

エチオピア連邦民主共和国 アファール州給水計画 基本設計調査報告書

平成 18 年 7 月

(2006 年)

独立行政法人国際協力機構

(JICA)

株式会社 協和コンサルタンツ
八千代エンジニアリング株式会社

無償

JR

06-167

序 文

日本国政府は、エチオピア連邦民主共和国の要請に基づき、同国のアファール州給水計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、独立行政法人 国際協力機構がこの調査を実施しました。

当機構は、平成 18 年 1 月 5 日から同年 5 月 10 日まで基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は、エチオピア政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施しました。帰国後の国内作業の後、平成 18 年 6 月 4 日から同年 6 月 14 日まで実施された基本設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

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

平成 18 年 7 月

独立行政法人 国際協力機構
理事 黒木 雅文

伝 達 状

今般、エチオピア連邦民主共和国におけるアファール州給水計画基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴機構との契約に基づき弊社が、平成 18 年 1 月より平成 18 年 7 月までの 7 ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、エチオピア連邦民主共和国の現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

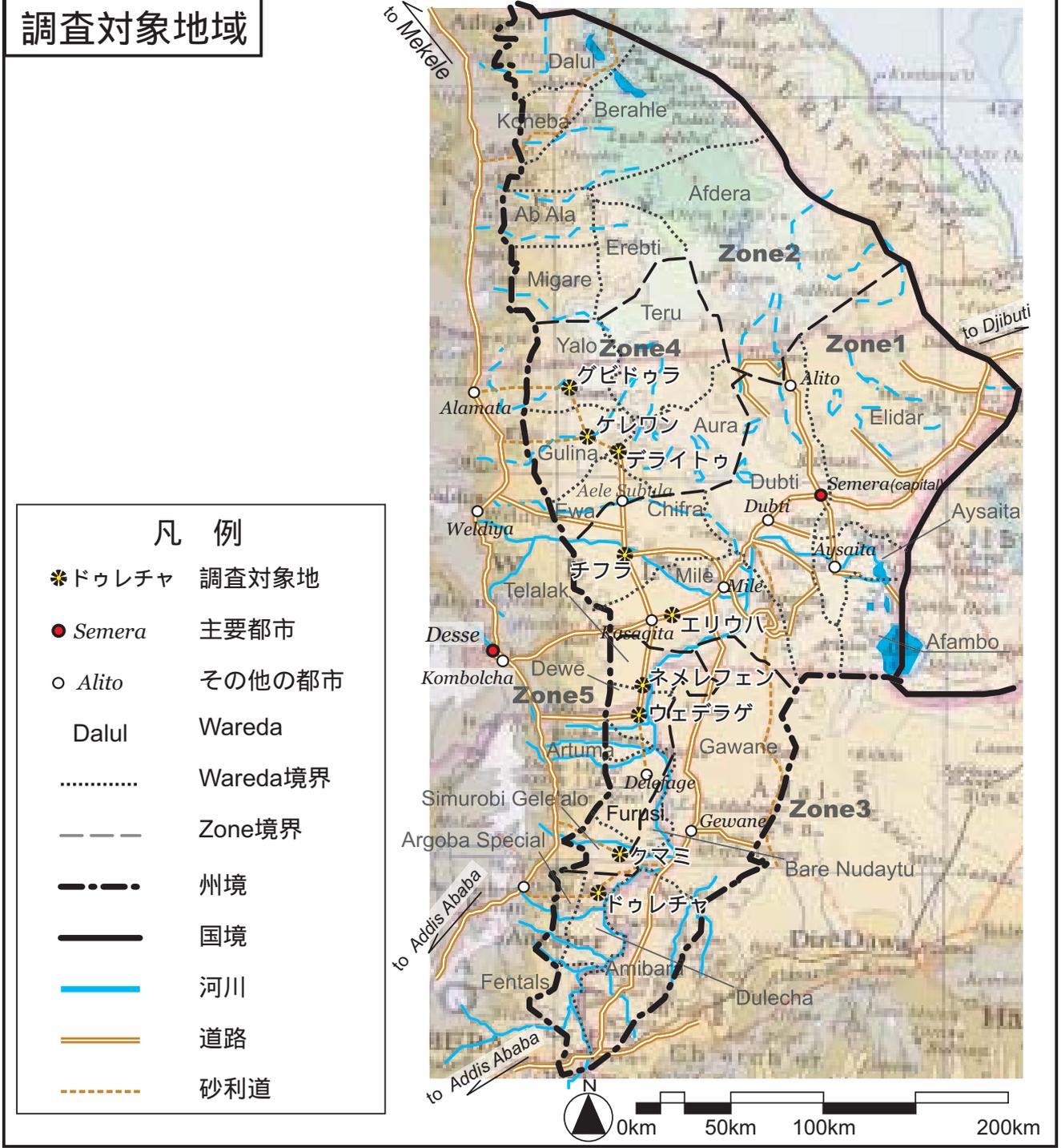
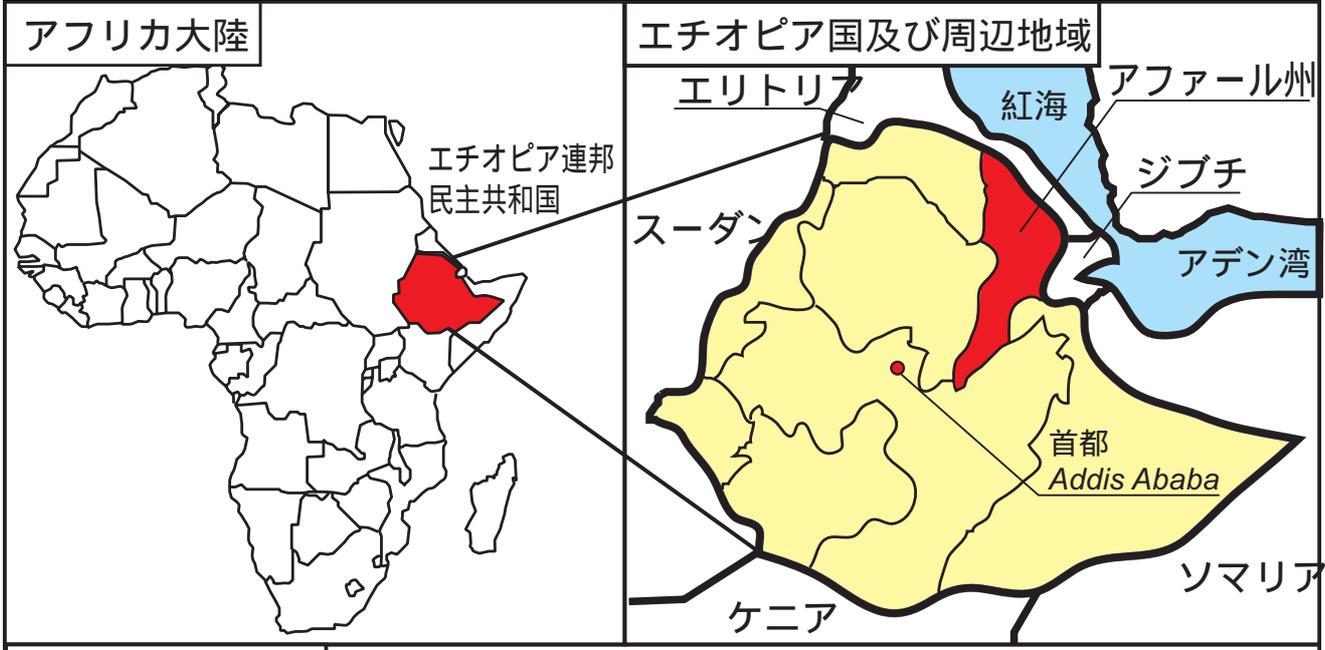
つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成 18 年 7 月

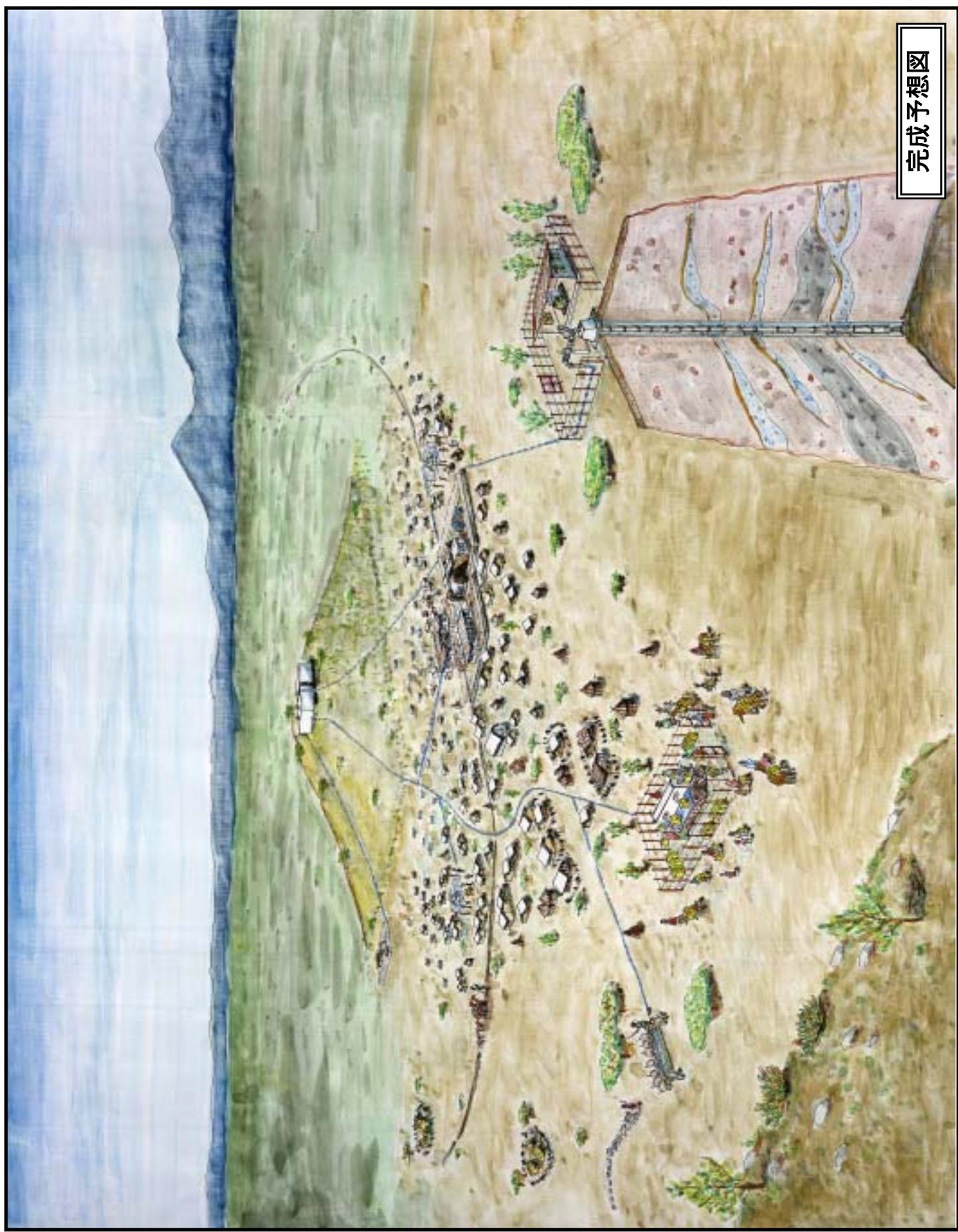
共同企業体
株式会社 協和コンサルタンツ
八千代エンジニアリング株式会社

エチオピア連邦民主共和国
アファール州基本設計調査団

業務主任 田口 雅行



完成予想図





【写真1】グビドゥラ町中心部

2000年にヤロ郡の郡町として建設された。約3km北に位置するマナフェシャ集落の住民を本町に転入させる計画が、7年前から開始され、現在約半分が終了している。



【写真2】グビドゥラ町既存井戸

エンジン駆動によるモノポンプが設置されている。地下水は水温が40℃を越え、伝導度が2600 μ S/cmと溶存成分が高い水質である。



【写真3】グビドゥラ町既存配水施設

既存配水槽(4m³)は高さが低く、写真奥に見える公共水栓のみに給水している。本町には公共水栓がこの1箇所しかない。



【写真4】ケレワン町の全景

1996年にグрина郡の郡町となった。それ以前は第4地区のゾーンセンター(役場所在地)として整備されていた。



【写真5】ケレワン町既存井戸

2000年に建設され、地下水位やポンプ機器にも特に問題ない。



【写真6】デライトゥ町中心部

1995年から住民の転入が開始され、2005年正式にアラウ郡の郡町に指定された。町へのアクセス道路状況が悪く、一部に車の轍を頼りに進む区間がある。送電線は完成しているが、ディーゼル発電機は未稼働であり、配電されて



【写真7】デライトゥ町既存井戸

エンジン駆動のモノポンプが設置されているが、4ヶ月前に故障し使用されていない。以前、ポンプを補修中に落とし、回収できなかったため、新たなポンプを適切な位置に設置できない状況にある。



【写真8】チフラ町中心部

以前から地方交通の拠点であったが、1995年、チフラ郡の郡町に指定され、役場や行政機関の事務所等が建設されてきている。



【写真9】チフラ町既存配水施設

町内には4つの共同水栓があり、そのうち2つは故障で利用できない。写真の共同水栓に住民が集中するため、ピーク時には周辺の各戸給水地域の水量と水圧が低下する。



【写真10】エリウ八町中心部

1930年代から道路建設の基地として開かれた町で、幹線道路(未舗装)の両側に家並みが形成され、商店や食堂が数十件並んでいる。ミレ郡に属すが郡町ではない(郡町はミレ町)。夕方、6時間の配電が実施されている。



【写真11】エリウ八町既存井戸

稼働中の井戸。フェンスが設置されていないため、動物が漏れた水を飲みに来り、不衛生となっている。水不足のため、過去に町の周辺で4～5本の井戸掘削を試みたが、いずれも空井戸に終わり、本井戸のみが成功した。



【写真12】ネメレフェン町中心部

1994年にタララク郡の郡町に指定され、整備されてきている。町は2つの常流河川であるタララク川とワタ川に挟まれた丘陵部に位置している。送電線は整備されているが、発電機は稼働していない。



【写真13】ネメレフェン町既存井戸

ワタ河川沿いに10年程前に建設された既存井戸。塩分濃度がやや高いため、飲用水として住民はあまり利用していない。



【写真14】ネメレフェン町近郊ワタ川沿いの湧水

ワタ川沿いにある湧水。既存井戸よりも塩分が少ないため、住民は飲用水として利用している。



【写真15】ウェデラゲ町中心部

1996年、ダウエ郡の郡町に指定され、役場等が整備されてきている。



【写真16】ウェデラゲ町既存井戸

10年程前に建設された既存井戸。町の北側の台地にある高架水槽へ十分に送水できない問題がある。



【写真17】クマミ町中心部

1999年、シミロビ郡の郡町として建設が開始された。高原から平野に抜ける途中の平坦な丘陵地にあり、主要街道から車で約1時間に位置する。



【写真18】クマミ町、売水を運んできたトラック便

給水施設が無い場合、住民は飲料水を街道沿いのショワロビ町から定期トラック便で運ばれる売水や約10km離れたワジ付近の手掘り井戸からの汲み水等に頼っている。



【写真19】ドゥレチャ町中心部

王制時代(1974年廃止)からの古い町であり、ドゥレチャ郡の郡町である。高原地帯から平野に抜ける尾根線沿いに町が発達している。主要街道から山岳道路を車で約2.5時間の位置にある。



【写真20】ドゥレチャ町既存井戸

ガイセナ川沿いに10年程前に建設された井戸。フェンスが設置されておらず、管理状況はあまり良くない。水質は良好である。



【写真21】アファール州水資源局

アファール州は州都をアサイタ市からセメラへ移し、セメラ市は現在建設途上にある人工都市である。州庁舎や関連部局の事務所等の完成に伴い、2005年州行政の各部局がセメラ市へ移転してきた。水資源局もその折、ここへ移転



【写真22】水資源局の移動工作車

世界銀行より2002年に供与された移動工作車(モビルワークショップ)。



【写真23】移動工作車の内部

移動工作車内部。旋盤やネジ切、溶接機器等の工作機械が収納されている。



【写真24】水資源局のサービスリグ

移動工作車と同時期に世界銀行から供与された米国製井戸改修用サービスリグ。100m以浅の井戸用対応とされる。

【図表リスト/略語一覧】

表一覧

表 1.1.1	各州の推計人口データ(2002 年)	1-3
表 1.2.1	対象サイトの状況	1-4
表 1.2.2	要請内容	1-4
表 1.3.1	我が国の「エ」国に対する援助活動	1-5
表 1.4.1	他ドナーの援助活動	1-5
表 1.4.2	アファール州に対する他ドナーの援助	1-6
表 2.1.1	アファール州の過去 5 年間の予算推移	2-3
表 2.1.2	州の過去 5 年間の水分野の予算推移	2-3
表 2.1.3	州が保有する水分野関連機材	2-4
表 2.1.4	社会経済状況の総括	2-8
表 2.2.1	既存水中ポンプと既存発電機の仕様	2-17
表 2.2.2	給水施設状況のまとめ	2-18
表 2.2.3	水質分析結果	2-24
表 2.2.4	調査対象地域における電気探査数と解析結果	2-23
表 2.2.5	既存井戸及び試掘井の水質分析結果	2-24
表 2.2.6	試掘結果まとめと試掘工程	2-26
表 2.2.7	既存井の揚水量と試掘井の適正揚水量	2-27
表 2.2.8	地下水汲み上げによる井戸周辺の地下水位低下量(m) 予測	2-27
表 2.2.9	JICA 環境社会配慮ガイドラインに基づく影響の程度に係る評定	2-30
表 2.2.10	スコーピングに基づく影響評価の結果	2-31
表 3.1.1	アファール州の給水率と将来の目標	3-1
表 3.1.2	施設整備の内容	3-2
表 3.1.3	調達機材の内容	3-2
表 3.1.4	プロジェクト・デザイン・マトリックス(PDM)	3-3
表 3.2.1	調査対象地域の人口増加率	3-8
表 3.2.2	将来推定人口	3-9
表 3.2.3	給水の現況	3-10
表 3.2.4	計画給水率	3-10
表 3.2.5	計画給水形態	3-10
表 3.2.6	水需要予測	3-11
表 3.2.7	最大給水量と計画井戸揚水量	3-12
表 3.2.8	対象地域の計画配水池容量	3-14
表 3.2.9	計画施設の内容	3-16

表 3.2.10	アフール州水資源局が要請している機材	3-17
表 3.2.11	井戸洗浄用長尺トラック積載内容とその重量	3-17
表 3.2.12	揚水試験用中尺トラック積載内容とその重量	3-18
表 3.2.13	調達機材の概要	3-20
表 3.2.14	プロジェクトの実施区分	3-43
表 3.2.15	資機材内容	3-45
表 3.2.16	ソフトコンポーネントの目標	3-47
表 3.2.17	ソフトコンポーネント終了時における直接的成果	3-47
表 3.2.18	成果と確認方法	3-48
表 3.2.19	活動(投入計画)	3-50
表 3.3.1	本プロジェクトの実施に関連する「工」国側の負担事項	3-54
表 3.5.1	日本側負担経費	3-58
表 3.5.2	「工」側負担経費	3-58
表 3.5.3	月間運営維持管理費用	3-59
表 4.1.1	計画実施による効果と現状改善の程度	4-1

図一覧

図 2.1.1	州水資源局の新組織	2-1
図 2.1.2	郡の行政組織と体制	2-2
図 2.2.1	グビトゥラ町既存給水施設の模式図	2-9
図 2.2.2	ケレワン町既存給水施設の模式図	2-10
図 2.2.3	デライトゥ町既存給水施設の模式図	2-11
図 2.2.4	チフラ町既存給水施設の模式図	2-12
図 2.2.5	エリウ八町既存給水施設の模式図	2-13
図 2.2.6	ネメレフェン町既存給水施設の模式図	2-14
図 2.2.7	ウェデラゲ町既存給水施設の模式図	2-15
図 2.2.8	ドゥレチャ町既存給水施設の模式図	2-16
図 2.2.9	年間平均雨量、気温、日照時間(最近5～10年平均)	2-19
図 2.2.10	アフールの地質状況と水文観測地点位置図	2-20
図 3.2.1	計画給水施設整備概念図	3-15
図 3.2.2	井戸洗浄用長尺トラック荷台内の資機材配置	3-18
図 3.2.3	揚水試験用中尺トラック荷台内の資機材配置	3-20
図 3.2.4	グビトゥラ町給水施設図	3-22
図 3.2.5	ケレワン町給水施設図	3-23
図 3.2.6	デライトゥ町給水施設図	3-24
図 3.2.7	チフラ町給水施設図	3-25
図 3.2.8	エリウ八町給水施設図	3-26

図 3.2.9	ネメレフェン町給水施設図	3-27
図 3.2.10	ウェデラゲ町給水施設図	3-28
図 3.2.11	クマミ町給水施設図(1)	3-29
図 3.2.12	クマミ町給水施設図(2)	3-30
図 3.2.13	ドゥレチャ町給水施設図	3-31
図 3.2.14	井戸標準構造図	3-32
図 3.2.15	井戸地上部標準図	3-33
図 3.2.16	発電機室構造図	3-34
図 3.2.17	配水池構造図	3-35
図 3.2.18	高架水槽構造図	3-36
図 3.2.19	弁類構造図	3-37
図 3.2.20	公共水栓構造図	3-38
図 3.2.21	家畜用水飲場構造図	3-39
図 3.2.22	事業実施体制	3-40
図 3.2.23	ソフトコンポーネント実施工程	3-51
図 3.2.24	事業実施工程	3-53
図 3.4.1	プロジェクトの運営維持管理体制図	3-55
図 3.4.2	標準的な水委員会の構成	3-57

略語一覧

AfDB	アフリカ開発銀行(African Development Bank)
AU	アフリカ連合(African Union)
B/A	銀行取極 (Banking Arrangement)
EIA	環境影響評価 (Environmental Impact Assessment)
E/N	交換公文 (Exchange of Notes)
EPA	エチオピア国環境保全局(Environmental Protection Agency)
EU	欧州連合
GDI	1人あたりの総国民所得 (Gross National Income)
HIV/AIDS	Human immunodeficiency virus/ Acquired immune deficiency syndrome
IMF	国際通貨基金 (International Monetary Fund)
JICA	独立行政法人国際協力機構 (Japan International Cooperation Agency)
JIS	日本工業規格 (Japan International Standard)
Lpcd	一日一人当りリットル (Liters per capita per day)
MDG	ミレニアム開発目標 (Millennium Development Goal)
MoFED	連邦財務経済開発省 (Ministry of Finance and Economic Development)
MoWR	連邦水資源省 ((Ministry of Water Resource)
NGO	非政府組織 (Nongovernmental Organization)

OJT	オンザジョブトレーニング(On-the -job-training)
O&M	運転維持管理(Operation and Maintenance)
PCDP	遊牧民開発プロジェクト(Pastral Community Development Project)
PRSP	貧困削減戦略書(Poverty Reduction Strategy Paper)
PVC	Polyvinyl Chloride
RC	鉄筋コンクリート(Reinforced Concrete)
SDPRP	持続発展可能な開発計画及び貧困削減計画 (Sustainable Development and Poverty Reduction Program)
TDS	全溶解性物質(Total Dissolved Solid)
TVETC	職業訓練学校(Technical Vocational Education Center)
UAP	Universal Access Program
UN	国際連合(United Nations)
UNDP	国際連合開発計画(United Nations Development Program)
UNICEF	国際連合児童基金(United Nations Children's Fund)
VAT	付加価値税(Value Added Tax)
VES	垂直電気探査(Vertical Electrical Sounding)
WWCE	水道施設建設公社(Water Works Construction Enterprise)
WHO	世界保健機関(World Health Organization)
WSDP	水分野開発プログラム(Water Sector Development Program)
WSSDP	給水衛生開発プログラム(Water Supply and Sanitation Development Program)

要約

要 約

エチオピア連邦民主共和国(以下「エ」国と称す)は、東アフリカのいわゆる「アフリカの角」地域にある内陸国である。北はエリトリア、北東はジブチ、東をソマリア、南をケニア、西はスーダンに接し、総面積は109.7万km²(日本の約3倍)、人口6,860万人、GNIは62億ドル、一人当たりGNIは90ドル(2003年世銀)である。「エ」国の経済は、17年に及ぶ内戦や旱魃により極度に疲弊したが、1995年に一旦回復し、安定に向かった。しかし、その後の旱魃被害やエリトリアとの国境紛争による難民・避難民の大量発生などによる傷跡は甚大であった。政府は2000年に「第2次国家開発5ヶ年計画(2000-2005)」、2002年に「貧困削減戦略ペーパー(SDPRP)」を策定し経済の安定化に取り組んでいる(現在、SDPR (2005-2010年)を策定中)。連邦政府は、水セクターを重要課題の一つに挙げ、「水セクター開発プログラム(WSDP2002-2016)」を策定し、貧困削減と持続的成長のための水資源開発を重要視している。また、UNが提唱するミレニアム開発目標(MDG:給水分野では2015年までに安全な水の普及を63%とすることを目標としている)に対しては、「エ」国政府の戦略プランとして、Universal Access Program (UAP)を提唱し、2012年までに100%の給水普及率を達成するという目標を立てている。

「エ」国の安全な水へのアクセス率の現状は24%と、サブサハラ平均の54%(2002年UNDP)と比較しても極めて低い数値にとどまっている。人口の85%を占める村落部の住民は、生活用水の確保に多大な時間と労力を費やせざるを得ず、そのことが貧困を助長する一因となっている。特に近年は、度重なる大旱魃によって水不足が社会・経済に深刻な影響を及ぼしており、安全で安定した水の供給は基礎教育・保健医療・農村開発等と密接に関連する横断的な課題となっている。

1994年から始まった「エ」国現政権の地方分権化政策により、給水・衛生事業は各州政府に移管され、さらに近年では、郡レベルの水デスクが事業実施主体となるべく改革が進められている。しかし、地方行政の予算確保、人材育成は遅れており、各州政府が独自に給水事業を展開するためには、技術者の早急な育成と給水施設の建設、及び適切な維持管理体制の構築が急務である。

アフール州は首都アディスアベバの北東部にあり、人口約127万人、面積92,371km²で、その殆どが大地溝帯の北西部に位置し、標高300m以下の土漠平原となっており、年平均降雨量は約150mmの乾燥気候帯である。アフール州は厳しい自然条件から遊牧民が多く、「エ」国において最も貧しい州の一つとされている。給水率は2001年で全国平均が30.9%であるのに対し、同州では16.5%と立ち遅れている。上記「水セクター開発プログラム」でも、同州の2001年における都市部44%、村落部14.0%の給水率を、2016年には都市部90%、村落部62%(平均65.1%)に引き上げる計画であり、給水状況の改善が急務とされている。

こうした状況の下、アフール州政府は、2001年、同国の政府を通じて、我が国に対しアフール州の地

方給水事業推進のための無償資金協力を要請した。この要請に基づき、独立行政法人国際協力機構（JICA）は2002年11月、同時に要請された地下水開発案件と合わせ、予備調査を実施し、基本設計調査を実施する必要性・妥当性・緊急性の確認をおこなった。その結果、要請の緊急性が高く、協力効果が大きいと判断され、「アフール州・ソマリ州地方給水計画」が優先案件として選定された。ただし、ソマリ州は予備調査後の追加情報に基づき、主として治安状況、実施機関の脆弱性の懸念、地下水ポテンシャルの低さを理由として計画から除外された。JICAはその後の情報を加味し、平成18年1月5日から5月10日まで基本設計調査団を「エ」国に派遣し、調査団は「エ」国側実施機関であるアフール州水資源局との協議、現地調査ならびに関連資料の収集等を実施した。帰国後、国内作業において協力内容の妥当性、適切な内容・規模の給水施設計画と資機材調達計画ならびに技術協力につき検討し、基本設計概要書を作成した。JICAは平成18年6月4日から6月14日まで基本設計概要書説明調査団を現地に派遣し、州水資源局に対して同概要書の内容を説明し協議をおこない、基本設計について合意を得た。

原要請の内容はアフール州の9町を対象とし、既存給水施設の拡張・改修工事、既存井戸の改修用サービスリグと移動工作車（モバイル・ワークショップ）各1式の調達、水資源局及び郡レベルの水デスク（給水施設担当）職員に対する給水施設の維持補修に関する技術力の向上策であった。現地調査と国内解析の結果、対象9町における給水施設の緊急的整備の必要性を確認したため、2010年を計画目標とし、地下水を水源とする給水施設を整備することとした。また、要請された調達機材のうち、浅井戸用改修用サービスリグやモバイル・ワークショップは水資源局が既に1台ずつ所有していることが解ったため、将来の事業推進に配慮し、これら機材と重複しない深井戸用の改修機材搭載トラックと揚水試験機材搭載トラックの補充に変更した。さらに、ソフト・コンポーネントにより、水資源局を対象とした井戸改修技術の向上と対象町の水委員会と郡に水デスクに代わって設置される水・衛生事務所に対する給水施設の維持管理技術の向上に係る技術支援を実施するが合意された。原要請内容と日本の協力範囲を表-1、施設整備内容を表-2、調達機材の内容を表-3にそれぞれ示す。

表-1 原要請内容と日本の協力範囲

項目	原要請の内容	日本の協力範囲	備考
対象地域	アフール州の9町	同左	内8サイトは郡町
施設建設	既存給水施設の拡張・改修（井戸建設、配水池、配水管、公共水栓、既存井戸の改修を含む）	2010年を目標とした給水施設の整備（施設内用は同左）	
機材調達	・井戸改修用サービスリグ及び工具類1式 ・モバイル・ワークショップ機材及び工具類1式	井戸改修用機材 ・井戸改修機材搭載トラック1式 ・揚水試験機材搭載トラック1式	既存機材と重複せず、不足している機材等を補充する。
技術支援	水資源局及び水デスク職員に対する能力向上の技術移転 ・給水施設の維持運営技術	ソフト・コンポーネントによる技術支援 ・井戸改修技術の向上 ・給水施設の維持運営技術の向上	

