

ナイジェリア連邦共和国
電力鉄鋼省
科学技術省
ナイジェリアエネルギー委員会
地方電化庁

ナイジェリア連邦共和国
太陽エネルギー利用マスタープラン調査
報告書

第3巻 パイロットプロジェクト

平成19年2月
(2007年)

独立行政法人
国際協力機構(JICA)

八千代エンジニアリング株式会社
株式会社レックス・インターナショナル

ナイジェリア連邦共和国
太陽エネルギー利用マスタープラン調査

ファイナルレポート
目次

- 第1巻 要約
- 第2巻 主報告書（マスタープラン）
- 第3巻 パイロットプロジェクト
- 第4巻 ジェンダー／人間の安全保障
- 第5巻 太陽エネルギー技術研究開発アクションプラン
- 第6巻 太陽エネルギー利用啓蒙普及活動実績

序 文

日本国政府は、ナイジェリア国政府の要請に基づき、同国太陽エネルギー利用マスタープラン調査を実施することを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施いたしました。

当機構は、平成17年6月から平成19年2月まで、6回にわたり八千代エンジニアリング株式会社国際事業部の西川光久氏を総括とし、同社と株式会社レックス・インターナショナルの団員から構成される調査団を現地に派遣いたしました。

調査団は、ナイジェリア国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本プロジェクトの推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援を戴いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成19年2月

独立行政法人国際協力機構
理事 伊沢 正

独立行政法人
国際協力機構
理事 伊沢 正 殿

伝達文

ここに、ナイジェリア連邦共和国太陽エネルギー利用マスタープラン調査報告書を提出できることを光栄に存じます。

八千代エンジニアリング株式会社及び株式会社レックス・インターナショナルによる調査団は、独立行政法人国際協力機構との業務実施契約に基づき、平成17年6月から平成19年2月にかけて、ナイジェリア国においてパイロットプロジェクトの実施を含む6回の現地調査と、関係する日本における国内調査を実施いたしました。

調査団は、ナイジェリア国政府及び関係機関の職員との十分な協議のもと、調査結果を基に太陽エネルギー利用にかかるマスタープラン、研究開発アクションプラン並びに啓蒙普及活動アクションプラン等本報告書に取りまとめましたのでご報告いたします。

ナイジェリア国政府関係者ならびにその他関係機関に対し、調査団がナイジェリア国滞在中に受けたご好意と惜しみないご協力について、調査団を代表して心から謝意を表明いたします。

また、独立行政法人国際協力機構、外務省、経済産業省及び在ナイジェリア国日本大使館に対しても、現地調査の実施及び報告書の作成にあたって、貴重なご助言とご協力をいただきました。ここに、深く感謝申し上げます。

平成19年2月

ナイジェリア連邦共和国
太陽エネルギー利用マスタープラン調査団
総括 西川 光久

ナイジェリア連邦共和国
太陽エネルギー利用マスタープラン調査

ファイナルレポート
(第3巻 パイロットプロジェクト)
目次

位置図／図表リスト／略語集

第1章 序論	1-1
1.1 パイロットプロジェクトの目的	1-1
1.2 パイロットプロジェクトの概要	1-2
第2章 対象村落	2-1
2.1 村落選定基準	2-1
2.2 対象村落選定経緯と村落概要	2-1
第3章 機材調達	3-1
3.1 調達機材の技術仕様	3-1
3.2 調達及び据付作業工程	3-13
3.3 施工監理体制	3-18
第4章 維持管理体制	4-1
4.1 維持管理組織の設立	4-1
4.2 維持管理組織の体制及び人員	4-2
4.3 機材のリース契約	4-5
4.4 運転・維持管理費用の財政管理	4-7
4.5 運転・維持管理の技術支援	4-10
4.6 今後の維持管理体制	4-10
第5章 キャパシティ・ディベロップメント	5-1
5.1 エンジニアリング能力の強化	5-1
5.2 施工監理能力の強化	5-1
5.3 組織運営能力の強化	5-2
5.4 キャパシティ・ディベロップメントの成果と課題	5-2
第6章 モニタリング	6-1
6.1 モニタリング方法	6-1
6.2 モニタリング結果と分析	6-1
6.3 PV システム利用者に対するアンケート	6-6
第7章 結論	7-1
7.1 パイロットプロジェクトの評価	7-1
7.2 教訓と提言	7-3

添付資料

- 添付資料 1 PV システム技術仕様書 (ジガワ州)
- 添付資料 2 パイロットプロジェクト主要機材諸元
- 添付資料 3 PV システム配置図
- 添付資料 4 パイロットプロジェクト機材リース契約書
- 添付資料 5 PV システムマニュアル
- 添付資料 6 PV システムログブック (ジガワ州)
- 添付資料 7 PV システムアンケート

図のリスト

- 図 1-1 パイロットプロジェクト対象村落位置
- 図 2-1 ジガワ州ガルコン・アリ村の概観
- 図 2-2 オンド州オケ・アグンラ村の概観
- 図 2-3 イモ州ウムイコロ・オペヒ村の概観
- 図 3-1 トリクル用途バッテリー放電特性例
- 図 3-2 月別平均日射量
- 図 3-3 月別平均気温
- 図 3-4 月別降雨量
- 図 3-5 SHS と BCS のシステム構成比較
- 図 3-6 SHS と BCS のシステム運用例比較
- 図 3-7 ジガワ州ガルコン・アリ村のシステム据付状況
- 図 3-8 オンド州オケ・アグンラ村のシステム据付状況
- 図 3-9 イモ州ウムイコロ・オペヒ村のシステム据付状況
- 図 3-10 パイロットプロジェクト施工監理体制
- 図 4-1 ジガワ州ガルコン・アリ村のパイロットプロジェクト維持管理組織
- 図 4-2 オンド州オケ・アグンラ村のパイロットプロジェクト維持管理組織
- 図 4-3 イモ州ウムイコロ・オペヒ村のパイロットプロジェクト維持管理組織
- 図 4-4 パイロットプロジェクト機材のリース契約
- 図 6-1 日負荷曲線例
- 図 6-2 月間消費電力量
- 図 6-3 月間消費電力量例（SHS）
- 図 6-4 月間消費電力量例（BCS）
- 図 7-1 プロジェクトコーディネーターの役割

表のリスト

表 1-1	パイロットプロジェクト・デザイン・マトリックス
表 1-2	パイロットプロジェクト作業工程
表 3-1	シリコン半導体 PV モジュール特性
表 3-2	月別平均日射量
表 3-3	消費電流量
表 3-4	必要発電電流量
表 3-5	PV モジュール出力電流
表 3-6	PV モジュール仕様
表 3-7	バッテリー容量
表 3-8	SHS 主要機器諸元
表 3-9	BCS 設計例
表 3-10	必要電流量と充電間隔
表 3-11	充電回数
表 3-12	必要発電電流量
表 3-13	PV モジュール出力電流
表 3-14	PV モジュール仕様
表 3-15	バッテリー容量
表 3-16	BCS 主要機器諸元
表 3-17	消費電流量
表 3-18	公共施設主要機器諸元
表 3-19	PV ワクチン冷蔵庫要求事項
表 3-20	消費電流量
表 3-21	街路灯主要機器諸元
表 3-22	パイロットプロジェクト機材調達の入札結果概要
表 3-23	パイロットプロジェクトの調達・据付作業工程
表 4-1	村落会議の実施期間
表 4-2	PV システム利用料金設定検討結果
表 4-3	PV システム利用料金設定

表 6-1	ジガワ州ガルコン・アリ村のモニタリング結果
表 6-2	オンド州オケ・アゲンラ村のモニタリング結果
表 6-3	イモ州ウムイコロ・オペヒ村のモニタリング結果
表 7-1	パイロットプロジェクトの成果達成度評価

略語集

BCS	Battery Charging Station (バッテリー充電所)
BPE	Bureau of Public Enterprises (公共事業庁)
CD	Capacity Development (キャパシティ・ディベロップメント)
ECN	Energy Commission of Nigeria (エネルギー委員会)
FCT	Federal Capital Territory (連邦首都圏)
FMP S	Federal Ministry of Power and Steel (電力鉄鋼省) (電力鉄鋼省は2007年1月からエネルギー省に改組された)
FMS T	Federal Ministry of Science and Technology (科学技術省)
IEC	International Electrotechnical Commission (国際電気会議規格)
IPP	Independent Power Producer (独立系発電事業者)
ISO	International Organization for Standards (国際標準化機構)
JAEF	Jigawa Alternative Energy Fund (ジガワ州代替エネルギー基金)
JICA	Japan International Cooperation Agency (国際協力機構)
JIS	JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD (日本工業規格)
JWG	Joint Work Group (ジョイントワークグループ)
LGA	Local Government Area (郡に相当する行政区域)
LWG	Local Work Group (ローカルワークグループ)
NEDO	New Energy Development Organization (新エネルギー・産業技術総合開発機構)
NEPA	National Electric Power Authority (国家電力公社)
NESCO	National Electricity Supply Corporation (Nigeria) Limited (全国電気供給公社)
NIMET	Nigeria Meteorological Agency (ナイジェリア気象庁)
NPC	National Planning Commission (国家計画庁)
O&M	Operation and Maintenance (運転・維持管理)
OS EB	Ondo State Electricity Board (オンド州電力委員会)
PDM	Project Design Matrix (プロジェクト・デザイン・マトリックス)
PHCN	Power Holding Company of Nigeria (ナイジェリア電力持株会社)
PURD	Imo State Ministry of Public Utilities and Rural Development (イモ州公共サービス・地方開発省)
REA	Rural Electrification Agency (地方電化庁)

R E F Rural Electrification Fund (地方電化基金)

S E L F Solar Electric Light Fund (太陽光発電基金)

S H S Solar Home System (家庭用太陽光発電システム)

U S A I D United States Agency for International Development (米国国際開発庁)

U N I D O United Nations Industrial Development Organization
(国連工業開発機関)

W B World Bank (世界銀行)

W H O World Health Organization (世界保健機構)

第1章 序論

1.1 パイロットプロジェクトの目的

本パイロットプロジェクトの目的は、「ナ」国の未電化村に暮らす住民の生活レベル向上に寄与する太陽エネルギー利用設備を試験的に設置してその運転維持管理を行い、設備利用状況のモニタリング結果を技術面及び運営面から評価し、今後の同種設備の普及促進に資する知見を得て、これを同国の太陽エネルギー利用マスタープランへ反映することである。

今回、気象条件や生活様式の異なるジガワ州 (Jigawa)、オンド州 (Ondo)、イモ州 (Imo) の未電化村から各1村をパイロットプロジェクト対象村落に選定し、各種太陽光発電システム (PV システム) を設置した。具体的活動は以下の通りである。

- 1) 参加型手法を用いて維持管理組織と料金徴収体制を構築し、プロジェクト運営状況をモニタリングする。
- 2) PV システムのメンテナンス記録と設備利用状況をモニタリングする。
- 3) 利用者、保守員、技術者を対象とした PV システムマニュアルを整備する。
- 4) 村民集会を開催して利用者に PV システムの効果とその技術的限界を理解させる。
- 5) 利用者を対象にアンケートを実施し、PV システムが彼らの生活に与えた影響を評価する。
- 6) PV システムの設計・施工監理・運転保守並びに維持管理組織の運営に関するカウンターパートのキャパシティ・ディベロップメント (CD) を図る。

表 1-1 にプロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM) ¹示す。

表 1-1 パイロットプロジェクト・デザイン・マトリックス

プロジェクト要約	指 標	入手手段	外部条件
プロジェクト目標 利用者が PV システムを理解し、設備が適切に運用され、継続的に利用される。	<ul style="list-style-type: none"> ● 料金徴収・メンテナンスが確実に行われている。 ● 利用者がシステムの効果・限界を理解する。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 運転・保守記録 ● アンケート 	<ul style="list-style-type: none"> ● 設備が盗難に遭わない。
成 果 1. 維持管理組織が機能する。 2. 設備のメンテナンスが着実に行われる。 3. システムが適切に利用される。 4. カウンターパートによるプロジェクトの支援体制が確立される。	<ol style="list-style-type: none"> 1-1. 料金徴収・資金管理が適切に行われている。 1-2. 給与支払い・予備品購入が行われている。 2. 全てのシステムが利用可能である。 3. 利用者がシステムの使用時間を管理する。 4. カウンターパートが定期的に技術指導を行っている。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 運転・保守記録 2-1. サイト調査 2-2. メンテナンス報告書 3. 運転・保守記録インタビュー 4. 	<ul style="list-style-type: none"> ● モニタリングが行われる。 ● 村民がシステムを利用する。
活 動 1-1. 参加型手法を用いて維持管理組織を構築する。 1-2. プロジェクト運営状況をモニタリングする。 2-1. メンテナンス記録をモニタリングする。 2-2. PV システムマニュアルを整備する。 3-1. 設備利用状況をモニタリングする。 3-2. 村落会議で啓蒙活動を行う。 3-3. 利用者に対するアンケートを実施する。 4. カウンターパートの CD を行う。	投 入 人 材 (日本、調査団) ● 総括 1名 ● 太陽エネルギー利用 2名 ● パイロットプロジェクト運営/参加型開発 1名 機 材 ● ジガワ州プロジェクト BCS:1, 公共施設:1, SHS:40, 街路灯:10 ● オンド州プロジェクト 公共施設:1, SHS:60, 街路灯:10 ● イモ州プロジェクト 公共施設:1, SHS:80, 街路灯:10 人 材 (「ナ」国、カウンターパート) ● 中央政府 (FMPS, FMST, ECN)、州政府、地方政府		<ul style="list-style-type: none"> ● 機材の据付が予定通り完了する。 <hr/> <p>前提条件</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 村民が PV システム電化を希望する。 ● 「ナ」国政府がプロジェクトを支援する。

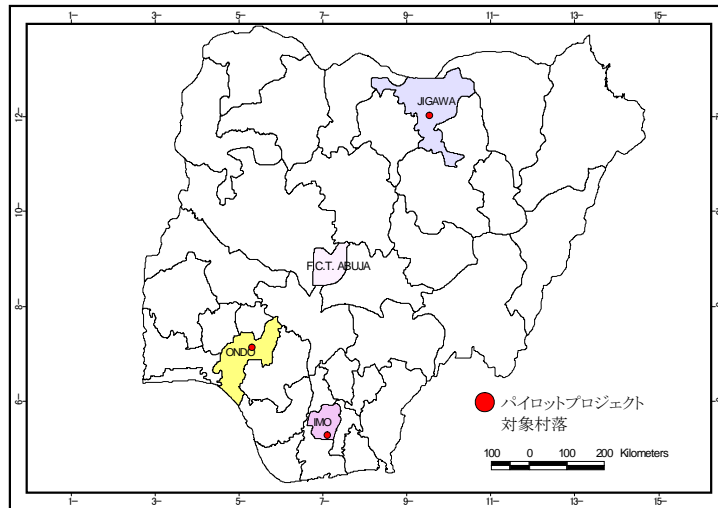
出所：調査団による

1 PDM：1960年代後半に USAID が開発したロジカル・フレームに基づき、プロジェクトに必要な目標、成果、活動、投入等の要素とこれらの論理的関係を概要表の形にまとめたもの。ここで、「プロジェクト目標」はプロジェクト実施によって終了時までに達成が期待される目標や便益、「成果」はプロジェクト目標を達成するために必要な中間目標、「活動」は成果を実現するために投入を用いて実施される具体的な行為、「投入」はプロジェクト実施に必要な人材や資金、「指標」はプロジェクト目標と成果の達成度を判断する基準となる目標値、「入手手段」は指標を検証するためのデータ源、「外部条件」はプロジェクトではコントロールできない不確かな条件。

1.2 パイロットプロジェクトの概要

本パイロットプロジェクトでは、ジガワ州、オンド州、イモ州の未電化村落から各 1 村落をプロジェクト対象村落に選定し、公共施設、バッテリーチャージングステーション (Battery Charging Station: BCS)、家庭用太陽光発電システム (Solar Home System: SHS)、街路灯で構成される PV システムを設置した (選定経緯は第 2 章を参照)。

図 1-1 に対象村落位置を示す。



出所：調査団による

図 1-1 パイロットプロジェクト対象村落位置

先ず、調査団は第 1 次及び第 2 次現地調査で入手した気象条件並びに対象村落の踏査結果に基づいて PV システムの種類及び機材の仕様を定め、技術仕様書並びに入札書類を作成した。なお、本プロジェクト開始時点において、既に「ナ」国では PV システムを利用した村落電化プロジェクト²が実施されていたため、同サイトを調査して本プロジェクトの実施規模検討、システム選定、維持管理組織構築の参考とした。

続いて、第 2 次現地調査において一般競争入札方式によるパイロットプロジェクト機材の調達を行った。入札はジガワ州、オンド州、イモ州の 3 つのロットに分けて実施し、受渡条件は据付・現地試験合格渡しとした。各プロジェクトの事業規模は、公共施設 1 ヶ所、個別 PV システム (BCS 及び SHS) 80 ヶ所、街路灯 10 灯とし、最終的な数量は機材納入業者との契約締結時に決定した。

その後、第 3 次及び第 4 次現地調査にかけて機材据付工事の施工監理を実施し、竣工後直ちに設備利用状況のモニタリングを開始した。また、竣工に併せて各対象村落で竣工セレモニーが開催され、オンド州プロジェクト対象村落ではオバサンジョ大統領以下、FMPS 大臣、FMST 大臣、州知事が出席して工事完了を祝った。また、竣工セレモニーを機に PV システム利用者から設備利用料金の徴収を開始した。

さらに、第 5 次現地調査においてモニタリング結果を収集すると共に利用者に対するアンケ

2 SELF プロジェクト：USAID とジガワ州政府の支援を受け、Solar Electric Light Fund (SELF、ワシントンに拠点を置く NGO) と JAEF (2001 年にジガワ州政府によって設立された NGO) が共同で実施した PV 地方電化事業。5 村落に家庭用 PV システム、PV ポンプ、PV 街路灯、PV 冷蔵庫等を設置した。事業規模は、USAID 資金 28 万ドル、ジガワ州政府資金 24.2 万ドル。現在は、JAEF が設備の維持管理を行っている。

ートを実施し、パイロットプロジェクトを技術面及び運営面から評価した。

表 1-2 にパイロットプロジェクトの作業工程を示す。本プロジェクトは、調査、設計、入札、施工監理、モニタリングの 5 つの段階に分かれ、JICA、調査団、カンウターパートが下表の通り連携しながらプロジェクトを推進した。

