

マラウイ共和国 農業・灌漑・水開発省
リロングウェ水公社

マラウイ国 地下水開発及び無収水対策能力強化計画 準備調査

準備調査報告書 先行版

2018年2月

独立行政法人
国際協力機構(JICA)
国際航業株式会社

環境
JR(先)
18-014

要 約

1. 国の概要

1-1 国土・自然

マラウイは、南緯 9°～17°、東経 33°～36°のアフリカ大陸南東部に位置し、国土は南北に細長く延び（855 km）、北部でタンザニア、西部でザンビア、南東部でモザンビークに接する内陸国である。国土面積は 118,000 km² であるが、そのうち 1/5 をマラウイ湖（23,000 km²）が占める。

熱帯性サバンナ気候に属し、季節は雨季（11～3 月）と乾季（4～10 月）に区分される。山地等の一部の急峻地を除く、ほぼ全域で年間 1,000 mm 程度の降雨量が見込まれる。平均気温は、4～9 月で 16～21 °C、10～12 月には 23～24 °C となるが、降雨が集中する 1～3 月は、日照時間が短くなるため 22 °C 前後となる。

1-2 社会経済状況

マラウイは、アフリカ大陸東南部に位置し、北はタンザニア、西はザンビア、南東はモザンビークに囲まれた内陸国である。人口は 18.1 百万人（2016 年、世界銀行、以下同様）、人口増加率は 3.0%、一人当たりの国民総所得（GNI）は 320 米ドルとなっている。

マラウイは、伝統的に農業を生業としており、労働人口の約 80%が農業や農業関連事業に従事している。総輸出額（10.8 億米ドル）の約 80%がタバコ、紅茶、砂糖等の一次農産品であるが、これら農産物価格は国際市況が外貨収支に大きく左右されるため、盤石な経済基盤とは言えない。

過去には、6%以上の経済成長率を達成していたが、2008 年に発生した世界的な金融危機とその後の世界経済の停滞の影響を受けた農産物の国際価格の下落によって、経済成長率は 2.8%に低迷している。加えて、物価上昇率は 21.2%、失業率は 7.5%と高い水準にあり、経済構造の変革や新たな外貨獲得源の確保が、マラウイ社会経済を立て直す喫緊の課題と言える。

2. プロジェクトの背景、経緯及び概要

2-1 上位計画

(1) 地下水開発

1) 地方給水投資計画

農業・灌漑・水開発省（Ministry of Agriculture, Irrigation and Water Development、以下「MAIWD」）は、国家成長・開発戦略 II 2012-2016（以下「MGDS II」）を推進するため、地方給水投資計画（Rural Water Supply Investment Plan 2014-2020）を策定し、マラウイにおける 2020 年までの地下水開発計画を策定している。同計画では、地方部における安全な水へのアクセス率を 2015 年までに 83%、2017 年までに 85%、2020 年までに 90%まで向上させることを数値目標に掲げている。これら目標を達成するために、既存施設のリハビリ及び拡張、表流水や地下水を水源とする Gravity Fed Piped Scheme（レベル 2 給水施設）の新設が必要としている。地下水開発における具体的な数値目標は、以下のとおりである。

- ◆ 2,065,000 人を対象とした 8,102 本のハンドポンプ井戸の建設
- ◆ 197,005 人を対象とした 32 ヶ所の Market Center における地下水源による Gravity Fed Piped Scheme の建設

いずれも 100 m 以浅の地下水開発計画であり、水需要が多い Market Center では、深度 40～55 m の井戸を複数本掘削することを計画している。同計画には 100 m 以深の開発計画やその必要性については言及されていない。

2) 都市部における地下水開発計画

マラウイでは、1995 年に施行された水道法に基づき、水道施設を管轄する半官半民の組織として、5 つ（リロングウェ、ブランタイア、北部、中部、南部）の水公社（Water Board）が設立された。水収益が比較的高い都市部や小都市の水道施設（レベル 2・3 給水施設）の開発計画は水公社、Market Center を含む地方部の水道施設（レベル 1・2 給水施設）の開発計画は MAIWD がそれぞれ策定している。都市部の主要水源は河川であるが、リロングウェ市を管轄するリロングウェ水公社（Lilongwe Water Board、以下「LWB」）は自身の開発計画の中で、以下のとおり、地下水源の開発について言及している。

◆ LWB 戦略計画（LWB Strategic Plan 2015-2020）

▷ リロングウェ市周辺 20 km 以内に位置する Lumbadzi、Chitedze 及び Mchezi における地下水源の開発（2015/2016～2016/2017 年度）

◆ LWB インフラ投資計画（Infrastructure Investment Plan for LWB 2016-2026）

▷ 水理地質レポートの作成を目的とする地下水開発調査の実施（予算：100,000 米ドル程度）
▷ 市内用水源として井戸建設を目的とする地下水源の開発（予算：1.67 百万米ドル程度）

LWB は、地下水源の開発を検討しているが、リロングウェ市の水道事情改善において、無収水対策や顧客対応、組織の能力強化が最優先課題としている。また、JICA 水資源マスタープラン策定能力強化プロジェクトにおいては、リロングウェ市において地下水源による給水量の増強が提案されているが、具体的な方策は提示されていない。

(2) 無収水対策

1) LWB 戦略計画

リロングウェ市の上水道を管轄する LWB は、カムズダムを上流に持つリロングウェ川の限られた水源を最大限に有効活用することを MGDS II に資する喫緊の課題としている。LWB は、既存水源を最大限に活用するため、LWB 戦略計画（LWB Strategic Plan 2015-2020）を策定し、2020 年を目標に以下の 4 つの戦略的課題（Strategic Issue）を掲げている。

- ◆ 適切かつ信頼性のある給水サービスの提供
- ◆ 顧客ニーズへの対応
- ◆ インフラ整備のための財政能力の強化
- ◆ 組織能力の開発

同計画では、各課題に対する実施計画を策定し、実施内容と目標値及び実施年度を設定している。実施計画には、カムズダムの嵩上げや浄水場の増設及び中継ポンプ場の増設等の施設・機材の整備・

更新、埋戻し転圧器と小型掘削機等の調達、事務所の増設、職員訓練等が包含されている。また、今後5年間の投資費用を120万米ドルと試算し、実施年度と目標を設定している。小規模の計画はLWBにより予算化されているものの、拡張工事や増設工事等のドナーからの支援が必要なものに関しては、資金調達先の具体化までに至っていないものが多く、運用計画も具体化されていない。

2) LWB インフラ投資計画

LWB は、水の需要と供給の格差拡大を是正するため、LWB インフラ投資計画 (Infrastructure Investment Plan for LWB 2016-2026) を策定し、直ちに裨益者に効果を与え、1~2年を要する計画を「短期」、効果発現に3~5年を要する計画を「中期」、6~10年を要する計画を「長期」と位置付けている。

同計画では、概算費用や資金調達先を記載しているが、ディアンフェダムと関連施設・浄水場・送配水管路、配水網の更新、カムズダムIの改修と嵩上げ、SCADAの導入、23,500個のプリペイド式水道メータの調達以外は計画策定に留まり、具体化はされていない。

3) 無収水削減戦略

LWB では、無収水削減戦略 (Non-Revenue Water Reduction Strategy, October 2016) の中で、無収水率の高さをリロングウェ市の直面している深刻課題のひとつとして捉え、以下の要因によるものと整理している。

- ◆ 物理的損失 (パイプの漏水と破裂、配水池からのオーバーフローによる漏水等)
- ◆ 商業的損失 (検針誤差、不正接続、盗難等)
- ◆ 未収入水の消費 (消火活動等の業務上使用)

同戦略では、2015/16年度から3年間で無収水率を25%まで引き下げることが目標とし、包括的な戦略が必要としている。

無収水削減にかかる活動として、漏水箇所の補修、水道メータの設置・交換、不法接続の調査、建物の貯水槽等のモニタリング、流量測定、水収支の分析と評価等を計画している。また、同戦略では、漏水補修に時間を要することは多くの水を失うことに繋がると捉え、補修を2日以内に完了すること、管破裂から30分以内に破裂箇所を水理分離することを目標としている。なお同戦略では、無収水削減にかかる活動を3ステージに分類し、段階的に予算を計上し、実行する計画としている。

全活動は、LWB 予算で実施される。現段階はステージ2に移行しており、活動の進捗状況は、以下のとおりである。

- ◆ 流量計設置によるDMAの確立 106のDMA確立済み
- ◆ DMA毎による無収水率の試算 試算体制が確立されていない
- ◆ 水道メータの設置 随時設置中
- ◆ 漏水探知活動 漏水探知器の技術は未修得
- ◆ GISデータの更新 随時更新中

4) 優先投資プログラム

LWB は前述の計画や戦略とは別に、優先投資プログラム (Priority Investment Program 2016 to 2037) を策定し、整備の優先順位を付している。

同プログラムでは、将来の水需要予測に基づき、各水道施設の整備の優先順位を策定している。

同プログラムに掲げられた整備項目のうち、実施の目途が立っているのは、EIB と世界銀行の支援による送・配水管の改修工事のみである。

同プログラムでは施設整備計画に優先度を付しているが、EIB 及び世界銀行以外の支援は決定していない。

2-2 現状と課題

(1) 地下水開発

マラウイ政府は、MGDS II において、水資源開発を重点分野のひとつに掲げている。これを受けて、首都リロングウェ及び地方部（Rural Area）では、被圧帯水層（想定掘削深度：50～100 m）の開発による安全な水へのアクセス率の向上を目標としている。現状では、40～60 m に存在する浅層帯水層を対象とした地下水開発が推し進められている。

しかし、一部の浅層帯水層では十分な水量が確保できない地域や塩分や鉄分が検出される地域があるため、より深い帯水層での開発要望は多い。またマラウイには、100 m 以深の地下地質構造を探査・解析したデータが皆無に等しく、加えて、マラウイにおける地下水開発の計画立案・施工・管理を担う MAIWD や民間掘削業者は、100 m 以深の掘削に対応する掘削機を保有していない。したがって、マラウイの地方部における新たな水資源開発の進捗は滞っているのが現状である。

(2) 無収水対策

マラウイの都市部（Urban Area）では、5つの水道事業者（リロングウェ、ブランタイア、北部、中央、南部）が各都市水道の計画立案・施工・管理を担っている。各事業者が MGDS II に沿って水資源開発に取り組んでおり、リロングウェ市を管轄する LWB は、カムズダムを上流に持つリロングウェ川の限られた水源を最大限に有効活用することを喫緊の課題としている。LWB は、既存水源を最大限に活用するため、戦略計画（LWB Strategic Plan 2015-2020）を策定し、2015年の無収水率（36%）を2020年までに28%まで削減することを目標としている。しかし、LWB が課題改善へ意欲的に活動し、他ドナーが活動を支援している状況にも拘わらず、無収水率の削減効果は限定的である。

2-3 無償資金協力の背景、経緯及び概要

マラウイの首都リロングウェ市の人口増加率は、全国平均の2.8%（1998年と2008年の国勢調査より）に比べて4.3%（同）と高く、水需要の増加が著しいため、水需要量（約135,000 m³/日）は、現状の水生産量（92,441 m³/日）を大きく上回っている。加えて、配水管の老朽化や施工不良等に起因する漏水や水道メータの誤読等によって請求対象外の水（無収水）の比率が、水生産量の37.9%（2016年）と高く、水需給バランスが更に悪化している。この状況から、2010年には24時間給水であったが、2011年には22時間/日、2012年には20時間/日と減少傾向にある。特に、2016年の水不足は深刻で、2016年4月から11月まで、市内の配水量は例年の半分まで抑制することを余儀なくされた。その結果、断水は週3日に及び、市民生活及び首都の行政機能・産業への影響が拡大した。また、リロングウェ市以外についても、特に地方部の水不足は深刻で、村落部人口の30%に相当する300万人が安全な水にアクセスできていない。

マラウイ政府は、この状況を改善すべく、MGDS II における重点分野のひとつに水資源開発を位置付けているが、リロングウェ市における新たな水資源開発計画は資金確保等に苦慮し、必ずしも

順調に進んでいない。このためLWBは、LWB戦略計画において、既存水源を最大限活用し、2020年までに無収水率を28%に削減することに取り組んでいるが、その成果は限定的である。他方、水資源を地下水に依存する地方部では、被圧帯水層を対象とした地下水開発が計画されているが、MAIWD及び民間企業は、100 m以深の掘削に対応する機材を保有しておらず、開発が滞っている。

このような状況を受けて、マラウイ政府は、〔地下水開発〕及び〔無収水対策〕機材の整備にかかる無償資金協力を要請した。第一次現地調査時のマラウイ政府からの要請内容は、下表のとおりであり、同内容にしたがって機材調達の妥当性を検討した。

表1：マラウイ政府からの要請内容（第一次現地調査時）

区分	No.	品目	仕様・数量
地下水開発	1	井戸掘削機	100 m以深、4WD車載式、泥水及びDTH掘削対応
	2	ドリルハンマー及びビット	必要口径
	3	テンポラリーケーシング	表層60 m用
	4	掘削ツール	
	5	エアコンプレッサー	4WD車載式
	6	クレーン付トラック	4WD
	7	移動式ワークショップ	車載式、必要アクセサリ
	8	揚水試験用機器	
	9	GPS	
	10	電気検層器	
	11	電気探査器	
	12	トレーニング（技術支援）	上記機材の運転・維持管理用
無収水対策	1	水道管理設機材	
	2	漏水探知機材	
	3	運営・検査機材	
	4	浚渫機材	

その後、MAIWDから2017年10月に提出された最終的な要請内容は、下表のとおりである。

表2：マラウイ政府からの要請内容（最終版）

区分	No.	品目	No.	品目	
地下水開発	1	井戸掘削機	9	記録用機材	
	2	エアコンプレッサー	10	水位計	
	3	クレーン付トラック	11	深度計	
	4	ドリルハンマー及びビット	12	ボアホールカメラ	
	5	ケーシング	13	電気検層器	
	6	移動式ワークショップ	14	電気探査機	
	7	揚水試験用機器	15	掘削ツール	
	8	GPS			
無収水対策	水道管理設機材	1	穿孔機	9	工具類
		2	サドル型分水栓	10	埋戻し転圧機
		3	ネジ接合機材	11	クレーン付トラック
		4	管接合機材	12	エンジンポンプ
		5	パイプカッター	13	投光器
		6	吊り具	14	小型掘削機
		7	小型発電機	15	管補修クランプ・継手
		8	電気溶接機		

区分		No.	品目	No.	品目
無収水対策	漏水探知 機材	1	漏水探知機	5	管路探知機
		2	超音波流量計	6	携帯型GPS
		3	水圧計	7	減圧弁
		4	音聴棒		
	運営・検査 機材	1	水道メータ検査器	3	ピックアップトラック
		2	水栓用水圧計	4	モーターバイク
研修（ソフトコンポーネント）		上記機材の維持管理にかかる研修			

3. 調査結果の概要とプロジェクトの内容

3-1 調査結果の概要

(1) 調査日程

2017年7月から8月まで現地調査を行った。その後の国内解析を経て、協力内容の検討、調達機材の選定・設計及び概略事業費を取りまとめ、2017年12月に概略設計案の現地説明を行った。

(2) 機材調達の妥当性

1) 地下水開発

MAIWDは、マラウイビジョン2020・2007及び水セクター投資計画（Water Sector Investment Plan）を基に、2015年4月にマラウイ地方給水投資計画を策定し、地方給水のアクセス率を2020年までに90%に向上させることを目標に掲げている。〔地下水開発〕機材は、同目標に資するための水源開発及び井戸修繕を推進するための機材（深層・浅層掘削機及びサービスリグ等）とし、ミニッツ協議時に先方と合意した以下の5つのクライテリアに基づいて、本事業における調達の妥当性、有効性、持続可能性を検討した。

政策、戦略、計画

深層掘削機の調達条件として、MAIWDの政策・戦略上、100m以深の地下水開発の優先順位が高いことが明確に位置付けられていること、同政策・戦略に基づいて対象村落、箇所数等の具体的な事業が整理された地下水開発計画が策定されていることを確認した。

確認の結果、現状の上位計画において、100m以深の地下水開発の優先順位が高い旨の記述はなく、また、深層地下水開発の対象地、想定深度等を含む具体的な開発計画は存在しないことが確認された。MAIWDは深層地下水開発の必要性は認識しているものの、マラウイ国内に深層に対応できる掘削機が存在せず、100m以深を掘削できないことから、深層地下水開発を上位計画及び開発計画に盛り込むことができない現状によるものである。ただし、周辺国（ザンビア、モザンビーク、タンザニア等）では、100m以深の地下水開発は行われており、計画立案あるいは深層地下水開発のために、周辺国から深層掘削機を調達することは可能である。したがって、マラウイにおいて100m以深の地下水開発が推進されていない理由は、深層掘削機の不existenceだけでなく、深層開発の需要や施工コスト等の理由も存在するものと推測される。

他方、浅層地下水開発に関してMAIWDは、マラウイ地方給水投資計画において、4つのクライテリア（給水システムの現況、地下水賦存量、帯水層分布及び水質、パイプ給水施設の需要）を基に、社会基盤整備に重点を置く地方の商業拠点として74ヶ所のMarket Centerを選定し、レベル2給水施設（パイプ給水）の建設を計画している。同投資計画の中では、フェーズ1（2014～2020年）

として、74ヶ所のうち、人口や給水施設状況を踏まえて、開発優先度が高いと評価された32ヶ所において、2017年及び2020年を目標とした計115本の浅井戸建設に言及されている。2013年にはAfDBがAusAidとの協調融資で7ヶ所(Nathenje、Kaisya、Nsalu、Nkando、Malosa、Ntaja、Nsanama)のMarket Centerにおける水源開発及び給水施設建設プロジェクト(National Water Development Program内のWater Supply and Sanitation Project)を実施したが、前述32ヶ所は対象外であった。

また、既存井戸の修繕に関し、同投資計画では、計5,593本の既存井戸について修繕・リハビリの必要性に言及しているものの、対象井戸や目標年次、優先順位等の具体的な記述はない。これは、この数値が、各県から報告された不稼働井戸の総計(7,462本)の75%程度(5,593本)が修繕対応可能という想定による試算であり、詳細な実態確認による具体的な計画ではないためである。また、修繕の優先地域についても、井戸の不稼働率が10%を超える21県を優先するとの言及に留まっている。政策上、井戸施設の維持管理・修繕は、原則、コミュニティレベルで対応し、大規模なリハビリはMAIWDが対応するよう整理されている。しかし、MAIWDによるリハビリは有償で実施されるため、実際には、コミュニティの近傍で活動し、より安価なNGO等にリハビリを依頼することも多い。

帯水層

今回の調査では、試験掘削や物理探査は実施しないため、既存水理地質情報による帯水層の存在の確認によって、想定深度を含む地下水賦存能力を評価した。

2014年～2015年に実施された水理地質調査(物理探査)によると、一部地域では深度100～200mに帯水層が存在する可能性が確認された。しかし、同評価は、あくまで物理探査の結果による推定であり、マラウイ国内での100m以深における試験掘削及び揚水試験のデータによる照査はできなかった。

他方、同調査では深度100mまでの試験掘削及び揚水試験を実施しており、12地点において、5.0～10.0L/s以上の揚水量が確保でき、水位低下が22m以下に納まることが認められた。この結果は、当該地域の浅層帯水層の地下水賦存能力が高いことを意味し、井戸1本あたりの揚水量を増すことで、必要供給量に対する井戸本数を減らすことができる可能性があることを示唆している。井戸の減数は、施設の運転・維持管理を容易にし、運転コスト(受益者の水料金)の抑制にも寄与する。これを実現するためには、井戸を通常口径(内径4インチ)よりも大口径(同6～8インチ)で仕上げ、揚水能力が高い大外径の水中ポンプを設置する必要があるが、現状では大口径ビット(既存掘削機の現状能力を含む)はマラウイ国内に存在しない。

機材の運転・維持管理体制

マラウイ国内には100m以深に対応する掘削機の運転・維持管理実績が無いため、調達した場合の技術、財務面、スペアパーツの供給網について確認した。

MAIWDは、100m以深の掘削経験はないが、年間34～108本の井戸を直営で掘削していることから、深層部における掘削ノウハウを習得することで、深層掘削への対応は可能と判断する。MAIWDの地下水開発にかかる予算は、全て井戸基金(Borehole Construction and Groundwater Management Fund)に依存している。井戸基金とは、顧客から確保した井戸建設費から、その5%を財務省に納付し、残りの95%を適正に圧縮することで、顧客依頼の井戸建設のみならず、別の井戸建設、機材の修繕、スペアパーツの購入等にも予算を充当する仕組みである。MAIWDは、毎年一定額の井戸基金を確保し、そこから機材の維持管理費を捻出している実績から、財務上の問題はな

いと判断する。

また、マラウイでは掘削機の特殊スペアパーツの購入は不可能であるが、MAIWD は井戸基金を活用し、MAIWD 自身で日本、南アフリカ等の外国からスペアパーツを調達した実績があり、スペアパーツの供給についても問題はないと判断する。

井戸の運転・維持管理体制

100 m 以深の井戸の場合、揚水量や揚程の関係から、ハンドポンプの揚水能力を超え、電動ポンプ等の追加設備による揚水が一般的である。これら設備が持続的に運転・維持管理されるための技術、財務、スペアパーツ供給網（ポンプ、井戸）、組織・制度、政策が十分に確立されていることが機材調達の前提となるため、同現状を検討した。

100 m 以深の井戸の維持管理体制について、政策上は明示されていないものの、給水人口及び維持管理にかかる費用・技術的難易度を考慮すると、基本的には Market Center におけるレベル 2 給水施設（電動ポンプによる揚水）として整備されることが想定される。その場合、県水開発事務所の都市給水部の管轄下で、地域水公社（北部・中部・南部）が維持管理を担うことになる。また、Market Center における浅層地下水開発の場合も同様に、県水開発事務所の都市給水部の管轄下で、地域水公社が維持管理を担う。地域水公社は、複数の Market Center において、浅層地下水によるレベル 2 給水施設の運転、独立採算による維持管理を実施中であり、実績を十分に有する。

また、コミュニティ（地方小都市）で運転されている給水施設のうち 42 ヶ所は、浅層地下水によるレベル 2 給水施設であり、県水開発事務所のパイプ給水部の管轄下で、水利用者組合（WUA）によって運転・維持管理されている。しかし、深層地下水を対象とした電動ポンプによる給水施設は、ハンドポンプに比べてポンプの運転・修繕の難度が高いこと、貯水池、配水管、公共水栓等の管理・修繕対象となる付帯設備が多くなること、安定かつ持続的な電力確保が必要であること等から、コミュニティレベルでレベル 2 給水施設の運転実績が少ないことは、運転・維持管理上の懸念点である。

一方、レベル 1 給水施設（ハンドポンプによる揚水）の場合は、コミュニティに結成される村落衛生・水管理委員会（VHWC）及び水管理委員会（WPC）によって維持管理される。ただしコミュニティで対処できない故障が発生した場合、民間の給水施設修理業者（エリアメカニック）が有料で修繕サービスを提供している。この体制において、MAIWD 給水局の指導・監督の下、コーディネーターや水管理普及員が維持管理にかかる技術指導をしている。なお、比較的大規模なりハビリについては、VHWC や WPC ではなく、MAIWD や NGO がその役割を担うことになっているが、前述のとおり、コミュニティの近傍で活動する NGO が担うケースが多い。

民間企業を含めた掘削能力

無償資金協力の対象は、緊急的な必要性が認められることが前提となるため、民間企業も含めたマラウイ国内での掘削能力を確認した。

MAIWD の掘削能力は、機材の経年による能力低下から、現状では深度 60～80 m 程度が限度と判断される。また、マラウイ国内には 20 社程度の民間掘削業者が存在するものの、100 m 以深の掘削能力を有する業者はない。つまり、MAIWD 及びマラウイ国内の民間業者は 100 m 以深の掘削能力は有していない。なお、MAIWD 及び民間掘削業者が有している掘削機のビットの口径は最大でも 4 インチとなっており、マラウイ国内で 4 インチを超える口径のビットは存在しない。

上記のとおり、現状では、MAIWD と民間掘削業者の掘削能力に大きな差はないため、井戸仕様

(深度、口径等) による所掌区分は存在しない。

マラウイにおける井戸掘削の発注方法であるが、MAIWD も民間業者も参加する一般競争入札によって委託先を選定することが多い。MAIWD に発注する場合には、費用を井戸基金に前払いする必要があり、民間業者に発注する場合には、マラウイの商慣習上、全額成功報酬（水が出なければ報酬が支払われない）となっている。このため、井戸掘削の目的、難度（成功率）、予算源や予算額等を踏まえ、一般競争入札とするのか、MAIWD への発注とするのかを決められるケースが多い。したがって、浅層地下水開発における競争入札での MAIWD の優位性はない。

以上の考察に基づく評価結果は、下表に示すとおりである。

表 3：想定調達機材の評価結果

	掘削機（深層、大口径）	掘削機（浅層、大口径）	サービスリグ
① 政策・戦略・計画	× 深層開発の意向はあるが 100 m以浅の開発計画のみ	△ Market Centerでの浅層 開発計画あり。しかし大口径掘削 の確実性があるのは3ヶ所のみ	△ 村落での井戸修繕の主体は コミュニティ、Market Centerでは 水公社（MAIWDはリハビリ）
② 帯水層	△ 一部地域で深層開発の可能性 あり。しかし、深層の掘削実績が ないため、実証することは不可	○ 賦存能力が高い浅層帯水層が 認められる	
③ 機材の運転・維持 管理体制	○ 機器操作を習得済み。外国から スペアパーツの調達実績あり	○ 同左	○ 同左
④ 井戸の運転・維持 管理体制	△ コミュニティレベルでの深層井戸の 運転・維持管理経験が不十分。 Market Centerでは経験豊富。	○ 浅層井戸の運転・維持管理 経験は豊富	△ 村落での維持管理の主体は コミュニティ、Market Centerでは 水公社（MAIWDは支援）
⑤ 民間企業を含めた 掘削能力	○ MAIWD、民間企業ともに 100 m以深の掘削能力なし	○ MAIWD、民間企業ともに 8インチの掘削能力なし	△ 既存重機でも修繕・リハビリ可能
総合評価	優先度低	優先度中	優先度低

深層掘削機

MAIWD はマラウイ地方給水投資計画において、32ヶ所の Market Center で深度 40～55 m の井戸を 1～7 本建設することを計画しているものの、同計画には深層地下水開発にかかる具体的な言及はなく、現在は同計画を基に、当該地域で深層を開発するための計画策定の途上にある。また、前述のとおり、その他の上位計画、開発計画においても深層地下水開発についての言及はない。

加えて、物理探査の結果からは、一部地域では深度 100～200 m に帯水層の存在の可能性が認められるが、現状では深層掘削実績（100 m 以深の地下地質データ）が存在しないため、同物理探査の解析結果の正しさを実証する術はない。

したがって、深層掘削機（大口径）の活用においてベースとなる計画が存在せず、仮に深層掘削機（大口径）を調達しても十分に活用されるか懸念が残ることから、現段階では残念ながら時期尚早と判断せざるを得ない。

浅層掘削機

前述のとおり、MAIWD はマラウイ地方給水投資計画において、32ヶ所の Market Center での深度 40～55 m の井戸を 1～7 本建設することを計画しており、浅層地下水開発については計画が存在

している。また、前述の MAIWD が実施した水理地質調査では、全国 41 地点で揚水試験を実施しているが、うち 3 地点が Market Center の所在地と合致しており、揚水試験結果の評価から、同 3 地点では浅層帯水層の地下水賦存能力（水中ポンプの使用に耐え得る水位低下）が認められる。

浅層掘削機（大口径）の調達により、複数の井戸建設を計画している Market Center において井戸を拡孔し、大型水中ポンプを使用することが可能になれば、運転・維持管理性の向上、運転コスト（電気料金）の抑制へ寄与することが期待される。

加えて、MAIWD 保有掘削機 4 台（稼働 3 台、修繕中 1 台）のうち、3 台が耐用年数（日本においては一般的に 5 年とされる）を越えており、機材更新の意味でも調達の意義はある。

しかし、現状ではマラウイ地方給水投資計画で言及されている 32 ヶ所の Market Center のうち、既存水理地質情報に基づく限りでは、浅層・大口径による開発可能性が認められるのは 3 ヶ所のみと限定的であり、その他場所での具体的な活用用途を担保することができないため、機材調達の費用対効果は高いとは言えず、現段階では調達を見送りと判断する。

サービスリグ

給水施設の維持管理体制において井戸修繕は、地方部ではコミュニティ、Market Center では地域水公社が担っており、MAIWD の所掌はあくまでも大規模なリハビリであることから、サービスリグが確実に、かつ定期的に活用されることが担保できないものと判断し、現段階では調達を見送りと判断する。なお、井戸修繕は、MAIWD や民間企業が保有している既存掘削機を活用することでも対応可能である。

結論

上記のとおり、地下水開発機材（深層・浅層掘削機及びサービスリグ）の調達の妥当性について検討したものの、現状では、現地調査開始時に合意したクライテリアに合致しないと判断せざるを得ず、本事業において〔地下水開発〕機材は調達対象外とする。

しかし、MAIWD による地下水開発計画、特に深層または浅層・大口径による開発計画が具体化されれば、マラウイにおける新たな水源開発の可能性が拡がると思われる。

2) 無収水対策

リロングウェ市の上水道を管轄する LWB は、カムズダムを上流に持つリロングウェ川の限られた水源を最大限に有効活用することを MGDS II に資する喫緊の課題としている。LWB は、既存水源を最大限に活用するため、戦略計画（LWB Strategic Plan 2015-2020）を策定し、2020 年を目標に以下の 4 つの戦略的課題（Strategic Issue）を掲げている。

- ◆ 適切かつ信頼性のある給水サービスの提供
- ◆ 顧客ニーズへの対応
- ◆ インフラ整備のための財政能力の強化
- ◆ 組織能力の開発

また現地調査において、LWB との協議のもとで、同戦略課題を踏襲して策定した「リロングウェ市簡易水道計画」では、水道事情を改善するための施策（案）として、①水源開発、②配管拡張・リハビリ、③財政能力強化、④無収水対策が抽出された。

表 4：戦略的課題と改善施策（案）との関連性

水道事情の 改善施策（案）	4つの戦略的課題			
	適切かつ信頼性のある 給水サービスの提供	顧客ニーズへの 対応	インフラ整備のための 財政能力の強化	組織能力の開発
① 水源開発	○	○	○	
② 配管拡張・リハビリ	○	○	○	
③ 財政能力強化	○	○	○	
④ 無収水対策	○	○	○	○

リロングウェ市の水道事情を改善するために必要な施策及び具体的な取組みの進捗状況は、下表のとおり整理される。

表 5：施策への取組み状況

施策（案）	施策への具体的な取組み	実施主体
① 水源開発	貯水池（ダム）のリハビリ・嵩上げ	EIB
	浄水場の新設	世界銀行
② 配管拡張・リハビリ	送水本管の拡張・リハビリ	EIB・世界銀行
③ 財政能力強化	安定した水料金徴収（プリペイド式メータの導入）	LWB
④ 無収水対策	DMA構築による水理分離	LWB・Vitens社
	ケアーカーの育成	Vitens社
	作業品質の向上	LWB
	対策用機材の整備	なし

① 水源開発

水源量の拡張は、リロングウェ市内への給水量の増加に繋がり、水道事業の改善及び無収水削減に大きく寄与する。LWB は、「カムズダム I の嵩上げと II の改修」及び「浄水場（Treatment Works III）の整備」をインフラ投資計画における中期目標に掲げている。カムズダムは、I の堤体を約 5 m 嵩上げすることによる増量（4.5→19.6 Mm³）、II のリハビリによる増量（19.8 Mm³）を見込んでおり、いずれも EIB の支援で実施される。

このように LWB は、水源開発にかかる具体的な取組みを他ドナーの支援によって推進中である。

② 配管拡張・リハビリ

GIS データによると、リロングウェ市全域の送・配水管は、総延長 1,750 km であるが、施工不良、老朽化、停電時の送水停止により生じる水撃圧（ウォーターハンマー）によって管が破損し、漏水や断水が頻発している。特に、送・配水管全体の 26.5%（466 km）を老朽化したアスベスト管が占めており、管の耐性不足の一因となっている。

LWB は、アスベスト管の更新を配管リハビリの最優先としている。現在、EIB の支援の下で、既設アスベスト管の 18.8 km を 2023 年の水需要予測に基づき、口径の大きいダクタイル鋳鉄管に入れ替えるリハビリ事業に着手している。また、世界銀行の支援による 41 km のアスベスト管の改修も計画している。これら事業によって、総計 59.6 km の既設アスベスト管が更新されるが、それでも 406 km の既設管は手付かずの状況にある。これら既設管は、世界銀行が主体になって推進されることを現地調査時に確認しており、2018 年には世界銀行が備上するコンサルタントによって、管路延長や管径を設計するための詳細調査が実施される予定である。

また、LWB は無収水削減戦略に基づき、管の漏水と破裂による物理的損失を軽減するため、管補修体制の整備している。LWB 本部には 1,000 本程（総延長 6 km）の PVC 管、6,000 個の流速式水

道メータが常備され、LWB 倉庫課によって使用状況が管理され、都度補充されている。2017/18 年度は、管補修対策として 150 万米ドルを計上し、管材を調達・備蓄し、緊急・応急補修に対応できる体制を整えている。

このように LWB は、配管拡張・リハビリにかかる具体的な取組みを他ドナーの支援及び自助努力によって推進中である。

③ 財政能力強化

LWB は財政能力を強化するため、水料金徴収の安定化に取り組んでおり、その施策として、2020 年までに、23,500 個のプリペイド式水道メータを導入することを計画している。第一フェーズは、独自予算で 5,000 個（大口利用者：1,250 個、一般顧客：3,750 個）の調達が進行中（現在入札段階）であり、第二フェーズは EIB の支援の下で、18,500 個（商業・法人顧客：3,500 個、一般顧客：15,000 個）を調達する予定である。

このように LWB は、財政能力強化にかかる具体的な取組みを他ドナーの支援及び自助努力によって推進中である。

④ 無収水対策

無収水対策では、無収水量を正確に把握することが重要であるが、リロングウェ市は LWB 及び Vitens Evides International 社（オランダ、以下「VEI 社」）によって、全給水区域が 106 に水理分離（DMA 化）されている。また、LWB ネットワーク課と GIS 課は、既設管やバルブ等の情報を適宜更新（GIS データ化）し、管網解析モデル（EPANET 2）によって、既存施設の状況及び水圧・流量情報を把握できる体制を構築している。

人材育成も無収水対策において重要であるが、北部地域では、VEI 社によるケアテーカーの育成を目的とした技術協力プロジェクトが実施されている。他方 JICA は、南部地域において、無収水対策にかかる計画策定能力及び管布設・修繕、検針、漏水探知、顧客対応・広報等の技術の向上を目的とした技術協力プロジェクト「リロングウェ市無収水対策能力強化プロジェクト」（以下「JICA 技術協力」）を実施予定である。

また LWB は、作業品質の向上を無収水対策の柱のひとつと捉え、ISO 9001 の取得による品質管理の向上、顧客対応システムの構築による顧客満足度の向上にも取り組んでいる。

このように LWB は、無収水対策に積極的に取り組み、他ドナーが活動を支援している状況にも拘わらず、無収水率の削減効果は限定的である。これは、前述のとおり、LWB が所有する水道管理設、漏水探知、運営・検査のための機材、所謂〔無収水対策〕機材の数量・グレードが不足していることに起因する。機材が整備されていないが故に、日々応急的な対処（交換・修繕・点検）に留まっていることも、効果が発現しにくい要因のひとつである。

以上から、本事業では〔無収水対策〕機材の調達が妥当と判断した。LWB からは、2017 年 7 月 20 日付の討議議事録において、水道管理設機材、漏水探知機材、運営・検査機材、浚渫機材の調達が要望されたが、各コンポーネントの調達の妥当性、有効性、持続可能性について以下の項目に基づき検討した。

- ◆ 本調査で策定したリロングウェ市簡易水道計画において整備優先度が高いと整理された機材
- ◆ JICA 技術協力の効果発現に寄与する機材

- ◆ 供与後、速やかに使用される見込みがある機材
- ◆ その使用につき、ステークホルダーの合意が得られ、無収水管理上、負の影響がない機材
- ◆ 他ドナーが実施中・予定の協力事業の内容及び工程の影響を受けない機材

各機材コンポーネントの検討・評価結果は、以下のとおりである。

◆ 水道管理設機材

管の接合不良（施工不良）と老朽化は、漏水の最も大きな原因であり、適切な管接合や補修が急務である。同機材の調達・活用が、無収水削減に大きく寄与する。

◆ 漏水探知機材

地中部での漏水（不可視漏水）は、目視による発見は難しく、長期間に亘って漏水が放置されることが多い。同機材の調達・活用が、地中部漏水の発見・削減に大きく寄与する。

◆ 運営・検査機材

水道施設（特に管路）の事故（破損・盗水）を削減するためには、戦略計画にも挙げられているように、日常的な巡回・検査及び顧客とのコミュニケーションが重要である。しかし、LWBが管理する市内配管網の総延長は約 1,750 km にも及び、LWB 職員は日々の管補修や拡張工事に多くの時間を費やされていることから、諸処の作業情報の整理・分析・対策案の策定までに至っていない。したがって、施設管理の効率化し管理品質を向上させることは、無収水率削減に大きく寄与する。

◆ 浚渫機材（優先度低）

MGDS II にも掲げられている水源（リロングウェ川）の有効活用のため、浄水場の取水口付近を浚渫し、取水量を増加させるための機材である。取水量が増えれば有収水量が増加することになり、無収水対策の効果は認められるが、同機材は〔水源開発〕機材である。加えて、浚渫作業は、年間 1～2 回程度の頻度で実施するものであり、LWB 保有の重機（バックホウ）でも作業は可能である。したがって、〔無収水対策〕機材として浚渫機材の調達優先度は低いと評価する。

また、現地調査及び LWB との協議の結果、非常発電機材も追加で要望されたため、その調達の妥当性、有効性、持続可能性についても検討した。

◆ 非常発電機材

停電時の送水停止により配水管内の圧力差が大きく変化し、水撃圧（ウォーターハンマー）が生ずることで、老朽化した配水管が破損し、漏水による無収水が増加する可能性がある。また、停電による断水中、漏水が発生している負圧配管では、外部から汚染水が流入するため、汚染水除去や管内洗浄によって無収水が増加する。現地調査期間中においても、破損した配水管から配水管網へ汚染水が流入し、大きな社会問題となっていた。したがって、停電時でも連続的な運転を確保することは配管網の保護に有効であり、非常用電源を主要送水施設に整備することは、無収水削減に大きく寄与する。

これら水道管理設機材、漏水探知機材、運営・検査機材、浚渫機材、非常発電機材について、①簡易水道計画における優先度、②JICA 技術協力の効果発現への寄与、③供与後の即効性、④供与に

よる負の影響の有無、⑤他ドナー事業への影響の有無の観点から、下表に示すとおり評価した。

表 6：〔無収水対策〕機材のコンポーネント評価

調達の妥当性、有効性、持続可能性にかか る検討項目	〔無収水対策〕機材のコンポーネント				
	水道管理設	漏水探知	運営・検査	浚渫	非常発電
「リロングウェ市の簡易水道計画」において優先度が高い機材	○	○	○	×	○
技術協力の効果発現に寄与する機材	○	○	○	○	○
供与後、速やかに使用される機材	○	○	○	×	○
無収水管理上、負の影響がない機材	○	○	○	○	○
他ドナーが実施中・予定の協力事業の影響を受けない機材	○	○	○	○	○

以上の検討結果から、本事業では、水道管理設、漏水探知、運営・検査及び非常発電の機材コンポーネントの調達を検討する。これら機材の活用目的は、下表に示すとおりである。

表 7：想定される〔無収水対策〕機材の活用目的

想定される無収水の原因	機材コンポーネント	対策（機材調達の目的）
管接合の施工不良	水道管理設機材	施工性の向上
管の老朽化		老朽管の交換
漏水個所の不可視	漏水探知機材	漏水個所の可視化
水道メータの検針ミス	運営・検査機材	検針誤差の是正
停電時の送水停止による管の破損	非常発電機材	配管網の保護

(3) 機材計画

1) 機材調達先

LWB 各地域事務所（北部・中部・南部）には、ケアテーカーをリーダーとした配管工、配管補助員、普通作業員で構成される作業班が構成され、日々の無収水対策作業（管敷設、維持管理等）を担っている。本事業の調達機材は、これら作業班及び地域事務所を対象とする。

現在は、ネットワーク課が、リロングウェ市内の全配管網の流量測定、管路位置情報を取得し、その情報を GIS 課がデータベース化している。2017 年末には、LWB 本部内に財務、技術、管理監督者で構成される無収水対策課が設立され、各地域事務所の無収水対策のデータ管理、方針策定等を行う予定である。将来的に、調達機材の活用により得られる作業実績や各種データは、将来的に同課が積極的に取り扱うことになる。

2) 機材計画

本事業では、〔無収水対策〕に効果的と思われる水道管理設機材、漏水探知機材、運営・検査機材及び非常発電機材について、その調達の妥当性、機材構成・数量を検討した。なお、本調査の開始前に想定されていた流量計及びプリペイド式水道メータについては、以下の理由により対象から除外した。

◆ 流量計

流量計は、リロングウェ市内において設定された配水管網区域（DMA）の流入箇所を設置し、DMA 毎の水消費量を把握するために活用するものである。この区域分離（DMA 化）は、LWB によって 2017 年 8 月時点で 106 箇所が DMA 化され、流量計もほぼ設置済みであることから、本事業の対象から除外した。

◆ プリペイド式水道メータ

プリペイド式水道メータは、水道料金の未払い防止やメータ検針員の作業軽減のため設置するもので、最初に政府機関や大口水利用者から設置を開始し、順次各戸へ展開する計画としている。LWB は、2017/18 年度に 270 万米ドルの予算を計上し、2017 年 8 月に 5,000 個（大口利用者：1,250 個、一般顧客：3,750 個）の調達・据付事業に着手済みであることから、本事業の対象から除外した。

各作業項目（水道管理設工・漏水管理・管理検査）における機材用途による使用頻度から、「各作業班の占有機材」と「共有機材」に分けて、機材配置・数量を検討した。しかし、今後、JICA 技術協力で調達が想定されている機材については、本事業では数量を計上していない。

(2) プロジェクトの内容

本事業で調達する機材は、以下のとおりであり、水道管理設機材、漏水探知機材、運営・検査機材及び非常発電機材構成される。

表8：機材数量一覧

コンポーネント	No.	品目／構成	調達数量	調達数量内訳
水道管理設 機材	101	穿孔機	11台	北部・中部×4台、南部×3台
	103	ネジ接合器	12台	北部・中部・南部×4台
	105	パイプカッター	6台	北部・中部・南部×2台
	106	吊り具 ●チェーンブロック ●レバーブロック	12台	北部・中部・南部×4台
			12台	北部・中部・南部×4台
	107	小型発電機	11台	北部・中部×4台、南部×3台
	108	電気溶接機	3台	北部・中部・南部×1台
	109	工具類	12セット	北部・中部・南部×4セット
	110	埋戻し転圧機 ●プレートコンパクト ●ハンドコンパクト	12台	北部・中部・南部×4台
			12台	北部・中部・南部×4台
	111	小型掘削機	2台	北部・中部×1台
	112	クレーン付トラック	3台	北部・中部・南部×1台
	113	エンジンポンプ	6セット	北部・中部・南部×2セット
	114	投光器 ●発電機一体型投光器 ●投光器	3台	北部・中部・南部×1台
5台			北部・中部×2台、南部×1台	
115	管補修クランプ・継手 ●管補修クランプ ●管補修継手	4,179個	ND63×1,944個、ND110×1,446個、 ND160×789個	
		3,345個	ND63×1,557個、ND110×1,158個、 ND160×630個	
117	管路水圧試験機	3セット	北部・中部・南部×1セット	
119	掘削機運搬用トラック	3台	北部・中部・南部×1台	
漏水探知 機材	201	漏水探知器 ●相関式探知器 ●音聴式探知器	2台	北部・中部×1台
			5台	北部・中部×1台、南部×3台
	203	データロガー付圧力計	4台	北部・中部×2台
	204	音聴棒 ●直聴式 ●電子式	11台	北部・中部×4台、南部×3台
11台			北部・中部×4台、南部×3台	
205	管路探知器	2台	北部・中部×1台	
運営・検査 機材	301	携帯型水道メータ検査器	6台	北部・中部・南部×2台
	302	水栓用水圧計	20個	北部・中部×10個
	304	モーターバイク	6台	北部・中部・南部×2台
非常用発電 機材	501	非常用発電機	1台	ムウエング中継ポンプ場（南部）×1台

* 各機材には、1年分の消耗品が含まれる。

4. プロジェクトの工期及び概算事業費

(1) プロジェクトの工期

本事業における実施工程は、下表に示すとおりである

表 9：事業実施工程表

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
実施 設計		■																			
			□ (現地調査)																		
			□ (仕様レビュー等)																		
			□ (入札図書作成)																		
				■	■ (入札図書承認)																
						■	■ (入札・契約)											計5.5ヶ月			
機材 調達							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
							□	□ (製作図作成)										計10.0ヶ月			
								□ (機器製作)													

□：国内作業 ■：現地作業

(2) 概算事業費

本事業を実施する場合に必要なマラウイ側負担経費は、0.02 億円と見積もられる。

5. プロジェクトの評価

(1) 妥当性

技術協力「水資源マスタープラン策定能力強化プロジェクト」（2012 年～2014 年）で策定された「国家水資源マスタープラン」においては、リロングウェ市の給水改善が最優先事業と位置付けられているが、とりわけ既存水源を効率的に利用する観点から、無収水率の削減が取り組むべき最優先事項として位置付けられている。また、LWB 戦略計画に掲げられた 2015 年の無収水率（36%）を 2020 年には 28% まで削減する目標に掲げており、本事業はそれらマラウイの開発計画に沿った事業である。

また、対マラウイ共和国国別開発協力方針（2012 年 4 月）における重点分野としても「基礎的社会サービスの向上」が定められ、協力プログラム「安全で安定的な水の供給プログラム」の中で、給水施設の修復・維持管理体制強化を通じて既存の給水施設を効率的に活用し、安定的な給水率の向上を支援する方針となっており、本事業はこの方針に合致する。

本事業の直接的な裨益対象は LWB であるが、本事業を通じて無収水対策が効率化され、もってリロングウェ市の無収水削減及び給水サービスの改善が図られることで、貧困層を含むリロングウェ市民の安全で安価な飲料水への普遍的かつ平等なアクセスに裨益することが想定される。

したがって、本事業の実施は、マラウイの開発課題・開発政策並びに我が国の協力方針・分析に合致し、無収水削減機材の整備を通じて水利用効率及び給水サービスの改善に資するものであり、SDGs ゴール6（「すべての人々の水と衛生の利用可能性と持続可能な管理を確保する」）に貢献すると考えられることから、事業の実施を支援する妥当性は高い。

(2) 有効性

1) 定量的効果

LWB が、本事業で調達される〔無収水対策〕機材を活用することで、配管補修の作業品質が向上し、作業時間の低減に寄与するため、これまで適切な機材を有しておらず実施不可能であった漏水探知への着手が可能となる。この本事業で期待される効果発現の度合を確認すべく、定量的効果指標を下表のように設定する。

表 10：定量的効果指標

指標		基準値 (2017年実績)	目標値 (2022年)【整備3年後】
無収水対策	配管補修時間 (時間/箇所)	2.5	1.5
	漏水探知距離 (km/年)	0	175

なお、定量的効果指標は、LWB の従前作業内容に基づいて試算しており、活動による追加作業経費（主に機械の燃料費）は軽微なものであることから、外部条件による影響はないと判断した。これら効果の発現度合は、作業班が記録し、地域事務所が管理する作業記録（週報、月報等）の閲覧（モニタリング）で確認することを想定する。

2) 定性的効果

本事業の実施によって期待される定性的効果は、以下のとおりである。

- ◆ LWB の経営健全化（作業効率化による残業時間の抑制と有収水量の増加による収益の増加）
- ◆ LWB に対する顧客満足度の向上（迅速な配管補修の実現による信頼性の向上）
- ◆ リロングウェ川流域の水資源保全（無収水削減による過大な取水量の抑制）

以上より、本事業実施の妥当性は高く、また有効性が見込まれると判断する。

目 次

要約／目次

位置図／写真

図表リスト／略語集

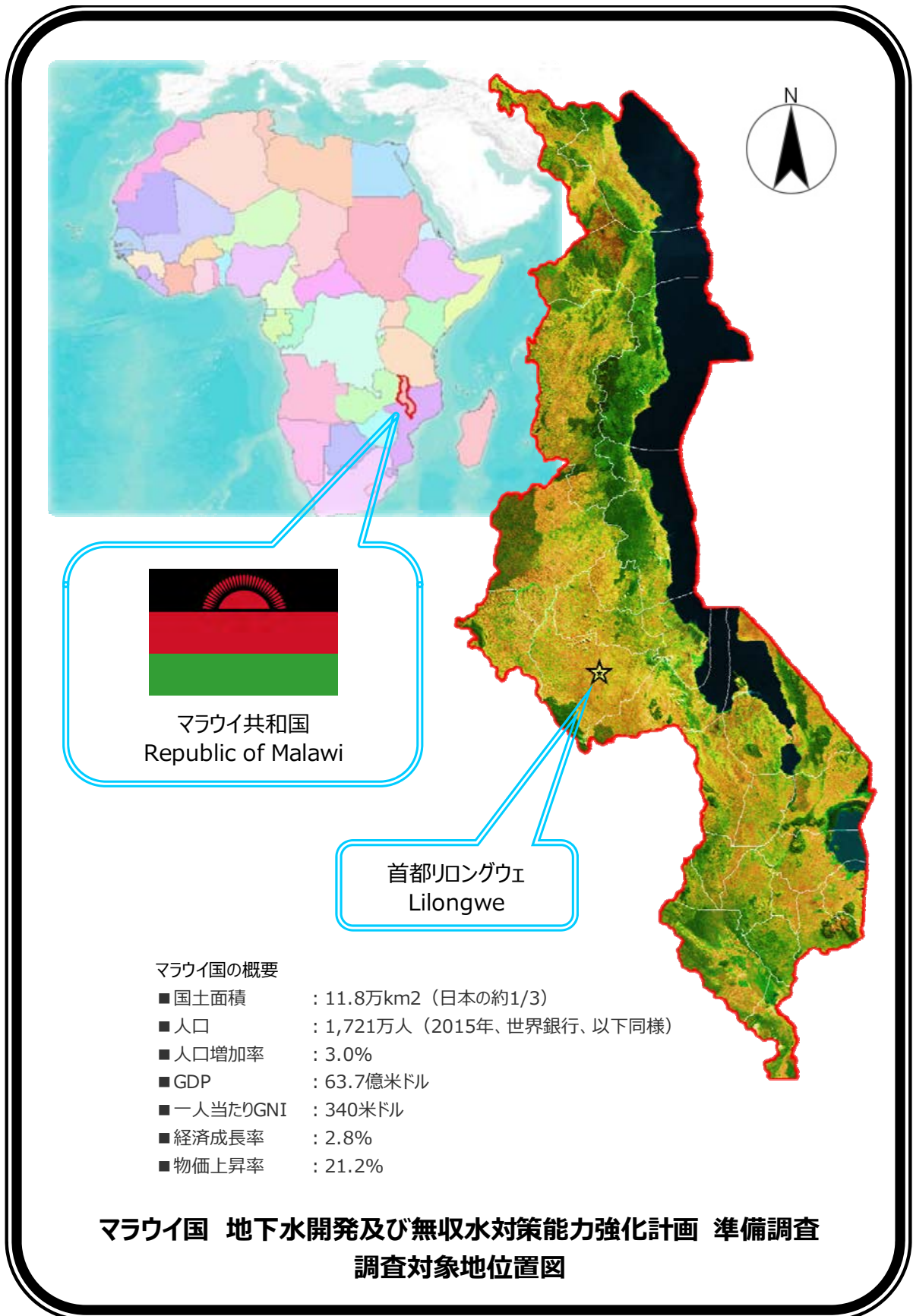
第1章 プロジェクトの背景・経緯.....	1-1
1-1 当該セクターの現状と課題.....	1-1
1-1-1 現状と課題.....	1-1
1-1-2 開発計画.....	1-1
1-1-3 社会経済状況.....	1-11
1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要.....	1-11
1-3 我が国の援助動向.....	1-13
1-4 他ドナーの援助動向.....	1-14
第2章 プロジェクトを取り巻く状況.....	2-1
2-1 プロジェクトの実施体制.....	2-1
2-1-1 組織・人員.....	2-1
2-1-2 財政・予算.....	2-10
2-1-3 技術水準.....	2-13
2-1-4 既存施設・機材.....	2-16
2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況.....	2-25
2-2-1 関連インフラの整備状況.....	2-25
2-2-2 自然条件.....	2-29
2-2-3 地下水賦存の可能性.....	2-31
2-2-4 環境社会配慮.....	2-38
2-3 その他（グローバルイシュー等）.....	2-39
2-3-1 気候変動の緩和策・適応策としての効果.....	2-39
2-3-2 持続可能な開発目標（SDGs）への貢献度.....	2-39
第3章 プロジェクトの内容.....	3-1
3-1 プロジェクトの概要.....	3-1
3-1-1 プロジェクト目標.....	3-1
3-1-2 プロジェクト概要.....	3-1
3-2 協力対象事業の概略設計.....	3-1
3-2-1 設計方針.....	3-1
3-2-2 基本計画（機材計画）.....	3-2
3-2-3 機材計画.....	3-11
3-2-4 調達計画.....	3-31
3-3 相手国側分担事業の概要.....	3-38
3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画.....	3-39
3-5 プロジェクトの概略事業費.....	3-40

3-5-1 協力対象事業の概略事業費.....	3-40
3-5-2 運営・維持管理費.....	3-41
第4章 プロジェクトの評価.....	4-1
4-1 事業実施のための前提条件.....	4-1
4-2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項.....	4-1
4-3 外部条件.....	4-2
4-4 プロジェクトの評価.....	4-2
4-4-1 妥当性.....	4-2
4-4-2 有効性.....	4-2

[資料]

1. 調査団員・氏名
2. 調査行程
3. 関係者（面会者）リスト
4. 討議議事録（M/D）
5. その他の資料・情報

位置図



写 真



インセプションレポート協議
MAIWD 本部 (2017/7/17)



民間掘削業者視察
Chitsime Drilling 社 (2017/7/18)



MAIWD 保有機材の現状確認
中部地域水開発事務所 (2017/7/18)



MAIWD 保有機材の現状確認
中部地域水開発事務所 (2017/8/4)



機材運転・維持管理の現状確認
中部地域水開発事務所 (2017/7/26)



MAIWD 掘削台帳
MAIWD 本部 (2017/8/3)

写 真



MAIWD 保有機材 (井戸掘削機)
中部地域水開発事務所 (2017/7/18)



MAIWD 保有機材 (車載式エアコンプレッサー)
中部地域水開発事務所 (2017/7/18)



MAIWD 保有掘削機の試運転
中部地域水開発事務所 (2017/7/18)



MAIWD 保有機材 (物理探査器)
MAIWD 本部 (2017/7/17)



MAIWD 保有機材 (ビット類)
中部地域水開発事務所 (2017/7/18)



廃車処分された車両
中部地域水開発事務所 (2017/8/4)

写 真



LWB 既存施設 (水源)
カムズダム II (2017/8/5)



LWB 既存施設 (浄水場)
LWB 浄水場 (2017/7/18)



LWB 既存施設 (送水管路弁室)
リロングウェ南部地域 (2017/7/26)



LWB 既存施設 (減圧弁)
リロングウェ北部地域 (2017/7/31)



LWB 既存施設 (プリペイド式水道メータ)
LWB 本部 (2017/7/22)



LWB 既存施設 (水道メータ用テストベンチ)
LWB 本部試験室 (2017/7/19)

写 真



LWB 作業状況（漏水対策工事）
リロングウェ南部地域（2017/7/26）



LWB 作業状況（水圧計交換工事）
リロングウェ南部地域（2017/7/27）



LWB 保有資材（配管材）
LWB 倉庫（2017/7/19）



LWB 保有機材（超音波流量計）
LWB 本部（2017/8/1）



施設運転・維持管理の現状確認
LWB 本部（2017/7/18）



ミニッツ署名
MAIWD 本部（2017/7/20）

図表リスト

図 1-1：世界銀行による配水管の改修ルート	1-10
図 2-1：MAIWD 組織図.....	2-1
図 2-2：地域水開発事務所組織図	2-2
図 2-3：井戸建設の承認・実施フロー	2-3
図 2-4：コミュニティレベルでの維持管理体制	2-5
図 2-5：LWB の組織体制	2-6
図 2-6：LWB 地域事務所の組織体制（北部地域事務所）	2-7
図 2-7：LWB GIS 課及びネットワーク課組織図.....	2-7
図 2-8：LWB ワークショップ組織図	2-7
図 2-9：LWB 倉庫課組織図	2-8
図 2-10：LWB 無収水対策課組織図（案）	2-8
図 2-11：地域毎の無収水率の変遷	2-8
図 2-12：LWB の損益状況	2-12
図 2-13：リロングウェ市内の布設管種の割合	2-21
図 2-14：比抵抗曲線のパターン	2-32
図 3-1：作業班の人員構成	3-12
図 3-2：機材の配置計画	3-30
図 4-1：LWB 北部地域事務所の配管補修時間	4-3
図 4-2：有効なサンプルにおける中央値	4-3
表 1-1：施設・機材の整備・更新計画	1-3
表 1-2：インフラ投資計画に掲げられた喫緊課題	1-4
表 1-3：インフラ投資計画（短期・中期・長期）	1-4
表 1-4：各計画の実施スケジュール	1-5
表 1-5：資金スケジュール及び概算費用	1-6
表 1-6：無収水削減にかかる活動と内容	1-7
表 1-7：無収水削減戦略におけるステージ毎の実施スケジュール	1-7
表 1-8：無収水削減戦略における予算の内訳	1-8
表 1-9：優先投資プログラムの概要	1-8
表 1-10：EIB による送水管の改修工事.....	1-9
表 1-11：マラウイ政府からの要請内容（第一次現地調査時）	1-12
表 1-12：マラウイ政府からの要請内容（最終版）	1-12
表 1-13：我が国の無償資金協力実績（水資源開発分野）	1-13
表 1-14：我が国の技術協力の実績（水資源開発分野）	1-13
表 1-15：SRWSIIHL プロジェクトの進捗状況	1-14
表 1-16：リロングウェ市における水源及び浄水場の現況	1-15
表 2-1：MAIWD のスペアパーツ購入実績.....	2-4
表 2-2：給水施設の管理区分	2-4

表 2-3 : レベル 2 給水施設の現状評価	2-5
表 2-4 : MAIWD の年度予算	2-10
表 2-5 : MAIWD の開発予算内訳	2-10
表 2-6 : 井戸基金の予算推移	2-11
表 2-7 : LWB の年度予算変遷	2-11
表 2-8 : LWB の損益収支	2-12
表 2-9 : MAIWD の掘削実績	2-13
表 2-10 : 主な民間の井戸建設業者	2-14
表 2-11 : 民間掘削業者の概要	2-14
表 2-12 : MAIWD の保有機材	2-16
表 2-13 : 取水施設の概要	2-18
表 2-14 : 導水管施設の概要	2-18
表 2-15 : 浄水・送水施設の概要	2-19
表 2-16 : 送水管施設の概要	2-20
表 2-17 : 配水施設の概要	2-20
表 2-18 : 布設管種区分 (送・配水管)	2-21
表 2-19 : 配水管施設の概要	2-22
表 2-20 : 給水管・装置の概要	2-23
表 2-21 : 道路・橋梁・下水・電力・通信の概要	2-23
表 2-22 : LWB の主な保有機材	2-25
表 2-23 : マラウイでの免税可否	2-26
表 2-24 : 源泉徴収の税率	2-27
表 2-25 : 個人所得税の税率	2-28
表 2-26 : 付加給与税の税率	2-28
表 2-27 : 物理探査及び試掘調査の実施状況	2-31
表 2-28 : 層厚圧想定 (深度 100 m の場合)	2-34
表 2-29 : 層厚想定 (深度 200 m の場合)	2-34
表 2-30 : 深層帯水層の評価	2-37
表 2-31 : 浅層帯水層の評価	2-38
表 3-1 : 想定調達機材の評価結果	3-5
表 3-2 : 戦略的課題と改善施策 (案) との関連性	3-7
表 3-3 : 施策への取組み状況	3-7
表 3-4 : 既設アスベスト管の改修計画	3-8
表 3-5 : [無収水対策] 機材のコンポーネント評価	3-10
表 3-6 : 想定される [無収水対策] 機材の活用目的	3-10
表 3-7 : [無収水対策] 機材の構成 (検討・絞り込み前)	3-11
表 3-8 : 管径毎の補修箇所	3-20
表 3-9 : 管補修クランプ・継手の計画数量	3-20
表 3-10 : 漏水探知方式の比較	3-22
表 3-11 : 音聴方式の比較	3-24

表 3-12：〔無収水対策〕機材の構成（検討・絞り込み後）	3-29
表 3-13：本事業の調達・据付区分	3-33
表 3-14：コンサルタントの調達監理要員	3-34
表 3-15：輸送手段及び経路	3-35
表 3-16：据付工事の派遣計画	3-36
表 3-17：調整・試運転の派遣計画	3-36
表 3-18：初期操作指導の派遣計画	3-36
表 3-19：事業実施工程表	3-37
表 3-20：先方負担事項の概要	3-38
表 3-21：LWB による調達機材の維持管理	3-39
表 3-22：マラウイ側負担経費	3-40
表 3-23：LWB の運営・維持管理費	3-41
表 4-1：事業実施のための前提条件	4-1
表 4-2：定量的効果指標	4-2
表 4-3：想定工程毎の配管補修時間の短縮度合	4-4

略語集

略語	英語	日本語
AC	Asbestos Cement	石綿セメント
AfDB	Africa Development Bank	アフリカ開発銀行
A/P	Authorization to Pay	支払授權書
B/A	Banking Arrangement	銀行取極め
B/L	Bill of Lading	船荷証券
BS	British Standard	英国規格
CBM	Community Based Management	自律的コミュニティ運営
CEO	Chief Executive Officer	最高経営責任者
DFAT	Department of Foreign Affairs and Trade	オーストラリア外務通産省
DIP	Ductile Cast Iron Pipe	ダクタイル鋳鉄管
DMA	District Meter Areas	給水量管理のために区切られた地域
DTH	Down The Hole	ダウン・ザ・ホール
EIB	European Investment Bank	欧州投資銀行
E/N	Exchange of Notes	交換公文
FBT	Fringe Benefit Tax	付加給与税
G/A	Grant Agreement	贈与契約
GI	Galvanized Iron	亜鉛メッキ鋼
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GNI	Gross National Income	国民総所得
GPS	Global Positioning System	全地球測位システム
HDPE	High Density Polyethylene	高密度ポリエチレン
HQ	Head Quarter	本部
IDA	International Development Association	世界開発協会
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
INDC	Intended Nationally Determined Contributions	約束草案
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
LWB	Lilongwe Water Board	リロングウェ水公社
MAIWD	Ministry of Agriculture, Irrigation and Water Development	農業・灌漑・水開発省
MGDS II	Malawi Growth and Development Strategy II	国家成長・開発戦略 II
M/M	Man Month	人月
MRA	Malawi Revenue Authority	マラウイ歳入庁
MWK	Malawi Kwacha	マラウイクワチャ (現地通貨)
N/A	Not Applicable	該当なし
NBS	Northern Booster-pump Station	北部地域中継ポンプ場

略語集

略語	英語	日本語
ND	Nominal Diameter	呼び径
NGO	Non Governmental Organization	非政府組織
PAYE	Pay as You Earn	個人所得税
PVC	Polyvinyl Chloride	ポリ塩化ビニル
RC	Reinforced Concrete	鉄筋コンクリート
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition	産業制御システム
SDGs	Sustainable Development Goals	持続可能な開発目標
TPIN	Tax Payer Index Number	登録・納税業者番号
USD	US Dollars	米ドル
UNICEF	United Nations Children's Fund	国際連合児童基金
VAT	Value Added Tax	付加価値税
VHWC	Village Health and Water Committee	村落衛生・水管理委員会
WMA	Water Monitoring Assistant	水管理普及員
WPC	Water Point Committee	水管理委員会
WUA	Water Users Association	水利用者組合

第1章 プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

(1) 地下水開発

マラウイ政府は、国家成長・開発戦略 II 2012-2016（以下「MGDS II」）において、水資源開発を重点分野のひとつに掲げている。これを受けて、首都リロングウェ及び地方部（Rural Area）では、被圧帯水層（想定掘削深度：50～100 m）の開発による安全な水へのアクセス率の向上を目標としている。現状では、40～60 m に存在する浅層帯水層を対象とした地下水開発が推し進められている。

しかし、一部の浅層帯水層では十分な水量が確保できない地域や塩分や鉄分が検出される地域があるため、より深い帯水層での開発要望は多い。またマラウイには、100 m 以深の地下地質構造を探索・解析したデータが皆無に等しく、加えて、マラウイにおける地下水開発の計画立案・施工・管理を担う農業・灌漑・水開発省（Ministry of Agriculture, Irrigation and Water Development、以下「MAIWD」）や民間掘削業者は、100 m 以深の掘削に対応する掘削機を保有していない。したがって、マラウイの地方部における新たな水資源開発の進捗は滞っているのが現状である。

(2) 無収水対策

マラウイの都市部（Urban Area）では、5つの水道事業者（リロングウェ、ブランタイア、北部、中央、南部）が各都市水道の計画立案・施工・管理を担っている。各事業者が MGDS II に沿って水資源開発に取り組んでおり、リロングウェ市を管轄するリロングウェ水公社（Lilongwe Water Board、以下「LWB」）は、カムズダムを上流に持つリロングウェ川の限られた水源を最大限に有効活用することを喫緊の課題としている。LWB は、既存水源を最大限に活用するため、戦略計画（LWB Strategic Plan 2015-2020）を策定し、2015年の無収水率（36%）を2020年までに28%まで削減することを目標としている。しかし、LWB が課題改善へ意欲的に活動し、他ドナーが活動を支援している状況にも拘わらず、無収水率の削減効果は限定的である。

