

タンザニア連合共和国
主要都市配電設備
リハビリテーション
予備調査報告書

JICA LIBRARY



J1162394[9]

平成12年12月

国際協力事業団
鉦工業開発調査部

鉦調資

J R

00-210

タンザニア連合共和国
主要都市配電設備
リハビリテーション
予備調査報告書

平成 12 年 12 月

国際協力事業団
鉦工業開発調査部



1162394【9】

目 次

写真（先方機関との協議、現地踏査時）

第1章 総論

1. 要請の背景、経緯	1
2. 調査の目的	1
3. 調査団員構成	1
4. 調査日程	1
5. 主要面談者	2

第2章 協議の概要

1. 対処方針	3
2. 協議概要	3
3. 協議結果	4
4. 団長所感	5
5. 署名したS/W及びM/M	8
6. 面談記録	8

第3章 タンザニアの電力事情

1. 電力政策	8
2. 民営化の動向	11
3. 各国支援機関の活動状況	12
4. 今後の電力開発の展望	14
5. 電力供給体制	20
6. 運転サービス体制	21
7. 主幹送電系統	27
8. 配電系統	28
9. 発電設備の現状(グリッドシステム)	29
10. 電力設備の現状と将来計画	29
11. 発電設備の増強計画	34
12. 電力需要	34

第4章 現地調査結果の概要

1. ダルエスサラーム市	39
2. アルーシャ市	39
3. モシ市	40

第5章 本格調査の概要及び留意事項

1. 本格調査の全体構成	41
2. 調査実施上の留意点	42

第6章 安全関連情報

1. タンザニア国の治安、安全状況	45
2. タンザニア国の一般的な安全情報	45

付属資料

資料-1 署名したS/W	47
資料-2 PRESS RELEASE	54
資料-3 収集資料リスト	57
資料-4 D A M P 面談記録	58
資料-5 世界銀行 Power Project	59
資料-6 Questionnaires	質1～質8
Questionnaires 回答	質9～質39



写真1：TANESCO との打ち合わせ

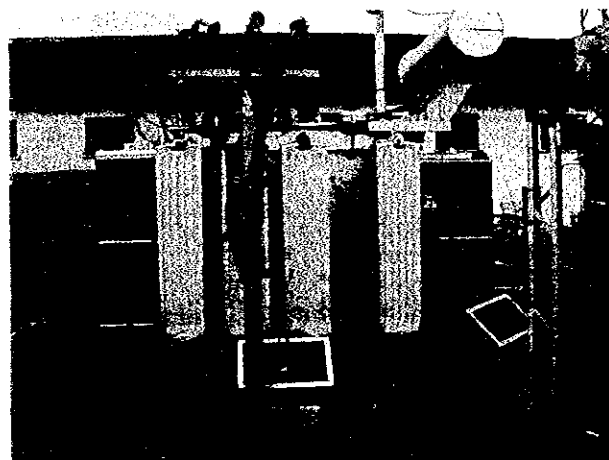


写真2：過負荷のためファンで冷却中のトランス

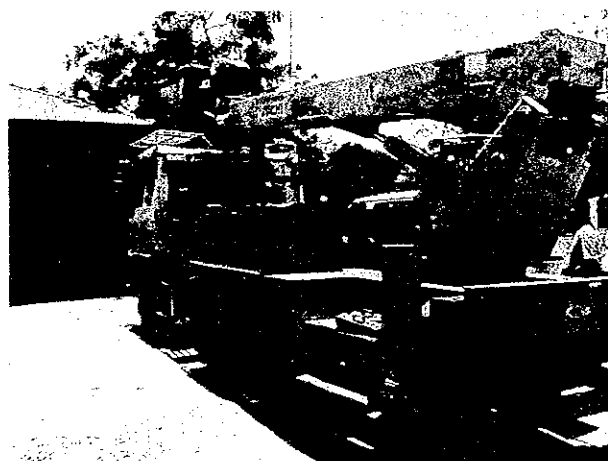


写真3：維持管理センター（DAMP）の車両



写真4：維持管理センター（DAMP）の資材倉庫

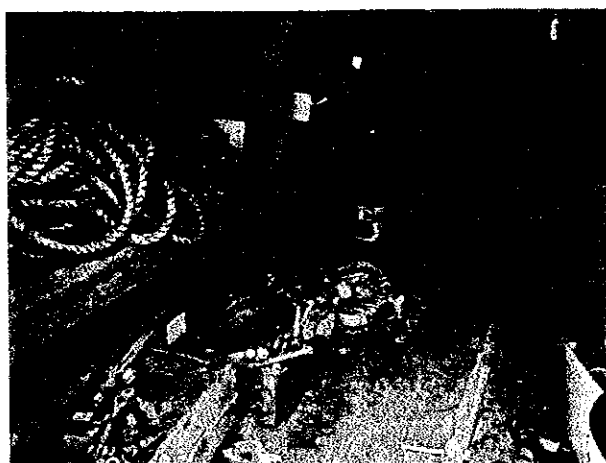


写真5：維持管理センター（DAMP）の倉庫内部

第1章 総論

1. 要請の背景、経緯

タンザニアでは、電力エネルギーにアクセスできるのは、全人口の約7%程度しかなく、大半はいまだに薪などの伝統的な一次エネルギーに大きく依存している状況にある。そのため、タンザニア政府は、電源の開発とともに国家エネルギー政策として、1) 電力供給の信頼性、2) 効率的利用のための価格政策、3) 森林破壊など環境負荷を緩和する環境配慮技術の向上等、を目的とし、1) 国内エネルギー資源の開発、2) エネルギー源の多様化推進を掲げている。

特に、産業及び商業の中心である主要中核都市の電力供給安定化及び信頼性の向上は、国内及び海外からの投資環境改善に寄与し、地域経済及び国内経済の活性化に寄与する。また、経済の活性化に伴い電力需要も今後大幅な伸びが見込まれており、電力ロスの削減は、エネルギー資源の効率的利用、電力公社の経営改善にも資するものである。

また、本計画は、これまでのわが国の電力分野への開発協力、無償資金協力、専門家派遣などの協力の成果を地方都市に展開させるための第一歩となるものである。

2. 調査の目的

本予備調査においては、これまでの電力関連案件の成果検討をふまえ、現地調査を通して、先方政府の要請内容を確認し、本格調査を実施する場合の意味付け、妥当性について、関連機関と協議を行い、今後の本格調査の範囲、内容、安全確保などの双方の役割分担などについて、S/W,M/Mにとりまとめる。

3. 調査団員構成

(1)金子 正彦	総括	JICA 鉱工業開発協力部 次長
(2)柏村 博之	技術協力行政	通商産業省 通商政策局 技術協力課
(3)黒川 清登	調査企画	JICA 鉱工業開発調査部資源開発調査課
(4)高橋 徹	送配電設計	株式会社ニュージェック
(5)向井 捷洋	電力供給計画	東電設計株式会社

4. 調査日程

10月9日(月) 成田 1200→ロンドン 1625(JL401)ロンドン 2225→(BA2067)
10月10日(火) Dar es Salaam 12:25 日本大使館、JICA
10月11日(水) エネルギー鉱物省、TANESCO 概要説明
10月12日(木) Dar es Salaam 市内配電網現状調査、CrownAgents
10月13日(金) Dar-es-Salaam →Arusha

10月14日(土) Arusha → Moshi → Arusha 市内の配電網現状調査
 10月15日(日) Arusha → Dar-es-Salaam
 10月16日(月) ダルエス市内の配電網調査、S/W,M/M 協議、
 10月17日(火) S/W,M/M 署名大使館、JICA 報告
 (官) Dar es Salaam 19:00 (BA2066) →
 10月18日(水) (コンサルタント) ダルエス市内補足調査
 (官) London 04:55 JICA 英国事務所、Crown Agents 調達調査
 10月19日(木) (コンサルタント) 同市内補足調査 (官) London 19:45 →
 10月20日(金) (コンサルタント) 同市内補足調査 Dar es Salaam 19:00 →
 (官) → 成田 13:35 (JL402)
 10月21日(土) (コンサルタント) London 04:55 19:45 (JL402), 18:55 (JL422) →
 10月22日(日) (コンサルタント) → 成田 15:20、大阪 14:55

5. 主要面談者

日本大使館： 佐藤 啓太郎：特命全権大使 吉岡賢治：一等書記官

JICA Tanzania Office：

青木澄夫所長、古川光明次長、二見伸一郎職員

Ministry of Energy and Minerals：

Bashir J. Mrindoko Commissioner for Energy and Petroleum Affairs,

TANESCO：

Esther M. Masunzu (Mrs.) Director Operations, TANESCO

B. E. A. T. Luhanga Managing Director, TANESCO

Muradali M. Fazal Manager Distribution & Safety, TANESCO

Mercy s. Baregu (Mrs.) Chief Distribution and Commercial Services,
TANESCO

M. F. Mallale Chief System Control Engineer, Ubungo Grid
Control Center

Bakari Mkutenda System Superintendent, Ubungo S/S

Amos Maganga Distribution Engineer, TANESCO Arusha
Distribution Office

Dezideri Rutta System Superintendent, Njiro S/S

Karakora Ilala Control Center

Jafari Mrina Project Engineer, DAMP Office

第2章 協議の概要

1. 対処方針

1) 調査の基本方針

同国に対しては、電力分野ではこれまで開発調査、個別専門家派遣、無償資金協力などの協力が精力的に行われているので、それらの成果を十分確認し、本件開発調査を行う意義を確認する。また、本件ではこれまでの成果を地方に展開させることがひとつの大きなねらいであるが、9つの地方都市が候補に上がっているので、そのような体制にあるかを十分見極め、先方政府の優先度を確認し、段階的に調査を行う方針を説明する。

2) 実施体制

TANESCO の各都市の支社が実務的な状況を把握していると推測されるが、本社でのバックアップ体制を確認し、本格調査の実施にあたっては、本社の担当者（必要によっては、エネルギー資源省）の同行を求め、役割分担を明確にする。

3) 予備調査、及び本格調査の対象地域

今回の予備調査では、3都市（ダルエス市、アルーシャ市、モシ市）の現地踏査を行う。

タンザニア側が9都市すべての取り上げに固執する場合は、他の都市については本格調査でその必要性を確認し、F/S対象都市の絞込みを行う。

4) マスタープラン期間、F/Sのレベル

マスタープランは、対象3都市の10年計画、F/Sは5年計画としている。F/Sについては、無償資金協力による実施が期待されていることから、基本設計レベルの調査も必要に応じ検討する。また、地方都市にもメンテナンスセンターを設立させることも検討する。

2. 協議概要

本格調査では、3都市（ダルエス市、アルーシャ市、モシ市）に対し、マスタープランは、10年計画、F/Sは5年計画で132kVから11kVの間の配電系統のリハビリ及び拡張計画を作成する。F/Sについては、無償資金協力による実施が期待されていることから、基本設計レベルの調査も必要に応じ検討する。

また、アルーシャまたはモシにメンテナンスセンターを設立させることも検討する。

合意された本格調査の内容は、以下の通り。

- ① マスタープラン調査：10 年間を見通したマスタープラン作成
- ② プレフィージビリティ調査：うち 5 年間に着手するプロジェクトについてプレ F/S
- ③ 維持管理センターのモデルケーススタディ：設備維持管理の向上計画作成、モデルケーススタディの実施

対象となる主な設備

系統変電所、変電所連系線（33kV）、配電変電所の基幹配電設備

（参考 1）

発電所—送電網—送電系統変電所—変電所連系線—配電変電所—フィーダー線—柱上変圧器—引込み線—需要家

(220、132kV) — (33kV) — (11kV) — (400V) — (230V)


 対象設備範囲 = 基幹配電施設

（参考 2）

ダルエスサラーム系統変電所(ILALA S/S)	1 箇所、配電変電所（7 箇所）
アルーシャ 系統変電所(NJIRO S/S)	1 箇所、配電変電所（4 箇所）
モシ 系統変電所(KIYUNGI,SAME S /S)	2 箇所、配電変電所（7 箇所）

3. 協議結果（S/W、M/Mの解説）

ア. 先方の実施体制の確認（民営化の動向確認を含む）

2002 年を目処に完全に民営化する方針。しかし、発電、送電、配電といった形態での水平分割民営化を検討しており、この 11 月にその具体案を作成するコンサルタントが選定される。TANESCO によれば、この民営化計画を実行に移すためにも、継続的なリハビリテーションは欠かすことはできないとのこと。また、感触では実際に民営化ができるとしても少なくとも 4-5 年はかかるとの先方の意見が多かった。