表 1-2 パイロットプロジェクト作業工程

	JICA	調査団	カウンターパート	ワークフロー
第 1 次現地調査 2005 年 7 月、8 月		パイロットプロジェクト対象村落の選定 選定結果： ➢ ジガワ州ガルコン・アリ村 ➢ オンド州オケ・アグンラ村		調査
国内作業 2005 年 9 月	入札書類の承認	入札書類の作成 作成書類： ➢ PV システム設計資料 ➢ 技術仕様書 ➢ 契約書		
第 2 次現地調査 2005 年 10 月、11 月	入札公示 入札書類の発行 ➢ ジガワ州・オンド州ロット ➢ イモ州ロット	パイロットプロジェクト対象村落の選定 選定結果：イモ州ウムイコロ・オベヒ村		設計
	入札会及び開札 入札会開催： ➢ ジガワ州・オンド州ロット ➢ イモ州ロット			
	請負業者との契約 ジガワ州・オンド州・イモ州 ロットの契約	入札評価及び契約交渉 ジガワ州・オンド州・イモ州ロットの入札結果の評価及び応札 者との契約交渉		
国内作業 2005 年 12 月		提出図面・書類の審査 業者提出図面・書類の審査		入札
第 3 次現地調査 2006 年 1 月～3 月	請負業者への支払い イモ州ロット請負業者への 支払い	機材据付工事の施工監理 ジガワ州・オンド州・イモ州で据付工事を施工監理 カウンターパートの CD カウンターパートのトレーニング方法： ➢ 入札図書の内容を教育 ➢ 調査団と共に据付工事を施工監理		
国内作業 2006 年 4 月		機材据付工事の施工監理 調査団不在時にはカウンターパートが施工監理を実施		施工監理
第 4 次現地調査 2006 年 5 月、6 月	請負業者への支払い ジガワ州・オンド州ロット請負 業者への支払い	機材据付工事の施工監理 ジガワ州・オンド州・イモ州の工事完了の竣工検査 カウンターパートの CD カウンターパートのトレーニング方法： ➢ PV システムマニュアルの内容を教育 ➢ 調査団と共に据付工事を施工監理		
国内作業 2006 年 7 月～9 月		運用記録のモニタリング 調査団不在時にはカウンターパートがモニタリングを実施		モニタリング
第 5 次現地調査 2006 年 10 月、11 月		運用記録のモニタリング モニタリング内容： ➢ 運用記録の分析、利用者へのアンケート実施 ➢ メンテナンス報告書の内容審査		

出所：調査団による

第2章 対象村落

2.1 村落選定基準

第1次及び第2次現地調査（2005年7月及び2005年10-11月）の結果を踏まえて、ジガワ州、オンド州、イモ州の複数の未電化村から各1村落をパイロットプロジェクト対象村落に選定した。対象村落の必要条件として以下の基準を適用した。

- 1) 既存配電線からの距離が遠く（20km以上を目安とした）、当面電化の予定がないこと。
- 2) 住民がPVシステムの技術的な限界を理解した上で、PV電化に賛同すること。
- 3) 住民はPVシステム利用料金の支払いに十分な現金収入があること。
- 4) 既にバッテリーを利用している住民がいること。また、近郊でバッテリー用の蒸留水が調達可能なこと。さらに、バッテリーを運搬する有効な手段を有すること。

具体的には、第1次及び第2次現地調査において州政府カウンターパートが推奨する村落を複数踏査し、上記選定基準に基づいて村落の選別を行った。さらに、プロジェクトの持続・発展性及びプロジェクトによってもたらされる便益の観点から、選別した村落を評価した。

2.2 対象村落選定経緯と村落概要

2.2.1 ジガワ州対象村落

第1次現地調査においてジガワ州の2つの未電化村落を調査した。何れの村も配電線からの距離は20km以上あり、住民はPVシステムによる電化を強く希望した。このうちガルコン・アリ村（Garkon Alli）では、既に小型発電機によって自動車用バッテリーを充電し、公共施設の放送設備電源として活用していた。よって、村民がバッテリーの取り扱いに慣れているためにパイロットプロジェクトが持続・発展していく素地があると判断し、同村を対象村落に選定した。

ガルコン・アリ村は、東経9°30'、北緯11°51'に位置し、州都ドゥツェ（Dutse）からのアクセスは車両で約30分である。世帯数は約400世帯、人口は約3,000人で村民の約9割は農業及び家畜飼育業に従事している。民族はハウザ及びフラニに属し、イスラム教徒が多い。世帯の平均年収は40,000ナイラである。集落は南北に約650m、東西に約350mの範囲に点在しており、南北及び東西方向に格子状に道路が広がっている。村内中心部には小学校、モスク及びイスラム学校がある他、雑貨店、裁縫店も複数ある。また、特徴として居住地の境界が土塀で仕切られており、敷地内に土壁の家屋が点在している。

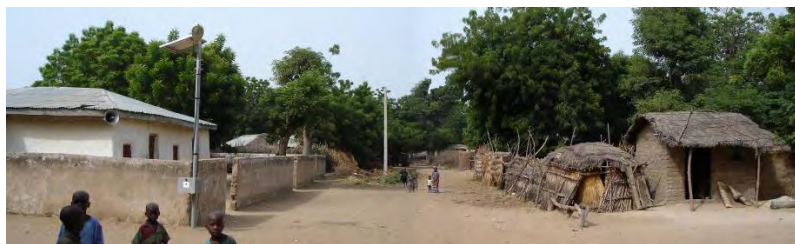


図 2-1 ジガワ州ガルコン・アリ村の概観

2.2.2 オンド州対象村落

第1次現地調査においてオンド州の5つの未電化村落を調査した。何れの村も配電線からの

距離は 20km 以下であったが、当面グリッド電化の予定はなく、住民は PV システムによる電化を強く希望した。このうちオケ・アグンラ村 (Oke-Agunla) は、現金収入が多く、かつバッテリーの取り扱いに慣れており、パイロットプロジェクトが持続・発展していく素地があると判断した。さらに、同村落では公共施設としてヘルスケアセンター (医療施設として活用中) の電化を要望し、PV システムによる医療サービスの向上が期待された。以上の理由から、同村を対象村落に選定した。

オケ・アグンラ村は、東経 $5^{\circ} 22'$ 、北緯 $7^{\circ} 11'$ に位置し、州都アクレ (Akure) からのアクセスは車両で約 45 分である。世帯数は約 70 世帯、人口は約 2,000 人で村民の約 9 割は農業及び牧畜業に従事している。民族はヨルバに属し、キリスト教徒が多い。世帯の平均年収は 200,000 ナイラである。集落は村の中心を南北に貫く通りに沿って約 500m の範囲に点在しており、村落内には小学校や教会がある他、雑貨店も数軒ある。また、特徴として居住地の境界に塀はなく、比較的隣接して家屋が連なっている。



図 2-2 オンド州オケ・アグンラ村の概観

2.2.3 イモ州対象村落

第 2 次現地調査においてイモ州の 3 つの未電化村落を調査した。何れの村も配電線からの距離は 20km 以下であったが、配電線からの距離、住民の PV 電化に対する意欲・料金支払い能力を考慮し、これらからウムイコロ・オペヒ村 (Umuikoro/Opehi) を対象村落に選定した。

ウムイコロ・オペヒ村は、東経 $7^{\circ} 5'$ 、北緯 $5^{\circ} 14'$ に位置し、州都オウエリ (Owerri) からのアクセスは車両で約 90 分である。世帯数は約 1,000 世帯、人口は約 7,500 人で村民の約 9 割は農業に従事している。民族はイボに属し、キリスト教徒が多い。世帯の平均年収は 200,000 ナイラである。集落は村の中心を南北に貫く通りに沿って約 750m の範囲に広がっており、村落内には教会、小学校、集会所がある他、雑貨店、裁縫店も複数ある。特徴として居住地の境界に塀は殆どなく、隣接して家屋が連なったコンパウンドが点在している。



図 2-3 イモ州ウムイコロ・オペヒ村の概観

第 3 章 機材調達

3.1 調達機材の技術仕様

3.1.1 PV システム構成

PVシステムの設計に当たっては、過去JICAがアジア及びアフリカで実施したパイロットプロジェクト¹の技術仕様、各種国際規格²、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）のシステム設計マニュアル³を参照した。

(1) システム電圧

システム電圧は、システムの出力に応じて DC12V または DC24V から選択される。今回のパイロットプロジェクトは未電化村を対象とした独立型システムであり、その出力は最大でも 1kW 未満と小規模なため、対応機器の多い DC12V をシステム電圧に選定した。

(2) 回路種別

大規模システムでは、インバーターで PV モジュールの出力を直交変換し、負荷に汎用の交流電化製品を使用することが多い。しかしながら、本プロジェクトのシステムは小規模なため、交流電化製品を使用するには容量が不十分である。また、交流・直流回路の誤認による機器の破損を避けるため、インバーターは使用せずに直流回路のみの構成とした。

3.1.2 PV システム構成機器

(1) PV モジュール

PV モジュールは、半導体の有する光電効果を利用して光エネルギーを電気エネルギーへ変換する装置である。モジュール内のシリコン半導体素子はエチレンビニルアセテート（EVA）樹脂に封入され、半導体素子間にはリボン電線で接続されている。さらに、EVA 樹脂を充填した半導体はフロントカバー（強化ガラス製）とバックカバー（フィルム製）で挟み込まれ、周囲をアルミニウムフレームで囲まれている。

PV モジュールは、そのシリコン半導体材料の種類によって結晶系とアモルファスに分類される。表 3-1 にシリコン半導体 PV モジュールの特性を示す。

表 3-1 シリコン半導体 PV モジュール特性

項目 \ 種類	単結晶	多結晶	アモルファス
モジュール変換効率	14~15%	11~13%	6~9%
利 点	採用実績大	生産量大	コスト低減可
問題点	コスト高い	コスト高い	特性劣化あり

出所：調査団による

1 「ラオス再生可能エネルギー利用地方電化計画」、「セネガル太陽光利用地方電化計画」、「ジンバブエ太陽光発電地方電化促進計画」等。

2 International Electrotechnical Commission (IEC)、International Organization for Standardization (ISO)、JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD (JIS)等。

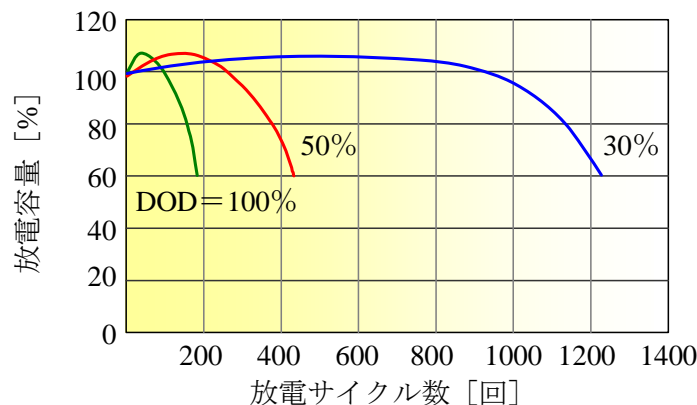
3 太陽光発電システム設計マニュアル（平成 13 年 3 月）

今回のパイロットプロジェクトでは、経年劣化により出力が低下するアモルファスは採用しないこととし、結晶系（単結晶または多結晶）PV モジュールを使用した。また、「ナ」国内で多数採用されている 55W モジュールを最小単位とし、PV システムの出力に応じてモジュール並列数を増やすこととした。

(2) バッテリー

本プロジェクトで使用するバッテリーは、大容量で廉価な鉛蓄電池とした。鉛蓄電池は、その用途によってサイクル用とトリクル用に大別される。PVシステムは、日中にPVモジュールが発電する電力を蓄えて夜間に放電するサイクルを毎日繰り返す。通常、自動車や無停電電源装置等に使用されるトリクル用バッテリーは、常に一定の電圧で浮動充電されており、深放電（放電深度⁴が大きい）や繰り返しの充放電には適さない。したがって、トリクル用バッテリーをPVシステムに適用した場合には、寿命が著しく低下する可能性がある。図 3-1 に放電深度をパラメーターとしたトリクル用バッテリーの放電特性例を示す。

本プロジェクトでは、基本的に電解液の補水が不要なシール形サイクル用バッテリーを使用した。しかし、BCS に関しては、低廉な価格で充電サービスを提供し、かつバッテリーが寿命を迎えた時に村民が自己負担で買い換えできるようにトリクル用バッテリー（自動車用バッテリー）を採用した。



出所：調査団による

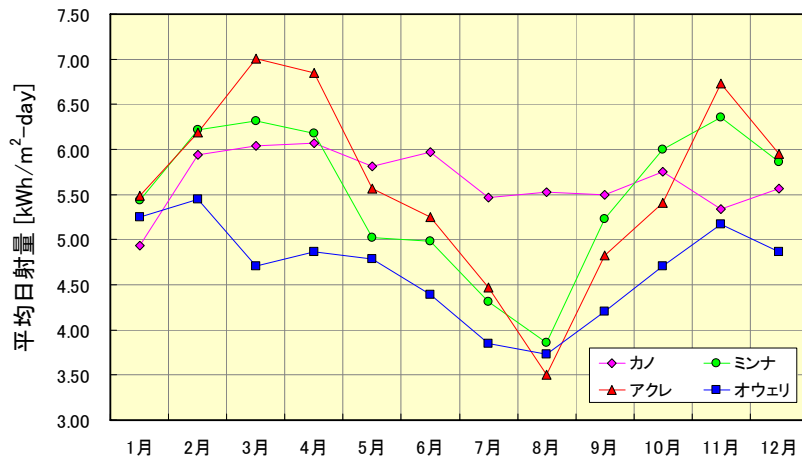
図 3-1 トリクル用途バッテリー放電特性例

3.1.3 PV システム仕様検討

(1) 気象条件

「ナ」国は北緯 4～14 度の間に位置し、南部は熱帯気候であるが北へ行くほど砂漠化して日射量も高くなる。同国の年平均日射量は 5.50 kWh/m²-day、年平均日照時間は 6 時間である。パイロットプロジェクト対象村落近傍都市の月別平均日射量最低値は、ジガワ州（カノ市）が 5.34 kWh/m²-day、オンド州（アクレ市）が 3.50 kWh/m²-day、イモ州（オウエリ市）が 3.73 kWh/m²-day（図 3-2、表 3-2 参照）であり、この最低値を使用してPVシステムの設計を行った。

⁴ Depth of Discharge (DOD)。定格容量に対する放電電気量の比率。



出所：NIMET による

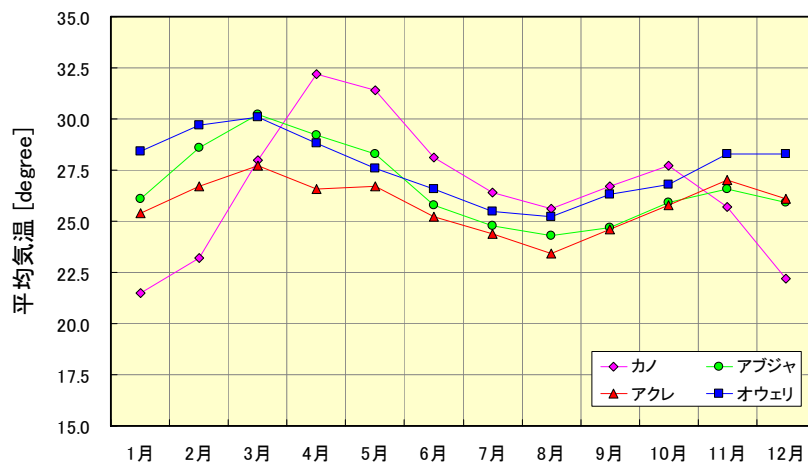
図 3-2 月別平均日射量

表 3-2 月別平均日射量

都市名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均	備考
カノ	4.93	5.94	6.04	6.07	5.81	5.97	5.47	5.53	5.50	5.75	5.34	5.56	5.66	1995年
ミンナ	5.44	6.21	6.32	6.18	5.02	4.98	4.32	3.86	5.23	6.00	6.35	5.86	6.01	1996年
アクレ	5.49	6.19	7.00	6.85	5.56	5.25	4.47	3.50	4.82	5.41	6.73	5.95	5.60	2002年
オウエリ	5.25	5.45	4.71	4.86	4.79	4.40	3.85	3.73	4.20	4.71	5.17	4.86	4.67	2002年

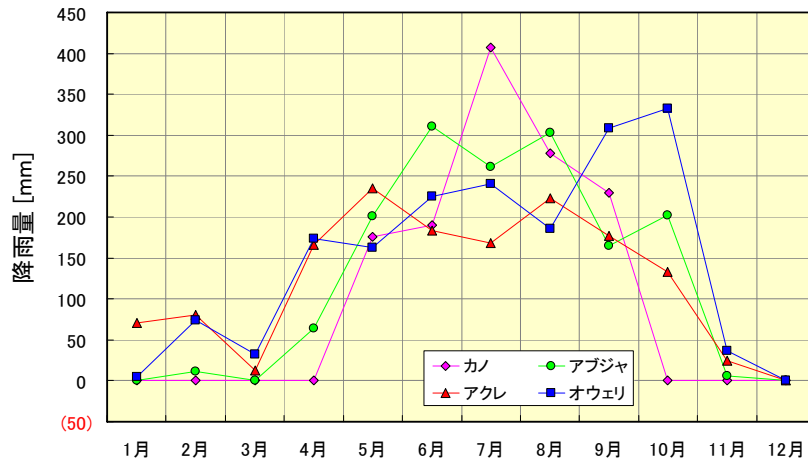
出所：NIMET による

図 3-3 と 3-4 にそれぞれ対象村落近郊都市の月別平均気温、月別降雨量を示す。平均気温は年間を通してほぼ一定しており、25～30℃程度である。一方、降雨量は「ナ」国の雨季に当たる3月から9月かけて200mm前後の降雨が記録されており、PVモジュールの雨洗効果が期待できる。



出所：NIMET による

図 3-3 月別平均気温



出所：NIMET による

図 3-4 月別降雨量

(2) SHS

a) 前提条件

日射量は、表 3-2 に記されたプロジェクト対象村落近郊都市の月別平均日射量の最低値を用いた。また、平均気温の最大値は 45℃、連続無日射日数は 3 日と想定した。

b) 消費電流量の想定

想定する負荷は全て直流機器とし、表 3-3 の通り消費電力と使用時間を設定して消費電流量 AH_c [Ah/日] を次式の通り算出した。

$$AH_c = P \cdot H / V_s = P \cdot H / 12 \quad (1)$$

ここで、 P : 消費電力 [W]、 V_s : システム電圧 [V]、 H : 使用時間 [h/日] である。なお、負荷使用時間の設定に当たっては、下記d) までの試算を繰り返して 55Wモジュール 1 枚で所要の負荷を賄えるように調整した。

表 3-3 消費電流量

州名	想定負荷	消費電力 P [W]	使用時間 H [h/日]	消費電流量 AH_c [Ah/日]
ジガワ州	蛍光灯 (9W x 2)	18.0	4.0	6.0
	ラジオ (5W x 1)	5.0	2.0	0.9
	計			6.9
オンド州 ・イモ州	蛍光灯 (9W x 2)	18.0	3.5	5.3
	ラジオ (5W x 1)	5.0	2.0	0.9
	計			6.2

出所：調査団による

c) 必要発電電流量の算出

PVモジュールが一日当たりに発電することが必要な電流量 AH_R [Ah/日] を以下の通り求めた。まず、総合設計係数 K を以下の通り定義する。

$$K = K_D \cdot K_T \cdot K_B \cdot K_O \quad (2)$$

ここで、 K_D : 汚れ補正係数、 K_T : 温度補正係数、 K_B : 蓄電池回路補正係数、 K_O : その他補正係数である。汚れ補正係数 K_D は、日本の5ヶ所の地点で観測された結果⁵に基づき、 $K_D = 0.98$ とする。また、温度補正係数 K_T を次式の通り定義する。

$$K_T = 1 + \alpha (T + \Delta T - 25) \quad (3)$$

ここで、 α : 温度係数、 T : 平均気温[°C]、 ΔT : モジュール温度上昇[°C]である。代表的な特性データからPVモジュールの出力は50°Cの温度上昇で約20%の低下が見込まれる。よって、 $\alpha = -0.4\% / ^\circ\text{C}$ 、 $T = 45^\circ\text{C}$ 、 $\Delta T = 25^\circ\text{C}$ とすると、 $K_T = 0.82$ となる。蓄電池回路補正係数 K_B は蓄電池の充電に伴う損失を表し、鉛蓄電池の一般的な効率である $K_B = 0.80$ と定める。その他補正係数 K_O は配線およびチャージコントローラーに起因する損失を表し、 $K_O = 0.90$ とする。よって、(2)式から、総合設計係数は $K = 0.58$ と求まる。