1-1-2 開発計画

(1) 地下水開発

1) 地方給水投資計画

MAIWD は、MGDS II を推進するため、地方給水投資計画（Rural Water Supply Investment Plan 2014-2020）*1 を策定し、マラウイにおける2020年までの地下水開発計画を策定している。同計画では、地方部における安全な水へのアクセス率を2015年までに83%、2017年までに85%、2020年までに90%まで向上させることを数値目標に掲げている。これら目標を達成するために、既存施設のリハビリ及び拡張、表流水や地下水を水源とする Gravity Fed Piped Scheme（レベル2給水施設）の新設が必要としている。地下水開発における具体的な数値目標は、以下のとおりである。

*1 地方給水投資計画：2017年及び2020年を目標年次とし2015年に策定。主な投資の資金源は、ドナー、MAIWD（井戸基金）、NGO等。

- ◆ 2,065,000 人を対象とした 8,102 本のハンドポンプ井戸の建設
- ◆ 197,005 人を対象とした 32 ヶ所の Market Center*2 における地下水源による Gravity Fed Piped Scheme の建設

いずれも 100 m 以浅の地下水開発計画であり、水需要が多い Market Center では、深度 40～55 m の井戸を複数本掘削することを計画している。同計画には 100 m 以深の開発計画やその必要性については言及されていない。

2) 都市部における地下水開発計画

マラウイでは、1995 年に施行された水道法に基づき、水道施設を管轄する半官半民の組織として、5 つ（リロングウェ、ブランタイア、北部、中部、南部）の水公社（Water Board）が設立された。水収益が比較的高い都市部や小都市の水道施設（レベル 2・3 給水施設）の開発計画は水公社、Market Center を含む地方部の水道施設（レベル 1・2 給水施設）の開発計画は MAIWD がそれぞれ策定している。都市部の主要水源は河川であるが、リロングウェ市を管轄する LWB は自身の開発計画の中で、以下のとおり、地下水源の開発について言及している。

- ◆ LWB 戦略計画（LWB Strategic Plan 2015-2020）
 - ▷ リロングウェ市周辺 20 km 以内に位置する Lumbadzi、Chitedze 及び Mchezi における地下水源の開発（2015/2016～2016/2017 年度）
- ◆ LWB インフラ投資計画（Infrastructure Investment Plan for LWB 2016-2026）
 - ▷ 水理地質レポートの作成を目的とする地下水開発調査の実施（予算：100,000 米ドル程度）
 - ▷ 市内用水源として井戸建設を目的とする地下水源の開発（予算：1.67 百万米ドル程度）

LWB は、地下水源の開発を検討しているが、リロングウェ市の水道事情改善において、無収水対策や顧客対応、組織の能力強化が最優先課題としている。また、JICA 水資源マスタープラン策定能力強化プロジェクトにおいては、リロングウェ市において地下水源による給水量の増強が提案されているが、具体的な方策は提示されていない。

(2) 無収水対策

1) LWB 戦略計画

リロングウェ市の上水道を管轄する LWB は、カムズダムを上流に持つリロングウェ川の限られた水源を最大限に有効活用することを MGDS II に資する喫緊の課題としている。LWB は、既存水源を最大限に活用するため、LWB 戦略計画（LWB Strategic Plan 2015-2020）を策定し、2020 年を目標に以下の 4 つの戦略的課題（Strategic Issue）を掲げている。

- ◆ 適切かつ信頼性のある給水サービスの提供
- ◆ 顧客ニーズへの対応
- ◆ インフラ整備のための財政能力の強化
- ◆ 組織能力の開発

*2 Market Center：国家開発計画（2006～2011 年）において、地方部の発展拠点に位置付けられた商業地域。地方部は、Market Center（半都市）とコミュニティ（村落）に分類される。

同計画では、各課題に対する実施計画を策定し、実施内容と目標値及び実施年度を設定している。実施計画には、カムズダムの嵩上げや浄水場の増設及び中継ポンプ場の増設等の施設・機材の整備・更新、埋戻し転圧器と小型掘削機等の調達、事務所の増設、職員訓練等が包含されている。また、今後5年間の投資費用を120万米ドルと試算し、実施年度と目標を設定している。小規模の計画はLWBにより予算化されているものの、拡張工事や増設工事等のドナーからの支援が必要なものに関しては、資金調達先の具体化までに至っていないものが多く、運用計画も具体化されていない。施設・機材の更新計画は、表1-1のとおりである。

表 1-1：施設・機材の整備・更新計画

内容	ベースライン（現状）	目標	実施年度
水源			
カムズダムIの嵩上げ	4.5 Mm3	18 Mm3	2015/16～2016/17
ルンバジの地下水開発	無	1,200 m3/day	2015/2016
チテツェの地下水開発	41 m3/day	200 m3/day	2017/2018
ムチェジの地下水開発	無	200 m3/day	2016/2017
ントフの水源開発	無	4,000m3/day	2015/16～2019/20
取水施設・導水施設			
取水箇所の嵩上げ	無	嵩上げ	2016/17～2017/18
カムズダムIから浄水場までの緩衝地帯の整備	0 km	40 Km	2015/16～2017/18
浄水施設			
浄水場（Treatment Works III）の整備	125,000 m3	155,000 m3	2017/18～2019/20
浄水場の代替電源の確保	無	1.5 MW	2015/2016
配水施設			
導水本管の更新	0 km	45 Km	2015/16～2019/20
ムエンダ配水池の増設	4,275 m3	10,275 m3	2018/19～2019/20
送水管網の更新	0 km	200 Km	2015/16～2019/20
チクング給水システムの更新	無	1式	2016/2017
ブンダ浄水場の更新	1,000 m3/day	2,000 m3/day	2015/16～2019/20
低所得地域の給水ネットワークのリハビリ・更新	無	150 Km	2015/16～2019/20
ムエンダの代替電源の確保	無	0.25 MW	2016/2017
ムトゥンサナの代替電源の確保	無	0.25 MW	2016/2017
NBSの代替電源の確保	無	0.5 MW	2016/2017
浄水場からムエンダまでの導水本管の拡張	6.6 km	9.9 km	2015/16～2019/20
カネンゴからサンドゥラまでの導水本管の拡張	7 km	14 km	2015/16～2019/20
送水ネットワークの拡張	2,800 km	3,300 km	2015/16～2019/20
年間15 kmのアスベスト管の更新	0 km	75 km	2015/16～2019/20
給水施設			
接続数の増加	55,000接続	70,000接続	2015/16～2019/20
チグウリザノ、ムバジ、ムチェジ、タンバラレのキオスク建設	1,051ヶ所	1,251ヶ所	2015/16～2019/20
無収水対策			
DMAの設置	30 DMA	60 DMA	2015/2016
漏水管理の実施	0 km	2,800 km	2015/16～2019/20
圧力区域の設置	無	15ヶ所	2015/16～2016/17
広範囲の水道メータ用テストベンチの調達	無	1ヶ所	2017/2018
高レベル検針の実施	無	100ヶ所	2016/17～2019/20
配管修理用の小型掘削機の調達	無	3台	2016/2017
転圧器の調達	無	3台	2016/2017
浚渫機材の調達	無	1台	2017/2018

内容	ベースライン (現状)	目標	実施年度
その他			
マッジの集合事務所の新設	無	1回	2015/16~2017/18
中部地域の集合事務所の新設	無	1回	2016/17~2017/18
プラントオペレーター用住宅の用地確保	無	20点	2015/2016
プラントオペレーター用住宅の建設	無	20ヶ所	2017/18~2019/20
本部及び地域事務所の遠隔会議用機材の調達	無	4式	2015/16~2016/17
本部のビデオ会議用機材の調達	無	1式	2015/16~2016/17

出典：LWB Strategic Plan 2015-2020

2) LWB インフラ投資計画

LWB は、水の需要と供給の格差拡大を是正するため、LWB インフラ投資計画（Infrastructure Investment Plan for LWB 2016-2026）を策定し、短期・中期・長期計画の準備状況及び財源についてまとめている。同計画で挙げている喫緊に取り組むべき課題は、表 1-2 のとおりである。

表 1-2：インフラ投資計画に掲げられた喫緊課題

	計画内容
短期計画	① 無収水削減プロジェクト
	② カムズダム、ザラニヤマ、リロングウェ川に関連する集水池の更新と保全
中期計画	③ カムズダムIの改修と嵩上げ
	④ 浄水場（Treatment Works III）の整備
	⑤ 浄水場とブースターステーションのための代替エネルギー源の確保
長期計画	⑥ ディアンフェダムと関連施設・浄水場・送配水管路、配水網の更新
	⑦ カムズダムIIの導水管設計のレビューと建設

短期・中期・長期毎のインフラ投資計画は、表 1-3 のとおりである。

表 1-3：インフラ投資計画（短期・中期・長期）

短期	中期	長期
① 無収水削減プロジェクト a) 技術支援 b) 実施	③ カムズダムIの改修と嵩上げ	⑥ ディアンフェダムと関連施設・ 浄水場・送配水管路、配水網の 更新
② カムズダム、ザラニヤマ、リロングウェ川 に関連する集水池の更新と保全	④ 浄水場（Treatment Works III） の整備	⑦ カムズダムIIの導水管設計の レビューと建設
地下水開発 a) 試掘調査 b) 地下水源開発	⑤ 浄水場とブースターステーションのため の代替エネルギー源の確保 a) フィジビリティ調査 b) 実施	ントフダム建設 a) 詳細設計及びESIA b) ダム及びルンバッジ (エリア25・49) 浄水場の建設
ブンダ浄水場の拡張	排水処理能力開発及び 資産管理訓練	マラウイ湖原水プロジェクト a) プレフィジビリティ調査 b) 詳細設計 c) 実施
リクニ給水システムのリハビリ・更新	SCADA導入	
プリバイド式水道メータの普及		
制度的な能力開発 a) 技術支援 (能力開発ニーズ分析) b) 能力開発実施		
水安全計画		
リロングウェ市上下水道マスタープラン		

短期	中期	長期
顧客サービス向上プロジェクト a) 顧客電話・システム管理センター b) 能力開発 c) インフラ整備 d) コミュニケーション戦略		

出典：Infrastructure Investment Plan for LWB 2016-2026

直ちに裨益者に効果を与え、1～2年を要する計画を「短期」、効果発現に3～5年を要する計画を「中期」、6～10年を要する計画を「長期」と位置付けている。各計画は、表1-4に示す実施スケジュールとなっている。

表 1-4：各計画の実実施スケジュール

短期	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26
① 無収水削減プロジェクト											
② カムズダム、ザラニヤマ、リロングウェ川に関連する集水池の更新と保全											
地下水開発											
ブンダ浄水場の拡張											
リクニ給水システムのリハビリ・更新											
プリペイド式水道メータの普及											
制度的な能力開発											
水安全計画											
リロングウェ市上下水道マスタープラン											
顧客サービス向上プロジェクト											
中期	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26
③ カムズダムIの改修と嵩上げ											
④ 浄水場（Treatment Works III）の整備											
⑤ 浄水場とブースターステーションのための代替エネルギーの確保											
排水処理能力開発及び資産管理訓練											
SCADA導入											
長期	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23	'24	'25	'26
⑥ ディアンフェダムと関連施設・浄水場・送配水管路、配水網の更新											
⑦ カムズダムIIの導水管設計のレビューと建設											
マラウイ湖原水プロジェクトの詳細計画											
2035年のマラウイ湖原水プロジェクト											▷
ントフダム建設											

出典：Infrastructure Investment Plan for LWB 2016-2026

同計画では、概算費用や資金調達先を記載しているが、ディアンフェダムと関連施設・浄水場・送配水管路、配水網の更新、カムズダムIの改修と嵩上げ、SCADAの導入、23,500個のプリペイド式水道メータの調達以外は計画策定に留まり、具体化はされていない。プリペイド式水道メータは、第一フェーズとして5,000個（大口利用者：1,250個、一般顧客：3,750個）を調達する予定であり、LWBの予算によって入札段階まで進捗している。第二フェーズは、EIBの支援により18,500個（商業・法人顧客：3,500個、一般顧客：15,000個）を調達する計画である。

また、「①無収水削減プロジェクト」は、80個の流量計の設置、老朽管100kmの更新、2,800kmの漏水調査、家屋調査等を包含し、同計画では短期計画に位置付けられている。しかし、断続的に実施される内容であることから、後述の無収水削減戦略においては、長期的活動に位置付けられている。加えて、水道施設のための非常用電源の整備も計画されているが、具体化されていない。

資金スケジュール及び概算費用は、表1-5のとおりである。

表 1-5：資金スケジュール及び概算費用

短期	資金状況	想定費用（百万米ドル）	備考
① 無収水削減プロジェクト	未定	●技術支援 : 1.50 ●無収水削減活動 : 8.00	
② カムズダム、ザラニヤマ、リロングウェ川に 関連する集水池の更新と保全	未定	0.50	
地下水開発	未定	●試掘調査 : 0.10 ●地下水源開発 : 1.67	
ブダ浄水場の拡張	未定	2.15	
リクニ給水システムのリハビリ・更新	未定	1.50	
プリバイド式水道メータの普及	EIB (フェーズ1)		拡張に資本的支出の活用
制度的な能力開発	未定	●技術支援 : 0.50	
水安全計画	未定	●水安全計画 : 0.10 ●緊急対応計画 : 0.05	
リロングウェ市上下水道マスタープラン	未定	●上水道マスタープラン : 0.50 ●下水道マスタープラン : 0.30	
顧客サービス向上プロジェクト	未定	●コミュニケーション戦略開発 : 0.05 ●顧客コールセンターと コントロールセンターの構築 : 0.20	
中期	資金状況	想定費用（百万米ドル）	備考
③ カムズダムIの改修と嵩上げ	確定	14.00	EIBローン（リロングウェ 水資源効率化プログラム）
④ 浄水場（Treatment Works III）の整備	未定	1.00	
⑤ 浄水場とブースターステーションのための 代替エネルギー源の確保	未定	●調査 : 0.10 ●設置 : 10.00	
排水処理能力開発及び資産管理訓練	未定	●技術支援 : 0.50	
SCADA導入	確定	2.50	EIBローン（リロングウェ 水資源効率化プログラム）
長期	資金状況	想定費用（百万米ドル）	備考
⑥ ディアンフェダムと関連施設・浄水場・ 送配水管路、配水網の更新	リソースの 動員	●ダム建設 : 60.00 ●浄水場建設 : 40.00 ●送水施設建設 : 101.00 ●配水システム建設 : 68.00 ●技術支援 : 19.00	IDA、AfDBから資金提供 は無し 資金未充足のため、追加の 資金提供者が必要
⑦ カムズダムIIの導水管設計のレビューと建設	未定	20.00	
2035年のマラウイ湖原水プロジェクト	未定	●事前フェージビリティ調査 : 0.30 ●フェージビリティ調査 : 1.00 ●予備設計と詳細設計 : 3.00	
ントダム建設	未定	●調査 : 1.00 ●建設費 : 85.00	

出典：Infrastructure Investment Plan for LWB 2016-2026

3) 無収水削減戦略

LWB では、無収水削減戦略（Non-Revenue Water Reduction Strategy, October 2016）の中で、無収水率の高さをリロングウェ市が直面している深刻課題のひとつとして捉え、以下の要因によるものと整理している。

- ◆ 物理的損失（パイプの漏水と破裂、配水池からのオーバーフローによる漏水等）
- ◆ 商業的損失（検針誤差、不正接続、盗難等）
- ◆ 未収入水の消費（消火活動等の業務上使用）

同戦略では、2015/16 年度から 3 年間で無収水率を 25%まで引き下げることを目標とし、包括的な戦略が必要としている。同戦略に示された無収水削減にかかる活動は、表 1-6 のとおりである。

表 1-6：無収水削減にかかる活動と内容

活動	内容
準備活動	<ul style="list-style-type: none"> ● 調査地区の準備 ● サブゾーンの選定 ● バルブと配管の探知 ● バルブと流量計室の設置 ● 水利的分離 ● 月毎の請求書の見直し ● 顧客調査
無収水削減活動	<ul style="list-style-type: none"> ● ベースライン流量の把握 ● 無収水削減活動の実施 ● 無収水削減活動後の測定と分析 ● 結果における水収支の分析と評価
GISの活用	● 施設と在庫管理におけるジオリアレンス
配管と資産データの修正	● 配管と資産データの修正
広報活動	<ul style="list-style-type: none"> ● プロジェクト地域周辺の夕刻におけるモバイルアナウンスシステム ● LWB全地域でのグループディスカッション ● 客先での請求書と流量読み取りの際のプロモーションペンの配布 ● 公共の場や学校で使用するためのDVDの準備 ● 無収水削減活動の重要性とサービス向上への関連性の案内 ● 顧客へのポスターとカレンダーの配布
会議	● 無収水管理班の会議

出典：Non-Revenue Water Reducation Strategy, October 2016

無収水削減にかかる活動として、漏水箇所の補修、水道メータの設置・交換、不法接続の調査、建物の貯水槽等のモニタリング、流量測定、水収支の分析と評価等を計画している。また、同戦略では、漏水補修に時間を要することは多くの水を失うことに繋がると捉え、補修を2日以内に完了すること、管破裂から30分以内に破裂箇所を水理分離することを目標としている。なお同戦略では、無収水削減にかかる活動を3ステージに分類し、段階的に予算を計上し、実行する計画としている。

表 1-7：無収水削減戦略におけるステージ毎の実施スケジュール

ステージ	目標	活動	期間											
			2016				2017				2018			
			Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
ステージ1： ベースラインと 診断	<ul style="list-style-type: none"> ● 国際水協会の水収支に従った漏水レベルの設定 ● 根本的な原因の特定、現実的な削減目標と主活動 	<ul style="list-style-type: none"> ● 夜間の流量と水圧の測定 ● 配管と記録の検査 ● 状況により、臨時的な流量区域の策定 ● 顧客調査 ● 流量計の精度の評価 ● 記録と支払い請求プロセスの管理の評価 												
ステージ2： 無収水削減 活動	<ul style="list-style-type: none"> ● 商業的損失の削減プログラム実施 ● 物理的損失の削減プログラム実施 <ul style="list-style-type: none"> - DMAの構築 - 漏水探知活動と管理 - 水圧管理 ● コントロールシステムの構築 	<ul style="list-style-type: none"> ● 顧客調査、不法顧客の規則化、滞納の回収 ● 流量計の入れ替えまたは設置 ● DMAの構築 ● 漏水探知システム/手順の設定 ● 配管と配水池等のリハビリ/改修 ● GISデータの更新と改善 												
ステージ3： メンテナンス/ 持続可能性	削減された無収水の維持またはより経済的な漏水レベルへの推進	<ul style="list-style-type: none"> ● 官公庁への無収水対策活動の正規化 ● 漏水モニタリング、漏水探知、管理の正規化 ● 商業的損失の削減の正規化 ● 特殊機能のトレーニング ● 資産管理 												

出典：Non-revenue Water Reducation Strategy, October 2016

全活動は、LWB 予算で実施される。現段階はステージ 2 に移行しており、活動の進捗状況は、以下のとおりである。

- ◆ 流量計設置による DMA の確立 106 の DMA 確立済み
- ◆ DMA 毎による無収水率の試算 試算体制が確立されていない

- ◆ 水道メータの設置..... 随時設置中
- ◆ 漏水探知活動..... 漏水探知器の技術は未修得
- ◆ GIS データの更新..... 随時更新中

同戦略の予算の内訳は、表 1-8 のとおりである。

表 1-8：無収水削減戦略における予算の内訳

No.	内容	単位	数量	単価 (千MKW)	計	
					千MKW	米ドル
1	ベースラインと診断のための活動	件	1	18,000	18,000	24,658
2	無収水削減機材	式	1	70,000	70,000	95,890
3	パイプ、フィッティング、バルブ	式	1	45,000	45,000	61,644
4	流量計室	箇所	50	750	37,500	51,370
5	顧客調査	回	1	35,000	35,000	47,945
6	流量計交換プログラム	箇所	2,500	50	125,000	171,233
7	広報	式	1	45,000	45,000	61,644
8	運営費	式	1	55,000	55,000	75,342
9	研修/ワークショップ	回	3	5,000	15,000	20,548
10	研修ツアー	回	2	15,000	30,000	41,096
合計					475,500	651,370

出典：Non-revenue Water Reducation Strategy, October 2016

地域事務所毎の予算は、65.1 万米ドルと試算され、LWB 本部が予算化している。

4) 優先投資プログラム

LWB は前述の計画や戦略とは別に、優先投資プログラム (Priority Investment Program 2016 to 2037) を策定し、整備の優先順位を付している。優先投資プログラムの概要は、表 1-9 のとおりである。

表 1-9：優先投資プログラムの概要

工種	管径 (mm)	延長 (m)	目標年度	優先度
北部地域既存施設				
カネンゴから新規配水池	300	6,500	2023年	1
一般規定				
配水池の流入管と流出管の管径の拡大				2
オフテイクの排除				
中部地域既存施設				
NBS*~カネンゴ	600	8,400	2023年	1
TW-II~ムトゥンタマ	700	2,600	2023年	1
ムトゥンタマ~エリア9タワー	300	1,600	2023年	1
エアウイング~チゼゼタワー	600	7,700	2023年	1
南部地域既存施設				
TW-I~ムウエンダ	700	3,400	2023年	1
TW-II~TW-I	700	220	2023年	2
ムウエンダ~タスバンゴ	500	5,500	2023年	1

*NBS : Northern Booster Pump Station (北部地域中継ポンプ場)

出典：Priority Investment Program 2016 to 2037

同プログラムでは、将来の水需要予測に基づき、各水道施設の整備の優先順位を策定している。同プログラムに掲げられた整備項目のうち、実施の目途が立っているのは、EIB と世界銀行の支援による送・配水管の改修工事のみである。

EIB が担う送水管 (Transport Main Pipe) の改修工事の概要は、表 1-10 のとおりである。

表 1-10 : EIB による送水管の改修工事

布設区間	既存口径 (mm)	布設口径 (mm)	布設延長 (m)
TW-I~ムウエンダ	AC 225~400	DN 700	3,700
ムウエンダ~タスバンゴ	AC 150~350	DN 500	5,100
NBS*~カネンゴ	AC 500	DN 600	8,300
ムトウンタマ~エリア9タワー	AC 300	DN 300	1,700
合計			18,800

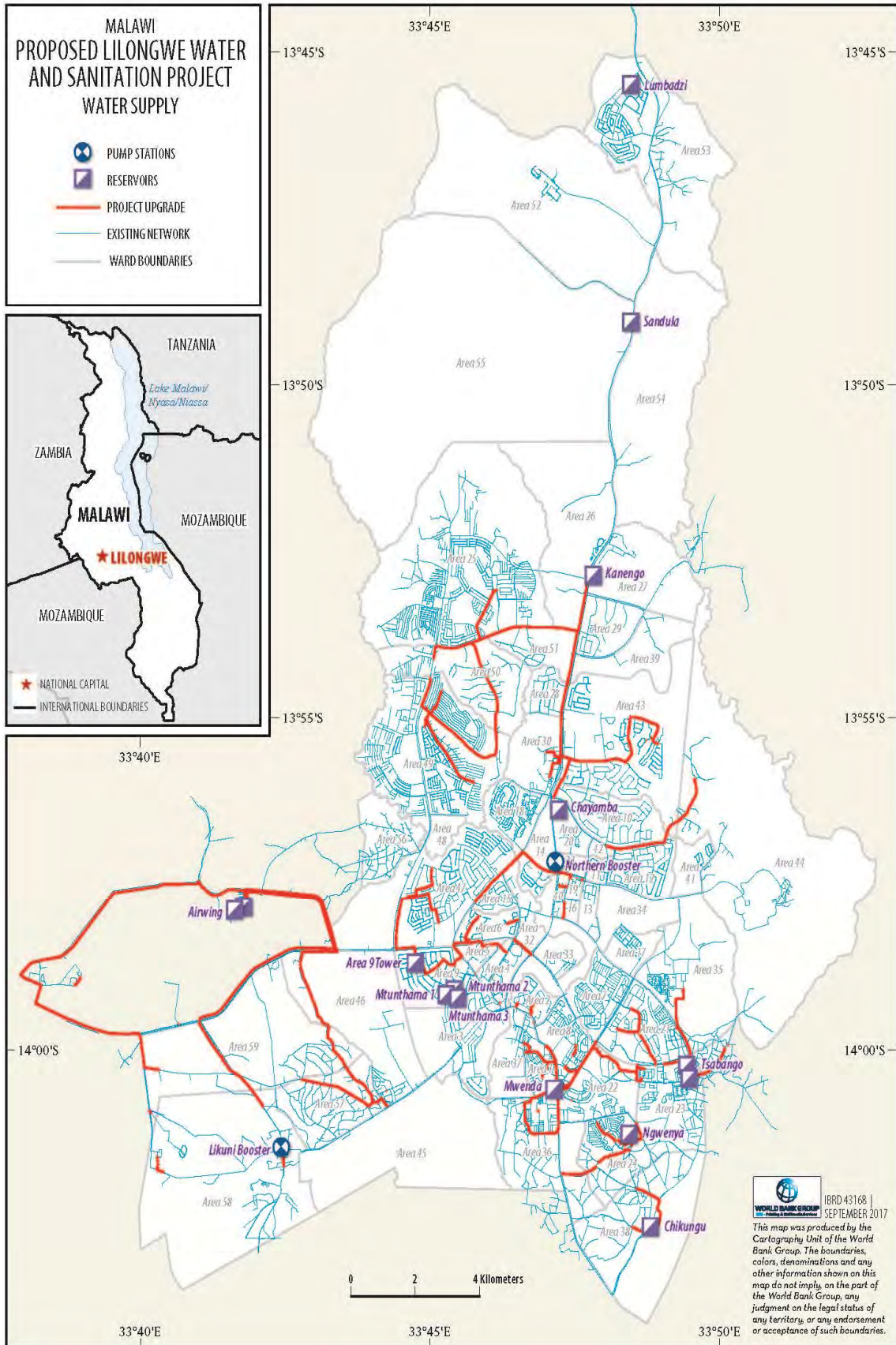
*NBS : Northern Booster Pump Station (北部地域中継ポンプ場)

出典 : LWB資料

同工事は12ヶ月間を見込み、2023年の水需要予測に基づき、約18.8km(新聞公示では17.5kmと記載)のアスベスト管をダクタイル鋳鉄管に入れ替えるものであり、入札段階まで進捗している。

他方、世界銀行による配水管(Distribution Pipe)の改修工事は、2018年1月に資金を確保した後、管径や管種について再設計する予定となっている。現段階で特定されている配水管の改修ルートは、図1-1のとおりである。

前述のとおり、同プログラムでは施設整備計画に優先度を付しているが、EIB及び世界銀行以外の支援は決定していない。



出典：LWB資料

図 1-1：世界銀行による配水管の改修ルート

1-1-3 社会経済状況

マラウイは、アフリカ大陸東南部に位置し、北はタンザニア、西はザンビア、南東はモザンビークに囲まれた内陸国である。人口は18.1百万人（2016年、世界銀行、以下同様）、人口増加率は3.0%、一人当たりの国民総所得（GNI）は320米ドルとなっている。

マラウイは、伝統的に農業を生業としており、労働人口の約80%が農業や農業関連事業に従事している。総輸出額（10.8億米ドル）の約80%がタバコ、紅茶、砂糖等の一次農産品であるが、これら農産物価格は国際市況が外貨収支に大きく左右されるため、盤石な経済基盤とは言えない。

過去には、6%以上の経済成長率を達成していたが、2008年に発生した世界的な金融危機とその後の世界経済の停滞の影響を受けた農産物の国際価格の下落によって、経済成長率は2.8%に低迷している。加えて、物価上昇率は21.2%、失業率は7.5%と高い水準にあり、経済構造の改革や新たな外貨獲得源の確保が、マラウイ社会経済を立て直す喫緊の課題と言える。

1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

マラウイの首都リロングウェ市の人口増加率は、全国平均の2.8%（1998年と2008年の国勢調査より）に比べて4.3%（同）と高く、水需要の増加が著しいため、水需要量（約135,000 m³/日）は、現状の水生産量（92,441 m³/日）を大きく上回っている。加えて、配水管の老朽化や施工不良等に起因する漏水や水道メータの誤読等によって請求対象外の水（無収水）の比率が、水生産量の37.9%（2016年）と高く、水需給バランスが更に悪化している。この状況から、2010年には24時間給水であったが、2011年には22時間/日、2012年には20時間/日と減少傾向にある。特に、2016年の水不足は深刻で、2016年4月から11月まで、市内の配水量は例年の半分まで抑制することを余儀なくされた。その結果、断水は週3日に及び、市民生活及び首都の行政機能・産業への影響が拡大した。また、リロングウェ市以外についても、特に地方部の水不足は深刻で、村落部人口の30%に相当する300万人が安全な水にアクセスできていない。

マラウイ政府は、この状況を改善すべく、MGDS IIにおける重点分野のひとつに水資源開発を位置付けているが、リロングウェ市における新たな水資源開発計画は資金確保等に苦慮し、必ずしも順調に進んでいない。このためLWBは、LWB戦略計画において、既存水源を最大限活用し、2020年までに無収水率を28%に削減することに取り組んでいるが、その成果は限定的である。他方、水資源を地下水に依存する地方部では、被圧帯水層を対象とした地下水開発が計画されているが、MAIWD及び民間企業は、100m以深の掘削に対応する機材を保有しておらず、開発が滞っている。

このような状況を受けて、マラウイ政府は、〔地下水開発〕及び〔無収水対策〕機材の整備にかかる無償資金協力を要請した。第一次現地調査時のマラウイ政府からの要請内容は、表1-11のとおりであり、同内容にしたがって機材調達の妥当性を検討した。

表 1-11：マラウイ政府からの要請内容（第一次現地調査時）

区分	No.	品目	仕様・数量
地下水開発	1	井戸掘削機	100 m以深、4WD車載式、泥水及びDTH掘削対応
	2	ドリルハンマー及びビット	必要口径
	3	テンポラリーケーシング	表層60 m用
	4	掘削ツール	
	5	エアコンプレッサー	4WD車載式
	6	クレーン付トラック	4WD
	7	移動式ワークショップ	車載式、必要アクセサリ
	8	揚水試験用機器	
	9	GPS	
	10	電気検層器	
	11	電気探査器	
	12	トレーニング（技術支援）	上記機材の運転・維持管理用
無収水対策	1	水道管理設機材	
	2	漏水探知機材	
	3	運営・検査機材	
	4	浚渫機材	

その後、MAIWD から 2017 年 10 月に提出された最終的な要請内容は、表 1-12 のとおりである。

表 1-12：マラウイ政府からの要請内容（最終版）

区分	No.	品目	No.	品目	
地下水開発	1	井戸掘削機	9	記録用機材	
	2	エアコンプレッサー	10	水位計	
	3	クレーン付トラック	11	深度計	
	4	ドリルハンマー及びビット	12	ボアホールカメラ	
	5	ケーシング	13	電気検層器	
	6	移動式ワークショップ	14	電気探査機	
	7	揚水試験用機器	15	掘削ツール	
	8	GPS			
無収水対策	水道管理設機材	1	穿孔機	9	工具類
		2	サドル型分水栓	10	埋戻し転圧機
		3	ネジ接合機材	11	クレーン付トラック
		4	管接合機材	12	エンジンポンプ
		5	パイプカッター	13	投光器
		6	吊り具	14	小型掘削機
		7	小型発電機	15	管補修クランプ・継手
		8	電気溶接機		
	漏水探知機材	1	漏水探知機	5	管路探知機
		2	超音波流量計	6	携帯型GPS
		3	水圧計	7	減圧弁
		4	音聴棒		
	運営・検査機材	1	水道メータ検査器	3	ピックアップトラック
		2	水栓用水圧計	4	モーターバイク
	研修（ソフトコンポーネント）	上記機材の維持管理にかかる研修			

1-3 我が国の援助動向

我が国のマラウイに対する経済協力は、1971年の青年海外協力隊の派遣以降、技術協力を主としてきたが、1980年より無償資金協力及び円借款による支援も行っている。水資源開発分野においては、1987年の北カウインガ地区地下水開発計画に始まり、主に無償資金協力による支援が行われている。これまでに無償資金協力が11件、技術協力プロジェクトが2件、専門家派遣が1件実施されており、とりわけ、農村部・地方部における安全な水利用を促進するための支援を中心に展開されてきた。我が国の水資源開発関連の援助実績は、表 1-13 及び表 1-14 のとおりである。

表 1-13：我が国の無償資金協力実績（水資源開発分野）

単位：億円

協力内容	実施年度	案件名	案件概要	供与額
一般プロジェクト 無償資金協力	2012～2015	中西部地方給水計画	給水施設の建設、井戸修繕及び機材の供与	5.63
	2010～2014	地下水開発計画	深井戸建設機材の調達及び深井戸建設工事（120本）	4.26
	2005～2008	リロングウェ西地区地下水開発計画	深井戸建設機材の調達及び深井戸建設工事（296本）	9.88
	2001～2004	リロングウェ・デッサ地下水開発計画	深井戸建設機材の調達及び深井戸建設工事（177本）	10.16
	1997～2000	ムジンバ西地区給水計画	深井戸建設機材の調達及び深井戸建設工事（300本）	12.75
	1992～1995	ムチンジ地下水開発計画	深井戸建設機材の調達及び深井戸建設工事（300本）	11.54
	1987～1990	北カウインガ地区地下水開発計画	深井戸建設機材の調達及び深井戸建設工事（164本）	9.89
環境プログラム 無償資金協力	2010～2012	気候変動による自然災害対処能力向上計画	災害時の給水・河川増復旧等の機材調達	5.00
草の根・人間の 安全保障 無償資金協力	2011	カスング県サンテ地区・ウィンベ地区安全な水供給計画	浅井戸建設工事（85本）	0.10
	2010	カトゥンガ地区安全な水供給計画	井戸建設工事（8本）	0.47
	2008	ンジェワ地区井戸建設計画	井戸建設工事（9本）	0.50

表 1-14：我が国の技術協力の実績（水資源開発分野）

協力内容	実施年度	案件名	案件概要
技術協力 プロジェクト	2012～2014	水資源マスタープラン策定能力強化プロジェクト	全国水資源マスタープランの更新と水資源管理の能力向上を支援
	2011～2015	地方給水運営維持管理プロジェクト	給水施設の運営維持管理フレームワーク策定を支援
専門家派遣	2009～2011	水資源アドバイザー	灌漑・水資源省のモニタリング、評価及び計画策定の能力向上を支援

1-4 他ドナーの援助動向

(1) 地下水開発

1) アフリカ開発銀行

アフリカ開発銀行（African Development Bank : AfDB）は、5 県を対象とした SRWSIHL プロジェクト（Sustainable Rural Water and Sanitation Infrastructure for Improved Health and Livelihood Project）を実施している。浅層帯水層（45～60 m）を対象とした計 450 本の井戸建設を予定しており、2017 年 7 月時点での完工率は 38%となっている。掘削は民間掘削業者が担い、MAIWD 地下水部が各県に施工監理者を派遣し、工事進捗を管理している。井戸の引渡し後には、コミュニティ（水管理委員会：VHWC/WPC）に対する井戸の運転・管理研修を実施する予定である。

表 1-15 : SRWSIHL プロジェクトの進捗状況

単位：本

地域	県	計画	実施	成功井	成功率	ハンドポンプ設置	完工率
北部	Rumphi	88	89	49	55%	38	43%
中部	Nhhotakota	134	—	131	—	—	—
	Ntcheu	50	60	39	65%	18	36%
南部	Mangochi	144	—	114	—	83	58%
	Phalombe	34	60	34	57%	31	91%
合計		450	209	367	—	170	38%

出典：SRWSIHLプロジェクト進捗報告書を基に調査団作成

また、同プロジェクトでは、深度 300 m 程度の探査が可能な ABEM Instruments 社製（スウェーデン）の電気探査器を 4 台調達する予定である。

2) UNICEF

UNICEF は、主に地方部（Rural Area）を対象に地下水開発を含む地域開発を支援しており、現在は人材開発（Human Resource Development）に注力している。2019～2024 年に機材調達を含む新規プロジェクトを開始する計画がある。しかし、洪水時の緊急災害支援用機材の調達であり、〔地下水開発〕機材の調達計画はない。

地方部の一部地域では、浅層地下水から塩分や鉄分が検出されることがあるため、深層地下水の開発に対する住民の要望が多く、過去には UNICEF による深層地下水の開発計画が存在した。しかし、マラウイ国内には 100 m 以深の地下地質構造データ（物理探査の結果）が皆無に等しく、深層掘削が可能な掘削機の調達が困難であるため同計画が頓挫した経緯がある。

(2) 無収水対策

1) 世界銀行

世界銀行は、TW-II 浄水場の拡張工事（30,000 m³/日の拡張）である Second National Water Development Programme を 2015 年 10 月に完工している。しかし、躯体等の主要工事は期限内に完工したが、アクセス道路整備等の付帯工事の一部は、LWB の資金によって施工された。加えて、PPP による TW-III 浄水場の新設工事も計画されており、現在、コンサルタントの入札公示段階にある。

また世界銀行は、欧州投資銀行と同様に配水管の拡張及びリハビリプロジェクトも計画している。

2) 欧州投資銀行

欧州投資銀行（European Investment Bank、以下「EIB」）は、カムズダム I（4.5 Mm³）の堤体かさ上げ（約 5 m）による貯水量の追加（19.6 Mm³）、カムズダム II（19.8 Mm³）のリハビリを計画している。これらが実現すればリロングウェ市の貯水能力は 43,9 Mm³ まで増大する。

また EIB は、後述する LWB の優先投資プログラムに示されている送水管（管口径 300～700 mm）の改修工事の開始に向けて資金的支援の準備を進めている。

両ドナーによる水源開発及び浄水場プロジェクトは表 1-16 のとおりである。

表 1-16：リロングウェ市における水源及び浄水場の現況

区分	状況	施設	容量	ドナー	備考
水源 (貯水池)	既存	カムズダムI	4.5 Mm ³		
		カムズダムII	19.8 Mm ³	EIB	リハビリ予定
	計画	カムズダムI	19.6 Mm ³	EIB	嵩上げ予定
	合計		43.9 Mm ³		
浄水場	既存	浄水場I	35,000 m ³ /日		
		浄水場II	90,000 m ³ /日		
	計画	浄水場III	不明	世銀	新設予定
	合計		125,000 m ³ /日	-	

出典：Infrastructure Investment Plan for LWB, Tender notice of World Bank

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

(1) 地下水開発

1) 実施体制

マラウイにおける地下水開発は、MAIWD が計画策定・実施・管理を担う。同省は、2011年9月に農業省と灌漑・水開発省が統合され、農業・灌漑・水資源開発という広域な地域総合開発を担う省庁となった。同省は6つの局（Department）から成り、技術担当局（給水、水資源、灌漑）と管理・支援担当局（計画、財務、人材）で構成され、このうち本プロジェクトを担当するのは、水資源局である。同局は、表流水、地下水、水質の3つの部（Division）に区分され、地下水部の地下水調査課が現場調査及び解析、地下水開発・掘削課が開発及び掘削を担う。MAIWD が所有する掘削機や支援車両、物理探査器等の〔地下水開発〕機材は、全て地下水部の管理下に置かれている。

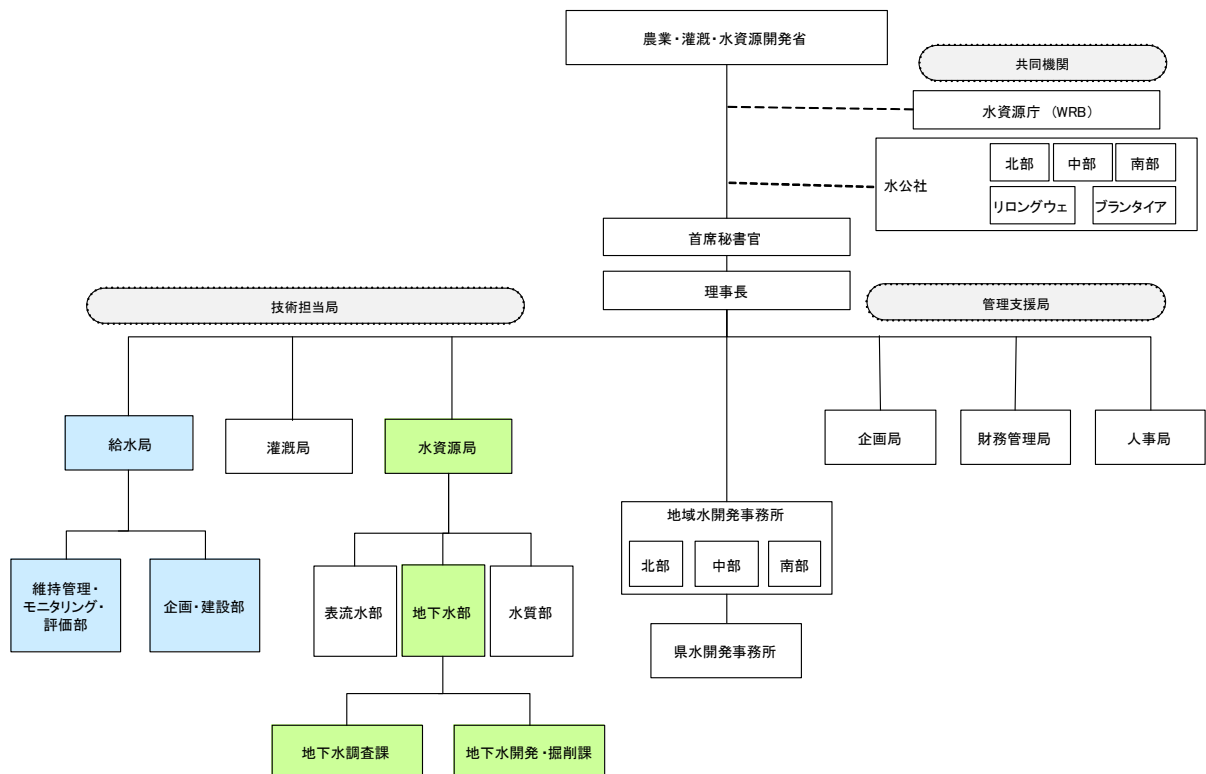


図 2-1 : MAIWD 組織図

地方の給水施設の実施主体は、マラウイの地方分権化に倣い、MAIWD から地域水開発事務所に委譲されている。しかし現状では、財政面では中央政府からの交付金、技術面では MAIWD からの機材提供や技術者派遣等に依存している。地域水開発事務所は、地域レベルで給水施設の実施・維持管理を担っている。村落レベルの給水施設は、水管理委員会（VHWC/WPC）が維持管理を担うことが国の方針で定められている。したがって、維持管理における地域水開発事務所の主な業務は、水管理委員会によって給水施設が維持管理（定期点検、軽微な修繕等）可能となるよう指導することである。全国に3ヶ所（北部・中部・南部）設置されている地域水開発事務所は、人員数が若干

異なるが、同様の組織構成になっている。

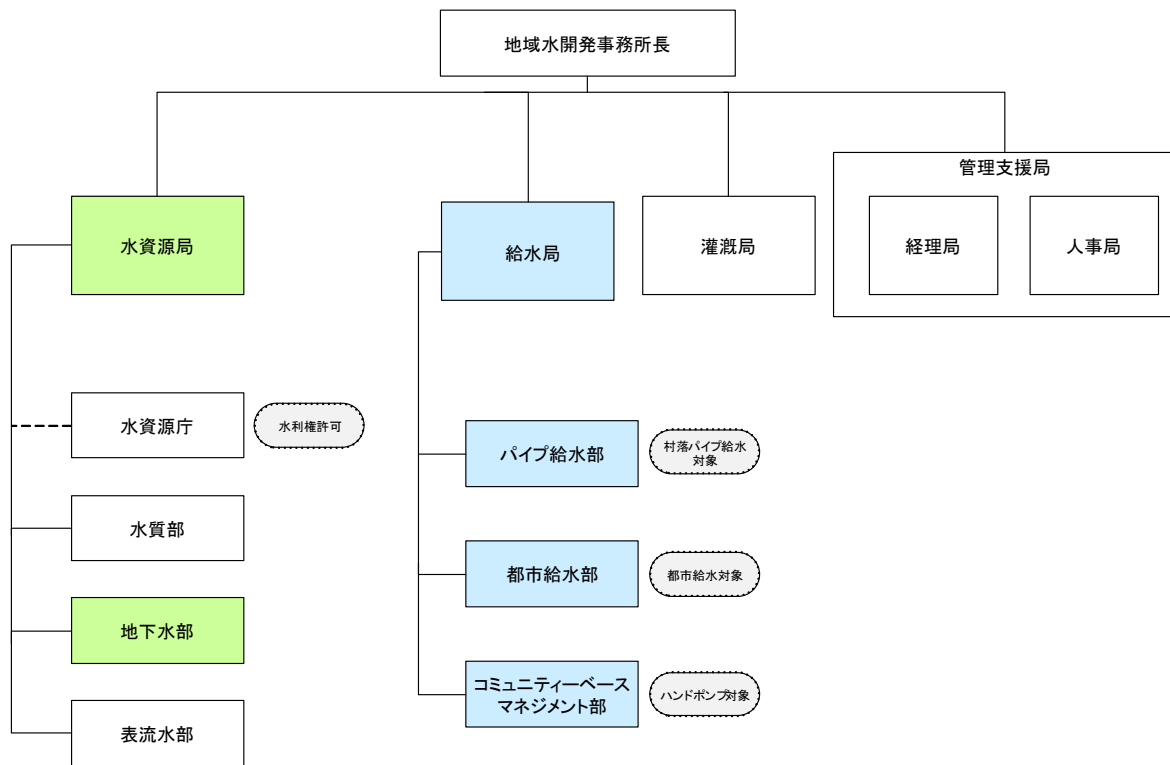


図 2-2：地域水開発事務所組織図

2) 井戸建設の承認・実施フロー

井戸建設は、顧客（コミュニティ及びドナー等）の要請に基づいた需要主導型で実施されることが一般的である。

地方開発交付金（Local Development Fund）及び選挙区開発基金（Constituency Development Fund）を予算源とする場合、村落開発委員会（Village Development Committee）、地域開発委員会（Area Development Committee）の順序で井戸掘削にかかる提案書が集約・評価され、県立法議会（District Council）によって資金拠出の承認可否が決定される。一方、ドナー資金を予算源とする場合、各選挙区（行政区）のニーズを基に井戸建設費を配賦し、入札により委託先を決定するケースと、井戸掘削の難度や民間掘削業者の参加意思を考慮し MAIWD に直接委託するケースがある。MAIWD に直接委託する場合、その予算は井戸基金として 5%は財務省に納付され、残りの 95%は顧客依頼、別井戸の建設、機材の修繕、スペアパーツの購入等に充当される。いずれの場合も、顧客は国家水資源機構（National Water Resource Authority）に水利用許可を申請・承認された後、委託先（掘削業者）を決定（一般競争入札または特命随意契約）する。

前述のとおり、現状では、MAIWD 及び民間掘削業者における掘削能力の差がないことから、両者に井戸仕様（深度、口径等）に基づく明確な役割分担は存在しない。したがって、顧客は、要請目的、掘削の難易度（井戸成功率）、予算源や予算額等に基づき、井戸掘削の委託先（MAIWD または民間掘削業者）を決定できる。委託先は、一般競争入札で決定されることが殆どであるが、稀に特命随意契約を締結することもある。なお MAIWD は、一般競争入札への参加条件を満足すれば、民間掘削業者と並び入札に参画することもある。

井戸建設の承認・実施フローは、図 2-3 のとおりである。

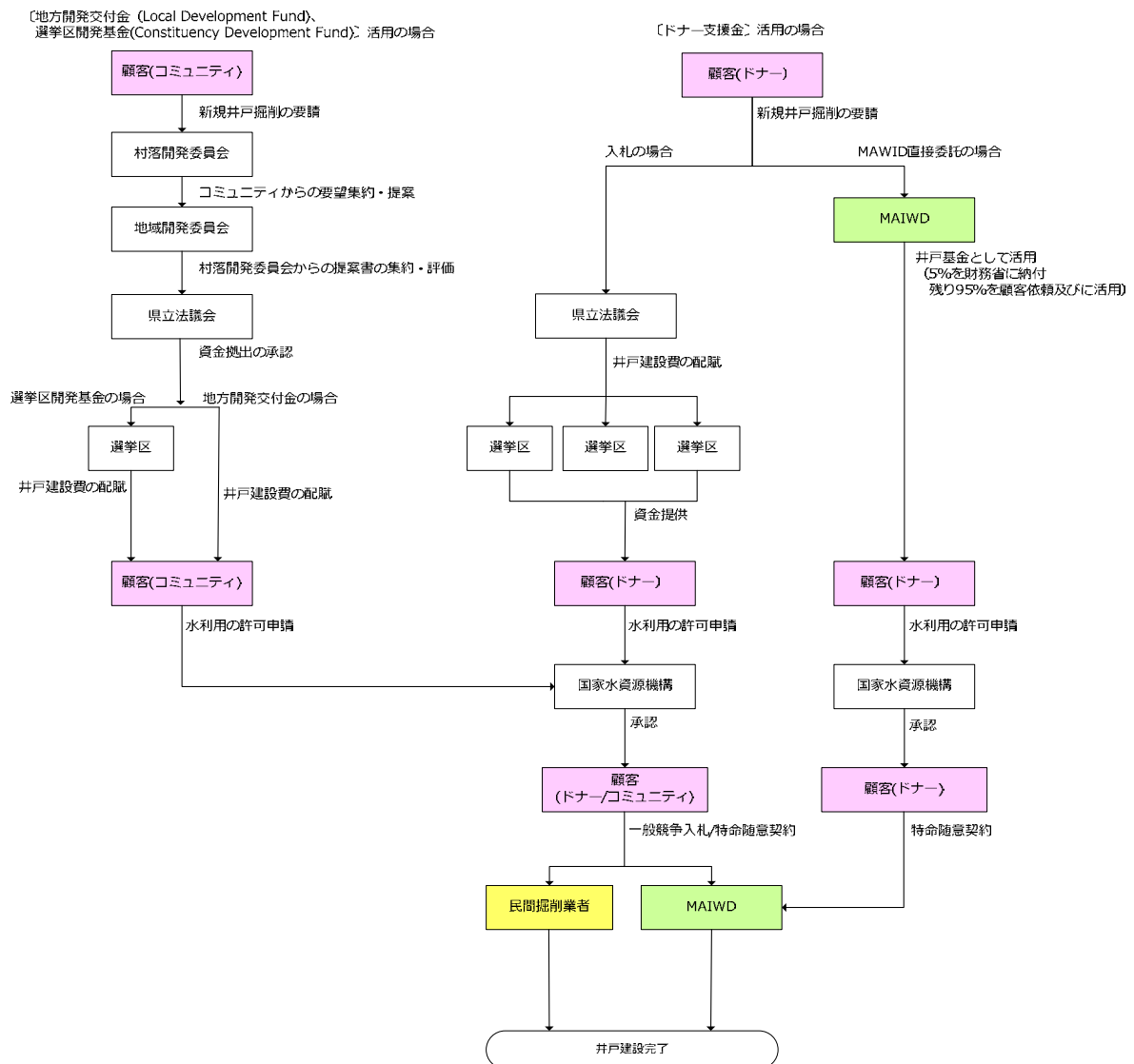


図 2-3 : 井戸建設の承認・実施フロー

3) 機材の維持管理

前述のとおり、掘削機や支援車両等の〔地下水開発〕機材は、全て MAIWD 地下水部の管理下に置かれているが、保管スペースの都合上、中部地域水開発事務所で機材を保管している。中部地域水開発事務所にはワークショップが併設されており、車両や機材の修繕に対応できる。また各地域には、小規模ワークショップが設置され、軽微な修繕にも対応可能である。

マラウイ国内でも車両用ベアリングやオイルフィルター等の汎用スペアパーツは調達可能であるが、掘削機の特種スペアパーツの国内調達は困難である。MAIWD は、過去に無償資金協力で掘削機を納入した本邦業者に直接連絡し、スペアパーツを購入した実績がある。しかし、スペアパーツの日本購入は高額で、かつ輸送期間を要するため、本邦業者からのアドバイスを参考に、他国のパーツ業者から調達することもある。また、廃棄された車両の部品をスペアパーツに転用することもある。最近の MAIWD のスペアパーツ購入実績は、表 2-1 のとおりである。

表 2-1 : MAIWD のスペアパーツ購入実績

購入月		品目	購入価格		購入先
			MWK	日本円*	
2014年	5月	ベアリング	815,000	123,880	マラウイ
		ベアリング	735,000	111,720	マラウイ
		ベアリング	690,000	104,880	マラウイ
	7月	ベアリング	669,300	101,734	マラウイ
2015年	12月	車両部品	283,750	43,130	マラウイ
		内部エアエレメント	291,250	44,270	マラウイ
		外部エアエレメント			
		オイルフィルターフロー			
		オイルフィルターバイパス			
		ディーゼルフィルター			
2016年	11月	油圧ポンプ	-	580,000	日本
合計			3,484,300	1,109,614	

* マラウイ購入品は、1 MWK=0.152円（2017年8月17日付為替レート）で円換算
出典：MAIWD資料

これら機材の維持管理にかかる費用は、需要主導型である井戸基金（Borehole Construction and Groundwater Management Fund）が主な源泉となる。同基金は、顧客（NGO、政府機関、民間等）から受託した地下水開発事業（井戸建設や維持管理等）の予算から、その5%を財務省に納付（国家予算に充当）し、残りの95%を顧客依頼に活用するもので、顧客依頼が完了した時点で残金が生じた場合には、他の地下水開発事業に活用できる仕組みとなっている。MAIWDは同基金の仕組みを活用し、業務着手前に再積算し、工事費を適正に圧縮することで残金を生み出し、コミュニティでの井戸建設や機材の修繕・スペアパーツの購入等に活用している。

4) 給水施設の維持管理

マラウイ政府の地方分権化政策に則り、地方における給水施設の維持管理は県政府の責務とされている。この政策に従って、MAIWDは省内の給水局及び地域水開発事務所（北部・中部・南部）にCBM（Community Based Management）コーディネーターを配置し、各県の水開発事務所に対して技術的指導を行っている。ただし、村落給水施設を主体的に維持管理する組織は、給水施設のレベル及びエリアによって異なる。

表 2-2 : 給水施設の管理区分

給水施設のレベル	レベル1	レベル2	
	ハンドポンプ井戸	水中ポンプ揚水	パイプ給水
エリア	村落	Market Center	コミュニティ（地方小都市）
主体組織	住民（水管理委員会）	地域水公社	住民（水利用組合）

井戸建設及び施設整備の完了後、レベル1給水施設（ハンドポンプ井戸）はコミュニティに引渡される。住民の代表からなる水管理委員会（VHWC/WPC）が主体的にスペアパーツ・修理に関する料金徴収、給水地点周辺の清掃と補修、住民への衛生啓発等の運転・維持管理を担っている。コミュニティで対処できない故障が発生した場合、以前は県水開発事務所に所属する水管理普及員（WMA）が修繕していた。しかし、限られたリソースや普及員数では全ての故障に対応することが困難であるため、エリアメカニック（給水施設修理業者）のシステムが導入された。県水開発事務所、ドナーまたはNGOがエリアメカニックを育成・支援し、水管理委員会（WPC）と契約を結

んだエリアメカニックは、施設の点検・修繕サービスを有料で提供している。エリアメカニックでは対応困難な重大な故障が発生した場合、故障の程度により、県水開発事務所、地域水開発事務所、MAIWD の順序で報告され、適宜対応される。MAIWD 所有の重機材が必要な場合、上記の順序で機材貸出が要請される。MAIWD の人員や機材が限られているため、県水開発事務所が NGO に機材貸出を要請することもあるが、いずれの場合も有償での貸出となる。

コミュニティレベルでの給水施設の維持管理体制は、以下のとおりである。

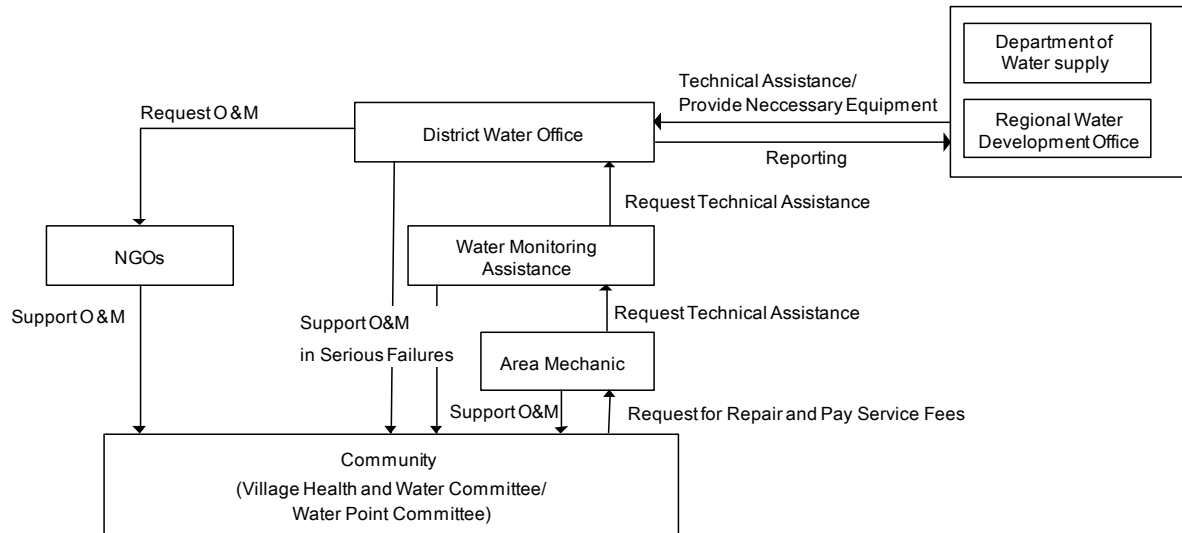


図 2-4：コミュニティレベルでの維持管理体制

Market Center におけるレベル2 給水施設（水中ポンプ揚水）は、県水開発事務所の都市給水部の管轄下で、地域水公社（北部・中部・南部）が維持管理を担う。地域水公社は独立採算を基本としており、水道事業の技術面・運営面で経験とノウハウを持っており、専門性を有する職員を各地区に派遣して運転・維持管理を行っている。他方、コミュニティ（地方小都市）や Market Center で運転されているパイプ給水施設は、県水開発事務所のパイプ給水部の管轄下で、水利用者組合が維持管理を行っている。水利用者組合は、法的に位置付けられた住民組織であり、ローカルオペレーター（Local Utility Operator）を雇用し、独自で設定した水料金を住民から徴収することができる。複数の給水ポイントを含んだ広域の給水施設に対応しており、導入が提唱されているものの、スキーム全体の管理能力を有する人材が不足しており、設立は全国で42ヶ所に留まっている。なお、コミュニティでのレベル2 給水施設は、60%以上の施設が修繕または拡張が必要と評価されている。

表 2-3：レベル2 給水施設の現状評価

現状評価		施設数	施設利用者	施設割合
既存	コミュニティで維持管理され、修繕の必要がない施設	40	474,763	39%
	軽微な修繕が必要な施設	25	207,716	24%
	大規模な修繕が必要な施設	22	477,271	21%
	修繕と拡張が必要な施設	16	490,250	16%
小計		103	1,650,000	100%
新設	7県を対象としたマラウイ湖を水源とする施設	9	218,720	-
	小計	9	218,720	-
合計（既存+新設施設）		112	1,868,720	-

出典：Malawi Rural Water Supply Investment Plan 2014-2020

いずれの場合も、MAIWD は運転・維持管理に関して技術的指導をする立場であり、主体的に給水施設の維持管理を行うことはない。また、MAIWD は地方給水投資計画の中で既存井戸の修繕・リハビリの必要性を言及しているが、具体的な優先順位や地域についての言及はない。MAIWD が各井戸の不稼動状況（故障時期、原因、程度、具体的な修繕策等）を把握しておらず、各県から報告された不稼動井戸の総計（5,593 本）の記載に留まっている。

(2) 無収水対策

1) LWB 本部

LWB はリロングウェ市における都市水道の計画立案・施工・管理を担っており、CEO を筆頭に、4 部（Department）、16 部門（Division）、20 課（Section）により構成される。2017/18 年度には、技術業務部が生産配水部とインフラ・サービス部へ分割され、事業実施部の配下に無収水対策部署が新設される予定である。2017 年 12 月時点では、無収水対策部署の担当者を 1 名内定するに留まっており、部署新設は年度内が見込まれている。また、本事業の調達機材は、主に LWB 地域事務所が運営・維持管理することとなる。

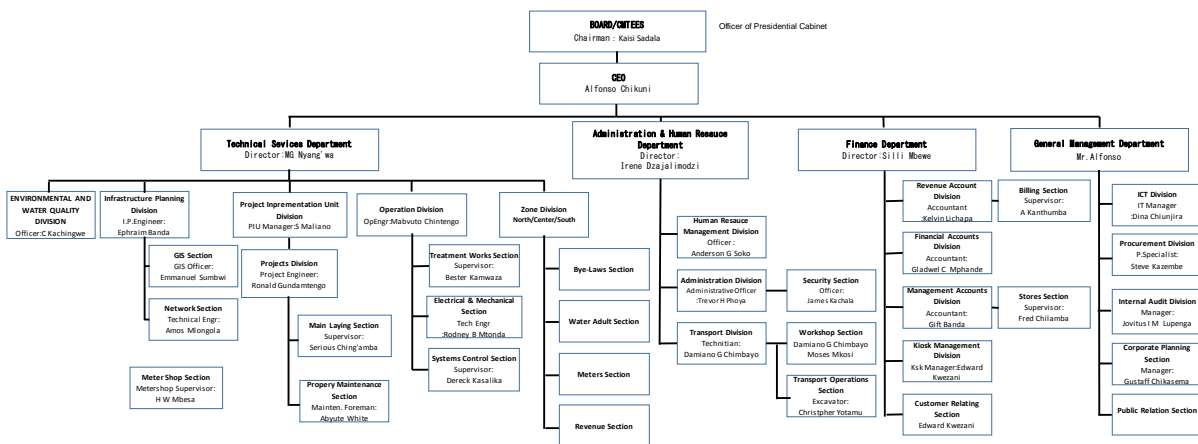


図 2-5 : LWB の組織体制

2) LWB 地域事務所

前述のとおり、本事業の調達機材の運営・維持管理は、LWB 地域事務所が担う。LWB 地域事務所の現有体制は、地域マネージャー、配管監督、顧客業務担当、地域会計担当、データ分析担当により構成されており、無収水対策の配管補修工事を実施している、現地作業班は 4 名の各ケアテーカーの下に配置されている。また、北部・中部・南部も基本的な組織体制に変わりはなく、70~80 名規模の体制である。各地域事務所の欠員は数名程であり、実作業に影響はなく、今後の無収水対策等の施策の推進により、解消されると推測される。

LWB 地域事務所の基本的な組織体制は、図 2-6 に示すとおりである。

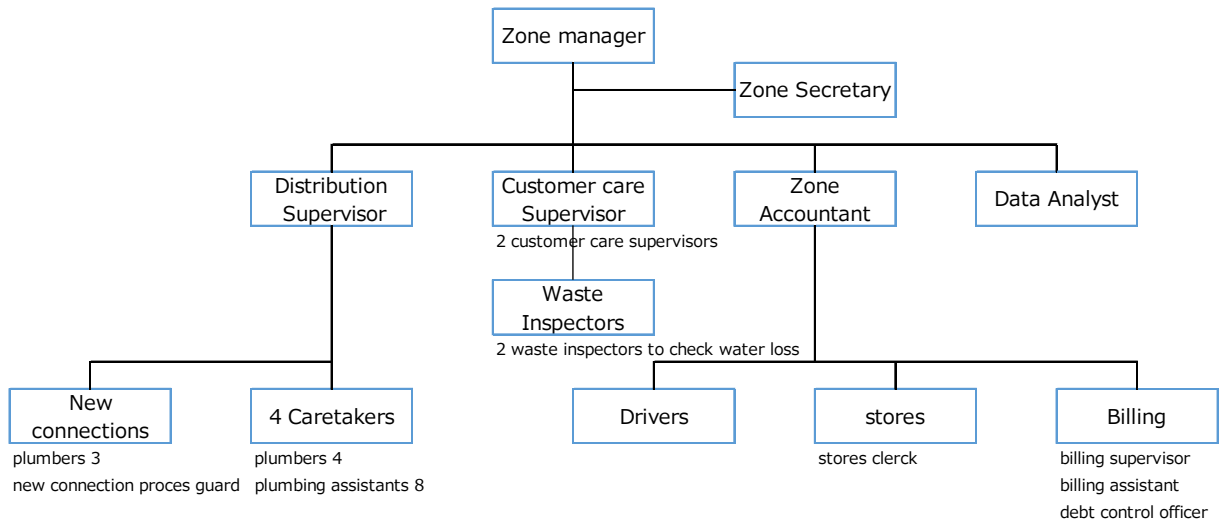


図 2-6 : LWB 地域事務所の組織体制 (北部地域事務所)

3) GIS 課・ネットワーク課

ネットワーク課と GIS 課は、インフラ・計画部門の配下に属す。GIS 課は、GIS 事務員が 2 名、現場作業員 5 名、技能職員 2 名の計 8 名体制である。ネットワーク課は、ネットワークエンジニアが 2 名、現場作業員が 2 名、臨時現場作業員が 2 名、技能職が 3 名で構成され、現場作業班が 1 班配置されている。

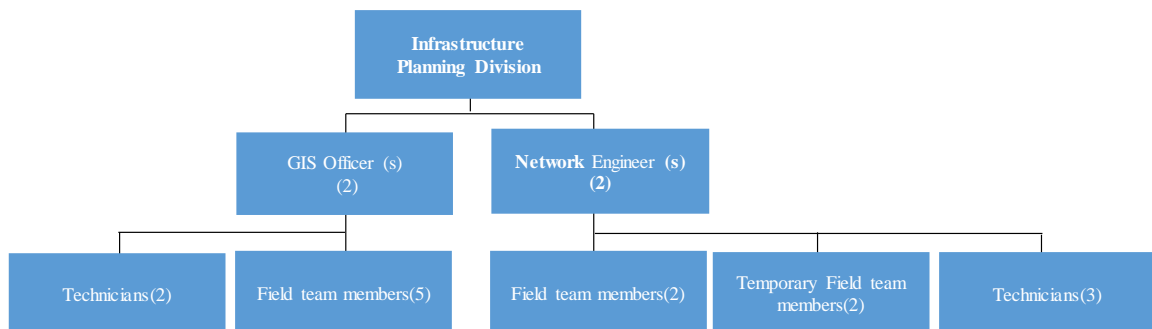


図 2-7 : LWB GIS 課及びネットワーク課組織図

4) ワークショップ

現場作業等に使用されるバックホウや車両、モーターサイクルは、ワークショップによって管理されている。輸送マネージャーが 1 名、ワークショップマネージャーが 1 名、バックホウ運転者が 2 名、車両技術者が 4 名、タイヤ交換員が 1 名、輸送作業員が 1 名、運転手が 25 名程度で構成されている。

