

No. 1

タンザニア連合共和国

キリマンジャロ州配電網整備計画

基本設計調査報告書

JICA LIBRARY



J1128259(7)

平成8年3月

国際協力事業団

(株) EPDCインターナショナル

無調

96-059

タンザニア連合共和国

キリマンジャロ州配電網整備計画基本設計調査報告書

平成8年3月

116
44
117

RY



1128259 (7)

タンザニア連合共和国

キリマンジャロ州配電網整備計画

基本設計調査報告書

平成8年3月

国際協力事業団

(株) EPDCインターナショナル

序 文

日本国政府は、タンザニア連合共和国政府の要請に基づき、同国のキリマンジャロ州配電網整備計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成7年10月14日から11月12日まで基本設計調査団を現地に派遣いたしました。

調査団は、タンザニア政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施いたしました。帰国後の国内作業の後、平成8年1月20日から1月31日まで実施された基本設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

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

平成8年3月

国際協力事業団
総 裁 藤 田 公 郎

伝 達 状

今般、タンザニア連合共和国におけるキリマンジャロ州配電網整備計画基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴事業団との契約に基づき、弊社が、平成7年10月9日より平成8年3月29日までの6ヵ月間にわたり実施いたしてまいりました。

今回の調査に際しましては、タンザニアの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に務めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

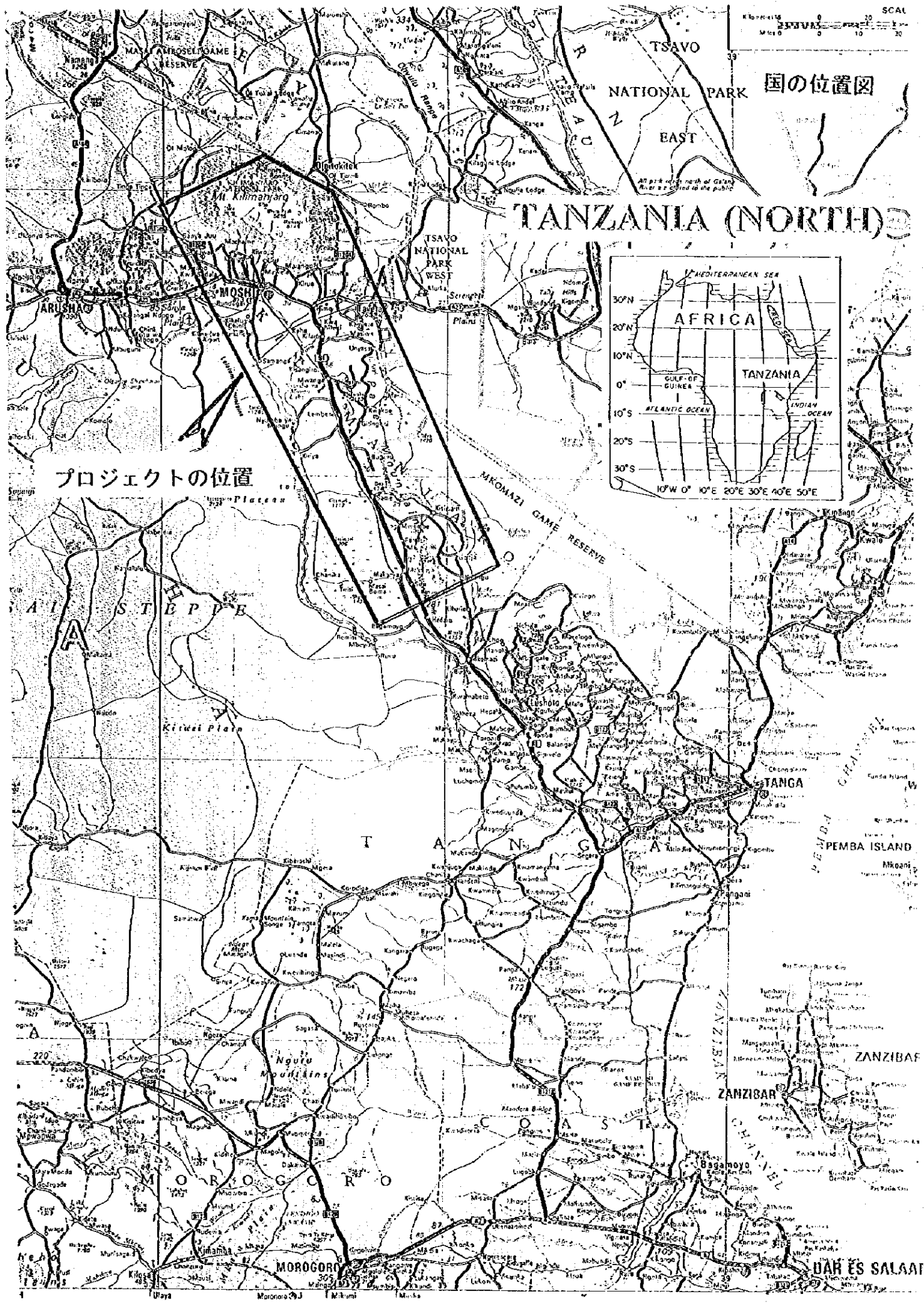
平成8年3月

株式会社EPDCインターナショナル

タンザニア連合共和国
キリマンジャロ州配電網整備計画
基本設計調査団

業 務 主 任 苦米地 辰 夫

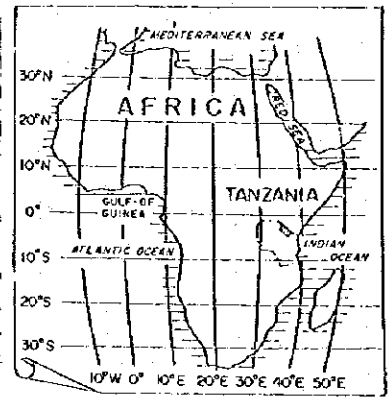
国の位置図



Scale: 0 10 20 Miles

国の位置図

TANZANIA (NORTH)



プロジェクトの位置

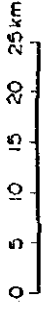
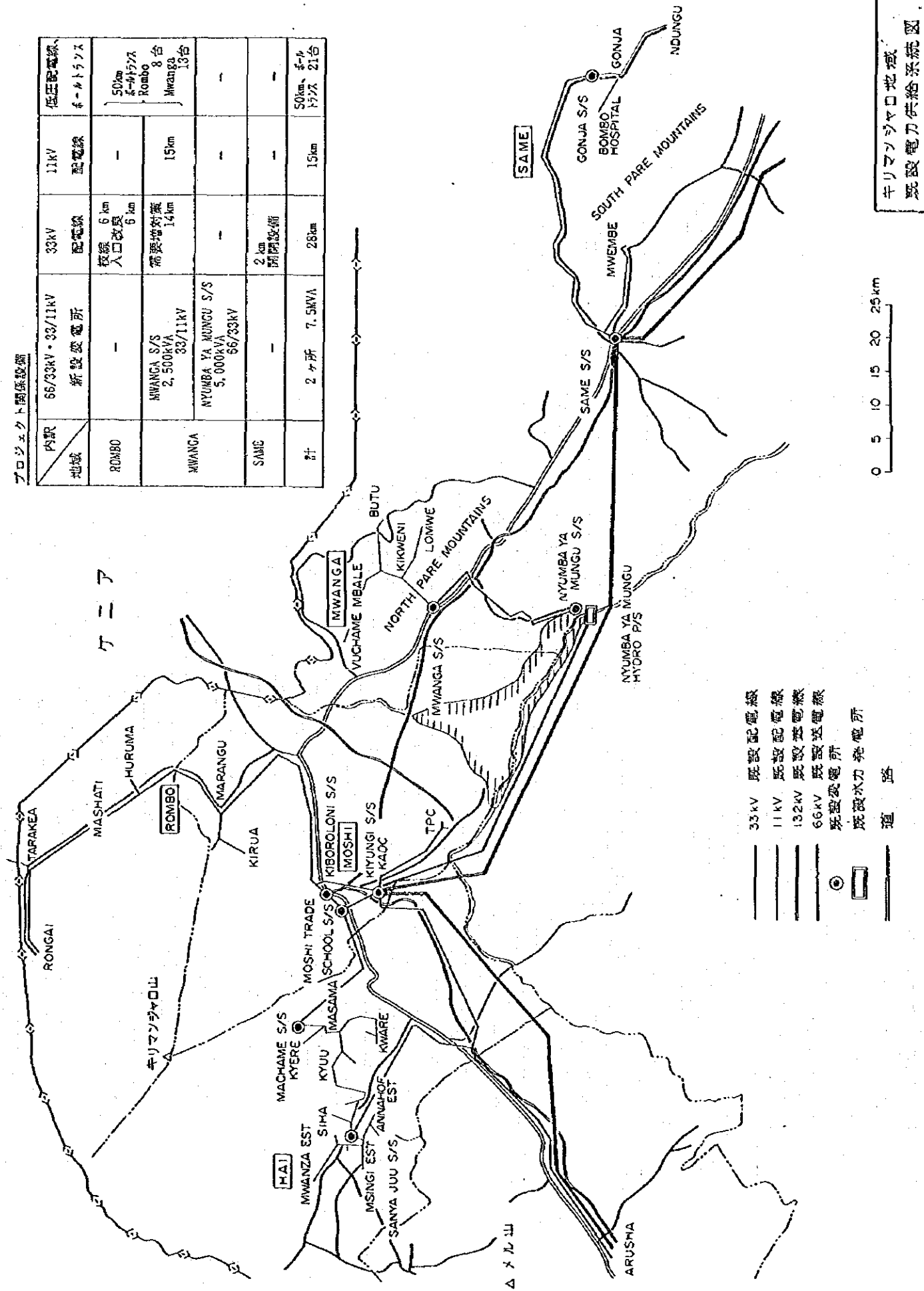
DAH ES SALAAT

プロジェクト対象地域の位置図

プロジェクト対象地域の位置図

プロジェクト関係設備

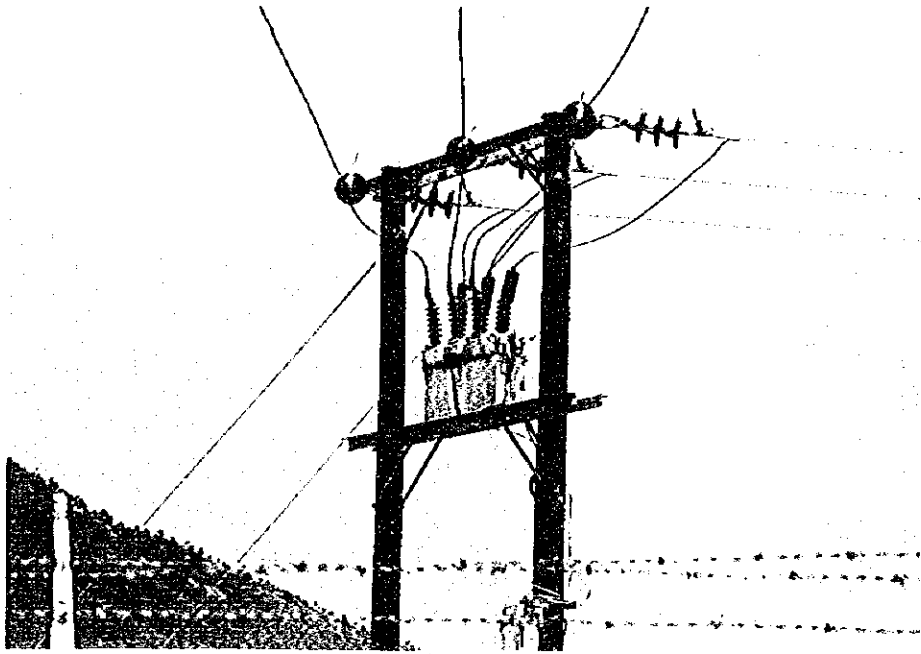
内訳 地域	66/33KV・33/11KV 新設変電所	33KV 配電線	11KV 配電線	低圧配電線、 ポルトラフス
ROMBO	-	概線 6 km 入口改良 6 km	-	50km ポルトラフス Rombo 8台 Mwanga 13台
MWANGA	MWANGA S/S 2,500KVA 33/11KV NYUMBA YA MUNGU S/S 5,000KVA 66/33KV	需要増対策 14km	15km	
SAME	-	2 km 閉閉設備	-	-
計	2ヶ所 7,5MVA	28km	15km	50km、ポルトラフス 21台



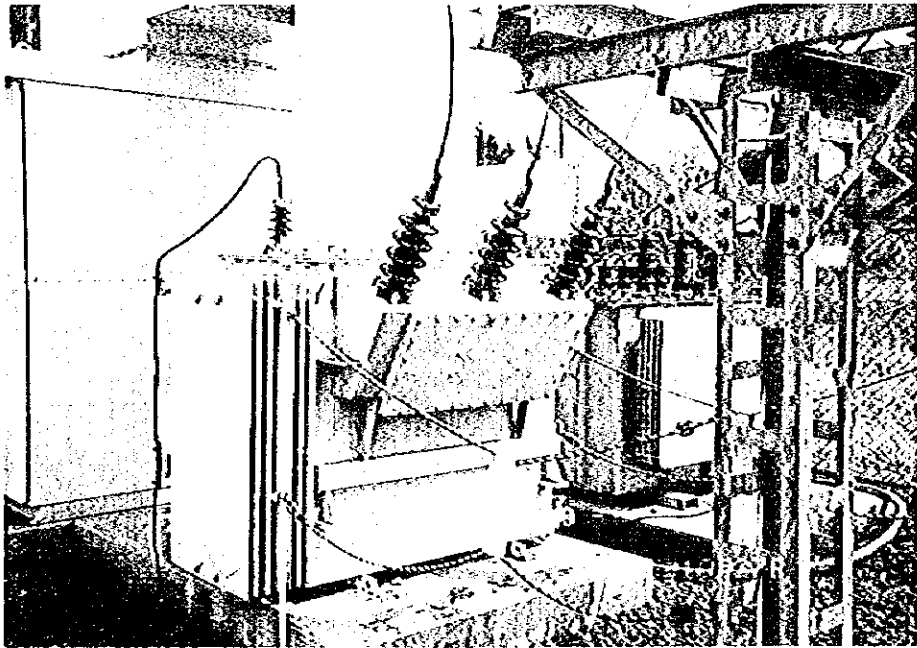
- 33kV 既設配電線
- 11kV 既設配電線
- 132kV 既設送電線
- 66kV 既設送電線
- 既設変電所
- 既設水力発電所
- 道

キリマンジャロ地域
既設電力供給系統図

写真



33 kV 配電線



MWANGA 変電所変圧器(500 kVA × 2 台)

略語集

略 語 集

Agencies (機関)

MEM : Ministry of Energy and Minerals	:	エネルギー・鉱物資源省
MOF : Ministry of Finance	:	大蔵省
TANESCO: Tanzania Electricity Supply Company Limited	:	タンザニア電力公社
EMB : Embassy	:	大使館
JICA : Japan International Cooperation Agency	:	国際協力事業団
IMF : International Monetary Fund	:	国際通貨基金
IDB : Inter-American Development Banks	:	米州開発銀行
EIB : European Investment Bank	:	欧州投資銀行
NORAD : Norgian Agency for Development Cooperation	:	ノルウェー開発協力庁
AfDB : African Development Bank	:	アフリカ開発銀行
IPP : Independent Power Producer	:	独立電気事業者
IPT : Independent Tanzania Ltd.	:	タンザニア独立電力会社
KFW : Kreditanstalt fur Wiederaufbau	:	ドイツ復興金融金庫
ODA : Overseas Development Administration	:	イギリス海外開発庁
DANIDA : Danish International Development Agency	:	デンマーク国際開発庁
NYM : Nymba ya Mungu	:	ヌンバヤムング

Term (用語)

BHN : Basic Human Needs	:	基礎生活援助
E/N : Exchange of Notes	:	交換公文
GDP : Gross Domestic Products	:	国内総生産
GNP : Gross National Products	:	国民総生産
US \$: United States dollar	:	米ドル
T. sh : Tanzania Shillings	:	タンザニアシリング (通貨)
G/T : Gas Turbine	:	ガスタービン

Unit (単位)

W : Watt	:	ワット (電力)
kW : Kilowatt = 10 ³ W	:	キロワット (電力)
kWh : Kilowatt hour = 10 ³ Wh	:	キロワット時 (電力量)
MW : Megawatt = 10 ³ kW	:	メガワット (電力)
MWh : Megawatt hour = 10 ³ kWh	:	メガワット時 (電力量)
GWh : Gigawatt hour = 10 ⁶ kWh	:	ギガワット時 (電力量)
Pf : Power factor	:	力率
Hz : Hertz(cycles per second)	:	ヘルツ (周波数)
EL : Elevation	:	高度、海拔
H. W. L : High Water Level	:	満水位
L. W. L : Low Water Level	:	低水位
kVA : Kilovolt Ampere = 10 ³ VA	:	千ボルト・アンペア (容量)
MVA : Megavolt Ampere = 10 ⁶ VA	:	メガボルト・アンペア (容量)
kV : Kilovolt	:	キロボルト (電圧)

要 約

要 約

タンザニア国（以下「タ」国という）は、アフリカ大陸の東南部に位置し、インド洋に面している。国土面積は 945,000km²で、人口は 2,799万人（1994年）である。

「タ」国では、労働人口の85.0%（1992年）が農業に従事し、産業別GNPでも61.0%（1992年）を農業が占めている。不安定な一次産業に依存するあまり、大幅な財政赤字と累積対外債務が「タ」国の財政を圧迫しており、現状としては、諸外国の援助により辛うじて財政の均衡を保っている。「タ」国は、1986年から世銀、IMFの協力を受け、構造調整プログラムを実施し、1993年の経済成長率が 3.7%と一定の成果を上げつつあるが、一人当たりのGNPが90ドル（1993年）にみられるよう、未だ厳しい状況にあることは否めない。

「タ」国では人口の80%以上が居住する地方農村の開発を重要課題として位置づけ、基礎的インフラの整備に重点を置いている。特に、地方電化の整備拡充を当該地域の開発手段として重要視しており、現行の開発計画RPF B(Rolling Plan and Forward Budget 1993/94 ~ 1995/96)においてもエネルギーの確保を重要政策として唱っている。しかし、右経済情勢の下、かかる政策を実行に移すのは困難な状況にある。

