、高濃度のフッ素が一般的に問題となっており、その濃度は世界保健機関（WHO）が設定した飲料水の制限値である 1.5ppm を超えることも珍しくない。また、「エ」国の南東部、北東部の地下水では、蒸発鉱物が地下水に溶け出すことによる塩分増加が確認されている。都市部では工業排水や浄化槽からのし尿・排水等に起因する地下水の汚染が問題となっている。ディレダワなどの主要都市で行われた水質地質調査では、高濃度の硝酸塩が検出されている。

本計画対象地域の水質に関しては、2015 年 10 月に BDWSSS が Ashraf No.1 深井戸の化学的水質試験を以下のように実施している。

表 2-4 BDWSSS が 2015 年 10 月に実施した Ashraf No.1 深井戸の水質試験結果

水質項目	単位	測定値	「エ」国の 2013 年発行の飲料水水質基準（一部 2001 年の基準値を使用）
pH	-	7.2	6.5-8.5
TDS	mg/l	132	1000
濁度	NTU	1.74	(5)
アルカリ度 (CaCO ₃ 換算)	mg/l	170	200
アルミニウム	mg/l	0.04	0.2
アンモニア (NH ₃ +NH ₄)	mg/l	0.00	1.5
銅	mg/l	0.00	2

水質項目	単位	測定値	「エ」国の 2013 年発行の飲料水水質基準（一部 2001 年の基準値を使用）
フッ素	mg/l	0.53	1.5
鉄	mg/l	0.01	0.3
硝酸塩	mg/l	4.1	50
亜硝酸塩	mg/l	0.007	3
カリウム	mg/l	4.0	1.5
硫酸塩	mg/l	0.28	250
亜鉛	mg/l	2	5
総硬度 (CaCO ₃ 換算)	mg/l	87	300

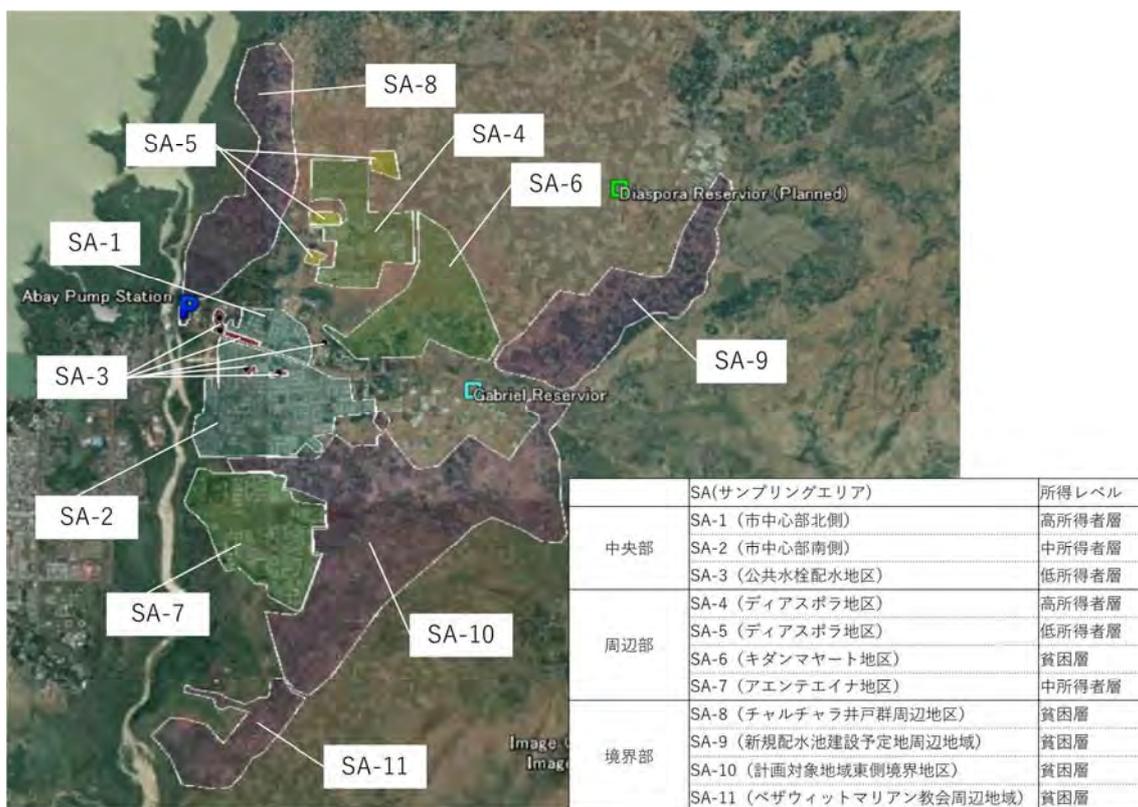
表 2-4 に示す水質項目の測定値の内、「エ」国の飲料水の水質基準値を超過しているのはカリウム濃度 (4.0mg/L) のみである。WHO の飲料水の水質ガイドライン (2011 年) によれば、カリウムは、一人一日当たり 3,000mg 摂取が必要な物質であり、人体に危険なレベルで原水中に現れることが稀なため、WHO の水質基準には含まれていない。測定された 4.0mg/L というカリウムの濃度についても、人体に悪影響を及ぼすレベルではない。

本計画対象地域に存在する生産井及び試掘井の水質については、「3-2-2-2 取水施設計画 (4) 水質検査」に本調査で実施した詳細な水質試験結果を示している。

2-2-3 社会条件

本協力準備調査では、水道事業の現状、住民意識、水道及びその他の水源の利用状況等を確認するため、社会条件調査を実施している。この社会条件調査には、質問票調査による住民意識や水道等の水利状況の確認だけでなく、水道事業の現状を把握するための基本的な業務指標値の確認も含まれている。質問票調査については、調査団の指示に従い、社会条件調査現地再委託先が実施した。

質問票調査のサンプリングエリアについては、市東部の計画対象地域内に 11 ヶ所のサンプリングエリアを設定し、計 100 世帯を無作為抽出した。このサンプリングエリアにより、計画対象地域内の各地区における特徴をできるだけ把握し、その結果を水道計画策定に、より効果的に利用できるようにした。これらのサンプリングエリアには、ディアスポラ地区内に存在する少数民族 **Negede** のコミュニティ、チャルチャラ周辺の農村、既存公共水栓を利用している低所得者層の居住地域等も含まれている。



出典：Google Earth の衛星画像を使用

図 2-11 質問票調査のサンプリングエリア

サンプリングエリアの決定においては、BDWSSS の職員への聞き取り等により把握した既存給水区域の境界や配水圧が低い地域の場所などを参考にした。これらの検討により、既存給水区域と本事業において配水管を拡張する地域の両方においてバランスよくサンプル世帯を選択し、さらに低所得者層居住区や低水圧等の問題がある地域での給水や他の水源の利用状況等の違いを把握できるようにした。質問票調査の主要な事項について以下に示す。

(1) 水因性疾患の発生状況

対象地域の大部分を占める Hidar 11 ケベレにおける 2014/15 年度の 5 歳児以下の疾病ランキングの上位を表 2-5 に示す。その 1 位は出血を伴わない下痢であり、疾病数全体の 3 分の 1 程度を占めている。また、7 位に赤痢等の出血を伴う下痢が入っている。この情報から、市東側の対象地域において水因性疾患の発生を抑えるためにも、給水状況を改善することが重要であると言える。

表 2-5 Hidar 11 ケベレにおける 5 歳児以下の疾病ランキング上位 (2014/15 年度)

順位	病名	発生数	割合 (%)
1	下痢 (出血を伴わない)	895	31.6
2	急性上気道感染	639	22.5
3	肺炎	449	15.8
4	蠕虫病	238	8.4
5	皮膚感染症及び皮下組織の疾患	230	8.1
6	目の疾患	116	4.1
7	下痢 (出血を伴う)	88	3.1

出典: Hidar 11 ケベレのヘルスセンター

質問票調査によると水因性疾患の感染頻度は、高所得者層では 1 年当たり 1.4~2.0 回/世帯であるが、貧困層では 1.5~5.5 回/世帯と高所得者層と比べて倍近い感染頻度となっている。また、石鹸による手洗いをを行う世帯は、高所得者層では 67%~70%に対して貧困層は 14%~30%と低い値を示している。一方、衛生施設の普及率に関しては、高所得者層では 100%の世帯が家族専用のトイレを保有しているが、貧困層の一部地域では 50%の世帯が野外排泄を行っている。

表 2-6 Hidar 11 ケベレにおける水因性疾患、衛生施設、衛生習慣の状況

サンプリング・エリアの ID 及び名前	SA-1: 市中心部北側	SA-2: 市中心部南側	SA-3: 公共水栓配水地区	SA-4: ディアスボラ地区	SA-5: ディアスボラ地区	SA-6: キダマンマヤート地区	SA-7: アエンテエエーナ地区	SA-8: チャルチャラ 井戸軍周辺地区	SA-9: 新規配水池建設 予定地周辺地域	SA-10: 計画対象地域 東側境界地区	SA-11: ベザウィット マリアン教会周辺地域	
所得レベルによる地域の分類	高所得者層	中所得者層	低所得者層	高所得者層	低所得者層	貧困層	中所得者層	貧困層	貧困層	貧困層	貧困層	
水因性疾患の感染頻度 (回/年/戸)	1.4	2.7	1.2	2.0	3.2	2.3	1.5	3.0	5.5	1.5	3.6	
石鹸による手洗いをを行う世帯 (%)	67	100	93	70	71	25	83	14	14	30	29	
衛生施設	(1) 家族専用水洗トイレ	33	58	21	80	37	0	58	0	0	10	0
	(2) 家族専用ピット式トイレ	67	17	64	20	13	0	34	75	42	50	50
	(3) 公衆水洗トイレ	0	25	15	0	25	100	8	0	0	20	0
	(4) 公衆ピット式トイレ	0	0	0	0	25	0	0	0	29	0	0
	(5) 野外排泄	0	0	0	0	0	0	0	25	29	20	50

基本的な衛生施設の使用は、伝染性疾患、特に下痢、肝炎などの糞便の経口経路によって伝達される水因性疾患 (Water-borne diseases) の罹患率を低下させることが知られている。また、石鹸による手洗いは、不衛生な水と皮膚や眼が接触することによって引き起こされる下痢症、肺炎、トラコーマ、結膜炎、皮膚感染症などの疾患 (Water-washed diseases) を

予防する最も効果的で安価な方法と考えられている。

表 2-5 のランキング上位の疾病はすべて水と衛生に関係する病気であるため、安全な水の不足に加えて、上述した適切な衛生施設や衛生習慣の欠如などが、地域の人々の健康を害する一因となっていると考えられる。

(2) 水汲み労働の負担

Zone 2 に設定した 11 サンプルングエリアの計 100 世帯を対象にした質問票調査では、合計 55 世帯が日常的もしくは補助的に、他世帯の水栓、公共水栓、井戸もしくは河川や湖等から水汲みを行っていた。これらの世帯の約 80%では水汲み労働は女性の仕事となっており、その担い手の年齢は、7%が 12 歳以下の少女、10%が 13 歳以上 17 歳以下の成人していない女性、63%が成人女性であった。また、男性が水汲みをする約 20%の世帯では、5%で 12 歳以下の少年、10%で 13 歳以上 17 歳以下の青年、5%で成人男性の仕事となっていた。

また、31 世帯で未成年者に水汲み労働の大部分もしくは一部を担わせていると答えた。さらに、その内の 36%が水汲み労働が子供の就学を妨げていると回答した。水汲みを行っている世帯における 1 日当たりの平均水汲み労働時間は、市東側中心部の中所得者層及び低所得者層で、雨季は 0.6～1 時間、乾季は 1.5～2.2 時間であったが、周辺部では雨季には 1.0～6.3 時間、乾季は 0.8～5.0 時間であった。市街地の中心部から周辺の農村部に外れるほど、水汲み時間は長くなる傾向があり、また水道がより普及している地域では、乾季の水道水の不足の影響を強く受け、乾季の水汲み時間が雨季における水汲み時間よりも長くなる傾向が強いことが確認されている。

表 2-7 Hidar 11 ケベレにおける水汲み状況

サンプリング・エリアの ID 及び名前		SA-1: 市中心部北側	SA-2: 市中心部南側	SA-3: 公共水栓配水地区	SA-4: ディアスボラ地区	SA-5: ディアスボラ地区	SA-6: キダマンマヤート 地区	SA-7: アエンテエエ 地区	SA-8: チャルチャラ 井戸軍周辺地区	SA-9: 新規配水池建設 予定地周辺地域	SA-10: 計画対象地域 東側境界地区	SA-11: ベザウィット マリアン教会周辺地域	
所得レベルによる地域の分類		高所得者層	中所得者層	低所得者層	高所得者層	低所得者層	貧困層	中所得者層	貧困層	貧困層	貧困層	貧困層	
水汲みを行っている世帯の割合(%)		0	17	73	10	67	100	8	100	100	90	100	
水汲み 状況	雨季	距離(m)	-	135	336	500	1,331	138	-	449	1,336	412	2,686
		回数(回/日)	-	1.5	1.9	2.0	2.8	2.5	-	2.7	2.7	2.9	3.4
		水汲み時間(時間/日)	-	0.6	1.0	2.0	2.1	0.8	-	1.0	3.7	2.8	6.3
	乾季	距離(m)	-	225	365	500	1,331	138	-	448	1,308	424	2,686
		回数(回)	-	3.5	2.7	3.0	3.4	4.3	-	2.4	4.3	3.6	2.6
		水汲み時間(時間/日)	-	2.2	1.5	4.0	2.0	2.2	-	0.8	4.6	4.6	5.0

(3) 既存給水区域内の所得レベルと水道サービスレベル

Zone 2 の既存給水区域内では、水道サービスのレベル（給水量、給水圧及び給水時間）に著しい地域差がある。特に、比較的標高の高いディアスポラ地区では水不足が深刻であり、質問票調査では、この地区の殆どのサンプル世帯が水道サービスに対する不満を持っていた。また、既存のガブリエル配水池周辺に形成されている工業地域の内、配水池の東側は、配水池に比べて標高が高いため、配水圧及び配水量の確保が特に難しい。東側に位置する工場の多くが深刻な水不足を経験していることが、これらの工場の従業員へのインタビューからわかった。既存給水区域内の所得レベルと水道サービスレベルの詳細については「3-2-1-2 基本方針（2）社会経済条件に対する方針」に後述する。

表 2-8 Hidar 11 ケベレにおける水道サービス状況

サンプリング・エリアの ID 及び名前	SA-1: 市中心部北側	SA-2: 市中心部南側	SA-3: 公共水栓配水地区	SA-4: ディアスポラ地区	SA-5: ディアスポラ地区	SA-6: キダンマヤート 地区	SA-7: アエンテエエナ 地区	SA-8: チャルチャラ 井戸軍周辺地区	SA-9: 新規配水池建設 予定地周辺地域	SA-10: 計画対象地域 東側境界地区	SA-11: ベザウイット マリアン教会周辺地域	
所得レベルによる地域の分類	高所得者層	中所得者層	低所得者層	高所得者層	低所得者層	貧困層	中所得者層	貧困層	貧困層	貧困層	貧困層	
水道サービスを受けている世帯の割合(%)	100	100	100	100	100	75	100	0	0	80	0	
水道サービスの状況	給水日数（日/週）	6.0	5.8	5.3	2.4	2.5	4.3	6.0	-	-	4.8	-
	給水時間（時間/日）	20.0	17.8	15.5	9.0	11.6	18.7	17.2	-	-	19.5	-
水道サービスに満足している世帯の割合(%)	43	50	20	0	0	0	50	-	-	50	-	

2-2-4 環境社会配慮

2-2-4-1 環境影響評価

2-2-4-1-1 環境社会影響を与える事業コンポーネント

本事業のコンポーネントは表 3-1 の通りである。調査対象地については、巻頭の調査対象地域図を参照。

2-2-4-1-2 ベースとなる環境社会の状況

(1) 自然環境

バハルダール市の自然環境の概要は下記の通りである。

・ 土地利用 及び植生

本水道事業の対象としているバハルダール市の東側 (Zone 2) の現在の土地利用は、主に住宅地、工業地域、耕作地、放牧地及び小規模な植林地から成っている。Charchara と呼ばれるタナ湖に面した低地の多くは、雨季に湖水に浸る湿地帯であり、水が退く乾季には周辺のコミュニティが放牧に利用している。Zone 2 の主な水源である Charchara の井戸群はこの低地に位置している。アバイ川の両岸とタナ湖の湖岸 (Charchara 地区を含む) の多くは、パピルス草などの湿地植物に覆われており、魚の餌場及び繁殖地となっている。しかし、それらの上流域の自然植生は、耕作地の開拓、住宅開発、及び家畜の放牧により著しく損なわれており、深い自然森林は残っていない。自生樹木は飛び地状に見られるのみである。

・ 生物圏保護地域及び公園

2015 年 6 月、タナ湖及びその周辺地域は、タナ湖生物圏保護地域 (Lake Tana Biosphere Reserve) としてユネスコに認定された。2015 年 12 月には、アムハラ州の文化・観光局により、この保護地域の正式な管理の開始が発表された。図 2-12 に、本事業の計画対象地域内及びその周辺に存在する同保護地域のコアゾーンとバッファークソーンの境界を示す。これらのゾーンに含まれない計画対象地域内の土地は、全て同保護地域の移行ゾーンに含まれている。各ゾーン区分のアムハラ州及びユネスコによる扱いの要点を表 2-9 に示す。

表 2-9 タナ湖生物圏保護地域の各ゾーンのアムハラ州及びユネスコによる扱い

タナ湖生物圏保護地域のゾーン区分	アムハラ州における扱い	ユネスコによる扱い
コアゾーン	保護の対象として、法律により開発が規制されている地域	各国の法律により開発が規制され、保護されている必要がある。
バッファークソーン	明確な開発規制はないが、開発の内容によっては、EIA の承認を必要とする。	コアゾーンにおける保護の妨げになる活動については規制する必要がある。
移行ゾーン	基本的に、開発規制はない。	概して、バッファークソーンに比べて開発が進んでいる地域。

図 2-12 に示すように、本事業の対象としているバハルダール市東側には、アムハラ州の法律により開発が制限されるコアゾーンは存在しない。

しかし、深井戸群のある Charchara の湿地周辺 (既存の深井戸 No.2~5 と新たな試掘井 TW-No.1~3 の場所を含む)、ガブリエル教会の森、及び市東側の南部にある旧宮殿付近の丘全体の 3 ヲ所は、バッファークソーンに含まれている。なお、バッファークソーンは、コアゾーンとは異なり、アムハラ州の法律上の開発規制がないため、正式には保護区ではないものの、アムハラ州観光・文化開発局 (BoCTPD) のタナ湖生物圏保護地域の担当者によると、ゾーン内での大規模開発については環境影響評価 (EIA) の承認が必要である (アムハラ州

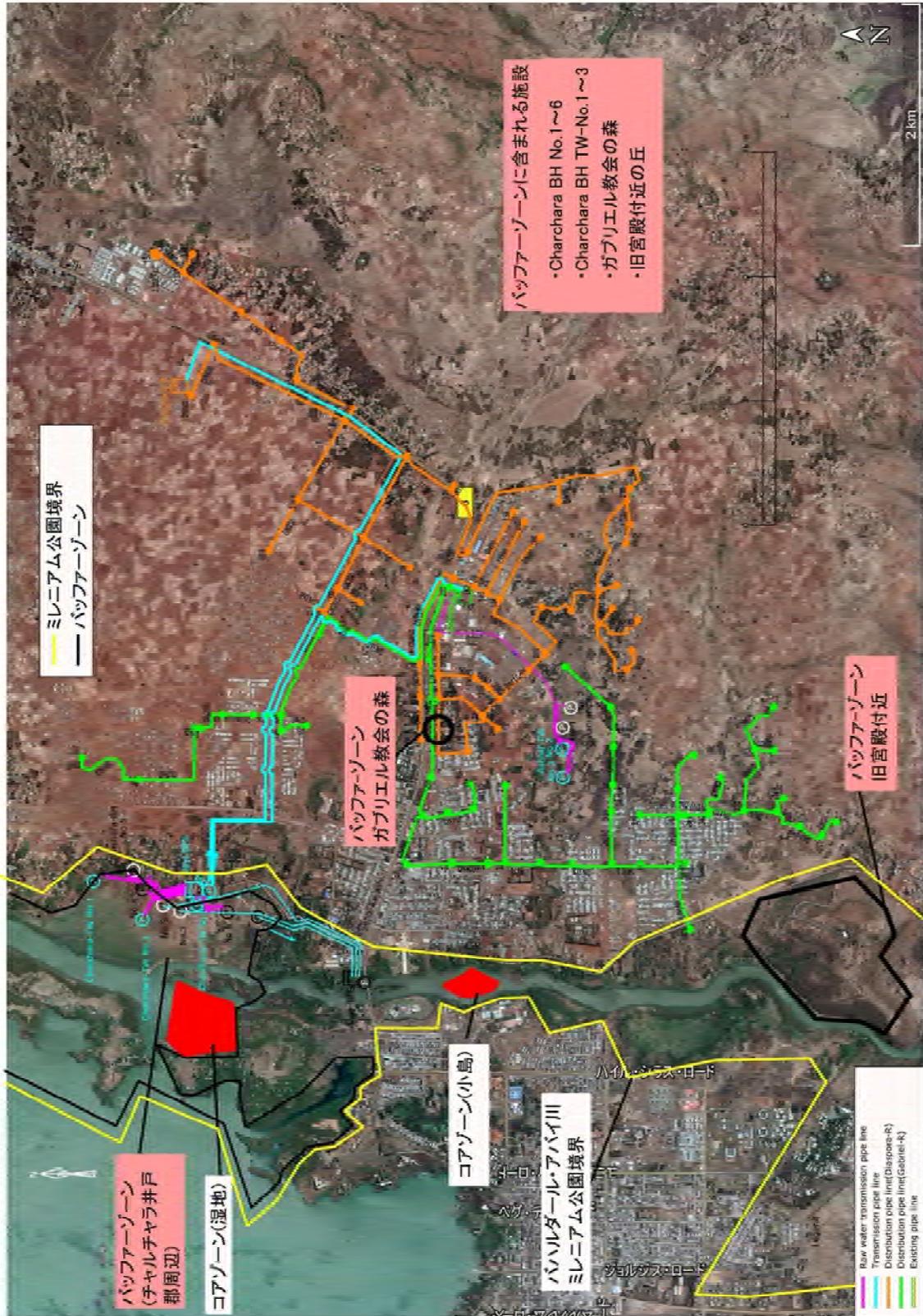
一般 EIA ガイドラインによれば、建物の設置面積が 5,000m² 以上の場合や地下水揚水量が 2,000 m³/日以上の場合、EIA の対象となる)。

一方、ユネスコの生物圏保護地域の登録要件の一つに、当該国の法律により保護された地域をコアゾーンとして含むことがある。そして、バッファゾーンでは、コアゾーンの保護を妨げる活動を制限することとなっている。バッファゾーンは概して、移行ゾーンに比べて開発があまり進んでいない地域であり、それらのゾーンの扱いは、地域的な制約条件等を考慮して、柔軟に決めることになっている。

本事業の場合、バッファゾーンでの施設建設は、規模が小さく、重要な自然生息地でもないため、事業対象地域外で、離れた場所にあるコアゾーンの保護の妨げにならない。そのため、ユネスコの生物圏保護地域の制度からも、本事業におけるバッファゾーンでの施設整備は問題ないと言える。

また、図 2-12 では、バハルダール・アバイ川ミレニアム公園 (Bahir Dar Abay (Blue Nile) River Millennium Park) の上流部と本事業の対象地域の境界を示している。この図に示すように、Charchara の低地、市街地を含むアバイ川両岸及び旧宮殿近くの丘は、このミレニアム公園に属しており、本事業で建設する Charchara の生産井及びポンプ場のサイト及び送配水管敷設ルートの一部は、この公園の境界内に含まれている。

このミレニアム公園は、アバイ川の両岸に、タナ湖からの流出地点付近から 30km 程度下流まで伸びた長細い地域 (4,729 ha) であり、そこには住宅地や政府関係の建物・施設も多く含まれているほか、河岸の湿地には、カンムリ鶴、ワニ、カバ等の生息地も含まれている。公園と呼ばれているものの、全く隔離されておらず、明確な開発規制も行われていない。しかし、バハルダール市役所 (Bahir Dar City Administration : BDCA) のこの公園の管理担当者によれば、この公園内の地域でも住宅地開発等の大規模開発には、EIA の承認が求められている。



出典：Google Earth の衛星画像を使用

図 2-12 対象地域内及び隣接するタナ湖生物圏保護地のコア／バッファゾーン、
ならびにハバルダール・アバイ川ミレニアム公園の上流部分及び事業対象地域の境界

- ・ 地下水位、井戸水及び公共水域の水質
本調査では、既存井戸の揚水試験から始まり、試験井の物理探査・試掘・揚水試験、群井揚水試験ならびに水質検査を行っている。その結果については、「3-2-2-2 取水施設計画 (4) 水質検査」で詳細を説明する。

【Chimbl川とアバイ川】

本事業が対象としている市東側の Zone 2 を流下し、アバイ川に流入する Chimbl 川は、図 2-13 に示すように Zone 2 の上流端に位置するバハルダール大学ゼンゼルマキャンパス（農業・畜産関連の学部がある）からの排水により、汚染されている。大学が周辺農民への河川汚染の賠償・応急的な対応として公共水栓 4 基を建設したこと、及び右の写真の緑黒い河川水と現地を確認した悪臭からも、既に農業用水として適さないレベルまで Chimbl 川が汚染されていると考えられる。また、Chimbl 川は、季節河川であり、乾季には河床上の連続した流れが無くなり、断続的な水溜りとなる。雨季においても表流水の流れが断続的になることがある。さらに、流域面積が狭いために局所的もしくは一時的な降雨によっても河川流量が著しく変動し、雨水流出による土壌流出も深刻である。

Zone 2 での開発の影響を受ける水質状況の参考として、Chimbl 川がアバイ川に流入する地点付近の上流側（タナ湖）と下流側（アバイ川）の水質データ及び水質測定地点の位置を表 2-10 及び図 2-14 に示す。



写真 汚染された Chimbl 川の状況

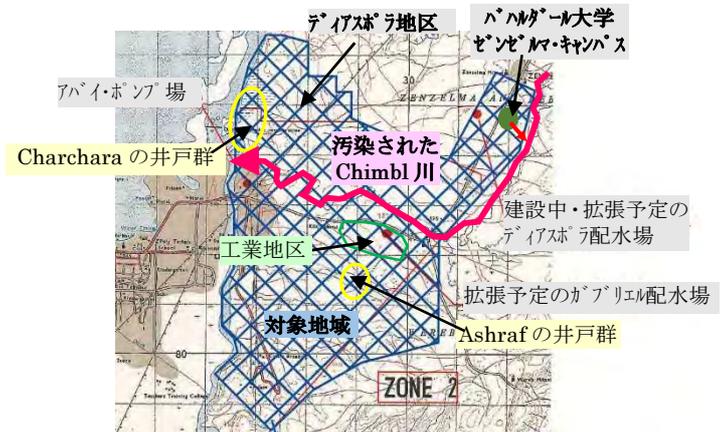


図 2-13 Chimbl 川及び工業地区の位置等

表 2-10 アバイ川に Chimbl 川が合流する地点の上流及び下流の水質データの比較

水質項目	単位	各採水場所での水質				「エ」国の水生生物の保護を目的とした表流水の水質基準(2003)
		タナ湖内のアバイ川への流出点付近 (2010年3月の測定結果)	アバイ川の最上流部 (2013年8月、12月及び2014年4月の測定結果の平均値)			
		① Near Dik	② U Point	③ A Point	④ D Point	
DO	mg/l	5.3	7.8	6.7	7.2	≧6(捕獲対象魚)、≧4(雑魚)
BOD ₅	mg/l	データ無し	5.3	33	8.2	≦5
pH	-	7.6	7.3	7.1	7.7	6.0-9.0
TDS	mg/l	70	101.7	447.8	129	200

出典：Effects of Bahir Dar Textile Factory Effluents on the Water Quality of the Head Waters of Bulue Nile River, Ethiopia, Bahir Dar University (2015) 及び Assessment of Lake Tana Water Quality for Sustainable and Integrated Water Resources Development, Tana Subbasin Organization, Ethiopia (2010)



出典：Effects of Bahir Dar Textile Factory Effluents on the Water Quality of the Head Waters of Bulue Nile River, Ethiopia, Bahir Dar University (2015) 及び Assessment of Lake Tana Water Quality for Sustainable and Integrated Water Resources Development, Tana Subbasin Organization (2010)
Google Earth の衛星画像を使用

図 2-14 アバイ川に Chimbl 川が合流する地点付近の水質測定地点の位置

表 2-10 より、アバイ川最上流部 (U Point、A Point 及び D Point) における溶存酸素濃度 (DO 値) は、別の時期に測定されたダム上流部 (Near Dik) での値よりも良く、捕獲対象魚を保護するための水質基準値を満たしている。

一方、アバイ川最上流部における総溶存物質質量 (TDS) は、ダム上流側のタナ湖内での値よりも悪くなっている。図 2-14 中に示すアバイ川の水質測定地点 U Point は、Chimbl 川

がアバイ川に合流する地点から 850m ほど下流側に位置し、そこでの水質は Chimbl 川の水質の影響を強く示すと考えられる。また、この地点での BOD₅ 値 5.3 mg/L が「エ」国の水生生物の保護を目的とした表流水水質基準(2003)である 5 mg/L を超えている点も、同様の原因と考えられる。

また、Zone 1 側の河岸に近年建設された繊維工場からの廃水処理水の放流地点 A Point (U Point より約 1km 下流) においては BOD₅ が 33mg/L、TDS が 447.8 mg/L と非常に高い値を示しており、その影響がある程度希釈される 500m 程度下流の D Point においても、U Point に比べて著しく高い BOD₅ と TDS の値を示している。このように、A Point とその下流の地点では Zone 1 内の繊維工場からの廃水処理水の影響が大きい。

(2) 社会環境

バハルダール市は「エ」国第三の都市で、同市はアムハラ州の州都として、また青ナイル川の源流をなすタナ湖に接する観光地として急速に発展している。アムハラ州は、「エ」国の歴史の中心だった中央高原を占める州であり、古都ゴンダルやラリベラなど世界遺産も多い。また、農業は古くから盛んで、州の生産高は国内生産の 4 割を占め「エ」国の穀倉地帯となっている。バハルダール市の社会環境の概要は下記の通りである。

① 人口

バハルダール市の人口は以下の通りである。

表 2-11 バハルダール市の人口推計

年	2014	2015	2016	2017
人口	313,415	329,318	345,610	362,297

※ Population Projection of Ethiopia for All Regions At Wereda Level from 2014-2017 (CSA,2013)

② 地域経済

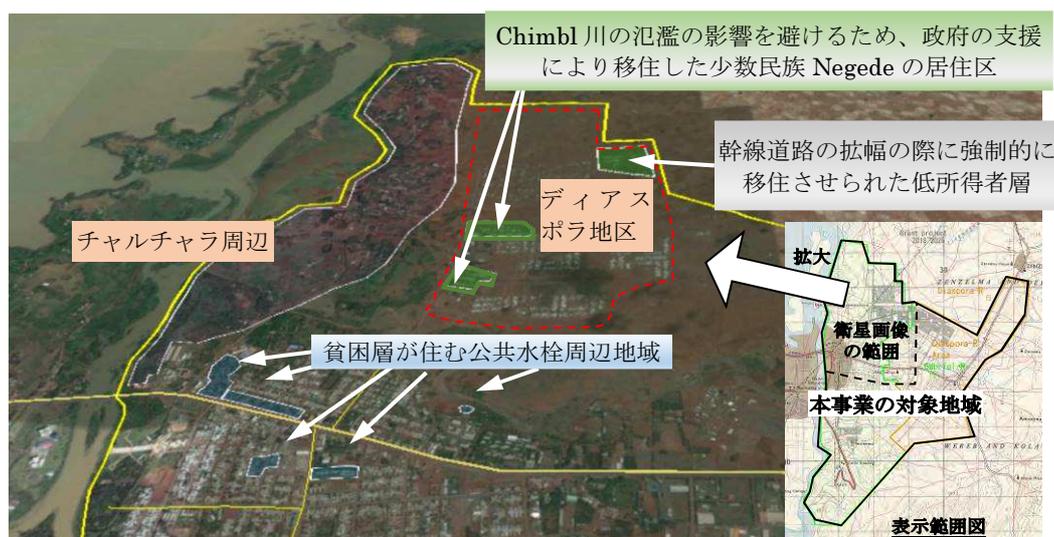
バハルダール市は、「エ」国西部、アムハラ高原にあるタナ湖南東岸であるアバイ川流出口付近に位置する湖岸の主要漁港で、穀類、コーヒーの小集散地である。同地域は観光業も栄えている。

③ 少数民族 及び公共水栓利用世帯

図 2-15 に示すように、ディアスポラ地区内には、差別を受けた歴史を持つ Negede と呼ばれる少数民族が居住するコミュニティが 2 ヶ所ある。

ディアスポラ地域内の Negede のコミュニティには、Chimbl 川周辺の氾濫を避けるために、政府の支援により移住した Negede の人々が住んでおり、その多くが、同地区での住宅開発に肉体労働者として携わっているようである。

このディアスポラ地区内の 2 ヶ所の Negede の居住区と幹線道路の拡幅の際に移住した低所得者層の居住区では、一部の世帯が各戸水道接続を持っており、彼らがその他の近隣世帯に水道水を販売している。一方、Charchara 周辺の住民は、既存給水区域から外れているため、現在もタナ湖や浅井戸の水を利用している。また、この地域では、水売り業者が、他の場所でプラスチック容器（主に 20L）に詰めた水道水を飲料水として販売している。



出典：Google Earth の衛星画像を使用

図 2-15 バハルダール市東側北部における少数民族 Negede の居住地域及び公共水栓周辺の低所得者の居住地域等

なお、バハルダール市東側の中心市街地を抜ける国道 3 号から比較的近い地域に、公共水栓（計 5 ヶ所）が設置された低所得者層の居住地域がある。これらの地域には、地方等から移住したアムハラ人が多く住んでおり、現場での聞き取りの結果から、合計 300 世帯程度が公共水栓を利用していると推定される。

④ 下水整備

「エ」国の常駐人口の 4.5% (The 2014 Ethiopia Mini Demographic and Health Survey) だけが衛生施設にアクセスできるような状況で、下水の整備は十分に対応できていない。バハルダール市において、下水の処理量は限られており、下水発生量 25,538 m³/日のうち処理可能量は、全体発生量の 0.22% の 56 m³/日以下と「エ」国水・灌漑エネルギー省が報告をしている。(Urban Wastewater Management Strategy 2015) 同省は、下水整備の支援をすべく、州レベルで下水整備に係るプロジェクト管理ユニットを設立していく方針である。

2-2-4-1-3 相手国の環境社会配慮制度・組織

(1) 「エ」国における環境社会配慮に関連する法令や基準等

「エ」国では、1995年の環境保護局設立法により EIA の実施機関である環境保護庁 (EPA) が設立された。2002年に環境影響評価法 (No.299/2002) が公布され、EIA の実施について、法的拘束力が発生している。さらに、同国での EIA は、2003年に発行された EIA 実施ガイドライン (案) に従って実施することになっていたが、その後地方分権化が進み、現在は各州において作成された EIA ガイドラインに基づいて、各州内の事業に対する EIA が実施されている。

表 2-12 に、環境一般、EIA、水質汚染、水資源管理に係る「エ」国の関連法制度の一覧を示す。

表 2-12 環境、EIA、水質汚染及び水資源管理に係る「エ」国の関連法制度

種類	法制度名	法制度番号／発行年
政策	環境大綱	環境保護庁／1997年4月
組織	環境保護局設立法	布告 9 号／1995 年
	環境保護機関設立法	布告 295 号／2002 年
EIA	環境影響評価法	布告 299 号／2002 年
	環境影響評価実施ガイドライン案	環境保護庁／2003年12月
	給水部門環境社会影響評価統合ガイドライン	環境保護庁／2004年7月
	環境社会管理計画策定ガイドライン	環境保護庁／2004年11月
汚染	環境汚染コントロール布告	布告 300 号／2002 年
水資源 管理	「エ」国水資源管理布告	布告 197 号／2000 年
	「エ」国水資源管理規則	閣議規定 115 号／2005 年

表 2-12 に示した環境大綱 (Environmental Policy) 以外にも、以下の「エ」国の方針・政策、ならびに法制度が EIA の実施に関連している。

表 2-13 EIA 実施に関連する方針・政策、および法制度

方針 ・ 政策	「エ」国保全戦略 1990
	「エ」国健康政策 1993
	生物多様性政策 1998
	水資源政策
	野生生物政策
	女性に対する国家政策
	HIV/AIDS に対する国家政策

法 制 度	「エ」国憲法 1995
	地方の土地取扱い・保有権に関する布告 No.31/1975 及び No.47/1975
	公衆衛生問題に係る布告 No.200/2000
	用地取得に係る非自発的住民移転に関する布告 No.65/1960
	森林の保全、開発、利用に係る布告 No.94/1994
	鉱物資源の開発に係る布告 No.52/1993

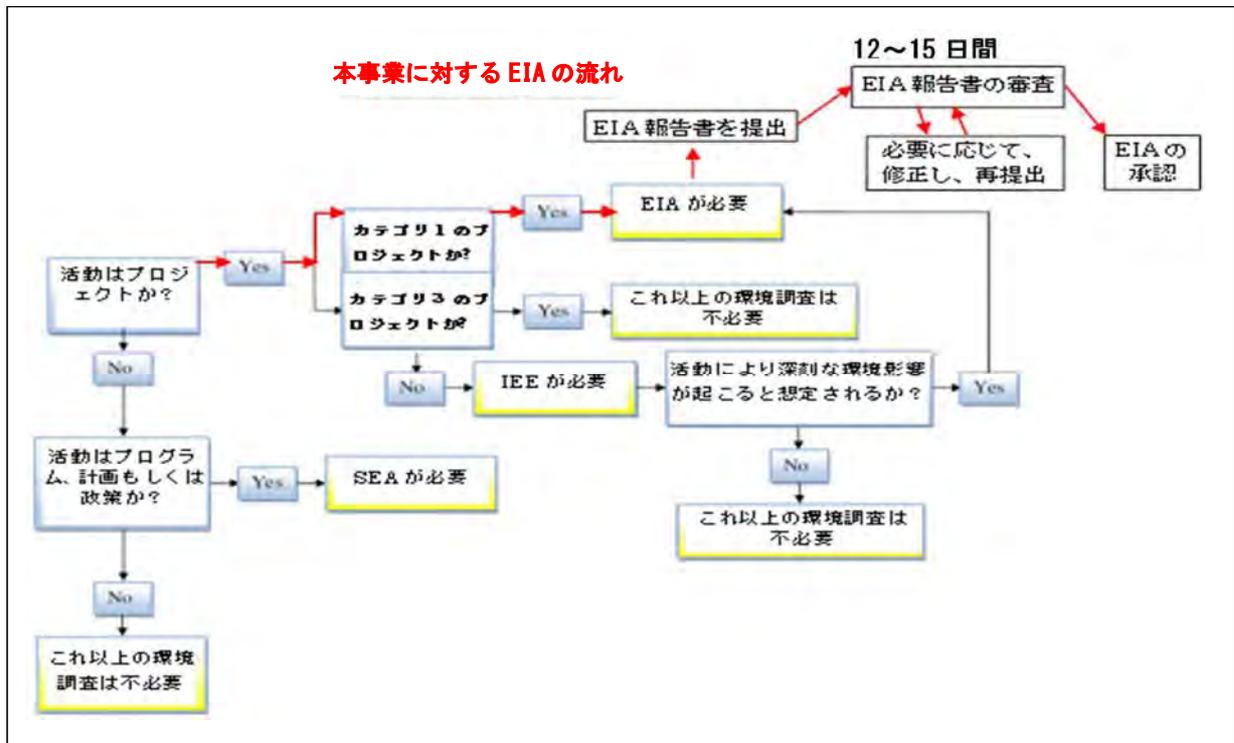
その他関連する法令や基準等の情報は以下の通りである。

- ・ 事業場等からの排水、ばい煙及び廃棄物の排出、騒音、振動等について、EPA が 2011 年に基準を更新している。
- ・ 2013 年には「エ」国基準局 (Ethiopian Standard Agency) が飲料水の水質基準を更新している。
- ・ 自然環境保全のため、野生生物の開発保全、利用に関する布告 (No.541/2007) が制定され、「エ」国野生保護機関 (EWCA) が設立された。
- ・ 森林保全について、森林開発保全、利用に関する布告 (No.542/2007)、土地利用について、地方の土地活用に関する布告 (No.456/2005) が制定されている。
- ・ 文化遺産について、文化遺産の調査、保全に関する布告 (No.209/2000) に基づき、文化遺産調査保全機関 (Authority for Research and Conservation of Cultural Heritage) が設立された。
- ・ 用地取得に係る制度については、「(2) 用地取得・住民移転にかかる法的枠組み」、(1) 用地取得・住民移転にかかる相手国法制度の概要」にて後述する。

(2) EIA 全般のプロセスと進捗

アムハラ州で行われる新規開発事業は、アムハラ州の一般 EIA ガイドラインの最新版 (2011/12 年) に従い、必要に応じて EIA 等を実施し、アムハラ州の審査機関であるアムハラ州環境・森林・野生生物保護局 (EFWPA) から承認を得る必要がある。EFWPA は、2015 年下旬に、アムハラ州の環境保護・土地管理/利用局 (BoEPLAU) が環境保護と土地利用管理を目的とした 2 つの組織に分離した際に設立された。

アムハラ州の一般 EIA ガイドライン (2011/12 年) に記載されているスクリーニングと EIA 手続きの流れを図 2-16 に示す (一部、EFWPA への聞き取りの結果に基づき編集)。



出典：アムハラ州の一般 EIA ガイドライン（2011/12 年）

図 2-16 アムハラ州における EIA プロセスと本事業に対する審査の流れ

本協力準備調査では、本事業の実施機関となる BoWIED との協議により、カテゴリ B が妥当であることを確認した。しかし、本事業では、地下水揚水量が 2,000 m³/日を超えるため、前述したアムハラ州の一般 EIA ガイドラインに従い、EIA 報告書の承認が必要である。

2-2-4-1-4 代替案（事業を実施しない案を含む）の比較検討

まず、本事業を実施しない場合の主な負の影響を示す。

- 1) Zone 2 において、水道水源が不足し、既存給水区域における深刻な水不足がさらに悪化する。その結果、住民の汚染された表流水や水売りからの高額な水への依存度が高まり、住民の健康及び家計がさらに悪化する。また、水不足が深刻化することで、遠方への水汲み労働が増え、水汲みを主に担っている女性の社会進出及び子供の就学がより困難になる。
- 2) 水源施設、送水管、配水池、配水本管などの基幹施設の整備が遅れるため、Zone 2 内で行われている住宅地開発に合わせた給水区域の拡大ができなくなり、新規住宅地に

居住する住民の生活が困難になる。また、ガブリエル配水場周辺の開発中の工業地区に対して十分な給水ができなくなり、Zone 2 への新たな工場の進出が遅れる結果、雇用機会の増加が妨げられる可能性も高まる。

- 3) 現在不適切に行われている水道水の塩素消毒 (Zone 2 では夜間の塩素消毒が行われておらず、昼間の手作業による塩素消毒も不安定) が改善されず、安全性の低い給水が引き続き行われることになる。その結果、水系感染症の感染者数が減らず、また深刻な感染症の流行を引き起こす可能性がある。

以上より、本事業を実施しない場合の負の影響を考慮すると、本事業を実施する妥当性はとても高く、実施が必要であると判断する。

次に、事業サイトの代替案比較による選択を行うため、①水道水源とする深井戸の候補地 12 ヶ所、②新設もしくは拡張する配水場の建設候補地 9 ヶ所、③新設するポンプ場の建設候補地 5 ヶ所を視察し、これらの候補地の比較検討を行った。

表 2-14 水道施設別の建設候補地代替案の比較

分類	場所	建設候補地名	環境・社会面の評価	技術・コスト面の評価	選定結果
生産井 の新設	チャルチャラ周辺	Charchara TW-No.1	耕作に利用されている。既存井戸と離れており、干渉を避けることができる。耕作と放牧に利用されている。周辺の既存井戸との干渉が少ないことが揚水試験により確認された。雨季に水没する可能性がある。	既存のコミュニティ道路をかさ上げすることで、雨季のアクセスを確保できるが、アクセス道路を整備するための費用がかかると見られる。試掘の結果、十分な揚水が可能。	選択
		Charchara TW-No.2			選択
		Charchara TW-No.3	材木用のユーカリの木が植えられている。土地が平坦なため、伐採した場合に著しい土壌侵食が起こる可能性は低い。	既にアクセス道路の改善が行われており、雨季のアクセスも容易。試掘の結果、十分な揚水が可能。アクセス道路の改善を伴わないため、コスト面でも有利。	選択
		Charchara Candidate Site No.4	耕作に利用されている。軍が警備するダムの近くに位置しており、工事時等に何等かの制限を受ける可能性がある。	表層部に溶岩の転石が集まると予想される。	×
		Charchara Candidate Site No.5	耕作に利用されている。畜産施設の下流に位置するため、汚染する可能性がある。また、河岸に近く、工事時等に土壌が河川に流入する可能性が高い。	150m のアクセス道路の建設が必要になるため、工事期間が延び、また費用がかさむ。	×
		Charchara Candidate Site No.6	周辺の建物への距離が近く、工事時の騒音と井戸水の汚染が懸念される。	井戸掘削のためのスペースの確保が困難である。	×
	アパイポンプ場内	Ashraf Candidate Site No.1	耕作に利用されている。住民が強く井戸掘削に反対した。また、Ashraf の工業地域に近く、工場からの排水により井戸水が汚染される可能性がある。	送水先となるガブリエル配水場に最も近く、送水施設の建設費等を軽減できる。	×
		Ashraf Candidate Site No.4 (TW-No.1)	放牧に利用されている。工業地域から離れており、地下水が汚染される可能性が低い。	試掘の結果、十分な水が得られなかった。	×
		Ashraf Candidate Site No.2 (TW-No.2)	耕作に利用されている。また、隣接する西側の土地には材木用のユーカリの木が植えられている。季節河川に隣接している。	ケーシングが破損した既存井戸 Ashraf No.1 の代替井戸として必要。アクセス道路の改善に費用がかかると見られる。	選択 (予備水源として)
		Ashraf Candidate Site No.3 (TW-No.3)	耕作に利用されている。既存のコミュニティ道路に近接するため、その周辺を迂回するようになり、コミュニティ道路の位置をずらす必要がある。季節河川に隣接している。	電気探査の結果、Ashraf の帯水層のほぼ中心に位置していると考えられた。アクセス道路の改善するために費用がかかると見られる。	選択 (予備水源として)

		Chimbl TW-No.1	新しいマーカーケットの建設予定地及び住民の宗教行事用施設からある程度離れている。	×
		建設中デ イヤスボ ラ配水場 の隣接地	大部分が採石場所として利用されており、その事業主が広い面積の用地取得に反対した。	×
		東南側 南側 西南側	石切り場、農家及び牧師の土地を部分的に取得することで、用地取得の影響を分散できる。大部分がI農家により利用されている。この農家が、広い面積の用地取得に強く反対した。	選択 ×
		既存ガブリエル配水場の東側隣接地	以前、BDCA が工業地域の整備のため、農民に補償金を払って取得した土地。現在は一時的な資材置き場として民間業者が利用している。	選択
		国道 3 号沿い アメサセナ	耕作地。汚染対策として配水池の中心から 30m のバッファアアを確保できる広さがある。 耕作地。狭く、30m のバッファアアを確保できない。	× × ×
		旧宮殿付近の丘	耕作地として利用されており、周辺では雨水による深刻な土壌浸食が起きている。	×
		アメサセナ	旧宮殿及び展望場所に近いため、景観への悪影響が懸念される。また、斜面に位置しており、土壌の浸食が起こる可能性が高い。	×
		TW-No.3 の周辺	ユーカリが植えられている。井戸とポンプ場を同一敷地内に建設するため、用地取得を少なくできる。	選択
		既存 井 No.2 と TW-No.3 の中間 南側 東側	TW-No.3 の土地と現在の利用者が同じであり、両方の土地の取得に対して強い反対があった。	×
		既存 井 No.5 の 周辺	耕作地及びユーカリ植林に利用されている。これからの土地の利用者には、過去に BDWSSSS に土地を取得され、さらなる取得に強く反対する者がいる。	×
		既存井 No.5 の送水ル ート沿い	耕作地。用地取得に強く反対する者がいる。傾斜しており、土壌浸食が起こる可能性が高い。	×
配水池 の新設 ・拡張			新しいマーカーケットの建設予定地及び住民の宗教行事用施設からある程度離れている。	×
			大部分が採石場所として利用されており、その事業主が広い面積の用地取得に反対した。	×
			以前、BDCA が工業地域の整備のため、農民に補償金を払って取得した土地。現在は一時的な資材置き場として民間業者が利用している。	×
			耕作地。汚染対策として配水池の中心から 30m のバッファアアを確保できる広さがある。 耕作地。狭く、30m のバッファアアを確保できない。	× × ×
			耕作地として利用されており、周辺では雨水による深刻な土壌浸食が起きている。	×
			旧宮殿及び展望場所に近いため、景観への悪影響が懸念される。また、斜面に位置しており、土壌の浸食が起こる可能性が高い。	×
			ユーカリが植えられている。井戸とポンプ場を同一敷地内に建設するため、用地取得を少なくできる。	選択
			TW-No.3 の土地と現在の利用者が同じであり、両方の土地の取得に対して強い反対があった。	×
			耕作地及びユーカリ植林に利用されている。これからの土地の利用者には、過去に BDWSSSS に土地を取得され、さらなる取得に強く反対する者がいる。	×
			耕作地。用地取得に強く反対する者がいる。傾斜しており、土壌浸食が起こる可能性が高い。	×
ポンプ 場の 新設			新しいマーカーケットの建設予定地及び住民の宗教行事用施設からある程度離れている。	×
			大部分が採石場所として利用されており、その事業主が広い面積の用地取得に反対した。	×
			以前、BDCA が工業地域の整備のため、農民に補償金を払って取得した土地。現在は一時的な資材置き場として民間業者が利用している。	×
			耕作地。汚染対策として配水池の中心から 30m のバッファアアを確保できる広さがある。 耕作地。狭く、30m のバッファアアを確保できない。	× × ×
			耕作地として利用されており、周辺では雨水による深刻な土壌浸食が起きている。	×
			旧宮殿及び展望場所に近いため、景観への悪影響が懸念される。また、斜面に位置しており、土壌の浸食が起こる可能性が高い。	×
			ユーカリが植えられている。井戸とポンプ場を同一敷地内に建設するため、用地取得を少なくできる。	選択
			TW-No.3 の土地と現在の利用者が同じであり、両方の土地の取得に対して強い反対があった。	×
			耕作地及びユーカリ植林に利用されている。これからの土地の利用者には、過去に BDWSSSS に土地を取得され、さらなる取得に強く反対する者がいる。	×
			耕作地。用地取得に強く反対する者がいる。傾斜しており、土壌浸食が起こる可能性が高い。	×

出典：Google Earth の衛星画像を使用

2-2-4-1-5 スコーピング

本事業の実施予定地域について、JICA 環境ガイドラインに基づくスコーピングを BoWIED の C/P 及び環境社会配慮調査の再委託先と合同で実施した。表 2-15 に示すように、対象施設の建設により環境に与える影響を項目ごとに評価した。

