

第5章 PV バッテリー処理と環境配慮

5.1 使用済み蓄電池の処理

(1) 自動車用蓄電池 Car batteries

太陽光発電で使用される蓄電池は、ほとんど自動車用か、それと同質な鉛蓄電池である。蓄電池のリサイクルは二次精錬による蓄電池製造原料としての鉛へのリサイクルであり、一定量の原料が集荷されなければ工業的に成立しない。従って SHS の使用済み蓄電池のリサイクルシステムは自動車用蓄電池と同時に考える必要がある。量的にも、SHS で使用される蓄電池の量は、当分の間は自動車用にくらべて圧倒的に少ないので、独自に太陽光発電のリサイクルシステムを確立することは不可能と考えられる。従ってここでは自動車用蓄電池の現状から検討することとする。セネガルで廃棄される蓄電池の処理について具体的に取り組んでいる機関は存在しないのでその現状も把握されていないが蓄電池の主用途は自動車なので、この面から推察することは可能である。自動車用電池は SHS に利用される電池と同じ「液入り鉛蓄電池」であるが、その寿命は悪路による衝撃と高温のため二年が寿命と推測できる。

イギリス自工会、“The Motor Industry of Great Britain” の資料によれば 1997 年末におけるセネガルの自動車保有台数は乗用車 91,000 台（一台当り人口 89）、商用車 25,500 台、計 116,500 台（一台当り人口 60）である。この自動車台数をもとに二年に一度の割合で交換されると仮定すれば年間 58,250 個のバッテリーが廃棄されていることになる。

(2) セネガルにおける廃棄物処理一般の現状

セネガルのゴミ処分は、未処理のまま処分地に投棄する形で行われている。焼却炉などの施設は一切存在せず、首都ダカールでは主として民間のトラックが市内のゴミを収集して処分地に運び込み、重量に応じて管理当局から料金を受け取る仕組みになっている。処分地は市の中心から数十キロの海岸近くにあり、元は湖沼であったが処分量の増大に伴い、現在は平面となりプラスチック袋の野焼きによる刺激臭が近隣住宅地に影響を与えつつある。ゴミの分別は行われていないが収集以前の段階で、再利用可能な金属類などは拾われ、さらに処分地内にも投棄されたゴミに群がり利用価値のある廃棄物をあさる人々が生活している。

(3) 蓄電池廃棄の現状

現在セネガルには、回収のシステムも稼働中の再処理の工場もない。

1980 年に SATEC という会社が蓄電池リサイクルによる鉛輸出を始め、1987 年までに 40 トンをチュニジアに輸出した。しかし鉛の国際価格が低下したため現在は中止している。またかつては BENE X という会社が年間 300 トンから 1000 トンを未処理のままヨーロッパに輸出していた

が 1990 年にはこれも中止されている。一般的には、個人の責任において再利用または放置されているが、一部ではローカルに伝統的な鋳物工場が蓄電池の鉛板を溶かして漁網用の‘重り’を製造している。

(4) セネガルにおける廃棄物の処理に関する責任官庁

汚染廃棄物の管理については環境自然保護省 (Ministry of environment and nature protection) の自然保護局 (Division of Nature protection) が責任官庁である。

フランスの技術協力により自然保護局は特定の廃棄物についての指定作業を開始したが、‘使用済み蓄電池’はこのプログラムに組み込まれていない。

したがって現在セネガルには使用済み蓄電池の廃棄に関する、いかなる法規制もない。

(5) 先進工業国の例

1) 日本・「鉛リサイクルプログラム」

「廃棄物の処理および清掃に関する法律」(1994 年制定) に基づき厚生大臣は通産大臣に対して、事業者への必要処置を要請。具体的には「蓄電池業界が、自動車用使用済み蓄電池の販売店による無償引取りと回収・再生再利用に積極的に関与するよう要請」。(財)電池工業会はこれを受け再生鉛を適正な価格で購入し、再利用することを骨子とした「鉛リサイクルプログラム」を構築、開始した。1996 年実績で自動車用蓄電池の再利用率は 94% (出荷数・約 28,000,000 個) である。

このプログラムは製品の流れと逆方向で使用済み製品を回収する逆流通方式である。図 5.1 にその流れを示すが、蓄電池メーカー 5 社はバージン鉛の方が再生鉛より安価になった場合でも排出量に見合った量の再生鉛を再使用することとなった。なを、一次精錬業者もこの「鉛リサイクルプログラム」に協力することとなった。セネガルの排出する蓄電池量に近い日本の処理工場の例では 1000 トン/月 (バッテリーの重量を 1 個あたり 15.5kg として約 64,500 個) の処理工場建設費はおよそ 5 億円 (土地建物費用含まず) で、再生鉛価格は 7 万円/トン (日本のリサイクルシステムによるバッテリーメーカーの買い上げ価格) である (聞き取り調査)。

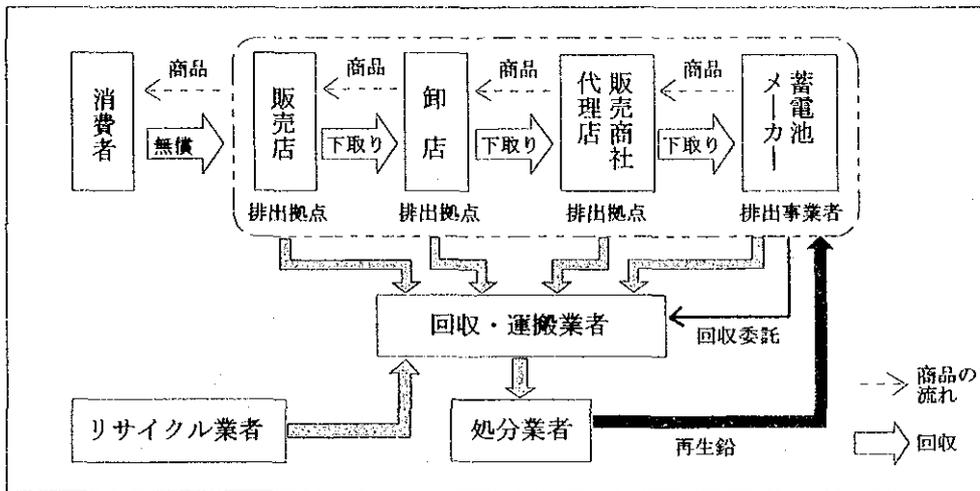


図 5.1 日本での鉛サイクル回収フロー

2) 世界の規制概要

日本、EC、米国においては法的背景を持った回収システムが確立されている。

日本の概要は前述の通りであるが、セネガルのように輸入電池の多い国においては、ドイツ法が輸入業者への義務を課している点で参考になる。

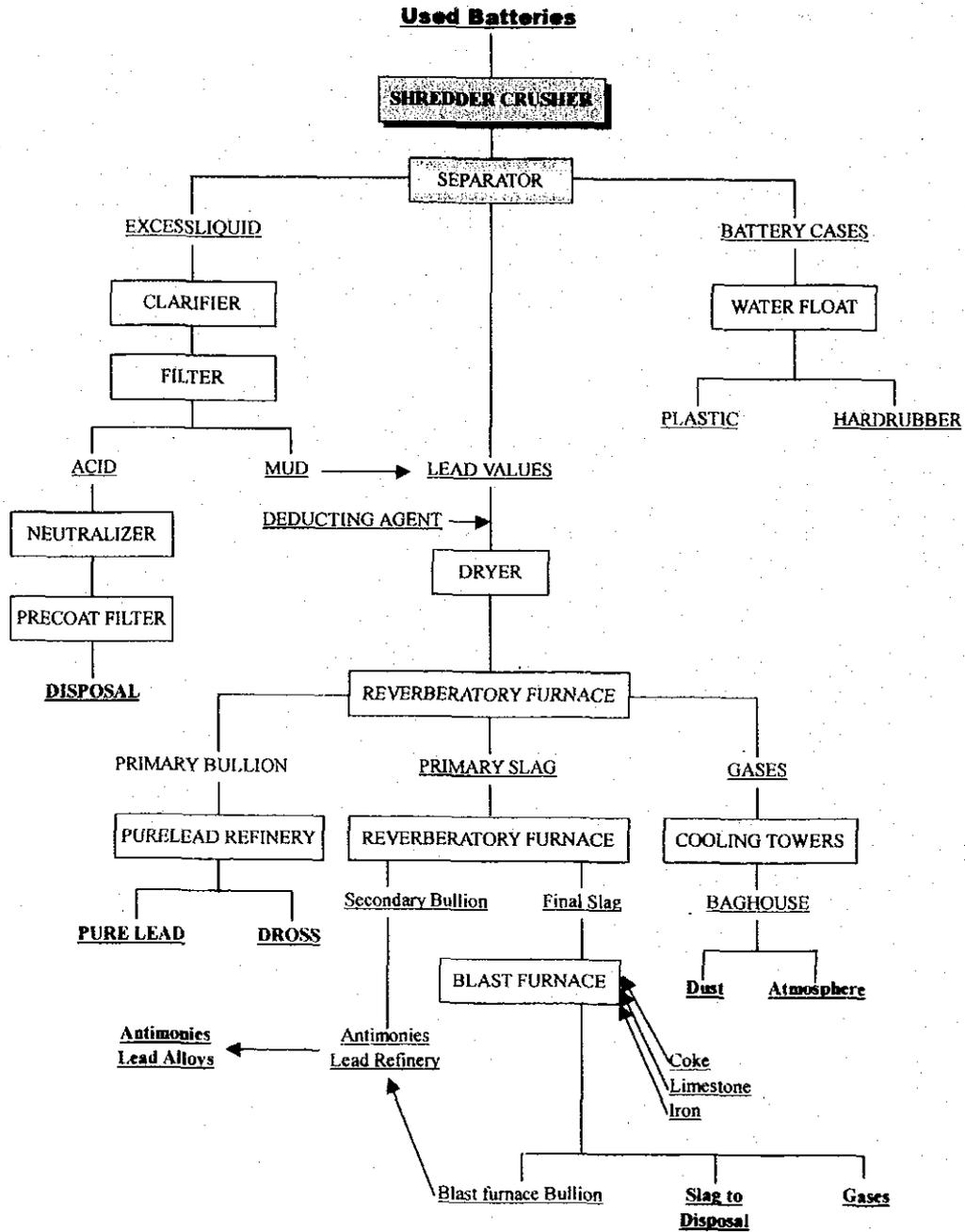
ドイツ電池政令の概要：①回収可能な場合のみ、販売が可能とし、共同回収システムの設立を要求。②最終消費者には返却の義務、自治体には無償引取りの義務を科している。③製造業者とともに輸入業者にも市場占有率に応じた財源負担。

表 5.1 回収システムを持つ国の例

主な内容	日本	米国	EC
根拠となる法律	<ul style="list-style-type: none"> 再資源化法 ガイドライン 廃掃法 	<ul style="list-style-type: none"> 連邦法 - 電池連邦法 (PL104-142) 各州法 	<ul style="list-style-type: none"> EC 指令書 (電池)
法の目的	資源の有効利用	環境規制	環境規制
実施内容	<ul style="list-style-type: none"> 表示(マーク,記号) 取外し容易化 回収推進 	<ul style="list-style-type: none"> 表示(マーク,記号) 取外し容易化 回収システム 	<ul style="list-style-type: none"> 表示(マーク,記号) * 取外し容易化 回収システム

(6) 使用済みバッテリーの再処理方法

世界で一般的に実施されている使用済み蓄電池の再処理方法は Engitec-CX 法、RSR 反射-溶鋳炉法などであるが図 5.2 に RSR 反射-溶鋳炉法のフローを示す。



廃棄蓄電池の処理プロセス (機能材料：1995年9月号 VOL.15 NO.9 より)

図 5.2 RSR 反射-溶鉱炉法

(7) 目指すべき将来方向と当面の解決策

セネガルにおいては前述したように過去に廃棄蓄電池から鉛の二次精錬を実施した会社が二社あり、チュニジアに輸出した実績がある。また国内に蓄電池製造工場をもっているので価格さえ調整できれば再生鉛の潜在的需要もある。日本での調査によれば過去 40 年間の鉛国際価格は変動が激しいが（国際商品であるため各国の為替レート変動にも左右される）基本的には上昇していない。最近の変動にはソ連邦の崩壊とともに、銃弾用の鉛放出の結果、国際価格が低下したと言われている。現在、再生鉛の競争力は無くなったが、それ以前には、再生鉛のほうがかつたので、廃棄蓄電池は有価物として売買され、業者も回収に積極的な時期があった。このような経過を考慮するとセネガルでも使用済み蓄電池のリサイクルシステム確立の物理的条件は存在するが、法規制の整備と再生業者の操業を保障する鉛リサイクルシステムの構築が必要であろう。しかし、一般廃棄物の処理の現状を考慮すると蓄電池の再生工場を優先的に建設するのは商業ベースに乗らない限り現実的とは思われない。将来の展望としてはセネガル 1 国を対象にせず、近隣諸国を含めた広域的視野から調査を行い最適地に国際間協力による鉛再生工場を建設運営するなどの可能性をさぐる必要がある。当面の解決策としては蓄電池の輸入や国内生産を「廃棄蓄電池の引取り」を条件に許可するなど「一次排出者の義務強化」の方法が可能であろう。