電気事業は、国営のタンザニア電力公社(TANESCO)1社により運営され、発電から配電までの全施設を保有し、全国の需要家約24万戸（1992年）に電力の販売を行なっている。世銀など外国の融資機関などより事業の効率化が求められており、直営であった電柱製造部門を TANESCOから切り離して民営とすることが実施される模様であるが、発電、送配電、電気販売の事業の基幹部門については従来どおりであり、民営化する動きは無い。

発電部門については、他国の援助により発電能力の拡充が実施され、現在の需要に応え得る約 400MWの可能出力を有している。しかし水力主火力従のため、近年の渇水年継続の影響を直接受け供給力不足をきたし、系統の周波数低下や電圧低下を惹起し、やむを得ず負荷カットを行なっていた。しかし、1995年は降雨量が比較的多く、北部ダムの水位が回復しつつあり、また、将来の需要を見越した発電所の建設も現在急ピッチで進められているので、1996年以降は、需給のバランスが正常化すると考えられる。

送電部門についても援助により主要水力発電所、大都市間の高圧送電線による連系が整備され、ほぼ全国に基幹流通経路が伸びている。

配電部門については、都市部の電化は比較的進んでいるが、地方の電化は資金不足で遅々として進んでいない。「タ」国全体の電化率は10%弱（1995年）と低く、発電、送電部門の供給能力に比して立ち遅れが指摘されている。

キリマンジャロ州は肥沃な土地を有し、「タ」国の農村開発の拠点となっている。

州都 Moshiは、1970年代の始めに電化されていたが、同州の全域に電化範囲が拡張されたのは、1979～1983年に行われた日本の援助（OECFローン）によるキリマンジャロ州配電網計画の実施によるもので変電所5箇所、33kV/11kV配電線204km、低圧線140km、車輛27台他が調達された。これによりこの地方の電化計画は当州の経済開発に著しく貢献したが、一方、建設後12年を経て、インフラ整備による人口の集中で地域需要が急激に増加し、変電所の過負荷や、電圧の低下により農業生産物の処理能力の低下、待機需要家の増加、停電頻度の増加などをきたすようになった。

「タ」国政府はこれに対処するために、1991年12月日本政府に対して配電設備の強化を日本の無償資金協力で行なうべく要請してきた。その内容は①電圧補償昇圧器3MVA 1台、②変圧器2.5MVA 1台、③33kV配電線55km、④11kV配電線20km、⑤低圧線1式、⑥通信システム1式、⑦車輛など1式である。

日本政府は、この要請を受け、基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団は1995年10月14日から11月12日迄の30日間、基本設計調査団を派遣し、調査の結果についてさらに1996年1月20日から1月31日迄の12日間、基本設計概要説明のための団員を「タ」国に派遣した。

今次計画対象地域は、日本の有償資金協力(1979～1983年)で送配電網が整備されたが、調査の結果、Rombo 地区において老朽化による電圧低下が、Mwanga地区において開発進行による需要増が問題として認められ、次の様に対処することとした。

- 1) 電圧低下及び需要増に対しては低圧配電線調達により取替または新設を行う。
- 2) 需要増地域への電力供給量増強のため変電所を新設する。

さらに、運営・維持管理体制の向上のため無線機、車輛他を調達する。表1に当初要請と今次調査での対策を示す。

表1 プロジェクトの結論と対策

要 請	結 論	対 策
1. Rombo の 昇圧器 3MVA 1台	必要なし	<ul style="list-style-type: none"> ・低圧回路電圧低下対策として回路の電線取替、(Rombo地区以外も含め50km) ポールトランス 8 台の増強を行なう。 ・他に需要増対策として33kV枝線 6 kmを新設する。 ・信頼度向上対策として Rombo 線入口 33kV 6 km の改良工事を行う。 ・同様に33kV負荷開閉器3台(Rombo他)を設置する。
2. Mwangaの 変圧器 2.5MVA 1台	必要	<ul style="list-style-type: none"> ・要請通り 2.5MVA の変電所を新設する。 ・Mwanga地区需要増対策として33kV配電線14km、ポールトランス 4 台を新設する。 ・信頼度向上対策としてMwanga 33kV 引込回線の改良工事を行う。 ・同様にMwangaの11kV引出を 3 回線とする。
3. 33kV 55 km 配電線 (Same→Mwanga 受電強化)	代替	<ul style="list-style-type: none"> ・配電線を取り止め Nyumba Ya Mung 変電所新設 (5MVA)により既設配電線によりMwangaへ送電する。 ・信頼度向上対策としてSameの引出33kV 2kmの改良工事を行う。
4. 11kV 20km 配電線	必要	Mwanga地区の需要増対策として 11kV 配電線 15km、ポールトランス 9 台を増強する。
5. 低圧回路補修 1式 (ポールトランス含む)	必要	Rombo 地区の電圧対策(1項と重複)とMwanga 地区の需要増対策を含めて低圧回路計50km補修
6. 無線機 1システム	必要	基地局 8 局、中継局 1 局、他
7. 車輛と工具	4WD ワゴンを作業用車輛に変更	トラック 1 台、作業用車輛 3 台、工具 1 式

主要機材の概略は表2のとおりである。

表2 主要機材概略

品名	仕様	数量
Mwanga 変電所用		
変圧器	33kV/11kV 2.5MVA	1台
遮断器	油入型 36kV 600A 12.5kA	2台
Nyumba Ya Mungu 変電所用		
変圧器	66kV/33kV 5.0MVA	1台
遮断器	油入型 72kV 600A 25kA	1台
33kV 配電線		28km
11kV 配電線		15km
低圧配電線		50km
ポールトランス		21台
無線通信機材		1システム
車輛・工具	トラック、作業用車輛	4台

工期は実施設計、発注業務を1996年6月末迄に実施。機器製作、輸送を12月迄、その後変電所機器の据付、配電線の建設を実施し、1997年3月末迄に2箇所の変電所および配電線主要部を完成することとしている。変電所の基礎工事および配電線建設の工事は全て「タ」国側の工事範囲で、本プロジェクトに対する同国側の確実な実施が特に要求される。この点「タ」国側の予算措置および工程管理に留意する必要がある。低圧線の末端部分の工事は、年度末迄に全量完成するには至らないが、1997年中には工事完了となる。

本プロジェクトの概算事業費は 454.6百万円である（日本側 437.9百万円、「タ」国側 16.7百万円）。

本プロジェクトの実施により、今まで建設が見送られていた待機需要家（一般住宅だけで Mwanga郡 660件、 Rombo郡 640件）への供給が可能となる。また、今後 43基配置される予定のメイズ脱穀所が順調に稼動することになり、農業基盤向上の障害が解決されることとなる。

低圧資機材、ポルトランスの調達により電圧低下（規定 230Vに対して 190V以下）が改善され、さらに配電系統改善により停電回数（年20回程度）の減少が見込まれ当該分野のサービスレベルが向上する。

また、電化により一般家庭の調理用燃料にかかる樹木伐採が減ることになり、森林保護もこのプロジェクトの間接的効果の一つと見られる。

提言として TANESCOの一部 132kV変電所の保守、運転の技術レベルの低いところがあるが、最近完成した TANESCO企業内研修所など活用して人材育成に力を入れる必要がある。

また、電気料金の徴収が徹底しておらず、独立採算性をとる企業体としてこの点を改善することは、今後の事業展開の鍵となる。新しいビリングシステムの導入を検討しているが、定期的な検針や滞納者数の減少などの対応がなされるべきである。

目 次

序 文

伝 達 状

国の位置図・プロジェクト対象地域の位置図・写真

略 語 集

要 約

第1章 要請の背景

1-1 背 景	1-1
1-2 要請内容	1-2
1-3 計画の目的	1-2
1-4 前 計 画	1-3

第2章 プロジェクトの周辺状況

2-1 当該セクターの開発計画	2-1
2-1-1 上位計画	2-1
2-1-2 財政事情	2-4
2-1-3 タンザニア国の電力事情	2-12
2-2 他の援助国、国際機関等の計画	2-23
2-3 我が国の援助実施状況	2-24
2-4 プロジェクト・サイトの状況	2-27
2-4-1 自然条件	2-27
2-4-2 社会基盤整備状況	2-29
2-4-3 既存施設・機材の現状	2-31
2-5 環境への影響	2-35

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの目的	3-1
3-2 プロジェクトの基本構想	3-2
3-3 基本設計	3-9
3-3-1 設計方針	3-10
3-3-2 基本計画	3-17
3-3-3 図面と表	3-23
3-4 プロジェクトの実施体制	3-51
3-4-1 組 織	3-51
3-4-2 予 算	3-52
3-4-3 要員・技術レベル	3-55

第4章 事業計画

4-1 施工計画	4-1
4-1-1 施工方針	4-1
4-1-2 施工上の留意事項	4-2
4-1-3 施工区分	4-2
4-1-4 施工監理計画	4-3
4-1-5 資機材調達計画	4-6
4-1-6 実施工程	4-7
4-1-7 相手国側負担事項	4-8
4-2 概算事業費	4-9
4-2-1 概算事業費	4-9
4-2-2 維持・管理計画	4-10

第5章 プロジェクトの評価と提言

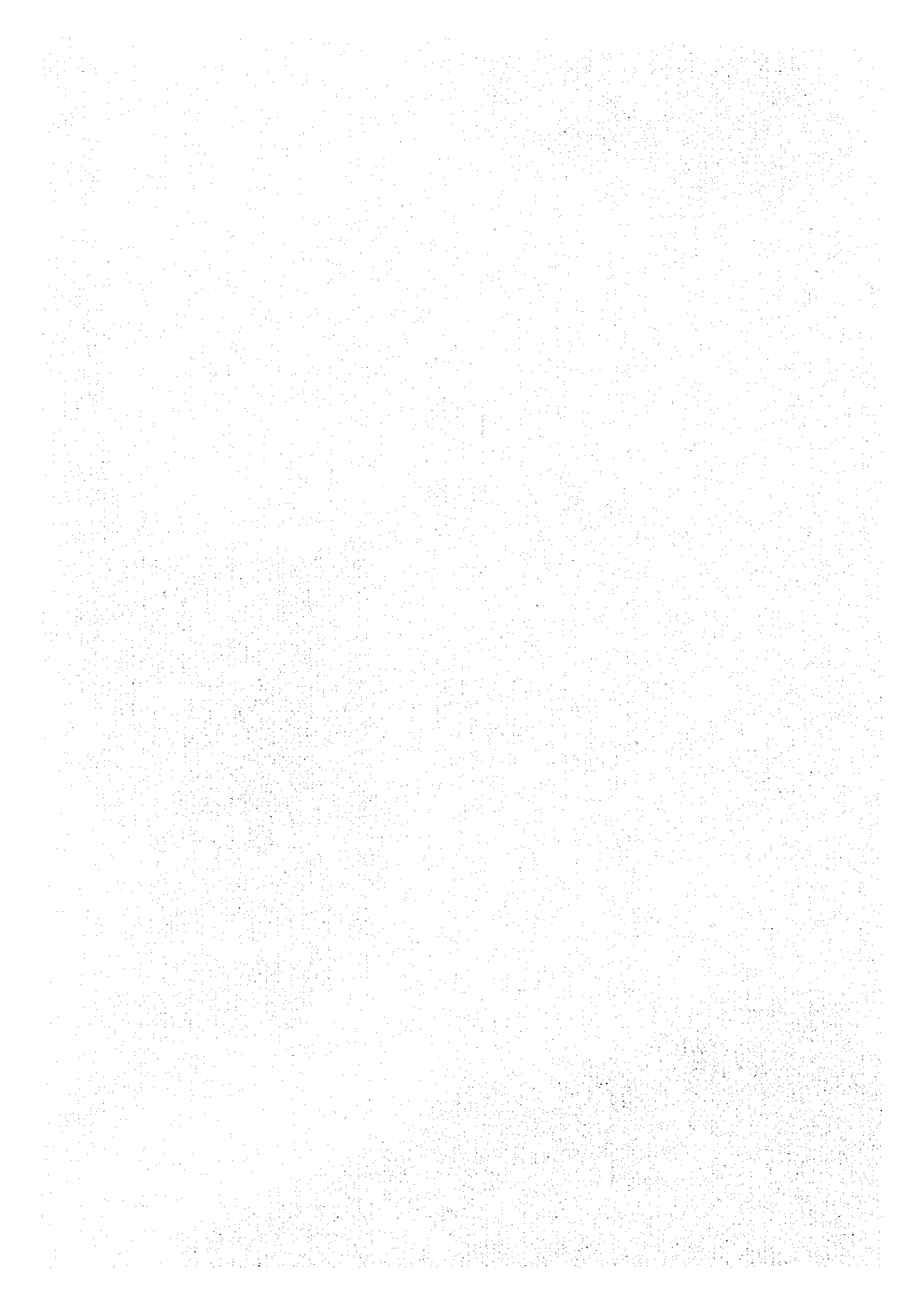
5-1 妥当性にかかる実証・検証および裨益効果	5-1
5-2 技術協力・他ドナーとの連携	5-2
5-3 課題・結論	5-3

[資料]

1. 調査団員氏名、所属	1
2. 調査日程	3
3. 相手国関係者リスト	7
4. 当該国の社会・経済事情	9
5. 参考資料リスト	11

第 1 章

要 請 の 背 景



第1章 要請の背景

1-1 背景

タンザニア国は、1961年に独立した後、1967年にアルーシャ宣言を採択し、アフリカ型社会主義建設を国家目標として、農村の共同体化、主要産業の国営化等社会主義的政策を推進した。しかしながら、80年初頭から経済は危機的状況に陥ったことを受け、1986年からはIMF、世銀の協力を得て構造調整プログラムを実施し、経済の再建に取り組んでいる。これは一定の成果を上げつつあるが、依然として大幅な財政赤字が大きな問題であり、諸外国からの援助により辛うじて財政は均衡するという状況にある。

タンザニア国政府は、同国の開発にあたり人口の80%以上が居住する地方村落の開発を重要課題としており、そのために必要な基礎的インフラ整備の一環として、電力供給設備の拡充と改善に優先度を置いている。これは、地方村落の電力需要の増大に応えると同時に、未電化村落で行なわれている薪炭の利用による森林の伐採を抑制する側面を有している。このようなエネルギー確保の問題は、現行の開発計画であるRPF B (Rolling Plan and Forward Budget, 1993/94-1995/96)においても重点分野とされている。

タンザニア国における電力供給は水力発電が主体であり、現状で水火力約520MWの発電能力を有する。220kVの超高压送電線による全国連系系統が構成されており、これにより大部分の全国の主要都市が電力供給を受けている。一方、同国政府は、近年電力需要が急増していることから、新たな電源開発のため大容量水力発電所の新設をKihansi (200MW)において実施している以外に、近年の渇水年継続のために供給不足に悩まされている事情から、南東部海岸に埋蔵が確認されている天然ガスを使用するガスタービン火力発電所(当面は輸入燃料に依存)の建設を緊急に実施した。昨年迄に計110MWが既に運転開始している。

キリマンジャロ州については、州都Moshiは、1970年代の始めに電化されていたが、同州の全域に電化範囲が拡張されたのは、1981-1984年に行われた日本の援助(OECFローン)によるキリマンジャロ州送配電網計画(以下前計画と言う)の実施

によるものである（次項にこの内容の概略を示す）。これにより、同州の4つの郡都と11地区の中心地、128村落の電化が達成された。この地方電化計画は同州の経済開発に著しく貢献したが、一方、建設後12年を経て、地域需要の急激な増加に伴い、現在では下記のような問題点を生じている。

- ・一部変電所の変圧器容量の不足
- ・配電線路末端部での電圧低下

タンザニア国政府は、農業生産性の高い同州の経済・社会開発に資する計画に対して、国の開発計画の中でも高いプライオリティで位置づけており、開発の基盤である電気供給施設が上記のような問題点を持つことを憂慮し、その改善について、前計画施設の援助国である日本政府に対し無償資金協力を要請して来たものである。

1-2 要請内容

昇圧器 3MVA 1台、変圧器 33/11kV 2.5MVA 1台、33kV 配電線 55km、11kV 配電線 20km、低圧回路補修 1式、無線通信設備 1システム、車両、工具類など資機材の調達。

1-3 計画の目的

キリマンジャロ州総合開発計画（次項に記述）の一環として実施された同州の配電施設は、同州農村地域の経済・社会発展に大きく貢献してきたが、建設後十数年を経て、各地域の需要増加とともに、上記に示すように、変圧器容量の不足、電圧の低下などの問題を生じて来た。

電気供給施設のような地域経済・社会の基盤である分野に、問題を生じつつある現在、本計画は、その基幹である部分について、将来を展望して早急に改善を実施し、再度信頼性のある施設に復元することにより、同州農村地域の発展と民生の向上に寄与せしめることを目的とするものである。

また、当国で問題となっている大量の木材エネルギー消費の傾向を転換して、森林資源の温存を図ることに資する点も副次的な目的である。

1-4 前計画：キリマンジャロ州送配電網建設計画の概要

タンザニア国政府は第3次5ヵ年計画の(1976-81)策定に当たって、地方分権化の原則から、全国各州にそれぞれ先進諸国の協力のもとに州の総合開発計画を策定させたが、キリマンジャロ州については、日本の協力により、1977年「キリマンジャロ州総合開発計画」(Kilimanjaro Integrated Development Plan-KIDP)が作成された。この計画は開墾可能耕地の減少、伝統的農法の生産性の限界、高い人口密度などの問題を抱える同州の発展パターンをいかに転換し、持続的成長を図って行くかを主要課題として策定されている。

具体的には農業を基盤とした経済産業構造を保持しつつ、農業生産性の改善および農耕地の開発を促進するとともに、農業関連産業を中心とした中小規模工業を振興することによって、将来の経済フレームとして1975年から1985年までの成長率を、農業については5.1%、工業については12~14%、全体で6.4~7%と見込んでいる。