表-2 給水施設の内容

施設名	整備内容	数量	適用
水源施設	試掘井の生産井への利用	6 井	試掘井は基本設計調査にて実施
	深井戸の建設	6 井	
	既存井戸の改修	3 井	ソフト・コンポ-ネントにより実施
	水中ポンプ、発電設備	12 セット	
	発電機室の設置	12 棟	
送水・導水施設	配管 50mm ~ 75mm、付帯設備含む	21,280m	
配水施設	配水池 ; 50m ³ ~ 130m ³	6 基	
	高架水槽 ; 50m ³ 、H=6m	1 基	
	配水管 50mm ~ 100mm、付帯設備含む	19,740m	
	公共水栓	28 基	
	家畜用水飲み場	1 基	

表-3 機材調達の内容

施設名	整備内容	数量	適用
既設井戸改修用機材	3t クレーン付き長尺トラック、総積載重量 10t	1 台	井戸洗浄機材搭載型
	3t クレーン付きトラック、総積載重量 6t	1 台	揚水試験機材
	揚水試験用水中ポンプ (2 台)、発電設備	1 式	
	井戸洗浄用工具	1 式	
	簡易水質試験器具	1 式	

本プロジェクトにおける日本側の実施内容は E/N 後、詳細設計および入札業務に約 8 ヶ月、機材調達に 4 ヶ月を予定している。また、9 町の給水施設の建設に 15.5 ヶ月を予定し、全体で 28 ヶ月の工期を見込んでいる。また、ソフトコンポーネントは 2 課題に対し、同期間中に日本から 1 名づつの専門家を派遣して実施する予定である。

本計画に必要な概算事業費の総額は 596 百万円 (日本側事業費 578 百万円、「工」国側事業費 18 百万円) と見積もられる。

本事業を実施することによる裨益効果は次のとおり考察される。

- 施設建設による効果

直接効果: 本事業により建設される 9 町の給水量は、2006 年の 408m³/日から計画目標 2010 年には日最大で 1,702m³/日に増加される。これらの水量による給水人口はそれぞれ、16,320 人 (推計値) から 34,350 人に増える。給水率も同様に、49.4% から 75.6% に改善される。これ

により、上位計画「水セクター開発プログラム(WSDP2002-2016)」において、アフール州の2011年目標の都市における給水人口を8%引き上げることができる。

間接効果:良好な水質の水が供給されることにより、水に起因する皮膚炎、下痢などの疾病率が低減される。また、水汲みの労働が軽減され、主要な担い手である婦女子の社会進出や労働機会の創出、子供の学習時間の増加等が期待される。

- 機材調達、ソフト・コンポーネントによる効果

直接効果:水資源局の井戸改修技術が向上し、既存施設の改修・補修要望に迅速に応えることができるようになる。また、対象9町に全て水委員会が組織され、給水施設の運営・維持管理が円滑に実施されるようになる。

間接効果:アフール州における井戸改修事業が独自に推進され、地下水の有効利用の向上が図られる。また、給水施設の運営・維持管理の技術を他の町に応用することにより、州の維持管理効率の向上に寄与することができる。

本プロジェクトは上記のとおり効果が期待されることから、我が国の無償資金協力を実施することの妥当性が確認される。さらに、本プロジェクトの運営・維持管理についても、相手国側体制は人員・資金とも十分で問題ないと判断される。特に、以下の点が改善・促進されれば、本プロジェクトはより円滑かつ効果的に実施され、事業の継続性にも大いに寄与するものと考えられる。

- (1) アフール州にとって日本の無償資金協力を受けるのは初めての経験であり、他国からのプロジェクト援助の経験も少ない。したがって、無償資金協力のシステムに従い、実施機関として負うべき責任事項等の理解が十分でないと思われる。したがって、中央政府の十分な支援の下、過去に実施された他州でのプロジェクト経験を調べ自らの理解を深め円滑に事業を推進することが肝要である。
- (2) プロジェクトで実施される技術移転はアフール州の今後の技術力の向上にとって重要である。プロジェクトに関わるカウンターパートやソフトコンポーネントによる対象者の各要員は、将来の同州の給水事業を推進する中心的人材となることが期待されている。従って、各要員はその役割の重要性を自覚して業務に携わり、自発的に技術を吸収する姿勢で臨むことが求められる。
- (3) 州水資源局では、技術者の養成と組織力の向上が緊急課題である。したがって、JICA が実施している「地下水開発・水供給訓練センター」の各種研修への参加に、今後できるだけ多くの機会が与えられるよう配慮されることが望まれる。これによって、本プロジェクトとの連携に積極的な意識付けがなされると同時に、水資源局の技術力向上に大きく貢献できる。

基本設計調査報告書

目次

序文

伝達状

位置図 / 完成予想図 / 写真

図表リスト / 略語一覧

要約

目次

第1章 プロジェクトの背景・経緯	1-1
1.1 当該セクタの現状と課題	1-1
1.1.1 現状と課題	1-1
1.1.2 開発計画	1-2
1.1.3 社会経済状況	1-3
1.2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要	1-4
1.3 我が国の援助動向	1-5
1.4 他ドナの援助動向	1-5
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	2-3
2.1.3 技術水準	2-3
2.1.4 既存の施設・機材	2-4
2.2 プロジェクト・サイト及び周辺の状況	2-5
2.2.1 対象地区の社会経済状況	2-5
2.2.2 給水施設の整備状況	2-9
2.2.3 自然状況	2-19
2.2.3.1 自然概況	2-19
2.2.3.2 水理地質条件	2-21
2.2.3.3 試掘井掘削と生産水量	2-22
2.2.4 プロジェクトの環境社会配慮	2-28

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 協力対象事業の基本設計	3-4
3.2.1 設計方針	3-4
3-2-1-1 対象地区の選定方針	3-4
3-2-1-2 施設建設に関する基本方針	3-4
3-2-1-3 機材調達に関する基本方針	3-6
3-2-1-4 運営・維持管理能力に関する基本方針	3-6
3-2-1-5 安全管理に関する基本方針	3-7
3.2.2 基本計画	3-8
3.2.2.1 設計条件	3-8
3.2.2.2 施設計画	3-14
3.2.2.3 資機材計画	3-17
3.2.3 基本設計図	3-21
3.2.4 施工計画/調達計画	3-40
3.2.4.1 施工方針/調達方針	3-40
3.2.4.2 施工上/調達上の留意事項	3-42
3.2.4.3 施工区分/調達区分	3-43
3.2.4.4 施工監理計画/調達監理計画	3-43
3.2.4.5 品質管理計画	3-45
3.2.4.6 資機材等調達計画	3-45
3.2.4.7 ソフトコンポーネント計画	3-46
3.2.5 実施工程	3-53
3.3 相手国側分担事業の概要	3-54
3.4 プロジェクトの運営・維持管理計画	3-55
3.4.1 運営・維持管理に関する組織	3-55
3.4.2 アファール州水資源局の維持管理体制	3-55
3.4.3 郡の水・衛生事務所の役割	3-56
3-4-4 対象地域水委員会の役割	3-56
3.5 プロジェクトの概算事業費	3-58
3.5.1 協力対象事業の概算事業費	3-58
3.5.2 運営・維持管理費	3-59
3-5-2-1 運営・維持管理費	3-59

3-5-2-2水料金の試算	3-59
3 6 協力対象事業実施にあたっての留意事項	3-60

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

4 1 プロジェクトの効果	4-1
4 2 提言	4-3
4 3 プロジェクトの妥当性	4-4
4 4 結論	4-4

【資料】

1. 調査団員氏名、所属	A-1
2. 調査行程	A-2
3. 面会者リスト	A-4
4. 討議議事録 (M/D)	A-6
5. 事業事前計画表	A-19
6. 参考資料 / 入手資料リスト	A-22
7. その他の資料・情報	A-24
(1) 先方政府の負担工事の概算費用	A-24
(2) 電気探査結果	A-25
(3) 試掘結果	A-56
(4) 社会経済調査結果	A-91
(5) 水中ポンプ及び送水管に関する水理計算	A-114
(6) 発電機及消費燃料の算出	A-115
(7) 配水管の水理計算	A-116
(8) 運営維持管理費の算出	A-121

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

(1) 現状

エチオピア連邦民主共和国(以下「エ」国と称す)は、東アフリカの「アフリカの角」地域にある内陸国である。北はエリトリア、北東はジブチ、東をソマリア、南をケニア、西はスーダンに接し、総面積は109.7万km²(日本の約3倍)、人口6,860万人、GNIは62億ドル、一人当たりGNIは90ドル(2003年世銀)である。「エ」国の経済は、17年に及ぶ内戦や旱魃により極度に疲弊したが、1995年に一旦回復し、安定に向かった。しかしながら、旱魃被害やエリトリアとの国境紛争による難民・避難民の大量発生などによる傷跡は甚大であり、政府は2000年に「第2次国家開発5ヶ年計画(2000-2005)」、2002年に「貧困削減戦略ペーパー(SDPRP)」を策定し経済の安定化に取り組んでいる(現在、SDPR (2005-2010年)を策定中)。

また、UNが提唱するミレニアム開発目標(MDG:給水分野では2015年までに安全な水の普及率を63%とすることを目標としている)に対しては、「エ」国政府の戦略プランとして、Universal Access Program (UAP)を提唱し、2012年までに100%の給水普及率を達成するという目標をたてている。

(2) 課題

「エ」国の安全な水へのアクセス率の現状は24%と、サブサハラ平均の54%(2002年UNDP)と比較しても極めて低い数値にとどまっている。人口の85%を占める村落部の住民は、生活用水の確保に多大な時間と労力を費やせざるを得ず、そのことが貧困を助長する一因となっている。特に近年は、度重なる大旱魃によって水不足が社会・経済に深刻な影響を及ぼしており、安全で安定した水の供給は基礎教育・保健医療・農村開発等と密接に関連する横断的な課題となっている。アファール州は、首都アディスアベバの北東部に位置し、その殆どが大地溝帯の北西部を占める標高300m以下の土漠平原で、年平均降雨量は約150mmの乾燥気候帯で、村落部給水率は14.0%にとどまっている。

前述の国家政策においても水セクターは重要課題の一つに挙げられ、「水セクター開発プログラム(WSDP2002-2016)」が策定され、貧困削減と持続的成長のための水資源開発が重要視されている。1994年から始まった「エ」国現政権の地方分権化政策により、地方給水事業は各州政府に移管され、さらに近年では、郡レベルの水デスクが事業実施主体となるべく改革が進められている。しかし、地方行政の予算確保、人材育成は遅れており、各州政府が独自に給水事業を展開するためには、技術者の早急な育成と給水施設の建設、及び適切な維持管理体制の構築が急務である。

1-1-2 開発計画

(1) 貧困削減戦略(SDPRP)

2002年9月、IMF/世銀はエチオピア国の貧困削減戦略書 (PRSP: Poverty Reduction Strategy Paper) である「持続発展可能な開発および貧困削減計画 (SDPRP: Sustainable Development and Poverty Reduction Program)」を採択した。PRSPの下、エチオピア国政府は、国家予算とドナーの資金支援を一元的に監理し、水、教育、道路、農業、保健の優先5分野に対する公共投資を進めている。水分野は灌漑、水力発電、流域開発、地下水開発を含み、給水率の向上を住民、行政、ドナー、NGOなどの広範囲な関係者が参加し達成することを目標としている。

(2) 水分野開発計画 (WSDP)

SDPRPに沿って策定された水セクターの開発計画 (2002 - 2016) は、水資源開発ポテンシャル評価に基づいて、給水、灌漑等の各サブセクターにおける短・中・長期目標を設定し、投資計画を含むアクションプランを提示している。これはエチオピア国水資源省が策定した「水分野開発計画 (WSDP: Water Sector Development Program) 2002年」であり、この開発計画の中で「給水衛生開発プログラム (WSSDP: Water Supply and Sanitation Development Program)」が策定され、2001年を基準年とし、目標2016年までを5年づつに区分して、都市および地方給水の普及率を全国および各州別に設定し、その目標を達成するための給水施設の年次建設計画と投資金額が提案されている。

2003年1月に策定された「全国給水衛生基本計画 (National Water Supply and Sanitation Master Plan)」において、上記WSSDPの目標値について財政的制約および制度的制約からレビューがなされている。その結果、WSSDPで提案された高い目標シナリオの実現のために、財源確保と地方給水の実施機関である州政府や郡レベルの要員確保および能力開発の必要性、ならびにその実現のための基本計画が提案されている。この中で、地方分権化政策に沿って、計画策定と実施の拠点を全国550の郡とし、住民参加型方式による開発を目指し、持続的な給水施設整備と維持管理には、裨益住民に応分の負担を課すことが政策の基調となっている。

(3) Universal Access Program (UAP)

2005年12月、水資源省はWSDPをより現実的に遂行する方向で見直し「Universal Access Program (UAP)」を策定した。この中で2012年を目標とし、都市部における1人当たり給水量を20L/日とし、目標年には100%の普及率とするとしている。また、地方における目標年の水供給率を98%に向上するものとしている。

(4) 地方分権化政策

地方分権化政策は、1994年に憲法で定められた基本政策であり、エチオピア国の地方開発における現行の政策の中で最も留意すべき政策である。エチオピア国連邦政府は、2002年から地方分権化にむけて州レベルの予算配分を開始した。州への公布額は州の人口、開発レベル、州税収等に基づき算出し、ブロック・グラント (州に用途の裁量権を持たせる) として配分される。州政府はその中から、一定額を郡へブロック・グラントとして再配分している。

地方分権化の導入により、中央集権的な経済からエチオピアの特徴である多民族社会としての「国内の多様性」を念頭において、民主化を促進し住民と政府との関係を緊密にする。さらに、州政府は地方のニーズを的確に把握し、住民は行政サービスの恩恵を受け易くする効果が期待される。しかし

ながら、郡レベルの職員の専門性と職務経験の不足は依然として解消されていないため、地方分権化の効果の発現にはなお課題が少なくない。

1-1-3 社会経済状況

(1)人口、産業

アフール州は首都アジスアベバ市の北東部に位置し、面積 92,371km²を有する内陸州である。同州の行政区は州政府が統括し、その下に 5 地区 (Zone) 事務所、さらに 29 郡 (Woreda) 役場に分割されている。郡はさらに 32 町と最小単位である 326 の村に分かれている。同州の人口は、127 万人 (1993 ~ 96 年国勢調査を基にした 2002 年推計値)、「エ」国総人口の約 2%に相当する。また、都市部人口は約 10 万人 (州全体人口の 8%)、村落部は約 117 万人 (同 92%)と推計されている。

表 1.1.1 各州の推計人口データ(2002 年)

州・市・特別区	地区数	群数	面積(km ²)	人口(千人)	人口密度 (千人/km ²)
アジスアベバ市	6	28	530	2,646	4.992
オロミア州	12	180	353,007	23,704	0.067
アムハラ州	11	106	159,174	17,205	0.108
南部諸民族州	14	77	112,343	13,293	0.118
ソマリ州	9	44	321,737	3,898	0.012
ティグライ州	4	35	50,079	3,901	0.078
アフール州	5	29	92,371	1,272	0.014
ヘニヤングル・ゲムズ州	3	20	49,289	565	0.011
ディレダワ州	1	2	1,213	342	0.282
ガンベラ州	4	8	25,802	222	0.009
ハリ特別区	1	1	311	172	0.553
合計	79	530	1,165,856	67,220	0.0578

出典：「エ」国統計公社(CSA)推計値

アフール州は厳しい自然条件から遊牧民が多く、「エ」国において最も貧しい州の 1 つとされている。「エ」国はアムハラ、ティグレ、オロモ、アフール、バントー族など 70 以上の部族から構成されているが、アフール州はイスラム教徒であるアフール族が 90%以上を占めている。現在、「エ」国政府は遊牧民の定住政策の一環として農業と牧畜の兼業化促進計画を実施中である。なお、アフール州の中央に位置するドゥプチ町やミレ町などのようにアムハラ族が移住して主たる部族となった町もある。

(2) 道路、交通

主要幹線は、首都アジスアベバを中心として地方都市及び隣国へ延びており、中でも隣国ジブチ、ケニアを結ぶ国道は経済活動の重要路線となっており全線が舗装されている。対象町へのアクセスは州南端のアワシユ市から州中央まで北上し、ジブチ国へ抜けるアジスアベバ～ミレ～ジブチ線とアフール州境に近いアムハラ州側高原を南北に通過するアジスアベバ～デッセ～メケレ線からの支線道路を利用することになる。主要道路は舗装され、年間を通じ特に問題はないが、対象町への地方道路は、砂利舗装や未舗装となっており、渡河地点も多くある。そのため、雨期には通行困難となる可能性が高いため、地域の移動には 4WD 車が不可欠である。

1-2 無償資金協力の背景、経緯、および概要

アフール州政府は、2001年、連邦財務経済開発省(MoFED)を通じて、我が国に対し同州の地方給水事業推進のための無償資金協力を要請した。JICAは同時期に他州から要請された地下水開発案件と合わせ、2002年11月に予備調査を実施し、基本設計調査を実施する必要性・妥当性・緊急性の確認を行なった。その結果、同州の開発は緊急性が高く、協力効果が大きいと判断され、「アフール州・ソマリ州地方給水計画」が最優先案件として選定された。ただし、ソマリ州は、その後の追加情報に基づき、主に治安状況、実施機関の脆弱性、地下水ポテンシャルの低さを理由に本計画の対象から外された。

以上を背景とし、予備調査及びその後の貴機構事務所からの追加情報を踏まえ、適切な無償資金協力の基本計画を策定することを目的とし、国際協力機構は基本設計調査団を派遣することを決定した。

「エ」国から要請された計画の対象サイトは表 1.2.1 に示すアフール州の中核となる 9 町であり、計画の内容は表 1.2.2 に示す通り、既存給水施設の拡張・改修工事、既存井戸の改修用サービスリグと移動工作車(モービル・ワークショップ)の各 1 式の調達、水資源局及び郡レベルの水デスク(給水施設担当)職員に対する給水施設の維持補修に関する技術力の向上策であった。

表 1.2.1 対象サイトの状況

町名	郡名	推定現在人口(人)	優先順位	現状の問題点
1) グビドゥラ	ヤロ	1,500	2	水量不足、水質(鉱物の高含有)
2) ケレワン	グリナ	4,650	8	水量不足
3) デライトゥ	アウラ	3,650	3	井戸の故障による給水停止
4) チフラ	チフラ	6,510	5	水量、水圧不足
5) エリウハ	ミレ	5,400	7	水量不足、水圧不足
6) ネメレフェン	テララク	3,150	4	水量不足、水質(塩分濃度)
7) ウエデラゲ	ダウエ	3,450	6	水量不足
8) クマミ	シミロビ	2,350	1	給水施設が無く、売水業者に頼っている
9) ドゥレチャ	ドゥレチャ	2,400	9	水量不足
合計		33,060		

表 1.2.2 要請内容

分野	原要請の内容	備考
施設建設	既存給水施設の拡張・改修 (井戸建設、配水池、配水管、公共水栓、既存井戸の改修を含む)	太陽光発電型施設を希望
機材調達	井戸改修用サービスリグ及び工具類 1 式 モービル・ワークショップ機材及び工具類 1 式	
技術支援	水資源局及び水デスク職員に対する能力向上のための技術移転および給水施設の維持運営技術	

1-3 我が国の援助動向

水分野における我が国の援助は、有償資金協力によって1974年に水井戸掘削事業団 (Water Well Drilling Agency) を設立したことに遡ることができる。その後、「エ」国における内戦等により、我が国の協力分野は食料援助・食料増産援助、保健・医療分野など人道的観点に立った無償資金協力や研修員受け入れおよび青年海外協力隊の派遣を中心として技術協力に限定されていた。1991年5月の内戦終結後、本格的な協力を開始した。我が国は水供給を協力の重点分野の一つとし、これまで表1.3.1に示す協力を実施してきている。

表 1.3.1 我が国の「エ」国に対する援助活動

協力の形態	案件名(年代)	事業の内容
1) 無償資金協力	地方都市給水計画(1997-2000)	地方 11 都市の共同水栓型水道システム整備 (36.45 億円)
	地方給水計画(2002 年 11 ~ 12 月)	本計画の予備調査
	南部諸民族州給水計画(2005-2007)	103 村落の給水施設建設、掘削関連資機材(10.39 億円)
	アムハラ州給水計画(2005-2006)	掘削関連資機材(4.99 億円)
2) 技術協力	地下水開発・水供給訓練計画(1997-2005,フェース、2005-2008,フェース)	
	アジズ・アベバ市地下水管理計画(2003、在外基礎調査)	
	アフリカ地域水資源管理、乾燥地における水管理環境管理コース(1998~、国別研修)	
3) 開発調査	11 地方都市水供給、衛生改善計画調査(1995-1996)	
4) 青年海外協力隊	水質検査(2001-2003)	

特に、近年は地方部での給水率の向上を図るため、技術協力プロジェクト「地下水開発・水供給訓練計画」において、地下水開発と村落給水に重点をおき、各州の水資源開発を担当する局や公社の職員を対象に訓練を実施してきている。1998～2005年まで、地下水探査、井戸掘削、給水施設管理、機械整備、電気整備、住民参加促進などのコースに参加した訓練生は1,188人にのぼっている。

1-4 他ドナーの援助動向

「エ」国に対する日本以外のドナーの活動は表 1.4.1 に示す通りである。

表 1.4.1 他ドナーの援助活動

ドナー	援助内容
1) 世界銀行	Water Supply and Sanitation Project (2005-2010、5年間で116百万ドル(75%はワトローソ)の給水支援(うち5割強が村落給水で、全国230ワラダ(郡)を対象)。
2) EU	Water Facility Program (全体で180百万ユーロの無償資金協力(但し、EUが50%の資金、残りを他のドナーやNGOが受け持つ。給水・衛生に関する290プロジェクトが採用され2006年より3年以内で完了見込み)。
3) AfDB	Africa Rural Water Supply and Sanitation Initiative(アフリカ地域の9カ国を対象に、2015年までに村落給水普及率は80%まで高めることを目標。「エ」国に対しては2006-2010年までの5年間で203郡を対象にUS\$64Mの無償援助を計画)。

アファール州に援助してきているドナーは世界銀行、UNICEFが主であり、他にアフリカ連合やイタリア政府などが小規模の水供給計画を実施しているものの、厳しい自然環境や住民の多くが遊牧民であると

いう社会状況の特異性から他州に比べ援助は少ない。主なプロジェクトは表 1.4.2 の通りである。

表 1.4.2 アファール州に対する他ドナーの援助

ドナー	援助内容
1) 世界銀行	Water Supply and Sanitation Project の一環で 25 都市給水計画。(2002 年、アサイタ市を対象とし、深井戸 1 本建設、井戸改修機材の供与)。
2) UNICEF	50 サイト井戸掘削ハンドポンプ設置計画(2004～2005 年、浅井戸用掘削機 1 式、50 井建設用資機材の供与)。
3) OAU (現 AU)	ハリダン、ファロ村水供給計画。(2004 年、井戸掘削、高架水槽建設、ポンプ・発電機セット設置、配管、共同水栓・家畜水飲み場設置等)
4) イタリア政府	ボレハレ町水供給計画。(2003 年、井戸掘削、配水池建設、水中ポンプ・発電機セット設置、配管、共同水栓設置等)

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

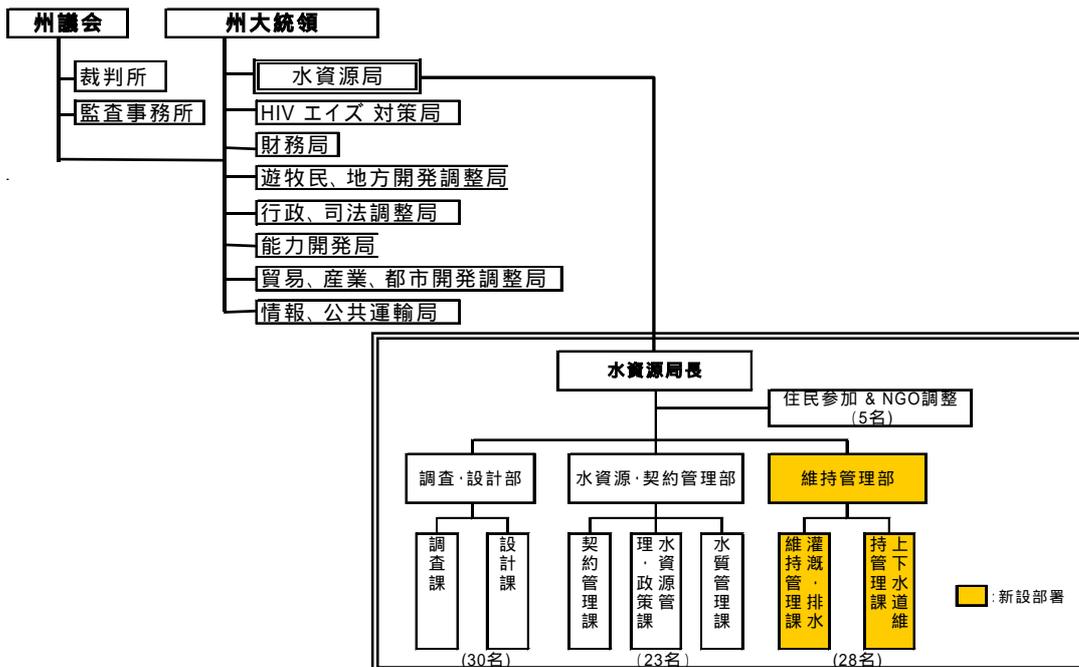
2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

本プロジェクトの実施機関は州水資源局である。州水資源局は 2002 年の地方分権化に伴い、郡レベルの行政権を拡充するため維持管理部を解体し、関連職員を郡の水デスクへ移管した。水デスクでは郡の行政部署のひとつである遊牧・地方開発調整事務所の管轄下にあり、郡内にある水供給施設を円滑に維持管理するのが使命である。しかしながら、水デスクの担当官の技術力も低く、予算も十分でないため、郡は故障した施設の点検・補修を水資源局に依頼し、局が技術員を派遣し、局の予算から機器の購入や修理費を捻出し対応せざるを得ない状況が恒常化し、地方分権の本来のシステムになっていなかった。このような状況を改善するため、州水資源局は局内に維持管理部を再構築することをアファール州議会に提案し、概ね承認された。郡レベルにおいても、水デスクに代わって水・衛生事務所を新設し、自主管理能力の向上を図る計画である。

(1) 州水資源局の実施体制

本プロジェクトの主管官庁はアファール州、実施機関は州水資源局である。州資源局は、2006年4月、組織を図 2.1.1 に示す通り改定することを州議会に上程し、議会で承認された。また、これに伴い郡レベルで給水施設の保守、運転を担当していた、水デスクを廃止し、水・衛生事務所として独自の予算を持った部署に格上げした。これら措置を通じて、州における水供給施設の運営管理の向上を目指している。本プロジェクトの実施機関である州水資源局の新組織を図 2.1.1 に示す。



州水資源局の水資源局は州大統領の直屬に位置しており、調査・計画部(30名)、水資源・契約管理部(23名)、新たに編成される維持管理部(28名)から構成される。調査設計部は調査課と設計課に、水資源・契約管理部は契約管理課、水資源管理政策課、資料分析調査・基準課、さらに維持管理部は灌漑・排水維持管理課と上下水道維持管理課により構成される。水資源局の組織改定前には28名の専従職員28名が所属し、と州管轄の支援臨時補助員約100名が活動していた。「維持管理部」が創設された新体制では局長以下、専従職員が86名に増員される予定である。

本プロジェクトによって完成される水供給施設は対象町の水委員会が運転管理を実施することになる。州水資源局では維持管理部が定期的なモニタリング活動を通じて、施設の維持管理、運営状況を検証し、必要に応じて施設の点検・補修や運営に関する助言・勧告等をおこなう。

(2) 行政組織と水供給施設の管轄

各対象町では水委員会が自主的に水供給施設の運営管理、料金徴収等の責任をもっているが、通常水委員会には機械電気整備の専門的知識を有する人材が乏しいため、施設が故障した場合の修理や整備は郡行政の一部である水デスクが対応することになっていた。しかしながら、水デスクは遊牧・地方開発調整事務所の下部署であるため、独自の予算がなく職員の技術力も十分でないため、施設が故障した場合には迅速な対応が取れなく、住民への給水が滞ることがしばしば起こっている。そのような場合には、郡は自らの裁量により州から交付される予算を使用して施設の維持補修する責任があるものの、多くの場合、郡は水資源局に対し修理や点検を要請し、水資源局は職員を派遣し、機材の修理や機器の交換など必要な措置を取っており、技術的にも財政的にも水資源局の支援が不可欠な状況となっている。そのため、アフール州水資源局は郡における技術レベルと対処能力を高めることが不可欠との認識により、2006年4月、郡の水デスクを廃止し、新たに水・衛生事務所を郡行政の1部として昇格させ、技術職員を充実と独自の予算配分ができるよう組織を改めることとした。これにより、本プロジェクトによって建設される水供給施設の維持管理が確実に実施できる体制を構築するとしている。

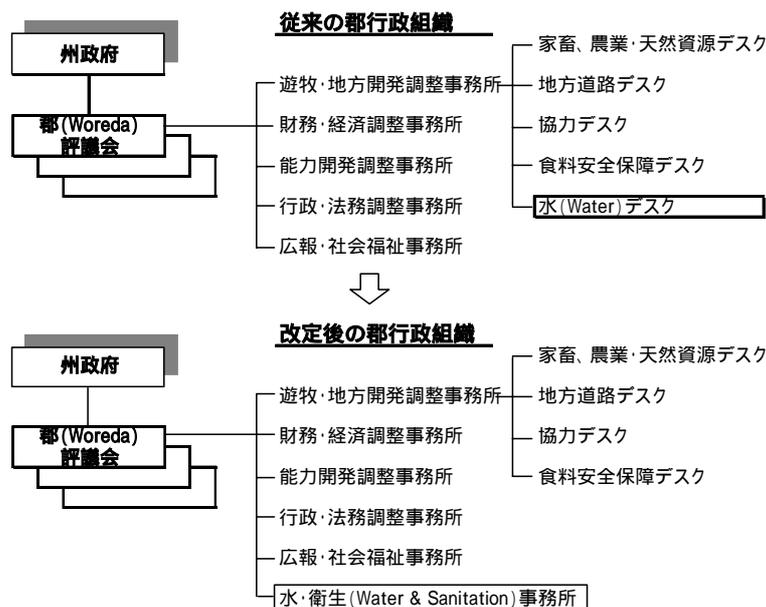


図 2.1.2 郡の行政組織と体制

2-1-2 財政・予算

アファール州全体の過去5年間の予算推移は表2.1.1の通りである。予算は連邦政府から交付され、州政府管轄予算と郡管轄予算で構成されている。この他に連邦政府を経由した無償・有償の外資がある。州総予算は2002、03年と増加したが、地方分権化への移行期にあたり、また州都移転に伴う行政機能の停滞があった04年と05年には減額されたものの、06年には減額前程度に増額され、今後も安定的に増加することが期待される。アファール州の29郡に対する予算は05年から分離計上され、総州予算額の40%以上を占めている。郡は自治組織であり、予算の適正使用と報告の義務を有している。

