

国際協力事業団

No. 2

タンザニア国

エネルギー鉱山省

タンザニア国
主要都市配電設備リハビリテーション調査

最終報告書

(要約版)

JICA LIBRARY



J1170291(7)

2002年9月

電源開発株式会社

鉱調資

JR

02-153



LIBRARY

タンザニア国

主要都市配電設備リハビリテーション調査

最終報告書

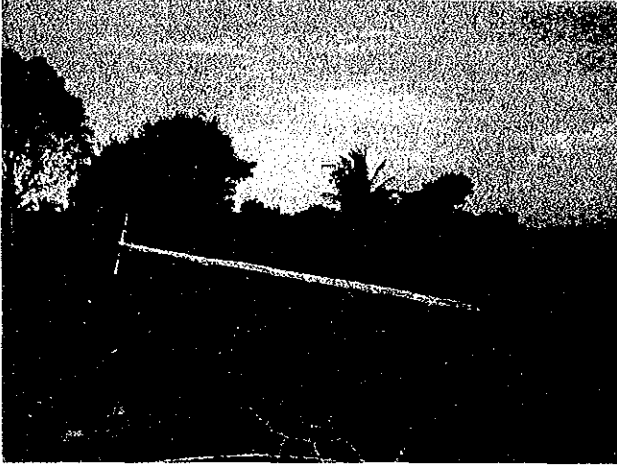
(要約版)

2002年9月

電源開発株式会社



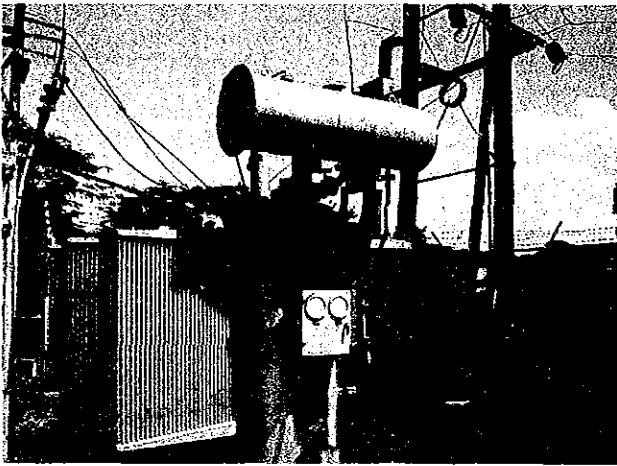
1170291(7)



Moshi 郊外 11kV Boma Feeder 木柱倒壊地点



Dar es Salaam 地区 Tandika S/S 建設予定地点



Moshi Trade School 33kV/11kV 5MVA 変圧器
(調査期間中に内部故障により損壊)



DAMP の現状



Dar es Salaam 地区 Mburahati S/S 建設予定地点
付近 Ilala~Ubungo132kV 送電線



Dar es Salaam 地区配電線電圧調査

タンザニア国 主要都市配電設備リハビリテーション調査
最終報告書(要約版)

目次

第1章 序論	1
1.1 本計画の背景	1
1.2 調査の目的、範囲	1
1.3 調査結果の概要	2
第2章 電力セクターの現状	5
2.1 送変電設備の現状	5
2.1.1 基幹系統	5
2.1.2 配電系統	6
2.1.3 配電系統の問題点	6
2.2 電力セクターにおける構造改革、法制度の動向	7
2.2.1 タンザニアにおける構造改革	7
2.2.2 公営企業の構造改革	8
2.2.3 TANESCO の構造改革	8
第3章 電力需給	11
3.1 マクロ需要想定	11
3.1.1 Dar es Salaam	11
3.1.2 Arusha	11
3.1.3 Moshi	12
3.1.4 マクロ需要想定のまとめ	13
3.2 ミクロ需要想定	13
3.2.1 ミクロ需要想定の方法	13
3.2.2 Dar es Salaam	14
3.2.3 Arusha	14
3.2.4 Moshi	14

3.3 需要想定のみ	17
第4章 送変電設備の拡張計画	19
4.1 拡張計画の検討手順	19
4.2 拡張計画(Case-A)の立案方針	20
4.3 ロードシェディング、過負荷を考慮した拡張計画(Case-B)	21
4.3.1 過負荷運転とロードシェディング	21
4.3.2 Case-A との相違点	22
4.4 概算工事費	23
第5章 保守管理/教育訓練	31
5.1 DAMP 機能の見直し	31
5.1.1 工事機能の切り離し	31
5.1.2 技能者養成機関としての位置付け	31
5.1.3 DAMP トレーニングの範囲	32
5.1.4 メンテナンス技術の普及継承	32
5.1.5 トレーナーの養成	32
5.2 組織	32
5.3 トレーニングのスケジュール	34
5.3.1 海外研修	34
5.3.2 現地研修	34
5.3.3 トレーナー研修:	34
5.3.4 電工職の研修:	34
5.4 トレーニングコース	34
5.4.1 ケーブル工事	34
5.4.2 変電所の機器操作	36
5.5 訓練機材の整備	36
5.6 専門家の派遣	36
5.7 DAMP 機能の地方への展開	36
5.8 費用	40

5.8.1 機材費	40
5.8.2 事務所改修等	41
5.8.3 その他費用	41
5.9 今後の課題	41
5.9.1 メンテナンスの重要性に関する認識醸成	41
5.9.2 メンテナンスコスト	42
第6章 環境配慮	43
6.1 環境影響評価結果の取りまとめ内容	43
6.2 調査結果概要	43
6.2.1 Dar es Salaam	43
6.2.2 Arusha	44
6.2.3 Moshi	45
第7章 経済分析	47
7.1 経済的内部収益率	47
7.2 感度分析	47
7.3 経済分析のまとめ	47
第8章 財務分析	49
8.1 資金繰り	49
8.2 財務的内部収益率	49
8.3 感度分析	49
8.4 財務分析のまとめ	51
第9章 積算	53
9.1 基本的な積算手法	53
9.2 積算結果	53
9.2.1 Dar es Salaam	53
9.2.2 Arusha、Kilimanjaro	53

第 10 章 実施計画	59
10.1 拡張計画のファイナライズ	59
10.2 拡張計画(Case-B)	59
10.2.1 Dar es Salaam	59
10.2.2 Arusha、Kilimanjaro	59
10.3 送電設備の詳細設計	75
10.3.1 詳細設計対象設備	75
10.3.2 詳細設計結果	75
10.4 変電設備の詳細設計	80
10.4.1 詳細設計対象設備	80
10.4.2 詳細設計結果	81
10.5 配電設備の詳細設計	85
10.5.1 設備拡充基本計画	85
10.5.2 改善効果	88
10.6 経済分析	95
10.6.1 経済分析結果	95
10.6.2 経済分析のまとめ	95
10.7 財務分析	96
10.7.1 財務分析結果	96
10.7.2 財務分析のまとめ	96
第 11 章 今後の課題	97
11.1 送電設備面における今後の課題	97
11.1.1 角度鉄塔の多用	97
11.1.2 台帳の整理	97
11.1.3 パイロット碍子による汚損測定	97
11.1.4 コンクリート柱の導入	97
11.2 変電設備面における今後の課題	98
11.2.1 設備の機能維持について	98
11.2.2 将来変電所の増設方法の提案	100
11.2.3 SCADA システムの必要性	100

11.3 配電設備面における今後の課題	102
11.3.1 設備面での対策	102
11.3.2 運用面での対策	103
11.4 維持管理における今後の課題	104
11.5 経営面における今後の課題	106

第1章 序論

1.1 本計画の背景

タンザニア国政府は、経済社会の発展に伴い、近年電力需要が急増していることから、新たな電源開発の必要にせまられ、現在 Lower Kihansi 水力発電所の建設を実施中であり、設備の一部は2000年6月に発電を開始している。更に Dar es Salaam 近郊にガス・ヒン発電所、ディーゼル発電所を計画中で、これらの燃料として Songo Songo ガス田からの天然ガス輸送パイプライン建設の計画もある。

一方、電源の開発とともに電力供給の信頼性向上、効率的利用が国家のエネルギー政策に掲げられ、改善のための諸施策が検討されている。

特に、産業および商業の中心である主要中核都市においては、電力の安定供給と供給信頼度の向上は、国内外からの投資環境改善、地域経済および国内経済の活性化に寄与するものであり、住民の生活環境改善にも貢献することから、その必要性は大きい。

しかし発電設備や全国連系送電線の増設にもかかわらず、配電設備の整備・拡充は1980年代前半の経済状況悪化による予算不足等の理由から極端に遅れている。このため供給能力の低い老朽設備をそのまま使わざるを得ない状況が続き、都市部の配電網は長期に亘り過負荷運転を強いられたため劣化が著しい。とりわけ独立直後に据付けられた電気設備の運転期間が耐用年数を過ぎ、各地で電圧降下、電力損失、事故停電が増加し、電力の安定供給ならびに効率的利用に重大な支障を来している。

我が国はこれまでに、Dar es Salaam 市および Kilimanjaro 州の配電網拡張等の支援を行ってきており、その成果はタンザニア国政府から高い評価を受けている。特に Dar es Salaam における配電網整備計画は、危機的状況に瀕していた配電システムの崩壊を防いだとして賞賛の声が多く寄せられた。このような背景に基づき、タンザニア政府は我が国に対し、本件の調査を要請してきたものである。

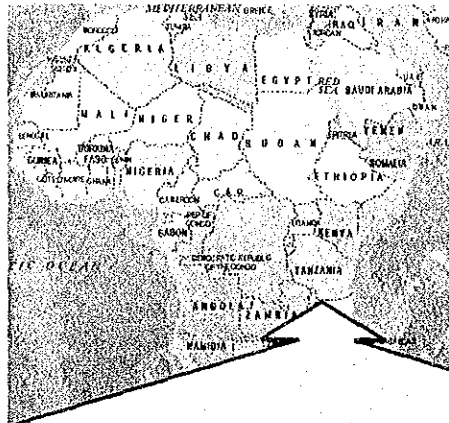
1.2 調査の目的、範囲

本調査の目的は、タンザニア国 Dar es Salaam、Arusha、Moshi の3都市について；

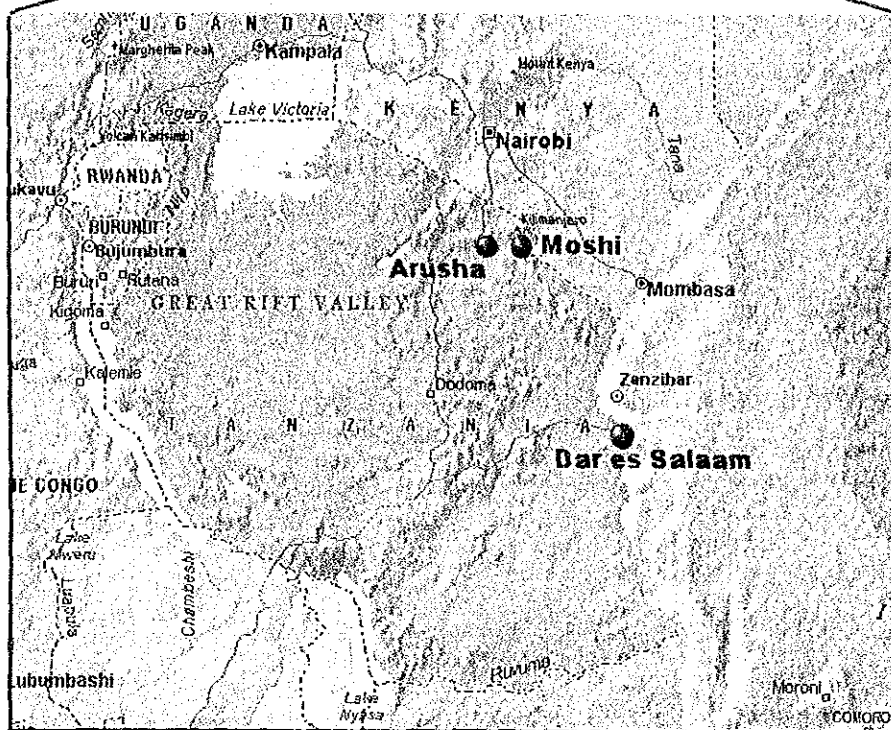
- 配電網の現状、将来計画、問題点などの調査。
- 中長期的視点からの電力安定供給及び効率的利用のための10年計画、及び5年計画のマスタープラン(M/P)の作成。
- 5年計画のうち緊急を要する部分について、フィジビリティ調査(F/S)を行うこと。
- 並行して電力公社の維持管理能力強化計画の作成、指導を行うこと。

であり、この目的を踏まえ、以下の範囲を調査した。

- (1) 3都市についてマスタープラン調査
- (2) 3都市についてフィージビリティ調査
- (3) 維持管理センターのモジュールマスタープラン



調査対象3都市
(Dar es Salaam, Arusha, Moshi)



1.3 調査結果の概要

(1) マスタープラン調査

- 第1次～第3次現地調査時に、Dar es Salaam 地区の Kinondoni North、Ilala、Kinondoni South、Temeke の4つの Regional Office、Arusha Regional Office、Kilimanjaro Regional Office のエンジニア、サバ仔とともに、既設設備、計画地点の調

査を実施し、送配電設備の現状と問題点、リハビリ案および拡張計画作成のための諸条件を調査した。また、将来にわたって安定供給を可能にするため、消耗の激しい既設設備についてリハビリ案を作成した。

- TANESCO の計画部門との面談等を通じてタンザニアにおける電力需要想定の手法ならびに必要な最新の指標を入手し、対象3地域の需要想定を行った。具体的にはMO想定とMI想定で需要を予測し、双方の需要想定が一致することを確認した。
- 作成した需要想定をもとに、対象地区の2002年～2010年の電力需給計画を作成し、潮流計算解析によって計画の妥当性を検証した。
- 上記のマスタプラン調査に並行して、タンザニアで進められている鉄道、通信、電力などの構造改革の計画と進捗状況について調査した。現在実施された公共性の高い事業の構造改革は、通信部門の株式一部売却のみであり、電力セクタの効率化のために民間企業を導入する場合には、TANESCOの財務体質改善や老朽設備の更新、公共性の確保など解決すべき課題もかなり残されている。
- 現地のコンサルタントを起用し、TANESCOの財務状況を調査した。TANESCOは民営化を達成するため、大幅な合理化を進めているところであるが、膨大な未収金や借入れ金、水主火従で発電コストが天候の影響を受けることなど、TANESCOの抱えている構造的な問題が明らかになった。
- マスタプラン調査にて設定した設備拡張計画に沿って、既設設備との整合性や要求される信頼性を考慮し、送電、変電、配電の機器毎に、現地で設置される設備の基本設計を行った。またタンザニアで過去に実施された類似プロジェクトの工事費をベースにプロジェクトのコスト積算を実施した。
- 年間に亘りロードシェーディングや機器の過負荷運用が不要な拡張計画(Case-A)を元に、投資コスト圧縮のため若干のロードシェーディングあるいは過負荷運用を許容し、建設年次を1～3年程度先送りした拡張計画(Case-B)を立案し、双方の経済分析を行った。その結果ロードシェーディングによる収入の減少を考慮しても増設を全体的に先送りした計画の方が内部収益率が高いことが確認できた。また Dar es Salaam については、15%程度の EIRR が見込まれるが、Arusha、Kirimanjaro 地区については需要密度が小さいため、EIRR の値は7%程度となった。

(2) フィジビリティ調査

- 2002年～2010年のマスタプラン(Case-B)のうち、2002年、2003年に実施することとしたプロジェクトを緊急案件と指定したうえで実施年次を実現可能な年次に繰り延べし、TANESCOの意向を加味したFS用拡張プラン(Case-B')を作成した。したがって、本調査における結論的なマスタプラン(長期)は、このCase-B'となる。またこのマスタプランのうち、2004年までの部分を短期マスタプランとし、FSの対象とした。

- 緊急案件については、送電、変電、配電部門にて詳細設計を実施した。
- タンザニアにおける環境配慮の行政、法令の実態を調査し、本プロジェクト実施時に必要となる環境影響評価手法を策定し、各地域について代表的なプロジェクトを選び、策定した環境影響評価手法による環境配慮調査を実施した。都市部における送電線建設時は、騒音や景観の問題はあるものの、適切なルート選択、住民との話し合い、補償により解決可能である。変電所の建設については、工事の規模も小さく特に問題となるような事項はないと思われる。

(3) 維持管理センターの移行フェーズ

- 第1次～第3次現地調査時に DAMP の現状について調査し、TANESCO の教育訓練の実態との問題点を確認した。
- 対象地域の各 Regional Office のエンジニアとの面談により、配電現場における保守運営の実状や DAMP に対する要望、DAMP 機能の地方移転の可能性について調査した。
- 上記の調査結果に基づき、第3次現地調査時に送配電部門の保守機能強化のための具体的な方策について TANESCO に提案し、工事部門の切離しなどの機能見直しなどについて合意した。
- TANESCO との合意内容をもとに、具体的な移行フェーズを策定し、必要な費用等を検討した。