続いて、次式からPVモジュールの必要発電電流量 AH_R を表3-4の通り求めた。

$$AH_R = AH_C / K \quad (4)$$

表 3-4 必要発電電流量

州名	消費電流量 AH_C [Ah/日]	総合設計 係数 K	必要電流量 AH_R [Ah/日]
ジガワ州	6.9	0.58	12.0
オンド州・イモ州	6.2	0.58	10.8

出所：調査団による

d) PVモジュールの選定

先ず、a) で設定した日射量 SI_A [kWh/m²-day] を1000で割り、1000W/m²換算のサイト日照時間 H_{SR} [h/日] を求める。続いて、c) で求めた必要電流量 AH_R を H_{SR} で割り、次式の通りPVモジュールの出力電流 I_{PV} [A] を得る。算出結果は表3-5の通り。

$$I_{PV} = AH_R / H_{SR} = AH_R / (SI_A / 1000) \quad (5)$$

表 3-5 PVモジュール出力電流

州名	日射量 SI_A [kWh/m ² -day]	換算値 [W/m ²]	必要電流量 AH_R [Ah/日]	PVモジュール 出力電流 I_{PV} [A]
ジガワ州	5.34	1,000	12.0	2.3
オンド州	3.50	1,000	10.8	3.1
イモ州	3.73	1,000	10.8	2.9

出所：調査団による

一方、PVモジュールの出力電圧 V_{PV} [V] は次式で与えられる。

$$V_{PV} = V_S \cdot K_c + \Delta V_D + \Delta V_L \quad (6)$$

ここで、 V_S : システム電圧 [V]、 K_c : 満充電係数、 ΔV_D : ダイオード電圧降下 [V]、 ΔV_L : 配線電圧降下 [V] である。 $V_S = 12\text{V}$ 、 $K_c = 1.24$ 、 $\Delta V_D = 0.7\text{V}$ 、 $\Delta V_L = 12\text{V} \times 2.5\% = 0.3\text{V}$ (「ナ」

5 太陽光発電システム設計マニュアル (平成13年3月)、NEDO

国基準) とすると、 $V_{PV} = 15.9V$ となる。表 3-6 に代表的 55Wモジュールの仕様と算出した電流・電圧の結果を示す。表より、何れの電流・電圧も 55Wモジュールの定格値を下回っていることから、本システムに必要なPVモジュールの数量は1枚となる。

表 3-6 PV モジュール仕様

州名	出力 [W]	電流 I_{PV} [A]	電圧 V_{PV} [V]
55W モジュール仕様	55	3.15	17.4
ジガワ州	—	2.30	15.9
オンド州	—	3.10	15.9
イモ州	—	2.90	15.9

出所：調査団による

e) バッテリーの選定

バッテリー容量 C_B [Ah] は次式で与えられる。

$$C_B = AH_C \cdot D_{NSR} / (K_L \cdot DOD / 100) \quad (7)$$

ここで、 AH_C : 消費電流量 [Ah/日]、 D_{NSR} : 連続無日射日数 [日]、 K_L : 損失係数、 DOD : 放電深度 [%] である。(7) 式にb) で求めた AH_C 、 $D_{NSR} = 3$ 日、配線およびチャージコントローラーに起因する損失 $K_L=0.9$ 、 $DOD = 50\%$ を代入すると C_B は表 3-7 の通り求まる。

表 3-7 バッテリー容量

州名	消費電流量 AH_C [Ah/日]	連続無日射 日数 D_{NSR} [日]	放電深度 DOD [%]	損失係数 K_L	バッテリー 容量 C_B [Ah]
ジガワ州	6.9	3	50	0.9	46.0
オンド州・イモ州	6.2	3	50	0.9	41.4

出所：調査団による

f) システム仕様

最後に負荷電流に対して十分な余裕をもったチャージコントローラーおよび配線を選定する。表 3-8 に SHS 用主要機器の諸元を示す。

表 3-8 SHS 主要機器諸元

項目	州名	
	ジガワ州	オンド州・イモ州
PV モジュール	結晶系、55W×1 枚	
チャージコントローラー	12V、4.5A×1 台	
バッテリー	シール形サイクル用バッテリー、50Ah×1 台	
配線用遮断器	10A、二極×1 台	
ケーブル	6mm ² 、2.5mm ²	
設置方式	ポール式	
照明	12V、9W蛍光灯×2 灯	

出所：調査団による

g) PV モジュール据付方法

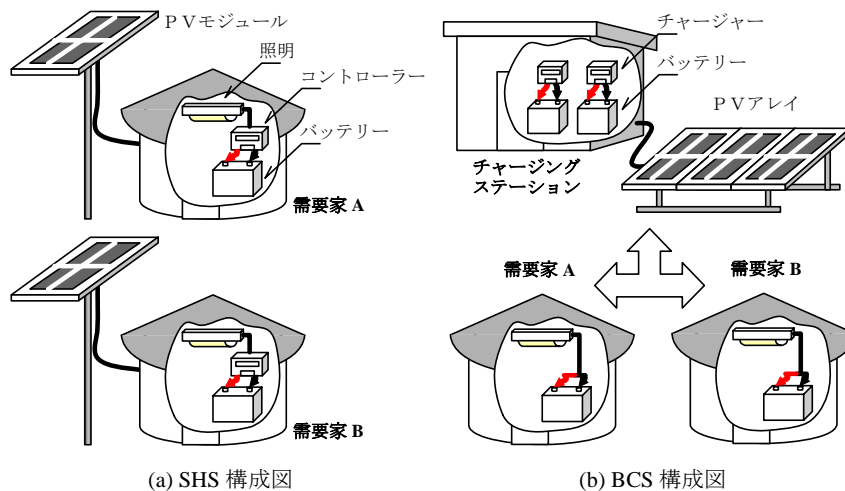
パイロットプロジェクト対象村落は北緯 6 度～12 度の範囲に位置する。一般にPVモジュールは据付場所の緯度と同じ傾斜角で据え付けられるが、日本で実測されたデータによれば年間日

射量が最大となる年間最適傾斜角は緯度より僅かに小さな値となる⁶。ただし、PVモジュールのフロントカバーとアルミニウムフレームの段差に雨滴が溜まらないよう、モジュールは少なくとも10～15度傾けた方が良い。よって、今回はサイトに係わらず傾斜角度を15度に統一した。なお、モジュールの方位角は真南とした。

(3) BCS

a) システム構成比較

図3-5にSHSとBCSのシステム構成比較を示す。SHSは、需要家毎のPVモジュール、チャージコントローラー、バッテリー、照明（負荷）で構成されている。一方、BCSを用いたPVシステムでは需要家毎にPVモジュールを設置せず、BCSにPVアレイを設けてバッテリーを充電する。需要家はこのバッテリーを各戸に運搬し、負荷の電源として利用する。バッテリーを数日間利用してその電圧が低下すると、需要家はバッテリーをBCSへ持ち込み充電する。



出所：調査団による

図 3-5 SHS と BCS のシステム構成比較

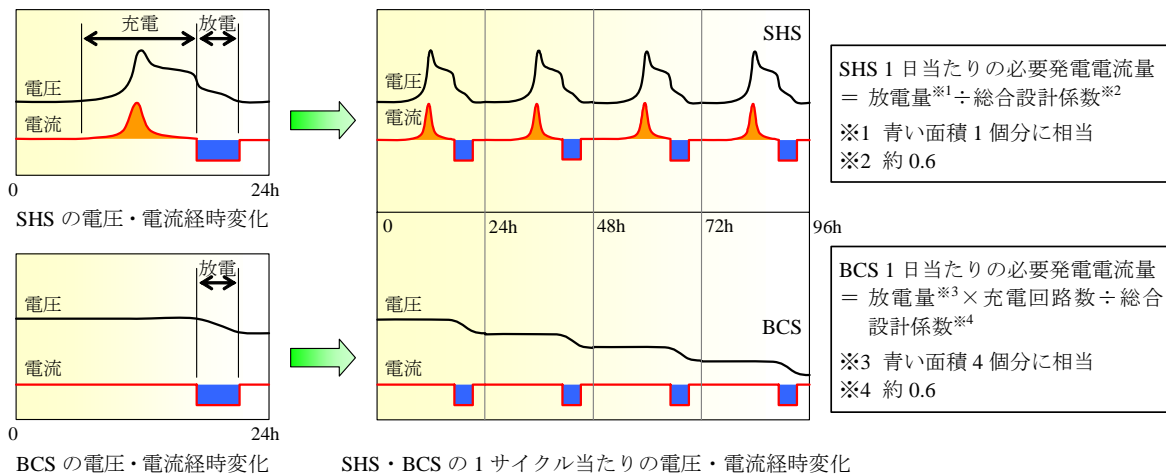
b) システム運用比較

図3-6にSHSとBCSのシステム運用例比較を示す。SHSでは、日中の日射によってPVモジュールが発電し、バッテリーの電圧は上昇する。夜になって照明を点灯するとバッテリーは放電を開始し、バッテリーの電圧は緩やかに低下する。連日、PVモジュールが発電量に見合った放電を行ったと仮定すると、バッテリーの電圧はほぼ一定で推移する。一方、BCSでは、夜間の照明負荷によってバッテリー電圧は次第に低下していく。需要家はバッテリーの電圧が下がって機器の使用に堪えなくなると、バッテリーをBCSに持ち込んで電圧を回復する必要がある（この例では、充電サイクルを4日とした）。

ここで、PVモジュールが1日当たりに発電する必要がある電力量に着目する。SHSでは放電量（図の青色の面積1個分に相当）に見合った充電量（図の橙色の面積1個分に相当）をPVモジュールが発電できれば、バッテリーの電圧は一定となりシステムは連続運転できる。一方、

6 太陽光発電システム設計マニュアル（平成13年3月）、NEDO

BCS では、充電サイクル×1 日当たりの放電量（図の青色の面積 4 個分に相当）に見合った充電を行わなければ、バッテリーの電圧は回復できない。さらに BCS では、充電回路数分の充電量が必要となるため、PV モジュールの設置枚数（PV アレイの容量）は多くなる。



出所：調査団による

図 3-6 SHS と BCS のシステム運用例比較

c) BCS の実施対象範囲の検討

表 3-9 に需要家 20 戸の電化を目標にジガワ州とオンド州並びにイモ州の日射量条件で BCS を設計した例を示す。これより、ジガワ州では 20 戸の電化に 990W の PV アレイ（55W モジュール 18 枚、SHS 18 戸分に相当）が必要になるのに対し、オンド州並びにイモ州ではそれぞれ同数の電化に 1,320W（55W モジュール 24 枚、SHS 24 戸分に相当）、1,265W（55W モジュール 23 枚、SHS 23 戸分に相当）のモジュールが必要となる。

表 3-9 BCS 設計例

項目	ジガワ州	オンド州	イモ州
日射量 [kWh/m ² -day]	5.34	3.50	3.73
電化戸数 [戸]	20	20	20
充電サイクル [日]	5	4	4
PV アレイ容量 [W]	990	1,320	1,265
バッテリー容量 [Ah]	80	80	80

出所：調査団による

また、第 1 回現地調査時、村落住民やローカルワークグループ（LWG）メンバーから、通常 BCS では需要家負担となるバッテリー、屋内配線、照明装置等各需要家に設置する機器の費用および屋内配線工事費をパイロットプロジェクトの調達範囲に含めるよう強く要請を受けた。調査団で検討した結果、BCS の持続的発展を促進するため、今回のプロジェクトでは上記機器および据付費用を調達範囲に含めることとした。この結果、SHS と比較した BCS の経済的な優位性が低下することとなり、日射条件の悪いオンド州及びイモ州では BCS を建設する意義が非常に小さくなった。以上から、BCS は比較的日射条件の良いジガワ州のみで実施し、運転・維持管理状況をモニタリングすることとした。

d) 前提条件

SHS 設計と同様の前提条件に加え、BCS では対象家屋数、充電回路数、バッテリー容量を設定する。今回はそれぞれ 20 件、4 回路、80Ah とした。

e) 1 件当たりの消費電流量の想定

SHS と同様の消費電力・使用時間とし、消費電流も同じく 6.9Ah/日に設定した。

f) 1 件当たり必要発電電流量の算出

配線およびチャージコントローラーに起因する損失のみを考慮し、損失係数 K_L は0.9とする。次式から、e) で求めた消費電流量 AH_C [Ah/日] を K_L で割り、必要電流量 AH_R [Ah/日] を求める。

$$AH_R = AH_C / K_L \quad (8)$$

また、バッテリー充電間隔 D_C [日] を次式の通り求める。

$$D_C = (C_B \cdot DOD / 100) / AH_R \quad (9)$$

ここで、 C_B : バッテリー容量 [Ah]、 DOD : 放電深度 [%] である。計算結果は表 3-10 の通り。

表 3-10 必要電流量と充電間隔

消費電流量 AH_C [Ah/日]	損失係数 K_L	必要電流量 AH_R [Ah/日]	バッテリー 容量 C_B [Ah]	放電深度 DOD [%]	充電間隔 D_C [日]
6.9	0.9	7.7	80	50	5

出所：調査団による

g) 充電回数の検討

月間日数 D_M [日] をf) で求めた充電間隔 D_C で割り、これに対象家屋数 N_H [軒] を乗じて次式の通り必要充電回数 N_R [回] を求める。

$$N_R = (D_M / D_C) \cdot N_H \quad (10)$$

続いて、 N_R を充電回路数 N_B [回路] で割り、次式の通り 1 ヶ月・1 回路当たりの充電回数 N_C [回/回路] を求める。結果は表 3-11 の通り。

$$N_C = N_R / N_B \quad (11)$$

表 3-11 充電回数

月間日数 D_M [日]	充電間隔 D_C [日]	対象家屋数 N_H [軒]	必要充電回数 N_R [回]	充電回路数 N_B [回路]	充電回数 N_C [回/回路]
30	5	20	120	4	30

出所：調査団による

h) BCS 所内負荷

BCS の所内負荷は照明 (13W×2 灯) およびラジオ (5W×1 台) のみとし、使用時間を共に 5 時間と想定して 13Ah/日とする。

i) 1日当たりの必要発電電流量

BCSのPVアレイが一日あたりに発電することが必要な電流量を求める。まず、バッテリーの充電に必要な電流量 AH_B [Ah/日] は、f) で求めた必要電流量 AH_R 、充電間隔 D_C 、充電回路数 N_B を乗じて次式の通り求まる。

$$AH_B = AH_R \cdot D_C \cdot N_B \quad (12)$$

AH_B にh) の所内負荷 AH_S [Ah/日] を加算し、この電流量の合計を総合設計係数 K (SHSと同様) で割り、必要発電電流量 AH_G [Ah/日] を算出する。計算結果は表 3-12 の通り。

$$AH_G = (AH_B + AH_S) / K \quad (13)$$

表 3-12 必要発電電流量

必要電流量 AH_R [Ah/日]	充電間隔 D_C [日]	充電回路数 N_B [回路]	充電電流量 AH_R [Ah/日]	所内負荷 AH_S [Ah/日]	総合設計 係数 K	発電電流量 AH_G [Ah/日]
7.7	5	4	154	13	0.58	288

出所：調査団による

j) PV モジュールの選定

SHSと同様にPVモジュールの出力電流 I_{PV} [A] を表 3-13 の通り求める。

表 3-13 PV モジュール出力電流

日射量 SI_d [kWh/m ² -day]	換算値 [W/m ²]	必要発電電流量 AH_G [Ah/日]	PV モジュール 出力電流 I_{PV} [A]
5.34	1,000	288	54.0

出所：調査団による

代表的 55W モジュールの仕様から、必要なモジュール並列・直列数は表 3-14 の通りとなる。

表 3-14 PV モジュール仕様

項目	出力 [W]	電流 I_{PV} [A]	電圧 V_{PV} [V]
55W モジュール仕様	55	3.15	17.4
BCS	—	54.0	15.9
モジュール並列・直列数	—	18 (並列)	1 (直列)

出所：調査団による

k) バッテリーの選定

SHSと同様にBCS所内負荷に対するバッテリー容量 C_B [Ah] を表 3-15 の通り求める。

表 3-15 バッテリー容量

所内負荷 AH_S [Ah/日]	連続無日射 日数 D_{NSR} [日]	放電深度 DOD [%]	損失係数 K_L	バッテリー 容量 C_B [Ah]
13.0	3	50	0.9	86.7

出所：調査団による

l) システム仕様

最後に負荷電流に対して十分な余裕をもったチャージコントローラー、バッテリーチャージ

ヤー、配線を選定する。なお、本プロジェクトでは、バッテリーの過放電を防止する目的で需要家側の回路にチャージコントローラーを設ける。表 3-16 に BCS 用主要機器の諸元を示す。

表 3-16 BCS 主要機器諸元

項目	諸元
BCS	
PV モジュール	結晶系、55W×18 枚
チャージコントローラー	12V、4.5A×1 台
バッテリーチャージャー	12V、20A×5 台（予備 1 台含む）
バッテリー	シール形サイクル用バッテリー、100Ah×1 台
配線用遮断器	二極、30A×2 台、20A・10A×各 1 台、
ケーブル	25mm ² 、6mm ² 、2.5mm ²
設置方式	架台式
照明	12V、13W 蛍光灯×2 灯
需要家（1 件当たり）	
チャージコントローラー	12V、4.5A×1 台
バッテリー	ベント形トリクル用バッテリー、80Ah×1 台
配線用遮断器	10A、二極×1 台
ケーブル	6mm ² 、2.5mm ²
照明	12V、9W 蛍光灯×2 灯

出所：調査団による

m) PV モジュール据付方法

PV アレイは、コンクリート基礎上に鋼製の架台を設けて設置する。また、PV アレイの周囲には、盗難および家畜侵入を防ぐためにフェンスを設ける。なお、SHS と同様にアレイ傾斜角度は 15 度、方位角は真南とする。

(4) 公共施設

a) システム構成

電化対象の公共施設は、モスク（ジガワ州）及びヘルスケアセンター（オンド州）並びに集会所（イモ州）の各 1 件である。主な負荷は照明であるが、ヘルスケアセンターにはワクチン保存用の PV ワクチン冷蔵庫 1 台を設置する。システム構成は照明と PV ワクチン冷蔵庫に分けて検討した。

b) 照明設備の検討

システムの仕様検討は SHS と同様の手順で行った。想定した負荷の消費電流量、主要機器の諸元は、それぞれ表 3-17、表 3-18 の通りである。なお、想定した照明数量および使用時間の設定に当たっては、対象施設の照明レイアウトを考慮しながら試算を繰り返し、PV アレイが 300、400W 程度となるように調整した。

表 3-17 消費電流量

州名	想定負荷	消費電力 P [W]	使用時間 H [h/日]	消費電流量 AH_c [Ah/日]
ジガワ州	蛍光灯 (11W x 12)	132.0	4.0	44.0
	ラジオ (5W x 1)	5.0	4.0	1.7
			計	45.7
オンド州	蛍光灯 (11W x 10)	110.0	3.5	32.1
	ラジオ (5W x 1)	5.0	4.0	1.7
			計	33.8
イモ州	蛍光灯 (11W x 12)	110.0	4.0	44.0
	ラジオ (5W x 1)	5.0	4.0	1.7
			計	45.7

