No. 7

ジンバブエ共和国

太陽光発電地方電化促進計画

事前調査報告書

平成8年11月

JICA LIBRARY
J 1132169 [2]

国際協力事業団
鉱工業開発調査部

鉱調資
JR
96-157

ジンバブエ共和国太陽光発電地方電化促進計画 事前調査報告書 平成8年11月 国際協力事業団鉱工業開発調査

534
543
MPN

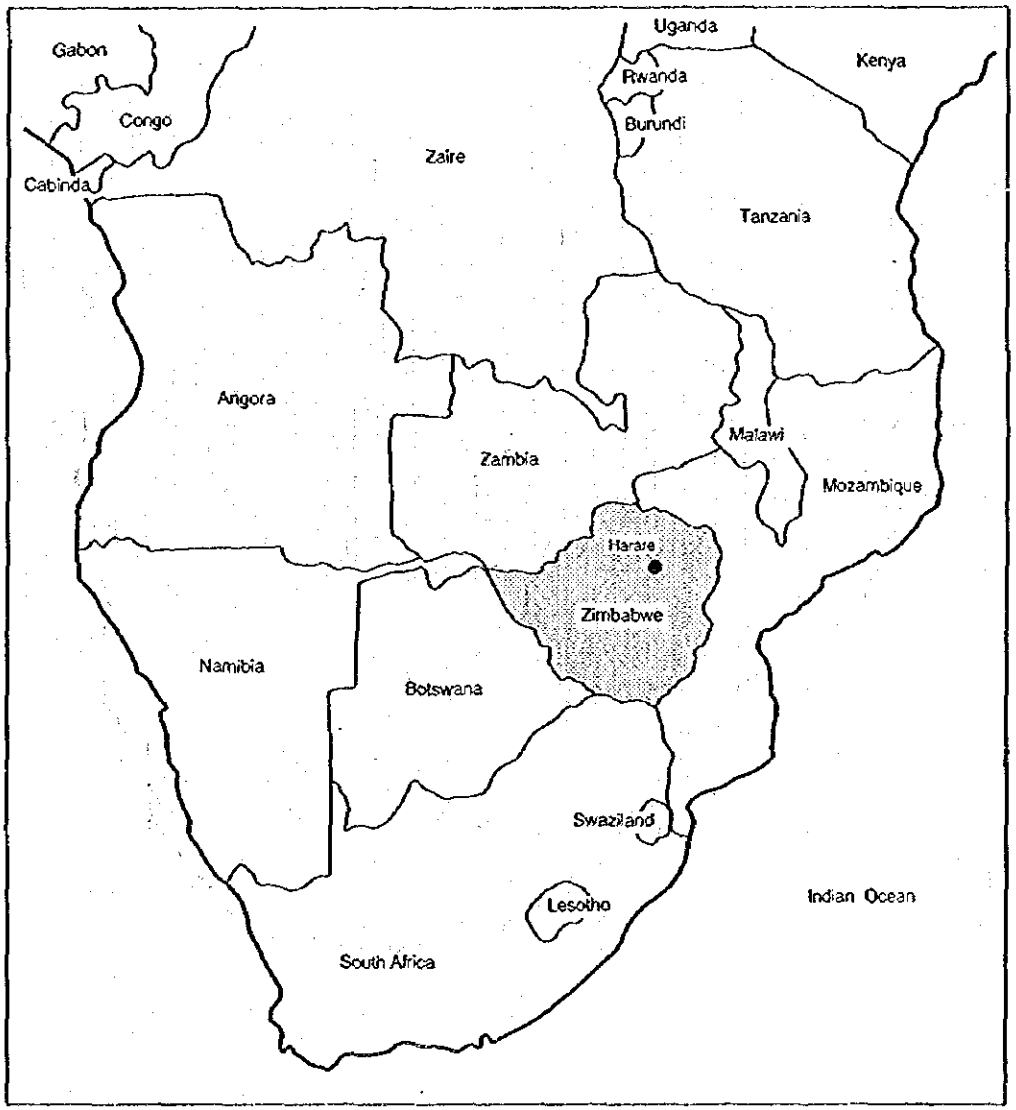
ジンバブエ共和国
太陽光発電地方電化促進計画

事前調査報告書

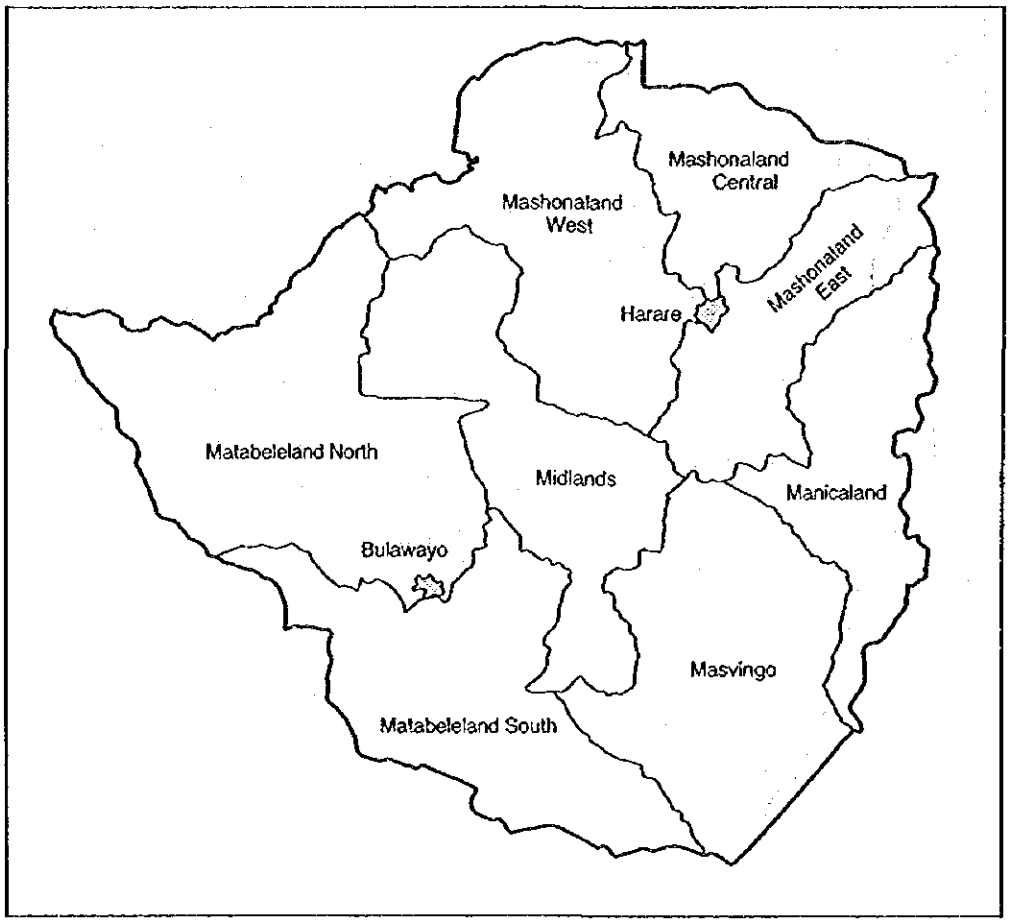
平成８年１１月

国際協力事業団
鉱工業開発調査部

1132169(2)


Gabon
Congo
Cabinda
Zaire
Uganda
Rwanda
Burundi
Kenya
Tanzania
Angora
Zambia
Malawi
Mozambique
Harare
Zimbabwe
Namibia
Botswana
Swaziland
Lesotho
South Africa
Indian Ocean

ジンバブエ 位置図


Mashonaland
Central
Mashonaland
West
Mashonaland
East
Harare
Matabeleland North
Midlands
Manicaland
Bulawayo
Masvingo
Matabeleland South

ジンバブエ 行政区分図

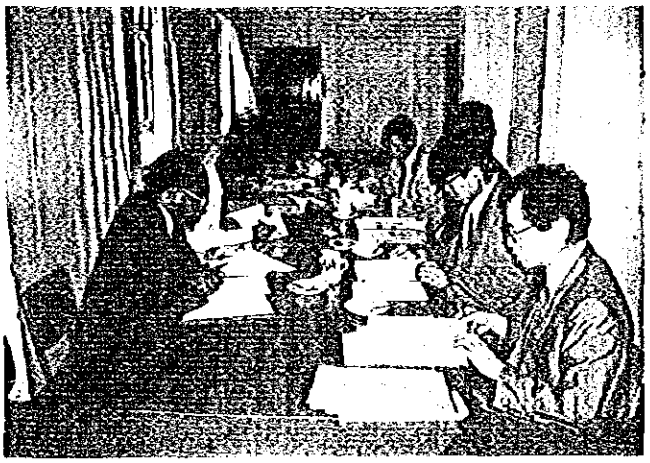


写真-1　DOE協議（左より：Mr. C. T. Mzezewa、Mr. K. Mashange）

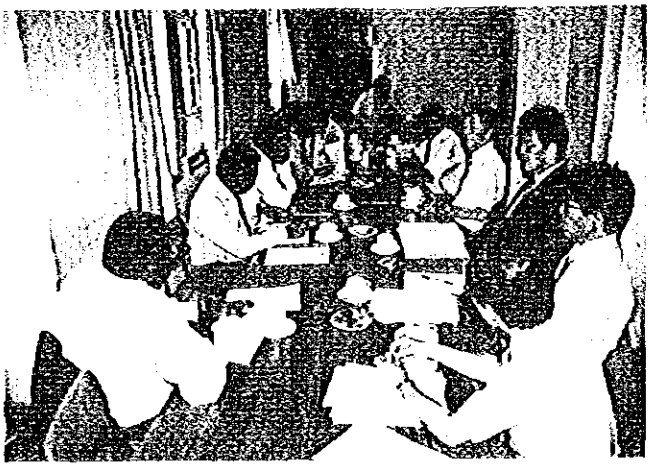


写真-2　ラップアップ合同ミーティング（DOE、PMU、ZESA、SEIAZ、JICA）

写真-3　M／M署名（DOE：Mr. C. T. Mzezewa、JICA：林団長）

写真-4　S／W締結（DOE：Mr. C. T. Mzezewa、JICA：林団長）

写真-5　PMU協議（右端：Dr. G. Mandishona）

写真-6　Sollatek社面談（Dr. Regis F. Dzenga、SEIAZ会長でもある）

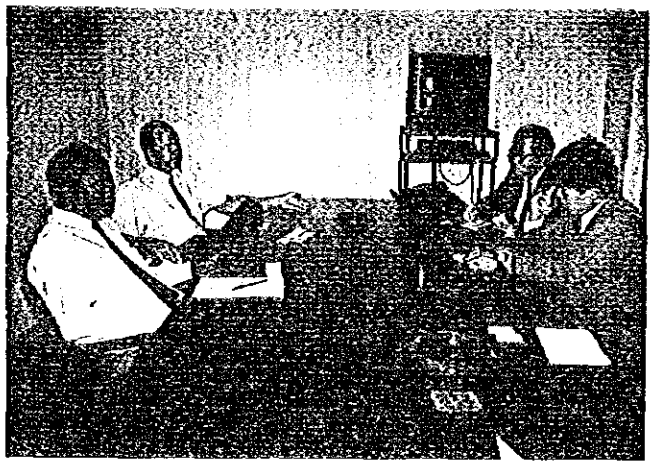


写真 - 7　Solarcomm社 面談
（左より：Mr. B. Chikoore、 Mr. V. Manning）

写真 - 8　Southern Center 面談（奥より：Mr. T. A. Kureya、
Dr. R. S. Maya、Mr. N. Nziramasanga）

