

マラウイ共和国
エネルギー省電力局
マラウイ電力供給公社

マラウイ共和国
テザニ水力発電所増設計画
準備調査
報告書

平成 26 年 3 月
(2014 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

東電設計株式会社

産公
JR
14-055

マラウイ共和国
エネルギー省電力局
マラウイ電力供給公社

マラウイ共和国
テザニ水力発電所増設計画
準備調査
報告書

平成 26 年 3 月
(2014 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

東電設計株式会社

【序 文】

独立行政法人国際協力機構は、マラウイ共和国のテザニ水力発電所増設計画にかかる協力準備調査を実施することを決定し、同調査を東電設計株式会社に委託しました。

調査団は、平成 25 年 7 月から平成 25 年 12 月までマラウイ共和国の政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地踏査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

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

平成 26 年 2 月

独立行政法人国際協力機構
産業開発・公共政策部
部長 植嶋 卓巳

【要 約】

1. 国の概要

1-1 国土・自然

マラウイ共和国（以下「マ国」という）は、アフリカ大陸東側、南半球に位置し、人口は 1,591 万人（2012 年、世界銀行）、国土面積 11.8 万平方キロメートル（日本の約 30%）を有する。北・北西をタンザニア、東・南・南西をモザンビーク、西をザンビアに囲まれた内陸国である。

地形は、国土のほとんどが高原上に位置しており、東側には国土の約 1/4 の面積を占めるマラウイ湖が位置している。

マラウイ湖は長さ 560km、幅は最大で 75km に達し、面積は 29,600 km²であり、アフリカ第 3 位の大きさと第 2 位の深度を持っている。同湖からはシレ川（Shire）が流れザンベジ川に注いでいる。

マラウイ湖に注ぐ川のうち最大のはルフフ川（Ruhuhu）である。マ国の地質は、大まかに先カンブリア紀－古生代前期の結晶質岩、それを覆うカルー系（古生代後期－中生代前期の陸成堆積岩）、ジュラ紀後期－白亜紀前期のアルカリ貫入岩、東アフリカリフトの拡大が始まって堆積した堆積岩類（マラウイ湖周辺）と新生代の堆積岩で構成される。

1-2 国家経済

マ国の GNI は 41.4 億米ドル、一人当たり GNI は 340 ドル（2011 年）であり、世界銀行の所得分類によると依然として「低所得国」に区分されている。

マ国の主要産業は農業であり、労働人口及び輸出総額の 85%近くを農業および農業関連事業が占めているが、同国の農業生産は天候に左右される脆弱性を抱えており、安定した食料供給は依然大きな課題となっている。

また、主要農産物で輸出品の重要な部分を占めているタバコ、茶、砂糖などの輸出価格が国際価格の動向に左右されやすいことに加え、内陸国であることから輸送価格の上昇による影響を受けやすく、経済基盤は依然脆弱である。

さらに、熟練労働者の不足、官僚の非効率的な仕事、汚職、道路の維持整備不足、電力や水道および通信などの社会基盤の不十分さなどが、経済発展を阻害している要因となっており、マ国政府は、これらの課題の解消に向け、近年、道路状況の改善と、鉄道と通信分野への民間参入認可による投資環境の活発化を優先目標とし、対応を行っている。

2. プロジェクトの背景・経緯

2-1 上位計画

マ国成長戦略（Malawi Growth Development Strategy II: MGDS II）において、エネルギー開発はインフラ整備及び持続可能な経済成長のための重要な課題として位置づけられているとともに、同戦略における九つの優先分野の一つとされている。また、国内経済状況の悪化を受け 2012 年 9 月に緊急発表

された「経済復興計画」(Economic Recovery Plan)において、電力不足が基幹産業に負のインパクトを与えていることをうけ、2015 年まで優先的に予算措置する等して状況の改善に取り組む計画である。

2-2 当該セクターの現状と問題点

マ国の電力設備容量は、2009 年時点で約 288MW であり、この内、水力発電は約 284MW と全体のほぼ 98%を占める。水力発電所のほとんどはマラウイ湖から流出する唯一の河川であるシレ川に建設されており、それら電力設備容量は併せて約 279MW と同国の水力発電設備の 98%超を占めている。

一方、マ国の 2012 年現在の最大電力需要は 347MW であり、電力供給量(288MW)との乖離が大きく、全国レベルで慢性的な電力不足の結果、停電が頻発的に発生している。特に、首都リロングエ市(2,204,000 人)及び商業都市ブランタイヤ市(1,297,000 人)における市民生活及び経済活動に甚大な影響が及んでいる。エネルギー鉱山省内部資料によると、平均 7.5% (2005-2010 年)という高経済成長率などを背景に当国の最大電力需要は今後 2020 年にかけて毎年 5%以上ずつ増加し、2030 年には 1,597MW になると予想されており、当国における主な電力需要地に対する電力供給能力の向上は喫緊の課題である。

上記の電力需要の急速な増加に対応するため、エネルギー鉱物資源省エネルギー局(DOE)は、2012 年現在、短期(0~5 年)、中期(5 年~10 年)、長期(10 年以上)の設備投資計画を立てている。

短期設備投資計画では、現在の急増する電力需要に対して、2014 年内に運転開始予定のカピチラ II 発電所の建設(64MW: 自国資金(US\$80 百万))及びヌクラ A 発電所における発電機器の更新(発電設備容量が 24MW から 30MW へ増加)を計画しているほか、中長期における水力発電開発に向けて、9 地点におけるフィージビリティスタディの実施を計画している。

中期設備投資計画では、投資資金総額 US\$1,100 百万(約 1,100 億円)により、約 700MW の水力発電設備の建設を計画している。同計画では、短期計画に続いて開発すべき水力発電所候補地点を選定し、詳細設計実施、入札図書作成、建設工事の実施等、電源開発を継続することにある。

長期投資計画では、北部のタンザニアと国境を介する Songwe 川総合開発計画で策定される水力開発計画を想定し、US\$500 百万(約 500 億円)の投資で、350MW の電力開発が予定されている。なお、マ国では、マラウイ電力供給会社(政府所有、ESCOM)が発電、送電、配電を一手に提供している。

3. プロジェクトの目的

南部州ブランタイヤ県において、稼働中のテザニ水力発電所に設置済みの三基(全体約 91MW)に加え一基(約 20MW)の増設(以降「テザニIV」)を行うことにより、再生可能エネルギー利用を促進しつつ主な需要地であるリロングエ市及びブランタイヤ市への電力供給量の増加、電力供給信頼性向上及び供給電力の品質向上を図り、もってリロングエ市、ブランタイヤ市での経済・産業基盤の強化に寄与することを目的とする。

3-1 土木設備の概要

土木設備の施設概要は表-1 に示すとおりである。

表-1 土木設備の概要

区分	施設名	内容	備考
発電 諸元	発 電 形 式	水路式・流れ込み式	
	最 大 使 用 水 量	70.0m ³ /s	
	有 効 落 差	37.0m	
	最 大 出 力	21,800kW	
構造物 諸元	取 水 口	高 13.8m、幅 32.2m	
	導 水 路	高 5.0m、幅 5.0m、延長 586.2m	カルバート、水路橋
	水 槽	高 17.2m、幅 39.7m、延長 87.5m	
	水 圧 管 路	径 4.0m、延長 110.9m	明かり式、一部地下
	発 電 所	高 40.7m、幅 32.0m、長 27.0m	地上式
	放 水 路	幅 11.2m、延長 18.8m	
	発 電 所 進 入 路	幅員 6.0m、延長 280.0m	

3-2 機材の概要

発電装置・変電設備・配電設備の概略仕様は表-2 のとおりである。

表-2 機材の概要

番号	機材名称	概略仕様	備考
1	発電設備		
1-1	水車	縦軸フランシス水車×1台 水車出力 23,000kW、167rpm	
1-2	入口弁	口径、3,800mm、油圧操作	
1-3	発電所内 機械付常設備	冷却水給水装置、空気圧縮装置、所内排水、 放水装置	
1-4	発電機	縦軸三相同期発電機、準傘型 36P-26,600kVA-167min ⁻¹ -11kV-50Hz-0.85PF	
1-5	主機制御・保護装置	主機制御盤(デジタル制御装置)、現場制御盤、 保護盤(デジタルリレー)	
1-6	発電機主回路装置	発電機主回路、中性点接地装置盤	
1-7	所内電源装置	所内変圧器(500kVA-11kV/400V)、交流電源 装置、直流電源装置	
1-8	ケーブル設備	電力ケーブル、制御ケーブル、ケーブルトレイ、ケー ブルサポート	
2	発電所内天井走行ク レーン	主ホイスト容量約 1200kN 補助ホイスト 約 100kN	

3	主変圧器	三 相 二 巻 線 油 入 自 冷 変 圧 器 、 26MVA-11kV/66kV-50Hz	
4	屋外開閉装置	並列用遮断器、断路器、避雷器、接地装置、コンデンサ型計器用変成器、計器用変流器	
5	送電設備	66kV 山形鉄塔(2 基)、鉄塔基礎、碍子装置、電線、架空地線	
6	接地設備	発電所用接地設備、屋外開閉所用接地設備	

4. プロジェクト工期及び概略事業費

4-1 プロジェクト工期

本プロジェクトの実施に必要なとなる工期は表-3 に示すとおりである。

表-3 プロジェクト工期

実施内容	実施期間	実施月数
実施設計	2014 年 4 月～12 月	9 ヶ月
入札関連業務	2015 年 1 月～5 月	5 ヶ月
施設建設及び機材調達期間	2015 年 6 月～2018 年 9 月	40 ヶ月

4-2 概略事業費

本プロジェクトの概略事業費は表-5 に示すとおりである。

表-5 プロジェクト概略事業費

総事業費	施工・調達業者契約認証まで非公開
日本国負担額	施工・調達業者契約認証まで非公開
相手国側負担額	0.25 億円 (81.8 百万 MK)

(注) 1.0MK=0.307 円 (B/D 時交換レート)

5. プロジェクトの評価

5-1 プロジェクトの妥当性

マ国において、エネルギー開発はインフラ整備及び持続可能な経済成長のための重要な課題として位置づけられているとともに、同戦略における九つの優先分野の一つとされている。しかしながら、2012 年現在の最大電力需要は 347MW であり、電力供給量 (288MW) との乖離が大きく、全国レベルで慢性的な電力不足の結果、停電が頻発的に発生している。特に、首都リロングエ市 (2,204,000 人) 及び商業都市ブランタイヤ市 (1,297,000 人) における市民生活及び経済活動に甚大な影響が及んでいる。

一方、マ国の電力設備は約 98%が水力発電である上、その殆ど(98%)が、本増設計画のあるシレ川

に存在する。このようにシレ川水力発電は、マ国の主要電力資源であり、本プロジェクトの実施は、同国における電力不足の緩和に貢献し、マ国の経済成長政策にも合致する。

5-2 プロジェクトの有効性

本プロジェクト実施により期待されるアウトプットは、下表のとおりである。

(1) 定量的評価

本プロジェクトの目的：「再生可能エネルギー利用を促進しつつ主な需要地であるリロングエ市及びブランタイヤ市への電力供給量の増加、電力供給信頼性向上及び供給電力の品質向上を図り、もってリロングエ市、ブランタイヤ市での経済・産業基盤の強化に寄与する」に対して、テザニ IV を増設した場合、下表に示す定量的効果が得られるものと期待される。

表-6 定量的効果指標

指標	基準値(2012 年)	目標値(2021 年) 【事業完成 3 年後】
テザニIV水力発電所設備容量(kW)	92,700	114,500
発電端発電電力量(GWh/年)	620.8	782.8
設備利用率(%)	76	78

注：基準値は、テザニ I,II,III の合計値、目標値は基準値にテザニ IV を増設した値。

(2) 定性的評価

発電容量向上を通じた首都リロングエ市（2,204,000 人）及び商業都市ブランタイヤ市（1,297,000 人）に対する電力の安定供給により、市民生活の改善や産業基盤が強化される。

マラウイ共和国テザニ水力発電所増設計画準備調査
報告書

【目 次】

【序 文】.....	I
【要 約】.....	II
1. 国の概要	II
1-1 国土・自然	II
1-2 国家経済	II
2. プロジェクトの背景・経緯	II
2-1 上位計画	II
2-2 当該セクターの現状と問題点	III
3. プロジェクトの目的	III
3-1 土木設備の概要	III
3-2 機材の概要	IV
4. プロジェクト工期及び概略事業費	V
4-1 プロジェクト工期	V
4-2 概略事業費	V
5. プロジェクトの評価	V
5-1 プロジェクトの妥当性	V
5-2 プロジェクトの有効性	VI
【目 次】.....	i
【位 置 図】.....	iv
【完成予想図】.....	vi
【現地写真】.....	vii
【表 目 次】.....	ix
【図 目 次】.....	x
【写 真 目 次】.....	xi
【略 語】.....	xii
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	1-3
1-1-3 社会経済状況	1-4
1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要	1-5
1-2-1 プロジェクトの背景	1-5
1-2-1 プロジェクトの目的	1-6

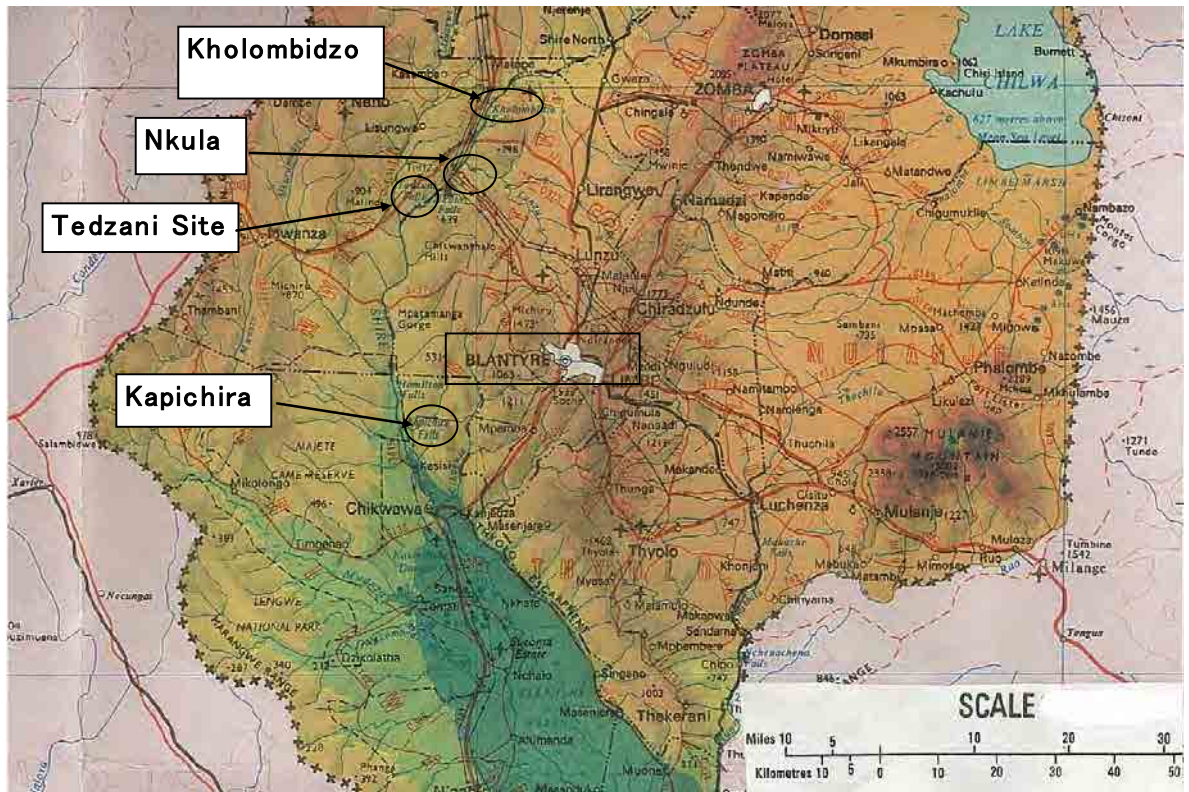
1-3 我が国の援助動向.....	1-7
1-3-1 技術協力・有償資金協力事業	1-7
1-3-2 無償資金協力事業.....	1-7
1-4 他ドナーの援助動向	1-7
第 2 章 プロジェクトを取り巻く状況	2-1
2-1 プロジェクトの実施体制	2-1
2-1-1 組織・人員	2-1
2-1-2 財政・予算	2-1
2-1-3 技術水準	2-2
2-1-4 既施設・機材	2-2
2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況.....	2-7
2-2-1 関連インフラの設備状況	2-7
2-2-2 自然条件	2-8
2-2-2-1 地形・地質および気候.....	2-8
2-2-2-2 水文気象.....	2-8
2-2-2-3 測量調査.....	2-13
2-2-2-4 地質調査.....	2-16
2-2-3 環境社会配慮	2-29
2-2-3-1 環境影響評価.....	2-29
2-2-3-2 相手国の環境社会配慮制度.....	2-33
2-2-3-3 マラウイ国の環境社会配慮を所掌する機関・組織.....	2-37
2-2-3-4 環境影響評価(EIA)実施に係るマ国機関の見解.....	2-39
2-2-3-5 代替案の比較検討	2-40
2-2-3-6 スコーピング及び環境社会配慮調査の TOR.....	2-41
2-2-3-7 環境社会配慮調査結果(予測結果を含む).....	2-45
2-2-3-8 影響評価.....	2-49
2-2-3-9 緩和策及び緩和策実施のための費用	2-52
2-2-3-10 モニタリング計画	2-56
2-2-3-11 ステークホルダー協議	2-58
2-2-4 用地取得・住民移転.....	2-58
2-2-5 その他	2-58
2-2-5-1 モニタリング・フォーム案.....	2-58
2-2-5-2 環境チェックリスト	2-59
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
3-2 協力対象事業の概略設計	3-2
3-2-1 設計方針	3-2
3-2-1-1 基本方針	3-2

3-2-1-2 準拠基準.....	3-3
3-2-2 基本計画	3-3
3-2-2-1 発電計画	3-3
3-2-2-2 施設・機材に関わる基本設計	3-8
3-2-3 概略設計図	3-18
3-2-4 施工計画／調達計画.....	3-20
3-2-4-1 施工方針／調達方針	3-20
3-2-4-2 施工区分／調達区分	3-20
3-2-4-3 施工方法／調達方法	3-20
3-2-4-4 仮設道路.....	3-21
3-2-4-5 仮締切.....	3-21
3-2-4-6 仮設備.....	3-22
3-2-4-7 施工監理計画／調達監理計画.....	3-23
3-2-4-8 品質管理計画.....	3-25
3-2-4-9 資機材調達計画.....	3-25
3-2-4-10 初期操作指導・運用指導等計画.....	3-26
3-2-4-11 ソフトコンポーネント計画.....	3-26
3-2-4-12 実施工程.....	3-26
3-3 相手国側分担事業の概要.....	3-28
3-4 プロジェクトの概算事業費	3-31
3-4-1 協力対象事業の概略事業費	3-31
3-4-2 運営・維持管理費.....	3-31
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計画.....	4-1
4-3 外部条件.....	4-1
4-4 プロジェクトの評価.....	4-2
4-4-1 プロジェクトの妥当性	4-2
4-4-2 有効性	4-2
【資 料】.....	
1. 調査団員・氏名	A-1
2. 調査工程	A-2
3. 関係者（面会者）リスト.....	A-5
4. 討議議事録 (M/D).....	A-6
5. ミーティング議事録.....	A-42
6. その他の資料・情報.....	A-71

【位置図】



【位置図】



【完成予想図】



【現地写真】



写真－１：テザニダム

写真の右が貯水池側、左に洪水吐きが見える。
洪水吐より放水している状況。



写真－２：テザニ貯水池

既設取水口前には、スクリーンが設置されており、
シレ川を流れる葦を除去している。



写真－３：洪水吐き

テザニダム洪水吐きから常時余剰水が放流されて
いる。テザニ IV 発電所は、この放流水から 21,800kW
を発電する計画である。



写真－４：取水口予定地

テザニダムの左岸下流、取水口予定地には、堅硬な
岩盤が露出している。掘削には、発破が必要である。



写真－５：水槽予定地

テザニ IV 発電所の水槽を設置するに適当な旧土捨て
場の水槽予定地。



写真－６：発電所予定地

発電所は、シレ川の左岸に計画されている。
水車・発電機を格納する発電所建て屋は、図の位置
に計画されている。



写真－ 7：既設テザニ I・II 発・変電所
テザニ IV 発電所の電力は、テザニ I・II 変電所にて、既設 66kV 送電線網に接続する。



写真－ 8：既設テザニ III 変電所
テザニ III 発電所は、本変電所から 132kV 送電線で送電されている。

【表 目 次】

表 1-1 ESCOM 設備容量(2013 年 4 月)	1-1
表 1-2 マ国水力開発計画(DOE 案)	1-3
表 1-3 マ国社会/経済一般指標	1-4
表 1-4 我が国の技術協力・有償資金協力の実績(電力分野)	1-7
表 1-5 我が国の無償資金協力実績(電力分野)	1-7
表 1-6 他ドナー国・国際機関による援助実績(電力分野)	1-7
表 2-1 「マ国」エネルギー省の収支状況(単位:1000 MK)	2-2
表 2-2 ESCOM 財務状況(単位:1000MK)	2-2
表 2-3 テザニ発電所諸元	2-2
表 2-4 導水路・水圧管路諸元.....	2-3
表 2-5 チレカ空港データ一覧表	2-9
表 2-6 流量測定結果	2-10
表 2-7 コントロールポイント	2-14
表 2-8 プロジェクトサイト周辺における M3.0 以上の地震記録.....	2-18
表 2-9 地質調査現地再委託項目	2-20
表 2-10 ボーリング実施位置	2-21
表 2-11 岩石の風化等級基準	2-22
表 2-12 EIA のスクリーニング対象電気事業.....	2-35
表 2-13 代替案の比較検討案	2-40
表 2-14 スコーピング案(水力発電所)	2-41
表 2-15 スコーピング案(送・変電施設を対象)	2-43
表 2-16 IEE での調査項目・調査内容	2-45
表 2-17 プロジェクト予定区域内で確認された植物とその保護状況	2-47
表 2-18 プロジェクト予定区域内で確認された動物とその保護状況	2-48
表 2-19 スコーピング案及び調査結果について(発電所建設事業).....	2-49
表 2-20 スコーピング案及び調査結果について(送・変電施設)	2-51
表 2-21 環境影響緩和策(発電所建設/送・変電施設建設事業)	2-53
表 2-22 緩和策実施のための費用	2-56
表 2-23 モニタリング計画の細目(発電所建設事業、送・変電施設共通).....	2-56
表 2-24 モニタリング実施のための費用.....	2-57
表 2-25 モニタリング・フォーム -案- (発電所建設事業、送・変電施設共通).....	2-59
表 2-26 環境チェックリスト(発電所の増設事業).....	2-60
表 2-27 環境チェックリスト(送・変電施設の建設事業)	2-66
表 3-1 本件調査に関する主要な技術・積算基準等.....	3-3
表 3-2 発電ルート比較検討表	3-4

表 3-3 テザニIV発電所 利用可能落差	3-6
表 3-4 テザニIV発電計画開発比較表	3-6
表 3-5 テザニIV主要建築設備	3-12
表 3-6 施工区分／調達・据付区分	3-20
表 3-7 対象設備	3-20
表 3-8 施工監理体制	3-24
表 3-9 業務実施工程表	3-27
表 3-10 「マ国」側負担経費	3-31
表 3-18 テザニIV水力発電所の年間の運転維持管理費	3-31
表 4-1 定量的効果指標	4-2

【図 目 次】

図 1-1 DOE によるマ国電力需要(2010 年~2030 年)	1-2
図 1-2 MCC 及び IAEA による電力需要想定(2010 年~2020 年)	1-2
図 2-1 DOE の組織図	2-1
図 2-2 ESCOM の組織図	2-1
図 2-3 現状の送電系統(概要)	2-6
図 2-4 モザンビーク国の港湾位置	2-7
図 2-5 ADCP 測定結果(流速分布図)	2-10
図 2-6 コロンビゾ測水所 水位流量曲線図	2-11
図 2-7 コロンビゾ測水所 新水位流量曲線図及び曲線式	2-12
図 2-8 2013 年コロンビゾ測水所 流況図	2-12
図 2-9 リウオンデ堰流況図とテザニ I ~ III 発電所の最大使用水量の関係図	2-13
図 2-10 予察地形図と異なる 4 ヶ所の改変位置	2-15
図 2-11 既設 1,2 号水路上の築堤(ESCOM より入手)	2-16
図 2-12 東アフリカ地溝帯の位置図	2-17
図 2-13 アフリカ東部で発生した地震の規模と震源深度平面図	2-17
図 2-14 プロジェクトサイト周辺の地質分布図(Zomba 図幅)	2-19
図 2-15 ボーリング実施位置	2-21
図 2-16 取水堰から水路方向に伸びる“推定断層”	2-23
図 2-17 IUCN による絶滅危惧種の分類	2-33
図 2-18 EIA の必要性の判断および承認手続きフロー	2-36
図 2-19 環境・気候変動管理省(MoECM)・環境局(EAD)の組織図	2-38
図 2-20 マラウイ電力公社およびテザニ水力発電所事務所の組織図	2-38
図 2-21 代替案の比較(黄線-第 2 案、右岸案。白線-第③案-左岸・既設発電所側)	2-41
図 3-1 プロジェクト位置図	3-1
図 3-2 比較ルート図	3-5

図 3-3 Tedzani Dam 洪水吐き流況図(資料期間 2006 年 7 月～2012 年 6 月)	3-7
図 3-4 開発規模比較図	3-8
図 3-5 本プロジェクトのコンポーネント	3-9
図 3-6 テザニIV送電系統(概要)	3-16
図 3-7 テザニ IV との連携概要図	3-17
図 3-8 取水設備付近仮設概念図	3-21
図 3-9 発電所付近仮設概念図	3-22
図 3-10 DOE の組織図	3-29
図 3-11 ESCOM の組織図	3-29
図 3-12 運営組織図	3-30

【写 真 目 次】

写真 2-1 流量測定状況	2-9
写真 2-2 量水標	2-9
写真 2-3 既設水路上の巨礫築堤	2-15
写真 2-4 堤中央部に設けられた構造物	2-15
写真 2-5 取水路上流半部が通過するシレ川左岸の堅硬な塊状岩盤の露頭	2-22
写真 2-6 洪水時に押し寄せられた葦の破片	2-25
写真 2-7 洪水時に流路となる凹状地形	2-25
写真 2-8 取水口計画位置付近の周辺の植生(ミオンボ林ーアカシア+イネ科-林床-)	2-31
写真 2-9 発電所建設地周辺の植生(アカシア属)	2-31
写真 2-10 河畦周辺の植生(エルフォルビ属)	2-31
写真 2-11 導水路建設計画地周辺山側にある ESCOM 職員宿舎	2-32
写真 2-12 送・変電施設と建設予定地域周辺の植生	2-32

【略 語】

ADCP	Acoustic Doppler Current Profiler	超音波ドップラー式多層流向流速計
AfDB	African Development Bank	アフリカ開発銀行
A/P	Authorization to Pay	支払授權書
AVR	Automatic Voltage Regulation	自動電圧安定
B/A	Banking Arrangements	銀行取極め
BOD	Biological Oxygen Demand	生物学的酸素要求量
DOE	Department of Energy Affairs	エネルギー局
EAD	Environmental Affairs Department	環境局
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EMA	Environment Management Act	環境管理法
EMP	Environmental Management Plan	環境管理計画
EMMP	Environmental Management Monitoring Plan	環境管理モニタリング計画
ESCOM	Electricity Supply Corporation of Malawi	マラウイ電力公社
E/N	Exchange of Note	交換公文
FS	Feasibility Study	立地可能性評価
G/A	Grant Agreement	贈与契約
GOJ	Government of Japan	日本政府
GOM	Government of Malawi	マラウイ政府
GWh	Giga Watt hour, $10^6 \times \text{kWh}$	ギガワット時、百万 kWh に等しい。
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境影響評価
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力事業団
MP	Master Plan	マスタープラン
M/D	Minutes of Discussion	協議議事録
MOECM	Ministry of Environment and Climate Change Management	環境・気候変動管理省
NO _x	Nitrogen Oxide	窒素酸化物
P/S	Power Station	発電所
SS	Suspended Solid	浮遊物質
SO _x	Sulfur Oxide	硫黄酸化物
TEPSCO	Tokyo Electric Power Services Co., Ltd.	東電設計株式会社
WB	World Bank	世界銀行

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

マラウイ国（以降「マ国」）の電力は、マラウイ電力供給会社が発電、送電、配電を一手に提供している。ESCOM は、1998 年に制定された電気事業法に基づき、準国家機関(Electricity Supply Commission of Malawi:ESCOM) から株式会社 (Electricity Supply Corporation of Malawi : ESCOM) に改称・改組された。ESCOM は、それまでの資産を全て引き継いでおり、マ国政府 99%、Malawi Development Corporation が 1%を保有している国営企業である。

その電力設備容量は、2009 年時点で約 288MW であり、この内水力発電は約 284MW と全体のほぼ 98%を占める。水力発電所のほとんどはマラウイ湖から流出する唯一の河川であるシレ川に建設されており、その設備容量は 3 か所の水力発電所を併せて約 279MW と同国の水力発電設備の 98%超を占めている。

一方、近年の高い経済成長率（年平均 7.5%）を背景として最大需要は約 350MW に達しており、今後年率 5%程度の高い伸び率が予想されている。このため、現時点で既に電力需給のアンバランスが著しい状況になっている。

マ国の電力開発は、マラウイ湖から流出するシレ川に、1966 年に運転を開始したヌクラ水力発電所 A（24MW）に始まる。同じくシレ川ヌクラ発電所下流のテザニ I（20MW）が 1973 年に運転を開始し、これ以降ヌクラとテザニの開発を継続し、1996 年までに計 215.3MW を建設した。

さらに、シレ川下流のカピチラ滝において、カピチラ I（64MW）を 2000 年に完成させ、現在同第 II 発電所（64MW）増設を 2013 年の運転開始をめざして工事中である。

表 1-1 ESCOM 設備容量(2013 年 4 月)

発電所名	設備容量(MW)	運転開始年	形式
Nkula A	24	1966	水力
Nkula B	60	1980	水力
Nkula B	20	1986	水力
Nkula B	20	1992	水力
Tedzani I	20	1973	水力
Tedzani II	20	1997	水力
Tedzani III	51.3	1996	水力
Wovwe Mini	4.5	1995	水力
Kapichira I	64	2000	水力
小計	283.8		
Muzuzu Diesel	1.1		Diesel
合計	284.9		

2010年にマラウイ政府が公表した需要想定によれば、2012年の需要は347MWであるが、2015年に598MW、2020年に874MW、2025年に1193MW、2030年には1579MWと、DOEは想定している。

しかし、DOEの想定は、国際原子力機関（IAEA）及び援助機関であるミレニアムチャレンジ公社（MCC）が2010年～2011年にかけて実施した、電力需要想定と大きな隔たりがある。

IAEAとMCCによる2010年から2020年までの短期から中期の需要想定を図1-2に示す。

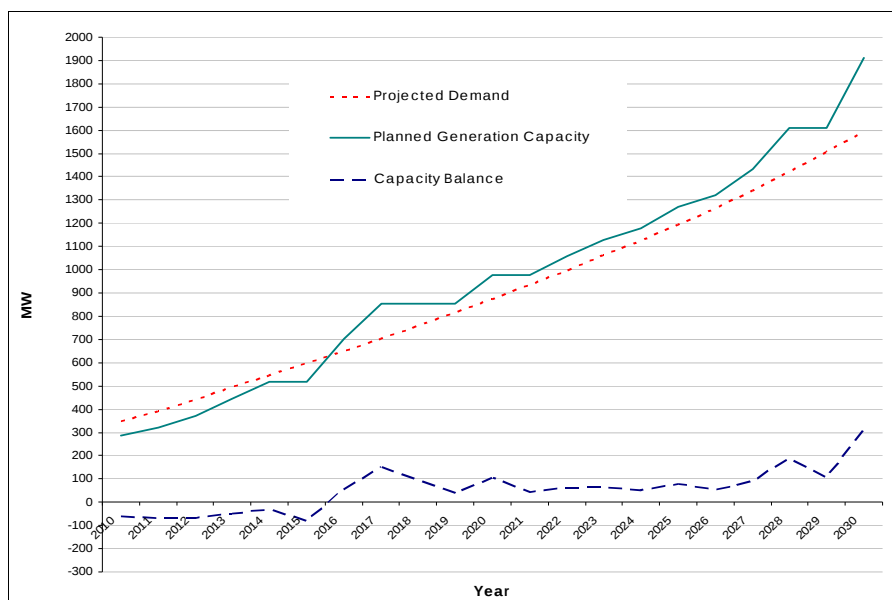


図 1-1 DOEによるマ国電力需要(2010年～2030年)

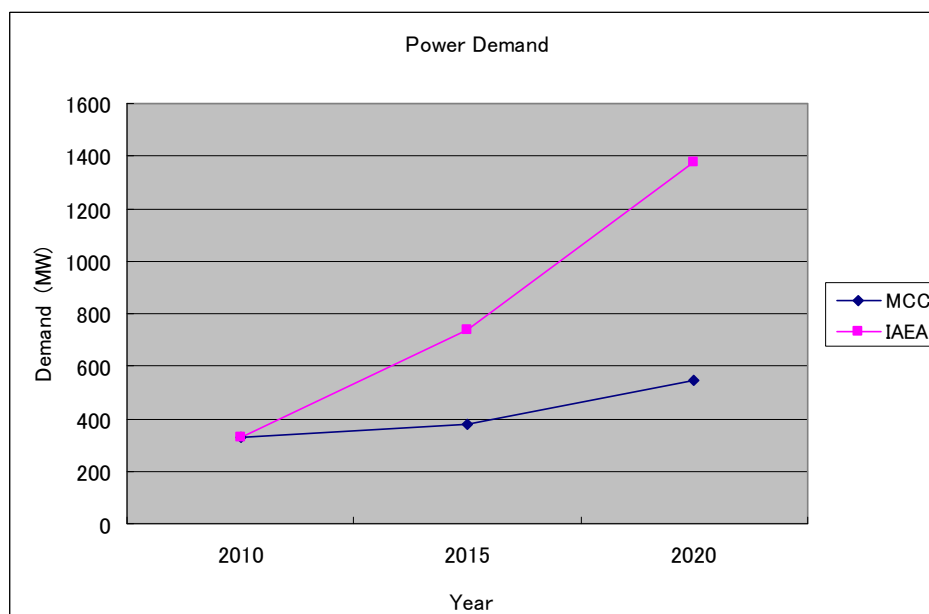


図 1-2 MCC 及び IAEA による電力需要想定(2010年～2020年)

MCC 及び IAEA は、2010年～2020年の需要の伸び率が各々3.1%と17%であり、2015年から2020年は、各々3.1%と13%と想定している。

マ国政府の需要想定（図 1-1）の 2020 年時点の需要は、874MW である。これに対して、MCC による想定は 545MW を示し、IAEA による想定は 1374MW である。MCC は低めの予想を示し、IAEA は高い伸びを想定している。

2008 年から 2010 年の急激な電力需要の伸びを経験し、2012 年から 2013 年現在までの逼迫した需給状況を考慮すると、IAEA の予測に近い需要の伸びが想定される。

1-1-2 開発計画

上記のような電力需要の増加に対して、DOE は、2012 年現在、IAEA の需要想定を基にして水力発電を中心とした、短期（0～5 年）、中期（5 年～10 年）、長期（10 年以上）の設備投資計画を立てている。

短期設備投資計画では、現在の急増する電力需要に対して、2013 年内に運転開始予定のカピチラ II（64MW：自国資金（US\$80 百万）で建設中）と、同じく 2013 年のヌクラ A 発電所の 24MW から 30MW への発電機器更新を計画している。しかし、既設ヌクラ A 発電所の設備更新は、MCC 資金を予定していたが、計画は中断し、着工してない。また、中長期における水力開発に備えて、9 地点のフィージビリティスタディ実施を計画している。この内、Chasombo（55MW）と Chizuma（50MW）は FS 調査を自国資金で実施し、2013 年 7 月の第 1 次現地調査時で完成していた。

中期設備投資計画では、投資資金総額 US\$1100 百万（1100 億円）により、約 700MW の建設を計画している。中期設備投資計画では、短期計画において当面の逼迫した電力需要に対応した計画が実現された後、電力を国の開発振興に資する経済活動の基盤として位置づけ、電力案件の形成期間を考慮して計画策定したものである。また、短期投資計画の中で FS 調査を実施した地点の設計・建設を中期期間に実施する。

長期投資計画は、US\$500 百万（500 億円）の投資で、350MW の開発を予定している。

長期計画では、中期投資計画により主要な地点の開発が終わるため、開発地点は北部のタンザニアと国境を介する Songwe 川総合開発計画で策定される中北部と上流部の水力開発が対象となる。

表 1-2 マ国水力開発計画(DOE 案)

開発期間・開発地点	容量(MW)	FS 調査	詳細設計	建設
短期投資期間(2011 年～2015 年)				
Kapichira II 増設	64	完了	完了	2013 年建設中
Nkula A 更新	24→30	完了	MCC	中断
小計	88～94			
中期投資期間(2015 年～2020 年)				
Tedzani 増設	10～20	JICA	JICA(予定)	無償(予定)
Kapichira III	40	マラウイ	未定	未定
Kholombidzo	100	AfDB	未定	未定
Chasombo	55	マラウイ	IPP	IPP
Chizuma	50	マラウイ	IPP	IPP
Low Fufu	140	世銀	IPP	IPP
Chimgonda	50	世銀	IPP	IPP
Mptamanga	230	世銀	IPP	IPP

Zoa Fall	40	完了	IPP	IPP
Songwe-Lower	150	AfDB	AfDB	未定
小計	865~875			
長期投資期間(2020 年~2030 年)				
Songwe-Middle	160	AfDB	未定	未定
Songwe-Upper	30	AfDB	未定	未定
Small Hydro-matricx	50	未定	未定	未定
Lunyina	10	未定	未定	未定
Rumpi, Henge Valley	100	未定	未定	未定
小計	350			

1-1-3 社会経済状況

(1) 社会経済一般指標

現在のマ国社会／経済状況を示す主要な指標は、以下の表のとおりである。

表 1-3 マ国社会／経済一般指標

項目	指標
人口	約15,447,500人
平均寿命	53.3才
一人当たりGNI	US\$330
貿易収支	-680百万US\$

出典：UNFPA, 「State of World Population 2012」, UNDP, 「International Human Development Indicator」, 世界銀行ウェブサイト

上記のとおり、2010 年の一人当たり GNI は330 ドルであり、世界銀行の所得分類によると依然として「低所得国」に区分されている。経済成長に関しては、農産物への依存体質、燃料不足などが主要課題とされている。そのほかの課題としては、熟練労働者の不足、官僚の非効率的な仕事、汚職、道路の維持整備不足、電力や水道および通信などの社会基盤の不十分さにより、マ国の経済発展が阻害されていることがあげられる。政府はこれらの課題解決に向け、近年、道路状況の改善と、鉄道と通信分野への民間参入認可による投資環境の活発化を優先目標とした対応を行っている。

(2) 産業構造

人口の約90%が自給自足の農業に従事しており、大多数を占める小規模の自作農家はメイズ、豆、米、キャッサバ、タバコ、ピーナッツ等、様々な作物を栽培している。2010 年のGDPでは農業分野が全体の約30%、商品の輸出額では農業が約80%を占めており、労働人口を見ると約85%が農業に従事している。

外貨収入の中心は「タバコ・茶・砂糖」である。中でもタバコ輸出に大きく依存した経済体質が、近年より顕著になっているが、世界的なタバコの価格の下落やタバコ生産量を抑制する国際圧力の影

響を受け、政府は他の有望な商品作物を探している。その他、栽培が行われている作物には、綿花、メイズ、ジャガイモ、モロコシなどがある。伝統的に多くの農民は主食であるメイズの自給自足を行っているが、1980年代には、旱魃による食料不足が生じた隣国へ相当量の食料輸出を行っている。

製造業は、2010年のGDPの約11%を占めている。タバコ葉加工、製糖、縫製、食品加工、プラスチック加工、製材などが主たる産業であり、マ国政府は、輸出品目の多様化、量的拡大を目指している。しかしながら、国内で製造された製品の約85%は国内消費に回り、外貨獲得には貢献していない。輸出製造業の競争的環境を創るため政府も各種優遇措置、工業団地と輸出加工区の創設、近代的な情報通信インフラの整備、地域市場と国際市場とマ国市場を結ぶ交通手段（空路）の充実など様々な産業振興策をとっているが、基本的に財政難のため進捗状況は芳しくない。他にも、牧畜や観光業で外貨獲得を目指しているが、国際競争力は依然低いままである。

鉱業は2010年のGDPの約2%を占めている。金属鉱物資源として、南部の珪長質アルカリ花崗岩類やカーボナタイトは、希土類元素などの鉱床として有望であり、また、ダイヤモンドを含むキンバーライトなども分布している。北部でウランが発見されたこともあり、天然資源の輸出が成長産業として期待されているが、埋蔵鉱物資源に関する詳細な情報が整備、確立されていないため、民間投資による鉱山開発が十分に進められる環境が整備されていない。

1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

1-2-1 プロジェクトの背景

マ国の電力設備容量は、2009年時点で約288MWであり、この内水力発電は約284MWと全体のほぼ98%を占める。水力発電所のほとんどはマラウイ湖から流出する唯一の河川であるシレ川に建設されており、その設備容量は3か所の水力発電所を併せて約279MWと同国の水力発電設備の98%超を占めている。

一方、近年の高い経済成長率（年平均7.5%）を背景として最大需要は約350MWに達しており、今後年率5%程度の高い伸び率が予想されている。このため、現時点で既に電力需給のアンバランスが著しい状況になっている。

マラウイ湖から流出する唯一の河川であるシレ川本流に設置された3か所の水力発電所は、上流からヌクラ(Nkura: A; 3x8MW, B; 60MW+2x20MW)、テザニ(Tedzani: 91.3MW)及びカピチラ(Kapichira-1: 2x32MW)の順にカスケード方式で建設されている。このうち、カピチラ発電所については、2011年2月にマ国政府資金により中国コントラクターが受注して、既設と同規模の増設事業(Kapichira-2: 2x32MW)が着手された。

本準備調査で対象とするテザニ水力発電所は、第1発電所(2x10MW)が1973年に、第2発電所(2x10MW)が1977年にそれぞれ運開し、1996年には第3発電所(51.3MW)が増設されて、計91MW超の設備容量をもって、マ国全体の水力発電設備容量(約284MW)の約3割を占めている。

テザニ第1及び第2発電所は、運開以来それぞれ39年、35年を経ているが、いずれも2001年～2002年に発電機器の全面的更新を行っており、その後は順調に稼働している。需給が逼迫する状況にあって、他の水力発電所の例に漏れず両発電所の各号機共にほぼ90%の稼働率（実質フル稼働に近い）で運転しているにも関わらず、需要のピークである朝方6時～9時及び夕方18時～20時の間は供給制限

が行われる等、現有設備では需要に対応し切れない状況にある。

この状況を踏まえ、2010年6月マ国政府から日本国政府に対し、「テザニ水力発電所増設計画：The Project for Extension of Tedzani Electricity Hydropower Station」（増設容量 7MW～20MW）が要請された。なお、同国エネルギー局（DOE）の電力開発計画（改訂版）では、当該増設計画は中期計画（2015年～2020年）の一環として位置づけられ、設備容量 20MW の増設が期待されている。

本プロジェクトの対象地域である南部州ブランタイヤ県（Blantyre District）は、豊富な水資源と落差の大きな地形に富む、マ国内屈指の水力発電の候補地であることから、これら水力資源を活用し、同国の電力供給力強化に資することが期待される。

a. プロジェクトの目標

マ国南部のブランタイヤ県において水力発電所を増設することにより、国産の再生エネルギー利用を促進しつつ電力供給信頼性の向上及び供給電力の品質向上を図ると共に、電力需給アンバランスの改善に寄与する。

b. プロジェクトの成果

テザニ水力発電所が増設され、関連する送・変電設備が整備される。

1-2-1 プロジェクトの目的

本プロジェクト南部州ブランタイヤ県において、稼働中のテザニ水力発電所に設置済みの三基（全体約 91MW）に加え一基（約 20MW）の増設（以降「テザニIV」）を行うことにより、再生可能エネルギー利用を促進しつつ主な需要地であるリロングエ市及びブランタイヤ市への電力供給量の増加、電力供給信頼性向上及び供給電力の品質向上を図り、もってリロングエ市、ブランタイヤ市での経済・産業基盤の強化に寄与することを目的とする。

なお、本調査は一般無償資金協力（プロジェクト型）の活用を前提として、プロジェクトの背景、目的及び内容を把握し、効果、技術的・経済的妥当性を検討のうえ、協力の成果を得るために必要かつ最適な事業内容・規模について概略設計を行い、概略事業費を積算するとともに、プロジェクトの成果・目標を達成するために必要な相手国側分担事業の内容、実施計画、運営・維持管理の留意事項を提案することを目的とした。

1-3 我が国の援助動向

我が国のマ国の電力セクターへの援助動向は下記の通りである。

1-3-1 技術協力・有償資金協力事業

表 1-4 我が国の技術協力・有償資金協力の実績(電力分野)

実施年度	案件名	スキーム
1999-2002	地方電化計画アドバイザー	技術協力
2001-2003	マラウイ国地方電化マスタープラン調査	開発調査
2002-2004	地方電化計画アドバイザー	技術協力
2003-2004	マラウイ国地方電化マスタープラン調査フォローアップ調査	開発調査
2006-2009	地方電化推進プロジェクト	技術協力
2010-2012	電力計画アドバイザー	技術協力
2013-2015	電力開発計画アドバイザー	技術協力

(注)上記は全ての案件を網羅しているものではない。

1-3-2 無償資金協力事業

表 1-5 我が国の無償資金協力実績(電力分野)

閣議年度	案件名	概要
2009	太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画	太陽光発電システムの整備

(注)上記は全ての案件を網羅しているものではない。

1-4 他ドナーの援助動向

電力分野における他ドナーの援助実績の主なものを表 1-7 に示す。

表 1-6 他ドナー国・国際機関による援助実績(電力分野)

開始年度	機関名	案件名	支援金額	援助形態	概要
2012	世銀	水力開発に関するFS 調査	N/A	N/A	Low Fufu, Chimgonda, Mptamangaにおける水力発電開発のFS 調査
2013	AfDB	水力開発に関するFS 調査	US\$ 2.0 million	グラント	Kholombidzo, Songwe における水力発電開発のFS 調査

第 2 章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

本計画の主管官庁はエネルギー鉱物資源省エネルギー局（DOE）で、実施機関はマラウイ電力公社（ESCOM）である。

DOE の職員構成は、局長を筆頭に技術職員 11 名、事務職員 5 名、その他秘書等、総職員数 30 名（2011 年 2 月時点）である。

以下に DOE、ESCOM の組織図を示す。

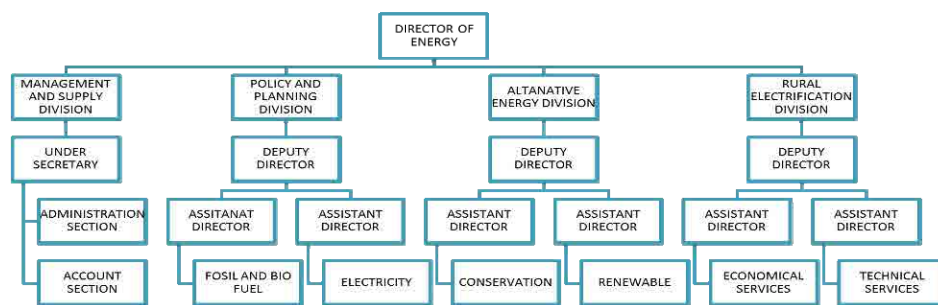


図 2-1 DOE の組織図

ESCOM は、1988 年に制定された新しい電気事業法に基づき、準国家機関から、株式会社に改称・改組された。ESCOM はそれまでの資産を全て引き継いでおり、マ国政府が 99%、Malawi Development Corporation が 1%の株式を保有する国営企業である。

ESCOM の組織構成は、電力設備の計画、建設、発電、送変電、配電、維持管理、料金回収と、電力産業のすべてを一貫して実施できる唯一の企業である。



図 2-2 ESCOM の組織図

2-1-2 財政・予算

エネルギー局及び ESCOM の 2009 年から 2011 年の財務状況は表 2-1 及び表 2-2 に示す通り。

表 2-1 「マ国」エネルギー省の収支状況(単位:1000 MK)

エネルギー局 予算	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年
全体予算	43,000	60,000	162,000	40,000
人件費	40,850	54,000	128,000	38,400

※ 2012 年年度は、地方電化（配電線延長）プロジェクト予算が大きく、予算・支出とも倍増した。

表 2-2 ESCOM 財務状況(単位:1000MK)

ESCOM	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年
収入	8,008,679	10,490,940	13,828,962	17,202,238
支出	9,209,461	9,892,113	10,976,531	13,094,976
その他利益	217,882	512,370	1,643,049	3,334,226
税引前利益	-982,900	86,457	4,495,480	7,441,488

2-1-3 技術水準

ESCOM は、1964 年のヌクラ発電所の運転開始以来、テザニ（92.7MW）、カピチラ（64MW）の各水力発電所を運転維持管理してきた実績がある。さらに現在工事中のカピチラ II（32MW2 台）の発電機増設工事管理を自社技術者により工事管理している。

この実績から、テザニ IV 発電所が適切かつ持続的に運転・維持管理されるものと推察される。

2-1-4 既施設設・機材

(1) 既設発電所の設備状況

既設テザニ発電所は、1973 年のテザニ I 発電所の運転開始以来、1977 年にテザニ II が増設され、さらに 1996 年にテザニ III が建設された。以下に、各発電所の諸元を示す。

表 2-3 テザニ発電所諸元

発電所	発電機台数	単機出力 (MW)	合計出力 (MW)	有効落差 (m)	使用水量 (m3/s)	運転開始年
テザニ I	2	10	20	37.0	30.1 x 2	1973
テザニ II	2	10	20	37.0	30.1 x 2	1977
テザニ III	2	26.5	52.7	37.0	78.8 x 2	1995
合計			92.7		278.0	

(出典：ESCOM ホームページ <http://www.escom.mw/>)

テザニ I 及び II 発電所の報告書、図面等資料は ESCOM からほとんど得られないため、一部の図面から以下の、導水路・水圧管路の情報のみを記載する。

表 2-4 導水路・水圧管路諸元

発電所	トンネル延長(m)	トンネル内径(m)	水圧管路延長(m)	水圧管路内径(m)
テザニ I	940	4.3	175	2.67
テザニ II	945	4.3	154	2.67
テザニ III	1005	6.5	136.35	5.3~3.75

既設テザニ III 発電所の主要土木、電気機器の設備の概要は、同発電所の Tender Design Report によれば、以下の通りである。

水文	平均日流量: 390m³/s 毎年洪水: 920 m³/s 20 年確率洪水: 2460 m³/s 50 年確率洪水: 2860 m³/s 100 年確率洪水: 3170 m³/s 設計洪水: 5660 m³/s
貯水池	常時運転水位(Normal Operating Level): WL318.53 最低運転水位(Minimum Operating Level): WL315.78 利用水深(Active Depth): 3.0m 有効貯水量(Active Storage Volume): 2 百万 m³(テザニ I+II+III の 2 時間分) 通常満水位 (Normal maximum pool elevation): WL320.78 設計洪水位(Design flood pool elevation): WL323.78 通常満水位時の貯水池長さ: 4km 湛水面積 (Surface Area at EL318.53): 0.8km² 洪水吐きゲート 洪水吐きシル高さ: EL312.29 ゲートの数と形式: 5 台、ラジアルゲート ゲート寸法: 6.71m high x 15.24m wide ゲート天端高さ: EL319.0 洪水吐き設計洪水量: 5,660 m³/s
取水口	形式: ベルマウス構造、開口部 2 口と除塵機 2 基 幅: 2x9.75m 取水口敷高: EL304 ゲート敷高: EL300 ゲート数: 1 基 ゲート寸法: 5.10 m 幅 x 6.5m 高 ゲートタイプ: ローラーゲートとストップログ 取水口長さ: 42.38m スクリーン面積: 193m² 機械設備: レーキ清掃機械 (2 基)

