

タンザニア連合共和国
水 省

タンザニア連合共和国
タボラ州地方給水・衛生計画
策定支援プロジェクト
最終報告書 分冊
(タボラ州水供給計画 準備調査報告書)

平成 23 年 5 月
(2011年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社地球システム科学
日本テクノ株式会社
国際航業株式会社

環 境
CR(2)
11-106

タンザニア連合共和国
水 省

タンザニア連合共和国
タボラ州地方給水・衛生計画
策定支援プロジェクト

最終報告書 分冊
(タボラ州水供給計画 準備調査報告書)

平成 23 年 5 月
(2011年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社地球システム科学
日本テクノ株式会社
国際航業株式会社

要 約

要 約

① 国の概要

タンザニア連合共和国（以下、「タンザニア」）は、アフリカ東部に位置する。国土面積は 884 千 km²、人口は 2002 年センサスによれば 33.58 百万人に達する。2004 年における 1 人あたりの GNP は、330 US\$/人である。調査対象地域であるタボラ州は、タンザニアのほぼ中央部に位置し、面積は 76.7 千 km² を占め、人口は約 214 万人（2008 年推計値）である。年間降水量は 952.3mm（1999 年～2008 年の平均）で、概ね 11 月から 4 月が雨季であり、5 月から 10 月が乾季である。

タンザニアの経済は農業に依存しており、農業生産は GDP の 3 割を占める。鉱業生産の伸びも目覚ましく、金の生産量は、2009 年には 4.1 万トンに達している。

タンザニアでは、独立以降続いた社会主義経済が行き詰まり、1986 年以降、当時の経済の危機的状況を脱するため、世界銀行、国際通貨基金（IMF）の構造調整政策を受け入れた。しかしながら、貿易収支・国際収支の慢性的な赤字、累積債務等の経済における諸問題の克服は容易ではなく、重債務貧困国となり、「貧困削減戦略ペーパー（PRSP : Poverty Reduction Strategy Paper）」を作成し、世界銀行の債務削減措置の適用を受けた。近年比較的安定した経済成長を続けているとはいえ、依然として GDP は低水準にとどまり、貧困削減が最大の国家的課題となっている。

② 要請プロジェクトの背景、経緯および概要

タンザニア国政府は、全国民が 400m 以内に安全で清浄な水を得ることを目標とした地方給水プロジェクトを 1971 年に開始した。さらに、地方部および都市部の給水率を向上させるため、“貧困削減戦略ペーパー（2000 年）”、“成長と貧困削減のための国家戦略（2005 年）”等を策定し、給水施設の整備を進めてきた。“成長と貧困削減のための国家戦略（2005 年）”では、2010 年に給水率を地方部で 53%から 65%へ、都市部で 73%から 100%への向上させる計画であったが、達成は困難であると言える。

水省（MoW）は、2006 年に“水セクター開発計画（WSDP）”を策定し、セクターワイド・アプローチ（SWAp）方針に基づく水セクター・バスケットファンドを財源として給水率向上を図ることとなった。これは、給水率を地方部で 2015 年までに 74%、2025 年までに 90%とし、都市部で 2015 年までに 95%、2025 年までに 100%とする計画である。

本プロジェクトの対象地域であるタボラ州の給水率は、MoW がデベロプメント・パートナーに提示した 2007/2008 会計年度の水セクター報告書（Water Sector Performance Report）によれば 49.1%とされており、タンザニアで最も給水率の低い州の一つである。タボラ州における給水施設未整備の状況を解決するためタンザニア政府は、2007 年我が国に対し、タボラ州の地下水ポテンシャルに

対する評価およびデータベース化、WSDP に沿った地方給水計画策定、優先プロジェクトの実現可能性の検討を主な内容とした開発調査型技術協力の実施を要請してきた。

これを受けて、独立行政法人国際協力機構（JICA：Japan International Cooperation Agency）は、2009年2月に本調査に関する準備調査を実施し、本調査の実施について合意した。これに基づき、本調査「タボラ州地方給水・衛生計画策定支援プロジェクト」が、2009年8月～2011年5月の期間に実施された。

上記プロジェクト（本調査）は無償資金協力による事業実施の迅速化を目的とし、従来型の開発調査に無償資金協力事業基本設計調査の内容を含んだ内容となっている。2010年3月までに実施された本調査の一年次の活動において、タボラ州の地方給水計画の策定および、それに基づいた優先プロジェクトの選定が行われた。優先プロジェクトについて、2010年7月にタンザニア政府より、下記の内容の、優先プロジェクトの実施に係る日本政府への無償資金協力要請状が提出された。

- 1) レベル-2 給水施設 6 施設
- 2) レベル-1 給水施設 174 本
- 3) 機材調達
- 4) ソフトコンポーネント

③ 調査結果の概要とプロジェクトの内容

本調査の2年次の活動においては、上記の要請内容に基づき、本プロジェクトの詳細調査および概略設計が実施された。レベル-2 給水施設の数量は、試掘調査により、水源を確保することができた4施設（4村）に変更した。レベル-1 給水施設の数量は、村落詳細調査に基づき、114箇所（19村）に変更した。対象村落の内3村は、レベル-1、レベル-2 双方の施設建設の対象となるため、対象村落数は20村となる。

機材調達の内容は、断面二次元探査機 1式、電磁探査機 1式、GPS 4台とすること、ソフトコンポーネントの内容は、給水施設の運営・維持管理計画および衛生計画への支援と、物理探査法を含む地下水開発技術向上への支援とすることが確認された。

本計画の目標年次は2020年であり、計画の実施により増加する給水人口は約40.7千人である。給水原単位は25L/人/日で、1日あたりの最大給水量は約1.0千 m^3 である。計画対象20村落の給水人口、給水率等を表S-1に示す。

表 S-1 計画対象村落の人口・給水対象人口・給水率

県市	区	村	人口		既存施設による給水人口 (2009, 2020)	既存施設による給水率 (2009) (%)	既存施設による給水率 (2020) (%)	本計画の対象人口 (2020)	レベル-2の施設数	レベル-2による給水人口 (2020)	レベル-1の本数	レベル-1による給水人口 (2020)	本計画による給水人口 (2020)	総給水人口 (2020)	本計画による給水率 (%)	全体の給水率 (%)	
			2009	2020													
イグンガ	ムウイシ	ブソメケ	3,618	5,227	250	7	5	4,977	0	0	7	1,750	1,750	2,000	34	38	
		カレメラ	2,429	3,509	0	0	0	3,509	0	0	5	1,250	1,250	1,250	1,250	36	36
ンゼガ	イジャニジヤ	マコメロ	1,005	1,319	250	25	19	1,069	0	0	6	1,069	1,069	1,319	81	100	
		イサンガ	1,491	1,956	0	0	0	1,956	1	1,956	0	0	0	1,956	1,956	100	100
		キタンギリ	2,664	3,496	0	0	0	3,496	0	0	10	2,500	2,500	2,500	2,500	72	72
		ウエラ	1,753	2,301	500	29	22	1,801	0	0	7	1,750	1,750	2,250	2,250	76	98
シヨンダ	イギグワ	カサンダラ	2,282	3,332	250	11	8	3,082	0	0	7	1,750	1,750	2,000	2,000	53	60
		ウスンガ	1,894	2,766	250	13	9	2,516	0	0	5	1,250	1,250	1,500	1,500	45	54
		ムボンブエ	3,435	5,015	250	7	5	4,765	0	0	8	2,000	2,000	2,250	2,250	40	45
タボラ・ルーラル	キゼンギ	ムブンブリ	2,157	3,148	0	0	0	3,148	1	2,658	3	490	3,148	3,148	100	100	
		マバマ	4,329	6,321	500	12	8	5,821	1	5,471	2	350	5,821	6,321	92	100	
		ウフルマ	5,741	8,382	250	4	3	8,132	0	0	7	1,750	1,750	2,000	2,000	21	24
		カコラ	2,015	3,483	0	0	0	3,483	1	2,983	2	500	3,483	3,483	3,483	100	100
タボラ	ミシヤ	ウエラ	759	1,312	0	0	0	1,312	0	0	5	1,250	1,250	1,250	95	95	
		ウユイ	3,138	5,424	250	8	5	5,174	0	0	8	2,000	2,000	2,250	2,250	37	42
ウランボ	カピルラ	イマラマコエ	2,509	4,292	1,000	40	23	3,292	0	0	4	1,000	1,000	2,000	2,000	23	47
		カピルラ	1,568	2,682	0	0	0	2,682	0	0	5	1,250	1,250	1,250	1,250	47	47
		カレンペラ	3,131	5,356	0	0	0	5,356	0	0	7	1,750	1,750	1,750	1,750	33	33
		キコロニ	1,653	2,828	250	15	9	2,578	0	0	6	1,500	1,500	1,500	1,500	53	62
ウヨワ	ウヨワ	ウヨワ	6,911	11,821	250	4	2	11,571	0	0	10	2,500	2,500	2,500	2,500	21	23
		合計	54,482	83,970	4,250	7.8	5.1	79,720	4	13,068	114	27,659	40,727	44,977	48.5	53.6	

施設設計は次の方針に基づき行う。

- 計画年次は 2020 年とする。
- 本計画に用いる水需要は、各対象村落の 2020 年（計画年次）の人口に基づき算定する。給水源単位は、25 L/人/日である。原則として、学校、医療施設等の公共施設の需要は加味していないが、利便性を考慮し水栓は設置するものとする（施設利用者は、対象集落の居住者と考え、水需要の増加はないとする）。
- 本計画における水源はすべて地下水とする。地下水は深井戸を建設して水中ポンプにより揚水する。井戸の深度は、物理探査結果と対象帯水層と村落の位置によって決定するが、概ね 80～150m とする。
- 4 村落において公共水栓を通じた管路給水施設（レベル-2）を、19 村落において 114 本のハンドポンプ付き深井戸（レベル-1）を建設する。ただし、レベル-2 対象村落内で、レベル-2 により給水できない地域（字：Sub-Village）については、水理地質条件を考慮したうえで、極力レベル-1 にて給水を行う。
- 地下水の取水施設に用いる電源として、基本的にはディーゼル発電機の設置を考慮するが、既述の通り、水料金の住民負担が大きいと考えられる場合は、商業電力、ソーラー電力等の導入についても検討を行う。最終的にはこれらの要素を評価して電源を決定する。
- 水源から取水された原水は、水中ポンプの圧力により配水タンクまで送水管を経て送水する。送水ルートの中に圧力ポンプを設置することはしない。
- 地下水を原水とするため塩素注入による滅菌を施さず、原水をそのまま配水タンクより配水する。
- 配水タンクは、給水区域の地形を考慮し、高架タンクを採用する。高架タンクの高さは概ね 15m が想定される。配水タンクは給水施設 1 基につき 1 つのタンクとし、配水ルートの途中に補助タンクや圧力ポンプは建設しない。給水区域は、配水タンクから重力により配水が可能範囲とする。
- 公共水栓 1 基あたりの給水人口は原則として最大で 250 人とする。公共水栓の配置は、極力住民の住居から最大 400m 以内になるよう配慮する。人口密集地では、水栓 1 基の蛇口を 2 個としたり、配置数を増やして対応する。学校付近の給水栓は、複数個の蛇口を備えた給水栓を検討する。
- 水源の水質は、健康に係わる項目についてはフッ素を除いて WHO ガイドライン（2008）に従い、フッ素および健康に係わる項目以外の項目についてはタンザニア健康基準値（2008）にしたがって評価する。
- 給水施設の設計は、原則としてタンザニア国の Design Manual for Water Supply and Waste

Water Disposal- Third Edition (MoW, 2009) にしたがって行う。Design Manual に規定されていない事項については、我が国の水道施設設計基準に準拠する。

- ・ 準拠する規格は、タンザニア国で主に採用されている ISO・BS・SABS・DIN・ASTM/JCS・JEC・JEM・JIS とする

④ プロジェクトの工期および概略事業費

- ・ プロジェクトの工期

本プロジェクトの対象サイトは 20 箇所と多く、建設予定給水施設はレベル-2 およびレベル-1 の 2 種類に分かれている。各サイトはタボラ州の全域に亘って分布している。これらのことから、事業実施は A 国債で行われることが計画されている。プロジェクトは詳細設計から始まり、給水施設の建設工事が完了するまで 35 ヶ月を要する。

ソフトコンポーネントについては、同期間中に運営維持管理および地下水技術開発の専門家各 1 名を派遣して実施する予定である。

- ・ 概略事業費

本計画の実施に必要な概略事業費の総額は 18.28 億円（日本側事業費 18.24 億円、タンザニア国側事業費 0.04 億円）と見積もられる。

⑤ プロジェクトの評価

本プロジェクトでは、タボラ州の対象村落 20 村に 114 箇所のレベル-1 給水施設と 4 箇所のレベル-2 給水施設の計 118 給水施設を建設するとともに、ソフトコンポーネント活動を通じてコミュニティ所有水供給組織（COWSO: Community Owned Water Supply Organization）の形成と県／市水・衛生チームの強化を促進する。

これらの投入により、表 S-2 のような定量的効果が期待される。

表 S-2 本プロジェクトの定量的効果

指標名	基準値(2009年)	目標値(2020年)
対象地域 20 村の給水率	7.8% (給水人口 4,250 人 ÷人口 54,482 人)	53.6% (給水人口 44,977 人 ÷人口 83,970 人)
1 日当りに利用できる水量	平均 20~25 L/人/日の非衛生的な水を使用	安全で清潔な水を 25L/人/日利用ようになる。
水汲み労働に要する時間	水汲みが 30 分以内でできる世帯は、雨季では 56.7%、乾季では 25.3%	安全で衛生的な水へのアクセスが概ね 400m 以内に確保され、水汲みに要する時間が 30 分以内になる。
コミュニティ所有水供給組織(COWSO)の数	0 (建設予定施設に対してはまだ形成されていない。)	118 給水施設に対し、COWSO が形成され、継続的に施設の維持管理を行う。

また、波及的に、下記のような定性的効果が期待される。

- 水の確保を水売り人その他に依存していた村落では、水を取得する費用が軽減される。
- 対象地域での水汲み労働は基本的には婦女子の役割であるが、これに従事する時間が大幅に軽減され、婦女子の社会進出や労働の創出、子供の学習時間が増加することが期待できる。
- 飲料に使用する水質が改善され、乳幼児死亡率の低下が期待される。
- 飲料に使用する水質が改善され、水系疾病に対する医療費の軽減が期待できる。
- 参加型運営・維持管理体制が構築されることにより、村落住民のオーナーシップが醸成される。

本プロジェクト実施に係る妥当性については、人間の安全保障の観点、財務面、組織・制度面、政策面、環境社会面、技術面から検討を行い、その全ての点から、妥当であると評価された。その結果は下記の通りである。

1) 人間の安全保障の観点からの評価

本プロジェクトでの給水施設の建設により、「清潔で信頼性のある水の使用が可能になる」と同時に「女性の水汲み労働からの解放」等の社会経済的に正のインパクトを持つ波及効果が期待される。したがって、本プロジェクトはBHNの観点から、民生の安定や住民の生活改善のために緊急性の高いプロジェクトであると評価される。

2) 財務面からの評価

一人当たり計画原単位である25 L/日を消費する場合の世帯収入に占める水利用にかかる支出は2.5%から3.5%と算出された。世銀などの国際機関では、水料金は世帯収入の5%台以内に収まるべきであると提唱しており、対象地域住民の支払い能力は、施設を運営・維持するために十分であると評価される。

3) 組織・制度にかかる評価

国家水セクター開発戦略(NWSDP: National Water Sector Development Strategy, 2006)では、1) 中央政府の役割は政策策定ならびに規制・モニタリングに限られること、2) 組織規約が明確にされること、3) 給水・衛生事業の実施における責任・責務の地方分権化、ならびに利用者による運営・維持管理体制づくりの促進、4) 運営・維持管理を行う自主的、かつ独立性の高いコミュニティ水供給運営体の形成などが提唱されている。

本プロジェクトでは、コミュニティ給水運営体(COWSO: Community-Owned Water Supply Organization)の導入、県/市水・衛生チーム(DWST/MWST: District/Municipal Water and Sanitation Team)の能力強化を計画しており、国家戦略との整合性を保っていると評価される。

4) 政策面からの評価

水省（MoW）は「水セクター開発プログラム」（WSDP: Water Sector Development Program）を策定し、給水施設の整備が遅れている地方部の給水率を2015年までに74%へ、2025年までに90%に向上することを図っている。本プロジェクトは、WSDP バスケットファンドによるプロジェクトではないが、WSDP と同じコンセプトに基づき策定した給水計画を具体的に実現することにより WSDP の目標に貢献しようとするものである。したがって、本プロジェクトの実施は、タンザニア政府の政策実現に寄与するものと評価される。

5) 環境社会面からの評価

水省の環境社会配慮ガイドライン（Environmental and Social Management Frame Work : ESMF）にしたがい実施された、簡易環境影響評価（Preliminary Environment Assessment : PEA）の結果、本プロジェクト事業実施による影響は軽微であるため“カテゴリ C”であると判断された。

したがって、本プロジェクトは、環境社会面から適切に実施されることを確認した。

6) 技術面からの評価

本プロジェクトで建設される給水施設の工事は、コンクリート工事、機械／電気工事、パイプ敷設工事、土工、井戸掘削等から構成される。これらの工事は特殊な技術を要せず、タンザニアにおいて広く行われているものである。したがって、本プロジェクトで適用される技術は、適正であると評価される。

目 次

要 約

目 次

位置図／完成図／写真

付表一覧表

付図一覧表

略語一覧表

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
	1.1.1 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-----	1-2
1.2	無償資金協力の背景・経緯および概要-----	1-4
1.3	我が国の援助動向-----	1-5
1-4	他ドナーの援助動向-----	1-4

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-----	2-2
	2.1.1 組織・人員-----	2-1
	2.1.2 財政・予算-----	2-5
	2.1.3 技術水準-----	2-6
	2.1.4 既存施設・機材-----	2-8
2.2	プロジェクトサイトおよび周辺の状況-----	2-9
	2.2.1 関連インフラの整備状況-----	2-9
	2.2.2 自然条件-----	2-11
	2.2.3 環境社会配慮-----	2-20
2.3	その他-----	2-22

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
	3.1.1 上位目標とプロジェクト目標-----	3-1

3.1.2	プロジェクトの概要	3-1
3.2	協力対象事業の概略設計	3-4
3.2.1	設計方針	3-4
	(1) 給水施設形式の決定	3-4
	(2) 機材調達	3-9
	(3) 施設設計に関する全般的な方針	3-12
	(4) 自然環境条件に対する方針	3-13
	(5) 社会経済条件に対する方針	3-13
	(6) 建設事情・調達事情に対する方針	3-13
	(7) 現地業者の活用に対する方針	3-14
	(8) 実施機関の運営・維持管理に対する対応方針	3-15
	(9) 施設・機材のグレードに係る方針	3-15
	(10) 工法／調達方法、工期に係る方針	3-16
	(11) 対象村落の優先度に対する方針	3-16
	(12) レベル-2 給水施設の電源についての方針	3-17
	(13) レベル-1 給水施設用深井戸掘削に際しての成功率に対する方針	3-22
	(14) 代替村落の設定についての方針	3-28
3.2.2	基本計画（施設計画／機材計画）	3-29
	(1) 計画目標年次および給水対象人口	3-29
	(2) 水需要量	3-30
	(3) 設計水量・水理計算	3-30
	(4) レベル-2 給水施設計画	3-31
	(5) レベル-1 給水施設計画	3-32
	(6) 機材計画	3-35
	(7) 廃棄物処理	3-36
3.2.3	概略設計図	3-37
3.2.4	施工計画／調達計画	3-48
	(1) 施工方針／調達方針	3-48
	(2) 施工上／調達上の留意事項	3-49
	(3) 施工区分／調達区分	3-49
	(4) 施工監理計画／調達監理計画	3-50
	(5) 品質管理計画	3-52
	(6) 初期操作指導・運用指導計画	3-52
	(7) 資機材等調達計画	3-52
	(8) ソフトコンポーネント計画	3-54
	(9) 実施工程	3-56

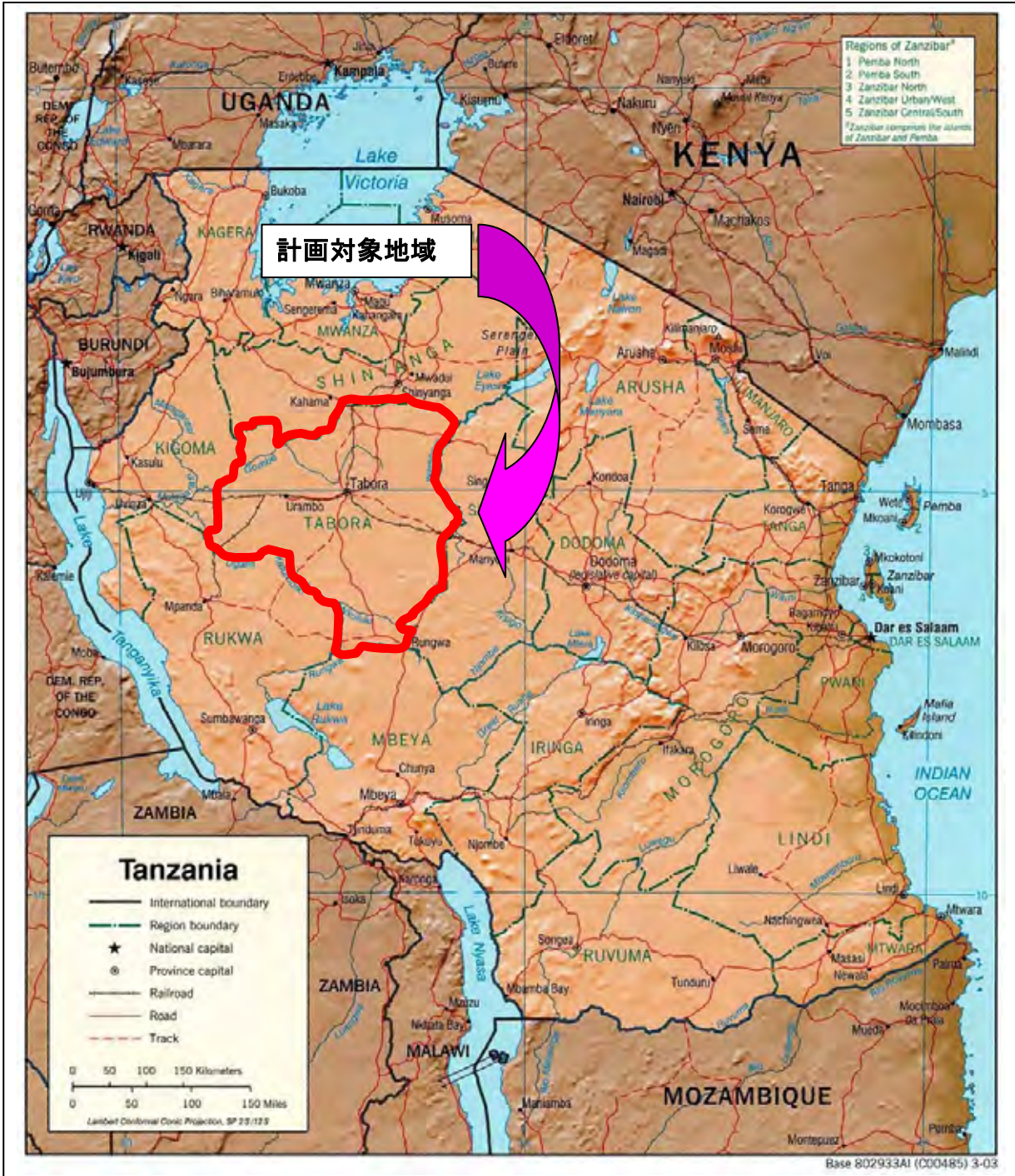
3.3	相手国側分担事業の概要-----	3-57
	3.3.1 一般的な負担事項-----	3-57
	3.3.2 本プロジェクトに固有の負担事項-----	3-57
	3.3.3 タンザニア側の負担経費-----	3-58
3.4	プロジェクトの運営・維持管理計画-----	3-58
3.5	プロジェクトの概略事業費-----	3-64
	3.5.1 協力対象事業の概略事業費-----	3-64
	3.5.2 運営・維持管理費-----	3-65
3.6	協力対象事業実施に当たっての留意事項-----	3-66

第4章 プロジェクトの評価

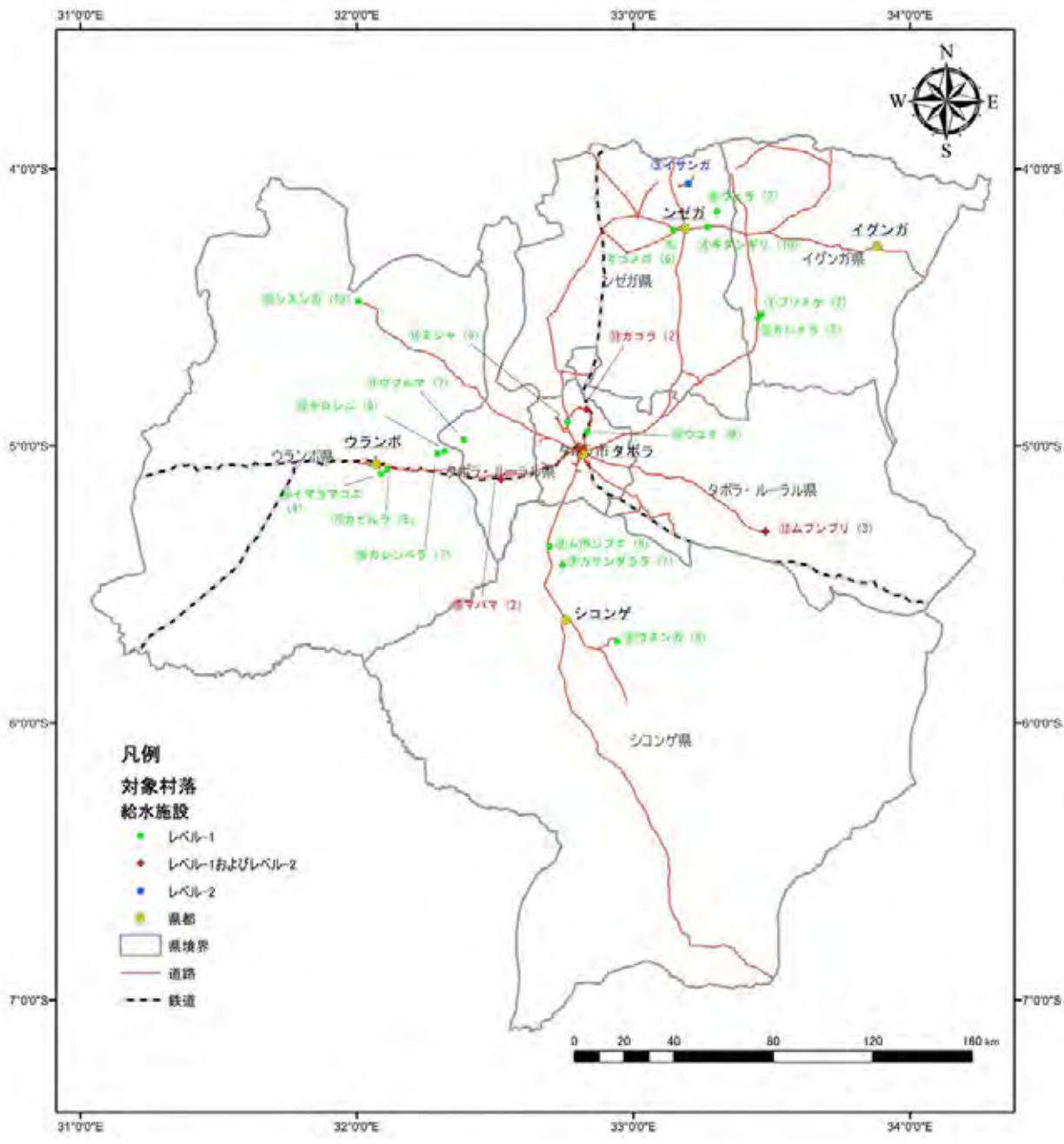
4.1	プロジェクトの前提条件-----	4-1
	4.1.1 事業実施のための前提条件-----	4-1
	4.1.2 プロジェクト全体計画達成のための前提条件・外部条件-----	4-1
4.2	プロジェクトの評価-----	4-2
	4.2.1 妥当性-----	4-2
	4.2.2 有効性-----	4-4