イ. 本案件要請内容、案件の背景（マスタープランの必要性、意義等）

水力発電所などの電源や 220kV 等の基幹ラインの整備は進んでいるものの、132kV から 11kV の間の配電系統については、他のドナーからの支援がほとんどなく、老朽化した設備を使うこと、過負荷による停電事故などを余儀なくされおり、早急にリハビリ計画ならびに拡張計画が実施される必要性

が確認された。

ウ. 調査範囲（調査対象都市、地域）

先方によれば、今回要請のあった 9 都市の電力需要は以下の通り。

1. ダルエス 191MW (F/S 要請)
2. Mwanza 21MW (F/S 要請)
3. Dodoma 9MW
4. Morogoro 13MW
5. Mbeya 16MW
6. Arusha 37MW (F/S 要請)
7. Tanga 27MW
8. Iringa 4-5MW
9. Moshi 29MW

調査団からは、一定の需要規模がないトリハビリの対象になりにくいことから、電力需要の大きい都市を対象とすることを提案したところ、今回の調査対象は、ダルエス市、アルーシャ市、モシ市の 3 都市となった。

エ. 具体的本格調査スケジュールの確認

2001 年 2 月を目処に第一回現地調査を開始し、2002 年 9 月までに最終報告書を提出。

オ. F/S 対象モデルプロジェクトの選定

カ. 相手国の便宜供与の確認

TANESCO 本社及びアルーシャ、モシ支社内に本格調査団用の事務所を設置など。

キ. 本格調査積算資料の収集（必要な場合は、機材単価、再委託調査費用）

電力関係の市場調査、法制度調査などには Deloitte&Touche, Pricewaterhousecoopers などのタンザニア事務所の活用も検討が必要。

4. 団長所感

本調査の必要性、意義、問題点などについて、以下のとおり所感を述べる。

(1) 電力分野に対するこれまでの協力の総括としての意義

ア) 電力は国民生活の向上、産業活動の発展に不可欠のエネルギーであり、この観点から、わが国はタンザニアの電力分野に対し、これまで積極的に各種形態の経済協力を展開してきている。

イ) 電力事業は、発電、送電、配電に大別されるが、タンザニアの電力分野に対しては、諸外国とも積極的な支援を行ってきている。このなかで、世銀、アフリカ開発銀行、北欧諸国が発電・送電部門を中心に支援を行っているのに対

し、わが国は支援の重複を避け、また、国民生活に直結し、比較的顔の見えやすい分野である配電分野を中心に、これまで支援を行ってきた。また、地理的には、わが国の援助が集中しているキリマンジャロ州および政治・経済に影響の大きいダルエスサラーム市を中心に、資源を集中する形で支援を行ってきた。

ウ) このうち、ダルエスサラーム市に対する支援は、84 年以降 3 次にわたる集中的な無償支援（件数ベースで 10 件、総合計金額で約 71 億円）、また、その前提となる 2 回にわたる開発調査によるマスタープラン作成、そして個別配電線整備にかかる人材育成を目的とした専門家派遣（延べ 8 名の長期専門家）を行ってきた（別添 1）。この結果、ダルエスサラーム市の電力供給は、わが国の援助無くしては考えられないほどの状況になっている。

エ) キリマンジャロ州に対する支援も、83-84 年における円借款（フェーズ 1）、96-97 年における無償資金協力（フェーズ 2）と 2 回にわたる配電網整備を行ってきた。また、中小水力開発に関する開発調査も行われてきている。

オ) これらの結果、ダルエスサラーム市およびキリマンジャロ州における電力事情の改善は著しく、タンザニアの社会経済の発展に大きく貢献してきたほか、わが国の援助のプレゼンスを内外に示す効果も併せ持つこととなった。

カ) このようなことから、タンザニアに対する電力分野の支援は今後とも積極的に継続すべき必要がある。なお、その際、支援分野が広く存在するタンザニアであり、他方、我が国の支援資源（資金、人材など）にも限りがあることから、支援はあまり手を広げ過ぎることなく従来の支援を踏まえてある程度集中的に行なうことが重要と思慮する。

(2) TANESCO の民営化計画

ア) タンザニアは、IMF、世銀の指導の下、経済の構造改革計画（Enhanced Structural Adjustment Facility Policy Framework Paper）を作成し、実施している。政府関係の公社公団は本計画に従って公社改革委員会（PSRC）の指導のもと、民営化が進められている。手始めに、タンザニア電電公社（TTCL）、ダルエスサラーム上下水道公社（DAWASA）の民営化が第 1 号として進められているほか、タンザニア港湾局（THA）、国営海運公社（NASACO）、中央貨物海運局（TCFB）、タンザニア鉄道公社（TRC）の民営化が続いている。

イ) TANESCO に関しても、これらの公社公団に引き続き、民営化の対象として検討が進められている。予定では、民営化のあり方を検討するコンサルタント（構造改革、法制の 2 分野）の選定作業中であり、調査団が訪問する前の週に 6 社のコンサルタント会社が招聘され説明会が行われたとのことである。当初の予定では、本年 9 月にコンサルタントの選定が行われ、来年 5 月～6 月の

コンサルタント報告の提出、12月の閣議了承を経て、2002年4月の国会法案提出となっているが、現状は遅れているとのことである。

ウ) 現在検討されている TANESCO の民営化の姿は、発電、送電、配電の3部門に分割され、発電、配電についてはさらに分割が検討されている。送電・配電の区分方法や配電部門をどのように再分割するかはコンサルタント業務に委ねるとしている。なお、送電部門は公的性格を保持するため、政府が51%以上の株式を保有するとしているが、発電、配電部門は完全民営化を目指している。

エ) 電化が進んでいない区域に対する電化の推進は、配電会社の供給区域内にある地区は配電会社が行い、供給区域外地区に対しては政府が配電参加者を入札により選定し、政府はこのような電化推進に対して融資により支援を行うとのことである。

オ) 具体的姿がはっきりしていないとはいえ、民営化の検討が進められている TANESCO に対し、開発調査による協力を行うことの適切性について調査団として検討を行ったが、本開発調査期間中には民営化が行われないこと、開発調査終了後に仮に民営化が行われてもその成果は、民間会社のその後の施設整備の基本として活用されること、などから、実施は適当との判断に至った。

カ) なお、民営化に関しての具体的姿は、現在選定中の民営化推進のコンサルタントが案を作成するとのことであるが、ようやく経済発展の兆しが見え始め、そのための電力の安定供給が最も求められる時期だけに、将来のタンザニアにとって禍根を残さない民営化計画が切に望まれる。

(3) 開発調査の対象都市の選定

ア) 本件開発調査は、調査期間約 20 ヶ月、人員数を国外作業約 40M/M 程度の規模を予定している。この規模で対応可能な都市数は、最大 4 都市と考えられる。

イ) タンザニア側の当初要請は、9 都市であるがこの全ての採択は不可能であり、先方と対象都市の選定の協議を行った。タンザニア側はダルエスサラーム市に最重点を置いているものの、次いで、鉱山開発に伴い電力需要の急増しているムワンザ、名目上の首都であるドドマについての実施を強く希望越した。

ウ) 当方からは、以下の理由から、ダルエスサラーム、アルーシャ、モシの 3 都市を提案し、協議したところ、最終的に我が方の提案が受け入れられた。なお、先方には伝えていないが、我が方提案は以下の理由に加え、さらに、これまでのわが国の援助との関連性、調査実施における安全性や実施の容易性なども勘案したものである。

(都市の選定理由)

- ① 電力需要の上位 3 都市
- ② タンザニアの社会・経済発展に重要な都市
(DSM：首都、アルーシャ：観光基点、国際都市、モシ：農業関連産業、観光基点)
- ③ 基幹送電系統上の重要点に位置する都市

エ) なお、3 都市とした理由は、施設に関するマスタープランやプレフィージビリティスタディに加え、ソフト面の対策である維持管理計画モデルケーススタディ（維持管理面の改善対策の検討と提言）を追加したことに伴う作業量増加を考慮したものである。

(4) 実施に当たっての留意事項

今回の調査都市に関し、特にダルエスサラームとモシに関しては緊急にリハビリが必要な箇所が見られた。この部分に関しては我が国に対しリハビリ無償の支援を要請中とのことであるが、無償資金協力関係者と調整のうえ、必要があれば本調査において一部 B/D レベルまで合わせて実施することも検討する必要があると感じた。

5. 署名した S/W 及び M/M

(資料の項を参照)

6. 面談記録

(資料の項を参照)

第 3 章 タンザニアの電力事情

1. 電力政策

(1) 電源開発計画

-タンザニア政府とタンザニア電力公社は、電源開発を含む電力分野に参加する海外の投資家が来ることを待望んでいる。

-タンザニアは、天然ガス、石炭水力を含む大規模な固有の資源があり、長年にわたり電力需要に応えることを目標に行ってきた。他に、不確定な地熱エネルギーは賦存する。

-水力発電では、出水率の変動から毎年の発電電力量に影響を及ぼす。

このため、水力発電依存状況の中で、渇水期の対応策を探している。

(2) 水力発電資源

-水資源エネルギーは、タンザニア国内の実効発電設備の約 67%となる重要なエネルギー資源と位置付けられている。発電電力量では、2000 年で 75%を水力発電で供給している。

-タンザニアの水力発電設備の潜在能力は、4.7GW の設置能力または、3.2GW の実効能力がある。この設置能力は、実際に開発される潜在能力の 5%程度に止まっている。

(3) 石炭

-石炭資源は、タンザニアの南西部、Nyase 湖の北端近くの Mchuchuma で発見された。最近の調査結果、Mchuchuma 石炭は、400MW クラスの発電設備を 35~40 年運転に必要とされる量を賄える。

-1988 年に採掘を始めた Songwe-Kiwira の小さい炭坑は、最初生産量を 15 万トンで始まり、最後は 30 万トンまで到達した。

(4) 天然ガス

-確認された天然ガスは、Songo Songo 島の沖合いインド洋に位置する。ガスの賦存容量は、726bcf(billion cubic-feet)と見積もられる。他に発見されたガス田は、Mnazi-Bay 近くの Mtwara がある。

-コンソーシアム体制の Ocelet Trans Canada Pipe-lines(OTC)は、発電に供用されるため Dar es Salaam までの間を 2 つのカナダの会社が既に gas pipe-line 建設に既に参加している。

-ガス田開発が Songo Songo 島の沖合いで行なわれており、パイプ・ラインが Ubungo 火力発電所(GT(1994 年、1995 年 installed):37.5MW×2 基、37.5×1 基=総設備容量:110MW)まで早期に建設されているとしている。現在、ジェット燃料を使用し発電を行っている。

(5) 石油

-石油関連製品は、全て輸入をしている。Tegeta 発電所はディーゼル発電で 25MW×4 基、TANESCO 社の電力買取価格が高いということで世界銀行から指摘を受け、うまく電力取引がなされていない。

(6) エネルギー源としての薪炭

タンザニアでは樹木の伐採がかなりの規模で行われている。しかも新しい木が育っている様子はなく、森林は再生されていないのではと思われた。大げさな言い方をすれば、このままではタンザニアは砂漠化の心配があると思われた。砂漠化の懸念がないまでも、涵養林としての樹木の減少はそのまま水不足を助長することを意味し、水力発電に頼るタンザニアの電力不足に拍車をかけていると推定される。

道路沿いの樹木は伐採され、薪として或いは炭として道端で売られている。また、炭を満載したトラックも見かけた。これらは、調理などに使われるということであったが、薪炭に代わって電気が使われれば樹木の伐採は下火になると思われるので、違う意味で電力供給力の向上がタンザニア国に必要と推察された。

(7) 隣国との国際送電線

現在俎上に上がっている国際送電線の建設計画に、タンザニアとザンビア、ケニヤ、ウガンダ間の送電線があり、これらは既に FS が準備されている。ケニヤ側は、ウガンダやザンビアが輸入元としたいの対し、すぐにでも輸出したいと見られる。国際送電線が計画されている主な理由は、低コスト水力発電が、3 国にとって有効な選択肢となるからである。

ザンビアータンザニア:330kV 計画

ザンビア側は Pensulo から Kasama を通って、タンザニア側の Mbeya まで約 670km となっている。送電線設計は、Pensulo Kasama に変電所を設置し、Mbeya Pensul は、新仕事のために調整することが拡大すると見ている。ZESCO と南アフリカの ESKOM の専門家によって作成された FS は、ザンビアからタンザニアへの電力送電の容量を 200MW のまでするため、国際送電線を 330kV での建設を推奨している。既に、環境影響調査(EIA)は、送電線全ルートについて行われた。更に、必要な緩和対策が検討された。この調査で、約 150 百万米ドルの予算が見積もられている。