表 2-15 スコーピングの結果

分類	影響項目		発生期間		評価理由等
			工事中	運転中	
汚染	1	大気汚染	B ⁻	D	工事中 ：井戸、配水場、ポンプ場等の基幹施設の建設予定地の殆どが住宅地域から離れているため、建設機械、工事車両から生じる排気ガスが住民にとって重大なリスクをもたらすことはない。送配水管は住宅地域内まで敷設されるため、工事車両の排気ガスや土埃による軽度の大気汚染が予想される。 運転中 ：水道水の消毒には、引き続き次亜塩素酸カルシウム粉末（さらし粉）が使用されるため、消毒薬塩素による大気汚染は生じない。
	2	水質汚染	B ⁻	B ⁻	工事中 ：土壌侵食や発生土の投棄による水質汚濁が懸念される。この項目は第 3 項の固形廃棄物、第 12 項の土壌侵食にも関連している。 運転中 ：給水量の増加に伴って排水量が増加するため、川、湖等の水質への悪影響はある程度予想される。また、Charchara の井戸群の周辺には牧場があり、Ashraf の井戸群の上流には工業地域があるため、地下水の汚染が起こる可能性がある。そのため、地下水汚染の可能性については、第 29 項の住民の安全と合わせて、より詳しく検討する。
	3	固形廃棄物	B ⁻	B ⁻	工事中 ：建設サイトにおいては、建設残土などの廃棄物が発生する。これらが適切に処分されない場合、悪影響を及ぼす。 運転中 ：各施設から廃棄物が発生する。本事業において利用できる建設廃棄物の処分場所等を確認する必要がある。
	4	土壌汚染	B ⁻	B ⁻	工事・運転中 ：発電機、車両等からの燃料及び潤滑油の漏れが小規模な土壌汚染を引き起こす可能性がある。
	5	騒音・振動	B ⁻	B ⁻	工事中 ：工事車両等の運転がある程度の騒音や振動を起こす可能性がある。特に住宅地や病院等の騒音に敏感な施設に近接している場合や、ポンプの運転に際して、ポンプ小屋が開放されていたり、家屋と近接している場合には、軽い騒音問題が生じる可能性がある。 運転中 ：運転時の騒音の影響は、適切な施設設計により最小化することができる。
	6	地盤沈下	D	D	工事中 ：工事中には大規模な地下水の揚水を行わないため、地盤沈下は発生しない。 運転中 ：深井戸の開発予定地付近では地盤沈下は発生しておらず、また、地盤調査の結果、強固な粘性土であることが判明したため、地盤沈下への影響はほぼない。
	7	悪臭	D	B ⁻	工事中 ：工事中、強い悪臭を伴う薬品などを使用しないため、周辺への悪臭の影響はない。 運転中 ：消毒用のさらし粉の使用により、弱い刺激臭が生じる可能性がある。これは主に塩素注入室において運転中に発生するが、さらし粉の刺激臭は毒性の高い塩素ガスに比べ、軽微で安全なものである。
	8	底泥	B ⁻	D	工事中 ：整地や管路敷設のための掘削等により土壌侵食が発生する可能性がある。また、工事で発生する土砂を適切に処理せず、水域付近に投棄した場合、雨水により流出し、水域や湿地帯の底に泥が堆積する可能性がある。第 12 項の土壌侵食、第 3 項の固形廃棄物に関連する。 運転中 ：運転中は大規模な土壌侵食は起こらないため、底泥への影響はない。

分類	影響項目		発生期間		評価理由等
			工事中	運転中	
自然環境	9	保護地域	B ⁻	B ⁻	事業サイト全体がユネスコにより登録されたタナ湖生物圏保護地域のバッファゾーンもしくは移行ゾーンに含まれている（法的な保護区であるコアゾーンには含まれていない）。Charchara の新たな試掘井や旧宮殿近隣の配水場候補地は、パハルダール・アバイ川ミレニアム公園（隔離されておらず多くの開発が行われている）にも含まれている。これらの地域での開発規制等について確認が必要である。 工事中 ：生物圏保護地域のバッファゾーンに含まれている Charchara の生産井建設予定地において工事の際に深刻な土壌侵食が起き、泥水が大量にタナ湖に流入した場合には、タナ湖に接する生物圏保護地域のコアゾーンの一つである湿地（事業対象地域外）に悪影響が及ぼされる可能性がある。 運転中 ：新設した施設の運転中、継続的な小規模土壌侵食が発生する場合には、工事時ほどではないものの、コアゾーンに影響が及ぶ可能性がある。
	10	動植物（生態系）	B ⁻	B ⁻	工事・運転中 ：タナ湖に面する Charchara の生産井の建設予定地等には自然林が含まれていないため（毒性を持つ木材用のユーカリ林は存在する）、建設予定地での生態系への悪影響はほとんどないと考えられる。しかし、前述したように工事時に大量の土壌がタナ湖に流入する場合には、生態系に影響する可能性があるため、第9項の保護地域と合わせて、さらに検討する。
	11	景観	B ⁻	B ⁻	工事中 ：道路沿いの送配水管の敷設が、教会前等の景観を短期間損なう可能性がある。 運転中 ：旧宮殿のある丘に新規配水場を建設した場合、景観への影響が出る。
	12	土壌侵食	B ⁻	B ⁻	工事・運転中 ：土壌侵食対策をしても雨期には小規模の侵食が発生する。しかしながら、大きな侵食は回避できると考えられる。配水場やポンプ場の建設場所のみならず、配管ルートやアクセス道路についても土壌侵食対策を施す必要がある。特に工事時の対応が重要である。土壌侵食を軽減するため、更なる調査が必要である。
	13	地下水の流れ	B ⁻	B ⁻	工事・運転中 ：井戸の掘削が建設中及び完工後、地下水の流れに影響を及ぼす可能性がある。 運転中 ：特に、他の既存井戸への悪影響を避けるため、過剰揚水は回避すべきである。この項目については、本協力準備調査において実施する揚水試験等の結果を参考にする。
	14	表流水の流れ	B ⁻	B ⁻	工事・運転中 ：Charchara の湿地に掘削した深井戸周辺は、雨季に湖水に浸る可能性があるため、周辺及びアクセス道路の整備を乾季に施す必要がある。この盛り土が Charchara の湿地における表流水の流れに影響する可能性がある。
社会環境	15	非自発的住民移転/土地利用権	B ⁻	D	工事中 ：配水場及びポンプ場の建設候補地は、現在、耕作地、牧草地及び材木用ユーカリの植林地などに利用されており、それらの土地を取得する際に物理的な住民移転は発生しない。「エ」国では土地の所有は認められないが、用地取得の際には現在の土地利用者に補償金を支払う必要がある。ガブリエル配水場の拡張用地には、BDCA から一時的にこの場所を借りているコンクリートブロック作製業者の物置小屋があるが、BDCA との賃貸契約に基づき、この一時的な建物は補償対象にはならない。本事業では人口密度が高いスラム等への導・送・配水管の敷設を行う必要がない。そのため、既存道路沿いでは、道路用地内（道路脇）への敷設が可能であり、住民移転は発生しない。一部の送水管等は農地下に敷設されるが、地中への敷設後にも耕作を継続できるため、「エ」国では用地取得を必要としない。本事業の配水管網工事では、既存の道路若しくは都市計画により建設される道路のユーティリティスペースを利用するため、用地取得を必要としない。 運転中 ：新たな用地の取得が必要ないため、自発的住民移転や土地収用は発生しない。
	16	貧困層	B ⁺	B ⁺	工事中 ：工事により貧困層の雇用機会が増える。 運転中 ：本事業の実施により、給水区域が拡大し、水不足が解消されることで、現在、安全性の低い河川等の水を利用し

分類	影響項目	発生期間		評価理由等
		工事中	運転中	
				ている、もしくは水売りから高額の水を購入している多くの低所得者等の生活が改善する。このことは、社会条件調査においても確認した。
17	少数民族	B ⁺	B ⁺	Negede と呼ばれる少数民族の 2 つのコミュニティが、ディアスポラ地区内に存在する。 工事中 ：本事業の工事により、彼らの雇用機会が増えると考えられる。 運転中 ：本事業により、ディアスポラ地区の給水状況が改善されれば、彼らの生活が改善する。
18	ジェンダー	D	B ⁺	工事中 ：対象地域では住宅建設や建設資材の生産等に多くの女性が参加しており、本工事は女性の雇用機会も増加させると考えられるため、ジェンダー面での悪影響はない。 運転中 ：対象地域では、習慣的に、水汲みは主に女性の役割とされている。郊外への配水管網の拡張等により、女性の水汲み労働が大幅に軽減されると考えられる。このことは、社会条件調査においても確認した。
19	子ども	B ⁻	B ⁺	工事中 ：歩道付近への送配水管の敷設や弁室等の設置の際、掘削箇所に子供や老人等が転落する可能性がある。したがって、囲いを施すとともに、迅速な埋戻しや仮設としてカバーを施すなどの対処が必要である。 運転中 ：給水の改善により、子供、幼児の水因性疾患の減少など、プラスの効果が期待される。また、給水区域の拡大により、子供の水汲み労働の負担が軽減され、就学の妨げが軽減されると期待される。
20	コミュニティ紛争	B ⁻	B ⁺	工事中 ：配水管の繋ぎ替えなどの際に一時的な断水が発生し、コミュニティ間の不和に発展する可能性がある。また、バンドリズムや反対運動を回避するため、水源となる深井戸や配水場等の周辺コミュニティを給水対象にすることが望まれる。 運転中 ：本事業により現在水不足となっている地域の給水状況が改善し、地域格差が縮まる。
21	土地使用	B ⁻	B ⁻	深井戸、配水場、及びポンプ場の建設候補地は、耕作地、牧草地、及び木材用の植林地として利用されている。 工事中 ：用地取得により、これらの土地利用は減少する。送水管の農地下への敷設が雨季に行われる場合、耕作に悪影響を及ぼす。 運転中 ：また、用地取得により農地等が断片化し、土地の利用が難しくなる可能性がある。第 15 項の土地利用権と合わせて、さらに検討する。
22	経済活動	B ⁺	A ⁺ /D	工事中 ：本事業の実施は、地元住民に工事作業員や警備員等としての新たな雇用機会をもたらす。 運転中 ：給水量が増えることで、特に現在水不足に悩まされている工業地域における経済活動を大幅に改善することができる。また、水売り業者は、需要のある所へ水の販売に回るため、本事業実施により給水施設ができ、その付近での需要がなくなった場合は、需要のある地域へと販売先を変更することが可能なため、本事業による水売り業者への影響は非常に限られる。
<u>23</u>	<u>交通</u>	<u>B⁻</u>	B ⁻	工事中 ：管路敷設時の開削作業は、特に市東部の中心部において交通制限を要する可能性がある。管路敷設の際、掘削した溝に作業員や住民等が転落したり、隣接する住居や他のユーティリティを破損する可能性があるため、事故に係る第 28～30 項に関連している。舗装されていないアクセス道路を雨季に利用する場合には、道路の状態が悪化し、地元交通の妨げとなる。この工事中の交通等への影響については、より詳しく検討する。 運転中 ：地下漏水探査や管路修繕の実施により漏水を減らす必要があるが、これらの活動は時に交通を妨げる。
24	文化財	B ⁻	D	工事中 ：宗教施設等の付近に配管を敷設する場合、工事中、施設の利用が妨げられる可能性がある。 運転中 ：特になし。
25	水利権及び水利用	B ⁻	B ⁻	工事中 ：配管工事等のため、一時的に給水が中断し、水道水の利用に影響する可能性がある。 運転中 ：新規の地下水開発を過剰に行った場合には、同じ帯水層に依存している既存の深井戸からの取水量に悪影響を及ぼす可能性がある。
26	公衆衛生(感染症)	B ⁻	A ⁺	工事中 ：水が溜まった溝等に蚊が発生したり、他の地域からの労働者の流入により、AIDS/HIV 等の感染症が広まる可能性がある。 運転中 ：水道の普及及び塩素消毒の改

分類	影響項目		発生期間		評価理由等
			工事中	運転中	
	含む)				善により、基本的には公衆衛生が著しく改善するが、もし供給する水の塩素消毒が適切に行われない場合や畜産廃水などにより水源である地下水が汚染される可能性がある場合には、水系感染症が発生する可能性が高まるため、注意が必要である。
	27	利益配分	D	B ⁻	工事中 ：工事に際しては、特定の民族や所得者層が工事に係わる労働力から除外されることはないと考えられるため、利益配分に関する悪影響はない。 運転中 ：事業対象エリア全体において適切に給水が行われ、不平等な利益配分が起こらないよう注意が必要である。この項目は第 16 項の貧困層と第 17 項の少数民族に関連している。
	28	社会関係資本や地域の意思決定機関等	D	D	工事中 ：本事業のための工事により、意思決定の構造や、地域コミュニティのあり方は変化しない。 運転中 ：本事業で建設する施設の運転により、意思決定の構造や、地域コミュニティのあり方は変化しない。
事故	29	労働者	B ⁻	B ⁻	工事中 ：掘削場所、高架建設場所等において、労働者が事故にあう可能性がある。 運転中 ：さらし粉等の薬品の取り扱いや電気設備の操作が、健康被害や事故に繋がる可能性がある。
	30	住民	B ⁻	D	工事中 ：路上等に放置された建設用機器や工具が、子供、歩行者、運転手等の安全を脅かす可能性がある。また、配水管等の敷設や修繕のために掘削した溝に、住民が転落する恐れがある。 運転中 ：建設する水道施設は地下に埋設されるもしくは柵で囲まれるため、住民が施設の運転中に事故に会う可能性はほぼない。
	31	財産、公的施設	B ⁻	D	工事中 ：送配水管の敷設を行う際に、民家の柵壁や電話線等の他のユーティリティを破損する可能性がある。 運転中 ：運転の際には、民家の柵壁や電話線等の他のユーティリティを破損する可能性はない。

注) 環境スコーピングの評価カテゴリ：

- A+/-：重大な正 (+) もしくは負 (-) の影響が予想される
- B+/-：ある程度の正 (+) もしくは負 (-) の影響が予想される
- C：影響の有無は不明
- D：影響はないと予想される

2-2-4-1-6 環境社会配慮調査の TOR

スコーピング結果に基づいて、環境社会配慮調査に係る TOR を作成した。以下に TOR を示す。

表 2-16 スコーピング結果に基づく環境社会配慮調査の TOR

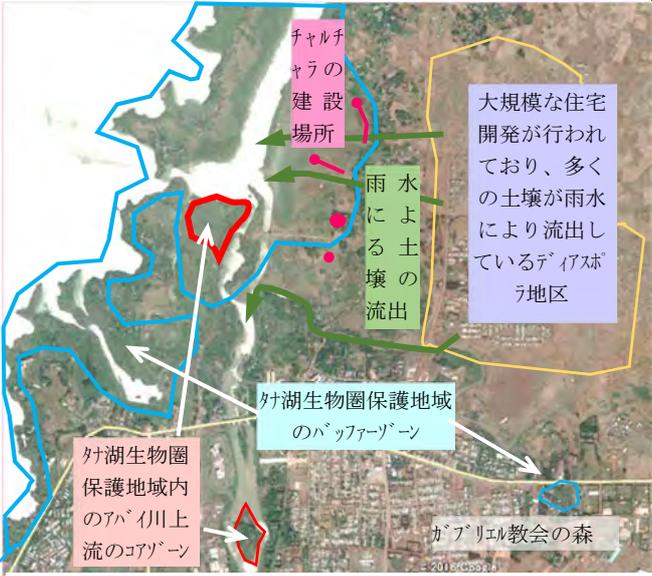
環境項目	調査項目	調査手法
代替案の検討	① 生産井、配水場、ポンプ場の建設予定地の選定 ② 送配水管ルート状況	① 井戸の試掘による十分な揚水量が確保できる場所の特定 ② 住居移転の回避、汚染対策のためのバッファの確保、用地取得の最小化 ③ 既存道路沿いへの送配水管の敷設、計画道路ルート沿いへの敷設についての BDCA との調整の確認
水質汚染	① 水質・環境基準 ② 河川の汚染状況 ③ 既存井の水質	① 水質・環境基準についての情報収集 ② 河川の汚染状況についての情報収集 ③ 河川の汚染源と汚染状況の視察 ④ 井戸の水質試験
廃棄物	① 建設廃棄物等の処分方法	① 関連機関へのヒアリング ② 廃棄物処分場の視察
保護地域	① 保護地域の境界 ② 開発規制	① 既存資料調査 ② 関係機関へのヒアリング ③ 現地踏査
土壌侵食	① 対象地域における土壌侵食状況 ② 土壌侵食が起りやすい建設用地の回避	① 既存資料調査 ② 現場踏査
地下水の流れ	① 限界揚水量 ② 井戸間の水位干渉	① 既存資料調査 ② 揚水試験の実施 ③ 群井揚水試験の実施
用地取得	① 用地取得の手順 ② 用地取得の規模 ③ 現地側による適切な用地取得の支援	① 関連法制度の調査 ② 対象地域の衛星画像による状況の確認 ③ 現地踏査による状況の確認 ④ 建設予定地の土地利用権を持つ住民の特定、彼らの土地の境界の確認と利用権を持つ総土地面積等についてのヒアリングの実施 ⑤ 現地側による用地取得状況のモニタリング
交通	① 送配水管ルートの交通状況	① 対象地域の衛星画像による交通に影響を及ぼす可能性が比較的高い場所の特定 ② 特定した場所への現地踏査による状況確認
ステークホルダー協議	2段階で実施 ① スコーピング案段階 ② ドラフト報告書段階	① 事業対象地域の住民（100世帯）に対する質問票調査の中で、環境社会面での懸念事項等について意見収集を実施 ② ステークホルダー協議（開催時期：2016年4月、対象：関連機関、建設候補地の農民、NGO、産業関係者等）

2-2-4-1-7 環境社会配慮調査結果（予測結果を含む）

前表に示すように、建設期間もしくは運転期間において、本事業により、深刻な負の影響が及ぼされる環境影響項目は見当たらない。このスコーピングの結果を受けて、ある程度の負の環境影響（B⁻）が想定される下記の7項目（第2、3、9、12、13、15及び23項）を重点影響評価項目とし、括弧書きで示しているそれらの関連項目と合わせて、より詳しい環境影響の評価を実施した。

表 2-17 環境社会配慮調査の結果

影響項目	環境社会配慮調査の結果	その他の関連環境項目
2	<p data-bbox="197 1196 300 1227">水質汚染</p> <p data-bbox="395 416 1284 477">「給水による汚水量の増加に起因した表流水汚染」及び「周辺の土地利用による地下水汚染」</p> <p data-bbox="395 512 1284 730">Chimbl 川は、本事業の対象地域内部を流れる季節河川の中で特に規模が大きい。バハルダール大学は、ゼンゼルマキャンパスからの排水により、この Chimbl 川を生活用水及び農業用水としての利用が不適切なレベルまで汚染したため、周辺農民への賠償・応急対処として公共水栓 4 基を建設したが、公共水栓への配水に問題があり、農民の生活用水も十分に確保できていない。このキャンパスでは、BDCA からの拡張用地の提供がまだ行われていないため、適切な排水処理施設を建設できる見込みが立っていない。</p> <p data-bbox="395 766 1284 1115">このような状況の中、本事業の水道施設拡張による給水量増加に伴い、このキャンパスからの排水や住宅地からの生活排水等が増加した場合には、Chimbl 川の水質汚染の度合いは更に悪化する。一方、本事業では、大学が建設した公共水栓 4 基への配水状況を著しく改善する予定であるため、Chimbl 川周辺の農民は本事業の主な裨益者となる。Chimbl 川が合流するアバイ川の上流部についても既に水生生物の保護に適さないレベルまで汚染が進んでおり、アバイ川の水質についてもさらに悪化させる可能性がある。また、対象地域内を流下するその他の小規模な季節河川（小川）を含でも、流入する汚水の量が増えた場合、時期によっては自然流による希釈が見込めず、劣悪な水質になる可能性がある。雨季の間、これらの季節河川に頼っている不安定な住民の生活を守るためにも、対象地域全体への安定した給水の確保が重要であると考えられる。</p> <p data-bbox="395 1182 1284 1400">Ashraf 地区については、「3-2-2-2 取水施設計画(4)水質検査」で示すように、Ashraf No.1 と Ashraf No.2 の井戸は、簡易水質試験結果より、硝酸の値が比較的 low (1mg/L)、水温が高い傾向を示している。また、室内水質検査により Ashraf No.2、Ashraf TW-No.2、Ashraf TW-No.3 の井戸は、健康項目、農薬、有機化合物について「エ」国の飲料水水質基準を超えるものはなかったものの、アルカリ度については Ashraf No.2 および Ashraf TW-No.3 から「エ」国の飲料水水質基準を超える値を得た。ただし、アルカリ度は WHO ガイドライン値が設定されていない。</p> <p data-bbox="395 1435 1284 1688">上記の通り、Ashraf の井戸群の現在の水質は良好であるが、この井戸群の上流側にある工業地域の開発が進み、市西側と同様に、廃水による汚染を引き起こす可能性が高い繊維工場、皮なめし工場等が建設された場合には、化学物質による表流水や浅井戸の汚染が起こる可能性がある。また、汚染した表流水や表層近くの地下水が、何等かの理由により、深井戸の水に混入する可能性があるため、注意が必要である。深井戸の水質については、給水量の増加により汚染が深刻化する可能性がある河川の水質と同様に、「2-2-4-1-10 環境管理計画・モニタリング計画」で説明する環境モニタリング計画の対象としている。</p>	<p data-bbox="1310 1182 1460 1243">第 3、12、及び 29 項</p>

影響項目	環境社会配慮調査の結果	その他の関連環境項目
<p>3 固形廃棄物</p>	<p>「残土等の廃棄物の影響」 BDCA が利用している市東側（ディアスポラ地区と Charchara の間）にある残土等の建設廃棄物の処分場と市中心部から南に向かう Adiss Abay Road 沿いにある一般廃棄物兼汲取り汚泥の処分場の現状を視察した。</p>  <p>残土等の建設廃棄物の処分場（建設用土の採掘跡地を利用している） 一般廃棄物の処分場所（適切な埋め立て処分は行われていない） 汲取り便所や腐敗槽からのし尿及び汚泥を廃棄している処分場所</p> <p>視察した残土等の建設廃棄物の処分場は、建設用土の採掘跡地を利用している。この採掘跡地は、雨水が流出しにくい閉鎖された形状の窪地になっているため、降雨により残土が水域に流れ出る可能性は低い。しかし、窪地底部に下りるためのアクセス道路上に建設残土が積まれ、処分場として利用できない状態になっているため、使用する際にはアクセス道路から残土を除く必要がある。</p> <p>本事業において建設される配水場等で発生し、BDCA により回収される一般廃棄物と配水場等に設置される汲取り式便所から BDWSSS が回収するし尿は、市南方の郊外に位置する処分場に廃棄されることが考えられる。この処分場では、適切な埋め立て処分及びし尿処理が行われていないため、今後改善されるべきである。</p>  <p>図 2-17 ディアスポラ地区からの雨水による土壌流出と、タナ湖生物圏保護地域のコア及びバッファゾーンと建設場所の位置的な関係（出典：Google Earth の衛星画像を使用）</p>	<p>第 2 及び 14 項</p>

影響項目		環境社会配慮調査の結果	その他の関連環境項目
9	保護地域	<p>第9項「保護地域への工事の影響」、第12項「工事の際の土壌侵食」</p> <p>図2-17に示すタナ湖生物保護地域のバッファゾーンに含まれる Charchara の深井戸、新規ポンプ場、アクセス道路の工事の際に、同保護地区への土壌流出が懸念される。特に、雨季の建設工事では、多くの土壌が流出する可能性があり、Charchara の西側の半島部分に位置するコアゾーンにも影響が及ぶことが懸念される。</p> <p>タナ湖及びアバイ川に流入する泥水は、タナ湖生物圏保護地域の生態系に悪影響を及ぼしていると考えられる。2015年に作成されたこの保護地域の環境管理計画（案）においては、今後5年間の管理目標の一つとして、タナ湖の濁度を5%削減することが掲げられている。図2-17に示すタナ湖内のアバイ川への流出部に位置するコアゾーンには、バピルスが生い茂り、湖の水位が高い時期にはその土地の大半が水に浸かる。この場所は、渡り鳥の休息地、魚の餌場・繁殖場所、及びカバの生息場所となっている。そのため、ディアスポラ地区からの泥水の流入に加えて、本事業における施設建設により、土壌の周辺水域への流入を著しく増やさないように注意する必要がある。</p>	第10、11及び24項
12	土壌侵食		第2、8及び14項
13	地下水の流れ	<p>「地下水の過剰揚水」</p> <p>Charchara の井戸群では、新たに掘削した深井戸を含めた複数の井戸から同時に限界揚水量程度の水を揚水した場合、井戸間の干渉により数センチから数十センチ程度、地下水位が低下する。この干渉による水位低下は、各井戸のポンプの揚程と比べて僅かであり、また低下した水位は安定し平衡に達するため、揚水量は変化しない。このように、Charchara の地下水は豊富であるといえるが、現状では雨季と乾季で1m程度の水位変化が起きており、乾季には0.75cm/日程度水位が低下する。また、群井揚水試験の結果から、新たに掘削した井戸からも揚水する場合には、乾季の水位低下は最大で1.4cm/日程度になると推定されたため、乾季の間に3.4m程度、地下水位が低下すると考えられる。この低下した地下水位は雨季の地下水涵養により回復するが、今後、地下水を長期的にモニタリングすることで、雨季に水位が完全に回復するかを確認する必要がある。</p> <p>Ashraf の井戸群については、Charchara の井戸群に比べて適正揚水量が限られており、また各井戸から単独で揚水する際の水位低下も大きい。例えば、Ashraf の既存井戸 No.1 では稼働時に30m程度の水位低下が起こっている。Ashraf では、この水位低下が大きく既存井戸 No.2 に隣接している既存井戸 No.1 を廃止し、十分な距離を確保して試掘した TW-No.2 及び TW-No.3 を緊急等に用いる予備水源として開発することを計画している。そのため、複数の井戸を同時に稼働することによる干渉や過剰揚水を引き起こす可能性は低いと考えられる。</p> <p>また、Ashraf の井戸群と Charchara の井戸群の両方とも、井戸ごとに評価する限界揚水量の70%を適正揚水量として設定しているため、安定して適正用水量分の揚水を行うことが可能だと考えられる。ただし、Ashraf の井戸群についても、Charchara の井戸群と同様に、地下水位の継続的なモニタリングを実施し、雨季の地下水涵養により、毎年持続的に利用できるレベルまで地下水位が回復することを確認する必要がある。この地下水位のモニタリングについても、環境モニタリング計画の対象としている。</p>	第6及び25項
15	非自発的住民移転／土地利用権	<p>「深井戸、配水場及びポンプ場の拡張・新設等のための用地取得」</p> <p>「2-2-4-2-2 用地取得・住民移転にかかる法的枠組み (1)用地取得・住民移転にかかる相手国法制度の概要」にて後述する。</p>	第21項

影響項目		環境社会配慮調査の結果	その他の関連環境項目
23	交通	「送配水管敷設の際の交通等への影響」 提案された送配水管のルート状況を、最近撮影された衛星画像上で確認した。その際に特定した注意すべき箇所を視察し、交通等への影響を評価した。Zone 2には日常的に交通渋滞を起こしているような交通量が特に多い道がないため、送配水管の敷設による影響は小さいと判断した。ただし、道路を横断して管路を敷設する箇所では、交通の妨げとなるため、交通整理や工事の実施時間帯等に配慮する必要がある。また、本事業において、新たな送配水管を今後整備される道路沿いに敷設するルートについては、道路整備を担当している BDCA と、本事業の詳細設計の段階等において、十分に調整する必要がある。	第 28～30 項

2-2-4-1-8 影響評価

影響評価の結果を表 2-18 に示す。この表中において灰色がけされている環境項目は、前述したように、スコーピングの結果、重点影響評価項目とした環境項目である。

表 2-18 スコーピング案及び調査結果

分類	影響項目		スコーピング時の評価		詳細調査後の最終評価		最終評価理由
			工事中	運転中	工事中	運転中	
汚染	1	大気汚染	B ⁻	D	B ⁻	D	工事中 ：井戸、配水場、ポンプ場等の基幹施設の建設予定地の殆どが住宅地域から離れているため、建設機械、工事車両から生じる排気ガスが住民にとって重大なリスクをもたらすことはない。送配水管は住宅地域内まで敷設されるため、工事車両の排気ガスや土埃による軽度の大气汚染が予想される。 運転中 ：水道水の消毒には、引き続き次亜塩素酸カルシウム粉末（さらし粉）が使用されるため、消毒薬塩素による大気汚染は生じない。
	2	水質汚染	B ⁻	B ⁻	B ⁻	B ⁻	工事中 ：Charchara での工事の際に、雨水流出による土壌侵食が起これ、タナ湖に濁水が流入する可能性がある。「エ」国のガイドライン環境基準（2003）に含まれる水生生物保護のための表流水の水質基準では、総浮遊物質（TSS）の最大値を 50mg/L としているが、2010 年のデータでは、Charchara からタナ湖内に 2 km 程度入った水域での雨季の TSS 値がこの基準値の 3 倍程度に達している。雨季に工事を行った場合には、このような状況が、ある程度、さらに悪化する可能性がある。 運転中 ：（表流水）本事業の結果、未処理もしくは処理が不十分な排水及び土壌流出が増える可能性があり、それらが、ある程度 Chimbl 川等の状況をさらに悪化させる可能性がある。（地下水）これは本事業が与える影響はないが、Ashraf 井戸群の上流側で、工業地域の開発が進んだ場合、地下水汚染を引き起こす可能性がある。
	3	固形廃棄物	B ⁻	B ⁻	B ⁻	B ⁻	工事中 ：BDCA が利用している対象地域内にある残土の処分場は、建設用土を採掘した際にできた窪地（雨水流出が起きにくい閉じた地形）である。この処分場を建設廃棄物の処分に利用した場合には、建設残土等と接触した水が地下浸透するものの、雨水による流出を避けることができるため、環境への影響は少ない。 運転中 ：本事業の運転時に発生する固形廃棄物等は、BDCA が管理している固形廃棄物や腐敗槽等から汚泥の処分場に運ぶことで、水道施設周辺の環境への影響を避けることができる。ただし、BDCA が管理する処分場では衛生的な埋め立てが行われていないため、環境への悪影響が若干間接的に起こる可能性がある。
	4	土壌汚染	B ⁻	B ⁻	B ⁻	B ⁻	工事・運転中 ：発電機、車両等からの燃料及び潤滑油の漏れが小規模な土壌汚染を引き起こす可能性がある。

分類	影響項目		スコアリング時の評価		詳細調査後の最終評価		最終評価理由
			工事中	運転中	工事中	運転中	
	5	騒音・振動	B ⁻	B ⁻	B ⁻	B ⁻	工事中 ：工事車両等の運転がある程度の騒音や振動を起こす可能性がある。特に住宅地や病院等の騒音に敏感な施設に近接している場合には、軽い騒音問題が生じる可能性がある。 運転中 ：新規ポンプ場における送水ポンプの運転に際して、隣接地に住居があるため、軽い騒音問題が生じる可能性がある。
	6	地盤沈下	D	D	D	D	運転中 ：深井戸の開発予定地付近では地盤沈下は発生しておらず、地盤も強固なため、影響はないと予想される。
	7	悪臭	D	B ⁻	D	D	運転中 ：消毒用のさらし粉の使用により、弱い刺激臭が生じる可能性がある。これは主に塩素注入室において運転中に発生するが、さらし粉の刺激臭は毒性の高い塩素ガスに比べ、軽微で安全なものである。また、塩素注入設備を用いて自動塩素注入を行うことが決まったため、塩素注入技師がさらし粉に直接触れる頻度が少なくなることから、評価をDに変更した。
	8	底泥	B ⁻	D	B ⁻	D	工事中 ：整地や管路敷設のための掘削等により土壌浸食が発生する可能性がある。また、工事で発生する土砂を適切に処理せず、水域付近に投棄した場合、雨水により流出し、水域や湿地帯の底に泥が堆積する可能性がある。
	9	保護地域	B ⁻	B ⁻	B ⁻	B ⁻	工事中 ：タナ湖生物圏保護地域のコアゾーンの1つ（湿地）が、Charchara 周辺のバッファゾーン内の建設予定地から、タナ湖の湖岸水域と小島を挟んだ約1km離れた場所にある。上述したように、ディアスポラでの住宅開発に伴う土壌侵食とタナ湖への濁水の流入が懸念される状態の中、本事業の工事によりタナ湖への濁水の流入がさらに増え、コアゾーンとなっている湿地の水生生物に影響する可能性がある。 運転中 ：建設された施設周辺において、雨季に小規模の土壌侵食が起き、タナ湖への土壌流入が多少増え、コアゾーンとなっている湿地に若干影響を及ぼす可能性がある。
	10	動植物（生態系）	B ⁻	B ⁻	B ⁻	B ⁻	工事中 ：タナ湖に面する Charchara の生産井の建設予定地等には自然林が含まれていないため（毒性を持つ木材用のユーカリ林は存在する）、建設予定地での生態系への悪影響はほとんどないと考えられる。しかし、前述したように工事時に大量の土壌がタナ湖に流入する場合には、生態系に影響する可能性がある。 運転中 ：工事中に比べて小規模だが、毎年起こる雨季の土壌侵食が影響を及ぼす可能性がある。
	11	景観	B ⁻	B ⁻	B ⁻	D	工事中 ：道路沿いの送配水管の敷設が、教会前等の景観を短期間損なう可能性がある。 運転中 ：旧宮殿のある丘に新規配水場を建設しないことが決定されたため、景観への影響はないと予想される。
	12	土壌侵食	B ⁻	B ⁻	B ⁻	B ⁻	工事中 ：上記の項目2及び項目9の工事中の記述と同様。 運転中 ：建設された施設周辺において、雨季に規模の小さい土壌侵食が起きる可能性がある。
自然環境	13	地下水の流れ	B ⁻	B ⁻	D	B ⁻	工事中 ：深井戸の試掘は終わっており、大きな問題は報告されていない。 運転中 ：Zone 2の既存井及び試掘井に対する揚水試験及び群井揚水試験の結果に基づき、適正揚水量が設定され、井戸間に著しい動水位の干渉が起きないことが確認された。しかし、雨季の地下水の涵養が揚水量を下回り、地下水位が長年に渡り徐々に低下する可能性がある。
	14	表流水の流れ	B ⁻	B ⁻	D	D	工事・運転中 ：Charchara の湿地に掘削した深井戸周辺は、雨季に湖水に浸る可能性があるため、4WD、ピックアップトラック等の車両のトラフィックビリティを確保することを目的として周辺及びアクセス道路への砂利を乾季に施す。砂利は浸透性があるため、この砂利が Charchara の湿地におけるタナ湖へ流入する雨水流出の流れを妨げることはない。
	15	非自発的住民移転/土地利用権	B ⁻	D	B ⁻	D	工事中 ：本事業では物理的な住民移転は発生しないが、用地取得が必要である。BDWSSS はアムハラ州の規定に基づいて、現在耕作地、放牧地及び材木用ユーカリの植林地として利用されている土地を取得するため、補償金を支払う必要がある。
	16	貧困層	B ⁺	B ⁺	B ⁺	B ⁺	工事中 ：工事により貧困層の雇用機会が増える。 運転中 ：本事業の実施により、給水区域が拡大し、水不足が解消されることで、現在、安全性の低い河川等の水を利用してい

分類	影響項目	スコーピング時の評価		詳細調査後の最終評価		最終評価理由	
		工事中	運転中	工事中	運転中		
社会環境						る、もしくは水売りから高額の水を購入している多くの低所得者等の生活が改善する。	
	17	少数民族	B+	B+	B+	B+	Negede と呼ばれる少数民族の 2 つのコミュニティが、ディアスポラ地区内に存在する。 工事中 ：本事業の工事により、彼らの雇用機会が増えると考えられる。 運転中 ：本事業により、ディアスポラ地区の給水状況が改善されれば、彼らの生活が改善する。
	18	ジェンダー	D	B+	D	B+	対象地域では、習慣的に、水汲みは主に女性の役割とされている。 運転中 ：郊外への配水管網の拡張等により、女性の水汲み労働が大幅に軽減されると考えられる。
	19	子ども	B-	B+	B-	B+	工事中 ：歩道付近への送配水管の敷設や弁室等の設置の際、掘削箇所にて子供や老人等が転落する可能性がある。したがって、囲いを施すとともに、迅速な埋戻しや仮設としてカバーを施すなどの対処が必要である。 運転中 ：給水の改善により、子供、幼児の水因性疾患の減少など、プラスの効果が期待される。また、給水区域の拡大により、子供の水汲み労働の負担が軽減され、就学の妨げが軽減されると期待される。
	20	コミュニティ紛争	B-	B+	D	B+	工事中 ：新設する深井戸および配水場の周辺の農村が給水対象になったため、不公平感からパンダリズムが起きる可能性はないと予想される。 運転中 ：本事業により現在水不足となっている地域の給水状況が改善し、地域格差が縮まる。
	21	土地使用	B-	B-	B-	D	深井戸、配水場、及びポンプ場の建設候補地は、耕作地、牧草地、及び木材用の植林地として利用されている。 工事中 ：用地取得により、これらの土地利用は減少する。送水管の農地下への敷設が雨季に行われる場合、耕作に悪影響を及ぼす。 運転中 ：用地取得により農地が断片化し、用地取得の対象とならなかった周辺の農地での耕作の継続が困難とならないように、BDCA、農民及び BDWSSS 間でのネゴシエーションを通して用地取得境界が決定された。そのため、運転中の影響はないと判断し、評価を D に変更した。
	22	経済活動	B+	A+	B+	A+	工事中 ：本事業の実施は、地元住民に工事作業員や警備員等としての新たな雇用機会をもたらす。 運転中 ：一方、水売り業者は、水道の改善により商いへの悪影響を受ける可能性があるが、給水量が増えることで、特に現在水不足に悩まされている工業地域における経済活動を大幅に改善することができる。
	23	交通	B-	B-	B-	D	工事中 ：道路脇への送配水管の敷設を予定している既存道路は、市の中心部に比べ交通量が少ない、もしくは道路幅が比較的広い道路であるため、送配水管敷設時の交通への影響は少ないと予想される。ただし、道路を横断する管路を敷設する箇所では、横断管を敷設する間、交通を妨げる可能性があるため特に注意が必要である。 運転中 ：破裂や漏水を起こした送配水管の修繕を行う際には、多少交通に悪影響を及ぼす可能性があるが、工事中の影響よりもさらに小規模であり、ほとんどないと言える。
	24	文化財	B-	D	B-	D	工事中 ：宗教施設等の付近に配管を敷設する場合、工事中、施設の利用が妨げられる可能性がある。
	25	水利権及び水利用	B-	B-	D	B-	工事中 ：既存の配水支管の分岐部には仕切弁が設置されており、また水不足のため断続給水を行っている。そのため、配管工事のために、改善対象地域外まで広く、断水時間を延ばす必要はないと予想される。 運転中 ：新規の地下水開発を過剰に行った場合には、同じ帯水層に依存している既存の深井戸からの取水量に悪影響を及ぼす可能性がある。地下水に水利権はないため、水利権への影響はない。
26	公衆衛生	B-	A+	B-	A+	工事中 ：水が溜まった溝等に蚊が発生したり、他の地域からの労働者の流入により、AIDS/HIV 等の感染症が広がる可能性がある。 運転中 ：水道の普及及び塩素消毒の改善により、公衆衛生が著しく改善する。	
27	利益配分	D	B-	D	B+	運転中 ：スコーピング段階では、整備する配水管網等の内容によっては、水圧、給水量等の面で不平等な給水が行われる可能性があるとして判断した。しかし、本事業により対象地域の配水管網を 2 つの配水区域に分離することが決まったため、配水圧の地域差は縮小する。さらに、バルブ操作による各配水支管もしくは各配水ブロックへの配水量のコントロールが改善されるため、給水量という利益の配分がより平等になると判断し、評価を B+に変更した。	
事故	28	労働者	B-	B-	B-	B-	工事中 ：掘削場所、高架建設場所等において、労働者が事故にあう可能性がある。 運転中 ：さらし粉等の薬品の取り扱いや電気設備の操作が、健康被害や事故に繋がる可能性

分類	影響項目	スコーピング時の評価		詳細調査後の最終評価		最終評価理由
		工事中	運転中	工事中	運転中	
						がある。
29	住民	B ⁻	D	B ⁻	D	工事中 ：路上等に放置された建設用機器や工具が、子供、歩行者、運転手等の安全を脅かす可能性がある。また、配水管等の敷設や修繕のために掘削した溝に、住民が転落する恐れがある。
30	財産/公的施設	B ⁻	D	B ⁻	D	工事中 ：送配水管の敷設を行う際に、民家の柵壁や電話等の他のユーティリティを破損する可能性がある。

注) 環境スコーピングの評価カテゴリ：

- A+/-：重大な正 (+) もしくは負 (-) の影響が予想される
- B+/-：ある程度の正 (+) もしくは負 (-) の影響が予想される
- C：影響の有無は不明
- D：影響はないと予想される

2-2-4-1-9 緩和策および緩和策実施のための費用

上記の環境影響評価で特定した負の影響に対する緩和策の検討を検討した。その結果を表 2-19 に示す。

表 2-19 緩和策実施の内容

No	影響項目	緩和策	実施組織	監督組織	費用
工事中					
1	水質汚染、土壌侵食、底泥、保護地域	飲料水汚染対策用のバッファースペースを含めて、事業サイトをフェンスで囲む。 事業サイトでの土壌侵食対策の実施（土工の最小化、排水路及び洪水侵入防止のための構造物の設置及び盛土、砂利による簡易舗装、植生の維持、工事により荒れた土地の復元など）。 雨季の土工をできるだけ避ける。	建設業者	BoWIED (及び工事監理コンサルタント)	左記の緩和策は、一般的な建設作業の一環として行われるべきものであるため、追加の資機材費等は発生しない。しかし、工事期間中（約 30 カ月間）、建設業者及び BoWIED 共に、環境管理の実施管理及び指示を担当するローカルスタッフの配置が必要である。そのための手当
2	固形廃棄物	建設残土等の流出を防ぐため、建設廃棄物を BDCA 指定の埋め立て地に処分する。 雨水により流出しない場所で残土、資材等を保管する。 建設残土等の再利用と切管等の建設資材の効率的な利用。			
3	保動物	事業サイトの成木の伐採を最小限に留め、代わりに在来種の若木を植える。アクセス道路沿いの一部に在来種の木があるため、工事時に損傷しないように注意する。			
4	騒音・振動	住宅地内等での水道管の敷設工事を、できるだけ昼間及び平日に行う。 夜間及び週末の管路敷設工事を避けることができない場合には、防音シートを使用する。			
5	大気汚染	住宅地内等での配管工事の際、過剰に土埃が発生しないように、水まきををする。 排ガスと土埃を発生させる建設機械及び車両を適切に維持管理すると同時に、住宅地内等でのそれらの使用を必要最小限とする。			
6	土壌汚染	油や燃料が漏れる可能性がある建設機械及び車両の扱い及			

No	影響項目	緩和策	実施組織	監督組織	費用	
		び維持管理を適切に行う。			を含む人件費は、 120,000 USD 程度 (2,000 USD/月 ×2人×30ヵ月)であると概算される。	
7	交通、子供及び住民	<p>工事現場に交通整理のための人員を配置する。</p> <p>水道管の道路横断部の工事は、交通量が特に少ない時間帯に行う。</p> <p>夜間に工事現場周辺で事故が発生しないように、電灯付きの看板等を設置する。</p> <p>道路沿いへの配管工事が円滑に行われるように、道路や交通を管理している機関と十分な事前調整を行う。</p> <p>配管用の溝に子供等が転落しないように囲いを設けると共に、埋め戻しが遅れないようにする。</p> <p>迅速な敷設が可能かつ漏水が発生しにくいHDPE管を用いる。</p>				
8	土地使用	<p>建設サイト周辺等に建設残土が広く積まれないようにする。</p> <p>用地取得をせず、農地下に配管する場合には、耕作に影響を及ぼす雨季の工事をできるだけ避ける。</p> <p>農地下に配管する場合、元々の地表付近の肥沃な土を、管敷設後の埋め戻しの際に表土として戻す。</p>				
9	公衆衛生及び労働者	<p>エイズ等の性感染症が広がらないように建設作業員への教育、コンドームの配布、買春の予防等を行う。</p> <p>建設作業員の宿舍等を清潔に保ち（適切な排水、ごみの処分、水溜りの排除など）を行い、水系感染症や蚊を媒体とする病気の発生を予防する。</p> <p>工事現場において事故防止策を十分に行う。</p>				
10	景観及び文化財	<p>催し等が行われ、人が集まる時間帯を避け施工する。</p> <p>工事現場での建設機械、建設資材等の一時的な置き場を決める際には、教会前等から離れた場所、教会から隠れた場所に設置するようにする。</p>				
11	財産/公的施設	<p>地下に埋設された電話線、電線等を損傷しないように、関連機関への埋設位置の確認等の調整を十分に行う。</p> <p>電話線、電線等の敷設位置の変更が必要な場合には、十分な工事前調整によりそれらのサービスの中断を最小限にする。</p>				
12	土地利用権	用地取得を行う場合は、JICA 環境社会配慮ガイドライン及び「エ」国の法規制に基づき、補償や支援を行う。				
供用時						
1	水質汚染	地下水汚染を引き起こす可能性が高い産業の Ashraf 井戸群の上流側に位置する工業地区への進出の規制（BDCA の開発管理委員会による）と工場の廃水処理の監視（開発管理委員会のメンバーである BDWSSS による。ただし単独での検査は行えない）。	BDWSSS	BDWSSS のボード		供用時の環境管理の実施については、BDWSSS の通常行業の一環としての対応が可能であり、環境管理に特化した人員の雇用は必要ない。
2	水質汚染（表流水）及び保護地域	給水増加に伴う汚水増加による表流水汚染を防ぐため、適切なオンサイト・サニテーション普及のためのプロモーション。下水道の計画策定及び整備のための外部支援の要請。				
3	固形廃棄物	BDCA が管理する埋立処分場における管理体制、汚染状況の確認。それに応じた、BDCA への改善提案				
4	土壌侵食及び動植物	<p>雨季の雨の影響による土壌侵食を抑えるため、雨水排水路の設置</p> <p>水道施設内及び周辺の排水路及び植生の状態の維持し、土壌侵食及び流出した土壌の動植物への影響を緩和する。</p>				
5	地下水の流れ及び水利用	<p>過剰揚水による周辺井戸の動水位の低下を防ぐため、限界揚水量の 70%（適正揚水量）を超えないように揚水。</p> <p>井戸間の干渉及び水位低下が少ない井戸の優先的な運転。</p>				

No	影響項目	緩和策	実施組織	監督組織	費用
		井戸群の静水位の経年的な低下を緩和するため、漏水削減及び節水のための啓発活動への取り組みの強化。 静水位の経年的な低下が確認された場合には、その井戸群からの揚水量を削減する。			
6	防騒音・振動	戸窓が開放した状態で送水ポンプ場を運転しない。			
7	土壌汚染	油や燃料が漏れる可能性がある自家発電機（井戸施設及びポンプ場に設置）の扱い及び維持管理を適切に行う。			
8	労働者	水道水の消毒を行うためのさらし粉を扱う際には、ゴム手袋、防塵マスク、保護メガネ等を使用する。			
合計費用					120,000 USD 程度

2-2-4-1-10 環境管理計画・モニタリング計画

工事中および供与時に予想される環境への影響に対して、上記で検討された緩和策が適切に実施されていることをモニタリングする。負の影響を及ぼすと考えられる環境項目に対してモニタリング計画を策定した。

表 2-20 本事業のための環境モニタリング計画の内容

No.	影響項目	モニタリングの対象と方法及び測定項目	地点	頻度 (及び供用時の継続期間)	責任組織
【工事中】					
1	水質汚染、土壌侵食、底泥、保護地域	主要施設が完全にフェンスで囲まれているかを目視により確認	全工事現場	工事終了前 月1回	建設業者
		事業サイトでの土壌侵食対策の実施（土工の最小化、排水路及び洪水侵入防除のための構造物の設置及び盛土、砂利による簡易舗装、植生の維持、工事により荒れた土地の復元など）を目視で確認			
		雨季を避けた土工計画、実施状況を確認			
		土壌流出の影響を受ける可能性がある保護地域付近の水域の水質を測定：濁度及び TSS（Tana Sub Basin Organization の水質モニタリングデータを利用*1）	タナ湖 (Charchara 付近) (3 地点)	年1回 (雨季)	
2	固形廃棄物	建設廃棄物が BDCA 指定の埋め立て地に処分されていることを目視により確認	建設廃棄物の処分場所	月1回	
		雨水により流出しない場所で、残土、資材等が保管されていることを目視により確認	全工事現場及び資材置き場		
		建設残土等の再利用、切管等の建設資材が無駄のないように利用されていることを目視により確認	全工事現場		
3	動植物	成木の伐採を最小限に留め、代わりに在来種の若木が植えられているかを目視により確認	生産井、ポンプ場及び配水場	1回 (雨季)	
4	騒音・振動	住宅地内等での水道管の敷設工事を昼間及び平日に行っていることを現場にて目視で確認	住居付近の配管工事現場	週1回	
		夜間及び週末の管路敷設工事を避けることができ			

No.	影響項目	モニタリングの対象と方法及び測定項目	地点	頻度 (及び供用時の継続期間)	責任組織
		ない場合、防音シートを使用していることを目視により確認			
5	大気汚染	必要に応じて水まきをしているか目視により確認 建設機械及び車両を適切に維持管理していることを目視により確認	建設機械及び車両の保管場所	月1回	
6	土壌汚染	油や燃料が漏れる可能性がある建設機械や車両を適切に維持管理していることを目視により確認			
7	交通、子供及び住民	工事現場に交通整理のための人員が配置されていることを目視により確認	送配水管敷設場所	週1回	
		水道管の道路横断部の工事が、交通量が特に少ない時間帯に行われていることを工事の記録と目視により確認	送配水管道路横断部	週1回	
		電灯付きの看板等を設置していることを目視により確認		週1回	
		道路や交通を管理している機関と十分に事前調整を行っていることを調整の記録により確認	送配水管敷設場所	月1回	
		配管用の溝への囲いの設置、埋め戻しが遅れていないことを目視により確認		毎日	
		HDPE管の採用計画とその実施状況を確認		毎日	
8	土地使用	建設サイトの周辺等に建設残土が広く積まれていることを目視により確認	全工事現場	月1回	
		農地下に配管する場合には、耕作に影響を及ぼす雨季の工事を避けていることを、工事工程表を参照しつつ、現場での目視により確認	農地下への配水管敷設場所	月2回	
		農地下に配管する場合、元々の地表付近の肥沃な土を、管敷設後の埋め戻しの際に表土として戻していることを目視により確認			
9	公衆衛生及び労働者	エイズ等の性感染症が広がらないように建設作業員への教育、コンドームの配布、買春の予防等が行われていることを、保健衛生指導の実施記録により確認	建設業者の事務所	月1回	
		建設作業員の宿舎等を清潔に保ち、水系感染症や蚊を媒体とする病気の発生が予防されていることを、目視により確認	建設業者の事務所、宿舎及び工事現場		
		工事現場において事故防止策が十分に行われていることを、安全指導の記録と現場での作業状況の視察により確認	建設業者の事務所及び工事現場	月1回	
10	景観及び文化財	催し等が行われ、人が集まる時間帯を避けて施工しているか目視で確認	送配水管敷設場所	週1回	
		建設機械や建設資材等が周辺の景観を著しく阻害しないように置かれていることを目視により確認	全工事現場	月1回	
11	財産/公的施設	地下に埋設された電話線、電線等を損傷しないように、関連機関への埋設位置の確認等が行われていることを調整の記録により確認	送配水管敷設場所	月1回	
		電話線、電線等の敷設位置の変更が必要な場合には、それらのサービスの中断を最小限にするための工事前調整が行われていることを調整の記録により確認			