当面の解決策としては米国のように廃バッテリーの処理実施しながらバーゼル条約（有害廃棄物の国際間移動の禁止に関する条約）を締結していない国に輸出することも考えられる。

1) セネガルにおける関連産業

国産組立工場

SAAA (African Company of Car Batteries)

この会社は Sodida に工場を持ち生産能力は年産 48000 個であるが実際には 7200 個程度を生産していると思われる。

FULMEN

この会社は Rufisque に工場を持ち生産能力、実際の生産数ともに上記 SAAA と同等である。

2) 法規制による管理とリサイクルシステムの提案

リサイクルには法制化と実行組織が必要になるが、これは複雑な問題処理と多大な経費がかかるので業界と政府の共同によりリサイクル実行組織を確立し、実行可能なリサイクル方法の構築が必要になる。提案すべき事項として以下の事項が考えられる。

- a) 法的規制により、蓄電池メーカーに生産量に応じた再生鉛の引き取りを義務づける。
- b) 輸入業者（自動車付属の蓄電池を含む）には上記に見合った処理費用を負担させるか再生鉛の引き取りを義務付ける。
- c) メーカーと輸入業者に回収費用を負担させる（価格転化も含む）。
- d) 消費者には蓄電池購入の際、廃品と交換するか廃品がない場合には、集荷地点までの回収料金をデポジット、もしくは認可された回収業者引き渡すことを義務付ける。
- e) 販売ルートを逆流させる形や新たな雇用機会を作ることを含め排蓄電池の回収ルートを確立する。
- f) これらの処置により発生した収入により再生鉛工場の逆ざやと回収費用費用を捻出し、その操業を保証する。

(8) JICA パイロットのための一時的処理方法

1) 魚網用錘

現在、セネガルにはリサイクリングのシステムがないので処理の可能な国に再輸出する、魚網用錘の製造にまわす、廃酸処理の後現在でも民間で行われている構築物など各種の錘に利用する、当分の間安全な場所に保管するなどの方法が考えられる。

2) 廃酸処理と乾燥蓄電池の貯蔵

蓄電池は自動車部品として振動、気温など過酷な環境に耐えるように製造されているので野積みされても問題ないが、人体に有害な硫酸を含んでいるので中和処理すればより安全である。方法は酸を抜き出すか、補水口から直接重炭酸ソーダ（ベーキングパウダー）などのアルカリ塩を投入して中和することである。

処理法は簡単で、訓練により現場のテクニシャンでも処理できる。

5.2 プロジェクト実施による環境貢献

本プロジェクトから直接的な環境貢献を求めると、現在セネガルの未電化地区で使用されている灯油ランプ、蝋燭などへの代替エネルギー効果であり、セネガルにおける他のCO₂排出源に比べれば小さなものである。しかし、この未電化地域をディーゼルまたは在来の火力発電で電化した場合に比較すれば、後述するような結果が期待できる。また、地球規模で考えた場合、

20億の未電人口に対する太陽光発電の推進は、現時点での主な普及阻害要因である太陽電池価格を低下させ、結果として先進工業国での大規模普及にも大きなインパクトをあたえる。以上の点を考慮すると地球環境への貢献は多大である。

太陽光発電協会発表のCO₂削減量算出式のよれば以下のような結果が期待できる。

(1) 一般の火力発電との比較

太陽光発電のCO₂排出量(g/kWh)=製造時のCO₂排出量÷20年間の累計発電量、(太陽電池の耐用年数を20年とする)であたえられ、20g/kWhである。同様に石油火力発電のCO₂排出量は200g/kWhとなる。これにより一般の石油火力発電に対する太陽電池のCO₂削減効果は1kWシステムあたり、180kg/年、原油削減効果は243リットル/年となる(出典:公共・産業用太陽光発電システム<太陽光発電協会>)。本プロジェクトだけを考えると55WSHS×100セット=5.5kWであり、990kg/年、原油削減効果1337リットル/年となる。なを、太陽電池とその周辺機器を製造する際に要するエネルギーの回収期間は3~4年であり、それ以降の16~17年間に発電される電力は、太陽電池が太陽光以外の外部エネルギーなしに生産するエネルギーとなる(出典:同上)。

これらの数値は、システム設置場所の気象条件、利用率などによって異なるが日本の平均的な家庭のCO₂排出量をもとにした試算では家庭に太陽光発電システムを設置した場合一般電力の1/4の削減効果をもたらすとの試算例がある(出典:同上)。

太陽電池のCO ₂ 排出量	約20g/kWh
石油火力発電のCO ₂ 排出量	約200g/kWh
PV設置・1kWh当りのCO ₂ 削減効果	約180g/kWh

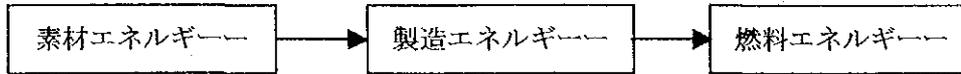
(出典:太陽光発電協会ホームページ)

(2) ディーゼル電化との排出ガス比較

太陽光発電は発電時に有害排出ガスを発生しないが、ディーゼルはCO₂以外にもNO_xやSO_xも発生する。しかし、未電化地区の中には、送電距離や発電能力の問題から、商用グリッド配電には経済性がなく、かつ村落密集度が高く地場産業用の動力が必要であるなどの条件から、太陽光発電より経済性の高いディーゼル電化を採用する場合もある。ここでは、太陽光発電とディーゼル発電のkWh当たりの二酸化炭素排出量を比較する。

分析方法

ディーゼル発電のCO₂排出量を推定するために、システムに投入されるエネルギーを素材エネルギー、製造エネルギー、燃料エネルギーの3つに分ける。主な素材は粗鋼である。



前提条件

ここでは、CO₂ 排出原単位はすべて日本の数値を使用した。また、ディーゼル発電機の製造エネルギーは、日本の一般機械製造業および金属製品製造業の平均製造エネルギー量を基に CO₂ 排出原単位を求めた。CO₂ 排出原単位は、以下の通りである。

粗鋼	520g-C/kg	
機械製造	127g-C/kg	
石油製品	855g-C/kg	(採掘から燃焼まで)

ディーゼル発電機 CO₂ 排出量

使用するディーゼル発電機の容量を入手可能な最小サイズと思われる 5kW とした場合、その重量は約 100kg になる。発電機効率を 20% と仮定し、1kWh 当たりの燃料消費量は約 0.43kg/kWh、CO₂ 排出量は下表の通りである。(データの原典：(財) 電力中央研究所)。

表 5.2 ディーゼル発電機の CO₂ 排出量

	計 算 式	g-C
素材エネルギー	100kg × 520g-C/kg	52,000
製造エネルギー	100kg × 127g-C/kg	12,700
燃料エネルギー	2,220kWh/年 × 20 年 × 0.43kg/kWh × 855g-C/kg	16,323,660
CO ₂ 排出量合計		16,388,360
CO ₂ 排出量/kWh	16,388,360g-C ÷ 2,220kWh/年 ÷ 20 年	369g-C/kWh

上表に示す通り、ディーゼル発電の CO₂ 排出量は 369g/kWh、太陽光発電の CO₂ 排出量、約 20g/kWh に対し 18 倍になる。

第6章 パイロットプロジェクト

6.1 パイロットプロジェクトの目的

セネガルにおける PV 電化は 1980 年代にフランス、イタリア、スペイン等の海外ドナーの支援により実施された。その中でも代表的なものとして、1987 年より開始されたセネガルドイツプロジェクトが挙げられる。

過去の PV 電化プロジェクトを見ると、SHS の技術的な仕様はほぼ確率している。PV 普及に係る主な阻害要因は技術面では無く、機材の運営・維持管理面および財務面にあると考えられる。

過去のプロジェクトで確認された PV 電化に係る問題点を考慮のうえ、3 章に記載された地方電化計画で提案するプロジェクトの運営・維持管理体制を確認するためのパイロットプロジェクトを行った。

ここではセネガル政府が提唱する「コンセッション方式」および「電化事業の民営化」も踏まえ、以下の条件の基に SHS の維持管理体制を確立するためのパイロットプロジェクトを行うこととした。

- 維持管理体制に民間業者(オペレータ)を組み入れる
- 限られた地域(1~2 村)を実験対象とし、その中で一定数のユーザにサービスを提供する

6.2 サイト選定

(1) 候補サイト

本 JICA 調査の事前調査の段階でセネガル政府は、パイロット・プロジェクトの実施候補サイトとして、ファティック州、ティエス州、カオラック州の 3 か所を提示した。これら 3 か所の位置は以下の地図に示す通り。

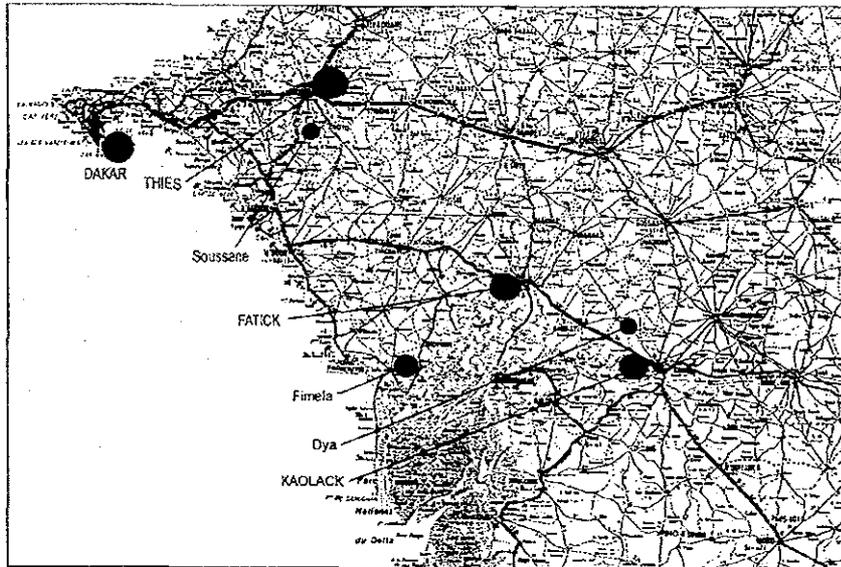


図 6.1 候補地の位置

(2) 3 地区下の社会・経済状況

候補地として挙げられたのは、相対的に人口、面積の大きい村とそれに隣接する小さい村の組み合わせである。これは、村の規模とパイロット・プロジェクトを実施した際の維持管理体制の機能の相関関係を実施を通して確認するためである。

これらの候補サイト村落の概況は以下の通り。

表 6.1 候補サイトの概況

ファティック州			
郡	フィムラ		
村落共同体	フィムラ		
村落	マル・ロッジ	マル・スールー	マル・ファファコ
人口	1,550 (1999)	886 (1999)	2,172 (1999)
Concessions の数*	197	39	186
グリッドからの距離	3 km	5 km	6 km
経済活動	農業、牧畜、漁業、仕送り	農業、牧畜、漁業、仕送り	農業、牧畜、漁業、仕送り
既存 SHS の数			11
ティエス州			
郡	ンゴエコ	フィッセル	
村落共同体	マリクンダ	ンディアガニャオ	
村落	ブーレン	スッサン	
人口			
Concessions の数*	53	12	
グリッドからの距離			
経済活動	農業、牧畜、漁業、	農業、牧畜	
既存 SHS の数			
カオラック			
郡	サバスール		
村落共同体	ディア		
村落	ディア	ンゴティ	
人口	785	1,550	
Concessions の数*	67	34	
グリッドからの距離	7 km	N.A.	
経済活動	農業、牧畜	農業、牧畜	
既存 SHS の数	SHS 1 台 自家発電 1 台		

* Concession とは、複数の世帯が同一の敷地内に居住している形態のことで通常父系制のもと、血縁家族が構成員である。通常、年配の父親が家長(chief of concession)として存在し、同じ敷地に結婚した息子が居住している。

出典: FAO (1999), *Recensement National de l' Agriculture et Système Permanent de Statistiques Agricole*, ほか

(3) 選定実施サイト

サイトの選定は、以下の基準に基づいて行った。

- 将来のグリッド延長計画との整合性 (今後 10 年間にグリッド延長の対象外の地区)
- 世帯当たりの収入支出レベル (設置時の初期費用及び維持管理費用の支払い能力)

これからファティック州のマル・ロッジ、マル・スールーの 2 村が選定され、さらに同じ島に位置するマル・ファファコが加えられた。この主な要因は、図 6.2 に示すように選定された 3 村が島に位置していることである。セネガル電力公社の電源グリッド網に接続されているダンガンから島へは、30 分程度をかけてエンジンつき

のボートでしか行くことができない。また、全体として現金収入が確保されることが期待できる。というのは、村民は漁業からの収入が一般的であり、また1年のほとんどを海上で過ごす航海に従事する人々がいることにもよる。選定後、これらの3村を対象にさらに社会経済調査を行った。これと並行して、JICAプロジェクトの説明、SHSの機能の説明を行い、住民と相互対話を持つことを目的に公聴会が開催された。