写真 - 9　Biomass Users Network 面談
（Ms. Priscilla Dembetembe）

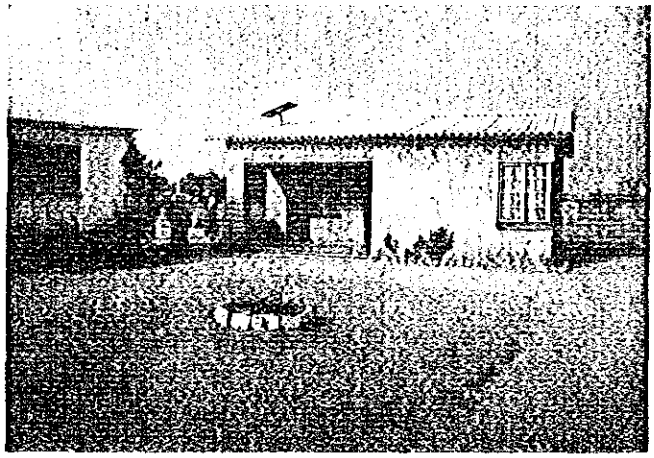


写真 - 10　PVシステムを利用している農家

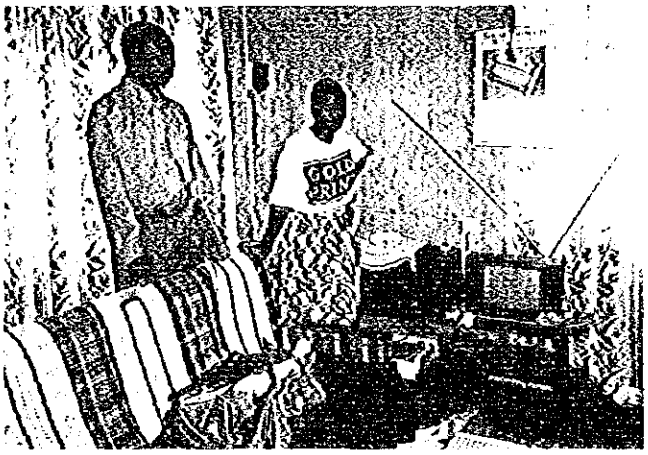


写真 - 11　ミニコンポ（ラジオ、カセット、CD）、
テレビも利用している（同農家）

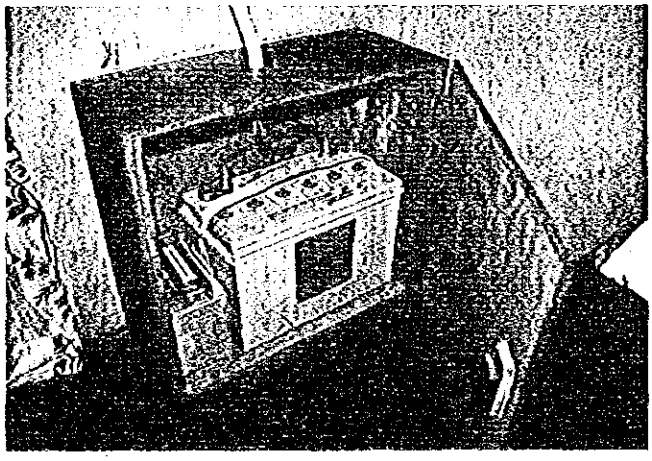


写真 - 12　バッテリーボックスには予備蛍光灯を保管
している（同農家）

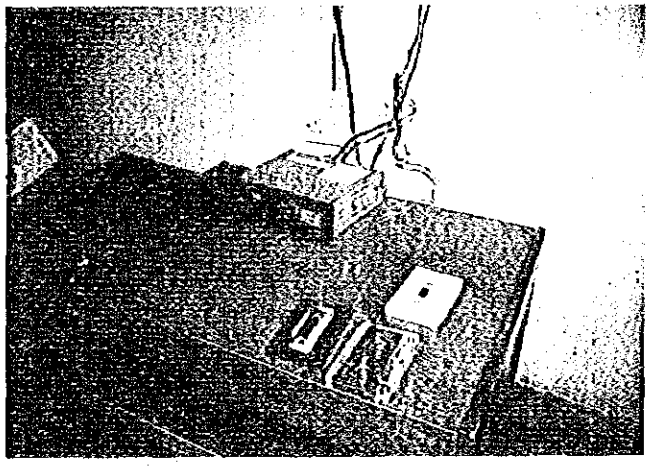


写真 - 14　BGMとしての音楽は欠かせないため、
12V直結できるカーステレオを流用（同商店）

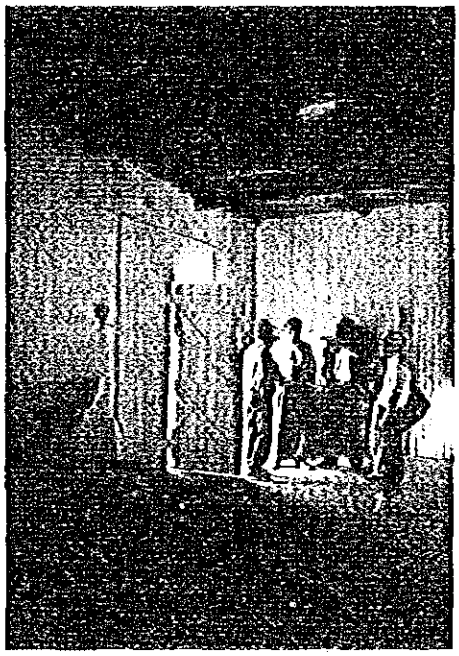


写真 - 13　商店での利用例　バッテリー、チャージコントローラ、照明が倉庫に配置されている

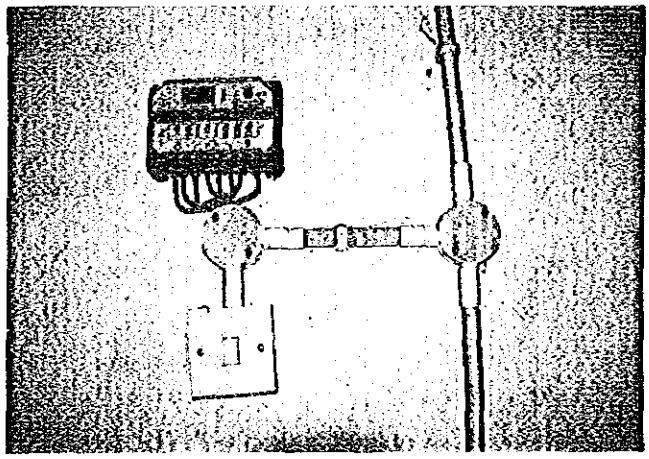


写真 - 15　液晶モニタ付きチャージコントローラ
配線は導管で固定している（同商店）

写真 - 16　冷蔵庫、冷凍庫が数台設置されているが
パラフィン燃料式である（同商店）

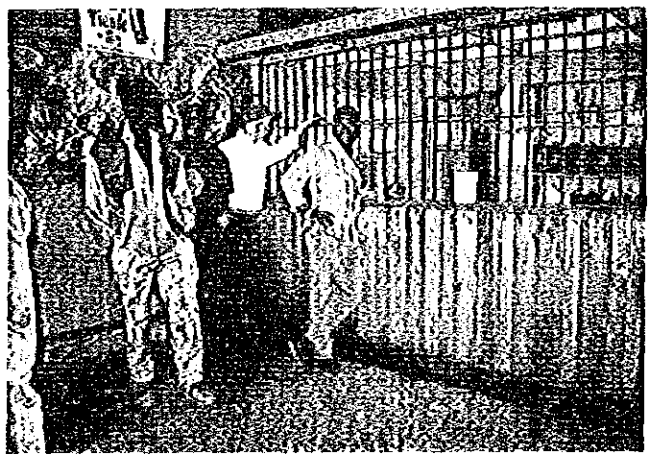


写真 - 17　隣室のチブクバー　PV利用で可能になった音楽
と夜間の照明は客数増加をもたらした（同商店）

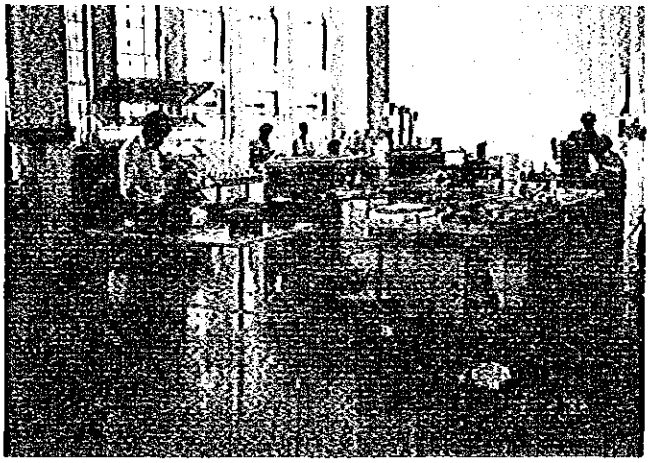


写真 - 18　Solltatek社工場内部

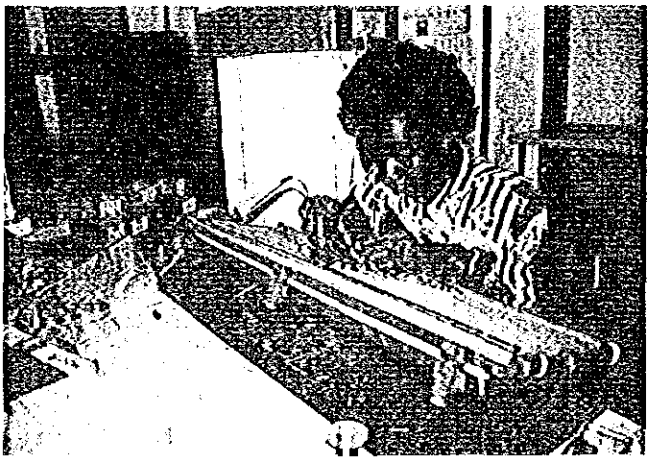


写真 - 19　インバータのプリント基板に部品をハンダ付する作業（全て手作業）

写真 - 20　インバータを蛍光灯ブラケットに内蔵する作業

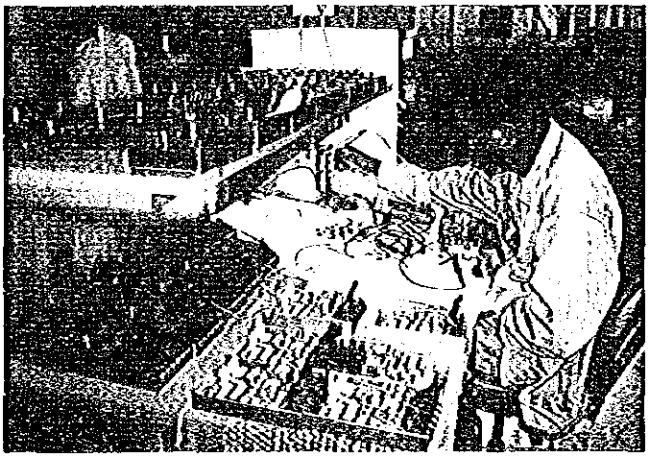


写真 - 21　チャージコントローラの充放電制御電圧調整作業

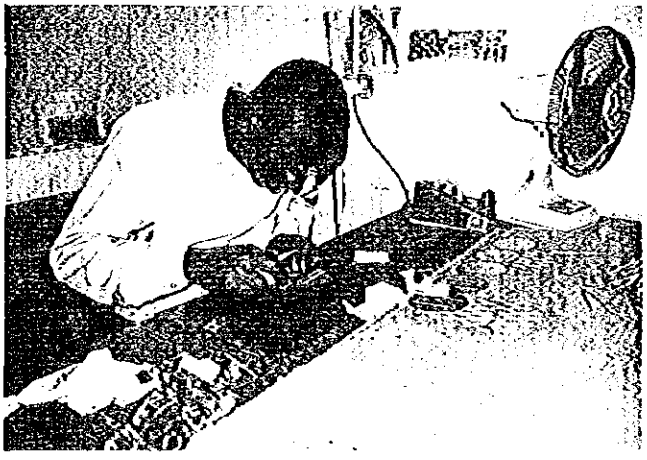


写真 - 22　Solarcomm社のPVパネル組立工程
セルに集電リボンをハンダ付けしている

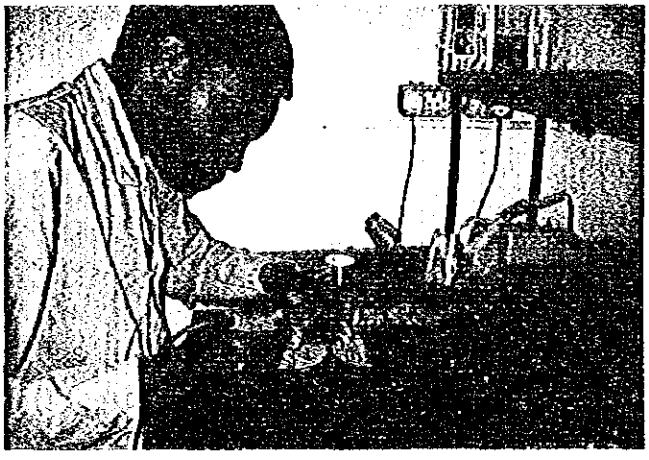


写真 - 23　セル同士の配線

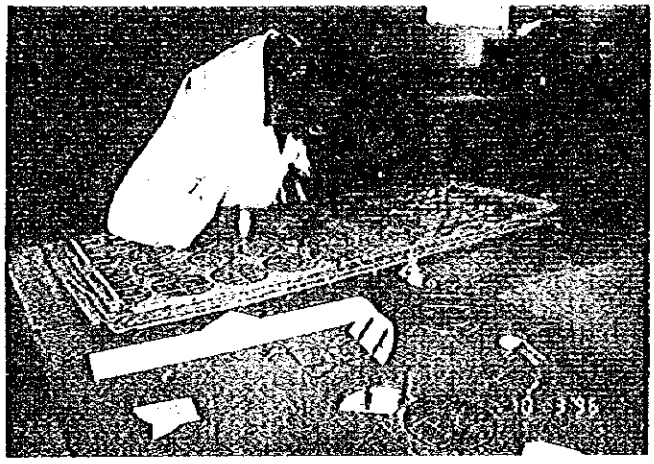


写真-24　パネル形状に合わせてセルを配置

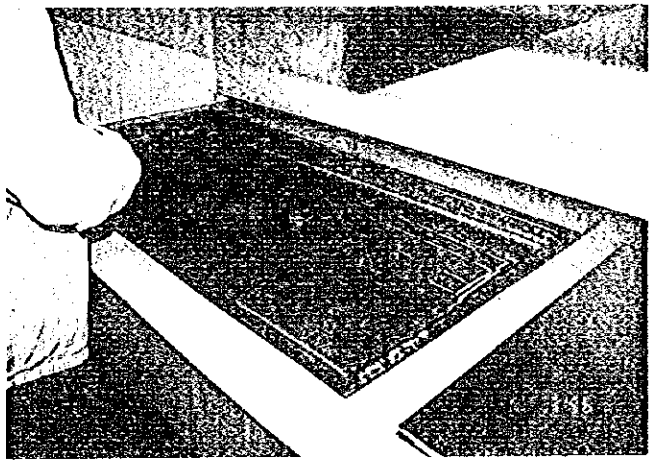


写真-25　洗浄工程

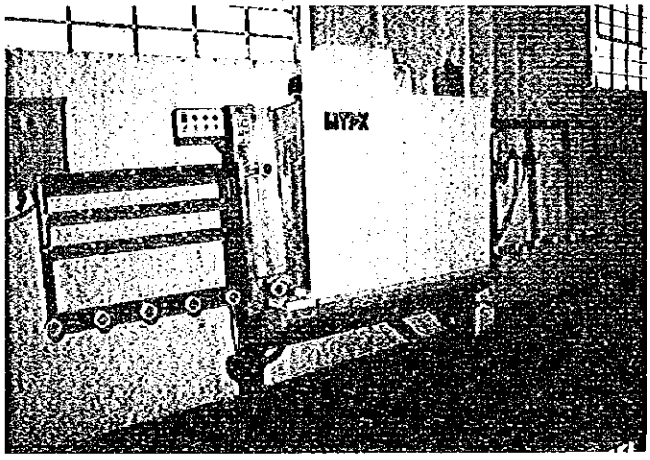


写真-26　ガラスパネルの洗浄装置

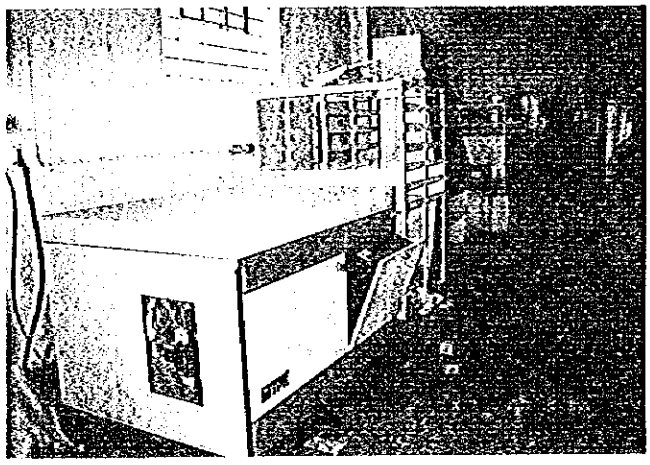


写真-27　ラミネータ装置　ガラスパネルと樹脂フィルムで、セルをサンドイッチして成形する

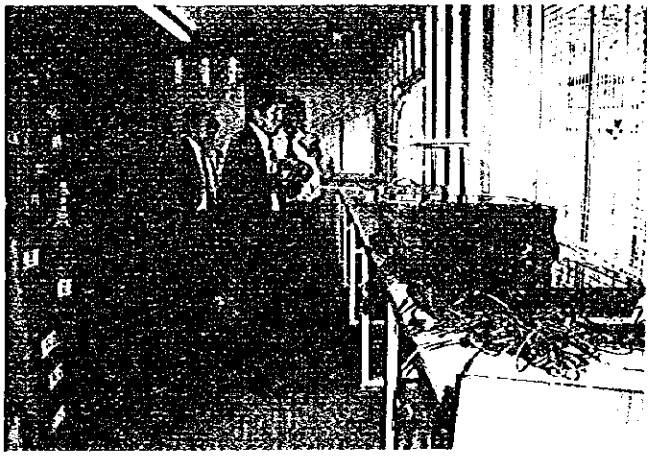


写真-28　PMUで計画しているランタン用のアモルファスPVパネル

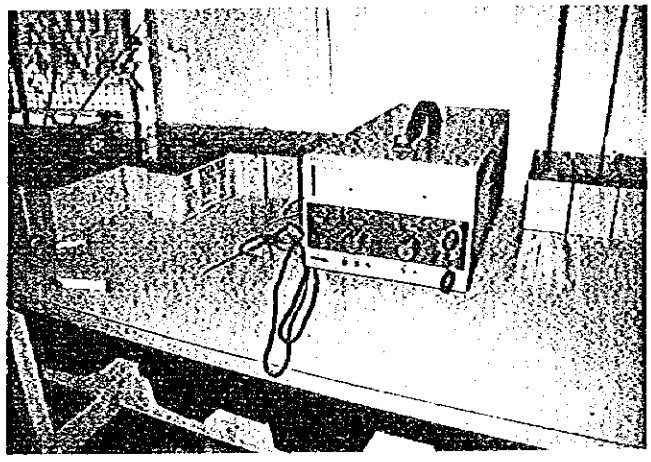


写真-29　同ランタン用6Vシールド型鉛蓄電池

略語集

AFC	Agricultural Finance Corporation
AfDB	African Development Bank
BOS	Balance of System
DOE	Department of Energy
DOT	Department of Transport
GEF	Global Environment Facility
PMU	Project Management Unit
PV	Photovoltaic
SEIAZ	Solar Energy Industries Association of Zimbabwe
UNDP	United Nations Development Programme
ZESA	Zimbabwe Electricity Supply Authority

目　次

位置図
写真
略語集

頁

調査団長所感 1

第１章　総論 3
1-1. 調査の目的 3
1-2. 要請の背景・経緯 3
1-3. 調査団構成 5
1-4. 調査日程 5
1-5. 主要面会者 6

第２章　協議結果 9
2-1. 対処方針 9
2-2. 協議の概要 10
2-3. 署名したＳ／Ｗ 13
2-4. 署名したM／M 20

第３章　地方電化の現状と太陽光発電の役割 25
3-1. 電力関係機関・組織 25
3-2. 電力供給 26
3-3. 地方電化の現状 29
3-4. 太陽光発電の役割 31

第４章　GEFプロジェクト 35
4-1. プロジェクトの概要 35
4-2. 実施機関 36
4-3. プロジェクトの進捗状況 37
4-4. 融資制度 38
4-5. PVシステム構成部品の機能 42
4-6. GEFプロジェクトの抱える問題点 46

第５章　現地踏査結果 49
5-1. PVシステムの利用例 49
5-2. PVシステム取扱業者 50
5-3. コンサルタント 51

第６章　本格調査実施方針 53
6-1. 目的 53
6-2. 調査の基本方針 54
6-3. 調査項目及び内容 54
6-4. 試験設置 57
6-5. 技術移転 60
6-6. 調査工程、要員計画 62
6-7. その他留意事項 64

〔資料〕
1. 資料リスト 69
2. 質問票および回答 70
3. PVシステム手続き書類 71
4. GEFプロジェクト財務監査報告書 73
5. 村落調査再委託見積書 80
6. UNDPコンサルタント費基準 86