No.	影響項目	モニタリングの対象と方法及び測定項目	地点	頻度 (及び供用時の継続期間)	責任組織
12	土地利用権	「2-2-4-2-9 実施機関によるモニタリング体制」	表 2-29 参照	工事開始前 (月 1 回)	BDWS SS
【供用時】					
1	水質汚染	BDCA の開発管理委員会を通じた、地下水汚染を引き起こす可能性が高い産業の工業地区への進出状況ならびに工場の廃水処理状況の確認	Ashraf 井戸群の上流側に位置する工業地区	月 1 回	BDWS SS
2	水質汚染（表流水）及び保護地域	オンサイト・サンテーション普及のためのプロモーション計画とその実施状況の確認	本事業対象ケベレ衛生委員会 (Hidar 11、ゼンセルマ、ウェレブ・コラツィオン)	年 1 回	BDWS SS (通常業務の一環として、水質・運転維持管理サブプロセスの職員により対応)
		給水量増加に伴う汚水量増加により汚染が悪化する可能性がある水域の水質の測定：pH, EC, TDS, 硫酸塩, 硝酸塩, リン酸, 濁度, 糞便性大腸菌群数, DO, BOD ₅	Chimbl 川地 (3 地点)	2025 年まで年 2 回 (雨季と乾季)	
3	固形廃棄物	BDCA が管理する埋立処分場における管理体制、汚染状況の確認。それに応じた BDCA への改善提案の内容	指定された埋立処分場	年 2 回	
4	土壌侵食及び動植物	雨水排水路の設置状況ならびに、付近の植生を目視により確認	場生産井、ポンプ場及び配水場	年 1 回 (雨季)	
5	地下水の流れ及び水利用	井戸からの揚水量の確認	事業で設置する取水施設の井戸井戸を特定	毎日	
		井戸の静水位及び動水位の確認	Charchara 及び Ashraf の水位観測井	毎日	
		啓発活動の計画とその実施状況の確認	Charchara No. 4、5、6、TW-1、TW-2、TW-3、Ashraf No. 2	年 2 回	
		静水位の経年的な低下があるか確認するため、井戸の静水位及び動水位の定期記録の確認	Charchara 及び Ashraf の水位観測井	月 1 回	
6	騒音・振動	戸窓が開放した状態で送水ポンプ場を運転していないことをオペレーター等への聞き取りと目視により確認	ポンプ場	2025 年まで年 4 回	
7	土壌汚染	油や燃料が漏れる可能性がある自家発電機の運転維持管理が適切に行われているか、周辺の土壌の汚染状況を、オペレーター等への聞き取りと目視により確認	井戸及びポンプ場		
8	労働者	水道水の消毒を行うためのさらし粉を扱う際、ゴム手袋、防塵マスク、保護メガネ等が使用されているかを目視により確認	ポンプ場及び配水場		

注: *1) タナ湖の水質の管理している Tana Sub-basin Organization (TSO) にタナ湖の水質モニタリングの状況を繰り返し質問し、確認を試みたが、回答がなかった。そのため、事業実施前に TSO の水質モニタリング状況を再度確認する必要がある。

図 2-18 には、環境管理計画と環境モニタリング計画の実施体制を示している。供与時における継続的な環境管理の実施及び環境モニタリング結果についての報告は、BDWSSS 職員による BDWSSS のボード (BoWIED の副局長や BDCA の副市長がメンバーとなっている) への四半期毎の業務達成状況の報告等と合わせて行う。

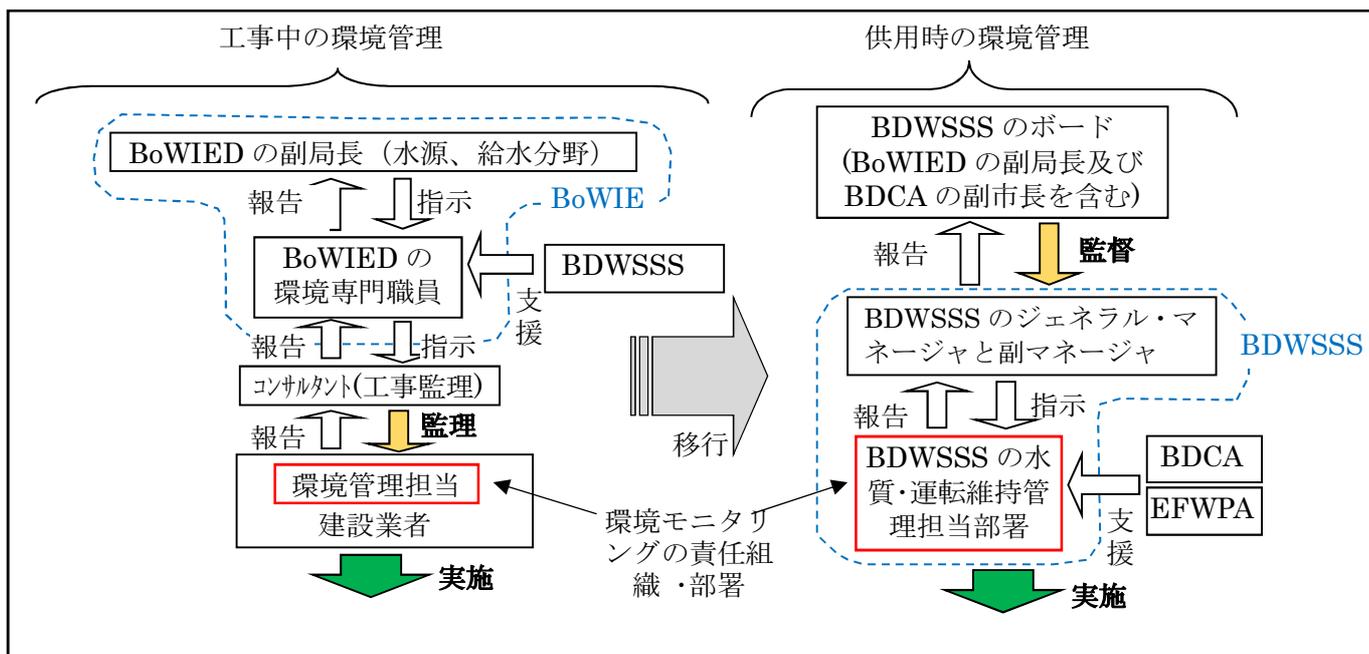


図 2-18 環境管理計画の実施及び監督体制と環境モニタリング計画の責任組織・部署

2-2-4-1-11 ステークホルダー協議

前述の通り、アムハラ州の一般 EIA ガイドラインでは、スコーピング段階でのステークホルダーからの意見収集を、質問票調査により実施することを選択肢の一つとしている。本調査では、第一次現地調査時に実施した事業対象地域の住民（100 世帯）に対する質問票調査（2015 年 8 月～9 月）において、本事業に対する環境・社会面での懸念や意見について質問した。バハルダール市の識字率は 68.5%なので、質問票に加え口頭でも質問を行った。質問項目については次のとおりである。

- 世帯に関わる項目（世帯構成員、収支、公衆衛生等）
- 給水施設の利用方法及びその費用
- 水道サービスの満足度（水料金、支払い意思等）
- 社会環境配慮等

この質問票調査により把握した住民の懸念及び意見の一部を以下に示す。

- ・ 水道管の敷設のために掘さくされた溝に子供が落ちることが心配である。
- ・ 道路等の既存のインフラを損傷するのではないかと懸念している。
- ・ 騒音問題が心配である。
- ・ 用地取得が行われるのではないかと懸念している。

これらの意見は、スコーピングにおいて参考とした。

また、本調査の第二次現地調査時には、実施機関である BoWIED の指示により BDWSSS が開催したステークホルダー協議を支援した。表 2-21 に、実施されたステークホルダー協議の開催概要と主な質疑応答の内容を示す。

表 2-21 ステークホルダー協議の開催概要及び主な質疑応答

開催概要	開催日	2016 年 4 月 14 日
	開催場所	アディスアンバホテル、バハルダール市
	主催者	BoWIED の指示により BDWSSS が開催
	参加者	現地関係機関、JICA 関係者、各受益者グループの代表、各建設候補地の現在の利用者の代表等
	プレゼンテーションの内容	本事業の背景、計画内容、検討した代替案、スコーピング、影響評価の結果、緩和策の説明等
参加者からの質疑		主催者側 (BDWSSS 及び BoWIED) からの応答
用地取得の補償額が少な過ぎる。		BDCA では、補償額が実際の土地の価値 (耕作物の 10 年間分の価格) に近づくように、3 ヶ月前に土地利用別の補償額の単価を更新した。この水道事業では、更新した単価が適用される。また、BDWSSS は、土地を失った者を建設する水道施設の警備員として雇用することも考えている。
用地取得の補償額の計算が明確でなく、支払金額が見積り額に比べて少なくなる場合があるため、問題が起こらないようにしてほしい。		取得する土地の面積の測量及び補償額の計算は BDCA が行う。補償額の支払は BDWSSS が責任をもって行う。
給水量が増えれば、発生する汚水量も増えるため、下水道の整備についても検討すべきである。また、Chimbl 川を汚染しているバハルダール大学ゼンゼルマキャンパスからの排水を適切に処理すべきである。		大学が適切な排水処理施設を建設できるように、BDCA はそのための土地を早急に大学に提供すべきである。
Zone 2 の主な水道水源が位置するゼンゼルマ・ケベレの全域に対して給水が行われるべきである。		現在、他の事業によりゼンゼルマ・ケベレの中心部を対象にした水道施設が建設されている。本事業においても、ゼンゼルマ・ケベレの一部の地域における給水について検討しており、段階的にゼンゼルマ・ケベレ全体をカバーしたいと考えている。

2-2-4-2 用地取得・住民移転

2-2-4-2-1 用地取得・住民移転の必要性

本事業では水道管は主に道路用地内の道路の脇に敷設するが、道路整備（用地取得も含む）は、本事業とは別に BDCA（市役所）が実施中の都市整備事業として行う。そのため、道路脇に水道管を敷設するための用地取得は、本事業では必要ない。また、住民移転は必要ないものの、本事業で新設及び拡張される取水施設、加圧ポンプ場、配水場の用地取得が必要である。（用地取得済み）

2-2-4-2-2 用地取得・住民移転にかかる法的枠組み

(1) 用地取得・住民移転にかかる相手国法制度の概要

(1) -1 土地の利用権についての国の法的枠組み

1995 年に制定された「エ」国憲法は、財産の私的所有権を保証しているが、土地については私的所有を認めていない。土地はすべて国家・国民の共有財産であると規定している。農地の利用権については、村落部土地管理及び土地利用についての布告（456 号/2005 年）を制定し、農民に耕作地の利用権を無償かつ無期限で与えると規定している。この法律では、州政府に農地の利用と管理に関する州法の制定及びその州法を施行するための組織の設立を義務づけている。このように農地に関しては、国が基本的な政策や法律の制定を担当し、州政府が利用権の付与、管理などを担当している。

土地の利用権の売買は認められていないが、遺贈・相続は可能である。また、土地上の建物を所有する権利は認められている。

(1) -2 用地取得についての国の法的枠組み

公共目的のための用地取得は憲法に規定されている。具体的な用地取得の手続き、補償基準については、公共目的のための用地取得及び補償支払についての布告（455 号/2005 年）に規定されている。さらに、より詳細な収用財産ごとの補償基準が、公的収用の対象となった土地上の資産に対する補償支払についての閣議規定（135 号/2007 年）に示されている。この規定によれば、地方自治体であるウォレダまたは市が、事業実施前に適切に補償することを条件に、公共目的の用地取得を行うことが規定されている。補償の基本的な考え方は、建物等土地に付随する財産の移転費用を基に算定すること、農地については過去 5 年間の平均的な収入の 10 年分を補償することである。補償額の算定は、算定業務の認証を受けた組織や個人が行うように規定されている。用地取得に関して土地利用者が異議申し立てを行う手続きも同法に規定されている。なお、可能な場合には、現在の農地と同様な農地利用

が可能な代替地を提供するように規定されている。

(1) -3 アムハラ州における用地取得の法的枠組

アムハラ州には、以下に示す州独自の土地利用及び用地取得に係る政策と法制度がある。また、BDCA に補償額算定業務を担当する職員がいる。

- ・ 村落部土地管理及び利用についての政策（2000 年）
- ・ 村落部土地管理及び利用についての改訂版布告（133 号/2006 年）
- ・ 村落部土地管理及び利用システムの実施に係る州議会規定（51 号/2007 年）

公共事業のための用地取得プロセスについては、下記のガイドラインに詳細に記述されている。

- ・ アムハラ州公的用地取得及び補償支払についてのガイドライン（2009 年）

(1) -4 用地取得の流れ（苦情処理、実施体制、補償支払い機関を含む）

上記のガイドラインの内容、BoWIED 及び BDWSSS との協議、BDCA の土地管理部署への聞き取り等の結果に基づいてまとめた、本事業における用地取得の流れを以下に示す。

表 2-22 本事業における用地取得の流れ

ステップ 1	事業の実施機関である BoWIED に代わり、BDWSSS が少なくとも実施の 6 ヶ月前までに、BDCA に用地取得の申請書（取得を希望する土地の位置及び境界を示す図を含む）を提出する。
ステップ 2	BDWSSS は、BDCA の各ケベレの役所の協力を得て、希望する土地の現在の利用者を特定し、用地取得への協力を求める。
ステップ 3	BDCA は、BDWSSS に代わり、用地取得希望地の現在の利用者と現場で交渉し、取得する土地の境界を決定する（BDWSSS は確定された用地の境界に杭を打つ）。さらに、各土地利用者から取得する土地の面積を測量して、その面積を各土地利用者にその場で知らせる（BDCA による面積の測量には巻き尺と一般的な GPS の面積計測機能が利用されている）。
ステップ 4	土地の提供を要求された現在の土地利用者は、その土地について自分が利用権を持つ土地であることを証明するため、土地の利用権を示す書類を BDCA に提出する。これにより、BDCA は現在の土地利用者が補償の対象になることを確認する。
ステップ 5	BDCA は上記の決定・確認事項を現在の土地利用者もしくはケベレの役所に通達する。ケベレの役所が通達を受けた場合には、ケベレの役所から法的通知が土地利用者に送られる。土地利用者は通知から 15 日以内であれば、不服申し立てを行うことができる。
ステップ 6	用地取得の実施が最終決定された後、その土地からの収入に応じた補償金額が土地利用者に支払われる。BDWSSS は、BDCA による補償金額の通知後、8 日以内に補償金の預け入れをする必要があり、土地利用者は補償金の支払から 15 日以内に土地の引き渡しをする必要がある。

(2) 住民移転にかかる JICA の方針

住民移転にかかる JICA の方針は以下の通りである。

表 2-23 住民移転にかかる JICA の方針

住民移転にかかる JICA の方針の基本原則は以下の通り要約する。

- I. 非自発的住民移転及び生計手段の喪失は、あらゆる方法を検討して回避に努めねばならない。
- II. このような検討を経ても回避が可能でない場合には、影響を最小化し、損失を補償するために、実効性ある対策が講じられなければならない。
- III. 移転住民には、移転前の生活水準や収入機会、生産水準において改善又は少なくとも回復できるような補償・支援を提供する。
- IV. 補償は可能な限り再取得費用に基づかなければならない。
- V. 補償やその他の支援は、物理的移転の前に提供されなければならない。
- VI. 大規模非自発的住民移転が発生する事業の場合には、住民移転計画が、作成、公開されていなければならない。住民移転計画には、世界銀行のセーフガードポリシーの OP4.12 Annex A に規定される内容が含まれることが望ましい。
- VII. 住民移転計画の作成に当たり、事前に十分な情報が公開された上で、これに基づく影響を受ける人々やコミュニティとの協議が行われていなければならない。協議に際しては、影響を受ける人々が理解できる言語と様式による説明が行われていなければならない。
- VIII. 非自発的住民移転及び生計手段の喪失にかかる対策の立案、実施、モニタリングには、影響を受ける人々やコミュニティの適切な参加が促進されていなければならない。
- IX. 影響を受ける人々やコミュニティからの苦情に対する処理メカニズムが整備されていなければならない。

また、JICA ガイドラインには、「JICA は、環境社会配慮等に関し、事業が世界銀行のセーフガードポリシーと大きな乖離がないことを確認する。」と記載されていることから、上記の原則は、世界銀行 P 4.12 によって補完される。世銀 OP 4.12 に基づき追加すべき主な原則は以下のとおりである。

- X. 被影響住民は、補償や支援の受給権を確立するため、初期ベースライン調査(人口センサス、資産・財産調査、社会経済調査を含む)を通じて特定・記録される。これは、補償や支援等の利益を求めて不当に人々が流入することを防ぐため、可能な限り事業の初期段階で行われることが望ましい。
- XI. 補償や支援の受給権者は、土地に対する法的権利を有するもの、土地に対する法的権利を有していないが、権利を請求すれば、当該国の法制度に基づき権利が認められるもの、占有している土地の法的権利及び請求権を確認できないものとする。
- XII. 移転住民の生計が土地に根差している場合は、土地に基づく移転戦略を優先させる
- XIII. 移行期間の支援を提供する
- XIV. 移転住民のうち社会的な弱者、得に貧困層や土地なし住民、老人、女性、子ども、先住民族、少数民族については、特段の配慮を行う。
- XV. 200人未満の住民移転または用地取得を伴う案件については、移転計画(要約版)を作成する。

上記の主要原則に加え、各事業の住民移転計画、実施体制、モニタリング・評価メカニズム、スケジュール、詳細な資金計画も必要である。

(3) JICA ガイドラインと相手国法制度との比較

表 2-24 に、用地取得について、「エ」国及びアムハラ州の法制度と JICA 環境社会配慮ガイドライン (2010 年) 等の内容を比較する。

表 2-24 JICA ガイドライン等と「エ」国法制度との比較

No.	JICA ガイドライン (一部、世銀 OP4.12 を参照)	「エ」国及びアムハラ州の法制度	ギャップ	ギャップがある場合 の本事業における方針
1	カテゴリ B についても、必要に応じ、現地ステークホルダーとの協議を行うよう相手国等に働きかける。情報公開は、相手国等が主体的に行うことを原則とし、必要に応じ、JICA は相手国等を支援する。(JICA GL)	EIA 対象事業は住民参加と情報公開が必要である。情報公開方法は示されていない。スコーピング段階ではワークショップや質問票調査などの住民参加により、意見収集する必要がある。影響評価の段階では、住民の懸念レベルを理解し、また補償及び適切な緩和策を施すために、住民と接触することが示唆されているが、具体的な方法は示されていない。(アムハラ州の一般 EIA GL)	記述の詳しさが異なるが、相反する内容はないため、ギャップはないと言える。	-
2	非自発的住民移転及び生計手段の喪失は、あらゆる方法を検討して回避に努めねばならない。(JICA GL)	アムハラ州の一般 EIA ガイドラインでは、全ての実現可能性のあるオプション(サイト、設計、プロセス等)の検討が必要であるとしている。また、同州の用地取得についてのガイドラインでは、回避策が無いことが説明できなければ、公共目的の用地取得の申請はできないとしている。	基本的な方向性にギャップはない。	-
3	非自発的住民移転の回避が不可能な場合には、影響を最小化し、損失を補償するために、実効性ある対策が講じられなければならない。(JICA GL)	「エ」国の憲法第 44 条にある以下の内容を法的枠組みとして参照している。公共事業により、強制退去された、もしくは生計への被害を受けた全ての人は、相応の金銭的もしくは他の手段による補償(適切な支援による移転を含む)を受ける権利を持つ。(アムハラ州の一般 EIA GL) また、アムハラ州の用地取得のガイドラインには、取得により農地等の生計手段を完全に失う者には、補償金の他に、代替地や雇用機会が模索されることが望まれると書かれている。	アムハラ州の一般 EIA GL では、相応の金銭的もしくは他の手段による補償の内容の記述の方向性に相違はない。ただし、本事業の場合、代替地提供の有無の決定は BDCA に権限がある。BDCA では、BDCA が利用権を持つ土地が限られているため、住居の移転の場合のみ代替地を提供しており、農地等の取得に対しては代替地の提供はできないとしている。	回避できない住居の移転を伴わない用地取得については、影響を最小化し、損失を補償するために、取得対象者を BDWSSS の警備員として雇用する等の実効性ある対策が最大限講じられるようにする。
4	非自発的住民移転及び生計手段の喪失の影響を受ける者に対しては、十分な補償及び支援が与えられなければならない。以前の生活水準や収入機会、生産水準において改善又は少なくとも回復できるように努めなければならない。(JICA GL)			
5	補償は、可能な限り再取得価格に基づいて行われなければならない。(JICA GL)	憲法により土地の所有は認められておらず(土地の利用権は認められている)、土地の利用権の売買も認められていないため、土地自体の再取得価格は存在しない。農地の取得の際には、対象となった土地の改良費用(実費と労働対価の合計と同等)、土地上の建物(倉庫、家畜小屋等の再取得価	「エ」国では、土地自体の再取得価格がないため、その代わりとして土地の改良費用及び市場価格に基づく作物から得る 10 年分の収入に対する補償が行われている。しかし、土地上の建物の補償には再取	-

No.	JICA ガイドライン (一部、世銀 OP4.12 を参照)	「エ」国及びアムハラ州の法制 度	ギャップ	ギャップがある場合 の本事業における方 針
		格)及び耕作物(10年間分の推定 収入)が補償の対象となる。 BDCA では、住居の移転を伴う場 合には、移転先の土地を提供して いる。住居に対する補償額は、再 取得価格に基づく。	得価格が適応されてお り、可能な限り再取得 価格に基づいていると 言えるため、ギャップ はない。	
6	補償は、事前に行われなければ ならない。(JICA GL)	補償は用地取得が行われる前に 支払われなければならない。(アム ハラ州の用地取得についてのガ イドライン(2009))	ギャップはない。	-
7	大規模非自発的住民移転が発生 する事業の場合には、住民移転 計画が、作成、公開されていなく なければならない。(JICA GL)	アムハラ州の一般 EIA ガイドラ イン(2011/12)及び用地取得につ いてのガイドライン(2009)では、 非自発的住民移転が発生する事 業に対して、住民移転計画の作成 が求められていない。また、用地 取得計画の作成も求められてい ない。ただし、自然林及び自然保 護区内で再定住プログラムを実 施する場合には、EIA が必要であ るとしている。	アムハラ州では、住民 移転計画の作成が求め られていないため、大 規模非自発的住民移転 が発生する場合に住民 移転計画が必要である とする JICA GL との 間にギャップがある。	本事業では、非自発 的な住居の移転は 伴わないが、損失が 発生するので簡易 住民移転計画を 作成する。農地等の 取得については、計 画的に行われるよ うに、適切な補償単 価の確認、取得す る土地の境界及び 面積の確認等を行 い、簡易移転計画 を作成し、影響を 受ける農民等への 説明・支援を行う。
8	住民移転計画の作成に当たり、 事前に十分な情報が公開された 上で、これに基づく影響を受け る人々やコミュニティとの協議 が行われていなければならない。 (JICA GL)			
9	協議に際しては、影響を受ける 人々が理解できる言語と様式に よる説明が行われていなければ ならない。(JICA GL)			
10	非自発的住民移転及び生計手段 の喪失に係る対策の立案、実施、 モニタリングには、影響を受け る人々やコミュニティの適切な 参加が促進されていなければな らない。(JICA GL)			
11	影響を受ける人々やコミュニテ ィからの苦情に対する処理メカ ニズムが整備されていなければ ならない。(JICA GL)	アムハラ州の用地取得につ いてのガイドラインによれば、本 事業の場合、BDCA が、取得す る土地のサイズの決定、建物の 撤去の期間、代替地の有無、不 服申し立てのプロセスを決定 することになっている。また、 土地の利用者は通知から 15 日以内であれば、用地取得も しくは補償額への不	アムハラ州及び BDCA には、本事業のための 用地取得に適応される 苦情処理メカニズムが あるため、ギャップは ないと言える。	-

No.	JICA ガイドライン (一部、世銀 OP4.12 を参照)	「エ」国及びアムハラ州の法制 度	ギャップ	ギャップがある場合 の本事業における方 針
		服を申し立てることができる。 不服への BDCA の対応が満足できない場合には、裁判所に申し立てる。		
12	住民移転計画には、法的枠組として、土地に対する法制度上の権限（習慣法や伝統的な土地利用を含む）を認定するプロセスを含める必要がある。（世銀 OP4.12 Annex 項目 7）	権利書を持たないまま、4 年以上土地を利用している者は、権利書を持っていない正当な理由がない限り、用地取得の際の補償対象にはならない。また、過去に補償の支払いが行われた道路沿いの土地はさらなる補償の対象にはならない。	アムハラ州では、住民移転計画の作成は求められていないが、土地に対する法制度上の権限を認定するプロセスはある。	本事業のため発生する用地取得の対象となる土地が、補償の対象になるかは、アムハラ州の用地取得のガイドライン及び JICA の環境社会配慮ガイドラインに従って判断する。
13	移転者の生計が土地に依存している場合には、土地ベースの再定住の戦略をとることが望まれる。（世銀 OP4.12 項目 5）	アムハラ州の用地取得についてのガイドラインによれば、本事業の場合、BDCA が代替地の有無を決定することになっている。	BDCA は、住居の移転が必要な場合には、代替地を提供している。しかし、BDCA が利用権を持つ土地に限られているため、住居の移転を伴わない農地の取得の場合には、代替地の提供が行われておらず、ギャップがある。	アムハラ州の用地取得のガイドライン及び JICA の環境社会配慮ガイドラインに従って、農地取得の際の補償が適切に行われているかを判断すると共に、被影響農民の水道施設の警備員としての雇用等の緩和策が可能なかを確認する。
14	相手国等が移転住民に対して努めなければならない項目には、持続可能な代替生計手段等の支援、移転先でのコミュニティ再建のための支援等が含まれる。（JICA GL）	アムハラ州の用地取得についてのガイドラインに、生計手段となっている土地を完全もしくは部分的に失う農民等に対する支援の必要性についての記述があるが、移転する住民に対するコミュニティ再建のための支援については記述がない。	代替生計手段等の支援についての記述は双方にあるが、移転住民のコミュニティ再建支援についてはアムハラ州のガイドラインにはない。	本事業では、非自発的な住居の移転は発生しないため、左記のギャップへの対応は必要ない。
15	住居の移転者が彼らの懸念を示すことができる公式な場に、先住民、少数民族、土地を所有しない者、女性が十分に参加できなくてはならない。（世銀 OP4.12 Annex A 項目 15）	アムハラ州の一般 EIA ガイドラインには、住居の移転者のみに対する記述はないが、EIA のための住民参加において、社会的弱者や少数民族が疎外されないように注意を促す記述がある。	アムハラ州のガイドラインには、非自発的住民移転に特化した記述はないが、方向性にはギャップはない。	-
16	移転させられる人口に対する影響が少ない、もしくは移転人口が 200 人未満の場合には、簡易住民移転計画により借り手と合意できる。（世銀 OP4.12 項目 25）	アムハラ州の一般 EIA ガイドライン及び用地取得についてのガイドラインは、住民移転計画及びその簡易版の作成を求めている。	世銀 OP4.12 項目 25 の注釈 26 では、移転が伴わない場合でも損失が発生すると簡易住民移転計画の作成を求めている。ギャップがある。	簡易住民移転計画を作成し、影響を受ける農民等への説明・支援を行う。

(4) 本事業における用地取得・住民移転方針

以下に、本事業における用地取得・住民移転方針を記す。

表 2- 25 本事業における用地取得・住民移転方針

- I. 「エ」国政府は、現行国内法とJICAポリシーを含むinternational practiceと乖離があることから、本事業について、特別に以下のポリシーを採用する。事業ポリシーは、国内法とJICAポリシーのギャップを埋めることを目的とする。ここでは、損失の内容・程度に応じたPAPsの受給権について、本事業のポリシーを説明する。国内法と住民移転にかかるJICAポリシーの間にかい離がある場合には、両者を満たすような現実的な方法を検討する。
- II. 代替案の検討を行い、移転を回避又は最小化する。
- III. 移転が避けられない場合は、PAPsの生計が改善または少なくとも回復できるように、十分な補償や支援を行う。
- IV. 補償や支援は、以下のような影響を受ける全ての人に提供される。
 - ・ 生活水準への負の影響
 - ・ 家屋への権利、土地利用の権利、農地・放牧地・商業地・テナント・一年生または多年生作物・樹木・その他の不動産等への永久的及び一時的権利への負の影響
 - ・ 一時的または永久的な負の影響を受ける、所得創出機会、営業、職業、住民の営業場所等
 - ・ 社会的・文化的活動及び関係への影響(移転計画作成のプロセスで明らかになることが多い)
- V. 所有権の有無や社会的地位に関係なく、影響を受ける人は全て補償や支援の対象とする。直近のセンサス及び資産調査の時に影響地域において居住、労働、営業または耕作していることが確認された者は、全て補償や支援の対象となる。
- VI. 資産の一部を失う場合、残りの資産がその後の生計を維持していくのに十分でなければ、移転として扱う。(残地、残資産等の最小規模は、移転計画作成時に決定される。)
- VII. 一時的な影響についても、移転計画で考慮する。
- VIII. 移転先のホスト・コミュニティへの影響が想定される場合には、移転計画作成や意思決定へのホスト・コミュニティの参加が確保されなければならない。
- IX. 「エ」国の法制度及び住民移転にかかるJICAポリシーに沿って、移転計画を作成する。
- X. 移転計画は、現地語に翻訳され、PAPsやその他関心のある人々のために公開される。
- XI. 補償は再取得費用の考え方に基づき提供される。
- XII. 農地に依存しているPAPsへの補償は、可能な限り土地ベースで行う。
- XIII. 代替地は、移転前の土地と同立地同生産性とすべきである。
- XIV. 移転支援は、目先の損害だけでなく、PAPsの生活水準回復のための移行期間に対しても提供される。この様な支援は、短期の雇用、特別手当、収入補償等の形態をとることができる。
- XV. 移転計画は、移転の負の影響に対して最も脆弱な人々のニーズに配慮して作成されなければならない。また、彼らの社会経済状況を改善するための支援が提供されなければならない。脆弱な人々には、貧困層、土地の所有権を持たない人々、先住民族、少数民族、女性、子ども、老人、障害者等が含まれる。
- XVI. PAPsは、移転計画の作成・実施に参加する。
- XVII. 事業や彼らの権利、検討されている負の影響への緩和策等について、PAPs及び彼らのコミュニティの意見を聞き、可能な限り移転に関する意思決定に参加する。
- XVIII. 補償や所得回復対策等を含む用地取得に必要な費用は全て、合意された実施期間内に入手可能な状態となる。移転活動に必要な費用は全て、「エ」国政府が負担する。
- XIX. 物理的移転は、移転のために必要な補償や支援の提供前に実施されない。移転地のインフラは、移転前に十分整備される。資産の取得、補償費の支払い、移転、及び生計回復活動の開始は、裁判所により収用が決定された場合を除き、全て工事前に完了する。(生計回復支援は、継続すべき活動であるため、移転前に開始される必要はあるが、完了している必要はない。)

XX. 実効的な移転計画作成・実施のための組織・管理体制が、移転プロセス開始前に構築される。これは、住民協議、用地取得・生計回復活動にかかるモニタリング等について管理するために必要な人的資源を含む。

XXI. 移転管理体制の一部として、適切なモニタリング、評価、報告のメカニズムが構築される。本事業のための外部モニタリンググループが雇用され、移転のプロセスや最終成果を評価する。外部モニタリンググループとしては、資格を有するNGOや、研究機関、大学等が考えられる。

カットオフデートの設定方針

本事業における補償のカットオフデートは、BDCA の土地管理部署により、用地取得対象の土地の面積が計測された 2016 年 4 月 23 日となる。

本事業における再取得費用の求め方

本事業における再取得費用の求め方については、「(4) 補償・支援の具体策」参照のこと。

2-2-4-2-3 用地取得・住民移転の規模・範囲

表 2-26 に示す通り、本事業で施設整備のために取得する必要がある用地面積の合計は、公共地を含め 24,866 m² 程度である。

表 2-26 用地取得の対象となった各事業サイト内の現在の土地利用状況

土地利用 形態	面積 (m ²)								合計 (m ²)	割合 (%)
	配水場拡張地		新規送水ポンプ 場と隣接した井 戸施設 (CharcharaTW -No. 3)	深井戸施設						
	ガブリエル 配水池	ティマスボラ 配水池		既存施設	新規施設					
			Charchara No. 6	Charchara TW-No. 1	Charchara TW-No. 2	Ashraf TW-No. 2	Ashraf TW-No. 3			
1. 穀物耕作地		2,740					3,611	3,149	9,500	49 %
2. 野菜畑					1,075 程度	5,166			6,241 程度	32 %
3. 木材用ユー カリ林		100 程度	3,225		200 程度				3,525 程度	18 %
4. 放牧地 (公共地以外)						*		*	-	-
小計		2,840	3,225	0	1,275	5,166	3,611	3,149	19,266	100 %
5. その他	3,800 程度 (市 の貸地-資 材置き場)			1,800 程度 (公共地-放 牧)					5,600 程度	
合計	3,800 程度	2,840	3,225	1,800 程度	1,275	5,166	3,611	3,149	24,866 程度	

注: 1) おおよその面積として示されている値 (程度として表示) は、Google Earth の衛星画像上で測定した値であり、その他の値は、BDCA の土地管理部署が用地取得のため、現在の土地利用者が立ち会う中、計測された面積である。

2) *印がついている土地は、季節によっては、一時的に放牧にも利用されている土地である。

ガブリエル配水池の拡張で必要となる 3,800m² は BDCA が所有するが、現在はコンクリートブロックの作製をしている事業者がこの土地を貸しており、事業者が建物 (トタン屋根の小規模な物置小屋) を建設し、材置き場として利用している。この賃貸の条件に、BDCA が土地の返却を求める際には、補償を求めず、速やかに立ち退くことが入っているため、土

地への補償は発生しない。一方、建物についても、BDCA が土地の返却を求める際には、補償を求めず、速やかに立ち退くことが合意されているため補償の必要はない。

生産井 Charchara No. 6 へのアクセス道路の一部を整備するために、現在、牧草地として使われている約 1,800 m² の公共地を使用する必要があり、その使用については BDCA の許可を得ている。

アクセス道路整備については、Charchara TW-No.1 と Charchara TW-No.2、Charchara No.6、Ashraf TW-No.2 と Ashraf TW-No.3 のアクセス道路を整備するが、これらアクセス道路整備のために新たな用地取得は発生しない。

最終的に、本事業において補償が必要となる用地取得の規模・範囲は、表 2-27 に示す通り、19,266m² である。影響を受ける世帯数は 26 世帯である。補償対象の土地は、表 2-26 にまとめたように、穀物耕作地、野菜畑そして木材用ユーカリ林として利用されている。なお、本事業において住民移転は生じないため、本項では用地取得について、以下に詳細を説明する。

(1) 被影響世帯数

施設建設のための用地（農地）の取得の対象となる住民は、表 2-27 のとおり、2016 年 4 月 23 日時点で 26 世帯、計 155 名である。農地の取得に対する補償や支援は、これらの世帯が対象となる。なお、本事業における補償のカットオフデイトは、BDCA の土地管理部署により、用地取得対象の土地の面積が計測された 2016 年 4 月 23 日となる。

(2) 財産・用地調査

影響を受ける 26 世帯全てが正式な土地の利用権を有する。補償の対象である土地は 19,266 m² であり、BDCA の土地管理部署が、土地利用者も立ち会う中で計測された。現在対象となる土地は穀物耕作地（49%）、野菜畑（32%）、木材用ユーカリ林（18%）として利用されており、灌漑施設や建物などの土地上の資産は存在しない。被影響者の各世帯が利用権を持つ土地の全体面積に対して収用された土地の面積が占める割合は、表 2-27 のとおり、平均で 9.9%であることが確認されている。

(3) 家計・生活調査

補償対象者は 26 世帯である。それぞれが家族を持ち、主に農業（穀物及び野菜）と林業（ユーカリ）に従事しているが、エチオピア正教会の牧師（Kesis）のタイトルを持つ者が二人、運転手を副業とする者が一人含まれている。また対象地域が都市部のため出稼ぎ等による季節ごとの住民数の変動は比較的小さい。それぞれの世帯主は、男性が 18 人、女性が 8 人である。26 世帯の平均月収は、2,042ETB で、男性が世帯主の場合 2,265ETB、女性の場合は、1,770ETB である。

被影響世帯の社会経済情報の詳細は、資料 - 7 (10) の通り。

表 2-27 用地取得に関する被影響世帯社会経済調査

番号	各事業サイト対象世帯	用地取得面積(m ²)	総保有用地面積(m ²)	取得/保有割合(%)	世帯数(人)	世帯主の性別	世帯月収(ETB/月)
I	Charchara TW-No.1						
	1*	539	8,000	6.7	4	女性	2,600
	2	320	5,000	6.4	6	男性	2,000
	3	416	4,000	10.4	5	男性	2,200
	Sub Total	1,275	17,000	7.5	15		
II	Charchara TW-No.2						
	1	378	10,000	3.8	9	男性	4,600
	2	378	2,675	14.1	6	男性	2,500
	3	378	12,000	3.1	7	女性	4,067
	4	504	2,900	17.4	7	男性	4,200
	5	504	6,900	7.3	4	女性	3,000
	6	378	3,675	10.3	6	女性	1,200
	7	378	4,675	8.1	4	男性	2,900
	8	378	2,675	14.1	5	男性	2,900
	9	378	2,675	14.1	3	男性	2,300
	10	378	2,675	14.1	6	男性	1,320
	11	378	3,675	10.3	4	男性	3,700
	12	378	1,675	22.6	7	男性	2,000
13	378	6,000	6.3	3	男性	3,350	
	Sub Total	5,166	62,200	8.3	71		
III	Charchara TW-No.3 & New Pump Station						
	1*	1,075	10,000	10.8	3	男性	1,750
	2*	2,150	12,500	17.2	10	女性	458
	Sub Total	3,225	22,500	14.3	13		
IV	Asharaf TW-No.2						
	1	3,611	16,000	22.6	6	男性	1,179
	Sub Total	3,611	16,000	22.6	6		
V	Asharaf TW-No.3						
	1	3,149	16,000	19.7	5	女性	663
	Sub Total	3,149	16,000	19.7	5		
VI	Diaspora Reservoir Expansion Site						
	1*	473	20,000	2.4	10	男性	833
	2	244	24,000	1.0	6	男性	1,313
	3	594	10,000	5.9	5	女性	629
	4	239	16,000	1.5	9	男性	863
	5	225	20,000	1.1	8	男性	863
	6	1,065	18,000	5.9	7	女性	1,542
	Sub Total	2,840	108,000	2.6	45		
Total	26 世帯	19,266	241,700	8.0(平均)	155		

注: 表中の用地取得面積の値は、BDCA の土地管理部署が用地取得のため、現在の土地利用者が立ち会う中、計測された面積である。

2-2-4-2-4 補償・支援の具体策

(1) エンタイトルメントマトリックス

本事業において発生する用地取得と損失の種類、補償対象者、補償の内容、主な手続き、担当機関をまとめたエンタイトルメントマトリックスを表 2-28 に示す。

表 2-28 本事業における用地取得用及び土地利用に係るエンタイトルメントマトリックス

損失の種類	補償等の対象者	補償等の内容	主な手続き等	担当機関
農地（林業を含む）の損失	土地の利用権を持つ農民	農業・林業収入の 10 年間分を補償。林業の場合、育てた木を取得前に売ることを選択でき、その場合、標準的な農地として土地の補償額が計算される。BDWSSS の警備員としての雇用の可能性がある。	土地の利用権を持つ農民及び BDCA のケベレ事務所職員の立ち合いによる、取得する用地の境界及び面積の決定。取得面積及び作物の種類に基づいた補償額の決定。補償を受ける農民の補償金の計画的な使用等についてのアドバイス。	BDCA(土地境界の決定、補償額の計算・通知及び生計回復等のためのアドバイス)、BDWSSS(補償額の支払い、雇用機会の提供など)。

(2) 農地の補償金額の算定

農地への補償額は、標準的な作物（Maize、Finger Millet 及び Teff）の市場価格に基づいて算定される。本事業では、2016 年より使用されている最新の単価 25 ETB/ m²/10 年が使われる。これは 2015 年まで使われていた単価の約 2 倍である。ただし、2016 年 5 月時点でアムハラ州としてはより低いレートを採用しており、この単価についてはアムハラ州からの正式承認は得られていない。ちなみに、この単価については、2016 年の市場価格と 2010 年～2014 年の平均市場価格と比べて大きな相違がないことが確認されている。

また、農地で木材用ユーカリ等の木を栽培している場合、林業から得られる収入を基に補償額が算定される。ただし、既存の土地利用者が用地取得前に木を伐採して販売することもできる。その場合は、木材の販売後、単価 25 ETB/ m²/10 年で農地の補償額を算定し、補償額が支払われる。

(3) 生活再建築

被影響者の各世帯が利用権を持つ土地の全体面積に対して収用された土地の面積が占める割合は、表 2-27 に示すように最小で 1.0%、最大で 22.6%であり、土地収用後も各世帯は残りの土地で引き続き農業により生計を立てている。収用された土地の割合が 20%以下の場合、現金による補償、20%以上では代替地による補償が望ましいが、本事業では用地の制限から現金による補償で被影響者と合意している。

更に BDWSSS は、被影響者への補償金の支払いとは別に、必要に応じ生計再建築として、取得した土地に建設する水道施設の運営・維持管理職員として被影響者を雇用する計画である。雇用の対象とする職種は、高い技術的専門性を必要としないポンプオペレータと警備員が想定されている。それら職種について本事業で必要とする新規雇用数は 48 名である。影響を受ける 26 世帯のうち収用の対象となる土地の割合が 20%以上となる 2 世帯（世帯主は男性）および 20%未満でも世帯主が女性であり比較的所得の低い 5 世帯を中心に社会モニタリング結果も考慮して生活再建築の必要性を検討する。

また、水道施設操業前の生活再建策としては、建設工事中に労働者として雇用することも想定している。

2-2-4-2-5 苦情処理メカニズム

BDCA もしくはケベレの役所からの用地取得通知から 15 日以内であれば、不服申し立てを行うことができる。不服の申し立てに対しては、土地面積の計測及び補償額の計算等を行う BDCA の担当者がまず対応している。BDCA では、用地取得に関する不服への対応を目的とした特別な委員会は設置されていないが、用地取得に関する不服申し立てについても、BDCA への不服申し立て全般を扱っている部署が対応している。この部署による対応についても不服とする場合には、地方裁判所による調停の手続きを踏むことが可能である。

2-2-4-2-6 実施体制（用地取得に責任を有する機関及びその責務）

本事業のため、BDWSSS は、用地取得が必要な土地について BDCA に申請する責任がある。用地取得の対象となる被影響者への説明責任は、BoWIED、BDWSSS 及び BDCA にある。BDCA は取得する土地の境界について、被影響者と合意形成し、土地の面積を計測する共に、補償額の計算及び被影響者からの苦情に対応する責任がある。また、BDWSSS は BDCA からの通知に従い、補償額を支払うと共に、被影響者の生活再建を支援する責任がある。

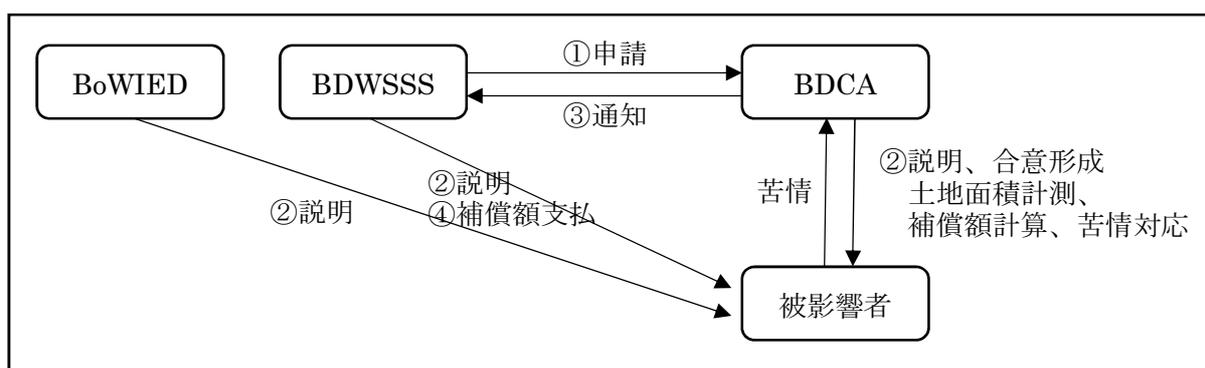


図 2-19 用地取得に責任を有する機関及びその責務

2-2-4-2-7 実施スケジュール

「2-2-4-2-10 住民協議」に後述するように、BDWSSS は既に本事業において補償の支払い必要であることが確認された全ての農地に対して補償の支払いを完了している。また、水道管敷設にかかる BCDA による用地取得スケジュールについては、表 2-32 を参照のこと。

2-2-4-2-8 費用と財源

「2-2-4-2-10 住民協議」に後述するように、BDWSSS は、既に土地取得ための合計補償額（481,883.29 ETB）を 26 名の被影響者に対して支払っている。BDWSSS は、水道料金収入等の収益の一部により、補償額の支払いを行った。

2-2-4-2-9 実施機関によるモニタリング体制

表 2-29 のモニタリングシートを用いて補償額の支払い状況と生計支援策の実施状況、苦情の処理状況に関するモニタリングを行う。

表 2-29 用地取得のための BDWSSS による補償金支払等についてのモニタリングシート

No.	Project Affected Persons at Selected Project Sites	Size of Acquired Land (m ²)	Paid Land Compensation (Birr)	Date of Payment	Records of Livelihood Support	Records of complains and their handlings
I	Charchara TW-No.1					
	<i>1*</i>	539				
	<i>2</i>	320				
	<i>3</i>	416				
	Sub Total	1,275				
II	Charchara TW-No.2					
	<i>1</i>	378				
	<i>2</i>	378				
	<i>3</i>	378				
	<i>4</i>	504				
	<i>5</i>	504				
	<i>6</i>	378				
	<i>7</i>	378				
	<i>8</i>	378				
	<i>9</i>	378				
	<i>10</i>	378				
	<i>11</i>	378				
	<i>12</i>	378				
	<i>13</i>	378				
	Sub Total	5,166				
III	Charchara TW-No.3 & New Pump Station					
	<i>1*</i>	1,075				
	<i>2*</i>	2,150				
	Sub Total	3,225				
IV	Asharaf TW-No.2					
	<i>1</i>	3,611				
	Sub Total	3,611				
V	Asharaf TW-No.3					
	<i>1</i>	3,149				
	Sub Total	3,149				
VI	Diaspora Reservoir Expansion Site					
	<i>1*</i>	473				
	<i>2</i>	244				
	<i>3</i>	594				
	<i>4</i>	239				
	<i>5</i>	225				
	<i>6</i>	1,065				
	Sub Total	2,840				
Total	26 Persons	19,266				

Note : * Prefer the standard land compensation (standard compensation based on price of typical crops) to the compensation for eucalyptus trees because they will sell the eucalyptus trees before the implementation of land acquisition.

