

第 9 章 太陽光発電による地方電化計画

第 9 章 太陽光発電による地方電化計画

9.1. 太陽光発電の現状

9.1.1. ザンビアでの再生可能エネルギーによる地方電化の可能性

地方部未電化地域の電化方法として最も望ましいのは、既設の配電網を延伸して系統(グリッド)から電力を供給するオングリッド電化である。このグリッド延伸は、安定性、品質、能力など需要側のニーズを満足した電力を供給できる特徴を持っている。しかし、ザンビアでは人口密度や居住地の配置など地勢経済面の観点から、費用対効果が大きな足かせとなり地方部へのグリッド延伸が進んでおらず、グリッド延伸による電化率の向上が現実的でない地域もある。次に有効な方法として、再生可能エネルギーの利用が考えられるが、具体的な施策、利用種別、地点選定基準、技術基準など体系化されていない課題がある。

ザンビアでの再生可能エネルギーの動向について、1994年に策定された全国のエネギー政策では、地方電化の促進を主な目標の一つとしており、再生可能エネルギーに関する技術面の普及促進を支援するためにガイドラインの策定と地方電化基金(REF)を創設であった。政府は、創設に伴い地方電化基金として1995年から電気料金に3%の税金を上乗せして徴収を開始した。地方電化基金は、本来、地方電化拡大策を目的に融資されるが、実施が始まったばかりの段階では、実施機関が明確でなかったことや電化のニーズが低いことなどから経済の優勢な部分が優先された。その結果、地方の一般家庭に融資されずに一般財源に流出するなど、地方電化基金の資金分配が当初の意向に沿わない状況となった。このような背景から、政府は2003年に地方電化法を改正し、地方の農村地帯の貧困層居住地域までを対象として、電化によるサービスの拡大を目的とした組織として地方電化庁(REA)を設立した。地方電化庁の役割は、①地方における電化計画、②地方電化基金の管理と運営、③国内外からの資金の調達、④地方、農村地帯における住民向けの電化率増進の政策を推薦することである。

このように、現状では、政策や組織などが徐々に整備されている段階であり、今後、政府による具体的な推進計画が定まってくれば、ザンビアでの再生可能エネルギーを利用した地方電化の普及が大きく推進するものと考えられる。

9.1.2. 太陽光発電による電化状況

ザンビアでの太陽光発電は、パイロット事業として始まったばかりで国全体の電化率の向上に寄与する段階には至っていない。現時点では、各国のドナーからの資金援助によるESCO事業や政府の投資信託事業(ZAMSIF)による設置がほとんどである。太陽光による発電設備は、ヨーロッパや日本のメーカーの製品を中心に南アフリカ経由でザンビアの市場へ供給されており、最近では、首都のルサカを中心に太陽光発電設備の設計・設置・メンテナンス等を兼ね揃えた代理店がいくつか設立されており、ESCO事業や各国のドナーによるプロジェクトへの供給の他に一般への販売も実施されるようになりビジネスでの普及が始まってきている段階である。

(1) SIDA(スウェーデン国際開発庁)による、SHS を利用した ESCO 事業

ザンビアにおいて、太陽光発電を商業事業として最初に実施したのは、スウェーデン国際開発庁(SIDA)の支援による ESCO 事業である。この事業ではザンビアの政府方針である貧困削減の対策として、地方部未電化地域の民間部門の電化を行っている。地方電化のパイロットプロジェクトが 1998 年より開始されており、首都のルサカから東の方向 320km 位置する東部州の Nyimba、Chipata、Lundazi の 3 つの地域において、一般家屋を対象として全体で 400 システムを設置した。

ザンビアでは地域ごとにサービスカンパニー(NESCO、CHESCO、LESCO)を設立し、このサービスカンパニーが電気料金の回収、発電設備のオペレーションとメンテナンスなどを運営しており、現在も稼働中である。表 9-1にESCO事業で使用している設置戸数と図 9-1にESCOの代表的な組織図としてCHESCOの組織図を示す。

各々のエネルギーサービスカンパニーの業務範囲は、顧客に対するSHS設備(PVパネル、バッテリーなど)の供給から毎月電気料金の回収、設備のオペレーション、メンテナンスを含む。

表 9-2にSIDAによるESCO事業の標準設備を示す。一般的な家庭向けの基本設備は、4つの蛍光灯と1つの 12Vのソケットであり、照明、テレビ、ビデオ、ラジオなどに使用されている。まれに家畜の薬品を保管する冷蔵庫に供給している場合もある。ここでの顧客はアッパーミドルクラスで、教師、警官、公務員が多く、農業の従事者は 12~17%程度となっている。顧客の太陽光による電化のニーズは大きく、例えばNyimba地区では、350 戸がSHSの導入を待っている状況にある。図 9-2にロードカーブ、図 9-3にChipataで設置されたSHSの状況を示す。

パイロット事業を通じて現地の実績を評価し、持続可能性を確認するとともに技術規準、オペレーションメンテナンス、運営組織、設備の安定した市場開発など今後整備していく必要がある。

表 9-1 SIDA による ESCOs 事業

事業社名	設置戸数	設置場所
NESCO (Nyimba Energy Servicing Company)	100	Nyimba
CHESCO (Chipata Energy Servicing Company)	150	Chipata
LESCO (Lundazi Energy Servicing Company)	150	Lundazi

表 9-2 SIDA による ESCOs 事業の標準設備

設備	仕様	備考
PV パネル	55Wp (rating) 20A	クリニック等 2 枚のパネルを使用するケースもある
バッテリー	12V, 105Ah	通常 4 日分の容量
レギュレーター	プリペイド方式	電気料金は月額を前払い

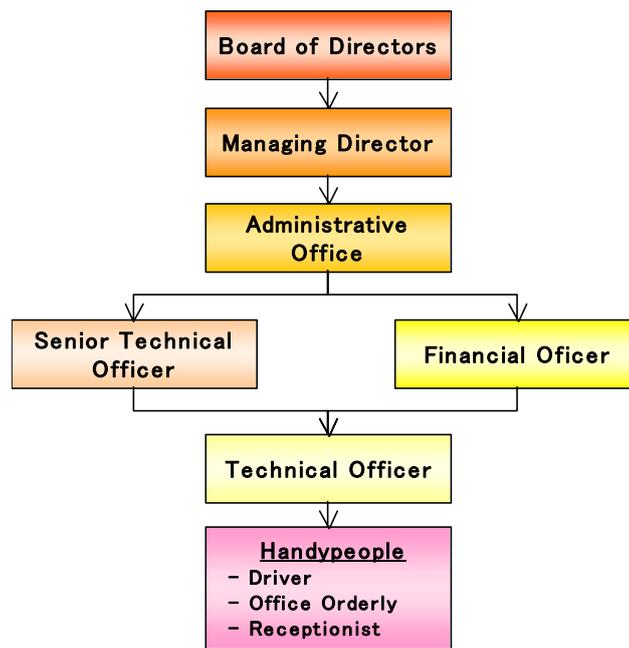


図 9-1 CHESCO の組織図

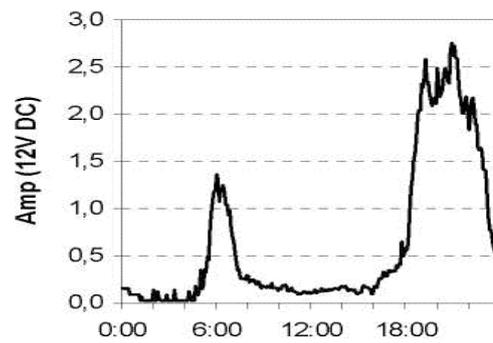


図 9-2 21 日間の平均した Load Curve



図 9-3 ESCO 事業による SHS を設置した家屋(東部州 Cipata)

(2) 政府による太陽光発電事業

(a) ZAMSIF の財政支援による事業

政府事業として世界銀行(World Bank)の資金を活用したザンビア投資信託(ZAMSIF) は、1993 年に設立され事業が始まった。北西部州の未電化地域にある学校と病院等から進められ、2001 年までには大小含め 750 箇所にて太陽光発電設備(SHS)が設置された。2006 年までにZAMSIF事業によつての太陽光発電設備の据付場所は、主に学校、教員宿舎、ヘルスセンター等で実施された。表 9-3にZAMSIFの標準設備を示し、表 9-4には、ZAMSIFにより地域毎に設置された概数を示す。

表 9-3 ZAMSIF による SHS 事業の標準設備

設 備	容 量	備 考
PV パネル	75Wp	
バッテリー	12V, 96-300Ah	通常 4 日分の容量
コントローラー	12V, 15A	通常 4 日分の容量
照明設備	11W×4, 9W×4	照明は 8 箇所
スイッチ		照明は 8 箇所

(b) ザンビア政府(GRZ)自身の資金による事業

政府は地方電化基金から出された資金を基に、2005 年に地方の未電化地域におけるリーダーの住居 165 箇所と学校 42 箇所、合計 207 箇所を対象とした 75/80WpのSHS設置事業を実施した。2006 年 5 月には、西部州のSenangaとMongu郡の 8 箇所学校を対象とした事業を継続的に実施している。資金は、太陽光発電の設備と設置費用までの範囲に使用されているが、現在、オペレーションとメンテナンスを観点にしたトレーニングを行うため必要な資金は含まれていない。表 9-5は、ザンビア政府が伝統的指導者の住居(chief's palace)に設置する太陽光発電設備を調達する際に設定した標準仕様である。

表 9-4 ZAMSIF により設置された SHS の容量

	Town/Village	Capacity (Wp)	Province	Town/Village	Capacity (Wp)
中央州	Chibombo	6,640	北部州	Chilubi	960
	Kabwe	(N.A.)		Chinsali	5,520
	Kapiri-Mposhi	3,680		Isoka	5,200
	Mkushi	1,680		Kaputa	1,440
	Mumbwa	4,640		Kasama	5,040
	Serenje	8,160		Luwingu	3,920
	sub-total	24,800		Mbala	4,240
コッパーベ ルト州	Chililabombwe	(N.A.)	北西部州	Mpika	10,000
	Chingola	(N.A.)		Mporokoso	6,080
	Kalulushi	(N.A.)		Mpulungu	2,000
	Kitwe	4,320		sub-total	44,400
	Luanshya	(N.A.)		Chavuma	1,200
	Lumfwanya	2,560		Kabompo	2,320
	Mufulira	1,440		Kasempa	3,200
	Ndola	1,520		Mufumbwe	1,680
sub-total	9,840	Mwinilunga	6,640		
東部州	Chadiza	4,480	南部州	Solwezi	4,880
	Chama	4,480		Zambezi	1,200
	Chipata	12,800		sub-total	21,120
	Katete	8,480		Choma	6,640
	Lundazi	15,040		Gwembe	2,800
	Mambwe	2,320		Itezhi-tezhi	1,440
	Nyimba	5,200		Kalomo	11,280
	Petauke	9,920		Kazungula	3,520
sub-total	62,720	Livingstone	2,160		
東部州	Chiengi	9,440	西部州	Mazabuka	3,040
	Kawambwa	960		Monze	6,240
	Mansa	3,280		Namwala	720
	Milenge	1,360		Siavonga	(N.A.)
	Mwense	1,920		Sinazongwe	3,920
	Nchelenge	1,680		sub-total	41,760
	Samfya	11,600		Kalabo	9,440
	sub-total	30,240		Kaoma	10,480
東部州	Chongwe	4,720	西部州	Lukulu	4,320
	Kafue	1,200		Mongu	5,520
	Luangwa	1,920		Senanga	13,680
	Lusaka	(N.A.)		Sesheke	4,560
				Shang'ombo	4,000
	sub-total	7,840		sub-total	52,000
				Total	294,720

出所: ZAMSIF



図 9-4 SHS を設置している家屋(Lundazi 郡)

表 9-5 ザンビア政府が調達した、住居設置用太陽光発電設備の標準仕様

技術仕様	
1.0	供給される SHS の構成
1.1	ソーラーパネル、75 Wp
1.2	バッテリー、96-300 Ah 12V DC
1.3	コントローラー、12 – 15A (Charge/Discharge)
1.4	照明 (4 X 11W & 4 X 9W)
1.5	スイッチ 5 個
2.0	設備の規格
2.1	セルの種類、結晶シリコン
2.2	バッテリー、25 ⁰ C で最低 300 サイクル、放電 80%以下
2.3	バッテリーがフルチャージで切離しができること
2.4	すべての設備は 2 年間まで保障すること
2.5	太陽パネルは 10 年間まで保障すること
2.6	バッテリーは 2 年間まで保障し、異常が認められた場合には取替
2.7	バッテリーとチャージコントローラーはロック可能なカバーを供給

出所: DoE “Evaluation Report on the Tender for the Supply, Delivery and Installation of Solar Home Systems to Chief’s Palaces”, January 2005

(c) GRZ/UNIDO/GEF プロジェクト

GRZ/UNIDO/GEF による、再生可能エネルギーの支援プロジェクトでは、当初バイオマスをエネルギーに注目していたが、その後、プロジェクト範囲を太陽光発電にまで広げた。

太陽光発電システムの計画は、2002 年に Luapula 州の Samfa 郡 Chinsanka において地点選定と評価を終え、関係機関の調整と資金調達を進めている段階である。Chinsanka 地点は、幅 1 km、長さ 2 km の範囲に 875 戸の一般住宅と 70 の店舗があり、この地域の最大の商業センターを形成している特徴がある。ザンビアは国土が広く、人口密度等からグリッド延伸の適さない地域が多いこと、またオフグリッドディーゼル発電用のすべての燃料は輸入に依存しており費用が高いことなどの課題解決として、再生可能エネルギーの利用を促進しており、再生可能エネルギーの中でも設置地域に依存しにくい太陽光発電を利用した支援プロジェクトは拡大していくと思われる。