この計画の中の電化計画は、警察、郡庁、病院などの公共施設の電化による公共サービスの質的向上に最大のプライオリティを与え、さらに生活水準の向上、農業および農業関連産業の振興を目指し、具体的には1985年までに、まず公共施設の集中している全郡の中心地およびその他15地区の電化を達成し、さらにキリマンジャロ山腹及びパレ山地の人口密度の高い農耕地帯を中心とした電化を、逐次拡大して行くこととされた。当計画の電化対象地域の選定は、上述「キリマンジャロ州総合開発計画」の趣旨を踏まえ、1. 各郡各地区の中心地、2. 人口密度の高い地域、3. 産業開発ポテンシャルの高い地域という基準で行われた。

施設内容：

33kV 配電線 214km、11kV 配電線 183km、変電所5ヵ所 33/11kV 合計 7.5MVA。

低圧配電線 140km。柱上変圧器 136台、車両 27台であった。

第 2 章

プロジェクトの周辺状況

第2章 プロジェクトの周辺状況

2-1 当該セクターの開発計画

2-1-1 上位計画

(1) 国家開発計画

タンザニア国は現在の開発計画R P F B (Rolling Plan and Forward Budget 1993/94 ~ 1995/96) においてエネルギーの確保を重要政策としている。

表 2-1に開発予算配分(1995/96~1997/98)を示す。水・エネルギー・鉱物資源省の予算配分(19欄)は、1996/97年度に見ると内貨(T. sh)7%、外貨29%で全開発予算の中でも比較的ウェイトが大きい。

エネルギーセクターの政策目標は次の通りである。

1) 外貨のおよそ半分を石油の輸入に充当している。

特に1991年以來の渇水により水力発電が減少し、ガスタービン発電の高稼働により石油輸入量が増加している。

これを他のエネルギー源に移行させながら輸入量を減らすこと。

2) 1)項と相反するが電力は水主火従であるため、渇水時に電力不足となる。ある程度火力を増やすこと。

3) 現在タンザニア国のエネルギーソースは薪炭とバイオマスで約90%を占めるが、これらの効率的利用方法を一般に普及すること。

4) 薪炭以外の天然ガス、バイオマスの様なエネルギーを開発すること。

(2) 電力セクターの開発計画

電力セクターの開発計画は、外国コンサルタントにより策定されるものが多いが、資金難のため計画通り実行される事は難しく、電源開発計画は遅れている。

最新の開発計画は、第6次電力計画(Power VI Project, 1994~1996)である。

表 2-1 タンザニア国開発予算配分(1995/96~97/98)

単位：M.T.sh

	1994/95		1995/96		1996/97		1997/98	
	内 貨	外 貨	内 貨	外 貨	内 貨	外 貨	内 貨	外 貨
1. 警 察	536	0	791	21	856	21	935	21
2. 刑 務 所	396	0	432	16	433	16	436	16
3. 官 房 長 官	420	0	196	0	0	0	0	0
4. 第二副大統領	2	0	0	0	0	0	0	0
5. 行 政	100	207	84	89	112	89	219	89
6. 外 務・国際協力	35	0	25	0	30	0	36	0
7. 人 事 院	0	0	0	8	0	8	0	8
8. 大 統 領 府	150	4,964	112	4,976	560	1,485	2,058	1,915
9. 防 衛	0	0	4	112	6	112	6	112
10. 内 務	0	0	0	9	0	9	0	9
11. 法 務	26	0	19	0	29	0	27	0
12. 国 政 省	5	0	7	300	9	1,000	10	1,000
13. 議長事務局	21	0	27	0	30	0	0	0
14. 農業家畜省	750	10,547	945	4,652	1,156	8,372	1,416	10,056
15. 通商産業省	680	471	407	859	555	224	570	224
16. 交 部 省	621	5,391	853	8,120	848	4,590	784	4,039
17. 建設・通信・運輸省	4,916	53,267	5,826	14,330	7,734	57,018	7,470	51,041
18. 土 地・家屋開発省	210	1,767	221	755	471	1,008	395	813
19. 水・エネルギー・鉱物資源省	379	21,051	1,534	8,771	1,613	37,362	1,893	60,320
20. 大 蔵 省	285	4,224	401	35,076	575	1,769	408	1,389
21. 自 治 省	918	0	704	0	1,130	0	1,274	0
22. 厚 生 省	731	5,012	1,042	7,687	1,326	9,575	1,589	7,157
23. 婦人・子供地域開発省	60	1,589	61	988	69	67	82	67
24. ラジオタンザニア	80	0	500	0	200	0	100	0
25. 防 衛・内務省	2,400	0	2,236	500	2,325	0	2,789	0
26. 情 報・放送省	310	0	304	10	610	10	400	10
27. 勞 働・青少年育成省	150	5,308	176	2,178	202	18	227	18
28. 企 画 省	461	1,086	607	1,111	1,142	554	713	357
29. 科学技術省	480	2,019	729	4,699	748	5,475	860	4,393
30. 観光資源環境省	152	3,694	193	2,043	213	2,770	272	2,816
31. 計	16,274	120,597	18,436	97,310	22,982	131,552	24,969	145,870
32. 合 計	136,871		115,746		154,534		170,839	

以下に計画の概要を示す。

- 1) Lower Kihansi 水力計画第1期 180MW
- 2) 主要ロードセンター配電システムの拡張、補強、ロス低減
- 3) 配電システム改良の為の車輛、工具メーカー購入
- 4) Kidatu 水力発電のリハビリテーションの完成
- 5) 経営能力向上のための支援と人材育成
- 6) 経営情報システムのコンピューター化
- 7) 電気料金、財務、電力システム化のためのスタディ

以上の計画にかかる費用は 1,800万US\$で、資金はNORAD, EIB, KFW, ODA, DANIDA, ベルギー政府より調達されるものである。

(3) キリマンジャロ州の開発計画

キリマンジャロ州総合開発計画 (Kilimanjaro Integrated Development Plan-KIDP) は日本の協力により1977年作成された。以後キリマンジャロ州ではこの種の開発計画は策定されておらず、KIDPが唯一の総合開発計画となっている。

この計画は開墾可能耕地の減少、伝統的農法の生産性の限界、高い人口密度などの問題をいかに解消し、持続的成長を図って行くかを主要課題として策定されている。

具体的には農業を基盤とした経済産業構造を保持しつつ、農業生産性の改善および農耕地の開発を促進するとともに、農業関連産業を中心とした中小規模工業を振興することによって、将来の経済フレームとして1975年から1985年までの成長率を、農業については 5.1%、工業については12~14%、全体で 6.4~7%と見込んでいた。

この計画の中の電化計画は、警察、郡庁、病院などの公共施設の電化による公共サービスの質的向上に最大のプライオリティを与え、さらに生活水準の向上、農業および農業関連産業の振興を目指し、具体的には1985年までに、まず公共施設の集中している全郡の中心地およびその他15地区の電化を達成し、さらにキリマンジャ

ロ山腹及びバレ山地の人口密度の高い農耕地帯を中心とした電化を、逐次拡大して行くこととされた。キリマンジャロ州送配電網整備（1984年完成O E C Fローン）の電化対象地域の選定は、上記「キリマンジャロ州総合開発計画」の趣旨を踏まえ、

1. 各郡各地区の中心地、
2. 人口密度の高い地域、
3. 産業開発ポテンシャルの高い地域

という基準で行なわれた。

2-1-2 財政事情

(1) 国家財政

タンザニア国の会計年度は7月1日に始まって翌年6月30日に終わる。1994年/95年の国家予算は歳入 389,744M. T. sh（約 648億円）、歳出 469,660M. T. sh（約 782 億円）で、収支はマイナスである（表 2-2参照）。これらの赤字は先進援助諸国からのODAによって補われているが、ODAの受取額は1992年 1,344百万ドル（781,070M. T. sh）で、タンザニア国国家予算の約2倍に相当する。

表 2-2 タンザニア国家予算（過去5ヶ年分）

（単位 M. T. sh）

	1990/91	1991/92	1992/93	1993/94	1994/95
歳入	137,093	173,566	233,861	349,234	389,744
歳出	206,574	261,051	336,015	485,216	469,660
内開発予算	(21,640)	(31,199)	(60,343)	(74,689)	(31,692)
差引	-69,482	-87,486	-112,154	-135,982	-79,916

(2) エネルギーセクターの特徴と戦略

タンザニア国のエネルギーソースは薪炭とバイオマスが89.5%、石油が8.2%、電気は1.7%となっている。

石油消費は合計エネルギー消費の内の7.2%に過ぎないが、石油輸入は毎年得る外貨のおよそ半分を充当している。タンザニア国はバイオマス、水力、天然ガス、石炭、地熱、太陽、風力のような種々のエネルギーソースを持っている。これらの内のあるものは高価な石油製品の代替となり得るものである。

1991/92～1993/94のローリングプラン期間のエネルギーセクターの概要は以下に示されているが、その達成は満足するものではなかった。

- Mtera と Kidatu のダム水位が旱魃により低水位が続き、水力発電を止めざるを得なかった。

これの代替としてガスタービンを稼働したが、燃料の輸入増加を招いた。

- 開発プロジェクトの遅れによる内貨の価値低下
- 土壌の腐蝕、天候の変化などによる環境がバイオマス燃料に悪いインパクトを与えた。

このような問題があったにも拘わらず、ある程度の成果はあった。

エネルギーセクターの政策と戦略は下記の通りである。

1) 供給力の信頼度、安全度の改善

- 発電所、送電線を含む既設設備のリハビリテーション
- 発電所と配電容量の拡張

2) 輸入燃料を最小にする国内エネルギーの開発

- 私企業の参画の為の適当な規則の導入
- 油とガスの有効な使用方法の研究
- 代替エネルギーの研究
- 地方で可能な材料やエネルギーソースの使用の研究、開発
- エネルギー関係の情報システム、データバンクの強化

3) 発電所、石油精製所、流通の効率改善

- 適正価格を定め、収入の良好な管理
- 訓練による保守能力の強化
- 工業エネルギー審査制度の着手

4) 技術力の促進

- より効率的な木材燃料の利用技術

- ・人々、特に婦人を参画させる訓練組織
- ・効率的エネルギー技術をNGOによって促進
- ・農民による効率的デモンストレーション、石炭を使った主婦の調理デモンストレーション

5) 環境に適合したエネルギー開発の促進

- ・すべてのエネルギーの環境に与えるインパクトの調査
- ・薪炭燃料の代替エネルギー（石炭、バイオマスの様な）
- ・森林局に協力し、大規模、小規模の植林計画
- ・水力資源の保護の為の立法、環境データバンクの設立

6) 地方電化、地方エネルギーシステムの促進

- ・F/Sを行い、データバンクを設立し、民間へ情報を公開する。
- ・エネルギープロジェクトへの民間参加を促進する。

7) プライオリティの高いもの

- ・既設エネルギーインフラ、例えば発電所、送電線、石油精製所などのリハビリテーション
- ・発電の新しいシステムの開発
- ・海岸の石油、ガスの探索
- ・Songo Songo と Mnazi 湾のガス埋蔵の開発
- ・石油製品の購入、貯蔵、配送の強化
- ・地方で利用可能材料や代替可能エネルギーの研究開発
- ・薪と炭の効率的利用の様な技術情報を広める。
- ・エネルギー情報システムとデータバンクの強化

以上の方針に従って作られた水・エネルギー・鉱物資源省の予算配分は表 2-3に示す通りである。

なお、タンザニア国の社会・経済事情は末尾資料4を参照されたい。

表 2-3 水・エネルギー・鉱物資源省の予算配分

単位：Tsh. Mill.

	一般予算		開発予算		計	
	1993/94	1994/95	1993/94	1994/95	1993/94	1994/95
行政一般	138.5	157.9	3.2	3.0	141.7	160.9
会 計	32.8	38.2	0.0	0.0	32.8	38.2
企 画	35.9	42.0	42.9	36.8	78.7	78.8
下水部門	37.1	34.5	143.0	227.5	180.1	262.0
水源調査	150.9	139.0	79.3	52.0	230.2	191.0
設計・建設		58.2	18,532.2	19,263.8	18,589.1	19,322.1
保守運用と水試験所	408.0	287.3	42.8	36.5	450.8	323.8
材木と竹部門	31.2	28.7	0.0	0.0	31.2	28.7
中央備蓄	22.3	25.1	0.0	0.0	22.3	25.1
ルウエガニリラ水源開発	120.8	116.0	74.4	22.4	195.1	138.4
ドリリング部	52.8	55.2	0.0	0.0	52.8	55.2
河川流量	68.8	63.8	0.0	0.0	68.8	63.8
土質調査部門	49.5	49.2	37.8	33.3	87.4	82.5
鉱物資源調査室	66.1	61.2	69.1	78.0	135.2	139.1
鉱物通商	11.9	6.7	0.0	0.0	11.9	6.7
鉱山部門	22.8	20.6	0.0	0.0	22.8	20.6
研究所						
サービス部門	19.5	17.8	166.9	2,491.1	186.4	2,508.9
エネルギーと石油部門	29.9	43.4	2,145.7	70.0	2,175.6	113.4
マデニ	23.3	26.0	53.0	35.0	76.3	61.0
マデニ事務所	69.5	48.9	11.0	81.5	80.5	130.4
水理部	6.9	5.1	0.0	0.0	6.9	5.1
水勧告委員会	19.7	53.6	0.0	0.0	19.7	53.6
小 計	1,475.1		21,401.1	22,430.9	22,876.2	23,809.5
リジョの水部門 小 計	2,332.3		1,641.8	3,645.9	3,974.1	5,818.8
郡の水部門 小 計	1,069.5		289.2	261.0	1,358.6	1,473.6
合 計	4,876.8		23,332.2	26,337.7	28,209.0	31,108.8

(3) TANESCO の財政事情

タンザニア国政府の会計年度は7月1日から始まって翌年の6月30日に終わる。一方、TANESCO の会計年度は1月1日に始まって12月31日に終わる。従って厳密な比較にはならないが、表 2-4 にタンザニア国家予算と TANESCO 予算を比較した。国家予算に占める TANESCO 予算は増加の一方で、1989年と5年後の1994年を比べると TANESCO 予算で約7倍、国家予算に対する比率では2倍になっている。

表 2-4 タンザニア国家予算と TANESCO 予算

(単位：M. T. sh)

※1 タンザニア 国家予算	1988/89	1989/90	1990/91	1991/92	1992/93	1993/94	1994/95
	106,098	140,870	206,574	216,052	336,015	485,216	469,660
※2 TANESCO 予 算	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
		9,083	11,518	19,066	31,110	46,741	61,798
国家予算に対 する TANESCO 予算比率		6.5%	5.56%	7.30%	9.26%	9.63%	13.5%

※1 1995. 6. 30 Bank of Tanzania資料より

※2 TANESCO BUDGET REPORT より

TANESCO の1992年から1995年までの財政状態は表 2-5 の通りである。まず収入は販売電力量に100%依存するが、1項の電力量は3年間の実績(1991~93)では殆ど伸びが見られない。これは発電設備は水力発電が主である為、1992年からの渇水の影響を直接受けたためである。その結果、発電力が需要を下回ると負荷カットをせざるを得なくなる。

新設したガスタービンが運転を開始したが、長時間運転すると燃料費の増加につながる事となる。

表 2-5 の7項の発電費に占める燃料費の割合は表 2-6 の通りである。つまり3年間で6倍以上の燃料費を見込んでいる。ちなみに1995年の燃料費は全オペレーションコスト74,944MT. sh の34%を占めている。この増大した燃料費が利潤を少なくしているのだが、結果として電気料金を4年間で12.30T. sh から47.29T. sh と4倍にして1995年に黒字を計上する計画としている。

表 2-5 TANESCO の収支状態 (単位: M. T.sh)

	1991	1992	1993	1994 (予 算)	1995 (予 算)
販売電力量(GWh)	1,425	1,444	1,453	1,365	1,571
収 入					
電 力 料		26,539	47,140	62,177	74,291
そ の 他		149	901	84	994
小 計		26,688	48,041	62,261	75,285
支 出					
発 電 費		5,070	8,832	25,015	30,716
配 電 費		2,118	2,385	5,630	5,593
一般管理費		5,337	6,486	12,063	14,755
原価償却費		9,828	15,935	9,862	10,595
利息支払い		5,615	20,947	9,227	13,285
小 計		27,966	54,586	61,798	74,944
税引前利益		-1,278	-6,544	463	341
税 金		0	786	1,500	207
税引後利益		-1,278	-7,331	-1,037	134
kWh 単価(Tsh/kWh)	12.30	18.38	32.43	45.56	47.29

表 2-6 燃料費の増加状態 (単位: M. T.sh)

	1992	1993	1994 (予算)	1995 (予算)
発 電 費 (再掲)	5,070	8,832	25,015	30,716
燃 料 費	3,940	7,255	22,079	25,451
	78%	82%	88%	83%

キリマンジャロ リージョナルオフィス管内と TANESCO全体の比較を表 2-7 で示す。販売電力量はほぼ一定で 6.0%であるが、電力不足 (ロードシェディング) で1993年は前年に比して激減している。電力量収入はほぼ 5~6%台で一定である。配電費用 (修繕費と人件費) は比率は変わってないが、費用は1992年と1995年を比べるとほぼ2倍となっている。

表 2-7 TANESCO 全体とキリマンジャロ地域の比較

販売電力量 (GWh)				
	1992	1993	1994	1995
TANESCO 全体	1,444	1,453	1,365	1,571
北 東 ZONE	260	272	279	325
キリマンジャロ 地 域	87.7 (6.1%)	75 (5.2%)	81.6 (6.0%)	95 (6.0%)
電力量収入 (M. T. sh)				
TANESCO 全体	26,539	47,140	62,177	74,291
北 東 ZONE	4,971	9,330	13,510	16,237
キリマンジャロ 地 域	1,273 (4.8%)	2,452 (5.2%)	3,700 (6.0%)	4,338 (5.8%)
配電費 (M. T. sh)				
TANESCO 全体	2,118	2,385	5,630	5,593
北 東 ZONE	466	478	1,129	1,121
キリマンジャロ 地 域	165 (7.8%)	156 (6.5%)	368 (6.5%)	365 (6.5%)