州予算の総額に占める水分野予算は概ね4%台を維持している。02年から04年まで増加したが、05年の州予算の削減に伴い、水分野予算も減額された。今後は組織強化の実現に向け、予算も増えるものと想定されている。

表 2.1.1 アファール州の過去5年間の予算推移 (単位: 1千ブル)

財務項目		2002年	2003年	2004年	2005年	2006年
州政府管轄予算	経営経費	154,067	*1 168,982	*2 166,299	63,950	101,384
	投資経費	135,963	175,062	103,379	82,142	79,953
	小計	290,030	344,044	269,678	146,092	181,337
郡管轄予算	経営経費	-	-	-	110,768	126,650
	投資経費	-	-	-	10,771	26,032
	小計	-	-	-	121,539	152,682
連邦政府経由の外資予算	無償資金	14,452	31,400	15,710	16,540	12,310
	有償資金	33,533	39,500	19,184	6,700	4,800
	小計	47,985	70,900	34,894	23,240	17,110
総合計		338,015	414,944	304,572	290,871	351,129

*1: 食料援助予算5,000千Birr、*2: 同19,500千Birrを含む。

表 2.1.2 州の過去5年間の水分野の予算推移 (単位: 1千ブル)

財務項目		2002年	2003年	2004年	2005年	2006年
州予算の水分野予算	経営経費	4,273	3,805	*3 12,126	2,189	1,553
	投資経費	8,245	14,291	10,571	8,993	10,000
	小計	12,518	18,096	22,697	11,182	11,553
郡予算の水分野予算	経営経費	-	-	-	-	2,159
	投資経費	-	-	-	2,914	885
	小計	-	-	-	2,914	3,044
連邦政府経由の外資の水分野予算	無償資金	1,972	1,100	370	260	210
	有償資金	1,527	380	-	-	-
	小計	3,499	1,480	370	260	210
総合計		16,017	19,576	23,067	14,356	14,807
州の予算総額に占める水分野予算比(= /)		4.7%	4.7%	7.6%	4.9%	4.2%

*3: 食料援助予算9,155千Birrを含む。

2-1-3 技術水準

前述の通り、アファール州水資源局は、これまでの組織改編による技術陣の分散や技術資料の散逸等により、技術力と住民サービスが低下しているとの反省から、新たな組織強化策をまとめた。そのため維持管理部を創設し、旧来の28名から68名へ職員を増員するため、技術系職員の採用を計画している。

採用の対象者としては、職業訓練専門学校 (Technical Vocational Education Training (TVET) Center¹⁾) の卒業生や以前勤めていた人材の再雇用等を考えている。アファール州はこれまで地方の伝統や習慣の違いと厳しい自然環境のため、海外の援助機関や NGO による援助活動が遅れており、技術研修などの機会も他州に比して少なかった。水資源局の技術系職員もアムハラ州など他州からの出身者が少ない。水資源局では、10 年以上の経験者は各部の部長と数名の技術職員のみであり、職員の多くは若年者であり、組織の迅速な技術力向上策が望まれている。州水資源局は、JICA が実施している「地下水開発・水供給訓練計画」の研修コースに職員を参加させることを技術向上の重要な一手段と考え、これまで延べ 40 名あまりの技術員を参加させてきている。そのため、水資源局にとってこの研修は、今後も地下水開発の総合的な技術向上策として重要であり、本プロジェクトとの連携を図ることにより、職員の意欲の向上が期待される。

アファール州では、給水施設建設公社 (Water Works Construction Enterprise; WWCE) を 2005 年 9 月に設立した。これは、他州において数年前から実施されている水資源局の建設部門の民営化策と同様であり、州から技術者や建設機械の移管され、現状では半官半民であるが、今後 1 年間に州予算から 10 百万プルを投入し、完全民営化を目指すとしている。本公社は州の地下水開発事業の工事を実施する組織であり、既に州から灌漑や給水プロジェクトを受注し業務を開始しているものの、技術力強化にはなお課題も多い。

2-1-4 既存の施設・機材

上記の WWCE の民営化に伴い、深井戸用掘削機械や土工機械や道路建設機材等が州政府から WWCE に移管された。州には水分野の活動に関連する機材としては表 2.1.3 に示すものを有している。州が実施する井戸や給水施設の建設工事は今後 WWCE へ委託されるが、既存井戸施設の維持管理は、水資源局が直営で実施してゆく方針である。そのため、現有の機材だけでは不足しており、関連機材を充実することが課題となっている。

表 2.1.3 州が保有する水分野関連機材

	機械名(仕様等)	台数	状況	備考
井戸掘削 / 修理機材	浅井戸用掘削機(掘削能力 100m 以下)	1	良好	2004 年、UNICEF の供与
	ハンドポンプ用資材(全 50 本中 30 本完成)			
	井戸改修用サービスリグ(対象 100m 未満)	1	良好	2002 年世銀の供与
	修理用モバイルワークショップ(溶接、加工工具、発電機等)	1	良好	同上
一般	トラック(積載 10 トン)	2	老朽化	
	ピックアップ	4	老朽化	
調査機器	電気伝導度計	2	-	
	電気検層器	1	-	
	測量機	2	-	
	水位計	1	-	

¹⁾ TVET センターは全寮制 3 年間で、灌漑、排水、電気・機械の 3 学科を学び、高校卒業 (Diploma) 証書が授与される。全国の水道施設の O&M 技術の向上を図るため、3 年前に水資源省が UNDP の支援を受け全国に 9 センターを設置した。水資源局は、Melkawerer (アファール州、Luci 校と呼ばれる)、Kombolcha (アムハラ州)、Maichew (ティグレ州) の 3 センターに既に 21 人の学生を送っており、2006 年 7 月に第 1 期生 7 人が卒業する予定。

2-2 プロジェクト・サイト及び周辺の状況

2-2-1 周辺地区の社会経済状況

調査対象の9町においては、各種統計調査結果の入手が困難であり、正確なデータが得られない場合が多い。従って、現地調査の一環としてステークホルダーミーティング及び聞き取りによる社会状況調査を実施した。以下に調査方法と結果の概要を整理する。

(1) 調査方法

【社会経済プロフィールインタビュー調査】

対象を各郡の行政官、地域コミュニティーリーダー等10名前後として、町の形成・発展の経緯、人口動態等に関して質問票に基づいた聞き取り調査を実施した。

【ステークホルダーミーティング】

参加者を地域グループ(水委員会、女性グループ、青年グループ等)、行政官(水デスク、遊牧事務所等に所属する者)などの20~30名として、飲料水に関する利害関係者分析、問題分析、目的分析を実施した。

【サンプル家庭訪問調査】

1町あたり10戸を選択、訪問調査した。家庭における水の管理者である妻を可能な限り、主たる聞き取り対象、夫を副次的な聞き取り対象として、家庭状況(家族数、就業状況、収入レベル、教育水準等)、水利用状況(水汲みの時間、利用している水源、水の使い分け、水代支払い、既存水源の満足度、水改善への要望など)、保健衛生(主な疾病、衛生慣習、飲料水の湯沸しの有無、衛生改善への要望等)に関し、予め準備した質問票に基づき聞き取りによる調査を実施した。

(2) 対象町の形成・発展

調査対象9町のうちエリウ八町は約75年前に道路建設のキャンプ地として形成され、ドゥレチャ町は1950年代からの歴史をもっている。それ以外の7町は1990年代以降に行政単位となった新しい町である。これらの7町は行政管理の効率化のため人為的に構築されてきたものである。町の住民は主にアファール族が多いが、商業者や公務員は他のエスニック・グループ出身者も多く、商業者や公務員の家庭が比較的多い町の中心部では部族の混住が進んでいる。そのため、商業等の経済的な利益はアファール人よりも、むしろ他の部族グループが多く得ているように見受けられる。今後、町のインフラ整備が進めば、より一層、他の州や地域からの移住者が増加することが予想される。

(3) 人口動態

前項で触れたとおり、調査対象9町のうち7町は行政単位となった歴史が浅く、いくつかの町では1996年実施の人口調査に記載されていない状況である。社会経済プロフィール調査時の各町の行政官並びに地域コミュニティーリーダーへの聞き取り結果では、過去10年における人口の変容は概ね増加傾向にあるとの意見であった。ただし、ケレワン町においては、地方分権化に伴う郡機能の強化により、従

来地方行政機能をもっていたゾーン・センターとしての役割の縮小に伴い、公務員や商業者の流出が目立つとの返答が得られた。

季節による人口変動については、乾季の遊牧民の町への流入は、周辺地域に代替水源のないエリウ八町のみで認められており、それ以外では目立った傾向はない。ただし、エリウ八における遊牧民の流入及び定着は、主に子供の教育といった社会的な要因によるものであり、町設立以来 60 年以上の歴史を持ち、一定の町の発展に寄与している一面もある。また調査対象 9 町の周辺には優良な牧草地がないため、遊牧民は乾季にはよりよい牧草地を求めて他州へ移動するケースが多い。従って、遊牧民の対象町への一時的な立ち寄りの目的は食料援助の受け取りが主な理由であり、水需要の増加要因にはなっていないとの答えを得ている。

対象 9 町ではアファール族が人口の 70-90% 以上を占めているが、他の地域から移住してきた商業者や公務員が比較的多い町の中心部ではアムハラ族やオロミア族も多くなっている。近年の水需要の増加傾向は遊牧民の流入ではなく、これら商業者や公務員の流入によるものであるとの指摘がいくつかの町でなされた。

(4) 文化・社会背景とジェンダー

対象 9 町ではイスラム教徒が 70% 以上を占めている。イスラム教の影響と地域の伝統・社会慣習により一夫多妻が慣習となっており、家庭内では水くみ、家の建設も含めてほとんどの家事並びに家庭内労働を女性が担っている場合が多く、女性の労働負荷を大きくしている。男性は家庭外での育畜が主な役割分担となっている。また、「水汲み労働面で主に不利益を受けているのは女性並びに子供である。」の認識はどの町でも共通であり、「女性の生活改善と水供給問題が密接に関連している」との意見は男性からも強く支持された。

(5) 経済活動

対象 9 町の主な経済活動は育畜と小規模の商業である。回答した住民の職業別比は、全体で牧畜従事者 37%、商業者 32%、公務員 24%、その他 7% であった。(詳細な結果は巻末に添付した資料を参照)。チフラ、ネメレフェン 及びドゥレチャの 3 町ではメイズ(とうもろこし)、ソルガム(こうりゃん)を自家消費用に耕作している家庭も多少はある(聞き取りによれば、その 3 町で 20 軒程度)。その他の 6 町では農業耕作はなされておらず、概して食料無償援助に依存している。特にケレワンではほぼ全町民が食料援助によって、食料や油脂を得ている状況である。

住民にとっての家畜の重要度は、概ねらくだ、山羊、羊、牛の順番とされている。

(6) 対象町における経済(収入)水準

社会経済調査のサンプル調査結果によれば、対象 9 町における住民の平均年収は 4,433 ブル(= USD493 交換レート: 1USD= 8.99Birr、2006 年 4 月現在)であり、エチオピア国の全国平均収入 USD110 (2004 年:世界銀行)よりも高い数値であった。この理由は、調査対象地区が町の中心部であり、調査に応じた住民の多くが商業者、公務員職であったため、現金収入を定期的に得ていることによると思われる。

(7) 住民の意向

【給水状況】

今まで水源のなかったクマミ町を除いて、公共水栓と各戸水栓(一部のみ)による給水施設が整備されているが、1日の給水時間は3時間～11時間と町によってばらつきがある。給水施設改善への要望としては、各戸給水が既に一部で実施されているネメレフェン、ウェデラゲをはじめとして、全町で各戸給水を希望する声があがっている。特に、既存施設が故障中の町では水売り業者からの水の購入は経済的な負担が大きく、各戸給水の利便性が望まれている。但し、各戸給水を望む全ての住民が必ずしも施設建設費の負担能力があるわけではないことに留意する必要がある。

【運営状況】

大半の町では水委員会が設置されており、公共水栓や給水施設の維持管理を担っている。しかし、ポンプ、公共水栓等の施設が故障した場合の対応が取れず、活動を停止している委員会もある。水委員会の活動に対する住民の満足度は低い町が多く、その理由としては 給水時間の設定、財政管理能力、施設管理の能力不足等があげられている。一方、ドゥレチャにおいては水委員会がないものの、女性グループが水委員会と同様な活動を担い、良好な施設の運営を行なっているため、住民の満足度は高い。

【水道料金】

現在の水道料金は、25Lあたり10セント～30セントで、低収入家庭に対する支払い免除制度や割引価格などの救済措置を設定している町もある。支払い可能額は概ね月額で1世帯あたり20Birr以上との返答が多かったが、チフラとウェデラゲ町では15Birr以上と回答されたケースもあった。

次表に社会経済調査の結果概要を示す。また、詳細な調査結果を巻末に付す。

表 2.1.4 社会経済状況の総括

町名	グビドゥラ	クレワン	ドライトゥ	チアラ	エリウハ	ネメレフェン	ウエドラグ	クマミ	トカレチャ
給水施設の稼働状況	稼働している。	公共水栓が全て稼働。戸別給水も多数。	全戸別給水と公共水栓が無稼働。(故障を2006年1月に新ポンプを設置予定)。	公共水栓3ヶ所稼働。4ヶ所無稼働。(故障中)。	公共水栓3ヶ所稼働。1ヶ所無稼働。(2005年から5故障中)。	1ヶ所稼働(学校限定)。3ヶ所無稼働。戸別給水の近隣から水を購入(25cents/25L)。	公共水栓2ヶ所稼働。近隣の戸別給水から水を購入する住民が多い。	給水施設が無し。ベンダーにより水を購入。	公共水栓3ヶ所稼働。オペレーターが1名のため水利用時間が限定されている。
給水時間	定期的ではない	8:00-11:00,16:00-18:00(5時間)	現在は給水停止中である(ポンプ故障による)	9:00-12:00 or 13:00(3or4時間)	7:00-11:00(4時間)	6:00-18:00(11時間)	8:00-12:00,16:00-18:00(6時間)	-	7:00-9:00,17:00-19:00(4時間)
施設改善への要望(優先順位)	戸別水栓91%、公共水栓9%	公共水栓60%、戸別水栓40%	戸別水栓75%、公共水栓25%	戸別水栓80%、公共水栓	戸別水栓77%、公共水栓23%	戸別水栓100%	戸別水栓75%、公共水栓25%	戸別水栓75%、公共水栓25%	戸別水栓92%、公共水栓
水委員会の状況	水委員会あり。	水委員会があるが停止中。郡水事務所が給水施設を直接的に管理。	水委員会(ポンプオペレーター1名、水栓管理人1名)	2つの水委員会(ポンプオペレーター、水栓管理者、修理人を雇用)	水委員会がポンプオペレーター、水栓管理者を雇用。	水委員会は現在、機能していない。	水委員会あり。活動が停滞中。	水委員会があるが、活発ではない。無償給水の停止後に水委員会の活動も停止した。	水委員会あり。女性グループが活動を委託し、活発である。財政管理状況が良好である。
水委員会の満足度	満足:100%	不満足:60% 満足:40%	不満足:100%	不満足:82%	不満足:90%以上	不満足:50%	不満足:83% 満足:17%	-	満足:75% 不満足:25%
水ベンダーの状況	湧水を50 cents/L(マーカーケットの時のみ)	なし	河川水を50 cents/25Lで販売。	戸別給水を利用し、50 cents/25Lで販売。	戸別給水を利用し、25 cents/25Lで販売。	移動していない。	15 cents/20L 20 cents/25L	あり、Shoa Robit町から運搬している(3 Birr/25L)。	なし
徴収されている水代	25 cents/25L 600 Birr/月	15 cents/20L 又は 20 cents/25L	25 cents/25L	30 cents/25L (2005年に値上げ)。	10 cents/25L	-	15 cents/20L 20 cents/25L	25 cents/25L	25 cents/25L
支払い可能額(1ヶ月あたり)	20 Birr以上:40% 5-10 Birr:20% 25 cents/25L:55%	21-26 Birr:60% 6-15 Birr:20% 15 cents/25L:70%	26 Birr以上:42% 16-20 Birr:25% 15 cents/25L:83%	15 Birr以上:63% 3.0-5.0 Birr:18% 20-25 cents/25L:37% 30-50 cents/25L:36%	25 cents/25L:73% 30-50 cents/25L:18%	-	15 Birr以上:84% 20 cents/25L:42%	20 Birr以上:92% 15-20 Birr:8% 25 cents/25L:67%	-
年間平均収入	Birr 5,000 (USD556)	Birr 3,814 (USD424)	Birr 5,030 (USD560)	Birr 3,558 (USD396)	Birr 3,772 (USD420)	Birr 5,000 (USD556)	Birr 4,559 (USD507)	Birr 4,167 (USD464)	Birr 5,000 (USD556)
世帯あたり水支払い可能予測額)	Birr21	Birr16	Birr21	Birr15	Birr16	Birr21	Birr19	Birr17	Birr21
代替水源	伝統水源、ため池、湧水	緊急用の1ヶ所の浅井戸(LUNGEF)、河川	河川(2時間/往復)、雨季には伝統水源を利用	河川(年中)	なし	ハンドポンプ1ヶ所(町から距離200-300mm)、河川(距離300mm)、河川そばの湧水	河川	河川	河川
給水開発にかかる優先度 ²⁾	1量、2量、3便	男性:1量、2量、3便 女性:1量、2便、3量	男性:1量、2量、3便 女性:1量、2量、3便	1量、2量、3便 女性:1量、2量、3便	男性:1量、2量、3便 女性:1量、2量、3便	1量、2便、3量	1量、2量、3便	1量、2便、3量	1量、2便、3量
生活水利用量(畜畜用水を除く)	25L~43L/人/日	平均:31.5L/人/日	平均:39.5L/人/日	平均:52L/人/日	22-27L/人/日	16~25L/人/日(飲、料理用のみ)	10-17L/人/日	20-38L/人/日	38-66L/人/日
保健衛生施設並びにトイレの有無	保健所 世帯トイレ:ほぼ0	保健所 世帯トイレ:0	保健カリニック 世帯トイレ:0	保健所 世帯トイレ:ある世帯もあり。	診療所 世帯トイレ:商家は所有する場合もある。	診療所 世帯トイレ:0	診療所 世帯トイレ:10	診療所 世帯トイレ:0	保健所 世帯トイレ:2-3
主な疾病(水因性疾患)	マリア、アメーバ、下痢、呼吸器疾患	マリア、下痢、赤痢、呼吸器疾患、肺炎、寄生虫	マリア、肺炎、呼吸器疾患、腸チフス、アメーバ	マリア、下痢、赤痢、眼病、呼吸器疾患、	マリア、結核、眼病、下痢	マリア、結核、子供の水因性疾患、30歳以上の腎臓疾患、呼吸器疾患	マリア、結核、髄膜炎、下痢、麻疹	下痢、結核、肺炎、腸チフス	マリア、肺炎、腸チフス、下痢、眼病、下痢

1) 世帯あたり月収の5%、2) 利便性(水汲み施設への距離)を便として表した。

2-2-2 給水施設の整備状況

調査対象地域のうちクマミ町を除く 8 町は、給水施設井戸を有しており、既存給水施設は各町とも取水井戸施設、送水施設、配水施設から構成されている。給水形態は公共水栓が主体となっているが、一部の町では各戸給水まで実施されている。

殆どの町において、取水井戸の地下水位及び揚水量に関するデータは建設時より纏められていないため、データからの既存井戸の評価は行なえなかった。よって、関係者からの聴取と本調査で実施した試掘試験から評価を行なった。また、クマミ町では新規水源(約 10km 離れた表流水)の現地踏査並びに電気探査を実施し、水源の選定と評価を行なった。

各町における既存施設の状況と施設改善の必要性を以下に取りまとめた。また、既存施設の詳細を表 2.2.1 及び 2.2.2 に取りまとめた。

(1) グビトゥラ 町

1) 既存給水施設と給水状況

グビトゥラ町の既存給水施設は図 2.2.1 に示すように深井戸を水源とする取水井戸施設、送水施設並びに配水施設から構成されている。取水井戸にはエンジン駆動のモノ・ポンプが設置されている。地下水はこのモノポンプを通じて約 500m離れた高架水槽(容量 4m³、高さ 2m)に送水される。その後、重力にて高架水槽横の公共水栓 1 箇所へ配水している。高架水槽は地上より 2mの高さに設置されているため水圧不足となっており、周辺の行政施設にある 4 箇所の受水用高架水槽には配水できない状況である。

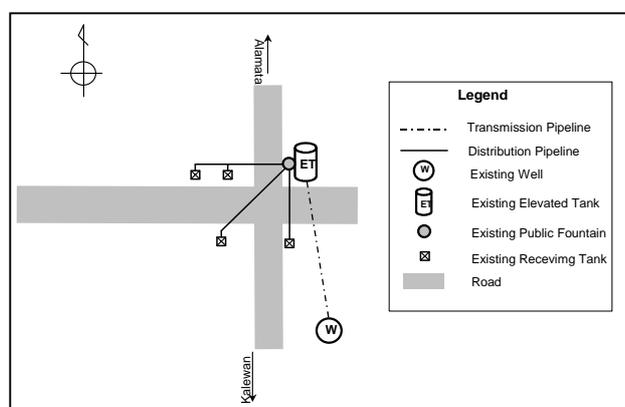


図 2.2.1 グビトゥラ町既存給水施設の模式図

モノ・ポンプは基本的に午前 7 時より高架水槽が満水になる約 25 分間の連続運転を 2 回繰り返して、高架水槽が空になった時点で給水を終了している。揚水時間は既存高架水槽の容量の問題から極端に短く、かつ 1 箇所の公共水栓しか給水を受けられないことから、住民は給水開始時間前から公共水栓前に並び、その行列の長さは 20m を超えていた。

本調査時点の揚水量から一人当たりの給水量は約 5L/日と算定される。町の近郊にある溜池(雨期に発生する表流水を堰き止めている)も生活用水として利用していることを考慮すると、給水施設整備の緊急性は高いと判断された。

2) 既存給水施設改善の必要性

既存施設の改善の必要性を次にまとめる。

井戸	既存井戸は約 10 年前に隣州のティグレ水道建設公社が建設したが、完了報告書は提出されていない。このため既存井戸に対する評価は行なえなかった。また現地調査においても、井戸性状を確認することができず、施工の不確実性が予測されるため、本既存井戸を利用した計画を構築することは難しいと考える。
----	---

井戸	静水位は建設当時と現時点では大きな変化(建設時静水位 24m、現在 21.7m)がないことが確認されたため、今後も継続利用が可能と判断された。
揚水ポンプ	水中ポンプは設置時の揚水量 4.0L/秒に対して、現在 4.2L/秒を揚水している。製造年度からも、今後の継続利用は問題ないものと判断される。発電機はコンクリート架台に固定されていないことからアンカーボルト等で固定する必要がある。尚、同町ではディーゼル発電による商用電力施設が建設されており、井戸元にも受電施設が設置されているが、サービス開始は未定となっている。
配水池	既存配水池は米国 NGO の資金にてアムハラ州水道施設建設公社が 2004 年に建設した。この配水池は50m ³ の容量を有し、標準形式である円形型 RC 製構造である。調査時に配水池はほぼ満水状態となっており、躯体からも特に漏水が確認されなかったことから、今後も継続利用は可能と判断された。
公共水栓および配水管	既存配水管網は、旧施設が建設された 1996 年頃の設計となっているため、現在の配水経路と管径が適合していない管路がある。そのため、水理計算的に満足しない管渠は布設替えの必要がある。既存公共水栓は継続利用が可能であるものの、街区全てをカバーできていない。

(3) デライトゥ 町

1) 既存給水施設と給水状況

既存給水施設は図 2.2.3 に示すように取水井戸施設、送水施設並びに配水施設から構成されている。取水井戸にはモノ・ポンプが設置され、地下水はこのモノ・ポンプを通じて既存の高架水槽に送水されている。その後、配水池から重力方式にて配水されている。

高架水槽は 20m³ の容量を有する鋼製水槽が 2 基、地上から 6m の高さの RC 製架台に設置されている。配水管路は町の中心部しか布設されていない。給水形態は公共水栓のみであり、街区内に 3 箇所設置されている。

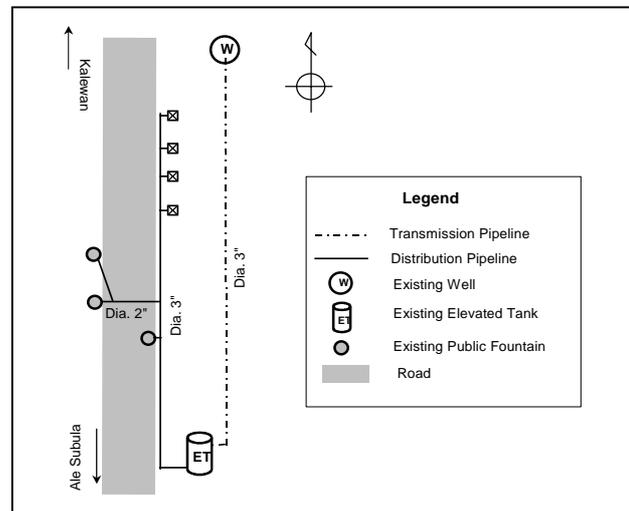


図 2.2.3 デライトゥ町既存給水施設の模式図

既存井戸は昨年の 9 月から故障しており、給水システムは停止状態であった。そのため住民は 1.5km 程離れた常流河川や 7km 離れたハンドポンプから生活用水を得ていた。その後、本年 4 月に州水資源局は、郡の要請に基づき新たな水中ポンプを設置し、給水を再開した。しかしながら、以前のモノ・ポンプを撤去中に井戸孔内に落下させ、十分な復旧をしないまま、新規の水中ポンプを設置したため、適切な位置にポンプが設置できていない。このため、地下水位とポンプ位置の関係から短時間しか水中ポンプを運転できず、水不足の状況は依然として続いており、給水施設建設の緊急性は高いものと判断される。

2) 既存給水施設改善の必要性

既存施設の改善の必要性を次にまとめる。

井戸	既存井は前述の通り、継続して利用するには問題がある。このため既存井に代わる代替井が必要と考える。ただし、既存井も短時間の運転は可能であることから、恒久施設とはしないで、緊急用として利用することは可能である。
----	---

揚水ポンプ	代替井が必要であることから、揚水施設も併せて必要となる。適切な仕様は揚水試験により決定されることが望ましい。
配水池	鋼製高架水槽からの漏水は特になく、RC製の架台も大きな問題はないと判断された。また、水槽の容量は、現在人口の日最大給水量に対して約12時間分に相当する貯水容量を有していることから、継続利用することとする。
公共水栓および配水管	公共水栓は町の一部に片寄った配置となっていることから、配水管路を現在の街区をカバーできる範囲まで拡張したうえで公共水栓を増設する必要がある。

(4) チフラ町

1) 既存給水施設と給水状況

チフラ町の既存給水施設は図2.2.4に示すように取水井戸施設、送水施設並びに配水施設から構成されている。取水井戸には水中ポンプが設置されており、地下水はこの水中ポンプを通じて町はずれの丘に設置されているRC製配水池(50m³)へ送水されている。その後、配水池から重力方式にて配水管路を通じて給水されている。

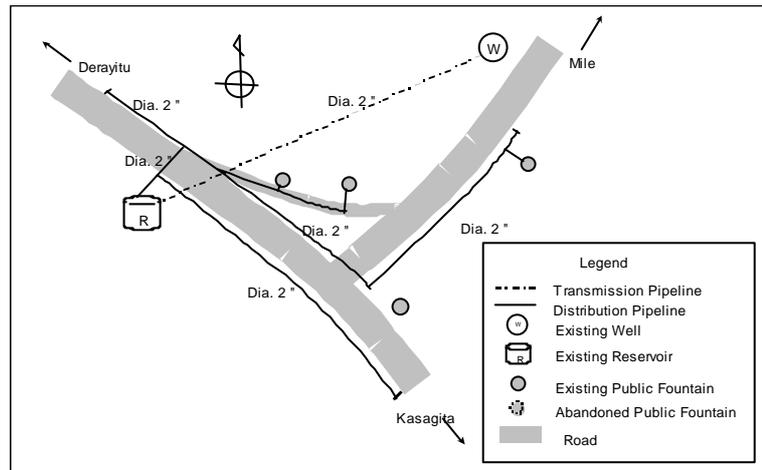


図2.2.4 チフラ町既存給水施設の模式図

給水形態は公共水栓と各戸給水(65戸)からなり、公共水栓は4ヶ所設置されているものの、現在利用可能な水栓は2ヶ所しかない。また、このうちの1ヶ所に特に利用者が集中するため、この公共水栓周辺の各戸給水の利用家屋では、公共水栓の開放時間中は水量、水圧とも低く、場合によっては水が届かない場合もある。

また、水中ポンプの運転時間は午前5:30～9:30、午後16:30～19:30の1日7時間であり、揚水量が3.1L/秒と確認されたことから、住民一人当たり供給量は12L/日と計算される。他の水源もないことから、緊急性は高く新たな水源開発が求められている。