調査団長所感

アフリカ開発銀行の援助により、農村電化マスタープランの報告書が本年の１０月には完成する予定になっている。しかしこのマスタープランは配電線の拡張による電化のみを対象とし、配電線拡張が不可能な遠隔地については対象としていないため、農村電化マスタープランとしての不完全性がローカルNGOにより指摘されていた。この点JICAが太陽光発電地方電化のマスタープラン調査を実施することは、配電線拡張による電化マスタープランを補完するという意味で非常に時宜に叶ったことである。

太陽光発電地方電化の基本的考え方は、従来の地方電化の考え方と根本的に異なることを認識することは重要である。従来の地方電化は電気の供給側が配電線や遠隔地小規模発電所を建設することにより電化を進めてゆくものであった。しかし本開発調査の対象である太陽光発電地方電化では、受益者である未電化村落の農民が自分の意志により個別設置型の太陽光パネル電化システムを購入し、設置する結果電化が進むというものである。電気に対する需要密度が比較的高い東南アジア諸国では、配電線や遠隔地小規模発電所を建設することにより電化を進める従来の手法により、かなりの電化率を達成することが期待できる。しかし需要密度が非常に低いアフリカ・サブサハラ諸国では従来の手法により電化可能な地域は非常に限られており、個別設置型の太陽光パネル電化システムを普及させることで電化を推進することは非常に有効な手段である。このため太陽光発電地方電化において重要なことは、いかに受益者のニーズと財務的状況に合った太陽光パネル電化システムを開発し、マーケットに供給するかということである。本開発調査はこのような太陽光発電地方電化の基本的考え方をよく認識して実施しなければならない。またジンバブエ側カウンター・パートとの間で合意したスコープ・オブ・ワークはこの基本的認識の上に立って作成され、合意されたものである。

ジンバブエにおける太陽光発電地方電化は、１９９３年にUNDPのGEF（Global Environment Facility）プロジェクトによりすでに開始され、１９９７年末で終了する予定である。GEFプロジェクトについて、２月の予備調査と事前調査を通じて明らかになったことは、GEFプロジェクトは太陽光パネル電化システムを村人に宣伝する効果を持ち得たものの、貧困層に太陽光パネル電化システムを普及させ電化を推進するという当初の目的を必ずしも達成していないということである。このプロジェクトはパイロット・フェイズを経て実施されているが、計画自体はニューヨークにあるUNDP本部で作成されたため、実施体制や内容が必ずしも現地の事情を反映したものでなかったことを第一の問題点としてあげることができる。この他、返済期間が２年から３年と短期であること、リボルビング・ファンドの管理が農業銀行によって行われているため、手続きに時間が

かかりその結果設置業者の手数料も高額になっていること、GEFプロジェクトは太陽光パネル電化システムの製造業者や設置業者には資金提供を行う制度ではないこと等の問題点が指摘されている。

またUNDPプロジェクトが開始された時点では興味を示していなかったジンバブエ電力公社（ZESA）は、この段階になって太陽光発電地方電化の重要性を認識し、独自に個別設置型の太陽光パネル電化システムをリースしリース代を電気料金として徴収することで農村電化を進めることを計画している。日本の電力会社と異なり、ZESAには電気の供給義務はなく、現在ZESAの財務的収益性はよい。これは未電化地域が多数存在するため送配電ロスが比較的低く、また村落地域における未収金や盗電の問題がほとんど無いことに起因している。ZESAを将来的に民営化することが検討されており、ZESAとしては従来の手法による地方電化とともに、太陽光パネル電化システムのリースにより電化をきめ細かく進め、財務効率の悪化を軽減し地方電化の実をあげることを考えていると思われる。

ジンバブエにおける太陽光発電農村電化の重要な関係組織はUNDPのGEFプロジェクトを実施しているPMU（Project Management Unit）、ZESAとともにSEIAZ（Solar Energy Industries Association of Zimbabwe）に代表される太陽光パネル電化システムの製造業者や設置業者である。このようなジンバブエにおける太陽光発電農村電化の背景を踏まえ、本格調査期間中にはエネルギー局（DOE）を纏め役とし、ZESA、PMU及びSEIAZの代表者から構成されるアドバイザリー・コミティーを組織し、このアドバイザリー・コミティーが必要に応じてJICA調査団に対しアドバイスを行うことになっている。アドバイザリー・コミティーとともに開発調査期間中はワークショップの形で、SEIAZを通じて太陽光パネル電化システムの製造業者や設置業者を対象に直接技術移転を実施する予定であり、またセミナーの形で太陽光パネル電化システム促進策のドラフトを公開し、関係者の意見を参考に最終ドラフトを作成する予定である。

感染症対策のプロ技が開始されようとしているが、本開発調査においても１次医療施設であるRural Health Centerのうち未電化のセンターをいくつか選定し、試験的に太陽光パネル電化システムを設置する予定である。また１次医療施設の多くが未電化であることから、感染症対策のプロ技としても太陽光パネル電化システムを導入する計画もあるとのことで、開発調査とプロ技の連携により援助の効率的実施に資すると思われる。

１９９６年１０月８日
国際協力事業団　国際協力専門員
林　俊行

第１章　総論

1-1. 調査の目的

本事前調査の目的は、予備調査で把握したPV普及状況の再確認を行い、本格調査を実施するためのS／Wを署名・交換することである。主な具体的調査項目は以下の通りである。

・先方からの要請内容の確認
・太陽光発電（ＰＶ）を取り巻く現状の確認
・ジンバブエ国運輸エネルギー省エネルギー局とのS／W協議
・太陽光発電関係機関との協議
・試験設置実施のための情報収集及び事前準備作業
・在ジンバブエJICA事務所、日本大使館との情報交換

1-2. 要請の背景・経緯

ジンバブエ国内の電化率は28.2%であるが、地方においては4.6%ときわめて低い。このような状況に対して政府は地方電化が農村の生活水準を向上させるための基盤であると位置づけ重視している。一方、国内の発送配電業務のすべてを掌握しているジンバブエ電力供給公社（ZESA）は、新規発電計画、発電所リハビリの負担が多大であるため地方配電網を拡張する資金的余裕はない。

農村地域で配電線網から受電するためには、受益者が接続料金を自己負担する必要がある。ジンバブエの農村地域は家屋が点在しているため、需要者から配電網までの送電線距離が長くなりその結果需要者負担金額が大きく電化が進まない。これに対し、独立型太陽光発電システムによる電化では、送電線設備費用がかからないため、比較的低コストで電化が可能となる。そのなかでも地方遠隔地においては、太陽光発電のコスト面での優位性は高く、学校や病院といった公共施設の夜間運営、医療施設のための冷蔵庫利用、水の安定供給等が可能となる。

また、ジンバブエには既にソーラーパネル及び関連部品の製造会社が設立されてきており、太陽光発電システムの普及に拍車をかける環境が整いつつある。しかし、太陽光発電システムの生産、販売、設置、維持管理を行うための制度・政策の整備が進んでいない。このため、太陽光発電システムをさらに普及させるためには、産業育成のための制度・政策的枠組みの形成が望まれる。こうした制度・政策的基盤整備により、太陽光

発電システム産業が成長し、それに付随して太陽光発電システム関連製品の品質が向上し、同時に価格低下がもたらされ、結果的に地方電化の促進に結びつくことが期待される。

更に、ジンバブエ国における太陽エネルギー放射量は世界でも最高レベルであり、太陽光発電を普及させるための自然環境に恵まれていると同時に、一人当たり国民所得はサブ・サハラ・アフリカのなかでは比較的高く、農民の購買力も大きい。従って、農村における潜在需要を的確に把握し、その状況に応じた制度構築を行うことによって、さらなる需要を喚起することができる。

ジンバブエ政府は1996年9月のソーラーサミットで主導的立場を取るなど、農村におけるエネルギー源として太陽光発電に大きな関心を抱いている。93年からUNDPの援助で太陽光発電システムの普及プロジェクトが進められているが、その普及は富裕な所得層に限られ、より低い所得層への普及は進んでいない。更に97年にはプロジェクトの終了が予定されている。こうした状況の下で、ジンバブエ国は今後の普及促進計画の策定を必要としている。同時に、太陽光発電普及ための供給側と需要側の双方に対する制度・政策的枠組み（補助金、融資制度、基準認証制度等）の策定が求められている。したがって、本件調査では、太陽光発電普及を積極的に促進するための実行計画及び包括的制度・政策的枠組みを含んだマスタープランの策定を目指す。

1994年8月に第一次プロジェクト形成基礎調査及び同年9月の第二次調査の結果を受けて、ジンバブエ政府は日本政府に対して1995年10月31日付で「ジンバブエ太陽光発電地方電化促進計画調査」について正式に要請越した。要請内容は、「農村電化を進めるための手法としての太陽光発電のポテンシャルを調査・評価する」ものであった。これを受けて、1996年2月22日から3月31日まで予備調査団が派遣され、要請内容・背景の確認が行われた。同年9月28日から本事前調査団が派遣され、10月7日にS／Wが署名・交換された。

1-3. 調査団構成

氏　名	担当分野	所　属
林　俊行	団長・総括	JICA国際協力専門員
伊藤　好直	技術協力行政	通産省通商政策局経済協力部技術協力課
星野　明彦	調査企画	JICA鉱工業開発調査部資源開発調査課
高岸　義一	太陽光発電設備	プロアクトインターナショナル（株）
塩田　昭夫	地方電化計画	プロアクトインターナショナル（株）

1-4. 調査日程

	日　付	作　業　内　容
1	9月28日（土）	13:00 成田発－18:00 フランクフルト着（JL-407）
2	9月29日（日）	21:45 フランクフルト発（LH574）－
3	9月30日（月）	10:35 ハラレ着。14:15 JICA事務所表敬。14:30 大使館表敬。
4	10月 1日（火）	9:30 DOE表敬。11:00 ZESA表敬。15:00 PMU表敬。
5	10月 2日（水）	9:30 DOE協議。14:00 Sollatek視察。
6	10月 3日（木）	10:30 SEIAZ協議。11:45 Solarcomm 視察。 13:50 現地踏査（Simmbayashi 地区 太陽光システム設置農家）。
7	10月 4日（金）	10:00 Southern Center協議。 11:30 S/W及びM/M協議（DOE）。 14:30 ラップアップミーティング（DOE, PMU, ZESA, SEIAZ）。
8	10月 5日（土）	10:00 現地踏査（Makayazingwa 地区一次医療施設）。
9	10月 6日（日）	団内打ち合わせ。
10	10月 7日（月）	10:00 UNDP Program Officer 面談。12:00 S/W及びM/M署名。 15:00 JICA専門家（DOT）面談。16:00 Biomass Users Network 面談
11	10月 8日（火）	9:30 大使館報告及びJICA事務所報告。 21:15 ハラレ発（BA-052）－
12	10月 9日（水）	6:15 ロンドン着。19:45 ロンドン発（JL-402）
13	10月10日（木）	11:20 成田着（JL-402）

1-5. 主要面会者

日本大使館

安村　広宣	参事官
小路　康雄	一等書記官

JICA事務所

中村　光夫	所長
関　　智宏	JICA職員
堤　　可厚	JICA専門家
山根　哲雄	JICA専門家

UNDP事務所

宇都宮　寿美江	Program Officer

運輸エネルギー省エネルギー局（Department of Energy, Ministry of Transport and Energy）

Mr. C. T. Mzezewa	Director of Energy
Mr. J. Chirara	Assistant Director
Mr. F. N. Maziveyi	Principal Energy Development Officer
Mr. G. W. Masiyiwa	Energy Development Officer
Mr. J. T. Chigwada	Assistant Director of R & D
Mr. Aleck Cubba	Senior Energy Development Officer
Mr. E. Marange	Research Officer
Mr. S. Wadesango	Acting Assistant Director, Energy conservation
Mr. K. Mashange	Energy Development Officer

PMU（Project Management Unit, UNDP/GEF Project）

Dr. Gibson Mandishona	National Project Manager
Mr. G. Marawanyika	Outreach Advisor
Mr. K. Kaliwoh	Energy Development Officer
Mr. Mupaya	Field Technician

ZESA（Zimbabwe Electricity Supply Authority）

Mr. F. Chimowa	System Planning Manager
Mr. Ikhupeleng Dube	Research Engineer
Mr. A. Chikova	Generation Planner

SEIAZ（Solar Energy Industries Association of Zimbabwe）

Mr. J. D. Hoffman	Member of Executive Committee of SEIAZ Managing Director of Battery World （バッテリー・PV機器販売会社）

Solarcomm（PVパネル組立会社）

Mr. Vince Manning	Chief Executive
Mr. Batsirai Chikoore	Sales and Marketing Executive

Sollatek（PV部品組立会社）

Dr. Regis F. Dzenga	Managing Director, （Chairman of SEIAZ）
Mr. Michael Chigwedere	Technical Manager

Southern Centre（コンサルタント）

Dr. R. S. Maya	Executive Chairman
Mr. N. Nziramasanga	Technical Director
Mr. Tendayi A. Kureya	Research Fellow

Biomass Users Network（NGO）

Ms. Priscilla Dembetembe	Manager, Administration and networking

第２章　協議結果

2-1. 対処方針

（１）具体的収集可能データ

・ZESA作成の「Rural Electrification Master Plan Study」

・96年度ソーラーサミット会議資料

（２）調査内容

調査内容については、Ｓ／Ｗを当方の案とし、先方の要望又は異議があった場合にはその都度協議し、双方にとって最良の調査内容に仕上げることとする。

（３）調査の実施主管

調査の実施主管としては、DOEを中心にPMU、ZESA、SEIAZを加えたステアリングコミッティの構成を要請する。

（４）調査スケジュール

調査は、平成8年度中の第一次現地調査をもって開始し、総計18ヶ月間実施する。スケジュールについて要望等がないか確認し、先方の合意を取り付ける。

（５）調査実施手法

・現地委託の検討：フィールド調査（社会経済評価）の一定部分を現地委託するが、その委託先、委託内容の詳細に関して協議する。

・実証試験：実証試験の実施要項、測定項目、委託先、期間、実証試験用機材の調達品等について先方と協議する。このための資機材に関しては基本的に現地製品を購入する方向で準備を進める。

・調査用機材：実証試験に用いる測定器具等の調査用機材に関しては、調査内容を検討の上必要なものをリストアップする。

（6）セミナー、ワークショップの開催

本格調査工程中に先方に対して技術移転を図るためにセミナー、ワークショップを開催するが、この内容、開催時期・形式等について先方と協議する。

（7）カウンターパート研修

もしカウンターパート研修の要請があるならば研修内容、研修対象者と研修時期に関して協議する。

（8）S／Wの変更

先方とのS／W協議の結果如何によっては、S／Wの変更の可能性なしとしない。本質的な変更がある場合には、本部に請訓の上その回答を待って対処するものとするが、それ以外の軽微な変更等については調査団の判断で対処し得るものとする。

2-2. 協議の概要

本事前調査団は、ジンバブエにおいて9月30日から10月8日まで調査を行った。この調査において、関係する組織及び機関とのS/W協議、太陽光発電（PV）電化村落の現地踏査並びに質問票に基づく資料収集を実施した。協議を行った相手は、本件の要請主体である運輸・エネルギー省エネルギー局（DOE）、現在進行中のGEFプロジェクトを運営するプロジェクト・マネージメント・ユニット（PMU）、ジンバブエ電力公社（ZESA）、ジンバブエ太陽エネルギー工業会（SEIAZ）、現地コンサルタントである。

（1）S／W協議

調査により確認されたPV地方電化の現状を踏まえ、協議の結果合意したS/Wは以下の通り。

本格調査は農村部における太陽光発電の普及促進政策及び実施計画の策定を目的とし、同時に試験設置及び技術移転を実施することにより、現地のPV関連産業の育成にも寄与することが期待される。調査期間は18カ月を予定しており、調査段階は下記の3段階とする。

第１段階　予備調査

①既存資料の収集・分析

②ジンバブエの電化政策と地方電化におけるZESAの役割を把握

③地方電化マスタープランの評価と太陽光電化を進めるべき地域の特定および試験設置対象家屋・公共施設の選定

④未電化地域と太陽光システムで電化された家屋・公共施設に対する状況調査

⑤試験設置用機器のシステムデザイン及び部品調達

第２段階　詳細調査

①村落社会経済調査

②PV機器を供給する側の技術評価

③PV機器を利用する側の知識・保守能力の評価

④PV機器促進のための社会条件評価

⑤人的資源評価

⑥PV機器の試験設置

⑦試験設置機器のモニタリング体制確立

第３段階　PV普及促進政策及び実施計画の策定

（２）M／M協議

①調査実施体制

開発調査が行われる際にジンバブエ側の直接のカウンターパートとなるのは、DOEである。しかし、PMUが現在のPV地方電化において果たしている役割は大きく、ZESAもPVによる地方電化に参加する計画がある。また技術移転を通じてPV産業を育成することもPVの普及には欠かせないものである。従って、DOEを中心に、PMU、ZESA、SEIAZを含めたアドバイザリーコミッティーを組織することが確認された。

②試験設置

試験設置機器の所有権は調査実施期間中はJICAが保有し、調査実施後はDOEに委譲す

る。試験設置のための設置業者はDOEが選定し、JICAの費用で設置を行う。

また、DOEはモニタリングのための支援を行う。

③技術移転

SEIAZのメンバーであるPV機器の製造業者、設置業者に対して技術移転のためのセミナー及びワークショップを開催する。

④車輌

DOEは調査に必要な車輌をJICAが調達する旨要請した。

⑤JICA研修

日本での技術移転のためのC/P研修を要請された。

⑥収集されたデータ及び情報

事前調査で収集された情報は技術協力以外の目的に利用しないことを、双方により確認した。

2-3. 署名したS／W

Scope of Work
for
The Study
on
Promotion
of
Photovoltaic Rural Electrification
in
The Republic of Zimbabwe

Agreed upon Between

Department of Energy, Ministry of Transport and Energy

of The Republic of Zimbabwe

and

Japan International Cooperation Agency

Harare, October 7, 1996

Mr. C. T. Mzezewa
Director,
Department of Energy
Ministry of Transport and Energy
The Republic of Zimbabwe

Mr. Toshiyuki HAYASHI
Leader,
The Preparatory Study 2 Team
JICA

I. INTRODUCTION

In response to the request of the Government of the Republic of Zimbabwe (hereinafter referred to as "Zimbabwe"), the Government of Japan decided to conduct the Study on Promotion of Photovoltaic Rural Electrification (hereinafter referred to as "the Study") in accordance with the relevant laws and regulations in force in Japan.