TANESCO の財政についての将来展望は表 2-8 を参照されたい。

電気料金単価に関しては、どんどん上昇しているが将来営業コストをカバーし、負債を償還し、株主に充分報いることができる十分な収益を生み出す様になるとしている。

表 2-8 1994~2000年の TANESCO の財政

(単位 10億T. sh)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
販売電力量 (GWh)	1,462	1,693	2,008	2,232	2,416	2,659	2,932
電力量収入 (T. sh)	58	72	120	140	159	183	212
平均単価 (T. sh/kWh)	39.5	42.3	59.6	62.5	65.7	68.9	72.4
税引前利益		7.8	2.2	44.1	42.1	30.5	48.1
流動比率	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.8	2.5
負債 / (負債 + 資産)	0.47	0.53	0.53	0.48	0.50	0.49	0.47
債務弁済	1.6	1.1	2.5	2.6	0.8	3.4	2.8
未収金 (月)	3.9	3.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0

結論として電気料金未収金は、1997年以降は1ヵ月分に減少し、健全財政になるとしている。図 2-1 に販売電力量、料金単価、未収金などのトレンドを示す。

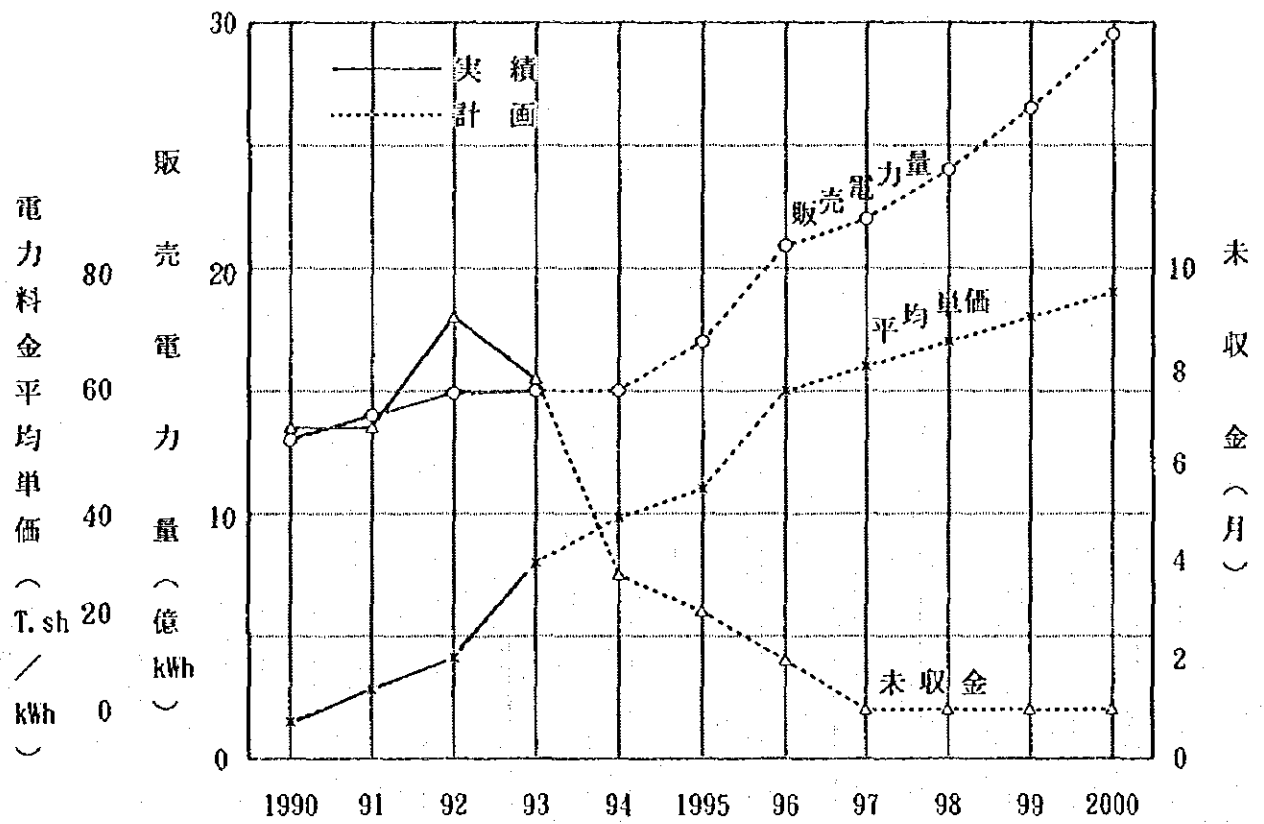


図 2-1 TANESCO の将来の財政状態

2-1-3 タンザニア国の電力事情

(1) タンザニア国の電気事業

タンザニア国本土の発送配電事業は電気法第 131条に基づき国有電力公社のタンザニア電力供給公社(Tanzania Electric Supply Company Ltd: TANESCO) が独占的に運営している。

1) TANESCO の発電電力量と販売電力量

1993年12月末におわる1993年度における TANESCOの発電電力量(発電端)は、前年比 5.0 %増の 19.94億kWh であった。1991年までは10%前後の高い伸び率だったが、1993年は一転して5%の低い率となった。これは1992年から降雨量が極端に少なく、かつ電源の大部分を水力に頼っていたため、産業の低成長が一次原因ではない(表 2-9、14 欄参照)。

非連系系統も含んだ1993年度における TANESCOの総販売電力量は、1992年度よりわずかに少ない数字を示している。これは前記した渇水の影響を大きく受けたことによる。

用途別に見ると住宅用が最も多く36%を占めており、以下商業用12.0%、高圧供給用 11.5%、低圧供給用 9.7%、電力多消費産業用 9.6%となっている(表 2-10 参照)。

住宅用需要家の一口当り原単位は 2,900kWhとなっているが、1990年が 3,200kWh で過去で最も大きく、渇水の計画停電の為1993年は減少している。

2) 負荷カーブ

図 2-2で示す通り、ウィークデイと休日のピーク時の形、大きさはよく似ている。

タンザニア国は土・日が休日であることは日本と変わらない。20時を頂点とするピークは多分夕食の調理用需要、テレビなどの娯楽用需要の為と思われる。そして18時~23時迄は工業用負荷も停止してしまうのかあまり差は見られない。しかし、24時以降は明らかにウィークデイの方が高いので、工業の活動は見られる。日本と異なるのは朝の立ち上がりが緩慢でそんなに高くなり、昼休みの落ち込みが殆どない事である。また、朝から夜迄暑いので、数少ない冷房需要は24時間入っていると思われる。

表 2-9 2002年までの連系系統内需要実績と想定値 (1993年まで実績)

		(単位: 100万kWh)														平均
		1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	年増加率
1	住宅用 年増加率	311	395	436	473	497	521	551	624	710	772	845	925	1,012	1,106	9.3%
2	小商業用 年増加率	113	127	142	154	161	169	179	201	227	246	270	295	323	353	9.3%
3	軽工業用 年増加率	47	53	62	67	70	71	77	85	94	104	118	135	155	177	9.1%
4	大工業・商業用 年増加率	463	500	569	617	648	659	705	766	840	913	1,016	1,135	1,271	1,419	10.7%
5	農業用 年増加率	51	57	64	70	73	79	84	92	100	107	115	123	131	139	9.1%
6	水供給用 年増加率	54	63	69	74	78	81	86	95	106	116	128	141	157	174	9.3%
7	街灯用 年増加率	5	7	7	8	8	9	9	9	10	10	11	11	12	12	4.6%
8	ツリバルへの販売 年増加率	64	52	57	62	65	68	71	75	79	83	87	91	96	100	5.0%
9	総販売電力量 年増加率	1,110	1,254	1,405	1,525	1,601	1,696	1,762	1,946	2,166	2,352	2,589	2,856	3,155	3,480	9.0%
	損失電力量															
10	技術的なもの 送電端に対する%	152	144	162	175	184	190	190	193	196	197	200	202	222	243	6.3
11	非技術的なもの 送電端に対する%	162	152	170	185	194	201	205	186	151	148	147	144	141	135	3.5%
12	送電端電力量 年増加率	1,424	1,551	1,737	1,885	1,979	2,047	2,157	2,325	2,512	2,697	2,936	3,202	3,517	3,858	7.7%
13	所内用 送電端電力量に 対する%	10	11	11	14	15	16	18	20	22	24	27	31	35	39	
14	送電端電力量 年増加率	1,434	1,561	1,747	1,899	1,994	2,063	2,175	2,345	2,534	2,721	2,963	3,233	3,551	3,897	7.7%
15	負荷率	62.0%	67.6%	66.6%	66.0%	65.0%	65.0%	65.0%	65.0%	65.0%	65.0%	65.0%	65.0%	65.0%	65.0%	
16	連系系統の最大 電力(MW) 年増加率	264	264	299	328	350	362	382	412	445	478	568	568	624	684	7.7%

表 2-10 連系系統と非連系系統の1985年～1993年間の販売電力量と需要家数

料金クラスによる区分	1985	1989	1990	1991	1992	1993	クラス別比率
住宅用(クラス1) 販売電力量(MWh) 需要家数 一戸当り販売電力(MWh/戸)	197,829 120,020 1.6	330,023 123,200 2.7	418,324 132,303 3.2	460,313 150,845 3.1	506,274 166,330 3.0	522,204 180,112 2.9	36.2
商業用(クラス2) 販売電力量(MWh) 需要家数 一戸当り販売電力(MWh/戸)	69,241 30,203 2.3	124,218 33,114 3.8	139,225 35,780 3.9	154,446 40,625 3.8	160,206 43,929 3.6	167,655 51,998 3.2	12.0
軽工業用(クラス3) 販売電力量(MWh) 需要家数 一戸当り販売電力(MWh/戸)	38,340 3,357 11.4	51,788 3,985 13.0	58,606 4,305 13.6	67,477 5,373 12.6	68,439 5,901 11.6	68,968 6,591 10.5	4.7
低圧供給用(クラス4) 販売電力量(MWh) 需要家数 一戸当り販売電力(MWh/戸)	365,871 778 470.3	131,497 452 290.9	138,621 466 297.5	153,304 661 231.9	127,050 570 222.9	140,620 767 183.3	9.7
農業用(クラス4A) 販売電力量(MWh) 需要家数 一戸当り販売電力(MWh/戸)	0 0 0.0	56,373 99 569.4	60,699 107 567.3	68,468 397 172.5	61,470 237 259.4	60,819 239 254.5	4.2
高圧供給用(クラス5) 販売電力量(MWh) 需要家数 一戸当り販売電力(MWh/戸)	67,807 186 364.6	174,262 86 2,026.3	180,448 84 2,148.2	216,973 95 2,283.9	169,095 94 1,798.9	166,683 93 1,792.3	11.5
電力多消費産業用(クラス5A) 販売電力量(MWh) 需要家数 一戸当り販売電力(MWh/戸)	0 0 0	160,241 6 26,706.8	184,253 7 26,321.9	201,323 8 25,165.4	196,589 8 24,573.6	139,990 6 23,331.7	9.6
街灯用(クラス6) 販売電力量(MWh) 需要家数 一戸当り販売電力(MWh/戸)	4,623 1,122 4.1	5,488 1,796 3.1	6,934 1,920 3.6	7,579 2,779 2.7	11,211 2,469 4.5	9,484 2,125 4.5	0.6
特別料金(クラス8) 販売電力量(MWh) 需要家数 一戸当り販売電力(MWh/戸)	0 0 0.0	54,099 6 9,016.5	64,897 32 2,028.0	70,660 47 1,503.4	83,108 71 1,170.5	58,789 2,444 24.1	4.1
卸 売 ザンジバル	39,266	64,298	52,011	56,829	60,099	106,062	7.4
販売電力量合計	1,060,569	1,152,285	1,304,017	1,457,373	1,443,539	1,442,177	100%
需要家総数	148,444	162,744	175,004	200,830	219,609	242,046	

注) Zonal Annual Reports-1993年より

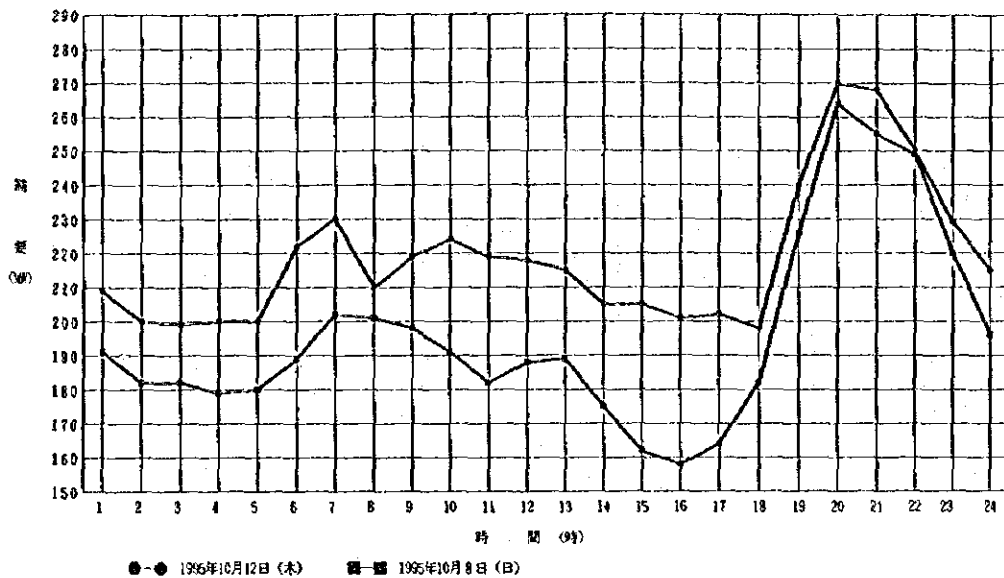


図 2-2 TANESCO の連系系統の負荷カーブ(1995年10月)

(2) TANESCO 連系系統内の需要の伸び

TANESCO の過去 5 年間の需要の伸び (実績) および 2002 年までの需要想定 (kWh) を表 2-9、および 2007 年までの最大需要 (kW) に対する水火電源の出力配分 (kW バランス) を表 2-11 に示す。表 2-9 の需要想定の中の No.9 総販売電力量の欄によると、渇水の始まる前の 1991 年までは、年率 10% 台の大きな伸びを示していたが、1991 年以降から急激に伸びが落ち込み、1992 年 8.5%、1993 年 5.0%、1994 年 3.4% となっている。

No.16 の電力の伸びの欄についても同様に、1992 年 9.7%、1993 年 6.6%、1994 年 3.5% となっており、販売電力量ほどではないが、やはり落ち込んでいる。この近来希に見る渇水は、タンザニア国の新聞にも大々的に取り上げられているが、1994 年は過去に経験した最悪の渇水と言われている。この渇水により連系系統はかなりの量のロードシェディング (負荷カット) を行なわざるを得ない状態となった。

なお、渇水は主として異常気象によるものであるが、電力不足の原因として下記の事も言われている。

- 1) 過去 10 年間の電力需要は、10% を越す年増加率を示している。

- 2) Pangani 水系や Great Ruaha水系では、灌漑取水が増加しており、その分発電は減っている。
- 3) 上流の環境破壊により貯水力が減っている。
- 4) 水力発電の依存率が大きく、天候の影響を受け易い。(1995年の設備出力で水力対火力は 380.5MW 対 141.2MW)
- 5) 発電設備の補修・維持用スペアパーツを購入する外貨、内貨が不足している。
- 6) 二つの水系について最適の発電、灌漑を行なうための水運用が巧く行なわれていない。
- 7) 新しい電源の建設が遅れている。

しかし、TANESCO の二つの水系の内、北部の Pangani河水系のNYMダムは、明らかに回復の兆しが現れている(図 2-3 NYMダム水位 参照)。だが、南部の Great Ruaha河水系の Mteraダム水位は、まだ回復していると言えない(図 2-4 Mteraダム水位 参照)。

表 2-11 連系系統における KW バランス

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
最大需要 (MW)	350	362	382	412	445	473	520	568	624	685	745	802	865	929	993
可能水力出力 (MW)															
Pangani River (Pangani Falls, Hale & NMO)	66	66	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Great Ruaha River (Mtera 80MW, Kidatu 20MW)	243	194	158	271	284	284	284	284	284	284	284	284	284	284	284
水 力 計	279	260	200	313	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326
ディーゼル出力 (MW)															
Ubungu	13	13	13	31	31	31	31	31	19	19	19	19	19	19	19
Mwanza-Nyakato	8	8	8	8	8	8	8	8	0	0	0	0	0	0	0
Mwanza-South	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mbeya	8	8	8	8	8	8	8	8	0	0	0	0	0	0	0
Tabora	6	6	8	8	8	8	8	8	2	2	2	2	2	2	2
Dodoma	2	2	4	4	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2
Musoma	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0
ディーゼル計 (MW)	34	34	47	65	62	62	62	62	23	23	23	23	23	23	23
新規水力 (MW)															
Pangani Falls (増設分)			53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Lower Kihansi							20	180	180	180	180	180	180	180	180
Rumakali													153	204	204
新規ガスタービン (MW)		34	94	94	124	124	124	124	124	184	244	284	284	284	284
合計出力 (MW)	313	288	394	525	565	565	585	745	706	766	826	866	1,019	1,070	1,070
予備力 (MW)	-37	-64	11	113	120	87	65	177	82	81	81	64	154	141	77
予備率 (%)	-10.6	-17.8	3.0	27.4	27.0	18.3	12.4	31.2	13.1	11.9	10.8	8.0	17.8	15.2	7.7