出所：調査団による

表 3-18 公共施設主要機器諸元

項目	ジガワ州	オンド州	イモ州
PV モジュール	結晶系、55W×6 枚		結晶系、55W×8 枚
チャージコントローラー	12V、20A×1 台		12V、30A×1 台
バッテリー	シール形サイクル用バッテリー		
	350Ah×1 台	300Ah×1 台	350Ah×1 台
配線用遮断器	20A、二極×1 台		30A、二極×1 台
ケーブル	25mm ² 、6 mm ² 、2.5mm ²		
設置方式	架台式		
照明	12V、11W 蛍光灯 ×12 灯	12V、11W 蛍光灯 ×10 灯	12V、11W 蛍光灯 ×12 灯

出所：調査団による

なお、PV アレイの設置方法は、BCS と同様な架台式とする。また、アレイ傾斜角度は 15 度、方位角は真南とする。

c) PV ワクチン冷蔵庫の検討

オンド州のヘルスケアセンターに設置する PV ワクチン冷蔵庫は、WHO の試験・認定（規格番号：E3/RF.4）を受けたものとする。PV ワクチン冷蔵庫は、PV モジュール、バッテリー、チャージコントローラー、冷蔵庫本体、配線で構成される。PV 業者により、取り扱う冷蔵庫の容積に差があり、一概にシステムの諸元を定めることはできない。よって、本プロジェクトでは、表 3-19 の通りシステムの要求事項を定め、その他諸元は業者に推薦させることとした。

表 3-19 PV ワクチン冷蔵庫要求事項

項目	要求内容
PV 冷蔵庫	WHO 認証品
PV モジュール	結晶系、55W×4 枚以上
チャージコントローラー	12V×1 台
バッテリー	シール形サイクル用バッテリー×1 台
配線用遮断器	二極×1 台
ケーブル	6mm ² 、2.5mm ²

出所：調査団による

なお、上記 PV モジュールは公共施設照明用 PV アレイと併設して架台上に設置できるよう、照明用と同一のモジュールとする。

(5) 街路灯

街路灯は、サイトの日射条件を考慮しながら、55W モジュール 1 枚で運転可能なシステムを検討した。設計手順は SHS と同様である。想定した消費電流量、主要機器の諸元は、それぞれ表 3-20、表 3-21 の通りである。

表 3-20 消費電流量

州名	想定負荷	消費電力 P [W]	使用時間 H [h/日]	消費電流量 AH_c [Ah/日]
ジガワ州	蛍光灯 (25W)	25.0	4.0	8.4
オンド州・イモ州	蛍光灯 (20W)	20.0	4.0	6.7

出所：調査団による

表 3-21 街路灯主要機器諸元

項目	州名	
	ジガワ州	オンド州・イモ州
PV モジュール	結晶系、55W×1 枚	
チャージコントローラー	12V、4.5A×1 台	
バッテリー	シール形サイクル用 バッテリー、60Ah×1 台	シール形サイクル用 バッテリー、50Ah×1 台
配線用遮断器	10A、二極×1 台	
ケーブル	6mm ²	
設置方式	ポール式	
照明	12V、25W 蛍光灯×1 灯	12V、20W 蛍光灯×1 灯

出所：調査団による

3.1.4 PV システム技術仕様書

上記仕様検討結果を踏まえ、調査団は PV システムの技術仕様書を作成した(添付資料 1 参照)。本仕様書では、機材納入に加え、据付工事、メンテナンス(請負業者が行う定期点検)、トレーニング(村落電化委員会のメンテナンススタッフに対する技術講習)一式を含めて発注業務範囲とした。

技術仕様書は、本文、テクニカルデータシート、プライススケジュールで構成される。テクニカルデータシートは、応札者が見積もった機材が仕様書の技術要求事項を満足しているかを判断するために、PV モジュール、チャージコントローラー、バッテリーといった主要構成機器の諸元に関するデータ提出を求めるための様式であり、入札時の技術評価に使用する。また、プライススケジュールは、業務範囲である各種機材の単価並びに据付工事、メンテナンス、トレーニングに関する費用を見積もらせるための様式であり、入札時の価格評価に使用する。

3.2 調達及び据付作業工程

第 2 回現地調査において、調査団は JICA ナイジェリア事務所が公示したパイロットプロジェクト機材入札の調達支援業務を行った。入札は、ジガワ州・オンド州・イモ州の 3 つのロットに分けて一般競争入札方式で実施した。入札結果の概要は表 3-22 の通りである。

表 3-22 パイロットプロジェクト機材調達の入札結果概要

州名 村落名	請負業者	システム 種別	購入 数量	備考
ジガワ州 ガルコン・アリ村	Alpha Consortium 社	BCS	1	<ul style="list-style-type: none"> 9/28 入札公示、10/25 入札会開催。 応札 13 社、技術評価通過 8 社。 11/11 オンド州ロットとの一括契約。
		公共施設	1	
		SHS	40	
		街路灯	10	
オンド州 オケ・アグンラ村	同上	公共施設	1	<ul style="list-style-type: none"> 入札日程はジガワ州と同様。 応札 13 社、技術評価通過 7 社。 公共施設は PV ワクチン冷蔵庫を含む。
		SHS	60	
		街路灯	10	
イモ州 ウムイコロ・ オペヒ村	International Energy Services 社	公共施設	1	<ul style="list-style-type: none"> 10/20 入札公示、11/7 入札会開催。 応札 10 社、技術評価通過 8 社。 11/16 契約。
		SHS	80	
		街路灯	10	

出所：調査団による

契約後、調査団は技術仕様書に基づいて請負業者に対して承認図面・書類を提出するよう要求した。しかし、2 社共に一向に図面・書類を提出せず、この結果機材の輸入及び現地搬入が極端に遅れることとなった。また、施工監理期間中に機材の技術仕様不適合及び納入数量不足が散見され、これらの改善に更に時間を要した。当初契約では 2006 年 3 月初旬に 3 地点の竣工を予定していたが、据付作業の遅延により契約変更を余儀なくされ、最終的にはジガワ州・オンド州が 2006 年 6 月末、イモ州が 3 月中旬に竣工した。表 3-23 に調達・据付作業工程を示す。

表 3-23 パイロットプロジェクトの調達・据付作業工程

	2005年度							2006年度						
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	
1. 事前準備														
(1) パイロットシステムの詳細設計	■													
(2) 仕様書、施工図面作成		■	■											
1) ジガワ州及びオンド州		■	■											
2) イモ州				■										
(3) 仕様書案及び請負業者選定方法の JICA 承認取得														
1) ジガワ州及びオンド州				■										
2) イモ州					■									
2. 現地事務所調達資機材 (ジガワ州及びオンド州)														
(1) 入札公示				▼										
(2) 業者見積				■										
(3) 入札				▼										
(4) 入札評価、契約書案の JICA 承認取得				■										
(5) 契約締結、発注				▼										
(6) 調達・輸送					■	■	■	■	■	■	■	■	■	
(7) 据付								■	■	■	■	■	■	
(8) 竣工検査、支払完了													▼	
3. 現地事務所調達資機材 (イモ州)														
(1) 入札公示				▼										
(2) 業者見積				■										
(3) 入札				▼										
(4) 入札評価、契約書案の JICA 承認取得				■										
(5) 契約締結、発注				▼										
(6) 調達・輸送					■	■	■	■	■	■	■	■	■	
(7) 据付								■	■	■	■	■	■	
(8) 竣工検査、支払完了													▼	
4. セレモニー													▼	

出所：調査団による

図 3-7 から 3-9 に各村落の PV システム据付状況を示す。また、本プロジェクトで調達した主要機材の諸元を添付資料 2 に、各村落内の PV システム配置を添付資料 3 に記す。



1) BCS ステーション外観。建屋は村民自身が建設。



2) BCS ステーション内部。充電回路は 5 回路 (各 20A)。バッテリーは液式で容量 88Ah。



3) PV アレイ外観。写真手前が BCS 用で公称最大出力 1,080W (60W×18 枚)、写真奥が公共施設用で公称最大出力 360W (60W×6 枚)。PV アレイは傾斜角 15 度、方位南向き。



4) 公共施設 (モスク) 外観。蛍光灯 15W×12 灯を設置。DC 負荷として 10W の拡声器を利用中。



5) SHS 外観。PV モジュールの仕様は BCS と同様に 60W。屋内には蛍光灯 15 W×2 灯と DC 用コンセントを設置。バッテリーは 65Ah の密閉式。



6) 街路灯外観。照明装置は 18 W のナトリウム灯。照明は 6 時間/日 (日没後 4 時間、日出前 2 時間) 自動に点灯する。PV モジュールは仕様は BCS と同様に 60W。バッテリーは SHS と同様に 65Ah。

図 3-7 ジガワ州ガルコン・アリ村のシステム据付状況



1) オケ・アグンラ村中心部。南北に村を縦断する道路沿いに住宅が点在している。家屋に沿ってSHS及び街路灯用のポールを設置した。



2) 公共施設（クリニック）外観。蛍光灯 15W×10灯とPV ワクチン冷蔵庫 1台を設置。



3) 公共施設用 PV アレイ外観。PV モジュールはジガワ州と同様で 60W。PV モジュール計 10 枚のうち、6 枚を照明用、4 枚を PV ワクチン冷蔵庫用に使用している。



4) PV ワクチン冷蔵庫外観。WHO 認証品で保存容量は 38.7 リットル。内部は冷凍室と冷蔵室に分かれている。



5) SHS 外観。機材仕様はジガワ州と全て SHS 同様。



6) 街路灯外観。機材仕様は全てジガワ州街路灯と同様。日射量を考慮して照明点灯時間は 4 時間/日（日没後 3 時間、日出前 1 時間）とした。

図 3-8 オンド州オケ・アグンラ村のシステム据付状況



1) 公共施設(集会所)外観。蛍光灯 11W×12 灯設置した。



2) PV アレイ外観。公称最大出力 496W (62W×8 枚)。PV アレイは傾斜角 15 度、方位南向き。



3) SHS 用蛍光灯(11W)の点灯状況。期待寿命は 5,000 時間以上。



4) SHS 用ジャンクションボックス外観。ボックス内にはチャージコントローラー(6A)と配線用遮断器を収納。チャージコントローラーにはバッテリーの充電状態を知らせるランプがついている。



5) SHS 外観。PV モジュールの仕様は公共施設と同様で 62W。屋内には蛍光灯 11W×2 灯と DC 用コンセントを設置。バッテリーは 60Ah の密閉式。



6) 街路灯外観。PV モジュールの仕様は SHS と同様で 62W。バッテリーも同様 60 Ah の密閉式。照明装置は蛍光灯(20W)。照明点灯時間は 4 時間/日(日没後 4 時間)とした。

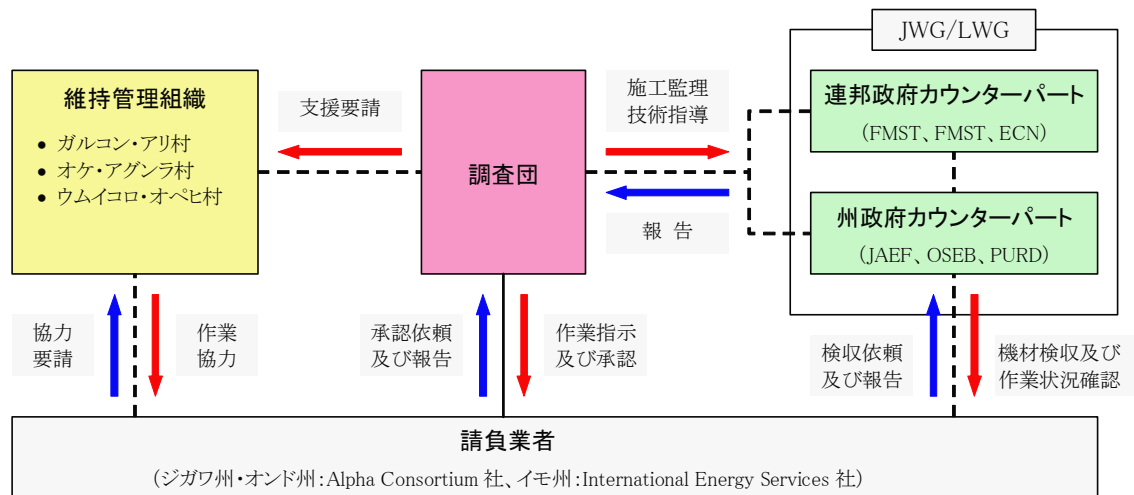
図 3-9 イモ州ウムイコロ・オペヒ村のシステム据付状況

3.3 施工監理体制

パイロットプロジェクトは、ジガワ州、オンド州、イモ州の3州において実施したが、各サイトは首都アブジャを中心にそれぞれ北北東に380km（ジガワ州）、南西に310km（オンド州）、南に430km（イモ州）と点在しており、移動だけでも丸一日を要した。一方で、据付工事は3地点同時並行して行う必要があったことに加え、機材調達・輸送が大幅に遅れたために据付工事の工期が短縮され、施工監理は困難を極めた。

かかる状況の中、調査団はJWG⁷会議において連邦政府カウンターパート（FMPS、FMST、ECN）に各サイトの担当者を選任するよう求め、この担当者が必要に応じて各サイトに赴いて州政府カウンターパート（ジガワ州：JAEF、オンド州：OSEB、イモ州：PURD）と協力して施工監理を行う体制を取った。併せて調査団はLWG⁸会議において州政府カウンターパートに対し、定期的にサイトを訪問して搬入資機材の検査及び施工監理を行うよう要請した。また、村落レベルでは維持管理組織に請負業者への支援を要請した。

図3-10にパイロットプロジェクト施工監理体制を示す。



出所：調査団による

図3-10 パイロットプロジェクト施工監理体制

7 Joint Work Group (JWG)。本調査を推進するために首都アブジャ設置された実務グループ。調査団、FMPS、FMST、ECN、REA（中途より参加）で構成される。

8 Local Work Group (LWG)。本調査を推進するために各州に設置された実務グループ。調査団及び連邦政府カウンターパートと各州のカウンターパート（ジガワ州：JAEF、オンド州：OSEB、イモ州：PURD）で構成される。

第4章 維持管理体制

4.1 維持管理組織の設立

4.1.1 パイロットプロジェクトの維持管理組織の役割

PV システムのメンテナンス及び利用者からの料金徴収を行うため、各村落に維持管理組織を設立した。組織の役割は以下の通りである。

- 1) 設置した PV システムの技術的データの記録
- 2) 機材の故障時及び寿命時における修理・交換
- 3) 機材の適切な使用の監視
- 4) 利用者からの PV システム利用料金の徴収
- 5) 徴収した料金の銀行口座での保管、適切な簿記方法での管理
- 6) 上記 1) から 6) 項の業務を行うスタッフに対する報酬の支払い

4.1.2 各州におけるパイロットプロジェクトの維持管理組織の設立

調査団は第1次（2005年7-8月）及び第2次現地調査（2005年10-11月）においてプロジェクト対象村落を選定し、第2次現地調査においてPV電化システムの維持管理組織構築を目指した第1回村落会議を開催した。村落会議は各州の州政府機関と共に各対象村で開催し、多くの住民の参加を得て協議を進め、PVシステム運転開始後の運転・維持管理を担う村落電化委員会を組織した。表4-1に村落会議の実施期間を記す。

表4-1 村落会議の実施期間

州名	村落名	州政府機関名	第1回村落会議実施期間
ジガワ州	ガルコン・アリ村	JAEF	2005年10月18-21日
オンド州	オケ・アグンラ村	OSEB	2005年10月27-30日
イモ州	ウムイコロ・オペヒ村	PURD	2005年11月6-9日

出所：調査団による

(1) ジガワ州

ジガワ州では USAID による PV 地方電化プロジェクト（SELF プロジェクト）を手掛けている JAEF が州政府レベルの組織として、農村部で実施される PV システム等の代替エネルギープロジェクトに係る維持管理業務を実施する立場にある。調査団は第1次現地調査において SELF プロジェクトサイトを調査し、JAEF スタッフが定期的にサイトを訪問して予備品補給や技術支援を行うことにより、同プロジェクトが適切に維持管理されていることを確認した。

従って、調査開始当初の JAEF との協議の結果、PV 地方電化事業の経験を有する JAEF の監視体制下に村落レベルの維持管理組織を設立することになった。本プロジェクトの規模を鑑み、パイロットプロジェクト対象村落内に維持管理スタッフ（テクニシャン2名、料金徴収係1名、警備員1名程度）を含む実施組織を設立することとした。

(2) オンド州

オンド州では OSEB が本パイロットプロジェクトの州政府レベルの維持管理組織である。しか

し、同州ではこれまで小規模な PV ポンプが設置されたのみであり、OSEB は PV システムに関する経験に欠けていた。よって、州政府レベルにおける組織作りを支援すると共に、パイロットプロジェクト対象村落に小規模な維持管理組織を設立することとした。

(3) イモ州

イモ州では PURD が本パイロットプロジェクトの州政府レベルの維持管理組織である。同州もオンド州と同様に、ある程度まとまった戸数の家庭を PV 電化した例はなく、PURD は PV システムに関する経験に欠けていた。よって、州政府レベルで設立された組織を支援すると共に、パイロットプロジェクト対象村落に小規模な維持管理組織を設立することとした。

その後、調査団は第 3 次現地調査（2006 年 1-2 月）において第 2 回村落会議を開催し、設立した村落電化委員会を中心に多くの住民の参加を得て協議を行った。主な協議内容は、2007 年 3 月以降に設置が予定されていたパイロットプロジェクト機材に関する説明や、維持管理体制の詳細、維持管理スタッフの選出、利用料金や補助金等の会計、記録簿（Log Book）の使用等であった。これらの協議結果を基に、各パイロットプロジェクト対象村落における維持管理組織の体制及び人員を決定した。

4.2 維持管理組織の体制及び人員

4.2.1 ジガワ州

ガルコン・アリ村では、本パイロットプロジェクト実施を機に、村落開発担当者を選出してその監督下に村落電化委員会を設立した。図 4-1 に示すように、村落電化委員会の監視の下にパイロットプロジェクト維持管理スタッフを 4 名雇用した。

(1) 村落電化委員会

村落電化委員会は図 4-1 に示すように 20 名の村民によって構成され、以下の通り今後のガルコン・アリ村における電化計画を推進する役目を担う。

- ガルコン・アリ村では、BCS20 戸分のバッテリーを交互にほぼ毎日充電しなければならないため、BCS 設備の管理体制を強化する必要があるという点を考慮し、村落電化委員会が BCS の機能とメンテナンスを監視する。
- 村落電化委員会の構成員全員が小学校及びイスラム学校における SHS 利用料金を共同で支払う。
- 徴収された SHS 及び BCS の利用料金を村落の経理係を通じて銀行口座に保管する。
- 維持管理スタッフの報告を分析し、機材設置後 1 年間の保証期間中は JAEF を通じて請負業者に連絡してメンテナンスを実施する。
- 保証期間終了後は、JAEF の指導下でメンテナンスを実施して必要な知識と技術を習得する。
- 機材の修理・交換は必ず記録簿に記録し、JAEF スタッフにその旨報告する。
- モスク及び街路灯の利用料金は地方政府の補助金で賄われるため、補助金を受け取り記録する¹。

1 第 4 次調査現地調査時（2006 年 5-6 月）にパイロットプロジェクトが実施されているキヤワ（Kiyawa）地方政府に補助金支援を要請し、2006 年 7 月より補助金が支払われている。地方政府との補助金合意額は維持管理スタッフの給料も含めて月額 15,000 ナイラであったが、第 5 次現地調査（2006 年 10-11 月）で調査団が確認した振込み額は 1000 ナイラ少ない 14,000 ナイラであり、かつ 1 ヶ月分が未納であった。よって、調査団は地方政府へ補助金拠出を促すレターを FMPS 宛に提出した。