Mchuchuma 炭坑と石炭火力発電所

現在の TANESCO の発電は、主に水力発電がベースとなっている。火力発電を加えることで分散化を図ることは、他の発電に分散することを通して、ベースとなっている水力発電の信頼度を高めることを見込んでいる。

FS では、Mchuchuma 炭坑に 400MW の発電設備を 35～50 年発電できる十分な石炭賦存量があるとされている。この発電所では、他のアフリカの国々で広く使われている石炭液化技術を採用を元に、推奨された。

Mchuchuma 石炭火力発電所は、private sector での開発が計画されている。そして、国家開発団体(NDC)が、本件を調整している。本件の十分な実施は、インフラの開発に求めている。

Stiglers Gorge 水力発電

本件は、Rufiji 川の狭い峡谷で、インド洋から上流に 230km、そして、Dar es Salaam から既存の道路を使って約 374km のところに位置している。この距離は、建設後、Chalinze から 165km となる。

2つの発電所で、一つの発電所は、北岸の地下に総計 400MW(100MW×4 ユニット)、もう一つの発電所は、ダム堤体に総計 400MW(200MW×2 ユニット)が建設が期待される。第3の発電所は、secondary energy として南岸に総計 900MW(300MW×3 ユニット)の建設が可能である。見積もられたコストは、1985 年時点で約 1,200 百万米ドルとなっている。

本件は、1978 から 80 年までの間、Rufiji Basin Development Authority (RUBADA)から派遣された Norplan/Hafslund が調査を行った計画である。

(8) 民営化政策

1992 年に、タンザニア政府に設立された the Parastatal Sector Reform Commission (PSRC) の主な範囲は、効率を向上することを目標にいくつかの公益事業の分割、民営化を行う。

Parastatals の一つである TANESCO は、いくつかに分割する計画で既に手続きを開始している。政府は、他に個人が取得するため 49%を割当てることによって TANESCO の占有率を下げることを決めた。この TANESCO の分割化は、民営化を進めるために PSRC によって特徴つけられた。

(9) 電力需要

電力需要の伸びは、1999 年で約 8%程度である。この伸びは、発電設備に起因した伸びと言うより、送変電設備に起因した伸びと言える。タンザニア全体での電力契約者数は、約 400,000 件、電力契約待ちは、20,000 件/年となっている。(粗計算で約 5%/年相当の伸び)

(10) 配電網整備についての TANESCO の考え方としては、①Dar es Salaam は必須、② Mwanza で金鉱石とニッケルが採掘される、③Dodoma は、首都機能の移転等で重要性が大きくなってきている。

2. 民営化の動向

(1) 現在、世界銀行の支援(無償、有償は未確認)で、タンザニア電話公社(TTCL)、ダル・エス・サラーム上水道事業団(DAWASA)で民営化が進められており、コンサルタントが検討を進めている。更に、タンザニア鉄道(TRC)においては、海上サービスの分割を含めた民営化と、併せて民間企業の参入することで進めている。これに次いで、タンザニア電力公社(TANESCO)での民営化を進めて

いる。このため、タンザニア電話公社の民営化の進捗状況を見ることで、この後を追う電力会社(TANESCO)の民営化の方向が見てくると思われる。

(2) タンザニア電話公社は、無償資金協力でリハビリを含む設備更新・導入し、経営体質を改善し、資産評価価値を高めてきている。このため、TANESCO も同様の手法で、経営体質改善を図り、民営化を推進するものと推測される。

(3) タンザニア鉄道民営化は、ドナー(英国、ドイツ、カナダ他)は、民営化が実現するまで援助を続けるという姿勢でている。

(4) TANESCO の民営化は、配電線部門から着手し、発電所部門も同様に民営化を行う予定。送電線部門は、公営・公共企業として一社体制を取るとしている。

(5) 配電線部門については、現在、コンサルタントの選定に入っており説明会に6社の参加のうち、3社の応札があった。2000年11月からコンサルタントのが検討作業に取りかかる予定とされる。詳細の配電線部門の分社化、電気料金が不均衡とならないような手法、営業地域等の計画は、コンサルタントの提案を待っている。

(6) コンサルタントのTORは、①体制の再構築の面、②法及び規制体系の面としている。

(7) 2002年4月までに、政府は、TANESCOの資産評価価値を上げ、売却を行なう予定としている。

3. 民営化後は、政府の手を離れ、私企業として分離し、各分野に分割し、経営を行う方針としている。

3. 各国支援機関の活動状況

ドナーの電力分野の協力では、世銀、AfDB、ドイツ Kfw などがあるが、その他のドナーはあまり電力分野にはあまり積極的ではない。

(1) 世界銀行 <http://www.worldbank.org/>

世界銀行は、現在水力発電所の建設を中心としたプロジェクトに1993年から2001年6月末までの予定で総額200百万米ドルの融資を行っている。特に the Lower Kihansi 水力発電所(180 MW)は、この6月に運転を開始したばかりで、タンザニアにとっては、大型の電源確保となった。関連するプロジェクトでは、発電所に天然ガスを供給する Songo Songo Gas Development Project

<http://www4.worldbank.org/sprojects/Project.asp?pid=P002797>

などが進行中である。

(2) アフリカ開発銀行 African Development Bank

現時点では、電力分野に関する計画はないが、関連するプロジェクトとして

は、以下がある。

関連サイト：<http://mbendi.co.za/orafdb.htm>

Project name: Songo Songo

Capital Cost: USD 350 million

Status: Planned

Comments: The construction of a 232 kilometre natural gas pipeline from Songo Songo island in south-eastern Tanzania to Dar-es-Salaam has been scheduled to begin in 1999. The project will be undertaken by two Canadian firms, Ocelot Canada and Trans-Canada Pipeline. A company called Songas has been established to own and operate the pipeline and related facilities, including a natural gas collection centre on Songo Songo island, the pipeline itself and the Ubungu power plant in Dar-es-Salaam.

(3) 英国 <http://www.dfid.gov.uk/>

英国は、現在は主に保健医療、教育、税関などの Capacity Building などの分野に協力している。英国 Crown Agents は、アフリカに 12 の事務所を展開し、あらゆる物資の調達を行っている。タンザニアには、Government Procurement Act を 1994-1997 年にかけて制定した関係もありその手続きは、熟知している。また、日本のノンプロ無償も多数手がけており、現在、教育省、通信省などに調達を行っている。電力に関係しそうなものとしては、日本の道路プロジェクトの時に鴻池組に対して、道路補修管理用の機材を調達した実績もある。

(道路拡張のためには、電柱を引き抜き新たに埋め込む作業が必要になり、そのためのクレーンなどを調達。)

民営化については、英国も協力を展開するうえで避けて通れない問題のようである。タンザニアでは現在、あらゆる分野で取り組みが進んでおり、鉄道は、電力より一歩先んじて民営化が進められており、2001 年には民営化される予定である。英国、ドイツ、カナダ、EU、世銀は、タンザニア独立以来鉄道分野に多額の協力を続けているが、民営化の方針が打ち出されても、従来通り協力を続けている。これは、いったん協力を止めてしまうと、これまでの協力の成果が無に帰してしまうことから、現在は、これまでの成果を順調に引き渡す意味でも、民営化を支援することで各国とも合意ができているとのこと。

なお、タンザニアでは、現地で活用できる欧米系のローカルコンサルタントも多数

あり、他のドナーも活用している模様。例えば、電力分野では、ダルエスにある Pricewaterhouse Coopers、Deloitte&Touche などが財務、会計、電力料金徴収などの分野で実績がある。

なお、参考までに Web サイト、連絡先などは以下のとおり。

ア. PricewaterhouseCoopers

<http://www.pwcglobal.com/tz/eng/main/home/index.html>

Dar es Salaam

International House, 5th floor

Garden Avenue, Dar es Salaam PO Box 45 Dar-es-Salaam

Phone 255 (0) 22 2133100 Fax 255 (0) 22 2133200

Email leonard.c.mususa@tz.pwcglobal.com

イ. Deloitte Touche Tohmatsu

<http://www.deloitte.com/>

Tanzania

Patel Building, 4th Floor

Maktaba Street, P.O. Box 1559 Dar es Salaam, Tanzania

Tel: +255 (22) 2116006 Fax: +255 (22) 2116379

4. 今後の電力開発の展望

(1) 電力需要の動向と今後の見通し

TANESCO の電力は国の中央部にある主要水力発電所と主要需要地を結ぶナショナルグリッドと呼ばれる連携システムとこれから離れた地域においてディーゼル発電所を中心とする孤立システムとからなっている。

TANESCO の 98 年の販売電力量は 17.1 億 kWh で、対前年 0.5% の伸びを記録した (*1)。販売電力量のうち、連携システムが約 96% を占めている (*2)。タンザニアの 98 年の人口は 3,212.9 万人 (人口増加率約 2.3%) と推定されている (*3) ことから国民一人当たりでは 53.2kWh の電力販売量となる。TANESCO の顧客数は、371,233 件 (98 年末; 家庭用需要家約 33 万件、工業・商業用需要家約 4 万 1 千件) であり (*1)、タンザニアの国内の電化率は約 6% 程度といわれている (*4)。地域的に見ると、ダルエスサラーム市内において国内総販売電力量の約 50%、顧客数の約 36% が占められている (*2)。

TANESCO の電力需要形態は、夏ピーク (12 月)、夜ピーク (20 時頃) 型である。連携システムの 98 年の最大電力需要は 367.5MW、前年を 8.4% 上回った

(＊1)。1980年代半ばまでは経済低迷のため、販売電力量の年平均伸び率は5%を割っていたが、その後の経済改革に助長され、91年まで年平均10%の伸びを記録した。しかし、92年以降は電力需要の伸びに対し、発送配電設備の増強が追いつかないことから、販売電力の伸びは緩やかになっている(＊4)。

TANESCO は村落部の電化拡充計画を推進しており、2015年までに電化率を40%に拡大する計画を立てている(＊4)。また、2005年までに、国内20州、170地区に分割されている行政区の地区行政事務所(District Commissioner Office)のすべてに対し電気を供給する計画を有している(現在87事務所が電化されている)(＊5)。現在、TANESCOの顧客数は毎年約2万件程度ずつ増加しているが、資機材や配電設備容量の制約などから、待機需要家数も98年末現在で約3万2千件存在し、今後も増加すると見られている(＊1)。TANESCOでは今後の地方電化拡充と産業振興などを踏まえ、2025年までの長期の電力マスタープランをカナダ Acres International 社の協力を得て作成している。これによると連携系統の電力需要量(kWh)は2010年まで年平均約8.5%程度、その後2025年までは年平均約5%程度の伸びが想定されており、2010年には現在の約2.6倍に増加すると想定されている。また、最大電力(kW)も同様の伸びを示し、2010年には990MW、2025年には1,962MWに増加すると想定されている(＊6)。

(2) 国内エネルギー資源とその利用状況

タンザニアにおける電力は水力と輸入石油に頼っている。このため、旱魃による深刻な電力不足、貴重な外貨の流出などの問題を抱えることから、近年、電源の多様化を目指し、国内の石炭、天然ガスの電力への利用計画が一部で動き出した。

水力は、タンザニアにおける重要な一次エネルギーである。現在、TANESCO 連携系統の水力発電所の設備容量は561MWであり、総設備容量763MWの約3/4を水力に依存している(＊6)。2000年6月運開した Kihansi(Lower-Kihansi)水力(180MW)は世界でも有数の落差(798m)を有している。中央部の Rufiji 川およびその支流である Great Ruaha 川、北部の Pangani 川などを中心に多数の有望地点があり、包蔵水力は約4,700MWと見られ、これまでにその約1割程度が開発されているに過ぎない(＊7)。

石炭は、南西部 Mbeya 州に88年から開発が行なわれた Songwe-Kiwira の石炭鉱山(最大30万トン/年)があり、これまで孤立系統に6MWの火力発電所(自家発)が運転されてきた。また、同州のニアサ湖周辺の Mchuchuma にも石炭鉱床が発見され、最近の調査によると400MWの発電所に35-40年間