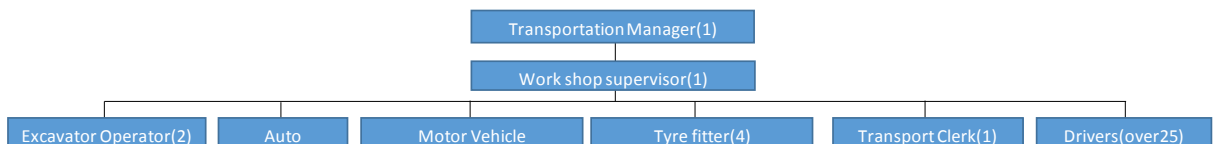


図 2-8 : LWB ワークショップ組織図

5) 倉庫課

倉庫課は、財務部の配下であり、倉庫監督者が1名、倉庫作業員が4名、地域倉庫作業員が3名で構成されている。

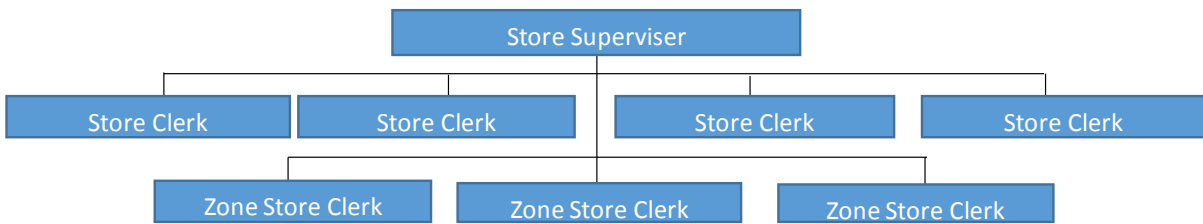


図 2-9 : LWB 倉庫課組織図

6) 無収水対策課

また、2017年12月末に新設予定の無収水対策課は、無収水マネージャーが1名、財務担当職員が1名、技術者が1名、モニタリング・評価者が1名、技能者が2名で構成される予定である。同課の新設に伴い、新たに職員を雇用する予定もある。

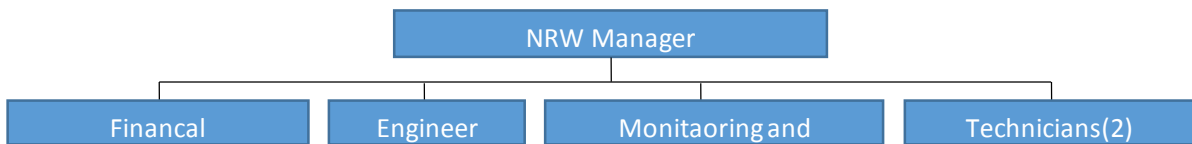
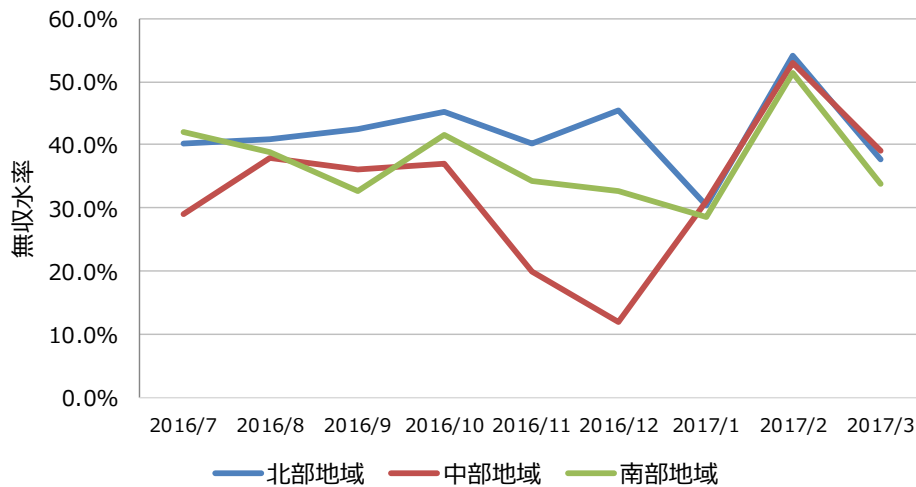


図 2-10 : LWB 無収水対策課組織図 (案)

7) 〔無収水対策〕の管轄部署

〔無収水対策〕機材を扱う部署は、主に地域事務所である。地域事務所の業務所掌は、料金の徴収、新規接続管の工事、DMAの管理、管破裂等の緊急対応、水道メータの検針、水道施設の管理等である。地域毎の無収水率は、地域事務所による検針値（流入量）と実際の有収水量との差分から算出しているが、DMAによってはマイナス値となる場合がある。これは、地域事務所による的確な検針体制（検針の時期と有収水量の算出期間の誤差）が整っていないことが要因である。

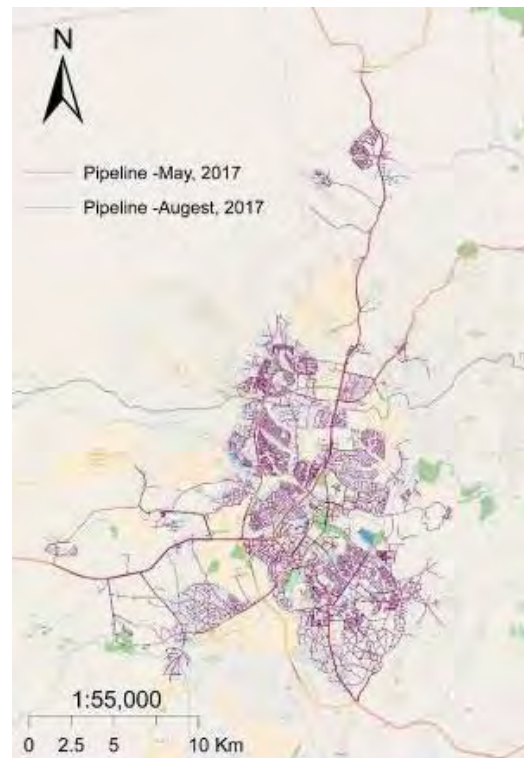


出典：LWB資料

図 2-11 : 地域毎の無収水率の変遷

ネットワーク課は、給水区域を対象とした水圧及び流量の現場測定とデータ集積を業務所掌としている。リロングウェ市の北部及び中部地域では、高水圧とアスベスト管の老朽化に起因する管の破裂事故が頻発している。そのため LWB は、ネットワーク課が集積した水圧及び流量の実測データと、管網解析 (EPANET 2) によるモデルデータを比較・校正し、配管網の現状把握に努めている。

GIS 課は、配管敷設時に、各地域事務所から連絡を受け、敷設現場の各種情報を取得し、GIS データを随時更新している。また、GIS 課は、顧客毎の水道利用量の情報を GIS データに入力し、地域毎に集計している。なお、前述のとおり、地域毎の無収水率の算定においては、GIS 課の集計データを活用している。



出典：LWB資料
LWBが管理しているGISデータ

ワークショップは、LWB が管理している全ての一般車両及び特殊車両 (バックホウ) の修理を担っている。

倉庫課は、LWB が調達した管材・計器類を倉庫内で管理している。また地域事務所では、事務所内に設けられた倉庫課の職員が管理している。

このように LWB では無収水削減に対し、各部署が密接に連携し対応している。

2-1-2 財政・予算

(1) 地下水開発

MAIWD の予算は、経常予算と開発予算（事業予算）で構成される。2015/16 年度の予算は国家予算の 1.5% を占めて、その大部分は経常予算に充当されている。開発予算の 85% 以上がドナーからの資金援助によるものである。直近 4 ヶ年の MAIWD の予算推移は、表 2-4 のとおりである。

表 2-4 : MAIWD の年度予算

単位：百万MKW

費目		2014/15年	2015/16年	2016/17年	2017/18年
経常予算	人件費	909.0	786.0	839.0	N/A
	一般経費	183.0	253.0	255.0	320.0
	水資源局	14.0	12.0	14.0	35.0
	水供給局	16.0	15.0	18.0	20.0
	灌漑局	15.0	90.0	74.0	71.0
	財務管理局	52.0	46.0	62.0	84.0
	企画局	7.0	6.0	6.0	13.0
	人事局	20.0	18.0	21.0	35.0
	北部地域水開発事務所	7.0	8.0	7.0	8.0
	中部地域水開発事務所	8.0	8.0	9.0	11.0
	南部地域水開発事務所	9.0	11.0	11.0	14.0
	灌漑業務部	35.0	39.0	33.0	29.0
	小計	1,092.0	1,039.0	1,094.0	N/A
開発予算	国内予算	1,900.0	1,500.0	1,080.0	N/A
	国際援助	41,863.0	25,286.0	79,406.0	N/A
	小計	43,763.0	26,786.0	80,486.0	N/A
合計		44,855.0	27,825.0	81,580.0	N/A

出典：MAWID資料

これまで水資源局の予算は、他局と比較して少ない傾向にあったが、新 MAIWD 大臣は水資源開発に重点を置いており、上表のとおり、2017/18 年度は予算が大幅に配分されている。

また、前述のとおり、開発予算の大部分はドナーからの資金援助に依存しているため、ドナー支援プロジェクトの予算執行が、年度予算の配分に大きく影響される。直近 3 ヶ年の開発予算の分野別内訳は、表 2-5 のとおりである。

表 2-5 : MAIWD の開発予算内訳

単位：百万MKW

予算元	開発分野	2014/15年	2015/16年	2016/17年
ドナー援助	水資源開発・給水衛生	34,051	17,925	61,225
	灌漑	5,642	6,196	18,138
	農業・その他	2,170	1,165	43
	小計	41,863	25,286	79,406
マラウイ政府	水資源開発・給水衛生	1,525	910	780
	灌漑	320	590	300
	農業・その他	55	0	0
	小計	1,900	1,500	1,080
合計		43,763	26,786	80,486

出典：MAWID資料

2014/15年度に大型プロジェクト（National Water Development Program）が終了したため、翌年度は開発予算が大きく減少したが、2016/17年度には約62,005百万MWK（前年度比の3倍）に増加した。これは、Shire River Basin Management Program を実施している世界銀行や、アフリカ開発銀行、欧州連合、アフリカ経済開発アラブ銀行、UNICEF、日本政府等の主要ドナーによる援助が実行されたためである。開発予算の全体の70～80%は、水資源開発・給水衛生分野のプロジェクトである。

上記予算以外には、独自の予算源である井戸基金も活用しており、ドナー、他省、民間からの受託収入を基に地下水開発プロジェクトを実施している。直近4年間の井戸基金の予算推移は、表2-6のとおりである。

表 2-6：井戸基金の予算推移

単位：百万MWK

費目	2013/14年	2014/15年	2015/16年	2016/17年
地下水開発事業費	73.4	123.1	77.7	79.1
財務省納付分（5%）	3.9	6.5	4.1	4.2
合計	77.3	129.6	81.8	83.2

出典：MAIWD資料

(2) 無収水対策

1) LWB 本部

LWB 本部の予算変遷は、表2-7に示すとおりである。2013/14年から2017/18年まで、年毎に前年比30～40%で上昇している。

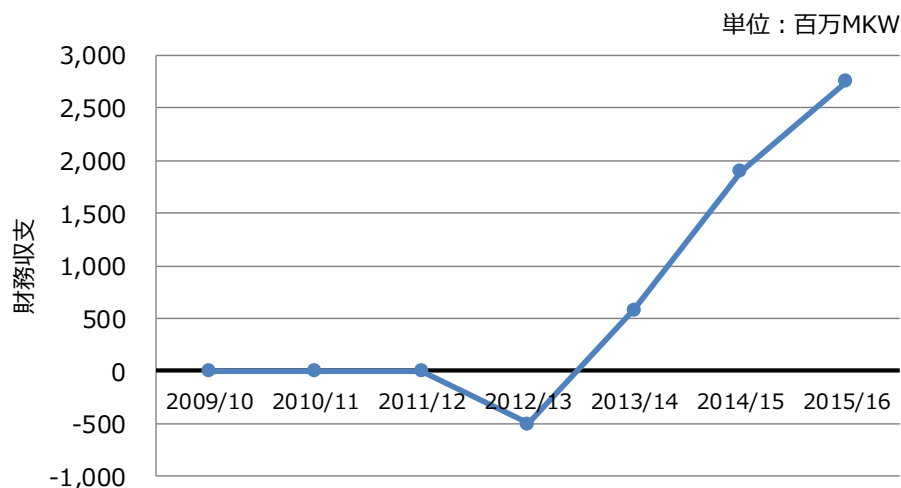
表 2-7：LWB の年度予算変遷

単位：千MKW

費目	2013/2014年	2014/2015年	2015/2016年	2016/2017年	2017/2018年
人件費	1,100,130	1,466,344	2,133,464	2,923,426	2,725,242
設備等投資費	587,865	903,809	1,778,073	2,523,364	3,428,744
金融費	1,353,200	1,674,000	2,265,000	3,135,772	3,585,505
運営費	2,580,517	3,810,840	4,336,653	4,612,140	5,885,606
物財費	185,962	259,328	353,001	310,001	622,142
合計	5,807,673	8,114,321	10,866,192	13,504,702	16,247,239

出典：LWB資料

LWB の損益状況（税引き後損益）は、図2-12に示すとおりであり、20012/13年度までは赤字（純損失）であったが、2013/14年度から黒字（純利益）に転じている。



出典：LWB Annual Report 2015-2016

図 2-12 : LWB の損益状況

また、LWB の損益収支は、表 2-8 に示すとおり推移しており、営業収支は、2012/13 年度に赤字を計上しているものの、他年度では黒字計上となっている。一方、税引き後損益については、2012/13 年度まで赤字であったが、2013/14 年度以降は黒字へ好転している。

表 2-8 : LWB の損益収支

単位：千MKW

費目	2011/12年	2012/13年	2013/14年	2014/15年	2015/16年
営業収入	2,261,413	3,267,914	5,077,389	9,366,329	13,112,903
水売上	2,207,546	3,189,557	4,956,225	9,163,490	12,273,553
その他収入	53,867	78,357	121,164	202,839	839,350
営業支出	2,239,281	3,484,267	4,197,814	6,005,811	8,851,452
人件費	673,823	967,411	1,124,620	1,677,983	2,272,825
一般管理費	303,855	489,840	597,583	1,372,213	1,985,900
設備・車運転費	415,185	779,734	794,724	864,214	1,603,456
化学品購入費	94,995	221,148	303,790	363,875	506,691
減価償却費	462,653	499,834	563,305	679,301	1,054,323
設備等損費	0	0	0	0	0
電気代	288,770	526,300	813,792	1,048,225	1,428,257
営業収支	22,132	-216,353	879,573	3,360,518	4,261,451
貸倒引当金	0	-83,830	-44,989	N/A	N/A
財務収入	1,258	2,760	12,984	163,445	201,574
財務支出	-9,566	-66,625	-68,091	-360,536	-808,620
為替差損益	0	-149,516	-196,288	N/A	N/A
営業外収支	-8,308	-213,381	-251,395	-197,091	-607,046
税引き前損益	13,824	-513,564	583,189	3,163,427	3,654,405
法人税	-177,158	-141,435	-261,503	-1,248,747	-901,081
繰延法人税	N/A	217,588	242,433	N/A	N/A
税引き後損益	-163,334	-437,411	564,119	1,914,680	2,753,324
その他総合収入	94,878	89,606	-175,070	6,977,557	118,828
持家基金	11,465	6,193	-15,900	N/A	N/A
再評価余剰	N/A	N/A	N/A	9,835,612	N/A
繰延税払	83,413	83,413	-159,170	-2,858,055	118,828
総合収支	-68,456	-347,805	389,049	8,892,238	2,872,152

出典：LWB Financial Statement

この財務状況・損益収支の健全化は、近年のLWBの事業運営効率化による費用削減と料金改定による収益増加に起因するものと推察される。今後、料金徴収体制の強化、配管網の拡張（顧客の拡大）、無収水の削減等の施策が推進されれば、LWBの財務状況・損益収支は更に強固となると考えられる。

2) 調達機材の運営・維持管理予算

調達機材を持続的に運営・維持管理する上で、小型掘削機オペレーターの人件費、小型掘削機やクレーン付トラック、掘削機運搬用トラック等の運転費（燃料費）と管補修クランプ・継手を除く調達機材の消耗品費の支出が必要となる。これらはLWBの人件費及び運営費（電力費と燃料費及び消耗品費等）により賄われる。過去5年の人件費と運営費の年度毎の予算推移は、前述の表2-7に示すとおりである。

LWBの人件費と運営費は、LWBの予算全体額と共に近年上昇の傾向を示しており、料金徴収の強化、今後の配管網の拡張（顧客の拡大）、無収水の削減等の施策により、更なる収益の拡大が見込まれる。そのため、今後、LWBの人件費と運営費が、縮小することは考え難く、将来においても、この増加傾向が続くと考えられる。

2-1-3 技術水準

(1) 地下水開発

1) MAIWD

地下水開発を担当するMAIWD地下水部は、マラウイ大学（University of Malawi）で地質、地下水または機械工学を修めた職員を中心に構成されている。これまで国際援助機関による地方給水プロジェクトにおける計画策定・実施・管理に多く携わっていることから、職員の技術水準・経験は十分と言える。MAIWD地下水開発・掘削課は、年間34～108本の井戸を建設している。年度により掘削本数にばらつきが生じているが、これは掘削予算を全て井戸基金（顧客の依頼）に頼っているためである。

表 2-9：MAIWDの掘削実績

	2013/14年	2014/15年	2015/16年	2016/17年
総掘削深度 (m)	1,470.5	5,627.2	1,960.0	4,144.0
掘削本数	35	129	40	83
平均掘削深度 (m)	42.0	43.6	49.0	49.9
成功井数	34	108	35	65
成功率	97%	84%	88%	78%
掘削班	4班	4班	3班	3班

出典：MAIWD資料

同課は、マラウイの主要地層である基盤岩地帯でのDTH（ダウン・ザ・ホール）ハンマー掘削工法の実績が豊富で、泥水掘削工法も実践していることから、掘削技術・経験は十分と判断できる。しかし、前述のとおり、深度掘削に対応した機材を有していないため、掘削実績は100m以浅に留まっている。これまで日本が供与した7台の掘削機及び支援車両は、全てMAIWDに対して供与されており、〔地下水開発〕機材の操作・維持管理方法を習得済みである。

2) 民間掘削業者

民間の井戸建設業者は、20社程度存在し、ドナーやコミュニティから依頼を受けて、マラウイ全土において生産井や試験井を建設している。

表 2-10：主な民間の井戸建設業者

会社名	
Chitsime Drilling Co., Ltd.	Tropical Drilling Company
Watertech Drilling Contractors	Universal Borehole Drillers Ltd.
COMGLOBAL	Select Drilling Company
Hydro Water Well	Water Drilling Contractor
J & F Drilling	Mozaqua Malawi Ltd.
Water Boring Contractor	Commercial Borehole Drillers
Keiretsu Contractor Company	Saifro Drilling Company
China Gansil Engineering	Rilltech & Engineering Borehole Drilling
CONGLOBAL	

出典：調査団調べ

上記のうち、現在 MAIWD が掘削業務を委託している3社の概要は、表 2-11 のとおりである。

表 2-11：民間掘削業者の概要

	Chitsime Drilling社	Tropical Drilling社	Watertech Drilling社
従業員数	50名	35名	60名
主な顧客	World Vision、UNICEF、District Council、省庁	UNICEF、ADB、District Council、個人	World Vision、Water for People、ICIDA、CRI、District Council、個人
リグ所有台数	4台	3台	3台
リグ調達先	南アフリカ	南アフリカ	南アフリカ、インド、英国
掘削能力	60～70 m	最大80 m	60～70 m
年間掘削数	200～250本	180～240本	200本程度
スベアパーツ調達先	日本、インド、南アフリカ	南アフリカ	南アフリカ、ドイツ

出典：調査団調べ

各社とも年間200本程度の掘削実績を有するが、掘削深度はいずれも80m以浅に留まる。また、各社とも急激な水需要の増加に対応するため、深層かつ大口径井戸の必要性は認識しているが、深層掘削に対応する掘削機を所有していない。また、水理地質分野の技術者を確保している民間企業は皆無であり、掘削前に必要となる深度や採用工法等の検討は、MAIWDの指南に従うことが多い。

また、マラウイでは、失敗井（空井戸）に対して対価を支払わない、所謂、完全出来高制による請負契約が殆どである。民間掘削業者はこの商習慣があるため、失敗井が生ずるリスクが少ない地域（浅層かつ成功実績がある地域）での井戸掘削を好む傾向にある。他方、遠方や悪条件下の地域では諸経費の支出が多くなるため、民間掘削業者は参入を避ける傾向にあり、その場合は MAIWD が掘削を実施することが多い。以上から、民間掘削業者の掘削能力・実績は、好条件における深度80mまでと言える。

(2) 無収水対策

1) 機材運用

LWB は、2020年までに無収水率を28%まで削減するため、北部地域において LWB の自己資金による Vitens Evides International 社（オランダ、以下「VEI社」）との契約に基づき、技術協力が実

施されている。同協力によって、全給水区域が 106 の DMA に分離化され、ネットワーク課と GIS 課の管網解析モデル、GIS データが更新されたことで、既存施設の状況及び水圧・流量情報が把握できる体制が構築された。また、GIS 課と各地域事務所が連携し、地域毎の無収水率を算出している。加えて、2017 年 12 月には、無収水対策課が新設される予定であることから、LWB における無収水削減に向けた体制作りは進んでいる。

2) 機材管理

地域事務所は、業務所掌内で活用する機材について、十分な調達・使用実績を有する。

エンジンや機械部の修理が必要な場合は、リロングウェ市内にある Costantini 社に依頼をしている。同社は、エンジンやポンプ等の機械部品の修理が可能であり、LWB の管理車両とバックホウの修理実績がある。なお、軽微な修理についてはワークショップで対応可能である。

一般車両（ピックアップトラック）は、各地域事務所やネットワーク課及び GIS 課で既に運用している。これら一般車両には、民間セキュリティ会社の位置情報システム装置が取り付けられており、盗難対策や業務外使用等の不正防止対策を講じている。

他方、ネットワーク課が所有する他ドナーからの供与機材には、同課の運用意思はあるものの、取扱い方法を習得していない特殊機材であるため、活用されていないものもある。また、マラウイ国内には特殊機材のメーカー代理店が存在しないが、過去に LWB が機材製造元に直接依頼し、修理した実績がある。

したがって、漏水探知器等の特殊機材は、既に調達実績はあるが、運用面で懸念が残る。初期操作指導や技術協力プロジェクトを通じて、総合的な運営・維持管理能力を習得することが必要である。

3) 維持管理

本事業の調達機材の運営・維持管理は、LWB 地域事務所が担うこととなるが、本事業の調達機材は、清掃・洗浄、油脂類の交換・注入、バッテリー交換等を頻繁に行うような維持管理は不要であり、LWB 本部のワークショップ部署の指導のもとで、各地域事務所の現行組織での運営・維持管理は可能である。また、掘削機や車両については、現状でも LWB 本部のワークショップで修理・維持管理されており、ワークショップで対応できない重故障（エンジン機械や部品の破損等）は、外部へ修理委託する体制を敷いている。

一方、漏水探知器の運用実績はないが、LWB は、配管網の圧力や流量のモニタリング、水理解析等の水理的基礎知識・技術を有していることから、問題なく運用・維持管理されると考える。また非常用発電機は、ムウエンダ中継ポンプ場（南部地域事務所）の責務で運用・維持管理されることになる。当発電機は、停電を感知後、自動で発電を開始し、停電終了と同時に復電を図る機構である。発電機の運転操作員に課せられる新たな動作は、発電機の自動起動に合わせて、ポンプ（電動機）を始動する作業のみであり、運用上の難度は低い。また、具体的な維持管理の作業も、オイルフィルターの交換やエアフィルターの洗浄程度に留まり難度は低い。

したがって、これらの調達機材は、初期操作指導で基礎知識を習得させることで、LWB の現有体制での持続的な運営・維持管理は可能と判断する。

4) 資材管理能力

LWB が調達・購入した資材は、本部の倉庫課によって一括管理され、本部の倉庫で保管されて

いる。各地域事務所の敷地内に倉庫が設置されているが、迅速な現場作業に対応するための資材の仮置き場という意味合いが強く、資材が豊富に備蓄されている訳ではない。地域事務所の保有資材に不足が生じた場合には、本部に資材の追加を依頼し、地域事務所の責務で自らの倉庫へ搬入している。本部の保管資材はリストで管理され、常時、配分先や在庫数が把握できる状況にある。

本事業で調達する機材や車両は、地域事務所で保管・管理されるが、管材（管補修クランプ・継手）については、現状の資材管理体制に倣い、LWB 本部の倉庫で保管され、必要に応じて各地域事務所に配分されることを想定する。しかし、現状の LWB 本部の倉庫には、全ての管材を格納する余地はない。そのため、LWB 本部は、新たに 20 m² 程度の保管場所の確保（倉庫の増設）が求められる。一方、地域事務所は、必要に応じて管材が配分されるため、一定以上の保管場所を整備する必要はない。

したがって、本事業の実施に際し、LWB の資材管理体制に影響はないため、調達資材の持続的な運営・維持管理が可能と判断する。

2-1-4 既存施設・機材

(1) 地下水開発

1) 既存機材

MAIWD が保有する〔地下水開発〕機材は、地下水部が管理している。掘削機や支援車両等の重車両は、中部地域開発事務所に併設された中央倉庫（ストックヤード）で保管・管理されている。地方で作業を終えた重車両は、運転経費の支出を抑制するため、直ちに中央倉庫には戻さず、次の作業までムズズやブランタイヤ等の地方事務所で待機させることが多い。機材に重故障が生じた場合、中央倉庫で修繕するが、軽故障の場合、全国 20 ヶ所程度の地方事務所で修繕することも可能である。修理部品やスペアパーツの入手が困難であるため、廃車処分した車両や機材の部品を有効活用して修繕している。現状の保有機材は表 2-12 のとおりであるが、耐用年数を超えた機材や損傷が認められる機材が見受けられる。

表 2-12 : MAIWD の保有機材

No.	品目	区分	仕様	運転時間	数量	状況	供与案件※
1	車載式掘削機	機材部	深度80 m程度	2,552.5 時	1	稼働	①
		車両部		15,442.2 km			
2	車載式掘削機	機材部	深度80 m程度	1,190.7 時	1	稼働	②
		車両部		3,494.8 km			
3	車載式掘削機	機材部	深度80 m程度	N/A	1	稼働	⑤
		車両部		N/A			
4	車載式掘削機	機材部	深度80 m程度	N/A	1	修繕中	③
		車両部		N/A			
5	ハンマービット		6インチ		3	稼働	
			8-1/2インチ		6	稼働	
6	ローラビット		4インチ		3	稼働	
			8-1/2インチ		3	稼働	
7	ウイングビット		8-1/2インチ		3	稼働	
8	テンポラリーケーシング		8インチ、3 m長		30	稼働	
9	ドリルロッド		3 m長		91	稼働	
10	車載式エアコンプレッサー	機材部	300 Mpa	868.2 時	1	稼働	①
		車両部		15,390.3 km			

No.	品目	区分	仕様	運転時間	数量	状況	供与案件※
11	車載式エアコンプレッサー	機材部	300 Mpa	N/A	1	稼働	①
		車両部		N/A			
12	車載式エアコンプレッサー	機材部	300 Mpa	N/A	1	修繕中	①
		車両部		N/A			
13	車載式エアコンプレッサー	機材部	300 Mpa	1,550.0 時	1	稼働	②
		車両部		4,117.3 km			
14	車載式エアコンプレッサー	機材部	300 Mpa	N/A	1	廃棄	④
		車両部		N/A		稼働	
15	車載式揚水試験機材	機材部	300 Mpa	N/A	1	稼働	⑤
		車両部		157,926.0 km			
16	クレーン付トラック	機材部	7トン、3トン吊り	187,823.0 km	1	稼働	②
17	クレーン付トラック	車両部	7トン、3トン吊り	148,501.0 km	1	稼働	②
18	クレーン付トラック	機材部	7トン、3トン吊り	110,000.0 km	1	稼働	②
19	支援トラック	車両部	積載7トン	N/A	1	稼働	①
20	支援トラック	機材部	積載7トン	N/A	1	稼働	①
21	可動式ワークショップ	車両部	4トン吊り	82,178.0 km	1	稼働	③
22	チップトラック			63,684.0 km		稼働	
23	水タンク車		6 m3	23,733.0 km	1	稼働	①
24	水タンク車		6 m3	N/A	1	稼働	①
25	水タンク車		6 m3	N/A	1	稼働	①
26	ブルドーザ		D6	N/A	1	稼働	①
27	エクスカベータ			N/A	1	稼働	
28	フロントエンドローラ			N/A	1	稼働	
29	移動式上水器			2,002.0 km	1	稼働	
30	電気探査器		探査深度150 m		2	稼働	
31	車載式掘削機				1	廃棄	④
32	車載式エアコンプレッサー		300 Mpa		1	廃棄	③
33	車載式エアコンプレッサー		300 Mpa		1	廃棄	④
34	クレーン付トラック		7 ton		1	廃棄	③
35	クレーン付トラック		7 ton		1	廃棄	③
36	クレーン付トラック		7 ton		1	廃棄	⑤
37	支援トラック		7 ton		1	廃棄	⑥

出典：調査団調べ（2017年8月4日時点）

※供与案件

No.	供与年	区分	案件
①	2012年	環境プログラム無償	気候変動による自然災害対処能力向上計画
②	2008年	無償資金協力	リロングウェ西地区地下水開発計画
③	2002年	無償資金協力	リロングウェ・デッサ地下水開発計画
④	1989年	無償資金協力	北カウインガ地区地下水開発計画
⑤	1997年	無償資金協力	ムジンバ西地区給水計画
⑥	1996年	無償資金協力	ムチンジ地下水開発計画

既存機材の現有能力や付属品・ツールの所有数量等の状況から、60～80 m 程度の掘削が限度と判断する。また、既存機材の組合せ（掘削機、エアコンプレッサー、クレーン付トラック等）から、現状では3班体制を組むことが可能である。

(2) 無収水対策

1) 既存施設

取水施設

リロングウェ市の水道水源は、主に表流水を水源としており、LWB が所有管理している水道用ダム（カムズダム I 及び II）のうち、下流側（カムズダム II）から取水している。取水量は、200 L/秒程度と推定される。1989 年に完成し 1999 年に改修された後、水道用の貯水に特化している。

表 2-13：取水施設の概要

項目	情報
① 設置年	1989年（1999年に改修済）
② 構造/仕様	ダム堤体下部にRC構造で設置（アースダム形式のカムズダムII貯水量は約19.8 Mm ³ ）
③ 稼働状況	24時間稼働
④ 維持管理体制/状況	LWBによる24時間管理
⑤ 劣化状況	躯体表面は経年劣化が多少認められる
⑥ 法令/設計耐用年数	ダム本体は水資源法によって管理・保全等が定められている。取水施設は概ね60～65年
⑦ 位置情報	リロングウェ市南東方向に約20 km
⑧ 種類/数量/延長	堤体上流にRC構造の選択取水塔。1施設
⑨ 施設用電力/消耗品状況	自然流下のため取水用電力は不要
⑩ 既存図面更新状況	LWBは保管していない
⑪ 施設/機材管理者	LWB
⑫ 新設/改修/移設計画	EIBによるカムズダムIIの堤体嵩上げ工事計画が進行中

導水管施設

浄水施設への導水は管路ではなく、一般河川（リロングウェ川）を活用している。同河川（川幅：約 30 m、河床：約 10 m）は、マラウイ湖へ流入する総延長約 200 km の自然河川であり、人工的な護岸は施工されていない。河川沿線に位置する居住・商業地域からの生活雑排水や、上流のカムズダムからの越流水も流入している。

表 2-14：導水管施設の概要

項目	情報
① 設置年	一般河川（リロングウェ川）による導水
② 構造/仕様	自然河川。河川幅は約30 m
③ 稼働状況	自然流下
④ 維持管理体制/状況	特に管理されていない
⑤ 劣化状況	都市化に伴う汚水流入や廃棄物の不法投棄による水質悪化が懸念
⑥ 法令/設計耐用年数	
⑦ 位置情報	取水施設のある上流から北西方向へ向かい浄水場横を通過
⑧ 種類/数量/延長	リロングウェ市南東方向の水源から、浄水施設まで約20 km
⑨ 施設用電力/消耗品状況	不要
⑩ 既存図面更新状況	
⑪ 施設/機材管理者	リロングウェ市
⑫ 新設/改修/移設計画	なし

浄水・送水施設

浄水・送水施設は、本部に複数（TW-I：1966年施工、TW-II：1991年施工）が併設されている。浄水は、急速濾過方式を採用しており、フロック形成・沈殿池・急速濾過池を経由して塩素滅菌によって浄化されている。現在、水生産量は、計125,000 m³/日となっている。

躯体はRC構造であるが、型枠脱型跡やコンクリート打設面等を目視する限り、比較的良好なコンクリート築造と推察される。躯体には漏水跡（水酸化カルシウム成分のエフロレッセンス跡）が散見され、施設完成初期に漏水があったことが推察できるが、目視での漏水は確認されなかった。したがって、今後も微細な修繕は必要と推察されるが、躯体の継続使用は可能と判断する。

なお機電設備は、施設完成当初の施設が更新されていないことから、更新・リハビリが必要と思われる。

表 2-15：浄水・送水施設の概要

項目	情報
① 設置年	浄水場-1（TW-I）：1966年、浄水場-2（WT-IIA）：1991年
② 構造/仕様	RC 構造。浄水能力計9,500 m ³ /日
③ 稼働状況	24時間
④ 維持管理体制/状況	LWB Operation Divisionが24時間体制で管理
⑤ 劣化状況	建設初期の躯体の漏水は確認されたが、現在は大きな漏水はない
⑥ 法令/設計耐用年数	LWBは厳密に管理していない。躯体の設計上の耐用年数は概ね50年
⑦ 位置情報	LWB本部敷地内に設置
⑧ 種類/数量/延長	急速濾過式浄水施設
⑨ 施設用電力/消耗品状況	商用電力。凝集剤や塩素剤は国内業者を通じて南ア国や英国から調達
⑩ 既存図面更新状況	建設当時の設計図は僅かに保管
⑪ 施設/機材管理者	LWB
⑫ 新設/改修/移設計画	浄水場-3（WT-III）建設を計画中

送水管施設

送水管本管は、原則、主要幹線道路の道路敷地内（Road Reserve Boundary）に埋設されている。水道施設の建設時に布設されたアスベスト管（Asbestos Concrete Pipe BS486等）が現在も使用されており、老朽化による管破損に伴う漏水が無収水の原因のひとつとなっている。また、管が露出し漏水している箇所では、盗水も散見される。

GISデータによると、送水管延長は管路延長（約1,750 km）の約6%（105 km）であり、そのうち18.8 kmにおいて、EIBの支援によって老朽化したアスベスト管からダクタイル鋳鉄管への管口径変更（拡大）を含めた改修工事を計画中である。

その他の区間については、世界銀行の支援による送・配水管網の設計調査が2018年初頭に開始される予定である。対象路線は、今後設定される将来水需要予測による目標年度（現在2023年で検討中）や現地調査に基づき設計されるが、管径拡大もあわせて検討されるため、アスベスト管以外にもPVC管の改修も対象となる予定である。しかし、現段階（2017年8月）では、世界銀行から、LWBに対して改修の具体的な計画や資料等は提供されていない。

なお、現地調査時（2017年7月）の世界銀行マラウイ事務所との討議において、管路の拡張・改修事業は世界銀行が主体的に行う意向を確認している。

表 2-16：送水管施設の概要

項目	情報
① 設置年	1970年代前半（初期設置年）
② 構造/仕様	地中埋設管、流量計・弁室
③ 稼働状況	24時間
④ 維持管理体制/状況	漏水発見箇所をその都度補修。新規管種に順次入替中
⑤ 劣化状況	アスベスト管の老朽化に伴う破損が多い
⑥ 法令/設計耐用年数	40年（アスベスト管は健康影響の観点から、現在使用禁止）
⑦ 位置情報	別紙管路全体図参照
⑧ 種類/数量/延長	アスベスト管、ダクタイル鋳鉄管、PVC管（呼径400～700 mm）
⑨ 施設用電力/消耗品状況	不要
⑩ 既存図面更新状況	更新されていない
⑪ 施設/機材管理者	LWB
⑫ 新設/改修/移設計画	ダクタイル鋳鉄管及びPVC管に順次入替中

配水施設（配水池）

配水池は、各配水区域内の最も標高が高い場所に設置されており、重力（自然流下式）によって配水管網へ配水されている。北部・中部・南部地域で計 16ヶ所の地上式あるいは高架式配水池が設置されている。殆どが RC 構造であるが、一部には鋼製パネル構造の配水池も存在する。

なお LWB は、EIB の支援の下で、北部地域に貯水量 3,000 m³ 規模の配水施設（送水管の布設含む）の建設を計画しており、世界銀行は 2018 年に設計調査を開始する予定である。

表 2-17：配水施設の概要

項目	情報
① 設置年	1970年代前半
② 構造/仕様	RC 構造の地上式及び高架式。鋼製パネル構造地上式
③ 稼働状況	24時間
④ 維持管理体制/状況	特になし
⑤ 劣化状況	初期漏水後は、駆体の著しい劣化は見られない
⑥ 法令/設計耐用年数	約50年
⑦ 位置情報	別紙水道施設全体図参照
⑧ 種類/数量/延長	16ヶ所
⑨ 施設用電力/消耗品状況	不要
⑩ 既存図面更新状況	更新されていない
⑪ 施設/機材管理者	LWB
⑫ 新設/改修/移設計画	ムウエンダ配水池（南部地域）の増設計画あり

配水管施設

配水池から重力（自然流下式）によって市内へ配水されているが、一部は地形条件（高低差）によりポンプ圧送により送水している路線がある。この路線の一部でもアスベスト管が使われ、老朽化による管破損に起因する漏水が発生していることから、早急な布設替が望まれる。

LWB は、無収水削減戦略に基づき、2017/18 年度に約 150 万米ドルを予算計上し、管路補修用の管材（直管及び曲管等）を調達し、LWB 本部の備蓄を補充する予定であり、次年度以降も継続して管材を調達する計画である。前述のとおり、送・配水管の新設及びリハビリ事業は、世界銀行による実施が計画されており、2018 年に設計調査を実施し、対象路線の仕様（管種・口径・路線設定等）が設定される。今後、LWB が調達する管補修用資材の仕様（布設する管種や口径）、数量、優先路

線等は、この世界銀行の設計調査における仕様設定に基づくことになる。

アスベスト管の補修時には、アスベスト粉塵の飛散対策を全く施していない。LWB に対しては、アスベスト粉塵は、作業員だけでなく周辺住民の健康にも影響を及ぼすことから、切断箇所の散水養生、残管の非放置、作業箇所への住民の離隔等の粉塵飛散防止策をアドバイスした。

管理設は、マラウイにおける技術基準はあるものの遵守しておらず、未舗装道路では、埋戻し不足や洗掘等の原因による露出管が多数見られる。LWB は、管が一部破損した際の小規模な漏水補修用資機材を保有していないため、該当する路線を仕切弁で断水し、管を部分入替する必要がある破損管の埋設深や管種によっては補修及び断水に長時間を要している。

DMA 構築のための仕切弁や流量計が設置されている弁室は、LWB が地元業者と一定数量毎（一契約 500 室等）に契約し建設を進めている。現在の弁室は、コンクリートブロック積構造であるが、LWB は、今後 RC 構造へ仕様を上方修正することを計画している。

配水管は、基本的に公道下に埋設されているが、宅地計画と地下埋設計画との整合性が取られておらず、管路が個人宅の敷地内に埋設されている箇所も散見される。

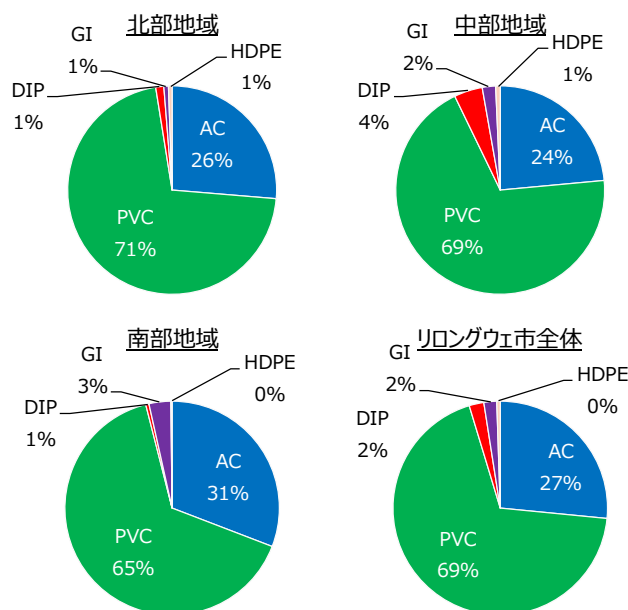
なお、LWB GIS 課は、配管布設データを更新しており、リロングウェ市全域の配管網の最新状況を確認できる。2017 年 7 月末時点のデータに基づいた布設管種区分及び延長は、以下のとおりである。2017 年 5 月末の布設延長は 1,650 km であり、2 ヶ月間で 100 km 程度延長されている。

表 2-18：布設管種区分（送・配水管）

単位：km

管種	北部地域	中部地域	南部地域	合計
アスベスト管 (AC)	160.3	154.2	151.6	466.1
PVC管	433.6	454.4	320.5	1,208.5
ダクタイル鉄管 (DIP)	7.6	28.8	2.4	38.8
亜鉛メッキ鋼管 (GI)	4.4	13.5	16.2	34.1
ポリエチレン管 (HDPE)	3.4	4.6	0.9	8.9
合計	609.3	655.5	491.6	1,756.4

出典：LWB GIS課資料



出典：LWB GIS課資料

図 2-13：リロングウェ市内の布設管種の割合

他方で、データ上の管延長の数値と路線（送・配水管）の区分に曖昧な表記や入力ミスも散見されるため、今後は GIS データの精度管理の向上が求められる。

現状の送・配水管におけるアスベスト管が占める割合は、送水管の約 20%、配水管の約 80%であり、配水管のうち、中・小口径は全体の約 70%を占めている。なお、今後実施予定の JICA「リロングウェ市無収水対策能力強化プロジェクト」（以下「JICA 技術協力」）のパイロットエリア（Area 2、7、22 及び 44）に布設されている管種の約 80%が小口径のアスベスト管（ND 110 及び 150 mm）である。

LWB は、改修工事には主に PVC 管を使用しており、小口径の PVC 管は、LWB 本部に 1,000 本程度を常備しており、2017/18 年度も追加購入・補充予算が計上されている。今後、大規模な改修工事を実施する際には、2018 年に実施予定の世界銀行の詳細設計を基に、管種・管路線の変更、管路線の延長、管口径の変更（大口径化）が実施される見込みである。

表 2-19：配水管施設の概要

項目	情報
① 設置年	1970年代前半（初期設置年）
② 構造/仕様	地中埋設管、流量計・減圧弁・弁室
③ 稼働状況	24時間
④ 維持管理体制/状況	漏水発見箇所をその都度補修。新規管種に順次入替中
⑤ 劣化状況	アスベスト管の老朽化に伴う破損が多い
⑥ 法令/設計耐用年数	40年（アスベスト管は健康への影響から現在使用禁止）
⑦ 位置情報	別紙管路全体図参照
⑧ 種類/数量/延長	アスベスト石綿管、ダクタイル鋳鉄管、PVC管、鋼管 （呼径160～400 mm）
⑨ 施設用電力/消耗品状況	不要
⑩ 既存図面更新状況	更新されていない
⑪ 施設/機材管理者	LWB
⑫ 新設/改修/移設計画	PVC管に順次入替中

給水管・装置

配水管から給水管が分岐布設され、各戸へ給水されている。各戸には水道メータが取り付けられている。給水管は、通常、水使用者の敷地に接する公道下の配水管から分岐されるが、近年の宅地数の増加に配水管網の整備が追いつかないため、給水管を延長して接続している。また、埋設深が規定深（土被り 0.6～1.2 m 程度）を保たれておらず、極めて浅い布設箇所や地上露出箇所が多く見られる。このような不適正な管布設（施工不良）は、管破損・盗水の大きな原因となっている。

給水管の管種は、亜鉛メッキ鋼管（Galvanized Steel Pipe、BS778 及び 1387）を多く使用している。管はネジ接合方式を採用しているが、接合が粗雑であるため、新規管でも短期間で漏水が発生することが多い。最近では、高密度ポリエチレン管（HDPE、SABS533）が普及しているが、最大口径は 63 mm、接続方式は樹脂製のカップリングであるため、既存管との親和性がない。

LWB は、流速式の水道メータを採用しており、ほぼ 100%の普及率である。LWB 本部には、新規顧客への設置用及び既存メータとの交換用として、水道メータの在庫を 6,000 個程度常備している。今後、料金収入の増額を目的に、プリペイド式水道メータの導入を計画しており、2017 年 8 月には、5,000 台の調達と設置を目的とした事業が一般競争入札形式で公示されている。設置箇所は、官公庁等の公的機関や大口利用者に加え、一般利用者も含まれている。しかし、プリペイド式水道メータの導入は、検針不要となることがメリットであるが、その反面、職員の巡回（盗水監視を含

む) が減り、顧客とのコミュニケーションが不足するデメリットもあるため、LWB は効果的な運用方法について模索している。

表 2-20 : 給水管・装置の概要

項目	情報
① 設置年	1970年代前半 (初期設置年)
② 構造/仕様	地中埋設管
③ 稼働状況	24時間
④ 維持管理体制/状況	漏水発見箇所はその都度補修
⑤ 劣化状況	管施工不良や管露出による破損・漏水
⑥ 法令/設計耐用年数	40年
⑦ 位置情報	配水管路から各戸への区間
⑧ 種類/数量/延長	亜鉛メッキ鋼管、高密度ポリエチレン管
⑨ 施設用電力/消耗品状況	不要
⑩ 既存図面更新状況	給水管の図面はない
⑪ 施設/機材管理者	LWB
⑫ 新設/改修/移設計画	破損管材は、亜鉛メッキ鋼管、高密度ポリエチレン管に順次入替中

道路・橋梁・下水・電力・通信

市内道路は、幹線道路・都市道路・コミュニティ道路で構成され、総延長は約 600 km 弱である。主要道路はほぼアスファルト舗装が施されているものの、舗装率は 50% 以下となっている。舗装路面は、路肩付近の破損に加え、所謂、ポットホールと呼ばれる部分剥離が多くあり、常温合剤等による部分補修は主要幹線道路を除いて殆ど施されていない。また、舗装の貼り替えは、切削せずオーバーレイされる。橋梁は、RC 構造の歩車道一体式であり、部分鋼製の水道管が転架されている箇所もある。下水は、1996 年に無償資金協力によって、主要管路と市南部地域が改修されている。電力・通信と同様に、基本的に道路敷地内に架空線で配電・配線されており、中圧から低圧への降圧トランスが随所に地上または電柱転架されている。

表 2-21 : 道路・橋梁・下水・電力・通信の概要

項目	情報
① 設置年	1970年代 (下水施設は1996年改修)
② 構造/仕様	アスファルト舗装他、水力発電 (総発電容量352 MW、2016年)、下水処理場・管渠
③ 稼働状況	24時間 (通電は計画停電)
④ 維持管理体制/状況	舗装の部分修繕、変圧基の新旧入替、下水処理場建設・管渠布設
⑤ 劣化状況	アスファルト舗装の劣化・剥離、変圧設備の更新
⑥ 法令/設計耐用年数	約10年 (コンクリート舗装約20年)、20~40年
⑦ 位置情報	別紙道路平面図参照
⑧ 種類/数量/延長	一部アスファルト舗装・市内道路総延長約580 km、総発電容量352 MW (2016年)
⑨ 施設用電力/消耗品状況	なし
⑩ 既存図面更新状況	更新されていない
⑪ 施設/機材管理者	道路公社、電力供給公社、建設省水利局
⑫ 新設/改修/移設計画	M1国道の拡幅計画 (道路)、市内変電所改修計画

2) 既存機材

水道管理設機材

配管布設・修理班の常用工具類は、種類・数量・品質のいずれも不足しており、求める施工品質・所要時間を満足できていない。特に、管路工の基本となる掘削・埋戻転圧の土工事、配管切断・接続、管接合後の管路品質試験（管内洗浄・耐水圧・管内消毒）等の機材が不足している。小規模の掘削は、スコップとツルハシによる人力掘削であり、弁室等の掘削深が2 m 前後の作業時は、ホイールローダに付属しているバックホウで掘削している。人力またはバックホウで埋め戻しているが、機材未保有のため転圧はしていない。

PVC や HDPE の化成品の配管切断には金鋸を使用しており、アスベスト管は小型電動グラインダーを使用している。グラインダーによる切断のため、時間を要し、切断精度が保てないため、管補修・断水の時間が長くなっている。これら電動工具用の小型発電機を数台保有しているが、操作部やダイナモ部に破損が見られ、発電が安定しない状態である。

亜鉛メッキ鋼管のネジ施工に使用している工具は、耐用期間を超え、摩耗しており、規定のネジ山が切れていない状態である。また、ネジ施工は現場で頻繁に発生するが、ネジ切り工具の不足により現場携行しておらず、その都度、支店に戻りネジを加工している。

漏水探知機材

管路流量測定や漏水探知等の機材は、他ドナー供与による超音波流量計が 10 台以上保有しているが、十分に活用されていない。これは、LWB 技術者が使用方法を理解していないためであり、現場実践で使用方法を習得すれば、既存の超音波流量計を使用することは可能である。漏水探知機は欧州製が供与されているが、超音波流量計と同様に、使用方法を理解しておらず活用されていない。また漏水探知機は、1 台のみの供与であるため、市内全地区を速やかに探知するためには台数の追加が必要である。

携帯型 GPS は、VEI 社を通じて 20 台供与されているが、機器本体の使用方法・機能を十分に理解していない。したがって、本体の使用方法に加え、GIS セクションとの位置データ管理等の技術指導が効果的である。

運営・検査用機材

水道メータの精度を測定するテストベンチ（エストニア製）が、LWB 本部内に新たに導入されている。しかし、一度に検査可能な台数は7個であり、市内全域に設置されている全ての水道メータの検査は困難である。したがって、現地で検査可能な携帯型水道メータ検査器の導入が効果的である。

LWB の管理車両は、盗難・用途外使用の防止のため、GPS 発信器が取付けられており、各車の現在位置・走行速度を LWB 本部内で管理できるシステムを導入している。今後は、モーターバイクにも同システムを導入予定である。ピックアップは、各支店に1~2台の四輪駆動車（2010年登録）が整備されている。丁寧に扱われ外観は綺麗だが、未舗装走行が多いため、足周りのメンテナンス時期を迎えている。他の車両は、二輪駆動車であり、日本車以外（韓国製等）が導入されている。不陸の大きい悪路や雨期に泥濘した未舗装道路の走行が多いため、登録年数が10年未満であるにも拘わらず、外観を含め車両の劣化が見られる。モーターバイクは、本部に7台、支店に各5台（2009年登録：日本製、2015年登録：中国製）整備されているが、複数台が故障・修理中であった。

特に、中国製車両に不具合が多い。

なお LWB は、資機材の保管場所、管路維持班の管理棟・水質試験施設等の建設・増築・拡張・改修を計画しており、2017/18年度は、約27万米ドルの予算を計上している。したがって、現地の仕様・工法・資材による建築物であれば、LWBの予算内で、廉価かつ短期間で施工することが可能である。

表 2-22 : LWB の主な保有機材

No.	品目	所有事務所	仕様	数量	供与元	備考
1	削孔器	北部	手動式	1	Vitens社	部品消耗
2	ネジ切り	北部・中部・南部	手動式	3	LWB	部品消耗
3	発電機	北部・中部・南部	エンジン式	3	LWB	一部故障
4	グラインダー	北部・中部・南部	電動	3	LWB	一部故障
5	配管工具	北部・中部・南部	手動式	3	LWB	
6	流量測定機	本部	超音波式	15	世銀	未使用
7	漏水探知機	本部	相関式	1	世銀	未使用
8	携帯型GPS	本部、北部・中部・南部	電池式	20	Vitens社	
9	水道メータテストベンチ	本部	7台、15～80 mm	1	EU	
10	バックホウ付ホイールローダ	本部	エンジン式	2	LWB	

出典：調査団調べ

2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

(1) 道路

マラウイでは、首都リロングウェから地方都市や隣国に向かって幹線道路が放射状に広がっている。道路網は、一級国道 (Main Road)、二級国道 (Secondary Road)、三級国道 (Tertiary Road)、県道 (District Road)、一般道路 (Other Road) に分類される。一級国道は、ほぼアスファルトで舗装され、幅員が8 m程度確保されているため、大型車両の通行に支障はない。二級国道以下は、一部に未舗装部もあるが、3.0～5.5 mの幅員が確保されている。地下水開発の対象となる地方部 (村落) の多くは丘陵地に位置するため、雨季にはアクセスが悪化する可能性がある。

また、河川や DAMBO (低湿地) にかかる橋梁の制限重量は20トンであるため、大型車両の通行にも耐え得る。他方、一部の地方部 (村落) へのアクセス道路は、大型車両の通行に耐え得る幅員が確保されていない場合があり、道路拡幅や迂回が生じる可能性がある。アクセス道路が整備されていない場合、DAMBOを横断する方法もあるが、乾季でも走行性は悪く、雨季には冠水や泥濘化によってアクセス不可となる。

都市部の道路横には予備地 (Road Reserve Boundary) が設けられ、電話や上下水道の配管が埋設されている。この予備地に埋設された配管やバルブボックス等については、道路を管轄する道路公社 (Malawi Roads Authority) からの補修工事許可は不要である。他方、道路拡幅の際には、道路公社の指示に従い、LWBは既存配管を移設しなければならない。

国際貨物は、ダーバン港 (南アフリカ) またはベイラ港 (モザンビーク) が荷揚候補となる。各港からリロングウェまでの道路は、40フィートコンテナを搬送する大型トラックの通行に支障がない車幅、耐荷重を確保している。

(2) 電気

主要都市及び幹線道路沿いは電化されているが、慢性的に電力は不足している。首都リロングウェであっても暫し停電が発生する。

(3) 通信

地方部でも携帯電話の利用が可能であるが、一部には通信状況が悪い地域もある。

(4) 税目

本事業では、両国の間で締結される E/N の記載に従って免税が適用される。ただし、マラウイの一部税目については、表 2-23 に示すとおり免税対象外となる。

表 2-23：マラウイでの免税可否

税目	内容	免税可否
法人税	現地での企業活動	免税
付加価値税	プロジェクト用車両の購入	
関税	資機材の輸入 資機材の再輸出	
個人所得税	現地傭人の雇用	課税対象
	本邦源泉所得者の雇用	免税
付加給与税	現地傭人の雇用	課税対象

出典：調査団調べ

法人税、付加価値税、関税については、MRA に必要書類を事前に提出することで、事前免除が可能である。なお、法人税については、本事業の受託業者（本邦企業）は免税であるが、その請負者となる現地企業は課税対象となる。また、車両購入や事務所借上等は、使用目的が曖昧と認識された場合、MRA の判断によって課税対象になる場合がある。免税が可能な税目の詳細は、以下のとおりである。

1) 法人税 (Corporation Tax)

現地法人・外国支店・外国法人^{*3} は、マラウイ国内源泉所得については法人税が課される。税率は企業形態によって異なり、現地法人は総利益の 30%、外国支店は同 35%、外国法人はマラウイ国内で稼得された収入の 15%が課税対象となる。免税を受けるためには、事前にプロジェクト実施機関（省庁）が、MRA に対して免税申請レターを作成・提出する必要がある。プロジェクト実施機関による免税申請から、MRA の承認まで 2~3 週間程度を要する。本事業では、マラウイ国内源泉所得が発生しないため、対象外である。

なお、法人税には、契約者が請負者から表 2-24 に示す税率で源泉徴収し、契約者が MRA に納付する制度（Withholding Tax）がある。この制度は、サービス提供者すなわち請負者を対象とする制度であり、本事業の契約業者は、源泉徴収を行う立場で、課税対象ではない。

^{*3} 外国法人：事業所等の恒久的施設（事業を行う一定の場所）を有さない非居住の外国籍法人。

表 2-24 : 源泉徴収の税率

課税率	
●ライセンス料 ●委託手数料 ●娯楽 ●10,000 MWKを超える銀行利子 ●15,000 MWKを超える臨時労働者の雇用 ●サービス業	20%
●家賃	15%
●輸送・運送 ●(サービスに対する) 料金、手数料、謝礼	10%
●施工業・下請業	4%
●業者・施設に対する供与(食品、その他) ●タバコ販売	3%

出典：マラウイ税法 別表14

この源泉徴収された納税額は、請負者が登録・納税業者番号 (TPIN) を有する場合には、法人税としてみなされる。請負者は、MRA から発行される納税証明書 (コピー) をもとに確定申告を行う。請負者が年商 1,000 万 MWK 以下または TPIN を有さない場合には、源泉徴収税 (Withholding Tax) としてみなされる。なお、契約者が TPIN を有していない場合、請負者に対して源泉徴収分を含む請求額を全額支払い、請負者自らが MRA へ納税するケースもある。

2) 付加価値税 (Value Added Tax : VAT)

VAT は、物品やサービスの購入時に課せられる間接税であり、原則として価格の 16.5% が一律に課せられる。海外から物品を輸入する段階でも適用される。免税を受けるためには、事前に LWB が、VAT 免税申請レター、G/A、業者契約書のコピー、調達機材のマスターリストを準備し、同書類を MAIWD 次官から MRA に提出する必要がある。上記書類の承認後、承認済みレターと調達機材の詳細を記載したフォーム (ST14) を提出することで、ST14 への記載機材が事前免除方式で免税となる。承認済みレターに契約業者名が明記されている場合、契約業者が、MRA に対して直接 ST14 を申請・修正・追加することができる。なお、契約業者は、MRA の登録・納税業者番号 (Tax Payer Index Number : TPIN) が必要であるが、現地企業と第三国企業の登録条件等の区別はない。申請から承認まで、1 ヶ月程度を要する。VAT の免税は、他の無償資金協力案件でも実績があるため、免税措置に問題はないと判断する。

3) 関税 (Custom Duties)

関税率は、輸出入品によって異なる。免税を受けるためには、事前に LWB が、関税免税申請レター、G/A 及び業者契約書のコピー、マスターリストを準備し、MAIWD 次官が MRA に提出する必要がある。免税手続きには、承認済みレターと MRA 認可の通関業者が作成する輸入申告書 (Customs and Exercise Declaration Form 12) が必要であり、マラウイの保税地域 (モザンビーク国境またはリロングウェのドライポート) において、上記書類を提出することで、事前免除方式で免税となる。通関時には、プロジェクト実施機関の職員による立会い・署名が必要となる。機材の再輸出時は、事前に再輸出機材の詳細と承認済みレターを MRA に提出し、承認されることで免除される。申請から承認まで、1 ヶ月程度を要する。関税の免税は、他の無償資金協力案件でも実績があるため、免税措置に問題はないと判断する。

他方、現地庸人を雇用する場合や現地企業と契約を締結する場合には、個人所得税、付加給与税、発生する可能性があり、本事業においても課税対象となる。免除不可な税目の詳細は、以下のとおりである。

4) 個人所得税 (Pay As You Earn : PAYE)

個人所得税は、居住者・非居住者ともにマラウイ国内で稼得された収入に限り課税される。マラウイ国内源泉所得が発生しないため、本事業の受託業者（本邦業者）は課税対象外であるが、現地庸人を雇用する際は、課税対象となる。税率は表 2-25 に示すとおりであり、累進課税制度を適用している。

表 2-25 : 個人所得税の税率

税目	課税率
個人所得税	●所得が30,000 MWK以下 : 非課税
	●同30,000超～35,000 MWK以下 : 所得の15%
	●同35,000超～3,000,000MWK以下 : 所得の30%
	●同3,000,000 MWK超 : 所得の35%

出典：調査団調べ

本事業において、現地庸人を雇用する場合、雇用者（契約業者）は、個人所得課税分を毎月計算し、MRA に支払う必要がある。現地調査にて収集した情報から、雇用者にとって大きな問題はないと判断される。

5) 付加給与税 (Fringe Benefit Tax : FBT)

付加給与は、雇用主が従業員に対して賃金・給与以外に提供する経済的利益であり、マラウイでは主に車、学費、低金利の提供が付加給与と認知されている。雇用者は、四半期毎に付加給与税を計算し、MRA に支払う必要がある。各税率は、表 2-26 に示すとおりである。

表 2-26 : 付加給与税の税率

税目	課税率
付加給与税	●車両の提供 : 車両代金の15%
	●教育費の提供 : 学費の50%
	●低金利の提供 : 通常金利との差額

出典：調査団調べ

2-2-2 自然条件

(1) 気象

マラウイは、熱帯性サバンナ気候に属し、季節は雨季（11～3月）と乾季（4～10月）に区分される。山地等の一部の急峻地を除く、ほぼ全域で年間1,000mm程度の降雨量が見込まれる。平均気温は、4～9月で16～21℃、10～12月には23～24℃となるが、降雨が集中する1～3月は、日照時間が短くなるため22℃前後となる。

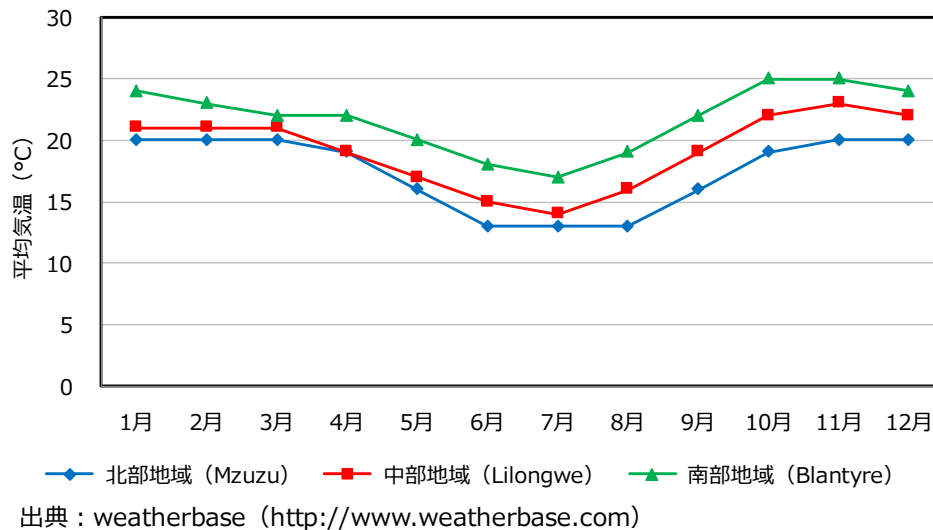


図 2-14 : マラウイの平均気温

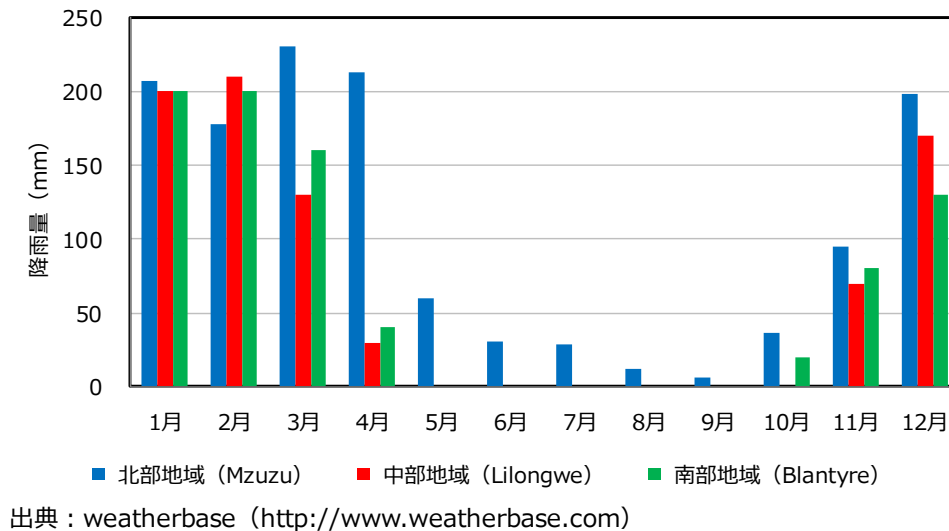


図 2-15 : マラウイの平均降雨量

(2) 地形

マラウイは、南緯 9°～17°、東経 33°～36°のアフリカ大陸南東部に位置し、国土は南北に細長く延び（855 km）、北部でタンザニア、西部でザンビア、南東部でモザンビークに接する内陸国である。国土面積は 118,000 km² であるが、そのうち 1/5 をマラウイ湖（23,000 km²）が占める。マラウイは、以下の 4 つの地形特性に区分できる。

◆ 地溝帯平地 (Rift Valley Plain)

マラウイ湖岸と南部地域のシレ川谷及びチルワ湖周辺の起伏が少なく、標高は 600 m 以下の地域。地溝帯の断層崖は、湖面 (海拔 474 m) から水深 500 m まで急落し、シレ川谷の両側に沿って南に延びている。

◆ 地溝帯斜面 (Rift Valley Escarpment)

地溝帯低地部と高原地帯とに挟まれた急斜面部で、南北方向の帯状に国土を縦断。標高は 500~1,100 m で開析が進行し、侵食作用により地表面に基盤岩が露出している。

◆ 高原地域 (Plateau Area)

標高 1,100~1,400 m で、ザンビアとの国境までの西部地域の大半と、モザンビーク国境までの南東部地域を占め、緩やかに起伏する平坦な準平原的な地形を示す。

◆ 山岳地帯 (Highland Area)

北部地域のニカ高原 (標高 2,600 m)、中部地域のビフィヤ山 (同 2,058 m) 及びデツザ山 (同 2,198 m)、南部地域のゾンバ山 (同 2,085 m) 及びマラウイ最高峰のムランジェ山 (同 3,000 m) 等の高原地帯に孤立し存在する。

度重なる造山運動による構造的変形と熱帯地域の条件下での長期的な風化作用によって形成された準平原 (Penplain) と島状丘 (Inselberg Hill) が、マラウイで特徴的な地形である。

