

No. 2

タンザニア連合共和国

ダルエスサラーム電力供給拡充計画

基本設計調査報告書

JICA LIBRARY



J1135627161

平成8年12月

国際協力事業団

(株) EPDCインターナショナル

調無

CR(3)

96-297

タンザニア連合共和国

ダルエスサラーム電力供給拡充計画基本設計調査報告書

平成8年12月

416
643
CRD
LIBRARY
1996



1135627(6)

タンザニア連合共和国

ダルエスサラーム電力供給拡充計画

基本設計調査報告書

平成8年12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、同国のダルエスサラーム電力供給拡充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8年7月25日から8月19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10月30日から11月6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12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ダルエスサラーム電力供給拡充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8年7月17日より、平成9年1月31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努めてまいりました。

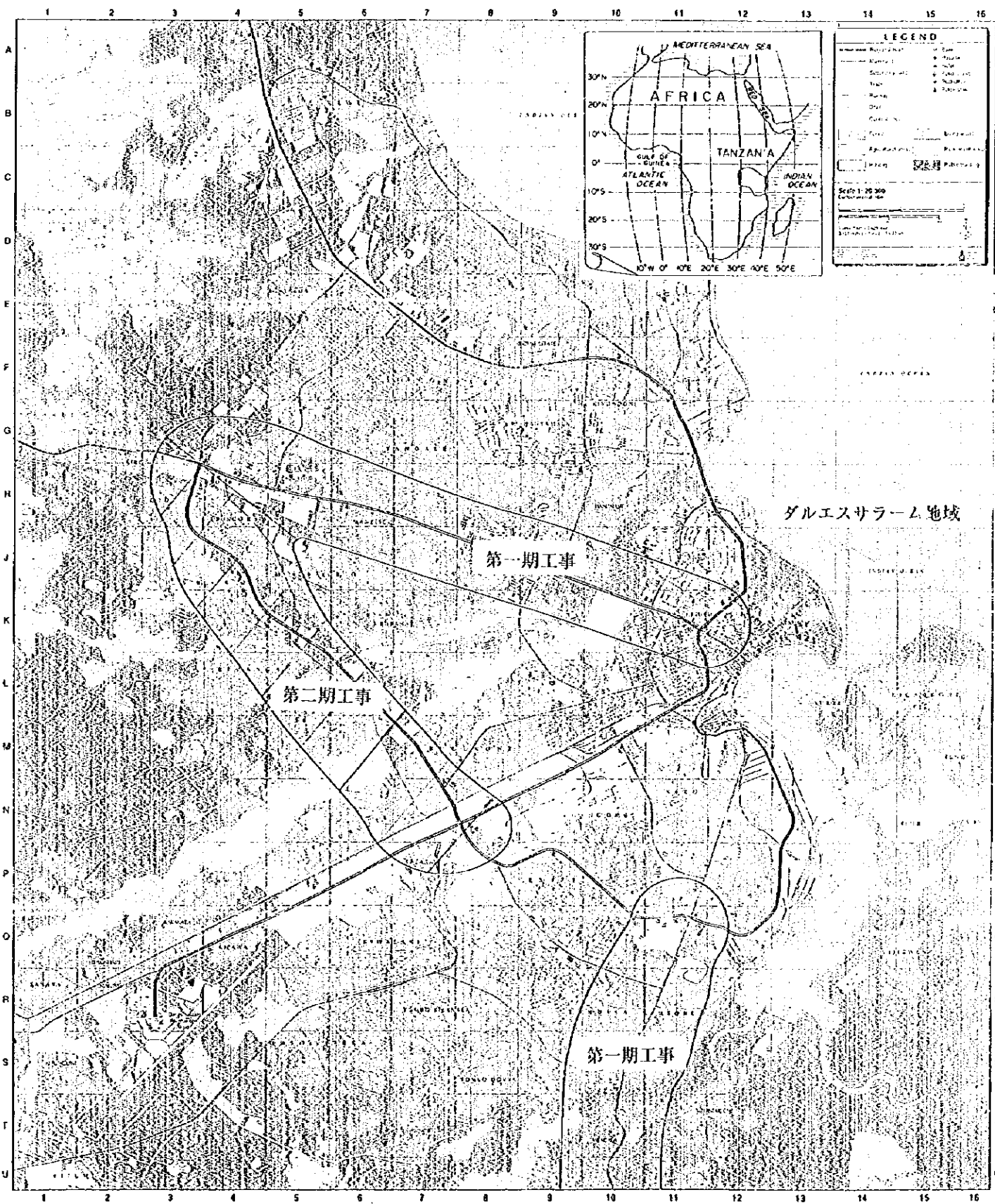
つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成8年12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
ダルエスサラーム電力供給拡充計画
基本設計調査団
業務主任 北 沢 仁