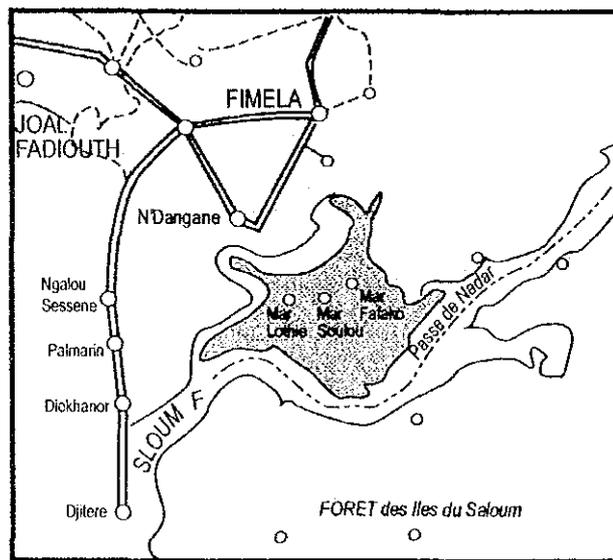


図 6.2 パイロット・プロジェクト・サイトの位置図

6.3 プロジェクトデザインおよび実施スケジュール

(1) パイロットプロジェクトの概要

パイロットプロジェクトは準備段階と実施段階の2段階に大別される。パイロットプロジェクトの実施スケジュールは以下のとおりである。

時期	作業内容
第1次現地調査 (2000年1～3月)	プロジェクトサイト選定、プロジェクト目標および活動内容の策定、プロジェクト参加希望者の公募、SHS仕様の確定
第2次現地調査 (2000年6～7月)	オペレータ等の選定基準の作成、SHS入札、
第3次現地調査 (2000年9～10月)	プロジェクト参加者の確定、村落委員会(VUA)の設立、SHSの設置(11月より実施)
第4次現地調査 (2000年11～12月)	オペレータとユーザとの契約締結、プロジェクト活動の開始(電気料金の徴収、メンテナンス・修理サービス等)、第1回セミナー開催(参加者へのプロジェクト内容の説明と確認、維持管理体制の確定)
第5次現地調査 (2001年6月)	パイロットプロジェクトの中間評価、第2回セミナー開催(問題点の抽出と対応策の検討)
第6次現地調査 (2001年10月)	パイロットプロジェクトの終了時評価、第3回セミナー開催(今後の課題、提言と教訓)

パイロットプロジェクトは、マル島現地調査、MMEH、NGO、地方電化サブセクターの現地コンサルタント、JICA 調査団のメンバーによる問題分析に基づいて立案された。プロジェクトのデザインは、表 6.2 に示す Project Design Matrix (PDM) に示している。

パイロットプロジェクトの目的および効果は、以下のとおりである。

【プロジェクトの目的】

マル島における、SHS システムの管理運営を確立すること

【プロジェクト実施の効果】

1. SHS システムの電化を希望する世帯に対して SHS を設置すること
2. SHS 利用マニュアルに従ってユーザが SHS を利用すること
3. 利用料金の支払いが計画通りにユーザから行われること
4. SHS の維持管理および修理が、適宜実施される
 - 4-1 現地技術者が、日常の SHS 維持管理を行う
 - 4-2 オペレーターは、故障した SHS の修理を行う
5. SHS が、仕様のとおりに設置されること

(2) 価格設定

住民への定期的支払金額（“Fee for Services” に対する前提条件）のは、次の仮定に基づいて算定されている。これらの仮定は、パイロットプロジェクトの実施段階で検討され、明らかにされると考えた。

システム・ユニット	150 ユニット	
システム単価	450,000 FCFA	(この初期コストは、JICA 資金で賄われている)
初期ユーザ負担金額	45,000 FCFA	(上記システム単価の 10%)

パイロットプロジェクト事業オペレーターの運営費用

マネージャー	0.1M/M	500,000 FCFA/month
会計	0.2 M/M	200,000 FCFA/month
PV 技術者	0.3M/M	200,000 FCFA/month
テクニシャン	1.0M/M	50,000 FCFA/month
料金徴収と経理	0.2M/M	40,000 FCFA/month

機器更新期間

PV パネル	20 years
チャージ・コントローラー	10 years
バッテリー	4 years

定期的支払は、当初 PV システム 150 ユニットの据付けると想定し、計算されている。この計算では、更新費用（20 年後には現在の価格の 50%に低下すると仮定）、日常の運転・維持管理費等を考慮され、費用回収の概念が取り入れられている。最終的には、システムは、100 ユニットの購入し、その内 95 ユニットが据付けられることになった。残り 5 ユニットは予備と見なされ、将来の運営・維持管理のため適宜利用される計画である。

本パイロットプロジェクトは JICA の無償案件でもあり、料金設定が低くなった事に加え、予定より少ない応募者でもあり、当初から財務的にはかなり厳しい運営を強いられる状況であった。財務条件を見直し、機器更新費用を除く、経常費用として O & M の人件費の見積が、維持管理に多大な影響を及ぼすことは明確で、この人件費の経常費用の正確な把握が、本パイロットプロジェクトの最重要課題という認識を当初から持っていた。

(3) 運営・維持管理体制

1) パイロットプロジェクトの組織体制

パイロットプロジェクトはパイロットプロジェクト運営管理委員会(Pilot Project Management Committee ; 以下 PPMC)、オペレーターおよび村落委員会(Village Users Association ; 以下 VUA)の 3 組織により実施される。

PPMC、オペレーター、VUA およびユーザの役割分担は以下の通り。

1. パイロットプロジェクト運営委員会；PPMC(MMEH、ASER、 JICA 調査団等)

- 1) オペレーターおよび VUA の活動の監視
- 2) マル島に設置したデータロガーからのデータ回収および解析

2. オペレーター

- 1) 設置した SHS システムを最低でも月 1 回メンテナンスする
メンテナンスは PPMC の準備したメンテナンスマニュアルに沿って行われる)
- 2) メンテナンス時に各ユーザの SHS システムの利用方法の適正度合いをモニターする
- 3) SHS システムの不適切な利用があった場合には、これを修正する
- 4) ユーザより料金を徴収する
- 5) 故障の場合は SHS システムを修理する
- 6) 回収した料金はバッテリー等の更新用の積立て金と交通費や技術者の給与などのオペレータの活動費に分けて、銀行口座に入れて管理する
- 7) バッテリーの寿命が尽きたら交換する(バッテリー交換に必要な費用は上記のバッテリー更新費から支払われる)
- 8) PPMC の規則に定められた期間以上、未払いの続いたユーザ世帯からの SHS システムの回収(回収に必要な費用および未払い料金はユーザの初期費用より支払われる)

注： 1)から 3)の役割はオペレーター配下の技術者により行われる。技術者はパイロットプロジェクト期間中はプロジェクトサイトに滞在する。役割 4) から 6)はオペレーター自身が行なう。役割 7)および 8)はオペレーターがマル島に派遣する専門家により行なわれる。

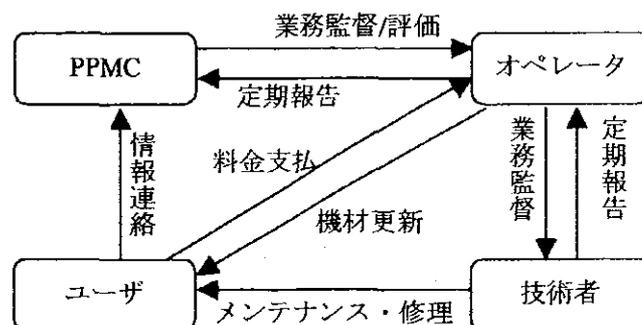
3. 村落ユーザーアソシエーション (VUA)

- 1) 料金未払い者に対する指導を行なう
- 2) 月例ミーティングを通じたユーザのモニターと啓蒙

4. ユーザ

- 1) PPMC の開催するミーティングに参加する
- 2) ユーザマニュアルに従い、SHS システムの清掃を行なう
- 3) スケジュール通りに電気料金を支払う
- 4) PPMC が実施する調査に協力する

それぞれの機関の関係は下図の通り。



6.4 SHS 仕様

本パイロットプロジェクトで導入した SHS の仕様は以下の通り。

- 1) Out put: DC12V
- 2) Autonomous operation capacity: Continuous 3 rainy days with listed loads.
- 3) PV panel : power max. 55W single crystal (SX55, Solarex, USA)
- 4) Battery : Solar Grade 12V 110AH/ C10, 120AH C/20, 145/AH C/100
(Type:M14sol, Accus National, Morocco)
- 5) Charge regulator : 10A (AtonlCinside SLR1010, Uhlman Solareleeelectronic GmbH, Germany)
- 6) Voltage converter : 3/6/7.5/12V (Uhlman Solareleeelectronic GmbH, Germany)
- 7) Fluorescent lamp : 8W (Thi-Lite, U.S.A) and 11W (SolsumESL, Steca, Germany)
- 8) LED lamp : 0.7W (SolsumESL, Steca, Germany)

LOAD	TYPE 1	TYPE 2	TYPE 3
F/L LAMP, 8W (supplied as a kit)	5	3	2
LED LAMP, 0.7W (supplied as a kit)	none	none	4
Socket for TV (DC. B/W)	none	1	1
Socket for Radio	1	1	1

注: TYPE 1; lighting oriented system,
TYPE 2; TV oriented system
TYPE 3; TV and light oriented system

6.5 パイロットプロジェクトの契約内容

パイロットプロジェクトで用いられたサービスモデルの内容は以下の通り。

マル島パイロットプロジェクトにおける「サービスモデル」の状況

支払方法

- | | |
|-----------|--|
| 1. 初期投資費用 | 登録時に 10,000 FCFA
システム設置前に 35,000 FCFA |
| 2. 通常の支払 | 月額 3,700 FCFA
(通常の支払の月額は、2年毎に見直される。) |

サービス提供期間

サービス提供期間は20年とし、5年毎に契約更新を行う。

保証条項

いかなる機器および部品も、パイロットプロジェクトオペレーターの指導に従うユーザーである限りは、システムの故障は直ちにオペレーターによって修理・交換される。その原因は、技術者とパイロットプロジェクトオペレーターから選ばれた専門家が、共同して故障したシステムのユーザと協力し、調査されることになっている。蓄電池、チャージコントローラー、モジュール等はオペレーターによって管理される。しかし、蛍光灯バルブのような消費財については、ユーザ自身が購入することとされている。

メンテナンスサポートシステム

修理および交換は、機器の故障から早くても3日、遅くても1週間で行われる。

料金徴収方法

料金徴収は、オペレータにより選定された者によって行われる。

徴収された料金の運用

初期投資費用および通常の支払で徴収された料金は、信頼のおける銀行に預金され、保護される。銀行預金は、管理に要する費用や設備の交換および改修を目的とする現在の支出に対して使用される。この積立金は、パイロットプロジェクトオペレータによって適切に管理される。

システムの移転

システムは、契約に定める期間を越える通常の支払が滞った場合に移転（撤去）される。

交換期間

PV モジュール	20 年
チャージコントローラー	10 年
蓄電池	4 年

(参考：蒸留水は、蓄電池ごとに毎月 0.5 リットル程度補給される。)

6.6 評価

(1) 技術評価

評価は、設置したシステムが「計画どおりの能力を発揮しているかどうか」を静止状態での「定期点検」と「動的試験」の両面から検討した。

1) 定期点検

設置した全SHSを対象とし、2001年6月と10月に実施した。結果は後述する2つの問題点を除きすべて正常である。システムの運転状況を判定する上で最も重要な指標となるバッテリー電圧は10ヶ月間以上を経過した10月現在、全システムにおいて設置直後と同じ12V以上の良好な状態に保たれ、システムが設計どおり安定した状態にあることを示している。

2) 動的試験

システムの使用状態、動作状況、気象状況については3軒の家庭に設置されたデータロガーに蓄積されたデータの解析により実施した。結果は、雨季(6~8月)においても夜間使用された電力が翌日には完全にリカバーされている事が示され設計どおりの性能を発揮していることが証明された。バッテリー電圧(月間平均)は午後1時間までには満充電の13.7Vに達し、夜間の電力使用後においても12V以下になることはない(過放電防止の設定電圧は11.1V)。

3) 問題点と採られた処置

システム設計にかかわる基本的問題とは言えないが以下に示す2つの問題が発生した。

- a) 蛍光灯の寿命低下。(使用開始後、約14%の蛍光灯に、灯具に組み込まれたバラストインバーターの欠陥に起因すると判断される異常が発生した)。
- b) 一部(3%)の充放電チャージ・コントローラーに動作異常が発見された。

a) 蛍光管寿命低下について

設置後10ヶ月間に57本・約14%の蛍光管に早期異常(アノードスポット)が発見され、光量不足や点灯不能になったものが発見された。

• 原因

この現象が使用初期に発生する場合は、アノードに塗布された放射材料が飛散した結果で、起動時に電極が異常に加熱される事に起因すると推察される(電極電圧が高過ぎる、あるいは低すぎて起動時間が長引き、過熱される)。今回の原因は前者