(3) 地質

マラウイの国土の大部分は、先カンブリア紀~古生代初期のモザンビーク帯に属し、片麻岩で構成される変成岩類と、これらに貫入する同時代の花崗岩や斑れい岩等で構成される深成岩類が分布している。その他岩類の分布範囲は極めて少なく、北部及び南部地域の一部に見られるのみである。

モザンビーク帯は度重なる造山運動によって構造的な変形を受け、北西~南東方向に構造線が卓越し、南北及び東西方向がこれに続く。新生代に開始した断層運動によって、マラウイを縦断する地溝帯を形成し、地溝帯の周辺が破碎され、数多くの断層破碎帯や引っ張り割れ目群が形成された。

マラウイの広範囲を占めるモザンビーク帯には、古生代前期の変成岩 (P) と Mchinji グループと称する古生代後期の変成岩 (MI) 及び深成岩 (Md) が分布している。前期の変成岩 (P) はほぼ全域に分布し、石英長石質グラニュライト及び片麻岩 (Xgg)、角閃石雲母片麻岩 (Xh')、黒雲母片麻岩 (Xs)、珪岩 (Xq) 等で構成され、一部で黒鉛、ざくろ石、エジリン輝石等の鉱物も含まれる。

基盤岩の上部表層には、土砂状や軟岩状の脆弱な強風化帯が分布し、下部に亀裂が発達しやすい弱風化帯が続く。この風化帯は、残丘状の岩山が形成されている地域では殆ど存在しない。また、平坦な高原地帯であっても、表層堆積物の下に岩脈類が分布する地域では、風化帯が薄くなることもある。表層堆積物は、ブア川水系やリンチペ川水系沿いの低地や、DAMBO 沿いに分布する沖積層と、これらの低地より高い位置に分布する基盤岩の風化土壌に区分される。主に風化土壌は、軟岩状に固結した茶褐色のラテライトや粘性土となっている。また、Mchinji グループの地層が分布する地域では、灰黄色で石英粒子を多量に含む砂質土壌が分布する。沖積層や DAMBO 堆積物は、停滞水域特有の粒径の細かい灰色の地層が主となるが、河川の勾配が緩く流路の移動が激しいため、層相の変化により、砂質土や有機質土を含んでいる。

(4) 水理地質

高原地帯は、表層堆積物によって被覆され、全般に主に片麻岩による基盤岩の風化部（土砂状～亀裂発達）が分布されているため、良好な滞水層が形成されている。しかし、風化帯の厚さは地域によって異なり、一部では風化帯が殆ど存在しない地域もある。特に、貫入岩体の分布する地域では風化帯が薄く、地下水の賦存は殆ど期待できない。他方、風化岩層以外では、断層等の構造線に沿って分布する基盤岩中の破碎帯において、地下水の賦存が期待できる。しかし、地形的な特徴がなく、厚い表層堆積物で被覆されている地域では、その連続性を確認する必要がある。

この他、表層堆積物（沖積層、DAMBO 堆積物、風化残留土等）中の粗粒径の箇所（砂質土、礫質土等）も滞水層となり得る。しかしこの帯水層は、自由面地下水の形態を有するため、降雨量の多寡に左右されやすい。また滞水可能な地層厚が薄く、連続性に欠ける可能性が高いことから、賦存量に限界がある可能性が高い。

2-2-3 地下水賦存の可能性

(1) 概要

MAWID は 2014～2015 年に世界開発協会（International Development Association : IDA）の資金を基に、南アフリカ、英国、マラウイのコンサルタントに委託し、マラウイ全土における深層地下水開発の可能性を調査している。全国水理地質・水質図化調査^{*4} では 41 地点（北部 14 地点、中部 18 地点、南部 9 地点）、シレ川流域水理地質・水質図化調査^{*5} では 32 地点（中部 2 地点、南部 30 地点）において、物理探査（比抵抗法の垂直物理探査）を実施し、物理学的な観点から深部の地下地質構造を確認している。あわせて、前述の全国水理地質・水質図化調査^{*6} の 40 地点では、試験掘削調査（掘削深度：62～104 m）も実施している。

表 2-29：物理探査及び試験掘削の実施状況

	物理探査				試験掘削	
	全国		シレ川流域		全国	
	箇所	探査深度	箇所	探査深度	箇所	掘削深度
北部	14	150 m			14	62～102 m
中部	18	150 m	2	400 m	17	65～104 m
南部	9	150 m	30	400m	9	80～100 m
合計	41	150 m	32	400 m	40	62～104 m

(2) 調査結果の評価

1) マラウイにおける比抵抗区分

物理探査によって求められる比抵抗曲線（ ρ -a 曲線）は、①お椀型、②上昇型、③降下型、④山型の 4 パターンに分類される。また、探査結果に基づく水理地質的な地下構造は、第一層（ ρ_1 層）、第二層（ ρ_2 層）、第三層（ ρ_3 層）の 3 つの比抵抗層で構成されていると判断される。

^{*4} Consultancy Services for National Hydrogeological and Water Quality Mapping Final Geophysical Survey Report (March 2015)

^{*5} Hydrogeological and Water Quality Mapping Consultancy in Shire River Basin Draft Geophysical Survey Report (June 2017)

^{*6} Consultancy Services for National Hydrogeological and Water Quality Mapping Draft Exploratory Drilling Report (October 2015) and Annex V-Master BH Dataset.xls in Water Resources Investment Strategy Component 1- Water Resources Assessment Annex V-Groundwater (April 2011)

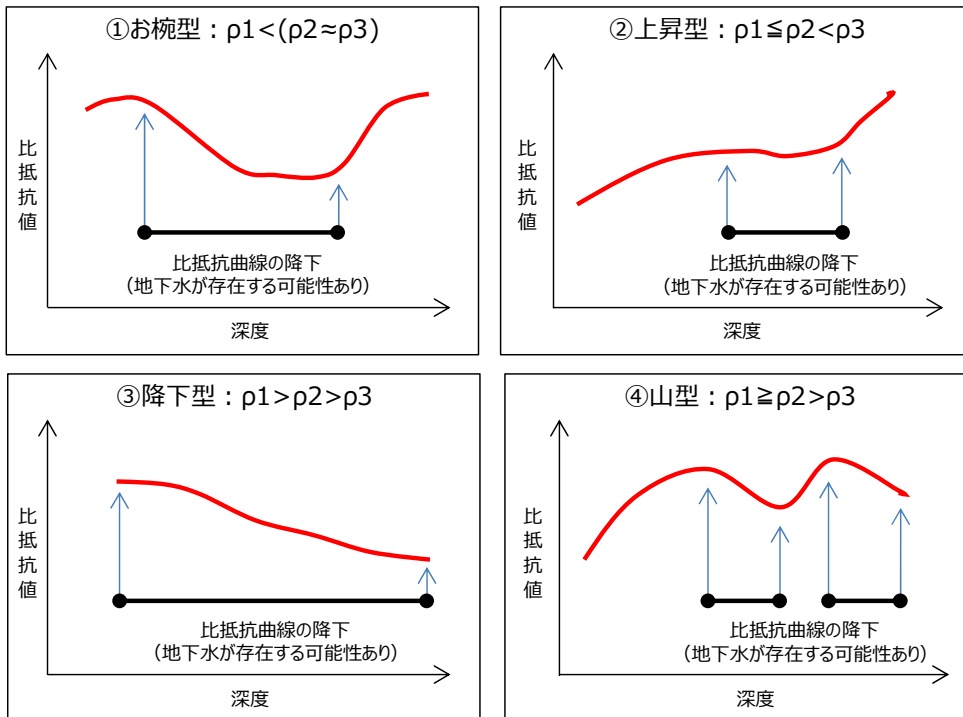


図 2-14 : 比抵抗曲線のパターン

一般的に、地下水（水源）は、比抵抗曲線が降下している箇所に存在する可能性が高い。

2) 地下水賦存評価

〔①お椀型〕

お椀型は、比抵抗曲線が地表面（ $\rho_1 \sim \rho_2$ 層）から降下し、安定期を経て ρ_2 層または ρ_3 層へ上昇するのが特徴である。

北部・中部地域

比抵抗曲線の降下が止まる深度、すなわち、水源が存在する可能性がある深度は、概ね 7～30 m（最深 50 m）である。比抵抗曲線の上昇部位（ ρ_2 または ρ_3 層）の見掛け比抵抗値（ ρ -a 曲線）は 30～6,000 Ohm*m を示している。見掛け比抵抗値と既存地質図から、上昇カーブ部位は硬岩質の岩相層（変成岩、深成岩等）と推定される。

南部地域

比抵抗曲線の降下が止まる深度、すなわち、水源が存在する可能性がある深度は、概ね 7～30 m（最深 50 m）である。比抵抗曲線の上昇部位（ ρ_3 層）の見掛け比抵抗値は、第三紀及び第四紀の堆積層が分布する場所では 4～130 Ohm*m、それ以外では 50～20,000 Ohm*m と幅があり、概ね 300～3,000 Ohm*m の範囲が多い。 ρ_1 から ρ_2 層において、比抵抗値が連続して 50 Ohm*m 以下を示す箇所には、塩分を含む地下水の可能性が推定される。見掛け比抵抗値と既存地質図から、上昇カーブ部位（ ρ_2 及び ρ_3 層）は、硬岩質の岩相層（変成岩、深成岩等）と推定される。 ρ_2 から ρ_3 層に向かう ρ -a 曲線の上昇カーブの比抵抗値（300～3,000 Ohm*m）において、ランダム変化（乱れ）が認められる箇所では、岩盤中の破碎帯や断層に支配された裂隙水（第二帯水層）の存在の可能性が推定される。

〔②上昇型〕

上昇型は、比抵抗曲線が地表面（ ρ_1 層）から上昇し、安定期（ ρ_2 層）を経て、更に ρ_3 層へ上昇するのが特徴である。

北部・中部地域

ρ_2 及び ρ_3 層の見掛け比抵抗値は、概ね50～5,000 Ohm*mを示す。この ρ_2 及び ρ_3 層は、「①お椀型」と同様に硬岩質の岩相層（変成岩、深成岩等）と推定される。 ρ_2 層から ρ_3 層に向かう ρ -a曲線の上昇カーブの比抵抗値（50～5,000 Ohm*m）において、ランダム変化（乱れ）が認められる箇所では、岩盤中の破砕帯や断層に支配された裂隙水（第二帯水層）の存在の可能性が推定される。

南部地域

ρ_2 層と ρ_3 層の見掛け比抵抗値は、概ね50～20,000 Ohm*mを示す。この ρ_2 及び ρ_3 層は「①お椀型」と同様に硬岩質の岩相層（変成岩、深成岩等）と推定される。第三層（ ρ_3 層）の比抵抗値（50～20,000 Ohm*m）において、1,000 Ohm*m以下の見掛け比抵抗値のランダム変化（乱れ）が認められる箇所では、岩盤中の破砕帯や断層に支配された裂隙水（第二帯水層）の存在の可能性が推定される。この形態の比抵抗区分帯では、塩分を含む地下水が存在する可能性は低い。また、この形態を示す地域では、深層地下水（100 m以深）の存在の可能性は低いと推定される。

〔③降下型〕

降下型は、地表から探査深度が深くなるに従って、比抵抗値曲線が連続して降下する、すなわち、降下部位は地下水賦存層の存在が連続して続く可能性が高いのが特徴である。

北部・中部地域

見掛け比抵抗値は、8～85 Ohm*mと極めて低い。80 m以深で認められる見掛け比抵抗値の低下や乱れは、岩盤中の破砕帯または断層等の存在の可能性が予想される。

南部地域

南部地域では、塩分を含む地下水が存在する可能性があり、特に ρ_2 層に集中していると推定される。塩分を含むと推定される帯水層の見掛け比抵抗値は、総じて5～30 Ohm*mと極めて低く、見掛け比抵抗曲線は ρ_1 ～ ρ_2 ～ ρ_3 層と連続して降下し、その比抵抗値は30 Ohm*m以下である。また、表層から深度400 mまで低比抵抗帯（30 Ohm*m以下）が連続する箇所もあるが、上部層（ ρ_1 または ρ_2 層）に賦存する塩分を含む地下水に影響を受けて、比抵抗値が低下している可能性もある。あるいは、基盤岩（ ρ_3 層）中の破砕帯や断層等に支配された裂隙水の賦存（第三帯水層）によって、低比抵抗値を示している可能性もある。

〔④山型〕

山型は、地表から深度が深くなるに従って、見掛け比抵抗値が上昇し、中間深度で安定した後、再び降下するのが特徴である。

北部・中部地域

見掛け比抵抗値は、100～1,000 Ohm*mと中間的な値を示す。第三層（ ρ_3 層）の降下カーブ部位の見掛け比抵抗値は、50～5,000 Ohm*mと幅が広く、深層部（概ね60 m以深）で比抵抗値の

ランダム変化（乱れ）が認められる箇所においては、岩盤中の破碎帯または断層等に支配された裂隙水の存在の可能性が予想される。

南部地域

ρ-a 曲線の降下部分（ρ3 層）の見掛け比抵抗値は、10～20 Ohm*m と極めて低い。第三層（ρ3 層）の降下カーブ部位でのランダム変化（乱れ）が認められる箇所では、岩盤中の破碎帯または断層に支配された裂隙水の存在の可能性が推定される。

3) 地形別地層の層厚

物理探査及び試掘調査の結果から、地下地層岩相層区分による平均層厚を想定掘削深度（100 m 及び 200 m）毎に表 2 30 及び表 2 31 のとおり想定した。

表 2-30：層厚想定（深度 100 m の場合）

単位：m

	第一層	第二層	第三層		深度計
	軟弱層	軟岩	中硬岩	硬岩	
平地（低地）	9.1	65.0	25.9	0.0	100.0
谷平地	11.6	67.0	21.4	0.0	100.0
傾斜地	8.0	45.5	46.5	0.0	100.0
台地	7.3	55.0	37.7	0.0	100.0
山間地	8.5	58.0	33.5	0.0	100.0

表 2-31：層厚想定（深度 200 m の場合）

単位：m

	第一層	第二層	第三層		深度計
	軟弱層	軟岩	中硬岩	硬岩	
平地（低地）	9.1	65.0	75.9	50.0	200.0
谷平地	11.6	67.0	46.4	75.0	200.0
傾斜地	8.0	45.5	96.5	50.0	200.0
台地	7.3	55.0	87.7	50.0	200.0
山間地	8.5	58.0	67.0	66.5	200.0

4) 水理地質構造の評価

北部・中部地域

物理探査の結果（ρ-a 曲線）、既存の井戸柱状図のスクリーン位置（地下水取水部位）、マラウイの地下地質の大半を占める基盤岩の構成（変成岩類及び深成岩類の硬岩層）、大地溝帯の分布（リフトバレーの南側延長線上に位置する）等を総合的に検討した結果、以下の水理地質構造が推定される。

- ◆ 大きく 3 つ（ρ1、ρ2、ρ3 層）の比抵抗層（水源が存在する可能性）に区分できる。
- ◆ ρ1 層は表層の軟弱層（風化層及び現世の堆積層）に相当する。更に、ρ1 層はマラウイ湖を起源とする厚い堆積層も反映しており、この地層の地下水の賦存形態は層状水（不圧または弱被圧地下水）と推定される。
- ◆ ρ2 層は岩盤層であるが、風化帯や破碎帯及び断層が卓越する層であり、裂隙水の賦存が推定される。
- ◆ ρ3 層は基盤岩帯で、地域によって岩層中に破碎帯や断層を有する箇所が存在し、裂隙水の賦存

が推定される。

- ◆ 既存井戸の取水層は 90 m 以浅であるため、 $\rho 2$ 層の裂隙水を取水していると推定される。
- ◆ $\rho 1$ 及び $\rho 2$ 層を対象とした既存井戸の揚水量は、3 L/秒以下が殆どである。なお、層状水を対象とした 6 地点では 10 L/秒、強風化帯の裂隙水を対象とした 6 地点では 5 L/秒の揚水量が確認されている。
- ◆ $\rho 1$ 及び $\rho 2$ 層に賦存する地下水（第一帯水層）は、弱被圧地下水または不圧地下水と推定され、揚水試験の結果から判断しても、有能な帯水層とは言い難い。

南部地域

南部地域では、深度 400 m の物理探査（32 地点）を実施しているが、既存井戸データ（井戸柱状図等）が皆無であり、物理探査の結果（比抵抗値）との比較検証が不可能である。しかし、北部・中部地域のデータ、物理探査の結果、マラウイの地下地質の大半を占める基盤岩の構成（変成岩類及び深成岩類の硬岩層）、リフトバレーの南側延長線上に位置する大地溝帯の分布等を総合的に検討した結果、以下のような水理地質構造が推定される。

- ◆ 大きく 3 つ（ $\rho 1$ 層、 $\rho 2$ 層、 $\rho 3$ 層）の比抵抗層に区分できる。
- ◆ $\rho 1$ 層は表層の軟岩層（風化層及び現世の堆積層）に相当する。
- ◆ マラウイ湖畔の低地やシレ川沿いの低地帯には、これらを起源とする厚い堆積層が分布しており、比抵抗区分では $\rho 1$ 層に相当する。この区分の $\rho 1$ 層には層状水が賦存（弱被圧あるいは被圧地下水）していることが推定される。
- ◆ $\rho 2$ 層は岩盤層であり、風化帯や破碎帯が卓越する層であるため、裂隙水の賦存が推定される。
- ◆ $\rho 3$ 層は基盤岩帯であり、地域によって岩体中に破碎帯や断層を有する箇所が存在するため、裂隙水の賦存が推定される。
- ◆ 「③降下型」の ρ -a 曲線において、150~400 m の見掛け比抵抗値が 5~30 Ohm*m と極めて低い箇所が存在する。これは上部層（ $\rho 1$ または $\rho 2$ 層）に賦存する塩分を含む地下水が、 $\rho 3$ 層の低比抵抗値（30 Ohm*m 以下）に影響を与えているものと推定される。
- ◆ この「③降下型」で認められる 150 m 以深の低比抵抗帯では、基盤岩中（ $\rho 3$ 層）の破碎帯または断層等に支配された裂隙水の賦存が推定される。

浅層帯水層

浅層帯水層は以下のとおり評価する。

- ◆ 物理探査実施の 41 地点で井戸掘削が 41 ヶ所、揚水試験が 40 ヶ所で実施されている。これらの既存井の揚水量は、殆どが 3 L/秒以下であるが、稀に 10 L/秒（層状水：6 地点）、5 L/秒（強風化帯の裂隙水：6 地点）が確認される。
- ◆ 揚水量が多い地点（10 L/秒）は、マラウイの中央を貫く山脈を中心に略東側の地溝帯に沿う低地帯（Rift Valley Plain：マラウイ湖及びシレ川起源の未固結堆積層が厚く分布する地点）及び地溝帯低地帯と高原地帯（Plateau Area）とに挟まれた急斜面部（地溝帯斜面：Rift Valley Escarpment）に一致する。したがって、これらの地点の地下水は層状水（弱被圧あるいは被圧地下水）と推定される。

- ◆ 揚水量が 5 L/秒の地点は、中央山脈地帯の西側に位置する高原地帯に広く分布する準平原（Penplain）や山麓（主に山地と高原部との接合部）付近に見られる。したがって、これらの地点は、被圧されたやや多めの裂隙水と推定される。
- ◆ 既存井 41 地点の地下水の初期水位は、最浅 4 m、最深 25 m である。また 41 地点のうち、初期水位の深度 10 m 未満が 21 地点、11～15 m が 10 地点、16～25 m が 7 地点、確認不可が 3 地点となっている。この結果から第一帯水層の初期水位は比較的浅いと言える。
- ◆ 既存井 40 地点の揚水試験の結果から、揚水量 10 L/秒の地点は初期水位が浅く、揚水試験時の水位低下も 10 m 未満（1 地点は 22 m）であり、非常に良い帯水層の条件を示している。また、5 L/秒の地点も初期水位は深度 6～21 m で比較的浅いが、揚水試験時の水位降下は 6～40 m と幅がある。これは、大半が水理地質構造に支配された裂隙水を取水していることを示唆している。

(3) 深層帯水層の開発の可能性

MAIWD 及び民間井戸業者は、これまで 100 m 以深の掘削実績がなく、かつ、掘削地点の地質サンプルや柱状図等のデータ所有が十分でないため、地下地質構造を定量的に評価する手掛かりが存在しない。したがって、現段階では 100 m 以深の物理探査の結果が存在しても、水理地質構造の検証は不可能であるが、物理探査の結果から深層帯水層の開発の可能性を検討した。

北部・中部地域

北部・中部地域では 8 地点（A 評価：4 地点、B 評価：4 地点）において、第二層（ p_2 層）の深部や第三層（ p_3 層）に裂隙水の賦存の可能性が推定される。これら地点では、深度 100～200 m における地下水開発の可能性が見込まれる。

南部地域

物理探査の結果から、マラウイ湖及びシレ川起源の堆積層が厚く分布する低地帯の地下水は、殆どが層状水（ p_1 層から p_2 層に連続）で占められる。また、低地帯以外の場所では、第二層（ p_2 層）、第三層（ p_3 層）に裂隙水（第二帯水層）の存在が推定される。南部地域のうち、10 地点（A 評価：6 地点、B 評価：4 点）において、第二帯水層の存在の可能性が推定される。この内訳は、A 評価（6 地点）は、層状水または破碎水が 1 地点、層状水が 3 地点、裂隙水 2 地点、B 評価（4 地点）は、層状水が 1 地点、層状水または裂隙水が 1 地点、裂隙水が 2 地点である。なお、南部地域では、塩分を含む浅層地下水が存在する可能性がある。したがって、深層地下水を開発する際には、浅層（塩分を含む地下水層）の遮水工法を検討する必要がある。

表 2-32 : 深層帯水層の評価

No.	地域	県	サイト	物理探査結果			評価	
				想定滞水層 (m)	比抵抗値 (Ohm*m)	地下水区分		
1	北部	Karonga	Kaporo	40~150	85	層状水/裂隙水	A	
2			Mulale	50~150	32~70	層状水/裂隙水	A	
3		Chitipa	Nthalire	40~70	110~1,000	裂隙水	B	
4		Rumphi	Mzokoto	40~150	80~140	裂隙水	B	
5	中部	Nkhotakota	Kamphambale	80~150≦	30~85	裂隙水	A	
6			Kasungu	Kapelua	40~120	30~3,000	裂隙水	B
7		Kasungu	Lisandwa	80~150≦	1,400	裂隙水	A	
8		Lilongwe	Nanthenje	50~150≦	230~3,000	裂隙水	B	
9	南部	Mangochi	Malindi	20~150≦	4~100	層状水/破碎水	A	
10			Chantulo*	60~150≦	5~7	層状水	A	
11		Zomba	Magomero	50~150≦	50~860	裂隙水	A	
12		Machinga	Nselema-Button	50~150≦	120~920	裂隙水	B	
13		Chikwawa		Ngabu	90~200	3~20	層状水/破碎水	B
14				Chambuluka	60~180	35~65	裂隙水	A
15				Mitondo*	80~250	10~30	層状水	A
16				Namalidi	100~200	4~20	層状水	B
17		Balaka		Namalomba*	100~300	5~10	層状水	A
18				Buke	40~230	400~2,000	裂隙水	B

* 浅層帯水層に塩水が存在する可能性あり

(4) 浅層帯水層の開発の可能性

物理探査の比抵抗曲線 (ρ-a 曲線) の結果と既存井戸の性状分析の結果を基に、浅層帯水層 (第一帯水層) の開発の可能性を検討した。その結果、一部地域の浅層帯水層は、更なる揚水量の確保、即ち、井戸1本当たりの揚水量の増加が可能と判断する。既存井戸仕上げ (口径4インチ) で揚水量が5L/秒以上見込まれるエリアでは、井戸口径を6~8インチに拡大し、大容量の水中ポンプを設置・運転することで、現状以上の揚水量を確保することに期待できる。同じ地下水盆内であれば、多くの小口径井戸で揚水量を稼ぐより、少数の大口径井戸で揚水量を確保する方が、井戸間の総合干渉による揚水量の低下を防ぎ、持続的な揚水量の確保と地下水保全に大いに役立つと考える。

北部・中部地域

物理探査及び揚水試験の結果から、第一帯水層から更なる揚水が見込めるエリアは、北部地域で5地点 (A評価:3地点、B評価:2地点)、中部地域で2地点 (A評価:2地点) と評価される。このうち、MAIWD が開発を優先している Market Center の所在地と合致している Kaporo 及び Nyungwe (共に北部地域 Karonga 県) は、いずれも A 評価である。したがって同エリアでは、現状の浅層帯水層を対象に、井戸径を拡大し大容量の水中ポンプを設置・運転することによる揚水量の増加に期待できる。

南部地域

第一帯水層から更なる揚水が見込めるエリアは、4地点 (A評価:3地点、B評価:1地点) と評価される。このうち、Market Center の所在地と合致している Malindi (Mangochi 県) は、A 評価である。したがって同エリアでは、現状の浅層帯水層を対象に、井戸径を拡大し大容量の水中ポンプを設置・運転することによる揚水量の増加に期待できる。

表 2-33 : 浅層帯水層の評価

No.	地域	県	サイト	井戸能力			評価	Market Center 所在地
				深度 (m)	揚水量 (L/秒)	水位低下量* (m)		
1	北部	Karonga	Kaporo	100	10.0	8.0	A	○
2			Mulale	64	10.0	10.0	A	
3			Nyungwe	100	10.0	10.0	A	○
4		Chitipa	Nthalire	102	5.0	36.0	B	
5		Rumphi	Chakoma	80	5.0	40.0	B	
6	中部	Nkhotakota	Liwaladzi	70	10.0	0.7	A	
7			Kamphambale	101	10.0	22.0	A	
8	南部	Mangochi	Chantulo	80	5.0	6.0	A	
9			Katema	95	2.5	0.8	B	
10			Malindi	80	10.0	12.5	A	○
11		Zomba	Magomero	100	5.0	18.0	A	

* 水位低下量 = 動水位 (DWL) - 静水位 (SWL)

2-2-4 環境社会配慮

2-2-4-1 環境影響評価

本事業は、環境や社会への望ましくない影響が最小限かあるいは殆どないと考えられる協力事業であり、「JICA 環境社会配慮ガイドライン」におけるカテゴリーCに位置付けられる。本事業で調達される機材は、LWB の倉庫で保管または施設内に設置される予定である。本事業の実施に際し、LWB 本部倉庫の増設、非常用発電機を設置するための基礎工事等が生じるが、いずれも環境保全区域ではない LWB の敷地内で実施されるものである。したがって、地域社会や自然環境に及ぼす大きな影響は想定されない。

2-2-4-2 用地取得・住民移転

本事業の実施において、用地取得及び住民移転は発生しない。

2-2-4-3 その他

その他の環境社会配慮における特筆事項はない。

2-3 その他（グローバルイシュー等）

2-3-1 気候変動の緩和策・適応策としての効果

マラウイは COP21 に先立ち、2015 年 10 月に国連気候変動枠組条約（UNFCCC）に約束草案（Intended Nationally Determined Contributions、以下「INDC」）を提出している。INDC では、水分野における気候変動対策として、多目的ダムの建設、統合的な水資源管理能力の構築、灌漑農業の促進、家庭・畜産用の上水道の整備等を適応策としており、2015～2040 年に実施予定である。本事業は、上水道整備における無収水率の低減を目的とした機材供与であり、INDC に言及された適応策（家庭・畜産用の上水道の整備）に合致している。

また、マラウイの上水道システムは、気候変動に関する国連枠組条約に基づく第二次国別報告書（2011 年）において、旱魃や河川流量の減少等の気候変動の影響に対して脆弱と評価されている。特に都市部では、河川を水源とする地域が多く、降雨量パターンの変化による河川流量の減少は、市民生活に大きく影響を及ぼすことが懸念される。

本事業によって、無収水率の低減が実現すれば、安定した生活用水の供給に寄与し、気候変動の適応策にも資すると考えられる。また、無収水（漏水）の低減は、送水用エネルギー消費量の抑制にも繋がるため、本事業の実施は、温室効果ガス削減への貢献にも期待される。

2-3-2 持続可能な開発目標（SDGs）への貢献度

本事業は、マラウイ都市部の無収水率の低減に資するものであり、持続可能な開発目標（SDGs）における「目標 6：すべての人々に水と衛生へのアクセスと持続可能な管理を確保する」と整合している。特に、「ターゲット 6.1：2030 年までに、すべての人々の、安全で安価な飲料水の普遍的かつ平等なアクセスを達成する」及び「ターゲット 6.4：2030 年までに、全セクターにおいて水の利用効率を大幅に改善し、淡水の持続可能な採取および供給を確保し水不足に対処するとともに、水不足に悩む人々の数を大幅に減少させる」に対して大いに貢献するものと考えられる。

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

3-1-1 プロジェクト目標

マラウイ政府は、都市部及び地方部における給水事情を改善すべく、MGDS II における重点分野のひとつに水資源開発を掲げている。リロングウェ市においては、LWB が 2020 年までに無収水率を 28% に削減すべく取り組んでいるが、その成果は限定的な状況にある。他方、地方部においては、MAIWD が被圧帯水層を対象とした地下水開発に取り組んでいるが、マラウイ国内には 100 m 以深に対応する機材が存在しない。

本事業は、リロングウェ市及び地方部を対象とした〔地下水開発〕及び〔無収水対策〕にかかる機材の整備を通じて、リロングウェ市の水利用効率の改善及び地方部の飲料水増加のための体制強化を図り、同地域の安定的な水供給に寄与することを目標とする。

3-1-2 プロジェクト概要

本事業は、MAIWD に対して深層地下水開発に対応する井戸掘削機や技術支援（ソフトコンポーネント）、LWB に対して水道管理設機材、漏水探知機材、運営・検査機材等の調達の妥当性を検討し、供与するものである。事業の実施により、MAIWD の深層掘削能力が向上し、LWB の無収水管理能力が向上し、マラウイの都市部及び地方部における給水状況が改善されることが期待できる。

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

本事業では〔地下水開発〕及び〔無収水対策〕機材の調達妥当性を検討する。妥当性があると判断された機材について、コスト縮減に留意し、マラウイ向けの機材調達案件として適正な規模、仕様を設定する。

(2) 自然条件に対する方針

マラウイでは、幹線道路を除き未舗装の箇所が多数存在する。未舗装道路は、降雨後の路面の泥濘化が懸念されるため、車両や掘削機の調達を検討する際には、総輪駆動または四輪駆動車を基本とする。但し、掘削機運搬用トラックは安全を重視し低床とするため、二輪駆動とする。

(3) 社会経済状況に対する方針

社会経済状況に対して配慮すべき事項はない。

(4) 調達事情に対する方針

機材選定においては、スペアパーツの供給体制を確認し、可能な限り維持管理が容易となる機種を選定する。また本事業は、一般無償資金協力によって実施されるため、機材は原則、現地もしくは本邦調達とする。なお漏水探知機材は、今後実施予定の JICA 技術協力でも調達される予定であ

る。したがって同機材は、JICA 技術協力で調達される機材との親和性も考慮して、仕様及び調達先を検討する。

(5) 運営・維持管理に対する方針

本事業における調達機材は、マラウイで適切かつ持続的に運営・維持管理される必要があるため、可能な限りシンプルな仕様とする。

(6) 機材のグレードの設定に対する方針

本事業における調達機材は、長期的に野外で運用されるため、十分な耐久性を備えたグレードの機材を選定する。

(7) 調達方法、工期に対する方針

本事業における調達機材は、無償資金協力の方針に従い、本邦調達業者を対象とした一般競争入札で調達されることを前提とする。工期は、機材の製作期間、輸送期間、諸手続きに要する期間、据付工事・調整試運転・初期操作指導に要する期間、検査・検収期間に要する期間を考慮して策定する。

3-2-2 基本計画（機材計画）

3-2-2-1 機材調達の妥当性

(1) 地下水開発

MAIWD は、マラウイビジョン 2020・2007 及び水セクター投資計画（Water Sector Investment Plan）を基に、2015 年 4 月にマラウイ地方給水投資計画を策定し、地方給水のアクセス率を 2020 年までに 90%に向上させることを目標に掲げている。〔地下水開発〕機材は、同目標に資するための水源開発及び井戸修繕を推進するための機材（深層・浅層掘削機及びサービスリグ等）とし、ミニッツ協議時に先方と合意した以下の 5 つのクライテリアに基づいて、本事業における調達の妥当性、有効性、持続可能性を検討した。

1) 政策、戦略、計画

深層掘削機の調達条件として、MAIWD の政策・戦略上、100 m 以深の地下水開発の優先順位が高いことが明確に位置付けられていること、同政策・戦略に基づいて対象村落、箇所数等の具体的な事業が整理された地下水開発計画が策定されていることを確認した。

確認の結果、現状の上位計画において、100 m 以深の地下水開発の優先順位が高い旨の記述はなく、また、深層地下水開発の対象地、想定深度等を含む具体的な開発計画は存在しないことが確認された。MAIWD は深層地下水開発の必要性は認識しているものの、マラウイ国内に深層に対応できる掘削機が存在せず、100 m 以深を掘削できないことから、深層地下水開発を上位計画及び開発計画に盛り込むことができない現状によるものである。ただし、周辺国（ザンビア、モザンビーク、タンザニア等）では、100 m 以深の地下水開発は行われており、計画立案あるいは深層地下水開発のために、周辺国から深層掘削機を調達することは可能である。したがって、マラウイにおいて 100 m 以深の地下水開発が推進されていない理由は、深層掘削機の不存在だけでなく、深層開発の需要や施工コスト等の理由も存在するものと推測される。

他方、浅層地下水開発に関して MAIWD は、マラウイ地方給水投資計画において、4 つのクライ

テリア（給水システムの現況、地下水賦存量、帯水層分布及び水質、パイプ給水施設の需要）を基に、社会基盤整備に重点を置く地方の商業拠点として74ヶ所のMarket Centerを選定し、レベル2給水施設（パイプ給水）の建設を計画している。同投資計画の中では、フェーズ1（2014～2020年）として、74ヶ所のうち、人口や給水施設状況を踏まえて、開発優先度が高いと評価された32ヶ所において、2017年及び2020年を目標とした計115本の浅井戸建設に言及されている。2013年にはAfDBがAusAid（現オーストラリア外務通産省、Department of Foreign Affairs and Trade（DFAT））との協調融資で7ヶ所（Nathenje、Kaisya、Nsalu、Nkando、Malosa、Ntaja、Nsanama）のMarket Centerにおける水源開発及び給水施設建設プロジェクト（National Water Development Program内のWater Supply and Sanitation Project）を実施したが、前述32ヶ所は対象外であった。

また、既存井戸の修繕に関し、同投資計画では、計5,593本の既存井戸について修繕・リハビリの必要性に言及しているものの、対象井戸や目標年次、優先順位等の具体的な記述はない。これは、この数値が、各県から報告された不稼働井戸の総計（7,462本）の75%程度（5,593本）が修繕対応可能という想定による試算であり、詳細な実態確認による具体的な計画ではないためである。また、修繕の優先地域についても、井戸の不稼働率が10%を超える21県を優先するとの言及に留まっている。政策上、井戸施設の維持管理・修繕は、原則、コミュニティレベルで対応し、大規模なリハビリはMAIWDが対応するよう整理されている。しかし、MAIWDによるリハビリは有償で実施されるため、実際には、コミュニティの近傍で活動し、より安価なNGO等にリハビリを依頼することも多い。

2) 帯水層

今回の調査では、試験掘削や物理探査は実施しないため、既存水理地質情報による帯水層の存在の確認によって、想定深度を含む地下水賦存能力を評価した。

2014年～2015年に実施された水理地質調査（物理探査）によると、一部地域では深度100～200mに帯水層が存在する可能性が確認された。しかし、同評価は、あくまで物理探査の結果による推定であり、マラウイ国内での100m以深における試験掘削及び揚水試験のデータによる照査はできなかった。

他方、同調査では深度100mまでの試験掘削及び揚水試験を実施しており、12地点において、5.0～10.0L/s以上の揚水量が確保でき、水位低下が22m以下に納まることが認められた。この結果は、当該地域の浅層帯水層の地下水賦存能力が高いことを意味し、井戸1本あたりの揚水量を増すことで、必要供給量に対する井戸本数を減らすことができる可能性があることを示唆している。井戸の減数は、施設の運転・維持管理を容易にし、運転コスト（受益者の水料金）の抑制にも寄与する。これを実現するためには、井戸を通常口径（内径4インチ）よりも大口径（同6～8インチ）で仕上げ、揚水能力が高い大外径の水中ポンプを設置する必要があるが、現状では大口径ビット（既存掘削機の現状能力を含む）はマラウイ国内に存在しない。

3) 機材の運転・維持管理体制

マラウイ国内には100m以深に対応する掘削機の運転・維持管理実績が無いため、調達した場合の技術、財務面、スペアパーツの供給網について確認した。

MAIWDは、100m以深の掘削経験はないが、年間34～108本の井戸を直営で掘削していることから、深層部における掘削ノウハウを習得することで、深層掘削への対応は可能と判断する。MAIWDの地下水開発にかかる予算は、全て井戸基金（Borehole Construction and Groundwater

Management Fund) に依存している。井戸基金とは、顧客から確保した井戸建設費から、その5%を財務省に納付し、残りの95%を適正に圧縮することで、顧客依頼の井戸建設のみならず、別の井戸建設、機材の修繕、スペアパーツの購入等にも予算を充当する仕組みである。MAIWD は、毎年一定額の井戸基金を確保し、そこから機材の維持管理費を捻出している実績から、財務上の問題はないと判断する。

また、マラウイでは掘削機の特殊スペアパーツの購入は不可能であるが、MAIWD は井戸基金を活用し、MAIWD 自身で日本、南アフリカ等の外国からスペアパーツを調達した実績があり、スペアパーツの供給についても問題はないと判断する。

4) 井戸の運転・維持管理体制

100 m 以深の井戸の場合、揚水量や揚程の関係から、ハンドポンプの揚水能力を超え、電動ポンプ等の追加設備による揚水が一般的である。これら設備が持続的に運転・維持管理されるための技術、財務、スペアパーツ供給網（ポンプ、井戸）、組織・制度、政策が十分に確立されていることが機材調達の前提となるため、同現状を検討した。

100 m 以深の井戸の維持管理体制について、政策上は明示されていないものの、給水人口及び維持管理にかかる費用・技術的難易度を考慮すると、基本的には Market Center におけるレベル2 給水施設（電動ポンプによる揚水）として整備されることが想定される。その場合、県水開発事務所の都市給水部の管轄下で、地域水公社（北部・中部・南部）が維持管理を担うことになる。また、Market Center における浅層地下水開発の場合も同様に、県水開発事務所の都市給水部の管轄下で、地域水公社が維持管理を担う。地域水公社は、複数の Market Center において、浅層地下水によるレベル2 給水施設の運転、独立採算による維持管理を実施中であり、実績を十分に有する。

また、コミュニティ（地方小都市）で運転されている給水施設のうち 42 ヶ所は、浅層地下水によるレベル2 給水施設であり、県水開発事務所のパイプ給水部の管轄下で、水利用者組合（WUA）によって運転・維持管理されている。しかし、深層地下水を対象とした電動ポンプによる給水施設は、ハンドポンプに比べてポンプの運転・修繕の難度が高いこと、貯水池、配水管、公共水栓等の管理・修繕対象となる付帯設備が多くなること、安定かつ持続的な電力確保が必要であること等から、コミュニティレベルでレベル2 給水施設の運転実績が少ないことは、運転・維持管理上の懸念点である。

一方、レベル1 給水施設（ハンドポンプによる揚水）の場合は、コミュニティに結成される村落衛生・水管理委員会（VHWC）及び水管理委員会（WPC）によって維持管理される。ただしコミュニティで対処できない故障が発生した場合、民間の給水施設修理業者（エリアメカニック）が有料で修繕サービスを提供している。この体制において、MAIWD 給水局の指導・監督の下、コーディネーターや水管理普及員が維持管理にかかる技術指導をしている。なお、比較的大規模なりハビリについては、VHWC や WPC ではなく、MAIWD や NGO がその役割を担うことになっているが、前述のとおり、コミュニティの近傍で活動する NGO が担うケースが多い。

5) 民間企業を含めた掘削能力

無償資金協力の対象は、緊急的な必要性が認められることが前提となるため、民間企業も含めたマラウイ国内での掘削能力を確認した。

MAIWD の掘削能力は、機材の経年による能力低下から、現状では深度 60～80 m 程度が限度と判断される。また、マラウイ国内には 20 社程度の民間掘削業者が存在するものの、100 m 以深の掘

削能力を有する業者はない。つまり、MAIWD 及びマラウイ国内の民間業者は 100 m 以深の掘削能力は有していない。なお、MAIWD 及び民間掘削業者が有している掘削機のビットの口径は最大でも 4 インチとなっており、マラウイ国内で 4 インチを超える口径のビットは存在しない。

上記のとおり、現状では、MAIWD と民間掘削業者の掘削能力に大きな差はないため、井戸仕様（深度、口径等）による所掌区分は存在しない。

マラウイにおける井戸掘削の発注方法であるが、MAIWD も民間業者も参加する一般競争入札によって委託先を選定することが多い。MAIWD に発注する場合には、費用を井戸基金に前払いする必要があり、民間業者に発注する場合には、マラウイの商慣習上、全額成功報酬（水が出なければ報酬が支払われない）となっている。このため、井戸掘削の目的、難度（成功率）、予算源や予算額等を踏まえ、一般競争入札とするのか、MAIWD への発注とするのかを決められるケースが多い。したがって、浅層地下水開発における競争入札での MAIWD の優位性はない。

以上の考察に基づく評価結果は、表 3-1 に示すとおりである。

表 3-1：想定調達機材の評価結果

	掘削機（深層、大口径）	掘削機（浅層、大口径）	サービスリグ
① 政策・戦略・計画	× 深層開発の意向はあるが 100 m以浅の開発計画のみ	△ Market Centerでの浅層 開発計画あり。しかし大口径掘削 の確実性があるのは3ヶ所のみ	△ 村落での井戸修繕の主体は コミュニティ、Market Centerでは 水公社（MAIWDはリハビリ）
② 帯水層	△ 一部地域で深層開発の可能性 あり。しかし、深層の掘削実績が ないため、実証することは不可	○ 賦存能力が高い浅層帯水層が 認められる	
③ 機材の運転・維持 管理体制	○ 機器操作を習得済み。外国から スペアパーツの調達実績あり	○ 同左	○ 同左
④ 井戸の運転・維持 管理体制	△ コミュニティレベルでの深層井戸の 運転・維持管理経験が不十分。 Market Centerでは経験豊富。	○ 浅層井戸の運転・維持管理 経験は豊富	△ 村落での維持管理の主体は コミュニティ、Market Centerでは 水公社（MAIWDは支援）
⑤ 民間企業を含めた 掘削能力	○ MAIWD、民間企業ともに 100 m以深の掘削能力なし	○ MAIWD、民間企業ともに 8インチの掘削能力なし	△ 既存重機でも修繕・リハビリ可能
総合評価	優先度低	優先度中	優先度低

深層掘削機

MAIWD はマラウイ地方給水投資計画において、32ヶ所の Market Center で深度 40～55 m の井戸を 1～7 本建設することを計画しているものの、同計画には深層地下水開発にかかる具体的な言及はなく、現在は同計画を基に、当該地域で深層を開発するための計画策定の途上にある。また、前述のとおり、その他の上位計画、開発計画においても深層地下水開発についての言及はない。

加えて、物理探査の結果からは、一部地域では深度 100～200 m に帯水層の存在の可能性が認められるが、現状では深層掘削実績（100 m 以深の地下地質データ）が存在しないため、同物理探査の解析結果の正しさを実証する術はない。

したがって、深層掘削機（大口径）の活用においてベースとなる計画が存在せず、仮に深層掘削機（大口径）を調達しても十分に活用されるか懸念が残ることから、現段階では残念ながら時期尚早と判断せざるを得ない。

浅層掘削機

前述のとおり、MAIWD はマラウイ地方給水投資計画において、32ヶ所の Market Center での深度 40～55 m の井戸を 1～7 本建設することを計画しており、浅層地下水開発については計画が存在している。また、前述の MAIWD が実施した水理地質調査では、全国 41 地点で揚水試験を実施しているが、うち 3 地点が Market Center の所在地と合致しており、揚水試験結果の評価から、同 3 地点では浅層帯水層の地下水賦存能力（水中ポンプの使用に耐え得る水位低下）が認められる。

浅層掘削機（大口徑）の調達により、複数の井戸建設を計画している Market Center において井戸を拡孔し、大型水中ポンプを使用することが可能になれば、運転・維持管理性の向上、運転コスト（電気料金）の抑制へ寄与することが期待される。

加えて、MAIWD 保有掘削機 4 台（稼働 3 台、修繕中 1 台）のうち、3 台が耐用年数（日本においては一般的に 5 年とされる*7）を越えており、機材更新の意味でも調達の意義はある。

しかし、現状ではマラウイ地方給水投資計画で言及されている 32ヶ所の Market Center のうち、既存水理地質情報に基づく限りでは、浅層・大口徑による開発可能性が認められるのは 3ヶ所のみと限定的であり、その他場所での具体的な活用用途を担保することができないため、機材調達の費用対効果は高いとは言えず、現段階では調達を見送りと判断する。

サービスリグ

給水施設の維持管理体制において井戸修繕は、地方部ではコミュニティ、Market Center では地域水公社が担っており、MAIWD の所掌はあくまでも大規模なリハビリであることから、サービスリグが確実に、かつ定期的に活用されることが担保できないものと判断し、現段階では調達を見送りと判断する。なお、井戸修繕は、MAIWD や民間企業が保有している既存掘削機を活用することでも対応可能である。

結論

上記のとおり、地下水開発機材（深層・浅層掘削機及びサービスリグ）の調達の妥当性について検討したものの、現状では、現地調査開始時に合意したクライテリアに合致しないと判断せざるを得ず、本事業において〔地下水開発〕機材は調達対象外とする。

しかし、MAIWD による地下水開発計画、特に深層または浅層・大口徑による開発計画が具体化されれば、マラウイにおける新たな水源開発の可能性が拡がると考えられる。

(2) 無収水対策

リロングウェ市の上水道を管轄する LWB は、カムズダムを上流に持つリロングウェ川の限られた水源を最大限に有効活用することを MGDS II に資する喫緊の課題としている。LWB は、既存水源を最大限に活用するため、戦略計画（LWB Strategic Plan 2015-2020）を策定し、2020 年を目標に以下の 4 つの戦略的課題（Strategic Issue）を掲げている。

- ◆ 適切かつ信頼性のある給水サービスの提供
- ◆ 顧客ニーズへの対応
- ◆ インフラ整備のための財政能力の強化
- ◆ 組織能力の開発

*7 耐用年数：さく井・改修工事標準掛資料 平成 20 年度版（社団法人全国さく井協会）

また現地調査において、LWB との協議のもとで、同戦略課題を踏襲して策定した「リロングウェ市の簡易水道計画」では、水道事情を改善するための施策（案）として、①水源開発、②配管拡張・リハビリ、③財政能力強化、④無収水対策が抽出された。

表 3-2：戦略的課題と改善施策（案）との関連性

水道事情の 改善施策（案）	4つの戦略的課題			
	適切かつ信頼性のある 給水サービスの提供	顧客ニーズへの 対応	インフラ整備のための 財政能力の強化	組織能力の開発
① 水源開発	○	○	○	
② 配管拡張・リハビリ	○	○	○	
③ 財政能力強化	○	○	○	
④ 無収水対策	○	○	○	○

リロングウェ市の水道事情を改善するために必要な施策及び具体的な取組みの進捗状況は、表 3-3 のとおり整理される。

表 3-3：施策への取組み状況

施策（案）	施策への具体的な取組み	実施主体
① 水源開発	貯水池（ダム）のリハビリ・嵩上げ	EIB
	浄水場の新設	世界銀行
② 配管拡張・リハビリ	送水本管の拡張・リハビリ	EIB・世界銀行
③ 財政能力強化	安定した水料金徴収（プリペイド式メータの導入）	LWB
④ 無収水対策	DMA構築による水理分離	LWB・Vitens社
	ケアテーカーの育成	Vitens社
	作業品質の向上	LWB
	対策用機材の整備	なし

① 水源開発

水源量の拡張は、リロングウェ市内への給水量の増加に繋がり、水道事業の改善及び無収水削減に大きく寄与する。LWB は、「カムズダム I の嵩上げと II の改修」及び「浄水場（Treatment Works III）の整備」をインフラ投資計画における中期目標に掲げている。カムズダムは、I の堤体を約 5 m 嵩上げすることによる増量（4.5→19.6 Mm³）、II のリハビリによる増量（19.8 Mm³）を見込んでおり、いずれも EIB の支援で実施される。

このように LWB は、水源開発にかかる具体的な取組みを他ドナーの支援によって推進中である。

② 配管拡張・リハビリ

GIS データによると、リロングウェ市全域の送・配水管は、総延長 1,750 km であるが、施工不良、老朽化、停電時の送水停止により生じる水撃圧（ウォーターハンマー）によって管が破損し、漏水や断水が頻発している。特に、送・配水管全体の 26.5%（466 km）を老朽化したアスベスト管が占めており、管の耐性不足の一因となっている。

LWB は、アスベスト管の更新を配管リハビリの最優先としている。現在、EIB の支援の下で、既設アスベスト管の 18.8 km を 2023 年の水需要予測に基づき、口径の大きいダクタイル鋳鉄管に入れ替えるリハビリ事業に着手している。また、世界銀行の支援による 41 km のアスベスト管の改修も計画している。これら事業によって、総計 59.6 km の既設アスベスト管が更新されるが、それでも 406 km の既設管は手付かずの状況にある。これら既設管は、世界銀行が主体になって推進されることを現地調査時に確認しており、2018 年には世界銀行が備上するコンサルタントによって、管路延

長や管径を設計するための詳細調査が実施される予定である。

表 3-4：既設アスベスト管の改修計画

単位：km

地域	既設管	改修計画			未着手管
		EIB	世界銀行*	小計	
北部	160.3	8.3	13.1	21.4	138.9
中部	154.2	3.0	12.9	15.9	138.4
南部	151.6	7.6	14.9	22.5	129.1
合計	466.1	18.8	40.8	59.6	406.4

*詳細設計前の計画値

出典：LWB資料

また、LWB は無収水削減戦略に基づき、管の漏水と破裂による物理的損失を軽減するため、管補修体制の整備している。LWB 本部には 1,000 本程（総延長 6 km）の PVC 管、6,000 個の流速式水道メータが常備され、LWB 倉庫課によって使用状況が管理され、都度補充されている。2017/18 年度は、管補修対策として 150 万米ドルを計上し、管材を調達・備蓄し、緊急・応急補修に対応できる体制を整えている。

このように LWB は、配管拡張・リハビリにかかる具体的な取組みを他ドナーの支援及び自助努力によって推進中である。

③財政能力強化

LWB は財政能力を強化するため、水料金徴収の安定化に取り組んでおり、その施策として、2020 年までに、23,500 個のプリペイド式水道メータを導入することを計画している。第一フェーズは、独自予算で 5,000 個（大口利用者：1,250 個、一般顧客：3,750 個）の調達が進行中（現在入札段階）であり、第二フェーズは EIB の支援の下で、18,500 個（商業・法人顧客：3,500 個、一般顧客：15,000 個）を調達する予定である。

このように LWB は、財政能力強化にかかる具体的な取組みを他ドナーの支援及び自助努力によって推進中である。

④無収水対策

無収水対策では、無収水量を正確に把握することが重要であるが、リロングウェ市は LWB 及び VEI 社によって、全給水区域が 106 に水理分離（DMA 化）されている。また、LWB ネットワーク課と GIS 課は、既設管やバルブ等の情報を適宜更新（GIS データ化）し、管網解析モデル（EPANET 2）によって、既存施設の状況及び水圧・流量情報を把握できる体制を構築している。

人材育成も無収水対策において重要であるが、北部地域では、VEI 社によるケアテーカーの育成を目的とした技術協力プロジェクトが実施されている。他方 JICA は、南部地域において、無収水対策にかかる計画策定能力及び管布設・修繕、検針、漏水探知、顧客対応・広報等の技術の向上を目的とした JICA 技術協力を実施予定である。

また LWB は、作業品質の向上を無収水対策の柱のひとつと捉え、ISO 9001 の取得による品質管理の向上、顧客対応システムの構築による顧客満足度の向上にも取り組んでいる。

このように LWB は、無収水対策に積極的に取り組み、他ドナーが活動を支援している状況にも拘わらず、無収水率の削減効果は限定的である。これは、前述のとおり、LWB が所有する水道管理設、漏水探知、運営・検査のための機材、所謂〔無収水対策〕機材の数量・グレードが不足してい

ることに起因する。機材が整備されていないが故に、日々応急的な対処（交換・修繕・点検）に留まっていることも、効果が発現しにくい要因のひとつである。

以上から、本事業では〔無収水対策〕機材の調達が妥当と判断した。LWBからは、2017年7月20日付の討議議事録において、水道管理設機材、漏水探知機材、運営・検査機材、浚渫機材の調達が要望されたが、各コンポーネントの調達の妥当性、有効性、持続可能性について以下の項目に基づき検討した。

- ◆ 本調査で策定したリロングウェ市の簡易水道計画において整備優先度が高いと整理された機材
- ◆ 技術協力の効果発現に寄与する機材
- ◆ 供与後、速やかに使用される見込みがある機材
- ◆ その使用につき、ステークホルダーの合意が得られ、無収水管理上、負の影響がない機材
- ◆ 他ドナーが実施中・予定の協力事業の内容及び工程の影響を受けない機材

各機材コンポーネントの検討・評価結果は、以下のとおりである。

◆ 水道管理設機材

管の接合不良（施工不良）と老朽化は、漏水の最も大きな原因であり、適切な管接合や補修が急務である。同機材の調達・活用が、無収水削減に大きく寄与する。

◆ 漏水探知機材

地中部での漏水（不可視漏水）は、目視による発見は難しく、長期間に亘って漏水が放置されることが多い。同機材の調達・活用が、地中部漏水の発見・削減に大きく寄与する。

◆ 運営・検査機材

水道施設（特に管路）の事故（破損・盗水）を削減するためには、戦略計画にも挙げられているように、日常的な巡回・検査及び顧客とのコミュニケーションが重要である。しかし、LWBが管理する市内配管網の総延長は約1,750 kmにも及び、LWB職員は日々の管補修や拡張工事に多くの時間を費やされていることから、諸処の作業情報の整理・分析・対策案の策定までに至っていない。したがって、施設管理の効率化し管理品質を向上させることは、無収水率削減に大きく寄与する。

◆ 浚渫機材（優先度低）

MGDS IIにも掲げられている水源（リロングウェ川）の有効活用のため、浄水場の取水口付近を浚渫し、取水量を増加させるための機材である。取水量が増えれば有収水量が増加することになり、無収水対策の効果は認められるが、同機材は〔水源開発〕機材である。加えて、浚渫作業は、年間1～2回程度の頻度で実施するものであり、LWB保有の重機（バックホウ）でも作業は可能である。したがって、〔無収水対策〕機材として浚渫機材の調達優先度は低いと評価する。

また、現地調査及びLWBとの協議の結果、非常発電機材も追加で要望されたため、その調達の妥当性、有効性、持続可能性についても検討した。

◆ 非常発電機材

停電時の送水停止により配水管内の圧力差が大きく変化し、水撃圧（ウォーターハンマー）

が生ずることで、老朽化した配水管が破損し、漏水による無収水が増加する可能性がある。また、停電による断水中、漏水が発生している負圧配管では、外部から汚染水が流入するため、汚染水除去や管内洗浄によって無収水が増加する。現地調査期間中においても、破損した配水管から配水管網へ汚染水が流入し、大きな社会問題となっていた。したがって、停電時でも連続的な運転を確保することは配管網の保護に有効であり、非常用電源を主要送水施設に整備することは、無収水削減に大きく寄与する。

これら水道管理設機材、漏水探知機材、運営・検査機材、浚渫機材、非常発電機材について、①簡易水道計画における優先度、②JICA 技術協力の効果発現への寄与、③供与後の即効性、④供与による負の影響の有無、⑤他ドナー事業への影響の有無の観点から、表 3-5 に示すとおり評価した。

表 3-5：〔無収水対策〕機材のコンポーネント評価

調達の妥当性、有効性、 持続可能性にかかる検討項目	〔無収水対策〕機材のコンポーネント				
	水道管理設	漏水探知	運営・検査	浚渫	非常発電
「リロングウェ市簡易水道計画」において優先度が高い機材	○	○	○	×	○
JICA技術協力の効果発現に寄与する機材	○	○	○	○	○
供与後、速やかに使用される機材	○	○	○	×	○
無収水管理上、負の影響がない機材	○	○	○	○	○
他ドナーが実施中・予定の協力事業の影響を受けない機材	○	○	○	○	○

以上の検討結果から、本事業では、水道管理設、漏水探知、運営・検査及び非常発電の機材コンポーネントの調達を検討する。これら機材の活用目的は、表 3-6 に示すとおりである。

表 3-6：想定される〔無収水対策〕機材の活用目的

想定される無収水の原因	機材コンポーネント	対策（機材調達の目的）
管接合の施工不良	水道管理設機材	施工性の向上
管の老朽化		老朽管の交換
漏水個所の不可視	漏水探知機材	漏水個所の可視化
水道メータの検針ミス	運営・検査機材	検針誤差の是正
停電時の送水停止による管の破損	非常発電機材	配管網の保護

各機材コンポーネントは、表 3-7 に示す機材構成を想定し、それぞれの機材について調達の妥当性を検討した。

表 3-7：〔無収水対策〕機材の構成（検討・絞り込み前）

コンポーネント	No.	品目	使用目的
水道管理設機材	101	穿孔機	配水管の穿孔
	102	サドル付分水栓	新設管の接続
	103	ネジ接合器	鋼管接合部のネジ切り
	104	管接合器	ポリエチレン管の接合
	105	パイプカッター	配水管の切断
	106	吊り具	資機材の昇降
	107	小型発電機	現場での電力供給
	108	電気溶接機	鋼管等の溶接
	109	工具類	工事作業
	110	埋戻し転圧機	埋戻し時の転圧・締固め
	111	小型掘削機	現場掘削
	112	クレーン付トラック	資機材の運搬
	113	エンジンポンプ	現場排水
	114	投光器	夜間作業時の点灯
	115	管補修クランプ・継手	管の補修及び老朽管の入替
	116	中型タイヤ式掘削機	現場掘削
	117	管路水圧試験機	管路水圧試験
	118	小型推進機械	地下推進掘削
	119	掘削機運搬用トラック	小型掘削機の運搬
漏水探知機材	201	漏水探知器	漏水探知
	202	携帯型超音波流量計	流量測定
	203	データロガー付圧力計	水圧測定
	204	音聴棒	音聴調査
	205	管路探知器	管路探査
	206	携帯型GPS	現場位置情報の取得
	207	減圧弁	配水網の減圧
運営・検査機材	301	携帯型水道メータ検査器	水道メータの精度検査
	302	水栓用水圧計	水栓の水圧測定
	303	ピックアップトラック	人員・資機材の移動
	304	モーターバイク	現場移動
	305	サービストラック	工具類の現場移動
	306	プレハブ事務所	無収水対策の活動拠点
非常用発電機材	501	非常用発電機	停電時の電力供給

3-2-3 機材計画

(1) 機材調達先

LWB 各地域事務所（北部・中部・南部）には、ケアテーカーをリーダーとした配管工、配管補助員、普通作業員で構成される作業班が構成され、日々の無収水対策作業（管敷設、維持管理等）を担っている。本事業の調達機材は、これら作業班及び地域事務所を対象とする。

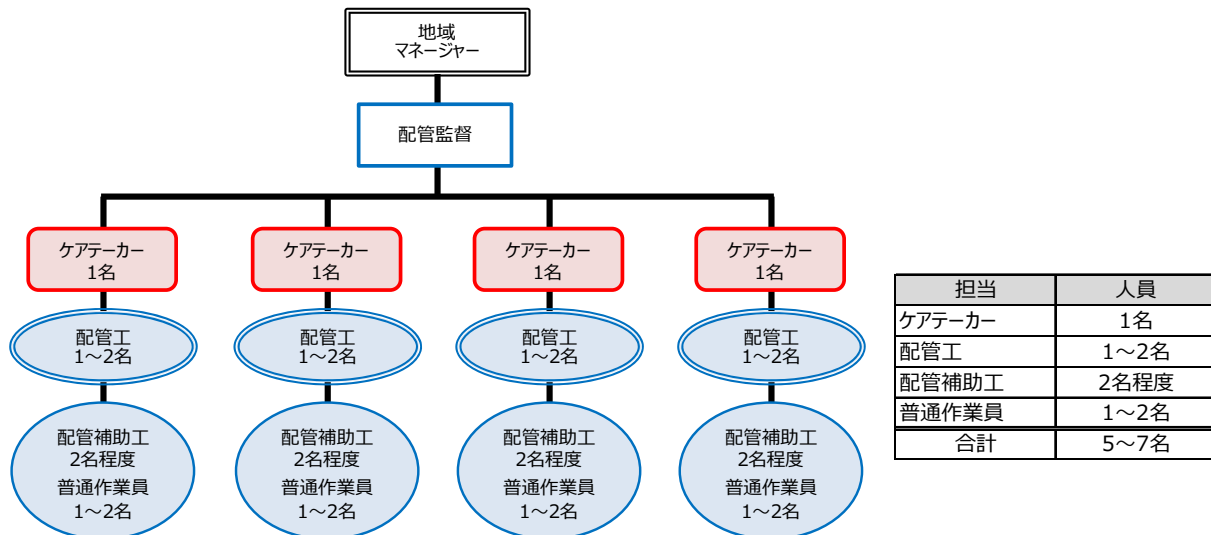


図 3-1：作業班の人員構成

現在は、ネットワーク課が、リロングウェ市内の全配管網の流量測定、管路位置情報を取得し、その情報を GIS 課がデータベース化している。2017 年末には、LWB 本部内に財務、技術、管理監督者で構成される無収水対策課が設立され、各地域事務所の無収水対策のデータ管理、方針策定等を行う予定である。将来的に、調達機材の活用により得られる作業実績や各種データは、将来的に同課が積極的に取り扱うことになる。

(2) 機材計画

本事業では、〔無収水対策〕に効果的と思われる水道管理設機材、漏水探知機材、運営・検査機材及び非常発電機材について、その調達の妥当性、機材構成・数量を検討した。なお、本調査の開始前に想定されていた流量計及びプリペイド式水道メータについては、以下の理由により対象から除外した。

◆ 流量計

流量計は、リロングウェ市内において設定された配水管網区域（DMA）の流入箇所に設置し、DMA 毎の水消費量を把握するために活用するものである。この区域分離（DMA 化）は、LWB によって 2017 年 8 月時点で 106 箇所が DMA 化され、流量計もほぼ設置済みであることから、本事業の対象から除外した。

◆ プリペイド式水道メータ

プリペイド式水道メータは、水道料金の未払い防止やメータ検針員の作業軽減のため設置するもので、最初に政府機関や大口水利用者から設置を開始し、順次各戸へ展開する計画としている。LWB は、2017/18 年度に 270 万米ドルの予算を計上し、2017 年 8 月に 5,000 個（大口利用者：1,250 個、一般顧客：3,750 個）の調達・据付事業に着手済みであることから、本事業の対象から除外した。

各作業項目（水道管理設工・漏水管理・管理検査）における機材用途による使用頻度から、「各作業班の占有機材」と「共有機材」に分けて、機材配置・数量を検討した。しかし、今後、JICA 技術協力で調達が想定されている機材については、本事業では数量を計上していない。

各機材の選定経緯や調達数量等は、以下のとおりである。

1) 水道管理設機材

101 穿孔機 (11 台)

機材概要 : 配管を穿孔するための機材。

使用目的 : 配水管から給水管を分岐させるため、配水管を穿孔するもの。

選定経緯 : 北部地域事務所は、他ドナーからのサンプル供与として穿孔機を 1 台保有しているが、ドリルビットが摩耗し穿孔能力が低下しているため。また、他の地域事務所は削孔器を保有していないため。

効果 : リロングウェ市内に 80,000 ヶ所以上の水道メータが設置されているが、専用工具を使わずに穿孔（熱した鉄筋による開孔）しているため、接続箇所への漏水が後を絶たない。また、新規給水管の接続数も増加している。全ての作業班（配管工）が穿孔機を適切に使用することで、確実かつ効率的な給水管の分岐作業が実現する。

持続性 : 作業班（配管工）の携行工具となるため、持続的な機材使用が見込まれる。

妥当性 : 無収水対策（管布設・補修）に直接的に寄与するため、調達の妥当性は高い。

数量 : 各地域事務所の作業班に各 1 台の調達を計画する。しかし、南部地域事務所には、JICA 技術協力を通じて穿孔機が 1 台供与されるため、その分減数する。

1 台/班×4 班/地域事務所×2 地域事務所（北部・中部）＝計 8 台

1 台/班×4 班/地域事務所×1 地域事務所（南部）－1 台（JICA 技術協力）＝計 3 台

102 サドル付分水栓（対象から除外）

機材概要 : 配水管から給水管を分岐させるための管材。

使用目的 : 配水管から分岐する際に、給水管の接続を容易にするもの。

選定経緯 : LWB は、既に新規使用や補修用として約 6,000 個の分水栓を自主調達している。したがって、サドル式分水栓は調達対象から除外した。

103 ネジ接合機材 (12 台)

機材概要 : 亜鉛メッキ鋼管のネジを切るための機材。

使用目的 : 配管材である亜鉛メッキ鋼管の接続部のネジを切るもの。2 インチまでの給水管に対応できるネジ切りダイズを手動ラチェットに装着し、ネジを切る。給水管の保持のため、三脚付きの固定具とのセットで使用する。

選定経緯 : 地域事務所が保有しているネジ接合機材は、ネジ切り部（ダイズ）が摩耗しており、規定のネジ山が切れない状態にあるため。また、口径に応じた部品が破損・欠損していることから、管接合の品質が保てない状態にあるため。

効果 : 全ての作業班（配管工）がネジ接合機材を適切に使用することで、確実かつ効率的な配管作業が実現する。

持続性 : 作業班（配管工）の携行工具となるため、持続的な機材使用が見込まれる。

妥当性 : 無収水対策（管布設・補修）に直接的に寄与するため、調達の妥当性は高い。

数量 : 各地域事務所の作業班に各 1 台の調達を計画する。

1 台/班×4 班/地域事務所×3 地域事務所（北部・中部・南部）＝計 12 台

104 管接合機材（対象から除外）

機材概要 : 高密度ポリエチレン管（HDPE）を熱溶着するための機材。

使用目的 : 近年、アフリカ諸国でも急速に普及している高密度ポリエチレン管（HDPE）を接合するもの。接合する 2 本の管末面を加熱して溶着する機材であり、管圧着部・加熱部・油圧コントローラーで構成される。

