

# 目 次

地図

写真

第 1 章 調査の概要 .....	1
1-1 調査の背景・経緯 .....	1
1-2 団員構成 .....	2
1-3 調査行程 .....	3
1-4 調査目的と対処方針 .....	4
第 2 章 調査結果 .....	7
2-1 団長所感 .....	7
2-2 協議結果 .....	9
第 3 章 マラウイの社会・経済 .....	15
3-1 一般概況 .....	15
3-2 政治・社会状況 .....	15
3-3 経済状況 .....	16
3-4 援助政策 .....	16
第 4 章 電力政策及び地方電化政策 .....	17
4-1 エネルギーセクターの概要と電力政策 .....	17
4-2 電気事業の概要 .....	21
4-3 地方電化政策 .....	30
4-4 再生可能エネルギーの導入状況 .....	35
4-5 他援助機関の地方電化・再生可能エネルギー導入に関わる活動 .....	36
第 5 章 マラウイ国の発電設備と再生可能エネルギー .....	39
5-1 電力事業 .....	39
5-2 再生可能エネルギー .....	41
第 6 章 現地踏査報告 .....	44

附属資料 .....	53
署名したM/M .....	53
面談議事録 .....	63
収集資料リスト .....	81

# 第1章 調査の概要

## 第1章 調査の概要

### 1-1 要請の背景・経緯

マラウイ政府は1964年の独立当初より、ESCOM (Electricity Supply Commission of Malawi : マラウイ電力公社、現在はElectricity Supply Company of Malawi) を通じて地方電化を行っており、1980年からは本格的な地方電化計画が始まっている。これまでフェーズ1からフェーズ3が実施され、地方都市を中心に配電網が建設された。しかしその結果は、フェーズ3が終了した時点の家屋電化率が全国平均で4%、都市部を除くと1%以下と推計されている。またESCOMの民営化が決定したことにより、1995年に地方電化事業はESCOMから天然資源環境省エネルギー局に移管されることとなった。また、ガソリンとディーゼル燃料の売り上げから徴収する形で新たに設置されたエネルギー・ファンドを財源に1999年からフェーズ4が開始された。

しかし、これまで行われた3フェーズに渡る地方電化事業は、実質的には33kVと11kVの高圧配電線の延長工事であり、一般家庭に電力を供給する400Vの低圧配電線はほとんど建設されていない。その結果、1998年3月の時点で33kVと11kV高圧配電線の総延長が4,278kmであるのに対し、400Vの低圧配電線の総延長が2,586kmと、高圧配電線に比べて低圧配電線の延長が極めて短い。また、1998年の資料では、世帯需要家に電気を供給する配電変圧器の総容量333kVAのうち、使用されているのは128kVAのみであった。このように、マラウイにおいて実施されている地方電化事業は、家屋電化率の向上を目指した包括的な電化計画によって行われたものではない。

丘陵地の多いマラウイでは既設の発電所の9割以上が水力発電であり、この他にも未開発の水力ポテンシャル地点が多数確認されているが、これらのポテンシャルを遠隔地農村の電化に利用するための調査は実施されていない。また近々、地球環境基金(GEF)を使ったSHS普及プロジェクトが始まることもあり、配電線の延長の他、太陽光、ミニ水力等の再生可能エネルギーの利用を視野に入れた全国電化マスタープランの策定が必要である。

以上の背景のもと、2000年5月、マラウイ全土を対象とした配電線の延長および小・ミニ水力ポテンシャル、太陽光発電による包括的な電化計画の策定を目的とした正式要請が日本国政府に提出された。

提出された要請書によると、本マスタープランは、配電網の延長、戸別型太陽光発電システム(SHS)その他の再生可能エネルギー、及び優先順位を伴うミニ・マ

マイクロ水力ポテンシャル等を用いた地方電化計画であること、および5年ごと20年間の実行計画を含めることが期待されている。要請書の期待する具体的な調査内容は以下の通り。

#### 本格調査に期待される調査内容

- (1) 現存するデータ及び資料の調査
- (2) 送配電線の延長による電化地域の選定
- (3) ミニ・マイクロ水力による電化地域の選定
- (4) 小水力のための雨期・乾期の河川流量の調査
- (5) オフ・グリッド電化に適切な地域の選定
- (6) B/Dと建設コストの算定に適切な地域の選定
- (7) 送電線の延長および小水力による電化地域のそれぞれの選定基準の策定
- (8) コストが最小となるような規準に基づいたマスタープランの策定
- (9) マスタープランの財務・経済分析
- (10) 地方電化データベースのモニタリングシステムの準備
- (11) マラウイが地方電化を進めるための指針

#### 1-2 団員構成

- |        |                 |               |                   |
|--------|-----------------|---------------|-------------------|
| ・大竹 祐二 | ( 団長 / 総括 )     | 10/21 ~ 11/7  | :JICA資源開発調査課課長    |
| ・大林 誠司 | ( 経済協力政策 )      | 10/21 ~ 10/31 | :外務省開発協力課         |
| ・江原 由樹 | ( 調査企画 )        | 10/21 ~ 11/7  | :JICA資源開発調査課      |
| ・湯本 登  | ( 地方電化計画 )      | 10/22 ~ 11/5  | :プロジェクト・インターナショナル |
| ・佐藤 英男 | ( 再生可能エネルギー利用 ) | 10/22 ~ 11/5  | :E-E-ENGINEERING  |

### 1-3 調査行程

#### (1) 調査期間

平成12年10月21日(日)～平成12年11月5日(日)

#### (2) 調査日程

DATE		Activities	Stay
10/21 (土)		大竹団長・大林団員・江原団員、成田発	
10/22 (日)		湯本団員・佐藤団員、成田発／大竹団長・大林団員・江原団員、MPL着(13:05)	
10/23 (月)		湯本団員・佐藤団員、MPL着(12:40)／大竹団長・大林団員・江原団員、大使館表敬	
10/24 (火)		大竹団長・大林団員・江原団員、MPL着(14:50)	Lilongwe
10/25 (水)	午前 午後	08:30- 事務所訪問 09:30- DOE 訪問 10:00- MONREA 訪問 14:00- DOE との打ち合わせ	Lilongwe
10/26 (木)	午前 午後	09:00- MOHP/PAM (保健・人口省) 訪問 10:00- MOE (教育省) 訪問 14:00- Min. of Local Government (Office of the President and Cabinet) 訪問 15:30- Police Head Quarters 訪問	Lilongwe
10/27 (金)	午前 午後	08:00- ブランタイへ移動 13:00- ESCOM Head office 訪問 14:00- ESCOM Power House (Central Dispatching Centre) 視察 16:00- Mbayani Peri-Urban Electrification Site 視察	Blantyre
10/28 (土)	全日	08:00- 現地踏査 (Lujeri Tea Estate Mini Hydro Power Plants)	Blantyre
10/29 (日)	全日	08:00- 現地踏査 (Metandani Mini Hydro Power Plant)	Blantyre
10/30 (月)	午前 午後	大林団員、Johannesburg へ (QM201) 09:00- ESCOM 訪問 11:00- NEC 訪問 13:00- ブンバへ移動中、Chingale CDSS、付近の T/C を視察	Zomba
10/31 (火)	午前 午後	08:00- 付近の未電化村を視察 MPLへ移動	Lilongwe
11/1 (水)	午前 午後	08:30- MOF (大蔵・経済企画省) 訪問 09:00- DOE との協議 15:30- ISU/DANIDA 訪問	Lilongwe
11/2 (木)	午前 午後	09:00- DOE との協議 16:00- UNDP 訪問	Lilongwe
11/3 (金)	午前 午後	09:00- M/M 署名 11:00- JICA 事務所へ報告	Lilongwe
11/4 (土)		08:45- Lilongwe 発 (QM201) (湯本団員・佐藤団員)	Lilongwe
11/5 (日)	午前	08:45- Lilongwe 発 (QM201) (大竹団長・江原団員) 11:10- Johannesburg 着	
11/6 (月)	午前 午後	09:00- JICA 南ア事務所訪問 (大竹団長・江原団員) 12:55- →香港 (CX748)	
11/7 (火)		07:50- 香港着 09:10- 香港発 (CX504) 13:55- 成田着	

## 1-4 調査目的と対処方針

### 調査の目的

本プロジェクト形成基礎調査では、要請書の内容を確認したうえで、以下の事項を中心に先方関連機関との協議、関連資料の収集および現地踏査を通し、開発調査実施の妥当性および実施可能性を検討するとともに、具体的な案件形成を目的として行うものである。

- ・ マラウイ国の社会経済に係る基礎情報の収集と整理
- ・ 電力事情及び電力政策の現状の把握
- ・ マラウイ国における地方電化計画の方向性の把握及び問題点の抽出
- ・ 他援助機関等による地方電化に係る援助実績及び計画の把握と整理

### 対処方針

本プロジェクト形成基礎調査は、以下の対処方針をもって実施された。

#### (1) 「開発調査」スキームの先方機関への説明

先方機関に対し日本の技術協力およびJICAによる開発調査事業を説明し、理解を得る。

#### (2) 要請内容およびプロジェクト実施の妥当性の検討

マラウイ国の電力政策に係る情報の収集・整理および先方関連機関との協議を通し、要請の内容を確認した上で本件開発調査実施の必要性を確認し、問題点の抽出を行う。また、先方が本案件に期待する点を明らかにする。

#### (3) 地方電化に係る基礎情報の収集

本格調査時に必要であると思われる地方電化事業および村落社会に係る情報（地形図、地質図、電化率と電力需要、人口調査等）の存在及び取得の可能性について確認する。

#### (4) 再生可能エネルギー利用への取り組み

要請書によると、調査には小水力発電をはじめ、SHS（戸別型太陽電池）その他の再生可能エネルギーの利用も含めることとなっていることから、再生可能エネルギー利用による地方電化に関し、同国の基本方針について確認する。

#### (5) カウンターパート機関について

要請書に名前が挙がっているカウンターパート機関は天然資源環境省であるが、実際に地方電化事業を行うのは天然資源環境省エネルギー局内のREU（地方電化ユニット）である。また、電力事業を行っているのはESCOMであり、現在分割民営化の動きがある。これらを踏まえ以下の情報を先方関連組織より収集し、本案件を実施する上での各関係機関の役割を明確にする。

- 1) ESCOM民営化に関する具体的スケジュールおよび民営化後の体制
- 2) REU（Rural Electrification Unit）の位置づけと役割
- 3) ESCOMとDOE（エネルギー局）REUの役割分担