(2) 維持管理スタッフ

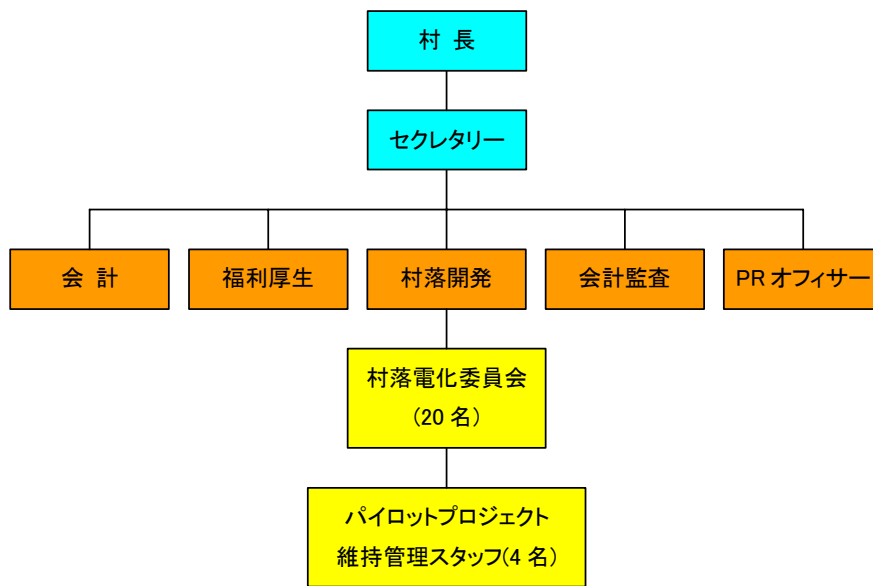
常駐のテクニシャン2名、警備員1名、料金徴収係1名が以下の業務を行う。

- 2名のテクニシャンはBCSに常駐する形で、BCSを利用する家庭のバッテリー充電作業を実施する。また、SHSのメンテナンスを適宜実施し、その実施状況を記録簿に記入する。
- 警備員は夜間にSHS及びBCS設備を巡回し、盗難等の事故が起きないように監視する。
- 料金徴収係はSHS及びBCS利用者から定期的に利用料金を徴収し、会計簿に支払いの状況を記録する。
- 公共施設及び街路灯のメンテナンスを実施する。

(3) JAEF

JAEFの本パイロットプロジェクトにおける役割は以下の通りである。

- ガルコン・アリ村からの要請があり次第、現地調査を実施して必要な対策をとる。
- 毎月一度定期巡回を実施し、村落電化委員会の活動内容を監視・指導する。
- 村落電化委員会から連絡があるか、または巡回時に機材の修理・交換作業が行われたかどうかを現地で調査する。また、記録簿と作業内容を確認の上、その写しをFMPSへ送付する。



ガルコン・アリ村落電化委員会

1 Alhassan Ademu	6 Adamu Idris	11 Alhaji Idris	16 Rablu Salihu
2 Malem Shitu Liman	7 Saidu Chiko	12 Alhaji Ibrahim	17 Shaaibu Usma
3 Shehu Damfulani	8 Yusif Jinjiri	13 Ibrahim Alhassam	18 Shahu Isah
4 Yais Abdwhhatti	9 Idris Jibrim	14 Mallam Jibrim	19 Sule Gumu
5 Maianwala Shaaibu	10 Ahmed Mohamed	15 Saadu Ibrahim	20 Mati Khimstomer

パイロットプロジェクト維持管理スタッフ

1 Mr. Muhuisla Shaaibu - テクニシャン
2 Mr. Ibrahim Bukar - テクニシャン
3 Mr. Halidu Yau - 警備員
4 Mr. Idris Jibrim - 料金徴収係

出所：調査団による

図 4-1 ジガワ州ガルコン・アリ村のパイロットプロジェクト維持管理組織

4.2.2 オンド州

図 4-2 に示すように、オケ・アグンラ村に新しく村落電化委員会が設立された。オンド州では OSEB がこの組織を監督している。

(1) 村落電化委員会

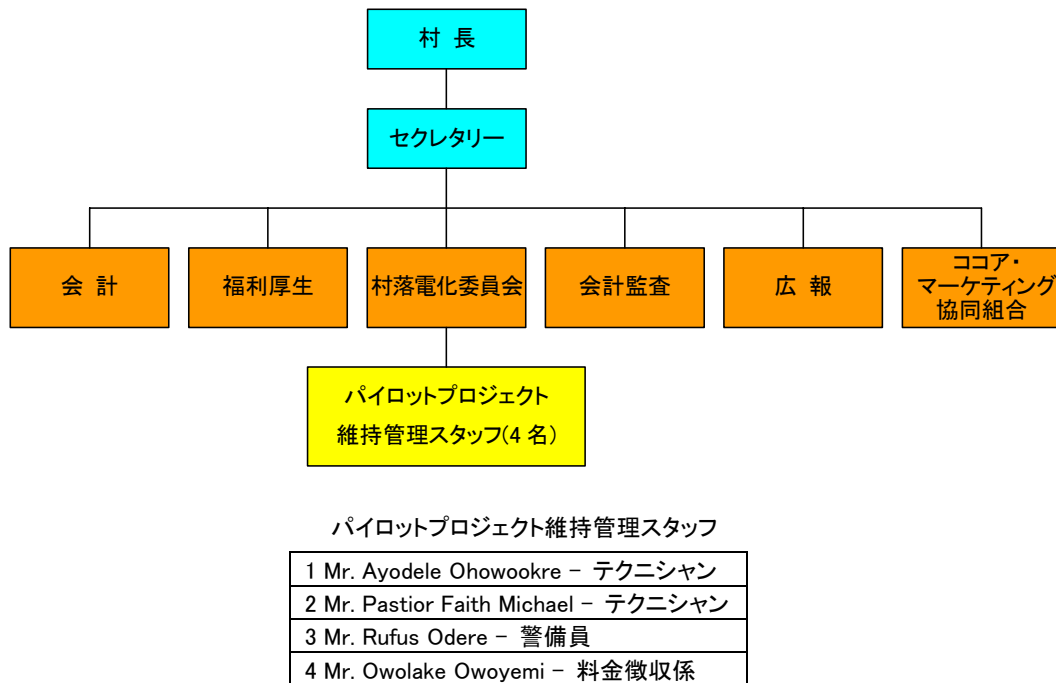
- 村落の経理係は徴収したSHS利用料金を銀行口座に保管する。
- 維持管理スタッフの報告を分析し、機材設置後1年間の保証期中はOSEB通じて請負業者に連絡してメンテナンスを実施する。
- 保証期間終了後は、OSEBの指導下でメンテナンスを実施して必要な知識と技術を習得する。
- 機材の修理・交換は必ず記録簿に記録し、OSEBにその旨報告する。
- クリニック及び街路灯の利用料金は地方政府の補助金で賄われるため、補助金を受け取り記録する。

(2) 維持管理スタッフ

常駐のテクニシャン 2 名、警備員 1 名、料金徴収係 1 名が、ジガワ州と同様の業務を行う（ただし、BCS に関する部分を除く）。

(3) OSEB

OSEB の本パイロットプロジェクトにおける役割は、ジガワ州における JAEF の役割と同様である。



出所：調査団による

図 4-2 オンド州オケ・アグンラ村のパイロットプロジェクト維持管理組織

4.2.3 イモ州

図 4-3 に示したように、ウムイコロ・オペヒ村に新しく村落電化委員会が設立された。イ

モ州では、PURD がこの組織を監督している。

(1) 村落電化委員会

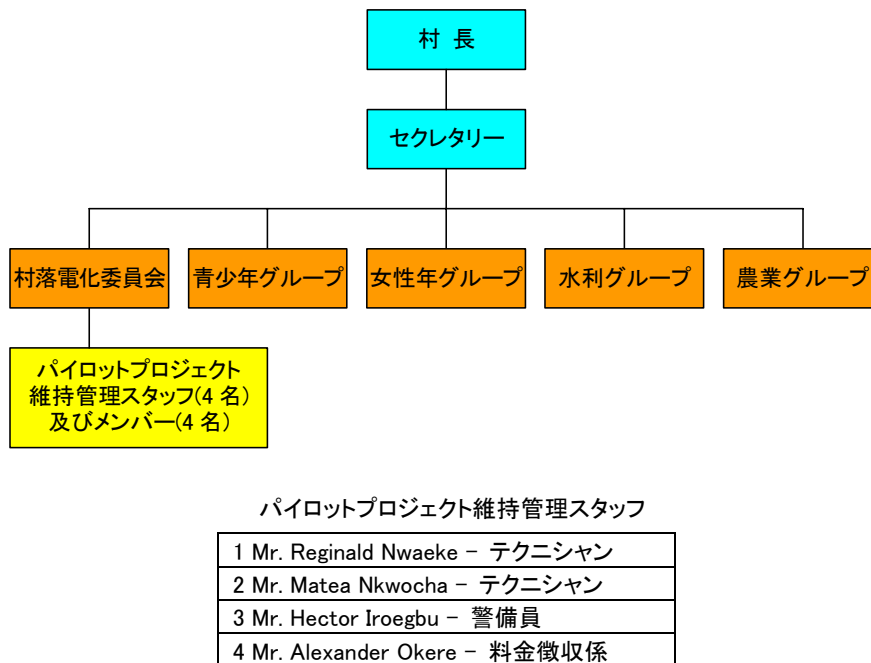
村落電化委員会の役割は、オンド州における村落組織のそれと同様である。ただし、機材設置後 1 年間の保証期間中は PURD を通じて請負業者に連絡してメンテナンスを実施する。

(2) 維持管理スタッフ

常駐のテクニシャン 2 名、警備員 1 名、料金徴収係 1 名が、ジガワ州と同様の業務を行う（BCS に関する部分を除く）。

(3) PURD

PURD の本パイロットプロジェクトにおける役割は、ジガワ州における JAEF の役割と同様である。



出所：調査団による

図 4-3 イモ州ウムイコロ・オペヒ村のパイロットプロジェクト維持管理組織

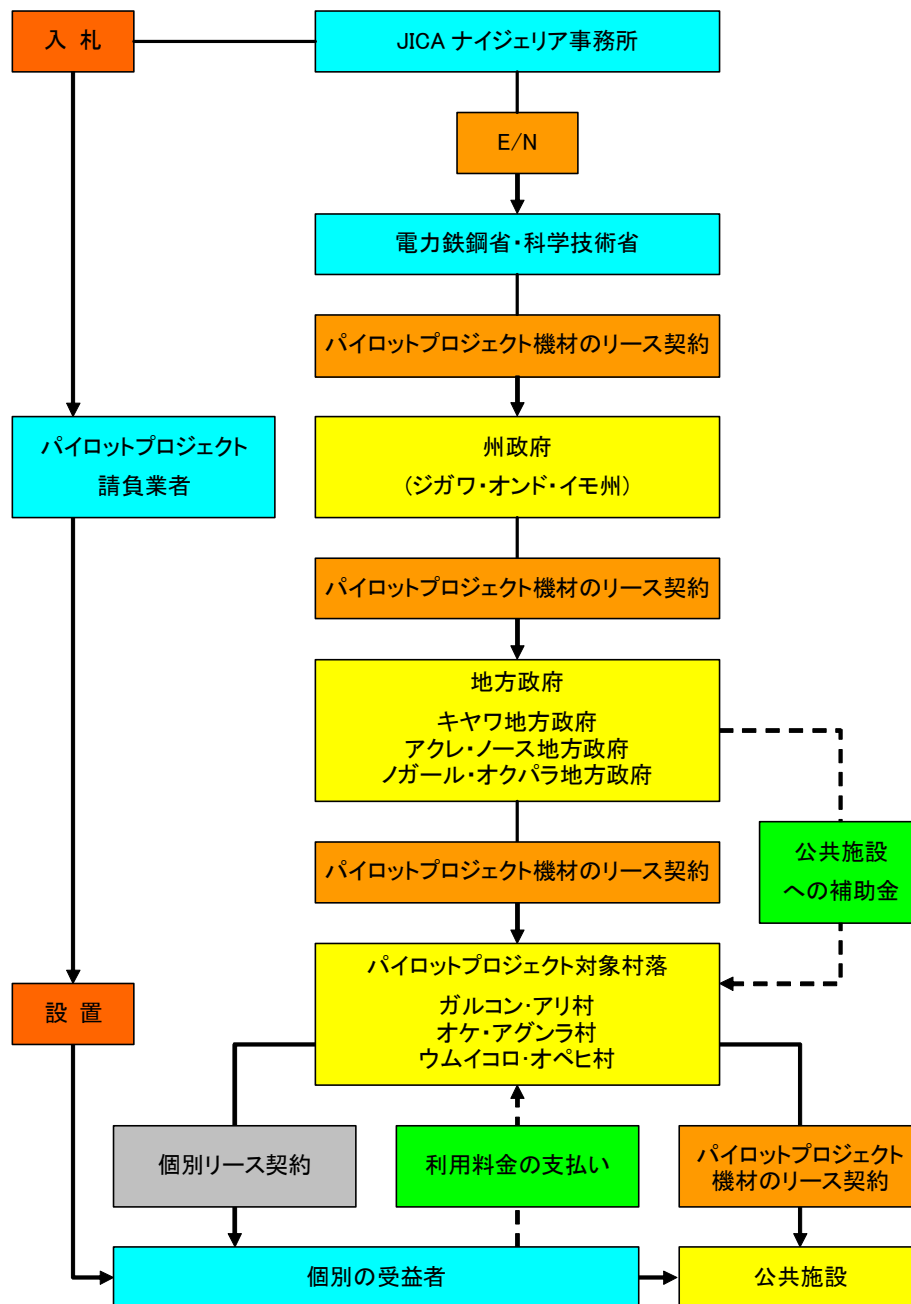
4.3 機材のリース契約

4.3.1 パイロットプロジェクト機材の法的な取り扱い

パイロットプロジェクト機材は、JICA ナイジェリア事務所と契約を締結した請負業者が対象村落及び個別受益者宅に据付を行う。しかしながら、これらの機材は法的には JICA 事務所の所有物であるため、下記の組織を経由して受益者に永久貸与するという形式を取ることにした。

- 1) JICA ナイジェリア事務所から FMPS
- 2) FMPS から各州政府
- 3) 各州政府から地方政府を通じて各村落
- 4) 各村落から各家庭

図 4-4 にパイロットプロジェクト機材のリース契約の流れを示す。



出所：調査団による

図 4-4 パイロットプロジェクト機材のリース契約

4.3.2 「ナ」国政府内におけるパイロットプロジェクト機材のリース契約

調査団は、パイロットプロジェクト機材を上記のような扱いで受益者に永久貸与する場合には生ずる法的な所有権と使用权を明確にするためにリース契約書(案)を作成し、連邦政府(FMPS、FMST)が各州政府及び地方政府並びに各村落と契約を締結するように提案した。リース契約の概要は以下の通りである。

- 1) パイロットプロジェクト機材は法的にはJICAナイジェリア事務所の所有物であるため、個々の受益者及び公共設備のためのPVシステムは永久貸与品として扱うものとする。

- 2) パイロットプロジェクト機材は持続的使用を目的として下記の村に連邦政府及び州政府を通じて提供されるものとする。
 - ジガワ州ガルコン・アリ村
 - オンド州オケ・アグンラ村
 - イモ州ウムイコロ・オペヒ村
- 3) パイロットプロジェクトの機材を持続的に使用するため、上記各村落は維持管理組織を設立して機材の持続的使用を促すものとする。
- 4) 維持管理組織は個別の受益者からPVシステム利用料金を徴収し、維持管理費用に充てるものとする。
- 5) 維持管理組織は、通常のメンテナンス範囲を超える作業については州政府レベルの維持管理組織に対して助力を求めるものとする。
- 6) 州政府レベルの維持管理組織は村落の維持管理組織の要請に応じて即座にメンテナンスの対応をするものとする。
- 7) 地方政府は各村に提供された公共施設の維持管理のための費用を各村落へ補助金として支払うものとする

添付資料 4 に「ナ」国政府内におけるパイロットプロジェクトのリース契約書を示す。

4.3.3 個別の受益者に対するパイロットプロジェクト機材のリース契約

調査団は、パイロットプロジェクト機材が個々の受益者に永久に貸与される場合に生ずる法的な所有権と使用権を明確にするためにリース契約書（案）を作成した。各村の村落会議にて協議した結果、個々の受益者が村落に設置された維持管理組織に対して月毎に一定額の PV システム利用料金を支払ってパイロットプロジェクト機材を持続的に使用することで関係者から合意を得た。リース契約の概要は以下の通りである。

- 1) パイロットプロジェクト機材は法的には JICA ナイジェリア事務所の所有物であるため、個々の受益者は PV システムを永久貸与品として扱うものとする。
- 2) パイロットプロジェクトの機材を持続的に使用するために、各受益者は村内に設立された維持管理組織に月毎に定額の PV システム利用料金を支払うものとする。
- 3) 受益者から徴収した利用料金は、メンテナンスのために雇用されたスタッフの報酬やメンテナンス費用に充当される。
- 4) 個々の受益者が 3 ヶ月以上利用料金を滞納した場合には、村落維持管理組織の裁定により PV システムを維持管理組織が指定した村内の他の家庭に移設するものとする。
- 5) 個々の受益者に提供された PV システムは村外に移設してはならない。

添付資料 4 に個別の受益者に対するパイロットプロジェクト機材のリース契約書を示す。

なお、機材が壊れたときの扱いに関しては、村落電化委員会からの報告に基づき州政府及び FMPS を通じて JICA ナイジェリア事務所に詳細を連絡することとなっている。

4.4 運転・維持管理費用の財政管理

ジガワ州では SHS、BCS、公共施設、街路灯、オンド州及びイモ州では SHS、公共施設、街路灯を設置し、村落電化委員会の管理の下で PV システムを使用している（設置数量は表 3-22 を

参照)。機材はリース契約であるために初期投資の費用は住民の負担となっていないが、運転・維持管理費用については住民が負担することで持続的な使用を目指すこととなった。

4.4.1 PVシステム利用料金設定の検討条件

(1) SHS を適用した村落

1) 支出条件

パイロットプロジェクトでは、PV モジュールの寿命を 20 年と設定した。この期間に生ずる主な費用は以下の通りである。

a) 初期投資

SHS (55W) については以下の通りである。

- PVモジュール (60W、結晶系、1枚)
- バッテリー (50Ah、シール形サイクル用途、1台)
- チャージコントローラー (12V、4.5A、1台)
- スチールポール、モジュール支持器具
- 配線材料

b) 運営・維持管理要員給与

60,000 ナイラ/人・年

c) 機器更新費用(バッテリー、コントローラー等)

- バッテリー交換が数年毎に必要なだが、使用程度によって交換頻度は変わってくる。従って、公平性の観点からもバッテリー交換は各世帯の責任で行うものとする。
- コントローラー交換は10年後に1回とする。

d) 修繕費

システム全体の初期投資の 2%が毎年費用として発生すると想定。

e) 諸経費

システム全体の初期投資の 1%が毎年費用として発生すると想定。

2) 収入条件

SHS の場合、SHS を設置した世帯毎に独立した電源となることから、従量で料金を徴収する必然性はない。よって、SHS を導入した各世帯から固定料金を毎月徴収する。