2-2-4-2-10 住民協議

アムハラ州の一般 EIA ガイドラインでは、スコーピング段階でのステークホルダーからの意見収集を、質問票調査により実施することを選択肢の一つとしている。本調査では、第一次現地調査時に実施した事業対象地域の住民（100 世帯）に対する質問票調査（2015 年 8 月～9 月）において、本事業の概要を説明した上で、環境・社会面での懸念や意見がないかを口頭で質問した。この質問票調査により把握した住民の懸念及び意見の一部を以下に示す。

- ・ 水道管の敷設のために掘削された溝に子供が落ちることが心配である。
- ・ 道路等の既存のインフラを損傷するのではないかと懸念している。
- ・ 騒音問題が心配である。
- ・ 用地取得が行われるのではないかと懸念している。

本事業において土地を取得する必要がある場所については、まず現場視察、現在の土地利用者との初期交渉（用地取得に対する協力意志の有無や比較的受け入れることができる用地取得の境界などについての確認など）などに基づき、代替地の特定及び比較を始めた。その後、2016年4月にJICA調査団、BDWSSS及びBoWIEDの間で、用地取得の候補地の条件設定（汚染防止用パーファーの半径、形状等）や絞り込みに係る合意形成が行われた。さらに、「2-2-4-2-2 用地取得・住民移転にかかる法的枠組み」で説明した6つのステップの前段として、2016年4月14日にステークホルダー協議が開催され、各用地取得候補地の現在の利用者の代表者に対する説明が行われた。「2-2-4-1-11 ステークホルダー協議」に示したステークホルダー協議の主な質疑応答から用地取得に係る内容を抜粋し、表2-30に示す。

表 2-30 ステークホルダー協議における用地取得に係る質疑応答の内容

参加者からの質疑	BDWSSS からの応答
用地取得の補償額が少な過ぎる。	BDCA では、補償額が実際の土地の価値（耕作物の 10 年間分の価格）に近づくように、3 ヶ月前に土地利用別の補償額の単価を更新した。この水道事業では、更新した単価が適用される。また、BDWSSS は、土地を失った者を建設する水道施設の警備員として雇用することも考えている。
用地取得の補償額の計算が明確でなく支払金額が見積り額に比べて少なくなる場合があるため、問題が起こらないようにしてほしい。	取得する土地の面積の測量及び補償額の計算は BDCA が行う。補償額の支払は BDWSSS が責任をもって行う。

ステークホルダー協議の後、前述した用地取得のステップ1～3については、JICA調査団もしくは環境社会配慮再委託先の立ち合いのもと、実施された。ステップ3として、2016年5月にBDCAが現場にて現在の土地利用者と交渉し、土地利用者の希望等を考慮して（断片化され、利用が難しい土地が残らないように）取得する土地の境界を最終決定した。また、彼らが立ち会う中、各利用者から取得する土地の面積が計測された。その際にも、BDCAが2016年から適用している新たな土地利用（作物）別の補償額単価が補償額の計算に用いられることが、現在の土地利用者に説明された。

本事業のための用地取得に必要となる補償額はBDWSSSが支払う予定であるが、取得する土地にマンゴーやアボカドなどの高収入に繋がる果樹が植えられた場合には、補償金額が著しく高くなり、用地取得が難しくなる可能性がある。そのため、BDWSSSは、できるだけ早くBDCAの協力を得て、補償額の計算を行うための、土地利用状況の評価、用地境

界の決定及び面積の測量を行った背景がある。

事業のための用地取得プロセスは既に始まっており、BDWSSS は、既に表 2-31 に示すように用地取得のための合計補償額 (481,883.29 ETB) を 26 名の被影響者に対して支払っている。

表 2-31 被影響者への補償の支払い状況

番号	用地取得を行う事業サイトの補償対象者	用地取得面積 (m ²)	補償額	支払日
I	Charchara TW-No.1			
	1*	539	13,481.58	2016年6月16日
	2	320	8,003.91	2016年6月16日
	3	416	10,405.08	2016年6月16日
	小計	1,275	31,890.57	
II	Charchara TW-No.2			
	1	378	9,454.62	2016年6月16日
	2	378	9,454.62	2016年6月16日
	3	378	9,454.62	2016年6月16日
	4	504	12,606.15	2016年6月16日
	5	504	12,606.15	2016年6月16日
	6	378	9,454.62	2016年6月16日
	7	378	9,454.62	2016年6月16日
	8	378	9,454.62	2016年6月16日
	9	378	9,454.62	2016年6月16日
	10	378	9,454.62	2016年6月16日
	11	378	9,454.62	2016年6月16日
	12	378	9,454.62	2016年6月16日
	13	378	9,454.62	2016年6月16日
	小計	5,166	129,213.12	
III	Charchara TW-No.3 及び新ポンプ場			
	1*	1,075	26,888.13	2016年6月16日
	2*	2,150	53,776.25	2016年6月16日
	小計	3,225	80,664.38	
IV	Ashraf TW-No.2			
	1	3,611	90,319.09	2016年6月16日
	小計	3,611	90,319.09	
V	Ashraf TW-No.3			
	1	3,149	78,763.45	2016年6月16日
	小計	3,149	78,763.45	
VI	ディアスポラ配水場拡張場所			
	1*	473	11,830.78	2016年6月16日
	2	244	6,102.98	2016年6月16日
	3	594	14,857.25	2016年6月16日
	4	239	5,977.92	2016年6月16日
	5	225	5,627.75	2016年6月16日
	6	1,065	26,638.00	2016年6月16日
	小計	2,840	71,034.68	
合計	26人	19,266	481,883.29	

注) *印がついている土地には、ユーカリの木が植えられており、現在の土地利用者が用地取得前にユーカリの木を伐採して販売した。その後、他の補償対象地と同様に、標準的な作物の販売価格を基に計算された補償単価 25 ETB/m² (10 年分) に基づいて、補償額が計算された。

2-2-4-3 その他

2-2-4-3-1 道路沿いへの水道管布設

本水道事業では送配水管を、既存の道路もしくは都市計画に沿って本事業とは別事業として BDCA が建設する道路のユーティリティスペース、及び一部農地下に敷設するため、本事業内での用地取得を必要としない。新設される道路沿いへの水道管布設については、まず BDCA が行う都市計画事業において、道路沿いのユーティリティスペースを含む道路境界全体の用地取得を BDCA が行う。BDCA による道路境界内の用地の取得は以下表 2-32 のスケジュールで行われ、2017 年 6 月までに完了する予定である。

表 2-32 水道管敷設にかかる BDCA による用地取得スケジュールと進捗

段階	活動内容	予定	進捗
1	BDCA は現場調査にて水道管布設に関する道路境界、中心、標高を明らかにする。	2016 年 12 月第 1 週 目から約 15 日間	対応中
2	BDCA は道路路床整備により影響を受ける土地、構造物、住民を明らかにし、影響を受ける土地、構造物の補償額を算出する。	2016 年 12 月第 1 週 目から約 2 か月	対応中
3	BDCA は道路路床整備に関わる道路用地取得の被影響者との会合を実施し、適切な補償金額、スケジュールの合意を得る。	2016 年 12 月第 1 週 目から約 2 か月	対応中
4	BDCA は道路路床整備により影響を受ける住民への支払いを済ませる。	2017 年 3 月	今後対応
5	BDCA は水道管布設予定箇所全ての道路路床整備を終了させる。	2017 年 6 月	今後対応

本事業の水道管敷設の対象となる都市計画区域内の道路について、現在道路が未整備状態で、BDCA による路床整備が必要な区間の延長は約 9.5km と確認され、その内で用地取得が既に実施されている区間の延長は 5.4km で、されていない区間の延長は約 4.1km であり、用地取得されていない区間における用地取得が必要とされる面積は約 138,100 m²と確認された。また、用地取得されていない用地の土地利用は、農地 95,400 m²、商業用地 3,800 m²、未利用地 14,500 m²、宅地 7,900 m²、道路用地 5,200 m²である。このうち宅地については 32 世帯あり、移転が必要とされる住民は 119 人¹と推定される。

また、影響を受ける農家については、「エ」国の半数を占める小規模農家の農地面積を 1.0ha²として算出すると、影響を受ける農家の数は約 10 軒と推定される。なお、商業用地

¹ JICA 調査団による Hidar11 ケベレ区役所における人口センサス調査結果(2016 年 3 月) 平均世帯数 3.7 人/世帯により推計

² ETHIOPIA'S AGRICULTURAL SECTOR POLICY AND INVESTMENT FRAMEWORK (PIF) 2010-2020, FAO 2010

については、2区画と推定される。

今後は、BDCAによる円滑な用地取得・住民移転と、本事業の水道管布設地の対象となる都市計画道路の路床整備が必要となる。BDCAとの協議（2016年11月）において、都市計画事業の道路整備にかかる用地取得及び住民移転に関連する被影響住民との補償に対する合意は、2017年2月迄に実施することが確認された。

以下に、都市計画区域内で現在道路の無い配水管予定の現状について整理した。

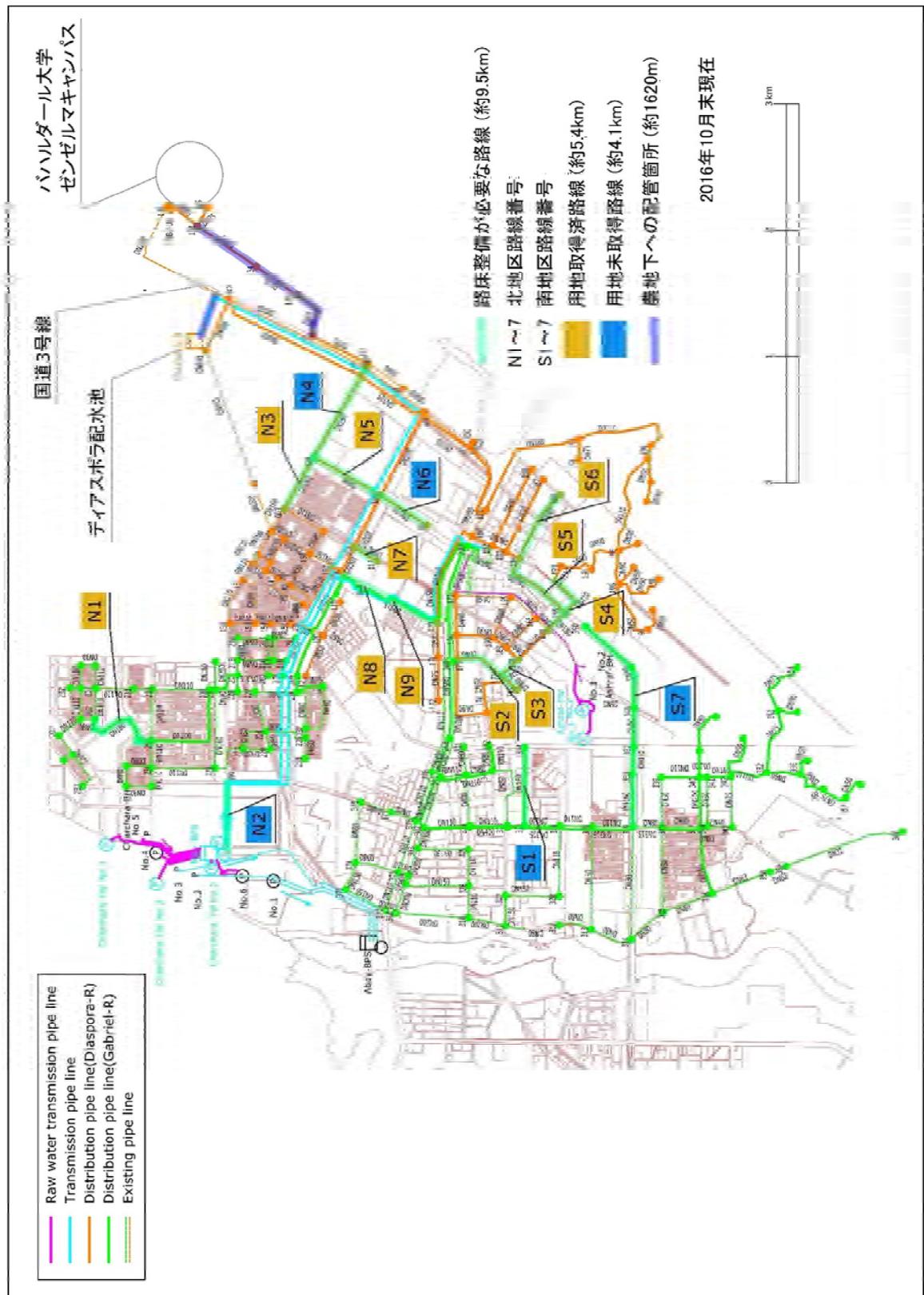


図 2-20 都市計画区域内における未整備状態の都市計画道路位置 (2016年11月現在)

表 2-33 都市計画区域内における未整備状態の都市計画道路延長とこれにかかる用地面積

	道路延長(m)		総面積(m ²)		用地未取得の用地別面積(m ²)					備考
	取得済	未取得	取得済	未取得	未利用	商業用	農地	宅地	道路用	
N1	706		11,200							
N2		525		10,500	10,500	0	0	0	0	
N3	473		9,500							
N4		818		16,400	0	0	15,600	800	0	宅地内世帯数:3
N5	607		24,300							
N6		436		17,500	0	0	17,500	0	0	
N7	212		6,400							
N8	265		5,300							
N9	562		11,300							
S1		619		12,400	4,000	3,800	0	4,400	200	宅地内世帯数:18
S2	556		11,200							
S3	189		3,800							
S4	561		11,300							
S5	524		21,000							
S6	736		11,100							
S7		1,749		70,000	0	0	62,300	2,700	5,000	宅地内世帯数:11
計 1	5,391	4,147	126,400	126,800	14,500	3,800	95,400	7,900	5,200	
計 2	9,538		253,200		126,800					
用地未取得率(%)	43.48%		50.08%							

 : 用地取得済み

 : 用地未取得

出典：JICA 調査団

2-2-4-3-2 農地への配管敷設にかかる関係者の属性、数の確認

本事業においては、都市計画区域内における水道管の敷設について、BDCA が実施する都市計画事業として整備される都市計画道路のユーティリティスペースを活用して進められることから、配管敷設にかかる用地取得や住民移転は発生しない。一方、都市計画区域外への配管敷設については、既存道路を活用する場合とそれ以外に配管敷設が必要となる場合があり、後者の場合、対象となる区間の土地利用が全て農地であることから、配管敷設が農作業に影響のないよう配慮する必要がある。農地下への配管が必要な箇所及び延長につ

いて表 2-34 に示す。

表 2-34 都市計画区域内における農地下への配管敷設箇所及び延長

敷設箇所	延長距離(m)	備考
ディアスポラ配水池－国道 3 号線	450	位置関係は図 2-20 を参照
バハルダール大学－国道 3 号線	1,170	
合計	1,620	

出典：JICA 調査団

BDWSSS では、農地への配管敷設を行う場合、農作業への影響を避けるため閑散期に配管の敷設作業を実施することが一般的である。つまり、バハルダール地区では 12 月から 3 月の間が乾期となり、地域の農家はこの期間の農地での作業は行わないことから、この期間に乾燥した農地を掘削し配管、掘削土壌の埋め戻すといった配管敷設を行うことが農業従事者への影響を回避し、用地取得を必要としない方法として採用されている。

本事業においては、この地域で一般的な乾期への配管敷設が環境社会配慮上有効であると捉える。本事業の施工スケジュールは全体で約 2 年あるほか、農地への配管敷設延長が約 1,620m と比較的小規模であることから十分に柔軟な対応が可能と考えられる。具体的には、2018 年 8 月に着工後、既存道路あるいは路床整備された箇所への配管敷設を進め、乾季に入る前に農地への配管敷設の準備を行い、2018 年の 12 月から 5 月の乾季に配管敷設を実施する工程となる。

農地における配管敷設を進める場合には、配管された農地が将来的に開発されることになる場合を想定し、敷設された配管が破損されることを避けるため、配管敷設されていることを示す印としてコンクリート製の杭を配管ルート上に適宜設置する。設置されるコンクリート杭によって農作業に大きな影響がでることは想定されないが、配管が敷設されること及びコンクリート杭が設置されることについて、対象農地の農業従事者やその代表

との情報共有と文書での合意が必要である。BDWSSS によると、農地配管敷設の対象となる地区の農業従事者は約 30 人であり、代表者は約 5 人とされている。

農地への配管敷設にかかる関係者との協議は、すでに 2017 年 1 月下旬に BDWSSS と BDCA によって実施され、合意を得たことが確認されている。万一、農地に対し負の影響が出た場合は、農業従事者が BDCA へ苦情を申し入れ、まず土地面積の計測及び補償額の計算等を行う BDCA の担当者に対応し、その後、BDCA では、用地取得に関する不服への対応を目的とした特別な委員会は設置されていないものの、BDCA 内の不服申し立て全般を扱っている部署が対応する。この部署による対応についても不服とする場合には、地方裁判所による調停の手続きを踏むことが可能である。

2-2-4-3-3 モニタリングフォーム案

本事業における環境社会配慮のモニタリングフォーム案を、以下に示す。

表 2-35 モニタリングフォーム（工事中）

1. 水質汚染、土壌侵食、底泥、保護地域

モニタリング項目	報告期間中の状況	頻度
汚染対策用のバッファースペースを含めて、主要施設へのフェンス設置状況		月 1 回 (工事終了前)
事業サイトでの土壌侵食対策の実施状況		月 1 回 (工事終了前)
雨季の土工実施状況		月 1 回 (工事終了前)
対象地域からの土壌流出の影響を受ける可能性がある保護地域付近の水域の水質（濁度及び TSS（総浮遊物質量））		年 1 回 (雨季)

2. 固形廃棄物

モニタリング項目	報告期間中の状況	頻度
建設廃棄物の BDCA 指定の埋め立て地への処分状況		月 1 回
雨水により流出しない場所での残土、資材等保管状況		月 1 回
建設残土等の再利用と切管等の建設資材の効率的な利用に係る状況		月 1 回

3. 動植物

モニタリング項目	報告期間中の状況	頻度
成木の伐採を最小限に留め、代わりに在来種の若木の植樹状況		月 1 回

4. 騒音・振動

モニタリング項目	報告期間中の状況	頻度
住宅地内等での水道管の敷設工事の施工時間（できるだけ昼間及び平日に行っているか、工事工程表を参照した現場での確認）		週 1 回
夜間及び週末の管路敷設工事を避けられない場合の防音シートを使用状況		週 1 回

5. 大気汚染

モニタリング項目	報告期間中の状況	頻度
住宅地内等での配管工事の際の水まき状況		週 1 回
排ガスを発生させる建設機械及び車両の適切な維持管理状況		月 1 回

6. 土壌汚染

モニタリング項目	報告期間中の状況	頻度
油や燃料が漏れる可能性がある建設機械や車両の適切な維持管理状況		月 1 回

7. 交通、子供及び住民

モニタリング項目	報告期間中の状況	頻度
水道管の道路横断部の工事の施工状況（交通量が特に少ない時間帯に行われているか確認）		週 1 回
道路沿いの配管工事が円滑に行われるように、道路や交通を管理している機関との事前調整状況		週 1 回
工事現場に交通整理のための人員配置		週 1 回
夜間に工事現場周辺で事故が発生しないように、電灯付きの看板等の設置状況		月 1 回
配管用の溝に子供等が転落しないように囲いの設置、埋め戻しの実施状況		毎日
迅速な敷設が可能かつ漏水が発生しにくい HDPE 管の使用状況		毎日

8. 土地使用

モニタリング項目	報告期間中の状況	頻度
建設サイトの周辺等での建設残土の状況		月 1 回
農地下に配管する際、耕作に影響を及ぼす雨季の工事の実施状況		月 2 回
農地下に配管する際、元々の地表付近の肥沃な土の、管敷設後の埋め戻し時の表土としての使用状況		月 2 回

9. 公衆衛生及び労働者

モニタリング項目	報告期間中の状況	頻度
建設作業員への衛生教育、コンドームの配布、買春の予防等の実施状況		月 1 回
建設作業員の宿舎等の衛生環境（清潔に保ち、水系感染症や蚊を媒体とする病気の発生が予防されていること）		月 1 回
工事現場での事故防止策実施状況		月 1 回

10. 景観及び文化財

モニタリング項目	報告期間中の状況	頻度
宗教施設や観光関連施設付近で配管工事の施工時間（施設で催し等が行われている時間帯を避ける等の配慮が行われていること）		週 1 回
周辺の景観を著しく阻害しないような、工事現場付近への建設機械や建設資材等の設置状況		月 1 回

11. 財産／公的施設

モニタリング項目	報告期間中の状況	頻度
地下に埋設された電話線、電線等の損傷を避けるべき埋設位置		月 1 回
電話線、電線等の敷設位置の変更が必要な場合の、サービス中断に係る工事前調整実施状況		月 1 回

12. 土地利用権

モニタリング項目	報告期間中の状況	頻度
2-2-4-2-9 実施機関によるモニタリング体制（表 2-29 参照）		月 1 回 (工事開始前)

表 2-36 モニタリングフォーム（供与時）

1. 水質汚染

モニタリング項目	報告期間中の状況	頻度
BDCA の開発管理委員会を通じた、・地下水汚染を引き起こす可能性が高い産業の工業地区への進出状況ならびに工場の廃水処理状況		1 年回

2. 水質汚染（表流水）及び保護地区

モニタリング項目	報告期間中の状況	頻度
オンサイト・サニテーション普及のためのプロモーション計画の実施状況		1 回（雨季と乾季）
給水量増加に伴う汚水量増加により汚染が悪化する可能性がある水域の水質（pH、EC、TDS、硫酸塩、硝酸塩、リン酸、濁度、糞便性大腸菌群数、DO、BOD ₅ ）		2025 年まで 年 2 回 (雨季と乾季)

3. 固形廃棄物

モニタリング項目	報告期間中の状況	頻度
BDCA が管理する埋立処分場における監理体制、汚染状況、ならびに改善提案		年 2 回

4. 土壌侵食及び動植物

モニタリング項目	報告期間中の状況	頻度
雨水排水路の設置状況ならびに付近の植生		年 1 回 (雨季)

5. 地下水の流れ及び水利用

モニタリング項目	報告期間中の状況	頻度
井戸からの揚水量		2025 年まで 毎日
雨季の地下水涵養による地下水位の回		2025 年まで

モニタリング項目	報告期間中の状況	頻度
復状況と地下水位の経年変化（静水位及び動水位）		毎日
啓発活動の実施状況		2025年まで 年2回
井戸の静水位及び動水位の定期記録		2025年まで 月1回

6. 騒音・振動

モニタリング項目	報告期間中の状況	頻度
送水ポンプ場の運転状況（戸窓が開放した状態で運転していないか）		2025年まで 年4回

7. 土壌汚染

モニタリング項目	報告期間中の状況	頻度
油や燃料が漏れる可能性がある自家発電機の運転維持管理状況		2025年まで 年4回

8. 労働者

モニタリング項目	報告期間中の状況	頻度
水道水の消毒を行うためのさらし粉を扱う際の、ゴム手袋、防塵マスク、保護メガネ等、使用状況		2025年まで 年4回

2-2-4-3-4 環境チェックリスト

本協力準備調査における環境社会配慮の内容及びその進捗の確認結果を、表 2-37 の上水道事業用 JICA 環境チェックリストに示す。

表 2-37 上水道事業用 JICA 環境チェックリスト

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N 該当せず: n/a	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
1 許認可・説明	(1)EIA および環境許認可	(a) 環境アセスメント報告書(EIA レポート)等は作成済みか。 (b) EIA レポート等は当該国政府により承認されているか。 (c) EIA レポート等の承認は付帯条件を伴うか。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか。 (d) 上記以外に、必要な場合には現地の所管官庁からの環境に関する許認可は取得済みか。	(a) Y (b) Y (c) n/a (d) Y	(a) 作成済み。 (b) 承認済み。 (c) まだ確認できていない。 (d)BDWSSS は 2016 年 3 月、Abay Basin Authority から、本調査において 8 ヶ所における深井戸の試掘を行うための許可を取得した。また、2016 年 5 月には、本事業により増える地下水揚水量に対する取水許可も取得している。この許可は毎年更新する必要がある。
	(2)現地ステークホルダーへ	(a) 事業の内容および影響について、情報公開を含めて現地ステークホルダーに適切な説明を行い、理解を得	(a) Y (b) Y	(a) 2015 年 8 月に実施した社会条件調査の中で、本事業の対象地域内の 100 世帯から本事業に対する意見等を収集した。また、2015 年 3 月に本調査の第 1 次調査結果報

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N 該当せず: n/a	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
	の説明	ているか。 (b) 住民等からのコメントを、事業内容に反映させたか。		告書（事業概要を含む）を、BDCA や EFWPA 等の主要ステークホルダーに配布し、直接説明した。さらに、2016年4月には、本事業に対する EIA のため、ステークホルダー協議が開催され、用地取得候補地の現在の利用者等の幅広い関係者と活発な意見交換が行われた。 (b) 収集した意見の多くは事業内容に反映された。
	(3)代替案の検討	(a) 事業計画の複数の代替案は(検討の際、環境・社会に係る項目も含めて) 検討されているか。	(a) Y	(a) 本調査では、整備する配水場やポンプ場の用地について、環境・社会面から多くの代替案比較を行った。また、各用地の現在の使用者と交渉し、できる限り彼らの要望に沿うように、取得する用地の境界を設定した。
2 汚染対策	(1)大気質	(a) 消毒用塩素の貯蔵設備、注入設備からの塩素による大気汚染はあるか。 (b) 作業環境における塩素は当該国の労働安全基準等と整合するか。	(a) N (b) Y	(a) 今後も、塩素剤としてさらし粉を使用することを提案しているため、大気汚染の心配はない。 (b) 本事業では、塩素注入を自動化するための装置を導入することで、現在手作業で行っているさらし粉の溶解などの作業が安全に行えるようになるため、国の労働安全基準（作業場及び建物において労働者の健康や安全を阻害しないものとする）と整合する。
	(2)水質	(a) 施設稼働に伴って発生する排水の SS、BOD、COD、pH 等の項目は当該国の排水基準等と整合するか。	(a) n/a	(a) 本水道事業では、深井戸からの地下水を水源とするため、沈殿・ろ過等の浄水処理を行う必要はなく、塩素消毒のみを行う。そのため、高い汚濁負荷を持つ逆洗水等の排水は発生しない。
	(3)廃棄物	(a) 施設稼働に伴って発生する汚泥等の廃棄物は当該国の規定に従って適切に処理・処分されるか。	(a) Y	(a) 沈殿・ろ過等の浄水処理を行わないため、汚泥は発生しない。深井戸や配水場等の施設には汲み取り式の便所が設置され、堆積したし尿は BDWSSS により汲み取られ、バハルダール市が指定する処分場に廃棄される。(ただし、この処分場では適切なし尿処理や廃棄物の埋め立て処理は行われていない)
	(4)騒音・振動	(a) ポンプ施設等からの騒音・振動は当該国の基準等と整合するか。	(a) n/a	(a) 深井戸に設置する水中ポンプは、水中に設置されるため騒音・振動の心配はない。市街地外の農地に建設される加圧ポンプ場(既存の土地利用計画ではその周辺一帯は農地に分類されている)では、送水用の地上ポンプを鉄筋コンクリート製の建屋内に設置するため、周辺への騒音の影響は少ない。「エ」国のガイドライン環境基準(2003)では、工業地域、商業地域及び住宅地域における騒音の基準値は設定されているが、ポンプ場が建設される農地に対する騒音の基準値は設定されていない。当環境基準において最も厳しい住宅地での夜間の基準 45 dB (A)についても、鉄筋コンクリート製の建屋内にポンプを設置し、戸窓を完全に閉めることで満たすことができる。
	(5)地盤沈下	(a) 大量の地下水汲み上げを行う場合、地盤沈下が生じる恐れがあるか。	(a) N	(a) 本事業のため、新たに深井戸の掘削を行った Ashraf 及び Charchara の水源地域の地盤は強固である。これらの地域では、既に地下水の揚水が行われているが、地盤沈下の可能性を示唆するような情報等はなく、その恐れはないと判断する。
3 自然環境	(1)保護区	(a) サイトは当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地するか。 (b) 事業が保護区に影響を与えるか。	(a) N (b) N	(a)事業サイトの一部は、アムハラ州の規定により制定されたアバイ川ミレニアム公園の境界内に立地している。しかし、この公園は隔離されておらず、明確な開発規制もないため、その境界内で様々な開発が行われている。BDCA 内に設置されたこの公園の管理事務所からは、給水は優先されるべき事業であるため、EIA の承認を受ければ、問題

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N 該当せず: n/a	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
				なく水道施設の整備は認められる。また、事業対象地域全体が、2015年にユネスコに登録されたタナ湖生物圏保護地域内にあるが、保護が必要なそのコアゾーンは対象地域内にはない。EIAの承認を受ければ、そのバッファゾーン内での水道施設の整備は認められる。 (b) Charcharaの井戸群が、上記の生物圏保護地域のバッファゾーンに含まれているが、表流水の取水や原生林の伐採などを行わないため、水域を挟んで500m以上離れているコアゾーンの生態系に与える影響はほぼない。しかし、雨水による土壌侵食のため流出した濁水の影響がタナ湖の水を介して対岸のコアゾーン(湿地帯)に及ぶ可能性が多少あるため、工事現場において深刻な土壌侵食が起きないように注意する必要がある。
	(2)生態系	(a) サイトは原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地を含むか。 (b) サイトは国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含むか。 (c) 生態系への重大な影響が懸念される場合、生態系への影響を減らす対策はなされるか。 (d) 事業による取水(地表水、地下水)が、河川等の水域環境に影響を及ぼすか。水生生物等への影響を減らす対策はなされるか。	(a) N (b) N (c) n/a (d) N	(a) 事業サイトは、耕作地、放牧地、材木用の植林地などであり、生態学的に重要な生息地は含まれていない。 (b) サイトには、絶滅危惧種や希少種は存在しないが、開発等のため個体数が減少しているカムリ鶴、カバ、タナ湖固有の魚類などが存在する。 (d) 本水道事業のために試掘した深井戸は、被圧地下水が豊富な地域に存在するため、それらからの取水により周辺の他の深井戸が受ける影響は僅かである。また、これらの深井戸からの取水が、湖や川などの表流水や地表付近の地下水に与える影響はほぼ無いため、取水に関して、水生生物等への影響はない。
	(3)水象	(a) 事業による取水(地下水、地表水)が地表水、地下水の流れに悪影響を及ぼすか。	(a) N	(a) 本調査で試掘した深井戸からの取水は、下流側に泉等がないため、地表水の流れに影響しない。また、周辺の既存深井戸に悪影響を及ぼさないように、適正揚水量を設定しているため、地下水の流れにも悪影響はない。
4 社会環境	(1)住民移転	(a) 事業の実施に伴い非自発的住民移転は生じるか。生じる場合は、移転による影響を最小限とする努力がなされるか。	(a) N	(a) 本事業では、物理的な住居移転は発生しないが、用地取得は必要である。
	(2)生活・生計	(a) 事業により住民の生活に対し悪影響が生じるか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。 (b) 事業による取水(地表水、地下水)が、既存の水利用、水域利用に影響を及ぼすか。	(a) Y (b) N	(a) 用地取得を行うサイトにて、現在耕作、放牧、材木用のユーカリ植林などを行っている土地利用者の生活には悪影響がある。彼らへの影響を緩和するため、BDWSSSによる適切な補償金の支払を支援すると同時に、取得する用地の境界をできるだけ現在の土地利用者の要望に合わせて調整した。 (b) 群井揚水試験等の結果、本事業で利用する深井戸間の干渉による水位低下は少ないことが確認された。そのため、周辺の既存の深井戸の利用には影響しない。
	(3)文化遺産	(a) 事業により、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なう恐れはあるか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。	(a) N	(a) 事業サイトは、ユネスコの世界遺産として登録されているタナ湖周辺の修道院等からは離れているため、それらの価値を損なうことはない。また、配水場の建設場所について代替案比較を行った際に、歴史的価値がある旧宮殿に近い場所を避けており、十分に配慮している。
	(4)景観	(a) 特に配慮すべき景観が存在する場合、それに対し悪影響を及ぼすか。影響がある場合には必要な対策は取	(a) N	(a) 代替案比較により、特に景観の良い展望場所付近での配水場の建設を避けた。また、乾季の間、放牧に利用される比較的景観の良い湿地の中に掘削した深井戸

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N 該当せず: n/a	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
		られるか。		(CharcharaTW・No.2)については、水中ポンプの操作室及び警備員用の小屋を景観への影響が少ない離れた場所に設置することにした。
	(5)少数民族、先住民族	(a) 当該国の少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされているか。 (b) 少数民族、先住民族の土地及び資源に関する諸権利は尊重されるか。	(a) Y (b) n/a	(a) 現在、配水圧が低く、十分な給水が行われていないディアスポラ地区には、政府の支援により Chimbl 川の氾濫地域から移住した少数民族 (Nagede) のコミュニティが存在する。本事業により、ディアスポラ地区での給水状態が改善すれば、同地区に住む Nagede の生活も向上する。 (b) 本事業のため深井戸の試掘が行われた Charchara 周辺には、当初 Nagede の人々が住んでいるとの情報があったが、彼らがこの地域に住んでいないことを確認した。そのため、Nagede の人々の土地及び資源に関する諸権利とこの事業の関連性はない。
	(6)労働環境	(a) 事業において遵守すべき当該国の労働環境に関する法律が守られるか。 (b) 労働災害防止に係る安全設備の設置、有害物質の管理等、事業関係者へのハード面での安全配慮が措置されているか。 (c) 安全衛生計画の策定や作業員等に対する安全教育の実施等、事業関係者へのソフト面での対応が計画・実施されるか。 (d) 事業に係る警備要員が、事業関係者・地域住民の安全を侵害することのないよう、適切な措置が講じられるか。	(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y	(a) 本事業における工事が、「エ」国の労働環境に関する法律に従って行われるように、施工計画において適切な労働時間等の検討を行っている。 (b) 本事業では、塩素注入を自動化するための設備を設置するなど、施設の運転維持管理をする BDWSSS 職員の安全が配慮されている。 (c) BDWSSS の職員が塩素注入設備等を安全に使用できるようになるためのトレーニングをソフトコンポーネントの一部としている。 (d) BDWSSS は、本事業において整備する施設の警備員として、主に、それらの施設整備のために取得する用地を現在利用している農民等を雇用する。そのため、警備員が地域住民の安全を阻害する可能性は低い。
5 その他	(1)工事中の影響	(a) 工事中の汚染(騒音、振動、濁水、粉じん、排ガス、廃棄物等)に対して緩和策が用意されるか。 (b) 工事により自然環境(生態系)に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 (c) 工事により社会環境に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 (d) 工事による道路渋滞は発生するか、また影響に対する緩和策が用意されるか。	(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y	(a)事業サイトの地盤は安定しているため、杭基礎の打設による騒音・振動の心配はない。しかし、開削工事により水道管を敷設するため、埋め戻しに用いられなかった掘削残土の廃棄が必要となる可能性がある。このような建設廃棄物については、周辺環境への悪影響を避けるため、BDCA が指定する処分場に廃棄する。 (b)整地等を伴う工事では、雨水流出による土壌侵食が起こり、泥水が河川やタナ湖などの自然環境に影響を与える可能性がある。そのため、深刻な土壌侵食が起こらないように、雨季の整地等をできるだけ避け、また工事現場に土壌侵食を防止するための排水路を整備する等の対策を施すようにする。 (c)送配水管の整備は、市街地内においても行われるため、特に宗教施設の周辺等における工事が住民の社会生活を阻害しないように注意する必要がある。また、子供や老人等が管路敷設のため掘削した溝に落ちることがないように、開削場所付近への侵入禁止や迅速な埋め戻しを徹底する。 (d)送配水管の敷設のため、渋滞が発生する可能性があるが、対象地域の交通量は限られているため、その影響は局所的なものとなる。渋滞の発生を極力防ぐため、横断管等を車道下に敷設する必要がある場合には、交通整理を十分

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N 該当せず: n/a	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
				に行うとともに、交通量の比較的多い時間帯における工事を避ける等の緩和策を講じる。
	(2)モニタリング	(a) 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。 (b) 当該計画の項目、方法、頻度等はどうのように定められているか。 (c) 事業者のモニタリング体制（組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性）は確立されるか。 (d) 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。	(a)Y (b) 右記参照 (c)Y (d)Y	(a)給水量増加に伴う排水の増加により、周辺水域が汚染される可能性があるため、河川等の水質モニタリングが必要である。また、深井戸から取水する地下水の安全性を確保するため、地下水の水質についてもモニタリングする必要がある。本事業では、それらの項目について、BDWSSS が実施すべきモニタリング計画を策定している。 (b)供用時については、BDWSSS の水質試験室の職員が中心となって実施できるように、ソフトコンポーネントと合わせて検討されている。また、その実施に無理がないように、モニタリングを行う水質項目や頻度を必要最低限に抑えるようにしている。 (c)モニタリングの継続性を高めるため、供用時については、本事業の実施機関である BoWIED ではなく、本事業により整備された施設の運営維持管理を行う BDWSSS を環境モニタリングの実施者としている。 (d)供与時における環境モニタリング結果の報告は、BoWIED の副局長や BDCA の副市長がメンバーとなっている BDWSSS のボードへの四半期毎の業務達成状況の報告等と合わせて行う。
6	他の環境チェックリストの参照	(a) 必要な場合は、ダム、河川に係るチェックリストの該当チェック事項も追加して評価すること。	(a)n/a	(a)本事業では、深井戸を水源とするため、ダム、河川の開発に係るチェックリストの項目について、追加評価を行う必要はない。
留意点	環境チェックリスト使用上の注意	(a) 必要な場合には、越境または地球規模の環境問題への影響も確認する（廃棄物の越境処理、酸性雨、オゾン層破壊、地球温暖化の問題に係る要素が考えられる場合等）。	(a)n/a	(a)本事業では、越境や地球規模の影響が懸念される要素は考えられない。

2-3 その他（グローバルイシュー等）

「エ」国は安全な水へのアクセスを 57%とするミレニアム開発目標（MDGs）を達成し、安全な水にアクセスできない人の数を 1990 年に比べ半減させることができた。しかし、「エ」国における安全な水と衛生施設に持続的にアクセスできない人口は、いまだ世界全体で最も低い水準にある。安全な水と衛生施設へのアクセスが不十分であることに起因するコレラや下痢などの水因性疾病は、肺炎に次いで「エ」国の 5 歳未満の子供の死因の第 2 位となっている。世界銀行によれば、2011 年から 2015 年の間の「エ」国の乳児死亡率（出生時から満 1 歳に達する日までに死亡する確率）は、6.4%とされている。また、安全な水と衛生施設へのアクセスできないことによる病気は、女性の死亡原因として 5 番目に大きいものとなっている。糖尿病やエイズ、乳がん等で命を落とすよりも多くの女性が、水と衛生に

関する病気によって亡くなっている。2015年9月に国連で採択された持続可能な開発のための2030アジェンダが目指す「持続可能な開発目標 (SDGs)」は、MDGsに続くものとされ、その17の目標の中にも水と衛生は含まれており、引き続き国際社会が取り組むべき課題となっている。

「エ」国では安全な水にアクセスできない問題は、健康への悪影響に留まらない。水汲みは多くの場合、女性や子供たちの仕事とされており、多くの時間を水汲みに費やさなければならない。世界銀行の2011年の統計によると、子供の45%だけが小学校に通う状況であり、結果として女性や子供に対し雇用及び生産の拡大の機会を奪っており、国の発展を妨げる原因ともなっている。

本事業は、安全な水を安定的に供給することを目的としており、健康の向上、経済の持続可能性の向上、安全な生活環境の向上に資するものである。

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

3-1-1 上位目標とプロジェクト目標

「エ」国では、安全な水にアクセス可能な人々の割合は 2015 年時点で全国平均 57% (WHO/UNICEF、2015 年) と、サブサハラアフリカ全体平均 64% (同) と比較しても低水準である。都市部の給水率こそ平均 90% 台 (同) と高いが、その給水原単位は 20 L/人/日 (給水・衛生セクターの 5 ヵ年開発計画で「ユニバーサルアクセス計画」(UAP2) (2011)) と、当国の「第二次成長と移行のための計画 (GTP-2)」に基づき適正と考えられる値 (水道契約顧客：80 L/人/日、隣人水栓の利用者：50 L/人/日) の 25~40% に留まっている。バハルダール市は、青ナイル川の源流をなすタナ湖に接する観光地として発展が目覚ましい。都市部人口は、2007 年の 180 千人から 2017 年には 314 千人と増加が見込まれている (エチオピア中央統計局 2014-2017)。水需要は 2015 年から 2025 年の間に 1.5 倍 (JICA 情報収集・確認調査 (2014)) になると予測されている。

こうした状況を踏まえ、UAP2 では同市を重点都市としており、BoWIED 及び BDWSSS は 2009 年にローカルコンサルタントに委託して F/S を実施し、市内の既存の 3 か所の湧水井戸、11 か所の地下水井戸、6 か所の配水場、15 千世帯の個別水栓、33 か所の共同水栓をそれぞれ拡張・整備していくマスタープランを有している。そのうち一部の未給水地区 (2020 年推定人口約 92 千人となる青ナイル川東岸部の Zone 2 地区におけるフェーズ 1) の整備を、今回、本事業として「エ」国政府より我が国は要請を請けた。なお、アバイ川西岸の緊急度の高い地域 (Zone 1) については「エ」国政府が独自に実施中で、緊急度が比較的低い地域については 2030 年完成目標の将来計画と位置付けている。

これより、本事業は、「エ」国第三の都市であるバハルダール市において、深井戸の掘削や配水管網の拡張、配水場等の建設を通して上水道施設の拡張整備を行うことにより、給水量の増加を図り、もって対象地域での水因性疾患の発症患者数の減少や水汲み労働の軽減に寄与するものである。

3-1-2 プロジェクトの概要

本事業は、上記目標を達成するために、バハルダール市内の中で、Zone 2 の居住区域を中心とした地域において上水道整備を実施することとしている。

これにより、対象住民の約 147,700 人に安全で安定的な水を供給することが可能になり、現在の給水事情が改善されることが期待されている。事業の概要は、表 3-1 のとおりである。

表 3-1 事業の概要

<p>【施設】</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 深井戸ポンプ等の施設 9 ヲ所 ・ 加圧ポンプ場 ・ 配水池 (1,000 m³×1 基、4,000 m³×1 基) ・ 受水井 (1,000 m³×1 基) ・ 受水槽 (700 m³×1 基、200 m³×1 基) ・ 導水管 (約 3.7 km) ・ 送水管 (約 11.2 km) ・ 配水管 (約 41.9 km)
<p>【調達機材】</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 井戸ポンプスペアパーツ 1 式 (本体は工事分に含む) ・ 送水ポンプスペアパーツ 1 式 (同上) ・ 塩素注入設備スペアパーツ 1 式 (同上) ・ 発電機スペアパーツ等 1 式 (同上) ・ 残留塩素計 3 式 ・ 音聴棒 5 式
<p>【技術支援】</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ BDWSSS による塩素消毒の改善 ・ 配水池の水位及び生産井の地下水位等を考慮したポンプ施設の運転の最適化 ・ 本事業の設備を活用しつつ長期的な経営改善を目指すため、無収水率の測定を含む基礎的な無収水対策のための能力向上

3-2 協力対象事業の概略設計

3-2-1 設計方針

3-2-1-1 要請内容の妥当性確認

2014 年に「エチオピア国都市給水に係る情報収集・確認調査」が実施され、同調査で確認された先方からの要請内容を表 3-2 に示す。赤枠の Zone 2 が最終的な要請となっている。

表 3-2 要請内容の分類 (Phase 等分け)

項目	期分	Phase 1 (2020 年)		Phase 2 (2030 年)	
		Part A (Zone 1)	Part B		
			Zone 1		Zone 2
水源開発		湧水: 123 l/s 増量	井戸: 12l/s x 10= 120 l/s	井戸: 12l/s x 3= 36 l/s	表流水 (タナ湖) 500 l/s
水処理		塩素消毒	塩素消毒	-	浄水処理
配水池		-	Yibab 7,500 m ³	Amesasena 3,000 m ³	-
導・送水管等		・湧水-Kotita 配水池 (DN350x7km, DN400 x 9km)	・地下水-Yibab 配水池 (DN400 x6.3km) ・Yibab-Kotita 配水池 (DN700 x5.5km)	・地下水 -Amesasena 配水池 (DN500 x 14km) ・Kotita- 増圧ポンプ (DN500 x7.5km)	・タナ湖導水及び浄水場寄りの送水 (DN700 x 15.4km)
配水管		55,492m	-	31,113m	30,210m
相手国負担事項					
人口規模		214,800	214,800	92,100	431,600
アクセス道路		1.2km	地下水開発位置によって決まる		送水ルート次第
主要建物		ガードハウス	事務所ビル		-
備考		実施中・実施済	JICA 援助として期待		将来計画

(出典: エチオピア国都市給水に係る情報収集・確認調査報告書)

要請内容の妥当性を以下に示す。

① 水源開発

Zone 2 地区には現在 8 本 (Charchara 地区 6 本、Ashraf 地区 2 本) の既存井が存在している。これら既存井の能力を再確認した結果、本事業に必要な水量を満たすために十分な能力ではないため、本調査の中で全 8 本の新規井戸 (Charchara 地区 3 本、Ashraf 地区 3 本、Chimbl 地区 2 本) の試掘を行なった。試掘の結果、Ashraf 地区 1 本、Chimbl 地区 2 本では十分な揚水量が確認できず、失敗井となったものの、残る 5 本 (Charchara 地区 3 本、Ashraf 地区 2 本) からは本事業の水源として利用が可能な程度の揚水量が確認された。そのため、要請のあった 3 本ではなく 5 本の新規深井戸の開発を行った。また、既存井と試掘井の能力を加算すると、本事業に必要な揚水を行なえることが確認された。

② 配水池

施設計画を比較検討した結果、本事業では、既存のガブリエル配水場および BDWSSS で建設中のディアスポラ配水場の増設を行なうこととし、新たな配水場は要請に示された Amesasena において計画しないこととした。結果として、既存のガブリエル配水池に近接して 4,000m³ の新規配水池が、建設中のディアスポラ配水池の隣には 1,000m³ の新規配水池が増設される。なお、配水池の詳細については、「3-2-2-6 配水施設計画(1)配水場計画」に後述する。

③ 導・送水管

新規に加圧ポンプ場を設置し、そこからガブリエル配水場、ディアスポラ配水場に送水することとした。そのため、使用する井戸 (Charchara 地区) から加圧ポンプ場までの導水管および加圧ポンプ場から各配水場までの送水管の計画が必要となる。また、Ashraf 地区の

井戸からはガブリエル配水場に導水するが、既存井からの送水管を利用し、不足分を新規に布設することとした。結果として、本事業では総延長で約 3.7km の導水管と約 11.2km の送水管が新規に布設される。なお、導・送水管の詳細については、「3-2-2-4 水源施設計画(6) 導水管」、「3-2-2-5 送水施設計画(5)送水管」に後述する。

④ 配水管

本事業では、前述の 2 つの配水場から給水対象地区へ自然流下で配水する。給水対象地区の標高に応じ、どちらの配水場から配水するかを計画し、配水系を分割することとした。また、既存居住区域および将来の土地使用計画に基づき、適切な位置への配水管の布設を計画した。結果として、本事業では総延長で約 41.9 kmの配水管が新規に布設される。なお、配水管の詳細については、「3-2-2-6 配水施設計画(5)配水管」に後述する。

⑤ 人口規模

先方からの要請では本事業の対象人口は 92,100 人であった。一方、本調査では現地の区役所の住民台帳や国勢調査の情報を基に計画対象地域における人口の検討を行った。その結果、計画対象年度である 2025 年における計画対象人口は 147,700 人と算出された。なお、計画対象人口の詳細については、「3-2-2-1 計画諸元(4)計画対象人口」に後述する。

⑥ 対象地域

先方からの要請のとおり、本事業では Zone 2 地区での水道施設の拡張を行う。ただし、本事業で Zone 2 地区での水道施設が整備されることにより、これまで Zone 2 地区への給水に使用されていた一部の既存水源と水道施設が、将来的に Zone 1 地区への給水に利用される見通しである。なお、対象地域の詳細については、「3-2-2-1 計画諸元(3)計画対象地域」に後述する。

3-2-1-2 基本方針

水源開発に基づき、標高に応じて事業対象エリアを区分けし、各区での水需要を踏まえ、最も効率的な施設計画、配管網とすることを基本方針とする。特に運営・維持管理費用が比較的安価になるような設計とした。

次項に設計に対する方針を示す。

(1) 自然条件に対する方針

① 気候・降水量

バハルダール市は、「エ」国の首都アディスアベバの北西約 350km のアビシニア高原に位置しており、標高は 1,800m から 1,870m である。また、青ナイル川の源流とされるタナ湖の南端に位置している。

バハルダール市の降雨は、5月から10月の雨季に集中しており、7月に400mm以上の最大雨量を示している。さらに、雨季の降雨は夕方から明け方に集中している。また、平均

最高気温は年間を通して 30℃を越えることはあまりない。

表 3-3 バハルダールの気候 (1981~2010 年)

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
最高気温記録 (°C)	37	36	36	38	38	32	30	29	29	35	35	33	34.0
平均最高気温 (°C)	29	31	32	32	32	29	26	25	26	27	28	28	28.8
平均最低気温 (°C)	8	9	11	13	13	13	13	13	12	12	10	8	11.3
最低気温記録 (°C)	8	8	9	5	6	10	9	8	7	7	9	6	7.7
雨量 mm	2	2	12	28	80	205	396	375	211	87	12	6	1,416
平均降雨日数 (≥ 0.1 mm)	1	1	2	3	10	18	28	28	20	10	3	1	125

出典 1: World Meteorological Organisation

出典 2: National Meteorology Agency (records)

このような自然状況の下、施工を行うため、コンクリートや配管材等、気温に影響を受ける資材に関しては、配慮が必要となる。例えば、高温でのコンクリート打設は品質に影響を与えるため、日平均気温が 30℃を超えることが予想される時は、暑中コンクリートとして施工する。打ち込み時および打ち込み直後において、できるだけコンクリートの温度が低くなるように材料を取り扱い、練り混ぜ、現場内運搬、打ち込み、養生等についての配慮をする。

さらに、5~10月の雨期があり、10mm以上の雨が降る日が多いときには15日を超え、特にワジでは冠水のため通行が困難となる。そのため施工計画策定の際には、雨期が施工に与える影響を十分に考慮する必要がある。

② 地形・地質

本事業では、準備調査時に試掘を行った。調査当初より想定されていた地下水開発予定地 (Charchara 地区)では既に6本の井戸が開発されていた。井戸の間隔、井戸群の幅さらには井戸の密集具合などにより、新規井戸の開発が井戸干渉を招く可能性があることより、それを回避するべく試掘前の十分な状況確認及び試掘井戸ごとの単井揚水試験に加え、既存及び試掘井戸全てを用いた郡井揚水試験の実施による揚水可能量を算定し、本事業で対象となる地下水開発ポテンシャル地域を特定することとした。

上記結果を踏まえ、水源能力、配置を考慮し、最終的に本事業で使用する井戸を選定することとした。

③ 水質

本事業において安全な水を確保するため、試験井及び Zone2 区域内の水質を確認した。水質分析は、「WHO 飲料水水質ガイドライン (第4版)」ならびに「エチオピア国飲料水水質基準」に基づいて水質に係る安全面を精査することとした。

(2) 社会経済条件に対する方針

「エ」国及びアムハラ州に所得レベルの分類基準は存在しない。そのため次のように分類をした。

「エ」国の 2010/11 年度に行われた貧困分析において設定された大人 1 人当たりの総貧困ライン 0.64 USD/人/日である。現地貨に換算すると、13.44 ETB (1 USD=21 ETB) となる。平均世帯数が 4 人でそのうち大人を 60%と推定し、月の世帯所得に換算した場合、968 ETB /月程度となる。また、世界銀行の国際貧困ライン 1.25 USD/人/日 (2015 年現地調査時) を現地貨に換算すると 26.25 ETB (1 USD=21 ETB) となる。平均世帯数を 4 人として、月の世帯所得を計算すると、3,150 ETB /月程度となる。

本調査の対象地域は、都市部及びその周辺であり、比較的の世帯所得が高く、全てのサンプリングエリアにおいて平均世帯所得が 1,000 ETB /月を超えている。そのため、低所得者層地域と貧困層地域の境界を「エ」国の総貧困ラインの 1,000 ETB /月とせず、世界銀行の国際貧困ライン (3,000 ETB /月程度) と「エ」国の総貧困ライン (1,000 ETB /月程度) の平均値に近い 2,000 ETB /月に設定することとし、平均所得が 3,000 ETB /月以下の地域を、貧困層地域と低所得者層地域に分類した。

質問票調査結果の分析は、平均総世帯所得に対する以下の条件を用いて、11 ヶ所のサンプリングエリアを表 3-4 に示すように所得レベル別に分類した。

<設定した所得レベルによる分類の条件>		1,000 ETB /月程度	2010/11 年に設定された「エ」国の総貧困ライン
貧困層地域:	平均 2,000 ETB /月以下	←	
低所得者層地域:	平均 2,001~3,000 ETB /月		
中所得者層地域:	平均 3,001~4,000 ETB /月	←	2015 年時点の世界銀行の国際貧困ライン
高所得者層地域:	平均 4,000 ETB /月超	3,000 ETB /月程度	

表 3-4 平均総世帯所得によるサンプリングエリアの分類

サンプリング・エリアの ID 及び名前	SA-1: 市中心部北側	SA-2: 市中心部南側	SA-3: 公共水栓配水地区	SA-4: ディアスボラ地区	SA-5: ディアスボラ地区	SA-6: キダマンマヤート地区	SA-7: アエンテエエイナ地区	SA-8: チャルチャラ井戸軍周辺地区	SA-9: 新規配水池建設予定地周辺地域	SA-10: 計画対象地域東側境界地区	SA-11: ベザウィットマリアン教会周辺地域	全体の平均値
平均総世帯所得 (ETB/月)	4,417	3,646	2,600	4,900	2,844	1,088	3,825	1,357	1,595	1,666	1,231	2,727
所得レベルによる地域の分類	高所得者層	中所得者層	低所得者層	高所得者層	低所得者層	貧困層	中所得者層	貧困層	貧困層	貧困層	貧困層	—

以下に質問票調査の結果概要を所得層毎に示す。

- ① 貧困層地域（平均 2,000 ETB /月以下）
- ・ 国道 3 号の北部にあるキダンマヤート地区（新規開発地）、チャルチャラ井戸周辺、バハルダール大学ゼンゼルマキャンパスの南東部、ウェレブ・コラツィオンケベレが該当する。
 - ・ 水道接続率は 20%程度と低く、浅井戸や河川、湖から生活用水を得ている。
- ② 低所得者層地域（平均 2,001～3,000 ETB /月）
- ・ **Nagede** と呼ばれる少数民族や道路工事の際に移転した住民のコミュニティーが存在するディアスポラ地区の一部や公共水栓を利用している地区が該当する。
 - ・ 既存公共水栓の周辺地域とディアスポラ地区では、10～20%程度の世帯が他世帯の水栓もしくは公共水栓を水源としている水売り人（最低 1 ETB/20L で販売）から水を購入している。
 - ・ ディアスポラ地区等の安定した給水が行われていない地域では、雨水利用が広く行われている。
 - ・ 水消費量は 30L/人/日程度にとどまっている。
 - ・ 平均すると 1 週間に 2.4 日（9 時間/日）給水されている。
 - ・ 水圧、水量ともに不足しているディアスポラ地区では水道サービスの満足度は 0%と住民の不満が募っている。
 - ・ 公共水栓を利用している地区では水道サービスの満足度が 20%程度であった。
- ③ 中所得者層地域（平均 3,001～4,000 ETB /月）
- ・ 先行して開発され、移住してきた住民が住んでいるアエンテエイナ地区や 市街地の郊外居住者が該当する。
 - ・ 水道サービスの満足度は、50%程度。
- ④ 高所得者層地域
- ・ 新規に移住してきた住民が居住しているディアスポラ地区や市街地の郊外居住者が該当する。
 - ・ 現在開発が進んでいるディアスポラ地区の高所得者層地域では、建設用の水を確保するため、川や湖などの他の水源の水を、水売りから購入している世帯も多く存在する。
 - ・ 水消費量が 80L/人/日を越えている。
 - ・ 平均すると週 6 日（20 時間/日）給水されている。
 - ・ 水道サービスの満足度は、50%程度。
- ⑤ その他
- ・ 水の購入費用は、世帯所得の 0.7%から 2.1%程度であった。
 - ・ **BDWSSS** と契約している世帯と他の世帯が持つ水道接続を利用している世帯の満足度に顕著な差はみられなかった。
 - ・ 水道サービスに対する主な不満は、水量不足、限られた給水時間及び低い水圧であった。

- ・ より良い水道サービスに対する支払意思額は、現在支払っている水道料金の 115% から 200%であった。給水状況が悪い地域では、倍程度の水道料金を支払う意思があった。
- ・ 配水管が整備されている地域において、一部の世帯が水道接続をしない理由は、主に水道接続費用が高額なためである。

上記の質問票調査結果概要から、**Zone 2** の既存給水区域内の給水サービスのレベルには大きな地域差があることが分かる。この地域差を是正するためには、十分な水源を確保するだけでなく、配水施設を最適化することで、どの地域でも十分な配水圧が継続的に確保できるようにする必要がある。

また、支払い意思額から、給水サービスの改善に伴った水道料金の値上げが受け入れられる可能性が高いことが分かった。公共水栓を利用している地区では水道サービスに満足しておらず、高額な水道接続費用が各戸給水普及の障害になっていることが判明している。このことから、**BDWSSS** は貧困層対策として、公共水栓の拡充だけではなく、水道接続費用の低減や水道接続費用の分割払い制度の導入についても検討する必要がある。