#### (6) 他の関連プロジェクトについて

マラウイでは現在UNDPの支援により策定されたNSREP（National Sustainable and Renewable Energy Programme）に基づき、GEFとDANIDAによるSHS普及プロジェクトおよびGTZによるバイオマス・プロジェクトの実施が検討されている。本案件の要請書によれば、主として系統電力網の延長と小水力発電を対象としていることから、これらの援助機関による協力内容を確認し、連携協力を視野に入れ、本件調査内容を整理する。

#### (7) 事業化の可能性について

現在マラウイでは、政府企業を売却して得られた資金を地方電化に使うことなどを検討中である。本件本格調査終了後の事業化の可能性に関し、地方電化の主な財源として準備されているエネルギーファンドのほか、これらの資金に関する情報を収集し、本件調査終了後の事業化の可能性について確認する。

#### (8) 調査実施における安全管理情報の収集

本格調査実施の条件として、調査関係者に対する十分な安全性の確保が必要となるため、現地JICA事務所および先方関連機関等より治安に係る情報を収集し、実施可能性を検討する際の資料とする。

#### (9) M/Mの調印

本調査における先方C/Pとの協議事項をMinutes of Meeting（M/M）にまとめ、調印する。



## 第 2 章 調査結果

## 第2章 調査結果

### 2-1 団長所感

1) VISION 2020は、2020年までの国家目標、政策、戦略をとりまとめたものであり、マラウイの長期的な国家開発計画の基本となるものであるが、本計画の中での重要な柱の一つである社会経済インフラの整備に関連して、住宅・農業・工業部門等への持続可能なエネルギーの供給、特に照明等のための電力へのアクセスの重要性が指摘されている。また、貧困削減のための主要な国家開発プログラム（Policy Framework for Poverty Alleviation Programme）においても、民生向上・保健衛生・教育サービスの拡充の観点で、地方電化の促進と再生可能エネルギーの開発は重要な開発課題として掲げられている。現在策定中のエネルギーポリシー及び閣議の経済委員会で審議中の電力ポリシーの中でも、全国で4%、地方部で0.5%ともいわれる電化率の改善及びバイオマスへの依存度を低減させるための再生可能エネルギーの導入の促進、あるいは各関係機関の役割と機能が明記されており、本調査団に対する説明として、天然資源環境省次官を始め関係者が本件調査の重要性を強調する際の背景となっている。一方、マラウイの電力セクターは世界銀行及びIMFの指導による構造改革の渦中であり、唯一の電力事業体であるESCOMの分割民営化及び電力セクターの効率化の論理の中で、重要政策課題である地方電化事業のあり方あるいはその具体的な推進の方向性の議論が置き去りにされている感が否めない。また、地方電化事業の実施に関しては、1980年代から3次に亘りESCOM（当時のマラウイ電力公社）が実施してきたが、ESCOMの民営化に伴う経営の合理化の一環として、1995年に現在のエネルギー局（DOE）に移管された経緯がある。DOEはエネルギーファンドの創設や担当ユニットの創設等を行い、地方電化推進の努力をしているものの、地方電化事業を推進するための具体的方針、基本的戦略、財政、実施体制などの面で極めて不十分な状況であり、効率的・効果的な事業の実施の観点からも、これらの課題への対応は急務となっている。今回マラウイ政府から要請のあった地方電化マスタープラン調査は、このような課題に対応するための具体的方向性、実施方針、優先基準及びその具体的計画等を提示し、マラウイの最重要開発課題である貧困削減に直結した地方電化事業の実施のための支援を行うものであり、極めて必要性が高いと判断する。

2) 地方電化の優先対象地域としては、地域の商業活動の中心となるトレーディングセンターの他、学校、医療施設、警察等の公共施設が存在する地域が想定される。これらの公共施設により地方での事業を実施している関係省庁（教育・科学技術省、保健省、警察庁）のそれぞれの開発計画は、施設内での電力の使用を想定している。特に貧困対策の具体的手段として、医療サービスと教育サ

サービスの拡充は重要であり、これらのサービスを可能にするために電気の供給は不可欠であるとして、これら関連省庁からの当方の支援に基づく地方電化事業の実施に対する期待は予想以上に大きく、主要な公共サービス拡充に係る開発事業との協調を図ることで、地域開発の複合的効果が期待できる。

- 3) エネルギー分野での国際機関及び二国間援助機関の支援は、電力セクターの構造改革支援を除けば、UNDPの支援で策定した再生可能エネルギー普及プログラム（NSREP）の下でのSHSのマーケット形成による普及促進プロジェクトや技術者育成プロジェクトなどが中心となっており、地方電化計画を直接対象とした支援は全く行われていない。マラウイで有望な再生可能エネルギーはミニ水力発電と太陽光発電であると言われ、NSREPの下での援助協調として、他のドナーが十分な知見を有していないこともあり、わが国に対してはミニ水力発電開発への協力が期待されている。また、マラウイの現状から見れば、既存の配電線の延長及び独立型のミニ水力発電が地方電化の最も有望な手段であり、これらを対象とした詳細な現地調査を実施し、さらにUNDP等によるSHSの普及計画を包含することで、現実的かつ包括的な地方電化マスタープラン策定への支援が可能となると考える。この意味で、本件は、ドナー間の援助協調を図りつつ、わが国独自の技術協力を充分展開できる案件であり、本件実施の意義は十分に認められる。なお、UNDP及びDANIDAからは、当該分野でのわが国の積極的支援に対する期待の表明とワークショップ等を通じた緊密な情報交換の要望があった。
- 4) マラウイの地方電化事業は、1980年代から3次に亘りESCOM（当時のマラウイ電力公社）により、アフリカ開発銀行やスペイン政府等の支援を得て実施されたが、必ずしも合理的で包括的な電化計画や年度計画に基づいて実施されてきたものとは言えない。また、資金不足や実施機関の移行等の問題もあり、第4次の地方電化計画がエネルギーファンドを活用してDOEにより実施されたのが1999年になってからである。しかしながら、DOEは政策立案と電気事業等の監督を司る部局であり、それまで電化事業の実務経験はなく、必ずしも十分な資格と経験を有する職員も確保できていないのが実状である。天然資源環境省は、地方電化事業の社会的ニーズとその重要性から、DOEに地方電化のための専門部門（地方電化ユニット）を設置するなど実施体制の強化を図っており、組織能力の強化と人材育成も重要な課題となっている。カウンターパートとなる職員はそれぞれ実務経験には乏しいものの、今回の調査への対応振りや協議における発言等から判断する限り、職務に対する責任感と技術移転を受け入れるだけの素養を充分有していると思われる。組織能力の強化と人材育成には、継続的な支援が必要であることは言うまでもなく、本件調査による提言と関連技術の移転ばかりではなく、現在派遣中の専門家（地方電化計画アドバイザー）の

後任者派遣や短期専門家による支援、あるいは研修プログラムの活用など、地方電化事業を貧困対策支援の一環として位置付けた事業実施計画の策定と効果的な実施が強く望まれる。

- 5) 前述のように、DOEによる地方電化事業は、石油と電力への課税を資金源としたエネルギーファンドを使用して実施されたものであるが、エネルギーファンドの創設が閣議了解事項であったにも拘わらず、事務的な手違いから僅か数年で廃止となったことは、地方電化事業の重要性を考えると誠に残念である。しかしながら、大蔵・経済企画省もエネルギーファンドの重要性を認識しており、今年度についてもDOEに継続的にエネルギーファンドに相当する資金が割り当てられるとともに、天然資源環境省は今後のファンドの財源として、電気料金徴収の一部を充当することや世界銀行のMalawi Social Action Fundの運用を検討していることから、マラウイ政府自身による継続的な資金の確保の見通しは比較的明るいと言える。また、地方電化の根本的な財源不足を解決する方策の一つとして、資材の外貨購入分をわが国の債務救済無償で充当することも十分に可能性があるとの感触をJICAマラウイ事務所及び資金を管理する大蔵・経済企画省から得たことは、今後の事業化の可能性を考える際の指針となる。本マスタープランが提供する充分合理的で説得力のある電化計画は、このようなマラウイ国内の財源を有効に活用するために不可欠であるとともに、援助機関からの支援を得る際の材料としても有用である。
- 6) マラウイは、現在政治的に安定しており、アフリカの中でも比較的安全な国であるということがJICAマラウイ事務所の認識である。しかしながら、数年前に比較して一般犯罪が増加してきているとの報告もあり、交通事故やマラリア等の疾病とともに、夜間の徒歩での外出を控えるなどの一般的な注意は必要である。地方での調査においても、連絡体制の整備と連絡手段の確保など通常の対応を行えば、特段の問題はないと考える。

## 2-2 協議結果

11月1日より11月3日にかけて、本プロジェクト形成基礎調査の調査結果及び本案件が採択された際の本格調査の概要について、エネルギー局（DOE）と調査団の間で協議が行われた。この協議結果はMinutes of Meeting（M/M）としてまとめられ、エネルギー局及びJICAの間で署名されている。以下に署名されたM/Mの要旨をまとめる。

## (1) 調査の背景

2000年5月にマラウイ国天然資源環境省エネルギー局より大蔵・経済企画省を通し「マラウイ国地方電化マスタープラン計画調査」の要請が日本政府に提出された。これを受け、国際協力事業団は10月24日より11月5日にかけて、プロジェクト形成基礎調査団（大竹祐二団長）を同国に派遣した（1. 調査の概要を参照）。同調査団は、リロングエ及びブランタイアにおいて、DOEをはじめとする各関係機関との協議及び現地踏査を行った。

## (2) 開発調査の概要

調査団はDOEに対しJICAの開発調査について説明を行い、DOEはこれを了解した

## (3) 調査結果

### 1) 国家開発計画

マラウイ政府は長期的な国家開発政策として、2020年を目標としたVision2020を作成している。この政策は、統治システム、経済競争力、活力に満ちた文化、食料供給と栄養の確保、社会的・経済的なインフラ整備、社会セクター開発（人口、医療、教育）、所得の公平な分配、化学技術の9つの分野で構成されている。社会的・経済的なインフラ整備の中で、住宅、農業、工業部門への安全で、クリーンで、持続可能なエネルギー供給が掲げられており、特に照明等のために電力へのアクセスの重要性が指摘されている。また、マラウイは世界でもっとも貧しい国の1つであるため、貧困克服のためのPolicy Framework for Poverty Alleviation Programmeが重要な国家戦略となっている。この計画は、セクターアプローチであり、貧困克服のために重要なセクターに焦点を絞って作成されており、援助のスキーム、資材の提供、資金メカニズム、優先分野、Poverty Alleviation Fund等が含まれている。この計画において、地方電化と再生可能エネルギー開発は貧困克服のための重要なインフラとして位置付けられている。