【資料】

1. 調査団員・氏名
2. 調査行程
3. 関係者（面会者）リスト
4. 討議議事録
5. ソフトコンポーネント計画書
6. 参考資料
7. その他の資料・情報
 - (1) 試掘・揚水試験結果一覧表
 - (2) 水質分析結果一覧表
 - (3) 物理探査位置図
 - (4) 物理探査解析図（比抵抗二次元・電磁探査・ラドン探査）
 - (5) 試掘結果図
 - (6) 揚水試験結果図



被援助国全体図



施工計画

- レベル-1建設
- レベル-2建設
- レベル-1及びレベル-2建設

イグンガ県

- ① ブソメケ
- ② カレメラ

ンゼガ県

- ③ イサンガ
- ④ キタンギリ
- ⑤ マコモロ
- ⑥ ウェラ

シونغ県

- ⑦ カサングダラ
- ⑧ ウスンガ
- ⑨ ムボンブエ

タボラ・ルーラル県

- ⑩ マバマ
- ⑪ ウフルマ
- ⑫ ムブンプリ

タボラ市

- ⑬ ココラ
- ⑭ ミシヤ
- ⑮ ウユイ

ウランボ県

- ⑯ イマラマコエ
- ⑰ カビルラ
- ⑱ カレンベラ
- ⑲ キロレニ
- ⑳ ンスンガ

対象村落位置図



完成予想図

現地写真



1：汚染された白濁した水を汲む女性
(タボラ・ルーラル県)



2：基盤岩の残丘（タボラ市）



3：試掘調査（デベロプメント作業）



4：水売り人（タボラ市）



5：村落における社会条件調査



6：ハンドポンプ修理作業（ンゼガ県ナタ村）

付表一覧表

表1.1	調査対象地域の区と町・村	1-3
表1.2	タボラ州における貧困指標	1-4
表2.1	各県・市の水技師事務所の人員構成（現状）	2-4
表2.2	水技師事務所の将来構成（首相府へ提案中）	2-4
表2.3	タンガニカ湖流域管理事務所タボラ支所の人員構成	2-5
表2.4	MoWの地方給水局の予算	2-5
表2.5	各県・市の全体予算および水セクターの予算の推移	2-6
表2.6	タンガニカ湖流域管理事務所タボラ支所の予算	2-6
表2.7	タンガニカ湖流域管理事務所タボラ支所が実施した水理地質調査の件数	2-7
表2.8	各都市上下水道公社の概要	2-8
表2.9	県毎の給水施設数および稼働状況	2-9
表2.10	タンガニカ湖流域管理事務所タボラ支所の保有機材	2-9
表2.11	舗装種別ごとの道路延長距離	2-10
表2.12	年中通行可能な道路の総距離と割合	2-10
表2.13	地下水涵養量の計算結果	2-13
表2.14	試掘調査結果の概要	2-18
表2.15	試掘井の水質分析結果	2-19
表2.16	IEEスコーピング	2-20
表3.1	計画対象村落および給水施設	3-2
表3.2	計画対象村落の人口・給水対象人口・給水率	3-3
表3.3	本プロジェクトを実施した場合の効果	3-4
表3.4	試掘計画	3-5
表3.5	試掘調査結果	3-6
表3.6	水質分析結果	3-8
表3.7	取水・送水システムの特徴	3-17
表3.8	対象村落の環境	3-17
表3.9	各県・市の全体予算および水セクターの予算の推移	3-19

表3.10	運転コストの比較-----	3-20
表3.11	レベル2対象村落における採用取水・送水システム-----	3-21
表3.12	ディーゼル発電機および交流水中ポンプの仕様・容量-----	3-21
表3.13	商用電力および交流水中ポンプの仕様・容量-----	3-22
表3.14	試掘結果（掘削深度および水量成功率）-----	3-25
表3.15	揚水量および水質区分による集計-----	3-26
表3.16	県別フッ素濃度基準超過井戸箇所数（インベントリ調査および室内水質分析結果） -----	3-26
表3.17	県／市別レベル-1用井戸成功率-----	3-27
表3.18	地域別レベル-1用井戸掘削成功率-----	3-27
表3.19	地域別レベル-1井戸数量算定-----	3-28
表3.20	代替村落へサイトを移動する場合の条件および移動する内容-----	3-29
表3.21	各県・市の人口増加率-----	3-30
表3.22	レベル-2計画対象村落の水需要および水源の取水計画-----	3-30
表3.23	地下水取水用井戸の仕様-----	3-33
表3.24	村落毎の公共水栓数-----	3-35
表3.25	我が国とタンザニア国側の施工負担区分-----	3-49
表3.26	主な工種の品質管理項目と試験方法-----	3-52
表3.27	初期操作指導・運用指導計画-----	3-52
表3.28	主要建設資機材の調達区分-----	3-53
表3.29	各サイトまでの輸送時間-----	3-54
表3.30	事業実施工程表-----	3-56
表3.31	タンザニア側の負担経費-----	3-58
表3.32	レベル-1給水施設の運営・維持管理費用算出に用いた計算根拠-----	3-62
表3.33	レベル-1施設の運営・維持管理費用の負担にかかる分析-----	3-62
表3.34	レベル-2給水施設の運営・維持管理費用算出に用いた計算根拠-----	3-63
表3.35	レベル-2施設の運営・維持管理費用の負担にかかる分析-----	3-63
表3.36	タンザニア国タボラ州水供給計画の概略事業費-----	3-65
表3.37	レベル-2およびレベル-1給水施設の運営・維持管理費-----	3-66
表4.1	本プロジェクトの定量的効果-----	4-4

付図一覧表

図1.1	タンザニア州別地方給水率 (MoW)	1-1
図2.1	タンザニア国水省 (MoW) の組織図	2-2
図2.2	タボラ州の組織図	2-3
図2.3	年中通行可能な道路の割合	2-10
図2.4	水理地質図	2-17
図3.1	井戸建設作業フロー	3-23
図3.2	レベル-2給水施設構成図	3-32
図3.3	レベル-1給水施設構成図	3-32
図3.4	レベル-2対象村落施設配置図 (イサンガ村)	3-38
図3.5	レベル-2対象村落施設配置図 (ムブンブリ村)	3-39
図3.6	レベル-2対象村落施設配置図 (マバマ村)	3-40
図3.7	レベル-2対象村落施設配置図 (カコラ村)	3-41
図3.8	地下水取水用深井戸の構造図	3-42
図3.9	送・配水管埋設構造図	3-43
図3.10	配水タンク構造図	3-44
図3.11	コントロールハウス構造図	3-44
図3.11	公共水栓構造図	3-46
図3.12	ハンドポンプ付き深井戸 (レベル-1) 構造図	3-47
図3.13	関連諸機関の関係図	3-50
図3.14	運営維持管理体制図	3-61

略 語 一 覧

ATP	Affordability-to-Pay (支払い能力額)
CBOs	Community-Based Organizations (地域密着型組織)
CLTS	Community-Led Total Sanitation (コミュニティ主導の総合衛生)
COWSOs	Community-Owned Water Supply Organizations (コミュニティ水供給運営体)
CWSD	Community Water Supply Division (地方給水局)
DDCA	Drilling & Dam Construction Agency (井戸・ダム建設公社)
DSM	Dar es Salaam (ダル・エス・サラーム)
DTH	Down the Hole Hammer (エアパーカッション掘)
DWL	Dynamic Water Level (動水位)
DWP	Domestic Water Points (給水地点)
DWST	District Water and Sanitation Team (県給水衛生班)
EC	Electric Conductivity (電気伝導度)
EIA	Environmental Impact Assessment (環境影響評価)
ESAs	External Support Agencies (海外援助機関)
ESMF	Environmental and Social Management Framework (環境社会配慮ガイドライン)
GDP	Gross Domestic Product (国内総生産)
GIS	Geographical Information System (地理情報システム)
GNP	Gross National Product (国民総生産)
GSP	Galvanized Steel Pipe (亜鉛メッキ鋼管)
HDPE	High Density Polyethylene (高密度ポリエチレン)
IEE	Initial Environmental Examination (初期環境調査)
JICA	Japan International Cooperation Agency (独立行政法人 国際協力機構)
LGRP	Local Government Reform Policy (地方政府改革政策)
M/M	Minutes of Meetings (協議議事録)
MoM	Ministry of Minerals (鉱山省)
MoNRT	Ministry of Natural Resource and Tourism (資源・観光省)
MoW	Ministry of Water (水省)
MoWI	Ministry of Water and Irrigation (水・灌漑省)
NAWAPO	National Water Policy (国家水政策)
NEMC	National Environmental Management Council (国家環境 管理局)
NGOs	Non-Governmental Organizations (非政府組織)

NSGRP	National Strategy for Growth and Reduction of Poverty (成長と貧困削減のための国家戦略)
NWP	National Water Policy (国家水政策)
NWSDS	National Water Sector Development Strategy (国家水セクター開発戦略)
NZUWASA	Nzega Urban Water Supply Authority (ンゼガ都市水道公社)
O&M	Operation and Maintenance (維持・管理)
PVC	Polyvinyl Chloride (ポリ塩化ビニル)
PEA	Preliminary Environmental Assessment (初期環境評価)
PER	Preliminary Environmental Report (予備環境影響報告書)
PHAST	Participatory Health and Sanitation Transformation (住民参加型環境衛生改善活動)
PRSP	Poverty Reduction Strategy Paper (貧困削減戦略書)
RF	Registration Form (環境影響審査登録票)
RWSD	Rural Water Supply Division (地方給水事業局)
RWSSP	Rural Water Supply and Sanitation Program (地方給水・衛生プログラム)
SC	Specific Capacity (比湧出量)
SR	Scoping Report (環境影響スコーピング報告書)
SUWASA	Sikonge Urban Water Supply Authority (シコンゲ都市水道公社)
SW	Scope of Work (業務範囲)
SWAPs	Sector Wide Approach to Planning (セクターワイドアプローチ)
SWL	Static Water Level (静水位)
TASAF	Tanzania Social Action Fund (タンザニア社会開発基金)
TANESCO	Tanzania Electric Supply Company (タンザニア電力供給公社)
TANROAD	Tanzania National Roads Agency (タンザニア国道公社)
TDS	Total Dissolved Solid (蒸発残留物)
TOR	Terms of Reference (委託条件書、仕様書)
TRC	Technical Review Committee (技術評価委員会)
TRC	Tanzania Railway Company (タンザニア鉄道会社)
TUWASA	Tabora Urban Water Authority (タボラ市都上下水道公社)
UFW	Unaccounted-for water (無収水)
UWSA	Urban Water Supply Authority (都市水道公社)
UNDP	United Nation Development Programme (国連開発計画)
UNICEF	United Nations International Children's Fund (国連児童基金)

UUWASA	Urambo Water Supply Authority (ウランボ都市水道公社)
VES	Vertical Electrical Sounding (垂直電気探査)
VWCs	Village Water Committees (村落水委員会)
VHC	Village Health Committee (村落保健委員会)
WHO	World Health Organization (世界保健機構)
VHW	Village Health Worker (村落保健師)
WRI	Water Resources Institute (水資源研究所)
WSDP	Water Sector Development Programme (水セクター開発計画)
WSS	Water Supply System (水供給システム)
WSSAs	Water Supply and Sanitation Authorities (水供給・衛生局)
WSSMC	Water Supply System Management Center (水供給システム管理センター)
WTP	Willingness-to-Pay (支払い意志)
WUAs	Water User Associations (水利用協会)
WUGs	Water User Groups (水利用グループ)
L/c/day	litter/capita/day (リットル/人/日)
L/min	litter/minute (リットル/分)
masl	meter above sea level (海拔高度)
mbgl	meter below grand level (地表面下)
min	Minute (分)
sec	Second (秒)

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

タボラ州はタンザニア国内において、給水状況が最も低い州の一つである。図 1.1 は、2008 年 9 月の JWSR において、タンザニア国水省¹（MoW）がデベロプメント・パートナー（DP）に提示した 2007/2008 会計年度の水セクター実績報告書（WSPR: Water Sector Performance Report）に示されている、地方給水分野の州別の給水率を表したグラフである。

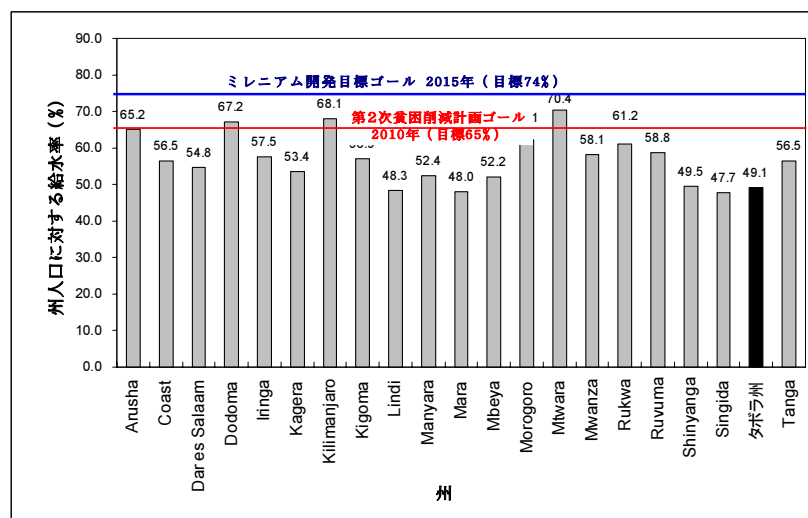


図 1.1 タンザニア州別地方給水率（MoW）

この図によると、第 2 次貧困計画ゴールである“2010 年までに地方給水率 65%に向上させる”という目標に対し、タボラ州の給水率は 49.1%であり、全国でも最低レベルであることがわかる。

タンザニア国政府は、第 2 次貧困撲滅計画のゴールである 2010 年までに、地方給水率を 65%に向上させる目標であったが、タボラ州における給水率は 2007/2008 会計年度において 49.1%であり、全国でも最低レベルに留まっている。

図 1.1 に示される上記の給水率は、1 年間の稼働日数が 6 ヶ月間以上の給水施設は稼働中として計算されているため、地下水位が低下する乾季においてはこの給水率よりも低下することとなる。現在実施中の開発調査において、乾季の終期（2009 年 11 月）に実施した既存給水施設インベントリー調査の結果では、ハンドポンプ付き深井戸および公共水栓式管路給水施設によるタボラ州の給水率は 14.2%という結果が出ている。WSDP では“保護された水源”による給水も、信頼できる給水として計上しているため、これを加えても 17.5%という給水率に留まる。

¹ タンザニア国水・灌漑省（MoWI）は、2010 年 11 月に水省（MoW）と改称された。

これは、多くの給水施設が乾季には地下水位の低下が生じて使用不能になり、雨季になると再び地下水位が上昇して使用可能になることを示している。したがって、村落住民は乾季には汚染された伝統的水源の使用を余儀なくされることとなる。

一方、既存給水施設（公共水栓式管路給水施設（レベル-2）およびハンドポンプ付き井戸（レベル-1））についてのインベントリー調査（本調査, 2009）を行った結果、調査対象地域には 51 箇所のレベル-2 および 1,431 箇所のレベル-1 給水施設（合計 1,482 箇所）が存在することが確認された。しかしながら、1,482 箇所の給水施設の内稼働しているのは 685 施設（46.2%）のみで、残り 53.8%に相当する 797 箇所の給水施設は稼働していない状況が明らかとなった。

レベル-2 給水施設の大半は 1970 年代から 1980 年代にかけて建設されており、施設が老朽化しても設備の更新がなされることもなく稼働を停止したものが多い。ハンドポンプ付き井戸が稼働していない主な要因は、「井戸の枯渇」および「ポンプの故障」で、この 2 つの要因で非稼働の要因の 87.6%を占めている。このようなことから、適切な水源が確保されていないこと、および給水施設についての住民による維持管理が適切になされていない状況が浮かび上がってくる。

タボラ州における給水環境改善のための課題は、適切な水源を開発し給水施設の整備を行うこと、および整備された給水施設を住民が適切に運営・維持管理を行うことであると考えられる。

1.1.2 開発計画

タンザニア国政府は、全国民が 400m 以内に安全で清浄な水を得ることを目標とした地方給水プロジェクトを 1971 年に開始した。さらに、地方部および都市部の給水率を向上させるため、“貧困削減戦略ペーパー（2000 年）”、“成長と貧困削減のための国家戦略（2005 年）”等を策定し、給水施設の整備を進めてきた。“成長と貧困削減のための国家戦略（2005 年）”では、2010 年に給水率を地方部で 53%から 65%へ、都市部で 73%から 100%への向上させる計画であったが、達成は困難であると言える。

水・灌漑省²（MoWI）は、2006 年に“水セクター開発計画（WSDP）”を策定し、セクターワイド・アプローチ（SWAp）方針に基づく水セクター・バスケットファンドを財源として給水率向上を図ることとなった。これは、給水率を地方部で 2015 年までに 74%、2025 年までに 90%とし、都市部で 2015 年までに 95%、2025 年までに 100%とする計画である。

1.1.3 社会経済状況

(1) 行政機構

タボラ州の行政機構は、県／市（District/Municipality）、区（Ward）に分かれる。その下の組織は、都市部（Urban Area）と地方部（Rural Area）に分かれ、都市部では町（Small Township）・地

² 水・灌漑省（MoWI）は、2010 年 11 月に水省（MoW）と改称された。

方部では村 (Village)に分かれている。町と村では行政の実務上の最少単位として、町は字 (Street)、村は字 (Sub-Village)と呼ばれる集落を形成している。タボラ州には、イグンガ、ンゼガ、シコンゲ、タボラ・アーバン、ウランボの5県およびタボラ市の1市があり、今回調査の対象地域は、表 1.1 のように5県1市121区と547村である。

表 1.1 調査対象地域の区と町・村

県/市	区	村
イグンガ県	26	97
ンゼガ県	36	152
シコンゲ県	11	53
タボラ・ルーラル県	17	109
タボラ市	8	24
ウランボ県	23	112
合計	121	547

(2) 民族

タボラ州には2つの主要な部族がいる。農耕民族であるニャムウェジ族と農耕と牧畜に従事するスクマ族である。少数民族としてウランボ県にハ族が、イグンガ県に牧畜民のタトゥル族とワニャリアンバ族が、シコンゲ県には農耕民族のワキンブ族が暮らしている。ウランボ県には1972年よりブルンジ難民保護区が設置されており、ブルンジ人が居住している。

(3) 国内総生産(GDP)

タボラ州の2008年GDPは、9,326億4,000万タンザニアシリング(7億3,819万9,000ドル:1ドル=Tsh1,263.4)であり、タンザニア全州(ザンジバルを除く)のGDPである22兆4,520億590万シリング(177億7,114万1,000ドル)の4.2%に当たる。この金額はタンザニア21州のうち第10位にあたる。

(4) 貧困指標

ここでは貧困率、ジニ係数、貧困ギャップという3つの貧困指標を用いて、タボラ州の貧困度を分析する。初めに、貧困率とは貧困ライン以下の割合である。国際的な貧困ラインの基準は1993年に提唱され、1米ドル平価購買力で表わされている。「貧困人間開発報告書」(2005年)によると、タンザニアの貧困ラインは平価購買力で0.26 USD/日に設定されている。表 1.3 に示すようにイグンガとタボラ・ルーラル県では人口の48%が貧困ライン以下にいたることがわかる。次にシコンゲ県が高く43.0%、ウランボ県も41.0%である。一方、ンゼガ県は35%であり、タンザニア平均の36%と同等である。タボラ市は23.0%でありタボラ州の中で最も貧困率が低い。

2つ目のジニ係数は所得の不平等を計る指標である。完全平等で全世帯が同じ所得を示す「0」から、富裕層と貧困層に分かれる不平等がある。数字が0.3以上を示すと社会の中で不平等が散見される。表 1.3にあるようにタボラ州の格差は、タンザニアの平均0.35と比べても大きくはない。タボラ市は0.33、タボラ・ルーラル県が0.30、他の県は0.31である。

3つ目の貧困ギャップは、貧困ラインより下にいる人々の貧困の深度の割合を測る指標である。貧困層がない場合には貧困ギャップは「0」となる。表 1.2 のように、貧困ギャップはイグンガとタボラ・ルーラル県で大きく 15 となっている。次にウランボ県が 12、ンゼガ県が 10 であり、タボラ市では 6 と小さい。

3つの指標からタボラ州はタンザニアの平均よりやや貧困度合が高いことが推測される。格差自体はそれほど大きくないため、一様に貧困であることがわかる。県毎の特色としては、イグンガやタボラ・ルーラル県では貧困者数も多く、年中貧困状態から脱せない人が多くいるのが特徴である。比較的裕福な県はタボラ市、ンゼガ県であり貧困者数もやや少なく、収穫時期には貧困状態から脱することができる人もいることが予想される。ウランボ県やシコンゲ県はタボラ州の中では中程度の貧困度を示している。

表 1.2 タボラ州における貧困指標

県	貧困ライン以下の人口の割合 (%)	ジニ係数	貧困ギャップ
イグンガ県	48.0	0.31	15
ンゼガ県	35.0	0.31	10
シコンゲ県	43.0	0.31	12
タボラ・ルーラル県	48.0	0.30	15
タボラ市	23.0	0.33	6
ウランボ県	41.0	0.31	12
タンザニア平均	36.0	0.35	-

出典：貧困と人間開発報告書 2005 年

1.2 無償資金協力要請の背景・経緯および概要

1.1.2 で述べたように、水省(MoW)は、WSDP に基づき、給水率を 2025 年までに地方部で 90%、都市部で 100%とするという目標に向け、給水整備を進めている。

本プロジェクトの対象地域であるタボラ州の給水率は、MoW がデベロプメント・パートナーに提示した 2007/2008 会計年度の水セクター報告書 (Water Sector Performance Report) によれば 49.1%とされており、タンザニアで最も給水率の低い州の一つである。タボラ州では、安全な水を使用せず、汚染された水源を使用するために、住民の多くが水因性疾病を抱えている。給水率の向上を阻害する要因としては、タボラ州において水源となる地下水開発の困難さ、および整備された給水施設に対する運営・維持管理体制の貧弱さが挙げられるため、適正な地下水調査技術を用いた効率的な地下水開発による給水施設整備とともに、持続可能な運営・維持管理体制の構築が課題となっている。

これらの状況を解決するためタンザニア政府は、2007 年我が国に対し、タボラ州の地下水ポテンシャルに対する評価およびデータベース化、WSDP に沿った地方給水計画策定、優先プロジェクトの実現可能性の検討を主な内容とした開発調査の実施を要請してきた。

これを受けて、独立行政法人国際協力機構 (JICA : Japan International Cooperation Agency) は、2009 年 2 月に本調査に関する準備調査を実施し、本調査の実施について合意した。これに基づ

き、本調査「タボラ州地方給水・衛生計画策定支援プロジェクト」が、2009年8月～2011年5月の期間に実施された。

上記プロジェクト（本調査）は無償資金協力による事業実施の迅速化を目的とし、従来型の開発調査に無償資金協力事業基本設計調査の内容を含んだ内容となっている。2010年3月までに実施された本調査の一年次の活動において、タボラ州の地方給水計画の策定およびそれに基づいた優先プロジェクトの選定が行われた。優先プロジェクトについて、2010年7月にタンザニア政府より、下記の内容の、優先プロジェクトの実施に係る日本政府への無償資金協力要請状が提出された。

- 1) レベル-2 給水施設 6 施設
- 2) レベル-1 給水施設 174 本
- 3) 機材調達（物理探査機器および GPS）
- 4) ソフトコンポーネント

本調査の2年次の活動においては、上記の要請内容に基づき、本プロジェクトの詳細調査および概略設計が実施された。レベル-2 給水施設の数量は、試掘調査により、水源を確保することができた4施設（4村）に変更した。レベル-1 給水施設の数量は、村落詳細調査に基づき、114箇所（19村）に変更した。対象村落の内3村は、レベル-1、レベル-2 双方の施設建設の対象となるため、対象村落数は20村となる。

機材調達の内容は、断面二次元探査機 1式、電磁探査機 1式、GPS 4台とすること、ソフトコンポーネントの内容は、給水施設の運営・維持管理計画および衛生計画への支援と、物理探査法を含む地下水開発技術向上への支援とすることが確認された。

1.3 我が国の援助動向

タンザニア国政府は我が国に対してこれまで次のような無償資金協力事業、開発調査・計画策定支援調査、技術協力プロジェクト等の要請を行い、我が国はこれらの実施を行ってきている。

(1) 無償資金協力事業

- ① 中央高原地域水供給計画：2002年7月～2005年3月
- ② リンディ・ムトワラ州水供給計画：2003年7月～2007年3月
- ③ 首都圏周辺地域水供給計画：2007年7月～2010年3月
- ④ ムワンザ・マラ州水供給計画：2009年7月～2012年1月（予定）

(2) 開発調査・計画策定支援調査

- ⑤ 南部地域水供給計画調査：2000年2月～2001年12月
- ⑥ 首都圏周辺地域水供給計画調査：2003年10月～2006年1月

- ⑦ ムワンザ・マラ州水供給計画調査：2004年10月～2006年8月
- ⑧ 内部収束地域における地下水開発・管理能力強化計画：2004年11月～2008年2月
- ⑨ タボラ州地方給水・衛生計画策定支援調査：2009年8月～2011年5月（予定）
- ⑩ ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画策定支援調査（2010年11月～2013年7月（予定））

