

ミャンマー連邦

国境地域少数民族開発省

ミャンマー連邦

中央乾燥地村落給水計画
準備調査報告書

平成23年3月

(2011年)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

委託先

国際航業株式会社

序 文

独立行政法人国際協力機構は、ミャンマー連邦の中央乾燥地村落給水計画にかかる協力準備調査を実施することを決定し、平成22年5月22日から平成22年12月17日まで、国際航業株式会社の中野 武氏を総括とする調査団を組織しました。

調査団は、ミャンマー国の政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地踏査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

終りに、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23年3月

独立行政法人国際協力機構
地球環境部
部長 江島 真也

要 約

1. 国の概要

(1) 国土・自然

ミャンマー連邦（以下、「ミ」国）は、北緯 10 度から 28 度間に位置し、面積は約 680,000 km²（日本の約 1.8 倍）、南北に伸びる長い国土が特徴である。陸地では中国、タイ、ラオス、インド、バングラデシュと国境を接し、境界線の総延長距離は約 4,600 km に達する。海側はマルタバン湾、ベンガル湾、インド洋と面しており、海岸線の全長は約 2,000 km である。プロジェクト対象地域である中央乾燥地は、内陸部の中央を占め、面積は 77,000 km²を有し、行政区域はマンダレー、マグウェイ、ザガインの 3 管区にまたがる。93 のタウンシップ、16,324 の村落に「ミ」国総人口の 33.7 %にあたる約 1,970 万人が居住しており、人口密度は全国平均の約 3 倍にのぼる。中央乾燥地の平均標高は、350～380 m で比較的なだらかにイラワジ川に向って傾斜している。

「ミ」国の乾期は 12～4 月、前雨期は 5 月下旬～6 月上旬、後雨期は 8 月中旬～9 月下旬であり、降雨の 90 %が 5～10 月に集中している。1998 年から過去 12 年間におけるマンダレー管区（ニャンウー）の年間平均降水量は、575.5 mm である。12～2 月には最低気温が 15 °C 以下となり、3～5 月には最高気温が 35 °C を超える。年間平均湿度は 63 %で、最も暑い 3～4 月（乾期）は 42 %となり、9 月（雨期）は 80 %になる。

(2) 国家経済

「ミ」国は、1987 年に国連より後発開発途上国（LLDC）との認定を受け、翌年の 1988 年に国軍が全権掌握し、社会主義政策を放棄し軍事体制下（暫定）とした。その後、2008 年 5 月に新憲法草案採択のための国民投票を実施し、92.4 %の賛成票で（投票率 99 %）で新憲法が承認され、2010 年 11 月 7 日に総選挙が実施された。

主要産業は、農林業である。国民一人当たりの GDP は 219 ドル（2006 年、IMF 推定）、経済成長率は 5.0 %（2005 年、世界銀行資料）、物価上昇率は 43.1 %（2007 年、「ミ」国政府公表）とされている。「ミ」国における経済構造（部門別 GDP）は、第一次産業が 58.8 %、第二次産業が 10.6 %、第三次産業が 30.6 %となっている（1997 年、社団法人日本ミャンマー友好協会資料）。

対日貿易（2007 年、「ミ」国政府公表）は、輸出額 155.2 百万ドル（主な品目は農水産品、林産物等）、輸入額 109.2 百万ドル（機械、電気機器等）であり、日本からの直接投資額は、212 百万ドル（1988～2007 年 1 月までの累計）となっている。

2. プロジェクトの背景、経緯及び概要

(1) 上位計画

国境地域少数民族開発省開発局（DDA）は、「全村落に最低 1 箇所の給水源を開発すること」を目標とする 10 ヶ年計画を策定し、2010 年 3 月に行政的に終了したが、成果は限定的であった。かかる状況から、水困窮度の高い村落を再度選定し、10 ヶ年計画を補完する「村落給水整備 5 ヶ年計画（以下、5 ヶ年計画）」（2011～2016 年）を策定した。5 ヶ年計画では 2016 年までに中央乾

乾燥地において 826 本の深井戸建設を目標としており、特に水困窮度や貧困度等から状況改善が急務と判断された 110 村落が最優先村落に選定されている。

(2) 現状と課題

「ミ」国の中央乾燥地における住民の生活用水は、主として雨水を水源とする溜池か浅井戸に頼っており、乾期には溜池や浅井戸が枯渇し、利用が不可能になることもしばしばある。その場合は、住民は村から数キロメートル以上離れた水源を利用しなければならず、住民の負担は大きい。2000～2001 年時点で給水源（溜池等も含む）を有する村落は、全 16,324 村落のうち、7,760 村落（47 %）に留まる。

このような状況を受け、「ミ」国政府は中央乾燥地における村落給水状況の改善を優先課題と位置付け、DDA は「全村落に最低 1 箇所の給水源を開発すること」を目標とする「中央乾燥地 3 管区における村落給水整備 10 ヶ年計画（以下、10 ヶ年計画）」（2000-2001 年から 2009-2010 年）を策定した。この 10 ヶ年計画の実施によって中央乾燥地における給水状況は、ある程度改善されたが、現在でも一水源を複数で利用している村落、または水質、水量が劣悪な村落が多数存在しているのが実情である。

また、現在 DDA は、9 台の車載型掘削機と 35 台の小型杭打ち機（Machine Drive Rig）を活用して地下水開発（深井戸建設）を行っているが、機材の故障や老朽化により掘削能力は著しく低下し、最も能力がある機種でも 180 m 程度の掘削が限界である。中央乾燥地では掘削深度が 180 m 以深と想定される村落が多数存在するため、DDA の所有掘削機では地下水開発が困難な状況にある。

他方、DDA は水源の増設による水量的水不足の解決に努める一方、安全な水の供給、すなわち水質の水不足の解決も推し進めており、水質検査ラボにおいて一極的に水質検査を実施している。しかしながら、マニュアル、機材・試薬台帳等が整備・管理されておらず、水質検査ラボの運営管理に必要な在庫管理や検査計画の策定が十分でない。また、水質検査担当者の不適切な機器操作や保守・管理不足から、検査値の再現性も低い。

(3) プロジェクトの目的

本プロジェクトは、中央乾燥地における深井戸建設にかかる資機材を調達し、DDA によって新規水源が開発されることで、「中央乾燥地において、通年利用可能な水が確保され、住民の生活環境が改善する」ことを目的とする。

(4) 関連調査

2004 年より 2006 年にかけて技術協力プロジェクト「中央乾燥地村落給水技術プロジェクト」が、実施機関である DDA 職員に対して、対象地域である中央乾燥地において実施された。同技術協力プロジェクトによって向上した掘削能力及び経験は、本無償資金協力プロジェクトに有効的に活用される。

3. 調査結果の概要とプロジェクトの内容

(1) 調査結果概要

前述の背景から独立行政法人国際協力機構は、2010年5月22日～同年7月24日、2010年12月8日～同年12月17日の間、協力準備調査団を「ミ」国に派遣した。同調査団は対象地域である中央乾燥地3管区において自然条件調査（現地踏査、水理地質、物理探査及び水質検査）及び社会状況調査を実施した。

現地調査及び国内解析の結果概要は、以下のとおりである。

1) 対象村落の絞り込み

前述のとおり、本プロジェクトは先方要請時点から年月が経過し実施された経緯があり、プロジェクトの前提条件は変化していた。したがって、DDAから要請された機材内容及びプロジェクト対象である110村落の妥当性について、自然条件及び社会条件から検討した。その結果、87村落に対する協力が妥当であると判断した。

表 1 プロジェクト対象村落

優先度	対象村落	推定掘削深度
優先度 1	65 村落	181 m 以深
優先度 2	1 村落	181 m 以深
優先度 3	20 村落	61～180 m
優先度 4	1 村落	61～180 m
合計	87 村落	—

2) 概略設計

本プロジェクトにおける概略設計は、コスト縮減に留意しつつ、「ミ」国 DDA 向けの機材調達案件として適正な規模、仕様を以下のとおり設定した。

- ① 要請された井戸掘削用機材及び井戸建設用資機材のうち、妥当性が確認された機材の調達を計画した。
- ② DDA が村落給水計画を推進するうえで必要と判断された水質検査用機材を計画した。
- ③ 調達予定機材の維持管理能力強化のための技術支援（ソフトコンポーネント）の実施を計画した。

(2) 内容・規模

1) 調達機材

本プロジェクトにおいて調達される資機材は、以下のとおりである。

表 2 調達機材一覧

区分	No.	費目	数量
A. 井戸掘削用機材	A-1	井戸掘削機	
	A-1-1	400 m 級車載型掘削機	1 台
	A-1-2	300 m 級車載型掘削機	1 台
	A-2	ベントナイト、CMC	1 式
	A-3	エアリフトポンピング及び揚水試験用機材	1 式
	A-4	エアコンプレッサー	1 台
	A-5	クレーン付きトラック	2 台
B. 井戸建設用資機材	B-1	ケーシング(87 井戸分)	
	B-1-1	ケーシング(4 インチ)	3,250 本
	B-1-2	ケーシング(10 インチ)	350 本
	B-2	スクリーン及びボトムプラグ(87 井戸分)	
	B-2-1	スクリーン	170 本
	B-2-2	ボトムプラグ	95 本
	B-3	水中モーターポンプセット及びディーゼル発電機セット(87 村落分)	
	B-3-1	タイプ I (揚程 300 m)	9 式
	B-3-2	タイプ II (揚程 250 m)	18 式
	B-3-3	タイプ III (揚程 200 m)	22 式
	B-3-4	タイプ IV (揚程 150 m)	31 式
	B-3-5	タイプ V (揚程 100 m)	7 式
C. 水質 検査用機材	C-1	分光光度計	1 台
	C-2	蒸留水製造装置	1 台

2) ソフトコンポーネント

本プロジェクトで実施されるソフトコンポーネントは、DDA 水質検査ラボを対象に「現在の水質検査体制の強化・高精度化」を目標に置き、以下の3点を成果として実施する。

- 成果 1： 水質検査技術の習得 (18 項目)
- 成果 2： 機器の操作法及び保守・管理法の確立
- 成果 3： 台帳、マニュアルの整備

4. プロジェクトの工期及び概略事業費

(1) プロジェクトの工期

本プロジェクトにおける実施工程は、以下のとおりである。

- ⑥ 環境社会配慮（EIA）において、本プロジェクトの実施における負の環境影響は生じない。
- ⑦ 我が国の無償資金協力の制度によって本プロジェクトを実施することは、特段の困難がない。

(2) 有効性

1) 定量的効果

本プロジェクトの実施により期待される定量的効果は、以下のとおりである。

表 4 本プロジェクト実施後の定量的効果

指標名	基準値(2010年)	目標値(2016年)
対象87村落のうち、安全で持続的に取水可能な給水源を有する村落	0村落(0人)	87村落(98,058人)
DDA 水質検査ラボが検査可能な水質検査項目	10項目(精度は高くない)	18項目

2) 定性的効果

本プロジェクトの実施により期待される定性的効果は、以下のとおりである。

- ① 水汲み労働（水汲み時間）の軽減
- ② 水因性疾患の減少
- ③ 児童就学率の向上
- ④ 家計支出の減少（経済の向上）

以上の内容より、本プロジェクトの妥当性は高く、また有効性が見込まれると判断される。

目次

序文	
要約	
目次	
位置図／写真	
図表リスト／略語集	
第1章 プロジェクトの背景・経緯	1-1
1-1 当該セクターの現状と課題	1-1
1-1-1 現状と課題	1-1
1-1-2 開発計画	1-1
1-1-3 社会経済状況	1-2
1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要	1-2
1-3 我が国の援助動向	1-2
1-3-1 「ミ」国に対する ODA の基本方針	1-2
1-3-2 関連案件	1-3
1-4 他ドナーの援助動向	1-3
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 実施体制	2-1
2-1-2 財政・予算	2-2
2-1-3 技術水準	2-3
2-1-4 既存施設・機材	2-5
2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状態	2-6
2-2-1 関連インフラの整備状況	2-6
2-2-2 自然条件	2-7
2-2-3 環境社会配慮	2-31
第3章 プロジェクトの内容	3-1
3-1 プロジェクトの概要	3-1
3-1-1 上位目標とプロジェクト目標	3-1
3-1-2 プロジェクトの概要	3-1
3-2 協力対象事業の概略設計	3-1
3-2-1 設計方針	3-1
3-2-2 基本計画（機材計画）	3-3
3-2-3 調達計画	3-28
3-3 相手国側負担事業の内容	3-35
3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画	3-36

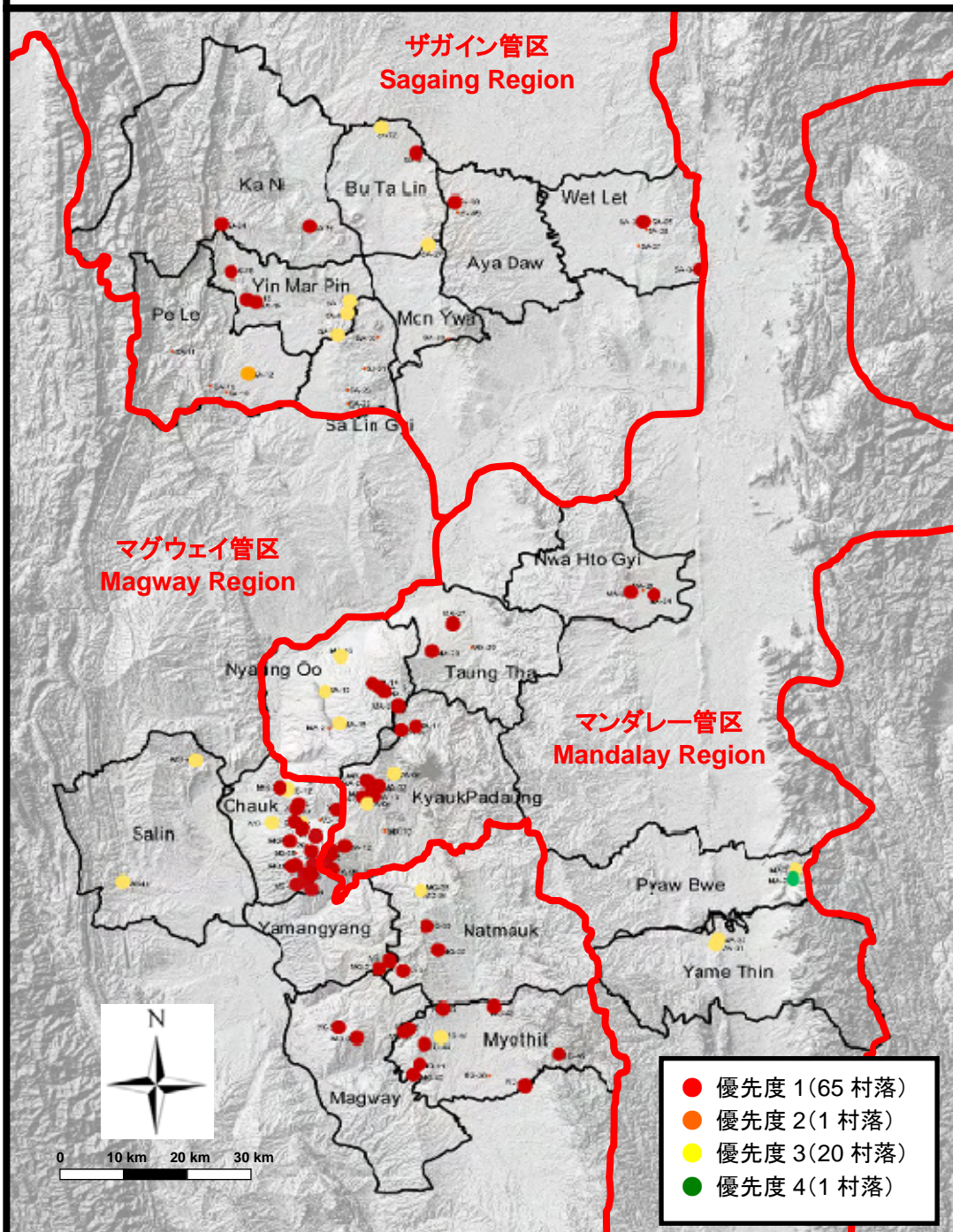
3-4-1	基本方針	3-36
3-4-2	運営・維持管理体制	3-36
3-5	プロジェクトの概略事業費	3-36
3-5-1	協力対象事業の概略事業費	3-36
3-5-2	運営・維持管理費	3-37
3-6	協力対象事業実施に当たっての留意事項.....	3-38
3-6-1	対象村落へのアクセス	3-38
3-6-2	スペアパーツの供給	3-38
第4章	プロジェクトの妥当性の検証	4-1
4-1	プロジェクトの前提条件	4-1
4-1-1	事業実施のための前提条件	4-1
4-1-2	プロジェクト全体計画達成のための前提条件・外部条件.....	4-1
4-2	プロジェクトの評価	4-2
4-2-1	妥当性	4-2
4-2-2	有効性	4-2

[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（M/D）
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



ミャンマー連邦
Union of Myanmar



ミャンマー連邦 中央乾燥地村落給水計画
調査対象地位置図

写 真



中央乾燥地の水利用状況 1
溜池の水を牛舎で運搬



中央乾燥地の水利用状況 2
家庭用の水瓶(溜池の濁った水)



中央乾燥地の水利用状況 3
時には灌漑用水も飲用として利用



中央乾燥地の給水施設
給水タンク(技術協力プロジェクトで建設)



DDA 所有機材 1
井戸掘削機



DDA 所有機材 2
水質検査機材

写 真



社会調査
対象村落における村落調査



水質検査
溜池からの採水



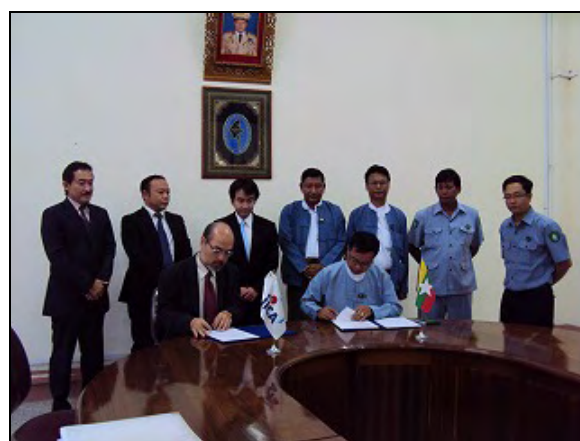
水理地質及び物理探査 1
地方事務所でのプレサーペイ



水理地質及び物理探査 2
対象村落における物理探査



M/D 協議(協力準備調査)
署名交換(2010年5月26日)



M/D 協議(準備調査報告書(案)説明調査)
署名交換(2010年12月14日)

図表リスト

図 2-1	国境地域少数民族開発省の組織図	2-1
図 2-2	DDA の組織図	2-1
図 2-3	調査地の陰影図と調査地点	2-8
図 2-4	調査地の地質断面模式図	2-9
図 2-5	調査地の地質図と調査地点	2-10
図 2-6	地下水位推定法模式断面図	2-15
図 2-7	既存井戸情報による地下水位分布例	2-15
図 2-8	調査地の電気伝導度と硬度の関係	2-16
図 2-9	各管区におけるタイプ毎の水源数及び枯渇水源数	2-18
図 2-10	飲用不可と判断された水源数の割合	2-20
図 2-11	濁度、色度、電気伝導度のヒストグラム	2-20
図 2-12	村落内の池の状況	2-21
図 2-13	水質検査試料のイオンバランス	2-23
図 2-14	溶存元素ならびに陰イオン含量	2-25
図 2-15	技プロの水源における溶存元素ならびに陰イオン含量	2-27
図 3-1	対象村落の優先度付けフロー	3-5
図 3-2	対象 110 村落の最終評価	3-9
図 3-3	ケーシングプログラム及び掘削計画	3-14
図 3-4	ドリルパイプとドリルカラー	3-16
図 3-5	エアリフトポンプ概念	3-21
表 1-1	我が国の年度別・援助形態別実績	1-3
表 1-2	我が国の援助実績（水資源開発分野）	1-3
表 1-3	他ドナーの援助動向（水資源開発分野）	1-4
表 2-1	3 管区における過去 10 年の全体予算実績	2-2
表 2-2	過去 10 年の給水プロジェクト（10 カ年計画）に対する予算実績	2-2
表 2-3	DDA による深井戸掘削の実績	2-3
表 2-4	新規掘削班編成	2-3
表 2-5	DDA 水質検査ラボの検査能力	2-4
表 2-6	DDA 所有機材（井戸掘削用機材）	2-5
表 2-7	DDA 所有機材（水質試験用機材）	2-6
表 2-8	地層と電気比抵抗の関係	2-11
表 2-9	掘削深度毎の予想本数	2-14
表 2-10	地層毎の掘進見込み長（108 井戸）	2-14
表 2-11	電気伝導度頻度分布	2-17
表 2-12	飲用可能と判断された水源の測定値	2-19

表 2-13	本邦に搬送した水質検査試料.....	2-22
表 2-14	技術協力プロジェクト時の水質検査結果.....	2-25
表 2-15	総支出における水関連支出の割合.....	2-29
表 2-16	新規給水施設に対する水価の支払い意思及び可能額.....	2-30
表 3-1	当初の先方要請内容.....	3-3
表 3-2	村落における水源の有無の評価.....	3-6
表 3-3	乾期における給水量の評価.....	3-6
表 3-4	水質の評価.....	3-6
表 3-5	地下水開発の可能性の評価.....	3-7
表 3-6	掘削深度の推定.....	3-8
表 3-7	対象 110 村落の最終評価.....	3-8
表 3-8	プロジェクト対象村落.....	3-10
表 3-9	調達機材一覧.....	3-11
表 3-10	DDA 所有井戸掘削機.....	3-12
表 3-11	地層毎の掘進見込み長 (87 井戸)	3-13
表 3-12	掘削深度の予察 (87 井戸)	3-13
表 3-13	400 m 級掘削機の概略仕様.....	3-15
表 3-14	300 m 級掘削機の概略仕様.....	3-15
表 3-15	ドリルカラーの概略仕様.....	3-16
表 3-16	300 m までの井戸掘削用ビット数.....	3-17
表 3-17	400 m までの井戸掘削用ビット数.....	3-17
表 3-18	400 m 級掘削機の泥水使用量.....	3-19
表 3-19	300 m 級掘削機の泥水使用量.....	3-19
表 3-20	動水位 (H) と浸水深 (Hs) の関係.....	3-21
表 3-21	サブマージェンス.....	3-22
表 3-22	エアコンプレッサーの概略仕様.....	3-22
表 3-23	クレーン付きトラックに積載する資機材.....	3-23
表 3-24	クレーン付きトラックの概略仕様.....	3-24
表 3-25	ケーシングの概略仕様と数量.....	3-24
表 3-26	スクリーン及びボトムプラグの概略仕様と数量.....	3-25
表 3-27	水中モーターポンプ調達の妥当性.....	3-25
表 3-28	水中モーターポンプ及び発電機セットの概略仕様と数量.....	3-26
表 3-29	分光光度計の概略仕様.....	3-27
表 3-30	蒸留水製造装置の概略仕様.....	3-28
表 3-31	調達のロット分け.....	3-29
表 3-32	機材調達・据付区分.....	3-31
表 3-33	コンサルタントの派遣内容.....	3-32
表 3-34	初期操作指導派遣期間.....	3-33
表 3-35	本プロジェクトの実施工程.....	3-34
表 3-36	運営・維持管理費.....	3-37

表 3-37	5カ年計画の予算に対する運営・維持管理費の割合	3-38
表 4-1	本プロジェクト実施後の定量的効果	4-2

略 語 集

略語	英語名	日本語名
API	American Petroleum Institute	米国石油協会
BHN	Basic Human Needs	ベーシック・ヒューマン・ニーズ
DDA	Department of Development Affairs	国境地域少数民族開発省開発局
DTH	Down The Hole Hammer	ダウン・ザ・ホール・ハンマー
E/N	Exchange of Notes	交換公文
G/A	Grant Agreement	贈与契約
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
IADC	International Association of Drilling Contractors	国際採掘請負業者協会
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
LLDC	Least among Less Developed Countries	後発開発途上国
MCDC	Mandaly City Development Committee	マンダレー市開発委員会
M/D	Minutes of Discussion	討議議事録
MDGs	Millennium Development Goals	ミレニアム開発目標
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission	シャトル立体地形データ
UNICEF	United Nations Children's Fund	国際連合児童基金
WHO	World Health Organization	世界保健機関
WMC	Water Management Committee	村落水管理組織
WMO	Water Management Organizations	村落水管理組織
WRUD	Water Resource Utilization Department	農業灌漑省水資源利用局
VPDC	Village Tract Peace and Development Councils	村落平和評議委員会
VWC	Village Water Committee	村落水委員会

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

ミャンマー連邦（以下、「ミ」国）における中央乾燥地（総面積 77,000 km²）は、マンダレー、マグウェイ、ザガインの3管区から構成され、93のタウンシップ、16,324の村落から構成される。人口は約1,970万人（「ミ」国総人口の33.7%）であり、人口密度は全国平均の約3倍にあたる。同地域の住民の生活用水は、主として雨水を水源とする溜池か浅井戸に頼っており、乾期には溜池や浅井戸が枯渇し、利用が不可能になることもしばしばある。その場合は、住民は村から数キロメートル以上離れた水源を利用しなければならず、住民の負担は大きい。2000～2001年時点で給水源（溜池等も含む）を有する村落は、全16,324村落のうち、7,760村落（47%）に留まる。

このような状況を受け、「ミ」国政府は中央乾燥地における村落給水状況の改善を優先課題と位置付け、国境地域少数民族開発省開発局（Department of Development Affairs：以下、DDA）は「全村落に最低1箇所の給水源を開発すること」を目標とする「中央乾燥地3管区における村落給水整備10ヵ年計画（以下、10ヵ年計画）」（2000-2001年から2009-2010年）を策定した。この10ヵ年計画の実施によって、中央乾燥地における給水状況はある程度改善されたが、現在でも一水源を複数の村落で利用している、または水質、水量が劣悪な村落が多数存在しているのが実情である。かかる状況から、DDAは中央乾燥地における水源開発の必要性・継続性を強く認識し、水困窮度の高い村落を再度選定し、10ヵ年計画を補完する「村落給水整備5ヵ年計画（以下、10ヵ年計画）」（2011-2012年から2015-2016年）を策定した。DDAは、5ヵ年計画の中で826本の深井戸を建設することを目標とし、特に水困窮度や貧困度等から状況改善が急務と判断された110村落を最優先村落に選定している。

また、現在DDAは、9台の車載型掘削機と35台の小型杭打ち機（Machine Drive Rig）を活用して地下水開発（深井戸建設）を行っているが、機材の故障や老朽化により掘削能力は著しく低下し、最も能力がある機種でも180m程度の掘削が限界である。中央乾燥地では掘削深度が180m以深と想定される村落が多数存在するため、DDAの所有掘削機では地下水開発が困難な状況にある。

他方、DDAは水源の増設による水量的水不足の解決に努める一方、安全な水の供給、すなわち水質的水不足の解決も推し進めており、水質検査ラボにおいて一極的に水質検査を実施している。しかしながら、マニュアル、機材・試薬台帳等が整備・管理されておらず、水質検査ラボの運営管理に必要な在庫管理や検査計画の策定が十分でない。また、検査用資機材及びトレーニングが不十分なため、水質基準28項目のうち10項目の検査範囲に留まっており、その検査値の再現性も低い。

1-1-2 開発計画

前述のとおり、DDAは、「全村落に最低1箇所の給水源を開発すること」を目標とする10ヵ年計画を策定し、2010年3月に行政的に終了したが、成果は限定的であった。かかる状況から、水困窮度の高い村落を再度選定し、10ヵ年計画を補完する5ヵ年計画を策定した。5ヵ年計画では

2016年までに中央乾燥地において826本の深井戸建設を目標としており、特に水困窮度や貧困度等から状況改善が急務と判断された110村落が最優先村落に選定されている。

1-1-3 社会経済状況

「ミ」国は、1987年に国連より後発開発途上国（LLDC）との認定を受け、翌年の1988年に国軍が全権掌握し、社会主義政策を放棄し軍事体制下（暫定）とした。その後、2008年5月に新憲法草案採択のための国民投票を実施し、92.4%の賛成票で（投票率99%）で新憲法が承認され、2010年11月7日に総選挙が実施された。

主要産業は、農林業である。国民一人当たりのGDPは219ドル（2006年、IMF推定）、経済成長率は5.0%（2005年、世界銀行資料）、物価上昇率は43.1%（2007年、「ミ」国政府公表）とされている。「ミ」国における経済構造（部門別GDP）は、第一次産業が58.8%、第二次産業が10.6%、第三次産業が30.6%となっている（1997年、社団法人日本ミャンマー友好協会資料）。

対日貿易（2007年、「ミ」国政府公表）は、輸出額155.2百万ドル（主な品目は農水産品、林産物等）、輸入額109.2百万ドル（機械、電気機器等）であり、日本からの直接投資額は、212百万ドル（1988～2007年1月までの累計）となっている。

1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

本無償資金協力は、10ヵ年計画の達成を支援することを目的として2008年に要請され、日本側は当時の情報に基づき検討を進めてきた。しかしながら、本準備調査が要請から約2年を経過して派遣されたため、10ヵ年計画は2010年3月に行政的に終了し、プロジェクトの前提条件が変化していた。一方、10ヵ年計画によって中央乾燥地における給水状況はある程度改善されていたが、限定的な成果であったため、DDAは10ヵ年計画を補完する「村落給水整備5ヵ年計画（以下、5ヵ年計画）」を新たに策定した。5ヵ年計画の中では、826村落の深井戸建設を計画しており、特に水困窮度や貧困度等から状況改善が急務と判断される110村落を最優先村落に選定されているが、前述のとおり、DDAの所有掘削機では地下水開発が困難な状況にある。

本無償資金協力は、この状況を打開すべく、5ヵ年計画における最優先村落である110村落に対して、地下水開発にかかる機材及び関連機材を調達し、さらに水質検査体制を強化することで、中央乾燥地において無水源村落を減少させることを目標としている。

1-3 我が国の援助動向

1-3-1 「ミ」国に対するODAの基本方針

我が国は、2003年5月30日にスー・チー女史がミャンマー政府当局に拘束されて以降の状況に鑑み、新規の経済協力案件については基本的に見合わせる措置をとっている。一方で、緊急性が高く人道的な案件、民主化・経済構造改革に資する人材育成のための案件等については、「ミ」国の政治情勢を注意深く見守りつつ、案件内容を慎重に吟味した上で順次実施している。

表 1-1 我が国の年度別・援助形態別実績

単位: 億円

年度	円借款	無償資金協力	技術協力
2002 年以前	4,029.72	1,736.37	258.91
2003 年	—	9.92	22.96
2004 年	—	9.09	20.41
2005 年	—	17.17	20.15
2006 年	—	13.54	21.11
2007 年	—	11.81	16.37
累計	4,029.72	1,797.90	359.91