### 2) エネルギー部門の概況及びエネルギー政策

マラウイには石油、電力、バイオマス、再生可能エネルギー、石炭の5つのエネルギーセクターがある。エネルギー供給の最大の特徴はバイオマスに大きく依存していることである。国内のエネルギー生産の97%が伝統的なバイオマスエネルギー（薪、炭）であり、エネルギー消費の91%が伝統的なバイオマスエネルギーに依存している。マラウイ政府は現在、エネルギー部門の将来戦略としてEnergy Policyを作成中である。

マラウイは石油の97%をタンザニア、モザンビーク等を経由して輸入している。残りの3%は、国内で生産される Eta ノールで石油と混ぜて使用されている。

る。問題は、輸送コストが高いため非常に価格が高いこと、及び国内に備蓄設備がほとんどないため石油市場の影響を直接受けて価格が大きく変動することである。

電力部門については、水力発電に大きく依存していることが特徴である。特にマラウイ湖を水源とするシレ川は、マラウイ湖から流れ出る唯一の河川であり、600MWの水力発電のポテンシャルを有している。現在、マラウイ全体の発電能力は北部の小水力発電所を含め304MWである。発電部門の問題は、森林が伐採されているため、流入する河川からの堆積土砂が多く、発電に支障をきたすことがある。もう1つの問題は、渇水の問題である。1980年代には非常に厳しい渇水があり、マラウイ湖の水位が低下してシレ川水系の水力発電が不可能になる事態が生じている。このような事態に対応するため、モザンビークとの間で20万V連系線を建設する計画を協議中である。また、電化率は全国で4%とSADC諸国の中で最も低く、電化されている世帯数は75,000～80,000程度である。特に地方の電化率はわずか0.5%である。

バイオマスの消費は、生産量を超えており、1999年の超過量は9億3700万である。このような過剰なバイオマス消費により、森林破壊は進んでおり、益々貧困化が進む原因の1つとなっている。バイオマスをエネルギー転換する炭の生産技術等が遅れている。また、バイオマスは、住宅だけでなくタバコ産業、水産加工業、建設業等においても消費されている。

石炭については、マラウイ北部に炭坑があるが、南部の消費地まで700kmも距離があり、鉄道が近くにないため、トラック輸送せざるを得ないため輸送費用が高い。モザンビークの炭坑から南部の消費地までは90kmと近いと、南部の消費地ではモザンビークの石炭を大量に使用している。1999年の石炭産出量は44000トンで、このうち、21000トンがタンザニアに輸出される一方、29000トンがモザンビークから輸入されている。

#### 1) 電力部門の改革の動向

電気事業については、ESCOMが独占的に行っており、同社は1998年に国家機関から株式会社化されたが、政府が依然として株式の99%を所有している。1998年に電力法が制定され、電気事業に係る独立機関として電力規制委員会等が設立された。電力規制委員会は発電、送電、配電に係る許可、電気料金の認可、電気安全に関する規制等を担当している。世銀との電力セクター改革についての協議を踏まえて、現在、Power Policyの案を作成しており、内閣の承認を待っているところである。このPower Policyが承認されると、新しい電力法及び地方電化法が制定される予定である。新しい電力法では、電気事業を発電、送電、配電の3部門に分割し、それぞれの運営主体を入札により選定して事業免許を与える予定である。また、ESCOMは民営化されることになっている。

## 2) 地方電化計画

これまで3次にわたり地方電化計画が実施された。最初の計画は、districtの中心地の電化であり、次の計画では北部のマイクロ水力発電と送電線延長であり、第3次の計画は中部のタバコ農家を中心とする地域の電化が主要な内容であった。地方電化のためのエネルギーファンドが1995年に設立され、石油にかかる税金からの収入があったが、本年6月に停止された。しかしながら、財務省はこの税収に見合う予算をエネルギーファンドに配分している。このファンドにより、1995年から本年6月までに、5つのセカンダリースクールと1つのトレーニングセンターが電化された。

地方電化については、第3次地方電化計画まではESCOMが担当していたが、1995年からは地方電化はESCOMにとって採算が合わない事業であるため、エネルギー局が直接担当することになった。

ESCOMのグリッドに接続する際には、グリッドまでの配電線の建設費 (capital contribution)、引込み線建設費 (connection fee)、家庭内配線の3つの費用がかかる。ESCOMはこのように費用負担を軽減するため、プランタイヤのマヤニ地区において、配電用変圧器を自社の費用で建設し、この変圧器から145戸の住宅に230V、15アンペアの電力供給を行うとともに、屋内配電設備費の削減のためにreadyboardを利用するパイロットプロジェクトを行っている。

## 3) 再生可能エネルギー

再生可能エネルギーについては、National Sustainable and Renewable Energy Programme (NSREP)が作成されている。その一環として、DANIDAが資金援助してRenewable Energy in Malawiプロジェクトを推進している。このプロジェクトは市場メカニズムに基づいて再生可能エネルギーを持続的に開発できるようにするための基盤作りを行うものである。具体的にはPVシステムのクリニックや住宅への導入支援 (信用保証基金の設立等)、再生可能エネルギー機器の補修、再生可能エネルギーの教育基盤の整備、標準化や試験センターの設立等について検討を行っている。また、UNDP/GEF/DANIDAによるSHS導入プロジェクトが予定されている。GTZは、高効率ストーブ導入プロジェクトを2箇所を進めている。

## (4) 本格調査に係る協議内容

### 1) 調査の目的

本格調査の目的は、マラウイにおける的確な電化方法、資金計画等を含んだ電化対象地域の優先順位を示す地方電化マスタープランを作成することである。

### 2) 調査対象地域

マラウイ全土の地方村落部無電化地域を対象とする

### 3)カウンターパート機関

DOEは調査の実施に関し全ての責任を持つ。また、DOEは本格調査団に対するカウンターパート機関となり、調査の円滑な実施のために政府機関・国際機関との調整を行う。

### 4)調査期間

本格調査は2年間で行われるが、マスタープランのドラフトは1年前後で完成する。その後、電化優先地域に関してより詳細なケース・スタディを行い、マスタープランに反映させることとする。

### 5)調査計画

本格調査は、4段階のステージに分けて行われる。

第1ステージでは、既存の政策のレビューと基礎データの収集を通し、未電化村落及び学校、クリニック等の電化対象候補のデータベースを作成する。

第2ステージでは、村落の社会経済に係る調査及び他のプロジェクト（マラウイ及び他の近隣諸国）の経験をもとに、電化手法を検討し、地方電化プロジェクトのクライテリアを作成する。

第3ステージでは、電化対象地域の優先順位付けを行い、電化手法や資金計画、裨益者の参加、維持・管理方法等を検討した上で、これら及び政策提言を含めたマスタープランの原案を策定する。

第4ステージでは、優先順位付けを行った電化プロジェクトに従いケース・スタディを行った上で地方電化の実施計画を策定し、マスタープランに反映させることでマスタープランを完成させる。

### (5) 電気料金の支払い意志額に関する予備調査

DOEは現在、電気料金の支払い意志額に関する予備調査を行う予定である。

包括的な調査は、本格調査において実施されることが期待されているが、本調査は、本格調査での全国的な支払い意志額の村落調査の予備調査という位置づけで行われ、調査結果は本格調査におけるマスタープラン策定に反映されるであろう。



## 第3章 マウライの社会・経済

## 第3章 マラウイ国の概要

### 3-1 一般概況

マラウイ共和国は、アフリカ大陸南東部に位置し、面積は約119千km<sup>2</sup>（日本の北海道と九州を併せた面積とほぼ同じ）であるが、このうちマラウイ湖等の湖水が全面積の約20%を占める。98年国勢調査暫定値によれば人口約980万人であり、過去10年の人口増加率の平均は約1.9%となっている。国内人口の半数以上が南部に集中しており、また人口の約15%は都市部、その他が農村部に居住している。特にブランタイヤ、リロングウェ、ムズズ、ゾンバの主要4都市に人口の約1割強が集中している。

気候は熱帯サバンナ気候帯に属するが、国土が南北に細長く標高差に富むため、気温や降雨量は地域によって異なる。マラウイ湖周辺及び南部の山岳地帯は雨量が多く、年間降水量は1,500mmを越える。年間の季節は9～11月までの暑い乾期、11～4月までの雨期、4～9月までの涼期に分けられる。

### 3-2 政治・社会状況

マラウイは、1891年より英国保護領にあったが、1964年7月、英国から独立を果たした。独立以来、バンダ大統領率いるマラウイ議会党（MCP）による一党独裁体制にあったが、93年6月の国民投票により複数政党制の移行が決定された。94年5月大統領・国民議会選挙が実施され、ムルジ野党統一民主戦線（UDF）党首が大統領に選出された。99年6月2回目の複数政党制による大統領・国民議会選挙が実施され、UDFが議席の半数近くを獲得し、ムルジ大統領が再選された。各党の得票は、支持基盤が地域、民族を色濃く反映する形となっており、UDFは南部、MCPが中部、野党民主同盟（AFORD）が北部の支持を受けた形となっている。しかしながら、最近のMCPの情勢は内部分裂の状態にある。

同国は、他のアフリカ諸国とは異なり67年以来南アフリカと外交関係があり、周辺諸国との関係は必ずしも良好とは言えなかったが、71年にザンビア、84年にモザンビーク、85年にタンザニアとの外交関係が樹立された。また、66年以来台湾との外交関係を維持している他、97年にはキューバとの外交関係が樹立された。

社会セクターにおいては教育を最優先分野としており、94年には初等教育の無料化と制服の廃止を実施したため、初等教育の就学率が61%以上も増加した。地域格差の是正、ドロップアウトの低下が引き続き今後の課題となっている。

### 3-3 経済状況

マラウイにおける鉱物資源は、マラウイ湖沿岸で産出する石炭以外に見るべきものはなく、国土が狭くかつ内陸国のため工業開発には制約がある。従って、マラウイは農業を基盤としており、労働人口の約85%が農業及び農業関連産業に従事している。特に同国の基幹作業であるタバコは輸出収入の約70%、GDPの約35%を占めている。しかしながら、タバコの国際価格が低下する昨今の状況下においては、今後タバコに依存する体質からの脱却が必要であり、短期的には輸出農産物の多様化、中長期的には観光産業の振興等を図るなど、外部要因に左右されやすい脆弱な経済構造の是正が求められている。

同国では、構造調整への取組みの一環として、公的支出の管理、税制改革、民間セクターの発展と投資の促進を中心とした財政改革を実施している。特に民営化省の設置により、電気通信、農産物流通、燃料、公益事業の各部門の改革が進展し、民間セクターの経済に対する関与が徐々に高まっている