(3) 建設事情／調達事情に対する方針

① 建設事情に対する方針

「エ」国の建設業者は都市開発建設省（**Ministry of Urban Development and Construction**）により登録が義務付けられており、「1」から「10」のグレードに分けられ、受注できる公共工事の規模が決められている。最高クラスは「1」であり、一定規模の建設工事を行うには、上位の等級が必要である。本事業では、技術面や経営の安定性の面からこれらグレードの高い業者を活用するのが適切である。また、2016年8月にアムハラ州及び「エ」国各地でデモ隊と警察の衝突が発生し、発砲、投石、車両等への放火が発生し、多くの犠牲者を出す事態が発生している。最新の治安情報の入手に努めるとともに、常に周囲の状況、安全に注意し、デモや集会などの人の集まる場所は避けることが必要である。

② 調達事情に対する方針

本事業に必要な建設資材のうち、鉄筋、セメント、木材、砕石、砂等は一般に流通しており品質にも問題のないことが確認されているため現地調達とする。一方、ポンプ類、塩素注入器、ダクタイル鋳鉄管、**HDPE** 管、バルブ、流量計等は要求される品質と数量の確保が難しいため日本もしくは第3国からの調達とする。第3国からの調達に関しては輸送日数に約2ヶ月間が必要であるため、全体スケジュールに配慮した調達が望ましい。また、輸入品に関しても、首都アディスアベバに主要メーカーの代理店があるため、運営・維持管理の観点からもこれら現地代理店から入手可能な輸入品を活用する方針である。

(4) 電力事情に係る方針

エチオピア電力公社バハルダール支所によると、バハルダール市の電力源は 460 MW 規

模の Tana Beles 水力発電所と 80 MW 規模の Tis Abay (I,II) 水力発電所とのことである。バハルダール市中心部のアバイ川近くに位置する 8.6 MVA 規模の変電所 1 とバハルダール市郊外に位置する 70 MVA 規模の変電所 2 を介して電力が供給されている。本計画対象の加圧ポンプ室には、主に変電所 1 から 15 kV の配電線を高圧受電設備に引き込む形で電力が供給される。

近い将来、世界銀行の 8 都市電力リハビリ計画 (Electricity Network Reinforcement and Expansion Project (ENREP)) や 8.6 MVA 規模の変電所 1 のアップグレードが行われるため、バハルダール市の電力事情は現在よりも改善する見通しである。部分的送電停止に関しては、中国製の変圧器などの機器の故障やメンテナンス工事のために送電停止を行う以外では現在発生していない。このような電力事情を踏まえ、本事業においては電気の使用可能時間を 1 日当たり 18 時間と設定した。なお、停電対策として発電機を予備用として調達することとする。

(5) 現地業者の活用に係る方針

本事業において、土木・施設設置工事は、プライムコントラクターの日本企業の管理の下で「エ」国内の工事業者が実施することを想定する。現地業者の中には本案件に類似した施設建設を経験した企業もあり、地域経済の活性化、雇用機会の創出、技術移転の促進のためにも積極的に活用することが望ましい。特に上位グレードの建設会社は本事業のサブコントラクターとして対応可能な一定レベルの技術力・経済力を有している。しかし、品質管理、安全管理及び工程管理に対する認識が十分ではないため、本邦企業による管理は不可欠である。

(6) 運営・維持管理に対する対応方針

バハルダール市で施設の運営維持管理に携わる BDWSSS の運営維持管理体制は、人数および技術レベルで脆弱であり、組織体制、水質管理、機械設備のメンテナンス、無収水対策及び財務管理等の様々な面で課題を抱えている。

このような状況で、BDWSSS は、2014 年に実施された組織改革により、教育レベルが高く、比較的事務経験を多く持つ職員の雇用が可能になり、人材育成の取組 (職員の大学及び短期大学への就学、アディスアベバ市にある Ethiopian Water Technology Institute (EWTI) の 1 ヶ月間程度のコースの参加による水道関連技術の習得、そしてバハルダール市の Amhara Management Institute (AMI) での短期トレーニングの参加によるマネジメントならびにリーダーシップの習得) も継続して行われる予定である。

しかしながら、上記だけでは不十分であり、本事業で整備される水道施設に対して、十分な技術指導が不可欠である。そのため、本事業で建設される Zone 2 の水道施設の運営維持管理に携わる職員に対しては、塩素消毒に係る水質管理と設備管理、水源施設及び送水施設の運転の最適化と維持管理、及び無収水対策についての支援をソフトコンポーネントとして実施することとする。

(7) 施設のグレードの設定に係る方針

先述した各方針に従い、施設・機材のグレードは次のような方針とする。

① 資機材の品質

我が国無償資金協力のレベルを保ちつつ、できる限り「エ」国で入手可能なもので建設し、将来のスペアパーツ調達にも配慮する。

② 施設の品質（建設技術のレベル）

我が国無償資金協力のレベルを保ちつつ、できる限り「エ」国事情にあった技術で建設する。また、施設の維持管理を担う BDWSSS に対し、技術レベルでの維持管理が可能な施設となるよう配慮する。

(8) 工法、工期に係る方針

① 工法に係る方針

本事業に必要な工種は、一般的な建設・土木作業である。そのため、現地の建設事情や技術レベルを勘案した上で、特殊な工法は用いず汎用建設機械と人力の併用で工事を行う方針である。コンクリートミキサー、バックホウなどの建設機械の調達は、「エ」国内でも可能であるため、現地での調達を基本とする。ただし、有効容量 4,000m³ の配水池の施工などに必要なコンクリートを生コンクリート製造業者がら購入することが難しいため、簡易のコンクリートプラントを第三国から調達する方針である。

② 工程に係る方針

本事業を所定の工期内で完工させ、期待される効果を発現させるためには、日本側工事と建設に伴う用地取得などの「エ」国側負担の協調が取れ、免税や建設認可等の諸手続きに配慮した工程計画を策定する必要がある。施工期間に材料の調達期間を加えると工期的にクリティカルな工種は配管工事であることから、所定の工期内で完工させるために効率的なチーム編成数、製造期間、内陸輸送ルート・輸送方法、諸手続き等に配慮した工程計画を策定することに留意する。

雨期の施工に関して、最も気象の影響を受ける工種はコンクリート工であるが養生を確実に行うなどの対処によりコンクリートの打設は可能である。配管工事に関しては、施工サイクルの調節が容易な工種のため降雨の影響はそれほど受けない。一方、Charchara 地区におけるポンプ室や導水管の施工に関しては、タナ湖に近接しており一部に軟弱地盤があるため乾期中に施工を行うように工程計画を策定する必要がある。また、計画対象地域は急速な人口増加に伴う水需要の伸びが高いため、水道水をより早く供給するために工期短縮を図るよう配慮する。

3-2-2 基本計画（施設計画／機材計画）

3-2-2-1 計画諸元

(1) 施設概要

施設概要は表 3-5 の通りであり、次項に計画諸元を述べる。

表 3-5 主要施設一覧

種別	施設名称	数量	仕様等
取水施設	深井戸施設（改修）	2 箇所	守衛室×2 箇所、トイレ×2 箇所、ポンプ操作盤室×1 箇所、柱梁 RC 造（壁 CB 積）新設、井戸ポンプ設備 18.5kW×1 箇所、場内配管（鋼管）更新
	深井戸施設（新規）	6 箇所 （内、予備 2 箇所）	守衛室×2 箇所、トイレ×3 箇所、ポンプ操作盤室×6 箇所、発電機室×2 箇所、柱梁 RC 造（壁 CB 積）新設、井戸ポンプ設備 18.5kW×2 箇所、26kW×3 箇所、30kW×1 箇所、場内配管（鋼管）、流量計、受電設備、自家発電設備（200kVA×1 台、150kVA×1 台）新設
導水施設	導水管 チャルチャラ各井戸－加圧ポンプ場 アシュラフ各井戸－ガブリエル配水場	3,650m	HDPE 管 DN250～315 新設
送水施設	加圧ポンプ場	1 箇所	守衛室、トイレ、送水ポンプ室、受電設備室、発電機室、柱梁 RC 造（壁 CB 積）新設、送水ポンプ設備（ディアスポラ系 92kW×4 台（内、予備 1 台）、ガブリエル系 200kW×3 台（内、予備 1 台））、場内配管（鋼管）、流量計、受電設備（550kVA×2 機）新設
	送水管 加圧ポンプ場－ガブリエル配水場 加圧ポンプ場－ディアスポラ配水池	11,220m	DIP 管 DN400～500 管路付帯設備 新設
配水施設	配水場	2 箇所	配水池（ディアスポラ 1,000m ³ ×1 池、ガブリエル 4,000m ³ ×1 池）RC 造、場内配管 増設 受水槽（ディアスポラ 200m ³ ×1 池、ガブリエル 700m ³ ×1 池）、流量計室 RC 造 新設 減菌室、発電機室、柱梁 RC 造（壁 CB 積）新設 塩素注入設備 0.75kW×2 台×2 箇所、受電設備、自家発電設備（5kVA×2 箇所）新設
	配水管	41,871m	DIP 管 DN400～500、HDPE 管 DN50×315、管路付帯設備 新設

(2) 計画目標年次

本事業における計画目標年次を 2025 年とすることを、「エ」国側と調査団で確認をしている。

(3) 計画対象地域

計画対象地域は、図 3-1 で示す青色の斜線のエリアである。このエリアには、都市計画区域（バハルダール市 Zone 2 地域において、2025 年までに拡張すると予測される住民居住区域に現在の居住区域に加えた地域）と都市計画区域外にある Wereb Kola Tsiyon 地域（図 3-1 黄色の箇所）を含んでいる。また、ゼンゼルマキャンパスへの給水も含む。

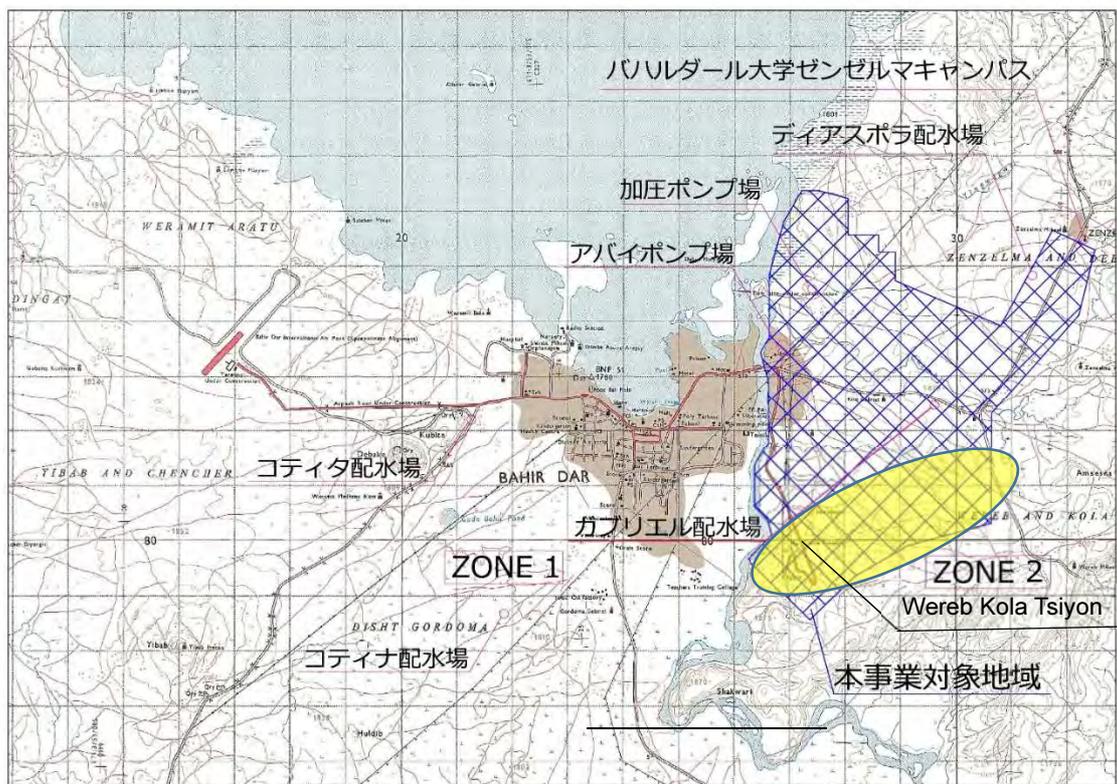


図 3-1 本事業の計画対象地域

バハルダール大学ゼンゼルマキャンパス北側にあるゼンゼルマ村への給水施設に関しては、本事業の対象地域外である。しかし、ORDA が現在建設中のディアスポラ配水池を水源として給水を行うため、本事業の取水において必要な水量を確保する（流量計追加設置）。

(4) 計画対象人口

「エ」国における最新の国勢調査は 2007 年に実施されており、バハルダール市の人口については、2014 年から 2017 年の推計を中央統計局（CSA）のホームページで公開している。

表 3-6 バハルダール市の人口推計

年	2014	2015	2016	2017
人口	313,415	329,318	345,610	362,297

※ Population Projection of Ethiopia for All Regions At Wereda Level from 2014-2017(CSA, 2013)

しかしながら、同統計では、本調査で必要となる各ケベレレベルでの人口は把握されておらず、これまで現地政府が策定した計画は独自の推計で計画を立てており、政府機関によって人口の採用値が異なっている。本事業においては、各世帯の構成人数、各構成員の氏名等を記載した住民台帳が最新のものに更新されている Hidar 11 ケベレ区役所の人口データ

(2016年)及び調査団が実施した人口サンプル調査の結果を採用し、現在人口を設定した。

CSAによるバハルダール市の人口推計(2014-2017)では、市内の人口増加率は年平均4.95%と推定されている。計画対象地域は、市内全域と同程度の人口増加が見込まれるものと考えられる。以上の情報から、2025年の人口を推計すると以下のとおりとなる。なお、推計人口は10人単位で切り上げとする。

表 3-7 計画対象人口

(平均世帯構成員数 3.7人)

ケベレ	区分	2016年	2025年推計
Hidar 11	ディアスポラ	8,014	12,380
	Zone A-E	75,099	116,010
ゼンゼルマ (公共水栓)	グドグアッド	1,748	2,710
	大学以南	2,978	4,610
ウェレブ・コラツィオン		3,293	5,090
バハルダール大学 ゼンゼルマキャンパス		1,816	6,900
合計		92,948	147,700

表 3-7 の人口を、用途別に区分すると表 3-8 のとおりとなる。ここで、2016年時点では、F/S の社会調査結果に基づき、水道契約世帯と隣人の水栓を使用している世帯の割合をそれぞれ 45.5%、54.5%と推定している。また、2025年では水道契約世帯の割合が多少増加すると考え、それぞれの割合を 50%として算出している。

表 3-8 用途別計画対象人口

種別	区分	2016年	2025年
都市計画区域	契約者	28,057	66,740
	隣人水栓使用	33,607	66,740
	その他	21,449	0
都市計画区域外	公共水栓	0	7,320
	その他	8,019	0
バハルダール大学 ゼンゼルマキャンパス	団体契約者	1,816	6,900
合計		92,948	147,700

(注 1) 都市計画区域における「その他」: 公共水栓あるいは水売り等各戸水栓以外の水源を利用して生活用水を得ている世帯を指す。

(注 2) 都市計画区域外における「その他」: 公共水道(各戸給水、公共水栓)サービスを受けておらず、水売り、湖沼等の水源を利用して生活用水を得ている世帯を指す。

(注 3) 都市計画区域・区域外は図 3-1 を参照。

計画対象地域の水道契約世帯数は BDWSSS の Hidar11 支所の顧客データ記録から次の通りである。

表 3-9 計画対象水道契約世帯数

(世帯)

2014年6月	2016年3月	増減数
6,197	7,501	1,304

表 3-9 より年で換算すると約 750 世帯/年となる。

$$\text{事業実施前増加数 (世帯/年)} : (7,501 - 6,197) / 19 \times 12 = 750$$

本事業では、水道契約者数が現在の約 7,500 世帯から約 18,000 世帯へ増加する想定としている。施設の引き渡しが見込まれる 2020 年まで 750 世帯/年で顧客数が増加した場合、10,500 世帯となる。施設の引き渡し後、水道契約世帯数の増加が倍増すると推定した場合、2020 年以降の増加数は、1,500 世帯/年の契約増加となる。事業実施中と事業実施後の水道契約世帯数を下記に示す。

表 3-10 計画対象水道契約世帯数増加数

(世帯)

事業実施中	2016年*	2017年	2018年	2019年	2020年
	7,500	8,250	9,000	9,750	10,500
事業実施後	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年
	12,000	13,500	15,000	16,500	18,000

*事業実施前

契約者 18,000 世帯 (2025 年) を、人口に換算すると約 67,000 人 (18,000 世帯×3.7 人/世帯) となり、表 3-8 用途別計画対象人口の契約者数と合致するので現実的な数字である。

今後 BDWSSS により、水道契約にかかる初期費用の見直しが実施され、かつ本事業により水道サービスが著しく向上すること、ディアスポラ地区に高所得者層が多く居住する予定であること等を考慮すると、この増加数は現実味のあるものと考えられる。

(5) 生活用水量

一般世帯への各戸給水及び、公共水栓による給水を想定している。そのため、給水原単位についても、各戸給水の場合と公共水栓による場合とに分けて検討する必要がある。各戸給水設備に関しては先方負担により実施することで実施機関と確認している。

(5) -1 各戸給水の場合 (一般世帯)

本事業において、各戸給水の恩恵を受ける顧客は、直接 BDWSSS と水道契約を結んでいる直接顧客と、近隣の直接顧客の水栓から水を購入する間接顧客とに大別される。

現地調査において入手した 2014 年 7 月から 2015 年 6 月までのバハルダール市における水消費量データを整理すると以下のとおりとなる。

表 3-11 バハルダール市における水消費量の変動（2014年7月-2015年6月）

年	月	顧客水消費総量 (m ³)	平均に対する割合 (%)
2014	7	294,661	67
	8	330,112	75
	9	381,482	87
	10	397,401	90
	11	396,045	90
	12	431,404	98
2015	1	514,435	117
	2	533,245	121
	3	525,498	119
	4	491,813	112
	5	551,820	125
	6	438,012	99
平均		440,494	-

表 3-11 より、水消費総量が平均値に近似する 2015 年 6 月を標準月とし、以下のようにデータの分析を進めた。

2015 年 6 月における Zone 2 地域での一般顧客の水消費総量は、63,340 m³/月。一方、家庭用接続の数は 6,987 件あった。しかしこの内、1,363 件においては同月における水消費量が 0 m³ となっており、未払いによる接続停止措置がなされていると推測される。そのため、実際に稼働している家庭用接続の件数は 6,987 - 1,363 = 5,624 件となる。また、F/S の社会経済調査報告書によると、BDWSSS の顧客の内、間接顧客の直接顧客に対する割合は、約 1.2 倍となっているため、間接顧客の世帯数は 5,624 × 1.2 = 6,749 件となる。

一方、「エ」国のデザインクライテリアでは、間接顧客の水消費量は、直接顧客の約 60% に設定されているため、以下の算式により、それぞれの水消費量を算定することができる。

$$5,624 \times A + 6,749 \times (0.6 \times A) = 63,340$$

A : 直接顧客での水消費量 (m³/世帯/月)

$$A = 6.548 \text{ m}^3/\text{世帯/月} \approx 218.3 \text{ L}/\text{世帯/日}$$

Hidar 11 ケベレ区役所の人口データによると、世帯当たりの平均構成員数は 3.7 人であるため、直接顧客、間接顧客の水消費量はそれぞれ、59.0 L/人/日、35.4 L/人/日と推定される。計画対象年である 2025 年までに、一人あたりの水消費量は増加することが想定されるため、計画給水原単位としてそれぞれ 80 L/人/日、50 L/人/日を採用する。

なお、GTP-2 においては、人口 10 万人以上 100 万人未満の都市の場合、各戸給水における給水原単位は 80 L/人/日以上と定められており、計画給水原単位はこれに合致する。

(5) -2 公共水栓の場合

GTP-2では公共水栓における給水原単位を30 L/人/日と定めている。現在 Zone 2 内に設置されている公共水栓の1人1日当り水消費量を計算すると、9～12 L/人/日と算出される。これは、現在公共水栓が人口密度の高い場所に設置されており、近隣世帯からの水の購入と併用していることに起因していると考えられる。

本事業で計画する公共水栓周辺には、各戸給水を計画しないため、上述のような併用は発生しないと考えられる。また、GTP-2に定められた30 L/人/日という値は、他のアフリカ諸国と比較しても過大なものではないため、本事業の計画においては、公共水栓の計画給水原単位として30 L/人/日を採用する。

(6) その他水量(商業・工業・公共サービス用水量)

BDWSSSの顧客には以下の通り6つの顧客タイプがある。

- ① 各戸給水
- ② 公共水栓
- ③ 商業施設
- ④ 政府施設
- ⑤ 工業施設
- ⑥ 公共サービス(宗教施設含む)

この内、①、②に対する水量については、前述の計画給水原単位に含まれているが、③～⑥の施設については含まれていないため、別途水量を加算する必要がある。

2015年6月におけるバハルダール市 Zone 2の顧客タイプ別水消費量を表3-12に示す。

表 3-12 Zone 2における顧客タイプ別水消費量(2015年6月)

顧客タイプ	総消費量 (m ³ /月)	比率 (%)	家庭用水量に 対する比率 (%)
各戸給水	63,360	84.9	-
公共水栓	298	0.4	-
商業施設	4,414	5.9	6.9
政府施設	6,002	8.0	9.4
工業施設	531	0.7	0.9
公共サービス(宗教施設含む)	68	0.1	0.1
計	74,673	100.0	17.3

家庭用水量に対するその他用途における水量の比率は、2015年6月現在17.3%となっている。これらの水需要は、人口の増加に伴って増加することが予想されるが、工業施設に関しては、現在活発に開発が進行していることから、将来の増加を別途見込む必要がある。

土地使用計画図での工業化計画地域の総面積はおよそ0.96 km²である。一方、これまでの実績から、主要工業施設における占有面積当りの水消費量は480 m³/日/km²である。2025

年までに工業化地域の 80%程度が使用されることを想定し、工業用水量として、 $480 \times 0.96 \times 0.80 = 368.64 \approx 400\text{m}^3/\text{日}$ を加算することとする。また、工業用水量を除くその他水量（商業施設、政府施設、公共サービス）については、現在の比率（16.4%）より若干増加することを想定し、家庭用水量の 20%を見込むこととする。

(7) 大規模施設水量(Terminal Market Center、バハルダール大学ゼンゼルマキャンパス)

大規模施設として Terminal Market Center 建設とバハルダール大学ゼンゼルマキャンパスの拡張が計画されているため計画給水量を以下のように別途検討する。

(7) -1 大規模 Terminal Market Center

これまでの商業施設用地とは別の箇所に、大規模な Terminal Market Center を現在建設している。この商業施設はすでに建設に着手しており、2025 年までに完成する予定となっている。そのため、この施設に関しても必要な水量を別途見込む必要があるが、建設計画の中で必要水消費量は記載されておらず、関係機関でも把握していない。建設計画によると、同センターの計画面積は 0.28 km^2 である。一方、これまでの実績から、主要商業施設における占有面積当りの水消費量は表 3-13 のとおりである。

表 3-13 Zone 2 の主要商業施設における水消費量と占有面積の関係

施設数	占有面積 (km^2)	水消費量 ($\text{m}^3/\text{月}$)	面積当りの水消費量 ($\text{m}^3/\text{日}/\text{km}^2$)
7	0.07	1610	767

そのため Terminal Market Center の水消費量として、 $767 \times 0.28 = 214.76 \approx 250 \text{ m}^3/\text{日}$ を計画給水量に加算することとする。

(7) -2 バハルダール大学ゼンゼルマキャンパスに対する加算水量

① 対象人口

バハルダール大学ゼンゼルマキャンパスへの聞き取りの結果、現在および 2025 年時点で想定される対象人口は以下のとおり。

表 3-14 バハルダール大学ゼンゼルマキャンパスにおける対象人口

種別	2016 年	2025 年
学生（寮に滞在）	1,600	6,200
講師（敷地内家屋に滞在）	126	610
大学関係者用単身滞在施設居住者	90	90
計	1,816	6,900

なお、2025 年における人口は、以下の根拠から推定した。

バハルダール大学全体として、今後 10 年間で学生数の倍増を計画している。実績としては、2006 年時点で約 10,000 人だった学生数が、2016 年現在では 53,000 人となっており、今後 2025 年までに倍増する計画は現実的な数値と考えられる。(キャンパスの拡大も政府の政策として実施されている) また、現在他のキャンパスにある生物学科、化学科をゼンゼルマキャンパスに移転される計画があり、それに伴い 1,500 人程度の学生がゼンゼルマキャンパスに移動する。そのため、現在の学生数である 1,600 人に 1,500 人を加えた 3,100 人の学生が倍増するため、2025 年時点での学生数は $3,100 \times 2 = 6,200$ 人と推定される。

一方、学生寮は 1 棟 648 人の収容で計 10 棟の建設が予定されており、6,200 人の学生数とおよそ整合する。ゼンゼルマキャンパス敷地内に滞在する講師のために、現在家屋が 34 棟ありすべて使用されている。1 世帯当り 3.7 人として計算すると、 $34 \times 3.7 = 125.8$ となり、現在人口は 126 人となる。また、今後の生徒数の増大、学科の移転等を考慮し、130 世帯分の講師用集合住宅の建設が計画されていることから、2025 年時点では、 $(34 + 130) \times 3.7 = 606.8 \div 610$ 人と推定される。これらに加え、単身で生活する大学関係者のために、単身者滞在施設 90 室があり、すべて使用されている。この施設に関しては増設が予定されていないため、2025 年に関しても、2016 年と同数の滞in者として 90 人を計上している。

② 給水原単位

②-1 滞in者に対する給水原単位

ゼンゼルマキャンパス敷地内に滞inする講師、大学関係者に関しては、各戸に給水栓、トイレ、シャワー施設のある戸建てあるいは集合住宅を与えられており、生活形態は一般の水道契約世帯(直接顧客)と同様と考えられる。そのため、計画給水原単位は 80 L/人/日とする。一方、寮に滞inする学生は、給水栓、トイレ、シャワー施設を共用しており、生活形態は隣人の水栓を使用する世帯(間接顧客)と類似していると考えられる。そのため、計画給水原単位は 50 L/人/日とする。

②-2 その他水量

大学では、滞inしていない講師、職員等が 2016 年現在で 531 人おり、滞in時の生活用水として、一定量を使用している。また施設の維持管理用水(清掃等)としての使用も考えられることから、その他水量として計算された計画給水量に 10%を加算することとする。

③ 計画給水量

以上、①、②の条件より、バハルダール大学ゼンゼルマキャンパスに対する計画給水量は表 3-15 のとおり算出され、この給水量を本事業における計画給水量に加算するものとする。

表 3-15 バハルダール大学ゼンゼルマキャンパスに対する計画給水量

種別	計画対象人口	計画給水原単位 (L/人/日)	計画給水量 (m ³ /日)	
			計算	採用
学生 (寮に滞在)	6,200	50	310.00	
講師 (敷地内家屋に滞在)	610	80	48.80	
大学関係者用单身滞在施設居住者	90	80	7.20	
小計	6,900		366.00	
その他水量	10%		36.60	
計			402.60	400

(8) 計画無収水率/計画漏水率

計画無収水率および計画漏水率に関しては、下記内容で「エ」国側と確認している。

バハルダール市においては、過去に無収水率、漏水率等の調査が行われたことはなく、実際の数値は把握できていない。しかし、首都アディスアベバおよびアムハラ州デブレマルコス市（人口 11 万人程度）において無収水率調査が実施されているため、それらのデータを基に本事業における計画漏水率を設定する。

2014 年に実施された無収水率調査の結果によると、アディスアベバ市における無収水率は 45.05%、デブレマルコス市における無収水率は 39.82%と報告されている。デブレマルコス市はバハルダール市の Zone 2 と施設規模等が類似しており、本事業の対象地域における無収水率も同程度と思われるが、本調査で実施した水圧調査では、ディアスポラ地区を除き比較的高い水圧(0.20・0.45 MPa)が保たれていることから、漏水は比較的少ないと判断され、現在の無収水率はデブレマルコス市よりも低い 35%程度と推定される。

本事業では、配水管網を新設し現在の既存管についても利用する方針とするため、無収水率の劇的な改善は見込めないが、BDWSSS において現在、既存の鋼管、塩化ビニル管から漏水の少ない HDPE 管への切り替えを行なう等の自助努力が確認されているため、計画無収水率を 30%、計画漏水率を計画無収水率の 60%に相当する 18%に設定する。

(9) 計画負荷率

計画無負荷率に関しては、次の内容にて「エ」国側と確認している。

年内における月間消費量は最大となる月で平均値の 1.25 倍となる。計画負荷率には、月内における日消費量の変動も加味する必要があるため、5%程度を加味し、 $1 / (1.25 \times 1.05) = 0.762 \div 0.76$ とする。なお、日本の水道施設設計指針では、実績範囲として、5～10 万人の給水人口規模における負荷率を 0.76～0.86 としている。

また、「エ」国のデザインクライテリアでは、季節変動として 1.0～1.2、週内の変動として 1.0～1.3 を考慮することとしているが、BDWSSS、ADSWE で策定する計画では、単純に 1.3 を乗じることが多い。(負荷率に換算すると 0.769) これらの実績等から、計画負荷

率 0.76 は妥当と考えられる。

(10) 加算水量

ORDA が現在建設中のディアスポラ配水池を水源としてバハルダール大学北側に給水を行う水量を考慮する。ORDA 提供資料によると計画給水量は 182.93 m³/日であるため、計画給水量に 182.93 m³/日を加算する。

(11) 計画給水量

以上、(2) から (10) の条件から、計画給水量を算定すると表 3-16 のとおりとなる。

表 3-16 本事業における計画給水量

種別	細目	対象人口	給水量(m ³ /日)		
			計算値	採用値	一次調査 (参考)
一般世帯 (水道契約者)	80 L/人/日	66,740	5,339.20		5,298.40
一般世帯 (隣人水栓使用)	50 L/人/日	66,740	3,337.00		
公共水栓	30 L/人/日	7,320	219.60		219.60
小計			8,895.80		5,518.00
工業用水量			400.00		400.00
Terminal Market Center 用水量			250.00		
その他水量(商業・工業・ 公共サービス用水量)		20%	1,779.16		1,103.60
バハルダール大学給水			400.00		0.00
加算水量	ORDA		182.93		691.20
合計			11,907.89		7,712.80
日平均給水量	漏水率 18%		14,521.82	14,500	9,400
日最大給水量	負荷率 0.76		19,107.66	19,100	12,400

3-2-2-2 取水施設計画

(1) 既存井戸の揚水試験

① 揚水試験実施井戸

Zone 2 地区では表 3-17 に示す 8 か所の生産井が存在しており、そのうち 6 か所の井戸が稼働している (Charchara No.1、No.2、No.3、No.4、Ashraf No.1、No.2)。稼働していない 2 か所の井戸 (Charchara No.5、No.6) は、それぞれ 2014、2015 年と比較的最近に掘削されており、ポンプは設置されていない。

本調査では、Zone 2 地区での水源全体の揚水能力を把握するため Charchara No.1、Charchara No.2、Ashraf No.1 ならびに Ashraf No.2 井戸の 4 か所の既存井戸で揚水試験を実施した。

表 3-17 Zone 2 地区の既存井戸一覧

井戸番号	掘削年	深度 (m) *1	口径 (インチ)	揚水量 (L/秒) *2	ポンプ容量 (kw)	ポンプ揚程 H (m)	掘削・揚水試験 データ
Charchara No.1	1990 年代	45	6	7.1	18.5	230	なし
Charchara No.2	1996 *3	47.8	6	9.9	22	202	なし
Charchara No.3	2008	68	8	30.0	92	不明	掘削、揚水試験
Charchara No.4	2012	61	8	31.3	92	不明	掘削、揚水試験
Charchara No.5	2014	93	10	—	—	—	掘削、揚水試験
Charchara No.6	2015	71	10	—	—	—	掘削、揚水試験
Ashraf No.1	2009	111	8	5.6	11	156	掘削、揚水試験
Ashraf No.2 *4	不明	105	8	18.2	37	160	なし

*1：揚水試験実施井戸では実測値。その他の井戸では掘削データによる。

*2：量水計の読みによる実測値。Charchara No.1, No.2 井戸の量水計は、誤差を修正した値を示す。

*3：聞き取りによる掘削年度。

*4：2015 年 12 月 18 日時点に設置されていたポンプ。その後にポンプが故障したため、別なポンプが設置されている。

② 既存井戸の揚水試験結果

既存井戸の揚水試験結果は表 3-18 に示し、その結果および既存データから推測した限界揚水量、適正揚水量の値を表 3-19 に示す。別添資料として揚水試験の詳細を資料編に添付した。

表 3-18 既存井戸の揚水試験結果(段階揚水試験)

段階	Charchara No.1		Charchara No.2		Ashraf No.1		Ashraf No.2	
	揚水量 Q (L/秒)	水位降下量 s (m)						
1	8.0	3.53	10.0	5.69	4.0	16.50	20.0	6.50
2	9.0	4.63	10.5	6.42	5.0	19.97	22.6	8.26
3	10.0	6.26	11.0	6.71	6.0	22.06	24.4	9.09
4	11.0	6.87	11.5	7.08	7.0	25.21	26.3	10.50
5	12.0	7.98	12.0	7.46	8.9	30.02	29.0	12.04
	限界揚水量 (L/秒)	適正揚水量 (L/秒)	限界揚水量 (L/秒)	適正揚水量 (L/秒)	限界揚水量 (L/秒)	適正揚水量 (L/秒)	限界揚水量 (L/秒)	適正揚水量 (L/秒)
	12.0	8.4	12.0	8.4	8.9	6.2	29.0	20.3

表 3-19 既存井戸の揚水試験結果(連続揚水試験)

Charchara No.1		Charchara No.2		Ashraf No.1		Ashraf No.2	
揚水量 Q (L/秒)	水位降下量 s (m)						
12.0	8.15	12.0	7.66	—	—	29.0	12.07

*Ashraf No.1 ではケーシングの破損のため実施されなかった。

表 3-20 既存井戸の揚水試験結果および既存データから推測した井戸能力

井戸番号 (標高：m、 ゲージル・アース)	限界揚水量 (L/秒) / (m ³ /日)	静水位 (GL-m)	水位降下量 [実揚水時] (m)	適正揚水量 [実揚水量] (L/秒) / (m ³ /日)	比湧出量 [実揚水量] (m ³ /日 / m)	井戸深度/ケーシング 口径 (m) / (インチ)	特記事項
Charchara No.1 (1,794 m)	12.0 / 1,036.8	1.04	8.23 [2.66]	8.4 / 725.8 [7.1 / 613.4]	125.98 [230.60]	45.0 / 6	井戸深度は実測値
Charchara No.2 (1,794 m)	12.0 / 1,036.8	2.43	7.67 [0.31]	8.4 / 725.8 [9.9 / 855.4]	135.18 [2,759.35]	47.8 / 6	井戸深度は実測値.揚水試験 実施後水理状況が改善
Charchara No.3 (1,794 m)		2.47	[0.86]	32.0 / 2764.8 [30.0 / 2,592.0]	2764.80 [3,013.95]	68.0 / 8	静水位は 2015 年 12 月 31 日 のデータ
Charchara No.4 (1,794 m)		2.01	[0.10]	40.0 / 3456.0 [31.3 / 2,704.3]	24,584.55 [27,043]	62.0 / 8	静水位は 2015 年 12 月 31 日 のデータ
Charchara No.5 (1,794 m)	58.5 / 5,054.4	1.46	23.34	41.0 / 3,542.4	216.56	93.0 / 10	静水位は、2014 年 4 月の揚水 試験時のデータ
Charchara No.6 (1,797 m)	75.0 / 6,480.0	1.04		52.5 / 4,536.0	1,732.62	71.0 / 10	静水位は 2015 年 3 月の揚水 試験時のデータ
Ashraf No.1 (1,824 m)	8.9 / 769.0	39.50	30.02	6.2 / 5,35.7	25.62	111.0 / 8 (123)	ケーシング破損.連続揚水試 験未実施。井戸深度は実測値 (下は井戸建設時の記録)
Ashraf No.2 (1,826 m)	29.0 / 2,505.6	41.79	12.09 [2.01]	20.3 / 1,753.9 [18.2 / 1,581.1]	207.25 [786.62]	100.5 / 8	井戸深度は実測値
適正揚水量合計				200.1 / 17,288.6			

Charchara No.3、No.5、No.6 井戸は、先方政府が実施した揚水試験データに基づいて適正揚水量を判断した。

Charchara No.1 井戸の実揚水量の算定に関して、井戸に設置している量水計の精度を揚水試験時に確認したところ、量水計の読みで 14.5 L/秒 を示した時の V ノッチによる計量では、12.0 L/秒 であった。従って、 $12.0 / 14.5 = 0.827 \approx 0.83$ となり、実揚水量の量水計の読みの 15 日間の平均値が 8.50 L/秒 であったことから、量水計の精度を考慮した実揚水量は、 $8.50 \times 0.83 = 7.05 \approx 7.1$ L/秒となる。

また、Charchara No.2 井戸の揚水試験前の実揚水量は、量水計の読みで 3.5 L/秒であった。しかし、揚水試験後の実揚水量は 15 日間の平均値で 11.80 L/秒（量水計の読み）と著しく改善された。この原因は、第一にポンプの三相交流の接続方法を変更したことで、ポンプの揚水量が大幅に改善されたこと（これまではリバースの接続となっていた）。また、ポンプの設置位置を 6m 上げたことにより、井戸ロスが減少したこと。さらに、揚水試験を実施したことで、井戸周囲の水理地質状況が改善されたこと、等が考えられる。また、揚水試験時に流量計の精度を確認したところ、流量計の読みが 14.28 L/秒を示した時の V ノッチでの計測値は 12.0 L/秒であった。このことから $12.0 / 14.28 \times 11.80 = 9.90$ L/秒が、Charchara No.2 井戸の現在の実揚水量とされる。

Charchara No.4 井戸に関しては、2012 年 3 月に AWWCE が実施した揚水試験結果では、40.0L/秒で 8 時間揚水したところ、水位降下量はわずかに 32cm であった。両隣の Charchara No.3 井戸では 32.0 L/秒の適正揚水量の時の水位降下量が 0.86m、また Charchara No.5 井戸では、適正揚水量以下の 35.0 L/秒で揚水時の水位降下量が 4.51m であることを考慮すると、31.3 L/秒を本 Charchara No.4 井戸の適正揚水量と見なすことが妥当と判断した。

(2) 試掘井の物理探査・試掘・揚水試験

① 物理探査

物理探査は二次元比抵抗電気探査法を用いて実施した。探査深度 300m、測線長 301m～1,110m で Charchara 地区（7 測線）、Ashraf 地区（10 測線）、Chimbl 地区（13 測線）の 3 地区、計 30 測線実施した。物理探査の解析結果は別添資料として、資料編に添付した。

表 3-21 物理探査結果による試掘地点

No.	地域	測線名	測線長 (m)	探査深度 (G.L.-m)	測線位置 (起点)		備考
					緯度 (°)	経度 (°)	
1	Charchara	CH-L1	470	300	11.621511	37.413481	TW-No.2
2		CH-L2	470	300	11.626738	37.414346	TW-No.1
3		CH-L3	630	300	11.618645	37.414823	
4		CH-L4	630	300	11.612146	37.413941	
5		CH-L5	470	300	11.615551	37.412251	
6		CH-L6	320	300	11.613115	37.410765	
7		CH-L7	470	300	11.615667	37.414639	TW-No.3
8	Ashraf	AS-L1	630	300	11.587615	37.426818	TW-No.1
9		AS-L2	630	300	11.593548	37.431028	
10		AS-L3	630	300	11.592490	37.423656	TW-No.2 / TW-No.3
11		AS-L4	470	300	11.591954	37.426994	
12		AS-L5	630	300	11.595956	37.425936	
13		AS-L6	470	300	11.590637	37.432623	
14		AS-L7	470	300	11.593366	37.421380	
15		AS-L8	310	300	11.589845	37.429118	
16		AS-L9	630	300	11.590834	37.422546	
17		AS-L10	470	300	11.588314	37.423877	
18	Chimbl	CB-L1	1,110	300	11.599323	37.449363	TW-No.1
19		CB-L2	630	300	11.596744	37.447180	
20		CB-L3	630	300	11.613553	37.463113	TW-No.2
21		CB-L4	630	300	11.616872	37.461555	
22		CB-L5	630	300	11.606501	37.441017	
23		CB-L6	470	300	11.598108	37.446210	
24		CB-L7	450	300	11.595685	37.447041	
25		CB-L8	470	300	11.617850	37.464149	
26		CB-L9	470	300	11.614633	37.462208	
27		CB-L10	630	300	11.601659	37.439356	
28		CB-L11	390	300	11.604006	37.436167	
29		CB-L12	470	300	11.605969	37.433116	
30		CB-L13	470	300	11.604938	37.430906	

Charchara 地区では、比抵抗値 60～80Ωm、深度 25～50m 付近に帯水層が存在すると予想される物理探査結果となった。

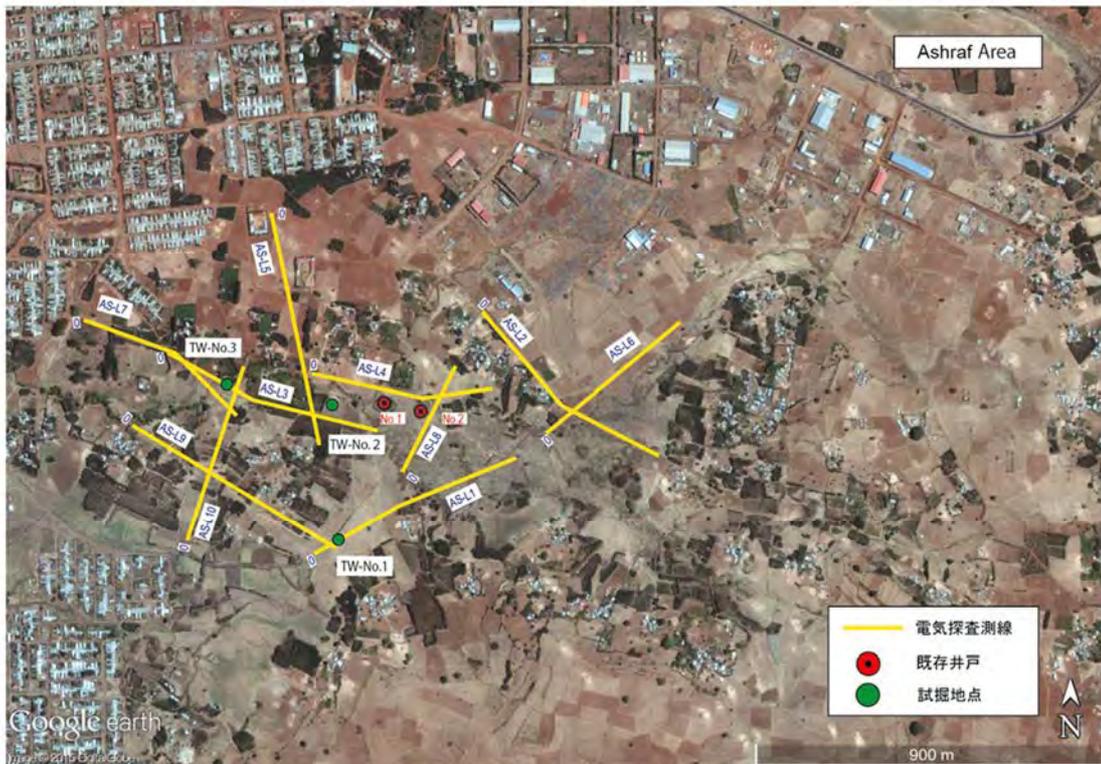


出典：Google Earth の衛星画像を使用

図 3-2 Charchara 地区の電気探査実施測線位置および試掘位置図

Ashraf 地区では、Charchara 地区同様、西側地域から涵養を受けていると推測され、良好な帯水層を形成する Qv2-A 溶岩流をターゲットとして AS-L1 測線で Ashraf TW-No.1 試掘井の掘削地点が提案され、掘削が行われたが、確認された地下水の量は少なく、埋め戻す結果となった。

試掘結果から、良好な帯水層は本地点まで達していないことが考えられるため、帯水層の分布範囲を把握することを目的で AS-L3～AS-L10 測線にて電気探査を実施した。その結果、AS-L3 測線には想定される水理地質構造が明白に表れ、比抵抗 60～100Ωm、深度 70～100m 付近に帯水層が存在すると予想された。



出典：Google Earth の衛星画像を使用

図 3-3 Ashraf 地区の電気探査実施位置および試掘位置図

Chimbl 地区では CB-L1 測線で破碎帯の存在が想定される個所が確認され、その破碎帯をターゲットとして Chimbl TW-No.1 試掘井の掘削地点が提案されたが、確認された地下水の量は少なく、埋め戻す結果となった。Chimbl 川上流部の流路方向（北北東-南南西）に沿って断層の存在が想定されたが CB-L2 測線には断層の存在を表す兆候は見られなかったため、その想定断層の存在を確認する目的で CB-L6 および CB-L7 測線にて電気探査を実施したが、明瞭な断層の存在は確認できなかった。

Chimbl 川中流部で、流路が西北西-東南東方向の左岸側に、Mineral Water 会社が 6 インチ井戸を掘削し（掘削深度 160m）、8 L/秒程度の揚水量が得られたとの情報から、その周辺を断層破碎帯の確認を目的として、CB-L10~CB-L13 測線にて電気探査を実施した。CB-L10 の 350m と 400m の間に明瞭な比抵抗値の境界が認められ、北北東-南南西方向の断層の存在が想定され、Mineral Water 会社の井戸はこの断層破碎帯部から水を得ているものと考えられるが、探査の結果、その他断層の存在を示す兆候は見られなかった。

バハルダール大学ゼンゼルマキャンパスの裏手の地域では上昇した推定断層付近で Chimbl 川が大きく蛇行しており、一部は西北西-東南東方向の流路が見られ、蛇行した古い流路跡（三日月湖風）も見られる。断層の存在を確認する目的で CB-L3、CB-L4、CB-L8 および CB-L9 測線にて電気探査を実施した。その結果 CB-L3 の 460m 付近ならびに CB-L8 の 310m 付近に測線にはほぼ直行する方向（西北西-東南東）の断層の存在が 想定され、

CB-L4 の 140m 並びに 200m 付近にもこの測線とほぼ直行する方向の断層の存在が想定された。



出典：Google Earth の衛星画像を使用

図 3-4 Chimbl 地区電気探査実施位置および試掘位置図

② 掘削地点の選定

【Charchara 地区】

Charchara 地区では既存井戸との干渉を出来るだけ避け、その後の井戸のメンテナンスのためのアクセスを考慮し、土地の取得の難易度をも検討し、且つ電気探査結果を参照して、CH-L2 測線上の Charchara TW-No.1 試掘井の位置が決定された（図 3-2 参照）。

既存井戸の揚水試験結果から、Charchara No.2、No.3、No.4 井戸の通常稼働による水位低下量が小さいこと、並びにそれぞれの干渉による影響が小さいことが判明したことで、Charchara TW-No.2 試掘井の位置が決定した（図 3-2 参照）。この地点は、公共用地であり、土地の取得も容易であることが確認された。雨期にはタナ湖の水位上昇に伴い水没することもあるが、土地とアクセス道路を整備することで、問題はないものと判断された。

3 番目の試験井掘削候補地として、CH-L5 測線起点側、CH-L6 測線中央付近及び CH-L7 測線中央付近の 3 か所が候補地とされた。しかし、CH-L5 測線および CH-L6 測線の候補地点はアクセス道路の整備が必要または、地質的問題点から最終的に CH-L-7 測線上の Charchara TW-No.3 試掘井の掘削地点が選定された（図 3-2 参照）。

【Ashraf 地区】

Ashraf 地区では電気探査結果より、Ashraf TW-No.1 試験井の掘削を実施した。掘削の結果、Ashraf 帯水層の南北方向の広がり狭いことが判明した。また、Ashraf No.1 井戸のケーシングが破損していることが判明したため、この井戸の代替井戸を掘削する必要から、電気探査の結果を参考に、Ashraf TW-No.2 試験井の掘削地点が選定され、Ashraf 帯水層のほぼ中心に位置しているものと考えられた地点を Ashraf TW-No.3 試験井の掘削位置として選定された（図 3-3 参照）。

【Chimbl 地区】

Chimbl 地区では、電探結果を基に CB-L1 測線の中央付近と終点側付近の 2 か所が掘削候補地として挙げられた。しかし、測線中央付近の地点は、Bahir Dar City Administration が建設を計画している Market Terminal Center の建設用地に含まれていることが判明し、断念することとなったため終点側付近の地点での Chimbl TW-No.1 試験井の掘削が選定された（図 3-4 参照）。

しかし、Chimbl TW-No.1 試験井が空井戸であったことから、電気探査の結果からバハルダール大学ゼンゼルマ・キャンパスの裏手の地点が候補地として Chimbl TW-No.2 試験井の掘削地点が選定された（図 3-4 参照）。

③ 試験井の掘削

Charchara、Ashraf、Chimbl 地区での試験実施位置はそれぞれ図 3-2～図 3-4 に示したとおりであり、以下の表 3-22 に試験井の掘削工程表を示し、表 3-23 に試験井諸元を示す。なお、別添資料として試験柱状図とケーシングプログラムを資料編に添付した。

表 3-22 試験井掘削工程表

試験井戸番号	掘削 開始日	掘削 終了日	ケーシング 設置日	揚水試験 開始日	揚水試験 終了日
Charchara TW-No.1	12/13	1/23	1/29	2/23	2/25
Charchara TW-No.2	12/28	2/17	2/18	2/29	3/1
Charchara TW-No.3	2/10	4/14	4/15	4/19	4/21
Ashraf TW-No.1	1/25	2/10	—	—	—
Ashraf TW-No.2	2/26	3/20	3/22	4/5	6/4
Ashraf TW-No.3	3/11	5/24	5/25	5/29	6/7
Chimbl TW-No.1	12/11	2/26	—	—	—
Chimbl TW-No.2	3/24	5/9	—	—	—

表 3-23 試掘井の諸元

試験井戸	深度 (m)	口径 (インチ)	静水位 (G.L.-m)	スクリーン位置 (G.L.-m)	座標	
					経度	緯度
Charchara TW-No.1	72	12~8	1.14	9.2 - 20.8 28.6 - 32.4 44.0 - 49.8 58.4 - 64.2	11° 37' 29.58"	37° 24' 59.35"
Charchara TW-No.2	72	12	1.33	25.6 - 37.2 43.0 - 48.8 54.6 - 60.4	11° 37' 17.17"	37° 24' 48.83"
Charchara TW-No.3	70	12	5.25	23.2 - 34.8 40.6 - 46.4 52.2 - 58.0	11° 37' 2.82"	37° 24' 52.89"
Ashraf TW-No.1	150	8	13.9	—	11° 35' 16.97"	37° 25' 39.23"
Ashraf TW-No.2	150	8	38.21	58.0 - 63.8 69.6 - 75.4 92.8 - 98.6 110.2 - 116.0 127.6 - 133.4	11° 35' 28.96"	37° 25' 38.39"
Ashraf TW-No.3	90	12	23.20	61.0 - 84.2	11° 35' 29.86"	37° 25' 29.69"
Chimbl TW-No.1	180	8	63.7	—	11° 36' 14.51"	37° 27' 15.97"
Chimbl TW-No.2	150	8	—	—	11° 37' 3.27"	37° 27' 51.10"