9.2. データ収集

9.2.1. 太陽光発電ポテンシャル

(1) 気候概要

ザンビアは南緯 8～17 度、東経 23～34 に位置し、国土の面積は 752.61 千 km² である。国土の大部分は、標高 1,000–1,350m の高原であり熱帯性気候である。5 月～8 月は涼しい乾期で、気温は 5–6 月において朝晩 4℃から 5℃になることもある。9 月～11 月は暑い乾期、12 月～4 月は暑い雨季に分けられる。平年の降雨は、首都のルサカでは 8～10 月はほとんど降らず、11 月中頃から降り始め、12 月に入ってから毎日 1 度は降雨がある。北部では比較的降雨が豊富で年間 1,400mm の降水量があるが、南部では降雨が少なく年間 500mm の降水量である。

(2) 日射量と太陽光ポテンシャル

ザンビア政府の通信・運輸省が所管するザンビア気象庁のデータによると、ザンビアにおける年平均日射量は、15.66MJ (4.35 kWh/m²/day) であり、これを日本(東京)の 12MJ (3.34 kWh/m²/day) と比較すると 1.3 倍程度となっている。図 9-5 にザンビア全域の日射量マップ、表 9-6 に地域別観測所の年間日射量、表 9-7 に平均日射量/日を示す。両図に示すとおり、年間日射量は地域によらず 6,600–7,700 MJ/m² と安定しており、平均日射量も 4.35kWh/m²/day と東京の平均日射量を上回っており、十分な太陽光ポテンシャルがあることがわかる。

ザンビアにおける太陽光発電のポテンシャル量は以下の通り推計される。

推計の条件として、地方に居住する 1,288,064 世帯(2004 年の国家統計局推計)の全世帯に対して 1m² の太陽光パネル(L=1.2m × B=0.8m 程度)を設置したと仮定する。これは、ザンビアの国土面積(752,610km²)の 0.00017%(100 万分の 1.7)に相当する 1.3km² を太陽光パネルに使うことになる。次に、太陽光変換率を 0.1 とすると、発電量は年間 200GWh 程度となり、さらにこれを稼働率 80% の発電所に換算すると、30MW 級の発電所の規模に相当することとなる。

推計した発電量は、ZESCO の年間販売電力量約 3,500GWh(CEC 向けおよび輸出を除き)の 6%、発電規模は、既存の国内発電設備の定格出力合計約 1,800MW の 1.6% に相当する。

従って、豊富なザンビアの太陽光ポテンシャルの利用は、ザンビアでの地方電化にとって有効な手段の一つであると想定される。

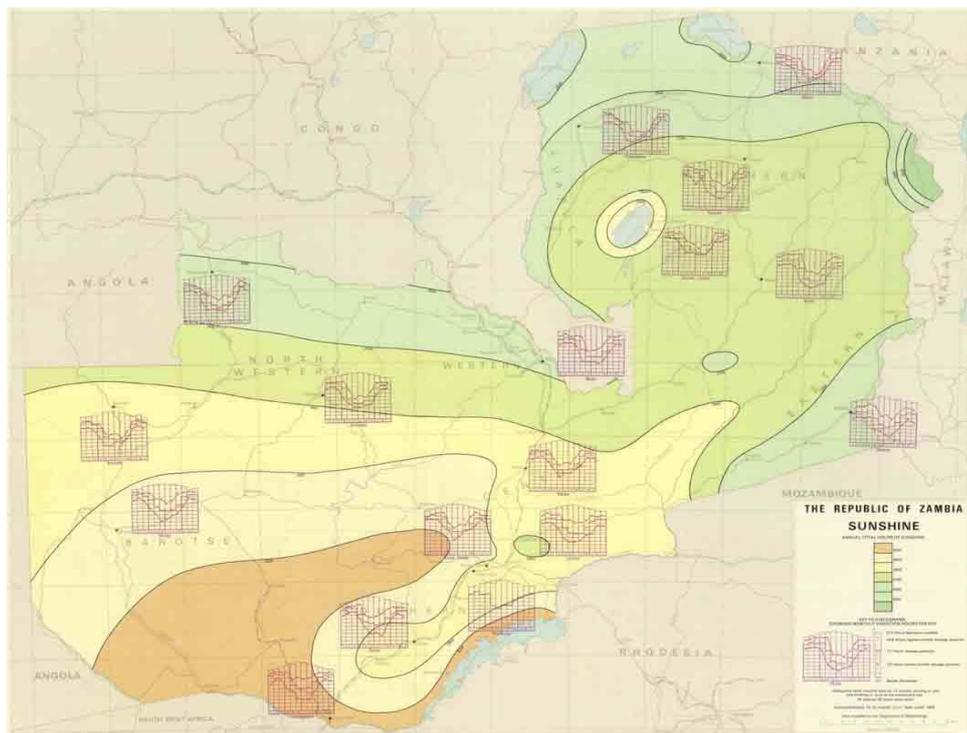
潜在賦存量(kWh/年) = 水平面全天日射量 × 土地面積(km²) × 365 (日/年) × 106 × 太陽光変換効率

水平面全天日射量(kWh/m²/日) : 4.35

太陽光パネル設置可能面積 : 1.3km²

太陽光変換効率 : 0.1%

単位換算 : 1MJ/m² = 23.89cal/cm² = 238.9kcal/m² = 0.2778kWh/m²



注: STANDARDIZED to 20years July1945-Jun1965
 出所: Department of Meteorology

図 9-5 ザンビア日射量マップ

表 9-6 ザンビアの地域別の年間日射量

				(MJ/m ² ・Year)
Lusaka	6,832	Kasempa		6,756
Livingstone	7,677	Kabompo		6,743
Ndola	6,646	Solwezi		7,318
Mansa	7,422	Kafironda		6,981
Mongu	7,187	Chipata		6,941
Kawambwa	6,999	Kafue Polder		7,701
Mwinilunga	7,093	Kabwe		7,002
Kasama	7,571	Mount Makulu		6,795
Mpika	7,613	Choma		6,981
Zambezi	6,868			

表 9-7 ザンビア地域別平均日射量/日 (2002-2005)

				(KWh/m ² /day)
Chipep	4.12	Mfuwe		2.45
Kabwe	3.32	'Misamf		4.43
Livingstone	3.69	Mongu		6.31
Lundazi	3.89	Mumbwa		3.53
Lusaka01	8.37	Petauke		3.68
Lusaka02	8.51	Solwezi		2.87
Magoye	3.84	Zambezi		2.56
Mbala	3.75	Average		4.35

出所: Zambia Meteorological Department

9.3. 既存太陽光発電の開発計画のレビュー

9.3.1. 太陽光発電の発展性と課題

ザンビアの人口は 1,150 万人(2004 年：世銀)、人口密度の平均は 13.1 人/km²(日本の 25 分の 1)である。都市部のルサカ州 63.5 人/km²、コッパーベルト 50.5 人/km²、地方部では北部州 8.5 人/km²、北西部州で 4.6 人/km²、西部州で 6.1 人/km²と都市部と地方部での格差が著しい。

地方電化の具体策の 1 つとして、既存系統の電力を利用したグリッド延伸による供給方法があげられる。上記のような低い人口密度および負荷率を考慮すると設備投資効率が低く、一般の電気料金との格差(コスト高)が懸念されるため非効率的である。

その他の方法は分散型電源の利用である。分散型電源は発電容量、電力品質、安定性、さらに資金面や技術基準、O&M など課題はあるものの、豊富なポテンシャル量を考慮すると、戸別に設置する太陽光発電システム(SHS)やその他の再生可能エネルギーを利用したオフグリッドによる電化は、グリッド延伸が困難な地域においては有効な手段の一つとなる。従って、遠隔地の地方村落においても、貧困の削減効果、地域格差の是正の観点から電化率の向上と発展性に大いに期待される場所である。

これまでにザンビアで実施されたオフグリッド太陽光発電パイロット事業を通じて知りえた課題は、以下のように要約される。

- ▶ 太陽光発電技術に関する知識や意識の不足
- ▶ 設備費用、運営費を含めた費用と需要者の支払い能力
- ▶ 地域特性に不適合な太陽光エネルギーの利用促進
- ▶ 料金支払い義務に関するエンドユーザの理解不足にともなう、料金回収状況の悪化
- ▶ 設備の使用方法に関するエンドユーザの理解不足にともなう、設備の損傷
- ▶ 専門技術者の慢性的な不足、技術者育成としての組織、トレーニング不足
- ▶ 資機材の供給システム、メンテナンス手法の確立など

9.3.2. ESCO 事業から得られた知見

ザンビアで最初に行われた ESCO 事業は、東部地域の一部の範囲に限られていたため、その範囲外の未電化されていない一般家庭、商業ベースからの電化要望が多く寄せられ、電力の存在需要は高いことがわかった。しかし、ESCO 事業における設置費用は援助機関の資金を基に行われ、運用開始以降、電気料金による収入分と事業運営費用(人件費やメンテナンス費用等)がほぼバランスする状態となっており、現状では他のプロジェクトへの再投資、資金サイクルまでには至っていない。

ESCO 事業に関して今後取り組むべき課題は、以下の通りである。

- ▶ 事業として低コストのオペレーション&メンテナンス、それに伴う組織編制の確立
- ▶ 選定基準を含む技術基準の策定
- ▶ 料金支払いへの義務や設備の正しい使用方法などの啓蒙活動

ESCO 事業が補助金の支援を受けずに事業を維持しかつ拡大していくためには、組織運営や設備の運営維持、料金回収などに関するマニュアルを整備し、業務の質を向上させていくことが望ましい。

9.3.3. REF 事業から得られた知見

REF を利用した太陽光発電設備(SHS)が政府主導で実施されており、同プロジェクトでは主に学校などの公的施設と個人向けを対象としている。個人向けでは、比較的資金力のある伝統的指導者、中流階級層といった一部の住民に提供されている。今までのプロジェクトを基に得られた知見から、今後の方策を整理すると以下のとおりである。

- ▶ 長期的計画を視野に入れた太陽光によるオフグリッド電化プログラムの策定
- ▶ 対象地域の選定基準、需要想定、太陽光による電化方法の規準化
- ▶ 持続可能性の観点からオペレーションとメンテナンスのマニュアルの策定およびトレーニングの実施
- ▶ 電気料金設定、料金回収など安定した収入の確保と効率化や合理化を考慮した支出の抑制などにより、投資増額による事業の拡大化
- ▶ 太陽光発電設備に関するマーケットの整備

9.4. 既存太陽光発電システムの現地調査と評価

9.4.1. ザンビアの太陽光エネルギーの資源と現状

ザンビアにおいて太陽光発電を利用した地方電化の目的は、一般的に現地で調達し使用されている木炭やケロシンや灯油等の依存性を縮小して、太陽光発電技術の応用により電化アクセスを促進し、生産性の向上や生活のレベル向上による貧困削減に一役を担うことである。ザンビアの太陽の年平均日射量は、6,600~7,700MJ/M2・年であり、中央州、南部州、東部州、西部州、北部州、北西部州には 7,000MJ/M2・年以上に達し、豊富なエネルギーに恵まれており、50Wp の太陽光発電設備(家庭用システム)でも年間 70kWh 程度の発電量が期待できる。しかしながら、外国のドナーや政府支援により一部導入が始まった初期の段階であり無電化戸数の普及はこれからである。

9.4.2. 太陽光発電の既設プロジェクトの評価

ザンビアではこれまで太陽光発電システムの利用は、いくつかの組織がすでにパイロットプ

プロジェクトとして実績がある。太陽光発電利用による電化事業の形態としては、ESCO 事業を通じての実施であり、電化に必要とされる資金調達と運用。制度面の設定。事業の運用管理などである。未電化地域での太陽光発電による電気の供給は、既実施のプロジェクトの結果から利用者に歓迎されており、比較的電化が容易なことなどシステムの設置希望者は多く電化への期待は大きい。しかし、太陽光発電による電化の特性として、①グリットの電化と比較して容量が小さい。②設備利用範囲に制約がある。③動力が利用できるグリットの電化と同じ便益を得ることは難しい。④著しい生産性の向上を期待するには至っていない。また、持続可能性を保証するために技術的なビジネス能力、ESCO のために組織されているが、ドナーや電化目的の相違から各組織・省庁間のコーディネーションに課題が残っている。

一般家庭での太陽光発電の利用方法は、照明とテレビ、DVD映像やラジオ付CDカセットなどであり、電気の供給で最も歓迎されるのが照明とテレビ受信、最近では携帯電話普及による充電などメディアへの利用である。今後地方電化にあっては情報の搾取に対する志向の強さを無視できない。

学校においては、この地域では、校舎等の建築構造物は、壁面に干し煉瓦を使用していることから構造上窓が少なく日中でも薄暗さを感じさせ雨季や曇りの日はなおさらで、晴天でも夕方になると同様の現象が生じ学習の効率は低く、電化後の照明による学習効果の向上は著しいものがある。既実施のプロジェクトの結果では、教室の照明により学習時間が向上し、意欲も高まることから幅広い普及が望まれている。

クリニックでは、照明として使用している効果は、例えば、マラリアの検体調査等、顕微鏡を使用が可能となり医師による診察レベル向上がはかれている。そのほかに薬品保存用の冷蔵庫に利用することにより、各種の常備薬品が増えることができた。昼間でも薄くらいクリニックは、病気疾患患者にとって負のイメージを持ち、積極的に診察を受けている状況に無かった。このように電化は、医療技術向上にも著しい変化と貢献をなしている。