(2) BCS を適用した村落

BCS は、バッテリー充電のためにステーションまで数日毎にバッテリーを運搬する手間が掛かるが、初期投資は最も少なく済む。

1) 支出条件

SHS 同様、パイロットプロジェクトでは、PV モジュールの寿命を 20 年と設定した。この期間に生ずる主な費用は以下の通りである。

a) 初期投資。

- PVモジュール (60W、2直列9並列、18枚)
- バッテリー (100Ah、シール形サイクル用途)

- コントローラー(12V、60A、1台)
 - バッテリーチャージャー (12V、20A、5台)
 - PVアレイ支持構造物等
- b) 運営・維持管理要員給与
- c) 機器更新費用(バッテリー、コントローラー等)
- バッテリー交換が数年毎に必要だが、使用程度によって交換頻度は変わってくる。なお、各世帯のバッテリー交換は各世帯の責任もとに行うものとする。
 - コントローラー交換は10年後に1回とする。
- d) 修繕費
- システム全体の初期投資の2%が毎年費用として発生すると想定。
- e) 諸経費
- システム全体の初期投資の1%が毎年費用として発生すると想定。

2) 収入条件

バッテリーの充電回数による。住民のバッテリー充電頻度は概ね5日に1回(年間約72回)。

(3) 公共施設と街路灯

電化対象の公共施設は、モスク(ジガワ州)及びヘルスケアセンター(オンド州)並びに集会所(イモ州)の各1件である。主な負荷は照明であるが、ヘルスケアセンターにはワクチン保存用のPVワクチン冷蔵庫1台を設置する。

4.4.2 PVシステム利用料金設定の検討結果

コミュニティ主導での村落電化委員会は、そもそも団体の性格が通常会社組織ではなく非営利組織であり、村落住民が電化の恩恵を受けつつ合理的な料金を支払いながら持続可能な運営ができるようにするための組織である。従って、どれほどの収益性があるかを分析・検討することはせず、運営する期間(20年)についてキャッシュフローが赤字になる年がないように運営するために各世帯から徴収すべき料金水準はどの程度になるかを検討することとした。検討結果は表4-2の通りである。

表 4-2 PVシステム利用料金設定検討結果

単位：ナイラ

州名 村落名	SHS利用料金 (一ヶ月当たり)	バッテリー充電 (一回当たり)	公共施設利用料金 (一ヶ月当たり)
ジガワ州 ガルコン・アリ村	650	50	50
オンド州 オケ・アグンラ村	500	—	50
イモ州 ウムイコロ・オペヒ村	550	—	50

出所：調査団による

上記表の通り、住民の生活水準を考慮した場合に支払能力を超えるような額ではないものの、高めの料金であることは歪めなかった。よって、調査団は第4次現地調査においてJWGで上記

料金案を提示し、現地で関係者と補助金導入や優遇融資のあり方等を協議した。その結果、ジガワ州とオンド州では村民の支払能力等を考慮し、地方政府が SHS 料金と公共施設料金に相当する補助金を拠出することに合意した。この結果、公共施設利用料金は無料とすることとなった。一方、イモ州では、第 5 次現地調査時に調査団及びカウンターパートは地方政府と補助金に関する交渉を行った。その結果、地方政府が維持管理に携わるスタッフ 3 名を臨時職員として雇用すること並びに公共施設と街路灯の使用料を毎月払うことで合意した。表 4-3 にこれまでに決まった利用料金設定結果を示す。

表 4-3 PV システム利用料金設定

単位：ナイラ

州名 村落名	SHS利用料金 (一ヶ月当たり)	バッテリー充電 (一回当たり)	公共施設利用料金 (一ヶ月当たり)
ジガワ州 ガルコン・アリ村	650 → 400	50 → 30	50 → 0
オンド州 オケ・アグンラ村	500 → 250	—	50 → 0
イモ州 ウムイコロ・オベヒ村	550 → 350	—	50 → 0

出所：調査団による

4.5 運転・維持管理の技術支援

パイロットプロジェクトでは、村落電化委員会を通じて現地出身のテクニシャン（車、自転車、発電機修理工などの技能工）を 2 名採用した。調査団は、彼らがシステムの故障対応を適宜実施できるように指導し、PV システムの点検記録、料金徴収、故障対応等に利用している記録様式（Log Book）を彼らが中心となって記録するように指示した。更に、調査団は村落電化委員会メンバー及び州・地方政府職員に対し、可能な限り現地に出向いて運転・維持管理の技術支援を行うよう要請した。調査団が、第 5 次現地調査時にメンテナンスが適切に実施されたかどうか確認したところ、記録様式への記録が不十分であることが分かり、現地で改めて説明を行った。

また、テクニシャンの教育に当たっては、調査団が作成したマニュアルを利用して彼らに PV システムの基本原則を理解させ、適切なメンテナンスが行われるように配慮した。これまで、州政府カウンターパートと村落電化委員会のテクニシャンは、施工監理期間中に請負業者の行う工事方法を監理・見学することにより、PV システム構成機器の取扱い方法を学んできている。また、彼らは、本パイロットプロジェクトの契約範囲に含まれる「システム取扱い講習」を受講しており、運転・維持管理技術の向上を図ってきた。

さらに、調査団は村民集会において PV システムのデモンストレーションを行い、システムの取扱いと利用制限に関して講演した。また、調査団は PV システムマニュアルを作成し、1) システム利用者、2) テクニシャン、及び 3) エンジニアと技術レベルに応じたシステム説明書を整備した（参考添付資料 5）。

4.6 今後の維持管理体制

機材設置後 1 年間の保証期間中（ジガワ州及びオンド州ロット：2007 年 6 月 30 日迄、イモ州ロット：2007 年 3 月 17 日迄）は、請負業者が担当の州政府を通じて部品の取替え及び故障

対応を行う。また、通常の運転・維持管理は現地のテクニシャンが実施する。

プロジェクト終了後のメンテナンス体制に関しては、担当の州政府機関（JAEF、OSEB 並びに PURD）が中心となり、それぞれの村落電化委員会を監督することとした。具体的には、州政府機関は定期的な巡視（月 1 回以上）を行い、州政府担当者はこの巡視結果を毎月末に FMPS へ報告する。

技術的に困難な事態等が生じた場合には、随時、村落電化委員会が州政府機関と連絡を取り、支援を要請することとしている。調査団は、今後も PV システム取扱いに関する継続的な技術移転が必要と認識し、JWG 会議を通じて ECN とソコト及びヌスカ研究所に対してパイロットプロジェクト対象村落において州政府機関技術者とメンテナンススタッフを対象としたトレーニングを実施するよう要請した。しかしながら、第 5 現地調査までにトレーニングは開催されなかったため、調査団は再度 JWG 会議においてカンウターパートに対してトレーニングの早期実施を求めた。今後、プロジェクトの持続性と併せてトレーニングの内容を確認する必要がある。

第5章 キャパシティ・ディベロップメント

5.1 エンジニアリング能力の強化

既に「ナ」国において PV システムの設計・施工・保守を実践している ECN 及び JAEF を除いては、本調査のカウンターパートは PV システムの実施設計の経験はなく、今後パイロットプロジェクト対象村落に対して技術的な支援を継続していく上で、彼らの PV システムに関するエンジニアリング能力の向上が必要であった。

調査団は、連邦政府及び州政府カウンターパートのエンジニアを対象に本パイロットプロジェクトを通じて以下の技術移転を実施し、エンジニアリング能力の強化を図った。

- 1) SHS 及び BCS 設計例を用いて PV システム仕様検討手順について講義した。
- 2) パイロットプロジェクト技術仕様書（添付資料 1 参照）を活用し、各機器の技術的要求事項、関連規格、据付工事の方法、工場・現地試験内容について解説した。
- 3) PV システムマニュアル（添付資料 5 参照）を活用してシステム構成機器概要と SHS 設計手順について説明した。
- 4) 本調査の一環で購入したデモンストレーションキットを使用して PV システムの結線及び使用方法を実演した。
- 5) 請負業者が主催した PV システム取扱い講習を受講させた。
- 6) JICA 作成の PV システムリーフレットと SHS ハンドブックを配布した。

上記技術移転は調査団がパイロットプロジェクトの施工監理及びモニタリングのために各州を訪問する機会を活用して実施した。

また、本調査期間中に日本で開催された JICA 主催の国別研修に連邦政府カウンターパートを中心として計 8 名を招請し、電気工学や PV システム設計等に関する講義を行った。なお、本調査終了後にも第 2 回目の JICA 国別研修が予定されており、州政府カウンターパート及び国立研究所の研究者を対象にプロジェクトの実施に主眼を置いた日本研修を計画している。

5.2 施工監理能力の強化

今後「ナ」国において PV システムを活用した村落電化プロジェクトが普及促進していくためには、プロジェクト実施機関を担うであろう連邦政府及び州政府のエンジニアは調達・据付・試験までの一連の工程を適切に監理できなければならない。

よって、本プロジェクトの施工監理を通じ、調査団からカウンターパートに対して以下の技術移転を行い、施工監理能力の強化を図った。

- 1) パイロットプロジェクトの承認返却図面を活用し、図面承認手続きの方法、図面審査のポイント、施工監理における注意事項を解説した。
- 2) 施工監理に必要な工事進捗率算出方法を指導した。
- 3) 共に現場を踏査して不具合箇所の指摘を行った。
- 4) 調査団の「ナ」国不在時に施工監理を代行させた。

5.3 組織運営能力の強化

調査団は、各パイロットプロジェクト対象村落においてPVシステム運用開始後の運転・維持管理を担う村落電化委員会を組織した。同委員会は既存の自治組織の傘下に編成され、システムの日常点検及び運用記録を実施すると共にプロジェクト収支の管理を行う。

調査団は以下の活動を通じ、村落電化委員会が円滑に運営されるようにパイロットプロジェクト関係者の能力強化を図った。

- 1) 村落会議において、連邦政府及び州政府カウンターパートと共に、村民に対してPVシステム使用料金支払いの必要性を啓蒙した。また、料金未払い者に対してはリース契約に基づいて断固たる措置を取るよう村落電化委員会を指導した。
- 2) 収支及び保守並びに在庫の管理が容易となるような記録様式を作成し、村落電化委員会に対してその記入方法を指導した。
- 3) 村落電化委員会に対して廃棄バッテリー等不用品の処置について指導し、州政府カウンターパートにその監視を求めた。
- 4) 州政府カウンターパートに対し、定期的に村落を巡視して村落電化委員会が健全に機能しているかを監視するよう求めた。
- 5) 連邦政府カウンターパートに対し、プロジェクト実施期間（20年を想定）におけるキャッシュフローを示してPVシステム利用料金設定の根拠を解説した。
- 6) 連邦政府及び州政府カウンターパートと共に地方政府との交渉に臨み、地方政府から本プロジェクトに対する支援を引き出した。

5.4 キャパシティ・ディベロップメントの成果と課題

5.4.1 連邦政府及び州政府

エンジニアリング能力向上の成果を検証するため、JICA 国別研修受講者に対してPVシステム設計に関する課題を与え、その回答を評価した。この結果、対象者は調査団が本調査で提示した設計手法を概ね理解しており、エンジニアリング能力向上の成果を確認できた。ただし、設計に必要な諸条件を理解し、システム構成機器の仕様を定め、図面・仕様書を作成するレベルまでには到達していない。さらに、大きな課題として、文書化する能力が低い、情報が共有されない等の問題がある。今後、彼らに類似プロジェクトで実際に設計及び仕様書を作成する機会を与え、コンサルタントや政府専門家等を活用し、彼らの成果物の出来栄を逐一評価するようなアプローチが求められる。

一方、施工監理能力に関しては、ポイントを指摘さえすればカウンターパートのみで忠実に施工監理を実践することが可能であった。ただし、如何に施工監理上の問題点を見極めるかはエンジニアリング能力に帰結するため、やはり彼らに数多く類似業務を経験する機会を与えることが必要である。

また、組織運営能力については、元々カウンターパートはプレゼンテーション能力と粘り強く交渉することに長けており、調査団の要請に応じて村民の啓蒙と村落電化委員会の指導の役割を十分に果たしていた。ただし、プロジェクトを計画する上で必要な財務評価に対する認識は低く、今後はプロジェクト実施期間に亘る事業評価を行える能力を養わなければならない。

5.4.2 地方政府

今回、連邦政府及び州政府カウンターパートの協力を得て、地方政府から本プロジェクトに対する自発的な支援を得ることができた。地方政府は、公共施設や街路灯といった公益性の高いPVシステムに対して補助金を拠出すると共に、村落電化委員会の維持管理スタッフの給与負担にも応じた。この結果、PVシステム利用料金を大きく低減することができた。

しかしながら、確約した補助金の支払いが予定通りに行われない例も散見された。補助金が計画通りに積み立てられなければ、バッテリーの更新が見込まれる数年後には資金が不足して本プロジェクトが頓挫することにもなりかねない。よって、地方政府は本プロジェクトの維持継続に与えるその影響力の大きさを十分に認識せねばならない。

5.4.3 村落

村落会議を通じた指導の結果、村落電化委員会はパイロットプロジェクトの日常点検に必要な技能を身に付けると共に、記録様式の記入方法を理解した。また、利用料金の未払い者に対しては、維持管理スタッフが配線の取り外しを行うなど適切な措置を講じている。村落電化委員会は村長を筆頭とする既存の自治組織内に構築されたため、村長の強い指導力が発揮されて村民の相互監視も行き届き易い。

今後の課題は、長期に亘る実施期間を通じて収支管理を徹底しながら、将来の機器更新に向けて費用の積立を着実に行えるかどうかである。

第 6 章 モニタリング

6.1 モニタリング方法

PV システムの維持・継続性を評価するため、調査団は運転・保守記録の様式（添付資料 6 参照）を作成し、パイロットプロジェクトのモニタリングを行った。なお、記録の一貫性とシステム利用者の識字率等を考慮して以下の通り上記記録を取ることとした。

- 1) SHS、BCS、公共施設の日々のエネルギー消費を記録する。SHS と BCS の対象家屋は、10 軒以上、20 軒未満とし、その選定は村落電化委員会に委ねる。
- 2) 上記記録は、同委員会の維持管理スタッフが対象者の家屋を毎日訪ねて記録用紙に記入する。
- 3) 上記記録の期間は、システムの運用開始から 2006 年 11 月一杯（第 5 次現地調査時）までとする。
- 4) 収支及び保守並びに在庫の記録は、システム利用期間中は継続して記録する。

6.2 モニタリング結果と分析

調査団は、第 5 次現地調査において各村落電化委員会から上記運転・保守記録を回収した。また、請負業者が実施した PV システムのメンテナンス報告書入手し、現地調査に併せてメンテナンス結果の検査とシステム運転状況の調査を行った。以下にパイロットプロジェクトのモニタリング結果とその分析結果を記す。

6.2.1 ジガワ州

表 6-1 にガルコン・アリ村における調査結果と調査団の対応を記す。

表 6-1 ジガワ州ガルコン・アリ村のモニタリング結果

調査項目	調査結果	対 応
維持管理組織	<ul style="list-style-type: none"> ● ガルコン・アリ村では 2006 年 6 月末から PV システムの利用を開始していたが、利用者が機材リース契約書に署名していなかった。 ● 村落電化委員会は 2006 年 7 月から SHS 利用料金とバッテリー充電料金の徴収を開始したが、学校に設置された SHS 利用料金が未収であった。 ● 村落電化委員会は出納記録に所定の様式 (Log Book) を使用せず、ノートに記録を書きとめていた。 ● 村落電化委員会は徴収した料金の一部を維持管理スタッフへの給与支払いに充てていた。 ● 地方政府からの補助金振込み額が確約された金額よりも少なく、かつ 1 ヶ月分が未納であった。 ● バッテリー保守用の蒸留水が不足していたが、村落電化委員会は予備品を購入していなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 村落会議を開催し、利用者全員に速やかに契約書へ署名するよう求めた。 ● 学校に設置された SHS 利用料金の支払い責任者を確認し、2006 年 7 月分からの料金支払いを求めた。 ● Log Book の記入方法を再度指導し、これまでの出納記録を Log Book に転記するよう求めた。 ● 特に対応はなし。 ● FMPS 宛にレターを出し、州政府を通じて地方政府へ補助金支払いを促すように求めた。 ● 早急に蒸留水を購入するよう求めた。
PV システムのメンテナンス	<ul style="list-style-type: none"> ● 村落電化委員会は PV システムのメンテナンス (清掃、トラブル対応等) を実施していた。 ● BCS のバッテリーチャージャー 3 個が故障し、請負業者が取替えを実施した。また、BCS 用バッテリー予備品 1 個が破損していた。 	<ul style="list-style-type: none"> ● PV システムマニュアルを使ってトラブルシューティングの方法を再度指導した。 ● 請負業者に状況を連絡し、JAEF と連絡を取って破損したバッテリーを取り替えるよう指示した。
PV システムの利用状況	<ul style="list-style-type: none"> ● 村落電化委員会は、PV システムの運転・保守記録を取っていた。ただし、記録は要請していた軒数に満たなかった。 ● 数人のシステム利用者から、電灯が数時間しか使えないと苦情が寄せられた。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 上記記録を収集して分析した。 ● システム使用時間超過によるバッテリーの電圧低下が原因と判断し、村落会議において利用者に節電を求めた。
カウンターパートによる支援	<ul style="list-style-type: none"> ● JAEF は毎月 1 回以上ガルコン・アリ村を訪問して運転・保守記録の確認と技術支援を行っていた。 ● JAEF は地方政府から振り込まれた補助金を JAEF 名義の銀行口座に保管していた。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 今後も定期的に巡視を行い、その結果を毎月末に FMPS へ報告するよう求めた。 ● 本プロジェクト以外の目的に資金を利用しないよう念押しした。

出所：調査団による

モニタリングの結果、村落電化委員会によるプロジェクトの維持管理は大きな問題なく行われていることが分かった。ただし、技術面では BCS バッテリーチャージャーの故障が頻発していることが懸念事項である。現地調査後の関係者への聴取の結果、調査団は BCS 利用者や維持管理スタッフがバッテリー充電回路に設けられた配線用遮断器を開放することなくバッテリーへの配線取り外しを行い、これによって回路を誤って短絡させたことが故障の要因ではないかと推測した。よって、JAEF に対してバッテリーの配線取り外しは必ず配線用遮断器及びスイッチを切ってから行うように村民への指導を要請した。