1-3-2 関連案件

我が国がこれまでに「ミ」国において実施した水資源開発分野の案件は、以下のとおりである。

表 1-2 我が国の援助実績（水資源開発分野）

協力内容	実施年度	案件名	概要
技術協力 プロジェクト	2006～2009 年	中央乾燥地村落給水 技術プロジェクト	中央乾燥地において DDA 職員の井戸掘削技術能力、井戸修繕能力、維持管理能力の向上支援。井戸掘削指導用に掘削機 2 台を修繕。
無償資金協力	2000 年	シャン州国境地域 飲料水供給計画	シャン州 8 地域において 250 井戸の建設。
開発調査	2001～2003 年	マンダレー市セントラルド ライズーン給水計画調査	中央乾燥地において地下水開発計画マスタープランの策定。試掘用に掘削機 1 台を調達。
開発パートナー 事業	2000～2003 年	乾燥地域における 生活用水供給計画	バガン(マンダレー管区)において井戸掘削能力(地下水調査、掘削技術、給水施設維持管理、村落調査、水管理委員会支援等)の向上支援。

1-4 他ドナーの援助動向

1997 年から UNICEF が DDA に対して「給水及び保健衛生セクター」において支援を行っている。この中で UNICEF は、DDA が「浅井戸」と定義している 60 m (200 フィート) 以浅をメインに実施しており、掘削深度が深いとされる中央乾燥地においては、それほど実績がない。なお、DDA は、深層地下水開発が必要な中央乾燥地を本邦、浅層地下水開発を UNICEF とドナー区分しているため、中央乾燥地において UNICEF と本プロジェクトが重複することはない。

他方、ネピトーにある DDA 水質検査ラボは、WHO 及び UNICEF から分析機材や試薬の調達及び初期指導トレーニングに係る支援を受けている。しかしながら、十分な機材調達及びトレーニングが実施されておらず、水質基準 28 項目のうち、10 項目の検査範囲に留まっているのは前述のとおりである。中央乾燥地においては、特定非営利活動法人ブリッジ・エーシア・ジャパン (BAJ) も積極的に活動を行なっている。

表 1-3 他ドナーの援助動向（水資源開発分野）

単位:千 USドル

実施年度	機関名	案件名	金額	援助形態	概要
1994～2010年	UNDP	人類開発主導プログラム	98,060	無償	中央乾燥地、シャン地域及びデルタ地域において深井戸及び給水タンクの建設。
1997～2000年	UNICEF	飲料水供給プロジェクト	不明	無償	全国 17 郡において 5,362 給水システムの建設。
2001～2005年	UNICEF	地域焦点タウンシッププロジェクト	1,940	無償	全国 59 タウンシップにおいて 2,583 給水システムの建設。
2002～2011年	BAJ	飲料水供給プロジェクト	3,763	無償	中央乾燥地において 107 井戸の建設、281 箇所の修繕、543 村落の調査。
2003～2005年	WHO	都市部地方部ワークショップ	31	無償	中央乾燥地及びバゴ地域、エーヤーワーディー地域及びシャン地域において給水施設の建設及び水質ラボの拡充。
2006～2010年	UNICEF	給水衛生プロジェクト	不明	無償	全国において 1,043 給水システムの建設。

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 実施体制

本プロジェクトの主管官庁は、国境地域少数民族開発省であり、実施機関は同省開発局（DDA）である。本プロジェクトは、DDA内のエンジニア部が主体となって実施される。

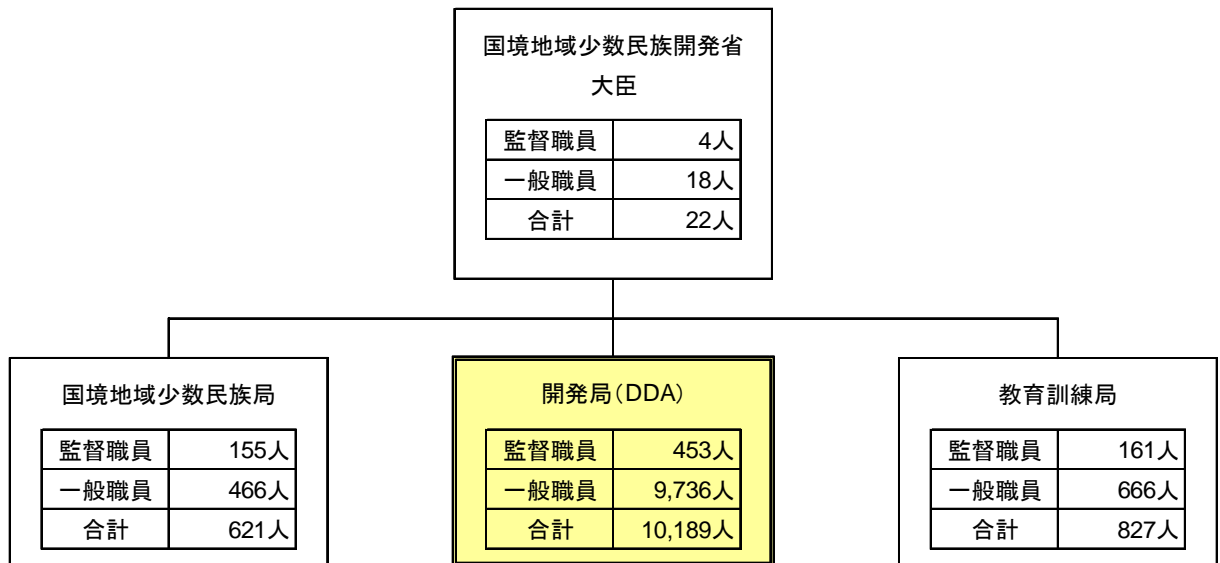


図 2-1 国境地域少数民族開発省の組織図

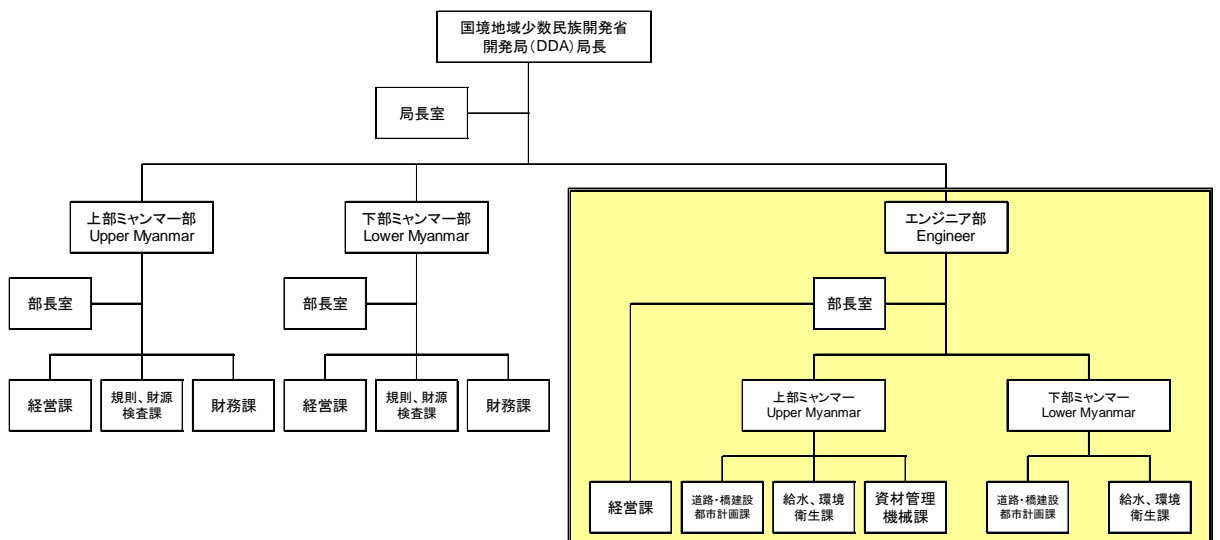


図 2-2 DDA の組織図

なお、以前、村落給水を担当していたのは、農業灌漑省水資源利用局（WRUD）であったが、1993年にDDAが発足したことにより、DDAが村落給水、WRUDが灌漑給水をそれぞれ担当する

ことになった。したがって、1993年以前に実施された物理探査、水質検査、井戸施工等の給水施設データはWRUDに帰属するため、DDAとの間で有益な情報共有が行われていない。

2-1-2 財政・予算

DDAは、Semi-Governmentという位置付けになっており、人件費は国境地域少数民族開発省から配分されているが、プロジェクト予算は地方政府(タウンシップ)の予算から捻出されている。3管区における過去10年の予算実績は、以下のとおりである。これまで年度予算から平均9.3%が給水プロジェクト(10ヵ年計画)に充当されている。

表 2-1 3管区における過去10年の全体予算実績

単位: 百万Kyat

年度	管区			計
	マンダレー	マグウェイ	ザガイン	
2000-2001	743.38	309.70	494.06	1,547.14
2001-2002	866.82	367.04	556.82	1,790.68
2002-2003	1,075.13	429.64	673.23	2,178.00
2003-2004	1,651.70	770.34	962.18	3,384.22
2004-2005	2,395.67	1,086.52	1,345.92	4,828.11
2005-2006	3,768.50	1,690.65	1,688.78	7,147.93
2006-2007	4,352.15	2,485.85	2,717.46	9,555.46
2007-2008	5,347.78	3,975.13	3,552.08	12,874.99
2008-2009	6,455.41	4,290.35	4,215.48	14,961.24
2009-2010	7,717.56	4,978.39	4,958.07	17,654.02
合計	34,374.10	20,383.61	21,164.08	75,921.79

表 2-2 過去10年の給水プロジェクト(10ヵ年計画)に対する予算実績

単位: 百万Kyat

年度	管区			計	全体予算に占める割合
	マンダレー	マグウェイ	ザガイン		
2000-2001	58.85	41.14	67.35	167.34	10.8%
2001-2002	91.51	38.12	51.66	181.29	10.1%
2002-2003	148.62	86.80	117.54	352.96	16.2%
2003-2004	221.47	86.05	111.30	418.82	12.4%
2004-2005	352.14	189.76	206.22	748.12	15.5%
2005-2006	336.39	167.39	147.77	651.55	9.1%
2006-2007	260.70	176.20	116.43	553.33	5.8%
2007-2008	229.74	180.13	164.98	574.85	4.5%
2008-2009	286.57	238.45	140.31	665.33	4.4%
2009-2010	349.24	207.86	148.63	705.73	4.0%
合計	2,335.23	1,411.90	1,272.19	5,019.32	—
				平均	9.3%

2-1-3 技術水準

(1) 井戸掘削

1) 実績及び現状

DDA は十分な掘削技術及び経験を有している。我が国が過去に実施したプロジェクトを通じて 9 台の車載型井戸掘削機を所有し、2002 年以降だけでも 414 本以上の深井戸を掘削している。また、2006～2009 年に実施した技術協力プロジェクト「中央乾燥地村落給水技術プロジェクト」を通じて、新規井戸掘削に必要な物理探査及び掘削技術に加え、井戸修繕や給水施設の維持管理に係る十分な技術を習得している。

表 2-3 DDA による深井戸掘削の実績

井戸掘削機 No.	掘削実施年度								計
	2002-03	2003-04	2004-05	2005-06	2006-07	2007-08	2008-09	2009-10	
001	—	—	—	—	7	7	6	6	26
002	7	6	8	7	6	6	7	5	52
003	9	8	7	7	9	8	10	6	64
004	9	7	8	7	8	—	—	—	39
005	—	—	—	—	8	5	6	6	25
006	4	5	5	6	6	7	6	5	44
007	10	12	12	10	12	10	11	6	83
008	10	12	12	10	12	10	10	5	81
009	データなし								—
計	49	50	52	47	68	53	56	39	414

2) 実施体制

DDA には大卒で、井戸掘削に係る十分な技術及び経験を有する職員が多く在籍している。DDA は、要請した井戸掘削機 2 台のために、既に適切な人員を確保し、8 名ずつの掘削班を編成している。この掘削班は、技術協力プロジェクトにおいて掘削指導研修を受講し、井戸掘削の作業内容や井戸掘削機の運転方法に精通した人員をメインに構成されている。

表 2-4 新規掘削班編成

新規掘削班 1			新規掘削班 2		
No.	身分	技プロ経験	No.	身分	技プロ経験
1	技術者(マグウェイ管区)	3 年	1	技術者(本部)	3 年
2	副技術者	3 年	2	副技術者	3 年
3	副技術者	3 年	3	掘削作業員主任	なし
4	副技術者	3 年	4	下級技術者	3 年
5	掘削作業員	3 年	5	掘削作業員	3 年
6	掘削作業員	3 年	6	掘削作業員	3 年
7	掘削作業員	3 年	7	掘削作業員	3 年
8	掘削作業員	なし	8	掘削作業員	なし

(2) 水質検査

1) 実績及び現状

現状における DDA 水質検査ラボの検査能力は、以下のとおりである。水質基準は、WHO 飲料水水質ガイドライン（以下、「WHO ガイドライン」）を基に、「ミ」国の水質の現状（重要項目と濃度）に即して関係省庁が設定した Proposed National Drinking Water Quality Standards（以下、「ミ」国水質基準）に基づいて実施されている。結果として、WHO ガイドライン値よりも緩やかに設定されている項目もあるが、この数値は疫学上の問題はない。

表 2-5 DDA 水質検査ラボの検査能力

項目分類	No.	測定項目	DDA水質基準値	WHOガイドライン値	単位	DDAの検査能力 ^{注)}		
細菌性	1	糞便性大腸菌群数	0	0	個 100 mL ⁻¹		△	
	2	大腸菌群数	10	0	個 100 mL ⁻¹		△	
物理性	3	色度	20	—	度			×
	4	味および臭気	異常でないこと	—	—		△	
	5	濁度	5	—	NTU	○		
化学性 (健康影響項目)	6	ヒ素	0.05	0.01	mg L ⁻¹	○		
	7	カドミウム	0.005	0.003	mg L ⁻¹			×
	8	クロム	0.05	0.05	mg L ⁻¹		△	
	9	銅	2.0	2	mg L ⁻¹		△	
	10	シアン	0.07	0.07	mg L ⁻¹			×
	11	フッ素	1.5	1.5	mg L ⁻¹	○		
	12	鉛	0.01	0.01	mg L ⁻¹			×
	13	水銀	0.001	0.001	mg L ⁻¹			×
	14	硝酸	50	50	mg L ⁻¹	○		
	15	セレン	0.01	0.01	mg L ⁻¹			×
化学性 (生活影響項目)	16	マンガン	0.3	0.4	mg L ⁻¹		△	
	17	アルミニウム	0.1	—	mg L ⁻¹		△	
	18	塩素	250	—	mg L ⁻¹	○		
	19	硬度	500	—	mg L ⁻¹	○		
	20	鉄	1	—	mg L ⁻¹	○		
	21	pH	6.5-8.5	—	—	○		
	22	ナトリウム	200	—	mg L ⁻¹			×
	23	硫酸	400	—	mg L ⁻¹		△	
	24	亜鉛	10	—	mg L ⁻¹		△	
	25	カルシウム	200	—	mg L ⁻¹		△	
	26	マグネシウム	150	—	mg L ⁻¹		△	
	27	電気伝導度	150	—	mS m ⁻¹	○		
	28	全溶存物質	1000	—	mg L ⁻¹	○		

注) WHO飲料水水質ガイドライン第3版(第1巻)に基づく
○: 現在, 常時検査を実施している項目群(10項目)
△: 分析機材はあるものの, 消耗品や職員の技術の不足により検査が困難な項目群(11項目)
×: 分析機材およびラボ内のインフラが整備されておらず, 職員の経験もないため検査が困難な項目群(7項目)

水質基準が定める 28 項目のうち、DDA 水質検査ラボにおいて常時検査を実施しているのは 10 項目に留まる（表中の○）。残る 18 項目は、検査に必要とされる分析機材やインフラが未整備であり、かつ、職員の経験も不足しているため検査ができていない。UNICEF から配布された機器操作マニュアルに従って検査を実施しているが、このマニュアルはあくまで操作説明を旨とするも

のであるため、様々な水質状態にある実試料の検査法は詳述していない。そのため、適切な前処理を実施しないまま、機器が示す数値のみを報告値としているため、常時検査をしている10項目についても、精度については大いに疑問の余地がある。

また、2009年においてDDAは268検体の水質検査を実施しており、例年6月から9月までが繁忙期である。この繁忙期以外は、ほぼ主担当者1名によって水質検査を実施している。

2) 実施体制

DDA ラボにおける水質検査は現在2名体制で実施されている。主たる担当者はDDAにおいて勤続年数3年でSub Staff Officerの職階にある。マンダレー大学大学院で工業化学の修士号を取得しているものの、在学中から現在に至るまで化学分析の研修を受けた経験はない。もう1名の職員はアシスタントを務めており、勤続年数5年、マンダレー大学の化学科を卒業しているが、主担当者と同様に化学分析の履修経験はない。この2名は、水質検査に特化して配属されているため、将来転属する可能性はない。

2-1-4 既存施設・機材

(1) 井戸掘削用機材

DDAが所有する井戸掘削用機材は、以下のとおりである。9台所有している井戸掘削機は、過去に日本より供与されたものであり、現在7台が稼働している。

表 2-6 DDA 所有機材（井戸掘削用機材）

機材名	型番／仕様	数量	現状
車載型井戸掘削機(001)	TOP-300	1台	稼働中
車載型井戸掘削機(002)	TOP-300	1台	稼働中
車載型井戸掘削機(003)	TOP-300	1台	稼働中
車載型井戸掘削機(004)	TOP-300	1台	故障
車載型井戸掘削機(005)	TOP-300	1台	稼働中
車載型井戸掘削機(006)	TRD-300	1台	稼働中
車載型井戸掘削機(007)	TOP-300	1台	稼働中
車載型井戸掘削機(008)	TOP-300	1台	稼働中
車載型井戸掘削機(009)	TOP-500	1台	故障
エアコンプレッサー	900 CFM	1台	稼働中
エアコンプレッサー	750 CFM	2台	稼働中
エアコンプレッサー	500 CFM	2台	稼働中
エアコンプレッサー	310 CFM	3台	稼働中
クレーン付トラック	3トン吊	3台	稼働中
クレーン付トラック	6トン吊	2台	稼働中
ダンプトラック	—	1台	稼働中
給水車	—	2台	故障

井戸掘削機の大半が、10年以上の使用年数であり、中には20年以上使用しているものもある。適宜 DDA により修繕されているものの機械の心臓部であるエンジン、油圧システムについては、経年劣化による能力低下が著しく、現状では 180 m 程度の掘削能力しかないことが想定される。プロジェクト対象である中央乾燥地においては、181 m 以深の井戸掘削が想定されるため、現用の井戸掘削機で掘削することは不可能である。DDA が 5 ヶ年計画を推進するためには、181 m 以上の掘削能力を有する機材を調達すること必要である。

(2) 給水施設建設用資機材

ポンプ、発電機や揚水管等の給水施設建設用資機材は、ヤンゴンの DDA ワークショップに保管されている。しかしながら、老朽化や錆が目立ち、また新しい資機材であっても他ドナーによる使用が決まっているため、本プロジェクトで使用できる資機材はないのが現状である。

(3) 水質試験用機材

DDA 水質検査ラボが所有する水質検査用機材は、以下のとおりである。

表 2-7 DDA 所有機材（水質試験用機材）

機材名	仕様	数量	現状
pH 計	卓上据置型、標準タイプ	1 台	老朽化
EC 計	卓上据置型、標準タイプ	1 台	老朽化
分光光度計	標準タイプ／簡易タイプ(低再現性)	2 台	老朽化
携帯型大腸菌検査キット	簡易タイプ	1 台	—
多項目水質検査計	pH、EC、全溶存物質、塩分濃度(低精度)	1 式	老朽化
簡易型砒素濃度測定器	簡易タイプ(低精度)	1 台	良好
冷凍冷蔵庫	—	1 台	良好
化学天秤	0.1～3.0 kg 秤量用	1 台	良好
加熱式攪拌機	試薬溶解用	1 台	—
電気乾熱機	5～200 °C程度の低温乾燥	1 台	老朽化

DDA 所有の水質検査用機材は、全て WHO または UNICEF より供与されたものである。全て稼働中であるが、全機材の精度や再現性等が低く、飲料水検査の実用性には欠ける。したがって、安全な水の供給を目的とする 5 ヶ年計画を推進するためには、確実に水質検査を実施できる体制を早急に整備する必要がある。

2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

(1) 道路

DDA 本部がある首都ネピトーと、DDA 保管庫があるヤンゴンをつ結ぶ 350 km の幹線道路はアスファルト舗装されている。また、ネピトーと DDA 中央ワークショップがあるニャンウー（マンダ

レー管区) を結ぶ 300 km の幹線道路も舗装されており、DDA の主要施設を結ぶ道路に問題はない。現在、ヤンゴンとマンダレー管区を結ぶ道路が建設中であり、数年以内に完成予定である。当該道路が完成すれば、ヤンゴンからニャンウーへ直接移動可能となり、移動距離及び時間が大幅に縮減されるため、資機材の輸送が容易になる。

一方、プロジェクト対象となっている村落へのアクセス道路は、未舗装の部分が多い。雨期には流水により破損または消失してしまう道路もあり、通行不可能となる場合もある。

(2) 電力

地方部の電化は遅れているが、近年幹線道路を中心に給電が進められている。しかしながら、常時、安定供給できるだけの電力は確保されておらず、不安定な状況は現在も続いている。

一方、首都ネピトーやヤンゴン等の都市部では、雨期において落雷等による停電はあるが、地方部ほど不安定な電力状況ではない。

(3) 通信

都市部及び地方部ともに固定電話による通信は安定している。携帯電話も普及しているが、端末そのものの価格が極めて高いため、他の東南アジア諸国と比べても普及は遅れている。また、その通話範囲や回線容量も限定的であるため、改善が推し進められている。また、インターネット通信も普及しているが、地方部ではダイヤルアップ接続が主流であり、未だ不安定な状況にある。

2-2-2 自然条件

2-2-2-1 気象

「ミ」国の乾期は 12~4 月、前雨期は 5 月下旬~6 月上旬、後雨期は 8 月中旬~9 月下旬であり、降雨の 90 % が 5~10 月に集中している。1998 年から過去 12 年間におけるマンダレー管区 (ニャンウー) の年間平均降水量は、575.5 mm である。12~2 月には最低気温が 15 °C 以下となり、3~5 月には最高気温が 35 °C を超える。年間平均湿度は 63 % で、最も暑い 3~4 月 (乾期) は 42 % となり、9 月 (雨期) は 80 % になる。

2-2-2-2 地勢

「ミ」国は、北緯 10 度から 28 度の間に位置し、面積は約 680,000 km² (日本の約 1.8 倍)、南北に伸びる長い国土が特徴である。陸地では中国、タイ、ラオス、インド、バングラデシュと国境を接し、境界線の総延長距離は約 4,600 km に達する。海側はマルタバン湾、ベンガル湾、インド洋と面しており、海岸線の全長は約 2,000 km である。

プロジェクト対象地域である中央乾燥地は、内陸部の中央を占め、面積は 77,000 km² を有し、行政区域はマンダレー、マグウェイ、ザガインの 3 管区にまたがる。93 のタウンシップ、16,324 の村落に「ミ」国総人口の 33.7 % にあたる約 1,970 万人が居住しており、人口密度は全国平均の約 3 倍にのぼる。中央乾燥地の平均標高は、350~380 m で比較的なだらかにイラワジ川に向って

傾斜している。

2-2-2-3 地形・地質

中央乾燥地は、広大な盆地状平坦地で「内陸部第三紀盆地」とも呼ばれ、「ミ」国のほぼ中央部に位置し、北緯 23 度から 19 度、東経 94 度から 96 度 30 分の範囲にある。西側をアラカンヨマ山脈・チン丘陵地などの褶曲山塊に、東側をそれより古い地層で構成されるシャン高原に挟まれており、中央の平地部を、イラワジ川が北から南に貫流している。当該地域は、ヒマラヤ造山運動の影響を強く受け、第三紀中新世以前の地層は著しく褶曲（北北西—南南東方向の褶曲軸）している他、ヒマラヤ東部に特徴的な東西方向優勢の「縫い目様」断層の線状構造が密集している。南北方向の大断層（中央部の中央火山列断層・東部のザガイン断層等）も特徴的である。SRTM（Shuttle Radar Topography Mission）データを元に描いた陰影図に、調査対象タウンシップ境界と村落位置をプロットしたものが下図である。調査地が左右（東西）に存在する高地に挟まれた比較的平坦な地域であること、地質構造が縦（南北）に走っている特徴がよく分かる。

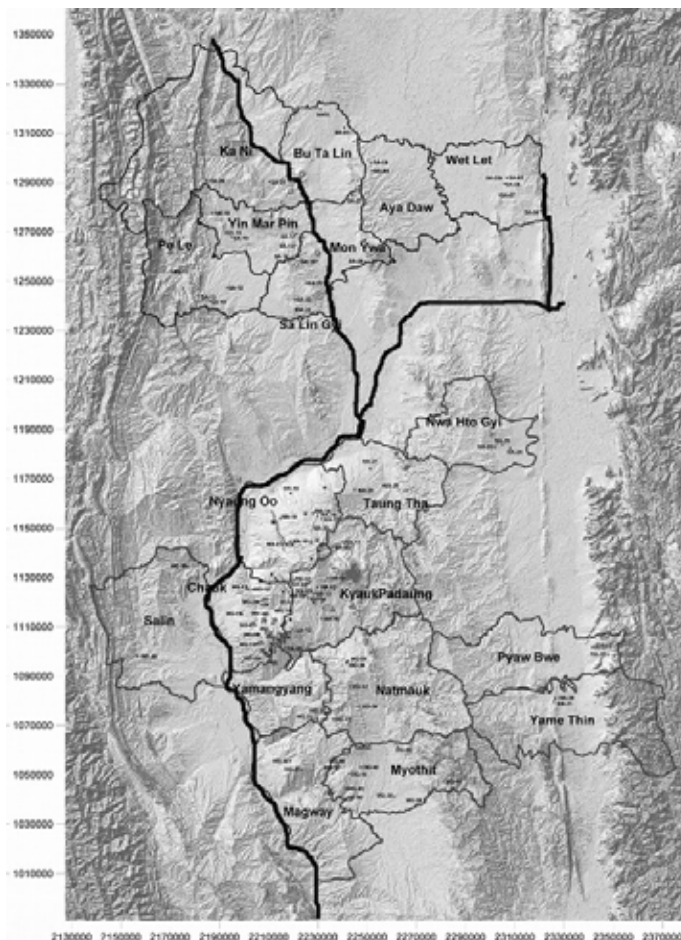


図 2-3 調査地の陰影図と調査地点

激しい褶曲・断層運動が緩やかなものになった頃（新第三紀中新世後期）から、褶曲の谷間を埋める形でイラワジ層の堆積が始まった。イラワジ層は地層の隆起あるいは海退によって下位の地層が海面上に姿を現す時期にあたっていたため、堆積の初期は海底で行われ、間もなく陸生

堆積に移行した。調査対象地域は、この盆地の中に位置し、北緯 22 度 40 分から 20 度、東経 94 度 30 分から 96 度 15 分の範囲内にある。模式的に表現した北緯 22 度付近（ニャンウーの数キロ南側）の東西方向断面は、以下のとおりである。

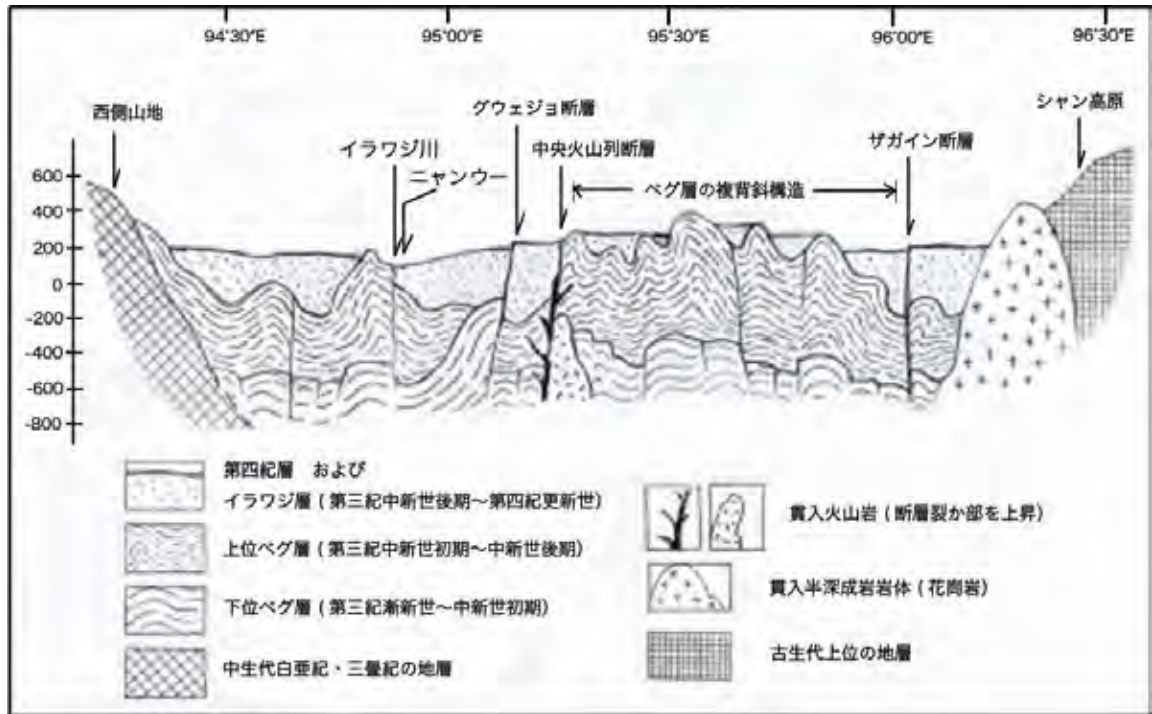


図 2-4 調査地の地質断面模式図

また、調査対象地域内に分布する地質は、地下水開発に係る地表から 700～800 m 以内に限ると、以下の 5 種である。

- ① 第四紀の洪積／沖積地
- ② 新第三紀鮮新世～第四紀前半のイラワジ層
- ③ 古第三紀漸新世～新第三紀中新世の海成堆積岩のペグ層（激しい褶曲と断層構造を持つ）
- ④ 中央火山列と称せられる構造線上に配列された噴出火成岩類（活動時期は主に新第三紀）
- ⑤ 貫入岩体（新第三紀に貫入した火成岩）

これらのうち、深井戸掘削と直接かかわりのある地層は②と③であり、②が大半を占める。③は、ペグ層の背斜軸部が地表に出ている部分と浅所に潜在する部分に関与する。地表での分布は②が 70 % 以上、③が 30 % 程度であるが、対象 110 村落においては、イラワジ層での掘削が 80 % 強、ペグ層での掘削が潜在ペグ層も含めて 20 % 弱と推定される。④と⑤については、限られた地域に分布が見られ、その周囲に何らかの影響を与えるに留まる。