2) 既存給水施設改善の必要性

既存施設の改善の必要性を次にまとめる。

井戸	揚水量は3.1L/秒程度と確認されたが、断続的に送水されていた。揚水量はある程度確保されていることから、井戸自体の継続利用に問題はないと考える。ただし施工状態を確認し、洗浄等を実施することが有効である。
揚水ポンプ	断続的な送水の原因は特定できなかったが、水中ポンプならびに送水管の問題と考えられる。水中ポンプに関して、水中ポンプ用の制御盤も接触不良から運転が不安定であったことからポンプ本体を含めた一式を交換することが望ましいものと判断された。 送水管路では空気弁や泥吐け弁が設置されていないことから、送水管路の凹部における土砂堆積、または凸部における空気溜り等が断続的な送水の原因とも考えられる。

	また、現在使用されている発電機は接触があまり良くないとの報告であったが、目視では特に問題は確認されなかったため、今後も利用可能と判断された。ただしコンクリート架台と発電機がボルトで固定されていないため、使用時の振動でエンジン部に影響を与えることから、固定する必要がある。
配水池	外観調査では、特に漏水やクラックなどは確認されなかったため、今後も継続利用は可能と判断された。尚、現在人口の日最大給水量に対して、約 7 時間分の容量しかないことから、配水池を増設する必要がある。
公共水栓 および配水管	公共水栓は現在 2 ヶ所しか利用できないため、現在の街区をカバーする範囲まで配水管路を拡張したうえで増設する必要がある。

(5) エリウ八 町

1) 既存給水施設と給水状況

エリウ八町の既存給水施設は図 2.2.5 に示すように取水井戸施設、送水施設並びに配水施設から構成されている。取水井戸には水中ポンプが設置されており、地下水はこの水中ポンプを通じて町はずれの丘に建設された配水池 (50m³) へ送水されている。その後、この配水池から重力方式にて供給されている。

給水形態は公共水栓と各戸給水 (77 戸) からなり、公共水栓は 4 ヶ所設置されているものの 3 箇所しか利用できない。また、既存井から配水池間の送水管に漏水箇所が確認され、遊牧民が常時、この漏水を家畜の水飲みに利用していた。また、この漏水箇所の地面には手掘りピット (3m³ 程度) が掘られている。水委員会からの聴取では、季節的にはエリウ八町の生活用水に影響を与えていることから、遊牧民専用の水飲み場を新たに設置する必要がある。

施設の運転時間は午前 7:00 ~ 12:00、午後 15:00 ~ 18:00 の 1 日 8 時間であり揚水量が 3.6 L/秒と確認されたことから、現在の住民一人当りの給水量は約 19L/日と計算される。この給水量は目標である原単位 25L/日/人の約 76%にあたり、他水源もないことから給水施設建設の緊急性は中位であるものと判断された。

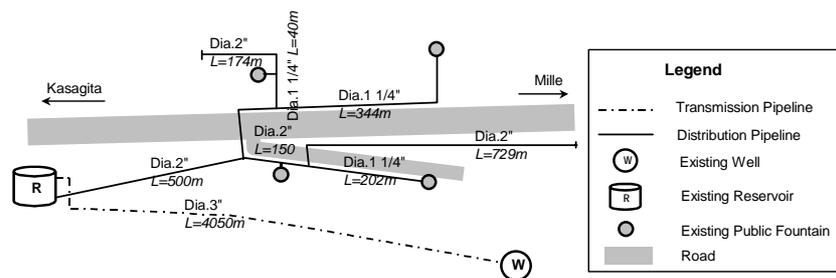


図 2.2.5 エリウ八町既存給水施設の模式図

2) 既存給水施設改善の必要性

既存施設の改善の必要性を次にまとめる。

井戸	建設後の地下水位や揚水量の記録がないことから、井戸改修の必要性に関して評価はできなかったが、特に問題は確認されなかったため、今後とも継続利用は可能なものと判断された。
揚水ポンプ	水中ポンプには特に問題なかったが、コントロールボックスは床に仮置された状態で使用されていた。適切な維持管理のため壁に設置する必要がある。発電機はスターターに問題があり、外部バッテリー

	を介して運転が可能な状況にあるとこのであったが、発電機のスイッチ関連を修理する必要があるほかに問題は無く、今後とも継続利用は可能なものと判断される。
配水池	既存配水池は 2004 年にアファール州の資金にてアムハラ州水道建設公社が建設した。躯体からは漏水は確認されず、今後の継続利用にも特に問題はないものと判断された。
公共水栓および配水管	既存配水管路はほぼ現在の街区をカバーしているものの、水理計算から一部の管路径を増径する必要がある。公共水栓は現在 3 箇所しか利用できないため、町の状況に合わせ増設する必要がある。

(6) ネメレフェン 町

1) 既存給水施設と給水状況

ネメレフェン町の既存給水施設は図 2.2.6 に示すように取水井戸施設、送水施設並びに配水施設から構成されている。取水井戸には水中ポンプが設置されており、この水中ポンプを通じて地下水は配水池へ送水されている。その後、この配水池から重力方式にて給水されている。

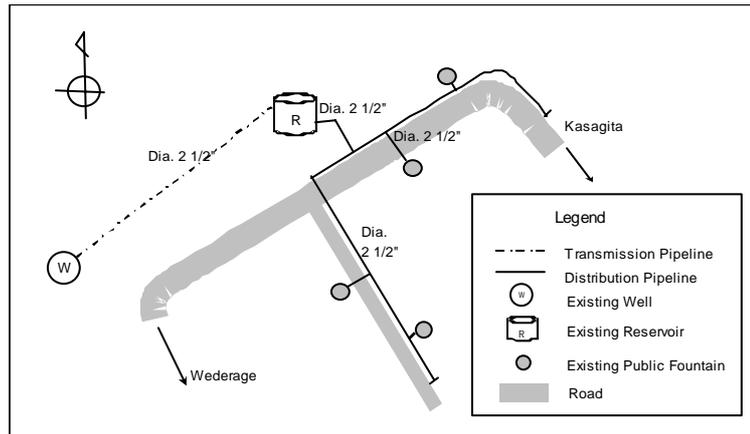


図2.2.6 ネメレフェン町既存給水施設の模式図

給水形態は公共水栓と各戸

給水(16戸)からなり、公共水栓は4ヶ所設置されているが、1箇所しか使用していない。また、管路による給水施設の他にハンドポンプが町内に3ヶ所設けられている。住民からの聴取では、既存深井戸の地下水は塩分濃度が高いためあまり飲用としては利用せず、ハンドポンプ又は町から500mほど離れたワタ川(常流河川)沿いにある湧水を飲用として利用している。

既存給水システムは午前 5:00～9:00、午後 4:00～5:00 の1日5時間運転であり、現在の住民一人当りの給水量は約9L/日と計算される。このため水量・水質ともに給水施設建設の緊急性は高いものと判断された。水質に関しては、「2.2.3.2 (2)地下水水質」で述べる。

2) 既存給水施設改善の必要性

既存施設の改善の必要性を次にまとめる。

井戸	建設後の地下水位や揚水量の記録が取られていないことから、井戸改修の必要性に関する評価は行なえなかった。特に問題は確認されなかったため、今後とも継続利用は可能なものと判断された。ただし、水質に関して、濃度が高いナトリウムイオン及び塩化物イオンは人の健康への大きな影響はなく、味覚の問題となることから、既存深井戸は浅層地下水との希釈により、継続利用が可能である。
揚水ポンプ	送水管の逆止弁部カップリングに漏水とその補修跡が確認されたが、それ以外に問題はないため、今後とも継続利用は可能なものと判断された。水中ポンプ用発電機は本調査時期に交換作業が行なわれていた。旧発電機はバッテリーに問題があったとされるが特定されていない。
配水池	外観調査では、躯体からの漏水などは確認されなかったため、今後の継続利用にも問題はないものと判断された。
公共水栓および配水管	既存配水管路はほぼ現在の街区をカバーしているものの、水理計算から一部の管路径を大きくする必要がある。公共水栓は現在4箇所利用できるが、現在の町の状況に合わせ増設する必要がある。

(7) ウェデラゲ 町

1) 既存給水施設と給水状況

ウェデラゲ町の既存給水施設は図 2.2.7 に示すように取水井戸施設、送水施設並びに配水施設から構成されている。取水井戸には水中ポンプが設置され、地下水はこの水中ポンプを通じて既存の高架水槽へ送水されている。その後、この配水池から重力方式にて給水されている。

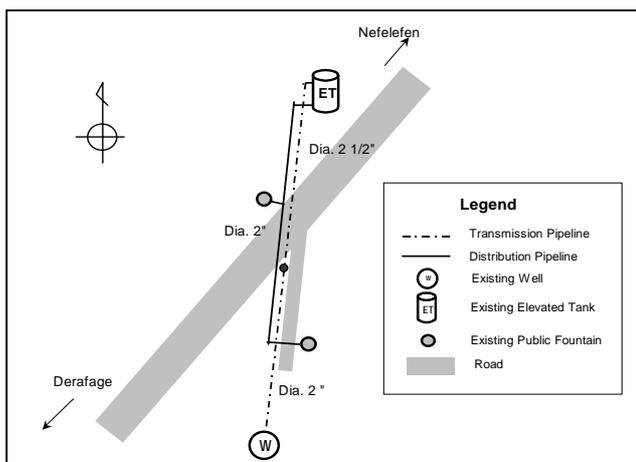


図 2.2.7 ウェデラゲ町既存給水施設の模式図

給水形態は公共水栓と各戸給水(10戸)からなり、公共水栓は2箇所しか設置されていないため、公共水栓の利用者は各戸給水の家屋からの売水も利用している。

水中ポンプの運転時間は午前 7:00 ~ 9:00、午後 15:00 ~ 18:00 の 1 日 5 時間であり、揚水量 1.5L/秒であったことから、現在の一人当りの給水量は約 6L/日と計算され、他に水源もないことから給水施設建設の緊急性は高いものと判断された。

2) 既存給水施設改善の必要性

既存施設の改善の必要性を次にまとめる。

井戸	建設後の地下水位や揚水量の記録が取られていないことから、井戸改修の必要性に関する評価は行なえなかった。郡庁関係者より、高架水槽へ十分に送水できないことを聴取した。この原因は地下水低下かポンプ揚程の問題かどうか特定できないが、本井を井戸改修の対象とし、原因を確認し改善策を講じる必要があると判断された。 水質のうち、ナトリウムイオンと塩化物イオンが「E」国基準値を若干上回るが影響はない。
揚水ポンプ	郡庁担当者の話では、ポンプに関する問題は特に生じていないとのことであったため今後も継続利用が可能なもの判断される。また、現地調査中にアファール州水資源局の担当者が新しい発電機へ交換を行っていた。関係者からの話では、昨年に旧発電機が故障し、原因が特定できないまま約 7 ヶ月の間、給水が行えていなかった。
配水池	既存の高架水槽は約 3 年前にアファール州の資金にてアムハラ州水道施設建設公社が建設している。水槽の躯体からは特に漏水は確認されなかったため、今後の継続利用にも問題がないものと判断される。
公共水栓 および配水管	配水管路は現在の街区をカバーしていないため、拡張する必要がある。また、公共水栓は現在の街区の状況にあわせ増設する必要がある。

(8) クマミ 町

1) 既存給水施設と給水状況

現在、クマミ町には給水施設はなく、住民は 45km 離れたショワロビ町から運ばれる売水、または町外れの溜池(雨期のみ)や約 10km 離れたロビ川、同河川の支流にあたるワジ(涸れ川)の河床に掘られた手掘り井戸等を生活用水に利用している状況であり、

給水施設整備の緊急性は高い。

2) 新規水源

同町では過去に2井、町の周辺部で井戸建設が試みられたが、2井とも空井戸であった。このため地下水のポテンシャルが低いと判断され、地下水と異なる水源の確保を目的とした調査を行なうこととし、試掘調査は当初より計画していない。現地の郡担当者からの情報に基づき、現在住民が利用している手掘り井戸、並びに常流河川であるロビ川の調査を行なった。

手掘り井戸へのアクセスは、国道より約7km地点の分岐点までは車輛の進入が可能であるが、残る3.0kmから手掘り井戸の位置するワジまでの区間は岩盤の露出した急斜面となっており、重機の進入は不可能と判断した。ロビ川までのアクセスは、分岐点までは前述の手掘り井戸と同じルートである。分岐点以降、河川までは灌木や岩の露出が多いため、現段階では車輛による進入は困難である。しかし機械施工が可能な地表勾配であることから、アクセス道路建設を前提条件として重機類の進入は可能である。

現地情報では、ロビ川の水量は常に安定している。しかしながら、上流部には比較的人口の多いショワロビ町や果樹園が位置しており、生活雑排水や農薬等の混入による水質汚濁が懸念される。このためロビ川を水源とする場合、浄水施設が必要となり維持管理上の問題から河川表流水の利用は好ましくない。一方、河川沿いには河川堆積物の厚い帯水層がみられたことから、電気探査を実施した上で、本地点における井戸掘削が地下水開発ポテンシャルの高さや水質面からも水源として望ましいと判断される。

ロビ川沿いに井戸を建設し、町まで送水する場合、地形的にはロビ川寄りの緩やかな斜面を登りきった分岐点(国道より約7km地点)が最も標高が高いため、配水池をこの地点に建設すれば、重力方式によって町まで送水することが可能となる。建設される給水施設は公共水栓による配水形態とし、すべて新しく建設されることになる。

(9) ドゥレチャ 町

1) 既存給水施設と給水状況

ドゥレチャ町の既存給水施設は、図 2.2.8 に示すように取水井戸施設、送水施設並びに配水施設から構成されている。取水井戸には水中ポンプが設置され、揚水された地下水は高架水槽(50m³)へ送水され、配水管網を通じて給水されている。給水形態は公共水栓が中心であり、各戸給水は行政施設のみとなっている。

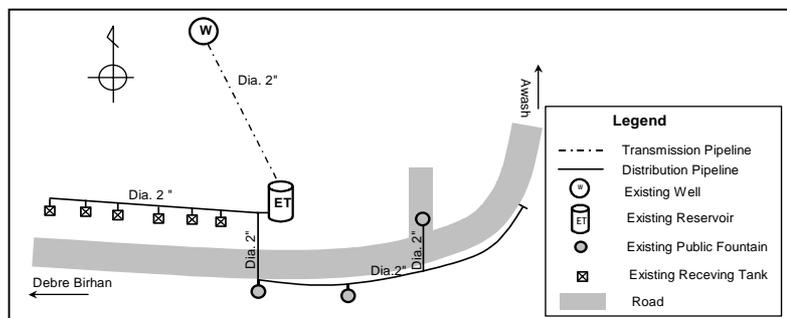


図 2.2.8 ドゥレチャ町既存給水施設の模式図

水中ポンプの運転時間は午前 6:00 ~ 7:00、午後 4:00 ~ 6:00 の 1 日 3 時間となっており、今回の

調査で揚水量 1.8L/秒が確認されたことから、現在の一人当りの給水量は約 8L/日と計算され、逼迫した給水状況と判断された。住民によれば、管路により供給される水は飲用あるいは食器洗浄のみに利用しており、その消費量は家族 3 名の家庭で 1 日当りジェリカン(25L)を 2 個程度である。洗濯や水浴びなどは町より 300m ほど離れたグチーニ川(常流河川)を利用している。

昨年に高架水槽が建設され、水量と水圧が安定した給水が可能となった。ただし、高架水槽の東側は地盤が徐々に高くなるため、この地域にある行政施設の受水用高架水槽には水圧の不足から、十分な水供給ができない状況にある。

2) 既存給水施設改善の必要性

既存施設の改善の必要性を次にまとめる。

井戸	建設後の地下水位や揚水量の記録が取られていないことから、井戸改修の必要性に関する評価は行なえなかった。特に問題は確認されなかったため、今後とも継続利用は可能と判断された。
揚水ポンプ	水中ポンプ及び発電機とも技術仕様は不明であるものの現在までのところ特に問題は生じていないことから、今後とも継続利用が可能であると判断される。
配水池	既存高架水槽は 2005 年に建設されており、漏水なども確認されず、構造的にも容量的にも問題はなく、今後とも継続利用は可能であることを確認した。但し、行政施設の受水用高架水槽の標高が考慮されていないことから、住民が居住する町の中心部しか水圧を確保できない状況となっている。既存高架水槽は建設されたばかりであり、住宅地の広がりを考慮すると、高架水槽の更新は不経済であると判断されるため、当面は既存高架水槽を利用することが好ましい。
公共水栓および配水管	配水管路は街区の現状にあわせ拡張する必要がある、公共水栓も同様に増設する必要がある。

表 2.2.1 既存水中ポンプと既存発電機の仕様

No.	町名	水中ポンプ	仕様	発電機メーカー	仕様(全て空冷)	備考
1	グビドゥラ	モノポンプ メーカー等不明	不明	Lister Petter (英国)	15.1kw 製造年:不明	5年間で発電機を3台交換している。
2	ケレワン	水中ポンプ Atalanta Motar (型番不明)	3相、50Hz、 400V、9.3kw、18 段	Deutz (ドイツ)	30KVA 製造年:1999年	1台スペア用として発電機(Tandor社 17KVA:英国)あり。
3	デライトウ	水中ポンプ Grundfos (SP8A-21)	3相、50Hz、 380V、4.0kw、21 段	Lister Petter (英国)	25KVA 製造年:不明	本年4月に水中ポンプ、発電機とも交換
4	チフラ	水中ポンプ メーカー等不明	不明	Deutz (ドイツ) (ECO32-3S/4)	31KVA 製造年:1999年	旧ポンプあり(CAPRARI社、11kw、26段、360V:イタリア)。旧発電機はEnergy Gruppi Electrogeni(故障中、仕様不明)
5	エリウハ	水中ポンプ Grundfos (SP17-25A)	3相、50Hz、 380V、11.0kw、25 段	Deutz (ドイツ) (ECO32-3S/4)	40KVA 製造年:1999年	その他に発電機1台故障中
6	ネメレフェン	水中ポンプ メーカー等不明	380V、50Hz、 5.5kW(コントロール パネルより)	Energy Gruppi Electrogeni (イタリア)	15KVA 製造年:不明	以前はDeutz 25kVAを使用。コントロールパネルは1996年製
7	ウエドラゲ	水中ポンプ メーカー等不明	不明	Energy Gruppi Electrogeni (イタリア)	15KVA 製造年:不明	発電機を交換中、以前はF.G.Wilson社(17.5kVA、水冷:イギリス)を使用。コントロールパネルは1996年製
8	クマミ	-	-	-	-	設備無し
9	ドゥレチャ	水中ポンプ メーカー等不明	380V、50Hz、 4.2kW(コントロール パネルより)	メーカー名不明 エンジンLombardini 社(イタリア)		ポンプ、発電機をそれぞれ3年前に交換した。

表2.2.2 給水施設状況のまとめ

No.	町名	給水状況			既存給水施設					既存井の状況									
		2006年 推定人口	給水 レベル	ポンプ 運転時間	給水現況	井戸 本数	配水池	公共水栓	各戸水栓	掘削年	井戸形状	井戸元 保護フェンス	井戸深度	スクリーン位置	揚水管	導水管	揚水量	静水位	動水位
		人			L/p/d	本	m ³	カ所	戸			m	m	mm	in	L/s	m	m	
1	グビドゥラ	2,350	2	54min (7:00~9:00、 2池分)	5	1	4m ³ 、スチール製高架タンク (高さ2m)	1	4 (公共施設のみ)	1996年前後	6in鋼管	あり (小屋内)	130	不明	55	2	*3.5(2.8)	-	-
2	ケレワン	1,500	2	7H (5:00~9:00、 15:30~18:30)	22	1	50m ³ 、コンクリート製円形	4 (うち故障1)	123 (公共施設19)	2000年	6inPVC	あり	130	不明	60	2-1/2	4.1	21.7	-
3	デライトゥ	3,650	2	6H (8:30~12:00、 16:00~18:00)	-	1	40m ³ 、スチール製高架タンク (高さ6m)、土台コンクリート	3	3 (公共施設のみ)	1996年前後	6in鋼管	あり (小屋内)	102	41.5~47.5 71.1~83.1 89~95	55	2	4.5 (報告書 より)	26.0	33.9
4	チフラ	3,150	2	7H (5:30~9:30、 16:30~19:30)	12	1	50m ³ 、コンクリート製円形	4 (うち故障2)	65	-	6in鋼管	あり	不明	不明	60	2	*3.1(4.4)	>50	>50
5	エリウハ	6,510	2	5H (6:00~11:00)	19	1	50m ³ 、コンクリート製円形	4 (うち故障1)	77	1996年前後	6in鋼管	なし	117	不明	55	3	3.6	>50	>50
6	ネメレフェン	3,450	2	6H (5:00~9:00、 16:00~18:00)	9	1	50m ³ 、石積円形	4 (うち3つ 未稼働)	16	1996年前後	6in鋼管	なし	86	45.4~51.2 62.8~80.2	55	2-1/2	1.5	2.8	49.69
7	ウエデラゲ	5,400	2	5H (7:00~9:00、 15:00~18:00)	6	1	50m ³ 、コンクリート製円形 高架タンク(高さ6m)	2	<10	1996年前後	6in鋼管	あり	不明	不明	55	2	1.5	-	-
8	クマミ	4,650	0	-	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	ドゥレチャ	2,400	2	3H (6:00~7:00、 16:00~18:00)	8	1	50m ³ 、コンクリート製円形 高架タンク(高さ6m)	3	0	1996年前後	6inPVC	なし	不明	不明	55	2	1.8	14.6	-

*グビドゥラは井戸元の漏水(Min.0.5L/s)を加味した値

*チフラは水中ポンプからの導水が不連続(最大値の3割程度と推測)であることを加味した値

*既存井の揚水量は超音波流量計あるいは実測によるもので瞬間値である。

2-2-3 自然状況

2-2-3-1 自然概況

アフール州はジブチ国、エリトリア国の両国に隣接し、西をエチオピア高原、南をソマリア高原、北東を紅海とダナキル地壘(凸地)に囲まれたアフール三角地帯と呼ばれる低地帯(地溝帯:凹地)があることで知られている。また三角地帯はアフリカプレート、インド洋プレートの地殻プレートが離れる拡大境界で、現在も火山活動を伴う裂開運動(割れ目の拡大)が続いている。

面積の多くは大地溝帯の土漠平野(標高約 500m)であるが、溶岩山地(標高約 2,000m)から平野に至る傾斜地も有している。また平野内には割れ目噴火によって形成された比高 500m 程の溶岩円頂丘が点在し、さらにデナキル海溝では干上って湖水のない湖(標高マイナス 125m)が存在するなど変化に富んだ地形が見られる。

アフール州の気候は図 2.2.9、2.2.10 に示すとおり、標高の低いジブチとの国境沿い(デチェト:標高 450m)で月平均最高気温は 40 以上、最低気温が 20 前後であるのに対して、標高の高い高原地帯に位置する地域(アラマタ:標高 1,880m)では最高気温が 30、最低気温が 15 前後と標高によって違いが見られる。また年間降雨量は、標高の低いデチェトで 176mm、ミレ(標高:420m)で 382mm であるのに対して、アラマタで 854mm(標高 1,560m)と標高が高くなるにつれ降雨量も高くなる傾向にある。雨期は 7 月~9 月のほぼ 3 ヶ月間で、7 月、8 月の降雨時にはワジ(涸れ川)に表流水が一時的(1~2 日間)に発生し、一部の町では車輛での侵入が困難になる。本対象町の標高はエリウハの 670m が最低で、最高がドゥレチャの 1,070m と全町とも気候区分では熱帯サバンナ気候、乾燥帯ステップ気候に属している。

日照時間は、ゲウァネ観測地点の記録から、月平均の日最大値 10.1 時間、最低値 7.2 時間であり、年間平均値 8.8 時間である。雨期の日照時間が若干短くなるものの、安定した日射時間であるという観測結果が得られている。

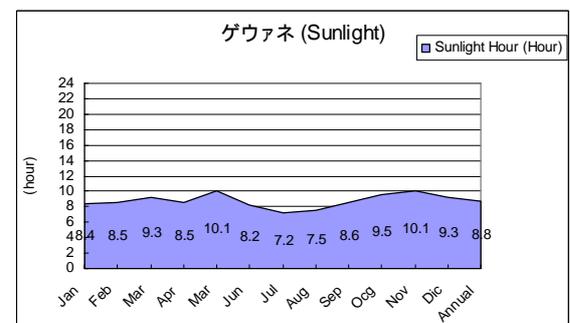
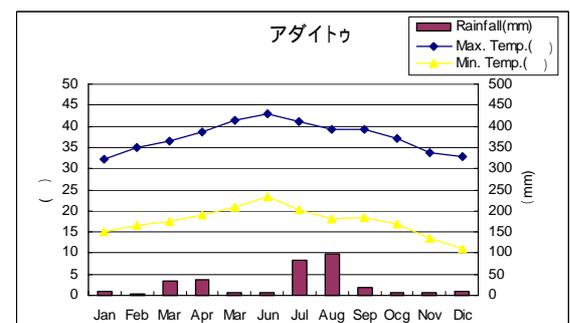
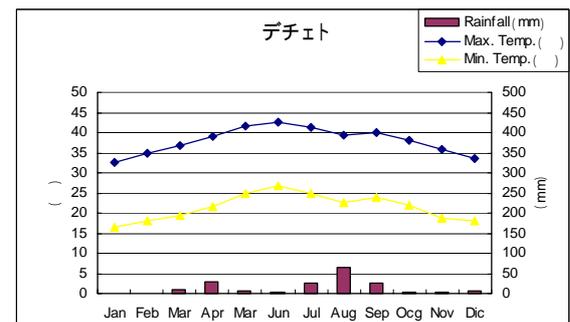
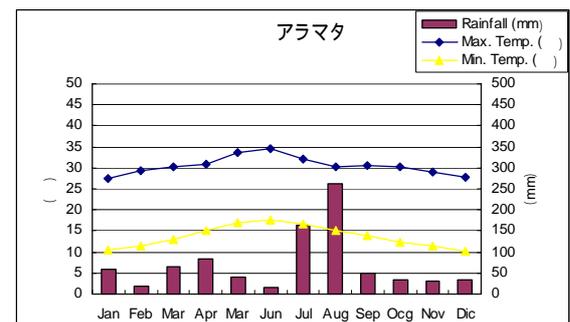
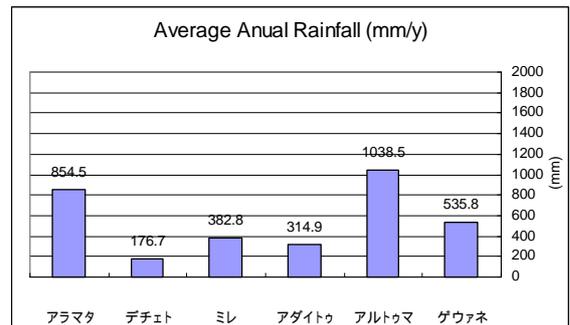


図 2.2.9 年間平均雨量、気温、日照時間(最近 5~10 年平均)丸数字は次図に位置記載
National Meteorological Services Agency



【凡例】

記号	年代	厚さ(m)	概要
Ql	第四紀	-	湖性・湿地性堆積物、火口湖性堆積物
Qc	第四紀	0-50	残留性・崩壊性・崖錘・砂丘堆積物
Qa	第四紀	5-150	沖積堆積物、段丘
Qt	第四紀	-	玄武岩質溶岩
Ma	中新世	-	流紋岩・溶結凝灰岩質、タフ、玄武岩質
Qt	中新世-更新世	-	泥岩地塊、溶岩・溶岩ドーム、溶結凝灰・流紋岩
Qt	中新世-更新世	-	亀裂性玄武岩
Tv	中新世-更新世	-	タフ混じり玄武岩
T	漸新世	-	強風化玄武岩質溶岩
hm	先カンブリア	-	超変質変成岩：花崗岩・長石質片麻岩、黒雲母・角閃石片麻岩

図 2.2.10 アファールの地質状況と水文観測地点位置図 (Ethiopian Institute of Geological Survey, 1988)

2-2-3-2 水理地質状況

(1) 水理地質概況及び地下水開発ポテンシャル

対象地区周辺の地質概要を図 2.2.10 に示す。

調査地域は水理地質的観点から次の 2 つのパターンに大別できる。

風化した基盤が表層近くまで覆っている地域の場合

基盤を形成する地質の種類によって地下水開発の可能性が左右される。一般的に第三紀の玄武岩 (Ashangi formation basalt) の場合、風化がかなり進んで粘土化しており空隙が余りなく、開発ポテンシャルは高くはない (揚水量は 2L/sec 程度)。一方比較的新しい第四期の玄武岩の場合大規模な破碎帯が存在すれば、開発ポテンシャルは高くなる (揚水量は 3L/sec 以上が見込める)。

基盤岩の上に地溝帯の河川により形成された沖積層が堆積している地域の場合

基盤の破碎帯からの取水に加え、沖積層が厚い場合には沖積からの地下水の開発も可能である。しかし、井戸掘削においては掘削孔の崩壊等の危険がある。「エ」国においては産出量の判定の為に通常エアハンマーにて掘削している場合が多いが、この地域では崩壊のため泥水掘りにならざるを得ない。また、泥水掘りの場合、帯水層の判定が難しく、孔内検層の結果を十分に活用してスクリーン位置を設定する必要がある。

地下水涵養に関してはリフトバレーの周辺部から調査地域へ大量の地下水が流れ込んでおり調査地域への地下水涵養量はかなり大きいと考えられる。地下水流動に関しては対象地域の様な火山性の地層構造においては、地下水流動系が局所的に変化する場合が多く、たとえ近くにあっても井戸の限界揚水量が増減する場合がある。

(2) 地下水水質

水質分析は既存井戸と試掘井戸を対象として実施した。また、分析は調査団が現場にて行う簡易な試験と現地再委託にて室内試験を行った。「エ」国水質基準は WHO 基準と比べてもゆるい基準値を採用している。「エ」国の多くの地下水は広範囲で火山活動の影響を受けており、また他の水源確保も容易でないことから WHO 基準をもとにこの値を採用している。よって本案件でも「エ」国水質基準を水質基準値として採用することとするが、「エ」国基準にない項目に関しては適宜判断する。水質分析結果を表 2.2.3 に示す。

既存井戸の水質

グビドゥラ、ネメレフェン、ウエデラゲの既存井戸から採水したサンプルは電気伝導度、塩分濃度が高い値となっている。これらは、地下水温が高いことから火山の影響を受けていることを示している。電気伝導度、塩分濃度は「エ」国、WHO とともに基準は無いものの、飲料水の基準として 1mS/cm (1,000 μ S/cm) を超えるものに関しては長期的なモニタリングが必要である。