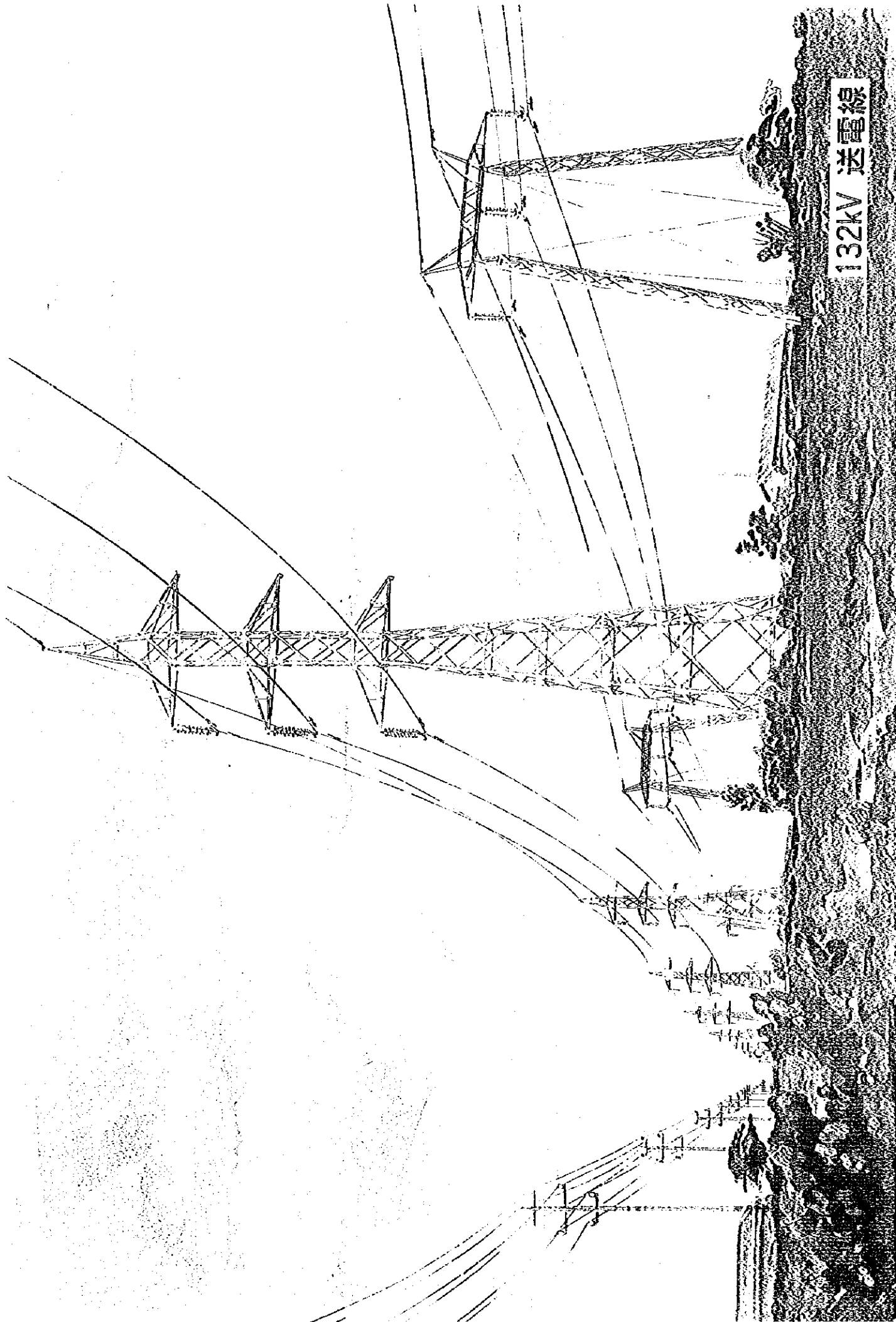
プロジェクト対象地域の位置図

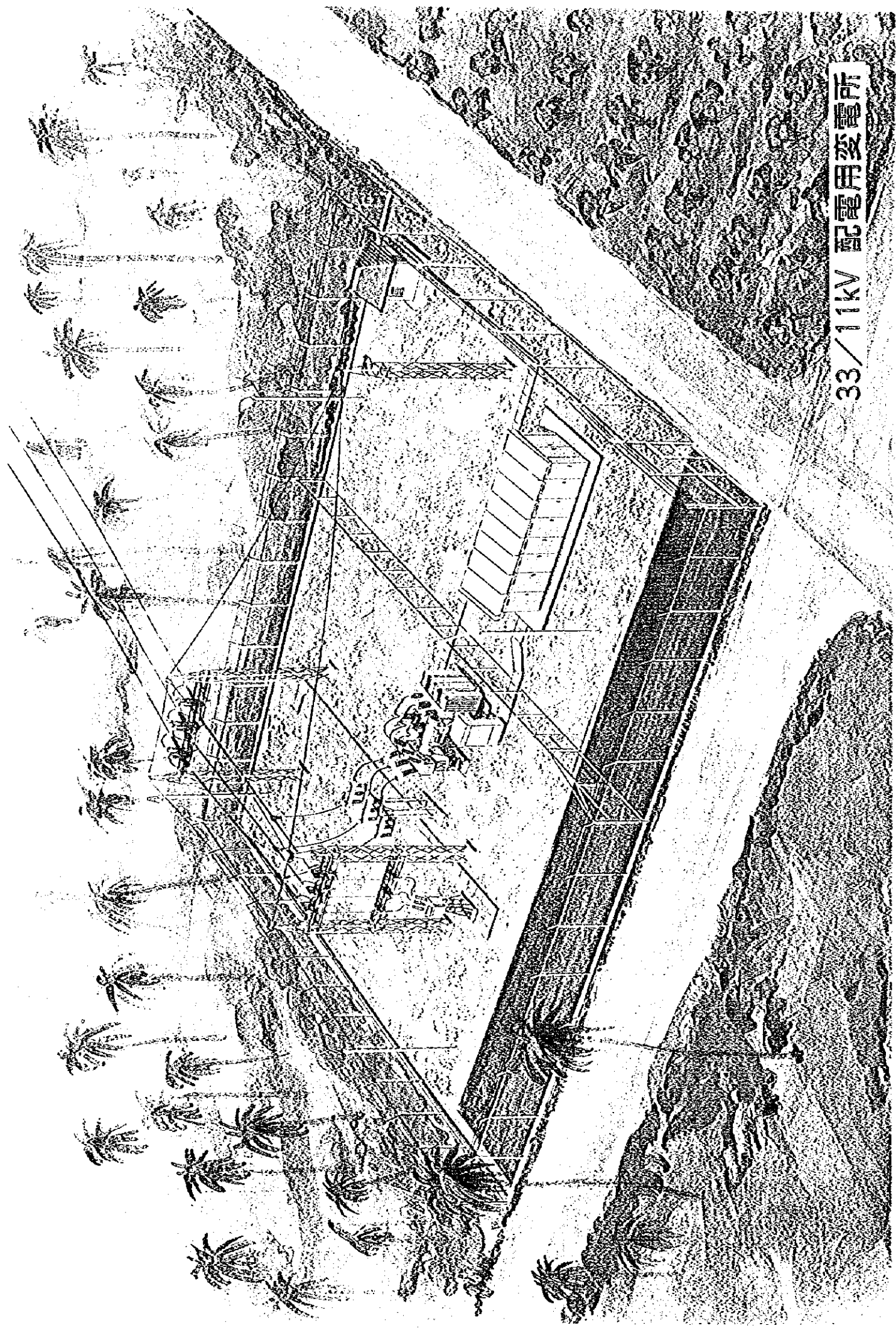
位置図



完成予想図

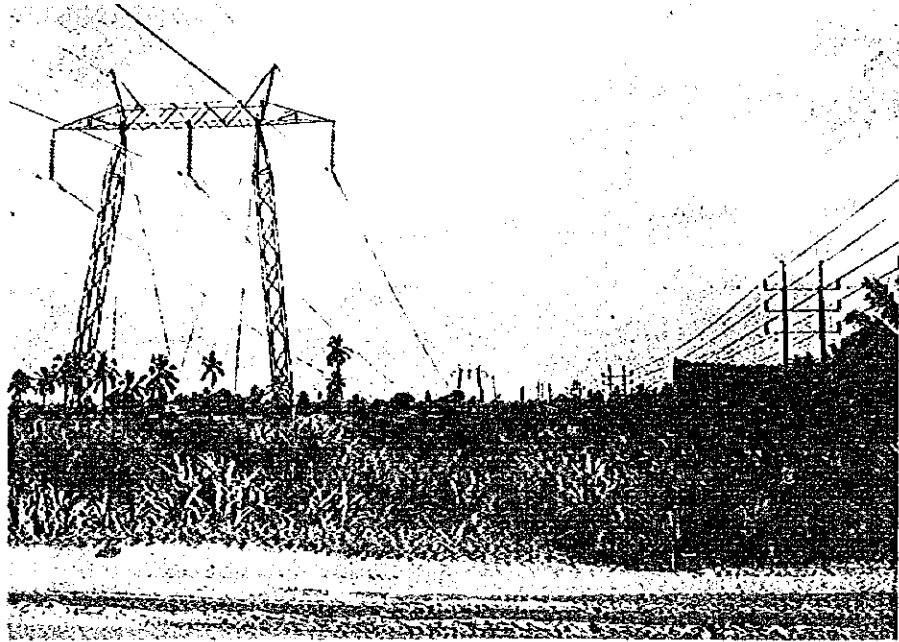
132kV 送電線



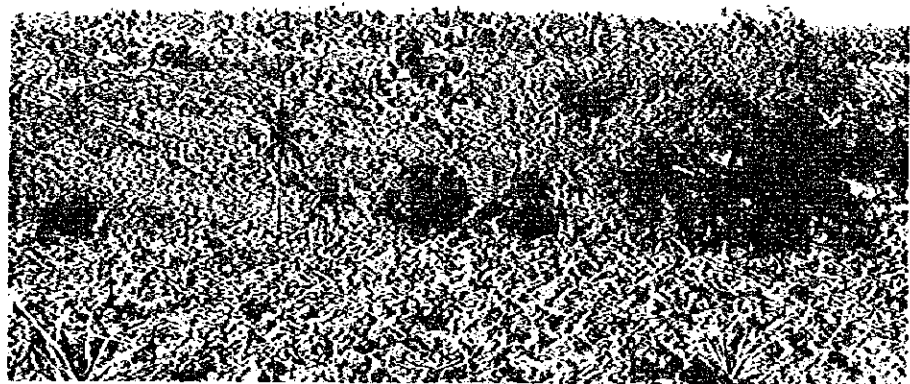


33/11kV 配電用変電所

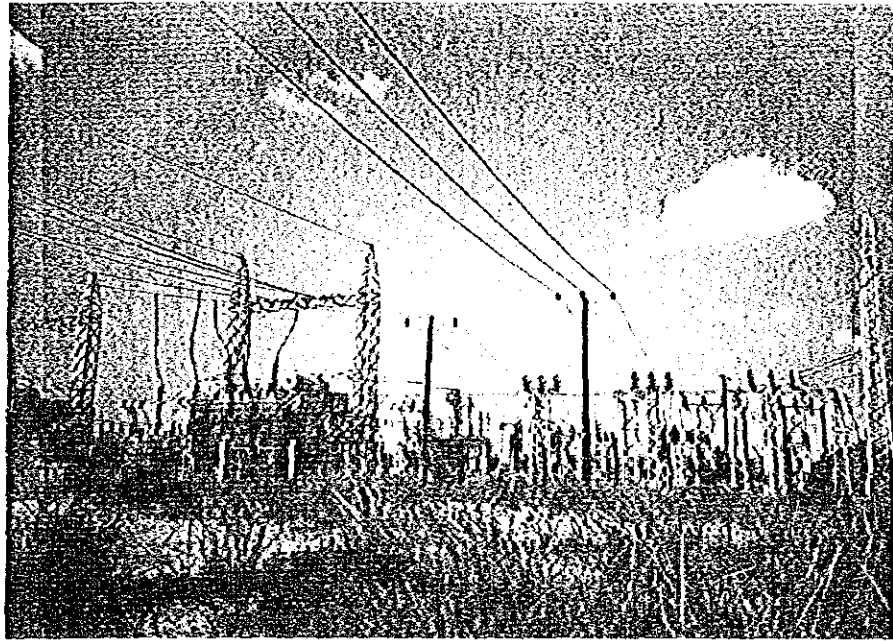
写 真



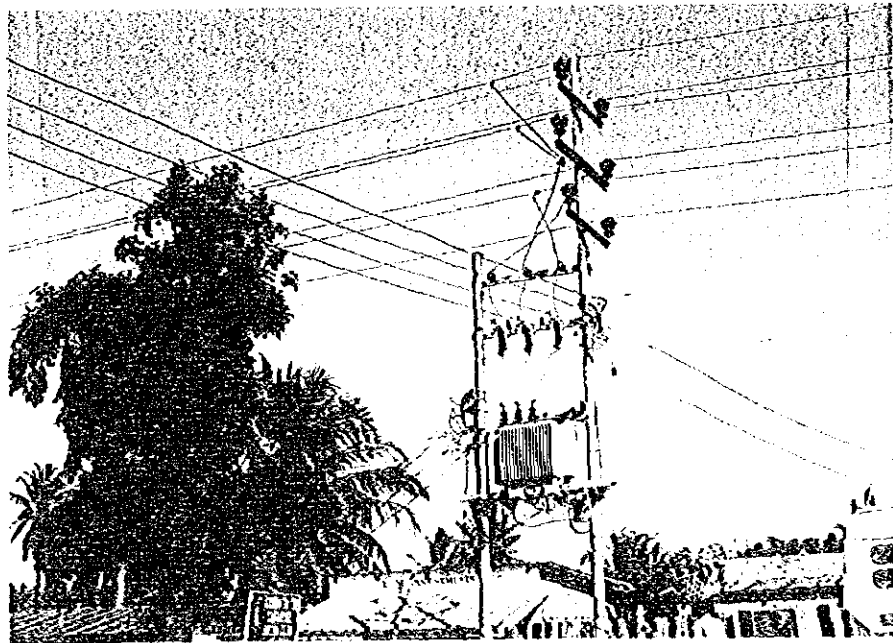
既設 132 kV 送電線 (Ubungo-Ilala 間)



新設 132 kV 送電線計画ルート
(Ubungo-Factory Zone-III間)



Ubungo 変電所33kV 開閉所



Mbagala 地区11kV 配電線

略 語 集

略 語 集

Agencies (機関)

MEM	:	Ministry of Energy and Minerals	:	エネルギー・鉱山省
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
RPFBS	:	Rolling Plan and Forward Budget	:	年次開発計画
IBRD	:	International Bank for Reconstruction and Development	:	国際復興開発銀行 (世銀)
OECD	:	Overseas Economic Cooperation Fund	:	海外経済協力基金
EIB	:	European Investment Bank	:	欧州投資銀行
NORAD	:	Norwegian Aid for Development Cooperation	:	ノルウェー開発協力庁
FINIDA	:	Finnish Development Aid	:	フィンランド開発援助
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 für Wiederaufbau	:	ドイツ復興金融公庫
IEC	:	International Electrotechnical Commission	:	国際電気標準会議
B.S.	:	British Standards	:	英国規格

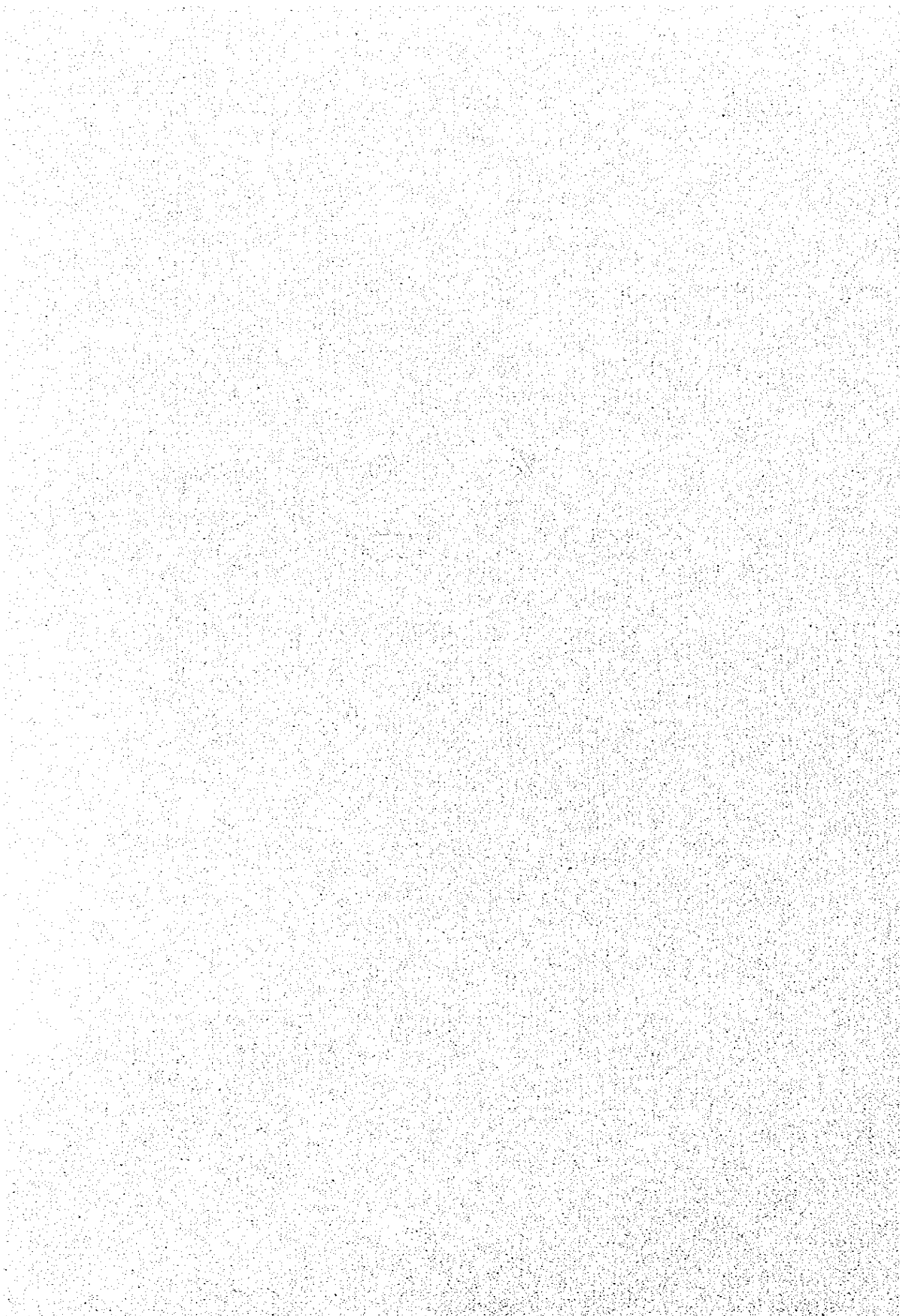
Term (用語)

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
F/S	:	Feasibility Study	:	投資前調査
VHF	:	Very High Frequency	:	超短波
UHF	:	Ultra High Frequency	:	極超短波
SCADA	:	System Control and Data Acquisition	:	系統制御及情報収集
BIL	:	Basic Impulse Insulation Level	:	基準衝撃絶縁強度
L.T.C.	:	On Load Tap Changer	:	負荷時タップ切換装置
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)

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)
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	:	キロボルト・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	= 10^3 V	:	キロボルト (電圧)

要 約



要 約

タンザニア連合共和国（以下「タ」国という）は、アフリカ大陸の東南部で、インド洋に面し、国土面積 945,100 km² 人口約2,800万人（1994年）の農業国である。

「タ」国では、労働人口の85%（1992年）が農業に従事し、産業別のGDPでも61%（1992年）を農業が占めている。しかし、1961年の独立以来、農業を主とする一次産業に依存するあまり、大幅な財政赤字と累積債務が「タ」国の財政を圧迫することになり、諸外国の援助により辛うじて財政の均衡を保っている状況である。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、1992年の経済成長率が3.7%と、一定の成果を上げつつあるが、一人当りのGDPが90ドル（1993年）に見られる様に、依然厳しい状況にある。

「タ」国では人口の約80%が地方の農村部に住み、農業のインフラ整備に最重点を置いているが、近年更に工業の振興、埋蔵資源の開発に非常な熱意を示し、国の開発基本計画に於いて、農業の基礎インフラのみならず、工業についてもその開発のためのインフラ整備が強調されている。

現在、国家開発基本計画の具体案である Rolling Plan & Forward Budget (96/97 ~ 98/99) に於いて目標としてGDPの伸び5%、インフレ抑制10%以下を掲げ、エネルギー部門に於いては電源の開発、送配電設備の整備、拡充の優先実施を計画しているが、現在の経済状況ではその実行は容易ではない。

農業、工業発展の基礎となる電力供給は、現在総べて準国営のタンザニア電力公社 (TANESCO) によって行われ、発電から末端の配電までの全設備を保有し、全国の需要家約29.4万戸 (June 1996) に電力を供給している。

準国営企業の構造調整計画の一環として TANESCO も事業の効率化のため、電柱製造部門を切離して民営化し、更に近い将来、民営の発電所が生れる計画であるが、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、民営化の動きはない。

発電部門については、その大部分を水力発電に頼っていたため、1991年から約4年間、折からの渇水のため重大な電力不足に陥り、止むを得ず電力供給制限をせざるを得ない状態

が続いたが、幸いに各国の緊急援助に助けられて、発電能力が拡充され、現在の需要を賄い得る約500 MW の可能出力となっている。

1995年以降、降雨量も略々半年並みに戻り、ダム水位も回復し、また将来の需要増を見越した発電所の建設、天然ガス導入等が順調に進められているので、今後しばらくは需給バランス上の問題はないと見られる。

送電部門についても、各国援助により主要発電所、大都市間の超高压送電線による連系が整備され、ほぼ全国に基幹送電線網が伸びている。

しかしながら、配電部門については、地方はもとより、都市部についても資金不足のため整備が遅れ、老朽化した配電設備のまま増加する負荷を賄っているため、事故が多く、ダルエスサラーム市の配電線故障は年間1000件を越え、新たに電気の供給を望んでいる待機需要家数が 21500 以上ある状況である。

日本政府は1981年以来4度に亘るダルエスサラーム市の配電設備の整備のための無償資金援助をして来たが、1993年には技術援助としてダルエスサラーム市電力供給拡充計画のマスタープラン、プレフィージビリティ調査を実施して、ダルエスサラーム市の配電網拡充計画を立案した。

「タ」国はこの案に基づき、その一部について我が国の無償資金援助を要請して来たものである。

その内容は、① 既設 Ilala 変電所への132 kV 送電線の増設と主要変圧器の増設、② 既設 Factory Zone III 変電所への132 kV 送電線の増設と主要変圧器の増設、③ Kariakoo 変電所新設、④ Mbagala 変電所新設、⑤ 11 kV 工事用車輛および制御所変電所間通信設備の増設である。

マスタープランに含まれる上記以外は世銀、NORAD の資金によって行われることになっている。

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1996年7月23日から8月21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10月28日から11月8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。

実施工程として第一期工事は20か月予定し、第二期工事は条件が満足されれば、17か月を予定している。

工事に必要な主要機器は次の通りである。

第一期工事、第二期工事に必要な主要機器

項 目	第 一 期	第 二 期
1. 主要変圧器 132/33kV 45MVA 33/11kV 151VA	Ilala 1台 Ilala 1台 Kariakoo 1台 Mbagala 1台	Factory Zone III 2台
2. 遮断器 132kV 33kV	Ilala 4台 Ubungo 1台 Ilala 4台 Kariakoo 1台 Mbagala 1台 Kurasini 1台	F-Z III 3台 Ubungo 1台
3. 配電盤	Ilala 1式 Ubungo 1式 Kariakoo 1式 Mbagala 1式 Kurasini 1式	Factory Zone III 1式 Ubungo 1式
4. 送電線 132kV 33kV	Ilala線 7.5km Kariakoo線 1.3km Mbagala線 9.2km	F-Z III線 9.3km
5. 共通項目 作業用車輛工具 SCADA 通信設備	1式 1式	1式

本プロジェクトの概算事業費は3,272.3百万円である（日本側第一期 2,030.9百万円、第二期 1,241.4百万円、「夕」国側155.9百万円）。

本計画の実施による直接的効果として、配電用変電所の容量がダルエスサラーム市全体の19%に相当する45MVA増加することになり、新たに37万人に対する供給が可能となる。これにより現在の待機需要家の殆んどが解消され、滞っていた需要家設備の拡張が可能となる。また132kV変電所の容量も既設290MVAに対して135MVAの増設となり、新たに配電用変電所への供給地点が増えることにより、電力汐流が改善され、過負荷が解消されて、現在の月当たり停止時間30分は大幅に減少する。特に Hala 線については、2回線化されることにより大巾に信頼度が向上し、老朽化した旧送電線で月平均40分の停止をしていたものが一挙に解決する見込みである。

11 kV 配電線は現在最も負荷の集中している地区に設けられる新設変電所について、新たな供給区域を設けるために布設されるもので、本計画の実施により過負荷が解消され、電圧変動が減り、停電の頻度が現在1日平均3回が半減すると期待される。

このような裨益効果の大きい本計画を実施することにより、老朽化した送配電網を改善し、間接的にはダルエスサラーム市民200万人に電力の恩恵を与え、更に、遅れている経済復興に大きく貢献することになり、その援助効果は極めて大きいものと評価できる。本計画の実施に当って課題となっている132kV 新送電線用地の確保について TANESCO は早急に諸手続きを済ませ、計画の実施決定に遅れを来たさない様努力する必要がある。

TANESCO は老朽化設備をこれ以上悪化させない様、常に設備の状況を把握して効果的な保守に努め、設備の効率的な保全のための人材養成に努力する必要がある。

目 次

序 文

伝達状

位置図/完成予想図/写真

略語集

要 約

第1章 要請の背景

1-1 要請の経緯	1-1
1-2 要請の内容	1-2
1-3 現状に於ける問題点	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	2-9
2-1-3 タンザニア国の電力事情	2-16
2-2 他の援助国、国際機関等の計画	2-29
2-3 我が国の援助実施状況	2-30
2-4 プロジェクト・サイトの状況	2-33
2-4-1 自然条件	2-33
2-4-2 社会基盤整備状況	2-35
2-4-3 既存施設・機材の現状	2-36
2-5 環境への影響	2-40

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	3-5
3-3 基本設計	3-15
3-3-1 設計方針	3-15
3-3-2 基本計画	3-24
3-4 プロジェクトの実施体制	3-78
3-4-1 組 織	3-78
3-4-2 予 算	3-79
3-4-3 要因・技術レベル	3-80

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 施工管理計画	4-3
4-1-5 資機材調達計画	4-7
4-1-6 実施工程	4-8
4-1-7 相手国側負担事項	4-10
4-2 概算事業費	4-11
4-2-1 概算事業費	4-11
4-2-2 維持・管理計画	4-12