導水路	タイプ:コンクリート製 全長:1005m 掘削および埋戻し区間:45m 円形トンネル内径:6.5m トンネル勾配入り口周辺:1/20 トンネル勾配:1/125 トンネル形式と掘削:変形馬蹄形、掘削は NATM 掘削断面積:46m ²
調圧水槽	型式:オリフィスタイプ 内径:30m 水槽標高:EL331.5 水槽敷高:EL303.8 最高サージング水位:WL328.8 最低サージング水位:WL305.80 トーマの式に対する安全率:1.29
水圧鉄管と分岐管	水圧管路条数:1 内径:5.3m 全長:136.35m 分岐形式:Y-分岐 分岐後管径:3.75m
発電所	型式:地上式 建屋寸法:48.6m x 29.6m 洪水水位:WL284.0 組立室標高:EL285.0 最低放水水位:WL271.95 常時放水水位:WL272.3
放水路	型式:開水路 敷き高さ:EL264.57 勾配:0.176 幅:28m ドラフト出口流速:2.8m/s
水車	型式:フランシス、ランナー下向き取り外し 台数:2基 基準出力:25.8MW 基準有効落差:37.00m 設計有効落差:41.70m 有効落差変動域:39m-46 水車出力(落差 46m):32MW

	回転数:187.5rpm 基準落差時使用水力:78m3/s 水車中心標高:EL271.50m 最低放水路水位:WL271.95
発電機	型式:3 相、同期発電機 台数:2 基 基準出力:31MVA 建設型式:W42、Underfloor 保護クラス:IP44 基準電圧:11kV 基準周波数:50Hz 力率:0.85 回転数:187.5rpm GD2:2500tm2 巻き線絶縁:Class F 最大許容温度:120°C
送電線	Tedzani-Nkula B:132kV、single circuit, lattice steel tower
変電所	Tedzani II substation:132kV , 25 MVA 132 inter-bus transformer to existing 66kV substation Brantyre West substation: 132 with 132/66 kV and 66/33 kV (future) step-down transformers

(2) 既設発電所の稼働状況

今回の調査で、2006 年から 2013 年のテザニ I,II,III の各発電所の時間発電実績を入手したが、テザニ I 発電所は、取水口の故障により 2001 年 12 月から 2008 年の 7 月まで運転を停止し、同じく II 発電所も 2001 年 12 月から 2009 年 7 月まで、発電を停止していた。

したがって、テザニ全体では、2010 年から 2012 年の 3 年間の発電実績が、水文調査の日流量解析に使用できる。

至近の 2012 年の発電記録を見ると、テザニ I+II の年間発生電力量は、295.2GWh で、その平均出力は 33703kW、年平均負荷率は 84%と高い負荷率で運転されていたことがわかる。

テザニには、調整池があるとはいえ、その貯水量は 2 百万 m³ と、テザニ全発電所の最大使用水力運転時の 2 時間間分とその調整能力は低く、流れ込み式発電所として運転されている。

テザニ III 発電所は、2012 年に 325.6GWh を発電し、その負荷率は 70%と I+II に比べ約 10%低い、流れ込み式発電所として高い負荷率で稼働している。

テザニ I+II とテザニ III の負荷率の違いの理由は、ESCOM に確認していないが、テザニ I+II の単機出力 (10MW) とテザニ III の単機出力 (25MW) が異なり、電力需要に対応する出力調整をテザニ III で対応しているものと考えられる。

テザニダムを含めて、シレ川に設置された水力発電所では、堆砂と浮草による取水設備の閉塞

が共通の問題としてあげられる。

堆砂は、シレ川と支流を含む流域全体でシルトの堆積により貯水池の有効容量が奪われている。農地の開墾と炭の生産のために、シレ川流域内の樹木伐採により表土が流出し、シレ川に流入するために、堆砂の進行と貯水池内での堆砂を助長している。

7月22日に調査したヌクラ発電所の貯水池では浚渫船を投入し、浚渫していることを確認した。

また、浮草は発電所取水口のスクリーンを閉塞するため、損失水頭の増大による出力低下を招いている。さらに、スクリーン閉塞により流入量の低下もきたしている。テザニ発電所の洪水吐きラジアルゲートでは、ゲートの側方のゲートシールとゲート本体の間に浮草が巻き込まれ、ゲート閉塞中にもかかわらず、多量の漏水が見られた。

ESCOM は、ゲートを 2014 年にゲートの改修工事に着工するため、現在入札中であるとのことである。

(3) 既設送変電設備の概要

66kV テザニ I 変電所では受電側の容量 71MVA に対して送電側の容量（3 送電線の合計）が 122MVA である。また、132kV テザニ III 変電所ではカピチラ変電所側からの潮流によっては送電側の容量に余裕が無くなる恐れがある。図 2-3 に現状の送電系統の概要を示す。

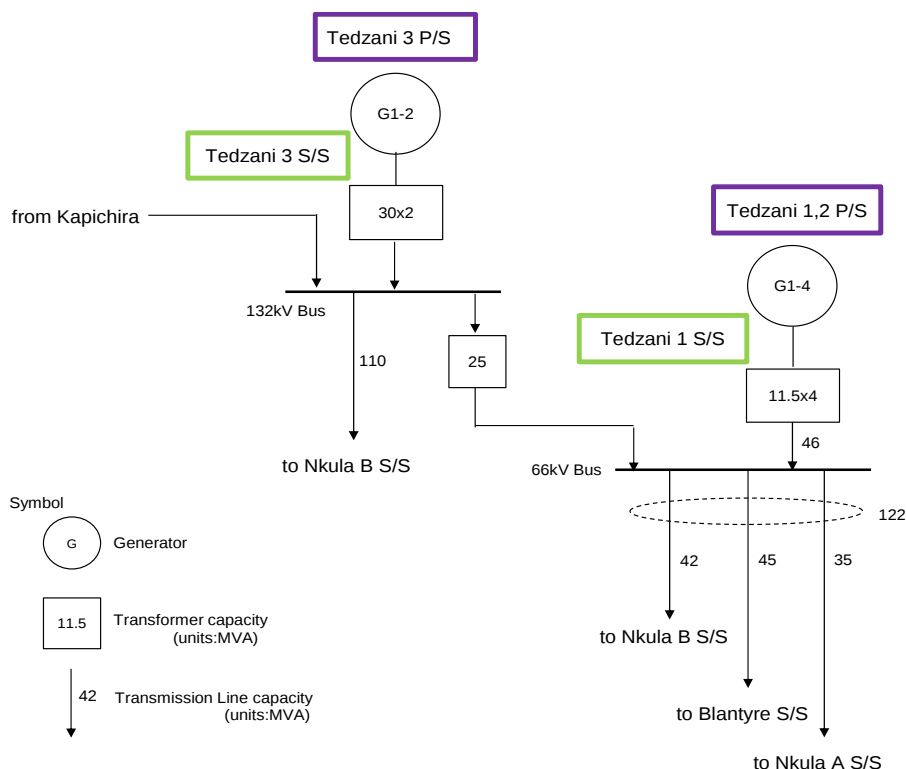


図 2-3 現状の送電系統(概要)

テザニ I 変電所の受電側はテザニ III 変電所と 66kV、1 回線地中送電線と連携されており、さらに、テザニ III 変電所の受電側はカピチラ変電所と 132kV、1 回線架空送電線と連携されている。

一方、テザニ I 変電所の送電側は 3 ルートの 66kV、1 回線架空送電である。また、テザニ III 変電所の送電側は 132kV、1 回線送電線である。

2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

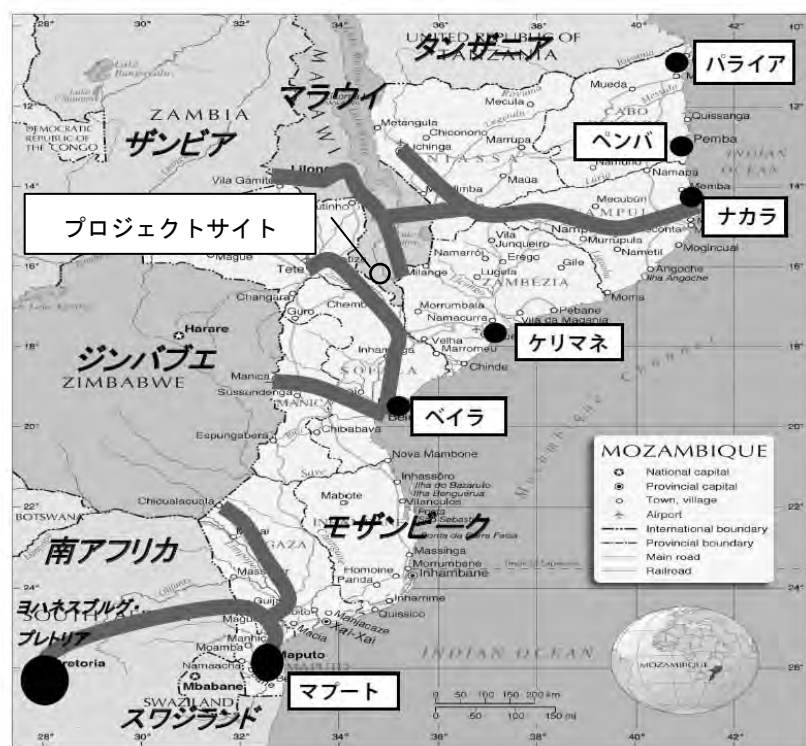
2-2-1 関連インフラの設備状況

本プロジェクトの実施に影響を与えると想定される社会基盤の整備状況は下記のとおりである。

(1) 港湾設備

マ国は、内陸国であり当然ながら流通可能な港湾設備を有していないため、隣国の港湾を経由することとなる。本プロジェクトサイトの位置する南部エリアにおいては、回廊が構築されたモザンビーク国の港湾利用が効果的である。

モザンビーク国には、6つの港湾があるが（図 2-4 参照）、港湾取扱貨物量はマプート港、ベイラ港、ナカラ港でその殆どを占めており、中でもベイラ港はプロジェクトサイトに最も近く、ベイラ回廊の輸送ハブであるとともに、マラウイ、モザンビーク、ザンビア、ジンバブエのゲートウェイとして機能している。



出典：国際物流事情「モザンビーク国の港湾事情」

図 2-4 モザンビーク国の港湾位置

(2) プロジェクトサイト近傍までの交通・道路

プロジェクトサイトは、マ国南部州ブランタイヤ県のテザニ水力発電所内に位置する。首都リロングエからブランタイヤ市街地までは国道（国道 1 号線）が通じ、全区間が舗装されており大型貨物の輸送に問題は無い。首都リロングエからブランタイヤ市街地までは約 320km であり、一般車両で約 5 時間を要する。

(3) プロジェクトサイト近傍の交通・道路

ブランタイヤ市街地からプロジェクトサイトまでは、国道、村道（一部未舗装）が通じており、車両での通行が可能である。ブランタイヤ市街地からの移動時間は車両で約 1 時間 30 分である。

なお、プロジェクトサイトは、テザニ水力発電所敷地内であることから、大掛かりな工事用道路整備が不要であるとともに、関係者以外の立ち入りもなくセキュリティ面においても問題ない。

2-2-2 自然条件

2-2-2-1 地形・地質および気候

マ国の地質体は大きく 5 つの地質区に分けられる。基盤を形成する先カンブリア紀－古生代初期にかけて形成された（堆積岩および火成岩起源の）変成岩、これを不整合に覆うカルー系（古生代後期・二畳紀－中生代前期・三畳紀の陸成堆積岩）、南部に位置するジュラ紀後期－白亜紀前期のアルカリ貫入岩、さらにマラウイ湖に沿って帯状に分布するジュラ紀後期～新生代パレオジンの堆積岩および低地に分布するネオジンの堆積物で構成される。この内、調査地に分布する地質は、最も古い変成岩である。

マ国はまた、約 4,000 万年前に始まり現在も拡大し続けているマラウイリフトの活動に起因する地震活動地域でもある。

バオバブなど保水性の高いダンボを特徴づける植生が調査地付近のシレ川沿いの一部に見られる。

調査地周辺数 km の範囲では、シレ川は概略 NE-SW の流路をとるが、計画ルートのある約 1km 区間は部分的にこれとほぼ直行する SE-NW に変わる。この特徴はシレ川の全体から見れば局所的で、片麻岩に発達する節理系に支配され部分的に形成されたものと推定される。

計画地周辺のシレ川流域には、角閃石雲母片麻岩の連続露頭が見られ、河床には高角度の節理に沿って明瞭に導かれた流路が見出せる。

2-2-2-2 水文気象

(1) 既往観測記録

気象関連データは、プロジェクト対象地域に最も近いチレカ空港の気象観測データを環境・気候変動省（MOECC）より入手した。観測データ一覧を表 2-5 に示す。

マ国の気候は亜熱帯に属し、雨季と乾季に区分される。雨季は 11 月から 4 月、それ以外は乾季で、国土全体でほとんど雨が降らない。

至近 10 年（2003 ～2012 年）のデータによれば、平均気温は 23.3℃、平均年間最高気温は 28.2℃、平均年間最低気温は 18.4℃、年間最高湿度は 77.7%、年間最低湿度は 48.7%、平均年間降水量 925.5mm である。

また、表の平均年間最高・最低気温より、10 月から 12 月の間は日平均気温が 25℃を超える可能性があり、この期間の暑中コンクリート施工に配慮が必要である。

表 2-5 チレカ空港データ一覧表

チレカ国際空港 気象データ														
項目 \ 月	平均期間	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
至近10年平均														
気温 (°C)	最高	2003-2012	28.6	28.6	28.6	27.2	26.5	24.9	23.9	26.7	29.9	32.1	31.9	29.8
	最低	2003-2012	20.8	20.1	19.8	18.1	16.1	14.8	14.0	15.1	18.2	20.6	21.3	21.3
降雨量 (mm)		2002-2011	268.8	142.5	135.2	39.4	7.0	1.9	3.3	0.0	1.0	23.5	91.3	211.6
湿度 (%)		2003-2012	77.7	75.3	76.6	71.5	65.9	62.8	63.0	55.1	48.7	50.9	57.6	72.1
蒸発散量 (mm)		2003-2012	133.7	125.7	131.4	111.8	108.2	90.6	88.6	124.9	157.5	176.1	175.9	143.3
全データ平均														
気温 (°C)	最高	1961-2012	28.5	28.3	28.2	27.4	26.1	24.4	24.0	26.3	29.5	31.5	31.2	29.5
	最低	1961-2012	20.3	19.9	19.6	18.1	15.8	14.0	13.6	14.8	17.5	19.8	20.7	20.5
降雨量 (mm)		1940-2011	211.9	176.1	132.8	42.6	8.1	2.5	2.2	1.6	4.2	25.1	89.0	169.7
湿度 (%)		1965-2012	79.1	77.7	77.4	73.4	68.2	65.1	62.2	57.0	50.4	52.3	58.9	72.1
蒸発散量 (mm)		1971-2012	132.5	119.7	124.5	108.5	101.9	88.9	90.4	116.2	145.5	164.9	162.7	143.2

(2) 流量観測

① 観測場所選定

観測場所の選定は、現地踏査の結果及び、過去に当該地点にて測水実績のあるマラウイ灌漑水資源開発省職員との協議の結果から、コロンビゾ測水所の水位計測地点で実施することとした。

② 観測方法

観測方法は棒の先端に ADCP のセンサー部を取り付け、写真 2-1 のように船外機付きのボートで河川を横断しながら測定した。

水位は測水所の量水標を開始と終了時に読み取った (写真 2-2)。



写真 2-1 流量測定状況



写真 2-2 量水標

③ 測定結果

実測結果を表 2-6 に示す。また、ADCP の測定結果(流速分布図)を図 2-5 に示す。

表 2-6 流量測定結果

測定日	時間		水位	断面積	平均流速	流量
	開始時間	終了時間	(m)	(m ²)	(m/s)	(m ³ /s)
2013/7/17	12:50	13:10	4.66	258.226	1.048	270.71
2013/10/3	11:15	11:30	4.69	261.209	1.044	272.76

コロンビゾ測水所には水位計が設置してあるが、実測水位（目視観測）と水位計値が整合については、今回調査時に確認することはできなかった。

しかし、マラウイ灌漑水資源開発省からの依頼で、現地観測者により毎日午前と午後の計 2 回、量水標読値を記録しているため、今後水位計データを使用する場合、この実測水位記録との整合性を確認すれば水位補正は可能である。

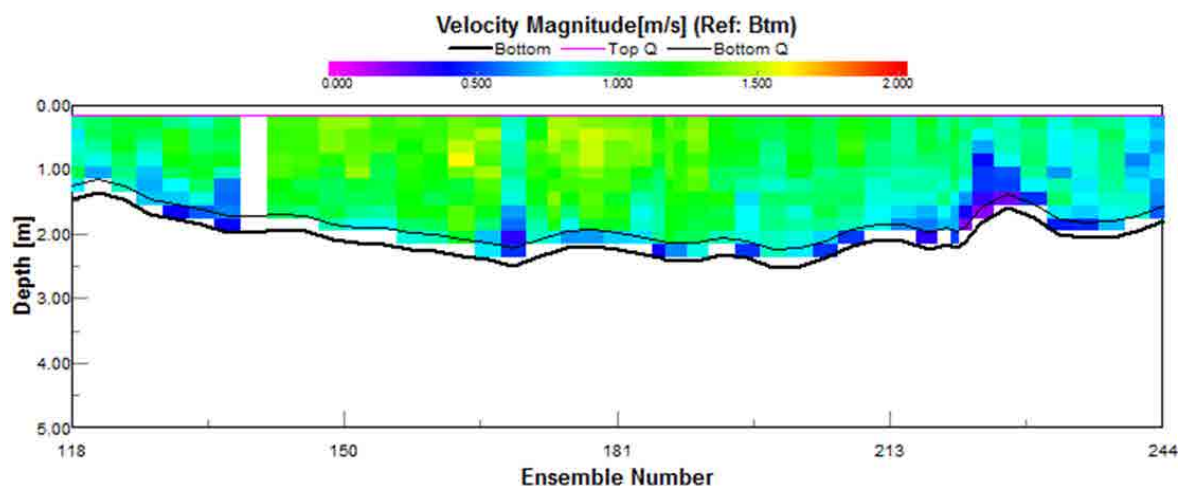


図 2-5 ADCP 測定結果(流速分布図)

(3) 水位流量曲線

① 既存水位流量曲線の見直し

既存の水位流量曲線に今回の結果と過去の測定結果を年代別にプロットした（図 2-6 参照）。

同図の既存曲線は 1970 年代の実測結果の傾向から設定された曲線であると考えられ、低流量範囲では整合しないため、今回の測定結果より水理特性分析を実施し見直すこととした。

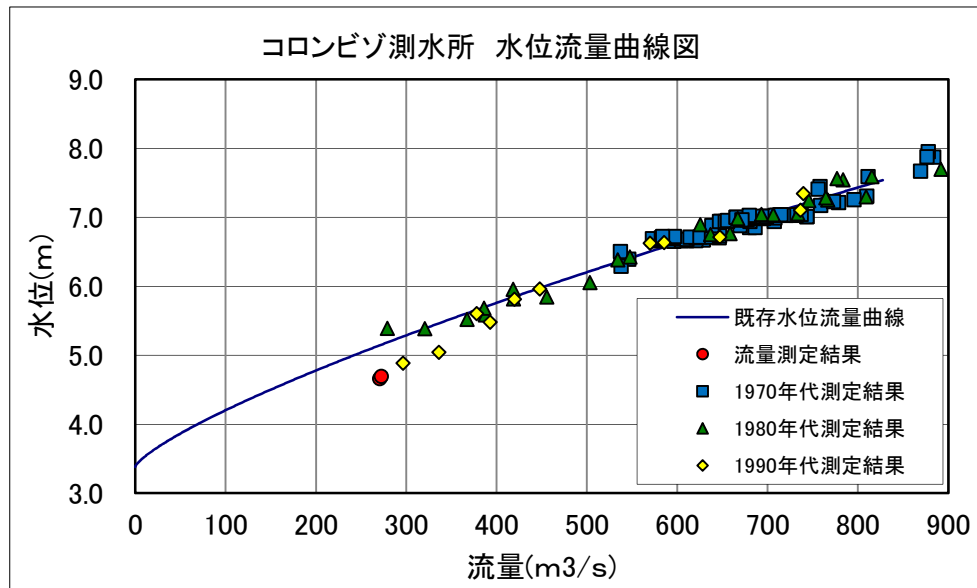


図 2-6 コロンビゾ測水所 水位流量曲線図

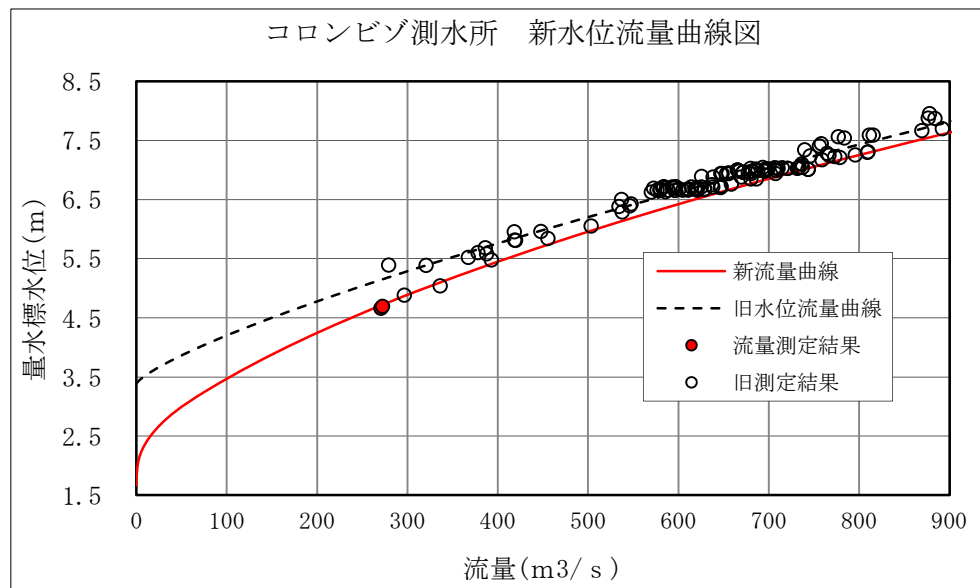
② 水理特性分析

水理特性分析は、河川横断測量及び流量測定結果より、マニング公式から速度係数(K)を逆算し等流計算を行い求めた等流曲線の線形をベースとして、実測値を包括する近似曲線を設定した。設定した曲線及び曲線方程式を図 2-7 に示す。

$$Q = V \times A = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \times A = K R^{\frac{2}{3}} \times A \quad \dots \text{マニング公式}$$

$$K = \frac{1}{n} I^{\frac{1}{2}} = \frac{V}{R^{\frac{2}{3}}}$$

ここに、Q：流量(m³/s)，V：流速(m/s)，A：流水断面積(m²)，K：速度係数，
R：径深(m)，I：動水勾配，n：粗度係数



曲線番号		(曲線方程式) $Q = a + b \cdot H + c \cdot H^2$			適用水位 (m)		作成年月日		
		a項	b項	c項	MIN	MAX	自年	月	日
1	①	30.390	-36.801	11.140	1.67	2.00	2013	10	1
	②	137.186	-145.921	39.001	2.00	3.00			
	③	-73.257	-14.527	18.585	3.00	10.00			

図 2-7 コロンビゾ測水所 新水位流量曲線図及び曲線式

上図中に示した曲線方程式の H は水位であり、適用水位範囲内の a 項、 b 項、 c 項の値を式に代入することで、流量 (Q) を算出できる。照査のため、新旧両式を用いて 2013 年水位データ（現地観測者による量水標読値）より求めた 2013 年の流況図を図 2-8 に示す。

図より、流量が少なくなるほど乖離が大きくなり、2013 年の水位が安定している 5 月から 7 月で比較すると、約 $80 \text{ m}^3/\text{s}$ の乖離がみられる。

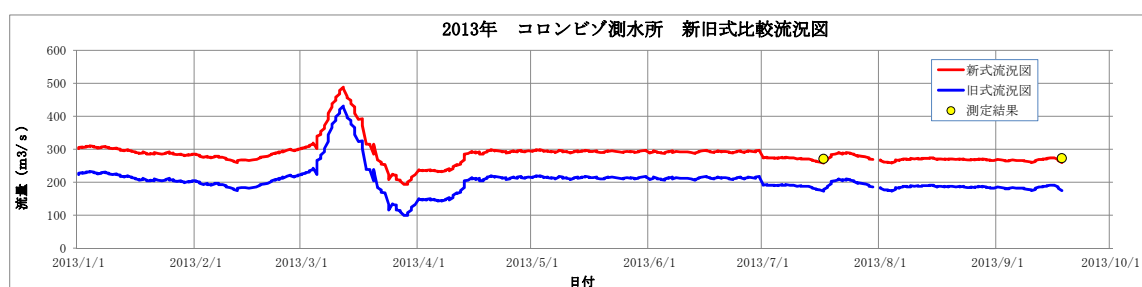


図 2-8 2013 年コロンビゾ測水所 流況図

(4) プロジェクト地点河川流況の推定

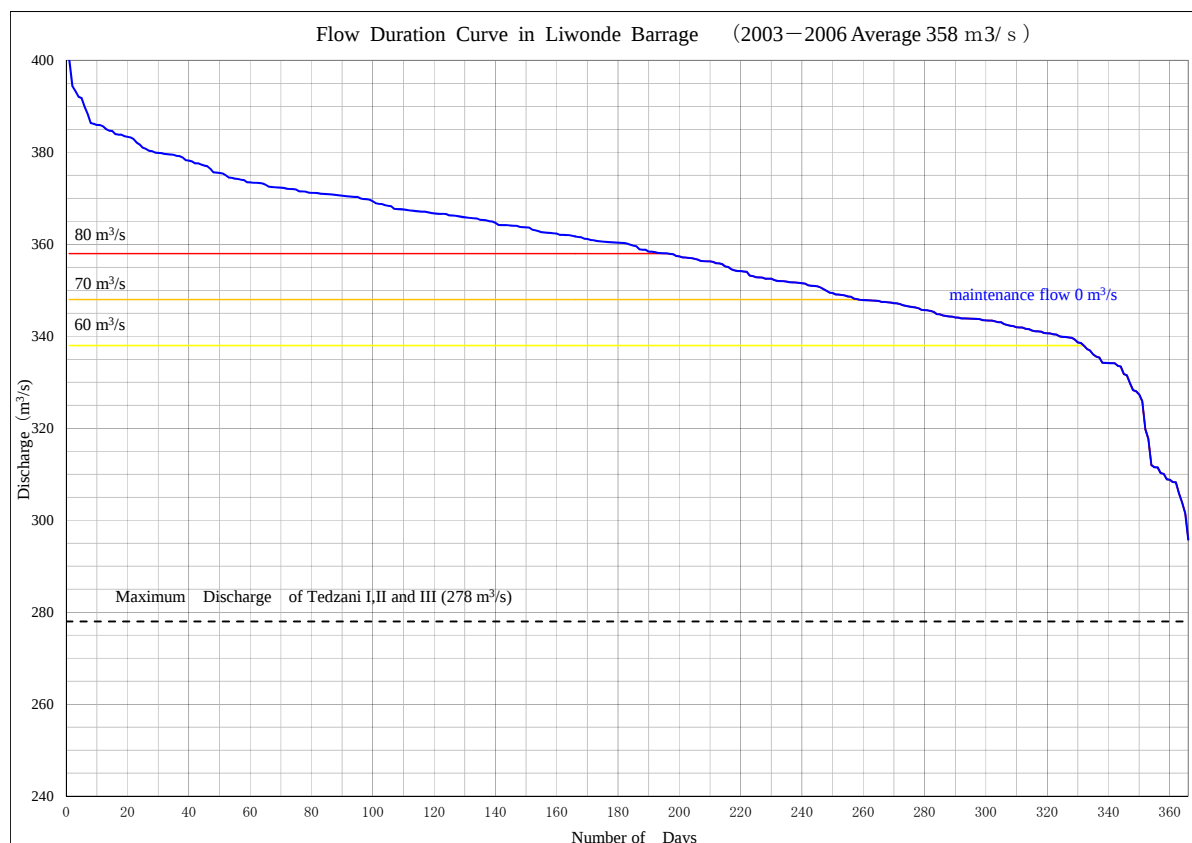
水力計画に当たって、本来計画地点の近傍において 10 年間以上の実測データを用いるのが理想的である。しかしながら本プロジェクト地点での信頼に足るデータは計測されていない。

しかしその中でも、灌漑水源開発省より得られた、約 70km 上流においてシレ川の河川流量を調節しているリウォンデ堰の 2003 年から 2006 年までの放流量データについては、欠測も無く、大雨・洪水等の特殊な気象状況下のものではないと評価できたのでため、プロジェクト地点の河

川流況推定に適していると判断し使用した。

この上述のデータより作成した流況図と既設テザニ I ～III 発電所（プロジェクト地点）の最大使用水量の関係を図 2-9 に示す。

この流況図を本計画の発電規模および維持放流を決定するための基礎資料とする。



(データ期間 2003-2006 年)

図 2-9 リウォンデ堰流況図とテザニ I ～III 発電所の最大使用水量の関係図

2-2-2-3 測量調査

(1) 調査計画

ESCOM より提供を受けたフィート等高線の 1/1000 地形図を基にメートル等高線に改め独自に作成した予察地形図を携行し、現地地形との照合を行った。その結果、後年人工的に地形改変を行った一部の谷地形を除き、現地地形を再現していると判断できた。

したがって第一次現地調査においては、基本計画を大きく左右する事項（取水地点から放水点までの落差、既設構造物の位置、予察地形図と現状と相違点等）については、現地において、予察地形図を補強し暫定的に基本発電計画に利用することとした。

(2) 現地再委託

縮尺 1/500 でローカルコンサルタントへ現地再委託する地形図の範囲は、土捨場、アクセス道

路等のレイアウトも考慮して最終的な計画を網羅するよう図化範囲を決定した。

(3) 測量調査結果

座標基準としてはマ国基準点（526/MWT）を与点とした GPS 測量としたが、既存テザニ水力発電所との標高整合を図るため、標高基準については既存テザニ水力発電所取水ダム天端標高（323.780m=CP2）とした。また、CP2～CP4 間について往復水準測量を実施し標高のチェックを行った。結果、往復差は 2mm であり GPS 測量結果とはほぼ差異がないことより、後続作業の基準標高は GPS 測量結果を採用した。

各点の測量結果は以下の通りである。

表 2-7 コントロールポイント

Point Id	Easting (Y)	Northing (X)	Height (Z)	Note
526/MWT	693,249.019	8,279,189.659		National Control Points
CP1	691,596.847	8,279,475.499	324.204	New Control Points
CP2	691,579.611	8,279,311.119	323.780	New Control Points
CP3	690,762.068	8,279,516.895	319.206	New Control Points
CP4/TZ10	690,649.269	8,279,377.793	294.395	New Control Points
CPB1	691408.461	8279433.992	321.221	New Control Points
CPB2	690735.992	8279613.936	285.278	New Control Points

調査範囲内で 1965 年の地形情報に基づき作成した予察地形図に対し、現況では図 2-10 に示す 4 ヶ所の改変がある。

- ① テザニ水力発電所取水ダム左岸並びに既設 1,2 号水路上の築堤
- ② ESCOM 従業員の居住地
- ③ 発電所用道路並びに道路横の土捨場
- ④ テザニ水力発電所

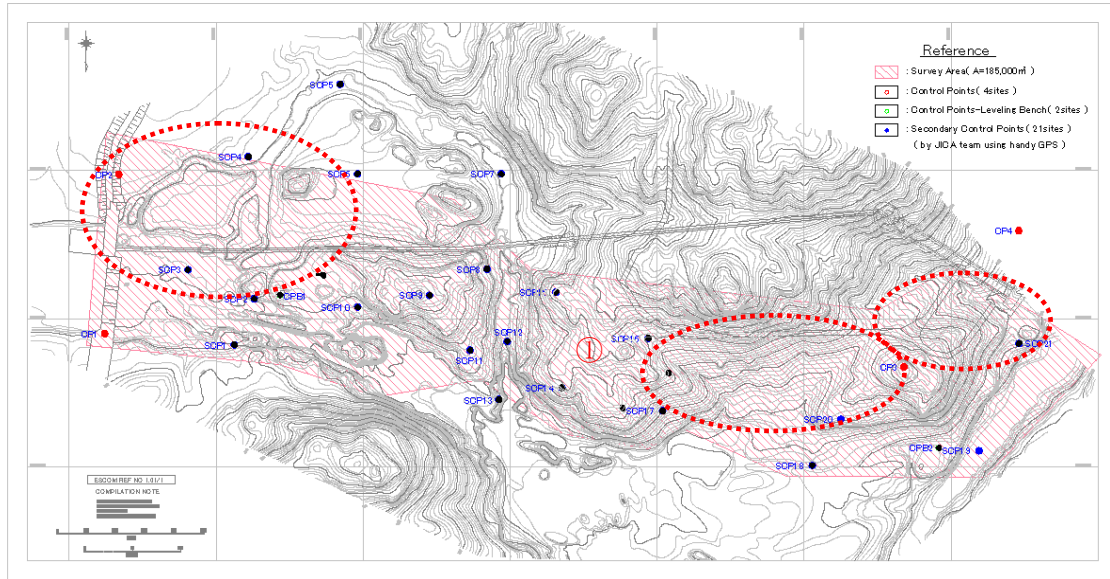


図 2-10 予察地形図と異なる 4 ヶ所の改変位置

本計画で既存設備への損傷が懸念される取水口付近の既設水路では、写真 2-3 に示すような巨礫を列状に積み上げた堤が築かれている。天端は平坦で、中央部には写真 2-4 に示すようなコンクリート構造物が見られる。既設 1,2 号水路の平面図によれば、水路上に図 2-11 の左半部に示すような堤が描かれていることから、これは水路施工後に洪水から保護するために設けたものと判断し堤の中心線形を測量した。その結果、平面図上の水路の姿勢と測量で得た線形が似ていることから、水路は堤直下にあるものと判断した。



写真 2-3 既設水路上の巨礫築堤



写真 2-4 堤中央部に設けられた構造物

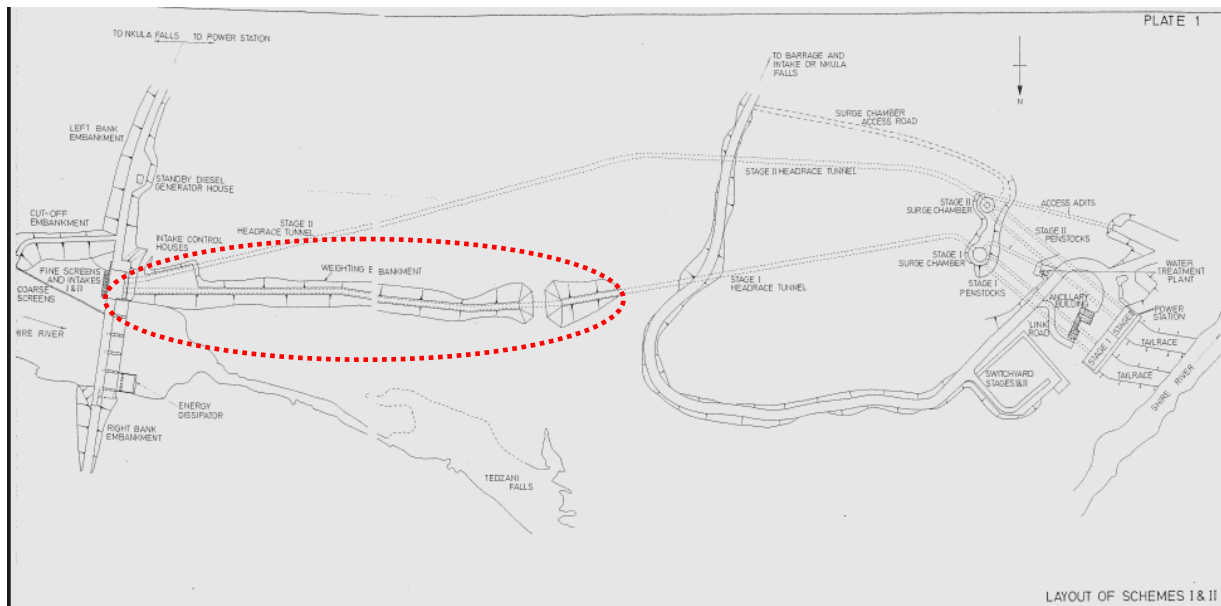


図 2-11 既設 1,2 号水路上の築堤(ESCOM より入手)

したがって第一次現地調査においては、現地において人工的に地形改変を行った一部の地形図の修正を行い暫定的に基本発電計画に利用することとした。

また詳細な地形の起伏を把握する必要がある取水口付近、中間地点河川横断箇所（水路橋）および水槽～発電所さらに工事用道路・既設テザニ発電所施設などの範囲については第二次現地調査時に調査団員が直接測量した。

(4) 利用可能落差

調査団員が設置した測量点のうち、水槽を計画している位置の盛土上においた測量点；T.13 の標高は EL308.40m であり、発電所を計画している位置近傍のシレ川の水面標高は測量時 EL274.24m であった。両者の差から利用可能落差は約 33m となる。

2-2-2-4 地質調査

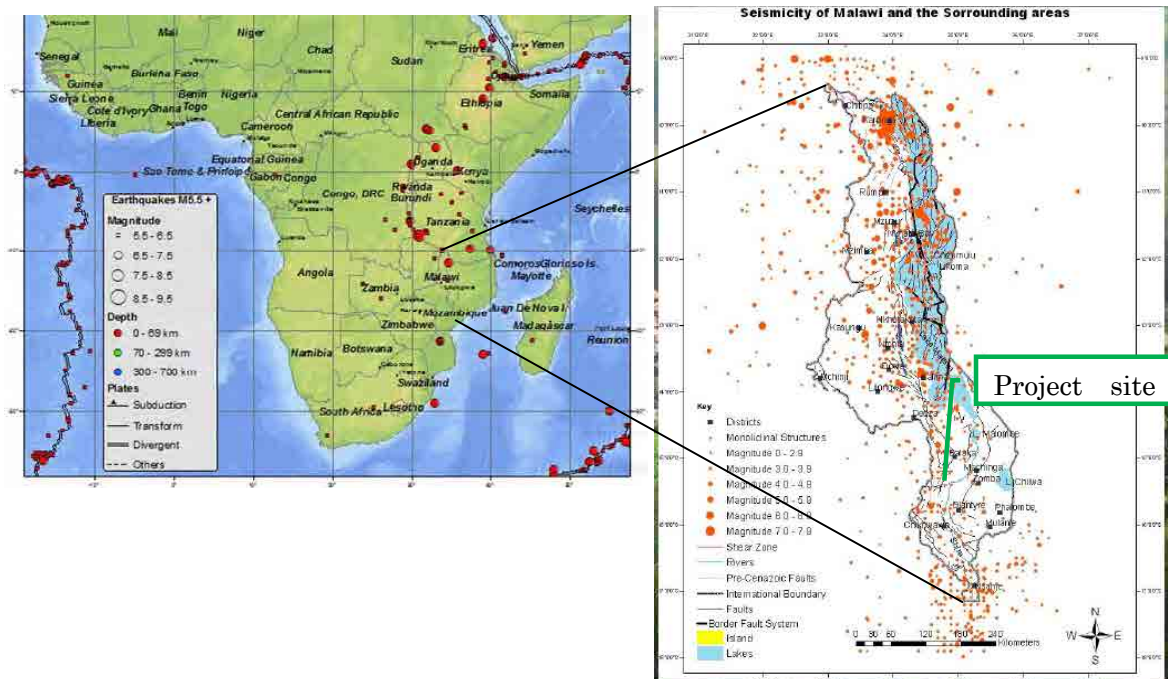
(1) プロジェクトサイト周辺の地質構造

マ国は汎アフリカ変動帯に属しており、紅海からアフリカ東部を 6,000km 余りに亘って南北に縦断する東アフリカ地溝帯（図 2-12 の赤で表示した範囲）の最南端「ニアサリフトバレー」内に位置する。

約 4,000 万年前（パレオジン）に始まったこの東アフリカ地溝帯の活動は現在も続いている。汎地球レベルではアフリカ大陸には強い揺れを伴う地震はないが、東アフリカリフトの活動により形成されたマラウイリフトは、地震活動地域である（図 2-13 参照）。



図 2-12 東アフリカ地溝帯の位置図



<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/world/africa/seismicity.php> (left), Hassan S. Mdala(2009) (right)

図 2-13 アフリカ東部で発生した地震の規模と震源深度平面図

プロジェクトサイト周辺で発生した M3.0 以上の地震を表 2-8 に一覧する。この中で、1989 年 9 月にサリマを震源とした M5.8 のものが記録史上最大である。

表 2-8 プロジェクトサイト周辺における M3.0 以上の地震記録

Date	Location: Epicenter		Magnitude	Depth
June 14, 2012	at -15.365, 35.258	8.2 km from <u>Zomba</u>	4.3	10 km
Nov. 08, 2007	at -15.916, 34.737	31.2 km from <u>Blantyre</u>	4.8	9 km
Jan. 29, 2005	at -15.427, 35.233	11.2 km from <u>Zomba</u>	4.0	23 km
Jan. 03, 1998	at -15.799, 35.023	3.2 km from <u>Blantyre</u>	4.6	33 km
Mar. 09, 1989	at -13.71, 34.381	9.2 km from <u>Salima</u>	5.8	29 km
Mar. 23, 1986	at -15.503, 34.501	12.2 km from <u>Mwanza</u>	3.1	10 km

(<http://earthquaketrack.com/p/malawi/recent>)

図 2-14 は、Zomba 図幅(縮尺：1/250,000)にプロジェクトの位置を示したものである。同図の中で、緑系色と灰系色で示される岩石は範囲内で最も古い先カンブリア紀ー古生代前期の結晶片岩類であり、前者はチャーノッカイト¹質片麻岩およびグラニュライト²、後者は準泥質角閃石雲母片麻岩である。基盤岩類の所々に紫系色や赤系色で示される岩体は、貫入する閃長岩あるいは花崗岩類などである。次に広い面積を占める黄系色の部分はネオジンの堆積物である。

これより大縮尺の Middle Shire Area 図幅（縮尺:1/100,000）によれば、プロジェクトサイトは角閃石雲母片麻岩と記載されている。

¹ Charnockite；グラニュライト相地塊に出現する角閃石・黒雲母などの含水珪酸塩鉱物を含まない紫蘇輝石花崗岩質岩。

² Granulite；普通は石英・長石・輝石・ザクロ石などを主成分鉱物とする粒状組織をもつ高度変成岩をさすが、広義にはグラニュライト状組織をもつ一般の変成岩にも用いられる。

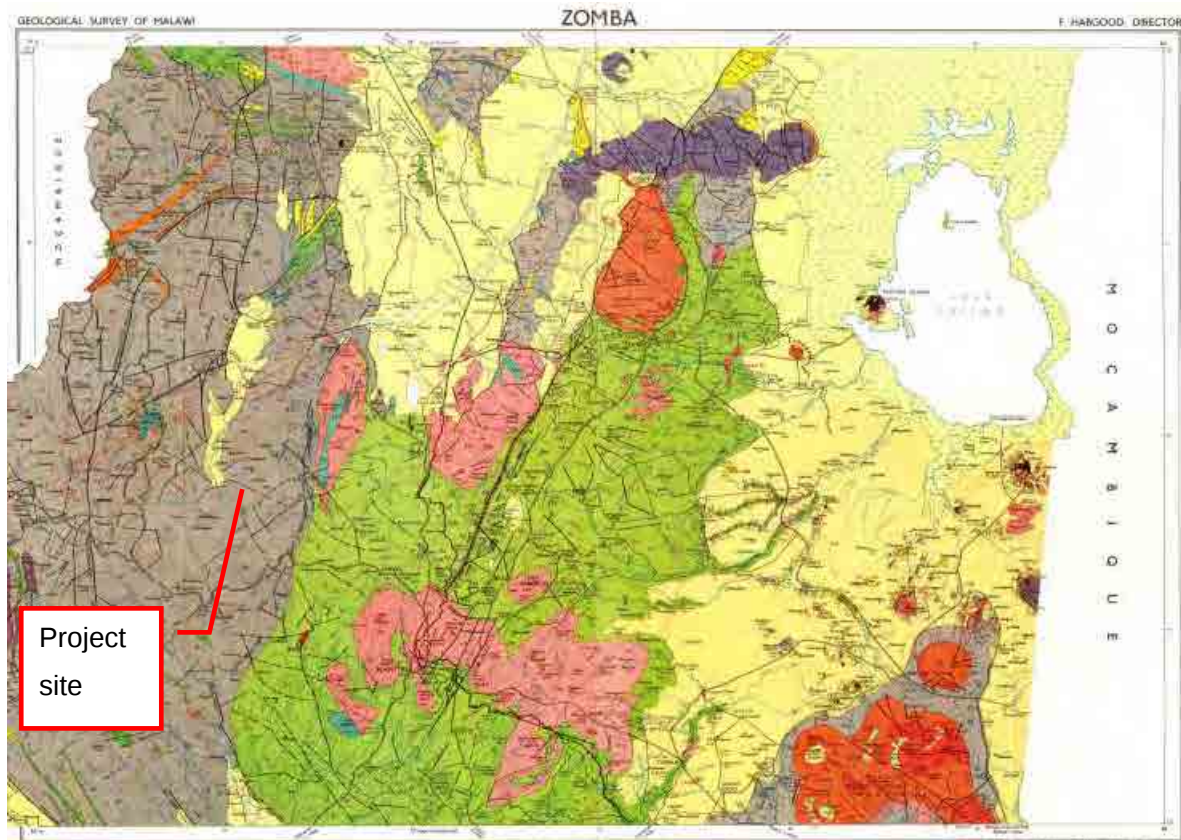


図 2-14 プロジェクトサイト周辺の地質分布図 (Zomba 図幅)

(2) 資料収集

マラウイ地質調査所を訪問し、Bulletin No.10 説明の付いている“The Geology of the Middle Shire Area” (1958)の図幅を入手した。

また ESCOM において、Lahmeyer International による Tedzani III Hydroelectric Power Scheme の Tender Design Report Volume2- Annexes October 1991 を閲覧することができた。この資料により今回入手しようとしていたプロジェクトサイトの地震に関する情報を得ることができた。

地形・地質に関して、地質図幅説明文から関係する部分を以下に抜粋する。

- *The topography of the Middle Shire areas is very varied in character, its principal features being the great trough which forms the Shire Valley and the Highlands which form its eastern and western walls.*
- *The course of the Shire River is controlled by the two dominant directions of faulting and jointing in the Shire Valley. These follow the strike of the gneissic rocks of the Basement Complex, and swing from north-east in the northern half of the middle Shire area to north-north-west in the southern half. The faulting has produced a series of intermittent cataracts in the shire river .*
- *From Nzigala the river again swings abruptly north-west, undoubtedly following a strong fault direction, and drops over the Tedzani (Matiti) cataracts for 120 feet before turning south-west again through a narrow gorge between Tedzani hill and a range of massive block faulted hills on the west side of the river .*
- *A residual peneplain, with a lateritic cover, has been distinguished at Chileka, where it stands at*

2500 feet, and at Mwanza where it occurs at 2200 feet. It seems very probable that these are both remnants of the same erosion surface and that the lateritic patches which occur on the watershed of the tilt block along the Neno Road at about 2000 feet are also remains of it.

- The middle shire area is occupied by gneisses and granulites of the Basement Complex, in which the effects of recrystallization and deformation are dominant. In the western half of the area the rocks have reached a grade of metamorphism referable to the Amphibolite Facies of Eskola, whilst rocks of the Granulite Facies are developed in the eastern half of the area. The approximate location of the boundary between the two metamorphic facies is 5 km east from the site.
- The strike of the gneisses trends from north-north-east to south-south-west in the northern part of the area, to north-north-to south-south-west in the southern half and their dips are westwards about 50 deg.. These strike directions have controlled the development of the main Rift Valley faults, and also course of the Shire River, which follows the fault pattern.

