

## 第 5 章 PV 地方電化推進体制

## 第5章 PV 地方電化推進体制

### 5.1 現状の行政各部門の権限・役割分担・連携体制

現在まで進められてきたボツワナにおける PV 電化は、多くの部門が関係している。しかしこれらの個々の努力は、概ね全体を統括する枠組み無しに進められてきた。

PV 地方電化事業単独では、地域の経済的発展に寄与する所は限定的である。地方では、不足しているインフラストラクチャーが多く残されており、PV 地方電化事業は、これらのプロジェクトと併せ実施されて、初めて大きな効果をあげることができる。地域経済の発展は、住民の支払能力を増大させ、事業展開を持続性あるものとし、採算性の向上に寄与することができる。

ボツワナのエネルギーマスタープラン（1996年6月）は、政策目標として、関係機関の連携、組織的支援、財政支援および技術的な基準の制定等の適正なる調整を行いつつ、PV を秩序ある方法でボツワナに導入することを提言している。その方策として、PV 電化を国家電化計画に組み込み、地方電化の責任を適切な機関に負わせることを挙げている。

しかし数々の PV パイロットプロジェクトが推進されてきたが、包括的国家電化計画は、まだ策定されていない。又、総合的な地域開発との整合性をとる枠組みについても、不十分な状況にあるといえる。

### 5.2 新しい PV 地方電化事業推進体制の構築

#### 5.2.1 あるべき行政各部門の権限・役割分担・連携体制

##### (1) 中央における国家電化計画の調整

第3章で述べた如く、グリッド電化計画と PV 電化を含むオフグリッド電化計画の統合と他の地域開発計画が包括的に策定されるべきであり、現状ではこれが為されていない。これを実現する方策として、国家電化計画調整委員会（NECC）を設立することを推奨する。NECC の主目的は、目標電化率を達成するため、また電化計画を他の開発計画を考慮し包括的に計画策定するために、電化計画につき大臣に助言を与えることであり、

- － これに関する法制度、財政支援、企画、モニタリング、評価に係る一切の事項を検討する。
- － グリッド、ノングリッド電化と他のインフラストラクチャー開発計画に一体性を持たせる。
- － 電化事業を実施し運営する為に、関連機関の果たすべき責任を明確化する。等々を任務とする。

## (2) PV 地方電化プロジェクトの中央における運営管理体制

5.1 節で述べた如く、PV 地方電化の企画推進、調整は中央において、グリッド電化計画等を勘案しつつ進める必要がある。この為、EAD の主催により関連各機関の参加する PV 地方電化運営管理委員会を設立すべきである。

この委員会の役割は以下にあげられる。

- － 事業計画の承認
- － 事業実施状況のモニタリングと監査
- － 事業実施母体に対する技術・運営面からの支援

## 5.2.2 PV 地方電化事業実施事業体の選定

### (1) 選定基準

PV 地方電化事業の実施事業体の選定を行うに際し、実施事業体のあるべき姿を想定して、次の選定基準を設定した。

- a) 実施事業体は、政府機関または公共事業体であること、ただしボツワナ政府の中央集権排除の方針から、中央政府は実施事業体とはなり得ない。
- b) 実施事業体は中央政府特にエネルギーを管轄する EAD および地域コミュニティと密接な関係を持ち、報告ルートを持っていること。
- c) 実施事業体は、国家的プロジェクトを実施する経営管理能力を持っていること。従って強固な組織体制を持ち、国家プロジェクトに豊富な成功裏の経験を有すること。
- d) 実施事業体は地方電化、特に PV 電化に経験と技術的能力を有していること。ただし SHS 電化に要求される技術水準は、グリッド電化ほど高度である必要はない。

- e) もし実施事業体に選定された場合に、その事業体の組織施設等に新たに為さねばならないことが出来るだけ少ないこと。
- f) 実施事業体は、PV 普及を持続的に発展させていくために民間セクターを利用、育成していくことに積極的で、民間セクターとの協調に豊富な成功裏の経験を有する。
- g) 実施事業体は、PV 地方電化と地域社会の発展とを一体化していく能力を持つこと。
- h) 実施事業体は、PV 地方電化事業を実施していく積極的意欲を有すること。

この選定基準に従い、既存の関連機関を評価することとし、候補機関として、ボツワナ電力公社（BPC）、地域産業革新センター（RIIC）、ボツワナ技術センター（BoTeC）、電気機械・サービス局（DEMS）および地方政府省（MLG）と District Councils の連合体を選定した。EAD は、その機能が PV 地方電化事業の促進と調整であり、実施事業体候補から除外した。新設の事業体は、最小コストの要件から現実的でなく除外した。

## (2) 候補各機関の評価

上述の選定基準に基づき、評価を行い PV 地方電化実施事業体として、BPC が次の理由から推奨される。

- 1) BPC の本来の使命は、グリッドに係るものであったが、BPC は、MMEWR（EAD）の直接の管轄下にあり、EAD は PV 地方電化を実施する新たな使命を持って、BPC が PV 地方電化を推進することを可能にすることができる。
- 2) BPC は、遠隔地における自身のインフラストラクチャーを有するため、PV 地方電化を引き受ける十分な能力を有する。
- 3) BPC の地方電化の進め方は、中央集権的トップダウン方式の取り組み方とってきたが、これは地方の村落小集落においては問題を引き起こす可能性がある。既存の村落の組織や仕事の進め方を採用していく、ボトムアップ方式を、BPC ができるだけ採用すべきであるが、BPC は原則的に、この取り進め方に合意している。
- 4) BPC は、残存する未電化村落、小集落には将来グリッド電化することが困難である事実に基づき、計画を経済的に実行可能とする為、PV 地方電化推進に強い意欲を示している。