9.4.3. 太陽光発電設備の現地調達の実態

ザンビアにおける太陽光発電設備の調達は、首都のルサカに数社の代理店(サプライヤー)が存在し、一般個人向け、および各ドナーのESCO事業や政府系のプロジェクトでは競争入札により供給を凶っているが基準が明確でない状況にある。既設の設備は、ESCO事業以外は、メンテナンスフリーとして販売しており、設備のトラブルが発生した場合には購入者の責任においてオペレーションメンテナンスが実施されているが技術面の観点から持続性に課題がある。2007年のルサカにおける市場調査では、太陽光発電の設備調達は、全て輸入に依存している。既設プロジェクトでの設備の主な供給もとは以下のとおりであり、供給ルートは、主に南アフリカ経由で輸入されている。

表 9-8 ザンビアにおける太陽光発電設備に関する市場調査結果

Company	Supply country	Item
Kyosera	Japan	Solar Models
Xantrex	USA	Inverter
Edwards	Australia	Solar Hot System
Steca	Germany	Charge regulators
Deltec	France	High Deep Cycle Batteries
Surrette	Canada	Deep Cycle Batteries
Mingle	Germany	Torches, Telephone Chargers
Sollatek	UK	Glowstar Protection Power promotion
Logic Electronics	Netherlands	Solar lantern

出所；調査団

9.4.4. 太陽光発電事業の組織的および合理的な実施にあたり不可欠となる項目

地方の電化率(地方電化率 3%；2007 年)を鑑みると、電化向上には長期事業となるため政府の電化ポリシーに基づいた長期的計画を視野に入れた太陽光によるオフグリッド電化プログラムの策定が重要である。政府機関が主導となり各州の意見も反映し対象地域の選定基準、需要想定、太陽光による電化方法の規準化が必要である。また、物流・工事・資機材所有・維持管理・教育訓練・資金回収等責任と連携を明確にした体系整備が肝要である。

9.4.5. 導入計画の規準及び適用技術の基準と機器仕様の標準化・技術マニュアルの整備

設置、導入、オペレーションメンテナンスに関しても、技術規格の統一、設計に関する項目、設置に関する項目などの現地の特性に見合った太陽光発電技術基準、技術マニュアルが必要である。現状では、太陽光設備調達は、輸入が主であるが、将来において現地で製造される部品の利用を推進するためには、製品のコスト及び品質が国際的なレベルに達している必要があり、太陽光発電設備に関する技術基準の制定、品質向上、コスト低減のための技術向上が求められている。

9.4.6. 設備／サービスの運用・保守・管理に関する制度・体制の整備

ザンビアにおいて太陽光発電を利用した既実施の ESCO 事業では、システムを利用者に購入させるのではなく、利用者の住宅にシステムを設置し、そこから発生する電気を利用者に供給、電気料金として徴収する方法である。設備は、政府所有され、事業主体によって維持させているが、供給量が限定されており収入も限られていることから組織の維持継続に手一杯の状況で、初期投資－収入拡大－生産の拡大(電化率向上)の経済サイクルの回転には至っていない。このような ESCO 事業では、政府から所有権の移転のためのメカニズムを決定する必要がある。ザン

ビアにおける太陽光発電設備は、利用者に購入させるのではなく、利用者の住宅にシステムを設置し、そこから発生する電気を利用者に供給した後に電気料金として徴収する方法である。今まで ESCO 事業の経験では、短期間で投下資金の回収は難しく、運営組織は安定した経営基盤を持つ必要があることから、中央組織の支援が得られながら、地方に拠点を持つ組織を構築し、独自運営できることが望ましい方法である。特に、将来的に太陽光発電による地方電化が全国へ幅広く進む場合、従来の ESCO 事業では、地域特性や格差などから運営が難しい場合も想定されることから、それを扱う組織の一元化が必要である。

政府やステークホルダーの意見を反映できた維持管理における技術者の育成、運営維持管理の統一化を図ることが望まれる。持続可能性や地域性重視の観点から、事業として、①低コストのオペレーション&メンテナンス。②それに伴う組織編制の確立。③太陽光発電設備に関するマーケットの整備。④選定基準を含む技術基準の策定などが望まれる。

9.4.7. 太陽光発電による地方電化組織体制方針について

- ① 地方電化基金 (REF) の利用することから政府担当省である地方電化庁 (REA) が一元化を図る必要がある。
- ② REA、州、郡、地方住民のキャパシティビルディングのための体制を構築する。
- ③ 地方電化は広範囲に及ぶことから各州と住民のイニシアティブと主体性を強化し、住民の設備費用負担、O&M 参加を促す。
- ④ 民間セクターの参加を促し官民の連携を行う。

表 9-9 太陽光発電による電化のステークホルダーと役割

レベル	役割
政府 (Government)	<ul style="list-style-type: none"> ・地方電化の主体となり太陽光発電の計画、普及、意思決定を行う。 ・電化事業に伴う資金管理、計画の策定、技術基準の決定、政府—州—郡—村落のキャパシティビルディングなど地方電化の上流部分を担う。
州、郡 (Province) (District)	<ul style="list-style-type: none"> ・REA と連携し、電化計画の各年次の目標を策定し、プロジェクトの承認、完成時の品質確認などを行う。 ・定期的にモニタリングを実施、REA に報告する。 ・オペレーションメンテナンスに関し指導、助言をおこない技術的な地域格差を無くす。
村落 or 組織 (Organization)	<ul style="list-style-type: none"> ・RGC もしくは各世帯がシステムの管理運用に責任を持つ ・設備導入後、地域ごとに技術者を育成する ・自ら管理できるよう技術移転を行う。

9.4.8. 人材育成

ザンビアにおける太陽光発電を利用した既実施電化事業の経験から人材、技術に関する課題は以下のとおりである。

- ①太陽光発電技術に関する知識や意識の不足。

- ②設備の使用方法に関するエンドユーザの理解不足にともなう設備の損傷。
- ③専門技術者の慢性的な不足。
- ④技術者育成としての組織、トレーニング不足。
- ⑤資機材の供給システム、メンテナンス手法の確立など。

持続可能の観点からこれらの課題解決は最優先される重要な項目である。課題解決ができない場合には、料金支払い義務に関するエンドユーザの理解不足にともなう、料金回収状況の悪化、組織継続性の危機となる可能性がある。そこで、持続可能性の観点からオペレーションとメンテナンスのマニュアルの策定およびトレーニングの実施は必要不可欠であり、設備の導入と同時に機能できるようなシステムが望まれる。

9.4.9. 技術トレーニング計画

- ①技術基準を整備し標準の O&M カリキュラムを構築する。
- ②集中型のトレーニングセンターを設立し、作成された技術基準や標準の O&M カリキュラムを基に技術指導員を育成する。
- ③技術指導員は、各州、郡単位で育成を促し地域ごとに太陽光発電の維持管理を実施する。

9.4.10. 太陽光発電の意義と結論

太陽光による地方電化は、社会的便益、地方エリア、辺境地区までの発展が望めザンビア国内の大きな課題である貧困、格差是正に大きく貢献するものである。

経済的には、使用者の負担を可能な限り求めつつ実施するが、地方電化向上には、なお公的な財政支援が必要となる。しかし、貧困地域で地方電化の期待できる多くの便益は、定量化が困難なものが多いが、地方電化、社会的・経済的安定と便益を生じさせるインフラ整備のためであるとも考えられる。太陽光発電は、電源や送配電線ソースが限られる伝遠隔地において、地方電化率の向上には大きな役割を果たすと考える。

9.5. 太陽光発電システムの設計と仕様

9.5.1. 太陽光発電設備の設計

電化対象は、地方部の経済活動の中心地である RGC である。設置は、①公共施設（学校・診療所・コミュニティーホール）、②商業施設(マーケット)、③一般家庭である。

太陽光発電の設備構成は、太陽光モジュール、架台、コントローラー、開閉器、ヒューズ、バッテリー、スイッチ、蛍光灯、プラグが主な構成部品である。ザンビアにおいては、市場で流通している太陽光パネルは、20Wp から 125Wp 程度の容量でその中から選択される。一般家庭での設計出力は、8~10W 程度の照明を 1~3 灯、ほかに出力の容量に応じてラジオ・テレビが 2~3 時間使用可能とすると設計容量は、100W 程度となりこれを標準仕様とする。学校では、照明など電化する教室や職員室など数量の確定が重要であるが、教室数が 3 室、職員室 2

室、照明・テレビ・通信等の使用機器である。診療所は、診察室・テレビ・通信・冷蔵庫・消毒器等の使用機器である。

9.5.2. 太陽光発電システムの標準仕様

ガンビア太陽光発電設備のパイロットプロジェクトの実績や調達可能性を踏まえ以下の仕様とする。

表 9-10 太陽光発電の仕様（学校）

<i>[School]</i>			
<i>Solar Equipment</i>	Specification	Unit	Amount
Solar Modules	85Wp	Piece	1
Battery	105Ah	Unit	1
Charge controller	12A	//	1
Solar fluorescent.	c/w switch 8W	//	10
Rip cord	4.0mm2	m	8
Cable	2.5mm	m	50
Roof model frame		rack	1

表 9-11 太陽光発電の仕様（一般家庭）

<i>[Private House]</i>			
<i>Solar Equipment</i>	Specification	Unit	Amount
Solar Modules	60Wp	Piece	1
Battery	105Ah	Unit	1
Charge controller	6.6A	//	1
Solar fluorescent.	c/w switch 10W	//	6
Rip cord	4.0mm2	m	8
Cable	2.5mm	m	30
Roof model frame		rack	1

表 9-12 太陽光発電の仕様（商業施設）

<i>[Public Facility]</i>			
<i>Solar Equipment</i>	Specification	Unit	Amount
Solar Modules	70Wp	Piece	1
Battery	105Ah	Unit	1
Charge controller	8.8A	//	1
Solar fluorescent.	c/w switch 10W	//	7
Rip cord	4.0mm2	m	8
Cable	2.5mm	m	35
Roof model frame		rack	1

9.6. 太陽光発電システムのコスト評価手法

太陽光発電設備のコスト評価は、導入時の設備費用と設置費用、オペレーションメンテナンス費用を含めた総計とライフタイムとの関係で評価される。設備費用は、作成された技術基準をもとに、標準仕様を決定し、ある程度の数量を考慮したロット購入をもとに競争入札などにより購入費のミニマム化を図る等の努力が必要である。設備の設置費用は、技術基準や設置マニュアルのもと熟練工による品質を確保しつつ統一化する必要がある。設置に関しては、初期段階ではローカルカンパニーを採用するが、将来的には独自で設置できるようなシステム構築も期待される。未電化地域で事業を維持しかつ拡大しつつコスト維持をはかるためには、組織運営や設備の運営維持、料金回収などに関するマニュアルを整備し、業務の質を向上させていくことが望まれ、政府主導による資金調達に関する計画および利用者負担も考慮した全体資金フローの把握したコスト評価が必要である。電気料金設定、料金回収など安定した収入の確保と効率化や合理化を考慮した支出の抑制などにより、投資増額による事業の拡大化、設備費用、運営費を含めた費用と需要者の支払い能力維持が重要である。

第 10 章 その他再生可能エネルギー計画

第 10 章 その他再生可能エネルギー計画

10.1. 他の再生可能エネルギーの現状

10.1.1. ザンビアにおける再生可能エネルギー

ザンビアにおける再生可能エネルギーとして、太陽光、小水力、バイオマス、地熱、風力がある。ザンビア政府は、以下の課題に対する解決策として、再生可能エネルギーの利用拡大に大きな関心を払ってはいるものの、現時点では、エネルギー総供給量に占める再生可能エネルギーの寄与は極めて低い。

- 将来に向けた、エネルギー供給のベストミックスの役割
- 分散型電源としての特性を活かした、地方部での電化率の向上
- 貧困地域における住民の生活水準改善を通じた健康の向上、教育水準の向上、HIV/AIDS など風土病の予防改善など

表 10-1にザンビアの再生可能エネルギー利用の有用性と可能性を示す。

表 10-1 ザンビアの再生可能エネルギー利用による有用性と可能性

Renewable Energy	Opportunities/Use	Resource Availability	Potential Energy Output
PV	Thermal (water heating), Electricity (water pumping, lighting, refrigeration)	6-8 sunshine hours	5.5 kWh/m ² /day (modest potential especially for limited irrigation)
Wind	Electricity Mechanical (water pumping)	Average 3m/s	Good potential, especially for irrigation
Micro-hydro	Small grids for electricity supply	Reasonably extensive	Requires elaboration and quantification
Biomass (Combustion and Gasification)	Electricity generation	Agro wastes Forest wastes Sawmill wastes	Requires elaboration and quantification
Biomass (biomethanation)	Electricity generation Heating and cooking	Animal waste Agro- and industrial waste Waste water	Potential requires elaboration
Biomass (Extraction, processing for transport)	Ethanol for blending with gasoline to replace lead as octane enhancer Biodiesel for stationary engines	Sugarcane Sweet sorghum Jatropha	15,000 ha to meet current demand
Biomass (for household energy)	Improved charcoal production Improved biomass stove	Sawmill wastes and indigenous trees from sustainable forest management	Reasonably extensive

出所: Centre for Energy, Environment, and Engineering (Z) Limited, 2004 National Energy Policy (MEWD), 2006

しかしながら、再生可能エネルギーの利用拡大に向けては、以下の通り多くの課題が未解決である。

- 初期投資費用が非常に高いため、政府や国際支援団体による民間への資金支援の必要性

- 設備の運営維持のための技術面での改善
- 事業維持のための近代的な経営組織の整備
- 資機材調達のための市場整備

現時点では、政府は再生可能エネルギー利用に関する政策的なガイドラインを提示しているだけで、具体的なプログラムが実施されているとは言い難い。

10.2. データ収集

10.2.1. 風力ポテンシャル

風力発電は気候、地形、周辺の環境状況によって影響される特徴がある。ザンビアは 8 カ国に囲まれた内陸国で、東側の国境線からインド洋までは 700 km、西側の国境線から大西洋までは 1,000 km の距離である。国土の標高は 1,000–1,350m の範囲にあり、緩やかな高原状の地形上に草木を主体とするサバンナが存在している。

