

ミャンマー国
第二次中央乾燥地村落給水計画
準備調査報告書

平成28年1月
(2016年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社地球システム科学
株式会社オリエンタルコンサルタンツグローバル

環境

JR

16-001

序 文

独立行政法人国際協力機構は、ミャンマー連邦共和国の第二次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、同調査を株式会社地球システム科学・株式会社オリエンタルコンサルタンツグローバル共同企業体に委託しました。

調査団は、平成27年4月から平成27年10月までミャンマー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調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書の完成の運びとなりました。

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

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

平成28年1月

独立行政法人国際協力機構
地球環境部
部長 山内 邦裕

要 約

1. 国の概要

(1) 国土・自然

ミャンマー国は、東南アジア最西部に位置し、インド、バングラデシュ、中国、ラオスおよびタイと国境を接し、ベンガル湾およびアンダマン海に面している。国土面積は約 68 万 Km²（日本の約 1.8 倍）である。2014 年のセンサスによる人口は約 5,149 万人（The 2014 Myanmar Population and Housing Census）で、人口密度は 76 人/km²である。

調査対象地域は、アラカン山脈とミャンマーの東半分を占める山地との間に広がる中央乾燥地と称される平原地帯に位置するザガイン地域・マンダレー地域・マグウェー地域の 3 地域であり、その面積は約 77,000 km²である。調査対象となる 3 地域は、ミャンマーの総人口の約 31%に相当する 1,538 万人の人口を有している。調査対象地域の中西部をミャンマー最大のイラワジ川が南流している。

ミャンマーは、主に熱帯性気候に属し、雨季（5 月～10 月）、冬季（11 月～2 月）、夏季（3 月～4 月）の 3 シーズンに区分される。全国の平均年間降水量は 2,341mm であるのに対して、調査対象地域である中央乾燥地は、年間降水量は 760mm 程度に過ぎない。月平均最高気温は、マンダレーで 4-5 月に 30.3 度（国際連合食糧農業機関（Food and Agriculture Organization: FAO））を示しているが、調査対象村落における日最高気温は 40 度に近い（調査団測定）。このため、調査対象地域は、中央乾燥地と称されるミャンマーの中で最も乾燥した地域となっている。

調査対象地域に分布する地層は、下位から暁新世から始新世にかけて堆積したペグ層、鮮新世のイラワジ層、これらを覆って分布する沖積層および更新世の火山岩・火山性堆積物である。これらの内、本調査で対象とする良好な地下水を胚胎するのはイラワジ層である。

(2) 社会経済状況

ミャンマーでは、大別して 8 つの部族（カチン族、カヤー族、カイン族、チン族、モン族、ビルマ族、ラカイン族、シャン族）があり、その中に約 135 の民族が存在する。国民の過半数はビルマ族に属しており、その多くはミャンマー中央の平野部に居住している。

ミャンマーの経済指標を表 1 に示す。

表 1 ミャンマーの経済指標

項目	2011 年	2012 年	2013 年
GDP			
名目 GDP (USD)	520 億	540 億	564 億
実質 GDP 成長率 (%)	5.9	7.3	8.3
一人当たりの GDP (USD)	832	876	869

出典：World Economic Outlook Database (IMF)、基礎的経済指標 (JETRO) を編集

2013 年の GDP は 564 億ドルで一人当たりの GDP は 869 ドルである。実質経済成長率は、2011 年以降 5%を超える高い数値を示し、2013 年には 8.3%に達している。

品目別の輸出額統計によると輸出額の 40%以上が天然ガス、その他には豆やコメなどの農産物、縫製品やチーク材も比較的多い。主な輸出先としては、隣国のタイが輸出額の約 50%、中国も 25%となる為、両国で輸出額の 70%以上を占めている。

(3) 関連インフラの整備状況

ヤンゴンから首都であるネピドーを経てマンダレーまでは、高速道路が整備されている。また、各地域やタウンシップ（以下、「T/S」）を結ぶ幹線道路も概ね舗装されており、トラック搭載型掘削リグや大型車両の通行に支障は無い。しかしながら、幹線道路から各村落間の道路は未舗装のところが多く、雨季には通行に支障が生じる可能性がある。

鉄道は全国で総延長約 5,000 km が整備されている。調査対象地域でも、ヤンゴンからマンダレーに至る幹線が通り、それから分岐したローカル線が、マグウェー、ザガイン、ニャンウー等の各地に通じている。

ミャンマーにおける電化率は2011年時点で27% (242万世帯) と大きく立ち遅れている。経済成長に伴い電力需要も高まる中、電力不足による慢性的な停電も発生している。このような事情に対して、独立行政法人国際協力機構（Japan International Cooperation Agency、以下「JICA」）による「電力マスタープラン策定プロジェクト」、世界銀行による「地方電化計画策定プロジェクト」、アジア開発銀行による「電力ネットワーク改善プロジェクト」等に支援による整備が進められている。また、畜水産・地方開発省（Ministry of Livestock, Fisheries and Rural Development、以下「MLFRD」）に属する地方開発局（Department of Rural Development、以下「DRD」）は各村落毎のソーラーシステムによる電化事業を進めている。本プロジェクトの対象村落では、15 村落で三相交流の電力が供給されていることが確認された。

2. プロジェクトの背景・経緯および概要

(1) 上位計画

ミャンマー政府は、ミレニアム開発目標の達成、貧困削減のための Rural Development and Poverty Reduction と称する政策を掲げている。その中で、村落住民の社会経済条件の改善および都市部との改革格差の是正を柱とする 8 つのタスクを挙げている。その実現のため、2011 年 5 月にワークショップ（National Workshop on Rural Development and Poverty Alleviation）を開催し、8 つのタスクについての委員会を設置した。その内、第 2 のタスクである「畜水産の生産性の向上および村落住民の社会経済条件の発展」については MLFRD の所管となった。

ミャンマーにおける村落給水事業は、国境地域少数民族開発省・開発局（Department of Development Affairs、以下「DDA」）により進められてきた。DDA は、中央乾燥地の給水事業を改善するため、1 村落に最低 1 本の井戸を建設することを目標として「村落給水整備 10 か年計画（2000/2001-2009/2010）」を実施した。しかしながら、中央乾燥地における給水施設はさらに整備を要したために、さらに「村落給水整備 5 か年計画（2011/2012-2015/2016）」を策定し整備を継続してきた。

DDA は 2012 年 6 月に地方開発局（DRD）と改称され、さらに 2013 年 8 月に MLFRD へ所管が移された。DRD は、村落給水事業をさらに推進するため、2012 年 10 月に、2011/2012 年度¹から 2030/2031 年度へ至る 20 年間の村落給水事業計画（20 年計画）を策定している。この計画は、1 村落に最低 1 本の井戸を建設することを目標とするもので、20 年間で 5 年毎に区切り、それぞれを 5 ヶ年計画とし、それを 4 回繰り返すことになっている。現在（2015 年）は、2011/2012 年度に開始された第 1 次 5 ヶ年計画（2011/2012-2015/2016）の最終年に

¹ ミャンマーの会計年度は暦年の途中の 4 月に開始され翌年の 3 月に終了するため、現地においては会計年度を示す際 2011/2012 の様に表記される。このため、本報告書においても、この記述方式を踏襲する。

相当している。これに続く第2次5ヶ年計画（2016/2017-2020/2021）で建設される全国及び中央乾燥地の深井戸の数は、全国において1,297本、その内中央乾燥地において580本である。本プロジェクトで調達される資機材は、中央乾燥地にて建設される580本の深井戸の内、100本分の建設に使用される計画である。

(2) 現状と課題

本プロジェクトの対象地域である中央乾燥地は、乾燥地であるためイラワジ川を除き乾季には表流水がほとんど利用できないこと、地下水を開発するために深い井戸を掘る必要があるため、これまで安全で恒久的な水源を有しない村落が多かった。

ミャンマー政府は、中央乾燥地において安全な水供給を促進するため、「村落給水整備10か年計画」（2000/2001-2010/2011）、「村落給水整備5か年計画」（2011/12-2016/2017）に基づき水源開発を実施し、2015年3月時点で、中央乾燥地にある全16,341村落のうち14,630村落については安全で安定的な生活用水を供給できる給水施設（深井戸、ため池等）が少なくとも各村落1箇所設置されている。他方、残る1,711村落（うち半数以上において深井戸による給水が必要）に対する水源開発が喫緊の課題となっている他、既に給水施設が設置されている村落においても既存の給水施設では十分な水供給量が確保できない村落等もあることから、水需要に応じた新たな水源開発を行う必要がある。

中央乾燥地は地下水位が深く、200m以上の井戸深度が必要となる村落が多数存在するため、DRDの所有する掘削機では井戸掘削が困難な場合があった。また、機材の故障や老朽化により掘削効率の低下も生じていた。これを踏まえ、我が国は2012年に無償資金協力「中央乾燥地村落給水計画」を実施し、2台の井戸掘削機（掘削深度300m級）及び給水ニーズの高い87村落を対象とした井戸建設のための資機材の調達にかかる無償資金協力を実施した。しかし、中央乾燥地における安全な水供給の必要性は依然として高く、村落給水施設整備に必要な資機材整備が喫緊の課題となっている。

(3) プロジェクトの目的

本プロジェクトは、「中央乾燥地において新規水資源開発に必要な深井戸建設に係る資機材を調達することにより、DRDによる安全で安定的な井戸水供給の促進を図り、もって対象地域における安全で安定的な水へのアクセス改善に貢献する」ことを目的とする。

3. 調査結果の概要とプロジェクトの内容

(1) 調査結果の概要

ミャンマー国からの要請を受け、独立行政法人国際協力機構（JICA）は、2015年4月26日から同年7月10日まで、および2015年10月18日から10月24日までの期間、協力準備調査団をミャンマー国へ派遣した。同調査団は、調査対象地域であるザガイン、マンダレー、マグウェーの3地域において計画対象村落の選定、自然条件調査（現地踏査、地形・地質調査、物理探査および水質調査）および村落社会条件調査を実施した。現地調査および国内解析の結果の概要は次のとおりである。

1) 計画対象村落の選定

本調査では、計画対象村落として100村落を選定した。選定のために使用したクライテリアは、①村落の水理地質条件、②既存水源の充足状況、③物理探査結果、④村落の社会経済条件である。

2) 概略設計

本調査における概略設計の基本方針は以下のとおりである。なお、コスト縮減に留意しつつミャンマー国 DRD 向けの機材調達案件として適正な規模および仕様を決定した。

- (i) 要請された井戸掘削用リグ、同関連資機材、孔内検層機、支援車両、井戸建設用資材類のうち妥当性が確認された資機材の調達を計画する。
- (ii) DRD が、今後の村落給水計画を推進する上で必要と判断された揚水試験装置の調達を計画する。
- (iii) 調達予定機材のうち揚水試験装置、孔内検層機について、その実施、解析能力強化のための技術支援（ソフトコンポーネント）を計画する。

(2) プロジェクトの内容および規模

1) 調達機材

本プロジェクトで調達される資機材は、表 2 に示す通りである。

表 2 本プロジェクトにより調達される資機材

項 目	仕 様	数 量
トラック搭載型掘削リグおよび同付属品	深度 250m 掘削可能	1 セット
	深度 200m 掘削可能	1 セット
エアーコンプレッサー		2 台
クレーン付きトラック	積載重量 10 トン以上、吊上げ能力 5 トンのクレーン付	2 台
孔内検層機	深度 400m まで測定可能	1 セット
	深度 300m まで測定可能	1 セット
井戸掘削用消耗品（ベントナイト、CMC 等）		1 式
水中ポンプ（発電機、付属品付き）		100 村落分
ケーシング・スクリーン		100 村落分
揚水試験装置		1 式

2) ソフトコンポーネント

本プロジェクトでは、DRD の要員に対して、孔内検層技術および揚水試験に関する技術向上のためのソフトコンポーネントを行う。ソフトコンポーネントによる成果は次のとおりである。

(i) 孔内検層技術に係るソフトコンポーネントの成果

- 成果 1： DRD の技術者が、孔内検層を実施する技術を習得する。
- 成果 2： DRD の技術者が、得られた検層データを解析する技術を習得する。
- 成果 3： DRD の技術者が、検層データの解析結果から適切な井戸構造を決定する技術を習得する。

(ii) 揚水試験技術に係るソフトコンポーネントの成果

- 成果 1： DRD の技術者が、揚水試験計画を立案する技術を習得する。
- 成果 2： DRD の技術者が、水中ポンプを使用した揚水試験実施技術を習得する。
- 成果 3： DRD の技術者が、試験データを解析し、帯水層の評価を行う技術を習得する。
- 成果 4： DRD の技術者が、帯水層評価に基づき、揚水計画を立案する能力を習得する。

4. プロジェクトの工期および概略事業費

(1) プロジェクトの工期

本プロジェクト全体の工期は、E/N・G/A 締結後 25 ヶ月間である。事業実施工程は、表 3 に示す通りである。

表 3 事業実施工程

年	2015				2016							
月	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
EN・GA	▲											
実施設計								■ 現地調査				
								□ 入札図書作成				
										■ 入札関連業務		
年	2016				2017							
月	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
調達					■ 機器製作・検査							
					■ [エアコンプレッサー、孔内機器類、井戸板 耐用消耗品、水中ポンプ、揚水試験装置]			■ 輸送				■ 輸送
								■ 開掘・試運転・初期操作指導	■			
ソフトコンポーネント										■ 孔内検層技術指導	■	
											■ 揚水試験技術指導	■
年	2017											
月	9	10	11	12								
調達	■ 輸送											
		▲										

(2) 概略事業費

本プロジェクトを実施するためのミャンマー側負担事業費は、約 2.57 億円と見積もられる。

5. プロジェクトの評価

(1) 妥当性

本プロジェクトが実施されれば、中央乾燥地内でこれまで安全で恒久的な水源を有しない村落の内、新たに 100 村落について安全で恒久的な水源が確保されるとともに、住民による水汲み労働の軽減という正のインパクトを持つ波及効果が期待できる。

ミャンマーでは、村落住民の社会経済条件の改善および都市部との開発格差を是正する政策が執られている。これにしたがい、DRD は村落部における給水施設の建設を促進している。このように、水源を地下水に依存せざるを得ない中央乾燥地において、DRD に地下水開発能力を向上させ、村落給水事業を促進することは、ミャンマーの政策とも合致している。

本プロジェクトの対象地域は主として農村地域であり、プロジェクトの実施は地域住民に対して安全で恒久的な水を供給するというベーシック・ヒューマン・ニーズの観点から民生の安定や住民の生活環境の改善に寄与すると言える。我が国のミャンマーに対する援助方針の重点分野の一つに「国民の生活向上のための支援（少数民族や貧困層支援、農業開発、地域の開発を含む）」が挙げられていることから、本プロジェクトの実施は、我が国の援助方針とも合致

している。

(2) 有効性

本プロジェクトにおいて井戸掘削用資機材が調達された後、DRDにより中央乾燥地の3地域内の100村落において100本の深井戸が新たに建設されるという定量的効果が期待される(表4)。また、ソフトコンポーネント活動を通じて、DRDの地下水開発能力が向上する。

表4 本プロジェクトの定量的効果

指標	基準年(2015年)	目標年(2022年) (事業完了5年後)
対象村落において新たに掘削される井戸の本数	0本	100本

また、本プロジェクトの実施により、波及的に次のような定性的効果が期待される。

- ・中央乾燥地住民の水汲み時間・労力の軽減。
- ・対象村落において安全な水へアクセスできる人口の増加
- ・調達機材が上記井戸の掘削に活用されること

(3) 結論

上記(1)および(2)で検討した如く、本プロジェクトは実施する妥当性が高く、かつ有効性が見込まれると評価される。

協力準備調査報告書(案)

目 次

序 文

要 約

目 次

付表目次

付図目次

略語表

調査対象位置図／現地状況写真集

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.....	1 - 1
1.1.1	現状と課題.....	1 - 1
1.1.2	開発計画.....	1 - 2
1.1.3	社会経済状況.....	1 - 3
(1)	行政区分.....	1 - 3
(2)	人口および民族.....	1 - 4
(3)	経済状況.....	1 - 5
1.2	無償資金協力要請の背景・経緯および概要.....	1 - 5
1.3	我が国の援助動向.....	1 - 6
1.4	他ドナーの援助動向.....	1 - 7
(1)	UNICEF.....	1 - 7
(2)	BRIDGE ASIA JAPAN (BAJ).....	1 - 8

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
2.1.1	組織・人員.....	2 - 1
2.1.2	財政・予算.....	2 - 2
2.1.3	技術水準.....	2 - 4
(1)	井戸掘削.....	2 - 4
(2)	機材の維持管理.....	2 - 5
(3)	村落給水施設の設計、施工、維持管理指導.....	2 - 5
(4)	水質分析.....	2 - 6
(5)	建設した給水施設の運営維持管理.....	2 - 10
2.1.4	保有機材.....	2 - 16
(1)	井戸掘削リグ.....	2 - 16
(2)	エアーコンプレッサー.....	2 - 17
(3)	孔内検層機.....	2 - 17
(4)	電気探査機.....	2 - 18
(5)	クレーン付きトラック.....	2 - 18
2.2	プロジェクトサイトおよび周辺の状況.....	2 - 19

2.2.1	関連インフラの整備状況.....	2 - 19
(1)	道路.....	2 - 19
(2)	鉄道.....	2 - 19
(3)	電気.....	2 - 19
(4)	通信.....	2 - 20
2.2.2	自然条件.....	2 - 20
(1)	気象／水文.....	2 - 20
(2)	地形・地質.....	2 - 22
(3)	水文地質.....	2 - 29
(4)	物理探査.....	2 - 39
(5)	水質.....	2 - 42
2.2.3	対象村落の社会経済条件.....	2 - 53
(1)	調査目的と方法.....	2 - 53
(2)	調査項目.....	2 - 53
(3)	調査結果.....	2 - 54
(4)	考察.....	2 - 74
(5)	結論.....	2 - 75
2.3	その他.....	2 - 76

第3章 プロジェクトの内容

3.1	プロジェクトの概要.....	3 - 1
3.1.1	上位目標とプロジェクト目標.....	3 - 1
3.1.2	プロジェクトの概要.....	3 - 2
(1)	要請内容の検討.....	3 - 2
(2)	調査対象村落.....	3 - 5
3.2	協力対象事業の概略設計.....	3 - 12
3.2.1	設計方針.....	3 - 12
(1)	基本方針.....	3 - 12
(2)	自然環境条件に対する方針.....	3 - 12
(3)	社会経済条件に対する方針.....	3 - 12
(4)	調達事情に関する方針.....	3 - 13
(5)	運営・維持管理に係る方針.....	3 - 13
(6)	機材等の品質・仕様の設定に係る方針.....	3 - 13
(7)	調達方法・工期に関する方針.....	3 - 13
(8)	準拠する規格.....	3 - 13
3.2.2	基本計画（機材計画）.....	3 - 13
(1)	全体計画.....	3 - 13
(2)	機材計画.....	3 - 16
(3)	調達資機材（調達資機材一覧表）.....	3 - 28
3.2.3	概略設計図.....	3 - 30
3.2.4	調達計画.....	3 - 30
(1)	調達方針.....	3 - 30
(2)	調達上の留意事項.....	3 - 30
(3)	調達・据付区分.....	3 - 31
(4)	調達監理計画.....	3 - 32
(5)	品質管理計画.....	3 - 33
(6)	資機材調達計画.....	3 - 34
(7)	初期操作指導.....	3 - 34
(8)	ソフトコンポーネント計画.....	3 - 34

(9)	実施工程.....	3 - 46
3.3	相手国分担事業の概要.....	3 - 47
3.3.1	一般的負担事項.....	3 - 47
3.3.2	本プロジェクトに関連した負担事項.....	3 - 48
3.4	プロジェクトの運営・維持管理計画.....	3 - 48
3.4.1	調達機材の運営・維持管理.....	3 - 48
3.4.2	地下水の水質モニタリング.....	3 - 49
3.4.3	基準値を超える水質項目が確認された場合の対応.....	3 - 52
3.4.4	給水施設の設計に改善についての提案.....	3 - 52
(1)	嵩上げた給水タンク建設の提案.....	3 - 52
(2)	給水タンクへの蓋の設置の提案.....	3 - 53
3.4.5	事業実施後の給水施設運営維持管理計画.....	3 - 53
(1)	運営維持管理に係る組織体制.....	3 - 53
(2)	事業実施対象村落における運営維持管理コストの概算.....	3 - 53
(3)	村落給水施設の運営維持管理についてのミャンマー国側への提言.....	3 - 56
3.5	プロジェクトの概略事業費.....	3 - 57
3.5.1	日本側負担経費.....	3 - 57
3.5.2	ミャンマー国側負担経費.....	3 - 58
3.5.3	積算条件.....	3 - 58
3.5.4	調達機材の運営・維持管理費.....	3 - 58

第4章 プロジェクトの評価

4.1	事業実施のための前提条件.....	4 - 1
(1)	銀行取極め (B/A) に基づく諸費用の負担.....	4 - 1
(2)	本プロジェクトに必要な輸入資機材の輸入港における速やかな通関.....	4 - 1
(3)	本プロジェクト実施に必要な業務に従事する日本人の関税、内国税等の免除..	4 - 1
(4)	調達資機材の運転維持管理を行う要員の確保.....	4 - 1
(5)	JICA 事務所への調達資機材の活用、掘削計画の進捗、および水質モニタリング 結果にかかる毎年の報告.....	4 - 2
4.2	プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入 (負担) 事項.....	4 - 2
4.2.1	調達した掘削リグによる井戸掘削.....	4 - 2
4.2.2	掘削した井戸を水源とする給水施設建設.....	4 - 2
4.2.3	建設した給水施設の維持管理.....	4 - 2
4.3	外部条件.....	4 - 2
4.4	プロジェクトの評価.....	4 - 3
4.4.1	妥当性.....	4 - 3
4.4.2	有効性.....	4 - 3
(1)	定量的評価.....	4 - 3
(2)	定性的評価.....	4 - 3
4.4.3	結論.....	4 - 4

【資料】

1. 調査団員・氏名
2. 調査工程
3. 関係者 (面会者) リスト
4. 協議議事録

要 約

- 4.1 協議議事録（2015年4月30日署名）
- 4.2 テクニカルノート（2015年7月2日署名）
- 4.3 協議議事録（2015年10月20日署名）
- 5. その他の資料・情報
 - 5.1 村落評価一覧表
 - 5.2.1 物理探査調査位置
 - 5.2.2 物理探査調査結果
 - 5.2.3 対象村落における地下水開発評価
 - 5.3.1 現地簡易水質測定結果
 - 5.3.2 現地水質測定状況
- 5.4 ステップ5における村落評価結果
- 5.5 要請リグに関する諸検討
- 5.6 水中ポンプ一覧表
- 5.7 社会経済調査結果概要
- 5.8 調達機材の運営維持管理費算出の根拠

付 表 目 次

表 1.1.1	全国及び CDZ における村落給水事業の達成状況 (2014 年度末時点)	1 - 1
表 1.1.2	ミャンマーの行政区分	1 - 3
表 1.1.3	ミャンマーの連邦領・地域・州の人口	1 - 4
表 1.1.4	ミャンマー経済指標	1 - 5
表 1.3.1	我が国の村落給水に関連する援助実績	1 - 6
表 2.1.1	CDZ プロジェクト事務所の要員構成	2 - 2
表 2.1.2	DRD の予算	2 - 2
表 2.1.3	NDWQS で定められた飲料水水質基準 (優先項目)	2 - 7
表 2.1.4	DRD による分析可能項目	2 - 7
表 2.1.5	フェーズ 1 プロジェクト施設調査対象村落	2 - 10
表 2.1.6	フェーズ 1 プロジェクト施設の VWC メンバー	2 - 10
表 2.1.7	運営維持管理評価指標	2 - 11
表 2.1.8	運営維持管理状況一覧	2 - 12
表 2.1.9	DRD 予算で建設された給水施設の運営維持管理状況	2 - 14
表 2.1.10	運営維持管理の実施体制・状況	2 - 15
表 2.1.11	DRD が保有するリグの現況	2 - 16
表 2.1.12	DRD が保有するエアーコンプレッサーの現況	2 - 17
表 2.1.13	DRD が保有する孔内検層機の現況	2 - 18
表 2.1.14	電気探査機の現況	2 - 18
表 2.1.15	クレーン付きトラックの現況	2 - 18
表 2.2.1	ヤンゴンの月平均雨量(mm)と気温(°C)	2 - 21
表 2.2.2	マンダレーの月平均雨量(mm)と気温(°C)	2 - 21
表 2.2.3	年間河川流量	2 - 22
表 2.2.4	既存水理地質関連資料	2 - 30
表 2.2.5	本調査で収集した水理地質情報	2 - 31
表 2.2.6	物理探査調査数量表	2 - 39
表 2.2.7	調査に用いた物理探査手法および調査機器	2 - 39
表 2.2.8	比抵抗値と地層との対比および地下水開発における可能性の評価	2 - 41
表 2.2.9	詳細水質分析項目	2 - 43
表 2.2.10	詳細水質分析の対象村落一覧	2 - 43
表 2.2.11	現地簡易水質測定結果概要	2 - 45
表 2.2.12	飲用の受容閾値と基準値との比較	2 - 50
表 2.2.13	詳細水質分析結果	2 - 51
表 2.2.14	簡易水質測定と詳細水質分析結果の比較	2 - 52
表 2.2.15	調査項目	2 - 53
表 2.2.16	タイプ別キーインフォーマント数	2 - 54
表 2.2.17	対象村落の人口と世帯数	2 - 54
表 2.2.18	各地域の人口・世帯数状況	2 - 57
表 2.2.19	対象村落の既存水源状況	2 - 58
表 2.2.20	既存給水施設の水源種類	2 - 58
表 2.2.21	運営維持管理組織の設立状況	2 - 59
表 2.2.22	電化状況	2 - 59
表 2.2.23	調査参加世帯数	2 - 60
表 2.2.24	世帯収入レベル毎の世帯数	2 - 60
表 2.2.25	地域毎の平均世帯収入 (月額)	2 - 61
表 2.2.26	土地所有状況	2 - 62
表 2.2.27	雨季および乾季の水源別利用状況	2 - 63
表 2.2.28	高い、及び非常に高いと回答した世帯数の世帯収入レベル別内訳	2 - 65
表 2.2.29	給水サービスへの世帯収入レベル別支出額 (年額) 見積もり	2 - 66

表 2.2.30	給水サービスへの世帯収入レベル別支出割合	2 - 66
表 2.2.31	平均水汲み作業時間と回数	2 - 67
表 2.2.32	対象村落における平均水汲み作業時間	2 - 68
表 2.2.33	給水サービスに対する平均支払額と支払意思額	2 - 71
表 2.2.34	今後の開発事業優先度	2 - 72
表 2.2.35	女性の観点からの開発事業優先度	2 - 72
表 2.2.36	女性の回答状況	2 - 73
表 2.2.37	女性の情報源	2 - 73
表 2.2.38	女性一人で外出可能な範囲	2 - 73
表 2.2.39	家庭内の意思決定過程	2 - 74
表 3.1.1	中央乾燥地における第2次5ヶ年計画による深井戸建設予定数（2016-2020年度）	3 - 1
表 3.1.2	当初要請資機材	3 - 2
表 3.1.3	ミニッツで確認された要請資機材リスト	3 - 3
表 3.1.4	調査結果を踏まえてDRDと合意した検討対象資機材の内容	3 - 3
表 3.1.5	本調査で設計積算の対象とする資機材	3 - 4
表 3.1.6	優先度選定マトリックス	3 - 8
表 3.1.7	対象村落リスト（100村落）（1/2）	3 - 9
表 3.1.7	対象村落リスト（100村落）（2/2）	3 - 10
表 3.1.8	ステップ-1で計画対象から除外した10村落の除外理由	3 - 11
表 3.2.1	比抵抗値とスクリーン長との関係	3 - 15
表 3.2.2	掘削深度の分布（100井戸）	3 - 16
表 3.2.3	第2次5ヶ年計画で掘削予定井戸の地域毎・深度別集計	3 - 16
表 3.2.4	掘削予定井戸数および掘削可能井戸数の比較	3 - 17
表 3.2.5	ドリルストリングス、ケーシング管の重量（250m井戸の場合）	3 - 18
表 3.2.6	250m級掘削リグの概略仕様	3 - 18
表 3.2.7	200m級掘削リグの概略仕様	3 - 19
表 3.2.8	地層ごとの掘進見込長（100m井戸）	3 - 19
表 3.2.9	井戸掘削用ビット数	3 - 20
表 3.2.10	エアーコンプレッサーの概略仕様	3 - 21
表 3.2.11	クレーン付きトラックに積載する資機材のおよその重量	3 - 22
表 3.2.12	クレーン付きトラックの概略仕様	3 - 22
表 3.2.13	孔内検層器の概略仕様	3 - 23
表 3.2.14	泥水使用量	3 - 24
表 3.2.15	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 - 25
表 3.2.16	ケーシングの概略仕様と数量	3 - 26
表 3.2.17	スクリーン及びボトムプラグの概略仕様と数量	3 - 27
表 3.2.18	揚水試験用機材の概略仕様および数量	3 - 28
表 3.2.19	調達資機材一覧表	3 - 29
表 3.2.20	主要資機材の調達区分	3 - 31
表 3.2.21	ソフトコンポーネントの成果の達成度確認方法（孔内検層技術）	3 - 35
表 3.2.22	ソフトコンポーネントの成果の達成度確認方法（揚水試験技術）	3 - 36
表 3.2.23	孔内検層技術に係るソフトコンポーネントの詳細	3 - 39
表 3.2.24	揚水試験技術に係るソフトコンポーネントの詳細	3 - 41
表 3.2.25	孔内検層技術に係るソフトコンポーネント工程表	3 - 44
表 3.2.26	揚水試験技術に係るソフトコンポーネント工程表	3 - 45
表 3.2.27	調達実施工期	3 - 47
表 3.2.28	事業実施工程表	3 - 47
表 3.4.1	水質モニタリングにおける必要事項	3 - 49
表 3.4.2	事業実施対象村落における世帯当たりの運営維持管理コスト概算	3 - 53
表 4.4.1	本プロジェクトの定量的効果	4 - 3

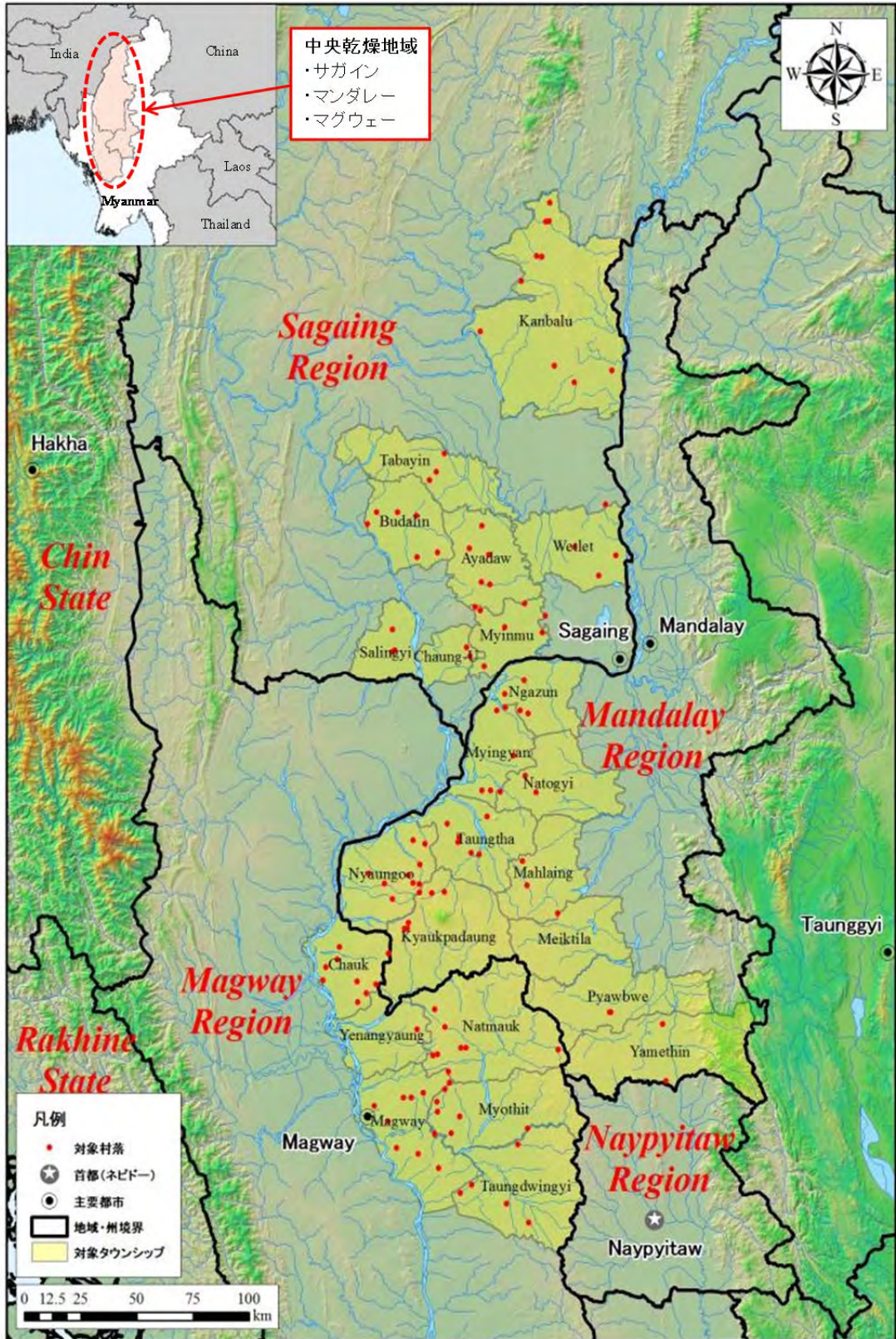
付 図 目 次

図 2.1.1	MLFRD および DRD の組織図.....	2 - 1
図 2.2.1	年間降水量分布図.....	2 - 20
図 2.2.2	マンダレーとヤンゴンの降水量と気温.....	2 - 21
図 2.2.3	ミャンマーの主な河川.....	2 - 21
図 2.2.4	平坦地とイラワジ川支流による浸食地形.....	2 - 24
図 2.2.5	表層地質図.....	2 - 26
図 2.2.6	ザガイン地域チンドウィン川中流域の東西断面図.....	2 - 28
図 2.2.7	掘削深度と地下水位の関係.....	2 - 32
図 2.2.8	井戸掘削深度分布図.....	2 - 33
図 2.2.9	水位深度分布図.....	2 - 34
図 2.2.10	井戸孔内水位と標高の分布.....	2 - 35
図 2.2.11	被圧帯水層の分布が確認される T/S.....	2 - 36
図 2.2.12	水位標高グラフ.....	2 - 37
図 2.2.13	水位標高分布および地下水位等高線図.....	2 - 38
図 2.2.14	垂直電気探査結果例.....	2 - 40
図 2.2.15	2次元電気探査結果例.....	2 - 40
図 2.2.16	水質の現地簡易測定の対象となった既存水源数.....	2 - 42
図 2.2.17	水質分析の対象村落位置図.....	2 - 44
図 2.2.18	各深度における現地簡易水質測定結果-1.....	2 - 47
図 2.2.19	各深度における現地簡易水質測定結果-2.....	2 - 48
図 2.2.20	対象村落の産業（収入源）.....	2 - 58
図 2.2.21	世帯収入レベル毎の平均月収最高額と最低額.....	2 - 62
図 2.2.22	各地域の対象村落における世帯毎の水使用量.....	2 - 63
図 2.2.23	世帯収入レベル別の水使用量状況.....	2 - 64
図 2.2.24	給水サービスへの世帯収入レベル別支出状況.....	2 - 64
図 2.2.25	給水サービスへの支出に対する認識.....	2 - 65
図 2.2.26	対象地域毎の水運搬方法.....	2 - 67
図 2.2.27	世帯内の水汲み責任者割合.....	2 - 70
図 2.2.28	現況給水サービスに対する満足度.....	2 - 71
図 3.1.1	村落選定および優先度判定フロー.....	3 - 6
図 3.2.1	掘削長設定フロー.....	3 - 15
図 3.2.2	井戸構造図.....	3 - 30
図 3.4.1	DRD における水質分析台帳案.....	3 - 51
図 3.4.2	嵩上げた給水タンク施設の提案.....	3 - 52

略語表

APHA	American Public Health Association	米国公衆衛生協会
API	American Petroleum Institute	アメリカ石油協会
ASTM	American Society for Testing and Materials	米国試験材料協会
A/P	Authorization to Pay	支払授權書
BAJ	Bridge Asia Japan	ブリッジエーシアジャパン
BS	British Standard	英国標準規格
B/A	Banking Arrangement	銀行取極め
CIA	Central Intelligence Agency	中央情報局
CMC	Carboxymethyl Cellulose	カルボキシメチルセルロース
CDZ	Central Dry Zone	中央乾燥地
DDA	Department of Development Affairs	国境地域少数民族開発省開発局
DIN	Deutsches Institut for Normung	ドイツ規格協会
DRD	Department of Rural Development	地方開発局
EC	Electric Conductivity	電気伝導度
E/N	Exchange of Notes	交換公文
EU	European Union	欧州連合
FAO	Food and Agriculture Organization	国際連合食糧農業機関
G/A	Grant Agreement	贈与契約
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GL	Ground Level	地表面
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
ISO	International Organization for Standardization	国際標準化機構
JCS	Japanese Cable Maker's Association Standard	日本電線工業会規格
JEC	Japanese Electrotechnical Committee	電気規格調査会標準規格
JEM	Japan Electrical Manufacture's Association	日本電気工業会規格
JETRO	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JIS	Japan Industrial Standards	日本工業規格
MDGs	Millennium Development Goals	ミレニアム開発目標
MEB	Myanma Economic Bank	ミャンマ経済銀行
MLFRD	Ministry of Livestock, Fishery and Rural Development	畜水産・地方開発省
MMK	Myanmar Tyat	ミャンマー・チャット
MOH	Minstry of Health	保健省
MPN	Most Probable Number	最確数
NDWQS	National Drinking Water Quality Standards Myanmar	ミャンマー飲料水水質基準
NGO	Non Governmental Organization	非政府組織
NTU	Nephelometric Turbidity Unit	ネフェロメトリックタービダティユニット
ORP	Oxidation Reduction Potential	酸化還元電位
TCU	True Color Unit	トゥルーカラーユニット
TDS	Total Dissolved Solid	総溶解固形物
T/S	Township	タウンシップ
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission	シャトルレーダートポグラフィミッション
STPG	Steel Tube Pipe General	圧力配管用炭素鋼鋼管

UNICEF	Unaited Nations Children’s Fund	国際連合児童基金
UTM	Universal Transverse Mercator	ユニバーサル横メルカトル
VWC	Village Water Supply Committee	村落給水委員会
WGS	World Geodetic System	世界測地系
WHO	World Health Organization	世界保健機構



調査対象位置図

現地状況写真集

	
<p>写真-1：既存給水施設（Pyawbwe タウンシップ Htanekan村）。牛車での水汲みはポンプ稼働中のみ給水可能のため、多くの住民が順番を待っている。</p>	<p>写真-2：既存給水施設（Mahlaing タウンシップ Khintar(S)村）。乾季には水位の低下により数時間待つこともある。</p>
	
<p>写真-3：村落内のため池（Yamethin タウンシップ Okpo村）。雨季に雑用水として使用可能であるが、乾季には完全に干上がる。</p>	<p>写真-4：「中央乾燥地村落給水計画」（フェーズ1）で掘削・整備された給水施設（Nyungoo タウンシップ Kudaw村）。村落水委員会によって管理され、現在も運用中である。</p>
	
<p>写真-5：村落内のため池での水汲みの様子（Myinmu タウンシップ Kalarpyan村）</p>	<p>写真-6：村落内における飲料水の運搬（Yamethin タウンシップ Okpo村）</p>



写真-7: NGO支援による嵩上げ給水タンクの建設状況 (Nyangoon タウンシップ Makyi Zunt村)。熟練工を除き、村落住民は無償で建設に参加。



写真-8: 村落における電線整備状況 (Mahlaing タウンシップ Asone村)



写真-9: ニャンウーワークショップにおける整備状況。工事終了後、回転部の分解・掃除・注油等の点検整備を実施



写真-10: DRDの所有する掘削機 (ニャンウーワークショップ)



写真-11: DRD本局の水質分析室 (ネピドー)



写真-12: 電気探査の様子 (Ngason タウンシップ Kaungzin村)

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

1.1.1 現状と課題

ミャンマーの村落給水事業を担当する畜水産・地方開発省（Ministry of Livestock, Fishery and Rural Development、以下「MLFRD」）地方開発局（Department of Rural Development、以下「DRD」）は、1村落に1本の井戸を建設することを目標として村落給水事業を進めてきた。

DRD が作成した Implementation Condition of Rural Water Supply and Implemented Villages (2013/2014) によれば、DRD は 2014 年度末までに全国で 26,159 村落、中央乾燥地（Central Dry Zone、以下「CDZ」）内で 14,630 箇所の給水施設建設を行っている。これを 2014 年に実施されたセンサスの速報値による村落数と比較して、現在までの給水事業の達成状況を示したものを表 1.1.1 に示す。

表 1.1.1 全国及び CDZ における村落給水事業の達成状況（2014 年度末時点）

区分	村落数	実施済み村落数	未実施村落数
全国	65,148	26,159 (40.2%)	38,989
CDZ	16,341	14,630 (89.5%)	1,711
(1) ザガイン地域* ¹	6,095	5,299	796
(2) マンダレー地域	5,472	4,624	848
(3) マグウェー地域	4,774	4,707	67

出典：Implementation Condition of Rural Water Supply and Implemented Villages (DRD)

全国では全村落数 65,148 に対して 40.2%に相当する 26,159 村落で給水施設が最低 1 箇所建設されている。この内、CDZ 内では全体で 16,341 村落に対して 89.5%の 14,630 村落が最低 1 箇所の給水施設を有していることになる。中でもマグウェー地域の達成率は 98.6%に達している。

一方、ミャンマー政府は、2011 年に村落部の開発と貧困削減を目標とする施策を掲げ、“村落部における畜水産の生産性の向上および村落住民の社会経済条件の発展”を DRD の所管とした。これを受けて、DRD は 2011/2012 年度²から 2030/2031 年度にいたる 20 年間の村落給水事業計画（20 年計画）の中で、“都市部と村落部の開発格差の是正”のため、それまでの「1 村落に 1 本の井戸の建設」の方針から「各村落に必要な数の井戸の建設」へ方針を転換している。なお、20 年計画は 5 年間毎の“村落給水事業 5 年計画”を 4 回繰り返す計画である。

表 1.1.1 に示すように、CDZ はミャンマー内の他の地域よりも村落給水事業の実施比率が高いにもかかわらず、第 2 次 5 年計画（2016/2017-2020/2021）における CDZ での井戸建設予

¹ “Region”の訳語として、本報告書では“地域”を使用する。

² ミャンマーの会計年度は、暦年の途中の 4 月に開始され翌年の 3 月に終了するため、現地においては会計年度は 2011/2012 の様に表記される。このため、本報告書においても、この表記方式を踏襲する。

定数は全国の1,297本のうち580本と55%を占め、DRDはCDZに村落給水事業の高い優先度を与えている。これは、他の地域は比較的水資源が豊富で水源を得やすいのに対して、CDZでは乾燥地であるためイラワジ川を除き乾季には表流水がほとんど利用できないこと、地下水を開発するために深い井戸を掘る必要がある村落が多いことが理由として挙げられる。また、経済活動が盛んなCDZでは人口も多く、水需要も大きいために、1村落当たり1本の井戸では水需要を賄いきれないため、複数の井戸を必要としているという事情がある。

また、CDZプロジェクト事務所の説明に依れば、毎年既存井戸の約5%程度が老朽化のため使用不能となり、その内のいくらかはリハビリが可能であるが、村落部の稼働中の井戸数の増加のためには、新規の井戸掘削を促進する必要性に迫られている。

1.1.2 開発計画

ミャンマー政府は、給水セクターではミレニアム開発目標（Millennium Development Goals、以下「MDGs」）の「2015年までに安全な飲料水および衛生施設を持続的に利用できない人の割合を半減する」ことを目標とする他、貧困削減のためのRural Development and Poverty Reductionという政策を掲げている。その中で、村落住民の社会経済条件の改善および都市部との開発格差の是正を柱とする8つのタスクを挙げている。その実現のため、2011年5月にワークショップ（National Workshop on Rural Development and Poverty Alleviation）を開催し、8つのタスクについての委員会を設置した。その内、第2のタスクである「畜水産の生産性の向上および村落住民の社会経済条件の発展」についてはMLFRDの所管となった。これを受け、MLFRDは、次の3つの政策を掲げている（Current Situation of Rural Water Supply, Target Plan & Limitation）。

- ① 国家開発・貧困削減プログラムを支援すること。
- ② 村落住民の社会経済状況を改善するとともに、都市部との開発格差を縮減すること。
- ③ ミャンマーの村落部の文化を保護すること。

この中で、村落給水事業はDRDの担当であり、DRDの10の主要な役割の中で、道路整備に次ぐ2番目の課題として位置づけられている。その中でも、CDZにおける給水事業に優先度が与えられている。

ミャンマーにおける村落給水事業は、国境地域少数民族開発省・開発局（Department of Development Affairs、以下「DDA」）により進められてきた。DDAは、CDZの給水事業を改善するため、1村落に最低1本の井戸を建設することを目標として「村落給水整備10か年計画（2000/2001-2009/2010）」を実施した。しかしながら、CDZにおける給水施設はさらに整備を要したために、さらに「村落給水整備5か年計画（2011/2012-2015/2016）」を策定し整備を継続してきた。

DDAは2012年6月にDRDと改称され、さらに2013年8月にMLFRDへ所管が移された。DRDは、村落給水事業をさらに推進するため、上述の「村落給水整備5か年計画（2011/2012-2015/2016）」を延長する形で、2011/2012年度から2030/2031年度へ至る20年間の村落給水事業計画（20か年計画）を策定している。この計画は、20年間で5年毎に区切り、それぞれを5

ヶ年計画とし、それを4回繰り返すことになっている。現在（2015年）は、2011/2012年度に開始された第1次5ヶ年計画（2011/2012-2015/2016）の最終年に相当している。これに続く第2次5ヶ年計画（2016/2017-2020/2021）で建設される深井戸の数は、全国において1,297本、その内CDZにおいて580本である。

DRDは、上記の政策②に対応して、建設する井戸数を1村1本から、人口に応じた水需要に対応できる数の井戸建設を行うように方針を変更している。必要施設数は、給水原単位の20gallon/人/日（約90L/人/日）を基として、井戸1本あたりの揚水量との比較で決定されることとなる。

なお、DRDはUNICEFの協力を得て、2016年2月頃までに、Rural Water Supply and Sanitation Strategy（村落給水・衛生戦略）を策定する予定である。その中に、村落給水事業に関しては2030年までにすべての村落に対して100%の管路給水を達成することが含まれる見込みである。

1.1.3 社会経済状況

ミャンマーは、1948年にイギリス連邦を離脱してビルマ連邦として独立した。当時からチーク等の木材をはじめ天然資源が豊富であることが知られており、また同時に石油生産・輸出も盛んに行われていた。人的資源も優れており、識字率は高く、独立後は東南アジアでも最も早く成長軌道に乗ると考えられていたが、1958年には軍の影響を強く受けた暫定内閣が樹立、その後1962年には軍事クーデターが起これ、軍事政権時代が始まった。それ以降、主要産業の国有化など社会主義的な経済政策が進められるようになった。このような体制の下、閉鎖的な経済政策により、ミャンマー経済は長い停滞期を迎え、1987年12月には国連から後発開発途上国（Least Among Less Developed Countries: LLDC）の認定を受けるまで経済力が低下した。1988年に全国的な民主化デモにより社会主義政権が崩壊、経済政策も徐々に社会主義的から開放政策に転換されるようになった。そうした中、2007年から軍政主導ではあるが、政治体制の改革が開始され、2008年には新憲法案についての国民投票が実施・可決され民主化が加速される。2010年に新憲法に基づく総選挙が実施された。2011年1月には総選挙後初の連邦議会が開幕され、独立後大きな影響力を保持していた軍事政権から国政の権限が新政府に正式に委譲された。現況での行政、社会、及び経済状況について以下に詳述する。

(1) 行政区分

ミャンマーは、行政的に連邦政府の直轄地域である連邦領、地域、及び州に区分される。またその区内に政府から自治権を得た民族による自治区と自治管区が配置される。表1.1.2に現況での行政区分を示す。

表 1.1.2 ミャンマーの行政区分

No.	連邦領／地域／州	自治区／自治管区
1	ネピドー連邦領	
2	カチン州	
3	カヤー州	
4	カレン州	

No.	連邦領／地域／州	自治区／自治管区
5	チン州	
6	ザガイン地域	ナガ自治区
7	タニンダーリ地域	
8	バゴー地域	
9	マグウェー地域	
10	マンダレー地域	
11	モン州	
12	ラカイン州	
13	ヤンゴン地域	
14	シャン州	コーカン自治区
		ダヌ自治区
		パオ自治区
		パラウン自治区
		ワ自治管区
15	エーヤワディ地域	

連邦政府は大統領、副大統領、連邦大臣、連邦検事総長から構成され、連邦の行政権は大統領に与えられる。地域や州には、各地域に地域政府が、各州に州政府が設置される。地域政府又は州政府は、それぞれ首相、大臣、法務総監から構成される。首相の任命に関しては、関係する地域又は州の議会の議員の中から大統領による指名者の名簿を地域議会または州議会に提出して、その承認を受けた者が任命される。

(2) 人口および民族

2014年8月に実施された国勢調査によると全国の人口は51,486,253人であった。1983年に実施された前回の国勢調査より約2千万人の人口増加が確認された。各地域、及び州の人口、人口密度、及び平均世帯人口を表1.1.3にまとめる。

ミャンマーでは、大別して8つの部族（カチン族、カヤー族、カイン族、チン族、モン族、ビルマ族、ラカイン族、シャン族）があり、その中に約135の民族が存在する。国民の過半数はビルマ族に属しており、彼らの多くはミャンマー中央の平野部に居住している。その他の部族は、平野部周辺の丘陵地帯や山地で独自の文化や風習を守りながら暮らしていることが多い。

表 1.1.3 ミャンマーの連邦領・地域・州の人口

No.	連邦領／地域／州	人口（人）			人口密度 （人/km ² ）	平均世帯 人口（人）
		男性	女性	合計		
1	ネピドー連邦領	565,155	595,087	1,160,242	164	4.1
2	カチン州	878,384	811,057	1,689,441	19	5.1
3	カヤー州	143,213	143,414	286,627	24	4.8
4	カレン州	775,268	798,811	1,574,079	52	4.7
5	チン州	229,604	249,197	478,801	13	5.1
6	ザガイン地域	2,516,949	2,808,398	5,325,347	57	4.6
7	タニンダーリ地域	700,619	707,782	1,408,401	32	4.8
8	バゴー地域	2,322,338	2,545,035	4,867,373	124	4.2
9	マグウェー地域	1,813,974	2,103,081	3,917,055	87	4.1
10	マンダレー地域	2,928,367	3,237,356	6,165,723	200	4.4
11	モン州	987,392	1,067,001	2,054,393	167	4.6
12	ラカイン州	1,526,402	1,662,405	3,188,807	87	4.4
13	ヤンゴン地域	3,516,403	3,844,300	7,360,703	716	4.4

No.	連邦領/地域/州	人口 (人)			人口密度 (人/km ²)	平均世帯 人口 (人)
		男性	女性	合計		
14	シャン州	2,910,710	2,913,722	5,824,432	37	4.7
15	エーヤワディ地域	3,009,808	3,175,021	6,184,829	177	4.1
合計/全国平均		24,824,586	26,661,667	51,486,253	76	4.4

出典：The 2014 Myanmar Population and Housing Census

(3) 経済状況

ミャンマーの国内総生産（Gross Domestic Product、以下「GDP」）に関する指標について国際通貨基金（International Monetary Fund: IMF）や日本貿易振興機構（Japan External Trade Organization: JETRO）の統計を表 1.1.4 にまとめる。

表 1.1.4 ミャンマー経済指標

項目	2011 年	2012 年	2013 年
GDP			
名目 GDP (USD)	520 億	540 億	564 億
実質 GDP 成長率 (%)	5.9	7.3	8.3
一人当たりの GDP (USD)	832	876	869

出典：World Economic Outlook Database (IMF)、基礎的経済指標 (JETRO) を編集

既存統計資料によると、2013年のGDPは564億ドルで一人当たりのGDPは869ドルである。シンガポールやブルネイを含む東南アジア諸国の中では、GDPに見る経済規模ではラオス、カンボジアと共に下位に位置している。国際連合の基準でも後発開発途上国として位置付けられている。しかし、2010年に実施された総選挙の後に発足した文民政権は経済改革の為に各種の施策を実施した。その結果、多くの海外民間企業が投資を行うようになり、更に欧米や日本を中心とする開発支援が再開され、軍事政権下で停滞した経済状況が劇的に改善した。特に個人消費を中心とした内需の拡大が顕著であり、2011年の中古車輸入規制緩和が実施されると多くの中古車が日本から輸出されるようになった。

品目別の輸出額統計によると輸出額の40%以上が天然ガス、その他には豆やコメなどの農産物、縫製品やチーク材も比較的多い。主な輸出先としては、隣国のタイが輸出額の50%近くになり、中国も25%となる為、両国で輸出額の70%以上となる。

1.2 無償資金協力要請の背景・経緯および概要

ミャンマーの中央に位置するCDZ（マンダレー地域、マグウェー地域及びザガイン地域）では、ミャンマー総人口の約30%（1,538万人：2014年ミャンマー国勢調査）が生活を営んでいる。同地域の降雨量は年間400～880ミリメートルと少なく、5月～10月の雨期に不均等に集中しており、ミャンマーの中で最も暑く乾燥した土地となっている。生活用水はため池や地下水に依存しているが、小さなため池や浅井戸は乾期になると水源の枯渇・水質悪化により使用できないことが多い。そのため、住民は村から数キロメートル以上離れた水源まで往復して水汲みを行わなければならない等、安全な水の確保が困難な地域が多くある。ミャンマー政府は、CDZにおいて安全な水供給を促進するため、「村落給水整備10か年計画」（2000/2001-2010/2011）、

「村落給水整備5か年計画」(2011/2012-016/2017)に基づき水源開発を実施し、2014年3月時点で、CDZにある全16,341村落のうち14,630村落については安全で安定的な生活用水を供給できる給水施設(深井戸、ため池等)が少なくとも各村落1箇所設置されている。他方、残る1,711村落(うち半数以上において深井戸による給水が必要)に対する水源開発が喫緊の課題となっている他、既に給水施設が設置されている村落においても既存の給水施設では十分な水供給量が確保できない村落等もあることから、水需要に応じた新たな水源開発を行う必要性がある。

村落給水を担当するDRDはこれまで我が国が1980年代に供与した3台の掘削機を活用しCDZの地下水開発(深井戸建設)を行ってきた。しかし、CDZは地下の浅い部分に不透水層や難透水層となる泥層や泥岩層が発達していないため地下水位が深く、200m以上の井戸深度が必要となる村落が多数存在するため、DRDの所有する掘削機では井戸掘削が困難な場合があった。また、機材の故障や老朽化により掘削効率の低下も生じていた。これを踏まえ、我が国は2012年に無償資金協力「中央乾燥地村落給水計画(以下、「フェーズ-1」)」を実施し、2台の井戸掘削機(掘削深度300m級)及び給水ニーズの高い87村落を対象とした井戸建設のための資機材の調達にかかる無償資金協力を実施した。しかし、CDZにおける安全な水供給の必要性は依然として高く、村落給水施設整備に必要な資機材整備が喫緊の課題となっている。このような背景の下、「第二次中央乾燥地村落給水計画(以下、本プロジェクト)」が要請された。

1.3 我が国の援助動向

我が国は、村落給水に関連するものとして、これまで表1.3.1に示すような協力を行っている。

この中で、2006年から2009年にかけ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」では、井戸掘削技術、機材の維持管理技術等の能力向上が図られており、また、2012年に実施された無償資金協力「中央乾燥地村落給水計画」では、2台の井戸掘削機その他関連資機材が調達されている。これらの成果は、現在のDRDの井戸掘削体制に反映されている。

表 1.3.1 我が国の村落給水に関連する援助実績

協力内容	実施年度	案件名	概要
無償資金協力	1981-1986	都市飲料水開発計画	11都市における、深井戸を水源とする上水道施設(ポンプ、変電施設、貯水槽、高架水槽、導水管、配水管など)の建設。 トラック搭載型掘削機6セット。
無償資金協力	2000	シャン州国境地域飲料水供給計画	シャン州での深井戸建設用として、トラック搭載型井戸掘削機2セット、エアークンプレッサー等を含む関連資機材、及び物理探査機器(電気探査機、孔内検層機)、簡易水質測定器等の調達。
開発パートナー事業	2000-2003	乾燥地域における生活用水供給計画	マンダレー地域(バガン)を対象とした井戸掘削能力(地下水調査、掘削技術、

協力内容	実施年度	案件名	概要
			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。
開発調査	2001-2003	マンダレー市セントラルドライズーン給水計画調査	マンダレー市の上水道整備及びCDZの村落給水用の地下水開発計画マスタープランの策定。トラック搭載型井戸掘削機1セット調達。
技術協力プロジェクト	2006-2009	中央乾燥地村落給水技術プロジェクト	国境地域少数民族開発省開発局 (Department of Development Affairs、以下「DDA」) 職員のCDZにおける井戸掘削技術能力、資機材の維持管理能力、井戸のリハビリテーション能力の技術力向上支援。
専門家派遣	2010-2012	中央乾燥地村落給水用資機材メンテナンスワークショップ強化アドバイザー	DDAのニャンウーセントラルワークショップの深井戸掘削用資機材の維持管理能力向上を図るための専門家派遣(1名、4ヶ月間x2回)、及び技術研修に必要な資機材の供与。
無償資金協力	2012	中央乾燥地村落給水計画	CDZにおける深井戸掘削用として、トラック搭載型井戸掘削機2セット、エアーコンプレッサー等を含む関連資機材、揚水試験装置、水中ポンプ(発電機付)、水質分析機器等の調達。水質分析技術、機器の維持管理技術及び台帳・マニュアル類の整備にかかる技術指導。
無償資金協力	2014	マンダレー市上水道整備計画	マンダレー市における上水道施設整備及び既存上水道施設への塩素消毒施設の導入

1.4 他ドナーの援助動向

ミャンマーにおいて、現在村落給水に関する援助を行っているドナー、NGOはUNICEFおよびNGOのブリッジエーシアジャパン(Bridge Asia Japan以下「BAJ」)である。その援助内容について次に記す。

(1) UNICEF

UNICEFは、現在DRDによるRural Water Supply Strategy(村落給水戦略)の策定を支援している。このStrategyは、2016年2月の完成を目指しており、20か年計画を効果的に達成させるための実施方針や投資計画が主な内容であるが、関係組織の役割・責任等も明記される予定である。また、給水施設の運営維持管理に関連する組織体制や支援方針も示される予定であり、今後の村落給水施設の運営維持管理の方針を理解するうえで非常に重要な情報を包含すると考えられる。