(3) 現地再委託

取水口近傍の既設構造物との近接施工と盛土上に計画する水槽地点の地盤情報を得るために、ボーリングによる地質調査を実施した。

ボーリングは、水路上半部の既設暗渠脇の岩盤状況把握（BH-1）と下半部の捨土上に計画する水槽の位置における支持層確認（BH-2）を目的とする2孔で、委託した調査・試験内容は表 2-9 に示すとおりである。

表 2-9 地質調査現地再委託項目

No.	調査内容	仕様/数量	備考
BH-1	岩盤状況の確認と室内試験試料の採取	・岩の掘削 φ70mm; 20m ・室内岩石試験 φ50mm; 6 式	室内岩石試験内容 ・静ポアソン比
BH-2	捨て土の土質構成と地盤支持力および着岩深度の確認	・被覆物の掘削 φ70mm; 10 m ・標準貫入試験/4 回	・単位体積重量 ・比重・吸水率

ボーリング実施位置の経緯度は、下表の通りである。

ボーリング実施位置を図 2-15 に、各ボーリング孔の経緯度を表 2-10 に示す。

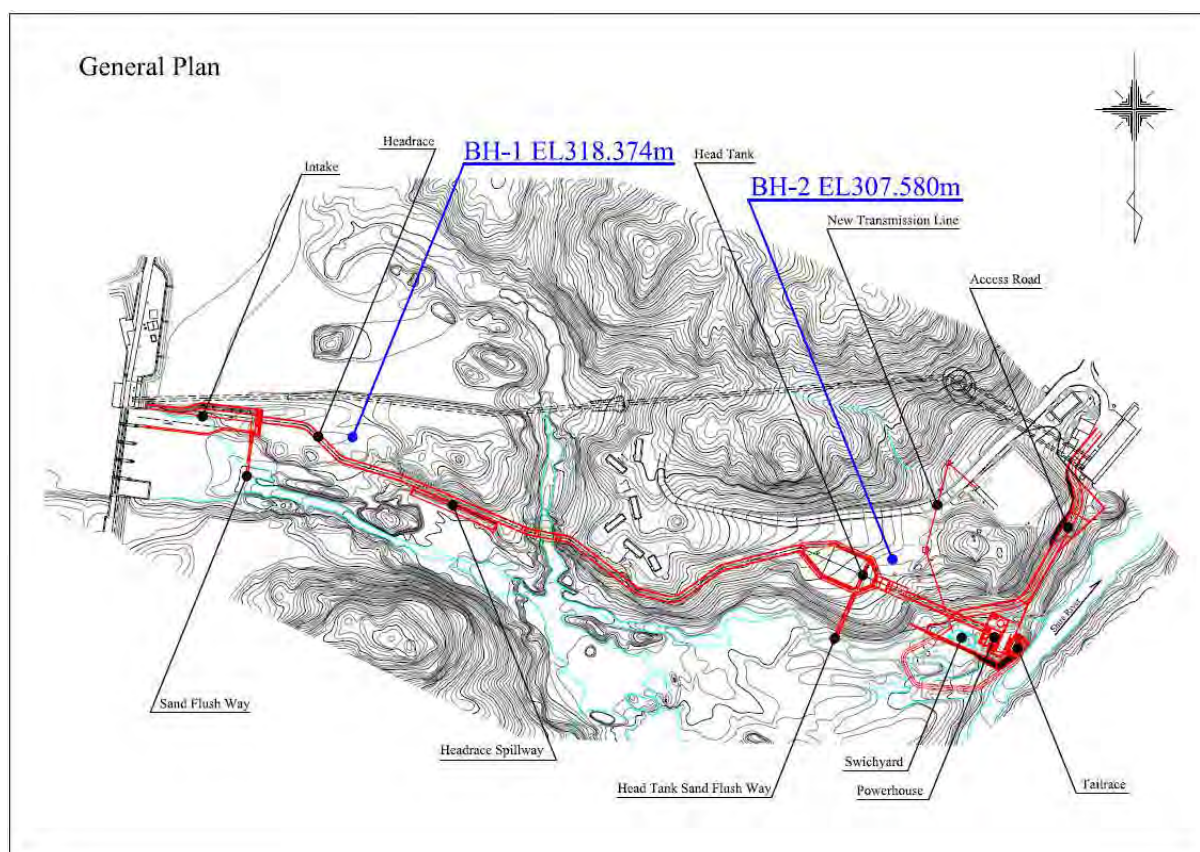


図 2-15 ボーリング実施位置

表 2-10 ボーリング実施位置

Point Id	Easting	Northing	Height
BH-1	691367.101	8279415.545	318.374
BH-2	690841.682	8279534.591	307.580

(4) プロジェクトサイトの地形・地質状況

現地調査において、計画範囲全域を踏査し、以下の各項目について調査・評価を行った。

- a. 水路経過地の斜面安定性（地這り・崩壊地）、風化性状、（断層・破碎帯など）弱層の有無
 取水口付近と水槽計画位置付近を除き、開水路案の計画ルートは、掘削土量を極力減らすためにシレ川の河岸寄りに置くのが得策である。しかし水路ルートは取水口付近と捨土で造成された水槽付近を除き、堅硬な塊状岩盤あるいは巨大なコアストーンの発達する岩盤の上を通過する（写真 2-5 参照）。



写真 2-5 取水路上流半部が通過するシレ川左岸の堅硬な塊状岩盤の露頭

第一次現地調査で、表 2-11 の各風化等級ごとにシュミットハンマーを用いて反発度を調べたところ、以下のとおり、当地点の岩盤の風化度に応じた反発度の違いが得られた。

風化度Ⅰ : サンプル数 ; 8、範囲 ; 42～62、平均 ; 51

風化度Ⅱ : サンプル数 ; 8、範囲 ; 23～47、平均 ; 31

風化度Ⅲ～Ⅳ : サンプル数 ; 4、範囲 ; 12～17、平均 ; 14

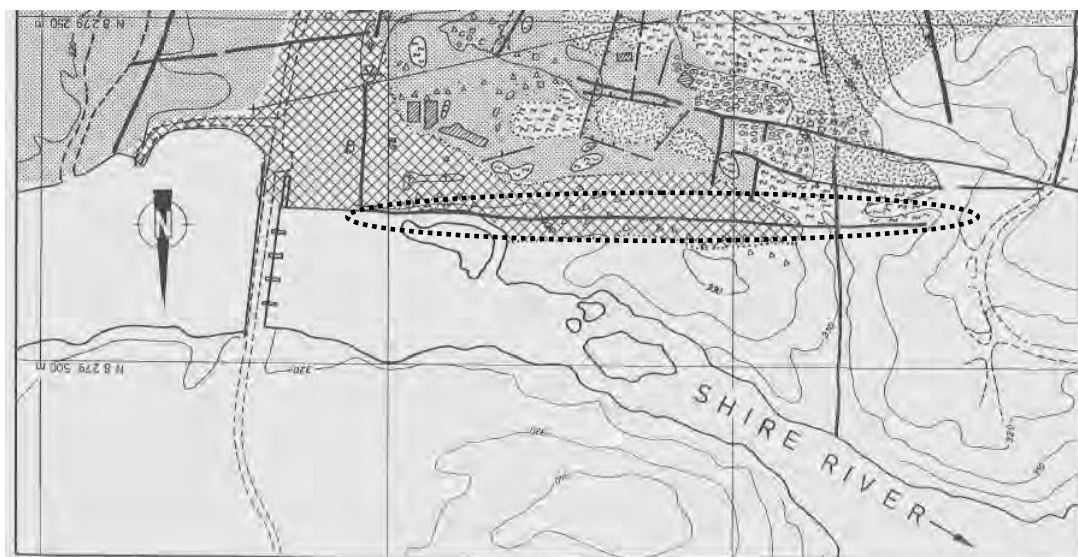
表 2-11 岩石の風化等級基準

CLASS	TERM	DESCRIPTION
VI	RESIDUAL AND COLLUVIAL SOILS	All rock material is converted to soil. The original rock structure is completely destroyed. The point of geological pick easily indents in depth. When the rock material is struck by the hammer don't emits sound.
V	COMPLETELY WEATHERED ROCK	All rock material is completely discoloured and converted to soil, but the original mass structure is still visible. The point of geological pick easily indents. When the rock material is struck by hammer emits a dull sound.
IV	HIGHLY WEATHERED ROCK	All rock material is discoloured. The original mass structure is still present and largely intact. The point of geological pick not easily indents. The rock material make a dull sound when is struck by hammer.
III	MODERATELY WEATHERED ROCK	The rock material is discoloured, but locally the original colour is present. The original mass structure is well preserved. The point of geological pick produce a scratch on the surface. The rock material make a intermediate sound when is struck by hammer.
II	SLIGHTLY WEATHERED ROCK	Discolouration is present only near joint surface. The original mass structure is perfectly preserved. The point of geological pick scratch the surface with difficulty. The rock material make a ringing sound when is struck by hammer.
I	FRESH ROCK	The rock material isn't discoloured and has it's original aspect. The point of geological pick scratch the surface with many difficulty. The rock material make a ringing sound when is struck by hammer.

(from Brand, 1990; GSE-GWPR,1990; Cascini et al., 1992 modified)

調査地内には地這り・崩壊地など不安定な或いは将来不安定となりうる斜面は認められない。

一方、河川は既述の通り節理系に支配され形成されたものと推定でき、河川に並行および高角度に交差するリニアメントが発達する。Lahmeyer International (1991)は取水堰から水路の数十メートル区間に空中写真判読により“推定断層”を記載している(図 2-16 参照)。



(Lahmeyer International (1991)より)

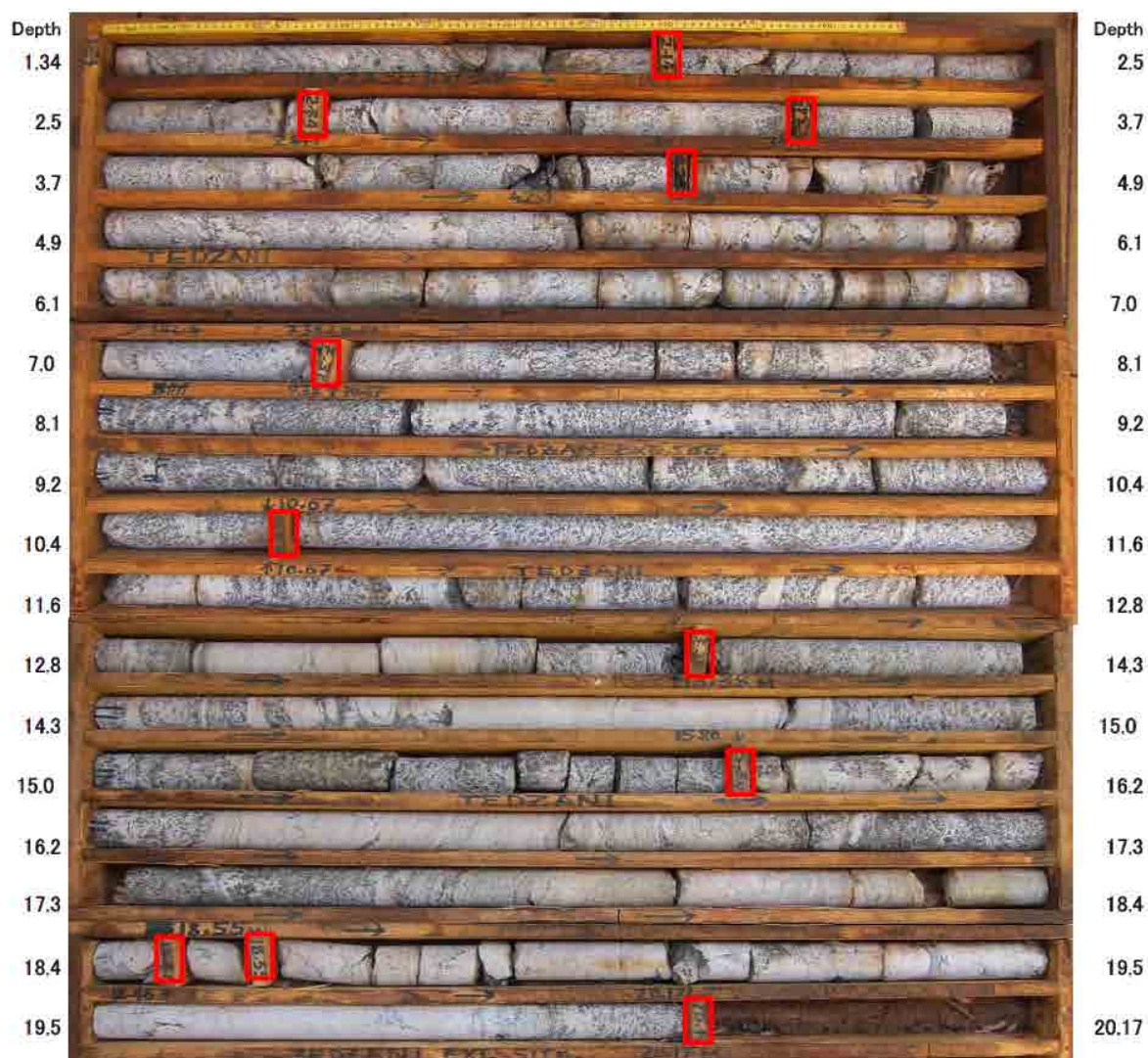
図 2-16 取水堰から水路方向に伸びる“推定断層”

この“推定断層”の範囲内で実施したボーリング BH-1 孔のコアには殆ど節理はなく（全 20m 中 3 本のみ）、非常に硬質な片麻岩であることを確認した。

Drillhall ; BH-1

Ground surface ; 318.374m

Depth = 20.17m



したがって、地形に現れている推定断層は、幅のごく狭い脆弱部が地表からの浸食により抉れ、直線上に凹んだ地形を形成したものと判断される。

ただし、ボーリングは点情報であるため当該範囲内に弱層が伏在する可能性は否定できないため、次期調査段階では水路横断方向にトレンチを掘り、極端に脆弱な地層が存在しないことを確認するなどの対応を図ることが望ましい。

b. 洪水の痕跡、土壌浸食の現状及び影響

地元住民より、数十年前にシレ川左岸の現在の診療所の辺りから旧河川に沿って洪水が発生し ESCOM の宿舎が破壊されたとの情報が得られた。この被害はテザニ発電所建設時以降のこととなるが、おそらく建設途上の時期と推察され、現在は僅かに洪水の通った痕跡が残っている。また、シレ川本流の河岸には洪水時に寄せられた葦の破片が山積している。その高さが現計画水位より高い位置にある箇所がある（写真 2-6）。さらに発電所予定箇所には洪水時に流路が形成されることを示す痕跡が認められる（写真 2-7）。



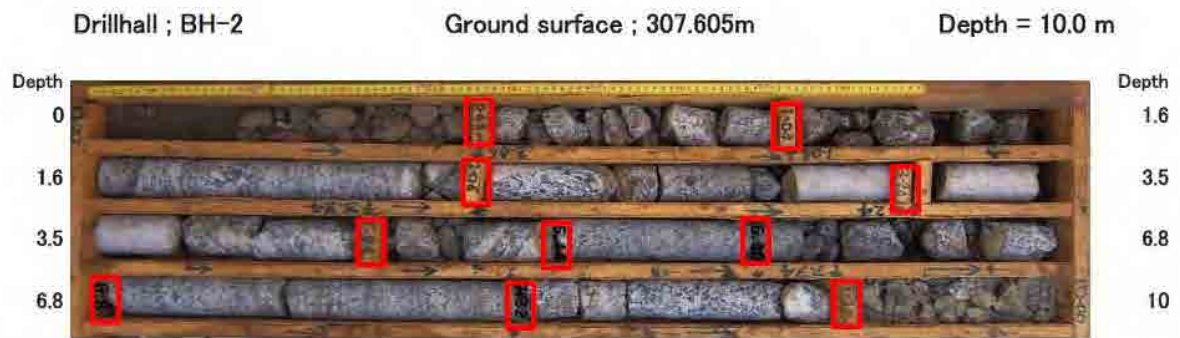
写真 2-6 洪水時に押し寄せられた葦の破片



写真 2-7 洪水時に流路となる凹状地形

c. 水槽計画箇所周辺の地質性状

水槽計画位置付近で実施した BH-2 孔（深度 10m）の調査結果により、地表から 7.74m までは堅硬な巨礫で構成されることが確認できたが、以深 10m までは礫状のコアが採取できていず、性状は不明である。一方、ボーリング地点の旧地表（1965 年当時）の標高は約 299.5m で、その差約 8.1m は礫層が切れる深度 7.74m に近いことから、コア採取不良箇所は風化地山である可能性が期待できる。



d. 水圧管路及び発電所周辺の地形・地質性状

水圧管路は直径数m規模のコアストーン帯に設置されるが、支持層としては問題ない。発電所予定位置の岩盤はさらに良好である。岩盤には直交する節理系が発達し、発電所基礎としては全く問題ないが、掘削時の壁面の剥離・崩壊防止のためにロックボルトを打設する必要がある。

なお、計画位置は洪水時には流路が形成される位置にあるため、構造物の上流に導流堤で護岸する必要がある。

(5) 設計・施工上留意すべき事項

計画ルートは、地形的制約から取水口付近で既設テザニ 1,2 号水路と約 15m で最接近し、下流側へ向かい次第に離れていく線形である。取水口から約 100m 以降はシレ川左岸斜面

を辿り、約 250m 付近で旧河川を橋で通過し再び緩い斜面を辿り盛土上の水槽に至る。水槽から発電所にかけては、極力斜面の最大傾斜方向に浅い掘削で水圧管路を設置する方針である。

1) 近接施工

取水口から約 100m の区間は段丘面内を開削し設置するが、取水口近傍では既設水路との近接施工を余儀なくされる。現計画では、取水口付近では既設水路との離隔は約 15m 程度である。

岩質の把握と近接施工による既設水路への影響を検討するためのボーリング (BH-1) により、岩盤は殆ど節理のない (4 本/20m、仮に掘削時の機械割れも節理と見なしても平均 0.6m ピッチで) 非常に硬質な片麻岩であることを確認した。

「既設トンネル近接施工対策マニュアル」では、‘近接施工’を既設トンネルの地山高で規定しているが、新設の構造物が既設の 45°以内の上部若しくは下部に設置されることを前提としている。したがって、この規定からは近接施工にはならない。

一方、発破振動が既設水路構造物に与える影響は離隔に関係なく検討する必要がある。つまり旧水路に到達する波動の振動速度値が許容引張応力以下になるように抑止する必要がある。

近接施工の計画にあたって、既設水路の健全度調査、影響 (変形・振動) 予測と対策、施工中の監視方法を決定することが望ましいが、既設水路の健全度については発電中のため調査は不可能である。

既設水路への影響予測を検討するため、岩の単位体積重量、変形係数、ポアソン比、一軸圧縮強度、粘着力および内部摩擦角など岩石の物性値を室内試験によって求める必要があるが、現地再委託の結果からは試験が実施できていない。

したがって、ここでは Lahmeyer International (1991) の綴じ込み資料 (Knight Hall Hendry and Associates) に掲載されている以下の試験結果を参考にすることとする。

一軸圧縮強度 ; 116 MPa, 弾性係数 ; 61.86 GPa, 地山のポアソン比 ; 0.27

これらの値から岩盤が非常に硬く緻密であると推定でき、今回採取したコアも同等以上の値が期待できることから、

σ : コンクリートの引張強度 仮に 20 (kgf/cm²)

ρ : 岩盤の密度 仮に 2.5 (g/cm³)

C : 地山の弾性波速度 仮に 3000 (m/sec)

ν : 地山のポアソン比 仮に 0.27

を仮定し、掘削作業に伴い発生する振動について、次式

$$\{V = \sigma g / \rho C \cdot (1 - \nu) / (1 - 2\nu)(1 + \nu)\}$$

にしたがい振動速度値を求めると、32.7 kine が得られる。

振動速度値について、Wiss(1968)は構造物に対する安全限界を 5 kine としている。

上で求めた 32.7 kine は許容振動速度に対し過大であるので、火薬量および発破法を検討し (例えばスムーズブラスティング、多段発破など)、既設水路位置で所要の速度値内に押さえる必要がある。

許容振動速度を $V=5 \text{ kine}$ 、最小離隔を $D=35\text{m}$ 、 $K=430^3$ とし、掘削箇所での火薬量を $V = K \cdot W^{3/4} \cdot D^{-2}$ (吉川の式) により 1 孔あたりの薬量⁴ (W) を逆算すると、34.5kg 程度となる。

2) 構造物基礎としての捨て土地盤の改良

既設水路掘削により発生したズリで谷を埋積した箇所には水槽を計画している。この位置で実施したボーリング (BH-2) によれば、構成物は硬質な片麻岩の捨て石とその粉砕物からなる。捨て石の大半は拳大で最大礫径は約 0.6m、全体の中での礫の割合は 39～68% で深部に向かい増える傾向である。

水槽基礎盤はできる限り礫の集中する位置にかかるように水槽の姿勢を調整し、実施工では、水槽の底盤の深度まで機械掘削した後、不陸に間詰めを行い捨てコンクリートを打設する方法を推薦する。

3) 掘削法面の保全

水路経過地全体としては、超硬質～硬質な岩盤を掘削する必要があることから、地山掘削量を極力減らすために可能な限り河床際に寄った水路線形を設置することを提案する。地山には全体に地表部の岩盤には節理が発達しているため、掘削の整形に際し適正な火薬量とロックボルトの配置を検討する必要がある。

なお、ESCOM との合意により、水路には蓋を設けまた将来的には崩積物に植生が復活するのを期待するとの意向から、法面保護は工事期間中の短期の安定が保てれば良い程度の対策にとどめること (例えばロックネットなど) を薦める。

4) 発電所掘削時の止水処理

発電所周辺にも直交する節理系が発達しているため、掘削時および長期の壁面の安定のためにロックボルト (か、部分的に) アンカーの打設が必要となると判断する。また発電所予定地は、河床面以下まで掘削することから、掘削中の止水処理と掘削面の保護を入念に行う必要がある。

(6) その他の事項

1) コンクリート骨材

プロジェクトサイトに分布する片麻岩には、顕著な節理が発達する特徴があるが、地表部のごく一部の風化部を除き大概が堅硬で緻密であるため、掘削により発生したズリは粗骨材として利用可能である。細骨材は骨材プラントで生産中に発生するダストから得ることも可能であるし、不足分は取水堰の上流左岸に洪水時にのみ発生する幅約 10m の河川 (Kangamphete 川) 敷に堆積している砂から補填すれば良い。ただし地山の砂を

³ 河崎らが平成 19 年 7 月に石英安山岩で構成されるトンネルにおいて、「離隔 (斜距離) ; 40m、芯抜き薬量; 7.2kg、使用段数; 1～10」の条件で施工した際の計測値から逆算した K 値

⁴ “W”は「段あたり薬量」を指すが、河野らは「1 孔あたりの薬量とすることが妥当」と判断している

使用する場合の品質と量については、施工前にテストピットを掘って試料を採取し確認すること等の対応が必要である。

2) 発電所敷地の洪水対策

十分な広さをもつ発電所敷地の確保の観点から提案した位置は、洪水時には流路が形成される部分にあたる。したがって、建設時およびその後に発電所を洪水から保護するために、上流側に導流壁を兼ねた護岸を築く必要がある。

導流壁の位置・高さおよび形状については、水理データを検討して既往最大規模の洪水に対処できるよう検討されたい。

Nomenclature

- ・ 汎アフリカ変動帯; Pan-African mobile belt
- ・ 東アフリカ大地溝帯; East-African Great Rift Valley
- ・ ニアサリフトバレー; Nyasa Rift valley
- ・ 複合基盤岩類; Basement Complex
- ・ カルー系; Karoo System
- ・ アルカリ貫入岩; alkali intrusive
- ・ 熱帯サバンナ; tropic savanna
- ・ シレ川溪谷; Shire Valley
- ・ ダンボ; Dambo
- ・ 片麻岩質岩石; gneissic rocks
- ・ 準平原; peneplain
- ・ 角閃岩相; Amphibolite facies

参考文献・資料

[1] MOREL, S.W. 1958:

The geology of the Shire Area; Geological Survey Department Bull No. 10, 66 9 fig., 1 map sheet 42, scale 1:100 000, Government Press, Zomba, Nyasaland

[2] Lahmeyer International, October 1991:

Tedzani III Hydroelectric Power Scheme Tender Design Report Volume2- Annexes

[3] (財) 鉄道総合研究所; 既設トンネル近接施工対策マニュアル

都市部鉄道構造物の近接施工対策マニュアル (CD ROM 付き)

[4] ジェイアール東コンサルタント; 近接工事設計施工標準マニュアル

[5] (社) 日本道路協会, 平成 22 年 3 月; 道路土工 カルバート工指針 (平成 21 年度版)

[6] Wiss, J.F. 1968;

Effect of blasting vibrations on building and people Civil Engineering-ASCE pp.46-48

[7] 河崎ほか; 発破振動抑制による落石対策 土木施工管理技術論文集第 14 回論文

[8] 河野ほか; 発破による振動推定式<K 値の謎>

2-2-3 環境社会配慮

2-2-3-1 環境影響評価

(1) 環境社会に影響を与える事業コンポーネントの概要

本プロジェクトは、既設発電所の増設及び既設送電系統への連係のための送・変電施設・設備の設置で構成され、それぞれの環境社会に与える影響予測は以下の通りである。

1) 発電所の増設

河川環境に変化を及ぼさない“流れ込み式”水力発電所の建設であるため、自然および社会環境への影響は、最小限に止まっている。また、本プロジェクト予定区域は、事業実施機関であるマラウイ電力供給公社（ESCOM）の社有地であるため、非自発的な住民移転、用地取得の事案は発生しない。

2) 送・変電施設・設備の設置

本プロジェクトで建設される新規発電所から約 50 メートル離れた既設送・変電施設に送電するための小規模な鉄塔（2 塔）が建設されるが、樹木の伐採・大規模な土地造成工事は伴わず、また、住民移転、補償事案等も伴わないため、自然および社会環境への影響は無い。

(2) ベースとなる環境社会の状況

1) 発電所の増設予定地

a) 自然環境

河川環境に不可逆的な変化を及ぼさない“流れ込み式”水力発電所の建設であるため、自然および社会環境へ与える負の影響は少ない。具体的には、小規模な地形改変が想定される導水路建設予定地の貯水ダムに接続する取水口周辺の自然環境は、1970 年代に建設された既設発電所の土木工事に伴って地形改変・整地された跡地に計画的に植栽されたマメカ科アカシア属（アラビアゴムモドキ）やノウゼンカズラ科ソーセージノキ属（英名：Sausage tree, 和名：ソーセージの木⁵）の郷土樹木が生育し、林床にはイネ科ロウディテア属の草本類が疎らに繁茂している、所謂“ミオンボ林⁵”の生態を有する乾燥疎開林である。（写真 2-8 参照）

発電所建設予定地（30m x 40m = 1200m²）も、導水路建設予定地と同様に、1970 年代に建設された既設発電所の土木工事に伴って地形改変・整地された跡地に計画的に植栽されたマメカ科アカシア属（アラビアゴムモドキ）が、疎らに残存する疎林である。（写真 2-9 参照）

一方、導水路末端の発電所周辺の自然環境は、急峻な斜面に露出する岩石や崩落土砂の隙間に、常緑のマメカ科アカシア属のつる性木本類や多肉性植物のエルフォルビ属が繁茂し、また、河川

⁵ 東アフリカの乾燥性疎林地帯（生態学上の分類による）

との接岸域には、岩石の間に水生の多年草であるミズオジギソウ（海神草）が繁茂するなど東アフリカに見られる典型的な河川生態である。

また、動物の生息については、当該プロジェクト予定地は、1970年代から水力発電所事業用地としてフェンスで囲まれ、外部と遮断されているため、野生生物の生息は限定的で少なく、哺乳類では、サル（*Chlorocebus aethiops* ベルベットモンキー）、爬虫類では、ナイルワニ、トカゲ、ヘビの生息が確認（サル以外は、地元住民からのヒヤリングによる）された程度である。



写真 2-8 取水口計画位置付近の周辺の植生(ミオンボ林ーアカシア+イネ科-林床-)



写真 2-9 発電所建設地周辺の植生(アカシア属)



写真 2-10 河畦周辺の植生(エルフォルビ属)

b) 社会環境

導水路建設予定地の中間地点付近に、既設電力発電所の維持・管理に常駐するマラウイ電力供給公社（ESCOM）の職員住宅 6 棟（-2 世帯用 x 5 棟、1 世帯用 x 1 棟-、11 世帯が居住）がある。

これらの職員住宅は、何れも、導水路予定地と重なり合うことは無いため、移転等の必要性は無い。しかし、工事に伴う職員住宅への土石の飛散が懸念される。



写真 2-11 導水路建設計画地周辺山側にある ESCOM 職員宿舎

2) 送・変電施設-設備の設置

a) 自然環境

新設される発電所から直線距離で約 50 メートル離れた、既設第 1,2 発電所の送電施設に 2 塔の新設鉄塔（高さ 30 メートル）を經由して送電（送電線の総延長は、約 90 メートル）されるが、本区間の河川付近には、矮性のマメカ科アカシア属（アラビアゴムモドキ）や水生の多年草であるミズオジギソウ（海神草）が繁茂するが、敷地の大部分は、既設送電所の建設に伴って、整地・管理されている砂利敷きの裸地であり、植物の生育は見られない。（写真 2-12 参照）

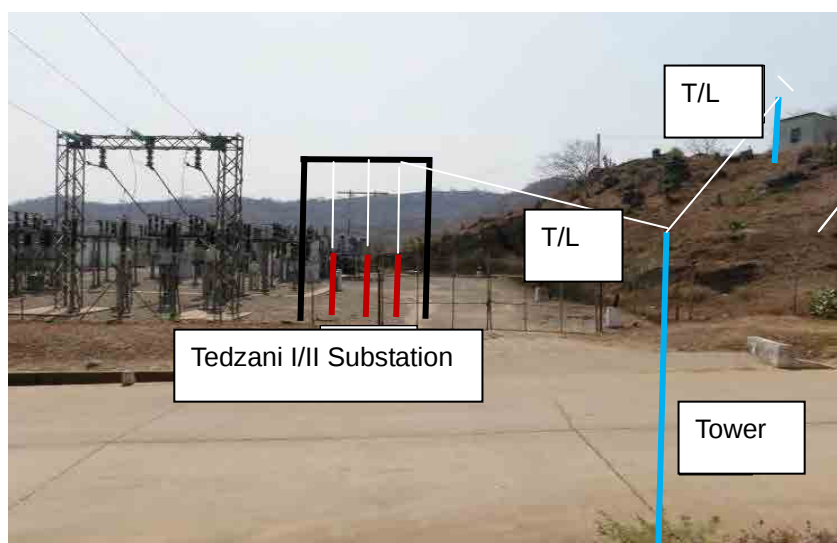


写真 2-12 送・変電施設と建設予定地域周辺の植生

b) 社会環境

既設発電施設用地として整地・管理されている砂利敷きの裸地であり、生活関連施設等はない。
また、一般住民の立ち入りが禁止されている区域のため、社会環境に及ぼす影響はない。

以上が、第1・2次現地調査（地元住民へのヒヤリング調査結果をも含む）で確認した自然社会環境に関する調査結果である。なお、地元住民へのヒヤリング及び現地踏査で確認された爬虫類の“ナイルワニ（クロコダイル科、クロコダイル属）”は、国内法（国立公園・野生生物法-1992）で保護野生生物に指定されている種である。しかし、地球的規模で“野生動植物の種の絶滅”の基準を作成・分類している国際自然保護連合（IUCN）の2013年版の“Red List of Threatened Species”では、絶滅の恐れのある絶滅危惧種ではなく、その他の絶滅の恐れの少ない軽度懸念（LC）”Lower Concern/Lower Risky”に分類されている種に該当する。また、国際自然保護連合（IUCN）の上記Red Listで準絶滅危惧種（Near Threaten）に指定されている、鳥類の“アフリカハサミアジサシ（チドリ目、ハサミアジサシ属）”の飛翔がヒヤリング結果から確認された。（図2-17参照）。

その他の確認された種は、IUCN および国内法で貴重種あるいは保護動植物として無指定の国内外に広く分布する普通種である。

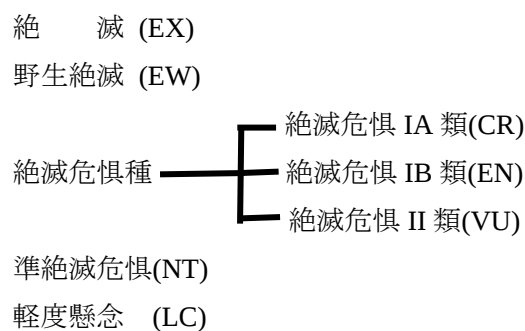


図 2-17 IUCN による絶滅危惧種の分類

2-2-3-2 相手国の環境社会配慮制度

(1) マラウイ国の環境関連法令等

マ国において、開発事業を実施する上で考慮する必要がある法律等は、

- a. マラウイ国憲法(Constitution of Republic of Malawi 1994; as amended)
- b. 国家環境行動計画(National Environmental Action Plan -NEAP- 1994)
- c. 国家環境政策(National Environmental Policy 1996)
- d. 環境管理法(Environment Management Act, No.23 of 1996-EMA-)
 - ・ 環境影響評価ガイドライン(EIA Guidelines 1997)
 - ・ 環境基準(Environmental Standards-2002,2004,2005-)
 - ・ 環境支援プログラム(Environment Support Programme-1998-)
 - ・ 廃棄物処理(Waste control, management, treatment, etc.,)
- e. 水資源法(Water Resources Act-1969-)
 - ・ 水資源改正法(Water Resources (Amendment) Bill-1999-)

- f. 水管理法(Water Works Act-1995)
 - g. 灌漑法草案(Draft Irrigation Act-1998-)
 - h. 国家森林政策(National Forestry Policy-1996)
 - ・ 森林法(Forestry Act -1997)
 - i. 国立公園、野生生物法(National Parks and Wildlife Act-1992-)
 - ・ 国立公園・野生生物改正法(National Parks and Wildlife(Amendment) Bill-1999-)
 - ・ 国立公園・野生生物法に関する通達(保護動植物)
(National Parks and Wildlife (Protected Species) Order-1994-)
 - j. 土地法(Land Act-1965-)
 - ・ 土地慣例法(Customary Land Development Act-1967-)
 - k. 漁業資源保全管理法(Fisheries Conservation and Management Act-1997-)
 - ・ 漁業資源保全管理規則(Fisheries Conservation and Management Regulations)
 - l. 電気法(Electricity Act)
 - m. 文化遺産法(Monuments Act)
- がある。

(2) 主な環境関連法等の概要

1) 「マ」国憲法、環境管理法

マラウイ国憲法(Constitution of Republic of Malawi 1994; as amended)により、国内の天然資源の保全に配慮することが求められ、以下の4項目が明記されている。

- ・ 環境の質の低下の防止
- ・ 国民の健全な生活環境と快適な労働環境の確保
- ・ 将来の世代の豊かな環境の恵沢の享受
- ・ 生物多様性の保全と推進

更に、本条項を具現化する法律として、環境保護の基本理念を示した、環境基本法的な色彩を持つ、国家環境行動計画（(National Environmental Action Plan -NEAP- 1994)が制定されている。本計画は、以下の3項目を明示し、開発に携わる計画立案者、開発業者、および各国の開発支援事業者（Donors）のガイドラインとして位置づけられている。

- ・ 全ての主要な開発計画は、文書化・評価、分析され、影響の緩和策が明示される
- ・ 天然環境資源の持続的利用の促進
- ・ 環境管理計画と環境モニタリングの実施

以上の環境の保全・利用に関する基本理念を示した、憲法、行動計画の下に、それらの理念を具体した法律として、環境管理法(Environment Management Act, No.23 of 1996-EMA-)が制定・公布されている。

本法は、開発事業の実施にあたって、環境影響評価（Environmental Impact Assessment-EIA-）の実施を法的に担保すること、および、環境影響評価（EIA）が必要な事業を具体的に明示していることなどから、一般の「環境影響評価法」の性格を有する法律である。

① 環境影響評価（EIA）の実施が想定される開発事業

同法第 24 条第 1 項で、環境影響評価（EIA）の実施を求める可能性のある開発事業を規定し、その具体的な事業を、環境影響評価ガイドライン（Environmental Impact Assessment Guidelines-1997-）で明記している。同ガイドラインでは、環境影響評価（EIA）の実施を求める可能性のある開発事業として、14 分野を掲げ、さらに、分野ごとに詳細な事業を規定し、合計で 69 の個別開発事業を環境影響評価（EIA）の必要性に関して、スクリーニングを実施することが必要な事業として明記している。

当無償案件に係る既存水力発電所の増設事業に関しては、同ガイドラインの、付録 B「法によって EIA の実施が想定される開発事業一覧」の中の、「A6ー発電・送電・変電事業」（下表参照）の第 1 項及び第 2 項に該当し、スクリーニングの必要な事業に該当している。一方、本プロジェクトで建設予定の送・変電施設は、電圧が 132KV 以下であるため、スクリーニングの対象外の事業に該当する。

表 2-12 EIA のスクリーニング対象電気事業

A6: 発電・送電・変電事業	
1.	設備容量 4MW 以上、落差 20M 以上、常時使用水量毎秒 100M ³ 以上の水力発電設備の建設または増設
2.	電圧 132KV 以上の送電線設備建設

② スクリーニングと EIA 実施事業の確定

同法第 24 条に基づく環境影響評価ガイドライン（Environmental Impact Assessment Guidelines-1997-）で、EIA の実施を求める可能性のある開発事業に該当した場合は、同ガイドライン第 2 章第 2.1 項、2.2 項に基づき、事業実施に先駆けて環境影響評価（EIA）の実施の有無について、環境・気候変動管理省(Ministry of Environment and Climate change management-MoECM-)・環境局(Environmental Affairs Department-EAD-)の環境局長(Director of Environmental Affairs-DEA-)から文書で回答を得ることが義務付けられている。

具体的な手続きとしては、事業者がプロジェクトの概要を記述した「プロジェクト概要書」Project Brief=Project Submission Document used by the National Economic Council-EC-) を環境・気候変動管理省(MoECM)・環境局(EAD)の環境局長(DEA)に提出する。

環境局長（DEA）は、環境審議会（National Council for the Environment-NEC-）の中に設けられている環境技術委員会（Technical Committee on the Environment-TCE-）に対し、環境影響評価（EIA）手続きの必要性の有無について諮問し答申を得る。

環境局長（DEA）は、答申を基に環境影響評価（EIA）手続きの必要性の有無に関し行政判断を行い、その結果を事業実施者に文書で、申請後 15 日以内（ガイドライン Guidelines 2.2.1.1）に回答する。

なお、環境影響評価（EIA）手続きが不要と判断した場合は、必要に応じて当該事業に関する「環境管理」について、事業者及び事業認可機関(licensing authority)に対して助言を行う場合がある。

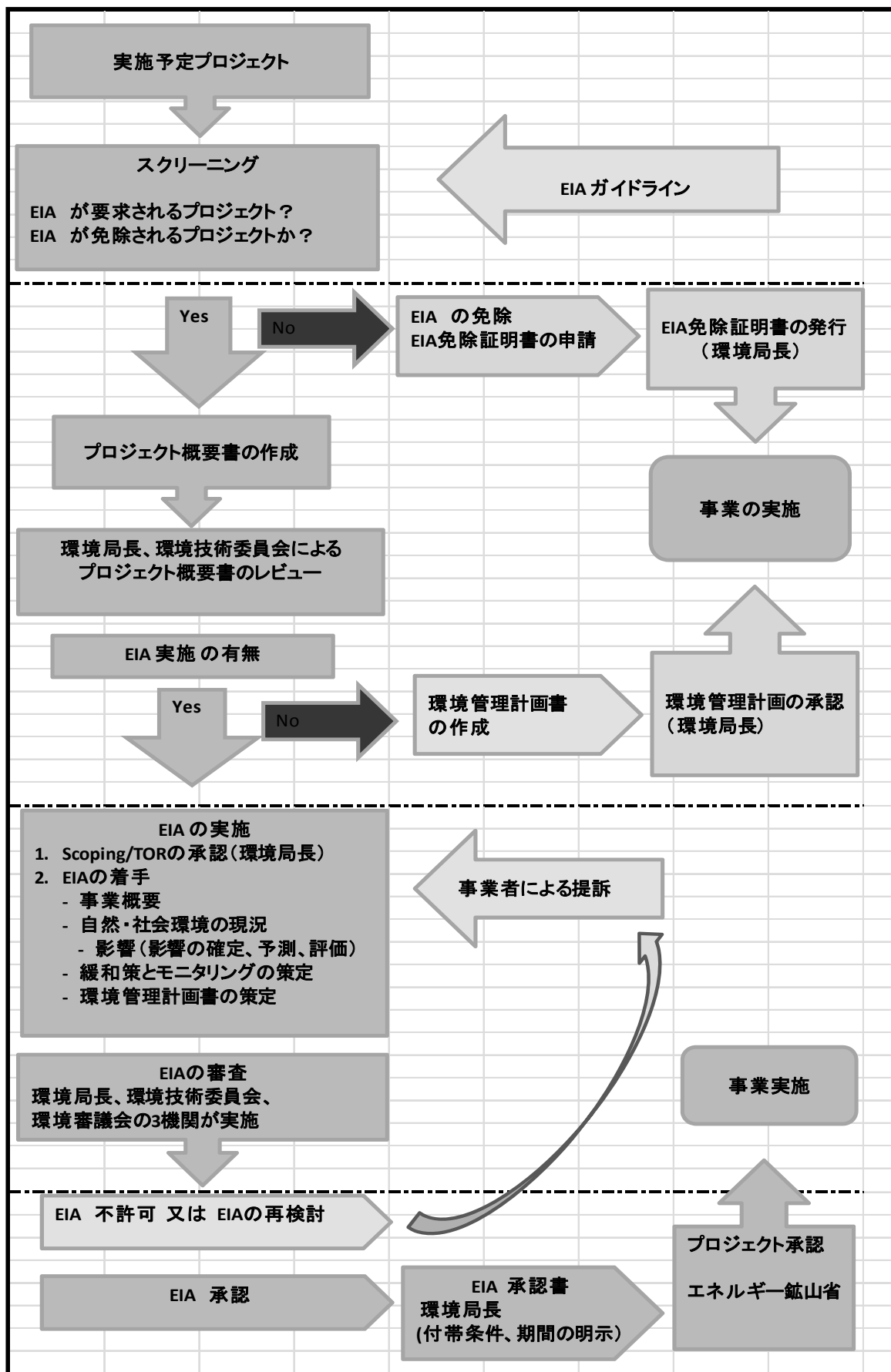


図 2-18 EIA の必要性の判断および承認手続きフロー

2) 森林法

下記に分類される森林は、森林法により樹木の伐採、地形改変等が制限され、要許可行為とされているが、本プロジェクトサイトは、以下の要件に該当しないため、工事に伴う樹木の伐採、地形・地盤の改変にあたっては、森林法の適用を受けない。

- ① 下記の性格を有する森林で「森林保護地域 (Forest Reserves)」に指定されている森林
 - ・ 生物多様性の保全
 - ・ 水源涵養の維持
 - ・ 土砂崩壊の防止
 - ・ 二酸化炭素の吸収
 - ・ 森林副産物の供給
- ② 国立公園内の森林
- ③ 野生動物保護区内の森林
- ④ 保護植物

3) 国立公園・野生生物法

国立公園、野生生物保護区の指定・管理および保護・保全が必要な国内の野生生物を保護野生生物として指定しその保護を図っている。

本プロジェクトサイトには、本法に基づき保護野生生物に指定されているナイルワニの生息が確認されているが、その捕獲を伴わない場合は、法的手続きは不要である。⁶

2-2-3-3 マラウイ国の環境社会配慮を所掌する機関・組織

環境影響評価に係る一連の業務を含む環境社会配慮関連業務は、環境・気候変動管理省(Ministry of Environment and Climate change management-MoECM-)が所掌している。本省は、従来の環境業務の所掌機関であった天然資源・エネルギー・環境省(Ministry of Natural Resources, Energy and Environment(MNREE))に地球的規模の気候変動に関する業務、生物多様性の保全業務、環境汚染物質対策業務を追加ないし一部拡充したことに伴い、その呼称を2012年5月に変更したものである。

環境社会配慮に係る業務は、環境局(EAD)の5部10課(下図参照)が所掌するが、担当する部長職は、いずれも空席(2013年7月現在)で職員数は8課(会計・人事課を除く)全体で24人(2013年7月現在)と少ない。また、年間予算も少ないことから、モニタリング器材の購入・分析業務の遂行やEIA等の実施現場での指導・監督等の環境保全に係る本来の業務遂行に支障をきたしているのが現状である(EAD担当課長からのヒヤリングによる)。

⁶ 国立公園・野生生物局(局次長へのヒヤリングで確認)

2-2-3-4 環境影響評価(EIA)実施に係るマ国機関の見解

(1) 環境・気候変動管理省(MOECM)の環境局(EAD)への事業概要の説明経緯

EIA の実施の有無に関する行政判断を仰ぐため、同権限を有する環境・気候変動管理省(MoECM)の環境局(EAD)、環境局次長 (Tawonga Mbale-Assistant Director) と以下の会議を開催し、会議結果に基づき、法に基づく必要な手続きを行った。なお、会議には、DOE (エネルギー局) も参加した。

① 第1回会議：・2013年7月13日、プロジェクト概要の説明。

・環境局次長より、プロジェクト概要を文書で提出するよう指示を受ける。

② プロジェクト概要の提出：

・2013年7月14日付けでプロジェクト概要 (Project Brief) を DOE のレター・ヘッドを付け、DOE から環境局(EAD)に正式に申請した。

(別紙-1 提出書類参照)

③ 第2回会議：

・2013年7月22日、②で提出したプロジェクト概要 (Project Brief) の詳細説明を実施。(環境局は、次長の他に担当者1名が参加)

(環境局次長等は、工期が2年以上に渡るのは、大規模な工事を実施するのではないかと、また、余剰水の取水であっても下流域の住民へ影響を及ぼすのではないかと等の懸念を示したが、詳細な説明で懸念を払拭した。)

(2) 環境・気候変動管理省(MOECM)の環境局(EAD)の対応

本プロジェクトの実施に際し、法(環境管理法-EMA)に基づき、環境局長 (DEA) より、エネルギー鉱山省エネルギー局長 (DOE) 宛に、環境影響評価 (EIA) の実施を免除し、以下の3項目を実施すべく回答 (2013年7月25日) があった。(別紙-2 参照)

① 初期環境影響評価 (IEE)

② 環境管理計画の作成 (EMP) ⁷

③ 環境モニタリングの作成 (EMP) ⁸

なお、環境局長 (DEA) から付された上記3項目については、法*(環境管理法-EMA)により、本プロジェクトの認可権者であるマラウイ・エネルギー規制庁 (MERA) が、エネルギー鉱山省エネルギー局長 (DOE) に、本事業の認可を与える際に条件として付すか否かを最終的に判断することとなっている。

*参照条文 (環境法 24 条、同ガイドライン 2.2.1)

If an EIA is not required, the project is exempted from further compliance with the EIA requirements. In such instances, the Director issues a certificate to that effect and advises the developer and relevant licensing authority of the exemption with, if appropriate, recommendations for environmental management of the project.

⁷ 本事項は、ローカルコンサルに発注済の IEE 書作成業務に含まれている。

⁸ //

2-2-3-5 代替案の比較検討

水力プロジェクトの代替案として、

- ① 実施しない案
- ② 既設水力発電施設の対岸案（既設のトンネルによる導水路等への影響を避けるために、河川右岸に建設する案）
- ③ 既設水力発電施設と同一敷地に建設する案

以上の3案について検討した結果、土地改変規模の縮小による自然環境への影響の低減、用地取得や補償事案の発生に伴う社会環境への影響の回避が最小限となる第③案を提案した。

表 2-13 代替案の比較検討案

オプション	概要	影響
1. 第①案 (ゼロ・オプション)	水力発電所を増設せず、現状の余剰放流水を放置する。	・電力に換算して、年間 170GWh の潜在電力が未利用電力として放置される。 ・電力供給が不安定であり、停電の頻度が高い。 ・環境への影響はない。
2. 第②案(右岸案)	取水堰:既設ダム利用 水路延長:900m 発電所出力:21,800kW	・工事用道路、管理用道路建設のために、大規模な斜面掘削が必要になり、自然環境への影響が大きい。特に放水路は現河床を大きく掘込むこととなり、河川生態系への影響が大きい。 ・用地取得、補償事案を伴い、社会環境への影響が懸念される。 ・用地取得等に伴い、事業費が高騰する。
3. 第③案(左岸案・現案)	取水堰:既設ダム利用 水路延長:700m、 発電所出力:21,800kW	・既設の道路を利用するため、大規模な工事用道路の新設及び管理用道路の新設の必要性は無い。 ・事業者(ESCO)の所有地を利用するため、用地取得、非自発的住民移転が発生しない。

(注) 上記計画概要は、比較検討段階のものであり最終計画とは異なることに留意されたい。



図 2-21 代替案の比較(黄線-第2案、右岸案。白線-第③案-左岸・既設発電所側)

2-2-3-6 スコーピング及び環境社会配慮調査の TOR

(1) スコーピング

予想される環境影響項目と予想される影響を、JICA ガイドライン(2010 年 4 月)の項目に従い、第 1 次現地調査での調査結果を踏まえ、下表に取りまとめた。

表 2-14 スコーピング案(水力発電所)

分類		影響項目	評価	評価		評価理由
				工事前 工事中	供用時	
汚染対策	1	大気汚染	-1	C-	D	工事中： 土地造成等の土木工事で粉塵が発生することが予見されるが、影響は一時的である。また、重機やトラックによる大気汚染物質 (SOx、NOx等) の排出が考えられるが、排出に伴う影響範囲は工事エリア近傍に限定される。 供用時： 水力発電所の稼動による、粉塵排出は無い。
	2	水質汚濁	-1	A-	D	工事中： 掘削工事に伴い水の濁りが発生するが、影響は一時的である。また、工事期間中、コンクリート排水の発生による影響が想定される。 供用時： プラントの稼動に伴う施設からの排水等はない。

分類		影響項目	評価	評価		評価理由
				工事前 工事中	供用時	
	3	土壌汚染	-1	C-	D	工事中: 工事車両、建設機械等からの燃料油漏洩による土壌汚染の可能性がある。 供用時: 燃料油漏洩による土壌汚染の可能性は無い。
	4	河川底質汚染	-1	B-	D	工事中: 工事排水が河川に流出した場合、底質汚染の可能性はある。 供用時: プラントの稼動に伴う施設からの排水等は無い。
	5	騒音・振動	-1	C-	D	工事中: 発破作業や重機、トラックの稼動により、騒音・振動による影響が想定されるが、影響範囲は工事エリア近傍に限定される。 供用時: 騒音・振動による影響は無い。
	6	悪臭	-1	C-	D	工事中: 工事作業者詰め所の生活系廃棄物の取扱が不適切である場合、廃棄物腐乱により悪臭が発生する可能性がある。 供用時: 廃棄物腐乱による悪臭が発生する可能性は無い。
	7	廃棄物	-1	B-	D	工事中: 建設工事に伴い、一般廃棄物が発生する。 供用時: 一般廃棄物が発生する可能性は無い。
	8	地盤沈下	-	-	-	N/A
自然環境	9	保護区	-	D	D	工事中・供用時: 事業候補地周辺には、環境保護法に基づく自然保護区は無い。
	10	生態系	-1	D	C-	工事中: 工事活動による貴重種や生態系への影響は想定されない。 供用時: 乾季における減水区間の河川生物への影響が想定される。
社会環境	11	住民移転	-	-	-	N/A
	12	貧困層	+1	D	B+	供用時: 安定した電力供給により、年間を通した社会サービスや住民の生活の質の向上が期待できる等、正の影響が見込まれる。
	13	少数民族・先住民	-	-	-	N/A
	14	雇用や生計手段等の地域経済	+1	B+	C+	工事中: 本事業実施による地元労働者雇用が行われる。 供用時: 発電所での雇用機会が期待できる。
	15	土地利用や地域資源利用	-	-	-	N/A
	16	水利用	-	-	-	N/A
	17	既存の社会インフラや社会サービス	-1	B-	D	工事中: 工事中の交通量増加が想定される。 供用時: 交通量の変化は想定されない。
	18	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	-	-	-	N/A
	19	被害と便益の偏在	+1	D	C+	共用時: 本事業の実施により、社会インフラや社会サービスの向上による便益を受ける周辺地域住民が増大する。
	20	地域内の利害対立	-	-	-	N/A
	21	文化遺産	-	D	D	サイトおよびその周辺に文化遺産は存在しない。
	22	景観	-	D	D	サイトおよびその周辺に景勝地等は存在しない。
	23	ジェンダー	-	-	-	N/A
	24	子どもの権利	+1	D	C+	計画時・工事中: 本事業による子どもの権利への特段の負の影響は想定されない。 供用時: 安定した電力供給により、年間を通した社会サー

分類		影響項目	評価	評価		評価理由
				工事前 工事中	供用時	
						ビスや住民の生活の質の向上が期待できる等、正の影響が見込まれる。
	25	HIV/AIDS等の感染症	-1	B-	D	工事中: 工事作業員の流入により、感染症が広がる可能性が考えられる。
	26	労働環境(労働安全を含む)	-1	B-	D	工事中: 工事作業では、爬虫類(ナイルワニ、毒ヘビ)の攻撃を受ける危険性がある。
その他	27	事故(工事に伴う土石の飛翔を含む)	-1	B-	D	工事中: 工事活動(発破に伴う土石の飛翔を含む)による事故の発生が考えられる。 供用時: 管理行為に伴う事故は想定されない。
	28	越境の影響、及び気候変動	-	D	D	工事中: 工事活動によるCO2の発生があるが、気候変動に影響を与えることは想定されない。 供用時: 発電所の稼働によるCO2は発生しない。気候変動に影響を与えるとは殆ど想定されない。

A+/-: 重大な正/負の影響が予想される。

B+/-: ある程度の正/負の影響が予想される。

C+/-: 正/負の影響の程度は不明である(更なる調査が必要で、その過程で影響をはっきりさせることが可能である)。

D: 影響は予想されない。

- 1: : 軽微な負の影響があるが、不可逆的ではない。

+1: 正の影響があるが、顕著ではない。

表 2-15 スコーピング案(送・変電施設を対象)