第2章 電力セクターの現状

2.1 送変電設備の現状

2.1.1 基幹系統

Fig 2.1 に 2000 年現在のタンザニア全国連系系統の概略を示す。Kiadatu、Mtera、Kihansi を主力発電所とする全国連系系統は電圧 220 kV の超高圧送電線で構成され、Dar es Salaam から南は Mbeya、北は Arusha および Mwanza まで延長されていて、多くの主要都市がこの系統から受電している。

220kV 送電線は 1975 年に送電を開始した Kudatu P/S~Ubungu S/S 間の送電線を始めとして順次建設されているが、設計年次が新しく、当初よりタンザニア国の基幹送電線として設計されていることから、送電容量も将来の系統増強を考慮されており、導体も $382\text{mm}^2 \sim 565\text{mm}^2$ の大容量のものが適用されている。一方タンザニア北部の Hale、Tanga、Moshi 方面に送電する 132kV 送電線は、 150mm^2 という比較的細い導体を使用されており、Hale~Kiyungi のような長距離送電線の場合には、送電容量は 60MW 程度となる。Arusha、Moshi の需要が 2010 年にはそれぞれ 120MVA、75MVA 程度と予想されているので、早急な増強が望まれる。

66kV 系統は 1960 年代に建設された Nyumba ya Mungu P/S-Kiyungi S/S-Unga LTD S/S の送電線のみ適用されていたが、最近 Babati 近辺の中距離送電線にもこの電圧階級が採用されている。

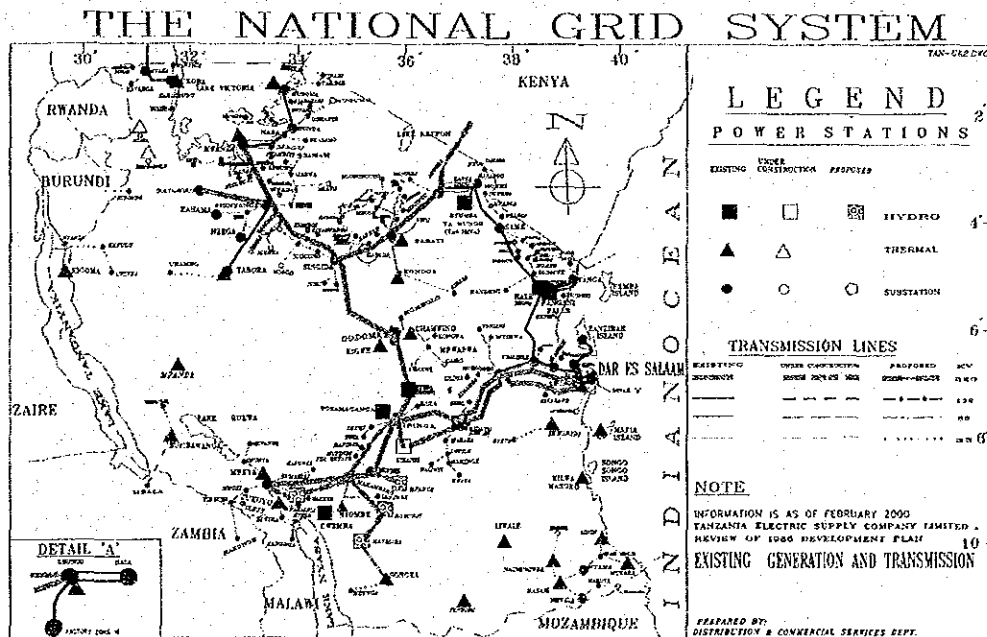


Fig 2.1 タンザニア全国連系系統 (2000 年現在)

2.1.2 配電系統

TANESCO の配電系統構成は以下の通り

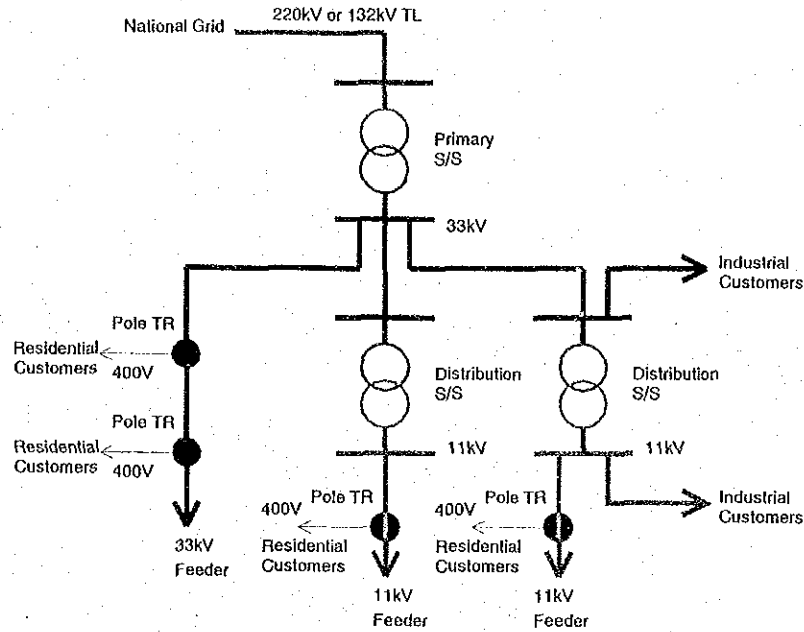


Fig. 2.2 TANESCO の配電系統

発電所で発生した電力は基幹系統から一次変電所に送られ、そこで 33kV あるいは 66kV に降圧され、近傍の配電変電所へ送電される。一部の大口需要家には 33kV でも給電されている。

都市部では 33kV から 11kV に降圧し、11kV Feeder で直接工場などに供給されたり、また柱上変圧器を経由してさらに 400V に降圧し、一般需要家に配電されている。また需要密度の小さい農村部などでは、収支の低減のため 33kV Feeder による配電が行われている。

日本の配電系統は 66kV/100・200V 方式であり、現在 22kV/400V 配電への昇圧が検討されているところであるが、タンザニアは宗主国の伴りの影響を受けており、欧州諸国と同様の 33kV、11kV/230V、400V 方式を採用している。配電系統の構成は将来的にはオープンループ系統を目指しているが、現状は資金の問題もあり、放射状の構成となっている部分が大半である。

2.1.3 配電系統の問題点

TANESCO の配電系統は、資金面、技術面、供給力全てにおいて以下のような重大な問題を抱えている。

- TANESCO が進めている急激な人員削減の影響で、設備保守運営に必要なマンパワの不足を来している。
- 地方電化や都市化の影響で、需要が増大する一方で、設備を増強したり適切なメンテナンスを実施するための工具、機材が不足している。
- TANESCO の配電設備の保守機能強化を目的として発足した DAMP も、JICA 協力期間終了後の機能低下が著しい。
- 保護用の CT や変圧器用、線路用遮断器など、設備の保護に必要な機器が設置されていない。
- 我が国をはじめとする各国からの援助により部分的なリハビリは実施するものの、抜本的な改善には至っていない。
- 33kV、11kV、低圧配電網に共通して見られる、需要家の規模に対して低い電圧、細い導体を適用していることによる、電圧低下の問題。
- 需要家数に対して柱上変圧器の設置台数が少ないことに起因する電圧問題。
- 柱上変圧器の絶縁油抜き取りや機器破壊、盗電といった住民モラルの問題。

1960年代に設置された多くの機器が設備寿命を迎えており、本調査期間中にもいくつかの老朽設備において、変圧器の障害や配電線の倒壊といった経年劣化によるものと思われる重大な障害が発生しており、危機的な状況にあるといえる。

2.2 電力セクターにおける構造改革、法制度の動向

2.2.1 タンザニアにおける構造改革

1993年にタンザニア政府は競争原理の導入、不採算部門の清算等に重点を置いた公営企業の改革に着手した。1992年迄は、タンザニアの企業活動は1932年制定の Companies Ordinance 及び1969年制定の Public Corporation Act に基づき行われてきた。1992年4月に、従来の Public Corporation Act が廃止され、New Public Corporation Act が制定され、民間企業の公営企業への参加、民間への公営企業の売却が可能となった。

1993年11月には New Public Corporation Act が大幅に改訂され、公営企業の売却・清算の法的根拠と手続きが定められた。また、この改訂時に、民営化を含む構造改革の実施機関として Parastatal Sector Reform Commission (PSRC) が設立された。

公営企業の構造改革の主目的は以下のとおりである。

- 公営企業の経営効率を向上し、公営企業が国家経済の発展に寄与できる体制を作る。
- 公営企業への財政支出を削減する。
- 経済活動における民間の役割を拡大し、政府は保健衛生、教育、社会インフラ整備等の基本的な公共サービスの充実に専念する。

- 企業の所有・運営への民衆の参画を促す。

また、上記の目的を達成するために、PSRCは以下の目標を定めた。

- 民営化、改変、売却等の手段により主要な公営企業の経営効率を5年以内に向上させる。
- 不採算の公営企業を早急に廃止する。

2.2.2 公営企業の構造改革

上記の構造改革計画に基づき、多くの公共企業が民営化された。2001年9月の時点で民営化された公共企業の数はいくつかに上る。民営化された企業の多くは収益性が改善され、納税額(法人税及びVAT)の増加、雇用の増大などの形で国家に大きく貢献している。これまでに民営化された公共企業はホテル(New Africa Hotel、Bahari Beach Hotel等)や製造業等の商業性の高い分野が中心であったが、公共性の高い業種の民営化も開始された。通信部門(TTCL: Tanzania Telecommunication Company Limited)については株式の35%がドイツのDetecomとオランダのMSIに売却された。金融部門では、1997年に、南アフリカのABSA Bank Groupが1997年にNational Bank of Commerceの株式の70%を買収した。今後は、ユーティリティ及びインフラストラクチャー部門での民営化が進められていく計画であり、以下の公営企業の民営化が予定されている。

- Dar es Salaam Water and Sewage Authority (DAWASA)
- Tanzania Harbor Authority (THA; コンテナ码头は民営化済み)
- Tanzania Telecommunication Company Limited (TTCL; 残りの政府保有株式の売却)
- Tanzania Railway Corporation (TRC)
- Air Tanzania Corporation (ATC)
- Tanzania Electric Supply Company (TANESCO)

2.2.3 TANESCOの構造改革

TANESCOについても、経営効率の向上を目的に、構造改革が実施されることとなっている。TANESCOの構造改革の方式に関しては既に種々の調査・検討が行なわれており、また、アルゼンチン、ジャマイカ、ポルチガル等、電力事業を民営化した国への訪問・調査も実施された。TANESCOの構造改革の基本は、発電・送電・配電の全てを事実上独占しているTANESCOの機能を部門毎に切り離すVertical Separationと発電部門及び配電部門を複数の会社に分割するHorizontal Unbundlingからなる。上記の構造改革案の策定には世界銀行の資金援助の下で外国のコンサルタントが起用される。コンサルタントの業務は「分割方法(Restructuring)の検討」と「分割後の各社間の電力売買に関する検討(Trading Arrangement)」の2つに分かれ、異なるコンサルタントが起用される。Trading ArrangementについてはアルゼンチンのMercados Energéticos S.A.、米国のecon ONE、刊のSYNTAX Ingenieros

Consultores 及び英国の Economic Consultants Associations からなるコンソーシアムが受注し、2002年1月に報告書が提出された。Restructuring については2001年11月に米国の Stone & Webster Consultant Inc.(大手エンジニアリング会社の Stone & Webster Inc.の兄弟会社)と現地の Coro Securities からなるコンソーシアムがコンサルタントに選定された。TANESCO によると、コンサルタント選定に際し、Stone & Webster Consultant 社の米国での実績(電力事業の分割・民営化に際しての既設の発電所・送電線等の資産評価業務)が高く評価されたとのことである。コンサルタントによる Restructuring に関する検討期間は18ヶ月であり、その後、世界銀行による検討・承認、政府による検討・承認が行なわれることとなっている。2002年7月末の時点で、TANESCO の分割方式についての政府の基本方針は以下の通りとなっている。

- ① TANESCO を発電、送電及び配電の3セクターに分割する。
- ② 発電については以下の様に3社に分割する
 - ・ Kidatu + Mtera (両発電所は同一水系に在る)
 - ・ Kihansi + Pangani Fall + Nymba Ya Mung + Hale (Kihansi 以外は同一水系に在る)
 - ・ Ubungo のガスタービン発電所等の火力発電所
- ③ 送電については、半官半民の1社とする。
- ④ 配電については、北部及び南部の2社とする (TANESCO は3社とする案を提案したが PSRC に却下された)。

また、2002年9月に Mercados 及び Stone & Webster の両コンサルタントによる協議が行われ、更なる検討が行われる予定である。TANESCO は資産が大きいので、分割後、株式の売却ではなく、コンセッション方式を採用することとなった。世銀の援助で EWURA (Energy Water Utility Regulatory Authority)を作り、EWURA が中立の立場で、コンセッション期間中のモニタリングを行う予定である。

また、世界銀行の主導で進められている構造改革が完了する迄の間、TANESCO の経営を南アフリカの Netgroup Solutions (Pty) Ltd.に委託することが決定された。TANESCO のマネジメントを担当するコンサルタントの費用はスウェーデンの SIDA が50%、残りはタンザニア政府の負担となっている。

タンザニアにおける公営企業の構造改革は実施が容易なセクターから開始され、今後は同国の経済・国民生活に係わりの深いインフラセクターが対象となり、電力セクターの構造改革は最後になるとされている。これは、タンザニア政府が TANESCO の構造改革の難しさを十分に理解していることに他ならない。マネジメントコンサルタント起用時の騒動を見るまでもなく、TANESCO の構造改革に際して解決すべき課題は多く、予定されている2004年末迄に TANESCO の構造改革を実施することは極めて難しいと判断される。

第3章 電力需給

3.1 マクロ需想定

3.1.1 Dar es Salaam

Dar es Salaam の1980年から1998年までの過去18年間の販売電力量と最大需要の実績と2010年までの予想を Fig. 3.1 に示す。

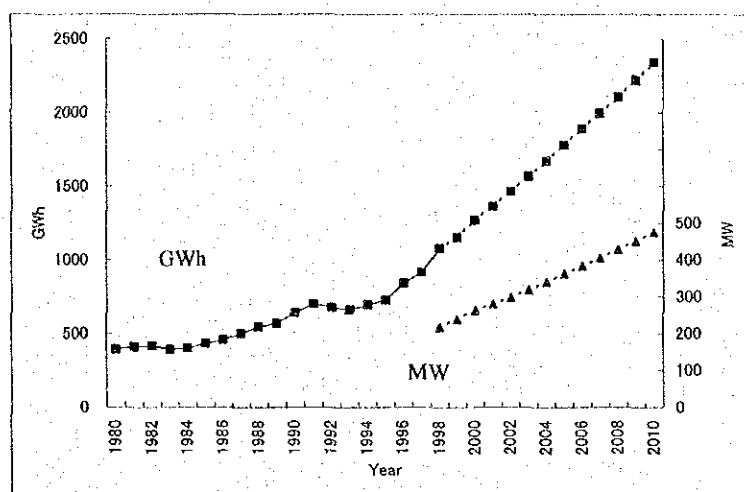


Fig. 3.1 Dar es Salaam における販売電力量と最大需要の実績と予想 Source: TANESCO

これによると1992～1995年の4年間は渇水によりゼロ成長に近かったが、これを含めても過去10年は年平均7.0%の高い伸び率を示しており、連系系統全体の同時期の伸び率6.1%よりも高い。

1999～2010年の想定ではベ-ス-スで電力量、最大電力とも伸び率6.7%で、連系系統全体、Arusha、Moshiよりも低い但是这は都市部よりも地方のほうが無点灯地域の電化による新規加入の需要家の比率が大きいからである。増加率としてはDar es Salaamは少ないが増分販売電力量は圧倒的に大きい。

3.1.2 Arusha

Arushaの過去10年間の平均伸び率は年6.7%だが、至近年に注目すると渇水の影響をうけて、かなり低い数字となっている。しかし豊水であったなら販売電力量はもっと大きな実績値を記録したはずであり、渇水による減少を補正すると2010年までの伸び率はベ-ス-スで年率8.4%となりかなり高い値である。グラフを Fig.3.2 に示す。