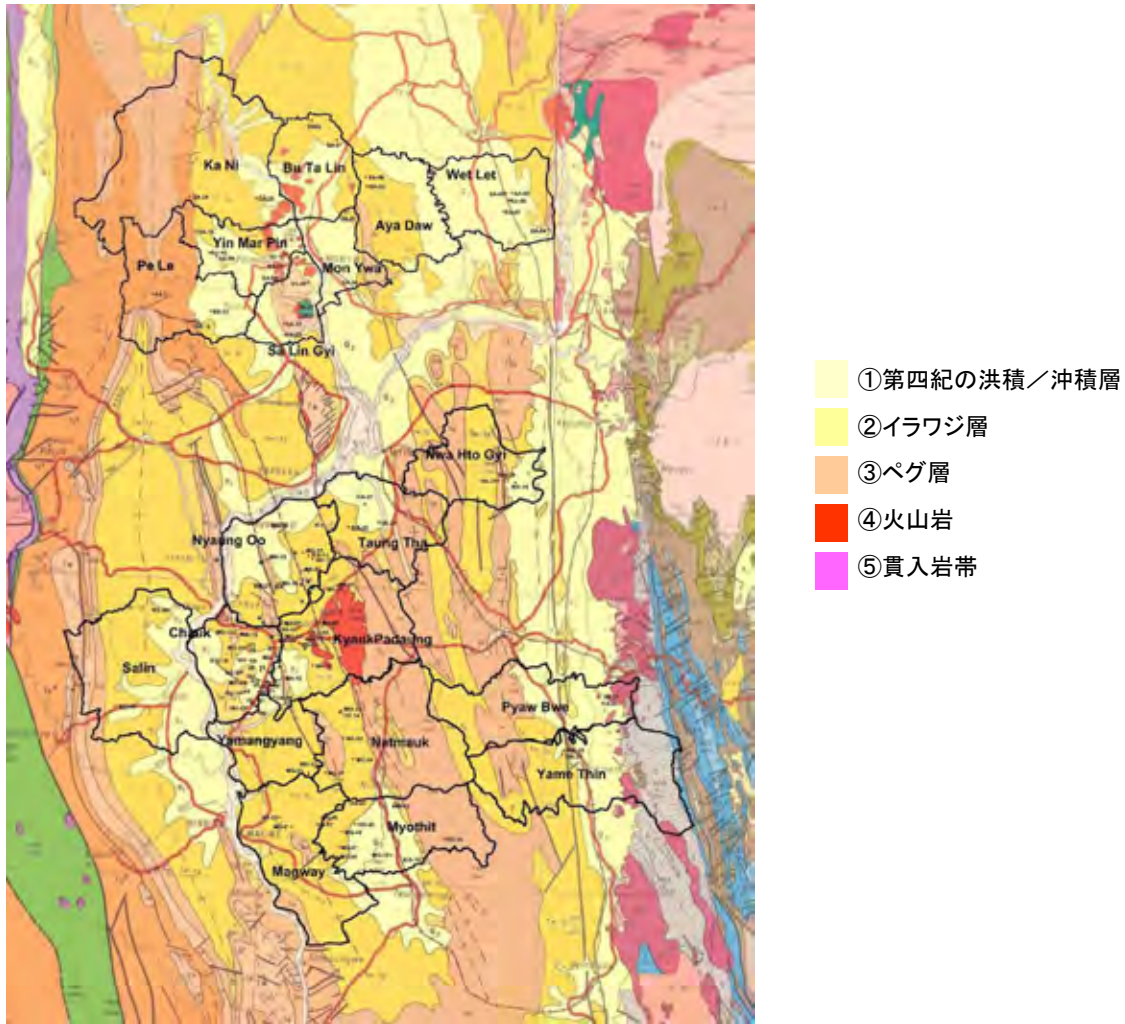


図 2-5 調査地の地質図と調査地点

2-2-2-4 水理地質（調査結果）

(1) 調査の目的

本調査は、対象 110 村落において、井戸の掘削深度を決定し、必要資機材の機種・規格・数量を定めることを目的とし、プレサーベイ（事前資料収集及び現地調査）、電気探査及び総合解析を実施した。

(2) 調査方法

1) プレサーベイ

プレサーベイでは、DDA 本部では入手できなかったタウンシップに保管されているデータの入手及び対象地域の地質概況等の把握を目的として実施した。プロジェクト対象となっている全ての DDA タウンシップ事務所（マンドレー管区：6 事務所、マグウェイ管区：6 事務所、ザガイン管区：8 事務所）を訪問し、既存井戸情報・既往電気探査データを収集し、各タウンシップの 2～5 候補村落を訪問して、村長他、村の役員らとの討論を通じて、当該村落と近隣村落における水源利用状況や深井戸情報（深度、揚水量、井戸内水位、水質等）の聞き取りを実施した。その

際に電気探査の目的深度と測線等、仕様の決定を行う一方、現地地形地質概況を観察しその概要把握に努めた。

2) 電気探査

物理探査は、地下水開発調査で最もポピュラーな電気比抵抗垂直探査法（以下、電気探査）を採用した。また、対象地域の地下水位が全般に深い（100～300 m）とされるため、垂直探査法でも深部探査が容易なシュランベルジャー法の電極配置を採用した。今回の調査では以下に示すような目安で地質区分を行った。

表 2-8 地層と電気比抵抗の関係

地層	電気比抵抗値(Ω-m)	帯水層としての良否
未固結層:比抵抗値は粒度に呼応し、比抵抗値の大きいものほど帯水層の評価が高い		
粘土	1～5	不可(不透水～難透水性)
シルト	5～15	不可または不良(難透水性)
細砂	15～30	やや良好～良好
中～粗砂	30～90	ごく良好
砂礫	80～200	ごく良好
岩盤:生成の時代(若いものほど低比抵抗)、裂かの多寡(多いものほど低比抵抗)によって比抵抗値が大きく異なるため、帯水層評価には注意を要する		
泥岩・頁岩等	10～50	不可または不良
砂岩・石灰岩等	100～200	やや良好
火山岩(噴出岩)	150～400	所により良好
変成岩類	500～2,000 以上	概して不良、所によりやや不良

また、対象 110 村落のうち、プリサーベイの結果から、深井戸による生活用水確保が殆ど不可能であり、かつ、浅井戸での取水が対応可能な 2 村落については、電気探査は不要と判断して調査対象村落から除外した。また、利用可能な既往の電気探査データを入手できた 7 村落についても、調査対象村落から除外し、入手データを活用して解析を実施した。したがって、電気探査は 101 村落において実施された。

3) 総合解析

電気探査結果の一次解析において、解析ソフトから得た結果が地質状況を反映していないケースも見られるため、調査団はカーブマッチング法を用いたマニュアル解析を同時に行い、両者を比較しながら解釈を行った。井戸深度の決定には、電気探査の一次解析（電気比抵抗層を地表からの深度に応じて区分）の結果に、地表踏査及び既往地質調査資料参照結果を照らし合わせて、各比抵抗層の地質を同定し、良好帯水層となり得る地層の深度を決めた。しかしながら、この帯水層となり得る層が、自然水位よりも高いところにある場合には水は出ない。そこで、さらにプレサーベイによって入手した既存井戸の自然地下水位（井戸内の静水位も含む）、水質情報、地形情報や既存の水理地質資料等を照会し、その地層が自然水位よりも深い場所に位置するか否かを判定した。この際、NASA の SRTM データから作成した地形図及び既存の地質図も活用した。対

象地域には高塩分を含む地下水が存在する地域が含まれており、そのような場所では塩分の影響を受けて、比抵抗が本来の地質・岩質が示すべき値よりかなり低めに出ていた。したがって、高塩分を含む地下水が存在すると想定されるペグ層が露出または地下に存在すると考えられる調査地点では、その影響を加味して注意深く岩質区分を行った。

(3) 調査結果

対象村落の総合解析結果は、参考資料に整理した。この解析結果は、プレサーベイで得た井戸情報並びに地形地質概観、その他入手した資料の分析結果、電気探査結果を水理地質の観点からの解釈を加えて総合的に解析し、掘削すべき井戸の掘削深度決定・掘削土質と岩質（硬軟）の区別と数量算定を行ったものである。井戸掘削にかかる機材の選定及び資材の数量を確定するために、自然条件として以下の情報が必要となる。

- 1) 井戸の掘削深度
- 2) 井戸を掘削するサイトの地盤の性質
- 3) 地下水位

これらの情報は、良好な帯水層の深度を知り、必要な深度まで掘削し、十分な水量を汲む、できれば良好な水質を得ることを目的として利用するためのものである。それぞれについて、解釈の方法と結果については、以下のとおりである。

1) 井戸の掘削深度

井戸深度の決定は、電気探査の一次解析（電気比抵抗層を地表からの深度に応じて区分）の結果に、地表踏査と既往地質調査資料を照らし合わせて各比抵抗層の地質を同定し、良好帯水層となり得る地層の深度を決めた。さらに、プレサーベイを通じて入手した既存井戸の自然地下水位（井戸内の静水位も含む）、水質情報、地形情報や既存の水理地質資料、文献等を照らし合わせた（参考文献：An Assessment of the Hydrogeology and Geology in the Dry Zone, Central Burma (1986) / Dr. L.W. Drury）。

当該調査地域の地下水開発は、未固結～半固結層であるイラワジ層中で行うもの（84%）と、岩盤であるペグ層中で行われるもの（16%）に大別される。電気探査で深度毎に区分された比抵抗値の解釈が未固結層と岩盤部では異なるため、それぞれについて、以下のように井戸深度を決定した。

未固結層における井戸深度の決定

未固結層においては、比抵抗値の高いものほど帯水層の有望度が高いものとみなし、地下水位以下にある高比抵抗値の地層まで掘り下げることとした。

地下水位以下にある帯水層が比抵抗値 30 Ω-m 以上（殆ど砂質）の有望帯水層である場合は、その層の上面から 20～30 m を加えた掘削深度とした（水位降下 5～15 m、スクリーンと砂溜め管 10 m、孔底の堀層沈積 1～3 m 等を見込む）。

しかしながら、帯水層となるべき地層の比抵抗値が 15 Ω-m 以下という小さな値（シルト層中

に細砂の薄層がわずかに含まれるか殆どなく、通常は難透水性の地層に分類されるもの) の場合は、井戸内水位降下を 20 m 以上見なければならぬことと、より多いスクリーンの区間長 (3~4 本のスクリーンを必要とし、かつ、シルト質層に挟まれる砂の薄層部分に合わせて飛び飛びに設置される) を見なければならぬこと等により、地下水位の下 80~100 m を加えたものを決定井戸深度とした。

岩盤層における井戸深度の決定

岩盤部 (ペグ層の掘削) の場合は、裂か集中帯が層状構造をとっていないために電気探査での識別が困難なため、ペグ層が砂岩・頁岩の互層状であるとの観点から、地下水位以下にある砂岩部優勢と思われる比較的比抵抗値の高い部分を帯水層と見なした。

ただし、当該地域のペグ層は塩分濃度の高い地下水を包含する特徴があるため、高比抵抗値を示すはずの地層が押し並べて深部まで、粘土層・シルト層に匹敵するほどの極めて低比抵抗値を示した。したがって、砂岩・頁岩の区別は、相対的な比抵抗の高低から類推せざるを得ず、解析精度は極めて低い。通常でも電気探査による比抵抗区分深度に 5 % 程度の誤差が避けられないものであるが、岩盤部においてはその誤差がさらに大きいと考えなければならない。そのため岩盤部では、電気探査結果で示された帯水層らしい深度に 50 m を加算した掘削深度を見込んだ。この 50 m を掘り進むうちに裂かの多い部分に遭遇することの期待も込められている。また、水質が良好な層が含まれることも期待されている。深部まで低比抵抗値を示すからと言って、深部の地下水も塩分濃度が高いものであることを示唆しているとは限らず、場合によっては良好水質の裂か水にあたることもあり得る。電気探査の深部における比抵抗値の解は、地表部からの累積であることと、電流が抵抗値の小さい部分を選別的により多く流れることもあって、深部に高比抵抗層が存在してもその影響が小さめに出る。したがって、電気探査では、浅所に低比抵抗の地下水 (電解質が多く含まれる地下水) が存在する場合は、その影響で全体的な低比抵抗値となって表れることが推定されるのみで、深部の状況はわからない。深部の帯水層の水質は難しく、掘ってみなければわからないということになる。岩盤部においては、よほどの裂か水に遭遇しない限り、水量が少なく揚水時の水位低下も大きいと考えられるため、掘削深度はその分を更に加えて推定帯水層上面より 70 m の深さとした。予想帯水層厚さが 70 m に満たない場合は、帯水層となり得る地層の下限までとした。

以上を集計した結果は、以下のとおりである。300 m 以深の 23 井戸のうち 15 井戸はマグウェイ管区であり、さらにそのうちの 13 本が同管区 Chauk タウンシップに集中していることから、この地域の地下水開発が難しいことが伺える。

表 2-9 掘削深度毎の予想本数

深度階(m)	管区			計
	マンダレー	マグウェイ	ザガイン	
400	0	2	0	2
350~399	1	4	1	6
300~349	2	9	4	15
250~299	7	14	5	26
200~249	11	13	5	29
150~199	9	6	8	23
100~149	1	4	2	7
合計	31	52	25	108

2) 井戸を掘削するサイトの地盤の性質

地盤の地質分類は、未固結層においては電気比抵抗値区分で行い、岩盤部はほぼ一様に軟岩 30 %、中硬岩 70 %とした。通常、第三紀堆積層は中硬岩に分類されるが、上位層ほど固結度が低いことに加えて、褶曲により破碎質となっている部分もあると考えられ、一部は軟岩に区分出来る得るとの判断である。108 井戸における掘進見込み総延長 25,390 mのうち、地層毎の掘削は、未固結層の掘削区間が 21,415 m、岩盤掘削区間延長が 3,975 mである。

表 2-10 地層毎の掘進見込み長 (108 井戸)

地層種別		比率 (%)		掘進延長(m)	
イラワジ層 未固結~半固結層	粘土/シルト質土	30.9	84.3	7,845	21,415
	砂質土	53.4		13,570	
ペグ層 岩盤	軟岩	4.7	15.7	1,190	3,975
	中硬岩	11.0		2,785	
合計		—	100.0	—	25,390

3) 地下水位

地下水位については、未固結層においても岩盤部においても電気探査で探知することは殆ど不可能であるため、プレサーバイ期間中とその後に収集した井戸情報や、プレサーバイで村落を訪問した際、当該村落内あるいは近隣の既存井戸情報を聴取して、それらから類推した。既存井戸から遠く隔たった地点は、その地点を挟んだ最寄りの水位既知 2 点を含む断面図を描くことによって近似させた。

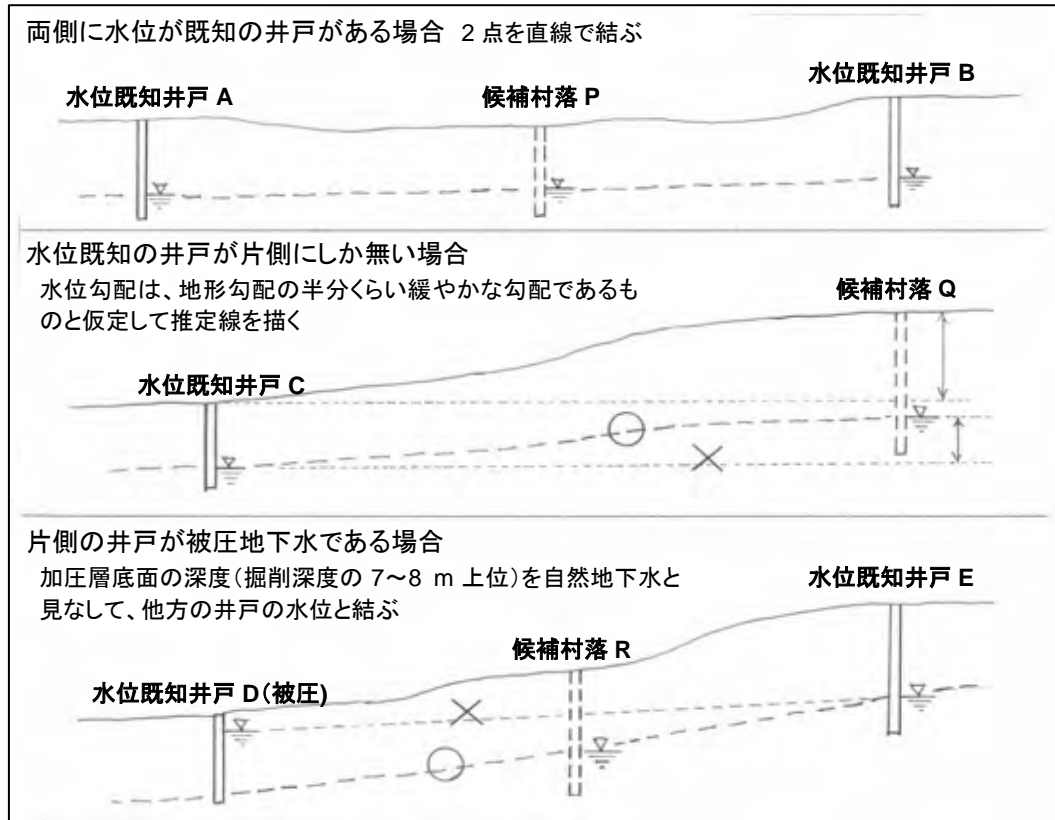


図 2-6 地下水水位推定法模式断面図

水位が 200 m を超えるような地域は、イラワジ層の下位部の地下水で、海成の地層であることから連続性に富み、数キロ離れた地点であってもほぼ似たような水位であると考えられる。これに反し、水位が -100 m 程度以浅であれば、上部イラワジ層（陸成層）であって、地層に連続性が乏しいため、近隣井戸情報を参考にした水位決定は精度が落ちる。また、既存井戸が被圧地下水であれば、井戸内水位は水位が上昇した結果であるため井戸深度を決定するための参考にならない。自然地下水位は掘削した井戸深度より 7~8 m 程度上位にあるものと考えなければならない。

井戸掘削後に得られる水位については、被圧水の場合は圧力が開放されることにより自然水位よりも上昇するはずであるが、その推定を物理探査結果から行うのは不可能である。被圧地下水が多く、比較的既存データの密度が高い Chauk タウンシップで、静水位分布を描いた結果が下図である。

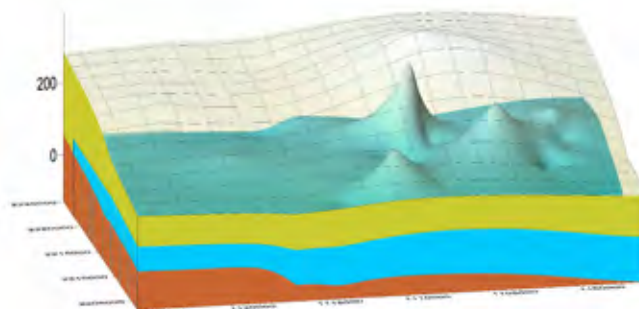


図 2-7 既存井戸情報による地下水水位分布例

メッシュで表されているのが地表地形、水色で示されているのが静水位であるが、連続性が乏しく変化が急であるため、被圧水の水位を既存データの外挿または内挿で類推することが難しいことが示された。したがって、本調査では、被圧されている可能性がある井戸についても圧力解放後の水位上昇については加味していない。しかしながら、集計表の備考欄には、同じ村落内に井戸が存在する場合、参考情報として既存井戸の静水位を記入した。

4) 地質から見た地下水水質

ここまで述べてきたとおり、ペグ層が胚胎している地下水は塩分が高いことで知られている。ペグ層が表面まで出ている場所やごく浅い部分からペグ層の影響を受けている地域では確かに塩分濃度が高く、塩素イオン濃度として 1,000 mg/L を越えるものもある。人間の味覚では、塩素イオンとして 200~300 mg/L 含まれていると味を感じると言われている。ペグ層の水はミャンマーの水質基準 400 mg/L と比べても超過しており、飲用には適さないと考えられる。一方、イラワジ層内の地下水でも「しょっぱい」という声が村民からよく聞かれた。そのため、どのような水質であるかを知るために地下水水質調査を実施した。サンプルは、水理地質専門家が現地調査の際に採取し、その数は 35 検体である。これらは社会調査で採られたサンプルと一緒に分析を委託した。一方、社会調査の水源調査として既存井戸のサンプルが 73 検体分析され、合わせると全部で 108 検体の地下水試料の分析結果が得られた。

地下水水質分析結果を見ると、「しょっぱい」と言われるところが必ずしもすべて塩分濃度が高い訳ではなく、水に味を与える溶存成分が多いことを「しょっぱい」と形容しているケースも多いことがわかった。

一般に深度が深い地下水は更新にかかる時間も長いと考えられ、溶存物が多くなる傾向がある。全溶存成分量の指標となる電気伝導度を見てみると、今回分析した地下水の試料 108 検体のうち 89 検体 (82%) は電気伝導度が 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以上で、1,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ を越えるものも 48 検体あった。日本の水道水 (ほとんどが軟水) が 100~300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 程度であることを考えるとかなり濃いと言える。このように「濃い」試料が多いにもかかわらず、塩素イオン濃度が水質基準 400 mg/L を越える試料は 11 検体に過ぎなかった。

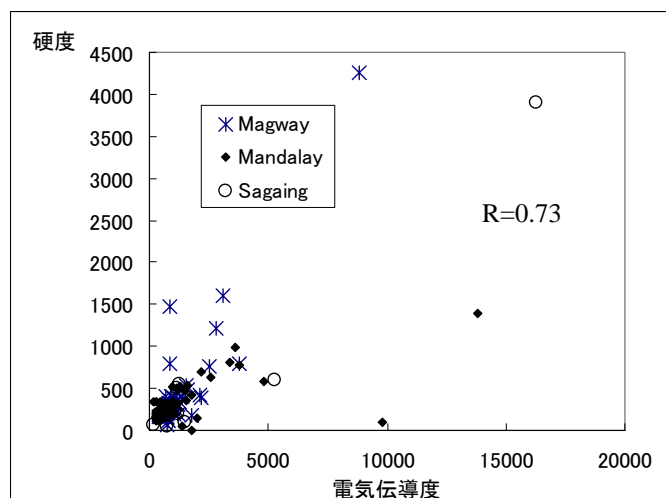


図 2-8 調査地の電気伝導度と硬度の関係

表 2-11 電気伝導度頻度分布

電気伝導度範囲	村落数
<500	19
500~1,000	41
1,000~5,000	43
5,000<	5
計	108

溶存物質の構成は、硬度や塩素イオン、硫酸イオン等で比率は地質状況によって異なるが、本地域では硬度と電導度の相関が比較的高く（相関係数 $R=0.73$ ）、硬度が高い地下水が多い。硬度については、100~300 mg/L で味を感じると言われるが、300 mg/L 以上の試料は 53 検体（49%）である。「ミ」国では、極めて溶存物の少ない天水を飲用に活用する例が多いので、硬水の有する味わいに、より敏感であると思われることから、更に味を感じる濃度の値は低いと推測される。また、硬度を構成する成分は、カルシウム塩とマグネシウム塩で、カルシウムよりもマグネシウムの方がより低い濃度で苦みを感じるが、カルシウムとマグネシウムの構成比を見ると総体的にマグネシウムが多い。イラワジ層を構成する堆積物に含まれるドロマイト等の石灰質の物質がこのような水質を与える要因の一つであると考えられ、地下水の滞留時間が長いほど溶存物が高くなることが予想される。

高い硬度は、味だけでなく、米を炊くと黄色く着色する等の影響を与え、スケールの発生、石けんの泡立ち不良も起こす。中央乾燥地での水源開発で、飲料水としての用途目的で深層地下水を開発する場合に問題になるのは、ペグ層からの塩分だけではないということが今回の調査で明らかになった。水質の空間的広がりについては、今回の限定的な調査では明らかにできない。ごく近くに存在する井戸でも全く水質が異なるケースが見られ、帯水層毎に水質が異なっていると考えられるが、既存井戸についての帯水層情報が乏しく評価が難しい。DDA が今後、井戸台帳を整備する際には水質分析結果についても正確に集める必要があり、将来的に DDA の地下水開発が量から質へと変わっていく際に、水質予測を行う貴重な資料になる。また、掘削時の孔内水位も重要な情報となるため、試掘日報の保存も重要である。本調査では現場での聞き取り調査で得た村人の記憶に基づいた掘削時の話が重要な示唆を与えてくれたこともあった。既存井戸の情報は極めて有用であり、井戸台帳の整備は大変重要である。

2-2-2-5 水質（現地調査結果）

(1) 調査の目的

本調査は、対象 110 村落において、現状の水質の安全性を把握することを目的とし、簡易検査及び本邦における精密検査を実施した。

(2) 調査方法

社会調査において各調査村落を訪問した際、住民の使用頻度に基づいて選定した第 1 水源ならびに第 2 水源から水質検査試料を採取した。なお、第 1 水源は第 2 水源よりも住民による使用頻度が高い。

水質検査は、調査団による簡易検査（pH、電気伝導度及びフッ素イオン、硝酸イオン、塩素イオン、鉄の各含量）ならびにマンダレー市開発委員会（以下、MCDC）水質ラボにおける室内検査（pH、電気伝導度、色度、濁度、硬度及びマンガン、塩素、鉄、カルシウム、マグネシウムの各含量）を併行して実施した。また、調査対象 110 村落のうち、調査時には 29 村落において一方の水源が枯渇していたため、採取した全試料数は最終的に 190 試料（マンダレー：53 試料、マグウェイ：89 試料、ザガイン：48 試料）となった。各管区におけるタイプ毎の水源数及び枯渇水源数は、以下のとおりであり、水質検査の基準値は、「ミ」国内の関係省庁が設定した「ミ」国水質基準に基づいた。なお、各村落における水源の詳細は、参考資料に整理した。

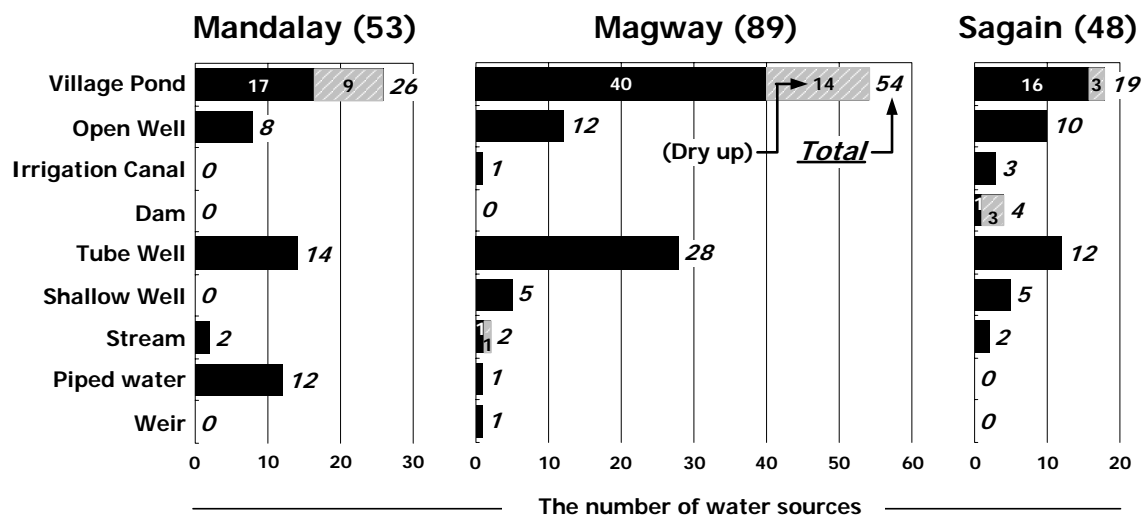


図 2-9 各管区におけるタイプ毎の水源数及び枯渇水源数

一方、調査団による簡易水質検査結果により、詳細な検査が必要と判断された 26 水源について試料の一部を本邦へ搬送し、再委託による精密検査を実施した。検査項目は 18 元素（アルミニウム、ヒ素、ホウ素、カドミウム、カルシウム、クロム、銅、フッ素、鉄、鉛、マグネシウム、マンガン、ニッケル、リン、カリウム、セレン、ナトリウム及び亜鉛）と 6 イオン（塩素イオン、フッ素イオン、亜硝酸イオン、硝酸イオン、リン酸イオン、硫酸イオン）を設定した。

さらに、過去に実施された技術協力プロジェクトにおいて掘削もしくは修繕された合計 62 の深

井戸のうち、水質基準値を超えている可能性が示唆された 19 井戸についても、現地ならびに本邦における水質検査を実施した。試料の採水及び検査方法に関しては上記と同様である。なお、全検査項目と検査方法に関しては、参考資料に整理した。

(3) 調査結果

1) 調査水源における飲用の可否

まずは、水中の不溶成分（懸濁物及び沈殿物）と溶存成分の総量を示す指標に着目した。すなわち、不溶成分の指標として濁度を、溶存成分の指標として色度ならびに電気伝導度を取り上げた。色度と電気伝導度は、それぞれ溶存有機物量及び溶存無機物量を反映すると理解されている。

これら 3 項目について、「ミ」国水質基準に従って各水源における飲用の可否を検討すると、検査を行った全 190 水源のうち、飲用可能な水源は、わずか 14 水源（マンダレー管区：1 水源、マグウェイ管区：8 水源、ザガイン管区：5 水源）に留まり、残りの 176 水源は飲用不可と判断された。なお、これら 3 項目の基準値を下回った 14 水源は、ヒ素を始めとする有害物質等についても基準値を超過することがなく、いずれも飲用可能と判定された。

表 2-12 飲用可能と判断された水源の測定値

No.	Code	Priority	Source type	Turbidity (NTU)	Color (TCU)	EC (mS m ⁻¹)
Mandalay region						
1	MA- 02	Primary	Piped water	1.07	3	39.8
Magway region						
2	MG- 02	Secondary	Tubewell	1.11	8	19.22
3	MG- 04	Secondary	Tubewell	1.67	5	17.64
4	MG- 10	Secondary	Tubewell	4.03	10	17.59
5	MG- 17	Secondary	Tubewell	1.37	20	8.45
6	MG- 26	Secondary	Tubewell	1.31	5	22.2
7	MG- 28	Secondary	Tubewell	0.73	10	59.7
8	MG- 44	Primary	Tubewell	0.86	16	94.6
9	MG- 48	Primary	Tubewell	0.65	6	71.3
Sagain region						
10	SA- 01	Secondary	Tubewell	2.02	7	106.8
11	SA- 02	Primary	Tubewell	1.02	20	49.5
12	SA- 07	Primary	Open well	1.34	8	92.5
13	SA- 10	Primary	Open well	1.67	3	97.8
14	SA- 11	Primary	Open well	1.83	5	112.4