に相当し、点燈器具に装着されたバラストインバーター（点燈起動装置）の不良と判断される。これは CERER で試験した結果、インバーター波形から異常なノイズが発生している事実で証明された。

- 対策

調査団は直ちに納入業者と話し合い、不良品はすべて無償で交換するとの合意に達した。交換に際し、従来使用していたメーカーの製品（直管・バラストインバーター分離型）は排除し、実績においてより信頼性のある（省エネ曲管・バラストインバーター一体型・独・STECA 社）を使用することとした。（設置後 10 ヶ月間に 57 本・約 14%交換、更に 50 本を現地にストック中）

- 経緯と交換理由

初期に設置した灯具のメーカー（米国・THIN-LITE 社）は ISO9000 及び QS-90000 の認定を受けており、書類上に記載された性能表示に疑問を抱く余地はなかった。しかし、CERER で実施したインバーター試験の結果は、入札仕様書の要求を満たしていなかった。今回新たに導入した一体型蛍光灯はあらかじめ蛍光管とインバーターのマッチングが配慮されているので初期投資は多少高いものの 4 年以上の寿命が期待され（カタログ値 6000 時間）、入手についてもオペレーターが現地技術者に 50 本の予備品をストックさせており再交換は容易である。

- b) チャージ・コントローラー動作異常について

約 3%に動作表示ランプの不点燈が発見され交換した（LED の半田付け不良に起因する輸送中もしくは取り付け作業中の故障と思われる）。また 5%に過充電防止動作に異常が確認されたが直ちに重大な故障に結びつかない範囲であり、温度保障回路の結線作業に原因がある疑いもあったため、結線をやり直して監視を続け、再発する場合は交換する事とした。発生率から判断して、この機種全体に及ぶ問題ではなく初期故障の範囲と言える。

4) 結論

前述、蛍光灯の問題以外は運転初期故障として起こりうる範囲のものであり、すべてのシステムは現地技術者の善良な管理の下に設計どおりの性能を発揮して正常に稼動中である。今後の定期点検は年 1 回で十分と判断される。

(2) 総合評価

PCM 手法を用いて、パイロットプロジェクトの総合評価を行った。評価は 2000 年 12 月に作成した PDM に基づき行われた。評価に必要な情報およびデータは現地調査およびアンケート調査を通じて収集した。アンケート調査は 3 回実施された。ユーザのベースラインデータの収集を目的とした第 1 回目調査は 2000 年 12 月に、中間評価用のデータを集めるための第 2 回目調査は 2001 年 6 月に実施された。また、終了時評価用のデータを集めるための第 3 回目調査は 2001 年 10 月に実施された。調査結果はパイロットプロジェクトレポートの ANNEXB に記した。また、アンケート調査の他に村人からの意見聴取を目的とした現地踏査を行った。現地踏査の対象者は個々の SHS ユーザの他に SHS を導入した公共施設の代表者に対しても行った。公共施設への調査結果は、同レポートの ANNEXC に記した。

パイロットプロジェクトの総合評価結果は以下の通りである。より詳細な評価結果は表 6.2 に記した。

1) 5 項目による評価

パイロットプロジェクトは以下のとおり、「効率性」、「目標達成度」、「インパクト」、「妥当性」、「自立発展性」からなる評価 5 項目の観点から評価された。

a) 効率性

効率性では、成果の達成度合いと金銭的、人的、物的投入がどの程度成果に転換されたかを検討した。

2001 年 10 月時点で、各成果はほぼ達成されていた。中間評価(2001 年 6 月)の際に幾つかの問題点が確認されたが、PPMC、オペレータ、ユーザ間の協議によりこれらに対する対策も策定された。2001 年 10 月には、特に大きな問題も無くパイロットプロジェクトは順調に稼働していることが確認された。但し、投入のタイミング、量につき MMEH および ASER から以下の指摘があった。

JICA 調査団の滞在期間および派遣頻度について、MMEH より最低 1 名の団員はパイロットプロジェクト期間中は常駐するべきだとの意見が挙げられた。JICA 調査団からも、プロジェクト実施段階の初期における日本側からの支援の必要性が指摘された。

プロジェクトの実施時期についても検討の余地が見られる。現時点ではセネガル側の総合的な地方電化計画は策定されていない。このため、セネガル側が地方電化において SHS にどのような役割を期待しているのかが未確定のままである。更に主要カウンターパー

ト機関のひとつである ASER はプロジェクト開始時には設立されていなかった。このような状況にあったため、投入の効率性が損なわれたものと考えられる。

上記の問題の他に、VUA の協力姿勢の違いも検討すべき課題のひとつに挙げられる。2001 年 6 月より VUA の一層の参加を必要とする新たな料金徴収システムが導入された。しかしながら Mar Lothie の VUA は Mar Fafaco よりも協力意欲に欠けていた。プロジェクト活動のひとつとして、VUA の能力向上のための教育プログラムを含めておくべきだったと考察される。

b) 目標達成度

目標達成度は、成果によってプロジェクト目標がどこまで達成されたか、あるいは達成される見込みかを検討する。

プロジェクト目標である「SHS の維持管理体制の確立」は、ほぼ達成された。2001 年 10 月時点で全ての SHS は順調に稼働し、整備されている。O&M のシステムもほぼ確立した。但し、維持管理費の見直し・削減や VUA の能力強化等の検討すべき問題も依然残っている。

c) インパクト

プロジェクトが実施されたことにより生ずる直接的・間接的な正負の影響を検討する。計画当初に予想されなかった影響や効果も含む。

ユーザから報告された主なインパクトは以下の通り。

- 子供の学習環境が改善された
- 道路が明るくなった(家の玄関口の照明により)
- (照明用の)石油使用量が減少した
- 夜間の作業環境が改善された

パイロットプロジェクトの経験に基づき、ASER はマル島を地方電化のモデルエリアとして位置づけ、既存の発電機の有効利用や個人および公共利用を目的とした SHS の導入からなる新しいプロジェクトの実施を計画中である。一方、社会経済面や環境面では、いかなる負のインパクトも報告されていない。

以上より、マル島は本パイロットプロジェクトにより非常に大きな正のインパクトを受けたと言える。

d) 妥当性

妥当性では、評価時にプロジェクト目標、上位目標、成果が依然として意味があるかを検討する。

SHSによる地方電化はセネガル政府の方針に沿ったものである。SHSを用いた地方電化戦略やプログラムこそ策定されていないものの、ASER/MMEHはSHSに地方電化実現のための重要な役割を割り当てている。村人の需要面から見た場合、大半のユーザはSHSに満足している。しかしながら、ユーザの電力需要は時間が経つにつれ増加しているように見られる。したがって、将来的にはユーザの満足度は変化する可能性がある。

e) 自立発展性

自立発展性では、援助が終了した後もプロジェクトによる便益が持続されるかを検討する。

MMEHは電化の担当省庁、ASERは地方電化の実施機関である。両組織ともセネガル政府の中で地方電化に係る重要な役割を担っている。ASER、MMEHともにパイロットプロジェクト終了後もプロジェクト活動を継続する強い意志を有している。実際にASERは、パイロットプロジェクトの全活動をカバーする新しいプロジェクトの設立を計画している。マル島の住民もまた、プロジェクト活動の継続を熱望している。ユーザはSHSに満足しており、使用の継続を希望している。更に、約200名の村人がSHSの追加応募者リストにのっている。

現時点ではMMEH/ASERは将来的に活動を続けるための予算を確保できないが、必要な手続きはパイロットプロジェクトが引き渡される2002年1月までに完了させることになっている。一方、機材の更新やメンテナンス等のプロジェクト活動に係る運営費は、村人から徴収された料金で賄われることになっている。プロジェクトの財務計画策定時に用いたPV機材の価格の推移等の仮定についても、継続的なモニタリングを行い、財務計画に反映させる必要がある。

2) 効果発現に貢献した要因：参加とモチベーション

パイロット事業にかかる活動については、基本的にセネガル側の関係者が中心となって実施するよう配慮し、また、ローカル・テクニシャンを村落住民から選定してもらうなど、村落住民のPV機器据付段階からの参加を促した。JICA調査団は、公聴会やセミナー開催の機会を活用して、カウンターパート機関であるMMEH及びASER、パイロットサイトの村落代表者と頻繁な話し合いの場をもち、村落社会の事情、金銭に関する考え

方等についてもカウンターパートの意見を取り入れるよう心がけ、また個人的なレベルでもカウンターパートとの相互理解を深めていった。

MMEH、ASER および JICA 調査団によって構成されたパイロットプロジェクト委員会はプロジェクト期間中を通して、定期的にパイロットプロジェクトを訪問し、的確な指導をするなど、非常に熱心に関わり、サプライヤー/オペレータ、ローカル・テクニシャン、ユーザのモチベーションを高めた。特に、事業開始直後の社会・経済現地調査、公聴会での PV システムの機能、サービス内容・支払内容等の説明及び据付作業を通じて、関係者間の信頼関係の構築に最大の精力を注いだ。また、据付期間の1～2ヶ月は、JICA 調査団の据付担当者、サプライヤー、上記ローカル・テクニシャンの熱心な現地作業が（ラマダン時期にも関わらず）村落住民の気持ちに触れたことも大きな要因であった。当然、効果発現の最大の要因は据付機器が正常に稼働し、ユーザが期待する満足度が与えられたことである。

これらが、パイロットプロジェクトの目標達成に繋がった主な要因として認識されている。

3) 結論

効率性の部分で幾つか不適切な部分はあったものの、パイロットプロジェクトはほぼ成功したと言える。

MMEH/ASER はマル島を地方電化の優先地域として位置付けており、ユーザもプロジェクトの継続、拡大を望んでいる。但し、VUA の強化、より効率的な運営体制の確立等の課題も残っている。今後、プロジェクトとして取り組むべき課題は、次章の提言・教訓にまとめた。

6.7 提言・教訓

(1) 提言

1) プロジェクト予算の確保

2001 年 10 月時点では、MMEH および ASER から成る PPMC がパイロットプロジェクトを継続することは確定しているが、両機関ともプロジェクト運営に係る予算は確保していない。

SHS の維持管理費や更新費は電気料金から支払われるため、セネガル政府が準備する必要は無い。但し、安定したプロジェクト運営のためにはPPMCによる定期的な現地調査や下記の実務機関の設置等は不可欠である。PPMCがこれらの活動を行うための予算は、セネガル政府により準備されるべきものである。MMEH、ASERともこれらの活動に必要な予算を確保するための、迅速な対応が必要である。

2) プロジェクトの実務部門の確立

ASERの策定したProcedure Manualでは、各地方電化事業の管理はASERと契約したコンサルタントが担当することとなっている。パイロットプロジェクトでは、この部分の業務をJICA調査団が行っていた。現状ではMMEH、ASERとも個々のプロジェクトに対応するだけの職員を有していない。パイロットプロジェクトを円滑に運営するためには、早急に実務を担当する部門を確立し、将来の地方電化にフィードバックさせるべくMMEH/ASER中心でフォローすることが求められる。

3) VUAの教育・強化

今回のプロジェクトではVUAに料金徴収の一部を依頼した。また、円滑な料金徴収を行うために、ユーザにも支払い期日や支払い方法を厳守するようにVUAが指導を行った。

これらの活動は、パイロットプロジェクトを効率的に運営するため必要不可欠なものである。しかし、その成否はユーザの資質に大きく左右される。今後のプロジェクト活動の一環として、VUAの教育プログラムを組み込み、ユーザの参加度の強化を目指すことが望まれる。

(2) 教訓

1) システム容量の問題

利用者セミナーやアンケート調査で出された要望・不満

- カラーTVが見られる容量が欲しい。
- 冷蔵庫が使いたい。
- 照明を増設したい（7寝室の家庭もある）。
- 扇風機を使いたい。

上記の要望は、追加支出への支払い意志を伴ったものもあるが、今回のシステム1ユニットでは容量不足で対応不可能である。現地施工業者の経験によれば「最初は配電網の電力と SHS の電力の区別がつかないので何でも使えると思っている」とのことである。

本来、ハード面でのシステム設計の根拠は需要量予測であるが、実際には生活様式の違い、支払い能力あるいは意志が加味されるので全員が満足する単一システムを設計することは不可能である。従来から SHS の一般的定義が「40～50W の太陽電池を用い、電灯と白黒 TV の電源を一日数時間まかなう程度のシステム」とされてきたのも明確な算定根拠に基づくものではなく、初期の太陽電池電池は単位セルを直列につないで 12V の出力を持たせるとこの程度の出力になり、前述 SHS への対応が可能であったことに起因する。計算は後付けでなされたと言っても過言ではない（参照：Universal Technical Standard for Solar Home System (Thermie B: Sup-995-96)）。幸い太陽電池電池システムは単位モジュールを任意に追加できるので商業的な本格展開の場合は需要に応じて容量変更がするユニット毎の追加で対応可能である。