### 5.2.3 関連部門との連携

#### (1) District との連携

PV プロジェクトの実施は、村落単位で計画的に実施する。この村落選定における優先順位の決定には、District Council と十分合議して行うべきである。また村落の公共施設の PV 電化は、District Council が実施してきたが、それを実施事業体に移管し、かかる公共施設電化を積極的に進めるべく、予算配賦を図る。

また District Development Committee や Village Development Committee の地域開発計画を十分配慮し、SHS 以外の多目的利用についても開発を図る。

保全要員の教育訓練については、District Council 所管の職業訓練校 (Brigades) 等を充実させ、対象村落要員の教育のための予算措置を計る。

#### (2) 民間 PV 供給、設置企業の参画

PV 機材の供給、設置を全国規模で実施していくには、民間企業の能力を高め、公正な競争をもとに、機材供給、設置およびアフターサービスを請け負わせる体制を作ることが重要である。現状ではボツワナのコントラクターは、地方の拠点を持たず、顧客にアフターサービスを十分提供できる体制にない。また人材も不足している。

更に PV 電化に伴って需要が出てくる電灯、ラジオ、TV 等を安価に供給、修理保全していく体制が出来ることが、PV の普及を図る上で重要である。

#### (3) NGO 等の参加

諸外国の例をみても明らかな如く、村落のインフラストラクチャーの拡充、住民エンパワーメントには、NGO の活動が重要な役割を果たしている。村落におけるオペレーションユニットの運営の指導は、NGO による住民と密着した体制をとって初めて有効となる。PV 地方電化においても NGO の参画を図るべきである。

## 第6章 ボツワナ村落における PV 需要の実態分析

## 第6章 ボツワナ村落におけるPV需要の実態分析

### 6.1 Rural Village および Locality の分類

#### (1) 行政上 (Administrative) のDistrict

全部でDistrictが10、Sub-Districtが7存在する。

#### (2) 村落の定義

公式な定義はないが、Tribal Authority (Chief, Chief Representative, Headman等) が存在していること、学校、クリニック、Tribal Administration Office、警察署等の公共施設があることを以て村落に分類している。

#### (3) 小集落の定義

小集落 (Locality) は村落ではないが、ある村落の周辺に位置しており、その小集落の名称、境界が明確であって、集落住民が所属している村落に対する帰属意識を持っているもので次の分類がある。

Land Area : 主に農作物の収穫のための家屋が集合している小集落

Cattle Post : 家畜放牧のためのベースとなっている家屋が集合している小集落

Freehold Farm : 自由農地

#### (4) ボツワナの人口と動向

ボツワナでは10年に1回Population Censusを行っている。前回は1991年、今回は2001年である。2002年6月には人口のみの集計速報が発行された。1991年および2001年の人口センサス上のDistrictおよびTownの人口は表6.1-1の通りである。

表 6.1-1 Population in Botswana

Census District	Census Sub-District	村落				小集落 (Locality)				全体	
		1991		2001		1991		2001		1991	2001
		数	人口	数	人口	数	人口	数	人口		
Southern		70	98174	88	137,040	645	49,215	424	34,612	147,389	171,652
South East		5	37,744	5	51,610	134	5,840	139	9,013	43,584	60,623
Kweneng		36	106,072	45	173,771	618	64,365	775	56,564	170,437	230,335
Kgatleng		19	44,442	22	65,452	229	13,328	215	8,055	57,770	73,507
Central	Serowe/Palapye	41	81,887	43	125,675	735	46,584	859	27,360	128,471	153,035
	Mahalapye	33	62,654	36	92,538	519	32,779	498	17,273	95,433	109,811
	Bobonong	14	26,669	17	47,298	338	26,889	408	19,666	53,558	66,964
	Boteti	12	19,176	15	33,874	338	16,283	431	14,183	35,459	48,057
	Tutume	35	66,085	40	94,093	345	33,964	492	29,421	100,049	123,514
North-East		32	34,846	42	45,476	139	8,508	163	3,923	43,354	49,399
North West	Ngamiland East	18	34,375	24	54,280	293	23,436	395	20,790	57,811	75,070
	Ngamiland West	21	14,071	24	30,537	164	22,652	180	19,105	36,723	49,642
	Chobe	9	9,427	9	14,890	84	4,699	91	3,368	14,126	18,258
Ghanzi	Ghanzi	15	13320	17	22,230	217	11,399	399	10,940	24,719	33,170
Kgalagadi	Kgalagadi South	20	14,105	21	20,589	79	5,689	121	5,349	19,794	25,938
	Kgalagadi North	15	10,024	14	14,525	26	1,316	70	1,586	11,340	16,111
Sub Total		395	673,071	462	1,012,878	4,903	366,946	5,660	281,208	1,040,017	1,305,086
City or Town	Gaborone		133,468		186,007					133,468	186,007
	Francistown		65,244		83,023					65,244	83,023
	Lobatse,		26,052		29,689					26,052	29,689
	Selibe-Phikwe		39,772		49,849					39,772	49,849
	Orapa		8,827		9,151					8,827	9,151
	Jwaneng		11,188		15,179					11,188	15,179
	Sowa		2,228		2,879					2,228	2,879
Sub Total			286,779		375,777					286,779	375,777
Grand Total										1,326,796	1,680,863

(出典：1991および2001 Population and Housing Census)

## 6.2 村落社会経済調査

本調査では、ボツワナの未電化村落の社会経済状況や電力需要の把握を行い、太陽光地方電化潜在需要の評価と実証プロジェクトを実行する村落の選定のための基礎データを求めることを目的に、独自の村落社会経済調査を実行した。