2) 調査水源における一般水質特性

濁度、色度、電気伝導度によって飲用不可とされた水源について、管区毎の傾向を考察した。管区別の検査水源数に対する飲用不可水源の割合は、以下のとおりである。

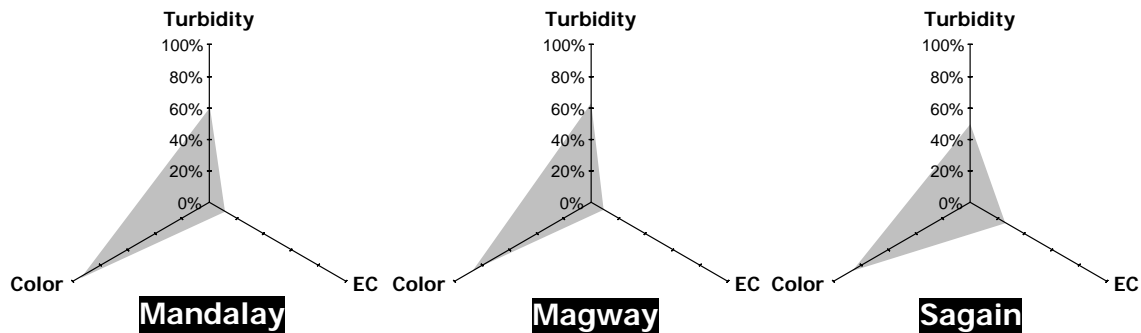


図 2-10 飲用不可と判断された水源数の割合

この図から、今回調査した3管区の水源地は、主に色度が水質基準の定める要件を満たしていないことが理解できる。この傾向をさらに詳細に検討するため、管区毎のヒストグラムを以下にまとめた。

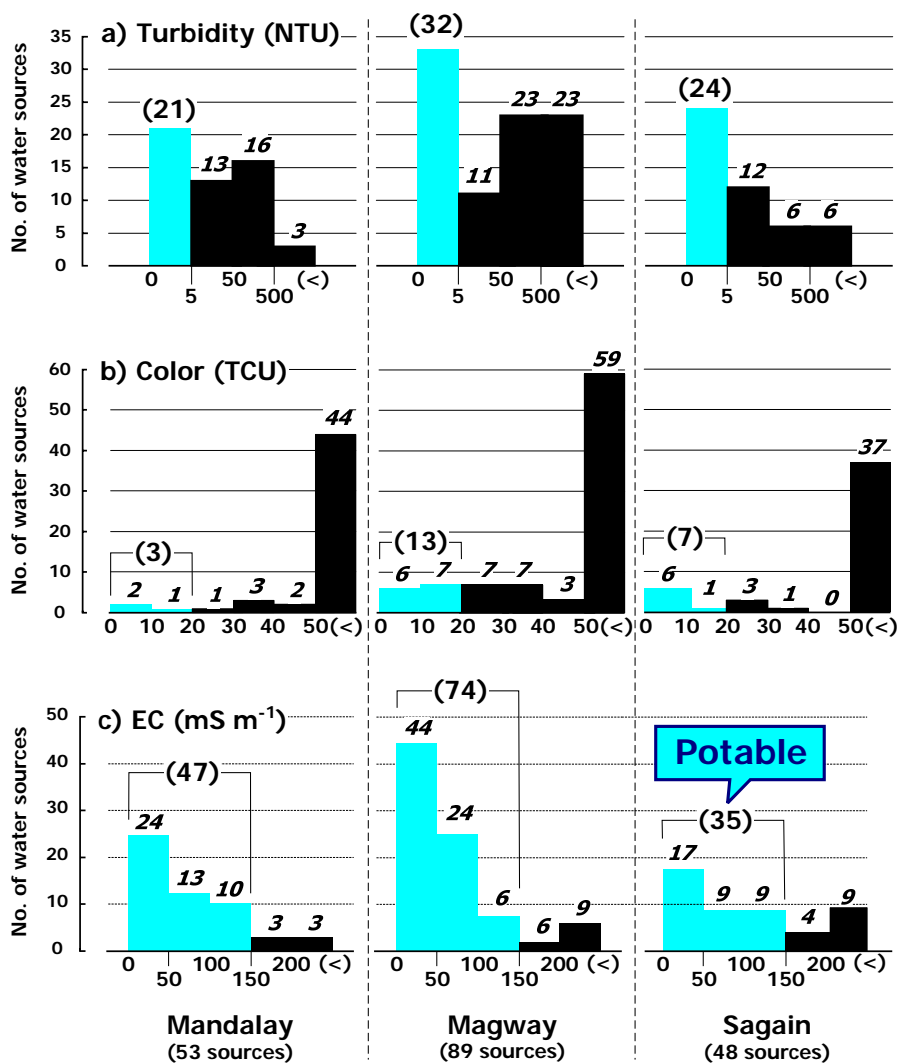


図 2-11 濁度、色度、電気伝導度のヒストグラム

濁度 a) はマグウェイ管区において、他の管区よりも基準値 (5 NTU) を越える水源が多かった (57 水源、採水した同管区内水源の 64 %)。これらはすべて村落内の池 (Village Pond) を水源とするものである。この結果は、本調査期間が「ミ」国の乾季に当たる 6~7 月であったため、池に溜まった天水の濃縮によって濁度が上昇したものと推定された (下写真参照)。



図 2-12 村落内の池の状況

一方、マグウェイ管区と比較して、濁度が低い水源が多かった他 2 管区については、既に池の水が枯渇していたため結果的にグラフ上に表れなかったものの、干上がるまでは同様の状態にあったことが推測された。また、色度 b) 及び電気伝導度 c) に関しては、項目毎に各管区とも類似の頻度傾向を概ね示した。ただし、ザガイン管区の電気伝導度は、基準値 (150 mS m^{-1}) を超過する水源が全水源数の 27 % (13 水源) を占め、他の 2 管区と比較して塩類濃度の高い傾向が認められた。なお、これら 3 項目間にはいずれも明瞭な相関関係が認められず、独立したパラメーターと考えられた。

色度の上昇に影響を与える要因としては、前述の溶存有機物含量のほか、鉄含量とアルミニウム含量が挙げられる。しかしながら、WHO 飲用水水質ガイドライン (第 3 版、2004 年) において、これらの 3 要因に関するガイドライン値は、いずれも設定されていない。すなわち、現状で健康影響が確認できないと国連機関が公表している水質基準項目によって、対象村落における水源の 90 % 以上が飲用不可と判断されることになる。

中央乾燥地において貴重な飲用水源を有効利用するためには、今後「ミ」国における基準値の再検討、もしくは砂濾過に代表される簡易濾過システムのさらなる普及が必要になると思われる。

3) 本邦における水質検査結果

対象村落における水源の水質検査試料より 25 水源の試料を本邦に搬送し、精密検査を実施した。検査試料の選定基準は、電気伝導度の測定値が「ミ」国基準値 (150 mS m^{-1}) を超過した井戸水試料とした。また、社会調査時に、ザガイン管区 Wet Let タウンシップにおいて斑状歯 (フッ素の過剰摂取で生えるといわれる褐色の着色歯) を呈する住民が居住しているとの情報を医師から得たため、参考としてこの村落の井戸水も検査試料に加えた。本邦へ搬送した試料は、以下のとおりである。

表 2-13 本邦に搬送した水質検査試料

Mandalay region (3 water sources)

Code	TownShip	Village / Town	Priority ¹⁾	Source ²⁾	EC ³⁾
MA - 27	Taung Tha	Kyaukpau	Sec.	TW	492
MA - 29	Taung Tha	Pudauksarkone	Sec.	OW	291
MA - 31	Yame Thin	Sargyin (S)	Prim.	OW	201

Magway region (14 water sources)

Code	TownShip	Village / Town	Priority	Source	EC
MG - 02	Chauk	Suetut	Sec.	TW	157
MG - 04	Chauk	Gwaypin (Ywama)	Sec.	TW	157
MG - 07	Chauk	Nayweltaw (W)	Sec.	TW	1398
MG - 14	Chauk	Sardaung (W)	Sec.	OW	1038
MG - 17	Chauk	Htansu Ywarma	Sec.	TW	159
MG - 19	Chauk	Taungthar (N)	Sec.	TW	275
MG - 20	Chauk	Thayetgone	Sec.	OW	342
MG - 24	Chauk	Konegyi	Sec.	OW	455
MG - 25	Chauk	Kaphyu	Sec.	OW	196
MG - 33	Nat Mauk	Oakpho	Prim.	OW	552
MG - 35	Nat Mauk	Kyaukpon	Sec.	TW	240
MG - 42	Myothit	Magyigon	Sec.	TW	162
MG - 46	Myothit	Bork	Sec.	TW	202
MG - 50	Sa Lin	Chaungyetet (N)	Sec.	OW	154

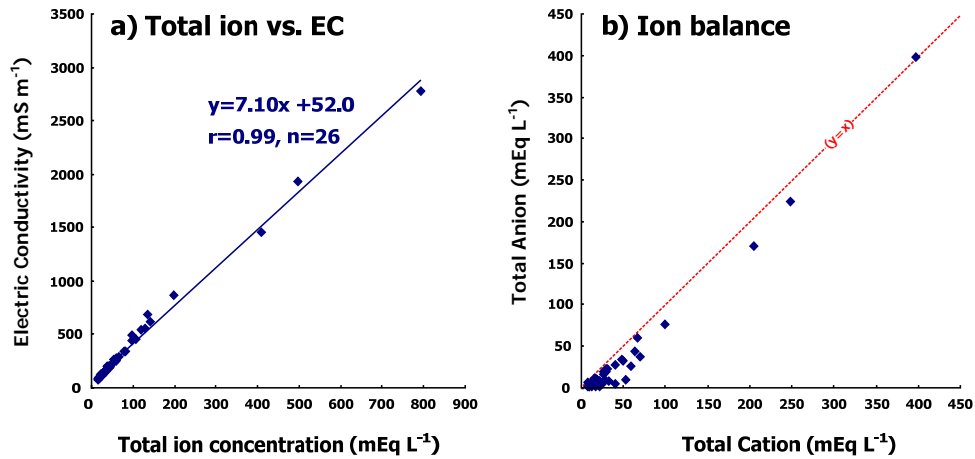
Sagain region (9 water sources)

Code	TownShip	Village / Town	Priority	Source	EC
SA - 04	Wet Let	Tamakan	Prim.	OW	268
SA - 05	Wet Let	Sahmon	Sec.	TW	753
SA - 07	Wet Let	Yonethar	Sec.	TW	205
SA - 09	Ayar Daw	Thanbayargyin	Prim.	TW	148
SA - 17	Yin Mar Pin	Myayeik	Sec.	OW	266
SA - 20	Sa Lin Gyi	Zedaw	Sec.	OW	273
SA - 21	Sa Lin Gyi	Pyawbwe	Prim.	OW	548
SA - 26	Mon Ywa	Neikbanwa	Sec.	TW	2710
(Extra ⁴⁾)	Wet Let	Wet Let	Prim.	TW	87

- 1) Prim.: Primary water source, Sec.: Secondary water source
- 2) TW: Tubewell (depth more than 100 feet & need mechanical/electrical power to extract water), OW: Open Well (open at the top and can get water by pulling up)
- 3) Electric conductivity, mS m⁻¹
- 4) Extra water sample collected from the village which some residents are affected fluorosis.

イオンバランス

溶存物質の傾向を把握するために、得られたデータセットからイオンバランスを検討した。陽イオンに関しては、pH 値より水素イオン (H⁺) 濃度を求め、カルシウム (Ca²⁺)、マグネシウム (Mg²⁺)、カリウム (K⁺)、ナトリウム (Na⁺) の各イオン含量は、検査結果に対して地球化学コード (Visual Minteq) を用いて計算した。陰イオンにおける炭酸水素イオン (HCO₃⁻) 含量は MCDC によるアルカリ度より計算し、pH 値からの計算結果によって確認を行った。



<p>Total ion concentration: [Total cation] + [Total anion]</p> <p>Total cation: [H⁺] + [Ca²⁺] + [Mg²⁺] + [K⁺] + [Na⁺]</p> <p>Total anion: [HCO₃⁻] + [NO₃⁻] + [NO₂⁻] + [SO₄²⁻] + [F⁻] + [Cl⁻]</p>
--

図 2-13 水質検査試料のイオンバランス

陽イオンと陰イオンの含量と電気伝導度との相関係数は高く、溶存成分のほとんどが電気伝導度計によって検知されていることが確認された（上図 a）。一方、陽イオン総量と陰イオン総量との関係を見ると（上図 b）、概ね陽イオン含量の方が高い傾向を示した。このことは有機酸イオンの存在を示唆するものであり、高い色度の一因として、溶存態の有機物が密接に関与していることが推定された。

元素ならびに陰イオン含量

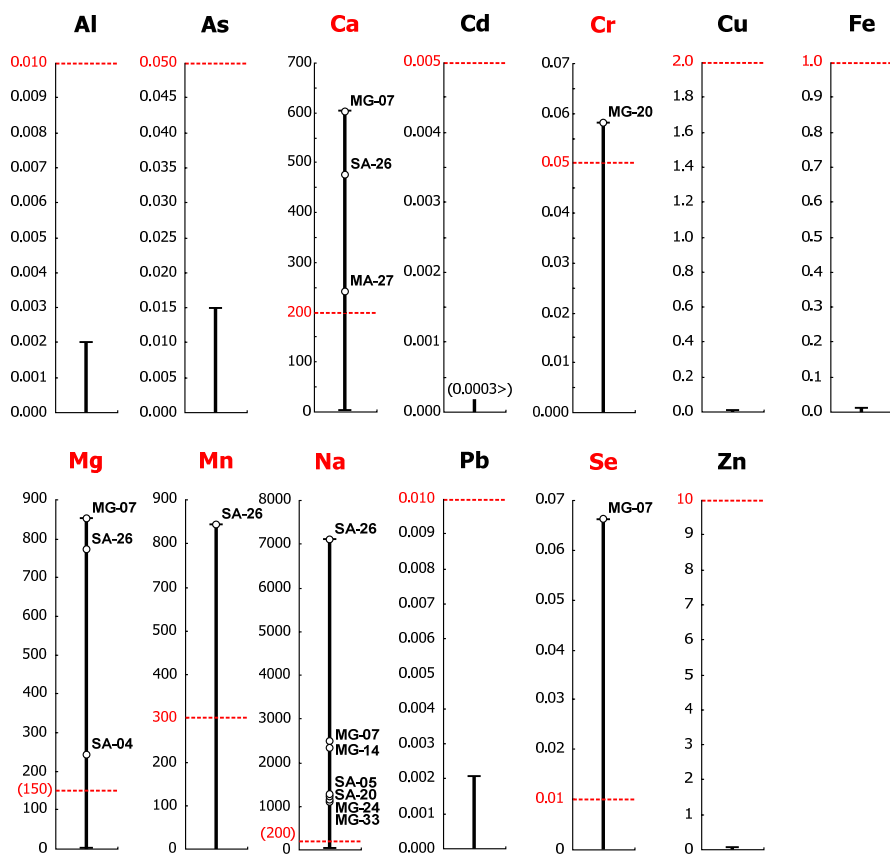
重篤な健康影響を与えるヒ素 (As)、カドミウム (Cd)、クロム (Cr)、鉛 (Pb)、セレン (Se) のうち、Cr が Thayetgone 村 (MG-20) と Se が Nayweltaw (W) 村 (MG-7) において水質基準の超過が認められた。特に Se については基準値の 6.5 倍程度が検出されたため、周辺の村落の水源水質を含めて今後も継続した検査が必要である。また、ナトリウム (Na) に代表される地質時代の海水を起源とする元素に関しては、各所で高濃度が検出された。これらの元素に関しては急性的な健康被害はないと考えられるが、味覚等の点から住民生活に影響を与え得ることが推測される。陰イオン含量についても、各項目で基準値を超過する試料が散見された。基準値に対して最も高い値を示したのは Neikbanwa 村 (SA-26) における硫酸イオン (SO₄²⁻) である（基準値の約 44 倍）。これは標準的な海水に含まれる硫酸イオン含量を遥かに超えており、一時的あるいは人為的な汚染の可能性も含めて、今後検討するべきと思われる。

また、先行する技術協力プロジェクトによって中央乾燥地における汚染の可能性が示されたフッ素イオン (F⁻) ならびに窒素酸化物イオン (NO₂⁻、NO₃⁻) に関しては、今回の水質検査においても高い値を示す水源の存在が認められた。F⁻ の最大値は Thayetgone 村 (MG-20) であり、基準値の約 5 倍を示した。また、斑状歯を有する住民が存在するザガイン管区の Wet Let タウンシップの水源試料（図中の Extra）においても、基準値に対し 4 倍強の濃度を示した。この水源試料で留意すべき点は、他の水源と比較して電気伝導度が低いことである（87 mS m⁻¹、ザガイン管区的全調査水源の平均は 177.8 mS m⁻¹）。フッ素イオンに関し高濃度を示した Thayetgone 村 (MG-20) や

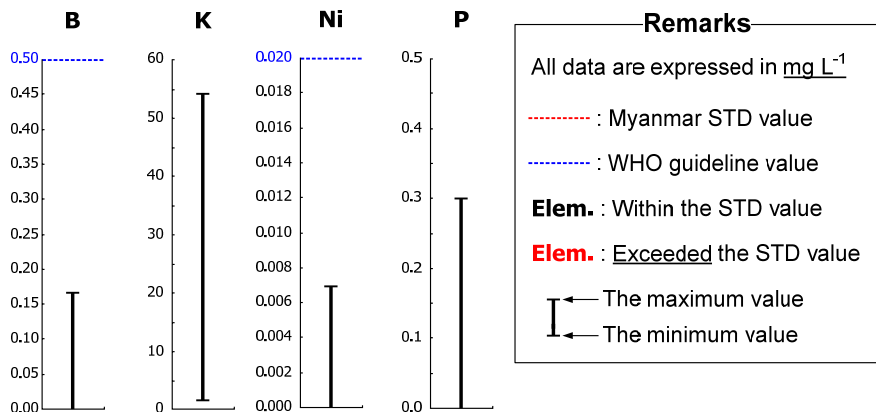
Sanyayin 村 (MG-29) とは異なり、この試料に含まれる他の元素や陰イオンは基準値を超えておらず、フッ素イオンを定量しない限り、健康影響を指摘することが困難である。フッ素汚染に関しては今後、天然起源のみならず、何らかの人為汚染の可能性も視野に入れて注視していくべきであろう。また、NO₂ならびに NO₃ についても、5 水源の試料から基準値を越える値が検出された。今回の調査では由来を推定する情報が乏しいために判断しかねるが、特に乳幼児への影響が懸念されるため、引き続き留意すべきである。

一方、塩素イオン (Cl⁻) 含量も高い値を示す水源が多かった。これは前述の Na と対をなし、地質時代の海塩由来と推定された。

a-1) Elements regulated by Myanmar STD



a-2) Elements data for reference purpose



b) Anion contents

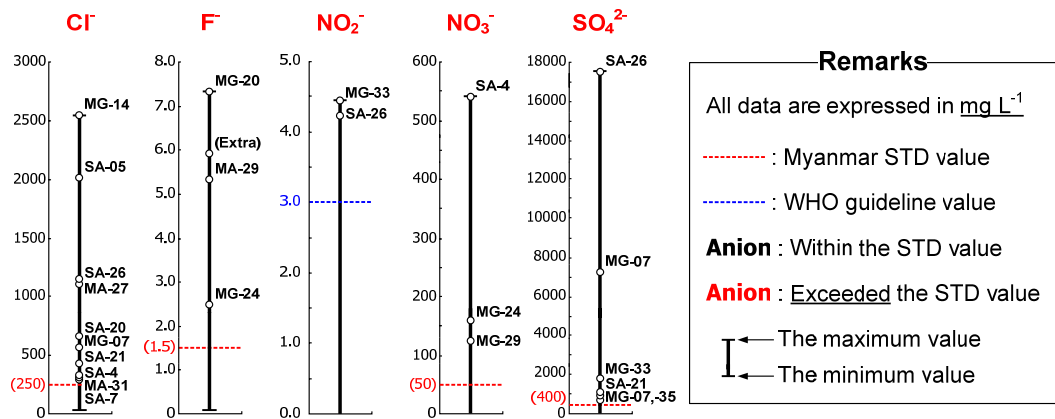


図 2-14 溶存元素ならびに陰イオン含量

技術協カプロジェクト時の井戸における溶存物質

技術協カプロジェクト時に水質基準値を超過していた水源の再検査結果は、以下のとおりである。

表 2-14 技術協カプロジェクト時の水質検査結果

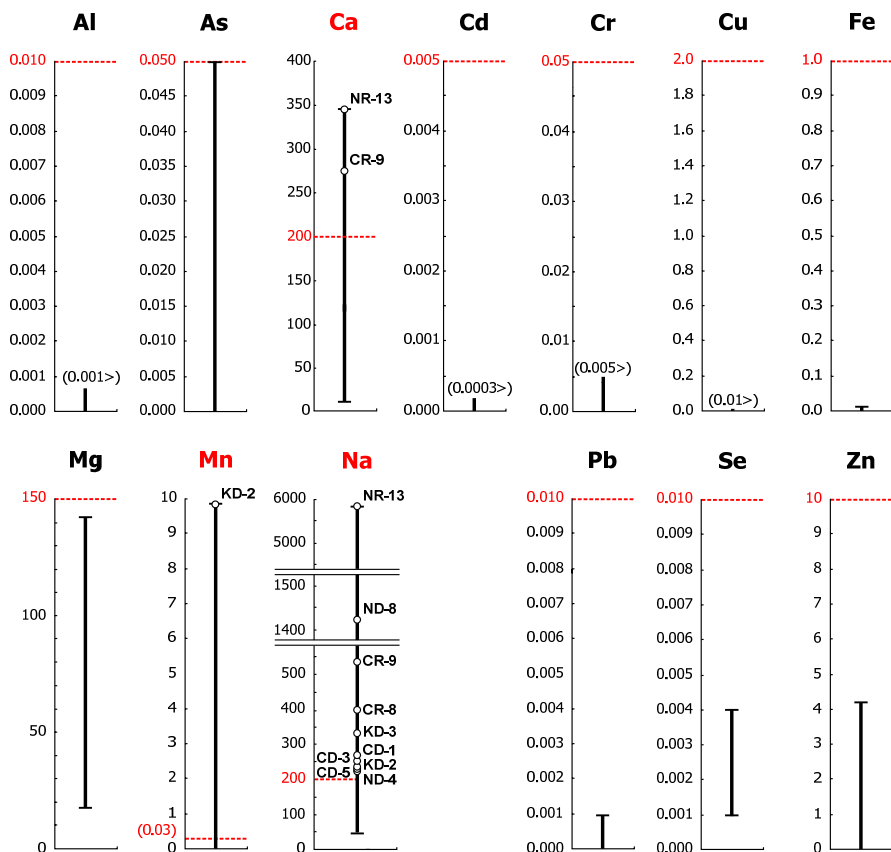
Code*	Village	pH	Hardness mg L^{-1}	TDS mg L^{-1}	Turbidity NTU	EC mS m^{-1}	mg L^{-1}				
							F	NO_3^-	Fe	As	Cl
ND-3	SipinThar	7.47	155	410	5	68.7	0.5	1.8	0.21	0	46
ND-4	Dann	7.54	285	560	5	94	0.81	0.9	0.59	0	35
ND-7	TheeDwin	7.57	270	700	5	117	1.13	0.11	0.16	0	145
ND-8	PhoNiKan	7.03	110	2660	5	445	>1.5	0.18	0.17	0	310
ND-9	Igyi	7.96	140	481	5	80.2	1.15	0.23	0.07	0	145
NR-2	SinLuAing	7.07	420	480	150	480	0	0.2	5>	0	21
NR-6	KvunKhainGvi	7.95	230	490	5	490	5	0.1	0.13	0	180
NR-8	Mvakan	8.29	130	830	5	830	5	0.34	0.21	0	140
NR-13	LetWe	7.09	>500	950	60	950	60	0.11	2.75	0	165
NR-18	Myaung	7.45	230	590	60	590	60	0.56	3.75	0	95
KD-2	Kanni(after)	7.3	>500	1200	60	200	1.17	0.3	0.39	0	71
KD-3	Ywaalu(before)	7.08	>500	2190	200	365	0	0.23	>5	0	140
KR-5	LaDaDva(S)	8.44	340	790	10	790	10	0.2	0.42	0	98
CD-1	KoSu	7.52	280	1060	5	178	1	0.15	0.2	0	295
CD-3	SanSu(YwaMa)	7.65	225	850	10	142.8	1.11	0.5	0.07	0	250
CD-5	ThweNet(YwaThit)	7.7	175	747	5	124.5	1.19	0.34	0.06	0	185
CR-3	Thanbo(S)	7.69	215	530	5	530	5	0.4	0.02	0	350
CR-8	Sudaw	7.7	>500	1890	40	1890	0.36	0.04	4.5	0	250
CR-9	Gwaygyo	7.71	85	1179	60	1179	1.5	0.04	0.49	0	190

Thick figures indicate analytical values which exceed the Myanmar STD.

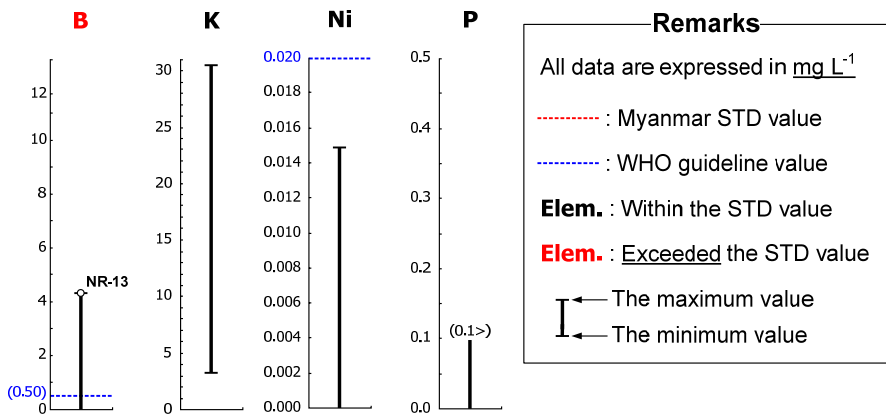
* ND- and NR-: Nyaung U, KD- and KR-: Kyaukpadung, CD- and CR-: Chauk

住民への健康影響が危惧されるフッ素イオン (F) 含量に関しては、技術協カプロジェクト時と同様に Gwaygyo 村 (CR-9) における濃度が高かった。また、硝酸態窒素イオン (NO_3^-) に関しても、技プロ時に比較的高い値を示した Sipin Thar 村 (ND-3) において基準値を上回った。また、Let We 村 (NR-13) については亜硝酸態窒素イオン (NO_2^-) の濃度が高く、WHO ガイドライン値を超過していた。特に NO_2^- は、小児や乳幼児への健康影響が強く懸念されるため、今後もモニタリングを継続する必要がある。

1) Elements regulated by Myanmar STD



2) Elements data for reference purpose



Remarks

All data are expressed in mg L^{-1}

----- : Myanmar STD value
 : WHO guideline value

Elem. : Within the STD value
Elem. : Exceeded the STD value

← The maximum value
 ← The minimum value

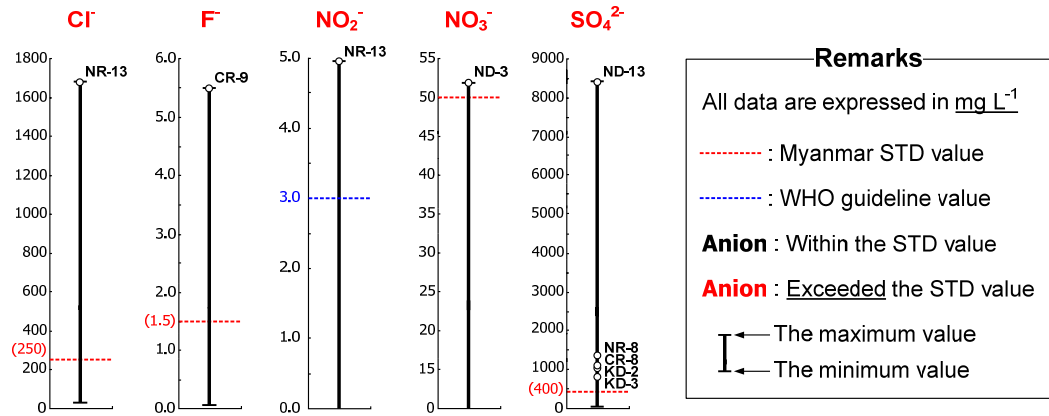


図 2-15 技プロの水源における溶存元素ならびに陰イオン含量

そのほか、Let We 村 (NR-13) において各種の溶存物質が基準値を超過していた。特に Na、Cl⁻、SO₄²⁻に加えホウ素 (B) 含量も高いことから、この水質特性も地質時代の海塩に由来するものと推定される。

2-2-2-6 社会条件（現地調査結果）

(1) 調査の目的

社会調査は、対象 110 村落において、対象 110 村落における対象村落の特徴や周辺の状況、村落レベル及び世帯レベルにおける社会経済状況、給水施設の現状及びその使用・消費・維持管理状況における問題点等、給水の維持管理における問題点を確認するために実施された。

(2) 調査方法

本調査は、村落調査及び世帯サンプル調査から構成される。村落調査は、構造型質問票を用いて実施するキーインフォーマント・グループインタビューと、半構造型質問票を用いて実施するジェンダー・グループインタビューに区分した。

1) 村落調査

キーインフォーマント・グループインタビュー

キーインフォーマント・グループインタビューは、村長（村落平和評議委員会議長）、村落水委員会、保健ワーカーあるいは村の長老からなるグループを対象とした。キーインフォーマントのリスト及び対象者に対する質問事項は、村落の位置及び自然環境状況、基礎インフラストラクチャー、給水及び水需要、既存給水施設及び維持管理状況、教育、健康・衛生データ、地域組織及びジェンダー問題等である。

ジェンダー・グループインタビュー

村落調査における上述の質問票主要 3 項目のうち、ジェンダー・グループインタビューは、水活動に関わるものとして実施された。キーインフォーマントグループはジェンダー調査のため、男性及び女性グループの 2 グループに分けられた。全村落において、女性グループは女性調査員

がインタビューを実施し、男性グループは男性調査員がインタビューを実施した。ジェンダー解析の対象となる村落は、チームリーダーによって各地域から等しく任意に選定された（各地域より 8 村落）。主な質問項目は、新規井戸掘削または既存井戸修繕による地域の社会経済活動の変化または世帯における生活の変化、既存の給水施設に対する満足度等である。

2) 世帯サンプル調査

調査項目

世帯サンプル調査は、全 110 村落において実施された。面接者となる調査員は、任意に選定された世帯の主もしくはそれと同等の村人を直接訪れ、インタビューを実施した。世帯サンプル調査は、半構造型質問票を用いて実施され、グループインタビュー後、VPDC 議長及び水管理委員会のメンバーとともに、溜池や浅井戸といった村落の水源及び既存給水施設を確認した。

サンプルの規模

世帯サンプル調査は、階層別無作為サンプル抽出法を適用し、各村落において任意に 15 村落が選定された（110 村落で計 1,650 世帯）。これら 15 村落は、村のリーダーたちによって予め分類された裕福度のランク毎（富裕層、中間層及び貧困層）に、それぞれの世帯数の割合に応じて各ランクから抽出された。

サンプリングの手順

各対象村落において、世帯サンプル調査を開始する前に VPDC 議長及び長老との会合が持たれ、各経済階層によって分類された世帯分布地図を作成した。この世帯分布地図を基に、インタビューをする世帯を任意に抽出した。なお、世帯サンプル調査は、本プロジェクト調査団員、該当タウンシップからの DDA 職員及びローカルコンサルタントの社会調査担当団員が管理した。