2010年までの最大需要の伸び率もベ-ス-スで年率9.2%とかなり大きい。

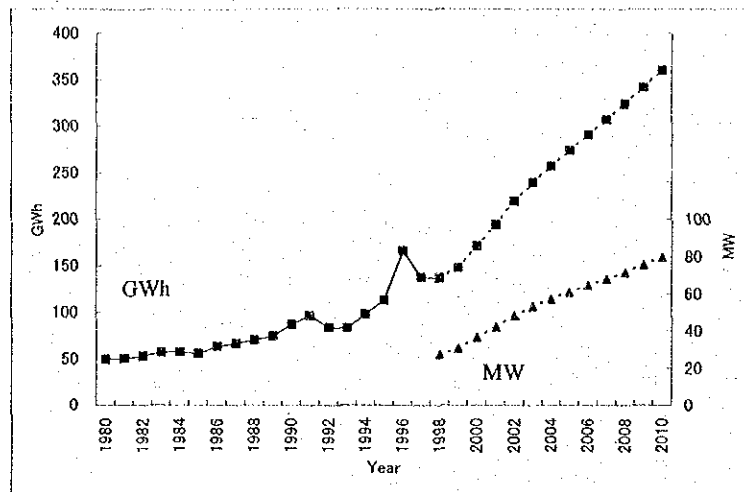


Fig.3.2 Arusha における販売電力量と最大需要の実績と予想 Source: TANESCO

3.1.3 Moshi

Moshi の将来 10 年の販売電力量想定値はベースケースで連系系統全体の伸び率 7.7%を上回って 9.0%、最大需要は 9.3%としているが、この理由は前述したように未点灯村落の電化比率が大きいためである。しかしこの数字は 3.2 で述べるミコ需要想定と比較するとやや大き過ぎるので TANESCO の 1998 年から 2010 年までの伸び率想定値を電力量、最大電力とも 0.5%下げて以下のように修正し、修正後のケースを Base-J(ベース JICA 案)とした。なお大口電力の新規加入が少ないことも下方修正の一因である。

- 販売電力量の伸び率 9.0%を 8.5%に修正
- 最大需要電力の伸び率 9.3%を 8.8%に修正

需要想定の結果を Fig.3.3 に示す。

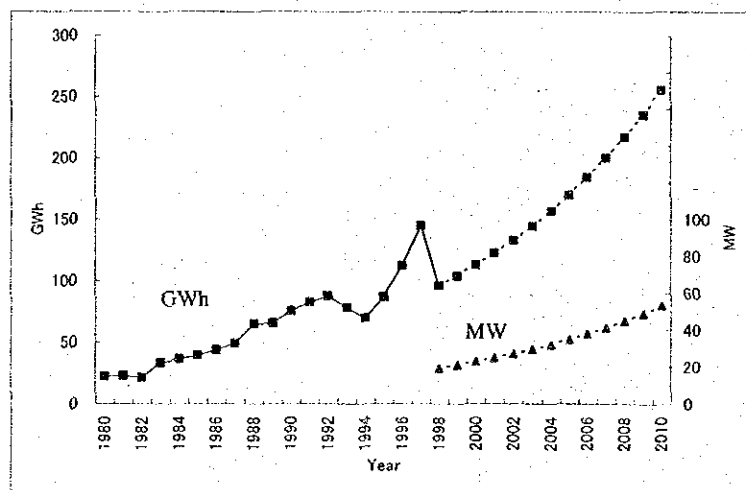


Fig. 3.3 Moshi における販売電力量と最大需要の実績と予想 Source: TANESCO

3.1.4 マクロ需要想定のおまとめ

GDP の伸び率などはすべて中程度に見たベ-スケ-でも最大需要電力は連系系統で7.9%の大きい伸びを示しており、1998年の367.5MWが2010年には2.5倍の918.3MWとなるであろう。1998年に1,822GWhだった販売電力量は年平均7.7%の伸びで2010年には2.4倍の4,454GWhとなるであろう。2000年に運転開始したLower Kihansi水力(180MW)によって現在の需給は一息ついているが、さらにその後に電源の増強がなければ、旺盛な需要増は4年後の2004年にはLower Kihansiによる増分(180MW)は全て消費されるであろう。

連系系統および三都市の需要想定のおまとめをTable 3.1に示す。Dar es Salaam、Arushaはベ-スケ-、Moshiはベ-スケ-が現実的な想定値である。

Table 3.1 マクロ需要想定の結果

	1998(Actual)		Case	2005		2010		Growth Rate 1999 to 2010 (% / year)	
	Energy Sales (GWh)	Max. Demand (MW)		Energy Sales (GWh)	Max. Demand (MW)	Energy Sales (GWh)	Max. Demand (MW)	Energy Sales (%)	Max. Demand (%)
Grid System	1,822.4	367.5	High	3,764.3	790.3	5,262.6	1,104.1	9.2	9.6
			Base	3,373.9	696.1	4,454.2	918.3	7.7	7.9
			Low	2,796.2	578.9	3,446.0	713.6	5.4	5.7
Dar es Salaam	1,079.2	217.6	High	1,898.5	385.6	2,639.9	535.9	7.8	7.8
			Base	1,781.1	361.9	2,339.8	475.2	6.7	6.7
			Low	1,476.2	300.3	1,808.6	367.7	4.4	4.5
Arusha	137.4	27.7	High	291.2	64.5	405.0	89.3	9.4	10.2
			Base	274.3	60.9	360.4	79.7	8.4	9.2
			Low	228.1	51.1	279.5	62.4	6.2	7.0
Moshi	96.1	19.4	High	214.5	44.5	308.1	63.9	10.1	10.4
			Base	200.7	41.7	271.8	56.4	9.0	9.3
			Base-J	170.1	35.0	255.8	53.4	8.5	8.8

3.2 ミクロ需要想定

3.2.1 ミクロ需要想定の方法

Dar es Salaam、Arusha、Moshiのミクロ需要想定は既設変電所の過去10年(1991~2000年)の需要実績に外挿して将来10年(2001~2010年)の需要想定を行った。変電所単位の需要想定の方法は、過去10年(1991~2000年)の各変電所の運転日誌の記録から11kVフィ-ダ-毎に1年間の最大電力を拾い上げ、伸び率を求め、これに外挿して将来の想定を行った。この記録は11kVフィ-ダ-の損失や低圧線の損失を含んでおり純粋な需要と言えないが今のところ需要端にもっとも近くて得ることのできる唯一の最大電力の記録である。そしてこの値は変圧器通過容量そのものであるため新設変圧器の容量や設置時期がすぐ判るメリットがある。なお記録がばらついていて傾向がつかめないもの、至近年に運転開始したため記録の点数が少なく傾向が掴めないものは3.1のミクロ手法で求めた3都市毎の伸び率(2010年までの最大需要の年率)によって最大電力の想定を行っ

た。その値を再掲すると次のとおりである。

Dar es Salaam	6.7%
Arusha	9.2%
Moshi	8.8%

3.2.2 Dar es Salaam

Dar es Salaam の各変電所の過去の運転日誌から得た最大電力値および 2010 年までの想定値を Table 3.2, 3.3 に示す。変電所によって伸び率は異なるが、大きいところは Kigamboni 25%、Msasani 15%、Mbezi 11%、FZ III 9% などである。これらは新興住宅地、リゾート地帯、ショッピングセンター、工場地帯などを抱えている。Tandale は少なくとも 4% であるがその周辺部が伸びている。

3.2.3 Arusha

Arusha は 220kV Njiro S/S 1 箇所で Arusha すべての需要をまかなっている。しかも Njiro S/S は 220kV と 132kV の両系統から電源を得ている。220kV は Singida S/S から、132kV は Moshi を経由して Pangani 水系の発電所群から電源を得ている。最大電力は 2010 年で 100MW 未満であり、Kiyungi からの 132kV 送電線が停止しても 2010 年までは 220kV 1 回線送電線と 220kV 変圧器バンクだけで充分供給できる。町はまとまっておらず、長距離フィードは少ないので電圧変動の問題は Moshi ほどではないと思われる。

Arusha の変電所の過去 10 年の最大電力の記録により将来の最大電力の想定を行った。その結果を Table 3.4 に示す。最も伸び率の大きい変電所は町の中心部にある Mt.Meru 変電所(2x5MVA)で 12.0%である。その次が Themi 変電所(1x5MVA)だが MW の値は大きくない。

3.2.4 Moshi

最大電力の実績と想定を Table 3.5 に示す。Moshi はデータの不ぞろい、または指示計器がなくデータの取れないところもあり、70%需要想定で得た伸び率によって想定したものが多し。

なお Nymba ya Mungu P/S(1x5MVA)と Lawate S/S(1x2.5MVA)は最近の運転開始で需要の正確な実態が把握できず、将来の伸びの動向が判らないため、70%需要想定で得た 8.8% で想定を行っている。現在の負荷状態ではあと数年は現状の変圧器容量のままでよい。変電所単位の伸び率のデータを入手できたのは町の中心部に供給している Boma Mbuizi S/S (2x5MVA)や Trade School S/S (1x5MVA)などだが伸び率は 10%以下である。

Table 3.2 Dar es Salaam 地区各変電所の最大電力の実績と予想(MW)

DAR ES SALAAM		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Ratio	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010		
1	Ubungo	U1	3.4	3.2	3.0	3.3	3.2	3.3	3.0	2.4	3.0	3.5												
		U2	3.4	3.3	3.0	3.2	3.5	3.0	0.6															
		U7	3.3	3.3	3.2	3.2	3.5	3.8	2.5	3.8	3.0	2.5												
		U8	3.8	4.0	4.0	3.8	3.8	3.8	3.8	4.0	4.3	4.5												
		(Total)	13.9	13.8	13.2	13.5	14.0	13.9	9.9	10.2	10.3	10.5	6.7%	11.2	12.0	12.8	13.7	14.6	15.5	16.6	17.7	18.9	20.2	
		Alaf	10.0	8.8	9.2	9.0	8.0	7.2	3.6	7.8	5.0	12.0	1.0MW/y	10.2	11.2	12.2	13.2	14.2	15.2	16.2	17.2	18.2	19.2	
		Tazara	2.0	3.0	4.0	4.0	3.0	3.5	4.0	5.8	6.0	7.0	0.5MW/y	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	
		Wazo Hill	13.0	12.0	12.5	12.5	10.5	9.2	3.2	6.5	4.0	3.8	0.0%	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	
	Frien.Text	4.5	4.5	4.0	2.0	2.4	1.4	2.2	2.0	2.0	1.8	0.0%	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0		
	(Total)	29.5	28.3	29.7	27.5	23.9	21.3	13.0	22.1	17.0	24.6		23.7	25.2	26.7	28.2	29.7	31.2	32.7	34.2	35.7	37.4		
	Total	43.4	42.1	42.9	41.0	37.9	35.2	22.9	32.3	27.3	35.1		34.9	37.2	39.5	41.9	44.3	46.7	49.3	51.9	54.6	57.6		
2	Hala	D0	1.5	1.5	1.8	2.1	1.8	1.8	2.0	2.2	2.4	2.4												
		D1	2.1	2.3	3.8	2.6	2.4	2.3	2.7	4.1	3.4	3.4												
		D2	3.7	3.8	3.8	4.4	4.4	4.5	4.5	4.5	3.9	3.8												
		D3	3.5	2.1	4.1	4.5	4.5	3.4	4.4	4.5	4.5	3.8												
		D7	2.4	?	2.0	2.3	2.7	2.7	3.0	3.7	3.2	3.9												
		D8	2.4	3.4	4.2	2.1	2.1	2.1	2.7	4.1	2.7	3.4												
		D9	3.0	3.6	3.8	3.7	3.7	3.8	4.0	4.4	3.8	3.8												
		D10	3.8	3.8	3.8	4.5	4.5	3.8	4.4	4.5	4.5	3.7												
		D13										4.2												
		(Total (Syn))	21.0	22.0	28.0	26.0	28.0	25.0	28.0	34.0	33.0	30.5	6.7%	32.5	34.7	37.1	39.5	42.2	45.0	48.0	51.2	54.7	58.3	
	3	Tegeta	TG4				0	0	0	3.2	2.0	2.3												
			TG5					0	8.2	8.2	8.4	8.9	9.6											
			TG6					12.0	11.0	6.8	21.0	21.9	21.6											
		Total					12.0	19.2	15.1	32.6	32.8	33.5	6.7%	35.7	38.1	40.7	43.4	46.3	49.4	52.7	56.3	60.1	64.1	
4	City Center	C2																						
		C3																						
		C4																						
		C5																						
		C6																						
		C8																						
		(Total (Syn))	24.0	25.0	26.0	26.0	20.5	22.0	22.0	22.5	22.0	22.0	6.7%	23.5	25	26.7	28.5	30.4	32.5	34.6	37.0	39.4	42.0	
5	Oysterbay	O2	1.1	1.0	1.2	1.2	1.2	1.3	1.4	1.4	1.4	1.6												
		O3	0.5	0.5	0.7	0.7	0.7	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0												
		O4	2.0	2.0	2.1	2.1	2.1	2.8	3.5	3.8	3.6	3.9												
		O5	1.3	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.2												
		O6	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5												
		(Total (Syn))	7.3	11.2	11.1	11.7	10.7	11.0	10.1	10.4	11.9	12.3	6.7%	13.1	14.0	15.0	15.9	17.0	18.2	19.4	20.6	22.1	23.5	
	6	Factory Zone I	F5				4.7	?	?	4.5	5.2	3.0	2.3											
		F4				0.2	?	?	0.2	1.5	1.0	1.1												
		F2							5.7	5.2	5.5	2.9												
		(Total (Syn))	8.0	9.0	12.5	12.0	10.5	11.5	8.3	9.5	7.6	5.0	6.7%	6.3	6.7	7.2	7.7	6.2	8.7	9.3	9.9	10.6	11.3	
7	Mikocheni	MK1	1.0	2.5	2.5	1.1	1.9	1.9	2.3	2.5	1.6													
		MK2	3.0	3.2	3.5	3.9	3.9	3.9	3.8	3.8	3.9	4.2												
		MK3	3.0	3.1	3.1	3.2	3.2	3.5	3.5	4.0	4.1	4.5												
		MK4	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2	2.8	3.4	3.9	3.9												
		Total	7.9	9.8	10.1	9.2	10.0	10.5	12.4	13.7	14.4	14.2	7.0%	15.2	16.3	17.4	18.6	19.9	21.3	22.8	24.4	26.1	27.9	
*8	Mbezi	K'Chi	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	?	3.0	3.2	2.8	2.7												
		Lugalo	0.5	0.5	0.6	1.0	1.0	1.0	0.8	1.8	1.9	1.9												
		Packers	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	?	0.3	0.3	1.0	1.4												
		Total	2.4	2.5	2.7	3.1	3.1	?	4.1	5.3	5.7	6.0	11.0%	6.7	7.4	8.2	9.1	10.1	11.2	12.5	13.8	15.3	17.0	
9	Factory Zone III	F31																						
		F32																						
		F33																						
		F34																						
	(Total (Syn))	5.5	5.9	6.7	7.5	8.0	9.5	10.0	10.0	10.0	12.0	9.0%	13.1	14.3	15.5	16.9	18.5	20.1	21.9	23.9	26.1	28.4		
10	Kurasini	Port				3.7			2.1	2.6	2.4	3.3												
		Kilwa				2.6			3.8	3.9	2.9	2.7												
		Industrial				1.6			4.1	4.1	4.1	3.6												
		GlasSheet				3.1			2.3	1.6	1.6	0.6												
		Total				11.0	?	?	12.3	12.2	11.0	10.2	6.7%	13.1	14.0	14.9	15.9	17.0	18.2	19.4	20.7	22.0	23.5	
11	Factory Zone II	Total	1.5	1.8	1.9	2.0	2.5	2.5	2.6	3.0	3.0	2.9	8.0%	3.1	3.4	3.7	3.9	4.3	4.6	5.0	5.4	5.8	6.3	
	Kigamboni	Mjimwe							0.4	0.5	0.5	0.2												
	Kigambo								0.4	0.6	0.4	1.4												
	Total								0.8	1.1	0.9	1.6	25.0%	2.0	2.5	3.1	3.9	4.9	6.1	7.6	9.5	11.9	14.9	

Note : (Syn) is Synthetic total : Measured at the 11kV side of 33/11kV TRF
 8 Mbezi is included by 3 Tegeta
 Italic is modified figures at the Meeting of Oct. 1. 2001

第3章 電力需給

Table 3.3 Dar es Salaam 地区各変電所の最大電力の実績と予想(MW)