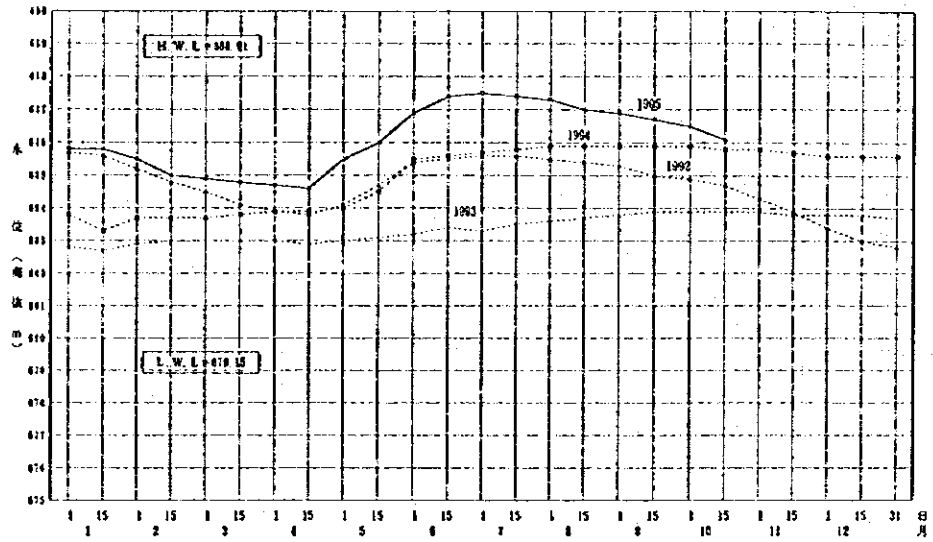


図 2-3 NYMBA YA MUNG ダム水位

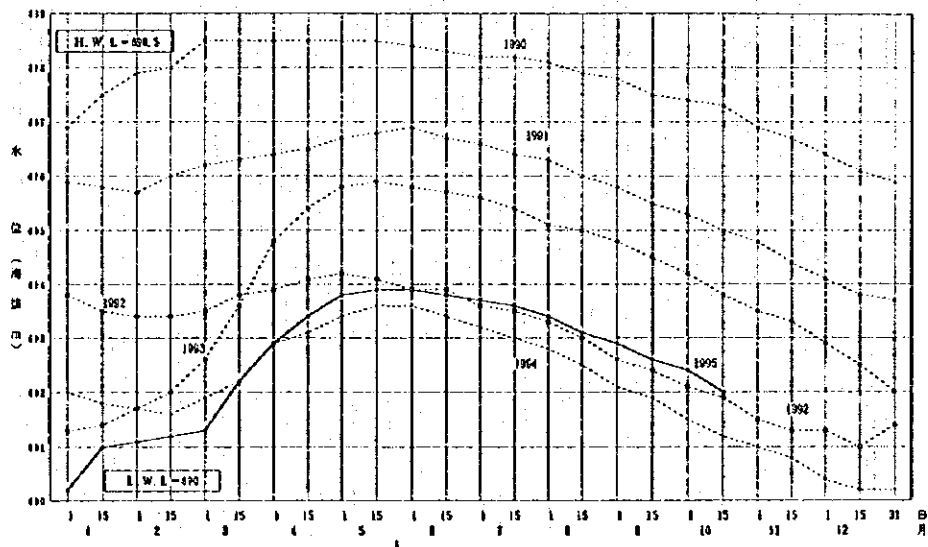


図 2-4 MTBRA ダム水位

(3) TANESCO の既設電源

1995年末（歴年）現在における連系系統内水力発電設備は、表 2-12 の通りである。

表 2-12 TANESCO の水力発電設備

	運転開始	設備出力(MW)	可能出力(MW)
Pangani 水系			
Nyumba Ya Mungu	1969	8.0	8.0
Hale	1969	21.0	21.0
Pangani Falls	1994	66.0	66.0
小 計		95.0	95.0
Great Ruaha 水系			
Mtera	1988	80.0	80.0
Kidatu	1975	204.0	153.0
小 計		284.0	233.0
その他			
Tosawagara (Iringa)	1951	1.2	1.1
Mbalizi(Mbeya)	1958	0.3	0
小 計		1.5	1.1
水 力 計		380.5	329.1

1995年末における連系系統内火力発電設備は、表 2-13 の通りである。特記ないものはすべてディーゼルエンジン発電機であり、右欄の現在出力は、点検の都度また老朽の度合いにより変わり得る値である。

表 2-13 TANESCOの火力発電設備

発電所名	台数	定格出力(kW)	現在出力(kW)
Ubungo	8	34,367	12,000
Ubungo (ガスタービン)	2	40,000	34,000
Mwanza-Nyakato	4	18,000	8,000
Mwanza-South	4	6,000	2,500
Mbeya-Iyunga	6	17,804	5,900
Tabora	4	10,275	6,251
Dodoma-zuzu	3	7,424	2,200
Musoma	11	7,355	2,860
火 力 計		141,200 kW	73,700 kW
水力、火力合計		521.7 MW	402.8 MW

水力と火力の比率は可能出力と現在出力で比較すると 329.1MW : 73.7MWであり、比率では 81.7 : 18.3 となり圧倒的に水力が多い。

(4) TANESCO の新規電源

TANESCO の新規電源はいずれも外国の援助により計画され、建設されている。以下、主なプロジェクトについて詳しく述べる。

1) Songo Songo 島の天然ガスによるガスタービン

最も新しい電源は、Ubungo 発電所のガスタービン37.5MW×2台であり、1995年11月には試運転を終了している。このガスタービンは、既設の Ubungo 20MW×2台と合わせると110MWもの大容量となり、高価な燃料（ケロシン、ジェット燃料など）を消費するため長時間運転するベースロード用としては経済的ではない。現在のところ港から Ubungo 発電所までの燃料用パイプは設備されておらず、タンクローリーで運んでいる。

このガスタービンは最終的には、Songo Songo 島からの天然ガスパイプラインが完成後は、燃料を天然ガスに切り換える計画となっており、ガスタービンは負荷の重要部分を担うこととなる。

Songo Songo 島は、ダルエスサラームの南方約 192kmの島で、天然ガスの井戸はすでに掘られている。このパイプラインなどの建設の契約は、1995年11月始めに行なわれており、運転開始は、1997年早くとされている。

資金は発電所を含めると世銀1.25億US\$、EIB, NORAD, ADBなど 7,500万US\$である。もし予想以上のガスが得られる場合は、ガスタービンを増設することとしている。図 2-5 にパイプラインの地図を示す。

2) Lower Kihansi 水力 (180MW)の運転開始

フィージビリティスタディは日本が実施した南部のGreat Ruaha 水系で建設中の大水力であるが、既に建設の段階に入っており、今のところ運転開始は当初より4年遅れの1999年と言われている。

1995年10月現在では工事用道路の入札が行なわれている状態であった。資金の手当は世銀その他により既についている。Upper Kihansi 水力 (45MW) は、Lower Kihansi 水力の上流であるが、今のところ運転開始は2004年と言われている。この Kihansiの2発電所が運転に入れば、約200MWの電源は2002年の連系系統の最大負荷684MWの30%にも達し、電力不足は一挙に解決することとなる。

3) I P P (独立電気事業者) からの電力購入

TANESCO は将来の供給力不足に備えて I P P (Independent Power Producer) から電力を購入する契約を進めている。

この I P P の会社はマレーシアの Mechmar Corporation とタンザニア国の V I P Engineering and Marketing Ltd. のジョイントベンチャーにより Independent Power Tanzania Ltd. (I P T) という会社で B O O (Build-Operate-Own) で運用される。

Mechmar Corporation は、1972年に設立され、ボイラーの製造者としてローカルマーケットを有していた会社である。

I P T は 100MW (20MW×5) ディーゼル発電セットを 136×10^6 US\$ でダルエスサラームの Tegeta に建設し、20年間のライセンス期間中、kWh 当たり 12US¢ で電力を販売したいとしている。

4) ザンビア国との国際連系

NORAD の資金でノルウェーの Tron Horn により行なわれたプレフィジビリティスタディによれば、電圧 220kV または 330kV でタンザニア国とザンビア国の国際連系は技術的にも経済的にも実行可能だと言われている。

そしてタンザニア国とザンビア国、両国は南アフリカ国の電力会社 ESKOM の援助を得てプロジェクトのフィージビリティスタディを1995年3月に終了し、タンザニア国の電力不足に対処すべくプロジェクトを早める事で合意したという。ザンビア国は1997年から10年にわたって 200MW までの電力の供給を約束している。ただし資金については、まだ白紙状態である。

以上4つのプロジェクトはタンザニア国の経済の社会開発計画にとって極めて有意義なプロジェクトであり、1) Songo Songo 島の天然ガス、2) Lower Kihanshi 水力の2つは既に工事に着工されている。4) のザンビア国との国際連系は単に二国間の連系のみならず、南アフリカの ESKOM の主導によりアフリカ南部一帯を連系しようとする壮大な計画の一部である。

(5) TANESCO の将来の需給バランス

図 2-6 に TANESCO 連系系統における需給バランス(kW) を示す。表 2-11 の kW バラン

スをグラフにしたものである。これによると需要カーブは1990年～2007年までの17年間に264MW から 993MW、約4倍に伸びている。これは渇水期間を含めた年率にすると7.7%の増加に相当し、かなりの増加率である。なお販売電力量(kWh)の伸びは、最大電力(kW)の伸びより大である(表2-9)。これは需要の構造が不明なのではっきりした事は言えないが、TANESCO としては発電設備の利用率が大きくなり、収入の増加につながっている。

図2-6の可能出力のカーブは表2-11 連系系統におけるkW バランスの合計出力値をプロットしたものである。水力は出水の平均的な平水時の出力を採用している。ディーゼル出力は定期点検や老朽化による廃止を考慮して積算している。新規水力は既に運転開始している Pangani Falls水力増強分は1995年から、Lower Kihansi 水力は、1999年から投入されている。

結果として予備率のカーブは1996年、1997年は最大の27%、1999年はやや下って12%となっている。この値の妥当性は判断し得ないが、設備出力と最大需要値との比ならもっとこの数字は大きくなる。渇水中水力および定期点検中のものを差し引いているので現実に出せる出力の予備率と考えてよいと思われる。

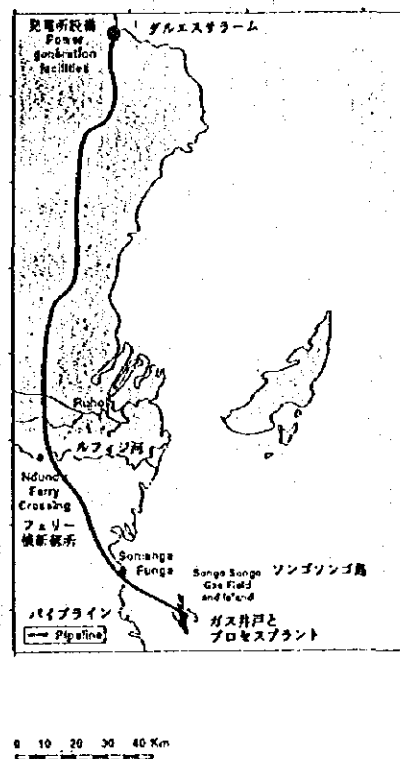


図 2-5 Songo Songo 天然ガスプロジェクト地図

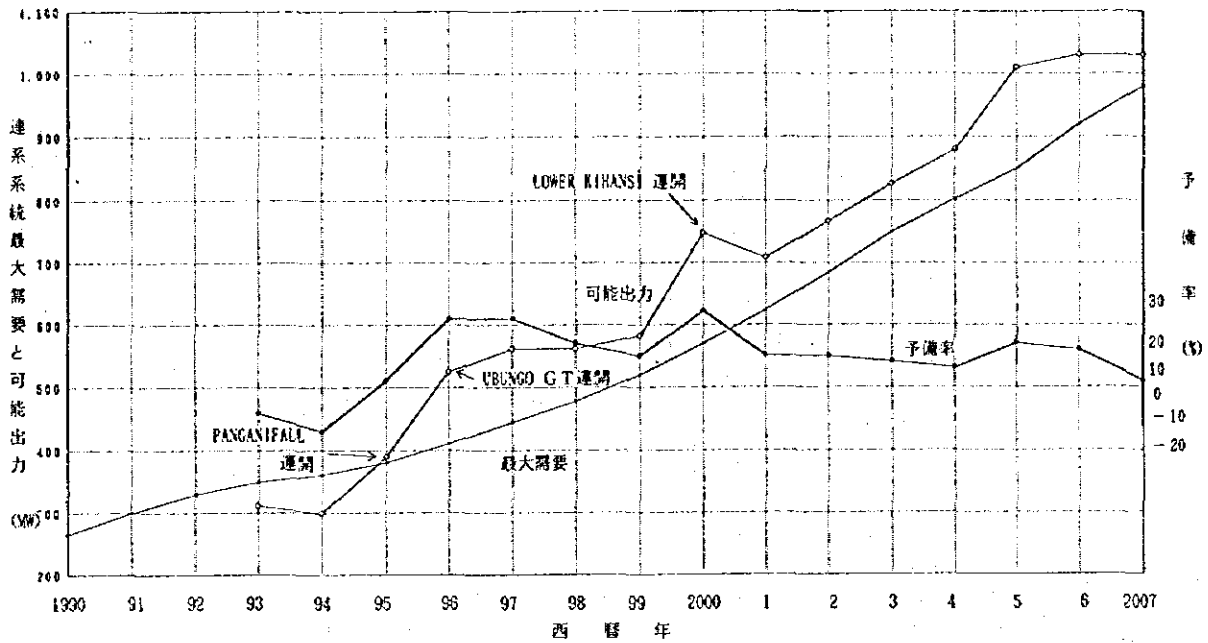


図 2-6 連系系統における kW バランス

2-2 他の援助国、国際機関等の計画

表 2-14 にタンザニア国の電力セクターにおける TANESCO の 1995 年現在進行中の無償資金協力および援助額を示す。

表 2-14 TANESCO の進行中無償援助件名・額

国名	供与件名	M. Tsh	円換算 (百万円)
オーストラリア	機材供与	83.7	14.0
FINIDA	ディーゼル発電セット	358.4	59.7
SIDA	Kidatu 緊急補修	833.1	138.9
ドイツ	220kV 送電線	6,039.2	1,006.5
ドイツ	Ubungo 変電所	750.6	125.1
NORAD	Pangani Fall 発電所再開発	10,707.4	1,784.6
FINIDA	同上	5,587.2	931.2
SIDA	同上	5,666.2	944.4
日本	不明	1,979.5	329.9
KFW	Morogoro~Ubungo間 220kV送電線	29.8	5.0
計		32,065.3	5,344.2

出典：TANESCO, Report of the auditors 1995年10月

主なプロジェクトについて概要を記す。

1) NORAD, FINIDA, SIDA : Pangani Fall発電所再開発

これは旧Pangani Fall発電所の再開発を行い、66MWの出力増を行ったもので3機関から約36億円の援助を受けている。

この発電所はすでに完成しているが、首都から近距離にあり、効率的な運用が可能である。

2) ドイツ : 220kV 送電線

Ubungu変電所とMorogoro変電所間は220kV と 132kV各1回線の送電線を有するが、これを 220kV 2回線とするもので、西部の電力系統の安定に寄与するものである。

借款について TANESCOの代表的なものを示す。

1) IBRD : Kidatsu水力発電所フェーズ1、総額 3,500万US\$、支払い期間1976~1996
フェーズ2、総額 3,000万US\$、支払い期間1986~2003

Kidatsu 水力発電所フェーズ1は既に完成している

2) FRENCH BANK COOP : 基幹送電線リハビリテーション、総額 7,060万フランなどがある。他に Mtera発電所など発電所と基幹送電線が多い。

TANESCO の未返済額は1993年12月で 1,100億T. shである。

2-3 我が国の援助実施状況（電力セクター）

我が国の対タンザニア国電力セクターの援助は、キリマンジャロ州とダルエスサラーム市の配電網に限られている。唯一の Kihanshi 水力は F/Sのみ実施、その後実施設計、工事施工監理は世銀等の資金で欧米のコンサルタントが現在実施中である。

キリマンジャロ州の配電はKIDPマスタープランを基本とし、日本国のみが援助しており、第1回はOECDによるローン（1984年）で同州の全域に電化を行った。（配電線約 400 km、変電所 5箇所他）キリマンジャロ州は土地が肥沃で、タンザニア国の農村開発の拠点となっており、この地における電化は同種をの経済開発に大きく貢献した。

一方ダルエスサラーム市の配電網整備計画は F/S 1985 年、これに基づいて4回にわたって無償資金協力が行われ、さらにその後同拡充計画マスタープラン F/Sが1994年におこなわれた。これらダルエスサラーム市の配置は市街中心部の老朽化した、または過負荷している変電所、配電線を新設、補修したものである。これにより旧市内中心部、市オフィス地区、市北部 Msasani住宅区、北西部工業地区など重要拠点の変電所が新設、容量増となりこの周辺の供給信頼度レベルが著しく向上した。以下にプロジェクト毎に要点のみ記す。

(1) 技術協力

1) キリマンジャロ州総合開発計画 J I C A マスタープラン (1977-78)

タンザニア国政府は第3次5ヶ年計画(1975年7月~1980年6月)の策定にあたり、各州の地域総合開発計画の策定を先進諸国にそれぞれ要請し、わが国はキリマンジャロ地域については技術協力を要請された。

主要開発目標は農業を基盤とした生産性の改善、農業関連産業を中心とした工業の振興である。この計画の中に電化計画があり、公共施設、郡の中心地、その他15地区の電化を逐次拡大していくこととしている。

2) キリマンジャロ州配電網計画調査 J I C A F/S(1979)

1) 項キリマンジャロ州総合開発計画の内、将来の工業化発展のための準備期間としてインフラストラクチュアを充実し、農業生産性の改善および農耕地の開発等の努力とともにアグロインダストリを中心とした中小規模工業の振興を行うこととした。

これらのニーズに応じて電化の緊急性の高い地区 Hai, Rombo, North Pare, South Pareの4地区に対して次の方針に基づいて、電化の範囲を定めスタディを行った。

- a. 行政より中心地の電化
- b. 公共施設の電化
- c. 工場、農場等の既存大容量電力需要箇所への供給
- d. 特に人口稠密な部落中心地への配電線導入
- e. 産業開発のポテンシャルの高い地域への供給

3) ダルエスサラーム送配電網整備計画調査 J I C A F/S(1985)

首都ダルエスサラームの配電系統はおよそ25年以前にその中核部分が施設された。1980年以降は同国の輸出産品の不振と輸入石油支出の増大のため、国際収支が悪化し、需要増に対する設備改善、補修さえも殆ど実施されないままに至った。

この為、事故停電の日常的な頻発など先進国では考えられない様な家電機器の故障、焼損が相次いだ。緊急資材の重点供給対象区域として Msasani地区とUpanga地区の2地区をとりあげ、資機材調達のスタディを行った。

4) キリマンジャロ小水力発電開発計画調査 J I C A F/S(1989)

本調査は TANESCOによって予め選定された9箇所のサイトを調査し、各サイトの開発優先順位をスタディしたものである。

優先順位1位、2位は Kikuletwa No.1 (1,500kW)およびNo.2 (11,000kW)であったが、当時キリマンジャロ送配電プロジェクトおよびダルエスサラーム送配電網整備プロジェクトの優先度が高く F/Sのみで中断している。