Accordingly, Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for the implementation of the technical cooperation programs of the Government of Japan, will undertake the Study in close cooperation with the authorities concerned in Zimbabwe.

The present document sets forth the scope of work with regard to the Study.

II. OBJECTIVE OF THE STUDY

The objective of the Study is to formulate a plan to promote the electrification of rural area by Photovoltaic, which contributes to improving the overall life of the rural people.

III. THE STUDY AREA

The Study covers the whole country.

IV. SCOPE OF THE STUDY

Stage 1. Preliminary Investigation

The existing overall situation of rural electrification in Zimbabwe is examined in order to identify the role of PV rural electrification in the present socio-economic environment of Zimbabwe.

(1) Collection and review of existing data and information relevant to the Study

(2) Review of rural electrification policy in Zimbabwe and role of ZESA in rural electrification

(3) Review of Rural Electrification Master Plan Study and other efforts such as GEF solar home systems project, and identification of the villages and institutions that will have to be electrified by PV systems

(4) Identification and survey of un-electrified villages and institutions for the installation of pilot PV systems

(5) System design and procurement of PV products manufactured in Zimbabwe

Stage 2. Detailed Investigation

In order to formulate alternative promotion policies for PV rural electrification, existing socio-economic conditions of the villages and institutions identified for future PV rural electrification are investigated and evaluated. At the same time, existing technological and institutional conditions of PV industries are also investigated and evaluated.

(1) Assessment of socio-economic environment of the villages and institutions for PV rural electrification

Such socio-economic conditions of the villages as source of income, seasonal income levels, willingness to pay for electricity and disposable incomes, which influence the demand for PV systems, are investigated and assessed by sample surveys and available relevant data such as the report on PV dissemination in Zimbabwe.

(2) Evaluation of present supplier's technology of PV systems as well as after sales services

Present production and installation technology is examined and evaluated, in order to identify the bottle-necks and shortcomings that impede improvement of technical efficiency and cost reduction.

At the same time, production and installation costs are examined and evaluated, in order to investigate the possible cost reduction.

(3) Evaluation of present user's knowledge and skills of management of PV systems

Present user's knowledge and skills are examined and evaluated, in order to identify the bottle-necks and shortcomings that impede efficient use of PV systems.

(4) Evaluation of present institutional set-up

Existing policies and institutional set-up for promoting PV rural electrification are examined and evaluated.

(5) Assessment and evaluation of existing human resources to produce, install, and maintain PV systems

(6) Installation of the pilot PV systems

(7) Formulation of a monitoring system for installed pilot PV systems

Stage 3. Formulation of Promotion Policy and Implementation Schedule

Based on the existing conditions and the results of the examinations and evaluations, measures and policies for promoting PV rural electrification are formulated including funding and financial mechanism.

V. WORK SCHEDULE

The Study will be carried out in accordance with the tentative work schedule shown in the appendix I.

VI. REPORTS

JICA shall prepare and submit the following reports in English to the Government of Zimbabwe:

1) Inception report	Twenty (20) copies	
2) Interim report	Thirty (30) copies	
3) Draft final report	Thirty (30) copies	(main reports and summaries)

The Government of Zimbabwe shall provide its comments on the draft final report within one (1) month after the submission of that report.

4) Final report	Forty (40) copies	(main reports and summaries)

The Team will submit these reports within two (2) months after receiving the comments of the Government of Zimbabwe on the draft final report.

During the field study in Zimbabwe, monthly meetings are held, and monthly reports are prepared and submitted to the meetings.

VII. DIVISION OF TECHNICAL UNDERTAKING

The division of technical undertaking for the Study by both Zimbabwean and Japanese side is outlined in the appendix II.

VIII. UNDERTAKING OF THE GOVERNMENT OF ZIMBABWE

1. The Government of Zimbabwe shall accord privileges, exemptions, and other benefits to the Study team (hereinafter referred to as "the Team") in accordance with the Agreement on Technical Cooperation between the Government of Japan and the Government of Zimbabwe.
2. To facilitate smooth conduct of the Study, the Government of Zimbabwe shall take necessary measures;

(1) to secure the safety of the Team,

(2) to permit the members of the Team to enter, leave and sojourn in Zimbabwe for the duration of their assignment therein, and exempt them from foreign registration requirements and consular fees,

(3) to exempt the members of the Team from taxes, duties, fees and other charges on equipment, machinery and other materials brought into, and out of, Zimbabwe for the

conduct of the Study,

(4) to exempt the members of the Team from income taxes and charges of any kind imposed on, or in connection with, any emoluments or allowances paid to them for their services for the implementation of the Study,

(5) to provide necessary facilities to the Team for remittance as well as utilization of the funds introduced into Zimbabwe from Japan in connection with the implementation of the Study,

(6) to secure permission for entry into private properties or restricted areas for the implementation of the Study,

(7) to secure permission for the Team to take all data and documents including maps and photographs related to the Study out of Zimbabwe to Japan,

(8) to provide medical service as needed. Its expenses will be chargeable on members of the Team.

3. The Government of Zimbabwe shall bear claims, if any arises, against members of the Team resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with, the discharge of their duties in the implementation of the Study, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of the members of the Team.

4. DOE shall act as counterpart agency to the Team and also as coordinating body in relation with ZESA and the other governmental and non-governmental organizations concerned for the smooth implementation of the Study.

5. DOE shall, at its own expense, provide the Team with the following, in cooperation with other organizations concerned;

(1) available data and information related to the Study,

(2) counterpart personnel,

(3) suitable office space with necessary equipment in Harare,

(4) credentials or identification cards,

(5) necessary vehicles with drivers, fuel and maintenance services.

IX. UNDERTAKING OF JICA

For the implementation of the study, JICA shall take the following measures:

1. to dispatch, at its own expense, study teams to Zimbabwe, and

2. to pursue technology transfer to the Zimbabwe counterpart personnel.

X. OTHERS

JICA and DOE shall consult with each other in respect of any matter that may arise from or in connection with the Study.

Tentative Work Schedule

Projection Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1. Preliminary investigation stage																		
(1) Collection and review of existing data and information																		
(2) Review of RE policy in Zimbabwe, role of ZESA in RE																		
(3) Review of RE M/P Study and other efforts, identification of the villages and institutions																		
(4) Identification and survey of un-electrified villages and institutions for the installation of pilot PV systems																		
(5) System design and procurement of PV systems																		
2. Detailed investigation stage																		
(1) Assessment of socio-economic environment of the villages and institutions for PV rural electrification																		
(2) Evaluation of present supplier's technology of PV systems as well as after sales services																		
(3) Evaluation of present user's knowledge and skills of management of PV systems																		
(4) Evaluation of present institutional settings																		
(5) Assessment and evaluation of existing human resources to produce, install, and maintain PV systems																		
(6) Installation of the pilot PV systems																		
(7) Formulation of a monitoring system for installed pilot PV systems																		
3. Formulation of Promotion Policy and Implementation Schedule																		
[Reports]																		
1. Inception Report	△																	
2. Interim Report													△					
3. Draft Final Report																		△
4. Final Report																		(△)

JICA Work in Zimbabwe JICA Work in Japan

2-4. 署名したM／M

Minutes of Meeting
for
The Study
on
Promotion
of
Photovoltaic Rural Electrification
in
The Republic of Zimbabwe

Agreed upon Between

Department of Energy, Ministry of Transport and Energy

of The Republic of Zimbabwe

and

Japan International Cooperation Agency

Harare, October 7, 1996

Mr. C. T. Mzezewa
Director,
Department of Energy
Ministry of Transport and Energy
The Republic of Zimbabwe

Mr. Toshiyuki HAYASHI
Leader,
The Preparatory Study 2 Team
JICA

The Preparatory Study 2 Team (hereinafter referred to as "the Team"), organized by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") of the Government of Japan, headed by Mr. Toshiyuki HAYASHI, leader of the Mission, visited the Republic of Zimbabwe from September 30 to October 8, 1996.

The Team undertook a series of discussions with the concerned authorities and agencies in the field of PV rural electrification, and field survey.

The discussions were held with Ministry of Transport and Energy: Department of Energy (hereinafter referred to as "DOE") which requested the technical assistance from the Japanese Government, Project Management Unit for GEF Solar Home Systems Project (hereinafter referred to as "PMU") which manages the continuing GEF Photovoltaics project, Zimbabwe Electricity Supply Authority (hereinafter referred to as "ZESA"), Solar Energy Industry Association of Zimbabwe (hereinafter referred to as "SEIAZ") and local consultants.

The Team explained the scheme of JICA's development study. The salient results of the discussions mutually confirmed are as follows:

1. Advisory Committee

Department of Energy will organize an Advisory Committee, which will be composed of the representatives from Project Management Unit (PMU), Zimbabwe Electricity Supply Authority (ZESA), and Solar Energy Industry Association of Zimbabwe (SEIAZ), so that the concerned organizations could be involved during the course of the Study. Department of Energy, the direct counterpart of JICA study team, is responsible for the arrangement and coordination of the committee.

2. Pilot Installations

(1) Ownership

JICA maintains the ownership of PV systems and measurement equipment, which will be procured and installed for monitoring by JICA, until the Study is completed. After the completion of the Study, the ownership will be transferred to DOE.

(2) Installations

Department of Energy identifies installers to install pilot PV systems. The cost of installations will be borne by JICA.

(3) Monitoring

Department of Energy assists JICA study team to monitor installed PV systems.

(4) Electricity Charge and Collection System

Electricity charges will be collected from the households and institutions where pilot PV systems are installed. The tariff and collection system will be prepared by DOE before the Study starts.

3. Technology Transfer

Workshops for producers and installers of PV systems, who are the member of SEIAZ, will be held to improve their present technology to produce, install and maintain PV systems in Zimbabwe. The study also identifies opportunities for technology transfer through partnership between Zimbabwe and Japanese companies.

4. Seminars

Seminars will be held to publicize the draft promotion policy, so that the opinions of other concerned organizations such as donor agencies, concerned ministries and NGO's could be reflected in the final draft of the promotion policy.

5. Transport

Department of Energy requested JICA to procure the necessary transport for the Study.

6. Training in Japan

Department of Energy requested relevant technology transfer be made in Japan.

7. Others

(1) DOE will seek clearance from the relevant Government departments on the exemptions being sought by the Study such as tax exemption.

(2) Collected Data and Information

Both sides agreed that the Team shall use the collected information only for the technical assistance and not use it for other purposes.

Attendance List

Department of Energy, Ministry of Transport and Energy

Mr. C. T. Mzezewa	Director of Energy
Mr. J. Chirara	Assistant Director
Mr. F. N. Maziveyi	Principal Energy Development Officer
Mr. G. W. Masiyiwa	Energy Development Officer
Mr. J. T. Chigwada	Assistant Director of R & D
Mr. Aleck Cubba	Senior Energy Development Officer
Mr. E. Marange	Research Officer
Mr. S. Wadesango	Acting Assistant Director, Energy conservation
Mr. K. Mashange	Energy Development Officer

Preparatory Study 2 Team, JICA

Mr. Toshiyuki Hayashi	Senior Energy and Power Economist, Leader of JICA Team
Mr. Yoshinao Ito	Administration Officer, Ministry of International Trade and Industry
Mr. Akihiko Hoshino	Study Planning and Coordination Officer, JICA
Mr. Yoshikazu Takagishi	PV System Engineering, Consultant
Mr. Akio Shiota	Rural Electrification and Planning, Consultant

第３章　地方電化の現状と太陽光発電の役割

3-1. 電力関係機関・組織

ジンバブエ共和国のエネルギー供給は運輸エネルギー省にあるエネルギー局（Department of Energy : DOE）の管轄になっている。

DOEには5つの部局があり、エネルギー保全部に8名、エネルギー経済・計画に10名、エネルギー研究開発に11名、エネルギー行政に8名、総務に7名配置されている。このDOEの下にNOCZIM（National Oil Company of Zimbabwe：ジンバブエ石油公社）、ZESA（Zimbabwe Electricity Supply Authority ：ジンバブエ電力公社）、ZRA（Zambezi River Authority：ザンベジ川公社）の3つの公社があり、国内の電力供給はZESAが管轄している。

予備調査時点ではZESAの民営化計画は特にないとのことであったが、本事前調査時点では計画が大きく変更され、民営化計画が積極的に進められている状況となった。政府保有株の大半が売却される予定で、マレイシア系企業が買収を計画しているようである。最終的な民営化計画はまだ決定されていないが、2000年までには、ZESA本体が民営化され、各発電所も分離独立の形で民営化が進む可能性が高い。

DOEの組織図を図３－１に、ZESAの組織図を図３－２に示す。

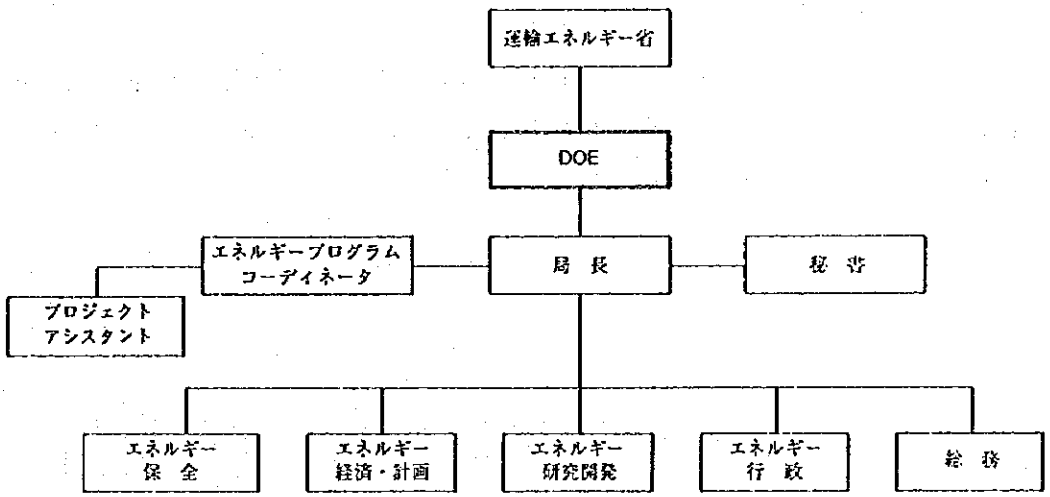


図３－１　DOE組織図

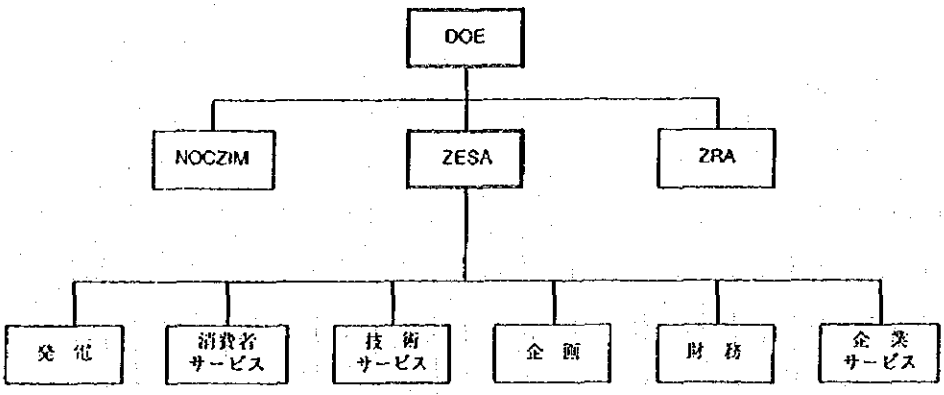


図３－２　ZESA組織図

3-2. 電力供給

電力事情等については、予備調査報告書に述べてあるので、ここではその後得られた新しい情勢について述べる。

（１）供給電力量

予備調査報告書に過去5年間の発電所別供給電力量を示したが、1994/95年度の輸入電力内訳が不明であった。今回明らかになったので表３－１、図３－３に示す。なお一部数値も変更されている。