Substation	Feeder	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Ratio	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
13 Tandale	MG1						2.4	2.6	2.6	2.9	2.9												
	MG2						3.9	3.2	3.2	3.3	3.4												
	MG3																						
	MG4						2.8	2.6	2.7	2.9	3.1												
	MG5						2.2	3.4	3.3	3.5	3.6												
	Total						11.3	11.8	12.0	12.6	13.0	4.0%	13.5	14.1	14.6	15.2	15.8	16.4	17.1	17.8	18.5	19.2	
14 Msasani	MS1	1.6	1.6	1.6	1.7	1.7	2.0	2.2	3.0	3.0	3.0												
	MS2	1.5	1.5	1.6	1.9	1.9	2.0	2.5	2.4	2.8	2.8												
	MS3	0.6	0.7	0.7	0.7	1.0	1.2	1.0	1.2	2.2	2.3												
	Total	3.7	3.8	3.9	4.3	4.3	5.0	5.9	7.6	8.1	8.2	15.0%	9.4	10.8	12.5	14.3	16.5	19.0	21.8	25.1	28.8	33.2	
15 Sokoine	Total(Syn)				10.0	11.0	11.5	10.5	11.5	12.0	13.0	5.0%	13.7	14.3	15.0	15.8	16.6	17.4	18.3	19.2	20.2	21.2	
16 Kariakoo	Total(Syn)									8.0	7.0	6.7%	8.5	9.1	9.7	10.4	11.1	11.8	12.6	13.4	14.3	15.3	
17 Mbagala	MBF1										1.0												
	MBF2										0.5												
	MBF3										4.5												
	MBF4										4.7												
	Total										10.7	6.7%	11.4	12.2	13.0	13.9	14.8	15.8	16.8	18.0	19.2	20.5	
18 Chang'ombe	CG2										2.7												
	CG3										1.6												
	CG4										1.3												
	CG5										3.3												
	Total										8.9	6.7%	9.5	10.1	10.8	11.5	12.3	13.1	14.0	15.0	16.0	17.0	
19 TIPER (Private)																							
20																							
21 New Oysterbay (Proposed)												2.50%	8.4	8.6	8.8	9.0	9.3	9.5	9.8	10.0	10.2	10.5	
22																							
23																							
24 Zanzibar											24.9	7.4%	26.7	28.7	30.8	33.1	35.6	38.2	41.0	44.1	47.3	50.8	
25 Sum Total except Zanzibar											240.4		266.9	312.5	358.5	409.4	460.6	494.7					
26 Sum Total with Zanzibar											265.0		292.9	336.0	385.0	441.4	507.9	545.5					
27 Synthetic Sum Total (26X 1/1.1)											240.9		266.3	350.5	350.0	401.3	461.7	495.9					

Table 3.4 Arusha 地区各変電所の最大電力の実績と予想(MW)

ARUSHA		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Ratio	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010			
1 Njoro	220/132kV 2x60N 132/33kV 2x20MVA Trf																								
	Total(Syn)	17.0	18.0	18.0	19.0	24.0	27.0	26.0	29.0	34.0	38.0	9%	41	45	49	54	59	64	70	76	83	90			
2 Unga Limited	33/11kV 2x5MVA																								
	F1	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8														
	F2	2.9	2.7	3.1	2.9	3.1	2.5	2.8	3.3	3.3	3.3														
	F3	3.8	3.8	3.8	2.1	2.6	1.6	1.6	1.5	1.9	2.1														
	Total(Syn)	9.5	10.1	10.1	5.7	7.3	6.8	6.5	7.3	8.7	10.4	7.0%	11.1	11.9	12.7	13.6	14.6	15.6	16.7	17.9	19.1	20.5			
3 Mt.Meru	33/11kV 2x5MVA																								
	M1				2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.3	3.5														
	M2				1.0	1.2	1.0	1.0	1.2	1.0	2.0														
	M3				0.8	1.0	1.8	1.5	2.5	3.2	3.5														
	M4				0.9	0.9	1.1	1.0	1.3	1.5	1.5														
	Total(Syn)				4.7	6.1	6.9	6.7	8.0	9.0	10.0	12.0%	11.8	13.2	14.8	16.5	18.5	20.7	23.2	26.0	29.1	32.6			
4 Themu	33/11kV 1x5MVA				0.8	0.9	0.9	0.9	1.2	1.4	1.3	1.5	1.7	2.0	11.0%	2.2	2.5	2.7	3.0	3.4	3.7	4.2	4.6	5.1	5.7
5 Kiltex	33/11kV 1x5MVA								1.5	1.5	1.7	1.9	1.6	8.0%	2.2	2.3	2.5	2.7	2.9	3.2	3.4	3.7	4.0	4.3	
6 Usa River														10.0%	4.0	4.4	4.8	5.3	5.9	6.4	7.1	7.8	8.6	9.4	
7 Tengere and Others																									
		5.2	5.5	5.5	5.7	7.2	8.3	8.0	9.0	10.0	12.0	10.0%	9.2	10.0	11.1	12.2	13.3	14.7	16.0	17.6	19.3	21.2			
8 Sum Total	(2+3+4+5+6	16.5			17.0		24.9		27.5		36.0		40.5	44.3	48.6	53.3	58.5	64.3	70.6	77.6	85.2	93.7			
9 Synthetic Sum Total (8x 1/1.1)									25.0		32.7		36.8	40.3	44.2	48.5	53.2	58.5	64.2	70.5	77.5	85.2			

Note: Italic is modified figures at the Meeting of Oct. 1, 2001

Table 3.5 Moshi 地区各変電所の最大電力の実績と予想(MW)

MOSHI		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Ratio	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010				
1	Kiyungi Feeder 132/66kV 1x20MVA	132/33kV,1x20MVA 66/33kV,2x5,1x10																								
	Total(Syn)	17.3	19.2	15.0	20.6	22.7	20.6	23.8	26.5	21.9		5.0%	23.0	24.1	25.4	26.6	27.9	29.4	30.9	32.4	34.0	35.7				
2	Boma Mbuzi Feeder 33/11kV 2x5MVA																									
	Total(Syn)	8.0	8.3	6.4	9.5	9.5	9.6	11.0	13.2	13.2		6.5%	14.1	15.0	15.9	17.0	18.1	19.3	20.5	21.8	23.3	24.8				
3	Marangu and Renbo Feeder 33/11kV 1x5MVA																									
	Total(Syn)											3.6	8.8%	3.9	4.3	4.6	5.0	5.5	6.0	6.5	7.1	7.7	8.4			
4	Trade School and Machame Feeder 33/11kV 1x5MVA																									
	Total(Syn)	1x2.5MVA										6.6	8.8%	8.2	8.9	9.7	10.5	11.4	12.4	13.5	14.7	16.0	17.4			
5	*Mwanga Feeder 33/11kV 1x5MVA	Included in 8 NYM and Mwanga																								
	Total											8.8%	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3				
6	*Machame Feeder 33/11kV 1x2.5MVA	Incl in 4 Trade Schoc Machame																								
	Total(Syn)											1.9	8.8%	2.1	2.2	2.4	2.7	2.9	3.2	3.4	3.7	4.1	4.4			
7	Lawate Feeder 33/11kV 1x2.5MVA																									
	Total											1.2	8.8%	1.3	1.4	1.5	1.7	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8			
8	NYM and Mwanga Feeder 66/33kV 1x5MVA																									
	Total(Syn)											3.8	8.8%	4.1	4.5	4.9	5.3	5.8	6.3	6.9	7.5	8.1	8.8			
9	KIA Feeder 33/11kV 1x0.75MVA																									
	Total																									
10	Same and Gonja Feeder 132/33kV 1x5MVA																									
	Total(Syn)	2.7	2.6	1.9	2.0	0.9	1.0	1.1	0.9	1.1		8.8%	1.2	1.3	1.4	1.5	1.7	1.8	2.0	2.2	2.3	2.5				
11	*Gonja Feeder 33/11kV 1x1MVA	Included in 10 Same and Gonja																								
	Total(Syn)											8.8%	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4			
12	Sum Total (1+2+3+4+7+8+10)	17.3	14.0	17.9	18.7	27.3											32.8	35.4	38.0	41.0	44.3	47.8	51.6	55.7	60.0	64.8
13	Synthetic Sum Total (11 x 1 / 1.1)	15.7	12.7	16.3	17.0	24.8											29.8	32.2	34.5	37.2	40.3	43.5	46.9	50.6	54.5	58.9

3.3 需要想定のおとめ

3.1 で述べたマクロな想定と 3.2 で述べたミクロな想定を Table 3.6 に示す。マクロ想定値は純粋に需要サイドの値であり損失を含んでいない。ミクロ想定は配電用変電所地点の計測値なので 11kV ワイダ-および低圧線損失を含んでいる。そのため後者の想定値が少し大きくなるのは当然である。その差は Table 3.6 の 2010 年で見ると Dar es Salaam 4.4%、Arusha 6.9%、Moshi 10.3%となる。TANESCO の正確な配電損失電力は不明であり系統全体の損失は 15~20%の間にあるといわれている。配電損失はこれから数%少ないことを考慮すればマクロ想定、ミクロ想定はほぼ合致していると言って差し支えないだろう。

Table 3.6 マクロ想定結果とミクロ想定結果の比較 (2010 年、MW)

	Macro Forecast (From GDP)	Micro Forecast (From Substation Load)
	Max. Demand	Max Power
Dar es Salaam	475.2	495.9
Arusha	79.7	85.2
Moshi	53.4	58.9

Source

Table 3.1

Table 3.2,3.3,3.4,3.5

将来の変電所容量を決定する需要想定値は上述の理由からマクロ想定より数%高めのミクロ想定値を採用した。具体的な 3 都市の変電所容量を決定する数値はそれぞれ Table 3.2~3.5 に力率 0.8 を加味したものとなる。

第4章 送変電設備の拡張計画

4.1 拡張計画の検討手順

調査団は、以下の手順でマスタープランを検討し、その最適化を図った。

(1) 需要想定

第3章に示すように、TANESCOの需要想定、各変電所毎の過去の負荷記録を元に、マコ手法、ミコ手法により需要想定を実施し、双方が一致することを確認した。

(2) 基本となる拡張計画の策定

ミコ手法により策定した各変電所毎の需要予測に基づき、変電所の負荷が設備容量を超える時点で増設していくような変電所の拡張計画を立案し、それに対応した送電線、配電設備の拡張計画(Case-A)を立案し、TANESCOに対して説明を実施した。

(3) 投資低減のため、過負荷、ロードシェーディングを考慮した計画の策定

Case-Aをベースにプロジェクトの投資費用を低減するため、設備の過負荷、ロードシェーディングを考慮した設備拡張計画(Case-B)を立案した。この計画では変電所の最大需要が設備容量を上回ることから、ピーク帯にはロードシェーディングまたは過負荷運転が必要となる。

第1に検討したCase-Aのマスタープランは技術的に最も理想的な計画であり、2001～2010年の需要想定を考慮し、現在過負荷運用となっている設備については、ただちに過負荷状態を解消し、将来部分についても需要が設備容量に到達した時点で設備を増設するものとしている。したがって、この拡張計画には2002年にもいくつかの新設設備が運転を開始することになっているなど、非現実的な部分もあるが、拡張計画作成の第1歩として、制約条件を除外した理論的な拡張計画をまず作成し、その後経済性や実施時期などの制約などを段階的に加味し、マスタープランの最適化を図るものとした。このモデルを元にロードシェーディングや過負荷運用を考慮したモデル(Case-B)を作成して、経済比較を行い、マスタープランの経済的な最適化を図った。また実施計画作成の段階では、より現実的な拡張計画とするため、マスタープラン開始時点をも2002年時点に見直し、調査時点でOn-Goingでないプロジェクトは2004年以降に繰り延べするとともに、TANESCOのプライオリティを反映させた(Case-B')。よってマスタープラン(Case-B')が当調査団が策定した最終的なマスタープランとなる。

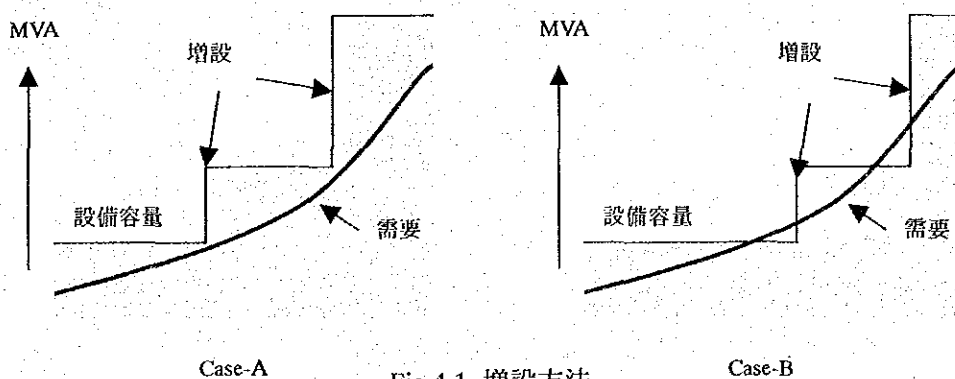


Fig 4.1 増設方法

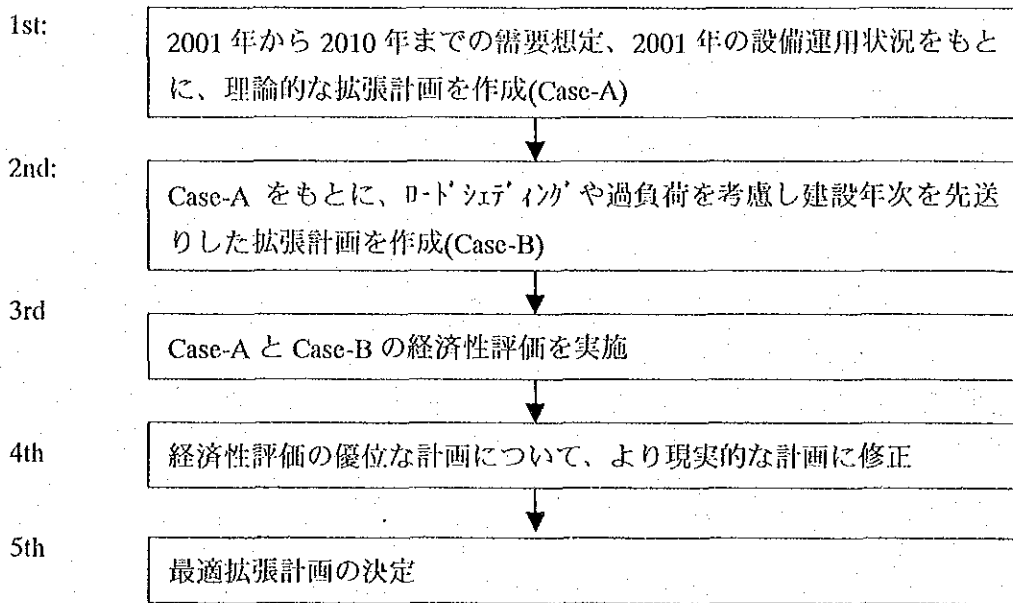


Fig 4.2 マスタプラン最適化の手順

4.2 拡張計画(Case-A)の立案方針

拡張計画(Case-A)立案に当たっての基本的な方針は以下の通りである。

- ベースとなる需要想定は、各変電所毎の λ 想定値とした。
- 配電用変電所の負荷が変圧器容量を超える時点で変圧器を増設することとした。変圧器の過負荷運転を考慮すれば、新設年度は多少遅らせることも可能である。しかし過酷な過負荷運転は機器の寿命の短縮につながるため、実際の需要が想定を上回る伸び率で推移することも考慮し、100%負荷時に増設することとした。
- 新設変電所の建設年次については、TANESCOに確認したものを設定した。これらの変電所の需要想定については、TANESCOの各Regional Officeから想定値を得られたものはその値を適用した。Regional Officeから需要想定を得られなかった変電所については、運開年に30%負荷、以降は λ 想定で設定した増加率で増加するものと仮定した。また一部新設変電所については、隣接変電所からの負荷の配分を考慮した。
- 新設変電所を加えたことにより、拡張計画作成用の需要想定と第3章の需要想定を比較すると、前者の方が大きくなる。これは、後者が需要を表すのに対して、前者は需要を満たす電力を配電するために必要な配電用変電所の容量を示すからである。負荷の偏りや設備のメンテナンス、故障等を考慮すると、設備容量は需要に対して余裕を持つ必要がある。
- TANESCOにおける配電用変電所用変圧器の標準容量は、以前の2.5MVA、5MVAか

- TANESCO における配電変電所用変圧器の標準容量は、以前の 2.5MVA、5MVA から現在は Dar es Salaam で 15MVA、Arusha、Moshi で 5MVA となっている。Dar es Salaam ではコスト面、スペース面でメリットのある 30MVA 器といったさらに大型変圧器の採用も考えられたが、各 Regional Manager ともこれについては消極的であった。理由は TANESCO 社内で変圧器を地域の負荷変動に応じて使い回している実態、既設変圧器との整合性、変圧器故障時の影響、タンザニア国内の輸送条件などを考慮したものと思われる。よって、スペース面で制約のある City Center S/S 以外は従来の標準容量の変圧器による増設を行うこととした。一方 Arusha、Moshi については、システムの拡大に合せ 10MVA 器で拡張計画を検討した。
- 送電変電系統の電圧階級は TANESCO の標準電圧に合せ、132kV、33kV と 11kV を適用した。TANESCO の標準電圧にはこの他に 66kV というものがあるが、この電圧階級は Dar es Salaam 地区では使用されておらず、Arusha、Moshi についても 1960 年代に建設された NYM-Kiyungi-Arusha の送電系統に適用されているのみである。設備の規模を考慮すると、今回の調査対象地域にあらたな電圧階級を導入することは得策ではない。