上記既存井戸の電気伝導度、塩分濃度の問題に加えて、飲料水の水質として問題があるイオンとしては、エリウハではナトリウムイオン、硫酸イオン濃度、硝酸性窒素濃度がかかなり高い。グビド

ウラではナトリウムイオン、硝酸性窒素濃度が水質基準値以上であり、塩素イオン、硫酸イオン濃度もかなり高い。ネメレフェンでナトリウム、塩素それぞれのイオン濃度が「工」国基準値を上回った。さらにフッ素、硫酸イオン濃度も高い値を示した。ネメレフェンでは既存井戸に加えて、ハンドポンプ井戸から採水したが、このサンプルからは水質基準以上の硝酸性窒素が検出された。ウェデラゲにおいて採取したサンプルではナトリウムイオン、塩素イオン濃度が基準値以上であった。加え硝酸性窒素濃度もかなり高い値を示した。

注意点としてはエリウハ、グビドゥラ、ウェデラゲの3本の深井戸から採取した地下水の硝酸性窒素濃度がかなり高い値を示していることが上げられる。ネメレフェンのハンドポンプ井戸のような浅層地下水の場合には、その濃度が高い値を示すのは理解できるが、通常、深層地下水の場合このような高い濃度を示すことは考えられない。原因としては井戸建設施工の不備による表層からの汚染物質流入、汚染された表層地下水の井戸への流入などが考えられる。現地施工業者の施工法を十分に把握する必要がある。

試掘井戸の水質

グビドゥラの試掘井において、pH、ナトリウムイオン、フッ素で基準値を越える水質が検出され、アルカリ度、重炭酸において既存井を大きく上回る値となった。火山性起源の影響を大きく受けているものと考えられ、飲料水としては不適切な結果であった。

一方、ネメレフェン、ウェデラゲにおいては、既存井と比較してTDS、電気伝導度、ナトリウムイオン、塩素イオン、フッ素、硫酸イオン濃度が大幅に減少し基準値を下回る結果となった。既存井とは異なる流動の地下水を得ることができたため、より良好な水質を確保することができたものと思われる。

2-2-3-3 試掘井掘削と生産井水量

(1) 各タウンにおける試掘井戸地点の選定

調査対象地域における地下水開発ポテンシャル把握のために、8タウンにおいて試掘を行った。掘削地点選定に関しては既存井戸の地質に関する記録、深度やスクリーン位置等の井戸データがほとんど保管されていない為、既存井戸付近において垂直電気探査(VES)を実施しその結果を踏まえ、これ以外の探査側線の結果を総合的に比較して、既存井戸よりも地下水ポテンシャルの高い地点を選定し掘削を実施した。各タウンにおける電気探査数は表2.2.4に示す。

電気探査は試掘井の位置決定のために56側線のVESを、さらに将来の浅井戸建設の深度を決定する為にクマミにて2側線のVESを実施した。また地層が複雑なエリウハ、チフラ、ネメレフェン各町において地質構造を把握する為に2次元の比抵抗探査を実施した。

表 2.2.4 調査対象地域における電気探査数と解析結果

タウン名	垂直探査 (VES)	2次元探査	帯水層比抵抗値 (Ohm-m)	帯水層深度 (m)
グビドゥラ	8		28	120-150
ケレワン	4		19	80-90
デライトゥ	4		19	100-120
チフラ	7	1	20	100 - 120
エリウハ	8	1	50	120 - 130
ネメレフェン	7	1	26	60
ウェデラゲ	10		20	120-140
クマミ	2			
ドゥレチャ	8		16	80-130
合計	58	3		

(2) 調査地域の比抵抗特性

電気探査より得られた各サイトの比抵抗特性から地質・帯水層構造を推定し、試掘地点の帯水層の比抵抗値とおおよその掘削深度を予測した(表 2.2.4)。

比抵抗曲線を解析による帯水層の比抵抗値は 16 Ohm-m ~ 50 Ohm-m の範囲であり、また、推定帯水層までの深度は 60m ~ 150m 程度であった。

(3) 試掘井戸概要

井戸はエアーまたは泥水掘りで行われた。掘削は 10 インチ径の掘削ビットを用い、掘削後 6 インチの PVC ケーシング、スクリーンを挿入した。今回掘削した井戸の深度、スクリーン位置を表 2.2.5 に示す。なおグビドゥラに関しては表層近くより岩盤であったため、ケーシングは未挿入である。

各井戸のスクリーン位置は掘削ログ及び孔内検層結果より決定した。各井戸ともスクリーンはブランクケーシングを挟んで 2 箇所以上に挿入した。スクリーン長は全体で 14m ~ 30m 程度であった。

(4) 可能揚水量と帯水層ポテンシャル

段階揚水試験結果より可能揚水量を推定し、また連続揚水試験、回復試験結果より対象エリア帯水層の透水量係数、透水係数を推定した(表 2.2.6)。

表からも解るように調査地域の透水係数、透水量係数の値は町によってかなり異なる。その違いは 3 オーダーにもおよび、調査地域の水理地質構造の違いを明確に表している。また、これらの値は各タウンでの地下水開発ポテンシャルの違いを意味しており、最も帯水層の能力が高いのはチフラであり、一方低いのはウェデラゲ、ネメレフェンであった。

既存井戸と試掘井戸の適正揚水量の値が示すようにチフラ、デライトゥ、ドゥレチャは比較的揚水量が高く(>4.5 L/sec)、一方グビドゥラ、ウェデラゲ、ネメレフェンが低くなっている。なお試掘井戸の適正揚水量は表 2.2.6 のとおりに設定する。

表2.2.5 既存井及び試験掘井の水質分析結果

(1/2)

室内分析

No.	ガイドライン				Complaints for consumers	グビドゥラ (Ex.)	グビドゥラ (Test)	ケレフン (Ex.)	デライトゥ (Ex.)	デライトゥ (Test)	チフラ (Ex.)	チフラ (Test)	エリウハ (Ex.)	エリウハ (Test)
	WHO Target	Japan Standard	Ethiopia for Health	Ethiopia										
1	5	2	7	-	4	1	2	-	trace	2	1	1		
2	1,000	500	-	1,776	1,216	1,632	375	-	532.0	646	600	800	658	
3	-	-	-	-	2,100	2,480	549	-	812	982	590	1,142		
4	-	5.8-8.6	-	6.5-8.5	8.20	8.65	7.55	-	8.38	7.3	8.22	7.9	7.6	
5	-	-	-	2	0.15	0.13	0.19	-	0.38	0.15	0.25	0.13	0.22	
6	200	200	-	358	320	465	34	-	50	78	86	200	186	
7	-	-	-	-	26.50	29.0	1.60	-	7.0	6.50	8.2	3.60	3.5	
8	300	300	-	392	130.20	125.4	243.04	-	358.6	351.54	338.8	141.05	127.6	
9	-	-	-	-	29.58	33.4	63.51	-	78.3	93.96	107.4	56.55	29.4	
10	-	-	-	-	13.78	10.3	20.97	-	39.96	28.62	17.3	15.90	13.5	
11	0.3	0.3	-	0.4	0.03	0.02	0.03	-	0.02	0.02	trace	Trace	trace	
12	0.1	0.05	-	0.13	0.02	0.02	Trace	-	0.02	Trace	trace	Trace	0.02	
13	1.5	0.8	-	3.0	1.10	5.75	0.15	-	0.04	0.50	0.8	0.15	0.345	
14	250	200	-	533	154.60	105.6	18.24	-	50.76	60.48	57.6	53.76	72.96	
15	50	10	50	-	57.50	0.7	8.50	-	0.86	8.00	1.78	40.00	16.35	
16	-	-	-	-	291.70	614.3	226.44	-	257.04	320.30	359.1	367.20	291.1	
17	-	-	-	-	7	36	Trace	-	9.6	Trace	4.8	Trace	Trace	
18	-	-	-	-	341.26	676.2	276.26	-	294.1	390.74	428.3	448.00	355.1	
19	-	-	-	483	285.50	330.0	41.25	-	121.0	144.00	42.4	167.75	143	

(Water Works Desing & Supervision Enterprise Water Laboratory)

現場簡易分析

20	E-conductivity (µS/cm)	-	-	-	2,600	630	1,000	-	1,080
21	pH	-	5.8-8.6	-	8.3	8.0	7.5	-	7.8
22	Arsenic (mg/L As)*	0.01	0.01	-	ND	ND	ND	-	ND
23	Salinity concentration (%)	-	-	-	0.13	-	-	-	-
24	E-coli or thermo tolerant Coliform bacteria	-	100/1ml	0/100ml	-	<50	0	-	0
25	Total Coliform Bacteria	-	0	0/100ml	-	<10	0	-	0

* by pack test. (limit of detection >0.2mg/L)

表2.2.5 既存井及び試掘井の水質分析結果

(2/2)

室内分析

No.	ガイドライン				Ethiopia		ネメレフエン (Ex.)		ネメレフエン (Test)	ウエデラガ (Ex.)	ウエデラガ (Test)	クマミ (ロピ川)	ドゥレチャ (Ex.)	ドゥレチャ (Test)
	WHO Target	Japan Standard	for Health	Complaints for consumers	Deep Well	Hand Pump								
1	5	2	7	-	2	2	1	Trace						
2	1,000	500	-	1,776	1,558	693	586	688	880	688	360	361	206	
3	-	-	-	-	2,500	1,085	951	1,163	1,492	1,163	542	503	359	
4	-	5.8-8.6	-	6.5-8.5	8.1	7.9	7.67	8.26	7.4	8.26	8.4	7.5	7.64	
5	-	-	-	2	0.11	0.13	0.50	0.15	0.10	0.15	0.19	0.15	0.125	
6	200	200	-	358	520	162	99	140	214	140	53	36	20.5	
7	-	-	-	-	1.90	0.60	2.7	4.2	4.30	4.2	6.30	2.40	2.8	
8	300	300	-	392	121.52	130.20	297.0	248.6	193.10	248.6	151.90	217.00	149.6	
9	-	-	-	-	27.03	46.10	94.2	82.7	68.73	82.7	43.50	63.50	48.4	
10	-	-	-	-	2.65	3.71	15.1	10.3	5.30	10.3	10.60	14.30	7.02	
11	0.3	0.3	-	0.4	0.04	0.04	0.03	0.02	Trace	0.02	Trace	Trace	Trace	
12	0.1	0.05	-	0.13	Trace	Trace	0.07	0.02	0.05	0.02	0.07	0.05	0.02	
13	1.5	0.8	-	3.0	1.84	0.45	0.61	0.81	0.15	0.81	0.45	0.50	0.61	
14	250	200	-	533	576.00	121.00	87.4	158.4	315.80	158.4	27.80	7.70	9.6	
15	50	10	50	-	7.00	57.50	5.30	16.53	30.00	16.53	7.50	8.50	3.65	
16	-	-	-	-	28.60	67.30	311.9	215.5	59.20	215.5	163.20	250.90	164.4	
17	-	-	-	-	Trace	Trace	Trace	4.80	Trace	4.80	7	Trace	Trace	
18	-	-	-	-	34.84	82.10	380.5	253.1	72.20	253.1	184.50	306.10	200.6	
19	-	-	-	483	390.50	182.90	33.0	48.4	93.50	48.4	37.90	50.50	12.1	

(Water Works Desing & Supervision Enterprise Water Laboratory)

現場簡易分析

20	E-conductivity (µS/cm)	-	-	-	3,000	1,300			2		640	600		
21	pH	-	5.8-8.6	-	8.4	8.0			7.9		7.8	7.0		
22	Arsenic (mg/L As)*	0.01	0.01	-	ND	ND			ND		ND	ND		
23	Salinity concentration (%)	-	-	-	0.16	0.07			0.09		0.03	0.03		
24	E-coli or thermo tolerant Coliform bacteria	-	100/1ml	0/100ml	>1000	0			0		>1000	<1000		
25	Total Coliform Bacteria	-	0	0/100ml	<10	0			0		>50	>50		

* by pack test. (limit of detection >0.2mg/L)

表2.2.6 試験結果のまとめと試験工程

都市名	掘削開始	終了	掘削方法	掘削深度 m	ケーシング 深度 m	ケーシング 材質	スクリュー 材質/ 開口率	スクリュー ホッピング m	全スクリュー長 m	スクリュー長/ ケーシング長 %	静水位 m	連続試験時 動水位 m	可能揚水量 (連続 試験値) L/sec	透水量係数 m ² /day	透水係数 (帯水層 = スクリュー 長と仮定) cm/sec	適正揚水量 L/sec	ホフ位置 m	水質
グビドゥラ	22-Jan-06	5-Feb-06	Air with T.Bit Air with H.Bit	149	-	No casing	No casing	No Screen	-	-	33.25	106.82	2.0	1.2	-	1.0	138	x
クレラン	22-Jan-06	20-Feb-06	Air with T.Bit Air with H.Bit	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
テライトウ	4-Mar-06	9-Apr-06	Air with T.Bit Mud with T.Bit	62	57.7	PVC	PVC / 8%	33.23 - 40.72 43.55 - 52.04	17.0	29.5%	27.5	30.46	5.0	898	6.94E-01	3.0	52	-
チアラ	10-Feb-06	26-Feb-06	Air with T.Bit Air with H.Bit	122	99	PVC	PVC / 8%	76.36 - 84.85 87.68 - 93.34	14.2	14.3%	40.1	44.9	> 6.3	1881	1.54E+00	6.7	66	-
エリウハ 1	7-Mar-06	25-Mar-06	Air with T.Bit Air with H.Bit	130	-	No casing	No casing	-	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-
エリウハ 2	19-Apr-06	9-May-06	Air with T.Bit Mud with T.Bit	131	131	PVC	PVC / 8%	62.7 - 74 108.46 - 125	27.8	21.2%	33.0	42.3	4.5	35.57	1.57E-02	4.5	55	-
ネムレフエン 1	27-Feb-06	10-Mar-06	Air with T.Bit Air with H.Bit	45	-	No casing	No casing	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ネムレフエン 1	10-Mar-06	5-Apr-06	Air with T.Bit Mud with T.Bit	61	60	PVC	PVC / 8%	33.06 - 41.55 47.28 - 55.70	16.9	28.2%	8.0	38.7	2.0	1.55	1.04E-03	1.5	42	-
ウエテラガ	20-Feb-06	27-Feb-06	Air with T.Bit Air with H.Bit	110	110	PVC	PVC / 8%	73.21 - 76.04 78.80 - 90.19 95.85 - 104.30	22.7	20.6%	30.5	70.8	2.5	2.5	1.27E-03	2.0	71	-
ドレレチャ	22-Feb-06	5-Mar-06	Air with T.Bit Air with H.Bit	78	73	PVC	PVC / 8%	34.0 - 46.0 52.0 - 70.0	30	41.1%	25.9	29.2	> 6.7	153	5.90E-02	4.5	30	-
TOTAL				918	530.7				128.6	24.2%								

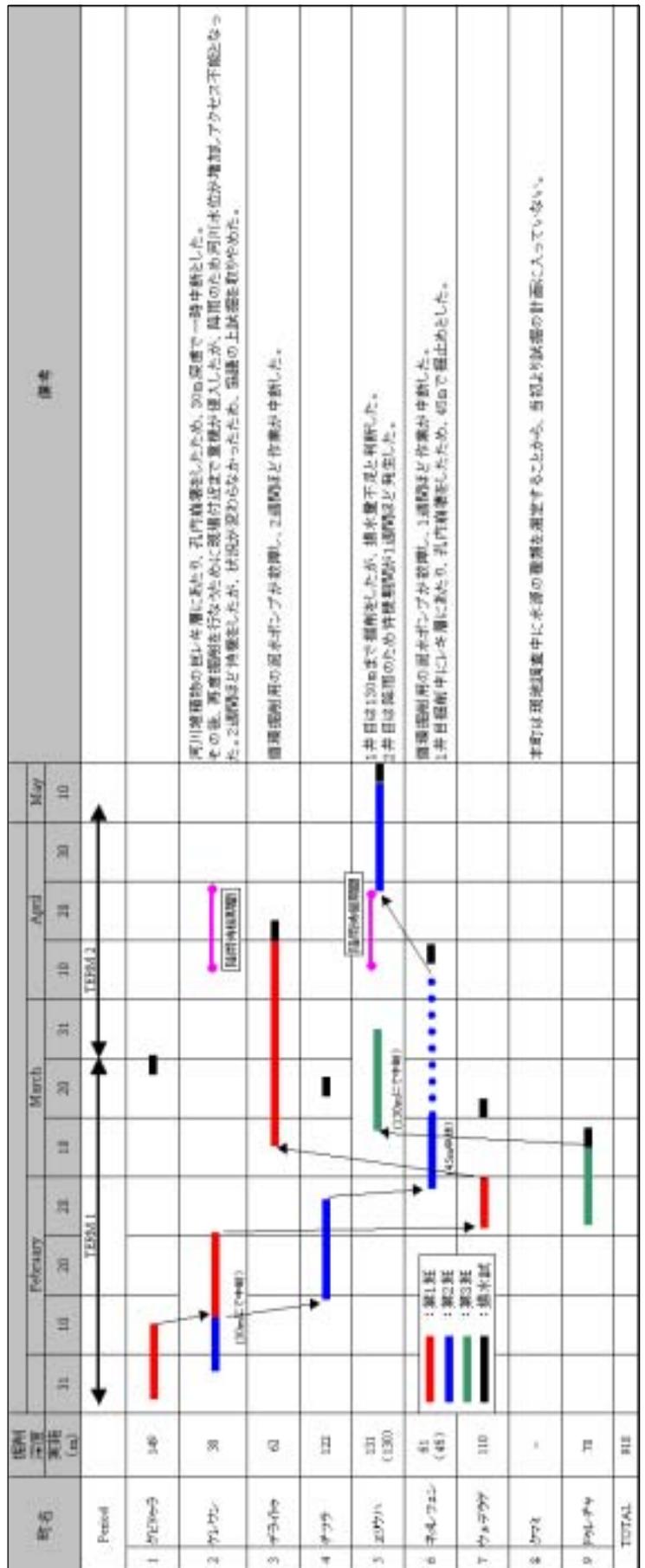


表 2.2.7 既存井の揚水量と試掘井の適正揚水量

タウン名	*既存井戸 現状揚水量 (L / Sec)	試掘井戸 連続揚水量 (L / Sec)	試掘井戸 適正揚水量 (L / Sec)	備考
グビドゥラ	3.5	1.5	1.0	水位回復が遅いことから、回復試験結果から適性揚水量を設定する。
ケレワン	4.1	-	4.7	現地調査結果による推定値。
デライトゥ	3.5(報告書より)	5.0	3.0	スクリーン設置位置を動水位が下回らない揚水量とする。
チフラ	4.4	6.3	6.7	試験結果から連続試験結果以上の揚水可能と判断した推定値。
エリウハ	3.6	4.5	4.5	連続揚水量を適正揚水量とする。
ネメレフェン	1.5	2.0	1.5	スクリーン設置位置を動水位が下回らない揚水量とする。
ウェデラゲ	1.5	2.5	2.0	スクリーン設置位置を動水位が下回らない揚水量とする。
クマミ	-	-	3.0	現地調査結果による推定値。
ドゥレチャ	1.8	6.7	6.7	連続揚水量を適正揚水量とする。

*既存井の揚水量は、超音波流量計あるいは実測により計測した瞬間値である。

(5) 地下水低下による影響範囲

揚水試験で得られた透水係数と貯留係数を用いて各試掘井戸における周辺への地下水位低下の影響範囲を予測した(表 2.2.7)。解析には次の非平衡式(タイズ式)を用いた。なお、これは試掘井で揚水したときの周辺での地下水位低下量であり、既存井戸での揚水の影響、また地下水位の季節変動などは加味していない。

$$s = \frac{Q}{4\pi T} \int_u^{\infty} \frac{e^{-u}}{u} du \quad u = \frac{r^2 S}{4Tt}$$

s : 水位低下 (m) Q : 揚水量 (m³/min)
 T : 透水量係数 (m³/min) t : 揚水継続時間 (min)
 r : 井戸からの距離 (m) S : 貯留係数

表 2.2.8 地下水汲み上げによる井戸周辺の地下水位低下量 (m) 予測

試掘井戸	井戸からの距離(m)								
	2	10	20	30	50	100	150	200	300
グビドゥラ	17.29	10.96	8.28	6.68	4.76	2.32	1.17	0.58	0.11
ケレワン	-	-	-	-	-	-	-	-	-
デライトゥ	0.82	0.65	0.58	0.53	0.48	0.41	0.37	0.33	0.29
チフラ	1.35	1.09	0.97	0.90	0.81	0.70	0.63	0.58	0.52
エリウハ	1.35	1.79	1.52	1.35	1.15	0.88	0.72	0.61	0.45
ネメレフェン	7.11	4.60	3.50	2.85	2.09	1.11	0.59	0.32	0.08
ウェデラゲ	9.56	6.34	4.95	4.15	3.14	1.82	1.11	0.70	0.26
クマミ	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ドゥレチャ	1.30	1.0	0.86	0.78	0.69	0.56	0.48	0.42	0.35

上表から、水位低下はグビドゥラ、ウェデラゲでやや大きく、井戸から 100m 離れた地点でも 2m 程度が予測される。一方、チフラ、デライトゥ、ドゥレチャでは地下水位変化がほとんど起こらない。どの井戸においても井戸から 300m 程度離れると水位低下量は 50cm 以下に低減すると推定される。そのため、既存井戸との距離を 500m 程度離すことにより、井戸間の地下水位低下の影響は無視し得ると判断される。

2-2-4 プロジェクトの環境社会配慮

(1)「エ」国の環境社会配慮に関する基準、法令

1) 国家環境政策

「エ」国における環境政策(Environmental Policy)は 1997 年に制定されている。環境政策の中で水資源分野では以下の点を政策の目的としている。

- a) ダム、灌漑システムの設計、施工、その使用において環境衛生を阻害する要因をコントロールする。
- b) 自然の生態系を十分に理解したうえで水セクター事業を実施する。
- c) 外来種を取り入れるなど、水系の生態系へ影響を及ぼすものについては詳しい環境スタディや環境影響評価を行う。
- d) 水と陸地との境界面(湖岸、河岸、湿地帯)の保護をする。
- e) 遊牧民が占有している遊牧地において中～大規模な灌漑プロジェクトを行う場合には遊牧民に対して十分に考慮する。
- f) 水資源の利用者に女性や遊牧民が含まれるときには事業の設計、実施、そしてその後のフォローアップにおいて生態バランスに影響を与えないように十分に配慮する。
- g) すべての主要な治水、水資源開発、管理プロジェクトでは、環境影響評価、そして環境を保護するための費用とその利益の調査を行う。
- h) 中～大規模な灌漑計画の改善のためにサイトでの訓練や水管理技術の修得などをファームレベルで行う。
- i) 人口涵養、表流水資源利用を促進する。
- j) 健康、環境に問題ないと判断され、またコスト的にも十分に見合う場合には下水の再利用を行う。

2) 環境影響評価に係る基本法令とガイドライン

「エ」国における環境影響評価(EIA)実施に係る法令は Proclamation No.299/2002 があるが、その実施にあたってのEIA ガイドラインは2000年に制定されている。ガイドラインでは、明らかに環境に影響がありEIAの実施が必要なセクターとその規模が示されている。給水(村落、都市)・衛生分野では以下の条件に当てはまるプロジェクトの場合 EIA を実施しなければならない。

- a) 表面積が 100 ヘクタールを超えるダム、貯水池の建設
- b) 4,000m³/日を越える地下水の汲み上げ
- c) 水源近くでの都市排水計画

3) 土地収用に関する法令

「エ」国では土地収用に関する法令・ガイドライン等はなく、全て国有地であることから買収・レンタルの必要もなく、中央政府への登録も必要がない。

本件の場合には、アファール州側とサイトの水委員会の承認さえ得られればよく、土地収用は問題にはならない。ただし、住民移転などが発生した場合には、慣習として住民と州側の合意や補償

が必要な場合があるが、ガイドライン等がないため個人と州政府の話しあいで決定される事がほとんどである。公共施設建設の場合、土地収用に関する責任は発注者側となる。

(2) 先方の環境影響評価(EIA)実施状況、JICA 環境社会配慮審査室の審査結果

1) 実施機関

環境保全局(EPA)

EIA に関するガイドラインの作成やその EIA の内容の承認に関する権限は環境保全局 (EPA) が持っている。この環境保全局は中央における機関であるが、地方においては州単位で環境セクションを設け、環境保全に関する指導、監督を行なうことになっている。環境保全局での聞き取りによればアファール州においては Agricultural and Natural Resource Bureau に環境セクションが設けられており、アファール州内での環境に関する指導・監督の役割を担っている。

水資源省(MoWR)

水資源省での聞き取りでは、水資源省自体は水資源分野の事業実施前に必要な EIA の調査には係っていないということであった。しかし、水資源省 (MoWR) 内には Environmental Impact Monitoring and Evaluation Team が設置されており現在、環境影響モニタリングに関するガイドラインを作成中である。

2) 先方の環境影響評価(EIA)の実施状況

「エ」国における環境影響評価の監督機関としては環境保全局がある。環境保全局の設立に関しては Proclamation No.295/2002 が発布されその中で権限と役割が記されている。その他、環境影響評価の実施に関しては Proclamation No.299/2002 が発布され、環境に影響を与えるプロジェクトの実施に先立ち、環境影響評価を行うことが示されており、その監督機関として環境保全局の役割が規定されている。

3) JICA 環境社会配慮審査室の審査結果

本件の当初要請段階、予備調査段階においては、JICA 環境社会配慮ガイドラインが策定されていなかった為、環境社会配慮スコーピングなどの調査が行われていなかった。そのため今般、JICA 環境社会配慮ガイドラインの制定に基づきカテゴリー分類を B と想定し、本基本設計調査において環境社会配慮調査を行うこととなった。その結果、後述する通り、環境社会への影響がほとんどないことが確認されたため、JICA 審査を経てカテゴリーを C に変更することとなった。

(3) 初期環境影響調査(IEE)

1) プロジェクトの概要

事業コンポーネントは、表 3.1.2 に示される通りである。

2) ステークホルダーミーティング

ステークホルダーミーティングを行い、水問題、ニーズ抽出などについて活発な議論と意見交換を行った。また、ミーティングでの議論、分析結果から問題抽出と課題を分析した。それによれば、住民は既存水源の水量不足から水量の拡大を望んでおり、施設建設について反対意見はなかった。

(4) 対象地域の環境社会状況

1) 社会環境

プロジェクトサイトの社会環境については「2-2-1 社会経済状況」を参照。

2) 自然環境

プロジェクトサイトの自然環境については「2-2-3 自然状況」を参照。

3) 公害問題

対象地域周辺の一帯はガソリン・ディーゼルエンジンを用いた車輛の交通量は僅かで、車輛の通行に伴う大気・騒音問題はない。道路はもっぱら人間や家畜の歩行のためとなっている。大気汚染・水質汚濁の原因となっている工場群は存在しない。水質問題については前述したように（「2-2-3-2 水理地質状況(2)地下水水質」参照）一部、井戸からの飲料水において硝酸性窒素、フッ素などの問題が確認されている。

(5) スコーピング

1) 環境社会要素

本事業の実施による環境社会配慮については、JICA 環境社会配慮ガイドラインより環境社会要素を各項目ごとに抽出し、影響の程度について現地調査及び聞き取り結果等により表 2.2.8 に示すとおり評価を行った。

表 2.2.9 JICA 環境社会配慮ガイドラインに基づく影響の程度に係る評価

評価	影響の程度
A	環境や社会への影響が重大で望ましくない。
B	影響の程度は A より小さいが若干の影響が想定される。
C	影響の程度が不明である。
D	環境や社会に及ぼす望ましくない影響が、ほとんど想定されない
+	環境や社会にプラスの影響が想定される。

2) スコーピングに基づく影響評価結果

本プロジェクトの環境社会要素に関する影響評価の結果は表 2.2.9 に示す通りである。なお、各サイトの社会環境、自然環境及び公害に関する状況がほぼ同一であるため、各サイトを取りまとめた環境社会影響の評価とした。