5) Kihansi 水力発電計画調査 J I C A F/S(1990)

タンザニア国最大の Rufisi河の支流 Kihansi川に建設される水力で上部 47MW、下部 153MWの出力を得るものである。当時の需要想定によれば1990年から2005年の伸び率は年率 6.2%と予想され、2005年のピーク需要は 707MWで廃止される火力を考慮すると 520MW以上の新設電源が必要とされた。このプロジェクトは現在わが国の手を離れ、世銀などの資金を得て主としてヨーロッパのコンサルタントの手により建設中である。

6) ダルエスサラーム市電力供給拡充計画調査 J I C A マスタープラン F/S(1994)

ダルエスサラーム市の最適電力供給システム計画を長期(15年)および短期(5年間程度)計画としてまとめたものである。

ダルエスサラーム市の1991年最大ピークは 114MWで、順調な経済復興により年5%前後で伸びれば2005年には 216MWとなる。これにあわせた首都機能を維持するため長期計画では新たに11箇所の変電所など増強、整備されれば直接裨益効果は需要家数約76,500世帯の他、経済的・社会的効果は計り知れないとしている。

(2) 有償資金協力

キリマンジャロ州送配電網整備計画 O E C F (1983-84) 20億円

(1)項 2) キリマンジャロ州送配電網計画調査 J I C A F/S を踏まえて、

1. 各郡各地区の中心地、2. 人口密度の高い地域、3. 産業開発ポテンシャルの高い地域という基準で電化が行われた。施設内容は変電所 5ヶ所、配電線 397km、低圧線 140km、柱上変圧器 136台、車輛27台の資金協力を行った。

(3) 無償資金協力

ダルエスサラーム配電網整備計画 無償援助 (1986-1989) 計31億円

F/Sに基づき、緊急資機材供与、本格1期、本格2期と3回にわたって、無償援助が実施された。

既設変電所増強 (5ヶ所) : 132/33kV 45MVA 1基、33/11kV 15MVA 4基

変電所新設 (2ヶ所) : 33/11kV 15MVA。

配電線拡張 : 33kV 30km、11kV 120km。

ダルエスサラーム配電網整備 (3期) 無償援助 (1992) 9.0億円

負荷の急増に伴い前記 F/S に盛り込まれていなかった範囲についての対策実施。変電所新設 (2ヶ所) : 33/11kV 15MVA、および関連配電線。

2-4 プロジェクト サイトの状況

2-4-1 自然条件

キリマンジャロ州は、タンザニア国の北東部、ケニア国と国境を接する地方であり、南に Tanga 州、西は Arusha 州に隣接する。面積は約 13,300 km² (ほぼ長野県と同じ) である。

州の北部には、赤道付近ながら万年雪を頂くキリマンジャロ山 (標高 5,895m) が聳え、州の南部には Pare 山脈 (標高 2,000~2,400 m) が連なって州の背骨を形成している地勢である。低地は最低標高 600mで高気温の乾燥地であり、人口の大部分は 1,000mから1,800mの標高範囲に定住している。

(1) 気温

キリマンジャロ州の平均気温は20℃、最高30℃、最低18℃である。

表 2-15 キリマンジャロ州の農耕適地の気象データ

地帯	標高(m)	雨量(mm)	気温(℃)
高地帯	1,100 ~1,800	1,250 ~2,000	15~25
中間地帯	900 ~1,100	800 ~1,250	25~30
低地帯	900 迄	800 以下	30以上

(2) 降雨量

高地は降雨量多く、特にキリマンジャロ山脈の南部、東部が多く、また Pare 山の頂上も 1,000mm/年以上の降雨量がある。

乾期と雨期があり、年間を通じての降雨量変化は激しい。雨期は大雨期(4-5月)、小雨期(11-1月)がある。低地は、乾燥と高温によって、特色づけられるサバンナとなっている。

表 2-16 1984年~1993年の10年間平均月別降雨量記録(Moshi 測候所)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
雨量(mm)	61	26	108	335	147	19	33	18	10	20	60	68	905

(3) 湿度

キリマンジャロ州の湿度は雨期は比較的高いが、それ以外の期間は高地のため低い。

(4) 雷

雨期に雷が発生するが、配電線、変電所に大きな被害を及ぼすものは過去に例がない。

(5) 地 勢

キリマンジャロおよび Pare 山腹に降った雨が流下して、山腹に無数の小河川が形成されているが、乾期には涸れる季節的河川(Seasonal river)で、大部分は伏流水となっている。唯一の恒常的河川は Pangani河であり、これには、州内に2ヵ所、下流 Tanga州に入ってから2ヵ所の水力発電所がある。

2-4-2 社会基盤整備状況

キリマンジャロ州のサイト周辺における社会基盤整備状況はつぎの通りである。

(1) 港 湾

機材の荷揚はダルエスサラーム港であり、荷揚設備、保管倉庫などは備えられている。

(2) 道 路

ダルエスサラーム港、サイト間は2車線の国道で全区間舗装されている。Moshi から Hai、Rombo に入る主道路は70%程度舗装された良好な道路である。北 Pare 南 Pare の山地は国道より分岐した幹線道路が Mwanga および Same から入っているが舗装はなされていないが、大型車輛の通行は可能である。

なお、最近道路整備の工事が進められており、さらに改良される予定である。

(3) 通 信

通信事情は概して良くない。Moshi-ダルエスサラーム間、州内各町村間においても支障がある。ただし、TANESCO のキリマンジャロオフィスは Moshiを中心として自身の通信系統を持ち、各事業所と無線で業務連絡を行なっている。国外との通信は電話局において可能である。

(4) 電 気

1992~95年迄は渇水のため停電が多かったが、1996年から電力事情は好転し、停電回数は減っている。

(5) 給水施設

キリマンジャロ州は表 2-17 に示すように上水道を中心として給水施設の整備が進んでおり、タンザニア国の中でも比較的良好である。特に州都である Moshi 市では上水道が整備されており、全体の60%が上水道によるサービスを受けている。

表 2-17 給水形態別普及率 (1988年)

	上水道		井戸		その他	
	構内	構外	構内	構外	構内	構外
世帯戸数	37,600	82,000	10,800	14,200	12,200	49,200
割合 (%)	18.3	40.0	5.2	6.8	5.9	23.8

(6) 宿泊施設

Moshi 市は州都であり、かつキリマンジャロ山登山者向けのホテルが多く設備は整っている。

(7) 医療施設

病院、ヘルスセンター、施薬所などの数は表 2-18 の通りである。

病院は日本の総合病院の様に各科あり、レントゲン装置などを備えている。施薬所は各村落にあり、医者は居らず、薬を購入する程度である。

表 2-18 郡別医療施設数 (1988年)

	Rombo	Mwanga	Same	Moshi R	Hai	Moshi C	計
病院	1	1	2	4	3	3	14
ヘルスセンター	3	3	3	4	2	0	15
施薬所	24	55	42	48	44	42	255

2-4-3 既存施設・機材の現状

TANESCO の既設発電設備などについては、2-1-3 項で述べたので、ここではキリマンジャロ州について述べる。

(1) キリマンジャロ州の電気供給施設

キリマンジャロ州の配電網は、全国連系の 132kV送電系統に接続される Kiyungi 変電所を起点として、33kV線路により Moshi市域、Hai および Rombo郡に電力供給している。また、NYM発電所を起点として、33kV線路によりMwanga郡に供給し、更に132kV 系統の Same 変電所より Same 郡の需要に供給する形態である。

供給区域が広大であり、需要の密集しているクウン型の場所は、限定されているので、2次変電所は、下記5カ所のみであり、11kV配電線による供給であるが、他の大部分の散在する需要に対しては、33kV配電線により柱上変圧器により低圧供給する方法が採られている。

OECD 借款により前回実施した施設の概要を表 2-19 に示す。

表 2-19 OECD 借款による施設 (1984年)

変電所	容量	電圧	需要地区
Machame	2,500kVA	33/11kV	Hai
San Ya Juu	2,500kVA	33/11kV	Hai
Mwanga	500kVA	33/11kV	Mwanga
Gonja	1,000kVA	33/11kV	Same
NYM	1,000kVA	11/33kV	Mwanga
配電線施設	33kV	11kV	低圧
Hai	30.5km	95km	40km
Rombo	74km	-	37km
Mwanga	27km	48km	37km
Same	65km	27.5km	32km
計	214.5km	183.5km	140km

配電変圧器 136台

工事用車両 27台

(2) 施設の維持・管理

TANESCO のキリマンジャロ リージョナルオフィスが、これら施設の管理に当たり、施設の点検・補修工事、給電および電気料金徴収などの業務を行なっている。ただし、連系系統に所属する Kyungi および Same 変電所、NYM発電所の設備改善予算は本店の管轄である。

表 2-20 キリマンジャロ リージョナルオフィスの従業員数と職種

名 称	位 置	従業員数 計	職 種 内 訳				
			管理者	技師	経理	配電電	その他
Regional Office 本部	Moshi	124	1	4	3	50	66
Hai Area Office	San ya Juu	16	1	0	1	5	9
Rombo Area Office	Mkuu	24	1	0	1	11	11
Marangu Area Office	Himo	15	1	0	0	5	9
Mwanga Area Office	Mwanga	22	1	0	1	9	11
Same Area Office	Same	40	1	0	1	20	18
合 計		256	6	4	7	100	124

(3) 電力需要と料金収入

1995年の需要電力は、20MW（1985年時点では5 MW）、年間販売電力量 82.0GWhで、1985年時点での13.6GWhと比較すると、10年間で実に6倍になった。現在の需要家数は34,522戸（1985年：13,000戸）であり、料金収入は1994年で年間 559.2 MT. shs に達している。

表 2-21、2-22 に、キリマンジャロ リージョナルオフィスの近年の年間電力販売量と電力料金収入を各地区別に示す。

表 2-21 キリマンジャロ リージョナルオフィス年間売電量（1993～95）

単位：GWh

	Mwanga	Same	Moshi1	Moshi2	Moshi3	Marangu	Hai	Rombo	計
1993	3.0	2.8	7.2	2.6	2.8	12.8	46.4	2.8	80.4
1994	3.1	3.0	8.0	2.1	3.7	9.5	23.3	2.2	54.9
1995	3.5	3.0	14.7	8.1	21.5	17.3	11.8	2.1	82.0

表 2-22 月別・地区別販売電力量 GWh (1995)

単位：GWh

月	Mwanga	Same	Moshi 1	Moshi 2	Moshi 3	Marangu	Hai	Rombo	計
1	0.3	0.3	0.9	0.4	0.3	1.8	0.7	0.1	4.8
2	0.3	0.2	1.0	0.5	0.4	1.9	0.5	0.2	5.0
3	0.3	0.2	1.5	0.5	0.8	1.3	1.5	0.1	6.2
4	0.3	0.3	1.2	0.4	0.4	1.6	1.8	0.2	6.2
5	0.3	0.2	1.6	0.6	0.5	1.8	2.0	0.2	7.2
6	0.2	0.3	1.0	0.5	0.4	1.7	1.6	0.2	5.9
7	0.3	0.3	1.1	0.7	2.5	0.7	1.0	0.2	6.8
8	0.3	0.3	1.0	1.0	2.8	0.7	0.4	0.2	6.7
9	0.3	0.2	1.7	1.0	3.3	1.0	0.4	0.2	8.1
10	0.3	0.3	1.3	0.9	3.7	1.6	0.8	0.2	9.1
11	0.3	0.2	1.1	0.7	3.2	1.4	0.7	0.1	7.7
12	0.3	0.2	1.3	0.9	3.2	1.8	0.4	0.2	8.3
計	3.5	3.0	14.7	8.1	21.5	17.3	11.8	2.1	82.0
平均 (MW)	0.4	0.3	1.7	0.9	2.5	2.0	1.3	0.2	9.4

キリマンジャロ州で最大の大口需要家は Moshi市南方の Tanganika Plantation Co. (TPC)と云う砂糖黍栽培・精糖エステートである。現在の契約電力は 4,100 kW、年間20MWh を受電した実績があり、1994年の支払電気料金は 559 MTsh(邦貨換算約 110 M¥)であった。

需要の伸び率については、至近年では、系統の発電力不足により負荷制限が頻繁に行われたため、判然としないが、過去10年で見ると需要が6倍に増加しており、平均すれば15%以上の伸び率といえる。

需要の日間での変化状況を、Kiyungi から供給する全系と Mwanga 変電所を例として、図 2-7、図 2-8 および 表 2-23 に示す。

Kiyungi 変電所の負荷形態は、州都 Moshiへの供給を含むとはいえ、工業用需要が少ないことと、冷房を必要としない土地柄のため、平日の昼間帯に大きな負荷が現れることはない。夜間の照明負荷が比較的大きいので、日間負荷曲線は一日を通じて概して平坦である。一方、Mwanga変電所の負荷曲線は日間の負荷が更に少ないため典型的な、夕刻ピーク型であって、設備の所要容量に比して売電量は少ないと云う地方電化の宿命的な負荷形態である。

Moshi は都市型であるから平日では日中の電力は或る程度上がるが、それでもやはり夕刻ピークが高い値を示している。

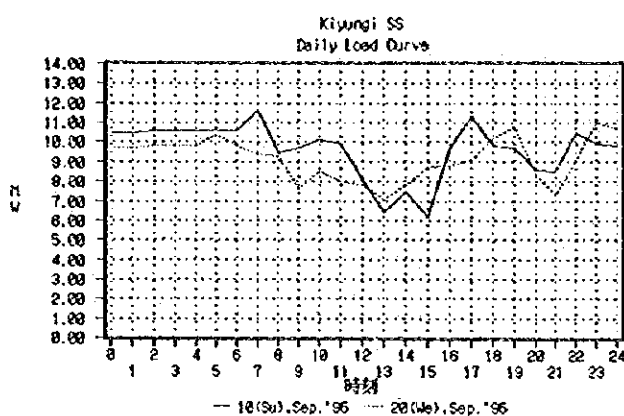


図 2-7 Kiyungi 変電所日間負荷曲線

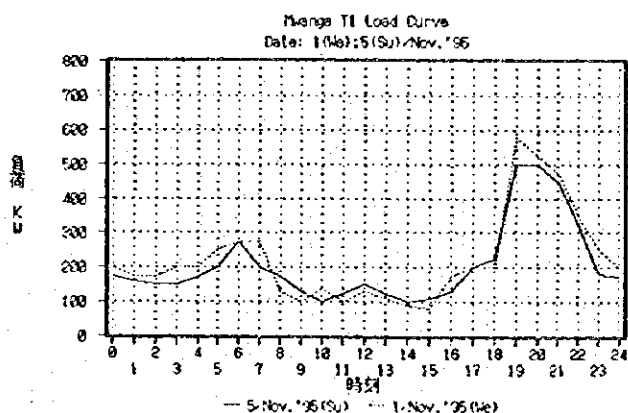


図 2-8 Mwanga変電所日間負荷曲線

(4) 現状の問題点

1) 変電所容量の不足

特に Mwanga 郡での、需要は1982年全計画実施時の予測を大幅に上回っており、現在、1,200kW 程度となっている（現在の設備容量は暫定的に増設した変圧器を含めても1,000kVAで、既に過負荷となっている）。これは、整備された国道沿いに大型需要が出現（1992年）したことで Mwanga タウンが郡都として発展したことによる。このため、変電所容量の不足が顕在化し、これがこの地域の発展の障壁となっているとして、今回の要請の目的となっている。

2) 電圧低下

Rombo 地域では需要家からの電圧低下のクレームがあり、配電線路末端の工場は、日中は運転できず、夜間のみ操業を強いられているとの指摘があつて、これは 33kV Rombo 配電線が長大であるためとされていた。

まずこの電圧調整器を設置することが要望されていた。今回の現地調査では、電圧低下の確認を行ったが、問題となるような大きな電圧低下は高圧側には見出されなかった。

これは、1992年に Kiyungi変電所の主変圧器 20MVAが新設され、その自動電圧調整器が正常に稼働し、送電端での電圧維持が確保されたためと推定される。

しかし、低圧線路末端部の需要家での電圧低下は Romboのみならず広く存在する。これは、小負荷が分散している地方電化の性格上止むを得ない面もあるが、配電変圧器位置から遠い需要家に対しては低圧線路が長くなり、また、負荷の形態も夕刻のクッキング時に集中して同時にピーク電力がかかる型であるため、電圧の低下を生ずるものである。この点、低圧線の増強、変圧器増設などにより極力、低圧回路の改善対策を実施する必要がある。

今回測定した電圧は、Rombo 配電線中間位置の低圧側の測定値である。ここでは、規準電圧に対して±3%の範囲で変動するのみで、問題はなかったが、別の場所では最低 190V（規準 230V）を記録した箇所があつた。

(3) 通信系統の不備

施設の保守、開閉器の入り切りなどの給電操作上、電力施設の維持管理面で自前の通信系統を保有することは不可欠であるが、この現状は不備である。今回の計画の中で整備する必要がある。

2-5 環境への影響

本計画実施によって予想され得る環境への影響（大気汚染、騒音、水質汚染、振動など）は考えられない。変電所は建設中若干の騒音を出すか、周囲に人家はなく問題ない。

第 3 章

プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの目的

タンザニア国政府は第3次5ヵ年計画の(1976~81)策定に当たって、地方分権化の原則から、全国各州にそれぞれ先進諸国の協力のもとに州の総合開発計画を策定させたが、キリマンジャロ州については、日本の協力により、1977年「キリマンジャロ州総合開発計画」(Kilimanjaro Integrated Development Plan-KIDP)が作成された。この計画は開墾可能耕地の減少、伝統的農法の生産性の限界、高い人口密度などの問題を抱える同州の発展パターンをいかに転換し、持続的成長を図って行くかを主要課題として策定されている。具体的には農業を基盤とした経済産業構造を保持しつつ、農業生産性の改善および農耕地の開発を促進するとともに、農業関連産業を中心とした中小規模工業を振興することによって、将来の経済フレームとして1975年から1985年までの成長率を、農業については5.1%、工業について12~14%、全体で6.4~7%と見込んでいる。