村落社会経済調査は、ボツワナ国の未電化村落 10 村落を選定し、ローカルコンサルタントの EECG 社に再委託の上、実施した。



表 6.2-1 村落社会経済調査を行った 10 村落

District	Sub-district	村落	(1) 人口 (1991)	(2) 人口 * (2001)	(3) 人口 * (2001)	(4) 世帯数 * (2001)	(5) 世帯数 (2001)
Southern	Ngwaketse	Lorolwana	574	679	952	136	190
South East		(選定されず)					
Kweneng		Dutlwe	767	877	1,017	175	203
Kgatleng		Oliphant's Drift	378	429	758	91	152
Central	Serowe/Palapye	Gojwane	618	1,011	1,041	202	208
	Mahalapye	Kudumatse	905	1,150	1,339	230	268
	Bobonong	Motlhabaneng	622	892	1,276	178	255
	Boteti	Makalamabedi	883	1,313	1,117	263	223
	Tutume	(選定されず)					
North East		(選定されず)					
Ngamiland	South	(選定されず)					
	North	(選定されず)					
Chobe		Parakarungu	594	862	806	172	161
Ghanzi		Kule	656	773	741	155	148
Kgalagadi	South	Khawe	424	643	517	129	103
	North	(選定されず)					

(1) 1991 年人口センサスによる 1991 年度人口

(2) 1991 年人口センサスと “Population Projection 1991-2001 Medium Variant” に基づく 2001 年の人口予測

(3) 2001 年人口センサスによる 2001 年の人口

(4) (2) に基づく 2001 年予想世帯数 (但し平均家族数 5 人)

(5) (3) に基づく 2001 年予想世帯数 (但し平均家族数 5 人)

## 6.2.1 社会経済状況調査結果

### 6.2.1.1 未電化家庭に対する調査

#### (1) 村落での現金収入の合計

下記に村落ごとの全ての現金収入を合算した世帯の現金収入総額の分布を図6.2-1 に示す。これは現金収入での比較であり、物々交換による実質上の収入は含まれていない。10村で現金収入水準の比較をしてみると高収入者が多い村落としてOliphant's Drift、Dutlwe、低収入者が多い村落としてLorolwana、Khawa、Parakarunguがあげられる。

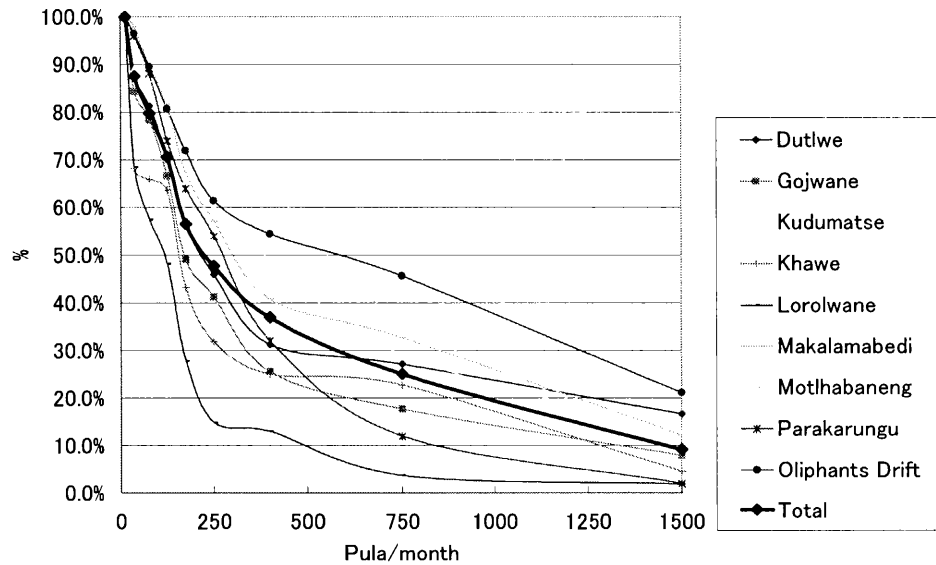


図 6.2-1 村落の現金収入分布

(2) 家計支出実態

調査 10 村落の家計支出は表 6.2-2 のとおりである。殆どの家庭（93%、調査家庭 520 中 483 家庭）は食費の支出があり、43%は月額 P100 まで、P200 までの支出は全体の 76%である。エネルギー支出は月額 P50 が全体の 85%であった。貯蓄については毎月 P100 以下が全体の 53%、P200 以上貯蓄する家庭は全体の 38%で上下分布が偏っている。

表 6.2-2 家計支出（月額）

支出	サンプル数	0-50P	50-100P	100-150P	150-200P	200-300P	300P-
食費	483	19%	24%	19%	14%	15%	9%
賃借費	17	29%	71%				
教育費	323	83%	10%	3%	3%	0	1%
被服費	352	55%	16%	9%	7%	6%	7%
光熱費	471	85%	8%	3%	1%	3%	1%
娯楽費	101	84%	4%	4%	3%		5
衣料費	261	94%	2%	1%	1%	1%	2%
その他	66	32%	8%	18%	12%	17%	14%
貯蓄	294	38%	15%		17%	13%	18%

対象村落の光熱費の支出構造は次の特徴を持っていることがわかる。

調査家庭520中401家庭はエネルギー支出P50以下（照明用の燃料、ラジオ等の動力費に支出しており、この費用分がPVの代替費用になりうる）。また88%の家庭がパラフィンを使用し、90%はパラフィンが照明用の燃料の主役と考えている。ロウソクは67%の家庭が使用し、主に照明用パラフィンのバックアップ用途に使用されている。