選定経緯 : LWB が布設している HDPE 管は、小口径（63 mm 以下）であり、カップリング接合が殆どである。LWB は、将来的に中口径以上の HDPE 管の普及を計画しているが、現時点では具体的な布設計画はない。

したがって、管接合機材は調達対象から除外した。

105 パイプカッター（6 台）

機材概要 : 管材を切断するための機材。

使用目的 : エンジン駆動で切断ブレードを回転させ、主に中・大口径のダクタイル鋳鉄管等を切断するもの。小口径の給水管には使用しない。

選定経緯 : 地域事務所はパイプカッターを保有しておらず、現場での管切断時には、本来の用途とは異なる切断機材（グラインダー等）で代用している。そのため、迅速かつ適正に管を切断できず、施工不良となっている場合が多いため。

効果 : 作業班（配管工）がパイプカッターを適切に使用することで、確実かつ効率的な配管作業が実現する。

持続性 : 機材の維持管理が容易であるため、持続的な機材使用が見込まれる。

妥当性 : 無収水対策（管布設・補修）に直接的に寄与するため、調達の妥当性は高い。

数量 : 中口径以上の管切断での使用を想定しており、常時使用しないため、各地域事務所に 2 台（2 台を 4 班で共有）の調達が適当と判断する。

2 台/地域事務所×3 地域事務所（北部・中部・南部）＝計 6 台

106 吊り具（チェーンブロック：12 台、レバーブロック：12 台）

機材概要 : 重量管材を吊上げ、固定するための機材。

使用目的 : 重量管材（中口径以上の管材・弁等）の接合や取り外し時に、資材を吊り下げ、固定するもの。

選定経緯 : 現在、重量管材の接合や取り外しは人力で行っている。そのため、丁寧な施工が要求されるフランジ管材の接合作業において、ガスケットの設置やボルト締め精度が悪く、接合部分で漏水が生じる場合が多いため。

効果 : 車両に積載する資機材の固定や既存ポンプ等の修繕にも活用可能である。

持続性 : 車両運搬が容易な機材容量であり、補助工具として、ポンプ交換等の配管工以外の作業にも幅広く活用できる。維持管理が不要な作業班（配管工）の携行工具となるため、持続的な機材使用が見込まれる。

- 妥当性 : 無収水対策（管布設・補修）に直接的に寄与するため、調達の妥当性は高い。
- 数量 : 各地域事務所の作業班に重量物吊り下げ用のチェンブロック 1 台、横方向固定用のレバーブロック 1 台の調達を計画する。

各 1 台/班×4 班/地域事務所×3 地域事務所（北部・中部・南部）＝計各 12 台

107 小型発電機（11 台）

- 機材概要 : 電源を供給するための機材。
- 使用目的 : 現場での配管敷設・修理に使用する電動工具や照明の電源を供給するもの。ガソリンエンジン駆動によってダイナモ（発電部）を回転させて発電する。
- 選定経緯 : 現場作業では、電動工具類や夜間作業用照明の電源を確保する必要がある。しかし、地域事務所が保有している発電機は、老朽化による接触不良により安定した電源を供給できないため。
- 効果 : 現場での電源供給が可能となり、夜間作業時の施工効率・保安の向上も見込めることから、無収水対策（管補修・布設）への効果に期待できる。
- 持続性 : 車両で運搬可能な機材容量であり、作業班（配管工）の携行工具となるため、持続的な機材使用が見込まれる。
- 妥当性 : 無収水対策（管布設・補修、特に夜間作業）に直接的に寄与するため、調達の妥当性は高い。
- 数量 : 各地域事務所の作業班に各 1 台の調達を計画する。しかし、南部地域事務所には、JICA 技術協力を通じて小型発電機が 1 台供与されるため、その分減数する。
- 1 台/班×4 班/地域事務所×2 地域事務所（北部・中部）＝計 8 台
1 台/班×4 班/地域事務所×1 地域事務所（南部）－1 台（JICA 技術協力）＝計 3 台

108 電気溶接機（3 台）

- 機材概要 : 溶接するための機材。
- 使用目的 : 鋼管や橋梁添架部材を接合・補修するもの。
- 選定経緯 : 地域事務所は溶接機材を保有しておらず、現場や送水ポンプ室施設において、鋼管等を溶接できないため。
- 効果 : 車両運搬が可能で、商用電力を必要とせず、迅速な現場作業が可能となることから、無収水対策（管補修・布設）への効果に期待できる。
- 持続性 : 現場溶接が可能となるため、持続的な機材使用が見込まれる。
- 妥当性 : 無収水対策（管布設・補修）に直接的に寄与するため、調達の妥当性は高い。
- 数量 : 通常の配管工には使用しないため、各地域事務所に 1 台の調達が適当と判断する。

1 台/地域事務所×3 地域事務所（北部・中部・南部）＝計 3 台

109 工具類（12 セット）

- 機材概要 : 配管接続及び機械整備に使用するための工具。
- 使用目的 : 配管接続・補修、水道管理設機材を整備するもの。

選定経緯 : 作業班（配管工）は、老朽化した工具（パイプレンチ等）を、本来の配管工以外の用途にも多用しており、現場に携行しなければならない工具類が不足しているため。

効果 : 配管工に必要な工具類である。

持続性 : 作業班（配管工）の携行工具となるため、持続的な機材使用が見込まれる。

妥当性 : 無収水対策（管布設・補修）に直接的に寄与するため、調達の妥当性は高い。

数量 : 各地域事務所の作業班に各 1 セットの調達を計画する。スパナ、ドライバー、ボックスレンチ、配管用工具（パイプレンチ類）で 1 セットとし、持ち運びが容易なボックスに収納する。

1 セット/班×4 班/地域事務所×3 地域事務所（北部・中部・南部）＝計 12 セット

110 埋戻し転圧器（プレートコンパクタ：12 台、ハンドコンパクタ：12 台）

機材概要 : 転圧するための機材。

使用目的 : 配管工の埋戻し時に地盤を転圧するもの。

選定経緯 : 作業班（配管工）は、配管布設後の埋戻し転圧を人力で実施しており、埋戻土の異物（石、コンクリート塊、ゴミ等）も除去していない。このため、埋戻し後の通過車両の輪荷重によって、埋設管の破損が生じ、漏水が度々発生している。したがって、埋め戻し転圧器を調達することで、十分な転圧を実現し、土工事における転圧の重要性を認識させるため。

効果 : LWB 技術仕様書に適正な埋戻し転圧について明記されているが、機材を保有していないため、適正に転圧されていない。適正な埋戻し転圧は、配管工の最も基本的かつ重要な工種であり、当機材の使用で土工品質が向上することから、無収水対策（管補修・布設）への効果に期待できる。

持続性 : 車両で運搬可能な機材容量であり、作業班（配管工）の携行工具となるため、持続的な機材使用が見込まれる。

妥当性 : 無収水対策（管布設・補修）に直接的に寄与するため、調達の妥当性は高い。

数量 : 転圧は、突固め（衝撃的荷重）または振動（動的荷重）方法に大別される。LWB は、前述のとおり、埋戻土の異物を除去せずに転圧しているため、突固め転圧器を使用する場合、転圧器の誤操作によって埋設管を損傷させる恐れがある。したがって、突固め転圧器（ランマ等）の調達は時期尚早と判断し、本事業では振動転圧器（プレートコンパクタ）の調達を計画する。各地域事務所の作業班にエンジン式プレートコンパクタ 1 台、手動式ハンドコンパクタ 1 台の調達を計画する。

各 1 台/班×4 班/地域事務所×3 地域事務所（北部・中部・南部）＝各計 12 台

111 小型掘削機（2 台）

機材概要 : 土砂を掘削し、排土するための機材。

使用目的 : 配水・給水管路における狭小路線を適正な掘削断面で掘削するもの。

選定経緯 : 現在、開削工は基本的に人力に頼っているが、漏水補修や新規管路布設が増加し、掘削範囲も拡大している。しかし人力掘削では、掘削歩掛りが低く、掘削断面を適

正に確保できない。このため、容易に狭小地区や未舗装路にアクセスでき、迅速かつ適正に掘削断面を確保できる履帯式の小型掘削機が必要であるため。

効果 : これまでの人力掘削から機械掘削に代わることで、迅速かつ適正な管路掘削が実現し、管布設の品質向上と作業工程の短縮が見込めることから、無収水対策への効果に期待できる。

持続性 : 配水・給水管路の掘削は増加することが予測されるため、持続的な機材使用が見込まれる。

妥当性 : 無収水対策（管布設・補修）に直接的に寄与するため、調達の妥当性は高い。

数量 : 現場へ迅速にアクセスし、短時間で長スパンの掘削が可能となるため、各地域事務所が必要であるが、南部地域事務所には JICA 技術協力を通じて、1 台供与される予定である。したがって、南部地域事務所を除く、北部・中部地域事務所に 1 台の調達が適当と判断する。エンジン駆動の履帯式であるが、別途調達予定の掘削機運搬用トラックによって現場近傍まで運搬される。

1 台/地域事務所×2 地域事務所（北部・中部）＝計 2 台

112 クレーン付トラック（3 台）

機材概要 : 車載クレーンによって資材を積込み・積降し、運搬するための車両。

使用目的 : 水道管理設機材や管材を積込み・積降し、運搬するもの。

選定経緯 : 地域事務所は、中・大口径管材や重量物の積込み・積降しを行う機材を保有しておらず、全て人力に頼っている。また、長尺物の管材の現場運搬は、小型トラックを使用している。このため、水道管理設機材や管材（撤去管等の産業廃棄物含む）の積込み・積降し、迅速な運搬が可能なクレーン付車両が必要であるため。

効果 : 少人数で重量物の安全な積込み・積降し、運搬が可能となることで、管布設・補修時間の短縮と作業区域が拡大し、無収水対策への効果に期待できる。

持続性 : 管補修・布設にかかる現場作業は、今後増加することが予測されるため、持続的な機材使用が見込まれる。LWB の全車両には GPS 発信機が搭載され、位置情報や走行速度等が LWB 本部内でリアルタイムに監視されており、盗難や用途外使用のリスクは低い。

妥当性 : 水道管理機材の安全で迅速な現場運搬は、効率的な管施工・補修作業を実現し、無収水削減に大きく寄与するため、調達の妥当性は高い。

数量 : 積載貨物の運搬は、リロングウェ市内（主に各地域事務所の管轄区域内）に限定され、作業班の現場業務に車両が終日相番する必要はない。したがって、各地域事務所に 1 台の調達が適当と判断する。汎用的なトラックに、油圧クレーンを搭載する。

1 台/地域事務所×3 地域事務所（北部・中部・南部）＝計 3 台

113 エンジンポンプ（6 セット）

機材概要 : 排水・注水するための機材。

使用目的 : 漏水管の補修時に排水し、新設管路の管内洗浄・水圧試験時の管内水充填に使用す

るもの。エンジン駆動によりインペラ式ポンプを回転させ、取水・排水する。

選定経緯 : 漏水管の補修時の迅速な排水、新設管の洗浄・水圧試験時の注水を行うためのエンジンポンプが必要であるため。

効果 : 迅速な注・排水作業が実現し、掘削断面の水による崩壊等にも効果的であり、無収水対策（管補修・布設）への効果に期待できる。

持続性 : 汎用機材であり、適正に取り扱えば長期使用が可能であるため、持続的な機材使用が見込まれる。

妥当性 : 破損管の補修に加え、新設管路の各種試験にも使用可能であり、無収水削減に大きく寄与するため、調達の妥当性は高い。

数量 : 主に中口径以上の管補修での使用を想定しており、吐水口径別（50 mm 及び 100 mm）に各 1 台を 1 セットとする。常時使用しないため、各地域事務所に 2 セット（2 セットを 4 班で共有）の調達が適当と判断する。本体以外に、吸込ホースと吐出ホースを含む。

2 セット/地域事務所×3 地域事務所（北部・中部・南部）＝計 6 セット

114 投光器（投光器：5 台、発電機一体型投光器：3 台）

機材概要 : 投光するための機材。

使用目的 : 夜間作業または管内・構造物内における作業帯を投光するもの。

選定経緯 : 地域事務所は、夜間に生じる管破損や緊急工事等に対応する照明機材を保有しておらず、夜間作業に支障が生じている。翌日の昼間まで作業ができないことから、その間の無収水量の増加、断水時間の長期化、通行障害等が発生している。このため、夜間でも作業を実施するための投光器が必要であるため。

効果 : 安全な夜間作業が可能となることから、無収水対策（管補修）への効果に期待できる。

持続性 : 夜間作業に必要であるため、持続的な機材使用が見込まれる。

妥当性 : 昼夜を問わず、管布設・補修が実施可能となるため、調達の妥当性は高い。

数量 : 夜間作業時のみの使用となるため、各作業班がそれぞれ所持する必要はない。したがって、各地域事務所に一般的な投光器 2 台、広範囲を投光するエンジン発電機一体型投光器 1 台を調達し、作業班で共用することが適当と判断する。なお、南部地域事務所には、JICA 技術協力を通じて投光器が 1 台供与されるため、その分減数する。

投光器（計 5 台）：

2 台/地域事務所×2 地域事務所（北部・中部）＝計 4 台

2 台/地域事務所×1 地域事務所（南部）－1 台（JICA 技術協力）＝計 1 台

発電機一体型

投光器（計 3 台）：

1 台/地域事務所×3 地域事務所（北部・中部・南部）＝計 3 台

115 管補修クランプ・継手（一式）

機材概要：補修・接続するための管材。

使用目的：管の補修・交換時の接合に使用するもの。

選定経緯：地域事務所は、管の一部破損（ピンホール等）による漏水を補修する管材を所有しておらず、修理時には、周辺管網を断水し前後管を含めて交換しているため、作業量・時間ともに大規模になっている。また、一部の管材の交換に必要な接合資材を十分に保有していないため、PVC等の化成品管については、管本体接合口を加熱変形させて接合しているケースも散見される。このため、迅速で適正に管を補修するための管材が必要である。

PVC管は、LWB無収水削減戦略に基づき、2017/18年度に調達され、次年度以降も継続して調達される予定である。しかし同戦略では、このような破損箇所の管補修・接続管材の調達予定がないため、管の一部破損を補修するクランプと破損管の切断箇所をに管を挿入・接合するための管補修継手の調達を計画する。

管補修クランプは、ピンホール等の管破損に対して、管の交換や断水をせずに管を補修できる管材であり、緊急補修に適切である。

管補修継手は、破損管（ひび割れ、継手等）の一部を交換する際に、新規交換管と既存管を繋ぐ管材であり、管交換範囲（距離）や交換時間が短縮できるようになる。また管同士は、ボルト・ナットによるゴム輪の締付で接続するため、着脱が容易であり、継手の劣化が認められなければ、転用も可能である。

対象管種は、リロングウェ市内で布設延長が最も長いPVC管（管総延長の70%）とした。次に管延長が長いアスベスト石綿管（同27%）については、EIBによる管路リハビリ工事が開始されていること、また、世界銀行による管路リハビリ事業が計画されていることから、本事業の対象から除外した。

効果：迅速で適正な管補修の実現が見込まれるため、無収水対策（管施工不良の削減）への効果に期待できる。また、JICA技術協力において活用することで、JICA技術協力の成果発現への寄与にも期待できる。

持続性：LWBは、迅速で適正な管補修の重要性を認識しているため、持続的な機材使用が見込まれる。なおLWBは、無収水削減戦略において、漏水・破損管の止水を30分以内に完了させ、かつ、管補修を2日以内に完了させることを目標としている。

妥当性：漏水の削減に寄与するため、調達の妥当性は高い。

数量：布設総延長の64%を占めるPVC管（管径：160mm、110mm及び63mm）を対象とし、管延長が短く、必要数量が数十個程度の管径については、使用頻度が低いと判断し、対象から除外した。

LWBは、500～1,000m/箇所の頻度で管補修を行っているため、管補修クランプの活用が効果的な配管部分補修（ピンホール等の破損）については800m/箇所、管補修継手の活用が効果的な管布設替え（ひび割れ等の破損）については1,000m/箇所が発生すると想定し、対象延長全体での補修箇所数を表3-8に示すとおり算出した。

表 3-8：管径毎の補修箇所

管種	管径 (mm)	布設総延長 (km)	配管部分補修 (m/箇所)	管布設替え (m/箇所)	補修箇所	
					配管部分補修 (クランプ)	管布設替え (継手)
					④=①÷②	⑤=①÷③
PVC管	160	210.86	800	1,000	263	210
	110	386.08	800	1,000	482	386
	63	519.05	800	1,000	648	519
合計		1,115.99			1,393	1,115
					2,508	

LWB は、全布設配管に対して、毎月 600 回（＝50 回×4 週×3 事務所）程度の配管補修工事を実施している。前述の補修箇所数は、布設総延長の 64%を占める PVC 管を対象としているため、調達管材が使用される配管補修工事は 384 回（＝600 回×64%）と想定される。このうち、管補修クランプ・継手を使用する作業を全体の 50%と想定すると、同管材を使用する配管補修工事は、年間約 2,300 回（＝384 回×12 ヶ月×50%）となり、前述の補修箇所数（2,508 箇所）は、1 年程度で完了する。次年度以降は、配管補修工事の頻度が減少することが見込まれるが、同様の配管補修工事は、ある程度発生するものと推測される。また、LWB による不可視部の漏水探知が可能となるため、地下部の漏水補修箇所数の増加が考えられる。そのため、次年度以降も同数程度の補修箇所数が生じることが想定される。したがって、同管材の使用目標年次を供与後 3 年とし、年間の補修箇所数（2,508 箇所）の 3 倍（3 年分）の管材を計画する。管補修クランプ・継手の数量は、表 3-9 に示すとおりである。

表 3-9：管補修クランプ・継手の計画数量

管種	管径 (mm)	年間補修箇所数 (箇所/年)		本事業における計画数量 (個/箇所/3年)	
		配管部分補修	管布設替え	配管部分補修 (クランプ)	管布設替え (継手)
		①	②	③=①×3	④=②×3
PVC管	160	263	210	789	630
	110	482	386	1,446	1,158
	63	648	519	1,944	1,557
合計		1,393	1,115	4,179	3,345

なお、管布設替えでは、新規交換管を切り出した既存管の両端の挿口にに取り付けるため、継手は両端に 1 個ずつ必要となる。しかし、片端に受口・挿口となる入替管を使用すれば、継手は 1 個で補修可能となる。したがって、継手の数量は、1 個/箇所計画する。

116 中型タイヤ式掘削機（対象から除外）

機材概要：深部の土砂を掘削し、埋戻すための機材。

使用目的：送・配水本管等の中規模以上の管路埋設時に掘削するもの。

選定経緯：LWB は、深部の掘削機械として、車体後部にバックホウを荷載したホイールローダ

を2台所有している。同機械は0.2 m³程度のバケット容量で、4 m以深の掘削が可能である。運転時間は5,000時間程度であり、今後も稼働可能である。

したがって、中型タイヤ式掘削機は調達対象から除外した。

117 管路水圧試験機（3セット）

機材概要：新設管路の漏水を検査するための機材。

使用目的：漏水検査時に水圧試験を行うもの。エンジンポンプによって管路内を洗浄し、水圧試験水を充填した後、規定水圧まで管内を加圧し、規定時間の圧力を計測する。

選定経緯：管の布設後は、管内の異物混入や漏水を未然に防ぐため、通水前の洗浄・水圧試験・管内消毒を行うことが原則である。しかしLWBは、この作業が十分でないため、本通水時に、異物混入による水質汚濁や管接続不良による漏水が発生している。このため、水圧試験を行う加圧ポンプ類が必要であるため。

効果：適正な水圧試験については、LWB技術仕様書にも明記されている。管路水圧の把握が可能となることから、無収水対策への効果に期待できる。

持続性：汎用機材であり、適正に取り扱えば長期使用が可能であるため、持続的な機材使用が見込まれる。

妥当性：管の破損防止対策は、無収水対策に寄与するため、調達の妥当性は高い。

数量：常時使用しないため、各地域事務所に1セットの調達が適当と判断する。本体以外に、接続ホース及び耐圧ホース、水圧試験時に試験対象管の両端を塞ぎ、加圧用エンジンポンプと水圧計に接続するための排水器を含む。

1セット/地域事務所×3地域事務所（北部・中部・南部）＝計3セット

118 小型推進機（対象から除外）

機材概要：地中を掘削するための機材。

使用目的：開削工が困難な交差点等で、地中推進工によって管を布設するもの。

選定経緯：交通量の多い主要道路の横断箇所での開削工は、車両迂回等の交通規制が生じ、交通への影響が大きい。開削工を伴わない道路下の地中推進工は、交通への影響が少なく、工期短縮や工費削減にも大きく寄与する。

しかし、リロングウェ市の配管網では、幹線道路の横断箇所は少なく、事前の調査や場所によっては開削工も可能である。特殊操作、機材価格、維持管理費や操作人件費等の人的・経済的負担を考慮すると、機材調達の費用対効果は低く、外部専門業者への委託も検討できる。

したがって、小型推進機械は調達対象から除外した。

119 掘削機運搬用トラック（3台）

機材概要：小型掘削機を輸送するための車両。

使用目的：小型掘削機及び人員・資機材の輸送・運搬するもの。

選定経緯：小型掘削機の総重量は3～3.7トンであるため、通常の四輪駆動車（ピックアップトラック）では、車両の強度上、牽引・運搬は不可能である。このため、小型掘削機

を安全かつ迅速に運搬可能な車両が必要であるため。

効果 : 小型掘削機の運搬に加え、人員・資機材の輸送も可能であり、管布設・補修における移動・搬入時間の短縮と作業区域の拡大が見込める。また、ハイアウトリガーにより車体自体を傾斜できる機構を備え、小型掘削機が安全に乗降できるため、運搬転落事故の削減効果も見込まれる。

持続性 : 管補修・布設にかかる現場作業は、今後増加することが予測され、持続的な機材使用が見込まれる。LWB の全車両は、現在 GPS による車両位置情報や走行速度等の監視・管理システムが導入・運用されており、盗難や用途外使用のリスクは低い。

妥当性 : LWB は、小型掘削機を運搬可能な車両を保有していないため、調達の妥当性は高い。

数量 : 各地域事務所に 1 台の調達が適当と判断する。汎用的なトラックに小型掘削機を積載可能な荷台及び車両前部にハイアウトリガーを架装する。また、車輛本体の他に、小型掘削機積載用ブリッジを含む。

1 台/地域事務所×3 地域事務所（北部・中部・南部）＝計 3 台

2) 漏水探知機材

201 漏水探知器（相関式探知器：2 台、音聴式探知器：5 台）

機材概要 : 地下漏水を探知するための機材。

使用目的 : 不可視である地下漏水箇所を探知するもの。

選定経緯 : 地域事務所は、漏水探知器を保有していない。このため、無収水の原因のひとつである地下漏水を探知する必要があるため。

効果 : 不可視の漏水箇所が発見可能となることから、無収水対策への効果に期待できる。

持続性 : 適正に取り扱えば長期使用が可能であるため、持続的な機材使用が見込まれる。加えて、JICA 技術協力の実施も機材使用の持続性を確保する一助となる。

妥当性 : 無収水対策（漏水把握）に寄与するため、調達の妥当性は高い。

数量 : 漏水探知には、管本体に接触して探知する「相関式」と管本体（金属部）に非接触で探知する「音聴式」がある。相関式の場合、接触部（弁・消火栓等の金属部）の距離が探知精度に影響を与える。音聴式の場合には、路面状況（舗装・未舗装等）が探知精度に大きく影響を与える。したがって、路面や接触部等の諸条件で有利な方式を選択できるよう、相関式及び音聴式を併用することを計画する。

表 3-10：漏水探知方式の比較

探知方式	使用道路	管本体への接触	周辺騒音の影響	天候の影響
相関式	全道路	要	少ない	なし
音聴式	舗装道路	不要	大きい	有り

地域事務所の作業班（4 班）は、調達機材を活用することで日々の配水管補修業務の時間が短縮され、漏水管理業務に時間を割けるようになる。しかし、配水管補修業務が優先されるため、基本的に作業班 4 班で各 1 台の運用が妥当である。

漏水探知器は、各地域事務所に必要であるが、南部地域事務所には JICA 技術協力を通じて、相関式及び音聴式が各 1 台供与される予定である。南部地域は、漏水率が最

も高く、舗装道路が多いことから、音聴式での複数台による探知が効果的である。したがって、南部地域事務所には、JICA 技術協力での供与分とは別に 3 台調達し、広範囲にわたる探知体制を整備することが適当と判断する。

相関式探知器（計 2 台）：

1 台/地域事務所×2 地域事務所（北部・中部）＝計 2 台

音聴式探知器（計 5 台）：

1 台/地域事務所×2 地域事務所（北部・中部）＝計 2 台

3 台/地域事務所×1 地域事務所（南部）＝計 3 台

202 携帯型超音波流量計（対象から除外）

機材概要：管内流量を測定するための機材。

使用目的：任意の区間において、管内流量を外部測定するもの。

選定経緯：LWB は、他ドナーから供与された超音波流量計を 15 台程度保有している。

したがって、携帯型超音波流量計は調達対象から除外した。

203 データロガー付圧力計（4 台）

機材概要：管内水圧を測定するための機材。

使用目的：任意の管路に接続し、水圧を測定・記録するもの。

選定経緯：昼夜を通じて発生している管路水圧の大きな水圧変動差（30 m 以上）が、管漏水の要因となっている。このため、水圧変動を抑制するための減圧弁を設置するため、現状の水圧を測定・把握する必要があるため。

効果：管内水圧を測定可能となることから、無収水対策への効果に期待できる。

持続性：適正に取り扱えば長期使用が可能であるため、持続的な機材使用が見込まれる。加えて、JICA 技術協力の実施も機材使用の持続性を確保する一助となる。

妥当性：無収水対策（管内水圧の把握）に寄与するため、調達の妥当性は高い。

数量：各地域事務所に 2 台（2 台を 4 班で共有）の調達が適当と判断する。圧力計は各地域事務所に必要であるが、南部地域事務所には JICA 技術協力を通じて、10 台（データロガー）供与される予定である。したがって、南部地域事務所を除く、北部・中部地域事務所に 2 台の調達が適当と判断する。

2 台/地域事務所×2 地域事務所（北部・中部）＝計 4 台

204 音聴棒（直聴式音聴棒：11 台、電子式音聴棒：11 台）

機材概要：管路内の漏水音を感知するための機材。

使用目的：管路に直接機器を当て、漏水音を感知するもの。

選定経緯：地域事務所は、漏水探知機材（音聴棒）を保有していない。このため、無収水の原因のひとつである地下漏水を探知できることが必要であるため。

効果：不可視の漏水個所が発見可能となることから、無収水対策への効果に期待できる。

持続性：適正に取り扱えば長期使用が可能であるため、持続的な機材使用が見込まれる。

- 妥当性 : 無収水対策（漏水把握）に寄与するため、調達の妥当性は高い。
- 数量 : 音聴棒は、通常の漏水探知業務に加え、配水管補修業務時等の戸別水道メータ周辺の音聴にも活用することを想定する。したがって、地中埋設管・弁類等の音聴に適する「直聴式」と戸別水道メータ周辺の地上露出部の音聴に適する「電子式」の併用を計画する。

表 3-11 : 音聴方式の比較

音聴方式	感知対象	対象接触距離	感知難度
直聴式	地中部・弁室内（管・弁・流量計等）	1.5 m程度	難（聴感）
電子式	露出部（戸別水道メータ等）	0.3 m程度	容易（デジタル）

なお、これら音聴棒は各作業班に必要であるが、南部地域事務所には、JICA 技術協力を通じて直聴式と電子式が各 1 台供与されるため、その分減数する。

直聴式音聴棒（計 11 台）：

1 台/班×4 班/地域事務所×2 地域事務所（北部・中部）＝計 8 台

1 台/班×4 班/地域事務所×1 地域事務所（南部）－1 台（JICA 技術協力）＝計 3 台

電子式音聴棒（計 11 台）：

1 台/班×4 班/地域事務所×2 地域事務所（北部・中部）＝計 8 台

1 台/班×4 班/地域事務所×1 地域事務所（南部）－1 台（JICA 技術協力）＝計 3 台

205 管路探知器（2 台）

機材概要 : 埋設管の位置を探知するための機材。

使用目的 : 不可視である埋設管の位置を探知するもの。

選定経緯 : 埋設管の位置が不明な路線が多数存在することから、地下漏水の早期発見、管の布設替え、通常の維持管理に支障を来しているため。

効果 : アスベスト管を含む全ての水道管種の位置が探知可能となることから、無収水対策への効果に期待できる。

持続性 : 適正に取り扱えば長期使用が可能であるため、持続的な機材使用が見込まれる。加えて、JICA 技術協力の実施も機材使用の持続性を確保する一助となる。

妥当性 : 無収水対策（管補修・更新計画の策定）に寄与するため、調達の妥当性は高い。

数量 : 常時使用しないため、各地域事務所に 1 台の調達が適当と判断する。管路探知器は各地域事務所に必要であるが、南部地域事務所には JICA 技術協力を通じて、1 台供与される予定である。したがって、南部地域事務所を除く、北部・中部地域事務所に 2 台の調達が適当と判断する。

1 台/地域事務所×2 地域事務所（北部・中部）＝計 2 台

206 携帯型 GPS（対象から除外）

機材概要 : 位置情報を取得するための機材。

使用目的 : 水道施設の位置情報を取得・管理するもの。

選定経緯 : LWB は、他ドナーから供与された GPS を 20 台程度保有している。

したがって、携帯型 GPS は調達対象から除外した。

207 減圧弁（対象から除外）

機材概要：管内の余剰水圧を減ずる管材。

使用目的：送配水管内を適正水圧に保つもの。

選定経緯：昼夜を問わず発生している水圧変動差（30 m 以上）は、漏水の主要因のひとつである。この水圧の適正化は、早急に対策すべき課題であり、本事業での調達（2019 年度内の調達を見込む）を待つ猶予はない。一方 LWB は、自己資金で減圧弁を調達し、設置している現状にある。

したがって、減圧弁は調達対象から除外した。

3) 運営・検査機材

301 携帯型水道メータ検査器（6 台）

機材概要：水道メータの精度を確認するための機材。

使用目的：管内と水道メータ（各戸給水）での流量を比較することで、メータの検針精度を確認するもの。

選定経緯：無収水の原因のひとつとして水消費量の検針誤差が挙げられており、各水道メータの精度を確認する必要があるため。

効果：水道メータの精度確認が可能となることから、無収水対策への効果に期待できる。

持続性：LWB は、水道メータの検針誤差や違法接続（改造）が無収水に及ぼす影響について十分認識しているため、持続的な機材使用が見込まれる。加えて、JICA 技術協力の実施も機材使用の持続性を確保する一助となる。

妥当性：無収水対策（水道メータの検針精度の向上）に直接的に寄与するため、調達の妥当性は高い。

数量：各地域事務所に 2 台（2 台を 4 班で共有）の調達が適当と判断する。

2 台/地域事務所×3 地域事務所（北部・中部・南部）＝計 6 台

302 水栓用水圧計（20 個）

機材概要：水圧を測定するための管材。

使用目的：給水管路の常時水圧を測定するもの。

選定経緯：昼夜を通じて発生している管路水圧の大きな水圧変動（30 m 以上）が、管漏水の要因のひとつとなっている。このため、管路網全体で水圧を計測し、適正水圧を保つ水圧計が必要であるため。

効果：管路網（末端部）の水圧把握が可能となることから、無収水対策への効果に期待できる。

持続性：汎用機材であり、適正に取り扱えば長期使用が可能であるため、持続的な機材使用が見込まれる。加えて、JICA 技術協力の実施も機材使用の持続性を確保する一助となる。

妥当性：無収水対策（水圧管理）に直接的に寄与するため、調達の妥当性は高い。

数量 : 各地域事務所に 10 個の調達が適当と判断する。水栓用水圧計は各地域事務所に必要であるが、南部地域事務所には JICA 技術協力を通じて、10 個供与される予定である。したがって、南部地域事務所を除く、北部・中部地域事務所に 10 個の調達が適当と判断する。

10 個/地域事務所×2 地域事務所（北部・中部）＝計 20 個

303 ピックアップトラック（対象から除外）

機材概要 : 人員・資機材や小型掘削機を輸送するための車両。

使用目的 : 人員・資機材や小型掘削機を輸送するもの。

選定経緯 : 当初、人員・資機材の輸送の他、小型掘削機を積載した牽引車を牽引輸送する車両として調達を検討したが、ピックアップトラックでの小型掘削機（3～3.7 トン）の牽引輸送は、車両の強度上・輸送安全上に問題がある。また、各地域事務所で 8 台程度のピックアップトラックを保有し、運用している。

したがって、ピックアップトラックは調達対象から除外した。

304 モーターバイク（6 台）

機材概要 : 人員を輸送するための車両。

使用目的 : 給・配水管網の巡回、水道メータの検針・監視に使用するもの。

選定経緯 : LWB は 22 台程度のモーターバイクを保有しているが、半数以上が舗装走行用車（ロードバイク）である。未舗装走行用車（オフロードバイク）は、品質の低さや車両の酷使状況から、故障・修理中の車両が多く、稼働率が低い。このため、不陸の大きい未舗装路に布設・設置されている給配水管網の巡回や約 80,000 ヶ所に設置されている水道メータの検針・監視のため、機動性・耐久性のあるモーターバイクが必要であるため。

効果 : 広域にわたる巡回・監視による適正な料金徴収が見込め、無収水削減に効果がある。また、戦略計画のひとつである迅速な顧客対応にも大きく寄与する。

持続性 : 狭小な未舗装路の通行を余儀なくされる各戸給水箇所の巡回、水圧測定等の現場作業は、今後増加することが予測されるため、持続的な機材使用が見込まれる。今後、二輪車両にも GPS による車両位置・走行速度情報の監視・管理システムを導入予定であり、盗難や用途外使用のリスクは低い。

妥当性 : 巡回・監視対象となる地域は、未舗装や狭小の箇所が多く、機動的な移動手段が必要であるため、調達の妥当性は高い。

数量 : 各地域事務所で顧客対応（水道メータの検針を含む）を担う人員（約 4～5 名）に対し 5 台整備されているため、2 台の調達を適当と判断する。

2 台/地域事務所×3 地域事務所（北部・中部・南部）＝計 6 台

305 サービストラック（対象から除外）

機材概要 : 配管材や機材を積載し、現場に移動するための車両。

使用目的 : 現場での管補修作業のため、機材一式を積載・運搬し現場を移動するもの。

選定経緯：管敷設や補修等の現場作業を行う上で、必要機材や資材の不備は作業効率を低下させる要因である。このため、水道管理設機材一式を車両に積載・固定した車両の必要性を検討したが、現場で必要となる発電機、転圧機、管材接合部品等は、比較的機材寸法が大きい重量物であるため、一般車両では収納・運搬できない。他方、別途調達予定である「クレーン付トラック」は、積載重量や容積を満足し、長尺（6 m）の管材運搬、車載クレーンによる重量物の積込み、積卸しも可能である。したがって、サービストラックは調達対象から除外した。

306 プレハブ事務所（対象から除外）

機材概要：執務や会議を行うための室棟。

使用目的：無収水対策の活動事務所及び資材置き場として活用するもの。

選定経緯：南部地域事務所では、今後 JICA 技術協力が実施される予定である。しかし同事務所は手狭で、プロジェクト専門家やカウンターパートの執務や会議・研修を行うスペースが十分ではない。このため、事務所・会議室棟を増築する必要があるため。

効果：プロジェクト専門家やカウンターパートが同居室内で活動することは、情報共有、コミュニケーションの促進に繋がるため、JICA 技術協力の成果発現に効果的である。

持続性：LWB は、無収水削減戦略において人員増を計画しており、JICA 技術協力の終了後も、職員の事務所・会議室棟として活用されることが期待される。

妥当性：LWB は、戦略計画のひとつとして、将来的な増員と資機材増加を見据えた事務所の増設を掲げている。2017/18 年には約 30 万米ドルを増設予算として計上し、次年度も予算計上を見込んでいる。また、現場事務所であれば、マラウイの建築仕様、工法（工費）、資材（単価）による施工が可能であり、機材として本邦調達するより、安価かつ短期間で増設することが可能である。したがって、プレハブ事務所は調達対象から除外した。

4) 非常用発電機材

501 非常用発電機（1 台）

機材概要：電源を供給するための機材。

使用目的：停電時の浄水・送水ポンプに電源を供給するもの。

選定経緯：電力不足は、マラウイ全体の課題のひとつであり、リロングウェ市内においても日常的に計画停電が実施されている。停電によって、浄水施設の稼働、送水ポンプの運転が停止し、断水が生じることで、管路水圧の変化による水撃作用等によって老朽化管路の破損・漏水、外部からの汚水流入が深刻化している。このため、停電時も一定の送水が可能となる非常用発電機による電源供給が必要となるため。

効果：ポンプ送水の運転停止による老朽管への物理的負担は大きく、停電時においても送水を維持することは、管への負荷（破損リスク）を軽減し、無収水削減への効果が大きい。また、LWB はインフラ投資計画（中期計画）における課題として、停電時の代替電力の確保を掲げているが、資金調達の目処が立っていないため、非常用電源を確保することの効果は大きい。

持続性 : LWB はインフラ投資計画の中で代替電源の調査・建設を掲げていることから、発電機の運転費（燃料費）を予算計上することは可能である。また、発電機の維持管理は、定期的なオイルフィルターやエアフィルターの交換に留まり、専門的な知識は不要である。したがって、持続的な機材使用が見込まれる。

妥当性 : 前述の代替電源の調査・建設の他に、リロングウェ市変電所改修計画によって、電力供給状況が改善される予定であり、全ポンプ施設に対して非常用発電機を設置することの妥当性は低いと判断する。一方、南部地域は、他の地域に比べて無収水率が高い。配管の損傷や劣化等が無収水の原因のひとつであるが、停電によって生じる既存管への物理的負担（ウォーターハンマー等の破損リスク）を軽減することは、無収水の削減にも大きく寄与する。ムウエンダ中継ポンプ場は、TW-I 浄水場からの水を南部地域の全 3 送水系統に対して送水する要所であり、送水系統における重要度が高い。また、配水池が 2 基（2,000 m² 及び 2,275 m²）併設されているため、停電によって TW-I 浄水場からの送水が停止しても、配水池から各系統へ送水することが可能である。加えて、南部地域事務所の敷地内に建設されているため、LWB 職員による日々の運転・維持管理への対応も容易である。したがって、ムウエンダ中継ポンプ場に非常用発電機を設置することは妥当と判断した。

なお、ムウエンダ中継ポンプ場には、3 送水系統への送水ポンプが 8 台（電動機定格出力：55～132 kw）設置されており、このうち 5 台（他 3 台は予備）が通常稼働している。非常用発電機の容量は、この 5 台の送水ポンプを運転させることを想定し、ポンプ起動時（電動機）の始動電流、始動方式及び始動順番等から、最も効率的な運用となる 700 kVA を計画した。

数量 : 老朽管の破損・漏水・汚水汚染の削減、インフラ投資計画への効果、無収水率が最も高い地域という条件を満たすため、南部地域事務所内のムウエンダ中継ポンプ場への設置が妥当と判断した。

1 台/地域事務所×1 地域事務所（南部）＝計 1 台

以上の検討結果から、本事業では表 3-12 に示す機材調達を計画し、図 3-2 に示す機材配置を計画する。

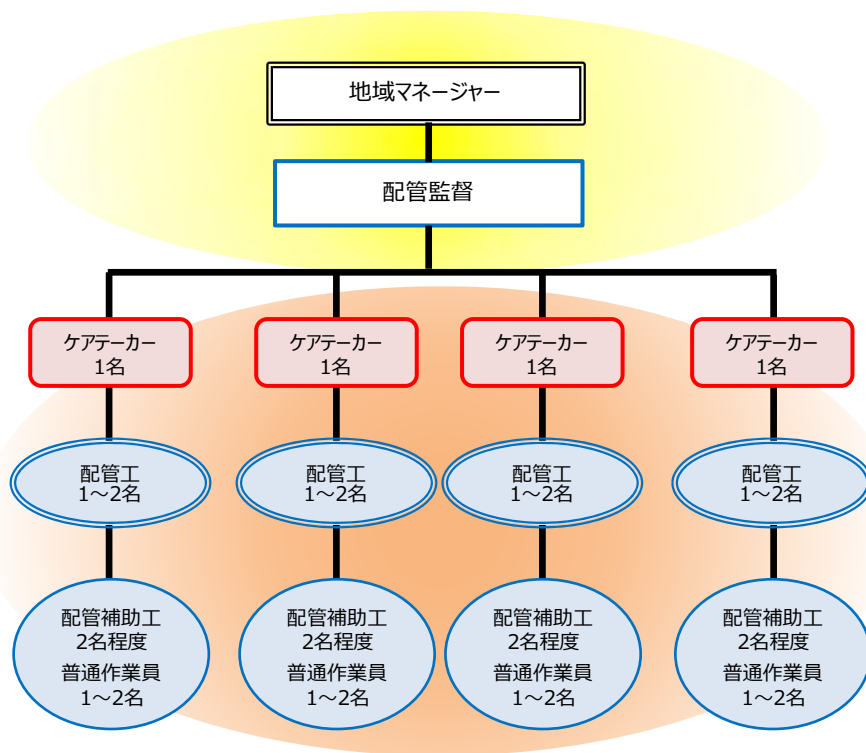
(3) 交換部品・消耗品の設計計画

本事業では、供与機材の 1 年分の消耗品を調達する。

表 3-12 : [無収水対策]機材の構成 (検討・絞り込み後)

コンポーネント	No.	品目/構成	調達数量	調達数量内訳
水道管理設 機材	101	穿孔機	11台	北部・中部×4台、南部×3台
	103	ネジ接合器	12台	北部・中部・南部×4台
	105	パイプカッター	6台	北部・中部・南部×2台
	106	吊り具 ●チェーンブロック ●レバーブロック	12台 12台	北部・中部・南部×4台 北部・中部・南部×4台
	107	小型発電機	11台	北部・中部×4台、南部×3台
	108	電気溶接機	3台	北部・中部・南部×1台
	109	工具類	12セット	北部・中部・南部×4セット
	110	埋戻し転圧機 ●プレートコンパクタ ●ハンドコンパクタ	12台 12台	北部・中部・南部×4台 北部・中部・南部×4台
	111	小型掘削機	2台	北部・中部×1台
	112	クレーン付トラック	3台	北部・中部・南部×1台
	113	エンジンポンプ	6セット	北部・中部・南部×2セット
	114	投光器 ●発電機一体型投光器 ●投光器	3台 5台	北部・中部・南部×1台 北部・中部×2台、南部×1台
	115	管補修クランプ・継手 ●管補修クランプ ●管補修継手	4,179個 3,345個	ND63×1,944個、ND110×1,446個、 ND160×789個 ND63×1,557個、ND110×1,158個、 ND160×630個
	117	管路水圧試験機	3セット	北部・中部・南部×1セット
	119	掘削機運搬用トラック	3台	北部・中部・南部×1台
漏水探知 機材	201	漏水探知器 ●相關式探知器 ●音聴式探知器	2台 5台	北部・中部×1台 北部・中部×1台、南部×3台
	203	データロガー付圧力計	4台	北部・中部×2台
	204	音聴棒 ●直聴式 ●電子式	11台 11台	北部・中部×4台、南部×3台 北部・中部×4台、南部×3台
	205	管路探知器	2台	北部・中部×1台
運営・検査 機材	301	携帯型水道メータ検査器	6台	北部・中部・南部×2台
	302	水栓用水圧計	20個	北部・中部×10個
	304	モーターバイク	6台	北部・中部・南部×2台
非常用発電 機材	501	非常用発電機	1台	ムウエンダ中継ポンプ場 (南部) ×1台

* 各機材には、1年分の消耗品が含まれる。



* 各機材には、1年分の消耗品が含まれる。

No.	品目	北部	中部	南部	合計
111	小型掘削機	1	1	0	2
112	クレーン付トラック	1	1	1	3
119	掘削機運搬用トラック	1	1	1	3
304	モーターバイク	2	2	2	6
501	非常用発電機*	0	0	1	1

* ムウエンダ中継ポンプ場（南部地域事務所の敷地内）に設置

No.	品目	北部	中部	南部	合計	
101	穿孔機	4	4	3	11	
103	ネジ接合器	4	4	4	12	
105	パイプカッター	2	2	2	6	
106	吊り具	チェーンブロック	4	4	4	12
		レバブロック	4	4	4	12
107	小型発電機	4	4	3	11	
108	電気溶接機	1	1	1	3	
109	工具類	4	4	4	12	
110	埋戻し転圧機	プレートコンパクタ	4	4	4	12
		ハンドコンパクタ	4	4	4	12
113	エンジンポンプ	2	2	2	6	
114	投光器	投光器	2	2	1	5
		発電機一体型投光器	1	1	1	3
115	管補修クランプ・継手	管補修クランプ 管補修継手			LWB本部で保管し、必要に応じて 地域事務所に配分される	
117	管路水圧試験機	1	1	1	3	
201	漏水探知器	相關式探知器	1	1	0	2
		音聴式探知器	1	1	3	5
203	データロガー付圧力計	2	2	0	4	
204	音聴棒	直聴式音聴棒	4	4	3	11
		電子式音聴棒	4	4	3	11
205	管路探知器	1	1	0	2	
301	携帯型水道メータ検査器	2	2	2	6	
302	水栓用水圧計	10	10	0	20	

図 3-2：機材の配置計画

3-2-4 調達計画

3-2-4-1 調達方針

(1) 基本事項

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

(2) 調達方法

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

生産品、役務の調達をする資格のある入札参加者間に不公平が生じないように、原則として調達業者は、競争入札によって選定する。入札図書は、コンサルタントがマラウイとの協議の上で作成する。

(3) 相手国側実施体制

本事業にかかるマラウイ側の責任機関及び実施機関は、MAIWD 及び LWB である。プロジェクトを円滑に進めるために、コンサルタント及び調達業者とマラウイ側関係機関との密接な連絡及び協議が不可欠であるため、マラウイ側責任機関及び実施機関は、本事業の担当責任者を選任する必要がある。

(4) コンサルタント

1) 入札開始前における業務

コンサルタントは、協力準備調査において実施した業務と調査結果についてレビューする。また、レビュー後に入札図書を作成し、マラウイ政府から承認を得ることで、業務の一貫性を保つ。

2) 入札段階における業務

コンサルタントは入札の実施段階において、以下の業務を実施する。

- ◆ 入札図書（主として仕様書）の編纂・作成
- ◆ 入札会の開催
- ◆ 質問回答・アmend案の作成
- ◆ 入札評価の実施及び評価表・評価レポートの作成
- ◆ 契約交渉の補助

3) 調達監理段階における業務

コンサルタントは調達監理段階において、調達業者から出荷された機材が要求された仕様及び数量に則っているか、適切に設置されているかを確認する。また、初期操作指導等が必要とされた機材については適宜立会い、当該指導の円滑な実施を監理する。

(5) 調達業者

我が国の無償資金協力の枠組に則り、一般公開入札により選定された日本国法人の調達業者が、契約締結の上で、本事業に必要な資機材及び役務を提供し、機材を調達する。機材調達の完了後もアフターサービスが必要と考えられるため、連絡及び調整についても十分に配慮する必要がある。

3-2-4-2 調達上の留意事項

(1) 機材受け入れスペースの確保

機材が到着するまでに、調達機材を受け入れるスペースをマラウイ側が確保する必要がある。

(2) 確実な免税手続きの実施

「付加価値税」及び「関税」を免税するためには、事前に LWB が免税申請レター、G/A、業者契約書のコピー、調達機材のマスターリスト (Bills of Quantities) 等を準備し、同書類を MAIWD 次官からマラウイ歳入庁 (以下「MRA」) に提出する必要がある。関税の免税申請から承認まで1ヶ月程度を要するため、機材が荷積港を出港後、LWB 及び MAIWD が直ちに申請手続きを行い、通関を行うマラウイの保税地域 (モザンビーク国境またはリロングウェのドライポート) で遅滞しないよう留意する必要がある。

(3) JICA 技術協力プロジェクトとの連携

本事業で調達する機材は、今後実施予定の JICA 技術協力でも使用されることが想定されるため、機材の調達を円滑に実施し、JICA 技術協力の効果発現を妨げないよう配慮する必要がある。

3-2-4-3 調達・据付区分

本事業の日本国側とマラウイ側の実施範囲は、表 3-13 のとおり整理される。

表 3-13 : 本事業の調達・据付区分

業務内容	先方側	日本側
1. 機材調達		○
2. 機材保管場所の確保	○	
3. 調達機材にかかる付帯工事		
●非常用発電機の基礎・配線工事	○	
4. 機材の輸送・通関等		
●荷揚港（ハイラ港）までの海上輸送		○
●通関業務	○	
●免税措置（関税、付加価値税等）	○	
●機材輸入許可の取得	○	
●仕向け地（LWB本部・ムウェンダ中継ポンプ場）までの内陸輸送		○
●LWB本部から各地域事務所への輸送	○	
5. 銀行取極めと支払授權書の発行		
●銀行取極め（B/A）の締結	○	
●支払授權書（A/P）の発行	○	
●上記手続きにかかる諸費用負担	○	
6. 出入国・滞在に必要な許認可・手続き及び経費負担	○	
7. 本業務実施に必要な許認可・手続き	○	
8. 無償資金協力の範囲に含まれない関連業務にかかる費用負担	○	
9. コンサルティング業務		
●入札図書作成支援		○
●入札及び調達監理にかかるコンサルティング業務		○
10. 調達機材の検収		
●調達機材の検収		○
●調達機材の検収立会い	○	

3-2-4-4 調達監理計画

(1) 基本方針

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

(2) 調達監理計画

コンサルタントの調達監理業務は、以下のとおりである。

◆ 機材製作図確認・照合（日本）

調達業者が、要求仕様に則った機材を設計しているか確認する。

◆ 製品検査（日本）

機材の製作過程において、要求仕様を満足した機材が製作されているか確認する。

- ◆ 船積み前機材照合検査（日本）
機材が製造会社近郊の国際荷積港から船積みされる直前において、要求仕様及び数量に則った機材が船積みされるか確認する。
- ◆ 現地調達監理（現地）
製造会社から出荷された製品の仕向地到着に際し、要求された仕様及び数量に則った機材が到着し、適切に据付けられたか確認する。また、調達業者による初期操作指導を監督する。
- ◆ 検収・引渡し（現地）
最終仕向地である LWB 本部及びムウェンダ中継ポンプ場において、先方立会いのもと、要求された仕様及び数量に則った機材が調達されているのか最終確認し、要求を満足した機材を先方に引渡し、書面で内容を確認する。なお、ムウェンダ中継ポンプ場に設置する非常用発電機については、発電機から制御盤（Automatic Transfer Switch）までを本邦業者が接続し、制御盤から中継ポンプ及び商用電源までを LWB が接続することになっている。発電機をテスト運転モードで稼働させることで、単独動作確認が可能であるため、LWB の配線工事を待つことなく、検収、試運転、引き渡しが可能である。
- ◆ 最終配置確認（現地）
LWB 本部で検収し引き渡される機材（501 非常用発電機を除く）を LWB が各地域事務所へ輸送し、適切な場所に配置したことをコンサルタントが確認する。

コンサルタントの調達監理要員は、表 3-14 に示すとおり計画する。

表 3-14：コンサルタントの調達監理要員

要員	業務内容	派遣期間
業務主任	プロジェクト全般の管理、検収・引渡し、最終配置確認等	適宜（計0.40 M/M）
調達監理技術者	現地調達監理	適宜（計0.77 M/M）
検査技術者	製作図確認・照合、製品検査、船積み前検査等	適宜（計0.30 M/M）

3-2-4-5 品質管理計画

本事業における調達機材は、一般競争入札によって選定された本邦業者によって調達される。これら製品の品質を確保するために、製作図確認・照合検査及び製品検査を行う。

〔112 クレーン付トラック〕及び〔119 掘削機運搬用トラック〕については、製作図確認及び照合検査を行う。また、〔111 小型掘削機〕、〔112 クレーン付きトラック〕、〔119 掘削機運搬用トラック〕、〔201 漏水探知器〕、〔203 データロガー付圧力計〕、〔204 音聴棒〕及び〔205 管路探知機〕、〔501 非常用発電機〕は、工場製品検査を行う。現地では、当該機材の受け入れ、要求仕様や数量との照合、調達業者による初期操作指導を監督するコンサルタント要員を配置し、品質を確保する。

3-2-4-6 資機材等調達計画

(1) 調達方法

〔無収水対策〕機材は、水道管理設機材、漏水探知機材、運営・検査機材及び非常発電機材の調達を想定する。漏水探知機材は、マラウイ国内で流通していないため、本邦を含む海外調達となる

が、今後実施予定の JICA 技術協力でも調達される予定である。このため、同機材はその価格比較に加え、JICA 技術協力で調達される機材との親和性も考慮する。その他の機材コンポーネントは、マラウイ国内でも調達可能であるため、現地調達品と本邦調達を基本として比較・検討する。特に、水道管理設機材に含まれる工具・ツール類、配管材等は、既設管材の規格（マラウイでは原則 British Standard または ISO 規格を採用）との適合性を考慮する必要がある。

(2) 調達機材の交換部品・消耗品の調達計画

本事業では、供与機材の1年分の消耗品を調達する。

(3) 輸送計画

本事業で調達される機材は、日本国側の負担により、リロングウェ市内の LWB 本部まで輸送される。本邦調達機材は、ダーバン港（南アフリカ）またはベイラ港（モザンビーク）に荷揚げされ、リロングウェ市内まで陸送する経路が一般的であり、それぞれ 40 フィートコンテナの搬送が可能な道路が整備されている。ダーバン港からリロングウェ市内まで 10 日程度、ベイラ港からリロングウェ市内まで 5 日程度で輸送可能である。これまで治安上の問題から、ベイラ港の利用は避けられていたが、2016 年末にモザンビーク政府と武装集団（レモナ党）との対立停止の合意以降、状況は改善されている。最近では、所要日数が短いこともあり、ベイラ港を経由する輸送経路が一般的になっている。費用もベイラ港経由としたほうが抑えられるため、本事業においてはベイラ港経由での輸送を計画する。

また海外調達機材は、コンテナ輸送（20 または 40 フィート）を基本とするが、クレーン付きトラック及び掘削機輸送用トラックは自走、小型掘削機及び非常用発電機はフラットコンテナ（海上）とトレーラー（内陸）による輸送を計画する。

日本を出港した機材は、荷揚げされるベイラ港にて貨物検査が行われる。マラウイ向けの貨物であることが明記された船荷証券（B/L）を提示することで、ベイラ港の保税地域からマラウイの保税地域（マラウイとモザンビークとの国境またはリロングウェのドライポート）まで保税輸送*8 される。その後、マラウイの保税地域で免税を含む通関手続きが実施される。

海上輸送期間は 40 日程度、ベイラ港での荷物検査とトレーラーへの積み替えに 7 日間程度、内陸輸送期間を 7 日程度、マラウイの保税地域での通関手続きに 10 日程度を見込む。

表 3-15 : 輸送手段及び経路

項目	所用期間
日本からベイラ港までの海上輸送	約40日
ベイラ港での荷物検査、荷替え	約7日
ベイラ港からリロングウェ市内までの内陸輸送	約7日
マラウイ保税地域での通関手続き	約10日
合計	約64日

本邦調達業者による最終仕向け地は LWB 本部とし、検収後に各地域事務所への輸送を LWB の責務で行う計画とする。しかし、ムウエンダ中継ポンプ場（南部地域事務所の敷地内）に設置される〔501 非常用発電機〕は、大規模な重量物であり、本邦技術者による開梱作業も計画している。したがって、〔501 非常用発電機〕については、本邦調達業者がムウエンダ中継ポンプ場まで輸送し、当地で据付工事等及び検収を行う。

*8 保税輸送：外国貨物のまま保税地域間を運送すること。

(4) 据付工事計画

〔501 非常用発電機〕について据付工事として開梱・搬入・配置作業を行う。この作業には5日を想定する。〔501 非常用発電機〕の設置場所の基礎工事、開梱後の配線工事は、LWBの負担事項として整理しているため、計上しない。据付工事にかかる人員の派遣期間は、表 3-16 に示すとおり計画する。

表 3-16：据付工事の派遣計画

	実施要員	対象機材	渡航回数	所要日数			実施場所
				移動	作業	計	
1	本邦技術者	501 非常用発電機	1回	4日	5日	9日	リロングウェ
2	現地技術者（傭人）	501 非常用発電機			5日	5日	
合計			1回	4日	10日	14日	

(5) 調整・試運転計画

本事業では、〔111 小型掘削機〕、〔501 非常用発電機〕について調整・試運転を計画する。〔111 小型掘削機〕は1日、〔501 非常用発電機〕は4日を想定する。調整・試運転にかかる人員の派遣期間は、表 3-17 に示すとおり計画する。

表 3-17：調整・試運転の派遣計画

	実施要員	対象機材	渡航回数	所要日数			実施場所
				移動	作業	計	
1	本邦技術者	111 小型掘削機	1回	4日	1日	5日	リロングウェ
2	本邦技術者	501 非常用発電機	※	※	4日	4日	
合計			1回	4日	5日	9日	

※ 前工程から引き続き作業するため、計上しない

3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画

本事業において調達される〔101 穿孔機〕、〔111 小型掘削機〕、〔201 漏水探知器〕、〔203 データロガー付圧力計〕、〔204 音聴棒〕、〔205 管路探知器〕、〔501 非常用発電機〕は、機材納入時に初期操作指導を実施する。初期操作指導にかかる人員の派遣期間は、表 3-18 に示すとおり計画する。

表 3-18：初期操作指導の派遣計画

	実施要員	対象機材	渡航回数	所要日数			実施場所
				移動	作業	計	
1	本邦技術者	111 小型掘削機	※	※	2日	2日	リロングウェ
2	本邦技術者	101 穿孔機	1回	4日	4日	8日	
		201 漏水探知器					
		203 データロガー付圧力計					
		204 音聴棒					
205 管路探知器							
3	本邦技術者	501 非常用発電機	※	※	3日	3日	
合計			1回	4日	9日	13日	

※ 前工程から引き続き作業するため、計上しない

3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画

本事業において調達を想定する資機材は、漏水探知機材を除き LWB の通常業務で活用されるものであり、職員はその使用目的や操作方法を理解しているもので構成されている。調達機材の中には、初期操作指導が必要なものも含まれるが、基本的に汎用機材であるため、操作の難度は低い。漏水探知機材については通常業務では使用していないが、初期操作指導で使用目的や操作方法を習得することが可能である。したがって、本事業において技術支援（ソフト・コンポーネント）は計画しない。

3-2-4-9 実施工程

本事業における実施工程は、表 3-19 に示すとおりである

表 3-19：事業実施工程表

	月																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
実施設計	■	(現地調査)																	
	□	(仕様レビュー等)																	
	□	(入札図書作成)																	
			■	(入札図書承認)															
					■	(入札・契約)											計5.5ヶ月		
機材調達						□	(製作図作成)									計10.0ヶ月			
							(機器製作)												
								(輸送)					■						
								(据付、調整・試運転)					■						
																■	(初期操作指導)		
																■	(検収・引渡し)		

□ : 国内作業 ■ : 現地作業

3-3 相手国側分担事業の概要

先方負担事項の実施時期及び所要期間は、表 3-20 に示すとおり想定する。これら負担事項は、LWB が主体となり実施することを想定するが、免税措置等においては MAIWD の支援が必要となる。

表 3-20 : 先方負担事項の概要

負担事項	実施時期*	所要期間
機材保管場所の確保	機材の現地到着まで (2019年5月まで)	30日程度
調達機材にかかる付帯工事		
●非常用発電機の設置にかかる基礎工事	機材の現地到着まで (2019年5月まで)	30日程度
●非常用発電機の配線工事	機材の現地到着後 (2019年6月)	10日程度
機材の輸送・通関等		
●通関業務	B/L発行後 (2019年3月)	10日程度
●免税措置（関税、付加価値税等）	B/L発行後 (2019年3月)	30日程度
●機材輸入許可の取得	B/L発行後 (2019年3月)	30日程度
●LWB本部から各地域事務所への輸送	機材の検収後直ちに (2019年6月以降)	2日程度
銀行取極めと支払授權書の発行		
●銀行取極め（B/A）の締結	E/N、G/A締結後 (2018年3月)	2日程度
●支払授權書（A/P）の発行	B/A締結後 (2018年3月)	2日程度
●上記銀行手続きにかかる諸費用負担	適宜 (2018年3月)	-
出入国・滞在に必要な許認可・手続き及び経費負担	適宜 (2018年4月以降)	-
本業務実施に必要な許認可・手続き	適宜 (2018年4月以降)	-
無償資金協力の範囲に含まれない関連業務にかかる費用負担	適宜 (2018年4月以降)	-
調達機材の検収立会い	機材検収時 (2019年6月)	8日程度

* 2018年3月にE/N及びG/Aが締結されることを想定

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

本事業の調達機材は、主に LWB 地域事務所の日常業務である水道管理設、運営・検査等に活用する機材であり、機材の活用方法や運転操作等について、LWB は既に基礎知識を習得している。また、本事業の調達機材は、前述のとおり、維持管理のために高度な専門知識が必須ではないことから、現有体制での運転・維持管理に問題はない。

しかし、無収水対策を持続的・効果的に実施していくためには、LWB による機材の適正な運用が必要不可欠である。機材の破損や故障を未然に防ぐため、LWB が初期操作指導を通じて維持管理方法を習得し、持続的・効果的に機材を運用・維持管理していくことが望まれる。機材の維持管理方法として、調達機材の外観や動作を確認する「始業前点検」と、駆動部を有する機材のボルトの締付、油脂類の注入、オイルフィルターの交換、エアフィルターの洗浄等を半年に一度程度実施する「定期点検」を想定する。漏水探知器やデータロガー付圧力計等の計測器類については、簡易機構の機材と内蔵 IC チップによる制御機材であるため、精度校正の必要がなく、精密点検（精度校正）は想定しない。

したがって、LWB による維持管理は、基礎的な点検のみに留まり、維持管理のために高度な専門知識が必須ではないことから、LWB の現有体制で対応可能と判断する。

表 3-21 : LWB による調達機材の維持管理

コンポーネント	No.	機材	始業前点検	定期点検	担当
水道管理設 機材	101	穿孔機	○		北部・中部・南部 地域事務所
	103	ネジ接合機材	○		
	105	パイプカッター	○	○	
	106	吊り具	○		
	107	小型発電機	○	○	
	108	電気溶接機	○	○	
	109	工具類	○		
	110	埋戻し転圧機	○	○	
	111	小型掘削機	○	○	
	112	クレーン付トラック	○	○	
	113	エンジンポンプ	○	○	
	114	投光器	○	○	
	115	管補修クランプ・継手			
	117	管路水圧試験機	○	○	
119	掘削機運搬用トラック	○	○		
漏水探知 機材	201	漏水探知器	○		
	203	データロガー付圧力計	○		
	204	音聴棒	○		
	205	管路探知器	○		
運営・検査 機材	301	携帯型水道メータ検査器	○		
	302	水栓用水圧計	○		
	304	モーターバイク	○	○	
非常用発電 機材	501	非常用発電機	○	○	ムウエンダ中継ポンプ場 (南部地域事務所)

出典：調査団作成

3-5 プロジェクトの概略事業費

3-5-1 協力対象事業の概略事業費

(1) マラウイ側負担経費

本事業の概略事業費のうち、先方実施機関である LWB の負担経費は、表 3-22 に示すとおり見積もられる。

表 3-22 : マラウイ側負担経費

先方負担経費 : 2.1 百万円

負担機関	負担事項	金額	
		米ドル	円貨 (百万円)
LWB	A/P発給 概算事業費の0.05%を想定	1,602.9	0.2
	管材保管場所の確保 20.54 m2追加	10,919.1	1.2
	発電機設置場所の確保 基礎工事及び配線工事	6,195.2	0.7
合計		18,717.2	2.1

なお、管材保管場所の確保として、調達する管補修クランプ・継手を格納するためのスペース拡張費用を計上した。管材は、LWB 本部の倉庫で管理し、必要に応じた数量を北部・中部・南部に適宜配分することを想定しているため、LWB 本部の倉庫拡張費用のみを計上している。各地域事務所については、敷地内に機材保管場所（ケアテーカー執務室や倉庫等）や駐車スペースがあるため、本事業の調達機材に対して新たな保管場所を確保する必要はない。

また、発電機設置場所の確保として、ムウェンダ中継ポンプ場（南部地域事務所）に非常用発電機を設置するための基礎工事（45 m2）と配線工事の費用を計上した。

(2) 積算条件

1) 積算時点

本計画の現地調査は、2017年8月17日に終了した。したがって、積算時点は2017年8月とする。

2) 為替交換レート

為替交換レートは、以下のとおりである。

- ◆ USD 対日本円交換レート : 1 USD = 112.83 円
- ◆ MWK 対日本円交換レート : 1 MWK = 0.156 円

3) 調達期間

調達期間は、「3-2-4-9 実施工程」に示したとおりである。

4) その他

積算は、日本国政府の無償資金協力の制度を踏まえた。

(3) 予備的経費

国際通貨基金 (IMF) の公表によるマラウイの物価上昇率^{*9} は、2012年から2016年にかけて20%を超えており、2017年から2019年にかけては約9~12%程度で推移すると予測されている。しかし、本事業において、現地通貨ポーションの割合は小さいため、予備的経費を検討する必要はないと判

^{*9} 物価上昇率 : World Economic Outlook Database, April 2017

断する。

また、LWB の無収水対策に向けた取り組みの方針・方向性が事業の実施段階において変更される可能性はないため、設計内容の変更リスクはないと判断する。

3-5-2 運営・維持管理費

3-5-2-1 運営・維持管理費の諸元

本事業の調達機材は、主に LWB 地域事務所の日常業務（配管補修工事）で活用される機材であることから、機材の運営・維持管理において、小型掘削機の運転手の人件費が発生するものの、その他の新たな人員配置の必要はない。また、調達機材の大部分は運転費（燃料費）が不要であるが、小型掘削機や小型発電機、クレーン付トラック、小型掘削機運搬用車両、モーターバイク、非常用発電機については、運転費が必要になる。加えて、管補修クランプ・継手や工具類等の一部機材を除き、消耗品の調達が必要となる。