表３－１　過去5年間の発電所別供給電力量

内　訳	供給電力量（GWh）				
	1990/91	1991/92	1992/93	1993/94	1994/95
国内電力					
Hwange	5,100.9	4,310.3	4,755.1	4,815.9	4,872.4
Munyati	223.9	317.1	228.9	200.2	223.4
Harare	215.1	266.0	259.8	103.8	193.0
Bulawayo	231.9	182.8	162.2	319.6	237.4
Kariba	3,152.5	3,160.6	2,061.9	2,095.6	2,284.7
国内合計	8,924.3	8,236.8	7,467.9	7,535.1	7,810.9
輸入電力					
ザンビア	1,131.9	1,757.1	189.3	949.4	1,093.0
ザイール	0.0	261.8	911.0	913.2	1,055.8
その他	12.0	8.0	113.6	145.9	162.8
輸入合計	1,143.9	2,026.9	1,213.9	2,008.5	2,311.6
合　計	10,068.2	10,263.7	8,681.8	9,543.6	10,122.5
ピーク需要（MW）	1,575.7	1,607.7	1,478.3	1,553.6	1,615.8

出典：ZESA資料1996年

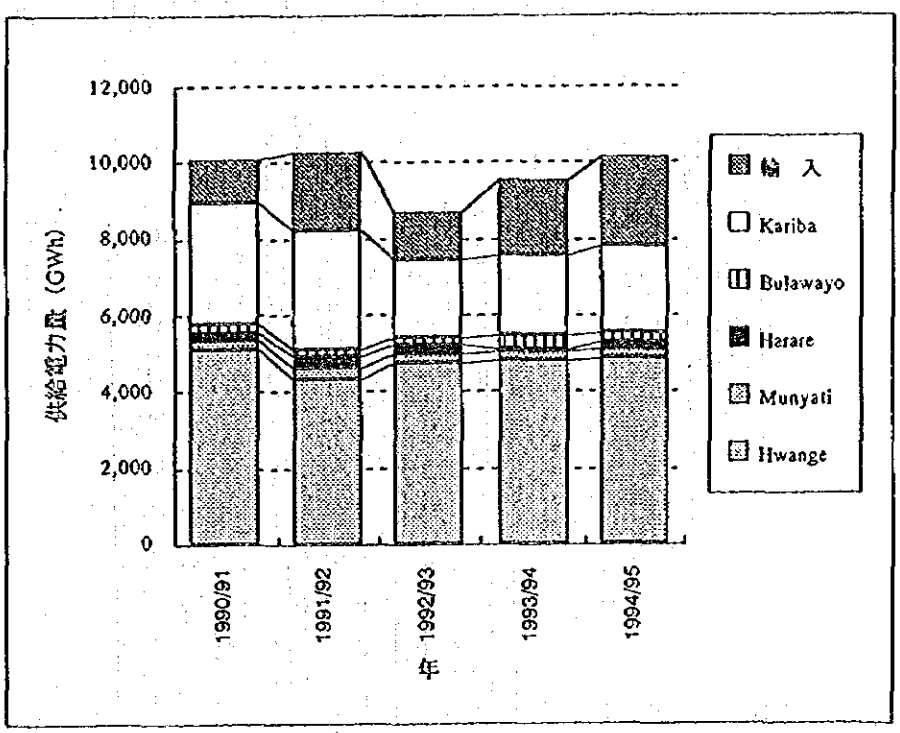


図３－３　年間供給電力量内訳

（2）今後の発電所建設計画

今後の発電所建設計画は12通りのシナリオが考えられているが、民営化の問題もありまだ確定されていない。本事前調査時点での最も可能性の高い計画スケジュールを表3－2に示す。

表3－2　今後の発電所建設計画

発電所	設備容量	運転開始年
Hwange 7, 8	2 x 300MW	2000, 2002
Batoka 水力発電所	800MW	2004
Kariba South Extension	2 x 150MW	2006, 2008
Sengwa	675MW	2009

出典：DOE資料1996年

また、送電網の拡充も予定されており、AfDB（African Development Bank）よりの融資で下表に示す9ヶ所の変電所建設と送電線拡張が計画されている。この送電線拡張により、現在の11kV以上の送電線恒長46,281kmが約2.7%増加し、合計47,523kmとなる。

表3－3　送電網拡充計画

変電所建設サイト	仕　様	変　圧
Bikita	1 x 5MVA	33/11kV
Harren Hausen	1 x 5MVA	33/11kV
Flamboyant	2 x 15MVA	33/11kV
Mutare-1	2 x 25MVA	33/11kV
Mutare-2	2 x 25MVA	33/11kV
Marondera	1 x 15MVA	33/11kV
Dangamvura	2 x 15MVA	33/11kV
Rusape	2 x 10MVA	33/11kV
Nyanga	1 x 30MVA	132/33kV
送電線延長	送電線電圧	恒　長
	11kV	1,000km
	33kV	142km
	132kV	120km

出典：ZESA資料1996年

ただし、これらの発電所・変電所・送電網に対する投資は、現在の電力需要の増加に対処するためのものであり、配電網を拡張して地方電化の面的な拡大進めるための計画ではない。

3-3. 地方電化の現状

1992年の国勢調査によれば、ジンバブエの人口は10,412,548人で、人口密度は27人／km²である。都市人口が31%で、農村人口が69%を占める。

都市人口のうち、4割がハラレ、2割がブラワヨに、残り4割の多くは人口2,000～4,000人規模の小さな町で居住している（人口1,000～2,000人程度で都市部として分類されている）。

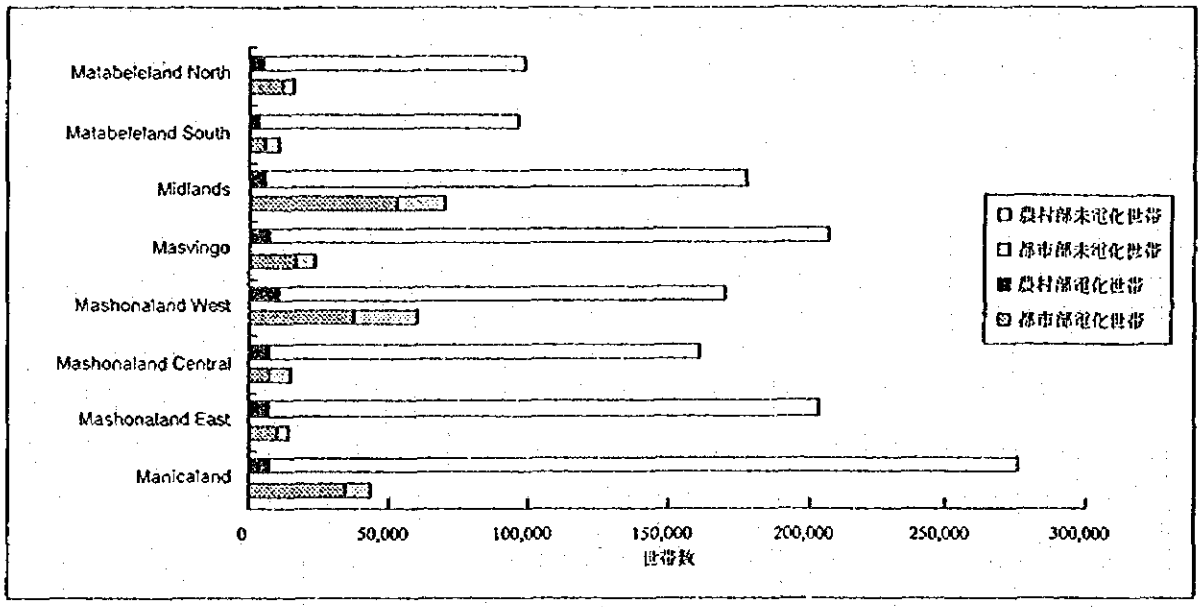
世帯数の合計は2,163,289世帯で、このうち電化されている世帯数は28.2%である。しかしながら、都市部と農村部の電化率には大きな差があり、都市部の電化率71.7%に対し、農村部ではわずか4.6%となっており、地方電化が大きく立ち遅れている。

表３－４に各州における都市部と農村部の電化率を示し、図３－４にこれをグラフ化したものを示す。

表３－４　各州ごとの世帯数と電化率

州　名	都市部		農村部	
	世帯数	電化率	世帯数	電化率
Matabeleland North	16,719	74%	99,396	6%
Matabeleland South	11,964	57%	96,851	4%
Midlands	70,196	75%	177,527	4%
Masvingo	24,182	73%	207,545	4%
Mashonaland West	60,767	61%	170,573	7%
Mashonaland Central	15,684	55%	161,327	5%
Mashonaland East	15,160	70%	204,356	4%
Manicaland	43,857	79%	277,087	3%
Blawayo	145,962	92%	–	–
Harare	359,372	65%	4,922	33%

出典：1992年国勢調査



（BlawayoとHarareの大都市省略）

図３－４　各州ごとの電化率

ジンバブエ政府は独立当初、都市部と農村部のインフラ格差に対して「公平な成長」という政策を掲げ、経済成長の期待される地域を選定し、1983/84年度には三百万ドルの費用で24地点の電化を実施した。第二フェーズである1984/85年度には、新たに46地点の電化を計画したが、適切な地方電化政策を欠いたまま電化地点を選定したため、いくつかの電化された地域では期待した経済成長が得られなかった。このため、電気料金徴収による設備投資資金の回収が困難となり、ZESAの収益悪化を招き、13地点を電化しただけで計画は中断された。

政府は再度地方電化を進めるため、1995年11月から9ヶ月の調査期間で地方電化ママスタープランの策定に着手した。AfDBの資金を利用し、インドのコンサルタント会社WAPCOSが調査を受注している。調査の進捗はやや遅れており、ドラフトファイナルレポートが1996年10月、ファイナルレポートの完成は1996年末を予定している。

しかし、主な調査内容は、電化によって経済発展が見込まれる成長地域の正確な選定、配電網拡張による電化が可能な地域と不可能な地域の色分け等、配電網拡張による地方電化を主体としている。また、地方電化マスタープランが策定されても、ZESAには法的な電気供給義務はない上、民営化されることで、経営効率の悪い地方電化は優先度の低い事業となる可能性が高い。

したがって、低い人口密度でかつ家屋が点在する農村部は、配電網の拡張やミニグリッドによる電化対象からは、取り残されることが必至である。

なお、予備調査時点では、ZESAはPVシステムにあまり関心を持っていなかったが、ここにきて配電網の拡張やミニグリッドによる電化の代替手段として、小規模な独立分散型PVシステムに注目するようになった。必要な設備を5～10年の長期リースとすることで、一般家庭の負担を抑えて普及を図り、農村部の電力需要を満たすことを計画している。ZESAの試算では、PVシステムを利用可能な世帯は277,500世帯としており、この数は農村部の未電化世帯数の約2割に相当する。

3-4. 太陽光発電の役割

（1）役割

ジンバブエの人口密度は平均で27人／km²であるが、首都のハラレで1,704人／km²、第二の都市であるブラワヨで1,298人／km²と高い。しかしその他の州では、最も高いマニカランド州でも42人／km²しかなく、最も低い北マタベレランド州では9人／km²と非常に稀薄な人口密度となっている。

一方、農村部では所得水準が低いため、たとえ電化されても購入できる家電製品は照明・ラジオ・テレビ程度と、一般家庭の潜在的な電力需要は非常に小規模である。このように、農村部には人口の69%が住んでおり需要家数としては多いが、人口密度が低く広大な土地に家屋が散在し、さらに各世帯当たりの電力需要規模が小さいといった状況下では、配電網による電化は経済的、財務的に困難となっている。

また、農村部の電化率が低いことは、公共施設である診療所や学校等にも電気が無く、保健衛生や教育環境が十分でないことを意味している。ジンバブエの一次医療施設である診療所（Rural Health Center）は全国に1,250ヶ所あるが、このうち電化されているのはわずか30%にしかすぎない。5才未満の乳幼児死亡率（1,000人当たり）は都市部で75人に対して、農村部では101人に達する。電気が利用できれば、明るい照明による夜間の診療や分娩を安全に行うことができ、さらに無線機を使用して重体患者を速やかに設備の整った病院に移送し、適切な救命措置を施すことも可能となる。

また、識字率も都市部では90%を超えているが、農村部では男性81%、女性67%と低い水準となっている。電気が利用できれば、夜間の成人教室を開講して識字教育も行え、ラジオやテープレコーダーが利用できるようになることで、より良い教育効果が得られる。

このように、地方電化は農村部住民の生活の質の向上を図るのみならず、保健医療環

境の改善や教育機会の向上により、社会的弱者である乳幼児や子供の生命を守り、女性の地位向上をもたらすと期待される。

太陽電池パネル（PVパネル）と自動車用バッテリーを組み合わせるPVシステムは、

① 各戸ごとに設置するため、散在した家屋間の配電や電力計の設置が不要となり、設備コストが安く抑えられる。

② 消耗部品は2～3年おきに交換するバッテリーのみであり、燃料を消費しないために、小型ディーゼル発電機や灯油ランプと比較してもランニングコストが安い。

③ 設置に高度な技術を必要とせず、小型ディーゼル発電機のように部品交換、オーバーホール等も必要なく、運用が簡単である。

といった優位性を持っている。

配電網による地方電化の進展が期待出来ない状況下では、農村部におけるこうした電気の利用に対する切実な要求を満たす、最も効果的で経済的な電化手段として、PVシステムは重要な役割を担う。

（2）対象となる電力需要規模

小規模の太陽光発電システムは発電出力が限られているため、配電網による完全電化としての性格はない。将来所得レベルが向上し、冷蔵庫を購入しようと思っても、消費電力が大きくコンプレッサーを使用しているため起動負荷も大きい冷蔵庫に対応するにはPVパネル・バッテリーを大容量化しなければならない。そのコストは、パラフィンやガス燃焼式の冷蔵庫を購入する場合に比べて高価である。また、工作機械等の大電力需要に対処することも現段階ではコスト的に困難である。

したがって、一般家庭では45WクラスのPVパネルでまかなえる照明2～3灯とラジオ、テレビ程度の規模が対象となる。熱エネルギー利用、または動力には用いないため、PVシステムは、一般家庭生活のエネルギー利用において補完的な役割を果たす。

公共施設では150WクラスのPVパネルでまかなえる程度の小規模な電力需要（約500Wh／日以下）が対象となる。

（3）PVシステムの設置形態

PVシステムの設置形態は、主に以下の３種類に分けられる。

① 集中配電型システム

PVパネルとバッテリーを一定の地域ごとに集中的に設置・管理し、各家庭には配電線を使用して電気を引く。集中設置のための施設建設費、配電線コスト、電力メータの設置、管理人の配置等コストがかかるため、通常は施設・設備等を公的資金で補助し、利用者が負担する電気代はバッテリーの維持管理費に充当している。

② バッテリーチャージステーション

PVパネルを集中的に配置し、利用者は各自のバッテリーを持ち込み、充電料を支払う。

利用者はバッテリーの負担のみで済むため、利用しやすい。しかし、①と同様施設建設費、維持管理費がかかるため、全額を充電料でまかなうことは困難であり、通常は公的資金で施設・設備費をまかなっている。

公的補助なしでバッテリーチャージステーションが成り立つのは、電源に商用電力を使用するか、余剰電力（製粉所等ディーゼルエンジンを使用している場所では、負荷調整用の余剰電力が得られる）を使用して設備コストが抑えられる場合である。