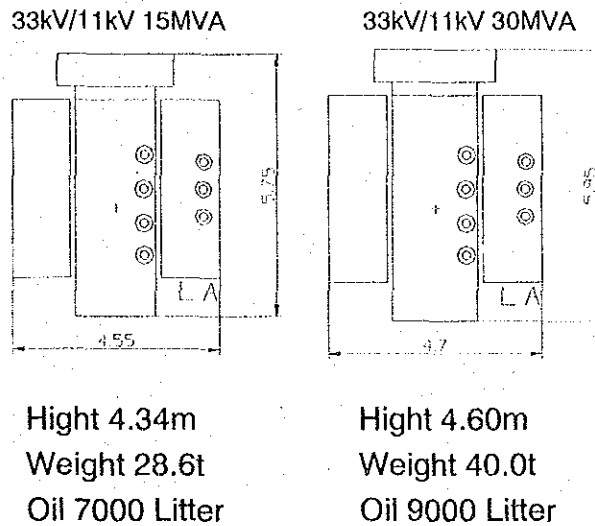


Fig. 4.3 15MVA 器と 30MVA 器の比較

4.3 ロードシェディング、過負荷を考慮した拡張計画(Case-B)

4.3.1 過負荷運転とロードシェディング

調査時点における TANESCO の送配電設備は、Dar es Salaam、Arusha、Kilimanjaro のいずれの地区においても配電用変電所の過負荷運転が確認された。また TANESCO の担当者によれば配電用変電所の過負荷運転を回避するため、ロードシェディングも実施されているということである。Case-A の拡張計画では、既設設備の過負荷運転を直ちに解消し、変電所のピーク負荷が設備容量を上回る時点で設備を増設することとしている。

第4章 送変電設備の拡張計画

このような増設計画は供給信頼度や運用面で大きなメリットがあるが、全体的に投資が前倒しになり、特にマスタープラン初期の投資額が大きくなることを意味する。

TANESCO の年間需要曲線によると、年間のピークロードを 100%とした場合、90%以上の負荷になる時間は約 300 時間程度である。その時間だけ、90%を越える負荷のロードシェーディングを許容すれば、その他の期間における変電所の設備容量は 90%でも需要を賄うことができる。

例えば 30MVA の変電所において、年間のピークロードが 36MVA に達したとする。Fig. 12.2 の年間負荷曲線近似式によれば、30MVA を越える運転時間は 805 時間、ロードシェーディングの結果供給できなかった Un Served Energy は 30MVA を越える部分を積分して求めることができ、1385MWh となる。変圧器は多少の過負荷運転裕度を持っているため、過負荷運転を許容すれば、Un Served Energy はさらに減少する。

Case-B の立案方針は、変圧器、送電線のロードシェーディング、過負荷運用を考慮。具体的には、変圧器の増設は最大負荷が設備容量の 120%に達した時点で実施することとし、新設変電所の建設は On Going 以外の変電所については、Case-A に対して 1 年先送りするものとした。

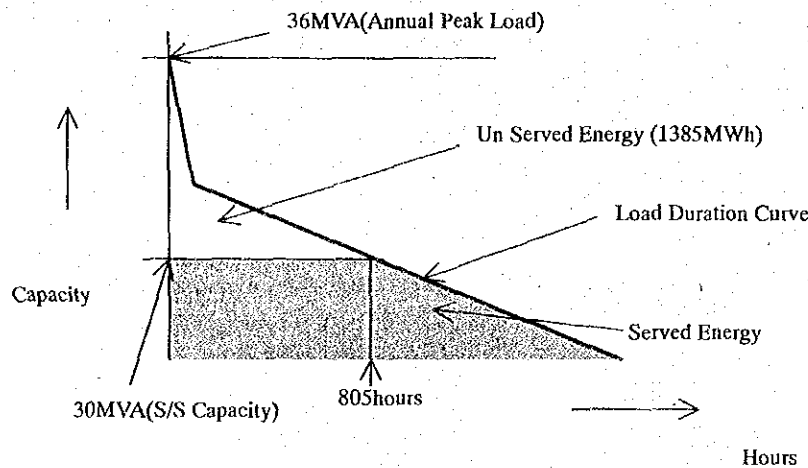


Fig. 4.4 ロードシェーディング量の計算例

4.3.2 Case-A との相違点

(2) Dar es Salaam

Case-A との相違点は以下の通り

Kawe 新設、Kunduchi 新設、Muhimbili 新設、Kigogo 新設、Kinondoni 新設、TOL 新設、Mburahati 新設、UDSM 新設、Sokoine 増設、Tandale 増設、FZ III 33kV 変圧器(2 台目)増設、Msasani 増設(3 台目)

→1 年先送り

Mbezi 増設、Kurasini 33kV 変圧器増設、Mbagala 33kV 変圧器増設、Msasani 増設 2 台目

→2 年先送り

Ilala 33kV 変圧器増設、Kariakoo 増設、Chang'ombe 増設、Bahari Beach 増設

→3 年先送り

Ilala 33kV 変圧器増設(5 台目)

→4 年先送り

Ubungo 132kV 変圧器増設、FZ III 33kV 変圧器増設(3 台目)、Tandika 増設、TOL 増設

→2010 年以降

(3) Arusha、Moshi

Arusha では

Usa River 新設、Monduli 新設、Sakina 新設、Njiro B 新設、Themu 増設

→1 年先送り

Sakina 増設、Usa River 増設

→2010 年以降

Moshi では

Gomberu 新設、KCMC 新設、Boma Ngombe 新設、Machame 増設

→1 年先送り

Kiyungi 増設(132/33kV 45MVA2 台目)

→2010 年以降

4.4 概算工事費

送電、変電、配電部門の概念設計をもとに 2010 年までの各プロジェクトの工事費を積算した概算工事費を Table 4.1~4 に示す。積算のベースは、過去にタンザニア国内で実施した類似のプロジェクトの工事費実績を用いている。

Table 4.1 概算工事費(Dar es Salaam) (Case-A) 単位千米ドル

Year	Name of S/S	Specification	Type	foreign	local	Remark	Name of Transmission Line	Specification	Type	foreign	local	Remark	Specification	foreign	local	Remark	Foreign(total)	local(total)	Total	
2002	Mpeza S/S	33KV 15MVAxt	R/E	1238	185	2x15->1x15							Distribution	3883	17	33KV and 11KV				
	Bahari Beach S/S	33KV 15MVAxt	New	923	138	On Going	Tegeta-Bahari Beach	33KV 100mm2 2cct 13km	New	888	113	On Going 1cct								
	Bagamoyo S/S	33KV 5MVAxt	New	1062	154		Tegeta-Bagamoyo	33KV 100mm2 2cct 80km	New	9136	977	On Going 2cct								
	Sokoine S/S	33KV 15MVAxt	Expansion	882	131		City Center-Sokoine	33KV 100mm2 1cct 3km	Reinforce	183	19									
	City Center S/S	33KV Leadout	Expansion	192	31	Sokoine Line														
	City Center S/S	33KV 30MVAxt	R/E	1415	215	1x15->1x30														
	Kurasini S/S	33KV 15MVAxt	Expansion	708	108		Ilala-Kurasini	33KV 150mm2 1cct 7.1km	Reconductor	395	47									
	Kurasini S/S	Switchgear	Replace	282	38															
	Mbagala S/S	33KV 15MVAxt	Expansion	831	123															
	Ubungo S/S	33KV 15MVAxt	Expansion	7908	1185	On Going														
	Mikocheni S/S	33KV 15MVAxt	Expansion	808	123															
	Tandale S/S	33KV 15MVAxt	Expansion	854	131		Ubungo-Tandale Tap	33KV 100mm2 2cct 1km	New	152	18	2cct								
	Magomeni S/S	33KV 15MVAxt	New	877	131	On Going	Magomeni-Magomeni Tap	33KV 100mm2 1cct 1km	New	54	6									
	FZ III S/S	33KV 15MVAxt	Expansion	731	108															
	Tandika S/S	33KV 15MVAxt	New	923	138		FZ III-Tandika	33KV 100mm2 2cct 5km	New	373	44	1cct								
	FZ III S/S	33KV Leadout	Expansion	192	31	Tandika Line														
	FZ I S/S	Panel, others	Replace	223	31															
FZ II S/S	Switchgear etc	Replace	231	31																
				20270	3032								Subtotal	3683	17		3683	17	39405	
2003	Ilala S/S	33KV 15MVAxt	Expansion	1182	177								Distribution	4899	23	33KV and 11KV				
	Muhimbili S/S	33KV 15MVAxt	New	854	131		Ilala-Muhimbili	33KV 100mm2 1cct 8km	New	326	36									
	Ilala S/S	33KV Leadout	Expansion	192	31	Muhimbili Line														
	TOL S/S	33KV 15MVAxt	New	885	131		Ilala-TOL	33KV 100mm2 2cct 5km	New	373	44	1cct								
	Ilala S/S	33KV Leadout	Expansion	192	31	TOL Line														
	University S/S	33KV 15MVAxt	New	854	131		Ubungo-University	33KV 100mm2 1cct 7km	New	380	44									
	Ubungo S/S	33KV Leadout	Expansion	192	31	University Line														
	New Oysterbay S/S	132KV 45MVAx2 33KV 15MVAx2	New	5200	777		Ubungo-New Oysterbay	132KV 240mm2 1cct 8.5km	New	1883	567									
	Ubungo S/S	132KV Leadout	Expansion	392	62	NOB Line														
	Oysterbay S/S	33KV 15MVAxt	R/E	1385	208	2x5->1x15	New Oysterbay-Oysterbay	33KV 150mm2 2cct 1.8km	New	126	15	1cct								
	Msasani S/S	33KV 15MVAxt	Expansion	1192	177		New Oysterbay-Msasani	33KV 150mm2 2cct 5km	New	394	46	1cct								
				12530	1887								Subtotal	4999	23		4999	23	23675	
2004	Bahari Beach S/S	33KV 15MVAxt	Expansion	1115	168								Distribution	5181	24	33KV and 11KV				
	Tegeta S/S	33KV Leadout	Expansion	200	31	Bahari Beach Line														
	Mbrahati S/S	33KV 15MVAxt	New	954	131		Ubungo-Mbrahati	33KV 100mm2 1cct 4km	New	217	25									
	Ubungo S/S	33KV Leadout	Expansion	182	31	Mbrahati Line														
	Yombo S/S	132KV 45MVAxt	New	3285	508		FZ III-Yombo	132KV 240mm2 1cct 8.5km	New	1883	567									
	FZ III S/S	33KV 15MVAxt	New																	
	FZ III S/S	132KV Leadout	Expansion	492	77	Yombo Line														
	Kitunda S/S	33KV 15MVAxt	New	854	131		Yombo-Mbagala	132KV 240mm2 1cct 10km	New	2216	567									
	Mbagala S/S	132KV 45MVAxt	Expansion	2623	377		Yombo-Kitunda	33KV 100mm2 1cct 2.9km	New	212	25									
	Kurasini S/S	132KV 45MVAx2	Expansion	3738	582		Kurasini-Mbagala	132KV 240mm2 1cct 18km	New	3545	1067									
Ilala S/S	132KV Leadout	Expansion	492	77	Kurasini Line	Ilala-Kurasini	132KV 240mm2 1cct 10km	New	2216	687										
				13845	2094								Subtotal	10289	3018		10289	3018	34451	
2005	Kawe S/S	33KV 15MVAxt	New	854	131		Mbez-Kawe	33KV 100mm2 1cct 9km	New	488	57									
	Mbezi S/S	33KV Leadout	Expansion	185	31	Kawe Line														
	Kinondoni S/S	33KV 15MVAxt	New	854	131		Mikocheni-Kinondoni	33KV 100mm2 1cct 8km	New	435	50									
	Mikocheni S/S	33KV Leadout	Expansion	288	38	Kinondoni Line														
	Chang'ombe S/S	33KV 15MVAxt	Expansion	800	123		Kurasini-Chang'ombe	33KV 120mm2 1cct 3km	Reinforce	166	19									
				2062	454								Subtotal	1090	126		1090	126	6581	

Year	Name of S/S	Specification	Type	foreign	local	Remark	Name of Transmission Line	Specification	Type	foreign	local	Remark	Specification	foreign	local	Remark	Foreign(total)	Local(total)	Total	
2006	Kunduchi S/S	33KV 15MVAX1	New	854	131		Tegeta-Kunguchi	33KV 100mm2 1cct 3.2km	New	174	20		Distribution	2360	11	33KV and 11KV				
	Tegeta S/S	33KV Leadout	Expansion	262	38															
	City Center S/S	33KV 30MVAX1	R/E	1038	154	1x1.5-1x30														
	Kigogo S/S	33KV 15MVAX1	New	854	131		Ilala-Kigogo	33KV 100mm2 1cct 12km	New	652	76									
	Ilala S/S	33KV Leadout	Expansion	185	31															
	Kurasini S/S	33KV 15MVAX1	Replace	777	115															
	Ilala S/S	132KV 45MVAX1	Expansion	2077	315		Ubungo-Ilala	132KV 240mm2 1cct 7.5km	Reinforce	403	65									
		33KV 15MVAX1	Expansion				Ilala-City Center #2	33KV 100mm2 1cct 2.6km	Reconductor	152	18	1cct								
			Subtotal	6047	815				Subtotal	1381	199		Subtotal	2360	11		8788	1125	10913	
2007	Mbezi S/S	33KV 15MVAX1	Expansion	777	115		Tegeta-Mbezi	33KV 100mm2 1cct 6.4km	Reinforce	458	53		Distribution	508	2	33KV and 11KV				
	Tegeta S/S	33KV Leadout	Expansion	262	38	Mbezi Line														
	Kariakoo S/S	33KV 15MVAX1	Expansion	1215	185		Ilala-Kariakoo	33KV 100mm2 1cct 1.3km	Reinforce	71	8									
	Ilala S/S	33KV Leadout	Expansion	185	31	Kariakoo Line														
			Subtotal	2439	369		Subtotal		Subtotal	527	61		Subtotal	508	2		3474	432	3906	
2008	Masani S/S	33KV 15MVAX1	Expansion	877	131								Distribution	874	3	33KV and 11KV				
			Subtotal	877	131								Subtotal	674	3		1551	134	1685	
2009	TOL S/S	33KV 15MVAX1	Expansion	1185	177								Distribution	643	3	33KV and 11KV				
	Ilala S/S	33KV Leadout	Expansion	185	31	TOL Line														
	FZ III S/S	33KV 15MVAX1	Expansion	785	115															
	Tandika S/S	33KV 15MVAX1	Expansion	1023	154															
	FZ III S/S	33KV Leadout	Expansion	185	31	Tandika Line														
	Ubungo S/S	132KV 50MVAX1	Expansion	1631	248															
			Subtotal	4984	754								Subtotal	643	3		5637	757	6394	
2010																	0	0	0	
			Total	63964	9636				Total	28011	5380		Total	19368	92		111943	15108		
			Substation			73600			Transmission			33391	Distribution			20060	Grand Total		127051	