(3) 調査結果

1) 世帯規模

対象 110 村落で最も多い世帯の規模は 5～8 人で構成される中位的な規模のものであり、調査対象全 1,650 世帯の約 60 % を占めている。次に大きな割合を占めているのが人数 1～4 人の小規模家庭であり、調査対象全世帯数の約 35 % である。構成人数 9～12 人の大規模家庭は稀であり、全体の 1 % にも満たない。

2) 水因性疾患

対象 110 村落は乾燥地域に属しているため、主な水因性疾患は、下痢、赤痢、眼疾患、皮膚疾患、腎臓疾患及び腸疾患等である。

3) 既存の水源と水質

対象 110 村落では、様々な種類の給水施設（水源）が存在する。典型的な水源として、村落所有の溜池、手掘り井戸、河川、小川、配水管による給水及び深井戸が挙げられる。給水施設は乾期に枯渇することがあるため、各管区とも使用する給水施設は季節に応じて異なる。

4) 平均水消費量

各階層の季節毎の平均水消費量に大きな差は見られなかった。しかしながら、全季節を通じた水消費量では、階層毎で大きな差が見られた。富裕層及び中間層の平均水消費量は、貧困層よりも明らかに多く、富裕層の水消費量は、貧困層の約2倍に及ぶ。

5) 水不足の現状

対象 110 村落における現在の給水施設では、水量及び水質とも村民に十分な水を供給することができていない。最も水不足が深刻な時期は、3～5月の乾期である。3管区に共通した問題は、乾期に十分取水できないため、十分な収入がある世帯でさえも乾期には買水できないことである。二番目の問題は、水汲みに時間がかかることである。大多数の世帯が自村落外へ水汲みに行っている。また、所得の低い貧困層にとっては、乾期の水価高騰は死活問題となっている。

6) 水関連の家計支出

富裕層は水消費量が多いにもかかわらず、買水、水汲み用荷車のレンタル、水因性疾患の治療のための通院及び薬の購入等の水関連支出は、中間層及び貧困層よりも少ない。各階層の平均において、貧困層の水関連支出が最も多く、9.4%に達する。貧困層は収入の低さに加え、粗末な貯水施設や輸送手段及び頻繁に起こる健康問題等が、水関連支出の割合を大幅に引き上げている要因とみられる。

表 2-15 総支出における水関連支出の割合

管区	富裕層	中間層	貧困層
マンダレー	3.5 %	8.0 %	9.2 %
マグウェイ	5.0 %	10.3 %	10.1 %
ザガイン	2.5 %	9.6 %	9.0 %
平均	3.7 %	9.3 %	9.4 %

7) 水汲みのための労働状況

管区毎の水汲みに要する移動距離及び水汲みに要する時間は、以下のとおりである。

マンダレー管区

マンダレー管区において雨期の水汲みに要する平均移動距離は 0.6 km であり、待ち時間を含む水汲みに要する平均時間は約 40 分である。最も取水が困難な村落は、Pyinse 村 (MA-24) であり、移動距離は 5.8 km である。一方、最も取水が容易な村落は、Pudauksarkone 村 (MA-29) であり、移動距離は 0.1 km、要する時間は 2 分である。

一方、乾期においては、村落の大半は村落外の水源に依存する状況にあり、水汲みに要する移動距離は 1.1 km である。また、待ち時間を含む水汲みに要する時間は約 60 分である。最も取水が困難な村落は、Pyinse 村 (MA-24) であり、移動距離は 8.8 km である。

マグウェイ管区

マグウェイ管区において雨期の水汲みに要する平均移動距離は 1.1 km であり、待ち時間を含む水汲みに要する平均時間は約 60 分である。最も取水が困難な村落は、Oakpho 村 (MG-33) であり、移動距離は 3.2 km である。一方、最も取水が容易な村落は、Laytaisin (N) 村 (MG-48) であり、移動距離は 0.1 km、要する時間は約 28 分である。

一方、乾期においては、村落の大半は村落外の水源に依存する状況にあり、水汲みに要する移動距離は 1.6 km である。また、待ち時間を含む水汲みに要する時間は約 90 分である。最も取水が困難な村落は、Myaynelain 村 (MG-08) であり、移動距離は 4.8 km である。

ザガイン管区

ザガイン管区において雨期の水汲みに要する平均移動距離は 1.2 km であり、待ち時間を含む水汲みに要する平均時間は約 40 分である。最も取水が困難な村落は、Nyaungpintar 村 (SA-22) であり、移動距離は 8.8 km である。一方、最も水の取得が容易な村落は、Sinzwel (N) 村 (SA-19) であり、移動距離は 0.1 km、要する時間は 2 分である。

一方、乾期においては、村落の大半は村落外の水源に依存する状況にあり、水汲みに要する移動距離は、1.3 km である。また、待ち時間を含む水汲みに要する時間は約 50 分である。最も取水が困難な村落は、Bawga 村 (SA-27) であり、移動距離は 13.0 km である。

8) 水価の支払い意思及び可能額

新たな給水施設が建設された場合の水価にかかる支払い意思及び可能額は、以下のとおりである。最も安価な平均額は貧困層の 23 Kyat (天秤: 約 46 L) 及び 81 Kyat (牛車: 約 227 L) であり、最も高価は富裕層の 37 Kyat (天秤) 及び 108 Kyat (牛車) である。

表 2-16 新規給水施設に対する水価の支払い意思及び可能額

単位: Kyat

管区	天秤			牛車		
	富裕層	中間層	貧困層	富裕層	中間層	貧困層
マンダレー	39	38	25	124	105	84
マグウェイ	32	33	30	120	133	102
ザガイン	42	28	14	80	76	59
平均	37	33	23	108	104	81

9) 運営維持管理

既存の給水施設にかかる村落における運営維持管理体制及び状況は、以下のとおりであった。

住民水組織

対象 110 村落のうち、52 村落において村落レベルの給水施設の水管理組織 (WMO または WMC) が存在する。そのうち 23 村落の水管理組織は、井戸管理、20 村落は溜池、手掘り井戸、浅井戸及び配管給水等の井戸以外の給水施設管理を実施している。その他の 9 村落においては、村落平

和評議委員会（VPDC）が井戸や給水施設の管理を担っている。既存井戸を持つ 31 村落のうち、23 村落はコミュニティーレベルの井戸管理組織が存在している（17 の村落水委員会（VWC）、4 の協同組合、2 の民間組織）。残りの 8 村落は、特定の水管理組織が存在せず、井戸は村長や僧侶または持ち主等の個人の管理下におかれている。

定期メンテナンス

ほぼ全ての対象村落において住民による組織または個人によって、井戸の維持管理及び定期メンテナンスが実施されている。実施されている定期メンテナンスは、エンジンオイル及びフィルターの交換である。しかしながら、定期メンテナンスのタイミングは、村落毎に違ったタイプのエンジンを使っていること、使用時間が違うこと及び専門知識・メンテナンスの知識に違いがあることから、一様ではない。その他の定期メンテナンスは水質、水量及び水深の点検である。これら定期メンテナンスは、住民水組織のメンバーや、井戸オペレーターが実施している。特にエンジンオイルやフィルター等の業務にかかるコストは、収集された水価から支払われる。

水料金の徴収

既存井戸を持つ 31 村落のうち、17 村落において井戸の維持管理のために水価を徴収していた。最も安価な料金は、15 Kyat（天秤）及び 100 Kyat（牛車）であり、最も高価な料金は、50 Kyat（天秤）及び 250 Kyat（牛車）であった。全ての井戸維持管理組織は、揚水量、エンジンの能力、燃料費、オペレーター及び料金徴収者の給料等に基づいて、独自に水価を設定し、給水施設修理のために貯蓄している。

井戸修理及び研修の経験

既存井戸を有する全ての維持管理組織は、井戸、エンジン、ポンプ、パイプ等の修理や井戸の除砂等を実施している。これらの修理は、専門知識及びスペアパーツを必要とするため、外部に修理を依頼している。民間のドナー組織を除く、主な外部修理機関は、DDA または BAJ である。また、既存井戸を有する 31 村落のうち、2 村落のみが BAJ 及び DDA による井戸の維持管理研修を受講している。なお、この研修は短期間で維持管理及び定期メンテナンスのみに特化したものである。

2-2-3 環境社会配慮

本プロジェクトで調達される機材を活用して DDA によって実施される井戸掘削は、小規模工事であり、機材はヤンゴンにある DDA 保管庫において保管される。したがって、周辺環境における環境社会に影響を及ぼす事項はない。なお、「ミ」国において EIA（Environmental Impact Assessment）制度はない。

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

「ミ」国政府は、中央乾燥地における村落給水状況の改善を優先課題とし、DDA は、「全村落に最低 1 箇所の給水源を開発する」ことを上位目標とする 10 ヶ年計画を策定した。10 ヶ年計画は、2010 年 3 月に行政的に終了したが、成果は限定的であった。かかる状況から、DDA は、再度、水困窮度の高い村落を選定し、10 ヶ年計画を補完する 5 ヶ年計画を策定した。5 ヶ年計画では 2016 年までに中央乾燥地において 826 本の深井戸建設を目標としている。本プロジェクトは、この 5 ヶ年計画のうち、特に水困窮度や貧困度等から状況改善が急務と判断された 110 村落における地下水開発を支援するプロジェクトとして位置付けられている。

本プロジェクトは、中央乾燥地における深井戸建設にかかる資機材を調達し、DDA によって新規水源が開発されることで、DDA の上位目標に資する「中央乾燥地において、通年利用可能な水が確保され、住民の生活環境が向上する」ことを目標とする。

3-1-2 プロジェクトの概要

本プロジェクトは、「中央乾燥地において、通年利用可能な水が確保され、住民の生活環境が向上する」という目標を達成するために、中央乾燥地における 110 村落に対する地下水開発にかかる資機材及び関連機材を調達するとともに、DDA の水質検査体制の強化にかかる技術支援を実施するものである。これにより、深井戸建設にかかる能力及び水質検査体制が強化され、中央乾燥地における給水状況が改善されることが期待できる。調達される機材は、井戸掘削用機材、井戸運転用資機材及び水質検査用機材で構成される。

3-2 協力対象事業の概略設計

3-2-1 設計方針

(1) 基本方針

本プロジェクトにおける概略設計の基本方針は以下のとおりであり、コスト縮減に留意しつつ、「ミ」国 DDA 向けの機材調達案件として適正な規模、仕様を設定した。

- ① 要請された井戸掘削用機材及び井戸建設用資機材のうち、妥当性が確認された機材の調達を計画した。
- ② DDA が村落給水計画を推進するうえで必要と判断された水質検査用機材を計画した。
- ③ 調達予定機材の維持管理能力強化のための技術支援（ソフトコンポーネント）の実施を計画した。

(2) 自然環境条件に対する方針

「ミ」国においては、幹線道路を除く地方の路線は未舗装の部分が多々ある。雨上がり時等は未舗装の路面が泥濘化するため、車両については、総輪駆動もしくは四輪駆動車を計画した。なお、対象地域である中央乾燥地は、標高 1,000 m 以下であるため、高地仕様は計画しない方針とした。

(3) 社会経済条件に対する方針

本プロジェクトでは井戸掘削用機材及び水質検査用機材のみならず、水中モーターポンプや発電機等の井戸建設用資機材も調達される。DDA によって井戸掘削が行われ、給水施設が引き渡された後は、住民によって給水施設が維持管理されることになる。したがって、住民の維持管理能力及び維持管理費の支出、管理能力を見極め、住民によって無理なく維持管理が可能となるグレードの井戸建設用資機材を計画した。

(4) 調達事情に対する方針

1) スペアパーツ供給体制の整った機材選定

機材選定にあたっては、スペアパーツの供給体制を確認し、維持管理の容易な機種を選定した。また、当該機材は現地代理店を通じて、アフターセールスサービスが受けられるものであることを前提とした。したがって、調達機材は、製造会社の支店、現地代理店もしくは現地代理店契約を結んでいる会社を所有しているものを計画した。

2) 原産国・調達国にかかる方針

本プロジェクトは一般無償資金協力支援であるため、機材の調達先は原則、現地もしくは本邦を前提とした。しかしながら、DDA の実績や現地での市場調査及び機材精度の必要性を加味し、第三国調達も含めて検討し、コスト削減を図った。

3) ロット分けにかかる方針

機材種別は、井戸掘削機のような大型機材から、ケーシング、水中モーターポンプのような建設資材まで多種多様であり、調達先も異なる。したがって、機材は数ロットに分割して調達することを検討した。

(5) 運営・維持管理に対する対応方針

本プロジェクトで調達される機材は、DDA によって適切かつ持続的に運営維持管理される必要がある。したがって、スペアパーツの供給やアフターサービスが遅滞なく行なわれるよう、現地に代理店が確保されている機材を選定した。

また、住民による持続的な維持管理を念頭に置き、水中モーターポンプや発電機等の井戸建設用資機材についても、スペアパーツの供給やアフターサービスが遅滞なく行なわれるよう、現地に代理店が確保されている機材を選定した。

(6) 機材等のグレードの設定に対する方針

本件で調達される機材は、DDA が過去に使用経験を有するものであり、DDA 職員の操作技術、熟練度は、調達予定機材の運転・維持管理を行なうに十分なレベルであることが現地調査を通じて確認されている。しかしながら、電子制御がゆき過ぎる高レベルの機材に関しては、DDA 職員自身で維持管理するのは困難と判断される。特に調達予定機材は、将来的に「ミ」国全土で使用されるものであり、使用頻度は極めて高いため、可能な限りシンプルな仕様とし、電子機器を多用した仕様の採用は最低限に留めた。

また、水中モーターポンプや発電機等の井戸建設用資機材についても、住民による持続的な維持管理を念頭に置き、可能な限りシンプルな仕様とし、電子機器を多用した仕様の採用は最低限に留めた。

(7) 調達方法、工期に対する方針

本プロジェクトにおいて調達が予定されている機材の調達においては、無償資金協力の方針に従い、本邦業者を対象とした一般競争入札により調達されることを前提とした。また工期に関しては、機材の製作期間、輸送期間、諸手続きに要する期間、操作指導に要する期間及び検査・検収等に要する期間を考慮し、工程を策定した。

3-2-2 基本計画（機材計画）

(1) 全体計画

1) 先方の要請内容

前述のとおり、本プロジェクトは先方要請時点から年月が経過し実施された経緯があり、プロジェクトの前提条件は変化していた。したがって、DDA から要請された機材内容及びプロジェクト対象である 110 村落の妥当性について検討した。

表 3-1 当初の先方要請内容

No.	費目	数量
1	トラック搭載型掘削機(深度 500 m 用)及び付属品	2 式
2	貨物トラック(クレーン付き)	2 台
3	エアコンプレッサー	1 台
4	ピックアップトラック	2 台
5	井戸掘削時の消耗品	1 式
6	ケーシング、スクリーン	110 村分
7	水中ポンプ(発電機、付属品付き)	110 式

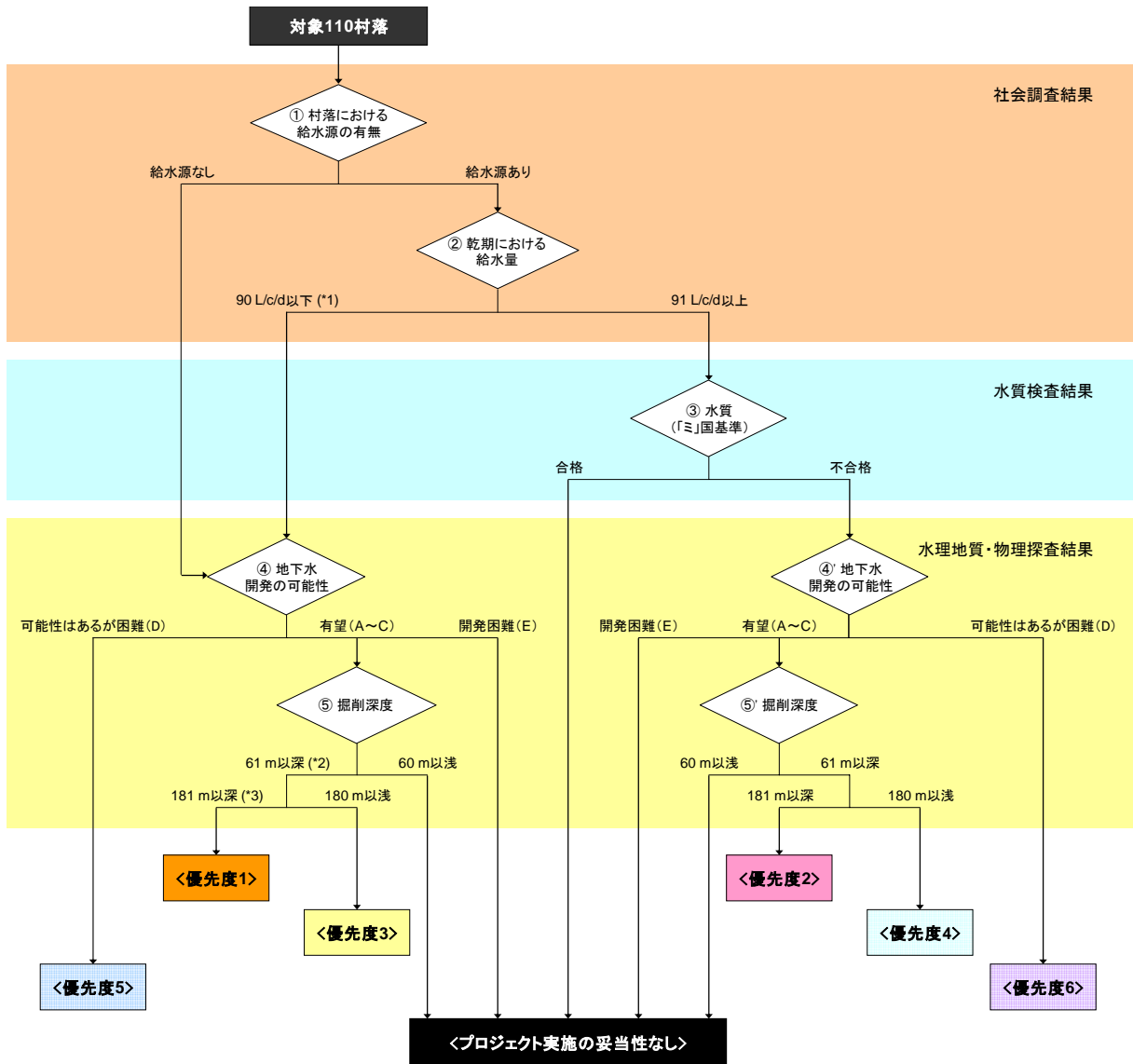
2) 対象村落の検討

本プロジェクトの目的は、5 ヶ年計画において DDA が最優先と位置付けた 110 村落における深井戸掘削にかかる機材を調達することである。5 ヶ年計画では対象村落において、「村落に最低 1 水源」、「安定した水量の供給」及び「安全な水質の確保」を目標としている。つまり、この目標

を全て満足している村落は、5 ヶ年計画が既に達成している村落であり、本プロジェクトによる支援の妥当性はない。一方、5 ヶ年計画の対象となる村落であっても、水量が見込めない、安全な水質が見込めない、水位が低く揚水量が見込めない等、自然条件が悪いと評価される村落については、DDA による施工、または施工後の持続的な施設利用を担保することができない。したがって、各村落における社会条件（社会調査による調査結果）と自然条件（物理探査、水理地質及び水質分析による調査結果）を把握し、総合的に評価したうえで、プロジェクトとして確実に成立し得る村落を絞り込んだ。

また、110 村落の評価は、最適なプロジェクト範囲まで村落を絞り込むことが主目的であるが、この評価（各村落の掘削優先度）を DDA が活用することで、より最適な掘削計画を策定してもらうという目的もある。

対象村落は、以下のフローに基づき、社会調査及び自然条件調査の結果を踏まえて評価した。



注釈: *1 DDAは、村落において91 L/c/d (20 gal/c/d) 以上の給水を推奨。
 *2 61 m (200フィート) 以深の井戸を深井戸と定義。
 *3 当調査団の評価では、DDA所有の井戸掘削機の最大掘削深度は180 mまで。

図 3-1 対象村落の優先度付けフロー

① 村落における水源の有無 (社会調査による結果)

社会調査の結果、要請された 110 村落全てに既存水源が存在することが判明した。しかしながら、前述のとおり、5 年計画の中では「村落に最低 1 水源」という目標のほかにも、「安定した水量の供給」及び「安全な水質の確保」という目標も設定されているため、全 110 村落において「② 乾期における給水量」を確認した。なお、各村落における水源は、深井戸、浅井戸、溜池等多様であった。

表 3-2 村落における水源の有無の評価

水源あり	水源なし	合計
110 村落	0 村落	110 村落
評価②へ	評価④へ	—

② 乾期における給水量（社会調査による結果）

DDA は、地方村落部における通年給水量として、91 L/c/d（20 ガロン）を推奨している。したがって、一年で最も水に困窮する乾期において、各村落の給水量がこの DDA 推奨値を満足するかどうかを評価基準とした。社会調査の結果、91 L/c/d 以上が供給されている村落が、4 村落存在したため、この 4 村落については、「③ 水質」を確認した。なお、給水量を満足しない 106 村落については、この段階で掘削対象と評価できるため、「④ 地下水開発の可能性」を検討した。

表 3-3 乾期における給水量の評価

90 L/c/d 以下	91 L/c/d 以上	合計
106 村落	4 村落	110 村落
評価④へ	評価③へ	—

③ 水質（水質検査による結果）

前項「乾期における給水量」を満足した 4 村落における水質検査の結果、4 村落全てが生活影響項目（色度、濁度、電気伝導度）を満足しなかった。したがって、同項においてプロジェクト除外村落はなく、この 4 村落については「④' 地下水開発の可能性」を検討した。なお、水質分析は、各村落における第 1 及び第 2 給水源から計 190 サンプルが採水された。このうち、176 サンプル（92.6%）が水質基準を満足しなかった。水質基準を満足した 14 サンプルは、全て給水量が 90 L/c/d 以下の村落であった。

表 3-4 水質の評価

合格	不合格	合計
0 村落	4 村落	4 村落
妥当性なし	評価④'へ	—

④及び④' 地下水開発の可能性（水理地質及び物理探査による結果）

同項に移行した 110 村落について、電気探査結果から得られた比抵抗値、既存資料による水位や水質分析結果を踏まえ、以下の基準で区分した。

<p>帯水層による評価</p> <p>A(優良): 未固結層で透水性が高い有望な帯水層が存在する村落(50 Ωm<)</p> <p>B(良): 未固結層で透水性が比較的高い帯水層が存在する村落(50 Ωm>、>30) 比抵抗は 50 Ωm 以上であるが、岩の影響を受けていると想定される村落</p> <p>C(可): 岩盤の裂か水を狙える村落 未固結層で透水性が比較的低い帯水層が優勢の村落(30 Ωm>、>10)</p> <p>D(困難): 未固結層で透水性が低い帯水層が優勢の村落(10 Ωm>)</p> <p>E(対象外): 過去の結果から井戸掘削が困難であり、浅井戸で対応可能な村落</p>	
<p>地下水位による評価</p> <p>D(困難): 「帯水層による評価」で A~C に区分されたが、水位が 300 m 以深になる可能性が高く、地下水開発が難しいと判断される村落</p>	
<p>水質による評価</p> <p>D(困難): 「帯水層による評価」で A~C に区分されたが、水質が悪い(特に塩分)可能性が高い村落</p>	

110 村落の評価結果は下表のとおりであり、地下水開発の可能性が限りなくゼロに近いと判断された 2 村落については、本プロジェクトの対象から除外した。なお、この 2 村落については、現地調査の段階で既に評価済みであり、DDA からは了解を得ている。

表 3-5 地下水開発の可能性の評価

④ 地下水開発の可能性(給水量が 90 L/c/d 以下の村落)					
評価 A	評価 B	評価 C	評価 D	評価 E	合計
29 村落	22 村落	34 村落	19 村落	0 村落	106 村落
評価⑤へ				妥当性なし	—

④' 地下水開発の可能性(給水量が 91 L/c/d 以上の村落)					
評価 A	評価 B	評価 C	評価 D	評価 E	合計
1 村落	1 村落	0 村落	2 村落	0 村落	4 村落
評価⑤'へ				妥当性なし	—

⑤及び⑤' 掘削深度(水理地質及び物理探査による結果)

本プロジェクトは深井戸建設用の機材調達が目的である。DDA は 61 m 以深の井戸を「深井戸」と定義しているため、掘削深度が 60 m 以浅と評価された村落については、本プロジェクトにおける支援の妥当性はない。一方、DDA 所有の井戸掘削機は、最大掘削能力が 180 m 程度と判断されることから、掘削深度が 181 m 以深と評価された村落については、DDA の現有掘削機では掘削不可能であり、本プロジェクトにおける優先度は高い。したがって、これら数値を基準に各村落を評価し、プロジェクトにおける優先度を検討した。

表 3-6 掘削深度の推定

	⑤ 推定掘削深度(給水量が90 L/c/d以下の村落)				評価
	評価A	評価B	評価C	計	
181 m以深	21村落	17村落	27村落	65村落	優先度1
61~180 m	8村落	5村落	7村落	20村落	優先度3
60 m以浅	0村落	0村落	0村落	0村落	プロジェクト除外
計	29村落	22村落	34村落	85村落	—

	⑤ 推定掘削深度		評価
	評価D	計	
181 m以深	15村落	15村落	優先度5
61~180 m	4村落	4村落	
60 m以浅	0村落	0村落	プロジェクト除外
計	19村落	19村落	—

	⑤' 推定掘削深度(給水量が91 L/c/d以上の村落)				評価
	評価A	評価B	評価C	計	
181 m以深	1村落	0村落	0村落	1村落	優先度2
61~180 m	0村落	1村落	0村落	1村落	優先度4
60 m以浅	0村落	0村落	0村落	0村落	プロジェクト除外
計	1村落	1村落	0村落	2村落	—

	⑤' 推定掘削深度		評価
	評価D	計	
181 m以深	1村落	1村落	優先度6
61~180 m	1村落	1村落	
60 m以浅	0村落	0村落	プロジェクト除外
計	2村落	2村落	—

対象 110 村落の最終評価は、下記のとおりである。

表 3-7 対象 110 村落の最終評価

優先度	対象村落	推定掘削深度
優先度 1	65 村落	181 m 以深
優先度 2	1 村落	181 m 以深
優先度 3	20 村落	61~180 m
優先度 4	1 村落	61~180 m
優先度 5	19 村落	181 m 以深
優先度 6	2 村落	61~180 m
妥当性なし	2 村落	—
合計	110 村落	—

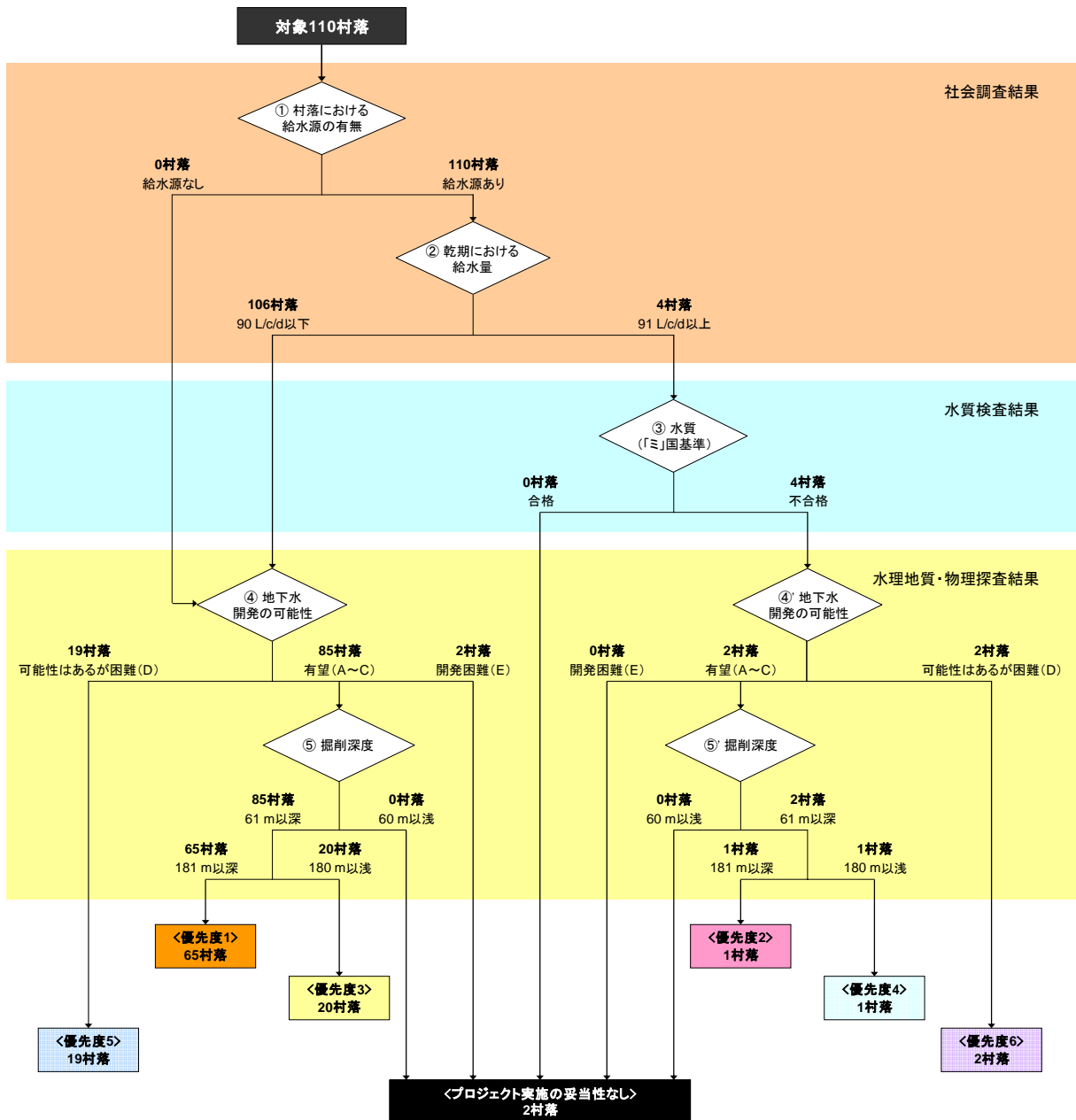


図 3-2 対象 110 村落の最終評価

⑥ 最終評価（対象村落の絞り込み）

前項までにおいて、優先度 5～6 に評価された 21 村落については、対水層が薄く取水量が見込めない、水質が悪い（塩分が含まれる）可能性が高い、水位が低く給水施設としての効率性が悪い、という地質状況にあるため、地下水開発の可能性は著しく低い。この場合、深井戸掘削に拘らず、手掘りの浅井戸による浅層水や表流水からの取水に頼った方が、技術的にも、経済的にも、より妥当性及び効率性がある。このような状況では、同 21 村落において、確実に DDA によって掘削されること、あるいは、確実に住民によって持続的に施設が活用されることが担保できない可能性が高い。したがって、DDA による井戸掘削が実施され、施設が持続的に活用されることが担保できる村落、すなわち、優先度 1～4 に評価された 87 村落を本プロジェクトの実施対象とす