6.2.2 オンド州

表 6-2 にオケ・アグンラ村における調査結果と調査団の対応を記す。

表 6-2 オンド州オケ・アグンラ村のモニタリング結果

調査項目	調査結果	対 応
維持管理組織	<ul style="list-style-type: none"> ● オケ・アグンラ村では 2006 年 6 月末から PV システムの利用を開始していたが、利用者が機材リース契約書に署名していなかった。 ● 村落電化委員会は 2006 年 7 月から SHS 利用料金の徴収を開始したが、一部の利用者は料金の支払いを拒んでいた。よって、維持管理スタッフは同利用者の配線を取り外してシステムを利用できない状態とした。 ● 村落電化委員会は出納記録を所定の様式 (Log Book) に記録していたが、記載間違えが散見された。 ● 村落電化委員会は徴収した料金の一部を維持管理スタッフへの給与支払いに充てていたが、徴収金額が少なく給与が満額支払われていなかった。 ● 地方政府から補助金が全く支払われていなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 村落会議を開催し、利用者全員に速やかに契約書へ署名するよう求めた。 ● 村落会議において、村民に対して料金支払いの必要性を啓蒙し、料金未払いの利用者も使用料を支払うことに同意した。よって、料金が支払われた時点で維持管理スタッフが配線の再接続を行うこととした。 ● Log Book の記入方法を再度指導した。 ● 口座に残額があることを確認し、これを不足分の給与支払いに充てるよう村落電化委員会内での協議を要請した。 ● カウンターパートと共に地方政府を訪問したが、代表者との面会が叶わずに進展がなかった。よって、州政府カウンターパートに対し、引き続き地方政府と協議するよう要請した。
PV システムのメンテナンス	<ul style="list-style-type: none"> ● 村落電化委員会は PV システムのメンテナンス (清掃、トラブル対応等) を実施していた。 ● 全てのシステムが健全に運転していた。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 特に対応はなし。 ● 特に対応はなし。
PV システムの利用状況	<ul style="list-style-type: none"> ● 村落電化委員会は、PV システムの運転・保守記録を取っていた。ただし、記録は要請していた軒数に満たなかった。 ● 上記記録から、設計値よりもシステムの利用時間がかなり長いことが分かった。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 左記記録を収集して分析した。 ● 村落会議において、利用者に節電を求めると共に標準的な使用時間の考え方を説明した。
カウンターパートによる支援	<ul style="list-style-type: none"> ● OSEB は毎月 1 回以上オケ・アグンラ村を訪問して運転・保守記録の確認と技術支援を行っていた。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 今後も定期的に巡視を行い、その結果を毎月末に FMPS へ報告するよう求めた。

出所：調査団による

モニタリングの結果、オケ・アグンラ村では村落電化委員会によって技術面及び組織運営面共にプロジェクトが適切に維持管理されていることが分かった。

同村落では、維持管理スタッフのテクニシャンが料金未払い者に対して強固な姿勢で臨み、3 ヶ月以上料金を支払わない場合には配線を取り外してシステムを利用できなくすることを実践していた。この場合、利用者とテクニシャンの間でトラブルが起きることが懸念されるが、村長がテクニシャンを強く支援することで、何ら揉め事なくリース契約に基づいた厳正な維持管理が行われている。本事例は、村落自治組織を母体としたプロジェクト維持管理組織の好例と言える。

6.2.3 イモ州

表 6-3 にウムイコロ・オペヒ村における調査結果と調査団の対応を記す。

表 6-3 イモ州ウムイコロ・オペヒ村のモニタリング結果

調査項目	調査結果	対 応
維持管理組織	<ul style="list-style-type: none"> ● ウムイコロ・オペヒ村では 2006 年 3 月末から PV システムの利用を開始していた。竣工式典後の 2006 年 8 月から利用料金の徴収を開始することとなっていたが、村落電化委員会は一切料金徴収を行っていなかった。 ● 村落電化委員会は出納記録及び予備品在庫記録を全く取っていない。 ● 第 4 次現地調査時に地方政府が拠出を了解した補助金の内容が決まっておらず、補助金が支払われていなかった。地方政府は維持管理スタッフの給与支払いにも応じてはいたが、本件についても進展がなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 村落会議を開催し、システム利用料金を村民に周知して速やかな支払いを求めた。また、同委員会との協議の結果、毎月 7 日を集金日に定め、2006 年 11 月に過去 3 ヶ月分の料金を一斉に徴収することを確認した。 ● 所定の様式 (Log Book) の記載方法を再度指導し、速やかに記録を開始するよう求めた。 ● カウンターパートと共に地方政府を訪問して代表者と補助金に関する協議を行い、地方政府から補助金の金額及び内容の確約を得た。
PV システムのメンテナンス	<ul style="list-style-type: none"> ● 村落電化委員会は PV システムのメンテナンス (清掃、トラブル対応等) を実施していた。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 特に対応はなし。
PV システムの利用状況	<ul style="list-style-type: none"> ● 村落電化委員会は、PV システムの運転・保守記録を全く取っていない。 ● 多数のシステム利用者から、電灯が数時間しか使えないと苦情が寄せられた。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 村落電化委員会を厳しく叱責した。 ● 雨期の低日射とシステム使用時間超過によるバッテリーの電圧低下が原因と判断し、村落会議において利用者に節電を求めた。
カウンターパートによる支援	<ul style="list-style-type: none"> ● PURD は車両の故障を理由に、竣工式典後にウムイコロ・オペヒ村を 1 度しか訪問していなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 今後は月 1 回以上の頻度で巡視を行い、その結果を毎月末に FMPS へ報告するよう求めた。

出所：調査団による

モニタリングの結果、ウムイコロ・オペヒ村では村落電化委員会が与えられた責務を全く果たしていなかった。併せて、州政府カウンターパートの支援も不十分であり、本プロジェクトの維持管理状況を軌道修正する機会を逸することとなった。

上記問題の原因は、第 4 次現地調査時点でノガール・オクパラ地方政府 (Ngor Okpala) からの補助金額及び用途が確定せず、この結果 SHS 利用料金が決まっていなかったことが一因である。ただし、補助金が得られなかった場合には利用料金が 550 ナイラ/月となることを第 4 次現地調査時に村民に周知しておいたため、この金額に基づいて料金徴収は可能であった。したがって、本問題は、利用者の料金支払いに対する意識の低さ、村落電化委員会の無責任、村長の指導力の無さ、州政府カウンターパートの取り組みの弱さ等の様々な要因が重なって生じた結果と言える。本事例は、PV 地方電化事業が存続し得なくなる典型的な例である。今後、調査団の指導に従って村落電化委員会の維持管理能力が改善し、かつ州政府及び地方政府からの支援が継続的に行われ、本プロジェクトが継続維持していくかを注視する必要がある。

6.2.4 システム運転状況の分析

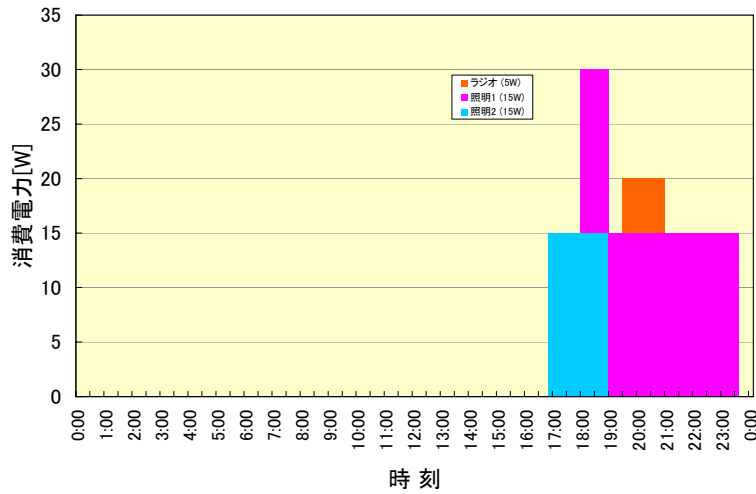
(1) SHS 及び BCS

ジガワ州及びオンド州で得られた SHS 及び BCS のエネルギー消費記録を分析する。

図 6-1 にジガワ州 SHS で得られた日負荷曲線例を示す。利用者は日没に合わせて照明の利用を開始する場合が多い。図の例では、照明の利用時間を増やすために 2 灯を同時に使う時間帯を短くし、1 灯のみを長く使用していることが分かる。これは、PV システムの利用制限を正しく理解した結果と言える。その他利用者のエネルギー消費記録からも、18 時から 24 時の間で照明を使用するケースが多く、照明を家族団らんや読書・学習に活用している。また、今のところ照明以外の直流負荷はラジオしかないため、これを数時間利用している。

また、BCS ステーションでは一日当たり 3、4 個のバッテリーの充電を行っている (充電回路数は 5 回路)。充電時間は概ね 8:00 から 18:00 の 10 時間である。なお、記録様式に定めた充電

前後のバッテリー電圧は、計測器故障のために記録を取ることができなかった。



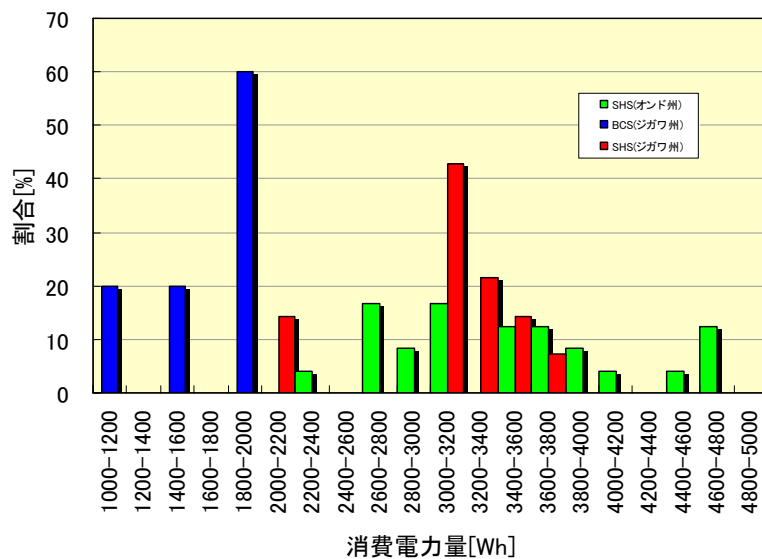
出所：調査団による

図 6-1 日負荷曲線例

図 6-2 にジガワ州 SHS、同州 BCS、オンド州 SHS における月間消費電力量を示す。

図より、BCS における消費電力量は相対的に SHS よりも低いことが分かる。システム設計に当たっては、BCS 及び SHS 共に同一のエネルギー消費を想定して機器の仕様を定めた。実際に納入された機器の仕様は設計時点とは若干異なるが、負荷の照明装置は BCS 及び SHS で共通である（添付資料 2 参照）。

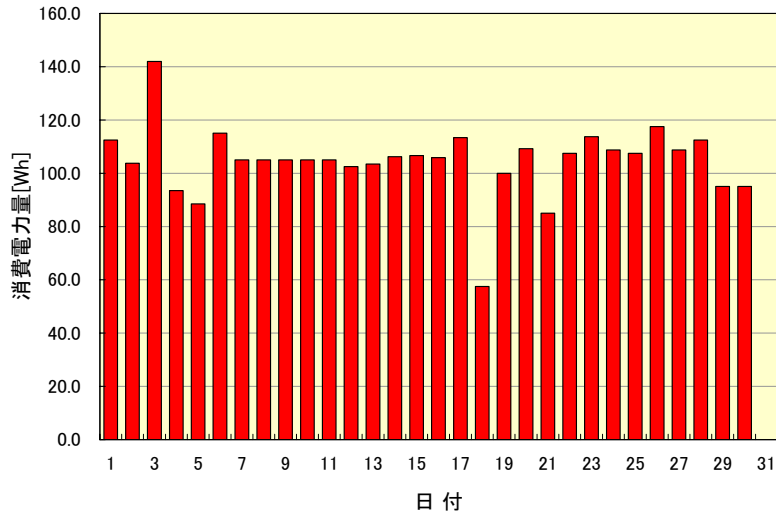
図 3-6 の SHS と BCS の運用例比較で示したように、BCS ではエネルギー消費に伴ってバッテリー電圧が低下し、チャージコントローラーがバッテリーの不足電圧を検出した時点で負荷を遮断する。一方、SHS では日々 PV モジュールからの発電によってバッテリーが充電されるため、設計値よりも高い日射量が得られればバッテリー電圧は低下することなく推移する。よって、SHS 利用者は想定した時間よりも長く負荷を使用できる。



出所：調査団による

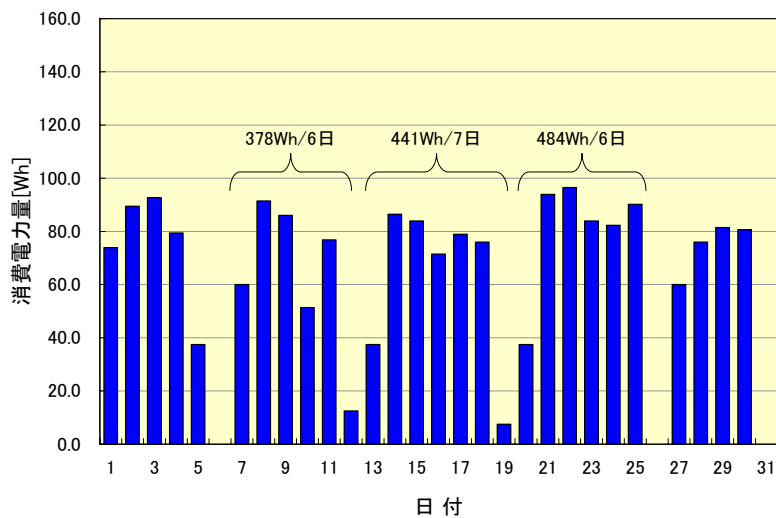
図 6-2 月間消費電力量

ジガワ州における SHS と BCS の月間消費電力量例をそれぞれ図 6-3 と 6-4 に示す。図 6-3 より、SHS では一日当たり 100Wh 程度のエネルギーが一定して消費されている。一方、図 6-4 から、BCS の一日当たりの消費電力量は 80Wh 程度であり、充電の度に約一日の間システムを利用できない。



出所：調査団による

図 6-3 月間消費電力量例 (SHS)



出所：調査団による

図 6-4 月間消費電力量例 (BCS)

以上のエネルギー消費記録から、本プロジェクトで設計・据付を行った BCS は SHS に比べてサービスの質が劣ると結論づけられる。すなわち、BCS は SHS に比べて利用可能な電力量が少なく、かつ充電の都度システムを利用できない日が存在する。

よって、BCS のサービスの質を高めるために以下の対策を提案する。

a) 設計手順の見直し

新たにバッテリーの自己放電に起因する損失 K_s として 0.8 を見込んで必要電流量を算出する¹。

1 図 6-3 及び 6-4 から、BCS の消費電力量 484Wh/6 日を SHS の消費電力量 600Wh/6 日間で割り、0.8 を得た。

なお、第3章に記した手順で設計すると、充電間隔は5日で同様であるがBCSステーションに設置するPVモジュールは21枚となる（従来は18枚）。

b) バッテリー運用の見直し

BCSステーションに充電回路数と同数の予備バッテリーを設置し、予め充電を行っておくものとする。利用者はバッテリーを自宅からBCSステーションに持ち込み、代わりに充電されたバッテリーを受け取るものとする。

(2) 公共施設

ジガワ州では、モスクに設置された照明装置を早朝に2回、一日当たり1.5時間使用している。また、直流負荷の拡声器を3時間程利用している。

オンド州では、クリニックに設置された照明装置により、24時間の診療が可能となった。これまでは、夜間診療を受けるには近隣の電化村まで行く必要があったが、今では隣接する村落の住民がオケ・アグンラ村へ治療を受けに訪れている。また、PVワクチン冷蔵庫にワクチンが冷凍保存されている。

イモ州では、集会所の改修工事が完了していないため、一旦据え付けられた照明装置の電球を全て取り外している。ただし、集会所内の診療所に設置された照明装置は活用されていた。

以上から、公共施設用PVシステムの導入は、地域レベルでの人間の安全保障の向上（例えば健康、教育や安全の分野）に寄与していると言える。

(3) 街路灯

何れの村落でも街路灯は健全に運転していた。村民は夜間街路灯の下に集まって遊戯や談話を楽しんでいる。特にイスラム教徒の多いジガワ州では、女性は夜間のみしか自由に居住地の外に出ることができないため、街路灯が格好の集会場所として活用されている。

以上の通り、PVシステムによってもたらされた女性の便益向上を確認できた。

6.3 PVシステム利用者に対するアンケート

調査団は、第5次現地調査においてPVシステムの利用者に対するアンケートを実施した。各村落で村落会議を開催し、現地語を話すカウンターパートをファシリテーターとしてアンケートを進行した。添付資料7にアンケート様式とその回答結果を示す。以下にアンケートから得られた結果を分析する。

(1) PVシステムに対する満足度及び理解度

利用者のほぼ全員がPVシステムに対して満足している。その理由は、第一に「信頼性が高い/取扱いが簡単」、第二に「利用料金が妥当」なためである（添付資料7、Fig. 2-1、2-2参照）。

「システムの取扱いを理解しているか」との問いに対しては、ジガワ州とオンド州ではほぼ全員が肯定的な回答をしているのに対し、イモ州では約3割が否定的な回答をしている（添付資料7、Fig. 2-3参照）。

また、「PVシステムには利用制限があることを理解しているか」との問いに対しても、イモ州の約4割が否定的な回答をした（添付資料7、Fig. 2-4参照）。

上記イモ州の PV システムに対する理解度の否定的回答の結果は、同州村民は村落会議への集まりが悪く PV システムを理解する意欲が低かったためであり、パイロットプロジェクト維持管理が行き届かなかった理由を物語っている。

(2) PV システムによる効果

「PV システムを最も利用してるのは誰か」との問いに対しては、ジガワ州では 9 割以上が妻と回答し、オンド州及びイモ州では半数以上が夫と答えている。ジガワ州の回答結果は、女性は主に家にいて自由に活動できないことを裏付けている（添付資料 7、Fig. 2-5 参照）。

「PV システムを利用開始後に何か事業を始めたか」との問いに対しては、大部分は何も始めていないと回答したが、全体の 2 割程度が家内工業を始めたと答えている。ただし、アンケート後の聴取の結果、上記家内工業と答えた者の多くは自家用に菓子や食べ物を製造しており、必ずしも製品の販売を意味するものではない（添付資料 7、Fig. 2-6 参照）。

「PV システムによる生活の改善」に関し、夫と妻の視点からそれぞれ回答を得た。夫の視点からの回答結果は分散しており、その傾向を掴み難い。一方、妻からの視点では、半数以上が改善点を「家事/育児」と回答しており、家庭において「家事/育児」が妻の仕事であることを窺わせる（添付資料 7、Fig. 2-7、2-8 参照）。

「PV システム導入後の光熱費の変化」に関しては、平均して金額で 359 ナイラ、率で 57% の費用が削減された（添付資料 7、Table 2-1 参照）。

(3) 利用したい PV システム

55W 及び 110W 並びに 165W の SHS と BCS の計 4 つのシステムを提示し、利用者に使用してみたい PV システムを選択させた。ジガワ州及びイモ州では、比較的容量の大きい 110W または 165W の SHS を好む傾向が強い。一方、オンド州では半数が 55W システムを希望している。この理由は、現地調査時にジガワ州及びイモ州では利用者からシステムの利用可能時間が少ないとの苦情が聞かれたのに対し、オンド州では何れの SHS も負荷遮断に至ることなく健全に運転しており、同州においては現状の 55W システムに対する満足度が高いためと考えられる（添付資料 7、Fig. 2-9 参照）。

BCS を希望する者はジガワ州で 3 名、オンド州で 2 名おり、全体の約 5% に当たる。サービスの質に関しては BCS は SHS に劣るが、その低廉な料金から僅かではあるが利用希望者が居ることが分かった。

なお、個別回答の分析の結果、年収を超える費用負担となる PV システムを希望している者も多いことが分かった。彼らの年収に対する認識が低いこともさることながら、費用負担を熟慮することなく単に大きなシステムを望んだ結果と言える。よって、必ずしも本回答結果は費用負担可能な PV システムの希望を意味するものではない。

(4) 公共施設及び街路灯

「公共施設及び街路灯をどう思うか」との問いに対しては、ほぼ全員が有益であると答えている（添付資料 7、Fig. 3-1 参照）。

「街路灯を何時間利用したいか」との問いに対しては、大半が 8 時間以上を希望している。

ジガワ州において全員が 12 時間と答えたのが特徴的であるが、これはガルコン・アリ村では 24 時間巡回警備を行っており、一晩中街路灯が利用できれば防犯上の効果が大きいためである。一方で、「12 時間の街路灯 1 灯と 6 時間の街路灯 2 灯のどちらが良いか」との追加質問に対しては、ジガワ州の利用者は 6 時間・2 灯を希望した（添付資料 7、Fig. 3-2 参照）。