本プロジェクトでは、近年 55W～75W モジュールが主力になってきた事を考慮して 55W を単位システムとして採用した。

2) 今回の問題点と処置

- 契約前に現地セミナーを開催し SHS でなにが可能か図表や簡単な模型を用いて説明した。しかし1回の説明で理解してもらうことに無理があった。
- システム容量は同じでも、負荷を調整することによって最低限の目的を達成することはできる。本プロジェクトでは各家庭の異なるニーズに対応するため「照明中心型」「TV 中心型」「折衷型」の三種類のオプションを用意し、キメ細かな配慮をした。特に部屋数の多い家庭向けに、超省エネ型 (0.7W) の LED 照明器具を用意、7部屋の照明を可能にしたが、出産後の母子用常夜灯として増設を希望する家庭がある反面、暗すぎるとの不満も出た。1部屋に2個の設置を考慮すべきであった。
- 今後の実施にあたっては契約前に公共の場所などに実物を設置しデモンストレーションをした後に契約募集することが望まれる。

3) 資材の現地調達

ほとんどの SHS 機材は先進工業国で生産されるが流通が少ないため、国際規格の整備が十分でなく、信頼できる資材の現地調達をするためには多くの準備が必要である。現地業者から入手する場合、まとまった数量を即納できる業者が無いのが普通である。特にバッテリーは経時劣化するので在庫が少ない。調達にあたっては入札以前に、入札仕様

書に合致した機材の有無、納期、納入前試験機関の有無などの確認が必要になる。入札する業者も海外の仕入れ先への問い合わせ、入札図書準備、輸入業務などに半年以上を要するのが普通である。社会調査結果による住民のニーズや自然条件を基礎に設計した“標準 SHS システム”と“それに使われる資機材の規格化”が早急に必要である。また調査団の技術的検討の目的にのみに必要なデータロガーなど特殊な資材の入手は現地調達が可能でないのだからあらかじめ国内で済ませるなどの配慮が望まれる。

4) メンテナンス

現地技術者の採用は期待以上の効果をあげている。バッテリーの補水、ランプの交換の他、初歩的なシステムの診断も可能である。本人も「仕事を持てることはハッピーだ」と語っている。現地技術者は地元消費者とオペレーターの利益の板ばさみになり、伝統的な慣習社会の中で一般の村民とは異なる立場に立たされることになる。自覚と身分、技術水準を確保するために一定水準の技術を習得したものにはライセンスを交付し、再教育の機会を与え、身分を保障することが必要であろう。

表 6.2 パイロットプロジェクト評価用 PDM (1/2)

プロジェクト名：PV 地方電化計画マル島パイロットプロジェクト

期間：2000年3月～2001年10月

対象地区：マル島

ターゲットグループ：マル島 SHS ユーザ

作成日：2001年6月 JICA 調査団

プロジェクトの要約	指 標	指標入手手段	外部条件
<p>【上位目標】</p> <p>マル島住民が電化による生活向上の可能性を理解する</p>	<p>住民側から照明以外の電化計画が発案される</p>	<p>プロジェクト要請書</p>	
<p>【プロジェクト目標】</p> <p>マル島における SHS の維持管理体制が確立する</p>	<p>プロジェクト終了時に SHS100 台が正常に稼働している</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● PPMC レポート ● マル島 SHS 稼働状況調査結果 	<ul style="list-style-type: none"> ● オペレータが事業を継続する ● SHS の市場価格が仮定通り減少する
<p>【成果】</p> <p>1 希望世帯に SHS が設置される</p> <p>2 ユーザがマニュアルに従い SHS を利用する</p> <p>3 ユーザから料金が徴収される</p> <p>4 機材の維持管理が行なわれる</p> <p>4.1 オペレータは SHS の定期点検を実施する</p> <p>4.2 オペレータは故障した SHS の修理を行う</p> <p>5 SHS が仕様通りの性能を有している</p>	<p>1 各世帯に設置された SHS が設置時に正常に稼働する</p> <p>2 オペレータの許可なく SHS の改造が行われていない</p> <p>3-1 2001年5月末に CFA2,100,000 が徴収されている。</p> <p>3-2 2001年5月末までの余剰金が CFA909,000 ある</p> <p>4-1 SHS の稼働状況が毎月確認される</p> <p>4-2 SHS が故障した場合、1週間以内に修理が開始される</p> <p>5 SHS が計画通りの発電を行っている</p>	<p>1 業者施工記録/完工証明書</p> <p>2 モニタリング報告書</p> <p>3 料金徴収記録/銀行口座記録</p> <p>4-1 モニタリング報告書</p> <p>4-2 モニタリング報告書</p> <p>5 データロガー解析結果</p>	

表 6.2 パイロットプロジェクト評価用 PDM (2/2)

プロジェクトの要約	投 入		外部条件
<p>【活動】</p> <p>1-1 SHS の仕様を確定する</p> <p>1-2 SHS の能力・仕様をマル島住民に説明する</p> <p>1-3 応募者から初期費用を収集する</p> <p>1-4 SHS を購入者世帯に設置する</p> <p>2-1 User 向けの SHS 使用マニュアルを作成する</p> <p>2-2 SHS 設置時に User に使用方法を説明する</p> <p>2-3 Operator による User への定期的な訓練が行なわれる</p> <p>3-1 参加者の役割を確定する</p>	<p>日本側</p> <p>調査団派遣 コンサルタント 8 名</p> <p>C/P 研修</p> <p>機材供与 SHS 100 セット</p>	<p>セネガル側</p> <p>C/P</p> <p>PPMC 事務所</p> <p>35.7MM</p>	<ul style="list-style-type: none"> • SHS の仕様が User のニーズに合致する • VUA のメンバーが業務を継続する • User の収入状況が現在より悪化しない <p>【前提条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> • マル島住民が SHS による電化を希望する

第7章 政策・制度に係わる提言

7章は、セネガル政府への太陽光発電普及と標準化への取組姿勢への提案と地方電化庁への官・民主導の地方電化推進にあたっての制度・政策に関する提言の2つからなる。

7.1 太陽光発電による地方電化にあたっての政府の取組への提言

(1) 政府の役割（国際的経験から考慮して）

1) 政府の役割・国際的経験の概観

再生可能エネルギー開発の国際的経験は、開発初期段階における政策支援が促進の鍵として重要な役割をはたすことを教えている。中央政府は長期展望のもとにPVを地方電化の手段として明確に位置付け、法制上の環境を整え、消費者や当該産業への助成策をとることが重要である。SENELECの民営化にともない未電化地域の電化手段はSHSを含む、グリッド延長以外の独立分散電源が大きな役割を担うと予想されるが、政府は地域ごとの電化計画策定に際しその手段を明確にする必要がある。その際PVを含む再生可能エネルギーが果たす役割を単にエネルギー関連省庁の問題としてではなく、教育、健康、通信、農林、資源、環境などエネルギーに関連するすべての部門の問題として、総合的インフラ整備の面から評価し、地方電化手段としてのPV利用の有効性を位置付ける必要がある。

また、送配電線の延長には限界があることの認識を明確にすると共に、PVの優位性を、化石燃料と比較して地域での持続可能性、環境貢献などを加味した、トータルなライフサイクルコストとして評価し、SHS電化を、単に従来の煤煙を出す灯油ランプの代替品としてでなく、地方に教育や情報提供ツールを提供し、基礎的インフラ整備を通じ、国の未来を開くための地域開発の礎石であるとの認識を持つことが重要である。ライフサイクルコストの算定にあたっては、従来の発送電・ディーゼル燃料、設備輸入時に与えられる税制上の特権や補助策、環境への影響などを加味して算出し、PVとの公正な条件での比較をすることが重要である。

政府は、この新技術の展開促進にあたり、適切な政策と実践的な実施マニュアルを持つことにより重要な役割をはたすことが出来る。

マニュアル作成にあたっては、太陽光発電に関わる主要機器を輸入に依存し、資金面で国際社会の協力を必要とするセネガルの実情を考慮し、当該分野における国際社会の活動との密接な連帯を維持し、これに対応可能な内容とする必要がある。

最近の発展途上国への PV 普及活動に関する国際社会の活動の特徴は、この事業が実験段階から実用化段階に入ったことを反映し、「実施のためのガイドライン」作成やシステムと構成部品に対する「世界共通技術規格の制定」などにより実践的な作業に向かっていくことである。二国間協力および世銀等の途上国への大規模な SHS 展開活動で得られた教訓を基に、国際会議がいくつか開催されているがこれらの会議の中では途上国の政府が実施すべき施策についても重要な提言がなされている。特に注目されるものとして、PV GAP（太陽光発電国際認証制度計画）と IEA（国際エネルギー機関）・太陽光発電システムプログラム・IEA/PVPS の活動があるが、東京においても 1997 年に APEC 地域の村落電化促進・第二回ワークショップが開催され「村落電化ガイドライン」が論議されいづれも、政府の果たすべき役割を重要視している。

IEA/PVPS IEA（International Energy Agency）/PVPS（Photovoltaic Power System program）は、1990 年にイタリアで開催された第 1 回 IEA 太陽光発電エクゼクティブ会議に端を発し、1999 年にそれまでの「独立型及び離島用太陽光発電システムの応用」活動を基にタスク IX「発展途上国との協調による太陽光発電技術の普及」部門を設立した。この目的は途上国での成功的な PV 展開活動を総合的に促進するため、途上国と二国間/多国間ドナーとの協力と情報交換を強化することにある。

これには 12 ヶ国の政府任命専門家と世銀及び国連開発計画の代表が参加し途上国の代表も招待されている。

一方、PV GAP は世銀と UNDP の支援の下に 1996 年に設立され、その目的は設立者達により、「PV 産業が製品に対し、主体的に高品質、信頼性、耐久性を保障するために品質標準と保障方法を設定し維持することを推進するための組織である」とされ、国際的に承認された規格と簡素化された認証制度の下で、単一の品質認証ラベルを発行することを目指している。1999 年には「Quality Management in Photovoltaics」を刊行した他、途上国メーカーの ISO900 取得を進めるトレーニングも実施している。

以下に前述の各組織や国際会議での論議などを参照しつつ、セネガルに必要な政府レベルでのマニュアル作りに必要な事項を述べる。

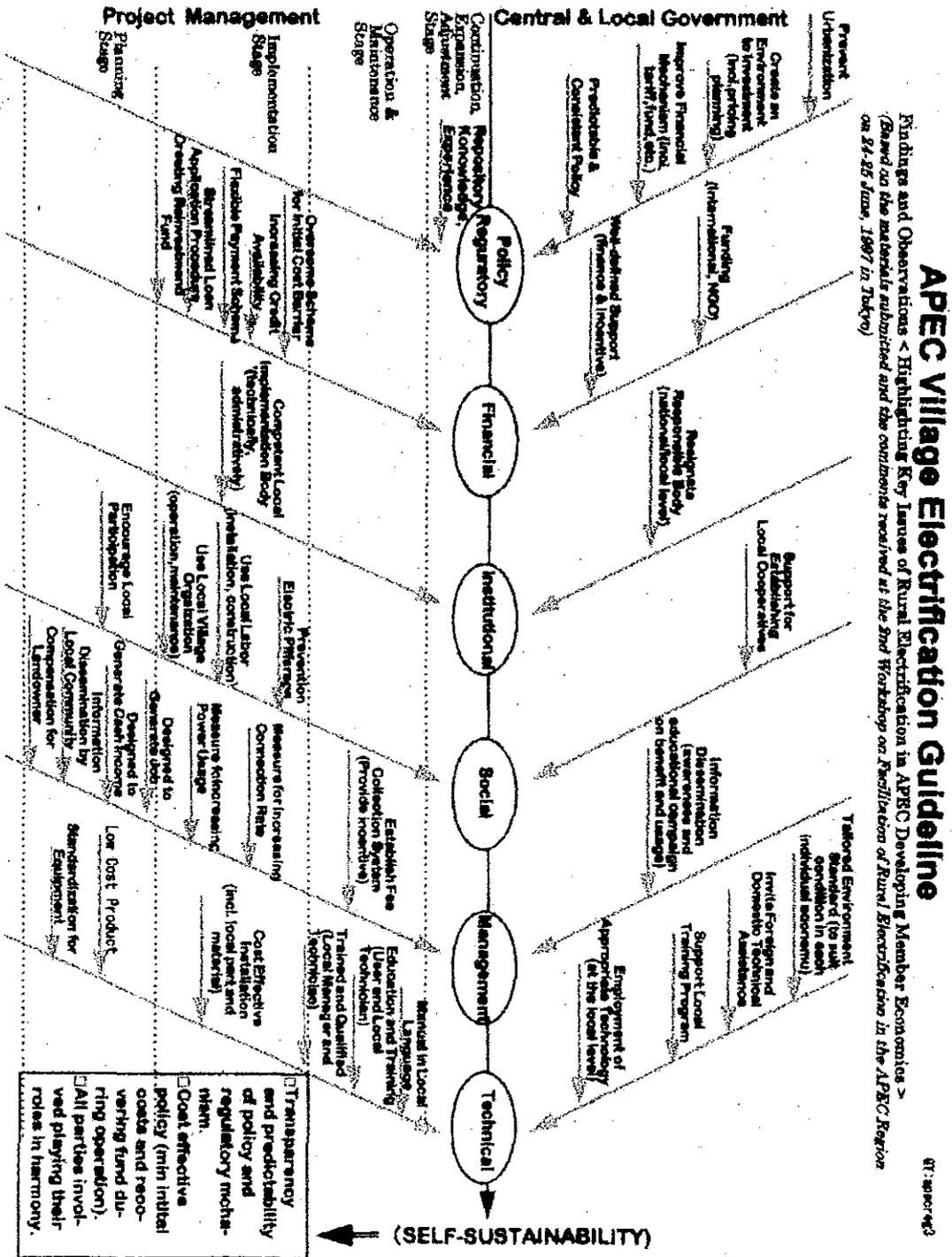
2) 中央政府の役割

PV 普及あたって政府の取るべき処置については、関連する国際機関によって過去の国際協力プロジェクトの教訓に基にいくつかの提案がされているが、セネガルで必要な事項を列記すれば以下のように要約されるであろう。

- 太陽光発電を政府の地方電化政策枠内に一貫した政策として明確に位置付ける。
- 既存の化石燃料発電に与えられている補助の削減、PV システムや部品への課税廃止などによる電力市場での太陽光発電のハンデキャップの除去と既電化都市部から未電化地区への CROSS-SUBSIDY の実施。
- PV 普及に関連する国際機関との連携強化。
- PV を新しい産業として育成するための投・融資環境の醸成。
- SHS 設置にたいし初期における補助金支給制度を確立し、市場拡大によるコストの引下げをはかる。
- 品質が保障される関連部品国産化計画の支援。

などである。

次項に 1997 年 6 月に東京で開催された APEC 地域の村落電化・第 2 回ワークショップ論議された内容に基づいて図式化した村落電化ガイドラインを紹介する。



Provided by Mr. K. Yoshino of The Yoshino Consultant, Tokyo.