④ 試掘井の揚水試験結果

表 3-24 に試験井の揚水試験結果を示す。別添資料として試掘井の揚水試験結果の詳細を資料編に添付した。

表 3-24 試掘井の揚水試験結果一覧表

井戸番号 (標高 (m)) *1	深度/ 径 (m) / (インチ)	限界揚水量 (L/秒)	適正揚水量 (L/秒)	静水位 (GL-m) (日付)	動水位/水位降下量 (GL-m) / (m) *2
CharcharaTW-No.1 (1,794)	72 / 12	93	65.1	1.14 (Feb.24)	2.42 / 1.28
CharcharaTW-No.2 (1,792)	72 / 12	85	59.5	1.33 (Feb.29)	5.62 / 4.29
CharcharaTW-No.3 (1,795)	70 / 12	91	63.7	5.25 (Apr.19)	10.15 / 4.58
Ashraf TW-No.1 *3 (1,831)	150 / -	—	—	—	—
Ashraf TW-No.2 (1,822)	150 / 8	12.0	8.4	38.21 (Apr.14)	55.06/ 16.85
Ashraf TW-No.3 (1,818)	90 / 12	10.0	7.0	23.20*4 (Jun.7)	38.65 / 15.45
Chimbl TW-No.1 *3 (1,886)	180 / -	—	—	—	—
Chimbl TW-No.2 *3 (1,903)	150 / -	—	—	—	—

*1：標高はグーグルアースの読み。

*2：動水位 / 水位降下量は、限界揚水時の動水位を示す。日付は静水位と同じ。

*3：空井戸のためケーシング設置をせずに埋め戻した試掘井。

*4：連続揚水試験を揚水量 12 L/秒で実施時の水位。

(3) 群井揚水試験

当初、既存および試掘井すべてを用いた群井揚水試験の実施が予定されていたが、現地再委託先が所有するポンプ数の制限から、Charchara 地区と Ashraf 地区の地域内の複数の井戸を組み合わせて同時揚水を行い、干渉の可能性について検討した。各地区の井戸の組み合わせは以下に示すとおりである。

表 3-25 井戸干渉試験対象井戸の組み合わせ

地区	組合せ名	組合せ井戸
Charchara	Charchara (a)	Charchara TW-No.1 (試掘井) Charchara No.5 (既存井、非稼働) Charchara No.4 (既存井、稼働中)
	Charchara (b)	Charchara TW-No.2 (試掘井) Charchara No.2 (既存井、稼働中) Charchara No.3 (既存井、稼働中) Charhara No.4 (既存井、稼働中)
	Charchara (c)	Charchara TW- No.3 (試掘井) Charchara No.1 (既存井、稼働中) Charchara No.2 (既存井、稼働中) Charchara No.6 (既存井、非稼働)
Ashraf	Ashraf (a)	Ashraf TW-No.2 (試掘井) Ashraf TW-No.3 (試掘井) Ashraf No.1 (既存井、稼働中) Ashraf No.2 (既存井、稼働中)

*非稼働：井戸にポンプが設置されていない

① 干渉試験 Charchara (a) : Charchara TW-No.1, Charchara No.5, Charchara No.4

・ 干渉試験の評価

Charchara TW-No.1 試掘井と Charchara No.5 井戸の揚水の影響は、Charchara TW-No.1 試掘井戸から約 1.3km 離れた Charchara No.1 井戸で 4cm、約 850m 離れた Charchara No.2 井戸で 5cm、約 500m 離れた Charchara No.3 井戸で 7cm、約 380m 離れた Charchara No.4 井戸で 10cm とそれぞれ干渉の影響とみられる水位低下が記録された。干渉の影響の程度は小さく、限定的であるが、Charhcara 井戸群全体に干渉の影響が及んでいることが確認された。

しかし、一方で、それぞれの井戸における揚水量の変化は、ほとんど認められなかった。Charchara TW-No.1 試掘井に一番近接しており、干渉の程度が一番大きく 10cm であった Charchara No.4 井戸のポンプの揚程は、150m 程度と非常に大きいため、10cm の水位低

下は、全揚程と比べると非常に小さく、干渉による揚水量への影響は、ほとんど無視できるレベルである。また、Charchara No.1、No.2、No.3 井戸においても、動水位は GL-4~5m にあり、アバイ・ポンプ場までの標高差・送水ロスは少なくとも数メートル程度はあるので、これらの井戸のポンプの揚程は 10m 程度と考えられる。10m に対する干渉による水位低下は数センチメートルであり、揚水量に及ぼす干渉の影響は、ほとんど無視できるレベルと考えられる。

一方、Charchara No.5 井戸では、隣接する Charchara TW-No.1 試掘井の大規模な揚水による干渉の影響は、明瞭に示されていない。仮に揚水開始後に瞬時に低下した水位と、21 時間後の水位の差とすると、41cm である。しかし、この値は、試験時の約 7m 余りの揚程と比較すると小さいためか、24 時間の試験中に 35L/秒の揚水量に変化は認められなかった。今回の試験では、Charchara TW-No.1 試掘井では限界揚水量を若干上回る 95 L/秒での揚水であり、実際には適正揚水量である 65 L/秒以下での稼働となるため、干渉による影響は、上述した値よりかなり下回ることが予想される。

試験実施時は乾期であり、Charchara No.4 井戸を例にとると、Charchara 井戸群での観測を始めた 2015 年 12 月 25 日から、干渉試験を始める前の 2016 年 4 月 7 日までの 105 日間で、動水位の変化は 83cm 低下している。平均すると 0.79cm/日の低下量である。これが、Charchara 井戸群で干渉試験を実施した 4 月 8 日から 4 月 26 日までの 19 日間では、26cm の水位低下が認められる。

これを平均すると 1.37cm/日の低下量となる。間欠的ではあるが、大量の揚水を実施することで、確実に水位の季節変化量は高まることが分かる。問題は、乾期に低下した水位が、その後の雨期にどの程度の回復を示すかである。今後、それぞれの井戸の揚水量と水位の変化の観測を継続し、Charchara 帯水層全体の取水量に見合う涵養があるかを確認することが、大変重要と考えられる。

② 干渉試験 Charchara (b) : Charchara TW-No. 2、Charchara No. 2、Charchara No. 3、Charchara No. 4

・ 干渉試験の評価

Charchara TW-No.2 試掘井の揚水量は、限界揚水量を上回る 90 L/秒と大規模な揚水量である割に、Charchara TW-No.1 試掘井の揚水時と比較して、近隣の井戸の干渉の程度は、非常に限定的である。Charchara TW-No.2 試掘井から 284m 離れた Charchara No.2 井戸では最大 11cm、Charchara No.3 井戸では最大 5cm、363m 離れた Charchara No.4 井戸では最大 5cm の水位低下が観測された。特に、一番近接している Charchara No.3 井戸の水位低下量が 5cm と非常に小さい。この井戸では、試験実施時点では量水計が作動しておらず、揚水量は観測出来なかったが、水位低下量が小さいため揚水量に変化はないものとみられる。

Charchara No.2、No.4 井戸でも試験実施中を通して揚水量に変化は認められなかった。本試験では、Charchara TW-No.2 試掘井は限界揚水量を上回る 90L/秒での揚水が行われており、実際の稼働時には、適正揚水量である 59.5 L/秒以下の揚水となることから、上述の干渉による影響はさらに小さくなり、干渉による影響は、ほとんど無視できるレベルと考えられる。

しかし、Charchara No.3 井戸においても、2015 年 12 月 25 日から干渉試験を開始する直前である 2016 年 4 月 7 日までの 105 日間での動水位の低下量は 89cm で、1 日当たりの低下量は、0.85cm であった。それが、干渉試験で大規模な揚水が実施された 4 月 26 日までの 19 日間の動水位低下量は、22cm であり、1 日当たりの低下量は 1.16cm となり、水位低下の季節変化が加速されているのが分かる。今後、新たに試験井が生産井に変換されて、通常の運転が開始された後にも、水位と揚水量の観測を継続して、Charchara 帯水層全体の揚水量に見合う涵養がなされているかを確認することが重要である。

③ 干渉試験 Charchara (c) : Charchara TW-No. 3、Charchara No. 1、Charchara No. 2
Charchara No. 6

・ 干渉試験の評価

Charchara TW-No.3 試掘井と Charchara No.6 井戸の干渉による水位低下は、Charchara TW-No.3 試掘井側で最大 35cm、Charchara No.6 井戸側で 16cm と想定される。いずれの井戸においても、それぞれの揚程と比較すると、干渉による水位低下量はわずかであることから、それぞれの井戸の揚水量に変化は見られない。Charchara TW-No.3 試掘井、Charchara No.6 井戸ともに、適正揚水量を大幅に超える揚水量で揚水を実施しているため、干渉の程度はこれより格段に下回ることが想定される。

Charchara No.1、No.2 井戸ともに、干渉による水位の低下量は 10 数 cm であり、低下後の水位は安定して平衡に達しているものと見なされる。干渉による揚水量の変化は、認められない。しかし、他の既存井戸でも見られるように、2015 年 12 月 25 日から干渉試験による大規模揚水が開始される前までの 105 日間での動水位の季節変化は、Charchara No.1 井戸で 96cm、Charchara No.2 井戸で 83cm であり、それぞれ 1 日当たりの動水位の平均低下量は、それぞれ 0.91 cm/日、0.87 cm/日であった。干渉試験による大規模な揚水を行った 2016 年 4 月 8 日から 4 月 26 日までの 19 日間の動水位の変化は、それぞれ 20cm、23cm であり、1 日当たりの動水位の変化量は、それぞれ 1.05 cm/日、1.21 cm/日と、干渉試験による大規模な揚水があったことで、季節変化量が加速していることが認められる。

このように、新たに掘削された試験井が生産井として揚水を開始すると、Charchara 井戸群地区では、Charchara No.4、No.5、No.6 井戸で約 120 L/秒、また、Charchara TW-No.1、TW-No.2、TW-No.3 試掘井の 3 か所を合わせると約 180 L/秒、合計では約 300 L/秒となる。このように大量の揚水が実施されると、当然乾期の水位低下量は、大きくなること

が予想される。その低下量がどの程度となるか、そして低下した地下水位が次の雨期にどの程度回復するのか、今後、詳細に観測を継続することが重要となる。

④ 干渉試験 Ashraf (a) : Ashraf TW-No. 2、Ashraf TW-No. 3、Ashraf No. 1、Ashraf No. 2

・ 干渉試験の評価

Ashraf No.2 井戸の稼働による 276m 離れた Ashraf TW-No.2 試掘井への干渉の影響は、1.14m と大きい。逆に、Ashraf TW-No.2 試掘井が Ashraf No.2 井戸に及ぼす干渉の影響は、37cm のみである。しかし、両方の井戸ともに、干渉の影響による揚水量の変化は認められなかった。また、Ashraf No.1 井戸と Ashraf No.2 井戸は交互に稼働しているため、Ashraf No.1 井戸の稼働による Ashraf TW-No.2 試掘井への干渉の影響は、Ashraf No.2 井戸の稼働停止による水位回復のために吸収されてしまっており、Ashraf TW-No.2 試掘井の水位には現れて来ない。

Ashraf No.2 井戸では、ポンプの故障により、以前のポンプより容量の大きなポンプを設置したことにより、揚水量は 18.3 L/秒 から 22.7 L/秒に増加した。これに伴い水位低下量は 2.01m (2016 年 1 月 5、6 日) から 7.10m (2016 年 5 月 19、20 日) に増加している。このことから、非湧出量は、ポンプ交換以前の 786.6 m³/day/m から 276.2 m³/day/m と約 1/3 に低下している。現状では、Ashraf No.2 井戸の干渉による他の井戸の揚水量への影響は限定的であり、短期的には問題はないものと考えられる。しかし、既存井戸の揚水試験結果から、Ashraf No.2 井戸の適正揚水量は 20.65 L/秒であることが確認されていることから、現在の揚水量をこれ以下に抑えることが望ましい。

⑤ 干渉試験結果の結論

いずれの干渉試験においても、干渉の影響は広範囲に及んでいるが、その影響の程度は、むしろ軽微であり、それぞれの井戸の揚水量に直接の変化は認められない。Charchara 井戸群地区においては、それぞれの井戸の適正揚水量以下での揚水であれば、これらの井戸を同時に稼働することは可能である。

しかし、乾期においては、大量の揚水が継続された場合、1 日平均で最大 1.4cm 程度水位が低下することが予想される。乾期を 11 月から次の年の 6 月までの 8 か月、240 日と仮定すると、最大で 3.36m 程度の水位低下が発生することとなる。この場合には、それぞれの井戸に設置されたポンプの性能にもよるが、揚水量が数%程度低下することが想定される。実際には、上述の 8 か月の間に小雨期があるため、これ以上の水位低下は発生しないものと予想される。

長期的には、乾期に低下した水位が雨期にはどの程度回復するか確認することが重要である。そのためには BDWSSS 内に組織だった地下水位の観測網を構築することが必要になる。BDWSSS に対し、毎日の地下水位の変化と、井戸毎の揚水量のデータを蓄積したうえ

で、通年（1水文年）の地下水位変化グラフを作成し、それを基に井戸毎に1年間の揚水計画を策定するよう指導することが必要であると考えられる。

⑥ 使用する水源の検討

先方政府との話し合いの結果、今回計画における水源（深井戸）の計画稼働時間は、オペレータの勤務時間、停電の発生等を考慮し、最大18時間とすることで確認している。この結果および水源の能力、配置を考慮し、使用する深井戸を以下のとおりとする。

表 3-26 本事業での水源使用計画

井戸名称	適正揚水量 (L/秒)	計画する深井戸ポンプ仕様			備考
		吐出量 (L/秒)	計画運転時間 (時間)	可能導水量 (m ³ /日)	
Charchara No.1	8.4				使用せず
Charchara No.2	8.4				使用せず
Charchara No.3	63.7				使用せず
Charchara No.4	40.0	40.0	18.0	2,592.00	
Charchara No.5	41.0	41.0	18.0	2,656.80	
Charchara No.6	52.5	52.5	18.0	3,402.00	
Charchara TW-No.1	65.1	65.1	18.0	4,218.48	
Charchara TW-No.2	59.5	59.5	18.0	3,855.60	
Charchara TW-No.3	63.7	63.7	18.0	4,127.76	
Ashraf No.1	6.2				使用せず
Ashraf No.2	20.3	20.3	18.0	1,315.44	
Ashraf TW-No.2	8.4	(8.0)	(18.0)	(518.40)	予備水源
Ashraf TW-No.3	7.0	(8.0)	(18.0)	(518.40)	予備水源
計	444.2	342.10 (358.10)		22,168.08 (23,204.90)	

本事業の計画日平均給水量は14,500 m³/日、計画日最大給水量は19,100 m³/日である。Zone 2にあるすべての井戸能力の合計は413.10L/秒であり、計画日最大給水量を給水する場合、平均約13時間の運転時間でまかなえる計算となるが、13か所にも及ぶ水源すべてを使用した場合、維持管理が効率的ではなくなるため、使用する水源の選定を行なった。選定にあたっては、水源位置、水量、稼働の安定性に配慮した。

現在Charchara No.1に関しては、Zone 1への導水に、Charchara No.2、No.3に関しては、アバイ加圧ポンプ場に導水され、Zone 2への給水に使用されているが、本事業ではこれらの水源を使用しないことで「エ」国側と確認している。将来的には、先方政府によりZone 1への給水に使用することである。また、Charchara No.2に関しては、井戸群のほぼ中心に位置しているため、観測井としての利用を検討するよう調査団から先方政府に提案し、「エ」国側と確認している。

Ashraf No.1に関しては、現在ガブリエル配水場へ導水され、Zone 2への給水に使用されているが、本調査において、砂の流出・堆砂やケーシングが動く等不具合が確認されたため、継続使用は適切でないと判断した。また、Ashraf TW-No.2、TW-No.3に関しては、採

用する他の水源と比較すると、比較的水量が少ない見込みである。そのため、本事業では予備水源として使用することとする。既存の井戸ポンプについても、問題がないものは活用する。新設の井戸ポンプの仕様は、導水管を含めた工事費、維持管理費用等を総合的に比較検討して決定する。

(4) 水質検査

① 簡易水質試験の実施

簡易水質試験は以下の方法で実施した。

表 3-27 簡易水質検査項目一覧

検査項目	検査方法
水温 (T)	ポータブル伝導率・pH 計
電気伝導度 (EC)	
pH	
フッ素 (F)	パックテスト
硝酸 (NO ₃ ⁻)	
鉄 (Fe)	
マンガン (Mn)	
残留塩素	ポータブル残留塩素計

簡易水質検査結果を、表 3-28、表 3-29 に示す。

表 3-28 簡易水質試験結果 (1/2)

水源	井戸名	日付	EC (mS/m)	pH	Temp (°C)	F ⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	Residual Chlorine (mg/l)		備考
											0.5	
	最大許容値		—	6.5 - 8.5	—	1.5	50	0.3	0.5			
既存井	Charchara No.1	1-Sep-15	31.8	6.53	23.6	0.2	10	<0.2	<0.5			
		3-Jan-16	31.6	6.63	23.1	0.1	8	<0.2	<0.5			
		14-Mar-16	31.5	6.79	24.3	0	2	<0.2	<0.5			
	Charchara No.2	3-Jan-16	29.7	6.62	24.5	0	7	<0.2	<0.5			
		1-Sep-15	27.5	6.56	23.8	0.2	10	<0.2	<0.5			
		3-Jan-16	27.1	6.60	23.5	0.1	7	<0.2	<0.5			
	Charchara No.3	14-Mar-16	26.8	6.91	24.3	0	2	<0.2	<0.5			
		1-Sep-15	25.6	6.56	23.4	0.2	8	<0.2	<0.5			
		3-Jan-16	25.4	7.02	23.7	0	12	<0.2	<0.5			
	Charchara No.4	14-Mar-16	25.4	6.88	24.4	0	1	<0.2	<0.5			
		9-Apr-16	27.3	6.61	24.1	0.1	5	<0.2	<0.5			
		23-Apr-16	32.6	6.73	23.9	0.1	8	<0.2	<0.5			
	Ashraf No.1	1-Sep-15	35.8	6.85	23.6	0.3	1	<0.2	<0.5			
		1-Sep-15	35.4	6.90	26.3	0.3	1	<0.2	<0.5			*1
		3-Jan-16	34.5	6.78	25.1	0.2	1	<0.2	<0.5			
	Gudobahir No.1	2-Sep-15	21.7	6.49	23.0	0.1	15	<0.2	<0.5			
		3-Jan-16	21.8	6.69	22.2	0	8	<0.2	<0.5			
		14-Mar-16	23.5	6.85	24.0	0	20	<0.2	<0.5			
Gudobahir No.2	2-Sep-15	23.0	6.63	23.2	0.1	10	<0.2	<0.5				
	3-Jan-16	22.3	6.85	24.4	0	5	<0.2	<0.5				
	2-Sep-15	28.7	6.95	24.4	0.1	5	<0.2	<0.5				
Gudobahir No.3	3-Jan-16	27.1	6.87	24.1	0	5	<0.2	<0.5				

*1：採水は井戸元ではなく、ガブリエル配水池への流入口

*2：採水は井戸元ではなく、工場内の蛇口。何等かの薬品が注入されているか、汚染されている可能性あり。

*3：湧水個所では取水口からの越流水を採取

表 3-29 簡易水質試験結果 (2/2)

水源タイプ	水源名	日付	EC (mS/m)	pH	Temp (°C)	F ⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	Residual Chlorine (mg/l)	備考
	最大許容値										
既存井 (民間)	Amhara Pipe Factory	2-Sep-15	30.5	6.16	24.1	0.1	20	<0.2	<0.5	N/A	
		3-Jan-16	22.3	6.94	21.1	0	8	<0.2	<0.5		
	Agro-Stone Production Enterprise	2-Sep-15	38.8	7.47	23.1	0.2	5	<0.2	<0.5		*2
湧水 *3	Areke	1-Sep-15	19.4	6.24	23.7	0.1	20	<0.2	<0.5	N/A	
		3-Jan-16	19.7	6.29	23.8	0.1	10	<0.2	<0.5		
		15-Mar-16	19.8	6.27	23.9	0	20	<0.2	<0.5		
	1-Sep-15	19.5	6.23	23.7	0.1	20	<0.2	<0.5			
	3-Jan-16	20.2	6.36	23.6	0.1	10	<0.2	<0.5			
	15-Mar-16	20.1	6.34	23.9	0	10	<0.2	<0.5			
公共水栓	Tikur Wuha	1-Sep-15	22.6	6.24	23.5	0.1	20	<0.2	<0.5	0.0	
		3-Jan-16	21.1	6.29	23.7	0.1	10	<0.2	<0.5		
		15-Mar-16	20.9	6.36	23.8	0	10	<0.2	<0.5		
試験井	Public Tap -Zone B	15-Mar-16	27.4	7.05	24.1	0	5	<0.2	<0.5	0.0	
		Public Tap -Zone C	14-Mar-16	27.0	6.82	26.8	0	10	<0.2		<0.5
	Charchara TW-No.1	25-Feb-16	24.2	6.62	23.2	0	5	<0.2	<0.5	N/A	
		9-Apr-16	25.1	6.42	24.0	0.1	5	<0.2	<0.5		
		1-Mar-16	29.5	6.70	22.7	0	2	<0.2	<0.5		
	Charchara TW-No.2	13-Apr-16	29.6	6.62	23.9	0.1	5	<0.2	<0.5	N/A	
		20-Apr-16	30.6	6.60	23.4	0.2	5	<0.2	<0.5		
		15-Apr-16	36.1	6.89	26.6	0.2	1	<0.2	<0.5		
	Ashraf TW-No.2	2-Jun-16	36.0	6.92	26.6	0.2	1	<0.2	<0.5	N/A	
Ashraf TW-No.3		1-Jun-16	48.7	7.22	25.2	0.6	<1	<0.2	<0.5		

*1：採水は井戸元ではなく、ガブリエル配水池への流入口

*2：採水は井戸元ではなく、工場内の蛇口。何等かの薬品が注入されているか、汚染されている可能性あり。

*3：湧水個所では取水口からの越流水を採取

本調査結果から、「エ」国の飲料水質基準を超過する項目は認められなかった。

電気伝導度（EC）の測定から、図 3-5 に示す通り、EC=28~29 mS/m を境に 2 つのグループに分けられる。

EC > 29 mS/m : Charchara No.1、Charchara No.2、Charchara No.6、
Charchara TW-No.2、Charchara TW-No.3

EC < 28 mS/m : Charchara No.3、Charchara No.4、Charchara No.5
Charchara TW-No.1

また、電気伝導度の値は雨季から乾季へ向けて低くなっていく傾向がみられる。

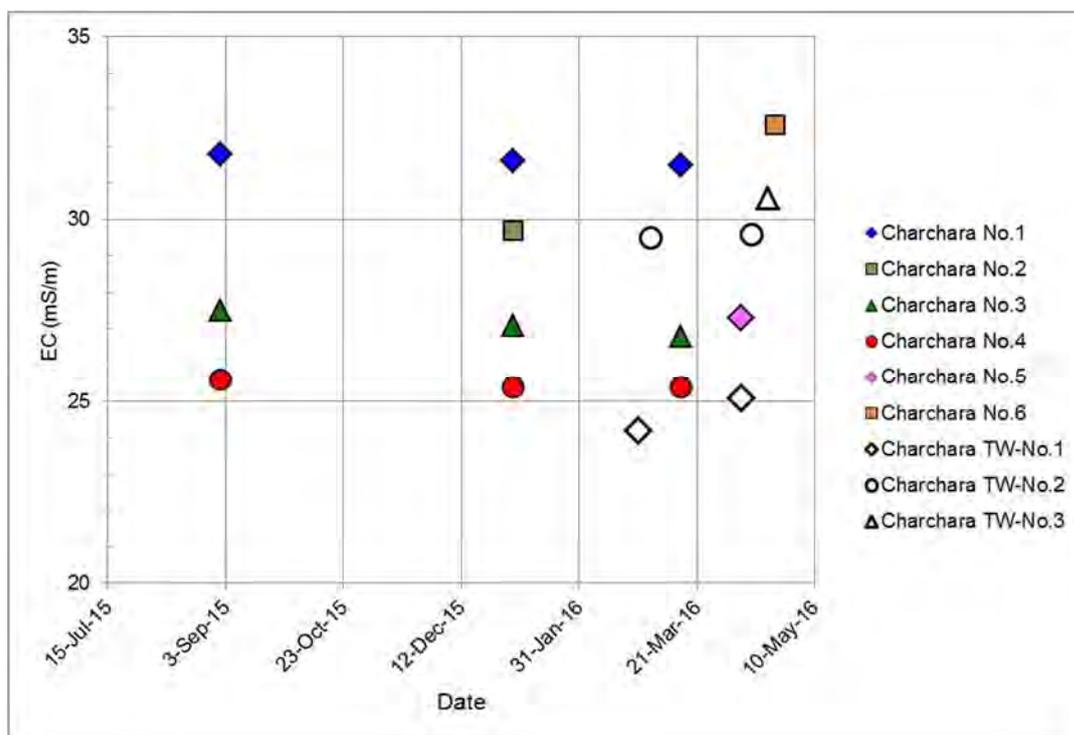


図 3-5 電気伝導度の測定結果

硝酸（NO₃）の値は特に湧水（Areke、Lome、Tikur Wuha）地点においては雨季と比較して乾季にその値が約半減している傾向が見られた。

Ashraf No.1、Ashraf No.2 井戸は硝酸の値が比較的 low（1 mg/L）水温が高い傾向を示している（34~36 °C）。

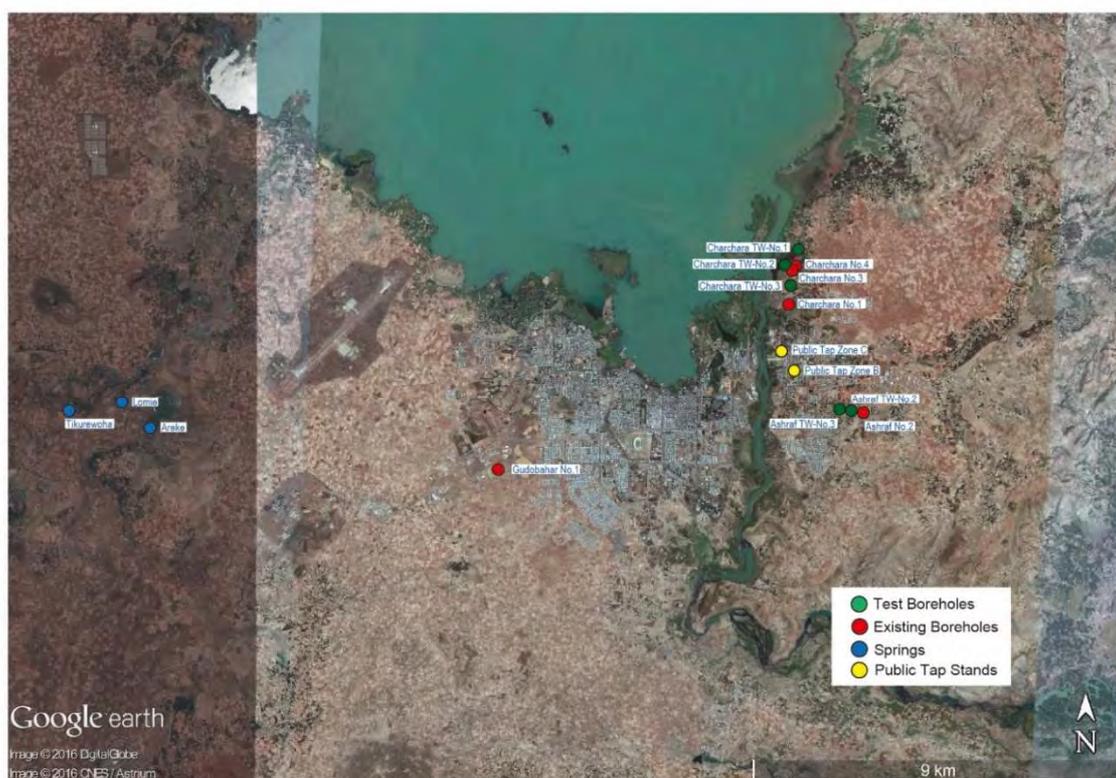
② 室内水質検査

室内水質検査は当初、試掘井 8 か所および既存井戸 10 か所の計 18 か所で水質試料を採取して検査を行う予定となっていたが、既存井戸 10 か所については既存井戸 5 か所、湧水 3 か所ならびに公共水栓 2 か所に振り分けられた。また、試掘井で空井戸と判明した場合はその検査数を削減した。試掘井 3 本が空井戸であったことが判明したため、合計 15 検体の水質検査を行った。

水質試験は現地再委託により実施し、飲料水質基準は「CES 58 : Compulsory Ethiopian Standard (First Edition, 2013), Drinking Water – Specification – ICS:13:060.20」を適用することを MoWIE と確認した。しかし、検査対象項目である農薬、有機化合物等の一部項目に関しては「エ」国で検査を実施できる機関が存在しないことが判明したため、これら項目を本邦の分析室で検査を行うこととした。以下の表 3-30 に水質検査対象水源一覧を、図 3-6 に検査対象の位置図を示す。分析項目については表 3-31 に示す。

表 3-30 水質検査対象水源

No.	水質検査対象水源	水源種別	No.	水質検査対象水源	水源種別
1	Charchara No.1	既存井	9	Public Tap - Zone B	公共水栓
2	Charchara No.3		10	Public Tap - Zone C	
3	Charchara No.4		11	Charchara TW-No.1	試掘井
4	Ashraf No.2		12	Charchara TW-No.2	
5	Gudobahir No.1		13	Charchara TW-No.3	
6	Areke	14	Ashraf TW-No.2		
7	Lome	湧水	15	Ashraf TW-No.3	
8	Tikur Wuha				



出典：Google Earth の衛星画像を使用

図 3-6 水質検査対象水源位置図

表 3-31 水質検査項目および分析場所

No.	現地分析項目	No.	本邦分析項目	No.	現場分析項目
1	E. Coli	1	Arsenic (as As)	1	Temperature
2	Coliform organisms	2	Cadmium (as Cd)	2	Electric conductivity
3	Turbidity, NTU	3	Cyanide (as CN)	3	pH
4	Colour, TCU	4	Lead (as Pb)	4	Residual, free chlorine
5	Odour	5	Total Mercury (as Hg)		
6	Taste	6	Selenium (as Se)		
7	Aluminium (as Al)	7	1,2 Dichloroethane		
8	Ammonia (NH ₃ +NH ₄ ⁺)	8	Trichloroethene		
9	Chloride (as Cl)	9	Phenolic compounds (as phenols)		
10	Copper (as Cu)	10	1,1,1 Trichloroethane		
11	Total hardness (as CaCO ₃)	11	Trichlorobenzenes (total)		
12	Total Iron (as Fe)	12	Hexachlorobutadiene		
13	Manganese (as Mn)	13	DDT		
14	Sulfate (as SO ₄)	14	Aldrin / Dieldrine		
15	Total dissolved solids (TDS)	15	Heptachlor and heptachlor epoxide		
16	Zinc (as Zn)	16	Hexchlorobenzene		
17	Calcium (as Ca)	17	Lindane (Gamma - BHC)		
18	Total alkalinity (as CaCO ₃)	18	Methoxychlor		
19	Sodium (as Na)	19	Anionic surfactants, as mass concentration of MBAS		
20	Potassium (as K)				
21	Bicarbonate				
22	Magnesium (as Mg)				
23	Barium (as Ba)				
24	Boron (as B)				
25	Chromium (as Cr)				
26	Fluoride (as F)				
27	Nitrate (as NO ₃)				
28	Nitrite (as NO ₂)				

③ 水質検査結果

検査結果からは、健康項目、農薬、有機化合物については基準値を超過する試料はなかった。詳細な水質検査結果については添付資料に掲載する。

なお、「エ」国の飲料水質基準では、トリクロロエチレンの基準値が 2,001 mg/L と記されており、誤表示であることが明らかである。基準の発行元である Ethiopian Standard Agency (ESA) に確認したところ、明確な答えが得られなかった。また、現地分析室、大学

等とも確認を行ったところ、WHO のガイドライン値と照らし合わせる事が望ましいとの意見をもらった。WHO 飲料水水質ガイドライン（第 4 版）で確認したところ、「飲料水中では、健康に対する問題となる濃度より十分に低い濃度で発生する」ためガイドライン値が設定されていないことから検査結果としては飲料水として特に問題はないと考えられる。

また、以下に示す項目についても基準値が疑わしい値を示しているため WHO ガイドライン値との比較を行った。

表 3-32 誤表示として疑わしい基準値の比較

項目	「エ」国 飲料水質基準値 (mg/L)	WHO ガイドライン値 (mg/L)	水質検査結果 (mg/L)
DDT	2	0.001	<0.001
Hexchlorobenzene	1	—	<0.001
Lindane	2	0.002	<0.001
Methoxychlor	20	0.02	<0.001
1,2 Dichloroethane	30	0.03	<0.004
Trichloroethene	70	0.02	<0.01
Trichlorobenzenes (total)	20	—	<0.02

これら項目の検査結果に関しても飲料水として特に問題はないと考えられる。

また、嗜好性に影響を与える項目ではアルカリ度（Ashraf No.2、Ashraf TW-No.3）、亜鉛（Tikur Wuha）が「エ」国の基準値を超過する結果となった。これら項目について WHO ガイドライン値は設定されていない。

カリウム（K）については定量下限値（< 5.0 mg/L）が「エ」国の飲料水基準値（1.5mg/L）を上回っている値となっている。分析室によればこの項目に関しても「エ」国の基準値は間違っているとのこと。実際に基準値を 50 mg/L としている計量証明もあり、不確かなところが多々ある。WHO ガイドラインでは本項目についてはガイドライン値を設けていない。

3-2-2-3 全体施設計画

既存のアバイ加圧ポンプ場に関しては、今回使用する水源からの距離が遠く非効率であること、先方政府により将来 Zone 1 への導水に使用したい意向があることから、本事業では使用しないこととした。具体的な全体施設フローを以下に示す。

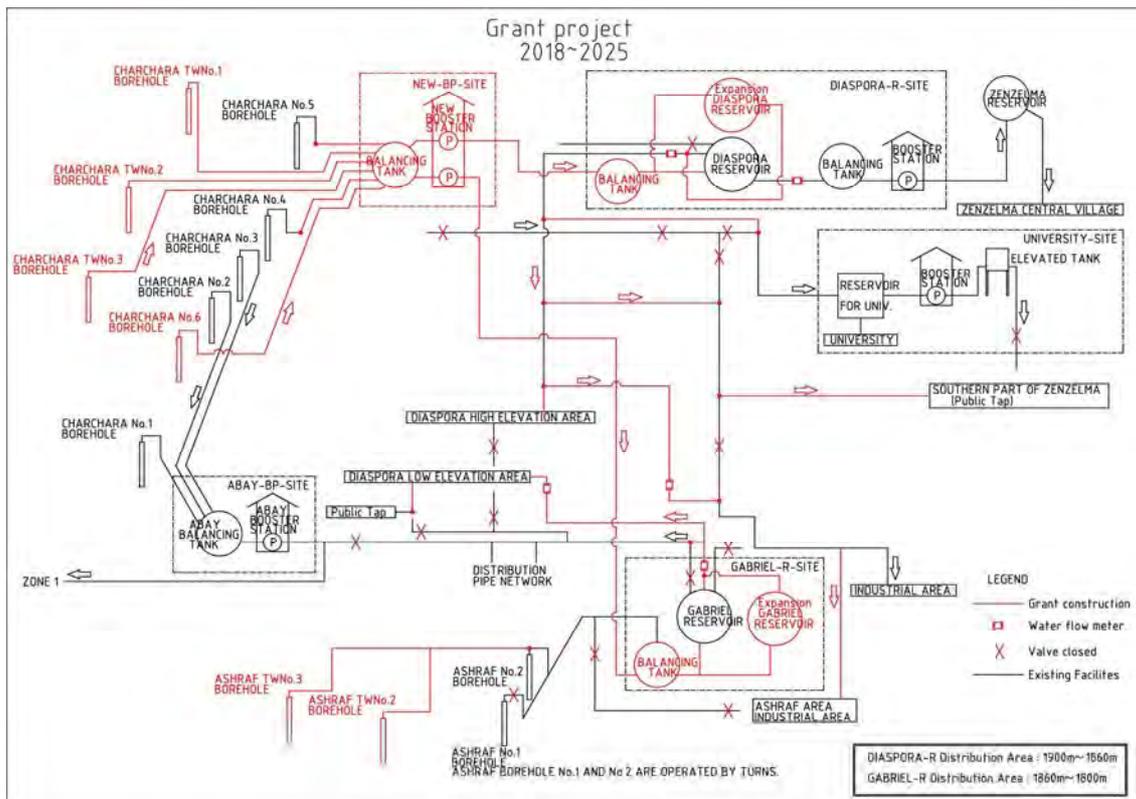


図 3-7 Zone 2 の計画水道施設フロー

(1) 導水施設計画

既存の導水管で問題がないものは活用する。導水管口径は、井戸ポンプの比較検討で決定した口径とし、仕様については所定の水理特性、物理特性を満足する経済的な仕様とする。

(2) 送水施設計画

送水施設は、新規送水ポンプ場と各配水場への送水管とする。送水ポンプの仕様、台数は、送水管を含めた工事費用、電力料を総合的に比較検討して決定する。送水管口径は、送水ポンプの比較検討で決定した口径とし、仕様については、所定の水理特性、物理特性を満足する経済的な仕様とする。送水管布設ルートについては、既存道路および計画道路に沿って計画し、河川横断については乾季に河床を掘削して埋設する。

(3) 配水施設計画

配水施設は、ディアスポラ配水場およびガブリエル配水場近隣に増設する配水池と各配水区の配水管とする。配水池は、各配水区の配水量変動に対応する容量とし、構造は既存と同様に鉄筋コンクリート(RC)造とする。配水管口径は、各配水区の時間最大給水量流下時における配水本管有効水頭が 15m 以上となる口径とする。配水管布設ルートについては、既存道路および計画道路に沿って計画し、河川横断については河川が干上がる乾期に河床を掘削して埋設する。

都市計画内配水管網エリアについては外径 90mm 以上、都市計画外配水管網エリアについては公共水栓に接続する外径 90mm 未満の配管布設まで行い、配水支管、給水管、給水メータ等の設置は先方側で実施する。なお、基本的に配水管は各戸接続であるが、ゼンゼルマキャンパス南側と Wereb Kola Tsiyon 地域は、公共水栓に接続することとする。

3-2-2-4 水源施設計画

(1) 取水ポンプ場計画

取水ポンプ場には、防犯および環境配慮のため、周辺にフェンスを設置する。また、資材、維持管理車両、運転管理者、守衛等の出入りのためのゲートおよび小扉を設置する。

敷地内には、取水ポンプ運転および維持管理のため受電設備、ポンプ操作盤、自家発電設備操作盤のための建築施設、守衛、運転管理者の待機室、トイレを設置する。トイレの浄化槽の構造は、汚水が浄化槽の底部や側部から周辺部に浸透する形式ではなく、隙間がなく密閉された構造を採用している。そのため、浄化槽内部の汚水が外部に浸透し難い構造となっているため、水源を汚染する可能性は極めて低い。さらに汚染を防ぐため取水施設の周りは 30m の間隔を設けることをテクニカルノートで合意している。

また、タナ湖の水位上昇により現地盤が水没する水源（Charchara TW・No.1 および TW・No.2）には盛土を施す。

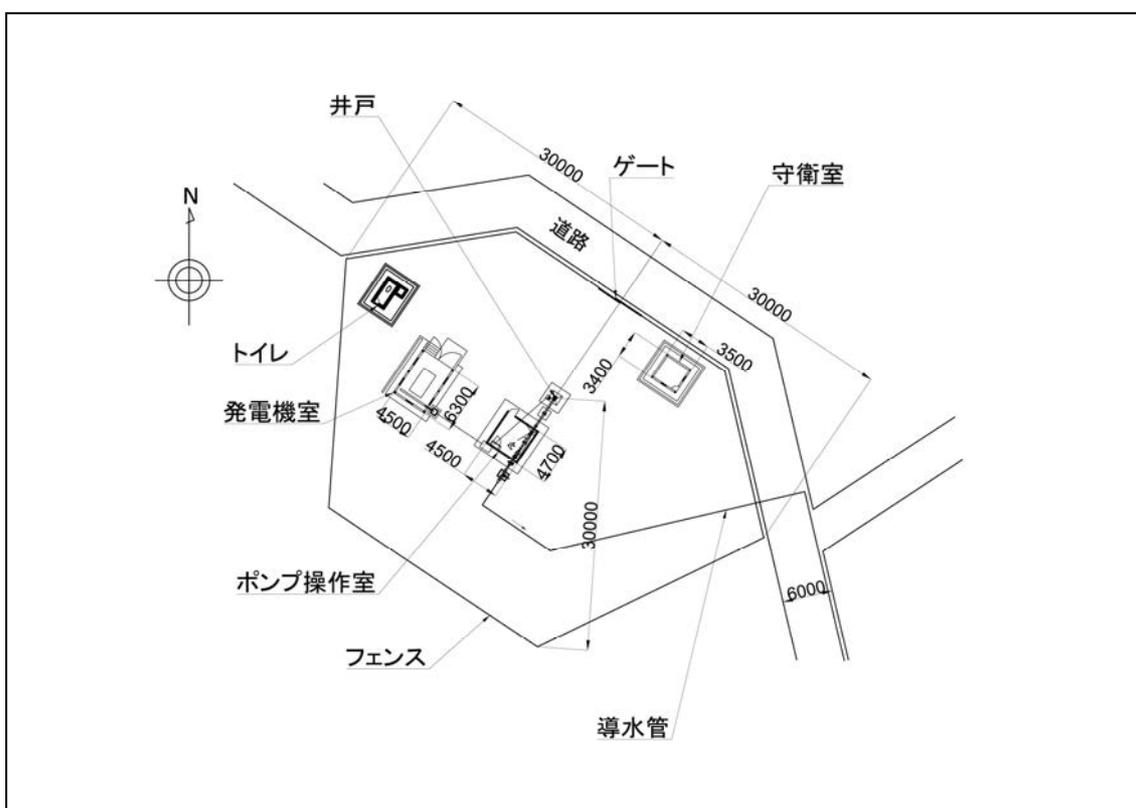


図 3-8 Charchara TW No.1 レイアウト図

(2) 取水ポンプ設備

計画では、水源が全て深井戸であるため、取水ポンプは全て深井戸用水中ポンプとなる。

取水ポンプの仕様は、最適取水量、井戸動水位と導水先水槽の高水位の高低差（実揚程）に導水管摩擦損失を加えたポンプ全揚程によって定まり、導水管およびポンプの減価償却費、ポンプ電力料を勘案して年間最小費用となるものを選定する。

取水ポンプの井戸ケーシング内での設置位置は、良好で安定した取水を継続して行うため、動水位からスクリーンの上部までの範囲にスクリーンと重ならないよう設置する。

取水ポンプの操作盤は屋内設置型とし、ポンプ操作盤室内に設置する。

表 3-33 取水ポンプの仕様

井戸名	ポンプ仕様	ポンプ口径
Charchara No.4	H21m×Q2.4m ³ /min×18.5kW	150A
Charchara No.5	H31m×Q2.5m ³ /min×18.5kW	125A
Charchara No.6	H23m×Q3.2m ³ /min×18.5kW	150A
Charchara TW-No.1	H28m×Q3.9m ³ /min×30kW	150A
Charchara TW-No.2	H22m×Q3.6m ³ /min×26kW	150A
Charchara TW-No.3	H18m×Q3.8m ³ /min×18.5kW	150A
Ashraf TW-No.2	H119m×Q0.7m ³ /min×26kW	100A
Ashraf TW-No.3	H123m×Q0.6m ³ /min×26kW	80A

なお、Ashraf No.2 の水中ポンプについては、最近入れ替えをしているため、継続して使用することとする。

(3) 取水管

取水管は取水ポンプと同径とし、ポンプ操作室内を経て導水管に接続する。

ポンプ操作室内の取水管には、取水ポンプ維持管理のため流量計、圧力計、圧力調整弁、逆止弁、空気弁、排水弁および遮断弁を設置する。

(4) 自家発電設備

自家発電設備は、BDWSSS の運用に基づき、停電時に全揚水量の 50%以上を確保するものとして、Charchara TW-No.1, TW-No.2, TW-No.3 に自家発電設備を設置する。TW-No.3 については、新設加圧ポンプ場と同一敷地内に計画するため、その自家発電機設備で運転するものとする。

Ashraf TW-No.2 及び TW-No.3 は、予備水源であるため、自家発電設備は設置しない。

表 3-34 自家発電設備の仕様

井戸名	自家発電設備仕様	主要負荷	備考
Charchara TW-No.1	200KVA	取水ポンプ	
Charchara TW-No.2	150KVA	取水ポンプ	
Charchara TW-No.3	550KVA	取水、送水ポンプ	加圧ポンプ場と共有

(5) 建築施設

取水ポンプ場の建築施設は、鉄筋コンクリートおよびブロック積による堅牢な構造とし、照明用としての窓、換気のためのガラリーを設ける。建築基礎は地盤が強固であり建築が小規模であることから直接基礎とする。

建築施設の配置については、守衛室については出入りロゲート近傍とし、その他の施設については資材、車両の乗り入れを考慮したスペースの外に配置する。

ポンプ操作室については、露出する取水管延長を少なくするため井戸近傍に設置する。

表 3-35 各井戸の建築設備

井戸名	付帯設備	備考
Charchara No.4	守衛室 ポンプ 操作室 トイレ	
Charchara No.5	守衛室 トイレ	ポンプ 操作室既設流用
Charchara No.6	守衛室 ポンプ 操作室 トイレ	
Charchara TW-No.1	発電機室 守衛室 ポンプ 操作室 トイレ	
Charchara TW-No.2	発電機室 ポンプ 操作室 トイレ	
Charchara TW-No.3	ポンプ 操作室	新設ポンプ 場内に設置
Ashraf No.2	ポンプ 操作室 トイレ	
Ashraf TW-No.2	ポンプ 操作室	予備水源
Ashraf TW-No.3	ポンプ 操作室	予備水源

(6) 導水管

導水管口径は、取水ポンプ仕様決定の過程における水理計算の結果に基づき決定する。管材としては HDPE 管を採用する。

Ashraf TW-No.2、TW-No.3 からの導水管については、同水源が予備水源であるため、井戸劣化抑制で月に 1 回 30 分程度運転するものとし、Ashraf No.2～ガブリエル配水場の導水管に接続する。

導水管占用位置は維持管理道路近傍とし、土被りはアムハラ州基準の 1m とする。

表 3-36 導水管仕様

井戸～接続先	導水管仕様	延長
Charchara No.4～新加圧ポンプ場	HDPE PN10 DN280	480 m
Charchara No.5～新加圧ポンプ場	HDPE PN10 DN250	670 m
Charchara No.6～新加圧ポンプ場	HDPE PN10 DN315	320 m
Charchara TW-No.1～新加圧ポンプ場	HDPE PN10 DN315	970 m
Charchara TW-No.2～新加圧ポンプ場	HDPE PN10 DN315	610 m
Charchara TW-No.3～新加圧ポンプ場	HDPE PN10 DN315	40 m
Ashraf TW-No.2～既存導水管	HDPE PN16 DN250	290 m
Ashraf TW-No.3～既存導水管	HDPE PN16 DN250	270 m

3-2-2-5 送水施設計画

(1) 加圧ポンプ場計画

加圧ポンプ場は、先方政府と協議のうえ、Charchara TW-No.3 と同一の敷地とし、防犯および環境配慮のため、周辺にフェンスを設置する。また、資材、維持管理車両、運転管理者、守衛等の出入りのためのゲートおよび小扉を設置する。場内は、Charchara TW-No.3 および同操作室の他、ポンプに流入する原水を安定させるための調整池、高圧受電のための受変電設備室、送水ポンプ室、自家用発電機室、守衛室、トイレを設置する。

調整池の容量は、送水量の 1 時間分の 1,000m³ とし、構造は、既設アバイ加圧ポンプ場水槽の構造に合わせ、地上式 RC 造の円筒形水槽とする。水位は、送水先の配水池の水位変動に合わせ、有効水深 5.5m とする。

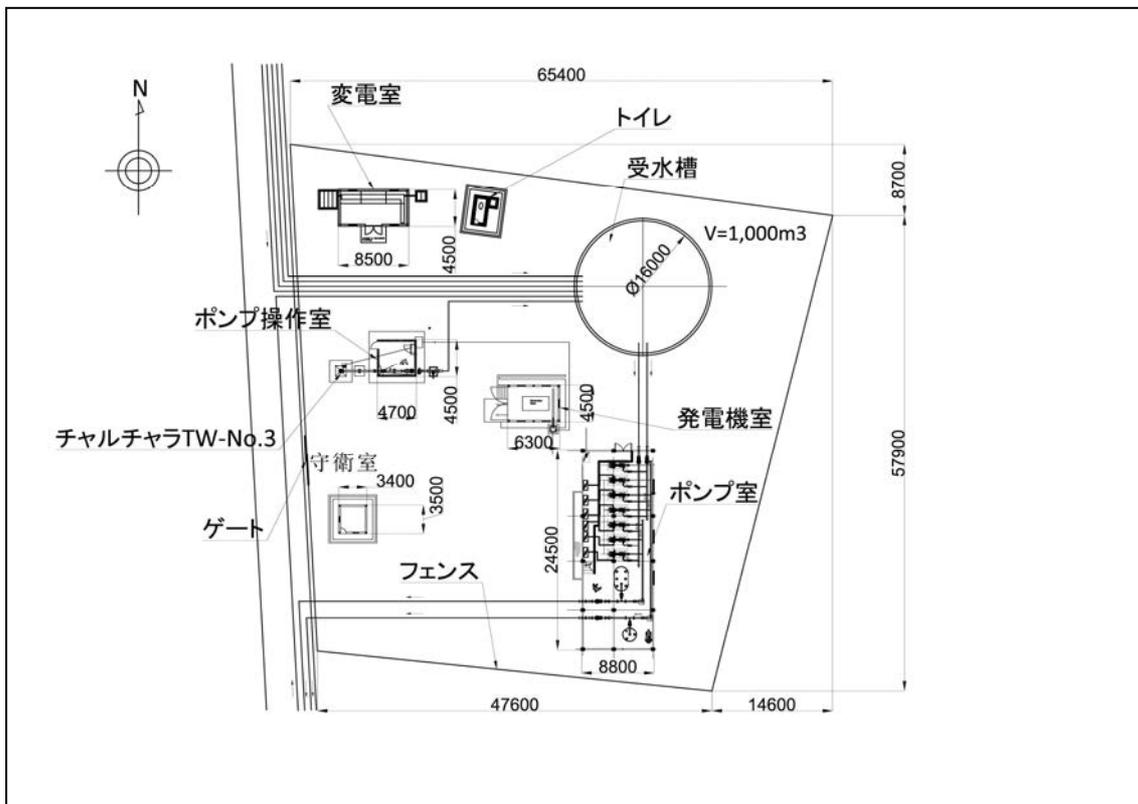


図 3-9 加圧ポンプ場 レイアウト図

(2) 送水ポンプ設備

送水ポンプの仕様は、各系統計画一日最大給水量の 18 時間平均給水量を送水する場合の、送水管および送水ポンプの減価償却費、電力料について、ポンプ台数と送水管口径から経済比較して年間最小費用となるものを選定する。また、送水ポンプは維持管理のため各送水系統に予備を 1 台設置し、運転調整のため交互運転とする。

送水ポンプは、一般的な陸上ポンプとする。また、ポンプ流入水が負圧とならないように設置位置は、前段の調整池の低水位より下方とする。送水ポンプの操作盤は屋内設置型とし、送水ポンプ室内に設置する。また、水理計算の結果、送水管路に水撃圧対策が必要となるため、送水ポンプ室内にエアチャンバーを設置する。

表 3-37 送水ポンプ設備の仕様

系統	機器名称	仕様	台数
ディアスポラ	送水ポンプ	H152m×Q1.8m ³ /min×92kW	4 台(内予備 1 台)
	エアチャンバー	6.2m ³	1 台
ガブリエル	送水ポンプ	H111m×Q5.6m ³ /min×200kW	3 台(内予備 1 台)
	エアチャンバー	9.1m ³	1 台