(3) 技術協力プロジェクト

- ⑪ 村落給水事業実施・運営維持管理能力強化計画：2007年9月～2010年8月

1.4 他ドナーの援助動向

本調査対象地域については、アフリカ開発銀行（AfDB）および世界銀行（WB）を中心としたバスケットファンドによる WSDP が実施中である。これは、各県で約 10 村落を選定し給水施設を整備するもので、タンザニア国内の全県が対象となっている。タボラ州においても既に 74 の対象村落を選定され、コンサルタントによる調査・設計が開始されようとしている状態である。WSDP の対象村落については、各県の DWE に確認済みであり、本計画の対象村落との調整がついており、計画対象村落の重複は無い。

WSDP 以外では、UNDP がタボラ・ルーラル県ムボラ村他 5 村で実施中のミレニアム・ビレッジ・プロジェクトを除いてドナーが直接関与しているプロジェクトは無い。小規模な援助としては、Water Aid や World Vision などの国際 NGO がハンドポンプを主とした給水施設の建設を行っている。これらの援助は、各県の DWE との調整無しに行われることが多く、予め計画を把握することは困難である。また、給水施設建設に関するデータが DWE に提供されないこともあり、DWE 自体も実態を把握し切れない状況である。

この他、タンザニアの Tanzania Social Action Fund（TASAF）により、ハンドポンプ付きの井戸が散発的に建設されているが、その数は多くない。

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

タンザニア国で給水事業に関連する省庁は水省（Ministry of Water : MoW）および保健省（Ministry of Health : MoH）である。給水施設の整備に係る計画および事業実施は MoW が担当し、保健衛生に係る分野を MoH が担当している。実際の事業実施については、地方自治体である州政府（Regional Secretariat）および県（District Council）・市（Municipality）が関与する。

MoW は水供給の全般を所管しており、都市給水局（Division of Urban Water Supply : DUWS）および地方給水局（Division of Community Water Supply : DCWS）を有している。図 2.1 に MoW の組織図を示す。村落給水を担当する地方給水局は、局長（Director）以下 20 名の技師（Engineer）と 15 名の技術者（Technician）が配属されている。

地方政府として、タボラ州の組織図を図 2.2 に示す。本計画を担当する州水専門家¹（Regional Water Expert: RWE）は、社会基盤課（Infrastructure Section）に属している。社会基盤課には、水資源技師（Water Resources Engineer）が 2 名、水理地質技師（Hydrogeologist）が 1 名配属されることになっているが、現状は水資源技師に該当する RWE が 1 名配属されているのみである。

タボラ州の下には、各県・市が存在する。県と市は同格である。各県・市は地方給水を管轄する水技師事務所を有する。表 2.1 に各県・市の水技師事務所の人員配置状況を示す。

地方分権化後、地方給水事業に対する責任は、水省から地方自治体（県・市）へ移管されている。地方自治体の事業実施能力を強化するため、水省は表 2.2 に示す要員構成の提案を首相府に提出し、その承認を持っている状態である。これによると、各県・市の水技師事務所は、28 名から構成されることになっている。現在、イグンガ県の水技師事務所には 16 名が配置されているが、それ以外は 2~7 名であることを考えると、大幅な増員になる。しかしながら、各県で 20 名以上の増員を行うことができるかどうかについては、要員確保に課題が生じるものと考えられる。

¹ 2010 年 7 月に州水アドバイザー（Regional Water Advisor: RWA）から改称された。

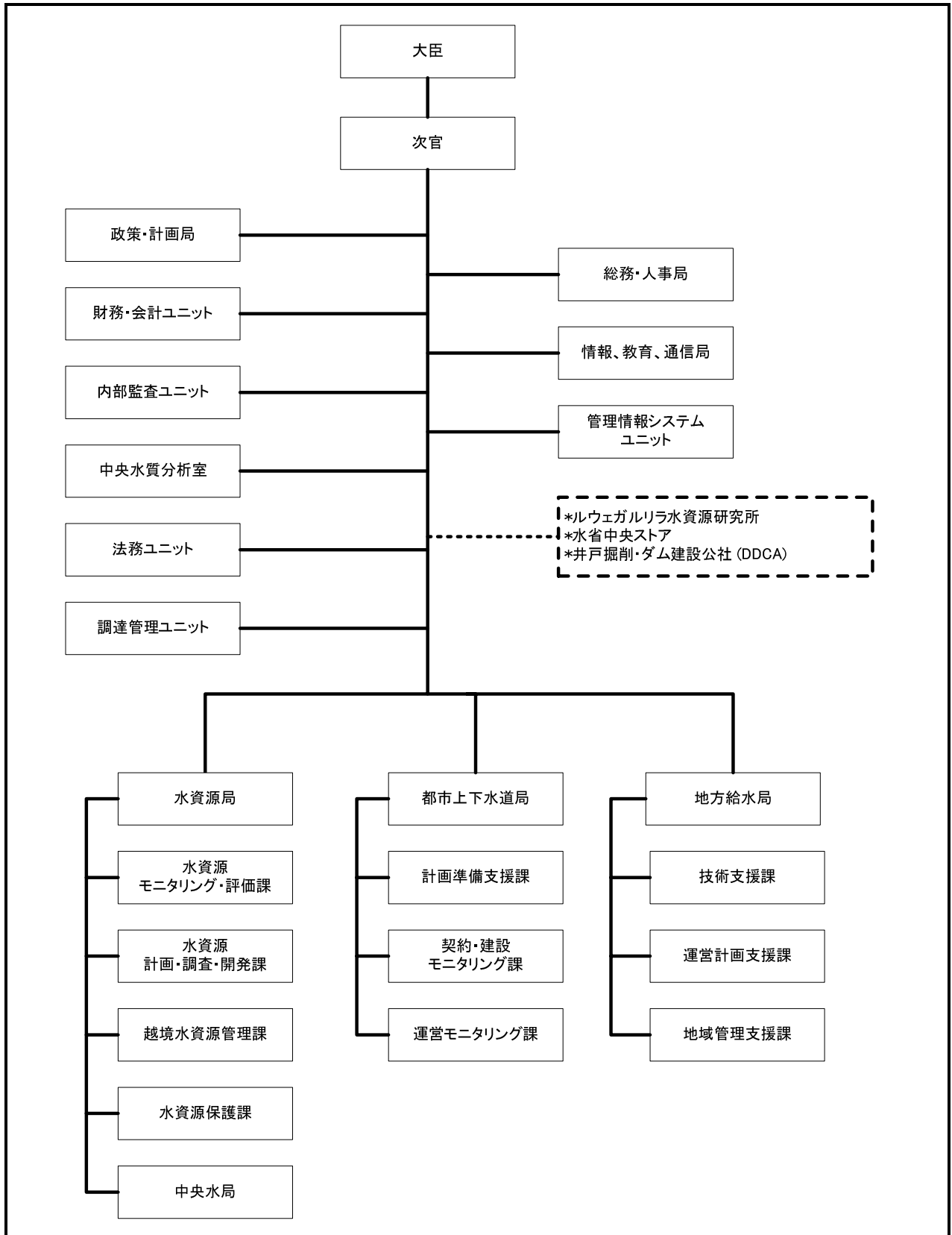


図 2.1 タンザニア国水省 (MoW) の組織図

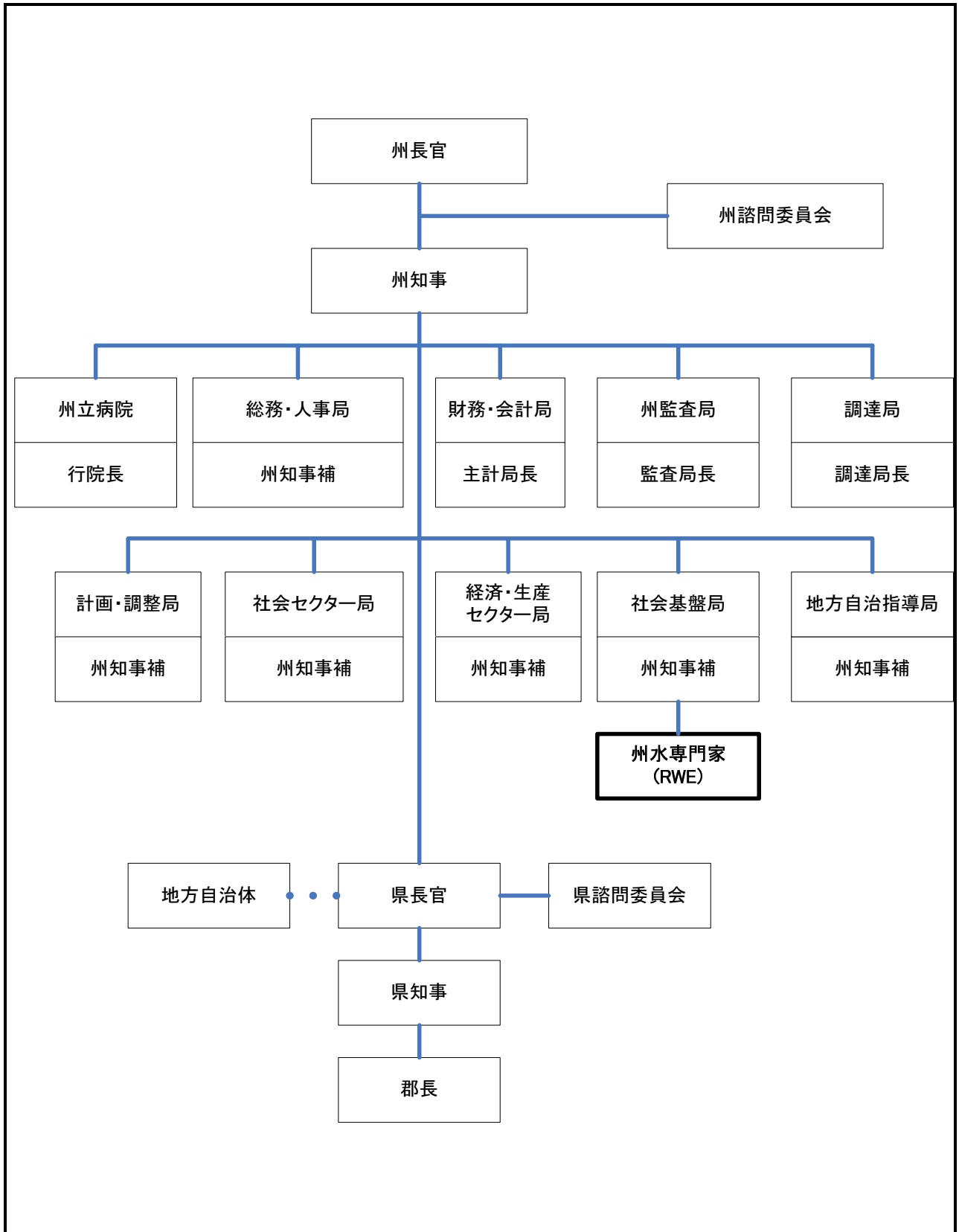


図 2.2 タボラ州の組織図

表 2.1 各県・市の水技師事務所の人員構成（現状）

県/市	水技師	テクニシャン	助手	人夫	秘書	計
イグンガ県	1	6	8	0	1	16
ンゼガ県	1	1	0	1	1	4
シコンゲ県	1	0	3	1	1	6
タボラ・ルーラル県	1	3	0	2	1	7
タボラ市	1	0	0	0	1	2
ウランボ県	1	0	3	0	1	5

表 2.2 水技師事務所の将来構成（首相府へ提案中）

区分		人数
水資源技師		1
計画・設計課		7
	水資源技師	1
	水テクニシャン	2
	水テクニシャン（ITの知識有り）	1
	測量テクニシャン	1
	製図工	1
	ITオペレーター	1
建設課		10
	水資源技師	1
	コミュニティ開発官	1
	環境技師	1
	水テクニシャン	2
	水理地質調査工	1
	配管工	1
	ポンプ機械工	1
	石工	1
	ハンドポンプ工	1
運営・維持管理課		10
	土木/機械/電気技師	1
	水テクニシャン	1
	機械工	1
	電気工	1
	水質分析工	1
	配管工	1
	ポンプ機械工	1
	電気工	1
	車両整備工	1
	溶接工	1
合計		28

タボラ州の地下水開発は、タンガニカ湖流域管理事務所タボラ支所（Tabora Water Office, Lake Tanganyika Basin Water Office）が管轄している。同支所は、NGO その他の支援による井戸掘削に際して、依頼により物理探査を含む水理地質調査実施して掘削位置の選定を行っており、タボラ州における地下水開発の支援センター的役割を果たしている。

タンガニカ湖流域管理事務所タボラ支所の人員構成を表 2.3 に示す。

表 2.3 タンガニカ湖流域管理事務所タボラ支所の人員構成

区分	人数 (人)
水理地質部門	
主任水理地質技師	1
主任テクニシャン	1
水文部門	
水文技師	-
主任テクニシャン	1
上級テクニシャン	2
テクニシャン	1
その他 (一般幹部)	3
合計	9

タンガニカ湖流域管理事務所タボラ支所の水理地質部門には、現在 2 名が配属されているが、水理地質技師およびテクニシャン各 1 名 (合計 2 名) が、タンガニカ湖流域管理事務所本部より配属され増員される予定となっている。

2.1.2 財政・予算

MoW の 2007/2008 会計年度以降の予算を表 2.4 に示す。

表 2.4 MoW の地方給水局の予算

(単位:千US\$)

項目	2007/2008				2008/2009				2009/2010			
	予算額				予算額				予算額			
	内貨	%	外貨	%	内貨	%	外貨	%	内貨	%	外貨	%
水資源開発・管理	0	0.00	13,679	13.30	2,000	6.46	7,034	11.29	2,100	6.24	14,217	10.93
地方給水・衛生	8,649	18.34	17,769	17.28	9,901	31.96	6,147	9.86	9,583	28.49	26,463	20.34
都市給水・排水	37,253	78.98	29,813	28.99	10,314	33.30	36,145	57.99	12,609	37.48	72,301	55.56
水セクター関連機関の強化および能力開発	1,267	2.69	41,563	40.42	1,427	4.61	11,544	18.52	573	1.70	14,059	10.80
灌漑および技術サービス	0	0.00	0	0.00	7,333	23.67	1,457	2.34	8,776	26.09	3,090	2.37
合計	47,169	100.00	102,824	100.00	30,976	100.00	62,328	100.00	33,642	100.00	130,129	100.00

地方給水・衛生関連の予算は、2008/2009 会計年度で一旦全体における比率が低下しているものの、翌 2009/2010 会計年度予算では、全体における内貨・外貨を合わせた比率が大幅に増加している。特に、外貨の全体に占める割合は 20%を超過している。これは、2007 年に創設されたバスケットファンドによる給水事業が本格的に開始される時期に相当しているためと考えられる。

表 2.5 に各県・市の全体予算および水セクターの 2007/08 から 2010/2011 年までの 4 年間の予算額を示す。予算額は全県・市ともに、2007/08 年から 2010/11 年まで全予算は一貫して増加傾向にある。これに対し、水セクターの予算は 2007/08 年から 2009/10 年までは増減を繰り返しているが、WSDP による施設建設が始まると予想される 2010/11 年の水セクターの予算は、これまでと比較して概して大きく増加している。水セクターの予算規模は、都市給水を抱えるタボラ市を除くと、ウランボ県が最も大きく約 38.8 億 Tsh、次いでイグンガ県の 29.438.8 億 Tsh であり、最も小さいのがタボラ・ルーラル県の 2.2 億 Tsh である。

表 2.5 各県・市の全体予算および水セクターの予算の推移

県・市	区分	年予算額 (百万 Tsh)			
		2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011
イグンガ県	全県	10,474.2	11,032.5	15,347.1	20,027.0
	水セクター	454.5	858.9	696.0	2,943.6
ンゼガ県	全県	13,172.4	13,655.7	21,757.4	23,651.2
	水セクター	1,186.6	979.2	1,013.4	1,014.4
シコンゲ県	全県	4,772.9	6,034.4	8,955.3	10,294.1
	水セクター	365.4	541.0	570.0	749.8
タボラ・ルーラル県	全県	9,956.1	10,135.5	11,397.8	11,911.4
	水セクター	180.0	195.6	205.4	224.5
タボラ市	全県	-	4,427.0	5,335.3	6,997.4
	水セクター	-	407.8	469.2	1,287.1
ウランボ県	全県	15,315.9	15,848.9	17,130.2	23,107.2
	水セクター	700.6	778.5	674.3	3,878.0

表 2.6 にタンガニカ湖流域管理事務所タボラ支所の 3 年間の予算額を示す。2008/2009 年度予算で「水井戸調査・掘削・建設」の予算が大きく増加しているが、これは UNDP によるミレニアム・プロジェクト、NGO 等による井戸掘削が集中したことによる。

表 2.6 タンガニカ湖流域管理事務所タボラ支所の予算

項目	予算 (Tsh)		
	2007/2008	2008/2009	2009/2010
水資源モニタリング・評価			
気象・水文観測施設管理・モニタリング	1,260,000	1,260,000	1,260,000
水資源保護・強化および環境	1,900,000	2,760,000	3,800,000
ステークホルダー参加・啓蒙	600,000	600,000	600,000
技術支援 (対県および公共・民間団体)			
水井戸調査・掘削・建設	14,700,000	34,416,000	15,156,000
配水管路の測量	2,850,000	3,955,000	5,282,000
水質分析および消毒	2,500,000	3,000,000	2,000,000
管理			
事務所機材・文房具	332,000	5,508,000	6,308,000
交通費	3,000,000	4,000,000	3,000,000
その他	2,858,000	2,501,000	2,594,000
合計	30,000,000	58,000,000	38,000,000

2.1.3 技術水準

(1) 水省 (MoW)

タンザニア国で給水事業に関連する省庁は水省 (MoW) および保健省 (MoH) である。給水施設の整備に係る計画および事業実施は水省が担当し、保健衛生に係る分野を保健省が担当している。実際の事業実施については、これに事業実施主体として地方自治体である県・市が関与する。

タンザニア国側の実施機関となる水省は、我が国をはじめとする外国からの援助による地方給水整備事業を数多く実施した実績を有する。

本計画に係る地方給水を担当する地方給水局は、局長以下 20 名の技師と 15 名の技官が配属されている。地方給水局の技師クラスは、給水計画の策定、給水施設の設計等を行う能力を有している。地方給水局はこれら技師クラスについて、我が国や他ドナーによる研修の機会を利用し、積極的に能力の向上を図っている。また、地方自治体が行う給水事業についても的確な技術的支援および指導を行っている。これらのことから、水省地方給水局は、本計画の実施に十分な能力を有していると考えられる。

(2) 地方レベル

地方レベルの実施機関はイグンガ県、ンゼガ県、シコンゲ県、タボラ・ルーラル県、ウランボ県およびタボラ市の 5 県 (District) ・ 1 市 (Municipality) から成る地方自治体である。タボラ州には、州水専門家が配属されており、各自治体における給水事業に対する指導・助言を行っている。県および市には、給水事業を担当する水利官事務所 (Water Engineer's Office) を有し、エンジニア・クラスの水利官 (Water Engineer) を筆頭として数名のテクニシャンが配置されている。

タボラ州では未だ我が国による無償資金協力事業の実績は無いが、他ドナーや NGO による小規模な給水施設の建設を経験している。また、簡易貯水池を水源とする給水施設の設計・施工監理も行っている。これらの状況から、本計画の実施に支障は無いと考えられる。

(3) タンガニカ湖流域事務所タボラ支所

タンガニカ湖流域管理事務所タボラ支所 (Tabora Water Office, Lake Tanganyika Basin Water Office) は、既述のごとくタボラ州における地下水開発の支援センター的役割を果たしている。

タンガニカ湖流域管理事務所タボラ支所が、タボラ州において県・NGO・その他の依頼によって行った水理地質調査 (井戸掘削地点選定を伴う) の件数を表 2.7 に示す。

表 2.7 タンガニカ湖流域管理事務所タボラ支所が実施した水理地質調査の件数

調査依頼元	水理地質調査実施件数		
	2007/2008	2008/2009	2009/2010
県	15	27	10
政府機関・研究機関	8	2	-
外国援助機関・ドナー資金によるプロジェクト*	-	81	60
NGO	1	3	-
個人	1	-	2
合計	25	113	72

* : World Vision (T)、Water Aid (T)、Tanzania Christian Refugees Services (TCRS)および UNDP による Mbola Millennium Villages Project

外部から水理地質調査の依頼を受けて実施した件数は、2008/2009 年度に急増している。これは、予算が同年度において著しく増加していることと連動している。

これらの状況から、タンガニカ湖流域管理事務所タボラ支所は、本計画を実施する上で十分な技術力を有していると考えられる。

2.1.4 既存施設・機材

(1) 既存施設

各地方自治体の中心となる県庁・市庁所在地には、タボラ・ルーラル県を除いて都市上下水道公社があり、給水事業を行っている。各都市上下水道公社は、次のようなカテゴリーに分けられ、タボラ州においてはタボラ市上下水道公社のみがカテゴリーAで、他はすべてカテゴリーCに区分される。

カテゴリーA：水道、下水道施設に係る職員賃金および電力費を含んだ運営・維持管理費用を全て負担し、また施設建設費用の一部についても負担する公社

カテゴリーB：運営・維持管理費用のうち、全常勤職員の賃金と電力代を負担する公社

カテゴリーC：電力代と常勤職員の賃金については政府の補助によるが、その他の運営・維持管理費用を負担する公社

表 2.8 に各上下水道公社の概要を示す。

表 2.8 各都市上下水道公社の概要

所在地	イグンガ町	ンゼガ町	シコンゲ町	タボラ市	ウランボ町
略称	IGUWASA	NZUWASA	SUWASA	TUWASA	UUWASA
町内人口	18,000	32,075	11,411	175,557	30,104
給水人口	6,900	18,000	3,800	151,000	4,800
給水率	38%	56%	33%	86%	16%
一日平均有収水量(m ³ /日)	310	789	110	11,283	48
水源の種類および数	ダム (1)	ダム (2)	ダム (1)	ダム(2) 浅井戸 (1)	深井戸 (3)
給水開始年	1960 年代	1955	1974	1950 年代	1976
一日当たり給水時間	13	18	1	12-18	8
漏水率	40%	34-36%	27%	29%	30-40%
1日1人平均給水量(L/人・日)	45	44	29	75	10
従量料金(Tsh/L)	0.6	0.75	0.8	0.54	0.7
固定料金(Tsh/日)	6,000	-	5,500	12,000	5,000
常勤職員数	5	5	5	72	3
収入(Tsh/年)	33,236,205 (2007/2008)	136,669,626 (2007/2008)	10,422,272 (2007)	1,459,995,957 (2007/2008)	8,443,227 (2008/2009)
給水戸数	658	1,097	123	9,711	128
料金徴収率	75%	94%	80%	68%	80%

これら各都市上下水道公社が給水サービスを提供している地域は都市部に相当するため、本計画の調査対象外である。調査対象である地方部には、表 2.9 に示すように、51 箇所のレベル-2 および 1,431 箇所のレベル-1 給水施設（合計 1,482 箇所）が存在することが確認された。しかしながら、1,482 箇所の給水施設の内稼働しているのは 685 施設（46.2%）のみで、残り 53.8%

に相当する 797 箇所の給水施設は稼働していない状況が明らかとなった。レベル-2 およびレベル-1 給水施設の稼働率は、それぞれ 37.3%、46.5%である。

表 2.9 県毎の給水施設数および稼働状況

市/県	レベル-2			レベル-1			全体		
	総数	稼働中	停止中	総数	稼働中	停止中	総数	稼働中	停止中
イグンガ	10	6	4	104	22	82	114	28	86
ンゼガ	8	1	7	528	259	269	536	260	276
シコンゲ	2	2	0	127	57	70	129	59	70
タボラ・ルール	10	3	7	189	92	97	199	95	104
タボラ・アハソ	2	1	1	85	56	29	87	57	30
ウランボ	19	6	13	398	180	218	417	186	231
計	51	19	32	1,431	666	765	1,482	685	797
(%)	100	37.3	62.7	100	46.5	53.5	100	46.2	53.8

(2) 機材

表 2.10 にタンガニカ湖流域管理事務所タボラ支所が保有する資機材を示す。

表 2.10 タンガニカ湖流域管理事務所タボラ支所の保有機材

機材	形式	製造者	製造年	数量
電気探査器	AC Terrameter (with G & V boxes)	ABEM Instrument AB, Sweden	1974	1
実体鏡	Topcon	Tokyo Kogaku Kikai K.K.	1980	2
GPS	Garmin Etrex	Garmin Ltd	2006	2
水位計	-	-	2010	1
レベル	Dumpy	-	1980's	1
スタッフ	-	-	1980's	1
三脚	-	-	1980's	1
携帯光度計	Photometer 5000	Palintest Ltd, U.K.	2004	1
ATC 電気伝導時計	Conmet 1	Hanna Instruments	2004	1
重量測定用錘	ADAM AFP-800L	Adam Equip. Co ltd	2004	1
携帯硝酸計	Pocket Chlorimeter	HACH Company	2004	1
携帯型最近培養器	Portable	Millipore Corporation	2009	1
携帯型 U.V. 滅菌器	Portable	Millipore Corp.	2009	1
携帯フッ素計	Exstik FL700	Extech Instrument	2009	1
携帯濾過器	Portable	Millipore Corp.	2009	1

上表 2.10 に示すように、保有機材の内、最も重要な電気探査器は製造後 36 年を経た旧式であり、老朽化が著しい状態である。また、開発調査で採用し断層構造の把握に効果的であった二次元比抵抗探査には用いることができない。

2.2 プロジェクトサイトおよび周辺の状況

2.2.1 関連インフラの整備状況

(1) 道路

タボラ市は州の中央に位置し各県へと通じている。全体的に道路状況は悪く、各県への主な道路が未舗装であるばかりか、首都ダル・エス・サラームや他州へ通じる道路も舗装はされてい

ない。わずかにタボラ市の中心部の一部やンゼガ県とイグンガ県間のみ舗装道路が整備されている。表 2.11 のとおり、タボラ州の道路総延長は 5,630km で、そのうちアスファルト舗装は 161km にとどまっている。砂利敷の未舗装道路は 1,082km で、土のままの道路が 4,386km になる。

表 2.11 舗装種別ごとの道路延長距離

県/市	舗装	未舗装 (砂利敷)	未舗装 (土)	合計
イグンガ県	88	206	725	1,019
ンゼガ県	62	220	764	1,046
シコンゲ県	-	335	629	964
タボラ・ルーラル県	-	140	1,023	1,163
タボラ市	11	141	240	392
ウランボ県	-	40	1,006	1,047
合計	161	1,082	4,386	5,630