Table 4.2 概算工事費(Dar es Salaam) (Case-B)単位千米ドル

Year	Name of S/S	Specification	Type	foreign	local	Remark	Name of Transmission Line	Specification	Type	foreign	local	Remark	Specification	foreign	local	Remark	foreign(total)	local(total)	Total	
2002	Mbezi S/S	33kV 15MVAx1	R/E	1238	185	2x1 5-->1x15							Distribution	2725	13	33kV and 11kV				
	Bahari Beach S/S	33kV 15MVAx1	New	923	138	On Going	Tegeta-Bahari Beach	33kV 100mm2 2cct 13km	New	869	113	On Going 1cct								
	Bagamoyo S/S	33kV 5MVAx1	New	1062	154		Tegeta-Bagamoyo	33kV 100mm2 2cct 60km	New	9136	977	On Going 2cct								
	City Center S/S	33kV 30MVAx1	R/E	1415	215	1x1 5-->1x30														
	Kurasini S/S	33kV 15MVAx1	Replace	262	38															
	Ubungo S/S	33kV 15MVAx1	Expansion	7908	1185	On Going														
	Mikocheni S/S	33kV 15MVAx1	Expansion	808	123															
	Magomeni S/S	33kV 15MVAx1	New	877	131	On Going	Magomeni-Magomeni Tap	33kV 100mm2 1cct 1km	New	54	6									
	Tandika S/S	33kV 15MVAx1	New	923	138		FZ III-Tandika	33kV 100mm2 2cct 5km	New	375	44	1cct								
	FZ III S/S	33kV Leadout	Expansion	192	31	Tandika Line														
	FZ I S/S	Panel, others	Replace	223	31															
	FZ II S/S	Switchgear etc	Replace	231	31															
				Subtotal	16062	2400				Subtotal	10532	1140		Subtotal	2725	13		29319	3563	32872
2003	Sokoine S/S	33kV 15MVAx1	Expansion	892	131		City Center-Sokoine	33kV 100mm2 1cct 3km	Reinforce	163	19		Distribution	4192	19	33kV and 11kV				
	City Center S/S	33kV Leadout	Expansion	192	31	Sokoine Line														
	Tandale S/S	33kV 15MVAx1	Expansion	854	131	Tandale Line	Ubungo-Tandale Tap	33kV 100mm2 2cct 1km	New	152	16	2cct								
	Ubungo S/S	33kV Leadout	Expansion																	
	FZ III S/S	33kV 15MVAx1	Expansion	731	108															
	New Oysterbay S/S	132kV 45MVAx2	New	5200	777		Ubungo-New Oysterbay	132kV 240mm2 1cct 8.5km	New	1883	587									
	Ubungo S/S	33kV 15MVAx2	Expansion	392	82	NOB Line														
Oysterbay S/S	132kV Leadout	R/E	1385	208	2x5-->1x15	New Oysterbay-Oysterbay	33kV 150mm2 2cct 1.8km	New	126	15	1cct									
			Subtotal	9648	1448				Subtotal	2324	617		Subtotal	4192	19		16162	2084	18246	
2004	Mbagala S/S	33kV 15MVAx1	Expansion	831	123								Distribution	4635	22	33kV and 11kV				
	Muhimbili S/S	33kV 15MVAx1	New	854	131		Ilala-Muhimbili	33kV 100mm2 1cct 8km	New	328	38									
	Ilala S/S	33kV Leadout	Expansion	192	31	Muhimbili Line														
	TOL S/S	33kV 15MVAx1	New	895	131		Ilala-TOL	33kV 100mm2 2cct 5km	New	373	44	1cct								
	Ilala S/S	33kV Leadout	Expansion	192	31	TOL Line														
	University S/S	33kV 15MVAx1	New	854	131		Ubungo-University	33kV 100mm2 1cct 7km	New	380	44									
	Ubungo S/S	33kV Leadout	Expansion	192	31	University Line														
	Yombo S/S	132kV 45MVAx1	New	3385	508		FZ III-Yombo	132kV 240mm2 1cct 8.5km	New	1883	587									
	FZ III S/S	33kV 15MVAx1	New																	
	Yombo S/S	132kV Leadout	Expansion	492	77	Yombo Line														
	Kitunda S/S	33kV 15MVAx1	New	854	131		Yombo-Mbagala	132kV 240mm2 1cct 10km	New	2216	867									
	Mbagala S/S	132kV 45MVAx1	Expansion	2523	377		Yombo-Kitunda	33kV 100mm2 1cct 3.9km	New	212	25									
	Kurasini S/S	132kV 45MVAx2	Expansion	3738	562		Kurasini-Mbagala	132kV 240mm2 1cct 16km	New	3545	1067									
	Ilala S/S	132kV Leadout	Expansion	492	77	Kurasini Line	Ilala-Kurasini	132kV 240mm2 1cct 10km	New	2216	867									
Kurasini S/S	33kV 15MVAx1	Expansion	708	108		Ilala-Kurasini	33kV 150mm2 1cct 7.1km	Reconductor	395	47										
			Subtotal	16192	2448				Subtotal	11548	3168		Subtotal	4635	22		32373	5637	38010	
2005	Mbrahati S/S	33kV 15MVAx1	New	854	131		Ubungo-Mbrahati	33kV 100mm2 1cct 4km	New	217	25		Distribution	1401	7	33kV and 11kV				
	Ubungo S/S	33kV Leadout	Expansion	192	31	Mbrahati Line														
	Masani S/S	33kV 15MVAx1	Expansion	1192	177		New Oysterbay-Masani	33kV 150mm2 2cct 5km	New	384	46	1cct								
			Subtotal	2238	339				Subtotal	611	71		Subtotal	1401	7		4250	417	4667	
2008	Kinondoni S/S	33kV 15MVAx1	New	854	131		Mikocheni-Kinondoni	33kV 100mm2 1cct 8km	New	495	50		Distribution	2482	11	33kV and 11kV				
	Mikocheni S/S	33kV Leadout	Expansion	268	38	Kinondoni Line														
	Kawe S/S	33kV 15MVAx1	New	854	131		Mbezi-Kawe	33kV 100mm2 1cct 8km	New	489	57									
	Mbezi S/S	33kV Leadout	Expansion	185	31	Kawe Line														
	City Center S/S	33kV 30MVAx1	R/E	1038	154	1x1 5-->1x30														
	Kurasini S/S	33kV 15MVAx1	Replace	777	115															
	Ilala S/S	132kV 45MVAx1	Expansion	2077	315		Ubungo-Ilala	132kV 240mm2 1cct 7.5km	Reinforce	403	85									
		33kV 15MVAx1	Expansion				Ilala-City Center #2	33kV 100mm2 1cct 2.8km	Reconductor	152	18	1cct								
				Subtotal	6054	915				Subtotal	1479	210		Subtotal	2482	11		9995	1136	11131

Year	Name of S/S	Specification	Type	foreign	local	Remark	Name of Transmission Line	Specification	Type	foreign	local	Remark	Specification	foreign	local	Remark	foreign(total)	local(total)	Total
2007	Bahari Beach S/S	33KV 15MVAxt	Expansion	1115	189								Distribution	2824	13	33KV and 11KV			
	Tegeta S/S	33KV Leadout	Expansion	200	31	Bahari Beach Line													
	Kunduchi S/S	33KV 15MVAxt	New	854	131		Tegeta-Kunduchi	33KV 100mm2 1 cdt 3.2km	New	174	20								
	Tegeta S/S	33KV Leadout	Expansion	262	38	Kunduchi Line													
	Kigogo S/S	33KV 15MVAxt	New	954	131		Ilala-Kigogo	33KV 100mm2 1 cdt 12km	New	652	76								
	Ilala S/S	33KV Leadout	Expansion	185	31	Kigogo Line	Tegeta-Mbezi	33KV 100mm2 1 cdt 8.4km	Reinforce	456	53								
			Subtotal	3470	531				Subtotal	1282	149		Subtotal	2824	13		7576	693	8269
2008	Chang'ombe S/S	33KV 15MVAxt	Expansion	800	123		Kurasini-Chang'ombe	33KV 120mm2 1 cdt 3km	Reinforce	166	19		Distribution	242	1	33KV and 11KV			
			Subtotal	800	123				Subtotal	166	19		Subtotal	242	1		1208	143	1351
2009	Mbezi S/S	33KV 15MVAxt	Expansion	777	115								Distribution	1190	6	33KV and 11KV			
	Tegeta S/S	33KV Leadout	Expansion	262	38	Mbezi Line													
	Msasani S/S	33KV 15MVAxt	Expansion	877	131														
			Subtotal	1916	284								Subtotal	1190	6		3106	290	3396
2010	Kariakoo S/S	33KV 15MVAxt	Expansion	1215	185		Ilala-Kariakoo	33KV 100mm2 1 cdt 1.3km	Reinforce	71	8								
	Ilala S/S	33KV Leadout	Expansion	185	31	Kariakoo Line													
	Ilala S/S	33KV 15MVAxt	Expansion	1192	177														
			Subtotal	2592	393				Subtotal	71	8						0	0	0
			Total	59970	8982				Total	28011	5380		Total	19671	92		106652	14354	
			Substation			67852			Transmission				Distribution			197631	Grand Total		121006

Table 4.4 概算工事費(Arusha、Moshi) (Case-B)単位千米ドル

Year	Name of S/S	Specification	Type	foreign	local	Remark	Name of Transmission Line	Specification	Type	foreign	local	Remark	Specification	foreign	local	Remark	foreign(total)	local(total)	Total	
2002	Njoro S/S	Switchgear	Replace	906	92								Distribution	752		3 Arusha				
		132kV 45MVAx1	Expansion	2531	282									Distribution	2131	10	10 Kilimanjaro			
	Mt. Meru S/S	33kV 10MVAx3	Expansion	1646	246		Njoro-Mt.Meru	33kV 100mm2 7.3km	Reinforce	397	46									
	Kyungu S/S	Switchgear etc	Replace	1085	162															
		132/33kV 45MVAx1	Expansion	1762	252															
	Boma Mbuzi	Switchgear etc	Replace	915	92		Kyungu-Boma Mbuzi	33kV 100mm2 7km	Reinforce	380	44									
		33kV 10MVAx1	Expansion	592	85															
	Trade School S/S	33kV 10MVAx1	R/E	1208	185		Kyungu-Trade School	33kV 100mm2 10km	Reinforce	543	63									
	YMCA S/S	33kV 10MVAx1	New	531	77	On going														
	Marangu Sw/S	33kV	New	731	108		Kyungu-Marangu	33kV 100mm2 43km	New	2336	271									
			Subtotal	11909	1571				Subtotal	3856	424		Subtotal	2863	13		18448	2008	20456	
2003	Unga LTD S/S	33kV 10MVAx3	R/E	2131	329	2x5→3x10	Njoro-Unga LTD	33kV 100mm2 5.8km	Reinforce	315	37		Distribution	1850		9 Arusha				
	Kifax S/S	33kV 10MVAx1	R/E	723	108	1x5→1x10							Distribution	0		0 Kilimanjaro				
	Machame S/S	33kV 5MVAx1	R/E	138	23	1x2.5→1x5														
	Same	Switchgear etc	Replace	338	54															
				Subtotal	3330	508				Subtotal	315	37		Subtotal	1850	9		5495	554	6049
2004	Usa River S/S	33kV 10MVAx1	New	862	100		Njoro-Usa River	33kV 100mm2 21.3km	New	1157	134		Distribution	526		2 Arusha				
							Tengeru-Usa River	33kV 100mm2 12.5km	New	879	79		Distribution	742		3 Kilimanjaro				
	Monduli S/S	33kV 10MVAx1	New	662	100		Njoro-Monduli	33kV 100mm2 38.6km	New	2097	243									
				Subtotal	1324	200				Subtotal	3933	456		Subtotal	1268	5		6525	661	7186
2005	Sakina S/S	33kV 10MVAx1	New	662	100		Njoro-Sakina	33kV 100mm2 13.2km	New	717	83		Distribution	361		2 Arusha				
							Mt.Meru-Sakina	33kV 100mm2 8.1km	New	440	51		Distribution	1045		5 Kilimanjaro				
	KCMC S/S	33kV 10MVAx1	New	662	100		Njoro-Kyungu	132kV 240mm2 70km	Reinforce	7755	2334	(1/2)								
	Trade School	33kV Leadout	Expansion	185	31	KCMC Line	Trade School-KCMC	33kV 100mm2 3.7km	New	201	23									
				Subtotal	1509	231				Subtotal	9113	2491		Subtotal	1406	7		12028	2729	14757
2006	Njoro B S/S	33kV 10MVAx1	New	862	100		Njoro-Njoro B	33kV 100mm2 3km	New	163	19		Distribution	361		2 Arusha				
	Njoro S/S	220kV 60MVAx1	Expansion	4506	577								Distribution	0		0 Kilimanjaro				
		132kV 45MVAx1	Expansion				Njoro-Kyungu	132kV 240mm2 70km	Reinforce	7755	2334	(2/2)								
	KCMC	33kV Leadout	Expansion	185	31	Gomber Line														
	Kyungu S/S	132kV Leadout	Expansion	438	52	Njoro Line														
			Subtotal	5793	870				Subtotal	7918	2353		Subtotal	361	2		14072	3225	17297	
2007	Gomber S/S	33kV 5MVAx1	New	569	85		KCMC-Gomber	33kV 100mm2 4.9km	New	266	31		Distribution	0		0 Arusha				
													Distribution	1045		5 Kilimanjaro				
				Subtotal	569	85				Subtotal	266	31		Subtotal	1045	5		1880	121	2001
2008	Them S/S	33kV 10MVAx1	Expansion	1115	169								Distribution	0		0 Arusha				
	Boma Ngombe S/S	33kV 5MVAx1	New	569	85								Distribution	1045		5 Kilimanjaro				
				Subtotal	1684	254				Subtotal	0	0		Subtotal	1045	5		2729	259	2988
2009												Distribution	621		3 Arusha					
												Distribution	0		0 Kilimanjaro					
												Subtotal	621	3		621	3	624		
2010																	0	0	0	
			Total Substation	25118	3719				Total Transmission	25201	5792		Total Distribution	10479	49		81798	9560	71358	
						28937						30993				10528	Grand Total		71358	

第5章 保守管理/教育訓練

維持管理センターのワルカスグアイ結果を以下に記載する。

5.1 DAMP 機能の見直し

TANESCO のメンテナンスの現状は、自己資金の不足と経費削減策を理由とするマンパワー不足と資機材不足のため非常に困難な状況にある。メンテナンスの現場では、求められる作業を取り仕切るに十分な実務知識、技量を備えた技能要員が不足しているため、適切なタイミングと正しい手法によるメンテナンスは満足に行われていない。

DAMP は、Morogoro のトレーニングセンターに継続してトレーナーを派遣するなどして、一般電工職の養成には大きく貢献している。しかし技能要員の養成機関としての機能は完全に失われているため、設備の保守管理を的確に実施するための要員育成ができず、結果として設備事故を繰り返し、最悪の場合には機器の損壊や火災等の事故を発生している。保守管理業務の要員不足という問題を解決するには、まず DAMP が過去に有していた教育訓練機能を再生し強化することが不可欠である。このため以下のような DAMP 機能の見直しを提言する。

5.1.1 工事機能の切り離し

現在 DAMP は営業所単独では対応しきれない工事を、技能研修用として保有している機械・工具類を使用して施工することが主要な業務となっている。そのような新設、増設、改善、メンテナンス等の工事は、既に定型化したものが多く、工事用の工具や機材があれば、各事業所で対応可能なものが大部分であると思われる。DAMP 手持ちの機材を各担当ヶ所の共用に役立て、必要に応じて取り扱い指導や助言をすることにより、各営業所に工事施工をまかせる事が可能である。この場合には、当面は工事の質に大きな差が出たり、不良工事の発生など品質的なバラツキが出たりすることが懸念されるが、旧 DAMP 職員を動員するなどして、しばらくは工事の質の低下を防ぐよう努力しなければならない。これにより現行の DAMP による直営工事は技能習得の目的で実施する OJT のみに限定し、DAMP の設立目的であった教育訓練および要員育成に機能を集中させるよう計画する。

5.1.2 技能者養成機関としての位置付け

DAMP は、電工職を訓練するトレーナーと、特にメンテナンスの現場でリダーとして期待される Supervisor レベルの SV トレーナーの養成に機能を絞り込む。また、DAMP では地方に配属された DAMP トレーニング履修者が技術指導を行い易い環境を整えるための計画を作成することも求められる。

5.1.3 DAMP トレーニングの範囲

- (a) 電工職のトレーニング
- (b) 電工職トレーナーのトレーニング
- (c) メンテナンス業務を取り仕切る技能要員(スーパ-バ'イザ-)のトレーニング
- (d) トレーナー、スーパ-バ'イザ-の技能向上再教育
- (e) メンテナンス現場のモニターと緊急援助

5.1.4 メンテナンス技術の普及継承

- (a) DAMP トレーニングの履修者は配属先の現場でリーダーとなり、グループを教育、指導する。
- (b) 現場作業の状況や技術普及の度合いを DAMP がモニターする
- (c) 困難な問題が発生した場合は、DAMP が援助、救援する
- (e) 現場で実務経験を積んだトレーナーは、再び DAMP に戻り教壇に立ち、自分の経験をトレーニングにフィードバックする。

このサイクルを繰り返すことで、TANESCO の保守技術の維持向上を図る。

5.1.5 トレーナーの養成

TANESCO のメンテナンス能力を、少なくとも DAMP プロジェクト終了時(1999 年 1 月)のレベル回復する為には、それぞれの営業所毎に最低限 1 名の DAMP トレーナー研修の履修者を配属し、指導に当たる事が望ましい。本計画の対象地域においては、Dar es Salaam で 4 名、営業所の下に出張所を抱える Arusha と Moshi では各 2 名のリーダーが必要となる。

第一段階として、各事業所においては SV トレーナー研修受講者と同数の電工職トレーナー研修受講者において、計画管理面と技能面からメンテナンス業務の質を向上させるよう計画する。所要のトレーナー数は一刻も早く確保すべきであろうが、外国人講師による教育や実地経験も必要であり要員育成には時間を要する。教育計画では遅くとも第 2 年次までに所要の半数を養成し第 3 年次終了までには残る半数の教育を終えることを目指す。

それぞれの事業所から選抜されたトレーナー候補者は 3 ヶ月の外人講師による導入および基礎教育を受けた後、6 ヶ月間 OJT を含む実地訓練を行い再度 3 ヶ月間外人講師による集中教育を経て各所に配属される。配属先での指導効果を高めるために、SV と電工職の教育を同時期に同期間で実施し、終了後は 2 名を一組として事業所に配属する。

5.2 組織

DAMP の使命は、TANESCO 全体の配電設備の維持管理に従事する要員を育成し、総合的な技術技能の向上を目指すことであるので、現業部門のひとつである Kinodoni North 営業所の管理下にあるのは望ましいことではない。DAMP の活動は全社の人材育成計画