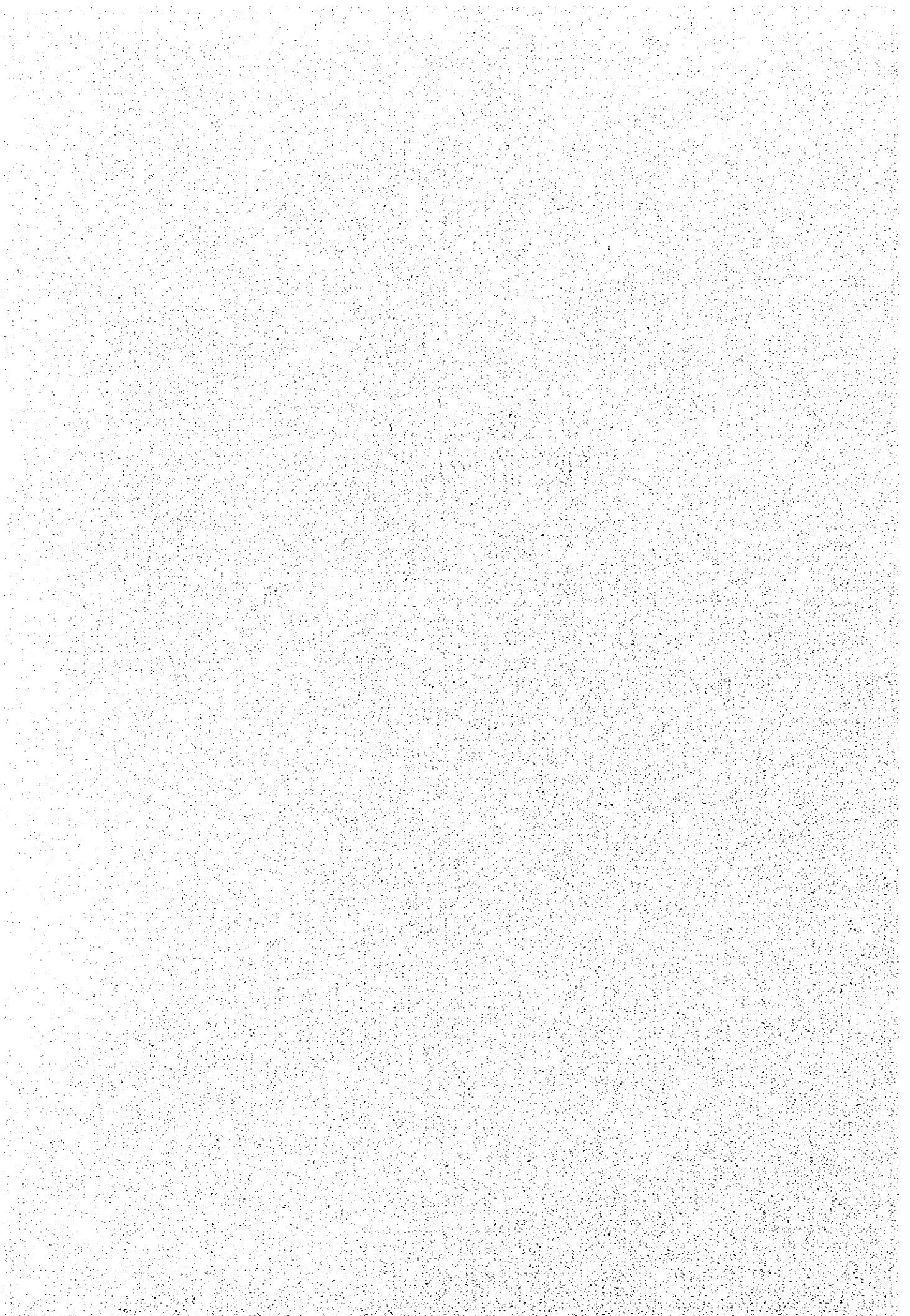
第5章 プロジェクトの評価と提言

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	11
5. 参考資料リスト	13

第 1 章
要 請 の 背 景



第1章 要請の背景

1-1 要請の経緯

タンザニア国はアフリカ東部、インド洋に面した熱帯に属する面積約 945,100 km² (日本の約2.5倍) の国で、ドイツ領 (1885~1916)、イギリス領 (1919~1961) を経て1961年独立し、1964年4月ザンジバルと連合して、現在のタンザニア連合共和国となった。

1961年の独立以来、農業を主体する独自の社会主義・路線を歩んで来たが、1980年代に入って折りからのオイルショックの影響もあり、経済的に極めて困難な状況になり、各国の援助を受ける様になった。

これらの困難を打開するため、世銀、IMF の支援を得て、構造調整政策を取り入れ、経済開発計画に基づいて経済、社会の発展を計り、近年、ようやく安定の方向が見出されるようになって来た。

現在の人口は約2800万人 (1994年) であるが、まだ1人当りの GNP は90ドル (1993年) で、依然 LLDC に位置づけられている。

タンザニアに於ける電気事業は準国営企業である TANESCO (Tanzania Electric Supply Company Ltd.) が発電、送電、配電および販売を一貫して行っている。

全発電所の総設備容量は約500 MW で、そのうち370 MW が水力発電であり、残りの約130 MW が、ディーゼル、ガスタービンの火力発電である。

ダルエスサラームを始めとする全国の主要都市は220 kV 又は132 kV の送電線によって連系され、電力供給が行われている。

一方、同国政府は、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 Kihansi 水力発電所 (200 MW) の建設を実施中であり、更にダルエスサラーム近郊にガスタービン発電 (37.5 MW)、ディーゼル発電 (100 MW) 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を始めている。

タンザニア最大の都市であるダルエスサラームは全体の電力の約半分を消費し、現在約 124,000 の契約者に電力を供給している。しかし、発電設備の増設にもかかわらず、配電設

備については1980年代初めの経済状況悪化により、外貨が得られず、配電網の整備が極端に遅れ、1960年代に建設された設備をそのまま使わざるを得ない状況が続き、同市の配電網は著しく劣化し、電圧降下、電力損失が増加し、電力の安定供給に重大な支障を来している。

これに対して、我が国は、1984年「ダルエスサラーム送配電網整備計画 (F/S)」を実施し、それに基づき1986年、1987年、1991年にそれぞれ同市配電網整備の無償資金援助を行って来た。更に1992年には「ダルエスサラーム市電力供給拡充計画調査」がJICAによって行われ、同市への安定した電力供給のため、緊急を要するものとして、短期マスタープラン (1993~1997年) と長期マスタープラン (1993~2007年) を策定し、プレフィージビリティスタディを実施して、1994年3月報告書が提出された。

タンザニア国は、この調査結果に基づいて、1995年3月我が国に3変電所の増設と5変電所の新設について無償資金援助を要請して来たが、電力需要の急増から特に緊急の対処が必要な4変電所 (増設1、新設3) については世銀の融資が行われることに決まったため、当初の要請を再度検討したうえ、1995年11月に、当初要請のうちの4変電所の新設、増設について再度要請して来たものである。

1-2 要請の内容

(1) Ilala 変電所

(a) 変圧器増設	132/33 kV	45 MVA	1台
	33/11 kV	15 MVA	1台
(b) Ubungo-Ilala 132 kV 送電線新設			7.0 km
(c) 11 kV 配電線新設			0.1 km

(2) Factory Zone III 変電所

(a) 変圧器増設	132/33 kV	45 MVA	2台
(b) Ubungo-FZ III 132 kV 送電線			8.6 km

(3) Kariakoo 変電所

(a) Kariakoo 変電所新設	33/11 kV	15 MVA	1 台
(b) Iala-Kariakoo 33 kV 送電線新設			2.1 km
(c) 11 kV 配電線新設			4.1 km

(4) Mbagala 変電所

(a) Mbagala 変電所新設	33/11 kV	15 MVA	1 台
(b) Kurasini-Mbagala 33 kV 送電線新設			8.5 km
(c) 11 kV 配電線新設			3.9 km

(5) 共通項目

(a) 車輛、工具			1 式
(b) その他、関連通信設備			1 式

1-3 現状に於ける問題点

「ダルエスサラーム市電力供給拡充計画調査」に於いてダルエスサラームの配電網の主な問題点と主たる原因として次のことを掲げている。

- (1) 電圧低下 : 変圧器容量不足、電線サイズ不足
- (2) 電力損失増大 : 変圧器容量不足、電線サイズ不足、絶縁不良、不正使用
- (3) 停電事故の増大 : 配電、変電設備の老朽化、電線の接続不良、樹木などとの電線接触区分開閉等などの未設置

これらの問題点を解決するためには設備の補修、増設と点検保守を確実に実施することが必要で、報告書に於いては、緊急を要する短期マスタープランとして需要想定を考慮した設備の増強計画を提案している。

これらが実施されれば世銀分を加えた配電設備容量が全体で120 MVA 増加するので、上位の132/33 kV 系の増設と共に大部分の問題は解決する。

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1961年の独立以来数多くの国家開発計画を立て、その実行に努力して来たが、経済的な自立は困難であった。1986年構造調整計画が認められた頃から経済状態が回復し始め、現在は経済復興計画 (Economic Recovery Programme : E R P) を基本にした RPF B (Rolling Plan and Forward Budget) が1993年以来毎年立てられ具体的目標と実施計画、予算配分などが立案されている。

構造調整計画については、1986年以来具体的に進み、為替レートの調整、貿易の自由化、国内取引の制限撤廃と価格調整から更に進んで

- 穀物市場の改革
- 準国営部門の改革
- 海外よりの投資のための市場開放
- 公営企業の効率改善、負担軽減のための組織変更
- 経済安定のための金融政策強化
- 財政部門改革

と取組み、1990年にはGDPの伸び率年4.5%を達成している。

最新のRPF B(1996/97~1998/99)では、構造調整の進捗により、民間の参加が増え、政府の役割を直接的な生産への参加から生産環境整備に移し、インフラ整備と共に国民の生活環境保全に努力すべきとしている。

マクロな経済指標としてGDPの伸び率年5%以上、インフレ率10%以下を掲げ、各セクターに対する目標を与えている。エネルギーセクターについては、現状のエネルギー消費パターンとして89.5%を植物、8.2%を石油、1.7%を水力発電、0.6%を石炭その他からということ踏まえ、人口の80%を占める地方部での植物燃料偏

重が環境破壊につながることを憂い、8.2%の石油エネルギーが、国全体の外貨の30%以上も消費している実態からエネルギー部門の開発目的を次の様に定めている。

- (a) あらゆる分野、特に生産分野でのエネルギー需要を満たすこと
- (b) 輸入石油製品に代る国産エネルギーの開発をすること
- (c) 既存ならびに増加するエネルギー供給が環境的に共存できること

これらの目的を達成するための具体的な方針と手順として以下のことが掲げられている。

- i) エネルギー供給の利用度、信頼度、安全度を改善する。そのため
 - (a) 発電機、送電線、貯蔵設備のリハビリを行う
 - (b) 発電容量、配電容量を増大させる
- ii) 輸入燃料依存を減らし、国産エネルギーを開発する
- iii) 発電効率、石油製品の精製、配送及び貯蔵の効率改善する
- iv) 利用技術の促進、公開を進める
- v) 環境に調和したエネルギー開発をする
- vi) 地方電化の促進とエネルギーシステムの分散化を計る

計画の実現を計るため、優先分野として次のものを掲げている。

- 発電所、送電線、石油精製、貯蔵を含む既存エネルギーインフラのリハビリ
- 新しい発電システムの開発
- 沿岸地域での石油、ガス田の調査
- Songo Songo, Mnazi Bay のガス田開発
- 石油製品の購入、輸送、貯蔵の強化
- ローカル材料と再生可能エネルギーの開発研究
- 木材燃料と木炭の効率的利用技術の促進と情報公開
- エネルギー情報システムと情報バンクの強化

具体的実施目標として再生可能エネルギー分野については表2-1-1の様な目標値を与えている。

表2-1-1 実施目標

再生可能エネルギー分野の実施目標

	基準 1994/96	目標 1996/97	目標 97/98
<u>太陽光</u>			
太陽電池(台数)	60	200	300
太陽熱(台数)	25	50	65
資金付プロジェクト件名	10	5	5
<u>植物燃料</u>			
ストーブ：講習会を通じて改良された技術による	15	25	-
バイオガス：発電機	1	3	5
効率的木炭ガマの建設と運用（地方）	15	35	35
資金付プロジェクト件名	1	6	6
<u>風力、ミニハイドロ</u>			
風力発電機の建設（台数）	62	100	100
地方ミニハイドロの建設（台数）	3	5	5
<u>動物による動力</u>			
地方での利用	4	6	6
トレーニングセンター設置	1	3	5
<u>施設の強化</u>			
トレーニング（マンパワー）	1	7	10
協同施設数	10	30	30
ラジオプログラム	週1回	週1回	3
依頼人要請サービス	週10回	週10回	20
データベース開発とプログラム設計	40%	100%	100%
<u>エネルギー節約意識</u>			
エネルギー監査（産業）	10	30	10
出版物	2	5	5
セミナー	2	3	5
地域再生エネルギー展示センター設置	1	2	2

特に電力分野については表2-1-2のような具体的実施目標を与えている。

表2-1-2 RPF B (第4) に対する Power セクター実施目標

	基準 1995	目標 1996
A. 電力		
最大電力 (MW)	333	412
発電電力量 (GWh)	1,849	2,346
B. 系統拡張 (in km)		
- 220 kV	2,383	2,696
- 132 kV	1,422	1,422
- 66 kV	136	136
- 33 kV	5,131	
- 11 kV	13,199	
- 400 kV	10,633	
C. 需要家数	279,412	299,400
D. 送電損失 - 総発電電力量に対する%	6	6

目標は1996年12月想定値を示す。

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2-1-3に示す通りである。これを見ても、設計・建設に関わる予算とエネルギー関係の開発予算が大部分を占め、インフラストラクチャの整備が重視されていることがわかる。

表2-1-3 エネルギー-鉱山省の予算配分

単位：M. T. sh.