ることが妥当であると判断した。

表 3-8 プロジェクト対象村落

優先度	対象村落	推定掘削深度
優先度 1	65 村落	181 m 以深
優先度 2	1 村落	181 m 以深
優先度 3	20 村落	61~180 m
優先度 4	1 村落	61~180 m
合計	87 村落	—

3) ピックアップトラック調達の妥当性

先方からはピックアップトラックが要請されているが、2009 年に実施された技術協力プロジェクトにおいて既に 2 台が調達されている。また、当該車両は、維持管理及びモニタリングにかかる移動用車両であり、DDA の既存車両でも対応可能であるため、本プロジェクトにおいて調達する必要性に乏しい。したがって、本プロジェクトにおいてピックアップトラックは調達しない。

4) 水質検査機材の調達

現地調査の結果、現状の DDA の水質検査体制は脆弱であり、検査資機材も劣化していることが明らかになった。本プロジェクトを推進するうえで、DDA の水質検査体制の強化は絶対不可欠であり、「安全な飲料水を供給する」という「ミ」国ミレニアム開発目標 (MDGs) にも資するためにも、本プロジェクトにおいて水質検査機材の調達を検討することは妥当である。

5) プロジェクトの内容

本プロジェクトは 87 村落を対象とし、調達の必要性が認められた以下の機材を調達する。

表 3-9 調達機材一覧

区分	No.	費目	数量
A. 井戸掘削用機材	A-1	井戸掘削機	
	A-1-1	400 m 級車載型掘削機	1 台
	A-1-2	300 m 級車載型掘削機	1 台
	A-2	ベントナイト、CMC	1 式
	A-3	エアリフトポンピング及び揚水試験用機材	1 式
	A-4	エアコンプレッサー	1 台
	A-5	クレーン付きトラック	2 台
B. 井戸建設用資機材	B-1	ケーシング(87 井戸分)	
	B-1-1	ケーシング(4 インチ)	3,250 本
	B-1-2	ケーシング(10 インチ)	350 本
	B-2	スクリーン及びボトムプラグ(87 井戸分)	
	B-2-1	スクリーン	170 本
	B-2-2	ボトムプラグ	95 本
	B-3	水中モーターポンプセット及びディーゼル発電機セット(87 村落分)	
	B-3-1	タイプ I (揚程 300 m)	9 式
	B-3-2	タイプ II (揚程 250 m)	18 式
	B-3-3	タイプ III (揚程 200 m)	22 式
	B-3-4	タイプ IV (揚程 150 m)	31 式
	B-3-5	タイプ V (揚程 100 m)	7 式
C. 水質 検査用機材	C-1	分光光度計	1 台
	C-2	蒸留水製造装置	1 台

3-2-2-2 機材計画

A. 井戸掘削用機材

A-1 車載型井戸掘削機

(1) 調達の妥当性

DDA は我が国が過去に実施したプロジェクトにより 9 式の車載型井戸掘削機を所有し、記録が集計された 2002 年以降だけでも 414 本の深井戸を掘削している。

表 3-10 DDA 所有井戸掘削機

No.	型番
001	TOP-300(JICA 技プロにおいて TRD-300 を修繕)
002	TOP-300(開発調査において TRD-300 を修繕)
003	TOP-300(開発調査において TRD-300 を修繕)
004	TOP-300(開発調査において TRD-300 を修繕)
005	TOP-300(JICA 技プロにおいて TRD-300 を修繕)
006	TRD-300
007	TOP-300
008	TOP-300
009	TOP-500(修繕中)

しかしながら、既存の掘削機材は調達後 20 年以上経過したものもあり、改修は行われているものの機械の心臓部であるエンジン、油圧システムの経年劣化による能力低下が著しく、現状の最深掘削能力は 180 m 程度しかないものと想定される。一方、プロジェクト対象である 87 村落のうち 66 村落では深度 181 m 以深の井戸掘削が必要であり、これらの村落の井戸を現有機で掘削することは不可能である。

他方、DDA はこれまでに 5~8 名からなる掘削班を編成し活動を行っており、独自で地下水開発を行う実力を十分に備えている。DDA は、本プロジェクトのために 8 名からなる掘削班を新たに 2 班編成している。配置される職員は、大部分が 2009 年に実施された技術協力プロジェクトに参画し、地下水開発にかかる技術力と経験を有している。

したがって、DDA は現状の掘削機材の状況では 5 ヶ年計画の完遂は厳しい状況にあるが、必要とされる人員を既に確保している。したがって、新たに掘削機を調達する必要性は十分にあり、妥当性は高いと判断する。

(2) 調達数量

DDA の掘削実績にもとづく年間掘削本数は 8~10 本程度であり、新規で掘削機 1 台を調達しても 5 年で 50 本 (10 本/年×5 ヶ年) 程度の掘削に留まり、5 ヶ年計画を完遂することはできない。したがって、181~400 m の深層地下水開発用の井戸掘削機を 2 台調達することが必要である。

(3) 掘削深度と適用工法

本プロジェクトにおける地層分類は、電気探査と既存資料の調査結果から、未固結～半固結であるイラワジ層（87.5 %）と、岩盤であるペグ層（12.5 %）に大別され、それぞれの掘進延長は以下のとおりである。

表 3-11 地層毎の掘進見込み長（87 井戸）

地層種別		比率 (%)		掘進延長 (m)	
イラワジ層 未固結～半固結層	粘土／シルト質土	28.8	87.5	5,665	17,225
	砂質土	58.7		11,560	
ペグ層 岩盤	軟岩	4.2	12.5	830	2,455
	中硬岩	8.3		1,625	
合計			100.0		19,680

また、井戸の深度の最大値は 350 m（4 本）であり、87 本の井戸の平均深度は 226 m と想定される。

表 3-12 掘削深度の予察（87 井戸）

掘削長 (m)	本数
400	0
350～399	4
300～349	10
250～299	21
200～249	27
150～199	18
100～149	7
計	87

DDA は、北部シャン州山岳地帯の一部地域において DTH（Dawn the Hole Hummer）掘削工法を採用しているが、大半の地域において泥水ロータリー掘削工法（以下、泥水工法）を採用している。計画対象地域の大半が未固結層であり、岩盤地域でも極硬岩は想定されないとの地質予察の結果、並びに DDA の工法習熟度から、本プロジェクトでは、泥水工法のみを採用する。

なお、泥水工法は、ドリルストリングスを通じ、先端切歯（以下、ビット）に回転力及び給圧を加えながら掘削する工法であり、ビット冷却及び掘り屑の排除のために、送水ポンプによって、循環流体（水または泥水）を送水するものである（正循環方式）。この工法の場合、井戸掘削機に回転装置、給圧装置、巻上装置が必要になり、送水ポンプも必要となる。適用できる地質範囲が広いため、一般的に井戸掘削に用いられる工法であるが、地層に合わせた泥水管理には慎重を要するため、水の循環が困難な地層や膨潤性の高い地層では掘削が難しい（逸水層等では逸水を抑止してからの掘削となる）。

(4) 仕様

1) 井戸掘削機本体

井戸掘削機の仕様選定で優先的に考慮すべき技術要素は、ドリルストリングスとケーシングの最大重量及び掘削流体（泥水）の容量である。ドリルストリングスとケーシングの重量は掘削機のプルダウンとドローワークスの能力に関係し、掘削流体（泥水）の容量は、スライム（掘削ズリ）を排出するための泥水ポンプの吐出量及び孔柱圧に対する吐出圧に関係する。これらは、地質調査結果に基づく水理地質の予察から策定されるケーシングプログラム及び掘削計画から推計される。本プロジェクトで計画されるケーシングプログラム及び掘削計画は、以下のとおりである。

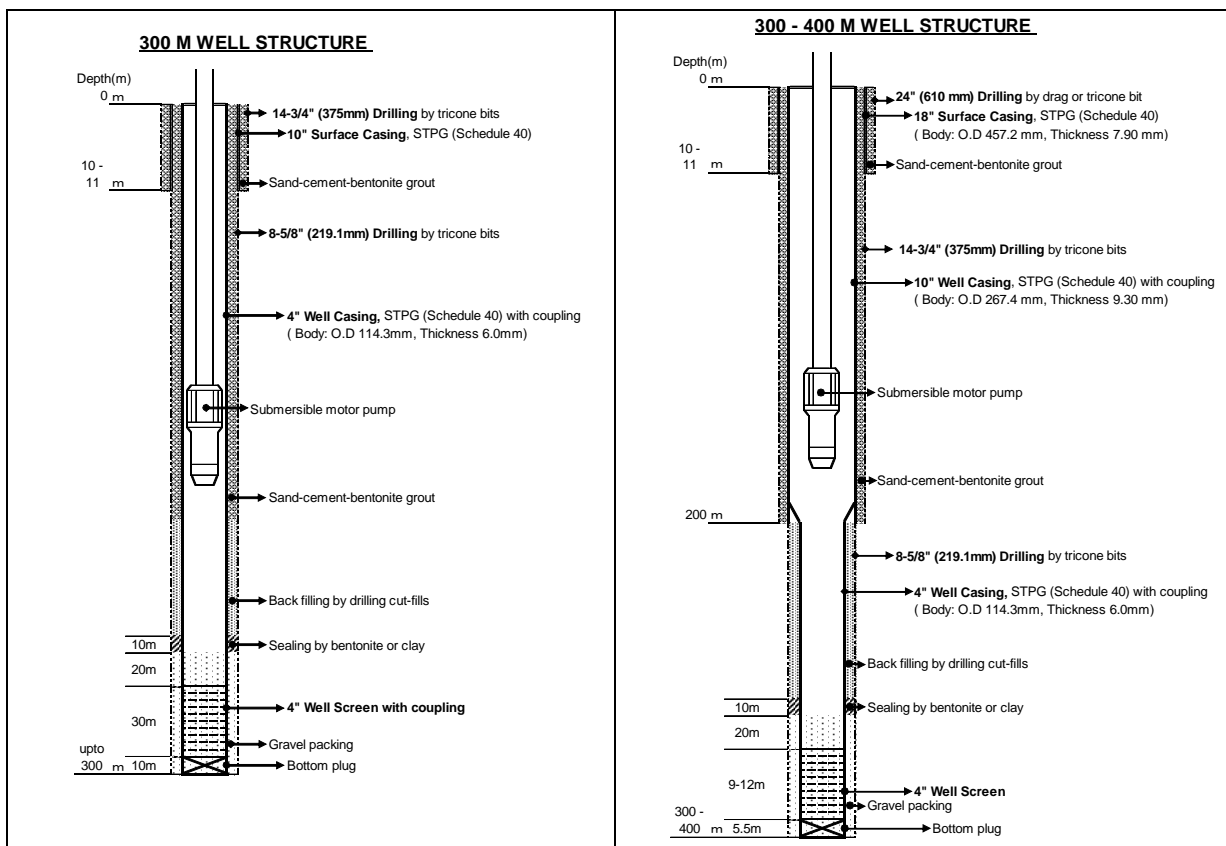


図 3-3 ケーシングプログラム及び掘削計画

400 m 掘削時のドリルストリングスの推計最大重量は、約 14,000~16,000 kg となる。一方、ケーシングは、10 インチの場合、200 m で約 12,000 kg、4 インチの場合、400 m で約 6,500 kg と推計されるため、400 m 掘削時に想定される最大重量は 16,000 kg である。同様に、300 m 掘削時に想定される最大重量は約 9,000 kg と推計される。また、掘削流体の必要容量は、8% のベントナイト泥水使用時のスライム排出に必要となる最低上昇流速から推計された。スライム粒径 5 m/m の場合、最低上昇流速は 20cm・s⁻¹、10 m/m の場合、25 cm・s⁻¹ と推定される。また、最大掘削孔径 14-3/4 インチを掘削する場合に必要な掘削流体の最低泥水流量は、約 1,200~1,500 L・min⁻¹ となる（4-1/2 インチのドリルパイプ使用時）。

以上から、井戸掘削機を選定する際の分岐深度は 300 m、泥水流量は 1,200 L・min⁻¹ となる。こ

の数値に基づき、井戸掘削機は最大掘削深度 300 m までと 400 m までの 2 機種とし、それぞれの深度を 4-1/2 インチドリルパイプで掘削可能となる仕様を選定した。いずれの掘削機も活動範囲が広範となるため、トラック搭載型 (6×4 または 6×6) とした。また、本計画対象地域は標高 1,000 m 以下であるために、特に高地仕様は設定しない。400 m 級及び 300 m 級井戸掘削機の概略仕様は、以下のとおりである。

表 3-13 400 m 級掘削機の概略仕様

項目	仕様
掘削能力	掘削径外径 4-1/2 インチ以上の掘管(以下、「ドリルパイプ」と記述)で 400 m までの掘削が行える能力を有するもの(井戸部掘削孔径 14-3/4 インチ)
ホールドバック	25,000 kg 以上
ドローワークス	シングルライン 8,000 kg 以上
マッドポンプ	吐出量 1,500 L・min ⁻¹ 以上
艦装トラック	6×4 または 6×6、左ハンドル

表 3-14 300 m 級掘削機の概略仕様

項目	仕様
掘削能力	掘削径外径 4-1/2 インチ以上のドリルパイプで 300 m までの掘削が行える能力を有するもの(井戸部掘削孔径 10-5/8 インチ)
ホールドバック	14,000 kg 以上
ドローワークス	シングルライン 6,000 kg 以上
マッドポンプ	吐出量 1,200 L・min ⁻¹ 以上
艦装トラック	6×4 または 6×6、左ハンドル

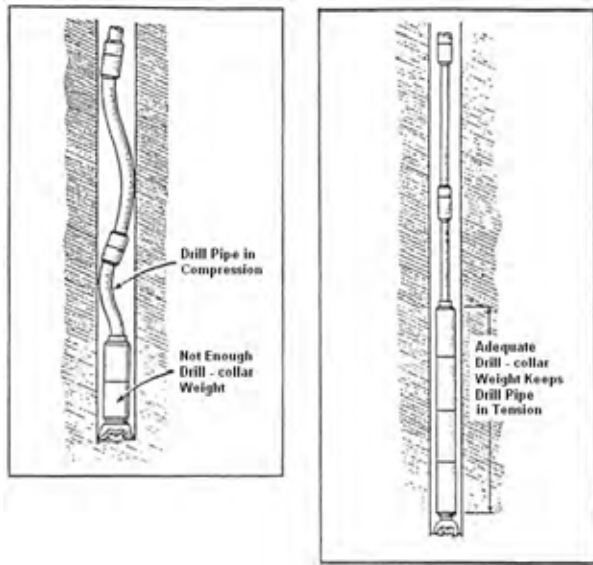
2) ドリルストリングス

ドリルパイプ

井戸掘削では、外径 2-7/8 インチ、3-1/2 インチ、4-1/2 インチのドリルパイプが一般的に使用される。本プロジェクトでは、スライム排除に関する環状部流速と掘削機に搭載できるマッドポンプの関係から、外径は 4-1/2 インチ以上、掘削の効率性の観点から長さは 6 m とする。

ドリルカラー

ドリルパイプは、引っ張りに対して強い構造であるが、圧縮や衝撃力に対しては非常に脆い。したがって、ドリルパイプを常に引っ張りの状態に保ち(掘削機で吊り上げる)、座屈することなく安全に掘進するために、ドリルカラーを調達する。



出典：作井技術教本／
石油資源開発株式会社作井部

図 3-4 ドリルパイプとドリルカラー

一方、ビット荷重は、ロックビット（以下、トリコンビット）の場合、一般的にインサート型ビットであれば 1,800～2,700 kg、ツースタイプであれば 1,800～4,000 kg が適正とされる。したがって、ドリルカラーの全重量は 1,800～4,000 kg が必要ということになる。後述するが、本プロジェクトでは、インサートタイプとツースタイプの双方のトリコンビットを選定しているため、ドリルカラーの総重量は、双方のビットに対応可能な重量及びサイズを選定した。

表 3-15 ドリルカラーの概略仕様

項目	仕様
ドリルカラー重量	概算 160 kg/m
サイズ	6-3/4 インチ
一方当たり長さ	6 m

トリコンビット

地質予察の結果から、87 村落の掘削総延長は 19,680m と推計される。DDA の過去の掘削実績から推算された軟岩～中硬岩用トリコンビットの消耗率は 1 個あたり 150 m である。この消耗率から算定されるトリコンビット総数は、約 130 個という膨大なものとなる。一方、「さく井・改修工事標準歩掛資料 (P.85)」によれば、中硬岩地質におけるビットサイズ 10-5/8 インチの消耗率は 1 m あたり 0.043 個である。この消耗率を用いた場合の算定数は、約 850 個というさらに膨大な数字となる。トリコンビットの寿命は、地層や岩相とビットの使用状況（ビット荷重、ビット回転数、泥水送水量）により異なるが、一般的に硬質な地層では歯の摩耗が早くベアリング寿命も短くなり、軟質層では歯とベアリングの寿命は長くなる。ボーリング技術にかかる技術的な知見によれば、超硬チップを埋め込んだインサート型の耐用期間は、スチールツース型の 4～15 倍に達するとされている。また、インサート型に用いられるシールドベアリングの耐用期間は、スチールツース型に用いられるオープンローラーベアリングよりも長いとされている。

以上の技術的知見に基づき検討を行った結果、軟質から硬質地層まで適応できる歯型を有し、

シールドベアリングあるいはシールドジャーナルベアリングを使用するインサートタイプビットを中心に選定することが妥当であると判断した。インサートタイプビットの歯型は、砂質の未固結層、軟岩及び中硬岩用に適する歯型を国際探掘請負業者協会（International Association of Drilling Contractors：以下、IADC）コードに基づき選定した。ベアリングは、シールドジャーナルベアリングを採用した。消耗率は、DDA の経験値であるツースタイプの 150 m/個の 3 倍、すなわち 450 m とした。粘土・シルト層には、スチールツース型トリコンビットを採用し、歯型は中軟質地層用の IADC コード番号から選定し、ベアリングはオープンローラーベアリングとした。数量算定に関わる消耗率は、150 m/個を採用した。また、表土掘削用にはタングステンカーバイドメタルチップを埋め込んだドラッグビットを採用し、消耗率はスチールツース型と同じく 150 m/個とした。

地質調査の予察及びケーシングプログラムに基づき算定したトリコンビット数を以下に示す。87 村落の掘削総延長 19,680 m に対するビット総数は、63 個である。

表 3-16 300 m までの井戸掘削用ビット数

地層／岩相							
表土		粘土・シルト質		砂質		軟・中硬岩	
ビットタイプ・サイズ							
14-3/4 インチ		8-5/8 インチ					
ドラッグビット		IADC211		IADC537		IADC617	
掘削延長(m)	ビット数(個)	掘削延長(m)	ビット数(個)	掘削延長(m)	ビット数(個)	掘削延長(m)	ビット数(個)
780	6	4,385	30	9,940	14	1,595	3

表 3-17 400 m までの井戸掘削用ビット数

地層／岩相							
表土		粘土・シルト質		砂質		軟・中硬岩	
ビットタイプ・サイズ							
24 インチ		14-3/4 インチ					
ドラッグビット		IADC211		IADC537		IADC617	
掘削延長(m)	ビット数(個)	掘削延長(m)	ビット数(個)	掘削延長(m)	ビット数(個)	掘削延長(m)	ビット数(個)
90	1	430	3	870	2	410	1
8-5/8 インチ							
IADC211		IADC537		IADC617			
掘削延長(m)	ビット数(個)	掘削延長(m)	ビット数(個)	掘削延長(m)	ビット数(個)	掘削延長(m)	ビット数(個)
100	1	650	1	430	1		

ビットスタビライザー

ビット径と比較してドリルカラーの径が小さいため、過重を掛け過ぎた場合、ドリルパイプが曲がり、必然的に坑井も屈曲しやすくなる。坑井の屈曲は、掘削計画の遂行を困難とするばかりか、場合によっては孔壁崩壊等の孔内事故の原因ともなる。このため、ドリルカラーの間にビッ

ト径に合わせたウィングタイプビットスタビライザーを付け、ドリルストリングスを坑内の中心に据える役目を持たせることが重要となる。ビットスタビライザーは、8-5/8 インチと 14-3/4 インチ用のものを準備し、それぞれ 100 m 毎に 1 本計画する。

サブ類

ドリルパイプ、ドリルカラー、スタビライザー、ビット類の接続ネジは API (American Petroleum Institute) 規格によって定められ、それぞれタイプやサイズが異なる。このため、これらのドリルストリングス同士を接続し、ドリルストリングスのネジの保護と摩耗の役目も果たす、接続用のサブ類が必要となる。サブ類は、ビットとドリルカラー接続用のビットサブ、ドリルカラーとドリルパイプもしくはビットスタビライザー接続用のクロスオーバーサブを選定する。

A-2 泥水材料（ベントナイト、CMC）

（1）調達の妥当性

泥水工法による掘削時には、掘削用流体として泥水を使う。泥水の主な機能と条件は、以下のとおりである。

泥水の主な機能

- ① 工程やビット付近から堀くずを除去しビットを洗浄する
- ② 堀くずを地上まで運搬し、循環の停止時には堀くずが沈殿しないように泥水中に懸垂・保持する
- ③ ガス、油、水等の地層流体の圧力をコントロールし、噴出しないように抑える
- ④ 薄くて強靱な不透水性の泥壁を作って孔壁の崩壊を防ぐ
- ⑤ ビット、ドリルストリングスを冷却し、潤滑にする
- ⑥ 坑井内の情報を地上に伝え、地層の評価に役立てる

泥水の主な条件

- ① 泥水比重が地層圧力とバランスしている
- ② レオロジー（流動性）が良好である
- ③ 地層の崩壊・泥化を抑制する機能に優れる
- ④ 塩類、セメント等の汚染に対する抵抗力が大きい
- ⑤ 地上において堀くずや砂分の分離が容易
- ⑥ 作泥コスト、調泥コストが安い
- ⑦ 環境への負荷が全くなく、無毒性である

DDA は、これまで泥水掘削の際に、現地で産出する山粘土を使用している。この山粘土の物理化学的な分析は行われていないが、山粘土を使用した泥水が本来の泥水としての機能を果たしているとは言い難い。これは、DDA によるこれまでの掘削において、特に 200 m 以深の掘削時に孔壁の崩壊による逸泥（Lost Circulation）が多いことから判断できる。山粘土を使用した泥水の水比重が地層圧力と均衡が取れず、泥壁形成や地層崩壊防止の機能が劣っているためである。失削か

ら回復するためには、最低でも2～3週間、場合によっては数カ月を要するため、掘削計画の大きな遅延原因となる。もし回復できず、坑井に埋もれたドリルストリングスをそのまま放棄せざるを得ない場合には、引き続き掘削計画への大きな支障となるばかりか、DDAの資産の損失にもなる。この意味から、適正な泥水材料を調達する技術的妥当性は高い。

(2) 仕様と調達数量

安定した泥水を維持するためには、良質なベントナイトをできるだけ少量使用して、必要とする泥水諸機能を維持することが重要である。ベントナイトの添加量が多くなると掘進率が悪くなるばかりでなく、塩類による凝集作用や高温度によるゲル化が増大し、レオロジーの制御が著しく難しくなる。良質なベントナイトを少量使用することが原則である。また、ベントナイト及びCMCともに環境に対する負荷は全くない。本プロジェクトでの泥水は、沖積層の掘削において一般的に使用される水-ベントナイト比8%のベントナイト泥水とし、これに脱水を減少させる効果を有するCMCを0.1%混合するものを選定した。井戸掘削深度と掘削孔径の総量から数量を決定した。

表 3-18 400 m 級掘削機の泥水使用量

井戸 9 本	総延長 2,980 m			
内訳	掘削深度	掘削延長 (m)	泥水量 (m ³ /m)	泥水量小計 (m ³)
24"掘削	0~10 m	90	0.778	70.02
14-3/4"掘削	10~200 m	1,710	0.111	189.81
8-5/8"掘削	200 m~井戸底	1,180	0.038	44.84
泥水総量(m ³)				304.67
8%ベントナイト泥水	ベントナイト	8%	24,373.6	30 ton
	CMC	0.10%	304.67	350 kg

表 3-19 300 m 級掘削機の泥水使用量

井戸 78 本	総延長 16,700 m			
内訳	掘削深度	掘削延長 (m)	泥水量 (m ³ /m)	泥水量小計 (m ³)
24"掘削	—	—	0.778	—
14-3/4"掘削	0~10 m	780	0.111	86.58
8-5/8"掘削	10 m~井戸底	15,920	0.038	604.96
泥水総量(m ³)				691.54
8%ベントナイト泥水	ベントナイト	8%	5,532.3	60 ton
	CMC	0.10%	691.54	750 kg

A-3 エアリフトポンピング及び揚水試験用機材

(1) 調達の妥当性

本機材は、井戸掘削、ケーシング・スクリーン設置後の孔内洗浄及び揚水試験を実施するための機材である。一般的には、エアリフトポンピングによる井戸の洗浄完了後、想定される常設用ポンプの1.2～1.5倍の揚水量及び揚程を有する水中モーターポンプを用いて、段階試験、連続試験、回復試験からなる揚水試験を行い、この結果に見合った常設用ポンプが選定される。

しかしながら、本プロジェクトではDDAの村落給水量に準じた揚水量（100～120 L/min）、電気探査の結果による水位の推察に基づいた揚程が、あらかじめ想定されている。したがって、本プロジェクトでは帯水層の帯水能調査と常設用ポンプの選定を目的とする揚水試験を実施する必要はなく、揚水試験用の水中モーターポンプと発電機等を調達する妥当性はない。

一方、現在DDAが実施している揚水試験の方法は、以下のとおりである。

- ① ケーシング及びスクリーンの挿入、グラベル充填後、ベイラーで井戸深底部の掘削ズリ（スライム）を浚渫する。
- ② ベイラーを引き上げる際に、スクリーン近辺に発生するサージ現象を利用し、グラベルの篩おこし（大きさによる配列の変更）を行い、井戸内へ地下水が侵入しやすくなるようにする。
- ③ これを何度か繰り返し、底ざらいの終了後に掘削機のポンプで清水を送水し循環させ、井戸洗浄を続ける。
- ④ この後に、見掛け上の水位がGLにある状態で、エアパイプを井戸に挿入し、エアリフトを行う。この際のエアリフトによる揚水量は、送風する空気量との関係で決まる。
- ⑤ エアリフトを行い、200 L/minの水量が出て、次第に動水位が低下しエアリフトが行えなくなれば空気量を減らし揚水量を低下させる。
- ⑥ 井戸揚水量の目標値100～120 L/minで動水位が安定すれば常設ポンプを設置し、目標値に足りない場合は村落の需要に応じて代替の低容量ポンプを設置するか、空井戸と判定する。

簡易的ではあるが、この方法でも揚水試験は可能であり、DDAの実績もあるため、エアリフトポンピング用の機材を活用して、孔内洗浄及び簡易揚水試験を行うことの妥当性は高いと判断する。

(2) 仕様と調達数量

300 m級、400 m級いずれの掘削現場でも対応可能となるように400 m分のツールズを1式とする。4インチの井戸仕上げにはBQロッド、6インチの井戸仕上げには4インチの揚水管をエアパイプとして使用し、設置済みのケーシングを揚水管代わりに使用する。また、現場での揚水量測定のために三角堰も調達する。

A-4 エアコンプレッサー

(1) 調達の妥当性

エアコンプレッサーは、前述のエアリフトポンピングに使用される。エアリフトポンピングは、揚水管を水中に適当な深さ分だけ挿入し、その中に別の空気管を差し込む。この空気管から圧縮空気を揚水管との間に噴出させ、気泡と泥水との混合液を作る。この気水混合液は、揚水管外の水-泥水よりも密度が小さく比重も低いいため、揚水管外の水位より高いところまで揚水できる。この作業を長時間連続して行うにつれ、帯水層からの地下水が流入し井戸の洗浄が行われ、次第に水-泥水が地下水と置換され井戸の仕上げが完了される。この作業で用いられるエアコンプレッサーが、井戸仕上げ用コンプレッサーである。エアリフトポンピング用機材1式に対して1台が必要であるため調達の妥当性は高い。

(2) 仕様と調達数量

エアリフトポンプの効率に影響する重要な要素は下記の2点であり、動水位 (H) と浸水深 (Hs) の関係はポンプ効率に影響する (参考文献：揚水試験と井戸管理／山本荘毅)。

- ① 井戸洗浄時の動水位から揚水管の地上部分までの長さ (揚程 H) と、動水位から空気管底部までの長さ (浸水深 Hs)
- ② サブマージェンス (浸水率)

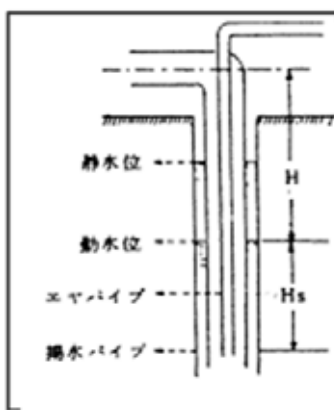


図 3-5 エアリフトポンプ概念

表 3-20 動水位 (H) と浸水深 (Hs) の関係

H(m)	Hs(m)	H(m)	Hs(m)
~15	(2.3~1.9)H	60~90	(1.0~0.75)H
15~30	(1.9~1.2)H	90~120	(0.75~0.67)H
30~60	(1.2~1.0)H	120~150	(0.67~0.49)H

エアリフトの効率を左右するサブマージェンスは、次表に表される。エアリフトポンプは、サブマージェンスの値が70%付近が最も効率がよいが、動水位 (H) と浸水深 (Hs) の関係で必ずしも70%が確保できるわけではない。定数 C は空気管の配置とサブマージェンスに関する実験

的数値である。

表 3-21 サブマージェンス

1 ガロンの揚水に必要な送気量 V

$$V (\text{ft}^3/\text{min.}) = \frac{H}{C \log \frac{Hs + 34}{34}} \quad \text{サブマージェンス}(\%) : \frac{Hs}{H + Hs} \times 100$$

H: 揚程(ft)
Hs: 浸水深さ(ft)
C: 定数(サブマージェンスによって異なる)

サブマージェンス(%)	70	65	60	55	50
C の値	322	306	285	262	238

エアリフトポンプで重要な要素は、計画揚水量に対してどれだけの揚水が最大限得ることができるかということである。これに最も関係するのは、上表でも明らかなように送風される圧縮空気の量である。また、この空気量は、定数 C を決定するサブマージェンスに関係する動水位 (H) と浸水位 (Hs) の和、すなわち圧縮空気の吐出圧にも関係する。計画揚水量 100~120 L/min に対し浸水率が 50~70 % の場合を推算すると、必要となる圧縮空気量は 2~6 m³/min で充分である。