の一部分を形成するものでもあるため、全社的に見地から然るべき予算措置がなされるべき組織であり、本社配電部門の直轄とすべき組織である。Fig. 5.1 に新しい DAMP の位置づけを示す。

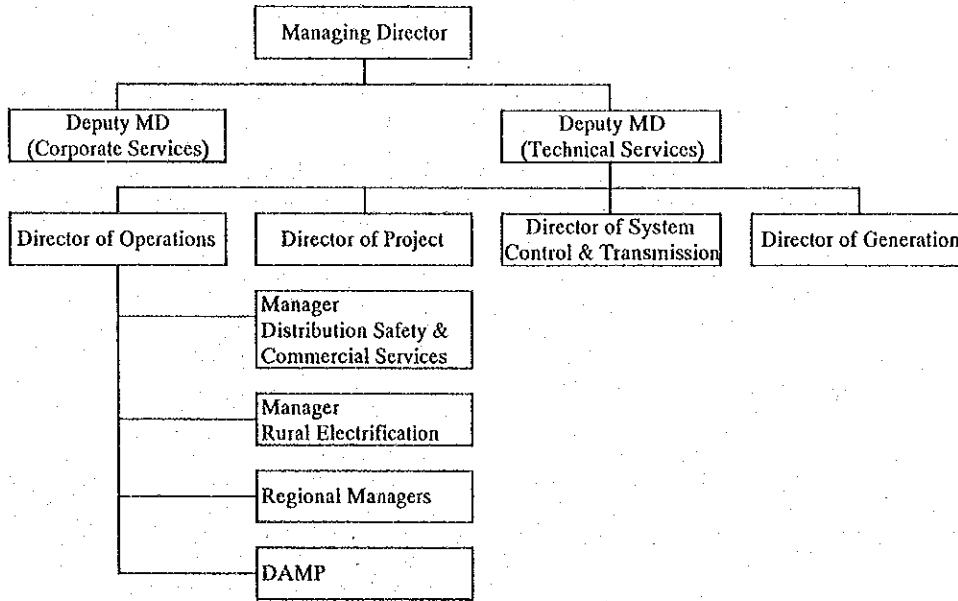
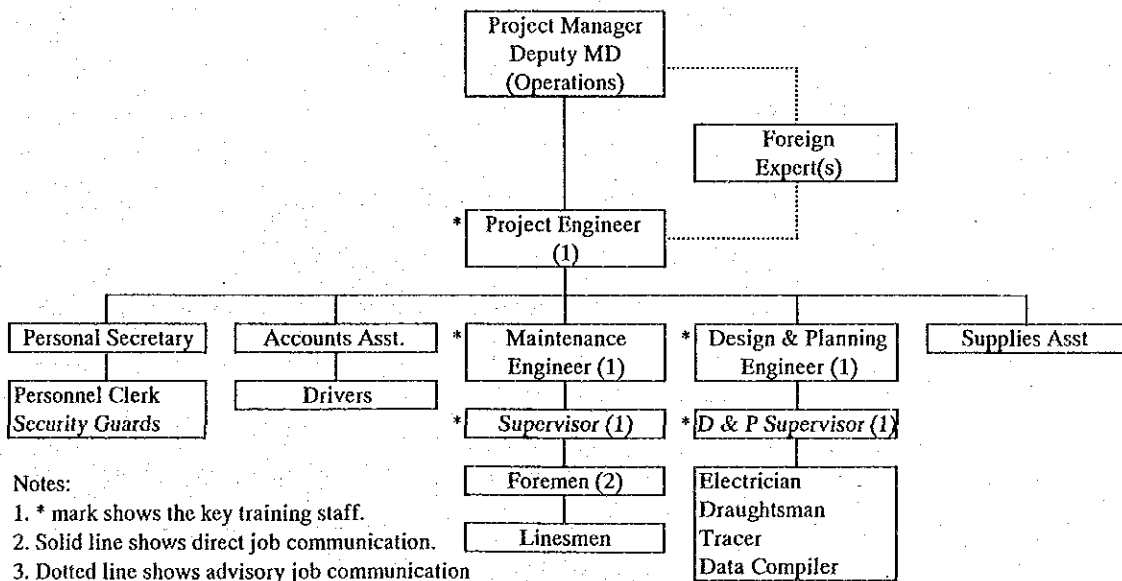


Fig. 5.1 DAMP の位置付け

DAMP スタッフの構成は、トナ陣容の充実がポイントであるが、現在のトナ該当者は Project Engineer 以下 3 名であり、これに最低限 2 名の増員が望まれる。この他にも訓練機材の管理、トニカ助手、ドライバ等サポートスタッフが必要となる。Fig. 5.2 に DAMP 組織図(案)を示す。



Notes:

1. * mark shows the key training staff.
2. Solid line shows direct job communication.
3. Dotted line shows advisory job communication

Fig. 5.2 DAMP 組織図(案)

5.3 トレーニングのスケジュール

TANESCO のメンテナンス能力の維持向上には、先進国の技術援助が不可欠と考えられる。TANESCO は先進国の技術援助を得るなどして、DAMP でローカルスタッフの指導に当たるトレーナーとなるべきエンジニア、技師を対象に以下の研修を計画、実施すべきである。

5.3.1 海外研修

年間当たり、TANESCO スタッフ 2 名 2 ヶ月間程度の海外研修。研修項目は配電設備のメンテナンス、メンテナンス全般、最新技術の習得等。

5.3.2 現地研修

年間当たり、外国人講師 2 名を 3 ヶ月間 2 回 DAMP に派遣し、現場管理者と電工職のトレーナー候補者を対象に、保守技術の実務、手法を指導。

5.3.3 トレーナー研修:

DAMP のトレーナー研修修了者、又は既存トレーナーによる、ローカルスタッフを対象としたトレーナー研修(Supervisorレベルの保守技術)を随時に開催する。研修は DAMP 独自で立案し、DAMP 所属のトレーナーが行う。

5.3.4 電工職の研修:

電工職を対象に随時に開催する。研修は DAMP 独自で立案し、DAMP 所属のトレーナーが行う。教育訓練計画(案)を Fig. 5.3 に示す。

5.4 トレーニングコース

トレーニングの内容は、1999 年 1 月まで使用されていた DAMP カリキュラムを踏襲する。教育訓練の内容は Linesman Course では、安全教育、木柱線路の建設(掘削、建柱)、装柱、架線、メンテナンス等が主となる。Supervisor Course では、安全教育、工事計画、設備台帳の整備更新、停電事故記録および分析、接地抵抗測定、ワイヤー毎の負荷電流管理、電圧測定等、保守管理業務に必要なデータの作成手法等が主となる。TANESCO では最近の設備拡張や運転操作において、特に下記項目の要員不足が目立っているため、研修科目として追加することが必要である。

5.4.1 ケーブル工事

保守現場において道路改修工事に伴う移線工事等で、ケーブルを扱う機会が増えている。DAMP ではケーブル工事のノウハウを有する者がいないため変電部門の応援を得ているが、同部門でもケーブルを正しく扱うことのできるスタッフは少なく、事故の原因となったり工事遅延を生じたりする場合がある。11kV や 33kV のような配電線路のケーブル工事は、事業所独自で対応出来る態勢とする必要があるため、DAMP で要員の育成を行う。

	1st Year												2nd Year												3rd Year											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SVトナ-研修 外国人講師 (1名) 保守管理技術	導入、基礎												総括、終了 → 事業所へ配属												導入、基礎											
第一期 (3名) 基礎教育 DAMP研修 現場での応用	Dar, Arusha, Moshiより各1名												導入、基礎												総括、終了 → 事業所へ配属											
第二期 (3名) 基礎教育 DAMP研修 現場での応用	Dar, Arusha, Moshiより各1名												導入、基礎												導入、基礎											
第三期 (3名) 基礎教育 DAMP研修 現場での応用	Darより3名、終了後1名はDAMP												導入、基礎												総括、終了											
電工職トナ-研修 外国人講師 (1名) 電工職技能	導入、基礎												総括、終了 → 事業所へ配属												導入、基礎											
第一期 (3名) 基礎教育 DAMP研修 現場作業	Dar, Arusha, Moshiより各1名												導入、基礎												総括、終了 → 事業所へ配属											
第二期 (3名) 基礎教育 DAMP研修 現場作業	Dar, Arusha, Moshiより各1名												導入、基礎												導入、基礎											
第三期 (3名) 基礎教育 DAMP研修 現場作業	Darより3名、終了後1名はDAMP												導入、基礎												総括、終了											

Fig. 5.3 教育訓練計画(案)

5.4.2 変電所の機器操作

配電変電所の運転操作はシステムコントロールの担当業務であるが、資格を持ったオペレーターが少なく、供給サービスに与える影響は大きい。変電所の機器はシステムコントロールの指示により操作することとなるが、指示に従い正しい操作を行うことができるスタッフを養成し、不要な停電時間を短縮してサービスレベルの向上を目指す。

5.5 訓練機材の整備

前回の DAMP 支援プロジェクトで JICA が供与した工具機材は健全な状態で稼働しているものもあるが、経年劣化や、酷使のため使用不能となっているものも多い。しかしこれら稼働不能となった機材は殆ど補充されることが無く、工具機材の員数は減る一方である。

今後の訓練に必要な訓練機材の品目や仕様の等は、専門家と DAMP で協議し詳細な教育訓練計画を作成した後に選定することが望ましいが、Table 5.1 に最低限必要であろうと考えられる機材を示した。

5.6 専門家の派遣

TANESCO のメンテナンス業務は初期的レベルを出ておらず、事故や設備の予防保全には至っていない。DAMP プロジェクトは大きな成果を残しているが、日本人技術者の引上げた後は、機能低下の一途を辿っている。自立したメンテナンスの構築には、長期的取り組みが必要であり、DAMP の活動も一過性に終わってしまうことのないようにすることが求められる。

DAMP 活動への助言、モニタリングと TANESCO、援助機関、DAMP 3 者間のコーディネート等のため、先進国から専門家を派遣することが望ましい。TANESCO のメンテナンス技術の定着を図るには、長期専門家の滞在が必要であると考えられる。

5.7 DAMP 機能の地方への展開

現行 DAMP の機能を人材育成に的を絞り込んだ機関として再生させた後、トレーナの養成を開始し、1 年後には第一期の教育訓練終了者を Arusha と Moshi へ配属し、地方への技術移転活動の展開を図る。

前述の通り第 1 次および第 2 次のトレーナ配属では、SV トレーナと電工職トレーナの 2 名が 1 組となり、事業所内での技術指導にあたる。研修終了後にトレーナを事業所に配置する場合には、少なくとも第 1 次のトレーナ配属時には、通常のメンテナンス業務で最低限必要となる機材の配備も考慮することが大切であろう。Table 5.2 にその例を示した。

当面は DAMP トレーニングを履修したトレーナを通じて、管内要員各自の能力向上に努め、逐次コンピュータ、工具、機材など作業環境の整備を図る。第 3 次のトレーナ教育の終了後は、Arusha、Moshi とともに所要の技術管理要員を確保できることになる。事業所に配属されたトレーナは技術指導を続けながら、DAMP と連携して現場での機械工具類の装備基準作成、保守管理方法の標準化、点検検査手法の標準化に努めることが必要である。

DAMP では維持管理業務を確実にかつ計画的に継続できるよう、予算措置も含め各事業所を支援することが求められる。また、それぞれの事業所におけるト-ナ-の活動により得られるデータを分析することで、さらに進んだ維持管理計画と要員育成計画を立てることができる。

Table 5.1 DAMP 整備のために必要な機材

S/N	DESCRIPTION	Q'TY	REMARKS
A. WORKING TOOLS			
1	Screw anchor (provisional type)	5	
2	Stretching roller	50	Model 5R - 4010
3	Earthing gear	6	Model MA 121A-20 applied for 11/33 kV
4	Rubber gloves 20kV with protector	3	
5	Rubber gloves 1000V with protector	15	
6	Safety belt	20	Model 630-27
7	Work platform (small size)	10	
8	Work platform (big size)	10	K-4
9	Climbing spike with belt	40	F-G with belt
10	Wire cutter (small size)	3	BC-0775 (G & J MMC)
11	Wire cutter (big size)	3	ABC-900 (G & J MMC), RC-800 (SEIWA)
12	HT fuse extractor(insulated switch operator)	3	Model SA109c3-6
13	Insulated ladder 9mts	3	FRM
14	Insulated ladder 13mts	3	FRM
15	Aluminum extension ladder	5	
16	Wire rope with Accessories	2	Main wire for 7 tone crane
17	Wire rope with Accessories	2	Sub wire for 7 tone crane
18	Wire rope with Accessories	2	for 3 tone crane
19	Portable winch with wire	3	1000D, MR-5
20	Welding torch kit with horse 10m	3	Yamato sangyo YM-B
21	Double snatch block 100mm	3	
22	Single snatch block 100mm	3	
23	Adjustable angle wrench 300mm	20	
24	Cutting pliers 200mm	20	
25	Ratchet wrench	20	
26	Pliers case	20	NP-3
27	Spare safety rope	20	
28	Electrician tool kit	3	700SG-Maedakinzoku, HOZAN HKC-S51
29	Sling wire 1.5 tone	10	
30	Sling wire 3 tone	10	
31	Insulation distance measuring rod 12m	2	
32	Waist bag	20	
33	Traffic safety cone 700mm c/w cone stick	50	
34	Auger bit 5/8" for drill machine	20	
35	Auger bit 3/4" for drill machine	20	
36	Auger bit 5/8" with handle	20	
37	Auger bit 3/4" with handle	20	

第5章 保守管理/教育訓練

38	Canvas bucket	20	
39	Pull lift	20	
40	Drum jack	6	
41	Clamp stay	18	
42	Logger fixer	2	
43	Spanner holder	20	
44	Ratchet holder	20	
45	Tape measure 3.5m	10	KS19-35B
46	Tape measure 5.5m	10	KS19-55B
47	Tape measure 50m	4	VR 50
48	Tensioning hoist 1.5 tonne	20	
49	Bolt clipper 750mm	4	
50	Skinning knife	20	
51	Conductor cleaning brush copper	10	
52	Conductor cleaning brush Aluminum	10	
53	Wire lope	30	NIKO WR-12S, WR-14S, WR-16S
54	Hammers	30	OH HK-10

B. INSTRUMENTS			
1	Digital measure	3	
2	Earth tester	3	Hioki 3150
3	Phase rotation tester	3	
4	Megger (Insulation) tester	3	Hioki 3117-13
5	Clamp tester (analogy)	3	Hioki 3127
6	Clamp tester (digital)	3	Hioki 3266
7	Sequence tester	3	
8	Measuring stick	2	
9	Power analyzer	2	
10	Voltage recorder	6	Hioki 8202-11
11	Current recorder	6	Hioki 9008
12	AVO meter (Analogy)	3	Hioki 3030-01
13	AVO meter (digital)	3	Hioki 3200-01
14	Voltage detector 11/33kV	6	
15	Phasing equipment	3	
16	Tension meter	3	
17	LV detector	20	

C. EQUIPMENTS			
1	Base station radio call	1	
2	Vehicle mounting radio call	8	
3	Hand radio call	4	
4	Mobile telephones	6	
5	Blue printing machine	1	
6	Photocopying machines (heavy duty)	1	Canon NP 6621
7	Photocopying machines	1	Canon NP 6220
8	Laser printer	2	HP 1100/1200
9	Personal computer	4	
10	TV set	1	
11	Video deck	1	
12	Compaq Deskpro Computer c/w Plotter	1	Plotter type- HP Design jet 750C plus

13	Projector	2	
14	Camera	4	
15	Video camera	1	
16	Binoculars	4	
17	Portable computer	1	
18	Scientific calculator	3	

D. MACHINERIES			
1	Air compressor c/w digging accessories	1	DENYO DPS-950SS
2	Pole hole excavator	1	
3	Bench drilling machine	1	KIWA KUD-700
4	Bench vice	3	G&J RV-150
5	Power hacksaw (sawing machine)	1	TSUNE BSM-190/240
6	Chain saw	2	Shindaiwa A303C
7	Hand drill	3	Toshiba RH-38E
8	Hand grinder	2	Toshiba DGP-180B
9	Welding glasses ⁴	4	DPM WI HD
10	Compression machine	4	LOBSTER AKH-150S
11	Burner	2	NEW FUJI S-2B

E. VEHICLES & MOTORCYCLES			
1	Truck with crane	2	4-ton truck, 3-ton crane
2	Crane truck	1	8 tones
3	Bucket wagon truck	1	
4	Pickup double cabin	1	
5	Pickup single cabin	2	
6	Motorcycles	2	