### 3-4 援助政策

日本はマラウイに対して、無償資金協力、技術協力を中心に積極的に援助を実施している。特に青年海外協力隊については71年8月より派遣を開始し、累積隊員数は1,000名を越える等、アフリカでは第1位、世界においても比、マレーシアに次ぐ第3位の派遣実績を誇っている。

マラウイでは前述の通り国民の85%以上が農業に従事しているが、農業従事者の約60%が零細農民である。マラウイ政府は、農業開発を通して貧困撲滅を最重要課題としているが、構造調整計画下で農業・社会開発のための十分な予算を確保できない状況である。我が国は、かかる状況及び97年の政策協議を踏まえ、農業・水産養殖の開発、園芸作物や小規模農家を対象とした村落開発計画、初等教育及びBHNに対する支援を今後の我が国の援助として重視している。

また、長期的な視点から構造調整支援に加え、民間セクターの活性化と経済成長のために電力・通信・運輸等の経済基礎インフラ整備に対する支援を検討している。

上記を踏まえ、中小企業振興、地方電化計画分野の専門家に加え、地方振興計画推進のために大蔵省にも専門家を派遣している。今後は、公衆衛生分野での協力を継続的に進め、更に初等教育分野での開発調査を通じて積極的な案件形成に努めていく方針である。

## 第4章 電力政策及び地方電化政策

## 第4章 電力政策及び地方電化政策

### 4-1 エネルギーセクターの概要と電力政策

#### (1) エネルギーセクターの概要

マラウイには大きく分けて、電力、石油、バイオマス、再生可能エネルギー、石炭の5つの主要エネルギーセクターがある。特徴は伝統的なバイオマス（薪及び木炭）に大きく依存していること（エネルギー供給の97%強を依存）であり、95%の家庭がバイオマスをエネルギー源として利用している。

電力供給はESCOM( Electricity Supply Corporation of Malawi) が独占的に行っており、その電源はマラウイ湖を水源とするシレ川流域の水力発電に大半を依存している。このため、マラウイ湖の水位変動により発電能力が大きく変動するリスクを抱えている。また、農地開発に伴う森林破壊の進行により、シレ川流域の土砂流出が激しく、堆砂が水力発電所の発電に支障をもたらす事態も生じている。

石油類は97%を輸入に依存している。3%は国内で生産しているエタノールで、石油と混合して利用されている。石油の大半を輸入に依存していることに加え、国内にほとんど備蓄設備がないため、国際的な市況変動の影響を直接受ける構造となっており、最近の国際的な原油価格高騰の影響と通貨マラウイ・クワツチャ下落の影響を受けて急激に石油価格が高騰している。石油の供給については1999年の規制改革により、現在、5社が石油類の輸入を認められている。石油類の販売価格については、照明に使われる灯油に対しては石油に対する税金を原資に政府補助が行われているが、灯油以外の石油については市場メカニズムに委ねられている。

バイオマスは最も安いエネルギー源であるが、すでに生産を消費が上回っており、農業のための開拓とともに森林破壊の原因となっている。1999年の薪の消費量で生産量を237万立方メートル超過している。村落部においては農作物の廃棄物と薪が主要な燃料となっており、薪の生産・販売により生計をたてている自営業者が村落部を中心に1996年時点で7万人、薪の売上がGDPの3.5%に達している。政府は、所有する森林及び植林地で生産される薪を市場との距離に関係なく一定の安い価格で販売しているため、需要地近郊の植林地からの薪に需要が集中し、遠隔地で生産される薪は販売が困難な状況となっている。一方、木炭は主として都市部で利用されており、都市部の人口増加により需要が増加している。政府は農園所有者に対して所有地の10%を林地とすることを義務付けているが実効があがっていない。このため、供給サイドの対策としてエネルギー局が森林省と協力して国有の松林から木炭を生産するプロジェクトを進めている。また、利用サイドにおいては、高効率のストーブ導入のパイロットプロジェクト等が行われている。

再生可能エネルギーの開発については取組みが遅れており、十分に利用されていない。石炭は北部のMchenga (Rhumphi district) に炭鉱があり、年間44,000トンの石炭を生産している。南部の消費地までの輸送距離が約700kmと長いが、鉄道が整備されていないためトラックで輸送している。このため、南部の消費地では、近隣（約90km）のモザンビークの炭鉱から石炭を大量（29,952トン/年）に輸入しており、北部の石炭は逆に半分程度がタンザニアに輸出されている。

エネルギーセクターの主要な課題は、電化率が低いこと（全国で4%）、石油燃料の輸送コストが高いこと、バイオマスへの過度な依存の3点である。このような課題を解決するため、政府は今年中を目途に、Malawi Energy Policyを作成中である。

表4-1 エネルギー - バランス

単位：各部門ごとのエネルギー種類別構成比率（%）

	石炭	石油類	電気	その他	商業的エネルギー供給合計	伝統的エネルギー（薪、炭）
生産	0.8	0	1.8	0	2.6	97.4
輸入	6.5	93.5	0	0	100	0
輸出	100	0	0	0	100	0
消費	1.2	5.8	1.8	0.2	9.0	91.0
農業	0.1	8.3	4.4	0	12.8	87.2
工業	64.4	12.1	23.5	0	100	0
鉱業	100	0	0	0	100	0
運輸	0.05	94.5	0.80	4.7	100	0
家庭	0	0.5	0.4	0	0.9	99.1
その他	3.8	53.6	42.6	0	100	0

表4-2 エネルギー - 消費部門別構成

単位：%

	家庭用	農業	運輸	工業	鉱業	その他
構成比	84.5	8.2	3.8	1.7	0.06	1.7

## (2) エネルギー関係行政機関

政府のエネルギー政策部門として、1992年に鉱山エネルギー省にエネルギー局 (Department of Energy Affairs) が設立された。1998年10月に鉱山エネルギー省が廃止され、1999年6月の総選挙後に同局は天然資源環境省の1部局に編入された。現在のスタッフは12人（オフィサークラス）で、エネルギー政策の立案と実施、エネルギーセクター戦略の調整、再生可能エネルギーの研究開発・普及等を担当している。同局に地方電化ユニット (Rural Electrification Unit) が設置されており、JICA専門家を含めて4人のオフィサークラスが配属されている。（図4-1 エネルギー局組織図参照）

電気事業に関する規制（事業規制、保安規制、料金認可等）は、1998年に制定された電力法に基づいて設立された独立委員会の全国電力委員会（National Electricity Council）が責任を有している。委員会のメンバーは、電気事業に関連する各種分野の専門家、電気事業者及び消費者代表、エネルギー局等の関係省庁代表で構成されている。委員会は原則として各四半期ごとに開催される。委員会の所掌は、発電・送電・配電の事業許可、電気料金の認可、電気事業者と消費者の紛争の調停である。委員会の事務局スタッフはシニアオフィサーが約10人で、事業許可は技術サービス部、電気料金認可は経済部、紛争の調停は法律・管理部が担当しており、財務部を含めて4部で構成されている。なお、同委員会はESCOM本社が所在するブランタイヤに所在している。

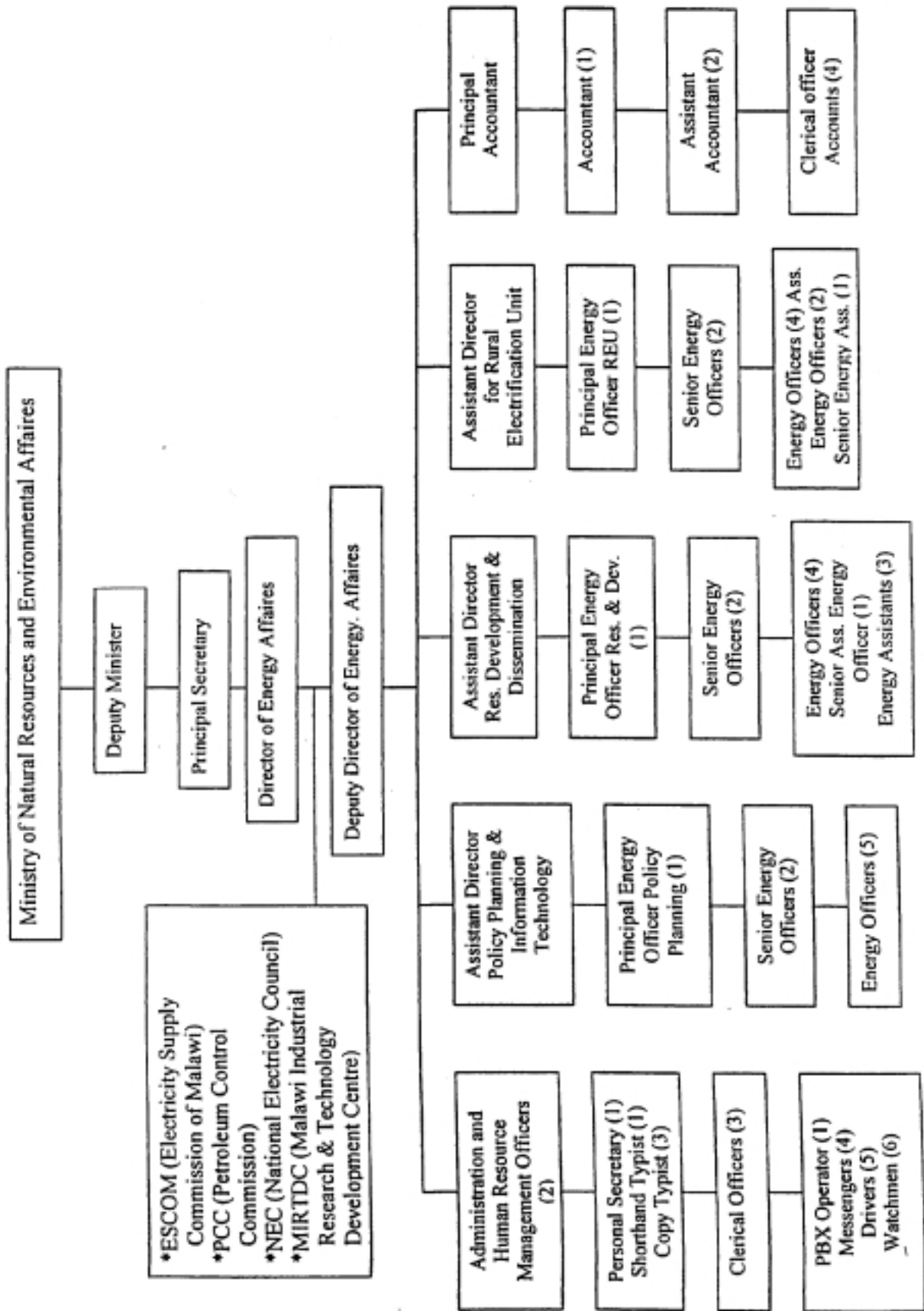
### (3) 電力政策

マラウイでは現在までESCOMが独占的に電力供給を行っている。1998年に制定された新しいElectricity Actに基づき、Electricity Supply Commission of Malawi（ESCOM）は準国家機関から、1998年7月に株式会社Electricity Supply Corporation of Malawi（ESCOM）に改称・改組された。新たなESCOMはそれまでの資産を全て引き継いでおり、マラウイ政府が99%、Malawi Development Corporationが1%の株式を保有している国営企業である。また、この法律により電気事業の監督、免許機関として全国電力委員会（National Electricity Council）が設立された。