出典：各県道路技師からの聞き取り (単位：km)

雨季の道路状況は今後の調査や物・サービスの運搬に影響をもたらす可能性がある。表 2.12、図 2.3 が示すとおり、雨季でも通行が可能な道路は、イグンガ県、シコンゲ県とタボラ・ルーラル県で 40%以下である。タボラ市とウランボ県はやや良好で、それぞれ 77%、90%が通行可能である。今後の調査の進捗も道路状況に左右される可能性がある。特に雨季にアクセスの難しい場所で活動が計画されている場合には留意が必要である。

表 2.12 年中通行可能な道路の総距離と割合

県/市	年中通行可能距離	雨季の走行不可能距離	合計	通行可能な割合 (%)
イグンガ県	306	713	1,019	30%
ンゼガ県	790	256	1,046	76%
シコンゲ県	134	201	335	40%
タボラ・ルーラル県	359	804	1,163	31%
タボラ市	302	90	392	77%
ウランボ県	940	166	1,046	90%
合計	2,831	2,230	5,001	57%

出典：各県道路技師からの聞き取り (単位：km)

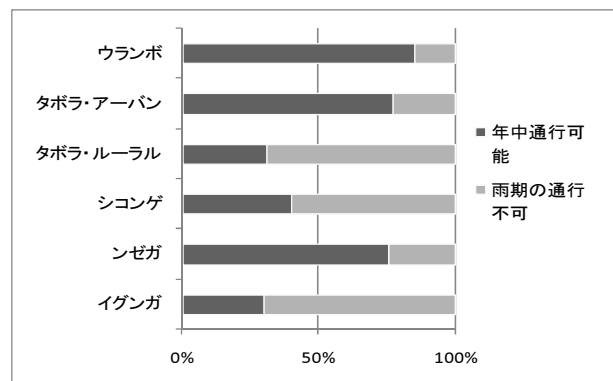


図 2.3 年中通行可能な道路の割合

(2) 鉄道

タボラ市はタンザニア西部地域の鉄道網の中継地である。東へはダル・エス・サラームへ、西へはキゴマへ、北はムワンザへ通じている。タボラ州を通る鉄道網の延長距離は、ンゼガ県の 55 km をはじめ、タボラ・ルーラル県 236 km、ウランボ県 275 km であり、タボラ市では 38km 延びていて、州全体では 604 km にのぼる。他の 3 県には鉄道網は延びていない。

(3) 飛行場

タボラ市には飛行場が 1 カ所あり、タンザニア航空がダルエスサラームとの定期便を就航させている。そのほか他にはセスナ機用の飛行場が 10 カ所ある。内訳は、イグング県に 1 カ所、ンゼガ県 4 カ所、タボラ・ルーラル県 1 カ所、ウランボ 4 カ所である。

(4) 電気

タボラ州の公共電力は送電線で他州からの配電に頼っている。タボラ州の統計によると、タンザニア電力供給会社 (TANESCO: Tanzania Electric Supply Company) では 2006 年に 9,500 kWhs の需要があった。地方の村落の電化は遅れている。2002 年に行われた国勢調査年次統計 (センサス) によると、タボラ州の 291,369 世帯のうち 12,965 世帯、すなわち 4.5% の家庭しか電力にアクセスできない。本調査の対象村落では、ンゼガ県イサンガ村およびタボラ・ルーラル県マバマ村の 2 村で公共電力が利用できる。

2.2.2 自然条件

(1) 気象・水文

1) 気象

タボラ州の気候は、サバンナ気候に含まれる熱帯夏季少雨気候に属する。6 月から 9 月までの乾季と、10 月から 5 月までの雨季がある。年平均降水量は、約 1,000mm 程度で、タンザニアの平均 1,100mm よりやや少ない。

月平均気温は、9 月から 10 月に高く 32.2° C (平均最高気温)、乾季の 6 月から 7 月にかけて低く 14.7-14.8° C (平均最低気温) である。

蒸発散量は、乾季で 250mm/月、雨季で 150mm/月である。

日射量は、10 月頃が最も大きく、10 年平均で約 5.75 kWh/m²/day である。最低は、12 月の約 4.65 kWh/m²/day である。年間平均では、5 kWh/m²/day である。

2) 水文

タボラ州は、面積が大きい順に、タンガニカ湖流域、内部収束流域、ルクワ湖流域の 3 流域に属している。年間の恒常流がある河川はなく、雨季のみに水流が発生する。1970 年代に流量観測所が設置され、10 個所で観測が行われていたが、観測は数年しか継続しなかった観測所が多い。現在観測を行っている観測所は皆無である。

明確な流量が観測されるのは、2月からであり、5月になるとほとんど見られなくなる。最大平均日流量は、調査地域南部を流れるンクルル川において26.6 m³/secが1978年に観測されている。

3) 水収支

タボラ州の水収支解析を行い、地下水涵養量の算定を行った。

地下水涵養量算定は、算術計算法およびタンクモデルの2つの方法を用いた。

i) 算術計算法による地下水涵養量の算定

$$R=P-D-E$$

ここに、R:地下水涵養量、P:年降水量、D:年流出量、E:年蒸発散量 である。

地下水涵養量算定の結果を表2.13に示す。

表 2.13 地下水涵養量の計算結果

観測所	降水量 (P)	蒸発散量 (E)	流出量 (D)	涵養量 (R)
4AG2	835.8	752.5	15.2	68.1
4AG4A	842.2	752.5	22.4	67.3
4AH7	858.6	752.5	27.1	79.0
4AH13	1,020.2	752.5	17.2	250.5
4AH14	1,020.2	752.5	13.9	253.8
4AH20	1,020.2	752.5	11.5	256.2
4AH21	1,020.2	752.5	16.4	251.3
2K15	976.6	752.5	8.2	215.9

単位 : mm

ii) タンクモデルによる地下水涵養量の算定

月降水量データと月流量データが揃っている流域(4AH7)を対象にタンクモデル法を用いて地下水涵養量を算定した。計算の結果、85 mm/年となり、算術計算法とほぼ同程度の結果となった。

4) 地下水涵養量の推定

これらの計算結果より、タボラ州の地下水涵養量について以下のように推定した。

- ・ タボラ市、タボラ・ルーラル県、及びンゼガ県の地下水涵養量は60 mm/年～70 mm/年でタボラ州内では比較的少ない地域である。
- ・ シコンゲ県は全般に地下水涵養量が多いが、特にその南側は250 mm/年とかなり豊富な地下水涵養状況である。
- ・ タボラ州西部のウランボ県は100 mm/年～200 mm/年程度と推定される。
- ・ タボラ州において水資源開発量を考える場合、年の変動やデータの精度等を考慮し、50 mm/年～100 mm/年程度を目安に出来る限り安全側で考える事が望ましい。

これらの検討結果を受け、各村落における地下水開発可能性の検討には、安全側を考慮し地下水涵養量として 50 mm/年を用いた。

各村落における水収支解析の結果、本計画に基づく地下水開発（揚水量）は涵養量の範囲内であること確認した。

(2) 地形・地質

1) 調査対象地域の地形

調査対象地域のタボラ州はタンザニア連合共和国のほぼ中央部の高原上に位置し、その広がりには南緯 4～7°、東経 31～34° に及ぶ。北はシニャンガ州、東はシンギダ州、南はムベヤ州、ルクワ州、そして西ではキゴマ州と境を接する。州内の標高は概ね 1000～1300m 程度で、ほぼ平坦な台地状の地形が広く分布するが、所々に基盤岩の露出した残丘や雨季には湿地となる低地も存在し、緩やかな起伏が認められる。また州南東部においては標高 1600m を超える丘陵地が存在する。

タボラ州は大きく 3 つの流域（タンガニーカ湖流域、内部収束流域、ルクワ湖流域）に区分される。タンガニーカ湖流域と内部収束流域を画する分水嶺は、ンゼガ県北部からンゼガ町の南方を通りシコンゲ町の東方から南東方向に州外へ伸びる。標高約 1200～1500m のこの分水嶺を境に、タンガニーカ湖流域では標高は東から西に向かって緩やかに低下し、内部収束流域では逆に西から東に向かって標高は下がっていく。タンガニーカ湖流域は州全体の 68%、内部収束流域は 28%、そしてルクワ湖流域は 4%の面積を占める。

2) 調査地域の地質

タボラ州の位置するタンザニア中央部には、先カンブリア紀・始生代の深成岩・変成岩類が広く分布している。これらの上位には古生代の堆積岩類、中新世の陸成層、更新世の湖成層・古期沖積層、さらに完新世の沖積層が分布する。以下、調査地域における地層について年代別に述べる。

① 始生代および古生代

本地域における始生代の地層は、年代の古い順からドドマ系、ニャンジャン系、カピロンディアン系、ウベンディアン系に区分される。ドドマ系は片麻岩、角閃岩、ミグマタイト、片岩等の変成岩類から構成され、州南部から西部にかけて約 100km 幅のベルト状に分布する。ドドマ系はタンザニアにおける最も古い地層である。ニャンジャン系およびカピロンディアン系は縞状鉄鉱石、片岩、珪岩、千枚岩等の変成岩類や堆積岩類から構成され、州北東部イグンガ県およびンゼガ県で認められる。ウベンディアン系は、片麻岩、角閃岩といった変成岩類から構成され、州西端部において分布する。また、花崗岩や花崗閃緑岩を主とする始生代の貫入岩類が州東部の広い範囲に分布する。貫入岩類は節理が発達し、強い風化作用を

受けている。主として砂岩から成る古生代ブコバン系の堆積岩類は、州西端部のごく限られた地域に分布する。なお中生代の地層はタボラ州内においては認められない。

② 新生代

本地域における新生代の地層は、古い順から新第三紀・中新世の陸成層、新第三紀・更新世の湖成層および古期沖積層、そして第四紀の沖積層から構成される。中新世の陸成層は、礫岩の一種であるシルクリートやデュリクラスト等の様々な構成物からなっており、タボラ・ルーラル県東部を中心に州東部に分布している。更新世の湖成層は主として石灰岩や石灰質泥岩から構成され、州北東部に位置するイグンガ県の北部で認められる。州内の沖積堆積物は更新世の古期沖積層と完新世の沖積層に区分され、河床・湿地や低標高部を中心に分布している。

(3) 水文地質

1) 帯水層の分類

調査対象地域の地下水は、大きく分けて新第三紀および第四紀の堆積層に胚胎される層状水と、始生代の基盤岩における亀裂部・風化部に胚胎される裂カ水の2タイプに分類される。既存の井戸インベントリー資料によれば、調査対象地域内の既存井戸の約90%が、基盤岩分布域にあり、裂カ水タイプの帯水層から取水しているものと考えられる。

2) 揚水量

既存データおよび試掘結果からは、地質や帯水層のタイプによる明瞭な揚水量の差異は認められない。既存井戸データおよび衛星画像解析結果を考慮して対象地域内の地下水揚水量を以下の3つに区分した。断層帯・リニアメントは地下水揚水量に大きな影響を与えると考えられるため、主要な断層帯のうち揚水量 $5\text{m}^3/\text{hour}$ 以上の既存井戸が存在するものについては、下記のうちの1)として区分した。なお、森林保護区および鳥獣保護区についてはこの評価から除外している。結果は後述する水質とあわせて水理地質図(図2.4)として示した。

i) $5\text{m}^3/\text{hour}$ 以上の揚水量が想定される地域

揚水量が $5\text{m}^3/\text{hour}$ 以上の既存井戸の周辺地域

ii) $0.7\sim 5\text{m}^3/\text{hour}$ の揚水量が想定される地域

揚水量が $1\sim 5\text{m}^3/\text{hour}$ の既存井戸の周辺地域

iii) $0.7\text{m}^3/\text{hour}$ 未満の揚水量が想定される地域

上記の1)および2)を除く地域

3) 水質

調査地域においては、地下水の高いフッ素濃度が飲用上の問題となっている。そこで既存資料および本調査の水質分析結果で得られた深井戸の地下水に関するフッ素濃度データに基づいて、調査地域を以下の4地域に区分し、水理地質予察図に示した。

これによれば、フッ素濃度が4.0 mg/L以上の地域はイグンガ県の一部に分布しており、1.5 - 4.0 mg/Lの地下水は内部収束流域に広く分布していることがわかる。内部収束流域以外の流域(タンガニーカ湖流域およびルクワ湖流域)では、1.5 mg/L未満の地域が大部分であるが、今回の試掘調査結果から、タンガニーカ湖流域においても、シコンゲ県、タボラ・ルーラル県西部、タボラ市の一部にフッ素濃度1.5 - 4.0 mg/Lの地下水が分布していることが分かった。1.5 mg/L以上の地下水が認められた試掘地点はいずれも主要断層沿いに位置している。

1) フッ素濃度が1.5 mg/L未満の地域

WHOの飲料水ガイドライン値(1.5mg/L)を満足する。飲用可。

2) フッ素濃度が1.5 - 4.0mg/Lの地域

WHOガイドライン値(1.5 mg/L)を上回るものの、タンザニア健康基準値(4.0 mg/L)は満足する。

3) フッ素濃度が4.0 mg/L以上の地域

WHOガイドライン値およびタンザニア健康基準値を上回り、飲用は不可。

4) フッ素濃度に関するデータの無い地域

既存の水質データがなく本調査でも水質分析を実施していない地域。森林保護区あるいは鳥獣保護区と重なる地域が大部分である。

4) 試掘結果

レベル-2 建設候補の村落において13本の試掘調査を実施した。また、イグンガ県の3村落において水質確認のために3本の試掘調査を実施した。結果を表2.4に示す。

試掘調査の結果は次のようにまとめられる。

- レベル-2用の水源としての評価を行うと、水量および水質(WHOガイドライン)ともに条件を満足するのはタボラ・ルーラル県のマバマ村のみである。
- タボラ・ルーラル県のムブンブリ村およびタボラ市のカコラ村では、水量は満足するが水質(フッ素濃度)がWHOガイドライン値(1.5 mg/L)を超過し、タンザニア健康基準値(4 mg/L)以下である。
- ンゼガ県のイサンガ村は、揚水時間を14時間/日以内に設定した場合、1本の井戸では揚水量が不足するため、2本の井戸を水源とする必要がある。水質は1本の井戸はWHO

ガイドライン値を満足するが、他の1本はWHOガイドラインを超過しタンザニア健康基準値を満足する。

- シコンゲ県の2村落およびタボラ・ルーラル県のウフルマ村では、必要とする水量を確保することができなかった。

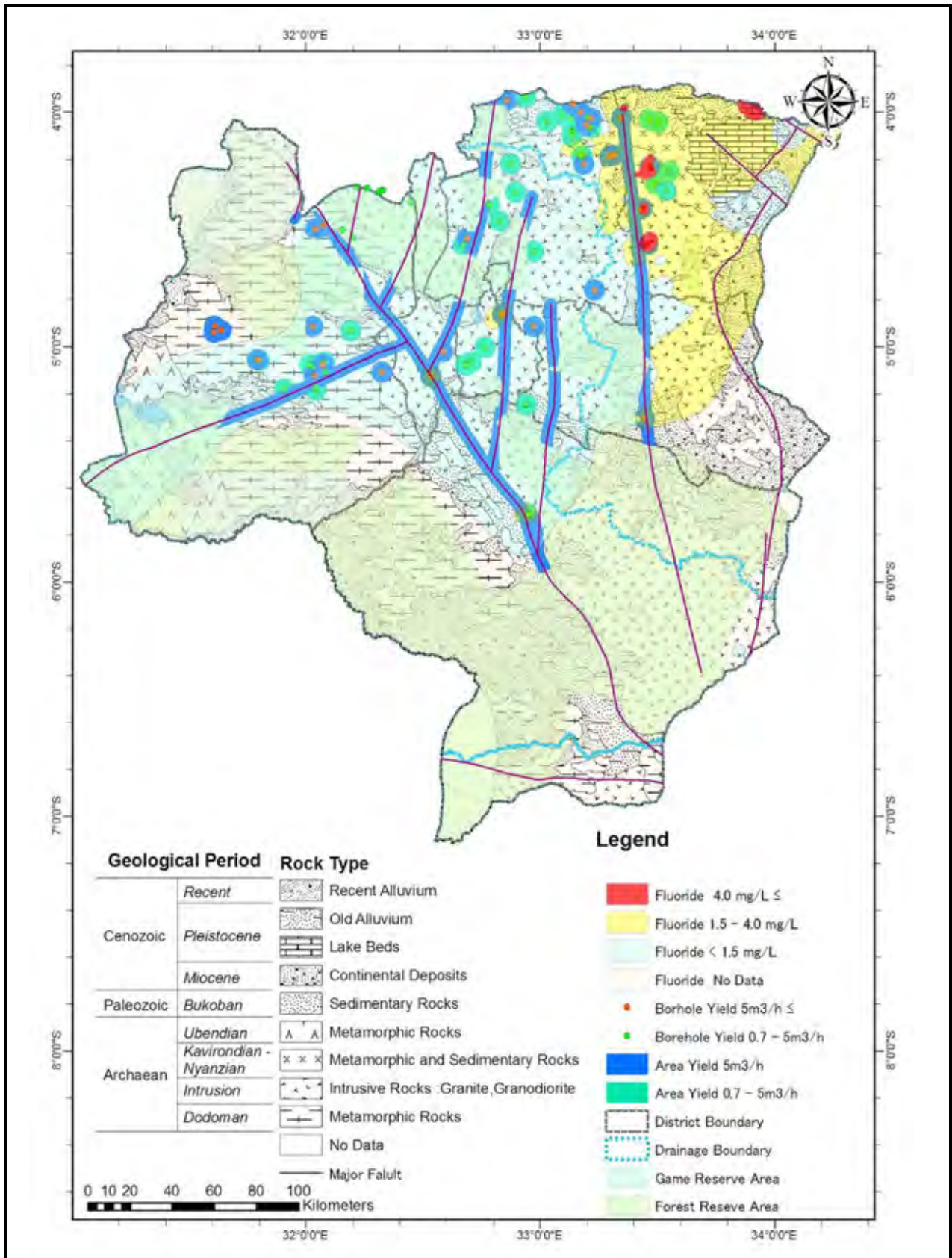


図 2.4 水理地質図

タボラ州水供給計画 準備調査

JICA

表 2.14 試掘調査結果の概要

村落	井戸 No.	掘削深度 (m)	揚水量 (m ³ /h)	フッ素 (mg/L)	判定
ンゼガ県					
イサンガ	No. 1	85	3.7	2.4	水量適 (レベル-2 可)。 水質 A~B。
	No. 2	80	3.0	1.1	
シコンゲ県					
ウスンガ	No. 1	98	0.18	1.46	水量不足。水質 A。
	No. 2	150	0.8	2.53	水量不足、レベル-1 には適。水質 B
ムボンブウェ	No. 1	79	ドライ	—	不成功
	No. 2	92	0.14	1.1	水量不足。水質 A。 不成功
タボラ・ルーラル県					
ムブンブリ	No. 1	50	ドライ	—	不成功
	No. 2	130	9	3.95	水量適 (レベル-2 可)。 水質 B。
マバマ	No. 1	79	14.0	1.50	水量適 (レベル-2 可)。 水質 A。
	No. 2	82	0.8	2.24	水量不足、レベル-1 には適。水質 B。
	No. 3	86	計測不能	3.2	水量不足。水質 B。
ウフルマ	No. 1	86	計測不能	—	水量不足。水質不明。
タボラ市					
カコラ	No. 1	108	6	1.61	水量適 (レベル-2 可)。 水質 B。
イグンガ県 (水質確認)					
イグモ		80	15.2 ^{*1} (1.0) ^{*2}	7.0	水量不足、レベル-1 には適。水質 C。
ブヘケラ		70	ドライ	-	不成功
カゴングワ		82	ドライ	-	不成功

水質 (フッ素) についての注

水質 A : WHO ガイドライン値以下 (<1.5 mg/L)

水質 B : WHO ガイドライン値超過、タンザニア基準値以下 (1.5<フッ素<4 mg/L)

水質 C : タンザニア基準値超過 (4 mg/L<)

*1: 掘削中の揚水量

*2: 仕上後の揚水量

試掘井で得られた地下水について、31 項目の水質分析を行った。なお、分析用試料は連続揚水試験終了直前に採取した。表 2.15 にその分析結果を示す。

表 2.15 試験掘井の水質分析結果

項目	単位	WHOガイドライン (2008)	ンゼカ県		シコンガ県		タボラ市		ボホ・ルニール県		イブンガ県 イブモ
			イサンガ1	イサンガ2	ムボンブエ	ムボンブ2	ムブンブ1	ムブンブ2	マバマ1	マバマ2	
一般細菌	群数/100mL	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 微生物	群数/100mL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 病原性大腸菌	群数/100mL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 カドミウム(Cd)	mg/L	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
4 鉛(Pb)	mg/L	0.10	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
5 砒(As)	mg/L	0.05	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
6 フッ素(F)	mg/L	4	2.4	1.1	1.1	1.46	2.53	3.95	1.5	2.24	1.61
7 硝酸性窒素(NO ₃ -N)	mg NO ₃ /L	100	0.479	0.17	0.477	1	0.9	0.5	0.29	1.76	0.02
8 亜硝酸塩(NO ₂ -N)	mg NO ₂ /L	-	0.01	0.01	0.02	0.6	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
9 ニッケル(Ni)	mg/L	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
10 マンガン(Mn)	mg/L	0.5	0.01	0.01	1.5	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
11 総硬度	mg/L	600	300	300	225	200	125	200	325	200	425
12 カルシウム(Ca)	mg/L	-	80	60	50	60	40	50	100	70	160
13 マグネシウム(Mg)	mg/L	100	24.3	36.48	24.3	12.16	6.08	18.24	18.24	6.08	6.08
14 鉄(Fe)	mg/L	1.0	0.01	0.01	3.02	0.64	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01
15 亜鉛(Zn)	mg/L	15.0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
16 銅(Cu)	mg/L	3.0	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001
17 塩素(Cl)	mg/L	800	88.6	53.1	88.6	194.97	53.17	212.7	124.07	141.8	159.5
18 TDS	mg/L	2,000	475.2	377.8	459.2	468	134	685	592	590	600
19 アンモニア(NH ₃ -NH ₄)	mg/L	1.5	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
21 pH	-	-	7.6	7.4	7.6	7.5	7.8	7.7	7.1	7.2	7.7
22 味	dilution	-	no	no	no	no	no	no	no	no	no
23 臭気	dilution	-	no	no	no	no	no	no	no	no	no
24 色度	mg Pt/L	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25 濁度	NTU	5	0.99	2.53	942	1575	3.03	0.861	3.81	0.664	0.964
26 水温(T)	°C	-	28.6	28.7	28.8	26.5	26	28	26	26	25
27 電気伝導度(EC)	nS/m	-	86.4	68.7	83.5	93.7	268	137.5	118.3	118.1	120
28 ナトリウム(Na)	mg/L	-	60.2	18.8	86.9	119.37	3.22	220.5	121.9	176.41	79.81
29 カリウム(K)	mg/L	-	1.5	2.4	3.3	7.7	2.2	4.9	1.7	6	2.1
30 重炭酸(HCO ₃)	mg/L	-	300	300	200	200	50	200	325	200	300
31 硫酸塩(SO ₄)	mg/L	600	0.01	0.01	1.7	8	9.6	250	0.01	70	48

2.2.3 環境社会配慮

(1) 環境社会配慮スコーピング

タボラ州対象村落内の施設計画地点の特性を踏まえ、本調査で検討しているレベル-1 およびレベル-2 施設が自然環境や社会環境に及ぼす影響を評価するため、タボラ州環境担当官とともに IEE スコーピングを作成した（表 2.16）。その結果、本プロジェクトは、環境社会面から適切に実施されることを確認した。

表 2.16 IEE スコーピング

	S/N	影響項目	建設中	供用中	備考（根拠）
社会環境	1.	住民移転	D	D	配水管は基本的に道路用地内に敷設するが、一部の区間において、工事期間中に一時的な用地取得（耕作地（※1）幅約3m）が発生する。しかし、当該地域では雨季に耕作が行われており、本事業の工事期間を乾季に限定し、かつ敷設後は原状回復されることから、作物の収穫及び生計手段への影響は最小化され、用地取得も発生しない見込み。ただし、工事に遅延が生じ用地取得が必要となった場合、村落内の調整により代替地（同面積・同生産性）が提供されることを確認済み。村の周囲には広大な草地・灌木地となっており、代替地を準備することは容易である。 （※1）村落の慣習法に基づき耕作が認められているが、タ国政府より耕作権を得ていない。
	2.	地域経済	D	D	水利組合による雇用の創出など、地域経済には良好な影響がある。水売りは、飲料水だけを売っているのではない。また広範囲を移動しているため、需要がなければ他の村で商売を続行する。
	3.	土地利用及び資源利用	D	D	水供給施設の建設によって周辺資産の価値があがるなど、好ましい影響がある。土地利用、資源利用に悪影響はない。
	4.	地域の社会組織	D	D	地域社会に対する悪影響はない。施設供用にあたり、ソフトコンポーネントにより給水施設の運営維持管理の住民組織を組織する予定である。住民組織は、水料金の設定・徴収や施設利用の規約等を整備するため、特段の問題は生じない。
	5.	既存のインフラ及びサービス	D	D	配水管の埋設中に道路を横断するときなどは交通障害が考えられるが、舗装道路はほとんどないことから、工事は極めて短時間で終了するため影響は軽微である。
	6.	貧困層及び少数民族、婦女子等	D	D	婦女子が水汲みの時間を短縮し、他の生産活動に従事できることは極めて好ましい影響である。
	7.	利益・不利益の分配	D	D	上記“4”と同じ。
	8.	歴史遺産／文化財	D	D	給水施設は極めて小規模であり、計画地点の微調整が可能であるため、歴史遺産や文化財は避けて建設できる。歴史遺産・文化財はすでに各県で指定されていることから、避けることは容易である。