3-5-2-2 運営・維持管理費

運営・維持管理費として、人件費、燃料費及び消耗品費の支出が想定され、表 3-23 に示すとおり試算される。

表 3-23 : LWB の運営・維持管理費

運営・維持管理費内訳	単位	運転費（燃料費）諸元 *1			金額 *2 (百万MWK)	金額 (百万円)	
		年間最大稼働時間	燃費 (L/h)	燃料消費量 (L)			
人件費（運転手2名分）	一式				7.5	1.2	
運営費	燃料費				80.5	12.6	
	小型掘削機	一式	3,600.0	2.8	10,080	8.2	1.3
	小型発電機	一式	2,400.0	1.2	2,880	2.4	0.4
	クレーン付トラック	一式	7,200.0	4.6	33,120	27.3	4.3
	掘削機運搬用トラック	一式	7,200.0	4.6	33,120	27.3	4.3
	モーターバイク	一式	5,880.0	3.1	18,092	14.9	2.3
	非常用発電機	一式	3.4	110.0	372	0.3	0.05
	消耗品費 *3	一式				41.2	6.4
運営費計					121.6	19.0	
合計					129.1	20.1	

*1 燃費消費は、「平成28年度 建設機械等損料表」を参照

*2 人件費は、小型掘削機の運転手2名分の年間給与を計上

燃料費は、ガソリン単価：824.7 MWK/L、ディーゼル単価：815.8 MWK/Lを計上

*3 消耗品費は、概略事業費で積算した消耗品費の同額を計上

今後の運営・維持管理費として、人件費は年間 7.5 百万 MWK（約 1.2 百万円）、運営費は年間最大 121.6 百万 MWK（約 19.0 百万円）と見積もられる。この人件費及び運営費は、前述の表 2-7 に示す 2017/18 年度予算において、人件費（2,725 百万 MWK）は約 0.3%、運営費（5,886 百万 MWK）は約 2.1%を占めるに過ぎない。表 2-7 に示す過年度より予算が継続的に増加している現状及び表 2-8 に示す 2013/14 年度以降、損益収支の黒字を継続している現状を踏まえれば、現状の予算措置での運営・維持管理費の充当は、十分可能と判断する。2015/16 年度の純利益は 2,753 百万 MWK（約 432 百万円）であり、運営・維持管理費を充当するのに十分な財務状況である。したがって、現状

の予算措置での運営・維持管理費の充当は、十分可能と判断する。

第4章 プロジェクトの評価

第4章 プロジェクトの評価

4-1 事業実施のための前提条件

本事業の円滑な実施に際し、マラウイ側が対応すべき前提条件を、表 4-1 のとおり整理した。これら前提条件は、マラウイ側によって適切なタイミングで確実に実施されることが重要である。

表 4-1：事業実施のための前提条件

負担事項	実施時期
機材保管場所の確保	機材の現地到着まで
調達機材にかかる付帯工事	
●非常用発電機の設置にかかる基礎工事	機材の現地到着まで
●非常用発電機の配線工事	機材の現地到着後
機材の輸送・通関等	
●通関業務	B/L発行後
●免税措置（関税、付加価値税等）	B/L発行後
●機材輸入許可の取得	B/L発行後
●LWB本部から各地域事務所への輸送	機材の検収後直ちに
銀行取極めと支払授權書の発行	
●銀行取極め（B/A）の締結	E/N、G/A締結後
●支払授權書（A/P）の発行	B/A締結後
●上記銀行手続きにかかる諸費用負担	適宜
出入国・滞在に必要な許認可・手続き及び経費負担	適宜
本業務実施に必要な許認可・手続き	適宜
無償資金協力の範囲に含まれない関連業務にかかる費用負担	適宜
調達機材の検収立会い	機材検収時

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

(1) 持続的な機材の維持管理

リロングウェ市の給水状況の改善には、無収水対策が重要であり、その直接的活動である LWB 作業班による配管補修・漏水探知を持続的に実施することの意義は大きい。本事業で調達される機材を活用することで、配管補修の作業品質・効率は格段に向上し、また、これまで適切な機材を有しておらず LWB では実施不可能であった漏水探知も可能となる。そのため、永続的に調達機材を活用できる状態を維持することが求められ、その実現には LWB による適切かつ持続的な機材の維持管理が必須である。

(2) JICA 技術協力との連携

本事業は、LWB 地域事務所の日常業務である配管補修や新たに実施される漏水探知・補修に活用するための資機材を調達するものである（ハード面の拡充）。他方、今後実施予定の JICA 技術協力は、配管補修や漏水探知等の現場作業の経験・知見を向上させることを目標とし、LWB の無収水対策能力の強化させるものである（ソフト面の拡充）。本事業の調達機材を JICA 技術協力で積極的に活用することは、LWB の無収水対策能力を強化させる上で非常に有効であり、双方の目標達成への相乗効果にも期待できる。

4-3 外部条件

本事業実施のための外部条件は、以下のとおりである。

- ◆ マラウイにおける上水道改善にかかる政策・方針に変更がない。
- ◆ LWB の無収水対策の活動方針に変更がない。

4-4 プロジェクトの評価

4-4-1 妥当性

技術協力「水資源マスタープラン策定能力強化プロジェクト」（2012年～2014年）で策定された「国家水資源マスタープラン」においては、リロングウェ市の給水改善が最優先事業と位置付けられているが、とりわけ既存水源を効率的に利用する観点から、無収水率の削減が取り組むべき最優先事項として位置付けられている。また、LWB 戦略計画に掲げられた2015年の無収水率（36%）を2020年には28%まで削減する目標に掲げており、本事業はそれらマラウイの開発計画に沿った事業である。

また、対マラウイ共和国国別開発協力方針（2012年4月）における重点分野としても「基礎的社会サービスの向上」が定められ、協力プログラム「安全で安定的な水の供給プログラム」の中で、給水施設の修復・維持管理体制強化を通じて既存の給水施設を効率的に活用し、安定的な給水率の向上を支援する方針となっており、本事業はこの方針に合致する。

本事業の直接的な裨益対象はLWBであるが、本事業を通じて無収水対策が効率化され、もってリロングウェ市の無収水削減及び給水サービスの改善が図られることで、貧困層を含むリロングウェ市民の安全で安価な飲料水への普遍的かつ平等なアクセスに裨益することが想定される。

したがって、本事業の実施は、マラウイの開発課題・開発政策並びに我が国の協力方針・分析に合致し、無収水削減機材の整備を通じて水利用効率及び給水サービスの改善に資するものであり、SDGs ゴール6（「すべての人々の水と衛生の利用可能性と持続可能な管理を確保する」）に貢献すると考えられることから、事業の実施を支援する妥当性は高い。

4-4-2 有効性

(1) 定量的効果

LWB が、本事業で調達される〔無収水対策〕機材を活用することで、配管補修の作業品質が向上し、作業時間の低減に寄与するため、これまで適切な機材を有しておらず実施不可能であった漏水探知への着手が可能となる。この本事業で期待される効果発現の度合を確認すべく、定量的効果指標を表4-2のように設定する。

表 4-2 : 定量的効果指標

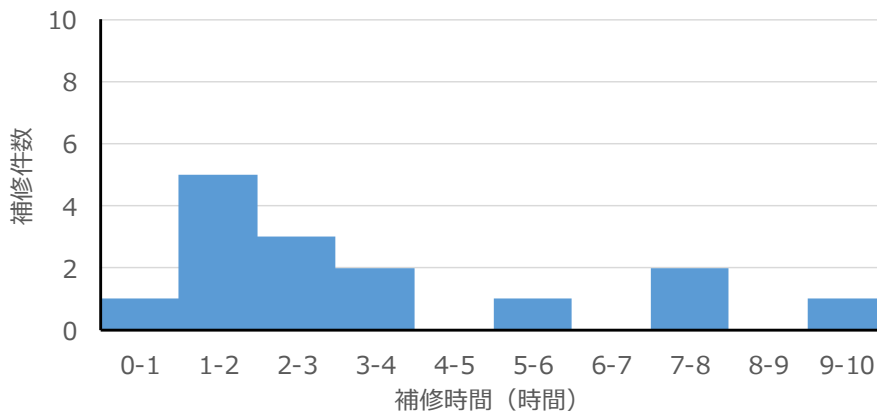
指標		基準値 (2017年実績)	目標値 (2022年)【整備3年後】
無収水対策	配管補修時間 (時間/箇所)	2.5	1.5
	漏水探知距離 (km/年)	0	175

なお、定量的効果指標は、LWB の従前作業内容に基づいて試算しており、活動による追加作業経費（主に機械の燃料費）は軽微なものであることから、外部条件による影響はないと判断した。各指標は以下のとおり設定した。

1) 配管補修時間（時間/箇所）

基準値

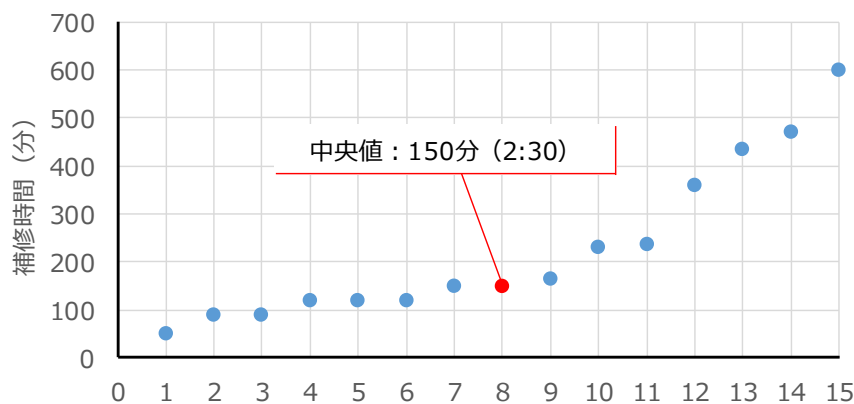
LWB 北部地域事務所の作業管理台帳を確認し、現状における配管補修時間（LWB 本部または利用者からのクレーム報告から補修完了までの所要時間）の把握に有効なサンプルを 15 件（2017 年 9 月 10 日～10 月 8 日）抽出し、図 4-1 に整理した。



出典：LWB提供データ

図 4-1：LWB 北部地域事務所の配管補修時間

配管補修は、対象箇所の地理的条件や、管径・管種及び交通渋滞等の外部条件によって所要時間が大きく異なる。そのため、定量的効果指標を設定する際には、統計的な傾向を示す代表値（平均値や中央値）を用いることが効果的と考える。LWB 北部地域事務所による配管補修の 15 件においては、1～2 時間の補修時間が最も多いが、同時に 0～1 時間、9～10 時間等の値のばらつきも見られる。したがって、外れ値（極端な値）やばらつきによる影響を比較的受けない中央値である 2.5 時間/箇所を定量的効果指標の基準値に設定することが妥当と判断した。



出典：調査団作成

図 4-2：有効なサンプルにおける中央値

目標値

現状の LWB の保有機材の能力・数量は、消耗・経年等によって不十分であるため、配管補修は主に人力や手動に頼らざるを得ず、作業の効率・品質が悪い。本事業によって調達される小型掘削機や埋戻し転圧器等の土木機械や管補修・入替管材を活用することで、配管補修が効率的に実施され、所要時間の大幅な短縮に期待できる。

前述のとおり、現状の配管補修時間を 2.5 時間/箇所（基準値）と見なし、調達機材を活用することで各作業時間が短縮され、1.5 時間/箇所まで短縮できることを想定する。

表 4-3：想定工程毎の配管補修時間の短縮度合

単位：分/箇所

作業工程	現況 【LWBデータの中央値】	機材供与後
① 不具合報告から分離	10	10
② 掘削	60	30
③ 状態確認	10	10
④ 漏水補修	40	20
⑤ 埋め戻し（現況復旧）	30	20
合計	150 (2.5時間)	90 (1.5時間)

出典：調査団作成

効果の発現度合の確認

現状 LWB は、配管補修を実施した日時、場所、内容、作業員数等を作業班が記録し、地域事務所が管理しているが、記録内容にはばらつきが散見される。これは LWB 内で記録様式が定型化されていないこと、過去の作業事例を参照することの重要性が認識されていないことに起因する。調査団は、LWB に記録様式の改定案を提示し、活動内容を記録・管理・運用することの重要性を説明した。CEO をはじめとする LWB 本部及び地域事務所は、この重要性を理解・認識している。2017 年 10 月から北部地域事務所において、通報から配管補修終了までの各作業工程の所要時間、概要等の状況記録を開始し、適切に記録されていることを調査団が確認している。LWB で新たな取り組みを施行する際には、特に意欲的・活動的である北部地域事務所において、トライアルとして実践を開始し、その後、他地域事務所へ展開することが一般的である。本事業の機材が調達される 2019 年 6 月までには、北部地域事務所における記録が定着し、他の地域事務所にも成果が普及され、各地域事務所においても記録体制が構築されることが想定されている。したがって、効果の発現度合は、作業班が記録し、地域事務所が管理する作業記録（週報、月報等）の閲覧（モニタリング）で確認することを想定する。

2) 漏水探知距離 (km/年)

基準値

現在、LWB は漏水探知を実施していないため、基準値（2017 年実績）はない。

目標値

前述のとおり、調達機材を活用することで、年間 7,200 時間 {= (2.5 時間/箇所－1.5 時間/箇所) × 50 箇所/週 × 4 週/月 × 12 月/年 × 3 地域事務所} の配管補修時間が軽減され、その時間を漏水探知・補修へ充当することが可能となる。作業班の移動や準備時間を除いた平均的な実働時間は、6 時間/

日程度であるため、漏水探知・補修へ充当できる時間は、LWB 全体で年間 1,200 日（＝7,200 時間/年÷6 時間/日）と試算される。つまり、地域事務所毎では、年間 400 日（＝1,200 日÷3 地域事務所）を漏水探知・補修に充当できることになる。また、これまで探知できなかった地下漏水が相当数確認されることを想定すると、漏水探知と探知後の補修に割かれる作業量は同程度と見なされる。そのため、この 400 日/年のうち、漏水探知と探知後の補修の作業量は伴に 200 日/年と見なされる。

漏水探知においては、地上障害物の撤去等の雑作業が生じる可能性があることや相関式・音聴式を併用し探知すること等を勘案すると、1 時間当たり 50 m 程度の進捗と想定される。作業班の実働時間を 6 時間/日とすると、1 日当たり 300 m 程度の漏水探知が可能となる。つまり、年間 180 km（＝300 m/日×200 日/年×3 地域事務所）の配管に対し、漏水探知が実施されると試算される。漏水探知の対象路線は、全配管網である約 1,750 km であるため、約 10 年（＝1,750 km÷180 km/年）で全対象路線の巡回を終えることになる。したがって、10 年を目途に全路線の巡回を終えることを目標として、LWB 全体の目標値を年間 175 km（＝1,750 km÷10 年）と設定する。

効果の発現度合の確認

現状 LWB の活動記録体制は脆弱であるものの、前述のとおり、2017 年 10 月から北部地域事務所において、各作業の所要時間、概要等の状況記録を開始しており、LWB 全体が、無収水対策にかかる活動記録の重要性を認識している中、各地域事務所へその活動成果を普及することが想定されている。特に漏水探知調査は、これまで LWB による実施経験がないことから、活動記録を残すことは重要であり、その記録は、機材が調達される 2019 年 6 月以降に開始されることになる。したがって、効果の発現度合は、作業班が記録し、地域事務所が管理する活動記録（週報、月報等）の閲覧（モニタリング）で確認することを想定する。

(2) 定性的効果

本事業の実施によって期待される定性的効果は、以下のとおりである。

- ◆ LWB の経営健全化（作業効率化による残業時間の抑制と有収水量の増加による収益の増加）
- ◆ LWB に対する顧客満足度の向上（迅速な配管補修の実現による信頼性の向上）
- ◆ リロングウェ川流域の水資源保全（無収水削減による過大な取水量の抑制）

以上より、本事業実施の妥当性は高く、また有効性が見込まれると判断する。

〔資料〕

1. 調査団員・氏名
2. 調査行程
3. 関係者（面会者）リスト
4. 討議議事録（M/D）
5. その他の資料・情報

資料 1. 調査団員・氏名

(1) 現地調査 (2017年7月15日～8月13日)

氏名	担当	所属
宮崎 明博	総括	独立行政法人国際協力機構 地球環境部
村上 敏雄	地下水開発	独立行政法人国際協力機構 地球環境部
清水 浩二	協力企画	独立行政法人国際協力機構 地球環境部
中野 武	業務主任/水道計画	国際航業株式会社 海外本部 海外コンサルティング部
高嶋 洋	副業務主任/無収水管理/ 機材計画1	国際航業株式会社 海外本部 海外コンサルティング部
田中 正利	地下水開発/機材計画2	国際航業株式会社 海外本部 海外コンサルティング部
瀬谷 健太郎	維持管理	国際航業株式会社 海外本部 海外コンサルティング部
鈴木 鉄也	調達計画1/積算	国際航業株式会社 海外本部 海外コンサルティング部
玉井 彩香	業務調整/調達計画2	国際航業株式会社 海外本部 海外コンサルティング部
戸田 真理子	GIS (自社負担)	国際航業株式会社 海外本部 海外コンサルティング部

(2) 概要説明 (2017年11月25日～12月8日)

氏名	担当	所属
讃良 貞信	総括	独立行政法人国際協力機構 国際協力専門員
有馬 朋宏	協力企画	独立行政法人国際協力機構 地球環境部
中野 武	業務主任/水道計画	国際航業株式会社 海外本部 海外コンサルティング部
高嶋 洋	副業務主任/無収水管理/ 機材計画1	国際航業株式会社 海外本部 海外コンサルティング部

資料 2. 調査行程

日順	日付	曜日	官側	業務主任/ 水道計画	副業務主任/ 無収水管理/ 機材計画1	地下水開発/ 機材計画2	維持管理	調達計画1/ 積算	業務調整/ 調達計画2	GIS	
				中野	高嶋	田中	瀬谷	鈴木	玉井	戸田 (自社負担)	
1	2017/7/15	土	移動	移動 (日本→)							
2	2017/7/16	日	移動	移動 (→マラウイ)							
3	2017/7/17	月	インセプション協議	インセプション・レポート協議							
4	2017/7/18	火	民間業者視察	民間業者視察							
5	2017/7/19	水	現場踏査	ドナー協力動向調査	民間業者視察	LWB組織調査	調達事情調査	民間業者視察			
6	2017/7/20	木	ミニッツ署名	ミニッツ署名	MAIWD情報収集	LWB情報収集	MAIWD情報収集				
7	2017/7/21	金	移動	MAIWDドナー調査	LWBドナー調査	MAIWDドナー調査	LWBドナー調査	調達事情調査	MAIWDドナー調査		
8	2017/7/22	土		資料整理・団内会議							
9	2017/7/23	日		資料整理							
10	2017/7/24	月		MAIWD情報収集	LWB現場踏査	MAIWD情報収集	LWB現場踏査	調達事情調査	MAIWD情報収集		
11	2017/7/25	火		MAIWD組織調査	LWB現場踏査	MAIWD組織調査	LWB現場踏査	調達事情調査	MAIWD組織調査		
12	2017/7/26	水		MAIWD維持管理	LWB現場踏査	MAIWD維持管理	LWB現場踏査	調達事情調査	MAIWD維持管理		
13	2017/7/27	木		MAIWD組織調査	LWB現場踏査	MAIWD組織調査	LWB現場踏査	調達事情調査	税金調査		
14	2017/7/28	金		MAIWD情報収集	LWB現場踏査	MAIWD情報収集	LWB現場踏査	調達事情調査	税金調査		
15	2017/7/29	土		資料整理・団内会議							
16	2017/7/30	日		資料整理							
17	2017/7/31	月		資料整理	LWB現場踏査	資料整理	LWB現場踏査	調達事情調査	資料整理	GIS現況調査	
18	2017/8/1	火		MAIWD維持管理	LWB運営管理	MAIWD維持管理	LWB運営管理	見積回収	MAIWD維持管理	GIS現況調査	
19	2017/8/2	水		MAIWD予算調査	LWB運営管理	MAIWD維持管理	LWB運営管理	見積回収	MAIWD予算調査	GIS現況調査	
20	2017/8/3	木		税金調査	LWB予算調査	MAIWD機材調査	LWB予算調査	見積回収	税金調査	LWB料金調査	
21	2017/8/4	金		MAIWD機材調査	LWB資機材調査	MAIWD機材調査	LWB資機材調査	見積回収	MAIWD機材調査	GIS現況調査	
22	2017/8/5	土		資料整理・団内会議							
23	2017/8/6	日		資料整理							
24	2017/8/7	月		簡易水道計画作成	既存資料整理	LWB維持管理	見積回収	MAIWD維持管理	LWB料金調査		
25	2017/8/8	火		簡易水道計画作成		LWB維持管理	見積回収	テクニカルノート協議	GIS現況調査		
26	2017/8/9	水			テクニカルノート協議		LWB維持管理	見積回収	テクニカルノート協議	既存資料整理	
27	2017/8/10	木			テクニカルノート締結/JICA事務所報告		見積回収	テクニカルノート締結/JICA事務所報告			
28	2017/8/11	金		移動 (マラウイ→)							
29	2017/8/12	土		移動 (乗り継ぎ)							
30	2017/8/13	日		移動 (→日本)							

※ MAIWD : 農業・灌漑・水開発省、LWB : リングウェ水公社

日順	日付	曜日	総括	協力企画	業務主任/ 水道計画	副業務主任/ 無収水管理/ 機材計画1
			講良	有馬	中野	高嶋
1	2017/11/25	土			移動 (日本→)	
2	2017/11/26	日		移動 (日本→)	移動 (→マラウイ)	
3	2017/11/27	月		移動 (→マラウイ)	JICA挨拶、MAIWD、LWB協議	
4	2017/11/28	火		現場視察	MAIWD、LWB協議	
5	2017/11/29	水		現場視察	MAIWD、LWB協議	
6	2017/11/30	木		現場視察	MAIWD、LWB協議	
7	2017/12/1	金		現場視察	MAIWD、LWB協議	
8	2017/12/2	土		現場視察	資料整理	
9	2017/12/3	日		団内会議	団内会議	
10	2017/12/4	月	移動 (日本→)	MAIWD、LWB協議		
11	2017/12/5	火	移動 (→マラウイ)	MAIWD、LWB協議		
12	2017/12/6	水		ミニッツ協議		
13	2017/12/7	木		ミニッツ署名、移動 (マラウイ→)		
14	2017/12/8	金		移動 (→日本)		

※ MAIWD : 農業・灌漑・水開発省、LWB : リングウェ水公社

資料 3. 関係者（面会者）リスト

氏名

所属・役職

農業・灌漑・水開発省 (MAIWD)

Mr. Brian MPHANJE	Assistant/Department of Water Resources
Ms. Christine MAWANGA	Department of Human Resource
Mr. Collings CHIVUNGA	Former Officer (Retirement)/Department of Resources
Mr. Dennis SITI	Accountant/Department of Finance
Mr. Ganizani MATIKI	Principle Hydrogeologist/Department of Water Resources
Mr. George CHANDE	Deputy Director/Department of Planning
Mr. Humphrey SAPULAYI	Senior Mechanical Engineers/ Department of Water Resources
Mr. Kamuga MSONDA	Principle Hydrogeologist/Department of Water Resources
Mr. Macpherson NKHATA	Chief Hydrogical Resarch Officer/ Department of Water Resources
Mr. Madaritso MAKONO	Mechanics/Department of Water Resources
Ms. Modesta KANJAYE	Director/Department of Water Resources
Mr. Nelson MZUMARA	Senior Economist/Department of Planning
Mr. Peter CHIPETA	Regional Irrigation & Water Development Officer/ Central Regional Water Development Office
Mr. Prince MLETA	Deputy Director/Department of Water Resources
Mr. Ron CHWAULA	Senior Drilling Officer/Department of Water Resources
Ms. Zione UKA	Chief Geological Development Officer/ Department of Water Resources

リロングウェ水公社 (LWB)

Mr. Alfonso CHIKUNI	Chief Executive Officer
Mr. Amos MLONGOLA	Network Tech. Engineer
Ms. Anges MBALE	M&E Office
Mr. Bester KAMWAZA	Operations Support
Mr. Damiano CHIMBAYO	Motor Vehicle Workshop
Mr. Dan MACHISA	Store Section/Clerk
Mr. Daniel MACHISA	Procurement Assistant
Mr. Devlin CHIRWA	Zone Manager S
Mr. Emmanuel SUMBWI	Geographic Information System Officer
Mr. Ephraim BANDA	Technical Services/ Acting Projects Implementation Unit Manager
Ms. Esther PHIRI	Ass. Projects Engineer
Mr. F.H. KAMNHWANI	Zone Manager C
Mr. Fred CHILAMBA	Store Supervisor
Mr. Gift BANDA	Management Accountant
Mr. Gustaff CHIKASEMA	Corporate Planning Manager
Mr. Maclean Guy NYANG'WA	Director of Technical Services
Mr. McLennan NYANG'WA	Administration/Director of Technical Services
Mr. Rodney MTONDA	Elect/Mech Support
Mr. Ronald GUNDAMTENGO	Projects Engineer

氏名	所属・役職
Mr. Silli MBEHE	Director of Finance
Mr. Stevie KAZEMBE	Acting Procurement Specialist
Mr. Trevor H PHOYA	Administrative Officer/Administration Division
Mr. Valentine KAUPA	Acting Zone Manager (North)

マラウイ税務局 (Malawi Revenue Authority)

Mr. Martin KASAILA	Taxpayer Service Team Leader
Mr. Oscar M. MATEWARA	Deputy Station Manager-Enforcement

氏名	所属・役職
世界銀行	
Mr. Josses MUGABI	Sr Water & Sanitation Sepc.

UNICEF

Mr. Patrick A. OKUNI	WASH Specialist
Ms. Tabithah D. MKANDAWIRE	Water Sanitation & Hygiene Officer

民間業者

Mr. Enock ZIMBA	Tropical Drilling Company (Managing Director)
Mr. Navin HIRAWI	Chitsime Drilling Company (Operation Manager)
Mr. Rem ELIAS	Watertech Drilling Contractors (Managing Director)
Mr. Rob BECKERS	Vitens Evides International (Resident Project Manager Malawi)
Mr. Theo JANSSEN	Vitens Evides International (NRW Expert)

JICAマラウイ事務所

木藤 耕一	所長
和田 泰一	副所長
赤塚 慎平	Assistant Resident Representative
肥後 武司	Water Resource Adviser
Mr. Kapalamula GODFREY	Chief Programme Officer
Ms. Tamanda KALEKE	Programme Officer

資料 4. 討議議事録 (M/D)

討議議事録 (2017 年 7 月 20 日付)

テクニカルノート (2017 年 8 月 10 日付)

討議議事録 (2017 年 12 月 6 日付)

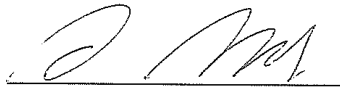
討議議事録（2017年7月20日付）

MINUTES OF DISCUSSIONS
ON
THE PREPARATORY SURVEY
ON
THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF GROUNDWATER DEVELOPMENT
AND NON-REVENUE WATER REDUCTION

Based on the several preliminary discussions between the Government of the Republic of Malawi (hereinafter referred to as "Malawi") and Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") Malawi Office, JICA dispatched the Preparatory Survey Team for the Outline Design (hereinafter referred to as "the Team") of the Project for Improvement of Groundwater Development and Non-Revenue Water Reduction (hereinafter referred to as "the Project") to Malawi, headed by Akihiro MIYAZAKI, Director of Water Resources Team 2, JICA, from July 17 to Aug 11, 2017.

The Team held a series of discussions with the officials of the Government of Malawi and conducted a field survey. In the course of the discussions, both sides have confirmed the main items described in the attached sheets.

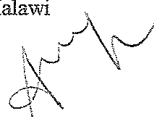
Lilongwe, July 20, 2017



Mr. Akihiro MIYAZAKI
Leader
Preparatory Survey Team
Japan International Cooperation Agency
Japan



Mrs. Modesta B. Kanjaye
Director
Department of Water Resources
Ministry of Agriculture, Irrigation and Water
Development
Malawi



Mr. Alfonso Chikuni
Chief Executive Officer
Lilongwe Water Board
Malawi

ATTACHMENT

1. Objective of the Project

The objective of the Project is to enhance implementing capacity for increasing drinking water in rural areas and improving water use efficiency in the capital city in Malawi by procuring and installing equipment for groundwater development and non-revenue reduction, thereby contributing to improve water supply in Malawi.

2. Title of the Preparatory Survey

Both sides confirmed the title of the Preparatory Survey as “the Preparatory Survey for the Project for Improvement of Groundwater Development and Non-Revenue Water Reduction”.

3. Project site

Both sides confirmed that the sites of the Project are Entire Malawi for Groundwater Development and Lilongwe City for Non-Revenue Water Reduction, which is shown in Annex 1.

4. Responsible authority for the Project

Both sides confirmed the authorities responsible for the Project are as follows:

4-1. Ministry of Agriculture, Irrigation and Water Development (hereinafter referred to as “the MAIWD”) will be the executing agency for groundwater development of the Project (hereinafter referred to as “the Executing Agency”), and Lilongwe Water Board (hereinafter referred to as “the LWB”) will be the executing agency for non-revenue water reduction of the Project. The Executing Agency shall coordinate with all the relevant authorities to ensure smooth implementation of the Project and ensure that the undertakings for the Project shall be managed by relevant authorities properly and on time. The organization chart of the Executing Agency is shown in Annex 2, and implementation structure of the Project are shown in Annex 6.

4-2. MAIWD shall be responsible for contracting with Japanese side, representing the executing agencies.

4-3. The above authorities responsible and implementation structure of the Project is tentative and subject to change when the scope of the project is changed.

5. Items requested by the Government of Malawi



5-1. As a result of discussions, both sides confirmed that the items requested by the Government of Malawi are as follows:

(1) Groundwater Development

- One drilling rig mounted on 4 by 4 truck for groundwater development (100m or deeper) to drill different size diameter holes equipped with DTH and Mud drilling facilities. Consideration should be made on maximum tonnage of the drilling machine to suit poor road network in rural areas
- One air Compressor mounted on 4by 4 truck
- 4 by 4 support truck lorry with crane
- Drilling hammers and bits of appropriate sizes
- Enough temporally steel casings to deal with unconsolidated formation deeper than 60 meters in order to be able to drill 100m or deeper boreholes
- Mobile workshop with necessary accessories
- Pumping test unit with high lift pump and bigger head and more riser to match the deeper wells
- GPS units
- Logging equipment, water level meters, borehole depth meters and borehole cameras with long cables
- Geophysical Survey prospecting equipment with long cables
- Assorted drilling tools and fast wearing spare parts
- Plus associated training in operation and maintenance of the new equipment

(2) Non-Revenue Water Reduction

- Leakage detection equipment
- Pipe installing equipment
- Management and Inspection Equipment
- Dredging Machine

5-2. JICA will assess the feasibility of the above requested items through the survey, and low sustainable items will be removed from the Project scope. Preconditions for scoping the Project are as follows:

(1) Groundwater Development

- 1) MAIWD has a concrete plan for groundwater development with 100m or deeper, including some names and number of targeted villages/localities.
- 2) An Aquifer(s) has been identified by an existing hydrogeological survey.
- 3) MAIWD has sustainable operation and maintenance system for the

targeted drilling rig, such as stable supply chain of spare parts, skilled staffs, and financial resources.

- 4) The targeted villages or communities can operate and maintain developed wells with stable supply chain of spare parts, skilled mechanic, and sufficient financial resources.
- 5) Private companies do not have appropriate sustainable capacity for drilling 100m or deeper in Malawi.

(2) Non-Revenue Water Reduction

- 1) To be identified as prioritized equipment in the survey.
- 2) To contribute rolling out the output of the Project for Strengthening the Capacity of Non-Revenue Water Reduction for Lilongwe Water Board.
- 3) To ensure immediate use in the field.
- 4) No similar project / duplication with other development partners and proper sequencing of projects to be followed.

5-3. JICA will report the results of assessing the feasibility of the requested items to the Government of Japan. The final scope of the Project will be decided by the Government of Japan.

5-4. The Government of Malawi shall submit an official request to the Government of Japan through a diplomatic channel before September, 2017.

6. Procedures and Basic Principles of Japanese Grant

6-1. The Malawian side agreed that the procedures and basic principles of Japanese Grant as described in Annex 3 shall be applied to the Project.

As for the monitoring of the implementation of the Project, JICA requires Malawian side to submit the Project Monitoring Report, the form of which is attached as Annex 4.

6-2. The Malawian side agreed to take the necessary measures, as described in Annex 5, for smooth implementation of the Project. The contents of the Annex 5 will be elaborated and refined during the Preparatory Survey and be agreed in the mission dispatched for explanation of the Draft Preparatory Survey Report.

The contents of Annex 5 will be updated as the Preparatory Survey progresses, and eventually, will be used as an attachment to the Grant Agreement.

7. Schedule of the Survey

7-1. The Team will proceed with further survey in Malawi until Aug 11.

7-2. An official request to the Government of Japan will be submitted before

September, 2017.

- 7-3. JICA will prepare a draft Preparatory Survey Report in English and dispatch a mission to Malawi in order to explain its contents around late in November, 2017.
- 7-4. If the contents of the draft Preparatory Survey Report is accepted and the undertakings for the Project are fully agreed by the Malawian side, JICA will finalize the Preparatory Survey Report and send it to Malawi around March, 2018.
- 7-5. The above schedule is tentative and subject to change.

8. Environmental and Social Considerations

- 8-1. The Malawian side confirmed to give due environmental and social considerations before and during implementation, and after completion of the Project, in accordance with the JICA Guidelines for Environmental and Social Considerations (April, 2010).
- 8-2. The Project is categorized as "C" from the following considerations:
Not located in a sensitive area, nor has it sensitive characteristics, nor falls it into sensitive sectors under the Guidelines, and its potential adverse impacts on the environment are not likely to be significant.

Annex 1 Project Site

Annex 2 Organization Chart

Annex 3 Japanese Grant

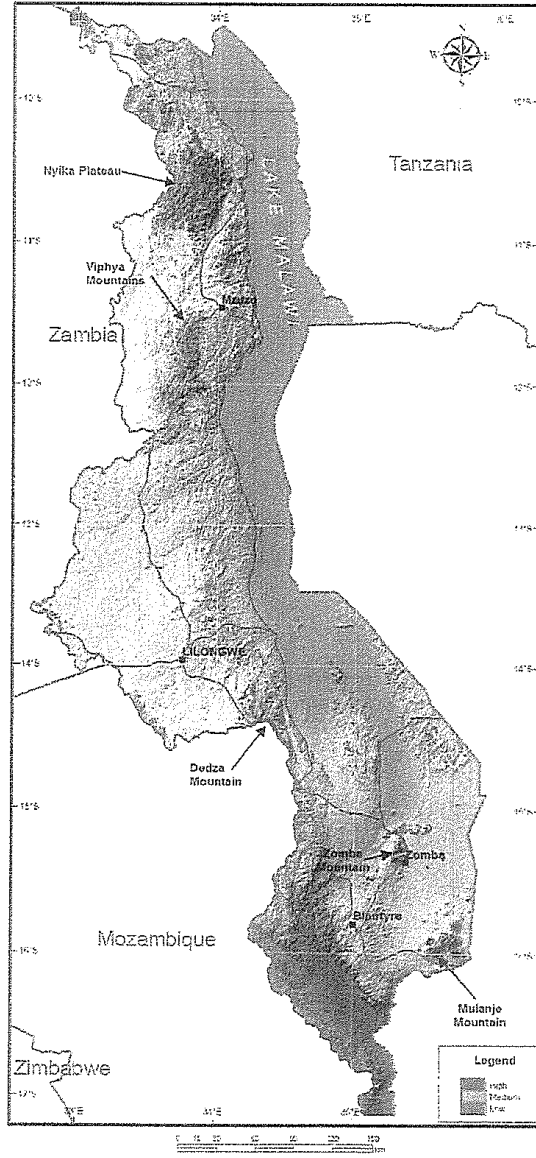
Annex 4 Project Monitoring Report (template)

Annex 5 Major Undertakings to be taken by the Government of Malawi

Annex 6 Implementation Structure



Project Site

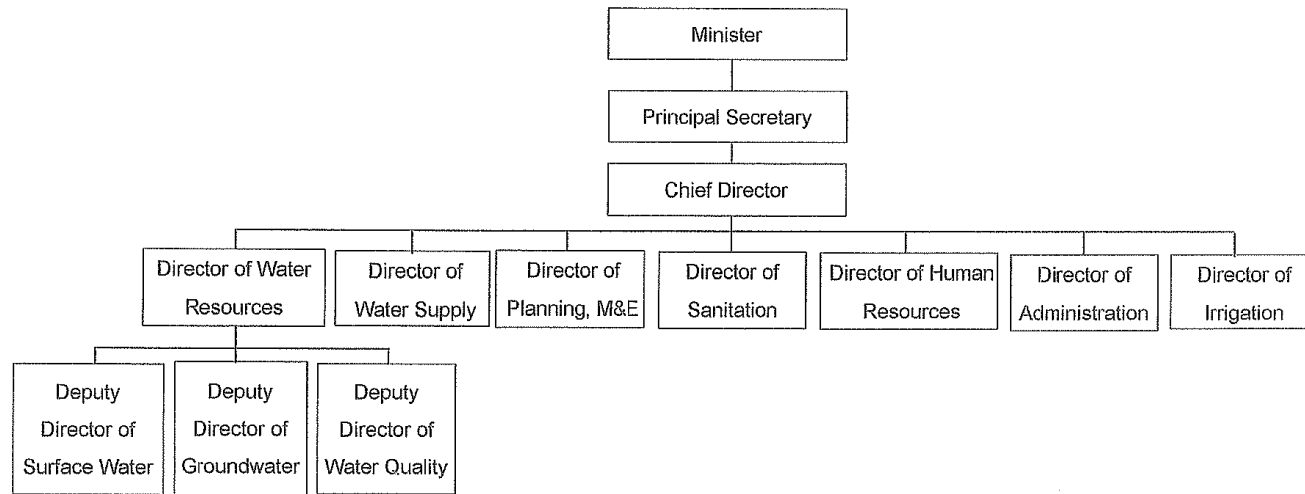


[Handwritten mark]

[Handwritten mark]

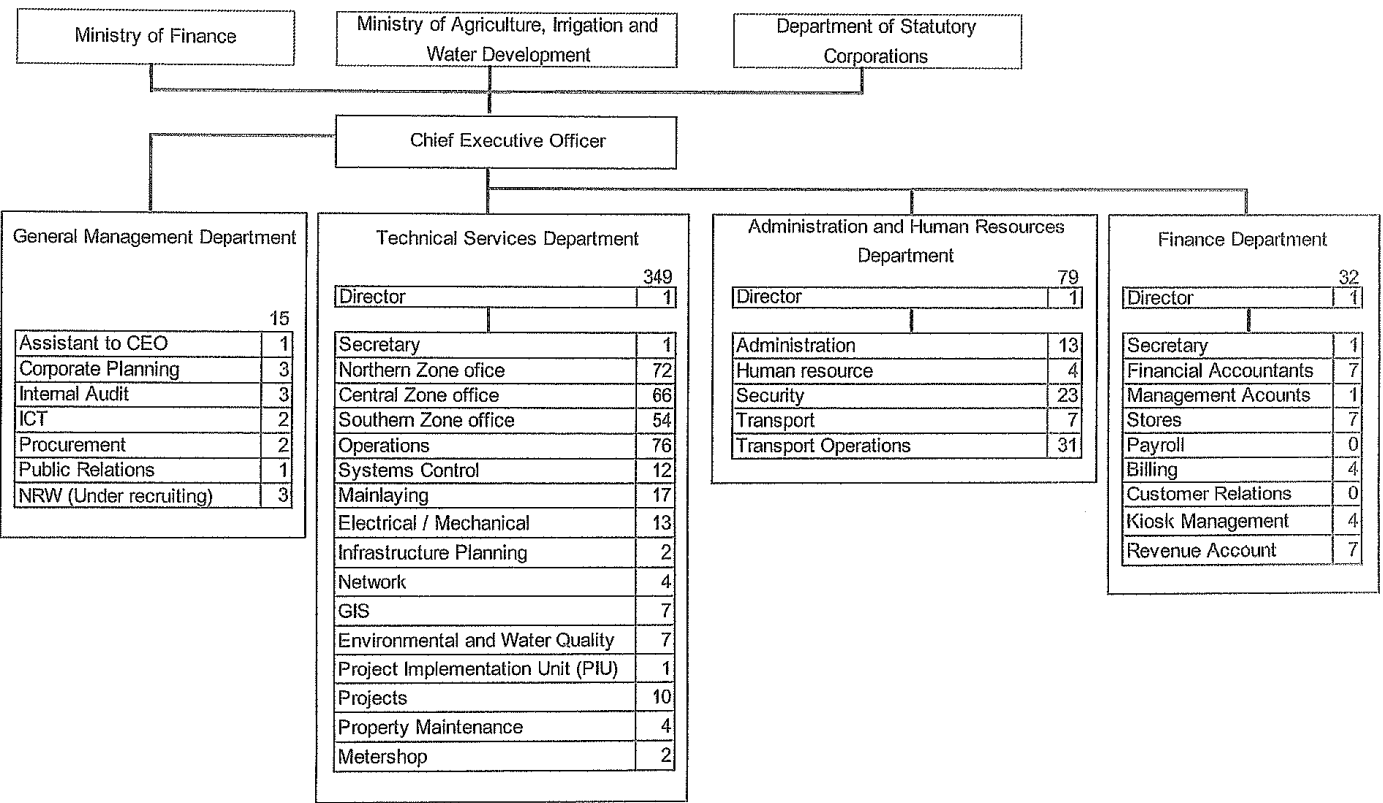
[Handwritten mark]

Organization Chart (Ministry of Agriculture, Irrigation and Water Development)



Handwritten mark resembling a stylized 'N' or '2'.

Organization Chart (Lilongwe Water Board)



Handwritten mark resembling a stylized 'N' or '2'.

Handwritten arrow pointing right.

JAPANESE GRANT

The Japanese Grant is non-reimbursable fund provided to a recipient country (hereinafter referred to as "the Recipient") to purchase the products and/or services (engineering services and transportation of the products, etc.) for its economic and social development in accordance with the relevant laws and regulations of Japan. Followings are the basic features of the project grants operated by JICA (hereinafter referred to as "Project Grants").

1. Procedures of Project Grants

Project Grants are conducted through following procedures (See "PROCEDURES OF JAPANESE GRANT" for details):

(1) Preparation

- The Preparatory Survey (hereinafter referred to as "the Survey") conducted by JICA

(2) Appraisal

-Appraisal by the government of Japan (hereinafter referred to as "GOJ") and JICA, and Approval by the Japanese Cabinet

(3) Implementation

Exchange of Notes

-The Notes exchanged between the GOJ and the government of the Recipient

Grant Agreement (hereinafter referred to as "the G/A")

-Agreement concluded between JICA and the Recipient

Banking Arrangement (hereinafter referred to as "the B/A")

-Opening of bank account by the Recipient in a bank in Japan (hereinafter referred to as "the Bank") to receive the grant

Construction works/procurement

-Implementation of the project (hereinafter referred to as "the Project") on the basis of the G/A

(4) Ex-post Monitoring and Evaluation

-Monitoring and evaluation at post-implementation stage

2. Preparatory Survey**(1) Contents of the Survey**

The aim of the Survey is to provide basic documents necessary for the appraisal of the the Project made by the GOJ and JICA. The contents of the Survey are as follows:

- Confirmation of the background, objectives, and benefits of the Project and also institutional capacity of



relevant agencies of the Recipient necessary for the implementation of the Project.

- Evaluation of the feasibility of the Project to be implemented under the Japanese Grant from a technical, financial, social and economic point of view.
- Confirmation of items agreed between both parties concerning the basic concept of the Project.
- Preparation of an outline design of the Project.
- Estimation of costs of the Project.
- Confirmation of Environmental and Social Considerations

The contents of the original request by the Recipient are not necessarily approved in their initial form. The Outline Design of the Project is confirmed based on the guidelines of the Japanese Grant.

JICA requests the Recipient to take measures necessary to achieve its self-reliance in the implementation of the Project. Such measures must be guaranteed even though they may fall outside of the jurisdiction of the executing agency of the Project. Therefore, the contents of the Project are confirmed by all relevant organizations of the Recipient based on the Minutes of Discussions.

(2) Selection of Consultants

For smooth implementation of the Survey, JICA contracts with (a) consulting firm(s). JICA selects (a) firm(s) based on proposals submitted by interested firms.

(3) Result of the Survey

JICA reviews the report on the results of the Survey and recommends the GOJ to appraise the implementation of the Project after confirming the feasibility of the Project.

3. Basic Principles of Project Grants

(1) Implementation Stage

1) The E/N and the G/A

After the Project is approved by the Cabinet of Japan, the Exchange of Notes (hereinafter referred to as "the E/N") will be signed between the GOJ and the Government of the Recipient to make a pledge for assistance, which is followed by the conclusion of the G/A between JICA and the Recipient to define the necessary articles, in accordance with the E/N, to implement the Project, such as conditions of disbursement, responsibilities of the Recipient, and procurement conditions. The terms and conditions generally applicable to the Japanese Grant are stipulated in the "General Terms and Conditions for Japanese Grant (January 2016)."



2) Banking Arrangements (B/A) (See "Financial Flow of Japanese Grant (A/P Type)" for details)

- a) The Recipient shall open an account or shall cause its designated authority to open an account under the name of the Recipient in the Bank, in principle. JICA will disburse the Japanese Grant in Japanese yen for the Recipient to cover the obligations incurred by the Recipient under the verified contracts.
- b) The Japanese Grant will be disbursed when payment requests are submitted by the Bank to JICA under an Authorization to Pay (A/P) issued by the Recipient.

3) Procurement Procedure

The products and/or services necessary for the implementation of the Project shall be procured in accordance with JICA's procurement guidelines as stipulated in the G/A.

4) Selection of Consultants

In order to maintain technical consistency, the consulting firm(s) which conducted the Survey will be recommended by JICA to the Recipient to continue to work on the Project's implementation after the E/N and G/A.

5) Eligible source country

In using the Japanese Grant disbursed by JICA for the purchase of products and/or services, the eligible source countries of such products and/or services shall be Japan and/or the Recipient. The Japanese Grant may be used for the purchase of the products and/or services of a third country as eligible, if necessary, taking into account the quality, competitiveness and economic rationality of products and/or services necessary for achieving the objective of the Project. However, the prime contractors, namely, constructing and procurement firms, and the prime consulting firm, which enter into contracts with the Recipient, are limited to "Japanese nationals", in principle.

6) Contracts and Concurrence by JICA

The Recipient will conclude contracts denominated in Japanese yen with Japanese nationals. Those contracts shall be concurred by JICA in order to be verified as eligible for using the Japanese Grant.

7) Monitoring

The Recipient is required to take their initiative to carefully monitor the progress of the Project in order to ensure its smooth implementation as part of their responsibility in the G/A, and to regularly report to JICA about its status by using the Project Monitoring Report (PMR).

8) Safety Measures

The Recipient must ensure that the safety is highly observed during the implementation of the Project.

9) Construction Quality Control Meeting

Construction Quality Control Meeting (hereinafter referred to as the "Meeting") will be held for quality assurance and smooth implementation of the Works at each stage of the Works. The member of the Meeting will be composed by the



Recipient (or executing agency), the Consultant, the Contractor and JICA. The functions of the Meeting are as followings:

- a) Sharing information on the objective, concept and conditions of design from the Contractor, before start of construction.
- b) Discussing the issues affecting the Works such as modification of the design, test, inspection, safety control and the Client's obligation, during of construction.

(2) Ex-post Monitoring and Evaluation Stage

- 1) After the project completion, JICA will continue to keep in close contact with the Recipient in order to monitor that the outputs of the Project is used and maintained properly to attain its expected outcomes.
- 2) In principle, JICA will conduct ex-post evaluation of the Project after three years from the completion. It is required for the Recipient to furnish any necessary information as JICA may reasonably request.

(3) Others

1) Environmental and Social Considerations

The Recipient shall carefully consider environmental and social impacts by the Project and must comply with the environmental regulations of the Recipient and JICA Guidelines for Environmental and Social Considerations (April, 2010).

2) Major undertakings to be taken by the Government of the Recipient


For the smooth and proper implementation of the Project, the Recipient is required to undertake necessary measures including land acquisition, and bear an advising commission of the A/P and payment commissions paid to the Bank as agreed with the GOJ and/or JICA. The Government of the Recipient shall ensure that customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in the Recipient with respect to the purchase of the Products and/or the Services be exempted or be borne by its designated authority without using the Grant and its accrued interest, since the grant fund comes from the Japanese taxpayers.

3) Proper Use

The Recipient is required to maintain and use properly and effectively the products and/or services under the Project (including the facilities constructed and the equipment purchased), to assign staff necessary for this operation and maintenance and to bear all the expenses other than those covered by the Japanese Grant.

4) Export and Re-export

The products purchased under the Japanese Grant should not be exported or re-exported from the Recipient.



PROCEDURES OF JAPANESE GRANT

Stage	Procedures	Remarks	Recipient Government	Japanese Government	JICA	Consultants	Contractors	Agent Bank
Official Request	Request for grants through diplomatic channel	Request shall be submitted before appraisal stage.	x	x				
1. Preparation	(1) Preparatory Survey Preparation of outline design and cost estimate		x		x	x		
2. Appraisal	(2) Preparatory Survey Explanation of draft outline design, including cost estimate, undertakings, etc.		x		x	x		
	(3) Agreement on conditions for implementation	Conditions will be explained with the draft notes (E/N) and Grant Agreement (G/A) which will be signed before approval by Japanese government.	x	x (E/N)	x (G/A)			
	(4) Approval by the Japanese cabinet			x				
3. Implementation	(5) Exchange of Notes (E/N)		x	x				
	(6) Signing of Grant Agreement (G/A)		x		x			
	(7) Banking Arrangement (B/A)	Need to be informed to JICA	x					x
	(8) Contracting with consultant and issuance of Authorization to Pay (A/P)	Concurrence by JICA is required	x			x		x
	(9) Detail design (D/D)		x			x		
	(10) Preparation of bidding documents	Concurrence by JICA is required	x			x		
	(11) Bidding	Concurrence by JICA is required	x			x	x	
	(12) Contracting with contractor/supplier and issuance of A/P	Concurrence by JICA is required	x				x	x
4. Ex-post monitoring & evaluation	(13) Construction works/procurement	Concurrence by JICA is required for major modification of design and amendment of contracts.	x			x	x	
	(14) Completion certificate		x			x	x	
4. Ex-post monitoring & evaluation	(15) Ex-post monitoring	To be implemented generally after 1, 3, 10 years of completion, subject to change	x		x			
	(16) Ex-post evaluation	To be implemented basically after 3 years of completion	x		x			

notes:

1. Project Monitoring Report and Report for Project Completion shall be submitted to JICA as agreed in the G/A.

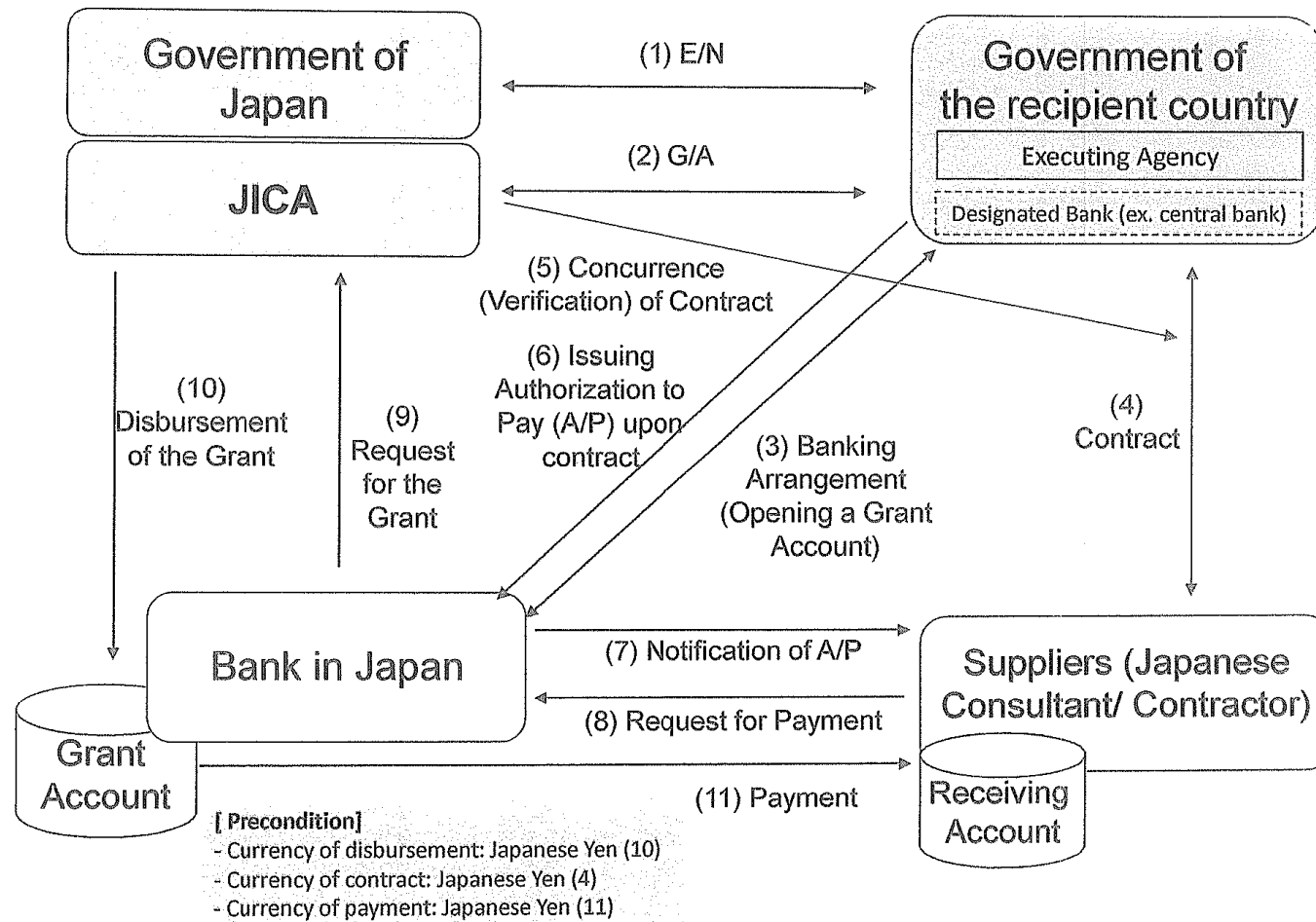
2. Concurrence by JICA is required for allocation of grant for remaining amount and/or contingencies as agreed in the G/A.

M

1

4

Financial Flow of Japanese Grant (A/P Type)



Project Monitoring Report
 on
Project Name
Grant Agreement No. XXXXXXX
 20XX, Month

Organizational Information

Signer of the G/A (Recipient)	Person in Charge (Designation) _____ Contacts _____ Address: _____ Phone/FAX: _____ Email: _____
Executing Agency	Person in Charge (Designation) _____ Contacts _____ Address: _____ Phone/FAX: _____ Email: _____
Line Ministry	Person in Charge (Designation) _____ Contacts _____ Address: _____ Phone/FAX: _____ Email: _____

General Information:

Project Title	
E/N	Signed date: Duration:
G/A	Signed date: Duration:
Source of Finance	Government of Japan: Not exceeding JPY _____ mil. Government of (): _____





1: Project Description

1-1 Project Objective

1-2 Project Rationale

- Higher-level objectives to which the project contributes (national/regional/sectoral policies and strategies)
- Situation of the target groups to which the project addresses

1-3 Indicators for measurement of "Effectiveness"

Quantitative indicators to measure the attainment of project objectives		
Indicators	Original (Yr)	Target (Yr)
Qualitative indicators to measure the attainment of project objectives		

2: Details of the Project

2-1 Location

Components	Original <i>(proposed in the outline design)</i>	Actual
1.		

2-2 Scope of the work

Components	Original* <i>(proposed in the outline design)</i>	Actual*
1.		

Reasons for modification of scope (if any).

(PMR)

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten mark]

2-5 Implementation Schedule

Items	Original		Actual
	<i>(proposed in the outline design)</i>	<i>(at the time of signing the Grant Agreement)</i>	

Reasons for any changes of the schedule, and their effects on the project (if any)

--

2-4 Obligations by the Recipient

2-4-1 Progress of Specific Obligations
 See Attachment 2.

2-4-2 Activities
 See Attachment 3.

2-4-3 Report on RD
 See Attachment 11.

2-5 Project Cost

2-5-1 Cost borne by the Grant (Confidential until the Bidding)

Components			Cost (Million Yen)	
	Original <i>(proposed in the outline design)</i>	Actual <i>(in case of any modification)</i>	Original ¹⁾²⁾ <i>(proposed in the outline design)</i>	Actual
1.				
Total				

Note: 1) Date of estimation:
 2) Exchange rate: 1 US Dollar = Yen

2-5-2 Cost borne by the Recipient

Components			Cost (1,000 Taka)	
	Original <i>(proposed in the outline design)</i>	Actual <i>(in case of any modification)</i>	Original ¹⁾²⁾ <i>(proposed in the outline design)</i>	Actual
1.				

Handwritten signature

Handwritten signature

Handwritten mark

Note: 1) Date of estimation:
2) Exchange rate: 1 US Dollar =

Reasons for the remarkable gaps between the original and actual cost, and the countermeasures (if any)

(PMR)

2-6 Executing Agency

- Organization's role, financial position, capacity, cost recovery etc,
- Organization Chart including the unit in charge of the implementation and number of employees.

Original (at the time of outline design) name: role: financial situation: institutional and organizational arrangement (organogram): human resources (number and ability of staff):
Actual (PMR)

2-7 Environmental and Social Impacts

- The results of environmental monitoring based on Attachment 5 (in accordance with Schedule 4 of the Grant Agreement).
- The results of social monitoring based on in Attachment 5 (in accordance with Schedule 4 of the Grant Agreement).
- Disclosed information related to results of environmental and social monitoring to local stakeholders (whenever applicable).

3: Operation and Maintenance (O&M)

3-1 Physical Arrangement

- Plan for O&M (number and skills of the staff in the responsible division or section, availability of manuals and guidelines, availability of spareparts, etc.)

Original (at the time of outline design)
Actual (PMR)

3-2 Budgetary Arrangement

- Required O&M cost and actual budget allocation for O&M

Original (at the time of outline design)

Actual (PMR)

4: Potential Risks and Mitigation Measures

- Potential risks which may affect the project implementation, attainment of objectives, sustainability
- Mitigation measures corresponding to the potential risks

Assessment of Potential Risks (at the time of outline design)

Potential Risks	Assessment
1. (Description of Risk)	Probability: High/Moderate/Low
	Impact: High/Moderate/Low
	Analysis of Probability and Impact:
	Mitigation Measures:
	Action required during the implementation stage:
2. (Description of Risk)	Probability: High/Moderate/Low
	Impact: High/Moderate/Low
	Analysis of Probability and Impact:
	Mitigation Measures:
	Action required during the implementation stage:
3. (Description of Risk)	Probability: High/Moderate/Low
	Impact: High/Moderate/Low
	Analysis of Probability and Impact:
	Mitigation Measures:
	Action required during the implementation stage:
Contingency Plan (if applicable):	

Actual Situation and Countermeasures	
(PMR)	

5: Evaluation and Monitoring Plan (after the work completion)

5-1 Overall evaluation

Please describe your overall evaluation on the project.

--

5-2 Lessons Learnt and Recommendations

Please raise any lessons learned from the project experience, which might be valuable for the future assistance or similar type of projects, as well as any recommendations, which might be beneficial for better realization of the project effect, impact and assurance of sustainability.

--

5-3 Monitoring Plan of the Indicators for Post-Evaluation

Please describe monitoring methods, section(s)/department(s) in charge of monitoring, frequency, the term to monitor the indicators stipulated in 1-3.

--

Attachment

1. Project Location Map
 2. Specific obligations of the Recipient which will not be funded with the Grant
 3. Monthly Report submitted by the Consultant
- Appendix - Photocopy of Contractor's Progress Report (if any)
- Consultant Member List
 - Contractor's Main Staff List
4. Check list for the Contract (including Record of Amendment of the Contract/Agreement and Schedule of Payment)
 5. Environmental Monitoring Form / Social Monitoring Form
 6. Monitoring sheet on price of specified materials (Quarterly)
 7. Report on Proportion of Procurement (Recipient Country, Japan and Third Countries) (PMR (final) only)
 8. Pictures (by JPEG style by CD-R) (PMR (final) only)
 9. Equipment List (PMR (final) only)
 10. Drawing (PMR (final) only)
 11. Report on RD (After project)

Monitoring sheet on price of specified materials

1. Initial Conditions (Confirmed)

	Items of Specified Materials	Initial Volume A	Initial Unit Price (¥) B	Initial total Price C=A×B	1% of Contract Price D	Condition of payment	
						Price (Decreased) E=C-D	Price (Increased) F=C+D
1	Item 1	●●t	●	●	●	●	●
2	Item 2	●●t	●	●	●		
3	Item 3						
4	Item 4						
5	Item 5						

2. Monitoring of the Unit Price of Specified Materials

(1) Method of Monitoring : ●●

(2) Result of the Monitoring Survey on Unit Price for each specified materials

	Items of Specified Materials	1st ●month, 2015	2nd ●month, 2015	3rd ●month, 2015	4th	5th	6th
1	Item 1						
2	Item 2						
3	Item 3						
4	Item 4						
5	Item 5						

(3) Summary of Discussion with Contractor (if necessary)

-
-
-

*

Report on Proportion of Procurement (Recipient Country, Japan and Third Countries)
(Actual Expenditure by Construction and Equipment each)

	Domestic Procurement (Recipient Country) A	Foreign Procurement (Japan) B	Foreign Procurement (Third Countries) C	Total D
Construction Cost	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	
Direct Construction Cost	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	
others	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	
Equipment Cost	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	
Design and Supervision Cost	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	
Total	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	

Major Undertakings to be taken by the Government of Malawi

1. Specific obligations of the Government of Malawi which will not be funded with the Grant

(1) Before the Tender

NO	Items	Deadline	In charge	Estimated Cost	Ref.
1	To open bank account (B/A)	within 1 month after the signing of the G/A	MoFEPD / MAIWD		
2	To issue A/P to a bank in Japan (the Agent Bank) for the payment to the consultant	within 1 month after the signing of the contract	MoFEPD / MAIWD		
6	To secure space for equipment	before notice of the bidding document	MAIWD / LWB		
9	To submit Project Monitoring Report (with the result of Detail Design)	before preparation of bidding documents	MAIWD / LWB		

(B/A: Banking Arrangement, A/P: Authorization to pay, N/A: Not Applicable, MoFEPD: Ministry of Finance, Economic Planning and Development, MAIWD: Ministry of Agriculture, Irrigation and Water Development, LWB: Lilongwe Water Board)

(2) During the Project Implementation

NO	Items	Deadline	In charge	Estimated Cost	Ref.
1	To issue A/P to a bank in Japan (the Agent Bank) for the payment to the Supplier(s)	within 1 month after the signing of the contract(s)	MoFEPD / MAIWD		
2	To bear the following commissions to a bank in Japan for the banking services based upon the B/A				
	1) Advising commission of A/P	within 1 month after the signing of the contract(s)	MoFEPD / MAIWD		
	2) Payment commission for A/P	every payment	MoFEPD / MAIWD		
3	To ensure prompt customs clearance and to assist the Supplier(s) with internal transportation in recipient country	during the Project	MoFEPD / MAIWD		
4	To accord Japanese nationals and/or physical persons of third countries whose services may be required in connection with the supply of the products and the services such facilities as may be necessary for their entry into the country of the Recipient and stay therein for the performance of their work	during the Project	MoFEPD / MAIWD		
5	To ensure that customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in the country of the Recipient with respect to the purchase of the products and/or the services be exempted;	during the Project	MoFEPD / MAIWD		
6	To bear all the expenses, other than those covered by the Grant, necessary for the implementation of the Project	during the Project	MAIWD / LWB		
7	To submit Project Monitoring Report after each work under the contract(s) such as shipping, hand over, installation and operational training	within one month after completion of each work	MAIWD / LWB		
	1) To submit Project Monitoring Report (final)	within one month after signing of Certificate of Completion for the works under the contract(s)	MAIWD / LWB		
8	To submit a report concerning completion of the Project	within six months after completion of the Project	MAIWD / LWB		

(3) After the Project

NO	Items	Deadline	In charge	Estimated Cost	Ref.
3	To maintain and use properly and effectively the facilities constructed and equipment provided under the Grant Aid	After completion of the construction	MAIWD / LWB		
	1) Allocation of maintenance cost				
	2) Operation and maintenance structure				
	3) Routine check/Periodic inspection				

2. Other obligations of the Government of Malawi funded with the Grant

NO	Items	Deadline	Amount (Million Japanese Yen)*
1	To provide equipment with installation and commissioning		/
2	To implement detailed design, bidding support and procurement supervision (Consulting Service)		
	Total		XXX

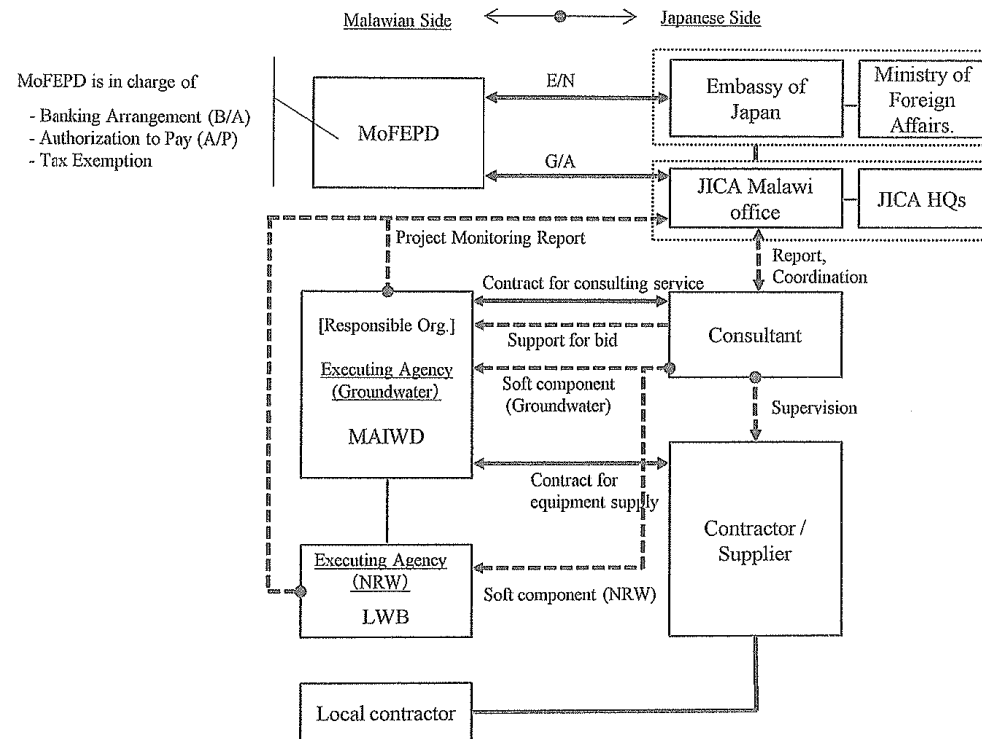
*The Amount is provisional. This is subject to the approval of the Government of Japan.