また、重たいバッテリーの持ち運び、充電時間の問題もあり、さらに、充電料が払えなくなるとそのまま放置され、バッテリーに過放電防止装置が付いていても過放電になりバッテリーが損耗してしまい新たにバッテリーを購入しなければなくなる等、利用者の初期コストは低いが長期的にみればコスト高になる。

ジンバブエでも、製粉所の動力源であるディーゼルエンジンの負荷調整用の余剰電力を利用したバッテリーチャージステーションが3ヶ所開設されている。充電装置等の設備投資は一ヶ所当たり約Z$100,000要しており、これで約100世帯をカバーしている。一回の充電料はZ$5を徴収しているが、バッテリーの持ち運びに疲れるとPVパネルを購入する傾向があるとのこと。

③ 独立分散型システム

各世帯がPVパネル、チャージコントローラ、バッテリー等を所有する。利用者にとってはシステムを全て負担することになるため、初期導入コストが高く収入に余裕のある世帯でなければ利用が難しい。低価格のシステムや低利の融資制度が不可欠。施設建設費・維持管理費が不要なため、全体的な経済コストは最も低く抑えられる。

①、②は公的な補助金を前提としたシステムであり、資金に余裕のない政府にとっては困難な方式である。また①、②の施設・設備費に投入する資金があれば、③の分散型システムで各世帯のシステムが補助金でまかなえることになり、維持管理費も必要としないため、こちらの方が経済的である。

GEFプロジェクトは③の独立分散型システムを採用しており、ZESAも同じ方式の採用を決定している。特にZESAは返済方式を5～10年の長期リースとすることで利用者の初期負担の軽減や、月払いだけでなく3ヶ月ごと、6ヶ月ごとの返済方式も選択可能にし、月々の現金収入のない農民の利便を図ろうとしている。このように、多様な導入形態が可能となることは利用者の選択肢を広げ、普及に有利となる。経済コスト、維持管理費用、さらに流通形態等も考慮すると、③の独立分散型システムが普及に適したシステムと考えられる。

第４章　GEFプロジェクト

4-1. プロジェクトの概要

GEF（Global Environment Facility）プロジェクトは、UNDPが地球の環境問題対策として世界的な規模で取り組んでおり、①生物多様性保全、②気候温暖化防止、③国際河川開発保全、④オゾン層破壊防止の４つの環境問題を解決するためのプロジェクトである。

1995年時点でのプロジェクト総額（世界全体）は868.6百万米ドルで、このうち生物の多様性保全に関するプロジェクトが46%、気候温暖化防止のためのプロジェクトが33%を占めている。

ジンバブエでは現在、生物の多様性保全と気候温暖化防止の2つのプロジェクトが進行中であり、このうち本プロジェクトと関連があるものは後者である。再生可能エネルギーの利用を普及させることで、薪や灯油等の燃料使用を減らし、炭酸ガスの排出量を抑え、地球の温暖化を防ごうとするものである。UNDPが実施するこのプロジェクトの名称は「Photovoltaics for Household and Community Use」で、再生可能エネルギーである太陽光を電気に変換するために太陽電池（Photovoltaics：PV）を利用するもので、1993年より開始された。

プロジェクトの期間は3年間で、事業費としてUNDPが700万米ドル、ジンバブエ政府が200万ジンバブエドルを負担することとなっている。

プロジェクトの主な活動内容は

① 関税の免除を受けたPVシステムの調達

② システム購入者に対する低利ローン制度の確立

③ PVシステムの品質管理体制の強化

④ PVシステム普及のための広報活動

である。

具体的な目標としては、

① 3年間で9,000システムの設置

② プロジェクト終了後もPVシステムの普及が持続するための、技術移転、財政支援

③ 国内のPV産業の発展

④ 商業分野、公共施設、ローカルコミュニティの発展

があげられている。

4-2. 実施機関

このプロジェクトを実施するために、実施機関としてPMU（Project Management Unit）が結成され、UNDP側より、4名、DOEより4名の人員が提供され、活動を開始した。当初、PMUはUNDP傘下の組織形態をとっていたが、現在は図４－１に示すように、DOE直属の組織となっている。予備調査時以降に、設置業者の設置確認をスムーズに行うためのフィールドインスペクター３名が追加された。

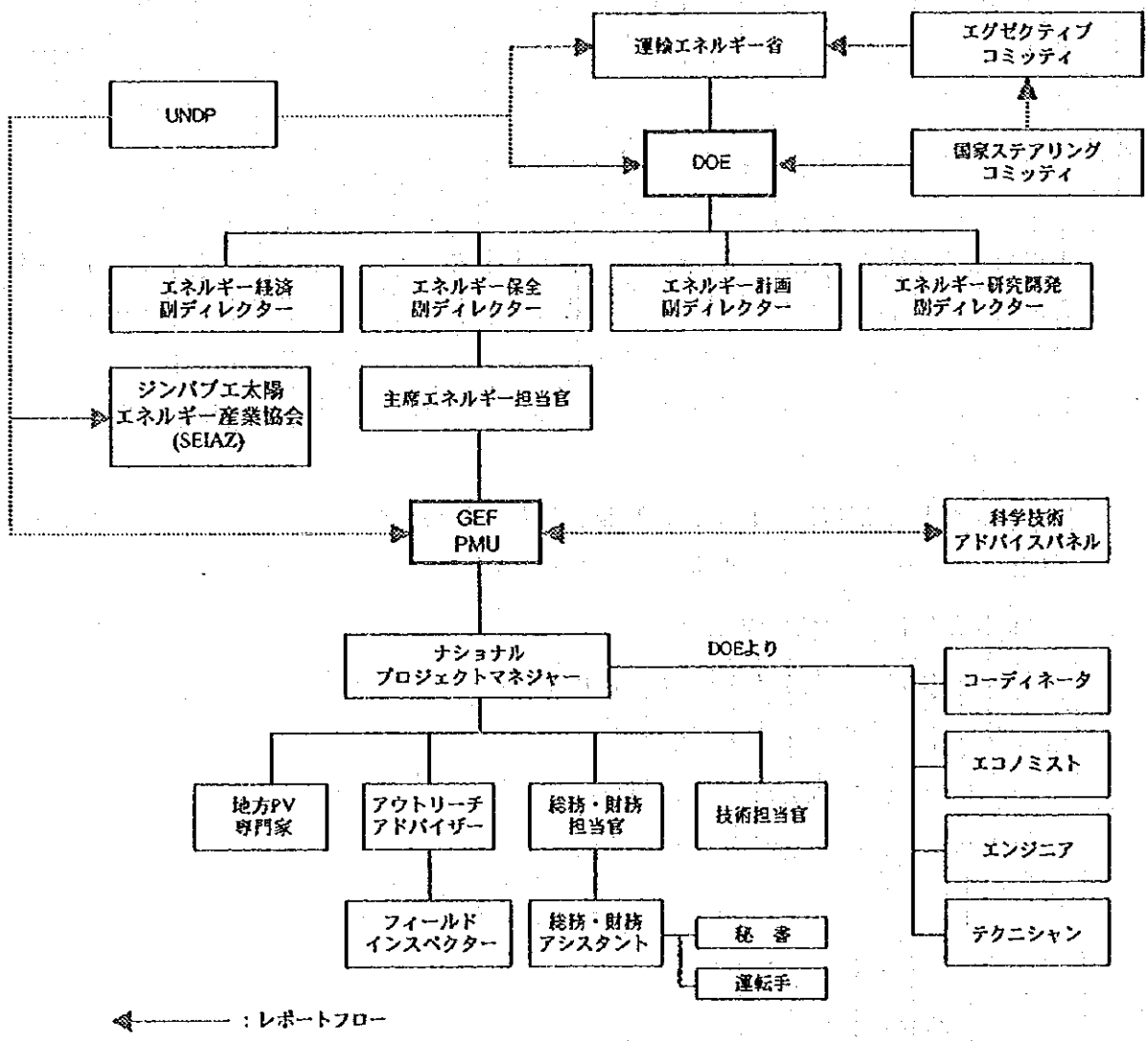


図４－１　PMU組織図

4-3. プロジェクトの進捗状況

当初の計画では1992年9月にスタートし、9,000（45W換算）システムの設置を行い、1995年12月にプロジェクトが終了する予定であったが、プロジェクト開始は1993年2月と遅れた。初期にはPMUの組織体制やPV機器の供給体制が不十分で運営上のトラブルもいくつかあったようで、プロジェクトの進捗は遅れ気味である。そのため、プロジェクトの終了期日も延長され、現在のところは1997年12月終了予定となっている。

PVシステムは、1995年12月末までに45W換算で2,881システムしか設置されていなかったが、プロジェクトのボトルネックとなっていた設置完了確認検査をスムーズに行うため、担当スタッフを3名増員した。PMUの組織体制やPV機器の供給体制が整ってきたことも合わせて、プロジェクトの運営がスムーズになり、1996年6月末には累計で4,000システム（45W換算）が設置され、リボルビングファンドのローン利用者も2,424件に達している。PMUとしては、今までの遅れを取り戻し、プロジェクト終了時までに目標の9,000システムを上回ることが可能と予想している。

また、普及をさらに促進するため、ZESA及びNGO三団体とも連携し、下表の様に割り当てを行っている。

表４－１　連携団体への割り当て

団体名	システム数	ファンドの割当額
ZESA	500	US$ 357,000
Heifer Project International	400	US$ 153,400
ORAP	400	US$ 153,400
Biomass Users Network	200	US$ 66,500

設置業者は営業効率から、都市近郊の裕福な世帯にPVシステムの設置をプロモーションする傾向があり、地方の低所得者世帯には普及活動が届いていない。このため、NGOが連携することで、民間の設置業者がアクセスしない様な奥地にも普及が可能となると思われる。さらに、現在ほとんどの設置業者がハラレに集中している中で、ORAPはブラワヨに活動拠点をおいており、ハラレから離れた地方への普及が促されると期待されている。

なお、ZESAが計画しているのはPVシステムのリース制度であり、PMUのスキームとは異なるが、利用者にとってはPVシステム導入の選択肢が増えることになり、歓迎すべきことであろう。

4-4. 融資制度

PVシステムを購入する際の金銭的な負担を軽減するために、低利の融資制度が用意されている。このGEFの融資制度は、UNDP及びジンバブエ政府の拠出金を核としたリボルビングファンドの形態をとっている。これにUNDPのPVシステム機器供与（購入代金負担）による、見返り資金がファンドに注入されるようになっている。

PVシステム購入者は、融資を利用する際、まずPVシステムの購入代金の15%以上を頭金として支払い、残額に対しては年利15%の利子を加えて返済する（年利20数%～30数%の一般ローンと比較して、低く設定されている）。本制度の発足当初、返済期間は2年間と定められていたが、現在は毎月の返済額を小さくするために3年間に延長されている。

融資はAFC（Agricultural Finance Corporation）を通じて実施されており、年利15%の内訳は、7%がAFCの経費、3%が未払いによる負債等をカバーするための安定基金に、1.5%が抵当保証、3.5%がリボルビングファンドの資金補充に充てられている。しかしながら、インフレ率が年約20%であるため、3.5%の補充ではリボルビングファンドの減少が危ぶまれる。

一方、未払いによる負債は約15%であるが、多くは毎月の現金収入の無い農家が現金不足により返済を停止している場合で、農作物の収穫時期後は返済を再開しており、PMUとしては特に問題視はしていない。

リボルビングファンドを利用したPV機器の設置手続き、及び資金の流れは以下のようになっており、フロー図を図４－２に示す。

① 設置業者が営業活動を通じて利用者にシステム構成・価格等を提示し（a）、設置を希望する利用者は、PVシステム購入のための申請書とローンの申し込みをPMUとAFCに行う。（b）

② PMUは設置業者の提示したシステム構成のチェックを行う。AFCは融資の返済能力についてチェックする。（c）

③ 設置申請と融資申請に許可がおりると（d）、利用者は設置業者と契約する。（e）

④ 設置業者は、PVシステムの調達資金が不足する場合は、利用者との契約書を担保に銀行（AFC等）から資金融資を得る。（f, g, h）　注1

⑤ 設置業者は、PV機器供給業者にPVシステムを注文し、代金を支払う。（i, i'）注2

⑥ PV機器供給業者は、PVパネル等の輸入構成部品をPMU経由で発注する。（j, j'）

⑦ この代金はUNDPが支払う（k）ので、PV機器供給業者は同額をファンドに支払い、これがファンドの追加資金として利用される。（k'）

⑧ 輸入される構成部品はPMU経由で納品され（l, l'）、国内調達部品と合わせて設置業者に納入される。（m）

⑨ 設置業者は利用者の家に設置を行い（n）、設置完了確認をPMUに申請する。（o）PMUはフィールドインスペクターを派遣して、設置が正しく行われているかチェックし（p）、問題がなければ、設置完了書（利用者・設置業者・PMUの3者がサインする）を発行し、これに基づいてリボルビングファンドから設置業者に支払いが行われる。（q）

⑩ 銀行から資金融資を受けている場合は、借入金を返済する。（r）　注1

⑪ 利用者は、頭金をファンドに支払い、融資残金の返済を行う。（s, s'）

注1：　④、⑩はリボルビングファンドとは無関係な、通常の融資として行われ、融資の申し込みから融資が受けられるまでの審査期間は1週間である。年利35%（AFCから借りる場合）であるが、融資を受けて、設置が完了し、返済までの期間は概ね2ヶ月である。

注2：　設置業者とPV機器供給業者が同一会社の場合もある。

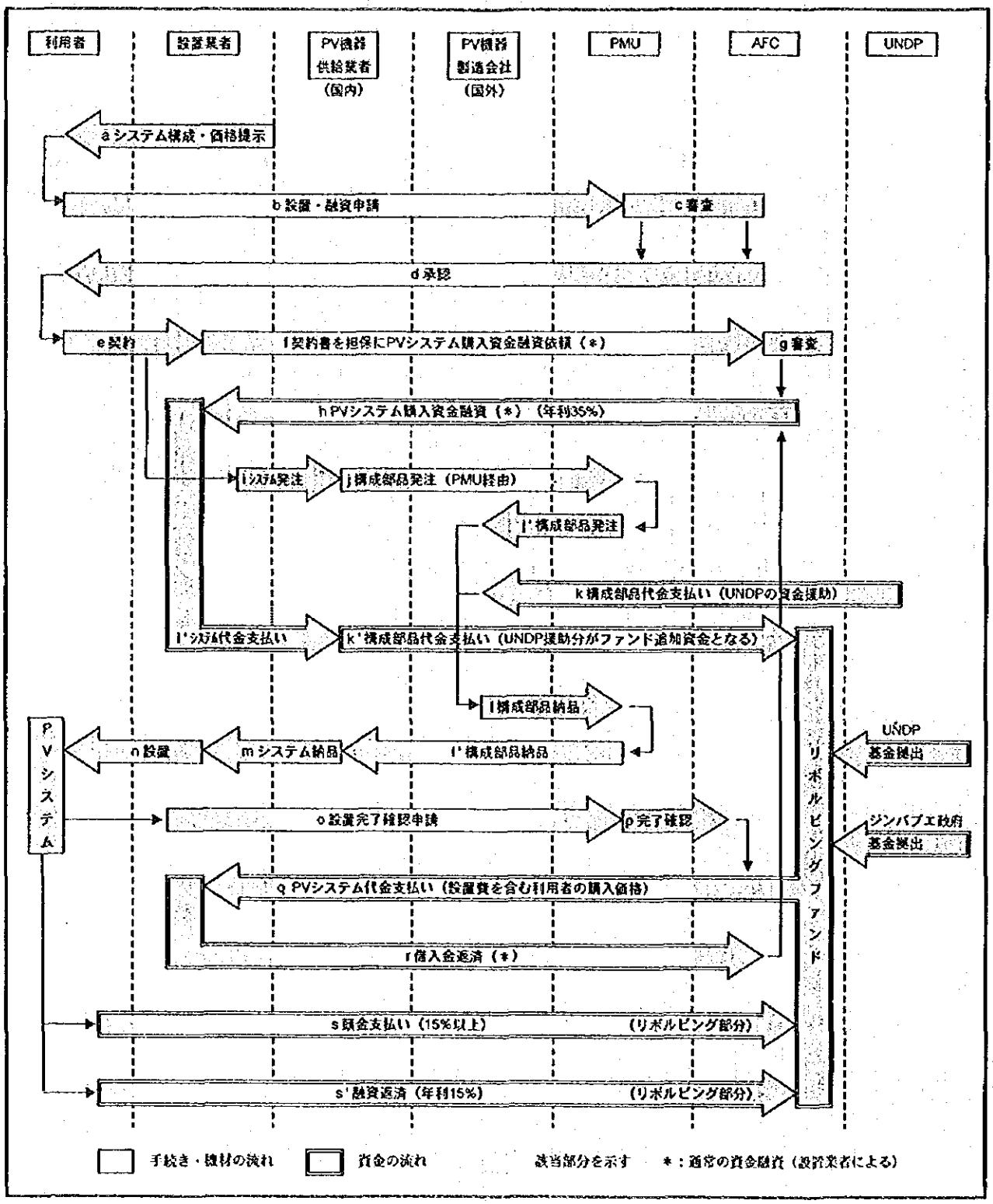


図4－2　PVシステム設置までの流れ

1996年3月末時点でのリボルビングファンドの財務状況を表４－２に示す。これをまとめて図化したものを図４－３に示す。低利息とローン未払いによる負債から資金の減少が懸念されるが、現在のところは、UNDPからの資金投入が機器購入の形態で行われており、資本の規模は拡大傾向にある。融資の貸付額は1995年でZ$5,055,620、1996年でZ$9,423,072と資金投入でほぼまかなわれており、シーディングファンドは健全に保たれている。