UNICEFは2010年頃までは、全国において浅井戸の建設を中心に支援していた実績がある。しかし、CDZでは浅井戸よりも深井戸となることが多いため、CDZにおける実績は少ない。

以上から、本プロジェクトとUNICEFの支援とが重複することは無いと考えられる。

(2) BRIDGE ASIA JAPAN (BAJ)

BAJ は、1999 年から CDZ において村落給水事業（中央乾燥地生活用水供給事業）を展開している。マグウェーに事務所を置き、日本人 1 名、現地スタッフ 13 名が常駐している。当初はマンダレー地域を中心としていたが、現在はマグウェー地域を中心として、Magway、Chauk、Yanangyaung、Myothit タウンシップ（以下「T/S」）が主な活動地域である。これらの T/S とは月 1 回ミーティングを行っている。

BAJ が保有する掘削機、ポンプ、発電機を利用し、BAJ 自身の掘削クルーにより井戸建設を行っており、この 16 年で 125 本の井戸を掘削した。しかしながら、現在力を入れているのは井戸のリハビリテーションである。80 年代に設置したモノポンプが寿命を迎えており、それらの部品交換（純正ではなく、自分たちで作った部品もある）や、目詰まりして揚水量が減少している井戸にエアリフトによる洗浄を行うなどの作業を行っている。リハビリテーションは 393 本の実績がある。

以上から、本プロジェクトと BAJ の支援とが重複することは無いと考えられる。

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2.1 プロジェクトの実施体制

2.1.1 組織・人員

ミャンマーで村落給水事業を所管するのは MLFRD である。MLFRD は、畜産・獣医局、水産局、DRD および畜産・獣医大学から構成されている。本調査に基づく我が国の無償資金協力が実施された場合、その実施機関となるのは DRD である。DRD は、村落部における給水事業全般を所管している。MLFRD および DRD の組織図を図 2.1.1 に示す。

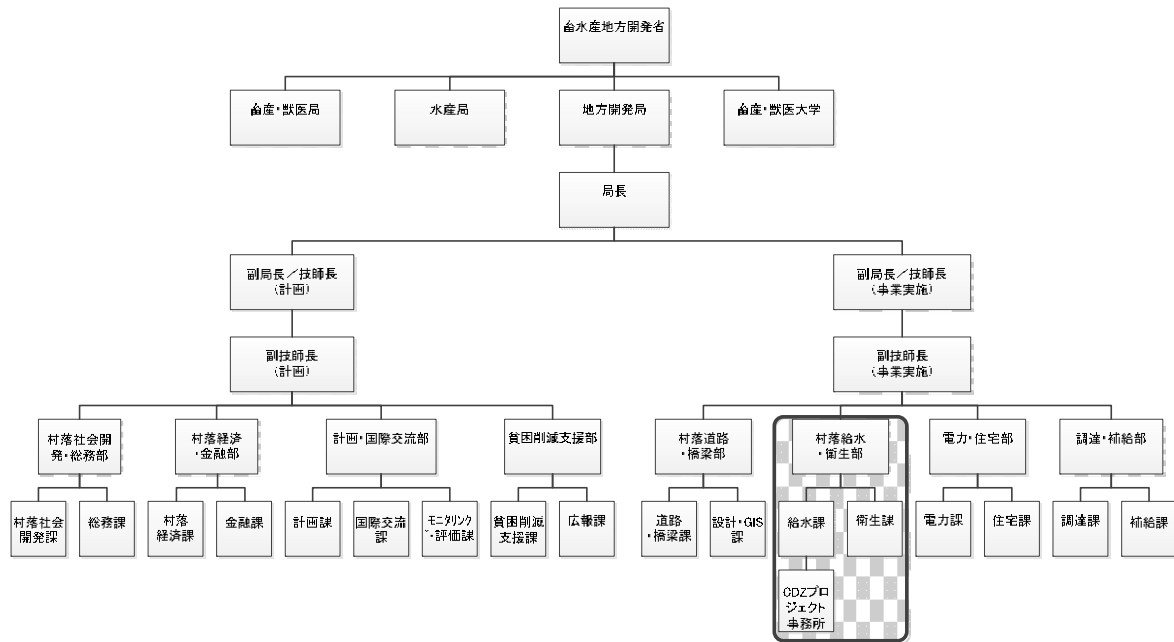


図 2.1.1 MLFRD および DRD の組織図

DRD は局長 (Director General) の下に、計画 (Planning) および実施 (Implementation) を所管する 2 名の副局長兼技師長 (Deputy Director General/Chief Engineer)、その下にそれぞれ副技師長 (Deputy Chief Engineer) が配置されている。2 名の副技師長は、各々部長 (Director) を長とする 4 つの部 (Division) を管轄している。村落給水を担当するのは村落給水・衛生部 (Rural Water Supply & Sanitation Division) である。DRD の地方組織としては、7 つの地域 (Region) および 7 つの州 (State) に地方局、さらに T/S レベルの事務所を有している。CDZ においては、井戸掘削、給水施設建設および資機材の維持管理を行う組織として、CDZ プロジェクト事務所がマンダレー地域ニャンウーに存在する。

DRD は、全体で 5,566 名の職員を有し、本局に 350 名、地域・州レベルで 5,216 名の職員を配置している。この内、本部の村落給水・衛生部には 50 名が所属している (2015 年 5 月時点)。

本プロジェクトが実施された場合、上述のとおり CDZ プロジェクト事務所が、井戸建設、給水施設建設および資機材の維持管理を行う。同事務所は、プロジェクトマネージャーの下に、

掘削・地下水調査係 (Drilling Ground Water Survey Section)、リハビリテーション係 (Rehabilitation Section)、維持管理・モニタリング係 (Maintenance & Monitoring Section)、維持管理ワークショップ (Maintenance Workshop) の4つの係が置かれている。機器類のメンテナンスを担当する維持管理ワークショップには8名が配属されている。現在同事務所の井戸掘削係は5班体制であるが、計画が実施されれば同様の構成で、井戸掘削技術を有する技術者を中心に2班を増加して7班 (既存リグ5班、新規調達リグ2班) とする体制を予定している。表 2.1.1 に CDZ プロジェクト事務所の要員構成を示す。なお、本プロジェクトが実施された場合、維持管理ワークショップの要員は増員が予定されている。

表 2.1.1 CDZ プロジェクト事務所の要員構成

班	要員数
掘削・地下水調査係	40名 (8名/班 x5班)
リハビリテーション係	全て他事務所との兼任
維持管理・モニタリング係	全て他事務所との兼任
維持管理ワークショップ	8名

2.1.2 財政・予算

DRD の 2012/2013 年度以降の予算を表 2.1.2 に示す。DRD の予算は、全体として 2012/2013 年度以降順調に増加している。村落給水の予算は、2012/2013 年度以降 2014/2015 年度まで増加している。今年度はやや減額しているが、それでも高い水準を保っている。2013/2014 年度からは、既存給水施設の拡張のための予算が新設されている。

表 2.1.2 DRD の予算

(単位：百万 MMK)

No	項目	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	
A	経常予算 (1+2)	8,729.902	24,380.858	93,978.489	188,583.576	
	1	一般歳出予算	671.895	5,842.434	12,591.226	18,666.944
	2	特別会計予算 (①+②)	8,058.007	18,482.664	81,347.383	169,894.523
		①	政府債務	7,245.003	11,657.270	53,370.803
	②	諸外国・機関からの援助	813.004	6,825.394	27,976.580	73,120.468
3	借入利子	0	55.760	39.880	22.109	
B	開発予算 (1+2+3)	48,669.529	109,324.922	332,783.147	299,831.216	
	1	建設費 (①~⑧の計)	47,958.030	108,645.076	322,374.752	295,994.041
	①	道路建設費	0	1,373.959	23,507.670	458.210
	②	道路維持管理費	610.000	735.889	11,955.090	3,069.277
	③	村落道路・橋梁維持管理費	0	391.111	11,690.578	0
	④	村落道路・橋梁の建設費	37,246.632	90,572.308	187,175.556	112,592.447
	⑤	村落給水施設建設費	6,521.998	9,416.853	41,017.290	31,079.700
	⑥	衛生関連建設費	2,955.400	469.560	1,536.992	2,529.000
	⑦	村落電化	624.000	4,328.322	40,215.532	36,298.623
⑧	村落住宅	0	1,204.848	4,514.177	8,760.000	

No	項目	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016
	⑨ 村落給水拡張費	0	152.226	761.867	11,053.460
	⑩ 事務所建設費	0	0	0	12,247.180
	⑪ 村落開発活動費	0	0	0	8,566.334
	⑫ 維持管理費	0	0	0	69,339.810
2	機材費	547.499	476.846	8,275.629	1,443.175
3	その他	164.000	203.000	2,132.766	2,394.000
C	機材購入ローン支払い	0	567.776	580.367	574.020
合計		57,399.431	134,273.556	427,342.003	488,988.812

DRD の予算項目の内、村落給水に関連するに連関する予算項目について述べる。

i) A.2 の特別会計予算

本項目には、各開発パートナーの支援により実施される井戸掘削及び給水施設建設のために支出される予算を含んでいる。本プロジェクトが実施された場合の費用は、この項目から支出される。

2012/2013 年度から 2015/2016 年度までの 4 年間に、フェーズ 1 のために支出された額及び特別会計・国家予算に占める割合は、それぞれ 207 百万 MMK (2.9%)、227 百万 MMK (1.9%)、203 百万 MMK (0.4%)、187 百万 MMK (0.2%) であり、最も比率が高い場合で 2.9% に過ぎない。このような予算状況から、本事業が実施された場合でも DRD は本事業の実施に必要な予算を確保することができると考えられる。

ii) B.開発予算の 1. ⑫維持管理費

本プロジェクトが実施された場合に調達される資機材の維持管理費は、ここから支出される。2015/2016 年度の維持管理予算は 69,340 百万 MMK が配賦されている。この予算は、道路、地方電力、村落給水等を含めた総額であり、セクター毎の予算の割り振りも行われていない。しかし、2013/2014 年度に 159.7 百万 MMK で 12 台の掘削機、2014/2015 年度に 80.0 百万 MMK で 11 台の掘削機の補修・修繕等を行っており、掘削機用のスペアパーツ（掘削用ビット、掘り管等）も当該予算より購入しており、掘削機の維持管理に要する費用は確実に予算化されていると言える。本事業が実施された場合、1 年間で約 25.1 百万 MMK の維持管理費（機材の維持管理及びスペアパーツ購入）が必要と想定されるが、予算規模としても 2015/2016 年度予算の維持管理費の 0.04% 足らずに過ぎず、十分な負担能力があると考えられる。なお、2012/2013 年度から 2014/2015 年度までは維持管理費が計上されていないが、この期間は B. 4. 2) 道路補修の予算から支出されている。

iii) B.開発予算の 1.建設費 ⑤村落給水施設建設費

DRD の村落給水施設建設関連予算として、2015/2016 年度は 31,079.7 百万 MMK が配分されている。この予算は、地方政府が委託により井戸掘削・給水施設建設を行うための予算で、財務省の管轄下にある Myanmar Economic Bank (MEB) に保管され、DRD からの指示により、各地

域政府 (State/Regional Government) へ配分が行われる。

各地域は配分された予算を使って、給水施設の建設を担当する。地域政府は、必要に応じていくつかの T/S をまとめたロット分けを行い、入札を公示し、これにより給水施設を建設する業者を決定する。業者との契約は地域政府が締結する。業者との契約には、井戸掘削、ケーシング・スクリーン設置、コントロールハウス建設、給水タンク建設等の全てが含まれる。ただし、掘削予定の井戸深度が 200m 以深で、業者による井戸掘削が不可能な場合は、井戸掘削を DRD に要請する。DRD は井戸掘削リグ及び要員を提供する。この場合、井戸掘削にかかる燃料費や材料費は業者が負担する。井戸掘削後の施設建設は業者が行う。したがって、この予算は本プロジェクトの実施に直接的な関連は無い。

iv) B.開発予算の 1.建設費 ⑨村落給水拡張予算

本予算は、既存給水施設の拡張のための予算であり、本プロジェクトの実施に直接的な関連は無い。

v) B.開発予算の 2. 機材費

本予算は、DRD 全体の機材購入のための予算であり、物理探査機の購入にはこの予算が充当されている。

2.1.3 技術水準

(1) 井戸掘削

井戸掘削関連技術については、これまで JICA により、開発パートナー事業 (2000-2003)、中央乾燥地村落給水技術プロジェクト(2006-2009) (以下、「技プロ」)、専門家派遣 (2010-2012) が実施され、井戸掘削技術、機材の維持管理技術、水質管理等の技術移転が行われている。DRD は現在、11 台のリグに各々井戸掘削班を配置している。その班構成は、掘削技術者 1 名、オペレーター 4 名、助手 3 名の 8 名構成である。

DRD は村落給水に関する 20 年計画に基づき、各年度毎に井戸掘削を実施している。CDZ における井戸掘削には 5 台のリグが充当されている。フェーズ-1 では、87 本の井戸を掘削する計画で開始され、2015 年 3 月までに 60 本の掘削が終了しており、2016 年 3 月までに 80 本を掘削し、2017 年 3 月までに 7 本を掘削して、計画通り 87 本の掘削を完了する予定となっている。DRD は井戸掘削計画を達成するために、必要な人員・機材の配置、資材の適切な供給を実現しており、井戸掘削計画作成とその実施能力は十分にあるものと評価される。

DRD は、1982/1983 年度から 2014/2015 年度までに 740 本の井戸を掘削している。第 1 次 5 年計画開始後は、2012/2013 年度が 20 本、フェーズ-1 にリグが導入された 2013/2014 年度が 51 本、2014/2015 年度が 42 本と着実に井戸掘削を進めている。これまで掘削された井戸について、数年以内に井戸構造が原因と考えられる揚水量の減少は認められないことから、井戸掘削に関する技術、井戸の仕上げ技術は良好であったと考えられる。ただし、DRD が取りまとめ

ている掘削した井戸の構造図を見ると、スクリーンがほとんどの場合孔底に近いところに画一的に配置されており、孔内検層機が適切に稼働していない状況下で、孔内検層結果に基づくスクリーン位置が決定されていない様である。このため、井戸掘削修了後に孔内検層を行って帯水層の範囲を確定し、適切にスクリーンの配置を決定する技術を向上させる必要があると考えられる。

また、DRD は現在エアリフトによる揚水試験しか行っていない。この方式の試験では正確な帯水層の評価を行うことができず、掘削した井戸の能力に応じた揚水量を計画することができない。したがって、正確な帯水層評価を行うために、井戸掘削修了後水中ポンプによる揚水試験を実施すべきである。このため、本プロジェクトでは1セットの揚水試験装置を調達する計画としたが、水中ポンプを使用した揚水試験についての技術の習得が必要である。

掘削した結果は、井戸毎に井戸構造図の形でまとめられている。しかしながら、地域単位あるいは T/S 単位での井戸のインベントリーは作成されていない。DRD が 1982 年以降これまでに CDZ で掘削した井戸は 740 本に及んでいる。一部の井戸は老朽化しているため、DRD によりリハビリテーションが行われている。今後、既存井戸の維持管理を行う上でも、既存井戸のインベントリー作成およびアップデートが必要であろうと考えられる。

(2) 機材の維持管理

本計画が実施された場合、ニャンウーに CDZ プロジェクト事務所のワークショップを有しており、各地域のワークショップで対応できないメンテナンスを行っている。上記 (1) で述べたように、DRD の要員は(1)に述べた開発パートナー事業 (2000-2003)、技プロ (2006-2009)、専門家派遣(2010-2012)による掘削リグおよび関連資機材の維持管理技術の指導を受けている。その効果があり、CDZ プロジェクト事務所のワークショップは、製造後 30 年以上経過したリグ (5 台) に対してメンテナンスを行うことにより使用できる状態に保っている。また、調査期間中に、一部が破損した油圧装置の修理を行っているのを確認している。これらの事実、ワークショップの要員は新規にリグが調達された場合、適切に維持管理を行う技術力は有していると評価される。

DRD は、2013/2014 年度に 159.7 百万 MMK で 12 台のリグ、2014/2015 年度に 80.0 百万 MMK で 11 台のリグのメンテナンスを行っている。また、DRD は独自予算により、リグ用のスペアパーツ (掘削用ビット、掘り管等) を購入している実績がある。メンテナンスの予算も毎年計上されている。

(3) 村落給水施設の設計、施工、維持管理指導

DRD が建設する村落給水施設は、人口規模による施設容量や構造に多少の変化はあってもほとんどが画一的な構造となっている。また、ほとんどが地上タンクであり、蛇口が並んだ水汲み場が隣接している。牛車に積んだ容器で水汲みに来る住民も多いため、専用の給水パイプが給水タンクの上部に設けられている。この牛車用の給水パイプは、揚水ポンプが稼働してい

る時にしか使用できない構造となっている。

こうしたことから、調査団は揚水ポンプが稼働していない状態でも牛車用の給水を行うことができるように、嵩上げた給水タンクの建設を調査開始時点での協議時に提案し、これに対しDRDも今後考慮する意向を示している(2015年7月2日署名のTechnical Note参照:資料4-2)。嵩上げた給水タンクは、既に住民自身の手により建設が行われている例がある。

給水タンクについては、屋根はあるがタンクの上部に蓋が無いものが多い。このため、タンクの上部からゴミが入ったり、蚊が発生したりする可能性が高く、給水タンクに蓋を持つ構造に改善する余地がある。ただし、既に屋根とタンクの上部の間を塞ぐ改善がなされている給水タンクも見られたため、この改善は容易であろうと考えられる。

このような状況を考慮すると、DRDは一部に改善の余地があるが、村落給水施設の設計および施工に関して能力を有していると考えられる。

(4) 水質分析

1) 水質分析および水質モニタリングに関する制度と組織体制

ミャンマー国では保健省 (Ministry of Health、以下「MOH」) 主導のもと、2014年9月に飲料水水質基準 (National Drinking Water Quality Standards Myanmar、以下「NDWQS」) が策定され、2015年6月中旬に正式に承認された。この基準は商用の飲料水を除き、ミャンマー内の全ての飲料水に関して適用される。2015年10月時点で英語版の基準をミャンマー語へ翻訳中で、翻訳ができ次第、公衆衛生や飲料水に関する各機関に向けて、広報が進められる予定である。

NDWQSでは飲料水の水質基準として、優先的な16の分析項目を定めている。各項目の公定分析法として、主に米国公衆衛生協会 (American Public Health Association、以下「APHA」) の方法が採用されているが、ミャンマー内の技術的・物理的な面も考慮し、それ以外の簡便な分析方法も認められている。表2.1.3に16の分析項目およびそれらの飲料水水質基準値を示す。

水質モニタリングに関する分析頻度は、分析項目および水源種別によってそれぞれ定義されている。分析項目は、大腸菌等の微生物に関する分析、色やにおい等物理的な分析、溶存物質等の化学的な分析の3分類に大きく分けられる。水源種別としては、Treated piped water、Water in distributed system、Un-piped water supplies、Emergency water suppliesの4種類の給水施設に分類される。このうち、本事業の対象となる深井戸は「Up-piped water supplies」に該当し、分析項目および水源種別は次のとおりである。

- | | |
|------------------|------------|
| - 大腸菌等の微生物に関する分析 | 供用開始時に最低1回 |
| - 色や臭気等の物理的な分析 | 最低2回/年 |
| - 溶存物質等の化学的な分析 | 最低2回/年 |

表 2.1.3 NDWQS で定められた飲料水水質基準（優先項目）

No	項目	NDWQS 基準値	WHO ガイドライン	日本 水道水質基準	DRD で 分析可能 項目
1	一般 大腸菌群	3 MPN/100mL* ¹	100mg/L 中に検出さ れてはいけない	一般細菌：1 mL の検 水で形成される集落 数が 100 以下 大腸菌：検出されな いこと	×
2	糞便性 大腸菌群	0 MPN/100mL* ¹			×
3	味	受け入れられること		異常でないこと	○
4	臭気				○
5	色度	15 TCU	15 TCU	5 度（性状）	×
6	濁度	5 NTU	5 NTU* ²	2 度（性状）	○
7	ヒ素（As）	0.05 mg/L	0.01 mg/L (P)	0.01mg/L（健康）	○
8	鉛（Pb）	0.01 mg/L	0.01 mg/L (P)	0.01mg/L（健康）	×
9	硝酸（NO ₃ ）	50 mg/L	50 mg/L 硝酸態窒素として 11 mg/L	硝酸態窒素及び亜硝 酸態窒素として 10 mg/L（健康）	△
10	マンガン（Mn）	0.4 mg/L	0.4 mg/L (P)	0.05 mg/L（性状）	○
11	塩化物イオン（Cl）	250 mg/L	250 mg/L (C)	200 mg/L（性状）	△
12	硬度	500 mg/L as CaCO ₃	- (C)	500 mg/L（性状）	○
13	鉄（Fe）	1.0 mg/L	0.3 mg/L (C)	0.3mg/L	○
14	pH	6.5 - 8.5	-	5.8 - 8.6	○
15	硫酸（SO ₄ ）	250 mg/L	500 mg/L (C)	-	○
16	総溶解固形物(TDS)	1,000 mg/L	1,000 mg/L (C)	500 mg/L（性状）* ³	○

*¹：4 種類の水源種別のうち、本事業の対象となる「Un-piped water supplies」の基準値*²：水源が限られ、また処理が限られるか未処理の小規模な水供給の場合の推奨値*³：蒸発残留物の基準値**凡例**

○：DRD 所有機材で分析対応が可能

△：DRD 所有機材で分析可能だが、NDWQS 基準値には対応していない

×：DRD 所有機材では対応不可（MOH への分析依頼が必要）

略号の説明

P：健康影響に係る情報が限られている等のため暫定値

C：ユーザーからの苦情が挙がりうる項目

健康：水質基準項目のうち人の健康に関連するもの

性状：水質基準項目のうち水道が有すべき性状に関するもの

2) 水質分析の組織体制

村落給水分野における水質分析は、DRD 本局の村落給水・衛生部が担当しており、簡易型の分析機器および分光光度計（島津製作所製 UVmini-1240）を用いて表 2.1.4 に示す 18 項目について分析を行っており、表中の No.1～10 の項目については DRD の分析室で常時測定できる体制を整えている。No.11～18 の項目については、DRD で分析経験はあるものの常時測定はしておらず、主に分析用試薬の不足のため MOH に分析を委託している。試薬の調達は昨年まで UNICEF からの援助によるものであったが、2015/2016 年度の予算申請で試薬の購入費を申請しており、承認を得られる可能性も高く、2016/2017 年度からは DRD の独自予算で調達可能の予定である。

表 2.1.4 DRD による分析可能項目

No	項目	検出可能範囲	備考
1	pH	0.00 - 14.00	簡易 pH 計
2	電気伝導度（EC）	0 - 20,000 uS/cm	簡易電気伝導度計

No	項目	検出可能範囲	備考
3	濁度	0.0 - 100.0 NTU	簡易濁度計
4	砒素 (As)	0.005 - 0.5mg/L	簡易型砒素濃度測定器
5	総溶解固形物 (TDS)	0 - 20,000mg/L	簡易 TDS 計
6	硬度	5.0 - 500.0 mg/L	分光光度計 (島津製作所 : UVmini-1240)
7	フッ素 (F)	0.2 - 1.2 mg/L	
8	硝酸 (NO ₃)	0.2 - 10.0 mg/L	
9	鉄 (Fe)	0.1 - 10.0 mg/L	
10	塩化物イオン (Cl)	2.0 - 200.0 mg/L	
11	アルミニウム (Al)	0.05 - 0.40 mg/L	- 分光光度計を使用 - 試薬が不足した場合、MOH に 分析委託する。 - 2016/2017年度予算より DRD 独 自予算で試薬が購入可能にな る見込み。
12	カルシウム (Ca)	0.5 - 15.0 mg/L	
13	クロム (Cr)	0.02 - 1.0 mg/L	
14	銅 (Cu)	0.1 - 5.0 mg/L	
15	マグネシウム (Mg)	1.2 - 24.0 mg/L	
16	マンガン (Mn)	0.5 - 15.0 mg/L	
17	硫酸 (SO ₄)	5.0 - 300.0 mg/L	
18	亜鉛 (Zn)	0.1 - 2.0 mg/L	

現在、DRD の水質分析担当職員として 5 名が配属されており、いずれも化学についての知見を有している。1 名は 2012 年 (DRD 発足当時) から分析担当として従事しているものの、他 4 名は 2015 年 1 月に配属されたばかりであるが、担当職員から分析機器の取り扱いについてトレーニングが行われており分析を行うことができる。

年間の分析数は 100~200 程度 (2012/2013 年度は 107 サンプル、2013/2014 年度は 166 サンプル、2014/2015 年度は 186 サンプル) であり、過去の分析結果も含めてエクセルでのデータ整理を進めている。

DRD の分析室は、村落給水・衛生部の執務室の一部をパーティションで区切って分析室としており、NDWQS で指定された公定分析法が実施可能な設備や体裁は整えられていない。現時点では、DRD としてこれに対して必要な整備を行う計画はなく、今後も MOH との協力体制を維持しながら分析を行っていく方針である。特に分析機器については機材、その他設備等を含めると高価であるため、独自予算で対応することは難しく各援助機関からの支援を待っている状態である。

また、分析試料の採取は基本的に T/S 職員によって実施され、直接 DRD 本局へ輸送されている。採水方法や輸送方法等は事前に本局の職員から講習会などで指導・助言を行っている。ただし、ミャンマー国では専用の採水ビンの入手が困難かつ高価であることから、市販の飲料水ペットボトル (1L 程度) で試料採取および輸送が行われている。NDWQS では分析試料の採取について、硝酸または塩酸等による試料中の溶存物質の固定、共洗い、低温での輸送等の適切な採水方法を推奨しているが、これらが全ての試料で実際に行われている可能性は低い。

3) DRD の水質モニタリング実施状況

DRD は井戸建設時に水質分析を一度実施しており、その後は村落給水委員会 (Village Water Committee、以下「VWC」) へ管理が引き渡されるため、DRD として水質の継続的なモニタリングを実施していない。VWC への管理移譲後は井戸水を使用する住民から違和感を感じた場合に VWC を通して DRD の T/S 事務所に分析を依頼する体制をとっている。T/S 事務所からの DRD 本局への分析依頼は、具体的な分析項目を指定しておらず、分析室で対応できる項目について一律に分析を行っている。また、送付されてくる試料の諸元に関するフォーマットが決まっていないため、DRD 本局の分析室では詳細なサンプリング箇所、採水状況、深度等について把握しきれていないのが現状である。

4) 水質分析および水質モニタリングの実施体制

NDWQS の策定を進めた MOH は、ミャンマーにおける飲料水の水質基準およびモニタリングに関する制度を定めた一方で、国内における全ての給水施設について、直ちにこの基準を適用することは技術的、物理的にも困難であるという認識を持っている。DRD についても国内で管轄する施設があまりに膨大であるため、現状の体制では基準に沿った形で分析およびモニタリングを実施することは難しい。したがって、DRD の今後の方針については、国内の関係機関とも調整しながら体制を整えていくこととなる。

現在の DRD における分析方法は NDWQS で示された公定分析法とは異なり、簡易測定機もしくは分光光度計による分析が中心となっている。この分析方法では精度面で課題が残るが、1)で述べたように公定分析法以外による分析結果を NDWQS でも容認している。よって、今後も MOH と良好な協力体制を継続できるのであれば、現状の DRD における分析機材および体制について当面の間は早急な対応の必要は無いと考えられる。ただし、新しく指定された分析項目の一部は DRD 独自で分析不可能な項目、または DRD 所有の分析機材では測定範囲外の項目も含まれていることから、主な委託先である MOH および関係機関とも協議の上、分析委託する項目に追加することが望ましい。なお、MOH では公定分析法に則した分析機器 (原子吸光分光光度計、ガスクロマトグラフ等) を所有しており、詳細な分析を実施する十分な設備、体制を有している。

また、DRD 本局での水質分析結果が T/S 事務所に十分に情報共有がされていないことが本調査で確認された。ヒ素や重金属等の人体に直接的に有害な物質が含まれる場合には、井戸水の使用を中止するように DRD 本局および T/S 事務所でも住民に対して注意喚起を行っているが、比較的人体への健康影響リスクが少ないと考えられる場合には情報提供がなされていない場合が多い。そのため T/S 職員は管轄する地域内の水質の特徴を経験的に把握しているものの、それらは水理地質的な根拠もしくは具体的な分析結果に基づいたものではない。NDWQS の策定により、試料採取からデータ管理および分析頻度、モニタリングに関する一連の記載があり、今後は分析試料に関する具体的な情報等を統一したフォーマットで管理し、体系的に分析結果を整理・共有していくことが必要である。そこで本調査では継続的な水質

モニタリングの実施を提案する。その詳細については3.4.2にまとめる。

(5) 建設した給水施設の運営維持管理

1) フェーズ1プロジェクト施設の運営維持管理状況

ザガイン地域、マンダレー地域、マグウェー地域のCDZフェーズ1対象村落の給水施設運営維持管理状況を把握するために現地調査を行った。

フェーズ1プロジェクト対象村落での運営維持管理実施期間が比較的短いことから技術的な問題は起こっていないことが事前の聞き取りで判明していたため、今回の調査では、調査目的を運営維持管理組織体制の設立状況、及び運営維持管理の活動状況を把握することとして、i):給水責任組織であるVWCの設立状況、ii):運営維持管理に関する行政支援状況、及びiii):現況における給水施設運営維持管理状況について現地調査を通じて評価した。調査を行った村落を表2.1.5にまとめる。

表 2.1.5 フェーズ1プロジェクト施設調査対象村落

地域	タウンシップ	村落	稼働開始時期	給水人口（調査時）
ザガイン	Yinmabin	Pho Win Taung	2014年12月	1,000
	Pale	Min Tain Pin	2015年6月	6,000
マンダレー	Nyaungoo	Magyizauk	2013年10月	889
		Kudaw	2013年5月	2,687
		Myanegyí	2013年1月	898
マグウェー	Chauk	Htanzu	2014年2月	550
		Yaylar	2014年2月	1,040
		Zeehobin	2014年6月	775

(DRD提供資料を調査団で加筆・編集)

i) 村落給水委員会（VWC）の設立状況

各地域のDRD事務所の説明によるとCDZフェーズ1プロジェクト対象の全村落でVWCが設立されている。実際に表2.1.5に示す8村落のVWCに直接インタビューを行ったところ、施設建設期間中に住民集会の討議を経てメンバーの選出を行い、VWCが結成されていることが確認された。VWCの構成は、議長、出納係が各一名、その他のメンバーは一般委員となっていた。表2.1.6に各VWCのメンバー人数を集計する。

表 2.1.6 フェーズ1プロジェクト施設のVWCメンバー

地域	タウンシップ	村落	人数		
			男性	女性	合計
ザガイン	Yinmabin	Pho Win Taung	10	0	10
	Pale	Min Tain Pin	10	0	10
マンダレー	Nyaungoo	Magyizauk	12	3	15
		Kudaw	15	0	15
		Myanegyí	7	0	7
マグウェー	Chauk	Htanzu	15	0	15
		Yaylar	25	0	25
		Zeehobin	5	0	5

調査対象村落の VWC で女性がメンバーとなっているのは、マンダレー地域の Magyizauk 村だけであった。聞き取り調査の結果、女性が参加していない理由は、ポンプ操作やメインテナンス等は力仕事を伴うので、女性が参加するのは大変であることが主な理由であることが判明した。また、女性の意見としても家事で多忙なため、男性がメンバーになるということが好ましいとの意見が聴取できた。また、女性の視点から給水サービスに対して改善要望がある場合には VWC に対して意見を述べることに抵抗が無く、住民集会や VWC に直接意見を述べる事が出来るようである。

VWC の構成、任期、役割等を記した規約の有無を確認した結果、VWC 設立時に住民集会で合意されているようであるが、口頭での確認で文書化はされていなかった。表 2.1.6 でもわかるように VWC メンバーの数は村によって大きく異なる。VWC や DRD にこの点を確認したところ、VWC 設立に関するガイドラインが無く、VWC の構成や規約等の設定は住民達に一任されているとのことだった。一方、施設運転を担当するオペレーター、財務管理担当の出納係を有給で雇用することは全ての VWC で実施していた。

ii) 運営維持管理に関する行政支援状況

各地域の DRD 事務所は、施設建設中に運転や日常点検や簡易な補修に関する講習を対象村落に提供して VWC が技術的に出来るだけ自立したマネージメントを実施できるように支援をしている。同時に、実際に給水施設に不具合や故障が起きた際、VWC で対応できないようであれば DRD が不具合・故障箇所の割り出し、サプライヤーとの連絡、見積もり準備等も支援している。

修理やメンテナンスに対する支払いは、VWC が積立金（水基金）から必要な金額を支払う、若しくは積立金で足りないようであれば住民に寄付を募り（貧富の差を考慮して金額を設定）、必要な金額を準備するのが一般的なようである。対象村落では、実際には修理やメンテナンスが必要な事態はまだないそうであるが、学校や僧院の修繕では後者を実践しているので、給水事業にも応用可能であると多くの VWC が考えている。それでも村落の財政的能力を超過するような支払いがある場合には、VWC が DRD や T/S に支援を求め、当該事務所の次年度以降の予算措置で修理や新規購入をすることで対応する予定である。

iii) 給水施設の運営維持管理状況

給水施設の運営管理状況を評価するにあたり表 2.1.7 に示す指標を設定、各村落の状況を指標に沿って評価した。

表 2.1.7 運営維持管理評価指標

分野	指標	評価の視点
施設稼働状況	a) 発電機の稼働状況	不具合なく発電できているか
	b) 水中ポンプの稼働状況	想定揚水量が確保できているか
	c) タンク・水栓の状態	水漏れや故障が無いか
VWC 活動状況	d) VWC 設立状況	住民の合意を得て VWC が設立されているか

e) 施設運転記録の有無	発電機、水中ポンプの運転記録や状態が記録されているか
f) 財務記録の有無	料金徴収、支払い等の給水事業に係る出納が記録されているか

給水施設の運営管理状況の評価結果を表 2.1.8 にまとめる。評価結果と共に運営維持管理状況を判断する上で必要と思われる各村落の特記事項も併せて記載した。

表 2.1.8 運営維持管理状況一覧

地域	村落	稼働開始時期	施設稼働状況*		VWC 活動状況*		特記事項
			a)	b)	d)	e)	
ザガイン	Pho Win Taung	2014 年 12 月	a)	良好	d)	良好	住民負担で配水管敷設、各戸給水が開始されていた
			b)	良好	e)	良好	
			c)	良好	f)	良好	
	Min Tain Pin	2015 年 6 月	a)	良好	d)	良好	各戸給水サービス提供のため、住民負担で高架タンク建設中、配水管購入
			b)	良好	e)	良好	
			c)	良好	f)	良好	
マングレー	Magyizauk	2013 年 10 月	a)	良好	d)	良好	容量の大きいタンク (NGO 支援) が建設され村落の 75%に各戸給水サービスが開始されていた
			b)	良好	e)	良好	
			c)	良好	f)	良好	
	Kudaw	2013 年 5 月	a)	良好	d)	良好	容量の大きいタンク (NGO 支援) が建設されていた
			b)	良好	e)	良好	
			c)	良好	f)	良好	
	Myanegy	2013 年 1 月	a)	良好	d)	良好	特になし
			b)	良好	e)	良好	
			c)	良好	f)	良好	
マグウェー	Htanzu	2014 年 2 月	a)	良好	d)	良好	住民負担で発電機小屋や井戸の周辺に金網フェンスを敷設していた
			b)	良好	e)	良好	
			c)	良好	f)	良好	
	Yaylar	2014 年 2 月	a)	良好	d)	良好	住民負担で学校と僧院に配管を敷設、無料給水サービスを提供していた
			b)	良好	e)	良好	
			c)	良好	f)	良好	
	Zeehobin	2014 年 6 月	a)	良好	d)	良好	特になし
			b)	良好	e)	良好	
			c)	良好	f)	良好	

* : 施設稼働、VWC 活動状況に関する指標 a)~f)は、表 2.1.7 の記載に準ずる。

各地域の DRD 事務所の説明によるとフェーズ1プロジェクトで建設した施設は全て VWC により適正に運営維持管理されており、継続的に給水サービスを村落住民に提供しているようである。実際に 8 カ所の施設を見学したが、施設の稼働状況、及び VWC 活動状況も非常に良好であった。確かに稼働開始からそれ程経過していないことも稼働状況が良好である理由となるが、発電機小屋や施設周辺が清潔に保たれており、給水施設に対する住民のオーナーシップが高いことも一因となっているように感じられた。

調査した全ての村落において、雇用されたオペレーターが発電機や水中ポンプの運転時間や状況を毎回記録していることを確認した。また、出納係も料金徴収や寄付から得る収入やディーゼル代や給与支払い等の支出を帳簿に記録していた。村落レベルでの記録に関しては DRD から研修や指導は無かったようであるが、村内の他の公共活動 (保健、僧院等) の経験から自発的に記録を付けているようである。しかし、運転状況や財務状況を DRD に定期的に報告はしていない。地方給水分野管理に関する制度やガイドラインが無い為、DRD も VWC に定期報告を求めているのが要因である。

フェーズ1プロジェクトで建設された施設をベースに、給水開始から数年の間に村の独力で各戸給水を実現した村落が複数確認できた。インタビューの結果からその過程では DRD や民間業者を頼ることなく、VWC を中心に近隣村落の給水施設を見学しながら設計・建設まで実施したようである。村落全体の経済力や給水サービス運営維持管理への取り組み方を勘案すると、給水施設が継続的に運営維持管理され、給水サービスが村民に持続的に提供される可能性は非常に高いと考えられる。

修理やメンテナンスに必要な資材や人材は、村落内や近隣の村落に自動車整備工場やパイプやコンクリートを販売する資材販売店も存在する為、ある程度の故障に対応できるようであるが、深刻な故障の場合、マンダレーやヤンゴンといった大都市の専門業者に依頼することが必要な状況である。

2) 地方給水における運営維持管理に関する政策・制度

既存資料を基にした調査によるとミャンマーの地方給水における運営維持管理に関する政策や制度は整備されていない。現在、ミャンマーで実施されている 20 か年計画 (2011/2012 ~2030/2031) では、全国の地方部における新規給水施設建設が目標年度まで計画されているが、既存給水施設の運営維持管理に対しての支援は計画されていない。また、VWC の設立や活動に関する制度やガイドライン等についても未整備である。

UNICEF への聞き取り調査によると、このような政策、制度が未整備な状況は、MOH 等の関係機関と水セクター支援機関 (世銀、UNICEF、JICA 等) の参加を得ながら DRD が実施した Water, Sanitation and Hygiene Sector Situation Analysis (2014 年) でも議論され、早急に政策や制度を準備する必要であることが関係機関の間で確認された。そして現在、UNICEF の支援でコンサルタントを雇用して 2016 年 2 月までに Rural Water Supply and Sanitation Strategy (地方給水・衛生戦略) を準備する予定であることも確認できた。本戦略の準備の為に設立されるタスクフォースやコンサルタントの TOR を入手して地方給水戦略の内容を分析しようと試みたが戦略の具体的な内容の記載は無く、現段階で本戦略から地方給水施設運営維持管理の方向性を確認することは出来なかった。

3) 中央乾燥地における運営維持管理実施体制・現況

フェーズ1プロジェクトで建設された施設の運営維持管理状況は、上記(5)に詳述した。DRD の予算で建設された給水施設の運営維持管理状況も調査を行ったが、CDZ フェーズ1施設と同様に村落レベルでの運営維持管理の状況は総じて良好であった。給水施設の運営維持管理状況概要を表 2.1.9、現地調査、聞き取り調査、及び既存資料調査から確認できた地方給水施設の運営維持管理責任組織とその役割、現状を表 2.1.10 にまとめる。

表 2.1.9 DRD 予算で建設された給水施設の運営維持管理状況

1 : マンダレー地域 YamethinT/S Kadin 村	
<基本情報>	
i: 世帯数	240 世帯
ii: 人口	約 2,800 人
iii: 電化状態	公共電力有り (水中ポンプに未接続、ブースターポンプに接続)
iv: 給水施設	浅井戸、貯水タンクの建設が 2015 年 2 月に終了。2015 年 3 月から運転開始。
<運営維持管理状況>	
<p>v: 既存水源・施設を運営維持管理するために村落給水委員会 (VWC) が結成されている。VWC は、議長を中心に全部で男性 5 名から構成されている。女性が参加していない理由は、ポンプ操作やメンテナンス等は力仕事を伴うので、女性が参加するのは大変であること、給水に係るポンプ操作等が早朝や夜間に行うようになってきている為、女性が参加しづらいことが主な理由であった。</p> <p>DRD の予算で施設 (井戸、ポンプ小屋、貯水タンク) が建設された後、45,000MMK を各世帯から集め総額 1,800,000MMK を資金として村内にパイプラインを敷設、現在村内 240 世帯、及び隣村 40 世帯の合計 280 世帯に対して各戸給水サービスを提供している。水料金は、220 ガロン (約 1000 リットル) で 600 MMK (@0.112 円/MMK 換算で約 67 円) を徴収している。VWC の説明によると支出を計算して水料金を設定したようである。2015 年 6 月時点水基金としての貯蓄は無いようであるが、パイプライン敷設への寄付未払い金が 450,000 MMK あり、この金額が水基金に相当するとの説明であった。運営維持管理が始まったばかりで T/S の DRD から頻繁に技術指導を受けている。大きなメンテナンスや修理が必要になったことは未だ無い。</p>	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>ディーゼルエンジンと地上ポンプ</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>給水タンク</p> </div> </div>	
2 : マンダレー地域 Raw BweT/S Zee Taw 村	
<基本情報>	
i: 世帯数	200 世帯
ii: 人口	約 1,100 人
iii: 電化状態	公共電力無し。
iv: 水源	深井戸、貯水タンクの建設が 2014 年 3 月に終了。2014 年 3 月から運転開始。
<運営維持管理状況>	
<p>v: 既存水源・施設を運営維持管理するために村落給水委員会 (VWC) が結成されている。VWC は、議長を中心に全部で男性 5 名から構成されている。女性が参加していない理由は、ポン</p>	

プ操作やメンテナンス等は力仕事を伴うので、女性が参加するのは大変であること、給水に係るポンプ操作等が早朝や夜間に行うようになっている為、女性が参加しづらいことが主な理由であった。

全体で200世帯あるが、本施設を利用しているのは25世帯だけであった。他の175世帯は敷地内にハンドポンプを有しており本施設を利用していない。VWCの5名は、この25世帯から選出されている。水汲み毎に水料金を徴収するのではなく、25世帯を11グループに分け、各グループが持ち回りで1日に必要なディーゼル（約2リットル：200MMK）を提供することで利用料金を負担するように利用者間で取り決めている。ただし、本施設からの水は、ほんの僅かな塩気を含んでおり利用者は洗濯や沐浴等の雑用水として利用している。飲料水に関しては、近隣のハンドポンプから無料で得ているようである。大きなメンテナンスや修理が必要になったことは未だ無い。



ディーゼルエンジンとコンプレッサー



給水タンク

表 2.1.10 運営維持管理の実施体制・状況

No.	組織名	責任・役割	現状	
1	DRD	本部	政策、制度、ガイドライン等の準備、 運営維持管理支援の予算準備	政策、制度、ガイドライン等は未整備である。 当該項目での予算は設定されていない。
		地域	給水施設メンテナンス・修理の支援	VWC から支援要請があった場合、井戸洗浄や修理見積などの支援を行っている。
	タウンシップ	技術的、財政管理指導、訓練の実施	発電機や水中ポンプの運転、保全・修理等の講習を提供している。財政管理に関しては監督していない。	
2	VWC	施設の運転、維持管理、料金徴収	施設の運営維持管理は比較的良好である。料金設定が施設の減価償却を考慮せずに設定されている。	
		運営維持管理状況の報告	行政組織（DRD）への定期的な運営維持管理状況の報告は行われていない	
3	村落住民	VWC 選出	VWC の人数や役職等の設定や料金の設定が村ごとに異なる。	
		料金の支払い	利用者である村落住民は給水サービスに対して決められた料金を支払っている。大規模な支出がある場合、VWC に寄付を行っている。	
4	民間企業（小売）	給水施設（発電機、ポンプ、パイプ）	農作業で使っている発電機やポンプ	

No.	組織名	責任・役割	現状
	店、サプライヤー)	プ等)のスペアパーツ販売、補修・修理サービスの提供	プ等のスペアパーツが比較的広く流通している。また、修理サービスを提供する技術者も比較的得やすい。

しかし、上述したように現在のところ運営維持管理に関する制度やガイドラインが未整備なため、既存施設の運営維持管理状況を評価する為の標準的なモデルが存在しない。その為、表 2.1.10 での責任・役割や現状に関する認識は確定的な評価ではないことを付記する。

2.1.4 保有機材

DRD は、現在 11 台のリグ、7 台のエアークンプレッサー、4 台の孔内検層機、4 台の電気探査機、支援車両等を有している。これらの機器は、問題なく稼働しているもの、修理中のもの、故障あるいは老朽化により使用されていないもの等がある。これらの現在の稼働状況について述べる。

(1) 井戸掘削リグ

DRD は、我が国より供与された 11 台のリグを保有している。この内 1 台については、油圧システムの損傷により掘削能力が低下しているが、その他の 10 台のリグについては問題無く稼働している。表 2.1.11 に DRD が保有するリグとその現況を示す。現在、CDZ プロジェクト事務所には、DRD-001、002、005、010、011 の 5 台が CDZ の井戸掘削用に、DRD-003 がマンダレー地域 の井戸掘削用に配置されている。

表 2.1.11 DRD が保有するリグの現況

No.	リグ名 (調達年)	現況・故障内容・原因	発生年	修理状況等
1	DRD-001 TOP300 型 (1983 年調達)	稼働中。	—	—
2	DRD-002 TOP300 型 (1983 年調達)	稼働中。		2002 年に掘削ユニットを交換
3	DRD-003 TOP300 (1983 年調達)	稼働中。 マストの損傷 マストを倒す際に急に倒れて損傷した。油圧システムの異常。	2010	2002 年に掘削ユニットを交換。 2011 年に修理を行った。
4	DRD-004 TOP300 (1983 年調達)	稼働中。 車の横転事故によりマストが損傷した。	2006	2002 年に掘削ユニットを交換 2011 年に修理を行った、
5	DRD-005 TOP300 (1986 年調達)	稼働中。		2007 年に掘削ユニットを交換
6	DRD-006 TOP300 (1986 年調達)	エンジン・掘削ユニットの不調	2013	予算が付いて、エンジンのみは修理中、7 月初旬までに修理完了予定。掘削ユニットは未定。
7	DRD-007 TOP300 (2002 年調達)	稼働中。		
8	DRD-008 TOP300 (2002 年調達)	稼働中。		
9	DRD-009 TOP500	油圧システムの故障。	2010	2012 年に油圧ポンプを交換し

No.	リグ名 (調達年)	現況・故障内容・原因	発生年	修理状況等
	(2002年調達)			たが、掘削能力が低下した。
10	DRD-010 TOP750HR (2013年調達)	稼働中。		
11	DRD-010 TOP750 (2013年調達)	稼働中。		

(2) エアーコンプレッサー

DRDは表2.1.12に示す7台のエアーコンプレッサーを保有している。この内1台(No. 3)が能力低下のため非稼働中である。CDZプロジェクト事務所にはNo. 1~4の4台が配置されているが、No. 2およびNo. 3は、能力低下や老朽化のため実質的に非稼働状態である。

表 2.1.12 DRD が保有するエアーコンプレッサーの現況

No.	機器名 (調達年)	現況・故障内容・原因	発生年	修理状況等
1	トラック搭載型コンプレッサー Ingersorrاند (900 cfm) (2002年調達)	稼働中 (CDZ)。		
2	トラック搭載型コンプレッサー Ingersorrاند (750 cfm) (2002年調達)	非稼働状態 (CDZ)。 エンジンがオーバーヒート。	2011	2012年にDRD自身で2回の修理を行ったが能力が低下。
3	トレーラー搭載型コンプレッサー Air Man (750 cfm) (1986年調達)	非稼働状態 (CDZ)。 老朽化による能力低下		
4	コンプレッサー Air Man (390 cfm) (2013年調達)	稼働中 (CDZ)。		
5	コンプレッサー Denyo(310 cfm) (2002年調達)	稼働中 (ネピドー)。		
6	コンプレッサー Denyo(310 cfm) (2002年調達)	稼働中 (シャン州)。		
7	コンプレッサー Denyo(500 cfm) (2002年調達)	稼働中 (シャン州)。		

(3) 孔内検層機

DRDは4台の検層機 (Geologger Mark II) が日本から供与されている。しかしながら、そのいずれもが故障 (破損) しており、故障していない部分を部品として持ち寄って1台を稼働させている状態である。このような状態は、正常な使用状態とは言えず、測定結果が得られたとしても、検層データの精度に疑問がある。なお、Geologger Mark IIは現在生産及びサポートが終了しており、メーカーによる修理は不可能である。

表 2.1.13 に DRD が保有する孔内検層機の現況を示す。

表 2.1.13 DRD が保有する孔内検層機の現況

No.	機器名 (調達年)	現況・故障内容・原因	発生年	修理状況等
1	孔内検層機：Geologger 3030 Mark II (2002, JICA)	ケーブル損傷、ディスプレイ・フロッピーディスクの故障	2013	メーカーのサポート終了のため修理不能。
2	孔内検層機：Geologger 3030 Mark II (2002, JICA)	ケーブル損傷、ディスプレイ・フロッピーディスクの故障	2012	メーカーのサポート終了のため修理不能。
3	孔内検層機：Geologger 3030 Mark II (2002, JICA)	ケーブルコネクタ損傷、ディスプレイ・フロッピーディスクの故障。SP、γ線、比抵抗の3項目は測定可能。	2009	メーカーのサポート終了のため修理不能。他の故障した機器から部品を集めて使用中。ただし、異常な使用方法であるため、データの信頼性に問題がある。
4	孔内検層機：Geologger 3030 Mark II (2002, JICA)	ディスプレイ・フロッピーディスク、プローブの故障。比抵抗のみ測定可能。	2009	メーカーのサポート終了のため修理不能。

(4) 電気探査機

DRD は日本から供与された電気探査機を4台保有している。しかしながら、そのいずれもが故障により使用できない状態である。DRD は2014年度に、独自予算にて Syscal R2 及び Terrameter を各々1台購入し、納入を待っている。4台の機器の現況を表2.1.14に示す。

表 2.1.14 電気探査機の現況

No.	探査機名 (調達年)	故障内容・原因	発生年	修理状況等
1	電気探査機 Syscal R1(2002, JICA)	送信機のコネクタ部分が雷により破損	2012	BAJ の技術者が修理しようとしたができなかった。DRD の技術者で修理を行うことを検討している。
2	電気探査機 Syscal R1(2002, JICA)	送信機のコネクタ部分が雷により破損	2012	
3	電気探査機 Syscal R1(2003, JICA)	回路部分が破損。過大な電流が流れた可能性。	2013	修理予定
4	電気探査機 Syscal R2(2013, DRD)	高気温と高電圧のためオーバーヒートし、回路のコイルが焼けている。	2015 (本調査に従事中)	メーカーの IRIS 社へ症状を説明し、修理可能であれば見積もりを取り、DRD 本局に修理予算を申請する予定。

(5) クレーン付きトラック

DRD は、クレーン付きトラックを6台有し、その内4台を CDZ プロジェクト事務所へ配置している。6台とも問題なく稼働中である。そのリストを表2.1.15に示す

表 2.1.15 クレーン付きトラックの現況

No.	仕様	積載重量	現配属先	供与年	供与者	稼働状況
1	6tクレーン車	10トン	CDZ	2002	JICA	稼働中
2	6tクレーン車	10トン	CDZ	2002	JICA	稼働中
3	5tクレーン車	10トン	CDZ	2013	JICA	稼働中
4	5tクレーン車	10トン	CDZ	2013	JICA	稼働中

No.	仕様	積載重量	現配属先	供与年	供与者	稼働状況
5	3tクレーン車	10トン	シャン州	2002	JICA	稼働中
6	3tクレーン車	10トン	ネピドー	2002	JICA	稼働中

2.2 プロジェクトサイトおよび周辺の状況

2.2.1 関連インフラの整備状況

(1) 道路

ヤンゴンから首都ネピドー間（約 350 km）は、主要都市間をつなぐ幹道路、もしくは南北に縦断する高速道路でアクセスが可能である。両道路も舗装がされており、状態は良好である。また、ネピドーから DRD の CDZ プロジェクト事務所があるニャンウー（マンダレー地域）を結ぶ幹線道路も舗装されており、本プロジェクト実施で使用される予定の掘削機を積んだトラックやその他の資機材運搬用車輛の通行には問題が無い。

しかしながら、幹線道路から対象村落間の道路は、まだ整備が足りないところが多くみられる。特に道路幅が狭く、未舗装であることが多い。道路幅が狭いところでは、トラック搭載型掘削リグやクレーン付きトラックが通行する場合、注意が必要である。未舗装の道路の場合、乾季であればプロジェクト車輛の通行が可能であるが、雨季の間は、泥濘化や雨水等の流水による土壌の流出や冠水などにより車輛の通行が非常に困難になる場合が多くなると想定される。

(2) 鉄道

ミャンマーにおける鉄道網の整備は 19 世紀のイギリス植民地時代から始まった。第 2 次世界大戦中には、日本陸軍によりタイ王国の首都バンコクからマンダレーを結ぶ軍用鉄道として泰緬鉄道が建設されたこともあった。

現在、ミャンマー全国では総距離 5,031km の路線が整備されている（CIA Fact Book）。プロジェクト地域では、ヤンゴン・マンダレー間（路線距離約 600km）には路線があるが、路線や車輛の老朽化が進んでおり運行速度が 60km/h 程度である。また、遅延も多く、同区間の移動は約 15 時間を要するということである。

(3) 電気

ミャンマー電力省の統計によると 2011 年時点での電化率は全国平均で 27%（242 万世帯）、2015 年の推計では 34%程度（350 万世帯）であると見込まれている。経済成長に伴って電力需要も増加傾向にあり、慢性的な電力不足が深刻な問題となっている。特に地方部の電力供給は非常に不安定で、一日に何回も停電が起きることもある。

社会経済調査の結果、調査対象村落 120 村落中 19 村（計画対象 100 村落の内、15 村落）が公共電力網と接続していることが分かった。その他の村落では、小規模な発電機を共同で購入したり、裕福な家庭が個人的に購入した発電機から僧院や学校等の公共施設に必要なある時に

送電するようなシステムを有していることが散見できた。また、小型のソーラーパネルと蓄電池を家庭レベルで導入していることも多く、その様な場合には夜間の照明や携帯電話の充電に利用されている。

(4) 通信

ミャンマーでは、都市部、及び地方部でも固定電話は比較的安定した通信が可能であるが、家庭レベルでの普及は実現できていない。2010年に総選挙が実施され、翌年2011年に民政移管が実現したことを受け、それまで国営企業が独占していた通信事業に関しても民間参入が許可されるようになった。この措置により通信費、及び携帯電話端末の値段も以前よりは格段に安価となり、地方部でも広く普及する結果となった。

プロジェクト地域でも複数の携帯電話ネットワークが利用可能であるが、地方部の中心都市でも通信電波が届かない場所があり、対象村落周辺では状況はさらに悪くなる。近年のスマートフォンの普及と共にインターネットも地方部に広く普及することとなったが、通信速度が遅く実用にはもう少し通信環境の改善が必要である。

2.2.2 自然条件

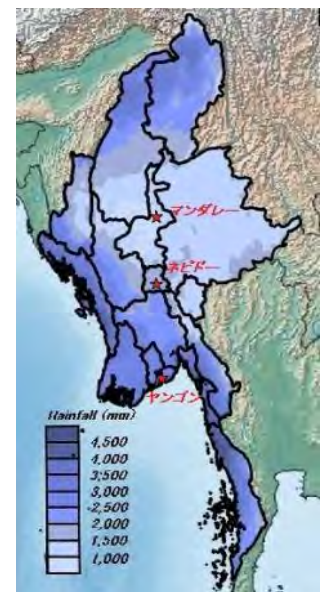
(1) 気象／水文

1) 気象

ミャンマーは、主に熱帯性気候に属し、雨季(5月～10月)、冬季(11月～2月)、夏季(3月～4月)の3シーズンに区分される。全国の平均年間降水量は2,341mmであるが、北部ミャンマーで年間降水量5,000mmを超え、南部ミャンマーでも2,500mmを超える。中央ミャンマーは中央乾燥地(CDZ)と呼ばれ、年間降水量は760mm程度である。図2.2.1にミャンマー全国の年間降水量分布図を示す。

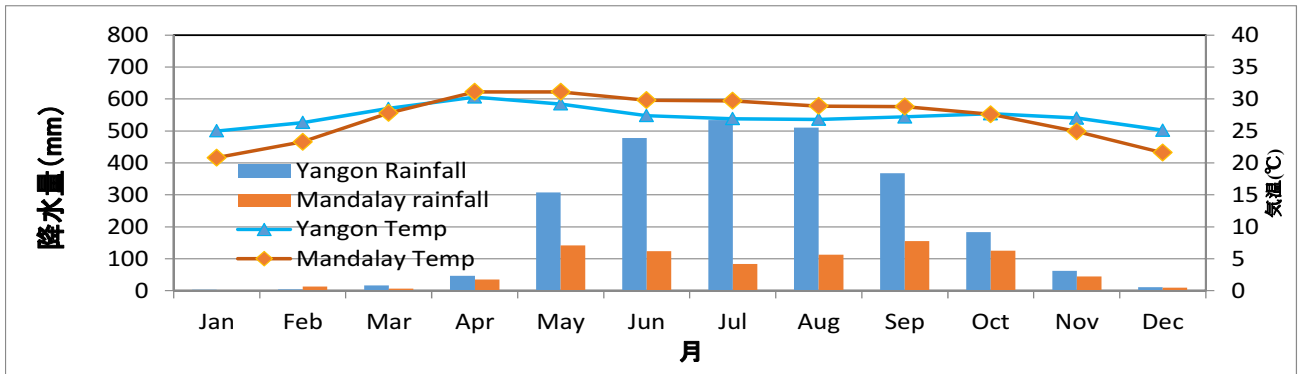
また、マンダレーとヤンゴンの月平均雨量と気温を図2.2.2および表2.2.1と表2.2.2に示す(出典: World Climate)。

降水量が多く、海に近いヤンゴンは年間の平均気温の変動は5.3℃と少なく、最高気温も30.3℃であるが、CDZのマンダレーでは年間の平均気温の変動は10.3℃で、最高気温も31.1℃とやや高くなっている。



(出典: FAO)

図 2.2.1 年間降水量分布図



(出典：World Climate)

図 2.2.2 マンダレーとヤンゴンの降水量と気温

表 2.2.1 ヤンゴンの月平均雨量(mm)と気温(°C)

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
雨量*1	3.5	4.1	16.9	46.7	307.3	477.5	534.5	510.5	367.7	183.4	62.0	11.3	2,525.0
気温*2	25.0	26.3	28.5	30.3	29.2	27.4	26.9	26.8	27.2	27.7	27.0	25.1	-