マラウイ政府は電力セクターの改革をさらに進めるため、世界銀行と協議しつつPower Policyの作成を進めている。この改革案は年内にも内閣の承認を得る予定になっている。この改革案では、ESCOMを民営化するとともに、電気事業を発電、送電、配電の3部門に分割し、それぞれの運営主体を入札により選定して事業許可を与えることにしている。発電、送電、配電設備は売却せずに引き続き政府が所有権を有することとし、その運営を新たな経営主体に委ねることにしている。発電部門については、既存の発電設備は引き続きESCOMが運営管理を行うが、新規に建設する発電所については入札によりIPPの参入が認められることになっている。送電部門については、当面、送電会社が発電会社から電力を卸購入して配電会社に卸販売する方式を採用することとし、将来的には、配電会社が直接、発電会社から電力を購入して、送電会社に送電を委託する方式に切り替えることにしている。送電会社は1社とし、20年間の事業免許を与えることにしている。また、送電会社は、発電及び配電会社からの独立性を確保するため、発電及び配電事業は行えないことになっている。配電部門については、マラウイ全土で需要家が85,000件と少ないため、当面は1社に独占的に20年間の事業免許を与えることにしているが、免許の条件として一定の設備投資と地域的な電化率の目標達成を義務付けることにしている。出力2000kW未満のIPPについては、特定地域において独自に配電線を整備して電力を供給することが認められる。長期的には、配電免許は競争促進のため、地域的に分割して与える方向に転換する予定である。

地方電化については、この改革案では現在4%のマラウイ全国の電化率を2010年に10%以上に引き上げることを目標にし、この目標を達成するため、地方電化法を策定することになっている。

# Organization Structure of Department of Energy





## 4-2 電気事業の概要

### (1) 電力需給の概要

ESCOMの全国グリッドの1998年度（会計年度は4月～3月）の販売電力量は前年度の801.6GWhから5.5%増加して846GWhに、最大電力は178.9MWから5.6%増加して179.9MWになった。これに対して1998年度の発電電力量は1,031.76GWh、送電端電力量は977.27GWhであり、送電システム全体の電力ロスは一前年度の17%から18.2%に増加した。ESCOMは北部のChitipaに全国グリッドから独立したディーゼル発電所と配電網を有しており、その発電能力は300kWで、1998年度の発電電力量は0.681GWh、販売電力量は0.56GWhである。全国グリッドの電源別発電電力量はディーゼル発電が0.624GWh、水力発電が1,031GWhと水力発電が99%以上を占めている。

主要な電源は、シレ川の水力発電所群であり、Tedzani Falls（10,000 kW × 4基、25,800kW × 2基） 91,600kW、Nkula Falls A（8,000kW × 3基） 24,000kW、Nkula Falls B（20,000kW × 5基） 100,000kW、Kapichira Phase 1（32,000kW × 2基） 64,000kWがある。この他に、Zomba（300kW × 2基） 600kWと北部のWovwe（1,500 × 3基） 4,500kWの水力発電所がある。バックアップ用の火力発電所として、ディーゼル発電所が、LilongweとMzuzuに、ガスタービン発電所がBlantyreに設置されている（第5章 表5-1参照）。

電力需要は、南部（Blantyre中心）、中部（Lilongwe中心）、北部（Mzuzu中心）の地域別にみると、南部の販売電力量が547GWh、中部が260GWh、北部が40GWhと約65%が南部に集中している。需要種別に見ると、家庭用が約29%の243GWh、高圧大口電力（11KV又は33KV）が約33%の275GWh、低圧大口電力（400V）が約22%の187GWhとなっている。

表4-3 地域別・需要種別電力需要（1998年度）

単位：需要家：件、電力量：GWh

	南部		中部		北部		全国	
	需要家	電力量	需要家	電力量	需要家	電力量	需要家	電力量
家庭用電力	30,981	128.0	21,166	103.1	5,738	12.2	57,885	243.3
プリペイド	1,279	7.9	145	0.7	232	0.4	1,656	9.0
一般電力	9,291	72.1	5,862	46.2	1,849	11.1	17,002	129.5
低圧大口電力	482	119.1	262	56.0	47	11.8	791	186.9
高圧大口電力	29	216.4	15	53.9	1	4.7	45	274.9
輸出	4	3.0	0	0	0	0	4	3.0
合計	42,066	546.6	27,450	259.9	7,867	40.2	77,383	846.6

## (2) 電力流通設備の概要

ESCOMの送電線は、132kV、66kV、33kVで構成されており、南部のNchaloから北部のChinthecheまでの南北に縦断線及びこの縦断線から首都のLolongweに至る送電線が基幹送電線として132kVで整備されている。66kV送電線がこの基幹送電線から主要な需要地まで整備されている。配電網については、33kV、11kV、400/230Vで構成されており、総延長約6,200kmである。(図4-2 マラウイの送電網を参照)

## (3) 電力需要見通し及び電源開発計画

長期の電力需要予測と電源開発計画については、1998年に日本の資金で世界銀行がLahmeyer International社(ドイツ)とKnight Piesold社(イギリス)に委託して作成したPower System Development Study and Operation Studyに示されている。この調査の目的は、2000年から2015年の最も経済的な電源開発計画を作成すること、当初の10年間の発電、送電、配電の投資計画を作成すること、短期の貯水池運用モデル開発及びLilongwe-Salima-Chintheche送電線の調査である。この調査の内容は、2000～2015年の需要予測、開発可能な水力地点を評価すること、隣国との連系可能性を評価すること、国際連系送電線の代替手段としての火力発電及び他の電源の可能性を評価すること、これらの評価結果に基づいて最も経済的な電源開発計画を作成することである。この調査によれば、マラウイの電力需要は表4-4のように予測されている。

表4-4 電力需要見通し

	最大電力 (MW)				需要電力量 (GWh/年)			
	Base	DSM	Low	High	Base	DSM	Low	High
2000年	205	190	200	215	1150	1100	1110	1200
2005年	270	240	245	320	1500	1400	1350	1770
2010年	345	310	295	455	1910	1770	1620	2530
2015年	460	410	370	670	2535	2330	2020	3680
年平均増加率	5.5	4.8	4.2	7.8	5.6	5.1	4.3	7.8

注1：Baseケースの前提条件は次のとおりである。

- 1) 家庭用需要家数は年7.5%増加する。
- 2) GDP成長率は、1998年から2006年にかけて5.6%から3%に暫時低下し、その後は3%で横ばいとなる。
- 3) 平均電気料金は2001年までに長期運転限界費用であるUS6セント/kWhに引き上げる。
- 4) 系統全体の電力損失率を2010年までに9%（現状は14～16%程度）に低下させる。

注2：DSMケースで想定している対策は、1日4時間以上使用している白熱球を蛍光灯に切り替えること、既存の湯沸し器を低容量のものに改良することであり、これらの対策により2010年までに最大電力と需要電力量を約9%削減可能と想定している。

水力発電の可能性については、100カ所以上の地点について検討を行い、その中から12の有望地点について具体的な検討を行っている（図4-3、表5-3参照）。この結果では、シレ川水系のKholombidzo地点、Mpatamanga地点、北部のサウス・ルクル川水系のLower Fufuの3地点が火力発電に対して経済的に有利な開発候補地点として特定されている。また、マラウイ湖の出口に容量は170立方メートル/秒ポンプ所を設置して渇水年にも十分な流量を確保するプロジェクトについても検討が行われている。

国際連系送電線については、モザンビークのMatambo地点とマラウイのBlantyre西変電所間の連系線について、1996年に開発可能性調査が行われている。連系送電線の容量は200MW、電圧は220kVで、マラウイ側の延長が80km、モザンビーク側の延長が122kmである。ザンビアとの連系送電線については予備的な開発可能性調査段階の調査が行われている。この連系送電線の容量は167MW、電圧220kVで、ザンビア側の延長が305km、マラウイ側の延長が125kmである。

このような調査結果を踏まえて、この調査報告では結論として次のような電源開発計画を提案している。

2001年：Mangochi地点のポンプ所  
 2002年：200MWのモザンビークとの連系送電線  
 2010年：Kapichira水力地点第2期 64MW  
 2012～2015：33MWの非常用ガスタービン発電所3箇所  
 （Lilongwe, Mapanga, Mzuzu）

また、2010年までの設備投資については、総額で2億5600万ドルが必要であると見積もっている。（表4-5参照）

表4-5 設備投資計画

単位：1998年US百万ドル

		1999～2005	2006～2010	合計
発電	補修・改良	18.57	-	18.57
	新設	28.10	35.60	63.70
	小計	46.67	35.60	82.27
モザンビーク連系送電線		25.00	-	25.00
送電	補修・改良	10.76	-	10.76
	新設	33.74	2.35	36.09
	小計	44.50	2.35	46.85
配電	補修・改良	11.22	7.86	19.08
	新設	36.02	44.70	80.72
	小計	47.24	52.56	99.70
DSM		2.10	-	2.10
合計		165.51	90.51	256.02

注：Mangochiのポンプ所については、他の受益者（農業等）の負担も想定されるが、本予測では全額を発電部門に計上している。

ESCOMは、この調査報告を踏まえて将来の電源開発計画を検討している。この結果では、マラウイ湖出口にポンプ所を建設することはマラウイ湖の水位変動を伴うことから国際的な調整が必要であり、早期の開発は困難であるとしており、最優先の開発計画はモザンビークとの連系送電線建設（第1期は110kVで、その後220kVに昇圧）としている。このため、現在、モザンビーク側との調整を進めている。第2優先順位は、Kapichira水力地点第2期計画である。

#### (4) 電気料金

ESCOMの電気料金は、同社の1999年年次報告によれば表4-6に示すとおりである。特徴は家庭用電気料金が30kWh/月以下は電力量料金がゼロで基本料金のみとなっていることである。全国電力委員会は現在の電気料金は供給費用を下回っているため、今後供給費用を回収できる水準まで引き上げる方針である。