パラフィンとロウソクの支出は月P10以下（全母数の44%、56% パラフィン使用家庭の51%、ロウソク使用家庭の85%）、月P20以下の場合（全母数の77%、61% パラフィン使用家庭の89%、ロウソク使用家庭の91%）

一方、ラジオ・TV・冷蔵庫等の電化製品を所有している家庭も多く、その動力費用の支出は表6.2-3に示す通りである。ラジオ・TVを所有している家庭の54%は月P20の動力費支出をしている。

表 6.2-3 電化製品の動力費用

家電	ユーザー計	主要動力源	主要動力源を使用するユーザ	0-20P	20-50P	50P-
ラジオ	311	乾電池	258	175	98	17
テレビ	33	バッテリー	18	11	7	7
冷蔵庫	56	LPG	50	4	6	41

(3) 支払意志

支払意志のある家庭は全体の66.5%（520サンプル中346）でその内訳は図6.2-2に示す。

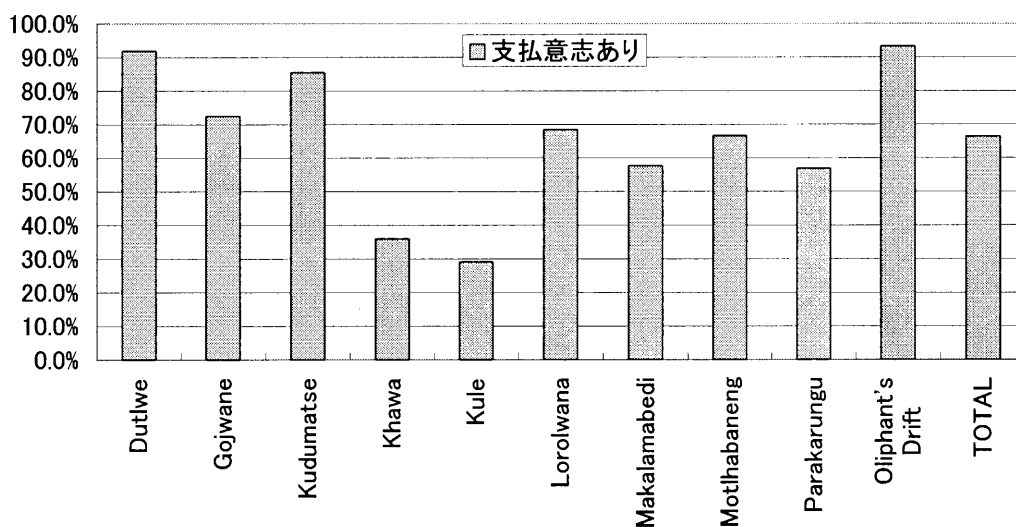


図 6.2-2 PV に対する支払い意志

(4) 支払能力

希望するPVシステムのサイズ

表6.2-4に10村落平均のPV支払可能世帯の割合を示す。調査した家庭の332家庭、またPV使用意志ありと答えた家庭の96%がPVの支払能力ありと回答している。

表 6.2-4 支払い可能な PV システムサイズ

System size	家庭数	支払能力有りと回答した中の割合 (%)	全数 520 に対する割合 (%)	支払い意志有りと回答した中の割合 (%)	支払い可能額 (P : 月額)
2-Light system	166	50.0	31.9	48.0	30 – 50
3 to 4 lights	73	22.0	14.0	21.1	51 – 100
6lights + radio	27	8.1	5.2	7.8	101 – 150
3to 4 lights + B&W TV	3	0.9	0.6	0.9	151 – 200
3 to 4 lights + Color TV	19	5.7	3.7	5.5	201 – 250
3 to 4 lights + Small refrigerator	44	13.3	8.3	12.7	251 –
合計	332	100	63.7	96.0	–

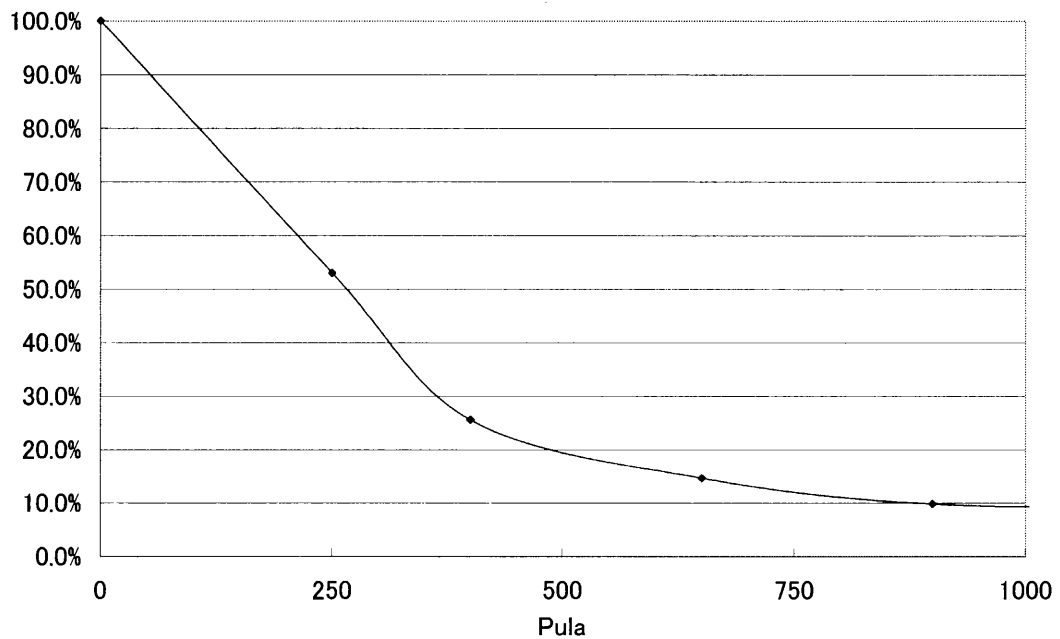


図 6.2-3 最大支払可能預託金 (10 村平均)