3) 組織体制と今後の課題

政府の地方電化政策を確実なものにするための鍵は組織体制である。

以下に途上国の PV 地方電化推進に必要と思われる組織体制と各組織の役割、セネガルにおける到達点を示す。

表 7.1 今後の組織体制に関する課題

Status of Senegal PV promotion institutes		
Entity	Items	Present status in Senegal Code No., Document No., Name of the institute Symbols 1: Not exist, 2: Need to improve, 3: good
*National Government	<ul style="list-style-type: none"> • Legislation on electricity by PV, <ol style="list-style-type: none"> 1) On autonomous generation, 2) On PV, 3) On concession, 4) On consumer products 5) On electric appliances • Policy on PV and RE Within the framework of rural energies • Promotion of fair competition for local suppliers (service, quality and price-not only price) • Financial support of pilot projects, awareness raising etc. • Publication of grid extension planning area • Regulation of private sector • Subsidy provision to rural dwellers 	2:ASER Procedures 2:ASER Procedures 2:ASER Procedures 1 2: National standard 2: QC committee 1 2: Rural Electrification Plan SN 2:Lavalin 1998 2:Regulatory committee of electrification sector 1
Provincial *District or Municipal	<ul style="list-style-type: none"> • Additional policy on PV and RE • Grid extension planning area • Marketing infrastructure, support job creation in this new business • Training programs 	1 1 1 1

*Utility Distributor	<ul style="list-style-type: none"> • Provision of grid extension planning area • Organizing the supply, <ol style="list-style-type: none"> 1) Installation and fee for service 2) Lease fee collection • Understanding, <ol style="list-style-type: none"> 1) Different rules for off-grid 2) Realistic limitation of grid extension 	2:SENELEC 1 2: arrête portant creation de la Cellule 2:CQPV, No.2104,1999, 0029 3:SENELEC
*Investors *Project Developers	<ul style="list-style-type: none"> • Investment of equity in a sound PV deployment business plan • Learn what off-grid electrification means • Learning about RE technologies • Check that the PV standards are adhered to on any project invested in 	2:ASER procedures 2: E.S.P (Ecole Superieure Polytechnique) 2: E.S.P 2: ASER procedures
Financing institution *Bank *NGO, *Supplier with credit	<ul style="list-style-type: none"> • Provision of loans, subordinated loans or guarantees to commercial PV programs or projects • Provision of loans to end-user or PV-supply entities as on-lending 	2: ASER 1
R&D organization	<ul style="list-style-type: none"> • Adjustment of PV systems to local conditions and applications, • Testing, systems on performance and durability 	2: CERER/E.S.P 2: CERER
*Training institute or Educational system	<ul style="list-style-type: none"> • Training of installers, sales people, suppliers • Training of field technicians • Training of PV financiers • Training of Government officials • Training of Utility sector • Awareness raising programs for customers 	2: CNQP, CFPT, Infor Energie 2: CNQP, CFPT, Infor Energie 1 1 2:SENELEC 2: Centre de formation capede biche (SENELEC)
*Standards *Testing organizations	<ul style="list-style-type: none"> • Development of national standards • Adherences to international technical standards • Provision of Certificates of the PV systems and components and applications to interested parties (e.g. suppliers, operators, financiers) 	2: I.S.N 2: I.S.N 2: CERER

ASER による地方電化事業権益 (CONCESSION) 公募にあたり有効な応札者が出現するかどうかは重大な問題であるが、この保障は「組織体制」を完備することと深く結びついている。上記の表をもとに今後 ASER が中心となって潜在的オペレーターや SENELEC、投・融資者、コンサルタント、NGO などとの協議を重ね、政府が実施すべきコンセッション入札への環境整備の課題を抽出し、解決することが必要であろう。

政府は P V 電化を推進するにあたって下記の事項を十分考慮する必要があると思われる。

- 国際的教訓
- 現有の人材、関連組織、施設の有効活用
- コンセプション方式への潜在的民間参入者及び支援者との協議
- 事業参入者と消費者に将来展望と安心感を与える事業計画の策定
- 一貫した実践的支援政策の確立

(2) 太陽光発電の持続的普及を目指した標準化

1) 品質保証・品質管理

セネガルにおいては GTZ のプロジェクトを始め、太陽光発電プロジェクトの経験が豊富にあり、太陽光発電を地方電化の手段として大量普及する国の政策・組織体制、試験研究施設、技術者養成施設、コンサルタント、システム供給業者、NGO などのインフラが整っている。これらの貴重な資源は、プロジェクトの計画段階から資材調達、操業、管理、廃棄・リサイクルにいたる諸段階の手順が標準化されれば、完成された地方電化のモデルになると思われる。

技術面では今日、太陽光発電システムの国際規格、認証・認定制度の統一に関して PV GAP (Photovoltaic Global Approval Program) 及び IEC(International Electro-technical Commission)が活動を続けているがコンセンサスを得るためには、なお時間が必要と思われる。PV GAP は 1996 年に、世銀の支援の下、発展途上国への SHS 普及のための品質基準の確立を目指して設立され、1998 年に IECQ 本部事務所(International Electro-technical Commission Quality Assessment System for Electronic Component)内に事務局を設置し、緊密な関係をもって活動している。1999 年には PV GAP と UNDP 及びスイス政府の招きに応じ、第 1 回 PV GAP 会議が開催され世銀、発展途上国の代表、及び世界の太陽光発電関連産業団体が参加した。この会議では、製造者向け(ISO9000 準拠)、及び試験機関向け(ISO/IEC Guide25 準拠)に提案された 2 つのマニュアルへの合意がはかられたが最終合意に達するには更に多く論議が必要と思われる。

PV GAP の目的は設立メンバーにより” PV GAP は PV 産業が製品に対し、主体的に高品質、信頼性、耐久性を保障するために品質標準と保障方法を設定し維持することを推進するための組織である”とされ、国際的に承認された規格と簡素化された認証制度の下で、単一の品質認証ラベルを発行することに象徴される。発展途上国での大規模 SHS プロジェクト、特に二国間支援あるいは世銀などの国際などとの協力による本格展開に際しては重大な意義を持つようになるであろうが最終合意を得るにはまだ多くの課題が残されている。

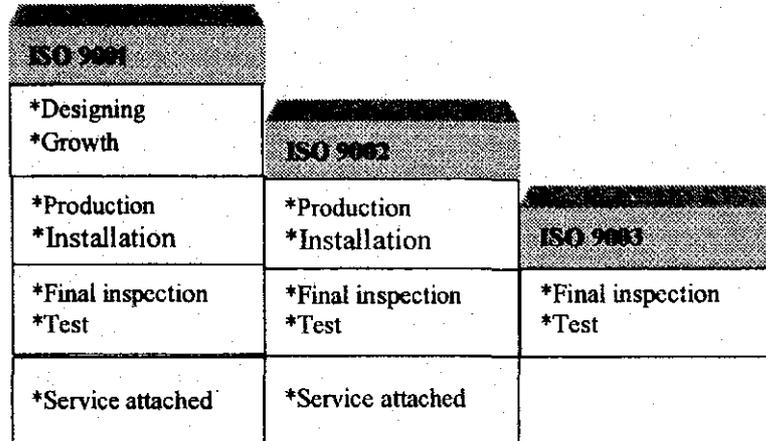
現在、SHS 標準化に関する国際的なテキストとして最も総合的に完備された文書には GTZ が 2000 年 2 月に発刊した” Quality Standards for Solar Home Systems and Rural Health Power Supply” (注：セネガルでの GTZ の経験も含む) とスペインの University of Madrid が EC の支援の下に発行した” Universal Technical Standard for Solar Home Systems “Thermie B SUP 995-96, EC-DGXV II, 1998” の二つ文書があり、作成に際しては世界のほとんどの国際関連機関との文書によるコンタクトがされ、その見解が反映されている。これらの文書には二国間及び多国間協力による大規模なプロジェクトを成功させる上で必要と思われる、PV システムと構成部品に関する国際規格、国際規格認証機関、入札資料等に関する情報が参照され評価されている。例：世銀、WHO、IEC、CNELEC (the European standards institution)、IEEE (the U.S. standardization office)、各種 PV プロジェクト、民間会社、専門家。(資料参照)

セネガルにおいては主要な PV 部品は輸入品であり、本格的普及プロジェクト形成においては国際的協力を必要とすると思われるので国家規格の制定にあたっては独自のローカル規格を可能な限り排除し、国際規格との整合性を重視しつつ、既存の国際規格でカバーされない部分や地域特性から要求される試験法や規格を研究し、この分野での国際貢献が重要と思われる。

当面は輸入を主とする太陽光発電関連製品の製造元に対し、既存の国際規格や認証制度に適合していることの証明を求め、審査に合格した製品には国内で認証ラベルを添付することにより市場形成のルールを確立する必要があると考えられる。

また、本格的な市場展開においては技術面に限定せず、プロジェクト計画段階から資材調達、品質管理、操業、保守管理、廃棄物処理までを含めた総合的な品質システムを目指すことがより重要と思われる(これらの問題については本報告書・「政府レベルのマニュアル」の項でも組織体制の問題として論議する)。予定されている地方電化行動は広範な分野からの参入が予想されるので、各分野の品質保証体系を ISO の発想で整備し、事業参入者の活動の土台にする必要があると思われる。

STRUCTURE OF ISO 9000



ISO 9000 or 14000 for manufacturers

ISO Guide 25 for Testing Laboratories

2) セネガルにおける現在の標準化推進体制

セネガルには、1998年にエネルギー大臣の命令により以下に述べる産・官・学の参加による標準化推進体制 ISN (Institute of Senegal National Standard) が確立されており、太陽光発電も 'CT3 Solar Energy' として位置付けられている。

太陽光発電についての品質管理委員会 (Quality Control Committee of Senegal) の構成は下記の通りである。

- 代表 : MME H エネルギー局長 (The director of Energy)
- 副代表 : MME H 工業局長 (The Director of Industry)
- 事務局長 (The executive secretary) : C E R E R の部長 (The Director of CERER)

参加委員

- MME H の保守修繕部 (Division of Maintenance and repair) 代表一名
- セネガル標準化協会 (The Senegalese standardization Institute) 代表一名
- ダカール大学科学部 (Department of Sciences of the CAD University) 代表一名
- エコール上級技術学校 (Ecole Supérieur Polytechnique) 代表一名

- DAST/MESRS (Scientific and Technical affairs) 代表一名
- エネルギー部 (Division of Energy) 代表一名
- SENELEC 代表一名
- CERER 代表一名

前述したようにドイツ・GTZのPVプロジェクトの主導により、セネガル標準化協会の内部に1998年にCT13(太陽エネルギー)部会が設置された。この部会は4グループから構成され、PVの応用に関する国家規格制定の準備を行う事を目的に担当行政機関の代表、研究機関の代表、PV器機供給業者と設置業者の代表が参加し以下の作業部会を構成している。

第一作業部会・PVモジュール(太陽電池パネル)

CERERの部長であるMansour KANE教授の下にPVモジュールについての3つの文書を準備した。これらの文書は現在、国家規格として採用する検討会議に付するために改訂作業中である。

第二作業部会・パワーコンディショナー(電力調整装置)