風力のポテンシャルに関するデータとして、ザンビア気象庁が全国に 18 箇所(信頼性あるデータを入手可能なものに限定)に観測所を設け、地上約 10m の高さで風速観測が行われている。ザンビアの年平均風速を表 10-2 に示す。データは、2002 年から 2005 年の間にザンビア気象庁から報告されている観測所毎の月平均値であり、全国の年平均風速は 3.2m/s である。

表 10-2 ザンビアの年平均風速(2002-2005)_

Chipep	Kabwe	Livingstone	Lundaz	Lusaka01
4.1	3.3	3.7	3.9	(不明)
Lusaka02	Magoye	Mbala	Mfuwe	'Misamf
(不明)	3.84	4.1	2.6	4.4
Mongu	Mumbwa	Petauke	Solwezi	Zambezi
6.3	3.5	3.7	2.9	2.6
Kafiro	Mwinil	Mumbwa	Kaoma	Kabomp
1.7	1.6	3.5	1.14	1.1
Average	3.2(m/s)			

出所: Zambia Meteorological Department

10.2.2. バイオマスポテンシャル

ザンビアにおけるバイオマスエネルギーの開発は、再生可能エネルギーが総供給に占める割合を適正な水準まで向上させようとする政府の方針に沿ったものである。政府では、将来のバイオマスエネルギー開発の促進に向けた、制度的、法的条件を整備しているところである。

ザンビアでの森林資源である木材燃料(Wood Fuel)は、主に薪や炭を指し、これらの存在するエリアは 5,000 万 ha で国土の 66% をカバーすると推計されている。一般家庭における薪と炭の利用は主に料理と暖房であるが、2004 年現在で全国エネルギー消費量の 70% 以上を占め、今後

も継続的に利用されると考えられる。全国エネルギー政策 2006 年 10 月によると、料理に使用された木材燃料の比率は、実績ベースで薪 60.9%、炭 24.3%、電気 13.8%である。

2.3.節で示したとおり、今後はザンビア国全体で 2%程度の人口増加が想定される。人口増加によるエネルギー需要の拡大により、伐採量が森林の再生のスピードを超えてしまえば、森林が破壊され砂漠化など環境面に悪影響を与える課題も懸念される。ザンビアではバイオ燃料 (Biofuel：生物起源燃料)の利用に関して非常に興味を示しており、輸送セクター部門での使用が検討されている。

一般的に、バイオ燃料は大きく分けてバイオエタノール(Bio Ethanol)とバイオディーゼル燃料がある。バイオエタノールは規格外の麦・くず米・サトウキビなどの原料を発酵させれ製造する方法で、ガソリンに 3~10%程度混合して使用する。自動車が発明されたころは燃料としてエタノールが使用されていたが、安価な石油に取って代わられた経緯がある。一方、バイオディーゼルは、キャッサバ、*Jatropha curcas*(和名・ナンヨウアブラギリ)、菜種油、大豆などの作物が原料である。メタノールを加えて化学反応させ、粘度が下がるように性質を変えて使う。

再生可能エネルギーの利用拡大の必要性は叫ばれているものの、バイオマスを用いた電化プロジェクトが実施された例はこれまでない。

ザンビアにおけるバイオマスエネルギーのうち、主要作物の残存物量を表 10-3に示す。

表 10-3 ザンビア生産の主要作物の残存物

Crop	Type of residue	Average Annual crop production ^{10³t} (1987-1999)	Average Residue Annual availability ^{10³t}
Maize	Stalk+cobs	1,143.0	2,857.5
Sorghum	Stalk	29.5	59.0
Millet	Stalk	49.4	98.8
Paddy Rice	Straw+ husks	11.7	34.0
Sugarcane	Bagasse (50%wet)	1,313.3	459.7
Cotton	Stalk Gin trash	42.0	147.0 126.0
Groundnuts	Shell, Stalk	39.9	19.95 115.7
Soya beans	Straw	24.8	62.0
Sunflower	Stalk	13.2	23.1
Irrigated Wheat	Straw	58.6	102.5
Cashew nuts	Shell	2.5	5.0
Coffee	Kernel	1.4	0.7
Castor oil	Stick	0.2	0.7
Irish potato	Straw	11.1	3.3
Sweet potato	Straw	5.0	2.0
Mixed beans	Straws/peels	19.0	43.7
Cassava	Stalks/peels	122.3	89.5
Cashew nuts	Shell	2.7	5.5

出所: Annual Report of Department Agriculture 2001

生産される主要作物の中でも、砂糖やメイズは残存物(茎)の割合が比較的多い。仮にこれらをバイオマス発電の燃料に使用するならば、これらの原材料の集積能力がバイオマスの発電能力に大きな影響を及ぼすことに留意する必要がある。

ザンビアには、南部州MazabukaにZambia製糖工場、ルサカ州KafueにKafue製糖工場、北部州KasamaにKalungwishi製糖工場と 3 つの商用の製糖工場がある。表 10-4に製糖工場の生産概要を示す。

表 10-4 ザンビアの主要製糖工場における生産概要

Sugar factory	Cultivated acreage	Quantity of production (Sugar)	Quantity of production (Molasses)	Yield
Zambia Factory	15,800ha	233,765t	52,000t	111,178t
Kafue Factory	4,200ha	6,500t	15,000t	(不明)
Kalungwishi Factory	3,000ha	4,000t	800t	38,000t

出所: Final Concept Paper by The renewable Energy committee 2004

10.3. その他既存の再生可能エネルギー開発計画のレビュー

10.3.1. 風力発電

(1) 風力発電について

風力発電に適した風況は、風車のエネルギー取得量の観点から、平均風速が高く、風向が安定しており、乱れの強度が小さいことである。有望な地域の抽出を検討する場合には、まず地上高さ 30mの位置で年平均風速が 5m/s以上できれば 6m/s以上の地域を対象とし²⁶、その占有面積の大きい地域、あるいは風速階級の高い地域が密集している地域を抽出する。

ザンビア全国での年平均風速は 3.2m/sにとどまるが、5m/sを超える地域が存在するかどうかについては、詳細な調査が必要である。表 10-5に風車の定格要領から分類した基準を示す。

表 10-5 風車の定格容量からの分類

Classification	Capacity
Micro windmill	Less than 1kW
Small sized windmill	1 - below 50kW
Medium sized windmill I	50 - below 500kW
II	500 - below 1,000kW
Large sized windmill	Over 1,000kW

出所: International Electro technical Commission (IEC)

26 NEDO により発行された風力発電導入ガイドブック 2005 年版によると、発電事業を検討する目安は地上高 30 mでの年平均風速が 6m/s 以上が望ましいとしている。

(2) 過去の風力発電プロジェクト実績

ザンビアにおいて政府主導の風力発電プロジェクト実績はない。民間レベルでは図 10-1のようにマイクロ風車を利用しているところもあるが、風力の利用に関する報告はほとんどない状況である。



図 10-1 風車を設置している家屋（北部州 Shiwang'andu）

10.3.2. バイオマス発電

バイオマスエネルギーの利用については、将来に向けて様々な方法を計画している段階で実証までには至っていない現状にある。検討段階の案件としては、UNIDO によるバイオマス発電計画があげられる。GEF(地球環境ファシリティ)の無償資金を利用し、バイオマスガス化発電システムを用いて、北部州 Kapta にミニグリッドを構築する計画である。

現在はバイオマス発電設備の導入実績がないため、技術基準についても存在しない。

10.3.3. その他(地熱発電)

ザンビアの地質は古い堆積岩で覆われており、火成岩を主体とした地質である他地域に比較して温泉は少ない。しかし、長期の地質活動において貫入岩が入り込んだところには、温泉の存在が確認されており、全国では 80 箇所を超えて温泉が存在している。

1980 年代中頃にイタリア政府主導により Kapisya 温泉に 120 kW のタービンを 2 台設置したものの、近隣に電力需要が存在しないことから実際には稼動していない。ザンビア政府は他の地点で同様なプラントを復活させる構想を持っているが、その発電ポテンシャルについては不明である。

第 11 章 環境・社会配慮

第 11 章 環境・社会配慮

11.1. 国家環境戦略および環境法制

11.1.1. 国家環境基本政策

国家環境基本政策案は、2005 年 5 月に策定された。しかし、本案は、策定から 2 年を過ぎた 2007 年 8 月現在も内閣の承認を得るに至っていない。この環境基本政策は、ザンビア国憲法の下、市民社会をはじめとしたすべての市民が環境を保護する責任を有することを謳っている。本政策は、現在と将来の世代の便益のための、環境管理における民間セクター、非政府(NGO)セクター、地域住民のパートナーシップの重要性を強調している。本政策の企画立案と執行を負っているのは、観光・環境・天然資源省(MTENR)である。

11.1.2. 環境保護と汚染管理法(1990)

環境保護と汚染管理法(EPPCA)が、ザンビア国の環境基本法である(1990 年発効)。本法により国家環境委員会(ECZ)が創設された。ECZ の責任は、ザンビア国民と自然生命体の健康と福祉を保障するために、環境を保護し、汚染を抑制することである。EPPCA は ECZ の機能と権限を規定している。ECZ のボードは、環境保護や天然資源利用における特定の利害関係者(ステークホルダー)から選出されたメンバーで構成されている。MTENR によりボードの会長が任命され、ボードが ECZ 総裁、すなわち最高執行責任者(CEO)を任命する。総裁が、環境政策や政令の執行を行う。

ECZ の職務は以下のとおりである。

- ▶ プロジェクト、計画、諸政策などを把握し、環境影響評価が必要とされるものについては、関係者にその実施を要請する
- ▶ 天然資源利用とその環境影響に関する傾向を監視する
- ▶ ザンビア国のいかなる場所、いかなる主体によって、提唱・計画されているプロジェクトにおいても関連する情報提供を要請する
- ▶ 天然資源、自然環境条件の数量、質、監理手法に関する情報提供を団体・個人に対して要請する
- ▶ ザンビア政府に対し、すべての主要開発プロジェクトの初期段階において、社会・経済開発の環境への影響を検討・助言する

11.1.3. 環境影響評価規則(1997)

環境影響評価規則(以下 EIA 規則)が 1997 に公告された。EIA 規則は、EPPCA(1990)を補強し、ザンビア国における環境クリアランス過程とその諸要件のための健全な法的枠組を提示している。EIA 規則は具体的な手続きを規定しており、規則に列挙されている開発活動を企図する

いかなる者も ECZ から開発許可を受けなければならない。開発許可の有効期間は発行から 3 カ年である。本規則は、また、評価後の環境監査の枠組み、さらには ECZ の決定により不利益を被る当事者のための異議申立手続きをも規定している。

11.1.4. その他の法令・規制等

以上に述べた環境法制に加え、様々な政府行政当局により統括されている他の法政令についても、地方電化計画における環境・社会配慮において、考慮する必要がある。以下に、関連する諸法令について示す。

- 公衆衛生法(Public Health Act), 1930
- 水法(Water Act), 1949
- 雑草法(Noxious weeds Acts), 1953
- 農地法(Agricultural Lands Act), 1960
- 工場法(The Factories Act), 1967
- 天然資源保護法(Natural Resources Conservation Act), 1970
- ザンベジ川当局法(Zambezi River Authority Act), 1987
- 国家遺産保護委員会法(National Heritage Conservation Commission Act), 1989
- 地方政府法(Local Government Act), 1991
- 町村・国家計画法(Town and Country Planning Act), 1995
- 電力法(Electricity Act), 1995 および電力規制法(Energy Regulation Act), 1995
- 土地法(Lands Act), 1995 および土地収用法(Lands Acquisition Act), 1995
- 漁業法(Fisheries Act), 1998
- ザンビア野生動物当局法(Zambia Wildlife Authority Act), 1999
- 森林法(Forestry Act), 1999
- 地方電化法(Rural Electrification Act), 2003
- 以下の国際・地域会議
 - 世界文化・自然遺産保護に関する会議
 - 湿地及び水鳥の保全のための国際会議
 - 国際自然保護連合会議
 - Convention on the African Migratory Locust
 - African Convention on the Conservation of Nature and Natural Resources
 - ワシントン条約(絶滅のおそれのある野生動植物の種の国際取引に関する条約)
 - オゾン層の保護のためのウィーン条約
 - オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書
 - Agreement on the Action Plan for the Environmentally Sound Management of the Common Zambezi River System
 - 生物多様性条約
 - 気候変動枠組条約
 - 国連砂漠化対処条約
 - 移動性野生動物の種の保全に関するボン条約

11.2. 地方電化に係る環境クリアランス手続および環境諸規制

11.2.1. 環境クリアランス手続き

環境クリアランスの目的は、開発プロジェクトが潜在的な負の社会的、環境的影響を有するかどうか判定し、適正な影響緩和策を特定し、それら緩和策がプロジェクトデザインに反映されていることを確認すること、そして、社会環境指標をプロジェクト実施・運用段階において監視することである。環境評価のレベルはプロジェクトの特徴により異なる。ECZ が提供している EIA ガイドラインの中でチェックリストとプロジェクト分類カテゴリーが確認できる。

EIA規則の下では、いかなる開発及びプロジェクト提案者も、提案するプロジェクトの開始前に、環境案件概要(Project Brief : 以下PB)又は、環境影響評価書(Environmental Impact Statement : 以下EIS)を提出し、審査を受けねばならないことになっている²⁷。PBには、提案するプロジェクトが環境に与えると考えられる影響の初期的な予測についての報告書であり、環境影響評価プロセスの第一ステージを構成するものである。