表4-6 電気料金表

	定義	料金
家庭用電力	1.5kW以下の家庭用モーター類を含む住宅専用の電力	基本料金 : MK24.6083/月 30kWh/月以下 : 0.0 30～750kWh/月 : MK0.8197/kWh 750kWh/月超 : MK1.0951/kWh
一般用電力	25 KVA 以下の住宅用以外の電力	单相基本料金 : MK75.4701/月 3相基本料金 : MK105.2021 従量料金 : MK1.3542/kWh
低圧大口電力	25KVA以上で3相400V配電電力	基本料金 : MK504.0027/月 従量料金 : MK0.6591/kWh 最大電力料金 : MK450.3429/KVA/月
高圧大口電力	25KVA以上で3相11kV又は33kV配電電力	基本料金 : MK492.0843/月 従量料金 : MK0.6333/kWh 最大電力料金 : MK433.1223/KVA/月 オフピーク料金 (ESCOMとの個別交渉により適用) 基本料金 : MK492.0843/月 従量料金 : MK0.6333/kWh 最大電力料金 : MK216.5611/KVA/月
輸出高圧大口	25KVA以上で3相11kV又は33kV配電電力	基本料金 : MK436.7955/月 従量料金 : MK0.6390/kWh 最大電力料金 : MK436.7955/KVA/月

DETAILS OF TRANSMISSION AND DISTRIBUTION SYSTEMS  
AS AT 31 MARCH 1999

		Southern Area	Central Area	Northern Region	Chitipa Isolated (Station)	Total
132 kV Overhead Lines (Steel tower) (km)		121	249	-	-	370
132 kV Overhead Lines (wooden poles) (km)		52	432	106	-	590
66 kV Overhead Lines (km)		292	372	156	-	820
33 kV Overhead Lines (km)		1,179	583	280	-	2,042
11 kV Overhead Lines (km)		1,045	944	325	7.7	2,322
400 / 230 Volts Overhead Lines (km)		1,217	1,039	1,606	3.0	3,865
33 kV Underground Cable (km)		3.08	4.24	2.63	-	9.9
11 kV Underground Cable (km)		57.6	29.2	5.5	-	92.3
400 / 230 Volts Underground Cable (km)		98.3	98.2	20.2	0.2	217
Step-up 11/132 kV Substations (kVA)		85,000	-	-	-	85,000
Step-up 11/66 kV Substations (kVA)		126,000	-	-	-	126,000
Step-up 11/33 kV Substations (kVA)		7,000	-	1,500	-	8,500
Step-up 0.4/11 kV Substations (kVA)		-	3,100	4,000	1,000	8,100
Step-up 3.3/11 kV Substations (kVA)		-	1,500	1,880	-	3,380
Step-down 33/11 kV Substations (kVA)		86,965	9,000	5,500	-	101,465
Step-down 33/0.4/0.23 kV Substations (kVA)		44,630	23,250	7,710	-	75,590
Step-down 11/0.4/0.23 kV Substations (kVA)		158,890	102,897	21,679	400	283,866
Step-down 66/11 kV Substations (kVA)		28,500	67,500	5,000	-	101,000
Step-down 66/33 kV Substations (kVA)		110,000	25,000	10,000	-	145,000
Step-down 132/11 kV Substations (kVA)		50,000	-	-	-	50,000
Step-down 132/66/11 kV Substations (kVA)		-	25,000	-	-	25,000
Step-down 132/66/33 kV Substations (kVA)		-	15,000	15,000	-	30,000
Interbus Transformers 132/66kV (kVA)		50,000	-	-	-	50,000
Interbus Transformers 132/66/11kV (kVA)		-	50,000	-	-	50,000

KEY

- ★ ESCOM Office
- Hydro-Electric Power Station
- Thermal Power Station
- 220kV Planned Over Head Line
- 132kV Over Head Line
- 66kV Over Head Line
- 33kV Subtransmission Line
- 33kV Subtrans'n (Underconstruction)
- + Substation
- Main Roads
- Secondary Roads
- Railway Line
- River
- International Boundary



图4-2 主要な発電設備及び送電系統



# Untapped Hydro Resources of Malawi

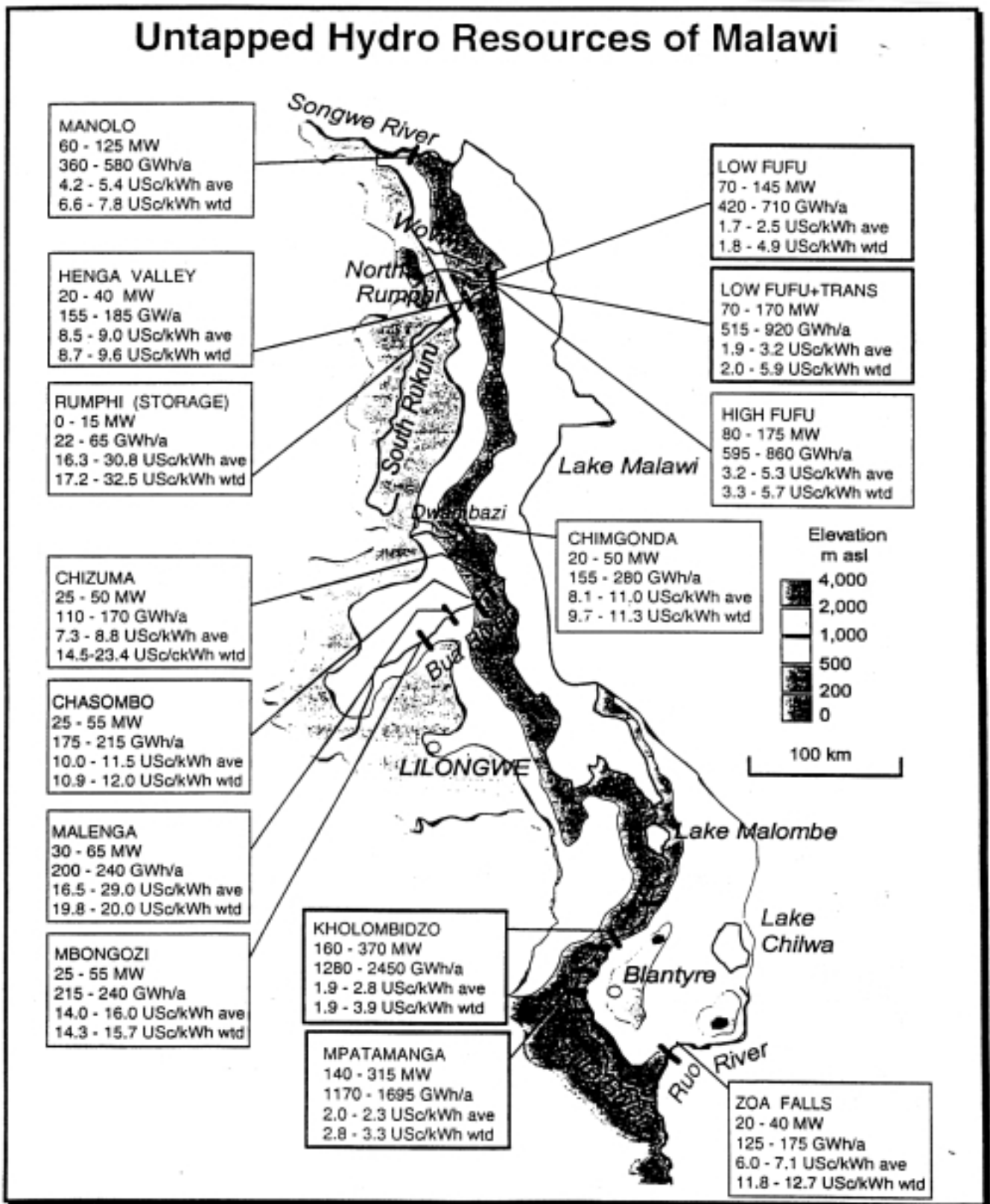


图4-3 水力發電開發候補地点

#### 4-3 地方電化政策

##### 1) 地方電化計画の実施状況

地方電化については、ESCOMが1984年から3次にわたる地方電化計画を実施してきたが、電化のペースは非常にスローペースであり、現在の地方電化率は0.5%以下であるとも言われている。

第1次の地方電化計画は、アフリカ開発銀行の支援でDistrict administration center（各ディストリクトの行政中心地）の電化を実施している。この結果、電化された17のセンターは次のとおりである。

Bangula, Mtendere campus, Dowa, Sorjin, Namwera, Mchinji, Nkhotakota, Fatima, Nsanje, Chiradzulu, Nkhata-Bay, Mzimba, Ekwendeni, Rumphu, Chitipa, Machinga, Ntchisi

第2次電化計画はドイツの支援で、北部のWovwe地点で小水力開発（4.5MW）を行い、Livingstonia, Chilumpa, Rumphu, Karongaへの電力供給を実現した。

第3次電化計画ではスペインの援助でリロングェとその北部地域の送電網整備を行った。第3次の地方電化計画で電化された15のトレーディングセンターは次のとおりである。

Phalombe, Mtakataka, Lizulu, Lirangwe, Chipoka, Mua, Mlangeni, Golomoti, Monkeybay, Bolero, Ntaja, Nsanama, Linthipe, Kasungu, Mchinji

マラウイ政府は、地方電化は商業的な投資としては収益性が低いが民生向上及び産業開発には必要不可欠であることに鑑み、1995年に地方電化の責任をESCOMから政府（エネルギー局）に移管し、地方電化を推進する組織として、エネルギー局に地方電化ユニット（Rural Electrification Unit）を設立した。この結果、電化についての分担関係は都市、都市近郊部はESCOM、地方は政府という役割分担になっている。

第4次の地方電化計画は、1999年に開始され、これまでに5ヶ所のCommunity Day Secondary Schoolと1ヶ所のトレーディングセンターが電化された。また、地方電化の財源として、1998年にエネルギーファンドを創設した。このファンドの財源は、石油の売上に対する税金であったが2000年6月で石油に対する課税措置は廃止されたため、財務省は一般財源から資金を充当する方向で検討中である。第4次地方電化計画でこれまで電化された施設とトレーディングセンターは次のとおりである。