分類		影響項目	評価	評価		評価理由
				工事前 工事中	供用時	
汚染対策	1	大気汚染	-1	C-	D	工事中: 土地造成等の土木工事で粉塵が発生することが予見されるが、影響は一時的である。また、重機による大気汚染物質(SOx、NOx等)の排出が考えられるが、排出に伴う影響範囲は工事エリア近傍に限定される。 供用時: 変電所の稼働、送電による、粉塵排出は無い。
	2	水質汚濁	-1	C-	D	工事中: 掘削工事に伴い水の濁りが発生するが、影響は一時的である。また、工事期間中、コンクリート排水の発生による影響が想定される。 供用時: 送・変電の稼働に伴う施設からの排水等は無い。
	3	土壌汚染	-1	C-	D	工事中: 建設機械等からの燃料油漏洩による土壌汚染の可能性がある。 供用時: 燃料油漏洩による土壌汚染の可能性は無い。
	4	河川底質汚染	-1	C-	D	工事中: 工事排水が河川に流出した場合、底質汚染の可能性がある。 供用時: 送・変電の稼働に伴う施設からの排水等は無い。
	5	騒音・振動	-1	C-	D	工事中: 重機の稼働により、騒音・振動による影響が想定されるが、影響範囲は工事エリア近傍に限定される。 供用時: 騒音・振動による影響は無い。
	6	悪臭	-	-	-	N/A
	7	廃棄物	-1	C-	D	工事中: 建設工事に伴い、一般廃棄物が発生する。 供用時: 一般廃棄物が発生する可能性は無い。
	8	地盤沈下	-	-	-	N/A
自然環境	9	保護区	-	D	D	工事中・供用時: 事業候補地周辺には、環境保護法に

分類		影響項目	評価	評価		評価理由
				工事前 工事中	供用時	
						基づく自然保護区は無い。
	10	生態系	-	-	-	N/A
社会環境	11	住民移転	-	-	-	N/A
	12	貧困層	+1	D	B+	供用時：安定した電力供給により、年間を通じた社会サービスや住民の生活の質の向上が期待できる等、正の影響が見込まれる。
	13	少数民族・先住民	-	-	-	N/A
	14	雇用や生計手段等の地域経済	+1	B+	C+	工事中：本事業実施による地元労働者雇用が行われる。 供用時：送・変電所での雇用機会が期待できる。
	15	土地利用や地域資源利用	-	-	-	N/A
	16	水利用	-	-	-	N/A
	17	既存の社会インフラや社会サービス	-1	C-	D	工事中：工事中の交通量増加が想定される。 供用時：交通量の変化は想定されない。
	18	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	-	-	-	N/A
	19	被害と便益の偏在	+1	D	C+	共用時：本事業の実施により、社会インフラや社会サービスの向上による便益を受ける周辺地域住民が増大する。
	20	地域内の利害対立	-	-	-	N/A
	21	文化遺産	-	-	-	N/A
	22	景観	-	-	-	N/A
	23	ジェンダー	-	-	-	N/A
	24	子どもの権利	+1	D	C+	計画時・工事中：本事業による子どもの権利への特段の負の影響は想定されない。 供用時：安定した電力供給により、年間を通じた社会サービスや住民の生活の質の向上が期待できる等、正の影響が見込まれる。
	25	HIV/AIDS等の感染症	-1	B-	D	工事中：工事作業員の流入により、感染症が広がる可能性が考えられる。
	26	労働環境(労働安全を含む)	-1	B-	D	工事中：工事作業では、爬虫類(ナイルワニ、毒ヘビ)の攻撃を受ける危険性がある。
その他	27	事故(工事に伴う土石の飛翔を含む)	-1	B-	D	工事中：工事活動(発破に伴う土石の飛翔を含む)による事故の発生が考えられる。 供用時：管理行為に伴う事故は想定されない。
	28	越境の影響、及び気候変動	-	D	D	工事中：工事活動によるCO ² の発生があるが、気候変動に影響を与えることは想定されない。 供用時：発電所の稼働によるCO ² は発生しない。気候変動に影響を与えるとは殆ど想定されない。

A+/-: 重大な正/負の影響が予想される。

B+/-: ある程度の正/負の影響が予想される。

C+/-: 正/負の影響の程度は不明である(更なる調査が必要で、その過程で影響をはっきりさせることが可能である)。

D: 影響は予想されない。

- 1: : 軽微な負の影響があるが、不可逆的ではない。

+1: 正の影響があるが、顕著ではない。

(2) 社会配慮調査の TOR

本調査では、初期環境影響評価書（Initial Environmental Examination）を作成した。

その作成に必要な調査に関する TOR の主な調査項目、調査内容（計画）は、下表に示す通りである。

表 2-16 IEE での調査項目・調査内容

分類		調査項目	調査内容(計画)
汚染対策	1	(大気汚染) -関連環境基準 -気象情報	-大気環境基準と排ガス基準の入手 -近隣気象局の気象データ(気温、湿度、風向・風速など)の入手
	2	(水質汚濁) -関連環境基準 -河川水質の現状	-水質基準と排水基準の入手 -河川の水質調査(水温、BOD,SSなど)の測定
	3	(騒音・振動) -関連環境基準 -騒音、振動の現状	-騒音基準の入手 -騒音・振動の現状
	4	(悪臭) -関連環境基準	廃棄物腐乱による悪臭の監視・調査手法、及び対策手法に関する検討調査。
	5	(廃棄物) -関連環境基準	廃棄物の取り扱いに関する基準の入手。
自然環境	6	(改変区域・周辺) -植物・動物の生息/生育の現状	動植物の分布を確認する。
	7	(生態系) -生態的に重要な場の現状	生態的に重要な動植物の分布を確認する。
社会環境	8	(水利用) 河川利用の現況	-灌漑資料の確認 -河川流域住民へのヒヤリング
	9	(文化遺産) -歴史的、文化的、考古学的資産や遺産の現況	-歴史的、文化的、考古学的資産や遺産の情報収集
	10	(景観) -景勝地の現況	景勝地に関する情報の収集。
その他	11	(自然環境への影響と対策)	環境管理計画を作成しその中で具体的な提案を行う。
	12	(社会環境への影響と対策)	環境管理計画を作成しその中で具体的な提案を行う。
	13	(モニタリング計画の策定)	モニタリング計画を作成し、調査項目・期間・予算・実施体制を明記する。

2-2-3-7 環境社会配慮調査結果(予測結果を含む)

(1) 発電所の増設予定地

1) 自然環境

小規模な地形改変が想定される導水路建設予定地のダムに近い取水口周辺の自然環境は、1970年代に建設された既設発電所の土木工事に伴って地形改変・整地された跡地に計画的に植栽されたマメカ科アカシア属（アラビア・ゴムモドキ）やノウゼンカズラ科ソーセージノキ属（英名：Sausage tree,和名：ソーセージの木-仮称-）の郷土樹木が生育し、林床にはイネ科の草本類が疎ら

に繁茂している、所謂“ミオンボ林⁹”の生態を有する乾燥疎開林である。(写真 2-8 参照)

一方、導水路末端の発電所周辺の自然環境は、急峻な斜面に露出する岩石や崩落土砂の隙間に、常緑のマメカ科アカシア属のつる性木本類や多肉性植物のエルフォルビア属が繁茂し、河川付近の斜面には、岩石の間に水生の多年草であるミズオジギソウ（海神草）が繁茂する。

なお、森林法によって保護植物に指定されている常緑広葉樹 2 種（①和名：シクンシ科、英名：Bytterfly. ②和名：無し、英名：Egyptian Mimosa）の生育が確認されたが、何れも、プロジェクトの周辺地域であるため、プロジェクトがその生態・生育に影響を及ぼすことは無い。

また、動物の生息については、当該プロジェクト予定地は、1970 年代頃から水力発電所事業用地としてフェンスで囲まれ、外部と遮断されているため、野生生物の生息は限定的である。哺乳類では、サル（*Chlorocebus aethiops* ベルバットモンキー）、爬虫類では、ナイルワニ、トカゲ、ヘビの生息が確認（サル以外は、地元住民からのヒヤリングによる）された程度である。

2) 社会環境

導水路建設予定地の中間地点付近に、既設電力発電所の維持・管理に常駐するマラウイ電力供給公社（ESCOM）の職員住宅 6 棟がある。

これらの職員住宅は、何れも、導水路予定地と重なり合うことは無いため、移転等の必要性は無い。

(2) 送・変電施設-設備の設置

1) 自然環境

新設される発電所から約 50 メートル離れた、既設第 1,2 発電所の送電施設に送電（送電線の総延長は約 90 メートル）されるが、鉄塔建設（高さ 30 メートル、2 塔建設）予定地は、1 塔は、矮性のマメカ科アカシア属（アラビア・ゴムモドキ）が繁茂するが、他の 1 塔は、道路敷きのコンクリート面に設置される。送電線下の大部分は、既設第 1,2,3 発電所の建設に伴って、発電施設用地として整地・管理されている砂利敷きの裸地である。

2) 社会環境

既設発電施設用地として整地・管理されている砂利敷きの裸地であり、生活関連施設等はない。また、一般住民の立ち入りが禁止されている区域のため、周辺の社会環境に及ぼす影響はない。

また、本プロジェクト実施予定区域で生育・生息が確認された動植物は、植物が、17 種、動物が 17 種（哺乳類-2 種、爬虫類-5 種、鳥類-7 種、魚類-3 種）であった。その具体的な種名およびその保護状態は・表 2-18 の通りである。

⁹ 東アフリカの乾燥性疎林地帯（生態学上の分類による）

表 2-17 プロジェクト予定区域内で確認された植物とその保護状況

No	Scientific Name	English Name 和名	Local Name	IUCN	Law
1	(eguminosae) <i>Acacia nilotica</i>	Egyptian Mimosa アラビア・ゴムモドキ	Chiwiriri	No	No
2	<i>Brachystegia boelunii</i>	-	Mombo	No	No
3	<i>Combretum zeyheri</i>	-	Kalama	No	No
4	<i>Terminalia stenostachya</i>	-	Mkunkhu	No	No
5	(Bignoniaceae) <i>Kigelia africana</i>	Sausage tree ソーセージの木	Mvunguti	No	No
6	Caesalpinioideae <i>Cassia abbreviata</i>	-	Mhalamira	No	No
7	Rhizophoraceae <i>Anisophyllea boehmii</i>	-	Mfungo	No	No
8	Mimosoideae <i>Acacia xanthophloea</i>	Fever tree	Nchezime	No	No
9	Anacardiaceae <i>Sclerocarya birrea</i>	Amalula	Mfula	No	No
10	Papilionoideae <i>Dalbergia melanoxylon</i>	Ebong	Mphingo	No	No
11	Minosoideae <i>Dichrostachys cinerea</i>	-	Kampangala	No	No
12	Apocynaceae <i>Diploxhynchus condylocarpon</i>	-	Thombozi	No	No
13	<i>Euphorbia ingens</i>	Naboom チュテンカク	Mokgoro	No	No
14	<i>Neptunia oleracea</i>	Water Mimosa ミズオジギソウ	-	No	No
15	<i>Cordyla africana</i>	Bush mango -	Mtondo	No	○
16	<i>Combretum molle</i>	Bytterfly tree	Tsanya	No	○

No	Scientific Name	English Name 和名	Local Name	IUCN	Law
		シンクシ科			
17	<i>Dichrostachys cinerea</i>	Egyptian Mimosa ホタルノキ	-	No	No

(出典：JICA 調査チームによるヒヤリング結果)

表 2-18 プロジェクト予定区域内で確認された動物とその保護状況

綱	No.	Scientific Name	English Name 和名	Local Name	IUCN	Law
哺乳類	1	<i>Chlorocebus aethiops</i>	Vervet Monkey ベルベットモンキー	Nyani	No	No
	2	<i>Lupus saxatilis</i>	Scrub hare アカクビノウサギ	Kalulu	No	No
爬虫類	1	<i>Crocodylus niloticus</i>	Nile crocodile ナイルワニ	Ng'ona	No	○
	2	<i>Hemidactylus mabouia</i>	Agama lizard レインボーアガマ	Dududu	No	No
	3	<i>Gekkonidae</i>	Gecko ヤモリ	Gulo	No	No
	4	<i>Bitis arietans</i>	Puff adder パファダー	Mphiri	No	No
	5	<i>Dendroaspis polylepis</i>	Black mamba ブラックマンバ	-	No	No
鳥類	1	<i>Rynchops flavirostris</i>	African Skimmer アフリカハサミアジサシ	-	N/T	No
	2	<i>Ploceus cucullatus</i>	Village Weaver ハタオリドリ	-	No	No
	3	<i>Bubulcus ibis</i>	Cattle Egret アマサギ	-	No	No
	4	<i>Merops boehmi</i>	Boehm's Bee-eater -	-	No	No
	5	<i>Estrilda astrild</i>	Common Waxbill オナガカエデチョウ	-	No	No
	6	<i>Actitis hypoleucos</i>	Common Sandpiper イソシギ	-	No	No
	7	<i>Corvus albus</i>	Pied Crow ムナジロガラス	Khwangwala	No	No
魚類	1	<i>Clarias gariepinus</i>	Catfish	Mlamba	No	No

綱	No.	Scientific Name	English Name 和名	Local Name	IUCN	Law
			ヒレナマズ			
	2	<i>Barbus ssp</i>	Barbel steed ニゴイ	Matemba	No	No
	3	<i>Oreochromis mossambicus</i>	Cichlid カワスズメ	Chambo	No	No

2-2-3-8 影響評価

第 1 次、2 次現地調査で実施した環境社会配慮に関する調査結果に基づき、先に実施したスコーピング時の影響評価結果を再評価するとともに、その評価根拠を明確にした。

表 2-19 スコーピング案及び調査結果について(発電所建設事業)

分類	No	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
汚染 対策	1	大気汚染	C-	D	C-	D	工事中: 土地造成等の土木工事で粉塵が発生することが予見されるが、影響は一時的である。また、重機による粉塵も懸念されるが、工事エリア近傍に限定される。 供用時: 工事車両、重機利用に伴う大気汚染は、解消される。
	2	水質汚濁	A-	D	C-	D	工事中: 掘削工事に伴い水の濁りが発生するが、影響は一時的である。 供用時: 排水施設は、浄化後放流されるので、施設管理に伴う水質汚濁は、生じない。
	3	土壌汚染	C-	D	C-	D	工事中: 工事車両、建設器材等からの潤滑油、燃料油漏洩による土壌汚染の可能性がある。 供用時: 施設管理に伴う土壌汚染は、生じない。
	4	河川底質汚染	B-	D	C-	D	工事中: 工事排水が河川に流出した場合、底質汚染の可能性がある。 供用時: 排水施設は、浄化後放流されるので、施設管理に伴う河川底質汚染は、生じない。
	5	騒音・振動	C-	D	B-	D	工事中: 重機やトラックの稼働により、騒音・振動が想定されるが、影響範囲は山間部に限定される。 供用時: 施設管理に伴う騒音・振動は、生じない。
	6	悪臭	C-	D	C-	D	工事中: 工事作業員詰所の生活系廃棄物の取り扱いが不適切である場合、廃棄物腐乱による悪臭が発生する恐れがある。 供用時: 廃棄物腐乱による悪臭が発生する可能性はない。
	7	廃棄物	B-	D	B-	D	工事中: 一般廃棄物や有害廃棄物の発生する恐れがある。 供用時: 施設管理に伴う廃棄物が発生する可能性はない。
	8	地盤沈下	D	D	N/A	N/A	
自然	9	保護区	D	D	N/A	N/A	

分類	No	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
環境	10	生態系	D	C-	C-	D	工事時: 施設からの微騒音による局所環境(小動物の生息域)への影響が懸念される。 供用時: 施設管理が周辺生態系へ影響を及ぼす可能性はない。
社会 環境	11	住民移転	D	D	N/A	N/A	
	12	貧困層	D	B+	D	B+	計画時: 事業対象地およびその周辺の民族に工事に伴う悪影響は想定されない。 供用時: 村全体の便益の向上(電化)により、年間を通じた社会サービスへのアクセスが容易になる。
	13	少数民族・先住民族	D	D	N/A	N/A	
	14	雇用や生計手段等の地域経済	B+	C+	B+	C+	工事中: 本事業実施により地元住民の雇用が発生する。 供用時: 施設拡充に伴い、地元住民の雇用機会の増大が見込まれる。
	15	土地利用や地域資源利用	D	C-	D	D	供用後: 渇水時期に減水区間で、水位の低下が懸念されるが、水資源としての利用がされていないので、支障は生じない。
	16	水利用	D	D	N/A	N/A	
	17	既存の社会インフラや社会サービス	B-	D	C-	A+	工事中: 資材搬入等により、一時的な道路の渋滞が発生する。 供用時: 村全体の便益の向上(電化)により、年間を通じた社会インフラへのアクセスが容易になる。
	18	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	N/A	N/A	
	19	被害と便益の偏在	D	C+	C-	A+	工事中: 沿線住民への交通事故発生等への不安を与える。 供用後: 村全体の便益の向上(電化による)が期待できる。
	20	地域内の利害対立	D	D	N/A	N/A	
	21	文化遺産	D	D	N/A	N/A	
	22	景観	D	D	N/A	N/A	
	23	ジェンダー	D	D	N/A	N/A	
	24	子どもの権利	D	C+	D	B+	計画時・工事中: 本事業による子どもの権利への特段の負の影響は想定されない。 供用後: 村全体の便益の向上(電化による)により、年間を通じた社会インフラへのアクセスが容易になり、子どもの権利向上に寄与する。
	25	HIV/AIDS等の感染症	B-	D	C-	D	工事中: 工事作業員の流入により、感染症が広がる可能性が考えられる。
	26	労働環境(労働安全を含む)	B-	D	B-	D	工事中: 工事作業では、事故の危険性が高く(河川への落下)、また、労働者の流入により、伝染病の発生の危険性がある。 供用時: 作業員の労働災害の可能性は低い。
その他	27	事故	B-	D	B-	D	工事中: 工事活動による事故の発生が考えられる。 供用時: 施設供用に伴う事故の可能性は低い。
	28	越境の影響、及び気	D	D	C-	C+	工事中: 若干のCO ² の排出はあるが、気候変動に影響を与えることは想定されない。

分類	No	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
		候変動					供用時: 自然エネルギー(水力)利用で、CO ² 削減に寄与するが、気候変動に影響を与える程度は不明

A+/-: 重大な正/負の影響が予想される。

B+/-: ある程度の正/負の影響が予想される。

C+/-: 正/負の影響の程度は不明である(更なる調査が必要で、その過程で影響をはっきりさせることが可能である)。

D: 影響は予想されない。

表 2-20 スコーピング案及び調査結果について(送・変電施設)

分類		影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
汚染対策	1	大気汚染	C-	D	C-	D	工事中: 土地造成等の土木工事で粉塵が発生することが予見されるが、影響は一時的である。また、重機による粉塵も懸念されるが、工事エリア近傍に限定される。 供用時: 工事車両、重機利用に伴う大気汚染は、解消される。
	2	水質汚濁	C-	D	C-	D	工事中: 掘削工事に伴い水の濁りが発生するが、影響は一時的である。 供用時: 施設管理に伴う水質汚濁は、生じない。
	3	土壌汚染	C-	D	C-	D	工事中: 工事車両、建設器材等からの潤滑油、燃料油漏洩による土壌汚染の可能性がある。 供用時: 施設管理に伴う土壌汚染は、生じない。
	4	河川底質汚染	C-	D	C-	D	工事中: 工事排水が河川に流出した場合、底質汚染の可能性がある。 供用時: 排水施設は、浄化後放流されるので、施設管理に伴う河川底質汚染は、生じない。
	5	騒音・振動	C-	D	C-	D	工事中: 重機やトラックの稼働により、騒音・振動が想定されるが、影響範囲は山間部に限定される。 供用時: 施設管理に伴う騒音・振動は、生じない。
	6	廃棄物	C-	D	C-	D	工事中: 一般廃棄物や有害廃棄物の発生する恐れがある。 供用時: 施設管理に伴う廃棄物が発生する可能性はない。
	7	悪臭	D	D	N/A	N/A	
	8	地盤沈下	D	D	N/A	N/A	
自然環境	9	保護区	D	D	N/A	N/A	
	10	生態系	D	D	C-	D	工事時: 施設からの微騒音による局所環境(小動物の生息域)への影響が懸念される。 供用時: 施設管理が周辺生態系へ影響を及ぼす可能性はない。
社会環境	11	住民移転	D	D	N/A	N/A	
	12	貧困層	D	B+	D	B+	計画時: 事業対象地およびその周辺の民族に工事に伴う悪影響は想定されない。 供用時: 村全体の便益の向上(電化)により、年間を通じた社会サービスへのアクセスが容易になる。
	13	少数民族・先住民族	D	D	N/A	N/A	
	14	雇用や生計手段等の地域経	B+	C+	C+	C+	工事中: 本事業実施により地元住民の雇用が発生する。

分類		影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
		済					供用時:施設拡充に伴い、地元住民の雇用機会の増大が見込まれる。
	15	土地利用や地域資源利用	D	D	N/A	N/A	
	16	水利用	D	D	N/A	N/A	
	17	既存の社会インフラや社会サービス	C-	D	C-	A+	工事中:資材搬入等により、一時的な道路の渋滞が発生する。 供用時:村全体の便益の向上(電化)により、年間を通した社会インフラへのアクセスが容易になる。
	18	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	N/A	N/A	
	19	被害と便益の偏在	D	D	C-	A+	工事中:沿線住民への交通事故発生等への不安を与える。 供用後:村全体の便益の向上(電化による)が期待できる。
	20	地域内の利害対立	D	D	N/A	N/A	
	21	文化遺産	D	D	N/A	N/A	
	22	景観	D	D	N/A	N/A	
	23	ジェンダー	D	D	N/A	N/A	
	24	子どもの権利	D	C+	D	B+	計画時・工事中:本事業による子どもの権利への特段の負の影響は想定されない。 供用後:村全体の便益の向上(電化による)により、年間を通した社会インフラへのアクセスが容易になり、子どもの権利向上に寄与する。
	25	HIV/AIDS等の感染症	B-	D	C-	D	工事中:工事作業員の流入により、感染症が広がる可能性が考えられる。
	26	労働環境(労働安全を含む)	B-	D	C-	D	工事中:工事作業では、事故の危険性がある(斜面からの滑落)、また、労働者の流入により、伝染病の発生の危険性がある。 供用時:作業員の労働災害の可能性は低い。
その他	27	事故	B-	D	C-	D	工事中:工事活動による事故の発生が考えられる。 供用時:施設供用に伴う事故の可能性は低い。
	28	越境の影響、及び気候変動	D	D	C-	C+	工事中:若干のCO ² の排出はあるが、気候変動に影響を与えることは想定されない。

A+/-: 重大な正/負の影響が予想される。

B+/-: ある程度の正/負の影響が予想される。

C+/-: 正/負の影響の程度は不明である(更なる調査が必要で、その過程で影響をはっきりさせることが可能である)。

D: 影響は予想されない。

2-2-3-9 緩和策及び緩和策実施のための費用

IEE(初期環境影響評価)で把握・提案された環境へのインパクトと緩和策に関して、それぞれの事業内容・事案の実施体制/責任主体・実施予算額・実施期間を示した環境管理計画を作成した。

なお、本環境管理計画は、法(環境管理法-EMA)に基づき、環境局長(DEA)が、エネルギー鉦

山省エネルギー局長（DOE）宛に、環境影響評価（EIA）の実施を免除する回答（2013年7月25日）に附された要望事項である“環境管理計画の作成（EMP）”にも対応するものである。

1) 環境管理計画で実施する事業とその予算

本プロジェクトの実施に伴って、予測される環境への影響を緩和するために、環境管理計画の一環として、下表の事業を実施する。また、それぞれの環境管理計画の実施に必要な予算は、表2-22の通りである。

表 2-21 環境影響緩和策(発電所建設/送・変電施設建設事業)

環境項目	環境への影響	緩和策	実施期間	実施機関	予算(MK)
自然環境等					
水質保全	掘削工事に伴い水の濁りが発生するが、影響は一時的である。また、工事期間中、コンクリート排水の発生による影響が想定される。	濁水が直接河川に流出しないように、一旦沈殿池を通して排水する。工事用建設重機類等の河川での洗浄を厳禁する。化石燃料、潤滑油等の保管場所を、水質汚濁の懸念が生じない場所に確保する。	工事期間/管理期間(3年)	ESCOM 請負業者	250,000
大気保全 (粉じん)	掘削工事で瓦礫の飛翔、粉塵が発生することが予見されるが、影響は一時的である。また、重機やトラックによる粉塵も懸念されるが、工事エリア近傍、アクセス道路沿線の一部地域に限定される。	散水車により散水し、粉塵の発生を抑える。 ネット等の使用により、瓦礫の飛翔を抑える。 土石・砂等の骨材の保管場所を、飛散防止のカバーで覆う。 夜間の工事については、時間制限を行う。	工事期間	ESCOM 請負業者	200,000
大気保全 (騒音)	重機やトラックの稼動により、騒音・	重量車両の速度規制を行い、騒	工事期間	ESCOM 請負業者	建設/管理費用で対応

環境項目	環境への影響	緩和策	実施期間	実施機関	予算(MK)
	振動による影響が想定されるが、影響範囲は工事エリア近傍に限定される。	音の低減を図る。 夜間の工事については、時間制限を行う。			
水生植生	工事排水が河川に流出した場合、水生植生への影響が想定される。	濁水が直接河川に流出しないように、一旦沈殿池を通して排水するようにする。	準備期間/ 工事期間/ 管理期間 (3年)	請負業者	建設/管理費用で対応
野生動物	プロジェクト内及びその周辺に生息する野生動物への影響が懸念される。	作業員に対し、野生動物保護に関する教育・指導を実施する。	準備期間/ 工事期間/ 管理期間 (3年)	請負業者	建設/管理費用で対応
自然植生	植物の生育環境への影響が懸念される。	植物の移植は、最小限に止め、現場での保全を図る。 表土保全等に留意する。 郷土樹種を用いて植生復元を行う。	準備期間/ 工事期間/ 管理期間 (3年)	請負業者	100,000
産業廃棄物	工事作業現場、及び周辺地域での産業系廃棄物の取扱が不適切である場合、廃棄物散乱等腐乱により健康被害が発生する可能性がある。	工事作業員に対して、産業廃棄物の取扱について、指導を行う。	工事期間	ESCOM 請負業者 地元行政機関	建設費用で対応
一般廃棄物	建設工事に伴い、一般廃棄物が発生する。	建設廃棄物、生活廃棄物に区分し、適切に処理する。 生活廃棄物は、貯蔵施設で管理する。	工事期間	ESCOM 請負業者 地元行政機関	800,000

環境項目	環境への影響	緩和策	実施期間	実施機関	予算(MK)
土砂崩壊	河川流域の崩壊による河川水の汚濁の可能性がある。	裸地が発生しないよう適宜緑化し、斜面の安定化を図る。	工事期間/ 管理期間 (3年)	請負業者	100,000 + 管理費用 で対応
社会環境					
事故	交通量の増加による交通事故の発生が考えられる。 火薬の不適切な取り扱いによる、事故の発生が考えられる。	交通安全指導を徹底する。 交通安全に関する標識を設置する。 危険物の取り扱いに関する指導を徹底する。	準備期間/ 工事期間	ESCOM 請負業者	建設/管理費用で対応
維持流量	流量の減少が懸念される。	下流域での流量を確保する。	工事期間	ESCOM 請負業者	建設/管理費用で対応
作業員等へのHIV/AIDS等の感染症・労働安全基準（公衆衛生）	工事作業員の流入により、感染症が広がる可能性が考えられる。	作業員への衛生教育を実施する。 救命機材を常備する。快適な労働環境を確保する。 政府発行の“労働安全基準広報”の周知を図る。	工事期間/ 管理期間 (3年)	ESCOM 請負業者	1,300,000
周辺住民への安全確保	周辺住民への健康被害が懸念される。	関連住民への、工事内容の開示と危険性の有無の周知を行う。	工事期間	請負業者	建設費用で対応
地域経済への寄与	雇用機会の増大	雇用にあたっては、ジェンダーによる差別をなくし、公正な雇用機会を提供する。 地域住民の雇用に配慮する。	工事期間/ 管理期間	請負業者	建設費用で対応

環境項目	環境への影響	緩和策	実施期間	実施機関	予算(MK)
		安定的なエネルギーの供給を確保する。			
事業予算合計					2,750,000

表 2-22 緩和策実施のための費用

事業区分	緩和策に要する費用(MK)
発電所建設/送・変電施設建設事業	2,750,00.00
合計	2,750,00.00

2) 環境管理計画の実施体制

本プロジェクトは、環境法に基づき、EIA(環境影響評価) の実施が免除される事業に該当するため、環境管理計画の実施機関等を規定した指針等は存在しない。このため、本プロジェクトは、その規模・性格等から、他の類似プロジェクトの事例に倣い、事業者（ESCO）および上位の監督官庁（DOE）レベルで環境管理計画の具体的な遂行が指導・管理・監督されることとなる。

2-2-3-10 モニタリング計画

工事に伴う大気汚染、河川の水質汚濁が懸念されるが、環境対策を施した重機の使用、簡易沈殿池の設置等により、その影響は、緩和される。緩和策の実効性を確認するために、プロジェクトの実施前（工事実施中を含む）と実施後の両方の経時的なデータ収集を目的に、表 2-1-13 に記載の項目等について、モニタリングを実施する。

なお、モニタリング結果は、マラウイ・エネルギー規制庁（MERA）、エネルギー鉱山省エネルギー局長（DOE）に定期的に報告される。また、JICA に対しては、上記報告に合わせ、JICA が定めた“モニタリング・フォーム”を用いて報告することとなっている。

表 2-23 モニタリング計画の細目（発電所建設事業、送・変電施設共通）

環境項目	項目	地点	頻度	責任機関	予算(年) (MK)
{工事前*・工事中}					
(自然環境)					
大気質	騒音・粉じん	工事現場近隣村(工事用アクセス道路沿線)	1 回/0.5 月	請負業者	600,000
水質*	Ph,SS,DO,、	放流口(1点) 放流口上流(1点)	1 回/0.5 月	請負業者	200,000
水生植生	生育状況	放流口上流(1点)	1 回/1 月	請負業者	100,000

環境項目	項目	地点	頻度	責任機関	予算(年) (MK)
野生動物	生息状況	工事現場、近隣	1 回/3 月	請負業者	100,000
自然植生	生息状況	工事現場	1 回/6 月	請負業者	100,000
産業廃棄物		工事現場	1 回/0.5 月	請負業者	100,000
一般廃棄物		工事現場	1 回/0.5 月	請負業者	250,000
土砂崩壊	斜面崩壊	工事現場	1 回/0.5 月	請負業者	200,000
(社会環境)					
安全施設	道路施設	工事現場、近隣	1 回/0.5 月	請負業者	100,000
労働環境	作業環境	工事現場	1 回/1 月	請負業者	330,000
公衆衛生	公衆衛生	工事現場、近隣 村	1 回/3 月	請負業者	500,000
事業予算小計	2,580,000.00				
{供用時}					
(自然環境)					
水質	Ph,SS,DO	下流域(支流との合 流点)	1 回/0.5 月 3 年間	ESCOM	600,000
水生植生	生育状況	放水口上流	1 回/1 月 3 年間	ESCOM	300,000
野生動物	生息状況	工事現場、近隣	1 回/3 月 3 年間	ESCOM	300,000
自然植生	生育状況	工事現場	1 回/6 月 3 年間	ESCOM	300,000
土砂崩壊	斜面崩壊	工事現場	1 回/0.5 月 3 年間	ESCOM	600,000
(社会環境)					
公衆衛生	公衆衛生	工事現場、	1 回/6 月 3 年間	ESCOM	300,000
苦情処理	苦情・要望	近隣住民	適宜 3 年間	ESCOM	300,000
事業予算小計	2,700,000.00				
事業予算合計	5,280,000.00				

注) 工事前は、水質に関してのみ、モニタリングを実施する。

表 2-24 モニタリング実施のための費用

事業区分	モニタリング実施に要する費用(MK)	
発電所建設/送・変電施設建設事業	計画・建設期間	管理期間(3ヶ年)
	2,580,000.00	2,700,000.00
合計	5,280,000.00	

2-2-3-11 ステークホルダー協議

マラウイ国環境法及び同法に基づき制定された環境影響評価ガイドラインにより、本プロジェクトは、ステークホルダー協議が必要とされる大規模なプロジェクトに該当しないため、ステークホルダー協議は開催されなかった。

2-2-4 用地取得・住民移転

本プロジェクト実施に伴う用地取得・住民移転の事案は発生しないので、本項目は割愛するものとする。

2-2-5 その他

2-2-5-1 モニタリング・フォーム案

発電所建設事業（送・変電施設を含む）に関するモニタリング・フォーム（案）は以下の通りである。

表 2-25 モニタリング・フォーム -案- (発電所建設事業、送・変電施設共通)

モニタリング・フォーム (案)

1. 許認可・住民説明

モニタリング項目	報告期間中の状況
例: 当局からの指摘事項への対応	

2. 汚染対策

ー水質

項目(単位)	測定値 (平均値)	測定値 (最大値)	現地基準	参照した 国際的基準	備考 (測定場所、頻度、 方法等)
pH			6.00-9.5	6.5-8.5	
SS (浮遊物質)(mg/l)			0-20	No	
DO(mg/l)				No	

ー廃棄物

モニタリング項目	報告期間中の状況
一般廃棄物	
産業廃棄物	

ー騒音・振動

項目(単位)	測定値 (平均値)	測定値 (最大値)	現地基準	参照した 国際的基準 (WHO)	備考 (測定場所、頻度、 方法等)
騒音(dB)				70dB	

3. 自然環境

ー生態系

モニタリング項目	報告期間中の状況	
	調査方法	調査結果
水生植生		
土砂崩壊(斜面崩壊)		

2-2-5-2 環境チェックリスト

発電所の増設事業および送変電建設事業に関する環境チェックリストは以下の通りである。

表 2-26 環境チェックリスト(発電所の増設事業)

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
1 許認可・説明	(1)EIA および環境許認可	(a) 環境アセスメント報告書(EIA レポート)等は作成済みか。 (b) EIA レポート等は当該国政府により承認されているか。 (c) EIA レポート等の承認は付帯条件を伴うか。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか。 (d) 上記以外に、必要な場合には現地の所管官庁からの環境に関する許認可は取得済みか。	(a)N (b)N (c)N (d)N	(a)IEE レポートを自主的に作成。IEE レポート作成済 (b)IEE レポートの作成・提出は要求されない。 (c)IEE レポート未提出 (d)IEE をも含め、環境関連に関する許認可は要求されない。 但し、環境管理計画・環境モニタリング計画を実施するのが好ましい旨の要望書が環境局長より出されている。
	(2)現地ステークホルダーへの説明	(a) プロジェクトの内容および影響について、情報公開を含めて現地ステークホルダーに適切な説明を行い、理解を得ているか。 (b) 住民等からのコメントを、プロジェクト内容に反映させたか。	(a)N (b)N	(a)SHM の開催、情報公開は要求されない。 (b)住民等からのコメントは予想されない(関係者以外立ち入り禁止の事業者所有地内の事業であるため)。
	(3)代替案の検討	(a) プロジェクト計画の複数の代替案は(検討の際、環境・社会に係る項目も含めて)検討されているか。	(a)Y	(a) プロジェクト無を含め3タイプの代替案を検討

2 汚 染 対 策	(1)水質	(a) ダム湖/貯水池の水質は当該国の環境基準等と整合するか。動植物プランクトンの異常発生する恐れはあるか。 (b) 放流水の水質は当該国の環境基準等と整合するか。 (c) 試験湛水前の樹木の伐採などダム湖/貯水池の水質悪化防止のための対策が計画されるか。 (d) 下流の河川流量が低下することで、水質が悪化し、環境基準を下回る区間が生じるか。 (e) ダム湖/貯水池の底部からの放水(通常表面水より水温が低い)による下流域への影響を考慮した計画か。	(a)N (b)- (c)- (d)N (e)-	(a)流れ込み式水力発電で、ダム湖/貯水池は、造成されない。 (b)(a)の理由により、水質の変化は発生しない (c)流れ込み式水力発電で、ダム湖/貯水池は、造成されない。 (d)(a)の理由により、水質の変化は発生しない。 (e)流れ込み式水力発電で、ダム湖/貯水池は、造成されない。
	(2) 残 土 処 理	(a) 掘削により発生した土砂は当該国の規定に従って適切に処理・処分されるか。	(a)Y	(a)掘削土は、建設材として利用されるが、一部は、処分地に搬入し、修景緑化される。
3 自 然 環 境	(1)保護区	(a) サイトは当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地するか。プロジェクトが保護区に影響を与えるか。	(a)N	(a)N
	(2)生態系	(a) サイトは原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地(珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等)を含むか。 (b) サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含むか。 (c) 下流域の水生生物、動植物及び生態系への悪影響はあるか。生態系への影響を減らす対策はなされるか。 (d) ダム等の構造物により遡河性魚類(サケ、マス、ウナギ等、産卵のため河川と海の間を移動する種)の移動を妨げる恐れはあるか。これらの種への影響を減らす対策はなされるか。	(a)N (b)N (c)N (d)N	(a)N (b)N (c)維持流量を確保しているので、下流域の生態系等に与える悪影響は無い。 (d)遡上性の大型魚類の生息は確認されていない。 流れ込み式水力発電で、堰等の構造物は、造成されない。
	(3)地下水	(a) 堰等の構造物の設置による水系の変化に伴い、地表水・地下水の流れに悪影響を及ぼすか(特に流れ込み式水力発電の場合)。	(a)N	(a)流路変更区域が少ないので、地表水等へ与える悪影響は無い。

	(4)地形地質	(a) ダム湖による土砂等の捕捉により、下流域への土砂流入量が減少し、河床低下、土壤侵食等が生じるか。また、ダム湖への土砂の堆積による貯水池の容量減少、上流域の河床上昇、土壤堆積が生じるか。これらの可能性について調査され、必要な対策が講じられるか。 (b) プロジェクトにより計画地周辺の地形・地質構造が大規模に改変されるか(特に流れ込み式水力発電)。	(a)N (b)N	(a)流れ込み式水力発電で、ダム湖/貯水池は、造成されない。 (b)流路変更区域が少ないので、地形・地質等へ与える悪影響は無い。
4 社会環境	(1)住民移転	(a) プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じるか。生じる場合は、移転による影響を最小限とする努力がなされるか。 (b) 移転する住民に対し、移転前に補償・生活再建対策に関する適切な説明が行われるか。 (c) 住民移転のための調査がなされ、再取得価格による補償、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか。 (d) 補償金の支払いは移転前に行われるか。 (e) 補償方針は文書で策定されているか。 (f) 移転住民のうち特に女性、子供、老人、貧困層、少数民族・先住民等などの社会的弱者に適切な配慮がなされた計画か。 (g) 移転住民について移転前の合意は得られるか。 (h) 住民移転を適切に実施するための体制は整えられるか。十分な実施能力と予算措置が講じられるか。 (i) 移転による影響のモニタリングが計画されるか。 (j) 苦情処理の仕組みが構築されているか。	(a)N (b)N (c)N (d)N (e)N (f)N (g)N (h)N (i)N (j)N	(a)住民移転は発生しない。 (b) 非自発的住民移転は発生しない。 (c) 非自発的住民移転は発生しない。 (d) 補償事案は発生しない。 (e) 補償事案は発生しない。 (f) 非自発的住民移転は発生しない。 (g) 非自発的住民移転は発生しない。 (h) 非自発的住民移転は発生しない。 (i) 非自発的住民移転は発生しない。 (j) 補償事案等は発生しないため構築されない。

	(2)生活・生計	(a) プロジェクトによる住民の生活への悪影響が生じるか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。 (b) プロジェクトにより周辺の地域利用が変化して住民の生計に悪影響を及ぼすか。 (c) 関連施設が住民の既存水域交通及び周辺の道路交通に悪影響を及ぼすか。 (d) 他の地域からの人口流入により病気の発生（HIV 等の感染症を含む）の危険はあるか。必要に応じて適切な公衆衛生への配慮は行われるか。 (e) 下流の水利用維持のための最低流量は供給されるか。 (f) 下流水の流量の変化、あるいは海水浸入により、下流の水利用や土地利用に影響は生じるか。 (g) 水を原因とする、もしくは水に関係する疾病（住血虫症、マラリア、糸状虫症等）は発生する恐れはあるか。 (h) 河川等における漁業権、水利権、山林入会権等が阻害されることはあるか。	(a)N (b)N (c)N (d)Y (e)Y (f)N (g)N (h)N	(a) 関係者以外の立ち入りが禁止されている事業実施者の所有地内の行為であるため、一般住民への影響は無い。 (b)特に無い。 (c)小規模河川で移動手段としての河川利用はない。 (d)工事中従事者に対して、事前に安全・衛生教育を行う。 (e)維持流量を確保する設計となっている。 (f)下流域での水利用（灌漑、生活用水、飲料水）は無い。 山地河川であり、海水侵入の影響はない。 (g)水の滞留は無いため発生の恐れは無い。 (h)漁業権は、設定されていない。水利権に関しては、法に下づく許可取得が必要。
	(3)文化遺産	(a) プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なう恐れはあるか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。	(a)N	(a)付近には、考古学的な貴重な遺産等の指定地域は無い。
	(4)景観	(a) 特に配慮すべき景観が存在する場合、それに対し悪影響を及ぼすか。影響がある場合には必要な対策はとられるか。	(a)N	(a) 法等で指定された保護すべき景観は存在しない。
	(5)少数民族、先住民	(a) 当該国の少数民族、先住民の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされているか。 (b) 少数民族、先住民の土地及び資源に関する諸権利は尊重され	(a)N (b)N	(a)少数民族等への影響は無いため。 (b)少数民族等への影響は無いため。

		るか。		
	(6)労働環境	(a) プロジェクトにおいて遵守すべき当該国の労働環境に関する法律が守られるか。(b) 労働災害防止に係る安全設備の設置、有害物質の管理等、プロジェクト関係者へのハード面での安全配慮が措置されるか。(c) 安全衛生計画の策定や作業員等に対する安全教育(交通安全や公衆衛生を含む)の実施等、プロジェクト関係者へのソフト面での対応が計画・実施されるか。(d) プロジェクトに関係する警備要員が、プロジェクト関係者・地域住民の安全を侵害することのないよう、適切な措置が講じられるか。	(a)Y (b)Y (c)Y (d)Y	(a)IEE で環境管理計画が作成され、その中で法の順守が明記されている。 (b) IEE で環境管理計画が作成され、その中で安全に対する配慮事項が明記されている。 (c) IEE で環境管理計画が作成され、その中で安全・衛生管理に対する配慮事項が明記されている。 (d)現場事務所の段階で、地域の実情に合った形でその対応を検討し実施する。
5 その他	(1)工事中の影響	(a) 工事中の汚染(騒音、振動、濁水、粉じん、排ガス、廃棄物等)に対して緩和策が用意されるか。 (b) 工事により自然環境(生態系)に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 (c) 工事により社会環境に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。	(a)Y (b)N (c)N	(a)沈澱池の設置、廃棄物の管理等により、工事中の影響緩和が図られる。環境基準がある項目については、遵守する。 (b)改変区域は、小規模であり周辺環境への影響は無い。 (c)社会環境への影響はないため、緩和策は講じられない。
	(2)供用後の影響	(a) ダムからの放水時における下流部への警報体制は整備されるか。	(a)N	(a)ダムは設置されない。
	(3)モニタリング	(a) 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。 (b) 当該計画の項目、方法、頻度等はどのように定められているか。 (c) 事業者のモニタリング体制(組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性)は確立されるか。	(a)Y (b)Y (c)Y	(a)影響を与える恐れのある環境項目に関しては、モニタリング計画を作成し、その適正な実施を図ることとしている。 (b)項目、方法、頻度は、適格なモニタリング遂行の観点から適正である。 (c)体制・予算は、確保されている。

		(d) 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。	(d)Y	(d)環境影響評価に関するガイドライン適用外のプロジェクトのため、報告の方法、頻度は規定されていない。
6 留意点	他の環境チェックリストの参照	(a) 必要な場合は、林業に係るチェックリストの該当チェック事項も追加して評価すること(山間地のダムについて大規模な伐採を伴う場合等)。 (b) 灌漑、上水、工水等への利用を目的としたダム・貯水池については、必要に応じて農業、上水道に係るチェックリストの該当チェック事項も追加して評価すること。 (c) 必要な場合には送変電・配電に係るチェックリストの該当チェック事項も追加して評価すること(送変電・配電施設の建設を伴う場合等)。	(a)N (b)N (c)Y	(a)プロジェクト区域は、森林区域外であり、大規模な樹木伐採は無い。 (b)ダム・貯水池の造成は無い。 (c) 別途送変電・配電に関するチェックリストを作成し評価する。
	環境チェックリスト使用上の注意	(a) 必要な場合には、越境または地球規模の環境問題への影響も確認する(廃棄物の越境処理、酸性雨、オゾン層破壊、地球温暖化の問題に係る要素が考えられる場合等)。	(a)N	(a)小規模な行為であり、地球規模的な対応は、特に必要は無い。

注1) 表中『当該国の基準』については、国際的に認められた基準と比較して著しい乖離がある場合には、必要に応じ対応策を検討する。

当該国において現在規制が確立されていない項目については、当該国以外（日本における経験も含めて）の適切な基準との比較により検討を行う。

注2) 環境チェックリストはあくまでも標準的な環境チェック項目を示したものであり、事業および地域の特性によっては、項目の削除または追加を行う必要がある。

表 2-27 環境チェックリスト(送・変電施設の建設事業)

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
1 許認可・説明	(1)EIA および環境許認可	(a) 環境アセスメント評価報告書(EIA レポート)等は作成済みか。 (b) EIA レポート等は当該国政府により承認されているか。 (c) EIA レポート等の承認は付帯条件を伴うか。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか。 (d) 上記以外に、必要な場合には現地の所管官庁からの環境に関する許認可は取得済みか。	(a)N (b)N (c)N (d)N	(a) 環境アセスメント評価報告書(EIA レポート)等の作成は要求されない。 (b) 環境アセスメント評価報告書(EIA レポート)等の作成は要求されない。 (c) 環境アセスメント評価報告書(EIA レポート)等の作成は要求されない。 (d) 許認可を要する行為は無い。
	(2)現地ステークホルダーへの説明	(a) プロジェクトの内容および影響について、情報公開を含めて現地ステークホルダーに適切な説明を行い、理解を得ているか。 (b) 住民等からのコメントを、プロジェクト内容に反映させたか。	(a)N (b)N	(a) SHM の開催、情報公開は要求されない。 (b)住民等からのコメントは予想されない(関係者以外立ち入り禁止の事業者所有地内の事業であるため)。
	(3)代替案の検討	(a) プロジェクト計画の複数の代替案は(検討の際、環境・社会に係る項目も含めて)検討されているか。	(a)N	(a)環境・社会への影響は想定されないので、検討しない。
2 汚染対策	(1)水質	(a) 盛土部、切土部等の表土露出部からの土壌流出によって周辺河川下流水域の水質が悪化するか。水質悪化が生じる場合、対策が用意されるか。	(a)Y	(a)汚濁水は、沈殿・濾過後に河川へ放流するので、水質への影響は少ない。

3 自然 環境	(1)保護区	(a) サイトは当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地するか。プロジェクトが保護区に影響を与えるか。	(a)N	(a)N
	(2)生態系	(a) サイトは原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等）を含むか。 (b) サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含むか。 (c) 生態系への重大な影響が懸念される場合、生態系への影響を減らす対策はなされるか。 (d) 野生生物及び家畜の移動経路の遮断、生息地の分断等に対する対策はなされるか。 (e) 事業実施に伴う森林破壊や密猟、砂漠化、湿原の乾燥等は生じるか。外来種（従来その地域に生息していなかった種）、病害虫等が移入し、生態系が乱される恐れはあるか。これらに対する対策は用意されるか。 (f) 未開発地域に建設する場合、新たな地域開発に伴い自然環境が大きく損なわれるか。	(a)N (b)N (c)N (d)N (e)N (f)N	(a) N (b)含まない (c)生態系への影響は無い。 (d)動物の移動経路、生息地の分断を伴わない。 (e)生態系を乱す行為は伴わない。 (f)既設事業用地内の事業であり、新たな環境の 改変は生じない
	(3)地形・地質	(a) 送配電線ルート上に土砂崩壊や地滑りが生じそうな地質の悪い場所はあるか。悪い場合は工法等で適切な処置が考慮されるか。 (b) 盛土、切土等の土木作業によって、土砂崩壊や地滑りは生じるか。土砂崩壊や地滑りを防ぐための適切な対策が考慮されるか。 (c) 盛土部、切土部、土捨て場、土砂採取場からの土壌流出は生じるか。土砂流出を防ぐための適切な対策がなされるか。	(a)N (b)N (c)N	(a)傾斜の安定した既存敷地を利用した事業であるため、地滑り等の心配は無い。 (b) 大規模な盛土、切土等の土木作業を伴わない事業である。 (c)大規模な盛土、切土等はない。

4 社 会 環 境	(1)住民移転	(a) プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じるか。生じる場合は、移転による影響を最小限とする努力がなされるか。 (b) 移転する住民に対し、移転前に補償・生活再建対策に関する適切な説明が行われるか。(c) 住民移転のための調査がなされ、再取得価格による補償、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか。(d) 補償金の支払いは移転前に行われるか。(e) 補償方針は文書で策定されているか。(f) 移転住民のうち特に女性、子供、老人、貧困層、少数民族・先住民族等の社会的弱者に適切な配慮がなされた計画か。(g) 移転住民について移転前の合意は得られるか。(h) 住民移転を適切に実施するための体制は整えられるか。十分な実施能力と予算措置が講じられるか。(i) 移転による影響のモニタリングが計画されるか。(j) 苦情処理の仕組みが構築されているか。	(a)N (b)N (c)N (d)N (e)N (f)N (g)N (h)N (i)N (j)N	(a)住民移転は発生しない。 (b)補償事案は生じない。 (c)住民移転は発生しない。 (d) 補償事案は生じない。 (e) 補償事案は生じない。 (f) 住民移転は発生しない。 (g) 住民移転は発生しない。 (h) 住民移転は発生しない。 (i) 住民移転は発生しない。 (j) 補償事案等は発生しないため構築されない。
	(2)生活・生計	(a) プロジェクトによる住民の生活への悪影響が生じるか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。 (b) 他の地域からの人口流入により病気の発生(HIV 等の感染症を含む)の危険があるか。必要に応じて適切な公衆衛生への配慮は行われるか。 (c) 鉄塔等による電波障害は生じるか。著しい電波障害が予想される場合は、適切な対策が考慮されるか。 (d) 送電線を建設することによる線下補償等が国内法に従い実施されるか。	(a)N (b)Y (c)N (d)N	(a)電力の供給が、生活への悪影響を与えるとは想定されない。 (b)工事中は想定され、安全・衛生教育を行う。 (c)既設事業敷地内の行為であり、障害の発生する恐れはない。 (d) 既設事業敷地内の行為であり、補償事案は発生しない。

(3)文化遺産	(a) プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なう恐れはあるか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。	(a)N	(a)付近には、考古学的な貴重な遺産等の指定地域は無い。
(4)景 観	(a) 特に配慮すべき景観が存在する場合、それに対し悪影響を及ぼすか。影響がある場合には必要な対策はとられるか。	(a)N	(a)法等で指定された保護すべき景観は存在しない。
(5)少数民族、先住民族	(a) 当該国の少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされているか。 (b) 少数民族、先住民族の土地及び資源に関する諸権利は尊重されるか。	(a)N (b)N	(a)少数民族等への影響は無いため。 (b)少数民族等への影響は無いため。
(6)労働環境	(a) プロジェクトにおいて遵守すべき当該国の労働環境に関する法律が守られるか。 (b) 労働災害防止に係る安全設備の設置、有害物質の管理等、プロジェクト関係者へのハード面での安全配慮が措置されるか。 (c) 安全衛生計画の策定や作業員等に対する安全教育(交通安全や公衆衛生を含む)の実施等、プロジェクト関係者へのソフト面での対応が計画・実施されるか。 (d) プロジェクトに関係する警備要員が、プロジェクト関係者・地域住民の安全を侵害することのないよう、適切な措置が講じられるか。	(a)Y (b)Y (c)Y (d)Y	(a)環境管理計画が作成され、その中で法の順守が明記されている。 (b)環境管理計画が作成され、その中で安全に対する配慮事項が明記されている。 (c)環境管理計画が作成され、その中で安全・衛生管理に対する配慮事項が明記されている。 (d)現場事務所の段階で、地域の実情に合った形でその対応を検討し実施する。

5 その他	(1)工事中の影響	(a) 工事中の汚染(騒音、振動、濁水、粉じん、排ガス、廃棄物等)に対して緩和策が用意されるか。 (b) 工事により自然環境(生態系)に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。(c) 工事により社会環境に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。	(a)Y (b)N (c)N	(a)沈澱池の設置、廃棄物の徹底管理等により、工事中の影響緩和が図られる。環境基準がある項目については、遵守する。 (b)改変区域は、小規模であり周辺環境への影響は無い。 (c)影響はないため、緩和策は講じられない。
	(2)モニタリング	(a) 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。 (b) 当該計画の項目、方法、頻度等は適切なものと判断されるか。 (c) 事業者のモニタリング体制(組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性)は確立されるか。 (d) 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。	(a)Y (b)Y (c)Y (d)後日記載	(a)影響を与える恐れのある環境項目に関しては、モニタリング計画を作成し、その適正な実施を図ることとしている。 (b)項目、方法、頻度は、適格なモニタリング遂行の観点から適正である。 (c)体制・予算は、確保されている。 (d) 環境影響評価に関するガイドラインで規定されている。
6 留意点	他の環境チェックリストの参照	(a) 必要な場合は、道路に係るチェックリストの該当チェック事項も追加して評価すること。	(a)N	(a)道路への影響は、軽微であり必要性は認められない。
	環境チェックリスト使用上の注意	(a) 必要な場合には、越境または地球規模の環境問題への影響も確認する(廃棄物の越境処理、酸性雨、オゾン層破壊、地球温暖化の問題に係る要素が考えられる場合等)。	(a)N	(a)小規模な行為であり、地球規模的な対応は、特に必要無い。

注1) 表中『当該国の基準』については、国際的に認められた基準と比較して著しい乖離がある場合には、必要に応じ対応策を検討する。

当該国において現在規制が確立されていない項目については、当該国以外(日本における経験も含めて)の適切な基準との比較により検討を行う。

注2) 環境チェックリストはあくまでも標準的な環境チェック項目を示したものであり、事業および地域の特性によっては、項目の削除または追加を行う必要がある。

Project Brief for the Extension of Tedzani Hydropower Station

Project Brief which is required by the section 24 of the Environment Management Act is as given below;

1.1 *the name of the developer;*

Electricity Supply Corporation of Malawi Limited (ESCOM) under supervision of DOE

1.2 *the estimated total cost of the Project;*

Thirty seven million and five hundred thousand US dollar in round (around 37,500,000\$)

1.3 *the nature of the project;*

The Project, extension of the Tedzani Hydropower Station in Blantyre in south Malawi, is to supply its renewable energy for enhancing its supply capability and stability of power system together with improvement of power demand and supply balance

1.4 *the activities that shall be undertaken*

Enhancement of installed capacity of the Tedzani Hydropower Station with its related transmission line and substation

1.5 *the possible products and by-products anticipated;*

- (1) Extension of Tedzani Hydropower Station (run-of-river type) with installed capacity of 20MW
- (2) Installation of transmission line and substation for supplying power to the existing power system

1.6 *the number of people the Project shall employ;*

Construction will take place for thirty months from its commencement. During the construction period, labours will be employed at the maximum 500 person per day.