PB に記載されるべき項目は、以下の通りである。

- プロジェクト地点/地域の環境
- プロジェクトの目的及び合理的な代替案
- 地点調査時、建設時、プロジェクトの運転開始後に実施される主な活動
- プロジェクトで使用される原料及びその他資材
- 固形、液体及び気体廃棄物の発生を含む生産物及び副産物
- 通常及び緊急運転状態におけるノイズレベル、熱及び放射能排出物
- プロジェクトにおいて予想される社会経済的影響及び、建設時及び運転時において、プロジェクトにより直接的に再定住を強いられる或いは雇用される人数
- 上記を考慮した場合の、プロジェクトによる予想される環境への影響
- 生物多様性、自然、地理的資源及び、時間・空間的に影響を受ける土地及び水域面積
- 影響緩和方策及び実施すべきモニタリング計画について

27 ザンビア国における環境影響評価規則は、特定の（サブ）プロジェクトに適用されるもので、マスタープランには適用されない。SEA により、環境的視点を概観することができ、マスタープランの包括的な影響を見ることができる。現行の環境影響評価規則は、SEA の承認について規定していない。SEA は、包括的なマスタープラン策定において大変有用であり、意志決定において有益な情報を提供すると考えられる。

下図にザンビア国における環境クリアランスのフローを示す。

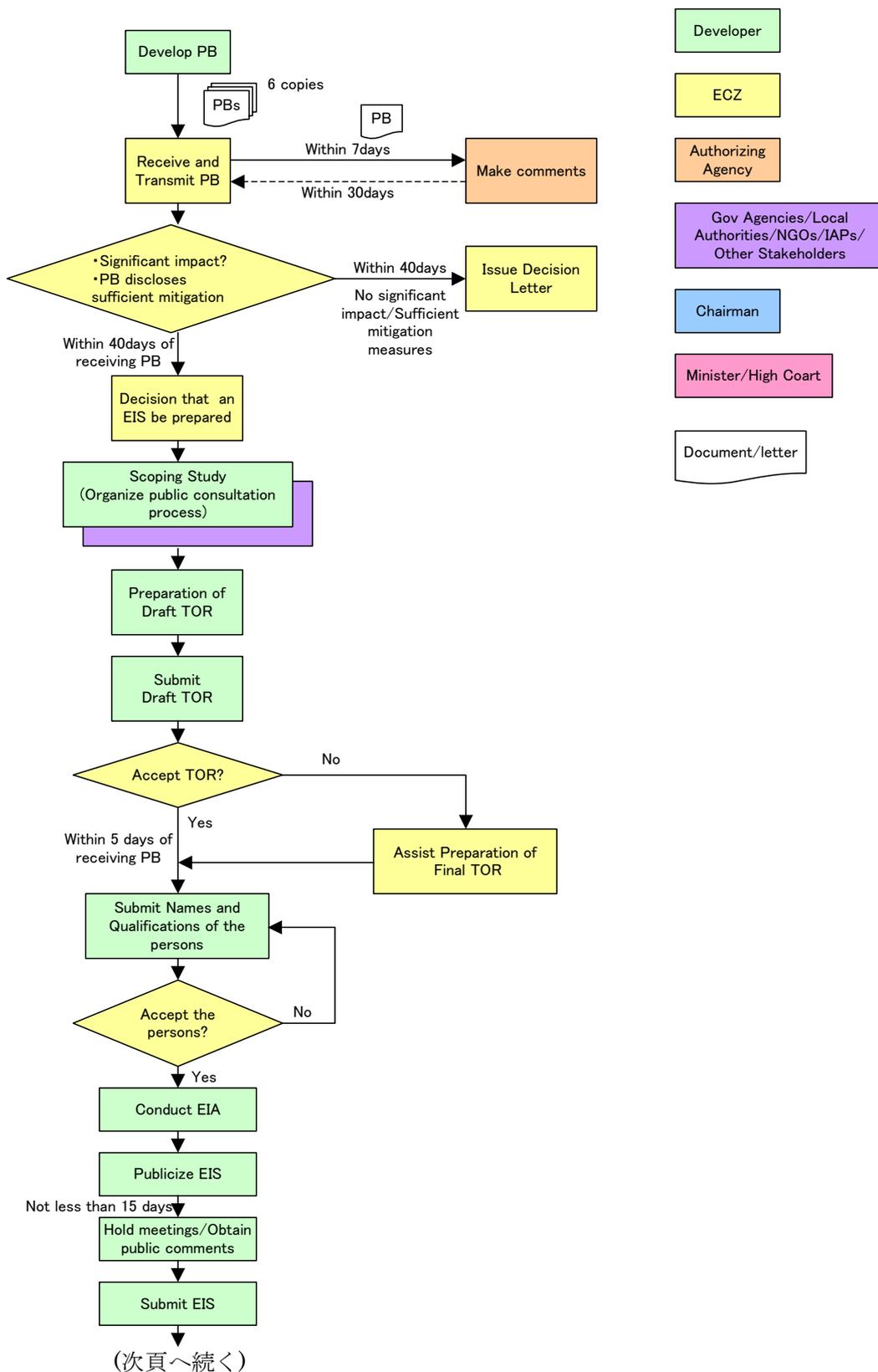
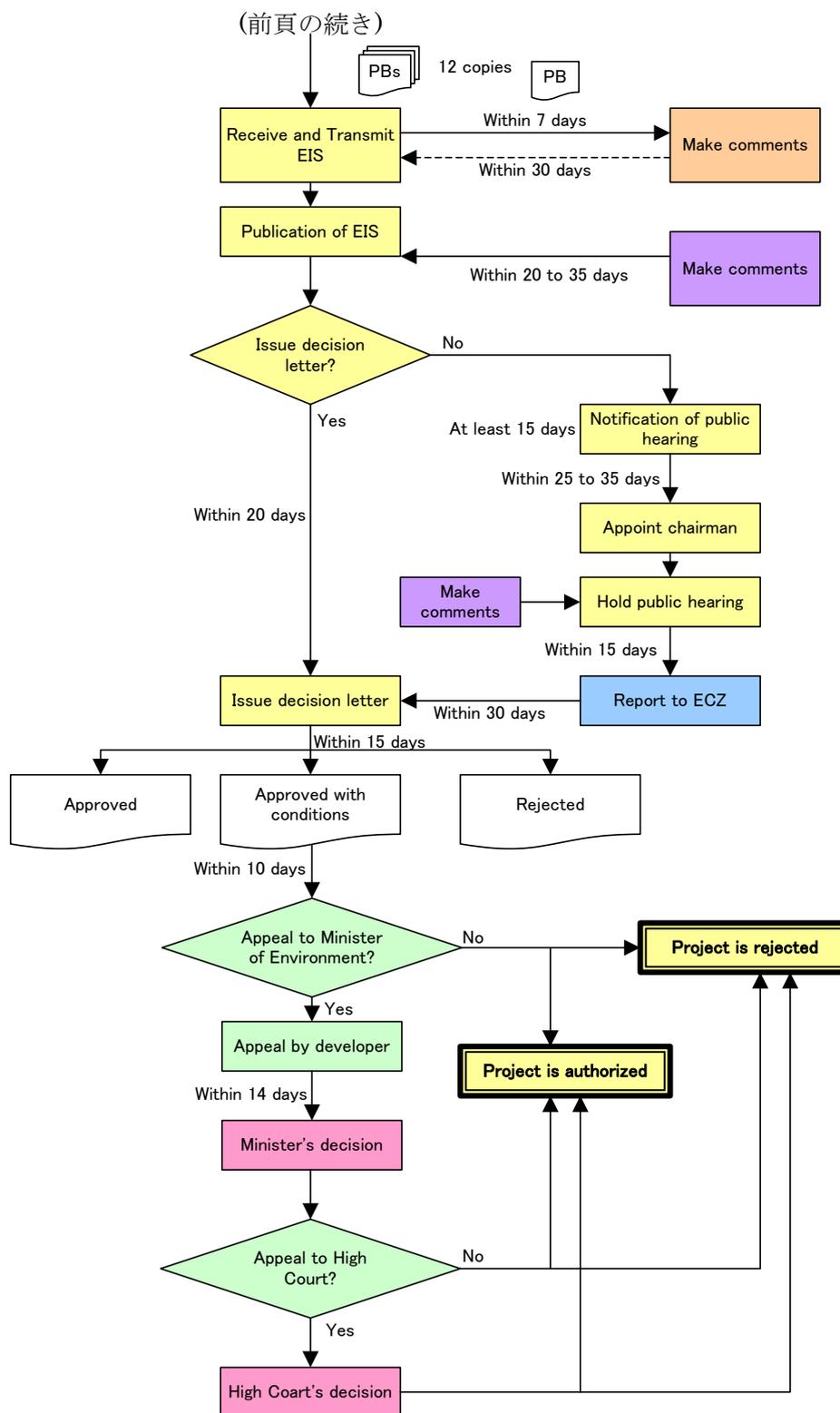


図 11-1 環境クリアランスフロー



ECZ は、開発者によって提出された PB を受領後、監督省庁に意見照会を行い、その結果と共に PB を精査する。当該プロジェクトによる顕著な環境影響がない場合は、プロジェクトの許可を提言すると共に、決定通知を発行する。プロジェクトが環境に対し負の影響があると認められた場合は、ECZ は影響緩和方策の精査に進む。PB が予想される影響を受容できるよう、十

分な軽減方策を提示していると認めた場合、影響が無い場合と同様に、プロジェクトの許可と決定通知発行となる。プロジェクトの環境に与える影響が顕著である場合には、プロジェクトの却下或いは、PB よりも詳細な環境影響評価（Environmental Impact Assessment：以下 EIA）の実施が勧告される。各サブプロジェクトについて、ECZ により PB か、或いは EIA が要求されるかの分類は、プロジェクト提案のレビュー時に、対象となる環境の開発による影響への感度に基づいて行われる。このため、通常であれば PB の提出で済むような小水力プロジェクトであっても、例えばそのプロジェクトの実施によって近接する（地方コミュニティにとって敏感な社会的影響をもつような）墓地が洪水の影響を受ける可能性があるといったケースでは、EIA を実施すべき重要性のあるプロジェクトとして格上げされることもある。

EIA の実施を勧告された場合、開発者は環境影響評価規則の各条項に従って調査を実施することになる。開発者はまず、スコーピングを行い、業務指示書(TOR)案を作成する。業務範囲の決定に際しては、政府機関、地方自治体、NGO や市民団体、その他様々な利害関係者との公の協議が義務づけられている。ECZ は、この TOR 案を精査し、受容するか却下するかの決定を下す。開発者は、ECZ の許可を受けた後、EIS の作成メンバーの資格証明書を ECZ に提出し、許可を受けた後、EIA を実施する。開発者は、EIA の結果を EIS としてまとめ、ECZ へ提出し、審査を仰ぐ。ECZ は、監督省庁へ意見照会を行うと共に、EIS を関係省庁、地方政府、準国営組織、NGO、及びプロジェクトの影響を受ける人々に公開し、幅広く意見を聴取する。また、ECZ は EIS をプロジェクト予定地域周辺の公共施設において縦覧し、公衆の意見を聴取すると共にプロジェクト予定地を周知する。また、必要に応じて、プロジェクト予定地域で市民集会を組織することもある。これら全ての意見を元に、ECZ は影響緩和方策の必要性に重点を置いて EIA を精査し、提案された対策が妥当か否かを検討する。このプロセスの後、ECZ はプロジェクトを条件付で許可するか、無条件で許可するか、あるいは却下するかを決定する。

このように、ザンビア国における、環境クリアランス手続き全体の管理・運用には、ステークホルダーの関与なしには成り立たない。プロジェクト開発者、セクター別省庁、勸業行政当局(ECZ)それぞれが責任を担っている。

前述したとおり、あるプロジェクト計画が動き出すと、開発者が環境クリアランスプロセスを開始することになる。スクリーニングを経て、開発者は、社会環境影響調査を管理・評価要件を満たしつつ、一般公衆からの助言を反映しながら、PB や EIS のような必要とされる環境評価文書を作成する。開発者はプロジェクトスコープ、社会環境影響、それらマネジメント手法、緩和策、モニタリングプログラムに関する情報を収集、開示しなければならない。

ECZ とセクター監督省庁は、共同で、国民を代表して、プロジェクト実施において、環境・文化・社会・経済的課題が的確に政府政策や法制に則る形で表出されるよう誘導することが求められている。セクター監督省庁は提案されたプロジェクトが省庁が管轄するすべてのセクター要件を充足するよう働きかける責任を担う。

11.2.2. 案件環境概要(PB)の作成が必要とされるプロジェクト

以下に案件環境概要(Environmental Project Brief)の作成が求められるプロジェクトカテゴリー

を示す。EIA 規則には、PB の作成を要するプロジェクトのロングリストが付録されているが、ここでは、電力開発に関するカテゴリのみを記す。

- 水力発電設備
- 送電線建設
- 1 キロメートル以上の配電線建設
- プロジェクトにより影響を受ける湿地
- プロジェクトにより影響を受ける自然林
- 洪水対策設備
- ディーゼル発電設備
- 揚水貯水プラント
- 住民移転のともなう設備
- 病院、診療所、保健センター、学校、専門学校、大学
- 住居設備
- 仮設住宅設備、ホテル、レストラン、ロッジ
- 上記すべてのインフラに係る補修および拡張

11.2.3. 環境評価書(EIS)の作成が必要とされるプロジェクト

以下に環境評価書(Environmental Impact Statement: EIS)の作成が求められるプロジェクトカテゴリを示す。EIA 規則には、EIS の作成を要するプロジェクトのロングリストが付録されているが、ここでは、電力開発に関するカテゴリのみを記す。