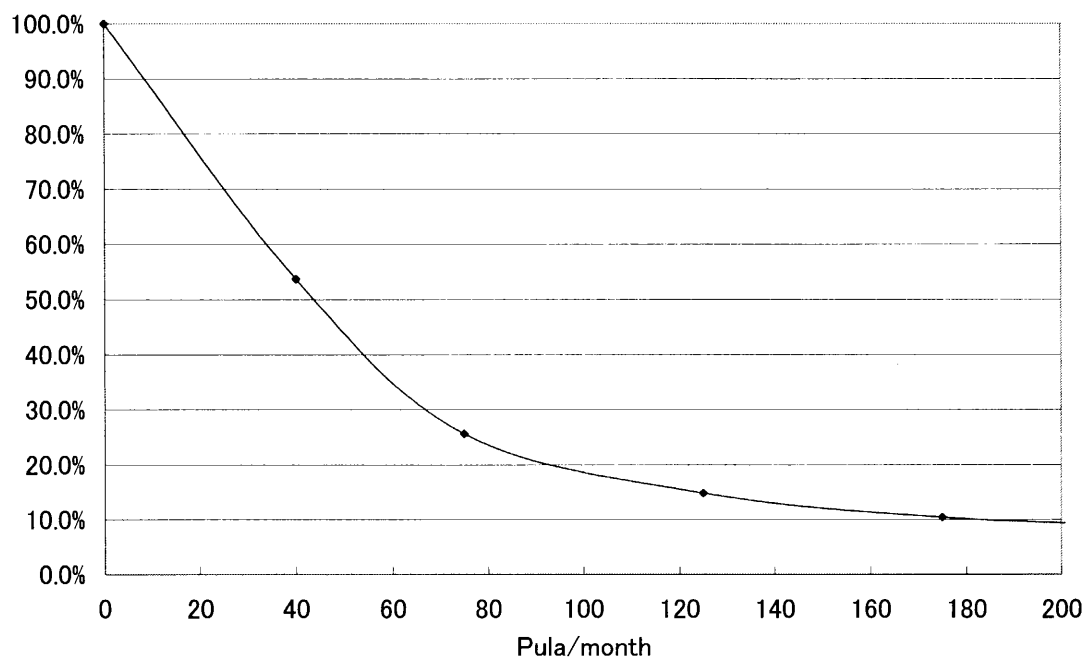


図 6.2-4 最大支払可能月払料金（10村平均）

預託金の支払い可能額をグラフ化したものが図6.2-3、月額支払い可能額をグラフ化したものが図6.2-4である。

図6.2-3と図6.2-4に基づくと毎月の支払いとしてP40以上、預託金としてP250以上の支払い能力をもつ世帯は全体の54%程度存在するという結果となった。

#### 6.2.1.2 未電化公共施設に対する調査

##### (1) PV調達に関する財政措置等の状況

公共施設は政府、District Councilから予算措置を受けている。このためPVの支払能力は政府等よりいかに予算を確保できるかがポイントである。

##### (2) 支払意志

調査対象の32施設のうち30施設（94%）はPVの使用意志を示した。政府関連公共施設ではこれまでPVは照明用のみ利用されていたが、97%の施設は照明だけでなく電気製品の動力源として使用することを希望している。

### (3) 支払能力

84.4%の施設は支払能力があると回答しており、大半は比較的大きなサイズのPV設備を希望している。(3~4ライトと冷蔵庫用のPV)。支払い可能と回答した施設のうち頭金をP2000~3000支払えると答えた施設は37.5%、68.7%は月々P300~600の支払いが可能と答えている。資金源については、65.1%は予算措置、3.1%は寄付、9.4%は他の手段である。

## 6.3 小集落 (Localities) の実態調査

ボツワナには小集落と呼ばれる小集落が 5,660 あり、その全人口は、2001 年人口センサスによれば 28 万人である。小集落は前項の村落社会経済調査の対象から除外されており、センサス等においても人口 500 人以下の実態は公表されていない。グリッド電化の進展により、未電化村落は急減しているが、この小集落は、一部人口の大きな Locality は電化対象となっているものの、大部分は対象から今後も取り残されるものと予想される。

JICA 調査団は小集落の社会経済実態を把握すべく、2 箇所の小集落 (Dipotsana、Southern District および実証プロジェクトを行う、Kudumatse 周辺の小集落) の現地踏査を行い、従来調査した村落との違いを中心に分析した。

Dipotsana には Chief や警察官は存在しないものの、中心地に小学校、Health Post、VDC 等の公共施設を持ち村落と同等な環境である。しかし、これら施設がある中心地を外れると、家畜放牧のための基地としての住居があるだけで、それぞれが非常にまばらに (家々の間隔は 1km も離れている) 分布しているため、集落という風には見えない。PV 電化のニーズは中心地に存在する住居や公共施設にあり、後者にはニーズがないと思われる。

また、Kudumatse の近隣の小集落は、いずれも人口が 150 人以下 (平均家族数 5 人として住居数 30 以下) で、公共施設等の中心地がなく、家畜放牧のための基地としての住居があるのみで、PV 電化のニーズはあるとは考えられない。

以上により、小集落のうち単に Cattle Post や、Land Farm としての機能しか持たない小集落には、PV 電化のニーズは少なく、ある程度以上の規模で集団生活が営まれている小集落にのみニーズがあると考えられる。