*1：1870～1989 (1231 カ月) *2：1876～1988 (1163 か月) (出典：World Climate)

表 2.2.2 マンダレーの月平均雨量(mm)と気温(°C)

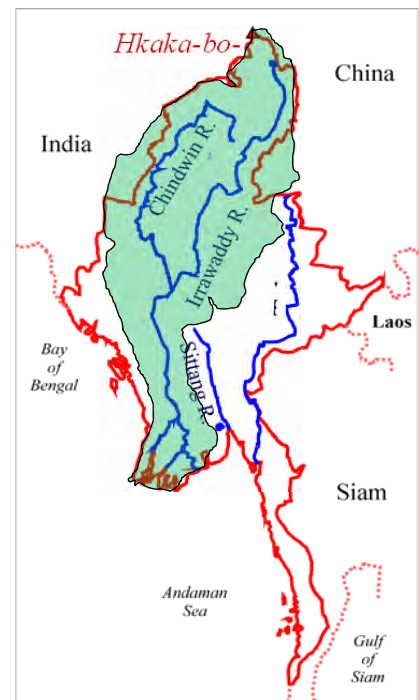
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
雨量*1	2.0	13.3	6.5	35.0	141.5	124.0	83.3	113.1	154.9	125.1	45.1	9.8	853.6
気温*2	20.8	23.3	27.8	31.1	31.1	29.8	29.7	28.9	28.8	27.6	24.9	21.6	-

*1：1889～1990 (1028 カ月) *2：1931～1990 (517 か月) (出典：World Climate)

2) 水文

ミャンマーの面積は約 676,580 km² でほぼ日本の 1.8 倍の面積を有し、東をタイとラオス、中国、西をバングラデシュとインドに囲まれ、それぞれ南北に延びる山地（ラオスとの国境はメコン川）により、隣国との境界線を有し、インドとの境界の Naga Hill は北に高度を増し、最北端の Hkaka-bo-razi で 5,885m に達する。

また、インドプレートの北上により形成された南北の地質構造を有し、中央を南北に縦断するザガイン断層の西側に低平地が広がる南北の地形構造を呈している（詳細は後述の地質を参照）。このため、ミャンマーの流域は南北に長い特徴があり、大きくイラワジ水系（チンドウィン水系を含む）、タンルウィン水系、シッタング水系の 3 流域に分けられる(図 2.2.3)。中でもイラワジ水系が国土の 58%を占め、CDZ はイラワジ水系の中流部に



出典：Burma-Geography に追記

図 2.2.3 ミャンマーの主な河川

位置している。イラワジ水系は一部の源流が中国に発するが、そのほとんどは国境をまたがない。

タンルウィン水系は国土の18.4%を占める。源流は中国に発し、ミャンマー内では、主にシャン高原を南北に縦断し、下流域では一部でタイとの国境の河川（約110km）となっている。

シッタング水系はイラワジ水系とタンルウィン水系に挟まれており、流域全体がミャンマー内に含まれている。シッタング水系は国土の5.4%を占めている。

その他は海岸沿いの小流域、ラオスとタイの国境を成し、ベトナムに流下するメコン河の流域等が占めている。

年間平均降水量から求められる降水量は1,580 km³/年で、そのうち河川への流出量は約1,000 km³/年と見積もられている。主要河川流量の一覧を表2.2.3に示す。

表 2.2.3 年間河川流量

河川流域	流量観測所	流域面積 (km ²)	年平均流量 (km ³ /year)
イラワジ	Chindwin (Monywa)	115,300	146.3
	Upper Irrawaddy (Sagaing)	193,300	244.8
	Lower Irrawaddy (Pyay)	95,600	85.8
タンルウィン	Thanlwin	158,000	157.1
シッタング	Bago Shittaung, Bilin	48,100	81.1
その他	Streams of Rakine State	58,300	139.2
	Streams of Taninthayi	40,600	130.9
	Mekong at Myanmar border	28,600	17.6
計		737,800	1002.8

出典：Government of Myanmar 1995 (Water Profile of Myanmar (2008 Jim Kundell 編集) / www.eoearth.org/view/article/156974)

CDZ は、雨量の多いザガイン北部から流下するチンドウィン川およびイラワジ川の豊富な河川水を利用した灌漑水路の整備が進められており、ミャンマーの穀倉地帯となっている。

(2) 地形・地質

1) 地形

本調査の対象地域における地形は、ヤンゴン北部のバゴー山地から北北西に連続して延びる丘陵地形、その丘陵の西側からイラワジ川にかけて広がる平坦地形、丘陵の東側でシャン山地に挟まれた平坦地形、さらにイラワジ川が南北方向からほぼ東西方向に流路を変えた部分の北側に大きく広がるザガイン地域の平坦地形の概略4地区に区分される。

丘陵地形の北端には標高1,518mのポパ火山が聳えており、ポパ山から南側は標高が概ね400～500mのなだらかな山並みを見せている（丘陵部の最大標高は619m）。この丘陵地には、村落数は非常に少なく、一部の盆地状地域、あるいは稜線部の平坦地域が耕されているのみである。丘陵地形の他の部分は、ほぼ全域にわたって森林に覆われており、大小様々な灌漑

用のダムが建設されている。

丘陵地形の西側の平坦地形は、丘陵部の山裾からイラワジ川に向けて標高約 400m から約 80m と緩やかに標高を減じて広がっている。この平坦地形の中には、一部比高差 30～100m 程度の小丘が点在し（写真 - 1）、また、平坦地形がイラワジ川の支流により侵食された小谷が各地に発達し小規模な河岸段丘も見られる。イラワジ川の支流の氾濫原部分を除く、平坦地形の大部分は、耕地として利用されており、村落もこの平坦地形に集村形式をなして立地している（図 2.2.4）。

上述した平坦地形の表層部の大部分はシルト交じりの砂で覆われているが、表層部付近に部分的に、石英砂岩や珪化木を含んだ円礫層が見られることから、イラワジ川の古い河岸段丘であろうと推定される。また、イラワジ川の現河道付近には、新規の段丘面の発達が見られる。

一方、丘陵地形の東側には、シャン山地との間に、マンダレー地域の Yametin T/S から Pyawbwe, Mahlaing, Natogyi, Myingyan, Ngazun T/S と 南南東から北北西に延びる平坦地形が、広がっている（写真 - 2）。この平坦地形は、ほぼ全域がマンダレー市の南側でイラワジ川に流入するサマン川の氾濫原からなっており、標高は上流部で約 400m、イラワジ川に近い部分では約 80m である。この平坦地形の中にも、比高差 30～100m 程度の小丘が点在している。

イラワジ川北側に広がるザガイン地域平坦地形は、マンダレー市の北側を南北に流れるイラワジ川と Nyaungoo T/S 付近でイラワジ川に合流する支流の一つであるチンドウィン川の二大河川に挟まれた地域である。この二つの大河川の間には、比較的大きなムー川が北から南に流れており、イラワジ川の古い河岸段丘およびチンドウィン川とムー川の氾濫原としての平坦地形が形成されている。この平坦地形の北側には、標高が 600～1700m の山稜が北東－南西方向に横たわり、多くの灌漑ダムを有し、古くからこの水を利用した水稲耕作が盛んに行われている。

この平坦地形は概ね北から南に標高が 200m から 70m と緩く傾斜し対象村落の多くはこの平坦地形の上に位置している。また、チンドウィン川とムー川との間には、標高差 50～100 程度の丘陵が、ほぼ北北西－南南東方向にのび、分水嶺を形成している。

全ミャンマーの米作の 22% を CDZ 域内で生産しており（中央乾燥地における貧困削減のための地域開発計画調査～貧困プロファイル（JICA 2010））、その大部分はこのザガイン平坦地形内の灌漑水を利用した水田で生産されており、現在もザガイン地域では灌漑水路の整備が進められている。



写真-1 平坦地形の中に点在する小丘
Chouk T/S Zeebwar 村(MG2-12)付近



写真-2 マンダレー地域における平坦面
Myingyan T/S Chasay 村(MA2-04)付近

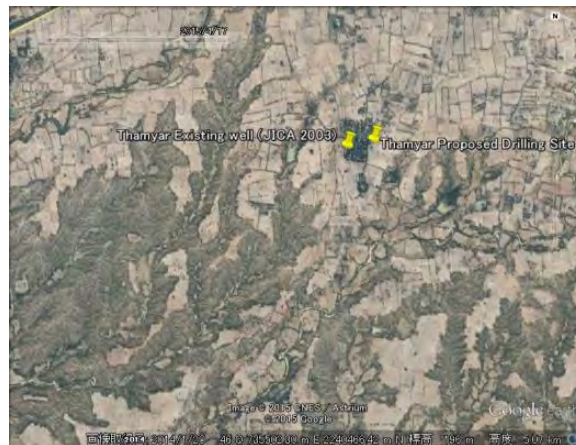


図 2.2.4 平坦地とイラワジ川支流による浸食地形

平坦地部分でのみが耕作されており、侵食された部分（暗色部分）は荒地となっている。
マグウェー地域、Myothite T/S, Tharmyar 村(MG2-21)付近。（Google Earth に加筆）

2) 地質

CDZ は東側を南北に走る Sagaing Transform 断層、西側はほぼ南北方向の正断層に区切られた中央低地（Central Low Land）と呼ばれる構造的な沈降帯に堆積した第三紀の堆積物（ペグ層群・イラワジ層群）が分布している。さらに、この中央低地は北北西から南南東方向の中央火山線（Central Igneous Line）と呼ばれる火山を伴う丘陵で東西2つの区域に分断されている（Regional Geology of Myanmar: Pramumijoro et al, 2010）。地形の項で述べた、バゴー山地から第四紀の火山であるポパ山、更にザガインの Monywa の北のツイン山にかけての火山列がこの中央火山線に相当している。この中央火山線は、我が国の火山帯と同様な、二つのプレートの衝突に伴い、一方のプレートが他方のプレートの下に潜り込んだ結果、その摩擦熱によりプレートの一部が溶融してマグマが生じ、それが地上部に噴出しているもの、と説明されている（Mitchell, 1973, 1977）。中央乾燥地域における表層地質図を図 2.2.5 に示す。

i) ペグ層群

中央低地の CDZ 部分では、暁新世から始新世にかけての砂岩や礫岩層がマグウェー地域、Tilin T/S 付近の西側正断層に沿った部分に小規模に分布している。また、漸新世から中新世にかけての地層（ペグ・グループと総称される。以下「ペグ層」）が、中央火山線に伴う丘

陵部、あるいは地形の項で述べた平坦地形の中に点在する小丘部分に分布している。ペグ層は、中、粗粒の砂岩、泥岩、泥質石灰岩、礫岩層、あるいはこれらの細かな互層（写真 - 3～5）等からなる。石油や天然ガスを帯胚していることで有名であり、マグウェー地域 Chaulk T/S の Chaulk 北方約 10km に位置する Milaungbya 付近のイラワジ川に沿いでは石油が採掘されている。

中央火山線に伴う丘陵部、平坦地形部中に散在する小丘部分は全て、ペグ層が分布しているが、平坦地形の中にも、一部でペグ層と見られる固結した地層が分布しているのが見られる写真 - 6～10)。

			
<p>写真 - 3 ペグ層の砂岩、泥質石灰岩層の細かな互層。Myingya T/S, Chasay 村 (MA2-04) と Kuywar 村との中間付近の河床に見られる路頭</p>	<p>写真 - 4 ペグ層の中・粗粒砂岩、泥質石灰岩層の互層。西側に約 40° 傾斜している。Natmauk T/S, Sellel (MG2-30) 村北方の灌漑ダムに流入する溪流</p>	<p>写真 - 5 ペグ層の泥岩層中に形成された石灰質ノジュール。Natmauk T/S, Sellel 村 (MG2-30) 北方の灌漑ダムに流入する溪流</p>	<p>写真 - 6 平坦地形内に露出するペグ層と見られる砂岩層の路頭。Nyangoo T/S, Tawbyar 村 (MA2-27) の掘削予定地付近。</p>
			
<p>写真 - 7 僧院の中にペグ層の砂岩を積んで作られたテーブル。Natmauk T/S, Wayongone 村 (MG2-33)</p>	<p>写真 - 8 河床部分に露出するペグ層中に掘削された掘抜き井戸。沖積層中の掘抜き井戸と比較するとフッ素濃度がやや高い。Natmauk T/S, Wayongone 村 (MG2-33)</p>	<p>写真 - 9 ペグ層が分布する小丘付近に位置する僧院の井戸。ペグ層は井戸の反対側に傾斜しており、井戸の水質は悪くない。ペグ層手前側は断層と想定される。Chaulk T/S, Zeebwa 村 (MG2-12)</p>	<p>写真 - 10 Chaulk T/S, Zeebwa 村 (MG2-12) 付近のペグ層の丘陵。写真からペグ層が左側（北西側）に傾斜している。右側は断層で平坦部と接しているものと想定される。</p>

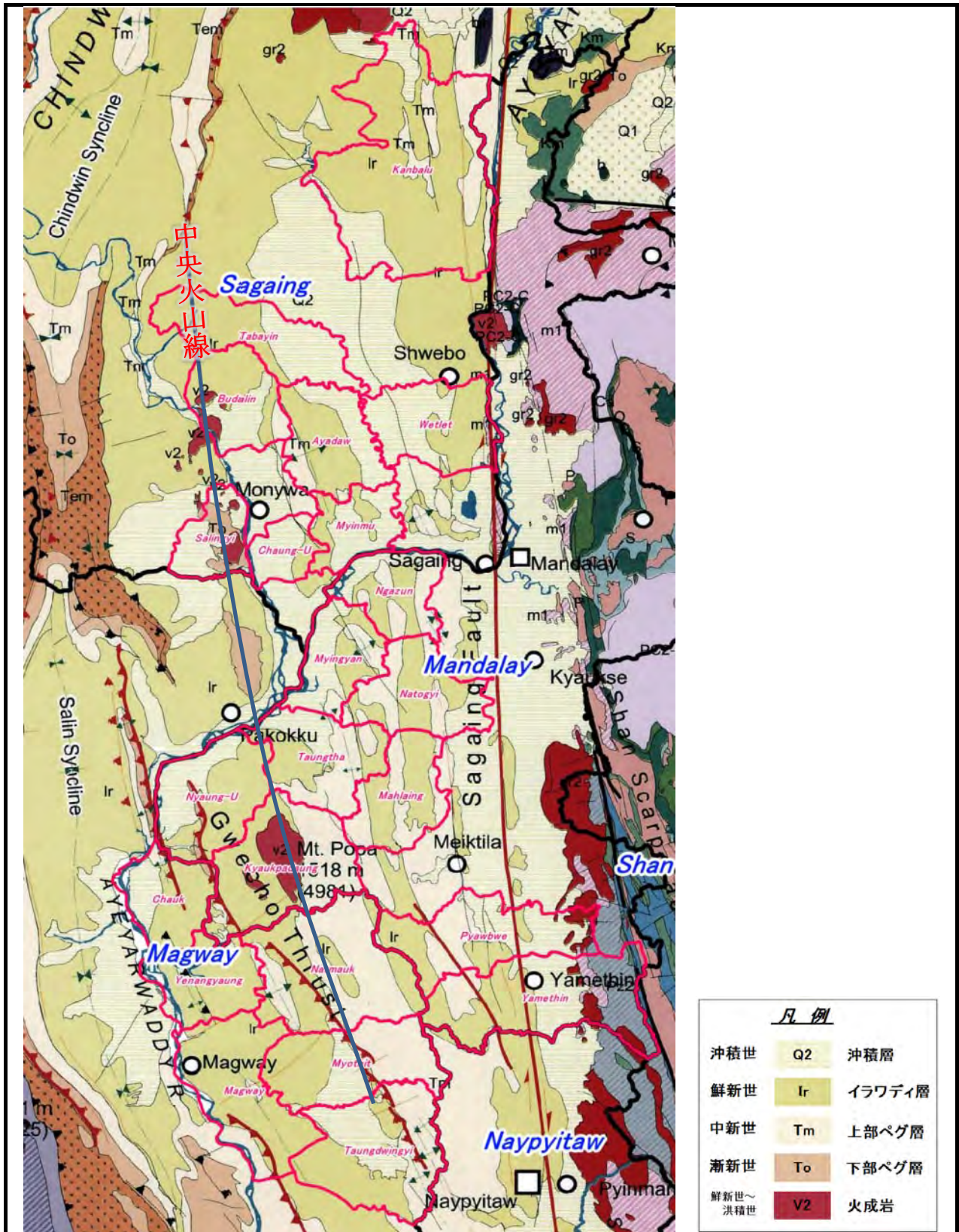


図 2.2.5 表層地質図 (Geological Map of Myanmar 2014: Myanmar Geosciences Society に加筆)

ミャンマー第二次中央乾燥地村落給水計画準備調査

JICA

ii) イラワジ層

CDZの平坦地形部分に、一部沖積層に覆われて、砂岩、泥岩、泥質石灰岩等からなるイラワジ層と呼ばれる地層（鮮新世）が広範囲に分布している。きれいに成層した中粒から粗粒の砂岩層が優勢で、これらの地層は半固結の状態で、ハンマーで叩けば、ぼそぼそと簡単に崩れる状態である（写真 - 11、14）。また、地層中に一部固化（石化）したノジュールの塊を多く含む層があるのも特徴である。砂岩層には、きれいに成層したもの、クロスラミナ（斜交葉理）が発達した地層等が見られる。イラワジ層は、上述したペグ層を不整合に覆って堆積している。イラワジ層の地層中には、大量の珪化木が存在しており（写真 - 12、13）、CDZ内では、古イラワジ川、古チンドウィン川により形成された沖積層（河川堆積物）中にもイラワジ層から運搬された珪化木が多く見られる。

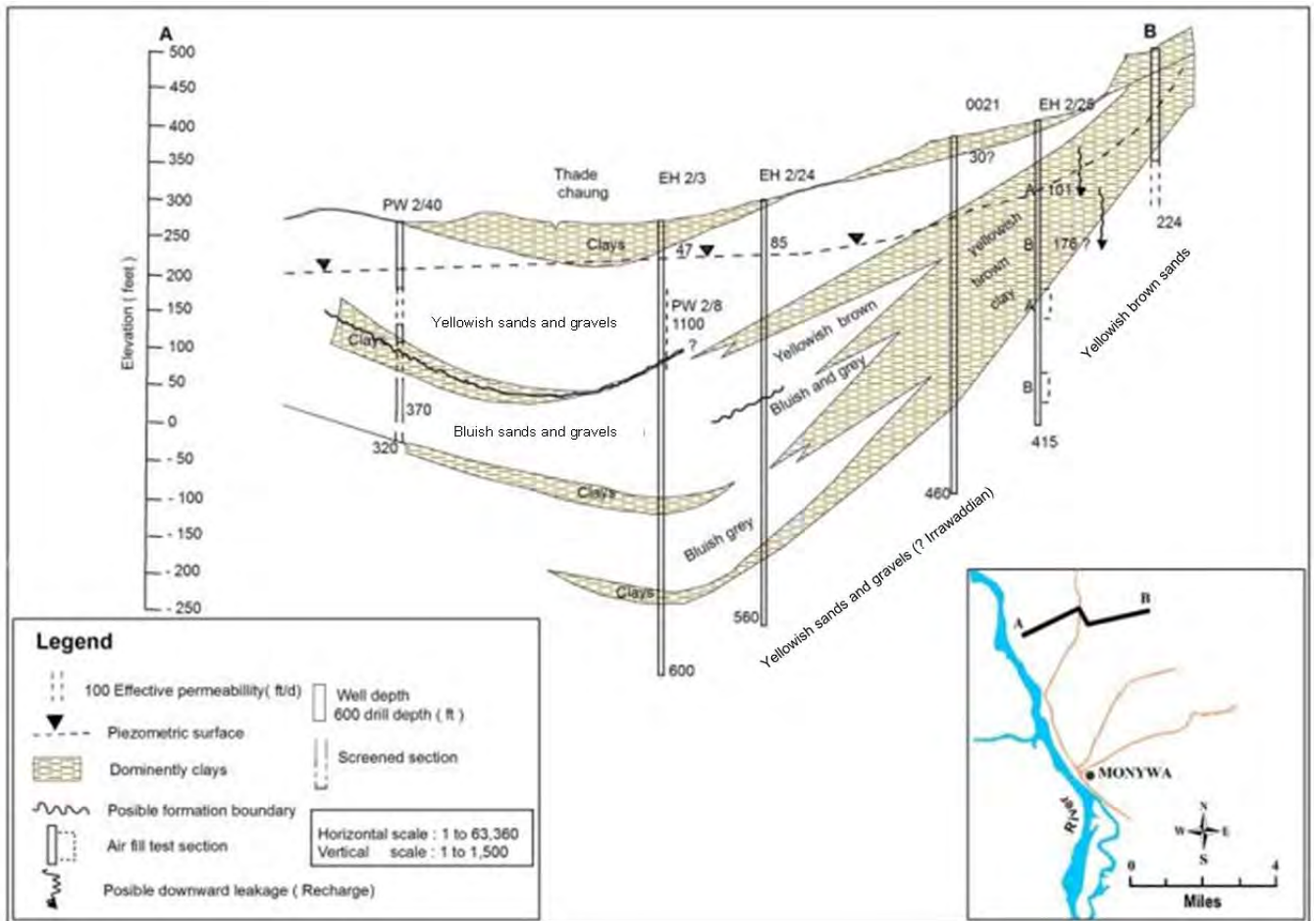
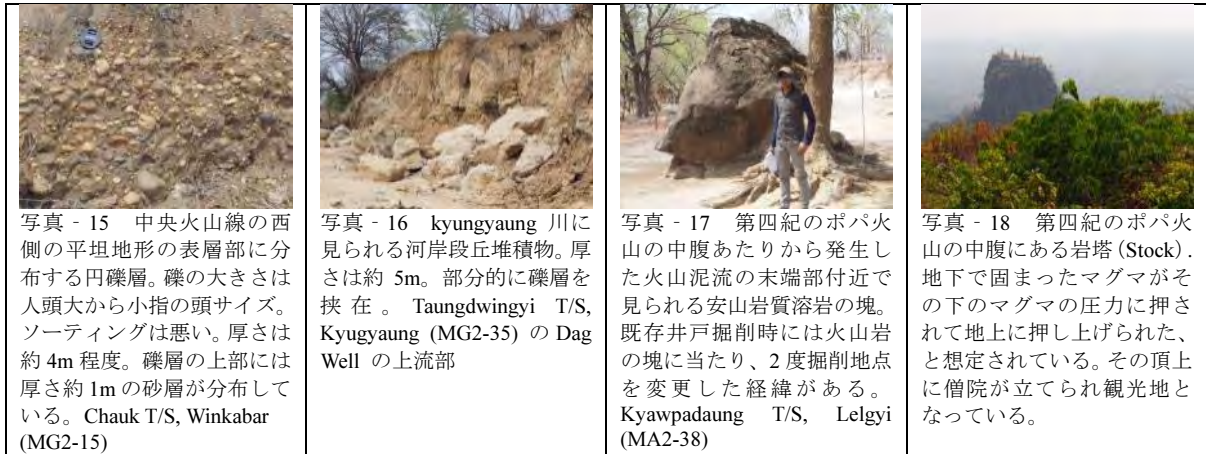


iii) 沖積層

上述したイラワジ層を不整合に覆って礫層が、中央火山線の西側の平坦地形上の各所で観察された。礫はいずれも円礫で、礫の大きさは人頭大から小指の先ほどまで様々で、ソーティングの程度は良くない（写真 - 15）。礫種のほとんどは石英砂岩で、時々珪化木のかけらも混じっている。層厚は確認できた部分だけで約 4m 程度で、おそらく 10m 程度の層厚を有しているものと想定される。この礫層は、その礫種からイラワジ川、チンドウィン川の段丘礫層と推定される。

ザガイン地域のチンドウィン川、ムー川の下流部、あるいはマンダレー地域のセイマン川流域には、これらの河川の氾濫原堆積物と見られる比較的厚い堆積層が分布している。このうち、チンドウィン川の沖積層は、砂層、礫層等を主体とし、薄い泥層を挟在しており、最大の厚さは約 150m とされている（Water Resource Assessment of the Dry Zone of Myanmar: Mac Cartney et al, 2013）（図 2.2.6）。前述の論文によれば、厚い沖積層とイラワジ層との境界は、地層の色が黄色を帯びたものからイラワジ層の特徴である青灰色に変わること、認識できると記載されている。

また、中央火山線の西側の平坦地形部では、各所でイラワジ層を覆って小河川の氾濫原堆積物が見られ、また段丘堆積物も観察された（写真 - 16）。



(出典 ; Water Resource Assessment of the Dry Zone of Myanmar : MacCartney et al(2013)

図 2.2.6 ザガイン地域チンドウィン川中流域の東西断面図

4) 火山岩類、火山性堆積物

第四紀更新世に形成されたポパ火山 (1,518m) が、中央火山線に沿って、Kyaupadaung の北東約 10km に位置している。ポパ火山からは安山岩質、玄武岩質の溶岩流が流れ、二次的に発生した溶岩の塊を多く含んだ火山泥流が、対象村落の一つである Kyaupadaung T/S, Lelgyi 村(MA2-38) を覆っている。ポパ火山の南西では、中央火山線に沿って、各種の火山岩が Kyaupadaung - Meiktila の幹線道路まで分布している。また、ポパ火山の中腹では、地下で固まったマグマが下のマグマの圧力で地表部に押し上げられた岩塔 (Stock) が見られる。

(3) 水文地質

CDZ 域内で本調査対象地域における帯水層と考えられる地質は、下位からペグ層、イラワジ層、及び沖積層の3層である。

ペグ層

砂岩、泥岩、泥質石灰岩等からなり、一般に水質は塩分、鉄分等が高く良好な帯水層とは考えられていない。部分的に塩分濃度が汽水に近い地域も認められる。また、一部非常に硬質な砂岩層も存在しており、泥水掘削では掘削に時間を要するため、給水開発が困難な地層とされている。今次調査対象地域では、中央火山線に沿った丘陵地帯、及びそれぞれの平坦地形の中に北北西－南南東の小丘・丘陵として分布している。

イラワジ層

固結度の弱い砂岩層、泥岩層が主体で、その中に一部ノジュール（石化した塊）として、硬く固結した砂岩の塊が層状に分布している。一般にはペグ層に比較し、良好な水質が期待されるが、現地調査の結果では、飲料には適さない塩分を含む井戸も多くみられ、マグウェーの一部地域では鉄分濃度が高い井戸が存在している。本層は地盤の沈降の場に堆積した地層で、谷の中央に層厚を増す構造をしており、被圧帯水層を形成し、一部地域では自噴井も認められる。

なお、イラワジ層の下位にはペグ層が分布しており、地域によってはペグ層に到達することも想定されるため、このような地域では、ペグ層からの地下水を遮断しイラワジ層内の帯水層からの取水の検討が必要となる。

沖積層

水の循環が最も早く、良好な帯水層と想定される。沖積層が厚く堆積する地域は、ザガイン地域のチンドウィン川下流域、ムー川中・下流域、マンダレー地域のザガイン断層に沿って広がる沖積低地、並びにマンダレー地域やマグウェー地域のイラワジ川に沿った Nyangoo T/S の一部、及び Chauk T/S の一部等である。沖積層は砂層、礫層が主体で、一部で粘土層を挟在している。、地下水位は5~15mに存在し、Dug Well(5~15m)や Shallow Well(10~30m)で多く利用されている。地下水の供給源は降雨が主体であり CDZ の地域においては、雨量が少ないため、年間通じての季節変動が大きく、乾期には大半の Dug Well が使用できなくなる。沖積層の帯水層はザガインのムー川やチンドウィン川沿いの沖積平低地で開発対象となる可能性がある。

①水理地質情報

CDZ 域内ではこれまでに多くの井戸が建設されており、JICA のプロジェクトも多く実施されている。水理地質関連データ（井戸位置、井戸標高、掘削深度、静水位、揚水試験データ、地質情報、孔内検層データ、物理探査データ、水量、水質）の既存資料の一覧を表 2.2.4 に示す。

表 2.2.4 既存水理地質関連資料

番号	資料名	地域			座標	標高	井戸深度	静水位	揚水量	地質情報	孔内検層	電気探査	水質試験	掲載井戸数	備考
		ザガイン	マンダラ	マウェ											
①	GIS Database	○	○	○	○	—	○	○	○	—	—	—	—	4458	※1
②	JICA 試験井①	—	○	—	—	—	○	—	—	○	○	—	—	6	※2
③	JICA 試験井②	—	○	○	—	—	○	○	—	○	○	—	—	22	※3
④	既存井の水質分析	—	○	○	—	—	—	—	—	—	—	○	—	100	※4
⑤	Phase1 水質分析	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—	○	—	190	※5
⑥	Phase1 建設井戸	○	○	○	○	—	○	○	○	—	—	○	○	60	※6
⑦	JICA 技プロデータ	—	○	○	○	—	○	○	○	○	○	○	—	14	※7
⑧	DRD 水質分析	—	○	○	—	—	○	—	○	—	—	○	—	459	※8
⑨	マグウェー地方の井戸データ	—	—	○	—	—	○	○	○	—	—	—	—	2533	※9
⑩	Dabayin 自噴井	○	—	—	—	—	○	—	○	—	—	—	—	11	※10

- ※1：DDA 保有の、「マンダレー市セントラルドライゾーン給水計画調査」(JICA, 2003)で構築された村落データベースであるが、2008 年以降更新はされておらず、DRD では使われていない。村落データベースであり、1 データに複数の深井戸、浅井戸が登録されているため、「掲載井戸数」は村落数を示す。なお、井戸深さ、静水位が入っていないデータも多く、検討に使用できるデータ数は半数に満たない。
- ※2：「マンダレー市セントラルドライゾーン給水計画調査」(JICA, 2003)でマンダレー市内に建設された 6 試験井。座標データはないが、位置図があり、概略位置を求められる(調査対象地域外)。
- ※3：「JICA マンダレー市セントラルドライゾーン給水計画調査」(2003)で掘削された試験井 22 本 (11 の対象 T/S から各 2 井を選定) について柱状図として整理されているデータ。座標データは無いが、位置図がある。
- ※4：「マンダレー市セントラルドライゾーン給水計画調査」(JICA, 2003)で実施された 100 井の水質分析結果。
- ※5：フェーズ 1 で実施された既存水源の水質分析結果で、一部は日本に持ち帰り分析を実施している。
- ※6：フェーズ 1 で選定された 87 ヶ所の村落のうち、すでに実施された 60 ヶ所の井戸データ。孔内検層・地質情報・揚水試験結果についてはデータが保存されていないため、確認できない。水質分析については⑤の水質分析で一部 (15 か所分) が実施されている。
- ※7：「中央乾燥地村落給水技術プロジェクト」(JICA, 2007)で掘削された 20 本の井戸データ。
- ※8：DRD が管理する井戸の水質分析を保健省の分析室で実施したもので CDZ 以外の地域の試験結果も含む。2012 年~2015 年掘削分であるが、ザガイン地域は含まれていない (2015 年 6 月初旬に CDZ のサンプリング班がザガインの井戸水の採水を実施)。フェーズ 1 の建設済み井戸のうち 15 か所の水質試験結果が含まれている。
- ※9：マグウェー地域の全 T/S が含まれている。本調査対象 T/S の合計は 797 井戸。①の GIS データベースに収録されている井戸と多くが重複するものと想定されるが、対比は困難である。
- ※10：ザガイン地域の Dabayin T/S に分布する自噴井のリスト。村落の位置図があり、概略の場所がわかる。

これらのデータからは、掘削深度分布図、静水位深度図、地下水位コンター図、水質分布図などが作成されるが、JICA 調査で掘削した井戸以外の地質状況が保存されていないため帯水層構造を把握する事は困難である。また、ほとんどの資料に井戸座標や地盤標高が記載されていないため、そのままでは GIS で利用することが出来ず、地下水位コンター図の作成は困難である。ここでは、水理地質の検討を行うため、既存の井戸位置図がある場合、地図から概略の座標を読み取り、それ以外は公開されている村落位置図などと村落名を対比しながら井戸の建設された村の位置を想定し、井戸の存在する村の座標として登録し、利用できるデータを選定して分析に利用した。

また、本調査で収集した水理地質関連データの一覧を表 2.2.5 に示す。

表 2.2.5 本調査で収集した水理地質情報

番号	資料名	地域			座標	標高	井戸深度	静水位	揚水量	地質情報	孔内検層	電気探査	水質試験	サイト数	備考
		ザガイン	マンダレー	マグウェー											
⑪	水理地質調査	○	○	○	○	○	○	○	○	—	—	—	○	120	※11
⑫	電気探査	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—	○	—	110	※12
⑬	水質分析	○	○	○	○	—	○	○	—	○	○	—	—	30	※13

※11：各村落の既存水源を調査したデータ。水質は現地簡易測定。

※12：対象110村落で実施。垂直探査または二次元探査を実施。

※13：水理地質調査で水質の確認が必要と判断された30村落で実施。

各村落における掘削深度と水位については、本調査で実施した⑪～⑬の情報を基に想定をおこない、既存井戸データについては場所が確認できた井戸に SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) の地形データから標高を与え水理地質状況の分析を行い、現地踏査および物理探査により求めた想定水位の参考とした。想定深度および水位は巻末の資料 5.1 の村落評価一覧表に示した。

②広域水文状況

収集データを基に作成した掘削深度分布図および地下水位深度分布図を図 2.2.8 及び図 2.2.9 に示す。これらの図に見られるように、中央火山線を境に井戸掘削深度、地下水位の分布が異なっている。

中央火山線の東側はネピドーから、ザガイン地方に続く丘陵地で、掘削深度 150m 以下地下水位 50m 以下の井戸が大多数を占めている。地質としてはイラワジ層とペグ層が南北に帯状に分布し、北に向かってイラワジ層の分布域が優勢となる。また南北方向での違いを見ると、イラワジ川の南側（マンダレー地域とする）はペグ層の露出が多く、イラワジ層分布域でも、全体的に層厚が薄く、深く掘削するとペグ層に達し水質が悪くなるケースが多い地域と言える。掘削深度はほとんどが 100m 以下となっている。一方イラワジ川の北側（ザガイン地域）ではマンダレー側に比較し、井戸の掘削深度が全体的に深めとなっている。これは、北に向かってイラワジ層の層厚が厚くなり、帯水層深度もそれにつれて深くなっているため考えられる。なお、Dabayin T/S の南部から Ayadow T/S にかけて 300m を超える深井戸が建設されているが、この地域は GL-200～400m 付近に自噴する被圧帯水層が存在し、その帯水層をターゲットとした井戸建設が行われている。

中央火山線の西側（マグウェー地域とする）には 250m を超える深井戸が多く分布している。この地域は中央火山線に沿って発達する丘陵により、地下水を供給する流域が限定されているうえ、CDZ の中心のため雨量が少ないことも関係して、有効な帯水層が深くなっているものと考えられる。また、特に Chauk T/S の東部に 300m 以上の井戸が集中している地区があるが、この地区は標高が高いため、有効な帯水層までの深度が深くなっている。

イラワジ川沿いの沖積低平地には 100m 以下の比較的浅い井戸が多く建設されており、これ

らは沖積層内の地下水、あるいは表層の自由地下水が開発の対象となっている。

図 2.2.8 の井戸掘削深度分布図を見ると、その分布傾向はほぼ図 2.2.9 の井戸水位分布図の傾向に類似し、深い井戸ほど水位が深い傾向が見られる。地域別で整理した井戸の深さと水位の関係を図 2.2.7 に示す。中央火山線の東側の南部（マンダレー地域）と北部（ザガイン地域）は 150m 以下の井戸が大多数を占めており、井戸深度と水位の相関はあまり明瞭ではない。また、ザガイン地域では 200m 以上掘削した井戸に被圧度の高い帯水層が確認され、自噴井戸（ザガイン地域グラフの赤枠）が多く認められた。

中央火山線の西側（マグウェー地域）では井戸の深さに比例して水位が深くなる傾向が認められる。掘削深度 - 100m に地下水位の相関がある（マグウェーのグラフの黒線）。300m 以上掘削している井戸においてはその相関は顕著である。

これは、本地域では連続性のある被圧帯水層が少ないため、水位と共に掘削深度が深くなっていることを示していると考えられる。

③地下水水位標高

地下水面は通常地形に沿って分布するため、地下水等高線は地形等高線と類似した形状を示す。図 2.2.10 に調査対象エリアの井戸データをもとに井戸の地盤標高毎の水位標高の関係を示した。

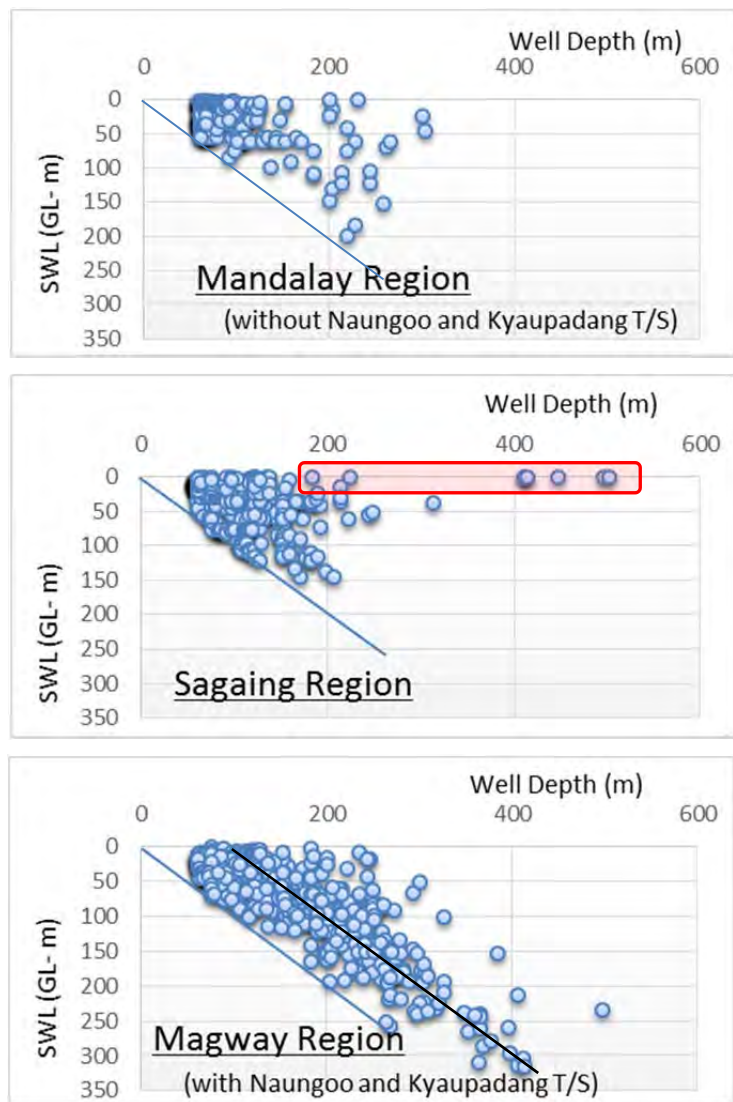


図 2.2.7 掘削深度と地下水水位の関係

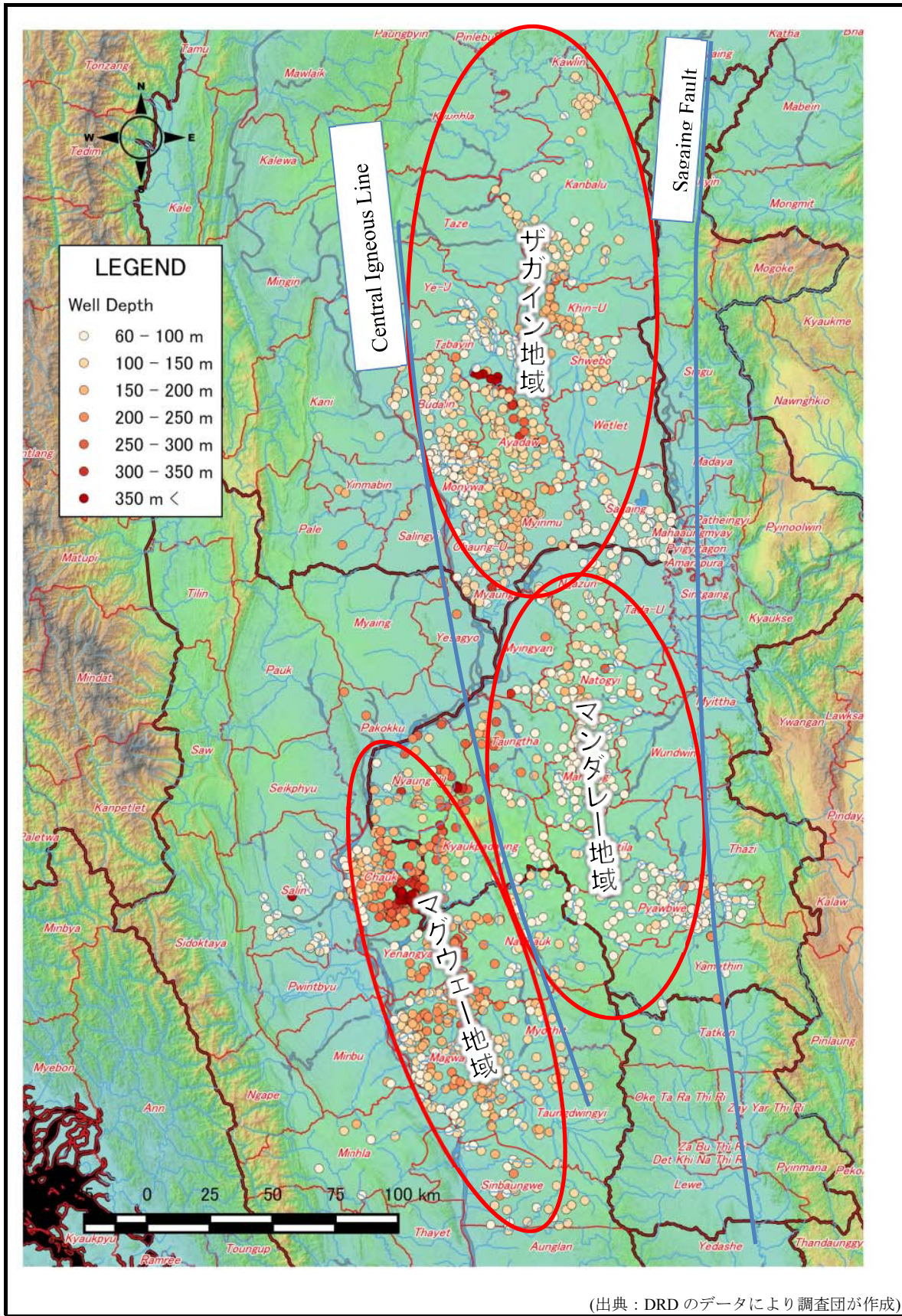


図 2.2.8 井戸掘削深度分布図

ミャンマー国第二次中央乾燥地村落給水計画準備調査

JICA

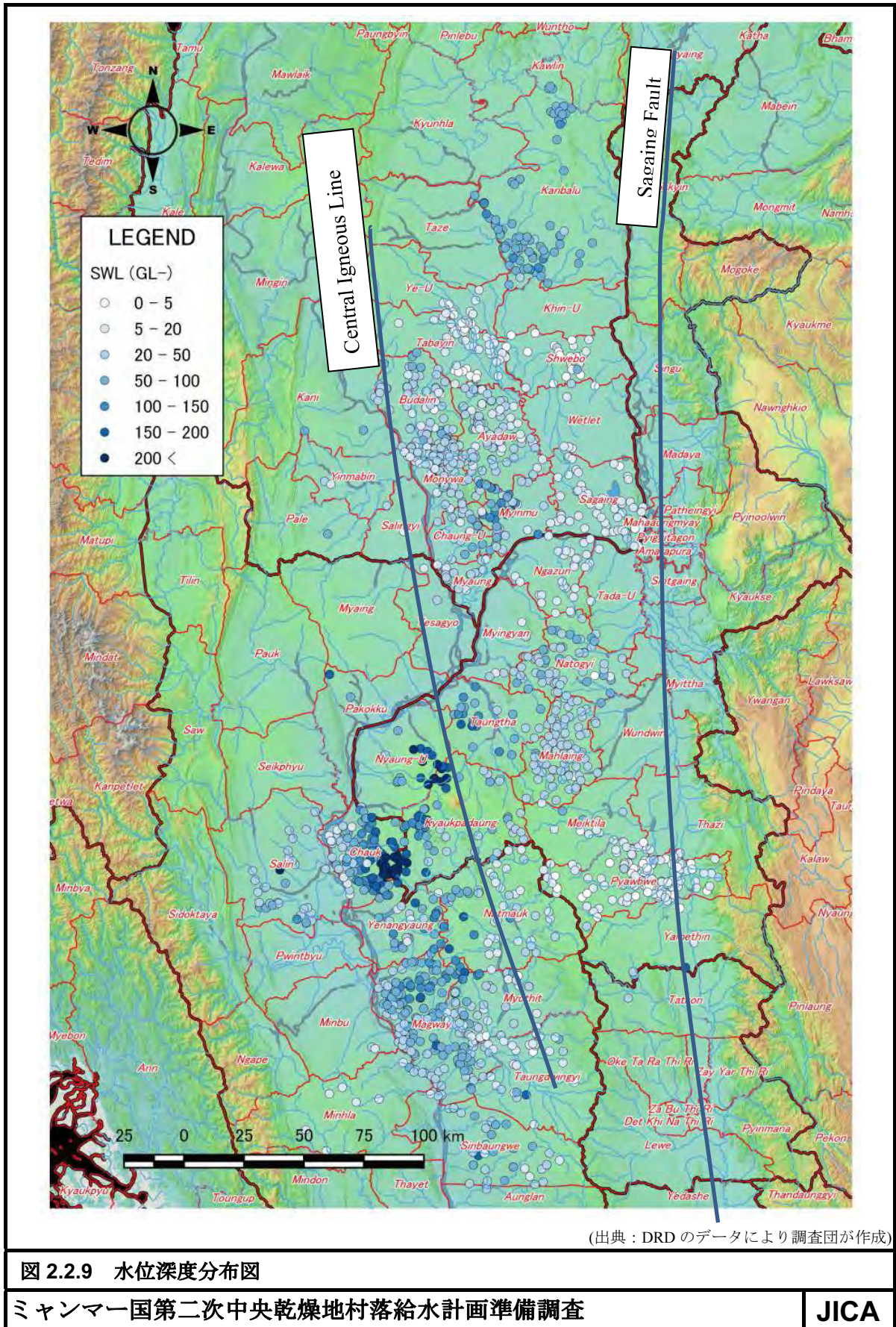


図 2.2.9 水位深度分布図

ミャンマー国第二次中央乾燥地村落給水計画準備調査

JICA

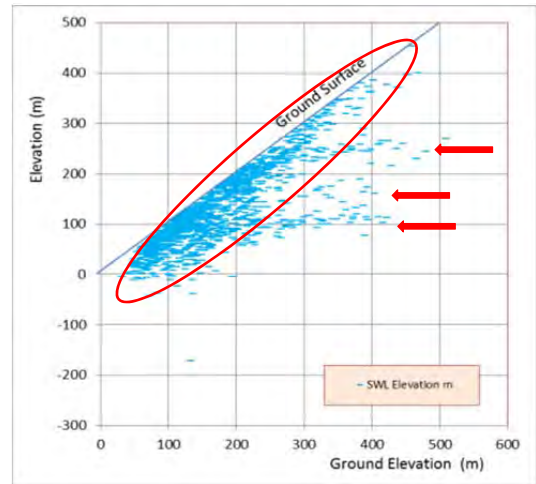
地表に沿って分布する地下水は被圧されていない自由地下水が主体と考えられる（図 2.2.10 中の赤枠）。一方、標高 100m、160m、250m 付近に水位が水平方向に分布しているのが確認できる（図 2.2.10 中の赤矢印）。これはイラワジ層内の被圧帯水層から取水している井戸の水位を表しているものと考えられ、帯水層ごとに被圧度合いが異なることを示していると言える。

②広域水文状況の項で先に区分した地域 3 地域について、資料数が比較的多く地域を代表できると考えられる T/S を選択し、井戸の孔内水位の標高と井戸孔底の標高の関係を図 2.2.12 にまとめた。

ザガイン地域は表層の自由地下水の開発が中心で、水位は地表のラインに沿った分布を示している。Budalin T/S の標高 100m 付近と 170m 付近や Chaungoo T/S の標高 80m 付近にやや水平に分布する水位が見られるが明瞭に確認できるものではなく、自由地下水に準じた浅層の被圧帯水層と考えられる。なお、ザガイン地域では Dabayin T/S～Ayadow T/S のイラワジ層と沖積層の境界付近で自噴井が多く開発されている。掘削深度は 200～500m でイラワジ層の被圧帯水層と考えられる。

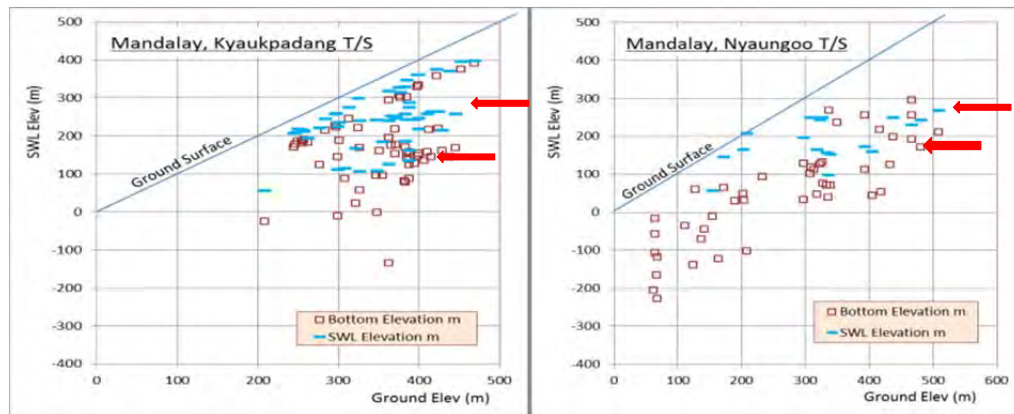
マンダレー地域はザガイン地域と同様に、表層の自由地下水を対象とした地下水開発が中心となっている。特に南北に延びる丘陵地の東側に位置する Pyawbwe、Meiktila、Nahlaing T/S でその傾向が顕著である。一方、丘陵地の西側に位置する Taungtha、Myingyan T/S などでは流域が小さく、雨量が少ないため、地下水涵養が少なく、深層の地下水開発が必要となっているものと考えられる。図 2.2.12 に示した Taungtha T/S の地下水標高グラフにも表層の自由地下水面がやや深く、また、標高 90m 付近に被圧帯水層の水位分布が確認される。なお、Pyawbwe T/S でも自噴井の記録があるため、深層の被圧帯水層も地下水開発の対象となると考えられる。

マグウェー地域は Chauk T/S の水位標高に図 2.2.10 で示した被圧帯水層の水位（標高 100m、160m、250m 付近）が現れている。マグウェー地域、とくに Chauk T/S は最も雨量の少ない T/S に含まれ、地下水の涵養も少なく地下水量が少ないため、深井戸の掘削が多くなり、被圧帯水層の水位が明瞭に確認されたものと考えられる。Chauk T/S に隣接する Kyaupadang T/S や Nyaungoo T/S にも Chauk T/S で見られる被圧帯水層の延長と考えられる水位の分布が確認される（図 2.2.11 参照）。



（出典：DRD のデータにより調査団が作成）

図 2.2.10 井戸孔内水位と標高の分布



(出典：DRD のデータにより調査団が作成)

図 2.2.11 被圧帯水層の分布が確認される T/S

本調査対象地域は被圧帯水層が何層も存在し、帯水層毎に地下水位が異なるが、帯水層構造が明らかとなっていないため、本調査で収集した資料から帯水層毎の水位等高線を引くことはできない。帯水層区分ができることにより、水位ばかりでなく、帯水層毎の水質の違いも明らかになることが期待できるため、今後のデータ集積と分析が期待される。図 2.2.13 に井戸の水位標高分布とそれを基に描いた概略の水位等高線を示す。自噴井などは表現されていないため、おおむね地形の起伏に整合した等高線となっている。

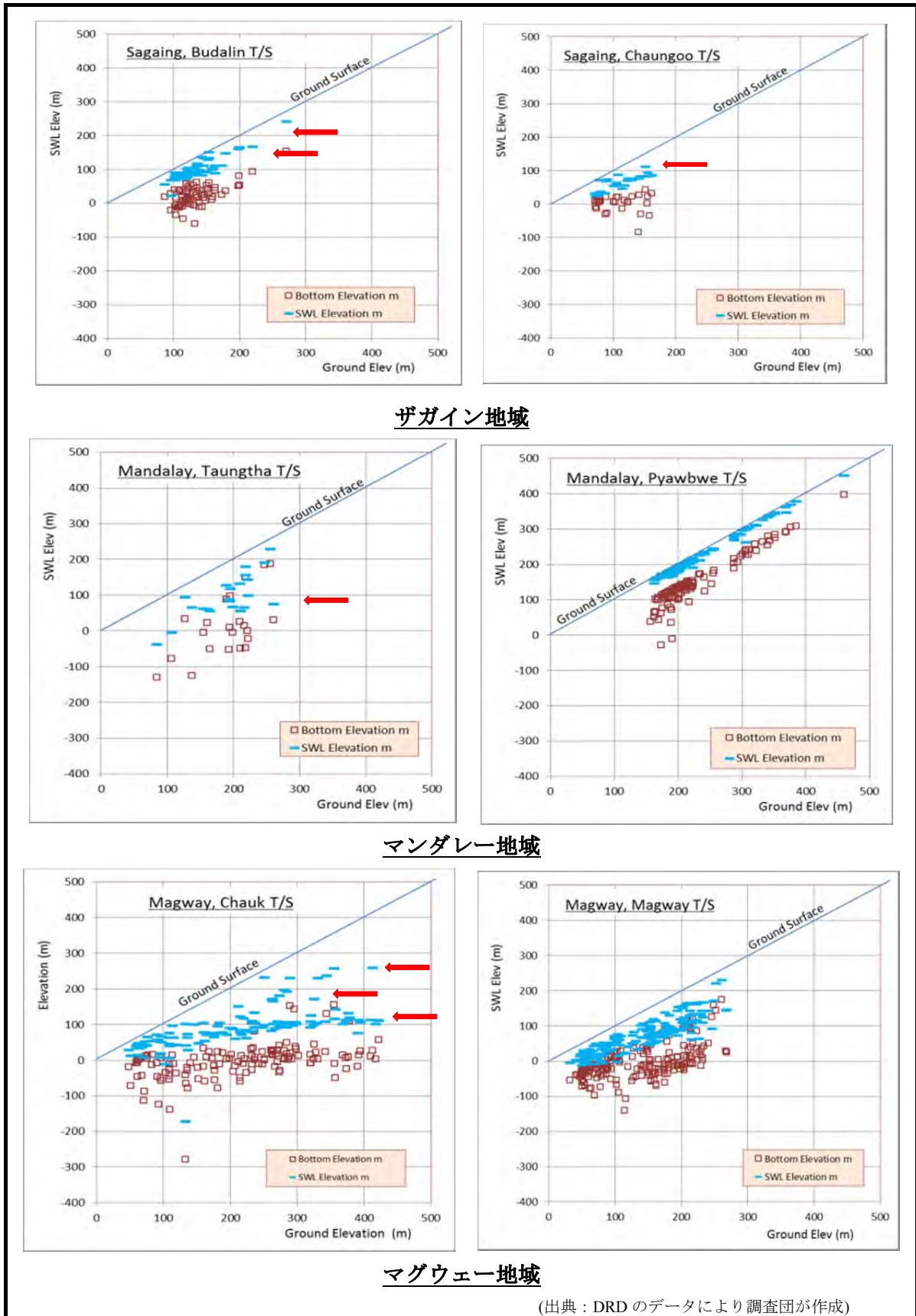
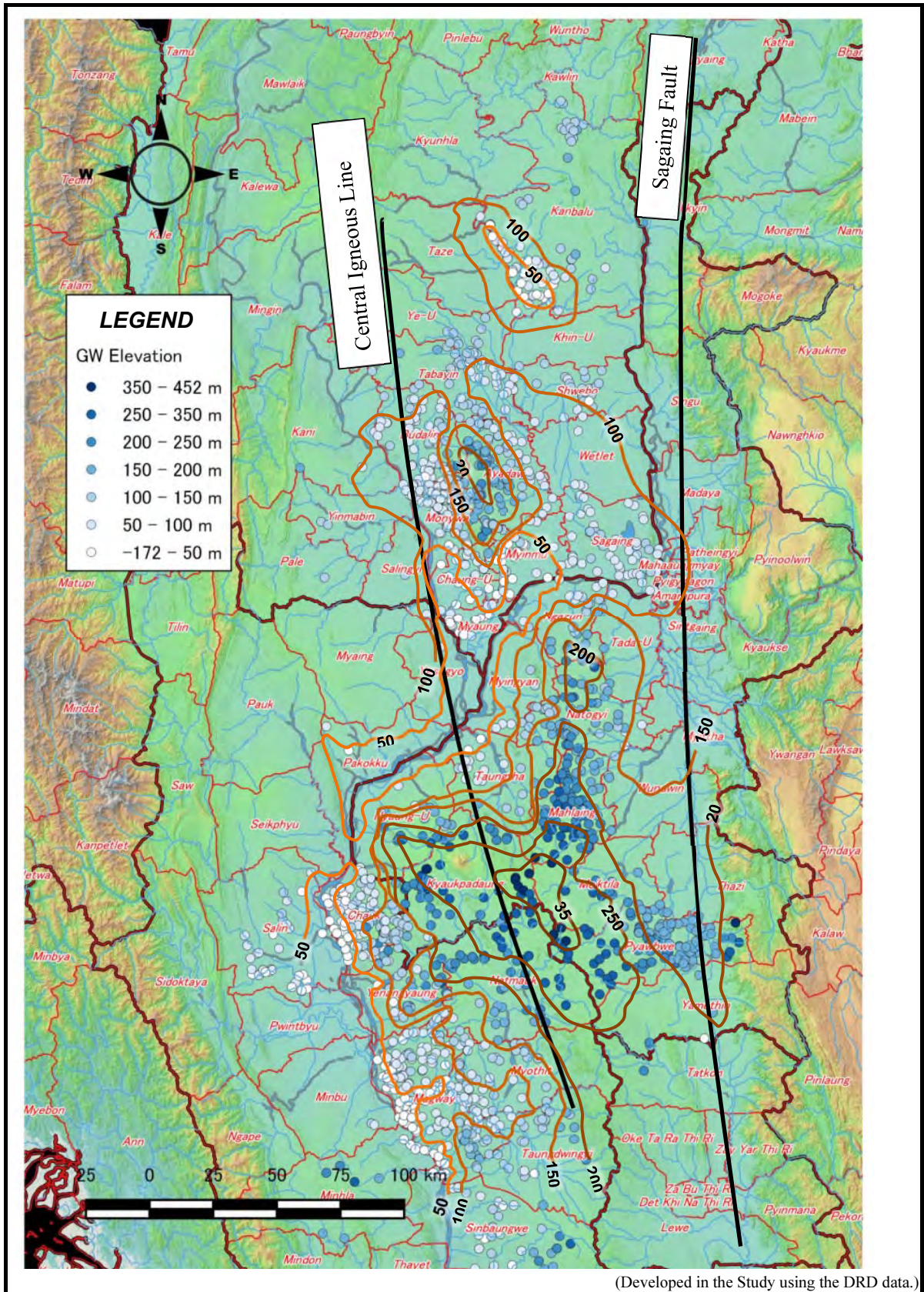