Handwritten mark

Handwritten mark

Handwritten mark

Implementation Structure



テクニカルノート（2017年8月10日付）

TECHNICAL NOTES
ON
THE PREPARATORY SURVEY
ON
THE PROJECT FOR IMPROVEMENT OF GROUNDWATER DEVELOPMENT
AND NON-REVENUE WATER REDUCTION IN MALAWI

Based on the Minutes of Discussions signed on the 20th of July 2017 between the Preparatory Survey Team (hereinafter referred to as "the Team") of Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") and Ministry of Agriculture, Irrigation and Water Development (hereinafter referred to as "MAIWD") and Lilongwe Water Board (hereinafter referred to as "LWB") on the Project for Improvement of Groundwater Development and Non-Revenue Water Reduction (hereinafter referred to as "the Project"), the Consultant members of the Team had a series of discussions and conducted the field survey from the 16th of July to the 10th of August 2017.

Based on the discussions and field survey, Malawian sides (MAIWD and LWB) and the Team (hereinafter referred to as "both sides") confirmed the technical conditions described in the attached sheets.

The detail of the contents of the Project shall be decided upon further surveys and discussion between both sides.

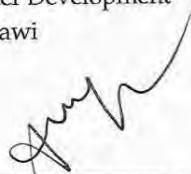
Lilongwe, August 10, 2017



Mrs. Modesta B. KANJAYE
Director
Department of Water Resources
Ministry of Agriculture, Irrigation and
Water Development
Malawi



Takeshi NAKANO
Chief Consultant
Preparatory Survey Team
Kokusai Kogyo Co., Ltd.
Japan



Eng. Alfonso CHIKUNI
Chief Executive Officer
Lilongwe Water Board
Malawi

ATTACHMENT

1. Pre-conditions for Scoping the Project

Both sides clarified and confirmed the pre-conditions for scoping the Project through the field survey, careful readings of existing documents and discussions with concerned organizations, as mentioned below.

1-1 Groundwater Development

1-1-1 Concrete Plan for Groundwater Development

MAIWD recognized the necessity of groundwater development through boreholes of 100 m or deeper because there are challenges of the water quality (the existence of salty water) and low yields found at current shallow aquifers. Thus, MAIWD have an intention to place the priority on the construction of deeper wells at 32 market centers and communities, which have faced the expansion of water demands. Nevertheless, concrete plans such as names and numbers of priority targeted localities for these deeper wells within 32 market centers and communities, were not found in any documents including "Malawi Rural Water Supply Investment Plan: 2014-2020" as MAIWD's overall plan.

1-1-2 Deeper Aquifers in Malawi

The Team confirmed that geophysical prospecting survey was conducted at 41 points (Max. 150 m depth) and 32 points (Max. 400 m depth) on existing survey reports, which are "Consultancy Services for National Hydrogeological and Water Quality Mapping Final Geophysical Survey Report (March 2015)" and "Hydrogeological and Water Quality Mapping Consultancy in Shire River Basin Draft Geophysical Survey Report (June 2017)". Based on results analysis of these reports by the Team, it is recognized that there is a possibility of the existence of deeper aquifers (deeper than 100 m) in several places in Malawi. However, there are no actual performances (drilling records) to drill deeper than 100 m in Malawi and thus, comparative examinations between drilling records and results of geophysical prospecting cannot be conducted at the moment. The sites with a possibility to develop deeper aquifers are shown in Annex-1.

1-1-3 Operation and Maintenance System for Equipment

The Team confirmed that MAIWD has a stable supply chain to purchase spare parts of drilling machinery, three (3) drilling teams consisted of skilled staffs and financial resources for well construction. Major financial resource is called "Borehole Construction and Groundwater Management Fund", which is utilized for sustainable operation and maintenance for drilling rigs, support tracks and other necessary equipment. The Existing Equipment List owned by MAIWD is referred to as Annex-2.

1-1-4 Operation and Maintenance System for Newly Developed Wells

MAIWD have an intention to place the priority on the construction of deeper wells at 32 market centers and communities as mentioned above 1-1-1. Newly developed wells at market centers will be operated and maintained by Water Boards, which have sufficient experiences of operating and maintaining existing wells at each area. While developing market centers, MAIWD also have an intention to develop deeper wells at community levels. These newly developed wells at community levels will be operated and maintained through communities as Water Users Association supported by Local Authorities.

1-1-5 Capacity to Drill Deeper than 100 m by Private Company

The Team confirmed that the private drilling companies in Malawi have no sufficient equipment and experiences to drill deeper than 100 m.

1-2 Non-Revenue Water Reduction

Both sides discussed the candidate equipment by utilizing "Simplified Water Supply Plan in Lilongwe City" prepared by the Team (referred to as Annex-3) and confirmed the contents in accordance with following points.

- (1) Priority for non-revenue water reduction
- (2) Contribution to roll out the output for "the Project for Strengthening the Capacity of Non-Revenue Water Reduction for Lilongwe Water Board"
- (3) Immediate utilization on site
- (4) No duplication with other development partners and proper sequence of the Projects to be followed

Both sides evaluated each candidate equipment as described in Annex-4 and agreed its contents.

2. Unit Integration

Both sides agreed that the units for the Project will be according to SI (International System).

3. Future Schedule

Both sides agreed and confirmed that survey results will be used for analysis in Japan, and the Team will make the Project designs and cost estimation. Draft equipment plan including cost estimation will be reported and explained to MAIWD and LWB by the Team around later in November 2017.

4. Official Request

Both sides re-confirmed that the Government of Malawi will submit an official request to the Government of Japan through a diplomatic channel before September 2017.

Annex:

[Groundwater Development]

1. The Sites with a Possibility to Develop Deeper Aquifers
2. Existing Equipment List owned by MAIWD

[Non-Revenue Water Reduction]

3. Simplified Water Supply Plan in Lilongwe City
4. Evaluation of the Candidate Equipment for Non-Revenue Water Reduction



Annex-1: The Sites with a Possibility to Develop Deeper Aquifers

Survey Point			Result of Geophysical Prospecting						Evaluation	
Region	District	Site Name	Survey Depth (m)	Predicted Aquifer Depth (m)	Resistivity (Ohm*m)	Hydrogeology	Groundwater Aquifer	Caution	Priority to develop	Target Depth (m)
Northern	Rumphi	Mzokoto	150	40~150	80~140	Weathered Rock or Fracture	Fissure		B	200
Northern	Nkhotakota	Kamphambale	150	80~150 ≤	30~85	Low Resistive Rocks	Fissure		A	200
Central	Kasungu	Lisandwa	150	80~150 ≤	1,400	Weathered Rock with Fracture	Fissure		A	200
Central	Lilongwe	Nanthenje	150	50~150 ≤	230~3,000	Weathered Rock with Fracture	Fissure		B	200
Southern	Mangochi	Chantulo	150	60~150 ≤	5~7	Low Resistivity Zone/Saline Aquifer	Stratum	*1	A	200
Southern	Machinga	Nselema-Button	150	50~150 ≤	120~920	Weathered Rock with Fracture	Fissure		B	200
Southern	Chikwawa	Ngabu	400	90~200	3~20	Unconsolidated Sediment	Stratum/Fracture		B	200
Southern	Chikwawa	Chambulika	400	60~180	35~65	Basalt Lava/Pyroclastic Flow	Fissure		A	200
Southern	Balaka	Namalomba	400	100~300	5~10	Unconsolidated Sediment from Lake Malombe	Stratum	*1	A	200
Southern	Balaka	Buke	400	40~230	400~2,000	Weathered Gneiss/Fractures	Fissure		B	200
Southern	Chikhwawa	Mitondo	400	80~250	10~30	Unconsolidated Sediments	Stratum	*1	A	200
Southern	Chikhwawa	Namalidi	400	100~200	4~20	Unconsolidated Sediments from Shire River	Stratum		B	200

*1: Salty water may exist in the upper aquifer.

Handwritten marks: a signature and a checkmark.

Annex-2: Existing Equipment List owned by MAIWD

No.	Reg. No.	Type	Manufacturer	Specification	Mileage	Quantity	Status	Remarks
1	021MG031	Drilling Rig	Koken	80 m depth drilling	2,552.5 hrs	1	Working	
			Hino		15,442.2 km			
2	MG586AA	Drilling Rig	YBM	80 m depth drilling	1,190.7 hrs	1	Working	
			Nissan UD		3,494.8 km			
3	MG254U	Drilling Rig	Koken	80 m depth drilling	N/A	1	Working	in the field
			Hino		N/A			
4	021MG200	Drilling Rig	Koken	80 m depth drilling	N/A	1	Under Repairs	
			Hino		N/A			
5		Hammer Bit		6 inch		3	Working	
				8-1/2 inch				
6		Roller Bit		4 inch		3	Working	
				8-1/2 inch				
7		Wing Bit		8-1/2 inch		3	Working	
8		Temporary Casing		8 inch, 3 m		30	Working	
9		Drill Rod				91	Working	
10	021MG035	Truck with Air Compressor	Hokuetsu	300 Mpa	868.2 hrs	1	Working	
			Hino		15,390.3 km			
11	021MG036	Truck with Air Compressor	Hokuetsu	300 Mpa	N/A	1	Working	in the field
			Hino		N/A			
12	021MG037	Truck with Air Compressor	Hokuetsu	300 Mpa	N/A	1	Under Repairs	in the field
			Hino		N/A			
13	MG587AA	Truck with Air Compressor	Hokuetsu	300 Mpa	1,550.0 hrs	1	Working	
			Nissan UD		4,117.3 km			
14	MG931P	Truck with Air Compressor	Hokuetsu	300 Mpa	N/A	1	Abandon	
			Hino		N/A			
15	021MG097	Truck with Pumping Test Equipment	Hokuetsu	300 Mpa	N/A	1	Working	
			Hino		157,926.0 km			
16	MG583AA	Support Truck with Crane	Nissan UD	7 ton, 3 ton crane	187,823.0 km	1	Working	
17	MG584AA	Support Truck with Crane	Nissan UD	7 ton, 3 ton crane	148,501.0 km	1	Working	
18	MG585AA	Support Truck with Crane	Nissan UD	7 ton, 3 ton crane	110,000.0 km	1	Working	
19	021MG038	Support Truck	Hino	7 ton loading	N/A	1	Working	in the field
20	021MG014	Support Truck	Hino	7 ton loading	N/A	1	Working	in the field
21	021MG118	Mobile Workshop Truck	Mitsubishi	4 ton crane	82,178.0 km	1	Working	
22	021MG022	Tipper			63,684.0 km		Working	
23	021MG018	Water Bowser		6 m3	23,733.0 km	1	Working	
24		Water Bowser		6 m3	N/A	1	Working	in the field
25		Water Bowser		6 m3	N/A	1	Working	in the field
26		Dozer	Komatsu	D6	N/A	1	Working	in the field
27		Excavator			N/A	1	Working	in the field
28		Front-end Loader			N/A	1	Working	in the field
29	021MG039	Mobile Water Treatment Plant			2,002.0 km	1	Working	
30		Geophysical Prospecting Machine	Iris	150 m depth		2	Working	
31	021MG086	Drilling Rig	Hino			1	Abandon	
32	021MG201	Truck with Air Compressor	Nissan UD	300 Mpa		1	Abandon	
33	021MG085	Truck with Air Compressor	Hino	300 Mpa		1	Abandon	
34	021MG117	Support Truck with Crane	Isuzu	7 ton		1	Abandon	
35	021MG119	Support Truck with Crane	Hino	7 ton		1	Abandon	
36	MG251U	Support Truck with Crane	Hino	7 ton		1	Abandon	
37	MG252U	Support Truck	Hino	7 ton		1	Abandon	

As of August 4, 2017

Annex-3

Simplified Water Supply Plan in Lilongwe City

This "Simplified Water Supply Plan" is established to contribute to clarify the challenges of improvement of current water supply situation in Lilongwe referring to the strategic issues written in "Strategic Plan 2015-2020" as follows.

- Request by Implementation Agency
- Consistency with Plan and Strategy
- Current Status of existing facilities and equipment
- Status of operation and maintenance
- Overlap of other project (JICA and/or other donors)

The Simplified Water Supply Plan

1 The strategic plan and target Year :

The general water supply plan conform to the Strategic Plan 2015-2020 which is aligned to the Post Millennium Development Agenda, Malawi Growth and Development Strategy (MGDS) II, National Water Policy and the National Sanitation Policy.

The strategic issues consist of the following issues.

- i. Unreliable water supply service
- ii. Weak customer relations
- iii. Limited financial capacity for infrastructure development
- iv. Inadequate institutional capacity

Target year is set to 2020 based on the above Strategic Plan 2015-2020.

2 Planned Water Supply Area :

Planned water supply area in Lilongwe city to be focused are the current designated area with 106 Distributed Metered Areas (hereinafter, DMAs), which are current number in July 2017 by GIS data of Lilongwe Water Board (hereinafter, LWB), and to be expanded DMAs until 2020.

Number of Area & DMA

Zone Office	Area No.		DMA No.	
	Jun'17	July'17	Jun'17	July'17
North	19	19	31	49
Central	28	28	36	36
South	14	16	21	21
Total	61	64	88	106

*Data of "July'17" is based on GIS data of LWB

3 Water Demand Forecast and Planned Water Supply Volume :

The 2015 population of the city was approximately 1.04 million inhabitants and was expected to increase to 1.10 million inhabitants in 2016. The corresponding water demand for the city was estimated to have been 75,000m³/day in the year 2013 and was projected to grow to 110,000m³/day by 2016. While the demand seems lower than the LWB capacity to supply, the Non-Revenue Water (hereinafter, NRW) figures stand at a rolling average of 36% (45,000m³/day) of the total production capacity (125,000m³/day). Therefore, only 80,000m³/day is available for consumption.

The Strategic Plan 2015-2020 hold up achievements through the following objectives, including the NRW reduction.

- ✓ To provide adequate 24 hour supply at adequate pressure and quality.
- ✓ To increase supply coverage from 70% to 80%.
(Improve supply to low income area, implementing individual connections, etc.)

4 Improvement of Water source and production :

Project of Kamuzu Dam which is comprised retaining wall rising (H=5.0m approx.) of Kamuzu-1 (water storage capacity 4.5Mm³) and rehabilitation of Kamuzu-2 (water storage capacity 19.8Mm³) is planned by the European Investment Bank (hereinafter, EIB) to increase water source capacity.

Water product under progress as WT-2-B project (WT-2, phase-2) and planned extension of water treatment plant such as WT-3 which has been announced tender of PPP project by World Bank.

The project for rehabilitation and expansion of the transmission and distribution pipe network is to be done by World Bank and EIB.

Intake of the water treatment plant such as WT-1 & 2 is to be maintained (dredged) periodically by LWB to keep function of water intake volume.

Water Sources and Water Treatment Plants

Facility	Name	Capacity	Established	Remarks
Water Source	Kamuzu-1	4.5Mm ³	1966	
	Kamuzu-2	19.8Mm ³	1981/1999	
	Sub-Total	24.3Mm ³	-	
	Kamuzu-1 (Plan)	19.6Mm ³	(2018~?)	By wall rising
	Total	43.9Mm ³	-	
Water	TW-1	35,000m ³ /d	1966	

Treatment Plant (TW)	TW-2-A	60,000m3/d	1991	
	TW-2-B	30,000m3/d	(2017~?)	Under construction
	Sub-Total	125,000m3/d	-	
	TW-3	?	?	On tender notice
	Total	125,000++	-	

Source : Infrastructure Investment Plan for LWB, Tender notice of W.B.

5 Non-Revenue Water Management Plan :

LWB placed the parameter of the Non-Revenue Water to be reduced from 36% to 28 % by the target year 2020. New section such as "NRW Team" is to be established in this financial year of 2017 to reinforce and accelerate the NRW reduction through the improvement of leakage detection, illegal connection, inaccurate meter readings, etc.

"NRW Team" is to be reinforced of technical skills and satisfied equipment with support by the donors.

"NRW Team" shall have a close collaboration with the whole branch offices to offer, share, expand their technical skills for efficient water management to reduce NRW.

Also, "NRW Team", whole branch offices and concerned divisions shall have a close collaboration with GIS section to update GIS data, Map and share these data and documents.

6 Facility Construction/ Equipment Procurement Plan :

LWB has the plans for increasing, upgrading in term of the Vision, Mission and Motto. The current principal project has been preparing as follows.

- ① Pipe network project (Expansion, Rehabilitation) which is to be done by World Bank and/or EIB.
- ② New water treatment plant project (New facility as WT-3) which is to be done by World Bank.
- ③ Equipment procurement for the NRW reduction which is expected to be done by JICA.
- ④ Improvement of work quality (e.g. QMS leading to ISO 9001, etc.) and customer responsive manner (e.g. Customer call center system, etc.) which is to be done by LWB.
- ⑤ Decent and stable income (e.g. charge collection system by pre-paid system, etc.) which is to be done by LWB.

7 Operation and Maintenance Plan :

In accordance with the "Theme Four, Internal Processes", 3.3 Strategic Goals, Objectives and Strategies in the Strategic Plan 2015-2020, an

improvement of staff productivity as one of the objective is advocated. Therefore, in term of efficient operation of water supply facilities, Operation and Maintenance shall be reinforced as priority such to be done by technical project as follows.

- Isolation of DMA, Reinforcement of the caretakers works, etc. which are being supported by Vitens Evides International to improvement operation and maintenance of water supply networks. (2015-2019)
- Technical cooperation for strengthening of the NRW reduction by JICA (2018-).

Strengthening the capacity of staff through various training intervention, for them to be able to deliver efficiently and effectivity.

8 Conclusion :

LWB has on-going and future project to improve current water supply situation in Lilongwe. However, the plan of equipment procurement for daily maintenance and minor repair to contribute the NRW reduction does not exist at the present even though it has urgency and immediate effect.

Therefore, such project is to be prioritized. Also utilization of procured equipment and material may contribute to the effective implementation of the Technical cooperation for strengthening of the NRW reduction by JICA.

EOF

Annex-4:

Evaluation of the Candidate Equipment for Non-Revenue Water Reduction

* Qty of each item is to be considered

No.	Category	ID No.	Current Screening	Name	Purpose	Specification (Tentative)	Power Supply (Tentative)	Remarks
1	Piping Connection	101	○	Pipe Drilling Tools	Hole drilling for clamp saddle connection on the pressured water pipe	appropriate for PVC, Polyethylene (PE), Asbestos(AC) and Ductile (DIP) pipe, Drilling Dia. 15-50mm	Manual with ratchet wrench	tool box which contains necessary parts and accessories to drill pipes of DN from 25 to 160mm.
2		102	✕ To be Excepted	Clamp Saddle	Branch pipe connector from distribution pipe to house connection pipe	BS standard, ND 15mm-40mm	nil.	LWD is able to procure usually
3		103	○	Pipe Threading Tool	Threading of Galvanized Steel Pipe	BS standard. Set of tools for DN 15-75mm. Pipe Jack and Tripot Stand include	Manual with ratchet wrench	To be supplied with at least a pair of toll for each diameter.
4		104	✕ To be Excepted	Butte Welding Machine	Melt welding connection for Polypropylene Pipes	For Butte welding of PEHD pipes and fittings with diameters of 40mm to 200mm, 220-240Volt, 50Hz, Single Phase	220-240Volt, 50Hz, Single Phase	PE of big dia meter is not yet popularized
5		105	○	Pipe Cutter	Pipe cutting	For Asbestos & Ductile Pipe Maximum cutting depth 100-130mm. Cutting Blade Dia. 350-400mm	Forced Air-cooled 2 stroke Gasoline Engine 3.0-4.0kw	To be supplied with at least 20 blades for each type of pipes
6		106	○	Lifting Tools for pipes and Velves	Hanging, Fixing of heavy pipes, Valves	Lift capacity 1.0-2.0 ton (approx.)	Manual	
7		107	○	Generator	Power supply for elec. tools, pumps, lights	1.5-2.5, 3.5-4.5kva, 220-240Volt, 50Hz, Single & Three-Phase, 2-3 Outputs terminals(BF Type) with circuit breaker	Forced Air-cooled 4 stroke Gasoline Engine	
8		108	○	Welding Machine	Welding steel material, Steel Pipes	Current Range 30-180Amp, DC output 3.5-5.0kw, Applicable Electrode dia.2.0-4.5mm	Forced Air-cooled 4 stroke Gasoline Engine	Cables, Clamp Holders
9		109	○	Tools	Tool set for machine, equipment and piping works	Wrench set (8mm-32mm), Strap Wrench up to dia. 300mm, Box Wrench set (8mm-32mm), Screw Drivers (+ & -), Strap Pipe Wrench dia.300mm, Pipe Wrench 100mm, Adjustable Wrench 20mm&50mm	nil.	
10		110	○	Compactor (Rammer / Plate Compactor / Hand Compactor)	Compaction of backfilling soil in pipe trench	-Impact force 8-12kN, Plate width 250-300mm -Centrifugal force 10-13kN, Plate width 300-400mm -Iron weight with handle shaft	Forced air cooled Gasoline Engine / Manual	
11		111	○	Small (Mini) excavator (Rubber track Type)	Excavation of narrow pipe trench	Rated Net Engine Power (ISO9247/IEC80/1269 (17.0-18.0kw 22-25hp approx.), Dig Depth 2.5-2.8m.	Forced Water-cooled Diesel Engine 17-20kw	with Dozer Brade
12		112	○	Truck with Crane	Transporting and loading of equipment	Crane capacity 2.5-3.0ton at 2.8-3.3m max. Crane length 2.8-3.3m min ~5.0-8.0m max. 4 wheel drive	Forced Water-cooled Diesel Engine 150-170kw 850-750N.M	
13	115	○	Engine Pump	Draining water of leakage	Connection dia 50mm, Total Head 25-30 Delivery Volume 500-700L/min. Max Suction Lift 6-8m	Forced Air-cooled 4 stroke Gasoline Engine		
14	118	○	Lighting Gear	Site works during night	LED 50watts, 3500-8000Lumen, Water Proof	220-240Volt, 50Hz, Single Phase	It to be restricted urgent pipe repair works during night works in term of shorten suspended water supply and customer satisfaction.	
15	119	○	Pipe & Fittings (Repair Clamp & Color Joint)	Pipe quick repair and connection (Repair Clamp / Color Joint)	ISO 1452, PN16 bars, for PVC, DIP, AC, Steel Pipe	nil.	It to be restricted urgent pipe repair works in term of shorten suspended water supply and customer satisfaction.	
16	120	○ To be add.	Excavator & Loader (Tyre type)	Excavation and soil loading of pipe trench	Rated Net Engine Power (ISO9247/IEC80/1269 (65.0-75.0kw 90-95hp), Excavator Dig. Depth 5.5-6.0m, Loader Bucket capacity 0.9-1.9m ³	Forced Water-cooled Diesel Engine 17-20kw	with Loader Bucket with Safety Conopy	
17	121	○ To be add.	Water Pressure Test	Leakage inspection of installed pipes		Fuel Engine	It is efficient to reduce water leakage on the pipe lines in term of NRW.	
18	122	△ To be add.	Micro Tunnel Machine	Pipe installation under road crossing	LWB will submit detail of specification.		It is to be analyzed carefully in term of technical and economical efficiency, effectiveness, managing capacity, etc.	

Annex-4:

Evaluation of the Candidate Equipment for Non-Revenue Water Reduction

* Qty of each item is to be considered

No.	Category	ID No.	Current Screening	Name	Purpose	Specification (Tentative)	Power Supply (Tentative)	Remarks
19	Leak Management	201	○	Leak Detection Tools	Inspection of leakage	Radio Communication by UHF 320MHz0.5W output	Battery, Main Unit, Pre-Amplifier, Pick-up Sensor	
20		202	× To be Excepted	Portable Ultrasonic Flow Meter	Measurement of pipe water flow	Velocity Range -30m-30m/s, Pipe Dia. ND19-5000mm	Battery	LWB has already 15 nos. It can be used with technical training by the expert.
21		203	○	Water Pressure Meter	Measurement of pipe water pressure	(Water pressure 0-2Mpa, Body should be Waterproof.	nil.	
22		204	○	Leak Sound Detection Bar	Leak detection survey		nil.	
23		205	○	Sound Water Pipe Locator	Pipe line survey	Frequency 50-500Hz approx.	Battery, Oscillator, Amplifier, Sensor	
24		206	× To be Excepted	Potable GPS	Correcting accuracy location of pipelines		Dry Battery	
25		207	× To be Excepted	Pressure Reduce Valve	Pressure reduce each DMA pipe network area	PN16	nil.	It is urgent matter to install at remaining DMA by LWB.
26	Management & Inspection	301	○	Accuracy Tester of Water Meter			Battery	
27		302	○	Pressure Gauge for Water Faucet	Monitoring of pipe pressure		Dry Battery	
28		303	○	Pickup Truck	Transportation of equipment and material	Single or Double Cabin, 2'4 or 4'4 drive	Forced Air-cooled 4 stroke Diesel Engine	
29		304	○	Motorcycle	Site inspection, Meter Reading, etc.	Off road type 2 passengers 2 or 4 stroke gasoline engine 120-150cubic centimeter	Air-cooled 2 or 4 stroke gasoline Engine	
30		305	× To be Excepted	Dredging Machine	Dredging at Intake in Lilongwe River	e.g. Long reach boom excavator ... etc.		It is possible to dred by manual dredge buckets and mini excavators. Access road to be constructed by LWB.
31		306	○ To be add.	Back Up Generator with automatic starter	Back Up for power supply of pumps at the Water Treatment Plants & Booster Pump Stns. such as emergency power supply.	LWB submit detail of specification. MCCB=Molded Case Circuit Breaker Engine, Generator, Control panel, Cable.	Forced Water-cooled Diesel Engine	Foundation, Installation and Connection are to be done by LWB.
32		307	△ To be add.	Service Truck	for repair and maintenance of machine in the fields.	LWB will submit detail of specification.		

討議議事録（2017年12月6日付）

Minutes of Discussions
on the Preparatory Survey for the Project for
Improvement of Ground Water Development and Non-Revenue Water Reduction
(Explanation on Draft Preparatory Survey Report)


With reference to the minutes of discussions signed between Ministry of Agriculture, Irrigation and Water Development, Lilongwe Water Board and the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") on July 20, 2017 and in response to the request from the Government of the Republic of Malawi (hereinafter referred to as "Malawi") dated October 2, 2017, JICA dispatched the Preparatory Survey Team (hereinafter referred to as "the Team") for the explanation of Draft Preparatory Survey Report (hereinafter referred to as "the Draft Report") for the Project for Improvement of Ground Water Development and Non-Revenue Water Reduction (hereinafter referred to as "the Project"), headed by Mr. Sadanobu SAWARA, Senior Advisor from November 27, 2017 to December 6, 2017.

As a result of the discussions, both sides agreed on the main items described in the attached sheets.

Lilongwe, December 6, 2017

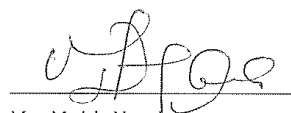
信貞良讚

Mr. Sadanobu SAWARA
Leader
Preparatory Survey Team
Japan International Cooperation Agency
Japan


Eng. Alfonso Chikuni
Chief Executive Officer
Lilongwe Water Board
Malawi



Mr. Gray S.V.K Nyandule Phiri
Principal Secretary
Ministry of Agriculture, Irrigation and Water
Development
Malawi



Mrs. Madalo Nyambose
Director
Debt and Aid Management Division
Ministry of Finance, Economic Planning and
Development
Malawi

ATTACHMENT

1. Objective of the Project

The objective of the Project was primarily to enhance implementing capacity for increasing drinking water in rural areas and improving water use efficiency in the capital city in Malawi by procuring and installing equipment for groundwater development and non-revenue water reduction, thereby contributing to improve water supply in Malawi.

However, following the conclusion on the exclusion of Groundwater Development Component in the Article 16-2-2, both sides agreed that the objective of the Project now is to increase efficiency and effectiveness of Non-Revenue Water reduction activities in Lilongwe by procuring and installing equipment for Non-Revenue Water Reduction, thereby contributing to reduction of Non-Revenue Water and improvement of water supply service in Lilongwe.

2. Title of the Preparatory Survey

Both sides confirmed the title of the Preparatory Survey as “the Preparatory Survey for the Project for Improvement of Ground Water Development and Non-Revenue Water Reduction”.

3. Project site

Both sides confirmed that the site of the Project is in Lilongwe, which is shown in Annex 1.

4. Responsible authority for the Project

Both sides confirmed the authorities responsible for the Project are as follows:

4-1. The Lilongwe Water Board will be the executing agency for the Project (hereinafter referred to as “the Executing Agency”). The Executing Agency shall coordinate with all the relevant authorities to ensure smooth implementation of the Project and ensure that the undertakings for the Project shall be taken care by relevant authorities properly and on time. The organization charts are shown in Annex 2, and the project implementation structure is shown in Annex 3.

4-2. The line ministry of the Executing Agency is the Ministry of Agriculture, Irrigation and Water Development. The Ministry of Agriculture, Irrigation and Water Development shall be responsible for supervising the Executing Agency on behalf of the Government of Malawi and facilitation on tax exemption process conducted by the Executing Agency.



5. Contents of the Draft Report

After the explanation of the contents of the Draft Report by the Team, the Malawian side agreed to its contents on the component of Non-Revenue Water Reduction. With respect to the component of Ground Water Development, however, the Malawian side expressed its opinion that further discussions and surveys are required to come up with any conclusive decision regarding the request of procuring a drilling rig for deeper drilling and wider diameter boreholes. The Team took note of it and agreed to convey it to its headquarters in Tokyo. In the meantime, both sides confirmed that the Preparatory Survey on the Project will be completed as scheduled, and that procurement of the equipment for Non-Revenue Water Reduction should be processed for realization according to the Project Implementation Schedule shown in Annex 5.

6. Cost estimate

Both sides confirmed that the cost estimate described in the Annex 4 is provisional and will be examined further by the Government of Japan for its approval.

7. Confidentiality of the cost estimate and technical specifications

Both sides confirmed that the cost estimate and technical specifications in the Draft Report should never be duplicated or disclosed to any third parties until all the contracts under the Project are concluded.

8. Timeline for the project implementation

The Team explained to the Malawian side that the expected timeline for the project implementation is as attached in Annex 5.

9. Expected outcomes and indicators

Both sides agreed that key indicators for expected outcomes are as follows. The Malawian side will be responsible for the achievement of agreed key indicators targeted in year 2022 and shall monitor the progress based on those indicators.

As for the average time required for a pipe repair work, the Executing Agency shall record starting time as well as completion time for every pipe repair work.

As for the total length of pipelines subjected to leakage detection, the Executing Agency shall collect the record on a monthly basis from three zone offices.



[Quantitative indicators]

Indicator	Unit	Baseline value (observed in 2017)	Target value (year 2022) 【three years after the Project completion】
Average time required for a pipe repair work	hour/repair	2.5 (*1)	1.5
Total length of pipelines subjected to leakage detection	km/year	0 (*2)	175

(*1) Median of 15 activity reports (September 10 to October 8, 2017) by the Executing Agency

(*2) Currently, leakage detection is not conducted by the Executing Agency.

[Qualitative indicators]

- Improvement of water supply service by reduction of leakage
- Increase of revenue of the Executing Agency through reduction of Non-Revenue Water
- Less service interruption resulting from the failure of commercial power supply within Southern Zone Office.

10. Undertakings of the Project

Both sides confirmed the undertakings of the Project as described in Annex 6. With regard to exemption of customs duties, internal taxes and other fiscal levies as stipulated in (2) 5 of Annex 6, both sides confirmed that such customs duties, internal taxes and other fiscal levies include VAT, commercial tax, income tax and corporate tax, which shall be clarified in the bid documents by LWB during the implementation stage of the Project.

The Malawian side assured to take the necessary measures and coordination including allocation of the necessary budget which are preconditions of implementation of the Project. It is further agreed that the costs are indicative, i.e. at Outline Design level. More accurate costs will be calculated at the Detailed Design stage.

Both sides also confirmed that the Annex 6 will be used as an attachment of G/A.

11. Monitoring during the implementation

The Project will be monitored by the Executing Agency and reported to JICA by using the form of Project Monitoring Report (PMR) attached as Annex 8. The timing of submission of the PMR is described in Annex 6.

12. Project completion

Both sides confirmed that the project completes when all the facilities constructed and equipment procured by the grant are in operation. The completion of the Project will be reported to JICA promptly, but in any event not later than six months after completion of the Project.

13. Ex-Post Evaluation

JICA will conduct ex-post evaluation after three (3) years from the project completion, in principle, with respect to five evaluation criteria (Relevance, Effectiveness, Efficiency, Impact, Sustainability). The result of the evaluation will be publicized. The Malawian side is required to provide necessary support for the data collection.

14. Schedule of the Study

JICA will finalize the Preparatory Survey Report based on the confirmed items. The report will be sent to the Malawian side around March, 2018.

15. Environmental and Social Considerations

15-1 Environmental Guidelines and Environmental Category

The Team explained that 'JICA Guidelines for Environmental and Social Considerations (April 2010)' (hereinafter referred to as "the Guidelines") is applicable for the Project. The Project is categorized as C because the Project is likely to have minimal adverse impact on the environment under the Guidelines.

16. Other Relevant Issues

16-1. Disclosure of Information

Both sides confirmed that the Preparatory Survey Report from which project cost is excluded will be disclosed to the public after completion of the Preparatory Survey. The comprehensive report including the project cost will be disclosed to the public after all the contracts under the Project are concluded.

16-2. Groundwater Development Component

16-2-1. Preconditions agreed by both sides on July 2017

The Team carefully reviewed and assessed the feasibility of Groundwater Development Component based on the preconditions agreed by both sides in the Minutes of Discussions signed on 20 July, 2017. The five preconditions are shown in below.

- 1) MAIWD has a concrete plan for groundwater development with 100m or deeper, including some names and number of targeted villages/localities.



- 2) *An Aquifer(s) has been identified by an existing hydrogeological survey.*
- 3) *MAIWD has sustainable operation and maintenance system for the targeted drilling rig, such as stable supply chain of spare parts, skilled staffs, and financial resources.*
- 4) *The targeted villages or communities can operate and maintain developed wells with stable supply chain of spare parts, skilled mechanic, and sufficient financial resources.*
- 5) *Private companies do not have appropriate sustainable capacity for drilling 100m or deeper in Malawi.*

Finally, the Team judged that development of a more concrete plan for groundwater development on deeper aquifers will be necessary prior to the procurement of drilling rig.

16-2-2 Exclusion of Groundwater Development Component from the Scope of the Project

Based on the confirmation mentioned in Article 16-2-1, the Team explained and the Malawian side agreed that the Project will not include Groundwater Development Component.

16-2-3 Importance of Groundwater Development

Taking the reservation from Malawian side into account, both sides confirmed the importance to develop a more concrete plan for strategic and effective water resource development including groundwater development in Malawi.

If MAIWD try to develop more concrete plan for groundwater development thorough sorting out and integrating necessary data, JICA would support the MAIWD's activity as much as possible through Water Resource Advisor in MAIWD dispatched by JICA.

16-3. Title of Grant Aid Project

In consequence of the exclusion of Groundwater Development Component in the preceding Article 16-2-2, both sides agreed to make the title of subsequent Grant Aid Project "the Project for Improvement of Non-Revenue Water Reduction Equipment in Lilongwe", taking nature of the Project into account, though the title of the Preparatory Survey is "the Preparatory Survey for the Project for Improvement of Ground Water Development and Non-Revenue Water Reduction" as mentioned in Article 2.

16-4. Technical Assistance ("Soft Component" of the Project)

Both sides confirmed that technical assistance is not included in the Project because LWB staffs already have basic skill and knowledge to utilize, operate and maintain



the equipment procured under the Project, otherwise will acquire them through initial operational guidance by manufacturer in a relatively short period.

16-5. Tax Exemption

16-5-1. General

The Malawian side agreed to take necessary measures to exempt taxes, including Value Added Tax (hereinafter referred to as "VAT"), custom duty, income tax, and any other taxes which are to be arisen from the Project activities in Malawi.

16-5-2. Procedure of Tax Exemption (VAT and Custom Duty)

LWB shall submit letter to the Malawi Revenue Authority (MRA) applying for the "Free Status" of Value Added Tax (VAT) and Customs Duty for the Project through principal secretary of MAIWD. The letter should be accompanied by the G/A, a copy of the contracts with the contractors and Bill of Quantities showing the list of procured equipment. Malawian sides agreed to take necessary procedures in timely manner since the process for Custom Duty would take approximately a month for approval.

16-6. Storage Space at LWB Headquarters

LWB agreed to build sheltered storage space of approximately twenty (20) square meters at its Headquarters to store the materials to be procured under the Project prior to the delivery of the equipment.

16-7. Installation of Emergency Power Generator at Mwenda Booster Pump Station

LWB agreed to make foundation work for installation of emergency power generator at Mwenda Booster Pump Station (the South Zone Office), including construction of reinforced concrete foundation of approximately forty-five (45) square meters as well as necessary wiring work, at its own expense.

16-8. Security Management

The Malawian side agreed to build information collection and emergency contact system among the Executing Agency, the consultant and the contractor/supplier under the Project for security management.

16-9. Public Relations as undertakings of the Malawian Side

Both sides understand the value and importance of public relations (hereinafter referred to as "PR") of the Project. The Malawian side agreed to conduct PR activities in Malawi such as handing over ceremony.

(17)

SP

SP CW

16-10. Technical Cooperation “the Project for Strengthening the Capacity of Non-Revenue Water Reduction for Lilongwe Water Board”

“The Project for Strengthening the Capacity of Non-Revenue Water Reduction for Lilongwe Water Board” would be commenced in the first half of Japanese Fiscal Year 2018 with the target to strengthen LWB’s capacity for Non-Revenue Water reduction management.

Therefore, both sides confirmed that both projects should be implemented in synergic manner and equipment procured under the Project shall be utilized for pilot activities of the technical cooperation.

16-11. Distribution of Equipment within LWB

Both sides confirmed all the equipment except for an emergency power generator to be delivered and installed at Mwenda Booster Pump Station will be delivered by Japanese side to LWB headquarters and inspected there.

Moreover, both sides confirmed the importance to utilize the equipment immediately in appropriate manner. Therefore, LWB agreed to distribute the equipment to respective locations promptly after handing over with reference to Annex 7, at its own expense, since LWB is responsible for placement of equipment.

Annex 1 Project Site

Annex 2 Organization Chart

Annex 3 Project Implementation Structure

Annex 4 Estimated Project Cost (confidential)

Annex 5 Project Implementation Schedule

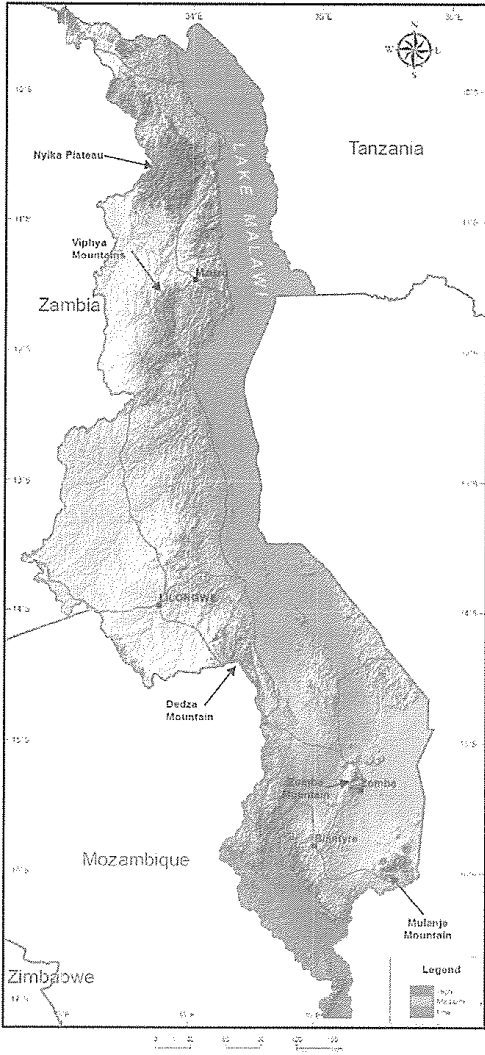
Annex 6 Major Undertakings to be taken by the Government of Malawi

Annex 7 Tentative Composition of Equipment

Annex 8 Project Monitoring Report (template)



Project Site

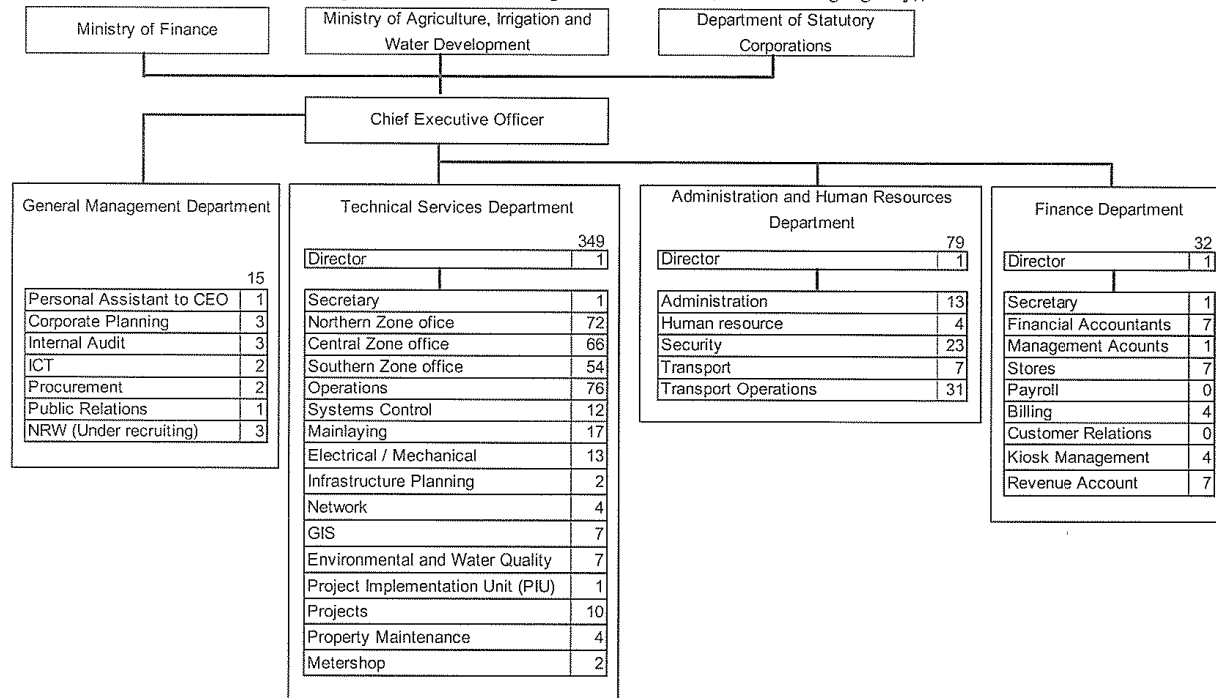


(4)

AT

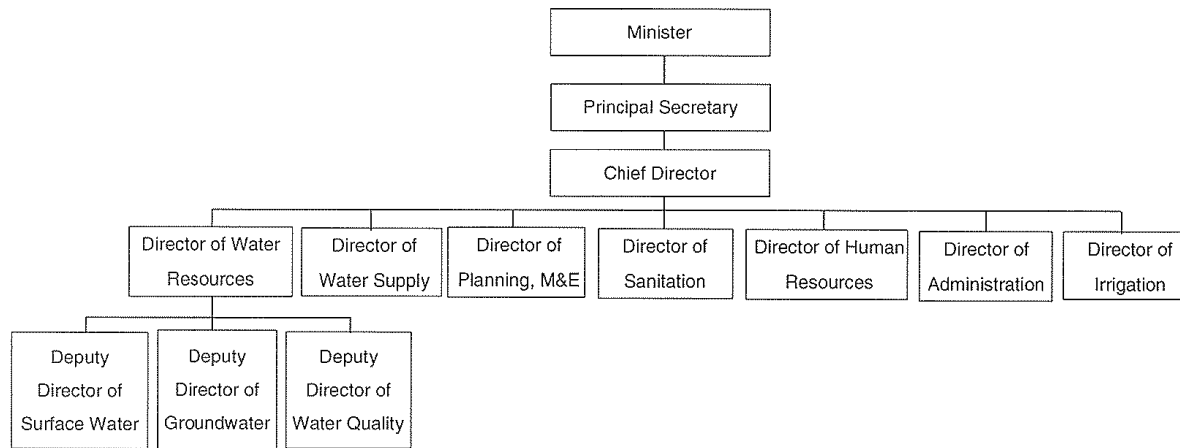
W

Organization Chart (Lilongwe Water Board (the Executing Agency))



Handwritten notes and signatures on the left side of the page, including a signature and a circled mark.

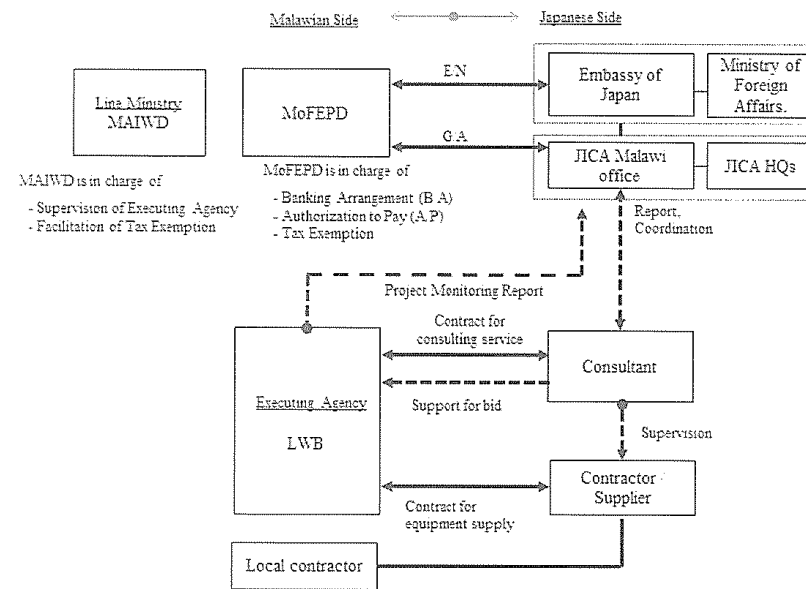
Organization Chart (Ministry of Agriculture, Irrigation and Water Development (the Line Ministry))



Handwritten notes:
A vertical line with a hook-like end.
A wavy line.
A circle containing a stylized 'M' or 'W' symbol.
A circle containing a stylized 'M' or 'W' symbol.

13

Project Implementation Structure



Handwritten signature

Handwritten signature

Handwritten signature

*This page is closed due to the confidentiality.

Annex 4

Estimated Project Costs

The total project cost required for the components to be covered by Japanese side is estimated at approx. [REDACTED] million Japanese yen. It is, however, noted that this does not indicate the amount of grant which will be shown in the Exchange of Note.

Total Project Cost: Approx. [REDACTED] million Japanese yen

Items	Project Costs (Mil. JPY)
Procurement Costs of Equipment	[REDACTED]
Engineering Fees for Detailed Design, Assistance in Tendering and Construction Supervision	[REDACTED]
	[REDACTED]

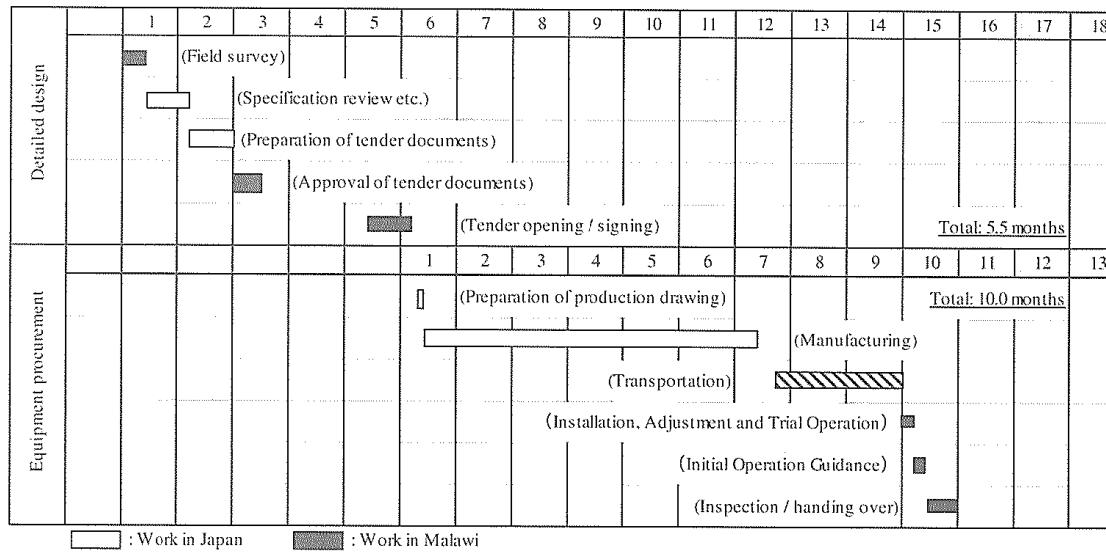
(13)

[Handwritten mark]

[Handwritten signature]



Project Implementation Schedule



Handwritten signature

Handwritten signature

Major Undertakings to be taken by the Government of Malawi

1. Specific obligations of the Government of Malawi which will not be funded with the Grant

(1) Before the Tender

NO	Items	Deadline	In charge	Estimated Cost	Ref.
1	To open bank account (B/A)	within 1 month after the signing of the G/A	MoFEPD / LWB		
2	To issue A/P to a bank in Japan (the Agent Bank) for the payment to the consultant	within 1 month after the signing of the contract	MoFEPD / LWB		
3	To bear the following commissions to a bank in Japan for the banking services based upon the B/A				
	1) Advising commission of A/P	within 1 month after the signing of the contract(s)	MoFEPD / LWB		
	2) Payment commission for A/P	every payment	MoFEPD / LWB		
4	To secure storage space for equipment in LWB Headquarters and three regional offices	before notice of the bidding document	LWB		
5	To secure space for installation of Back Up Generator in Mwenda Booster Pump Station	before notice of the bidding document	LWB		
6	To submit Project Monitoring Report (with the result of Detail Design)	before preparation of bidding documents	LWB		

(B/A: Banking Arrangement, A/P: Authorization to pay, MoFEPD: Ministry of Finance, Economic Planning and Development.

LWB: Lilongwe Water Board)

(44)

(2) During the Project Implementation

NO	Items	Deadline	In charge	Estimated Cost	Ref.
1	To issue A/P to a bank in Japan (the Agent Bank) for the payment to the Supplier(s)	within 1 month after the signing of the contract(s)	MoFEPD / LWB	0.2 million JPY	
2	To bear the following commissions to a bank in Japan for the banking services based upon the B/A				
	1) Advising commission of A/P	within 1 month after the signing of the contract(s)	MoFEPD / LWB		
	2) Payment commission for A/P	every payment	MoFEPD / LWB		
3	To ensure prompt customs clearance and to assist the Supplier(s) with internal transportation in recipient country	during the Project	MoFEPD / MAIWD / LWB		
4	To accord Japanese nationals and/or physical persons of third countries whose services may be required in connection with the supply of the products and the services such facilities as may be necessary for their entry into the country of the Recipient and stay therein for the performance of their work	during the Project	MoFEPD / LWB		
5	To ensure that customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in the country of the Recipient with respect to the purchase of the products and/or the services be exempted	during the Project	MoFEPD / MAIWD / LWB		
6	To bear all the expenses, other than those covered by the Grant, necessary for the implementation of the Project	during the Project	LWB		
7	1) To submit Project Monitoring Report after each work under the contract(s) such as shipping, hand over, installation and operational training	within one month after completion of each work	LWB		
	2) To submit Project Monitoring Report (final)	within one month after signing of Certificate of Completion for the works under the contract(s)	LWB		

97

147

12

8	To submit a report concerning completion of the Project	within six months after completion of the Project	LWB		
9	To build additional storage for materials in LWB headquarters	before arrival of equipment	LWB	1.2 million JPY	
10	1) Foundation work to install Back Up Generator in Mwenda Booster Pump Station	before arrival of equipment	LWB	0.7 million JPY	
	2) Wiring work for Back Up Generator in Mwenda Booster Pump Station	after arrival of equipment	LWB		
11	To distribute equipment from LWB headquarters to each zone offices for actual use	after handing over	LWB		
12	To attend inspection of equipment	At the time of inspection	LWB		

(MAIWD: Ministry of Agriculture, Irrigation and Water Development)

93

WAP

R. C. M.

(3) After the Project

NO	Items	Deadline	In charge	Estimated Cost	Ref.
1	To maintain and use properly and effectively the equipment provided under the Grant Aid 1) Allocation of maintenance cost 2) Operation and maintenance structure 3) Routine check/Periodic inspection	After completion of the Project	LWB	129 million MWK / year	
2	To record starting time as well as completion time for every pipe repair work	After completion of the Project	LWB		
	To record length of pipelines subjected to leakage detection	After completion of the Project	LWB		

93

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

*This page is closed due to the confidentiality.

2. Other obligations of the Government of Malawi funded with the Grant

NO	Items	Deadline	Amount (Million Japanese Yen)*
1	1) To conduct the following transportation a) Marin transportation of the products from Japan to the recipient country b) Internal transportation from the port of disembarkation to the project site	Project Completion	
	2) To provide equipment with installation and commissioning		
2	To implement detailed design, bidding support and procurement supervision (Consulting Service)		
	Total		

*The Amount is provisional. This is subject to the approval of the Government of Japan.

93

AP

K CW

Tentative Composition of Equipment

Component	Item	Quantity	Procurement breakdown
Equipment for pipe installation	Pipe Drilling Tools	11 Units	North•Central×4 Units, South×3 Units
	Pipe Threading Tool	12 Units	North•Central•South×4 Units
	Pipe Cutter	6 Units	North•Central•South×2 Units
	Lifting Tools		
	● Chain Hoist	12 Units	North•Central•South×4 Units
	● Lever Hoist	12 Units	North•Central•South×4 Units
	Small Generator	11 Units	North•Central×4 Units, South×3 Units
	Electric Welding Machine	3 Units	North•Central•South×1 Unit
	Tools	12 Sets	North•Central•South×4 Sets
	Compactor		
	● Plate Compactor	12 Units	North•Central•South×4 Units
	● Hand Compactor	12 Units	North•Central•South×4 Units
	Small Excavator	2 Units	North•Central×1 Unit
	Truck with Crane	3 Units	North•Central•South×1 Unit
	Engine Pump	6 Sets	North•Central•South×2 Sets
	Lighting Gear		
	● Generator Integrated Lighting Gear	3 Units	North•Central•South×1 Unit
	● Lighting Gear	5 Units	North•Central×2 Units, South×1 Unit
	Pipe Repair Clamp and Dresser Joint		
	● Pipe Repair Clamp	4,179 Pieces	ND63×1944, ND110×1446, ND160×789
● Dresser Joint	3,345 Pieces	ND63×1557, ND110×1158, ND160×630	
Water Pressure Tester	3 Sets	North•Central•South×1 Set	
Transporter Truck for Small Excavator	3 Units	North•Central•South×1 Unit	
Leak management	Leak Detection Tool		
	● Correlation Formula	2 Units	North•Central×1 Unit

(4)

UAF

gk

equipment	● Sound Hearing	5 Units	North•Central×1 Unit, South×3 Units
	Pressure Meter With Data Logger	4 Units	North•Central×2 Units
	Leak Sound Detection Bar		
	● Analog type	11 Units	North•Central×4 Units, South×3 Units
	● Digital type	11 Units	North•Central×4 Units, South×3 Units
	Pipeline Detector	2 Units	North•Central×1 Unit
Management and inspection equipment	Accuracy Tester of Water Meter	6 Units	North•Central•South×2 Units
	Pressure Gauge for Water Faucet	20 Pieces	North•Central×10 Pieces
	Motoreycle	6 Units	North•Central•South×2 Units
Equipment for back up generator	Back Up Generator	1 Unit	South×1 Unit

(17)

0.4

1/2 100

Project Monitoring Report
on
**The Project for the Improvement of Equipment for Non-Revenue Water
Reduction in Lilongwe**
Grant Agreement No. XXXXXXX
20XX, Month

Organizational Information

Signer of the G/A (Recipient)	<p><u>Ministry of Finance, Economic Planning and Development</u> Person in Charge (Designation) _____</p> <p>Contacts _____ Address: _____ Phone/FAX: _____ Email: _____</p>
Executing Agency	<p><u>Lilongwe water board</u> Person in Charge (Designation) Mr.Stevie Kazembe _____</p> <p>Contacts _____ Address: Madzi House, Likuni Road, P.O. Box 96, Lilngwe Malawi _____ Phone/FAX: 265 1 750 366 _____ Email: Madzi@lwb.mw _____</p>
Line Ministry	<p><u>Ministry of Agriculture, Irrigation and Water Development</u> Person in Charge (Designation) _____</p> <p>Contacts _____ Address: Tikwere House, City Centre, Private Bag 390, Capital City, Lilongwe 3, Malawi. _____ Phone/FAX: +265 1 770 344 _____ Email: secretary@irriwater.org _____</p>

General Information:

Project Title	The Project for the Improvement of Equipment for Non-Revenue Water Reduction in Lilongwe
E/N	Signed date: Duration:
G/A	Signed date: Duration:
Source of Finance	Government of Japan: Not exceeding JPY _____ mil. Government of (_____): _____

1: Project Description

1-1 Project Objective

The Government of Malawi placed a high priority on water resource development in line with the Malawi Growth and Development Strategy II to improve the water supply situation in areas. In Lilongwe City, Lilongwe Water Board is working on reducing Non-Revenue Water (hereinafter referred to as “NRW”) rate to 28% by 2020. Nevertheless, the results of the effort are limited. The Project for the Improvement of Equipment for Non-Revenue Water Reduction in Lilongwe (hereinafter referred to as “the Project”) aims to contribute to the stable water supply in Lilongwe city. The Project will enhance the water-use efficiency in the city through the maintenance of equipment for NRW reduction.

1-2 Project Rationale

- Higher-level objectives to which the project contributes (national/regional/sectoral policies and strategies)
- Situation of the target groups to which the project addresses

Improvement of water supply in Lilongwe city is prioritized in “National Water Resource Master Plan” formulated through “Project for National Water Resources Master Plan Resources in the Republic of Malawi” (2012-2014). In particular, NRW reduction is the highest priority area to improve water use efficiency of existing water resources. Moreover, Lilongwe Water Board Strategic Plan 2015-2020 sets the goal to reduce NRW rate (36%) in 2015 to 28% in 2020. Hence, the Project is in line with these development plans in Malawi.

In addition, “Country Assistance Policy for the Republic of Malawi” (April 2012) stated by the Government of Japan addresses “Improvement of basic social services” as priority areas and “Safe and Stable Water Supply Programme” is tackling improvement of stable water supply through rehabilitation of facilities and enhancement of operation and maintenance system. On that account, the Project corresponds to development cooperation policy of the Government of Japan to Malawi. Indeed, LWB is the direct beneficiary of the Project; however citizens in Lilongwe including poor group will also be benefited by the Project since universal and equal access to safe and affordable drinking water to them will be realized thorough improvement of NRW management efficiency, reduction of NRW and improvement of the water supply service in Lilongwe.

Therefore, implementation of the Project is in line with Japanese cooperation policies and analysis as well as development plans and policies in Malawi. Furthermore, it contributes to improvement of water use efficiency and water supply service through maintaining equipment for NRW reduction and it promotes Sustainable Development Goals 6 (“Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all”). Therefore, it is highly relevant to support the implementation of the Project.

1-3 Indicators for measurement of “Effectiveness”

Quantitative indicators to measure the attainment of project objectives

Indicators	Original (Yr 2017)	Target (Yr 2022)
Average period of repairing pipes (hour/year)	2.5	1.5
Leakage detection distance (km/year)	0	175

Qualitative indicators to measure the attainment of project objectives

- Improvement of LWB’s management (by Reduction of overtime through improving work efficiency and by increase of revenue due to increased revenue earning water)
- Improvement of satisfaction of LWB’s customer (by Improvement of reliability of LWB’s work such as prompt pipe repairs)
- Water resource conservation in Lilongwe River basin (by Reduction of excessive water intake from Lilongwe River due to leakage reduction)

2: Details of the Project

2-1 Location

Components	Original <i>(proposed in the outline design)</i>	Actual
1. The site of the Project is within LWB Zone Offices and the LWB headquarter.	Refer to Attachment 1	

2-2 Scope of the work

Components	Original* <i>(proposed in the outline design)</i>	Actual*
1. Equipment for pipe installation	Pipe Drilling Tools*	11 Units
	Pipe Threading Tool	12 Units
	Pipe Cutter	6 Units
	Lifting Tools	
	●Chain Hoist	12 Units
	●Lever Hoist	12 Units
	Small Generator *	11 Units
	Electric Welding Machine	3 Units
	Tools	12 Sets
	Compactor	
	●Plate Compactor	12 Units
	●Hand Compactor	12 Units
	Small Excavator *	2 Units
	Truck with Crane	3 Units
	Engine Pump	6 Sets
	Lighting Gear	
	●Generator Integrated Lighting Gear	3 Units
	●Lighting Gear *	5 Units
	Pipe Repair Clamp and Dresser Joint	
	●Pipe Repair Clamp	4,179 Pieces
●Dresser Joint	3,345 Pieces	
Water Pressure Tester	3 Sets	
Transporter Truck for Small Excavator	3 Units	
2. Leak management equipment	Leak Detection Tool	
	●Correlation Formula *	2 Units
	●Sound Hearing *	5 Units
	Pressure Meter With Data Logger *	4 Units
	Leak Sound Detection Bar	
	●Analog type *	11 Units
	●Digital type *	11 Units
Pipeline Detector *	2 Units	
3. Management and	Accuracy Tester of Water Meter	6 Units

Components	Original*		Actual*
	<i>(proposed in the outline design)</i>		
inspection equipment	Pressure Gauge for Water Faucet *	20 Pieces	
	Motorcycle	6 Units	
4. Equipment for backup generator	Backup Generator	1 Unit	
Consulting service	Detailed design service, the supervisory service in the equipment procurement and preparing tender documents		

Reasons for modification of scope (if any).

(PMR)

2-3 Implementation Schedule

Items	Original		Actual
	<i>(proposed in the outline design)</i>	<i>(at the time of signing the Grant Agreement)</i>	
Cabinet Approval E/N	2/2018		
G/A	3/2018		
Announcement of tender	5/2018		
Bid	7/2018		
Product of equipment	8/2018~5/2019		
Adjustment, trial operation, start-up and operation training	5/2019		
Defect Liability Period	6/2020		
Project Completion			

Reasons for any changes of the schedule, and their effects on the project (if any)

2-4 Obligations by the Recipient

2-4-1 Progress of Specific Obligations

See Attachment 2.

2-4-2 Activities

See Attachment 3.

2-5 Project Cost

2-5-1 Cost borne by the Grant (Confidential until the Bidding)

Components			Cost (Million Yen)	
	Original <i>(proposed in the outline design)</i>	Actual <i>(in case of any modification)</i>	Original ^{1),2)} <i>(proposed in the outline design)</i>	Actual
	Equipment			
	Detail design, Procurement Supervision			
Total				

Note: 1) Date of estimation:
2) Exchange rate:

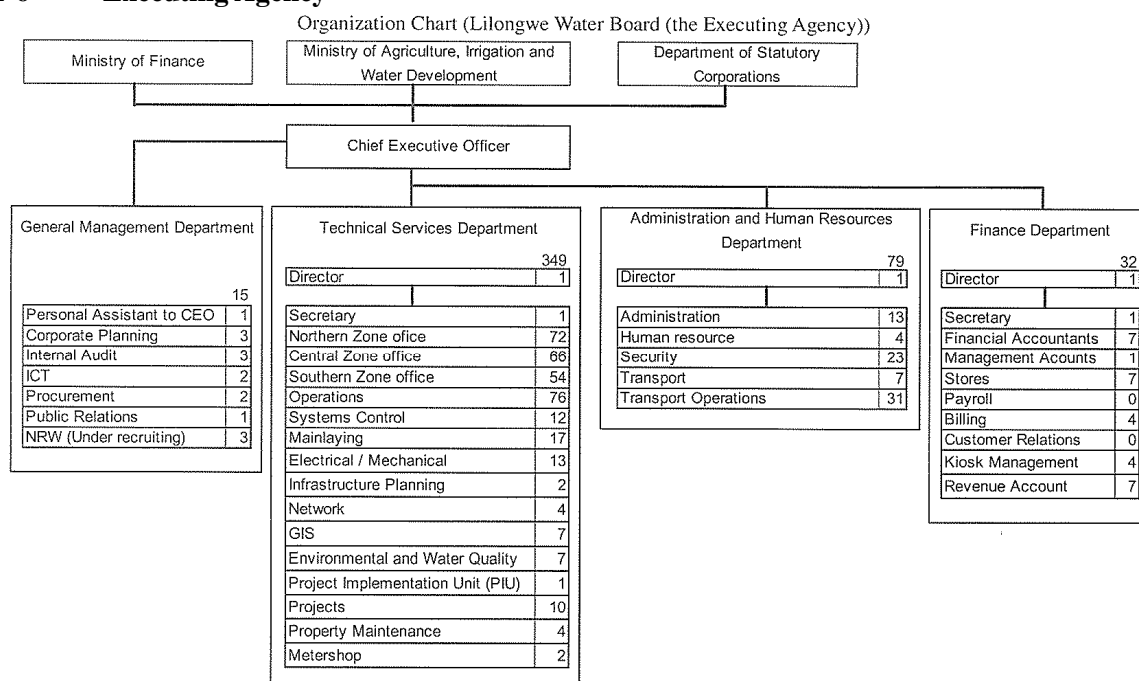
2-5-2 Cost borne by the Recipient

Components			Cost (USD)	
	Original <i>(proposed in the outline design)</i>	Actual <i>(in case of any modification)</i>	Original ^{1),2)} <i>(proposed in the outline design)</i>	Actual
	Issue of A/P		1,602.9	
	Secure of equipment storage location		10,919.1	
	Secure of install place for Back Up Generator		6,195.2	
			18,717.2	

Note: 1) Date of estimation: August, 2017
2) Exchange rate: 1 US Dollar =112.83 Yen, 1 MKW = 0.156 YEN

Reasons for the remarkable gaps between the original and actual cost, and the countermeasures (if any)
(PMR)

2-6 Executing Agency



- Organization's role, financial position, capacity, cost recovery etc.
- Organization Chart including the unit in charge of the implementation and number of employees.