供給が可能な規模とされ、これを利用した石炭火力発電所の建設が計画されている（＊7）。

天然ガスは、78 年、インド洋岸の SongoSongo 島に推定埋蔵量約 1 兆立方フィートのガス田が発見され、タンザニア石油開発公社（TPDC）が開発を行なってきた。さらに、カナダの Ocelot 社と Trans Canada Pipelines 社が開発に加わり開発が本格化している。このプロジェクトの一環として、ダルエスサラーム市内に Ubungo 火力発電所（新規ガスタービン 4 基（110MW）増設、既設はディーゼル 6 基（29MW））が増設され、SongoSongo 島から同発電所まで全長 232km のガスパイプラインの敷設が計画されている（＊4）。ただし、現時点では、ガスパイプラインの建設計画は世銀との合意がまだできていない。同意がなされると、建設は約 1 年程度で可能とのことである（＊5）。なお、Ubungo 火力発電所は現在は石油（航空燃料）を燃料としてピーク時対応の運転を行なっている。天然ガスはこのほかに、南東部 Mtwara 州 Mnazi 湾でも確認埋蔵量約 1 兆立方フィートのガス田の開発が行なわれ、Mtwara 近辺の孤立系統に 12MW の発電所の建設計画（総額 25 百万ドル）がある（＊1）。

このほかの国産エネルギーとしては、石油、バイオマス、太陽エネルギーなどが考えられるが、石油についてはシェル、エクソン、ペトロフィナなどが探査を行なっているが、有望な油田は発見されていない。木炭などのバイオマスエネルギーは民生用燃料として主力を占めているものの電力用エネルギー源としては利用されていない。また、太陽エネルギーは開発潜在性は高いと考えられるものの、価格の点などから現時点ではまだ利用されるには至っていない。

(3) 今後の電源開発計画

現在、TANESCO では 2015 年を目途に以下のような電源開発構想を有している（＊5）。

(水力発電所)

Rufiji 川水系に、Rumakari 水力（200MW）、Rugudji 水力（200-300MW）、Stigler Gorge 水力（70 年代後半に作成された開発計画によると A（400MW）、B（800MW）、C（900MW）の 3 発電所）などの開発構想がある。

(火力発電所)

Ubungo 火力発電所の SongoSongo 島からの天然ガス転換、および Mchuchuma 石炭火力発電所（400MW）の建設計画がある。

また、前記の 2025 年までの長期電力マスタープランによると、このほか SongoSongo 島の天然ガスを利用したコンバインドサイクル火力発電所をダルエスサラーム市南部の Kinyerezi に建設する構想 (60MW×6 基、360MW) も有している。また、Kihansi 水力発電所にはさらに 120MW の発電設備を設置する余裕が残されているが、これは kW の増加に効果があるが電力量(kWh)の増加はあまり期待できないようである。(*6)。

この長期電力マスタープランによれば、2010 年までに 427MW、2015 年までに 739MW の電源開発が新規に必要になると想定されている (*6)。

(4) 民間資本による発電所建設

規制緩和による発電部門への民間資本の参入として、92 年にマレーシアの Mechmar 社とタンザニアの VIP Engineering and Marketing 社による合併の Independent Power Tanzania (IPTL)社が第 1 号 IPP (独立発電事業者)として参入した。同社はダルエスサラーム郊外の Tegate に 100MW のディーゼル発電所を建設し供給間近に控えていたが、TABESCO と IPTL 社との間で卸売料金設定に関する合意が得られず、国際調停に持ち込まれており、現時点でも解決の目処は立っていない (*4)。この件に関し、TANESCO は多くを語らなかったが、文献によれば、原因は当初計画で 10 セント(C)/kWh の発電原価であったものが実際には 12~14C/kWh に上昇しているためと見られている (*7)。

なお、前記の Mchuchuma 石炭火力発電所 (400MW) 計画や Mnazi 天然ガス発電所(120MW)建設計画も民間資金を活用して建設する計画となっている (*8、*1)。このように TANESCO は民間資金を活用しての電力開発計画に期待をかけているが、第 1 号案件が難航していることは、今後これらの計画にも大きな影響を及ぼすものと見られる。

(5) 国際連携送電線の今後の計画

近隣諸国との国際連携送電線としては、現在既に、Masaka (ウガンダ) と Bukoba (タンザニア) が 132kV 線で連携され、また、南西部の Mobzi 地域はザンビアから 33kV で電力供給を受けている。これにより、95 年には、ウガンダから 1600 万 kWh、ザンビアから 300 万 kWh、合計で販売電力の約 1.1% に相当する電力輸入を受けている (*4)。

今後の国際連携線の増強計画については、Mbara (ザンビア)—Sumbawanga (タンザニア) 間で 66kV 送電線を建設中であり、また、Serenje (ザンビア)—Mbeya (タンザニア) 間約 670km を 330kV 線で連携し、Mbeya にて 220kV

への変電所の建設を合わせて行なう計画がある。これにより電力料金の安いザンビア側からの 200MW の電力輸入が可能になるとされている。この建設計画は総額 150 百万ドルと見込まれ、民間資金を活用して行なうこととしている（＊1、＊7）。さらに、ケニアとの間で 220kV 線で連携する構想があり、これはケニア側への電力輸出になると見られている（＊5）。

(6) 国内基幹送電システムの今後の計画

TANESCO の基幹送電システムは、220kV システムが Mbey—Iringa—Dar es salaam システム、Iringa—Dodoma—Singida—Mubeya システム、Singida—Arusha システムとあり、回線数は合計 6 回線、恒長は 2,622km に及んでいる。また、132kV のシステムが Charinze — Moshi — Arusha のシステムを中心に回線総数で 12 回線、恒長で 1,460km 存在するほか、66kV システムが 4 回線、恒長で 366km ある。また、システム変電所は、220kV システムに 4 箇所（合計容量 240MVA）、132kV システムに 8 箇所（同 490MVA）、66kV システムに 2 箇所（同 20MVA）存在している（＊2）。このほか、ザンジバル島と 132kV の海底ケーブル（41km）で連携されている。

基幹送電システムの今後の増強計画に関しては、Acres International 社によりマスタープランが 85 年に作成され、昨年、前述の長期電力マスタープランとして見直されている。Iringa（Mutera 水力発電所）— Dodoma — Singida — Mubeya システムの負荷が大きいことから、この回線の増強が計画されている。

(7) 今後の電力開発の展望

タンザニアは 80 年代前半まで維持していた社会主義経済を改め、IMF、世銀主導のもとで経済改革に努めている。この結果、社会経済の発展が徐々に進展し、電力需要は 80 年代後半から 90 年代初めまで大きく増加した。しかし、その後は発送配電設備の増強が必要に追いつかず、また、旱魃などの気象要因もあり、計画停電などを余儀無くされた。これに対し、世銀を初めとする諸援助国の強力な支援があり、ようやく発電設備がなんとか需要に見合うまでになってきた。しかし、送電設備、配電設備などは依然容量の制約を抱えており、増大する需要に対し十分な供給が行えない状態が続いている。また、今後はさらに開放経済が進展し、電力需要も増大することが予想されていることから、発電設備に関しても引き続き積極的な開発が必要とされている。電源開発に関しては、すでに述べた長期電力マスタープランによれば、2010 年までに新規に約 430MW、2015 年までに約 740MW の電源が必要である。

これに対し、TANESCO は国内電源開発のほか、IPP の参入を可能にすると

ともに近隣諸国からの国際送電連携線により電力輸入する構想も有している。しかしながら、今後の電力設備の増強をコストミニマムにより実現するという観点からは、かなり複雑な検討が必要となっている。すなわち、TANESCO 自身が国内電源を開発する場合（この場合にも国内水力と国内天然ガス、輸入石油火力の経済性比較検討が必要である）、IPP から購入する場合、近隣国から輸入する場合などのすべての比較検討を行い、最もコストミニマムな方法を選択しなければならない。また、渇水期や旱魃年にも安定して電力を供給できるバランスのとれた電源構成の検討も必要であるし、外貨の乏しい国においては、国内資源を有効活用するかなども検討されなければならない。さらに、供給責任を有する電気事業者がその責任を直接的には有さない IPP にどの程度分担してもらうかなども検討が必要である。このように長期的な電力開発は検討事項の多い課題であるが、タンザニアの場合、電源開発を IPP に大きく解放しようとしているほか、国際連携送電線整備というもうひとつの要素が入り（それも民間資本利用という形で）、より複雑な状態になっている。

タンザニアの電気事業の今後の展望をさらに複雑化しているのは、TANESCO の民営化問題である。現在の計画では、発電、送電、配電の各部門に分割し、発電と配電はさらに分割を予定している。このような民営化は英国に例が見られるが、この形の民営化が適切であったかは評価が別れているところである。また、電化率が 6% と極めて低い国で、今後の地方電化を配電会社が責任を有するのか、国が責任を有するのかもはっきりしていない。また、前述の国全体の電力設備の整備計画を何処が主体的に計画するか等も不明である。すべては、現在選定中の民営化推進のコンサルタントが案を作成するとのことであるが、ようやく経済発展の兆しが見え始め、そのための電力の安定供給が最も求められる時期だけに、将来のタンザニアにとって禍根を残さない民営化計画が切に望まれる。

- (参考資料)
- * 1 TANESCO Annual report & Accounts 1998
 - * 2 今回調査団の TANESCO からの入手資料による
 - * 3 世銀統計資料
 - * 4 (社) 海外電力調査会 海外諸国の電気事業 2000 第 2 編
 - * 5 今回調査団に対する TANESCO の説明
 - * 6 TANZANIA Power System Master Plan
2000 Update report Acres International Oct. 2000
 - * 7 African Energy vol.1 No.2 ([www.africanenergy.co.za /](http://www.africanenergy.co.za/))
 - * 8 Tanzania Electric supply TANESCO
www.sovereign-publications.com/tanzania.htm

5. 電力供給体制

(1) TANESCO

本土については、エネルギー鉱物省 (MEM: Ministry of Energy and Minerals) の管轄下にあるタンザニア電力供給公社 (TANESCO : Tanzania Electric Supply Company) が電力供給の責任を担い、発電から送電、配電に至るまで一貫して行っている。一方、ザンジバル島については、ザンジバル電力燃料公社 (ZSFPC : Zanzibar State Fuel & Power Corporation) が電力供給の責任を担い、自社発電設備 (ディーゼル) の外、不足分を TANESCO から 132 kV 海底ケーブルで買電し、島内に供給している。(*4) (質問票回答 No12 参照)

(2) IPP

1992 年の規制緩和を受けて、Tanwatt 発電所が 1994 年にタンザニアにおける最初の独立発電事業者 (IPP) として参入し、続いて 1996 年に Dar es Salaam 近郊にマレーシアの Mechmar 社とタンザニアの VIP Engineering and Marketing 社による合弁の Independent Power Tanzania Ltd. (IPTL) 社が参入した。(詳細は、3.1 電力政策参照)

下表は、IPP に関する質問の回答であるが、自家発とおぼしき砂糖工場が含まれている。

DATA on IPPs

IPP 名称	出力(MW)	ライセンス
Songas	112	未準備
Independent Power Tanzania Ltd. (IPTL)	100	1996
Kiwira Coal Mine (Steam)	6	無し
Tanwatt (Steam)	2.5	1994
Sao Hill (Steam)	1	無し
Kilombero 1 Sugar Factory (Steam)	2.8	〃
Mtibwa Sugar Factory (Steam)	4	〃
Tanganyika Planting Company (Sugar Factory)	2.5	〃
Kagera Sugar Co. Ltd. (Steam)	5	〃
Kilombero 2 Sugar Factory (Steam)	6	〃

(質問票回答 No2 参照)

(3) 電圧、標準変圧器容量

適用電圧は、230 kV、132 kV、66 kV、33 kV、11 kV、0.4 kV で、基幹系統は 230 kV、132 kV で構成され、一般需要家には 33 kV、11 kV から 0.4 kV に降圧されて供給される。許容電圧降下は 10%である。

標準変圧器容量は次のとおり。

電圧	標準変圧器容量
220kV/33kV	45 MVA、30 MVA、10 MVA
132kV/33kV	45 MVA、30 MVA、10 MVA
66kV/33kV	30 MVA、10 MVA
33kV/11kV	15 MVA、5 MVA、2.5 MVA

6. 運転サービス体制

(1) 監視

基幹系統の監視(潮流、遮断器 ON/OFF 情報、送電線故障情報)は、Ubungu 給電所(Ubungo Grid Control Center)で総合監視盤およびコンピュータ CRT 画面などで行われている。Kihansi 水力発電所(60 MW×3)は稼働しているが予備調査時点では、総合監視盤への組み込みは未完成であった。設備の監視は運転開始と同時になされるという極当たり前のことが行われていないということは、保守・監視に対する認識の不足が懸念される。