	S/N	影響項目	建設中	供用中	備考(根拠)
	9.	関係者による係争	D	D	水供給施設は村水委員会で管理される。各県の担当者ともに水をめぐる係争等はこれまでもなかったし、今後も考えられないとのことである。
	10.	水の利用、水利権、地元住民の利用権等	D	D	水供給施設は村によって運営されるため、対象村に対して好ましい影響を与えるものである。
	11.	公衆衛生	D	D	井戸の水質は29項目で事前に検査する。新たな水質の高い水源の提供は、村民の衛生上、非常に好ましいものである。
	12.	HIV/AIDS等感染症等リスク	D	D	村落の衛生状況は、水質のよい水の供給で向上する。HIV/AIDSの新たな感染は施設の設置工事では生じない。
自然環境	13.	重要な地形・地質	D	D	重要な地形・地質露頭はタボラ州には存在しない。
	14.	土壌(流失・侵食)・堆積	D	D	施設建設により土壌の流出は発生しない。
	15.	地下水	D	D	施設の設置と供用によって地下水の水質汚染が発生する要因はない。試掘調査、水収支解析の結果、本計画による取水によって地下水位低下が生じるとは考えられない。
	16.	河川流量・流況・水温	D	D	井戸の平均水深は約80m(最大150m)であり、タボラの地形は比較的平坦であることを考え合わせると、地下水の汲み上げにより表流水の流量が減少することは考えにくい。
	17.	海浜	D	D	タボラ州に海岸はない。
	18.	植物、動物、生態系	D	D	生物保護区および森林保護区における施設建設は行われない(村域の境界が保護区にかかる場合はある)。現在でも水汲み等に森林保護区内に侵入する住民がいるが、施設ができればこれを防ぐことができる。
	19.	気象	D	D	井戸が気象に影響を与えることは、その規模から考えにくい。
	20.	景観	D	D	高架水槽は景観を変えるが、その規模から悪影響があるとは考えられない。
	21.	地球温暖化	D	D	「レベル2」施設の水中ポンプ用電源にディーゼルエンジンを設置すれば、CO2を排出することになるが、その規模から地球温暖化に直接影響があるとは考えにくい。
公害	22.	大気汚染	D	D	工事中のトラックや重機、供用中の「レベル2」施設のディーゼル発電機から二酸化炭素やSOX、NOXが排出されるが、工事のごく短期間、ディーゼルエンジンは小型のもので大気への影響はほとんどない。
	23.	水質汚染	D	D	井戸掘削中の排水は、河川への流れ込みを防止することなどで通常行われており、河川の水質は保たれている。供用中に汲みこぼしが発生するが、河川の水質に影響は全くない。
	24.	土壌汚染	D	D	工事中に重機から油滴が落ちること程度であり、稼働中も土壌汚染は全くない。
	25.	廃棄物	D	D	廃棄物は建設中の掘削土砂だけであり、通常適正に処理されるべきものである。供用中も廃棄物は全く出されない。

	S/N	影響項目	建設中	供用中	備考(根拠)
	26.	騒音・振動	D	D	建設中は重機が稼動するため、騒音や振動は発生するが、その範囲はごく周辺に限られている。各県の担当者によるとディーゼルエンジンに対して苦情が寄せられたケースはない。
	27.	地盤沈下	D	D	レベル2施設の汲み上げポンプの能力は極めて小さい。これまで地盤沈下した例は各県において皆無である。
	28.	悪臭	D	D	水供給施設に悪臭の原因となる要素はない。
	29.	湖沼・河床の底質	D	D	水供給施設に湖沼、河川の底質を変化させる原因となる要素はない。
	30.	交通事故	D	D	各県担当者によれば水供給施設の建設により、事故が多くなる可能性はない。

評価：

A：重大な影響が想定される

B：比較的軽微な影響が想定される

C：影響の程度が不明。施設形状が明確になれば想定可能／詳細な調査が必要

D：影響は軽微であり、今後現地調査は不要

(2) カテゴリ分類

本調査において計画されている給水施設の影響をタボラ州内の事業実施優先村落の特性を踏まえ、州の環境社会配慮責任者とともに全ての施設計画予定地の調査を実施したところ、計画中の給水施設の自然環境や社会環境への影響はアクセス道路の建設予定区間の農地の利用の転換等に限られている。したがって「カテゴリ C」に該当するものと判断される。

(3) 結論

フェーズ I およびフェーズ II 初期段階において事業実施優先村落および給水施設形状とその位置がほぼ決定された。このためタボラ州政府は調査団の支援のもと、全ての計画施設を対象として水省の環境社会配慮ガイドライン (Environmental and Social Management Framework : ESMF) にしたがって簡易環境影響評価 (Preliminary Environment Assessment : PEA) を実施した。この評価結果は水省の環境影響評価部に 2010 年 11 月末に提出され、水省は 12 月に審査を行った結果、本件事業実施による影響は軽微であるため“カテゴリ C”であると判断された。水省によってカテゴリ C と判断された事業は、国家環境管理局 (NEMC) の審査の必要がない。したがって本件で計画された全ての施設についてのタンザニア国内の環境影響面からの一連の審査は終了した。

2.3 その他(気候変動適応への寄与)

本プロジェクトは、気候変動への適応に寄与するものと期待される。

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3.1 プロジェクトの概要

3.1.1 上位目標とプロジェクト目標

タンザニア国水省 (MoW) は、2005 年に策定した“成長と貧困削減のための国家戦略 (National Strategy for Growth and Reduction of Poverty : NSGRP)”で、2010 年までに給水率を地方部で 65% へ、都市部で 100% へ向上させる計画であった。しかしながら、その達成は困難であり新たに 2006 年に“水セクター開発計画 (Water Sector Development Programme : WSDP)”を策定し、セクターワイドアプローチ (Sector Wide Approaches : SWAPs) に基づくバスケットファンドを財源として給水率の向上を図ることとした。WSDP は、給水率を地方部で 2015 年までに 74%、2025 年までに 90% とし、都市部で 2015 年までに 95%、2025 年までに 100% とする計画である。

2002 年策定の“国家水政策 (National Water Policy : NAWAPO)”では、住民の住居から 400m 以内に給水施設を整備する計画であったが、NSGRP では水汲み時間を 30 分以内とするよう給水施設を整備することが謳われている。

タボラ州の給水率は、MoW がデベロップメント・パートナーに提示した 2007/2008 会計年度の水セクター報告書 (Water Sector Performance Report) によれば 49.1% とされている。しかしながら、本調査において地方部を対象とした既存給水施設の稼働状況から求めた乾季の給水率は 18.6% (2009 年 11 月時点) にすぎない。給水率の向上を阻害する要因としては、タボラ州における水源となる地下水開発の困難さ、および整備された給水施設に対する運営・維持管理体制の貧弱さが挙げられる。

これらの状況から、タンザニア国が NAWAPO や NSGRP で掲げる目標を達成するためには、効率的な地下水開発を行い、それを水源とする給水施設の整備を速やかに行うことが必要である。現在、タンザニアにおいては WSDP による給水施設整備事業が全国的に実施されている。タボラ州においても 74 村落を対象となっている。

本プロジェクトに求められることは、タンザニア側より要請されている 20 村落に対して、本調査で用いた地下水調査技術を駆使して地下水開発を行い、給水施設の建設を行うとともに、その運営・維持管理体制構築についてソフトコンポーネントによる支援を行うことである。また、タンザニア側が本プロジェクト終了後も自立的に地下水開発を促進するための物理探査機器の調達および地下水調査技術の移転を行うことも含まれている。

3.1.2 プロジェクトの概要

本プロジェクトは、上記 3.1.1 で述べた目標を達成するために、我が国の無償資金協力を行うことにより、プロジェクト対象地域において 4 箇所の公共水栓式管路給水施設 (レベル-2) および 114 箇所のハンドポンプ付き深井戸 (レベル-1) の建設を行うこととしている。これによ

り、2009年の給水率7.8%が、計画年次の2020年には53.6%に向上することが期待されている。2009年における計画対象村落の全体人口は約54.5千人で、この内約4.3千人が給水を受けている。計画対象村落での給水率は7.8%で、全国平均の49.1%（MoWI, 2007/2008）をはるかに下回っている。本プロジェクトの計画年次である2020年には対象村落の全体人口は約84.0千人に増加すると推定される。本プロジェクトが実施されない場合、既存給水施設による給水人口の増加は見込めないため、2020年には人口増加を反映して給水率は5.1%に低下する。これに対して、本調査に基づく給水施設がすべて整備された場合、これによる2020年の給水人口は約40.7千人であり、これに既存施設による給水人口を加え、全体の給水人口は約45.0千人となる。したがって、調査対象村落の給水率は、計画対象年次である2020年には53.6%に向上する。水省が目標とする65%には到達しないが、本プロジェクトの実施は対象村落における給水率の向上には大きく寄与することが出来る。

表3.1に計画対象村落および計画給水施設を、表3.2に各村落の裨益人口を示す。また、表3.3に本プロジェクトを実施した場合と実施しない場合の効果の差を示す。

表 3.1 計画対象村落および給水施設

県・市	村	レベル-2の施設数	レベル-1の本数
イグンガ県	ブソメケ	0	7
	カレメラ	0	5
ンゼガ県	マコメロ	0	6
	イサンガ	1	0
	キタンギリ	0	10
	ウエラ	0	7
シコンゲ県	カサンダララ	0	7
	ウスンガ	0	5
	ムポンブエ	0	8
タボラ・ルーラル県	ムブンブリ	1	3
	マバマ	1	2
	ウフルマ	0	7
タボラ市	カコラ	1	2
	ミシヤ	0	5
	ウユイ	0	8
ウランボ県	イマラマコエ	0	4
	カピウラ	0	5
	カレンベラ	0	7
	キロレニ	0	6
	ンスングワ	0	10
合 計		4	114

表 3.2 計画対象村落の人口・給水対象人口・給水率

県市	区	村	人口		既存施設による給水人口(2009, 2020)	既存施設による給水率(2009) (%)	既存施設による給水率(2020) (%)	本計画の対象人口(2020)	レベル-2の施設数	レベル-2による給水人口(2020)	レベル-1の本数	レベル-1による給水人口(2020)	本計画による給水人口(2020)	総給水人口(2020)	本計画による給水率 (%)	全体の給水率 (%)
			2009	2020												
イグンガ	ムヴィン	ブソメケ	3,618	5,227	250	7	5	4,977	0	0	7	1,750	2,000	2,000	34	38
	ムヴィン	カレメラ	2,429	3,509	0	0	0	3,509	0	0	5	1,250	1,250	1,250	36	36
ンゼガ	イジャニジャ	マコモロ	1,005	1,319	250	25	19	1,069	0	0	6	1,069	1,319	1,319	81	100
	ルス	イサンガ	1,491	1,956	0	0	0	1,956	1	1,956	0	0	1,956	1,956	100	100
	ミグワ	キタンギリ	2,664	3,496	0	0	0	3,496	0	0	10	2,500	2,500	2,500	72	72
	ウエラ	ウエラ	1,753	2,301	500	29	22	1,801	0	0	7	1,750	1,750	2,250	76	98
シコンゲ	イキグワ	カサンダララ	2,282	3,332	250	11	8	3,082	0	0	7	1,750	1,750	2,000	53	60
	キバンガ	ウスンガ	1,894	2,766	250	13	9	2,516	0	0	5	1,250	1,250	1,500	45	54
	バンガレ	ムボンブエ	3,435	5,015	250	7	5	4,765	0	0	8	2,000	2,000	2,250	40	45
タボラ・ルラール	キセンギ	ムブンブプリ	2,157	3,148	0	0	0	3,148	1	2,658	3	490	3,148	3,148	100	100
	マバマ	マバマ	4,329	6,321	500	12	8	5,821	1	5,471	2	350	5,821	6,321	92	100
	ウフルマ	ウフルマ	5,741	8,382	250	4	3	8,132	0	0	7	1,750	1,750	2,000	21	24
	カコラ	カコラ	2,015	3,483	0	0	0	3,483	1	2,983	2	500	3,483	3,483	100	100
タボラ	ミシヤ	ミシヤ	759	1,312	0	0	0	1,312	0	0	5	1,250	1,250	1,250	95	95
	ウユイ	ウユイ	3,138	5,424	250	8	5	5,174	0	0	8	2,000	2,000	2,250	37	42
	イマラマコエ	イマラマコエ	2,509	4,292	1,000	40	23	3,292	0	0	4	1,000	1,000	2,000	23	47
ウランボ	カピルラ	カピルラ	1,568	2,682	0	0	0	2,682	0	0	5	1,250	1,250	1,250	47	47
	キロレニ	カレンベラ	3,131	5,356	0	0	0	5,356	0	0	7	1,750	1,750	1,750	33	33
	キロレニ	キロレニ	1,653	2,828	250	15	9	2,578	0	0	6	1,500	1,500	1,750	53	62
	ウヨワ	ンスンダワ	6,911	11,821	250	4	2	11,571	0	0	10	2,500	2,500	2,750	21	23
合計			54,482	83,970	4,250	7.8	5.1	79,720	4	13,068	114	27,659	40,727	44,977	48.5	53.6

表 3.3 本プロジェクトを実施した場合の効果

		本プロジェクトを実施した場合	本プロジェクトを実施しない場合
2009年	人口(人)	54,482	54,482
	既存施設による 給水人口(人)	4,250	4,250
	給水率(%)	7.8	7.8
2020年	人口(人)	83,970	83,970
	既存施設による 給水人口(人)	4,250	4,250
	本プロジェクトによる 給水人口(人)	40,727	0
	本プロジェクトによる 給水率(%)	48.5	0
	総給水人口(人)	44,977	4,250
	給水率(%)	53.6	5.1

本プロジェクトでは、レベル-1用深井戸掘削の成功率の向上、および本プロジェクトが終了した後もタンザニア側がタボラ州において地下水開発による給水事業を促進するために必要な次の物理探査機の調達を行う。

- － 電磁探査機 1セット
- － 二次元比抵抗探査機 1セット
- － 全地球測位システム (GPS) 4セット

3.2 協力対象事業の概略設計

3.2.1 設計方針

(1) 給水施設形式の決定

1) 調査対象村落と給水施設形式の決定

タンザニア国より要請された内容は、次の通りである。

- ① 20 村落におけるレベル-2 給水施設 6 箇所、およびレベル-1 給水施設 174 箇所の建設
- ② 物理探査機器および GPS の調達

タボラ州は地下水開発が困難な地域であることから、レベル-2 対象村落 (6 村落) において水源を確保できるか否かを確認するために試掘調査を実施し、4 箇所 (4 村落) についてレベル-2 建設に必要な水源を得ることができた。レベル-1 建設対象村落については、村落毎に現地調査を行い、地形、地質、水理地質、既存給水施設の状況等を把握し、レベル-1 建設予定地点を選定した。これらの結果をまとめたのが、前節 3.1 に掲げた表 3.1 および表 3.2 である。

(i) 試掘計画**i) 成功井戸の基準**

試掘井戸に関し、成功井戸として以下の基準を適用する。

<水量>

レベル-2：計画対象村落の水需要を満たす水量が得られること。

<水質>

健康に影響がある項目についてはフッ素を除いて WHO ガイドライン（2008）を、健康に影響がある項目以外の項目およびフッ素についてはタンザニア健康基準値（2008）を満たしていること。

ii) 試掘実施サイト

試掘本数は各水源井戸 1 本につき最大 2 本までとし合計 14 本の試掘を行う計画とした。試掘は、1 本目の井戸により適切な水源が得られない場合は、2 本目の井戸を掘削する。また、イグンガ県の 3 村落において水質を確認するため、各 1 本ずつの試掘を行った。したがって、本調査での試掘予定数は最大 17 本となる(表 3.4)。なお、タボラ・ルーラル県ウフルマ村は、調査団が現地調査の結果レベル-2 建設の適地候補として追加選定したものである。これにより試掘を行う村落は 10 村落となる。

最終的な試掘調査の数慮は、16 本となった(表 3.5)。

表 3.4 試掘計画

県・市	村	水源井戸数 (本)	最大試掘数 (本)
ンゼガ県	イサンガ村	1	2
シコンゲ県	ウスンガ村	1	2
	ムポンブエ村	1	2
タボラ・ルーラル県	ムブンブリ村	1	2
	マバマ村	2	4
	ウフルマ村	1	-
タボラ市	カコラ村	1	2
	小計	8	14
イグンガ県 (水質確認用)	イグモ村	-	1
	ブヘケラ村	-	1
	カゴングワ村	-	1
	小計	0	3
	合計	8	17

iii) 試掘によって適切な水源が得られない場合の代替案

成功井戸の基準に照らし、水量が不足した場合にはレベル 1 へ変更し、水質が不適切である場合には対象サイトから除外する。

(ii) 試掘調査結果による検討（レベル-2）

表 3.4 に示した 10 村落において実施した試掘結果を表 3.5 に示す。

表 3.5 試掘調査結果

村落	井戸 No.	掘削深度 (m)	揚水量 (m ³ /h)	フッ素 (mg/L)	判定
ンゼガ県					
イサンガ	No. 1	85	3.7	2.4	水量適（レベル-2 可）。 水質 A～B。
	No. 2	80	3.0	1.1	
シコンゲ県					
ウスンガ	No. 1	98	0.18	1.46	水量不足。水質 A。
	No. 2	150	0.8	2.53	水量不足、レベル-1 には適。水質 B
ムポンブウェ	No. 1	79	ドライ	—	不成功
	No. 2	92	0.14	1.1	水量不足。水質 A。 不成功
タボラ・ルーラル県					
ムブンブリ	No. 1	50	ドライ	—	不成功
	No. 2	130	9	3.95	水量適（レベル-2 可）。 水質 B。
マバマ	No. 1	79	14.0	1.50	水量適（レベル-2 可）。 水質 A。
	No. 2	82	0.8	2.24	水量不足、レベル-1 には適。水質 B。
	No. 3	86	計測不能	3.2	水量不足。水質 B。
ウフルマ	No. 1	86	計測不能	—	水量不足。水質不明。
タボラ市					
カコラ	No. 1	108	6	1.61	水量適（レベル-2 可）。 水質 B。
イグンガ県（水質確認）					
イグモ		80	15.2 ^{*1} (1.0) ^{*2}	7.0	水量不足、レベル-1 には適。水質 C。
ブヘケラ		70	ドライ	-	不成功
カゴングワ		82	ドライ	-	不成功

(注) 水質 A : WHO ガイドライン値を満足する。

水質 B : WHO ガイドライン値を超過するが、タンザニア健康基準を満足する。

水質 C : タンザニア健康基準を超過する。

*1: 掘削中の揚水量

*2: 仕上後の揚水量

i) 水量による検討

試掘調査の結果、ンゼガ県イサンガ村、タボラ・ルーラル県ムブンブリ村・マバマ村、タボラ市カコラ村の 4 村でレベル-2 建設に適する水源を得た。しかしながら、シコンゲ県の 2 村（ウスンガ村・ムポンブエ村）および追加したタボラ・ルーラル県ウフルマ村の合計 3 村に

については、必要とする水量が得られなかった。

ii) 水質による検討

水質分析は、31項目について行った。その結果を表3.6に示す。

水質分析の結果、レベル-2建設対象村落の水源は、フッ素を除く健康に係る項目はWHOガイドラインを、それ以外の項目およびフッ素はタンザニア健康基準を満足するという結果を得た。

表 3.6 水質分析結果

項目	単位	WHOガイドライン (2008)	タンザニア健康基準 (2008)	ンゼガ県		シロンガ県		タボラ市		カボラ		イグマ
				イサンガ1	イサンガ2	ムボンブエ	ウスンガ1	ウスンガ2	ムボンブ1	ムボンブ2	マバマ1	
一般細菌	群数/100mL	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 病原性大腸菌	群数/100mL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 カトリウム(Cd)	mg/L	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
4 鉛(Pb)	mg/L	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
5 ヒ素(As)	mg/L	0.01	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
6 フッ素(F)	mg/L	1.5	2.4	1.1	1.1	1.46	2.53	3.95	1.5	2.24	1.61	7
7 硝酸性窒素(NO ₃ -N)	mg NO ₃ /L	50	0.479	0.17	0.477	1	0.9	0.5	0.29	1.76	0.02	0.291
8 亜硝酸塩(NO ₂ -N)	mg NO ₂ /L	3/0.2	-	0.01	0.01	0.02	0.6	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
9 ニッケル(Ni)	mg/L	0.07	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
10 マンガン(Mn)	mg/L	0.4	0.01	0.01	1.5	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
11 総硬度	mg/L	-	300	300	225	200	125	200	325	200	425	250
12 カルシウム(Ca)	mg/L	-	80	60	50	60	40	50	100	70	160	60
13 マグネシウム(Mg)	mg/L	-	24.3	36.48	24.3	12.16	6.08	18.24	18.24	6.08	6.08	24.32
14 鉄(Fe)	mg/L	-	0.01	0.01	3.02	0.64	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01
15 亜鉛(Zn)	mg/L	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
16 銅(Cu)	mg/L	2.0	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001
17 塩素(Cl)	mg/L	-	88.6	53.1	88.6	194.97	53.17	212.7	124.07	141.8	159.5	70.9
18 TDS	mg/L	-	475.2	377.8	459.2	468	134	685	592	590	600	570.9
19 アンモニア(NH3-NH4)	mg/L	1.5	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
21 pH	-	-	7.6	7.4	7.6	7.5	7.8	7.7	7.1	7.2	7.7	7.8
22 味	dilution	-	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
23 臭気	dilution	-	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
24 色度	mg Pt/L	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25 濁度	NTU	5	0.99	2.53	942	1575	3.03	0.861	3.81	0.664	0.964	0.44
26 水温(T)	°C	-	28.6	28.7	28.8	26.5	26	28	26	26	25	28.7
27 電気伝導度(EC)	nS/m	-	86.4	68.7	83.5	93.7	268	137.5	118.3	118.1	120	103.8
28 ナトリウム(Na)	mg/L	-	60.2	18.8	86.9	119.37	3.22	220.5	121.9	176.41	79.81	121.4
29 カリウム(K)	mg/L	-	1.5	2.4	3.3	7.7	2.2	4.9	1.7	6	2.1	4.6
30 重炭酸(HCO ₃)	mg/L	-	300	300	200	200	50	200	325	200	300	250
31 硫酸塩(SO ₄)	mg/L	-	0.01	0.01	1.7	8	9.6	250	0.01	70	48	18.72

(iii) 試掘結果に基づく給水施設型式の選定（レベル-2 対象村落）

試掘調査の結果、7村落の内、ンゼガ県イサンガ村、タボラ・ルーラル県ムプンブリ村、同マバマ村、タボラ市カコラ村の4村落においては必要な水源を得ることができた。しかしながら、他の3村落においては必要な水源を得ることができなかった。したがって、水源が確保された4村落においてはレベル-2の建設を行う計画とし、他の3村落においてはレベル-1へ給水施設の型式を変更する。ただし、レベル-2に必要な水源が得られた村落においても、集落の分布状況、地形・水理地質条件等による制約のため給水を行うことができない地域（Sub-Village：我が国の“字”に相当する）が存在することが確認された。そこで、そのような地域に対しては、レベル-1による給水で対応する計画とする。

3) 現地調査によるレベル-1 建設予定サイトの選定

試掘調査の結果を受けて、レベル-1 建設対象村落は19村落（内3村落は、レベル-2と併設）となった。この19村落を対象に現地調査を行い、人口規模、住民の居住状況（疎・密）、地形、水理地質条件および住民の意向等を考慮して、レベル-1 建設候補地点を選定した。この結果、レベル-1の総数は115カ所となった。

しかしながら、レベル-2 給水施設建設対象であるタボラ・ルーラル県カコラ村において、給水計画から除外されていた1つの字に対して給水可能であることが、測量結果および流量計算による検討の結果明らかとなった。このため、当該字はレベル-2の給水区域とし、建設予定であったレベル-1 給水施設1箇所をキャンセルした。これにともない、レベル-1 給水施設の総数は114箇所に変更した。

要請があったレベル-1 建設対象村落の16村落については、電磁探査法による探査を本調査の中で2カ所程度実施した。しかしながら、最終的な掘削サイトを決定するためには、さらに物理探査を実施することが必要である。

(2) 機材調達

タンザニア国よりの要請には、給水施設の建設の他、地下水開発に係る探査機材類の調達が含まれている。要請機材の内容は次の通りである。

① 物理探査機（電磁探査機）	1台
② 物理探査機（断面二次元探査機）	1台
③ GPS	4台

1) 物理探査機

要請機材の中心をなす物理探査機（電磁探査機および断面二次元探査機）について検討を加える。

第2章に述べた如く、タボラ州の地下水資源の開発・管理は、タンガニーカ湖流域管理事務所タボラ支所（Tabora Water Office, Lake Tanganyika Basin Water Office）が管轄している。しかしながら、タンガニーカ湖流域管理事務所タボラ支所が保有する機材は完全に老朽化し、

精度が高い調査を行うことができず、地下水開発の支援センター的役割を十分果たすことが困難な状況にある。

一方、タボラ州は地下水開発が難しい水理地質条件下にあるが、本調査で実施した試掘調査に際して、試掘地点の選定のために電磁探査および二次元探査を併用した探査を行い、その効果が確認された。したがって、本調査で採用した探査手法（電磁探査および断面二次元探査の併用）を採用することにより、本計画で行うレベル-1用の井戸掘削の成功率を高めることができる。また、本計画による事業終了後もタンガニーカ湖流域管理事務所タボラ支所が上記探査機器を保有することにより、地下水開発の支援センター的役割を果たし、タボラ州における地下水開発が促進されることが期待できる。なお、要請された探査機器の一つである断面二次元探査機は、通常の電気探査法に用いる電気探査機としても使用可能である。このような観点から、本計画において、要請された物理探査機の調達を行うことは合理的であると考えられる。

タンガニーカ湖流域管理事務所タボラ支所は、専門の水理地質技師および物理探査要員を擁し、これまで数多くの水理地質調査・物理探査を実施してきた経緯、および今後体制が強化される傾向にあることから、要請されている物理探査機を導入した場合、同支所の要員は各機材の運営・維持管理を行う能力を十分有すると考えられる。したがって、先述の通り、要請された物理探査機器を調達しタンガニーカ湖流域管理事務所タボラ支所に配置することは、タボラ州の地下水開発、ひいては給水率の向上に大きく寄与するものと考えられる。

2) GPS

要請された機材の内 GPS について検討を加える。

地下水開発を行う場合水理地質調査（踏査や物理探査等）を行うことになるが、その際に調査地点の位置情報（緯度・経度等の座標値）が必要不可欠である。また、調査結果により井戸掘削地点を決定した場合、その位置は座標値によって指示する必要がある。この座標値を最も手軽に、かつ精度良く得られるのは GPS（Global Positioning System）である。

また、本調査ではタボラ州の公共水栓式給水施設およびハンドポンプ付き深井戸のすべてを網羅した給水施設のインベントリを構築している。インベントリには、井戸の情報、地下水の情報、給水に係る情報等が位置情報とともにまとめられている。また、これを基に、水理地質図を作成した。タボラ州で今後地下水開発を進めるためには、これらインベントリや水理地質図のアップデートが必要である。そのためには、地方自治体、NGO その他によって建設される井戸の情報は、位置情報とともに整理されなければならない。これらの情報を収集するのは、各県・市の DWE・MWE 事務所の要員である。DWE・MWE 事務所の要員が、井戸の位置や給水施設の位置情報を得るためには GPS が不可欠である。

また、本調査ではタボラ州の水理地質図を構築したが、水理地質に関するデータが蓄積されればそれを反映したアップデートが可能となる。水理地質図がアップデートされれば、タボラ州の地下水開発を行う際により精度が高い情報を提供することができるようになり、より