Original (*at the time of outline design*)

Name: Lilongwe Water Board

Role: LWB is responsible for water supply service in Lilongwe city.

Financial situation: According to the Profit and Loss Statement of LWB, financial situation of LWB is continuously improving.

Institutional and organizational arrangement (organogram):

Human resources (number and ability of staff): around 500 staffs

Actual (*PMR*)

2-7 Environmental and Social Impacts

- The results of environmental monitoring based on Attachment 5 (in accordance with Schedule 4 of the Grant Agreement).
 - The results of social monitoring based on in Attachment 5 (in accordance with Schedule 4 of the Grant Agreement).
 - Disclosed information related to results of environmental and social monitoring to local stakeholders (whenever applicable).

3: Operation and Maintenance (O&M)

3-1 Physical Arrangement

- Plan for O&M (number and skills of the staff in the responsible division or section, availability of manuals and guidelines, availability of spare parts, etc.)

Original (*at the time of outline design*)

Arrangement of new personnel is not required to operate and maintain the equipment to be procured under the Project since the equipment will be utilized for daily and regular work (pipe repair work) mainly at LWB Zone Offices. Most of the equipment such as excavators, tools, hangers, water pressure gauge, etc., does not require operating costs (fuel cost). On the other hand, operating costs are required for the equipment such as small excavators, small power generator, trucks with cranes, transporter truck for small excavator, motor bikes and back-up generators. In addition, LWB has to prepare consumable goods, such as cutter blades, oil and air filters, for maintenance of the equipment except pipe repair clamps, joints and tools.

Actual (*PMR*)

3-2 Budgetary Arrangement

- Required O&M cost and actual budget allocation for O&M

Original (*at the time of outline design*)

Regarding operation and maintenance expenses after completion of the Project, the personnel expenses are estimated to be 7.5 million MWK per year (about 1.2 million yen), and the operation cost is estimated at 121.6 million MWK per year (about 19.0 million yen).

Actual (*PMR*)

4: Potential Risks and Mitigation Measures

- Potential risks which may affect the project implementation, attainment of objectives, sustainability
- Mitigation measures corresponding to the potential risks

Assessment of Potential Risks (at the time of outline design)

Potential Risks	Assessment
1.	Probability:
	Impact:
	Analysis of Probability and Impact:
	Mitigation Measures:
	Action required during the implementation stage:
	Contingency Plan (if applicable):
Actual Situation and Countermeasures	
(PMR)	

5: Evaluation and Monitoring Plan (after the work completion)

5-1 Overall evaluation

Please describe your overall evaluation on the project.

5-2 Lessons Learnt and Recommendations

Please raise any lessons learned from the project experience, which might be valuable for the future assistance or similar type of projects, as well as any recommendations, which might be beneficial for better realization of the project effect, impact and assurance of sustainability.

5-3 Monitoring Plan of the Indicators for Post-Evaluation

Please describe monitoring methods, section(s)/department(s) in charge of monitoring, frequency, the term to monitor the indicators stipulated in 1-3.

Attachment

1. Project Location Map
 2. Specific obligations of the Recipient which will not be funded with the Grant
 3. Monthly Report submitted by the Consultant
- Appendix - Photocopy of Contractor's Progress Report (if any)
- Consultant Member List
 - Contractor's Main Staff List
4. Check list for the Contract (including Record of Amendment of the Contract/Agreement and Schedule of Payment)
 5. Environmental Monitoring Form / Social Monitoring Form
 6. Monitoring sheet on price of specified materials (Quarterly)
 7. Report on Proportion of Procurement (Recipient Country, Japan and Third Countries) (PMR (final) only)
 8. Pictures (by JPEG style by CD-R) (PMR (final) only)
 9. Equipment List (PMR (final) only)
 10. Drawing (PMR (final) only)
 11. Report on RD (After project)

Monitoring sheet on price of specified materials

1. Initial Conditions (Confirmed)

	Items of Specified Materials	Initial Volume A	Initial Unit Price (¥) B	Initial total Price C=A×B	1% of Contract Price D	Condition of payment	
						Price (Decreased) E=C-D	Price (Increased) F=C+D
1	Item 1	●●t	●	●	●	●	●
2	Item 2	●●t	●	●	●		
3	Item 3						
4	Item 4						
5	Item 5						

2. Monitoring of the Unit Price of Specified Materials

(1) Method of Monitoring : ●●

(2) Result of the Monitoring Survey on Unit Price for each specified materials

	Items of Specified Materials	1st ●month, 2015	2nd ●month, 2015	3rd ●month, 2015	4th	5th	6th
1	Item 1						
2	Item 2						
3	Item 3						
4	Item 4						
5	Item 5						

(3) Summary of Discussion with Contractor (if necessary)

-
-
-

Report on Proportion of Procurement (Recipient Country, Japan and Third Countries)

(Actual Expenditure by Construction and Equipment each)

	Domestic Procurement (Recipient Country) A	Foreign Procurement (Japan) B	Foreign Procurement (Third Countries) C	Total D
Construction Cost	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	
Direct Construction Cost	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	
others	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	
Equipment Cost	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	
Design and Supervision Cost	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	
Total	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	

資料 5. その他の資料・情報

プロジェクト進捗報告書（Project Monitoring Report）の初稿

免税情報シート

収集資料リスト

地下水開発の提言

プロジェクト進捗報告書 (Project Monitoring Report)
の初稿

Project Monitoring Report
on
**The Project for the Improvement of Equipment for Non-Revenue Water
Reduction in Lilongwe**
Grant Agreement No. XXXXXXXX
20XX, Month

Organizational Information

Signer of the G/A (Recipient)	<p><u>Ministry of Finance, Economic Planning and Development</u></p> <p>Person in Charge (Designation) _____</p> <p>Contacts _____</p> <p>Address: _____</p> <p>Phone/FAX: _____</p> <p>Email: _____</p>
Executing Agency	<p><u>Lilongwe water board</u></p> <p>Person in Charge (Designation) Mr.Stevie Kazembe _____</p> <p>Contacts _____</p> <p>Address: Madzi House, Likuni Road, P.O. Box 96, Lilngwe Malawi _____</p> <p>Phone/FAX: 265 1 750 366 _____</p> <p>Email: Madzi@lwb.mw _____</p>
Line Ministry	<p><u>Ministry of Agriculture, Irrigation and Water Development</u></p> <p>Person in Charge (Designation) _____</p> <p>Contacts _____</p> <p>Address: Tikwere House, City Centre, Private Bag 390, Capital City, Lilongwe 3, Malawi. _____</p> <p>Phone/FAX: +265 1 770 344 _____</p> <p>Email: secretary@irriwater.org _____</p>

General Information:

Project Title	The Project for the Improvement of Equipment for Non-Revenue Water Reduction in Lilongwe
E/N	Signed date: Duration:
G/A	Signed date: Duration:
Source of Finance	Government of Japan: Not exceeding JPY _____ mil. Government of (_____): _____

1: Project Description

1-1 Project Objective

The Government of Malawi placed a high priority on water resource development in line with the Malawi Growth and Development Strategy II to improve the water supply situation in areas. In Lilongwe City, Lilongwe Water Board is working on reducing Non-Revenue Water (hereinafter referred to as “NRW”) rate to 28% by 2020. Nevertheless, the results of the effort are limited. The Project for the Improvement of Equipment for Non-Revenue Water Reduction in Lilongwe (hereinafter referred to as “the Project”) aims to contribute to the stable water supply in Lilongwe city. The Project will enhance the water-use efficiency in the city through the maintenance of equipment for NRW reduction.

1-2 Project Rationale

- Higher-level objectives to which the project contributes (national/regional/sectoral policies and strategies)
- Situation of the target groups to which the project addresses

Improvement of water supply in Lilongwe city is prioritized in “National Water Resource Master Plan” formulated through “Project for National Water Resources Master Plan Resources in the Republic of Malawi” (2012-2014). In particular, NRW reduction is the highest priority area to improve water use efficiency of existing water resources. Moreover, Lilongwe Water Board Strategic Plan 2015-2020 sets the goal to reduce NRW rate (36%) in 2015 to 28% in 2020. Hence, the Project is in line with these development plans in Malawi.

In addition, “Country Assistance Policy for the Republic of Malawi” (April 2012) stated by the Government of Japan addresses “Improvement of basic social services” as priority areas and “Safe and Stable Water Supply Programme” is tackling improvement of stable water supply through rehabilitation of facilities and enhancement of operation and maintenance system. On that account, the Project corresponds to development cooperation policy of the Government of Japan to Malawi. Indeed, LWB is the direct beneficiary of the Project; however citizens in Lilongwe including poor group will also be benefited by the Project since universal and equal access to safe and affordable drinking water to them will be realized thorough improvement of NRW management efficiency, reduction of NRW and improvement of the water supply service in Lilongwe.

Therefore, implementation of the Project is in line with Japanese cooperation policies and analysis as well as development plans and policies in Malawi. Furthermore, it contributes to improvement of water use efficiency and water supply service through maintaining equipment for NRW reduction and it promotes Sustainable Development Goals 6 (“Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all”). Therefore, it is highly relevant to support the implementation of the Project.

1-3 Indicators for measurement of “Effectiveness”

Quantitative indicators to measure the attainment of project objectives

Indicators	Original (Yr 2017)	Target (Yr 2022)
Average period of repairing pipes (hour/year)	2.5	1.5
Leakage detection distance (km/year)	0	175

Qualitative indicators to measure the attainment of project objectives

- Improvement of LWB’s management (by Reduction of overtime through improving work efficiency and by increase of revenue due to increased revenue earning water)
- Improvement of satisfaction of LWB’s customer (by Improvement of reliability of LWB’s work such as prompt pipe repairs)
- Water resource conservation in Lilongwe River basin (by Reduction of excessive water intake from Lilongwe River due to leakage reduction)

2: Details of the Project

2-1 Location

Components	Original <i>(proposed in the outline design)</i>	Actual
1. The site of the Project is within LWB Zone Offices and the LWB headquarter.	Refer to Attachment 1	

2-2 Scope of the work

Components	Original* <i>(proposed in the outline design)</i>	Actual*
1. Equipment for pipe installation	Pipe Drilling Tools*	11 Units
	Pipe Threading Tool	12 Units
	Pipe Cutter	6 Units
	Lifting Tools	
	●Chain Hoist	12 Units
	●Lever Hoist	12 Units
	Small Generator *	11 Units
	Electric Welding Machine	3 Units
	Tools	12 Sets
	Compactor	
	●Plate Compactor	12 Units
	●Hand Compactor	12 Units
	Small Excavator *	2 Units
	Truck with Crane	3 Units
	Engine Pump	6 Sets
	Lighting Gear	
	●Generator Integrated Lighting Gear	3 Units
	●Lighting Gear *	5 Units
	Pipe Repair Clamp and Dresser Joint	
	●Pipe Repair Clamp	4,179 Pieces
●Dresser Joint	3,345 Pieces	
Water Pressure Tester	3 Sets	
Transporter Truck for Small Excavator	3 Units	
2. Leak management equipment	Leak Detection Tool	
	●Correlation Formula *	2 Units
	●Sound Hearing *	5 Units
	Pressure Meter With Data Logger *	4 Units
	Leak Sound Detection Bar	
	●Analog type *	11 Units
	●Digital type *	11 Units
Pipeline Detector *	2 Units	
3. Management and	Accuracy Tester of Water Meter	6 Units

Components	Original*		Actual*
	<i>(proposed in the outline design)</i>		
inspection equipment	Pressure Gauge for Water Faucet *	20 Pieces	
	Motorcycle	6 Units	
4. Equipment for backup generator	Backup Generator	1 Unit	
Consulting service	Detailed design service, the supervisory service in the equipment procurement and preparing tender documents		

Reasons for modification of scope (if any).

(PMR)

2-3 Implementation Schedule

Items	Original		Actual
	<i>(proposed in the outline design)</i>	<i>(at the time of signing the Grant Agreement)</i>	
Cabinet Approval E/N	2/2018		
G/A	3/2018		
Announcement of tender	5/2018		
Bid	7/2018		
Product of equipment	8/2018~5/2019		
Adjustment, trial operation, start-up and operation training	5/2019		
Defect Liability Period	6/2020		
Project Completion			

Reasons for any changes of the schedule, and their effects on the project (if any)

2-4 Obligations by the Recipient

2-4-1 Progress of Specific Obligations

See Attachment 2.

2-4-2 Activities

See Attachment 3.

2-5 Project Cost

2-5-1 Cost borne by the Grant (Confidential until the Bidding)

Components			Cost (Million Yen)	
	Original <i>(proposed in the outline design)</i>	Actual <i>(in case of any modification)</i>	Original ^{1),2)} <i>(proposed in the outline design)</i>	Actual
	Equipment			
	Detail design, Procurement Supervision			
Total				

Note: 1) Date of estimation:
2) Exchange rate:

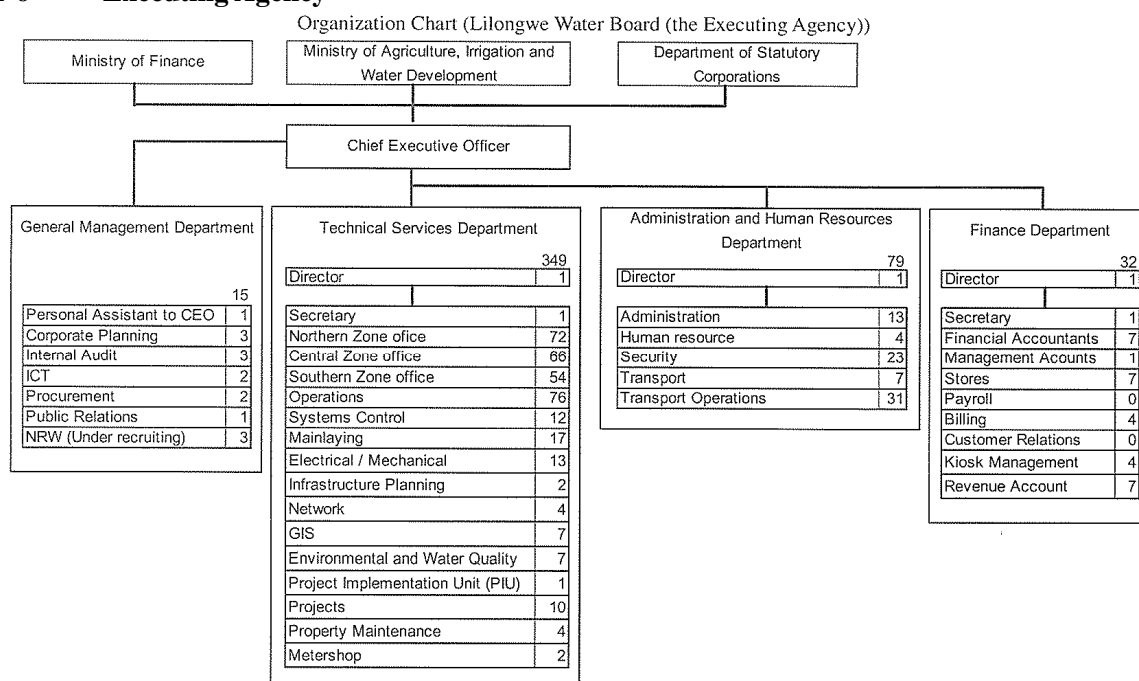
2-5-2 Cost borne by the Recipient

Components			Cost (USD)	
	Original <i>(proposed in the outline design)</i>	Actual <i>(in case of any modification)</i>	Original ^{1),2)} <i>(proposed in the outline design)</i>	Actual
	Issue of A/P		1,602.9	
	Secure of equipment storage location		10,919.1	
	Secure of install place for Back Up Generator		6,195.2	
			18,717.2	

Note: 1) Date of estimation: August, 2017
2) Exchange rate: 1 US Dollar =112.83 Yen, 1 MKW = 0.156 YEN

Reasons for the remarkable gaps between the original and actual cost, and the countermeasures (if any)
(PMR)

2-6 Executing Agency



- Organization's role, financial position, capacity, cost recovery etc.
- Organization Chart including the unit in charge of the implementation and number of employees.

Original (*at the time of outline design*)

Name: Lilongwe Water Board

Role: LWB is responsible for water supply service in Lilongwe city.

Financial situation: According to the Profit and Loss Statement of LWB, financial situation of LWB is continuously improving.

Institutional and organizational arrangement (organogram):

Human resources (number and ability of staff): around 500 staffs

Actual (*PMR*)

2-7 Environmental and Social Impacts

- The results of environmental monitoring based on Attachment 5 (in accordance with Schedule 4 of the Grant Agreement).
 - The results of social monitoring based on in Attachment 5 (in accordance with Schedule 4 of the Grant Agreement).
 - Disclosed information related to results of environmental and social monitoring to local stakeholders (whenever applicable).

3: Operation and Maintenance (O&M)

3-1 Physical Arrangement

- Plan for O&M (number and skills of the staff in the responsible division or section, availability of manuals and guidelines, availability of spare parts, etc.)

Original (*at the time of outline design*)

Arrangement of new personnel is not required to operate and maintain the equipment to be procured under the Project since the equipment will be utilized for daily and regular work (pipe repair work) mainly at LWB Zone Offices. Most of the equipment such as excavators, tools, hangers, water pressure gauge, etc., does not require operating costs (fuel cost). On the other hand, operating costs are required for the equipment such as small excavators, small power generator, trucks with cranes, transporter truck for small excavator, motor bikes and back-up generators. In addition, LWB has to prepare consumable goods, such as cutter blades, oil and air filters, for maintenance of the equipment except pipe repair clamps, joints and tools.

Actual (*PMR*)

3-2 Budgetary Arrangement

- Required O&M cost and actual budget allocation for O&M

Original (*at the time of outline design*)

Regarding operation and maintenance expenses after completion of the Project, the personnel expenses are estimated to be 7.5 million MWK per year (about 1.2 million yen), and the operation cost is estimated at 121.6 million MWK per year (about 19.0 million yen).

Actual (*PMR*)

4: Potential Risks and Mitigation Measures

- Potential risks which may affect the project implementation, attainment of objectives, sustainability
- Mitigation measures corresponding to the potential risks

Assessment of Potential Risks (at the time of outline design)

Potential Risks	Assessment
1.	Probability:
	Impact:
	Analysis of Probability and Impact:
	Mitigation Measures:
	Action required during the implementation stage:
	Contingency Plan (if applicable):
Actual Situation and Countermeasures	
(PMR)	

5: Evaluation and Monitoring Plan (after the work completion)

5-1 Overall evaluation

Please describe your overall evaluation on the project.

5-2 Lessons Learnt and Recommendations

Please raise any lessons learned from the project experience, which might be valuable for the future assistance or similar type of projects, as well as any recommendations, which might be beneficial for better realization of the project effect, impact and assurance of sustainability.

5-3 Monitoring Plan of the Indicators for Post-Evaluation

Please describe monitoring methods, section(s)/department(s) in charge of monitoring, frequency, the term to monitor the indicators stipulated in 1-3.

Attachment

1. Project Location Map
 2. Specific obligations of the Recipient which will not be funded with the Grant
 3. Monthly Report submitted by the Consultant
- Appendix - Photocopy of Contractor's Progress Report (if any)
- Consultant Member List
 - Contractor's Main Staff List
4. Check list for the Contract (including Record of Amendment of the Contract/Agreement and Schedule of Payment)
 5. Environmental Monitoring Form / Social Monitoring Form
 6. Monitoring sheet on price of specified materials (Quarterly)
 7. Report on Proportion of Procurement (Recipient Country, Japan and Third Countries) (PMR (final) only)
 8. Pictures (by JPEG style by CD-R) (PMR (final) only)
 9. Equipment List (PMR (final) only)
 10. Drawing (PMR (final) only)
 11. Report on RD (After project)

Monitoring sheet on price of specified materials

1. Initial Conditions (Confirmed)

	Items of Specified Materials	Initial Volume A	Initial Unit Price (¥) B	Initial total Price C=A×B	1% of Contract Price D	Condition of payment	
						Price (Decreased) E=C-D	Price (Increased) F=C+D
1	Item 1	●●t	●	●	●	●	●
2	Item 2	●●t	●	●	●		
3	Item 3						
4	Item 4						
5	Item 5						

2. Monitoring of the Unit Price of Specified Materials

(1) Method of Monitoring : ●●

(2) Result of the Monitoring Survey on Unit Price for each specified materials

	Items of Specified Materials	1st ●month, 2015	2nd ●month, 2015	3rd ●month, 2015	4th	5th	6th
1	Item 1						
2	Item 2						
3	Item 3						
4	Item 4						
5	Item 5						

(3) Summary of Discussion with Contractor (if necessary)

-
-
-

Report on Proportion of Procurement (Recipient Country, Japan and Third Countries)
 (Actual Expenditure by Construction and Equipment each)

	Domestic Procurement (Recipient Country) A	Foreign Procurement (Japan) B	Foreign Procurement (Third Countries) C	Total D
Construction Cost	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	
Direct Construction Cost	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	
others	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	
Equipment Cost	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	
Design and Supervision Cost	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	
Total	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	

免税情報シート

マラウイ国税免税情報シート

(1) 企業の所得に課される税金 (法人税など)

名称	Corporation Tax (法人税)																			
課税対象	現地法人・外国支店・外国法人は、マラウイ国内源泉所得について法人税が課される。現地法人とはマラウイで設立された法人、外国支店とはマラウイに事務所等の恒久的施設（事業を行う一定の場所）を持つ外国で設立された法人を示している。外国法人は、恒久的施設を有さない法人である。恒久的施設とは連続した 12 ヶ月で 183 日以上運営している施設を意味しており、税法上では施設を有する法人を居住者、有さない法人を非居住者と区別している。居住者である場合には、マラウイ歳入庁（MRA）に対する納税業者番号（TPIN）を登録する必要がある。																			
税率・計算方法	企業形によって異なり、現地法人は総利益の 30%、外国支店は同 35%、外国法人はマラウイ国内で稼得された収入の 15%が課税対象となる。																			
根拠法	The Taxation Act, Part V, VIIA and Eleventh Schedule																			
手順・申請先・ 所要期間	【免税可能】 本事業の受託業者（本邦企業）は免税であるが、その請負者となる現地企業は課税対象となる。免税申請には、事前にプロジェクト実施機関（省庁）が、マラウイ歳入庁（MRA）に対して免税申請レターを作成・提出する必要がある。プロジェクト実施機関による免税申請から、MRA の承認まで 2～3 週間程度を要する。																			
備考	<p>マラウイでは、下表にあるサービス取引への支払いに課される税の前払いシステム（源泉徴収：Withholding Tax）が適用されている。契約者は請負者から決められた税率で源泉徴収し、契約者が（課税対象である請負者の代わりに）MRA に納付する制度である。</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">課税率</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">● ライセンス料</td> <td rowspan="6" style="text-align: center; vertical-align: middle;">20%</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">● 委託手数料</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">● 娯楽</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">● 10,000 MWKを超える銀行利子</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">● 15,000 MWKを超える臨時労働者の雇用</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">● サービス業</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">● 家賃</td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">15%</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">● 輸送・運送</td> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">10%</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">● （サービスに対する）料金、手数料、謝礼</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">● 施工業・下請業</td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">4%</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">● 業者・施設に対する供与（食品、その他）</td> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">3%</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">● タバコ販売</td> </tr> </tbody> </table> <p>出典：マラウイ税法 別表14</p> <p>源泉徴収された納税額は、TPIN を有する場合には、法人税としてみなされる。契約者が請負業者の請求額から源泉徴収税分を控除し、翌月 14 日までに MRA に支払い、請</p>	課税率		● ライセンス料	20%	● 委託手数料	● 娯楽	● 10,000 MWKを超える銀行利子	● 15,000 MWKを超える臨時労働者の雇用	● サービス業	● 家賃	15%	● 輸送・運送	10%	● （サービスに対する）料金、手数料、謝礼	● 施工業・下請業	4%	● 業者・施設に対する供与（食品、その他）	3%	● タバコ販売
課税率																				
● ライセンス料	20%																			
● 委託手数料																				
● 娯楽																				
● 10,000 MWKを超える銀行利子																				
● 15,000 MWKを超える臨時労働者の雇用																				
● サービス業																				
● 家賃	15%																			
● 輸送・運送	10%																			
● （サービスに対する）料金、手数料、謝礼																				
● 施工業・下請業	4%																			
● 業者・施設に対する供与（食品、その他）	3%																			
● タバコ販売																				

	<p>負者は、MRA から発行される納税証明書（コピー）をもとに確定申告を行う。一方、請負者が TPIN を有さない場合（年商 1,000 万 MWK 以下は TPIN を取得する必要がない）には、源泉徴収税（Withholding Tax）としてみなされる。なお、契約者が TPIN を有していない場合、請負者に対して源泉徴収分を含む請求額を全額支払い、請負者自らが MRA へ納税するケースもある。契約者・請負者の双方が TPIN を有していない場合は、源泉徴収税は課税されない。</p> <p>〔根拠法：The Taxation Act, Part XI and Fourteenth Schedule〕</p>
過去の実績・問題の有無	マラウイ無償案件にて、本邦業者が特定のサービス取引への支払時に源泉徴収税を控除し、MRA に納付している。特に問題はない。

(2) 企業の従業員の所得に課される税金（個人所得税等）

名称	Pay As You Earn : PAYE (個人所得税)							
課税対象	マラウイ国内源泉所得に限って居住者・非居住者ともに課税される。							
税率・計算方法	<p>【課税対象】</p> <p>マラウイ国内源泉所得が発生しないため、本事業の受託業者（本邦企業）は課税対象外であるが、現地庸人を雇用する際は、課税対象となる。</p> <p>0～35%の累進課税であり、税率は下表のとおりである。</p> <table border="1" data-bbox="392 1072 1291 1274"> <thead> <tr> <th>税目</th> <th>課税率</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">個人所得税</td> <td>●所得が30,000 MWK以下 : 非課税</td> </tr> <tr> <td>●同30,000超～35,000 MWK以下 : 所得の15%</td> </tr> <tr> <td>●同35,000超～3,000,000MWK以下 : 所得の30%</td> </tr> <tr> <td>●同3,000,000 MWK超 : 所得の35%</td> </tr> </tbody> </table> <p>出典：調査団調べ</p> <p>例：給与が 20,000MWK の場合の個人所得税</p> $(5,000\text{MWK} \times 15\%) + \{(200,000\text{MWK} - 35,000\text{MWK}) \times 30\%\} = 50,250 \text{ MWK}$	税目	課税率	個人所得税	●所得が30,000 MWK以下 : 非課税	●同30,000超～35,000 MWK以下 : 所得の15%	●同35,000超～3,000,000MWK以下 : 所得の30%	●同3,000,000 MWK超 : 所得の35%
税目	課税率							
個人所得税	●所得が30,000 MWK以下 : 非課税							
	●同30,000超～35,000 MWK以下 : 所得の15%							
	●同35,000超～3,000,000MWK以下 : 所得の30%							
	●同3,000,000 MWK超 : 所得の35%							
根拠法	The Taxation Act, Part VI and Customs VAT and Taxation Amendments 2017							
手順・申請先・所要期間	<p>【課税対象】</p> <p>所得が月 K30,000 もしくは年 K360,000 を越える従業員がいる場合、雇用者は MRA に対して従業員情報の登録（フォーム P1）が必要である。</p> <p>毎月、雇用者は個人所得課税分を計算し、給与交付の翌月 14 日までに銀行等を介して MRA に支払が必要である。</p>							
過去の実績・問題の有無	マラウイ無償案件にて、本邦業者が現地庸人への給与に対する所得税を MRA に納付している。特に問題はない。							

(3) 付加価値税 (VAT)

名称	付加価値税 (Value Added Tax :VAT)
課税対象	VAT は、物品やサービスの購入時に課せられる間接税である。海外から物品を輸入する段階でも適用され、輸入関税と共に税関に支払う。
税率・計算方法	付加価値税、輸入付加価値税 (Import VAT) とともに価格の 16.5% (一律) であるが、クレーン付きトラック、掘削デリック等の特定の輸入機材については輸入 VAT が課税されていない場合がある。
根拠法	Value Added Tax Act, 2005
手順・申請先・ 所要期間	<p>【免税可能：事前免除方式】</p> <p>プロジェクト実施機関が、事前に VAT 免税申請レター、G/A、業者契約書のコピー、調達機材のマスターリストを準備し、MRA に提出する必要がある。上記書類の承認後、承認済みレターと調達機材の詳細を記載したフォーム (ST14) を提出することで、ST14 への記載機材が事前免除方式で免税となる。承認済みレターに契約業者名が明記されている場合、契約業者が、MRA に対して直接 ST14 を申請・修正・追加することができる。契約業者は、MRA の登録・納税業者番号 (Tax Payer Index Number : TPIN) が必要であるが、現地企業と第三国企業の登録条件等の区別はない。申請から承認まで、1 ヶ月程度を要する。</p> <p>なお、特定の輸入機材において輸入 VAT が課せられていない場合は、上記のような手続きが必要なく事前免除がなされる。</p>
過去の実績・ 問題の有無	マラウイ無償案件にて、本邦業者の代わりに現地請負業者がマスターリストを作成・提出し、付加価値税の事前免除を受けている。特に問題はない。

(4) 資機材の輸入及び再輸出の際に課される税金や手数料

名称	Custom Duties (関税)
課税対象	資機材の種類によって異なる (法律に記載)
税率・計算方法	輸出入品によって異なる (法律に記載)。クレーン付きトラック・掘削デリック等の特定の輸入機材については、関税および輸入 VAT が課税の対象外である。一方、ソーラーパネル・ヒューズ・変圧器等の輸入機材は、関税のみが課税対象外であり、輸入 VAT が課税される。また、SADC (南部アフリカ開発共同体) 圏内からの輸入の際、SADC 圏内で生産された製品に限り、関税が非課税となる (輸入 VAT は課税される)。
根拠法	Customs and Exercise Act
手順・申請先・ 所要期間	<p>【免税可能：事前免除方式】</p> <p>プロジェクト実施機関が、事前に関税免税申請レター、G/A 及び業者契約書のコピー、マスターリストを準備し、MRA に提出する必要がある。免税手続きには、承認済みレターと MRA 認可の通関業者が作成する輸入申告書 (Customs and Exercise Declaration Form 12) が必要であり、マラウイの保税地域 (モザンビーク国境またはリ</p>

	<p>ロングウェのドライポート) において、上記書類を提出することで、事前免除方式で免税となる。通関時には、プロジェクト実施機関の職員による立会い・署名が必要となる。機材の再輸出時は、事前に再輸出機材の詳細と承認済みレターを MRA に提出し、承認されることで免除される。申請から承認まで、1 ヶ月程度を要する。</p> <p>なお、特定の輸入機材において関税が課せられていない場合は、上記のような手続きが必要なく事前免除がなされる。</p>
過去の実績・問題の有無	<p>マラウイ無償案件にて、本邦業者の代わりに現地請負業者がマスターリストを作成・提出し、関税の事前免除を受けている。特に問題はない。</p>

(5) その他、優先的に免税を確保すべき税目

名称	Fringe Benefit Tax :FBT (付加給与税)						
課税対象	付加給与は、雇用主が従業員に対して賃金・給与以外に提供する経済的利益であり、マラウイでは主に車、学費、低金利の提供が付加給与と認知される。						
税率・計算方法	<p>主な付加給与税の税率は以下表のとおりである。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>税目</th> <th>課税率</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">付加給与税</td> <td>● 車両の提供 : 車両代金の15%</td> </tr> <tr> <td>● 教育費の提供 : 学費の50%</td> </tr> <tr> <td>● 低金利の提供 : 通常金利との差額</td> </tr> </tbody> </table> <p>出典：調査団調べ</p>	税目	課税率	付加給与税	● 車両の提供 : 車両代金の15%	● 教育費の提供 : 学費の50%	● 低金利の提供 : 通常金利との差額
税目	課税率						
付加給与税	● 車両の提供 : 車両代金の15%						
	● 教育費の提供 : 学費の50%						
	● 低金利の提供 : 通常金利との差額						
根拠法	The Taxation Act, Part IXA						
手順・申請先・所要期間	<p>【課税対象】</p> <p>雇用者は従業員に付加給与を与えてから 14 日以内に、登録作業（フォーム FBT1）が必要である。登録作業後、MRA より雇用者に送金用のフォーム（FBT2）が返送される。雇用者は四半期毎に付加給与税を計算し、四半期末月の 14 日までに MRA Domestic Taxes Office (Petroda Glass House, Lilongwe) に対して支払いが必要である。</p>						
過去の実績・問題の有無	特に問題はない。						

収集資料リスト

番号	名称	形態 (電子ファイル/図書)	オリジナル/コピー	発行機関	発行年
1	LWB Annual Business Plan for 2012 - 2013	電子ファイル	コピー	LWB	2011
2	LWB ANNUAL REPORT 2013-2014	電子ファイル	コピー	LWB	2014
3	LWB ANNUAL REPORT 2014-2015	電子ファイル	コピー	LWB	2015
4	LWB ANNUAL REPORT 2015-2016	電子ファイル	コピー	LWB	2016
5	LWB Financial Statement 2011	電子ファイル	コピー	LWB	2011
6	LWB Financial Statement 2013	電子ファイル	コピー	LWB	2013
7	LWB Financial Statement 2014	電子ファイル	コピー	LWB	2014
8	LWB Financial Statement 2015	電子ファイル	コピー	LWB	2015
9	LWB Financial Statement 2016	電子ファイル	コピー	LWB	2016
10	LWB Financial Statement Draft 2012 final draft	電子ファイル	コピー	LWB	2012
11	LWB Lilongwe areas demarcated by pressure zones	電子ファイル	コピー	LWB	2017
12	LWB Pressure Zone	電子ファイル	コピー	LWB	2017
13	LWB Staff List JUNE 2017	電子ファイル	コピー	LWB	2017
14	LWB 2015-2020 Strategic Plan	電子ファイル	コピー	LWB	2015
15	LWB Customer Satisfaction Survey	電子ファイル	コピー	LWB	2016
16	LWB Infrastructure Investment Plan	電子ファイル	コピー	LWB	2016
17	LWB NRW Reduction Strategy Paper	電子ファイル	コピー	LWB	2016
18	LWB Priority Investment Program	電子ファイル	コピー	LWB	2016
19	LWB Schematic	電子ファイル	コピー	LWB	2016
20	LWB Institutional Analysis	電子ファイル	コピー	LWB	2016
21	LWB DIVISIONAL PERFORMANCE REPORTS JUNE 2013	電子ファイル	コピー	LWB	2013
22	LWB Divisional Financial Reports June 2014	電子ファイル	コピー	LWB	2014
23	LWB MA 2014-15 REVENUE BUDGET	電子ファイル	コピー	LWB	2014
24	LWB MA 2015-16 REVENUE BUDGET	電子ファイル	コピー	LWB	2015
25	LWB MA 2017-18 REVENUE BUDGET	電子ファイル	コピー	LWB	2017
26	LWB Budgets 2013-14	電子ファイル	コピー	LWB	2013
27	LWB June 2016 YEAR END DIVISIONAL EXPENDITURE REPORT	電子ファイル	コピー	LWB	2016
28	LWB June Divisional Accounts 2015	電子ファイル	コピー	LWB	2015
29	LWB JUNE 2017 DIVISIONAL EXPENDITURE	電子ファイル	コピー	LWB	2017
30	MAWID Brief Supervisory Report for SRWSIHL Project in Nkhotakota, July	電子ファイル	コピー	MAIWD	2017
31	MAWID Brief Supervisory Report for SRWSIHL Project in Mangochi, June	電子ファイル	コピー	MAIWD	2017
32	MAWID Brief Supervisory Report for SRWSIHL Project in Rumphu, July	電子ファイル	コピー	MAIWD	2017
33	MAWID Brief Supervisory Report for SRWSIHL Project in Ntcheu, June	電子ファイル	コピー	MAIWD	2017
34	MAWID Brief Supervisory Report for SRWSIHL Project in PHALOMBE, No_5	電子ファイル	コピー	MAIWD	2016
35	MAWID Brief Supervisory Report for SRWSIHL Project in PHALOMBE, No_6	電子ファイル	コピー	MAIWD	2016
36	MAWID BRIEF REPORT ON CONSTRUCTION OF BOREHOLES UNDER THE SRWSIHL PROJECT	電子ファイル	コピー	MAIWD	2017
37	Consultancy Services for National Hydrogeological and Water Quality Mapping Final Geophysical Survey Report	電子ファイル	コピー	MAIWD	2015
38	Hydrogeological and Water Quality Mapping Consultancy in Shire River Basin Draft Geophysical Survey Report	電子ファイル	コピー	MAIWD	2017
39	Consultancy Services for National Hydrogeological and Water Quality Mapping Draft Exploratory Drilling Report	電子ファイル	コピー	MAIWD	2015
40	Water Resources Investment Strategy Component 1 – Water Resources Assessment Annex V – Groundwater	電子ファイル	コピー	MAIWD	2011
41	MALAWI Customs and Excise Tariff 2017-2018	電子ファイル	コピー	MRA	2017
42	RECEIPTS AND EXPENDITURES FOR BOREHOLE TREASURY FUND FOR 4 YEARS PERIOD	電子ファイル	コピー	MAIWD	2013
43	RECEIPTS FOR MONTHLY BOREHOLE TREASURY FUND 2016/2017	電子ファイル	コピー	MAIWD	2015
44	MALAWI DEVELOPMENT BUDGET TREND FOR 3 YEARS	電子ファイル	コピー	MAIWD	2015
45	WATER AND IRRIGATION DEVELOPMENT 3 YEARS TREND BUDGET (OTHER RECURRENT TRANSACTION)	電子ファイル	コピー	MAIWD	2015
46	PUBLIC FINANCE MANAGEMENT ACT (Cap. 37:02) PUBLIC FINANCE MANAGEMENT (BOREHOLE CONSTRUCTION AND GROUND WATER MANAGEMENT FUND) ORDER, 2013	電子ファイル	コピー	MAIWD	2013
47	MALAWI RURAL WATER SUPPLY INVESTMENT PLAN- ANNEX II VOLUME II - GROUNDWATER RESOURCES ASSES:	電子ファイル	コピー	MAIWD	2014
48	MALAWI RURAL WATER SUPPLY INVESTMENT PLAN 2014-2020	電子ファイル	コピー	MAIWD	2014
49	DRAFT 2015-2016 SECTOR PERFORMANCE REPORT FOR WATER, IRRIGATION AND SANITATION SECTOR	電子ファイル	コピー	MAIWD	2015

地下水開発の提言

地下水開発への提言

(1) 浅層における水源開発（既存井戸の拡孔）

マラウイには 100 m 以深の井戸が存在しない。地下水源は浅層帯水層（第一帯水層）に依存し、10～60 m に賦存する弱被圧または被圧した層状地下水、深度 30～95 m に賦存する裂隙水を取水対象としている。既存資料の判読によると、これら浅層帯水層の一部では、本来の賦存量を活用しきれておらず、新規の井戸設置により更なる取水が見込める地域（井戸）が認められる。現状において、5 L/sec 以上を取水できる既存井の分布地区では、同滞水層から更に取水できる可能性がある。よって、既存井戸の口径を拡大（6 または 8 インチ）し、大容量の水中ポンプを活用することで、揚水量を増加させることが可能である。加えて、帯水層が同一の地下水盆内に存在する場合、多数の小口径井戸による取水より、少数の大口径井戸による取水の方が、運転・維持管理が容易となり、将来における取水の持続性と地下水の保全にも期待できる。浅層帯水層から更なる取水が見込める地域（井戸）の評価は、以下のとおりである。

表 1 : 大口径井戸の掘削による揚水量増が見込まれる既存井戸 (地域)

調査地点				試掘調査結果		揚水試験結果				地下水賦存量の評価
No.	地域	県	サイト	深度 (m)	帯水層	揚水量 (ℓ/秒)	静水位 (m)	動水位 (m)	水位低下 (m)	評価
1	北部	Karonga	Kaporo	100	強風化堆積層	10.0	3	11	8	A
2		Chitipa	Mwenechendo	100	弱破碎帯を含む花崗岩	1.0	14	36	22	D
3		Karonga	Mulale	64	強風化堆積砂層	10.0	14	24	10	A
4		Karonga	Nyungwe	100	強風化堆積砂層	10.0	9	19	10	A
5		Chitipa	Nthalire	102	弱破碎帯を含む片麻岩/花崗岩	5.0	9	45	36	B
6		Rumph	Mzokoto	100	片麻岩の風化破碎帯	1.0	15	23	8	C
7		Rumph	Chakoma	80	砂層及び石英粒に富む風化片麻岩	5.0	21	61	40	B
8		Rumph	Katumbi	63	石英粒に富む風化片麻岩	0.3	12	54	42	D
9		Chitipa	Chitipa	102	風化片麻岩	1.0	17	27	10	C
10		Mzimba	Mzimba	93	弱風化の灰色花崗岩	0.1	13	53	40	D
11		Mzimba	Madede	101	風化破碎帯の片麻岩	1.0	13	49	36	D
12		Nkhata Bay	Usisya	-	データなし	X	1	43	42	D
13		Nkhata Bay	Nkhata Bay	99	弱風化破碎帯の花崗岩	0.3	13	55	42	D
14	中部	Nkhotakota	Kamphambale	101	強風化片麻岩を含む砂質堆積物	10.0	7	29	22	A
15	北部	Mzimba	Katete	101	破碎帯含む風化片麻岩	0.5	17	26	8.5	D
16	中部	Kasungu	Kaluluma	104	石英に富む風化片麻岩	0.5	15	40	25	D
17		Mzimba	Liwaladzi	70	強風化の沖積砂層	10.0	7	8	0.7	A
18		Kasungu	Kapelula	95	片麻岩破碎帯	5.0	X	X	X	?
19		Kasungu	Mphompwa	95	片麻岩破碎帯	0.3	13	46	33	D
20		Ntchisi	Malomo	101	弱破碎の片麻岩	0.3	8	X	X	D
21		Nkhotakota	Mwansambo	55	沖積砂層 (風化堆積物)	0.5	12	34	22	D
22		Dowa	Chigudu	98	破碎帯を含む風化片麻岩	0.5	18	40	22	D
23		Kasungu	Linyangwa	95	破碎帯含む風化片麻岩	2.5	10	45	35	D
24		Kasungu	Liswandwa	100	破碎帯を含む風化片麻岩/雲母片	2.5	6	27	21	C
25		Salima	Khombedza	95	破碎帯を含む風化片麻岩	1.0	9	24	15	D
26		Mchinji	Mkanda	101	破碎帯を含む風化片麻岩	1.0	5	28	23	D
27		Mchinji	Tembwe	95	破碎帯を含む風化片麻岩	2.5	6	21	15	C
28		Lilongwe	Lumbadzi	101	破碎帯を含む風化の石英質岩石	0.5	18	42	24	D
29		Lilongwe	Namitete	101	破碎帯を含む風化の石英質岩石	1.0	5	43	38	D
30		Lilongwe	Simeon	101	破碎帯を含む風化の石英質岩石	1.0	4	X	X	?
31		Lilongwe	Nathenje	93	破碎帯を含む花崗岩質片麻岩	0.3	15	58	43	D
32		Dedza	Ntenje	82	雲母片含む片麻岩破碎帯	1.0	2	X	X	?
33	南部	Mangochi	Chantulo	80	沖積砂層 (風化堆積物)	5.0	10	16	6	A
34		Mangochi	Katema	95	弱風化の片麻岩破碎帯	2.5	25	26	0.8	B
35		Mangochi	Mdinde	100	風化片麻岩を含む砂層	1.0	4	40	36	D
36		Machinga	Nselema	99	片麻岩破碎帯	2.5	5	15	10	C
37		Machinga	Nsanama	100	片麻岩破碎帯	2.5	5	17	11.5	C
38		Zomba	Songani	81	片麻岩破碎帯	1.0	7	25	18	D
39		Zomba	Magomero	100	風化片麻岩破碎帯	5.0	6	24	18	A
40		Mangochi	Kadongo	101	風化片麻岩破碎帯/雲母片	5.0	10	X	X	?
41		Mangochi	Malindi	80	沖積の風化堆積層	10.0	8	21	12.5	A

A:可能性が高い、B:可能性が中位、C:可能性が低い、D:殆ど期待できない

(2) 深層帯水層における水源開発（試掘調査の実施）

1) 試掘調査の意義

MAIWD が実施した物理探査¹²の結果から、100 m 以深における地下水賦存の可能性は認められるが、あくまで電気比抵抗値の変位による推測に過ぎない。その結果の正しさを実証するためには、物理探査結果と実際の地質状況との照合・検証が不可欠である。現状では、マラウイ国内に 100 m 以深を掘削できる機械が存在しないため、現有機材での地質状況の把握は不可能である。しかし、深層掘削機を南アフリカ、ケニア、タンザニア等の近隣国から調達し、深層掘削を実施することは可能である。深層掘削によって入手できる水理地質情報（地下地質構造、地下水賦形態存等）は、マラウイに存在しない貴重なものであり、物理探査結果の照合・検証も可能となる。特に、深層地下水の開発計画を具体的に策定する上で、非常に有益な情報となる。したがって、深層を対象とした試掘調査を実施し、マラウイ全体の広域地下水盆地の構造と地下水の賦存形態を把握することが望まれる。

2) 試掘調査の候補地点

MAIWD による物理探査結果を基に、以下の条件を満足する地点で試掘調査を実施することが望ましいと判断する。

北部・中部地域

- ρ-a 曲線が【(b)上昇型】または【(d)山型】で、深度 150 m 以深に見掛け比抵抗値のランダム変化（乱れ）が確認できる地点
- ρ-a 曲線が【(a)お椀型】または【(b)上昇型】で、深くなるにつれ見掛け比抵抗値の乱れが確認されない地点（地下水盆地の深度方向への連続性の有無の確認が必要な地点）
- ρ-a 曲線が【(c)降下型】で、深度 150 m 以深の見掛け比抵抗値が 80 Ohm*m 以下を連続していると思われる地点

南部地域

- ρ-a 曲線が【(b)上昇型】または【(d)山型】で、深度 150 m 以深に見掛け比抵抗値のランダム変化（乱れ）が確認できる地点
- ρ-a 曲線が【(c)降下型】で、深度 150m以深の見掛け比抵抗値が 30 Ohm*m 以下を連続している地点

¹ Consultancy Services for National Hydrogeological and Water Quality Mapping Final Geophysical Survey Report (March 2015)

² Hydrogeological and Water Quality Mapping Consultancy in Shire River Basin Draft Geophysical Survey Report (June 2017)

2014~2015 年に実施された物理探査調査において、上記条件を満足した地点、すなわち試掘調査の候補地点は 33 地点（A 評価：10 地点、B 評価 8 地点、C 評価 4 地点、D 評価 11 地点）であった。各試掘調査候補地点の詳細は、以下のとおりである。なお、試掘候補の位置図を、添付資料 1 と 2 に示す。

表 2：試掘調査の候補地点一覧

サイト No.	地域	県	サイト	物理探査結果					地下水賦量の評価		
				調査深度 (m)	想定帯水層 (m)	比抵抗値 (Ohm*m)	水理地質	地下水区分	評価	想定深度 (m)	
1	北部	Karonga	Kaporo	150	40 - 150	85	第四紀沖積層/風化岩	層状水 & 裂隙水	A	200	
2		Chitipa	Mwenechendo	150	50 - 120	85	風化岩/破砕帯	裂隙水	D	200	
3		Karonga	Mulale	150	50 - 150		強風化堆積層/破砕帯	層状水 & 裂隙水	A	200	
5		Chitipa	Nthalire	150	40 - 70	120 - 1000	破砕帯を含む風化岩	裂隙水	B	200	
6		Rumphi	Mzokoto	150	40 - 150	80~140	風化岩/破砕帯	裂隙水	B	200	
8		Rumphi	Katumbi north	150	20 - 100	38 - 3000	風化岩/破砕帯	裂隙水	D	200	
9		Chitipa	Chitipa	150	20 - 90	110 - 1000	腐泥岩/風化岩	裂隙水	D	200	
10		Mzimba	Mzimba	100	30 - 100	220 - 1500	強風化の片麻岩破砕帯	裂隙水	D	200	
11		Mzimba	Madede	100	40-80	80 - 140	腐泥岩/風化岩	裂隙水	D	200	
15		中部	Nkhotakota	Kamphambale	150	80~150	30~85	低比抵抗層	裂隙水	A	200
16			Mzimba	Kaluluma	150	10 - 70	57 - 5000	破砕帯を含む硬岩	裂隙水	D	200
18	Kasungu		Kapelula	150	40 - 120	30 - 3000	風化岩/破砕帯	裂隙水	B	200	
21	Nkhotakota		Mwansaambo	100	10 - 150	110	強風化岩盤 (砂礫)	層状水 & 裂隙水	D	200	
24	Kasungu		Lisandwa	150	80~150	1,400	破砕帯を含む風化岩	裂隙水	A	200	
27	Mchinji		Tembwe	150	80~150	100~500	強風化の片麻岩/花崗岩破砕帯	裂隙水	C	200	
28	Lilongwe		Lumbadzi	150	80~150	110 - 3500	破砕帯を含む風化岩	裂隙水	D	200	
30	Lilongwe		Simeon	150	40 - 100	70 - 4000	破砕帯を含む風化岩	裂隙水	D	200	
31	Lilongwe		Nanthenje	150	50~150	230~3,000	破砕帯を含む風化岩	裂隙水	B	200	
33	南部	Mangochi	Chantulo*	150	60~150	5~7	低比抵抗層/塩水帯水層	層状水	A	200	
36		Machinga	Nselema-Button	150	50~150	120~920	破砕帯を含む風化岩	裂隙水	B	200	
39		Zomba	Magomero	100	50~150	50 - 860	破砕帯を含む風化岩	裂隙水	A	200	
41		Mangochi	Malindi	100	20-150	4 - 100	風化堆積層	層状水/破砕水	A	200	
S-4		Chikwawa	Ngabu	400	90~200	3~20	未固結堆積層	層状水/破砕水	B	200	
S-5		Mangochi	Lidunde	400	70 - 200	110~500	風化片麻岩	裂隙水	C	200	
S-11		Balaka	Namalomba*	400	100~300	5~10	マロンベ湖起源の未固結堆積層	層状水	A	200	
S-12		Mangochi	Chisawa*	400	90 - 300	3~10	シレ川起源の未固結堆積層	層状水	C	200	
S-16		Balaka	Buke	400	40~230	400~2,000	風化片麻岩/破砕帯	裂隙水	B	200	
S-19		Chikwawa	Mitondo*	400	80 ~ 250	10~30	未固結堆積物	層状水	A	200	
S-20		Nsanje	Tiza*	400	80 - 220	3~8	未固結堆積物	層状水	C	200	
S-21		Chikwawa	Chambulika	400	60 ~ 180	35~65	玄武岩質溶岩/火砕流堆積物	裂隙水	A	200	
S-29		Chikwawa	Namalidi	400	100 ~ 200	4~20	シレ川起源の塩水含み堆積層	層状水	B	200	
S-30		Chikwawa	Ngowa	400	20 - 120	2500 - 4000	強風化の片麻岩破砕帯	裂隙水	D	200	
S-31		Mulanje	Kwalala	400	50 - 150	50 - 3000	強風化の片麻岩破砕帯	裂隙水	D	200	

* 浅層帯水層に塩水が存在する可能性あり

A:可能性が高い、B:可能性が中位、C:可能性が低い、D:殆ど期待できない

(3) マラウイ地方給水投資計画を踏まえた水源開発

マラウイ地方給水投資計画において、MAIWD は地方の経済拠点である Market Center の浅井戸建設を計画している。給水人口や施設状況を基に、32 ヶ所の Market Center が選定され、2020 年までに計 115 本の浅井戸建設を目標としている。これら Market Center と水理地質調

査が実施された 73 地点を整理した結果、3 地点（Kaporo, Nyungwe, Malindi）において所在地が合致した。また、7 地点（Lisandwa, Nanthenje, Tembwe, Nseleme, Namalonba, Buka, Tiza）は、Market Center 近傍の地域であり、同一の広域水理地質構造を有することが判った。これら計 10 地点のうち、浅層において地下水賦存量の可能性が高いサイトは 3 地点（A 評価）、深層において地下水賦存量の可能性が高いサイトは 5 地点（A 評価）、可能性が中位のサイトは 3 地点（B 評価）と推定される。なお、浅層の地下水賦存量の可能性が低いと評価された場合でも、深層において高い可能性が見込まれる場合には、浅層での地下水賦存量の可能性が高いと評価される。

表 3 : Market Center と水理地質調査地点の照合

地域	県	Market Center	サイト	地下水賦存量の評価		給水施設建設 設計画本数
				浅層	深層	
北部	Karonga	Kaporo	Kaporo	A	A	3
		Nyungwe	Nyungwe	A	A	2
中部	Kasungu	Chamama	Lisandwa	C	A	4
	Lilongwe	Namitete	Nanthenje	D	B	6
	Mchinji	Kapiri	Tembwe	C	C	5
南部	Mangochi	Malindi	Malindi	A	A	5
		Chilipa	Nseleme	C	B	2
	Balaka	Phalula	Namalonba*	-	A	5
		Ulongwe	Buke*	-	B	3
		Thyolo	Thekerani	Tiza*	-	C

*南部地域の一部は試掘調査がなされておらず揚水量が不明なため、浅層の開発優先度が不明

A:可能性が高い、B:可能性が中位、C:可能性が低い、D:殆ど期待できない

上記表に示した 10 地点は、北部 1 県、中部 3 県、南部 3 県に所在している。今後の水資源開発の参考として、各県の浅層・深層帯水層の能力を、地形的な背景と水理地質構造的な特徴に基づいて評価した。詳細は以下のとおりである。

Karonga

タンザニア国境に接するマ国北部の西部地区一帯から南西側にかけてほぼ円弧状に山間地が分布する。この山間地の地下地質は花崗岩（granite）質や片麻岩（gneiss）質の岩体が入り乱れた形で構成されている。これら岩体中には裂隙水が賦存するが、岩体中の亀裂や破碎帯の分布が少なく、裂隙水の水量は多くは望めないと考えられる。これら山間地から北東部にかけては広大な台地や準平原がマラウイ湖畔まで連続し、その表層部は新生代洪積世の堆積物が薄く堆積し、その下部は花崗岩質及び片麻岩の岩体で構成されている。またマラウイ湖畔周辺には洪積世から沖積世の堆積物が厚く分布し、これらの堆積物中には弱被圧から被圧地下水（層状水）が賦存している。一方、台地及び準平原地帯には部分的に裂隙水が賦存しているが、水量的には多くは望めないと考えられる。

Kasungu

山間地の地下地質は、ほぼ片麻岩（gneiss）質の岩体で構成される。西部の準平地の表層部は、洪積世の堆積物で覆われているが層厚は薄く、その下部は花崗岩質及び片麻岩の岩体で構成されている。ほぼ全域で、第一帯水層から第二帯水層へと連続する裂隙水が賦存している。したがって、開発優先度の観点から見ると、浅層帯水層からの追加取水の可能性、すなわち現状以上の地下水開発の可能性はそう多くは望めなく、むしろ深層（深度 100m 以深）での地下水（裂隙水）の開発が期待できる地域と考えられる。

Lilongwe

山間地は片麻岩の岩体、西側の準平地帯は洪積世の堆積層で構成され、その下部に片麻岩質の岩体が分布する。準平地の第一帯水層には弱被圧または被圧した層状地下水、山間地には裂隙水が賦存する。したがって準平地では、浅層帯水層からの追加取水の可能性が認められる。

Mchinji

準平地は洪積世の堆積物で、その下部に片麻岩質の岩体が分布する。南西部の山間地には、主に花崗岩質の変成岩体が分布する。準平地部の第一帯水層には弱被圧または被圧した層状地下水、南西部の山間地には裂隙水が賦存する。したがって準平地では、浅層帯水層からの追加取水の可能性が認められる。

Mangochi

低地帯はマラウイ湖及びシレ川起源の洪積世から沖積世の堆積物が厚く分布する。東側の山間地は、花崗岩質の変成岩で構成され、準平地と台地の表層部は洪積世の堆積物、その下部は花崗岩質変成岩で構成されている。低地部には、厚い堆積層に賦存する弱被圧または被圧した層状地下水、準平地から山地にかけては裂隙水が賦存する。低地部は弱被圧または被圧地下水が賦存すること、また、既存井の揚水試験の結果が良好であることから、浅層帯水層からの追加取水が大いに期待できる。しかし、一部地域の第一帯水層では塩水の存在が確認されているため、水質には注意を払う必要がある。

Balaka

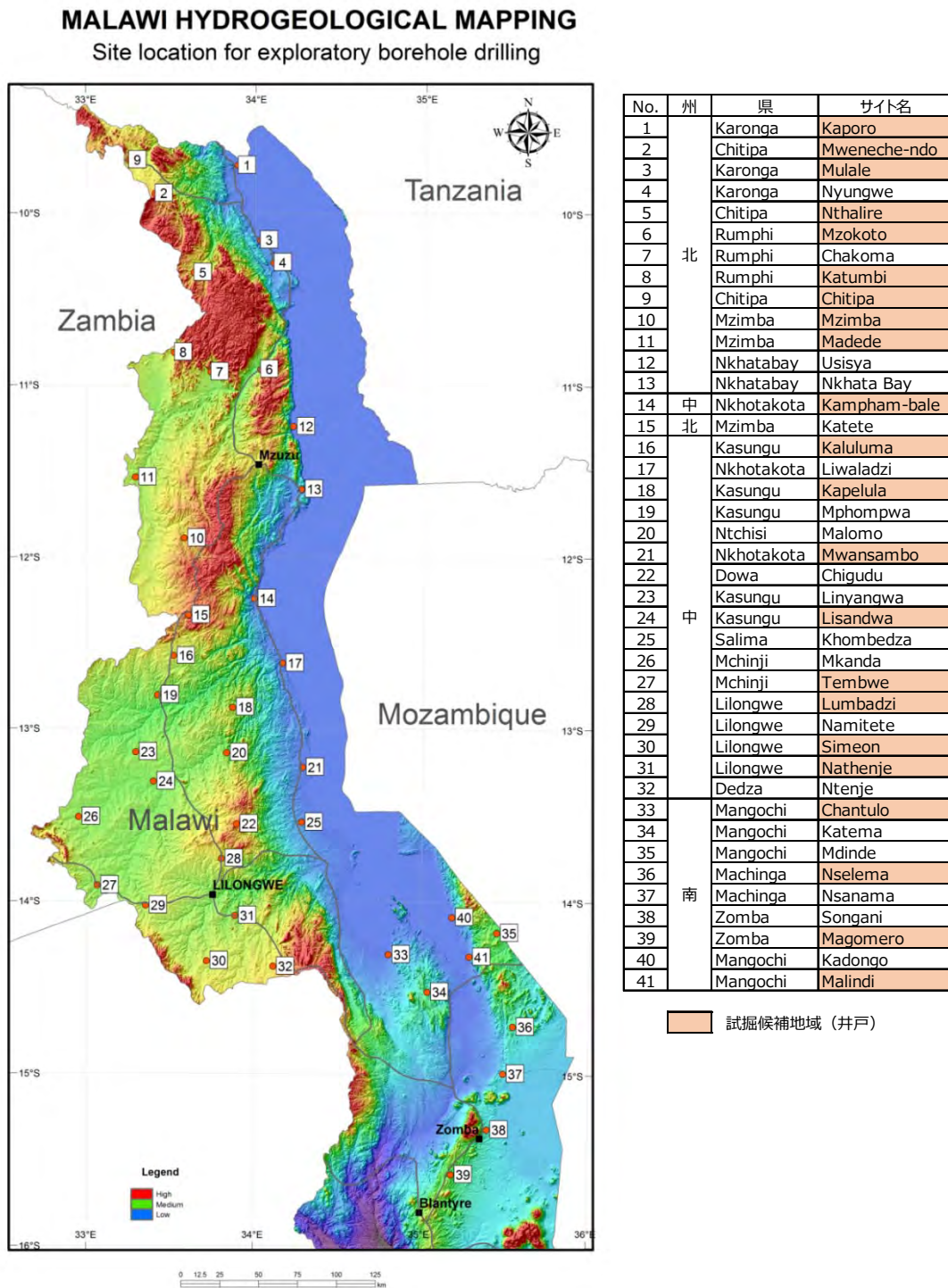
溪谷低地帯には、シレ川起源の洪積世から沖積世の堆積物が分布する。溪谷低地部を囲む東西の山間地は、花崗岩質の変成岩や片麻岩質の岩体で構成され、準平地と台地の表層部は洪積世の堆積物、その下部は花崗岩質岩体及び変成岩で構成されている。溪谷低地部の堆積層には弱被圧または被圧した層状地下水、シレ川溪谷の東西の山裾傾斜部には裂隙水が賦存

する。したがって溪谷低地部では浅層帯水層からの追加取水の可能性が認められる。しかし、一部地域の第一帯水層では塩水の存在が想定されるため、水質には注意を払う必要がある。

Thyolo

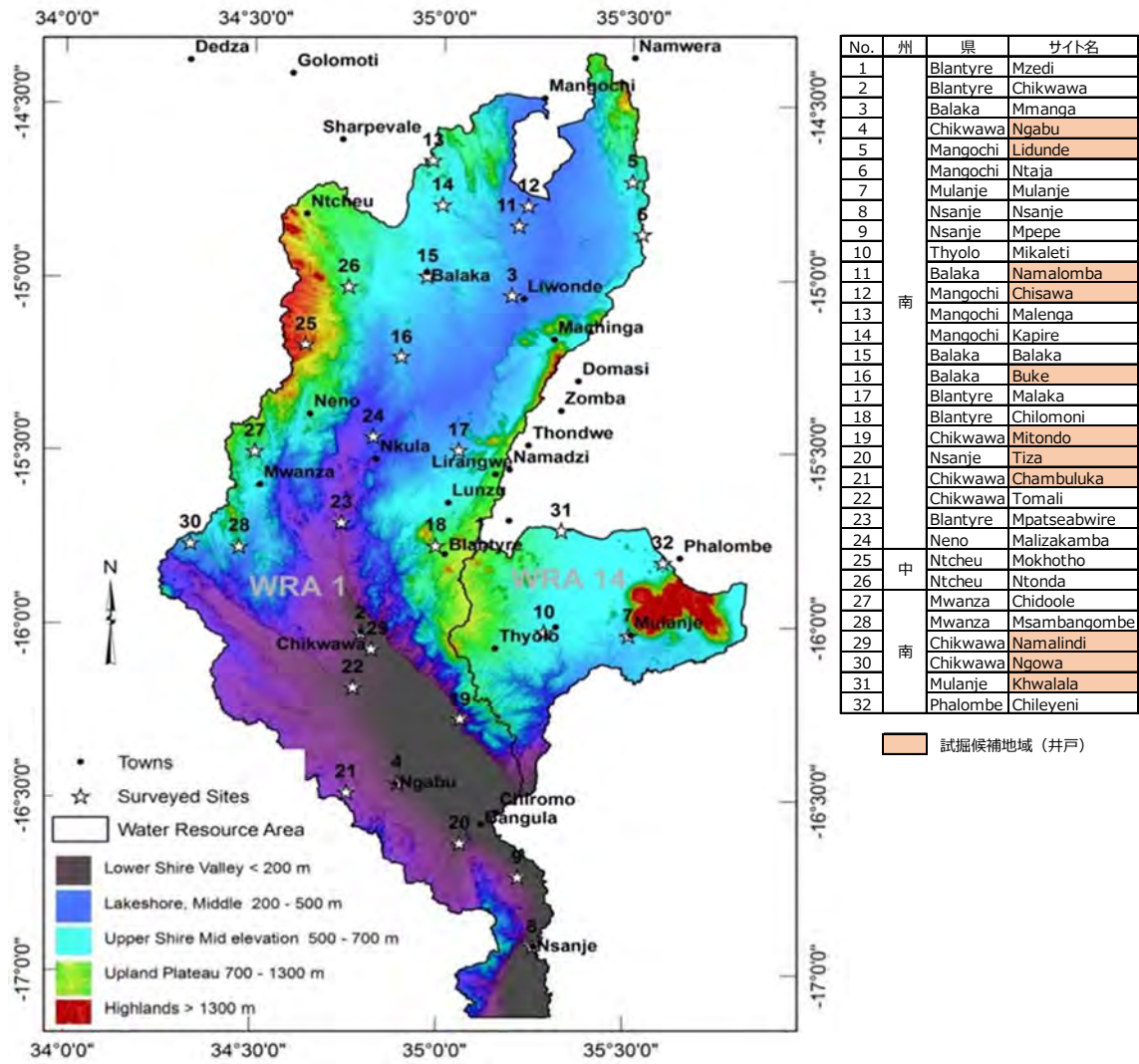
溪谷低地帯には、シレ川起源の洪積世から沖積世の堆積物が分布する。その下部には、花崗岩質の変成岩や片麻岩質の岩体が構成されている。溪谷低地部の堆積層には弱被圧または被圧した層状地下水、シレ川溪谷の東西の山裾傾斜部には裂隙水が賦存する。したがって溪谷低地部では、浅層帯水層からの追加取水の可能性が認められる。しかし、一部地域の第一帯水層では塩水の存在が想定されるため、水質には注意を払う必要がある。

添付資料 1 : : 北・中地域の試掘調査の候補地点 (41 地点のうち 22 地点)



出典 : FINAL GEOPHYSICAL SURVEY REPORT (March 2015) をもとに調査団作成

添付資料 2 : 南部地域試掘調査の候補地点 (32 地点のうち 11 地点)



出典 : HYDROGEOLOGICAL AND WATER QUALITY MAPPING CONSULTANCY IN SHIRE RIVER
 BASIN DRAFT GEOPHYSICAL SURVEY REPORT (June 2017) をもとに調査団作成