33 kV 系統以下の配電系統は、Dar es Salaam 市内では、ILALA 変電所構

内のコントロールセンタで SCADA による監視が行われている。

(2) 計画停電

連系系統の有効電源設備 702.3 MW (2000 年) のうち、79 %が水力発電で、渇水期に供給力が不足する構造となっており、乾期の予備調査時点に渇水に起因する計画停電が行われていた。(公式発表は「雨期前の線路近傍の樹木伐採に伴う停電」とされているようで、現地の新聞にこれを疑問視する記事が載っていた。また、カウンターパートの一人に、「停電の原因は、水不足では？」と水を向けたところ「内緒だけれど実はそうだ」という返事があった)

電源設備の絶対量の確保が先ず必要で、その中で再生可能エネルギーを最大限活用するという考え方もあるが、停電を少なくするためには、水主火従となっている現状の設備構成を水力、火力、その他といった種類別にベストミックスし、一日のロードカーブをどの電源にどう分担にさせるかということが、早晩解決すべき課題と思われた。その観点から、Songo Songo 天然ガスの供給が開始された暁には天然ガス発電所にベース負荷を担務させ、貯水池水力発電所にピーク負荷を担務させる事が提案されている。(*6)

何れにしても、電源のベストミックスは、停電頻度、供給支障時間等どの程度まで許容するかといったサービスレベルに依存するもので、先進国とりわけ日本のように高いサービスレベルを目指すのではなく、タンザニア国の実状にあわせたサービスレベルを設定し、それに整合したものとなるべきであろう。

(3) 料金制度

TANESCO の年間の純利益は 92 年～94 年、96 年がマイナス、97 年にはプラスとなったが 98 年には再びマイナスを記録した。(*4) 政府による電気料金に対する助成は行われていない。(*5)

1) 料金改定

TANESCO の料金は上限を 5 %とする料金値上げが年 2 回認められているが、エネルギー鉱山省の承認が得れば上限 10%の料金値上げが可能である。それ以上の値上げは内閣の承認が必要である。(*1)

93 年 7 月、TANESCO は 70%の料金値上げを行なった。その後、95 年 6 月にも料金制度の改定を行ない、併せて 5%の値上げを行なった。その後、4 回の改定 (95 年 11 月、97 年 5 月、97 年 11 月、99 年 1 月) を経て、現在に至っている。これらの値上げにより、現在の料金水準は概ね TANESCO の

長期限界費用 (Long Run Marginal Cost) に見合う水準と言われている。

(*2)

2) 現行料金水準

現在の TANESCO の電気料金表は、下表の通りである。

表 TANESCO の電力料金表 (1999 年 1 月改定)

契約種別	月間消費電力量	カスタマーサービスチャージ (シリング/メーター読取期間)	需要料金 (シリング/kVA)	電力量料金 (シリング/kWh)
家庭用および業務用	100kWh未満	200	—	24.00
	101-500kWh	750	—	38.75
	501-2,500kWh	2,000	—	88.50
	2,500kWh以上	2,000	—	165.50
低圧供給用		4,000	7,660	70.35
高圧供給用		4,000	5,950	67.50
公共照明用		—	—	27.80
ザンジバル島向け		4,000	3,350	21.50

(資料 TANESCO 提供)

99 年の改定以前の段階でも、TANESCO の電力料金水準は 12.65 米セント/kWh であり、近隣のウガンダの 8 セント/kWh、ザンビアの 5 セント/kWh と比較して高い水準と言われていたが(*3)、改定により料金格差はさらに拡大したものと見られる。

3) 料金回収努力

需要家からの料金回収がどの程度行なわれているかに関し、TANESCO に問い合わせたが、はっきりした回答は得られなかった。文献では、技術的ロスと非技術的ロスを合わせて 12.9%としているが(*4)、実態は不明である。

TANESCO では、料金回収率向上のために、滞納者には 21 日の猶予期間の後、供給停止という強行策を行なったり、ダルエスサラーム市を中心にプリペイドカード方式の電気メータを設置したりする努力を行なっている。プリペイドカード方式は世銀の Tanzania Power VI Project において導入された (Electricity Dispensers(ED)と呼ばれている)。通常のメータ (45\$) に比して高い (80\$) が、検針員経費減少や顧客の検針に対する不満減少などの効果があるという(*5)。98 年末現在で 4 万 6 千件の需要家に利用され、約 104 億シリングを売り上げている (98 年実績、総売上高の 8.8%に相当) (*6)。TANESCO では今後も拡張していきたいとの意向を有している。なお、調査団の見解として、今後は偽造カードの防止対策も必要になると思われる。

(参考文献)

- * 1 海外電力調査会「海外の電気事業 (2000 年)」
- * 2 TANESCO TANZANIA POWER SYSTEM MASTER PLAN 2000 UPDATE REPORT
(Oct. 2000) P.4-10
- * 3 African Energy vol.1 No.2 (www.africanenergy.co.za /)
- * 4 TANESCO TANZANIA POWER SYSTEM MASTER PLAN
2000 UPDATE REPORT (Oct. 2000)P.4-16
- * 5 World Bank Findings. No.5 June 96
(worldbank.org/afr/findings/infobeng/infob5e.htm)
- * 6 TANESCO Annual report & Accounts 1998

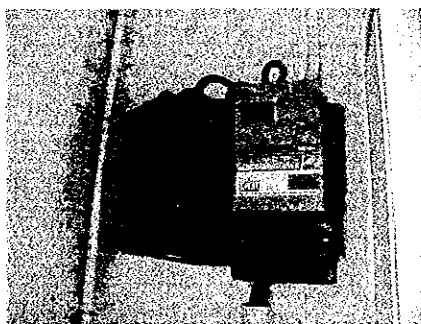


写真 1

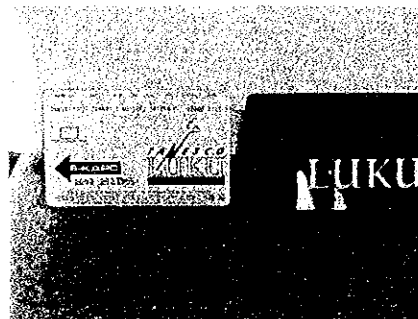


写真 2

写真 1 家庭用配電盤に設置されたプリペイド式電力積算計 (古岡書記官宅)

写真 2 プリペイド式カード

(左は差込み式プリペイドカードで、支払った料金分の電力量 (kWh) が入力されていて、各家庭の電力積算計に差込むことで使用可能量として入力される。(右は各家庭の認識番号用カード。))

写真 3

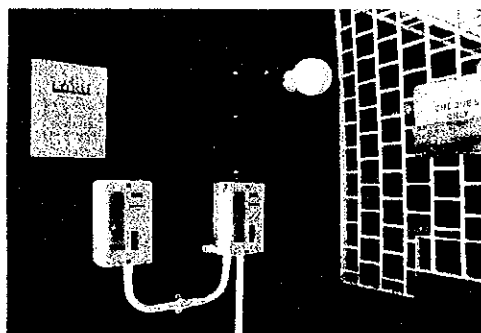


写真 3 TANESCO 本社の電気料金支払窓口横に設置されているプリペイドカード確認用テスト装置。(購入したプリペイドカードに所定の電力量が入力されているかここで確認することができる。)

(4) 供給信頼度

1) 停電

1998 年の供給制限と事故停電の合計は、130,018 MWh に達した。これは、同年の連系系統からの販売電力量の 7.1% に相当する。

(1998 年)

計画停電等 (33kV, 11kV Feeders)		事故停電	
時間 (hours)	損失 (MWh)	時間 (hours)	損失 (MWh)
75,135	111,027	29,362	18,991
合計		104,497 (hours), 130,018 (MWh)	

(質問票回答 No9 より作成)

2) トリップ

a. 発電所

下表は、1997 年 10 月から 1 年間における発電所のトリップ回数及びその支障時間である。系統のトリップが年間に 9 回に及んでいるのが目を引く。1 回あたりの供給支障時間は約 1 時間となっている。

(Oct. 1997 - Oct. 1998)

発電所又は系統	トリップ回数	支障時間 (hours. minutes)
Grid	9	8.38
Kidatu	6	5.33
Metera	7	7.53
NP/Falls	9	9.47

(質問票回答 No14 より作成)

b. 送電線

220 kV 送電線の年間トリップ回数と支障時間の平均はそれぞれ 0.136 (回/km-年)、2.50 (分/km-年)、132 kV 送電線では 0.112 (回/km-年)、7.22 (分/km-年) である。(HALE - TANGA 間の 59.7 分/km-年 を例外として除外すれば 0.59 (分/km-年))

因みに日本の送電線では、0.05~0.50 (分/km-年) 程度である。(出典：電気工学ハンドブック)

1997.10-1998.9

電圧	線路	トリップ回数 (回数/km-年)	支障時間 hours Minutes (分/km-年)
220 kV	MTERA - DODOMA 130km	46 (1.12)	20.54 (0.21)
	MTERA - IRINGA 107km	14 (0.131)	10.17 (0.41)
	IRINGA - MUFINDI 130km	18 (0.138)	41.51 (2.12)
	MUFINDI - MBEYA 220km	8 (0.036)	6.57 (0.24)
	IRINGA - KIDATU 160km	20 (0.125)	11.05 (0.21)
	SINGIDA - NJIRO 312km	10 (0.032)	10.40 (0.21)
	SHINYANGA - MWANZA 140km	3 (0.021)	1.12 (0.17)
	MOROGORO - UBUNGO2 178km	2 (0.011)	1.13 (0.21)
	MOROGORO - UBUNGO1 172km	4 (0.023)	3.51 (0.34)
	SINGIDA - SHINYANGA 200km	6 (0.030)	1.46 (0.09)
	KIDATU - MOROGORO1 128km	5 (0.039)	130.04 (25.6)
	KIDATU - MOROGORO2 130km	5 (0.038)	28.34 (2.64)
	DODOMA - SINGIDA 210km	4 (0.019)	0.58 (0.07)
	MWANZA - MUSOMA 205km	39 (0.190)	18.30 (0.14)
132 kV	UBUNGO - KC? ?km	1 (?)	7.27 (?)
	KIYUNGI - NJIRO 70km	13 (0.186)	30.31 (2.01)
	HALE - TANGA 60km	4 (0.067)	238.41 (59.7)
	N. P. FALLS - HALE ?km	5 (?)	5.24 (?)
	N. P. FALLS - TANGA 64km	1 (0.016)	2.29 (2.33)
	MOROGORO - CHALINZE 82km	36 (0.439)	9.43 (0.20)
	HALE - KIYUNGI 275km	9 (0.033)	1.29 (0.04)
	HALE - CHALINZE 175km	2 (0.011)	0.48 (0.14)
	SHINYANGA - TABORA 200km	6 (0.030)	0.14 (0.01)
	UBUNGO - CHALINZE 60km	2 (0.033)	0.59 (0.49)

C. 変電所

一部の變電所で受電遮断器を省略し変圧器故障を検出により、線路接地断路器を駆動して充電された線路を人工接地し、送電端で地絡保護継電器動作で遮断器をトリップさせる保護方式が見られたが、これなどは設備安全、運転保守作業員の安全面で近代化の検討が望まれる事例である。

(5) 通信関連設備

関係箇所相互間の連絡は、電力線搬送 (PLC) を使った電話、SCADA を使った電話、携帯電話で行われている。給電所、コントロールセンタと発電電所間は SCADA を含めた通信施設により情報伝送が行われている。従って、発電所新增設に当たっては、通信設備の設置、増設、改修等が必要となる。

(章末 SCADA 通信システム図参照)

(6) 調達、用地取得

タンザニア国内で 33 kV/0.4 kV 変圧器 (ABB TANELAC 社)、電線、中圧ケーブル (韓国との合併 : DAESUNG 社) が生産されているので、品質を問題にしなければ国内調達可能である。また、無償実施の経験を持つ日本のコントラクタの話では、据え付け工事業者はタンザニアに存在している。