## 6.4 実証プロジェクト参加者に対する村落社会経済調査

ボツワナ全国レベルの村落社会の実態調査をするため、初年度に行った10村の村落社会調査に引き続き、Motlhabaneng、Kudumatse、Lorolwanaの3村で行われる実証プロジェクトの参加住民の経済社会実態調査を行った。

### (1) 村落の現金収入分布

10村平均と実証プロジェクトの3村のSHS利用者、BCS利用者の現金収入分布を下記に示す。SHS利用者は3村とも各村落の平均現金収入を大きく上回っている。3村のなかで最も収入が少ないLorolwanaにおいてもSHS利用者の現金収入は10村平均を上回る。一方、BCS利用者（Lorolwanaのみ）はLorolwana平均現金収入を若干上回るも、10村平均を大きく下回る。このことからBCS利用者は低所得者が中心に参画しており、BCSは貧者に対する施設であることがわかる。

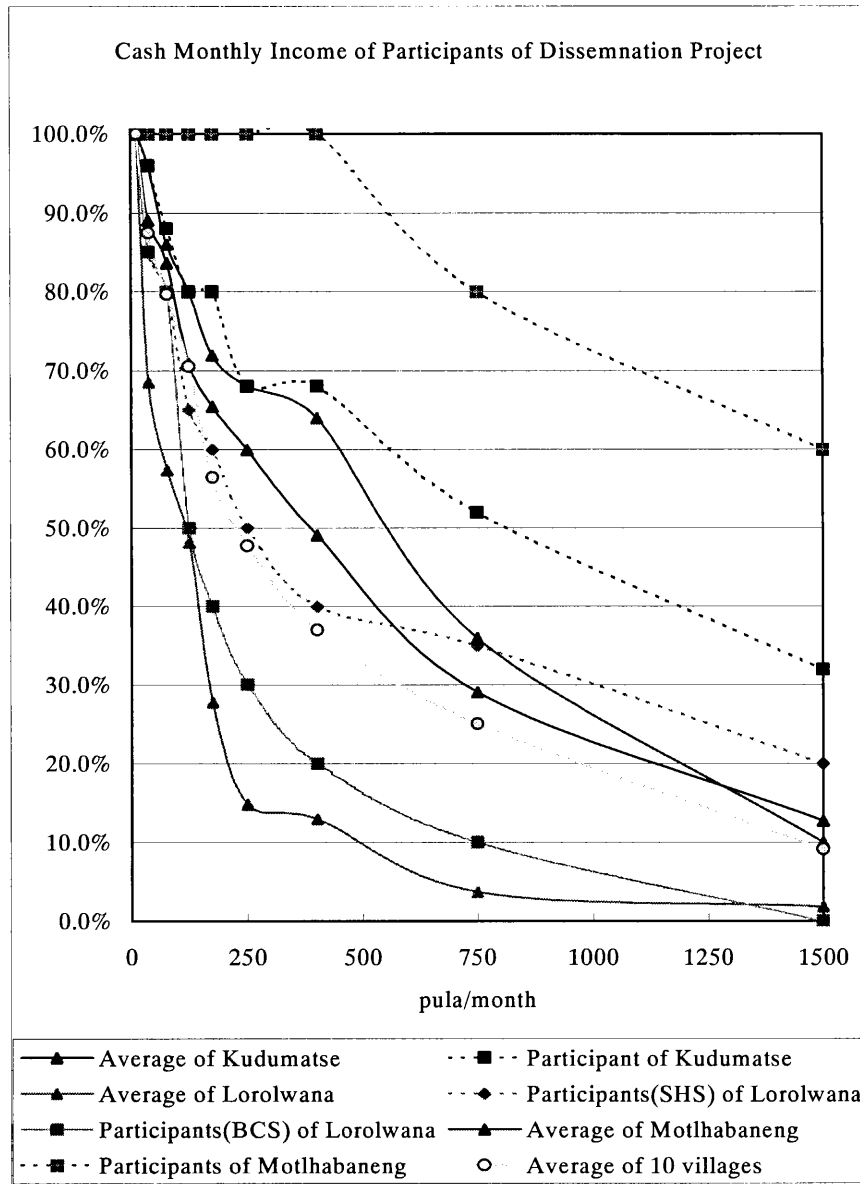


図 6.4-1 実証プロジェクト参加者の現金月収

(2) PVサイズごとの潜在需要量

PV 地方電化計画の PV サイズごとの潜在需要量は村落社会経済調査で求めた分布に基づいていた。実証プロジェクト参加者の PV サイズごとの分布は次の通りであり、特に大きなサイズの分布には両者に隔たりがある。



表 6.4-1 実証 PV サイズごとの潜在需要量

	村落経済 社会調査	Motl.	Kud.	Lorol.	計
50Wp SHS	55.0%	67.6%	75.0%	87.5%	77.1%
100Wp SHS	22.0%	20.6%	17.5%	10.0%	15.8%
150Wp SHS	8.1%	2.9%	5.0%	2.5%	3.5%
200Wp SHS	0.9%	0.0%	2.5%	0.0%	0.9%
250Wp SHS	5.7%	8.8%	0.0%	0.0%	2.6%
350Wp SHS	13.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
計	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

## 6.5 村落における PV システムの需要

### 6.5.1 PV 電化対象世帯の PV システムサイズ

村落社会経済調査を通じて、村民の経済状況、生活状況に応じて種々サイズの PV のニーズがあることが判明した。

なお、6.4 節に既述したように、実証プロジェクト参加者の PV サイズごとの分布は、村落社会調査と異なることが判明した。PV の潜在需要量を求めるに際し、より確実なものとして実証プロジェクトでの実績を採用する。