	一般予算		開発予算		計	
	1994/95	1995/96	1994/95	1995/96	1994/95	1995/96
行政一般	672.8	97.1	3.0	1.5	675.8	98.6
会計	43.9	37.5	0.0	0.0	43.9	37.5
企画	42.6	47.5	36.8	81.6	79.4	129.0
下水部門	35.7	33.7	227.5	226.7	263.2	260.4
水源調査	157.1	226.2	52.0	49.7	209.1	275.9
設計・建設	80.5	63.4	19,263.8	5,893.2	19,344.4	5,956.7
保守運用と水試験所	287.7	304.8	36.5	51.4	324.2	356.2
材木と竹部門	30.6	29.1	0.0	0.0	30.6	29.1
中央貯蔵所	24.1	27.8	0.0	0.0	24.1	27.8
ルカニワ水源調査所	140.5	107.6	22.4	12.1	162.9	119.7
ドリリング部	53.9	73.8	0.0	0.0	53.9	73.8
河川流量調査	66.9	75.1	0.0	0.0	66.9	75.1
土質調査部門	54.7	61.1	22.4	12.1	77.1	73.2
鉱物資源調査室	61.0	39.5	0.0	0.0	61.0	39.5
鉱物通商	5.1	9.8	0.0	0.0	5.1	9.8
鉱出部門	20.1	21.4	0.0	0.0	20.1	21.4
研究所サービス部門	18.3	32.1	2,491.1	612.5	2,509.4	644.5
エネルギーと石油部門	45.2	31.3	70.0	2,816.5	115.2	2,847.8
マデニ	41.2	21.6	35.0	30.4	76.2	52.0
マデニ地方事務所	44.2	78.7	81.5	3.3	125.7	82.0
水理部	4.4	5.2	0.0	0.0	4.4	5.2
水勸告委員会	40.0	32.2	0.0	340.5	40.0	372.7
総計	1,970.6	1,456.4	22,430.8	10,305.9	24,312.6	11,587.9

(2) 電力セクターの開発計画

電力セクターの開発計画は、援助国によって策定されるものが多く、本計画に関連する上位計画として世銀の Power VI Project と、日本によるダルエスサラーム市電力供給拡充計画マスタープランがある(以下マスタープランと言う)。

世銀の Power VI は世銀が1969年の Power I 以来継続して実施して来たタンザニアの電力部門に対する資金援助の最も新しいもので、下記のように電力部門全般が含まれている。その一部として主要都市の配電設備の整備拡張が掲げられ、TANESCO 分の所要資金 US\$292.1million の内、US\$40.9million が、Dar es Salaam、Tanga、Moshi、Arusha の4市に引当てられることになっている。

一方 JICA のマスタープランは Dar es Salaam のみの配電設備計画で Power VI も含んでいる。具体的な実施の段階で、特に緊急を要するものとして TANESCO はマスタープランに含まれていた Kunduchi、Tabata、Temeke、Mikocheni、Mbezi を世銀に、Tandale、Chang'ombe を NORAD に、それぞれ援助を要請することになったものである。

1) Power VI Project

(a) 目的

- 増加する電力需要に対して援助
- パワーセクターの構造改革を進める政府の援助
- 損失低減、サービス向上、需要側管理促進を引続き行う
- TANESCO Staff のトレーニング
- 天然ガス発電の推進

(b) 対象機関

TANESCO、ザンジバル石油電力公社、エネルギー鉱山の3機関

(c) Project

- Lower Kihansi 水力発電計画第1期 180MW
- 主要都市の配電系統のリハビリ、増設、損失減少
- 配電部門のための工具、車輛、メーター
- Kidatu 水力発電所のリハビリ

- Kidatu 水力発電所のリハビリ
- マネージメントサポート、トレーニング
- TANESCO の地方分散のためのコンピューター化情報システム
- 料金制度、資産評価、電力システムマスタープラン、水力発電フェージビリティ、配電技術基準の研究
- 需要家側管理のため活動
- 給電指令所の質向上
- 修理工場機材

(d) 費用 合計 US \$ 383.7 million (内 TANESCO 分 292.1)

(e) 期間 1993 ~ 2000

2) ダルエスサラーム市電力供給拡充計画調査

1993年1月から1994年3月までの期間に JICA によって実施されたマスタープラン・プレフェージビリティ調査である。

本計画はこの調査に基づいてタンザニアから無償資金協力の要請がなされたもので、既に実施が決定している世銀、NORAD 分を含め次の内容となっている。

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2-1-4 ダルエスサラーム市電力供給拡充マスタープラン

計画年	変電所・送電線	プロジェクト内容		
1994	(1) ILALA S/S	33/11 kV-Tr.	増設	15 MVA×1
		132/33 kV-Tr.	増設	45 MVA×1
	ILALA LINE	UBUNGO-ILALA	新設	132kV×1cct.
	(2) TANDALE S/S	33/11 kV-Tr.	新設	15 MVA×1
	TANDALE LINE	UBUNGO-TEXTILE LINE より分岐	新設	33kV×1cct.
(3) CHANG'OMBE S/S	33/11 kV-Tr.	新設	15 MVA×1	
	CHANG'OMBE LINE	FZ1-KURASINI LINE より分岐	新設	33kV×1cct.
(4) MBEZI S/S	33/11 kV-Tr.	増設	15 MVA×1	
1996	(5) KUNDUCHI S/S	33/11 kV-Tr.	新設	15 MVA×1
		KUNDUCHI LINE	TEGETA-KUNDUCHI	新設
(6) FZ-III S/S	132/33 kV-Tr.	増設	45 MVA×2	
	FZ-III LINE	UBUNGO-FZ-III	新設	132kV×1cct.
(7) KARIAKOO S/S	33/11 kV-Tr.	新設	15 MVA×1	
	KARIAKOO LINE	ILALA-KARIAKOO	新設	33kV×1cct.
(8) MBAGALA S/S	33/11 kV-Tr.	新設	15 MVA×1	
	MBAGALA LINE	KURASINI-MBAGALA	新設	33kV×1cct.
(9) TABATA S/S	33/11 kV-Tr.	新設	5 MVA×1	
	TABATA LINE	UBUNGO-TEXTILE LINE より分岐	新設	33kV×1cct.
1998	MIKOCHENI S/S	33/11 kV-Tr.	増設	15 MVA×1
	KIGAMBONI S/S	33/11 kV-Tr.	増設	5 MVA×1
2000	TEMEKE S/S	33/11 kV-Tr.	新設	15 MVA×1
	TEMEKE LINE	YOMBO-TEMEKE	新設	33kV×1cct.
	MBURAHATI S/S	33/11 kV-Tr.	新設	15 MVA×1
	MBURAHATI LINE	UBUNGO-ILALA より分岐	新設	33kV×1cct.

NOTE : Number in () shows priority.

2-1-2 財政計画

(1) 国家財政

タンザニア国の会計年度は毎年7月1日から翌年6月30日までとなっており、1995年/96年の国家予算は歳入438,755M.Tsh (約878億円)、歳出482,562M.Tsh (約965億円) で差引き収支はマイナスは約87億円となり、依然として他国の援助を仰がなければならない状況である。(表2-1-5参照)

表2-1-5 タンザニア国家予算 (過去5ヶ年分)

(単位：M.T.sh)

	1991/92	1992/93	1993/94	1994/95	1995/96
歳入	173,566	164,110	242,444	331,240	438,755
歳出	261,051	308,448	357,801	419,038	482,562
(開発予算)	(31,199)	(64,710)	(74,689)	(49,692)	(108,181)
差引	-87,486	-144,338	-115,357	-87,798	-43,807

(2) エネルギーセクターの予算

セクター別予算配分 (1994/95~1995/96) (表2-1-6参照) に示される様に、エネルギーセクターに対する予算配分は年により変動はあるものの、1994/95年には全体の13.2%にも及び、政府としてもインフラ整備に力を入れている。

表2-1-6 セクター別予算配分 1994/95～1995/96

	一般予算		開発予算		計	
	1994/95	1995/96	1994/95	1995/96	1994/95	1995/96
内閣	27.0	17.9	10.5	40.8	22.3	27.2
法務・防衛	22.5	25.3	2.8	3.7	16.5	20.6
農業	3.1	4.1	12.3	7.3	6.4	5.5
農業・畜産	2.5	3.6	7.5	4.1	4.3	4.1
観光・環境	0.5	0.5	4.8	3.2	2.0	1.4
産業・貿易	0.5	0.6	0.8	0.9	0.6	0.8
社会・人材	34.6	31.9	19.9	25.0	30.8	32.6
教育	18.6	19.9	5.9	10.8	14.9	18.7
保健	14.0	10.3	4.8	7.6	11.3	10.4
水	1.4	1.1	4.2	3.8	2.4	2.1
社会開発	0.3	0.2	1.3	1.1	0.6	0.5
労働者・青年	0.4	0.4	3.6	1.7	1.5	0.8
インフラストラクチャ	6.8	7.5	53.5	21.8	23.2	12.9
通信・交通	5.8	6.8	38.8	14.8	17.5	10.1
土地・家屋	0.6	0.5	1.5	0.9	0.9	0.7
エネルギー・他	0.4	0.2	13.2	6.1	4.8	2.2
情報	0.2	0.2	0.3	0.6	0.2	0.4
特別支出	5.3	12.4	0.0	0.0	3.7	9.5
総計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

(3) TANESCOの財政事情

タンザニア国政府の会計年度は7月1日から翌年の6月30日に終わり、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2-1-7にタンザニア国家予算とTANESCO予算を比較した。国家予算に対する

TANESCO 予算比率は増加の一方で、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2-1-7 タンザニア国家予算と TANESCO 予算

(単位：M. T. sh)

※1	1989/90	1990/91	1991/92	1992/93	1993/94	1994/95	1995/96
タンザニア予算	140,870	206,574	216,052	336,015	485,216	469,660	584,127
※2	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
TANESCO 予算	9,083	11,518	19,056	31,110	46,741	61,798	74,291
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%	12.7%

※1 1995.6.30 Bank of Tanzania 資料より

※2 TANESCO BUDGET REPORT より

TANESCO の1992年から1996年までの財政状態は表2-1-8の通りである。まず収入は販売電力量に100%依存するが、販売の電力量は3年間の実績(1992~94)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ため、1992年からの湯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、不足する発電電力量を補うために長時間運転すると燃料費の増加につながることとなり、TANESCO の財政を圧迫することになる。

発電費に占める燃料費の割合は表2-1-9の通りで、5年間で8倍以上の燃料費を見込んでいる。ちなみに1995年、1996年の燃料費は全オペレーションコストの34%を占めている。この増大した燃料費が利潤を減らしているのだが、結果として電気料金を5年間で18.38T.sh から52.95T.sh と2.9倍にして1996年には黒字を計上する計画としている。

表2-1-8 TANESCO の収支状態

(単位：M. T. sh)

	1992	1993	1994	1995	1996 (予 算)
販売電力量 (GWh)	1,444	1,453	1,365	1,571	1,780
収 入					
電力料	26,539	47,140	62,693	74,291	94,277
その他	149	901	86	994	1,044
小 計	26,688	48,041	64,553	75,285	95,321
支 出					
発電費	5,070	8,832	20,017	30,718	38,608
配電費	2,118	2,385	3,834	5,572	6,513
一般管理費	5,337	6,486	15,791	15,657	16,221
原価償却費	9,828	15,935	12,269	10,595	15,743
利息支払い	5,615	20,947	14,772	13,285	14,897
小 計	27,966	54,586	69,685	75,827	91,982
税引前利益	-1,278	-6,544	-5,131	-542	3,338
税 金	0	786	1,500	0	1,168
税引後利益	-1,278	-7,331	-6,681	-542	2,170
kWh単価(Tsh / kWh)	18.38	32.43	42.97	47.28	52.95

表2-1-9 燃料費の増加状態

(単位：M. T. sh)

	1992	1993	1994	1995	1996 (予算)
発電費(再掲)	5,070	8,832	20,017	30,718	38,608
燃料費	3,940	7,255	15,891	25,451	31,876
	78%	82%	79%	83%	83%

ダレスサラーム地区と TANESCO 全体について販売電力量と配電費用の比較を表 2-1-10に示す。販売電力量、電力量収入共にダレスサラームは TANESCO 全体の約 50%で殆んど変わっていないが、配電費の割合は除々に下がっている。これはプライベート料金徴収方式の導入などにより、ダレスサラームの配電費を余り増やさずに済んだためと考えられる。

表2-1-10 TANESCO 全体とダレスサラーム地区の比較

	1994	1995	1996
販売電力量(GWh)			
TANESCO 全体	1,487	1,571	1,780
ダレスサラーム	720	813	921
(%)	(48)	(52)	(52)
電力量収入(M. T. sh)			
TANESCO 全体	63,693	74,291	94,277
ダレスサラーム	30,938	38,439	48,767
(%)	(49)	(52)	(52)
配電費(M. T. sh)			
TANESCO 全体	3,834	5,572	6,513
ダレスサラーム	1,977	2,139	1,693
(%)	(52)	(38)	(26)

TANESCO の財政についての将来展望は表2-1-11を参照されたい。

電気料金単価に関しては、徐々に上昇させ、近い将来営業コストをカバーし、負債を償還し、TANESCO の健全な運営を目指している。結論として電気料金未収金は、プリペイド料金徴収方式の採用等により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2-1-1に販売電力量、料金単価、未収金などのトレンドを示す。

表2-1-11 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)	1,487	1,571	1,780	2,232	2,416	2,659	2,932
電力量収入(T.sh)	64	74	94	140	159	183	212
平均単価 (T. sh/kWh)	43.0	47.3	53.0	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
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

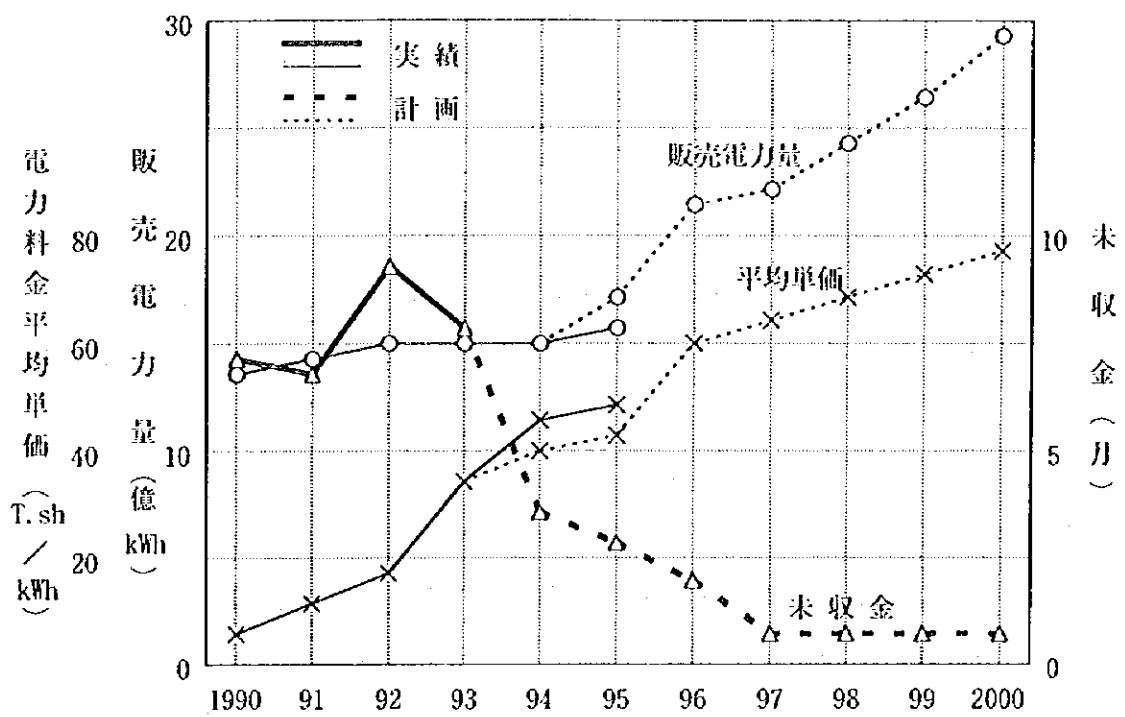


図 2-1-1 TANESCO の将来の財政状態

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である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で、天候の回復する1995年前半まで続き、産業の低成長が一次原因ではない (表2-1-12参照)。

非連系系統も含んだ TANESCO の総販売電力量は、1991年から94年にかけて殆んど増えていない。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37.3%を占めており、以下商業用13.3%、高圧供給用9.8%、低圧供給用9.3%、電力多消費産業用10.2%となっている (表2-1-13参照)。

住宅用需要家の一口当り原単位は2,800kWh となっているが、1990年が3,200kWh で過去で最も大きく、1991年以降は渇水の計画停電の為減少している。

2) 負荷カーブ

図2-1-2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、数少ない冷房需要は24時間入っていると思われる。

表 2-1-12 2002 年までの連系統内需要想定 (1993 年までは実績)

(単位 100 万 kWh)

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	平均 年増加率
1 住宅用	311	395	436	473	497	521	551	624	710	772	845	925	1,012	1,106	9.3%
2 小商業用	113	127	142	154	161	169	179	201	227	246	270	295	323	353	9.1%
3 軽工業用	47	53	62	67	70	71	77	85	94	104	118	135	155	177	10.7%
4 大工業・商業用	463	500	569	617	648	659	705	766	840	913	1,016	1,135	1,271	1,419	9.1%
5 農業用	51	57	64	70	73	79	84	92	100	107	115	123	131	139	7.4%
6 水供給用	54	63	69	74	78	81	86	95	106	116	128	141	157	174	9.3%
7 街灯用	5	7	7	8	8	9	9	9	10	10	11	11	12	12	4.6%
8 ガソリン向け	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 13.1	1,254 12.0	1,405 12.0	1,525 8.5	1,601 5.0	1,656 3.4	1,762 6.4	1,946 10.4	2,166 11.3	2,352 8.6	2,589 10.1	2,856 10.3	3,155 10.4	3,480 10.3	9.0%
10 損失電力量 Technical	152	144	162	175	184	190	190	193	196	197	200	202	222	243	
Non-Technical	162	152	170	185	194	201	205	186	151	148	147	144	141	135	
11 送電端電力量 年増加率(%)	1,424 8.9	1,551 8.9	1,737 12.0	1,885 8.5	1,979 5.0	2,047 3.4	2,157 5.4	2,325 7.8	2,512 8.0	2,697 7.3	2,936 8.8	3,202 9.1	3,517 9.8	3,858 9.7	7.7%
12 所内用電力量	10	11	11	14	15	16	18	20	22	24	27	31	35	39	
13 発電端電力量 年増加率(%)	1,434 62.0	1,561 8.9	1,747 11.9	1,899 8.7	1,994 5.0	2,063 3.5	2,175 5.4	2,345 7.8	2,534 8.1	2,721 7.4	2,963 8.9	3,233 9.1	3,551 9.9	3,897 9.7	7.7%
14 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	
15 最大電力 (MW) 年増加率(%)	264	264	299	228	350	362	382	412	445	478	520	568	624	684	7.7%
		-0.2	13.6	9.7	6.6	3.5	5.4	7.8	8.1	7.4	9.1	9.1	9.9	9.7	7.7%