輸入関税 (ID : Import Duty)、付加価値税 (VAT : Value-Added Tax) は次により計算される。

$$ID = CIF * 20\%$$

$$VAT = (CIF + ID) * 20\% \quad (CIF: Cost, Insurance and Freight)$$

タンザニアの土地は現在国有となっており、変電所、送電線の用地は TANESCO がタウン(Towns)にあっては市当局あるいは自治体またはタウンの議会(Municipality or Town Councils)、タウンシップ(Townships)や市の郊外にあっては土地省 (the Ministry of Land) に申請すれば取得可能である。しかし、用地内の私有物は補償の対象で (*5)、補償額は政府公認の鑑定士によって決定される。補償交渉は、補償金目当ての住人が群がって来て長期を要する場合もある。(前記コントラクタの経験談)

TANESCO は、変電所用地の一部を既に取得済みである。なお、カウンターパートの話では、現在、土地の私有を認める方向で検討されている。

(7) 基準類

JIS、IEC、IEEE、BS、が適用されている。また、電気規定 (Electricity Ordinance 1957) がある。マニュアル類には次のものがある。

- ① Construction Practices 1997/2、② Operation Practices 1997/2、
- ③ Maintenance Practices 1997/2、④ Distribution Construction Manual 1993、⑤ Engineering Instruction Manual 1999

7. 基幹送電系統

タンザニアには、連系された系統と分離系統が存在する。基幹系統は、西部から中央部が 230 kV、東部の Dar es Salaam から Arusha にかけては 132 kV で構成され、230 kV 系統と 132 kV 系統がリング状に連系されている。

しかし、132 kV 部分が送電容量 80 MW 程度 (*5) で 230 kV 側との連系が切れたときは、この容量では不十分と推定された。遠からず 132 kV 部分を 230 kV へ昇圧する必要性が伺えた。(質問票回答 No5 The Notional Gird System 参照)

66 kV を含んだ基幹送電線および基幹変電所の総設備数は下表のとおり。
(送電線個々の詳細については、質問票回答 No3 を参照)

電圧	基幹変電所		基幹送電線	
	変電所数	総容量 (MVA)	回線数	総延長 (ckt-km)
66 kV	2	20	4	366
132 kV	8	490	12	1,450
220 kV	4	240	6	2,622

(質問票回答 No3)

また、ザンビアとタンザニアの Mbeya 間 670 km を 200 MW 容量、ケニアと Arusha 間を 100 MW 容量の 330 kV 送電線で連系する予定である。(詳細は、3.10 電力設備の現状と将来計画を参照)

8. 配電系統

タンザニア国の首都ダルエスサラームを含む全ての地域においては、今回の調査では二次変電所以降の配電系統は全て Tree-system で、Loop-system や Network-system は採用されていない。よって、タンザニアの配電線は系統上、まだまだ弱体で改善されるべきと思われる。また、ダルエスサラームの都市部でも、配電設備のほとんどは木柱を使った架空線で、地中線は全く見当らなかった。また、33 kV の配電系統間には横の連系がなく、電線サイズも細く、配電線亘長も異常に長いため、1 ヲ所が断線すればその故障は広い地域に影響が及ぶ。所によっては、1 線路が 100 km 以上の配電設備があり、末端では、電圧降下、電力ロスも相当大きなものとなっている。また、特に地方都市の配電設備では現在系統上の故障も多く、トリップ回数も 10 回以上/月の所も多々あった。

11 kV の配電系統では、地上あるいは柱上に設置された配電変圧器により、3 相の 400 V 及び 3 相 4 線式の 230 V に降圧され、末端の一般需要家に供給されているが、配電設備が老朽しているため、電圧変動も大きく不安定な電力供給がなされている。

11 kV の配電設備の支持物も、ほとんどが木柱を材料としたものであるが、老朽化が激しく、しっかりと固定されるべき柱上トランスも不安定な状況である。今後は耐用年数が長く、経済的なコンクリート柱に取替え、配電支持物も改善されるべきであろう。また、現設備において、工事上の初歩的なミス（配電線のコネクション、柱上トランスの固定方法とヒューズ、絶縁距離の不足、アレスターの接地線）も多々あり、そのままにされているが、至急な補修が必

要であると同時に、タンザニア電力公社（TANESCO）の配電技術者への技術的な指導や援助も早急になされることが望まれる。

9. 発電設備の現状

現在、TANESCO のグリッドシステムに保有している総発電設備容量は、763 MW（水力発電：561 MW、ディーゼル発電：82 MW、ガスタービン発電：120 MW）である（表-1 参照）。

現状の電力需要に対するこの発電設備容量は、出水率が充分で、全水力発電設備が充分機能し、ウガンダやザンビアからの電力輸入量を含めれば、対応出来る。しかし、タンザニアは総発電電力量に水力発電の占める割合（74%）が高く、乾期に出水率が大きく低下し、乾期には水力発電が充分稼動していない。また、火力発電の設備比率もまだ小さいため、補うことができず、年間を通して電力の安定供給が出来ていない。そのため、早急にバランスの取れた発電設備構成が望まれる。

10. 電力設備の現状と将来計画

タンザニア国の電力供給は、政府エネルギー鉱物省の管轄下にある TANESCO によって行われ、現在、TANESCO は、タンザニア国の総発電容量の 98%の発電設備を所有している。この TANESCO 所有の発電設備容量の 73%は、水力発電にて供給し、残りの 27%は火力発電（ディーゼル発電、ガスタービン発電）である。自家発電は国全体で 2%である。

上記の発電設備構成比率が示す様に、全供給電力のうち、水力発電からの電力供給の依存度が非常に高いため、乾期にはたびたび長時間の停電を余儀なくされており、渇水期の電力供給体制への対策が早急に必要であろう。その不安定な電力供給体制への対策として、水力発電のみに頼るのではなく、バランスの取れた発電設備構成が早急に望まれる。

その電力供給の系統は、発電設備から発電電力を 220 kV の基幹送電線（一部は 132 kV）にて、一次変電所に送られ、132 kV あるいは 66 kV にて二次変電所に送電され、二次変電所で 33 kV 及び 11 kV の電圧に降圧されて、配電変電所に送電されている。配電変電所では、11 kV に変圧されて直接大きなビルや工場に給電したり、途中の地上変圧器や柱上トランスによって 400 V に降圧され、一般需要家に電力供給をしている。（図-1 参照）

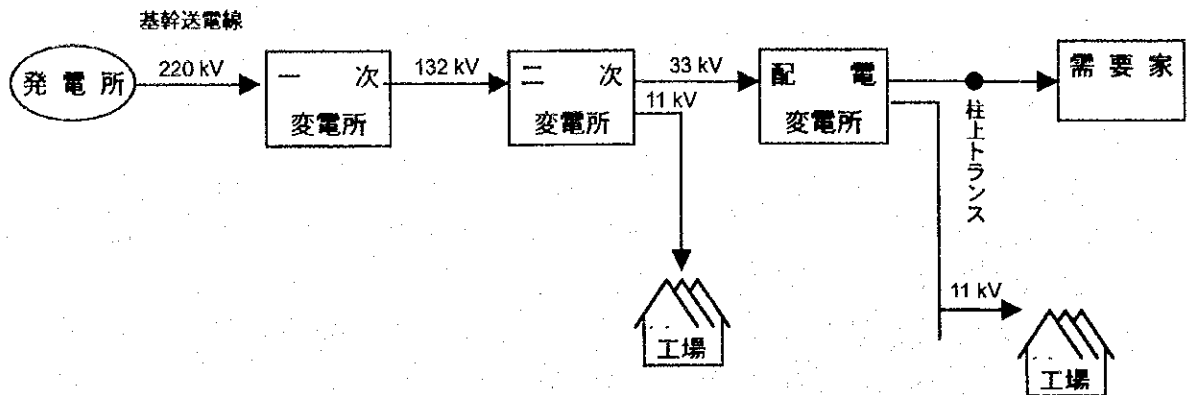


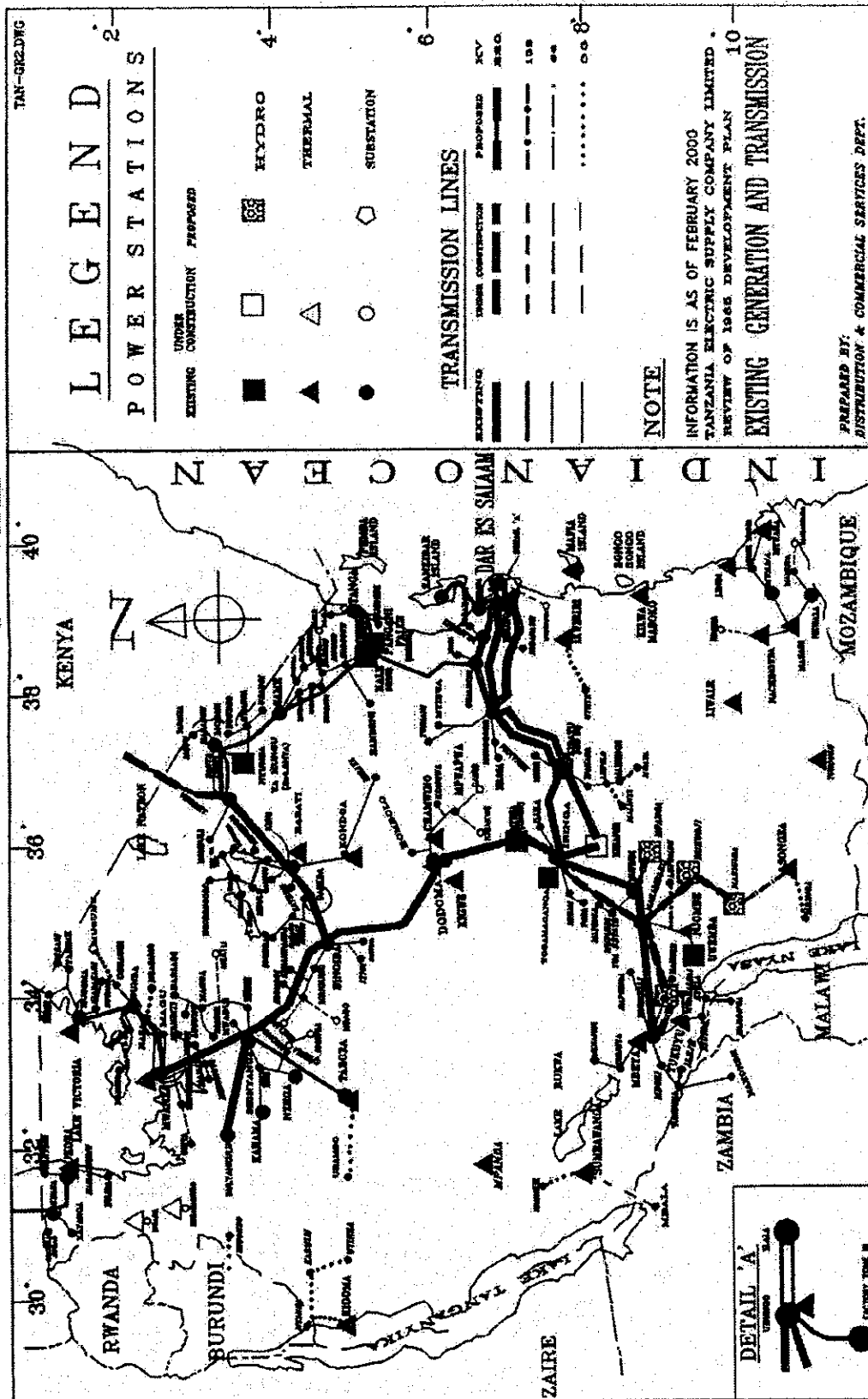
図-1 タンザニア国電力系統

現状の送配電設備については、タンザニアの基幹送電線である 220 kV 送電線の亘長は 2,245 km, 132 kV 送電線は 1,412 km, 66 kV 送電線は 136 km で、また、タンザニア本土とザンジバル島を連系する 132 kV の海底ケーブルの亘長は 41 km である。また、配電線については、33 kV 配電線が 5,294 km, 11 kV 配電線が 3,119 km の亘長である。これら TANESCO が所有している送配電設備は、ほとんどが老朽化しており、変電設備を含むそれぞれの設備容量は極端に小さい。

また、TANESCO は、現在資金不足のため、送配電設備の増強は困難で、メンテナンスもほとんど施されていないため、一般需要家への電力供給は、相当不安定なものとなっている。

これらの課題を解決するためには、配電設備の補修改善、新設送電設備の建設 (220 kV, 132 kV), 老朽化した変電設備の Replace 及び新たな変圧器の増設が早急に望まれる。特に、変電設備の老朽化、設備容量不足の状況は Fatal である。