- 電力発電設備
- 1 キロメートル以上の送電線建設
- 送電線建設にともなう 1 キロメートル以上のアクセス道路
- 25 ヘクタール以上の占有面積を有するかんがい、供水、発電用ダムおよび堰
- 1 日あたり 1 万 5 千リットル以上の容量を処理する下水・排水設備
- 1 日あたり千トン以上を処理する固形廃棄物処分場
- 危険廃棄物処分場
- 10 キロメートル以上の主要道路建設および既設道路の大規模補修(国立公園や保全林を通過する場合は 1 キロメートル以上)
- 農業用、産業用、その他用途のための水保全地域における森林伐採

11.2.4. 環境審査料

修正環境評価規則(1998)によると、環境評価書(EIS)と案件環境概要(PB)レポートの審査と承認のために、プロジェクト提唱者は決められた審査料を ECZ に支払うことになっている。PB の審査料は K7,799,940 である。EIS レポートの審査料はプロジェクト価値(初期投資コスト)により異なり、K7,799,940 から K584,995,500 となっており(下表参照)、高額な審査料がプロジェクト実施主体の経済的負担となっている。

表 11-1 環境審査料一覧

プロジェクトコスト	審査料 (K)	US\$ 相当
PB 審査	7,799,940.00	1,950
EIS : US \$100,000 以下	7,799,940.00	1,950
EIS : US \$100,000 – 500,000	38,999,700.00	9,750
EIS : US \$500,000 – 1,000,000	97,499,160.00	24,375
EIS : US \$1,000,000 – 10,000,000	194,998,320.00	48,750
EIS : US \$10,000,000 – 50,000,000	389,997,000.00	97,499
EIS : US \$50,000,000 or more	584,995,500.00	146,249

注: US\$への換算レートは、1US\$ = K4,000 を適用

11.2.5. ZESCO における環境管理体制

ザンビア国の国営電力会社 ZESCO は、EPPCA(1990)の施行を機に、独自の環境方針を展開している。方針は、また、国際規準に準拠しており、環境管理における公衆の期待に応えるものとなっている。ZESCO の環境方針を以下に示す。

- ZESCO は、効果的で、安全で、かつ環境にやさしい電力エネルギーの供給を求める顧客の要求を満たします。
- 私たちの運用する天然資源を細心の配慮をもって扱います。
- 私たちは、事業運営において環境配慮を成し遂げる努力をします。すべての職員を、彼らが任務を果たす上で環境に責任を持つよう、絶え間なく教育し、動機づけ
- 環境保護を促進するという責任に直面し、将来世代の利益を考慮しながら開発プロジェクトの実行にあたります。
- 私たちの電力開発に関連する環境課題にオープンに取り組むことで、顧客やステークホルダーの私たちの行動や業務への信頼を勝ち取ります。

1996 年、ZESCO は環境社会ユニット(ESU)をエンジニアリング開発局の下に設立した。ESU のミッションは ZESCO の事業展開により発生する環境的、経済社会的諸課題への対応である。ESU の機能としては、環境諸規制の下、ZESCO 事業の円滑化を図ることである。具体的には以下の主要業務がある。

- ZESCO 事業がザンビア国環境規制を遵守しながら行われることを保証する
- ZESCO の環境ガイドラインや環境計画を策定する
- ZESCO のエンジニアリング部門やその他部門の職員に環境・社会課題解決に向けた助言を行う
- ZESCO 職員に環境、社会課題に関する訓練を行う
- 国内外において、環境社会課題分野において ZESCO を代表する
- 水資源、土地、他の天然資源、環境規制、または経済社会事象の管理責任を有する政府省庁や他の機関と連携して課題解決にあたる
- ZESCO が事業の集客地域において環境・経済社会基礎データベースの開発を行う
- ZESCO プロジェクトの環境影響評価を行い、影響範囲を特定し、影響緩和策を提示し、

提唱された緩和策実施のモニタリングを行う

- ▶ ZESCO 発送配電プロジェクトにおける環境関連業務を実施するために備上したコンサルタントを監督する
- ▶ ZESCO プロジェクトを実施するにあたり、土地収用、住民移転、補償業務を管理する
- ▶ プロジェクト地域において公聴会を開催することで、地域住民からの各プロジェクトにおけるさまざまな側面からの意見を反映し、公衆理解を促進する

現在、ESU には、マネージャー、環境専門家、土壌専門家、情報専門家、自然科学者、社会科学者、環境エコノミスト、水文学者、計 8 名の職員が配属されている。さまざまなプロジェクト従事実績を経て、ESU は環境影響評価調査における能力強化を図ってきた。ドナーの支援するプロジェクトにおいては、ESU は国内外の環境コンサルタントと共同で、国際水準の EIA を実施している。

11.2.6. 地方電化庁とエネルギー・水資源開発省における環境管理体制

地方電化庁(REA)は 2004 年 4 月に設立された非常に新しい組織主体であり、その業務能力は開発途上にある。REA の組織構成においては計画・プロジェクト担当シニアマネージャーの下に環境専門家を配置することとなっていたものの、組織設立後約 3 年間はそのポストは空席であった。しかし、2007 年 4 月に ECZ 出身の環境専門家が配置され、REA の環境管理体制は確立しつつある。REA は、環境クリアランス手続きにおいて、プロジェクト開発者が ECZ に提出した PB 及び EIS の精査過程において、ECZ から回付された当該 PB 及び EIS に対し意見を提出する他、発電プロジェクトを発電及び供給量に基づき明確に分類する役割も担っている。

一方、電力セクター政策の企画立案省庁であるエネルギー・水資源開発省(MEWD)の各局には、環境専門家を配置しているように見られるが、実際のプロジェクト実施における実務経験は限定的である。セクター戦略的環境アセスメントを可能とするためには、それら環境専門家たちの能力強化を図ることが重要である。先述したとおり、ZESCO はプロジェクト経験を重ねつつあり、例えば、ZESCO プロジェクトの EIA チームに REA・MEWD 専門家の参加を促したり、調査手法などのワークショップや講義を開催したりすることで、REA や MEWD の環境社会影響評価能力強化を積極的に支援できると思われる。

11.3. 地方電化マスタープランにおける環境社会配慮

11.3.1. マスタープラン策定段階における環境社会配慮

マスタープラン策定段階においては、直接的な環境社会影響は発生しない。しかし、マスタープランで提唱される特定の内容を実施する段階においては、ある程度、環境的、社会的配慮を行わなければならない。このため、環境社会的観点から適正な地方電化マスタープランを策定するためには、戦略的環境アセスメント(SEA)の概念を考慮する必要がある。

本調査においては、小水力ポテンシャル調査の実施によって選定された候補地点 2 箇所について、プレ・フィージビリティスタディレベルのケーススタディが実施された。同ケーススタディにおいて、調査団は、キャパシティディベロップメントに主眼を置いた初期的環境影響評

働活動カウンターパートチームと共同実施した。本内容については、第 12 章 ケース・スタ
 ディの所で詳述する。

表 11-2に、第 4 次現地調査において修正された環境社会配慮スコ어링結果を提示する。

表 11-2 環境社会配慮スコ어링

番号	項目	評価										備考	
		マスター プラン	配電線 延伸		小水力		太陽光		風力		バイオマス		
			建 設	運 用	建 設	運 用	建 設	運 用	建 設	運 用	建 設		運 用
1	非自発的住民移転	D	D	D	B	C	D	D	B	C	D	D	
2	地域経済への影響(雇用・生計への影響など)	D	D	D	B	B	D	D	D	D	D	C	
3	土地利用、地元資源の利用	D	B	D	B	B	D	D	D	D	B	B	
4	社会制度(社会インフラ、意志決定システムなど)	D	C	D	C	D	D	D	D	D	D	D	
5	既存の社会インフラ、社会サービス	D	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	
6	貧困、地元民、少数民族	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
7	便益、害の誤った分配	D	D	B	D	B	D	B	D	B	D	B	
8	文化遺産	D	B	D	B	D	D	D	B	D	B	D	
9	地域の利害衝突	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
10	水利用、水利権、共有地利用権	D	D	D	B	B	D	D	D	D	D	D	
11	衛生	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	C	
12	危険要因、感染症(HIVなど)	D	B	D	B	D	B	D	B	D	B	D	
13	地形学、地理学特徴	D	C	C	B	B	D	D	C	C	D	D	
14	地下水	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
15	土地浸食	D	B	B	B	B	D	D	C	C	D	D	
16	水文学的状况	D	D	D	B	B	D	D	D	D	D	D	
17	海岸、河岸地域	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
18	動物、植物、多様性	D	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	
19	気象	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
20	風景、景観	D	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	
21	地球温暖化	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
22	大気汚染	D	B	D	B	D	B	D	B	D	B	B	
23	水質汚染	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	
24	土壌汚染	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
25	廃棄物	D	B	D	B	D	B	D	B	D	B	D	
26	騒音、振動	D	B	D	B	D	B	D	B	D	B	C	
27	地盤沈下	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
28	悪臭	D	B	D	B	D	B	D	B	D	B	B	
29	底質	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
30	事故、災害	D	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	

注：評価区分は以下の通り
 A：深刻な悪影響が見込まれる
 B：ある程度の悪影響が見込まれる
 C：悪影響があると、現時点では考えられる
 D：悪影響はほとんど見込まれない

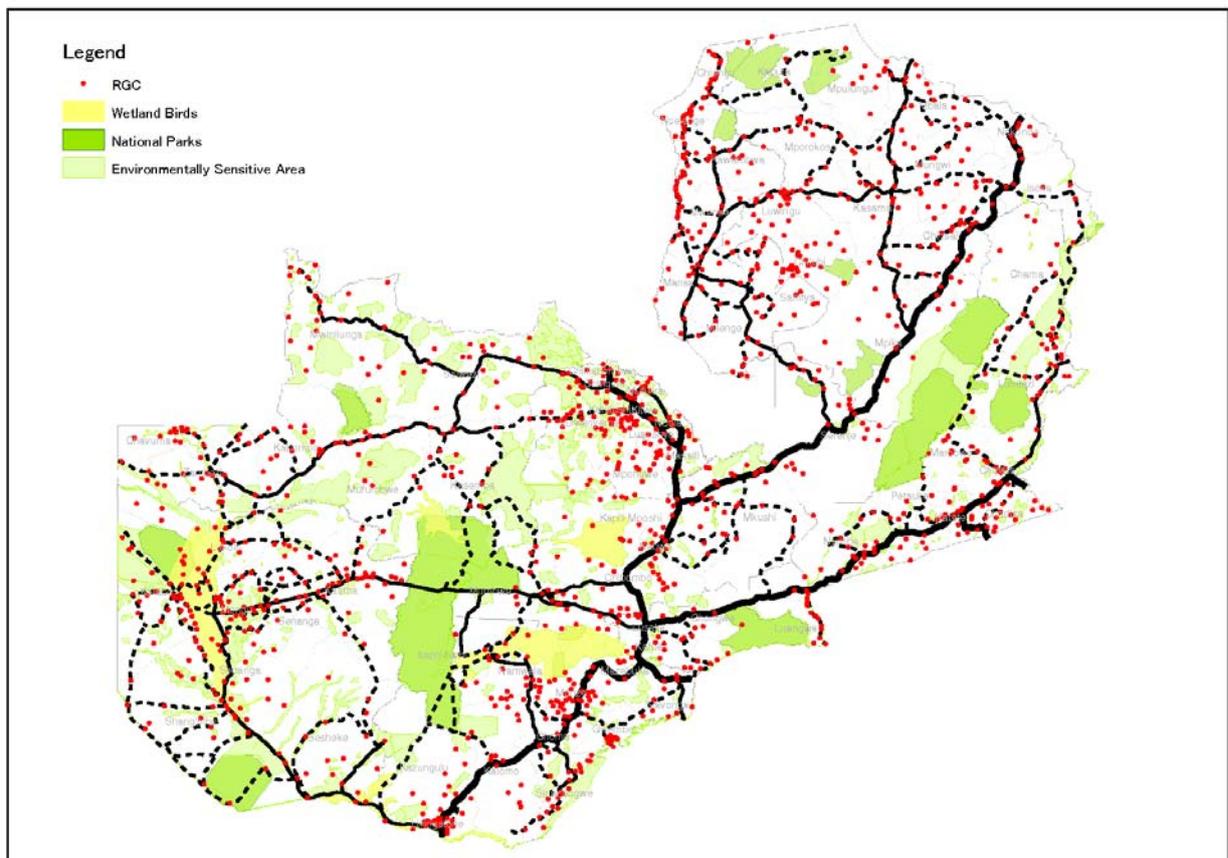
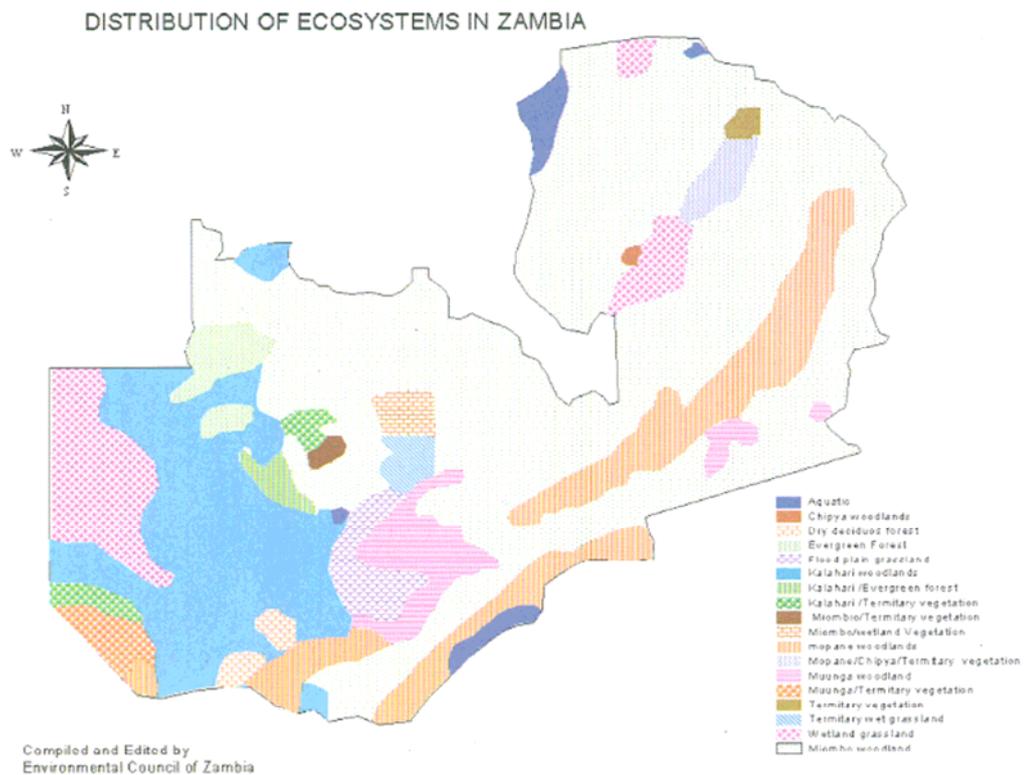