1.7 *the area of land, air or water that may be affected and;*

Just only limited area along or near the existing facilities such as powerhouse and underground water tunnel within the existing powerhouse site

1.8 *any other matters may be prescribed,*

1.8.1 *A basic description of the Project, its purpose, size, location and preliminary design, including any alternatives, which are being considered (e.g. site, technology, construction and operation procedures, handling of waste).*

The Project utilises the discharge from the spillway of the existing Tedzani Dam. A new power station generates 20MW at the maximum discharge of 70m³/s under head of 37m. A new waterway will be installed in the left bank slope to convey the water for 700m approximately to the powerhouse that is planned in the upstream area of the Tedzani-I power station. An open channel or pressure tunnel is under consideration for the waterway works. The major construction waste from construction works is excavated material that will be disposed in the designed disposal area in the Project site.

Table-1: Outline of the Extension of Tedzani Hydropower Station

Max. Discharge	m ³ /s	70
Gross Head	m	37
Effective Head	m	34
Installed capacity	kW	20,000
Annual Generated Energy	MWh	149,000
Annual Effective Energy	MWh	141,500

1.8.2 The stage of project in the Project Cycle.

Currently the Project is at feasibility study stage that will be followed by detail design in 2014, tender in 2015 and construction stage taking place in the years between 2015 and 2017.

Stages	2013		2014				2015				2016				2017			
	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
Feasibility Study	7 months																	
Approval for Detailed Design (Cabinet Approval, Exchange Notes, Grant Agreement)			3 months															
Detailed Design				8 months														
Approval for Implementation (Exchange Notes)							1 month											
Tender, Evaluation and Contract							3 months											
Construction, Installation								30 months										

Figure-1: Stages of the Project

1.8.3 A location map of the Project site or site alternatives, and site plan as it is currently known. Reference should be clearly indicated so that site can easily be located on a 1:50,000 or larger scale map.

The location of the Project site plotted on a 1:50,000 map as well as the site plan is shown in Appendix.

1.8.4 A discussion of which aspects of the Project are likely to cause environmental concerns and of proposed environmental management measures

Since the Project is a hydropower extension project with run-of-river type development located within the existing hydropower station, implementation of the Project will not cause negative impact not only to natural conditions such as habitat of fauna and flora but also to social conditions such as air or water environment, involuntary relocation and land acquisition.

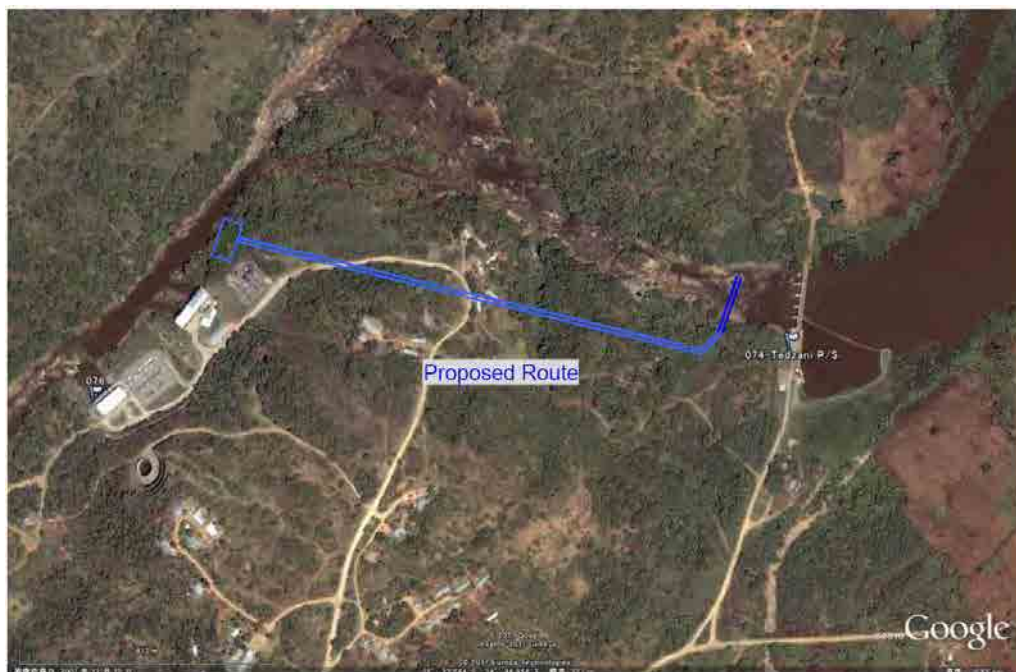
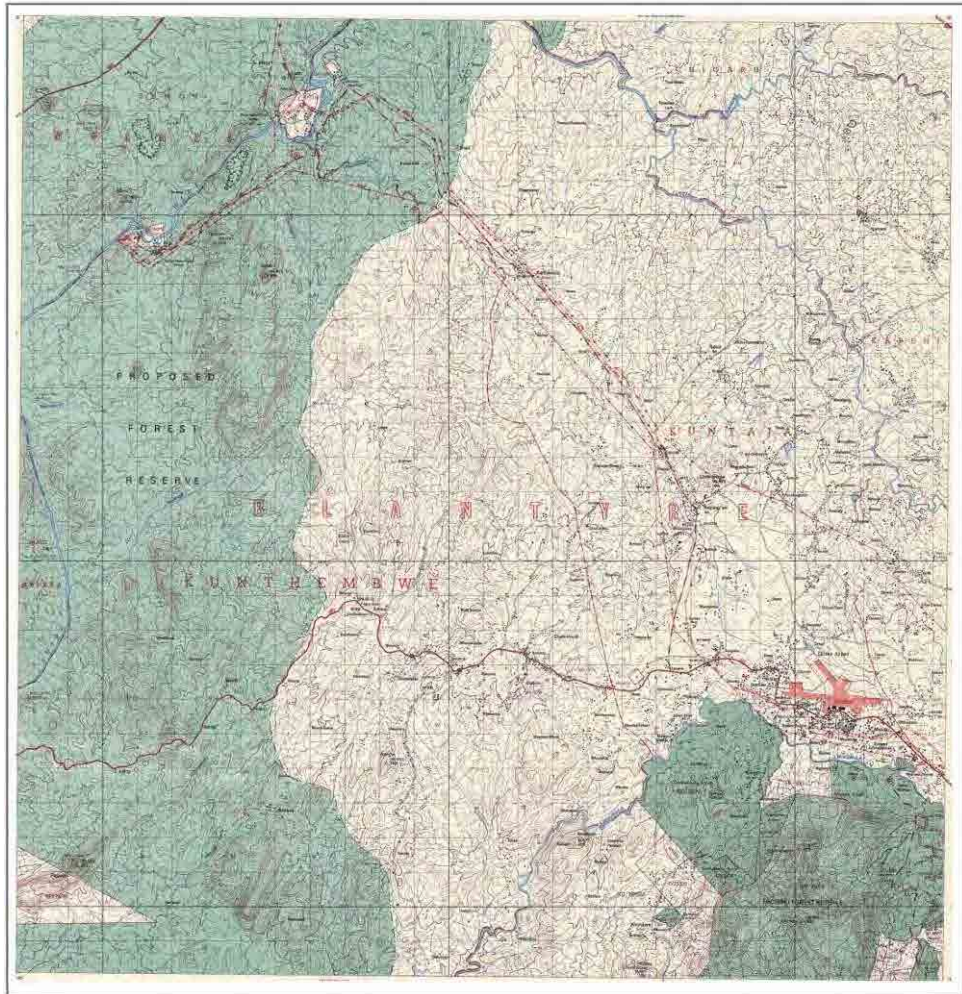
JICA, beside the section 24 of the Environment Management Act in Malawi, has decided to carry out environmental survey similar as level of IEE (Initial Environmental Examination) to make a mitigation plan and monitoring plan for minimization of anticipated adverse impacts caused by implementation of the Project through local consultant hired by JICA Study Team.

Developers are required to provide correct information in a Project Brief since this is the basis for determination of whether a full EIA report is required or not.

NB.

When submitting a Project Brief, submit at least 10 copies or as may be requested for by the Director of Environmental Affairs.

Appendix: Location of the Project site and Site Plan



別紙-2

Telephone: 01 771 111
Telefax No.: 01 775 379
Our Reference No.: EAD/99/0109
Your Reference No.:

Communications should be addressed to:
The Director of Environmental Affairs



ENVIRONMENTAL AFFAIRS DEPARTMENT
LINGADZI HOUSE
CITY CENTRE
PRIVATE BAG 392
LILONGWE 3
MALAWI

25th July, 2013

The Director
Department of Energy Affairs
Private Bag 309
Lilongwe

Dear Sir/Madam,

Review of Project Brief for the Extension of Tedzani Hydropower Station

Reference is made to the submission of your project brief for the above captioned project. I wish to inform you that the project brief was reviewed.

Following the review, I wish to inform you that the project requires a comprehensive Environmental Management Plan (EMP) to be prepared in addition to the Initial Environmental Examination (IEE) as proposed in the project brief. The EMP should be in tabular form which should clearly outline the predicted impacts, mitigation measures/enhancement measures, schedule for implementation of these measures, estimated costs to implement these measures and responsible persons and institutions. Furthermore the EMP should be accompanied by an Environmental Monitoring Plan. To this effect, the Terms of Reference (TORs) for an EMP are provided as attached.

Should you have any question on the foregoing, please do not hesitate to contact us.

Yours faithfully,

Dr. A.M. Kamperewera
DIRECTOR OF ENVIRONMENTAL AFFAIRS

Attch

TERMS OF REFERENCE FOR THE ENVIRONMENTAL MANAGEMENT PLAN FOR THE PROPOSED EXTENSION OF TEDZANI HYDROPOWER STATION

1. Provide a **brief description of the nature and location** of the project with respect to the name of the proponent, postal and physical address, the spatial location of the site for the project, the duration of the project, estimated cost of the project, the project design, the activities to be undertaken, number of people to be employed (provide a breakdown for males and females, locals and non-local); the size of the land, expected inputs and outputs.
2. Provide a **brief description of the existing environment** in terms of its biophysical characteristics and social conditions of the proposed area.
3. In **brief identify and assess** the likely environmental impacts associated with the project as a result of the activities that will be carried out.
4. Propose an Environmental Management Plan (EMP) for the project. The EMP should be in tabular form which should specify the predicted impacts, mitigation measures/enhancement measures, schedule of these measures, costs to undertake these measures, and responsible persons and institutions.
5. Propose the Environmental Monitoring Plan for the project. The monitoring plan should outline all the main indicators to be used for monitoring the impacts, the frequency of monitoring and the estimated costs.

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

(1) プロジェクトサイト

本プロジェクトの対象サイトは南部州(Southern Region)ブランタイヤ県(Blantyre District)に位置するテザニ水力発電所内の増設発電所とする。



図 3-1 プロジェクト位置図

(2) プロジェクトの目的

本プロジェクトの目的は、以下の通りとする。

- ① 上位目標 (Overall Goal) : マ国における電力供給の安定化、信頼性向上
- ② プロジェクト目標 : テザニ水力発電所の増設

(3) プロジェクトの実施体制

責任官庁 : Department of Energy(DOE), Ministry of Energy and Mining

実施機関 : Electricity Supply Corporation of Malawi (ESCOM)

3-2 協力対象事業の概略設計

3-2-1 設計方針

3-2-1-1 基本方針

本プロジェクトの基本発電計画策定に際しては、自然環境条件の他、既設発電所との関連、既設系統との関連等を考慮して比較検討により最適発電計画を策定するものとする。

水力発電計画において、基本発電計画はプロジェクトの根幹をなすものであり、河川流量、電力需給状況、既設系統の状況、裨益効果等を総合的に判断して最適計画を策定することが重要である。

本プロジェクトは、上記以外に下記の様な立地条件を考慮する必要がある。

- ① プロジェクト用地は既設発電施設とシレ川との間の挟まれた狭隘部である。
- ② 既設テザニ水力発電所群は、マ国の基幹電源であり、工事期間、運用期間を通じて既設発電所の減電や既設設備への影響を回避／最小化する必要がある。
- ③ プロジェクト用地は細かい起伏が多い複雑かつ不規則な地形を呈している。
- ④ 本プロジェクトに利用可能な水量は既設発電所使用水量取水後の残水である。利用できる落差は既設発電所に比べ少ないため、既設発電所運転を優先する必要があるが、現状において判明している流量は残水分のみであり、既設発電所の実際の使用水量は明らかとなっていない。
- ⑤ 本プロジェクトでは既設発電所との統合運用が必要であり、制御方法、送電容量等について制約がある。

基本発電計画策定においては、上記の様に考慮すべき要因が多く、一義的に最適計画を決定することは困難であることから、本準備調査では下記の方針・手順に従って最適発電計画を策定するものとする。

3-2-1-2 準拠基準

本件調査において使用する技術・積算基準等は、先方政府のものを基本とし、必要に応じて本邦及び国際基準を参照することとするが、貴機構が策定した水力ガイドマニュアル等も活用するものとする。

本件業務の実施に当たり必要となる技術・積算基準は先方政府のものを基本とし、不足/不明確なものについては本邦及び国際基準を参照する。本件調査において準拠すべき主要な日本国技術・積算基準等を下表に示す。

表 3-1 本件調査に関する主要な技術・積算基準等

名称	編集 発行所	備考
発電用水力設備に関する技術基準	経済産業省	
電気設備に関する技術基準	経済産業省	
河川砂防技術基準(案)	国土交通省	
コンクリート標準示方書	土木学会	
水門鉄管技術基準	水門鉄管協会	
発電電圧規定	日本電気技術 規格委員会	
系統連系技術要件ガイドライン	経済産業省	
分散型電源系統連係技術指針	日本電気協会	
鋼構造物計画設計技術指針小水力発電編	農林水産省	
日本電気学会規格調査会	JEC	
日本電気工業会標準規格	JEM	
電気協同研究	電気協同研究会	
国土交通省土木工事積算基準	国土交通省	
建設機械等損料算定表	国土交通省	
建設工事標準歩掛	建設物価調査会	
水力開発ガイドマニュアル	JICA	

3-2-2 基本計画

3-2-2-1 発電計画

(1) 水路形式及び水路ルートと比較検討

本プロジェクト（以下「テザニⅣ」）は、既設への影響を避けるため、取水位置は既設ダムの下流とするとともに、放水位置は既設Ⅰ、Ⅱ発電所の上流となる。

この間の水路については、既設テザニ発電所と同様の圧力トンネル方式か地形に沿って導水する開水路方式が考えられる。（図 3-2 参照）

開水路案は、取水口以降基礎標高 EL308m の等高線沿いに開水路を設置し、水路延長 699m で水槽に達する。さらに斜面に水压管路を 109m 設置し、発電所に至る計画である。

圧力トンネル案では、取水口から約 80m 下流に貯水池を設けこの中央に朝顔形取水口と約 15m の立坑により、圧力トンネルへ導水する。約 550m 下流にて調圧水槽を設け、これより約 87m の地中水压鉄管により発電所に至る計画である。

暫定的に最大使用水量を 70m³/s、有効落差を約 37m として両ルートと比較検討を行った結果は表 3-2 に示す通りであり、発電出力はほぼ 21,700kW で同じであるが、事建設費は、開水路案では約 34 億円に対して、圧力トンネル案では約 44 億円となり、開水路案が有利であることが判明した。

以上より、発電ルートは開水路ルートとすることとした。

表 3-2 発電ルート比較検討表

項目	開水路案	圧力トンネル案
水路延長(m)	699	550
使用水量(m ³ /s)	70	70
有効落差(m)	36.85	36.55
設備出力(kW)	21,700	21,600
建設費(億円)	34.2	43.6

(注) 上記数値は、比較検討時に想定された暫定値であり、本調査における最終設計結果とは異なることに留意されたい。

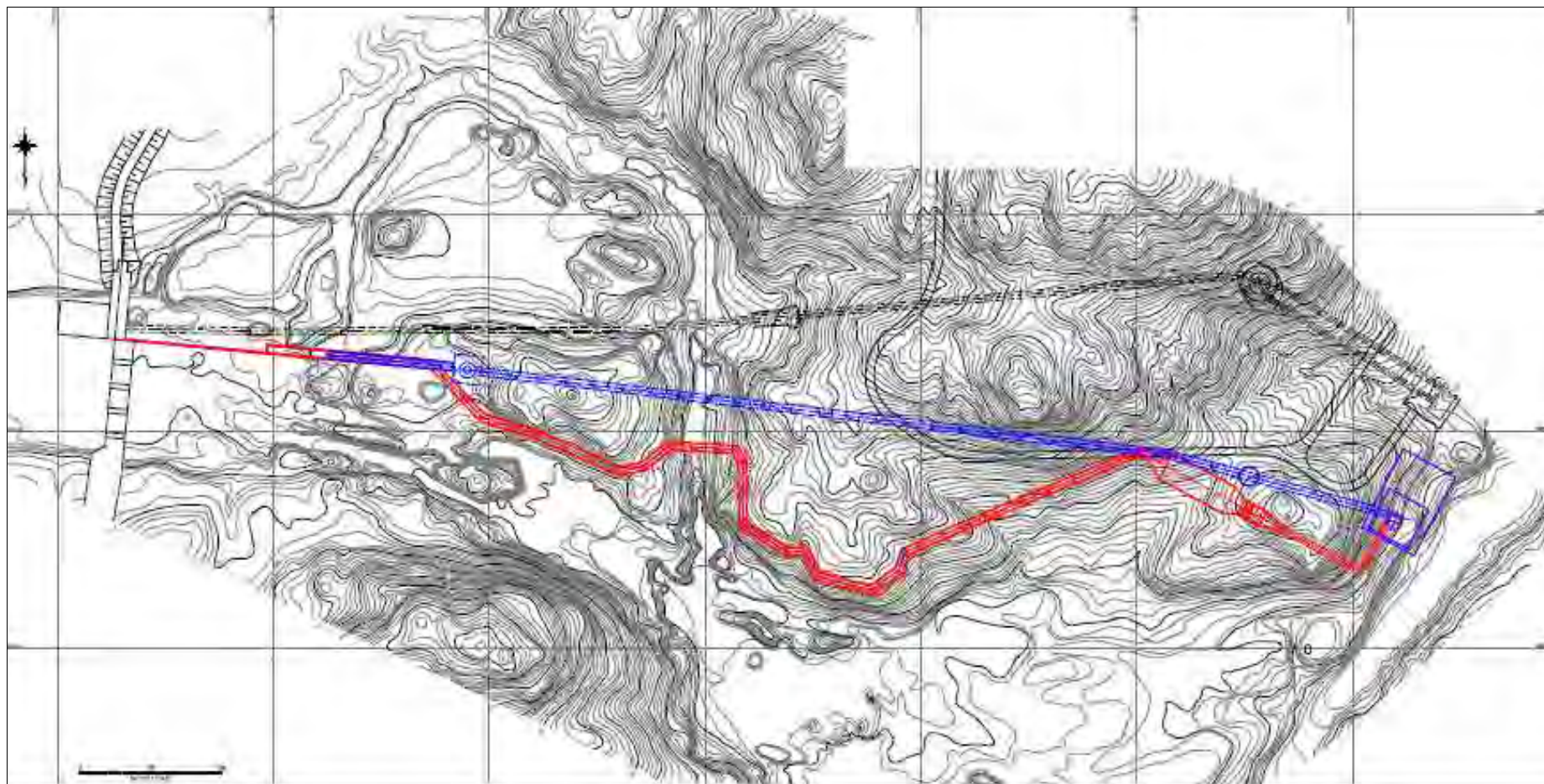


図 3-2 比較ルート図

(2) 発電利用可能水量

図 3-3 は 2006 年から 2012 年の期間における、洪水吐放流量から作成した流況図である。洪水吐放流量は基本的に既設発電所で利用されない流量であり、テザニⅣ発電所においては、この水量を発電に利用することとなる。

なお、河川維持流量は、Water Resources Board の規定及び上水道取水（下記参照）を考慮して、 $10\text{m}^3/\text{s}$ とした。

（維持流量 $9\text{m}^3/\text{s}$ + Walker Ferry 取水 $1\text{m}^3/\text{s}$: 合計 $10\text{m}^3/\text{s}$ ）

(3) 利用可能落差

第一次・第二次現地調査の結果、テザニⅣ発電所の利用可能落差（総落差）は表 3-3 に示す通りとなった。

表 3-3 テザニⅣ発電所 利用可能落差

項目	設定水位/落差	設定根拠/理由
取水位(EL.m)	313.76	取水堰堰頂
放水位(EL.m)	273.00	テザニⅢ放水位 + 0.2m (テザニより 370m 上流を考慮)
総落差(m)	40.76	

(4) 開発規模

最大使用水量を $60\text{m}^3/\text{s}$ から $80\text{m}^3/\text{s}$ 間で変化させた場合の、発電諸元及び概略経済性を比較した結果は表 3-4 に示す通りとなり、Case-2（最大使用水量 $70\text{m}^3/\text{s}$ ）を選定した。

表 3-4 テザニⅣ発電計画開発比較表

諸 元		Case-1	Case-2	Case-3
最大使用水量	m^3/s	60	70	80
総落差	m	40.401	40.401	40.401
有効落差	m	37	37	37
最大出力	kW	18,700	21,800	24,900
年間可能発電量	MWh	154.2	172.3	184.9
年間有効電力量(95%)	MWh	146.5	163.7	175.7
流量設備利用率	%	94	90	85
総工事費	百万円	3,843.9	4301.3	4,776.6
kW 建設単価	千円/kW	205,556	197,307	191,831
kWh 建設単価	円/kWh	26.2	26.3	27.2
発電原価(12%)	円/kWh	3.1	3.2	3.3

年間可能発電量：河川維持流量と水道取水の合計を $10\text{m}^3/\text{s}$ と仮定して算定した。

有効電力：年間可能発生電力量から送電線損失として 5%差し引いたもの。

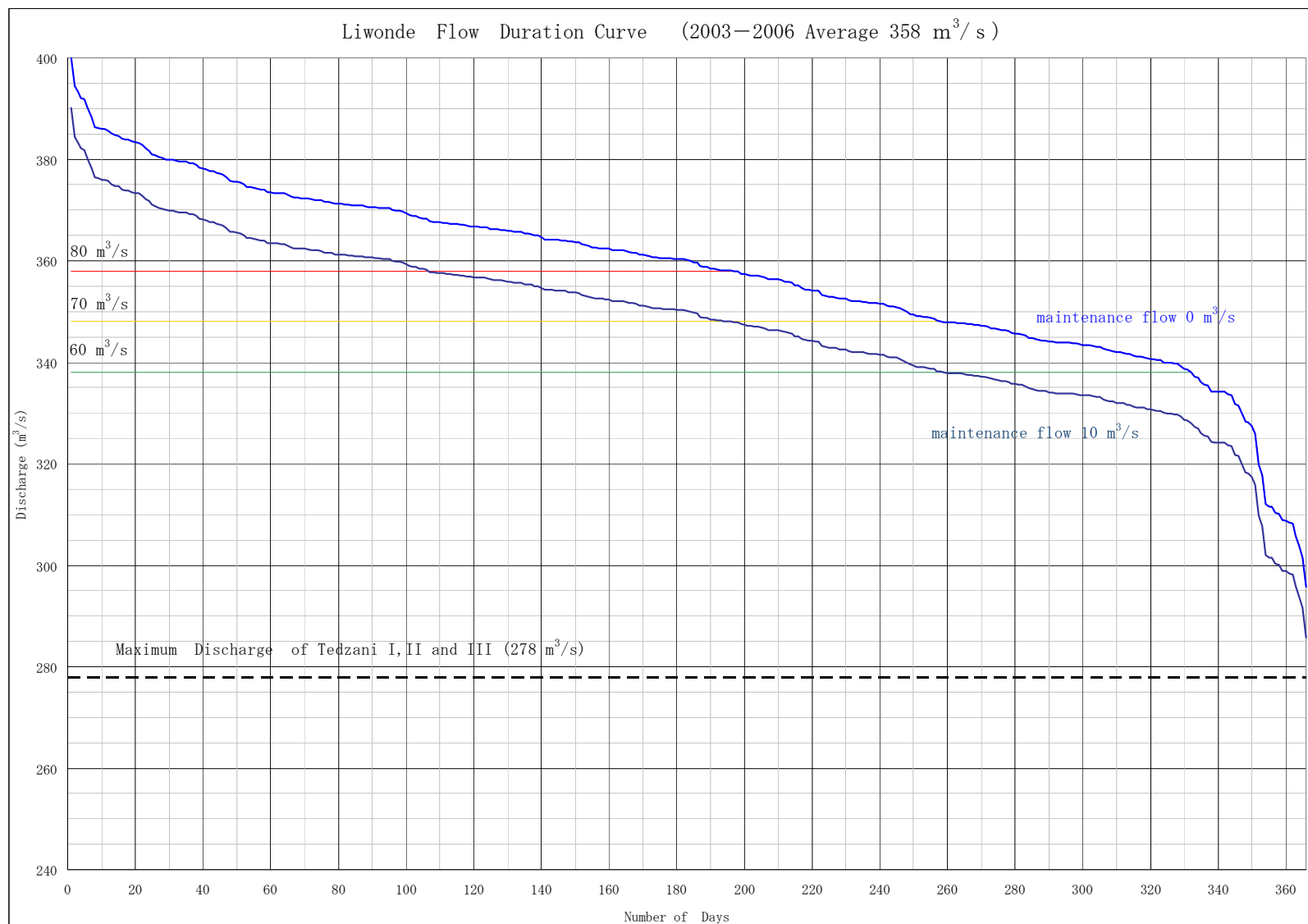


図 3-3 Tedzani Dam 洪水吐き流況図(資料期間 2006 年 7 月～2012 年 6 月)

Study of Installed Capacity

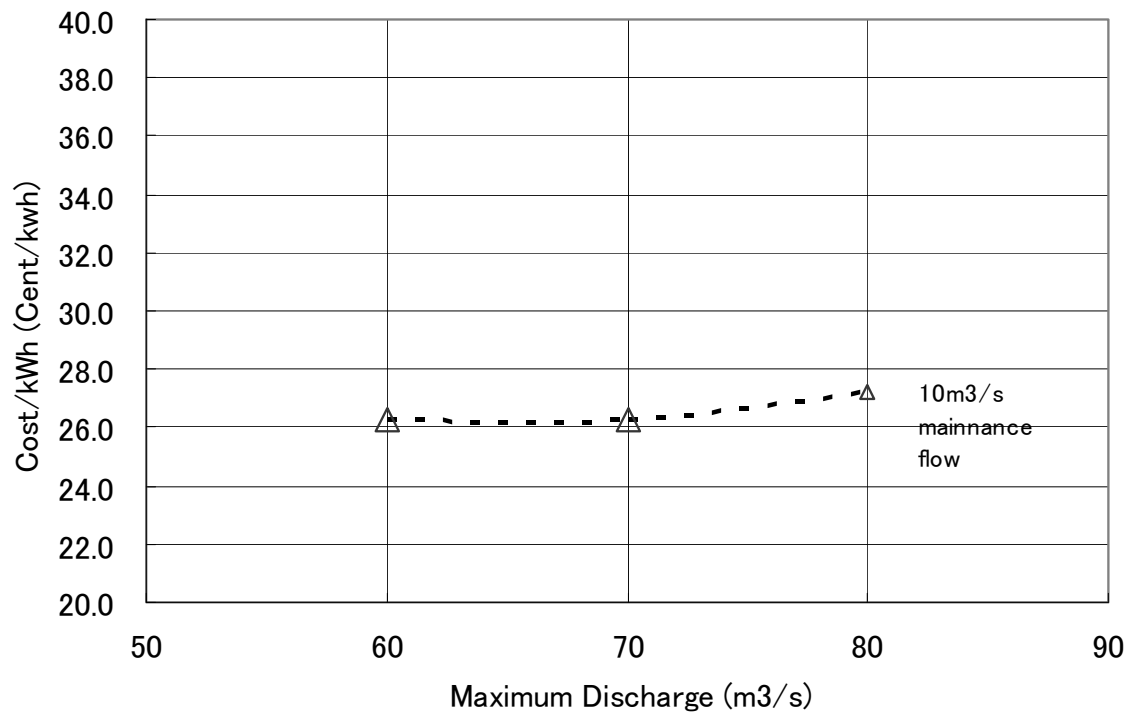


図 3-4 開発規模比較図

3-2-2-2 施設・機材に関わる基本設計

(1) 基本方針

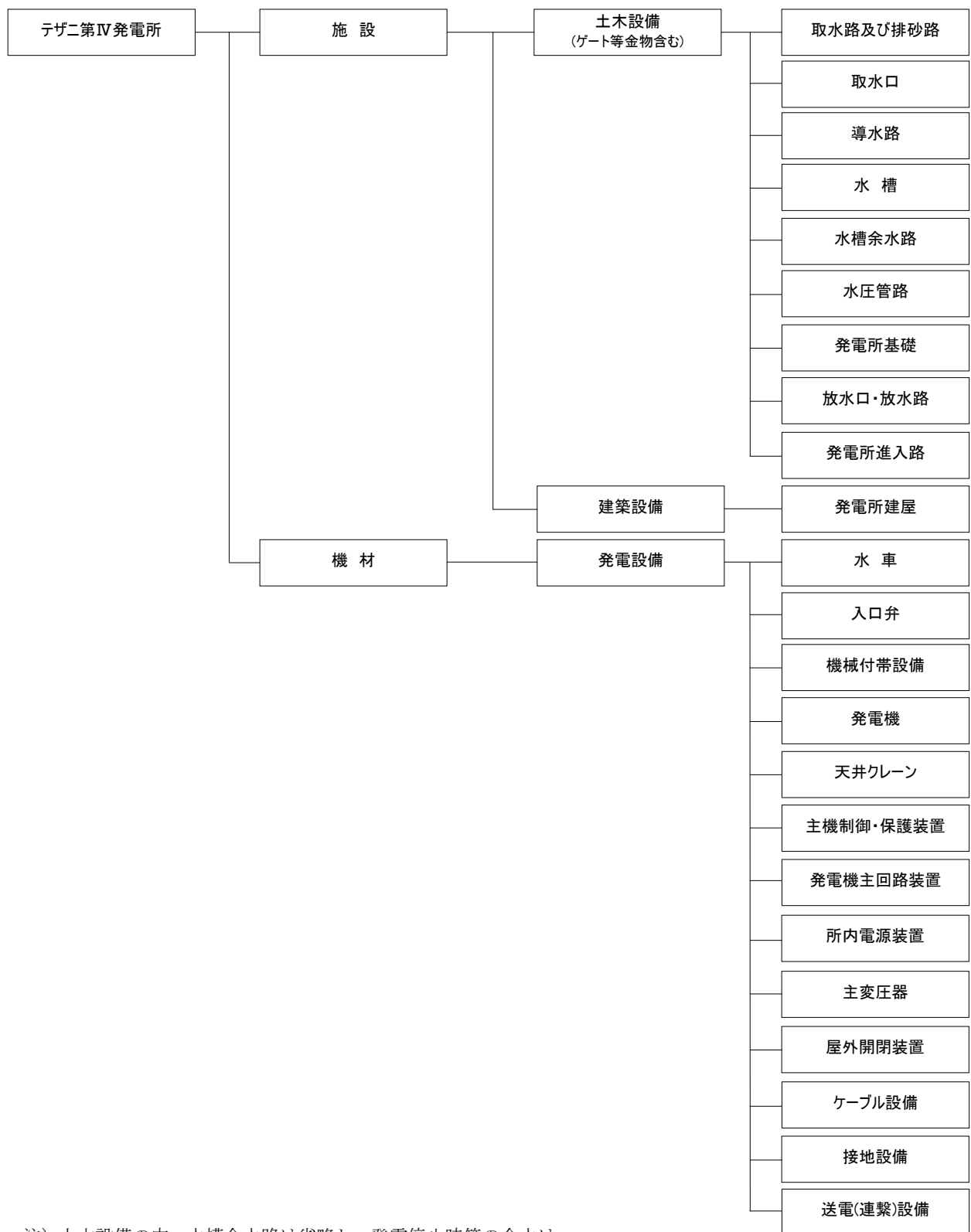
本プロジェクトのコンポーネントを

図 3-5 に示す。なお、本発電所は水力発電所の運営管理に十分な経験を有する ESCOM により運営管理が行われるため、本プロジェクトに関するソフトコンポーネント活動は実施しない。

(2) 土木設備

1) 取水路及び排砂路

取水は既設ダムの最左岸のゲート下流に取水路を設け、左岸側に横取りする方式とする。最左岸のゲート上流には流木等塵芥流入防止設備（スクリーン）が設置されているため、特に除塵のための設備は設けないが、流入土砂の排出のための排砂ゲート及び排砂路を取水路下流に設置する。



注) 土木設備の内、水槽余水路は省略し、発電停止時等の余水は導水路途中に設ける余水吐から排水する。

図 3-5 本プロジェクトのコンポーネント

2) 取水口

取水路の下流 40m 区間に溺堤を設け、所定の発電水量を取水庭に導水する。取水庭下流端には洪水時の過剰流入防止用の防護壁を設け、その下流側に制水ゲートを設置する。

取水口にはスクリーンを設け、流木等の塵芥の流入を防止することとしたが、流入する塵芥は既設取水ダム前面である程度除去されているものと想定し、自動除塵機は設置していない。但し、想定以上の塵芥量が多い場合は、人力での除去が困難となるため、詳細設計時に既設ダムから放流される塵芥に関する精査を行い、自動除塵機設置の是非について再検討する必要がある。

3) 導水路

導水路は地上式とし、左岸側斜面の等高線沿って設置する。水路構造は基本的にボックスカルバート形式とするが、メンテナンス用のマンホールを 45m に 1 ヶ所程度設置する。

水路断面は、幅 5m、高さ 5m、水路勾配を 1/500 とし水深 3.6m とする。

導水路始点より約 300m 付近に存在する沢は水路橋で通過し、水槽まで総延長 586m のカルバートを設置する。

後述するとおり水槽余水路は省略し、導水路始点より約 165m 地点から 255m 地点に余水吐きを設け、余剰水は導水路から直接河川に放流することとする。

4) 水槽

水槽は、水路終点到幅 39.7m、延長 87.5m、高さ 17.2m の水槽を設置する。水槽容量は、最大使用水量 $70\text{m}^3/\text{s}$ の約 3 分に相当する、 $12,720\text{m}^3$ を確保した。

水槽余水路は発電所停止時の余剰水を安全に放流する設備であり、通常は余水吐を水槽に設置し、水圧管路と平行に余水路を設置するが、落差が大きいことから水路だけでなく減勢工にも多額の費用を必要とする。

一方、本プロジェクトでは導水路が比較的短く、ルートが河川に近接しているため、導水路途中からの余水排除が比較的容易であることから、本プロジェクトでは水槽余水路を省略してコスト低減を図るものとした。

5) 水圧管路

水圧管路は、水槽より発電所入口弁まで、内径 4m で延長 110.9m の鉄管を敷設する。なお、水圧鉄管は、側方切土斜面からの土砂落下による損傷の防止及びメンテナンスの容易性を考慮して、コンクリートで巻立てるものとした。

6) 発電所基礎

発電所は地上式とし、発電所基礎は基本的に現地盤を掘込んで水車室等を構築する。発電所周辺は護岸壁を設置し、洪水時の水没等を回避する構造とする。

7) 放水口・放水路

発電所のドラフト管の出口に、放水路ゲートを設置し、その下流には幅 11.2m で延長 18.8m の放水路を設置し、発電所の放流水をシレ川へ戻す。

なお、放水口ゲートはコスト低減の観点から省略し、代替設備として放水路末端部に角落しを設置することとした。角落しの設置/撤去作業のため、発電所上流から放水口にアクセスする道路を設けた。

8) 発電所進入路

発電所へのアクセスは、既設第一、第二発電所から有効幅員 7.0m、総延長 218.7m の発電所進入路を設け、主機等の重量物搬入を行うこととした。なお、発電所へ主機を搬入する際には、トレーラーを後進させる必要があることから、進入路始点付近の方向転換用のスペースを確保した。進入路のシレ川側の擁壁は、地形が急峻であること、コンクリート数量の低減を考慮してテールアルメ擁壁とした。

(3) 建築設備

建築設備は、既設のテザニ III 発電所及びカピチラ II 発電所を参考に概略仕様を下表のように決定した。

表 3-5 テザニⅣ主要建築設備

	項目	数量	単位
1	電気設備		
1-1	受電・幹線動力		
	電灯盤、SWボックス 等	9.00	面
	露出スイッチ 等	38.00	組
	耐火ケーブル、絶縁ケーブル 等	13,000.00	m
1-2	照明器具設備		
	蛍光灯、誘導灯 等	269.00	個
	HID灯 等	67.00	個
1-3	弱電設備		
	煙感知器、熱感知器 等	32.00	個
2	給排水・消火栓設備		
	ステンレス配管	200.00	m
	硬質塩化ビニル管	100.00	m
	仕切弁	36.00	個
	トイレ	4.00	組
	洗面器具	4.00	組
	流し台	2.00	組
	排水管	100.00	m
	浄化槽	1.00	組
3	空調・換気設備		
	給気ユニット	1.00	台
	給気ファン制御盤	1.00	面
	排気ファン	2.00	台
	給気ルーバー、排気ルーバー	9.00	面
	天井・OA吹出口	63.00	個
	天井吸込口	4.00	個
	排気ガラリ	7.00	個
	防火ダンパー	12.00	個
	風量調整用ダンパー	5.00	個
	亜鉛鉄板	1,584.00	m2
	保温工事	317.00	m2

(4) 発電設備

1) 水車

運用・メンテナンスを考慮して、水車は既設のテザニⅠ、Ⅱ、Ⅲ発電所と同様のフランシス水車を適用し、発電機を分解せずに水車のランナー保守・点検が可能なランナー下抜き構造の水車とする。

- (a) 型式：縦軸フランシス水車
- (b) 基準水位：310.90 m
- (c) 有効落差：37.0 m
- (d) 最大出力：23,000 kW
- (e) 使用最大水量：70 m³/s
- (f) 定格回転速度：167 min⁻¹
- (g) 水車比速度：277.5 m-kW

2) 水車入口弁

- (a) 型式：複葉弁
- (b) 口径：3,500 mm～3,800mm（最終的にはメーカーの推奨で決定する。）
- (c) 操作方式：油圧操作
- (d) 使用最大水量：70 m³/s
- (e) 設計水圧：53 m

入口弁サーボモータ操作の圧油装置はガイドベーン操作の圧油装置と共用とする。

3) 機械付帯設備

- (a) 空気圧縮装置
- (b) 冷却水給水装置
 - ① 発電機器の冷却水給水装置は一次側の給水装置と二次側の給水装置から構成される。一次側は鉄管から給水し、二次側用の冷却器を冷却し、ドラフトへ排水する。二次側は循環用給水ポンプで発電機器の冷却器へ給水し、冷却器を通して冷却水を循環させるシステムとする。
 - ② 二次側の冷却水は清水を給水する必要がある、この清水の給水装置は本プロジェクトの供給外である。(ESCOM 供給とし、給水配管等の取り合いは本発電所内とする。)
- (c) 所内排水・排水装置
 - ① 所内排水ポンプ 2 台（水中ポンプ）
排水ポンプ定格：揚程 約 26m、排水量 3.9m³/min/台
 - ② 排水ポンプ 2 台（水中ポンプ）
排水ポンプ定格：揚程 約 26m、排水量 7.8m³/min/台

4) 発電機

前記水車データから、発電機の定格は以下のとおりとする。

- (a) 型式：縦軸三相同期発電機，全閉空気冷却器付，準傘型
- (b) 極数：36
- (c) 定格出力：26,600 kVA
- (d) 定格回転速度：167 min⁻¹
- (e) 定格電圧：11 kV
- (f) 定格周波数：50 Hz
- (g) 励磁方式：静止型励磁方式

5) 天井クレーン

- (a) クレーンスパン：約 16.4 m
- (b) クレーン走行距離：約 30 m
- (c) 主ホイスト容量：約 1,200 kN
- (d) 補助ホイスト容量：約 100 kN

6) 主機制御・保護装置

- (a) プラント監視制御盤（発電所制御全体の制御・監視）
- (b) 主機制御盤（主機の始動・停止制御）
- (c) 現場制御盤（現場に設置された各種補機の制御）
- (d) 保護装置（主機および発電所内電気機器の保護装置）

7) 発電機主回路装置

- (a) 発電機主回路用断路器
- (b) 発電機中性点接地装置
- (c) 計器用変圧器および計器用変流器
- (d) サージ吸収装置

8) 所内電源装置

- (a) 交流電源装置（500kVA 所内変圧器および交流電源フィーダ）
- (b) 直流電源装置（DC バッテリ，バッテリーチャージャー，直流電源フィーダ）
- (c) MCC（モータコントロールセンタおよび補機制御）
- (d) 非常用電源装置は、既設テザニ I の非常用電源装置をケーブルにてテザニIV発電所の所内電源に接続することが確認されたため，供給スコープ外とする。

9) 主変圧器

- (a) 型式：三相二巻線油入変圧器，屋外用，油入自冷
- (b) 定格容量：26 MVA

- (c) 定格電圧：66kV/11kV
- (d) 接続記号：YN d 1
- (e) 負荷時タップ切換装置付

10) 屋外開閉装置

- (a) テザニⅣ発電所は、新設の 66kV 送電線を経由してテザニⅠ変電所と連係される。このため、テザニⅠ変電所構内に開閉設備（断路器および母線）を設置することになるが、設計・施工面で以下に留意する必要がある。
 - ① テザニⅠ変電所の法面側には地下ケーブルが埋設されていること、および大規模な土木工事が必要になるため、開閉設備は構内道路側に設置することとする
 - ② このため、新たに構内道路のスペースを確保するためにテザニⅠ変電所の敷地を 7m 程度拡張する必要がある。この拡張部分は、岩山になっているため、既設の開閉設備に悪影響を及ぼさないように発破作業が必要となる。
 - ③ また、発電所入り口門扉および守衛室の移設が必要となる。
- (b) テザニⅣ発電所の屋外開閉所に設置される屋外開閉機器
 - 発電機用遮断器
 - 断路器
 - 接地装置
 - 避雷器
 - 計器用変圧器および計器用変流器
- (c) テザニⅠ発電所の屋外開閉所に設置される屋外開閉機器
 - 断路器
 - 接地装置

11) ケーブル設備

- (a) 発電所内供給電気機器間の電力・制御ケーブル
- (b) テザニⅣ発電所屋外開閉所に設置される供給電気機器間の電力・制御ケーブル
- (c) テザニⅠ発電所屋外開閉所に設置される供給電気機器間の電力・制御ケーブル
- (d) 発電所とテザニⅣ発電所屋外開閉所間の電力・制御ケーブル
- (e) 水位計(水槽用および放水路用)と発電所制御装置間のケーブル

12) 接地設備

- (a) 発電所用接地設備
- (b) テザニⅣ発電所屋外開閉所用接地設備

13) 送電（連係）設備

前章で記載したようにテザニⅠ変電所の送電側には余裕があるため、第二次現地調査において DOE 及び ESCOM と調整を行った結果、テザニⅣ変電所からの送電線はテザニⅠ変電所の母線に

接続することとする。

図 3-6 にテザニ IV の送電系統の概要を示す。

テザニIV発電所の増設に伴う既設送電線の潮流解析は ESCOM 側で実施されたことを確認した。
潮流解析の実施結果は ESCOM 側より提供されることも、併せて確認した。

また、テザニ I 変電所との連携には 2 基の鉄塔の新設が必要である。

送電線ルートの概要図を図 3-7 に示す。

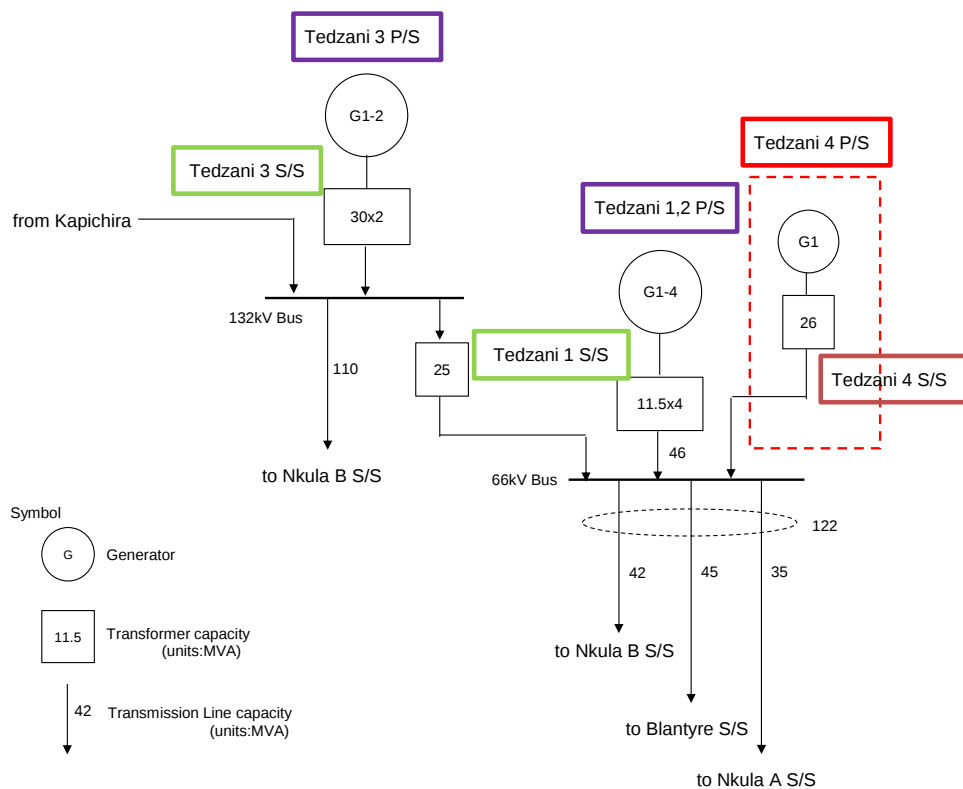


図 3-6 テザニIV送電系統(概要)

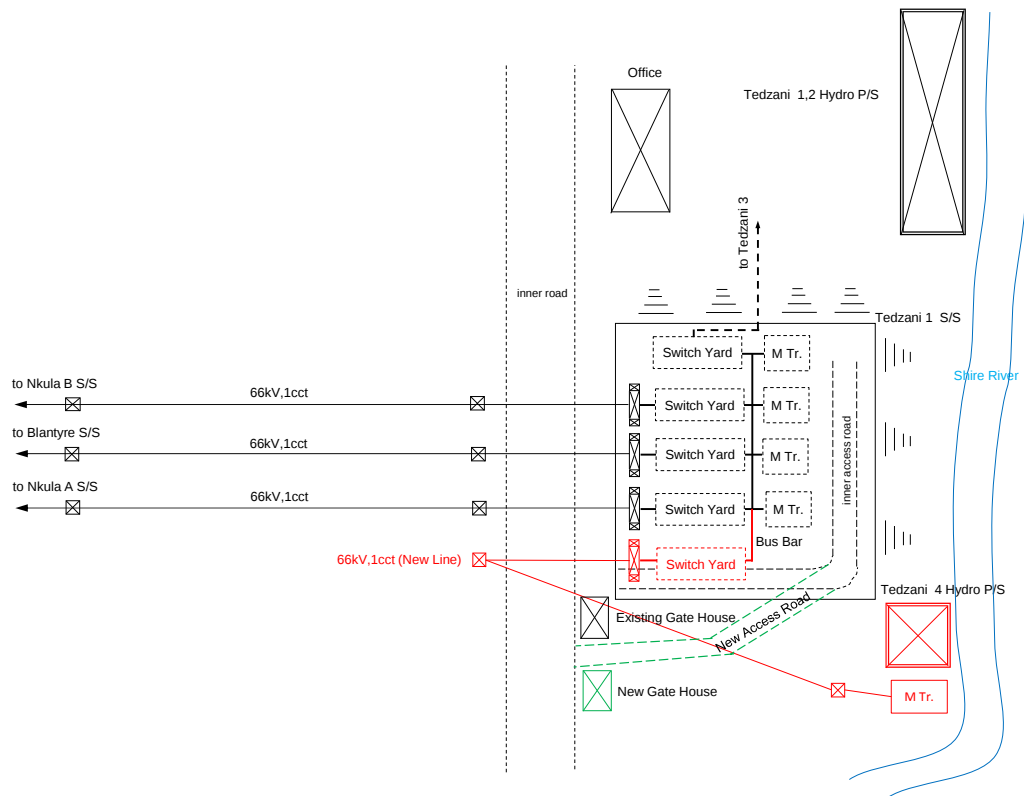


図 3-7 テザニ IV との連携概要図

3-2-3 概略設計図

以上の基本計画に基づいて作成した概略設計図リストは以下のとおり。各設計図は、別冊に示す。

[General]	TD-G-GL-001:	General Plan
	TD-G-GL-002:	General Profile
[Civil Works]	TD-C-IT- 001:	Intake Plan and Profile
	TD-C-IT- 002:	Intake Sections (1/3)
	TD-C-IT- 003:	Intake Sections (2/3)
	TD-C-IT-004:	Intake Sections (3/3)
	TD-C-HR-005:	Headrace Typical Sections
	TD-C-HR-006:	Headrace Plan (1/4)
	TD-C-HR-007:	Headrace Plan (2/4)
	TD-C-HR-008:	Headrace Plan (3/4)
	TD-C-HR-009:	Headrace Plan (4/4)
	TD-C-HR-010:	Headrace Sections (1/4)
	TD-C-HR-011:	Headrace Sections (2/4)
	TD-C-HR-012:	Headrace Sections (3/4)
	TD-C-HR-013:	Headrace Sections (4/4)
	TD-C-HR-014:	Headrace Flume Plan and Profile
	TD-C-HR-015:	Headrace Flume Flume Sections
	TD-C-HT- 016:	Head Tank Plan and Profile
	TD-C-HT- 017:	Head Tank Typical Sections (1/2)
	TD-C-HT- 018:	Head Tank Typical Sections (2/2)
	TD-C-PS-019:	Penstock Plan and Profile
	TD-C-PS-020:	Penstock Typical Sections
	TD-C-PH-021:	Powerhouse Plan
	TD-C-PH-022:	Powerhouse Sections
	TD-C-PH-023:	Powerhouse Profile
	TD-C-PH-024:	Powerhouse GF Unloading Floor
	TD-C-PH-025:	Powerhouse B1F Machine Hall Floor
	TD-C-PH-026:	Powerhouse B2F Generator Floor
	TD-C-PH-028:	Powerhouse B4F Draft Tube Floor
	TD-C-PH-027:	Powerhouse B3F Turbine Floor
	TD-C-PH-029:	Powerhouse B5F Drainage Gallery Floor
	TD-C-PH-030:	Powerhouse Elevation View
	TD-C-PH-031:	Powerhouse Detail Sections