図 2.2.12 水位標高グラフ

ミャンマー国第二次中央乾燥地村落給水計画準備調査

JICA



(1) Fig. 1.3.13 Groundwater Elevation and Water Level Contour Map

THE PROVISION OF EQUIPMENT FOR RURAL WATER SUPPLY PROJECT IN THE CENTRAL DRY ZONE (PHASE 2) IN THE REPUBLIC OF THE UNION OF MYANMAR

JICA

(4) 物理探査

1) 調査目的および数量

水理地質踏査等によって絞り込まれた対象 110 村落（「3.1.2(2)調査対象村落」参照）について、より詳細な水理地質情報を得ることを目的として電気探査を行った。調査数量を表 2.2.6 に、調査地点の座標等については巻末の資料 5.2.1 物理探査調査位置に示す。

表 2.2.6 物理探査調査数量表

地域	タウンシップ	調査対象村落数	測定数量	
			垂直探査	二次元探査
ザガイン	Budalin	6	6	0
	Chaungoo	2	2	0
	Ayadaw	6	6	0
	Salingyi	3	3	1
	Myinmu	5	5	0
	Kanbalu	10	10	0
	Dabayin	3	3	0
	Wetlet	4	4	0
マンダレー	Mahlaing	3	2	1
	Myingyan	4	3	1
	Ngazon	1	0	1
	Natogyi	2	0	2
	Taungtha	6	3	3
	Yamethin	2	2	0
	Pyawbwe	2	2	0
	Nyaungoo	10	8	4
	Kyaukpadaung	4	2	3
マウウエー	Magway	9	9	0
	Chauk	9	8	1
	Yenangyaung	1	0	1
	Myothit	6	6	0
	Natmauk	7	4	3
	Taungdwingyi	5	4	2
小計	-	-	92	23
計	-	110	115	-

2) 調査手法

探査手法は、迅速な実施が可能である垂直電気探査および、複雑な地形に対応できる 2 次元電気探査を用いた。適用した手法を表 2.2.7 示す。

表 2.2.7 調査に用いた物理探査手法および調査機器

調査手法	電極配置	測定深度	測線長	使用機器	解析手法/ ソフトウェア
垂直電気探査	シュランベルジャー	最大 800m	-	・ Syscal R2 ^{*1)} ・ McOHM Profiler-4 ^{*2)} +Power booster	カーブマッチング 法 IX1D ver.3 ^{*3)}
2次元電気探査	ポール・ポール	最大 300m	最大 630m	・ McOHM Profiler-4 ^{*2)} +Power booster	有限要素法 ElecImager ^{*4)}

	ポール・ダイポール	最大 160m	最大 630m	+Scanner 64	
--	-----------	---------	---------	-------------	--

1) IRIS 社製 2) 4)応用地質社製 3)Interpex 社製

以下に調査手法の概要を記す。

垂直探査

当該地での最大掘削深度は400m程度であり、最大800m程度まで測定を行う必要がある。そのため、深部探査に適したシュランベルジャー法を適用した。

2次元電気探査

ポール・ポール法とポール・ダイポール法を適用した。ポール・ダイポール配置で測定されたデータは分解能が高く比抵抗の変化に敏感であるという特徴を持ち、断層、破碎帯、地質境界の検出に優れている。一方、ポール・ポール配置で測定されたデータは探査深度が大きいという特徴を持つ。本調査では深部探査（150m以上）には、ポール・ポール法を、比較的浅部での探査にはポール・ダイポール法を用いた。

解析に際しては、対象村落周辺の水理地質情報（静水位・既存掘削深度・簡易水質結果・湧出量）を用いて、より現実に沿った比抵抗モデルを構築した。

解析結果例を図 2.2.14 および 2.2.15 に示す。すべての解析結果は巻末の資料 5.2.2 物理探査調査結果に示す。

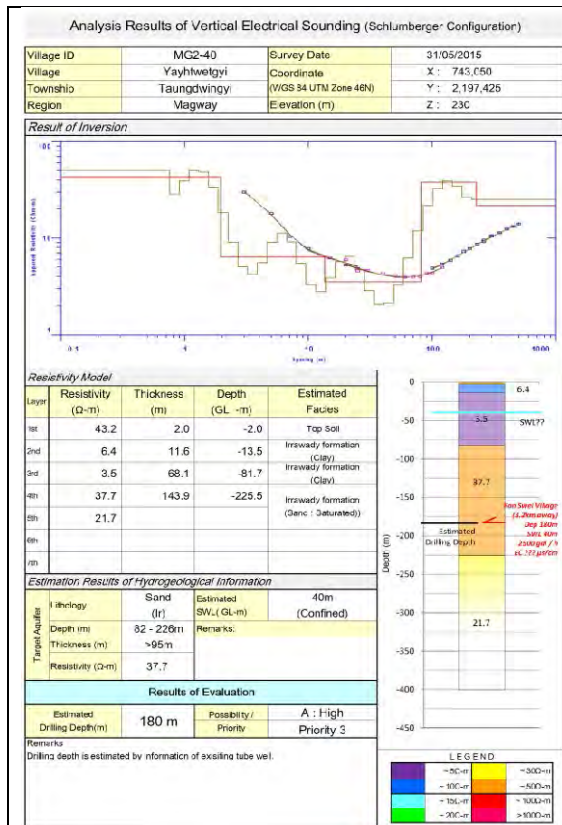


図 2.2.14 垂直電気探査結果例 (MG2-40 Yayhtwegyi 村 マグウエー地域)

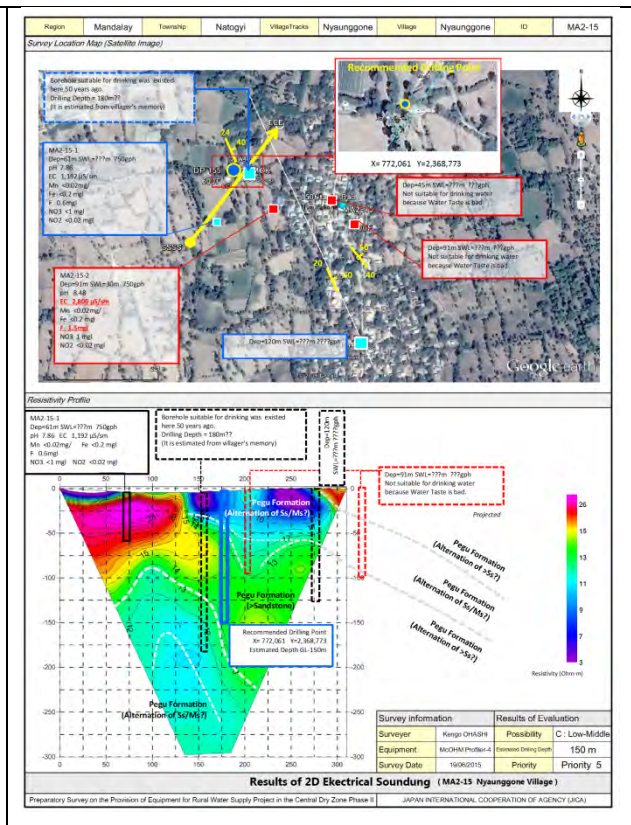


図 2.2.15 2次元電気探査結果例 (MA2-15 Nyaunggone 村 マンダレー地域)

3) 総合解析

電気探査結果および水理地質情報を総合的に解析し、水源開発の可能性を評価を行った。また、掘削深度やスクリーン長等、井戸掘削にかかる各種数量の算定を行い、本プロジェクトにおける優先順位を決定した。評価および算出項目は以下のとおりである。

- ① 比抵抗区分と層相の対比および水資源開発の可能性の評価
- ② 掘削深度および適用スクリーン長の決定

①比抵抗区分と層相の対比および水資源開発の可能性の評価

解析によって得られた比抵抗値を用いて、層相との対比ならびに水資源開発の可能性の評価を行った。評価基準は、現在までに DRD が実施している物理探査（垂直電気探査）や掘削実績、および現地踏査で得られた水理地質情報を参考に設定した。

なお、評価を行う上で重要な指標となる静水位については、周辺に位置する既存井戸の情報や比抵抗値の変化点を用いて推定している。

評価基準を表 2.2.8 に示す。評価結果一覧については、巻末の資料 5.2.3 対象村落における地下水開発評価に取りまとめる。

表 2.2.8 比抵抗値と地層との対比および地下水開発における可能性の評価

開発の ^{*1)} 可能性	比抵抗値 ^{*2)} (Ohm-m)	想定される層相	備考
D	10 以下	粘性土ないしシルト主体層 電気伝導度の高い地下水を胚胎する 帯水層	今までの実績より開発が困難とされる。 (揚水量が極少、ないし塩味が強く飲料 には不可)
	60 以上	砂岩等、固結度の高い塊状の地層	空隙が極めて少なく、水量不足が想定さ れる。(破砕帯内に位置する場合は除く)
C	10-15	シルト優勢シルト砂層互層 (帯水 層)	実績ではやや困難とされるが、現地収集 資料との対比により、開発可能と判定。
	50-60	未固結-半固結の地層 (帯水層)	空隙は相対的に少なくなるが、開発の可 能性を否定できない。
B	15-17.5	砂分優勢シルト砂層互層 (帯水層)	細粒分の含有率が高いことが想定される ため、A 評価ではなく、B 評価とした。
	40-50	やや固結した砂層ないし礫率の高い 砂層 (帯水層)	空隙が若干少なくなる可能性があるた め、A 評価ではなく、B 評価とした。
A	17.5-40	砂質土主体層 (帯水層)	今までの実績より、開発に適していると 評価される区分。

*1) 開発の可能性 : A : 高い B : 中位 C : 低い~中位 D : 困難

*2) 想定地下水位より浅部に位置する層相については、いかなる数値でも井戸開発に対する評価を行わない

DRD の掘削実績より、プロジェクト地域内における有望な帯水層は 15-40 ohm-m の比抵抗範囲を示すと考えられている。しかしながら、相対的に低い比抵抗値の箇所では(上記の表のうち 15-17.5 ohm-m を指す)、細粒分の混在する割合が高くなり、帯水層能力が小さくなることが想定される。このことから、この範囲を分離し評価基準を細分化した。

上記の基準に従い評価した結果、15 村落について”D: 開発が困難 ”と判定された。なお、このうち 4 村落及び村落予備調査(踏査)で除外した 1 村落については物理探査結果以外の要因(「3.1.2(2)調査対象村落」参照)から D-1 (低い - 困難)に区分し、対象村落とし、最終的な対象村落を 110 - 15+4+1 =100 村落とした。

(5) 水質

1) 調査目的

現在、対象村落で飲料水として使用されている既存水源の安全性および周辺地域における水質の把握を目的として、対象 120 村落にて現場簡易水質測定を実施した。本調査では既存水源の中でも本事業での掘削対象となる深井戸に注目し調査を行った。また、この試験結果から調査団が分析室での水質分析が必要と判断したものについては、別途詳細な分析を行った。

2) 調査方法

調査団が村落調査にて訪問した際に、村落で現在使用されている水源から水質試料を採取し、ポータブル水質計および比色法を用いて簡易分析を行った。なお、村落内に水源が無いため、近隣の村落で水汲みを行っている場合や近隣の村落で使用されている深井戸等も周辺状況の把握するために測定の対象とした。分析項目は、pH、EC、水温といった一般的な項目、大腸菌群や既往報告書(中央乾燥地村落給水計画準備調査報告書(2011年)、中央乾燥地村落給水給水技術プロジェクト事業完了報告書(2009年))において存在が確認されたマンガン、フッ素、硝酸および亜硝酸態窒素、鉄の計 9 項目とした。

現地における水質の簡易測定は、掘抜き井戸、浅井戸、深井戸、ため池等の計 185 箇所(ザガイン地域: 91 箇所、マンダレー地域: 54 箇所、マグウェー地域: 40 箇所)の既存水源で実施し、実施した多くの村落で飲料水として使用できる公共水源が 1~2 個程度存在しており、場合によっては個人で浅井戸を掘削・所有しているケースも確認された。簡易水質測定を行った既存水源数を図 2.2.16 に示す。

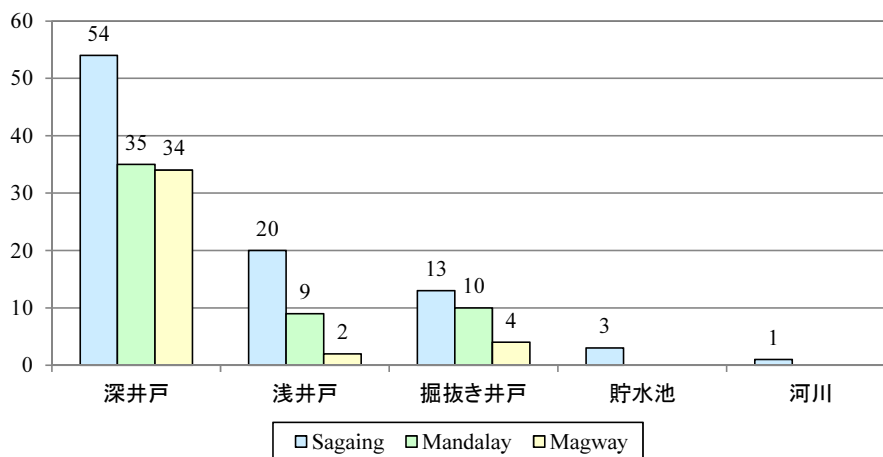


図 2.2.16 水質の現地簡易測定の対象となった既存水源数

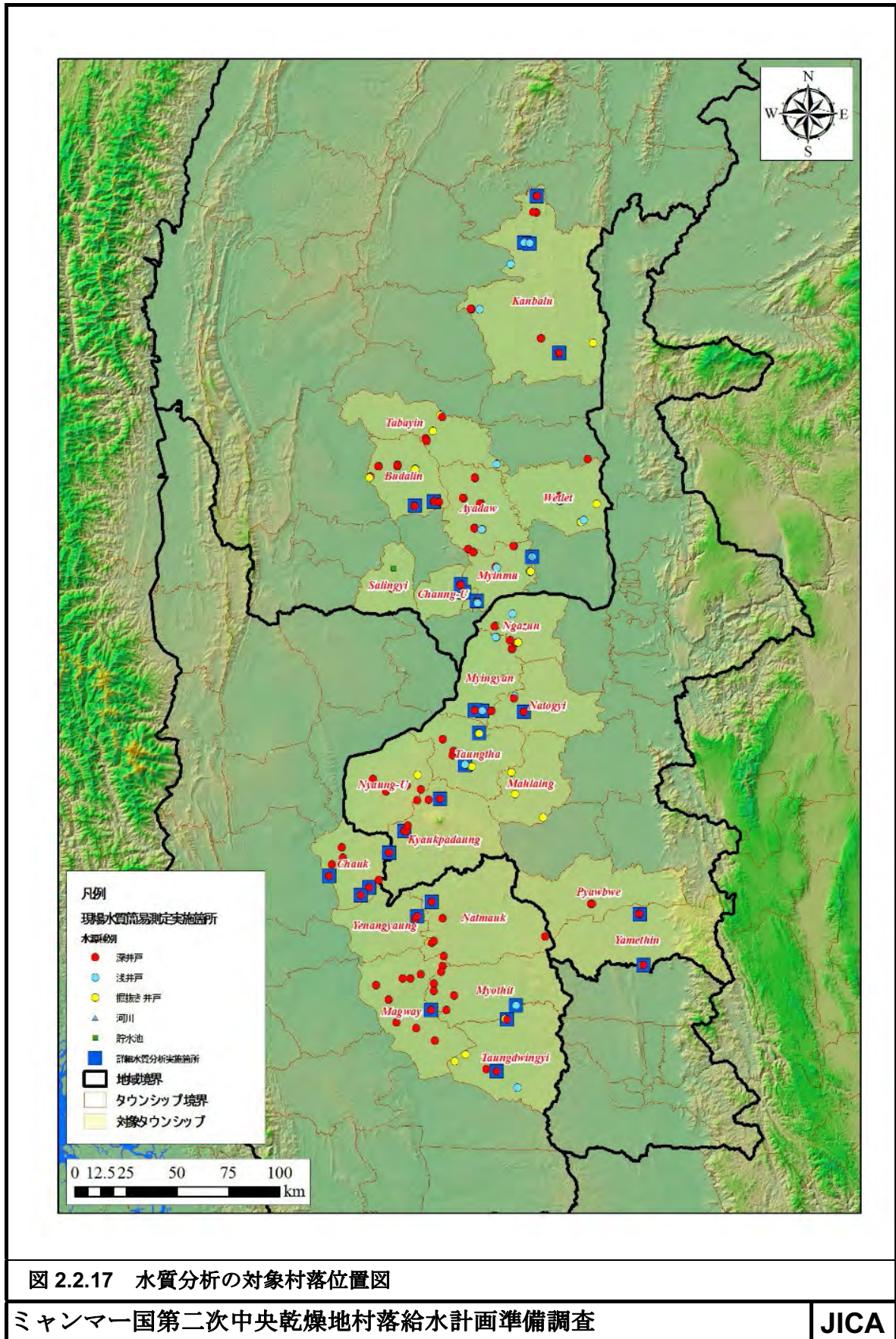
簡易水質測定の結果から健康影響リスクが高いと考えられ、調査団が詳細水質分析が必要と判断した水源は各地域から 10 試料ずつの計 30 試料となった。なお、詳細分析の対象は基本的に深井戸としたが、既に飲料水として利用されていることから、住民への健康被害も考慮し、表流水や浅井戸も対象とした。詳細分析項目は表 2.2.9 に示した 33 項目に設定し、分析の対象とした村落リストおよび位置図を表 2.2.10、図 2.2.17 に示す。

表 2.2.9 詳細水質分析項目

分類	数量	分析項目
一般性状	10 項目	現地測定：水温、酸化還元電位（ORP） 糞便性大腸菌群、大腸菌群数、pH、濁度、電気伝導度（EC）、硬度、総溶解固形物（TDS）、総アルカリ度
金属	14 項目	鉄、銅、鉛、亜鉛、マグネシウム、カルシウム、カリウム、ナトリウム、アルミニウム、カドミウム、クロム、マンガン、ニッケル、水銀
非金属	9 項目	ヒ素、フッ素、ホウ素、塩化物イオン、重炭酸、硝酸、亜硝酸、硫酸、リン酸

表 2.2.10 詳細水質分析の対象村落一覧

地域	タウンシップ	村落	ID No.	水源種別
ザガイン	Budalin	Yonedaw	SA2-01	Deep Well
		Mhonehtoo	SA2-05	Deep Well
	Chaungoo	Thanbinkan	SA2-07	Deep Well
		Natyaygan	SA2-08	Deep Well
	Myinmu	Kalarpyan	SA2-18	Deep Well
		Magyidaw	SA2-23	River Water
	Kanbalu	Koetaungboh(Kyunkone)	SA2-26	Deep Well
		Inngoteto	SA2-27	Deep Well
		Nyuangkanthar	SA2-30	Deep Well
		Myaymon	SA2-31	Deep Well
マンダレー	Myingyan	Chaysay	MA2-04	Deep Well
		Kuywar	MA2-06	Deep Well
	Natogyi	Nyaunggone	MA2-15	Deep Well
	Taungtha	Chaungnar	MA2-16	Dug Well
		Tharyarmaing	MA2-21	Shallow Well
	Yamethin	Oakpo	MA2-22	Deep Well
		Kangyi	MA2-23	Deep Well
	Nyaungoo	Setsetyo	MA2-28	Deep Well
		Kyaukpadaung	Aleywar-2	MA2-36
	Lelgyi(Ma)		MA2-38	Deep Well
マグウェー	Chauk	Kanyaygyi	MG2-10	Deep Well
		Myaysoon(Ywarhit)	MG2-11	Deep Well
		Zeebwar	MG2-12	Deep Well
		Winkabar	MG2-15	Deep Well
	Yenangyaung	Legyinyo	MG2-19	Deep Well
	Myothit	Htanaungkwin	MG2-25	Irrigation Canal
		Manawtgone	MG2-26	River Water
	Natmauk	Ywartharlay	MG2-32	Tube Well
	Taungdwingyi	Kokkohla	MG2-36	Tube Well
		Kangyigone	MG2-37	Tube Well



3) 調査結果

調査団実施の現地簡易水質測定

簡易水質測定結果の概要を表 2.2.11、各項目の深度別における分布を図 2.2.18 および図 2.2.19 に示す。なお、個別の測定結果は巻末の資料 5.3.1 現場簡易水質測定結果に整理した。

表 2.2.11 現地簡易水質測定結果概要

地域	水源種別	数量 ^{注1}	ミャンマー国の水質基準値を超過した数量							
			pH	EC ^{注2}	Mn	Fe	F	NO ₃	NO ₂	大腸菌群
ザガイン	深井戸	54	2	8		1	6	2		-
	浅井戸	20		1			4	1		2
	掘抜き井戸	13		1			2	1		6
	貯水池	3	3				1			1
	河川	1	1							
マンダレー	深井戸	35	6	11	2	6	5	2	1	-
	浅井戸	9		3			3	2		3
	掘抜き井戸	10		3			2			6
マグウェー	深井戸	34	4	5	1	6	3			-
	浅井戸	2								
	掘抜き井戸	4								1
合計 ^{注3}		185	16	31	3	13	26	8	1	18

注1: 住民への聞き取り調査では、掘削深度が不明な箇所もあったため、一部の項目は図 2.2.17 と整合しない。

注2: EC は NDWQS 基準値が定められていないため、EU 指令値 (the Drinking Water Directive (DWD), Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption) より 2,500 μ S/m を超過したもの。

注3: 水質基準値を超過した数量は、複数項目の重複を含む。

簡易水質測定の結果から、NDWQS の基準を満たした水源数は深井戸 65 箇所、浅井戸 18 箇所、掘抜き井戸 9 箇所の計 92 箇所 (49.7%) であった。基準値を超過した項目としては EC、フッ素、大腸菌群の順に多かった。

EC は塩味を評価する指標の一つとして知られており、EU 指令値 (2,500 μ S/cm) を超過した多くの村落において住民が塩味を感じつつもやむなく使用している状態であった。各地域において浅井戸および掘抜き井戸の浅層の地下水、100m~250m の深井戸で超過するものが多く、最大で 34,800 μ S/cm の水源も確認された (日本の水道水で約 100~200 μ S/cm、海水で約 50,000 μ S/cm 程度)。

鉄、マンガンにおいてはマンダレーおよびマグウェーの 200m 以深の深井戸で基準値を超過が確認され、最大で基準値の 10 倍程度のものである。基準値を大きく超過する水源については、住民も味やにおいの観点から飲用していないという回答を得られているが、基準値近傍の水源では不快感はあるものの、他に飲用可能な水源が確保できないことからやむを得ず日常的に使用されている。

また既往報告書 (中央乾燥地村落給水計画準備調査報告書 (2011 年)) でも記載があるよ

うに、今回の調査対象地域においても、フッ素や硝酸等で基準値の超過が確認され、地域住民がそれを知らずに飲用しているケースが見られた。現状の DRD における既往施設への水質分析は住民からの要望により実施している。住民からの要望が挙がるのは味、におい、色等から飲用が難しいと感じた場合がほとんどであり、当然ながら地域住民は水質に関する専門知識を持ち合わせていないため、フッ素や硝酸等の住民への直接的な不快感につながらない項目が含まれていても、分析の要望が挙がってきていないことが考えられる。

DRD に確認した結果では、これまでに既存水源を利用して、村落レベルでヒ素やフッ素等に起因する症状が問題となった事例は DRD へ報告されていない。しかし、仮にヒ素やフッ素濃度が基準値を超過している場合、そうした水源を長期に亘って日常的に利用すれば、将来村落内の住民が水因性の疾患を発症する可能性も懸念される。特に抵抗性の低い乳幼児に影響は大きい。よって、今後は DRD による水質分析および継続的なモニタリングに基づいた地域住民への飲用の可否、飲用方法の周知をするとともに、T/S 職員への水質分析結果の共有を進めていく必要がある。



※グラフの簡略化のため、検出可能範囲以下は除外した

図 2.2.18 各深度における現地簡易水質測定結果-1



※グラフの簡略化のため、検出可能範囲以下は除外した

図 2.2.19 各深度における現地簡易水質測定結果-2

詳細水質分析

表 2.2.10 で示した対象村落の既存水源において、分析室での詳細な水質分析を行った。複数の深井戸において糞便性および一般大腸菌が検出されたが、一般的に深井戸で検出されることは少ない。検出された原因としては、井戸施設の施工不良による浅層地下水の混入、井戸施設の構造上、直接採水ができなかったため、地上のタンクから採水したこと等が挙げられる。これらの大腸菌群については加熱処理することで健康影響リスクを軽減できることから、生水での飲用を控えることを住民に対して周知する必要があるが、これらの水源を使用している対象地域の住民から重篤な水因性の疾患が DRD に報告されていないことから、こういった対応を住民が理解している、もしくはある程度耐性ができていることが考えられる。

マンダレー、マグウェーの水源において、濁度の基準値（5 NTU）を超過するものが多く見られるが、これらの井戸の特徴としては比較的揚水量が少ない（5 m³/hour 以下）。揚水量が少ない原因としてスクリーンの目詰まりや元々の地下水ポテンシャルが低いこと等が考えられるが、井戸の洗浄や掘削時における適切な揚水試験により帯水層評価を行うことで一部の井戸は改善可能であり、実際に DRD や他ドナーの援助、VWC による井戸洗浄や修繕により揚水量が回復している村落も見られる。帯水層評価については、本事業を通じて揚水試験機材の調達や適切な手法の習得によって、今後掘削される井戸の健全性向上を期待する。

金属（溶存無機物質）イオンに関しては、懸念されていた重金属は詳細水質分析の対象村落内の既存水源から検出されていない。また、現状では本事業の対象村落の近傍には工場や鉱山等の汚染源は分布していないことから、周辺の既存水源および新規掘削される井戸についても重金属による水質汚染の可能性は低いと考えられる。一方で、カルシウム、ナトリウム、マンガンで基準値を超過する水源が確認されており、現地簡易水質測定結果では鉄も基準値を超過していた。これらの項目は主に自然（地質）由来のものと考えられるが、本調査内では明確な根拠となるような結果は得られていない。これらの項目は味および臭気の面から飲用の受容性を判断する材料の一つとなり、Mhonehtoo 村（SA2-05）や Ywartharlay 村（MG2-32）のように高濃度で検出される場合、住民自身が飲用に不適であると判断する可能性が高い。これは塩化物イオンおよび硫酸イオンでも同様であり、実際に高濃度が検出されている Mhonehtoo 村では飲用できないという聞き取り結果も得られている。ただし、受容性の判断は地域住民の日常的な飲用による慣れや乾季の水不足等からやむなく飲用することが考えられるため、新規掘削時および継続的なモニタリングにより DRD から井戸の水質に関する注意点などを住民に周知することが望ましい。NDWQS を超過した項目のうち、WHO ガイドライン値が設定されていないものについて味、におい等の観点から一般的に飲用受容可能な閾値を表 2.2.12 に示す。

また、本調査では人体へ有害物質であるヒ素、フッ素およびホウ素は、対象村落で基準値以上は検出されていないが、既往調査や DRD の既存分析結果から基準値と同等もしくは超過する水源が対象 3 地域内でも散見されることから、今後も継続して分析を行っていく必要

がある。

個別の詳細水質分析結果を表 2.2.13 に、簡易水質測定結果と詳細水質分析の結果を比較したものを表 2.2.14 に示す。なお、簡易水質測定結果と詳細水質分析結果を比較した場合、鉄、フッ素、硝酸において、詳細水質分析の方が低くなる傾向が見られる。

表 2.2.12 飲用の受容閾値と基準値との比較

項目	WHO ガイドラインにおける 飲用の受容閾値	WHO ガイドライン値	NDWQS 基準値
鉄 (Fe)	0.3 mg/L	設定無し	1.0 mg/L
カルシウム (Ca)	100 – 300 mg/L (結合する陰イオンにもよる)	設定無し	200 mg/L
ナトリウム (Na)	200 mg/L	設定無し	200 mg/L
マンガン (Mn)	0.1 mg/L	設定無し	0.4 mg/L
塩化物イオン (Cl)	250 mg/L	設定無し	250 mg/L
硫酸イオン (SO ₄)	250 mg/L (結合する陽イオンにもよる)	設定無し	250 mg/L

表 2.2.13 詳細水質分析結果

Sr.	ID	Village	Water Source Type	一般性状										金属													非金属										
				水温	ORP	糞便性大腸菌群	大腸菌群数	pH	濁度	EC* ¹	硬度	TDS	アルカリ度	Fe	Cu	Pb	Zn	Mg	Ca	K	Na	Al	Cd	Cr	Mn	Ni	Hg	As	F	B	Cl	HCO3	NO3-N* ²	NO2-N* ²	SO4	PO4	
National Drinking Water Quality Standards				-	-	0	3	6.5-8.5	5	2,500	500	1,000	-	1.0	2.0	0.01	3.0	150	200	-	200	0.2	0.003	0.05	0.4	0.07	0.001	0.05	1.5	2.4	250	0.007	11	0.9	250	-	
1	SA 2-01	Yonedaw	Deep well	31.7	82	0	0	7.5	2	1,203	84	601	624	ND	ND	ND	ND	ND	28.06	0.91	262.86	0.01	0.0000	ND	ND	ND	ND	ND	0.3	0.12	16.0	ND	1.21	<0.01	51	ND	
2	SA 2-05	Mhonehtoo	Deep well	31.8	103	0	122	7.2	3	6,290	320	3,150	450	0.140	ND	ND	ND	ND	128.26	5.33	1617.00	<0.01	0.0003	ND	ND	ND	ND	ND	0.4	0.62	420.0	ND	ND	<0.01	2,140	ND	
3	SA 2-07	Thanbinkan	Deep well	35.0	96	0	0	6.9	2	1,203	288	602	536	ND	ND	ND	0.007	ND	128.26	3.82	186.66	<0.01	ND	ND	ND	0.025	ND	ND	0.5	0.11	61.0	ND	0.45	<0.01	65	ND	
4	SA 2-08	Natyaygan	Deep well	35.6	104	0	0	7.6	3	2,730	280	1,365	988	0.090	ND	ND	0.009	ND	112.22	4.63	529.00	<0.01	ND	ND	ND	0.02	ND	ND	0.3	0.16	202.0	ND	0.32	<0.01	178	ND	
5	SA 2-18	Kalarpyan	Deep well	33.0	113	0	10	8.1	2	3,520	100	1,763	1,516	ND	ND	ND	0.002	ND	16.03	1.91	848.50	<0.01	0.0004	ND	ND	0.002	ND	ND	0.5	0.17	245.0	ND	ND	<0.01	256	ND	
6	SA 2-23	Magyidaw	River Water	30.0	181	0	0	7.4	2	1,525	148	763	784	ND	ND	ND	ND	ND	60.12	0.40	320.25	<0.01	ND	ND	0.3	ND	ND	ND	0.2	0.15	43.0	ND	0.25	<0.01	33	ND	
7	SA 2-26	Koetaungboh	Deep well	27.4	124	0	0	7.3	57	956	256	478	452	0.370	ND	ND	ND	26.75	76.15	0.81	110.10	<0.01	ND	ND	0.3	ND	ND	ND	0.4	0.19	64.0	ND	1.39	0.01	24	ND	
8	SA 2-27	Inngoteto	Deep well	28.2	261	0	0	7.1	5	760	230	380	88	ND	ND	ND	ND	17.02	68.14	3.23	48.04	0.02	ND	ND	0.4	ND	ND	ND	0.3	0.21	194.0	ND	1.14	<0.01	19	ND	
9	SA 2-30	Nyuaungkantha	Deep well	28.4	210	0	0	7.6	3	1,210	400	605	444	ND	0.004	ND	ND	12.16	212.42	1.41	85.05	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.3	0.17	178.0	ND	1.40	<0.01	47	ND	
10	SA 2-31	Myaymon	Deep well	28.6	19	0	0	7.8	3	1,691	328	845	712	ND	ND	ND	ND	7.3	220.44	1.51	660.50	<0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.4	0.09	39.0	ND	0.83	<0.01	64	ND	
11	MA2-04	Chaysay	Deep well	31.0	177	0	80	7.9	2	3,740	90	1,872	1,580	0.012	ND	ND	ND	ND	12.02	0.50	0.50	<0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.3	0.22	156.0	ND	0.32	<0.01	300	ND	
12	MA2-06	Kuywar	Deep well	31.6	38	0	0	8.5	2	1,949	40	974	260	0.037	ND	ND	ND	ND	ND	1.31	345.25	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.2	0.34	85.0	24	0.76	<0.01	620	ND	
13	MA2-15	Nyaunggone	Deep well	31.1	200	0	14	8.2	22	2,930	120	1,467	1,296	ND	0.014	ND	ND	9.73	20.04	1.61	690.50	<0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.1	0.26	75.0	ND	9.47	<0.01	490	ND	
14	MA 2-16	Chaungnar	Dug Well	31.7	146	0	3	8.0	35	1,497	168	749	536	ND	ND	ND	ND	17.02	36.07	0.50	260.20	<0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.8	0.32	41.0	ND	0.32	<0.01	248	ND	
15	MA 2-21	Tharyamyine	Deep well	30.6	223	0	0	7.7	2	2,470	488	1,235	752	ND	ND	ND	ND	41.34	80.16	1.82	340.25	<0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.3	0.17	134.0	ND	0.38	<0.01	192	ND	
16	MA 2-22	Oakpo	Deep well	32.0	97	0	0	7.5	3	623	150	311	324	0.128	ND	ND	0.135	5.64	65.12	2.23	55.05	0.01	ND	ND	ND	0.033	ND	ND	0.3	0.03	113.0	ND	0.38	<0.01	21	ND	
17	MA 2-23	Kangyi	Deep well	30.7	129	0	0	8.4	2	1,918	36	959	688	0.069	ND	ND	0.001	2.05	5.07	1.11	430.00	0.01	ND	ND	ND	0.041	ND	ND	0.3	0.03	23.3	ND	0.38	<0.01	120	ND	
18	MA2-28	Setsetyo	Deep well	32.5	101	0	17	6.5	72	1,620	396	810	316	0.987	ND	ND	0.159	29.43	108.62	5.12	186.65	0.01	ND	ND	1.2	ND	ND	ND	0.8	0.08	144.0	ND	0.76	<0.01	170	ND	
19	MA2-36	Aleywar	Deep well	33.5	21	0	0	5.9	48	1,286	328	643	204	0.564	ND	ND	0.219	30.16	78.56	4.72	132.65	0.03	ND	ND	0.9	ND	ND	ND	0.6	0.12	81.0	ND	0.32	<0.01	148	ND	
20	MA2-38	Laigy	Deep well	31.0	137	0	100	6.9	116	1,096	392	548	436	0.417	ND	ND	0.231	37.7	103.41	8.43	108.05	<0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.3	0.03	94.0	ND	0.38	<0.01	112	ND	
21	MG2-10	Kanyaygyi	Deep well	29.5	51	0	10	7.1	15	985	320	492	376	0.537	ND	ND	0.029	19.46	94.19	4.32	108.05	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.4	ND	20.5	ND	0.38	<0.01	31	ND	
22	MG2-11	Myaysioon	Deep well	32.0	15	0	0	6.9	19	1,066	264	534	376	0.843	ND	ND	0.007	22.37	63.73	4.02	147.35	0.02	ND	ND	ND	0.012	ND	ND	0.6	0.05	82.0	ND	1.40	<0.01	77	ND	
23	MG2-12	Zoebwar	Deep well	32.0	120	6	10	7.1	2	1,336	176	668	608	0.019	ND	ND	0.583	18.24	39.68	3.13	260.35	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.1	0.03	113.0	ND	0.51	<0.01	45	ND	
24	MG2-15	Winkabar	Deep well	31.0	24	0	0	7.8	5	670	62	335	316	0.053	ND	ND	0.002	3.08	18.61	1.21	140.05	0.01	ND	ND	ND	0.038	ND	ND	0.2	ND	44.0	ND	1.46	0.07	25	ND	
25	MG2-19	Legyinyo	Deep well	32.4	10	0	0	6.6	60	1,445	312	722	452	0.280	ND	ND	0.412	14.88	108.25	4.75	4.75	0.02	ND	ND	0.3	0.042	ND	ND	0.1	ND	144.0	ND	0.25	<0.01	62	ND	
26	MG2-25	Htanaungkwin	Ir. Channel	32.2	141	15	15	7.5	122	861	260	431	420	0.082	ND	ND	0.002	22.07	73.57	3.24	85.05	0.01	ND	ND	ND	0.057	ND	ND	0.1	0.08	2.9	ND	0.32	<0.01	61	ND	
27	MG2-26	Manawtgone	River Water	28.2	17	17	30	8.3	86	786	150	393	372	0.148	ND	ND	ND	5.64	50.74	3.14	125.05	0.01	ND	ND	ND	0.044	ND	ND	0.2	0.09	9.6	ND	ND	<0.01	57	ND	
28	MG2-32	Ywartharlay	Deep well	29.6	39	13	20	5.8	570	4,190	990	2,100	136	0.082	ND	ND	0.470	71.84	279.08	9.81	490.25	0.05	ND	ND	25.1	0.038	ND	ND	0.8	0.26	18.2	ND	ND	<0.01	590	ND	
29	MG2-36	Kokkohla	Deep well	29.0	180	Numerous	Numerous	7.2	3	1,322	200	661	700	0.091	ND	ND	0.013	12.32	61.74	0.71	245.15	<0.01	ND	ND	ND	0.041	ND	ND	0.3	0.03	2.9	ND	0.38	<0.01	56	ND	
30	MG2-37	Kangyigone	Deep well	29.5	183	0	0	7.1	3	1,085	160	542	552	0.049	ND	ND	0.006	2.57	61.74	0.51	215.10	<0.01	ND	ND	ND	0.041	ND	ND	0.4	ND	13.6	ND	0.45	<0.01	32	ND	
Quantity of Excess Standards Value				-	-	5	12	2	12	6	1	7	-	0	0	0	0	0	3	-	15	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	6	0

*1: EC値はNDWQSに基準値の設定が無いため、EU指令値を適用

*2: 硝酸態窒素および亜硝酸態窒素はNDWQSに基準値の設定が無いため、WHOガイドライン値を適用

注記: 表中の赤字は基準値を超過したもの

ND: No Detectable (検出範囲以下)

表 2.2.14 簡易水質測定と詳細水質分析結果の比較

ID No	村落	水源種別	pH		EC* ¹		マンガン		鉄		フッ素		硝酸態窒素* ²		亜硝酸態窒素* ²		大腸菌群数	
			-		µS/cm		mg/L		mg/L		mg/L		mg/L		mg/L		0	
			6.5 - 8.5		2,500		0.4		1.0		1.5		11		0.9		0	
			簡易	詳細	簡易	詳細	簡易	詳細	簡易	詳細	簡易	詳細	簡易	詳細	簡易	詳細	簡易	詳細
SA 2-01	Yonedaw	Deep well	7.95	7.5	1,230	1,203	<0.02	ND	<0.2	ND	1.5	0.3	5.0	1.21	<0.005	<0.01		0
SA 2-05	Mhonehtoo	Deep well	7.91	7.2	628	6,290	<0.02	ND	<0.2	0.140	0.6	0.4	<0.02	ND	<0.005	<0.01		122
SA 2-07	Thanbinkan	Deep well	8.68	6.9	1,224	1,203	<0.02	ND	<0.2	ND	0.8	0.5	2.0	0.45	<0.005	<0.01		0
SA 2-08	Natyaygan	Deep well	7.81	7.6	2,820	2,730	<0.02	ND	<0.2	0.090	0.8	0.3	<0.02	0.32	<0.005	<0.01		0
SA 2-18	Kalarpyan	Deep well	8.24	8.1	3,600	3,520	<0.02	ND	<0.2	ND	1.5	0.5	<0.02	ND	<0.005	<0.01		10
SA 2-23	Magyidaw	River Water	8.66	7.4	474	1,525		0.3	<0.2	ND	0.2	0.2	<0.02	0.25	<0.005	<0.01		0
SA 2-26	Koetaungboh	Deep well	7.60	7.3	1,113	956	0.01	0.3	<0.2	0.370	0.2	0.4	<0.02	1.39	<0.005	0.01		0
SA 2-27	Inngoteto	Deep well	7.30	7.1	796	760	<0.02	0.4	0.2	ND	0.2	0.3	10<	1.14	<0.005	<0.01		0
SA 2-30	Nyuaungkantha	Deep well	7.50	7.6	1,905	1,210	<0.02	ND	<0.2	ND	0	0.3	10.0	1.40	<0.005	<0.01		0
SA 2-31	Myaymon	Deep well	8.10	7.8	3,210	1,691	<0.02	ND	<0.2	ND	1.5	0.4	10<	0.83	<0.005	<0.01		0
MA2-04	Chaysay	Deep well	8.06	7.9	2,880	3,740	<1	ND	0.2	0.012	0	0.3	<0.02	0.32	<0.005	<0.01		80
MA2-06	Kuywar	Deep well	8.69	8.5	2,450	1,949	<1	ND	<0.2	0.037	2.0	0.2	0.5	0.76	0.05	<0.01		0
MA2-15	Nyaunggone	Deep well	8.48	8.2	2,800	2,930	<0.02	ND	<0.2	ND	1.5	0.1	0.2	9.47	<0.005	<0.01		14
MA 2-16	Chaungnar	Dug Well	8.16	8.0	2,030	1,497	<0.02	ND	<0.2	ND	3-8	0.8	2-5	0.32	<0.005	<0.01	Too much	3
MA 2-21	Tharyarmyine	Deep well	8.41	7.7	4,440	2,470	<0.02	ND	<0.2	ND	1.5-3	0.3	10<	0.38	0.2~0.5	<0.01	7	0
MA 2-22	Oakpo	Deep well	8.18	7.5	635	623	<0.02	ND	<0.2	0.128	0-0.4	0.3	<0.02	0.38	<0.005	<0.01		0
MA 2-23	Kangyi	Deep well	8.51	8.4	1,983	1,918	<0.02	ND	<0.2	0.069	1.5	0.3	<0.02	0.38	<0.005	<0.01		0
MA2-28	Setsetyo	Deep well		6.5		1,620		1.2		0.987		0.8		0.76		<0.01		17
MA2-36	Aleywar	Deep well	6.00	5.9	1,343	1,286	1	0.9	3.0	0.564	0.2	0.6	<0.02	0.32	<0.005	<0.01		0
MA2-38	Laigy	Deep well	7.48	6.9	1,203	1,096	<0.02	ND	5.0	0.417	0.6	0.3		0.38	<0.005	<0.01		100
MG2-10	Kanyaygyi	Deep well	7.37	7.1	1,013	985	<1	ND	2.0	0.537	0.8	0.4	<0.02	0.38	<0.005	<0.01		10
MG2-11	Myaysioon	Deep well	7.42	6.9	1,109	1,066	<1	ND	3.0	0.843	1.2	0.6	<0.02	1.40	<0.005	<0.01		0
MG2-12	Zoebwar	Deep well	7.86	7.1	1,409	1,336	<1	ND	<0.2	0.019	2.0	0.1	0.2	0.51	<0.005	<0.01		10
MG2-15	Winkabar	Deep well	8.37	7.8	703	670	<1	ND	<0.2	0.053	0.2	0.2	0.5	1.46	0.05	0.07		0
MG2-19	Legyinyo	Deep well	6.50	6.6	2,370	1,445	<1	0.3	1.5	0.280	1.0	0.1	<0.02	0.25	<0.005	<0.01		0
MG2-25	Htanaungkwin	Ir. Channel	7.34	7.5	1,085	861	<0.02	ND	<0.2	0.082	0.1	0.1		0.32	<0.005	<0.01		15
MG2-26	Manawtgone	River Water	8.31	8.3	662	786	<0.02	ND	<0.2	0.148	0.1	0.2		ND	<0.005	<0.01		30
MG2-32	Ywartharlay	Deep well	7.29	5.8	3,840	4,190	2	25.1	1.0	0.082	0.2	0.8		ND	0.008	<0.01		20
MG2-36	Kokkohla	Deep well	8.67	7.2	1,587	1,322	<1	ND	<0.2	0.091	2.0	0.3	<0.02	0.38	<0.005	<0.01		Numerous
MG2-37	Kangyigone	Deep well	8.82	7.1	4,520	1,085	<1	ND	<0.2	0.049	3.0	0.4	<0.02	0.45	0.005	<0.01		0

*¹:EC基準値はNDWQSに記載がないため、EU指令値を適用*²:硝酸、亜硝酸については、簡易水質測定結果を詳細分析にあわせて硝酸態窒素および亜硝酸態窒素に変換。

硝酸態窒素および亜硝酸態窒素基準値はNDWQSに記載がないため、WHOガイドライン値を適用

2.2.3 対象村落の社会経済条件

(1) 調査目的と方法

社会経済調査は、調査対象 120 村落の特徴やリーダーシップの構成、経済活動や世帯レベルの社会経済状況を把握するとともに、調達資機材を利用して給水施設が整備された場合の運営維持管理の技術的、及び財政的な持続可能性を検討するために実施した。

本調査は、構造型質問票を用いて実施する村落調査と半構造型質問票を用いる世帯サンプル調査より構成される。各調査方法に関しては以下に詳述する。

1) 村落調査

村落を代表する人物（村長、VWC 委員長、教員等）から成るグループに対してインタビューを行い、村落の基本情報、経済活動の状況、村落の給水状況、既存施設の運営維持管理状況、ジェンダー問題等の情報を収集することを目的とした。

質問票に沿いながらインタビューを行う際には、調査グループに必ず女性調査員を配置して女性の参加を促せる体制を確保した。また、実際の調査時には出来るだけ男女平等に意見を聞き取ることに留意した。

2) 世帯サンプル調査

世帯サンプル調査は、経済状態の階層別（富裕、中間、貧困）に無作為にサンプルとなる世帯を村落の代表者から推薦してもらい、その世帯主、及び同居者に対して半構造型質問票を用いたインタビューを行った。調査者は、基本的に男女数名で構成され、状況に応じて質問者を変えながら回答者から自然な回答が得られるように配慮した。各村落合計で 10 世帯をサンプルとして抽出したので、調査全体のサンプル数は 1,200 サンプルとなる。また、経済階層別のサンプル数に偏りが出ないように進捗管理を行った。

(2) 調査項目

調査項目は表 2.2.15 に示すとおりである。

表 2.2.15 調査項目

調査項目	調査内容
基本情報	人口、世帯数、収入、主な収入源、収入の季節変動、水管理委員会の有無、村落内の既存組織や意思決定メカニズム、電力事情等
住民の水利用状況	現在利用している季節別の水源、季節別の水使用量、利用用途、水に関する問題点や要望、水料金、等
周辺村落の水使用状況	水料金の設定レベル、給水施設の運営・維持管理の状況、等
住民の意思	水料金支払い・積立に対する意思、給水施設の運営・維持管理に対する意思、等
水系感染症の罹患状況	下痢その他の水系感染症の罹患状況

調査項目	調査内容
ジェンダー配慮関連事項	男女別の水に関する役割の違い、村落内の意思決定への関与、男女別の水汲み負担、男女別の水に対するニーズ、等

(3) 調査結果

村落調査、及び世帯サンプル調査の結果を項目ごとに以下にまとめる。

1) 村落調査

村落調査でインタビューしたキーインフォーマントの構成を表 2.2.16 にまとめる。保健普及員は、T/S に常駐しており今回の調査には参加できなかった。また、青年部に関しては当該地域では一般的ではなく、こちらも参加が得られなかった。

表 2.2.16 タイプ別キーインフォーマント数

No.	キーインフォーマント	ザガイン	マンダレー	マグウェー	合計
1	村行政官（現役）	40	40	40	120
2	長老	284	294	268	846
3	VWC メンバー	47	42	64	153
4	教師	17	14	21	52
5	保健普及員	0	0	0	0
6	村落青年部メンバー	0	0	0	0
7	村落女性グループメンバー	35	41	32	108
8	他の政府系組織の代表（森林、農業、保健衛生等）	40	40	40	120
合計			463	465	1,399

(i) 対象村落人口と世帯数

表 2.2.17 にプロジェクト対象村落における人口、及び世帯数をまとめる。また、併せて各村落の全国電力網への接続状況を付記する。

表 2.2.17 対象村落の人口と世帯数

地域	タウンシップ	村落	プロジェクト ID	世帯数	人口			電化状況
					男性	女性	合計	
ザガイン	Budalin	Yonedaw	SA2-01	96	200	250	450	接続
		Nyaungbinthar	SA2-02	53	104	119	223	接続
		MaungHtanng	SA2-03	1,010	1,957	2,346	4,303	接続
		Kantawthar	SA2-04	110	200	250	450	未接続
		Mhonehtoo	SA2-05	50	103	101	204	未接続
		Wattuu I	SA2-06	220	420	440	860	未接続
	Chaungoo	Thann Pin Kan	SA2-07	198	457	478	935	未接続
		Nat Yay Kan	SA2-08	171	370	530	900	未接続
	Ayadaw	Sithar	SA2-09	85	142	270	412	未接続
		Oakkan	SA2-10	300	350	450	800	接続
		Waryaung	SA2-11	920	1,823	2,177	4,000	未接続
		WarTannKalay	SA2-12	100	400	600	1,000	未接続
		Yathar	SA2-13	318	374	392	766	未接続
	Salingyi	Zeepinlae	SA2-14	350	679	1,200	1,879	未接続
		Yonepinyoe	SA2-15	23	50	78	128	未接続
		MinDaw	SA2-16	280	600	500	1,100	未接続
	Myinmu	Kine	SA2-17	72	130	150	280	未接続
		Kalapyan	SA2-18	78	180	203	383	未接続

地域	タウンシップ	村落	プロジェクトID	世帯数	人口			電化状況	
					男性	女性	合計		
		H LayOoKan	SA2-19	63	287	298	585	未接続	
		Magyikan	SA2-20	253	559	589	1,148	未接続	
		Watkyia	SA2-21	153	368	380	748	未接続	
		ThaHtayKone	SA2-22	55	208	202	410	未接続	
		Magyitaw	SA2-23	39	71	90	161	未接続	
	Kanbalu	Thindaw	SA2-24	60	406	411	817	接続	
		LwinGyi	SA2-25	60	244	255	499	接続	
		Kyaunkone	SA2-26	253	529	642	1,171	接続	
		Inngoteto	SA2-27	280	614	664	1,278	未接続	
		Myayhtoo	SA2-28	180	951	893	1,844	接続	
		Khnowntar	SA2-29	104	429	575	1,004	未接続	
		Nyaungkanthar	SA2-30	123	262	277	539	未接続	
		Myaymon	SA2-31	415	1,166	1,361	2,527	未接続	
		Layytwinzin	SA2-32	150	345	369	714	未接続	
	Chaungchar	SA2-33	102	267	246	513	未接続		
	Dabayin	Minyogone	SA2-34	79	200	245	445	未接続	
		Shandaw	SA2-35	70	201	214	415	未接続	
		Kyuntaw	SA2-36	100	200	220	420	未接続	
	Wetlet	Palae Thwe	SA2-37	63	120	130	250	未接続	
		Poukkan	SA2-38	267	600	900	1,500	未接続	
		Shwenyaungtaw	SA2-39	70	120	150	270	未接続	
		Sabeitaw	SA2-40	57	100	150	250	未接続	
	マ ン ダ レ ー	Mahlaing	Htantawgyi	MA2-01	100	24	260	284	未接続
			Asone	MA2-02	145	295	340	635	未接続
			Khinthar	MA2-03	80	200	290	490	未接続
		Myingyan	Chaysay	MA2-04	243	631	695	1,326	未接続
			Talgyi	MA2-05	160	353	408	761	未接続
			Kuywar	MA2-06	575	1,206	1,217	2,423	接続
			Yonehto	MA2-07	147	281	422	703	接続
			Nyaung Wun	MA2-08	86	192	240	432	未接続
		Ngazon	Kone Le	MA2-09	303	747	777	1,524	未接続
			Phaung Ka Taw	MA2-10	199	650	525	1,175	未接続
			Kaungzin	MA2-11	144	411	453	864	未接続
			Ywarside	MA2-12	30	107	124	231	未接続
		Natogyi	Kyauknan	MA2-13	236	510	605	1,115	接続
			Kyaungkangyibin	MA2-14	77	201	234	435	未接続
			Nyaunggone	MA2-15	136	335	354	689	未接続
		Taungtha	Chaung Nar	MA2-16	104	223	294	517	未接続
			Chaungson	MA2-17	80	380	413	793	未接続
			Kyauk Kar Taung Kone	MA2-18	67	110	140	250	接続
Tharzi			MA2-19	183	466	522	988	未接続	
KanAye			MA2-20	94	120	180	300	未接続	
Tharyarmyaing			MA2-21	380	873	1,054	1,927	接続	
Yamethin		Oakpo	MA2-22	210	700	800	1,500	未接続	
		Kangyi	MA2-23	320	708	795	1,503	未接続	
Pyawbwe		Htanekan	MA2-24	230	500	700	1,200	未接続	
		Waryonesu	MA2-25	197	400	600	1,000	未接続	
Naungoo		Talkone	MA2-26	53	168	259	427	未接続	
		Tawbyar	MA2-27	57	120	180	300	未接続	
		Setsetyo	MA2-28	174	450	541	991	未接続	
		Kanzauk	MA2-29	243	500	650	1,150	未接続	
		Talbindel	MA2-30	101	227	285	512	未接続	
		Mongywettaaw	MA2-31	82	100	200	300	未接続	

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

地域	タウンシップ	村落	プロジェクト ID	世帯数	人口			電化状況	
					男性	女性	合計		
		PhoneKan	MA2-32	70	150	242	392	未接続	
		Nyaungpinthar	MA2-33	23	50	63	113	未接続	
		Saingkan	MA2-34	201	405	503	908	未接続	
		Byugyi	MA2-35	320	937	1,050	1,987	未接続	
	Kyaukpadaung	Aleywar	MA2-36	226	489	600	1,089	接続	
		Leigyi	MA2-37	216	600	900	1,500	未接続	
		Thayattaw	MA2-38	145	250	50	300	未接続	
		Takangan	MA2-39	185	350	650	1,000	未接続	
		Nakyatkhwai	MA2-40	1,067	1,920	4,210	6,130	接続	
	マ グ ウ エ ー	Magway	Natkan	MG2-01	310	544	700	1,244	未接続
			Thanbo	MG2-02	64	140	157	297	接続
			Nyaungpinthar	MG2-03	267	650	800	1,450	未接続
Konegyi			MG2-04	254	534	653	1,187	未接続	
Sainggya			MG2-05	416	760	1,000	1,760	未接続	
Thapyaysan (N)			MG2-06	72	105	145	250	未接続	
Shwekyaw			MG2-07	95	117	136	253	未接続	
Leikkan			MG2-08	228	510	624	1,134	未接続	
Ywarthitgyi			MG2-09	310	800	1,020	1,820	未接続	
Chauk		Kanyaygyi	MG2-10	230	586	660	1,246	未接続	
		Myaysoon	MG2-11	63	162	166	328	未接続	
		Zeenwar	MG2-12	245	500	675	1,175	接続	
		Yenpyay	MG2-13	36	60	95	155	未接続	
		Kyatesu	MG2-14	165	320	400	720	未接続	
		Winkabar	MG2-15	580	1,100	1,500	2,600	未接続	
		Kyatkan	MG2-16	116	201	277	478	未接続	
		Sudat	MG2-17	96	200	250	450	接続	
		Myaynialin	MG2-18	38	105	130	235	未接続	
Yenangyaung		Lelkyinyoe	MG2-19	297	650	850	1,500	未接続	
Myothit		Laytinesin	MG2-20	597	1,046	1,200	2,246	未接続	
		Tharmyar	MG2-21	571	1,551	1,660	3,211	未接続	
		Ayaungmyinthar	MG2-22	197	560	700	1,260	未接続	
		Ngwelay	MG2-23	340	540	370	910	未接続	
		Indaw(N)	MG2-24	203	224	266	490	未接続	
		Htanaungkwin	MG2-25	228	714	814	1,528	未接続	
		Manowtgone	MG2-26	182	368	427	795	未接続	
Natmauk		Kangyigone	MG2-27	65	150	200	350	接続	
		Htonepouthchine	MG2-28	380	900	1,150	2,050	未接続	
		Padaukgote	MG2-29	300	548	700	1,248	未接続	
		Sellel	MG2-30	360	800	1,200	2,000	未接続	
		Podaukgone	MG2-31	152	350	470	820	未接続	
		Ywartharlay	MG2-32	81	180	230	410	未接続	
		Wayonegone	MG2-33	150	330	397	727	未接続	
		Nyaunggone	MG2-34	312	700	500	1,200	未接続	
		Kyugyaung	MG2-35	90	250	300	550	未接続	
Taungdwingyi		Ko kkhohla	MG2-36	220	447	457	904	未接続	
		Kangyigone	MG2-37	235	500	600	1,100	未接続	
		Htaukkyantgwin	MG2-38	270	759	780	1,539	未接続	
		Hlebwegyi	MG2-39	190	43	500	543	未接続	
		Yayhtwetgyi	MG2-40	137	305	350	655	未接続	
合計				24,261	53,434	66,129	119,563		

対象 120 村落における全人口は 119,563 人、世帯数は 23,781 となる。全国電力網へ接続が確保されている村落は、調査時点では 19 村落であった。調査時に電力網への接続計

画があるかどうかを確認したが、村落レベルでは計画の有無は把握していないことが分かった。

表 2.2.18 に対象地域毎の人口・世帯数の傾向をまとめる。

表 2.2.18 各地域の人口・世帯数状況

	ザガイン	マンダレー	マグウェー	平均
平均人口	909	1,000	1,070	960
平均世帯数	181	185	229	198
最も多い人口	4,303 (Maughtanng)	6,130 (Nakyatkwal)	3,211 (Tharmyar)	-
最も少ない人口	128 (Yonepinyoe)	133 (Nyaungpinthar)	155 (Yenpyay)	-
最も多い世帯数	1,010 (Maughtanng)	1,067 (Nakyatkwal)	597 (Laytinesin)	-
最も少ない世帯数	23 (Yonepinyoe)	23 (Nyaungpinthar)	36 (Yenpyay)	-
平均男女比 (男：女)	1: 1.18	1: 1.32	1: 1.22	1: 1.24

注：() 内は当該村落名

対象村落には、人口が 500 人に満たない村落が 39 箇所確認できた。その内、最も人口の少ない村落は、ザガイン地域の Yonepinyoe で 128 名であった。持続的な運営維持管理には、ある程度人口が多い方が給水サービスから得られる収入が安定的に確保できるのでより良いと考えられる。給水施設の仕様やサービスレベルの決定には、十分当該村落の人口を考慮することが必要であると考えられる。