表４－２　リボルビングファンドの貸借対照表

	1995年	1996年
総資産	9,013,371	14,521,828
プロジェクト資本	7,847,841	11,935,291
シーディングファンド　(前年度繰越)	2,016,000	2,016,000
機器購入資金投入分	4,884,829	3,826,675
(前年度繰越)	863,089	5,747,918
運用利益からの繰越	82,706	260,775
(前年度繰越)	1,217	83,923
運用利益	1,093,596	2,291,081
前年度繰越	74,866	1,093,596
ローン利息収益	319,009	1,005,847
運用利息収益	996,277	1,031,351
手数料収入	54,060	63,006
雑収入	100	147,801
管理費	-197,119	-566,223
プロジェクト資本へ繰入	-82,706	-260,775
安定化基金へ繰入	-70,891	-223,522
安定化基金	71,934	295,456
運用利益からの繰越	70,891	223,522
(前年度繰越)	1,043	71,934

単位＝Z$　　出典：AFC監査資料1996年

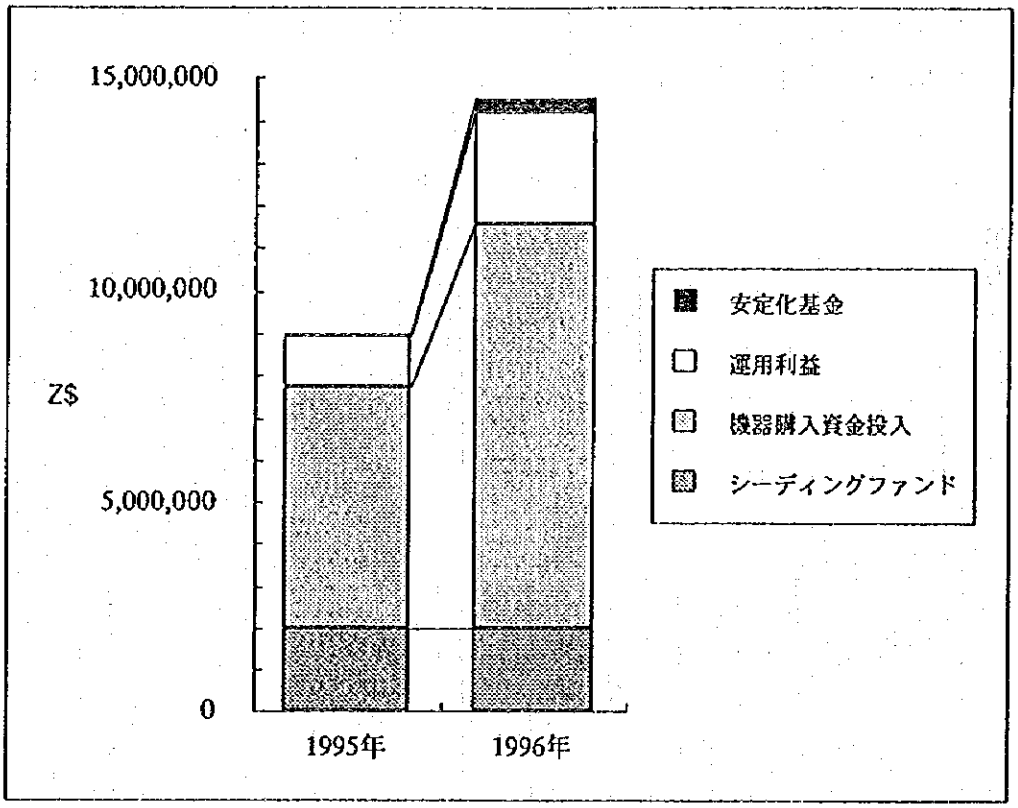


図4－3　ファンドの総資産に占める費目

4-5. PVシステム構成部品の機能

PVシステムの構成は図4－4のようになっており、各世帯ごとに設置する分散型のシステムである。配線は導管を使用し、スイッチ・ソケット類も規格品を使用して設置することが決められている。

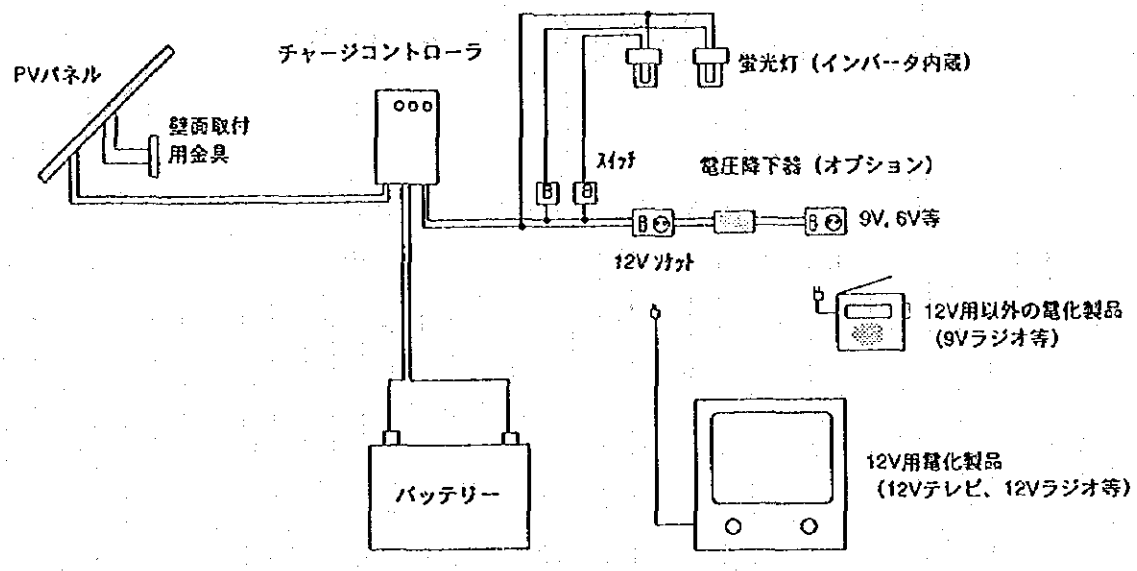


図4－4　PVシステム構成図

① PVパネル

太陽電池パネル。単結晶シリコンウエハーから切り出されたセル１枚で約0.5V、3Aの発電が可能であり、このセルを目的の電圧が得られるように直列配線して組立てたものがパネル（モジュールとも呼ぶ）である。大きなシステムでは、このパネルを直列及び並列に連結してアレイを構成し、所要の出力を確保している。GEFプロジェクトでは、１枚のパネルの発電出力が40～50Wクラスのものが多く利用されている。セルに多結晶シリコンを使用したパネルも利用されている。セルにアモルファスシリコンを使用したパネルは変換効率・経年変化等の問題で使用が許可されていなかったが、安価なことと、メーカの10年保証付の条件で、6V充電池を使用するランタン用として10Wパネルが導入されるようになった。

ジンバブエ国内には民間のPVパネル組立工場があり、GEFプロジェクト開始当初は国内で組み立てられたパネルを使用していたが、輸入品の方が安くなったため、現在では全て輸入品が使用されている。

これは、以下の理由により、組立人件費が安価であるにも関わらず、コスト高となり製品としての市場競争力が不利な状況に陥っているためである。

a. 本プロジェクトの優遇措置として、PVパネルの完成品輸入は無関税であるのに対して、PVパネル組立用に太陽電池セルを輸入する場合は関税がかる。

b. 結晶系シリコンセルの供給が世界的に逼迫状態にあり、メーカーの系列でない、

独立系のパネル組立会社が太陽電池セルを低価格で安定的に供給を受けることが困難。

GEFプロジェクトでは太陽光発電の普及促進のために、国内産業育成も目指しているが、PVパネルに関しては逆に、国内企業を圧迫している現状となっている。利用者に低価格でPVパネルを供給することと、国内産業の育成を図ることが両立できるような改善策が求められる。

② バッテリー

昼間PVパネルで発電した電力を、夜間や雨天時に利用できるようバッテリーに貯蔵する。PVシステム用のディープサイクル型バッテリーも入手可能であるが、価格がやや高く、もっぱら自動車用12Vバッテリーが利用されている。補水の必要がない密閉型バッテリーを使用するケースもあるが、高価なため、一般的には安価な補水型のバッテリーを使用している。容量は60Ah～100Ah程度が多い。

バッテリーはジンバブエ国内にバッテリー製造会社もあり、輸入品と合わせて各社のものが利用されている。

③ チャージコントローラ

鉛蓄電池タイプの自動車用バッテリーは、過放電に弱く寿命が著しく低下する。また、過充電は電気分解による電解液の減少を引き起こしたり、密閉型バッテリーではゲル状電解液がガス化して再生不可能になる。このため、過放電・過充電によるバッテリーの損耗を防止するためには、バッテリーの充放電制御を行うチャージコントローラを使用することが必要不可欠である。チャージコントローラは、ジンバブエ国内にも製造会社があり、輸入品に対しても価格競争力を有しているため広く利用されている。しかしながら、充放電制御回路には通常の機械式リレーを使用しており、保持電流が必要なことから、低消費電力化に向いていない。20W以下の小型のPVシステムを構成する場合はチャージコントローラの消費電力がクリティカルになるため、改善が望まれる。

④ 蛍光灯（インバータ内蔵）

バッテリーからの直流電圧を交流に変換し昇圧するインバータを内蔵している。

蛍光管は小型の直流インバータに適したフィリップス製の4極小型蛍光管（7W、9W、11W）が市販されている。防虫のための透明アクリル・白色アクリルカバー付き蛍光灯ブラケット及びインバータは国内で数社が製造しており、これら国内製品が主に利用されている。

内蔵インバータに関しては、予備調査時の製品解析で、交流発振波形に蛍光管の寿命に悪影響を与えるスパイクが認められている。これに対しても改善の余地がある。

⑤ 電圧降下器（オプション）

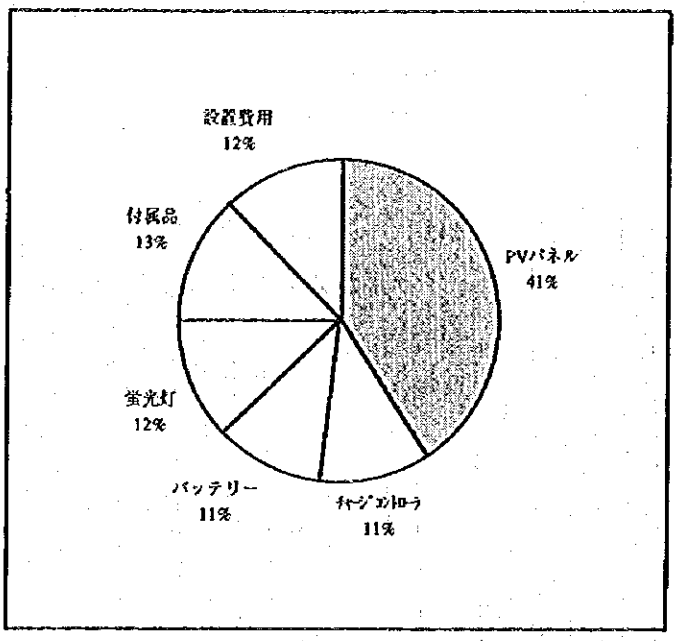
ラジオなど12Vよりも低い電圧で動作する電気製品を使用する際に、電圧を下げる。

⑥ その他の付属品

PVパネルを屋外に固定するための金具類、バッテリー保管箱、配線用導管・スイッチ・コンセント類、予備ヒューズ、予備蛍光管、バッテリー補充液

構成部品の価格は、メーカー・型式・設置業者によってことなるが、40Wクラスの例を図４－５に示す。この図からもシステム価格の4割を占めているPVパネルの価格を下げることが、低価格システムを構成する際の要となることがわかる。

また、PVパネルがメンテナンス無しで20年の寿命を期待できるのに比べて、バッテリーの寿命は2年程度と短い。したがって、長期的なランニングコストを抑えるには、バッテリーの寿命をのばし、交換回数を減らすことが重要な点となる。このためには、バッテリーの性能保持に影響を与えるチャージコントローラを改善し、安価で性能が良く、信頼性の高いものにすることが必要である。



(付属品はパネル取り付け金具・配線材料・予備部品等含む)

図4－5　PVシステム価格に占める構成部品の割合

4-6. GEFプロジェクトの抱える問題点

GEFプロジェクトが開始されてから3年たち、以下に示すようないくつかの問題点が出てきている。

① PVシステムの主な利用者は、比較的裕福な農民や毎月収入のある教員等で、低所得者層にとっては現状のPVシステム（45Wクラスで700～800米ドル）は高価であり普及が進んでいない。このため、PMUでは5～10Wクラスの安価なアモルファスシリコンパネルと6Vのシールド型鉛蓄電池を使用したランタン、及び利用者が自分で設置できるキットタイプの製品も新たに導入を進めようとしている。しかし、実際の需要規模等が把握されておらず、本格的な普及には至っていない。

② PV設置業者のマージンが30%～35%と高いため、PV設置業者自体が収入の多い家庭を対象に販売、設置をする傾向があること。これによって一般家庭が対象からもれ、普及の公平性を失う可能性がある。

③ マージンが高い上、販売税が15%かかるため最終価格が高いものになっている。

図４－６に工場出荷時の価格を1,000とした場合の、マージン、税金等がどのくらいになるかを示した。設置業者のマージンと販売税で利用者の購入価格は、工場出荷価格の5割増になってしまっている。さらに、頭金15%を引いた残りを3年ローンにすると、利用者が支払う価格は1,810と工場出荷価格の約8割増になる。これに設置費用も別途必要であるため、最終的に利用者が支払う価格は工場出荷価格の2倍近くになる。低い業者マージンの設定や税制面での優遇制度、現行の15%よりさらに低利のローン等が必要と考えられる。

また、資金に余裕のない設置業者が資金繰りのために借りる資金の利息負担（年利35%）が、システムの価格に跳ね返っていることも見逃せない。部品の納期やPMUの手続きをスピードアップすることで、返済期間（現状では約２ヶ月）の短縮を図り、さらに利息を低減するための優遇措置を講じることが課題である。

④ 比較的収入がありながら、配電網に組み込まれていない家庭ではPVシステムに対するニーズが強く、GEFのローン以外にもソーラーコム社が独自のローンを設定しており、価格が高めになるにもかかわらず利用者がいる。これはGEFの手続きが煩雑で時間がかかることも一因と思われる。ただし、手続きに要する時間は徐々に短縮されつつある。

⑤ PV機器の標準規格を制定中であるが、性能、信頼性等を検査する機関・設備がない。PV機器は設置業者が自由に選定できるが、消費者保護の観点からは、一定レベルの性能・信頼性を確保するための規格が必要と思われる。公的立場で製品検査を行う機関、また測定するための機材整備が求められる。

⑥ 本格的な市場調査を行っていないので、チャージコントローラ、蛍光灯等のメーカーは製品の性能及び信頼性が適切であるかどうか、改善が必要な場合には要求される技術を保有するかどうか等について不安を持っており、この問題の解決が求められる。

⑦ 遠隔地に設置したPVシステムが故障した場合には、ほとんどの設置業者がハラレにあるため、簡単な修理でも現地に人を派遣して修理するためのコストが高くつく。遠隔地でも修理が容易に出来るような保守体制、部品の流通体制の確立が望まれる。