	TD-C-TR-032:	Tailrace Profile
	TD-C-TR-033:	Tailrace Sections
	TD-C-TR-034:	Stoplog Access Road
	TD-C-AR-035:	Access Road Plan and Profile
	TD-C-AR-036:	Access Road Sections(1/5)
	TD-C-AR-037:	Access Road Sections(2/5)
	TD-C-AR-038:	Access Road Sections(3/5)
	TD-C-AR-039:	Access Road Sections(4/5)
	TD-C-AR-040:	Access Road Sections(5/5)
	TD-C-GH-041:	Guard House (1/2)
	TD-C-GH-042:	Guard House (2/2)
[Electro-mechanical Works]	TD-E-GN-001:	Single Line Diagram
	TD-E-TL-002:	66kV Transmission Line Tower Type D1
	TD-E-TL-003:	66kV Transmission Line Tower Type D2
	TD-E-TL-004:	66kV Transmission Line Foundation for Tower Type D
	TD-E-TL-005:	66kV Transmission Line Gantry

3-2-4 施工計画／調達計画

3-2-4-1 施工方針／調達方針

施工方法・工法等については、基本的に特殊なものを避けるとともに、プロジェクトエリアの地形・地質・気象等の自然条件を把握した上で、第三者を含む安全の確保、既設構造物への影響低減／回避構造物、現地の技術水準、調達可能な現地資機材等を十分勘案して適切な工法等を選定する。

3-2-4-2 施工区分／調達区分

本プロジェクトの施工区分／調達・据付区分および対象設備は、表 2-7・表 3-7 に示すとおり。

表 3-6 施工区分／調達・据付区分

施設／機材区分	細目	主要施設／機材
施 設	水力発電土木工事	・取水口、ゲート、スクリーン ・導水路 ・水槽 ・水圧管路、鉄管 ・発電所、建築設備 ・放水路、角落とし
機 材	水力発電用機材調達	・水車・発電機 ・制御装置・補機類 ・入口弁、鉄管 ・主変圧器、開閉設備

表 3-7 対象設備

土木・建築設備	取水路及び排砂路、取水口、導水路、水槽、水圧管路、発電所基礎、放水口・放水路、発電所進入路、給水、排水、浄化、屋内証明、屋外照明、小電力供給、空調・給気、消火栓、火災報知器等設備
発電設備	水車、入口弁、機械付帯設備、発電機、天井クレーン、主機制御・保護装置、発電機主回路装置、所内電源、主変圧器、屋外開閉装置、ケーブル設備、設置設備、送電(連係)設備

3-2-4-3 施工方法／調達方法

仮設計画は、現地の地形、地質、気象、水文等の自然条件、周辺環境、関連法規その他条件を把握したうえで、工事の規模・内容・工程等との整合性、経済性を考慮して計画する。以下に、仮設道路、仮締切、仮設備の概要を示す。

3-2-4-4 仮設道路

仮設道路として以下を設置する。道路幅は 6.0m とし、登坂路は 20% 以下とする。

- ・取水堰川床への進入路（仮設道 1）：延長 60m、
- ・発電所及び放水路川床への進入路（仮設道 4）：延長 205m、既設発電所横より新設。
- ・導水路への進入路（仮設道 2,3）：2 ヲ所 延長 100m+200m=300m、

また、工事期間中の仮設道路の維持管理は、以下を考える。

- ・主要道路（河床への進入路）：表層 1.0m のセメント改良、延長 265m

それ以外の道路：掘削ズリ及び河床砂礫による路盤材補充整正

3-2-4-5 仮締切

仮締切は、取水堰、余水吐け、放水路の部分に設置する。左岸側に土堰堤を設け河川の水を右岸側に移動させる。法面は大型土のうにより表面を防護する。

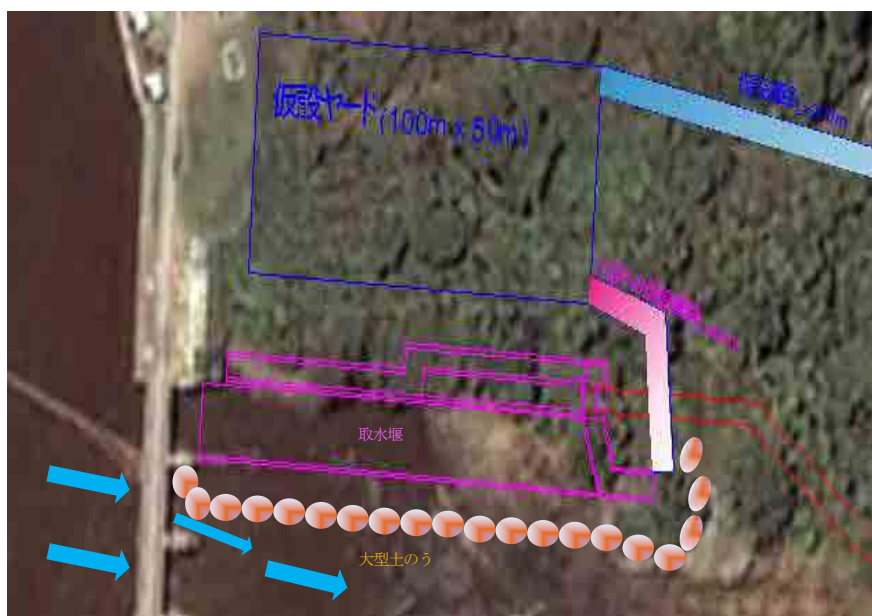


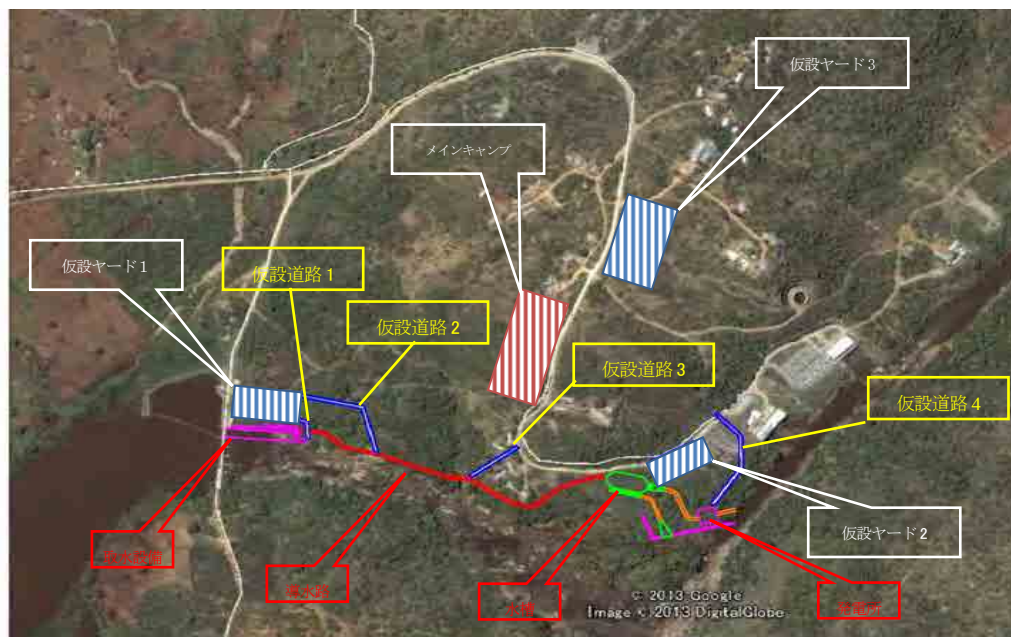
図 3-8 取水設備付近仮設概念図



図 3-9 発電所付近仮設概念図

3-2-4-6 仮設備

・仮設ヤード



No.	名称	取水堰からの距離	用途	状況
1	メインキャンプ	1.7 km	事務所 宿泊施設等	150m x 80m
2	仮設ヤード1 取水堰・導水路	0.5 km	資機材置場 作業員休憩施設	100m x 50m
3	仮設ヤード2 水槽・発電所	2.1 km	資機材置場 作業員休憩施設	80m x 30m
4	仮設ヤード3	1.5 km	プラントヤード	100m x 80m
5	原石採取場			

6	細骨材採取場			
7	掘削土置場			

・メインキャンプ

No.	名称	寸法	数量
1	コンサルタント事務所	5 x 6	1
2	施工業者事務所	8 x 20	1
3	下請業者事務所	6 x 10	1
4	日本人、3国人宿舎	10 x 27	1
5	日本人、3国人食堂	5 x 7	1
6	ローカルスタッフ宿舎	10 x 27	1
7	ローカルスタッフ食堂	12 x 15	1
8	作業員宿舎	10 x 27	3
9	バスルーム、トイレ	5 x 7	4
10	給水タンク	3 x 5	1
11	警備員詰所	2 x 2	2
12	資材倉庫	8 x 10	1
13	修理工場	8 x 10	1
14	機具・工具倉庫	8 x 10	1

・プラントヤード

No.	名称	性能	備考
1	バッチングプラント	30m ³ /h	二軸強制練 1.0m ³
2	試験室		30m ²
3	火薬庫	12ton	15m ²
4	火工所		15m ²

3-2-4-7 施工監理計画／調達監理計画

(1) 基本方針

日本人コンサルタントは、施工および調達が、所定の品質を確保しながら、所定の工期内で、かつ安全に実施されているか監理・指導を行う。品質・工程・安全に関する留意事項は以下のとおり。

1) 品質

- 主要設備については、施工図面の提出を求め、当初設計および仕様と合致しているか確認する。
- 施工出来形については、設計・施工図面どおり仕上がっているか確認を行う。
- 品質管理試験、工場検査には、必要により立会い、品質確認を行う。
- 最終的には、竣工検査を実施し、当初設計の品質・機能が満足されているか確認を行う。

2) 工程

- 設備の工事進捗を確認し、当初工程との比較を行う。
- 資機材の調達状況を確認し、工程遅延要因を洗い出す。

- 工程調整会議を適宜あるいは定期的に開催し、工程確保のための調整を行う。

3) 安全

- 既設テザニ発電所を運転しながらのテザニ 4 増設発電所の工事を実施するため、ESCOM テザニ発電所と協議し、ESCOM の既設設備、ESCOM 職員及びテザニ発電所関係者とその家族並びに周辺住民の安全を確保する施工計画を立案し、関係者へ周知徹底する。
- 発破作業を行う際は、飛散防止対策を講じるとともに、一般通行者・車両の通行の制限を行う。
- 安全パトロールを定期的 to 実施し、現場状況を確認し、事故の未然防止を図る。
- 万が一の緊急時の速やかな対応を図るため、緊急連絡網を整備する。

4) 施工監理体制

施工監理業務を円滑かつ適切に実施するために、類似業務の経験が豊富で、本プロジェクトとの内容を十分に把握している者を業務主任に任命する。

本プロジェクトの品質・工程・安全の管理責任は、基本的には施工業者に帰するため、現場での施工監理には、必要最低限の技術者を配置するものとし、常駐管理者として土木技師を 1 名選任させる。工事進捗に合わせ、水力発電設備の機能確保のため、土木設計技師、金物技師、電気機械技師、送電技師をスポットで現地へ派遣する。

施工監理要員およびその役割を、表 3-8 に示す。

表 3-8 施工監理体制

要員	格付 (号数)	M/M (月)	渡航 回数	業務内容
業務主任 (大学卒後 18 年以上)	2	1.00	2	・着工時調整・支援・各種指示 ・竣工検査立合
土木技師(常駐監理) (大学卒後 13 年以上)	3	40.00	1	・着工から竣工までの施工監理の実施及び総括 ・現地実施機関との調整
水力土木技師(スポット) (大学卒後 13 年以上)	3	6.00	1	・発電所土木建築構造物構造再設計 ・土木構造物完成に当たっての施工監理補助
金物技師(スポット) (大学卒後 13 年以上)	3	4.00	6	・取水口ゲート・排砂門、水圧鉄管、放水路ゲート施工時の施工監理 ・ゲート・鉄管の工場検査
機械設計(スポット) (大学卒後 13 年以上)	3	11.5	6	・水車・補機類据付の施工監理、無水・有水試験時の立合
電気設計(スポット) (大学卒後 13 年以上)	3	7.5	3	・発電機器類据付の施工監理、無水・有水試験時の立合
送電設計(スポット) (大学卒後 13 年以上)	3	2.5	2	・送電線着工時の現場立合 ・送電鉄塔、の施工監理
機械設計 (大学卒後 13 年以上)	3	1.65	5	・機材の工場試験立合 ・水車の施工監理
電気設計 (大学卒後 13 年以上)	3	0.9	4	・機材の工場試験立合 ・発電機器の施工監理
合計		75.05		

【現地要員】				
運転手	—	40.00	—	・ 常駐監理者の業務車両の運転
調整員	—	40.00	—	・ 監理資料の作成補助、施工業者との連絡、現地関係機関との連絡、その他雑務

3-2-4-8 品質管理計画

(1) 土木構造物

土木構造物で品質管理が必要なものはコンクリートである。契約仕様どおりの品質が確保されているかサンプル試験を実施して確認を行う。

(2) 資機材

機材の品質管理は、以下のとおり実施する。

- ・ 機材納入業者に、図面の提出を義務付け、仕様および品質が契約仕様書と合致していることを確認する。
- ・ 主要機材の工場検査に立会い、承認図および契約仕様書どおりに製作されているか確認する。
- ・ 資機材が現場に到着した場合は、調達仕様どおりの資機材か、輸送中に損傷を受けていないかを確認する。

3-2-4-9 資機材調達計画

(1) 資機材の調達先

水車・発電機・制御/保護装置の主要機材は、原則として日本からの調達を原則とするが、性能面で問題がなく、かつ経済的に有利な場合は、主に中国、東南アジア、インド、欧州などの第三国から部品を調達する。また、変圧器、開閉器、配電盤等の機器単品については、通常これらの製品は国際規格に従って設計・製作され、性能も国際規格を満足するので、調達価格が日本国製品と比較して安価である場合は、主に中国、東南アジア、インド、欧州などの第三国から製品を調達する。

建設資材の内、鉄筋、骨材及びセメントは、マ国内で調達するが、これら以外の主要資機材は日本からの調達を原則とするが、品質、性能に支障のないものは、中国、東南アジア、インド、欧州などの第三国から部品を調達する。

(2) 予備品の範囲

本プロジェクトの効果を継続的に維持するために必要な予備品及び保守・補修工具を提供する。予備品はその性質から消耗部品と交換部品に大別され、本プロジェクトではランプ、ヒューズ等運転に必要な消耗部品と故障時に迅速に補充する必要のある緊急性を有する交換部品を納入する。

(3) 保証の考え方

本プロジェクトで調達した機材は、全て瑕疵担保保証を要求するものとする。瑕疵担保期間は1年

間とする。

3-2-4-10 初期操作指導・運用指導等計画

初期操作指導や運用指導等のソフトコンポーネントは通常、発電所の運転・維持管理組織が継続的かつ健全に機能し、プロジェクトにより建設された発電所が、適切かつ持続的に運転・維持管理されるために必要な運転保守管理員の能力向上の達成を目標として実施されるが、本プロジェクトにおいては以下の理由により操作運用にかかるソフトコンポーネントは供与しない。

- ① 運開後、本テザニIV発電所はマラウイ国電力会社ESCOMにより運営・運転・保守管理されるが、ESCOMはそれらの能力をすでに備えており、特別な指導は必要としない。
- ② 本テザニIV発電所の機器構成、機器仕様、運転方式および制御方式は、既設テザニIII水力発電所の機器構成および機器仕様をベースとして設計されているので、改めて特別な運転・保守の指導は必要としない。
- ③ 各々の機器の運転保守マニュアルは、機材供給業者から提出され、ESCOMおよびコンサルタントのレビューを経て最終的な運転保守マニュアルが提出される。
- ④ 機器の据付・試験期間に、機材供給業者との”On the Job”トレーニングにより、機器の据付・試験・運転のノウハウを習得できる。

3-2-4-11 ソフトコンポーネント計画

本プロジェクトによるテザニ増設発電所は完成後、既設発電所を所有する ESCOM により運転維持管理が行われる。ESCOM は 1970 年代より水力発電所の運転管理を行っており、水力発電所の運転維持管理に関して十分な知見と経験を有していることから、本プロジェクトでは組織強化・人材育成等を目的としたソフトコンポーネントは実施しない。（メーカーによる初期操作指導のみ実施）

3-2-4-12 実施工程

本プロジェクトの実施工程は表 3-9 に示すとおりであり約 5 ヶ年度に亘り実施する。

表 3-9 業務実施工程表

[illegible]

3-3 相手国側分担事業の概要

本事業の実施において、次の作業は「マ国」側の分担事業とする。

(1) 水力発電開発事業に関する認可手続き

マ国電力関連法案（エネルギー規制法：Energy Regulation Act 2004、改正電力法：Electricity Act 2004）に基づく、水力発電所増設に係わる認可手続きを行う。

(2) 環境社会配慮

本プロジェクトの実施に際し、法(環境管理法-EMA)に基づき、環境局長（DEA）より、エネルギー鉱山省エネルギー局長（DOE）宛に、環境影響評価（EIA）の実施を免除し、以下の3項目を実施すべきことか通達されており、DOEは、これらの3項目を実施する。なお、IEEは本調査で実施済み（資料参照）であり、環境管理計画、環境モニタリングは本報告書中で提案している。

- ① 初期環境影響評価（IEE）
- ② 環境管理計画の作成（EMP）
- ③ 環境モニタリングの作成（EMP）

(3) 関税・免税手続き

プロジェクトが実施になる際は、VATの免税措置をすること。また、建設時における、マ国への輸入製品の免税手続きを行うこと。

(4) 運営維持管理体制の再構築

テザニIV発電所は既存のテザニ水力発電所に新たに追加されるものであり、運営維持管理は既存のESCOM 発電所管理組織が実施することとなるが、運転員等、新たな要員確保を行い、発電所運転維持管理に支障をきたさないよう、体制の再構築を行う。

(5) 運営維持管理費の予算化

増設水力発電所の運転維持管理に必要な予算を毎年、計画的に予算化し、費用を確保すること。また、長期的な視野において、主要な電気、機械設備の交換費用や修繕費を確保すること。

(6) 銀行取極・支払授權書の発給手続き（DOE）

プロジェクトが実施になる際は、銀行取極、支払授權書の発給を行うこと

(7) その他

- ・ 本プロジェクトに係わる日本人を含む外国人に対する各種免税措置
- ・ 各種関連機関との調整・申請・承認
- ・ プロジェクトの運営・維持管理計画

(8) 組織

本計画の主管官庁はエネルギー鉱物資源省エネルギー局（DOE）で、実施機関はマラウイ電力公社（ESCOM）である。

DOE の職員構成は、局長を筆頭に技術職員 11 名、事務職員 5 名、その他秘書等、総職員数 30 名（2011 年 2 月時点）である。

以下に DOE、ESCOM の組織図を示す。

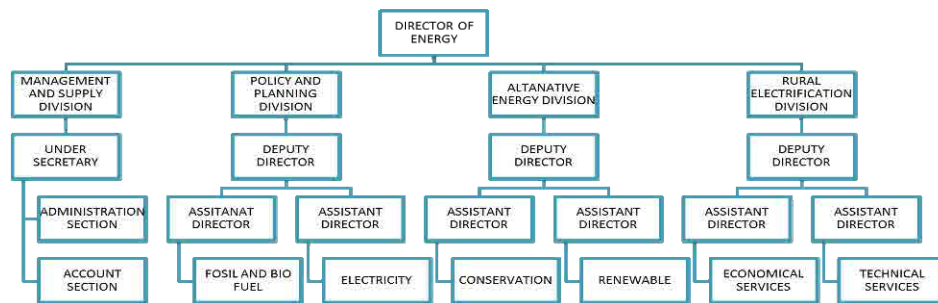


図 3-10 DOE の組織図

ESCOM は、1988 年に制定された新しい電気事業法に基づき、準国家機関から、株式会社に改称・改組された。ESCOM はそれまでの資産を全て引き継いでおり、マ国政府が 99%、Malawi Development Corporation が 1%の株式を保有する国営企業である。

ESCOM の組織構成は、電力設備の計画、建設、発電、送変電、配電、維持管理、料金回収と、電力産業のすべてを一貫して実施できる唯一の企業である。



図 3-11 ESCOM の組織図

(9) 維持管理計画

本プロジェクト完成後、発電所及び送電線の運転維持管理並びに土木、水門、手間の維持管理は、ESCOM が実施することとしている。

ESCOM は、電力設備維持管理に係る 2575 名（2013 年 11 月調べ）の職員と 7 名の重役、と 66 名の技術者から成る、マ国唯一の電力供給会社である。

同社は、1964 年のスクラ発電所の運転開始以来、テザニ（92.7MW）、カピチラ（64MW）の各水力発電所を運転維持管理してきた実績がある。現在工事中的のカピチラ II（32MW2 台）の発電機増設工事管理を自社技術者により工事管理している。

この実績から、テザニ 4 発電所が適切かつ持続的に運転・維持管理されるものと推察される。

水力発電所の運営・維持管理体制は図 3-12 に示すとおりであり、発電所運転員（8 名を想定）発電所維持管理技術者（2 名）、取水口監視員（4 名）が発電所の運転・維持管理を行う。

発電所運転に当たっては、ESCOM の変電所からの指令・指導を受け、出力の調整を行う。

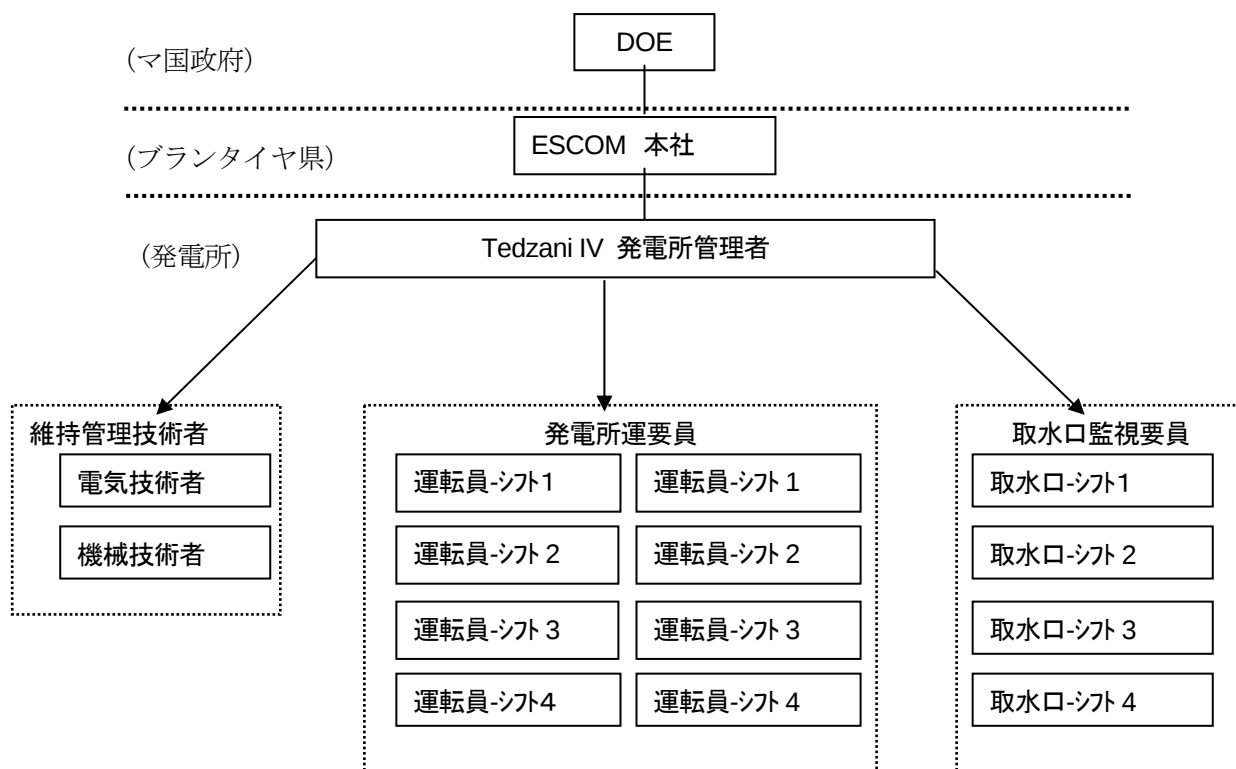


図 3-12 運営組織図

3-4 プロジェクトの概算事業費

3-4-1 協力対象事業の概略事業費

(1) 日本側負担経費

施工・調達業者契約認証まで非公開

表 3-10 「マ国」側負担経費

負担事項・内容	負担額 (百万 MK)	備考
銀行取極に基づく手数料 (A/P 授権手数料、B/A 手数料)	19.6	
環境モニタリング	2.6	建設期間中
発電機器予備部品	59.6	
計	81.8	

3-4-2 運営・維持管理費

発電所の運営・維持管理要員の人件費として、年間 38.8 百万 MK (12 百万円)、修繕費として約 91.5 百万 MK (28 百万円)、環境モニタリング 2.7 百万 MK (83 万円) 合計 133 百万 MK (40.8 百万円) を計上する。

この維持管理は、ESCOM の 2012 年の税引前利益の約 1.8%であり、十分支出可能な金額である。

表 3-11 テザニ IV 水力発電所の年間の運転維持管理費

項目	内容	年間費用(百万 MK)
運転維持管理人件費	オペレーター:8 名 電気技術者 :1 名 機械技術者 :1 名 取水口管理員:4 名	38.8
修繕費	発電所維持管理	91.5
環境モニタリング	発電所運転開始後	2.7
計		133.0

第 4 章 プロジェクトの評価

4-1 事業実施のための前提条件

本プロジェクトの円滑な実施ためにマ国側が実施すべき手続きとして次の事項が上げられる。

(1) 水力発電開発事業に関する認可手続き

ESCOM はエネルギー規制法: Energy Regulation Act 2004、改正電力法: Electricity Act 2004 に基づく、水力発電所増設に係わる認可手続きを行う必要があるが、ESCOM は多くの電力設備の設置に係わる経験を有しており、許認可手続きが難航することが想定されないが、的確に実施するため DOE によるしっかりとした確認作業が必要である。

(2) 環境社会配慮

本プロジェクトの実施に伴う新たな土地収用は必要としないが、環境局 (DEA) より、初期環境影響評価 (IEE)、環境管理計画の作成 (EMP)、環境モニタリング計画の作成 (EMP) が求められており、これらを作成した上、DOE/ESCOM は的確に環境モニタリングを行う必要がある。

4-2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入計画

本プロジェクト全体計画達成のためマ国側が実施すべき事項を以下に記述する。

4-2-1 DOE の投入事項

- ① 本事業実施に係わる JICA への協力
- ② ESCOM の行う法手続きの支援
- ③ 事業内容の妥当性検証
- ④ VAT 負担及び輸入関税免税等の処理
- ⑤ 銀行取極に基づく口座の開設及び手数料等の負担

4-2-2 ESCOM の投入事項

- ① 法手続き
- ② 運転員等の要員確保と運転維持管理体制構築
- ③ 発電所維持管理に関する費用負担

4-3 外部条件

(1) 施工中の既設発電所の運転への影響

本プロジェクトは既設水力発電所の増設であり、施工に伴い既設発電所の運転に制約を与える。特に仮締め切り工事や連系線の連結等の際には既設発電所の運転を一時停止するなどの処置が必要であり、工事工程と既設発電所運転の必要性等を考慮した適切な工事監理が成されない場合には、工事

の遅延等の問題が発生する可能性がある。

(10) 為替変動による影響

マ国の通貨であるマラウイ・クワチャの為替レートは短期間に大きく変動している。本プロジェクト費用の内、現地人件費、国内輸送費、燃料費及び土木資機材（セメント、骨材、施工機械等）はマ国内より調達することを想定しているが、工事期間が約4年の長期に亘ることから、これらの現地調達費用は為替変動の影響を大きく受ける可能性が高い。

以上より、施工に当たっては主要機材の一括購入など、為替変動の影響を極力低減できるような対策を講じることが重要となる。

4-4 プロジェクトの評価

4-4-1 プロジェクトの妥当性

マ国において、エネルギー開発はインフラ整備及び持続可能な経済成長のための重要な課題として位置づけられているとともに、同戦略における九つの優先分野の一つとされている。しかしながら、2012年現在の最大電力需要は347MWであり、電力供給量（288MW）との乖離が大きく、全国レベルで慢性的な電力不足の結果、停電が頻発的に発生している。特に、首都リロングエ市（2,204,000人）及び商業都市ブランタイヤ市（1,297,000人）における市民生活及び経済活動に甚大な影響が及んでいる。

一方、マ国の電力設備は約98%が水力発電である上、その殆ど(98%)が、本増設計画のあるシレ川に存在する。このようにシレ川水力発電は、マ国の主要電力資源であり、本プロジェクトの実施は、同国における電力不足の緩和に貢献し、マ国の経済成長政策にも合致する。

4-4-2 有効性

本プロジェクト実施により期待されるアウトプットは下記のとおりである。

(1) 定量的評価

本プロジェクトの有効性評価のための定量的効果指標を表4-1のとおり設定した。

表 4-1 定量的効果指標

指標	基準値(2012年)	目標値(2021年) 【事業完成3年後】
テザニ水力発電所設備容量(kW)	92,700	114,500
発電端発電電力量(GWh/年)	620.8	782.8
設備利用率(%)	76	78

注: 基準値は、テザニ I,II,III の合計値、目標値は基準値にテザニ IV を増設した値。

(1) 定性的評価

発電容量向上を通じた首都リロングエ市（2,204,000 人）及び商業都市ブランタイヤ市（1,297,000 人）に対する電力の安定供給により、市民生活の改善や産業基盤が強化される。

【資 料】

1. 調査団員・氏名
2. 調査行程
3. 関係者(面談者)リスト
4. 討議議事録(M/D)
5. その他資料・情報(MOA)

1. 調査団員・氏名

氏名	担当業務	所属先
大嶋 一成	総括	JICA 客員専門員
泉 恵太	計画管理	JICA 資金協力業務部 実施管理第一課
齊藤 学	計画管理	JICA 産業開発・公共政策部 資源エネルギー第二課
清水 満	業務主任/電力計画 /運転保守管理計画/施工計画	東電設計株式会社 海外水力部
小林 博	業務主任/電力計画 /運転保守管理計画/施工計画	東電設計株式会社 海外水力部
宮田 逸郎	機械設備計画	東電設計株式会社 海外水力部
工藤 健司	電機設備計画	東電設計株式会社 海外水力部
手嶋 哲夫	水力発電計画/土木工事計画	東電設計株式会社 海外水力部
若松 啓治	保護・制御/送変電設備計画	東電設計株式会社 送電部
伊礼 朝樹	資機材調達計画/積算	株式会社東設土木コンサルタント 水文環境部
和田 茂樹	環境社会配慮	和田技術士事務所
渡部 伸	自然条件調査(測量)	株式会社東設土木コンサルタント 事業推進部
中俣 公德	自然条件調査(地形・地質)	株式会社東設土木コンサルタント 事業推進部
廣橋 裕一郎	自然条件調査(測水)	株式会社東設土木コンサルタント 水文環境部

2. 調査工程

(1) 第一次調査

日付	JICA団員				コンサルタント団員									
	総括	計画調整		業務主任	副業務主任	水力計画	環境	調達・積算	保護・制御	自然条件(地質)	自然条件(測量)	自然条件(測水)		
	大嶋	斎藤	泉	清水	小林	手嶋	和田	伊礼	若松	中俣	渡部	廣橋		
1	7月7日	日	移動(東京～)											
2	7月8日	月	リロングウェ着											
3	7月9日	火	am:キックオフ・ミーティング(DOE) 無償説明・プロジェクト説明 pm:プランタイヤ移動											
4	7月10日	水	am:ESCOMミーティング pm:現地確認											
5	7月11日	木	am:M/D署名(ESCOM) pm:リロングウェ移動											
6	7月12日	金	am:M/D署名(DOE) pm:JICA、大使館表敬訪問											
7	7月13日	土	資料整理		資料整理	リロングウェ移動			移動(東京～)					
8	7月14日	日	移動(リロングウェ～)		団内会議									
9	7月15日	月	移動(東京着)		現地再委託・プランタイヤ移動	水資源省・プランタイヤ移動	現地再委託・プランタイヤ移動	情報収集・プランタイヤ移動	プランタイヤ移動	現地再委託・プランタイヤ移動	情報収集・プランタイヤ移動			
10	7月16日	火			現地調査(テザニ・マトベ)	ESCOM会議・テザニサイト調査	現地調査(テザニ)	現地調査(テザニ・マトベ)	現地調査(テザニ)	現地調査(テザニ・マトベ)				
11	7月17日	水			現地調査(水路ルート)	マトベ流量観測	ESCOM会議	流量測定(マトベ)	資料収集(ESCOM)	地質調査(テザニ)	測量(テザニ)	流量測定(マトベ)		
12	7月18日	木			現地調査(水路ルート)	気象庁・建設資材調査	ESCOM会議	調達条件調査	現地調査(テザニ)	地質調査(テザニ)	測量(テザニ)	情報収集		
13	7月19日	金			リロングウェ移動	テザニIII発電所調査	リロングウェ移動	現地調査(テザニ)	現地調査(テザニ)	地質調査(テザニ)	測量(テザニ)			
14	7月20日	土			資料整理	資料整理	資料整理	資料整理	資料整理	資料整理				
15	7月21日	日			移動(リロングウェ～)	資料整理	資料整理	資料整理	資料整理	資料整理				
16	7月22日	月			移動(東京着)	ヌクラA・B発電所調査	DOE/環境省会議	現地調査(ヌクラ) 調達条件調査	現地調査(ヌクラ)	地質調査(テザニ)	測量(テザニ)			
17	7月23日	火			テザニ水路ルート調査	環境省会議	調達条件調査	資料収集(テザニ)	資料収集(テザニ)	地質調査(テザニ)	測量(テザニ)			
18	7月24日	水			資料整理	国立公園・野生生物局会議	資料整理	資料整理	資料整理	地質調査(テザニ)	測量(テザニ)			
19	7月25日	木			ゾンバ地質調査所資料収集	DOE/環境省会議	リロングウェ移動	リロングウェ移動	情報収集(ゾンバ)	測量(テザニ)				
20	7月26日	金			ESCOM資料収集	移動(リロングウェ～)	調達条件調査	調達条件調査	地質調査(テザニ)	測量(テザニ)				
21	7月27日	土			資料整理	移動(東京着)	調達条件調査	調達条件調査	現地調査(カピチラ)					
22	7月28日	日			資料整理		資料整理	資料整理	資料整理					
23	7月29日	月				ESCOM資料収集	調達条件調査	調達条件調査	地質調査(テザニ)	測量(テザニ)	測量(テザニ)			
24	7月30日	火				ESCOM会議と帰国報告	資料整理	資料整理	ESCOMミーティング	測量(テザニ)	測量(テザニ)			
25	7月31日	水				リロングウェへ移動	資料整理	資料整理	リロングウェ移動					
26	8月1日	木				日本大使館、DOE帰国報告	移動(リロングウェ～)							
27	8月2日	金				JICAマラウイ事務所帰国報告	移動(東京着)							
28	8月3日	土				資料整理								
29	8月4日	日				移動(リロングウェ～)								
30	8月5日	月				移動(東京着)								

(2) 第二次調査

日付			手嶋 哲夫	広橋 裕一郎	伊礼 朝樹	若松 啓治	和田 茂樹	中俣 公德	渡部 伸
			水力発電土木工事計画	自然環境(測水)	資機材調達	保護制御送変電設備計画	環境社会配慮	自然条件(地質)	自然条件(測量)
1	9月14日	土		マラウイへ移動	マラウイへ移動	マラウイへ移動	マラウイへ移動		
2	9月15日	日	マラウイへ移動	リロンゲ到着	リロンゲ到着	リロンゲ到着	リロンゲ到着	マラウイへ移動	マラウイへ移動
3	9月16日	月	リロンゲ到着	水資源省と測水打ち合わせ	資料収集	資料収集	ローカルコンサルと環境レポート打ち合わせ	リロンゲ到着	リロンゲ到着
4	9月17日	火	JICA、日本大使館、DOE 訪問、プランタヤへ移動	JICA、日本大使館、DOE 訪問、プランタヤへ移動	JICA、日本大使館、DOE 訪問、プランタヤへ移動	JICA、日本大使館、DOE 訪問、プランタヤへ移動	JICA、日本大使館、DOE 訪問、プランタヤへ移動	JICA、日本大使館、DOE 訪問、プランタヤへ移動	JICA、日本大使館、DOE 訪問、プランタヤへ移動
5	9月18日	水	DOE,ESCOM、第1回会議 会議	DOE,ESCOM、第1回会議 会議	DOE,ESCOM、第1回会議 会議	DOE,ESCOM、第1回会議 会議	DOE,ESCOM、第1回会議 会議	DOE,ESCOM、第1回会議 会議	DOE,ESCOM、第1回会議 会議
6	9月19日	木	資料収集	測水	測水	資料収集	資料収集	地質調査	地形調査
7	9月20日	金	資料収集	Site survey	Site survey	資料収集	資料収集	地質調査	地形調査
8	9月21日	土	資料整理						
9	9月22日	日							
10	9月23日	月	DOE,ESCOM、第2回会議	DOE,ESCOM、第2回会議	DOE,ESCOM、第2回会議	DOE,ESCOM、第2回会議	DOE,ESCOM、第2回会議	地質調査	地形調査
11	9月24日	火	リロンゲへ移動、DOE訪問	リロンゲへ移動、DOE訪問	リロンゲへ移動、DOE訪問	リロンゲへ移動、DOE訪問	リロンゲへ移動、DOE訪問	リロンゲへ移動、DOE訪問	リロンゲへ移動、DOE訪問
12	9月25日	水	資料収集	資料収集	資料収集	資料収集	資料収集	資料収集	資料収集
13	9月26日	木	日本大使館、JICA、DOE 訪問	日本大使館、JICA、DOE 訪問	日本大使館、JICA、DOE 訪問	日本大使館、JICA、DOE 訪問	日本大使館、JICA、DOE 訪問	日本大使館、JICA、DOE 訪問	日本大使館、JICA、DOE 訪問
14	9月27日	金	マラウイへ出国	マラウイへ出国	マラウイへ出国	マラウイへ出国	マラウイへ出国	マラウイへ出国	マラウイへ出国
15	9月28日	土	日本帰国	日本帰国	日本帰国	日本帰国	日本帰国	日本帰国	日本帰国

(3) 第三次調査

日付			JICA団員		コンサルタント団員	
			総括	計画調整	業務主任	副業務主任
			大嶋	斎藤	清水	小林
1	12月7日	土	移動(東京発)			
2	12月8日	日	移動(リロングウェ着)			
3	12月9日	月	ミーティング(JICAマラウイ、DOE、ESCOM)			
4	12月10日	火	ミーティング(DOE、ESCOM)			
5	12月11日	水	移動(リロングウェ～ブランタイヤ～リロングウェ) ※ESCOMとのミーティングをブランタイヤで予定していたが、キャンセル			
6	12月12日	木	M/D署名(Ministry of Energy、ESCOM) ミーティング(JICA)、大使館表敬訪問			
7	12月13日	金	移動(リロングウェ発)		資料整理	リロング移動
8	12月14日	土	移動(東京着)		サイト調査	
9	12月15日	日			移動(リロングウェ発)	
10	12月16日	月			移動	
11	12月17日	火			移動(東京着)	

3. 関係者（面会者）リスト

Organization	Title/Role	Name
Ministry of Energy	Principal Secretary	Dr. Windord Masanjala
Department of Energy Affairs, Ministry of Energy (DOE)	Director	Mr. Gideon NYIRONGO
	Principal Energy Officer	Mr. Patrick SILNGWE
	Principal Energy Officer	Mr. Khumbolawo M. Lungu
	Power Development Advisor (JICA)	Mr. Keiichi TERA0
Ministry of Environment and Climate Change Management	Assistant Director of EAD	Ms.Tawonga Mbale
	Chief of the EIA & Pollution Control Division of EAD	Mr. Patridc Nyirenda
Ministry of Forestry	Assistant Director Forestry Officer in Blantyre	Mr. Peter M.H. Mkwapatira
Department of Parks and Wildlife	Chief of the Wildlife Management Division	Mr. Samuel Nyanyale
Electricity Supply Corporation of Malawi (ESCOM)	Chief Executive Officer	Mr. John KANDULU
	Director of Generation	Mr. Evans E. MSISKA
	Senior Project Mgr.	Mr. Michael GONDWE
	Senior Electrical Eng.	Mr. Blessing PHARIWA
	Senior Project Eng.(Civil)	Mr. Alex KAITANE
	Senior Project Eng. (Environment)	Mr.Daud
	Senior Project Eng.P/S (Environment)	Mr.Areles
	Chief System Planning Eng.	Mr. Andrew SENZANI
	Assistant Land Surveyor	Mr. Justice A. MALEMA
	Design Engineer	Mr. Charles CHIBAMBO
	Transmission Planning Eng.	Ms. Julia NCHILAMUELA
	Generation Division, Tedzani P/S, Senior Mechanical-Maintenance Eng.	Mr. Resten MURIYA
	Generation Division, Tedzani P/S, Senior Operation Eng.	Mr. Edman Kamoto
	Generation Division, Tedzani P/S, Electrical-Maintenance Eng.	Mr. Wadson ZIMBAMBO

4. 討議議事録 (M/D)

**Minutes of Discussions
of the Preparatory Survey on the Project for
The Extension of Tedzani Hydropower Station in the Republic of Malawi**

In response to the request from the Government of the Republic of Malawi (hereinafter referred to as "Malawi"), the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), in consultation with the Government of Japan, decided to conduct a Preparatory Survey (hereinafter referred to as "the Survey") on the Project for The Extension of Tedzani Hydropower Station in the Republic of Malawi (hereinafter referred to as "the Project").

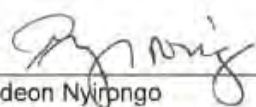
JICA sent to Malawi the Preparatory Survey Team (hereinafter referred to as "the Team"), headed by Mr. Kazunari Oshima, JICA Visiting Senior Advisor. The Team is scheduled to stay in Malawi from July 8th to July 13th 2013.

The Team held discussions with the officials of Malawian authorities concerned (hereinafter referred to as "the Malawian side"). In the course of the discussions, both sides have confirmed the main items described in the sheets attached hereto.

Lilongwe, Malawi
July 12th, 2013



Mr. Kazunari Oshima
Team Leader
Preparatory Survey Team
Japan International Cooperation Agency



Mr. Gideon Nyirongo
Director,
Department of Energy Affairs,
Ministry of Energy



PP Mr. John Kandulu
Chief Executive Officer,
Electricity Supply Corporation of Malawi

ATTACHMENT

1. Objective of the Project

The objective of the Project is extension of Tedzani Hydropower Station.

2. Project Site

The Project site based on the request from the Malawian side is located in southern region of Malawi as shown in Annex-1.

3. Responsible and Implementing Organizations

- (1) The responsible organization is Department of Energy Affairs (DOE).
- (2) The implementing organization is Electricity Supply Corporation of Malawi (ESCOM).
- (3) The organization structures of DOE and ESCOM are shown in Annex-2 and Annex-3.

4. Item Requested by the Malawian side

Main item requested by the Government of Malawi (hereinafter referred to as "GOM") to Government of Japan (hereinafter referred to as "GOJ") is extension of hydro power generation facility including transformer installation and transmission line to feed to existing grid.

5. Japan's Grant Aid Scheme

- (1) The Malawian side understood Japan's Grant Aid Scheme explained by the Team as described in Annex-4 and Annex-5.
- (2) The Malawian side will take the necessary measures, as described in Annex-6, for smooth implementation of the Project.

6. Schedule of the Preparatory Survey

The Team will continue carrying out the Survey in Malawi until 4th August 2013. Based on the results of this survey and additional survey which will be sent around September, JICA will prepare a Draft Final Report in English and send a mission around December 2013 to explain the Draft Final Report to Malawian side.

7. Environmental and Social Considerations

- (1) The Malawian side agreed to ensure access to the project site and undertake necessary countermeasures.
- (2) The Malawian side agreed to conduct the required environmental works, and obtain approval of related organization (Department of Environment Affairs, Ministry of Environment and Climate Change Management) for implementation of the Project.
- (3) The Malawian side agreed to comply with the JICA Guidelines for Environmental and Social Considerations (hereinafter referred to as "JICA Guidelines") as well as laws and regulations in Malawi, and was requested to prepare Environmental Checklist and Monitoring Form which are designated by JICA Guidelines for an outline design.
- (4) The Malawian side agreed to make necessary arrangements with concerned governmental organizations in order to secure funding for and execution of the above environmental matters in a schedule as required for smooth execution of the Project.

8. Other Relevant Issues

- (1) Status of the Survey
 - i) The Team explained that the purpose of the Survey is to collect necessary

information and data, verify appropriateness and urgency of the Project.

- 2) The Malawian side agreed to share all necessary information and data with the Team.

(2) Coordination among relevant donors and agencies

The Team requested the Malawian side to ensure coordination among relevant donors and agencies for smooth implementation of the Project and the Malawian side agreed to it.

(3) Counterpart Personnel

The Team requested the Malawian side that necessary number of counterpart personnel shall be assigned to the Team and necessary arrangements with related organizations to be made during the Survey in Malawi, and the Malawian side agreed to it.

(4) Major Undertakings to be taken by the Malawi side

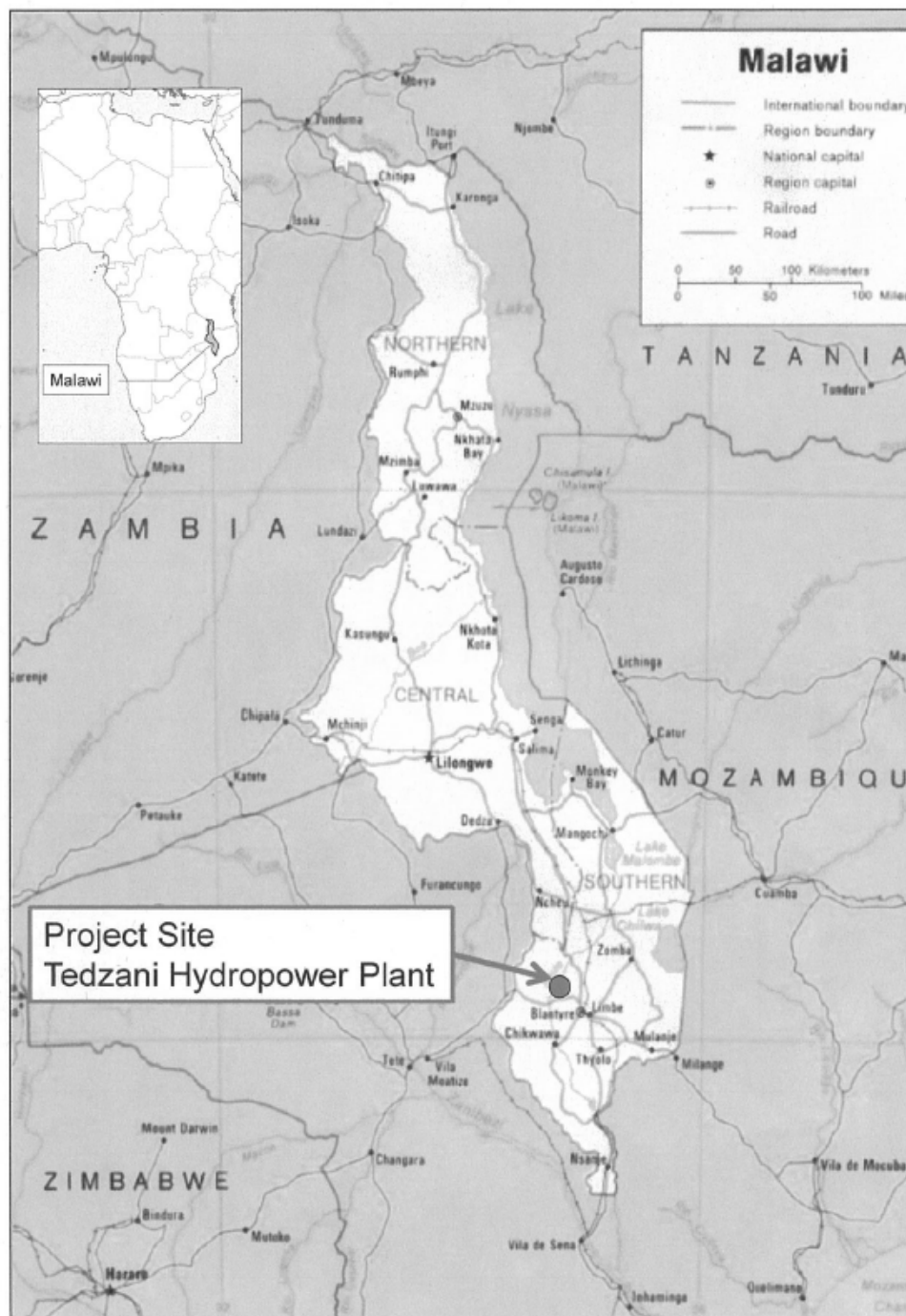
The Malawian side confirmed that major undertakings as shown in Annex-6 should be taken by the Malawi side at its expense. The Malawian side shall specify organizations which will secure enough budget and execute each item listed in the column, "To be covered by Recipient Side" as shown in Annex-6.