(ii) 対象村落における主要産業（収入源）

対象村落毎に村内の主要産業（収入源）についてキーインフォーマントを対象に聞き取り調査を行った。その結果、全 120 村落において農業（稲作、ピーナッツ等）が収入を得るための最も一般的な産業であった。その他の産業の状況については、畜産業（牛、羊）、日雇い労働の順で一般的であり、少数であるが小規模な小売業や繊維業（機織り）も産業として成り立っている。対象地域の主産業である農業は、未だ天水農業が一般的である為、収穫期とそれ以外の時期の収入は大きな差があるとの説明が多数あった。

各地域主要産業に関する聞き取り上位 3 位までの回答数を図 2.2.20 にまとめる。

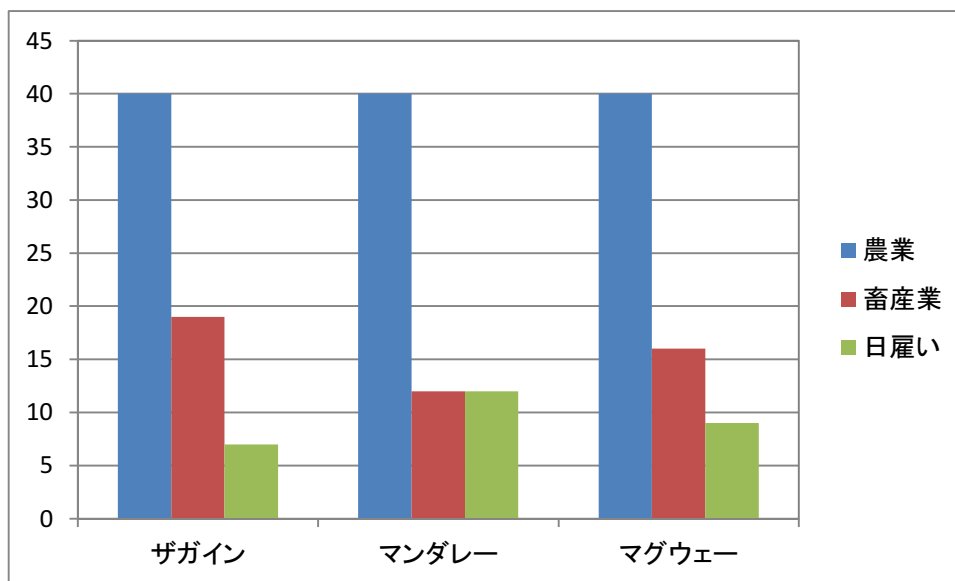


図 2.2.20 対象村落の産業（収入源）

(iii) 既存給水施設の水源と運営維持管理状況

現地調査の結果、全 120 村落において一つ以上の既存施設が利用可能であることが判明した。対象村落における既存水源数と稼働状況を表 2.2.19 に地域毎にまとめる。

表 2.2.19 対象村落の既存水源状況

給水状況	ザガイン	マンダレー	マグウエー	合計
既存給水施設数	53	58	64	175
-稼働	52	55	64	171
-非稼働	1	3	0	4
隣接村落の施設を利用している村落数	10	1	2	13

対象村落には合計 175 の給水施設が存在しており、その内 171 施設が調査時点で稼働していた。稼働していない 4 つの施設は、水源の問題（水質、水量）、運営維持管理の問題（故障、資金不足）により非稼働状態となっていることが聞き取り調査によって判明した。上の表 2.2.19 の稼働している既存給水施設の水源の種類について表 2.2.20 にまとめる。

表 2.2.20 既存給水施設の水源種類

水源の種類	ザガイン	マンダレー	マグウエー	合計
機械掘り井戸 (TW)	18	26	23	67
保護されている手掘り井戸 (PW)	16	14	10	40
共同水栓 (PT)	1	0	4	5
個人所有の井戸 (PWS)	3	0	4	7
貯水池 (P)	7	8	20	35
保護されていない手掘り井戸 (UW)	4	6	2	12
保護されていない湧水 (US)	3	1	1	5
合計	52	55	64	171

常時良質な飲料水を得られるような水源を確保している村落が多数を占めるが、バクテリア等の混入を防ぐことが難しい保護されていない水源を利用していることが確認できた。また、ごく一部であるが配管網を敷設して給水を行っている村落があるが、村内の限られた地域だけにサービスを提供しているだけであった。

これらの既存給水施設の運営維持管理組織の設立状況について調査を行ったところ、表 2.2.21 にまとめる結果を得た。

表 2.2.21 運営維持管理組織の設立状況

運営維持管理組織の状況	ザガイン	マンダレー	マグウェー	合計
村落給水委員会 (VWC)	17	22	21	60
女性メンバーのいる VWC	3	5	2	10
水基金を有している VWC	9	5	7	21
財務管理の記録を有している VWC	9	5	7	21
施設の運転を委託している VWC	14	21	19	54

対象 120 村落中、半数の 60 村落にて既に VWC が設立されている。VWC が設立されていない村落では、村の代表である村行政官（村長等）が既存施設の運営維持管理を担当していた。上述にあるように対象村落における既存給水施設の稼働状況は良好である。しかし、施設の修理や保全を円滑に実施するための水基金や運営維持管理の財務状況を把握するために必要な財務記録を有している VWC は 21 団体だけであり、総数の半分にも満たない。VWC が設立されているほとんどの村落では、給水施設の運転や保全、軽微な故障の修理をするためにオペレーターが配置されている。彼らは、VWC と有償契約を結び、その責任の範疇で活動を行っている。

(iv) 電化状況

前述したが調査対象である 120 村落中、19 村落において公共の電力網が既設であることが確認できた。それ以外の小規模な電力施設の設置状況を表 2.2.22 にまとめる。

表 2.2.22 電化状況

運営維持管理組織の状況	ザガイン	マンダレー	マグウェー	合計
公共電力網	8	7	4	19
村落所有の発電機	11	5	3	19
個人所有の発電機	5	3	2	10
家庭用太陽光発電	14	14	25	53
電力施設無し	2	12	7	21

19 村落で 20KVA 以下の小型発電機を村の行事で利用するために購入していることが確認できた。また、プロジェクト対象地域の 3 つの地域政府は、家庭内の電灯や携帯電話の充電が行える小型の太陽光発電システム（蓄電池を含む）導入を奨励しており、約半数の対象村落でシステムが普及している。一方で 21 の村落で電力施設が全く確認できなかった。

2) 世帯サンプル調査

世帯サンプル調査では、各調査対象村落の代表から世帯収入レベルの異なる 10 世帯を紹介してもらい、各世帯の給水に係る項目について半構造インタビュー形式で調査を実施した。対象村落の全世帯数は、23,781 である。今回の世帯サンプル調査では、1200 世帯が対象となり全世帯の約 5%が調査対象となっている。家計レベルは、ミャンマー政府が設定した地方部における世帯収入レベルの尺度¹を利用した。調査に協力してくれた各地域における世帯数を世帯収入レベルごとに表 2.2.23 にまとめる。

表 2.2.23 調査参加世帯数

地域	調査参加世帯数			合計
	富裕	中間	貧困	
ザガイン	167 (42%)	144 (36%)	89 (22%)	400
マンダレー	152 (38%)	169 (42%)	79 (20%)	400
マグウェー	200 (50%)	133 (33%)	67 (17%)	400
世帯収入合計 (全体割合)	519 (43%)	446 (37%)	235 (20%)	1,200

注：() 内は地域合計に対する割合

調査結果によると貧困層に属している世帯の約 70% (164 世帯) は自分の土地を保有しておらず、主に日雇いで収入を得ていることが判明した。中間層に属している世帯のほとんどが自分の土地を所有しているが、他の ASEAN 諸国の中間層の家計状況と比べれば相対的に貧しい。富裕層は、比較的大きな土地を所有していることが多く、家のつくりや所有物(車、携帯電話等)がより良いものとなっている。農業が主要産業である当該地域において世帯収入と土地の所有は、密接な関係があると推察される。

各村落は前述の世帯収入レベルの尺度を用いて世帯数を常時把握している。現地調査時に収集した世帯収入レベルごとの世帯数を表 2.2.24 に集計する。

表 2.2.24 世帯収入レベル毎の世帯数

地域	世帯収入レベル毎の世帯数			合計
	富裕	中間	貧困	
ザガイン	2,554 (35%)	3,468 (48%)	1,208 (17%)	7,230
マンダレー	2,705 (37%)	3,713 (50%)	991 (13%)	7,409
マグウェー	3,289 (36%)	4,579 (50%)	1,274 (14%)	9,142
合計 (全体割合)	8,548 (36%)	11,760 (49%)	3,473 (15%)	23,781

注：() 内は地域合計に対する割合

¹ 富裕：300,000Kyat/月以上、中間：100,000~300,000Kyat/月、貧困：100,000Kyat 以下/月

調査参加世帯数の収入レベル毎の割合と対象村落の世帯収入レベル毎の世帯数の割合を比べると相対的に中間層の割合が調査参加世帯数で少ない。しかし、大きく全体の割合と異なるわけではなく、世帯収入に関して地域毎に平均値をとった場合、ある程度全体の傾向を正確に示すと判断する。

(i) 世帯月収と給水サービスに対する支出

世帯サンプル調査にて取得した各サンプル世帯の世帯収入（月額）について地域毎に集計した結果を表 2.2.25 にまとめる。

表 2.2.25 地域毎の平均世帯収入（月額）

世帯収入（MMK）	ザガイン	マンダレー	マグウェー	平均
地域平均	178,729	181,206	166,452	175,462
最高平均額	411,500	360,000	342,500	371,333
最低平均額	86,000	91,500	73,500	83,667
富裕層平均	344,000	375,000	366,667	361,814
中間層平均	171,500	233,333	208,333	205,914
貧困層平均	85,056	83,333	75,000	81,610

今回の調査結果では全対象村落の世帯収入平均が 17.5 万 MMK である。マグウェー郡ミンクン村で実施された調査（JETRO、2014）によると村内年間世帯収入の平均は約 189 万 MMK、月平均だと 15.8 万 MMK となる。

世帯収入レベル毎の平均月収の最高額と最低額を地域別に図 2.2.21 に示した。どの世帯収入レベルでも最高額と最低額は金額で 5 倍以上の差があることが明らかになった。前述のとおり対象地域では、農業が主な産業であるが灌漑施設の整備が遅れており、年間を通じて安定的な収入を得ることは難しい。

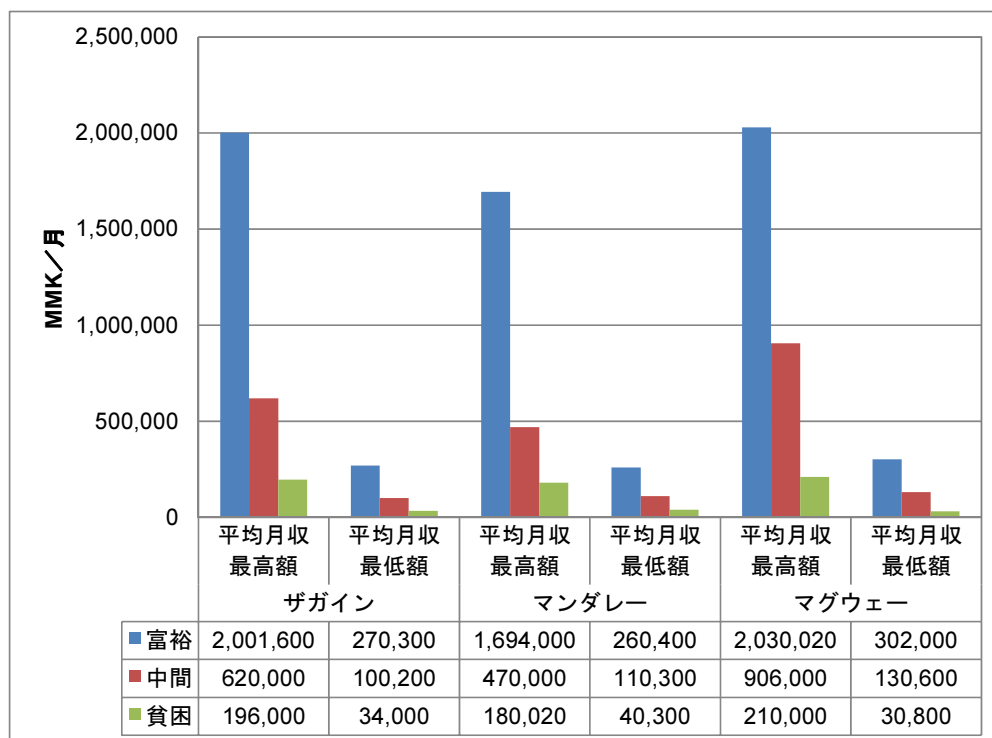


図 2.2.21 世帯収入レベル毎の平均月収最高額と最低額

ミャンマー国では、自分の土地を持たず小作人として農業を営む世帯が多くあり、彼らの収入は一般的に地主農家と比べ低いとされている。農業を主な生業とするサンプル世帯の土地所有状況を表 2.2.26 にまとめる。

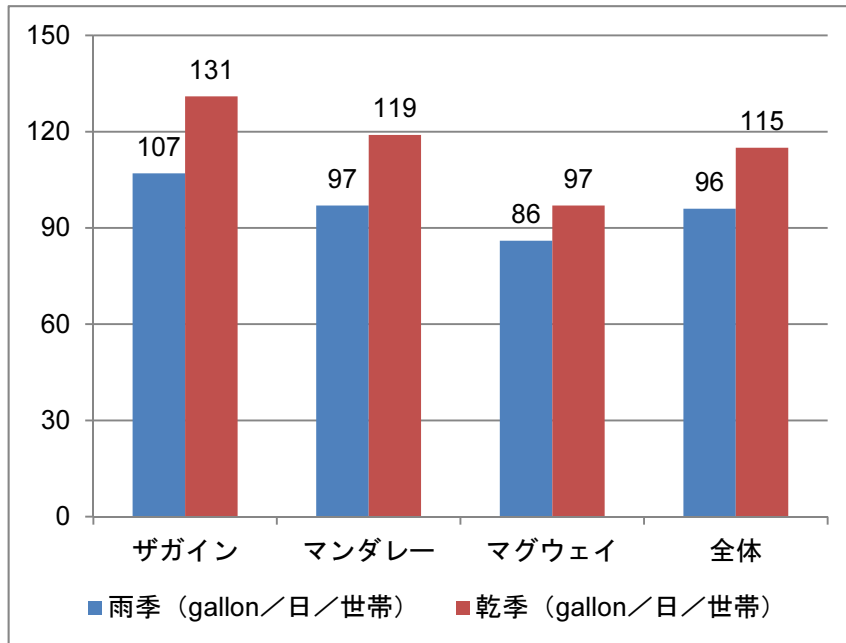
表 2.2.26 土地所有状況

農業身分	ザガイン	マンダレー	マグウェー	合計 (割合%)
地主農家	233	285	321	839 (97%)
小作人	9	3	5	17 (2%)
寄生地主	6	6	1	13 (1%)

ミャンマー国の一般的な状況とは異なり、ほとんどのサンプル世帯は自分の土地を所有する農家であった。極少数（全体の約 1%）ではあるが、自分では農業はしないが、所有している土地を小作人に貸し出している寄生地主がいることが分かった。

東南アジアの地方部では、雨季の間、屋根や雨樋から流れ落ちる雨水を集めて飲料水とすることが一般的に行われており、井戸や貯水池などの既存水源からの水利用パターンが雨季と乾季とでは異なることが多い。それ故、給水サービスへの支出状況を把握するうえで水使用量、及び支出を雨季と乾季に分けて調査した。地域毎の水使用量状況、及び支出状況を以下にまとめる。

各地域の対象村落における世帯毎の水使用量を図 2.2.22 に示す。



注：gallon=4.5 L

図 2.2.22 各地域の対象村落における世帯毎の水使用量

雨季および乾季の水資源別利用状況を分析すると全3地域において乾季に水利用量が増える傾向が顕著である。乾季と雨季の1人当たりの水利用量は、調査地域では1世帯5人家族平均であるから、1日当たり雨季で19 gallon/人/日（約85.5 L/人/日）、乾季で23 gallon/人/日（103.5 L/人/日）であった。

雨季および乾季の水資源別利用状況（表 2.2.27）では、乾季には貯水池から飲料水用の水汲みをする頻度が減少、反対に井戸（TW、PW、PWS）から汲み上げる頻度が増える。これは、乾季には貯水池の水量が減り、水質が悪化して飲料に適さなくなることが理解されていることに因るものと考えられる。飲料水以外には雨季と乾季の顕著な違いはなかった。

表 2.2.27 雨季および乾季の水資源別利用状況

水源	回答数							
	飲料水		生活用水		家畜		ガーデニング	
	雨季	乾季	雨季	乾季	雨季	乾季	雨季	乾季
機械掘り井戸 (TW)	48	66	64	68	5	5	3	3
保護されている手掘り井戸 (PW)	23	33	27	26	6	4	0	0
共同水栓 (PT)	3	4	3	3	0	0	0	0
個人所有の井戸 (PWS)	1	3	7	6	1	1	1	0
貯水池 (P)	38	25	6	6	2	1	0	0
保護されていない手掘り井戸 (UW)	11	10	10	11	4	5	1	0
保護されていない湧水 (US)	5	2	4	3	1	1	0	0

雨季および乾季の水使用量を世帯収入別に比較すると1日当たり富裕層が消費する水の量は貧困層が消費する量に比べて平均的に6~13 gallon (27~59 L) も多い。図 2.2.23 に対象地域の世帯収入レベル別水使用量の状況を示す。

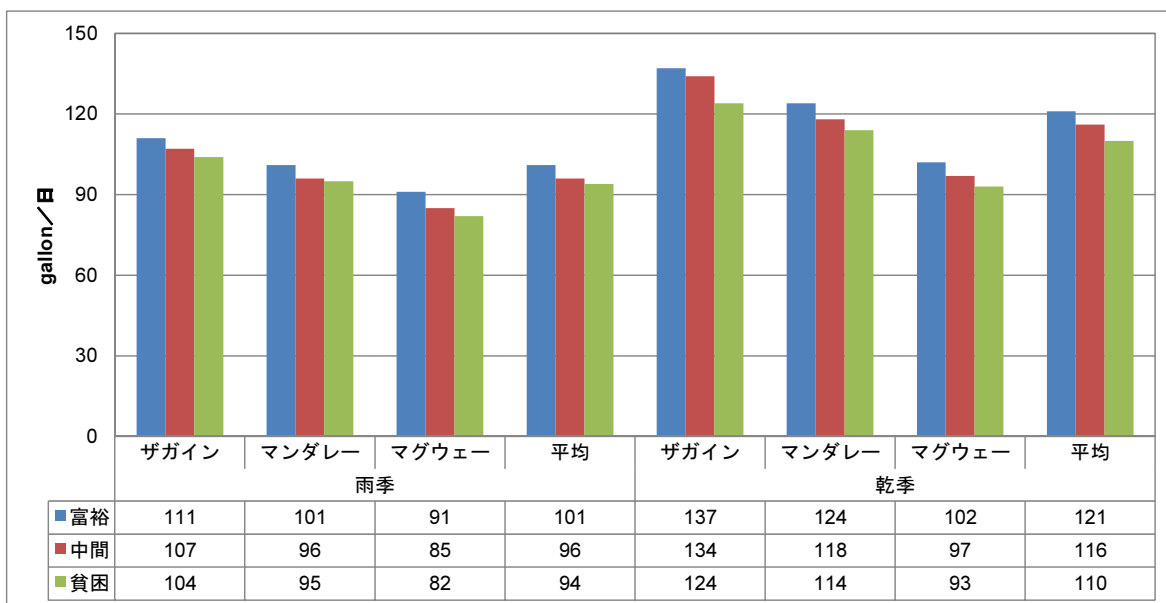


図 2.2.23 世帯収入レベル別の水使用量状況

各世帯における給水サービスへの支出状況を世帯収入レベル別に集計すると富裕層の支出額は、貧困層の支出額より10%程度多いことが分かった。また、乾季の支出額は、雨季の支出額と比較して各階層で5%程度増加する。使用量が10%程度増加するに対して支出は5%程度しか増加していない。図 2.2.24 に対象地域の世帯収入レベル別支出状況を示す。

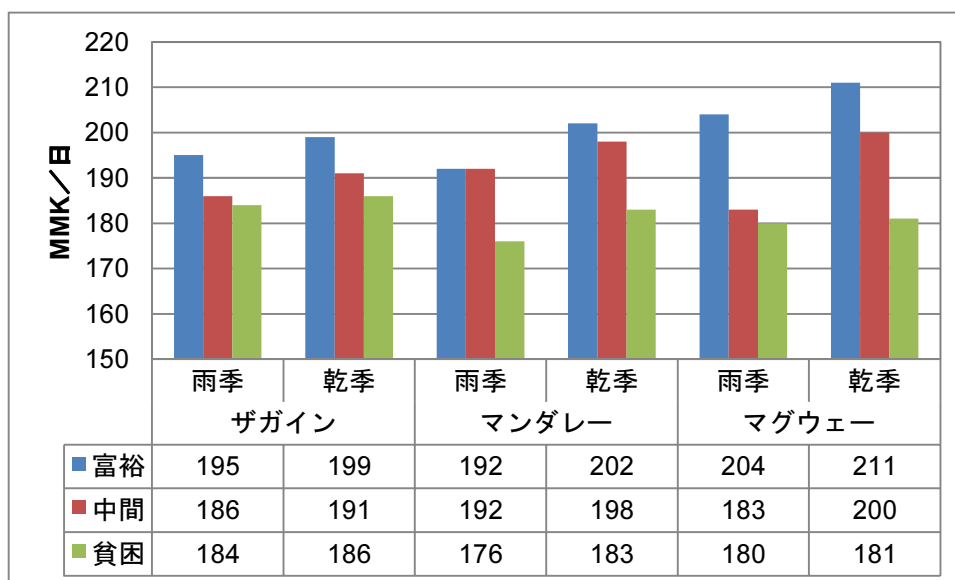


図 2.2.24 給水サービスへの世帯収入レベル別支出状況

上図で示すような支出に対して利用者である対象村落の住民がどの程度負担を感じているのか聞き取りを行った。対象地域毎の回答数集計結果を図 2.2.25 に示す。

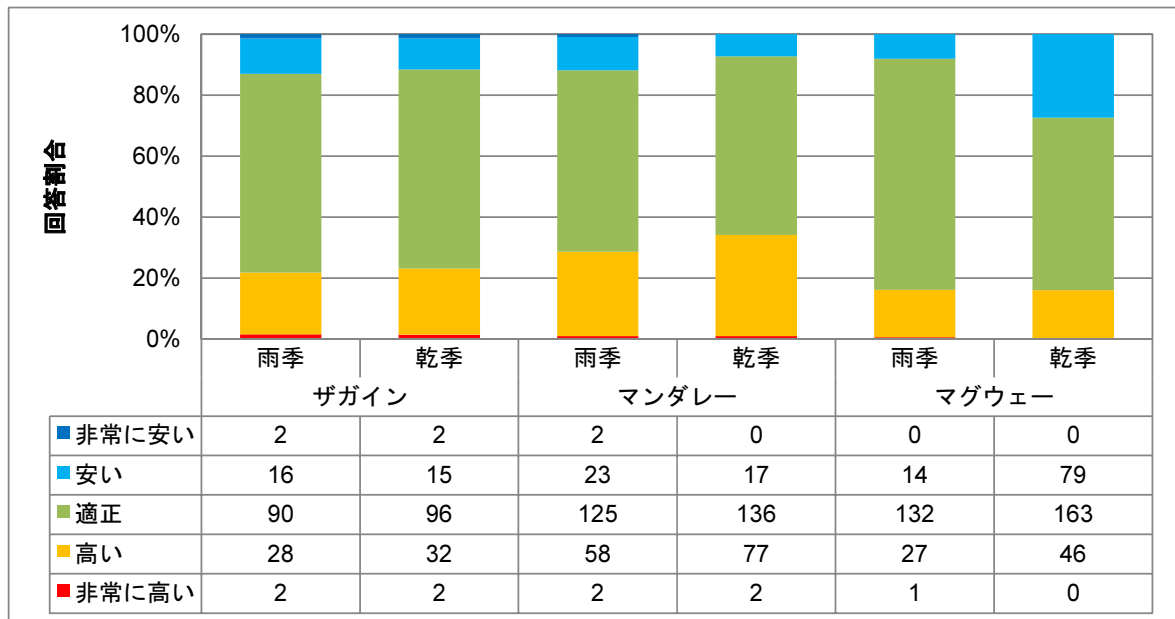


図 2.2.25 給水サービスへの支出に対する認識

回答者の7割以上が、現状の給水サービスに対する支払いを適正、安い、とても安いと感じている。全体的な傾向として給水サービスへの支出が増加する乾季における住民の負担感が増加傾向にある。支払いに負担を感じているのは、貧困層の世帯が顕著であった。下表に給水サービスへの支出を高いまたは非常に高いと回答した世帯数について世帯収入レベル別内訳を示す。

表 2.2.28 高い、及び非常に高いと回答した世帯数の世帯収入レベル別内訳

階層	ザガイン				マンダレー				マグウェー			
	高い		非常に高い		高い		非常に高い		高い		非常に高い	
	雨季	乾季	雨季	乾季	雨季	乾季	雨季	乾季	雨季	乾季	雨季	乾季
富裕	2	2	0	0	5	18	0	0	3	3	0	0
中間	6	7	1	1	15	18	0	0	6	13	0	0
貧困	20	23	1	1	38	51	2	2	18	30	1	0
合計	28	32	2	2	58	77	2	2	27	46	1	0

ミャンマーにおける一般的な雨季と乾季の期間について雨季を5月中旬から10月中旬の5か月、乾季を10月中旬から5月中旬の7か月と設定して給水サービスへの標準的な支出額（年額）を図 2.2.25 に示す。また、雨季と乾季の給水サービスへの支出額をベースに世帯収入レベル別に見積もった結果を表 2.2.29 に示す。

表 2.2.29 給水サービスへの世帯収入レベル別支出額（年額）見積もり

階層	ザガイン			マンダレー			マグウェー		
	雨季	乾季	合計	雨季	乾季	合計	雨季	乾季	合計
富裕	29,250	41,790	71,040	28,800	42,420	71,220	30,600	44,310	74,910
中間	27,900	40,110	68,010	28,800	41,580	70,380	27,450	42,000	69,450
貧困	27,600	39,060	66,660	26,400	38,430	64,830	27,000	38,010	65,010

表 2.2.25 に示す各地域の世帯収入レベル別の平均世帯収入（月額）から平均世帯収入（年額）を求め、表 2.2.29 で示す給水サービスへの支出額（年額）見積と比較して収入に対する支出の割合を算出した結果を下表に示す。

表 2.2.30 給水サービスへの世帯収入レベル別支出割合

地域	階層	平均世帯収入 (年額: MMK)	給水サービス支出 (年額: MMK)	割合 (%)
ザガイン	富裕	4,128,000	71,040	1.72
	中間	2,058,000	68,010	3.30
	貧困	1,020,674	66,660	6.53
マンダレー	富裕	4,500,000	71,220	1.58
	中間	2,800,000	70,380	2.51
	貧困	1,000,000	64,830	6.48
マグウェー	富裕	4,400,000	74,910	1.70
	中間	2,500,000	69,450	2.78
	貧困	900,000	65,010	7.22

一般的に給水サービスへの支出の目安としては世帯収入の 5%以内が望ましいと理解されており、計算結果より現在の状況において、貧困層世帯の給水サービスへの支出が世帯収入の 5%以上であり、給水サービスへの支出が家計の大きな負担になっている状況が明らかになった。

(ii) 給水サービスに対する満足度、及び支払い意思額

調査対象村落の既存給水施設においては各戸給水が普及しておらず、一般的には各世帯で使用量に応じて水汲みを行い、家まで運搬する必要である。図 2.2.27 には、世帯サンプル調査に参加してくれた家庭の主な運搬方法に関する回答数をまとめた。現況では、5 gallon（約 20 L）以下の場合、天秤棒を利用して徒歩で運搬することが最も一般的である。それ以上になると天秤棒を利用することは難しくなるため、手押し車や牛車を使ってより多くの量を運搬している。手押し車は水汲み場所までの距離が近い場合に利用され、比較的遠い場合には牛車を使っている事が多い。“その他”の運搬方法としては、水売りから購入する場合、及びお年寄り家庭で近所の住人が運んでくれるような場合が確認できた。雨季や乾季の季節の違いや世帯収入レベルの違いにより運搬方法の割合が異なるような状況は観察できなかった。

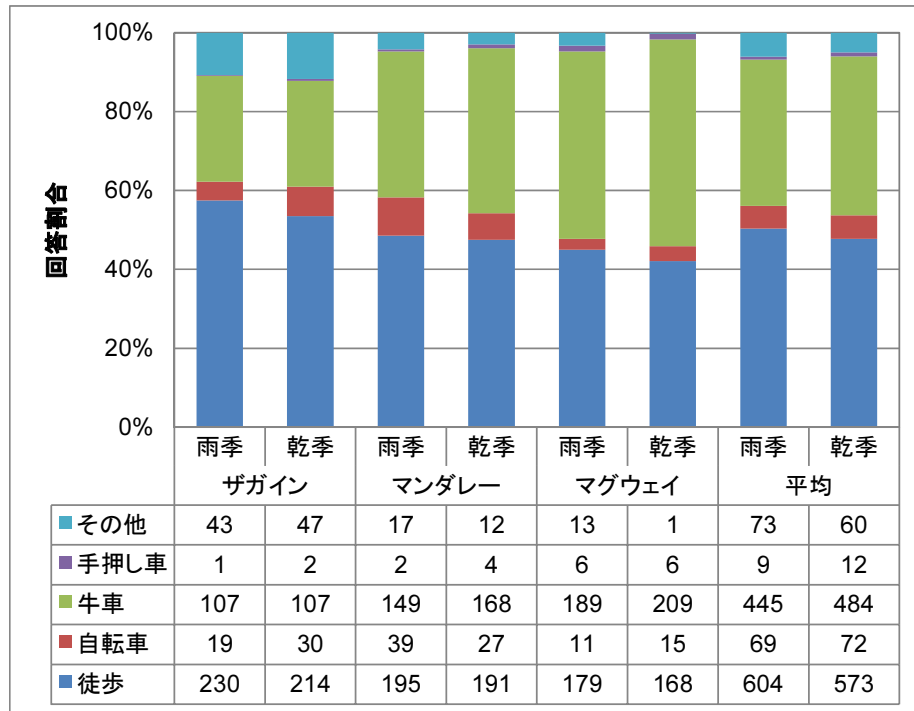


図 2.2.26 対象地域毎の水運搬方法

水汲み作業の時間は、水源と家の間の往復時間、及び水源での水汲み時間（待ち時間を含む）の合算となる。表 2.2.31 に各地域での水汲み作業の平均時間と作業回数を季節ごとに集計する。

表 2.2.31 平均水汲み作業時間と回数

地域	水汲み作業時間 (分)		水汲み回数 (回/日)	
	雨季	乾季	雨季	乾季
ザガイン	14	19	6	7
マンダレー	28	44	5	6
マグウェー	31	78	4	4

1 日当たりの水汲み作業の合計時間（水汲み作業時間×水汲み回数）は、最も短くても 84 分/日（雨季、ザガイン地域）、最長で 308 分（乾季、マグウェー地域）となる。家族で分担して水汲み作業を行っても相当な生活の負担になっていると考えられる。マグウェー地域やマンダレー地域では、雨季と乾季の間の水汲み作業時間が大きく変化する。当該地域では、雨季の間は比較的家から近い水源を利用しているが、乾季にはそれらの水源の水量や水質が悪くなるため、水源での水汲み時間が増える、若しくは水源が使用不可能になり遠い水源を利用せざるを得ない状況になることにより全体の水汲み作業時間自体が大幅に増加する。反対に水汲み回数は若干、増える傾向であるが、顕著な違いは見られない。表 2.2.32 に対象村落における雨季、及び乾季の平均水汲み作業時間を示す。

表 2.2.32 対象村落における平均水汲み作業時間

地域	タウンシップ	村落	プロジェクト ID	平均水汲み作業時間	
				雨季	乾季
ザ ガ イ ン	Budalin	Yonedaw	SA2-01	5	6
	Budalin	Nyaungbinthar	SA2-02	36	58
	Budalin	MaungHtanng	SA2-03	3	4
	Budalin	Kantawthar	SA2-04	17	13
	Budalin	Mhonehtoo	SA2-05	11	10
	Budalin	Wattuu I	SA2-06	20	20
	Chaungoo	Thann Pin Kan	SA2-07	0	0
	Chaungoo	Nat Yay Kan	SA2-08	9	7
	Ayadaw	Sithar	SA2-09	8	10
	Ayadaw	Oakkan	SA2-10	26	32
	Ayadaw	Waryaung	SA2-11	1	1
	Ayadaw	WarTannKalay	SA2-12	26	38
	Ayadaw	Yathar	SA2-13	9	10
	Ayadaw	Zeepinlae	SA2-14	9	11
	Salingyi	Yonepinyoe	SA2-15	48	44
	Salingyi	Mindaw	SA2-16	39	33
	Salingyi	Kine	SA2-17	10	10
	MyinMu	Kalapyan	SA2-18	16	12
	MyinMu	Hlayookan	SA2-19	28	44
	MyinMu	Magyikan	SA2-20	7	8
	MyinMu	Watkyia	SA2-21	0	0
	MyinMu	ThaHtaykone	SA2-22	6	4
	MyinMu	Magyitaw	SA2-23	7	7
	Kanbalu	Thindaw	SA2-24	19	23
	Kanbalu	LwinGyi	SA2-25	8	8
	Kanbalu	Kyaunkone	SA2-26	6	6
	Kanbalu	Inngoteto	SA2-27	11	75
	Kanbalu	Myayhtoo	SA2-28	24	16
	Kanbalu	Khnowntar	SA2-29	6	6
	Kanbalu	Nyaungkanthar	SA2-30	18	42
	Kanbalu	Myaymon	SA2-31	10	22
	Kanbalu	Layytwinzin	SA2-32	15	23
	Kanbalu	Chaungchar	SA2-33	5	6
	Dabayin	Minyogone	SA2-34	20	20
	Dabayin	Shandaw	SA2-35	19	47
	Dabayin	Kyuntaw	SA2-36	11	11
	Wetlet	Palae Thwe	SA2-37	17	19
	Wetlet	Poukkan	SA2-38	6	5
	Wetlet	Shwenyaungtaw	SA2-39	12	17
	Wetlet	Sabeitaw	SA2-40	14	19
マ ン ダ レ ー	Mahlaing	Htantawgy	MA2-01	18	23
	Mahlaing	Ason	MA2-02	10	10
	Mahlaing	Khinthar	MA2-03	29	31
	Myingyan	Chaysay	MA2-04	26	30
	Myingyan	Talgyi	MA2-05	16	19
	Myingyan	Kuywar	MA2-06	5	5
	Myingyan	Yonehto	MA2-07	12	12
	Myingyan	Nyaung Wun	MA2-08	20	19
	Ngazon	Kone Le	MA2-09	5	14
	Ngazon	Phaung Ka Taw	MA2-10	24	69
	Ngazon	Kaungzin	MA2-11	18	18
	Ngazon	Ywarside	MA2-12	13	24

地域	タウンシップ	村落	プロジェクト ID	平均水汲み作業時間		
				雨季	乾季	
	Natogyi	Kyauknan	MA2-13	16	13	
	Natogyi	Kyaungkangyibin	MA2-14	32	54	
	Natogyi	Nyaunggone	MA2-15	13	16	
	Taungtha	Chaung Nar	MA2-16	59	82	
	Taungtha	Chaungsone	MA2-17	25	32	
	Taungtha	Kyauk Kar Taung Kone	MA2-18	31	58	
	Taungtha	Tharzi	MA2-19	41	51	
	Taungtha	KanAye	MA2-20	30	42	
	Taungtha	Tharyarmaing	MA2-21	30	34	
	Yamethin	Oakpo	MA2-22	19	26	
	Yamethin	Kangyi	MA2-23	7	11	
	Pyawbwe	Htanekan	MA2-24	24	53	
	Pyawbwe	Waryonesu	MA2-25	38	37	
	Nyaungoo	Talkone	MA2-26	32	107	
	Nyaungoo	Tawbyar	MA2-27	54	120	
	Nyaungoo	Setsetyo	MA2-28	25	12	
	Nyaungoo	Kanzauk	MA2-29	55	66	
	Nyaungoo	Talbindel	MA2-30	25	22	
	Nyaungoo	Mongywettaaw	MA2-31	62	146	
	Nyaungoo	PhoneKan	MA2-32	22	34	
	Nyaungoo	Nyaungpinthar	MA2-33	56	99	
	Nyaungoo	Saingkan	MA2-34	70	101	
	Nyaungoo	Byugyi	MA2-35	33	95	
	Kyaukpadaung	Aleywar	MA2-36	19	19	
	Kyaukpadaung	Leigyi	MA2-37	7	22	
	Kyaukpadaung	Thayattaw	MA2-38	55	50	
	Kyaukpadaung	Takangan	MA2-39	9	13	
	Kyaukpadaung	Nakyatkhwal	MA2-40	29	86	
	マグウェー	Magway	Natkan	MG2-01	41	56
		Magway	Thanbo	MG2-02	57	77
		Magway	Nyaungpinthar	MG2-03	21	29
		Magway	Konegyi	MG2-04	37	47
		Magway	Sainggya	MG2-05	83	88
		Magway	Thapyaysan (N)	MG2-06	65	82
		Magway	Shwekyaw	MG2-07	31	55
		Magway	Leikkan	MG2-08	49	72
		Magway	Ywarthitgyi	MG2-09	36	47
		Chauk	Kanyaygyi	MG2-10	34	48
		Chauk	Myaysoon	MG2-11	54	43
		Chauk	Zeenwar	MG2-12	39	64
Chauk		Yenpyay	MG2-13	26	130	
Chauk		Kyatesu	MG2-14	9	26	
Chauk		Winkabar	MG2-15	7	9	
Chauk		Kyatkan	MG2-16	4	58	
Chauk		Sudat	MG2-17	26	42	
Chauk		Myaynialin	MG2-18	23	151	
Yenangyaung		Lelkyinyoe	MG2-19	25	31	
Myothit		Laytinesin	MG2-20	14	26	
Myothit		Tharmyar	MG2-21	44	49	
Myothit		Ayaungmyinthar	MG2-22	38	36	
Myothit		Ngwelay	MG2-23	38	39	
Myothit		Indaw(N)	MG2-24	10	230	
Myothit		Htanaungkwin	MG2-25	10	230	

地域	タウンシップ	村落	プロジェクト ID	平均水汲み作業時間	
				雨季	乾季
	Myothit	Manowtgone	MG2-26	10	230
	Natmauk	Kangyigone	MG2-27	16	62
	Natmauk	Htonepouthchine	MG2-28	22	41
	Natmauk	Padaukngote	MG2-29	35	78
	Natmauk	Sellel	MG2-30	15	60
	Natmauk	Podaukgone	MG2-31	10	230
	Natmauk	Ywartharlay	MG2-32	45	39
	Natmauk	Wayonegone	MG2-33	57	81
	Natmauk	Nyaunggone	MG2-34	10	230
	Natmauk	Kyugyaung	MG2-35	24	66
	Taungdwingyi	Ko kkohta	MG2-36	10	10
	Taungdwingyi	Kangyigone	MG2-37	42	56
	Taungdwingyi	Htaukyantgwin	MG2-38	17	19
	Taungdwingyi	Hlebwegyi	MG2-39	64	85
	Taungdwingyi	Yayhtwetgyi	MG2-40	48	76

各村落の平均水汲み作業時間は、場所により大きく差があり、各戸給水が既設の場合には水汲み作業時間がかからない村落もあるが、水源までの距離がある場合には1時間以上かかる場合もある。

このような作業を世帯内で誰が担当するのかを調査では各対象世帯からの聞き取りを行った。調査結果によると対象世帯全体における約60%で成人男性が主に水汲み作業の担当者となっている事が判明した。成人女性は全体で約30%、残りの10%は子供や水売り人となっており、アフリカ地域で見られるような子供が水汲み作業担当のような状況ではない事が理解できた。調査結果を図2.2.27にまとめる。

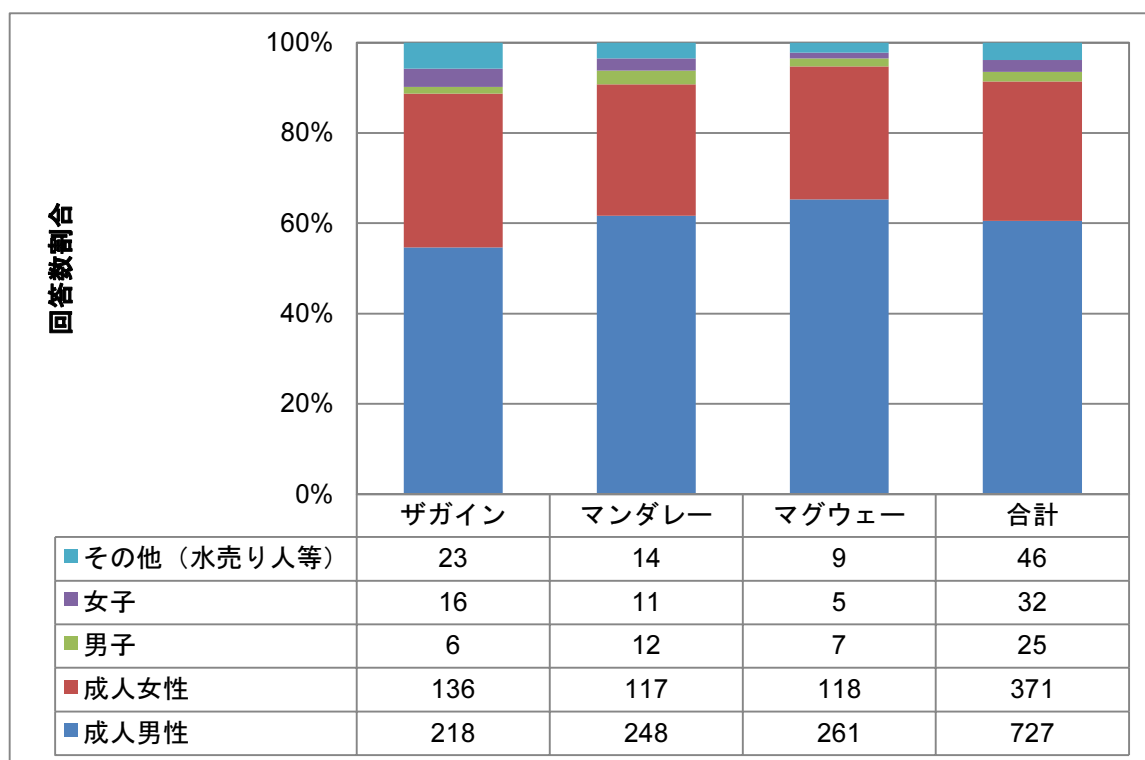


図 2.2.27 世帯内の水汲み責任者割合

上述の対象村落における給水サービスの状況について利用者である住人は、様々な観点から給水サービスレベルについて意見を持っている。聞き取り調査では、5段階の満足度を設定して各世帯の現況における給水サービスに対する満足度を調査した。図2.2.28に調査結果をまとめる。

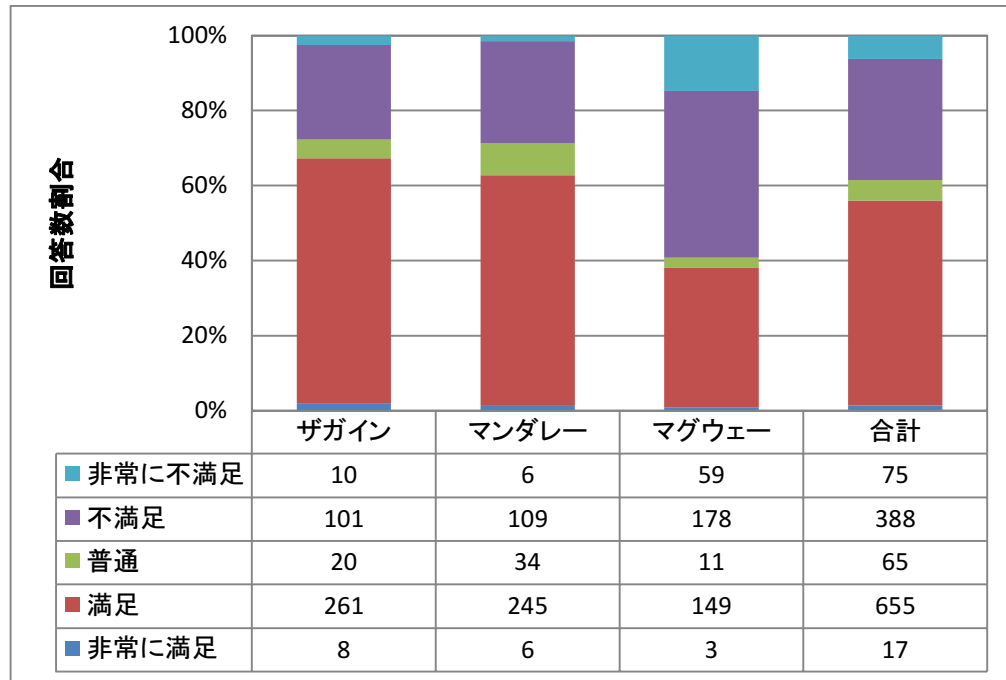


図 2.2.28 現況給水サービスに対する満足度

聞き取り調査結果を分析すると、利用者の満足度を左右する要素として、1：良好な水質、2：安定した水量、3：水源までの距離、4：水汲み時間が影響している事が分かった。尚、これらの要素には顕著な優劣は無く、各利用者の状況により影響度が変化する。対象世帯全体では、「普通」以上の満足度の回答が約60%以上であるのに比べ、マグウェーの対象世帯における給水サービスに対する満足度は20%以上も低い。

対象村落では、基本的に既存給水施設からの給水サービスに対して水料金を支払っている。全対象村落の平均支払金額は、1 gallon 当たり 3.2 MMK である。また、上述のサービスに対してどの程度の金額まで支払えるのか（支払意思額）を回答者の認識を確認したところ、こちらも同じく 1 gallon 当たり 3.2 MMK であった。既存施設からの給水サービスに対する平均支払額と支払意思額について地域毎に表 2.2.33 にまとめる。

表 2.2.33 給水サービスに対する平均支払額と支払意思額

地域	既存給水サービス	
	支払額	支払意思額
ザガイン	2.8	3.1
マンダレー	3.5	3.3
マグウェー	3.2	3.1

単位：MMK/ gallon

ザガイン地域では、実際の平均支払額より支払い意思が高かった。図 2.2.29 で示すようにザガイン地域における既存給水サービスに対する満足度は比較的高く、この事が支払い意思額を高めていると推察される。

(iii) 社会基盤についての生活改善優先順位

サンプル世帯から聴取した各村落の今後の開発事業優先度についての意見を開発事業分野別に集計した。集計結果を表 2.2.34 に示す。

表 2.2.34 今後の開発事業優先度

開発事業	ザガイン	マンダレー	マグウェー	合計 (割合%)
給水施設	229	318	349	896 (75%)
保健医療施設	55	19	13	87 (7%)
教育施設 (学校)	23	10	14	47 (4%)
村落電化	87	51	23	161 (13%)
特に無し	6	2	1	9 (1%)

全体で 75%のサンプル世帯が、給水事業の実施に優先度を感じている結果となった。給水事業の次に優先度が高いのは村落の電化であった。経済発展を背景として対象村落における生活にも家電製品や通信機器が急速に拡大していることが背景として考えられる。一方でサンプル世帯の女性達の意見も別途聴取した。集計結果を表 2.2.35 に示す。

表 2.2.35 女性の観点からの開発事業優先度

開発事業	ザガイン	マンダレー	マグウェー	合計 (割合%)
給水施設	39	47	36	122 (41%)
保健医療施設	28	26	11	65 (22%)
教育施設 (学校)	26	21	13	60 (20%)
村落電化	24	14	8	46 (15%)
特に無し	2	3	1	6 (2%)

女性の観点からも給水事業が最も必要な開発事業として挙げられている。しかし、サンプル世帯全体の給水施設に対する優先度 (表 2.2.32) と比べると割合が減少している。反対に保健医療や教育施設の優先度が高くなっている。

(iv) 女性の社会活動参加

対象 120 村落において給水施設の主たる利用者であり、日常生活の中でより水に直結した労働を担うことが多い女性が置かれた状況を確認・分析した。得られた結果から給水事業への女性の参加を促進するような対応を考える為に女性だけを対象とした設問を準備、現地調査時に女性の調査員を中心として給水事業やその他の社会活動の状況について女性の意見を徴収した。以下に調査結果を詳述する。

世帯サンプル調査の現地調査時に各サンプル世帯の女性に対して質問調査を行った。1200 世帯の内、299 世帯の女性から意見を徴収できた。一方、771 世帯の女性はこれまでこの様な質問調査を受けたことが無く、回答することに非常に神経質となってしまい

最終的には回答を得られなかった。調査時には、女性調査員が他の住人がいないところで話を聞くという状況を設定したにもかかわらず、「間違っただけの回答をすること」に対してためらいが非常に強く、また調査員が女性であっても個別に話をすること自体に恥ずかしさを感じたのが主な理由であった。地域毎の回答状況を表 2.2.36 にまとめる。

表 2.2.36 女性の回答状況

回答状況		ザガイン	マンダレー	マグウェー	合計
回答		119	111	69	299
未回答		281	289	331	901
理由	(女性が不在)	42	36	52	130
	(回答拒否)	239	253	279	771

(回答拒否)：ためらいや恥ずかしさの為

有効回答率は、約 25%と低いですが、得られた回答を基に各設問の結果について以下に各論する。女性のコミュニティへの参加が低い場合、コミュニティ内での出来事に関する情報ソースは画一的となり、家庭内、特に男性(夫)から取得するケースが多くなる。表 2.2.37 は、対象村落における女性の情報源についての回答結果を地域毎に集計したものである。

表 2.2.37 女性の情報源

情報源	ザガイン	マンダレー	マグウェー	合計
夫	35	31	22	88
近所	32	27	24	83
親戚	16	9	5	30
友達	11	17	10	38
行政	25	27	8	60
合計	119	111	69	299

回答結果を分析すると回答者が直接会う頻度が高い情報源がより多くの回答を得ているように推察できる。特筆すべきは、回答者の 20%程度が直接行政から情報を得ていることで、これは女性が社会活動に参加していることを顕著にあらわしている。

女性一人でどこまで出歩けるかという問いに関しては、表 2.2.38 に示す結果であった。

表 2.2.38 女性一人で外出可能な範囲

範囲	ザガイン	マンダレー	マグウェー	合計
村落内	13	11	8	32
隣村	41	39	23	103
隣の郡	34	32	28	94
タウンシップの中心部	31	29	10	70
合計	119	111	69	299

回答者の約 10%が女性一人では村落内の移動しか可能ではないとの意見を述べている。最も多くの回答者が示したのは、隣村までの外出は一人でも可能であった。僅差ではあるが、隣の郡までも 30%以上の回答者が可能と考えている。村落内の移動と回答した女性に尋ねたところ、当該地域では古くから女性が一人で村を外出することは伝統的、且

つ慣習的にあり得ないという理由であった。

女性の家庭内での位置付けを理解するために最も顕著な指標は、家庭内の意思決定過程に女性がどの程度参加できるか、若しくは女性の意見が尊重されるかである。アフリカやアジア等の農村部では、女性が家庭内の意思決定過程に参加機会が少なく、男性中心で活動計画等が準備されるため、女性が事業実施の恩恵を平等に得ることが出来ないような状況がある。かかる状況について対象村落の女性に意見を伺った。聞き取り調査結果を表 2.2.39 にまとめる。

表 2.2.39 家庭内の意思決定過程

意思決定権限	ザガイン	マンダレー	マグウェー	合計
夫／男性	27	29	12	68
妻／女性	21	17	10	48
夫婦／男女共に	71	65	47	183
合計	119	111	69	299

全体平均で約 60%の回答者が、家庭内の意思決定過程は夫婦で一緒に行うとの回答を示した。男性のみが家庭内で意思決定の権限があると回答したのも全体で 23%程度あるが、一方で 16%の女性が家庭内の意思決定に優先権があるとしている。

(4) 考察

1) プロジェクト実施により得られる効果

既存給水施設に関する結果を考察すると対象村落においては、現況でもある程度、公共の給水サービスが実施されており、利用者である住民の半数以上がある程度の満足を得ていることが分かる。しかし、他方では水源の水質、得られる水量、水汲み作業時間に不満がある住民が 3 割近くいることが判明した。また、表 2.2.12 で示すように掘抜き井戸や貯水池では、大腸菌群による水質汚濁が比較的高い割合で起こっていることが分かっており、本調査で確認した 171 の既存施設の内、52 箇所の水源（貯水池：35、保護されていない手掘り井戸：12、保護されていない湧水：5）でも同様の水質汚濁が発生していることが予想される。それ故、プロジェクトを実施することにより、多くの対象村落においてこのような状況が緩和、若しくは解消されることが期待される。この様な状況の改善は、Current Situation of Rural Water Supply, Target Plan & Limitation（2013 年 8 月）で掲げられている“村落住民の社会経済状況を改善するとともに、都市部との開発格差を縮減すること。”に大きく寄与するものと考えられる。

2) プロジェクト実施期間中に必要な対応

既存 175 施設中 171 施設が問題なく稼働している状況からも判断されるように、対象村落における既存施設の運営維持管理状況は良好である。しかし、運営維持管理を担当すると理解されている VWC は全対象村落 120 の半数（60 村落）でしか設立されていない。また、

VWC への女性の参加や運営維持管理活動の記録等が適正に行われていない状況も調査結果から判明している。現況で給水施設の運営維持管理状態が良好であっても、給水施設の持続的な運営維持管理に必要な要素が欠けていることは、長期的なリスクを抱えている事であると判断する。

そこで、プロジェクト実施期間中には、DRD が対象村落に指導を行いながら VWC の設立を完了する必要がある。既に VWC が設立されている村落では、VWC のメンバーに対して運営維持管理に関する技術、及び財政管理の訓練を行う必要があると考えられる。

3) 女性の社会活動参加促進

対象村落の女性に対する聞き取り調査結果からは、女性の社会活動参加が著しく阻害されているような状況や傾向は見えてこない。家庭内の意思決定過程についての聞き取り調査結果が示すように対象村落における女性の地位は決して低いものではないと考えられる。

統計年鑑 2011（ミャンマー統計局、2011）によると全国家公務員に占める女性職員の割合は 52%、また課長補佐以上の職級に占める女性職員の割合は 37%である。世界銀行の 2014 年の World Development Indicators によるとミャンマーにおける男女の労働参加率の差は 7 ポイントと比較的小さく（日本は 21 ポイント）、女性の社会進出が一般的であることが伺える。

現地調査時に対象地域の村落を訪問して、実際に住民が手押し車や天秤棒を使って水汲みをしている姿を多く見かけたが、男性も女性も同じように水汲みをしているのが印象的であった。直接、聞き取りが出来た女性からは、もし給水サービスに対して改善要求があるよう場合には VWC に対して意見を述べることに抵抗は無く、住民集会等の場で意見を述べていると説明を受けた。

上述の結果を総合的に判断すると村落レベルにおける女性の社会参加、特に給水サービスに係る意思決定過程に女性の参加を大きく阻害し、事業が実施された際に女性が不利益や不平等な状態に陥るような懸念は小さいと考えられる。しかし、より良い給水サービスを持続的に利用者に提供するために、村落レベルでの給水サービス責任組織である VWC のメンバーに女性を積極的に登用するようなアプローチを勧奨する必要があると考える。

(5) 結論

プロジェクト実施により対象村落の住民は、新規に建設される施設から良質な飲料水を居住地の近隣で安定的に得ることが出来るようになると見込まれている。水汲み回数は、容器や運搬方法により増減するのでプロジェクト実施からの影響はないと考えられるが、移動時間、水汲み時間は大幅に改善することが期待される。この改善により日々の水汲み作業時間が短縮され、各世帯の負担が軽減されるようになる。また、良質な飲料水を得る手段が増え、住民の水源利用の選択肢が増えることで、どの経済レベルの世帯でも等しく保健衛生状態が向上、最終的には対象村落住民の健康状態向上に寄与するものと考えられる。

2.3 その他

ジェンダー

調査対象村落においては、既存水源である浅井戸、素掘り井戸や溜め池などは、居住地から離れたところに位置している。このため、住民は水汲み労働に時間を費やす必要がある。しかしながら、ミャンマーにおいては水汲み労働は女性の役割というわけではなく、男女ともに水汲み労働に従事している。このため、本プロジェクトの実施により居住地の近傍に水源が準備され水汲み労働が軽減された結果が、ジェンダーに与える影響は特段無い。ただし、男女いずれをとっても、水汲み労働の軽減という効果は期待できる。

人間の安全保障

調査対象地域である CDZ は、乾季にはイラワジ川を除き表流水がほとんど利用できないこと、地下水を得るためには深い井戸を掘削する必要があること等から、安全で恒久的な水源へのアクセスが限られている。

飲料水や生活用水は人間の生にとってかけがえのない中枢部分と言える。本プロジェクトで掘削される井戸は、村落住民の居住地内またはその近傍に計画し、井戸深度も枯渇しない帯水層から揚水する計画としたため、多大な水汲み労働を要せず、汚染されていない安全で衛生的な水を恒久的に供給できる水源を提供することが可能となり、住民の安全な生活に寄与すると言える。

また、2015年7月に、サイクロンにより調査対象地域のザガイン地域およびマンダレー地域は大洪水に見舞われた。これにより、低地にある家屋だけでなく、既存の水源も多くが低地にあるため水没し汚染された可能性が高い。そうすると、長期に亘り既存水源を使用できなくなる恐れがある。本プロジェクトで建設する深井戸は、低地ではなく丘陵地にある居住地内もしくはその近傍に建設するよう掘削地点を選定しているため、洪水の被害を免れやすくなることが期待できる。

貧困削減

本プロジェクトの対象村落には、給水サービスへの支出が世帯収入の5%を超える世帯が含まれている。これらの世帯に対しては、DRDによる給水施設の建設に先立つ住民との十分な協議を行って住民の維持管理への意思を確認すること、貧困層に対して維持管理費用の軽減や減免等の配慮を行うべきことを本報告書では提案している（第3章 3.4、3.4.5、(3)、(3)運営維持管理コスト負担困難世帯への対応参照）。このような措置を講じることにより、貧困層の負担を軽減し、貧困層の給水施設の利用が促進されると考える。

貧困削減はミャンマー国の重要な方針の一つである。上記ジェンダーの項で述べたように、本プロジェクトの実施により住民の水汲み労働が大幅に軽減されることになる。本プロジェク

トの対象村落における主要な産業は農業で、畜産がこれに次ぎ、日雇いも少数ながら見られる。水汲み労働の軽減により、これらの産業に従事する時間が増加すれば、収入の増加が期待され、ひいては貧困削減に繋がると考えられる。

援助潮流

水と衛生は、国連ミレニアム開発目標（Millennium Development Goals、以下「MDGs」）のターゲットの一つとされている。これは、「2015年までに安全な飲料水および衛生施設を持続的に利用できない人の割合を半減する」ことを目標としている。その達成に向けて、各国での取り組みが行われてきた。ミャンマーにおいても、村落給水を担当する DRD は、給水セクターにおける MDGs の達成を目指している（Current Situation of Rural Water Supply – Target Plan & Limitation, 2013）。これに対して、JICA、UNICEF、BAJ 等の援助がこれまで行われてきた。