図 11-3 国立公園、環境保護指定区域、野鳥保護区域と RGC の位置関係

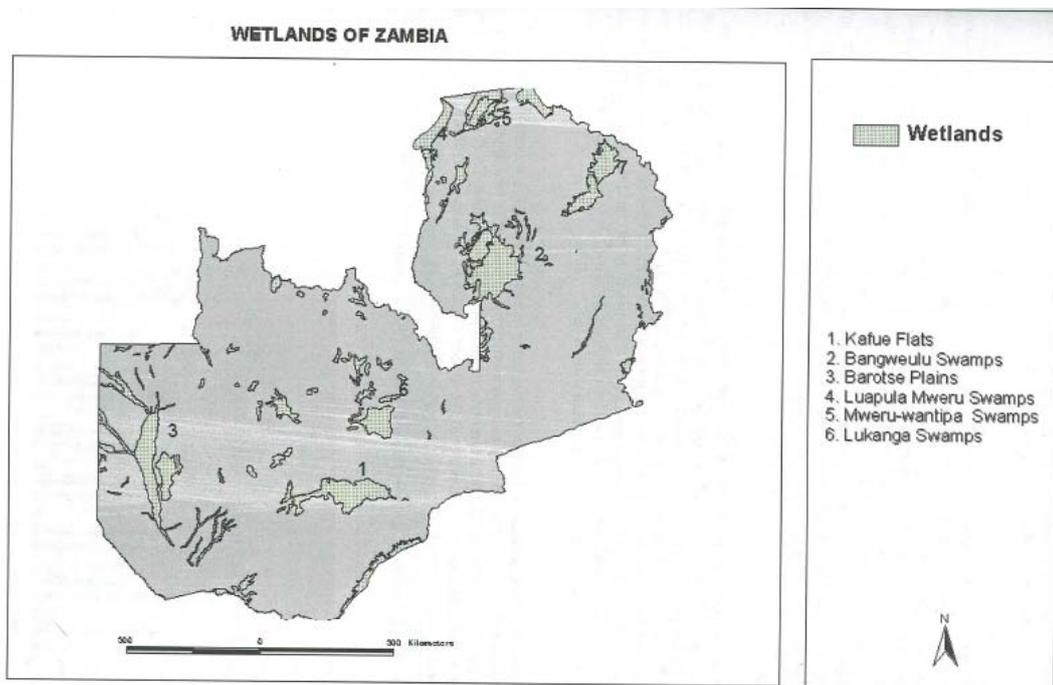
(2) 自然生態系

マスタープランのサブプロジェクトにおいて、配電線路などが、希少あるいは絶滅危惧生物を抱える生態系を通過することもあるかも知れない。工事中アクセス道路の建設、小水力発電設備、キャンプ、残土処理場、掘削等によって、生息地の破壊や、ある種については、元の生息地から移動してしまうことに繋がるかも知れない。また、小水力サブプロジェクトによって、河川の流れが変わり、流域の自然生息地からそれてしまうことにより、生息地の状態が変わってしまうことが考えられる。図 11-4 にザンビア国における生態系分布図を、図 11-5 に主な湿地帯分布図を示す。



出典 : Statement of Environment in Zambia 2000 Figure 3.2: Distribution of ecosystems in Zambia

図 11-4 ザンビア国における生態系の分布

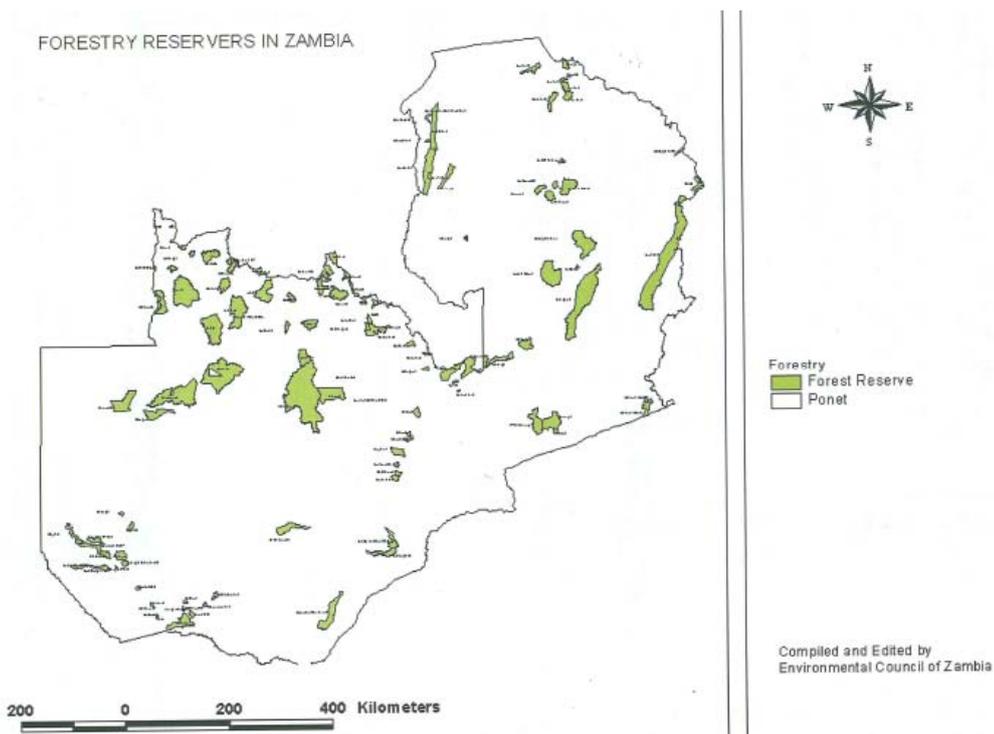


出典 : Statement of Environment in Zambia 2000 Figure 4.2: Distribution of Major Wetlands in Zambia

図 11-5 ザンビア国における主な湿地帯の分布

(3) 森林への影響

配電線建設、小水力発電施設の建設時には、廃棄物処理・投棄、現場事務所、労働者住居、工事資機材置場など、一時的な土地の占有が通常行われる。遠隔地域においては、そのような一時占有のための土地が前もって切り拓かれているということは考えにくい。そのため、用地確保のための樹木伐採が行われる。伐採にともない、樹木の喪失以外にも、非木材森林生産物(きのこ類など)への影響についても、注意深く、サブプロジェクトごとに調査が行われる必要がある。図 11-6 に、ザンビア国における森林保護区の分布図を示す。



出典：Statement of Environment in Zambia 2000 Figure 6.2: Distribution of Local and National Forests

図 11-6 森林保護区の分布

(4) 水質への影響

小水力サブプロジェクトにおいては、建設時、運用時を問わず、水質への影響が考えられる。堰、水路、トンネルの建設時の水の濁りなどによる飲料水への影響、特定水生生物への影響が挙げられる。不注意な取り扱いによって、建設機械用燃料、潤滑油、その他化学物質が河川へ流出する恐れもある。運転段階においては、水車用潤滑油の漏洩によって、水質を汚染することが考えられる。従って、サブプロジェクト実施による、これら水質への影響についても、事前に調査しておく必要がある。

(5) 土壌浸食

いかなる建設も潜在的な土壌浸食の可能性を有している。ある特定の種類の土壌は、アクセ

ス道路の建設や配電線の電柱を埋める穴においてすら、進行性の土壌浸食を引き起こしてしまう。配電線に沿った植物除去も、土壌浸食を誘発するおそれがある。小水力建設もプロジェクト敷地の洪水や地すべりの危険性を高めることになることもある。

(6) 公害

いかなる建設行為も騒音、振動、廃棄物、悪臭、大気汚染、水質汚染のような公害を程度の差こそあれ、ともなう。一方、マスタープランのサブプロジェクト運用時における公害は、最ももしくは無視できる範囲にとどまると予測される。環境評価では、そのような建設時の公害の程度を特定し、それらを最小化するような方策を提示し、避けられないようであれば、補償費を概算することが求められる。

(7) 景観への影響

配電線、小水力、他の再生可能エネルギー設備は、一度建設されれば、それまでの景観を損なうことになってしまい、地元の宗教的、文化的価値を損ねたり、潜在的観光開発の機会を奪ったりと、社会的、経済的に負の影響を地域社会に及ぼすことが考えられる。環境影響評価においては、施設の運用開始後にもそれら影響が残ることが確認されたとすると、その影響を最小化もしくは回避する方策の提案と補償費の概算が求められる。

(8) 文化、精神、宗教資産の喪失

サブプロジェクトの設計時において、文化的、精神的、宗教的資産の喪失は避けることは充分可能である。しかし、建設時に、試掘などを通じて、予期せずして、考古学的遺跡や過去の住居跡などが発見されることがある。そのような文化財は、国家遺産保護委員会のようなしかなるべき機関への照会や、利害関係者との協議の下で、移設による保存等の適切な処置が講じられない場合、負の影響を受けるかも知れない。環境影響評価においては、対応方針や補償方針について、検討をする必要がある。

(9) 住民移転

小水力サブプロジェクトにおいては、安全上の理由で、建設期間中の一時的な移転が必要となるかも知れない。また、配電線建設では、慎重なルート計画を持ってしても影響が避けがたい場合、配電線沿い或いは線下に位置する住居は、排除或いは移設されなければならないかも知れない。一時的であれ恒常的であれ、マスタープランのサブプロジェクトの一環で実施される全ての非自発的住民移転は、適切に管理され、公平で透明な方法で補償されなければならない。非自発的住民移転が不可避とされる場合は、フィジビリティ調査時点で補償費を慎重に概算しておく必要がある。プロジェクト開発者は住民移転行動計画書(RAP)を IEA と同時に作成しなければならない。

(10) 保健と安全

配電線建設、小水力建設ともに、建設労働者やそれに追従して来る人々のプロジェクト地域への流入がともなう。この外部者の流入は遠隔地村落を水により媒介される伝染病や HIV などの性感染症(STD)の蔓延などのリスクに晒すことになる。さらに、新規に電化される村落などでは、電気使用安全が大きな課題となる。環境影響評価では、これら保健・安全に関する課題の検討と保健・安全に関する潜在的リスクの低減方策の提示が求められる。

(11) ダム安全

世界大ダム会議(ダム建設技術および環境問題等関連する課題について国際的な情報交換を促進するための組織、3年に1度大会を開催)におけるダム安全基準は、15メートル以上のダム高を有する水力発電所に適用される。今回、マスタープランで提案される小水力サブプロジェクトには、そのような規模のものは見当たらない。

(12) 地域社会への影響

未電化地域への電力の新規導入は、地元住民の生活への変化を及ぼす。それまでのランプから電灯への切り替えにともない、灯油使用量が激減し、商人の灯油・ランプ機器の販売機会が奪われる。また、灯油冷蔵庫も電化冷蔵庫に更新され、サービス提供者の事業機会が減少する。さらに、あらたに引かれるであろう配電線についても、その利権をめぐり、地域間抗争が引き起こされたり、もともとある抗争が促進されたりする可能性も否定できない。サブプロジェクトが不公平なかたちで設計されることがあれば、電化が、一部の富裕層のみに利益を与えることになりかねない。本マスタープラン調査においては、地域間で公平に電化の便益が分配されるよう、サブプロジェクトのパッケージを策定するように心がけている。それぞれのサブプロジェクトにおける環境影響評価では、EIA 規則の定める手続きに従い、EIS ドラフトに対する公衆の意見聴取、公聴会の実施といった機会を利用し、地元のステークホルダーたちとの協議や理解活動を通じて、地域社会のごとの固有課題を特定し、サブプロジェクトの設計に反映できるようにすることが必要である。

(13) 補償

緩和策を導入しても残ってしまう社会的、環境的影響については、必ずプロジェクトの予算において補償されなければならない。一時的であれ恒常的であれ、プロジェクト実施・運用にともなういかなる家屋や建造物の喪失、土地・農地の喪失、農作物・樹木の喪失、踏み荒らしも、家計、コミュニティー、商売に対し、補償を提供することになる。透明かつ公平な補償方針と補償手続きの策定は、プロジェクトにより影響を受ける人々(PAPs)やコミュニティーからのサブプロジェクトへの信頼を勝ち取るために極めて重要である。