表 6.5-1 潜在需要予測で使用する PV システム容量と需要割合

PV システムサイズ	JICA 調査団の 設定容量	ユーザーの需要割合(%)*	
		村落社会経済調査 *1	実証プロジェクトでの 実績に基づく設定 *2
2-Light	50Wp	50.0%	77.1%
3-4Light	100Wp	22.0%	15.8%
6 Light + ラジオ	150Wp	8.1%	3.5%
3-4 Light + 白黒テレビ	200Wp	0.9%	0.9%
3-4 Light + カラーテレビ	250Wp	5.7%	2.6%
3-4 Light + 小型冷蔵庫	350Wp	13.3%	0.0%
計		100%	100%
潜在需要世帯当たりの平均 PV サイズ		122 Wp	68 Wp

### 6.5.2 PV 電化対象公共施設

公共施設の PV 需要を検討するにあたり、村落中に一般的に存在する次の公共施設を対象に PV 需要を想定する。このうち、クリニック(または Health Post)、小学校、Kgotla、

VDC は基本的に標準的な村落にはすべて存在するものとし、この4施設に対するPV需要を最小需要、全部の施設のPV需要を最大需要とする。

表 6.5-2 1村あたりの公共施設の最小需要と最大需要

番号	施設名	PVシステムの使用意志 (4 Light + 冷蔵庫 350Wp 相当)	PV 需要 (Wp)
1	クリニック(Health Post)	100%	350
2	小学校	80%	280
3	Kgotla	100%	350
4	VDC	100%	350
5	Police	43%	150
6	獣医事務所	67%	235
7	その他	67%	235
村落あたりの最小需要 (1~4 の合計)			1,330
村落あたりの最大需要 (1~7 の合計)			1,950

注) 上記の%は調査した公共施設のうちPV使用意志が示された割合を示している。

以上の結果から村落あたりの最大需要と最小需要の平均を1村落あたりの公共施設のPV潜在需要とする。

平均需要：PV電化対象村落1村あたり1,650Wp

一方小集落に関しては、人口200人以上の小集落に存在する公共施設には、平均して小学校またはクリニックがあるとし、PVシステムの需要は350Wpと想定する。

結論として、村落および小集落のPV電化対象公共施設の需要は次のように設定する。

表 6.5-3 PV電化対象公共施設のPV需要

区分	Wp
村落	1,650
小集落	350

### 6.5.3 本格プロジェクトで採用する支払い意志・能力カーブ

村落社会調査を通じて、図 6.2-4 に示すように月々の PV システムの支払い能力カーブを求めたが、これを実証プロジェクトを通じて検証し、本格プロジェクトで適用する支払い意志・能力カーブを設定する。

#### (1) 実証プロジェクト参加者の割合

実証プロジェクト参加者数、各村落の世帯数等のデータを表6.5-4に示す。当初、実証プロジェクトに参加するとの意志表示をし、Depositの支払いを済ませ、なおかつPVシステムが取り付けられた世帯は3村落全体で114名であった。しかし、11名の参加者は村での不在、支払能力の欠如等により3ヶ月以上の滞納を続けたため、2002年12月現在で実質の実証プロジェクト参加者は103名であった。

従来は1991年の人口センサスに基づき2001年の人口を推定していたが、2002年4月に2001年の人口センサスが発行されたため、この最新の情報に基づき、村落世帯数を更新した。当該センサスによれば、3村での人口は表6.2-1に示されるように、従来の予想値を越えて大きく伸張した。村落世帯数は1世帯あたり平均家族数が5人と仮定して求めている。

表 6.5-4 実証プロジェクト参加者の割合

		Motl.	Kud.	Lorol.	計		
①	全世帯数(2001年)	255	268	190	713	支払い意志・能力の割合	
②	実証プロジェクト参加者(2002年3月)	34	40	40	114		
③	割合(②/①)	13.3%	14.9%	21.1%	16.0%		
④	PVシステム撤収数(10ヶ月間)	3	2	6	11		
⑤	実証プロジェクト参加者(2002年12月)	31	38	34	103		
⑤-1	50Wp SHS	(21)	(29)	(30)	(80)		14.4%
⑤-2	100Wp SHS	(6)	(7)	(3)	(16)		3.2%
⑤-3	150Wp SHS	(1)	(2)	(1)	(4)		1.0%
⑤-4	200Wp SHS	(0)	(0)	(0)	(0)	0.4%	
⑤-5	250Wp SHS	(3)	(0)	(0)	(3)	0.4%	
⑥	割合(⑤/①)	12.2%	14.2%	17.9%	14.4%		
⑦	BCS参加者数	-	-	34	-		
⑧	割合(⑦/①)	-	-	17.9%	-		

## (2) 実証プロジェクトにおける支払い意志・能力

表6.5-4に示されるデータに基づき、実証プロジェクトにおける村落住民の支払い意志・能力を分析すると下記のようなになる。

月額P40 (50Wp SHSのタリフに相当)	: 14.4%
月額P80 (100Wp SHSのタリフに相当)	: 3.2%
月額P120 (150Wp SHSのタリフに相当)	: 1.0%
月額P160 (200Wp SHSのタリフに相当)	: 0.4%
月額P200 (250Wp SHSのタリフに相当)	: 0.4%

これは、実証プロジェクトに参加した村民の支払い意志・能力が村落住民の平均的な支払い意志・能力を反映しているものと仮定して計算したものである。なお、これをグラフ化したものが図6.5-1の「実証プロジェクト1年目の結果」である。