一方、地質予察の結果から動水位と浸水率の和が 200 m を超える井戸があるため、エアリフトによる揚水中には、空気管の最深部に 2 MPa 以上の水圧が掛かるということである。すなわち、揚水時には最低でも 2~3 MPa 以上の圧縮空気を送らなければ、空気が空気管の外に出ていかず、エアリフトポンピングは行えないということに他ならない。

機材仕様の選定上、最低でも 2 Mpa という高圧空気を送風できる大型高圧コンプレッサーをエアリフトポンピングのために調達する妥当性はない。また、2 MPa 以上の圧縮空気を送風するためには、さらに追加のブースター (昇圧) コンプレッサーが必要となり、村落給水用作井工事機材としても非現実的な選択となる。

したがって、DDA が現実的に実施している浸水深 100 m までのエアリフトポンピングを効率的に行える容量のコンプレッサーを選定することが妥当と判断し、以下の仕様とする。また、コンプレッサーは、現場へのアクセス状況を考慮して牽引式ではなく定置式のものとし、機材輸送用トラックで運搬する。

表 3-22 エアコンプレッサーの概略仕様

項目	仕様
吐出空気量	8.5 m ³ /min 以上
吐出空気圧	0.7 MPa 以上
型式	定置式

A-5 クレーン付きトラック

(1) 調達の妥当性

本機材は、掘削班が現場で作業する際に必要となる資機材等を運搬するためのものである。ドリルパイプ、ドリルカラー等の井戸掘削用ドリルストリングス、エアリフト用コンプレッサー、揚水管、ケーシング、スクリーン等のあらゆる深井戸建設用資機材の運搬用に使用される。また、ポンプの設置・引揚用としても活用される。

現状 DDA は、井戸掘削機 8 台に対して、3 トンクレーン付きトラックを 3 台、6 トンクレーン付きトラックを 2 台の計 5 台の機材輸送用車両を保有している。しかし、掘削サイトが分散するため、これらの輸送車両の使用頻度は高く、井戸掘削機が新たに 2 台調達され、掘削機が 10 台編成となった場合、資機材輸送能力は限界を超え、1 台でも故障した場合には全体計画に大幅な支障をきたすことは明白である。これらのことから、クレーン付きトラックの調達の妥当性は高い。

(2) 仕様と調達数量

本プロジェクトの良好な運営と現状の井戸掘削資機材輸送能力の補完するために、井戸掘削機 1 台に対してクレーン付きトラックを 1 台配備し、合計 2 台を調達する。

クレーン付トラックが運搬する資機材は、ドリルパイプ、ドリルカラー等のドリルストリングス、ベントナイト等の泥水材料、エアリフト用資機材（コンプレッサー、エアパイプ、ウォーターパイプ等）、井戸常設用ポンプ、発電機、井戸ケーシング、スクリーン等の井戸建設にかかわる多種多様な資機材である。クレーン付トラックに積載する井戸 1 本当たりの主な建設用資機材は、以下のとおりである。

表 3-23 クレーン付きトラックに積載する資機材

機材名	仕様	数量	単位質量 (kg)	合計質量 (kg)
ドリルパイプ	外径 4-1/2"、L=6 m	70 本	約 26 kg/m	約 1,820 kg
ドリルカラー	外径 6-3/4"、L=6 m	6 本	約 160 kg/m	約 5,760 kg
ドリルビット、サブほか	14-3/4"	1 式	約 1,500 kg	約 1,500 kg
井戸ケーシング	外径 4"、L=5.5 m	70 本	約 16 kg/m	約 6,160 kg
ベントナイト		110 袋	約 25 kg	約 2,750 kg
コンプレッサー	1 Mpa、8.5 m ³ /min	1 台	約 1,750 kg	約 1,750 kg
エアパイプ	外径 55 mm、L=6 m	400m	約 6 kg/m	約 2,400 kg

これらの資機材が一度に運搬されることはないが、ドリルパイプ、ドリルカラー等のドリルストリングス、井戸ケーシング等の機材は一括で運搬する方が効率的である。資機材の中で最も長尺の 6 m ドリルパイプと 6 m ドリルカラーを同時に積載すると、積載重量は約 9 トン程度になる。また、クレーンの能力は DDA が保有する単体重量として最も重いコンプレッサー（米国 Ingersol-Rand 社製）の重量約 4,500 kg を考慮して、5.5 トン吊とする。荷台長は、長尺パイプの輸送を考慮し 6 m 以上のものを選定する。また、サイトへの道路状況と現場移動を考慮して、駆動方式は 6×6 とする。クレーン付きトラックの主な仕様は、以下のとおりである。

表 3-24 クレーン付きトラックの概略仕様

項目	仕様
積載重量	10トン以上
クレーン吊り上げ能力	5.5トン以上
荷台長さ	6 m 以上
駆動方式	6x6 駆動、左ハンドル

B. 井戸建設用資機材

本プロジェクトの対象となる 87 村落は、5 ヵ年計画の中において最優先村落と位置付けられており、その給水施設建設の必要性及び妥当性は高い。本プロジェクトにおいて調達される機材は、少なくともこの 87 村落における深井戸掘削を念頭に置いた数量、品質、仕様となるように計画される。DDA にはケーシング、スクリーン、井戸用動力ポンプ等の井戸建設用資材の購入能力に乏しいのが現状であり、仮にこれらの井戸建設用資材の調達が滞れば、調達される井戸掘削用機材が有効活用されないばかりか、期限内に 87 村落において水源開発が達成することも不可能となる。したがって、対象全村落に対して井戸建設用資材を調達することは、妥当と判断する。なお、ケーシング、スクリーン及びボトムプラグについては、施工時における失敗井を考慮して、5 %分を上乗せした数量を調達する。

B-1 ケーシング

本プロジェクトで計画されるケーシングプログラムと 87 村落の地質予察の結果に基づき、対象 87 村落を井戸掘削深度が 300 m 以浅の井戸と 301 m 以深の井戸に区分した。300 m 以深の井戸は、DDA が現状採用している井戸仕様に基づき 4 インチ仕上げとし、301 m 以深の井戸については、掘削時の崩壊事故の防止とケーシングの強度の観点から、200 m までを 10 インチ、それ以深を 4 インチ仕上げとする。

ケーシング管体の材質は、我が国の過去の無償資金協力と技術協力プロジェクトで使用され、DDA が引き続き採用している「JIS G3454 圧力配管用炭素鋼鋼管 STPG370 スケジュール 40」、もしくは同等品とする。ケーシングの継ぎ手はカップリング継ぎ手とする。ケーシングの仕様、調達数量は、以下のとおりである。

表 3-25 ケーシングの概略仕様と数量

規格	公称サイズ	仕様	数量
JIS G3454 圧力配管用炭素鋼鋼管 STPG370 スケジュール 40 もしくは同等品、カップリング継ぎ手接続	4 インチ	外径: 114.3 mm、肉厚: 6 mm、長さ 5.5 m/本	3,250 本
	10 インチ	外径: 267.4 mm、肉厚: 9.3 mm、長さ 5.5 m/本	350 本

B-2 スクリーン・ボトムプラグ

スクリーンは、一部の対象地域を除き、未固結の細砂・砂礫層に設置される。このため、井戸の寿命とポンプへの影響を考慮し、細砂の井戸内への侵入を抑止するためにスクリーンスリット

を 0.5 mm とし、水質による防食のために亜鉛メッキ製とする。サイズは、4 インチとし、ケーシングとカップリングねじで接続できるものとする。数量は、電気探査の結果による帯水層の性情推察から決定した。経年的な砂分の井戸への侵入に対して、砂だめの役目を果たすボトムプラグを全井戸分調達する。

表 3-26 スクリーン及びボトムプラグの概略仕様と数量

公称サイズ	仕様	数量
4 インチスクリーン	形状: 鋼製巻き線型スクリーン、材質: 亜鉛メッキ製、スリット幅: 0.5 mm、開口率: 10 %、長さ 3 m/本、継ぎ手ねじ: 4 インチケーシングと同種、同サイズのカップリング継ぎ手	170 本
4 インチボトムプラグ	坑底砂だめ用	95 本

B-3 水中モーターポンプセット及びディーゼル発電機セット

DDA ではこれまでに、井戸用動力ポンプとして一軸偏心ネジポンプと水中モーターポンプの双方を設置している。双方のポンプを各種の観点から比較した結果、水中モーターポンプの採用が妥当と判断した。これらの比較検討結果は、以下のとおりである。

表 3-27 水中モーターポンプ調達の妥当性

項目	一軸偏心ネジポンプ	水中モーターポンプ	判定
調達・維持管理面			
中央乾燥地における流通事情	深井戸用「Mono Pump」は、ポンプの構造上、高価な製品である(概算で水中モーターポンプの 5 倍程度)。スペアパーツは、単体部品では調達できずユニット販売のみである。このため、高価格で調達にも時間を要する。	近年「ミ」国内では、中国製をはじめ、インド製、EU 諸国製等の水中モーターポンプが販売されている。この傾向はヤンゴン市内のみに留まらず、中央乾燥地の商業中心地マンダレー市にも次々に代理店が開かれており、以前よりも格段に調達が易くなっている。スペアパーツは種類・品数ともに豊富で調達は容易である。	近年、「ミ」国内では一軸偏心ネジポンプより水中モーターポンプの方が流通している。中央乾燥地のマンダレー市内でも、水中モーターポンプの汎用性が高い。 ----- ○ 水中モーターポンプ △ 一軸偏心ネジポンプ
DDA の実績・経験	技術協力プロジェクトを始め、DDA は一軸偏心ネジポンプを村落給水用に設置してきた実績・経験を有する。	技術協力プロジェクトにおいて、4 村落に水中モーターポンプを用いた経験を有する。また、ニャンウーの Kaung Pin 村の他、DDA は水中モーターポンプの使用実績を有する。	DDA は水中モーターポンプ、一軸偏心ネジポンプ両ポンプの設置・修理の経験がある ----- ○ 水中モーターポンプ ○ 一軸偏心ネジポンプ
DDA の維持管理技術とアフターセールスサービス体制	技術協力プロジェクトにおいて、一軸偏心ネジポンプの据付から診断・修理を含む運営維持管理技術を習得している。しかし、ポンプ本体駆動部分は特殊加工品であり、修理することはできない。アフターセールスサービス体制はない。	技術協力プロジェクトにおいて、水中モーターポンプの設置や故障診断の技術を習得している。DDA は当該ポンプの定期診断後、近隣(マンダレー)の業者と連携して修繕した経験を有する。	水中モーターはユニット構成であるため、DDA が修繕するのは難しい。しかし、修理診断は DDA が行い、実修理は、マンダレー市の当該ポンプ代理店が行う体制が整備されている。 ----- ○ 水中モーターポンプ × 一軸偏心ネジポンプ
DDA の要望	スペアパーツの国内での調達事情も踏まえ、維持管理が難しいと感じている。	スペアパーツの調達も考慮した維持管理の容易性から、主流の地下水揚水機材にしたいと考えている。	特になし。

項目	一軸偏心ネジポンプ	水中モーターポンプ	判定
技術面			
効率性・経済性	ポンプ構造上に起因する効率面から、軸馬力の損失が大きい。すなわち、ポンプ全体の構造が複雑である。	ポンプ直上に設置された水中モーターポンプにより駆動するため、軸馬力の損失が少ない。すなわち、ポンプ全体の構造が単純である	同吐出量、同揚程よる比較では、水中モーターポンプの方が低出力ですむ。経済的側面でも水中モーターポンプが優位である。CO ₂ 排出軽減の環境面からも好ましい。 ----- ○ 水中モーターポンプ × 一軸偏心ネジポンプ
総合判定	<p>上述のように、現在の「ミ」国内の調達事情、DDA の経験・技術等から、本プロジェクトの地下水揚水機材は一軸偏心ネジポンプよりも、水中モーターポンプが妥当であると判断される。また、本プロジェクト対象 87 井戸の掘削後も、調達面、技術面の双方から DDA は水中モーターポンプをメインとして地下水揚水機材を据え付けるものと思われる。</p> <p>DDA ニャンウーワークショップは一軸偏心ネジポンプ、水中モーターポンプの維持管理に関する技術を既に習得している。今回の調達により、水中モーターポンプの更なる維持管理技術の向上を図ることできれば、DDA は双方ポンプに対応できることとなり、将来的な「ミ」国の運営維持管理に多いに寄与できる。</p>		

水中モーターポンプの揚水能力は、DDA による井戸の村落給水原単位である 100～120 L/min とし、揚程は水理地質調査の結果による地下水動水位の予察から 5 区分とした。ただし、揚程 300 m の 4 インチ井戸用ポンプの場合、水中モーターの出力限界のため最大揚水量は、70 L/min となる。各ポンプには、モーター容量に適應する発電機をセットとして調達する。また、低水位時の空運転による水中モーターの焼損防止のために、低水位時に自動運転停止ができる低水位リレーを取り付ける。水中モーターポンプと発電機の概略仕様と台数は、以下のとおりである。

表 3-28 水中モーターポンプ及び発電機セットの概略仕様と数量

水中モーターポンプ	発電機	台数
4 インチ井戸用水中モーターポンプ、3 相、380～400 V、50 Hz、揚水管、低水位レベルリレー、チェックバルブ、吐出短管、屋外用制御盤、キャブタイヤケーブル 10 m 付き	水冷式 ディーゼル発電機	計 87 式
揚程 100 m、揚水量 100 L/min	*20 KVA	9 式
揚程 150 m、揚水量 100 L/min	*25 KVA	18 式
揚程 200 m、揚水量 100 L/min	*25 KVA	22 式
揚程 250 m、揚水量 100 L/min	*25 KVA	31 式
揚程 300 m、揚水量 70 L/min	*25 KVA	7 式

* 発電機の出力は、該当ポンプが稼動すればこの限りではない。

C. 水質検査機材

当該機材は、「ミ」国からの当初要請にはない。しかし、現地調査の結果、現在の DDA における水質検査体制の強化は絶対不可欠であり、「安全な飲料水を供給する」という「ミ」国 MDGs にも資するとの判断から、本プロジェクトにおいて調達を計画する。

C-1 分光光度計

(1) 調達の妥当性

本機材は、主として水中に存在する各種の溶存元素含量を定量するために用いられる。分光光度計は汎用性が非常に高い分析機器であり、メンテナンスも容易である。現在、DDA 水質検査ラボは、WHO ならびに UNICEF が供与した分光光度計を所有するが、何れも老朽化による光学系ユニットの劣化が認められ、安定した測定が困難な状況にある。そこで、DDA における分析値の精度を確保するために当該機器を調達する。なお、本機材の調達により、DDA 水質基準が定める 19 元素のうち、水銀や鉛等を除く 12 元素の測定が可能である。

(2) 仕様と調達数量

分光光度計は、現在の水質検査ラボの状況を鑑み、標準的な仕様のもを 1 台計画する。また、本機材の調達と併せ、水質基準に定められているクロム、銅、マンガン、アルミニウム、硫酸、亜鉛、カルシウム、マグネシウムにかかる検査試薬一式を調達する。調達する試薬の数量に関しては、今後、掘削が計画されている 87 村落の水質検査用として 174 検査分（87 村落×2 回）に加え、再検査として 76 検査分（174 検査の約半数）を加えた、250 検査分を調達する。

表 3-29 分光光度計の概略仕様

項目	仕様
波長範囲	190~1,100 nm 程度
スペクトルバンド	5 nm 以下
試薬	各 250 回分の Chromium, Copper, Manganese, Aluminum, Sulphate, Zinc, Calcium, Manganese 検査用試薬

C-2 蒸留水製造装置

(1) 調達の妥当性

本機材は、試薬の調製、対照検査値（濃度ゼロ値）の測定及び検査器具の最終洗浄のために用いられる。周知のように、蒸留水製造装置は全ての水質ラボにおいて必携の機材である。現在、水質検査ラボでは、蒸留水を用いて検査作業を行なっているが、蒸留水は購入しているのが現状である。「ミ」国の水道水は、不純物や溶存物質を多く含むため、精度の高い水質検査には耐え得ることはできない。したがって、DDA の維持管理費の縮減も考慮すれば、本機材の調達は必須である。

(2) 仕様と調達数量

1 サンプルを検査するためには、4~5 L の蒸留水が必要になる。2009 年度の DDA による水質検査実績は 268 サンプルであるため、日平均 1 サンプル程度を検査していることになる。したがって、1 日 6 時間稼動で約 2 サンプル分の蒸留水の製造が可能となる蒸留水製造装置を 1 台調達することで十分賄うことができる。

表 3-30 蒸留水製造装置の概略仕様

項目	仕様
製造水純度	蒸留水質(1.0 mS/m 以下)
採水量	1.6 L/時間以上

3-2-3 調達計画

3-2-3-1 調達方針

(1) 基本事項

本プロジェクトは、単年度で実施される一般無償資金協力のスキームに則って実施される。無償資金協力は、日本国政府と「ミ」国政府が事業目的・実施機関・無償資金協力の条件と金額について承認し交換した公文（Exchange of Notes：以下、E/N）に基づいて提供される。E/N に続いて支払い条件、「ミ」国政府の責任、調達の条件を定義するための贈与契約（Grant Agreement：以下、G/A）が JICA と「ミ」国との間で締結される。無償資金協力のもとでの調達にかかる手順の詳細については、E/N 及び G/A 署名時に JICA と「ミ」の間で合意される。本プロジェクトにおいては、JICA は事業の適切な実施を促進する立場に立ち、生産品・役務は、無償資金協力のスキームに従って調達、供与される。

(2) 調達方法

無償資金協力の資金は、原則として、日本国または被援助国の生産物ならびに日本国民または被援助国民の役務を購入するために使用される。なお、無償資金協力の資金は、JICA 及び被援助国政府（または政府が指定する当局）が必要と認める場合には第三国（日本国または被援助国以外）の生産物の購入、または役務の購入にも使用することが可能である。ただし、無償資金協力を実施するにあたって必要とするプライムコントラクター、すなわち、コンサルタント、調達業者は「日本国民」に限定される。

生産品、役務の調達をする資格のある入札参加者間に不公平が生じないように、原則として調達業者は、競争入札によって選定する。入札図書は、コンサルタントが「ミ」国と協議のうえで作成する。

(3) 機材調達のロット分け

本計画において調達が計画されている機材は、「A. 井戸掘削用機材」、「B. 井戸建設用資機材」及び「C. 水質検査用機材」に分類される。本計画において調達が計画されている機材のうち井戸掘削用機材は、単価がきわめて高価な機材が含まれていること及び入札の公平性の観点から単独のロットとし、全体を2ロットに分割して調達する。ロット構成は、以下のとおりである。

表 3-31 調達のロット分け

調達ロット	機材番号	機材名称	数量	想定原産国	調達国
ロット 1	A-1	井戸掘削機			
	A-1-1	400 m 級車載型掘削機	1 台	日本	日本
	A-1-2	300 m 級車載型掘削機	1 台	日本	日本
	A-2	ベントナイト、CMC	1 式	日本、タイ、伊国	タイ
	A-3	エアリフトポンピング及び揚水試験用機材	1 式	日本	日本
	A-4	エアコンプレッサー	1 台	日本	日本
	A-5	クレーン付きトラック	2 台	日本	日本
	C-1	分光光度計	1 式	日本、シンガポール、米国	日本
	C-2	蒸留水製造装置	1 台	日本	日本
ロット 2	B-1	ケーシング(87 村落分)			
	B-1-1	ケーシング(4 インチ)	3250 本	日本、タイ、中国	ミャンマー
	B-1-2	ケーシング(10 インチ)	350 本	日本、タイ、中国	ミャンマー
	B-2	スクリーン及びボトムプラグ(87 村落分)			
	B-2-1	スクリーン	170 本	日本、タイ、豪州	ミャンマー
	B-2-2	ボトムプラグ	95 本	日本、タイ	日本
	B-3	ポンプ・発電機セット(87 村落分)			
	B-3-1	タイプ I (揚程 300 m)	9 式	ポンプ: 日本、独国、伊国 発電機: 日本、独国、伊国、 インドネシア、中国	ミャンマー
	B-3-2	タイプ II (揚程 250 m)	18 式		ミャンマー
	B-3-3	タイプ III (揚程 200 m)	22 式		ミャンマー
	B-3-4	タイプ IV (揚程 150 m)	31 式		ミャンマー
	B-3-5	タイプ V (揚程 100 m)	7 式		ミャンマー

(4) コンサルタント

コンサルタントは、「ミ」国との間で入札業務及び調達監理にかかるコンサルティング業務契約を締結する。各段階での業務内容は以下のとおりである。

1) 入札開始前における業務

コンサルタントは、協力準備調査において実施した業務と調査結果についてレビューする。また、レビュー後に入札図書を作成し、「ミ」国政府から承認をもらうことで、業務の一貫性を保障する。

2) 入札段階における業務

コンサルタントは入札の実施段階において、次の業務を実施する。

- ① 入札図書（主として仕様書）の編纂・作成
- ② 入札会の開催
- ③ 質問回答・アmend案の作成

- ④ 入札評価の実施及び評価表・評価レポートの作成
- ⑤ 契約交渉の補助

3) 調達監理段階における業務

コンサルタントは調達監理段階において、製造会社から出荷された機材を受け入れ、要求された仕様及び数量に則った機材が到着しているのかを確認する。また、初期操作指導等が必要とされた機材については適宜立会い、当該研修が円滑に実施されているかを監理する。

(5) 相手国側実施体制

本プロジェクトにかかる「ミ」国側の責任機関は国境地域少数民族開発省、実施機関は DDA である。プロジェクトを円滑に進めるために、コンサルタント及び請負業者と「ミ」国側関係機関との密接な連絡及び協議が不可欠であるため、本プロジェクトを担当する責任者を選任する必要がある。

3-2-3-2 調達上の留意事項

(1) 機材受け入れスペースの確保

機材を円滑に使用開始するため、「ミ」国側が機材庫やストックヤードの整理整頓を、機材納入以前に完了しておく必要がある。

(2) 機材調達のロット分け

本件における機材調達は、上述の通り 2 ロットに分割する。このため、密な工程及び進捗管理が必要になる。

(3) 調達・据付区分

1) 計画地までの輸送

本計画で調達が予定されている機材は、全てヤンゴン市内にある DDA のストックヤードに輸送される。ストックヤードから各現場への機材輸送は、「ミ」国側負担で実施される。

2) 機材据付

後述のように、本計画では「調整・試運転」及び「初期操作指導」を日本側負担により実施する。

3) 機材調達・据付区分

以下に、本計画の日本国側と「ミ」国側の機材調達・据付区分を示す。

表 3-32 機材調達・据付区分

業務内容	日本国側	「ミ」国側
1. 機材		
■ 機材調達	○	
■ 機材運転用動力源の確保		○
2. 機材保管場所の確保		○
3. 機材の輸送・通関関係等		
■ 各計画地までの機材輸送	○	
■ 通関業務		○
■ 免税措置(関税、付加価値税等)		○
■ 機材の輸入許可の取得		○
4. 銀行取極めと支払授權書の発行		○
■ 銀行取極めの実施		○
■ 支払授權書(A/P)の発行		○
■ 上記銀行手続きに係る諸費用		○
5. 本業務関係者の出入国・滞在に必要な許認可・手続き及びその諸費用		○
6. 本業務実施に必要な許認可手続き		○
7. 無償資金協力に含まれない関連業務にかかる費用の負担		○
8. 入札支援業務		
■ 入札図書作成	○	
■ 入札及び調達監理にかかるコンサルティング業務	○	
9. 納入機材検収の実施		
■ 納入機材検収の実施	○	
■ 納入機材検収の立会い	○	○
■ 機材の操作指導の実施	○	
10. ソフトコンポーネントの実施	○	

3-2-3-3 調達監理計画

(1) 基本方針

コンサルタントは、当該契約が適正かつ円滑に履行されるよう、契約業者の業務を監理する。調達監理の目的は、機材調達が契約書で規定される仕様書に則って、所定の品質を確保しながら正しく調達されることを監理することであり、品質・規格・出来形等が契約書に規定されているものと相違がないかを確認する。また、品質管理データ・写真等の記録や機材調達にかかる書類の適切な整理・保管についても監理する。

(2) 機材の据付及び操作指導

本計画において調達が計画されている機材について、据付工事が必要なものはない。また、調達予定機材はこれまでも DDA が使用したことのある機材であるため、指導の必要性はない。しかしながら、製造会社によって操作方法が大きく異なること、誤操作による事故の危険があること、

井戸掘削機は DDA がこれまで使用してきたものよりも大型であること、及び新たなツールの調達が計画されていることから、「A-1 井戸掘削機」及び「B-3 水中モーターポンプ・発電機セット」に関しては、機材納入時に調整・試運転及び初期操作指導を実施する。

(3) コンサルタントの派遣

機材は、調達業者が責任を持って調達し、コンサルタントが調達業者とともに監理する。機材調達監理には以下に示す監理要員が派遣される。

表 3-33 コンサルタントの派遣内容

区分	監理要員	担当分野	派遣期間
コンサルタント	検査技術者	製品検査	適宜
	調達監理者	調達監理、検収	適宜

3-2-3-4 資機材等調達計画

(1) 調達方法

本プロジェクトで調達される機材は、ロット 1 の井戸掘削用機材関連は本邦、ロット 2 の井戸建設用資機材は現地調達が想定される。ロット 2 における水中モーターポンプ・発電機等は、設置後に住民が維持管理を行う必要があるため、現地で流通している機材を調達する必要がある。また、調達機材は、現地代理店を通じてアフターサービスを受けられるよう、現地代理店もしくは現地代理店契約を結んでいる会社から現地調達する。

(2) 調達機材の交換部品・消耗品の調達計画

本プロジェクトで調達される機材の交換部品及び消耗品は、現地代理店において入手することが可能であるため、調達は計画しない。

3-2-3-5 初期操作指導・運用指導等計画

(1) 調整・試運転

本プロジェクトにおいて、「A-1 井戸掘削機」及び「B-3 水中モーターポンプ・発電機セット」についてのみ調整・試運転を実施する計画とするが、調整・試運転に要する時間は、数時間から半日程度である。また、これら機材全てにおいて初期操作指導と並行して実施するので、調整・試運転にかかる日数は、初期操作指導に含める。

(2) 初期操作指導

本初期操作指導においては、掘削機械は納入メーカーからの掘削技術者を派遣、ポンプは現地技術者の派遣を計画する。初期操作指導の派遣期間はそれぞれ、10 日、2 日とする。

表 3-34 初期操作指導派遣期間

ロット	要員	機材名	派遣日数	於
1	メーカー技術 (邦人)	A-1-1 400 m 級車載型掘削機 A-1-2 300 m 級車載型掘削機	10 日	DDA ヤンゴン ストックヤード
2	機械工 (現地)	B-3 ポンプ・発電機セット	2 日	
合計			12 日	

(3) 運用指導

本プロジェクトにおいて、運用指導を必要とする機材はない。

3-2-3-6 ソフトコンポーネント計画

(1) 背景

中央乾燥地の地下水質は、海成層であるペグ層 (Pegu Layer) の地質環境を強く反映し、顕著に高い塩類濃度を示す地点が多く存在する。また、地下水中に溶存していた鉄やマンガンが揚水によって空気に曝されることで酸化され、黒褐色の沈殿が生成することも多い。

DDA は現在、新規掘削もしくは修繕が行われた井戸の水を水質検査ラボへ一極的に搬送し、水質検査を実施する体制を取っている。そして、水質に問題があると判断された井戸の水に対しては、使用禁止にする等の対策を講じている。換言すれば、水質ラボが示す検査データには大きな権限と責任があり、正確な検査値を提示することは DDA の重大な責務である。

しかしながら、新設井戸によって供給される水の安全性を担う水質検査ラボの現状には、運営・維持管理体制や水質検査方法の点で懸念事項が散見される。給水源の新設と水質検査は本プロジェクトにおいて表裏一体の関係にあり、水質検査体制の強化なくしては安全な飲料水の供給を目指す「ミ」国の MDGs に対し寄与することができない。また、機材の保守及び管理に関しては、WHO や UNICEF によって供与された機材が適切に維持管理されていないという現状を鑑み、適切なメンテナンスを行う技術や体制を整備しない限り、両ドナーと同じ轍を踏むことも大いに憂慮される。

以上を背景として、事業の円滑な立ち上がりを実確なものとし、協力効果の持続性を最低限確保するために、ソフトコンポーネントによる水質検査の技術指導を計画する。

(2) 目標/目的

本プロジェクトで実施が計画されているソフトコンポーネントにおいては、「現在の水質検査体制の強化・高精度化」を目標に置き、以下の3点を当該目標に到達するための成果としたうえで、活動を実施する。

(3) 成果

本プロジェクトの技術支援実施の結果として達成されるべき成果は、以下の3点である。

- 成果1： 水質検査技術の習得（18項目）
- 成果2： 機器の操作法及び保守・管理法の確立
- 成果3： 台帳、マニュアルの整備

(4) 成果品

以下の成果品を「ミ」国実施機関である DDA（英文）と JICA（和文）へ適宜提出する。

- ① 活動計画書（JICA ミャンマー事務所：「ミ」国到着時、DDA：ネピドー到着時）
- ② 活動報告（週報、DDA：各タームの終了時）
- ③ 水質検査マニュアル（英文、DDA：第4ターム終了時、JICA ミャンマー事務所：帰国前）
- ④ 検査機材保守点検マニュアル（英文、DDA：第4ターム終了時、JICA ミャンマー事務所：帰国前）
- ⑤ 完了報告書（JICA 本部：帰国後）

なお、本件における技術支援計画書を、本報告書巻末に添付する。

3-2-3-7 実施工程

本プロジェクトにおける実施工程は、以下のとおりである。

表 3-35 本プロジェクトの実施工程

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
実施設計																						
																						計:4.5ヶ月
調達																						

3-3 相手国側負担事業の内容

(1) プロジェクト固有の項目

本プロジェクトを実施するにあたり、「ミ」国側に求められるプロジェクトに特化した項目は、以下のとおりである。

- ① 「ミ」国側要員の人件費
- ② 調達機材の検収検査立会い
- ③ 調達機材の保管場所・スペースの確保
- ④ 調達機材の使用・維持管理状況に関するモニタリング体制の整備
- ⑤ 操作指導にかかる研修員の配置
- ⑥ ソフトコンポーネント要員の配置
- ⑦ 銀行取極めにかかる諸手続及び手数料
- ⑧ 調達機材のサイトまでの輸送
- ⑨ 調達機材を活用した井戸掘削
- ⑩ 給水タンク及びポンプ室の建設
- ⑪ 調達機材の維持管理
- ⑫ JICA 事務所への供与資機材の活用、掘削計画の進捗等にかかる半期毎の報告

(2) 一般事項

本無償資金協力事業実施にあたり、「ミ」国側に求められる措置ならびに調達品に対する税金の取り扱い等、一般事項として合意している事項は、以下のとおりである。

- ① 贈与に基づいて購入される生産物の港における陸揚げ、通関及び国内輸送に必要な手続きを速やかに実施すること。
- ② 調達される生産物及び役務に関し、当該国において日本国民に課せられる関税、内国税及びその他の財政過徴金を免除すること。
- ③ 生産物及び役務の供与に関連する業務を遂行するため、日本国民に対して入国及び滞在に必要な便宜を与えること。
- ④ 「適正使用」：無償資金協力により建設される施設及び購入される機材が、当該計画の実施のために適正かつ効果的に維持され使用されること、並びにそのために必要な要員等の確保を行うこと。また、無償資金協力によって負担される経費を除き、計画の実施のために必要な維持・管理費全ての経費を負担すること。
- ⑤ 「再輸出」：無償資金協力により購入される生産物は当該国より再輸出されてはならない。