この計画の中の電化計画は、警察、郡庁、病院などの公共施設の電化による公共サービスの質的向上に最大のプライオリティを与え、さらに生活水準の向上、農業および農業関連産業の振興を目指し、具体的には1985年までに、まず公共施設の集中している全郡の中心地およびその他15地区の電化を達成し、さらにキリマンジャロ山腹及び Pare 山地の人口密度の高い農耕地帯を中心とした電化を、逐次拡大して行くこととされた。当計画の電化対象地域の選定は、上述「キリマンジャロ州総合開発計画」の趣旨を踏まえ、1. 各郡各地区の中心地、2. 人口密度の高い地域、3. 産業開発ポテンシャルの高い地域という基準で行なわれた。その施設内容は33kV 配電線 214 km、11kV配電線 183km、変電所5ヵ所 33/11kV 合計 7.5MVA。低圧配電線 140km。柱上変圧器 136台、車輛 27台であった。今回計画はこれらの施設のリハビリテーションを行い良質なインフラストラクチャを確立するものである。

リハビリテーションの具体的内容は下記の通りである。

- (1) 需要の増加に伴い顕在化してきた設備容量の不足状態を改善すること。
- (2) 一部の地域で指摘された電圧低下対策を行なうこと。

(3) 未電化の待機需要家に対する配電線の拡張を実施すること。

(4) あわせて設備の保守、運用業務での改善・効率化を推進すること。

これらの完成により電化率が向上し、キリマンジャロ州の経済・社会発展の基盤となる電力分野が充実され、農村開発が推進される。

3-2 プロジェクトの基本構想

本計画の要請内容は下記1)～7)である。

1) Rombo 地区の昇圧器 3MVA 1台 設置

2) Mwanga 変圧器 2.5MVA 1台 設置

3) 33kV配電線55km (Same → Mwanga 間)

4) 11kV配電線20km補修と拡張

5) 低圧回路補修 (ポールトランス含む) 一式

6) 無線機 1システム

7) 建設用車輛と工具

トラッククレーン 1台

ピックアップ 2台

4WDステーションワゴン 1台

工具 1式

(1) Rombo 地区の昇圧器 3MVA 1台設置

要請ではRombo 地区における需要家から、電圧低下に関するクレームが多く、その原因が長大な33kV Rombo配電線にあるものと考え、Rombo 配電線中間地点に電圧補償設備 (Booster)を新設したいとしていた。

しかし、現地調査の結果は、Rombo 配電線 (高圧側) には大きな電圧低下は見出されなかった。これは、1994年、Rombo 配電線の起点となっているKyungi変電所で、系統電圧改善のためのコンデンサー設備が新設され、また同時に 132kV系統に新規に接続された 20,000kVAの新設変圧器の電圧調整器が良好に稼働している結果であろうと考えられる。

また、さらにRombo を含む上位系統の改善（Marangu までの66kV送電線の導入）が現在計画中であり、これを考慮すると、将来にわたって、Rombo 配電線の中に昇圧器を新設する必要は無いと判断された。

Rombo 地区における電圧低下は、低圧回路の脆弱さに起因するものと判断される。現地調査の結果、前回の計画で構築された配電線から需要家までが非常に長い（2 km）低圧回路で配電されている箇所もあり、また、使用している電線のサイズも小さい。このため、ピーク時には電圧低下が生じて、蛍光灯が点灯しないなどのクレームとなるものと考えられる。調査団の測定によれば 230Vあるべき電圧が 190V の箇所があった（83%電圧）。

電圧低下の対策としては、昇圧器の設置を取り止め、サイズの小さい低圧回路電線の取り替えを行なうこととした。低圧回路電線の取り替えは Rombo以外にもあり、全体で50kmとした。

Rombo 地区ではこの他に需要増対策として 33kV 6 kmの枝線の増設、上記電圧対策とあわせポルトランス8台の増強を行ない、新規需要に備える。図 3-2 A～Gに TANESCOが拡張を予定している配電線の位置を示す。表 3-14(1/2, 2/2)は、これを一覧表にしたものである。33kV 配電線の装柱図は図 3-6, 3-7 に示す。

(2) Mwangi 変圧器 2.5MVA 1台設置

Mwangi 変電所の変圧器を現在の500kVA×2台から2.5MVA1台に増容量する事は、要請の通りである。

前回のキリマンジャロ州送配電網計画では、North Pare District と称していた地域は、当時から街造りの計画はあったが、需要が急増するとは予想していなかった。そのため、この地域へ供給する変電所の変圧器容量は、500kVA1台が計画された。

その後、Mwangiは、郡都として、街造りが進行すると共に、特に国道沿いに道路補修のための外国（ノルウェー）資本による道路用骨材プラントや建設機械のモータープール、修理工場等が出現し、その従業員などを含め、周辺人口が大幅に増加した。前回時点では、予想し得なかった電力需要が現れている。

TANESCO はこのため、1992年に500kVA変圧器を増設したが、なお、現在ピーク時には約20%の過負荷を生じている。

今回要請の変圧器容量は 2,500kVA で、今後10年間は取り替えずに済む妥当な容量と考えられる。(末尾添付の 6. 参考資料リスト (1) 需要想定検討書参照)。

また、この容量の変圧器は、前回計画対象地域であった Hai郡のMachame および San Ya Juu変電所と同容量であり、互換性などの面でも妥当である。

この他に Mwanga 地区の需要増対策として33kV 14km、ポールトランス 4 台を調達することとした(表 3-14 要望線路一覧表 Mwanga 参照)。

(3) 33kV 配電線 55km (Same → Mwanga 間)

(2)の Mwanga 変電所の増容量に伴い、その受電システムの改善が必要となるが、Mwangaの南方55kmの位置にあるSame変電所から受電するため Same からMwangaまで55kmの33kV送電線の要請がなされた。

調査の結果、従来通りNYM発電所から送電することとした。つまり、NYM発電所の高圧側66kV母線に接続する66/33kV 5,000kVA変圧器を新設し、既設の27kmの33kV送電線を通してMwangaに供給する(図 3-1 系統図 参照)。

この代案は要請に比べて、下記に示す利点を持つ。

- 配電線の長さがおよそ半分になるので電力ロスがかなり少ない(5. 参考資料リストの(6) 計算書参照)。
- Mwanga変電所以外に北方 Himo 方面に 33kV 配電線が既に TANESCOにより30km延長されており、Sameからの受電では配電線距離が長過ぎ、電力ロスの増加、電圧低下などの問題が生じる。
- 既設 Same変電所の変圧器は古く、施設の状態も良好とは言えない。これを起点とすることはサービスレベル上不安がある。
- NYM発電所の屋外開閉所は、変圧器及び付帯する開閉器類の設置は可能である。
- Same - Mwanga 間には、電化を必要とする村落が無い。
- 費用は33kV送電線新設によるSame変電所から受電する案に比し、ほぼ同額である。

(4) 11kV 配電線 20km

Mwanga地区の需要増のために11kV配電線20kmの要請があったが、TANESCO の新しい計画に従って合計すると15kmとなった。これをすべて実施する。

図 3-2 Dに TANESCO が要望している拡張配電線の位置を示す。表 3-14(1/2, 2/2) はこれを一覧表にしたものである。11kV 配電線の装柱図は図 3-8, 3-9 に示す。

(5) 低圧回路補修（ポールトランス含む）一式

低圧回路は柱上変圧器から需要家までを接続する430V、230Vの電線であるが、Rombo 地区の電圧低下対策にとっては最も効果のあるもので、太いサイズの電線およびポールトランス 8 台を増やして需要家までの距離を短くする。

Mwanga地区でも同様に 33kV ポールトランス 4 台、11kVポールトランス 9 台を増強して需要増に対処する。低圧配電線は正確な長さが出せないため、(1)項 Rombo地区と合わせ合計50kmとした。

(6) 無線機 1システム

電気事業運営上の必要から、独自の通信設備を保有する必要がある、特に給電操作面（開閉器の入り切りの指令）での通信連絡は必須であり、保安上の問題も生じるので、その整備は重要である。

Regional Office と下部組織の5つのArea Office との間、及びArea Office と更にその下部組織のSub Area Office の間の業務連絡通信システムの整備が必要である。また、各所にて実施する設備の操作や補修工事などの際、必要な工事現場の車や作業責任者と事務所や変電所などとの連絡通信システムの整備も必要である。これらは全て現状と同様なVHFの無線通信で構成するのが妥当であると考え。基地局には机上設置、車には車載無線機、人には携帯無線機を配備することとする。

現在使用されている無線機は大部分が12年前調達されたもので老朽化している。保守・管理業務の効率化を図る面から有効な施設であり、費用的にも大きくない装置であるので、今回は、全面的に更新することが、適当であると考えている。

この設備は、本プロジェクトの工事中にも使用するが、キリマンジャロ州配電線設備の運用、保守業務および料金徴収業務を含め、組織間の通常の業務連絡を円滑

化することを目的とした通信系統を構成する機材を調達する。

無線機に使用する周波数は現在TANESCO が既に採用しているVHFとする。

なお機種選定および数量については最小限を設定した。

完成後の通信システムは図 3-3 参照。

(7) 車両・工具類の調達

1) 車 輛

キリマンジャロ州は、広大な山間地域に約35,000戸の需要家が広がり、公共交通機関も極めて乏しい。従って長大な線路の工事や保守業務、料金徴収のためのメーターリーディング等について、支障が出ている。現状の車輛保有台量は表 3-1の通りで老朽化が目立つ。従ってトラック1台、作業用車輛3台を調達する。なお要請では4WDワゴン車が1台あったが、工事の効率性を考え作業用車輛とした。

表 3-1 TANESCO キリマンジャロリージョナルオフィスの現有車輛

場 所	車 輛 名	台数	車 名 及 び 仕 様	年代
Moshi	4WDピックアップ	1	トヨタスクウト	1989
	"	1	トヨタハイラックス	1976
	4WDランドローバー 110	1	ランドローバーデフェンダー	1991
	"	1	ランドローバーステーションワゴン	1992
	2WDローリー 110	2	ベンツ7t	1987
	"	1	ニッサンディーゼル7t	1983
	4WDランドローバー 110	1	ランドローバーステーションワゴン	1986
	2WDトラック	1	タタトラック	1990
	4WDトヨタ	1	トヨタランドクルーザー	1986
	バイク	4	ホンダ	1983
Marang	2WDトラック	1	タタ3tトラック	1990
	バイク	1	?	不明
Rombo	2WDローリー	1	ニッサンディーゼル7t	1992
	バイク	1	ホンダ 125cc	1983
Tarakia	なし			
Mwanga	2WDピックアップ	1	タタ1tトラック	1992
	バイク	1	ホンダ 125cc	1983
Usangi	なし			
Same	バイク	1	ホンダ 125cc	1983
Gonja	なし			
Hai	2WDトラック	1	タタ3tトラック	1990
	バイク	1	ホンダ 125cc	1983
Ryanningo	バイク	1	ホンダ 125cc	1983
計	車輛14台 バイク10台			

2) 工 具 類

今回のプロジェクトでは、タンザニア国側が配電線の建設工事を実施することとしているが、これに必要な工具類は古いものが多く、新規に調達が必要である。工事は2組の工事部隊で実施することとしているので、それに相応する数量である(末尾 参考資料リスト (3) 工具リスト (暫定) 参照)。

(8) 配電システムの合理化対策

この項目は当初から要請があったものではない。現地調査時 TANESCOおよび調査団よりサービスレベル改善について色々なアイデアが出され、有効なもの5件を実施する。

キリマンジャロ地域の配電線は長距離で、従って事故時に広範囲な停電となり、事故点の探索に手間取る。停電の復旧時間が長い点も需要家の苦情の原因である。

下記の改良を行うことにより適切な系統分離が可能となり、事故時の停電区間をできるだけ減らす設備とする。

- a. Rombo 配電線入口改良 33kV 6 km
- b. Mwanga変電所引出改良 33kV 遮断器1台他
- c. Same変電所出口改良 33kV 2 km
- d. Mwanga変電所 11kV 出口 1回路増
- e. 33kV 配電線区分開閉器 3台

以上a～e項について述べる。

a) Rombo 配電線入口改良

Rombo 地域は、配電線互長が長く(Kyungi ~ Rongai 間 126km)、樹木接触の事故点の確定や対策に手間取るなど保守上の不便が大きい。

現在の系統(図 3-6)では、Himo手前から Kileman, Kirua 方面の負荷を持ちながら Maranguに入り、その後 Rombo地域に入っているが、この Maranguまでの配電線は電線サイズが小さく(12年前以前に建設された50mm²)また樹木倒壊の事故の多い地区と言われる。今回、Himoから Maranguへの道路沿いに、Marangu Secondary School地点までの6 kmを接続すれば、Rombo へは直接に送電でき、大部分の Marangu負荷をこの配電線から切り離しが出来るので、電圧低下、ロスの面、また、保守の面からも有効と考えられる。

このため、配電線 6 km、区分開閉器 2 台を新設する。図 3-5 系統構成部分図の (1) 参照。

b) Mwanga 変電所引出改良

Mwanga 変電所の北方に膨大な 33kV 配電線が拡張されており、現在は NYM 配電線から直接 T 分岐で延長されている。

今回、増強される Mwanga 変電所にこの北方配電線を引込み、変電所母線から送電する形態が設備運用上望ましい。

これに必要な施設は、33kV 遮断器 1 台を含む引き出し設備と配電線変更のための電線、支持物等である (図 3-7 の (2) 参照)。

c) Same 変電所出口改良

Same 変電所からの 33kV 配電線引出は、1 回線のみであり、Gonja 方面と Mwembe 方面の 2 方向に延びている。この Mwembe 線は、TANESCO の手で 40km 程延長している。従って、65km の Gonja 線とあわせてどの場所での事故でも全系が停止する。その度に分岐点の負荷開閉器 (LBS) を切って事故点探索を行なっている現状であり、途中からの T 分岐では運用・保守上不便である。

よって Mwembe 線を Same 変電所まで引き入れるために必要な 33kV 配電線 2 km、引き出し口に遮断器 1 台と計量・保護装置が必要である。これらは Mwanga 変電所新設で不要となった機材を使用するものとし、工事は TANESCO の手で行なう (図 3-5 の (3) 参照)。

d) Mwanga 変電所出口回路増

変電所からの 11kV 配電線出口は従来 1 回線であったが、系統の大幅な拡大によって今回市街地向け 1 回線、山向け 2 回線の 3 台のキュービクルを設置して、サービスレベルを上げる。

e) 33kV 配電線負荷開閉器 3 台

複雑な配電網にこの開閉器を設置し、事故時の停電箇所を限定すること、事故箇所を細分して探索し易くすること、などを行なう。Rombo 系に 2 台、Same 系に 1 台使用する。

(9) ま と め

以上の検討の結果、本プロジェクトの基本構想は、次表のようにまとめることができる。

要 請	結 論	対 策
1. Rombo の 昇圧器 3MVA 1台	必要なし	<ul style="list-style-type: none"> ・ 低圧回路電圧低下対策として回路の電線取替え、(Rombo地区以外も含め50km) ポールトランス 8 台の増強を行なう。 ・ 他に需要増対策として33kV枝線 6 kmを新設する。
2. Mwangaの 変圧器 2.5MVA 1台	必 要	<ul style="list-style-type: none"> ・ 要請通り 2.5MVA 変電所新設する。 ・ Mwanga地区需要増対策として33kV配電線14km、ポールトランス 4 台を新設する。
3. 33kV 55 km 配電線 (Same, Mwanga 受電強化)	代 替	<ul style="list-style-type: none"> ・ 配電線を取り止めN Y M変電所新設(5MVA)により既設配電線によりMWANGAへ送電する。
4. 11kV 20km 配電線	必 要	<ul style="list-style-type: none"> ・ Mwanga地区の需要増対策として 11kV 配電線 15km、ポールトランス 9 台を増強する。
5. 低圧回路補修 1式 (ポルトランス 含む)	必 要	<ul style="list-style-type: none"> ・ Rombo 地区の電圧対策(1項と重複)と Mwanga地区の需要増対策を含めて低圧回路計 50km補修
6. 無線機 1 セット	必 要	基地局 8 局、中継局 1 局、他
7. 車輛と工具	4WDワゴンを作 業用車輛に変更	トラック 1 台、作業用車輛 3 台、工具 1 式
		<p>配電系統合理化対策</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Rombo 線入口改良 33kV 6km b. Mwangaの引込改良 33kV 1回線 c. Sameの出口改良 33kV 2km d. Mwangaの出口改良 11kV 3回線 e. 33kV負荷開閉器設置 3台

3-3 基本設計

本プロジェクトの基本設計については全体として次の方針とする。

- ・ 本プロジェクトが完成後10年程度は取替えを行なわなくても良いものとする。
- ・ 変電所の機器など維持・管理の点からなるべく既設と同じ型式(油入遮断器など)のものとし、既存の技術レベルで充分対応できるものとする。

3-3-1 設計方針

(1) 自然条件

- 1) 変電所機器の基礎工事、据付工事に影響のある降雨期は3月～6月が大雨季、11月～12月が小雨期である。本プロジェクトは土木工事を9月から、変電所の据付工事を1月から行うので雨の影響はあまり受けない。
- 2) 月平均最高、最低気温はそれぞれ30℃と18℃であり、温度変化に対する機器設計は通常設計とする。
- 3) 地震、モンスーンの類は無く、機器設計上制限を受けない。
また変電所、配電線ルートは出水時に洪水となる様な地形ではない。

(2) 建設事情および現地業者

- 1) 建設に関する現地労働力については、過去の実績より問題ない。
- 2) セメントなど一般工事用資機材は現地調達が可能である。

(3) 現地資機材の活用

木柱、裸アルミ電線は第三国より調達する。

(4) 実施機関の維持、管理能力

- 1) TANESCO は、本プロジェクトと同程度の多くの配電用変電所および配電線を長年にわたり維持、管理しており、その能力については問題ない。
- 2) TANESCO の配電用変電所、配電線の維持、管理要員は本プロジェクトが完成の後も増員なしで対応できる（変電所数は増えていない。配電線は既設の約10%増加したが配電システムの合理化対策を実施するので以前より小人数で事故時対応できる）。

(5) 施設、機器などのグレード

本プロジェクトは、既設の変電所との整合性が重要であり施設、機材などのグレードはできるだけ既設に合わせる。また既設の設備は最大限に活用するものとする。ただし基準などについては、タンザニア国においては未整備な部分は日本または国際的基準を準拠する。