他方、タンザニア政府は、現在、ウガンダ、ザンビアから電力輸入をしているが、将来のグリッドシステムの送電系統として、ケニア側と 220 kV の送電線、ザンビア側と新たに 330 kV 送電線にて連系することが計画されている。その時の対策としては、現在計画中の発電設備も含め、発電設備が分散していることを考慮に入れると、Ubungo-Hale-Same-Kiyungi-Njiro の基幹送電線 (220 kV) の建設が必要と思われる。また、この送電線が建設されれば、タンザニアの基幹送電系統 (220 kV) は、ループ (リング) 構成となり、電力系統は大幅に強化され、電力の安定供給がなされると思われ、今後予想される毎年 20,000 件を超える需要家の増加 (電力需要は毎年平均 5% の増) にも対応出来るものと思われる。(図-2 参照)



☒ - 2 The National Grid System

将来計画

ザンビアータンザニア:330kV 計画

ザンビア側は Pensulo から Kasama を通って、タンザニア側の Mbeya まで約 670km となっている。送電線設計は、Pensulo Kasama に変電所を設置し、Mbeya Pensul は、新仕事のために調整することが拡大すると見ている。ZESCO と南アフリカの ESKOM の専門家によって作成された FS は、ザンビアからタンザニアへの電力送電の容量を 200MW までするため、国際送電線を 330kV での建設を推奨している。既に、環境影響調査(EIA)は、送電線全ルートについて行われた。更に、必要な緩和対策が検討された。この調査で、約 150 百万米ドルの予算が見積もられている。

Mchuchuma 炭坑と石炭火力発電所

現在の TANESCO の発電は、主に水力発電がベースとなっている。火力発電を加えることで分散化を図ることは、他の発電に分散することを通して、ベースとなっている水力発電の信頼度を高めることを見込んでいる。

FS では、Mchuchuma 炭坑に 400MW の発電設備を 35~50 年発電できる十分な石炭賦存量があるとされている。この発電所は、他のアフリカの国々で広く使われている石炭液化技術を採用を元に、推奨された。

Mchuchuma 石炭火力発電所は、private sector での開発が計画されている。そして、国家開発団体(NDC)が、本件を調整している。本件の実施は、インフラの開発によるところが大きい。

Stiglers Gorge 水力発電

本件は、Rufiji 川の狭い峡谷で、インド洋から上流に 230km、そして、Dar es Salaam から既存の道路を使って約 374km のところに位置している。この距離は、建設後、Chalinze から 165km となる。

2つの発電所で、一つの発電所は、北岸の地下に総計 400MW(100MW×4 ユニット)、もう一つの発電所は、ダム堤体に総計 400MW(200MW×2 ユニット)が建設が期待される。第3の発電所は、secondary energy として南岸に総計 900MW(300MW×3 ユニット)の建設が可能である。見積もられたコストは、1985 年時点で約 1,200 百万米ドルとなっている。

本件は、1978 から 80 年までの間、Rufiji Basin Development Authority(RUBADA)から派遣された Norplan/Hafslund が調査を行った計画である。

今後の電源開発計画

現在、TANESCO では 2015 年を目途に以下のような電源開発構想を有している（＊5）。

（水力発電所）

Rufiji 川水系に、Rumakari 水力（200MW）、Rugudji 水力（200-300MW）、Stigler Gorge 水力（70 年代後半に作成された開発計画によると A（400MW）、B（800MW）、C（900MW）の 3 発電所）などの開発構想がある。

（火力発電所）

Ubungu 火力発電所の SongoSongo 島からの天然ガス転換、および Mchuchuma 石炭火力発電所（400MW）の建設計画がある。

また、前記の 2025 年までの長期電力マスタープランによると、このほか SongoSongo 島の天然ガスを利用したコンバインドサイクル火力発電所をダルエスサラーム市南部の Kinyerezi に建設する構想（60MW×6 基、360MW）も有している。また、Kihansi 水力発電所にはさらに 120MW の発電設備を設置する余裕が残されているが、これは kW の増加に効果があるが電力量（kWh）の増加はあまり期待できないようである。（＊6）。

この長期電力マスタープランによれば、2010 年までに 427MW、2015 年までに 739MW の電源開発が新規に必要なと想定されている（＊6）。

国際連携送電線の今後の計画

近隣諸国との国際連携送電線としては、現在既に、Masaka（ウガンダ）と Bukoba（タンザニア）が 132kV 線で連携され、また、南西部の Mobzi 地域はザンビアから 33kV で電力供給を受けている。これにより、95 年には、ウガンダから 1600 万 kWh、ザンビアから 300 万 kWh、合計で販売電力の約 1.1% に相当する電力輸入を受けている（＊4）。

今後の国際連携線の増強計画については、Mbara（ザンビア）—Sumbawanga（タンザニア）間で 66kV 送電線を建設中であり、また、Serenje（ザンビア）—Mbeya（タンザニア）間約 670km を 330kV 線で連携し、Mbeya にて 220kV への変電所の建設を合わせて行なう計画がある。これにより電力料金の安いザンビア側からの 200MW の電力輸入が可能になるとされている。この建設計画は総額 150 百万ドルと見込まれ、民間資金を活用して行なうこととしている（＊1、＊7）。さらに、ケニアとの間で 220kV 線で連携する構想があり、これはケニア側への電力輸出になると見られている（＊5）。

国内基幹送電系統の今後の計画

TANESCO の基幹送電系統は、220kV 系統が Mbey—Iringa—Dar es salaam 系統、Iringa—Dodoma—Singida—Mubeya 系統、Singida—Arusha 系統とあり、回線数は合計 6 回線、こう長は 2,622km に及んでいる。また、132kV の系統が Charinze — Moshi — Arusha の系統を中心に回線総数で 12 回線、こう長で 1,460km 存在するほか、66kV 系統が 4 回線、こう長で 366km ある。また、系統変電所は、220kV 系統に 4 箇所（合計容量 240MVA）、132kV 系統に 8 箇所（同 490MVA）、66kV 系統に 2 箇所（同 20MVA）存在している（* 2）。このほか、ザンジバル島と 132kV の海底ケーブル（41km）で連携されている。

基幹送電系統の今後の増強計画に関しては、Acres International 社によりマスタープランが 85 年に作成され、昨年、前述の長期電力マスタープランとして見直されている。Iringa（Mutera 水力発電所）— Dodoma — Singida — Mubeya 系統の負荷が大きいことから、この回線の増強が計画されている。

11. 発電設備の増強計画

TANESCO の発電設備増強計画によると、10 年後の 2010 年までには新設予定の天然ガスタービン発電設備を含め発電設備を 656 MW 増強し、計 1,419 MW の電力供給量を予定している。

TANESCO は、この総発電設備容量は、2010 年のグリッドシステムの電力需要想定量(1,305 MW) に対しては、他国からの電力輸入量も含めると 10% 余裕のあるものと予想している。もし、増強計画通りにディーゼルとガスタービン発電設備の建設が進めば、水力発電と火力発電の発電設備構成にバランスが取れ、2010 年には、渇水期の電力需要にも充分対応出来る発電設備容量になると思われる。

12 電力需要

(1) ピーク電力

連系統のピーク電力は 2000 年 10 月 8 日に 416.75 MW を記録している。2010 年には 990.1 MW と想定され、この間の平均伸び率は 9.2% と見込まれている。日中はほぼ平坦なロードカーブを示し、ピークが発生する時刻は 20 時前後である。日中の約 40% 増しがピーク値である。

連系系統の発電電力量と伸び率

年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2010
発電 電力量 (GWh)	2,092 実績	2,344	2,588	2,825	3,132	3,461	3,796	4,046	5,362
伸び率 (%)	12.1	12.0	10.4	9.2	10.8	10.5	9.7	6.6	6.5 (平均)

出典：Tanzania Power System Master Plan (October 2000)の Table4.4 及び 4.5

(3) 販売電力量

1998 年の総販売電力量は 1,881,045 GWh でその内 96.8%が連系系統、3.2%が分離系統からである。また、連系系統から販売された内、Arusha が 7.5%、Dar es Salaam が 59.3% (内、5.7%は Zanzibar)、Moshi が 5.3%、Tanga が 6.6%で、この 4 支店で 78.7%を占めている。総販売電力量の内、住宅・商業・軽工業部門が 54%を占める。

調査都市の 1998 年料金体系別の販売電力量は次表のとおり。

1998 Sales by Tariff Category (kWh)

Sales by Branch	residential Commercial Light industrial	Low- Voltage Supply	High- Voltage Supply	Public Lighting	Zanzibar (MWh)	Total
Arusha	82,813,747	21,928,930	32,308,108	-	-	137,050,785 (7.5%)
Dar es Salaam	518,768,302	243,002,412	213,121,841	508,583	103,807	1,079,208,138 (59.3%)
Moshi	76,834,921	8,953,951	10,169,527	136,194	-	96,094,593 (5.3%)
Others	293,652,196	111,237,843	103,332,598	357,607	-	354,331,316 (18.8%)
Total Grid	972,069,166 (95.8%)	385,123,136	358,932,074	1,002,384	103,807	1,820,933,760 (96.8%)
	53.4%	21.1%	19.7%	0.1%	5.7%	100%
Total Isolated	42,934,995 (4.2%)	17,095,317	6,996	74,348	-	60,111,656 (3.2%)
	71.4%	28.4%	0.0%	0.1%	-	100%
Grand total	1,015,004,161 (100%)	402,218,453	358,939,070	1,076,732	103,807	1,881,045,416 (100%)
	54.0%	21.4%	19.1%	0.1%	5.5%	100%

出典：Tanzania Power System Master Plan (October 2000)の Table4.2 から作成

また、調査都市の電力消費量の推移は下表に示すが、数値について上に掲げた表と差異が見られるので留意を要する。

電力消費量の推移を鳥瞰すると伸び率がプラスにマイナスに大きく振れている。この事は、電力の供給力逼迫に伴って日常茶飯事に行われる輪番停電と、水力に依存する電源構成を思慮したときに、電力消費量はその供給能力に大きく依存し、とりわけ降水量に依存している事を示唆している。ひいては、電気料金収入も降水量に左右される事も示唆している。

調査都市の電力消費量の推移 (GWh)

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
全国 (参考)	1,348.5	1,298.0 (-3.7%)	1,397.0 (7.6%)	1,400.0 (0.2%)	1,372.0 (-0.2%)	1,384.7 (0.9%)	1,666.0 (20.3%)	1,655.9 (-0.6%)
Arusha	84.0	88.1 (4.9%)	108.3 (22.9%)	92.3 (-14.8%)	114.5 (24.1%)	125.3 (9.4%)	135.4 (8.1%)	136.7 (9.1%)
Dar es Salaam	618.0	561.8 (-9.1%)	682.1 (21.4%)	697.0 (2.2%)	727.7 (4.4%)	612.8 (-15.8%)	813.6 (32.8%)	819.1 (6.8%)
Moshi	87.7	91.7 (4.6%)	74.8 (-18.4%)	69.1 (-7.6%)	96.0 (38.9%)	95.5 (-0.5%)	98.1 (2.7%)	102.0 (4.0%)

(質問票回答 No3 から作成)

(4) 潜在需要と契約者数

タンザニア全体の既電力契約者数は事前調査時点において 423,472 件 (質問票 No8) で、毎年の 2 万件の新契約があり (約 5 % 増)、同じ数の電力契約待ち需要家が新たに生じている。(*5) つまり、需要の伸びの約半分は新規契約によるものと推定される。なお、調査 3 都市の契約者数は下記のとおりで、3 都市がタンザニアの上位を占め、合計でも全タンザニアの 56% を占める。

1) 調査都市の契約者数

- ① Dar es Salaam 154,039 (36%)
- ② Arusha 38,162 (9%)
- ③ Moshi 46,779 (11%)

(質問票回答 No8)

(5) 電力損失

技術的ロス は 1990 年～1994 を 20% 前後で推移したものが、1995 年以降下がりが始め近年は 10% 強まで改善されている。改善された理由は事前調査時点では定かでないが、技術的ロスと非技術的ロスの区分けが十分でなく、下表の技術的ロスにまだ非技術的ロスを含んでいるとすれば、電気料金にプリペイド方式を導入したことが非技術的ロスを減少させ、結果して技術的ロスを減らしたとも考えられる。

電力ロスの推移

(質問票回答 No2)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Technical losses (%)	19.1	20	22.5	28	19.4	14	9.5	11.25	11.5
Non-technical losses (%)	0.6	?	0.5	0.6	0.6	?	?	?	*1.4