効率的な地下水開発に貢献できる。したがって、本計画で GPS を調達することは合理的であると考え。GPS の配布先は、タンガニーカ湖流域管理事務所タボラ支所、タボラ州水専門家、5 県の水技師事務所、1 市の水技師事務所へ各 1 個ずつの合計 8 箇所である。なお、GPS は本調査で調達した 4 台を、調査終了後タンザニア側へ供与することが予定されている。この計画通りに GPS を配布するためには 4 台が不足することになる。したがって、本計画では不足する 4 台を調達する計画とする。

GPS を用いたデータの取得方法、データベースのアップデート方法については、詳細設計調査および施工監理段階で逐次タボラ州水専門家、各県・市の水技師事務所要員に対して行う。

なお、データベースのアップデートは、各県・市の水技師事務所からタボラ州水専門家へデータが提出され、タボラ州水専門家が一元的に作業を行うのが合理的と考える。そうすることにより、各県・市でのデータ取得活動が的確に行われているか否かの評価も可能となり、対応できていない県・市があればタボラ州水専門家が指導を行うことができるようになる。

3) 地下水開発に係る技術向上のためのソフトコンポーネント

電磁探査および断面二次元探査の現地作業については、コンサルタントが実施する詳細設計調査の期間にオンザ・ジョブ・トレーニングにて行い、実際に探査機器が調達された段階で、機器の維持管理および取得した探査データの整理・データの質の管理、解析手法について、コンサルタントが技術者を派遣して次のようなソフトコンポーネントにより指導する。具体的な指導内容は、以下の通りである。

① 探査計画策定

詳細設計時の物理探査は調査期間が限られているため、現地での探査は日本人技術者があらかじめ計画を策定しておき、調査期間で効率良く探査を実施する必要がある。このため、タンガニーカ湖流域管理事務所タボラ支所の要員が計画立案に参画する機会が無い。機材調達後は、タボラ支所の要員が自ら探査計画を立案し、地下水探査を行わなければならない。そのためには、調査対象サイトの地形・地質・水理地質条件等を考慮して計画が立案できるような訓練が必要である。

② 探査結果と井戸掘削結果を照合した解析方法

物理探査は、地下水そのものを探査によって直接検知するものではなく、対象サイトの地質物性を物理的に探査し、地下水が存在する可能性が高い条件を持つ地層なり、地質構造を想定するものである。その結果により、井戸掘削地点が選定される。井戸掘削の結果が出るまで、解析結果の良否は判断できないことになる。各サイトにおける 1 本目の井戸掘削は詳細設計時の探査結果で選定した地点で行われるため、井戸掘削がある程度進んだ段階で物理探査結果と、井戸掘削結果の照合を行い、探査結果の解析（解釈）結果を検討し直すことにより、より実際の解析技術を取得することができる。したがって、タボラ支所の要員に対して、調達される探査機器を十分に活用

し、探査実績を上げ、タボラ州における地下水開発を促進することができるようにコンサルタントによる技術指導を行う。

(3) 施設設計に関する全般的な方針

- 1) 計画年次は 2020 年とする。
- 2) 本計画に用いる水需要は、各対象村落の 2020 年（計画年次）の人口に基づき算定する。給水源単位は、25 L/人/日である。原則として、学校、医療施設等の公共施設の需要は加味していないが、利便性を考慮し水栓は設置するものとする（施設利用者は、対象集落の居住者と考え、水需要の増加はないとする）。
- 3) 本計画における水源はすべて地下水とする。地下水は深井戸を建設して水中ポンプにより揚水する。井戸の深度は、物理探査結果と対象帯水層と村落の位置によって決定するが、概ね 80～150m とする。
- 4) 4 村落において公共水栓を通じた管路給水施設（レベル-2）を、19 村落において 114 本のハンドポンプ付き深井戸（レベル-1）を建設する。ただし、レベル-2 対象村落内で、レベル-2 により給水できない地域（字：Sub-Village）については、水理地質条件を考慮したうえで、極力レベル-1 にて給水を行う。
- 5) 地下水の取水施設に用いる電源として、基本的にはディーゼル発電機の設置を考慮するが、既述の通り、水料金の住民負担が大きいと考えられる場合は、商業電力、ソーラー電力等の導入についても検討を行う。最終的にはこれらの要素を評価して電源を決定する。
- 6) 水源から取水された原水は、水中ポンプの圧力により配水タンクまで送水管を経て送水する。送水ルートの中に圧力ポンプを設置することはしない。
- 7) 地下水を原水とするため塩素注入による滅菌を施さず、原水をそのまま配水タンクより配水する。
- 8) 配水タンクは、給水区域の地形を考慮し、高架タンクを採用する。高架タンクの高さは概ね 15m が想定される。配水タンクは給水施設 1 基につき 1 つのタンクとし、配水ルートの途中で補助タンクや圧力ポンプは建設しない。給水区域は、配水タンクから重力により配水が可能な範囲とする。
- 9) 公共水栓 1 基あたりの給水人口は原則として最大で 250 人とする。公共水栓の配置は、極力住民の住居から最大 400m 以内になるよう配慮する。人口密集地では、水栓 1 基の蛇口を 2 個としたり、配置数を増やして対応する。学校付近の給水栓は、複数個の蛇口を備えた給水栓を検討する。
- 10) 水源の水質は、健康に係わる項目についてはフッ素を除いて WHO ガイドライン（2008）に従い、フッ素および健康に係わる項目以外の項目についてはタンザニア健康基準値

(2008) にしたがって評価する。

- 11) 給水施設の設計は、原則としてタンザニア国の Design Manual for Water Supply and Waste Water Disposal- Third Edition (MoW, 2009) にしたがって行う。Design Manual に規定されていない事項については、我が国の水道施設設計基準に準拠する。
- 12) 準拠する規格は、タンザニア国で主に採用されている ISO・BS・SABS・DIN・ASTM/JCS・JEC・JEM・JIS とする。

(4) 自然環境条件に対する方針

タボラ州では、明瞭な雨季（10月～5月頃）と乾季（6月～9月頃）が認められる。乾季におけるサイトへのアクセスはあまり問題は無いが、雨季（10月～5月頃）には全体的にサイトまでの道路状況が極端に悪化する。施工・工程計画の立案にあたっては特に雨季におけるこれらサイトへのアクセス性を十分に考慮する。

(5) 社会経済条件に対する方針

本プロジェクトによって建設される給水施設の運営・維持管理費用については、利用者負担に依ることを原則とする。このため、住民が支払い可能な料金設定を行う必要がある。したがって、水料金は村落の支払い意思額（WTP）や支払い可能額（ATP）を考慮して決定する。

対象村落の社会経済条件により、レベル-2 給水施設の運営・維持管理費（水料金）の住民負担が大きいと評価される場合は、商業電力利用、ソーラー電力利用等による水料金の負担軽減を検討する。ソーラー利用によっても、住民の負担が大きいと評価される場合は、レベル-1 給水施設に変更する。

(6) 建設事情・調達事情に対する方針

1) サイトへのアクセス

調査対象地域内の道路は、タボラ市内およびンゼガ町ーイグンガ町間の幹線以外はすべて未舗装である。アクセス道路幅員が3m程度と狭く大型車両でのアクセスが難しいサイトも多い。

また、上記（4）に述べたように、施工・工程計画の立案にあたっては特に雨季の影響を十分に考慮する。

2) 調達事情

(i) 汎用建設資材

建設資材の内、配管埋め戻し用砂はタボラ州内で供給されており、タボラ州内での調達とする。それ以外のセメント（国内産、国内大手3社で製造）、鉄筋（粗鋼を南ア等より輸入し国内で加工または南ア製）、コンクリート用骨材、木製型枠材料等汎用建設資材は、タボラ市での安定供給は期待できない。したがって、本計画では汎用建設資材はダル・エス・サラームでの調達を原則とする。

(ii) 井戸および水道用管材

本計画で使用する PVC 管及び HDPE 管（原料チップを中東等から輸入し国内生産）は、ダル・エス・サラームの大手2社で、耐圧 1.6 MPa までの製品が生産されている。また、この2社は十分な供給能力を有している。一方、PVC 管及び HDPE 管は、タボラ市でも流通しているが、同一規格品の大量調達は不可能である。したがって、PVC 管及び HDPE 管はダル・エス・サラームよりの調達とする。

なお、水理計算の結果により、一部で 1.6 MPa 以上の耐圧の配管を要する場合には、日本製の圧力配管用炭素鋼鋼管等を検討する。

道路横断部やタンクの露出部で使用する亜鉛めっき鋼管に関しては、耐圧 1.4 MPa の南アフリカ産およびタンザニア国内加工製品が流通している。コントロールハウス内及び送水管の一部でそれ以上の耐圧の配管を要する場合には、日本製の圧力配管用炭素鋼鋼管等を検討する。

井戸用水中モーターポンプ、発電機は、タンザニア国内で生産されていない。

井戸用水中モーターポンプは、製品の維持管理性、将来のスペアパーツ調達、アフターサービス等を考慮し、タンザニア国内に代理店を有する供給者の日本製品あるいは第三国製品を使用する。発電機は、排気ガスをコントロールハウス外に排出する必要があることから、その機能を有する日本製品を調達する。

ハンドポンプは、45m 以浅の設置深度の井戸に対しては MoW の推奨型式のハンドポンプを採用する。これらのハンドポンプはタンザニア国内で調達可能である。45m より深く 90m までの設置深度に対応するハンドポンプについては、MoW の推奨型式は無い。タンザニア国内で比較的流通している Extra Deep Well Pump 型のポンプは VLOM (Village Level Operation & Maintenance: 村落レベルでの維持管理可能型) のポンプではない。アフリカで実績のある大深度 VLOM ポンプとしては、ヨーロッパ製品の Vergnet 型、Blue Pump 型等がある。したがって、45m より深く 90m までの設置深度のハンドポンプは、タンザニア製品もしくはヨーロッパ製品とする。

(iv) 労務調達

世話役、大工、コンクリート工等の熟練を要する建設技工は、タボラでは調達が困難であり、現地で施工を行なっている建設業者も主としてダル・エス・サラームから調達している。したがって、単純労働者以外の建設技工はダル・エス・サラームからの調達を原則とする。

(7) 現地業者の活用に対する方針

タンザニア国では、建設業者によるタンザニア建設業協会が存在し、公共および民間すべての建設工事入札への参加には同協会のメンバーシップが重要となる。現在、タンザニアで同協会に登録している建設業者は約 6,000 社（2010 年 10 月現在）で、メンバーは資本金、業務実績、所有建設機材等から 7 段階にクラス分けされており、プロジェクト受注の際の評価基準となっ

ている。クラス1の土木部門は46社（内28社が海外企業）、建築部門では73社（内27社が海外企業）が登録されている。国内大手業者の多くは外国・国際援助機関等によるプロジェクトにおいて本計画に類似した水道施設工事の経験を有しており、経験・技術レベルに問題はない。日本の施工業者が現地で工事を実施するには責任体制のしっかりしているクラス1の現地業者を下請業者として利用するものと考えられる。

(8) 実施機関の運営・維持管理に対する対応方針

本計画が事業実施された場合、その運営・維持管理組織として従来の村落水委員会（VWC）に変わり、よりオーナーシップ意識が高く、運営・維持管理にかかる能力向上を通じて形成される水利用者組合（WUA）や水利用者グループ（WUG）などのコミュニティ給水事業運営体（COWSO）による運営・維持管理体制の導入を基本とする。

COWSOの組織形態は多様であるが、本計画で対象としている公共水栓式の小規模給水施設の運営・維持管理に必要な技術レベル、ならびにハンドポンプによるポイント・ソース型の給水施設がコミュニティ内に複数整備されることから、水利用者組合（WUA）が適していると評価されるため、これらの形成を促進する。

COWSOによる給水施設の運営・維持管理を促進するためには、地方自治体による技術支援が必要不可欠である。これは、タンザニア国における運営・維持管理体制の問題として、住民組織に対する技術指導やモニタリング等の行政サポートの不備が長年指摘されており、本調査対象地域での低い施設稼働率の一因となっているためである。そのため、タンザニア国では県自治体内に関係部局担当者（計画官、保健・衛生官、コミュニティ開発官、水技師等）により構成される県／市水・衛生チーム（DWST/MWST）の導入により行政サポートの向上が進められている。しかしながら、DWST/MWSTは対象地域では結成されているものの、コミュニティに対する技術指導やモニタリングに係る能力に乏しいことが指摘される。このため、本調査の中で州水・衛生チームおよびDWST/MWSTを対象とした給水施設の運営・維持管理に係る初歩的な研修を実施した。本プロジェクトの実施にあたっては、ソフトコンポーネントの導入によりその能力向上を図る必要がある。

無償資金協力事業におけるソフトコンポーネントは、初期的な協力というスキームの趣旨からCOWSOの結成と能力育成、および地方自治体による支援体制作りが中心となる。しかしながら、運営・維持管理業務の一部または一括請負制の導入やこれに伴う契約・管理体制の能力向上等、中期的で持続的な活動が必要とされるため、プロジェクト方式技術協力による支援が期待される。

(9) 施設・機材等のグレードに係る方針

本プロジェクトで建設する給水施設のグレードは、①水源開発の可能性、②水質の適否、③運営・維持管理費の負担能力等を評価して決定した。

要請された20村落の内、4村落においてはレベル-2給水施設についての条件にすべて適合する

と評価されたため、レベル-2 給水施設の建設を行う。ただし、レベル-2 給水施設を建設する村内において、レベル-2 でカバーできない地域（字：Sub-Village）はレベル-1 給水施設の建設で対応する。これに該当する村落は3村落である。

レベル-2 建設対象の4村落以外の16村落については、レベル-1 給水施設建設の条件に適合すると評価されたため、レベル-1 給水施設を建設する。

以上の結果から、レベル-1 給水施設を建設する村落は合計19村落となる。

(10) 工法／調達方法、工期に係る方針

1) 工法／調達に係る方針

給水施設の建設は、井戸掘削、土工、管路敷設、コンクリート工事、機械・電気工事、その他の雑工事を含んでいる。これらの工事には特別な技術を要するものではなく、タンザニア国内において一般的に採用されている工法と、機器類を採用することができる。給水施設建設に必要な資機材は原則としてタンザニア国内において調達が可能である。ただし、いくつかの機器についてはEU、南アフリカ、日本等海外からの輸入が必要である。

本計画の送水管および配水管に使用する管材は現地製造されており ISO 規格に則った PVC（硬質塩化ビニール管）、HDPE 管（高密度ポリエチレン管）を主として使用する。なお、制水弁が 25mm、32mm、40mm、50mm、75mm、100mm、150mm のサイズが主であるため、それらに適合した口径 32mm、40mm、50mm の HDPE 管、および、63mm、90mm、110mm、160mmPVC 管を主とする。また、PVC 管、HDPE 管は、耐圧に合わせて Class10（耐圧 1.0 MPa 約 100m の水頭）、12、16 の種類があり、水理計算の結果および地形条件を考慮して選定する。露出配管に関してはミディアムクラス GSP（亜鉛めっき鋼管：耐圧 1.4 MPa）を使用する。ただし、コントロールハウス内で使用する耐圧 1.6 MPa の亜鉛メッキ管はタンザニア国内では流通していないため、日本製圧力配管用炭素鋼管（STPG 管）を使用する。

2) 工期についての方針

本プロジェクトの対象サイトは 20 箇所と多く、建設予定給水施設はレベル-2 およびレベル-1 の 2 種類に分かれている。各サイトはタボラ州の全域に亘って分布している。これらのことから、事業実施は A 国債で行われることが計画されている。プロジェクトは詳細設計から始まり、給水施設の建設工事が完了するまで 35 ヶ月を要する。

(11) 対象村落の優先度に対する方針

本調査対象村落を含めた開発調査対象村落全体については、開発調査の中で水についての緊急度および水源開発ポテンシャルを用いた優先順位付けのクライテリアが水省と調査団との間で合意されており、それを用いた順位付けが県（District）および市（Municipality）単位で行われている。このため、開発調査で合意したクライテリアを用いた順位付けを行うことで水省の合意を得た。

(12) レベル-2 給水施設の電源についての方針

1) 想定される取水・送水システムとその特徴

レベル2 建設対象4村において、給水人口および試掘結果により、下記の3種の取水・送水システムが想定される。

- (ディーゼル発電機) + (交流水中ポンプ)
- (商用電力) + (交流水中ポンプ)
- (ソーラーシステム：太陽電池) + (直流水中ポンプ)

各々の取水・送水システムの特徴についてまとめたものを表3.7に示す。

表 3.7 取水・送水システムの特徴

取水・送水システム	特 徴
(ディーゼル発電機) + (交流水中ポンプ)	<ul style="list-style-type: none"> - 無償資金協力による給水施設建設案件において、一般的に採用されているシステムであり、井戸の能力や日照量、商用電力の供給事情に関わらず採用が可能な形式である。 - 必要な揚水量に応じて水中ポンプの容量の選択が可能である。 - 本システムを導入した場合の運転時間は最大で14時間である。 - 発電機の運転に軽油を使用するため、運転コストが高い。
(商用電力) + (交流水中ポンプ)	<ul style="list-style-type: none"> - 導入するためには、高圧線が村内に到達していなければならない。 - 必要な揚水量に応じて水中ポンプの容量の選択が可能である。 - 運転に商用電力を使用するため、運転コストはディーゼル発電機と比較すると格段に低い。 - 高圧線からの引き込み費用が必要である。
(ソーラーシステム：太陽電池) + (直流水中ポンプ)	<ul style="list-style-type: none"> - 太陽熱を利用して発電するため、運転は日照時間による制約を受ける。運転時間は約8時間と想定される。 - 運転時間を延ばすためにはバッテリーを導入する必要があるが、高価であり、かつ2~4年毎の交換が必要のため、住民負担が大きくなる。 - 初期建設費用が高額である。 - 水中ポンプの容量に制限がある。本計画では揚程が95~115mであるため、ポンプ容量は最大2.7~2.5 m³/時に限定される。 - 運転に使用する電力は太陽電池で発電するため、運転コストは極めて低い。

2) 対象村落の環境

取水・送水システムの選定を行うために、各対象村落の関連する環境について表3.8にまとめる。

表 3.8 対象村落の環境

村落	村の環境
ンゼガ県イサンガ村	① 村落内に高圧線が到達しており、商用電力の利用が可能。

	<ul style="list-style-type: none"> ② 商用電力を利用する場合は、約 2.5km の電力線の引き込み工事が必要。 ③ 水源井戸 1 本の揚水量は 2.24 m³/時であるため、ソーラーポンプの容量でくみ上げ可能である。ただし、水源井戸 1 本あたりの揚水量が少ないため、2 本の水源井戸で 8 時間の揚水を行っても水需要量を満たすことができない。 ④ 商用電力を使用すれば、16 時間の運転が可能になり、1 本の水源井戸で水需要量を賄うことができる。この場合、コントロールハウス 1 棟および送水管 (2.0km) 1 系統で対応が可能。 ⑤ 商用電力を使用しない場合、2 本の水源井戸を使用しなければならない。この場合、コントロールハウス 2 棟、送水管 (2.0km) 2 系統の建設が必要となり、建設費が増大する。特に、ソーラーシステムの場合、ソーラーパネルも 2 セットが必要となり建設費はさらに増大する。
タボラ・ルーラル県ムブンブリ村	<ul style="list-style-type: none"> ① 村落に高圧線は到達していない。 ② 6.09 m³/時の揚水量が必要であるが、これを汲上げられる容量のソーラーポンプは無い。
タボラ・ルーラル県マバマ村	<ul style="list-style-type: none"> ① 村落内に高圧線が到達しており、商用電力の利用が可能。 ② 商用電力を利用する場合は、約 0.3km の電力線の引き込み工事が必要。 ③ 12.54 m³/時の揚水量が必要であるが、これを汲上げられる容量のソーラーポンプは無い。
タボラ市カコラ村	<ul style="list-style-type: none"> ① 村落に高圧線は到達していない。 ② 5.86 m³/時の揚水量が必要であるが、これを汲上げられる容量のソーラーポンプは無い。

3) 高圧電力引込み施設の費用

既述のように、タボラ・ルーラル県マバマ村およびンゼガ県イサンガ村においては、(商用電力) + (交流水中ポンプ) の取水・送水システムの採用が可能である。商用電力を使用する場合は、マバマ村で約 0.3 km、イサンガ村で約 2.5 km の高圧線の引込みに加え、トランスその他の引込み施設の建設が必要である。

通常、無償資金協力による事業においては、1 次高圧線からサイトまでの引込み施設までは相手国政府側の負担となるが、タボラ州水専門家 (RWE) を通して各県の支出能力を確認したところ、負担は不可能との回答を得た。表 3.9 に各県の 4 会計年度の全体予算および水セクターの予算額を示す。

表 3.9 各県・市の全体予算および水セクターの予算の推移

県・市	区分	会計年度・年予算額 (百万 Tsh)			
		2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011
イグンガ県	全県	10,474.2	11,032.5	15,347.1	20,027.0
	水セクター	454.5	858.9	696.0	2,943.6
ンゼガ県	全県	13,172.4	13,655.7	21,757.4	23,651.2
	水セクター	1,186.6	979.2	1,013.4	1,014.4
シコンゲ県	全県	4,772.9	6,034.4	8,955.3	10,294.1
	水セクター	365.4	541.0	570.0	749.8
タボラ・ルーラル県	全県	9,956.1	10,135.5	11,397.8	11,911.4
	水セクター	180.0	195.6	205.4	224.5
タボラ市	全県	-	4,427.0	5,335.3	6,997.4
	水セクター	-	407.8	469.2	1,287.1
ウランボ県	全県	15,315.9	15,848.9	17,130.2	23,107.2
	水セクター	700.6	778.5	674.3	3,878.0

商用電力が利用可能なイサンガ村およびマバマ村は、それぞれンゼガ県およびタボラ・ルーラル県に属している。ンゼガ県の水セクターの予算は、979.2～1,186.6 百万 Tsh で推移している。これは、ンゼガ県の全体予算額の 4.3～9.0%に相当している。2007/2008 会計年度では 9.0%に相当していたが、急激に比率が下がり、2009/2010 会計年度以降は 4%台となっている。2009/2010 および 2010/2011 会計年度の水セクターの予算額はそれぞれ 1,013.4 百万 Tsh、1,014.4 百万 Tsh であり、日本円に換算して約 61,817 千円、61,878 千円である。

イサンガ村における電力線引込み費用は、約 4,559 千円であることから、年間の水セクター予算の約 7.4%前後に相当する。

もう一つのタボラ・ルーラル県の水セクターの予算は、180.0～224.5 百万 Tsh で推移している。予算額は年後毎に微増しているが、タボラ・ルーラル県の全体予算額の 1.8～1.9%とほぼ一定である。水セクター予算額の日本円換算額は、2010/2011 会計年度で約 13,695 千円である。マバマ村での電力線引込み費用は約 1,601 千円であることから、年間予算の約 11.7%に相当する。

以上の検討の結果からみると、ンゼガ県およびタボラ・ルーラル県ともに、電力線引き込み費用の負担は困難であると考えられる。

次に、ディーゼル発電機を動力源とする場合、および商用電力を動力源とする場合の、日常の運転コストの比較を行う。比較には、ディーゼル発電機の場合は使用する軽油の 2010 年 11 月末時点の実勢価格、商用電力の場合は TANESCO の料金表に基づき算定した額を用いる。イサンガ村およびマバマ村について算定した 1 ヶ月間 (30 日間) の運転コストを表 3.10 に示す

表 3.10 運転コストの比較

村落	ディーゼル発電機	商用電力
イサング村	燃料消費量 (井戸 2 本 : 発電機 2 台) $2.5 \text{ L/時} \times 12 \text{ 時間} \times 30 \text{ 日} \times 2 \text{ 箇所}$ $= 1,800 \text{ L/月}$ 1 ヶ月間の燃料費 : $1,760 \text{ Tsh/L} \times 1,800 \text{ L/月} = \mathbf{3,168,000 \text{ Tsh}}$	電力消費量 $2.2\text{kw} \times 16 \text{ 時間/日} \times 30 \text{ 日} =$ $1,056\text{kwh}$ 基本料金 : 2,303 Tsh/月 使用料金 : $129 \text{ Tsh/kwh} \times 1,056 \text{ kwh} = 136,224$ Tsh 1 ヶ月間の電力使用料 : $2,303 + 136,224 = \mathbf{138,527 \text{ Tsh}}$
マバマ村	燃料消費量 (井戸 2 本 : 発電機 2 台) $3.6 \text{ L/時} \times 12 \text{ 時間} \times 30 \text{ 日} = 1,296 \text{ L/月}$ 1 ヶ月間の燃料費 : $1,760 \text{ Tsh/L} \times 1,296 \text{ L/月} = \mathbf{2,280,960 \text{ Tsh}}$	電力消費量 $7.5\text{kw} \times 12 \text{ 時間/日} \times 30 \text{ 日} = 2,700 \text{ kwh}$ 基本料金 : 2,303 Tsh/月 使用料金 : $129 \text{ Tsh/kwh} \times 2,700 \text{ kwh} = 348,300$ Tsh 1 ヶ月間の電力使用料 : $2,303 + 348,300 = \mathbf{350,603 \text{ Tsh}}$

ディーゼル発電機および商用電力を使用した場合のそれぞれの 1 ヶ月間の運転コストは、商用電力を使用した方が、イサング村で 3,029,473Tsh (約 184,800 円)、マバマ村で 1,930,357 Tsh (約 117,750 円) 安くなる。

イサング村においては、電力線引き込み費用を含めた施設建設コストの方が、ディーゼル発電機を用いた施設建設コストよりも低いが、マバマ村では前者の方が電力線引き込み費用の約 1,635 千円分高くなる。しかしながら、上述のように、マバマ村では 1 ヶ月間の運転コストは商用電力を利用した方がディーゼル発電機を使用するよりも約 117,750 円節約することができる。すなわち、約 14 ヶ月間の節約額が電力線引き込みコストに相当することになる。したがって、マバマ村においても商用電力を導入した方が、住民負担を大幅に軽減することが可能であり、商用電力導入の効果は極めて高いといえる。

したがって、マバマ村およびイサング村においては、(商用電力) + (交流水中ポンプ)の取水・送水システムを採用する場合は、引込み施設の建設費に関しては、日本側負担とすることが適切であると考えられる。