表 2.2.10 スコーピングに基づく影響評価の結果

要素	番号	項目	評定	評定の根拠
社会環境	1	非自発的住民移転	D	事業の実施中各サイトにおいて住宅地の占有、住民移転が発生することはない。
	2	雇用や生計手段等の地域経済	+	本プロジェクトの事業の実施において限定的ながら地元住民の雇用が想定される。
	3	土地利用や地域資源利用	D	本プロジェクトの事業の実施に当たり施設用地として土地占有が発生するが、計画施設が小規模であるため、住民移転は発生しない。「工」国では、すべて国有地であるため、用地占有に関しては州水資源開発局と住民との合意で済むため問題はない。
	4	社会関係資本や地域の社会組織	D	事業実施に当たり、工事業者との契約を結んで行われるため、社会関係資本や地域社会を侵害することはない。また、地域社会に影響が生じた場合は郡評議会や郡長より適切に調整される。
	5	既存のインフラや地域の社会組織	D	対象サイトには学校、病院が存在するが、本プロジェクトの実施がこれを侵害することは無い。
	6	貧困層や先住民等社会的に脆弱なグループ	D	社会的に脆弱なグループとして遊牧民が考えられるが、本プロジェクトの実施が直接彼らに悪影響を及ぼすことは想定されない。
	7	被害と便益の分配や開発プロセスにおける公平性	D	被害と便益の分配等地域社会における諸問題は、郡評議会や郡長により調整されている。本プロジェクトは、工事業者との契約を結んで実施されるため、直接地域社会の被害や便益に直接影響することはない。
	8	文化遺産	D	対象地域付近には、文化遺産、遺跡文化財等は存在しない。
	9	地域における利害の対立	D	地域における利害対立の諸問題は、郡評議会や郡長により調整されている。本プロジェクトが地域の利害対立に影響を及ぼすことは想定されない。
	10	水利用・水利権	D	構造物材料(コンクリート)の製作、また井戸掘削での泥水掘削を行う場合には水を使用することが、想定されるが、その使用は一時的であり量的にも少ない。
	11	公衆衛生	D	本プロジェクトの実施、特に工事中のし尿等は工事業者によって適切に処理される。
	12	事故の増加 HIV/AIDS等の感染症	D	本プロジェクトにおける工事中の労働者に対する衛生管理及び社会倫理は工事業者により適切に教育がなされる。
自然環境	13	特徴的な地形・地質	D	対象サイト近接部には特徴的な地形としてリフトバレーがあるが、本プロジェクトがリフトバレーに及ぼす影響は無い。
	14	地下水	D	本プロジェクトの実施による地下水位低下に関する周辺地域の影響解析の結果を踏まえ、井戸間の距離を500m以上確保し、また試掘井の揚水試験結果から適正揚水量を定めことにより、既存井戸に影響しない計画とした。
	15	土壌流出	D	本プロジェクトでは土壌流出を引き起こすような森林伐採は行わない。
	16	水文状況	D	対象サイトには河川が存在するが、河川の流況に支障をもたらす河川内の構造物の建設はなく、水文に影響を与えることは無い。
	17	沿岸水域 (マングローブ林等)	D	対象サイトには沿岸地域は無く、マングローブ林などは存在しない。
	18	生態系及び生物相	D	対象サイトには重要な生態系及び生物相は存在しない。
	19	気象	D	本プロジェクトの実施が気象に影響を与えることは無い。
	20	景観	D	貯水池などの構造物の出現により眺望や景観構成要素が若干変化するが、周辺に観光地等は無く問題にはならない。
	21	地球温暖化	D	本プロジェクトの実施が地球温暖化に影響を与えることはない。
公害	22	大気汚染	D	対象サイト近接部では、大気汚染を引き起こすような、自動車交通量は僅かである。また、工事中の粉塵は散水等の対策を施すので問題ない。
	23	水質汚濁	D	本プロジェクトの井戸掘削に使用する泥水の河川への流出による水質汚濁を防ぐため、井戸の建設位置を河川から十分に離す計画とした。これにより、環境へ与える影響は発生しない。
	24	土壌汚染	D	本プロジェクトにおいて、重金属や化学物質等の土壌汚染に影響を与える物質は扱わない。
	25	廃棄物	D	工事中に廃棄物の発生が予想されるが、工事業者の適切な管理により、廃棄物は適切に処理される。
	26	騒音・振動	D	本プロジェクトの工事においては建設機器の稼働により騒音・振動が想定されるが、工事は主として昼間に実施されるため、その影響を最低限に抑えることができる。
	27	地盤沈下	D	本プロジェクト対象地域では地盤沈下を引き起こすような粘土層は存在しない。
	28	悪臭	D	本プロジェクトにおいては悪臭をもたらすような活動は実施しない。
	29	低泥	D	河川、湖沼の低質堆積物に影響を与えるような活動はない。
	30	事故	D	工事中の事故の発生が予想されるが、工事の管理・監督を徹底することにより事故の防止をする。

なお、上記環境社会影響の評価に基づき、各要素項目において、特に留意すべき事項について、以下にまとめる。

社会環境

本事業の実施による給水施設建設に伴う住居用地の占有が発生しないため、住民移転は発生しない。また、本事業は公共性が強く、地元社会に便益をもたらす内容であるため、地元住民から特段の反対も想定されない。施設建設用地の確保については州水資源開発局と住民との合意だけでよく、円滑に対処される。

自然環境

各サイト周辺には、貴重な生態系は存在しておらず、事業実施により、自然環境に与える影響はない。なお、水源が地下水であるため、施設の稼働後における周辺地域の地下水位の低下が想定されるが、影響解析の結果から、井戸間の距離を 500m 以上確保し、また試掘井における揚水試験結果から適正揚水量を定めることにより、既存井戸への影響はない。

公害問題

河川に近接した井戸掘削工事においては、使用する泥水が河川に流入し、水質汚濁が発生しないよう、河川から井戸掘削地点まで十分な距離を確保することにより、環境へ与える影響が発生しないようにする。

(6) 環境社会配慮調査の再実施の必要性

上述の通り、スコーピングに基づく環境社会影響評価の結果、本プロジェクトの実施に伴う影響はほとんどない。そのため、環境社会配慮調査の再実施の必要性は認められない。ただし、将来にわたり計画施設を良好に使用するため、各井戸における地下水の経年変化を把握することが望ましい。そのため、州水資源局は事業実施後、雨期・乾期の年 2 回程度、井戸水位の計測及び水質分析を実施し、これらデータを集積し、各井戸における地下水資源の経年変化をモニタリングし、必要に応じて井戸改修を実施しながら地下水源の保全を図ることを勧告する。

なお、本プロジェクトの内容は「エ」国の EIA ガイドラインによれば、EIA が必要な分野に分類されるものの、計画規模が小さいため EIA 実施は必要ない。

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

(1) 上位目標

「エ」国の給水事業における上位計画は、2002年に水資源省が制定した「水セクター開発プログラム(WSDP2002-2016)」(以後「WSDP」と称する)である。この中で、貧困削減と持続的成長のため水資源開発を重点目標とし、全国の水道整備の目標、戦略等が総合的に示されている。

WSDP では表 3.1.1 に示す通り、アフール州における 2001 年の給水率;都市部 44%、村落部 14%を、2011 年には都市部 90%、村落部 62%へ、さらに計画最終年(2016 年)には都市部 90%、村落部 62%へ改善することが目標とされている。そのためアフール州に対する給水施設の建設内容が提案され、これに必要な投資額(都市下水整備を含む)を、2002 年～2006 年 29.3 百万ドル、2007 年～2011 年 29.9 百万ドル、2012 年～2016 年 37.8 百万ドル、総合計 96.9 百万ドルと見込んでいる。

表 3.1.1 アフール州の給水率と将来の目標

2001 年		2006 年		2011 年		2016 年	
都市部	村落部	都市部	村落部	都市部	村落部	都市部	村落部
44%	14%	59%	30%	74%	46%	90%	62%

出典: *Water Sector Development Program, Ministry of Water Resources*

また、WSDP を実現化するため、「国家上下水道マスタープラン(2002 年)」、「都市及び地方上下水道のための実施ガイドライン(2004 年)」等が策定され、各州毎にその実態に即した戦略が提案されている。

(2) プロジェクト目標

本計画は前述の上位計画による目標達成に供するため、アフール州の新興 9 町を対象に給水施設を適正に整備し、安全で安定的な給水を受ける人口が増加することにより、住民の衛生環境を改善することを目標としている。

3-1-2 プロジェクトの概要

本プロジェクトは上記目標を達成するため、対象町における人口増加及び水使用の実態に基づき、目標年次の水需要量に即した給水施設を整備するものである。また、ソフトコンポーネント方式によりアフール州側が計画した既存井戸の改修計画を円滑に実施するため必要機材を補充と関連技術を移転し、さらに、完成した施設を対象町が適切に運営維持するため、町の委員会に対し施設維持管理の基礎技術、財務管理等にかかる技術移転をおこなう。なお、プロジェクトによる施設整備の内容は表 3.1.2 に、

調達機材の内容は表 3.1.3 に示す通りである。

表 3.1.2 施設整備の内容

施設名	整備内容	数量	適用
水源施設	試掘井の生産井への利用	6 井	試掘井は基本設計調査にて実施
	深井戸の建設	6 井	
	既存井戸の改修	3 井	ソフトコンポ-ネットにより実施
	水中ポンプ、発電設備	12 セット	
	発電機室の設置	12 棟	
送水・導水施設	配管 50mm ~ 75mm、付帯設備含む	21,280m	
配水施設	配水池;50m ³ ~ 130m ³ 高架水槽;50m ³ 、H=6m	6 基 1 基	
	配水管 50mm ~ 100mm、付帯設備含む	19,740m	
	公共水栓 家畜用水飲み場	28 基 1 基	

表 3.1.3 調達機材の内容

施設名	整備内容	数量	適用
既設井戸改修用機材	3t クレーン付き長尺トラック、総積載重量 10t	1 台	井戸洗浄機材搭載型
	3t クレーン付きトラック、総積載重量 6t	1 台	揚水試験機材
	揚水試験用水中ポンプ(2 台)、発電設備	1 式	
	井戸洗浄用工具	1 式	
	簡易水質試験器具	1 式	

本プロジェクトのプロジェクト・デザイン・マトリックス(PDM)は表 3.1.4 に示す通りである。

表 3.1.4 プロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM)

プロジェクト要約	指 標	指標データ入手手段	外部条件
<p>〔上位目標〕 対象地域に居住する住民の衛生環境が改善される。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 対象町における水因性疾病罹患率 対象町における乳児死亡率 	<ul style="list-style-type: none"> 事業実施後のモニタリング 州保健局資料 	<ul style="list-style-type: none"> 飲料水に起因しない疫病が対象地域において発生・拡散しない 飢饉・早魘が発生しない
<p>〔プロジェクト目標〕 対象地域において安全で安定的な給水を受け人口が増加する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 対象地域における給水人口の増加率 供給水の水質基準達成率 地下水位の変動 	<ul style="list-style-type: none"> 事業実施後のモニタリング（運転記録、会計報告） 水質検査記録 	<ul style="list-style-type: none"> 政策の転換・都市機能の移転等が行われない 自然要因による大規模な地下水位の変動が生じない
<p>〔事業の成果〕</p> <ul style="list-style-type: none"> 対象町の給水施設が改善される。 実施機関の運営・維持管理能力が向上する。 水委員会の運営・維持管理能力が向上する。 	<ul style="list-style-type: none"> 水汲み労働時間の短縮率 実施機関による井戸改修工事の実施状況（実施件数、改修結果） 水委員会など水道事業運営団体の収支状況 水委員会など水道事業運営団体の運営状況（雇用者数・稼働状況など） 	<ul style="list-style-type: none"> 事業実施後のモニタリング 施設の運転実施記録 水委員会からの聴取 	<ul style="list-style-type: none"> 訓練を受けた職員の異動や転職が少ない 大幅な価格変動・インフレ・デフレが発生しない
<p>〔活動〕</p> <ul style="list-style-type: none"> ＜日本側＞ <ul style="list-style-type: none"> 地下水源の確定 給水施設的设计・施工 機材の調達 ソフトコンポーネントの実施 ＜工国側＞ <ul style="list-style-type: none"> 土地収容 施設の運営・維持管理 衛生環境の啓蒙普及活動 	<p>〔投入〕</p> <ul style="list-style-type: none"> ＜日本側＞ <ul style="list-style-type: none"> 給水施設 9 箇所の建設 井戸改修に関する技術指導 施設維持管理に関する技術指導 維持管理及び改修工事にかかる機材の調達 	<ul style="list-style-type: none"> ＜工国側＞ <ul style="list-style-type: none"> 建設用地の確保 機材搬入用道路の建設 井戸改修に係る人材の確保 水委員会の発足・運営にかかる人材の確保 	<ul style="list-style-type: none"> 相手国負担事項（道路整備）が確実に実施される

3-2 プロジェクトの基本設計

3-2-1 設計方針

3-2-1-1 対象地区の選定方針

本調査の対象はアフール州の9つの中心的な町である。本調査における現地調査を踏まえ、調査対象町の水使用の実態を明らかにし、各町の施設整備の優先度を設定する。また、地域において物理探査及び試掘井調査により地下水の利用可能性を評価し、将来にわたり安定的に水源として利用できると判断された町をプロジェクトの対象町とすることとした。9町のうちケレワン とクマミの2町においては試掘井調査が実施できなかったものの、現地調査で実施した物理探査や既存施設調査等の結果から、これらの町においても安定した地下水源が確保できるものと判断されたため、「エ」国側の要請通り9町をプロジェクトの対象サイトとする。

3-2-1-2 施設建設に関する基本方針

(1) 自然条件に対する方針

- 対象9町は大地溝帯(リフトバレー)の低地部の西端に南北に分布している。標高は650m～1050mにあり、概ね熱帯乾燥気候帯に属し、年間平均気温が35～40、降雨量も年間380mm程度と非常に過酷な自然条件となっている。そのため、水冷式発電機などの機器類のライフスパンはアムハラ州などの高地に比べて短い傾向となっている。よって、機器類は対象地域の自然条件に即した形式を選定する。
- リフトバレーは地殻構造上、アフリカプレートとインド洋プレートが離れる裂開運動により形成され、所々で火山活動が見られる。そのため対象町の一つグビドゥラでは、火山活動の影響を受けて、地下水の温度が40を超えるている。また、グビドゥラ町とネメレフェン町の地下水は全溶解性物質(TDS)が1,000 mg/L以上と高い値を示している。このように、火山活動の影響を受けていると推定される地域については、水中ポンプのモータを温泉仕様とすることや耐腐食性の揚水管を選定する。
- 火山活動の影響から、対象地域は全般的に転石や岩の露出しているところが多いため、管路の布設工法は必要に応じ岩掘削を考慮するなど現地の状況に即した工法を選択する。

(2) 社会条件に対する方針

- 対象地域の住民の90%以上は回教徒であることから、宗教上の行事等を十分に考慮した建設工程を立てることとする。
- 対象町は行政の拠点として、ここ10年程度の内に移転されたものが多い。対象町のうちケレワンのみ都市計画が策定されているが、他の町は未策定である。街区の形成状況は概ね町の中心を走る道路に沿って公共施設や住宅が建設されているが、それ以外の街路は明確な区画が形成されぬまま、雑然と民家が建てられた状況である。よって、本計画では配水管路は基本的に街区が形

成されている範囲とし、主道路と比較的区画が明確な街路に沿った1次管までを対象とする。

- いくつかの対象町においてはディーゼル発電機による電力施設が設置されているものの、未だに供用開始の目途が立たない地域が多い。エリウ八町のみで既に電力供給(家庭用220V)を開始しているが、18時から24時まで6時間のみ供給となっている。既存の電力設備は井戸ポンプの動力としては、送電出力、時間とも不足するため、井戸ポンプ専用の発電機を設けることとする。
- 社会状況調査の結果、エリウ八町のみで遊牧民が既存給水施設の水を利用していることが確認された。遊牧民は導水管路からの漏水部にピットを掘り、ここに溜まった水を家畜用等に与えている。これ以外には周辺に取水できる地点がないことから、遊牧民の間ではこの地点が給水点として認識されている。現状では施設の維持管理上の問題があるため、新たに遊牧民の家畜用水飲み場を設置し、漏水箇所を補修することとする。

(3) 建設事情に対する方針

- 「エ」国では民間建設会社や熟練工が首都アジスアベバ市以外では得難い状況であるため、建設工事の工法には、熟練度が求められる工法や特殊工法は極力避けることとする。
- 「エ」国内には井戸掘削業者や給水施設の建設経験を有する業者が多いが、アファール州での経験を有する業者は少ない。そのため、堆積層を対象とした泥水掘削方式を実施できる井戸建設業者が少ない。本業務の実施は現地業者を下請け会社として活用することを原則とするが、本邦業者により、現地業者の施工を十分に監督し、地層条件に適した井戸掘削を行うこととする。
- 「エ」国では機械設備や電気施設を適切に据付けできる技術者が少ないことから、機械設備や電気設備の据付けには日本人専門技術者を派遣する。

(4) 調達事情にかかる方針

- 本計画の給水施設建設に必要な資材は配管材、弁類、鉄筋、ブロック、セメント、砂、砂利等である。これらのうち、弁類以外は「エ」国内の市場にてほぼ入手可能である。特に配管材では、亜鉛メッキ鋼管やPVC管、建設資材では鉄筋、鋼材などが「エ」国内で生産されていることから、建設資材は基本的に「エ」国産品を採用する。
- 「エ」国において使用されているポンプ、発電機類はほとんど輸入品である。首都には機器類では欧州の代表的メーカーの小売店や代理店が存在しており、各種スペアパーツの追加調達も可能となっている。よって、ポンプや発電機は第3国製品の採用を基本とする。

(5) 既存施設の利用に関する方針

- 既存給水施設は水中ポンプなどの機器類、送配水管等、現在機能しているものもある。このうち、特に問題が確認されなかったものについては、耐用年数を考慮した上で基本的に将来も利用することとする。尚、水理計算結果から、仕様変更が必要となる送・配水管は交換する。
- 既存管路には、空気弁、泥吐き弁等の弁類が設置されていないため、管内が詰って必要な通水断面が不足すると推定される箇所も確認された。よって、このような既存管路については空気弁、

泥吐き弁や仕切り弁を必要に応じて設置することとする。

- デライトゥ町の既存井戸は、井戸の孔曲がりが原因で井戸設置が困難であると判断された。また、グビドゥラ町の既存井戸は井戸構造が不明であるため、将来施設として新規水中ポンプを挿入しても安定的に使える保証はない。したがって、この既存井戸は廃棄し、代替井戸を建設する。

3-2-1-3 機材調達に関する基本方針

本計画で調達される機材は、実施機関が計画している州内にある既存井戸改修工事に関する機材であり、機材選定にあたっては以下の基本方針に沿って選定する。

- 水資源局には、2002年の世銀融資による全国を対象にした「水道整備改修プロジェクト」によって、サービス・リグ(トラック搭載型井戸修復用機材)とモバイル・ワークショップ(移動工作車)が1台ずつ供与されている。ただし、サービス・リグは井戸深が最大100mまでを対象としている。州には100mを超える井戸も多数あるため、現有サービス・リグでは対応できないことになる。モバイル・ワークショップは現有機材の使用状況が良好であるため、追加機材は不要と判断した。以上を踏まえ、調達機材の選定には、現有機材と重複することなく、且つ今後州が計画する井戸改修事業の推進に不可欠な機材を補充することとする。
- 水資源局は井戸改修工法として、ジェットニングなどの機材洗浄によるスクリーンの目詰まり除去を考えている。また、洗浄後の揚水試験により適正揚水量の把握までに必要となる機材を要請している。これらの井戸改修内容は基礎的な技術であり、現地の技術レベルにも適正な内容であると判断するため、調達機材はこの目的に添った内容の機材を選定する。
- 機材は「エ」国内のスペアパーツの入手可能性を考慮して、代理店や小売店の有無を確認し、「エ」国においてこれらを扱う業者がない場合には本邦または第3国調達とする。

3-2-1-4 運営・維持管理能力に関する基本方針

本計画の運営維持管理に関連する組織は、実施機関であるアファール州水資源局と各対象サイトの郡役場並びに水委員会が対象となる。これらの組織には次の基本方針をもって必要となる技術移転計画を策定する。

- これまで井戸建設に傾注してきた連邦政府は、近年、既存井戸の故障や能力低下に対処し、地下水を有効利用することも重視してきている。そのため前述した通り、政府水資源省は水資源局にサービス・リグとモバイル・ワークショップを供与した。その際に実施された井戸改修技術のトレーニングに参加した技術者がいるものの、州独自に井戸改修計画を実施するには、関連技術が十分に習得されなかった。州水資源局は、州内に分布する既存井戸の改修計画を策定し、本格的に水事情の改善に着手することになっている。本プロジェクトの8対象町においては既に1本ずつ深井戸があり、中には揚水量が年々低下してきているものもある。さらに、本プロジェクトにおいて新

たに建設が予定される井戸は 12 本あり(試掘井の転用を含む)、これらの井戸施設を将来にわたり良好に維持管理するためにも、井戸改修技術の向上は不可欠である。本プロジェクトの実施機関である水資源局には井戸改修事業を推進する維持管理部が創設され、前述した通り、本プロジェクトにより機械及び工具類を補充することにより井戸改修事業の実施の体制が整うことになる。さらに、井戸改修計画を円滑に遂行するためには、増員された技術者を含め維持管理部の技術者の関連技術向上が不可欠である。そのため、本計画において対象地区において既存井戸の改修作業の技術移転をソフトコンポーネント方式にて実施することとする。

- 対象地域においては基本的に水委員会が給水事業の運営を自主的に行い、郡の水デスクが運営の補佐や施設の補修を行なうことになっている。しかしながら、水委員会が機能していない地域があること、水デスクの予算不足や担当者の技術力不足などによって給水施設の運営・維持管理が組織的にも計画的にも行なわれていないケースが多い。よって、参加型運営維持管理のための実施体制を確立し、水委員会の維持管理能力を向上させるため、ソフトコンポーネント方式によって技術支援を実施することとする。

3-2-1-5 安全管理に関する基本方針

プロジェクトの実施に関し、実施地域の治安状況・自然環境等を踏まえ、日本人従事者の活動の安全に留意し、以下の対応策を講じることとする。

- 1) 安全管理に配慮して主事務所、資機材基地等の設置場所を選定する。
- 2) 衛星電話を携行させ、常時連絡が取れる体制を構築する。
- 3) サイトへはカウンターパートを同行し、適宜住民に対しプロジェクト内容を周知する。
- 4) 主事務所において週 1 回の定例会議をもち、要員の行動予定を確認する。
- 5) 移動においては 4WD 車を使用する。
- 6) 主事務所には医薬品を常備する。
- 7) 治安情勢及び安全管理に係る情報については、常に積極的に収集するようにする。

3-2-2 基本計画

3-2-2-1 設計条件

(1) 計画目標年次

プロジェクトの目標年次は、無償資金協力による援助の緊急性を考慮して 2010 年に設定する。対象町の過去 10 年間ににおける人口増加率は後述の通り著しく高い傾向にあるものの、今後は漸減期に移行することが予想される。そのため、計画目標年を長期に設定することによる計画施設規模と実際の需要量との乖離を避け、施設運営にかかる住民負担が過大とならないように配慮した。

(2) 計画水需要量

1) 計画給水人口

「エ」国におけるセンサスは 1996 年以降行なわれていないため、現在人口に関する公式データは不明である。本基本設計調査では対象町行政機関とアフール州政府関連機関から聴取し、現在人口データを推定した。その結果と 1996 年センサス時の人口データを表 3.2.1 に示す。各対象町のうち、グビドゥラ、ネメレフェン、ウェデラゲ及びクマミはセンサス以降に町が形成されたため、1996 年時の人口データは無かった。なお、グビドゥラについてはセンサスには記載がないが約 3km 程離れたディヴィナ町(グビドゥラ町の管轄集落)があったため、これを参考とする。

表 3.2.1 調査対象地域の人口増加率

町名	1996 年統計 の都市人口	2006 年推定 人口(人)	年人口増 加率(%)	備考
グビドゥラ	*937	1,500	18.7	グビドゥラ町に隣接するディヴィナ町を含めた現在人口 5,200 で年増加率は 18.7%と推定される。
ケレワン	533	4,650	24.2	
デライトゥ	154	3,650	37.2	
チフラ	1,660	6,510	14.6	
エリウハ	1,504	5,400	13.6	
ネメレフェン	-	3,150		
ウェデラゲ	-	3,450		
クマミ	-	2,350		
ドゥレチャ	327	2,400	22.1	
合計		33,060		

*) グビドゥラから約 3km はなれたディヴィナ町の人口

対象町の 1996 年の人口から 2006 年の人口増加率は年 14～37%程度であり、「エ」国の年平均増加率 3%に比べると急激な増加傾向を示している。これらの町は概ね 1996 年から 2000 年頃に郡町に指定され、その後の行政施設、学校、医療施設など都市の基盤施設の整備に伴い、関連公務員の転入や商店やサービス業者の開業などによる社会増が急激な人口増の原因となっている。人為的に郡町として整備されてきた町の人口増加は、概ね同じような経緯をたどっている。本調査で実施した郡事務所や住民からのヒアリング調査によれば、過去 5 年間の人口増加率は 8～10%と徐々に鈍化傾向にある。

一方、アファール州は2004年に州の基幹都市として位置付けられる6町を対象に水道整備計画を策定しており、本調査の対象町であるケレワンがこの整備計画に含まれている。ケレワンはZone 4の行政センターでもあり、町内の都市基盤は比較的よく整備されている。州は同年ケレワン都市計画を策定し、上記水道整備計画の上位計画と位置付けている。この水道整備計画において、人口増加率を2003年から2010年は8%、2010年から2020年は7%と想定している。本調査の他の対象町においても社会経済の発展状況がケレワンと類似していることから、これらの町においても今後10年程度の人口増加率は7%~8%と想定することが妥当と判断される。一方、この値は水道施設の計画値として比較的大きな値であるため、計画施設が過大となる可能性を孕んでいる。施設の過大計画は維持管理上、住民の負担増につながる危険もあるため、本計画における人口増加率は都市計画で想定されている下限値として7%を採用する。ただし、グビドゥラにおいては隣接するディヴィナとマナフェシャの2町から住民移転が予定されているため8%の人口増加率を想定する。

表 3.2.2 将来推定人口

町名	2006年推定人口(人)	年人口増加率(%)	将来推定人口	
			2010	2015
グビドゥラ	1,500	8.0	2,041	2,999
ケレワン	4,650	7.0	6,095	8,549
デライトゥ	3,650	7.0	4,784	6,710
チフラ	6,510	7.0	8,533	11,968
エリウハ	5,400	7.0	7,078	9,928
ネメレフェン	3,150	7.0	4,129	5,791
ウェデラゲ	3,450	7.0	4,522	6,343
クマミ	2,350	7.0	3,080	4,320
ドゥレチャ	2,400	7.0	3,146	4,412
合計	33,060		45,418	63,035

2) 給水率

現況の給水率を求めるため、各町の2006年の推定人口に平均水使用量(ヒアリングにより25Lpcdと仮定)を乗じた想定水需要量と既存施設の運転時間から算出した1日供給水量の比から表3.2.3の充足率を推定した。この充足率を現状の推定給水率と仮定すると、推定給水率は最低のグビドゥラ21%から最高のケレワン89%と大きく異なる。

対象町における計画給水率は、現在の給水状況に基づき、計画施設の運転管理費が過大となり、住民の負担が急激に増加するような施設規模にしないこと、「工」国の国家計画では2011年の都市における平均給水率目標が74%であること等に配慮し、表3.2.4に示す3段階と定めた。

表 3.2.3 給水の現況

対象町名	給水状況(2006年)							
	2006年 人口	原単位	推定日平 均水需要	既存井戸の揚水量			充足率 (*給水率)	
				揚水量	稼働 時間	生産量		
	人	lt/人/日	m ³ /日	lt/秒	時間	m ³ /日	%	
		= x			= x	/		
1	グビドゥラ	1,500	25	38	3.5	0.9	8	21.3%
2	ケレワン	4,650	25	116	4.1	7.0	103	88.9%
3	デライトゥ	3,650	25	91	* 3.5	6.0	76	82.8%
4	チフラ	6,510	25	163	3.1	7.0	78	48.0%
5	エリウハ	5,400	25	135	3.6	5.0	65	48.0%
6	ネメレフェン	3,150	25	79	1.5	6.0	32	41.1%
7	ウェデラゲ	3,450	25	86	1.5	5.0	27	31.3%
8	クマミ	2,350	25	59	-		-	0.0%
9	ドゥレチャ	2,400	25	60	1.8	3.0	19	32.4%

注) デライトゥ町は既存ポンプが故障であったため、建設当時の報告書からの揚水量とした。

表 3.2.4 計画給水率

現在推定給水率	計画給水率
20～30%の町 (グビドゥラ、ウェデラゲ、ドゥレチャ、クマミ)	60%
40～50%の町 (チフラ、エリウハ、ネメレフェン)	80%
80%以上の町 (ケレワン、デライトゥ)	100%

また、対象町のうち現在、公共水栓のみによって給水が実施されているのはグビドゥラ、デライトゥ、ドゥレチャである。その他の町では給水人口の 5～15%程度が各戸給水となっている。各戸給水が実施されていない町を含め、各戸給水への変更を希望する住民が多いため、将来的には各戸給水が増加するものと想定される。そのため、計画目標年における各戸給水率を、現在各戸給水が実施されていない町では 10%、既に各戸給水が実施されている町では 20%と設定した。従って、各戸給水と個別給水の割合は以下の表 3.2.5 に示すとおりとなる。

表 3.2.5 計画給水形態

現在の各戸給水率	計画給水形態	
	各戸給水	公共水栓
各戸給水が実施されていない町： グビドゥラ、デライトゥ、ドゥレチャ、クマミ	10%	90%
一部実施されている町： ケレワン、チフラ、エリウハ、ネメレフェン、ウェデラゲ	20%	80%

3) 給水原単位

給水原単位は、1 人 1 日給水量であり、以下の 2 タイプとする。

- ・公共水栓利用者：25Lpcd
- ・各戸給水(ヤードコネクション)者：50Lpcd

4) 計画1日平均使用水量

計画1日平均使用水量は、上記の計画給水人口に各給水原単位を乗じて求める。その際、家畜用水として、1人1日平均使用水量の10%を別途加える。

5) 計画1日最大給水量

計画1日最大給水量は計画1日平均使用水量を、以下の有効率と負荷率で除して求める。

- ・ 有効率:85%(無効率として施設からの漏水率を15%と仮定する)
- ・ 負荷率:75%(乾期と雨期の季節変動を考慮する)

上述1)~5)の各項に基づいて求めた対象町の計画水需要は表3.2.6の通りである。なお、「工」国政府は2005年12月「水・衛生のユニバーサル・アクセス・プログラム(UAP)」を策定し、都市の1人当たり給水原単位を20L/日と定め、2012年に100%の給水率を実現するとしている。因みに、本計画において求めた1日最大給水量は、UAPの給水原単位20Lを計画人口に掛け、漏水率15%を加味した給水量を上回っているため、UAPの計画を満足している。

表 3.2.6 水需要予測

町名	計画人口 (2010年)	2010年給水人口 (人)			1日平均使用水量 (m ³ /日)		1日最大 給水量 (m ³ /日)	参考:UAP 上の給水量 (m ³ /日)
		計	各戸給水	公共水栓	人	人・家畜		
グビドゥラ	2,041	1,224	122	1102	33.7	37.0	58.1	48.0
ケレワン	6,095	6,095	1,219	4,876	182.9	201.1	315.5	143.4
デライトゥ	4,784	4,784	478	4,306	131.6	144.7	227.0	112.6
チフラ	8,533	6,827	1,365	5,461	204.8	225.3	353.4	200.8
エリウハ	7,078	5,663	1,133	4,530	169.9	186.9	293.1	166.6
ネメレフェン	4,129	3,303	661	2,643	99.1	109.0	171.0	97.2
ウェデラゲ	4,522	2,713	543	2,171	81.4	89.5	140.4	106.4
クマミ	3,080	1,848	185	1663	50.8	55.9	87.7	72.5
ドゥレチャ	3,146	1,888	189	1699	51.9	57.1	89.6	74.0
合計	45,418	34,345			1,006.1	1,106.5	1,701.6	1021.5