CDZ におけるこれまでのプロジェクト実施村落の比率は、全国の村落数に対して 2014/2015 年度末で 89.5% に達しているが、全国を見た場合の実施村落数の比率は 40.3% であり、MDGs の目標に届かない。このことは、MDGs の目標年次である 2015 年以降も、引き続き村落給水施設の整備を進めることが求められる。

本プロジェクトでは、CDZ 内の 100 村落を対象として井戸掘削を支援するための資機材の調達を目的としており、これを実施することで安全な飲料水を利用できない住民の割合を軽減することに寄与する。

JICA および UNICEF が 2012 年に共同で実施した Myanmar WASH Sector Situation Analysis によれば、ミャンマーにおいては給水・衛生セクターに関する政策は無いが、最近では政策レベルの取り組みが見えてきていること、ドナーの援助は緊急援助的なものやその後のコミュニティベースのプロジェクトに集中してきたことなどが報告されている。この他、給水分野における次のような問題を指摘している。

- ・ 政策・戦略・目標の不足
- ・ 既存の給水・衛生サービスの妥当性に関する信頼できる十分な情報の不足
- ・ セクターにおけるリーダーシップおよび調整が脆弱であること
- ・ 現在の投資レベルが不十分であること
- ・ 施設の計画・引渡・維持管理・サービス提供に関する優れた事例が見られないこと

このような状況において、上述の Myanmar WASH Sector Situation Analysis は、ミャンマーの給水・衛生セクターの現況を把握し、今後の協力のあり方を考える上での重要な資料となるものとする。また、UNICEF は、DRD、MOH、教育省に対して、村落部の WASH (Rural WASH) に関する戦略の策定を行うための支援を行っている。これは 2016 年 2 月頃までに策定される見込みである。これが策定されれば、それに基づく具体的なアクションプランが策定され、上

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

記の諸問題の解決に寄与し、今後の援助の方向性が示されるものとする。

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

ミャンマー政府は、2011年5月に”National Workshop on Rural Development and Poverty Alleviation”と称するワークショップを開催し、村落住民の社会経済条件の改善および都市部との改革格差の是正を柱とする8つのタスクについての委員会を設置した。その内、第2のタスクである「畜水産の生産性の向上および村落住民の社会経済条件の発展」については MLFRD の所管となった。

これを受け、DRD は、2012年10月に、2011/2012年度から2030/2031年度へ至る20年間の村落給水事業計画（20か年計画）を策定している。この計画は、1村落に最低1本の井戸を建設することを目標とするもので、20年間で5年毎に区切り、それぞれを5ヶ年計画とし、それを4回繰り返すことになっている。現在は、2011/2012年度に開始された第1次5ヶ年計画（2011/2012-2015/2016）の最終年に相当している。これに続く第2次5ヶ年計画（2016/2017-2020/2021）で建設される全国及びCDZの深井戸の数は、CDZを除く全国において580本、CDZにおいて717本の合計1,297本である（表3.1.1）。

表3.1.1 中央乾燥地における第2次5ヶ年計画による深井戸建設予定数（2016-2020年度）

地域	2016	2017	2018	2019	2020	計
中央乾燥地	110	122	155	175	155	717
(1)ザガイン	(45)	(52)	(70)	(61)	(47)	(275)
(2)マンダレー	(35)	(38)	(35)	(34)	(38)	(180)
(3)マグウェー	(30)	(32)	(50)	(80)	(70)	(262)
その他	111	114	138	116	101	580
合計	221	236	293	291	256	1,297

DRD は2013年8月に村落給水に関する計画として発表した Current Situation of Rural Water Supply, Target Plan & Limitation で次の3つの政策を掲げている。

- ① 国家開発・貧困削減プログラムを支援すること。
- ② 村落住民の社会経済状況を改善するとともに、都市部との開発格差を縮減すること。
- ③ ミャンマーの村落部の文化を保護すること。

これらの政策の下で、村落給水事業は上記第2のタスクを実現するためのDRDの10の主要な役割の中で、道路整備に次ぐ2番目の課題として位置づけられている。その中で、CDZにおける給水事業に優先度が与えられている。また、上記の政策②に対応して、建設する井戸数を1村1本から、人口に応じた水需要に対応できる数の井戸建設を行うように方針を変更している。必要施設数は、給水原単位の20 gallon/人/日（約90 L/人/日）を基として、井戸1本あたりの揚水量との比較で決定される。

本プロジェクトは、2016/2017年度から開始される予定の第2次5ヶ年計画に含まれているもので、「CDZにおいて新規水資源開発に必要な深井戸建設に係る資機材を調達することにより、DRDによる安全で安定的な井戸水供給の促進を図り、もって対象地域における安全で安

定的な水へのアクセス改善に貢献する」ことを目的とする。

3.1.2 プロジェクトの概要

(1) 要請内容の検討

ミャンマー国における村落給水事業を担当する MLFRD の DRD からは、当初、表 3.1.2 に示す資機材の要請があった。

表 3.1.2 当初要請資機材

項目	数量
トラック搭載型掘削リグ (300m 以上掘削可能なもの) および同付属品	2 セット
エアーコンプレッサー	1 台
クレーン付きトラック	2 台
井戸掘削用消耗品 (ベントナイト、CMC 等)	1 式
水中ポンプ (発電機、付属品付き)	120 セット
ケーシング・スクリーン	120 村落分

上記要請について、DRD との協議を行った結果、DRD よりさらに上記に加えて、エアーコンプレッサー1 台を2 台への変更、電気探査機1 セットの追加、孔内検層機3 セットの追加資機材の要請があった。また、調査団より給水施設建設事業を改善する提案を行い、それに必要な機材の提案を行った。

DRD は、エアーコンプレッサーを、井戸掘削後のケーシング挿入時および挿入後の孔内洗浄、エアリフトによる揚水試験に使用している他、既存井のリハビリテーションにも使用している。当初要請は1 台であったが、リグの運用の効率化を図るため、協議の場で DRD より1 台追加して2 台としたい旨の要請があった。

DRD は現在7 台のエアーコンプレッサーを有し、その内の4 台が CDZ プロジェクト事務所に配置されているが、1 台は老朽化、他の1 台がオイル漏れのため能力が低下している。このため、稼働しているのは2 台である。コンプレッサーは、井戸掘削後の孔内洗浄に不可欠のものであり、通常はリグとともに配置されるが、CDZ プロジェクト事務所では、現在稼働している2 台のコンプレッサーで既存リグ6 台 (CDZ 用5 台、マンダレー地域用1 台) をサポートしている状態である (1 台でリグ約3 台に対応)。これを改善したいというのが、DRD の変更要請の理由である。

DRD が保有する電気探査機については、現在稼働している機材が1 台のみであり、DRD は、この1 台で年間に70 箇所程度の井戸掘削地点を選定するための探査を実施している。この内、CDZ における稼働状況は年間15 サイト程度である。しかしながら、DRD の井戸掘削計画である5 年計画では年間200 本以上の深井戸掘削を予定しており、そのための掘削地点選定が必要である。そのため、現在稼働中の1 セットに加えて新たに1 セット増強したいという意向であった。孔内検層機は当初要請には含まれていない。しかしながら、掘削した井戸に設置するスクリーンの位置及び長さを決定するためには孔内検層を行うことが不可欠である。このため、孔内検層機を要請リストに加えることを調査団が提案し、要請に加えることで合意した。

井戸建設後、水中ポンプを設置して地下水を揚水することになるが、帯水層の能力を正しく評価して揚水量および水中ポンプの仕様を決定しなければならない。そうしないと、過剰揚水のために地下水位低下や枯渇、地盤沈下といった地下水障害を惹起する可能性がある。逆に、帯水層の能力と比較して過剰な仕様の中ポンプを設置すれば、不必要に大きな運転コストを要することになる。

DRD は現在揚水試験を実施せず、エアリフトによる井戸洗浄を揚水試験の代わりにしており、正しい帯水層評価ができているとはいえない。したがって、本プロジェクトで、揚水試験を行うための装置一式を調達する。

上記内容をミニッツ（2015年4月30日付）で確認し、本調査においては表3.1.3に示す資機材について検討を加えることとなった。

表 3.1.3 ミニッツで確認された要請資機材リスト

項目	数量	備考
トラック搭載型掘削リグ(300m以上掘削可能なもの) および同付属品	2セット	変更無し
エアーコンプレッサー	2台	1台追加要請
クレーン付きトラック	2台	変更無し
電気探査機	1台	1台追加要請
孔内検層機	3セット	3台追加要請 (孔内検層機自体は調査団提案)
井戸掘削用消耗品(ベントナイト、CMC等)	1式	変更無し
水中ポンプ(発電機、付属品付き)	120セット	変更無し
ケーシング・スクリーン	120村落分	変更無し
揚水試験装置	1式	調査団提案

DRD との協議終了後、調査団は現地調査を行い、その調査結果を基に、表3.1.3に示した資機材について、DRD 本局および CDZ プロジェクト事務所との協議を行い、表3.1.4に示すように整理を行った。なお、CDZ プロジェクト事務所との協議において、既存リグのスペアパーツの要望が行われたが、既存リグのスペアパーツは独自予算で調達するのが原則であることを説明し、要請リストには加えなかった。

表 3.1.4 調査結果を踏まえて DRD と合意した検討対象資機材の内容

項目	仕様	数量
トラック搭載型掘削リグおよび同付属品	深度 250m 掘削可能	1セット
	深度 200m 掘削可能	1セット
エアーコンプレッサー		2台
クレーン付きトラック	積載重量 10 トン以上、吊上げ能力 5 トンのクレーン付	2台
孔内検層機	深度 400m まで測定可能	1セット
	深度 300m まで測定可能	1セット
井戸掘削用消耗品(ベントナイト、CMC等)		1式
水中ポンプ(発電機、付属品付き)		110セット
ケーシング・スクリーン		110村落分
揚水試験装置		1式

協議の結果、要請内容に次のような変更が生じた。

掘削リグについては、当初要請は 300m 以上掘削可能なもの 2 セットであったが、協議の結果深度 250m 掘削可能なもの 1 セットおよび深度 200m 掘削可能なもの 1 セットに変更することで合意した。この変更理由は次のとおりである。

- ① 第2次5か年計画で CDZ において掘削する深度 250m を超える井戸 59 本については、DRD が保有する既存リグ 2 セット (TOP750HR および TOP750) で対応が可能であり、新たに

第3章 プロジェクトの内容

同レベルの能力を有する掘削リグを導入する必要が無いと評価される。

- ② DRD が保有する深度 250m 掘削可能なリグは、能力が低下しており、250m クラスの井戸の掘削に使用できない。DRD は、現在深度 250m クラスの井戸の掘削に充当できるリグを有していないため、調達が必要である。深度 250m クラスの 44 本の井戸の掘削は、1 セットの新規リグで対応が可能である。
- ③ DRD は、深度 200m までの井戸の掘削に既存リグ 5 セットを投入する予定であるが、256 本の井戸を掘削するためには掘削リグの数が不足する。このため、1 セットの新規調達を行う。

孔内検層機は、3 セットの追加要請であったが、深度 400m まで測定可能なもの 1 セット、および深度 300m まで可能なもの 1 セットの合計 2 セットに変更された。その理由は次のとおりである。

- ① CDZ における井戸掘削には 3 セットの孔内検層機を配置する必要がある。DRD は 2015 年度の独自予算で 1 セットの孔内検層機を購入する計画である。このため、不足する 2 セットについて本プロジェクトで調達を行う。
- ② 本プロジェクトで掘削する井戸の深度は最大で 400m である。このため、400m の深度まで測定可能な孔内検層機が 1 台必要である。
- ③ 400m の測定用ケーブルで深度 300m 以下の井戸の検層を行うのは、機器の重量が重くなるため運搬を行うのに不必要に多くの労力を要する。このため、孔内検層機の 1 セットは測定用ケーブル長を 300m として軽量化を図る。

現地調査終了後、社会調査および物理探査の結果を踏まえて、調査対象となった 110 村落について評価を行った。

社会調査結果からは、給水施設の維持管理が困難と評価された村落は無かった。

物理探査の結果から地下水の塩分濃度が高く飲料に適した地下水が得られないと評価された村落が 10 村落となった。物理探査結果を評価し、地下水開発可能性が見込めないと評価された 10 村落を対象から除外することとした。その結果、本プロジェクトの対象村落は、ザガイン地域で 34 村落、マンダレー地域で 31 村落、マグウェー地域で 35 村落の合計 100 村落となった。したがって、本調査で設計積算の対象とする資機材は表 3.1.5 に示すとおりとなる。

表 3.1.5 本調査で設計積算の対象とする資機材

項目	仕様	数量
トラック搭載型掘削リグおよび同付属品	深度 250m 掘削可能	1 セット
	深度 200m 掘削可能	1 セット
エアーコンプレッサー		2 台
クレーン付きトラック	積載重量 10 トン以上、吊上げ能力 5 トンのクレーン付	2 台
孔内検層機	深度 400m まで測定可能	1 セット
	深度 400m まで測定可能	1 セット
井戸掘削用消耗品 (ベントナイト、CMC 等)		1 式
水中ポンプ (発電機、付属品付き)		100 村落分

項目	仕様	数量
ケーシング・スクリーン		100 村落分
揚水試験装置		1 式

(2) 調査対象村落

調査対象地域となる CDZ は、ミャンマー中北部に位置する、ザガイン地域、マンダレー地域、およびマグウェー地域の 3 地域にまたがる地域である。CDZ は、年間降水量が 100-880mm と少なく雨季（5 月～10 月）に集中しており、ミャンマーの中でも最も暑く乾燥した地域となっている。

恒常河川はイラワジ川以外に無く、生活用水は溜池や浅井戸など非衛生的な水源に依存している。そのうえ、これらの水源は乾季における枯渇、水位低下が生じ易いため安定した恒久的な水源とはいえない。また、水位が低下した結果、水質が悪化したりするため、安全な水源とはいえない。このため、遠く離れた水源からの水汲みを余儀なくされている村落も多い。CDZ で安全で恒久的な水源を得るためには、深井戸を掘削せざるを得ない。

本調査の調査対象村落として、DRD により、CDZ に位置する 3 地域（ザガイン地域、マンダレー地域、マグウェー地域）から、優先度が高い各々 40 村落、合計 120 村落が提示された。

なお、DRD によれば、優先村落は次のような過程を経て選定されている。

- ① T/S に属する村の村長が各年度末に T/S 事務所集まり、協議を行い、村落における給水状況、水の困窮度等を勘案して対象村落を選定する。
- ② T/S 事務所はその選定内容を、各地域（Region）を管轄する DRD 地域事務所へ報告する。
- ③ DRD 地域事務所は、各 T/S から選定された村落を取りまとめて DRD 本局へ報告する。

調査団は、村落予備調査（踏査）として、要請された対象村落の位置、人口、既存水源の利用状況、簡易水質測定、新規深井戸建設希望地の確認、および地形・水理地質概況の調査を実施した。この調査の結果は、要請村落の優先度決定のためのステップ 1 の評価を行うために用いた。その結果残された村落を物理探査および社会調査の対象とした。

村落予備調査（踏査）の過程で、全 120 村落の内、9 村落において、村落名称の表記変更の修正があったため、対象村落名の修正を行った。また、ザガイン地域で 5 村落、マンダレー地域で 11 村落、マグウェー地域で 7 村落、合計 23 村落の要請村落の変更があった。ただし、合計の要請村落数（120 村落）に変更は無い。

要請村落の変更理由の主因は、要請村落のリスト作成後 3 年が経過しているため、DRD により既に井戸が掘削されたこと、新たに水源が整備されたこと等である。

対象村落の絞り込みのフローを図 3.1.1 に示し、各ステップにおける評価結果を述べる。

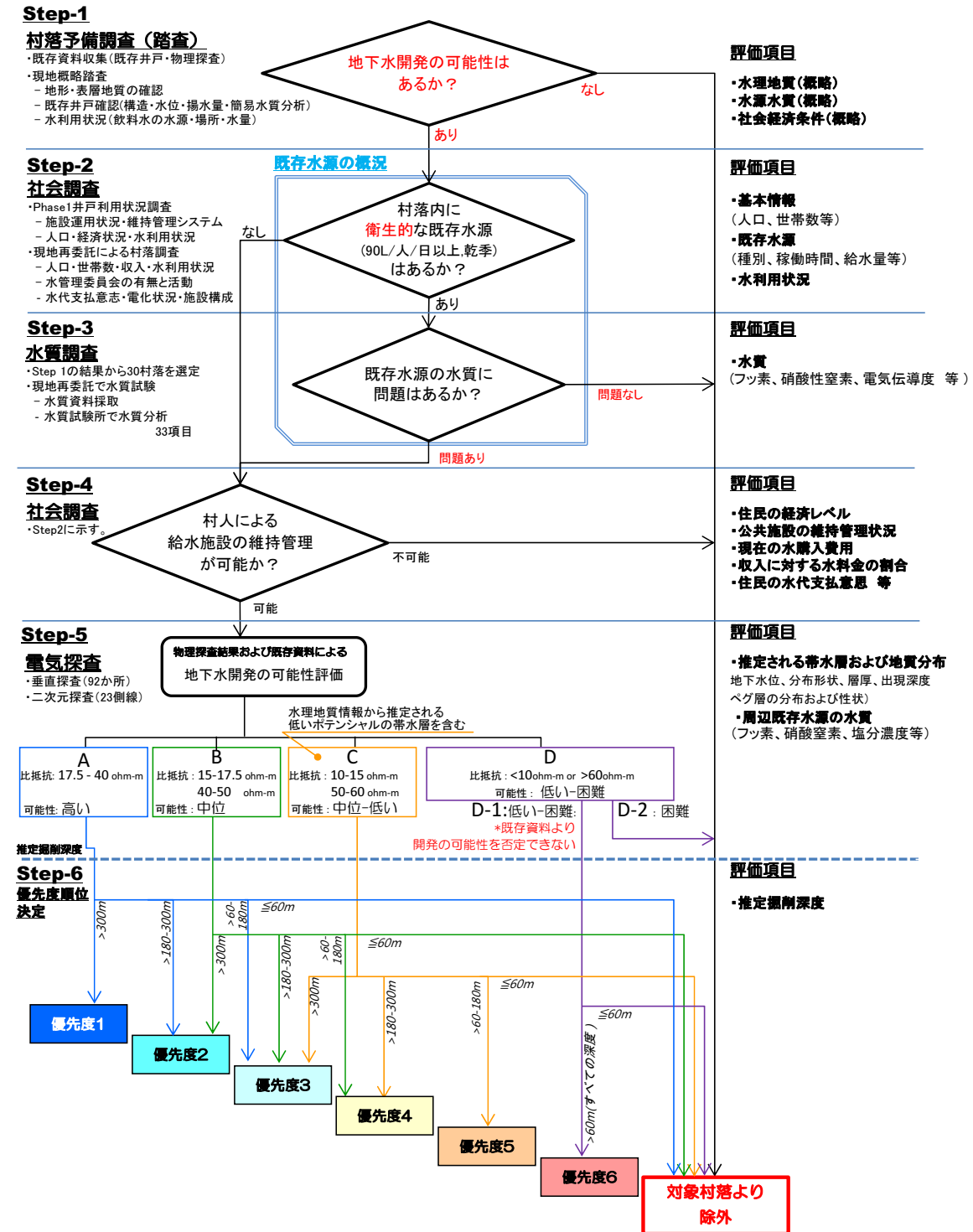


図 3.1.1 村落選定および優先度判定フロー

(1) ステップ1における評価

村落予備調査(踏査)によって得られた対象村落(120村落)の水理地質、水源水質や水利用状況を勘案し村落の評価を行った。調査結果により地下水開発が困難と考えられる村落、あるいは要請書の提出以降に水源開発が行われるなどで、新たな水源開発が必要ではないと判断された村落合計10村落を「X」と評価し、対象村落から除外した。なお、開発有望と判断された村落を「○」、追加情報が必要と考えられた村落を「△」と評価し、ステップ2以降の調査対象とした。この時点で、対象村落数は110村落となった。

(2) ステップ2における評価

社会調査の結果を利用して、対象村落の既存水源および水利用状況の評価を行った。その結果、1日あたりの水利用量は平均で概ね 20 gallon/人/日であった。しかしながら、いずれの村落も既存水源を有していたとしても汚染されやすい浅井戸や素掘り井戸が多く、衛生的な水の利用量としては 20 gallon/人/日を満たしておらず、新規の水源開発が必要と評価された。したがって、この段階で除外された村落は無かった。

(3) ステップ3における評価

対象村落の水質について、深井戸を建設した場合の水源としての適否の評価を行った。

水質調査は水理地質踏査時に実施した簡易水質分析結果をもとにフッ素や鉄が高く測定された 30 か所を選定し、現地再委託で深井戸を主体とした水質分析を実施した。水質分析結果から、深井戸を新たに建設した場合、水質に問題があるか否かについて評価を行った。その結果、フッ素やヒ素など、重大な健康被害につながる項目で基準を超えた村落は確認されなかった（巻末資料 5.3.1 現場簡易水質測定結果および表 2.2.14 詳細水質分析結果を参照）。

(4) ステップ4における評価

社会調査で把握された村落内の社会・経済活動、世帯レベルの社会経済状況等から給水施設を建設した場合の維持管理の持続可能性の評価を行った。調査結果では、半数以上の村で、深井戸（多くはエアリフト）を利用しており、その 98%が稼働している。また、O&M コスト(水代)の平均世帯収入に対する割合は、8 割の村において 5%以下である。対象村落には O&M コストが世帯収入の 5%を超える世帯が含まれている。しかしながら、社会調査の結果では全調査世帯の 75%が水開発事業が最優先のニーズであるとしていることから、調査段階で 2 割の村落を除外することは適当で無いと考えられる。これらの世帯に対しては、第 3 章 3.4、3.4.5、(3)、(3)運営維持管理コスト負担困難世帯への対応に述べるように、DRD による事業実施の前に住民の意思を確認すること、貧困層への配慮（O&M コストの軽減、減免等）について DRD から助言を行い、事業実施後のモニタリングを行うことが必要である。

よって、ステップ 4 において、対象村落から除外する村落は無かった。なお、資料 5.7 に社会条件調査結果の概要をまとめた表を示す。

(5) ステップ5における評価

ステップ 1 で除外した 10 村落を除く 110 ヶ所で物理探査（垂直電気探査又は二次元電気探査）を実施した。その結果得られた比抵抗値および収集した既存資料を基として、地下水開発の可能性について総合的な評価を行った。

評価は、開発の可能性が高い順より、A、B、C、D-1、D-2 の 5 段階とした。このうち、D は物理探査の結果から良好な地下水を得ることが困難と想定された村落であるが、そのうち既存井戸の電気伝導度（EC）が飲料可能レベルにある場合は D-1 に分類し、地下水開発の可能性があると判断した。そのほかの 11 村落を D-2 とし、対象村落より除外した。

なお、この評価段階で、DRD 独自で実施していた物理探査データを解析した結果、ステップ 1 において除外した 1 村落（MA-07 Yonehto）は 135m 以深に比抵抗値が 18.5 Ω - m（Step5 の評価 A）の値を示す地層が存在していることが確認されたため、地下水開発の可能性があると評価して復活させた。

ステップ 5 における評価結果は巻末の資料 5.4 ステップ 5 における村落評価に別途取りまとめた。

(6) ステップ6における評価

本事業は、掘削に必要な資機材を提供するもので、実際に掘削するのは DRD の掘削部隊となる。従って、優先度を決定するファクターとして、掘削した井戸が成功する可能性の高い村落へ高い優先度を与えた。また、掘削深度が深い井戸ほど機材の能力と掘削技術を必要し、本邦プロジェクトで実施する意義が高いため、掘削予定深度の深いものほど優先順位を高く考えた。

掘削深度の評価基準は、現状における DRD の保有する能力を勘案し、「300m 超」、「180m 超 300m 以下」、「60m 超 180m 以下」、「60m 以下」の4区分とした。このうち、掘削深度が「60m 以下」と推定される箇所については、深井戸の定義（DRD 基準）から外れるため、対象村落より除外する。

以上より得られた、それぞれの優先順位に対して、点数を振り分け、両項目の点数の合計が小さい村落から優先順位を高く評価した。評価点の合計は、最小が2点で、最大が6点となる。なお、Step 5 で D-1 に区分した村落は選定された村落の中では地下水開発の可能性が最も低いいため、評価点を7とし一括して優先度を最も低い6とした。表 3.1.6 に評価に使用した優先度選定マトリックスを示す。

表 3.1.6 優先度選定マトリックス

掘削深度 \ 物理探査結果による 開発可能性評価	A (1) 可能性 高い	B (2) 可能性 中位	C (3) 可能性 中位-低い	D-1(-) 可能性 低い-困難	D-2(-) 可能性 困難
300m 超 (1)	(2) 優先度 1	(3) 優先度 2	(4) 優先度 3	(7) 優先度 6	対象村落 より除外
180m 超 300m 以下 (2)	(3) 優先度 2	(4) 優先度 3	(5) 優先度 4		
60m 超 180m 以下(3)	(4) 優先度 3	(5) 優先度 4	(6) 優先度 5		
60m 以下(-)	対象村落より除外				

注：() 内は点数

以上の結果から、本調査で計画対象とする村落数は 100 村落となった。(表 3.1.7)

要請された 120 村落のリストおよびその評価結果は資料 5.2.3 対象村落における地下水開発評価に示した通りである。また、ステップ-1 で除外した 10 村落の除外理由を表 3.1.8 に示す。

表 3.1.7 対象村落リスト (100 村落) (1/2)

地域	タウン シップ	ID	村落	人口(人)	優先度	座標 (WGS 84 UTM46N)		
						X	Y	
Sagaing	Budalin	SA2-01	Yonedaw	369	5	721184	2468685	
		SA2-02	Nyaungbinthar	223	3	720885	2486381	
		SA2-03	Maunghtaung	5600	4	712894	2487822	
		SA2-04	Kantawthar	420	5	704295	2487734	
		SA2-05	Mhonehtoo	172	3	729874	2471014	
		SA2-06	Watluu-I	768	5	700719	2482574	
	Chaungoo	SA2-07	Thanbinkan	935	3	742454	2430400	
		SA2-08	Natyaygan	809	3	743821	2426594	
	Ayadaw	SA2-09	Sithar	420	3	742840	2472680	
		SA2-10	Oakkan	800	4	747838	2482552	
		SA2-11	Warryaung	4500	2	748170	2458383	
		SA2-12	Warrtannkalay	750	5	750823	2470044	
	Salingyi	SA2-14	Zeepinlel	1897	5	751516	2457534	
		SA2-16	Minntaw	1071	4	712670	2428751	
		SA2-17	Kine	305	6	711640	2437561	
	Myinmu	SA2-18	Kalarpyan	385	2	749957	2422670	
		SA2-19	Hlayookan	580	4	758107	2439343	
		SA2-21	Watkya	748	4	745604	2447822	
		SA2-22	Thahtaykone(Y warma)	410	5	747673	2446221	
	Kanbalu	SA2-24	Thindaw	817	3	773385	2613108	
		SA2-25	Lwingyi	499	3	772013	2612839	
		SA2-26	Koetaungboh (Kyunkone)	1171	4	773590	2620729	
		SA2-27	Inngoteto	1278	5	768388	2598038	
		SA2-28	Myayhtoo	1184	6	745839	2565464	
		SA2-29	Khaowntar	1004	4	776585	2551429	
		SA2-30	Nyuangkanthar	539	5	770771	2597741	
		SA2-31	Myaymon	2527	3	785110	2544263	
		SA2-32	Layytwinzin	714	4	800148	2549708	
		SA2-33	Chaungchar	513	3	762397	2587371	
	Dabayin	SA2-34	Minyogone	410	5	731866	2513234	
		SA2-35	Shandaw	384	4	725913	2501505	
		SA2-36	Kyuntaw (S)	434	5	728632	2505189	
	Wetlet	SA2-37	PalaeThwe (Y warthit)	298	3	798805	2492481	
		SA2-38	Poukkan	1159	6	796554	2461964	
	Mandalay	Mahlaing	MA2-01	Htantawgyi	550	5	766932	2339178
			MA2-02	Asone	650	4	769110	2329262
			MA2-03	Khinthar(S)	480	4	782257	2317158
		Myingyan	MA2-04	Chaysay	1412	3	752986	2368995
MA2-05			Talgyi	830	5	758871	2404696	
MA2-07			Yonehto	850	3	762363	2384258	
Ngazon		MA2-11	Kaungzin	864	4	765082	2403595	
		MA2-14	Kyaungkangyibi n	435	4	757284	2368820	
Taungtha		MA2-15	Nyaunggone	689	5	772284	2368730	
		MA2-17	Chaungsone(La)	800	3	735423	2354667	
		MA2-19	Tharzi	950	4	740022	2346931	
		MA2-20	Kanaye	1150	4	740499	2349032	
		MA2-21	Tharyarmaing	2200	3	745680	2342452	
Yamethin		MA2-22	Oakpo	1660	4	826577	2270843	
		MA2-23	Kangyi	1520	3	828701	2246082	
Pyawbwe		MA2-24	Htanekan	807	4	804392	2275367	
		MA2-25	Waryonesu	797	1	804775	2275467	

表 3.1.7 対象村落リスト (100 村落) (2/2)

地域	タウン シップ	ID	村落	人口(人)	優先度	座標 (WGS 84 UTM46N)	
						X	Y
Mandalay	Nyaungoo	MA2-26	Talkone	320	2	721219	2347331
		MA2-27	Tawbyar	360	3	726336	2345860
		MA2-28	Setsetyo	840	1	721783	2329618
		MA2-29	Kanzauk	565	2	709761	2328732
		MA2-30	Talbindel	523	2	719609	2332361
		MA2-31	Mongywettaw	365	2	724266	2337196
		MA2-32	Phoenkan	394	5	702946	2332978
		MA2-33	Nyaungbinthar	314	2	712986	2322241
		MA2-34	Saingan(Tetide)	331	1	724241	2328758
	MA2-35	Byugyi	1804	1	724225	2325295	
	Kyaukpadaung	MA2-36	Aleywar-2	1098	2	718698	2309611
		MA2-38	Lelgyi(Ma)	1279	3	734592	2325518
MA2-39		Thayattaw	725	3	729386	2325074	
MA2-40		Nakyatkhwai	(4790)	2	719979	2312255	
Magway	Magway	MG2-01	Natkan	1244	3	706558	2233838
		MG2-02	Thanbo(Ywarthit)	280	5	716115	2216165
		MG2-03	Nyaungbinthar	1535	2	737905	2244038
		MG2-04	Konegyi	1090	2	718609	2237658
		MG2-05	Sainggya	2300	3	725131	2213520
		MG2-06	Thapyaysan(N)	250	2	712474	2227465
		MG2-07	Shwekyaw	388	2	733927	2207547
		MG2-08	Leikkan	1115	3	726925	2239708
		MG2-09	Ywarthitgyi	1805	3	722085	2237683
	Chauk	MG2-10	Kanyaygyi	1239	3	702708	2281908
		MG2-11	Myaysoon (Ywarthit)	319	2	698121	2277376
		MG2-12	Zeebwar	1027	4	711611	2298972
		MG2-13	Yenpyay	280	3	691309	2301533
		MG2-14	Kyatesu(N)	740	3	685590	2292806
		MG2-15	Winkabar	2420	3	684440	2287269
		MG2-16	Kyatkan	478	3	685497	2292703
		MG2-17	Sudat	560	1	706642	2285676
		MG2-18	Myaynilain	253	3	698822	2287055
	Yenangyaung	MG2-19	Legyinyo	1637	2	724077	2266805
	Myothit	MG2-20	Laytinesin(S)	3299	2	732775	2236056
		MG2-21	Tharmyar	3700	2	736194	2241244
		MG2-22	Aungmyinthar	1150	5	733076	2231654
		MG2-23	Ngwelay	1237	4	738867	2222539
		MG2-24	Indaw(N)	530	5	742532	2229825
		MG2-26	Manawtgone	930	3	732003	2222326
	Natmauk	MG2-27	Kangyigone	360	2	742461	2259232
		MG2-28	Htonepoutchine	2018	4	730959	2255653
		MG2-33	Wayonegone	950	5	735749	2267902
		MG2-34	Nyaunggone	1814	3	732682	2256118
		MG2-35	Kyugyaung	550	3	744568	2259272
	Taungdwingyi	MG2-36	Kokkohla	860	6	765819	2218655
		MG2-37	Kangyigone	1099	4	762556	2192933
		MG2-38	Htaukkyantgwin	1052	1	772105	2184938
		MG2-39	Hlebwegyi	1988	2	747939	2200787
		MG2-40	Yayhtwetgyi	662	3	743110	2197239

注) WGS 84 : World Geodesic System 84 の略で地球の長半径を 6,378,137m、扁平率を 1/298.257223563 とした米国が定める測地系。

UTM46N : Universal Transverse Mercator Zone 46N の略で、メルカトル図法を利用した世界対応の座標系。地球を経度方向に 6° 毎に分割しており、Zone 46N は東経 90~96 度の北半球を意味する。

表 3.1.8 ステップ-1 で計画対象から除外した 10 村落の除外理由

地域	T/S	村落	除外理由
ザガイン	Myinmu	Makyeekan (SA2-20)	2 本の Shallow Well から集水して高架タンクに揚水し、概ね各戸へ配水しており、水は十分に足りているので新規建設は不要との意思が村落より表明された。
マングレー	Myingyan	Yonehto (MA2-07)	水質の悪いペグ層が地表から比較的浅いところに分布すると想定される。 2014 年に掘った約 200m の井戸では、EC7,960 mS/cm。村内にダムがあり、その下流部にある Dug Well(湧水)からポンプにより村へ送水しているため、水は十分足りている。また、水理地質的に深井戸を掘削しても良い水質の地下水を得られないと判断される。
		Konelel (MA2-09)	水質の悪いペグ層の分布域。 Dug Well、他の Tube Well とも塩分濃度が著しく高いため、水質の良い地下水を期待することができない。各井戸の塩分濃度は次のとおり。 Dug Well : 6,000 mS/cm 以上。 61m の Tube Well : 6,360 mS/cm 128m の Tube Well : DDA が掘削したが水質が悪いため使用せず (EC 値不明)
	Natogyi	Phaungkada w (MA2-10)	水質の悪いペグ層の分布域。 3 本の Tube Well を掘ったが、いずれも水質が悪かった。村内の僧院に 15m の Shallow Well、200m の深井戸があるが、Shallow Well は水質が悪く使用しておらず、200m の井戸の水の EC は 6,470 mS/cm と高い。水理地質的に、200m 以上の深い井戸を掘っても良い水質の水を得ることはできないと判断される。現在、7 本の Dug Well を使用している。
		Kyaungnan (MG2-13)	水質の悪いペグ層の分布域。 78m の井戸があるが、EC は 11,8000 mS/cm と高い。水理地質的に、深井戸を掘っても良い水質の水は期待できない。 本村は、他村落と隣接しており、隣の村落に UNICEF が集合井および高架タンクを建設中で、完成後は、十分ではないが水の供給を受けられる予定がある。
		Ywarsite (MA2-17)	水質の悪いペグ層の分布域。 2 本の深井戸 (97m、213m) があるが、いずれも塩分濃度が高い。213m 井戸の EC 値は 11,680 mS/cm。水理地質的に、213m 以上深く掘ったとしても、良い水質の地下水が得られる可能性は極めて低い。
Kyaupadang	Tangkalan	表層はイラワジ層が分布しているが、下位に火山岩が分布する可能性が高い。 既存資料によると、Tankgakan 村は鉄分が高い地帯の中に位置している。この地帯の鉄分濃度は、3-10mg/L、時にはそれ以上と高い。 水理地質的に、深井戸を掘っても良好な水質の水を得られる可能性は極めて低いと判断される。	
マグウェー	Myothit	Htanaungkw in (MG2-25)	水質が悪いペグ層の山の近傍に位置するため、地表下の浅いところにペグ層が分布する。約 30 本のハンドポンプ井戸がペグ層に掘られているが、地下水が枯渇した。 水理地質的に、良い水質の地下水を得られる可能性が無い。

地域	T/S	村落	除外理由
	Natmauk	Padaukngote (Ywargyi) (MG2-29)	DRD が約 150m、173m の深井戸を掘削したがいずれもドライであった。WRUD が掘った 183m の井戸は、EC2,950mS/cm、Fe 3mg/L で鉄臭がする。水理地質的に、深井戸を掘っても良い水質の水が得られる可能性が極めて低いと判断される。
		Padaulkgone (MG2-31)	Dug Well の水は塩分濃度が高い。村には堅硬なノジュールを多量に含む露岩が分布するため、現行のロータリー方式では掘削ができないと判断される。

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設計の基本方針は以下のとおりである。コスト縮減に留意しつつ、ミャンマー国 DRD 向けの機材調達案件として適正な規模、仕様を設定する。

- 1) 要請された井戸掘削用リグ、同関連資機材、孔内検層機、支援車両、井戸建設用資材類のうち妥当性が確認された資機材の調達を計画する。
- 2) DRD が、今後の村落給水計画を推進する上で必要と判断された揚水試験装置の調達を計画する。
- 3) 調達予定機材のうち揚水試験装置、孔内検層機について、その実施、解析能力強化のための技術支援（ソフトコンポーネント）を計画する。

(2) 自然環境条件に対する方針

ミャンマー国においては、近年、地下水開発にあたり、一部の地域で砒素、重金属などによる地下水汚染の可能性が指摘されている。対象村落の選定にあたっては、水質汚染の可能性の有無について検討を行い、良質の地下水が得られる可能性の高い村落のみを選定する。

対象地域内の道路事情は、フェーズ1実施当時と大きく変化はなく、アクセス道路が未舗装の村落がほとんどである。未舗装路面の泥濘化等に対応できるよう総輪駆動もしくは四輪駆動の車両を計画する。なお、対象地域である CDZ は標高 1000m 以下であるため、高地仕様は計画しない。

(3) 社会経済条件に対する方針

フェーズ1の報告書では、「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品質・仕様の井戸建設用資機材を計画する」という方針が示されている。給水施設の運営時管理は住民が支払う水料金によって賄われるため、住民に無理の無い負担で運営維持管理が出来るような施設の建設行わなければならない。したがって、本プロジェクトにおいても、この方針は極めて妥当と判断し継承する。

今回の現地調査では、ミャンマーでは従来の1村1井戸の開発目標から人口に応じた水需要に対応できる井戸の建設へとシフトしていること、いくつかの村落において住民の費用負担により配管系給水施設への拡張がなされていることなどが確認された。本プロジェクトでは、上述のように、井戸の能力に見合ったレベルの水中ポンプおよび発電機を調達する計画としたほか、三相交流電源が得られる村落では運転費用が安価となるように計画する。このように、住民に無理の無い負担で運営維持管理が出来る施設とする。また、将来の需要に応じた拡張性を担保することが可能となる井戸仕様（口径6インチの井戸）を計画する。同時に、そのような

拡張を検討する上で重要となる井戸の揚水能力判定のための揚水試験を実施可能とする計画とする。

(4) 調達事情に関する方針

掘削リグおよび掘削関連資機材については現地での製造は行われていない。鋼管については、ミャンマーにおいては、国内の配管材メーカーが一部のサイズを製作しているものの、本計画で建設する井戸のケーシングパイプとして必要とされるクラスの製品は生産されていない。これらの資機材の調達は、計画される井戸構造・掘削工法に適した仕様・性能面で優位性を持ち、アフターサービス体制に問題のないメーカーからの調達とする。

水中モーターポンプ、発電機、エアーコンプレッサー等については、日本あるいは欧米のメーカー代理店が現地に存在し、一部の製品については DRD への納入実績もある。

DRD が保有する資機材との整合性を図り、ハンドリングツールズ（掘削作業に係る手作業で必要となる器具・工具類）等が共通で使用できるような製品を選定するものとし、銘柄指定は行わない。

本プロジェクトで調達を計画する資機材については、調達および維持管理の容易さおよび価格やアフターケア、機材の仕様等を考慮し、ミャンマー、日本または第三国からの調達とする。

(5) 運営・維持管理に係る方針

本プロジェクトで調達される機材は、DRD 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われるような体制が確保されている機材を選定する。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われるような体制が確保されている機材を選定する。DRD 担当職員に対しては、適切な操作、維持管理が行われるよう初期操作指導、機材維持管理方法の概要指導を行うとともに、井戸の仕上げ・能力判定に重要な役割を持つ孔内検層及び揚水試験についてはソフトコンポーネントにより十分な技術の習得を図る。

(6) 機材等の品質・仕様の設定に係る方針

井戸の用途に応じた揚水量、地質状況に応じた掘削工法を選定し、適切な井戸構造を設計する。対象となる村落の水理地質状況に応じた深度の井戸を掘削し、第2次5ヶ年計画達成に資するために最も適切な仕様を持つ掘削リグを計画する。水中ポンプ、発電機などの井戸建設資機材についても同様に、想定される井戸深度、揚程に応じた仕様の資機材を計画する。

(7) 調達方法・工期に関する方針

本プロジェクトにおいて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する。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・研修等に要する期間を考慮し、工程を策定する。

(8) 準拠する規格

準拠する規格は、ISO、BS、API、DIN、ASTM、JCS、JEC、JEM、JIS とする。

3.2.2 基本計画（機材計画）

(1) 全体計画

1) 供与範囲

本プロジェクトの供与範囲は、一部機材の追加および数量変更の要請が表明され、現地調

第3章 プロジェクトの内容

査結果を踏まえた協議により合意した、次のような範囲とする。

- 深度 200m、および深度 250m の深井戸建設が可能なトラック搭載型井戸掘削リグおよび関連機材の調達
- 井戸掘削支援車両（クレーン付きトラック）の調達
- 帯水層を判別するための孔内検層機の調達
- 水中ポンプを用いた揚水試験実施のための資機材の調達
- 深井戸建設を行うための建設資材および消耗品の調達
- 孔内検層技術および揚水試験技術の移転に係るソフトコンポーネントによる支援

2) 計画地域

本プロジェクトの対象村落は、ザガイン地域、マンダレー地域およびマグウェー地域に分布する 100 村落とする。

3) 計画年次

本プロジェクトで調達される掘削リグは 2017 年から稼働を開始し、5 ヶ年にわたる本掘削計画が終了するのは 2022 年となる。

4) スクリーン長および井戸掘削深度

本プロジェクトの対象となる 100 村落について、推奨掘削長の設定ならびにスクリーン長の選定を行った。設定には、物理探査の解析結果により求めた比抵抗値ならびに既存資料（DRD が保有する近傍の井戸諸元等）を用いた。選定結果の詳細については、巻末の資料 5.4 対象村落における地下水開発評価を参照されたい。

掘削長およびスクリーン長の選定基準について、以下に概略を記す。

(i) 設定スクリーン長

DRD の掘削実績では、使用するスクリーンは 12m（6m×2 本）および 18m（6m×3 本）の 2 種類であり、その割合は 1:1 程度である。本プロジェクトにおいても、この数値に準拠した。適用選定基準を表 3.2.1 に示す。

2 種類の異なるスクリーンは、層相の違い、すなわち推定される帯水層能力を反映したものと考えられる。例えば、シルト分が混在するような箇所では、相対的に低い帯水層能力が想定されるが、このような場合、より長い 18m スクリーンを適用することで、12m を使用した場合と比較し、より多くの揚水量を確保する事が可能となる。

以上のような背景の下、前項で“可能性が高い～中位”と評価された箇所に 12m スクリーンを、“可能性が低い～中位”と評価された箇所について 18m スクリーンを選定した。

表 3.2.1 比抵抗値とスクリーン長との関係

想定スクリーン長	開発可能性の評価	比抵抗値範囲 (Ohm-m)	適用本数	累積比率	評価
18m	C	10.0 - 15.0	28	29%	低比抵抗が、シルト～細粒砂層の混在層を示唆しており、帯水層能力が低いと評価された箇所。
	C	16.5 - 56.2	9	39%	既存井戸より帯水層能力が低いと評価された箇所。
	B	15.0 - 17.5	8	47%	開発の可能性は高いが、細粒分の混在率が高いと想定される。DRDのスクリーン適用比率に最も近い区分。
12m	A	17.5 - 20.0	12	60%	帯水層の能力が高いと評価された箇所。
		20.0 - 30.0	21	82%	
		30.0 - 40.0	11	94%	
	B	40.0 - 50.0	6	100%	固結度により、若干であるが空隙率が小さくなる可能性がある箇所。

(ii) 井戸掘削深度

図 3.2.1 に示すフロー図に従い、掘進長およびスクリーン長を決定した。以下に深度設定の根拠を記す。

- ・ 既存井戸が近傍にあり、かつ水量・水質に問題がない場合

深度に過不足があれば、水量の不足や水質の悪化が懸念されるため、既存井戸の掘削深度を予定深度とした。

- ・ 既存井戸が近傍にあるが、水量が極端に少ない場合

水量が極端に少ない箇所については、帯水層厚を確保し水量を可能な限り確保する必要がある。そのため、比抵抗値上で開発可能と判断される最下層に設定した。

- ・ 既存井戸が近傍にあるが、水量が少ないないし水質の悪化が確認されている場合

該当層の上下で開発可能と判断できる帯水層を選定した後、その層相が示す比抵抗値を前項の基準に照らし合わせ掘削深度を決定した。深度決定には以下の計算式を用いた。

$$\text{掘進長} = \text{帯水層上面深度} + \text{スクリーン長 (12m or 18m)} + \text{砂溜まり (6m)} + \text{余裕長(10m)}$$

- ・ 既存井戸が近傍にない場合前述した計算式を用いて算出した。

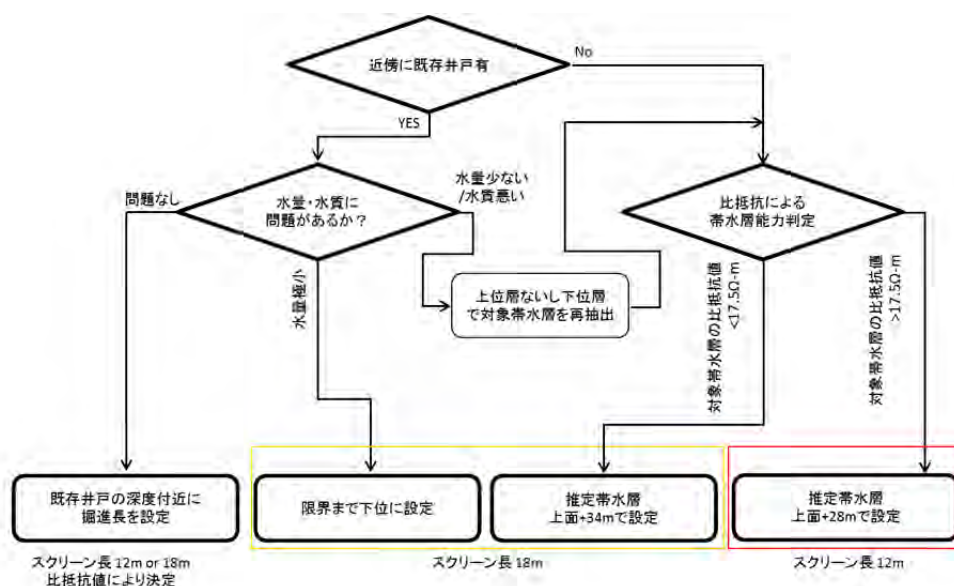


図 3.2.1 掘削長設定フロー

(2) 機材計画

1) トラック搭載型掘削リグ

現地調査結果から、本プロジェクトにおいて各村落で掘削する井戸の予定深度を推定した。掘削深度の分布を下表に示した。最大深度は 390m であり、100 本の井戸の掘削予定深度の平均値は 201.3m となる (表 3.2.2)。

表 3.2.2 掘削深度の分布 (100 井戸)

掘削深度(m)	本数
301～400	10
251～300	13
201～250	15
151～200	31
101～150	26
60～100	5
計	100

DRD は、北部シャン州山岳地帯の非常に硬質な岩盤が分布する地域において DTH (Down the Hole Hammer) 掘削工法を採用しているが、その他の大半の地域においては、深井戸掘削工法としては、最も一般的で未固結層～軟岩～硬岩まで幅広く対応できる泥水ロータリー掘削工法 (以下、泥水工法) を採用している。泥水工法は、送泥ポンプにより掘管内部に泥水を圧送し、掘削孔と掘管の間隙の泥水の上昇流によって掘屑を排除しながら掘進してゆく工法であり、CDZ においてもフェーズ 1、その他で施工されている工法であり特に問題は生じていない。今回の現地踏査結果からも、DTH 工法を必要とするような超硬質岩盤が想定される地域は無く、フェーズ 1 と同様の工法を想定した掘削機とすることが妥当である。

(i) 調達の妥当性と数量

① 第 2 次 5 か年計画

DRD は第 2 次 5 か年計画において、全国 (CDZ 以外) において 580 本の、CDZ において 717 本の深井戸を建設する予定である。DRD によれば、この内の約半数は民間委託により工事施工可能な井戸となる想定とのことである。そうした場合、上記の 5 年間に CDZ で 359 本 (ザガイン地域 138 本、マンダレー地域 90 本、マグウェー地域 131 本) の深井戸が建設されることになる。

今回の現地調査結果をもとに計画した 100 本の井戸の深度毎の比率を用いて、第 2 次 5 か年計画で DRD が CDZ で掘削を予定している 359 本の深度別本数を想定した (表 3.2.3)。(「資料 5.5 要請リグに関する諸検討：1. 予定本数」参照)。

表 3.2.3 第 2 次 5 か年計画で掘削予定井戸の地域毎・深度別集計

	200m 以下	201～250m	251～300m	300m 超	計
ザガイン	127 本	4 本	7 本	0 本	138 本
マンダレー	44 本	19 本	14 本	14 本	90 本
マグウェー	85 本	21 本	14 本	10 本	131 本
計	256 本	44 本	35 本	24 本	359 本
適用リグ	200m 級掘削リグ	250m 級掘削リグ	250m 超級掘削リグ		

② 掘削リグの投入計画

この 359 本の掘削のために、DRD は下記に示す既存リグ 5 台および要請しているリグ 2 台の合計 7 台を投入する計画である。

既存リグ	TOP300 3台	: 深度 200m 迄の井戸に充当
	TOP750 (HR) 2台	: 深度 251m 以上の井戸に充当
新規リグ	250m 級掘削リグ 1台	: 深度 201m-250m の井戸に充当
	200m 級掘削リグ 1台	: 深度 200m 迄の井戸に充当

DRD の既存リグのみで第 2 次 5 か年計画で計画されている井戸を掘削した場合、掘削可能井戸数は表 3.2.4 のようになる（「資料 5.5 要請リグに関する諸検討：2.既存の CDZ 保有リグによる年間掘削可能本数」参照）。

表 3.2.4 掘削予定井戸数および掘削可能井戸数の比較

井戸深度	充当リグ・台数	計画井戸数	掘削可能井戸数	残り井戸数
200m 以下	TOP300 3台	256 本	88 本	168 本
201-250m	充当可能リグ無し	44 本	0 本	44 本
250m 以上	TOP750(HR) 2台	59 本	59 本	0 本
計		359 本	147 本	212 本

深度 200m までの井戸について DRD の保有リグ 3 台で掘削した場合、第 2 次 5 か年計画終了時に 168 本の掘残しがでる計算になる。したがって、深度 200m 迄の井戸の掘削に充当する追加のリグの投入が必要となる。

深度 201-250m の井戸の掘削には、深度 250m 級掘削リグを充当すべきである。DRD はそのクラスでは TOP500 型を 1 台有しているが、油圧系統の不具合を修理して以降能力が落ち、深度 150m 程度の井戸しか掘削できない状態にある。このため、DRD はこの深度の井戸に充当できる掘削リグを有していない。したがって、深度 201-250m の井戸の掘削用に新たに深度 250m 級掘削リグを導入する必要がある。

深度 250m 以上の井戸の掘削には、TOP750(HR)2 台を投入する。深度 250m 以上の井戸数は 59 本である。5 年間で掘削できる井戸数も 59 本であるため、計画を達成する。したがって、深度 250m 超級掘削リグの新規導入の必要は無い。

以上より、計画井戸数に対して、掘削可能井戸数が少ない深度 200m 迄の井戸に対応する 200m 級掘削リグ、および深度 200-250m の井戸に対応する 250m 級掘削リグが必要ということになる。

250m 級掘削リグは、新規に 1 台調達して投入した場合、「資料 5.5 要請リグに関する諸検討：3.既存保有リグによる第 2 次 5 か年計画実施の検討及び新規リグ投入の必要性」に示した通り 2017 年の稼働開始時期から 2022 年までの 4.6 年間で 46 本の井戸を掘削可能である。これに対して、5 年計画で想定されている深度 201-250m の井戸数は 44 本であるから、目標を達成できることになる。200m 級掘削リグを新規に 1 台調達して投入した場合も同様に、期間中に 46 本の井戸を掘削できることになる。

本プロジェクトには、ミャンマー側が現地業者に委託して掘削を行っている深度 200m 以下の井戸が 58 本含まれている。これについて、DRD が今回要請した村落は、これまでの CDZ における掘削の経験から、堅い地層が含まれているためいずれも掘削が難しい村落であり、現地業者が掘削することが困難と考えられる村落である。

一方、CDZ では 10-15 社程度の現地業者（DRD として正確な数は把握していない）が存在し、入札に参加している。保有している掘削リグは、油圧式のロータリー型掘削リグ（機

械掘)ではなく、Water Jet 方式あるいは Crown Jet 方式と称する水を噴射しながら、ロッドの先に取り付けた錘によって掘るものである。これは、柔らかい地層で、かつ口径が4インチケーシングに対応できる程度のものであれば深度150m位は掘ることができるが、堅い地層には歯が立たない。それに加えて、今回6インチのケーシングを挿入するためには掘削口径も大きくなるため、上記のような Water Jet あるいは Crown Jet 方式では掘削は難しいと判断できる。

上記のことから、深度200mまでの井戸を本プロジェクトに含めることは妥当であると考える。

したがって、深度250mの掘削能力を持つトラック搭載型掘削リグ1セット、深度200m掘削能力を持つトラック搭載型掘削リグ1セットの計2基を調達する。

(ii) 仕様

① 井戸掘削機本体

井戸掘削リグ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である。ドリルストリングスとケーシングの重量は、それぞれ掘削リグの吊上げ能力とドローワークスの能力に関係する。これらは本プロジェクトで計画されている井戸深度とケーシングプログラムによって決定される。

先に(1)調達の妥当性と数量で検討した通り、今回、調達を予定している掘削リグは深度250mに対応したもの1セット、深度200mに対応したもの1セットである。

250m掘削時のドリルストリングスの最大重量はおよそ9,000~10,000kgとなる。一方、今回設置を予定している6インチケーシングは、250mで約7,000kgとなる。同様に、200m掘削時のドリルストリングスは、およそ6,000~7,000kg、ケーシングは5,600kg程度となる(表3.2.5)。

表 3.2.5 ドリルストリングス、ケーシング管の重量 (250m 井戸の場合)

機材名	長さ(M)	単位重量(kg)	合計重量(kg)
ドリルパイプ (4-1/2 インチ)	252	26	6,552
ドリルカラー	12	160	1,920
ドリルビット、サブ類			約 1,000
ケーシング管	250	27.7	6,925

掘削リグは最大掘削深度250mまでと200m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。いずれの掘削リグも活動範囲が広範となるためトラック搭載型(6×4:6輪車両4輪駆動)とする。掘削リグの概略仕様は表3.2.6および表3.2.7のとおりである。

表 3.2.6 250m 級掘削リグの概略仕様

項目	仕様
掘削能力	4-1/2インチ以上のドリルパイプを使用し250mまでの掘削が行える能力を有するもの。井戸部掘削口径10-5/8インチ。
吊上げ能力	10,000kg以上
ドローワークス	シングルライン4,000kg以上
マッドポンプ	吐出量1000L/min以上
艀装トラック	6×4、左ハンドル

表 3.2.7 200m 級掘削リグの概略仕様

項目	仕様
掘削能力	4-1/2 インチ以上のドリルパイプを使用し 200m までの掘削が行える能力を有するもの。井戸部掘削口径 10-5/8 インチ。
吊上げ能力	7,000kg 以上
ドローワークス	シングルライン 3,000kg 以上
マッドポンプ	吐出量 700 L/min 以上
艀装トラック	6×4、左ハンドル

(iii) ドリルストリングス

ドリルパイプ

井戸掘削では 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リグ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、掘削の効率性の観点から長さは 6m とする。

ドリルカラー及びスタビライザー

ドリルカラーについては、過去のプロジェクトによって供与されたドリルカラーの利用が可能である旨、DRD より説明があった。本プロジェクトの調達機材には含めないものとする。スタビライザーは、一般にドリルカラーと接続して使用し、孔曲がり防止や有害な振動防止の目的で使用される。ビットスタビライザーは 10-5/8 インチを準備し、それぞれ 100m ごとに 1 本、合計 4 本を計画する。

トリコンビット

本プロジェクトにおける地層分類は、現地での水理地質踏査、電気探査、既存資料の調査結果から、未固結の表土層・沖積層、未固結～半固結であるイラワジ層と、岩盤であるペグ層に大別される。今回、井戸掘削が予定されている 100 村での総掘進延長は 20,005m であり、フェーズ 1 も参考とした現地調査の解析結果から想定される内訳は表 3.2.8 のとおりである。

表 3.2.8 地層ごとの掘進見込長 (100m 井戸)

地層種別		比率 (%)		掘進延長 (m)	
沖積層、表土層	砂層・礫層、風化岩	4.4		883	
イラワジ層 未固結～半固結層	粘土・シルト質土	24.2	73.4	4,832	14,688
	砂質土	49.2		9,856	
ペグ層 岩盤	軟岩	7.5	22.2	1,490	4,434
	中硬岩	14.7		2,944	
合計		100		20,005	

掘削に必要とされるトリコンビットについては、消耗率としてオープンローラーベアリング型については DRD の経験値である 150m/個、それより数倍の耐用期間を持つシールドベアリングまた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については 450m/個を採用した。

イラワジ層の半固結砂質土層およびペグ層の軟～硬岩層については、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した。インサートタイプビットの歯形は、未～半固結砂質土層（主にイラワジ層）、軟岩及び中硬岩（主にペグ層）用に適する歯形

第3章 プロジェクトの内容

を国際採掘請負業者協会（International Association of Drilling Contractors : IADC）コードに基づき選定した。数量算定に係る消耗率は前述の通り 450 m/個である。また 10m 以深の沖積砂礫層、粘土・シルト層にはスチールツース（鋼歯）型トリコンビットを採用し、歯形は中軟質地層用の IADC コード番号から選定し、オープンローラーベアリングとした。消耗率は、前述の通り 150 m/個である。また、表層ケーシングを設置する地表面下 10m までの表層未固結沖積層の掘削用には主に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。

計画されている井戸構造に基づき算定したトリコンビット総数を表 3.2.9 にまとめた。地表面下 10m までは 14-3/4 インチビットで掘削し、12 インチ表層ケーシングで孔口を保護し、それ以深は 10-5/8 インチビットによる掘削となる。表層部は、一部イラワジ層・風化したペグ層を掘削することになるためその部分はトリコンビットを使用する。また 10m 以深の掘削はトリコンビットを使用することとして算定した。