このチームはESP(Ecole Superior Poly-technique School)のGustave SOW教授の下にSHS用のチャージコントローラー(充放電制御器)の規格と試験方法についての文書をまとめ国家規格として採用する検討会議に付するために改訂作業中である。

第三作業部会・電気化学貯蔵(電池)

このチームはESPのMamadou ADJ教授の下に鉛蓄電池の特性と試験方法についての2つの文書をまとめ上記の二作業部会と同様、国家規格として採用する検討会議に付するために改訂作業中である。

第四作業部会・PVシステム

このチームはGregoire CISSOKO氏の下に組織されているが現在までにいかなる文書も発表していない。

CT13部会の品質管理機関の目的は単に国家規格を制定の準備と試験だけでなく国内のPV器機供給業者に対して品質認証ラベルを発行することにある。

この試験機関は将来、供給業者の輸入PV器機に対して、セネガルスタンダードに依拠した試験を実施し、合格証を発行することにより操業者や消費者のPVシステム選択の手助けを行うことにある。

3) 総合的な品質保証体制への提言

以上に見られるように‘CT3 Solar Energy’の現在の活動は技術面に限定されている、これを総合的なものに発展させるための品質保証体制は以下に図示する形が可能であると思われる。

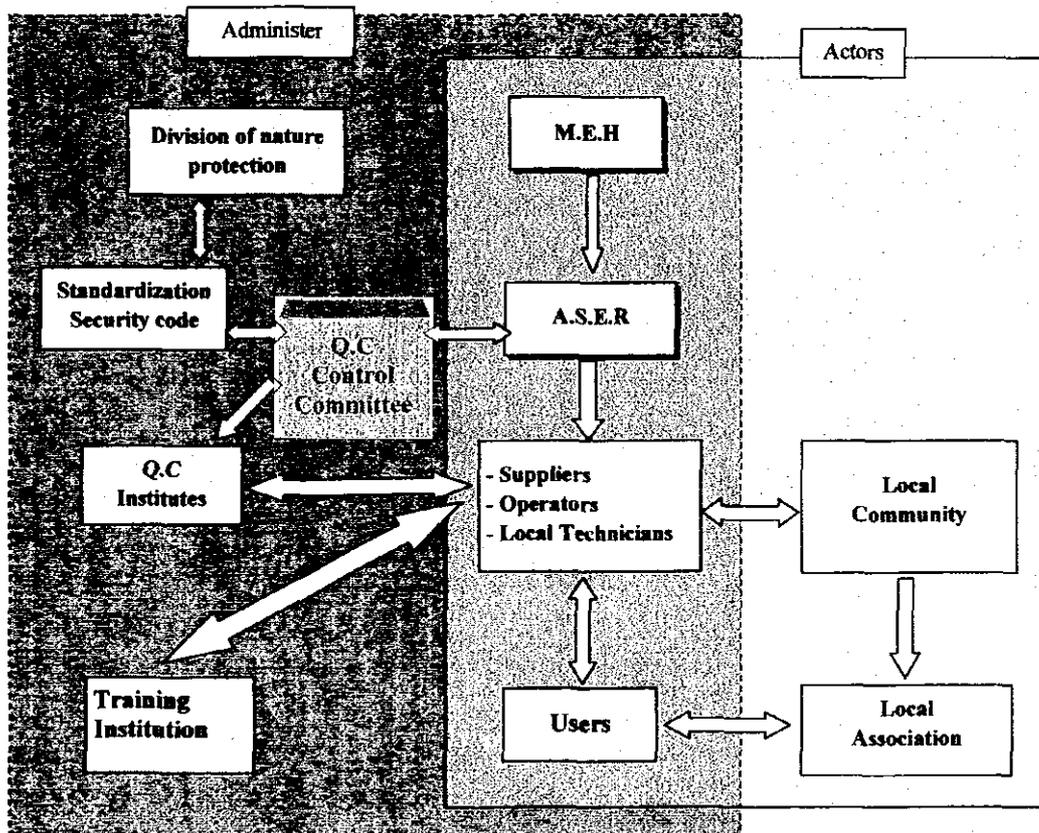


図 7.1 品質保証体制 (案)

4) 機器品質管理試験の実施体制

セネガルの太陽光発電装置の品質管理試験施設としては、セネガルドイツ・プロジェクトにより設立され、現在ダカル大学の施設として運営されている CERER があり、主として SHS 構成部品の試験を実施している。

主な試験項目は下記の通りで、SHSに必要なほとんどの項目をカバーしている。

太陽電池モジュール

太陽電池モジュールの出力特性試験は、先進工業国の検定機関やメーカーで一般的に使用されているソーラーシミュレーターは設置しておらず、自然光により得られる日射計出力との比較試験のみが可能である。これによるモジュール出力特性試験の結果は高解析度デジタルオシロスコープに記録され、フロッピーディスクでパソコンに転送、一定の算式を用いて換算され、メーカーの試験データとの照合が行われている。この方法は絶対値の計測を行うものではなく、品質を保証するには十分なものは云えないが、信頼できるメーカーの製品は世界的に認知されている検定機関である JRC、TUV-RHEINLAND などの認証も受けているので不良品発見の手段としては十分な役割を果たせる。

その他必要不可欠と思われる最低限の試験については CERER で実施可能であり、細部についても装置さえあれば実施する能力はある。

充放電コントローラー

SHS に使われる小型の充放電コントローラーを試験する実験室は世界でもまれであり、FRAUNHOFER INSTITUTE-FREEBURG、FLORIDA SOLAR ENERGY CENTER などが実施するのみである。CERER の用いている方法はドイツの FRAUNHOFER INSTITUTE-FREEBURG 及び 米国の FLORIDA SOLAR ENERGY CENTER との共同研究で開発された下記の手順と条件で実施されている。

- 充放電制御数値居値の確認
- 許容電流の測定
- 充放電コントローラー細部の試験は、充放電コントローラーの電氣的・電磁的特性面での互換性などを対象にしている。

各試験は、試験用供給電源の容量により 20A 以下のコントローラーに限定されるが、整備された高性能の試験装置を用いて精密な結果を得ている。

但し、コントローラーの耐久寿命の試験は実施していない。

バッテリー

セネガルで太陽光発電に使用されているバッテリーはほとんど鉛蓄電池であり CERER が実施する電池試験もこの型式のバッテリーに集中している。現在実施している試験は以下の項目である。

- 電極の機械的、電気的・化学的特性の予備試験（目視、形状測定）
- 作動実験による公称容量の確認試験
充放電を五サイクル回繰り返し、容量回復を確認する。
- ガシニング試験
ガシニング電流の測定は電池の充電効率を測定するもので、電池内のエネルギー損失を判定する。
- 充電速度
太陽光発電に使用される電池の特徴の一つは、特定の場所における日射強度への適応性能によってその良否が決定される事にある。この試験は放電状態での充電速度と充電効率（エネルギーの内部損失）を計測する。
従来 CERER がコストと試験に要する時間が長いために実施してこなかった試験に下記の二項目がある
- 耐久試験
使用条件下でのバッテリーの寿命測定。
- 充電保持試験
電池が電氣的に結線されていない場合の充電保持特性の測定。

安定器付き蛍光灯

安定器付き蛍光灯は、インバーターを内蔵した省エネ型蛍光灯で SHS に使用すればエネルギー消費を少なくできる。しかしメーカーからの品質に対する情報は十分得られないので、必要とする性能に対応する規格を設定し、標準化する必要がある。CERER の実験室では TÜV-RHEINLAND の CEI901、925 及び 458 に準拠して下記の試験を実施する事ができる。

- 予備検査（形状外観）
- 通電運転試験、交流周波数、波形測定
- 構成部品細部試験

耐久試験に関しては現在 CERER で試験を実施しており、将来セネガル標準化協会 (Senegal Standardization institute)・CT13 (太陽エネルギー)・技術委員会が国家規格を決定する場合、両者の協力により、CERER の試験データを基礎とすることになっている。

5) SHS サイズの標準化

発電システムの容量は技術的には需要量から計算されるが、市場経済による普及を目指した場合、対象地域の社会的、経済的状況にも左右される。地方未電化家庭の必要電力を何 Wh/day にするべきかについてのデータは世界的にも、今日にいたるまで明確に示されていない (参照: Universal Technical Standard for Solar Home System-Thermic B: SUP-995-96 ページ 31)。これまで世銀などにより実施された多くのプロジェクトでは PV モジュール容量にして 40W から 50W が採用されてきたがその根拠は設計者達が、SHS を 12V のバッテリーを利用した直流システムで負荷は、照明、ラジオ、白黒テレビととらえ、①経験上この範囲でほぼ利用者の満足が得られる、(計算根拠の説明は後でつけられたものが多い) ②12V のバッテリーを充電するには最大出力動作電圧 16V 以上が必要であり、(結晶系モジュールの場合、単位セルを 36 直列にする) 計画当時の市場ではワット数にすると 40 から 50W のモジュールが標準的な商品として流通していたためこれに合わせたものと思われる。

一方、SHS は保守管理のし難い地域に設置され、入力エネルギーも不安定になるので信頼性重視の観点からは容量は大きいほうが良いが容量拡大は、必然的にコスト上昇をとまうので、システムの設計はエネルギー効率と信頼性のトレードオフを基礎に対象地域の社会状況を加味して決定するのがベストである。

しかしながら、大規模プロジェクトの実施にあたっては入札比較、品質保障、品質保守、低コスト化などのために標準的な SHS サイズを決めることが欠かせない。

前述の文献 Universal Technical Standard for Solar Home System では 40W から 50W に対応させて一日の消費電力の基準を 120 - 160Wh/day とするよう推奨している。しかし近年、太陽電池の性能向上 (単位セルの電流増加) により 12V 蓄電池充電用のモジュール (36セル直列) は 50W モジュールよりも 55W 以上のモジュールが主流となり 50W にこだわる必然性は無く、これにこだわると標準以下の品質のものしか入手できなくなる。従って現実的には以下のような標準品が考えられる。

- Level 1: 50 Wp クラス (対象負荷: 照明、ラジオ、モノクロ TV)

- Level 2: 100 Wp クラス・インバーター付（対象負荷：上記の TV をカラーとする）

普及促進のために 50Wp 以下のシステムを作る意見もあるが太陽電池出力を小さくしても設置、管理費、コントローラーや配線の費用に大差は無く、電氣的ロスの割合が大きくなる、一方利用者は一旦、電気の便利さを経験するとより多くの利用機会を求めて、バッテリー過放電防止の保護回路をバイパスさせるなど問題が起こりやすい。照明だけを目的により小さな SHS を設計するよりもソーラーランタンのような独立完成商品の導入を検討すべきであろう。

6) システムの設置と操業

ASER の戦略に示されるように地方電化の直接の実施者は下記のようなになるであろう：

- SENELEC を含む地方電化操業者
- 発電装置の販売・設置及び電化サービスの提供者
- 個人企業または地域共同体組織
- 上記の共同企業体

いずれの場合にも ASER が電化地域を指定し、地域の情報を示し、操業者の責任範囲を指定して応募者の申請を受け、関連法規、財務、技術について審査した後に実施されるが、応募者は各種の電化方法を提案することが可能であり、技術面、組織でさまざまな形態を組み合わせて実施することも可能である。このような中で操業者が一定品質のサービスを提供し、最終的な顧客である地方住民のニーズを満足させるためにはそれぞれの段階において品質管理の概念を導入することが有効であると思われる。

7) 地方技能者の訓練 The training of the local technicians

地方技能者の訓練は、職業訓練校で実施可能である。現在セネガルー日本プロジェクトの訓練校（CFPT）と他の一校（CNQP）に PV の訓練コースがある。受講者の教育水準はさまざまであり、言葉が通じない場合もある。卒業者の技術水準を確保するためには標準化の思想が役立つであろう。

8) 結論

広範な電化活動の成功は以上に述べたような各段階での品質保証が積み上げられた結果として生まれる。セネガルの地方電化は多くの参加者が適切な品質政策のもとに協力しあうことによってもたらされるであろう。

7.2 官・民主導による地方電化実施にあたっての ASER への提言

(1) 地方電化庁 (ASER) の組織能力強化

実施機関の組織能力強化は、単に、議論と書類作成を通してでなく、実地作業でのアウトプット (数値化) と受益者との直接対話を通して、培われるものである。この時期、地方電化庁 (ASER) の場合は、ここで提案した Business Model を充分検討し、財務モデルで採用した “Fee for Service” に対する料金設定の適正な範囲を、まず自ら算定する必要がある。その後、現場に出て、できるだけ多くの村落コミュニティとの直接対話を持つ必要がある。この料金設定のプロセスを通し、実施機関の組織能力が強化され、そして関係民間セクターとの間に信頼関係も醸成されることが期待できる。

特に、料金設定に関して言えば、官・民主導の地方電化を推進する実施機関として、地方電化庁は適正な裁量権を行使できる権限を付与される必要がある。さらに、JICA のマール島でのパイロット・プロジェクトの継続的モニタリングの機会を利用して、村落の組織能力強化にも積極的に関与し、地域によって異なる村落社会のさまざまな経済社会状況に応じ、適切かつ柔軟な対応を取ることに慣れるべきである。料金設定の最終決定は、電力規制委員会の承認が必要である故、電力規制委員会も、この重要な料金設定の問題には、当初から関与することが望まれる。