表2-1-13 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	1989	1990	1991	1992	1993	1994	クラス別 比率 (%)
住宅用 (クラス1)							
販売電力量(MWh)	330,023	418,324	460,313	506,274	522,204	545,781	
需要家数	123,200	132,303	150,845	166,330	180,112	193,912	37.3
一戸当り販売電力(MWh/戸)	1.6	3.2	3.1	3.0	2.9	2.8	
商業用 (クラス2)							
販売電力量(MWh)	124,218	139,225	154,446	160,206	167,655	194,209	
需要家数	33,114	35,780	40,625	43,929	51,998	55,056	13.3
一戸当り販売電力(MWh/戸)	3.8	3.9	3.8	3.6	3.2	3.5	
軽工業用 (クラス3)							
販売電力量(MWh)	51,788	58,606	67,477	68,439	68,968	74,456	
需要家数	3,985	4,305	5,373	5,901	6,591	7,145	5.1
一戸当り販売電力(MWh/戸)	13.0	13.6	12.6	11.6	10.5	10.4	
低圧供給用 (クラス4)							
販売電力量(MWh)	131,497	138,621	153,304	127,050	140,620	136,271	
需要家数	452	466	661	570	767	638	9.3
一戸当り販売電力(MWh/戸)	290.9	297.5	231.9	222.9	183.3	213.4	
農業用 (クラス4 A)							
販売電力量(MWh)	56,373	60,699	68,468	61,470	60,819	66,769	
需要家数	99	107	397	237	239	261	4.6
一戸当り販売電力(MWh/戸)	569.4	567.3	172.5	259.4	254.5	255	
高压供給用 (クラス5)							
販売電力量(MWh)	174,262	180,448	216,973	169,095	166,683	143,253	
需要家数	86	84	95	94	93	86	9.8
一戸当り販売電力(MWh/戸)	2,026.3	2,148.2	2,283.9	1,798.9	1,792.3	1,665.7	
電力多消費産業用 (クラス5 A)							
販売電力量(MWh)	160,241	184,253	201,323	196,589	139,990	149,539	
需要家数	6	7	8	8	6	47	10.2
一戸当り販売電力(MWh/戸)	26,706.8	26,321.9	25,165.4	24,573.6	23,331.7	3,181.7	
街灯用 (クラス6)							
販売電力量(MWh)	5,488	6,934	7,579	11,211	9,484	10,457	
需要家数	1,796	1,920	2,779	2,469	2,125	2,196	0.7
一戸当り販売電力(MWh/戸)	3.1	3.6	2.7	4.5	4.5	4.8	
特別料金 (クラス8)							
販売電力量(MWh)	54,099	64,897	70,660	83,108	58,789	86,620	
需要家数	69	32	47	71	2,444	80	5.9
一戸当り販売電力(MWh/戸)	9,016.5	2,028.0	1,503.4	1,170.5	24.1	1,082.8	
卸 売							
ザンジバル	64,298	52,011	56,829	60,099	68,337	54,015	3.7
販売電力量合計	1,152,285	1,304,017	1,457,373	1,443,539	1,442,177	1,461,401	100
需要家総数	162,744	175,004	200,830	219,609	242,046	259,421	

注) Power Sector in Tanzania 1994より

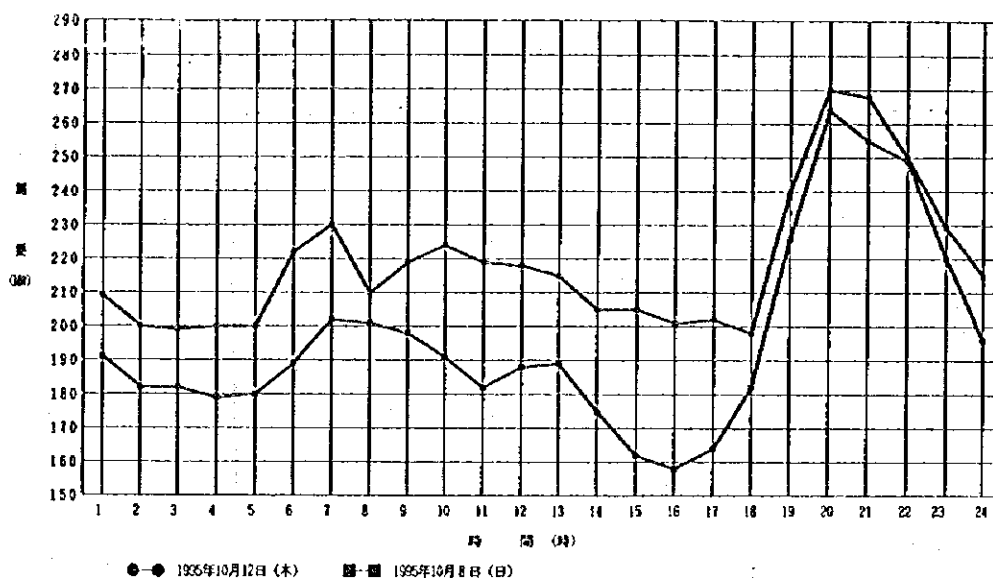


図2-1-2 TANESCOの連系系統の負荷カーブ (1995年10月)

(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2-1-12、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2-1-14に示す。表2-1-12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年に8.5%、1994年3.4%となっている。

No16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。この近来稀に見る渇水は、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 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2-1-3 Mtera ダム水位 参照)。

表2-1-14 連系系統におけるkWバランス

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2110	2002	2003	2004	2005	2006	2007
最大需要 (MW)	350	362	382	412	445	476	520	568	624	685	745	802	865	929	993
可能水力出力 (MW)															
Pangani River (Pangani Falls, Hale & NYM)	36	36	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Great Ruaha River (MteraSOM W. Kidatu 204MW)	243	194	158	271	284	284	284	284	284	284	284	284	284	284	284
水力計	279	230	200	313	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326
ディーゼル出力 (MW)															
Ubungo	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)			53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
Pangani Falls (増強分)															
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	298	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

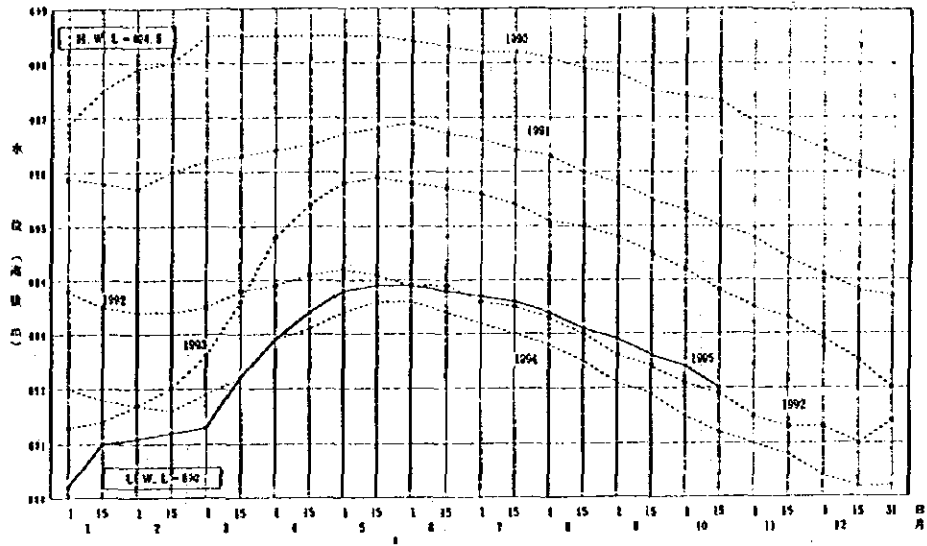


図2-1-3 MFERAダム水位

(3) TANESCO の既設電源

1995年末（暦年）現在における連系系統内水力発電設備は、表2-1-15の通りである。

表2-1-15 TANESCO の水力発電設備

	運 転 開 始	設 備 出 力 (MW)	可 能 出 力 (MW)
Panagani 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2-1-16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2-1-16 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		141,200kW	73,700kW
水 力、火力合計		521.7kW	402.8kW

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運転に入っている。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ろう。

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2-1-4にパイプラインの地図を示す。

2) Lower Kihansi 水力 (180MW) の運転開始

このプロジェクトは、フィージビリティスタディを日本が実施した南部の Great Ruaha 水系の大型水力で、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) と言う会社で 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 136×10^4 US\$ でダルエスサラームの Tegeta 地区に建設し、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大きな計画の一部である。

(5) TANESCO の将来の需給バランス

図2-1-5に TANESCO 連系系統における需給バランス (kW) を示す。表2-1-14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2-1-12)。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2-1-5の可能出力のカーブは表2-1-14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。

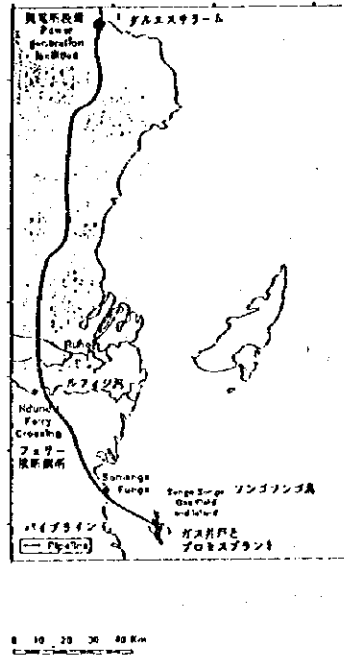


図2-1-4 Songo Songo天然ガスプロジェクト地図

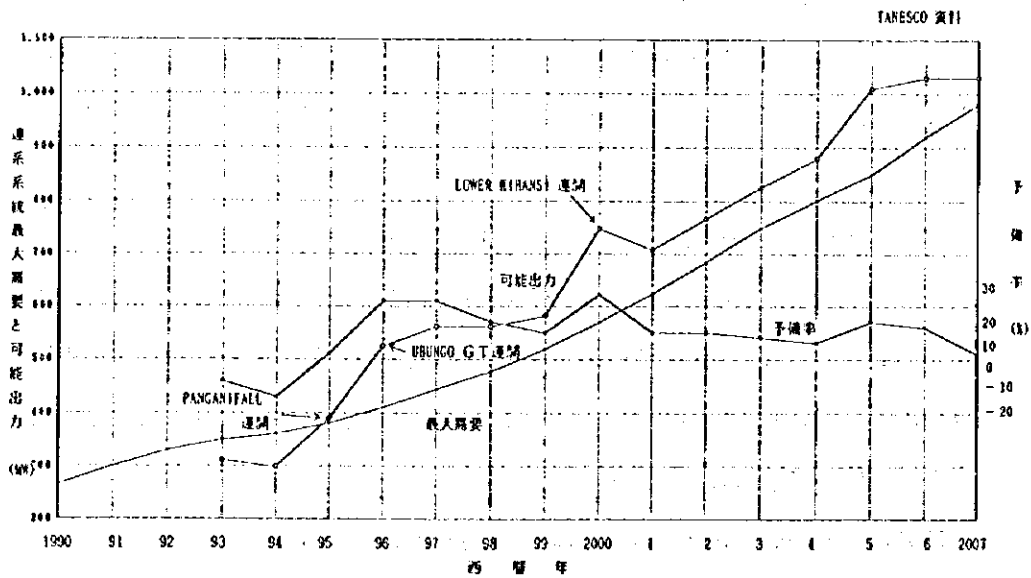


図2-1-5 連系系統におけるkWバランス

2-2 他の援助国、国際機関等の計画

表2-1-17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2-1-17 TANESCO 無償援助件名・額

国名	案件名	M. T. s h	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	配電網整備	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 1993

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

Ubungo 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、西部の電力システム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7,060万フラン等がある。
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。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 O E C F 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400km、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、さらにその後同補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共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. 特に人口過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。

このため、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、資機材調達の調査を行った。

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調査したものである。

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およびダルエスサラームにおける送配電網の整備の優先度が高く 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、車輦27台の資金協力を行った。

(3) 無償資金協力

(i) ダルエスサラーム配電網整備計画 無償資金協力 (1986-1989) 計31億円

(1)項 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に基づき、緊急資機材供与、1期、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

(ii) ダルエスサラーム配電網整備 (3期) 無償資金協力 (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として無償援助が実施された。

変電所新設 (2ヶ所) : 33/11kV 変圧器15MVA の増設、11kV 配電線の整備、
低圧配電網の拡張および整備。

2-4 プロジェクトサイトの状況

2-4-1 自然条件

ダルエスサラーム地域は、タンザニア国の南東部にあり元の首都であり東海岸にはダルエスサラーム港がある。この地域は熱帯に位置しているとともに海拔はほぼ0mから55mにあるため高温多湿で、顕著な大雨期 (3月下旬~5月中旬) とはっきりしない小雨季 (11月下旬~12月上旬) がある。6月~9月は比較的涼しいが、12月~2月はきわめて暑く、

連日摂氏30度を超える気温が続く地域である。またこの地域の面積は約534km²で人口は200万人である。気象の記録を表2-1-18~20に示す。

(1) 気温

ダルエスサラーム地域の平均気温は26℃、最高29.5℃、最低21.9℃である。

表2-1-18 ダルエスサラーム地域の気象データ(1939年~1983年平均)

地帯	標高(m)	雨量(mm)	気温(℃)
コースタル	0~55	25~290	19~31

(2) 降雨量

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気候となっている。

表2-1-19 平均月別降雨量記録(1939年~1983年平均)

	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)	66.0	66.0	130.0	290.0	188.0	33.0	31.0	25.0	31.0	41.0	74.0	91.0	1,066.0

(3) 湿度

ダルエスサラーム地域の湿度は、低地であるため比較的高い。

表2-1-20 湿度記録

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
平均湿度	75	75	78	83	80	78	75	74	74	75	78	77

(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

プロジェクトサイトの地勢は、地形的にみると、沿岸地帯であり南緯 $6^{\circ}52'$ 、東経 $39^{\circ}12'$ に位置し、インド洋に面している。また、ザンジバル諸島と同様に海岸から内陸部にかけて15～60kmの平原地帯からなっている。

2-4-2 社会基盤整備状況

ダルエスサラーム地域サイト周辺における社会基盤整備状況はつぎのとおりである。

(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4車線の国道で全区間舗装されている。国道より分岐した幹線道路にはまだ舗装されていない所もあるが、大型車輛の通行は可能である。

なお、最近特に各国の援助による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

ダルエスサラーム地域の通信事情は、年々良くなっており、各市町村間の連絡に支障はない。また、TANESCO の本社および本地域の変電所相互間の連絡は電力線搬送回線およびUHF、VHF無線により業務連絡を行なっている。

(4) 電 気

1992～95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

ダルエスサラーム地域の給水施設は、人口の増加とともに常に不足気味であるが各国の援助により水源地の開発と供給設備の改修工事を実施中である。

(6) 宿泊施設

宿泊施設は、シェラトン、キリマンジャロ等の一流ホテルを中心に一般向けのホテルも改修工事を進めており設備は整っている。

(7) 医療施設

医療施設としては、病院、ヘルスセンター、施薬所などの施設があり、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る。