掘削深度、地質の掘進長は現地調査結果に基づく予測であり、当然、多少の増減があるものと考えられる。また、今回、掘削を予定する地点は、地層に非常に硬質な岩層（ノジュール）が挟在するなど、従来と比べても掘削困難な地域が残されているものと考えられる。ビットの消耗率も大きく変わる可能性があり、どのような事態においても井戸掘削に支障が生じる心配のないよう安全率を 2 とした。

表 3.2.9 井戸掘削用ビット数

地層/岩相	沖積層、風化岩		粘土・シルト質	砂質	軟・中硬岩
ビットサイズ	14-3/4 インチ		10-5/8 インチ		
ビット種類	ドラッグビット	IADC211	IADC211	IADC537	IADC617
掘削延長(m)	587	413 ⁽¹⁾	4,759 ⁽²⁾	9,856	4,390
ビット数	8	6	64	44	20

(1)イラワジ層 369m、ペグ層 44m

(2)沖積砂礫層 296m を含む

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する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。

2) エアーコンプレッサー

(i) 調達の妥当性と数量

エアーコンプレッサーは、井戸掘削後のケーシング挿入時および挿入後の孔内洗浄、エアリフトによる揚水試験に使用される。その他に、既存井のリハビリテーションにも使用している。

DRD は現在 7 台のエアーコンプレッサーを有し、その内の 4 台が CDZ に配置されているが、1 台は老朽化、他の 1 台がオイル漏れのため能力が低下している。このため、稼働しているのは 2 台である。コンプレッサーは、井戸掘削後の孔内洗浄に不可欠のものであり、通常はリグとともに配置されるが、CDZ プロジェクト事務所では、現在稼働している 2 台のコンプレッサーで既存リグ 6 台（CDZ 用 5 台、マンダレー地域用 1 台）をサポートしている状

態である（1台でリグ約3台に対応）。

DRDでのこれまでの実績によれば、1台のリグで年間平均8本程度の井戸を掘削している。6台のリグでは48本の井戸が掘削できることになるが、それに対して2台のコンプレッサーで孔内洗浄を実施する場合、1台当たり24本の井戸ということになり、単純に計算すると井戸1本に充当できる期間は2週間程度である。現場での作業は1週間程度を見込めば十分であるが、現場間の移動、使用後の機材の洗浄、注油などのメンテナンスに1週間程度は見込む必要がある。井戸の掘削工事が、コンプレッサーを最も効率的に利用できるようなスケジュールで進められた場合においても現状でギリギリの状態である。現実には井戸の掘削工事は様々な要因により進捗状況に変化があり、井戸仕上のための作業がコンプレッサーの不足により滞る可能性が出てくる。本プロジェクトにおいて、さらに2台のリグが調達された場合には明らかに不足し、全体の作業効率は大きく減少する。実際の作業工程を考えると、本来は年間13～17本程度の井戸掘削に対して1台のエアークンプレッサーを配備するのが適正である。新たに追加調達する2台のリグの掘削による井戸本数（年間8～10本×2、すなわち16～20本）の増加を考えると、年間掘削本数64～68本となるため、少なくとも4台のエアークンプレッサーが必要となり、既存の2台にあわせて2台を追加調達することにより、ようやく多少の余裕が得られることとなる。このため、エアークンプレッサーを2台調達する。

(ii) 仕様

現在DRDが保有している機材の能力は、吐出空気量8.8～25.5 m³/min（310～900 cfm）、吐出圧力0.69～2.07 MPa（100～350 psi）の範囲のものである。DRD側は、現在保有のものの中で最も使い勝手が良いという理由で、14.2 m³/min（500 cfm）、1.27 MPa（185 psi）クラスを要望している。井戸の期待される揚水量100～200 L/minを考慮すると吐出空気量はやや少なくても問題ないが、吐出圧力は、地下水位が100mより深い場合でも使用できるよう、要望通りのクラスとすることが妥当である。調達数量は(1)に記した通り2台とする。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計画とする。表3.2.10にエアークンプレッサーの概略使用を示す。

表 3.2.10 エアークンプレッサーの概略仕様

項目	仕様
吐出空気量	10 m ³ /min（350 cfm）以上
吐出圧力	1.27 MPa（185 psi）以上
タイプ	定置式

3) クレーン付きトラック

(i) 調達の妥当性と数量

クレーン付きトラックは、井戸掘削を行うリグの稼働に必要な資機材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、ベントナイト等の泥水材料、井戸仕上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資材の運搬に使用される。またポンプの設置・引揚用としても活用される。

現状、DRDは、クレーン付きトラックを6台有し、その内4台をCDZプロジェクト事務所へ配置している。いずれも問題なく稼働中であるが、新たに2台の掘削リグが調達され全体で7台の掘削リグとなった場合、従来の4台だけでは、広範に分散する掘削サイトへの資機材輸送能力に限界が生じる。通常、新規に掘削リグを調達する場合は、それに合わせて調達を行っており、本プロジェクトにおいても2台の調達とする。

(ii) 仕様と調達数量

クレーン付きトラックが運搬する資機材は、上述の通り多種多様なものであるが、深度250m 掘削井戸の場合の主な資機材重量を表 3.2.11 にまとめた。

表 3.2.11 クレーン付きトラックに積載する資機材のおよその重量 (250m 井戸)

機材名	数量	単位重量 kg	合計重量 kg
ドリルパイプ (6m/1 本)	252 m	26	6,552
ドリルカラー (6m/1 本)	12 m	160	1,920
ドリルビット、サブ類	(一式)		1,000
ケーシング管	250 m	27.7	6,925
ベントナイト	48 袋	25	1,200
コンプレッサー	1 台	1750	1,750
揚水管	200 m	5.44	1,088
合計			20,435

これらの資機材がすべて一度に運搬されることは無いが、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ドリルパイプを含めたドリルストリングスを同時に積載すると、積載重量は9トン以上になる。

クレーンの能力は、DRD が保有する単体重量として最も重いコンプレッサー (Ingersol-Rand 社製造) の重量約 4,500kg を考慮して5トン吊以上とする。荷台長は、長尺パイプクレーン吊上げ能力の輸送を考慮し6m以上のものを選定する。サイトへの道路状況と現場移動を考慮して、駆動方式は6×4とする。クレーン付きトラックの主な仕様は表 3.2.12 のとおりである。

表 3.2.12 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
吊り能力 (クレーン)	5 トン以上
荷台長さ	6 m 以上
駆動方式	6×4、左ハンドル

4) 孔内検層器

(i) 調達の妥当性と数量

本プロジェクトでは、泥水を利用した掘削工法が予定されている。掘削手は、掘進中の掘進記録、スライム (掘屑) の観察、泥水濃度の変化などにより、その時掘削している地層の変化を推定している。しかしそれぞれ種々の要因で変化するとともに深部での変化 (掘屑の変化など) が地表で観察できるまでのタイムラグもあり、帯水層深度を的確に判定するのは非常に難しい。そのため、通常は、井戸予定深度まで掘削後、孔内検層機を孔内に降下し、連続的に孔内 (孔壁) の性状 (比抵抗、自然電位、 γ 線など) を記録することにより、その深度に応じた変化から地層の判定を行い、帯水層の位置を特定している。

また、各井戸での検層記録結果を、広い地域の検層結果と比較することにより、帯水層の地域的な広がり、層厚の変化などを判定することが可能となり、今後の地下水開発計画を検討する上での貴重な資料となる。

DRD には、これまで4台の孔内検層機 (Geologger Mark II) が日本から供与されている。しかしながら、そのいずれもが故障 (破損) しており、故障していない部分を部品として持

ち寄って1台を稼働させている状態である。このような状態は、正常な使用状態とは言えず、測定結果が得られたとしても、検層データの精度に疑問がある。

メーカーである OYO に修理の可能性について確認したところ、Geologger Mark II の生産及びサポートが終了しており、修理はできないとの回答を得た。仮に修理を行うことができたとしても、データの取り出しがフロッピーディスク方式であるため、使用上の問題がある。

そのような現状を踏まえ、DRD は今年度予算で1台の孔内検層器を購入する計画がある。DRD の所有する孔内検層機の内1台を稼働させたとしても、可能探査深度は300m までである。第2次5か年計画で掘削する井戸の中には深度400m に達する井戸が含まれる。帯水層を適切に判定するためには孔内検層が不可欠であり、それに対応する孔内検層機も必要である。

また、井戸掘削後は速やかに孔内検層を行い、井戸構造を決定して、ケーシング・スクリーンの設置を行う必要がある。そう出来ない場合は待機状態となり、裸孔状態のまま井戸を放置することになる。そうした場合、井戸の崩壊や掘削ツールの抑留といった事故が発生する可能性があり、場合によっては井戸にとって致命的な事故となり得る（例えば、抑留されたツールを回収できず、放棄を余儀なくされる場合）。そのため、第2次5か年計画でリグ7台が稼働する状況となれば、最低でも CDZ 内の3地域（ザガイン、マンダレー、マグウェー）のそれぞれに孔内検層機を配置し、それぞれの地域内の井戸掘削状況に合わせて迅速に孔内検層作業が実施できる態勢となる必要がある。

上記の検討から、300m 深度の井戸に対応するための孔内検層機（300m ケーブル付）を1台、400m 深度の井戸に対応するための検層機（400m ケーブル付）を1台、合計2台の孔内検層機を調達することとする。

(ii) 仕様

上記の検討から、ケーブル300m 及び400m 付属の検層機、各1台とし、検層項目は、従来から DRD で検層を行い記録が蓄積されている比抵抗、自然電位、 γ 線の3項目を測定できるものとする（表3.2.13）。

表 3.2.13 孔内検層器の概略仕様

項目	測定項目
孔内検層器、付属ケーブル300m	比抵抗、自然電位、 γ 線
孔内検層器、付属ケーブル400m	比抵抗、自然電位、 γ 線

5) 井戸掘削用消耗品（ベントナイト、CMC）

(i) 調達の妥当性

掘削時に使用される泥水は、以下のような機能を果たし、井戸掘削には必要不可欠のものである。

- 孔底やビット先端から掘屑を除去しビットを洗浄する。
- 掘屑を地上まで運搬し、循環の停止時には掘屑が沈殿しないように泥水中に懸垂・保持する。
- 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。
- 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。
- ビット、ドリルストリングスを冷却し、潤滑にする。
- 孔井内の情報を地上に伝え、地層の評価に役立てる。

第3章 プロジェクトの内容

上記のような機能を果たすためには、泥水に以下のような条件が要求される。

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

フェーズ1においては、これらの点を考慮し、それまで主に使われていた現地で産出する山粘土に代わり、良好な泥水を調泥するためベントナイトおよび CMC の調達を行った。従来の山粘土では、掘削時に孔壁の崩壊による逸泥が多く、その回復のためにしばしば掘削計画の遅延が生じていたからである。本プロジェクトにおいてもフェーズ1同様、ベントナイト、CMC を調達することが妥当である。

なお、逸泥防止剤については、おが屑などの現地で調達可能な材料があり DRD 自身による調達実績もある。事前の必要数量予想も難しく、本プロジェクトによる調達資材とはしない。

(ii) 仕様と調達数量

掘削用流体として安定した泥水を利用するためには、良質なベントナイトを出来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。本プロジェクトでの泥水は泥水掘削工法において一般的に使用される水-ベントナイト比8パーセント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持つ CMC を 0.1%混合するものとした。井戸掘進延長と掘削孔径から孔内容量の総量をもとに必要量を計算した (表 3.2.14)。

予想される地下地質は未固結の砂礫層、空隙のある岩盤破碎層などが含まれ、必要な注意を払って掘削作業を進めたとしても、掘進中に逸泥が生じる可能性は十分ある。一旦逸泥が生じると、かなりの泥水ロスとなる。そのような事態が生じた場合でも泥剤の不足が生じないよう安全率を2とした。

表 3.2.14 泥水使用量

	掘進延長 (m)	孔内容量 (m ³)
14-3/4 インチ (374.7mm) 掘削	1,000	110.3
10-5/8 インチ (269.9mm) 掘削	19,005	1,087.3
泥水総量		1,197.6
8%ベントナイト	ton	191.6
0.1% CMC	kg	2,396.0

6) 水中モーターポンプ及び発電機

(i) 調達の妥当性

水中モーターポンプは、建設した井戸から地下水を揚水するために必要な機材である。本プロジェクトでは、現地調査の結果選定された 100 村落において井戸の建設と地下水を揚水するための資機材一式を供与することを前提に計画を立案している。ミャンマーでは、過去に井戸揚水ポンプとして一軸偏心ネジポンプ (Mono Pump) が使われていたが、修理やスペアパーツの確保が困難であること、本体が高価であることなどの評価から、フェーズ1においては、現在、深井戸に一般的に使われている水中モーターポンプを選定し調達した。本プ

プロジェクトにおいてもフェーズ1同様、深井戸の揚水施設として標準となっている水中モーターポンプを調達することが妥当であると考える。

(ii) 仕様と調達数量

揚水ポンプは、想定される揚程（汲み上げ中の地下水面から給水タンクまでの高さ）が、60m から 300m まで幅広いため、揚程を 6 段階（60m、100m、150m、200m、250m、300m）に区分し、それぞれに応じた能力の水中ポンプを調達することを計画する。各揚程の井戸数分布は、DRD の実績を基に提案された想定を参考としつつ、現地調査結果を取りまとめた結果得られた掘削予想深度と予想水位に基づいて決定した（「資料 5.6 水中ポンプ一覧表」参照）。

ポンプの揚水量は、フェーズ1で採用された DRD の村落給水の基準、すなわち井戸 1 本あたり 6 m³/h 程度を考慮し、ほぼ同クラスで若干の揚水量増加が見込める 6 インチケーシングパイプに挿入可能なポンプを検討した。その結果、下表に示した揚程、揚水量とする計画とした。

各ポンプにはモーター容量に適応する発電機をセットとして調達する。ポンプの動力源は三相交流電源であるが、本調査の対象となる CDZ の対象村落では、いくつかの村落には公共の三相交流電源が供給されている。そのような場合は、公共電力に接続することを前提として、発電機の調達は行わない。ミャンマー国内では、電力供給が不安定となり著しく電圧が低下することもあり得る。そのような場合には、電力を使用する機器に故障が発生する可能性がある。給水施設の場合は水中ポンプが該当する。これを防ぐために、通常は電圧が一定の範囲から超過もしくは低下した場合回路を遮断するブレーカーを設置して、電圧の変動による故障の発生を防いでいる。また、DRD が建設している給水タンクの容量は 1,000 gallon、2,000 gallon、5,000 gallon の 3 つのタイプである。一方、村落概略調査（踏査）結果から見た井戸の揚水量は平均で 1,300 gallon/時であるから、長くても 4 時間程度でタンクが満杯となる。2,000 gallon/時の揚水能力を持つ井戸もかなり多く存在する。この場合は、2.5 時間程度でタンクが満杯となる。すなわち、水中ポンプを 1 日の内、長時間運転を行う必要は無く、比較的短時間の稼働で良いことを示している。その分、電力供給の不安定さの影響を受ける時間が短くなることを意味している。

また、CDZ の既存給水施設（フェーズ-1 実施村落を含む）で、住民により公共電力に接続している例を数村で確認できた。村落住民は、運転費用がより安価である公共電力への接続の希望が強い。

このような事情から、計画対象村落に三相交流電源が供給されている場合はそれに接続することが妥当と考える。なお、その場合公共電力への接続費用はミャンマー側負担であることは説明済みである。三相交流電源が供給されており、発電機が不要となる村落数は、15 村落である（「資料 5.6 水中ポンプ一覧表」参照）。

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出来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表 3.2.15 に示すとおりである。

表 3.2.15 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	ポンプ及び付属品組数	発電機台数
6 インチ井戸用水中モーターポンプ、3 相、380~400V、50Hz、揚水管、低水位レベルリレー、チェッキバルブ、吐出短管、屋外用制御盤、	水冷式ディーゼル発電機	計 100 組 ¹⁾	計 85 台 [*]

水中モーターポンプ		発電機	ポンプ及び 付属品組数	発電機 台数
キャブタイヤケーブル 10m 付				
内 訳	揚程 300m、 揚水量 7 m ³ /h 以上	37kVA	6 組	6 台
	揚程 250m、 揚水量 7 m ³ /h 以上	30kVA	5 組	3 台
	揚程 200m、 揚水量 8 m ³ /h 以上	30kVA	18 組	16 台
	揚程 150m、 揚水量 8 m ³ /h 以上	20kVA	24 組	21 台
	揚程 100m、 揚水量 10 m ³ /h 以上	20kVA	40 組	33 台
	揚程 60m、 揚水量 10 m ³ /h 以上	20kVA	7 組	6 台

(*注：三相交流電源が供給されている 15 村落では発電機は不要となる。

7) ケーシング、スクリーン等

(i) 調達の妥当性

本調査の結果で決定する井戸の本数および深度を勘案し、必要量のケーシング及びスクリーンを調達し、井戸を完成させる。

井戸のケーシング・スクリーン径は 6 インチ仕上げとする。従来、DRD が設置してきた井戸は、彼ら自身の掘削チームで建設した井戸、民間委託により建設した井戸、ともに 4 インチケーシング仕上げが主流である。これは当座の建設費が安価で済む、という短期的メリットを考慮してのことであった。本調査では、ミャンマー側は 2013/14 以降、新たに給水施設拡張のための予算を計上するなど施設のグレードアップを進める方向性を打ち出していることが確認された。従来の 1 村落に最低井戸 1 本という開発目標から、人口に応じた水需要に対応できる井戸の建設へとシフトしており、またいくつかの村落において住民の費用負担により配管系給水施設への拡張がなされている事例もある。本プロジェクトでは将来のこのような拡張にも対応しうる井戸を建設することが妥当である。

6 インチ仕上げとすることで、将来の需要に応じた拡張性を担保し、トラブルが生じた場合も種々の対応手段を検討することが可能となり、結果として井戸利用可能寿命を大きく伸ばすことになる。

上記のような点を考慮し、6 インチ仕上げとすることを DRD 側に提案し、合意を得た。なお、掘削予定深度は現地調査結果に基づく予測深度であり。実際の掘削深度等は予測深度に対し増減があるものと考えられる。その為、予測深度の増加にも対応可能となるよう 10% の安全率を見るとともに、ケーシングパイプ類の運搬・保管・設置作業中のトラブルなどによる損耗率を 5% 見込み、合計 15% 分を上乗せした数量を調達する。

(ii) 仕様と調達数量

ケーシング

上記の検討から、本プロジェクトで調達するケーシングはすべて 6 インチ径とする。ケーシング管体の材質は、フェーズ 1 を始めわ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 DRD 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。ケーシングの継手はカップリング継手とする。ケーシングの仕様、調達数量は表 3.2.16 のとおりである。

表 3.2.16 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、カップリング継手接続	6 インチ	外径：165.2mm、肉厚：7.1mm、長さ：5.5m/本	3,756 本

スクリーンパイプ及びボトムプラグ

スクリーンは、細砂、砂礫層、破碎帯層などに設置される。地層の状況（井戸内への侵入を抑止すべき砂粒の大きさ）に応じて対応できるようにスクリーンスリットサイズは、0.5mm、0.75mm と2種類のサイズを、DRDの施工実績による要請に基づきそれぞれ50%ずつ準備する。開口率10%以上を確保するため巻線型スクリーンとする。水質による防食のためステンレス製とし、ケーシングとカップリングネジで接続できるものとするが、材質の違いがあることを考慮し、防食継手とする。スクリーンパイプの数量は、DRDの施工経験および現地調査データの解析結果から、掘削する51%の井戸（51本）に6m管を2本（計12m）、残りの49%（49本）には3本（計18m）を設置することとした。上乘せ分を考慮すると計288本となる。防食継ぎ手は、スクリーンパイプとケーシングパイプの接続部に設置するため、井戸1本に対して2本必要となる。数量は上乘せ分を考慮すると230個となる（表3.2.17）。

経年的な砂分の井戸への侵入に対して、砂溜めの役割を果たすボトムプラグを全井戸分調達する。

表 3.2.17 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	スリットサイズ	数量
6インチスクリーン	材質及び形状：ステンレス鋼線製巻線型スクリーン、長さ：6m。ケーシング鋼管との継手は防食仕様とする。	0.5mm	144本
		0.75mm	144本
6インチボトムプラグ	孔底砂ダメ用		115本
防食継ぎ手			230個

8) 揚水試験用機材

(i) 調達の妥当性

DRDは、従来、井戸掘削工事の仕上げにエアリフトを使った揚水試験を実施していた。しかし、この揚水試験は当該井戸が井戸1本あたりの目標揚水量である100～120 L/minで動水位が安定するかどうかを確認することを目的としたものである。

本来の揚水試験は、帯水層試験ともいわれ、その井戸が取水対象としている帯水層から得られる適正な揚水量を算定し、さらに水理定数（透水係数、透水量係数、貯留係数）を求めることにより、その帯水層の水理特性を明らかにすることを目的としたものである。各井戸（帯水層）の水理定数を算出し、データとして蓄積することにより、地域の水理特性を把握することが可能となる。これらのデータは、それをもとにその地域の地下水賦存量、将来の地下水開発可能量などの推定を行うことを可能とするとともに、ある程度の地下水開発が進めば当然必要となる、地域の地下水管理計画を検討する上においても必須のデータである。またこの揚水試験により井戸1本あたりの適正な揚水（可能）量を判定することもできる。

DRDでは、建設する井戸数を従来の1村1本から、人口に応じた水需要に対応できる数の井戸建設を行うよう方針を変更している。その為にも、適切な揚水試験（帯水層試験）を実施し、正確な井戸の能力を把握する必要がある。

このような帯水層試験では、一定時間安定した揚水量を継続し、揚水開始からの経過時間、水位の変化を詳細かつ正確に記録しなければならない。しかし、従来のエアークンプレッサーを使ったエアリフト試験では、揚水量、水位ともに稼働時の変動が激しく、解析可能なデータを得ることは不可能である。

本プロジェクトでは、従来のエアリフトによる揚水試験に替えて、水中ポンプを使った揚水試験（帯水層試験）を井戸完成後に実施することを提案し、DRDも了解した。

揚水試験には、揚水ポンプ、揚水管、その動力（発電機）、揚水量確認のための三角堰、その他の資機材が必要となるが、揚水ポンプ、揚水管、及び発電機以外は、すでに DRD が保有している機材で賄えるとのことであり、今回、調達する必要があるのは揚水ポンプ、ケーブル等の付属品、揚水管及び発電機のみである。

(ii) 仕様と調達数量

対象地域の帯水層深度、地下水位の違いを考慮して、深い地下水位の場合と、比較的浅い地下水位の場合に対応した2タイプのポンプを準備する必要がある。発電機は両タイプのポンプを稼働させることのできる仕様を持ったものを1台調達する。なお、現地での故障等が生じた場合、ポンプの修理には多大の時間を要する可能性があり、作業効率に大きな影響を与える。そのため、そのような場合にも速やかに対処できるよう緊急用予備品を準備することとしてそれぞれ2台を調達する。

想定される地下水位の分布を考慮すると、揚程 250m で 10 m³/h、揚程 100m で 14 m³/h 程度を確保できる能力を持ったポンプを準備すれば、広い範囲で対応が可能となる。

揚水管および水位測定管の必要数は、実際の地下水位（静水位、動水位）などにより予想数量に対し増減があるものと考えられるが、安全を見て、予想数量の10%を上乗せした。また水位測定器は、ポンプ設置の最大深度となる 300m に対応できるものが必要である。表 3.2.18 に揚水試験用機材の概略仕様および数量を表 3.2.18 に示す。

表 3.2.18 揚水試験用機材の概略仕様および数量

項目	仕様	台数
水中モーターポンプ	揚程 250m、揚水量 10m ³ /h 以上 付属品一式（含ケーブル 300m）	2 台
水中モーターポンプ	揚程 100m、揚水量 14m ³ /h 以上 付属品一式（含ケーブル 150m）	2 台
揚水管	2" JIS G3454 STPG Sch40 または同等品	60 本
ディーゼル発電機	37kVA	1 台
水位計	300m、φ 13mm センサー	1 台
水位測定管	PVC 1"x4m	83 本

(3) 調達資機材（調達資機材一覧表）

本プロジェクトによる調達資機材のリストを表 3.2.19 に示す。

表 3.2.19 調達資機材一覧表

機材番号	機材名称	内容	数量
1	井戸掘削機器類		
1-1	トラック搭載型掘削機および付属品(250m掘削用)		
1-1-1	250m級トラック搭載型掘削機		
	トラック搭載型掘削機(掘削深度250m級)	リグ、車両スペアパーツを含む	1 式
1-1-2	掘削機器付属品(250m級掘削用)	掘削機付属機器類(250m級掘削用)	1 式
1-1-3	掘削ツール(250m級掘削用)	ドリルパイプ、ビットサブなど	1 式
	ドリルパイプ	4-1/2" O.D. flush type with 3-1/2 IF, 6 m long	42 本
	ビットサブ	4-1/2 IF box to 6-5/8 REG box	3 個
	ウェアサブ	3-1/2 IF box to pin	2 個
	クロスオーバーサブ	3-1/2 IF box to 4-1/2 IF pin	2 個
1-1-4	ケーシング・フィッシングツール(250m級掘削用)	ケーシングバンド、フィッシングツール他	1 式
1-1-5	その他機材及び工具(250m級掘削用)	工具類等	1 式
1-2	トラック搭載型掘削機および付属品(200m掘削用)		
1-2-1	200m級トラック搭載型掘削機		
	トラック搭載型掘削機(掘削深度200m級)	リグ、車両スペアパーツを含む	1 式
1-2-2	掘削機器付属品(200m級掘削用)	掘削機付属機器類(200m級掘削用)	1 式
1-2-3	掘削ツール(200m級掘削用)		1 式
	ドリルパイプ	4-1/2" O.D. flush type with 3-1/2 IF, 6 m long	34 本
	ビットサブ	4-1/2 IF box to 6-5/8 REG box	3 個
	ウェアサブ	3-1/2 IF box to pin	2 個
	クロスオーバーサブ	3-1/2 IF box to 4-1/2 IF pin	2 個
1-2-4	ケーシング・フィッシングツール(200m級掘削用)	ケーシングバンド、フィッシングツール他	1 式
1-2-5	その他機材及び工具(200m級掘削用)	工具類等	1 式
1-3	エアリフトノ揚水試験用機材		
1-3-1	エアコンプレッサ	350 cfm, 1.27MPaクラス	2 台
1-3-2	エアリフト用機材	エア管など	1 式
1-3-3	揚水試験用機材	水中ポンプ(4台)、揚水管、発電機等	1 式
	大容量水中ポンプ	TDH:250m, 10m ³ /h	2 セット
	中容量水中ポンプ	TDH:100m, 14m ³ /h	2 セット
	揚水管 5.5m	2" JIS G3454 STPG38 Sch40 (or) ASTM A53 Grade A, Sch40, thread	60 本
	水位計	300m, φ13mm sensor	1 台
	水位測定管	PVC, thread, φ1" x 4m	83 本
2	支援車両		
2-1	5トンクレーン付き貨物トラック		
2-1-1	5トンクレーン付き貨物トラック	積載重量10tクラス	2 台
	スペアパーツ	車両スペアパーツ	2 セット
3	電気検層機器		
3-1	孔内検層機材		
3-1-1	孔内検層機材	300mケーブル、400mケーブル	2 台
4	井戸建設用資機材		
4-1	水中ポンプ・発電機セット(100村落分:内15村は公共電力利用可のため発電機不要)		ポンプ(発電機)
4-1-1~3	水中ポンプ 揚程300m、7m ³ /h(発電機、付属品付き)	水中ポンプ、揚水管、発電機等	6 (6)
4-1-4~6	水中ポンプ 揚程250m、7m ³ /h(発電機、付属品付き)	水中ポンプ、揚水管、発電機等	5 (3)
4-1-7~9	水中ポンプ 揚程200m、8m ³ /h(発電機、付属品付き)	水中ポンプ、揚水管、発電機等	18 (16)
4-1-10~12	水中ポンプ 揚程150m、8m ³ /h(発電機、付属品付き)	水中ポンプ、揚水管、発電機等	24 (21)
4-1-13~15	水中ポンプ 揚程100m、10m ³ /h(発電機、付属品付き)	水中ポンプ、揚水管、発電機等	40 (33)
4-1-16~18	水中ポンプ 揚程60m、10m ³ /h(発電機、付属品付き)	水中ポンプ、揚水管、発電機等	7 (6)
4-2	ケーシングパイプ及びびスクリーンパイプ(95井分)		
4-2-1	6"ケーシングパイプ	6" STPG, Sch40, 厚さ7.1mm, 外径165.2 mm, 5.5m	3,756 本
4-2-2	6"スクリーンパイプ	6", Johnson type, 0.5mm slit, 6m	144 本
	6"スクリーンパイプ	6", Johnson type, 0.75mm slit, 6m	144 本
4-2-3	絶縁カップリング	6"用	230 本
4-2-4	ボトムプラグ	6", 5.5m	115 本
5	井戸掘削時消耗品		
5-1	泥水材料		
5-1-1	ペントナイト		191.6 ton
5-1-2	CMC		2,396 kg
5-2	掘削ビット/ビットスタビライザー		
5-2-1	掘削ビット(ドラッグビット)	6-5/8" REG pin joint	1 式
5-2-2	掘削ビット(トリコンビット)	6-5/8" REG pin joint	1 式
5-2-3	ビットスタビライザー	スタビライザー類	1 式

3.2.3 概略設計図

本プロジェクトによって建設される井戸構造図を図 3.2.2 に示した。

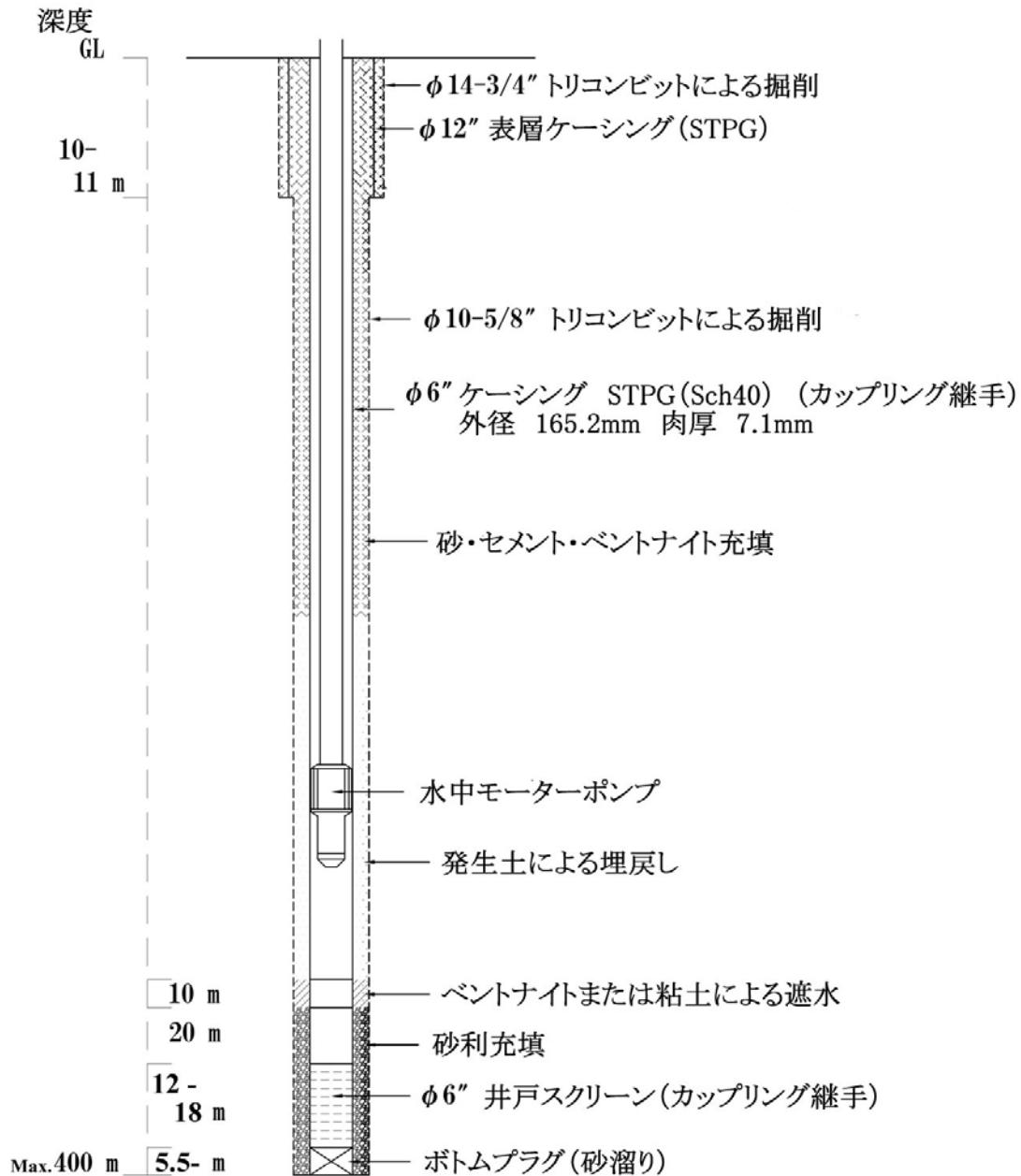


図 3.2.2 井戸構造図

3.2.4 調達計画

(1) 調達方針

本計画で調達を計画する資機材については、調達および維持管理の容易さおよび価格やアフターケア、機材の仕様等を考慮し、ミャンマー、日本または第三国からの調達とする。採用するものは、消耗品、交換部品の入手の可能性、維持管理体制等を考慮し、かつ使用環境条件に適したものとする。

(2) 調達上の留意事項

1) ミャンマー側の受け入れ体制

調達機材の荷受人は、実施機関である DRD であり、受け入れの窓口となる。

引き渡しの前に、調達業者の派遣する技術者により、機材の開梱・点検、運転維持管理に関するコミショニングが行われるため、ミャンマー側による輸入・通関および車両登録等の諸手続きが円滑に行われるよう留意する。

ミャンマー側は輸入許可、免税手続き、通関手配、その他貿易業務一般について滞りなく行われるよう留意する。

2) 資材の輸送

調達業者は機材の輸送状況について確認し、通関や受け取りが迅速に行われるよう留意するほか、輸送中の安全に十分に留意する必要がある。

(3) 調達・据付区分

表 3.2.20 に主要な資機材の調達区分を示す。

表 3.2.20 主要資機材の調達区分

資機材	調達方針	原産国	調達国
1. 井戸掘削機器類			
1-1 1-2	トラック搭載型掘削機及び付属品	日本	日本
1-3	エアリフト機材及び揚水試験用機材		
	1) エアコンプレッサー	日本	日本
	2) エアリフト用機材	日本	日本
	3) 揚水試験用機材	日本	日本
2.	支援車両(クレーン付きトラック)	日本	日本

第3章 プロジェクトの内容

資機材		調達方針	原産国	調達国
3.	物理探査機器(孔内検層機)	現地では生産されていない。本機材の現地代理店は、日本メーカーの代理店が1社のみ存在する。本プロジェクトで調達される機材は、最大検層深度300mおよび400mの二つのタイプから成る。このうち日本で製造されているタイプは、最大検層深度300mのタイプのみで、400mまで検層できる機材は、本調査時点では日本で製造されていない。したがって、少なくとも最大検層深度400mの検層器は、第三国製品の調達を想定する必要がある。日本国内での深度400m以深の検層では第三国製品が使用されており、使用実績の豊富な機材および、海外・日本における納入実績の豊富なサプライヤーは複数存在する。本プロジェクトでは、最大検層深度400mおよび300mの機種の両方を、日本の実績豊富なサプライヤーから調達し、確実に現地代理店を設定させることが望ましい。	最大検層深度400mは、第三国 最大検層深度300mは日本または第三国	日本
4.	井戸建設用資機材			
	1) 水中ポンプ及び発電機	水中ポンプは、日本・ドイツ・デンマークのメーカーの代理店が存在する。鋼製の揚水管は現地では製作していない。発電機は日本・イタリアのメーカーの代理店が存在する。水中ポンプおよび発電機についてはDRDへの納入実績を持つ現地代理店がある。アフターサービスを考慮し、日本製品または第三国製品とする。	日本又は第三国	ミャンマー
	2) ケーシング及びスクリーンパイプ	現地では製作していない。ケーシングパイプおよびボトムプラグについてはタイ製品、スクリーンパイプについてはオーストラリア製品を現地で調達可能である。スクリーンパイプは、強度および接続の品質を確保するため、日本製品が望ましい。防食継手は、現地で入手はできない。スクリーンとケーシングパイプの間に接続するため、接続の品質を確保する必要があり、日本製品が望ましい。	ケーシングパイプおよびボトムプラグは、第三国 スクリーンおよび防食継手は、日本	ケーシングパイプおよびボトムプラグは、ミャンマー スクリーンおよび防食継手は、日本
5.	井戸掘削用消耗品			
	1) 泥水材料	ベントナイトは現地で生産している。またタイ製品も広く流通している。CMCは現地生産しておらず、また第三国製品も流通していない。ベントナイトは現地または第三国製品を現地調達とし、CMCはフェーズ1で調達実績のある日本製品とする。	ベントナイトは、ミャンマーまたは第三国 CMCは、日本	ベントナイトは、ミャンマー CMCは、日本
	2) 掘削ビット、ビットスタビライザー	現地では製作していない。トラック搭載型井戸掘削機のツールズとの整合性およびアフターサービスを考慮し、日本製品とする。	日本	日本

(4) 調達監理計画

入札から設計・調達／製作・輸送・納品までの一連の作業・業務が円滑に運ばれるようコンサルタントと調達業者は次の監(管)理を行う。

1) コンサルタントの調達監理

- 調達業者の機器製作図の確認・照合
- 機材発送前の DRD との受け入れ態勢確認協議
- 製作された機材の製品検査（立会検査または検査報告書の確認による）
- 輸出梱包前の出荷前検査（検査報告書の確認による）
- 船積み前機材照合検査のための第三者検査機関との事前打合せ
- 機材搬入・開梱の監理
- 初期操作指導の監理
- 現地引き渡し前検収監理
- 機材引き渡しの立会
- 運用指導の完了確認

2) 調達業者の調達管理

- 入札後の機器製作図作成、確認・照合
- 機器製作管理
- 製作された機材の製品検査
- 輸出梱包前の出荷前検査
- 船積み前機材照合検査の立会
- 機材搬入・開梱
- 機材調整・試運転
- 初期操作指導
- 現地引き渡し前検収
- 機材引き渡し

(5) 品質管理計画

調達機材の品質監(管)理のため、下記に示す検査・検収を実施する。

1) 機器製作図確認・照合

契約後、調達業者により作成される機器製作図に対し、機材の仕様の機能の品質確保のために、調達業者の検査要員およびコンサルタントの検査技術者が照査を行い、必要な修正を行う。

2) 製品検査

コンサルタントにより承認した機器製作図をもとに、製作された機材の工場検査を行う。検査は製作工場における立会検査もしくは製作メーカーからの検査報告書の確認による。コンサルタントの工場立会検査は掘削リグ・ツールズおよび発電機・エアーコンプレッサーについて行う。

3) 出荷前検査

輸出梱包前に、調達品の員数確認検査を行う。

4) 船積み前機材照合検査

本邦調達品について、第三者検査機関による船積み前機材照合検査を行う。

5) 現地引き渡し前検収

機材の調整・試運転の終了後、0.5 か月間、引き渡しのための機材検収を、DRD の担当職員、コンサルタントの調達監理者および常駐調達監理者立会のもと、調達業者の現地調達管

第3章 プロジェクトの内容

理担当者により行う。

検収が終了した機材は、DRD に引き渡される。

(6) 資機材調達計画

本プロジェクトで調達する資機材は、井戸掘削用の車載型掘削リグおよび関連機材、電気検層機器類、支援車両、その他井戸建設用資機材類である。それぞれに専門性を有する分野であり、本プロジェクトの請負業者は、同様な資機材調達に実績のある商社とすることが妥当と考えられる。

本邦調達機材は、トラックは在来船により、その他の機材はコンテナ船により横浜港より海上輸送し、ヤンゴンで荷揚げした後、ヤンゴン市域の DRD のヤードまで内陸輸送を行い、DRD に引き渡される。ヤンゴンから資機材を保管するニャンウーの CDZ プロジェクト事務所までは DRD の責任で輸送を行う。

在来船は月に 1 便、コンテナ船はほぼ毎日の便数がある。

(7) 初期操作指導

機材の搬入・開梱、試運転・調整の後、調達業者の掘削技術指導担当者により、DRD の担当職員に対し、掘削リグ 2 台、支援車両、発電機、コンプレッサー、孔内検層器等の掘削関連機器の初期操作指導を行う。また、同時期に調達業者の機材維持管理担当者による機材維持管理方法の概要指導を行う。

(8) ソフトコンポーネント計画

本ソフトコンポーネント計画書は、次の 2 つの事項について、ミャンマー側実施機関の能力向上を図るための計画をまとめたものである。

- ① 孔内検層技術向上に係るソフトコンポーネント
- ② 揚水試験実施技術向上に係るソフトコンポーネント

1) ソフトコンポーネントを計画する背景

DRD は井戸掘削工事終了後、速やかに孔内検層を実施して、帯水層となっている地層の分布深度や層厚等を把握し、スクリーン位置及びスクリーン長等の井戸構造を的確に決定することが必要である。過去の DRD に対する技術協力プロジェクトにおいて孔内検層技術に関する技術指導を実施しているが、現在 DRD が所有している 4 台の孔内検層はいずれも回路の焼損やプリント基板の故障等、一部故障しており正常に稼働できる機材が無いため、正確なデータを取得し、それに基づくデータ解析を行い井戸構造を決定するという一連の技術の適用経験が十分ではない。本調査の中で、これまで建設された井戸の井戸構造図を見ると、スクリーンは全て井戸の底部に設置されており、孔内検層の結果が活用されていない可能性が高いことが確認された。

このため、本事業にて調達する機材を活用し、検層の実施計画、測定技術、データ解析、井戸構造の決定に係る技術指導を行い、必要な技術の習得を図る。

また、適切な揚水計画を立てるためには、井戸の仕上げ作業後に揚水試験を行い、井戸の能力や帯水層の特性を十分に把握することが重要である。揚水試験については、技術協力プロジェクトにおいて技術指導がなされた経緯がある。しかしながら、その後水中ポンプの故障のため、水中ポンプを使用した揚水試験を実施することができず、DRD はこれまで、井戸掘削後の孔内洗浄のためのエアリーフティングを継続する形での簡易的な方法で揚水量を判定している。しかしながら、今後の中央乾燥地でより高い給水レベルを目指すためには

正確な帯水層の能力を把握することが必要である。そのため、本事業において調達する機材を活用し、段階揚水試験、連続揚水試験、回復試験から成る揚水試験法を適切に実施するための技術の移転を目指した指導を行う。

2) ソフトコンポーネントの目標

本プロジェクトで実施するソフトコンポーネントによる技術支援は、DRD の要員が孔内検層を実施して適切な井戸を建設すること、および建設した井戸について適切な揚水計画を策定し、給水施設建設事業を効果的に実施できるように能力を向上することを目標とする。

3) ソフトコンポーネントの成果

(i) 孔内検層技術に係るソフトコンポーネント

ソフトコンポーネントによる孔内検層技術指導により、次の成果が得られることが期待できる。

- 成果(1)： DRD の技術者が、孔内検層を計画し、適切に実施する技術を習得する。
- 成果(2)： DRD の技術者が、得られた検層データを適切に検討する技術を習得する。
- 成果(3)： DRD の技術者が、検層データの解析結果から適切な井戸構造を決定する技術を習得する。

(ii) 揚水試験技術に係るソフトコンポーネント

ソフトコンポーネントによる揚水試験技術指導により、次の成果が得られることが期待できる。

- 成果(1)： DRD の技術者が、適切な揚水試験計画を立案する技術を習得する。
- 成果(2)： DRD の技術者が、水中ポンプを使用した揚水試験実施技術を習得する。
- 成果(3)： DRD の技術者が、試験データを解析し、帯水層の評価を行う技術を習得する。
- 成果(4)： DRD の技術者が、帯水層評価に基づき、適正な揚水計画を立案する能力を習得する。

4) 成果達成度の確認方法

上記(3)で定めた成果について、達成度を次の方法で確認する（表 3.2.21、表 3.2.22）。

表 3.2.21 ソフトコンポーネントの成果の達成度確認方法（孔内検層技術）

成 果	達成度の確認項目	確認方法
成果(1)： DRD の技術者が、孔内検層を実施する技術を習得する	検層機材を適切に取り扱うことができる	DRD 要員に実際に機器を取り扱わせて確認する（実地試験）
	検層機材を適切に設置することができる	
	プローブの下降/上昇速度を適切に設定できる	
	測定データを適切なレンジで表示させることができる	
	適切なデータ取得ができる	
	検層機器の取り扱い留意事項を他の DRD の技術者に説明できる	
成果(2)： DRD の技術者が、得ら	検層データを変化特性に基づき適切にゾーン区分することができる	DRD 要員に実際にデータを解析

れた検層データを解析する技術を習得する	柱状図の記載、掘進率の変化、等の井戸掘削データと対比し、柱状図に適切な修正を加え、説明を行うことができる	させて井戸構造を決定するまでのプロセスを実施させて確認する（筆記試験）
成果(3)：DRDの技術者が、検層データの解析結果から適切な井戸構造を決定する技術を習得する	柱状図、掘削記録、検層結果等を総合し、井戸構造(ケーシングプログラム、グラベルおよびシーリング位置等)を決定し、説明することができる	

表 3.2.22 ソフトコンポーネントの成果の達成度確認方法（揚水試験技術）

成果	達成度の確認項目	確認方法
成果(1)：DRDの技術者が、揚水試験計画を立案する技術を習得する。	適切な揚水試験機材（ポンプ、揚水管数量等）を選定できる	DRD 要員に揚水試験計画書を作成させて確認する（筆記試験）。
	適切な揚水試験工程計画を策定できる	
	揚水試験実施計画を他のDRDの技術者に説明できる	
成果(2)：DRDの技術者が、水中ポンプを使用した揚水試験実施技術を習得する。	機材の運搬設置が適切にできる	DRD 要員に機器の取り扱い、説明を行わせて確認する（実地試験）。
	適切に機材を取扱うことができる（丁寧に扱う・ケーブルを踏まない等）	
	機器の取り扱いおよび試験実施に関する留意事項を説明できる	
	予備揚水試験を元に適切に段階揚水試験計画を立てられる	現地にて、DRD 要員に実際に揚水試験を実施させて確認する（実地試験、筆記試験）。
	段階揚水試験結果を元に適切に連続揚水試験計画を立てられる	
	計画通りに適切に揚水量を設定し、揚水を継続できる	
	適切に試験データや試験実施条件などを記録できる	
	揚水中に適切に簡易水質測定ができる	
適切に現場撤収ができる		
成果(3)：DRDの技術者が、試験データを解析し、帯水層の評価を行う技術を習得する。	測定データをデジタルデータに適切に入力できる	DRD 要員に揚水試験データを解析させて確認する（筆記試験）。
	段階揚水試験および連続揚水試験の水位降下グラフを適切に作成できる	
	段階揚水試験の Q-S ダイアグラムを作成できる	
	比湧出量を算出できる	
	帯水層損失、井戸損失を算出できる	
	連続揚水試験および回復試験結果を元に透水係数を算出できる	
	限界揚水量および適正揚水量を検討でき、説明できる	
成果(4)：DRDの技術者が、帯水層評価に基づき、揚水計画を立案する能力を	揚水試験解析データに基づく帯水層能力、帯水層特性、機材コスト、対象村落の水需要などを勘案し、適切な揚	DRD 要員に揚水試験機材の仕様決定、揚水試験実

成果	達成度の確認項目	確認方法
習得する。	水機材仕様を決定できる	施レポートを作成させて確認する（筆記試験）。
	揚水試験レポートを適切に作成できる	

5) ソフトコンポーネントの活動（投入計画）

(i) 孔内検層技術に係るソフトコンポーネント

孔内検層技術に係るソフトコンポーネントの目標および成果を達成するために必要な活動は次の通りである。

- i) 渡航（日本－ミャンマーの現地）・準備作業
 - ・ ソフトコンポーネント全体の説明、協議
- ii) 孔内検層を実施する技術の習得に関する指導
 - ・ 孔内検層の概要・基本原理の説明
 - ・ 孔内検層機の取り扱いに関する指導
 - ・ データを適切に取得するための指導
- iii) 検層データの解析に関する技術の習得に係る活動
 - ・ データ解析結果による帯水層区分を行う技術指導
 - ・ 検層データから、柱状図の修正（主に地層の境界深度や層相）を行う技術の指導
- iv) 検層データの解析結果から適切な井戸構造を決定する技術の習得に係る活動
 - ・ 検層データの解析結果から、取水対象とする帯水層を決定する技術の指導
 - ・ 取水対象の帯水層に対するスクリーン配置の決定に関する技術の指導
 - ・ シーリングの位置、充填砂利の範囲を決定し、井戸構造を確定する技術指導
- v) 取り纏め作業・帰航（ミャンマーの現地－日本）
 - ・ ソフトコンポーネント実施結果の確認・協議

(ii) 揚水試験技術に係るソフトコンポーネントの活動（投入計画）

揚水試験実施技術に係るソフトコンポーネントの目標および成果を達成するために必要な活動は次の通りである。

- i) 渡航（日本－ミャンマーの現地）・準備作業
 - ・ ソフトコンポーネント全体の説明、協議
- ii) 適切な揚水試験計画を立案する技術の習得に係る活動
 - ・ 揚水試験の概要・基本原理の説明
 - ・ 対象と目的に応じた揚水試験計画立案の指導（ポンプ、揚水管数量等の選定等）
- iii) 水中ポンプを使用した揚水試験実施技術の習得に係る活動
 - ・ 現地における水中ポンプ、発電機、揚水管、流量測定器等の設置、取り扱いに関する指導
 - ・ 揚水および水位測定に関する指導
 - ・ 予備試験結果から段階揚水試験の段階数、揚水量を決定する技術の指導

第3章 プロジェクトの内容

- ・ 段階揚水試験結果から、連続揚水試験の揚水量および揚水継続時間を決定する技術の指導
 - ・ 連続揚水試験実施から回復試験実施に至る手順の指導
 - ・ 試験データの評価（適正な試験データであるか否か）に関する指導
- iv) 試験データを解析し、帯水層の評価を行う技術の習得に係る活動
- ・ 測定したデータをデジタルデータとして入力する指導
 - ・ 試験データから解析のために各種グラフを作成する指導
 - ・ 試験データの解析に関する指導（各種帯水層定数、その他を求める技術の指導）
- v) 帯水層評価に基づき、適正な揚水計画を立案する技術の習得に係る活動
- ・ 帯水層評価結果から、揚水量および使用する水中ポンプの仕様（容量、揚程等）、発電機仕様等を決定する技術の指導
 - ・ 揚水試験実施に係るレポート作成に係る指導
- vi) 取り纏め作業・帰航（ミャンマーの現地－日本）
- ・ ソフトコンポーネント実施結果の確認・協議

以上の孔内検層技術および揚水試験技術に係る活動の詳細を表3.2.23および表3.2.24にまとめた。なお、表中の期間については休日・移動期間等を含まない実日数である。

表 3.2.23 孔内検層技術に係るソフトコンポーネントの詳細

活動内容	目的	対象者	実施方法	期間	実施リソース 【日本側負担】	成果品 (括弧内は各活動 結果によるアウト プットであり、成果 品であるマニュアル 及び完了報告書 に取り纏める)
ステージ1：渡航・準備作業						
1-1) 渡航 (邦人コンサルタント：日本ーヤンゴン)				1日間	邦人コンサルタント1名	—
1-2) ソフトコンポーネント全体の説明、協議	ソフトコンポーネント実施にあたり、ミャンマー側関係者 (DRD 本局、DRD 中央乾燥地プロジェクト事務所 (以下、「CDZ プロジェクト事務所」)) に対するソフトコンポーネント実施の目的、内容等を説明し、協議を行い合意を得る。	DRD 本局関係者、CDZ プロジェクト事務所関係者	ソフトコンポーネント実施計画書を基に説明・協議を行う。DRD 本局とはネビドーにて、CDZ プロジェクト事務所とはニャンウーにて協議を行う。	3日間 (国内移動含む)	邦人コンサルタント1名 通訳1名	ソフトコンポーネント計画書
ステージ2：孔内検層実施技術に係る指導						
2-1) 孔内検層の概要・原理に関する指導	ミャンマー側要員 (DRD 本局・CDZ プロジェクト事務所の要員) が、孔内検層の実施意義、原理、実施方法について理解を深める。	DRD 本局要員 3名、CDZ プロジェクト事務所の要員 12名、合計 15名	ソフトコンポーネント実施計画書を基に説明・協議を行う。	0.5日間	邦人コンサルタント1名 通訳1名	—
2-2) 孔内検層機の取り扱いに関する指導	ミャンマー側要員 (DRD 本局・CDZ プロジェクト事務所の要員) が、孔内検層機を適切に取り扱いできるようにする。		ソフトコンポーネント実施計画書および孔内検層機のマニュアルを基に説明・協議を行う。	0.5日間		—
2-3) 孔内検層を実施する技術の指導	ミャンマー側要員 (DRD 本局・CDZ プロジェクト事務所の要員) が、実際に孔内検層機を操作して、検層を実施できるようにする。		現地において、実際に孔内検層機を操作して、検層データを取得する。	7日間 (国内移動含む)		(検層データ)
ステージ3：検層データの解析に関する技術の指導						
3-1) データ解析結果による帯水層区分を行う技術の指導	ミャンマー側要員 (DRD 本局・CDZ プロジェクト事務所の要員) が、取得したデータの比抵抗による区分を行い、柱状図との比較から帯水層区分を行うことができるようにする。	DRD 本局要員 3名、CDZ プロジェクト事務所の要員 12名、合計 15名	座学による指導	6日間	邦人コンサルタント1名 通訳1名	(修正した柱状図 (帯水層区分を含む))
3-2) 検層データから、柱状図の修正 (主に地層の境	ミャンマー側要員 (DRD 本局・CDZ プロジ		座学による指導			

第3章 プロジェクトの内容

活動内容	目的	対象者	実施方法	期間	実施リソース 【日本側負担】	成果品 (括弧内は各活動 結果によるアウト プットであり、成果 品であるマニュアル 及び完了報告書 に取り纏める)
界深度や層相)を行う技術	エクト事務所の要員)が、検層データの解析結果を用いて、柱状図に記載された層相や地層の境界深度を修正する技術を習得する。					
ステージ4：井戸構造を決定する技術の指導						
4-1) 取水帯水層を決定する技術の指導	ミャンマー側要員 (DRD 本局・CDZ プロジェクト事務所の要員) が、検層データから、取水を行う帯水層を決定する技術を習得する	DRD 本局要員 3名、CDZ プロジェクト事務所の要員 12名、合計 15名	座学による指導	7日間	邦人コンサルタント1名 通訳1名	(井戸構造図)
4-2) スクリーン配置を決定する技術の指導	ミャンマー側要員 (DRD 本局・CDZ プロジェクト事務所の要員) が、取水対象の帯水層に対するスクリーン配置の決定に関する技術を習得する		座学による指導			
4-3) 井戸構造を確定する技術の指導	ミャンマー側要員 (DRD 本局・CDZ プロジェクト事務所の要員) が、シーリングの位置、充填砂利の範囲を決定し、井戸構造を確定する技術を習得する		座学による指導			
ステージ5：取り纏め作業・渡航						
5-1) ソフトコンポーネント実施結果の確認・協議	ソフトコンポーネント実施結果の確認・協議	DRD 本局関係者、CDZ プロジェクト事務所関係者	ソフトコンポーネント実施計画書を基に説明・協議を行う。DRD 本局とはネビドーにて、CDZ プロジェクト事務所とはニャンウーにて協議を行う。	3日間 (国内移動含む)	邦人コンサルタント1名 通訳1名	孔内検層実施マニュアル、ソフトコンポーネント完了報告書
5-2) 帰航 (邦人コンサルタント：現地－ヤンゴン－日本 2日間、通訳：現地－ヤンゴン 1日間)				2日間	邦人コンサルタント1名	－
合計 MM					邦人コンサルタント 1.00 MM (30日間) 通訳 0.90 MM (27日間)	

表 3.2.24 揚水試験技術に係るソフトコンポーネントの詳細

活動内容	目的	対象者	実施方法	期間	実施リソース 【日本側負担】	成果品	
ステージ1：準備作業							
1-1) 渡航（邦人コンサルタント：日本－ヤンゴン）				1日間	邦人コンサルタント1名	－	
1-2) ソフトコンポーネント全体の説明、協議	ソフトコンポーネント実施にあたり、ミャンマー側関係者（DRD 本局、CDZ プロジェクト事務所）に対するソフトコンポーネント実施の目的、内容等を説明し、協議を行い合意を得る。	DRD 本局関係者、CDZ プロジェクト事務所関係者	ソフトコンポーネント実施計画書を基に説明・協議を行う。DRD 本局とはネピドーにて、CDZ プロジェクト事務所とはニャンウーにて協議を行う。	3日間 （国内移動含む）	邦人コンサルタント1名 通訳1名	ソフトコンポーネント計画書	
ステージ2：揚水試験計画策定に関する指導							
2-1) 概要・基本原理の説明	ミャンマー側要員（DRD 本局・CDZ プロジェクト事務所の要員）が、孔内検層の実施意義、原理、実施方法について理解を深める。	DRD 本局要員3名、CDZ プロジェクト事務所の要員 12名、合計 15名	ソフトコンポーネント実施計画書を基に説明・協議を行う。	1日間	邦人コンサルタント1名 通訳1名	－	
2-2) 揚水試験計画立案の指導	ミャンマー側要員（DRD 本局・CDZ プロジェクト事務所の要員）が、揚水試験計画を適切に策定できるように指導する。			1日間		（揚水試験計画書）	
ステージ3：揚水試験実施技術の指導							
3-1) 機器設置、取り扱いに関する指導	ミャンマー側要員（DRD 本局・CDZ プロジェクト事務所の要員）が、揚水試験用の各機器類を適切に取り扱い、配置できるように指導する。	DRD 本局要員3名、CDZ プロジェクト事務所の要員 12名、合計 15名	各機器の設置方法、取り扱い上の留意点などの説明を座学で行う。	8日間 （国内移動含む）	邦人コンサルタント1名 通訳1名	－	
3-2) 揚水および水位測定に関する指導	ミャンマー側要員（DRD 本局・CDZ プロジェクト事務所の要員）が、揚水試験時の揚水量の管理および水位測定を行うことができるように指導する。					試験時の揚水量管理、水位測定法、について座学、および近傍の井戸で説明を行う。	－
3-3) 予備試験結果から段階揚水試験の段階数、揚水量を決定する技術の指導	ミャンマー側要員（DRD 本局・CDZ プロジェクト事務所の要員）が、予備試験時の揚水量および水位降下から、段階揚水試験の段階数および揚水量、継続時間等を決定する技術を指導する。					現地にて、予備試験を実施し、その結果から段階揚水試験の段階数や継続時間等の決定について指導する。	（段階揚水試験指示書）
3-4) 段階揚水試験結果から、連続揚水試験の揚水量および揚水継続時間を決定する技術の指導	ミャンマー側要員（DRD 本局・CDZ プロジェクト事務所の要員）が、段階揚水試験結果から、連続揚水試験の揚水量、継続時間					現地にて、段階揚水試験を実施し、その結果から連続揚水試験の揚	（連続揚水試験指示書）