(End)

<List of Annex>

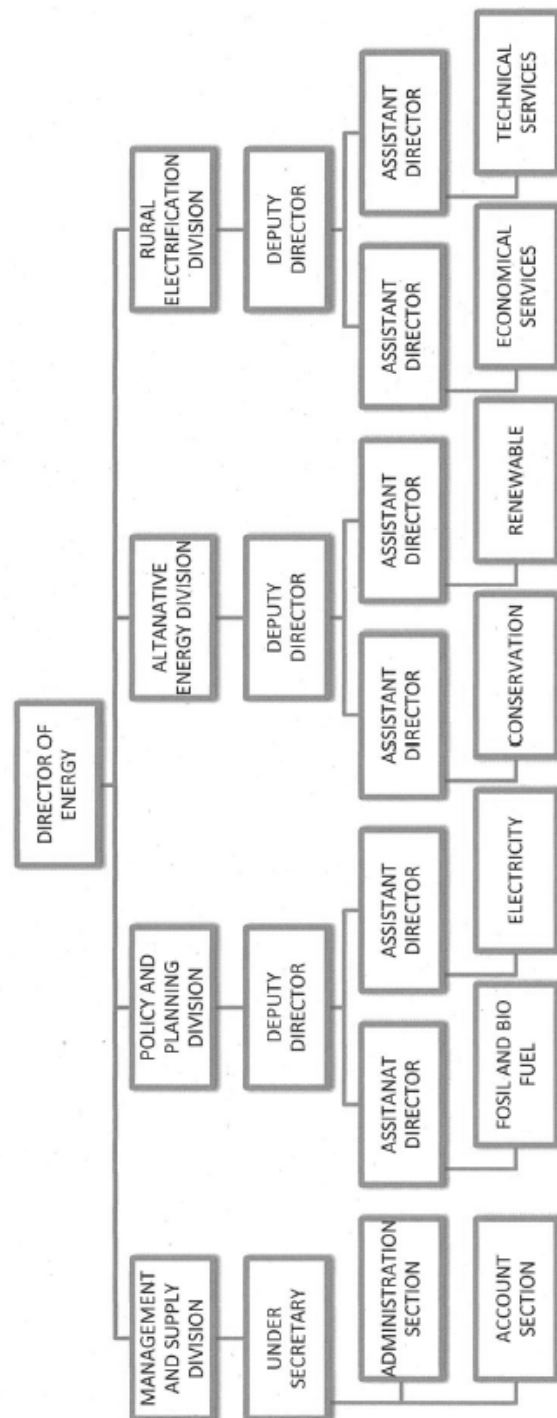
- | | |
|---------|--|
| Annex-1 | Location of the Requested Project Site |
| Annex-2 | Organization Structure of Department of Energy Affairs |
| Annex-3 | Organization Structure of ESCOM |
| Annex-4 | Japan's Grant Aid |
| Annex-5 | Flow Chart of Japan's Grant Aid Procedures |
| Annex-6 | Major Undertakings to be taken by Each Government |





LOCATION OF THE REQUESTED PROJECT SITE

Handwritten signature



ORGANIZATION STRUCTURE OF DEPARTMENT OF ENERGY AFFAIRS



ORGANIZATION STRUCTURE OF ESCOM

Handwritten signature and initials

JAPAN'S GRANT AID

The Government of Japan (hereinafter referred to as "the GOJ") is implementing the organizational reforms to improve the quality of ODA operations, and as a part of this realignment, a new JICA law was entered into effect on October 1, 2008. Based on the law and the decision of the GOJ, JICA has become the executing agency of the Grant Aid for General Projects, for Fisheries and for Cultural Cooperation, etc.

The Grant Aid is non-reimbursable fund to a recipient country to procure the facilities, equipment and services (engineering services and transportation of the products, etc.) for economic and social development of the country under principles in accordance with the relevant laws and regulations of Japan. The Grant Aid is not supplied through the donation of materials as such.

1. Grant Aid Procedures

The Japanese Grant Aid is conducted as follows-

- Preparatory Survey (hereinafter referred to as "the Survey")
 - The Survey conducted by JICA
- Appraisal & Approval
 - Appraisal by The GOJ and JICA, and Approval by the Japanese Cabinet
- Determination of Implementation
 - The Notes exchanged between the GOJ and a recipient country
- Grant Agreement (hereinafter referred to as "the G/A")
 - Agreement concluded between JICA and a recipient country
- Implementation
 - Implementation of the Project on the basis of the G/A

2. Preparatory Survey

(1) Contents of the Survey

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

- Confirmation of the background, objectives, and benefits of the Project and also institutional capacity of agencies concerned of the recipient country necessary for the implementation of the Project.
- Evaluation of the appropriateness of the Project to be implemented under the Grant Aid Scheme from a technical, financial, social and economic point of view.
- Confirmation of items agreed on by both parties concerning the basic concept of the Project.
- Preparation of an outline design of the Project.
- Estimation of costs of the Project.

The contents of the original request by the recipient country are not necessarily approved in their initial form as the contents of the Grant Aid project. The Outline Design of the Project is confirmed considering the guidelines of the Japan's Grant Aid scheme.

JICA requests the Government of the recipient country to take whatever measures are necessary to ensure 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 organization in the recipient country actually implementing the Project. Therefore, the implementation of the Project is confirmed by all relevant organizations of the recipient country through the Minutes of Discussions.

(2) Selection of Consultants

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

(3) Result of the Survey

The Report on the Survey is reviewed by JICA, and after the appropriateness of the Project is confirmed, JICA recommends the GOJ to appraise the implementation of the Project.

3. Japan's Grant Aid Scheme

(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 country to make a pledge for assistance, which is followed by the conclusion of the G/A between JICA and the Government of the recipient country to define the necessary articles to implement the Project, such as payment conditions, responsibilities of the Government of the recipient country, and procurement conditions.

(2) Selection of Consultants

The consultant firm(s) used for the Survey will be recommended by JICA to the recipient country to also work on the Project's implementation after the E/N and the G/A, in order to maintain technical consistency.

(3) Eligible source country

Under the Japanese Grant Aid, in principle, Japanese products and services including transport or those of the recipient country are to be purchased. When JICA and the Government of the recipient country or its designated authority deem it necessary, the Grant Aid may be used for the purchase of the products or services of a third country. However, the prime contractors, namely, constructing and procurement firms, and the prime consulting firm are limited to "Japanese nationals".

(4) Necessity of "Verification"

The Government of the recipient country or its designated authority will conclude contracts denominated in Japanese yen with Japanese nationals. Those contracts shall be verified by JICA. This "Verification" is deemed necessary to secure accountability to Japanese taxpayers.

(5) Major undertakings to be taken by the Government of the Recipient Country

In the implementation of the Grant Aid Project, the recipient country is required to undertake such necessary measures as Annex-6.

(6) "Proper Use"

The Government of the recipient country is required to maintain and use the facilities constructed and the equipment purchased under the Grant Aid properly and effectively and to assign staff necessary for this operation and maintenance as well as to bear all the expenses other than those covered by the Grant Aid.

(7) "Export and Re-export"

The products purchased under the Grant Aid should not be exported or re-exported from the recipient country.

(8) Banking Arrangements (B/A)

- a) The Government of the recipient country or its designated authority should open an account in the name of the Government of the recipient country in a bank in

Japan (hereinafter referred to as "the Bank"). JICA will execute the Grant Aid by making payments in Japanese yen to cover the obligations incurred by the Government of the recipient country or its designated authority under the Verified Contracts.

- b) The payments will be made when payment requests are presented by the Bank to JICA under an Authorization to Pay (A/P) issued by the Government of the recipient country or its designated authority.

(9) Authorization to Pay (A/P)

The Government of the recipient country should bear an advising commission of an Authorization to pay and payment commissions to the Bank.

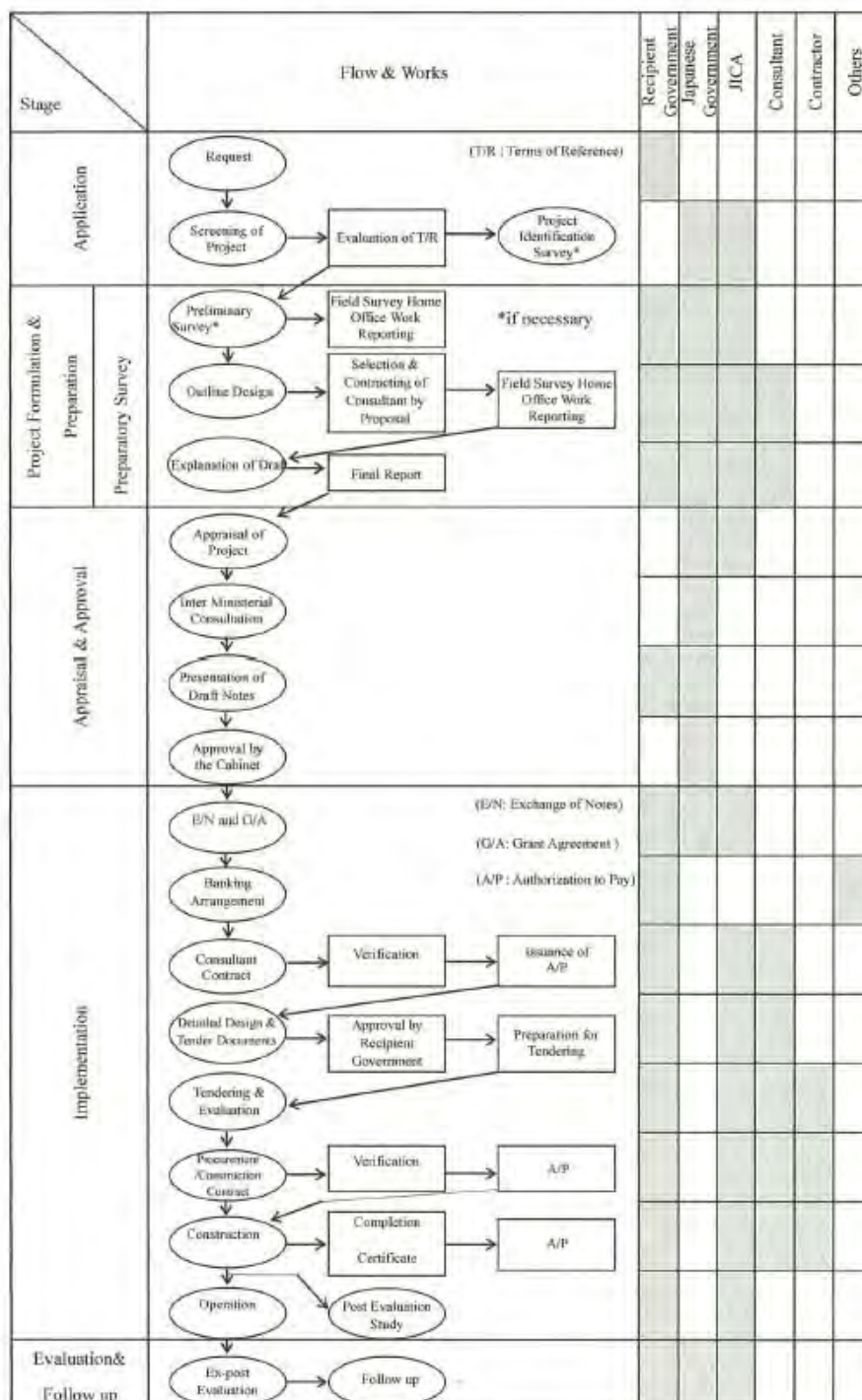
(10) Social and Environmental Considerations

A recipient country must ensure the social and environmental considerations for the Project and must follow the environmental regulation of the recipient country and JICA socio-environmental guideline.

(End)



Flow Chart of Japan's Grant Aid Procedures



Major Undertakings to be taken by Each Government

No.	Items	To be covered by Grant Aid	To be covered by Recipient Side
1	to secure lots of land necessary for the implementation of the Project and to clear the sites;		•
2	To construct the following facilities		
	1) The building	•	
	2) The gates and fences in and around the site		•
	3) The parking lot	•	
	4) The road within the site	•	
	5) The road outside the site (including Access road)		•
3	To provide facilities for distribution of electricity, water supply and drainage and other incidental facilities necessary for the implementation of the Project outside the sites		
	1) Electricity		
	a. The distributing power line to the site		•
	b. The drop wiring and internal wiring within the site	•	
	c. The main circuit breaker and transformer	•	
	2) Water Supply		
	a. The city water distribution main to the site		•
	b. The supply system within the site (receiving and elevated tanks)	•	
	3) Drainage		
	a. The city drainage main (for storm sewer and others to the site)		•
	b. The drainage system (for toilet sewer, common waste, storm drainage and others) within the site	•	
	4) Gas Supply		
	a. The city gas main to the site		•
	b. The gas supply system within the site	•	
	5) Telephone System		
	a. The telephone trunk line to the main distribution frame(MDF)/panel of the building		•
	b. The MDF and the extension after the frame/panel	•	
	6) Furniture and Equipment		
	a. General furniture		•
	b. Project equipment	•	
4	To ensure prompt unloading and customs clearance of the products at ports of disembarkation in the recipient country and to assist internal transportation of the products		
	1) Marine (Air) transportation of the Products from Japan to the recipient country	•	
	2) Tax exemption and custom clearance of the Products at the port of disembarkation		•
	3) Internal transportation from the port of disembarkation to the project site	•	
5	To ensure that customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in the recipient country with respect to the purchase of the products and the services be exempted		•
6	To accord Japanese nationals 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 recipient country and stay therein for the performance of their work		•
7	To ensure that the Facilities and the products be maintained and used properly and effectively for the implementation of the Project		•
8	To bear all the expenses, other than those covered by the Grant, necessary for the implementation of the Project		•
9	To bear the following commissions paid to the Japanese bank for banking services based upon the B/A		
	1) Advising commission of A/P		•
	2) Payment commission		•
10	To give due environmental and social consideration in the implementation of the Project.		•

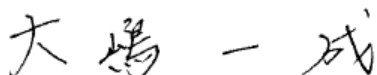
Minutes of Discussions
of the Preparatory Survey on the Project for
The Extension of Tedzani Hydropower Station in the Republic of Malawi

In response to the request from the Government of the Republic of Malawi (hereinafter referred to as "Malawi"), the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), in consultation with the Government of Japan, decided to conduct a Preparatory Survey (hereinafter referred to as "the Survey") on the Project for The Extension of Tedzani Hydropower Station in the Republic of Malawi (hereinafter referred to as "the Project").

JICA sent to Malawi the Preparatory Survey Team (hereinafter referred to as "the Team"), headed by Mr. Kazunari Oshima, JICA Visiting Senior Advisor. The Team is scheduled to stay in Malawi from December 8th to December 13th 2013.

The Team held discussions with the officials of Malawian authorities concerned (hereinafter referred to as "the Malawian side"). In the course of the discussions, both sides have confirmed the main items described in the sheets attached hereto.

Lilongwe, Malawi
December 12th, 2013



Mr. Kazunari Oshima
Team Leader
Preparatory Survey Team
Japan International Cooperation Agency



Dr. Winford Masanjala,
Principal Secretary,
Ministry of Energy



Mr. John Kandulu
Chief Executive Officer,
Electricity Supply Corporation of Malawi

ATTACHMENT

1. Objective of the Project

The objective of the Project is extension of Tedzani Hydropower Station.

2. Project Site

The Project site based on the request from the Malawian side is located in southern region of Malawi as shown in Annex-1.

3. Responsible and Implementing Organizations

- (1) The responsible organization is Department of Energy Affairs (DOE).
- (2) The implementing organization is Electricity Supply Corporation of Malawi (ESCOM).
- (3) The organization structures of DOE and ESCOM are shown in Annex-2 and Annex-3.

4. Components of the Project

Main item requested by the Government of Malawi (hereinafter referred to as "GOM") to Government of Japan (hereinafter referred to as "GOJ") is extension of hydro power generation facility including transformer installation and transmission line to feed to existing grid.

Table Outline of the Components

	Components
Hydro power station	The type of the power generation scheme is "Run-of-River" with no sizable reservoir and may not impact on considerably both the environmental and social aspects. Extension of hydro power station shall include Intake facility, Headrace canal, Head tank, Penstock, Power house cum Turbine and Generator.
Transmission line	Two towers with height of about 30m for transmission line and 260 m conductor from the power station to the existing line with Step up transformer and Switch gear.

5. Japan's Grant Aid Scheme

- (1) The Malawian side understood Japan's Grant Aid Scheme explained by the Team as described in Annex-4 and Annex-5.
- (2) The Malawian side will take the necessary measures, as described in Annex-6, for smooth implementation of the Project.

6. Project Cost

The Malawian side agreed that cost of the Project should not exceed the amount agreed on Exchange of Notes (E/N). The Malawian side also agreed that the cost of the Project contains procurement cost of equipment, transportation cost up to the Project site, construction cost and Consultant fees.

7. Confidentiality of the project

(1) Detailed specifications of the Facilities and Equipment

Both sides agreed that all the information related to the Project including detailed drawings and specifications of the facilities and equipment and other technical information shall not be disclosed to any outside parties (i.e. outside of JICA and the Malawian side) before the conclusion of all contract(s) for the Project.

(2) Confidentiality of the Cost Estimation

The Team explained the estimated cost of the Project as described in Annex 7. Both sides agreed that the estimated cost for the Project should never be duplicated or disclosed to any outside parties (i.e. outside of JICA and the Malawian side) before tender for the Project. Malawian side also understood that the estimated cost for the Project attached as Annex 7 is not the final and is subject to change as a result of examination through revision of the Outline Design Study.

8. Possibility of Change in Scope, Schedule and Cost of the Project

Malawian side and the Team confirmed that the scope, the schedule, and the cost for the Project are tentative and subject to change due to the domestic circumstances in Japan and in Malawi.

9. Environmental and Social Considerations

- (1) The Malawian side agreed to ensure access to the project site and undertake necessary countermeasures.
- (2) The Malawian side agreed to conduct the required environmental works including Environmental Management Plan and Environmental Management Monitoring Plan.
- (3) The Malawian side agreed to comply with the JICA Guidelines for Environmental and Social Considerations (hereinafter referred to as "JICA Guidelines") as well as laws and regulations in Malawi, and was requested to prepare Environmental Checklist and Monitoring Form which are designated by JICA Guidelines for an outline design.
- (4) The Malawian side agreed to make necessary arrangements with concerned governmental organizations in order to secure funding for and execution of the above environmental matters in a schedule as required for smooth execution of the Project.
- (5) The Malawian side and the Team confirmed information on environmental and social considerations including major impacts and relevant mitigation measures are summarized in the Environmental Checklist attached as Annex-8. The Malawian side will inform JICA of any major changes which may affect environmental and social considerations made for the Project by revising the Checklist in a timely manner.
- (6) The Malawian side and the Team confirmed environmental monitoring will be conducted by ESCOM in accordance with the Environmental Management Plan and Environmental Management Monitoring Plan.

KY

WFM
JK

10. Other Relevant Issues

(1) Coordination among relevant donors and agencies

The Team requested the Malawian side to ensure coordination among relevant donors and agencies for smooth implementation of the Project and the Malawian side agreed to it.

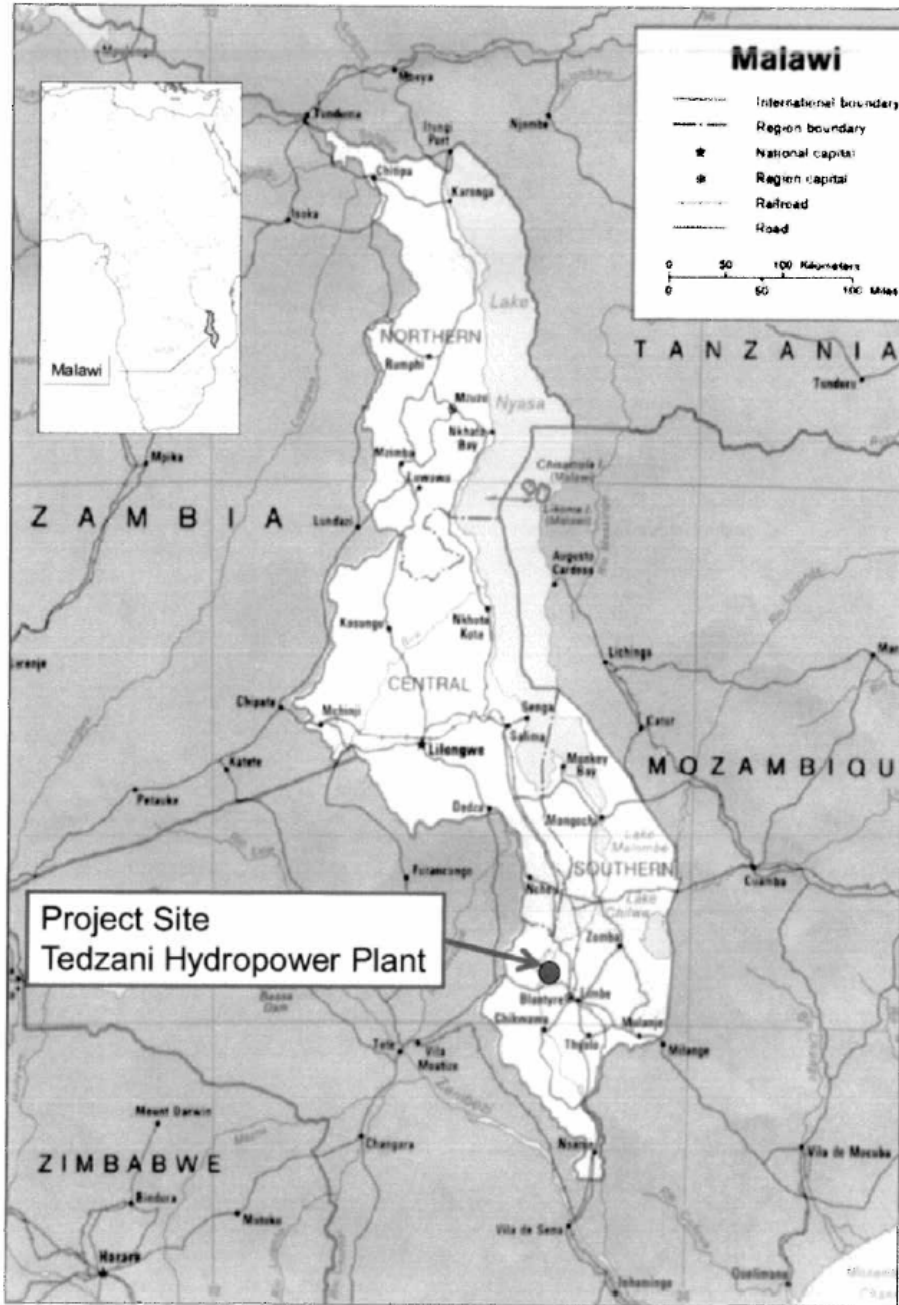
(2) Major Undertakings to be taken by the Malawi side

The Malawian side confirmed that major undertakings as shown in Annex-6 should be taken by the Malawian side at its expense. The Malawian side shall specify organizations which will secure enough budget and execute each item listed in the column, "To be covered by Recipient Side" as shown in Annex-6, except Gas supply and Telephone system.

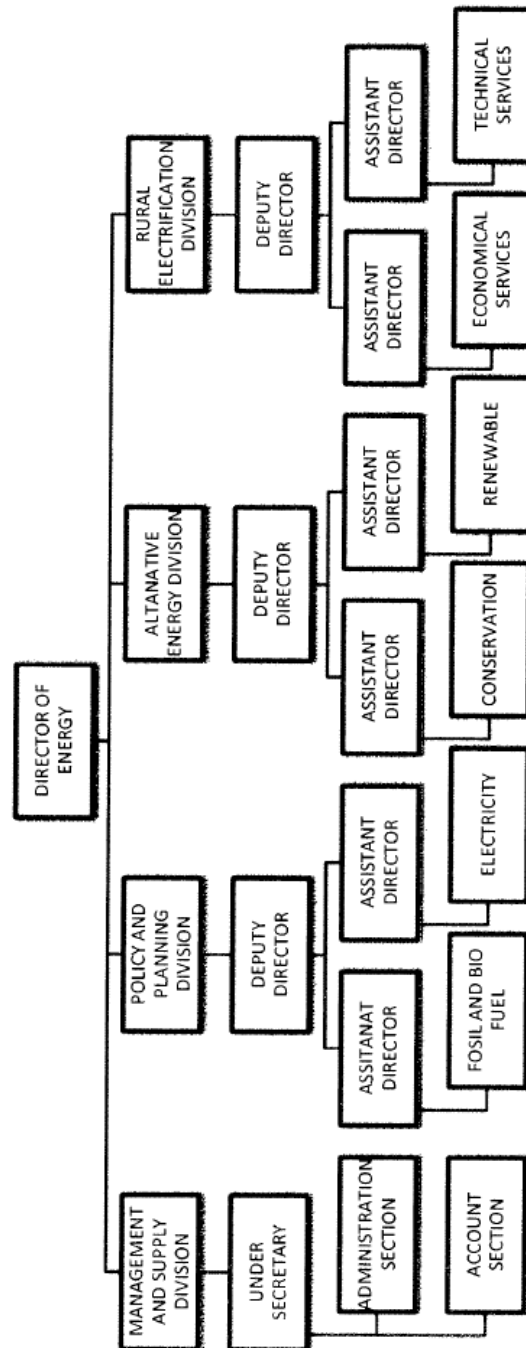
(End)

<List of Annex>

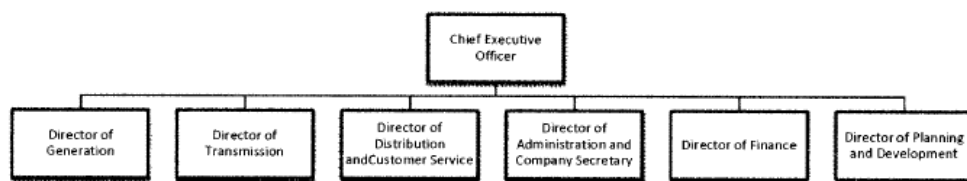
- Annex-1 Location of the Project Site
- Annex-2 Organization Structure of Department of Energy Affairs
- Annex-3 Organization Structure of ESCOM
- Annex-4 Japan's Grant Aid
- Annex-5 Flow Chart of Japan's Grant Aid Procedures
- Annex-6 Major Undertakings to be taken by Each Government
- Annex-7 Estimated Project Cost
- Annex-8 Environmental Checklist



LOCATION OF THE PROJECT SITE



Annex-3



ORGANIZATION STRUCTURE OF ESCOM

JAPAN'S GRANT AID

The Government of Japan (hereinafter referred to as "the GOJ") is implementing the organizational reforms to improve the quality of ODA operations, and as a part of this realignment, a new JICA law was entered into effect on October 1, 2008. Based on the law and the decision of the GOJ, JICA has become the executing agency of the Grant Aid for General Projects, for Fisheries and for Cultural Cooperation, etc.

The Grant Aid is non-reimbursable fund to a recipient country to procure the facilities, equipment and services (engineering services and transportation of the products, etc.) for economic and social development of the country under principles in accordance with the relevant laws and regulations of Japan. The Grant Aid is not supplied through the donation of materials as such.

1. Grant Aid Procedures

The Japanese Grant Aid is conducted as follows-

- Preparatory Survey (hereinafter referred to as "the Survey")
 - The Survey conducted by JICA
- Appraisal & Approval
 - Appraisal by The GOJ and JICA, and Approval by the Japanese Cabinet
- Determination of Implementation
 - The Notes exchanged between the GOJ and a recipient country
- Grant Agreement (hereinafter referred to as "the G/A")
 - Agreement concluded between JICA and a recipient country
- Implementation
 - Implementation of the Project on the basis of the G/A

2. Preparatory Survey

(1) Contents of the Survey

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

- Confirmation of the background, objectives, and benefits of the Project and also institutional capacity of agencies concerned of the recipient country necessary for the implementation of the Project.
- Evaluation of the appropriateness of the Project to be implemented under the Grant Aid Scheme from a technical, financial, social and economic point of view.
- Confirmation of items agreed on by both parties concerning the basic concept of the Project.
- Preparation of an outline design of the Project.
- Estimation of costs of the Project.

The contents of the original request by the recipient country are not necessarily approved in their initial form as the contents of the Grant Aid project. The Outline Design of the Project is confirmed considering the guidelines of the Japan's Grant Aid scheme.

JICA requests the Government of the recipient country to take whatever measures are necessary to ensure 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 organization in the recipient country actually implementing the Project. Therefore, the implementation of the Project is confirmed by all relevant organizations of the recipient country through the Minutes of Discussions.

(2) Selection of Consultants

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

(3) Result of the Survey

The Report on the Survey is reviewed by JICA, and after the appropriateness of the Project is confirmed, JICA recommends the GOJ to appraise the implementation of the Project.

3. Japan's Grant Aid Scheme

(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 country to make a pledge for assistance, which is followed by the conclusion of the G/A between JICA and the Government of the recipient country to define the necessary articles to implement the Project, such as payment conditions, responsibilities of the Government of the recipient country, and procurement conditions.

(2) Selection of Consultants

The consultant firm(s) used for the Survey will be recommended by JICA to the recipient country to also work on the Project's implementation after the E/N and the G/A, in order to maintain technical consistency.

(3) Eligible source country

Under the Japanese Grant Aid, in principle, Japanese products and services including transport or those of the recipient country are to be purchased. When JICA and the Government of the recipient country or its designated authority deem it necessary, the Grant Aid may be used for the purchase of the products or services of a third country. However, the prime contractors, namely, constructing and procurement firms, and the prime consulting firm are limited to "Japanese nationals".

(4) Necessity of "Verification"

The Government of the recipient country or its designated authority will conclude contracts denominated in Japanese yen with Japanese nationals. Those contracts shall be verified by JICA. This "Verification" is deemed necessary to secure accountability to Japanese taxpayers.

(5) Major undertakings to be taken by the Government of the Recipient Country

In the implementation of the Grant Aid Project, the recipient country is required to undertake such necessary measures as Annex-6.

(6) "Proper Use"

The Government of the recipient country is required to maintain and use the facilities constructed and the equipment purchased under the Grant Aid properly and effectively and to assign staff necessary for this operation and maintenance as well as to bear all the expenses other than those covered by the Grant Aid.

(7) "Export and Re-export"

The products purchased under the Grant Aid should not be exported or re-exported from the recipient country.

(8) Banking Arrangements (B/A)

a) The Government of the recipient country or its designated authority should open

an account in the name of the Government of the recipient country in a bank in Japan (hereinafter referred to as "the Bank"). JICA will execute the Grant Aid by making payments in Japanese yen to cover the obligations incurred by the Government of the recipient country or its designated authority under the Verified Contracts.

- b) The payments will be made when payment requests are presented by the Bank to JICA under an Authorization to Pay (A/P) issued by the Government of the recipient country or its designated authority.

(9) Authorization to Pay (A/P)

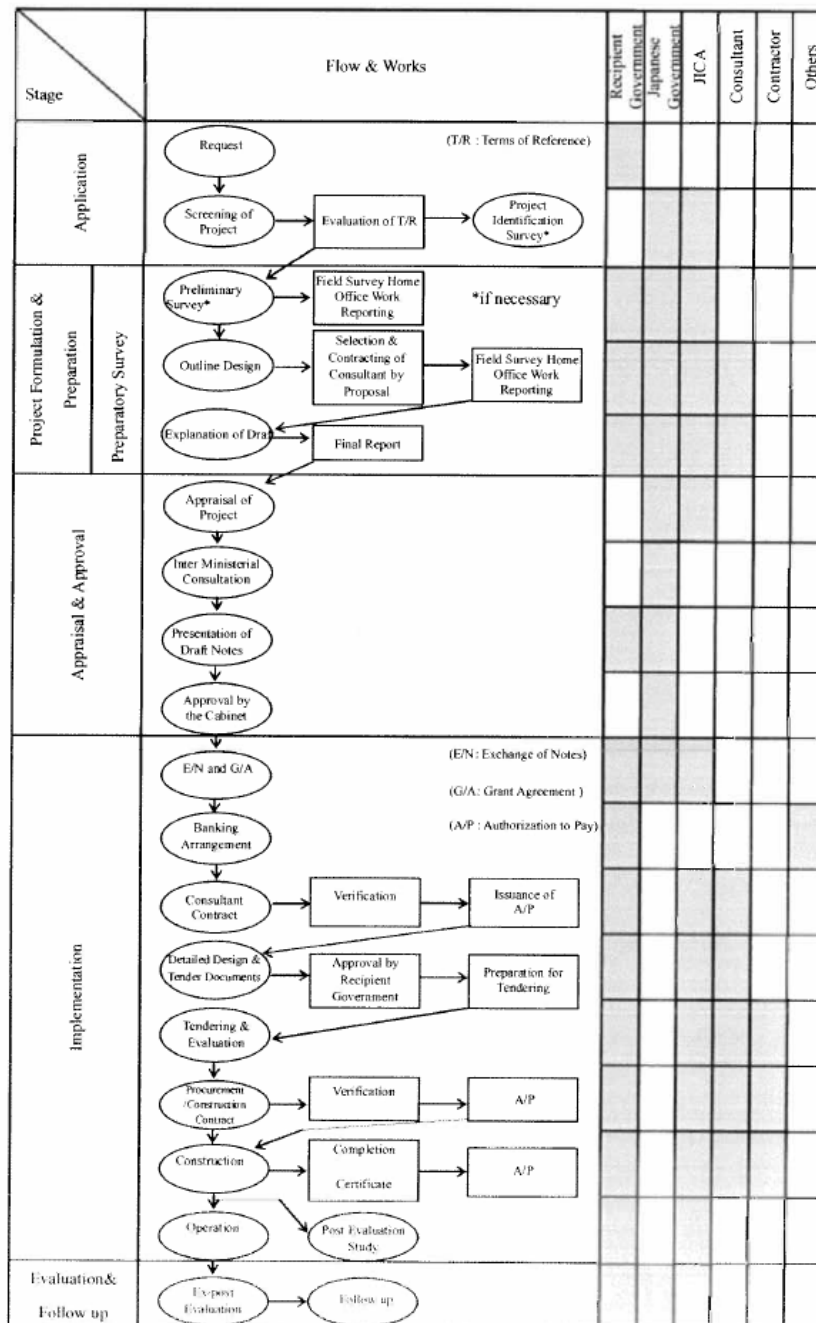
The Government of the recipient country should bear an advising commission of an Authorization to pay and payment commissions to the Bank.

(10) Social and Environmental Considerations

A recipient country must ensure the social and environmental considerations for the Project and must follow the environmental regulation of the recipient country and JICA socio-environmental guideline.

(End)

Flow Chart of Japan's Grant Aid Procedures



Major Undertakings to be taken by Each Government

No.	Items	To be covered by Grant Aid	To be covered by Recipient Side
1	to secure lots of land necessary for the implementation of the Project and to clear the sites;		•
2	To construct the following facilities		
	1) The building	•	
	2) The gates and fences in and around the site		•
	3) The parking lot	•	
	4) The road within the site	•	
	5) The road outside the site (including Access road)		•
3	To provide facilities for distribution of electricity, water supply and drainage and other incidental facilities necessary for the implementation of the Project outside the sites		
	1) Electricity		
	a. The distributing power line to the site		•
	b. The drop wiring and internal wiring within the site	•	
	c. The main circuit breaker and transformer	•	
	2) Water Supply		
	a. The city water distribution main to the site		•
	b. The supply system within the site (receiving and elevated tanks)	•	
	3) Drainage		
	a. The city drainage main (for storm sewer and others to the site)		•
	b. The drainage system (for toilet sewer, common waste, storm drainage and others) within the site	•	
	4) Gas Supply		
	a. The city gas main to the site		•
	b. The gas supply system within the site	•	
	5) Telephone System		
	a. The telephone trunk line to the main distribution frame(MDF)/panel of the building		•
	b. The MDF and the extension after the frame/panel	•	
	6) Furniture and Equipment		
	a. General furniture		•
	b. Project equipment	•	
4	To ensure prompt unloading and customs clearance of the products at ports of disembarkation in the recipient country and to assist internal transportation of the products		
	1) Marine (Air) transportation of the Products from Japan to the recipient country	•	
	2) Tax exemption and custom clearance of the Products at the port of disembarkation		•
	3) Internal transportation from the port of disembarkation to the project site	•	
5	To ensure that customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in the recipient country with respect to the purchase of the products and the services be exempted		•
6	To accord Japanese nationals 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 recipient country and stay therein for the performance of their work		•
7	To ensure that the Facilities and the products be maintained and used properly and effectively for the implementation of the Project		•
8	To bear all the expenses, other than those covered by the Grant, necessary for the implementation of the Project		•
9	To bear the following commissions paid to the Japanese bank for banking services based upon the B/A		
	1) Advising commission of A/P		•
	2) Payment commission		•
10	To give due environmental and social consideration in the implementation of the Project		•

(Confidential)
Estimated Project Cost

The cost of the Project is estimated approximately JP¥ 5,745 million in total. The content of the project cost are shown separately for the Japanese borne portion and the Malawian side borne portion in accordance with the conditions in item 3. (3) below.

This cost estimate is provisional and subject to change as a result of examination by the Government of Japan for the approval of the Grant.

1. Cost to be borne by the Japanese side: Approximately JP¥ 5,720 million

Approximate Total cost for Japanese Portion

Cost Items	Approximate Cost (US\$)	Approximate Cost (million JP¥)
Equipment and materials Procurement Cost (Including costs for Civil & building works, Ocean & inland Transportation, all insurance, Temporally works, Overhead, other works necessary to complete the Project)	US\$ 27.9 million	JP¥ 2,770 million
Electro-mechanical Equipment and materials Procurement Cost (Including costs for Installation works, Ocean & inland Transportation, all insurance, On the Job Training, Temporally works, Overhead, other works necessary to complete the Project)	US\$ 26.5 million	JP¥ 2,630 million
Detailed Design & Consultant's Supervision	US\$ 3.2 million	JP¥ 320 million
Total	US\$ 57.6 million	JP¥ 5,720 million

2. Cost to be borne by the Malawi side: US\$ 252,200 (=approximately JP¥ 25 million)

Cost Items	US\$	(≒JP¥)
1. Expense for EMP and EMMP	US\$ 8,500 -	JP¥ 844,700 -
2. Payment of bank commission based on banking • Commission of an Authorization to Pay (A/P) • Payment commission	US\$ 60,300 -	JP¥ 6,000,000 -
3. Spare parts for turbine and generator	US\$ 183,400 -	JP¥ 18,230,000 -
Approximate Total cost	US\$ 252,200 -	JP¥ 25,074,700 -

3. Conditions for estimation

(1) Time of estimation: December, 2013

(2) Foreign exchange rates:

1USD = JP¥99.38 (TTS mean value from June 2013 to August 2013)

(3) Others: The above estimation was carried out in accordance with relevant rules and the guideline of the Japanese Grant Aid.

Environmental Checklist (Hydropower Station)

Category	Environmental Item	Main Check Items	Yes: Y No: N	Confirmation of Environmental Considerations (Reasons, Mitigation Measures)
1 Permits and Explanation	(1) EIA and Environmental Permits	(a) Have EIA reports been already prepared in official process? (b) Have EIA reports been approved by authorities of the host country's government? (c) Have EIA reports been unconditionally approved? If conditions are imposed on the approval of EIA reports, are the conditions satisfied? (d) In addition to the above approvals, have other required environmental permits been obtained from the appropriate regulatory authorities of the host country's government?	(a) N (b) N (c) N (d) N	(a), (b), (c) This project is exempted from compiling EIA report by the Environmental Law, but compiling both of Environmental Management Plan and Environmental Monitoring Plan is advised/recommended as an condition of exemption project by the Ministry of Environment. Environmental Management Plan and Environmental Monitoring Plan is compiled as IEE Report carried out by JICA Study Team spontaneously. (d) Not required
	(2) Explanation to the Local Stakeholders	(a) Have contents of the project and the potential impacts been adequately explained to the Local stakeholders based on appropriate procedures, including information disclosure? Is understanding obtained from the Local stakeholders? (b) Have the comment from the stakeholders (such as local residents) been reflected to the project design?	(a) N (b) N	(a) Holding SHM is not required on EIA Exemption Project by the Environmental Law (b) No Comments from local people as project activities are limited within developer's asset.
	(3) Examination of Alternatives	(a) Have alternative plans of the project been examined with social and environmental considerations?	(a) Y	(a) Three alternatives are discussed with No option
2 Pollution Control	(1) Water Quality	(a) Does the water quality of dam pond/reservoir comply with the country's ambient water quality standards? Is there a possibility that proliferation of phytoplankton and zooplankton will occur? (b) Does the quality of water discharged from the dam pond/reservoir comply with the country's ambient water quality standards? (c) Are adequate measures, such as clearance of woody vegetation from the inundation zone prior to flooding planned to prevent water quality degradation in the dam pond/reservoir? (d) Is there a possibility that reduced the river flow downstream will cause water quality degradation resulting in areas that do not comply with the country's ambient water quality standards? (e) Is the discharge of water from the lower portion of the dam pond/reservoir (the water temperature of the lower portion is generally lower than the water temperature of the upper portion) planned by considering the impacts to downstream areas?	(a) N (b) - (c) - (d) N (e) N	(a) No reservoir, No dam pond (b) No discharged water from dam (c) No reservoir, no dam pond (d) No change of water flow level (e) No reservoir, no dam pond

Environmental Checklist (Hydropower Station)

	(2) Wastes	(a) Are earth and sand generated by excavation properly treated and disposed of in accordance with the country's regulations?	(a) Y	(a) excavated earth is used for construction materials, rest of earth is carried to other and greened
3 Natural Environment	(1) Protected Areas	(a) Is the project site located in protected areas designated by the country's laws or international treaties and conventions? Is there a possibility that the project will affect the protected areas?	(a) N	(a) No
	(2) Ecosystem	(a) Does the project site encompass primeval forests, tropical rain forests, ecologically valuable habitats (e.g., coral reefs, mangroves, or tidal flats)?	(a) N	(a) No
		(b) Does the project site encompass the protected habitats of endangered species designated by the country's laws or international treaties and conventions?	(b) N	(b) No
		(c) Is there a possibility that the project will adversely affect downstream aquatic organisms, animals, plants, and ecosystems? Are adequate protection measures taken to reduce the impacts on the ecosystem?	(c) N	(c) No impacts to downstream as maintenance flow is being kept
		(d) Is there a possibility that installation of structures, such as dams will block the movement of the migratory fish species (such as salmon, trout and eel those move between rivers and sea for spawning)? Are adequate measures taken to reduce the impacts on these species?	(d) N	(d) No migratory fish.
	(3) Hydrology	(a) Is there a possibility that hydrologic changes due to the installation of structures, such as weirs will adversely affect the surface and groundwater flows (especially in "run of the river generation" projects)?	(a) N	(a) No impacts to hydrologic changes as weir is small and no large water diversion
	(4) Topography and Geology	(a) Is there a possibility that reductions in sediment loads downstream due to settling of suspended particles in the reservoir will cause impacts, such as scouring of the downstream riverbeds and soil erosion? Is there a possibility that sedimentation of the reservoir will cause loss of the storage capacity, water logging upstream, and formation of sediment deposits at the reservoir entrance? Are the possibilities of the impacts studied, and adequate prevention measures taken?	(a) N	(a) No reservoir, No dam pond
		(b) Is there a possibility that the project will cause a large-scale alteration of the topographic features and geologic structures in the surrounding areas (especially in run of the river generation projects and geothermal power generation projects)?	(b) N	(b) No impacts as small weir and no large water diversion
4 Social Environment	(1) Resettlement	(a) Is involuntary resettlement caused by project implementation? If involuntary resettlement is caused, are efforts made to minimize the impacts caused by the resettlement?	(a) N	(a) No Resettlement
		(b) Is adequate explanation on compensation and resettlement assistance given to affected people prior to resettlement?	(b) N	(b) No Resettlement
			(c) N	(c) No Resettlement
			(d) N	(d) No Resettlement

Environmental Checklist (Hydropower Station)

		(c) Is the resettlement plan, including compensation with full replacement costs, restoration of livelihoods and living standards developed based on socioeconomic studies on resettlement? (d) Are the compensations going to be paid prior to the resettlement? (e) Are the compensation policies prepared in document? (f) Does the resettlement plan pay particular attention to vulnerable groups or people, including women, children, the elderly, people below the poverty line, ethnic minorities, and indigenous peoples? (g) Are agreements with the affected people obtained prior to resettlement? (h) Is the organizational framework established to properly implement resettlement? Are the capacity and budget secured to implement the plan? (i) Are any plans developed to monitor the impacts of resettlement? (j) Is the grievance redress mechanism established?	(e) N (f) N (g) N (h) N (i) N (j) N	(e) No Resettlement (f) No Resettlement (g) No Resettlement (h) No Resettlement (i) No Resettlement (j) No Resettlement
	(2) Living and Livelihood	(a) Is there any possibility that the project will adversely affect the living conditions of inhabitants? Are adequate measures considered to reduce the impacts, if necessary? (b) Is there any possibility that the project causes the change of land uses in the neighboring areas to affect adversely livelihood of local people? (c) Is there any possibility that the project facilities adversely affect the traffic systems? (d) Is there any possibility that diseases, including infectious diseases, such as HIV, will be brought due to the immigration of workers associated with the project? Are adequate considerations given to public health, if necessary? (e) Is the minimum flow required for maintaining downstream water uses secured? (f) Is there any possibility that reductions in water flow downstream or seawater intrusion will have impacts on downstream water and land uses? (g) Is there any possibility that water-borne or water-related diseases (e.g., schistosomiasis, malaria, filariasis) will be introduced? (h) Is there any possibility that fishery rights, water usage rights, and common usage rights, etc. would be restricted?	(a) Y (b) N (c) N (d) Y (e) Y (f) N (g) N (h) N	(a) air pollution and water contamination is anticipated during construction stage, but watering on road or setting sedimentation pond will decrease its impacts (b) electricity supply will benefits to local people (c) No river use for transportation, not causes potential traffic jam (d) public health education is given construction works (e) maintenance water flow is planned (f) Not change the water flow level, project area is far from sea (g) No possibility as project has not created detention basin (h) No fishery rights, water usage rights at the river near project site
4 Social Environment	(3) Heritage	(a) Is there a possibility that the project will damage the local archeological, historical, cultural, and religious heritage? Are adequate measures considered to protect these sites in accordance with the country's laws?	(a) N	(a) there are no places such as religious heritages

Environmental Checklist (Hydropower Station)

	(4) Landscape	(a) Is there a possibility that the project will adversely affect the local landscape? Are necessary measures taken?	(a) N	(a) there are no places such as landscapes designated by laws
	(5) Ethnic Minorities and Indigenous Peoples	(a) Are considerations given to reduce impacts on the culture and lifestyle of ethnic minorities and indigenous peoples? (b) Are all of the rights of ethnic minorities and indigenous peoples in relation to land and resources to be respected?	(a) N (b) N	(a) Not anticipated adverse impacts to ethnic minorities (b) Not anticipated adverse impacts to ethnic minorities
	(6) Working Conditions	(a) Is the project proponent not violating any laws and ordinances associated with the working conditions of the country which the project proponent should observe in the project? (b) Are tangible safety considerations in place for individuals involved in the project, such as the installation of safety equipment which prevents industrial accidents, and management of hazardous materials? (c) Are intangible measures being planned and implemented for individuals involved in the project, such as the establishment of a safety and health program, and safety training (including traffic safety and public health) for workers etc.? (d) Are appropriate measures taken to ensure that security guards involved in the project not to violate safety of other individuals involved, or local residents?	(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y	(a) adequate measures are written in IEE and to be implemented (b) adequate measures are written in IEE and to be implemented (c) adequate measures are written in IEE and to be implemented (d) At local office level (ESCOM), adequate measures is to be planned
	(1) Impacts during Construction	(a) Are adequate measures considered to reduce impacts during construction (e.g., noise, vibrations, turbid water, dust, exhaust gases, and wastes)? (b) If construction activities adversely affect the natural environment (ecosystem), are adequate measures considered to reduce the impacts? (c) If construction activities adversely affect the social environment, are adequate measures considered to reduce the impacts?	(a) Y (b) N (c) N	(a) air pollution and water contamination is anticipated during construction stage, but watering on road or setting sedimentation pond will decrease its impacts (b) No impacts to surrounding nature as project not needs big civil works (c) No counter measures as no impacts to social environment
	(2) Accident Prevention Measures	(a) Is a warning system established to alert the inhabitants to water discharge from the dam?	(a) N	(a) No dam
5 Others	(3) Monitoring	(a) Does the proponent develop and implement monitoring program for the environmental items that are considered to have potential impacts? (b) What are the items, methods and frequencies of the monitoring program? (c) Does the proponent establish an adequate monitoring framework (organization, personnel, equipment, and adequate budget to sustain the monitoring framework)? (d) Are any regulatory requirements pertaining to the monitoring report system identified, such as the format	(a) Y (b) Y (c) Y (d) N	(a) Compiling monitoring plan and its implementation is mandatory, items having possibility of adverse impact will be monitored (b) adequate items are written in IEE and to be implemented (c) At local office level (ESCOM), adequate measures is to be planned (d) these items is not being identified by Law

Environmental Checklist (Hydropower Station)

		and frequency of reports from the proponent to the regulatory authorities?		and Guideline for the EIA Exception Project, but results of monitoring is supposed to submit regularly to DOE
6 Note	Reference to Checklist of Other Sectors	(a) Where necessary, pertinent items described in the Forestry Projects checklist should also be checked (e.g., projects in the mountains including large areas of deforestation). (b) In the case of dams and reservoirs, such as irrigation, water supply, and industrial water purposes, where necessary, pertinent items described in the Agriculture and Water Supply checklists should also be checked. (c) Where necessary, pertinent items described in the Power Transmission and Distribution Lines checklist should also be checked (e.g., projects including installation of electric transmission lines and/or electric distribution facilities).	(a) N (b) N (c) Y	(a) No logging as there are no forest near project site (b) No reservoir or dam pond (c) Checklist for T/L is being compiled
	Note on Using Environmental Checklist	(a) If necessary, the impacts to transboundary or global issues should be confirmed (e.g., the project includes factors that may cause problems, such as trans boundary waste treatment, acid rain, destruction of the ozone layer, or global warming).	(a) N	(a) No impacts to global issues as a small project with no impacts to environment

1) Regarding the term "Country's Standards" mentioned in the above table, in the event that environmental standards in the country where the project is located diverge significantly from international standards, appropriate environmental considerations are requested to be made.

In cases where local environmental regulations are yet to be established in some areas, considerations should be made based on comparisons with appropriate standards of other countries (including Japan's experience).

2) Environmental checklist provides general environmental items to be checked. It may be necessary to add or delete an item taking into account the characteristics of the project and the particular circumstances of the country and locality in which it is located.