「街路灯の費用を負担する意思はあるか」、「その理由は何故か」との問いに対する回答は、「有益であるから費用を負担しても良い」と「費用は地方政府が負担すべき」に大別された（添付資料 7、Fig. 3-3、3-4 参照）。

(5) SHS 及び BCS

「SHS の利用料金をどう思うか」との問いに対しては、「高くない/妥当である」とする者が大半であった（添付資料 7、Fig. 4-1 参照）。

「BCS の充電料金をどう思うか」との問いに対しては、「高くない/妥当である」とする者が大半であった（添付資料 7、Fig. 4-2 参照）。

ジガワ州を対象に「SHS と BCS どちらを希望するか」との問いに対しては、SHS 利用者全員が SHS 希望し、BCS 利用者は SHS 希望と BCS 希望で半々に分かれた。また、左記理由は「利用料金が妥当」または「バッテリーを運搬するのが煩わしい」の何れかである（添付資料 7、Fig. 4-3、4-4 参照）。

(6) 村落電化委員会

「村落電化委員会はパイロットプロジェクトを管理しているか」との問いに対しては、ほぼ全員が肯定的な回答であった（添付資料 7、Fig. 5-1 参照）。

「維持管理スタッフは PV システムを適切にメンテナンスしているか」との問いに対しては、ほぼ全員が肯定的な回答であった（添付資料 7、Fig. 5-2 参照）。

(7) 州政府及び地方政府

「州政府及び地方政府はパイロットプロジェクトに十分貢献しているか」との問いに対しては、大半が肯定的な回答であったが、イモ州で約 2 割が否定的な回答をした。これはアンケート実施時点で地方政府からの補助金の金額及び内容が確定していなかったため、これを不満に思う者がいたためと考えられる（添付資料 7、Fig. 6-1 参照）。

「州政府及び地方政府に何を期待するか」との問いに対しては、大半は経済的な支援を望むと回答したが、ジガワ州においては経済的支援希望と技術的支援希望が半々となった。これは SHS と比較して保守に手間がかかる BCS がジガワ州においてのみ利用されているため、村民が州政府からの技術支援を強く望んでいる結果と言える（添付資料 7、Fig. 6-2 参照）。

第 7 章 結論

7.1 パイロットプロジェクトの評価

第 6 章モニタリングの結果から、表 1-1 の PDM に基づき以下の通り本パイロットプロジェクトの評価を行う。

7.1.1 効率性

プロジェクトの投入の達成度、量、タイミングの観点から、目標としていた成果がどれだけ効率的に達成されたかを評価する。

表 7-1 に成果達成度の評価を記す。

表 7-1 パイロットプロジェクトの成果達成度評価

項 目	評価結果
1. 維持管理組織が機能する。	<p>維持管理組織は大きな問題なく機能している。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 参加型手法を用いて各対象村落内にパイロットプロジェクトの維持管理を担う村落電化委員会を構築した。同委員会は、維持管理スタッフの選出、PV システム利用者の選定、街路灯設置場所の決定等を自ら行った。 ● ジガワ州及びオンド州では、村落電化委員会が料金徴収と収支管理を適切に行っている。イモ州の村落電化委員会は十分に機能していないが、今後の改善が期待できる。今後、地方政府からの補助金拠出が確実に行われれば、プロジェクト運営の収支上の問題は発生しない。 ● ジガワ州及びオンド州では、維持管理スタッフに対する給与支払いが行われている。また、イモ州では、地方政府が維持管理スタッフの雇用を確約した。 ● システム運用開始からの経過日数が少なく、第 5 現地調査時点ではジガワ州の蒸留水を除いては予備品購入の必要はない。州政府機関を介し、各村落電化委員会が蛍光灯等の予備品やバッテリーを購入することは可能である。 ● 利用者は、村落電化委員会によるプロジェクトの運営に概ね満足している。 ● 据付工事の遅れにより、第 5 次現地調査までに 1 度のモニタリングしか行うことができなかった。村落電化委員会の運営状況を改善するためには、2 度以上モニタリングを行うことが望ましい。
2. 設備のメンテナンスが着実に行われる。	<p>PV システムのメンテナンスは着実に行われている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 本プロジェクトで据え付けた全ての PV システムは利用可能である。 ● 利用者は、維持管理スタッフによる設備のメンテナンスに概ね満足している。
3. システムが適切に利用される。	<p>PV システムはほぼ適切に利用されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 州政府カウンターパートと維持管理スタッフは、調査団が推奨したシステム使用時間の管理方法を理解した。彼らは、SHS 及び BCS 利用者に対し、システム取り扱い方法の指導を行っている。 ● 一部利用者は所定の使用時間を超えてシステムを使用していたが、村落会議を通じた啓蒙活動によって適切な使用時間を理解した。 ● 利用者は、PV システムの取り扱いとその利用制限を概ね理解している。 ● 村落電化委員会から入手できた運用記録のサンプル数が少なかった。利用者のエネルギー消費実態を正確に把握するためには、より数多くの記録を取得することが望ましい。
4. カウンターパートによるプロジェクトの支援体制が確立される。	<p>カウンターパートによるパイロットプロジェクト支援体制が確立された。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 州政府カウンターパートは定期的に対象村落を訪問して村落電化委員会運営状況の監視を行っている。 ● 地方政府は本プロジェクトを経済的に支援している。 ● 連邦政府、州政府、村落電化委員会との連絡体制を構築した。 ● 利用者は、州政府及び地方政府からの支援に概ね満足している。

出所：調査団による

表 7-1 の通り、第 5 次現地調査時点までに各成果はほぼ達成された。

本プロジェクトは気象条件や民族・習慣の異なる 3 州において、それぞれ公共施設 1 ヶ所、個別 PV システム (BCS 及び SHS) 約 80 ヶ所、街路灯 10 灯の事業規模で実施した。モニタリングの結果、各対象村落で様々な成果が現れ、BCS と SHS の比較、公共施設及び街路灯の有効性を検証する上で十分な調査結果が得られた。よって、本プロジェクトの投入の量は適切であったと言える。

ただし、パイロットプロジェクト機材の調達及び据付工事の遅れから、モニタリングの開始時期が第 3 次現地調査終了時点から第 4 次現地調査終了時点に後ろ倒しとなり、結果的に調査期間終了までに 1 度しかモニタリングを実施することができなかった。したがって、投入のタイミングに関しては課題が残った。

7.1.2 有効性

成果達成によって、どの程度プロジェクト目標が達成されたかを評価する。

第 5 次現地調査終了時点において、上記成果によってプロジェクト目標とした「利用者が PV システムを理解し、設備が適切に運用され、継続的に利用される」のうち、PV システムが適切に運用されているところまでを達成できた。

今後もカウンターパートの支援を受けながら村落電化委員会が十分に機能し、PV システム利用者が適切に設備を使用していけば、プロジェクト目標の「PV システムが継続的に利用される」が達成されると期待できる。

7.1.3 インパクト

パイロットプロジェクトが実施されたことによって生じた正負のインパクトを評価する。

主な正のインパクトは以下の通りである。

- SHS 及び BCS の照明装置により、夜間に家族団らんの機会が増えた。また、夜間に読書・学習を行えるようになった。
- 公共施設の照明装置によって 24 時間診療が可能となり、地域レベルでの人間の安全保障が向上した。
- 街路灯によって、女性が集い易い場所ができた。
- ケロシンの使用量が減って光熱費が低減した。

一方、負のインパクトとしては、PV システム利用料金の負担が発生したことが挙げられるが、この利用料金は正のインパクトの光熱費低減額でかなりの部分が相殺されるため、利用者にとって大きなインパクトであるとは言い難い。また、将来廃棄されるバッテリーについても、調査団の指導に従って廃棄物回収業者に引き取らせれば「ナ」国内でリサイクルすることができるため、環境面での負のインパクトが発生する懸念はない。

以上から、本プロジェクト実施によって、PV システム利用者のみならず地域レベルで多くの正のインパクトが生じた。一方、負のインパクトはないに等しい。

7.1.4 妥当性

プロジェクト目標や成果が評価時点においても意味があるかを検証する。

PV システムを利用した電化事業は「ナ」国の地方電化政策に合致しており、今後、同種プロジェクトが数多く実施されると考えられる。本プロジェクト目標及び成果に掲げた PV システムの運転維持管理に関する視点は、PV 地方電化事業では共通の課題であり、今後も十分に意味をもつ。

7.1.5 自立発展性

本調査終了後も、パイロットプロジェクトの実施によって生じた便益が自立発展的に継続していくかを評価する。

調査団は、連邦政府、州政府、村落電化委員会との連絡体制を構築した。今後もカウンターパートによる支援が継続していけば、本プロジェクトで生じた便益は自立発展していくと考えられる。

7.1.6 結論

投入のタイミングに課題が残ったが、本パイロットプロジェクトの実施によって以下の事業スキームにおいて PV システム地方電化事業が維持継続可能なことを確認できた。

- 1) ドナーが初期投資額の全てを負担する。
- 2) 村落自治組織を母体とした維持管理組織を構築し、同組織が PV システムの運転維持管理を実施する。
- 3) PV システム利用者は、運転維持管理費用に相当する金額を利用料金として支払う。
- 4) 公益性の高い PV システムは、政府機関がその運転維持管理費用を負担する。

今後、村落電化委員会が与えられた責務を果たし、かつ連邦政府、州政府、地方政府の関係各機関が継続的に同委員会を支援することによって、本プロジェクトで据え付けた PV システムが継続的に利用されていくことを期待する。

7.2 教訓と提言

7.2.1 機材調達

本パイロットプロジェクトでは、「ナ」国内の業者を対象に一般競争入札方式による調達を行った。機材購入の入札、検収、施工監理を通じて得られた教訓と今後の同種プロジェクトへの提言を以下に記す。

(1) 入札方式

「ナ」国では一般競争入札がコスト低減に繋がらず、むしろ調達・施工能力の低い業者の参入を許すこととなり弊害が多かった。したがって、工程を遵守できないような業者の参入を防ぐために厳正な事前資格審査を行い、これを通過した業者を対象に指名競争入札を行うことを提言する。事前資格審査では特に以下の内容を確認する。

- 同種プロジェクトの実績（単なる実績のみでなく、予定期日までに工事を完了できたかを発注者からのレターで確認する）
- 同種プロジェクトの設計資料（図面や技術計算資料から、業者の施工能力を判断する）

また、入札に当たっては、入札図書や業務内容に関する理解を徹底させるために入札説明会を行うべきである。

(2) 技術仕様書

今後の同種プロジェクトにおいては、調査団が作成した仕様書（添付資料 1 参照）あるいは世界銀行（WB）が公開している技術仕様書¹を参考とすることを推奨する。

なお、今回の技術仕様書では個別機器の仕様を詳細に定め、業者に対して入札図書の一部としてテクニカルデータシートの提出を求めた。技術審査では、本データシートを基に業者が提案した機器が仕様書に適合するか否かを評価した。しかしながら、業者のデータシート記載内容に不正確なものが散見され、また業者の都合で納入段階において別型式の機器に変更されてしまうことも多かったため、本手法は審査に時間を要した割に効果を上げることができなかった。PV システム用機器の特性はシステム電圧に応じてほとんど共通しているため、以下の例の様に技術仕様を簡略化することを提言する。

- PV モジュール：Shell 社製 SM55 または相当品
- チャージコントローラー：Morningstar 社製 SHS6 または相当品

ただし、上記機器が IEC や ISO 等の国際規格、またはこれを補完する PV GAP² の標準規格に準拠していることを確認するため、業者に証明書を提出させる必要がある。

(3) 承認手続き

今回、業者の承認図面・図書に関する理解の低さが、調達・施工の遅れを招いた。入札業者には、必要な承認手続きを入札説明会の場で周知することが必要である。また、承認図面・図書の提出を契約条件に入れ、所定の期日までに図面・図書が提出されない場合には支払いに応じない、さらには罰金を科すような厳正な対応をとることを提言する。

また、業者は一方的に納入品の仕様を変更することがあるので、必ず発注者の承認を得た上で変更するよう徹底しなければならない。

(4) 工場試験記録

今回、業者に対して PV モジュール、バッテリー、チャージコントローラー等の工場試験記録の提出を求めたが、業者はその重要性を全く理解しておらず、記録の提出に多大な時間を要した。特に PV モジュール出力特性試験やバッテリー容量試験は据え付け後の現地試験では実施できないので、納入された機材の品質を確認するために工場試験記録の提出は必須である。承認図面・図書と同様に試験記録の提出を契約条件に含めることを提言する。

(5) 施工監理

今回の 3 州何れのプロジェクトにおいても、予定通りに機材搬入や工事行われたことはなかった。調査団が搬入予定日に合わせて現地へ向かっても、機材が納入されずに現地調査が無駄に終わることも度々あった。また、「ナ」国業者の施工レベルは決して高いとは言えないので、据付工事の品質を高めるためには発注者が常時施工状況を監視することが好ましい。よって、プロジェクト実施機関の技術者（またはそのコンサルタント）が機材搬入から竣工試験まで現

1 <http://www.worldbank.org/>、Home > Topics > Energy > RE Toolkit > Project Tools > Technical Standards and Specifications

2 PV GAP：PV システムの普及促進を行っている国際的な NPO。IEC 及び ISO に規定されていない PV システム構成機器（チャージコントローラー、バッテリー等）の標準規格を作成している。

場に常駐する施工監理体制をとることを提案する。

7.2.2 PVシステム設計

(1) 日射量データ

日射量のデータは PV システムを設計する上で最も重要なパラメーターである。本調査では、NIMET からパイロットプロジェクト近郊都市の月別平均日射量を入手して設計に利用した（表 3-2 参照）。しかしながら、このデータは月別水平面日射量であり、「ナ」国では傾斜面の日射量データは存在しない。PV モジュール傾斜角度の最適化を図るためには、傾斜面日射量データが必要となる。

今後「ナ」国に置いて PV システムの普及促進を図っていくためには、日射量データの拡充とその公開が求められる。日本の事例では、(財) 日本気象協会が全国 801 地点の月別傾斜面日射量データを公開している³。本データは 801 地点の 30 年間の日照時間観測データを基に推定されたものである。データは、方位 15 度毎、傾斜角 10 度に整備されている。

今後、FMST が中心となり、月別傾斜面日射量データを整備して一般に公開することを提言する。

(2) 設計手法

第 3 章に調査団が用いた PV システムの設計手法を記した。ただし、設計手順や各種係数は絶対のものではなく、今後「ナ」国の実態に合わせて改善されていかなければならない。

今後、ECN や国立研究所が中心となり、本プロジェクトや同種プロジェクトのモニタリング結果から本設計手法の妥当性を検証し、これを改善して「ナ」国の PV システム設計指針を作成することを提言する。

(3) バッテリー容量測定

パイロットプロジェクトで使用されているバッテリーの更新時期は、PV システム利用者の「以前に比べて照明の点灯時間が短くなった」、「BCS ステーションでバッテリーを充電しても直ぐに電気を利用できなくなる」等の主観に基づいて判断される。

村落においてバッテリー容量を測定する有効な術はないため、国立研究所に定電圧・定電流充電器、電子負荷装置、データロガーで構成されるバッテリー容量測定試験装置一式を設置することを提言する。必要に応じて各地で利用されているバッテリーを研究所にサンプルとして持ち込んで容量試験を実施し、その結果をバッテリー更新時期の判断材料とする。また、バッテリー利用状況と余寿命の関係に関するデータを蓄積できれば、上記に提案した PV システム設計指針へもその成果を反映することができる。よって、監督官庁の FMST は上記試験装置購入の予算化を検討すべきである。

7.2.3 プロジェクト実施

(1) プロジェクトコーディネーター

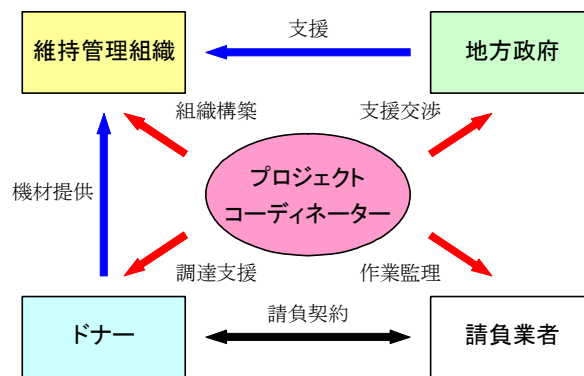
本プロジェクトにおいて、調査団はエンジニアとして PV システムの設計、入札図書の作成、

3 太陽光発電システム設計マニュアル（平成 13 年 3 月）、NEDO

契約交渉、図面審査、施工監理を務めた。また、オーガナイザーとして参加型手法を用いて維持管理組織を構築した。

現地調査の都度、調査団は連邦政府及び州政府カウンターパートと共に行動して地方政府との交渉や村落電化委員会の教育に当たった。調査団と同行中、カウンターパートは適切に任務を果たしていたが、調査団の帰国に併せて彼らに利用料金設定検討や補助金交渉を引き継ぐと急に動きが悪くなり、次回調査団が「ナ」国にやって来るまで何も進展していないことが多かった。

今後は「ナ」国のプロジェクト実施機関が、プロジェクトコーディネーターとしてこれまで調査団が務めてきた役割を担うことを提言する。図 7-1 にプロジェクトコーディネーターの役割を示す。連邦政府の実施機関である FMPS 及び REA のエンジニアまたは州政府機関のエンジニア（あるいは彼らのコンサルタント）が上記任務に当たる。



出所：調査団による

図 7-1 プロジェクトコーディネーターの役割

(2) 補助金

本プロジェクトでは、地方政府が公益性の高い PV システムの運転維持管理費用や維持管理スタッフの給与を負担した。この結果、個別 PV システムの利用料金が低減できた。アンケート結果から、村民は地方政府に経済的支援を要望する傾向が強く、一方、地方政府も公共施設や街路灯に対する支援は惜しまない。

ただし、補助金の拠出が滞ると直ちにプロジェクトが頓挫してしまう危険性があるため、補助金を前提とした事業スキームの採用は避けなければならない。また、地方政府代表者に直接あって協議しない限り、経済的支援は何も決まらないことが特徴的であった。

(3) 事業費

本プロジェクトでは、ドナーがパイロットプロジェクト機材調達と据え付けに必要な全ての費用を負担し、連邦政府や州政府は一切経済的な負担を負っていない。彼らは役務提供の形でプロジェクトに携わってきた。SELFプロジェクトの事後評価⁴によれば、当初SELFはジガワ州政府と事業費を折半してプロジェクトを実施する予定であったが、州政府からの予算が削減されて拠出も遅れたため、事業規模が縮小されると共に竣工が遅れることとなった。

4 Village Electrification Project in Jigawa State (September 30, 2005)、SELF

「ナ」国政府とドナーの協力によって同種プロジェクトを実施する場合には、「ナ」国側からの協力を役務提供のみに限定した方がプロジェクトは成功し易いと言える。

(4) ワークグループ

今回の調査期間中、定期的に行われた JWG や LWG は関連セクターの関係者が活発な議論や意見交換を行う場として機能してきた。今後も、FMPS や REA が中心となり、このような定期会議を継続して開催し、同会議を「ナ」国における PV 地方電化事業の問題を横断的に取り上げる「フォーラム」として発展させていくことを提言する。