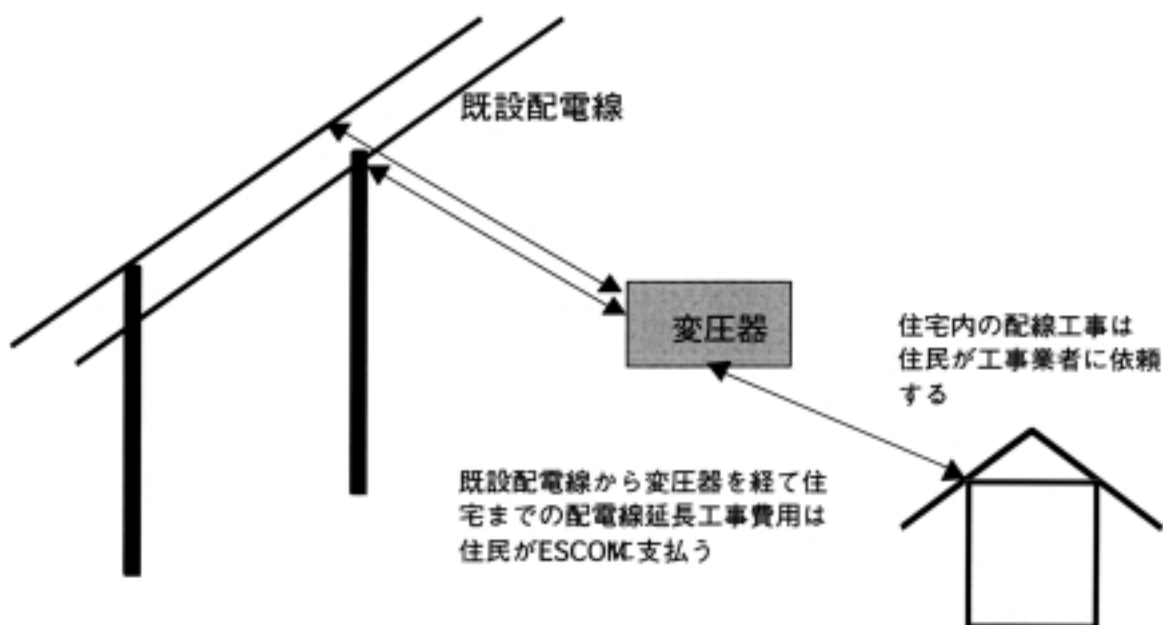
Community Day Secondary School : Madzanje (Ntcheu), Jalasi (Mangochi), Mpiri (Mangochi), Chingale (Zomba), Nasomba (Mulanje)

Trading Center : Mdeka (Blantyre)



## 2) 新規電化の費用負担

ESCOMの電化区域内で新規に配電線に接続して電力供給を受ける場合には、住民がグループで配電線への接続申し込みをESCOMに行い、ESCOMが配電線延長の費用見積もりを行い、この見積もりに従って住民が配電延長の費用負担を行うとともに、住民が屋内配線工事を手配することが必要となる。マラウイは電化区域内における電化世帯が少ないが、これは新規に電化する際のこれらの費用負担が重いこと、電化希望住民のグループ化に手間がかかることが原因である。1998年度にESCOMは533件のキャピタルコントリビューション費用（接続費用負担）の見積りを行ったが、需要家がこれを受け入れて実際に接続申し込みを行った件数は見積り申し込みの22%の118件であった。



配電線への接続費用は、ESCOMが接続後の5ヵ年間で新規需要家の電力料金から回収できる費用を予測し、実際の接続費用との差額を需要家に請求することが基本的な考え方であるが、これを簡易化した方式として、1クワッチャの投資費用は6 kWh/月の電力消費があれば回収されるとして計算される。ESCOMはこの基準投資費用を上回る費用について需要家に対してキャピタルコントリビューションとして支払いを求める。需要家は申し込みの際の分割払いにすることも申し出ることが出来るが、この際には金利が上乘せされる。住宅内の配線工事はESCOMの責任ではなく、需要家がESCOMに登録された工事業者に依頼し、費用は全額需要家が負担する。

このような接続費用負担の軽減を図り、都市近郊の電化促進のため、ESCOMは屋内配線に低コストのready boardを導入したパイロットプロジェクトをプランタイヤの郊外のマヤニ地区で実施している（第6章 現地踏査報告を参照）。このプロジェクトでは、ESCOMは33kVの送電線を集落まで延長して、1台の変圧器から145戸に配電している。ESCOMは需要家に対してキャピタルコントリ

ビューションの負担は要求していない。また、屋内配線は一般には需要家の責任で行うことになっているが、本パイロットプロジェクトでは、ESCOMが各戸への引き込み線から屋内のready boardまで工事を行っている。1戸当りの工事費は6,000MKで、その内訳はready boardが2,800MK、工事費が1,800MK、ESCOMの諸費用が1,200MKである。この費用は通常の屋内配線工事費用と比べると非常に低価格である。需要家は申し込み時に500MKを支払い、残りを5カ年のローンで月々85MKを返済する。ESCOMはこの5カ年のローンの金利についても需要家に負担を求めている。Ready boardは、電気コンロ用の10アンペアコンセント1つと照明器具及び冷蔵庫用の5アンペアコンセント2つで構成されている。

配電線延長による電化の際に配電線への接続率を引き上げることは、電化の裨益効果を高めるだけでなく、配電設備投資の効率を向上させることにもつながるため、マラウイ周辺の南部アフリカ各国において次のような政策が講じられている。

#### ボツワナ：

政府は村落までの配電線延長、村落内での配電線密度向上について費用を負担。

配電線接続費用は全額を需要家が負担する。需要家負担の軽減を図るため、頭金10%、10年間の低金利ローン制度を実施。(金利はプライムレート14%に対して9%と低利である。)配電線までの距離が500m以内の需要家には距離に関係なく、村落内で均一な接続料金を導入。

#### ジンバブエ：

Zimbabwe Electricity Supply Authority (ZESA) は、受益者が100人以上(需要家の全ての家族を含める。)いる集落について電化を促進する施策を実施。電化費用の50%は地方電化ファンド(税金により費用徴収)が負担し、需要家は残りの50%を負担。需要家は引込み線費用(架空線で30mでZ\$450)と屋内配線費用を全額負担。需要家は、頭金10%で5カ年のローン制度を利用可能。ローン金利はインフレ率50%を下回る35%と低金利。また、特に重要なコミュニティーセンター450カ所については、1997年から2007年までの10カ年で電化を予定。この仕組みでは、接続費用は全額電気料金で回収する予定。

#### ザンビア：

Zambia Electricity Supply Commission (ZESCO) は、地方電化ファンド(電気料金に10%の税金を上乗せして徴収)を利用して村落電化を実施。需要家は接続費用を全額負担。スウェーデンのSIDAの援助で、低所得者用の低金利ローン制度のパイロットプロジェクトを実施。このパイロットプロジェクトでは、SIDAがrevolving fundを商業銀行に設け、ZESCOに対して接続費用として期間5

カ年、金利5%、米ドル立てのローンを提供。ZESCOはこのローン返済のため、需要家との間で、頭金支払いが25%、返済期間5年、金利25%のローン契約を結ぶ。

### 3) 地方電化政策の検討状況

マラウイ政府は現在作成中のPower Policyの中で、今後の地方電化政策を検討中であり、Power Policyが閣議で承認され次第、地方電化法の制定を行うことにしている。

地方電化については、送配電網の拡大による電化（グリッド電化）と再生可能エネルギーによるオフグリッドでの電化の双方を進める予定である。グリッド電化は、新たに導入される配電会社の免許制度に基づいて、入札で最長20年の配電免許を会社に与えて配電サービス（設備は国が所有）を実施させることにしている。一方、オフグリッド電化については、地域コミュニティー又は民間企業が設備を所有して電化事業を行うことを想定している。（図4-3 地方電化プログラム体系図参照。）地方電化の財源については、電気料金への課税、石油販売への課税、電気事業民営化に伴う収入、海外援助機関からの援助を充当することを検討することになっている。エネルギー局の地方電化ユニットは地方電化を推進するために、今後、次のような業務を行う。