Environmental Checklist (Transmission Line)

Category	Environmental Item	Main Check Items	Yes: Y No: N	Confirmation of Environmental Considerations (Reasons, Mitigation Measures)
1 Permits and Explanation	(1) EIA and Environmental Permits	(a) Have EIA reports been already prepared in official process? (b) Have EIA reports been approved by authorities of the host country's government? (c) Have EIA reports been unconditionally approved? If conditions are imposed on the approval of EIA reports, are the conditions satisfied? (d) In addition to the above approvals, have other required environmental permits been obtained from the appropriate regulatory authorities of the host country's government?	(a) N (b) N (c) N (d) N	(a), (b), (c) This project is exempted from compiling EIA report by the Environmental Law, but compiling both of Environmental Management Plan and Environmental Monitoring Plan is advised/recommended as an condition of exemption project by the Ministry of Environment. Environmental Management Plan and Environmental Monitoring Plan is compiled as IEE Report carried out by JICA Study Team spontaneously. (d) Not required
	(2) Explanation to the Local Stakeholders	(a) Have contents of the project and the potential impacts been adequately explained to the Local stakeholders based on appropriate procedures, including information disclosure? Is understanding obtained from the Local stakeholders? (b) Have the comment from the stakeholders (such as local residents) been reflected to the project design?	(a) N (b) N	(a) Holding SHM is not required on EIA Exemption Project by the Environmental Law (b) No Comments from local people as project activities are limited within developer's asset.
	(3) Examination of Alternatives	(a) Have alternative plans of the project been examined with social and environmental considerations?	(a) N	(a) No discussion as transmission line and substation is small scale size and not anticipated impacts to environment
2 Pollution Control	(1) Water Quality	(a) Is there any possibility that soil runoff from the bare lands resulting from earthmoving activities, such as cutting and filling will cause water quality degradation in downstream water areas? If the water quality degradation is anticipated, are adequate measures considered?	(a) N	(a) No cutting of earth and turbidity water will be discharged into the river after purification in pond.
3 Natural Environment	(1) Protected Areas	(a) Is the project site located in protected areas designated by the country's laws or international treaties and conventions? Is there a possibility that the project will affect the protected areas?	(a) N	(a) No

Environmental Checklist (Transmission Line)

3 Natural Environment	(2) Ecosystem	(a) Does the project site encompass primeval forests, tropical rain forests, ecologically valuable habitats (e.g., coral reefs, mangroves, or tidal flats)? (b) Does the project site encompass the protected habitats of endangered species designated by the country's laws or international treaties and conventions? (c) If significant ecological impacts are anticipated, are adequate protection measures taken to reduce the impacts on the ecosystem? (d) Are adequate measures taken to prevent disruption of migration routes and habitat fragmentation of wildlife and livestock? (e) Is there any possibility that the project will cause the negative impacts, such as destruction of forest, poaching, desertification, reduction in wetland areas, and disturbance of ecosystem due to introduction of exotic (non-native invasive) species and pests? Are adequate measures for preventing such impacts considered? (f) In cases where the project site is located in undeveloped areas, is there any possibility that the new development will result in extensive loss of natural environments?	(a) N (b) N (c) N (d) N (e) N (f) N	(a) surrounding of project site is mainly man-made forest and shrubbery (b) Not included (c) No impacts to ecosystem (d) Not obstruct to animals behavior, habitats (e) Not anticipated adverse impact to ecosystem (f) project site is being developed and no natural resources
	(3) Topography and Geology	(a) Is there any soft ground on the route of power transmission and distribution lines that may cause slope failures or landslides? Are adequate measures considered to prevent slope failures or landslides, where needed? (b) Is there any possibility that civil works, such as cutting and filling will cause slope failures or landslides? Are adequate measures considered to prevent slope failures or landslides? (c) Is there a possibility that soil runoff will result from cut and fill areas, waste soil disposal sites, and borrow sites? Are adequate measures taken to prevent soil runoff?	(a) N (b) N (c) N	(a) No possibility of erosion as project site of transmission line is flat and stable slope area (b) No large cutting or filling of earth (c) No large cutting or filling of earth, but re-vegetation will be carried out
	(1) Resettlement	(a) Is involuntary resettlement caused by project implementation? If involuntary resettlement is caused, are efforts made to minimize the impacts caused by the resettlement? (b) Is adequate explanation on compensation and resettlement assistance given to affected people prior to resettlement? (c) Is the resettlement plan, including compensation with full replacement costs, restoration of livelihoods and living standards developed based on socioeconomic studies on resettlement? (d) Are the compensations going to be paid prior to the resettlement? (e) Are the compensation policies prepared in document?	(a) N (b) N (c) N (d) N (e) N (f) N (g) N (h) N (i) N (j) N	(a) No resettlement (b) No resettlement (c) No resettlement (d) No resettlement (e) No resettlement (f) No resettlement (g) No resettlement (h) No resettlement (i) No resettlement (j) No resettlement

Environmental Checklist (Transmission Line)

		(f) Does the resettlement plan pay particular attention to vulnerable groups or people, including women, children, the elderly, people below the poverty line, ethnic minorities, and indigenous peoples? (g) Are agreements with the affected people obtained prior to resettlement? (h) Is the organizational framework established to properly implement resettlement? Are the capacity and budget secured to implement the plan? (i) Are any plans developed to monitor the impacts of resettlement? (j) Is the grievance redress mechanism established?		
	(2) Living and Livelihood	(a) Is there a possibility that the project will adversely affect the living conditions of inhabitants? Are adequate measures considered to reduce the impacts, if necessary? (b) Is there a possibility that diseases, including infectious diseases, such as HIV will be brought due to immigration of workers associated with the project? Are adequate considerations given to public health, if necessary? (c) Is there any possibility that installation of structures, such as power line towers will cause a radio interference? If any significant radio interference is anticipated, are adequate measures considered? (d) Are the compensations for transmission wires given in accordance with the domestic law?	(a) N (b) N (c) N (d) N	(a) electricity supply not gives adverse impacts (b) safety and public health education will be done (c) No impacts as not so long power line and just 3 towers with height of 30m (d) No houses under transmission lines
4 Social Environment	(3) Heritage	(a) Is there a possibility that the project will damage the local archeological, historical, cultural, and religious heritage? Are adequate measures considered to protect these sites in accordance with the country's laws?	(a) N	(a) there are no places such as religious heritages
	(4) Landscape	(a) Is there a possibility that the project will adversely affect the local landscape? Are necessary measures taken?	(a) N	(a) there are no places such as landscapes designated by laws
	(5) Ethnic Minorities and Indigenous Peoples	(a) Are considerations given to reduce impacts on the culture and lifestyle of ethnic minorities and indigenous peoples? (b) Are all of the rights of ethnic minorities and indigenous peoples in relation to land and resources respected?	(a) N (b) N	(a) Not anticipated adverse impacts to ethnic minorities (b) Not anticipated adverse impacts to ethnic minorities

Environmental Checklist (Transmission Line)

	(6) Working Conditions	(a) Is the project proponent not violating any laws and ordinances associated with the working conditions of the country which the project proponent should observe in the project? (b) Are tangible safety considerations in place for individuals involved in the project, such as the installation of safety equipment which prevents industrial accidents, and management of hazardous materials? (c) Are intangible measures being planned and implemented for individuals involved in the project, such as the establishment of a safety and health program, and safety training (including traffic safety and public health) for workers etc.? (d) Are appropriate measures taken to ensure that security guards involved in the project not to violate safety of other individuals involved, or local residents?	(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y	(a) adequate measures are written in IEE and to be implemented (b) adequate measures are written in IEE and to be implemented (c) adequate measures are written in IEE and to be implemented (d) adequate measures are to be planned at local office level (ESCOM),
5 Others	(1) Impacts during Construction	(a) Are adequate measures considered to reduce impacts during construction (e.g., noise, vibrations, turbid water, dust, exhaust gases, and wastes)? (b) If construction activities adversely affect the natural environment (ecosystem), are adequate measures considered to reduce impacts? (c) If construction activities adversely affect the social environment, are adequate measures considered to reduce impacts?	(a) Y (b) N (c) N	(a) air pollution and water contamination is anticipated during construction stage, but watering on road or setting sedimentation pond will decrease its impacts (b) No impacts to surrounding natures as project not needs big civil works (c) No counter measures as no impacts to social environment
	(2) Monitoring	(a) Does the proponent develop and implement monitoring program for the environmental items that are considered to have potential impacts? (b) What are the items, methods and frequencies of the monitoring program? (c) Does the proponent establish an adequate monitoring framework (organization, personnel, equipment, and adequate budget to sustain the monitoring framework)? (d) Are any regulatory requirements pertaining to the monitoring report system identified, such as the format and frequency of reports from the proponent to the regulatory authorities?	(a) Y (b) Y (c) Y (d) N	(a) Compiling monitoring plan and its implementation is mandatory, items having possibility of adverse impact will be monitored (b) adequate items are described in IEE (c) At local office level (ESCOM), adequate measures is to be planned (d) these items is not being identified by Law and Guideline for the EIA Exception Project, but results of monitoring is supposed to submit regularly to DOE
6 Note	Reference to Checklist of Other Sectors	(a) Where necessary, pertinent items described in the Road checklist should also be checked (e.g., projects including installation of electric transmission lines and/or electric distribution facilities).	(a) N	(a) impacts to existing road is not anticipated

Environmental Checklist (Transmission Line)

	Note on Using Environmental Checklist	(a) If necessary, the impacts to transboundary or global issues should be confirmed, (e.g., the project includes factors that may cause problems, such as transboundary waste treatment, acid rain, destruction of the ozone layer, or global warming).	(a) N	(a) No impacts to global issues as a small project with no impacts to environment
--	---	---	-------	--

1) Regarding the term "Country's Standards" mentioned in the above table, in the event that environmental standards in the country where the project is located diverge significantly from international standards, appropriate environmental considerations are required to be made.

In cases where local environmental regulations are yet to be established in some areas, considerations should be made based on comparisons with appropriate standards of other countries (including Japan's experience).

2) Environmental checklist provides general environmental items to be checked. It may be necessary to add or delete an item taking into account the characteristics of the project and the particular circumstances of the country and locality in which it is located.

5. ミーティング議事録

(1) Minutes of Meeting between ESCOM and TEPSCO in the 1st mission

JICA Preparatory Survey on the Extension
of Tedzani Hydropower Station

Meeting on the Results of the First Site Survey
For
The Extension of Tedzani Hydropower Station

Date & Time: Tuesday, 30 July 2013, 10:15am

Attendance

1. ESCOM

Mr. Michael Gondwe, Senior Projects Manager.

Mr. Andrew Senzani,

Mr. Alex Kaitane.

Mr. Charles Chibambo,

Mr. Reuben Mwangonde

Mr. Binnie Banda

Mr. Justice A. Malema

Mr. Lawrence Chilimampunga

Mr. Tanda Kadammanja

Mr. Rex Muhome

2. TEPSCO

Mr. Tetsuo Tejima, Civil Engineer,

Mr. Kiminori Nakamata, Geologist

Agenda

1. Summary Report on the Extension of Tedzani Hydropower Station

2. Study on Waterway Alternatives (refer to the attached report)

Results of Discussion

1. Report of the First Site Survey

TEPSCO explained the results of the first survey for the Project as per attached

"Summary Report on the Extension of Tedzani Hydropower Station."

TEPSCO

1



JICA Preparatory Survey on the Extension
of Tedzani Hydropower Station

2. Study on Waterway

Based on the survey, TEPSCO also presented the result of "the Study on Waterway Alternatives" that examine the open channel and pressure tunnel alternatives for the Project and that recommended the open channel as more cost effective for the Project. After several discussion the open channel alternatives was adopted as most preferable to be taken forward for the Project.

3. Revision of Power Station Site

The power station site is proposed to be sited further upstream of the Tezani I Station due to space constraints in the original area that was proposed, which was close to the Tedzani I Station. TEPSCO will study further this new proposed location of the Power Station.

4. Channel Cover

ESCOM suggested that the open channel should be installed with a concrete cover for maintenance of the channel to avoid tree leaves and branches falling into the channel and blocking the screens downstream and also environmental purposes to allow the area of the channel route to be restored with vegetation (trees) after construction and hence camouflage the concrete channel. A cover would also ensure safety, especially for children, since the Tedzani area is inhabited by ESCOM staff running the Station who have families.

5. Transmission Line

JICA will check the power system whether 66kV system or 132 KV system will be used to feed the additional power into the grid. This issue will be finalized during the second site survey scheduled for September 2013.

6. Environmental Considerations

TEPSCO informed ESCOM that through a telephone conversation with Mr.Terao of DOE in the morning on 30th July 2013, it was noted that the Ministry of Environment and Climate Change Management had informed the JICA team that a full EIA was not required for the Project and had agreed that just Initial Environmental Examination (IEE) was acceptable, with some conditions.

This information will be sent to ESCOM by e-mail.

TEPSCO

2



JICA Preparatory Survey on the Extension
of Tedzani Hydropower Station

7. Data Collection

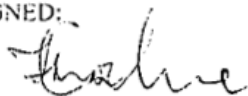
ESCOM noted that power generation data for Tedzani I, I & II Stations, from 2006 to June 2013, had been emailed to TEPSCO in the morning. It was further noted that since Tedzani I&II had been out of service for 7 years from 2001 to 2008, the power generation data for these Stations that had been provided electronically through email was for the years 2009 to June 2013. TEPSCO noted that this data would assist them to calculate spillway discharge, since there was no data for such at the Station due to lack of gauging equipment at the Spillway. In line with this missing Spillway data due to lack of gauging equipment, ESCOM requested TEPSCO to consider including the design and installation of Spillway discharge gauging equipment as part of the proposed Tedzani IV Extension Project, since this data will be greatly required during the operation of Tedzani IV Station, as the same will depend on Spillway discharge. TEPSCO took note of request and would consider it when undertaking the detailed design and costing for the Project.

8. Close of meeting

TEPSCO indicated that the team from Japan will be going back via Lilongwe on Wednesday, where they will brief the DOE on the Study findings. The next TEPSCO team will come back to Malawi in September 2013 to continue with the Study, but their local subcontractor for the survey will continue with topographic survey on site for a few more days to complete the work.

ESCOM thanked all for coming and the meeting closed at 11:30am.

SIGNED:



Michael Gondwe
Senior Projects Manager,
ESCOM



Tetsuo Tejima
Civil Engineer,
TEPSCO

TEPSCO

3

4

29 July 2013

Study on Waterway Alternatives

1. Background of Study

Extension of the Tedzani Hydropower is to utilize the spillway discharge from the existing Tedzani dam to generate additional power.

Considering a layout of an intake and a waterway from the dam to a new Tedzani Power Station, there are two alternatives: an open channel and a pressure tunnel.

An open channel can be laid from an intake installed in the left bank in the downstream area of the spillway to a head tank on the left bank along the contour line at EL 308 approximately.

On the other hand a pressure tunnel can be constructed in the underground in the left bank from the intake to a surge tank, wherever the pressure tunnel can have enough depth over the tunnel.

Although the open channel is required to be installed on the surface of the left bank, the quantities of open excavation and concrete works exceed the pressure tunnel.

Unit costs of tunnel excavation and concrete works are, however, higher than that the open works.

Since there are advantage and disadvantage of both alternatives in design and cost, a following comparative study was carried out to determine the optimum layout for the Project.

- (1) Conditions of Power Generation
- (2) Layout of the Waterway
- (3) Results of Site Survey
- (4) Main Work Quantities
- (5) Cost Comparison

2. Conditions of Power Generation

The comparative study for the waterway lay out was carried out under the following

TEPSCO

JICA Preparatory Survey for Extension of the Tezani Hydropower Station

hydraulic conditions:

(1) Reservoir level: HWL 318.53

LWL 315.78

(2) Intake water level: WL311.5 for the open channel

WL310.5 for the pressure tunnel

(3) Tail water level: TWL271.950

(4) Effective Head

Open channel

Gross head for open channel=311.5-271.95=39.55m

Head loss for open channel= 2.7m

Effective head= 39.55-2.7=36.85m

Pressure tunnel

Gross head for pressure tunnel=310.5-271.95=38.55m

Head loss for open channel= 1.7m

Effective head for pressure tunnel=38.55-1.7=36.85m

(5) Power generation

The assumption was made for the maximum discharge of the extension project will be 70m³/s for both alternatives.

Power generated by both the pen channel and pressure tunnel will be:

$$P = g \times Q \times H_e \times \eta = 9.8 \times 70 \times 38.55 \times 0.86 = 21.7 \text{ MW}$$

There is no difference in power generation between the open channel and pressure tunnel alternatives.

3. Layout of Waterway

The layout of both the open channel and the pressure tunnel are shown in the drawings.

The particular features of each alternative are described below.

(1) Open channel

The spillway discharge will be collected by a small dam constructed in the downstream are of the existing dam.

TEPSCO

The sideways intake takes in water to the open channel that conveys the water for about 699m from the intake to a head tank installed in the upstream area above the power station site. In the middle of the open channel, the open channel has to cross the stream by siphon or a bridge for about 70m.

From the head tank, penstock will be installed on the slope to lead the water to a powerhouse for 109m.

In the powerhouse, a vertical Kaplan turbine and generator will be installed.

(2) Pressure tunnel

From the sideways intake and the open channel for 80m from the intake are same layout as of the open channel.

A large pond will be installed at the end of 80m open channel where a morning glory type inlet and vertical shaft for 32m will be installed to take the water into the pressure tunnel.

The pressure tunnel conveys the water for 550m from the vertical shaft to a surge tank. After the surge tank, penstock will lead water for 87m to the power station inlet valve.

The vertical Kaplan turbine will be installed in the powerhouse.

4. Survey Results

The topographic survey reveals that the power station site below the existing Tedzani I switchyard has no area to accommodate the power station building due to the steep slope on the left bank.

After exploring more upstream area it was found that the power station can be relocated to 100m upstream.

This relocation is necessary for the both the open channel and pressure tunnel alternatives.

5. Main Work Quantities

Although the power station site is proposed to relocate further upstream, the cost

comparison was made based on the original power station site below Tedzani I switchyard.

The major quantities of each alternative are estimated based on the layout drawings and cross sections derived from the 1/1000 map.

The open channel work layout needs only open works for the project, while the pressure tunnel alternatives requires both tunnel and open works for excavation and concrete works as shown in the Table-1.

The open channel requires about 120,000m³ of open excavation that is two times that of the pressure tunnel, but the tunnel needs 25,000m³ of tunnel excavation and 8,600m³ of tunnel concrete works.

Table -1 Major Quantities of Civil Works for Open Channel and Pressure Tunnel

Works	Open Channel Works		Tunnel Works	
	Excavation(m ³)	Concrete (m ³)	Excavation(m ³)	Concrete (m ³)
1. Open Channel				
Intake Dam	7,472	3,031		
Intake	3,502	3,289		
Open Channel	42039	4,189		
Siphon	2,398	771		
Head Tank	13,252	4960		
Powerhouse	34,263	1283		
Total of Open Channel	119,955	27,523		
2. Pressure tunnel				
Intake	9,253			
Inlet	9,101			
Tunnel			19,256	6,586
Surge Tank	2,341	1,083	2058	550
Penstock	34,263		2,563	1,460
Powerhouse	6,523	10,000		
Total of pressure Tunnel	61,491	17,097	25,146	8,596

JICA Preparatory Survey for Extension of the Tezani Hydropower Station

6. Cost Comparison

The cost estimate was made for the Civil Works, Hydro-mechanical Works for gates and penstock, and the Electro-mechanical Works.

Other cost such as preparatory works and cost for environment was priced at 1 % of the Civil Works.

The project management and contingency were counted at 10 % of the total of the direct cost.

From this cost comparison, the cost of pressure tunnel alternative is higher than the open channel at 27%, mainly due to the tunnel excavation and concrete works.

Table -2 Cost Comparison between Open Channel and Pressure Tunnel (1US\$=¥100)

Work Items	Open Channel(US\$)	Tunnel (US\$)	
1. Preparatory Works(1%of Civil)	110,400	188,860	1 % of Civil Works
2. Environment	110,400	188,860	1% of Civil Works
3. Civil Works	11,039,790	18,885,570	
(1) Intake Dam	457,430	457,430	
(2) Intake	647,750	647,750	
(3) Siphon/Bridge	822,880	554,580	
(4) Open Channel/Tunnel	3,936,200	11,570,600	
(5) Head Tank/Surge Tank	1,185,070	252,870	
(6) Penstock and Spillway	449,480	1,736,020	
(7) Powerhouse	3,021,120	3,021,120	
(8) Tailrace	69,870	69,870	
(9) Outlet	233,500	205,502	
(10) Other minor works	216,470	370,371	
4. Hydro-mechanical Works	1,094,400	907,200	
5. Electro-mechanical Works	16,136,620	16,136,620	
Total of Direct Cost 1 to 5	28,491,610	36,307,110	
6. Project Management	2,849,161	3,630,711	10% of Direct Cost
7. Contingency	2,849,161	3,630,711	10% of Direct Cost
Total	34,189,930	43,568,530	
Open Chanel/Tunnel cost	100 %	127%	

TEPSCO

7. Results and Recommendation

The results of the cost comparison between the open channel and pressure tunnel indicate that:

- (1) The power generation shows almost same output of 21 MW at discharge of 70m³/s.
- (2) Work quantities differ much in underground works:

Works	Open Works(m ³)	Tunnel Works(m ³)
<u>Excavation work</u>		
Open Channel	120,000	0
Pressure Tunnel	61,500	25,000
<u>Concrete work</u>		
Open Channel	27,000	0
Pressure Tunnel	17,000	8,600

- (3) The project cost will be US\$34.2 million for the open channel, while it will be US\$43.6 million for the pressure tunnel.

- (4) In addition to the above, the open channel alternative can proceed the works at several locations along the open channel site so that construction works are more flexible to control work progress during construction.

Considering the above, the open channel layout is recommended for the Tedzani extension project.

Further study and geological survey shall be based on the open channel waterway.

(2) Minutes of Meeting between ESCOM and TEPSCO in the 2nd mission

JICA Preparatory Survey on the Extension
of Tedzani Hydropower Station

Meeting on the Results of the Second Site Survey
For
The Extension of Tedzani Hydropower Station

Date & Time: Wednesday, 18 September 2013, 11:00am to 2:00pm

Attendance

1. ESCOM

Mr. Evans Msiska – Director of Generation
Mr. Peter Mtonda – Director of Distribution & Customer Service
Mr. Michael Gondwe - Senior Projects Manager.
Mr. Andrew Senzani,- Chief Planning & Design Engineer
Mr. Justice A. Malema - Surveyor
Mr. Lawrence Chilimampunga – Environmental & Wayleave Officer
Mr. E. Kamoto – Senior Operations Engineer – Tedzani Power Station
Mr. G. Kamthunzi – Generation Performance Monitoring

2. Department of Energy Affairs

Mr. Khumbolawo Lungu
Mr. W. Silewa

3. TEPSCO

Mr. Tetsuo Tejima, Civil Engineer,
Mr. Shigeki Wada, Environment Expert,
Mr. Keiji Wakamatsu, Transmission Line Engineer,
Mr. Tomoki Irei, Procurement Engineer,
Mr. Yuichiro Hirohashi, Hydrologist

Agenda

1. Study on Installed Capacity and River Maintenance Flow
2. Transmission Line System
3. Environmental Monitoring Plan
4. Electrical and Mechanical Works of the Tedzani Extension Project
5. Undertakings of Malawi Government

TEPSCO

1



JICA Preparatory Survey on the Extension
of Tedzani Hydropower Station

Results of Discussion

1. Study on Installed Capacity and River Maintenance Flow

JICA Team presented the report "Study on Installed Capacity and River Maintenance Flow" that reported the comparative study of the installed capacity of 18,700 kW with the maximum discharge of 60m³/s, 21,800 kW with 70m³/s and 24,900 kW with 80m³/s with the river maintenance flow condition.

JICA Team recommended the installed capacity of 21,800 kW, since it showed minimum cost per kWh with zero maintenance flow and it indicated same level of low cost with maintenance flow at 10m³/s.

JICA Team explained that there they had not come across any Malawi government environmental law or regulation on the issue of river maintenance flow.

ESCOM however informed JICA that the issue of river maintenance flow in Malawi might not be contained in the environmental law, but the Water Resources Act, which is the Law that regulates the use of all water bodies in Malawi. ESCOM thus further advised that it was important to check with the Water Resources Board on this issue for advice with regard to the guidelines for minimum release of water.

The meeting agreed that DOE would check with the Water Resources Board on river water release requirements and inform JICA Team accordingly.

Although the minimum river maintenance flow had not been determined, ESCOM and DOE agreed that the installed capacity of 21,800 kW, with 70m³/s maximum discharge, was the most optimum and hence worth pursuing for further detailed studies leading to development.

2. Transmission Line

JICA Team reported that their proposal was for the transmission line to be connected into the national power grid through Tedzani I and II Switchyard.

The transmission line would run from the main step-up transformer for the Tedzani IV

TEPSCO

2



JICA Preparatory Survey on the Extension
of Tedzani Hydropower Station

Power Station to the Tedzani I and II switchyard, using at least 2No. transmission line towers. The feed-in voltage into Tedzani I&II Switchyard would be 66kV.

ESCOM inquired whether JICA Team studied cost comparison between an overhead line and underground cable system.

JICA Team reported that the comparison study had been done and overhead line system showed lower costs than the underground cable.

JICA Team enquired whether ESCOM had undertaken power flow analysis to determine whether the existing 66kV lines out of Tedzani I&II Switchyard had the capacity to transfer the power to be generated from the proposed Tedzani IV into the national grid.

ESCOM stated that static load flow calculation had been done and confirmed that power from Tedzani IV could be sent through Tedzani I and II switchyard and into the national grid using the existing 66kV lines.

JICA Team requested that the results of power flow calculation be provided to JICA Team for their information.

ESCOM informed the JICA team for their information that the power from Tedzani III is sent to Tedzani I and II switchyard through a 66kV underground cable line.

3. Environmental Monitoring Plan.

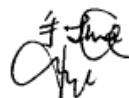
(1) JICA Team reported that the Departmental of Environmental Affairs had confirmed that Environmental Impact Assessment was not required for the proposed Tedzani IV, but Environmental Monitoring Plan and Environmental Operation Plan were required, both of which would be submitted in the draft final Feasibility Study Report.

(2) JICA Team confirmed that there was no primeval forest, tropical forest or valuable habitats of flora and fauna in the project site.

It was further noted that although Nile crocodiles were identified, these are just protected by Law but are not listed as threatened species by IUCN and hence do not need any special attention, apart from sensitizing people during the Project implementation period of the law prohibiting unauthorized killing of the crocodiles

TEPSCO

3



JICA Preparatory Survey on the Extension
of Tedzani Hydropower Station

(3) JICA Team confirmed that no involuntary resettlement caused by the project was envisaged.

It was also confirmed that the Tedzani IV project is categorized "B" in accordance with JICA guidelines.

4. Electrical and Mechanical Works

(1) Relationship between Turbine Output and Net Heads

JICA Team proposed the operation method of the Tedzani IV Power Station as follows:
When the net head exceeded the design head of 37 m, the maximum turbine output, 23000kW, would be maintained; and when the head was less than the design, then the outputs would be decreased, even with 100% guide vane opening.

ESCOM agreed with the turbine operation proposal.

(2) Turbine Type and Construction

ESCOM agreed with the proposal for a Francis Turbine type.
JICA Team noted that the proposal was also to have the Turbine Runner dismantled from the draft tube, as was the case with Tedzani III Turbines, with adoption of the intermediate shaft between the turbine shaft and the generator shaft.

(3) Operational Method of Guide Vane

JICA Team proposed two methods of servo motor system for operation of the guide vane, namely; oil pressure driven system; and electric motor driven system.

ESCOM requested JICA team to provide more information about the electric motor driven system, such as existing power station, in Japan or elsewhere, where such electric motor driven system was adopted, including advantages and disadvantages in terms of operation and maintenance.

TEPSO

4



**JICA Preparatory Survey on the Extension
of Tedzani Hydropower Station**

(4) Short Circuit Ratio (SCR)

JICA team reported that since they could not find any design details for the Tedzani I&II machines, they had decided on an SCR of 0.95.

ESCOM noted that since the proposed Tedzani IV machines would be operating in parallel to the Tedzani I&II machines, since Tedzani IV will be connected with Tedzani I and II Switchyard, their SCR ratio had to be the same.

JICA Team were to check the name plate of the Tedzani I and II machines to find out the SCR for the machines.

Post Meeting Note 1: JICA Team checked the nameplates and found that there was no information on the name plate of Tedzani I&II generators indicating the SCR, so SCR would be as recommended, i.e. 0.95 as originally proposed by JICA Team

Post Meeting Note 2: After getting above report from JICA Team that the SCR was not indicated on the Tedzani I&II machines, ESCOM checked again in their Projects Library for Tedzani technical documentation and managed to find the Tedzani II Turbine and Generator Contract of 1974, which contained all the detailed specifications for the machines, including SCR. The document was handed over to JICA Team to copy for reference. The SCR as read in the Tedzani II specifications would thus be adopted by JICA Team in for Tedzani IV.

(5) Outlet Air Temperature

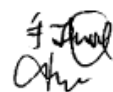
ESCOM requested JICA Team to check the Tedzani I and II generator name plate for information on outlet air temperature for possible adoption of the same for Tedzani IV machines.

Post Meeting Note1: JICA Team checked and found that the generator name plate of Tedzani I&II does not indicate the outlet temperature, so the insulation level would be taken as being the same as that of Tedzani III, which was insulation level " F ".

Post Meeting Note 2: ESCOM managed to locate the full technical specifications of Tedzani I&II machines (which would include the information on outlet air temperature

TEPSCO

5



JICA Preparatory Survey on the Extension
of Tedzani Hydropower Station

noted not to be indicated on the nameplates) and handed over the same to JICA Team for reference.

(6) Rectifier for Excitation System

JICA Team proposed two independent ignition circuits for manual and automatic control methods.

ESCOM agreed to the proposal.

(7) Synchronization at low voltage side

JICA Team proposed synchronization at low voltage side of Tedzani IV station.

ESCOM noted that Tedzani I&II Station, and indeed all other ESCOM Stations, were synchronized at high voltage side. ESCOM requested JICA Team to check Tedzani I and II Station and verify.

Post Meeting Note: JICA Team checked and noted that Tedzani I Station was indeed synchronized at high voltage side, so Tedzani IV shall be designed to be synchronized at high voltage side as well.

(8) Operating Mode

JICA Team proposed that the Tedzani IV will not have an emergency diesel generator for black start.

ESCOM requested JICA Team to consider in their design for the emergency generator of Tedzani I and II to supply its power directly to Tedzani IV station, since a much higher rated standby diesel generator was being procured for Tedzani I&II Power Station which would have the capacity to serve the proposed Tedzani IV Station as well. This meant that the Emergency generator of Tedzani I and II will be connected with Tedzani IV generator.

JICA Team confirmed that this connection was possible and hence would take the suggestion into consideration in the design of Tedzani IV.

TEPSCO

6



JICA Preparatory Survey on the Extension
of Tedzani Hydropower Station

It was further noted that since the emergency generator would be procured by ESCOM as part of Tedzani I&II Station equipment, it was recommended that connection of the emergency generator with Tedzani IV generator should be undertaken by ESCOM

JICA Team proposed the breaking current of the circuit breaker of 25kA, and ESCOM agreed to the JICA proposal.

(9) Firefighting system

JICA proposed the firefighting system by portable dry chemical fire extinguisher and portable CO₂ extinguisher, the same as had been read in the Tedzani III tender documents specifications.

ESCOM noted that there were already plans to upgrade the Tedzani III Station fire fighting system to automatic firefighting system and automatic CO₂ firefighting system. It was thus expected that the Tedzani IV Station would have the same level of firefighting system and fire detection system.

JICA Team agreed to take this proposal on board in their design of the Tedzani IV fire fighting system.

(10) Single Line Diagram of Tedzani III

It was agreed that ESCOM would provide the existing single line diagram on 19 September 2013 in the Tedzani Station office.

At the time of the meeting on 23 September, the single line diagram was not available. ESCOM to continue to search the drawings.

(11) Spare Parts

JICA Team presented a list of proposed spare parts for Tedzani IV Station for approval by ESCOM.

ESCOM requested to be given time to study the list and provide comments and it was agreed that the list would be finalized on Monday, 23 September 2013.

TEPSCO

7



JICA Preparatory Survey on the Extension
of Tedzani Hydropower Station

ESCOM accepted the list of spare parts that JICA Team had prepared and presented, but noted that in the review, ESCOM had not considered any critical spares outside the list that had been presented. Thus ESCOM to look at other critical spare parts that might be required and to provide information on the same to JICA Team as soon as possible.

5. Major Undertakings to be taken by the Malawi Government

JICA Team submitted a list of the undertakings that was agreed between the Malawi Government (DOE and ESCOM) and JICA officials during the first JICA survey in July 2013, as recorded in the Minutes of Discussion, signed on 12th July 2013.

Among these undertakings, the following items were discussed and confirmed, which government organizations will be responsible for each undertaking.

The item number and words underlined below are as quoted from the Annex -6 of the Minutes of Discussion.

No.1

To secure lots of land necessary for implementation of the project and to clear the sites.

ESCOM will provide the land for the project, but site clearing within the Work Site shall be carried out by the contractor as part of his contractual obligation of his contract.

No.2

To construct the following facilities

2) The gates and fences in and around the site

The Tedzani Power Station area is already surrounded by the fence.

Within the Tedzani Power Station Area, the Work Site shall be surrounded by a fence constructed by the Contractor for his safety control, as part of obligation of his contract.

3) Road out side the site

The access roads outside the site have been constructed by ESCOM, hence there was no need for further construction of access road outside the Project Site, from the Tedzani security gate to the national road.

TEPSO

8



JICA Preparatory Survey on the Extension
of Tedzani Hydropower Station

Maintenance of the access roads is currently done by ESCOM, but participation of the contractor during project execution was expected as part of his contractual obligation due to operation of heavy traffic during the construction.

ESCOM also suggested that the heavy traffic should use the access road via Nkula Power Station (about 15km to the main National Road), since the direct access from the National Road to the Tedzani Dam site (about 6.8 km) was not constructed for heavy duty traffic.

Post Meeting Note: As JICA Team enquired the JICA Head Office in Tokyo, JICA Head Office insisted that the access road out of the ESCOM land should be maintained by ESCOM, not by the contractor.

No.3

To provide facilities for distribution of electricity, water supply and drainage and other incidental facilities necessary for implementation of the Project out side the site

1) Electricity, a. The distributing power line to the site

ESCOM will provide the power line to the designated terminal points and supply this power without charge, but during construction the contractor should install his own emergency generators for his works to protect his site works in the event of any failure of the ESCOM power, as the contractor's contractual obligation.

2) Water Supply, a. The distribution main to the site

ESCOM will supply the potable water to the terminal points.

3) Drainage, a The city drainage main (for storm sewer and others to the site)

ESCOM has already established the drainage system in his existing Tedzani Power Station area.

4) Gas Supply, a. The city gas main to the site

TEPSCO

9



JICA Preparatory Survey on the Extension
of Tedzani Hydropower Station

Although this clause agreed by ESCOM, ESCOM cannot supply the city gas to the Project since there is no such gas supply system in the Tedzani Power Station area. Design consideration should thus be given to the fact that the heating system in the kitchen of the powerhouse building will be provided by electricity.

5) Telephone System , a. The telephone trunk line to the main distribution frame (MDF)/panel of the building.

ESCOM will supply the telephone trunk line to the control room in the powerhouse building.

6) Furniture and Equipment, a. General furniture

ESCOM will provide the general furniture required in the powerhouse building.

No.4

To secure prompt unloading and customs clearance of the products at ports of disembarkation in the recipient country and to assist internal transportation of the products.

2) Tax exemption and custom clearance of the Products at the port of disembarkation

DOE will take charge of tax exemption issue for the Project.

No.5

To ensure the customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in the recipient country with respect to the purchase of the products and services be exempted.

DOE will take charge of the tax exemption issue for the Project.

No.6

To accord Japanese nationals whose services may be required in coordination with supply of the products and the services such facilities may be necessary for their entry into the recipient country and stay therein for the performance of their work.

DOE will support provision of the work visa and other government procedures for

TEPSCO

10



JICA Preparatory Survey on the Extension
of Tedzani Hydropower Station

expatriates for implementation of the Project.

No. 7

To ensure that facilities and the products be maintained and used properly and effectively for the implementation of the Project.

ESCOM will operate and maintain the Tedzani IV Power Station.

No.8

To bear all the expenses, other than those covered by the Grant, necessary for the implementation of the Project.

Both DOE and ESCOM cannot determine taking this responsibility, since "all the expenses" should be defined in details.

Post Meeting Note: JICA Team confirmed that this clause applies to the minor payments such as the government cost for implementation of the Project.

No.9

To bear the following commissions paid to the Japanese bank for banking services based upon the B/A (Banking Arrangement)

ESCOM requested JICA Team what are the condition for other JICA grant projects.
JICA will report this issue on Monday, 23 September 2013.

Post Meeting Note: It was later confirmed that recipient country shall pay commissions for the Japanese Grant Project.

No.10. To give due environmental and social consideration in the implementation of the Project.

ESCOM will operate and maintain the Tedzani IV Power Station after handover from the contractors.

Post Meeting Note: ESCOM stated that confirmation of the items No.8 and No.9 above

TEPSCO

11



JICA Preparatory Survey on the Extension
of Tedzani Hydropower Station

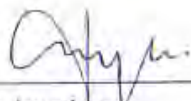
are out of this meeting for the Preparatory Survey, since these clauses refer to the agreement between the Malawi and Japanese Governments.

6. Name of the Tedzani Power Station

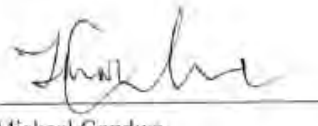
JICA Team proposed to refer the Extension of Tedzani Power Station as Tedzani IV Power Station, after the Tedzani I&II, and III Power Stations.

ESCOM thanked all for coming and the meeting closed at 2:00 pm.

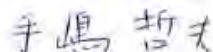
SIGNED:



Khumbolawo Lungu
Chief Energy Officer,
Department of Energy Affairs



Michael Gondwe
Senior Projects Manager,
Civil Engineer,
ESCOM



Tetsuo Tejima
Civil Engineer,
JICA Tedzani Extension Project
Survey Team



5 September 2013

Study on Installed Capacity and River Maintenance Flow**1. Background of Study**

The first site survey was carried out for the Tedzani Hydropower Extension Project in July 2013.

After the results of the site survey, the survey team concluded that:

- (1) A non-pressure culvert type waterway was adopted for a headrace as the result of the meeting held with ESCOM on 30 July 2013.
- (2) The power station site is relocated to a farther upstream area of the Tedzani I and II power station, since the originally proposed site right below the Tedzani I and II switchyard was too narrow for the power station.
- (4) The Shire River flow data were collected from the Liwonde gauging station.
- (5) There is neither environmental law nor regulation to release water for the river course section from the Tedzani Spillway to the outlet of Tedzani I and II power station, but maintenance flow might be necessary for river environment.

In order to determine the most economic installed capacity of the Tedzani Extension Project, a comparative study was carried out for the maximum discharge alternatives for 60 m³/s, 70 m³/s and 80 m³/s with maintenance flow.

2. Conditions of Power Generation

The comparative study for the installed capacity out was carried out under the following conditions.

(1) Hydraulic conditions

The study was made under the following hydraulic conditions.

Table -1 Hydraulic Conditions

Intake water level	312.901	Based on the design
Tailrace water level	272.500	Tedzani III 272.300+0.2m
Gross head	40.401	
Overall head loss	3.401	including 0.388m for others
Effective head	37.000	for 60, 70 and 80m ³ /s

(2) Power generation

The assumption was made for the maximum discharge of the extension project to 60 m³/s, 70 m³/s and 80 m³/s.

Power generated by the alternative will be:

$$P = \rho \times Q \times H_e \times \eta = 9.8 \times 60 \times 37.000 \times 0.86 = 18,700 \text{ kW}$$

TEPSCO

$$= 9.8 \times 70 \times 37.000 \times 0.86 = 21,800 \text{ kW}$$

$$= 9.8 \times 80 \times 37.000 \times 0.86 = 24,900 \text{ kW}$$

The flow duration data was derived from the Liwonde Gauging station from 2003 to 2006.

3. Site Survey

The topographic survey reveals that the power station site below the existing Tedzani I switchyard is too small area to accommodate the power station building due to the steep slope on the left bank.

After exploring farther upstream area it was found that the power station can be relocated to about 100 m upstream in the left bank.

4. Design Considerations for Alternatives

The comparative study considers dimensions of the headrace culvert, head tank, penstock and spillway and tailrace according to each discharge.

The following design consideration was made for each discharge alternative.

(1) Layout of the Waterway

The intake structure will be installed in the downstream area of the far left spillway.

The spillway discharge will be released to a low channel, a 15.24m wide and 1.6 m high for 113m long to confine the discharge. About 60 m downstream from the spillway, the sideways intake is installed in the left bank to take in water to a open channel.

After the sideways intake, a box culvert, 5m wide and 4m high for 70m³/s alternative, is installed for 390 m to convey the water with 1/500 slope to a head tank.

After the head tank, the penstock is installed for 99 m from the head tank to an inlet valve in the powerhouse.

The powerhouse accommodates one unit of a turbine and generator.

The discharge is released from a draft tube outlet to a tailrace for about 45 m to the Shire River.

(2) Intake

The spillway discharge will be collected by a small dam constructed in the downstream of the existing dam.

The sideways intake that has 40 m long that overflows water to a open channel.

TEPSCO

(3) Headrace

The headrace has a box culvert type structure having 4.5 m wide for 60m³/s alternative, 5.0 m for 70m³/s and 5.5 m for 80 m³/s alternative.

The inside height of the culver will be 4 m with the water level of 3.5 approximately for all the alternatives.

(4) Head Tank

A head tank will be installed at the end of the headrace.

The head tank has a surface area of 1300 m² and volume of 8900m³ that corresponds to 2 minutes of the maximum discharge of 70m³/s.

The width of the tank is revised to be 16 m for 60m³/s alternative and 24 m for 80m³/s alternative.

(5) Penstock

The penstock diameters were selected for 3.7 m for discharge of 60m³/s, 4 m for 70 m³/s, and 4.3 m for 80m³/s.

5. Main Work Quantities

The major quantities of each alternative are estimated from the layout drawings and cross sections derived from the 1/1000 map.

Table -1 Major Quantities of Civil Works for Alternatives

Max. Discharge	Q _{max} 60 m ³ /s		Q _{max} 70 m ³ /s		Q _{max} 80 m ³ /s	
Works	Excavation (m ³)	Concrete (m ³)	Excavation (m ³)	Concrete (m ³)	Excavation (m ³)	Concrete (m ³)
1. Intake	15,759	5,960	15,759	5,960	15,759	5,960
2. Siphon/Bridge	2,398	771	2,398	771	2,398	771
3. Headrace	25,293	5,782	27,513	7,434	29,698	10,290
4. Head tank	21,747	4,818	24,039	4,959	27,476	5,100
5. Penstock	6,949	1,552	7,552	1,991	8,156	2,389
6. Spillway	3,258	2,707	3,541	3,470	3,824	4,164
7. Powerhouse	12,262	13,955	46,692	13,955	46,692	13,955
8. tailrace	12,403	754	12,656	967	13,688	1,160
Total	100,070	36,299	105,720	39,506	113,240	43,789

6. Cost Comparison

The cost estimate is made for the Civil Works, Hydro-mechanical Works for gates and penstock, and the Electro-mechanical Works.

Other costs such as preparatory works and cost for environment are assumed to be 1 % of the Civil Works.

The project management and contingency are counted at 10 % of the total of the direct cost.

Table -2 Cost Comparison between Open Channel and Pressure Tunnel (1US\$=¥100)

Work Items	60 m ³ /s(US\$)	70 m ³ /s(US\$)	80 m ³ /s(US\$)
1. Preparatory Works(1%of Civil)	141,770	158,130	182,770
2. Environment	141,700	158,130	182,770
3. Civil Works	14,176,740	15,812,770	18,276,940
(1) Intake Dam	1,288,470	1,288,470	1,288,470
(2) Siphon/Bridge	822,880	822,880	822,880
(3) Open Channel/Tunnel	4,932,490	6,156,280	8,202,280
(4) Head Tank/Surge Tank	1,228,700	1,276,180	1,339,860
(5) Penstock and Spillway	702,660	885,380	1,051,620
(6) Powerhouse	4,235,230	4,235,230	4,235,230
(7) Tailrace	688,330	838,280	978,220
(8) Other minor works	277,980	310,005	358,370
4. Hydro-mechanical Works	1,096,800	1,173,600	1,327,200
5. Electro-mechanical Works	16,475,670	18,541,820	19,835,020
Total of Direct Cost 1 to 5	32,032,740	35,844,450	39,804,710
6. Project Management	3,203,270	3,584,444	3,980,470
7. Contingency	3,203,270	3,584,444	3,980,470
Total	38,439,290	43,013,340	47,765,650

7. Annual Power Generation and Spillway Maintenance Flow

The annual power generation was estimated based on the Shire River daily discharge at Liwonde from 2003 to 2006.

During this period, the annual average discharge is 358 m³/s.

TEPSCO

The discharge from the spillway is derived by the daily discharge minus $278 \text{ m}^3/\text{s}$ of the total discharge of Tedzani I, II and III power stations.

The available water for the Tedzani IV station is also deducted for the assumed maintenance flow at 0, 10, 20 and $30 \text{ m}^3/\text{s}$ for the spillway.

8. Results of Comparative Study

(1) Annual Power generation

The results of the power generation are estimated for each plant discharge and maintenance flow.

Table-3 Annual Power generation and maintenance Flow (GWh)

Maintenance Flow (m^3/s)	$Q_{\text{max}} 60\text{m}^3/\text{s}$	$Q_{\text{max}} 70\text{m}^3/\text{s}$	$Q_{\text{max}} 80\text{m}^3/\text{s}$
	18,700kW	21,800 kW	24,900 kW
0	160.3	182.9	200.0
10	154.2	172.3	184.9
20	145.7	158.1	164.2
30	130.6	135.5	135.7

GWh= 10^6 kWh

(2) Cost per kWh

The cost per kWh is derived for each maximum plant discharge and maintenance flow

Table-4 Result of Cost per kWh (US Cent/kWh)

Maintenance Flow (m^3/s)	$Q_{\text{max}} 60\text{m}^3/\text{s}$	$Q_{\text{max}} 70\text{m}^3/\text{s}$	$Q_{\text{max}} 80\text{m}^3/\text{s}$
	US\$ 38,439,239	US\$ 43,013,340	US\$ 47,765,650
0	24.0	23.5	23.9
10	24.9	25.0	25.8
20	26.4	27.2	29.1
30	29.4	31.7	35.2

If there is no maintenance flow, the maximum discharge at $70 \text{ m}^3/\text{s}$ shows the lowest cost of US 23.5 Cent/kWh.

As the maintenance flow increases, the smaller installed capacity shows better cost performance, since annual energy will be reduced with higher plant discharge and the maintenance flow.

(3) Recommended Installed Capacity

Although the comparative study shows that the plant with $60\text{m}^3/\text{s}$ is most economical for the maintenance flow over $10\text{m}^3/\text{s}$, the plant with $70\text{m}^3/\text{s}$ is recommended, since:

- The $70\text{m}^3/\text{s}$ plant shows almost same cost per kWh value to the $60\text{m}^3/\text{s}$ up to the maintenance flow at $10 \text{ m}^3/\text{s}$.
- The higher installed capacity is advantageous for the future power supply capability.

TEPSCO

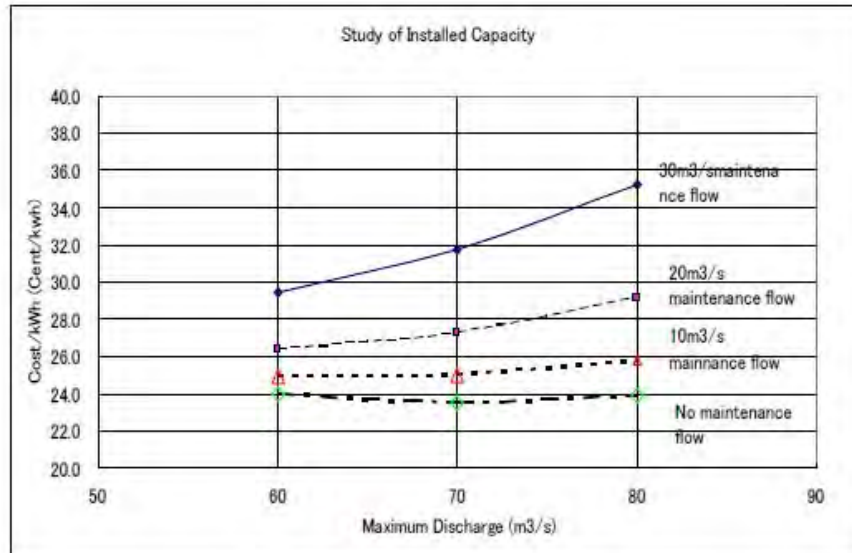


Fig.-1 Results of Installed capacity Analysis

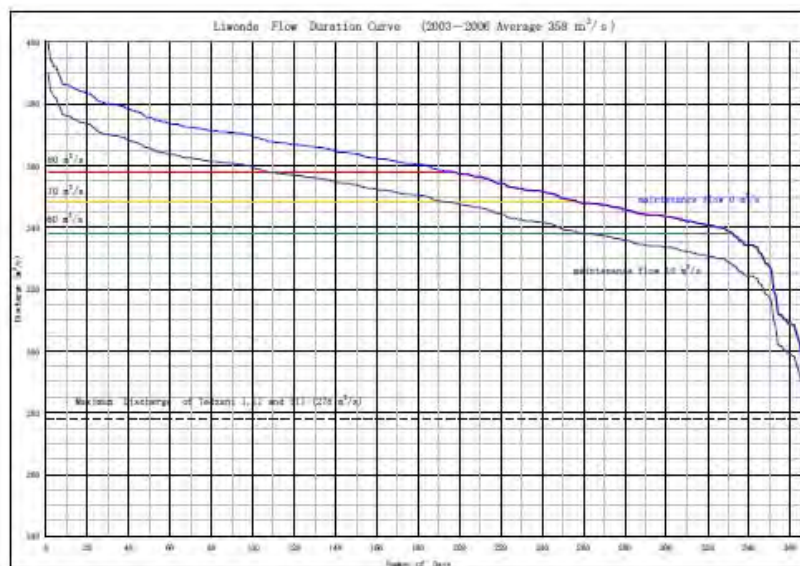


Fig.-2 Flow Duration of Tezani Extension Project

TEPSCO

Minutes of Discussion between ESCOM and TEPSCO, on December 10, 2013 at Conference Room of DOE			
ITEM		DESCRIPTION	ACTION
1	Power Supply	TEPSCO requested ESCOM to supply electricity mainly for pumping and lighting during construction (45KVA). ESCOM agreed.	ESCOM to cross check available power capacity. To be discussed during detail design.
2	Disposal Area	TEPSCO requested ESCOM to designate possible disposal area within 1km from the excavation area. ESCOM agreed.	ESCOM will check possible disposal area.
3	Water Supply	TEPSCO requested ESCOM to supply clean water to the power house of Tedzani IV to be used as utility and secondary cooling water of generation facilities. ESCOM agreed.	ESCOM to cross check available water capacity
4	Guard House of Substation	ESCOM requested TEPSCO to take care of the guard house and the access road to the guard house when installing new transmission lines. TEPSCO agreed.	TEPSCO to confirm with their Electrical Engineer on countermeasure to be taken.
5	Turbine Shaft	TEPSCO proposed to change type of Turbine, i.e. to omit intermediate shaft aiming at simplifying the powerhouse structure. ESCOM noted.	ESCOM to check possibility. Also will be subject during detail design.
6	Single diagram	TEPSCO requested ESCOM to supply 400V of power from a DG (diesel generator). ESCOM noted.	ESCOM to check possibility and availability.

7	Trash removal at intake	ESCOM requested TEPSCO to improvise a system that would remove trash automatically at the intake screen. TEPSCO counter requested ESCOM for manual treatment. ESCOM noted.	ESCOM with assistance from TEPSCO to consider possibility/measures to install rake system.
8	Gate Operation during Construction	TEPSCO requested ESCOM to change gate operation during construction works. i.e., use gates other than gate #5. ESCOM agreed	ESCOM to consider possible gate operations.
9	Resettlement of residents near new waterway	ESCOM requested TEPSCO to provide sufficient information on the impact due to blasting. TEPSCO agreed.	TEPSCO to instruct the contractor to provide/submit safety management plan. ESCoM to take responsibility of necessary measures
10	Spare Parts	TEPSCO requested ESCOM to bear spare parts not included in the scope of Grant Aid. ESCOM agreed while requesting TEPSCO to reconsider spare parts list within agreed price of spare parts.	ESCOM to propose modification of spare parts list.

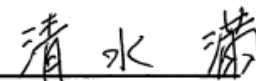
Lilongwe, 12 December 2013

O

n behalf of ESCOM

On behalf of TEPSCO


EVANS MSISKA
 Generation Director
 ESCOM


Mitsuru SHIMIZU
 Leader of Counsultant Team
 TEPSCO