この意味から、パートナーシップと協調関係を創出し、そして、長期的な成功を目指すための布石を築くためには、“参加型開発” (開発ニーズの決定、優先順位の設定、将来計画の策定に住民を参加させるプロセス) に比し、勝るものはないということを銘記すべきである。

(2) 太陽光による地方電化実施の推進に向けての提言

電気を必要としている人々に、再生可能なエネルギーを利用して作り出す電気を供給するのは、多くの障壁があると言われてきている。

- a) 再生可能なエネルギー技術は、政府、実業界、開発途上国の人々によって、実行可能な代替案として、しばしば認知されないことがある。

- b) 政策も実業界のアプローチも、従来のグリッド中心の手法を支援するような体制となっている。
- c) 確立された市場なしには、商業的に可能な再生可能エネルギーによるサービスや機器を提供する事業者をその気にさせるのは困難である。
- d) 村落住民が高価な機器を購入するのを支援できる金融メカニズムは稀である。
- e) 再生可能エネルギー事業への開発に関心を示す事業者や実業家への民・官両セクターからの支援は限定されている。
- f) 再生可能エネルギーのシステムの設計、工事、サービス提供、そして維持管理の国内経験が乏しい。

上記 a) に対し、セネガル政府は、重要な代替案として十分認識されている。上記 f) に対しては、過去 10 年以上にわたるドイツの援助機関 GTZ のお陰で、すでに解決されていると言える。その他の中で、最重点は上記 c) と e) に置く必要があり、正に官・民連携による地方電化の実現にとって死活問題である。また、上記 b) は、そのプロセスを通して、解決されることが期待できる。上記 d) は、今後の事業実施を通し、既存の金融機関との協力で政府によって対処される必要がある。

4 章で議論されたが、上記 e) と関係がある税制については、この地方電化推進のためにも、政府の見直しが望まれる。太陽光発電開発及び普及に反するならば、この税制を適正に見直す必要がある。高い輸入関税や太陽光パネルへの付加的な税金は、商業的に可能で、市場主導の家庭用太陽光発電システム普及の潜在性を酷く制限することになる。太陽光機器へのそのような課税は、当然ながらコストアップの要因となる。したがって、官・民主導の地方電化という挑戦的な問題に取り組むにあたり、この税制面での政治的決断が必要となろう。

上記 e) に関連し、以下に記載する事項も、ASER が将来実施することになる広報活動の中で、明確にする必要がある。

「これまでグリッドが村落部での唯一の電気の供給源であった。しかし、村落部の、特に中心部から遠く離れて孤立した村々へのグリッド電気の供給は、コストが嵩むようになり、政府予算の負担になってきている。その点、家庭用の太陽光電化は、グリッドよりも低コストで、しかも、村落部の多くの人たちが求めている家庭における電灯用電化及び小電力というニーズを満たすことができる。従って、PV 家庭電化の方が経済的により効率的と判断できる地域においては、政府はそれをグリッドの代用として導入することを積極的に検討するべきである。また、この先 5 年から 10 年の間にグリッド電化普及の見通しが立っていない村落にそれを公表

せず、該当住民に非現実的な期待を持たせ続けるというような政府のあいまいな姿勢は、今後展開が期待できるはずの PV 電化の普及をも阻害する要因と成りうる。」

消費者というものは、その場しのぎにしかならないような物の購入には消極的である。一方で、政府が中心部から離れて孤立している村々やこれまで電気が行き届かなかった世帯へ太陽光電化導入をサポートすることには、大きな意義がある。つまり、政府が PV 電化をサポートすることによって、村々の住民が実際に必要とする小容量の電力を供給し、グリッドによる非経済的な村落への配電を妨げることができるのである。従って、このような事業への民間セクターの関与は奨励されるべきである。

ASER の実施計画とは別に、教育、保健、その他の社会プログラムの一環としての太陽光機器への直接投資によって、政府も太陽光発電システムの継続的普及に必要とされる環境整備において、従来通りの重要な役割を果たすことができる。この地道な役割は、エネルギー省の再生エネルギー一部局が担当することになるが、太陽光発電システムの普及にとって、欠かすことのできない重要な課題である。

最後に、現在グリッドからの電気を享受している都市住民に賦課されている電気料金の数パーセント（例えば、2 あるいは 3%）が、地方電化計画実施のためのみに流用されるとすれば、この計画は、非常に魅力的になるだろう。試算すると、約年間 3 百万ドル相当の資金が確保されることになる。補助金と融資保証のための資金が、ほぼ永久に確保されることになり、それは、また、国際金融機関からの信認を得ることにもなる。さらに、これは、民間事業者への大きなインセンティブにもなり、民間事業者が抱くリスク軽減に大いに寄与することにもなる。

(3) 人材育成 —事業を通しての効率的マネジメント及び支援サービスのための人材育成—

PV 事業を成功させるためには、優秀な PV 専門家及びテクニシャンが必要である。特にテクニシャンに関しては、マール島のパイロットプロジェクトですでに実証されているように、外部からではなく、地元の人々に馴染みが深く、信頼関係にある地域住民の中から選出されるべきである。しかし、地元住民の中から選出する場合には、テクニシャン養成のための特別なトレーニングが必要である。マネージャーには、ビジネス、マーケティング、財務管理能力があり、また、情報、テクニカルサポート、最新の訓練・技術プログラムへのアクセスがあるような人物が望ましい。また、このような有能なマネージャーを村落レベルで確保しておくためには、その仕事内容に見合った給与・手当等を供与する用意が必要である。そのような有能なマネージャーを抱えた民間事業が ASER の事業実施の初期段階から全面的に関与する必要がある。実際、この方法はすでに Business Model の中でも反映されている。テクニシャンは PV 事業実施上見落としがちな電化機器の修理や維持管理サービスに対応するため、定期的にトレーニング

グを実施すべきである。更には、テクニシャンが修理の際に必要とする道具、交通手段、スペアパーツ等の確保も必要である。

表 7.2 ASER のアクション・プラン

民間主導の地方電化計画を実施に移すにあたり、民間主導の地方電化市場を早急に整備することが、今、何より重要であり、また、求められている。

数ある短期、中期、長期的提言の中で、以下の3項目は、まず優先されるべきだと考える。この3項目のうち、項目1.及び2.は、早急に対処すべきであるが、まず、項目1.については、ASER が主導的に実施する必要がある。その結果も踏まえ、項目3.を早期に実施すべきである。

1. 潜在オペレーターと定期的対話の機会

潜在オペレーターと想定される企業 (PV サプライヤー、電力関連事業会社、開発コンサルタント、NGOs 等) に対し、補助金及び譲渡性融資等の資金源確保の裏づけを明確にし、かつ、後述する“Financial Business Model”を叩き台に、現実的な議論と対話を通し、相互の信頼関係を構築する。

2. ASER の地方電化実施推進のキャンペーン

未電化村落社会 (Community Rurale) への ASER の今後の地方電化方針の説明

3. ASER' s Procedure Manual に沿ったパイロット事業の早期実施

パイロット事業の実施を通じ、*Procedure Manual* の改善を行なう。事業の実施においては、ASER の裁量権を認め、ASER 主導でパイロット事業を早期に実施する。このパイロット事業の実施プロセスを通じ、事業関係者間で共有すべき枠組みを ASER が率先し構築することが、地方電化 (ここでは、PV を対象) 市場整備の最重要課題である。

以上の3項目に、以下の項目を追加し、項目3. を補完していくことが必要となる。

JICA パイロット・プロジェクトの継続的モニタリング

JICA パイロット・プロジェクトのその後のモニタリングを、ASER が主導的に行ない、そのための必要な予算を配分する。このモニタリングは、PV システムの運営管理のみならず、その後のマール島での (民間主導による) 村落開発の進展の動向にも着目し、そのプロセスを ASER パイロット事業と今後の地方電化にも反映させる。特に、村落組織強化 (Community Empowerment) は、この進展のプロセスで留意すべき重要事項の一つと認識すべきである。

表 7.3 PV 市場整備に向けての勧告事項

		短 期	短・中期	中・長期
0	パイロット・プロジェクトの Sustainability	<ul style="list-style-type: none"> 移管後のパイロット監理の機関を設立し、名称をつける。(Mar Islands Follow-up Unit presented by C.Wade) 村落組織(VUA)の Capacity Building (特に、Mar Lothie) を強化する支援体制の整備。(Supporting Unit for Community Empowerment represented by Aliou Sall) Local Technician の CNQP での 10 日間程度研修実施。(Matforce as a Project Operator, to arrange the training course recommended by C.Wade of ASER) Monitoring のための適切な予算措置 	<ul style="list-style-type: none"> 電気機器の適切な使用方法 (LED ランプの有効利用方法、オプション変更に伴う使用機器の利用方法等) に係る情報提供システムの整備 (Matforce as a Project Operator の役割) (Inspected by Aliou Sall) 地方におけるスペアパーツの Logistics の拠点整備。(事業会社が、実際の事業を通して、マーケティングの観点から独自で実施することになる。) (Consultation with Matforce by A.SOW) PV 地方電化の“モデル村”として宣伝。 	<ul style="list-style-type: none"> Local Technician を養成・教育する機関の整備。(既存の訓練機関の強化整備——>将来的には、正式な修了証書を発行できる教育機関に格上げ) (Local Technician を External Technician のレベルにアップ) 地方都市部の金融機関の本来の銀行機能の普及。(貯蓄と融資) 併行して、電気料金徴集システム機能の確立。(Dialogue among ASER, Operators and Banking Institutions, initiated by A.SOW) PV で使用可能なカラー TV、冷蔵庫等その他電化製品の市場への供給。(民間事業会社のビジネスの問題であり、政府が関与するものではない。Matforce as a Project Operator には、サブライヤーとしての利点が大いに発揮できる。第 3 回(10 月 16 日、Mar Lothie) のセミナー後、住民と Matforce の間で注文取引が行なわれていた。)
1	事業実施関係者と ASER 間の相互理解の推進	ASER と Potential Operators との対話		
2	事業実施会社へのインセンティブの明確化	補助金と融資保証、及び資金源の明確化		
3	受益者への政府コミットメントの公表	ASER 主導の全国地方電化キャンペーンと“Community Empowerment”推進の必要性の広報。(人材養成・育成の目的の明確化)	<p>“Community Empowerment”推進の必要性の広報。</p> <p>ASER 等、過去の実績(マール島を PV 地方電化のモデル地区として選定)の紹介。</p>	
4	地方電化における PV の意義と役割の明確化	PV 電化のインパクトと“Community Empowerment” → “村落開発”	マール島の継続的モニタリングと自立的経済開発への支援	マール島を将来の“村落開発”のモデル地区の選定。(その後のマール島の開発発展の動向次第。)
5	村落組織の強化	Community Empowerment 推進の必要性の広報	村落コーディネーターの人材養成・育成・訓練への技術支援	
6	人材育成・訓練機関の強化	PV Technical Experts の養成。	実際の事業を通しての訓練と育成。	
7	金融システムの村落社会での活性化と機能活用		金融システムの機能と村落開発との関係の広報活動	

		短 期	短・中期	中・長期
8	PV 機器の標準化と認証 1. PV 主要機器の試験報告書添付の義務化 2. 認証機関による品質認証 3. CERER の機能強化	1. 補助金申請者（使用機材の仕様書、製造会社、試験実施機関等。）	2. CERER を政府の公式認証機関との法制化。CERER への権限供与（書類審査、必要な試験の実施等） 3. 要員の増大。国際的技術水準への研修等。	2. CERER を政府の公式認証機関との法制化。CERER への権限供与（書類審査、必要な試験の実施等） 3. 要員の増大。国際的技術水準への研修等。
9	フィールド・テクニシヤンの育成と技術水準の確保 1. 地方での修理センターの確保 2. 技術取得者へのライセンス交付		1. 既存の施設（例えば、学校）に学生への教育も兼ね、センターを創設。 2. ライセンス取得者の上記施設での教師としての雇用機会にも寄与。かつ、定期的なダカールでの研修の機会の供与。	1. 既存の施設（例えば、学校）に学生への教育も兼ね、センターを創設。 2. ライセンス取得者の上記施設での教師としての雇用機会にも寄与。かつ、定期的なダカールでの研修の機会の供与。
10	関連組織間の技術・情報交流、フィードバック体制の確立		<ul style="list-style-type: none"> • ニュース・レターや雑誌の発行。（消費地で働くテクニシヤン等の活動状況の紹介） • ASER の普及宣伝活動（GIS の活用についての ASER 内での議論） • PV 電化実施の紹介（紹介内容の形式を検討） 	<ul style="list-style-type: none"> • ニュース・レターや雑誌の発行。（消費地で働くテクニシヤン等の活動状況の紹介） • ASER の普及宣伝活動（GIS の活用についての ASER 内での議論）

1. Procedure Manuals に関する公聴会の開催。
2. PV 機器の標準化と認証 政府補助金支給対象となるプロジェクトに使用される機材の認証

JICA