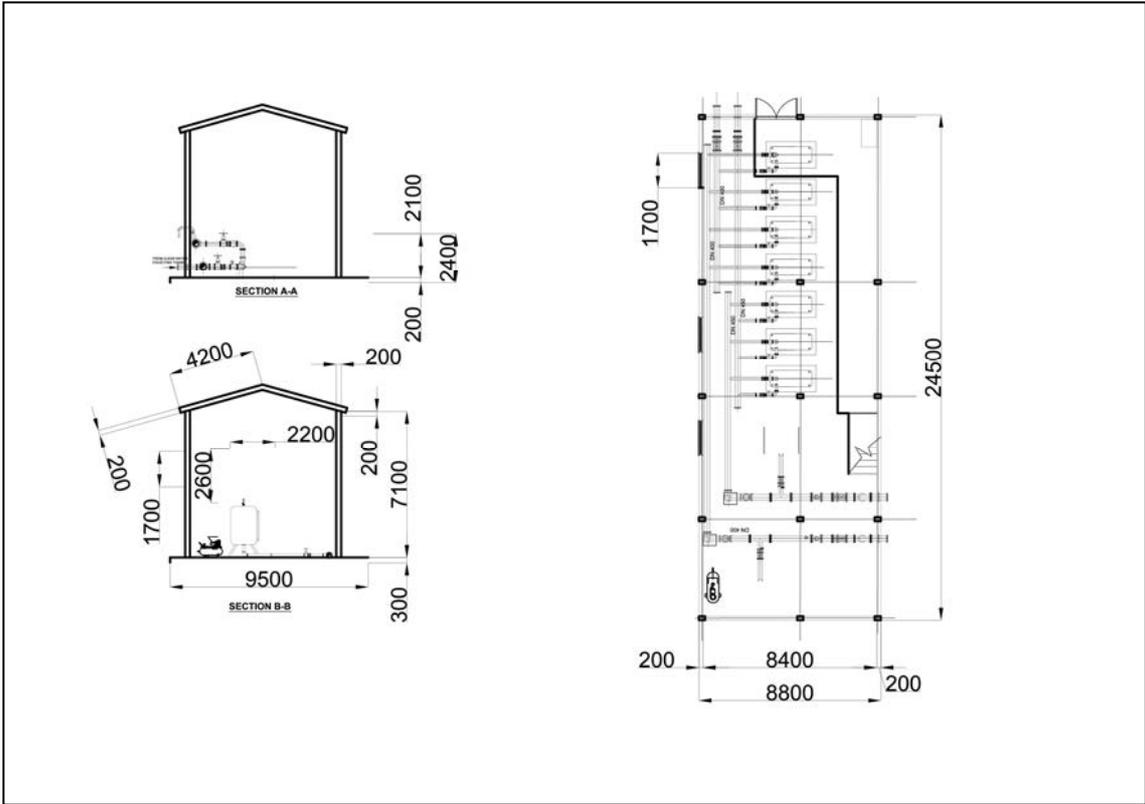


図 3-10 加圧ポンプ場ポンプ室 レイアウト図

(3) 受変電設備

加圧ポンプ場は、送水ポンプと取水ポンプがあり、負荷が大きいため受変電設備を設置する。

表 3-38 加圧ポンプ場主要負荷

負荷名称	単体容量	台数	総容量
送水ポンプ	92KW	3	276KW
送水ポンプ	200KW	2	400KW
取水ポンプ	18.5KW	1	18.5KW
計			694.5KW

(4) 自家発電設備

加圧ポンプ場の送水施設は、水道システムの上流にある基幹施設であり停電時の停止による影響が大きいため、自家発電設備を設置する。自家発電設備の仕様は、表 3-34 参照。

(5) 送水管

送水管口径は、送水ポンプ仕様決定の過程における水理計算の結果に基づき決定する。管材は、内径が 300mm を超えるため、「エ」国側との確認に基づき、DIP 管を採用する。送

水管路の途中経路において、管路の縦断形状で凸部が生じるガブリエル送水管は、水中溶存空気を排出するための空気弁を設置する。

送水管の占用位置は、道路構造物と民間構造物の間のユーティリティゾーンとし、土被りはアムハラ州基準の 1m とする。送水管の河川横断については、防護コンクリートの天端が河床レベルより上にならない範囲まで河床を掘削し、管布設後に横断部全線にコンクリート防護を施す。国道横断については、所定の掘削幅で舗装を切断し、表層を破碎し、所定の深度まで掘削、管布設、埋戻、舗装復旧を実施する。

表 3-39 送水管仕様

系統	仕様	延長
ディアスポラ	DIP DN400	6,640m
ガブリエル	DIP DN450	4,580m

(6) 建築施設

加圧ポンプ場の建築仕様については取水施設の建築仕様に合わせる。送水ポンプ室は、送水ポンプの設置位置を調整池の低水位より低い位置とするため、地下室のある構造とし、ポンプ施設の維持管理用としてホイストレールを設置する。

3-2-2-6 配水施設計画

(1) 配水場計画

配水場は、設計諸元のとおり、水需要増に伴う配水池増設として、既存のガブリエル配水池およびディアスポラ配水池の隣地に建設する。配水場には、原水の圧力変化を抑え、各配水池に安定した水量を分配するため、配水池の前段に着水槽を設置する。着水槽の有効容量は配水量の 1 時間分とし、高水位および定水位は場内配管の摩擦損失を考慮して、配水池水位より高い位置に設定する。

また、現状の配水量を計測し、配水管の漏水状況、季節、週間、時間の流量変動を把握するため、流量計と流量計室を設置する。ディアスポラ配水場については、別途ゼンゼルマへの送水量を計測するための送水流量計室を設置する。この他敷地内には次亜塩素酸カルシウムの保管、攪拌水槽、薬液注入ポンプを設置するための滅菌室を設ける。また両配水場には薬液注入ポンプを稼働させるため、受電施設を設置する。

配水場は防犯および環境配慮のため、周辺にフェンスを設置する。また、資材、維持管理車両、運転管理者、守衛等の出入りのためのゲートおよび小扉を設置する。守衛室、トイレについては既設を流用する。

表 3-40 配水場各施設の仕様

配水場	施設	仕様	水位
ディアスポラ	着水槽	容量 200m ³ ×1 池 RC 造 有効水深 5.5m	H.W.L. +1930.55 L.W.L. +1925.05
	配水池	容量 1,000m ³ ×1 池 既存 1,000m ³ ×1 池 RC 造 有効水深 5.5m	H.W.L. +1930.39 L.W.L. +1924.89
	配水流量計	DN450 1基 羽根車式	
	送水流量計	DN90 1基 羽根車式	
ガブリエル	着水槽	容量 700m ³ ×1 池 RC 造 有効水深 5m	H.W.L. +1884.06 L.W.L. +1879.06
	配水池	容量 4,000m ³ ×1 池 既存 1,000m ³ ×1 池 RC 造 有効水深 5m	H.W.L. +1883.50 L.W.L. +1878.50
	配水流量計	DN500 1基 羽根車式	

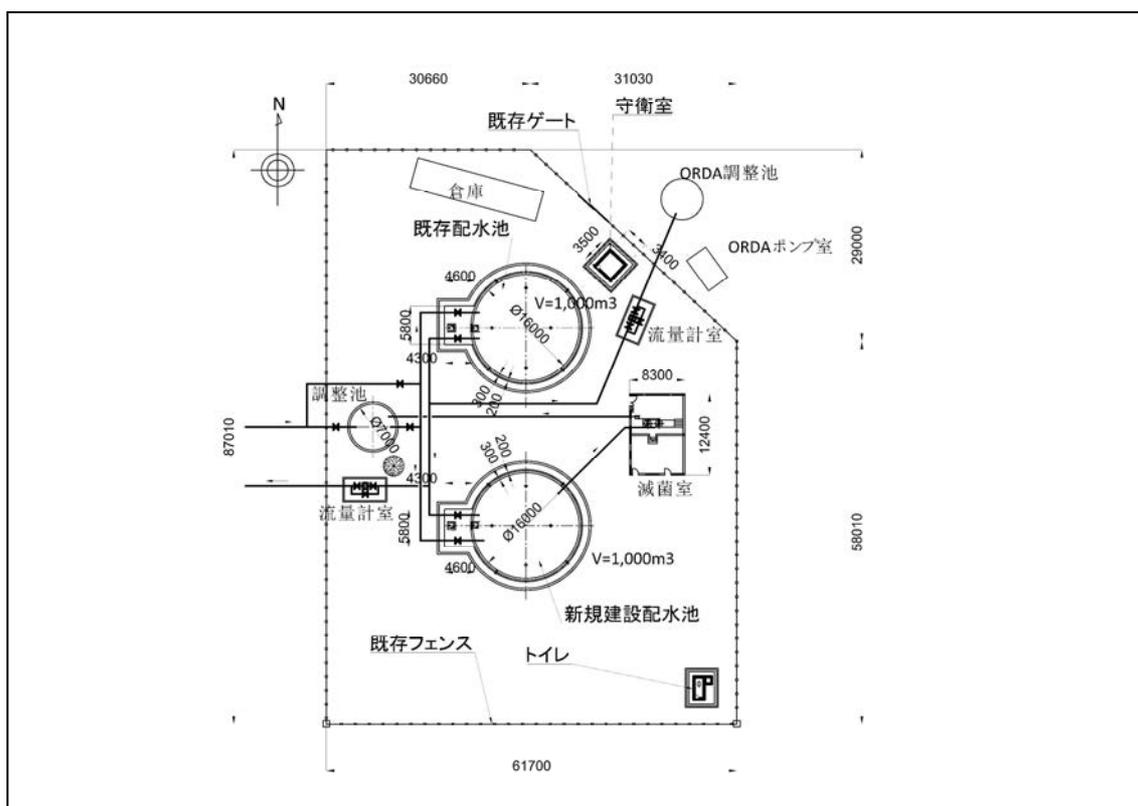


図 3-11 ディアスポラ配水場 レイアウト図

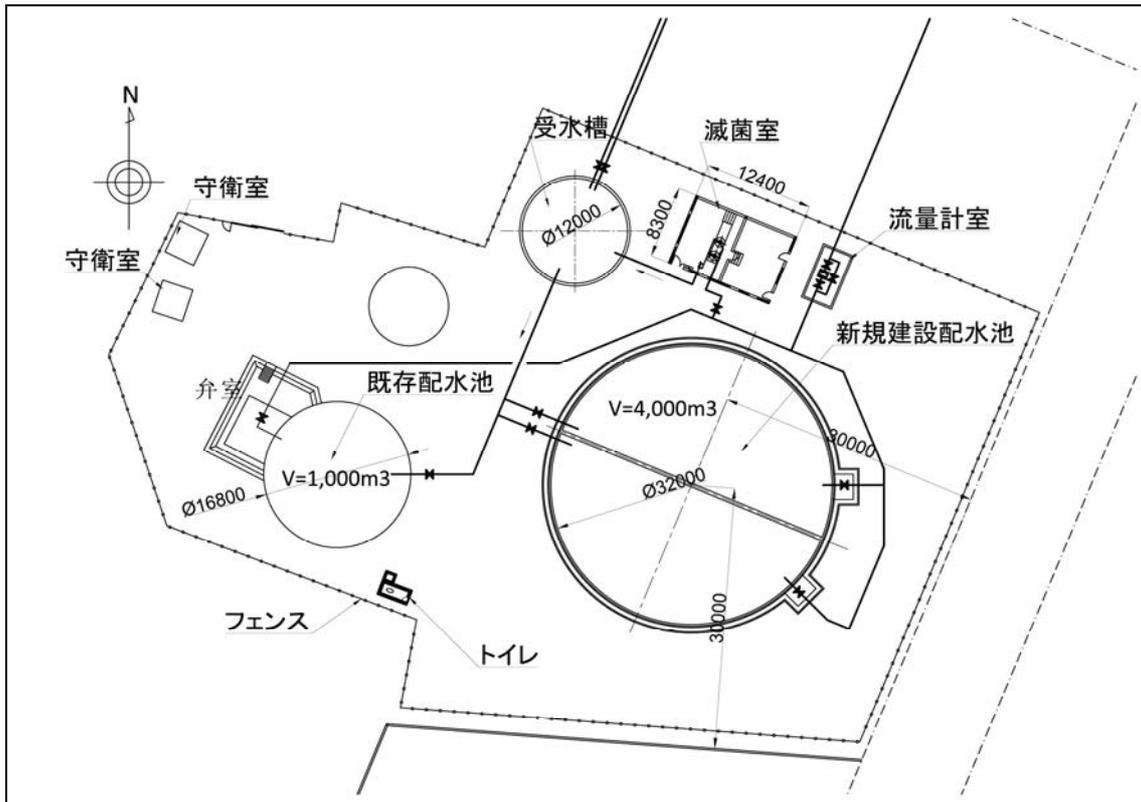


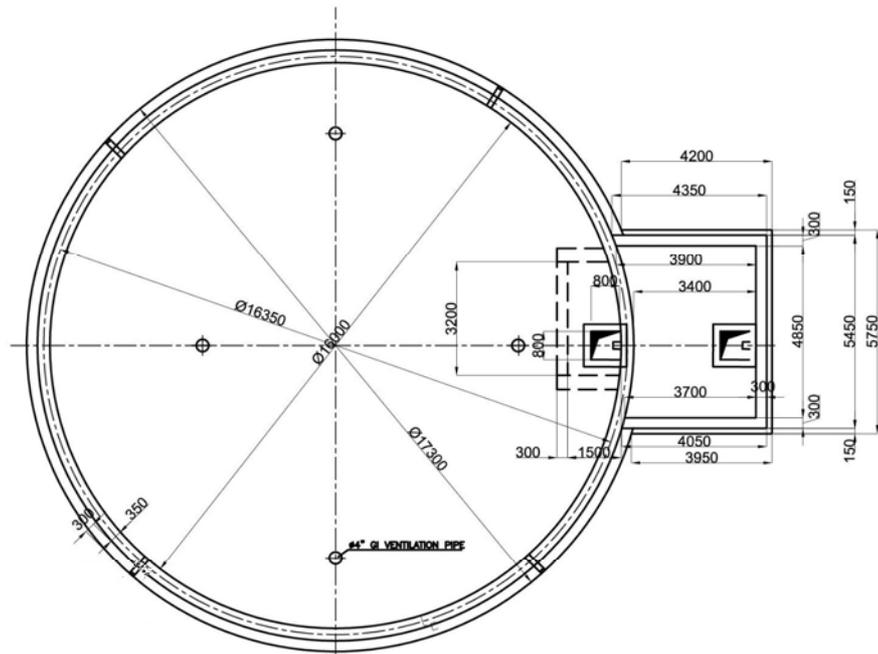
図 3-12 ガブリエル配水場 レイアウト図

(2) 配水池

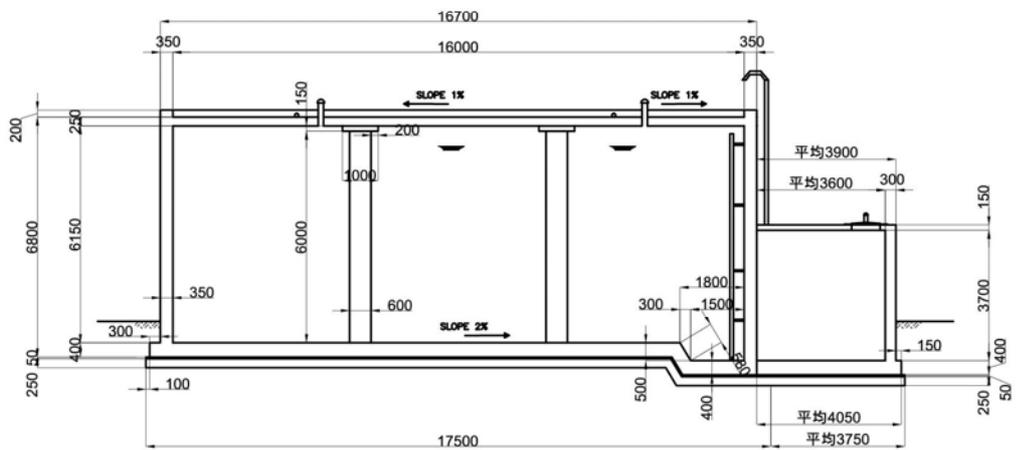
増設する配水池容量は「エ」国のデザインクライテリアより計画一日平均給水量の 30%～50%に準拠し、ディアスポラ 1,000m³ (既存 1,000m³ と併せて有効容量 2,000m³)、ガブリエル 4,000m³(既存の配水池と併せて有効容量 5,000m³) とする。また水槽内の水位は既設配水池の水位と合致させる。配水池の構造は、既設水槽の構造に合わせ、RC 造の円筒形水槽とする。なお、ガブリエルの増設配水池は、既存配水池との容量バランスを考慮して水槽内に仕切壁を設けて 2 池構造とする。

配水池内は、流入、流出管の他に維持管理のための排水管、越流管を設置する。

配水池には、付帯設備として流出弁および排水弁の弁室、水位変動による吸排気のためのベンチレータ、外壁、水槽内の梯子、維持管理のための人孔を設置する。



平面図



立面図

図 3-13 容量 1,000m³ 配水池一般図

(3) 滅菌設備

現在、BDWSSS では次亜塩素酸カルシウムによる滅菌を行っており、材料の調達、ナトリウムと比較し保管が容易であることから、本事業においても水道水は次亜塩素酸カルシ

ウムによる滅菌とする。滅菌設備は、水と次亜塩素酸カルシウムを攪拌する攪拌水槽、および塩素注入ポンプとし、配水場内の滅菌室内に設置する。攪拌用の水は配水場内の配水管または配水池から取水管を取り出して滅菌室内に引き込む。

次亜塩素酸カルシウムは、BDWSSS に対するヒアリングの結果、ガブリエル配水池で 0.5mg/L の濃度となるように注入しているため、本事業についても同濃度となるように注入する。

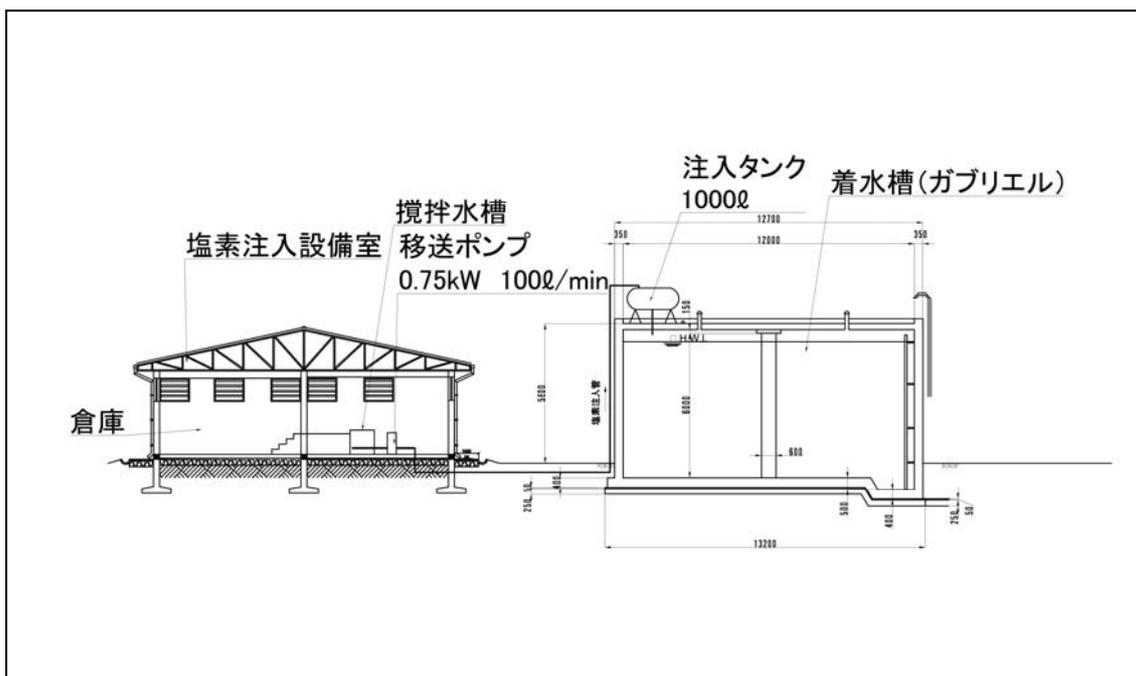


図 3-14 塩素注入設備モデル図

表 3-41 滅菌設備の仕様

配水場	施設	仕様		備考
ディアスポラ	攪拌水槽	容量 500L×1 槽	ポリエチレン製	滅菌室内
	ミキサー	0.4kW×1 台	定置固定型	同上
	塩素ポンプ	0.4kW×25L/min×H15m	2 台 (内予備 1 台)	同上
	塩素配管	樹脂ライニング鋼管 25A	70m	
	注入タンク	500L×1 槽	FRP 製	調整池屋上
ガブリエル	攪拌水槽	容量 500L×1 槽	ポリエチレン製	滅菌室内
	ミキサー	0.4kW×1 台	定置固定型	同上
	塩素ポンプ	0.75kW×100L/min×H15m	2 台 (内予備 1 台)	同上
	塩素配管	樹脂ライニング鋼管 40A	30m	
	注入タンク	1000L×1 槽	FRP 製	調整池屋上

(4) 計装設備

流量計は、現況と同様に羽根車式流量計とする。流量計室には維持管理が容易にできるようにバイパス管を設置する。配水池は、池の外側からでも水位が確認できるように、透明樹脂製筒に浮きの入った水位計を設置する。

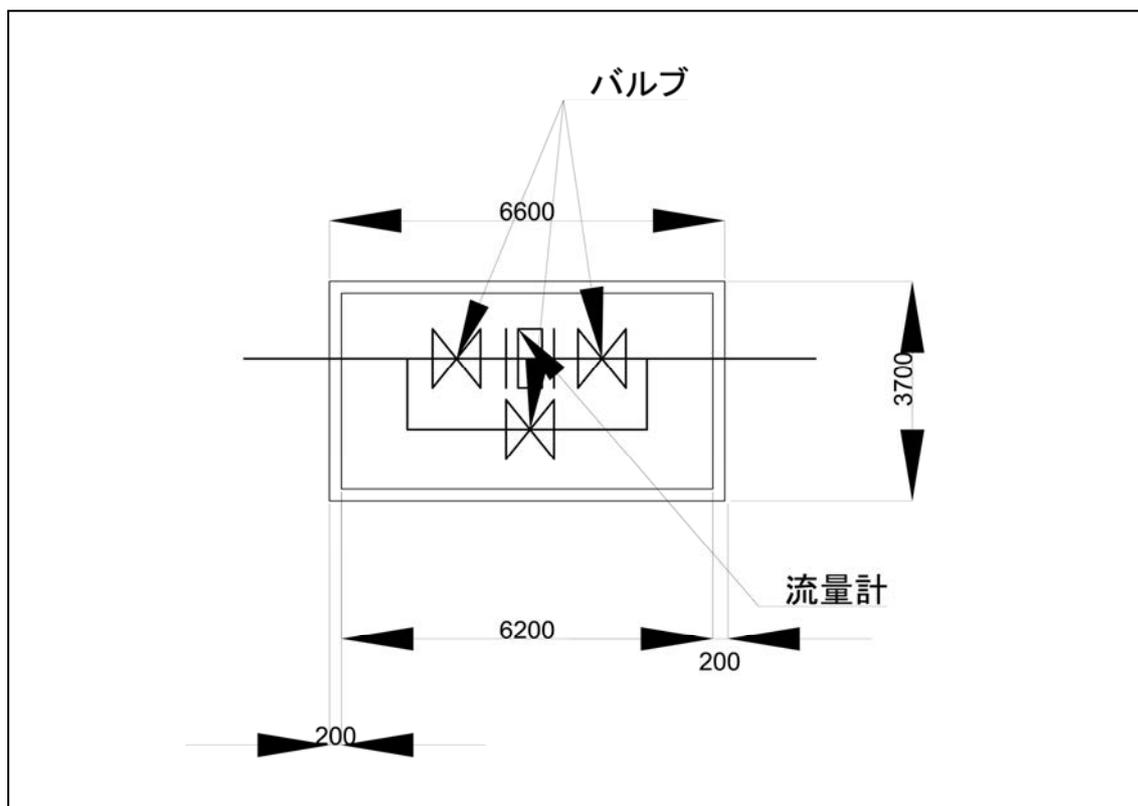


図 3-15 流量計室モデル図

表 3-42 計装設備の仕様

配水場	施設	仕様		備考
ディアスポラ	流量計	DN450 羽根車式	1 基	流量計室内
	仕切弁	DN450	3 基	同上
	配管	DN450 塗覆装鋼管	10m	同上
	水位計	透明筒状樹脂製	浮付	配水池側面
ガブリエル	流量計	DN500 羽根車式	1 基	流量計室内
	仕切弁	DN500	3 基	同上
	配管	DN500 塗覆装鋼管	10m	同上
	水位計	透明筒状樹脂製	浮付	配水池側面

(5) 配水管

配水管材料は、先方政府との協議結果に基づき、内径 300mm 以上については DIP 管を

採用し、内径 300mm 未満の管については、HDPE 管を採用する。配水管占用位置は、道路構造物と民間構造物の間のユーティリティーゾーンとし、土被りはアムハラ州基準の 1m とする。

配水管の河川横断については、防護コンクリート天端が河床レベルより上にならない範囲まで河床を掘削して、管布設後に横断部全線にコンクリート防護を施す。国道横断については、所定の掘削幅で舗装を切断し、表層を破碎し、所定深度まで掘削、管布設、埋戻、舗装復旧を行う。

また、本事業にて施工される外径 90mm 以上の配水本管については、分岐する際にサドル分水栓を用いないことを「エ」国側と確認している。

配水管には、将来の配水支管を容易に布設できるように、先方と取決めした所定の位置に T 字管、支管用の仕切弁および分岐先端のキャップを設置する。なお、計画対象地域内の公共水栓および都市計画区域内の外径 90mm 未満の配水管に関しては、先方政府との協議により、先方負担により本工事期間中に実施することを「エ」国側と確認している。

表 3-43 配水管仕様および延長

系統	延長 (m)	備考
DIP 500A	1,725	
DIP 400A	3,486	
HDPE PN10 DN315	5,983	
HDPE PN10 DN250	1,629	
HDPE PN10 DN200	3,557	
HDPE PN10 DN160	4,218	
HDPE PN10 DN110	5,537	
HDPE PN10 DN90	8,616	
HDPE PN10 DN75	4,307	公共水栓接続用
HDPE PN10 DN50	2,816	公共水栓接続用
計	41,874	新設配管距離

(6) 給水設備

各戸給水の給水施設に関しては先方政府との協議により、先方負担による実施とすることで「エ」国側と確認している。また、本事業では、既存配水管に関しては、布設替を実施しない方針としているため、既存給水管の切替は発生しない。

新規各戸給水契約者に対する給水施設の建設は、給水設備を契約者が用意し実施される。また建設後、給水施設は契約者の資産となる。そのため、新規各戸給水契約者に対する給水施設の建設は本事業に含めない。ただし、契約者が給水設備を個別に購入する現状は、施設の品質を確保する上で好ましい状況ではない。そのため、今後は BDWSSS が流量計や給水管を一括して購入しそれを契約者に販売する方法に改めることを「エ」国側と確認している。なお、新規給水施設工事の数量について、BDWSSS の収益にかかわってくるため、本事業開始後、モニタリングをしていく。

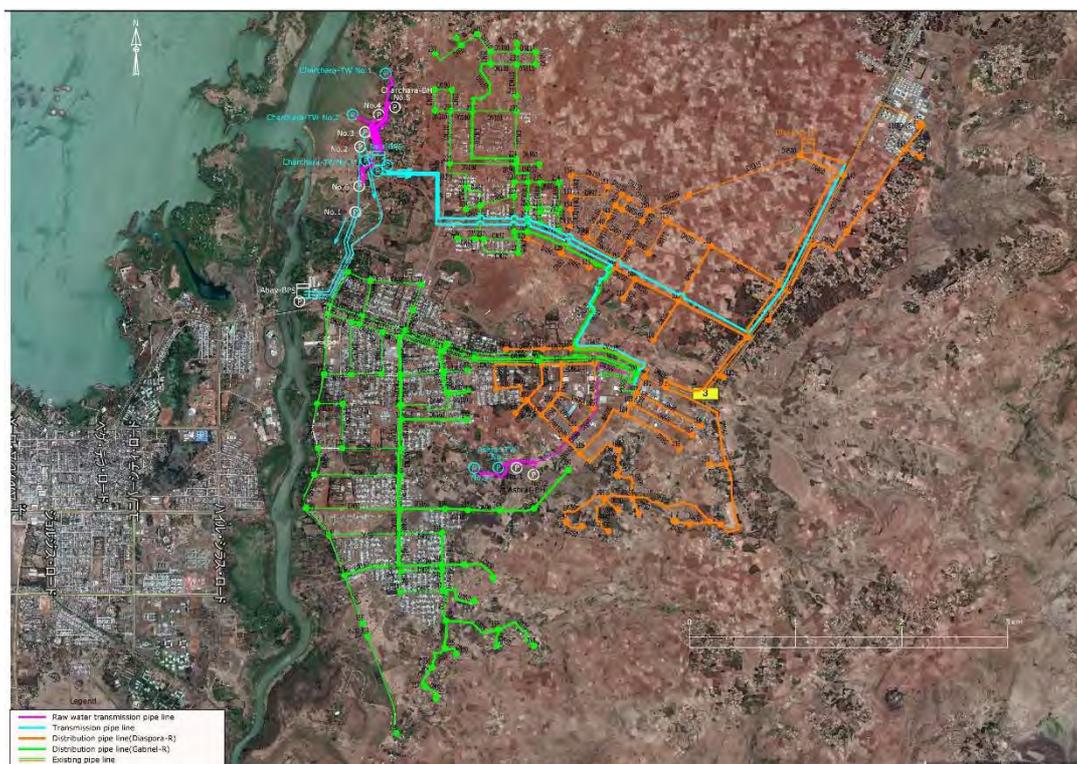
公共水栓は、バハルダール大学ゼンゼルマキャンパスの南には既に設置されており、Wereb Kola Tsiyon 地区についても現在建設が計画されている。本事業では、新規に公共水栓建設は行わず、既存及び BDWSSS にて建設が予定されている公共水栓に新設の配水管を接続することで対応する。

(7) 管網計画

配水管網は、ディアスポラおよびガブリエル配水池からの自然流下配水のみとし、適正配水圧によりそれぞれの配水池系統に分割する。また、双方の配水系統はチンブル川を境としてブロック化を行う。各配水ブロックの流入地点には、有効水量の把握および将来拡張計画の参考とするための流量計を設ける。

配水管口径は、ディアスポラ、ガブリエル各々の配水区域における配水管網解析結果により決定した。管網解析においては、配水区域における将来人口を想定して割り振り、各節点の計画時間最大水量を算定し、各節点の動水頭がデザインライテリアに定めた 15m 以上となる管路口径とした。下記に配管網を掲載する。

既設の配水管については布設年度が 2002 年で比較的新しいことから、全ての管を本事業の配水管網として使用する。将来の水需要に対して既設管の口径が小さく、賄えない場合は、新設管を増設する。



出典：Google Earth の衛星画像を使用

図 3-16 配管網図

3-2-2-7 その他整備計画

本事業で建設されるポンプ施設に関して、5箇所（Charchara TW-No.1、Charchara TW-No.2、Charchara No.6、Ashraf TW-No.2、TW-No.3）、のポンプ施設への車両によるアクセスが雨期中に困難となる。ポンプ建屋や導水管等の施工に関しては乾期に実施するなど施工時期の調整により対応することができるため問題はない。しかし、雨期におけるBDWSSSによるポンプ機器の維持管理のためには、アクセス道路の整備が必要である。そのため、前述の5施設へのアクセスのために表層部の路面が主として砂利からなる砂利道を整備する。

また、外壁工事に関しては、本事業で建設される配水場（ガブリエル配水場）、取水ポンプ施設（Charchara No.6、TW-No.1、TW-No.2、TW-No.3、Ashraf TW-No.2、TW-No.3）、加圧ポンプ場の防護のために、メッシュ式のフェンスと鉄門扉の設置工事を行う。

3-2-2-8 機材調達計画

本事業で建設される施設がBDWSSSより適切に運用、維持管理されることを目的として、施設の主要機器（ポンプ、発電機等）のスペアパーツと漏水管理、水質管理に必要な機材を調達する。機材調達リストを次表3-44に示す。

表 3-44 機材調達リスト

機材名称	数量	目的
井戸ポンプスペアパーツ	井戸ポンプ 8 基分 (5 年間分)	井戸ポンプの維持管理
陸上ポンプスペアパーツ	陸上ポンプ 6 基分 (5 年間分)	陸上ポンプの維持管理
発電機スペアパーツ	発電機 4 台分 (5 年間分)	発電機の維持管理
塩素注入設備スペアパーツ	塩素注入器 4 台分 (5 年間分)	塩素注入器の維持管理
音聴棒	5 本	漏水管理
ポータブル残留塩素計	3 台	水質管理

3-2-3 概略設計図

本事業で建設される施設の概略設計図リストを示す。概略設計図は添付資料 - 7 (1) に掲載する。

表 3-45 図面リスト

図面番号	図名
1	Charchara TW-No.1 平面図
2	Charchara TW-No.2 平面図
3	Charchara TW-No.3 平面図
4	Charchara No.3 平面図
5	Charchara No.4 平面図
6	Charchara No.5 平面図
7	Charchara No.6 平面図
8	Ashraf No.1、2 平面図
9	Ashraf TW-No.2 平面図
10	Ashraf TW-No.3 平面図
11	加圧ポンプ場平面図
12	加圧ポンプ場 1,000m ³ 受水槽一般図
13	加圧ポンプ場ポンプ室一般図
14	ディアスポラ配水場平面図
15	ディアスポラ 200m ³ 受水槽一般図
16	ディアスポラ 1,000m ³ 配水池一般図
17	ガブリエル配水場平面図
18	ガブリエル 700m ³ 受水槽一般図
19	ガブリエル 4,000m ³ 配水池一般図
20	守衛室一般図
21	ポンプ操作室一般図
22	トイレ一般図
23	発電機室一般図
24	変電室一般図
25	流量計室一般図
26	滅菌室一般図
27	配水管網図

3-2-4 施工計画／調達計画

3-2-4-1 施工方針/調達方針

本事業は、我が国一般無償資金協力事業として実施されるため、主契約者は日本企業となる。主契約者は、日本国コンサルタントの監理のもと業者契約に基づき、給水施設を定められた期間内に指定された場所に完成させる。その事業実施計画に当たっては、一般無償資金協力制度を十分に考慮し、適切な事業実施体制と工期を設定することが必要である。図 3-17 に本事業の事業実施体制を示す。

施工計画の策定においては、コスト縮減を考慮し、所定の品質を確保するという前提のもと、現地流通資機材を可能な限り採用する方針である。他方、要求される品質・工程・安全管理上、本来は本邦管理技術者にすることが望ましいが、これらもコスト縮減、地域経済の活性化、雇用機会の創出、技術移転の促進に資するため、可能な範囲で現地リソースを活用する。また、気候条件及び現地業者の施工能力を勘案して適切且つ無理のない施工方法を採用し、所定の工事期間内に安全かつ経済的に工事が実施できるよう施工計画を策定する。主要人員やその業務内容については、「3-2-4-4 施工監理計画／調達監理計画」に記述する。

本事業の実施主体は、BoWIED であり運営機関は BDWSSS である。本事業で起用される日本国コンサルタントは、両国政府による E/N 締結後、及び先方政府と JICA による G/A 締結後、JICA により日本国プロジェクト監理者として「エ」国へ推薦される。その後、同コンサルタントは実施機関と契約し、実施設計・本邦業者選定のための入札図書の作成、入札の支援とその結果に基づき業者契約が締結され、施工監理を行う。施設完成後には、BDWSSS に対して施設の運転維持管理の指導を行う。

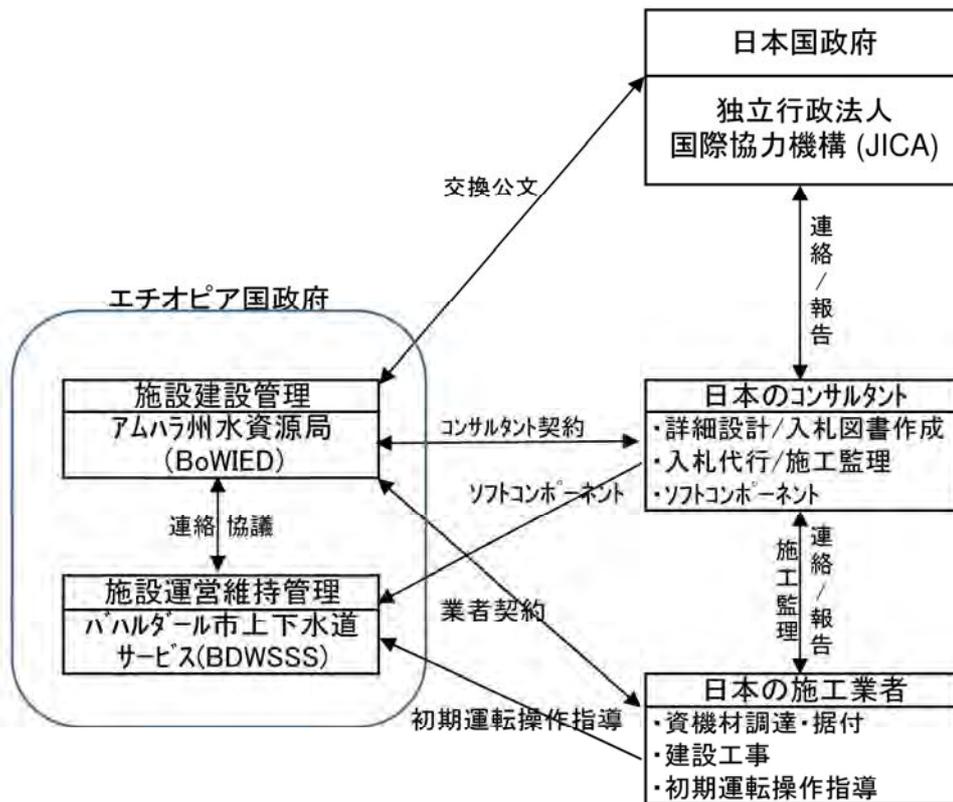


図 3-17 各機関との関係

3-2-4-2 施工上/調達上の留意事項

(1) アクセス道路

主要幹線道路は、アスファルトで舗装されており、大型重機や車両の通行に支障がない。しかしながら、Zone 2 地域の国道 3 号線を挟んで北側のエリアは未舗装道路が大半であり、湖畔に隣接する Charchara 地区や、Diaspora 地区など一部に軟弱地盤が見られるため、雨季・乾期の自然条件を十分考慮した施工計画を策定する必要がある。

(2) 電力施設工事申請

本事業では、ポンプ室近傍までの一次電力の引き込み工事が必要であるが、一次電力の引き込みにかかる電力施設工事は、「エ」国電力公社 (EEPCO : Ethiopia Electric Power Corporation) が管轄している。手続きとしては、EEPCO 職員による現地視察→EEPCO による見積もりの作成→BDWSSS による工事申請 (設備容量等の記入) →着工となる。EEPCO 職員による現地視察に 1 日、EEPCO による見積もりの作成に約 1 週間必要である。ただし、EEPCO の手持ち工事との兼ね合いから工事申請から着工までに時間が掛ることが多々あるため余裕を持ったスケジュールで工事申請を行う必要がある。

(3) 安全管理

2016年8月にアムハラ州及び「エ」国各地でデモ隊と警察の衝突が発生し、発砲、投石、車両等への放火が発生し、多くの犠牲者を出す事態が発生している。今後もアムハラ州ではこのような事態が発生する可能性があるため、最新の治安情報の入手に努めるとともに、常に周囲の状況、安全に注意し、デモや集会などの人の集まる場所は避けることが必要である。

(4) 免税措置の手続き

免税についての対応は、その具体的な手続きを含めて両国間で協議中である。その内容を踏まえた上で、コンサルタントと建設業者等が、「エ」国政府側と連絡を密にして迅速な手続きを行なうことが重要である。

(5) 技術者、労働者の調達

「エ」国では都市開発建設省（Ministry of Urban Development and Construction）により建設業者の登録が義務付けられており、総合建設会社（GS）、建築請負業者（BC）、道路建設業者（RC）、専門建設業者（SC）と4つの分類に分かれている。各分類は施工経験、技術者の人数や保有機材数により10段階の等級に分かれており一定規模の建設工事を行うには、上位の等級が必要である。バハルダール市の建設会社ではアムハラ州水利公社（Amhara Water Works Construction Enterprise）やアムハラ州道路公社（Amhara Road Works Enterprise）が最上位の等級である総合建設会社グレード1として登録されており多数の建設機械を保有している。

また、「エ」国では上記の登録とは別に水資源灌漑エネルギー省（Ministry of Water, Irrigation, and Energy）が管轄する水道工事建設会社（WWC）という分類が存在し、バハルダール市の建設会社ではアムハラ州水利公社が最上位のレベル1として登録されている。ちなみに、「エ」国で上水道工事を営む建設会社は都市開発建設省の管轄する総合建設会社としての登録、もしくは水資源灌漑エネルギー省の管轄する水道工事建設会社としての登録が必要である。本事業では、これらの多くの技術者や建設機械を有するグレード上位の建設会社を活用することが重要である。

(6) 廃棄物の処理

埋設管敷設の掘削、埋戻し時に発生する埋戻しに適さない残土などの廃棄物に関しては、「エ」国法令に従い、バハルダール市により承認された廃棄場所に運搬し適切に処理する。

(7) 配管等の資材の置き場・保管方法

配管材料の管理に当たっては、原則として屋内に保存する。やむをえず屋外に保管する時は、その機能を損なわないよう直射日光を当てないように、簡単な屋根を設けるか、不透明シートで覆うとともに管類の端部を遮蔽する等、置き場、保管方法に十分留意する。

(8) 道路未整備区間における埋設管の施工

道路未整備区間の整備は本事業と別事業である都市整備事業に含まれる。本事業で配管が布設されるユーティリティスペースに係る道路未整備区間は、約9.5kmある。都市

整備事業の主体である BDCA は、既に全体の半分程度の用地取得をしている。BDCA は 2017 年 2 月までには、土地所有者等と補償について協議し、2017 年 3 月までに土地所有者等に補償を支払い、2017 年 6 月までに路床整備を行う予定である。都市計画に含まれる区域で路床工もしくは表層工が未整備な道路区間における埋設配管の施工に関しては、配管が設置されるユーティリティスペースの位置を道路管理者である BDCA とともに慎重に確認した上で施工を行う必要がある。また、ディアスポラ配水場から国道 3 号線までの区間における埋設配管の施工に関しては、農地の下に配管を通すことになるため耕作に支障のないように乾期に実施するなど工作事情を考慮した施工を行うことに留意する。

3-2-4-3 施工区分/調達・据付区分

本事業の範囲とそれに対応する「エ」国側と日本国側の分担内容は以下のとおりである。

表 3-46 日本及び「エ」国の施工区分/調達・据付区分

項目	「エ」国	日本
給水施設に係る建設工事		○
給水施設に係る資機材調達		○
施設の建設のための施工監理、資機材調達監理		○
給水施設の運用・維持管理に係る技術トレーニング		○
建設に必要な用地の確保	○	
迅速な税関手続の確保（免税手続含む）	○	
免税措置	○	
一次電力のサイトまでの引き込み	○	
工事期間中の施主監督者の派遣	○	
施設の管理員、運転員の確保	○	
外径 90mm 未満の水道管布設と各戸接続のための給水施設の設置	○	
都市計画の区域外ですでに集落のある一部区域における、公共水栓の設置	○	
本事業の工程に合わせて、給水管を配水管に遅滞なく接続するための手続きの推進	○	
対象道路の用地取得を 2017 年 3 月までに行うこと	○	
対象道路の路床整備を 2017 年 6 月までに行うこと	○	

3-2-4-4 施工監理計画／調達監理計画

本事業は、我が国による無償資金協力事業として、実施設計と調達・施工監理を日本国企業のコンサルタントが担当する。また、本事業により整備される水道施設の運転維持管理が適切に行われるようにソフトコンポーネント業務監理を併せて行う。その業務内容は次の通りである。

表 3-47 本事業における日本国コンサルタントの業務内容

段 階		業務内容
1	施工・調達前段階	実施設計調査 入札図書を作成 入札業務代行 入札結果評価 契約業務補佐
2	施工・調達段階	施工監理、資機材調達管理 ソフトコンポーネント活動の監理 検査、操業指導 報告書作成等

本事業の実実施設計調査においては、配管ルートや配水池位置などの対象サイトの状況とともに、土地収用状況や路床整備状況などの先方負担事項についても確認することに留意する。

施工段階においては、実施機関をはじめとする「エ」国側関係機関との整合、調整をはかりながら品質・安全・工程監理を主眼として施工業者の指導監督を行い、G/A に定められた期間内に工事を完成させる。特に、免税措置に関しては時間を要するため、速やかに必要書類を準備することに留意する。また、本事業により整備される施設及び設備を持続的に活用し、水不足と無収水による収益損失の軽減、安全な給水等を実現するためにソフトコンポーネントを実施する。設計・施工監理に係る要員について表 3-48 と表 3-49 に示す。

表 3-48 実施設計に係るコンサルタント要員

要員	業務内容（実施設計）
業務主任	本事業の総括として、実施機関との協議、対象サイトでの詳細設計調査（最終確認調査）、入札図書作成、現地図書確認、および入札監理を主導総括する。「エ」国側負担事項の確認、他ドナー機関との調整を行う。
設計照査	設計照査技術者として、入札図書（設計図面、仕様書）の照査を行う。
上水道施設設計（管路 A）	主任担当者として送・配水管（総延長約 60km）の詳細設計を行う。設計協議、現地調査、設計計画、各種計算を主に担当する。
上水道施設設計（管路 B）	主任担当者を補佐するとともに、管路等の各施設の詳細設計を行う。現地調査、各種計算、図面作成、数量計算を主に担当する。
上下水道施設設計（躯体 A）	主任担当者としてポンプ室・配水池（配水池 4,000m ³ ×1 基、1,000m ³ ×2 基、700m ³ ×1 基、200m ³ ×1 基）、建屋などの構造物の詳細設計を行う。配水池、場内配管、場内整備の設計計画、構造計算を主に担当する。
上下水道施設設計（躯体 B）	主任技術者を補佐するとともに、ポンプ室・配水池、建屋などの構造物の詳細設計を行う。配水池、場内配管、場内整備の構造計算、設計図作成、数量計算を主に担当する。
積算／調達計画	現地資機材の流通状況・価格の確認調査、詳細設計積算業務、調達機材計画の確認作業を行い、入札図書作成業務を行う。
入札図書（予備的経費）	入札後の単価合意や価格モニタリング等に係る付加的業務等を行う。

表 3-49 施工監理に係る主要人員の主な業務内容

要員	業務内容（施工監理）
常駐施工監理者 1 （管路施設）	<ul style="list-style-type: none"> ・管路施設の施工段階で現地に常駐し、現場での施工及び調達の監理業務を行う。 ・その他、実施機関への定期報告、業者との定例会議の主催、施工期間中の品質管理、安全管理等の全般を監理するとともに、東京への定期連絡を行う。 ・工事完了後、竣工検査を実施し引渡しを行う。
常駐施工監理者 2 （躯体施設）	<ul style="list-style-type: none"> ・配水池などの躯体工事の施工段階で現地に常駐し、現場での施工及び調達の監理業務を行う。 ・その他、実施機関への定期報告、業者との定例会議の主催、施工期間中の品質管理、安全管理等の全般を監理するとともに、東京への定期連絡を行う。
施工監理技術者 （立上げ・竣工支援）	<ul style="list-style-type: none"> ・現場施工開始前の準備段階において、監理業務（関係者間の体制を整備）、業者に対してサイトトランスファーを行う。 ・竣工時の引渡し検査を行う。 ・施主、各郡関係者、大使館等日本側関係機関への報告を行う。
施工監理技術者 （品質管理会議）	<ul style="list-style-type: none"> ・品質管理会議を開催し、会議の事務局機能を担う業務を行う。
施工監理技術者 （瑕疵検査）	<ul style="list-style-type: none"> ・竣工検査結果に基づき、引渡し後 1 年目に現地入りし、瑕疵の有無について検査を実施する。 ・実施機関他関係機関への報告業務を行う。
施設運営・維持管理	<ul style="list-style-type: none"> ・BDWSSS の運転維持管理担当職員に対して、水道施設の運転の最適化、初歩的な無収水対策の習得と無収水率の計測についての指導を行う。

3-2-4-5 品質管理計画

建設資材の品質試験に関しては、コンクリートの圧縮強度試験、鉄筋引張試験などを行う試験機関がバハルダール市に 4 箇所程ある。本事業の対象地域に近い試験所ではアムハラ州設計施工管理公社の試験所があり、現在は新たな建屋が建設されている。また、BDWSSS の道路反対側に位置するバハルダール工業大学（Bahir Dar Institute of Technology）内にある試験所は、立方体試体だけでなく円柱試体も多数保有している。そのため、これらの試験機関で品質試験を行う方針である。主要な品質項目は次の通りである。

(1) コンクリートの品質

コンクリートの品質に関する検査・試験を適宜行い、適切に工事が行われていることを確認する。コンクリートの設計基準強度は、現場で採取・養生された円筒試体の材齢 28 日の圧縮強度で代表する。スランプ値についてはワーカビリティを考慮し、21 MPa コンクリートでは 8 - 15cm、24 MPa コンクリートでは 8±2.5cm を基準とする。塩化物の含有量は、原則として塩化物イオン (Cl-) で 0.3 kg/m³ を上限とする。骨材についてはふるい分け試験を行い粒度、寸法を確認する。水・セメント比に関しては、耐久性・水密性の観点から

原則として一般のコンクリートで 65%以下、水密性を要求されるコンクリートでは 55%以下を基準とする。また、単位水量の上限は 175 kg/m³ とする。

(2) 鉄筋の品質

鉄筋材料の品質に関しては、鉄筋径ごとに品質保証書（ミルシート）を確認、又は鉄筋引張試験を実施し鉄筋の降伏強度が設計図書の記載に合致していることを確認する。配筋検査では、加工され組立てられた鉄筋が、承認図面に定められた形状・寸法及び表面状態を有し、所定の位置に配置されていることを確認する。

(3) 配水池の品質

配水池の水密性を確認するために、24 時間水張りを行って水位の低下を確認する水張り試験を実施する。

(4) 管路の品質

敷設された管材類の水密性、耐久性に対する有害な欠損がないことを確認するために、水圧試験を実施する。

(5) 基礎地盤の地耐力の確認

配水池の基礎地盤の設計地耐力を確認するために、平板載荷試験を実施する。

(6) 水質の確認

排水弁などの指定された測定位置において残留塩素測定を行い、0.1 mg/L 以上であることを確認する。また、新設もしくは既設の給水栓における残留塩素測定に関しては、BDWSSS が完工前に実施する。

(7) 機械設備の検査

据付け完了後の機器の良好な動作及び機能を確認するために次の各試験を行う。

- ① 室内配管等の漏洩試験、耐圧試験
- ② 機器の振動試験、騒音試験
- ③ 制御機器の動作チェック、設定値の確認
- ④ 相当負荷を一定期間かけて機能の確認を行う

3-2-4-6 資機材調達計画

(1) 建設資機材

本事業の給水施設建設に必要な資機材のうちセメントについてはアムハラ州デジェンにセメント製造工場があり、セメント生成に必要な原材料の大部分は近隣のアバイ溪谷から入手できる。また、デジェン - バハルダール間の主要幹線道路は全ての区間で舗装されており道路状態は良好であるため調達には問題がない。鉄筋材については、アムハラ州にも

製造工場があり調達には問題がない。鉄鋼原料の多くはトルコ産、ウクライナ産、中国産であり、鉄筋 1 本の定尺 12m を 6m で曲げずに直物 12m で納品することも可能である。粗骨材、細骨材や木材等の建設用資材についても、バハルダール市やその近郊で調達可能である。