6) 時間最大給水量

配水管の設計に使用する時間最大給水量は以下の式により求める。

$$Q_h = K \times Q_d / 12$$

ここに、

Q_h : 時間最大給水量(m³/時) K : 時間係数

Q_d : 日最大給水量(m³)

対象地域は「工」国では都市(Town)に分類されるが、人口からみると小規模な町であることから時間係数は2.0とする。

(3) 取水井戸の設計

1) 取水井戸

取水ポンプ設備は基本的に既存施設と同様に屋外型とし、制御盤は管理室内に設置する。地下水の揚水は水中ポンプを使用する。水中ポンプの仕様は計画揚水量、動水位、配水池高、管路損失等から決定する。なお、計画揚水量とポンプ揚程の計算の結果、太陽光発電方式ポンプは、容量が不足するため採用しない。

井戸ポンプの運転時間は現地の施設運転状況や町の規模を踏まえ、8～10 時間と設定する。これにより、将来の急激な人口増加や早魃などの緊急事態における水需要の増加に対して、運転時間を延長することにより柔軟に対応できるよう配慮した。既存井戸は計画施設として利用できる場合にはこれを併用する。取水井戸の計画は表 3.2.7 に示す通りである。

表 3.2.7 最大給水量と計画井戸揚水量

対象区域	計画日最大給水量			計画井戸揚水量(L/秒)		
	m ³ /日	ポンプ 運転時間	L/秒	既存井戸	試掘井 (*)	追加井
グビドゥラ	58.1	8	2.0	1.0 (不使用)	不使用 (1.0)	1.0
ケレワン	315.5	10	8.8	4.1	-	4.7
デライトゥ	227.0	10	6.3	3.5 (不使用)	2.8 (3.0)	3.5
チフラ	353.4	10	9.8	3.1	6.7 (6.7)	-
エリウハ	293.1	10	8.1	3.6	4.5 (4.5)	-
ネメレフェン	171.0	10	4.7	1.5	1.5 (1.5)	1.5
ウェデラゲ	140.5	10	3.9	1.5	1.2 (2.0)	1.2
クマミ	87.7	8	3.0	-	-	3.0
ドゥレチャ	89.6	8	3.1	1.8	1.3 (6.7)	-

(*) 下段括弧内の数値は試掘井調査で確認された適正揚水量

デライトゥ町の既存井戸は孔曲がりが見られるため、既存井戸は廃棄し隣接地に代替井戸を建設する。グビドゥラ町における試掘井の水質は火山活動の影響を受け、水温が 40 程度、不溶性物質や一部鉱物の含有率が高い。特にナトリウムが 465mg/L (工国の基準; 358mg/L)、フッ素が 5.75mg/L (同; 3.0mg/L) と「工」国水質基準を超えた。フッ素は健康障害の原因物質であり、飲料水の含有が 3mg/L 以上で骨にフッ素沈着症が認められるとされるため、この試掘井は使用を断念する。一方、既存井戸の水質はナトリウム 320mg/L、フッ素 1.1mg/L と基準を満たしているため既存井戸水を使用するのが有効である。ただし、既存井戸は構造が不明であり将来施設として保障できないため、施設設計上、既存井戸の近傍に新規井戸を 1 本掘り、既存井戸と同じ帯水層から地下水を揚水し計画配水池へ送水する。当地区における井戸 1 本当たりの揚水量は

1.0L/秒であり計画給水量の50%に止まるため、計画は井戸2本が必要であるが、周辺の地層特性から良好な水質の地下水を得られるサイトを担保する手立てはない。従って、グビドゥラ町は新規井戸1本だけの計画とする。この結果、日給水量が29m³/日となり、現状の給水量8m³/日の3.6倍に改善される。

2) 水中ポンプ

水中ポンプの軸動力の算定は、下式により求める。

$$P = 0.163 \times \gamma \times Q \times H \times \frac{(1 + \alpha)}{\eta}$$

ここに、

P	: ポンプ軸動力(kW)		: 水の単位体積重量(1.0kg/L)
Q	: 揚水量(m ³ /分)	H	: 全揚程(m)
	: 余裕率(15%)		: ポンプ効率(40%)

ポンプ揚程の算定にあたり、ポンプ周りの弁類や単管等の損失水頭として3.0mを見込むものとする。

3) 発電機

発電機容量はモータ始動時の瞬時電圧降下を考慮して必要量を算出する。尚、算定は以下の算定式より求める。

$$PG = \frac{Xd'(1 - \Delta V)}{\Delta V} \times Pm \times \beta \times C$$

ここに、

PG	: 発電機容量(kVA)	Xd'	: 発電機の過度リアクタンス(0.2)
V	: 瞬時電圧降下(0.3)	Pm	: モータの出力(kW)
	: モータの始動入力 kVA		
C	: 始動方法による係数(直入れ方式として1.0、スターデルタ方式として0.67)		

(4) 導水施設の設計

導水管は計画揚水量を送水できる管径を選定する。また、管路の損失水頭の算出にはHazen-Williamsの公式を用いる。

$$H = 10.666 \times C^{-1.85} \times D^{-4.87} \times Q^{1.85} \times L$$

ここに、

H	: 摩擦損失水頭(m)	C	: 流速係数(C=110)
D	: 管内径(m)	Q	: 流量(m ³ /秒)
L	: 延長(m)		

(5) 配水施設の設計

1) 配水池

配水池が追加又は新たに必要となる場合、配水池の計画容量は計画目標年 2010 年の計画日最大水量の 12 時間容量を確保することを基本とする。ただし、高架水槽となる場合、配水池容量が大規模にならないよう 8 時間容量を確保するものとする。また、「工」国では配水池容量を 50m³、75m³、100m³ と規格化しており、計画容量もこれに順ずることとする。対象地域の配水池容量は表 3.2.8 に示す通りである。

表 3.2.8 対象地域の計画配水池容量

対象区域	計画最大給水量 (m ³ /日)	必要配水池容量 (m ³)	既存配水池容量 (m ³)	追加配水池容量 (m ³)	形式
グビドゥラ	58.1	29	-	50	地上式配水池
ケレワン	315.5	158	50	100	地上式配水池
デライトゥ	227.0	76	35	50	高架水槽
チフラ	353.4	177	50	130	地上式配水池
エリウハ	293.1	147	50	100	地上式配水池
ネメレフェン	136.8	68.4	50	50	地上式配水池
ウェデラゲ	140.5	47	50	-	高架水槽
クマミ	87.7	44	-	50	地上式配水池
ドゥレチャ	89.6	30	50	-	高架水槽

2) 配水管

対象地域で都市計画が策定されている地域はケレワンのみであり、都市計画に基づく街区道路に沿って配水管を布設する。それ以外の町では町の中心を通過する幹線道路を外れると街区が不明確となるため、配水管は基本的に主道路のみに沿って布設することとする。なお、配水管の管内水圧を 0.5 ~ 6.0kg/cm² の範囲となるように管径、配水池水位を決定する。

3) 公共水栓

公共水栓は既存公共水栓を含め、利用者が 1 箇所 of 公共水栓に集中しないように半径 500m に 1 箇所の割合で配置する。また、遊牧民が既存給水システムを利用していることが確認されているエリウハには遊牧民の家畜用の水飲み場を設置する。

3-2-2-2 施設計画

本プロジェクトで建設される給水施設は取水施設、導水施設、配水施設及び発電施設から構成され、各対象サイトの施設整備の概要は図 3.2.1 に示す通りである。また、設計された各サイトに関する計画施設の内容は表 3.2.9 に示す。

パターン1 既存井; 不使用 試験井; 不使用 既存井の代替井戸; 建設 地上式配水池; 建設	給水施設パターン 	1) Gubi Dowra	既存施設 1) 井戸(モノポンプ+エンジン) 2) 導水管 50mm 3) 鋼製タンク(H=2m, V=4m ³) 4) 公共水栓 1ヶ所	計画施設(案) 1) 井戸建設 1本 (既存井戸の代替井戸) 2) 導水管 63mm 3) 配水池(コンクリート製、V=50m ³) 4) 配水管、公共水栓増設 5ヶ所	備考 試験井は水質基準を満たさないため、計画施設への転用を断念する。既存井は水質は問題ないが構造が不明であるため恒久使用が困難と判断した。そのため、施設計画は既存井戸の近傍に追加井戸を建設する。
パターン2 既存井; 利用 試験井; 利用(追加井建設を含む) 地上式配水池; 建設		1) Kelewan 2) Chifra 3) Eli Wuha 4) Nemelefen	1) 井戸(水中ポンプ+発電機) 2) 導水管 60~75mm 3) 配水池(コンクリート製、V=50m ³) 4) 公共水栓 4ヶ所(うち故障1ヶ所)	1) 井戸(試験井の利用) 2) 導水管(75~100mm) 3) 配水池(コンクリート製、V=50~130m ³) 4) 配水管、公共水栓増設 3~5ヶ所 5) 追加井戸(Nemelefen)	Nemelefen町においては既存井と試験井で計画水需要を賅えないため、追加井戸(1本)を建設する。Kelewan町では試験井が実施できなかったが、現地調査で実施した電気探査結果により選定した地点に生産性を1本建設する。
パターン3 既存井; 不使用 試験井; 利用 追加井戸; 建設 高架水槽; 建設		3) Derayitu	1) 井戸(モノポンプ+エンジン) 2) 導水管 75mm 3) 高架水槽(コンクリート製H=6m、鋼製タンクV=40m ³) 4) 公共水栓 3ヶ所(うち故障1ヶ所)	1) 井戸(試験井の利用) 2) 導水管(75mm) 3) 高架水槽(コンクリート製、V=50m ³) 4) 配水管、公共水栓増設 3ヶ所 5) 既存井戸の代替井戸建設	既存井戸は構造的欠陥があり恒久使用には不適であるため、計画施設から除外する。従って、代替井戸を既存送水管の隣接地に掘削する。
パターン4 既存井; 利用 試験井; 利用(追加井戸建設を含む) 高架水槽; 建設		7) Wederage 9) Dulecha	1) 井戸(水中ポンプ+発電機) 2) 導水管 50mm 3) 配水池(コンクリート製、H=6m、V=50m ³) 4) 公共水栓 2~3ヶ所	1) 井戸(試験井の利用) 2) 導水管(50mm) 3) 配水管、公共水栓増設 2ヶ所 4) 追加井戸(Wederage)	
パターン5 新規井戸; 建設 地上式配水池; 建設		8) Kumami		1) 新規井戸建設(水中ポンプ+発電機) 2) 導水管 75mm 3) 配水池(コンクリート製、V=50m ³) 4) 送水管 100~125mm 5) 配水管、公共水栓 3ヶ所	表流水の直接取水を避け、河川の伏流水を期待した浅井戸を建設する。これにより、できるだけ良質な水質を確保する。

図3.2.1 計画給水施設整備概念図

表3.2.9 計画施設の一覧表

		Gubi Dowra	Kelewan	Derayitu	Chifra	Eli Wuha	Nemelefen	Waderage	Kumami	Dulecha	合計	機材調達分	
取水施設	取水井戸	既存井 (EW1)	1井 (破棄)	1井	1井 (破棄)	1井 (リハビリ)	1井	1井	1井 (リハビリ)	-	1井	6井	
		試験井 (W1)	1井148m (利用せず)	-	1井63m	1井99m	1井130m	1井61m	1井110m	-	1井78m	6井	
		新設井戸 (W2)	1井148m (更新)	1井130m	1井63m (更新)	-	-	1井61m	1井110m	1井60m	-	6井	
		計 (計画生産井)	1井	2井	2井	2井	2井	3井	3井	1井	2井	18井	
	水中コラムを調達	EW1	破棄	既存 Q=0.246m ³ /分 H=129m	破棄	Q=0.186m ³ /分 H=108m 6.1kW	既存 Q=0.216m ³ /分 H=186m	既存 Q=0.09m ³ /分 H=88m	Q=0.090m ³ /分 H=118m 3.2kW	-	既存 Q=0.108m ³ /分 H=100m	交換2台	Q=0.138m ³ /分 H=112m 4.7kW
		W1	-	-	Q=0.168m ³ /分 H=67m 3.4kW	Q=0.402m ³ /分 H=96m 11.6kW	Q=0.270m ³ /分 H=139m 11.3kW	Q=0.09m ³ /分 H=112m 3.0kW	Q=0.072m ³ /分 H=112m 2.4kW	-	Q=0.077m ³ /分 H=122m 2.9kW	6台	Q=0.318m ³ /分 H=138m 13.2kW
		W2	Q=0.06m ³ /分 H=160m 2.9kW	Q=0.279m ³ /分 H=112m 9.4kW	Q=0.21m ³ /分 H=68m 4.3kW	-	-	Q=0.09m ³ /分 H=115m 3.1kW	Q=0.072m ³ /分 H=126m 2.7kW	Q=0.186m ³ /分 H=247m 13.8kW	-	-	6台
	本件設置発電機	17KVA	1台	-	1台	-	-	1台	2台	-	1台	6台	-
		23KVA	-	-	1台	-	-	1台	-	-	-	2台	-
		28KVA	-	1台	-	1台	-	-	-	-	-	2台	-
37KVA		-	-	-	-	1台	-	-	1台	-	2台	1台	
発電機室		1棟	1棟	2棟	1棟	1棟	2棟	2棟	1棟	1棟	12棟	-	
送水管		50mm	-	-	-	-	-	1850m	-	1210m	3060m	-	
63mm	1170m	-	-	-	-	4630m	-	-	5800m	-			
75mm	-	1280m	1170m	-	-	-	-	3030m	-	5480m	-		
75mm(布設替)	-	-	-	1190m	-	-	-	-	-	1190m	-		
100mm	-	-	-	650m	5100m	-	-	-	-	5750m	-		
合計延長距離	1170m	1280m	1170m	1840m	5100m	4630m	1850m	3030m	1210m	21280m	-		
送水施設	空気弁	既存管	50mm	-	-	-	-	-	-	1ヶ所	1ヶ所	-	
		63mm	-	3ヶ所	-	-	-	1ヶ所	1ヶ所	-	5ヶ所	-	
		75mm	-	-	1ヶ所	3ヶ所	6ヶ所	-	-	-	10ヶ所	-	
	新設替及管	50mm	-	-	-	-	-	2ヶ所	-	1ヶ所	3ヶ所	-	
	63mm	-	-	-	-	-	4ヶ所	-	-	4ヶ所	-		
	75mm	-	3ヶ所	1ヶ所	-	-	-	-	3ヶ所	-	7ヶ所	-	
	100mm	-	-	-	1ヶ所	6ヶ所	-	-	-	-	7ヶ所	-	
	泥吐き弁	既存管	50mm	-	-	-	-	-	1ヶ所	-	1ヶ所	2ヶ所	-
		63mm	-	3ヶ所	-	-	-	2ヶ所	-	-	5ヶ所	-	
		75mm	-	-	1ヶ所	2ヶ所	5ヶ所	-	-	-	8ヶ所	-	
新設替及管		50mm	-	-	-	-	-	2ヶ所	-	1ヶ所	3ヶ所	-	
63mm	1ヶ所	-	-	-	-	-	4ヶ所	-	-	5ヶ所	-		
75mm	-	3ヶ所	1ヶ所	-	-	-	-	3ヶ所	1ヶ所	8ヶ所	-		
100mm	-	-	-	1ヶ所	5ヶ所	-	-	-	-	6ヶ所	-		
弁室数	1ヶ所	12ヶ所	4ヶ所	7ヶ所	22ヶ所	11ヶ所	6ヶ所	6ヶ所	5ヶ所	74ヶ所	-		
配水施設	配水池及高架	50m ³	1基	-	-	-	1基	-	1基	-	3基	-	
		100m ³	-	1基	-	-	1基	-	-	-	2基	-	
		130m ³	-	-	-	1基	-	-	-	-	1基	-	
		高架50m ³	-	-	1基	-	-	-	-	-	-	1基	-
	配水管	50mm	550m	70m	-	-	-	640m	-	-	420m	1680m	-
		63mm	460m	-	-	-	-	350m	390m	460m	160m	1820m	-
		75mm	-	860m	-	990m	740m	250m	-	-	-	2840m	-
		100mm	-	80m	330m	980m	740m	280m	200m	4300m	180m	7090m	-
		125mm	-	290m	-	570m	-	-	400m	2730m	280m	4270m	-
		150mm	-	590m	760m	-	690m	-	-	-	-	2040m	-
合計延長距離	1010m	1890m	1090m	2540m	2170m	1520m	990m	7490m	1040m	19740m	-		
公共水柱	空気弁	50mm	1ヶ所	1ヶ所	-	-	-	1ヶ所	-	-	-	3ヶ所	
		63mm	-	-	-	-	-	2ヶ所	-	1ヶ所	-	3ヶ所	
		75mm	-	1ヶ所	-	3ヶ所	3ヶ所	1ヶ所	-	-	-	8ヶ所	
		100mm	-	-	-	1ヶ所	3ヶ所	-	1ヶ所	4ヶ所	1ヶ所	10ヶ所	
		125mm	-	1ヶ所	-	2ヶ所	-	-	1ヶ所	3ヶ所	-	7ヶ所	
		150mm	-	-	1ヶ所	-	1ヶ所	-	-	-	-	2ヶ所	
	泥吐き弁	50mm	1ヶ所	-	-	-	-	1ヶ所	-	-	1ヶ所	3ヶ所	
		63mm	-	-	-	-	-	2ヶ所	1ヶ所	1ヶ所	1ヶ所	5ヶ所	
		75mm	-	2ヶ所	-	3ヶ所	3ヶ所	1ヶ所	-	-	-	9ヶ所	
		100mm	-	-	1ヶ所	1ヶ所	2ヶ所	-	-	4ヶ所	-	8ヶ所	
125mm	-	-	-	1ヶ所	-	-	-	3ヶ所	-	4ヶ所			
150mm	-	-	-	-	1ヶ所	-	-	-	-	1ヶ所			
仕切り弁	50mm	2ヶ所	1ヶ所	-	-	-	1ヶ所	-	-	1ヶ所	5ヶ所		
	63mm	-	-	-	-	-	1ヶ所	1ヶ所	1ヶ所	1ヶ所	4ヶ所		
	75mm	-	3ヶ所	-	2ヶ所	2ヶ所	1ヶ所	-	-	-	8ヶ所		
	100mm	-	1ヶ所	1ヶ所	1ヶ所	2ヶ所	-	-	-	-	5ヶ所		
	125mm	-	1ヶ所	-	-	-	-	-	-	-	1ヶ所		
弁室数	4ヶ所	11ヶ所	3ヶ所	14ヶ所	17ヶ所	11ヶ所	4ヶ所	17ヶ所	5ヶ所	86ヶ所	-		
家畜用水飲み場	-	-	-	-	1ヶ所	-	-	-	-	1ヶ所	-		

3-2-2-3 機材調達計画

(1) 調達機材の構成

実施機関であるアファール州水資源局は既存井戸の改修事業を計画しており、その工事に必要となる機材の供与を我が国に要請している。水資源局は、改修工事としてジェットング工法によりスクリーン目詰まりを除去し、その後、揚水試験より適正揚水量を確認することを計画している。

アファール州水資源局は、国家計画に基づいて浅井戸及び深井戸を建設しており、現在、アファール州には、深井戸 91 ヶ所、浅井戸 112 ヶ所、手掘り井戸 52 ヶ所、自噴井 4 ヶ所からなる合計 259 本の井戸が建設されている。これらの井戸には多くの故障中の井戸があり、深度 100m以上の井戸も含まれている。しかしながら、実施機関が保有しているサーブスリグは 100m 以浅の井戸用の機種であり、100m を超える深井戸には対応できない状況にある。

上述の通り、100m を超える深井戸を含めた改修工事を行なうため、アファール州水資源局は表 3.2.10 に示す機材を要望している。機材は ジェットング洗浄用機材を含む車輛及び 揚水試験用機材を含む車輛である。ジェットング洗浄の場合、クレーン付トラックで対応可能であるが、関連機材を搭載できるようトラックの荷台を改良する必要がある。また、揚水試験用機材は車輛のほか水中ポンプ、発電機、ノッチボックス、水質分析器等から構成されている。

表 3.2.10 アファール州水資源局が要請している機材

機材		使用目的
調達機材	井戸洗浄用クレーン付長尺トラック	ジェットング用コンプレッサーを搭載し、改修に使う工具やアクセサリ等を運搬する。現場では、クレーンによって既存井戸ポンプの吊上げ・吊下ろしをする他、150 m深対応のウィンチにより、井戸の洗浄作業等を実施する。
	揚水試験用クレーン付中尺トラック	揚水試験用発電機、水中ポンプを搭載し、クレーンによって揚水試験用ポンプの挿入、試験の実施、同ポンプの撤去等を実施する。また、同時に簡易水質試験機で現場水質試験を行なう。

(2) 井戸洗浄用クレーン付長尺トラック

積載能力とクレーン吊り能力

クレーン付長尺トラックにはジェットング洗浄作業用の資機材の運搬、コンプレッサーやエアリフト用パイプの設置並びにジェットング作業用工具、アクセサリ等を搭載する。ジェットング洗浄に用いる資機材の総重量は以下の表に示すとおり約5.5トンとなることから、6トン以上の積載能力が必要となり、積載上の余裕を見込み 10 トンとする。また、クレーンの吊り荷重は、改修工事用機材の中で最も重い約 1 トンのコンプレッサーとなり、この重量に作業時のブーム長等を考慮してクレーンの吊り荷重を 3 トンとする。

表 3.2.11 井戸洗浄用長尺トラック積載内容とその重量

積載内容	重量 (kg)
コンプレッサー(吐出圧力 0.69MPa × 吐出空気量 5.1m ³ /分 × 1 台)	950
エアリフト用アクセサリ(パイプカップリング、ジェットングノズル、パイプ等)	3,700
発電機(6.5KVA)	460
ウィンチ(400kgf、L=170m)	100
その他(ヘイラー、ドラム缶など)	300
合計	5,510

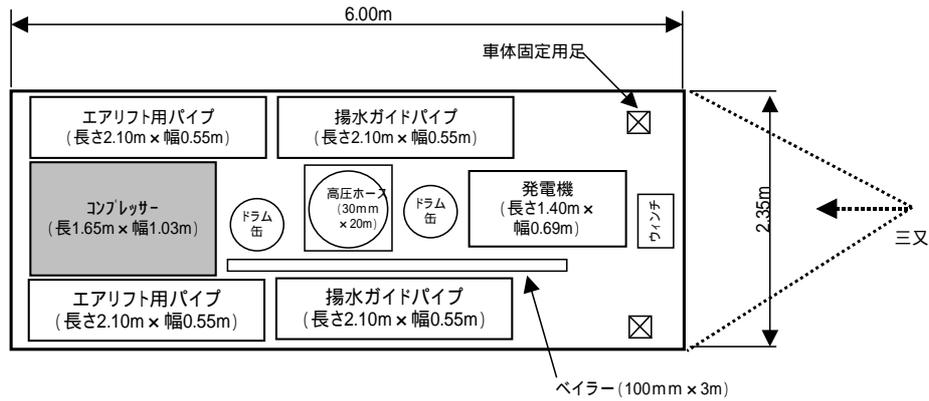


図 3.2.2 井戸洗浄用長尺トラック荷台内の資機材配置

駆動形式

車両の駆動形式は、6×4 とする。

(3) 揚水試験用クレーン付中尺トラック

積載能力とクレーン吊り能力

揚水試験用クレーン付中尺トラックは揚水試験用機材を搭載し、関連機材の運搬や水中ポンプの設置等に利用する。揚水試験に用いる資機材の総重量は以下の表に示すとおり約 4.0 トンとなる。これに、積載上の余裕を見込み 6.0 トンの積載能力とする。

また、クレーンの吊り荷重は揚水試験用機材の中で最も重い 1.1 トンの発電機となり、この重量に作業時のブーム長等を考慮してクレーンの吊り荷重を 3 トンとする。

表 3.2.12 揚水試験用中尺トラック積載内容とその重量

積載内容	重量 (kg)
水中ポンプ(揚程 100m × 揚水量 2.3L/秒 × 1 台、揚程 100m × 揚水量 5.3L/秒 × 1 台)	260
付属施設 (揚水管用フレキシブルパイプ、吐出管、バルブ、ケーブル、コントロールパネル等)	870
揚水試験用発電機 (37KVA、長 2.0m × 幅 0.9m × 高 1.3m)	1,180
発電機燃料用ドラム缶 3 個 (燃料込み)	720
ノッチボックス (L 2.2m × B 0.6m)	400
合 計	3,430

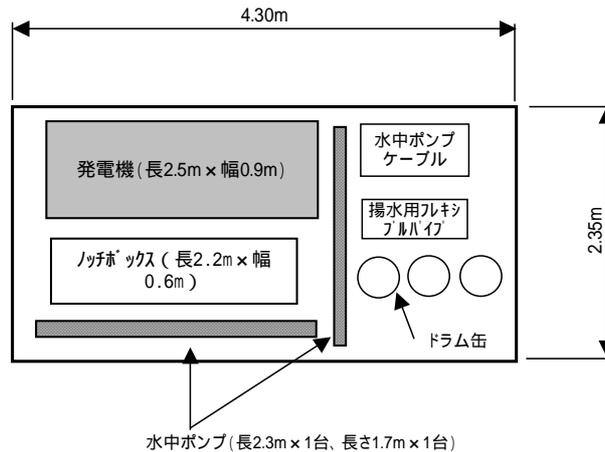


図 3.2.3 揚水試験用中尺トラック荷台内の資機材配置

駆動形式

駆動形式は 4×4 とする。

(4) 揚水試験関連機材

水中ポンプ

揚水試験用の水中ポンプの揚水量は、計画・既存井戸の揚水量の 1.5 倍程度とする。今回の試掘井を含めて、アファール州内の既存深井戸の揚水量は約 0.7～1.5L/秒、2.0～3.5L/秒に分けられる。また、動水位は最大 100m と推定されることから、調達する試験用の水中ポンプは 2.3 L/秒×揚程 100m及び 5.3 L/秒×揚程 100mの 2 種類の水中ポンプを選定する。

尚、水中ポンプの揚水管は水中ポンプの設置作業の作業効率を考慮して、グラスファイバー補強型フレキシブル管を採用する。

ディーゼル発電機

揚水試験用の発電機の仕様は上記の条件のもと、前述の必要容量算式より求めると、モーター出力 13kW に対応した容量 37KVA を有する発電機 1 台が必要となる。

ノッチボックス

揚水試験に使用されるノッチボックスは 90°三角堰式流量計とし、その寸法は以下のとおりとする。尚、台数は 1 台とする。

90°三角堰式流量計：長さ 2,200mm x 幅 600mm x 深さ 500mm 以上

地下水位計

地下水位計は揚水試験並びにモニタリング業務の静水位及び動水位の測定に使用する。数量は 2 台とする。

- 投げ込みロープ式 ブザー検知型 測定深度 150m

簡易水質分析器

簡易水質分析器は改修工事時に地下水の水質を把握するために用いる。試験器は現場で用いるためポータブルタイプとし、次の項目が測定可能なパッケージタイプとする。台数は 1 台とする。

- pH、
- 電気伝導度/TDS
- 大腸菌
- 塩化物
- 硝酸性窒素
- 亜硝酸性窒素
- アンモニア
- フッ素
- 砒素

以上の調達機材を表 3.2.13 にまとめる。

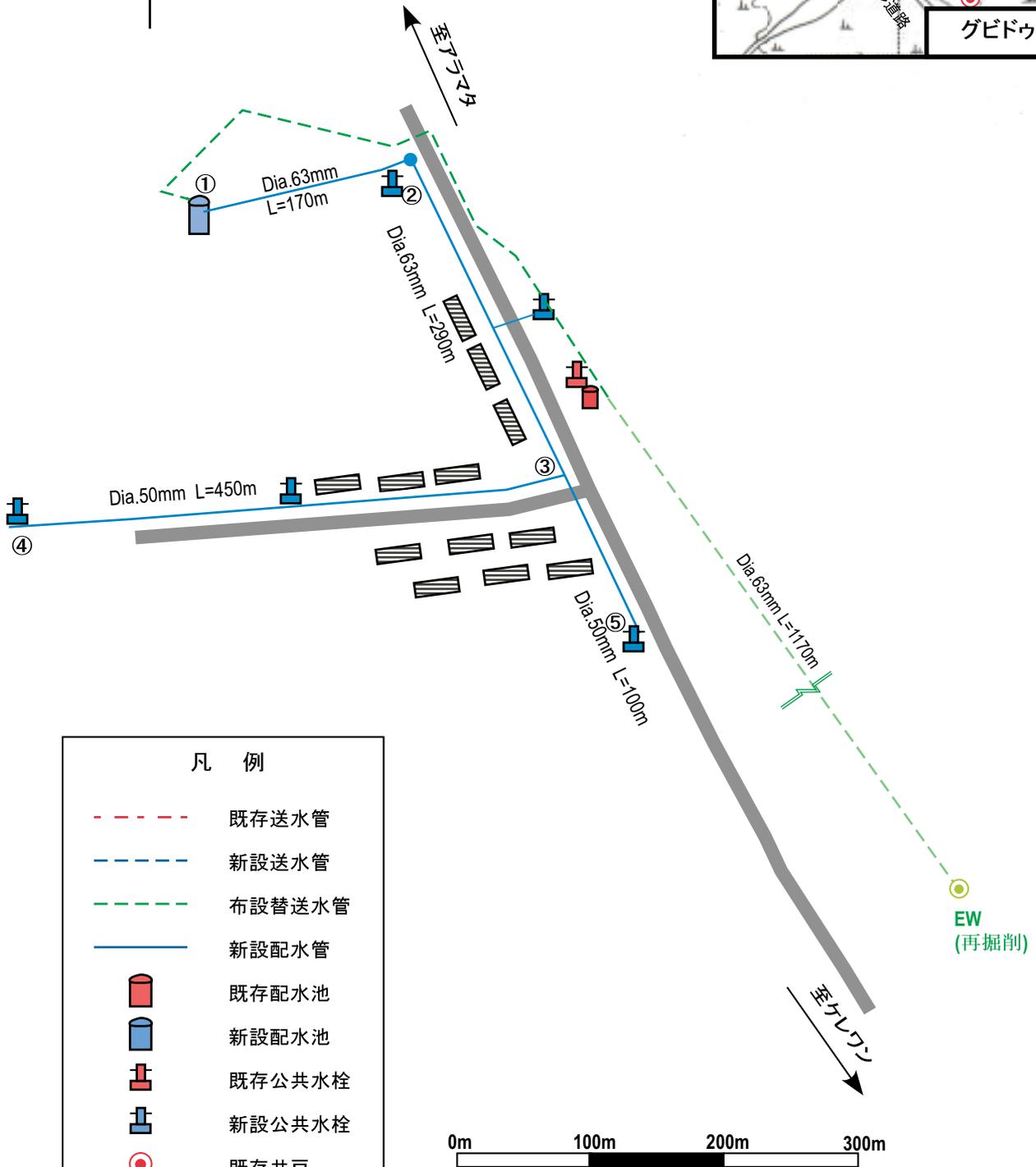
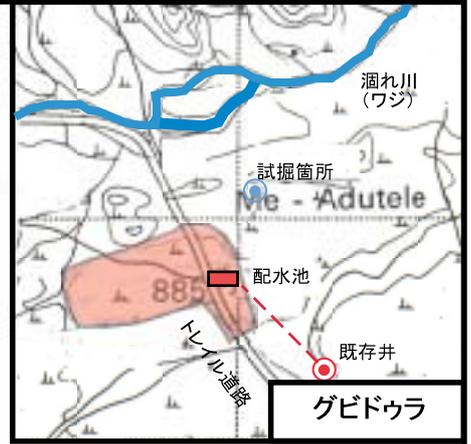
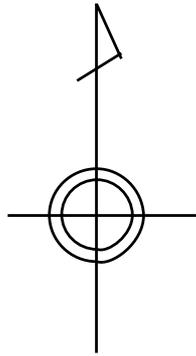
表 3.2.13 調達機材の概要