第3章 プロジェクトの内容

活動内容	目的	対象者	実施方法	期間	実施リソース 【日本側負担】	成果品
	等を決定する技術を指導する。		水量および継続時間の決定について指導する。			
3-5) 連続揚水試験実施から回復試験実施に至る手順の指導	ミャンマー側要員 (DRD 本局・CDZ プロジェクト事務所の要員) が、連続揚水試験終了直後から、回復試験へスムーズに推移する技術を指導する。		連続揚水試験を実施し、直ちに回復試験へ移行できるよう現地にて指導する。			—
3-6) 試験データの評価に関する指導	ミャンマー側要員 (DRD 本局・CDZ プロジェクト事務所の要員) が、試験データの質を評価する技術を指導する。		現地にて、各試験毎に水位変化のグラフを作成し、データの質の良否を評価する技術を指導する。			(揚水試験データ)
ステージ4: 試験データを解析し、帯水層の評価を行う技術の指導						
4-1) 試験データから解析のために各種グラフを作成する指導	ミャンマー側要員 (DRD 本局・CDZ プロジェクト事務所の要員) が、試験データ解析の基となる各種グラフを作成する技術を指導する。	DRD 本局要員 3名、		6日間	邦人コンサルタント 1名 通訳 1名	(各種グラフ)
4-2) 試験データの解析、帯水層評価に関する指導	ミャンマー側要員 (DRD 本局・CDZ プロジェクト事務所の要員) が、試験データを解析し、帯水層定数その他を求め、帯水層を評価する技術を指導する。	CDZ プロジェクト事務所の要員 12名、合計 15名				(帯水層定数、帯水層評価)
ステージ5: 適正な揚水計画を立案する技術の指導						
5-1) 揚水量および使用する水中ポンプ・発電機等の仕様を決定する技術 (揚水計画) の指導	ミャンマー側要員 (DRD 本局・CDZ プロジェクト事務所の要員) が、揚水試験データの解析結果から、揚水計画を作成する技術を指導する。	DRD 本局要員 3名、 CDZ プロジェクト事務所の要員 12名、合計 15名		5日間	邦人コンサルタント 1名 通訳 1名	(揚水計画)
5-2) 揚水試験実施に係るレポート作成に係る指導	ミャンマー側要員 (DRD 本局・CDZ プロジェクト事務所の要員) が、一連の揚水試験実施に係るレポートを作成することができるよう指導する。					(揚水試験実施報告書)
ステージ6: 取り纏め作業						
6-1) ソフトコンポーネント実施結果の確認・協議	ソフトコンポーネント実施結果の確認・協議	DRD 本局関係者、 CDZ プロジェクト事務所関係者	ソフトコンポーネント実施計画書を基に説明・協議を行う。DRD 本局とはネピドーにて、CDZ プロジェクト事務所とはニャンウー	3日間 (国内移動含む)	邦人コンサルタント 1名 通訳 1名	揚水試験実施マニュアル、ソフトコンポーネント完了報告書

活動内容	目的	対象者	実施方法	期間	実施リソース 【日本側負担】	成果品
			にて協議を行う。			
6-2) 帰航 (邦人コンサルタント：現地－ヤンゴン－日本 2日間、通訳：現地－ヤンゴン 1日間)				2日間	邦人コンサルタント1名	－
合計 MM				邦人コンサルタント 1.00 MM (30日間) 通訳 0.90 MM (27日間)		

6) ソフトコンポーネントの実施リソースの調達方法

ソフトコンポーネント活動を実施するため、必要な要員配置を次に示す。

- ① 邦人コンサルタント要員 2名（孔内検層担当1名、揚水試験担当1名）

邦人コンサルタントは、ソフトコンポーネントの計画立案、活動工程及びプログラムの全体監理を行うとともに、施主及び日本側関係機関への連絡・報告、プログラムの各関係主体との協議、調整を担当する。また、活動主体となる次の現地人材に対する技術指導を行う。

- ② 通訳（英語－ミャンマー語：現地雇用）2名（孔内検層担当1名、揚水試験担当1名）

孔内検層および揚水試験を実施する DRD の要員とは、英語による意思疎通が難しいため、指導を円滑に行うために通訳を日本側負担で雇用する。

7) ソフトコンポーネントの実施工程

孔内検層および揚水試験技術能力向上のためのソフトコンポーネントは、本計画で調達される孔内検層機、および揚水試験装置を用いて行うため、実施時期は調達業者による初期操作指導終了後に行う。実施工程は、表 3.2.25 および表 3.2.26 に示す。

表 3.2.25 孔内検層技術に係るソフトコンポーネント工程表

項目	日																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
ステージ1：渡航・準備作業																															
1-1) 渡航	■																														
1-2) ソフトコンポーネント全体の説明・協議		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
ステージ2：孔内検層実施技術に係る指導																															
2-1) 孔内検層の概要・原理に関する指導					■																										
2-2) 孔内検層機の取り扱いに関する指導						■																									
2-3) 孔内検層を適切に実施する技術の指導							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
ステージ3：検層データの解析に関する技術の指導																															
3-1) データ解析結果による帯水層区分を行う技術の指導														■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3-2) 検層データから、柱状図の修正を行う技術の指導																															
ステージ4：井戸構造を決定する技術の指導																															
4-1) 取水帯水層を決定する技術の指導																															
4-2) スクリーン配置を決定する技術の指導																															
4-3) 井戸構造を決定する技術の指導																															
ステージ5：取り纏め作業・帰航																															
5-1) ソフトコンポーネント実施結果の確認・協議																															
5-2) 帰航																															

表 3.2.26 揚水試験技術に係るソフトコンポーネント工程表

項目	日																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
ステージ1：渡航・準備作業																															
1-1) 渡航	■																														
1-2) ソフトコンポーネント全体の説明・協議		■	■	■	■																										
ステージ2：揚水試験計画を立案する技術の習得に関する指導																															
2-1) 揚水試験の概要・原理に関する指導					■																										
2-2) 対象と目的に応じた揚水試験計画立案の指導						■																									
ステージ3：水中ポンプを使用した揚水試験実施技術の指導																															
3-1) 水中ポンプ、発電機揚水管、流量測定器等の設置、取り扱いに関する指導								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3-2) 揚水および水位測定に関する指導								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3-3) 予備試験結果から段階揚水試験の段階数、揚水量を決定する技術の指導								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3-4) 段階揚水試験結果から連続揚水試験の揚水量、揚水継続時間を決定する技術の指導								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3-5) 連続揚水試験から回復試験に至る手順の指導								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3-6) 試験データの評価に関する指導								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
ステージ4：試験データを解析し、帯水層の評価を行う技術の指導																															
4-1) 試験データから解析のための各種グラフを作成する指導																															
4-2) 試験データの解析に関する指導																															
ステージ5：帯水層評価に基づき、適正な揚水計画立案する技術の指導																															
5-1) 帯水層評価結果から、揚水量・使用する水中ポンプ、発電機の仕様等を決定する技術の指導																															
5-2) 揚水試験実施に係るレポート作成に係る指導																															
ステージ6：取り纏め作業・帰航																															
6-1) ソフトコンポーネント実施結果の確認・協議																															
6-2) 試験データの解析に関する指導																															

8) ソフトコンポーネントの成果品

孔内検層技術および揚水試験技術に係るソフトコンポーネントの成果品はそれぞれ次のとおりとする。

(i) 孔内検層技術に関するソフトコンポーネント

- －活動計画書
- －活動報告
- －孔内検層実施マニュアル（英語、ミャンマー語）
- －完了報告書

(ii) 揚水試験技術に関するソフトコンポーネント

- －活動計画書
- －活動報告
- －揚水試験実施マニュアル（英語、ミャンマー語）
- －完了報告書

9) ソフトコンポーネントの概略事業費

ソフトコンポーネント実施に係る、日本側の概略事業費は、約 7.0 百万円である。

10) ミャンマー側の責務

本ソフトコンポーネントの実施にあたり、DRD はソフトコンポーネントによる技術指導を受ける要員を確保し参加させる責務がある。現時点で予定されている参加者数は、DRD 本局から 3 名、3 つの地域（ザガイン、マンダレー、マグウェー地域）から各 4 名の合計 15 名である。

DRD は、参加者の旅費および交通費を負担する。このための費用は約 3.5 百万 MMK と想定される。

(9) 実施工程

1) 調達機材の製作期間

本プロジェクトで調達される機材のうち、製作に最も時間を要するものはトラック搭載型掘削機および支援車両である。メーカーからの聞き取り調査によれば、機器製作図作成に 1 か月、機器製作に 9 か月を要する。したがって、契約締結後、機器の完成までは 10 か月が必要である。車両以外の機材に関しては、5 か月以下の製作期間である。できるだけ早く、機材を供与するという観点から、5 か月の製作期間の日本調達品の調達に合わせた第 1 回調達、および図面作成から機器製作まで 10 か月の日本調達品の調達に合わせた第 2 回調達の 2 回に分けて実施する

2) 輸送期間と到達期間、諸手続き

工場製作後、横浜港での検査・諸手続き、ヤンゴン港までの海上輸送、ヤンゴン港での荷揚げ・免税手続き、ヤンゴン市内 DRD 資材置場までの内陸輸送に要する期間は下記に示すとおりである。

工場発送から船積みまで	: 1.0 月
海上輸送、通関、内陸輸送	: 2.0 月
合計	<u>3.0 月</u>

第 1 回目調達、第 2 回目調達共に、日本調達品の工場出荷からヤンゴン到着までの期間は 3.00 月である。

3) 据付工事等の施工工程

据付工事等は、搬入・開梱、調整・試運転、初期操作指導からなり、機材によって必要とする時間が異なるが、全体としては、以下の期間を要する。

第 1 回目調達	: 1.4 月
第 2 回目調達	: 0.73 月

4) 検査・検収に要する期間

検査・検収は初期操作指導の期間と重複するため、工期算定には含めない。

5) 調達実施工期の算定

上記(9) 1)~4)より調達実施工期を表 3.2.27 のように算定する。

表 3.2.27 調達実施工期

項目	第1回目調達	第2回目調達
製作期間	5.00ヶ月	10.00ヶ月
諸手続き・輸送期間	3.00ヶ月	3.00ヶ月
開梱・試運転・初期操作指導	1.40ヶ月	0.73ヶ月
合計	9.40ヶ月	13.73ヶ月

全事業期間は、表 3.2.28 に示すように 26 ヶ月間である。

表 3.2.28 事業実施工程表

年	2015				2016							
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
EN・GA	▲											
実施設計								■ 現地調査				
								□ 入札図書作成				
										■ 入札関連業務		
年	2016				2017							
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
調達					■ 機器製作・検査							
					■ (エアコンプレッサー、孔内検層機、井戸掘削用消耗品、水中ポンプ、揚水試験装置)	■ 輸送					■ 輸送	
					■ 開梱・試運転・初期操作指導	■						
ソフトコンポーネント										■ 孔内検層技術指導	■	
										■ 揚水試験技術指導		■
年	2017											
	9	10	11	12								
調達	■ 輸送											
		■			■ 開梱・試運転・初期操作指導							
		▲			■ 納入・引渡							

3.3 相手国分担事業の概要

3.3.1 一般的負担事項

本プロジェクトが実施された場合のミャンマー側の負担事項は次のとおりである。

- ・ 銀行取極め (B/A) に基づく次の費用の負担
 - (1) 支払い授權書 (A/P) に係わる手続き実施および費用負担
 - (2) 支払手数料の負担
- ・ 本プロジェクトに必要な輸入資機材の輸入港における速やかな通関および内陸輸送に関する支援
 - (1) 本プロジェクトに必要な輸入資機材免税措置にかかる手続き
 - (2) 資機材のプロジェクトサイトへの輸送
- ・ 本プロジェクト実施に必要な業務に従事する日本人の入国・滞在にかかる必要な便宜供与

- ・ 本プロジェクト実施に必要な業務に従事する日本人の関税、内国税等の免除
- ・ 日本国の無償資金協力で調達された資機材の適切な利用と維持管理の実施
- ・ 日本国の無償資金協力に含まれないが本プロジェクトの実施に必要な全ての費用の負担
- ・ 本プロジェクト実施に際しての環境社会配慮
- ・ 詳細設計に必要な資料及び情報の提供
- ・ 本プロジェクト実施に必要な業務にかかる許可取得（業務に従事する関係者のミャンマー国内旅行許可等）

3.3.2 本プロジェクトに関連した負担事項

本プロジェクト実施に際してミャンマー側で負担されるべき事項は次の通りである。

- ・ 調達した資機材による井戸掘削
- ・ 本プロジェクトで掘削した井戸を水源とする給水施設の建設
- ・ 調達資機材の運転維持管理を行う要員の確保
- ・ ソフトコンポーネントによる技術移転実施に係る参加者の旅費・交通費の負担
- ・ JICA 事務所への調達資機材の活用、掘削計画の進捗、および水質モニタリング結果にかかる毎年の報告

3.4 プロジェクトの運営・維持管理計画

3.4.1 調達機材の運営・維持管理

プロジェクトによって調達される掘削関連機材の運営・維持管理は、DRD の予算によって賄われる。ただし、各村で建設される給水施設に設置された水中モーターポンプ、発電機については、原則として各村によって運営・維持管理が行われることとなる。

また、調達された資機材の維持管理の実務は、ニャンウーにある DRD の CDZ プロジェクト事務所のワークショップで行われることとなる。このワークショップでは、1980 年代に日本から供与された 3 台を含む 5 台のリグの維持管理を行いながら使用できる状態に保っている。維持管理は、ドリラーを中心とした掘削班スタッフによる部品の点検整備や交換、ワークショップの維持管理スタッフによる機材の修理などが行われている。新規にリグが調達された場合、新たな掘削班の構成が計画されている。新たな掘削班は、現在の掘削班と同様に 8 名で構成される。その要員はいずれも掘削経験を有する DRD の現有スタッフを移動して組織される計画であり、DRD は既にその要員のリストを作成済みである（添付資料 4-1：2015 年 4 月 30 日署名の協議議事録の Annex 8 参照）。その掘削班スタッフと、既存の維持管理スタッフの連携により、引き続き新規に調達されたリグの維持管理が計画されている。維持管理に必要なスペアパーツは、DRD の予算によって調達されている。

本プロジェクトによって整備される機材に係る運営・維持管理に新たに必要となる経費は、後述の「3.5.4 調達機材の運営・維持管理費」にまとめたとおりである。本プロジェクトの運営・維持管理は、主要機材については DRD が過去に同等機材を使用した経験があり現在も維持管理していること、また一般的な仕様内容であることなどから技術的には特に困難な点はないと判断できる。

本プロジェクトでは、孔内検層機および揚水試験装置の調達が含まれている。

孔内検層を主に担当するのは、DRD 本局に配置されている水理地質／物理探査担当者（5 名）

である。DRD が掘削した井戸の構造図を見ると、必ずしも検層の結果が活用されているとは言えない。したがって、ソフトコンポーネントにより、孔内検層機の取扱い、孔内検層の実施、解析、井戸構造の決定等の技術指導を行う。

井戸掘削修了後、揚水試験を行って帯水層を評価し、適切な揚水計画を策定する必要がある。しかしながら、DRD は現在エアリフトによる揚水を揚水試験としており、正確な帯水層評価ができない。揚水試験は、井戸掘削班が実施することになるため、これに対するソフトコンポーネントによる技術指導を行う。

フェーズ1によって、新たに井戸が設置された村においても、特に問題なく運営・維持管理が行われていることを確認した。本プロジェクトの対象村落においても、従来行われていたフェーズ1同様の技術指導（ポンプ、発電機の取扱マニュアルを利用した技術講習）、DRD によるサポートが必要とされる。

3.4.2 地下水の水質モニタリング

NDWQS 内で給水施設における水質モニタリング項目として、優先 16 項目（表 2.1.3 参照）が示されている。2.1.3 (4) 水質分析の項で記載したように、現段階では地方給水を管轄する DRD のみならず、ミャンマー国内の各関係機関における実施方針および適用範囲等も決まっていなかったことから、この基準を適用して現在 DRD の管轄している給水施設全体に対してモニタリングを実施することは非現実的である。

そこで本事業では、本事業で調達された機材を用いて新規掘削される井戸に対して、NDWQS に準拠した手法を適用する試験的な運用として、継続的な水質モニタリングを実施することを提案する。分析項目は NDWQS で示された優先 16 項目に加え、これまでに DRD が分析を実施してきた項目についても引き続き分析を行うものとする。DRD で分析不可能な項目については、MOH への分析委託により実施することを想定している。なお、MOH からも協力体制に問題はないとの回答も得られている。また、各水源における分析結果は台帳にまとめるものとし、エクセル等によってデータベースを作成し、今後の水質管理に寄与するものとする。

表 3.4.1 に水質モニタリングにおいて必要な事項をまとめ、DRD で現在使用している水質分析台帳から更新した台帳案を図 3.4.1 に示す。

表 3.4.1 水質モニタリングにおける必要事項

項目	内容	
井戸諸元等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 井戸番号（任意に設定） ・ 地域／省 ・ T/S 名 ・ 村落名 ・ 緯度経度（測定不可であれば、採水施設名等を記載） ・ 水源種別（深井戸、浅井戸、ため池、灌漑用水等） ・ 井戸深度 ・ 揚水量 ・ 採水者および採水日 ・ 分析室および分析実施日 	
分析項目	【一般性状】 10 項目	一般大腸菌群、糞便性大腸菌群、pH、電気伝導度（EC）、味、臭気、色度、濁度、硬度、総溶存固形物（TDS）
	【金属】 9 項目	鉛、マンガン、鉄、アルミニウム、カルシウム、クロム、銅、亜鉛、マグネシウム

第3章 プロジェクトの概要

項目	内容	
	【非金属】 5項目	ヒ素、硝酸、硫酸、塩化物イオン、 <u>フッ素</u>
分析頻度	<p>新規井戸完成時に1回、または以下のような場合、年1回程度の水質モニタリングを行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 水質がNDWQSやWHOガイドライン（第4番）を満足していたとしても、基準やガイドラインに近い値であった場合 ・ 掘削した井戸の近傍に、NDWQSもしくはWHOガイドラインを満足しない水質の深井戸が存在する場合 ・ 対象村落の近傍に、水質に影響を与える可能性がある施設（工場、鉱山、他）が存在する場合 	
適用範囲	本事業で新規掘削される井戸	

※分析項目における下線部は優先項目以外の実施項目

**Ministry of Livestock, Fisheries and Rural Development
Department of Rural Development
Water Chemical Analysis Report**

Sheet No		Sample ID	
Person of Sampling		Sampling Date	
Lab. Code		Analysis Date	
Region/Sate		Latitude	
Township		Longitude	
Village		Depth	
Sources		Yield (gph)	

No	Chemical Prameters	Result	Chemically Potable Range
1	pH		6.5 - 8.5
2	Electrical Conductivity		0 - 1,500 uS/cm
3	Total Coliforms		0 - 3 MPN/100ml
4	Faecal Coliforms		0 MPN/100ml
5	Taste		Acceptable / No objectionable Taste
6	Odor		Acceptable / No objectionable Odor
7	Color		0 - 15 TCU (True Color Unit)
8	Turbidity		0 - 5 NTU (Nephelometric Turbidity Unit)
9	Hardness		0 - 500 mg/l as CaCO ₃
10	Total Dissolved Solid (TDS)		0 - 1,000 mg/l
11	Aluminium (Al)		0 - 0.2 mg/l
12	Calcium (Ca)		0 - 200 mg/l
13	Chromium (Cr)		0 - 0.05 mg/l
14	Copper (Cu)		0 - 2.0 mg/l
15	Iron (Fe)		0 - 1.0 mg/l
16	Lead (Pb)		0 - 0.01 mg/l
17	Magnesium (Mg)		0 - 150 mg/l
18	Manganese (Mn)		0 - 0.4 mg/l
19	Zinc (Zn)		0 - 3.0 mg/l
20	Arsenic (As)		0 - 0.05 mg/l
21	Chloride (Cl)		0 - 250 mg/l
22	Fluoride (F)		0 - 1.5 mg/l
23	Nitrate (as N)		0 - 50 mg/l
24	Sulphate (SO ₄)		0 - 250 mg/l

Remark -

Chemist

図中の網掛け部はこれまで MOH への分析委託していたものもしくは今後必要なもの

図 3.4.1 DRD における水質分析台帳案

ミャンマー国第二次中央乾燥地村落給水計画準備調査

JICA

3.4.3 基準値を超える水質項目が確認された場合の対応

本プロジェクトが実施された場合、DRD は既存機材および調達された資機材を用いて井戸掘削および給水施設の建設を行うことになる。DRD はその進捗状況を定期的に JICA ミャンマー事務所へ Progress Monitoring Report として報告することが Minutes of Discussions で合意されている（2015年4月30日署名）。

なお、水質に関しては、2015年7月2日に確認した Technical Note、2015年9月16日に締結された本プロジェクトに関する贈与契約 (Grant Agreement) に添付された Record of Discussions、および 2015年10月20日に署名された本プロジェクトの協力準備調査報告書（案）に関する Minutes of Discussions にて、次のように取り扱うことが合意されている。

- ① DRD は井戸掘削終了後水質分析を行い、その結果を JICA ミャンマー事務所へ提出する Progress Monitoring Report に含めること、またこのために必要な予算措置を行うこと。
- ② 次のような場合は、DRD は年1回の水質モニタリングを行うこと。
 - a. 水質がミャンマー国飲料水水質基準や WHO ガイドライン（第4版）を満足していたとしても、基準やガイドラインに近い値であった場合。
 - b. 掘削した井戸の近傍に、飲料水質基準もしくは WHO ガイドラインを満足しない水質の深井戸が存在する場合。
 - c. 対象村落の近傍に、水質に影響を及ぼす可能性がある施設（工場、鉱山、他）が存在する場合。
- ③ 掘削した井戸の水質が飲料水質基準値を満足しない場合は、飲料水としては使用しないこと。そのような場合、DRD は健康被害が生じないように村落住民に対して、飲用に適さない水質であることを周知し、飲用として利用しないよう指導すること。もし、住民がそのような井戸の水を飲用として使用した場合は、当該井戸を埋め戻すなどの処置を講じること。現地調査の結果では、現時点においてはモニタリング対象の村落で上記 b.または c.の条件に該当するところはない。

3.4.4 給水施設の設計に改善についての提案

(1) 嵩上げた給水タンク建設の提案

現状の給水施設では、多くの住民が利用する牛車に乗せたドラムへの直接の給水は、ポンプ稼働時間に限定されるため、施設周辺には給水を待つ牛車の長い列が生じ給水効率が低い。

これは、図 3.4.2 に示すように、給水施設を現状の地上タンクから 2~3m 程度の高架タンクに変更することにより容易に解決でき、ポンプの稼働時間に関係なく一度に複数の牛車へ給水を行うことができ、給水効率の向上に大きく貢献する。また、嵩上げた給水タンクにより村落内に管路給水を行うことも可能になる。したがって、今後村落給水施設を建設する場合、このような構造の嵩上げた給水タンクの建設を行うことを提案する。

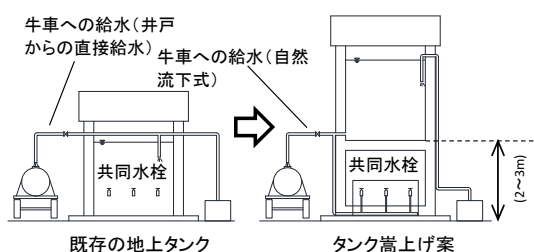


図 3.4.2 嵩上げた給水タンク施設の提案

(2) 給水タンクへの蓋の設置の提案

本調査で訪問した村落において建設されている給水タンクは、ほとんどの場合、上部に蓋が無い構造となっている。そうすると、給水タンクの上部からゴミや不衛生なものが入り易い。また、蚊が発生し、マラリアやデング熱等の疾病を生じる可能性もある。このような事態は、給水タンクの上部に蓋を設置することで解消することが可能である。したがって、給水タンクを新設する場合は、上部に蓋を持つ構造とすることを提案する。

3.4.5 事業実施後の給水施設運営維持管理計画

(1) 運営維持管理に係る組織体制

本プロジェクト事業が実施された後の給水施設運営維持管理は、現在準備作業が進んでいる地方給水戦略で新たな枠組みが示されなければ、基本的には表 4.1.5 で示される VWC を中心とした現況の運営維持管理実施体制が最も効率が良いと考えられる。本体制は、既に広く対象地域において周知されているだけでなく、同地域における文化や慣習にも良く馴染んでいる為、当該地域の T/S や対象村落へ導入が容易である。

(2) 事業実施対象村落における運営維持管理コストの概算

事業実施対象 100 村落における給水施設運営維持管理に係るコストを算出するにあたり、支出額算出に必要な条件を下述のように設定した。まず、給水原単位は DRD から提示された 90 L (約 20 gallon) / 人 / 日、揚水量は既存給水施設の揚水量を考慮して 100 L / 分とした。また、対象地域における既存給水施設の運営維持管理では減価償却費をコストに含めていない事が一般的であることから、今回の算出でも減価償却費は考慮しない。運営維持管理コストの内訳としては、発電機を稼働させるためにディーゼル購入費、オペレーター給与、発電機の保全に必要なエンジンフィルター、オイル等のスペアパーツ購入費、文房具や通信費などの雑費とする。各内訳の割合は、ディーゼル代を全体コストの 80%、スペアパーツ購入費は 10%、給与や雑費はそれぞれ 5%と設定した。

全体コストに最も影響するディーゼル購入費の算出を出来るだけ正確に行うため、導入予定の水中ポンプの定格出力と発電機の定格出力から負荷率を算出、一般的な発電機（デンヨー製発電機）のカタログに示されている負荷率 50%、及び 75%の時の燃費（L/時間）を参考に加重平均で各対象村落における発電機の燃費を算出した。表 3.4.2 に算出結果を示す。

表 3.4.2 事業実施対象村落における世帯当たりの運営維持管理コスト概算

地域	ID	村落	世帯数	人口	平均世帯収入 (年額： MMK)	1世帯当たり O&Mコスト (年額： MMK)	O&Mコスト の平均世帯 収入に対する 割合 (%)
ザガイン	SA2-01	Yonedaw	96	450	1,578,000	49,834	3.16
	SA2-02	Nyaungbinthar	53	223	2,305,200	44,731	1.94
	SA2-03	MaungHtanng	1,010	4,303	2,964,000	45,293	1.53
	SA2-04	Kantawthar	110	450	1,596,000	43,491	2.73
	SA2-05	Mhonehtoo	50	204	1,206,000	43,375	3.60
	SA2-06	Wattuu I	220	860	2,448,000	41,558	1.70
	SA2-07	Thann Pin Kan	198	935	1,740,000	57,376	3.30
	SA2-08	Nat Yay Kan	171	900	1,896,000	63,947	3.37
	SA2-09	Sithar	85	412	1,506,000	51,530	3.42
	SA2-10	Oakkan	300	800	1,524,000	28,350	1.86

第3章 プロジェクトの概要

地域	ID	村落	世帯数	人口	平均世帯 収入 (年額： MMK)	1世帯あたり O&Mコスト (年額： MMK)	O&Mコスト の平均世帯 収入に対す る割合(%)	
	SA2-11	Waryaung	920	4,000	2,892,000	52,826	1.83	
	SA2-12	WarTannKalay	100	1,000	2,184,000	106,313	4.87	
	SA2-14	Zeepinlae	350	1,879	1,950,000	57,074	2.93	
	SA2-16	MinDaw	280	1,100	4,860,000	41,766	0.86	
	SA2-17	Kine	72	280	1,344,000	41,344	3.08	
	SA2-18	Kalapyan	78	383	1,806,000	52,202	2.89	
	SA2-19	H LayOoKan	63	585	1,596,000	112,822	7.07	
	SA2-21	Watkya	153	748	2,424,000	51,976	2.14	
	SA2-22	ThaHtayKone	55	410	3,762,000	90,572	2.41	
	SA2-24	Thindaw	60	817	2,268,000	144,762	6.38	
	SA2-25	LwinGyi	60	499	1,944,000	101,047	5.20	
	SA2-26	Kyaunkone	253	1,171	2,532,000	56,236	2.22	
	SA2-27	Inngoteto	280	1,278	1,986,000	48,524	2.44	
	SA2-28	Myayhtoo	386	1,844	1,340,004	89,483	6.68	
	SA2-29	Khnowntar	104	1,004	2,280,000	102,632	4.50	
	SA2-30	Nyaungkanthar	123	539	2,064,000	53,243	2.58	
	SA2-31	Myaymon	415	2,527	2,688,000	64,735	2.41	
	SA2-32	Layytwinzin	150	714	4,938,000	57,834	1.17	
	SA2-33	Chaungchar	102	513	2,436,000	61,108	2.51	
	SA2-34	Minyogone	79	445	1,968,000	59,885	3.04	
	SA2-35	Shandaw	70	415	2,761,200	72,032	2.61	
	SA2-36	Kyuntaw	100	420	1,734,000	44,651	2.58	
	SA2-37	Palae Thwe	63	250	1,572,000	42,187	2.68	
	SA2-38	Poukkan	267	1,500	1,728,000	59,726	3.46	
	マングレー	MA2-01	Htantawgy	100	284	4,025,460	30,193	0.75
		MA2-02	Ason	145	635	1,332,000	46,558	3.50
		MA2-03	Khinthar	80	490	2,064,000	65,117	3.15
		MA2-04	Chaysay	243	1,326	2,538,000	58,013	2.29
		MA2-05	Talgyi	160	761	3,672,000	50,564	1.38
		MA2-07	Yonehto	147	703	1,290,000	50,842	3.94
		MA2-11	Kaungzin	144	864	1,464,000	72,900	4.98
		MA2-14	Kyaungkangyibin	77	435	1,808,724	105,820	5.85
		MA2-15	Nyaunggone	136	689	2,676,000	53,860	2.01
		MA2-17	Chaungsone	80	793	3,632,724	120,437	3.32
		MA2-19	Tharzi	183	988	1,932,000	101,129	5.23
		MA2-20	KanAye	94	300	1,977,000	59,780	3.02
		MA2-21	Tharyarmaing	380	1,927	2,190,000	94,987	4.34
		MA2-22	Oakpo	210	1,500	1,350,000	75,937	5.63
MA2-23		Kangyi	320	1,503	2,832,000	87,978	3.11	
MA2-24		Htanekan	230	1,200	4,320,000	63,391	1.47	
MA2-25		Waryonesu	197	1,000	1,764,000	53,965	3.06	
MA2-26		Talkone	53	427	2,028,000	150,911	7.44	
MA2-27	Tawbyar	57	300	2,460,000	98,586	4.01		
MA2-28	Setsetyo	174	991	1,560,000	135,515	8.69		

地域	ID	村落	世帯数	人口	平均世帯 収入 (年額： MMK)	1世帯あたり O&Mコスト (年額： MMK)	O&Mコスト の平均世帯 収入に対す る割合(%)
	MA2-29	Kanzauk	243	1,150	3,096,000	57,500	1.86
	MA2-30	Talbindel	101	512	1,302,000	94,955	7.29
	MA2-31	Mongywettaaw	82	300	1,464,000	68,528	4.68
	MA2-32	PhoneKan	70	392	4,008,000	59,536	1.49
	MA2-33	Nyaungpinthar	23	113	1,932,000	59,694	3.09
	MA2-34	Saingkan	201	908	1,782,000	107,486	6.03
	MA2-35	Byugyi	320	1,987	1,920,000	147,744	7.70
	MA2-36	Aleywar	226	1,089	1,650,000	90,258	5.47
	MA2-38	Thayattaw	145	300	1,776,000	21,996	1.24
	MA2-39	Tangkan	185	1,000	1,627,500	128,615	7.90
	MA2-40	Nakyatkhwai	1,067	6,130	1,632,000	107,612	6.59
マダウエー	MG2-01	Natkan	310	1,244	3,972,000	42,662	1.07
	MG2-02	Thanbo	64	297	2,856,000	49,336	1.73
	MG2-03	Nyaungpinthar	267	1,450	2,382,000	101,724	4.27
	MG2-04	Konegyi	254	1,187	2,466,000	87,535	3.55
	MG2-05	Sainggya	416	1,760	3,306,000	79,248	2.40
	MG2-06	Thapyaysan (N)	72	250	4,110,000	42,187	1.03
	MG2-07	Shwekyaw	95	253	1,356,000	32,357	2.39
	MG2-08	Leikkan	228	1,134	1,740,000	52,877	3.04
	MG2-09	Ywarthitgyi	310	1,820	2,112,000	71,333	3.38
	MG2-10	Kanyaygyi	230	1,246	2,637,600	128,900	4.89
	MG2-11	Myaysoon	63	328	1,921,200	97,522	5.08
	MG2-12	Zeenwar	245	1,175	3,648,000	50,987	1.40
	MG2-13	Yenpyay	36	155	1,254,000	52,313	4.17
	MG2-14	Kyatesu	165	720	1,554,000	46,391	2.99
	MG2-15	Winkabar	580	2,600	1,176,000	47,657	4.05
	MG2-16	Kyatkan	116	478	2,784,000	43,808	1.57
	MG2-17	Sudat	96	450	1,974,000	111,533	5.65
	MG2-18	Myaynialin	38	235	1,509,600	115,838	7.67
	MG2-19	Lelkyinyoe	297	1,500	2,424,000	94,602	3.90
	MG2-20	Laytinesin	597	2,246	2,238,000	45,710	2.04
	MG2-21	Tharmyar	571	3,211	2,604,000	68,326	2.62
	MG2-22	Ayaungmyinthar	197	1,260	2,088,000	67,997	3.26
	MG2-23	Ngwelay	340	910	2,544,000	28,454	1.12
	MG2-24	Indaw(N)	203	490	1,200,000	25,662	2.14
	MG2-26	Manowtgone	182	795	1,200,000	46,439	3.87
	MG2-27	Kangyigone	65	350	2,904,000	100,860	3.47
	MG2-28	Htonepouthchine	380	2,050	2,748,000	57,353	2.09
	MG2-33	Wayonegone	150	727	2,301,000	51,526	2.24
MG2-34	Nyaunggone	312	1,200	1,200,000	40,890	3.41	
MG2-35	Kyugyaung	90	550	1,301,328	114,469	8.80	
MG2-36	Ko kkhola	220	904	1,638,000	76,968	4.70	
MG2-37	Kangyigone	235	1,100	3,126,000	56,873	1.82	
MG2-38	Htaukkyantgwin	270	1,539	1,512,000	106,768	7.06	

地域	ID	村落	世帯数	人口	平均世帯 収入 (年額： MMK)	1世帯あたり O&Mコスト (年額： MMK)	O&Mコスト の平均世帯 収入に対す る割合(%)
	MG2-39	Hlebwgyi	190	543	1,584,000	53,532	3.38
	MG2-40	Yayhtwetgyi	137	655	1,464,000	58,090	3.97

注：色付きセルは O&M コストの平均世帯収入に対する割合が 5%を超過する村落

1世帯当たりの月額運営維持管理コストが村落の平均世帯収入の5%を超過する村落数は、全部で20村落（ザガイン：4村落、マンダレー：11村落、マグウェー：5村落）であった。これらの村落の多くでは、揚程が200m以上あり30KVA以上の発電機が設置される予定となっている。その為、小さな発電機と比較すると燃費が悪くなり、結果的に運営維持管理に関する負担が多くなる。また、Thindaw (SA2-24) のように発電機は20KVAと比較的に小さく、燃費も悪く無い様な村落でも世帯当たりの家族人数が6人以上の場合は、1世帯当たりの運営維持管理コストの負担額が増える傾向となり、負担の割合が全体的に高くなっている。

(3) 村落給水施設の運営維持管理についてのミャンマー国側への提言

建設された給水施設の運営維持管理を持続的に実施する際の長期的なリスクと考えられる状況も確認されており、以下に状況改善を目的とした対応を提案する。

1) 運営維持管理に係る枠組みの整備

20か年計画が達成される2030年には、ミャンマー地方部での給水率が100%になるというのが目標である。当該計画では新規建設数だけを考慮して給水率を算出している。しかし、実際には故障等の理由で給水サービスを停止する既存施設もあり、適正な運営維持管理が実施されない場合、給水率100%という目標は達成できない。そこで、現在、準備が進んでいる地方給水戦略に新規給水施設建設だけでなく、既存施設の運営維持管理の現況（稼働率やその背景）を踏まえた戦略を含めることを提案する。

また同時に戦略を現実化する各種のガイドラインの整備も必要になる。特にセクター全体の組織体制、責任・役割を明記した地方給水施設の運営維持管理実施ガイドライン、村落レベルでの運営維持管理の責任を有するVWCの設立ガイドライン、施設の減価償却を考慮した料金設定ガイドラインの整備は出来るだけ早い時期に行うことが肝要である。

2) T/Sにおける運営維持管理活動実施

発電機や水中ポンプ等の高価な施設が故障して代替機材の購入が必要になった場合、現状ではVWCが住民から寄付を十分集められなければ、行政組織（DRDやT/S）に財政支援を申し込むことが一般的である。その場合、支援申請から次年次以降の予算で対応となる為、施設が再稼働するまでにかかり時間が必要である。つまり、利用者は安全な水確保の手段である給水サービスを受けられない状況となり、伝統的な水源から飲料水を得ざるを得ない。このような状況を作らない為にも国家レベルで運営維持管理支援予算項目を設定して予算措置をすることが必要である。

また、水セクター全体で運営維持管理を効率的に実施するためにT/SレベルでのVWCの許認可制を導入、運営維持管理状況の定期的な報告をT/Sが受領してVWCに対して支援や指導を行えるような実施体制整備が必要である。

3) 運営維持管理コスト負担困難世帯への対応

給水原単位である 90 リットル／日・人を毎日、対象村落の住民が使用すると仮定すると料金の支払い、メンテナンス費、固定費（人件費等）からなる運営維持管理コストが世帯収入の 5%を超過する場合が発生するようになると予想される。特に月収が 100,000 Kyat 以下の貧困層と位置付けられる世帯の負担割合が裕福な世帯と比較して相対的に高くなる。その様な場合、給水サービスへの支払限度額として一般的に認知されている世帯収入の 5%を超過するような場合があり、非常に大きな家計の負担となる。特に表 3.4.2 で示したように運営維持管理コストが対象村落の平均世帯収入の 5%を超過する村落は、多くの世帯が支払いに困窮する可能性があるので注意が必要である。

この様な状況に対応するため、運営維持管理開始前の対応として、T/S の DRD 事務所から井戸掘削や施設建設をする際にまずは対象村落の住民にしっかりとした運営維持管理コストの状況に関する説明を行い、住民の了承を取る必要がある。そして、サービスレベルを考慮した適正な料金設定を支援、更に支払いが困難な世帯に対する対応を住民の合意を得ながら設定することが肝要である。

さらに運営維持管理開始後は、VWC が料金の支払いが困難な世帯に対して定期的なヒアリングを実施、負担が大きい場合には料金支払いの免除や減額などの対策を他の利用者の了解を得ながら実施することが必要である。またタウンシップの DRD は、各村落における運営維持管理の財務状況をモニタリングしながら、その結果を基に持続的な給水サービスの提供が行われるように行政指導や支援を行うことが求められる。

3.5 プロジェクトの概略事業費

本プロジェクトを実施する場合に必要な事業費総額は約*****億円となる。先に述べた日本側とミャンマー側との負担区分に基づく相応の経費内訳は、下記 3.5.3 に示す積算条件によれば、次のとおりと見積もられる。ただし、この額は交換公文上の供与限度額を示すものではない。

3.5.1 日本側負担経費

ミャンマー連邦共和国 第二次中央乾燥地村落給水計画（機材調達案件）

調達業者契約認証まで非公開

3.5.2 ミャンマー国側負担経費

2,296 百万 MMK (約 257 百万円)

項目	費用 (千 MMK)	円換算 (千円)
A. 初年度にかかる費用 (概算)		
1) B/A 及び A/P 費用	11,446	1,282
2) 井戸掘削費	162,500	18,200
3) 給水施設建設費	268,300	30,050
4) 調達資機材の維持管理費	25,075	2,808
5) ソフトコンポーネント参加費用 (日当・交通費)	3,500	392
6) 水質分析費 (試薬代、資料運搬費)	356	40
初年度合計 ①	471,177	52,772
B. 2年次以降にかかる年間費用 (概算)		
1) 井戸掘削費	162,500	18,200
2) 給水施設建設費	268,300	30,050
3) 調達資機材の維持管理費	25,075	2,808
4) 水質分析費 (試薬代。資料運搬費は除く)	356	40
2年次以降の年間費用合計 ②	456,231	51,098
2～5年次の合計 ③=②×4	1,824,924	204,392
全体の合計 ①+③	2,296,101	257,164

3.5.3 積算条件

- ① 積算時点 : 平成 27 年 7 月
- ② 為替交換レート : 1 USD = 122.43 円、1 MMK = 0.112 円
- ③ 機材調達期間 : 詳細設計、機材調達の期間は、施工工程に示したとおりである。
- ④ その他 : 積算は、日本政府の無償資金協力の制度を踏まえて行うこととする。

3.5.4 調達機材の運営・維持管理費

本プロジェクトで調達された資機材の1年間の運営・維持管理費は次表に示すとおりである。5年間の運営・維持管理費は、この5倍であり、前項 3.5.2 の表の 3) 調達資機材の維持管理費に示した費用である。なお、運営維持管理費の積算根拠は、資料 5.8 に示す。

(単位：MMK)

項目	台数	一機材あたり	年間合計
井戸掘削リグ	2	5,800,000	11,600,000
クレーン付きトラック	2	5,500,000	11,000,000
エアーコンプレッサー	2	625,000	1,250,000
水中モーターポンプ ^{*)}	2	150,000	300,000
発電機 [*]	1	625,000	625,000
孔内検層機	2	150,000	300,000
合計			25,075,000

^{*)}: 揚水試験用

第4章 プロジェクトの評価

4.1 事業実施のための前提条件

本プロジェクトは、計画対象地域において深井戸により地下水を開発するための井戸掘削リグ、支援車両、および関連資機材を調達すること、および孔内検層ならびに揚水試験にかかる技術指導を行うことを内容とする。本プロジェクトを実施するための前提条件として、第3章の3.3節に述べた各事項がミャンマー側により確実に実施されることが必要である。その中で、特に重要と考えられる項目について以下に記述する。

(1) 銀行取極め (B/A) に基づく諸費用の負担

プロジェクトの実施には、邦人コンサルタントおよび調達業者との契約が必要である。契約に基づく支払いは、支払い授権書 (A/P) によって担保される。したがって、プロジェクトの円滑な遂行のために、DRD は JICA による契約の認証後速やかに A/P が発行されるよう手続きを行うこと、および A/P に基づく支払いを行うこと、また、それらに必要な費用および手数料を負担することが求められる。

(2) 本プロジェクトに必要な輸入資機材の輸入港における速やかな通関

本プロジェクトで調達される資機材は、ヤンゴン港へ輸送され、通関手続きが行われる。通関後、資機材は調達業者によりヤンゴン市内の DRD の倉庫へ運ばれ、そこで納入検査が行われる。通関が遅れば資機材の納入が遅れ、プロジェクトの遂行に支障を来す恐れがある。このため、DRD は調達資機材の通関が速やかに行われるよう支援することが求められる。

(3) 本プロジェクト実施に必要な業務に従事する日本人の関税、内国税等の免除

我が国の無償資金協力によるプロジェクトの実施に必要な業務に従事する日本人の関税および内国税は免除されるのが原則である。DRD はこのために必要な諸手続きを確実に実施することが求められる。

(4) 調達資機材の運転維持管理を行う要員の確保

本プロジェクトが実施された場合、DRD は次のような要員を増員する計画である。DRD はこの計画に従い必要な要員を確保することが求められる。

- ・ CDZ プロジェクト事務所の井戸掘削班は、現在 5 班 (8 名/班) であるが、さらに 2 班を増加する。
- ・ CDZ プロジェクト事務所のワークショップの要員を数名増員する。

(5) JICA 事務所への調達資機材の活用、掘削計画の進捗、および水質モニタリング結果にかかる毎年の報告

DRD は本プロジェクトで調達された資機材を活用して、CDZ 内の 100 村落において 100 本の深井戸を建設する計画である。その進捗状況について、2015 年 10 月 20 日に調印された Minutes of Discussions の Annex 8 Monitoring Form に従い、JICA ミャンマー事務所へ毎年の進捗状況を報告することが求められている。また、その報告には本報告書第 3 章の「表 3.4.1 水質モニタリングにおける必要事項」に基づく水質分析の結果を添付することが求められる。

4.2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項

本プロジェクトの効果を発現・持続するために必要なミャンマー側の投入は次の通りである。

4.2.1 調達した掘削リグによる井戸掘削

本プロジェクトで調達する資機材は、CDZ 内の対象村落における井戸掘削に充当されるものである。したがって、資機材の調達後は、DRD により本プロジェクトの計画に従い、全体で 100 村落において井戸掘削が行われることが必要である。

4.2.2 掘削した井戸を水源とする給水施設建設

本プロジェクトで調達した資機材で掘削される井戸は、対象村落を給水区域とする給水施設の水源として使用される計画である。このため、井戸掘削後は、DRD により速やかに給水施設の建設が行われる必要がある。

4.2.3 建設した給水施設の維持管理

本プロジェクトで調達した資機材により掘削された深井戸を水源とする村落給水施設は、当該村落住民により組織化された VWC により運営維持管理が行われることになる。その際、第 3 章の「3.4.4 事業実施後の給水施設運営維持管理計画」で述べた給水施設の運営維持管理に係る提言を考慮した運営維持管理がなされることが期待される。

4.3 外部条件

本プロジェクトの効果を発現・持続するための外部条件は次の通りである。

- ・ ミャンマー内の村落給水施設の建設計画の中で、CDZ へプライオリティを与えるという方針が継続される。
- ・ 本プロジェクトで技術指導を受けた技術者が、継続して DRD による村落給水プロジェクトに従事する。

4.4 プロジェクトの評価

4.4.1 妥当性

本プロジェクトの対象地域である CDZ は、第 1 章プロジェクトの背景・経緯で述べたように、乾燥地であるためイラワジ川を除き乾季には表流水がほとんど利用できないこと、地下水を開発するために深い井戸を掘る必要があるため、これまで安全で恒久的な水源を有しない村落が多い。本プロジェクトが実施されれば、CDZ 内で新たに 100 村落に安全で恒久的な水源が確保されるとともに、住民による水汲み労働の軽減という正のインパクトを持つ波及効果が期待できる。

ミャンマーでは、2011 年より Rural Development and Poverty Reduction と称する、村落住民の社会経済条件の改善および都市部との開発格差を是正する政策が執られている。これにしたがい、DRD は村落給水事業計画（20 か年計画）を策定し、その最初の 5 年間を対象とした第 1 次 5 か年計画（2011/2012-2015/2016）により村落部における給水施設の建設を促進している。このように、水源を地下水に依存せざるを得ない CDZ において、DRD に地下水開発能力を向上させ、村落給水事業を促進することは、ミャンマーの政策とも合致している。

本プロジェクトの対象地域は主として農村地域であり、プロジェクトの実施は地域住民に対して安全で恒久的な水を供給するという BHN の観点から民生の安定や住民の生活環境の改善に寄与すると言える。我が国のミャンマーに対する援助方の重点分野の一つに「国民の生活向上のための支援（少数民族や貧困層支援、農業開発、地域の開発を含む）」が掲げられていることから、本プロジェクトの実施は、我が国の援助方針とも合致している。

4.4.2 有効性

(1) 定量的評価

本プロジェクトにおいて井戸掘削用資機材が調達された後、DRD により CDZ の 3 地域内の 100 村落において 100 本の深井戸が建設される。また、ソフトコンポーネント活動を通じて、DRD の地下水開発能力が向上する。これらの投入により、表 4.4.1 に示すような定量的効果が期待される。

表 4.4.1 本プロジェクトの定量的効果

指標	基準年（2015 年）	目標年（2022 年） （事業完了 5 年後）
対象村落において新たに掘削される井戸の本数	0 本	100 本

(2) 定性的評価

本プロジェクトの実施により、次のような定性的効果が期待される。

- ・中央乾燥地住民の水汲み時間・労力の軽減

第4章 プロジェクトの評価

- ・対象村落において安全な水へアクセスできる人口の増加
- ・調達機材が上記井戸の掘削に活用されること

4.4.3 結論

前掲の 4.4.1 妥当性および 4.4.2 有効性で検討した如く、本プロジェクトを実施する妥当性は高く、かつ有効性が見込まれると評価される。

資料 1

調査団員・氏名

資料 1. 調査団員・氏名

(1) 現地調査時

No.	氏名	担当分野	所属
1	村上 敏雄	団長	JICA 国際協力専門員
2	柏原 友子	計画管理	JICA 地球環境部水資源グループ 水資源第一チーム 調査役
3	山崎 安正	業務主任/地下水開発	(株)地球システム科学
4	寄立 徹	水理地質 1/物理探査 1	(株)オリエンタルコンサルタンツ グローバル
5	丸尾 祐治	水理地質 2	(株)地球システム科学
6	大橋 憲悟	物理探査 2	(株)地球システム科学
7	佐々木 央	水質	(株)地球システム科学
8	加藤 智弘	運営維持管理	(株)地球システム科学
9	大鹿 祐介	機材・調達計画	(株)地球システム科学
10	山城 勇希	積算	(株)地球システム科学
11	ゼイヤールウィン	業務調整/機材計画補助	(株)オリエンタルコンサルタンツ グローバル

(2) 概略設計概要説明調査時

No.	氏名	担当分野	所属
1	田村 えり子	団長	JICA 地球環境部水資源グループ 水資源第一チーム 課長
2	山崎 安正	業務主任/地下水開発	(株)地球システム科学
3	寄立 徹	水理地質 1/物理探査 1	(株)オリエンタルコンサルタンツ グローバル
4	大鹿 祐介	機材・調達計画	(株)地球システム科学

資料 2

現地調査工程

資料 2. 現地調査工程

(1) 現地調査時

日付	官団員		コンサルタント団員									
	村上 敏雄	柏原 友子	山崎 安正	壽立 豊	丸尾 祐治	大橋 憲悟	佐々木 央	加藤 智弘	大庭 祐介	山城 勇希	ゼイヤーウィン	
2015年4月	26 日	移動(TYO-YGN)		移動(TYO-YGN)					移動(TYO-YGN)		移動(TYO-YGN)	
	27 月	JICA表敬		JICA表敬					JICA表敬		JICA表敬	
	28 火	ミニッツ協議		ミニッツ協議					ミニッツ協議		ミニッツ協議	
	29 水	現地調査		現地調査					現地調査		現地調査	
	30 木	ミニッツ署名		ミニッツ署名					ミニッツ署名		ミニッツ署名	
	1 金	JICA大使館報告、移動		JICA大使館報告					JICA大使館報告		JICA大使館報告	
	2 土	帰国		団内会議					団内会議		団内会議	
	3 日			ネビドー移動					資料整理		資料整理	
	4 月			ニャンウー移動、CDZ協議					現地再委託準備		現地再委託準備	
	5 火								移動(TYO-YGN)			
6 水								現地調査準備				
7 木			村落調査	村落調査				機材調達調査		機材調達調査		
8 金												
9 土			移動(TYO-YGN)		移動(TYO-YGN)			現地再委託準備				
10 日			団内会議	団内会議	団内会議	団内会議	団内会議	団内会議		団内会議		
11 月			現地再委託準備	現地再委託準備	現地再委託準備	現地再委託準備	現地再委託準備	現地再委託準備		現地調査		
12 火			ネビドー移動	村落調査	村落調査	ネビドー移動	ネビドー移動	ネビドー移動		ネビドー移動		
13 水			DRD協議			DRD協議	DRD協議	DRD協議		DRD協議		
14 木				CDZ協議	CDZ協議							
15 金			CDZ協議			CDZ協議	CDZ協議			CDZ協議		
16 土												
17 日			資料整理			物理探査準備	資料整理		資料整理			
18 月			村落調査	村落調査	村落調査	物理探査	村落調査					
19 火								CDZ協議				
20 水			DRD協議			資料整理	DRD協議			CDZ協議		
21 木												
22 金			CDZ協議	CDZ協議	CDZ協議			移動(TYO-YGN)	ヤンゴン移動	移動(TYO-YGN)	ヤンゴン移動	
23 土						CDZ協議	CDZ協議	現地調査準備	積算打合せ	積算打合せ	積算打合せ	
24 日			資料整理	村落調査	村落調査	資料整理		村落調査	資料整理	資料整理	資料整理	
25 月			DRD協議	資料整理				資料整理	機材調達調査	機材調達調査	機材調達調査	
26 火			資料整理					資料整理	再委託準備	ニャンウー移動	ニャンウー移動	
27 水			CDZ協議	CDZ協議	CDZ協議	CDZ協議	CDZ協議	ニャンウー移動	CDZ協議	CDZ協議	CDZ協議	
28 木												
29 金			資料整理	マグウェー移動	資料整理			現地調査	機材調達調査	機材調達調査	機材調達調査	
30 土				物理探査	ネビドー移動			ネビドー移動	ネビドー移動	ネビドー移動	ネビドー移動	
31 日			資料整理	DRD協議	DRD協議			DRD協議	DRD協議	DRD協議	DRD協議	
2015年5月	1 月											
	2 火			ニャンウー移動	ニャンウー移動	ヤンゴン移動		ニャンウー移動	社会調査プレテスト	ヤンゴン移動	ヤンゴン移動	
	3 水			CDZ協議	CDZ協議	JICA事務所報告		CDZ協議		機材調達調査	機材調達調査	
	4 木											
	5 金			資料整理	資料整理	資料整理		資料整理	資料整理	資料整理	資料整理	
	6 土			再委託打合せ	再委託打合せ			再委託打合せ	機材調達調査	機材調達調査	機材調達調査	
	7 日											
	8 月			資料整理	資料整理	佛国		資料整理	佛国		佛国	
	9 火			資料整理	既存施設視察			資料整理	既存施設視察		積算関連調査	
	10 水			資料整理	資料整理			資料整理				
2015年6月	11 木											
	12 金			再委託打合せ	再委託打合せ	再委託打合せ		資料整理				
	13 土			資料整理	資料整理	物理探査		資料整理		資料整理		
	14 日			CDZ協議	CDZ協議	CDZ協議		CDZ協議				
	15 月			DRD協議	資料整理	資料整理		DRD協議				
	16 火			資料整理	ヤンゴン移動	ヤンゴン移動		ヤンゴン移動				
	17 水			資料整理	資料整理							
	18 木			ヤンゴン移動	ヤンゴン移動	ヤンゴン移動		ヤンゴン移動				
	19 金			資料整理	佛国			資料整理				
	20 土			TV会議				TV会議	TV会議		積算関連調査	
2015年7月	21 日		MOH協議					MOH協議	MOH協議		資料整理	
	22 月		社ト、UNICEF協議			DRD協議	資料整理	社ト、UNICEF協議		佛国		
	23 火		資料整理			物理探査	分析会社聞き取り	資料整理				
	24 水					DRD協議	佛国					
	25 木			DRDとの協議				DRDとの協議				
	26 金											
	27 土			フナカノト協議-署名								
	28 日			JICA大使館報告								
	29 月			資料整理								
	30 火			ヤンゴン移動								
1 水			佛国									
2 木												
3 金												
4 土												
5 日												
6 月												
7 火												
8 水												
9 木												
10 金								移動・JICA報告		佛国		

資料 2. 調査工程

(2) 概略設計概要説明調査時

日付	官団員		コンサルタント団員		
	田村 えり子	山崎 安正	寄立 徹	大鹿 祐介	
2015年10月	18	日	移動(成田→ヤンゴン)		
	19	月	DRDへの準備調査報告書(案)説明および協議		
	20	火	MD協議および署名、村落訪問		
	21	水	JICA・大使館報告	WASH Strategyワークショップ参加	
	22	木	帰国	DRD所有ヤード視察(ヤンゴン市内)	
	23	金		現地再委託成果品確認、移動(ヤンゴン→成田)	
	24	土		帰国	

資料 3

関係者（面会者）リスト

資料3. 関係者（面会者）リスト

(1) 現地調査時

名 前	役 職
在ミャンマー日本国大使館	
松尾 秀明	参事官
渡部 正一	二等書記官
JICA ミャンマー事務所	
中澤 慶一郎	所長
稲田 恭輔	次長
伊佐 康平	所員
山崎 潤	所員
ユニセフ ミャンマー事務所 (UNICEF MYANMAR)	
Mr. Bishunu Pokhrel	
Mr. Khin Aung Thein	
Bridge Asia Japan	
森 晶子	Country Representative
ミャンマー国畜水産・地方開発省地方開発局 (Ministry of Livestock, Fishery and Rural Development, Department of Rural Development)	
Mr. Khant Zaw	Director General
Mr. Mynt Oo	Deputy Director General (Chief Engineer)
Mr. U Hla Thein Aung	Deputy Chief Engineer
Mr. Hla Khaing	Director, Rural Water Supply and Sanitation Division
Dr. Zarni Minn	Deputy Director
Mr. Kyaw Thu Aung	Deputy Director, Rural Water Supply and Sanitation Division
Dr. Win Min Oo	Assistant Director, Rural Water Supply and Sanitation Division
Mr. Thant Sin Win	Assistant Engineer, Rural Water Supply and Sanitation Division
Mr. Win Nyunt	Deputy Director, Magway Region & CDZ
Mr. Soe Naing	Deputy Director, Labutta District, Ayeyarwaddy Region
Mr. Aung Shein	Assistant Director, Nyaung Oo District & CDZ
Mr. Ye Khaung	Deputy Director, Poverty Reduction Support Division
Ms. Hual Zik	Deputy Director, Finance Division
ミャンマー国保健省 (Ministry of Health)	
Dr. Kyi Lwin Oo	Deputy Director, Occupational and Environmental Health Division

(2) 概略設計概要説明調査時

名 前	役 職
在ミャンマー日本国大使館	
松尾 秀明	参事官
渡部 正一	二等書記官
JICA ミャンマー事務所	
中澤 慶一郎	所長
稲田 恭輔	次長
伊佐 康平	所員
山崎 潤	所員
Mr. Tun Myint Thein	Program Officer
ユニセフ ミャンマー事務所 (UNICEF MYANMAR)	
Ms. Penelope Campbell	Chief, Young Child Survival & Development Section
ミャンマー国畜水産・地方開発省地方開発局 (Ministry of Livestock, Fishery and Rural Development, Department of Rural Development)	
Mr. Khant Zaw	Director General
Mr. Hla Thein Aung	Deputy Chief Engineer
Mr. Kyaw Thu Aung	Deputy Director, Rural Water Supply and Sanitation Division
Mr. Win Nyunt	Deputy Director, Magway Region & CDZ
Mr. Soe Naing	Deputy Director, Labutta District, Ayeyarwaddy Region
Dr. Win Min Oo	Assistant Director, Rural Water Supply and Sanitation Division
ミャンマー国保健省 (Ministry of Health)	
Dr. Kyi Lwin Oo	Deputy Director, Occupational and Environmental Health Division