Table 5.2 地方展開時に配備が必要な機材

S/N	DESCRIPTION	Q'TY	REMARKS
A. WORKING TOOLS			
1	Stretching roller	20	Model 5R - 4010
2	Earthing gear	4	Model MA 121A-20 applied for 11/33 kV
3	Rubber gloves 20kV with protector	3	
4	Rubber gloves 1000V with protector	15	
5	Safety belt	20	Model 630-27
6	Work platform (small size)	5	
7	Work platform (big size)	5	K-4
8	Climbing spike with belt	20	F-G with belt
9	Wire cutter (small size)	2	BC-0775 (G & J MMC)
10	Wire cutter (big size)	2	ABC-900 (G & J MMC), RC-800 (SEIWA)
11	HT fuse extractor (insulated switch operator)	2	Model SA109c3-6
12	Insulated ladder 9mts	2	FRM
13	Insulated ladder 13mts	2	FRM
14	Aluminum extension ladder	2	
15	Portable winch with wire	2	1000D, MR-5
16	Welding torch kit with horse 10m	2	Yamato sangyo YM-B
17	Double snatch block 100mm	2	

第5章 保守管理/教育訓練

18	Single snatch block 100mm	2	
19	Adjustable angle wrench 300mm	20	
20	Cutting pliers 200mm	20	
21	Ratchet wrench	20	
22	Pliers case	20	NP-3
23	Spare safety rope	20	
24	Electrician tool kit	1	700SG-Maedakinzoku, HOZAN HKC-S51
25	Sling wire 1.5 tone	10	
26	Sling wire 3 tone	10	
27	Insulation distance measuring rod 12m	1	
28	Pull lift	2	
29	Drum jack	4	
30	Tensioning hoist 1.5 tonne	6	
31	Bolt clipper 750mm	2	
32	Skinning knife	4	
33	Conductor cleaning brush copper	4	
34	Conductor cleaning brush Aluminum	4	

B. INSTRUMENTS			
1	Digital measure	1	
2	Earth tester	1	Hioki 3150
3	Phase rotation tester	1	
4	Megger (Insulation) tester	1	Hioki 3117-13
5	Clamp tester (digital)	1	Hioki 3266
6	Sequence tester	1	
7	Measuring stick	1	
8	Voltage recorder	3	Hioki 8202-11
9	Current recorder	3	Hioki 9008
10	AVO meter (digital)	1	Hioki 3200-01
11	Voltage detector 11/33kV	2	
12	Phasing equipment	1	

C. VEHICLES & MOTORCYCLES			
1	Truck with crane	1	4-ton truck, 3-ton crane
2	Pickup single cabin	1	

5.8 費用

5.8.1 機材費

Table 5.1 に示す DAMP 整備のために必要な機材、Table 5.2 地方展開時に配備が必要な機材の機材価格を Table 5.3 に示す。価格は国内調達へ入。130 円/USD

Table 5.3 改善に必要な機材費 (単位 千ドル)

項目	価格	備考
DAMP 整備(車両以外)	434	外貨
DAMP 整備(車両)	338	外貨
Arusha、Moshi 配備(車両以外)	180	外貨 90/箇所
Arusha、Moshi 配備(車両)	138	外貨 69/箇所
合計	1,090	

5.8.2 事務所改修等

現状 DAMP の改修費用、Arusha、Moshi の事務所建設として、前回 DAMP の敷地費用積算実績を参考に、内貨分として以下を計上する。

Table 5.4 事務所改修、建設費用 (単位 千ドル)

項目	価格	備考
DAMP 改修	100	内貨
Arusha	100	内貨
Moshi	100	内貨

5.8.3 その他費用

講師については、ドナ国援助機関による専門家派遣を想定し計上しない。事務所管理費については、TANESCO が負担することで特に計上しない。TANESCO スタッフの海外研修のみ、以下の通り計上する。

Table 5.5 海外研修費用 1年あたり (単位 千ドル)

項目	価格	備考
TANESCO スタッフ海外研修費用	40	2名×2ヶ月

(4) 合計

(1)～(3)を考慮すると、維持管理センターの改善に必要な費用は以下の通りとなる。

Table 5.6 改善に必要な費用合計 (単位 千ドル)

		1st	2nd	3rd	Total
DAMP	FC	772			772
	LC	100			100
Arusha	FC		318		318
	LC		100		100
Moshi	FC		318		318
	LC		100		100
Training	FC	40	40	40	120
Total	FC	812	676	40	1528
	LC	100	200		300

5.9 今後の課題

5.9.1 メンテナンスの重要性に関する認識醸成

今回の現地調査で、TANESCO 配電設備を目にして感じたことは、外国支援のバネリ工事の進む一方で、メンテナンスが行き届かずに荒廃の進んでいる設備が多く目に付く事であった。要員、補修材料、工具、運搬機材等全て不足だらけとは聞いていたが、サトの荒れ様は普通でない。多くの設備は、点検はおろか、掃除さえした形跡がない。どうしてこうなるのか理解に苦しんでいた時、たまたま、目にしたのがタンザニアのメンテナンス啓発運動の記事³⁾であった。Dar es Salaam 工科大学の R. J. Masika 博士と Dar es Salaam 大学の B. A. Kundi 教授による、「タンザニアのエンジニアリング」に対するメンテナンスの挑戦」と題する

公開講演会の紹介記事である。タンザニアのメンテナンス問題の本質を明快に解説してある。劣悪なメンテナンスの根底にあるのは、物事を気にしないという精神風土にあるという説明は大いに納得出来る。記事の概要を以下に抜粋する。

「引用」

タンザニアでは適切なメンテナンスがなされないため、道路、ビル建設や電気、水道などの公共事業で、膨大な無用な投資を強いられ、結果として国の経済収支にネガティブな影響を与えている。

メンテナンスの重要性：

タンザニアでは怠慢メンテナンス(ノメンテナンス)が世間一般にゆきわたっている。怠慢メンテナンス、不適切なメンテナンスによる事故も普通のこととなっている。多くの企業が不適切なメンテナンスの結果として、使用できる機材が得難く、稼働率が悪いので経済的損失を抱えている。設備の事故率の異常に高いのも一般的になっている。これはメンテナンスの適切、系統だった取り組み不足と、ブレイクダウンメンテナンス(故障時対応メンテナンス)のみに頼っている結果である。

不良メンテナンスの影響：

道路の補修工事が遅延すれば、それが更なる損壊を招き、大掛かりな復旧工事ともなりかねない。全体再工事となった場合は通常メンテナンスの場合と比べて3倍のコストを要する。

タンザニアのメンテナンス問題の根本原因は、多くのセクターでメンテナンスに対するモチベーション(人々の関心)が極めて低いか、全く無いということである。

不適切なメンテナンス管理システム：

タンザニアでは、メンテナンスの必要性についての評価が不十分である。メンテナンス問題に対してマネジメント(政策決定者)は認識不足で、メンテナンスの履行計画も不適切なものである。

不十分な自前技術で先進技術設備のメンテナンスを扱うこと、不適切なメンテナンスの人材開発と不適切な人材配置と言った状況では、どんなに援助が得られても、メンテナンスモチベーションが脆弱であれば設備メンテナンスは立ち後れた状態に止まることになる。

この国のメンテナンス、補修の問題は、人材不足、技術知識や予備品不足だけではなく、取り組み姿勢と慣習の問題が大いに関わっている。

人々は穴ぼこだらけの道路や舗装面のクラックがどんなに進んでも困った様子が見られない。人々は道路脇や側溝の汚物の山がどんなに増えても苛立つこともない。これは物事を気にしないという態度(気風)の問題である。結果として物事の基準を無くし、不完全な技術とそれによって生じた余分なコストを容認していることである。

5.9.2 メンテナンスコスト

公益事業者である TANESCO は需要家に良質の信頼度の高い電力を供給する責任がある。供給責任をまっとうするには、保守要員の確保や資機材の調達に相応のメンテナンスコストがかかる。TANESCO 配電設備の不十分なメンテナンスは、設備運営に必要な最低限のメンテナンスをやっていないところに問題がある。財政事情を理由にメンテナンスをなおざりにすることは、筋違いである。経営の健全化を図り、必要経費の予算措置を講ずべきである。

第6章 環境配慮

本プロジェクトにおける環境調査結果の概要を以下に示す。

6.1 環境影響評価結果の取りまとめ内容

環境影響評価(EIA)調査中に集められた全ての情報は、EIS(環境影響評価結果申告書)に編集される。EISには以下のような項目が含まれる。なお、本項はEIA手続案のEISに相当する。

- ベースラインの概要と内容
- 提案事項の進捗状況
- 潜在的影響の確認と予測
- 影響に関する緩和についての配慮、および意見
- 環境管理計画

6.2 調査結果概要

本件の対象となるプロジェクトのうち、規模が大きく代表的なものについて、調査結果の概要を記載する。

6.2.1 Dar es Salaam

(1) New Oysterbay S/S 新設

- 計画概要:
 - Dar es Salaam 市北西にある TANESCO の Kinondoni North 営業所に隣接する自社地に変電所を新設し、132/33kV 45MVA×2、33/11kV 15MVA×2、33kV feeder×4、11kV feeder5 を設置する計画である。
- EIA 結果:
 - すでに TANESCO の Kinondoni North 営業所の隣接地を本件予定地として同社が取得済みであり、広さも十分であり、用地上の問題はない。
 - 当該土地は整地済みで平坦であり、地質・地形安定の問題はない。
 - 当該土地は既に開発された地区にあり、野生保護地域や文化財保護地域には該当しない。
 - 当該土地の周囲は塀で囲まれている。敷地の一方は公道に面し、残る 2 方には空き地が広がっており近隣に家屋はないため、景観・用地上の問題はなく、既存コミュニティへの影響や既存インフラへの影響は考えにくい。
 - 変電所の新設であるため、排水・ガス・煤塵・熱・出水・廃棄物の排出はなく、近隣に家屋がないため、騒音の問題も考えられない。

- 敷地の一方が公道に面しているため、現場進入や輸送に何らの問題もない。

(2) Ubungo S/S～New Oysterbay S/S 132kV 送電線新設

- 計画概要:両変電所間に 132kV 送電線を約 8.5km 新設する。
- EIA 結果:
 - Ubungo S/S は既設であり、新規用地の取得は必要なく、また新設の New Oysterbay S/S の用地は取得済みであり、用地上の問題はない。いずれの用地も平坦であり、土地安定・地質について問題はない。
 - 送電線鉄塔敷地は地形安定化した地点を選択し、鉄塔敷地および送電線の線下補償を適切に実施する必要がある。
 - 送電線は Dar es Salaam 市郊外を通ることが計画されており、野生保護地域や文化財保護地域に該当することは考えにくい。
 - 送電線鉄塔の建設により景観が変化するため、極力、住宅地・コミュニティ施設・休養地を避けるなど景観や既存コミュニティに配慮することが望ましい。
 - 航空法等により航空障害灯等の設置が義務づけられている場合には、これに対応する措置を行う必要がある。
 - 送電線布設によって排水・水質およびガス・煤塵・放熱・廃棄物の問題は生ぜず、強風時に限り近隣住宅が騒音(風切音)を感じる可能性がある。
 - 静電誘導および電磁誘導を避けるため、当国の基準にしたがい送電線は地上から十分な離隔を確保する必要がある。
 - 送電線が道路や河川を横断して建設される場合、交通や川の流れを妨げないような設計とする必要がある。
 - 送電線ルートに軍関連施設がある場合には、建設前に十分に話し合い、所要の許可等を得る必要がある。
 - 送電線の建設によりテレビ等が受信しにくくなったとの申し出がある場合には、アンテナの調整等の対策を検討することが望ましい。
 - なお、送電線工事にあたっては、以下に留意すること。
現場進入や輸送時に、道路の交通の妨げとならないよう工事を行うこと。
工事を円滑に推進するため、資材・重機の仮置き場等の仮工事用の用地を確保すること。

6.2.2 Arusha

(1) Njiro S/S 主変圧器増容量

- 計画概要:132/33kV 45MVA 変圧器(1 台)の増設

- EIA 結果:
 - 本件は既存変電所の敷地内に機器を増設するものであり、土地を追加取得する必要はない。敷地は十分な広さを持つ整地済みの平坦地であり、景観・用地上の問題や地質・地形安定の問題はない。
 - 当該土地は、既に開発された地区にあり、野生保護地域や文化財保護地域には該当しない。
 - 既設変電所の周辺に住宅・コミュニティは無く、既存コミュニティや既存インフラへの影響は考えにくい。
 - 変圧器の増設であり、排水・水質およびガス・煤塵・放熱・廃棄物の問題は生じない。
 - 変圧器から騒音を生じるが、隣接に住宅がないため、実質的な影響は生じない。
 - 既設変電所には、設備保護のため、障壁・有刺鉄線が設定され、警備員が既に配置されている。

6.2.3 Moshi

当地区における次の4プロジェクトについて調査結果の概要を記す。

(1) Kiyungi S/S 機器取替

- 計画概要:33kV ファイター保護(8台)取替
- EIA 結果:
 - 本件は既存変電所の敷地内に機器を増設するものであり、土地を追加取得する必要はない。敷地は十分な広さを持つ整地済みの平坦地であり、景観・用地上の問題や地質・地形安定の問題はない。
 - 当該土地は、既に開発された地区にあり、野生保護地域や文化財保護地域には該当しない。
 - 既設変電所に隣接する住宅・コミュニティは無く、既存コミュニティや既存インフラへの影響は考えにくい。
 - 機器の増設であり、排水・水質およびガス・煤塵・放熱・廃棄物の問題は生じない。
 - 変圧器から騒音を生じるが、隣接に住宅がないため、実質的な影響は生じない。
 - 既設変電所には、設備保護のため、周囲が障壁で囲まれており、警備員が既に配置されている。
 - なお、工事中の際は、以下に留意する必要がある。
 少し離れた地点に集落があるため、その住民に工事説明を行うことが望ましい。
 変電所進入路に至るまでの公道の路面が荒れており、重量・壊れ物を現場に運搬する際に注意を要する。

第7章 経済分析

第4章にて策定された拡張計画 Case-A と Case-B について、プロジェクトの妥当性について国家経済の観点から評価を行った。その結果を以下に示す。

7.1 経済的内部収益率

上記の便益とコストに基づき、4つのケースに付き経済的内部収益率を算出した。算出されたEIRRは以下の通りである。

- Dar es Salaam 地域 (Case-A) : 14.73%
- Dar es Salaam 地域 (Case-B) : 15.92%
- Arusha, Kilimanjaro 地域 (Case-A) : 7.19%
- Arusha, Kilimanjaro 地域 (Case-B) : 7.72%

7.2 感度分析

プロジェクトの経済評価は仮定に基づくものであり、その仮定は将来の政治・社会・経済動向などにより変わり得るものである。従い、本調査では、以下のパラメータを変化させその影響を評価した。その結果はTable 7.1に示すとおりである。

- 便益の額
- 建設費用

Table 7.1 感度分析結果のまとめ

	Dar es Salaam		Arusha, Kilimanjaro	
	Case-A	Case-B	Case-A	Case-B
Construction Cost				
+ 20%	12.25%	13.23%	5.37%	5.83%
+ 10%	13.39%	14.47%	6.21%	6.71%
± 0%	14.73%	15.92%	7.19%	7.72%
- 10%	16.32%	17.65%	8.33%	8.91%
- 20%	18.25%	19.78%	9.69%	10.34%
Benefit Amount				
+ 20%	17.76%	19.23%	9.46%	10.08%
+ 10%	16.26%	17.59%	8.35%	8.92%
± 0%	14.73%	15.92%	7.19%	7.72%
- 10%	13.15%	14.21%	5.98%	6.47%
- 20%	11.51%	12.45%	4.69%	5.15%

7.3 経済分析のまとめ

本調査ではプロジェクトの定量化が可能な直接便益のみを対象として経済評価を行なった。Dar es Salaam 地区のEIRRは15%前後と高い値であったが、Arusha, Kilimanjaro 地区については7%程度であった。人口密度が低く、需要家当たりの電力消費量が少ない地方都市の場合には、コストに比較して電力販売量（直接便益）が少なくならざるを得ないため、上記の結果は当然とも言える。2010年迄に必要な投資コストと運転費用の合計額を電力販売量

第7章 経済分析

(増加額) で除した kWh 当たりのコストを指標とすると、Arusha, Kilimanjaro 地区は Dar es Salaam 地区の約 1.8 倍となった。

一方、増加する需要に対応した品質の高い電力を安定供給することは地域の工業発展、住民の生活水準の向上等に不可欠である。また、電圧変動の解消により、電気製品が損害を受け寿命が短い、電圧低下により電気器具が使えないといった問題が解消される。以上の様な間接便益を勘案すると、Dar es Salaam に限らず、Arusha, Kilimanjaro 地区でも、本プロジェクトは実施に値すると判断される。

Case-A (ピーク対応の設備投資を行なう場合) と Case-B (完全なピーク対応の設備投資は行なわず、ロードシェイピングを行なう場合) の比較では Case-B の方が高い EIRR が得られた。ピーク需要に対応した設備投資を行なう事が理想ではあるが、資金面での制約もあるので、ロードシェイピングについて検討の価値はあると言える。