地方電化マスタープランを作成する。

電化サイト選定のクライテリアを確立する。

電化事業の運営手法を確立する。

技術、商業面、組織面の助言機関として役割を果たす。

Malawi Rural Electrification Programme Treasury Fundの管理を行う。

地方電化のために、援助機関の援助及びソフトローンを確保するようにする。

地方電化プロジェクトの建設及び運営の監督を行う。

地方電化に関する広報活動を行う。

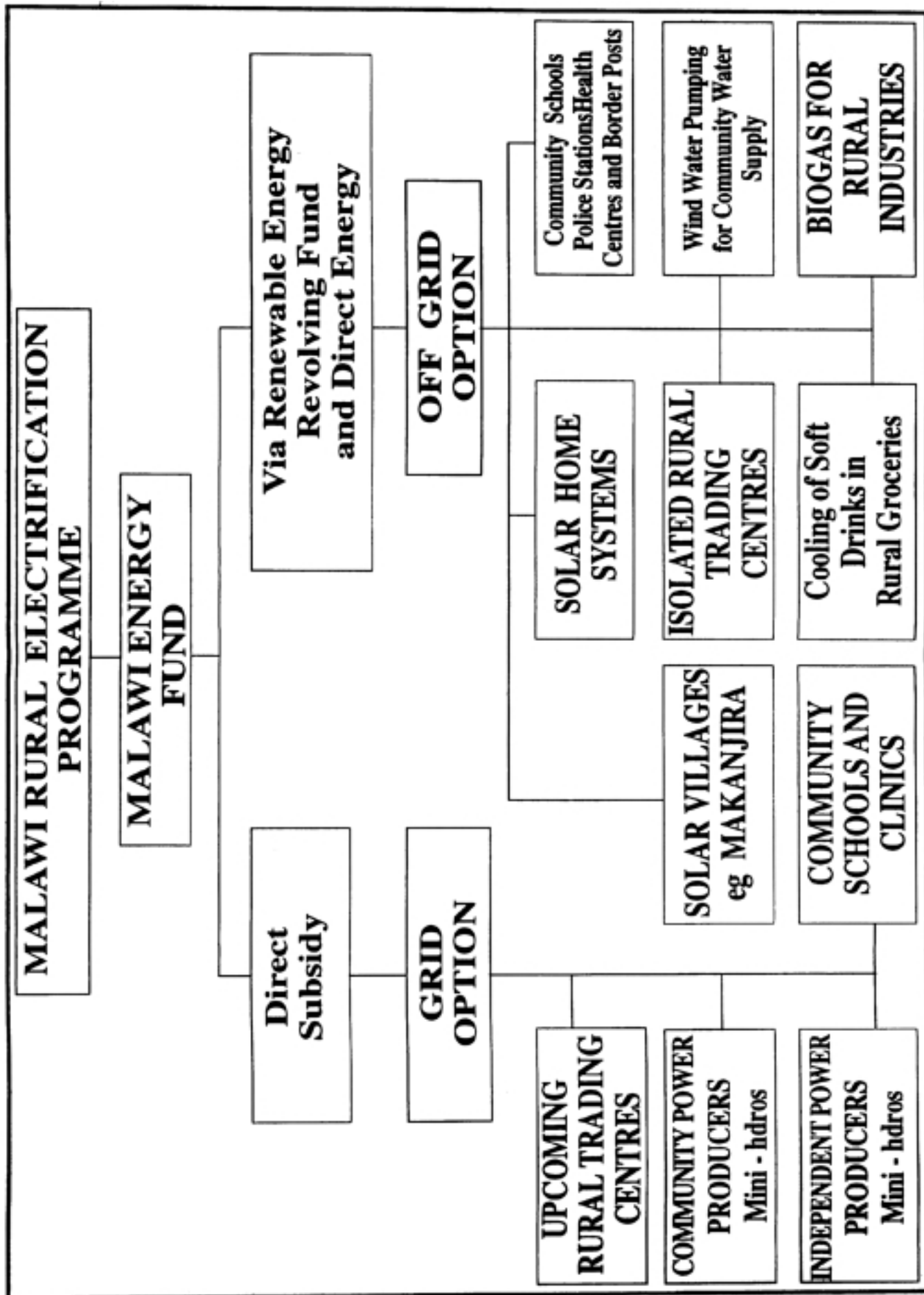


図4-4 地方電化プログラム体系図

#### 4-4 再生可能エネルギーの導入状況

マラウイ政府は、UNDPの支援のもとに再生可能エネルギー開発を促進するためのNational Sustainable and Renewable Energy Programmeを作成しており、これに沿って再生可能エネルギー開発に取り組んでいる。

##### 1) バイオマス

薪と木炭はマラウイの伝統的なバイオマスエネルギーであるが、新たなバイオマス利用として、バイオマス発電とバイオガス利用が進められている。バイオマス発電は、北部のViphya国有植林地のバイオマス資源を利用して発電しようとする計画が検討されている。この計画は、米国のBPG Development社、IFC、ドイツのGTZが共同で検討中のもので、5万kWの発電プラントをBOT方式で建設して、電気をESCOMに販売する計画である。バイオガス利用については、14のバイオガスプラントがマラウイに設置されている。最初のプラントは、1976年にブンダ大学に設置された。1990年には女性・青年・コミュニティー省が世界銀行の支援を受けてバイオガスプロジェクトを開始しており、このプロジェクトにより1991年から1996年までの間に9件のプラントが導入されている。DwangweのEthanol Companyは、1992年にアルコール醸造の糖蜜を発酵させてバイオガス（メタンと一酸化炭素ガス）を生産するプラントを設置しており、このバイオガスは同社のボイラー用燃料として利用されている。

また、1982年にEthanol Company社はサトウキビの糖蜜とジュースを原料としてエタノールを製造するプラントを建設し、現在年間に13,000klのエタノールを製造している。このエタノールはガソリンと混合して自動車燃料として利用されている。

##### 2) 太陽エネルギー

マラウイは太陽エネルギーに恵まれており、平均的なエネルギー密度は21MJ/日である。現在、マラウイには45～60Wクラスの太陽光発電装置が約5,000台設置されており、今後5カ年間でさらに5,000台が導入されるものと予想されている。現在までに設置された太陽光発電装置の約半分は維持管理が適切に行われていないため運転されていない。2001年からGEFの資金で、UNDP、DANIDAの協力によりSHSを大量導入して国内基盤を整備するプロジェクトが開始される予定である。太陽光発電装置の現在の主要なユーザーは、郵便電話施設、放送局、ヘルス施設、気象サービス局、宗教団体、水ポンプ施設、公園・自然保護区、教育センター及び個人等である。太陽熱温水器については、25年以上前から導入されているが、あまり普及していない。現在、マラウイには太陽熱温水器メーカーが2社あり、年間で約150台の温水器を製造している。温水器のユーザーは、政府機関、援助機関、教会が運営する病院、ヘルスセンター、その他の団体に限定されている。

### (3) 風力エネルギー

気象サービス局は、Chitipa, Rumphu, Mzimba, Balaka, Chileka地域は風速が4.7 m/s以上あり、風力発電の可能性があると報告している。DANIDAが風況マップを作成している。この結果によれば、マラウイ湖の島嶼部では風力発電が有望とされている。

### (4) 小水力発電

1988年に経済計画・開発局が行った調査は、マラウイのミニ水力候補地点を示している。

この調査で特定されたミニ水力地点は大半が北部地域のSongwe, Rukuru, Bua, Wovwe, Lifira, Songwe, Kalenje川流域に位置している。

また、1986年の全国水資源マスタープランによれば、Mulanje及びThyolo地区の大半の河川は年間を通じて水が流れている。このMulanje及びThyolo地区の紅茶生産者は河川近くに立地しており、一部の紅茶生産者はすでに水力発電を自社で利用している（第6章 現地踏査報告参照）。このような紅茶生産者の立地条件からミニ水力発電利用が有望であると考えられている。

## 4-5 他援助機関の地方電化・再生可能エネルギー導入に関わる活動

### 1) UNDP

UNDPは、再生可能エネルギー開発を促進するためのNational Sustainable and Renewable Energy Programme作成及び実施を支援している。

来年からUNDP、DANIDA、GEFが協力してSHS普及プロジェクト（Barrier Removal to Malawi Renewable Energy）を行うことにしており、年内にマラウイ政府とGEFが合意文書にサインする予定である。このプロジェクトの総額は、10.75百万ドルで、プロジェクト期間は5ヵ年である。このプロジェクトはマラウイにおいてSHS普及の基盤となる基礎的な需要を生み出すことであり、5ヵ年で9,000台のSHS導入を目指している。UNDPはこのプロジェクトの中で、キャパシティビルディングを担当するとともに、プロジェクトセンターの役目を果たすことになる。キャパシティビルディングとしてはこのプロジェクトを通じて、人材育成、民間部門の参加を進めることにしている。DANIDAはこのプロジェクトに対して、技術面の支援を行い、GEFは資金提供を行う。

また、UNDPは、オランダとOPECの資金援助で、マラウイを含むSADC諸国においてFINESSE（Financing Energy Services for Small Scale Energy Users）プログラムを実施している。このプログラムの目的は、技術的かつ経済的に成立し得る再生可能エネルギーを導入する事業を支援することである。マラウイにおいては、1998年5月に開かれたワークショップで、地方の照明用太陽光発電及びバイオガスに係るビジネスプランが承認された。

## 2) DANIDA

DANIDAはUNDP/GEF等の再生可能エネルギー導入計画に対するinterim supportとして、Renewable Energy in Malawiを支援しており、目標は再生可能エネルギーの商業ベースでの持続可能で競争的な市場作りである。具体的には、現実的な価格設定、規制の枠組み（具体的には再生可能エネルギー設備の輸入関税の免除措置の導入）、ファイナンス・メカニズム、法的な仕組み（購入契約、品質保証契約、サービス契約、ローン契約）の4分野に取り組んでいる。

技術的な目標としては、技術基準作成、工事業者の資格認定、システムの品質保証、維持管理契約（少なくともローン返済期間中）の4分野である。分野別の事業としては、クリニック（15箇所）、SHS（1000戸以上）、バイオガスプラント（30箇所）、再生可能エネルギー施設の補修（500件以上）、風況マップ作成、技術基準作成、試験・トレーニングセンターの設置（Mzuzu大学）、再生可能エネルギー講座（Mzuzu大学に学部、修士コースを設置）を目標としている。（DANIDAは計画作り、技術支援、融資への信用保証基金等に資金を提供するが、実際の施設整備そのものには援助は行わない。再生可能エネルギー施設の導入については個別需要家が市場で調達、試験・トレーニングセンター、大学講座開設については、提案を作成して、別途援助機関を探すことにしている。）

ファイナンスメカニズムとしては、Credit Guarantee FundとHealthcare RE Fundの2つのファンドをDANIDAの援助で設立する準備を進めている。Credit Guarantee Fundは、商業銀行が再生可能エネルギー導入に融資して返済不能になった場合に銀行が回収不可能な金額の80%を補填する（信用保証制度）ものである。Healthcare RE Fundはクリニックを対象に、再生可能エネルギー施設導入資金に援助を行うものである。クリニックは資金がほとんどないので、70～75%の資金は援助、20%はローン、5%は自己資金といった資金調達を想定している。再生可能エネルギー施設補修は、需要家が補修が必要な施設について、technical committeeに補修計画作成を依頼すると、委員会の専門家が補修計画を作成し、これに基づいて需要家が業者に補修を依頼する仕組みである。マラウイには、壊れたままのPVシステムが2000以上ある。補修技術の情報提供として、毎週土曜日の朝10時からラジオ番組を提供している。

DANIDAの援助は、2001年末で終了予定である。

## 3) その他

世界銀行はEnergy Policy作成の準備作業として、次の2つの調査を実施した。

Biomass Production and Marketing Study ( March, 1997 )

Urban Household Energy Demand Side Strategy ( May, 1996 )

Urban Household Energy Demand Side Strategyは、1995年に8都市で1,620軒の家庭を対象に行われたインタビュー調査の結果をまとめたものである。この調査は都市部の家庭のみを対象として行われたものであるが、この結果からエネルギーに対する支出は所得水準と比較して非常に高いことが示されている。

調査対象家庭の平均家族数は5.6人（子供が3人）で、3軒に1軒は最低所得層（35米国ドル/月、500クワッチャ/月以下）、逆に5軒に1軒は135米国ドル/月（2,000クワッチャ）以上の所得階層であった。一般に調理は屋外で行われており、調理に1日平均で約3時間を費やしており、このうち半分の時間は昼食の準備に使われている。

毎月のエネルギー支出の家計に占める比率は低所得クラスでは極めて高く、実質所得の33%に達しており、高所得層（2000クワッチャ/月以上）でも15%に達している。使用されているエネルギーの種類としては、薪とパラフィンが最も多く使われており、80%以上の家庭がこの2種類のエネルギーを利用している。マラウイ最大の都市であるブランタイヤでは、木炭が83%と最も多く使用されており、次いで薪とパラフィンが74%となっている。電気を使用している家庭の比率はブランタイヤが最も高く39%となっており、小さな都市ほど電気を使用している家庭の割合は低くなっている。照明用のエネルギーとしては、電気が31%、パラフィンランプが66%であり、ロウソクは主として停電時に利用されている。独立した電力量計を有する家庭の月平均電気使用量は272kWhである。家庭内の平均電化機器需要は5.062kWで、このうち56%は電気調理器で、照明機器は10%以下である。