2-4-3 既存施設・機材の現状

TANESCO の既存発電設備などについては、2-1-3項で述べたので、ここではダルエスサラーム地域配電用変電所設備について述べる。

(1) ダルエスサラーム地域の電気供給用配電用変電所

ダルエスサラーム地域の送配電網は、全国連系の132kV 送電系統に接続される Ubungo 変電所を起点として Ilala 変電所に送電し33kVの各配電用変電所を経過して 需要家に電力を供給している。この地域にある既設の電力設備の一覧を表2-1-21に示す。

表2-1-21 配電用変電所 (33/11kV) 設備

変電所・需要家名	変圧器容量×台数	総容量
(Ubungo S/S より送電している変電所)		
1. Ubungo 構内	15MVA×3	45MVA
2. Msasani	15MVA×1	15MVA
3. Oyster bay	5MVA×2 + 15MVA	25MVA
4. Factory Zone-II	5MVA×1	7.5MVA
5. Mbezi	7.5MVA×1	5MVA
6. Factory Zone-III	15MVA×1	15MVA
7. Mikocheni	15MVA×1	15MVA
小 計		117.5MVA
(Ilala S/S より送電している変電所)		
1. Ilala 構内	15MVA×2	30MVA
2. Sokoine	15MVA×1	15MVA
3. City Center	5MVA×2 + 15MVA	45MVA
4. Factory Zone-I	5MVA×1	25MVA
5. New Airport	7.5MVA×1	5MVA
6. Kurasini	15MVA×1	15MVA
7. Kigamboni	5MVA×1	5MVA
小 計		140MVA
(Ubungo S/S より送電している大口需 要家)		
1. Alaf	10MVA×1	30MVA
2. Wazo hill	5MVA×3	15MVA
3. Friendship Textile	3.15MVA×2	6.3MVA
4. TAZARA	3.15MVA×2	6.3MVA
小 計		57.6MVA
合 計		305.1MVA

(2) 施設の維持・管理

TANESCO のダルエスサラーム地域の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。リージョナルオフィス (Ilala, Kinondoni North, Kinondoni South & Temeke) が保有する従業員数は表2-1-22に示す。

表2-1-22 ダルエスサラーム地域のリージョナルオフィスの従業員数

地 域 名	従業員数 (人)
Ilala	273
Kinondoni North	283
Kinondoni South	345
Temeke	251
計	1,152

(3) 電力需要と料金収入

1985年から1995年までの10年間でみると、途中の1991～1995年の負荷制限の時期はあるものの、ダルエスサラーム市の配電電力量はタンザニア全体と同様約2倍になっており、最大電力も需要に応じほぼ2倍になっている。表2-1-23を参照されたい。タンザニア全体に対するダルエスサラームの割合も、配電電力量、最大電力共に約50%となっていて電気料金収入も前掲の表2-1-10に示す様に1995年の実績で38,439M. T. shでタンザニア全体の52%になっている。

ダルエスサラームの配電電力量の月別推移を見ると、表2-1-24に示す様に年間を通じて余り大きな変動はないが、最大電力の値はかなり変動し、徐々にピークファクターが大きくなっていることを示している。系統運用上注意を要するところである。

表2-1-23 ダルエスサラームの月別電力量と最大電力

	1994		1995	
	配電電力量(GWh)	最大電力(MW)	配電電力量(GWh)	最大電力(MW)
1月	73.4	146.5	61.7	136.0
2月	66.4	148.3	61.8	153.6
3月	76.0	141.6	72.2	156.6
4月	70.8	144.3	71.3	157.1
5月	71.6	144.9	71.8	150.7
6月	69.5	145.4	66.1	149.9
7月	69.8	144.1	68.4	156.6
8月	72.4	150.0	68.9	153.3
9月	64.8	149.0	70.7	151.2
10月	62.1	123.8	67.5	185.1
11月	60.4	125.4	64.5	158.7
12月	55.7	132.4	79.0	149.8
TOTAL	812.9		823.7	

表2-1-24 ダルエスサラームの配電電力量と最大電力

	配電電力量(GWh)		最大電力(MW)	
	系統全体	ダルエスサラーム	系統全体	ダルエスサラーム
1985	814.3	468.8	176	85.7
1989	1,285.5	583.7	253	103.6
1990	1,348.9	599.3	264	107.8
1991	1,499.1	665.1	297	114.1
1992	1,588.4	671.8	303	128.5
1993	1,648.0	809.2	313	157.8
1994	1,610.0	812.9	299.5	150.0
1995	1,666.7	823.7	332.5	185.10

註：配電電力量は販売電力量に配電損失を含む

(4) 現状の問題点

問題点は配電部門であって、特にダルエスサラーム市の配電設備は、その多くが1960年代に設置されたもので、老朽化が進み、TANESCOの資金不足により十分な補修が行われないうまま現在に到っているものが多い。日本等の援助により部分的に改修

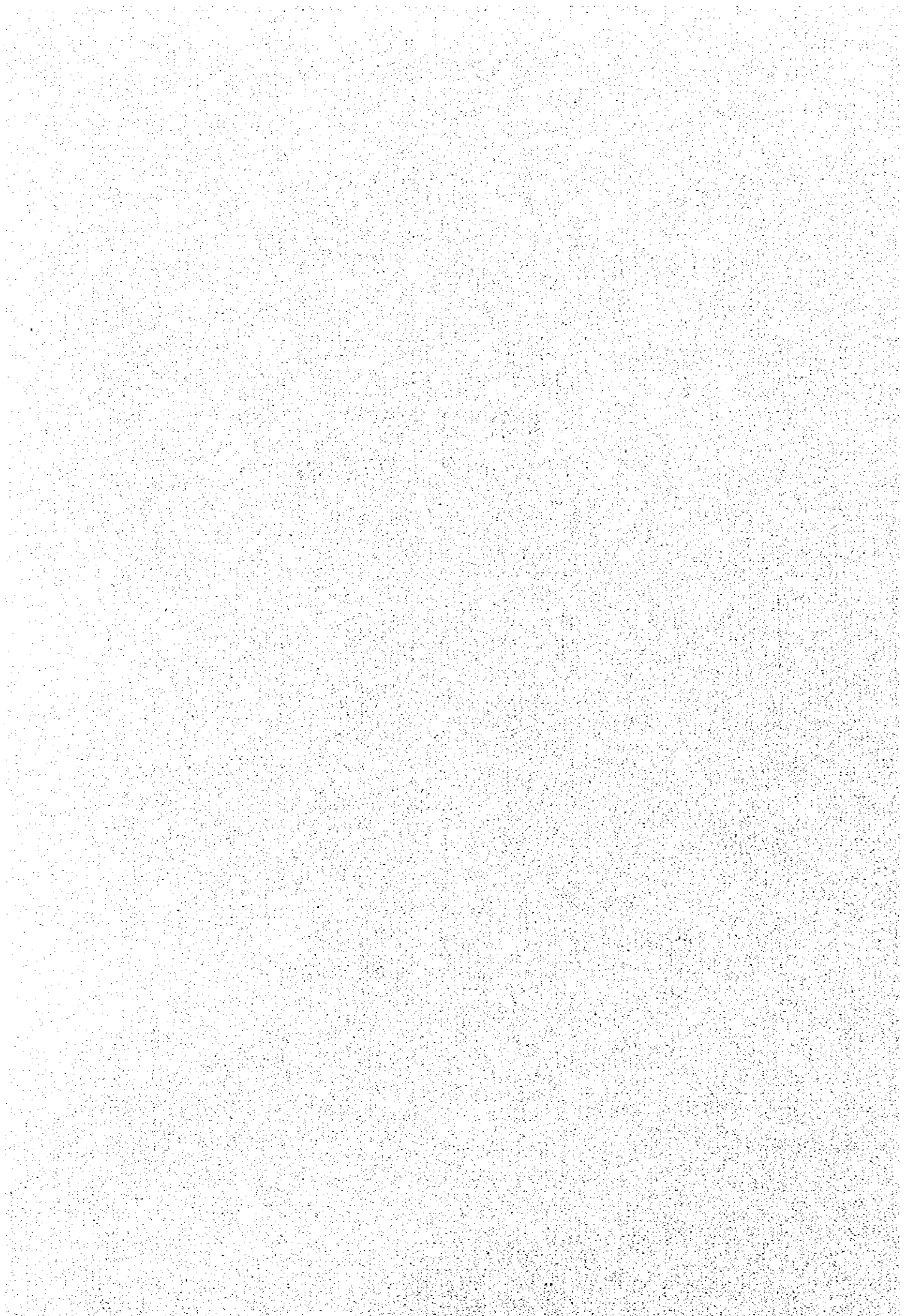
されて来たが、設備容量不足の部分が多く、管内での配電線故障は、最近でも1日3回と多く、設備の改善が待たれている。

2-5 環境への影響

周囲には人家があり特に変電所および送配電線の建設工事中には若干の騒音を出すおそれがあるので十分な注意が必要である。

第 3 章

プロジェクトの内容



第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの目的

タンザニアの電気事業は、監督官庁がエネルギー鉱山省(MEM: Ministry of Energy and Minerals)であり、発送配電のすべてを TANESCO (Tanzania Electric Supply Company Limited) が担当している。

1961年の独立以来、タンザニアは経済社会開発の基本計画として第1次3ヶ年計画(1961/62～1963/64)の提出以来、4次に亘る経済社会開発5ヶ年計画を発表し、1986年からは折からのオイルショックによる影響を克服するための第1次、第2次経済復興計画(ERP: Economic Recovery Programme)を経て、現在は毎年発表される Rolling Plan and Foward Budget により具体的な計画の立案、検討および予算設定の方針を打ち出している。

最新の Rolling Plan & Foward Budget (1996/97-1998/99) において、マクロな目標として GDP の伸び率5%、インフレ率10%等がかかげ、エネルギーセクターについては、インフラストラクチャーのリハビリに優先順位を置き、発電設備、送変電設備への投資を重要課題としている。

TANESCO に対しては、1981年以来、我が国を始め、多くの国が荒廃した電力供給設備の修復に援助して来たが、余りにも長期に亘る資金不足と補修されないままの酷使のため、その回復は容易ではなく、我が国からもダルエスサラーム市の配電設備の補修のため39億円に達する無償資金援助を行い、多大な貢献をして来た。しかしながら電力供給設備についての遅れは著しく、そのため1993年には日本の技術協力により、設備拡充のためのマスタープランが策定され、電力供給設備拡充の目標が設定された。

それによれば、頻発している停電事故は、老朽化した設備にかかる過大な負荷のためで、これらの解消のために、送配電、変電設備の増設、改修、新変電所の建設が必要である。

5ヶ年間の短期マスタープランでは、首都ダルエスサラームの急激な需要増大に対応するため、市内に8変電所を新設、増設することにより、頻発する停電の解消、容量不足のため待たされている需要家への新規の供給が可能となる様にすることを目的としている。今回我が国に無償資金援助を要請して来ている2変電所の増設及び2変電所の新設は、マ

スタープランの主要部に位置づけられ、世銀、NORAD の資金による他のプロジェクトと共に、ダルエスサラーム市の電力供給設備拡充を目的とするものである。

TANESCO 系統の現状と拡充計画を図3-1-1および図3-1-2に示す。

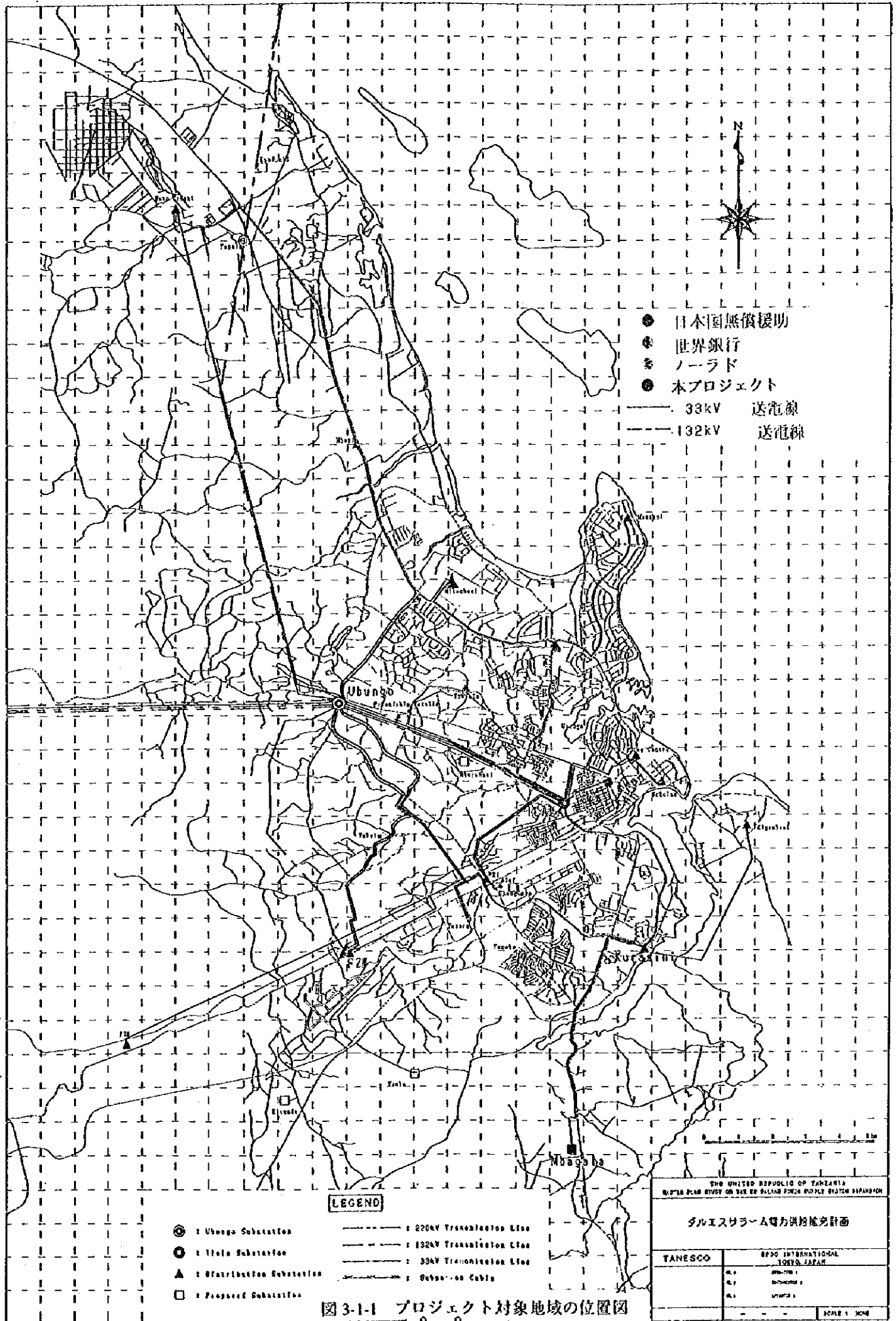


図 3-1-1 プロジェクト対象地域の位置図
3-3

3-2 プロジェクトの基本構想

本計画の要請内容は下記の通りである。

1. Ilala 変電所の増設

- | | | | |
|------------------|--------------|-------|----------|
| (1) 変圧器の増設 | | | |
| a. 132/33kV | 45MVA×1 | | |
| b. 33/11kV | 15MVA×1 | | |
| (2) 132kV 送電線の建設 | Ubungo-Ilala | 7.0km | (7.5 km) |
| (3) 11kV 配電線の建設 | | 0.1km | (1.5 km) |

2. Factory Zone III 変電所の増設

- | | | | |
|------------------|---------------|---------|----------|
| (1) 変圧器の増設 | 132kV/33kV | 45MVA×2 | |
| (2) 132kV 送電線の建設 | Ubungo-FZ III | 8.6km | (9.3 km) |

3. Kariakoo 変電所の新設

- | | | | |
|-----------------|----------------|---------|----------|
| (1) 変圧器の設置 | 33/11kV | 15MVA×1 | |
| (2) 33kV 送電線の建設 | Ilala-Kariakoo | 2.1km | (1.3 km) |
| (3) 11kV 配電線の建設 | | 4.1km | (1.6 km) |