4) 各村落で採用する取水・送水システムのまとめ

既述の項目 3)および 4)の検討結果から、レベル-2 給水施設の取水・送水システムを各村落毎に選定した。選定結果及び選定理由を表 3.11 に示す。

表 3.11 レベル 2 対象村落における採用取水・送水システム

村落	取水・送水システム	採用理由	備考
イサンガ	(商用電力) + (交流水中ポンプ)	① 商用電力を利用した場合、取水施設 1 箇所・送水管 (延長 2.5km) 1 系統の建設で対応が可能である。電力線の引込みが必要であるが、これを含めた建設費は、他の方法を採用した場合よりも安価である。 ② 商用電力以外を利用した場合、取水施設 2 箇所、送水管 2 系統の建設が必要となり、建設費が増大する。 ③ 商用電力を利用することにより、施設の運営・維持管理費の住民負担が軽減される。	電力線引込み距離：約 2.5km
ムプンブリ	(ディーゼル発電機) + (交流水中ポンプ)	① 商用電力は村内に到達していないため利用できない。 ② ソーラーシステムは、ポンプ容量が水需要量に対して不足するため、利用できない。	
マバマ	(商用電力) + (交流水中ポンプ)	① ソーラーシステムは、ポンプ容量が水需要量に対して不足するため、利用できない。 ② 商用電力を利用することにより、施設の運営・維持管理費の住民負担が軽減される。	電力線引込み距離：約 0.3km
カコラ	(ディーゼル発電機) + (交流水中ポンプ)	① 商用電力は村内に到達していないため利用できない。 ② ソーラーシステムは、ポンプ容量が水需要量に対して不足するため、利用できない。	

各村で採用した (ディーゼル発電機) + (交流水中ポンプ) システム、および (商用電力) + (交流水中ポンプ) システムの仕様・容量を、表 3.12 および表 3.13 に示す。

表 3.12 ディーゼル発電機および交流水中ポンプの仕様・容量

村落	給水人口 (人)	日給水量 (m ³ /日)	揚水量 (m ³ /時)	揚水時間 (時間)	揚程 (m)	電力 (kw)	発電機 (KVA)	備考
ムプンブリ	2,658	73.1	6.09	12	113.9	3.7	20	井戸 1 本
カコラ	2,983	82.03	5.86	14	113.2	3.7	20	井戸 1 本

このシステムの運転には軽油燃料を使用するため、運転費が高額となる点がある。したがって、住民の支払い能力を慎重に検討する必要がある。

表 3.13 商用電力および交流水中ポンプの仕様・容量

村落	給水人口 (人)	給水量 (m ³ /日)	揚水量 (m ³ /時)	揚水時間 (時間)	揚程 (m)	電力 (kw)	高圧線引 込み (km)	備考
イサンガ	1956	53.79	3.36	16	107	2.2	2.6	井戸 1 本
マバマ	5471	150.45	12.54	12	115	7.5	0.3	井戸 1 本

(13) レベル-1 給水施設用深井戸掘削に際しての成功率に対する方針**1) 成功井および成功率の定義**

レベル-1 給水施設 1 箇所あたりの給水人口は、最大で約 250 人とする。タボラ地域は地下水開発が困難な地域であることから、ハンドポンプの設置が可能である揚水量 0.4 m³/時以上の井戸が得られれば水量成功井として取り扱うこととする。この水量成功井について水質分析を行い、基準値を満足する井戸が最終的に成功井となる。水質の基準は、“健康に拘わる項目”についてはフッ素を除き WHO ガイドライン値 (2008) を適用し、これ以外の項目およびフッ素については“タンザニア国健康基準 (2008)”を適用する。

なお、250 人の水需要を 0.4 m³/時の揚水量で賄うためには約 15.6 時間の揚水が必要である。揚水量が 0.5 m³/時であれば、必要な揚水時間は 12.5 時間である。各村落で計画したレベル-1 の数量を超えて建設することは困難であると考えられるため、揚水時間が不足して水需要を満たせない場合でも、レベル-1 の追加建設は行わない。

井戸掘削から完成までの建設の作業フローを図 3.1 に示す。

本計画で掘削される井戸は、表層部の未固結層を除き、基本的に岩盤の掘削となるためダウン・ザ・ホール工法 (DTH 工法) で掘削される。DTH 工法では掘削に際して泥水や化学剤を使用しないため、掘削時に地下水に遭遇した場合出水量の確認が可能である。また、このとき水質試料を採取して現地にて測定を行えば水質の確認も可能である。この段階で、明らかに水量が不足する場合 (0.4 m³/時)、あるいは水質が基準値を満足しない場合 (主としてフッ素濃度が 4.0 mg/L を超過) は、失敗井として井戸仕上げを行わない。ただし、地質データを得るため、清水を注入しての孔内検層を行う。

掘削時の現地測定において水量・水質ともに成功井の基準を満足すると判断される場合は、井戸仕上げを行った後、揚水試験を実施して正確な揚水量を把握するとともに、分析室における水質分析を行い、成功井か不成功井かの最終的な評価を行う。

なお、掘削時に測定する揚水量はエアリフトによるため当該井戸が成功井か不成功井かの判断が困難な場合は、井戸仕上げを行った後、揚水試験を実施して揚水量を確認する。また、試験時に水質試料を採取して分析室における水質分析を行い、水質の適否を評価する。水質の現地測定により基準を満たすか否かの判定が困難な場合も井戸仕上げを行い同様の手順で確認を行う。

既存井戸データから判断すると、現地測定により成功井か不成功井かの判定が可能なケース

は全体の約 80%である。残り 20%については現地測定での判断が困難なため井戸仕上げを行
ったうえで揚水試験および水質分析を行う必要がある。

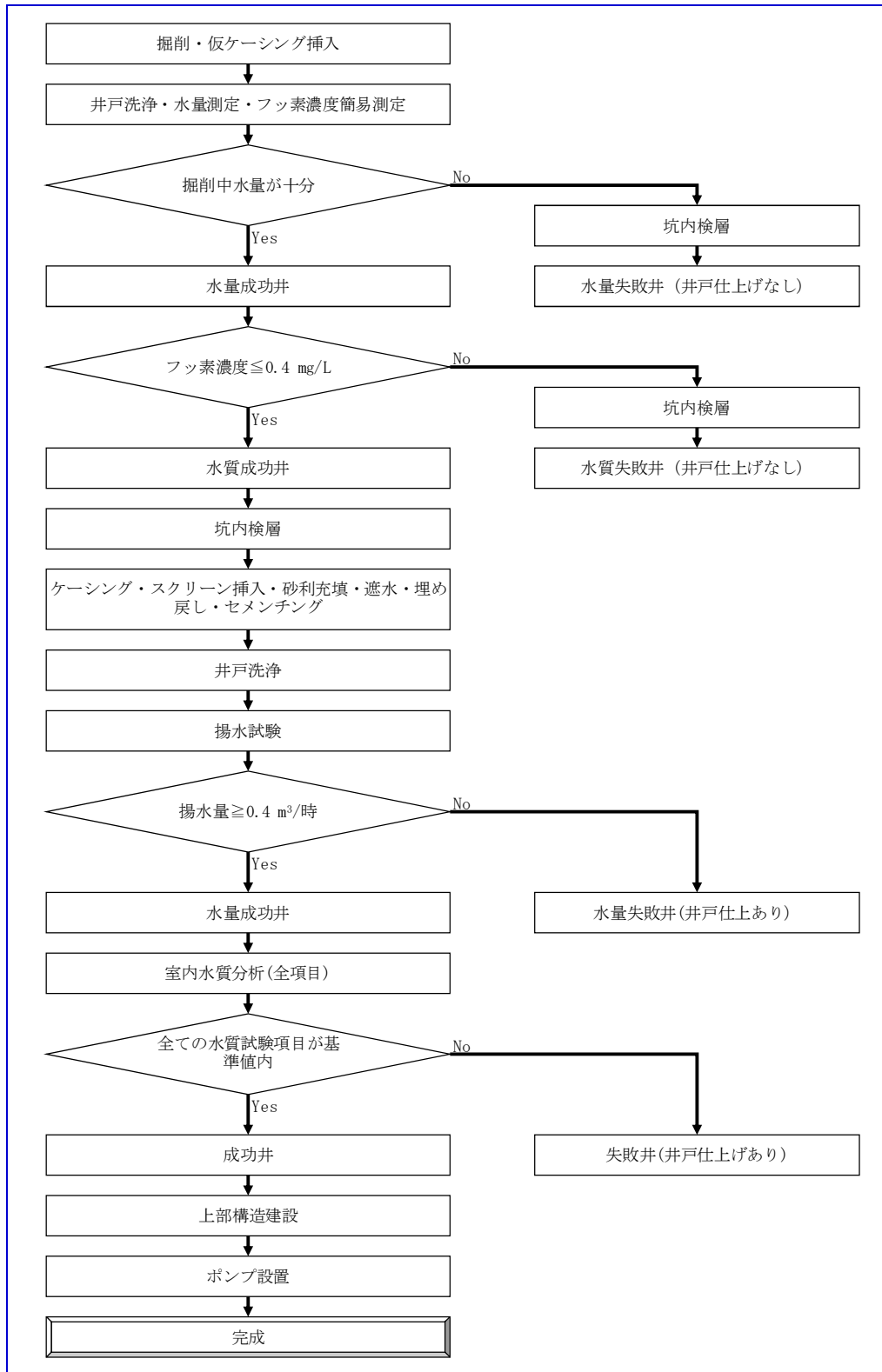


図 3.1 井戸建設作業フロー

総掘削本数は、目標の成功井本数に、水量不足により失敗井となる掘削失敗井本数、および

水質試験により不合格となる水質失敗井本数を加えた数量となる。したがって、最終的な成功率は成功井本数を総掘削本数で除した値となる。

2) レベル-1 井戸の地域別特性と掘削深度

試掘調査の結果、シコンゲ県とその他の県（イグンガ県、ンゼガ県、タボラ・ルーラル県、タボラ市、ウランボ県）では、帯水層の特性に地域的な差異が存在することが判明した。

表 3.14 にシコンゲ県とその他の県における水量成功井と水量失敗井の一覧を示す。ここで、水量成功井は掘削および揚水試験により、 $0.4 \text{ m}^3/\text{時}$ 以上の出水量が確認された井戸である

シコンゲ県では、掘削中に透水性の高い亀裂が存在せず、深い深度まで掘削する間に遭遇する透水性の低い亀裂の集合により、 $0.4 \text{ m}^3/\text{時}$ 以上の揚水量を確保するため、平均深度 150m を必要とする。

一方、その他地域では、深度 30m ～100m の間に透水性の高い亀裂に遭遇しており、水量成功井の平均深度は 92m であることから、平均深度 90m の井戸で取水が可能であると考えられる。

したがって、平均掘削深度 90m をシコンゲ県以外の県に、平均掘削深度 150m をシコンゲ県に適用するものとする。

図 3.8 にレベル-1 井戸の構造図を示す。

表 3.14 試掘結果（掘削深度および水量成功率）

番号	県/市	村	井戸番号	掘削深度 (m)	出水深度 (m) : 出水量 (m ³ /h)	掘削終了時出水量 (m ³ /h)
(シコンゲ県 水量成功井 (出水量 ≥ 0.4 m ³ /h))						
1	シコンゲ県	ウスンガ	SK-028BH2	150	18:0.39, 53:3.5, 67:0.4, 135:0.4	0.8
			平均深度	150	m	
(シコンゲ県 水量失敗井 (出水量 < 0.7m ³ /h))						
1	シコンゲ県	ウスンガ	SK-028BH1	98	98:<0.2	0.18
2	シコンゲ県	ムポンブウェ	SK-037BH1	79		-
3	シコンゲ県	ムポンブウェ	SK-037BH2	92		0.3
	シコンゲ県	水量成功率 1 ÷ 4 =		25.0%		
(シコンゲ県以外の県 水量成功井 (出水量 ≥ 0.4 m ³ /h))						
1	イグンガ県	イグモ	IG-007BH1	80	62:10, 68:13.2, 73:15.7, 80:15.3	1
2	ンゼガ県	イサンガ	NZ-047BH1	85	73:3.3, 80:3.3	3.5
3	ンゼガ県	イサンガ	NZ-047BH2	80	80:2.8	2.7
4	タボラ・ルーラル県	ムブンプリ	TR-054BH2	130	102.0:1.8, 120.0:7.0	7
5	タボラ・ルーラル県	マバマ	TR-069BH1	79	61:6.6, 67:9.0, 73:11.0, 79:11.7	12
6	タボラ・ルーラル県	マバマ	TR-069BH2	82	44:1.3, 48.5:1.8, 66:0.66, 72:0.67, 82:0.6	0.8
7	タボラ市	カコラ	TU-008BH1	108	31.0:3.8, 36.0:4.6, 42.0:3.6, 45.0:4.7, 54.0:5.2, 60.0:5.4, 66.0:4.7, 72.0:4.8, 78.0:4.6, 82.0:6.1, 84.0:7.1, 90.0:6.8, 96.0:7.7, 102.0:7, 108.0:6.9	5.8
			平均深度	92	m	
(シコンゲ県以外の県 水量失敗井 (出水量 < 0.4 m ³ /h))						
1	イグンガ県	ブヘケラ	IG-012BH1	70		-
2	イグンガ県	カコングワ	IG-033BH1	82		-
3	タボラ・ルーラル県	ムブンプリ	TR-054BH1	50		-
4	タボラ・ルーラル県	マバマ	TR-069BH3	86		-
5	タボラ・ルーラル県	ウフルマ	TR-098BH1	86		-
	シコンゲ県以外の県	水量成功率 7 ÷ 12 =		58.3%		

出典：本調査（2010）

成功率については、次項において、既往データと併せて検討を行なう。

3) レベル-1 井戸の成功率の検討

調査地域における井戸成功率を検討するため、既存深井戸のデータを収集した。収集したデータは次の通りである。

- 井戸掘削・ダム建設公社（DDCA: Drilling and Dam Construction Agency）のインベントリー
- MoW が作成したボアホールカタログ
- IBRD（International Bank for Reconstruction and Development）による「Tabora Region Water Master Plan」レポートに掲載されている井戸リスト
- JICA による「内部収束地域における地下水開発・管理計画調査」レポートに記載されている井戸リスト

これに、本調査で行った試掘調査のデータ 16 本分を加えると、総データ数は 289 となる。レベル-1 に必要な揚水量（0.4 m³/時）以上の井戸は、135 本である。したがって、既存データから見た成功率は 46.7%（= 135/289）となる。

ただし、これらの井戸データには、水質のデータを欠くものが多いため、水質（フッ素濃度）

を考慮すると、レベル-1 用深井戸の成功率は 46.7%より低下するものと考えられる。

一方、本調査における試掘調査の井戸データのみから検討すると、表 3.15 のようになる。

表 3.15 揚水量および水質区分による集計

揚水量区分	フッ素濃度区分	井戸数 (本)	比率 (%)	比率 (%)
レベル-1 の揚水量を満たす	WHO ガイドライン値以下	2	12.5	87.5
	WHO ガイドライン値超過、タンザニア基準値以下	5	31.3	
	タンザニア基準値超過	1	6.3	12.5
	小計	8	50.0	100
レベル-1 の揚水量を満たさない	WHO ガイドライン値以下	2	12.5	
	WHO ガイドライン値超過、タンザニア基準値以下	1	6.3	
	タンザニア基準値超過	0	0	
	水質不明	5	31.3	
	小計	8	50.0	
合計		16	100.0	

出典：本調査（2010）

上表から、掘削成功井 8 本の内、タンザニア基準値を超過するのは 1 本である。

本調査において行った、インベントリ調査における簡易フッ素測定およびサンプリングによる室内水質分析結果の内、深井戸を採水源とする 334 サンプルの県毎の内訳は表 3.16 に示す通りである。

表 3.16 県別フッ素濃度基準超過井戸箇所数（インベントリ調査および室内水質分析結果）

県／市	サンプル数	フッ素濃度がタンザニア基準値 4.0 mg/L)を超過する井戸数	比率 (%)
イグンガ県	28	8	28.6
ンゼガ県	116	3	2.6
シコンゲ県	18	0	0
タボラ・ルーラル県	25	0	0
タボラ市	25	0	0
ウランボ県	122	0	0
合計	334	11	3.3

出典：本調査におけるインベントリ調査および室内水質分析結果

試掘結果により、フッ素濃度がタンザニア基準値を超過した 1 箇所の井戸はイグンガ県の井戸であり、その他の 7 箇所の井戸はタンザニア基準値以下であった（表 3.15）。すなわち、イグンガ県では約 30%の井戸がタンザニア基準値を超過し、その他の県では、タンザニア基準値を超過する井戸箇所数は 0%または極めて低い比率である。これは、既存データから得られた成功率と同様の傾向を示している。

したがって、本計画では、上記表 3.16 により、水質成功率をイグンガ県で、71.4%、ンゼガ県で 97.3%、シコンゲ県、タボラ・ルーラル県、タボラ市、ウランボ県で 100%を採用するもの

とする。

表 3.15 から、レベル-1 に必要な水量を満たす井戸は 16 本中 8 本で成功率は 50%であるが、水質を考慮するとフッ素濃度がタンザニア健康基準以下となる井戸数は 7 本となり、成功率は 43.8%となる。一方、試掘井を含めた全井戸データを用いて県・市毎にレベル-1 用井戸の成功率を整理すると、表 3.17 のようになる。この場合の成功率は 46.7%である。レベル-1 用井戸の成功率はウランボ県で最も高く 62.9%、シコンゲ県で最も低く 22.2%となる。前項同様、シコンゲ県とシコンゲ県以外の県に分けて検討すると、シコンゲ県以外の県では、54.1%と算定される。

表 3.17 県／市別レベル-1 用井戸成功率

県・市	全井戸数 (本)	Q=0.4 m ³ /h 以上の 井戸数 (本)	比率 (%)
シコンゲ県	9	2	22.2
(シコンゲ県以外の県)			
イグンガ県	58	13	22.4
ンゼガ県	106	57	53.8
タボラ・ルーラル県	22	12	54.5
タボラ市	24	7	29.2
ウランボ県	70	44	62.9
(シコンゲ県以外の県) 小計	280	133	54.1
合計	289	135	46.7

出典：3-27 ページ掲載の既存データを本調査でとりまとめたもの

表 3.18 に示されるように、本調査における試掘の結果による水量成功率は、既往データを含めた算定よりも高い値を示している。これは、本調査において採用した二次元比抵抗探査法が硬質岩盤中の亀裂構造の解析に効果があったことを示したものと考えられる。

実施の際のレベル-1 井戸建設においては、二次元比抵抗探査方法の採用や、代替村落の確保、地質状況に応じた適切な仕上げ工法の採用等により、(試掘時の成功率+5%)の達成は可能であるとされる。したがって、本計画においては、シコンゲ県で 30.0%、その他地域で 63.3%の掘削成功率を採用する。

表 3.18 地域別レベル-1 用井戸掘削成功率

地域	既往データを含めた算定			試掘結果のみによる算定		
	全井戸数	掘削 成功井	比率 (%)	全井戸数	掘削 成功井	比率 (%)
シコンゲ県	9	2	22.2	4	1	25.0
その他地域	280	133	54.1	12	7	58.3
合計	289	135	46.7	16	8	50.0

出典：3-27 ページ掲載の既存データを本調査でとりまとめたもの

4) レベル-1 井戸の数量算定

上記の検討結果により、本計画における、レベル-1 井戸掘削の数量として、表 3.19 に示さ

れるように数量を算定した。

表 3.19 地域別レベル-1 井戸数量算定

県/市	計画 成功井 (本)	井戸 タイプ	成功率	失敗井 (本)	総掘削 本数 (本)
イグンガ県	12	A	45.1%	15	27
ンゼガ県	23	A	61.3%	15	38
タボラ・ルーラル県	12	A	63.2%	7	19
タボラ市	15	A	63.3%	9	24
シコンゲ県	20	B	30.0%	47	67
ウランボ県	32	A	63.2%	19	51
合計	114		50.4%	112	226

計画した 114 箇所のレベル-1 給水施設を建設するために必要な深井戸の総数は、成功率を考慮すると 226 本となる。

(14) 代替村落の設定についての方針

表 3.17 に示したように、レベル-1 用井戸の成功率はシコンゲ県が 22.2%で非常に低く、逆にウランボ県では 62.9%と比較的高くなっている。また、イグンガ県は 22.4%であるが内部収束流域に属し、全域に亘りフッ素濃度が高い傾向があり、本計画におけるレベル-1 用井戸の掘削に際しても高濃度のフッ素に遭遇する可能性が懸念される。その場合、当該村落で井戸掘削を継続しても、タンザニア国健康基準値を満足するフッ素濃度の井戸を得られる可能性は低いと考えられる。

本計画で予定している 114 本のレベル-1 を確保するためには、仮にある村落で不成功井が続いた場合そのサイトで掘削を続けるよりも、これをキャンセルして新たな代替村落での井戸掘削を行う方が、計画通りの数量のレベル-1 を確保できる可能性が高いと考えられる。

したがって、本計画では次の通り代替村落を設定することとする。ただし、代替村落へ移動を行う場合、全サイトを移動するか、一部のサイトを移動するかという選択肢が考えられる。これを整理すると表 3.20 のようになる。なお、代替村落への移動を行う場合は、井戸掘削状況および掘削結果から得られる水理地質学的判断をタンザニア水省に対して説明し協議を行い、その同意を得て行う。

表 3.20 代替村落へサイトを移動する場合の条件および移動する内容

代替村落への移動を行う条件	代替村落へ移動する内容
I. あるサイトでの井戸掘削が連続して2本失敗した場合	当該サイトをキャンセルするかどうか、掘削状況と水理地質状況から判断して、当該サイトで成功井を得ることが難しいと判断された場合は、当該サイトを代替村落へ移動する。
II. 同一村落内で、2箇所以上のサイトでの井戸掘削が連続して2本失敗した場合	当該村落をキャンセルするかどうか、掘削状況と水理地質状況から判断して、当該サイトで成功井を得ることが難しいと判断された場合は、当該サイトを含ま見掘削のサイトを代替村落へ移動する。
A ある村落内で1箇所目および2箇所目のサイトで連続して2本の井戸掘削に失敗した場合	当該サイトを含ま全サイトの代替村落への移動を行う。
B ある村落内の連続しない複数のサイトで、2本の井戸掘削に失敗した場合	当該サイトを含まそれ以降のサイトを代替村落へ移動する。

あるレベル-1 建設予定サイトを代替村落へ移動する際は、次の手順にて代替村落を決定する。

本計画の対象村落(20 村落)は、本調査により対象村落の優先度評価を行った結果を基にして、各県の優先度1の村落を中心とし、一部の県で優先度2の村落を加えたものとなっている。このため、代替村落を設定する場合は、同一県・市内で代替村落を設定するのが合理的と考えられる。

代替村落は優先度2の村落を対象として選定する方針とする。優先度2の村落で対応できない場合は、優先度3の村落というように、順次優先度が高い村落から選定を行う。

井戸掘削が不成功となる要因は水量および水質のいずれかであると考えられるため、代替村落の設定に際しては、不成功の要因を検討し、優先度のクライテリアとして用いた水質・地下水ポテンシャル・給水率の要素から、優先して考慮すべき要素を選定して決定する。

3.2.2 基本計画（施設計画／機材計画）

(1) 計画目標年次および給水対象人口

給水施設計画の目標年次は本調査の S/W 協議での合意通り 2020 年とする。

タンザニアにおいては 2002 年にセンサスが行われているが、その後は行われていないため、調査団が 2009 年 10 月に調査した人口をベースとして、表 3.21 に示すタンザニア国統計局が定めた人口増加率を用いて 2020 年の村落人口を求めた（各村落の人口は表 3.2 (3-3 ページ) 参照)。人口増加率はタボラ市およびウランボ県で高く、ンゼガ県で低い。タボラ州の平均人口増加率は 3.6%である。人口予測の結果、計画対象村落の人口は 79,720 人となる。

表 3.21 各県・市の人口増加率

県・市	人口増加率 (%)	県・市	人口増加率 (%)
イグンガ県	3.4	タボラ・ルーラル県	3.5
ンゼガ県	2.5	タボラ市	5.1
シコンゲ県	3.5	ウランボ県	5.0

出典：The 2002 Population and Housing Census (National bureau of Statistics, 2003)

(2) 水需要量

タンザニア国では住民1人あたりの水需要を25 L/人/日としている。本計画における各村落の水需要は、各村落人口に生活用水の水需要量に乗じたものとする。対象地域内には、通学生の学校および医療施設（主にディスペンサリー）を有する村落があるが、基本的には当該村落の住民が主な利用者である。これら公共施設の水需要を考慮すれば、給水対象が重複することとなる。その結果、給水施設が過大な施設となって住民負担が大きくなる可能性があるため、公共施設の水需要は加味しない。

この条件に基づき、レベル-2 給水施設建設対象村落の水需要および水源の取水計画について、表 3.22 のように設定した。

表 3.22 レベル-2 計画対象村落の水需要および水源の取水計画

県・市	村	給水対象人口 (人)	水需要 (m ³ /日)	取水量 (揚水量) (m ³ /時)	取水時間 (揚水時間) (時間)
ンゼガ県	イサンガ村	1,956	48.90	3.36	16
タボラ・ ルーラル県	ムブンブリ村	3,148	66.45	6.09	12
	マバマ村	6,321	136.78	12.54	12
タボラ市	カコラ村	3,483	74.58	5.86	14

出典：本調査(2010)

(3) 設計水量・水理計算

日平均給水量(m³/日)の設定については、タンザニア国 MoW のデザインマニュアルでは漏水量を25%として考慮している。しかし、本計画では日本の施工業者による施工であること、コンサルタントが施工監理を行うことなどを考慮し、漏水率を10%として下記計算式により日平均給水量を求める。なお、漏水率を10%とすることについては、タンザニア側の合意を得た。

$$\text{日平均給水量(m}^3\text{/日)} = \text{計画日必要給水量} \times (100\% + 10\% \text{ (漏水率)})$$

日最大給水量(m³/日)は通常20%から30%の負荷率であるが、施設が過大となり住民側に多大な維持管理の負担を課すことのないよう、本計画においては設定しないこととした。これにより、日最大給水量は次の通りとなる。

$$\text{日最大給水量(m}^3\text{/日)} = \text{日平均給水量(m}^3\text{/日)} \times 100\% \text{ (タンク容量計算に使用)}$$

時間最大給水量(m³/時間)は、DMに基づき、朝3時間、夕方3時間を給水ピーク時間と設定し下記の計算式とする。

時間最大給水量($\text{m}^3/\text{時間}$)=日最大給水量($\text{m}^3/\text{日}$) \div 6時間/日(配水管の水力計算に使用)

取水時間は、維持管理時間を考慮して12時間運転を基本とし、最大14時間で揚水できるように設定する。ただし、商用電力を利用する場合には最大16時間の運転時間とする。

時間最大取水量($\text{m}^3/\text{時間}$)=日最大給水量($\text{m}^3/\text{日}$) \div 取水時間(時/日)

(取水ポンプ、送水管の水力計算に使用)

水力計算式は、次の Hazen-Williams の公式を用いる。

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

H：摩擦損失水頭(m)