機材名	内訳	数量	仕様
1)井戸洗浄用クレーン付長尺トラック (ジェットング用機材を含む)	車輛	1 台	駆動方式 :4×6 積載重量 :10 ton 荷台長さ :6.0m 以上 クレーン :3 ton 吊り 左ハンドル
	コンプレッサー	1 台	車輛搭載、吐出圧力 0.69MPa × 吐出空気量 5.1m ³ /分
	エアリフト用アクセサリ	1 式	パイプカップリング、ジェットングノズル、エアリフト用パイプ、揚水ガイド用パイプ
	ウィンチ用発電機	1 台	6.5KVA
	ウィンチ	1 台	車輛搭載、400kgf、L=170m
	ペイラー	1 式	100A × 3m
2)揚水試験用クレーン付中尺トラック (揚水試験用機材を含む)	車輛	1 台	駆動方式 :4×4 積載重量 :6 ton 荷台長さ :4.3m 以上 クレーン :3 ton 吊り 左ハンドル
	水中ポンプ	2 式	揚程 112m × 揚水能力 2.3L/秒 × 1 台 揚程 140m × 揚水能力 5.3L/秒 × 1 台
	ディーゼル発電機	1 式	空冷方式 37kVA
	ノッチボックス	1 式	長さ 2,200 x 幅 600mm x 深 500mm 以上
	水位測定器	2 式	投げ込みロープ式、ブザー検知型 測定深度 150m
	簡易水質分析器	1 式	ポータブルタイプ、分析項目 (pH、電気伝導度/TDS、大腸菌、塩化物、硝酸性窒素、亜硝酸性窒素、アンモニア、フッ素、砒素)
3)スペアパーツ	大型クレーン付トラック	1 式	2 年あるいは走行距離 4 万 km を基準とする
	中型クレーン付トラック	1 式	2 年あるいは走行距離 4 万 km を基準とする
	水中ポンプ	1 式	2 年あるいは運転時間 2000 時間を基準とする
	発電機	1 式	2 年あるいは運転時間 2000 時間を基準とする

3-2-3 基本設計図

本計画の給水施設建設にかかる基本設計図は以下の通り。

- ・ 図 3.2.4 ~ 3.2.13 対象地域給水施設図
- ・ 図 3.2.14 井戸標準構造図
- ・ 図 3.2.15 井戸地上部標準図
- ・ 図 3.2.16 発電機室構造図
- ・ 図 3.2.17 配水池構造図
- ・ 図 3.2.18 高架水槽構造図
- ・ 図 3.2.19 弁類構造図
- ・ 図 3.2.20 公共水栓構造図
- ・ 図 3.2.21 家畜用水飲場構造図

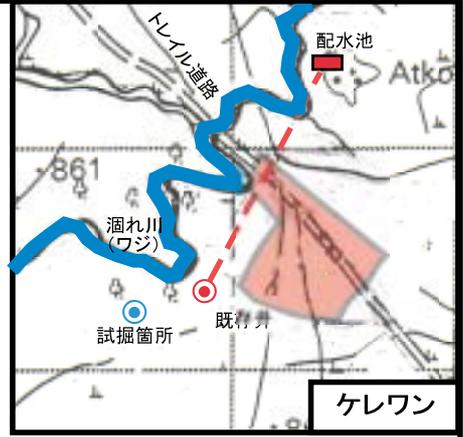


凡 例	
	既存送水管
	新設送水管
	布設替送水管
	新設配水管
	既存配水池
	新設配水池
	既存公共水栓
	新設公共水栓
	既存井戸
	新設井戸
	再掘削井戸
	節点番号

図3.2.4 グビドゥラ町給水施設図
(縮尺：図示)

凡 例

- - - 既存送水管
- - - 新設送水管
- 既存配水管
- 新設配水管
- 布設替配水管
-  既存配水池
-  新設配水池
-  既存公共水栓
-  新設公共水栓
-  既存井戸
-  新設井戸
- ① 節点番号



ケレワン

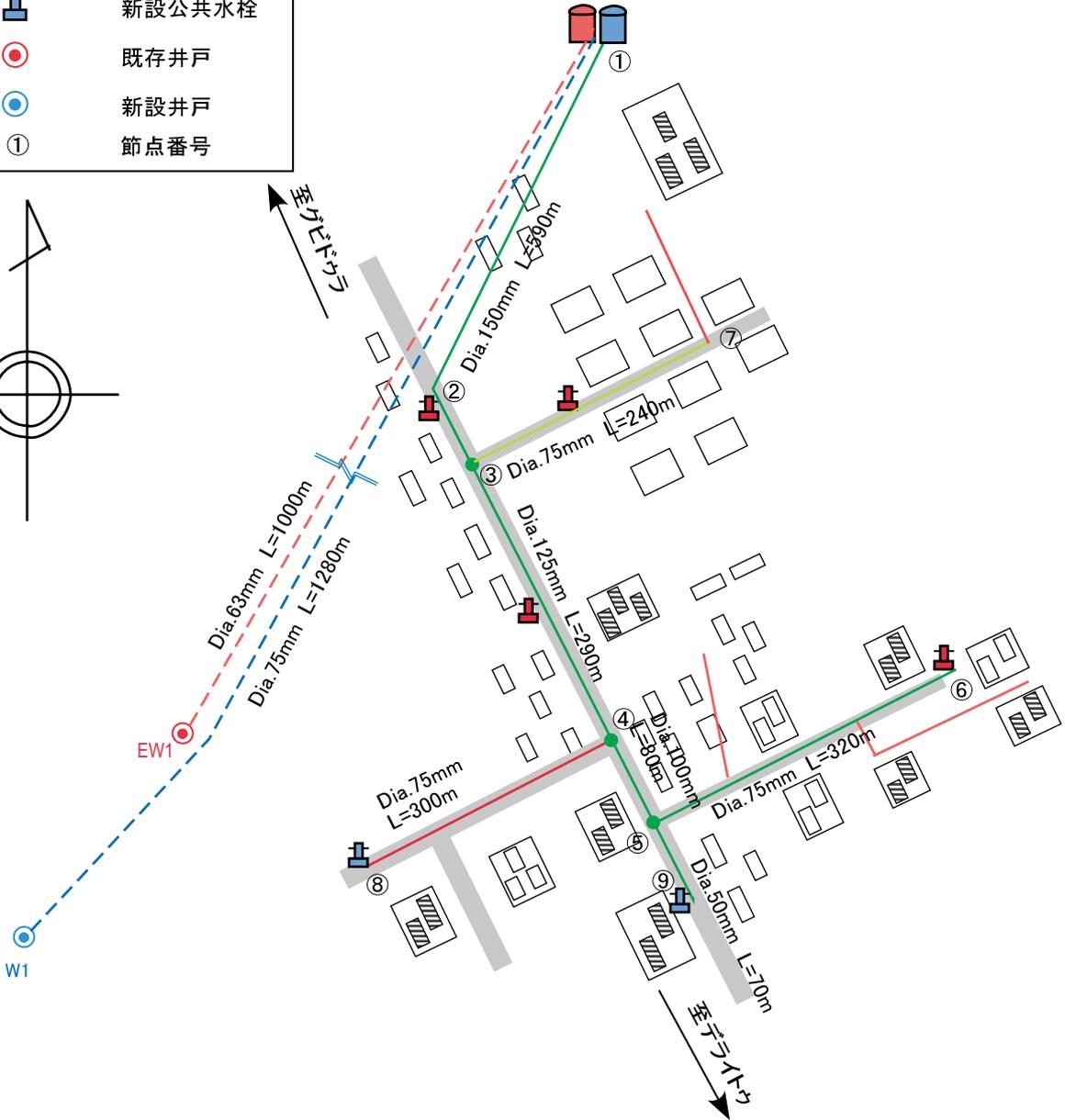
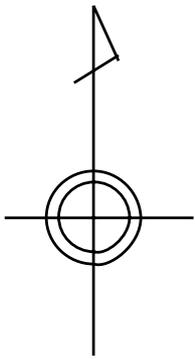


図3.2.5 ケレワン町給水施設図 (縮尺：図示)

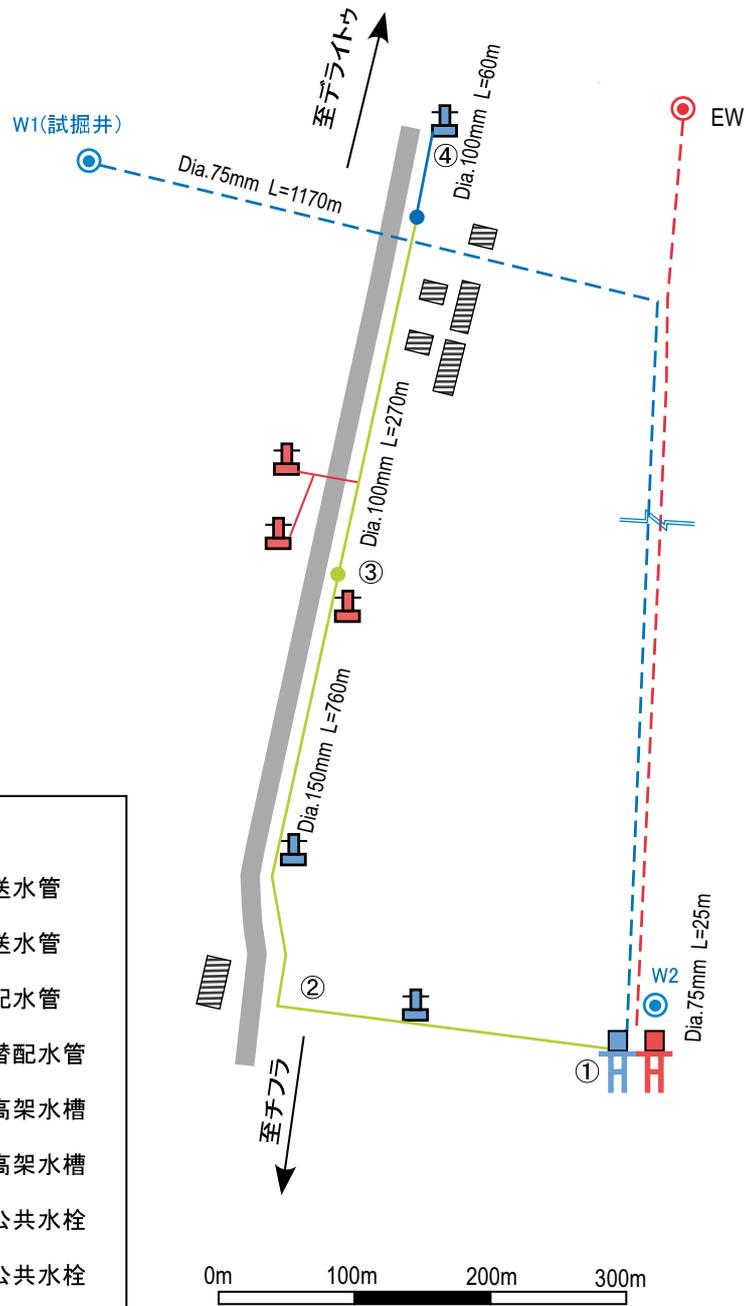
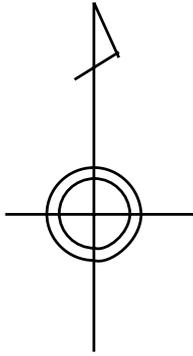
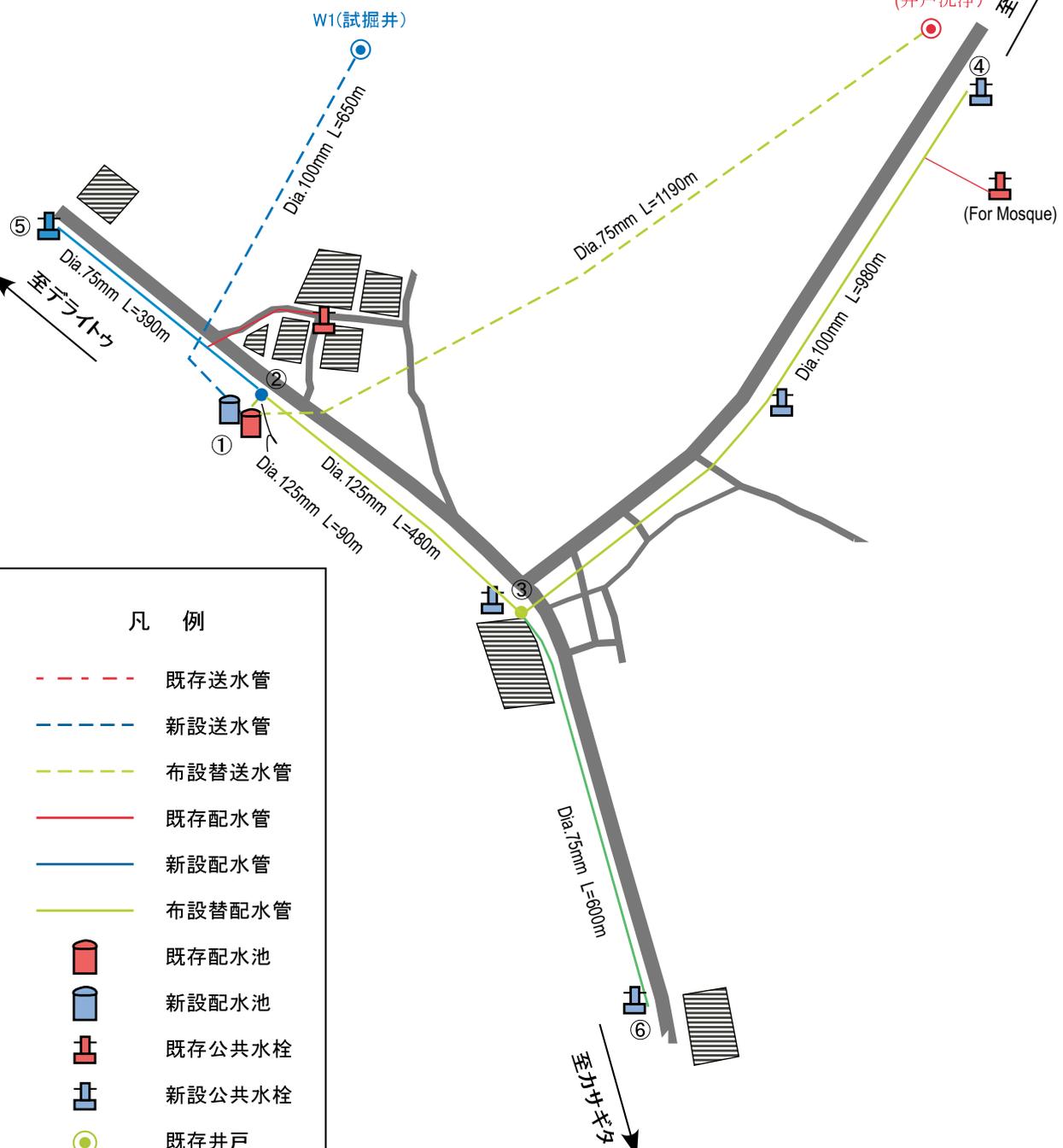
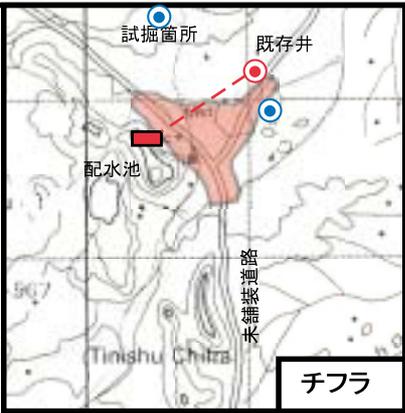
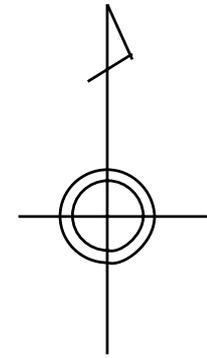
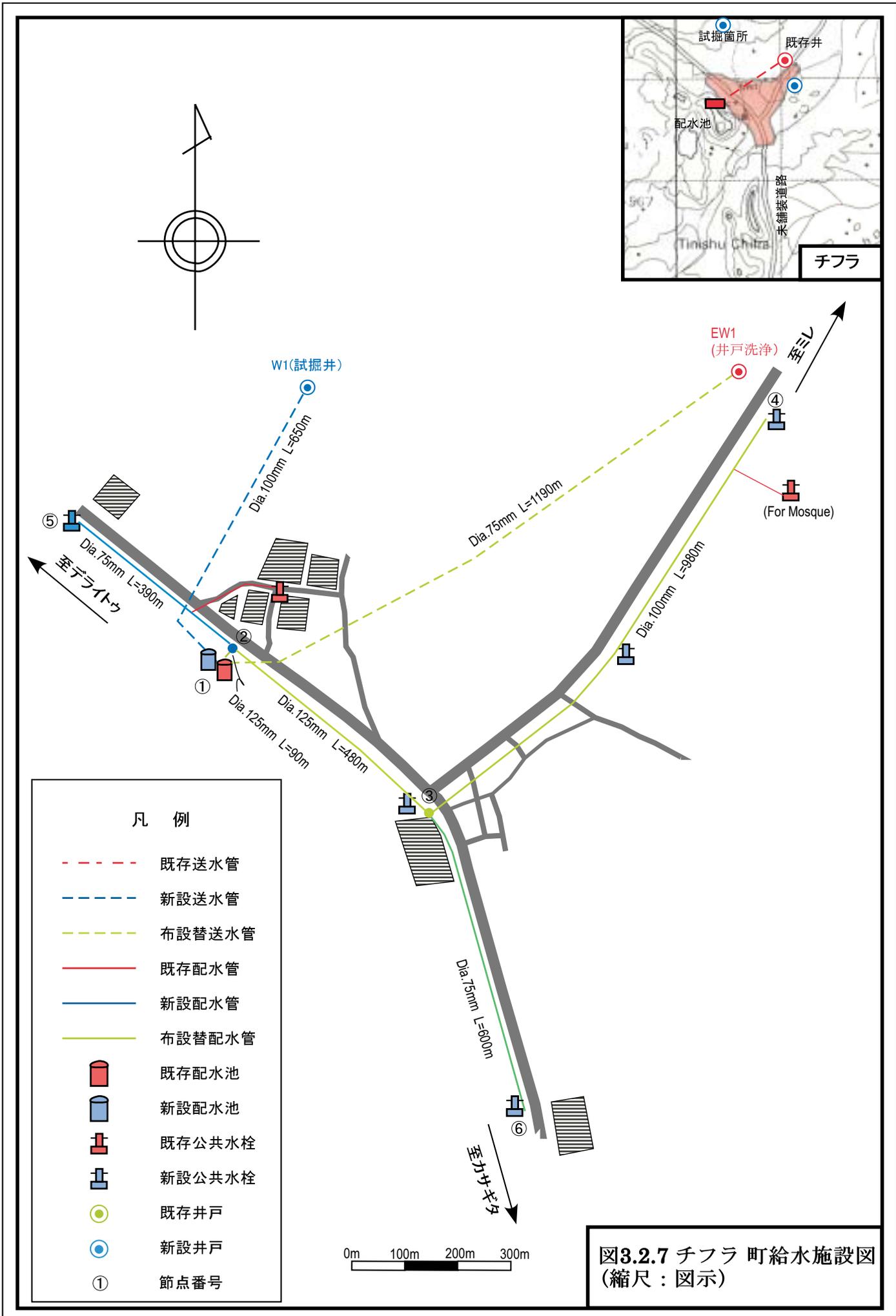


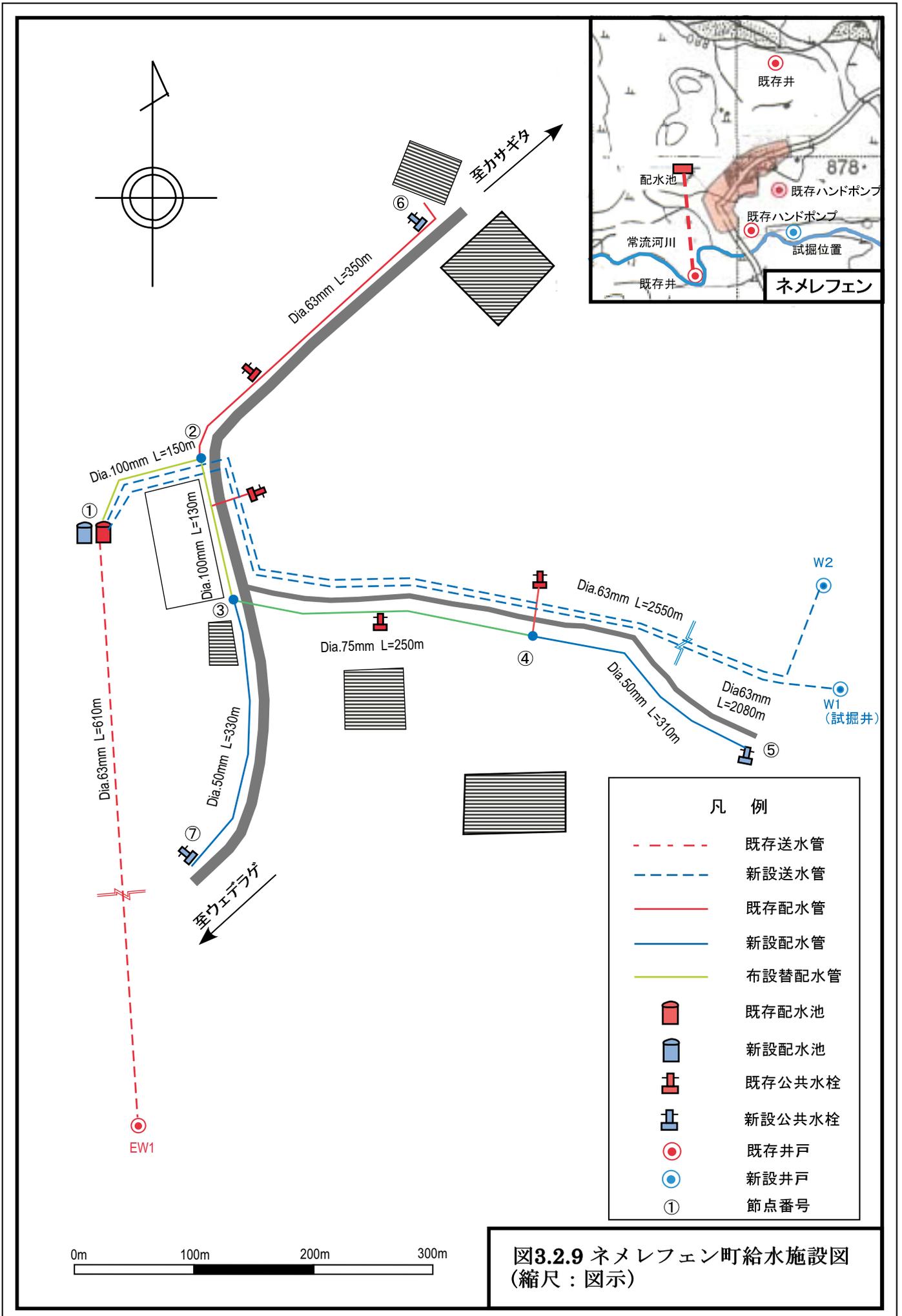
図3.2.6 デライトゥ町給水施設図
(縮尺：図示)

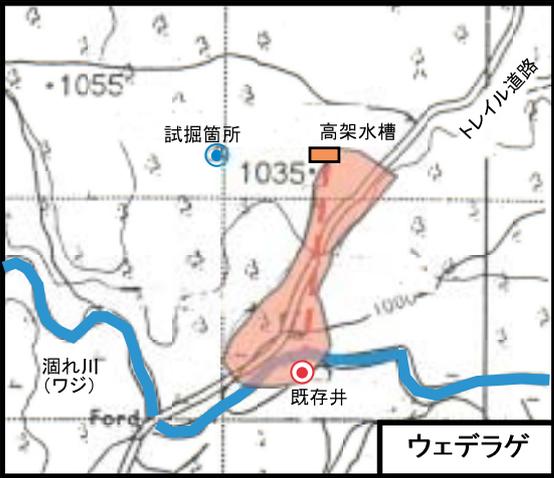
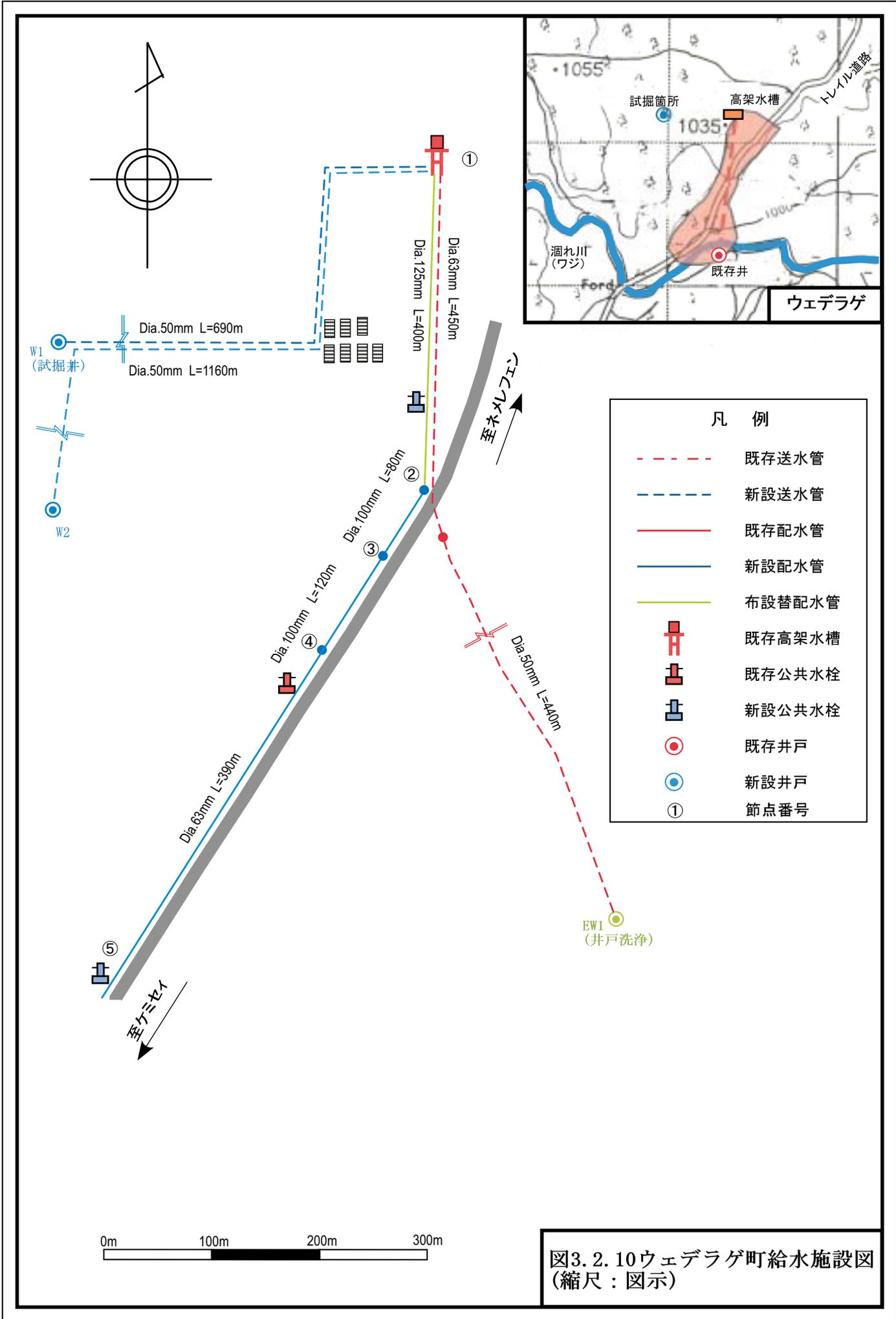


凡 例	
---	既存送水管
---	新設送水管
---	布設替送水管
—	既存配水管
—	新設配水管
—	布設替配水管
	既存配水池
	新設配水池
	既存公共水栓
	新設公共水栓
	既存井戸
	新設井戸
①	節点番号



図3.2.7 チフラ 町給水施設図
(縮尺：図示)





凡 例	
	既存送水管
	新設送水管
	既存配水管
	新設配水管
	布設替配水管
	既存高架水槽
	既存公共水栓
	新設公共水栓
	既存井戸
	新設井戸
	節点番号

図3. 2. 10 ウェデラゲ町給水施設図 (縮尺：図示)