4. Mbagala 変電所の新設

- | | | | |
|-----------------|------------------|---------|----------|
| (1) 変圧器の設置 | 33/11kV | 15MVA×1 | |
| (2) 33kV 送電線の建設 | Kurasini-Mbagala | 8.5km | (9.2 km) |
| (3) 11kV 送電線の建設 | | 3.9km | (1.6 km) |

5. 共通項目

- (1) 車輛および工具
- (2) その他

() は調査後の数値を示す。

以下、順を追って検討結果を述べる。

3-2-1 Ilala 変電所の増設

- (1) Ilala 変電所は、現在132/33kV 45MVA 主要変圧器 2 台によってダルエスサラーム市中心部負荷の大部分を供給している。Ubungo 変電所よりの132kV 送電線 1 回線(送電容量約100MVA) により Ilala を含む、City Centre, Kurasini, Sokoine, Factory Zone I, Kigamboni, Air port の各配電用変電所に供給しており、それらの配電用変電所に設置されている主要変圧器の総容量は140MVA となっている。Ilala 変電所 132/33kV での現在の負荷は、45MVA 2 台に対して平均75MVA、最大94MVA と定格値を上廻るピークが出る状態で、緊急に45MVA 1 台の増設を要する状況である。

33/11kV 変圧器についても、設備容量15MVA 2 台に対し、実際の負荷は27MVA 程度と限界に近く、更にこの地域には表3-2-1に示す様に Ilala 管内だけでも12,000件をこえる待機需要家(waiting consumers)があり、増設によってこれらを出るだけ供給可能にしなければならない。

Ilala 変電所は、ダルエスサラーム市で最も重要で、しかも最大の負荷を供給しており、増設工事に当っては、慎重に計画を検討する必要がある。工事のためとはいえ、Ilala 変電所の停止は市全体の電力供給に与える影響がきわめて大きく、いかにして最小限の停止で増設作業を行なうかが非常に重要である。

現時点で、132/33kV 45MVA 2 台の主要変圧器に平均83% (75MVA) の負荷がかかっており、一台でも長時間停止はできない。したがって先ず新設変圧器を設置して全体で3台としたうえで、1台ずつ停止して132kV 仮母線を使って1次側の切替えを行なう。2次側 33kV 母線は2分割して片側へ負荷を寄せながら切替えを行なう。これらの工事には全工程約13ヶ月はかかると考えられ、無事故で実施されなければならない。なお、33kV の既設母線は老朽化が著しく、許容電流値も 1000A 程度しがなく、現在の設備(15MVA x 2)ですでに限界のサイズであり、今回の増設でアルミパイプ母線に取り替え、電流容量を2500A 程度に増加させる。

表 3-2-1 ダルエスサラーム地域の潜在需要家数

地 区 名	需 要 家 数
<u>Temeke Region</u>	
Mtoni Kijichi	384
Yombo Vituka	1,044
Yombo Kilakala	287
Mbagala Mangaya	138
Mbagala Kibondemaji	685
Mbagala ST. Antony	265
Mbagala Rangi Tatu	64
Mbagala Kongowe	140
Tuamoyo Kigamboni	141
Tungi Kigamboni	137
<u>Kinondoni North</u>	
Mbezi Beach	756
Kunduchi Mtongani	325
Kunduchi RTD	495
Oyster Bay, Msasani & Masaki	384
Boko	1,310
Tegeta	1,190
<u>Kinondoni South</u>	
Mpigi Magohe	450
Mbezi Makabe	300
Kimara Kingongo	475
<u>Ilala</u>	
Tabata	5,775
City Centre	351
Kariakoo	6,499
TOTAL	21,595

by TANESCO Sept. 1996

- (2) Ubungo-Ilala 間の132kV 送電線は、1963年に建設された古い送電線であり、送電容量も約100MVA しかなく、最近特に故障が多く、平均停止時間が月40分を上廻り、供給信頼度が失われつつあり、マスタープランにおいて計画された新線路の建設が急がれる。

新しい送電線のルートは、TANESCO との打合わせにより、33kV 連系線路の跡地を使うことから、用地の確保は全く問題なく、調査団の帰国前までに行われた線路亘長調査により7.5km と確定された。

新しい送電線は、Ubungo、Ilala 両変電所の132kV 送電線開閉設備を増設し、既設線路に沿って自立型2回線鉄塔を、約25基建設して構成し、架線は当面1回線架線とし、近い将来2回線目が架線されたとき、老朽化した現在の1回線鉄塔を撤去する予定である。

Ubungo-Ilala 間送電線の経過地には、1部地盤の悪いところがあり、鉄塔の基礎設計上充分注意を払わなければならない、TANESCO との打合わせにより、一部の調査結果が調査団に報告されている。また当該部分については、その工事時期について地下水位の高い時期をさける等充分考慮する必要がある。

- (3) 11kV 配電線の建設については、打合わせにより工事は TANESCO の分担とすることにし、所要資材についての調査を行った。増設される11kV フィーダーを含め、変電機器から変電所敷地の境界にある11kV 架空配電線への引出し用、地中ケーブルの合計として1.5km を確認した。

3-2-2 Factory Zone III 変電所の増設

- (1) 現在の Factory Zone III 変電所は、日本の無償資金援助により1986年に建設されたもので、33/11kV 15MVA の設備を有し、電力を Ubungo 変電所より33kV 送電線で供給を受け、11kV 配電線により、近辺の一般住民、ダルエスサラーム空港へ通じるニエレレ道路沿いにある多くの工場群に対して電力を供給している。

この地域には古くから Factory Zone I 変電所が Ilala からの33kV 送電を受けて11kV で配電しており、Factory Zone II、III と共に鉄道、空港、工場群とその周辺に住む一般住民に対する電力の供給を行っている。

電源開発の遅れと、旱魃の影響で、4年に亘る負荷制限を経て、現在は急激に負荷が増え、それぞれへの33kV 送電線の限界に近づいている。

ダルエスサラームの各変電所につながる11kV, 33kV 線路の停止件数をみると、最近1年間に1042回を記録し、内255回は33kV 送電線の事故であり、大部分が過電流と接地事故である。毎日平均3回線路が停止し、その大部分が過電流と接地事故ということは、いかに老朽化し、なお酷使されているかを示すものと見られる。

一方ダルエスサラーム全体の電力供給形態をみると、西部山岳地帯からの水力電源は、Ubungo 発電所でガスタービン発電と合流して市内へ供給しており、既に北部には Tegeta 変電所 (50MVA×2) 中央部には Ilala 変電所 (45MVA×2) の132kV 変電所があって集約しているが、残る南西部に未だ132kV 変電所がない。

マスタープランでは、ダルエスサラーム市全体を132kV 送電線のリングで囲み、供給信頼度を上げるべく計画し、その1部として既設 Factory Zone IIIを増設して132kV 変電所とし、近辺の配電変電所へ33kV 送電線で供給することを提案している。

今回の要請はこの計画に基づいたものであって、遅くとも1999年には、現在の33kV の送電限界を超えることが確実となっており、この状況を改善するには本計画により、Factory Zone IIIの132kV 化が最適である。Factory Zone IIIの132kV 化が実現されれば、主要変圧器2次側の33kV には Factory Zone I、II、IIIの3変電所、TAZARA 鉄道、ALAF 工場、世銀、NORAD の資金で建設される TABATA、TEMEKE CHANG'OMBE の新設変電所が接続される予定である。全体の設備容量は130MVA を超えるが、利用率60~70%として90MVA (45MVA×2) の変圧器増設が最適である。

- (2) 懸念される新送電線の建設用地確保については、調査団のタンザニア滞在中に実施された TANESCO の調査により、送電線亘長9.3km が確定し、関連する用地補償対象、費用についても調査が行われ、報告されている。Ubungo-FZ III 送電線の経過予定地にも1部地盤の悪い所があり、Ubungo-Ilala 送電線同様細心の注意が必要である。

3-2-3 Kariakoo 変電所の新設

- (1) Kariakoo 地区はダルエスサラーム市に於ける最大の商業地域で、一般住民も多く、最も活動的な地域である。この地域は今まで City Centre から 1 回線、Ilala から 3 回線の 11kV フィーダーで供給され、充分 1 変電所相当分の負荷があり、独立の変電所を新設する。

表3-2-1に示す様に、この地域での待機需要家の数は現在6500戸を数え、新設により、これらの救済を計ることが出来る。

Ilala 変電所の33/11kV 側は既に述べた様に緊急に増設を要する程負荷が多くなっており、増設すると同時に他の変電所へ負荷を分けることも必要である。Kariakoo に新たな変電所を建設することにより、この地域の負荷増に直接対応し、更に Ilala、City Centre の負荷調整にも貢献することが出来る。

需要想定によれば、15MVA の主要変圧器の新設により、今後7～8年はまかなえるものと考えられが増設の予定についても考慮する必要がある。

Kariakoo の変電所の用地については従来から色々候補が掲げられて来たが、今回最終的に TANESCO により示された場所について調査を行い、用地として妥当であることが確認された。(図3-2-1参照)

将来増設を考慮した敷地19m×33mには3本のアカシアの木があり、将来増設時には除去する必要がある、そのときにそなえて、今から予定地の外側に植樹しておくことが TANESCO により約束されている。

- (2) 33kV 送電線の建設

新設予定の Kariakoo 変電所に最も近い132kV 変電所は Ilala であり、現地調査により、Ilala 変電所から Kariakoo 市街を経て Kariakoo 変電所予定地に到る道路沿いのルートが確認され、現地で実測した結果、1.3kmであることを確認した。

ルートは殆どが市街地の道路わきと云う条件になるので、TANESCO の用地確保が工事上非常に重要になる。

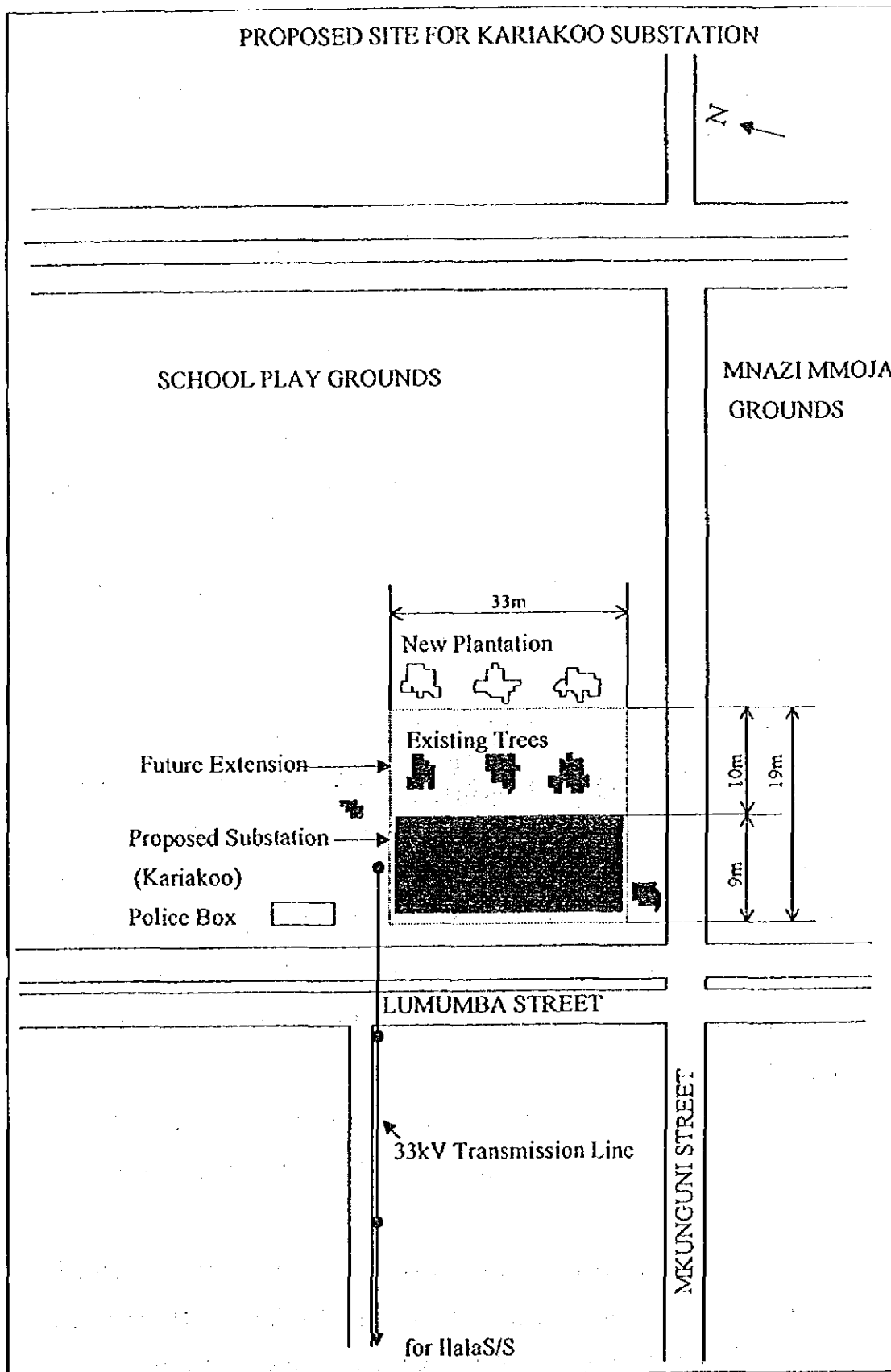


图 3-2-1 Kariakoo 变电站位置图

工事区分については、変電所の工事工程確保も考慮して TANESCO と打合わせのうえ、11kV 以外の送電線工事は日本側とすることにした。

- (3) したがって、11kV 配電線については工事を含まず、所要資機材のみを調査することとし、その総延長は1.6kmであることを確認した。

3-2-4 Mbagala 変電所の新設

- (1) Mbagala は、ダルエスサラーム市の南に位置し、約300km 南方の Kilwa へ通じる幹線道路に沿って街並みが延び、その裏側に多くの住宅地帯が広がっていて、将来の発展が予想される地域である。

表3-2-1に示す様に、この地域での待機需要家の数は Temeke Region のうち、現在 Kurasini から供給されている、Yombo, Kigamboni を除いて約1680戸を数えている。

TANESCO にとって北へ伸びる Wazohill (13.5km) 11kV 配電線と南へ伸びる Kilwa Road (8.5km) 11kV 配電線は共にその距離の長さで負荷の大きさにより、多い電圧降下と電力損失に悩んで来た。現在 Wazohill については新しく出来た TEGETA 変電所(NORAD)より僅か2～3 km の短距離送電となり、著しく改善されている。Kilwa Road フィーダーについても電圧降下が激しく電力損失も多く、かねてから問題とされていた。マスタープランでは、この計画を具体化して Mbagala のガラス工場予定地に隣接する場所に新たに33/11kV 15MVA の配電用変電所を建設して、33kV 送電線により供給することにした。

今回の調査に於いても、現在の Kurasini 変電所から Mbagala 地域への電力供給状況に著しい変動がなく、予想した需要増加を見込んだ標準容量である15MVA 1台を新設することとした。

また、今回の調査に当り、新変電所の位置について再度検討したが、現変電所の予定位置は現在行われている南部への延長配電線を考慮するとほぼその中央部に位置することが調査の結果にて判明し、妥当であることが確認された。

(2) 33kV 送電線の建設

Kurasini-Mbagala 間の33kV 送電線の予定ルートについては、全線踏査を実施し、ルートの延長は9.3km であることを確認した。調査の経過の中で、1部を TAZARA 鉄道の線路沿いに設けることも検討したが、TAZARA 鉄道当局の同意が得られず、結局原案通り Nelson Mandela Road と Kilwa Road の道路沿いに南下することとした。

部分的には樹木、工作物等のため迂回または地中ケーブル使用の区間があるが、この場合も TANESCO の線路用地確保が工事に必要な要素となる。

3-2-5 共通項目

- (1) 車輛については、具体的な要請数量がなかったが、TANESCO と打合わせた結果、TANESCO 側の工事範囲となる11kV 配電線の工事に関わる分のみとして次のものを確認した。