(適用規格)

- ・日本工業規格 (J I S)
- ・電気学会 電気規格調査会標準規格 (J E C)
- ・社団法人 日本電気工業規格 (J E M)
- ・日本電線工業会規格 (J C S)
- ・国際電気標準会議規格 (I E C)
- ・米国電気工業会規格 (N E M A)
- ・米国規格協会規格 (A N S I)

(6) 工期に対する方針

変電所の土木工事、機器の基礎工事はTANESCO が平成8年11月迄に行う。

変電所など主要な部分の建設や資材調達は、平成8年度(平成9年3月)において完了するが、TANESCO 自身が実施する配電線や低圧末端部の工事は、引き続いて行ない、平成9年12月迄にすべて完了する。

(7) 設計条件

1) 自然条件

標	高	800 ~ 1,500m
外	気	温
		最高 40℃
		最低 10℃
		平均 32℃

2) 安全率

TANESCO の規準により次の値を採用する。

支 持 物	4
支持物基礎	2.5
電 線	3
碍 子	3.5
腕 金	2.5
支 線	2.5

3) 導体温度

平均使用温度	32℃
許 容 温 度	90℃

4) 風圧荷重

最大風速33m/secとして架渉線に対する風圧荷重は50kg/m²、構造物に対する荷重は75kg/m²とする。

5) 送配電線の地上高

架渉線の地上高は TANESCO規準により表 3-3の通りとする。

表3-3 送配電線の地上高

項 目	33kV	11kV	L/T
車 道 横 断	6.0m	5.7m	5.0m
歩 道 横 断	6.0	4.8	4.0
電 話 線 上	1.8	1.8	1.2
鉄 道 線 路 上	9.0	9.0	9.0

(8) 設計の基本的考え方

変電設備、配電設備の設計については、次の事項を基本とし、既設設備との調和、協調をも充分考慮した。

1) 供給信頼度の向上

- ・変電所の主変圧器には、負荷時電圧調整器 (On-Load Tap Changer)を附属さ

せることとし、起点電圧の常時正常値維持を図る。

- 配電変圧器には、個々に避雷器を設置し、耐雷保護を行う。
- 変電所からのフィーダーには、配電線出口の遮断器に自動再閉路装置を設備し、一過性の事故に対する停電時間の短縮を図る。
- 配電線路の適切な箇所に区分開閉器を設置し、事故時、作業時の停電区域の極限化を図る。
- 低圧電線には、絶縁電線を使用し、一時的な他物接触による無用の事故遮断の頻度を縮減する。

2) 既設電力設備との協調

- 配電変圧器容量は、原則として、50kVAとし、既設設備に準ずる。
- 33kV以上の遮断器は、保守に手慣れている油入遮断器（OCB）とする。
- 11kVの遮断器は従来同様、キュービクル型とし、真空遮断器（VCB）を使用する。
- 既存工具類の便宜も考慮し、原則的に電線サイズは既設に準じて、仕様を行う。
- 従来と同様、配電線路に架空地線は設けない。（過去に問題を生じていない）

(9) 絶縁設計

絶縁設計は、雷サージから商用周波までの全領域にわたって、線路及び機器の絶縁レベルの協調をとることにより、設備の保護を行うことを目的として次の方針により設計する。

- 内部異常電圧（1線地絡時などの持続性異常電圧及び開閉サージなど）に対しては、機器自体の絶縁強度により保護する（表 3-4、表 3-5）。
- 外部異常電圧（雷サージ）に対しては、避雷器により保護する。

（架空送電線路の絶縁設計要綱（1966年版、1986年版）のデータに拠った）

1) 碍子種類及び連結個数の決定

絶縁強度は内部異常電圧に耐えるものとする。

接地系の種別は66, 33, 11kV系とも中性点直接接地であり、有効接地系と
考えられるので、異常電圧の係数としては次を採用する。

- ① 接続性異常電圧倍数 : $0.8 U_m$ (U_m : 系統の最高電圧)
- ② 開閉異常電圧倍数 : $2.8 U_m$

表3-4 開閉異常電圧より求めた所要絶縁強度

公称電圧 (kV)	66	33	11
最高系統電圧 U_m (kV)	72	36	12
対地電圧波高値 $\sqrt{2}/\sqrt{3} U_m$ (kV)	58.8	29.4	9.8
開閉サージ倍数 n	2.8	2.8	2.8
開閉サージ電圧 $\sqrt{2}/\sqrt{3} U_m \times n$	164.6	82.3	27.4
絶縁低下係数	1.2	1.2	1.2 *
碍子の所要絶縁強度	197	99	33

註* : 1986年要綱では、1.1としている。

表 3-5 持続性異常電圧より求めた碍子の所要絶縁強度

公称電圧 (kV)	66	33	11
最高系統電圧 U_m (kV)	72	36	12
異常電圧倍数 n	0.8	0.8	0.8
持続性異常電圧 (kV)	57.6	28.8	9.6
絶縁低下係数	1.2	1.2	1.2 *
碍子の所要絶縁強度	69	35	12

表 3-6 碍子の絶縁特性

	標準サージ 50%閃絡 電圧(kV)	開閉サージ 50%閃絡 電圧(kV)	(注水) 耐電圧 (kV)	商用周波 50%閃絡 (kV)	(注水) 耐電圧 (kV)	
懸垂碍子						
1個	150	85	75	45	40	1966
2個連	240	155	140	80	70	1986
3個連	330	225	205	115	105	
4個連	410	295	265	150	135	
5個連	495	360	325	190	170	
33kV用碍子	200			80		
11kV用碍子	105			35		

碍子の絶縁特性及び所要耐電圧（表 3-6）を比較し、絶縁裕度を考慮の上、使用する碍子及び碍子連個数の選定碍子の絶縁特性及び所要耐電圧を比較し、絶縁裕度を考慮の上、使用する碍子及び碍子連の個数を次の通りとした。

250mm 懸垂碍子連は、保守管理面の必要から各電圧とも1個増としている。

表 3-7 碍子及び碍子連個数の選定

電 圧	使用箇所	250mm懸垂碍子	33kVピン碍子	11kVピン碍子
66kV	懸 垂 耐 張	7-クホーン付5個連 "		
33kV	引通し 引止め	7-クホーン無し3個連	○	
11kV	引通し 引止め	7-クホーン無し2個連		○

2) 絶縁間隔

対地標準絶縁間隔

碍子連の標準衝撃波（正極性）50%閃絡電圧で閃絡する棒ギャップ間隔長を標準絶縁間隔とする（表 3-8）。

表3-8 絶 縁 間 隔

公 称 電 圧	66kV	33kV	11kV
碍子個数（実装）	5	3	2
"（所要）	4	2	1
碍子連の衝撃50%FOV kV	495	330	240
相当棒ギャップ長（cm）	80	52	36
標準絶縁間隔（cm）	85	55	40

最小絶縁間隔

開閉サージ及び持続性異常電圧の各々とともに耐えるクリアランスを最小絶縁間隔とする。実際には開閉サージで決まる。アークホーン間隔はこれ以上に設定する（表 3-9）。

表3-9 最小絶縁間隔

公 称 電 圧	66kV	33kV	11kV
最高系統電圧 U_m (kV)	72	36	12
対地電圧波高値 (kV)	58.8	29.4	9.8
開閉サージ倍数	2.8	2.8	2.8
開閉サージ波高値 (kV)	164.6	82.3	27.4
所要耐電圧 (kV)	197	99	33
所要クリアランス (cm)	35	19	7
最小絶縁間隔 (cm)	40	25	10

上記の1.2倍

異常時絶縁間隔

想定最大風速時の横振れ等の際に適用する異常時の最小絶縁間隔は、最高系統電圧に対する注水耐電圧でクリアランスをチェックする。(1986要綱)
(表 3-10、表 3-11)。

表3-10 異常時絶縁間隔

公称電圧	66kV	33kV	11kV
最高系統電圧 U_m (kV)	72	36	12
対地電圧波高値 (kV)	41.6	20.7	6.9
所要耐電圧 (kV)	45.8	22.8	7.6
所要クリアランス (cm)	14.3	6.5	2.2
異常時絶縁間隔 (cm)	17	8	3

表3-11 線間最小クリアランス

公称電圧	66kV	33kV	11kV
最高系統電圧 U_m (kV)	72	36	12
対地電圧波高値 (kV)	58.8	29.4	9.8
線間開閉サージ倍数	5.3	6.4	6.4 (1966要綱)
線間サージ電圧 (kV)	311.6	188.1	62.7
線間所要耐電圧 (kV)	343	207	69
線間所要最小クリアランス(cm)	65	37	12
実際の線間間隔(cm)は	150	135	100 としている。

3) 基準衝撃絶縁強度 (BIL) の設定と避雷器の選択

基準衝撃絶縁強度は従来採用した I E C 規格に則り表 3-12 の通りとした。

表3-12 BILの設定と避雷器

公称電圧	66kV	33kV	11kV
最高系統電圧 U_m (kV)	69	36	12
避雷器定格電圧 (kV)	72	36	12
MCOV (kV) *	56.1	28.0	9.3
MCOV x $\sqrt{3}$ (kV)	97.2	48.5	16.1
MCOVと U_m との裕度	1.35	1.35	1.34
制限電圧(kV)at 20kA	218	109	36.2
BIL (kV)	325	170	90
BIL と制限電圧との裕度	1.49	1.56	2.5

註*: Max Continuous Operating Voltage (実効値)

4) 対雷設計

I K L (Isokeraunic Level:年間雷雨日数) の統計は得られなかったが、前回の施設が雷による被害を蒙っていないことから、前回通りの設計を行うこととする。変電所には避雷器及び架空地線を配置し、配電線には架空地線を取付けないが、配電変圧器には全て避雷器を設け、雷サージに対する保護を行うこととする。

3-3-2 基本計画

(1) 全体計画

1) 変電所予定地の状況、形状および環境

- ・新設するMwanga変電所は需要地に近く、地形は平地で、既設 Mwanga 変電所の敷地内にあり、隣接した民家などなく良好なサイトである (敷地約23m×15m)。

雨期には、変電所に水がたまらない様に既設変電所地盤に合わせ変電所全体を50cm程度土盛りする必要がある、これは TANESCOが実施する。

- ・新設するNYM変電所はNYM発電所の開閉所に隣接しており、同発電所の敷地内である。

ダムの傍で地盤は強固で近所に民家などはない (敷地約36m×12m)。

- ・配電線の枝線は概ね集落の道路沿いに走るの、建柱、保守がし易い。

2) インフラ整備状況

NYM変電所の建設工事は、既設発電所を建設した時に使用した道路があり、重量物搬入については問題ない。

Mwanga変電所は国道から近い公道の傍であり、アクセス道路は問題ない。

なおダルエスサラーム港からキリマンジャロまでの約 500kmは舗装整備された国道があり、重量物の運搬に支障はない。

3) 据付け地としての適否など

- ・新設 Mwanga 変電所のサイトは、背後の需要地に近いこと、新設後の新旧設備の切り替え工事の容易さ、完成後の保守・運用などを考慮すれば、既設変電所に隣接したサイトが最も手間がかからず、従って費用がかからず、最適の地といえる。
- ・新設NYM変電所は、Mwanga変電所に送電するための変電所だが、当初要請では Same から55kmを送電して受電する予定をメリットの多いNYM変電所からに変更したものである。TANESCO の送電系統を良く見れば、Mwanga変電所に近くて電源を得られるところはNYM変電所において他はないことが判る。そして既設配電線を利用できる利点がある。

(2) 機材計画

- 1) 主要機器の概略仕様などを表 3-13 に示す。

表 3-13 主要機器の概略仕様

機器名	主な仕様	数量	使用目的
主要変圧器	63/33kV 5MV	1式	NYM変電所用
主要変圧器	33/11kV 2.5MVA	1式	Mwanga変電所用
33kV線路材	ACSR100, 28km	1式	主としてRombo地域の配電線拡張用
11kV線路材	ACSR100, 15km	1式	Mwanga地域の配電線拡張用
低圧線路材	HAL-OW55, 15km	1式	Rombo地域の低圧線とりかえ、拡張用
トラック	5 ton 1台	1式	工事用および維持・管理用車輛
作業用車輛	2 ton 3台	1式	同上
工具・測定器	工事用工具	1式	配電線工事用工具
無線システム	VHF/FM	1式	工事中および完成後の維持・管理用

- 2) 主要機器についての技術レベル、保守・管理技術

変電機器の技術レベルは、一般的に使用電圧に比例して難しくなるが、今回のプロジェクトでは 66kV が最も高電圧であり、TANESCO は 220kVの変電所を所有し、保守・運転を行なっていることから、このレベルは問題ない。

33kVクラス設備については、12年前に設置されたものが全く故障なく管理されていることから問題ない。

- 3) スペアパーツ、消耗品

今回のプロジェクトに関するスペアパーツ、消耗品は変電機器、配電線については

特別のものはない。

これらの機器はいずれも静止機器であり、常時回転している機器はないので特別のものはない。

車輛用のスペアパーツは過去の実績から本体価格の10%程度を見込んでいる。

4) 現地調達や第三国調達

タンザニア国現地調達できるものは小型ポルトランスなどであるが、故障が多く信頼性が低い。

木柱、裸アルミ電線は第三国より調達する。これらの資材は加工度の低いものであり、近くの国から得られれば輸送費と相まって安価に手に入れることが可能である。

(3) 主要機器の仕様

基本構想に示された、各コンポーネントについて、それぞれの内容と仕様を以下に記す。

1) Mwanga変電所

Mwanga変電所は、Mwanga一帯及び多数の村落が密集し人口の多い山中の地域に供給する2次変電所である。従来、500kVA 1台の容量の変電所（1992年に500kVA 1台を TANESCOが増設）であったが、容量不足のため、今回、隣接の場所に、容量2,500kVAの変電所を新設するものである。

変電所位置図、単線結線図、機器配置図を図 3-10 ～図 3-13 に示す。

① 設備の概要

受電方法

N Y M発電所からの33kV送電線1回線で受電する。

変圧器

型 式：油入自冷式

電 圧：1次33kV星型、2次11kV星型、3次3角巻線付き

容 量：2,500kVA 1台

負荷時自動電圧調整器付き

付属開閉装置、計量装置

36kV 600A 3相油入遮断器

36kV 600A 3相断路器 (内1台はアーススイッチ付)

33kV C T 150, 75/5 A

33kV C T 75/5A

引き出し配電線用設備

11kV配電線用：キュービクル型 3回線（1回線は当面予備）

36kV配電線用：屋外型 遮断器、断路器 各2回線

② 主要機器の仕様

a. 主要変圧器

準拠規格	JEC 204 変圧器
	JEC 186 負荷時タップ切換装置
	IEC 変圧器
容量	2,500kVA
定格	連続
相数	3相
周波数	50Hz
冷却方式	油入自冷
定格電圧	33,000/11,000kV
タップ電圧	+5%、-15%、17タップ
絶縁階級(BIL)	170kV/90kV
結線 1次	Star
2次	Star
3次	Delta
接地系	中性点直接接地
インピーダンス	5.5%
角変位	0
極正	減極性
使用状態	屋外
タップ切換機構	負荷時タップ切換
標高	1,000m以下
最高周囲温度	40°C

b. 遮断器

準拠規格	JEC 181 遮断器	
定格電圧	36kV	12kV
型式	屋外OCB	キュービクル内VCB
定格電流	600A	600A
絶縁階級(BIL)	200kV	90kV
定格周波数	50Hz	50Hz
定格遮断電流	12.5kVA	12.5kVA
定格遮断時間	5サイクル	5サイクル
定格投入操作電圧	DC125V	DC125V
定格引き外し電圧	DC125V	DC125V

標準動作責務	A	A
	0-(1Min.)-CO	0-(0.3Sec.)-CO
	-(3Min.)-CO	-(1Min.)-CO
c. 断路器		
準拠規格	JEC 196 断路器	
定格電圧	36kV	12kV
定格電流	600A	600A
定格短間電流	12.5kA	12.5kA
使用状態	屋外	キュービクル内
操作方法	手動	手動
d. 計器用変流器		
準拠規格	IEC 185、JEC 193 計器用変成器	
定格電圧	33kV	12kV
定格電流比	100/50/5A	150/5A
定格負担	40VA	40VA
誤差階級	5 P	5 P
e. 避雷器		
準拠規格	JEC 203 避雷器	
定格電圧	36kV	14kV
定格放電電流	10kA	10kA

2) Nyumba Ya Mungu (NYM) 変電所

既設のNYM水力発電所(4MW×2)の屋外開閉所に隣接して、新NYM変電所を新設する。

同発電所の屋外開閉所の66kV母線に接続する66kV分岐線により受電し、5,000kVA変圧器1台を設置して、これより33kVを既設33kV開閉設備を利用して、33kV送電線を引き出すものとする。

変電所位置図、単線結線図、機器配置図を図 3-14 ~ 図 3-17 に示す。

① 設備の概要

受電方法

NYM発電所の66kV母線を改造して、66kV分岐線を構築して受電する。

変圧器

型式：油入自冷式

電圧：1次33kV星型、2次11kV星型、3次3角巻線付き

容量：5,000kVA 1台

負荷時自動電圧調整器付き

付属開閉装置、計量装置

72kV 600A 3相油入遮断器

72kV 600A 3相断路器

66kV CT 75/5A 3台

33kV引き出し側設備

36kV送電線用：屋外型 断路器、断路器 1回線 既設使用

33kV 3相 PT 33kV/110V

② 主要機器の仕様

a. 主要変圧器

準拠規格	JEC 204 変圧器 JEC 186 負荷時タップ切換装置 IEC 変圧器
容量	5,000kVA
定格	連続
相数	3相
周波数	50Hz
冷却方式	油入自冷
定格電圧	66,000/33,000kV
タップ電圧	±10%、17タップ
絶縁階級(BIL)	350kV/200kV
結線 1次	Star
2次	Star
3次	Delta
接地系	中性点直接接地
インピーダンス	7.5%
角変位	0
極性	減極性
使用状態	屋外
タップ切換機構	負荷時タップ切換
標高	1,000m以下
最高周囲温度	40°C

b. 遮断器

準拠規格	JEC 181 遮断器
定格電圧	72kV
型式	屋外OCB
定格電流	600A
絶縁階級(BIL)	200kV