ザンビア国においては、現在の所、非自発的住民移転に関する固有の法律は存在しないが、住民移転の為の法規定に関して指針を与える様々な法律の条文がある。土地収用法においては、「補償の原則は、補償目的財産の価値は、財産の所有権を引き渡す情報の公開時に、自発的売り手によって自由市場で売却された場合に認識されると想定される当該財産価格の価値であるという原理に基づく。」としている。また、同法パート VI の下で、補償審議会が設立されており、同審議会は、土地収用法に規定するいかなる支払われるべき補償の評価においても大臣を補佐すると規定されている。また、EIA 規則パート III 環境影響評価文書 においては、プロジェクト開発者が作成する EIS の一部として、環境管理計画 (Environmental Management Plan: EMP) の記載が義務づけられており、同開発者は、当該プロジェクト固有の補償方針を提案する。

(14) ポジティブな社会環境影響

地方電化サブプロジェクトの実施による、社会環境に対するポジティブな影響も考えること

が出来る。例えば農業においては、電気が利用可能となることによって、大規模な灌漑農業が可能になり、農業収穫量の増加に繋がることが考えられる。また、地方診療所(RHC)では、電力の安定的な供給によって、夜間の診療が可能になる、冷蔵庫が使用可能になることによって医薬品の保存が容易になる、電動の医療機器導入による医療サービス品質の向上が挙げられる。更に、学校では電灯の供給によって夕方まで授業を行うことが可能となる他、教育用のコンピュータ導入により、教育水準の向上が可能となり、また児童も家庭での夜間の学習が出来ることになり、学力向上が期待できる。一方、社会福祉サービス分野においても、建設作業員の流入による顧客ベースの増加により、サービス業の規模拡大に繋がる可能性もある。以上の総合的な正の社会環境影響によって、地方経済の発展に繋がり、ひいては地域の全体的な生活水準向上につながることも考えられる。

11.3.3. 影響緩和策

表 11-3に、マスタープランで提案されるサブプロジェクトの主な潜在的影響に対し、考えられる一般的な緩和策を示す。本表においては、表 11-2 環境社会配慮スコーピングにおいて、各電化方式における評価が全てD（悪影響はほとんど見込まれない）であったもの以外の影響項目について、影響緩和策を示した。この内、特定の電化方式についてのみ考慮すべき影響緩和策には、後ろに該当する電化方式名を（）内に示した（例：（小水力））。それ以外の影響緩和策は、列挙した全ての電化方式に適用可能なものである。更に本件では、キャパシティ・ディベロップメントに主眼を置いたケース・スタディ（Pre-F/S相当調査）を、北西部州ムジラ滝、及び北部州チランブウェ滝における小水力プロジェクトについて実施し、その一環として初期的環境社会配慮調査をカウンターパートと共同で行った。（同調査結果については、第 12 章 ケース・スタディにおいて詳述する。）

表 11-3 社会環境影響への緩和策

No.	項目	評価										影響緩和策
		配電線		小水力		太陽光		風力		PAPs		
		建設	運用	建設	運用	建設	運用	建設	運用	建設	運用	
1	非自発的住民移転	D	D	B	C	D	D	B	C	D	D	<ul style="list-style-type: none"> 居住地域近隣での建設回避 被影響住民(PAPs)とのコンサルテーション 住民移転計画の策定とPAPsへの選択の提示 住民移転実施における地方政府の能力強化 NGOとの協調によるPAPsの生活力強化
2	地域経済への影響 (雇用・生計への影響など)	D	B	B	B	D	B	D	B	D	C	<ul style="list-style-type: none"> 移転支援と農業拡充プログラム 経済損失への補償
3	土地利用、地元資源の利用	B	D	B	B	D	D	D	D	B	B	<ul style="list-style-type: none"> 居住地域近隣での建設回避 被影響住(PAPs)とのコンサルテーション 早期補償支払、モニタリング、苦情申立に関する公平な制度設計
5	既存の社会インフラ、社会サービス	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	<ul style="list-style-type: none"> 広報周知プログラム 被影響住(PAPs)や地元権力者とのコンサルテーション
7	便益、害の誤った分配	D	B	D	B	D	B	D	B	D	B	<ul style="list-style-type: none"> 広報周知プログラム 被影響住民(PAPs)や地元権力者とのコンサルテーション
8	文化遺産	B	D	B	D	D	D	B	D	B	D	<ul style="list-style-type: none"> 全ての文化的遺産の回避 地元有力者や精神的指導者とのコンサルテーション 重要な文化遺産の移設と保存^{※1}
10	水利権、水利権、共有地利用権	D	D	B	B	D	D	D	D	D	D	<ul style="list-style-type: none"> 最低流量の確保(小水力) 有機無機廃棄物低減方策の実施(小水力)
12	危険要因、感染症(HIVなど)	B	D	B	D	B	D	B	D	B	D	<ul style="list-style-type: none"> 既存保健施設の強化(NGOとの協調) 衛生、マラリア、水媒介感染症、性感染症に関する保健広報プログラム 建設時の施設の提供、労働安全方策の義務付け 安全な飲料水の提供
13	地形学、地理学特徴	C	C	B	B	D	D	C	C	D	D	<ul style="list-style-type: none"> 地表にやさしいデザインの適用 指定されたアクセスエリア以外での作業の制限 緑化及びその維持管理
15	土地浸食	B	B	B	B	D	D	C	C	D	D	<ul style="list-style-type: none"> 排水路確保、建設時の臨機応変な回避技術の適用 建設時掘削土の埋め戻し アクセス道路を発電所ゾーン内へ制限(小水力)
16	水文学的状況	D	D	B	B	D	D	D	D	D	D	<ul style="list-style-type: none"> 最低流量の確保(小水力)
20	風景、景観	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	<ul style="list-style-type: none"> 設計段階での文化的、景観的価値への配慮の実施 再緑化による保護
22	大気汚染	B	D	B	D	B	D	B	D	B	B	<ul style="list-style-type: none"> 建設機材の使用制限
25	廃棄物	B	D	B	D	B	D	B	D	B	D	<ul style="list-style-type: none"> 建設時の有機無機廃棄物低減方策の実施 適切な廃材投棄処理(埋め立てなど) 掘削岩の建設資材としての再利用 殺虫剤除草剤の使用制限
26	騒音、振動	B	D	B	D	B	D	B	D	B	C	<ul style="list-style-type: none"> 建設機材の使用制限 居住地域近隣での建設回避
28	悪臭	B	D	B	D	B	D	B	D	B	B	<ul style="list-style-type: none"> 建設時の化学物質、殺虫剤、油類の使用制限 適切な廃材投棄処理(埋め立てなど) 適切な悪臭対策(保管方法、脱臭装置)
30	事故、災害	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	<ul style="list-style-type: none"> ダム設計や安全性に関する第三者レビューの実施(小水力) 新規ユーザー向け電気使用安全教育の実施 建設、保守管理従事者向け作業案件教育の実施

注：評価区分は以下の通り

- A：深刻な悪影響が見込まれる
- B：ある程度の悪影響が見込まれる
- C：悪影響があると、現時点では考えられる
- D：悪影響はほとんど見込まれない

※1：11.3.2 (8)文化、精神、宗教資産の喪失 (P.11-15) を参照のこと。

11.3.4. 代替案の検討

ザンビア国地方電化マスタープランにおいて提唱される電化方式の代替案としては、ディーゼル発電の拡大、太陽光発電システムによる電化、その他再生可能エネルギーによる電化、及びゼロ・オプション、つまり提唱される方式による電化を行わないというオプションが考えられる。以下に、各代替案について述べる。

(1) ディーゼル発電の拡大

ZESCO は、地方都市の電化のため、11 のディーゼル発電設備を保有している。しかし、ディーゼル発電設備から排出される温室効果ガスが環境に与える負の影響は無視できない。

また、窒素酸化物(NOx)、ディーゼル燃料に残留する硫黄に起因する硫黄酸化物(SOx)の排出は、大気汚染や酸性雨の原因となる。このように、ディーゼル発電設備の導入拡大は、設備運用時における大気汚染物質を放出しない送電線延伸、マイクロ水力発電設備による電化に比べ、設備立地点のみならず、広域に及ぶ大気環境影響が大きいと考えられる。一方、ザンビア国におけるディーゼル発電用の燃料は輸入に依存しており、国際的な価格変動の影響を大きく受ける燃料による発電設備の導入拡大は、電気料金の値上げに繋がるリスクがあり、低所得者層の多い地方部においては、電化が行われたものの、その料金を支払うことができず、利益を享受できないという社会問題の繋がりがかねない。ザンビア国政府による、全 72 郡の郡中心部(BOMA)は電化させるという方針により、隣国との国境近くに位置し、既設配電グリッドから遠隔地にあり、送電線延伸による電化が著しく困難な一部地域については、2007 年 1 月時点でもディーゼル発電所の運転開始が予定されていた箇所が例外的にあるものの、全国的な地方電化の推進において、ディーゼル発電設備の導入拡大が図られる可能性は極めて低いと考えられる。

(2) 太陽光発電システム (SHS) による電化

SHS による電化は、自然から得られる再生可能エネルギーを用いていることから、ディーゼル発電等の化石燃料を用いた発電設備による電化と比較した場合、広域的に影響を及ぼす温室効果ガスや大気汚染の原因となる窒素酸化物・硫黄酸化物等を排出しないことから環境への負荷は小さいと考えられる。しかし、SHS に付随するバッテリーに使用されている有害物質の鉛は、人体の健康に影響を及ぼすことが考えられることや、電解液として使用される劇物の希硫酸の液漏れによる人体や土壌への影響などが考えられるため、使用寿命により廃棄されるバッテリーの適切な処理について配慮する必要がある。

(3) 風力発電による電化

風力発電に適した風況は、風車のエネルギー取得量の観点から、平均風速が高く、風向が安定しており、乱れの強度が小さいことである。風力発電導入ガイドブック (NEDO、2005 年) によれば、発電事業を検討する目安は地上高 30m での年平均風速が 6m/s 以上が望ましいとされている。一方、2002 年から 2005 年の間にザンビア気象庁から報告されている観測所毎の月平均風速値及び全国の年平均風速 3.2m/s となっている。風力発電に適した風況を有する地域についての現状の調査結果によれば、風力発電による電化の実施は極めて困難と考えられるが、今後の詳細な調査によって、適切なサイトが確認された場合には、社会・環境への影響についての

検討が必要であると考えられる。

(4) バイオマス発電による電化

バイオマス発電は、農産廃棄物を有効活用出来ること、及び排出されるCO₂の量が、ライフサイクルで見ると大気中のCO₂を増加させることにならない（カーボンニュートラル）²⁸という点で、環境への負荷が小さい発電方式と言える。しかしながら、原材料の集積能力が発電能力に大きく影響するため、バイオマス発電による電化の全国的な展開は、現段階では難しいと考えられる。しかしながら、将来的にバイオマス発電による電化を大規模に実施する場合は、燃焼発電の場合、排気ガスの処理や、悪臭防止対策等に配慮する必要があると考えられる。

(5) ゼロ・オプション

本調査によるマスタープランで提案される電化（小水力発電設備によるオフグリッド電化、既設配電グリッドの延伸、既設配電グリッドから遠隔地にあり、更に小水力ポテンシャルサイトがない未電化村落における SHS による電化）が行われない場合には、前述のディーゼル発電設備の導入拡大を主体として、2002年に策定された貧困削減戦略書(PRSP: Poverty Reduction Strategy Paper)において掲げられた2010年までに家屋電化率を35%(都市部で50%、地方部で15%)まで引き上げるという中期目標を達成する必要が生じる。しかし、上述の通り、その実現可能性は極めて低く、その結果として貧困削減を目的とした家屋電化率の向上が極めて困難なものとなることが想定される。

11.3.5. 環境社会影響に関するモニタリング

現在のザンビアにおける環境管理体制の下では、環境社会影響に関するモニタリングプランは、プロジェクト開発者がプロジェクト実施前にECZに提出するEISの一部として包含されるものであり、EIAのプロセスにおいてECZの審査を受けることになっている。本内容については、EIA規則に規定されている。このため、実施体制及びモニタリングの具体的な方法は、プロジェクトの条件により個別に提案されるものである。

政府機関としてのモニタリング実施に際して必要と考えられる能力強化策については、既に2006年10月にDOEが報告した、エネルギー・情報・コミュニケーション技術サービスのアクセス向上プロジェクト（Increased Access to Energy and Information and Communication Technology Services Project）（世界銀行、地球環境ファシリティー、その他援助機関、及びプロトタイプ炭素基金による資金援助による）の為の環境社会管理の枠組みという報告書²⁹において、必要な実施体制の強化方策が提案されている。その方法としては、電力セクター計画者、設計・建設・保守要員のトレーニング実施、MEWD及びREAスタッフのトレーニング、及び環境検査者及び郡環境官の支援が挙げられている。同トレーニングは、REA主催によりMTENR、ECZ、及び民間の環境管理スタッフにより実施される短期集中セミナー形式となっている。

また、同報告書におけるモニタリング計画においては、REA内への環境管理ユニット

28 「環境に適した分散型電源導入ガイドブック」、財団法人 広域関東圏産業活性化センター、2003年3月

29 Environmental And Social Management Framework for the Increased Access to Energy and Information and Communication Technology Services Project, October 2006, MEWD DOE, The Republic of Zambia

(Environmental Management Unit (EMU)) の設立後、ECZ と共に以下の内容を実施することとしている。

- モニタリングのための環境パフォーマンス指標の確立
- プロジェクトの実施
- モニタリング及び監査情報を記録する為の標準様式の考案
- 3年毎の評価依頼

本地方電化マスタープラン開発調査においても、上記フレームワークを適用することが望ましいと考えられる。