- 3 トンクレーン付 5 トントラック…………… 1 台
- 1 トン積ダブルキャビンピックアップ…………… 1 台
- 工具 …………… 1 式

- (2) その他としては各変電所と指令所を結ぶデータ回路、通話回路の通信設備 (UHF) 増設分を見る。TANESCO の SACADA システムは132 kV 以上のグリッド用と33 kV、11 kV 配電用の2系列があり、それぞれ Ubungo 給電指令所と Ilala 給電指令所が中心になっている。今回の増設分は、それぞれに合わせて実施する必要がある。ダルエスサラーム地域の SCADA (制御および情報収集) システムを図3-2-2に示す。

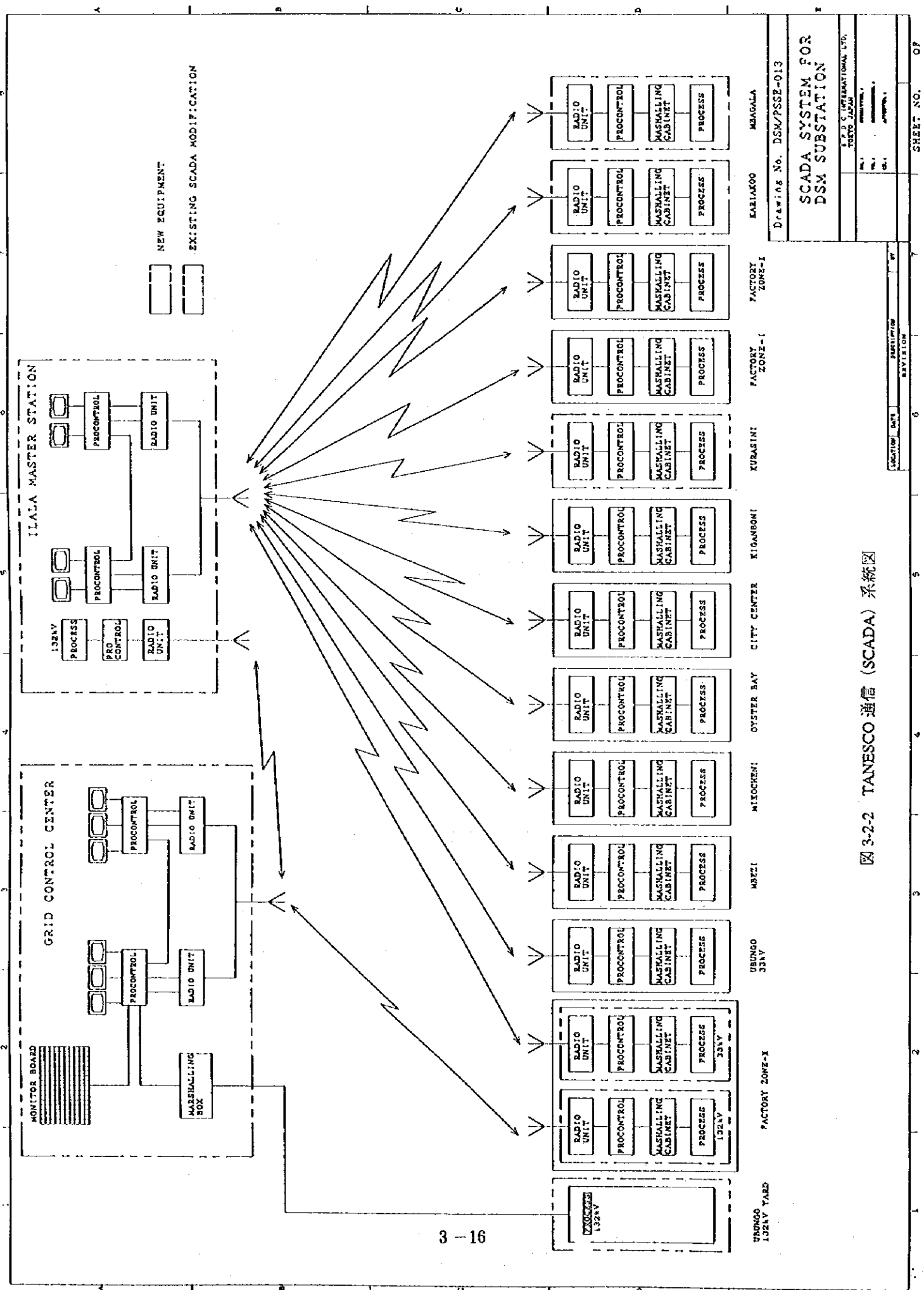


図 3-2-2 TANESCO 通信 (SCADA) 系統図

Drawing No. DSM/PSSE-013

SCADA SYSTEM FOR DSM SUBSTATION

E. P. O. C. INTERNATIONAL LTD. TOKYO JAPAN

No. 1
Date: _____
Rev. 1

LOCATION	DATE	DESCRIPTION	BY

3-3 基本方針

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年程度は機材の取替えを行わなくても良いものとする。
- ・変電所の機器及び送配電線の機材は、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

設計に際しては、下記の事項に留意し、設備の設計及び工事計画の策定を行うこととする。

(1) 自然条件

- a. 変電所機器の基礎工事、据付工事および各地域の132kV、33kV送配電線工事においては、工事に影響のある降雨期即ち大雨期（3月～6月）、小雨期（11月～12月）を考慮して、支持物および基盤の強度等について十分な軟弱地盤対策をする。
- b. 月平均最高、最低気温は、それぞれ30℃、18℃であり、温度変化に対する機器設計条件は通常設計とする。
- c. 電線路の新設に伴い過度な樹木伐採等の環境破壊を招くことのないような計画とする。
- d. 変電所および送配電線路の建設地点は、海岸に近い所もあり、特に屋外に設ける絶縁碍子等の塩害による汚損について考慮する必要がある。

(2) 社会条件

- a. 送配電線路が住宅地域あるいはその近傍を通過する場合には、公衆安全の確保に万全の注意を払う。
- b. 工事には重量物の輸送も含まれるため、これを考慮した上で工事計画の立案を行う。

- c. 新設の送電線路は、線路用資機材の運搬や建設工事に支障が少なくなる様、できるだけ主要道路沿いとする。止むを得ず、主要道路から離れる場合にも、小運搬が出来る場所とする。

(3) 建設費および現地業者

・ダルエスサラーム配電網整備計画（3期）は、1992年に実施されたがこれらの工事経験から次の事が言える。

- a. 現地建設会社のレベル、経験については、一般的な建設作業は可能である。
- b. 労働力の水準は、その質、量ともまず満足できる。
- c. 骨材セメント等一般工事用資機材は、現地調達が可能である。

(4) 現地資機材の活用

木柱および裸アルミ電線は第三国調達品を調達する予定である。

(5) 実施機関の維持・管理能力

- a. TANESCO が現在適用している規格、技術基準等を尊重し、標準化の妨げにならないような設計を行う。
- b. TANESCO は、ダルエスサラーム配電網整備計画（第3次）のプロジェクトおよびその他で本プロジェクトと同程度の工事を長年にわたり維持、管理しており、資金、技術レベル等については問題がないものと判断する。

(6) 施設・機器のグレード

施設・機器のグレード設定に際しては、特に次の事項に留意することとする。

- a. 可能な限り、複雑でセンシティブなものは避け、既設設備と比較し大幅に先進的な技術を導入することは回避することとし、現在の施設・設備、技術水準に見合った設計により、維持・管理に支障の無いようにする。

- b. 先方の要望を充足するために最も経済的な設計を目標とし、国の実情に合わせて、堅牢かつ簡易な構造に主眼をおく。

(7) 工期に対する方針

資機材の調達および各電力設備の建設工事は、第一期工事および第二期工事に期分けして実施する。なお、TANESCO 側負担工事となっている11kV 配電線の建設工事も同時期に完了する。

(8) Ubungo-FZ-III線工事決定の条件

Ubungo-FZ-III線工事の決定条件を以下のように確認した。

- a. 送電線ルートでの縦断測量
- b. 各鉄塔敷地における地質調査
- c. 補償費支払い完了と立入り禁止措置の実行

(9) 設計条件

本プロジェクトにおいて建設される変電設備および送配電線設備の設計は、TANESCO の現行規格・基準並びに日本における標準的手法に準拠する。

資機材の適用規格は、IEC ならびに日本規格を主として、一部については ANSI (米国規格) ならびに BS (英国規格) を適用した。

a. 自然条件

標 高：1,000m 以下

外気温：最高40℃最低10℃平均32℃

b. 安全率

タンザニア国における現行基準により次の通りとした。

支持物	: 3
支持物の基礎	: 2
電 線 (引留部含む)	: 2.5
耐 子	: 2.5
腕 金	: 2.5

支線 : 2.5

c. 導体の温度

平均使用温度 : 32℃

許容温度 : 90℃

d. 風圧荷重

架空線路の支持物の強度等を計算する場合の最大風速は、38.3m/sec とし、架渉線に対する風圧は、92kg/m²、荷重は支持物に対する荷重を鉄塔266 kg/m²、木柱75kg/m²とする。

e. 送配電線の地上高

架渉線の地上高は、次のとおりとする。

項目	132kV	33kV	11kV
一般個所	6.7m	5.5m	5.5m
道路横断個所			
車輻のおおる道路	8.0m	6.7m	6.0m
車輻のおおらない道路		6.0m	5.5m
鉄道線路上	9.0m	9.0m	9.0m
電話線上		1.8m	1.8m

(10) 設計の基本的考え方

変電設備、送電線設備、配電線設備の設計については、将来の需要増加及び系統拡張に対応できること、電圧変動及び供給信頼度の向上をはかることを基本とする。また既設設備との調和・協調をも充分考慮し、下記の方針に基づいて設計を行う。

a. 供給信頼度の維持

- ・変電所の主要変圧器には、負荷時電圧調整器 (On-Load Tap Changer) を附属させ安定な電圧を維持する。
- ・送配電線路の事故の主要な事故原因は、設備不良（施工不良、製作不完全等）、保守不完全（油劣化その他自然劣化、過負荷）、自然現象（風雨による他物飛

来、水害)、他物接触(樹木、鳥獣)等である。これら現状を見極め今回建設される設備の信頼度維持をはかるために主に次の対策を検討した。

- 11kV 線路の適切な箇所に区分開閉器を設置し、事故時あるいは作業時の停電区域の局限化を図る。
- 変圧器、区分開閉器及び電力ケーブル等に対して避雷器を取り付け、耐雷保護を行う。

b. 目標電圧

一般需要家の常時電圧変動を±5%以内に保持する事を目標にする。

なお、今回の調査で需要家入口の電圧変動を1996年7月において約10日間程で測定したが、約±10%の変動が記録されている。

c. 供給方式

供給方式は11kV/400、230V 低圧直接遞降方式とする。

(11) 絶縁設計

- a. 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することにより設備を保護することを目的として次により設計した。

- ・内部異常電圧(開閉サージ、持続性異常電圧など)に対しては機器自体の絶縁性能により保護する。
- ・外部異常電圧(雷サージ)に対しては、架空地線、アーキングホーン或いは、避雷器により保護する。

b. 碍子種類及び連結個数の決定について

前述のように絶縁設計の基本的考え方は、内部異常電圧による閃絡を起こさないことを前提にして耐雷対策を考えた。内部異常電圧については、従来送電線に適用される考え方を採用して、次の値を想定した。

- ・接地計の種類 : 有効接地系
- ・持続性異常電圧倍数 : $0.8U_m$ (U_m : 系統の最高許容電圧)

・開閉異常電圧倍数 : 2.8U_m

碍子の絶縁強度を考える場合、開閉異常電圧に対しては開閉サージによる注水時の閃絡特性を、持続性異常電圧に対しては商用周波の注水時の閃絡特性を用いた。

内部異常電圧に対する碍子の所川絶縁強度及び碍子の電気的特性は次表の通りである。

a) 開閉異常電圧より求めた碍子の所要絶縁強度

公称電圧	(kV)	132	33	11
最高許容電圧 U _m	(kV)	145	36	12
対地電圧波高値 $\sqrt{2}/\sqrt{3}U_m$	(kV)	118	29.4	9.8
開閉サージ倍数 n 倍		2.8	2.8	2.8
開閉サージ電圧 $\sqrt{2}/\sqrt{3}U_m \times n$	(kV)	329	82.3	27.4
絶縁低下係数		1.1	1.1	1.1
碍子の所要絶縁強度	(kV)	392	90.5	30.2

b) 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)	132	33	11
最高系統電圧 U _m	(kV)	145	36	12
異常電圧倍数 n		0.8	0.8	0.8
持続性異常電圧	(kV)	115	28.8	9.6
絶縁低下係数		1.1	1.1	1.1
碍子の所要絶縁強度	(kV)	127	32	11

c) 碍子の電氣的特性

	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 電圧 (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 ピン碍子	290	—	—	95	—	
11kV ピン碍子	105			35		

(注)①250mm懸垂碍子の特性は、架空電線路の絶縁設計要項(1996.10)による。

②33kVピン碍子はBS137による。

上記碍子の電氣的特性と所要耐電圧を比較し、絶縁裕度を考慮の上、使用する碍子および個数を次のとおりとした。特に250mm懸垂碍子連は、保守管理面の予備碍子1個を見込んだ。

使用箇所	33kV ピン碍子	250mm懸垂碍子
33kV 引通し	1	—
33kV 引留め	—	3個連

c. 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長を標準絶縁間隔とする。

公称電圧	132kV	33kV	11kV
碍子個数		3	2
碍子連の50% 衝撃 FOV		330kV	240kV
同上相当棒ギャップ	87	52cm	36cm
標準絶縁間隔		55cm	35cm

d. 最小絶縁間隔

開閉サージおよび持続性異常電圧の各々にともな耐えるクリアランスを最小絶縁間隔とする。

公称電圧 (kV)	132	33	11
最高系統電圧 U_m (kV)	145	36	12
対地電圧波高値 (kV)	118	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)	329	82.3	27.4
所要耐電圧 (kV)	362	99	33
所要クリアランス (cm)	76	19	7
最小絶縁間隔 (cm)	75	25	10

e. 異常時絶縁間隔

想定最大風速次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 (U_m) に対する注水耐電圧でクリアランスをチェックする。

公称電圧 (kV)	132	33	11
最高系統電圧 U_m (kV)	145	36	12
地電圧波高値 (kV)	83.1	20.8	6.9
所要耐電圧 (kV)	91.5	22.9	7.6
異常時絶縁間隔 (cm)	34	8	3

f. 線間最小クリアランス

公称電圧 (kV)	132	33	11	
最高系統電圧 U_m (kV)	145	36	12	
対地電圧波高値 (kV)	117.6	29.4	9.8	
線間サージ倍数		4.5	6.4	1966要綱
線間サージ電圧 (kV)		132.3	62.7	
線間所要耐電圧 (kV)		145	69	
線間最小クリアランス (cm)	130	30	12	
実際の線				

g. 基準衝撃絶縁強度 (B I L) 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 規格に則り次のとおりとした。

BIL の設定と避雷器

公称電圧 (kV)	132kV	33kV	11kV
最高系統電圧 U_m (kV)	145	36	12
避雷器定格電圧 (kV)	126	36	12
MCOV (kV) *	97.8	28.0	9.3
$MCOV \times \sqrt{3}$ (kV)	169.4	48.5	16.1
MCOV と U_m との裕度	1.17	1.35	1.34
制限電圧 (kV) at 20kA	379	109	36.2
B I L (kV)	650	170	90
BIL と制限電圧との裕度	1.72	1.56	2.5

註* ; Max Continuous Operating Voltage (実効値)

h. 耐雷設計

今回の調査では IKL (Isokeraunic Level、年間の雷雨日数) の正確な統計は得られなかったが、対象地域近傍の既設設備が雷による被害を蒙っていないことから、既設に合わせた設計を行うこととする。

変電所および132kV の送電線には、避雷器と架空地線を設置し、33kV および11kV 配電線路の全ての負荷開閉器には避雷器を取り付けて、雷サージなどの外部異常電圧に対して保護することとした。