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

3-4-1 基本方針

本プロジェクトによって調達される機材の運営・維持管理費は、DDA の予算によって賄われる。

3-4-2 運営・維持管理体制

本プロジェクトによって整備される機材にかかる運営・維持管理に新たに必要となる経費は、後述の「3-5-2 運営・維持管理費」のとおりである。本プロジェクトの運営・維持管理は、小規模であること、主要機材は DDA が過去に使用した経験があること、また、一般的な仕様内容であること等から技術的に容易なものと判断できる。

3-5 プロジェクトの概略事業費

3-5-1 協力対象事業の概略事業費

本プロジェクトの概略事業費のうち、本邦と「ミ」国との負担区分に基づく経費は、以下のとおりに見積もられる。

(1) 日本側負担経費

概算総事業費 約 647 百万円

費目		概算事業費(百万円)
機材調達費	井戸掘削用機材、井戸建設用紙機材、 水質検査用機材	622
ソフトコンポーネント費		4
設計監理費		21
合計		647

(2) 「ミ」国側負担経費

「ミ」国側負担経費 50,798,500 Kyat (約 4.67 百万円)

負担事項・内容	金額(Kyat)
井戸掘削機及びクレーン付きトラックの内陸輸送費 (燃料費、ヤンゴン→ニャンウー)	456,000
その他機材の内陸輸送費(ヤンゴン→ニャンウー)	45,772,500
各種研修にかかる DDA 職員の日当・宿泊費	1,320,000
銀行取極めにかかる手数料	3,250,000
合計	50,798,500

(3) 積算条件

1) 積算時点

積算時点は、平成22年7月とする。

2) 為替交換レート

為替交換レートは、以下のとおりである。

1 USD=92.35 円

3) 調達期間

調達期間は、「3-2-3-7 実施工程」に示したとおりである。

4) その他

積算は、日本国政府の無償資金協力の制度を踏まえて行なった。

3-5-2 運営・維持管理費

過去の実績から、DDA が深井戸建設を実施するために必要とされる経費は、給水施設建設費が1井戸あたり12百万Kyat、機材管理費が年間12百万Kyatと見積もられる。なお、ポンプ室及び給水タンクの建設費は、原則的に住民（村落毎）が負担することになっているが、経済的に困窮している村落においてはDDAが費用を肩代わりするケースもある。したがって、本プロジェクトにおいては、DDA負担として計上している。

表 3-36 運営・維持管理費

単位: Kyat

No.	給水施設建設費		機材管理費		
	項目	1井戸あたり	項目	1機材あたり	年間(2台分)
1	電気探査	174,200	井戸掘削機	1,500,000	3,000,000
2	資機材輸送費(ヤンゴン～サイト)	1,300,000	クレーン付きトラック	4,400,000	8,800,000
3	準備作業	814,300	エアコンプレッサー(1台調達)	500,000	500,000
4	掘削工	6,190,800			
5	電気検層およびケーシング挿入	213,300			
6	井戸洗浄および揚水試験	771,615			
7	水中ポンプ設置	203,408			
8	撤去作業	694,500			
9	ポンプ室建設	690,000			
10	給水タンク建設	1,650,000			
	小計	12,702,123	小計	6,400,000	12,300,000

注: エアコンプレッサーは1台調達

これに対して、DDAの5ヵ年計画に対する予算は、下記のとおりである。初年度には調達される2台の井戸掘削機を活用して7井戸を掘削し、翌年度から20井戸ずつ掘削するものと想定した。この場合の運営・維持管理費が予算に占める割合は、年間5.3～12.6%（平均10.0%）であるため、

十分に予算内で対応することが可能と判断できる。

表 3-37 5カ年計画の予算に対する運営・維持管理費の割合

単位：百万Kyat

年度	給水建設建設費			機材管理費 ②	運営・維持管理費 ①+②	5カ年計画に 対する予算	予算に 対する割合
	1井戸あたり	掘削本数	小計①				
2011-2012年	12.70	7	88.91	12.30	101.21	1,917.80	5.3%
2012-2013年	12.70	20	254.04	12.30	266.34	2,109.58	12.6%
2013-2014年	12.70	20	254.04	12.30	266.34	2,320.54	11.5%
2014-2015年	12.70	20	254.04	12.30	266.34	2,552.60	10.4%
2015-2016年	12.70	20	254.04	12.30	266.34	2,807.85	9.5%
合計	—	87	1,105.08	—	1,166.58	11,708.37	10.0%

また、現在 UNICEF からの供与に頼っている水質検査にかかる資機材や試薬については、年間約 19 百万 Kyat と見積もられるが、予算に占める割合は、平均 0.8 % と少額であるため、新たに調達費用を予算内に組み込むことは十分可能である。したがって、本邦による無償資金協力事業に対して DDA による運営・維持管理は確実に遂行されると考える。

3-6 協力対象事業実施に当たっての留意事項

3-6-1 対象村落へのアクセス

前述のとおり、対象村落へのアクセスは、未舗装の道路が多い。雨期には流水により破損または消失してしまう道路もあり、通行不可能となる場合もある。したがって、DDA が井戸掘削計画を策定する際には、雨期または乾期に施工すべき村落を考慮した綿密な実施計画を策定する必要がある。

3-6-2 スペアパーツの供給

本プロジェクトにおいて調達される井戸施設建設用の資機材は、中央乾燥地においてスペアパーツが調達可能な仕様を計画しているため、中央乾燥地の販売代理店において住民自ら調達は可能である。しかしながら、スペアパーツの品質や納入にかかる期間等は、給水施設の活用に影響を及ぼす要件である。したがって、DDA もスペアパーツの供給状況を十分把握し、積極的に関与する必要がある。

第4章

プロジェクトの妥当性の検証

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

4-1 プロジェクトの前提条件

4-1-1 事業実施のための前提条件

(1) 人員配置及び予算確保

本プロジェクトの実施やソフトコンポーネント活動に関する DDA 職員の人員配置及びその活動のための予算を確保するための適切な措置を取る必要がある。

(2) 技術協力プロジェクト参加経験の活用

DDA 職員に対して実施された技術協力プロジェクト「中央乾燥地村落給水技術プロジェクト」への参加者を本プロジェクトに積極的に参加させ、同プロジェクトで得た知見・ノウハウを積極的に活用する必要がある。

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

(1) 本プロジェクトから除外された 23 村落への対応

本プロジェクトの対象から除外された 23 村落は、深層の地下水開発が困難という技術的な調査結果から除外されたものである。しかしながら、この 23 村落も水が枯渇し困窮している状況には変わらない。したがって、DDA は、過去に実施した表流水保護や近隣村落からの配管給水等のプロジェクト経験を活用し、この 23 村落においても、早急に水源開発計画を策定する必要がある。

(2) データの共有化

過去に実施された井戸掘削のデータや水質検査結果、住民の給水施設ニーズ等は、中央と地方事務所で共有できていない状況が散見される。また、地方事務所にある有益なデータが存在しても、地方事務所がそれを十分に活かしきれずにいる。したがって、プロジェクトの実施を通じて入手される 87 村落のデータは、中央と地方事務所で十分に共有し、5 ヵ年計画の遂行に効果的に活用すべきである。

(3) DDA によるモニタリング

給水施設の建設後、各村落において水管理委員会が設立され、住民によって給水施設を管理する体制が整えられる。DDA は、水管理委員会の設立を支援するのみならず、水管理委員会と密に連携し、給水施設の利用状況を把握することで、必要に応じた技術的な提言または修理の支援を行う必要がある。長期的に給水施設を利用させるためには、規定水量の確保、水量の季節変動、水質の悪化等の現状把握が重要であり、DDA による定期的なモニタリングの実施が望まれる。

(4) 他ドナーとの連携

現在、DDA 水質検査ラボは、WHO 及び UNICEF から分析機材や試薬等の調達支援を受けてい

るが、試薬の在庫管理や検査計画が策定できていない状況であるため、適切な種類・数量の調達を要望しているとは言い難い。他ドナーからの協力をより効果的なものとするためにも、本プロジェクトを通じて水質検査体制を確立する必要がある。

4-2 プロジェクトの評価

4-2-1 妥当性

本調査結果に基づいて、本プロジェクトの無償資金協力による実施は、以下の内容から妥当であると判断される。

- ① 本プロジェクトは、中央乾燥地における 87 村落の 98,058 人を対象としており、貧困層を含む相当数が裨益対象となる。
- ② 現在、対象村落の住民は、水質、水量とも劣悪な水源の利用を余儀なくされている。本プロジェクトの実施は、対象村落の住民に対して安全で安定した水を供給することを可能とするものであり、住民の生活改善に大きく寄与する。
- ③ 実施機関である DDA は、井戸掘削及び修繕、運営・維持管理にかかる十分な能力・経験を有し、過去の予算措置も十分に行なわれている。また、本プロジェクトで DDA によって施工される深井戸は、「ミ」国内で一般的な給水施設であり、特別な技術を必要としない。
- ④ DDA は 5 年計画において「全村落に最低 1 箇所の給水源を開発すること」を掲げており、本プロジェクトの実施は、この目標達成に資するものである。
- ⑤ 本プロジェクトは、収益性のあるプロジェクトではない。
- ⑥ 環境社会配慮（EIA）において、本プロジェクトの実施における負の環境影響は生じない。
- ⑦ 我が国の無償資金協力の制度によって本プロジェクトを実施することは、特段の困難がない。

4-2-2 有効性

(1) 定量的効果

本プロジェクトの実施により期待される定量的効果は、以下のとおりである。

表 4-1 本プロジェクト実施後の定量的効果

指標名	基準値(2010年)	目標値(2016年)
対象 87 村落のうち、安全で持続的に取水可能な給水源を有する村落	0 村落(0 人)	87 村落(98,058 人)
DDA 水質検査ラボが検査可能な水質検査項目	10 項目(精度は高くない)	18 項目

(2) 定性的効果

本プロジェクトの実施により期待される定性的効果は、以下のとおりである。

- ① 水汲み労働（水汲み時間）の軽減
- ② 水因性疾患の減少
- ③ 児童就学率の向上
- ④ 家計支出の減少（経済の向上）

以上の内容より、本プロジェクトの妥当性は高く、また有効性が見込まれると判断される。

[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（M/D）
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

資料 1 調査団員・氏名

資料1 調査団員・氏名

(1) 協力準備調査

官団員

沖浦文彦	総括	独立行政法人国際協力機構
吉田克人	地下水開発/運転維持管理	独立行政法人国際協力機構
遠藤昭雄	計画管理	独立行政法人国際協力機構

コンサルタント団員

中野 武	業務主任/地下水開発計画	国際航業株式会社
藤原邦夫	水理地質 1/物理探査 1	株式会社大隆設計
亀海泰子	水理地質 2	国際航業株式会社
松本 陽	物理探査 2	三井金属資源開発株式会社
宇田川弘勝	水質	国際航業株式会社
山崎秀人	運営維持管理/環境社会配慮	国際航業株式会社
宇佐美栄邦	機材計画	インターテクノコンサルタント
三野史朗	調達計画/積算	国際航業株式会社
松本亮平	業務調整	国際航業株式会社

(2) 協力準備調査報告書（案）説明調査

官団員

沖浦文彦	総括	独立行政法人国際協力機構
緒方隆二	計画管理	独立行政法人国際協力機構

コンサルタント団員

中野 武	業務主任/地下水開発計画	国際航業株式会社
藤原邦夫	水理地質 1/物理探査 1	株式会社大隆設計
宇佐美栄邦	機材計画	インターテクノコンサルタント

資料 2 調査行程

資料2 調査行程

(1) 協力準備調査

	官団員			コンサルタント団員								
	団長	地下水開発/ 運転維持管理	計画管理	業務主任/ 地下水開発計画	水理地質1/ 物理探査1	水理地質2	物理探査2	水質	運営維持管理/ 環境社会配慮	機材計画	調達計画/積算	業務調整
				中野 武	藤原邦夫	亀海泰子	松本 陽	宇田川弘勝	山崎秀人	宇佐美栄邦	三野史朗	松本亮平
5月16日	日			移動(NRT→YGN)		移動(NRT→YGN)						
5月17日	月			JICA表敬		JICA表敬						
5月18日	火			調査準備作業		調査準備作業						
5月19日	水			再委託先打合せ		再委託先打合せ						
5月20日	木			再委託先打合せ		再委託先打合せ						
5月21日	金			再委託先打合せ		再委託先打合せ						
5月22日	土	移動(NRT→YGN)			資料整理		資料整理					
5月23日	日	団内打合せ			資料整理	移動(NRT→YGN)	資料整理	移動(NRT→YGN)				
5月24日	月	JICA、大使館表敬			JICA、大使館表敬							
5月25日	火	ミニッツ協議			ミニッツ協議	資料整理	ミニッツ協議	資料整理		YGN市場調査		
5月26日	水	ミニッツ署名			ミニッツ署名	資料整理	ミニッツ署名	資料整理		YGN市場調査		
5月27日	木	移動(NPT→YGN)			移動(NPT→YGN)	資料整理	移動(NPT→YGN)	資料整理		YGN市場調査		移動(NRT→YGN)
5月28日	金	JICA、大使館報告、移動(YGN→BKK)			JICA、大使館報告	資料整理			YGN市場調査		資料整理	
5月29日	土	移動(BKK→NRT)			移動(YGN→NYU)					資料整理	移動(YGN→NYU)	
5月30日	日				団内打合せ					移動(YGN→NPT)	団内打合せ	
5月31日	月				DDA物理探査班との協議			水質分析打合せ	社会調査打合せ	移動(NPT→NYU)		社会調査打合せ
6月1日	火				試験探査			水質分析打合せ	社会調査打合せ	NYUワークショップ調査		
6月2日	水				プレサレーベ			水質分析	社会調査	NYUワークショップ調査		
6月3日	木				プレサレーベ			水質分析	社会調査	NYUワークショップ調査		
6月4日	金				プレサレーベ			水質分析	社会調査	移動(NYU→MDL)		
6月5日	土				プレサレーベ			水質分析	社会調査	MDL市場調査		
6月6日	日				プレサレーベ			水質分析	社会調査	移動(MDL→NPT)		
6月7日	月				プレサレーベ			水質分析	社会調査	NPTワークショップ調査		
6月8日	火				プレサレーベ			水質分析	社会調査	DDAとの協議		
6月9日	水				プレサレーベ			MCDC訪問	社会調査	移動(NPT→YGN)		MCDC訪問
6月10日	木				資料整理	プレサレーベ		MCDC訪問	社会調査	資料整理	見積打合せ	MCDC訪問
6月11日	金				資料整理	プレサレーベ		移動(MDL→NYU)	YGN市場調査、見積依頼		移動(MDL→NYU)	
6月12日	土				資料整理	プレサレーベ		資料整理	社会調査	YGN市場調査、見積依頼		社会調査
6月13日	日				団内打合せ					資料整理	団内打合せ	
6月14日	月				DDA本部にて協議	データ解析		DDA本部にて協議		資料整理		
6月15日	火				DDA本部にて協議	データ解析		DDA本部にて協議		YGNワークショップ訪問		
6月16日	水				移動(NPT→YGN)	データ解析		移動(NPT→YGN)		YGN市場調査、見積依頼		
6月17日	木				資料整理	データ解析		資料整理		YGN市場調査、見積依頼		
6月18日	金				JICA報告	データ解析		移動(YGN→NYU)		JICA報告		社会調査
6月19日	土				資料整理	データ解析		水質分析		資料整理		
6月20日	日				移動(YGN→BKK)	データ解析		水質分析		移動(YGN→BKK)		
6月21日	月				移動(BKK→NRT)	データ解析		水質分析		移動(BKK→NRT)		
6月22日	火				データ解析		水質分析		社会調査			
6月23日	水				データ解析		水質分析		社会調査			
6月24日	木				データ解析		水質分析		社会調査			
6月25日	金				データ解析		水質分析		社会調査			
6月26日	土				データ解析		水質分析		社会調査			
6月27日	日				移動(NYU→MNW)	データ解析	移動(NYU→MNW)	水質分析		社会調査		
6月28日	月				物理探査	データ解析	物理探査	水質分析		社会調査		
6月29日	火				移動(MNW→NYU)	データ解析	移動(MNW→NYU)	水質分析		社会調査		
6月30日	水				データ解析		水質分析		社会調査			
7月1日	木				データ解析		水質分析		社会調査			
7月2日	金				データ解析		水質分析		社会調査			
7月3日	土				データ解析		水質分析		社会調査			
7月4日	日				データ解析	移動(NYU→YGN)	データ解析	水質分析		社会調査		
7月5日	月				データ解析	JICA報告	データ解析	水質分析		社会調査		
7月6日	火				データ解析	移動(YGN→BKK)	データ解析	水質分析		社会調査		
7月7日	水				移動(NRT→YGN)	データ解析	移動(BKK→NRT)	水質分析		社会調査		
7月8日	木				JICA表敬訪問	データ解析	データ解析	水質分析		社会調査		
7月9日	金				DDA本部協議	データ解析	データ解析	DDA本部協議		DDA本部協議		
7月10日	土				移動(NPT→NYU)	データ解析	データ解析	移動(NPT→NYU)		移動(NPT→NYU)		
7月11日	日				資料整理	データ解析	データ解析	水質分析		資料整理		
7月12日	月				資料整理	データ解析	データ解析	水質分析		資料整理		
7月13日	火				資料整理	データ解析	データ解析	水質分析		資料整理		
7月14日	水				資料整理	データ解析	データ解析	水質分析		資料整理		
7月15日	木				資料整理	データ解析	データ解析	水質分析		資料整理		
7月16日	金				資料整理	データ解析	データ解析	水質分析		資料整理		
7月17日	土				資料整理	データ解析	データ解析	水質分析		資料整理		
7月18日	日				資料整理	データ解析	データ解析	水質分析		資料整理		
7月19日	月				移動(NYU→NPT)		移動(NYU→NPT)		移動(NYU→NPT)			
7月20日	火				テクニカルノート署名			テクニカルノート署名		テクニカルノート署名		
7月21日	水				資料整理		資料整理		資料整理			
7月22日	木				JICA報告		JICA報告		JICA報告			
7月23日	金				移動(YGN→BKK)		移動(YGN→BKK)		移動(YGN→BKK)			
7月24日	土				移動(BKK→NRT)		移動(BKK→NRT)		移動(BKK→NRT)			

NRT: Narita (Tokyo), BKK: Bangkok, YGN: Yangon, NPT: Nay Pyi Taw, NYU: Nyaung Oo, MDL: Mandalay, MNW: Monywa

(2) 協力準備調査報告書(案) 説明調査

		官団員		コンサルタント団員		
		総括	計画管理	業務主任/ 地下水開発計画	水理地質1/ 物理探査1	機材計画
		沖浦文彦	緒方隆二	中野 武	藤原邦夫	宇佐美栄邦
12月8日	水			移動(NRT→YGN)		
12月9日	木		移動(NRT→YGN)	JICA表敬、移動(YGN→NPT)		
12月10日	金		JICA打合せ	DBD事前説明、移動(NPT→YGN)		
12月11日	土		移動(YGN→NYU)、現場視察	移動(YGN→NYU)、現場視察		市場調査
12月12日	日	移動(NRT→YGN)	現場視察、移動(NYU→YGN)	現場視察、移動(NYU→YGN)		資料整理
12月13日	月	JICA表敬、移動(YGN→NPT)		JICA表敬、移動(YGN→NPT)		
12月14日	火	ミニッツ協議、署名		ミニッツ協議、署名		
12月15日	水	移動(NPT→YGN)、JICA報告		移動(NPT→YGN)、JICA報告		
12月16日	木	移動(YGN→BKK)		資料整理、移動(YGN→BKK)		
12月17日	金	移動(BKK→VTN)	移動(BKK→NRT)	移動(BKK→NRT)		

NRT: Narita (Tokyo), BKK: Bangkok, YGN: Yangon, NPT: Nay Pyi Taw, NYU: Nyaung Oo

資料 3 関係者（面会者）リスト

資料3 関係者（面会者）リスト

国境地域少数民族開発省開発局（DDA）

U Myo Myint	Director General (Preparatory Survey)
U Soe Ko Ko	Director General (Explanation on Draft Final Report)
U Than Kyaw Htoo	Deputy Director General
U Myint Oo	Deputy Director General (Engineer)
U Hla Thein Aung	Deputy Chief Engineer
U Khant Zaw	Engineering Director (Admin)
U Htay Nyunt	Engineering Director (Water supply)
Daw Kyu Kyu Khin	Engineering Director (Water supply)
Dr. Tun Lwin	Deputy Director
U Kyaw Swe	Deputy Director (Engineer)
U Kyaw San Htun	Deputy Director (Central Vehicle and Store Section)
U Ye Khaung	Assistant Director (International Relation Section)
Dr. Zarni Minn	Assistant Director (International Relation Section)
U Soe Naing	Assistant Director (Yangon)
U Myo Aung	Executive Officer (Nyaung Oo)
U Ye Zarni Aung	Assistant Engineer (Nyaung Oo)
Daw Wint War Phyu	Assistant Engineer (Mandalay)

マンダレー市開発委員会（MCDC）

U Tun Kyi	Head of Water and Sanitation Department
U Tint Lwin	Assistant Director
U Khin Mg. Thin	Assistant Engineer
Daw Khin Thida Aung	Junior Engineer
Daw Tin Tin Hla	Assistant

UNICEF

U Khin Aung Thein	Project Officer (Water Quality)
U Terence Kadoe	WASH Officer

日本大使館

鈴木光次	参事官
西馬達也	二等書記官

JICA ミャンマー事務所

宮本秀夫	所長
齋藤克義	次長

平野潤一	所員
佐藤恭之	所員
吉田実	企画調査員
U Mg. Mg. Than	Program Officer

特定非営利活動法人ブリッジ・エーシア・ジャパン (BAJ)

東村康文	海外事業統括・理事
森 晶子	プログラム・マネージャー
U Mg. Mg. Lay	Administrator
U Win Htike	Hydrogeologist

資料 4 討議議事録 (M/D)

資料4 討議議事録 (M/D)

(1) 討議議事録 (2010年5月26日)

MINUTES OF DISCUSSIONS
ON THE PREPARATORY SURVEY (BASIC DESIGN)
ON THE PROVISION OF EQUIPMENT FOR RURAL WATER SUPPLY PROJECT
IN THE CENTRAL DRY ZONE
IN THE UNION OF MYANMAR

In response to the request from the Government of the Union of Myanmar (hereinafter referred to as "Myanmar", the Government of Japan decided to conduct a Preparatory Survey on the Provision of Equipment for Rural Water Supply Project in the Central Dry Zone (hereinafter referred to as "the Project") and entrusted the survey to the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA").

JICA sent to Myanmar the Preparatory Survey Team (hereinafter referred to as "the Team"), which is headed by Mr. Fumihiko Okiura, Director, Water Resources Management Division 1, Water Resources and Disaster Management Group, Global Environment Department, JICA, and is scheduled to stay in the country from May 23 to May 28, 2010.

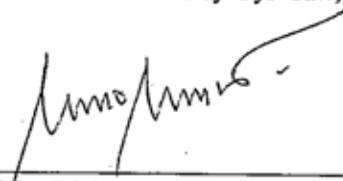
The Team held discussions with the officials concerned of the Government of Myanmar and conducted a field survey at the target area.

In the course of discussions and field survey, both parties confirmed the main items described in the attached sheets. The Team will proceed to further works and prepare the Preparatory Survey Report.

Nay Pyi Taw, May 26, 2010

沖浦 久彦

Fumihiko Okiura
Leader
Preparatory Survey Team
Japan International Cooperation Agency
Japan


U Myo Myint
Director General
Department of Development Affairs
Ministry for Progress of Border Areas and National
Races and Development Affairs
The Union of Myanmar

ATTACHMENT

1. Objective of the Project

The objective of the Project is to develop water resources by drilling deep tube wells in the Central Dry Zone.

2. Project Site

The Project sites requested by the Myanmar side are located at three Divisions (Mandalay, Magway, Sagaing) in the Central Dry Zone as in **Annex-1**.

3. Responsible and Implementing Agency

3-1 The Responsible Agency is Ministry for Progress of Border Areas and National Races and Development Affairs.

3-2 The Implementing Agency is Department of Development Affairs (hereinafter referred to as "DDA"). The organization chart of DDA is shown in **Annex-2**.

4. Items requested by the Government of Myanmar

After discussions between the Myanmar side and the Team (hereinafter referred to as "the both sides"), the items described in **Annex-3** were finally requested by the Myanmar side.

The both sides confirmed that the appropriateness of the request would be examined in accordance with the further studies and analysis, and the final components of the Project would be decided by the Japanese side.

5. Japan's Grant Aid Scheme

5-1 The Myanmar side understands the Japan's Grant Aid Scheme explained by the Team, as described in **Annex-4**.

5-2 The Myanmar side will take necessary measures, as described in **Annex-5**, for smooth implementation of the Project, as a condition for the Japan's Grant Aid to be implemented.

6. Schedule of the Survey

6-1 The consultant members of the Team will proceed to further studies in Myanmar until July 23, 2010.

6-2 JICA will prepare the survey report in English and dispatch a mission in order to explain its contents to the Myanmar side around November 2010.

6-3 In case that the contents of the report are accepted in principle by the Myanmar side, JICA will finalize the report and send it to the Myanmar side around February 2011.

6-4 The Myanmar side understands that execution of the Preparatory Survey (hereinafter referred to as "the Survey") does not necessarily imply the Japanese Government's commitment of the Project implementation.

7. Background of Request by the Myanmar Side

(1) New Action Plan for Rural Water Supply of DDA

DDA explained to the Team that “A Ten Year Project for Rural Water Supply by Development Committees of Sagaing, Magway and Mandalay Divisions (From 2000-2001 to 2009-2010)” (hereinafter referred to as “the Ten Year Project”) was implemented, however, the needs to develop new water resources are still high in the Central Dry Zone because there are still serious problems of drinking water quantity and quality. To tackle with these problems, DDA prepared the following plan as shown in **Annex-6** to develop water resources continuously in the Central Dry Zone, and it was already approved by Ministry for Progress of Border Areas and National Races and Development Affairs.

Title: Plan on adequate provision of rural water supply in the Central Dry Zone (hereinafter referred to as “the New Action Plan”)

Objective: To develop new water resources in 1,077 target villages

Target Year: From 2010-2011 to 2014-2015

Number of target villages to develop deep tube wells: 826 villages

(2) Request for Japan’s Grant Aid Project

DDA explained to the Team that 110 villages in the New Action Plan are selected among 826 villages as the target of Japan’s Grant Aid Project shown in **Annex-7**, from the point of view of well depth, water quantity and quality.

8. Major undertakings by the Myanmar Side

In case the request shall be approved by Japanese government, the Myanmar side agreed to undertake following issues.

(1) Implementation structure of deep tube well construction by the Myanmar side

The both sides confirmed that the construction works of the deep tube wells in the Project shall be executed by the Myanmar side with its full responsibility:

1) DDA will assign appropriate number of staff who have experience and skill of drilling deep tube wells. The staff allocation plan is shown in **Annex-8**. The plan to drill deep tube wells by utilizing procured drilling rig(s) and existing drilling rigs are shown in **Annex-9**.

2) DDA will secure the necessary budget timely.

(2) Operation and Maintenance of Facilities, Equipment and Materials

The water supply facilities constructed by the Myanmar side shall be properly operated and maintained by the target villages with support by DDA. The equipment and materials procured through the Project shall be properly operated and maintained by DDA.

8

ll

(3) Semiannual Report

Semiannual report of progress of the deep tube well construction work will be submitted by DDA to JICA Myanmar Office. Following items should be included in the report and those items will be finalized during the Survey.

- Progress of the well construction
- Stock of procured well construction materials
- Utilization record of procured equipment
- Others (water quality issues, etc)

9. Water Quality

The Team mentioned the concentration of Fluoride and Nitrate-Nitrogen exceed Myanmar national proposed water quality standard in some deep tube well water in target area, and it might be the cause of negative impact to villagers' health. DDA explained that they will take appropriate countermeasures for those deep tube wells based on the result of the Survey and recommendations which will be made by the Team.

10. Other Relevant Issues

(1) Inception Report

The content of Inception report, which the Team explained to the Myanmar side, was understood and accepted in principle by the Myanmar side.

(2) Arrangements for the Survey by the Myanmar side

As a response to the request by the Team, the Myanmar side agreed to arrange necessary number of counterpart personnel such as staff of geophysical survey and equipment such as Syscal R1 and R2 for the Survey and provide appropriate data and information relevant to the Project for the smooth implementation of the Survey. Following issues are agreed to be taken by the Myanmar side for the efficient implementation of the Survey.

- 1) To ensure the safety and security of the Team members
 - 2) To exempt taxes and other charges, including customs clearance fees, on the equipment and materials brought into Myanmar for implementation of the Survey
 - 3) To exempt taxes on the wages and allowances paid to the Team members for conducting the Survey
 - 4) To facilitate the transfer of funds necessary for the Survey to Myanmar and use of the funds
 - 5) To ensure permission to enter private properties or restricted areas as necessary for the implementation of the Survey, except when entry is prohibited by law
 - 6) To permit taking all the collected materials concerning the Survey back to Japan
 - 7) To make referrals to medical institutions, if necessary. The cost of medical treatment shall be borne by the Team member
- 8
12

- 8) To coordinate the operations and communications between the relevant government agencies and the Team
- 9) To provide with materials and information concerning the Survey
- 10) To cooperate with other survey(s) as necessary
- 11) Provision of counterpart personnel (staff of geophysical survey)
- 12) Provision of two (2) sets of the equipment of geophysical survey (Syscal R1 and R2) and its accessories
- 13) Besides the above, any other cooperation necessary to conduct the Survey shall be given

(3) Eligible Country for Procurement

The Myanmar side requested that the eligible country for procurement of drilling rig(s) shall be Japan in the reason that DDA staffs are accustomed to operate and maintain Japanese rigs which can be used for long time due to its quality. The eligible country for equipment and materials will be considered during the survey from the point of view of cost, specification, quality and availability.

(4) Technical Assistance

The consultant services for the water quality examination and/or other fields shall be considered through the Survey.

(5) Tax Exemption

The tax exemption, custom duty, and any other taxes and fiscal levies in Myanmar which is to be arisen from the Project activities will be ensured by DDA. DDA will take any procedures necessary for tax exemption.

(6) Overlapping with Other Projects

The Myanmar side explained that the Project would not be overlapped with any other projects supported by other donor agencies, NGOs, and Myanmar official organizations.

(7) Visibility of the Project

The Team explained that the visibility of the Project should be ensured as a token of cooperation from the Japanese people if the Project would be realized. The Myanmar side explained the following ideas to enhance publicity of the Project:

- (a) To prepare brochures
- (b) To publicize the Project in the mass media, and
- (c) Commemoration panels.