高密度ポリエチレン管、継手については、バハルダール市郊外に製造工場があり PN25、DN315mm まで製造しており、基本的には受注生産ではあるが調達は可能である。DN125mm～315mm に関しては最大管長 12m で納入可能である。また、試験室を有しており製造した管は ISO 基準に基づいて品質評価試験が行われている。管の接合に関しては、DN315mm まで対応可能なバット融着機を保有しており、現場における融着施工にも対応している。ただし、現地産の高密度ポリエチレン管は調達面では有利であるが、品質面での懸念があるため、日本もしくは第三国調達で計画する。ただし、概略設計協議時に「エ」国側より現地産の調達に対する強い要望があったため、詳細設計時に改めて現地調達が可能かどうか、品質面を含めて確認する。

ダクタイル鋳鉄管については、中国製の製品を取り扱う現地代理店があり、アムハラ州水利公社にも多く納入されている。ただし、これらの中国製ダクタイル鋳鉄管は品質や調達の面で不確定要素が高いために、日本もしくは第三国調達で計画する。

ポンプ・塩素注入装置について、グルンドフォス、KSB、荏原製作所など主要のポンプメーカー製品の輸入を手掛ける代理店が首都アディスアベバにある。グルンドフォスの製品は「エ」国で納入実績が豊富でありグルンドフォスのケニア支店から技術者を招くなどの支援体制が確立されている。ちなみに、在庫に無い製品の場合は、注文から最長 2 か月程度の納入期間が必要である。しかし、現地の代理店で保有している製品は限りがあるため、調達先は日本もしくは第三国調達で計画する。

発電機について、CAT、JCB、Cummins などの主要な発電機メーカーの代理店が首都アディスアベバにあり、調達に関してはスペアパーツを含めて問題ない。ただし、現地の代理店で保有している商品には限りがあるため、日本もしくは第三国調達で計画する。

(2) 建設用機械

本事業に必要な一般的な建設用機械である、バックホウ、ダンプトラック等については、アムハラ州水利公社、アムハラ州道路公社が保有しており、リースは可能であるとのことであった。また、アディスアベバには多くの建設機械リース専門業者が存在するが、建設機械を 1 社で多数保有する会社はほとんど存在しない。そのため、本事業では建設機械を多数保有する等級 1 の総合建設会社 (GS-1) もしくは水道工事建設会社 (WWC-1) を活用することが望ましい。

(3) 輸送

一般的に海外から船便で輸入する資機材は、隣国のジブチ港まで海上輸送され、荷揚げ後、陸路で「エ」国まで内陸輸送される。内陸輸送はアディスアベバを経由することなくバハルダールまで行くことは可能であるが、ジブチ港からバハルダールまでは約 900km の距離があり、最大高低差も約 3,000m あるため輸送には時間を要する。輸送ルートは、ジブチ港→Galafi (ジブチ国 - 「エ」国境両国で船荷検査が行われる) →Mile (船荷検査) →バハルダ

ールである。

所要輸送日数に関しては、ジブチ港から Galafi まで 1 日、Galafi から Mile まで 1.5 日、Mile からバハルダールまで 2 日で計約 4.5 日を要する。また、日本からジブチ国（ジブチ港）までの海上輸送は約 2 ヶ月を要する。

本事業で調達される主要な工事事用資機材の調達先は、表 3-50 のとおりである。

表 3-50 機材調達区分

資機材名	調達区分			備考
	日本	現地	第三国	
建設用資材				
セメント		○		
骨材		○		
鋼材		○		
木材		○		
水道用ダクタイル鋳鉄管	○		○	
水道用 HDPE 管	○		○	
水道用鋼管		○	○	内面塗装鋼管は第三国
弁類	○		○	
水中ポンプ設備	○		○	
陸上ポンプ設備	○		○	
塩素注入装置	○		○	
発電機設備	○		○	
水撃防止装置			○	現地の代理店無し
燃料		○		
建設用機材				
簡易コンクリートプラント		○	○	
バックホウ		○		
トラッククレーン		○		
クレーン付トラック		○		
ダンプトラック		○		
給水車		○		
ハンドガイドローラー		○		
タンパ/ランマ		○		

3-2-4-7 初期操作指導/運用指導等計画

施工業者は、本事業で設置される各設備・機器に関して初期における最適運転条件を設定し、運転開始後に円滑な運転管理を行えるように BDWSSS の運転維持管理担当職員に対して初期指導を行う。指導は、通常運転時および緊急時のマニュアルを準備し、それを基に教育訓練を行い技術の向上を図る。その指導内容は、主に次の通りである。

(1) ポンプ、塩素注入施設等の運転監視及び操作

- ① 設備機器の起動・停止の操作
- ② 設備機器の運転状況の監視又は計測・記録

- ③ 受水量、送水量の調整及び確認

(2) 運転日誌等の作成、整理

- ① 運転日誌の作成、記録
- ② 運転日誌の整理
- ③ 異常対処記録の作成

(3) 緊急時の対応

- ① 設備機器の異常・故障発生時の対応
- ② 水質事故時等の緊急措置対応
- ③ 停電、災害（洪水等）発生時の対応

可能な限り迅速に給水サービスを提供するために、部分的な施設の供用を図る。初期指導後は、BDWSSS が責任を持って施設の操作、運用を行うことになる。また、その瑕疵担保期間は、供用を開始した日から起算することを「エ」国側と確認している。

3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画

本事業の本体部分では、「エ」国アムハラ州の州都であるバハルダール市の東側 (Zone 2) を対象に、水道施設の拡張・改善を行う。具体的には、9 ヶ所の深井戸（十分な揚水量が得られることを確認済）に水中ポンプ等を設置することによる生産井の開発（うち 2 ヶ所は予備水源）、生産井からの水を配水場に送水するための加圧ポンプ場 1 ヶ所（送水ポンプと取水ポンプで構成される）の新設、既存及び建設中の配水池 2 ヶ所（ガブリエル配水池とディアスポラ配水池）の拡張、及び送配水管の布設を行う。

拡張する配水池には、塩素注入設備（さらし粉の攪拌タンクと注入ポンプ）、水位計、及び配水量を把握するためのバルクメータを設置する。また、Zone 2 の配水管網を 2 つの配水池ごとの配水区域に分け、さらに各配水区域を 2 つの配水ブロックに分割し、より効率的な運転維持管理を図るものである。これらの本事業で整備した施設は BDWSSS が運転維持管理を担うが、現状では特に技術面において適切に運転維持管理が行えるか懸念が残る。

課題

- ・ 現在は既存の配水池においてさらし粉を用いた塩素の注入を手作業で行っており、夜間も塩素注入を継続しているのは 1 ヶ所の配水池（本事業の対象エリア外である Zone 1 のコティタ配水池）のみである。本事業の対象エリアである Zone 2 の既存配水池では夜間の塩素注入を行っておらず、顧客に給水する水道水に高い割合で大腸菌群等が見つかっている。
- ・ ポンプ運転の不備により配水池の水が頻繁にオーバーフローしている。
- ・ 既存の生産井における経年的な地下水位のモニタリングは今まで行われていない。本事業の実施により生産井からの揚水量は今後増加するが、その適切な管理のためにも、

地下水位を定期的にモニタリングしていく必要がある。

- ・ 本事業の実施により短期的には BDWSSS の経営状況は改善すると考えられるが、今後は長期的な経営改善のために無収水対策に取り組んでいく必要がある。しかし、現状では BDWSSS の職員の無収水対策に関する知識は低く、バルクメータ等の設備不足等もあり、無収水率の適切な計測が難しい状況にある。

本事業ではこうした技術面における課題を改善し、本事業において整備する水道施設の運転維持管理を BDWSSS が適切に実施できるよう、ソフトコンポーネントにより支援を行う。

(1) 目標

本事業において拡張されるバハルダール市東側 (Zone 2) を対象とした水道施設の運転維持管理が、BDWSSS により継続的かつ適切に行われるようにする。

(2) 成果

以下に、本事業のソフトコンポーネントで達成を目指す 5 つの成果を示す。本事業の対象地域である Zone 2 における水道施設の運転維持管理に係わる BDWSSS 職員を対象に技術指導を行い、これらの成果の達成を目指す。

成果 1：配水場において塩素消毒が適切かつ持続的に行われる。

成果 2：配水場内配水池において水位データが管理され、それに基づき送水ポンプの運転が行われる。

成果 3：地下水位モニタリングに基づいた適切な揚水量調整が理解される。

成果 4：無収水及びその対策の基礎が理解される。

成果 5：Zone 2 において、無収水率の計測が始められる。

(3) 活動

成果に対する活動を表 3-51 に示す。

表 3-51 ソフトコンポーネント活動内容

成果	活動
成果 1： 配水場において塩素消毒が適切かつ持続的に行われる。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 塩素注入設備の運転、水質管理、定期メンテナンスおよび修理方法についての教材作成 ・ 上記教材を使用した以下の研修の実施 <p>【水質管理・設備管理共通】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 塩素注入の現場での指導 (①塩素注入タンクの貯留量管理と移送ポンプのコントロール方法、②塩素注入濃度管理を含む) <p>【水質管理】</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. 水質管理計画の改善指導 3. 水質試験及び結果の分析についての指導
	【設備管理】

成果	活動
	4. 塩素注入設備の定期メンテナンスおよび修理方法に係る指導（運転停止中のフラッシング方法等を含む）
成果 2： 配水場において水位データが管理され、それに基づき送水ポンプの運転が行われる。	<ul style="list-style-type: none"> ・送水ポンプの運転についての教材作成 ・上記教材を使用した以下の研修の実施 <ol style="list-style-type: none"> 1. 配水池の水位の計測・記録を指導 2. 配水量の時間変動の分析を指導 3. 送水ポンプの運転スケジュールの最適化を指導
成果 3： 地下水位モニタリングに基づいた適切な揚水量調整が理解される。	<ul style="list-style-type: none"> ・地下水位のモニタリングについての教材作成 ・上記教材を使用した以下の研修の実施 <ol style="list-style-type: none"> 1. 2016年5月以降の地下水位と揚水量のデータから雨季の地下水涵養と地下水位の経年変化についての分析を指導（地下水の理論を含む） 2. 地下水位のモニタリングの改善を指導（モニタリング計画の改善、水位測定・記録を含む） 3. 生産井（バルクメータを含む）の管理指導 4. 地下水位の変化に応じた生産井の揚水量の調整方針の指導
成果 4： 基本的な無収水対策が理解される。	<ul style="list-style-type: none"> ・無収水対策全般についての初歩的な教材の作成 ・上記教材を使用した以下の研修の実施 <ol style="list-style-type: none"> 1. 無収水対策全般についての講義 2. BDWSSS の無収水に係る現状と計画的な無収水対策の必要性についての討論（対策の頭出し、担当者の配置、予算確保、スケジュール等） 3. 音聴棒の使用法、容器を用いた簡易的な顧客メータのチェック及び管路図作成についてのデモンストレーション
成果 5： Zone 2 において、無収水率の計測が始められる。	<ul style="list-style-type: none"> ・無収水率の算定及びモニタリングについての教材の作成 ・上記教材を使用した以下の研修の実施（2つの配水区域と Zone 2 全体の無収水率を求める。時間が許せば配水ブロックごとの無収水率も計測する） <ol style="list-style-type: none"> 1. 配水区域等の水理的な分離状況の確認 2. 水道料金システム上での配水区域毎等の顧客の仕分け 3. 顧客メータ及びバルクメータの検針スケジュールの調整 4. Excel を用いた流量収支の分析による無収水率の計算

3-2-4-9 実施工程

施設建設工期設定の条件として「エ」国の一日あたりの作業時間は 8 時間もしくは 1 週間当たり 48 時間が上限と規定されている。残業時間についても、1 日 2 時間、1 ヶ月 20 時間もしくは年間 100 時間が上限であると規定されている。これら条件に降雨による作業不能日、祝祭日などの作業休止係数を考慮して作業工程を立案する。

本事業において、主要な工事は配水池築造工、ポンプ室築造工、配管工事である。その中で最も気象の影響を受ける工種は、配水池及びポンプ室のコンクリート工である。しかし、雨期中でも雨の降りやすい時間帯は深夜が多いため朝から昼にかけてコンクリート打設を行い、養生を確実にを行うなどの対処により、コンクリートの打設は可能である。全体工程に最も影響のある工種は、配管工事であるが、施工サイクルの調節が容易な工種のため降雨の影響はそれほど受けない。我が国無償資金協力制度に基づき策定した実施工程表を図 3-18 と図 3-19 に示す。なお、「エ」国側は工期短縮による供用開始の前倒しを期待しているため可能な限り工期の短縮に努める。

(1) 契約/実施設計/入札

暦年		2017年												2018年			
項目	暦月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
契約	閣議 E/N、G/A			▼													
	コンサルタント契約				▼												
実施設計	現地調査:					■	■	■	■								
	国内解析・詳細設計							■	■	■	■						
	BD/DD比較表関連									■	■						
	入札図書作成										■	■	■				
契約	E/N、G/A																▼
	コンサルタント契約																▲
本体	公示・PQ評価															□	
	図渡し・現説															□	
	入札																▲
	入札評価																□
	業者契約																
	業者契約認証																▲

図 3-18 契約/実施設計/入札の工程表

(2) 施工/調達

暦年		2018年												2019年												2020年										
項目	暦月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
準備工		■																																		
配管工	DIP管敷設	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■														
	HDPE管敷設	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■														
配水池 築造工	コンクリートプラント設置	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■														
	受水槽(200m3×1)							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■														
	受水槽(700m3×1)										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■														
	配水池(1,000m3×2)																																			
配水池(4,000m3×1)																																				
建屋築造工	ポンプ室、発電機室等	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■														
電気・ 機械工	ポンプ類設置工																																			
	電気線引込み																																			
	試運転・調整																																			
ソフトコンポーネント	施設運転維持管理の指導等																																			

図 3-19 施工調達の工程表

3-3 相手国側負担事業の内容

我が国が無償資金協力により本事業を実施する場合、「エ」国側は本事業の円滑な実施の為、以下の項目について必要な措置を取ることとする。

(1) 手続き事項

- ① 銀行取極め、支払い授權書に係わる手続き実施および費用負担
- ② 本事業に必要な輸入資機材の通関および免税措置に係る手続き

③ 本事業の工事に係る検査、立ち会い、承認等とその関連手続き

(2) 相手国側分担事業

表 3-52 に、「エ」国側の負担事項をそれぞれの項目ごとに示す。

表 3-52 エチオピア側負担の概要

① 入札前

番号	内容	実施時期	実施機関
1	銀行口座開設(銀行取極めB/A)	G/A締結後、1ヶ月以内	BoWIED
	コンサルタントに対する支払いのための支払授權書(A/P)を日本の銀行に発行する	コンサルタント契約後1ヵ月以内	BoWIED
	銀行間取極めに基づいた銀行サービスの手数料 1)支払授權書(AP)の通知手数料 2)支払い手数料	1)コンサルタント契約後1ヵ月以内 2)支払毎	BoWIED
2	EIAの実施	実施済み	BoWIED
	EIAの承認	実施済み	BoWIED
3	次の土地の確保。 1)Charchara及びAshrafの深井戸施設サイト 2)GabrielとDiaspora配水場の拡張サイト	入札公示前	BDWSSS
	簡易住民移転計画に基づいて、必要な予算を確保、土地収用、適切な補償を行う	入札公示前	BDWSSS
	社会面でのモニタリングを実施し、その結果をモニタリングフォームに基づいて報告書としてまとめ、毎月JICAに提出する	土地収用の完了まで	BDWSSS
4	関係諸機関からのプロジェクト実施に必要な許可の取得(地下水揚水(毎年)、配管の道路横断)	入札公示前	BoWIED
5	詳細設計期間中におけるカウンターパートの参加	詳細設計開始後	BDWSSS
6	各戸給水の接続増加促進。	入札前	BDWSSS
7	プロジェクト・モニタリング報告書の提出(詳細設計の結果と共に)	入札図書作成前	BDWSSS
8	本調査で試掘された井戸を保護し、使用しない	工事開始前まで	BDWSSS

※BDCA の負担事項 (本事業には含まれない)

-	都市計画区域内における水道管敷設ルート(9.5km)の路床整備(土地収用を含む)をBDCAの都市開発プロジェクトの一環として実施、完成させる	入札公示前	BDCA
---	--	-------	------

② 実施中

番号	内容	実施時期	実施機関
1	銀行間取極め(B/A)の締結	契約後、1ヶ月以内	BoWIED
	銀行間取極めに基づいた銀行サービスの手数料 1)支払授權書(AP)の通知手数料 2)支払い手数料	1) 契約後1ヵ月以内 2) 支払毎	BoWIED
2	業者による内陸輸送に係わる速やかな通関手続きの確保と支援	プロジェクト実施中	BoWIED
3	施設にかかる認証された契約書の下で製品の調達及び業務に関連した必要とされるサービスや工事遂行のため、邦人及び/または第三人の被援助国の入国及び滞在の許可を与えること	プロジェクト実施中	BoWIED
4	無償資金を使用せずに製品の購入及び/また業務に関して、被援助国において関税、内国税及びその他の年度の課徴金を指定された機関により免除及び/また負担をする	プロジェクト実施中	BoWIED (関税以外)
5	本事業による機材の運搬及び据付や施設建設に必要な費用以外の全ての費用	プロジェクト実施中	BoWIED (廃棄物処分場、採石場等の確保等)
6	1) プロジェクト・モニタリング報告書の提出 2) プロジェクト・モニタリング報告書の提出(最終)	1)毎月 2)工事完工証明書の受け渡し後1ヵ月以内	BoWIED
	完工に係わる報告書の提出	完工後6ヵ月以内	BoWIED
7	1次電源の引き込みや給排水施設など本事業に必要な施設の提供 1) サイトまでの1次電源の引き込み	完工前3ヵ月	BoWIED
8	環境管理計画と環境モニタリング計画の実施	プロジェクト実施中	BoWIED
9	プロジェクトモニタリング報告書の一部として環境影響評価レポートをJICAに提出(4半期に1回、モニタリングフォームを使用)	プロジェクト実施中	BoWIED
	簡易住民移転計画を実施(必要であれば生活再建計画の実施)	計画に記載の期間	BDWSSS and BDCA
	社会面でのモニタリングを実施し、その結果をモニタリングフォームに基づいて報告書としてまとめ、プロジェクトモニタリング報告書の一部としてJICAに提出(4半期に1回、モニタリングフォームを使用) -仮に被影響者の生活再建が不十分の場合は、モニタリング期間の延長をBoWIEDとJICAの協議に基づいて行う	生活再建計画の終了時まで(生活再建計画が実施された場合)	BDWSSS and BDCA
10	建設中の監督者の参加	プロジェクト実施中	BoWIED
11	ソフコン実施中のカウンターパートの参加	プロジェクト実施中	BDWSSS
12	各戸給水のための外径90mm未満の配管の布設	プロジェクト完工前	BDWSSS
13	ゼンゼルマとウェレブ・コラツィオンの村落のために公共水栓の設置	プロジェクト実施中	BDWSSS
14	各戸給水の接続増加促進	プロジェクト実施中	BDWSSS
15	第三者により損傷を受けた水道管は、業者の瑕疵担保から免除すること	プロジェクト実施中	BoWIED

③ 完工後

番号	内容	実施時期	実施機関
1	環境管理計画と環境モニタリング計画の実施	環境管理計画と環境モニタリング計画に記載の期間	BoWIED
2	環境モニタリング結果をモニタリングフォームに基づいて作成し、半年に一度JICAに提出する - 仮に著しい悪影響が確認された場合は、環境モニタリング期間は延長することがある モニタリング期間の延長の可否についてはBoWIEDとJICAの合意に基づいて決定される	完工後3年間	BoWIED
3	施設及び機材の適切な運営維持管理 1) 維持管理費の確保 2) 適切な運営維持管理体制の確立 3) 日常点検/定期点検	完工後	BDWSSS
4	各戸給水の接続増加促進	完工後	BDWSSS

上記負担事項の実施について「エ」国側と調査団で確認され、それぞれの事項について具体的な計画がなされている。また、これら事項に係る費用については「3-5-1 協力対象事業の概略事業費」に詳述する通りである。

また、「エ」国側負担のスケジュールを図 3-20 に示す。

年	2017年												2018年												2019年												2020年											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
協議	▲																																															
契約	▲																																															
交換公文締結(E/N)、贈与契約(G/A)	▲																																															
コンカルタント契約	▲																																															
交換公文締結(E/N)、贈与契約(G/A)	▲																																															
コンカルタント契約	▲																																															
入札	▲																																															
業者契約	▲																																															
準備工																																																
工事工程	配管工事(給水管、送水管、配水管)	■												■												■												■										
	配水池築造工事	■												■												■												■										
	配水池(容量200m³ x 1)	■												■												■												■										
	配水池(容量700m³ x 1)	■												■												■												■										
	配水池(容量1,000m³ x 2)	■												■												■												■										
	配水池(容量4,000m³ x 1)	■												■												■												■										
	ポンプ操作室、発電機室、等	■												■												■												■										
	電気・機械工事	■												■												■												■										
先方負担事項	電気線引き込み工事	■												■												■												■										
	試運転・調整	■												■												■												■										
	土地収用、踏床整備	■												■												■												■										
	必要な土地収用、土地使用許可	■												■												■												■										
	土地利用者の特定、面積等の把握	■												■												■												■										
	土地の利用者との交渉、条件合意	■												■												■												■										
	土地の利用者に補償手続を行う	■												■												■												■										
	該当区間の踏床整備を完成させる	■												■												■												■										
	一次電源のかけこみ	■												■												■												■										
	引込み	■												■												■												■										
	給水施設工事	■												■												■												■										
	事業実施にかかる必要な許可	90mm未満の水道管敷設	■												■												■												■									
各戸給水のための給水施設の設置		■												■												■												■										
公共水栓の設置		■												■												■												■										
廃棄物の処分場の確保		■												■												■												■										
迅速な税関手続きの確保		■												■												■												■										
予算要求	免税措置	■												■												■												■										
	道路橋断工事の施工に係る許可	■												■												■												■										
	BowIEDが協議会に予算請求	■												■												■												■										
	BWSSSが取締役会に予算請求	■												■												■												■										

図 3-20 エチオピア側負担のスケジュール

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

3-4-1 運営・維持管理の基本方針

運営は、良質な水道サービスをより多くの顧客に継続的に提供することを目的とする。維持管理は、施設を長期にわたって有効活用することを目的とする。水道施設を効率的に運転し、給水区域内の水需要を満たすとともに、必要な点検・整備等を行うことで、安全性の高い運転維持管理を行うことが大切である。

水道施設の維持管理は、運転管理と保安全管理とに大別される。運転管理は、個々の施設あるいは設備を安全かつ正常に運転すること、システム全体として効率的な運転を行うことを目的とする。保安全管理は、その施設あるいは設備が常に正常な状態で運転できるようにその機能を保持することを目的とする。

3-4-2 運転管理項目

運転管理は、状況変化に応じたシステムの適正な制御を目的に、日々の運転記録及び異常事、事故等における運転管理について記録することが重要である。本事業の対象地域における水道施設の主な運転管理項目を表 3-53 に示す。

表 3-53 運転管理項目案

管理項目	内容	頻度	備考	
水源施設	水源の水位	観測井での地下水の静水位の確認	毎週	長期的な地下水位変動の把握
		生産井での地下水の動水位の確認	毎週	井戸ポンプの仕様の適性を確認
		水源施設の流量計にて確認	毎日	生産水量及びその変化の把握と無収水率の計算に使用
	生産水量	生産井のポンプの運転時間を確認	毎日	ポンプ運転状況を把握
		外観、臭い、味、及び水温	毎日	生産井で確認
	原水水質	上記 4 項目に加え、電気伝導度、pH、濁度、色度、全硬度、TDS、全鉄、マグネシウム、カルシウム、亜鉛、硫酸塩、塩化物、全アルカリ度、硝酸塩、フッ素、大腸菌群数、及び糞便性大腸菌群数（合計 21 項目）	年 2 回 (雨季と乾季)	水質試験室で確認
	調整池の水位計にて確認	毎日	井戸ポンプ及び増圧ポンプの運転スケジュールの適性を確認	
増圧ポンプ場	ポンプ調整池の水位	増圧ポンプ場の流量計にて確認	毎日	増圧ポンプ吐出量の適性の確認
	送水流量	増圧ポンプ場の圧力計にて確認	毎日	増圧ポンプ吐出圧の適性の確認
	送水圧	配水池の水位計にて確認	毎日	増圧ポンプの運転スケジュールの適性の確認
配水場	配水池の水位	配水池流出管の流量計にて確認	毎日	配水量の変動の把握及び無収水率の計算に使用
	配水流量	さらし粉の溶解液の濃度と塩素注入ポンプの流量により確認	毎日	必要なさらし粉の量の把握
	薬品注入量	残留塩素濃度	毎日	塩素注入量の適性を現場で確認
	配水池での水質	配水ブロックの流入管に設置された流量計により確認	月 1 回	配水ブロック内の無収水率を計算
配水ブ	流入水量	残留塩素濃度	毎週	塩素注入量の適性及び配・給水管で

管理項目	内容	頻度	備考
ロック			の水質汚染と水の停滞の可能性を現場で確認
顧客	蛇口(公共水栓を含む)での水質	残留塩素濃度	毎週 塩素注入量の適正及び配・給水管での水質汚染と水の停滞の可能性を現場で確認
		大腸菌群数及び糞便性大腸菌群数	毎月 塩素注入量の適性及び配・給水管での水質汚染の可能性を水質分析室*で確認
		上記の原水水質に対する 21 項目と同じ	年 2 回 給水の安全性を水質分析室*で確認

*：適切な水質分析機器を有しているアムハラ州設計施工監理公社の水質分析室

本事業の対象地域内の公共水栓については、それぞれ利用者の代表が管理者となり、各利用者から料金を徴収する。BDWSSS は、公共水栓に設置された水道メータにより測定された水使用量に応じて、毎月水道料金を管理者から徴収する。公共水栓についても、毎週行う残留塩素濃度の測定等の顧客の蛇口における水質検査の対象とする。

3-4-3 保安全管理項目

水道施設の拡張整備後、BDWSSS は適切な保安全管理を行う必要がある。保安全管理計画については、基本的に以下の表 3-54 に記載した内容となるが、実際の状況に応じて変更することが必要である。

表 3-54 保安全管理計画案

施設	管理項目	頻度
生産井		
水中ポンプ	受電設備及び操作盤の状態確認	毎日
	ポンプの状態及び運転音の確認	毎日
発電機	発電機の状態の確認	使用後及び毎週
	燃料の残量の確認	使用後及び毎週
流量計	ストレーナーの清掃	必要に応じて
	流量計の動作の確認	毎日
その他	操作室及び発電機室の清掃	毎日
加圧ポンプ場		
ポンプ調整池	躯体の状態確認	1 年毎
	池内の清掃	年 2 回
	水位計の状態の確認	毎日
送水ポンプ	ポンプ及びモータの状態確認	毎日
	受電設備及び操作盤の状態確認	毎日
エアチャンバー	エアチャンバーの状態確認	毎日
流量計	流量計の状態確認	毎日
水圧計	水圧計の状態確認	毎日
その他	ポンプ室、発電機室、及び受変電気室の清掃	毎日
配水場内		
着水槽	躯体の状態確認	1 年毎
	水槽内の清掃	年 2 回

施設	管理項目	頻度
配水池	躯体の状態確認	1年毎
	池内の清掃	年2回
	水位計の状態の確認	毎日
塩素注入設備	さらし粉の攪拌タンク及び注入ポンプの状態の確認	毎日
	受電設備及び操作盤の状態確認	毎日
流量計	流量計の状態確認	毎日
その他	管理棟及び滅菌室の清掃	毎日
配水ブロック		
流入部流量計	流量計の状態確認	月2回

3-4-4 交換用部品の調達

スペアパーツは標準付属品と故障・事故などの緊急時に必要となる交換用部品に分類される。交換用部品は必要に応じて BDWSSS が購入する。

BDWSSS では、資機材や交換用部品の調達については、本所の収益・財務・調達・資材管理サポートプロセス（部）下の調達・資材管理サブプロセス（課）の職員 5 名が担当している。調達された資機材の大部分は、バハルダール市の Hidar 13 に位置する倉庫に保管されている。Zone 2 の配水管及び給水設備の維持管理を担当する Hidar 11 支所では、事務所移転用地に建てられた倉庫に、日常業務に必要な管材、バルブ、水道メータ等の資機材を保管している。

BDWSSS には、機器の修理を行うための作業場が無く、地上ポンプと発電機の修理については主に外部の技術者との契約により行われている。BDWSSS では新たな本所ビルを BoWIED の本局付近に建設中であり、この新しいビル内に機器の修理等を行うための作業場を整備する予定である。作業場及び工具が整うことで、より広範囲な機器類のメンテナンス及び修理を行うことができるようになるため、それに伴い必要な交換用部品の調達が必要となる。

既存の生産井に設置されている中国製の水中ポンプについては、故障時には修理を行っておらず、新しい水中ポンプに取り換えることで対応している。本事業において設置する水中ポンプは現地代理店があるポンプメーカーを採用する予定である。BDWSSS 自らによる修理が困難な水中ポンプのモータの防水性の確保などの難しい修理の場合には、アディアスアベバの代理店を通して修理を行う。そのポンプメーカーはケニアから技術者が巡回をして、代理店のフォローをしている。

本事業で建設される施設の交換用部品については、純正部品の調達を原則とし、アディアスアベバに代理店のある機器については、そこから調達を行う。

3-4-5 Zone 2 の水道施設の運転維持管理体制

本事業実施後の Zone 2 の水道施設の運転維持管理の内、生産井から配水場までの施設については、本部の給水メインプロセス下の水質・運転維持管理サブプロセスの職員が主に担当する。また、配水本管から顧客水道メータまでの施設については、Hidar 11

支所の管布設・維持管理チームの職員が主に担当する。Zone 2 の水道施設の運転維持管理を担当するこれらの部署の本事業実施後の人員体制を、下の 2 つの図に分けて示す。

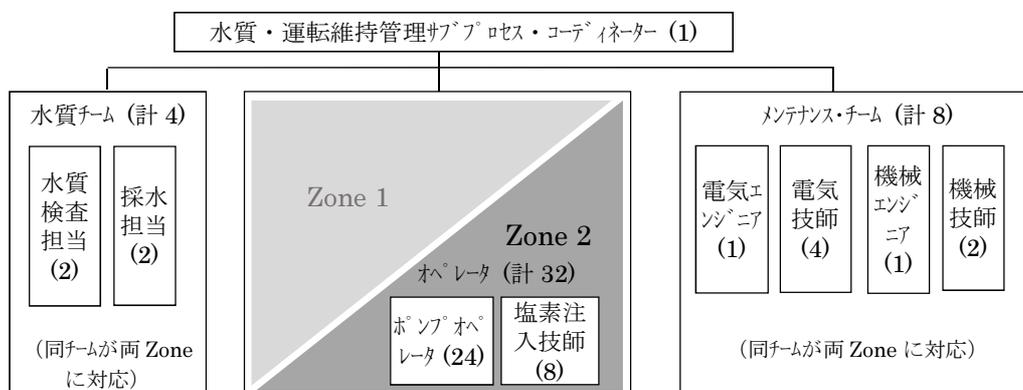


図 3-21 本事業実施後の本所の水質・運転維持管理サブプロセス内の Zone 2 に対する運転維持管理体制（生産井から配水場まで）

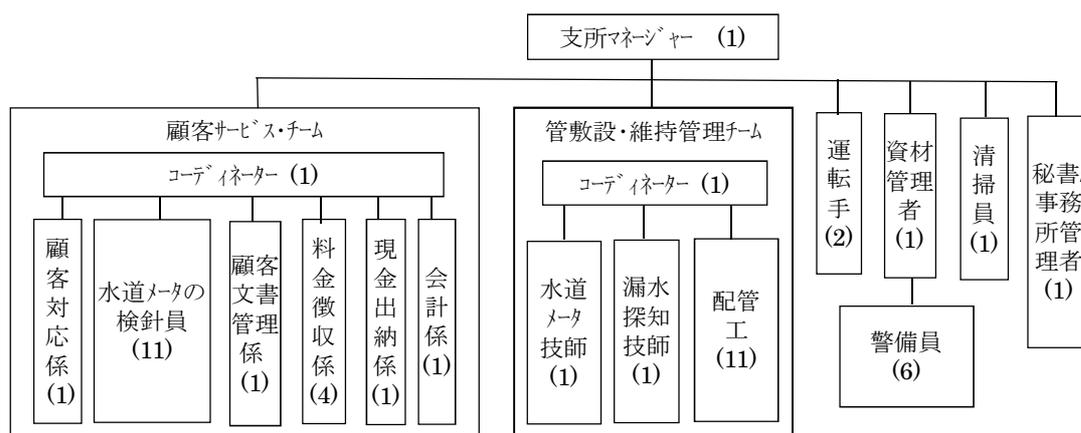


図 3-22 Zone 2 を担当する Hidar 11 支所の本事業実施後の運転維持管理体制（配水本管から顧客水道メータまで）

BDWSSS では、既存の生産井、ポンプ場及び配水場にオペレータのための宿泊施設を増設することで、24 時間オペレータが常駐する勤務体制に完全に移行しつつある。この勤務体制では、オペレータ及び警備員が各施設に対して、それぞれ 4 人 1 組 24 時間シフト（4 日に 1 度の出勤）で対応することになっており、本事業実施後もこの勤務体制が継続される。下表 3-55 に、本事業実施後の Zone 2 を対象とした各基幹施設の運転に必要な人員数を示す。

表 3-55 本事業実施後に Zone2 を対象とした各基幹施設の運転に必要な人員数

Zone 2 を対象とした基幹施設			オペレータ		警備員*1)	計
			ポンプオペレータ	塩素注入技師		
人員数 (人)	配水場	ガブリエル配水場	0	4 (3)	4 (4)	8 (7)
		ディアスポラ配水場	0 *2)	4	4 (1)	8 (1)
	ポンプ場	新規加圧ポンプ場と Charchara TW No.3	4	0	4	8
		Charchara TW No.1	4	0	4	8
	生産井	Charchara TW No.2 *3)	4 (3)	0	4 (4)	8 (7)
		Charchara No.4, No.5	4	0	8 (5)	12 (5)
		Charchara No.6	4	0	4	8
		Ashraf の No.2 及び予備水源 TW No.1 と TW No.2	4 (4)	0	12 (4)	16 (8)
		合計人員数	24 (7)	8 (3)	44 (18)	76 (28)

注：表中の（）括弧内の数値は、現在の既に配置されている人員の数

*1) 警備員は、本部の人材サポートプロセスに属している。

*2) ORDA のプロジェクトに必要なポンプオペレータは、ゼンゼルマの水委員会により雇用される。

*3) Zone 1 に送水される可能性がある既存の深井戸 No.3 の運転と警備を兼任する。

下表に、本事業実施に伴う Zone 2 の水道施設の運転維持管理の改善に必要な本所、Hidar 11 支所の増員数及び増員が必要な時期を示す。この表には、機械設備の維持管理改善、無収水対策の実施、及び新規接続及び顧客の増加への対応に必要な増員数が示されている。

表 3-56 本事業実施に伴う Zone2 の水道施設の運転維持管理の改善に必要な増員数

増員が必要となる場所及び目的			増員する職種	2016 年 4 月現在の職員数	増員が必要な時期	必要な増員数
本所	施設の維持管理改善のために必要な増員	無収水対策の導入	GIS 技術者	0	できるだけ早い時期(遅くともソフコン実施まで)	1
			漏水探知担当	0		1
		機械設備の選定及び維持管理の改善	機械エンジニア	0		1
			機械技師	1		1
Hidar 11 支所	無収水対策の導入と新規接続の増加への対応	漏水探知担当	0	顧客の増加に応じて、2025 年まで段階的に	1	
		配管工	7		4	
		水道メータ検針員（違法接続の発見も担当）	7		4	
	顧客の増加への対応	水道料金徴収係	2		2	
		運転手	1		1	
本事業に伴い Zone 2 の施設の運転維持管理の改善に必要な合計増員数						16

3-4-6 人材育成の体制

BDWSSS の運営維持管理においては、組織体制、水質管理、機械設備のメンテナンス、無収水対策及び財務管理等の様々な面で課題を抱えている。2014 年に実施された組織改革により、教育レベルが高く、比較的実務経験を多く持つ職員の雇用が可能になった。BDWSSS では、さらに人材育成のための長期プログラムとして、10 名以上の職員が大学及び短期大学で就学している。

またアディスアベバ市にある Ethiopia Water Technology Center (EWTEC) の 1 カ月間程度のコースには、年に数名程度の職員が参加して、水道関連技術を学んでいる。バハルダール市の Amhara Management Institute (AMI) での 10 日間程度のトレーニングにも年間 15 名程度の職員が参加し、マネージメントやリーダーシップについて学んでいる。このような人材育成の取り組みは、今後も継続される予定である。

しかし、未経験の運転技術が求められる本事業で整備される水道施設の運営維持管理については、施設完成後の技術指導が不可欠である。そのため、本事業で建設される Zone 2 の水道施設の運営維持管理に携わる職員に対しては、塩素消毒に係る水質管理と設備管理、水源施設及び送水施設の運転の最適化と維持管理、及び無収水対策についてのソフトコンポーネントを実施する。

3-5 プロジェクトの概略事業費

3-5-1 協力対象事業の概略事業費

本計画を実施する場合に必要な事業費総額は、22.34 億円となり、先に述べた日本と「エ」国との負担区分に基づく双方の経費内容は、下記に示す積算条件によれば、以下の通りに見積もられる。但し、この概算事業費は交換公文上の供与限度額を示すものではない。

(1) 日本側負担経費

表 3-57 日本側負担経費

(単位：百万円)

項目	全体
① 建設費	1,527.2
② 機材調達費	23.4
③ ソフトコンポーネント	17.7
④ 設計監理費	200.6
⑤ 予備的経費	84.6
合計	1,853.5

(2) 「エ」側負担経費

表 3-58 「エ」側負担経費

項目	現地貨 (ETB)	日本円 (¥)
① 用地取得にかかる費用	581,000	2,987,000
② 一次側電力施設の供給	2,315,000	11,891,000
③ 免税措置	60,000,000	308,190,000
④ 給水管、流量計の設置	8,852,000	45,468,000
⑤ 配水支管の設置	2,249,000	11,556,000
⑥ 公共水栓の設置	66,000	341,000
合計	74,063,000	380,433,000

(2) 積算条件

- ① 積算時点 : 2016年6月
- ② 為替交換レート : 米ドル : 1 USD = 111.76 円 (2016年3月～2016年5月の平均)
現地通貨 (エチオピアブル) : 1 ETB = 5.1365 円
- ③ 施工・調達期間 : A国債により工事、調達とし実施設計、工事、調達の期間は、施工、調達工程の通りである。
- ④ その他 : 積算は、日本国政府の無償資金協力の制度を踏まえて行うこととする。なお、本事業は予備的経費を想定した案件となっている。

3-5-2 運営・維持管理費

(1) 生産費

2025年における生産費は、以下の費目を計上した。

- (a) 運転費
 - ・ 人件費 (運転員の人件費 + 本所、支所の人件費)
 - ・ 電力費
 - ・ 薬品費
- (b) 修繕費
- (c) 一般管理費

① 人件費

- ・ 運転員の人件費

運転員の人件費に関して、本事業の完成後は8名の塩素管理員、24名のポンプ運転員、44名の警備員の合計76名により施設が運転される (各基幹施設の運転に必要な人員数については、表 3-57 を参照)。運転員の人件費単価は BDWSSS の実績に基づいて、塩素管

理員 250 ETB/日、ポンプ運転員 170 ETB/日、警備員 100 ETB/日であるため 3,825,200 ETB/年を運転費の人件費として計上した。(8名×250 ETB + 24名×170 ETB + 44名×100 ETB = 10,480 ETB/日, 10,480 ETB×365日 = 3,825,200 ETB/年)

・ 本所、支所の人件費

BDWSSS 本所と支所の人件費に関しては、BDWSSS は、本事業の給水区域である ZONE 2 のみではなく ZONE1 にも給水サービスを提供している。そのため、ZONE 1 と ZONE 2 の給水量の比 (ZONE 1 70%対 ZONE 2 30%) に基づいて、BDWSSS の戦略計画で推定されている人件費 14,548,169 ETB/年を按分して、4,364,450 ETB/年を BDWSSS 本所、支所の人件費として計上した。(14,548,169 ETB × 0.3 = 4,364,450 ETB/年)

② 電力費

本事業の完成後は水源となる 6 つの井戸ポンプ、ガブリエル配水場とディアスポラ配水場に送水するための送水ポンプ 5 台、受水槽に塩素を注入するための定量ポンプ 2 台がシステム全体で通常運用するポンプとなる。各ポンプの運転時間は 18 時間として算出した。また、電力源はエチオピア電力公社の共用電源であり、業務用の料金設定 (0～50kwh : 0.6088 ETB/kwh、51kwh～ : 0.6943 ETB/kwh) が適用される。これらの条件から、表 3-60 のように 1 日当たりのシステム全体で消費される電力量は 15,534 kwh/日であり、日当たりの電気料金は 10,781 ETB/日と試算される。よって、年間の電気料金は 3,935,065 ETB/年となる。(10,781 ETB/日×365日 = 3,935,065 ETB/年)

表 3-59 日当たりの消費電力

No.	項目	消費電力 (kW/台)	台数 (台)	消費電力 (kW)	運転時間 (h)	消費電力量 (kwh/日)
1	Charchara BH No.4	18.5	1	18.5	18	333
2	Charchara BH No.5	18.5	1	18.5	18	333
3	Charchara BH No.6	18.5	1	18.5	18	333
4	Charchara TW-No.1	30	1	30	18	540
5	Charchara TW-No.2	26	1	26	18	468
6	Charchara TW-No.3	18.5	1	18.5	18	333
7	送水ポンプ ディアスポラ	110	3	330	18	5,940
8	送水ポンプ ガブリエル	200	2	400	18	7,200
9	定量ポンプ	1.5	2	3	18	54
合計						15,534

表 3-60 日当たりの電気料金

料金設定	電力単価 (ETB/kWh)	消費電力 (kWh)	電気料金 (ETB)
0～50kWh	0.6088	50	30.44
51kWh～	0.6943	15,484	10,751
合計		15,534	10,781

③ 薬品費

薬品費は塩素注入率を 0.5 mg/L として算出した。本事業完成後の日平均水量は 14,500m³、さらし粉（塩素 70%）の単価はアディスアベバにある現地会社の見積もりに基づき 60 ETB/kg とした。一日当たりの消費量は約 10.4kg と試算される（14,500×1000× 0.5÷1000 ÷1000÷0.7 = 10.4 kg/日）。そのため年間で必要な薬品費 227,760 ETB を運転費に計上した。（10.4 kg/日×60 ETB/kg = 624 ETB/日, 624 ETB/日×365 日 = 227,760 ETB/年）

④ 修繕費

修繕費はダクティル鋳鉄管、HDPE 管などの水道管に関する費用とポンプ、発電機などの機器に関する費用の合計に対して 1%を年間の修繕費とした。

⑤ 一般管理費

2019/20 会計年度における運転維持管理費の内訳に基づいて、運転費合計の 10%を計上する。

⑥ 生産費合計

以上より、本事業は無償資金協力であるため減価償却費を含まない場合を計算すると、生産費合計は以下のとおりである。

表 3-61 生産費合計（減価償却費を含まない場合）

種別	細目	運転維持費 (ETB/年)	金額 (ETB/年)
運転費	電力費	3,935,065	3,935,065
	本所、支所の人件費	4,364,450	4,364,450
	運転員の人件費	3,825,200	3,825,200
	薬品費	227,760	227,760
修繕費	水道管費用の 1%	1,029,431	1,029,431
	ポンプ、発電機等の 1%	281,139	281,139
一般管理費	運転費の 10%	1,235,248	1,235,248
合計			14,898,293

上記、1年当たりの生産費 14,898,293 ETB/年 を月当たりの生産費に換算すると 1,241,524 ETB/月 となる。

(2) 料金収入

バハルダール市では現在、4段階の通増料金制度が適用されている。一方、公共水栓については定額制で水道料金が設定されている。本試算では平均的な水道料金 4.4 ETB/m^3 を用いて 2025 年における料金収入を推定した。日平均給水量は $14,500 \text{ m}^3/\text{日}$ であり無収水率は 30% を想定しているため、毎月の料金収入は $1,358,408 \text{ ETB/月}$ となる ($14,500 \text{ m}^3/\text{日} \times 4.4 \text{ ETB/m}^3 \times 0.7 \times 365 \text{ 日/12 月}$)。また、BDWSSS は現在、水道料金の値上げについて検討しており、料金改定が認められればさらなる料金収入が期待できる。

(3) 収支バランス

上記の検討による生産費と料金収入の比較では、本事業は無償資金協力であるため減価償却費を含めない場合として計算すると生産費が $1,241,524 \text{ ETB/月}$ であり、料金収入は $1,358,408 \text{ ETB/月}$ であるため、生産費を賄うことができる計算となる。営業係数率 (Operating Ratio) は、約 91.4 である。

第4章 プロジェクトの評価

第4章 プロジェクトの評価

4-1 事業実施のための前提条件

(1) プロジェクトの実施体制

プロジェクト開始時点で、BoWIED 及び BDWSSS における本プロジェクトの実施体制が変わらない。

(2) 支払授權書の通知手数料、支払手数料の負担

「エ」国政府は銀行取り決めを締結した銀行に対し、無償資金協力制度で定められた支払授權書の通知手数料や支払手数料を負担しなければならない。

(3) 迅速な通関手続き

無償資金協力の工事期間は限られており、一部の主要工種で用いられる資材は国外からの輸入を計画している。これらの主要工種は全体工期に影響することから輸入される工사용資機材に関して迅速な通関手続きが要求される。

(4) 免税

認証された契約に基づき調達される生産物および役務のうち、日本国民に課せられる関税（関税、VAT、源泉徴収税）を免除すること。また、直接税についてはその具体的な手続きを含めて両国間で協議中である。我が国無償資金協力の過去の案件において、「エ」国政府から免税措置について十分な理解が得られず、一部免税手続きが滞っている事例が見受けられる。これらの手続きが円滑に行われることが、限られた工事期間内に施工完了させるために必要不可欠となる。

(5) 農業従事者からの合意取得

配管ルートの一部区間は農地の下に配管を通すことになるため農業従事者との協議を実施し合意を取り付ける必要がある。

(6) 用地取得

本事業の実施に際して、深井戸施設サイトや配水場の拡張サイトなどの本事業の施設建設に必要な土地の収用を行うことや、簡易住民移転計画に基づいて必要な予算を確保、適切な補償を行うことが必要となる。

4-2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項

日本国政府が無償資金協力により本プロジェクトを実施することを決定した場合、「エ」国側は本プロジェクトの円滑な実施を図るため、以下の項目について必要な措置をとらなければならない。

- (1) 各戸給水のための外径 90mm 未満の配水支管の布設を本事業の実施中に行うこと。
- (2) ゼンゼルマとウエレブ・コラツィオンの村落のための公共水栓の設置。
- (3) 本事業エリアにおける既存配水支管への各戸接続の促進。
- (4) 本プロジェクト実施に合わせて実施機関のカウンターパートを配置し、その費用を負担すること。
- (5) BDWSSS の運転維持管理担当の職員をプロジェクト期間中配置し、初期操作/運転指導時やソフトコンポーネント活動に参加させると共に、その日当等の費用を遅滞なく負担すること。
- (6) 本プロジェクトにより建設される水道施設が、適正かつ効果的に維持、管理、使用されること、並びにそのために必要な費用、要員、体制等の確保を行うこと。
- (7) 施工期間中、施工対象となる郡内に開設するベースキャンプおよびストックヤードの用地を提供すること。
- (8) 工事实施に必要な各種手続き（地下水揚水、管路の道路横断、電源の引込み、等）を遅滞なく行うこと。
- (9) 本事業の開始まで本調査で試掘された深井戸 5 本 (Charchara TW-No.1, TW-No.2, TW-No.3, Ashraf TW-No.2, TW-No.3) を保守管理し、使用しないこと。
- (10) 水施設の品質を担保するため BDWSSS が品質基準に合致した給水設備を購入し、世帯へ販売すること。
- (11) 本事業に必要な「エ」国側の費用を BoWIED、BDWSSS がそれぞれ確保すること。

4-3 外部条件

本プロジェクトの成否に影響を与える外的な要素として、以下が担保されることが成功のための条件であると考えられる。

- (1) 対象地域の社会・治安情勢が急激に悪化しない。
- (2) 本事業に必要な「エ」国側の費用が確保される。
- (3) 深井戸の揚水量が減少しない（地下水ポテンシャルが予想外に悪化しない）。
- (4) 対象地域における水源の水質が、予想外に悪化しない。
- (5) 対象地域において降水量の著しい変動による電力供給不足が生じない。
- (6) プロジェクトを主管運営する BDWSSS に十分な職員が確保される。

(7) BDCA が進めている都市整備事業における路床整備が予定通り実施される。

4-4 プロジェクトの評価

4-4-1 妥当性

本プロジェクトによる協力対象事業の実施に関わる妥当性は、以下の通りである。

(1) 裨益対象および人口

計画対象地域であるバハルダール市 Zone 2 の 2016 年時点の人口は約 9.3 万人であるが、本事業では、目標年次である 2025 年に予想される対象地域の計画給水人口約 14.8 万人に対して安全な水へのアクセスを提供することを目的としている。

社会調査の結果によると、既存の公共水道を利用している世帯の半数以上が、水道システムにおける水量、水圧、水質に不満を抱いており、本事業により施設を改善し、十分な水圧、水量、良好な水質を確保することにより顧客満足度を向上させることは、給水事業体の経営を安定させるためにも不可欠である。その意味において、本事業の持つ意義は大きく、妥当性は高いと考えられる。

(2) プロジェクト目標とベーシックヒューマンニーズ (BHN)

本事業は、塩素消毒された安全な水を安定的に給水することにより、住民の生活環境が改善することを目的としており、対象地域住民の BHN の充足に寄与する。

(3) 運営維持管理

新規に建設される施設は、施設の維持管理を担う BDWSSS の技術レベルで維持管理が可能な施設となることを念頭に計画されている。また、施設の運営維持管理のためソフトコンポーネントを計画しており、新規施設の運営・維持管理に関わる職員の能力向上を図ることとなっているため、新規施設に配属される職員により施設を適切に運営・維持管理することは可能と考えられる。

(4) 中長期計画目標

「エ」国の中期計画である GTP-2 (2016-2020)の中で、住民の安全な水へのアクセス率の向上、水道サービスレベルの向上が目標として定められており、本事業は同国の政策と整合している。

(5) 我が国の援助政策・方針との整合性

事業は、上述の BHN を充足するものである点で既に我が国の援助政策に合致するものである。同時に都市の上水道案件である本事業については、近年我が国が、官民連携

で目指すインフラ輸出に対する呼び水的な性格も帯びたものであり、その点からも我が国の援助政策との整合性を持つものである。また、本事業には相手国負担工事が適度に含まれており、自助努力を促すという我が国援助方針に沿うものである。

(6) 収益性

本プロジェクトの運営・維持管理費の検討を行ったところ、施設完成後の維持管理費を水道料金で賄えることが確認されている。

(7) 環境社会配慮

工事期間中および事業実施後に想定される負の環境影響に対して、本プロジェクトにおいて取りうる対策は明確となっている。EIA に関しては、本現地調査の中で計画を具体化し、2017年1月時点で BoEPLAU の承認を受領済みである。

(8) 我が国の無償資金協力の制度による実施可能性

「エ」国において治安状況が極端に悪化しないことを条件とすれば、特段の困難なくプロジェクトは実施可能である。

以上より、本プロジェクトの妥当性は高いと考えられる。

4-4-2 有効性

本プロジェクトの実施により、期待される効果を以下に示す。

(1) 定量的効果

表 4-1 本事業で期待される定量的効果

指標名	基準値 (2015 年)	目標値 (2025 年)
対象地域の日平均給水量 (m ³ /日)	3,000	14,500

(2) 定性的効果

- 水汲み労働が減少する。
- 水因性疾患の発症患者数が減少する。

上記の内容により、対象地域住民の健康の向上、経済活動の促進、安全な生活環境の向上に寄与することとなるため、無償資金協力を実施することの妥当性は高く、また高い有効性が見込まれると判断される。