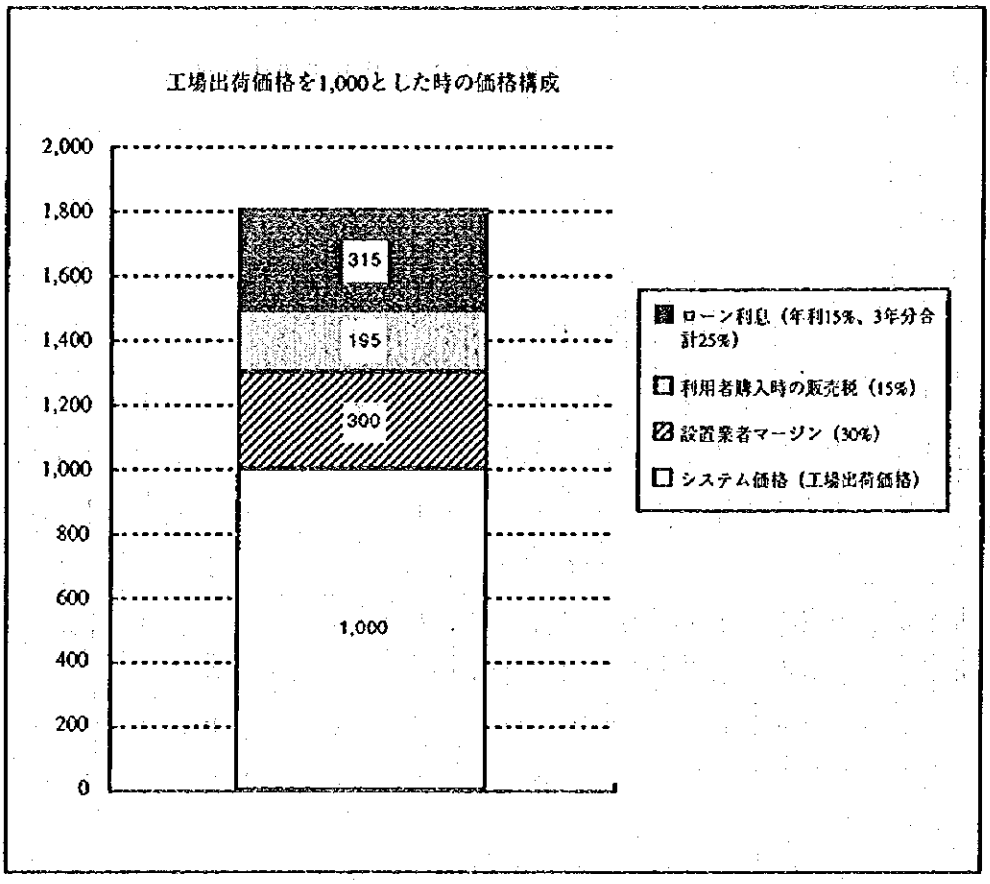


図4－6　PVシステム価格に占める税金・利息・マージン

第5章　現地踏査結果

現地踏査において、地方におけるPVシステムの利用例とジンバブエ国内のPVシステム組立業者の調査を実施した。調査結果は以下の通りである。

5-1. PVシステムの利用例

（1）利用例1（農家）

ハラレの南約60kmのSimmbayashi地区にある農家を調査した。50Wパネルをチャージコントローラを介してバッテリーに接続。蛍光灯3灯に加えてミニコンポ、テレビも使用しており、消費電力が一般家庭よりもやや多いため100Ahのバッテリーを装備している。システムの価格はZ$13,000で、毎月の返済額はZ$400である。主人が公務員をしており、収入が比較的安定しているため返済額を少し多くして早く返済を終えるようにしているとのこと。ミニコンポにはCDもついており、音楽やテレビの娯楽が利用できることに満足している様子である。（写真 - 10～12）

（2）利用例2（商店）

上記農家近くのビジネスセンター（農村部で商店が数件集まっている地区をジンバブエではこう称している。）にある食料品店。50Wパネルを2枚使用し、照明は9灯で他にカーステレオとテレビを使用している。カーステレオは店内のBGM用に使われており、12V電源であるためDC-ACインバータも必要なくそのまま直結できる利点がある。チャージコントローラには液晶モニタでバッテリー電圧・パネル出力電流・負荷電流の表示をする高機能なもの（米国製）を使用している。システム価格はZ$18,400で毎月の返済額はZ$572である。

食料品の貯蔵用に業務用の冷蔵庫と冷凍庫を数台所有しているが、全てパラフィン燃料式のものである。PVシステムでこうした消費電力が多く起動負荷も大きな製品をまかなうためには、システム規模が大きくなり高価なものとなってしまうため、当面置き換えることは困難である。

隣室にはチブクバー（とうもろこしと雑穀を原料にした発酵酒チブクを販売）があり、電気を利用して初めて可能となる大音量の音楽と夜間でも明るい照明が客を引き付け、売り上げ増につながっている。PVシステムの経済的な波及効果のよい例と思われる。（写真 - 13～17）

5-2. PVシステム取扱業者

UNDP/GEFプロジェクトによってPVシステム関連の産業が育成されてきており、PMUに登録しているPV設置業者は50社以上（ただし有力業者は6社程度）を数える。業界団体のジンバブエ太陽エネルギー工業会（ SEIAZ ： Solar Energy Industries Association of Zimbabwe）も結成されており、現在27社が会員登録している。太陽電池セル、蛍光管、電子部品（トランジスタ・抵抗等）は輸入に頼らざるを得ないが、太陽電池パネルの組立工場もあり、その他のチャージコントローラ、インバータ内蔵蛍光灯、バッテリ等のBOS（Balance of System：周辺装置）も国内組立業者からの調達が可能となっている。国内でPV機器が容易に手に入る（ただしハラレ市内に限る）状況は、他の途上国のようにBOSが整備されていない状況下でPVシステムの普及を図る場合に比較して、非常に有利な点となっている。

現地調査で訪問した企業は以下の通り。

（1）Sollatek Electronics

英系企業として設立されたが、現在は100%ジンバブエ資本の会社となっている。英国のSollatek本社とは、グループの一員として協力して事業を進めている。チャージコントローラ（充放電制御装置）、インバーター組み込み蛍光灯、DC-AC コンバータ等の組立を行っている（写真 - 27～30 ）。現地仕様のための設計変更を施すこともあるが、基本設計は英国本社で行っている。設計方針は、途上国での利用を念頭に、極力現地で入手しやすい部品を使用し、シンプルな構成にするようにしている。インバーター組み込み蛍光灯ではジンバブエ国内でトップシェアである。

ここの社長は、PVシステム関連の業界団体である、SEIAZの会長も務めている。

（2）Solarcomm

1980年設立。従業員は55名。太陽電池パネルと蛍光灯用インバータの組立を行っている。ジンバブエでPVシステムを扱った最初の会社であり、太陽電池パネルの組立もアフリカで最初に行った。GEFプロジェクトが始まる以前から、独自にPVシステムの販売を行っている。独自のクレジット（年利20数%）販売もしている。

工場は十分なスペースを持ち、作業員は約10名。使用している太陽電池セルは円形セル（ウエハー径97mm、出力2.2A）と矩形セル（辺長103mm、出力3.3A）である。セルのカッティング、ハンダ付け、洗浄等の作業はすべて手作業でおこなっている。ラミネー

タ設備も保有しており、ハンダ付けしてモジュール配列にした太陽電池セルをカバーガラス、ラミネーション用プラスチックフィルムで成形し、スーパーストレイト構造のモジュールを生産している。太陽電池セルはウエハーメーカであるシーメンス、BP等各社から取り寄せているが、世界的にシリコンウエハーの需要が逼迫しており、低価格で安定した仕入れが困難な状況になっている。（写真 - 22～27）

製品の種類は13W、20W、55Wの三種類を基本としている。組み立てたPVパネルの出力試験は実施されているが、環境試験装置はなく耐久性等は未知数である。また、スペインのHelios社から完成品のモジュールを購入する場合もある。

PVパネルの生産量は公称値180kW／年である。これは1台しかないPVパネルラミネータの能力で制限されていることによる。PVパネルのラミネート所要時間は20Wパネルの場合30分で2枚（50Wパネルでは1枚）、一日の稼働時間を8時間とすれば日産32枚（50Wパネルの場合は16枚）、年間260日稼働として8,320枚で166kW／年（全て50Wパネルにすれば208kW／年）の生産量となる。過去の生産量は89年32kW／年、90年68kW／年、91年78kW／年となっており、国内での需要には十分対応できる生産能力である。

使用セルの形状等が統一されればハンダ付けの自動化が可能に成り、製品の信頼性向上に寄与することができるだろう。

GEFプロジェクトでは、当初Solarcomm社のPVパネルも使用されていたが、セルの輸入には関税がかかるため、無関税で輸入される完成品の方が価格的に安くなり、現在はほとんど使用されていない。

5-3. コンサルタント

本格調査における村落社会経済調査等は、現地コンサルタントを活用することが効率的である。ジンバブエには営利企業としてのコンサルタント会社はなく、NGO組織がコンサルタント業務を行っている。主なコンサルタント2団体と面談を行った。

（1）Southern Centre

環境保全のためのエネルギー政策・開発を提言することを目的として1992年に設立された。主にZESA出身者で構成されており、スタッフは10名。エネルギー分野が強い。ハード面だけでなく、社会経済等のソフト分野も手がけている。調査能力の高さは評価されているが、その分コンサルタント料も高く設定されている。価格交渉は可能だが、

UNDPが現地コンサルタントを採用する基準価格（日当）の2倍近い料金体系となっている。

PVシステムの技術的蓄積のため、自らもPVシステム設置を手がけようとしている。

（2）Biomass Users Network

事務所はPMUと同じ建物にある。活動の中心となるスタッフは7名で、役員にはPMUのDr. G. Mandishona、UNDPのMs. D. Chandiwana 他4名が名を連ねている。村落密着型の活動が主体の団体であり、コンサルタント業務も行っている。元々森林資源保護のためのエネルギー対策として、バイオマスを利用した家庭燃料の改善を推進することを目的としており、バイオマスで発生させたメタンガスや、トウモロコシ等の作物収穫後の葉や茎の残滓でつくるストークブリケットを燃料エネルギーとして利用する活動を行っている。

農村部のエネルギー問題では、燃料も電気も関連しているため、PVシステムの普及活動も手がけるようになった。PVシステムに関する技術を持っていなかったので、これを補うためにテクニシャンを2名雇っている。民間の設置業者が入らない奥地への普及を念頭に、今後の活動が期待されている。

第6章　本格調査実施方針

6-1. 目的

電気があるということは、灯油ランプやロウソクに比べて明るく良質な照明が利用できることを意味する。良質な照明によって、日没後の活動が可能となり、例えば内職をすることによる家計の収入増が期待できる。女性にとっては暗闇の中での家事労働から解放され、子供にとっては勉学時間を確保でき識字率や学力レベルの向上が図れる。また、ラジオ・テレビ等で得られる情報や娯楽番組は生活に潤いを与え、生活の質を向上させる。

また、未電化地域の世帯に電気をもたらすことは、都市生活者との生活レベルの著しい格差を改善し、社会の安定にも寄与するものである。

しかしながら、ジンバブエの人口の69%は農村部に居住し、農村部の電化率はわずか4.6%にすぎない。人口密度も平均で27人／km^2と稀薄で集落においても家屋が点在しており、配電網の延長による電化は当面期待できない。こうした状況下で、未電化世帯に電気をもたらすためには、低価格の独立分散型PVシステムが有望な手段となる。幸い、ジンバブエの年間平均日射量は19MJ/dayと世界の最高水準（日本の約1.5倍以上）にあり、太陽光発電に有利な自然環境である。さらに、GEFプロジェクトにより、国内のPV関連産業が育成されてきているなどPVシステム普及のための条件がそろっている。

本格調査の目的は、ジンバブエ国の農村地域において、PVシステムの普及を促進させるための具体的実行計画、包括的な制度・政策的な枠組み策定、技術的提言を含んだマスタープランを作成することである。このマスタープランが目指すのは、PVシステム製品を市場を通じてより低価格で十分に供給し、同時に農村でのPVシステム需要を盛り上げるような環境を形成することである。

PVシステム製品の低価格化のためには、PVシステム供給側（製造、流通、設置側）の供給能力及び生産効率の向上を図ることが必要である。本調査では、このための技術改善、制度改善、総合的政策策定に係る調査を実施する。

一方、PVシステム需要側（購入・利用者側）で需要を掘り起こすためには、まず、ニーズの把握が必要である。このために農村社会調査、PVシステムの試験設置、試験設置後の定期モニタリングを実施する。この結果から、需要側のニーズを把握し、ニーズに沿った制度・政策の策定を行う。さらに、需要側のニーズを供給側にフィードバックし、市場ニーズに見合った製品の供給を促す。

最終的には、供給側と需要側の両者のポテンシャルを最大限に引き出すような包括的な政策・制度枠組みを提言する。また、併せて本調査の調査期間中には、先方カウンターパート機関及び太場光発電システム産業の技術レベルを向上させるために、共同作業及びワークショップやセミナーを実施し、関連技術の移転を図る。需要側に対しても、PVシステム試験設置後のモニタリング、維持管理の際に必要な知識、情報の提供を行い、総合的な運用能力の改善を図る。

6-2. 調査の基本方針

本格調査で目的とするPV普及促進政策及び実施計画の策定は、マスタープラン的性格よりもさらに踏み込んだ、具体的かつ現実的なものとする。需要、政策、流通機構、人材育成等を総合的に考慮し、持続的に普及が進むような計画を策定する。また、調査だけに終わらず、現地カウンターパートやPV関連産業の技術レベル向上に寄与するためにも積極的にワークショップ、セミナー、OJT等を行い技術移転を図るものとする。

また、本格調査の終了後、プロジェクト方式技術協力、個別専門家派遣、無償資金協力等JICAの他のスキームに引き継がれ援助が継続することで、開発調査の成果が最大限に生かされ、普及促進にも一層の効果がもたらされるものと思われる。したがって、本格調査以降の援助実施の可能性についても考慮して調査を進めるものとする。

6-3. 調査項目及び内容

（1）既存資料調査

既存関連資料・情報を収集・整理・分析する。関連資料にはZESAがまとめている地方電化計画マスタープラン（96年末完成予定）、GEFプロジェクトの最新データ、リボルビングファンドの財務データ等含む。

（2）地方電化政策の確認

ジンバブエの地方電化政策、地方電化促進におけるZESAの役割、ZESA民営化後の電化計画、ZESAのPV事業計画等について調査を行う。

（3）村落社会経済調査

PV機器普及のためのマーケットリサーチを主体とした村落社会経済調査を、現地コンサルタントに再委託して調査を実施する。再委託に必要な調査項目の詳細、対象地域、対象数等は現地コンサルタントと協議して決定するが、主な項目は以下の通り。

① 農村地域でのPVシステムに対する潜在需要・経済性を把握するために、以下の調査を実施する。

調査項目：各世帯の収入、可処分所得、光熱費支出、娯楽費支出、PV購買可能価格（支払い意志額）、電力需要等

対象世帯：平均月収Z$2,000／月（農村地域の教員の収入相当）以下の家庭でPV機器を設置していない世帯　200世帯

（うち100世帯は試験設置対象世帯）

② PV機器導入済み世帯に対して、満足度調査をおこない設置・保守上の問題点を把握するための調査を実施する。

調査項目：各世帯の収入、可処分所得、光熱費支出、娯楽費支出、PV機器ローン返済条件、使用システム構成（W数、照明数、使用電気製品等）、保守体制、故障履歴、満足度等

対象家庭：PV機器のW数50W以下を所有している世帯　200世帯

③ 学校・クリニック等公共施設における潜在需要、及び設置・保守上の問題点を把握するための調査を実施する。

調査項目：施設の運営維持費、光熱費支出、需要システム構成（既設置の場合：使用システム構成、保守体制、故障履歴、満足度）等

対象施設：PV機器を必要としている公共施設　50ヶ所

すでにPV機器を設置している公共施設　50ヶ所

（4）PV普及促進のための政策、制度、実施組織等の評価

PV普及促進のための政策的な枠組みについて、現状の分析を行い、より効果的な政策、制度、実施組織等を検討する。

（5）PV普及促進のための社会条件評価、人的資源評価、融資制度

PV普及促進のための社会条件について、社会経済調査のデータと併せて、現状の分析を行う。より低所得者層にも普及させるための融資制度、設置業者の運転資金融資制度、人材開発等についての検討を行う。また、製品や消耗部品の低価格での安定供給体制、修理体制等産業構造についても評価を行う。

（6）PV機器を利用する側の知識・保守能力の評価

村落社会経済調査で得られた、PV機器の利用者に関する基礎知識・保守能力等を分析し、利用者の保守能力を高める上での問題点の把握及び解決策を示す。