C：流速係数(110)；水道設計施設指針より屈曲部損失含む

D：管内径(m)

Q：流量(m^3/s)

L：延長(m)

管内流速は0.6 m/秒以下とし経済的な管径を決定する。

送水管においては水撃圧を考慮し、適切な耐圧管を設計する。

公共水栓での水頭は、デザイン・マニュアルに則り5m以上25m未満を採用する。しかし、地形又は経済的観点から止むを得ない場合、最低水頭3m、最大水頭50mを採用する。水頭3m以下の公共水栓がある場合は、場所を移動するか、あるいは設置しないこととする。

(4) レベル-2 給水施設計画

1) 給水施設の構成

レベル-2 給水施設は、深井戸により地下水を揚水し、コントロールハウスを經由して高架タンクで貯水を行った後、重力により公共水栓で配水する。1箇所の施設につき配水タンクは1基とし、送水ルートおよび配水ルートの途中に補助ポンプや補助タンクの設置は行わない。また、配水に際して塩素滅菌は行わない。レベル-2 給水施設の構成を図3.2に示す。

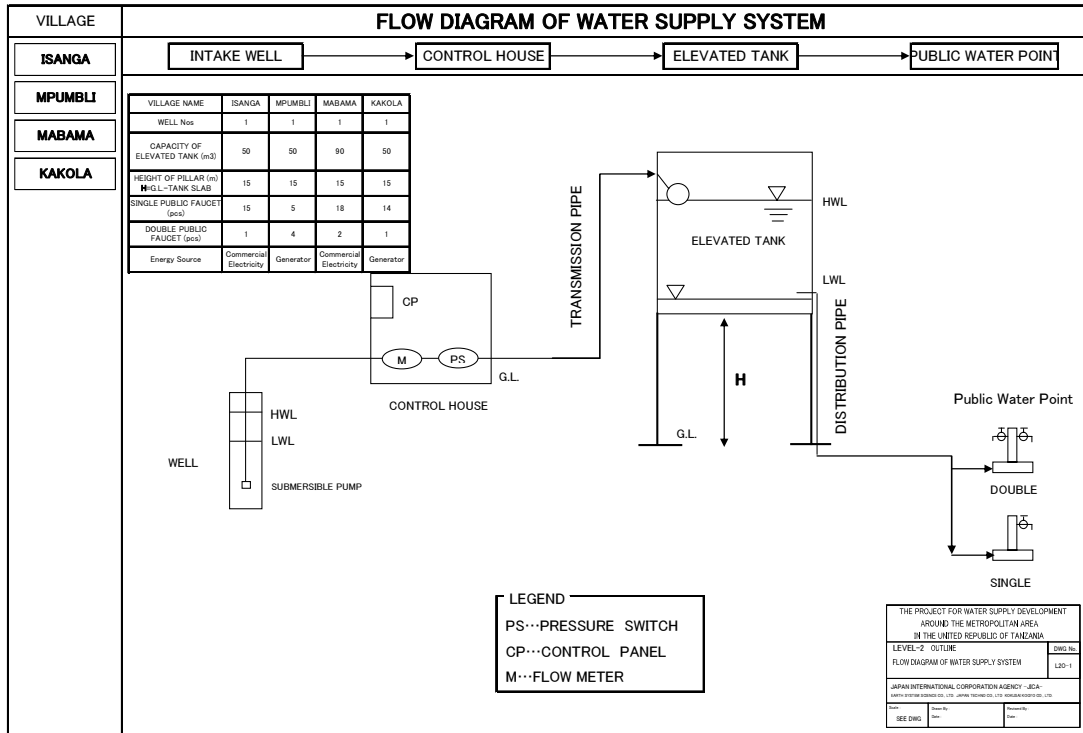


図 3.2 レベル-2 給水施設構成図

レベル-1 給水施設は、深井戸を掘削し、ハンドポンプを設置する。井戸／ハンドポンプの周囲には鉄筋コンクリート製の水叩きを建設し、排水は、配水ピットに排出する構造とする。レベル-1 給水施設の構成を図 3.3 に示す。

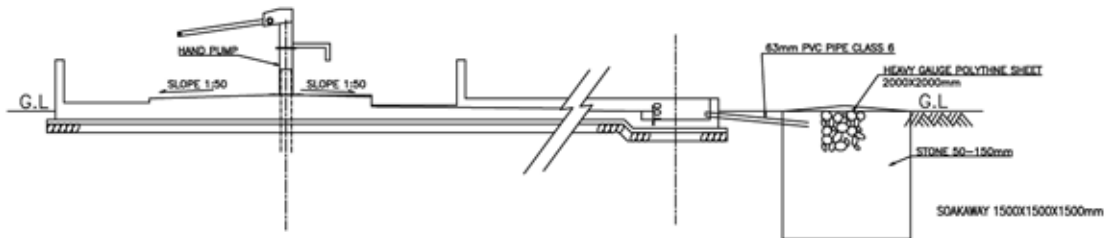


図 3.3 レベル-1 給水施設構成図

2) 水源

(i) 取水施設

i) 深井戸

地下水からの取水施設は深井戸とする。なお、レベル-2 の水源用深井戸は本調査の中の試掘調査で掘削済である。現在は、保護工を施して、施工待ちの状態にある。

地下水取水用深井戸の仕様を表 3.23 に示す。

表 3.23 地下水取水用井戸の仕様

項目	レベル-2	レベル-1	
		シコンゲ県以外の県	シコンゲ県
対象地域	—	シコンゲ県以外の県	シコンゲ県
掘削方法			
— 浅部堆積層	(掘削済)	ロータリー式泥水掘削	
— 花崗岩・片麻岩 (岩盤)		ダウン・ザ・ホール式掘削	
掘削深度	75~125m	平均 90m	平均 150m
掘削口径	8 インチ	7-5/8 インチ	
ケーシング径	6 インチ	4 インチ	
ケーシング・スクリーン材	PVC	PVC	
スクリーンの開孔率	4%	4%	
取水方法	水中ポンプ	ハンドポンプ	

掘削した孔壁とケーシング/スクリーンパイプとの間隙は、砂利で充填する。その上部はセメントミルクで充填し、地表からの汚染を防止する構造とする。井戸の構造図を図 3.8 (3-42 ページ) に示す。

ii) 揚水量

レベル-2 給水施設の各深井戸からの揚水量は、表 3.22 (3-31 ページ) に示したとおりである。

iii) 水質

水質の評価には、健康に影響がある項目についてはフッ素を除き WHO ガイドライン (2008) を、それ以外の項目およびフッ素についてはタンザニア国健康基準値 (2008) を適用する。

なお、フッ素の評価基準は当初他の健康に拘わる項目と同様 WHO ガイドライン値であった。しかしながら、試掘調査を行った結果、多数の試掘井においてフッ素濃度が WHO ガイドライン値を超過し、タンザニア国健康基準値を下回るという結果であった。仮に、このような村落において地下水が水源として適しないとして使用しない場合、住民はこれまで通り汚染された非衛生的な水源を使用することを余儀なくされることになる。このため、MoW は本プロジェクトに限り、住民の利益を考慮してフッ素の評価基準をタンザニア国健康基準値へ変更するよう JICA へ要請した。これに対し、JICA はフッ素被爆の危険性について住民に周知し、極力被爆を避ける措置を講じること、将来適切なフッ素濃度の基準値を設定すること等を条件として、フッ素濃度の評価基準をタンザニア国健康基準値へ変更することを承認した。

3) コントロールハウス

水源井戸に隣接してディーゼル発電機や水中ポンプの制御盤を格納するコントロールハウスを建設する。コントロールハウスは、現地の一般的建設状況および施工性から鉄筋入りブロック積みとする。配水タンクにフロート弁を設置し、コントロールハウスには圧力検知器を設置してタンク満水時のポンプ自動停止制御を行う。ポンプの再起動は手動により行う。

井戸内水位に関しては、井戸中の水位センサー（低水位および高水位）により、自動運転を行う。

室内からディーゼル発電機の排煙を効果的に室外へ排出するため、ダクトを設ける。

電源は、表 3.11（3-22 ページ）に示したとおり、ンゼガ県イサンガ村およびタボラ・ルーラル県マバマ村の 2 村においては商用電力を用い、タボラ・ルーラル県ムンプリ村およびタボラ市カコラ村の 2 村ではディーゼル発電機を用いる。なお、イサンガ村およびマバマ村には停電の際の予備電源としてディーゼル発電機を各 1 基設置する。

4) 配水タンク建設工事

(i) 配水タンク容量および形式

配水タンクは、給水地域の地形条件を考慮してすべて 15m の高さの高架タンクとする。配水タンクの容量は、日最大給水量の 1/2 以上とするが、工事实施の効率化のため仕様を統一し、50m³（イサンガ村、ムンプリ村、カコラ村）および 90m³（マバマ村）の 2 種類とする。

(ii) 掘削作業

場内整地および構造物基礎掘削は、オープンカット工法により行う。建機は現場およびアクセス道路の状況に合わせてバックホウ（0.35m³）にて掘削、積み込みを行い、ダンプトラックにて残土搬出を行う。

(iii) 躯体作業

鉄筋は現地で調達した異形鉄筋を使用する。型枠は現地調達による木製または鋼製型枠を使用する。コンクリートは現場でコンクリートミキサー練りとする。打設は、人力またはクレーン打設による。

5) 配管工事

(i) 掘削・埋戻し作業

送水管および配水管ルートで道路幅が狭い部分は配管ルートの伐開が必要となる。掘削幅と掘削土の仮置きを考慮し、伐開幅は 3m が必要である。一部アクセス道路状況により重機の搬入が困難なサイトに関しては人力掘削を考慮する。

掘削は開削工法により行う。掘削はバックホウ（0.35m³）の使用を基本とし、掘削土はルート脇に一時仮置きし、管敷設後に埋め戻しを行う。配管保護のために管廻りは砂により埋戻しを行う。残土はバックホウにて掘削・積込、ダンプトラックにて搬出を行う。

(ii) 配管作業

外径 50mm 以下の小口径管に関しては HDPE 管、外径 63mm から 160mm の口径に関しては PVC 管を使用する。管敷設は人力にて行う。埋設位置は道路脇（道路端から 1～3m 程度）を原則とするが自然条件または人為的状況から道路内に埋設する場合も考えられる。埋設深

度は管頂までの深度 0.9m を確保する。埋設管保護のため、管頂から 10cm 上までを砂埋めとする。道路内に埋設する場合または道路横断する場合の埋設深度は 1.2m とする。

水量の少ない川の横断は埋設深度 1.2m としコンクリートで防護する。

鉄道横断は、推進工法によりサヤ管を設置し、サヤ管内に本管を敷設する。サヤ管の管種は HDPE 管とし、口径はマバマ村の場合 300mm (2 箇所)、カコラ村の場合 200mm (1 箇所) とする。既設のカルバート内に SGP で埋設する。

タンザニア道路公社 (TANROAD) の管理する、主要道路の横断は本計画には含まれない。

制水弁・空気弁・泥吐き弁は MoW のデザインマニュアルまたは日本における施設基準等を参考に適切に配置する。T 字管またはベント管を使用する場合は適切な防護コンクリートを設置する。雨季中の冠水が予想される場所では、コンクリートにより保護を行う。

6) 公共水栓

公共水栓の位置は、DM に則り 150 から 200 人、かつ 400m 以内の歩行距離、周辺の環境 (学校・診療所など)、技術的観点から検討し、村落住民の意向も考慮して決定した。また、人口密度、重要度からタイプ 1 (蛇口が 1 個) とタイプ 2 (蛇口が 2 個) の 2 種類の公共水栓を設置する。タイプ 1 は利用する人口が 250 人までとし、利用者が 250 人を超える場合はタイプ 2 とする。表 3.24 に村落別数量を示す。

表 3.24 村落毎の公共水栓数

村落名		タイプ 1	タイプ 2
1	イサンガ村	15	1
2	ムブンブリ	5	4
3	マバマ	18	2
4	カコラ	14	1
合計		52	8

維持管理・料金徴収の観点から各公共水栓手前には水道メータを設置する。また、排水装置として地下浸透型のピットを設置する。

(5) レベル-1 給水施設

レベル-1 給水施設は地下水を水源とし、深井戸に設置したハンドポンプによる点給水を行う。本プロジェクトで建設するレベル-1 給水施設は表 3.1 (3-2 ページ) に示すように 114 本である。

レベル-1 用深井戸の成功井の基準は次の通りである。

レベル-1 給水施設 1 箇所あたりの給水人口は、最大で約 250 人とする。タボラ地域は地下水開発が困難な地域であることから、ハンドポンプの設置が可能である揚水量 0.4 m³/時以上の井戸が得られれば水量成功井として取り扱うこととする。この水量成功井について水質分析を行い、基準値を満足する井戸が最終的に成功井となる。水質の基準は、“健康に拘わる項目”についてはフッ素を除き WHO ガイドライン値 (2008) を適用し、これ以外の項目およびフッ素につ

いては“タンザニア国健康基準（2008）”を適用する。

なお、250人の水需要を0.4 m³/時の揚水量で賄うためには約15.6時間の揚水が必要である。揚水量が0.5 m³/時であれば、必要な揚水時間は12.5時間である。各村落で計画したレベル-1の数量を超えて建設することは困難であると考えられるため、揚水時間が不足して水需要を満たせない場合でも、レベル-1の追加建設は行わない。

(6) 機材計画

比抵抗二次元探査機および電磁探査機は、調査対象地域の水理地質構造を考慮して、次の仕様のものとする。

1) 電磁探査機

探査方式	: 電磁探査法（スリングラム方式自動測定）
探査深度	: 200m 以上（ケーブル長 100m および 200m 使用）
測定機能	: 使用するケーブルにより最大探査深度を選択する方式。 選択したケーブルで測定を行う際、周波数切替えて探査深度を変更可能

2) 比抵抗二次元探査機

探査方式	: 比抵抗二次元探査法（マルチチャンネル自動測定）
探査深度	: 200m
測定機能	: 2極法、3極法、4極法の電極配置に対応したもの
データ品質管理機能	: モニター画面にリアルタイムで測定結果を表示可能なもの 全電極の接地抵抗を自動測定し、モニターで確認可能なもの 測定後に減衰曲線を表示させ、データ品質評価が現場で可能なもの
電源	: バッテリー 12V、50Ah、3個

3) GPS

形式	: タッチパネル式携帯型 GPS
測定性能	: 12チャンネル以上
測定精度	: 95%の確率で10m以内
記録方式	: 組み込みメモリー
接続方式	: USB 接続
電源	: 単三乾電池 2本

(7) 廃棄物処理

工事により発生する廃棄物（コンクリート、残土）等は各市町村により指定された所定の廃棄物処分場へ運搬して廃棄する。計画地区より処分場までの運搬距離は平均で4km程度である。

3.2.3 概略設計図

本計画で建設が予定されている給水施設に係る基本設計図は、次に示す通りである。

- (1) 給水施設建設対象村落位置図（巻頭に示す）
- (2) レベル-2対象村落施設配置図（図3.4～図3.7）
- (3) レベル-2およびレベル-1用水源井戸構造図（図3.8）
- (4) 送・配水管理設構造図（図3.9）
- (5) 配水タンク構造図（図3.10）
- (6) コントロールハウス構造図（図3.11）
- (7) 公共水栓構造図（図3.12）
- (8) ハンドポンプ付き深井戸（レベル-1）構造図（図3.13）

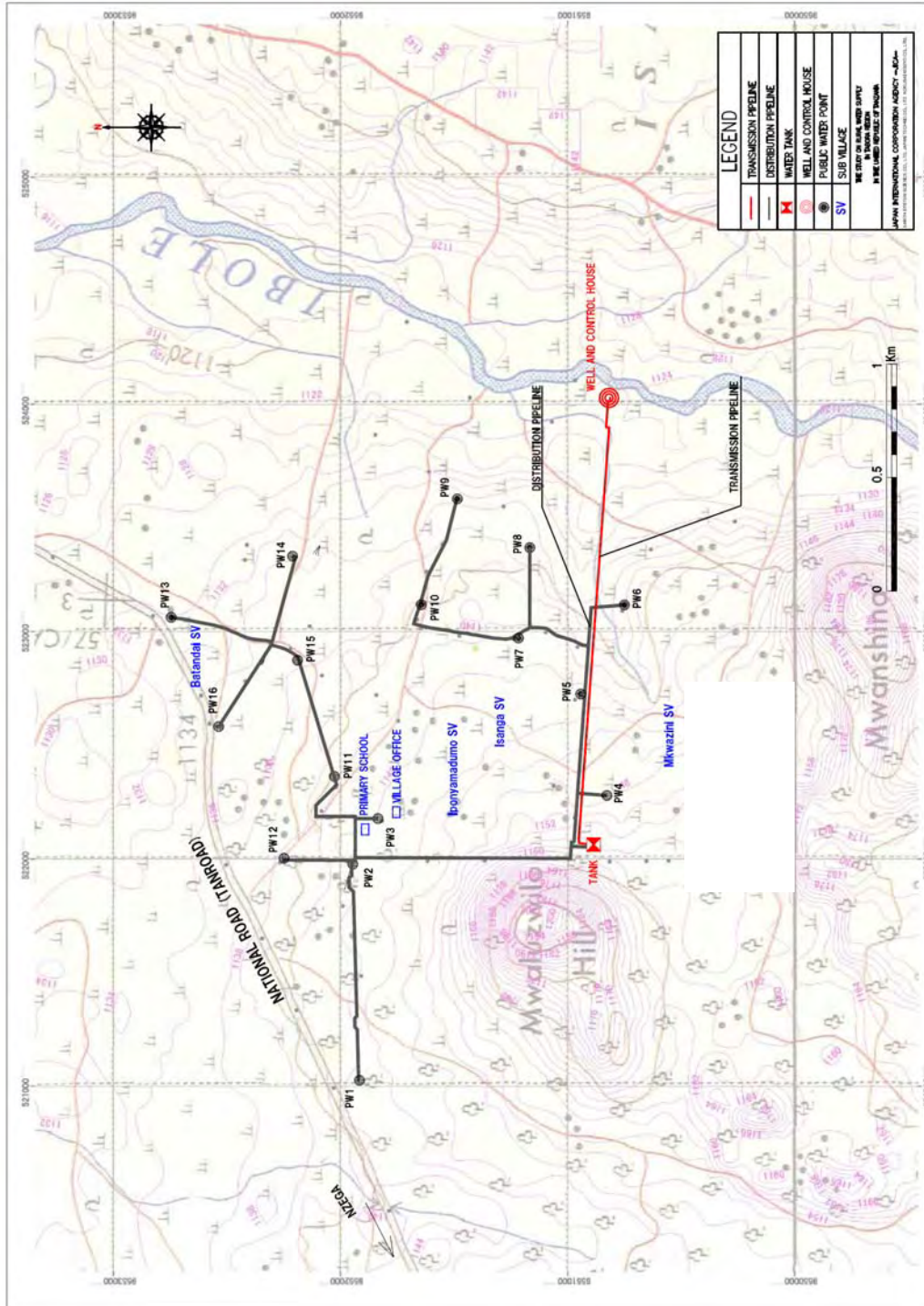


図 3.4 レベル-2 対象村落施設配置図 (イサンガ村)

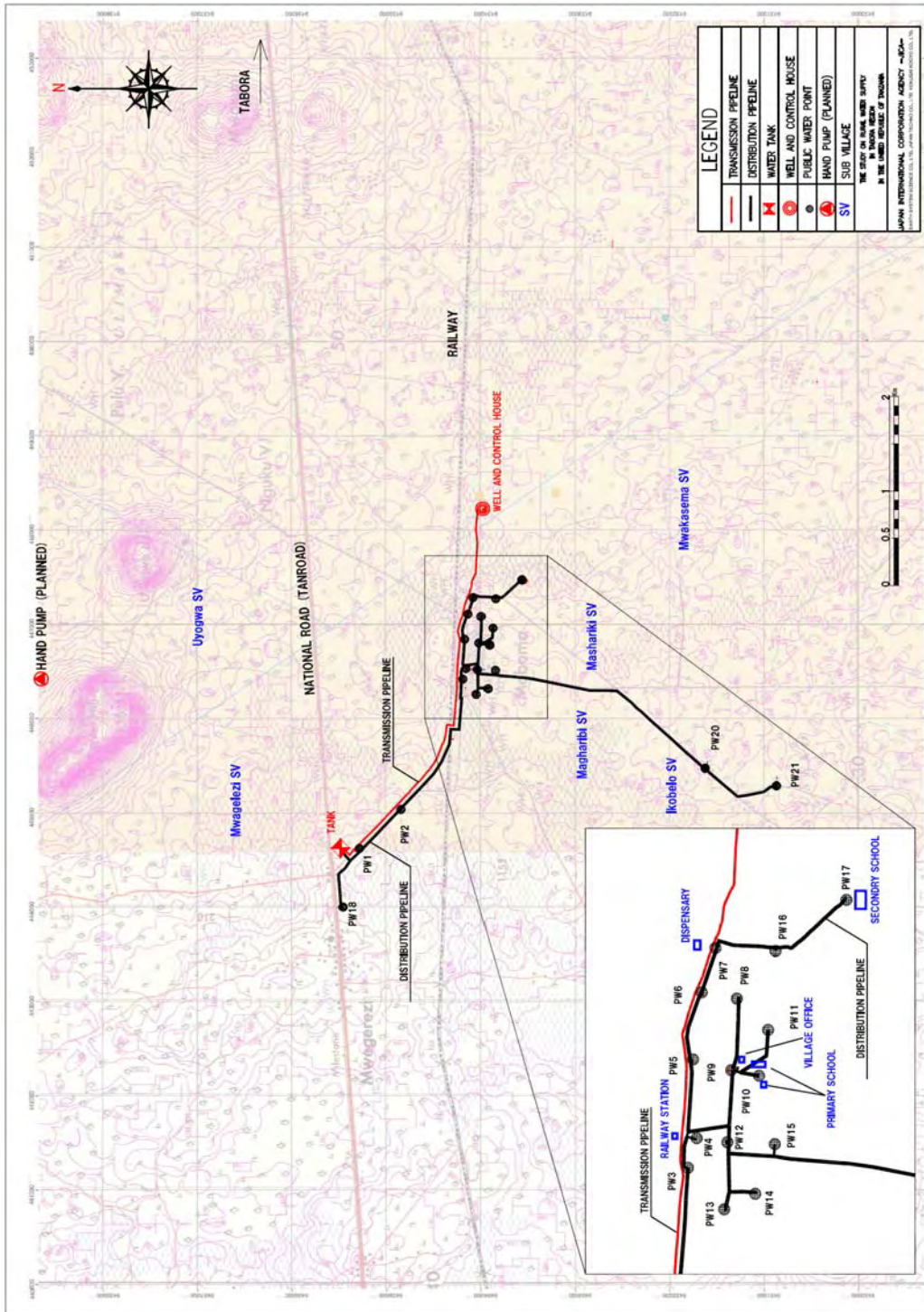


図 3.6 レベル-2 対象村落施設配置図 (マバマ村)

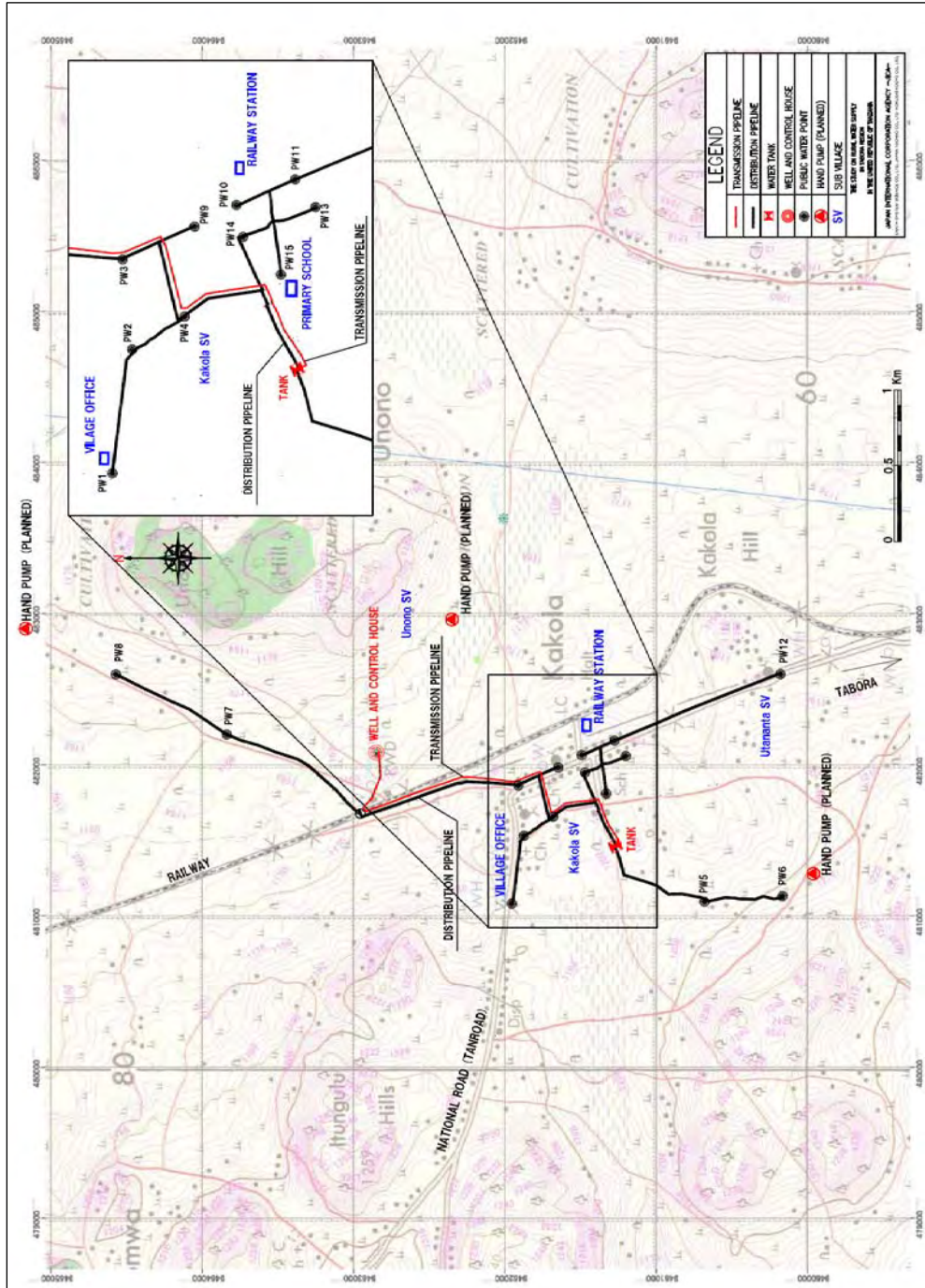


図 3.7 レベル-2 対象村落施設配置図 (カコロラ村)