* Tanzania Power System Master Plan 2000 Update Report の Table 4.5 から $12.9 - 11.5 = 1.4$ とした。

また、?印は N.B.。

(6) 調査都市のピーク電力

- ① Dar es Salaam 179.4 MW
- ② Arusha 37.0 MW
- ③ Moshi 29.1 MW

(7) 発電電力量

連系系統の発電電力量は予測を含めて下表のとおりである。1998 年には 12.2%の伸びを示し、それ以降も堅調な伸びを示し 2010 年まで平均 8.5%の伸びが予測されている。

連系系統の発電電力量と伸び率

年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2010
発電電力量 (GWh)	2,093 実績	2,344	2,588	2,825	3,132	3,461	3,796	4,046	5,362
伸び率 (%)	12.2	12.0	10.4	9.2	10.8	10.5	9.7	6.6	6.5 (平均)

出典：Tanzania Power System Master Plan (October 2000)の Table4.4

及び 4.5

(8) 電力損失

1998 年実績で 12.9%となっている。この内 5%強が非技術的な損失である。

第4章 現地調査結果の概要

今回、現地踏査を行った3都市（ダルエスサラーム市、アルーシャ市、モシ市）の調査結果は以下のとおり。

1) ダルエスサラーム市

a. 変電設備の老朽化が激しく、設備容量も不足している。送電線、変圧器の設備容量の不足が問題である。

- ・ ILALA 変電所 (132 kV / 33 kV)

変電設備の容量が限度、老朽化が激しい

(45 MVA 変圧器 : 3 台, 15 MVA 変圧器 : 3 台, 遮断器他)

- ・ UBUNGO 変電所 (132 kV / 33 kV)

変電設備の容量が限度、132 kV 送電線設備容量不足。近々 SIDA (スウェーデン) が設備改修。

(150 MVA 変圧器 : 2 台, 50 MVA 変圧器 : 3 台, 15 MVA 変圧器 : 3 台)

- ・ OYSTERBAY 変電所 (33 kV / 11 kV)

変電設備の老朽化が激しい、変圧器の設備容量不足、増設のスペースなし (別の場所に新設すべき)

(5 MVA 変圧器 : 2 台, 15 MVA 変圧器 : 1 台)

- ・ Factory Zone III 変電所 (132 kV / 33 kV)

変電設備容量の不足

(15 MVA 変圧器 : 1 台)

- ・ CHANGOMBE 変電所 (33 kV / 11 kV)

変電設備容量の不足、11 kV 配電線の容量不足

(15 MVA 変圧器 : 1 台)

2) アルーシャ市

a. Njiro-Kiyungi の 132 kV, 1 cct. 送電設備の電線サイズが細く、容量が限界であり、新設送電設備の建設が必要である。また、既設変電設備容量は限界で、老朽化が激しい。

- ・ NJIRO 変電所 (220 kV / 132 kV, 132 kV / 33 kV, 33 kV / 11 kV)
変電設備容量が限度
(20 MVA 変圧器：2 台, 15 MVA 変圧器：2 台, 5 MVA 変圧器：2 台)
- ・ THEMI 変電所 (33 kV / 11 kV)
変電設備の老朽化が激しく、Replace が必要
(5 MVA 変圧器：2 台)
- ・ UNGA Ltd. 変電所 (66 kV / 33 kV, 33 kV / 11 kV)
変電設備の老朽化が激しく、変圧器設備容量も限界で、増設のスペースがないため、新設とすべきである。
(5 MVA 変圧器：2 台)
- ・ Mt. MERU 変電所 (33 kV / 11 kV)
変電設備容量は限界、変圧器の増設
(5 MVA 変圧器：2 台)
- ・ KILTEX 変電所 (33 kV / 11 kV)
変電設備が古く (1959 年製)、老朽化が激しい
(5 MVA 変圧器：1 台)

3) モシ市

- a. Same-Kiyungi の 132 kV 1 cct. 送電設備の電線サイズが細く、設備容量が限界となっており、新設送電設備の建設が必要。変電設備も老朽化し、既設設備容量は限界である。
特に、YMCA 変電所 (33 kV / 11 kV), MARANGU 変電所 (66 kV / 33 kV) と GOMBERI 変電所 (33 kV / 11 kV) は、至急改善する必要がある。変電設備の老朽化は激しい。
- ・ KIYUNGI 変電所 (132 kV / 66 kV, 132 kV / 33 kV, 66 kV / 33 kV)
変圧器が常時過負荷の状況で、至急対応策が必要。長距離の配電設備が接続。
(20 MVA 変圧器：1 台, 15 MVA 変圧器：1 台, 5 MVA：2 台)

第5章 本格調査の概要及び留意事項

1 本格調査の全体構成

本調査は、2000年10月17日に締結されたS/Wに基づき実施される調査であり、次の調査範囲からなる。また、S/Wでは明示されていないが、タンザニアでは、鉄道、通信、電力などで民営化の計画が進行しており、その動向、計画の進捗状況などについて、平行して調査を行う必要がある。また、マスタープランとF/Sは、タンザニア全国レベルのマスタープランを踏まえた上で、対象3都市毎に作成する。

(1) マスタープラン調査

ア 調査対象地域における11kV、33kV、66kV、132kVの送配変電設備の現状把握とリハビリ案及び拡張案の作成。

イ 対象地域の電力需給計画の立案（既存データの見直しを含む）

ウ 送配電のための人材育成状況の現状把握と地方への技術移転の為の強化策の立案。

エ リハビリ計画の実施に伴う環境配慮事項の調査

オ 対象設備の概念設計

カ 財務経済分析

(2) フィージビリティ調査

ア 対象設備の基本設計とコスト積算

イ 財務経済分析

ウ 環境影響評価

エ 実施計画の策定（工事計画、資金計画等を含む）

(3) 維持管理センターのモデルケーススタディ

ア 電力公社が我が国の技術協力により実施中のThe Dar-Es-Salaam Power Distribution and Maintenance Project (DAMP)の現状把握と改善案の策定。

イ 地方での維持管理を効率よく行うため、地方維持管理センター等を対象とした技術移転、及び、機能強化を含む維持管理計画案の作成。

本調査には、下記の分野を担当する団員で構成されることが望まれる。

ア. 総括／制度組織分析

イ. 変電設備1

ウ. 変電設備2

エ. 送電（66kV、132KVラインが主体）

オ. 配電1（33kV、11KVラインが主体）

カ. 配電 2 (33kV, 11kV ラインが主体)

キ. 電力需給

ク. 積算

ケ. 財務・経済分析

コ. 保守管理／教育訓練

サ. 環境配慮

2. 調査実施上の留意点

- 1) タンザニア MEM 及び TANESCO と電力設備（発電，送電，配電，変電）の中・長期計画を十分確認すること。
- 2) TANESCO の段階的な民営化への動向調査と今回の支援がそれに沿ったものかどうかその動向を常に確認すること。
- 3) TANESCO 案と現状の送配変電設備の問題点の確認と詳細な調査
- 4) 今回の支援で、TANESCO が対象とする配電，変電設備の優先順位付
- 5) 33 kV 及び 11 kV の配電設備において、現状の問題点や課題の検討
- 6) 配電設備の資材，機器，工具の価格と、現地調達の可能性
- 7) 二次変電所及び配電変電所の変圧器の設備容量と変圧器の台数の検討
- 8) 既設送電線の設備容量（特に 132 kV と 66 kV 送電線）の検討
- 9) 長期滞在者の宿泊施設の検討（特に地方滞在者の宿泊施設）
- 10) 長期滞在者用レンタカーの検討（ダルエスサラームと地方都市では価格に差がある）
- 11) 長期滞在者への健康管理（マラリヤ，黄熱病や風土病への対策）
- 12) 本格調査時、特に調査が必要で現在ネックとなっている変電所は下記の通り。

a) ダルエスサラーム

Oysterbay S/S, Ilala S/S, Chagonbe S/S,
Factory Zone S/S,
City Centre S/S, Kurasini S/S, Kiganboni S/S

b) アルーシャ

Njiro S/S, Themis S/S, Unga Ltd. S/S,
Mt. Meru S/S,
Kiltex S/S

c) モシ

Kiyungi S/S, Bomambuzi S/S, Trade School S/S

- ・ BOMAMBUZI 変電所 (33 kV / 11 kV)
変圧器が過負荷 (125%) の状態。超長距離の古い配電設備が接続しており、8～10 回／月の停電がある。設備は全て老朽化しており変圧器からのオイル漏れも激しい。
(5 MVA 変圧器：2 台)
- ・ TRADE SCHOOL 変電所 (33 kV / 11 kV)
変圧器が過負荷 (130%) の状態のため、二次側 (11 kV) の一部を cut-off としてしのいでいる。変圧器の増設が必要。
(5 MVA 変圧器：1 台)
- ・ MACHAME 変電所 (33 kV / 11 kV)
最近の急な負荷により、変圧器は過負荷。変圧器の増設の必要あり。
(2.5 MVA 変圧器：1 台)

13) 今回、予備調査を行った 3 都市のうち、地方主要都市（アルーシャ、モシ）は共に、事故予防のための送配電設備のメンテナンスは全く行われていない。事故後の補修のみであった。

また、事故があっても応急処置だけは各支店で実施されているが、資機材が必要となる場合は、本社（ダルエスサラーム）からメンテナンス専門のエンジニアが、資機材や工具と共に派遣され、補修を行っている。これが原因で、地方都市では、大きな故障時には、長時間の Stoppage を招いている。

将来は、各地方都市や支店にメンテナンスセンターを接地して、メンテナンス用資機材を備え、事故に対し、臨機応変な対応が出来る様にすると共に、送配電設備の維持管理のため、TANESCO の技術者を育成し、各支店に配属して、各支店レベルで対処できる様支援すべきであろう。

また、将来は、各支店の主要変電所内に各支店管轄をコントロール出来る給電コントロールセンターの設置も考えるべきであろう。

14) 料金徴収の現状、問題点

TANESCO はインフレや通貨シリング切り下げに応じた料金調整を行わなかったことや料金滞納が多いことが響いて収益不足で財政難を抱えている。年間の純利益は 92 年～94 年、96 年がマイナス、97 年にはプラスとなったが 98 年には再びマイナスを記録した。

Dar es Salaam においては電気料金徴収にプリペイドカード方式を導入したことで電気料金滞納が減り収支改善に貢献している。TANESCO はプ

リペイドカードによる料金徴収をさらに進める計画である。なお、政府による電気料金に対する補助金支給は行われていない。

15) 通信関連設備、付帯する投資

関係箇所相互間の連絡は、電力線搬送 (PLC) を使った電話、SCADA を使った電話、携帯電話で行われている。給電所、コントロールセンタと発電所間は SCADA を含めた通信施設により情報伝送が行われている。従って、発電所新增設に当たっては、通信設備の設置、増設、改修等が必要となる。

16) 調達、据え付け、用地取得の問題等

タンザニア国内で 33 kV/0.4 kV 変圧器 (ABB TANELAC 社)、電線、中圧ケーブル (韓国資本) が生産されているので、品質を問題にしなければ国内調達可能である。

据え付け工事業者はかなりの数タンザニアに存在し、日本から工事業者が乗り込む必要はない。

用地は、一部既に取得済みである。タンザニアの土地は現在国有となっており、変電所、送電線の用地は申請により取得可能である。しかし、線化を含めた用地内の私有物は補償の対象で、市当局が補償交渉に当たるが、補償金目当ての住人が群がってくる場合もあり、交渉に長期を要する場合もある。TANESCO の支援なしには補償交渉が進まないと考えられる。カウンターパートの話しでは、現在、土地の私有を認める方向で検討されている。

第6章 安全関連情報

1. タンザニア国の治安、安全状況

一般的な犯罪に対する注意に加え、①マラリア蚊対策、②交通事故への注意が必要と思われる。地方としての滞在では、エアコン、蚊帳等が満足でないホテルもあるので、蚊帳、殺虫剤、蚊取り線香などの持参を勧めたい。(殺虫剤はダルエスサラーム市内でも購入可能。) また、ダルエスサラームからモシ(Moshi)、アルーシャ(Arusha)への道路は整備されているものの、交通事故が多発しており、シートベルトの着用をはじめ、夜間走行は控える、時間に余裕のある移動計画をたてるなどの注意が必要である。

2. タンザニア国の一般的な安全情報

参考 Web site の例:

<http://www.tanzania-online.gov.uk/profile/countryprofile.html>

http://www.state.gov/www/about_state/business/com_guides/1999/africa/Tanzania99.html