## (3) 本格プロジェクトにおける支払い意志・能力カーブの設定

村落社会経済調査で検討した、「村落ごとのPV導入までの期間」によると、村落住民全体の65%がPVシステムの導入を希望し、そのうちの約16%の村民が「いますぐ」PVの導入を希望、「あとで／来年」が約33%、「少し考えたい／わからない」が約16%という結果であった。

「いますぐ」は短期的需要、「あとで／来年」は中期的需要、「少し考えたい／わからない」は長期的な需要を示すものとして村落社会経済調査では分析している。

前述の実証プロジェクト参加者の割合の16%ないし、14.4%は村落社会調査の「いますぐ」の回答割合と非常に良く一致している。一方、「あとで／来年」と回答した村民は、もし実証プロジェクトが来年以降も参加者の募集を続けるならば、新規の参加者となると思われる村民群である。しかしながら、実証プロジェクトでは新規の募集が計画されていないことから、これを確認することが不可能である。村落社会経済調査の結果に基づくと、来年以降の2、3年で713世帯の33%、235世帯が実証プロジェクトに参加希望していることになる。しかしながら、実証プロジェクトにて任命した村落のSystem Monitoring AgentによるとMotlhabanengでは約30名、Kudumatseでも約30名、Lorolwanaでは約10名の参加希望者がいるといわれているものの、村落社会経済調査の結果に遠く及ばず、村落社会経済調査の「あとで／来年」の結果は過大である

と考えられる。また、実証プロジェクトを通じて培った調査団の実感からしても、実証プロジェクト参加者数の2倍の村民が今後2、3年にPVシステムを希望し、なおかつ3ヶ月分の預託金を支払い、毎月P40を支払い続けるとは考えにくい。

第7章7.1節に分析しているように、ボツワナにおけるPV電化率は40%としているが、これを裏づける村民の支払い意志・支払い能力は同様40%程度とし、1年目に14%、2年目に16%、3年目以降に10%の村落住民が参加し、計40%に達するものとする。（表6.5-5参照）

以上により、本格プロジェクトで採用する支払い意志・能力カーブを図6.5-1に示す。この図には本格プロジェクトが実施される村落における1年目、2年目、将来の最終的な支払い意志・能力カーブが示されている。また、参考のため、村落社会調査によるカーブも対比されている。

表 6.5-5 支払い意志・能力の年次推移設定

	実証プロジェクト実績	本格プロジェクト	村落社会経済調査	
1年目	14.4% (2003年12月現在)	14%	「いますぐ」	16%
2年目	-	16%	「あとで/来年」	33%
3年目以降	-	10%		
計	-	40%		65%

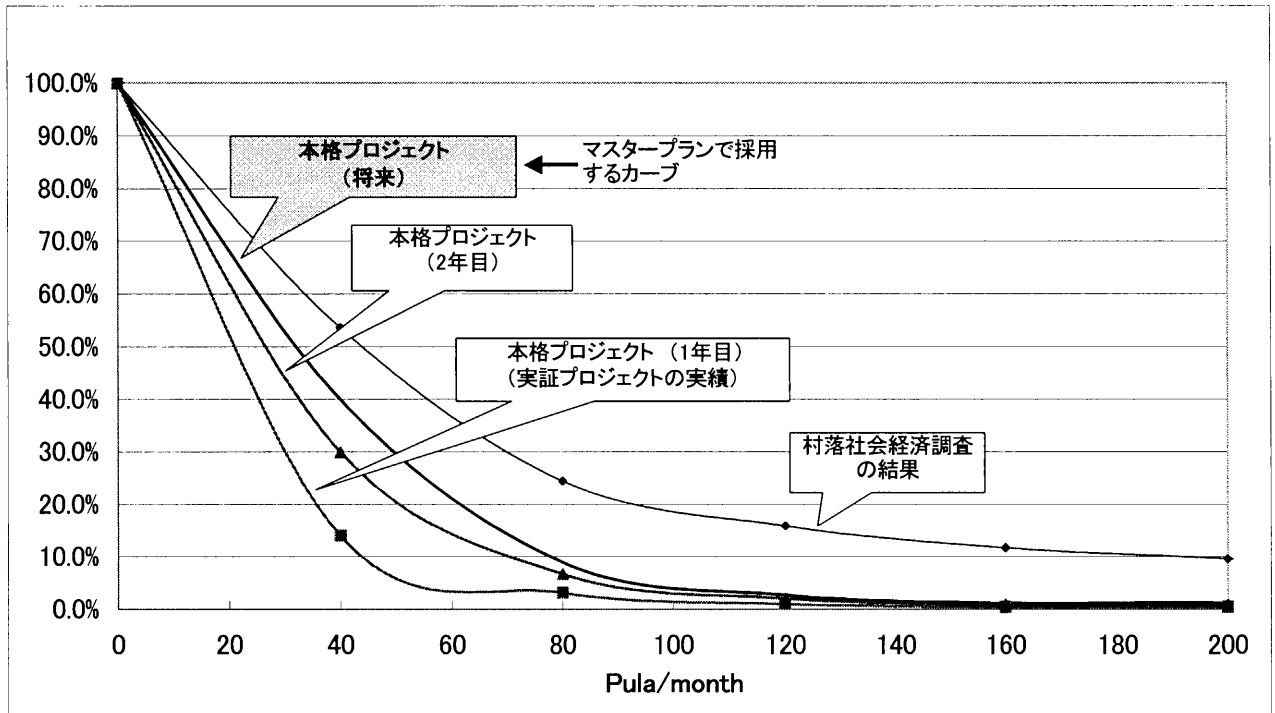


図 6.5-1 本格プロジェクトで採用する支払い意志・能力カーブ

## 第7章 PV電化対象の選定

## 第7章 PV電化対象の選定

### 7.1 PV電化目標と料金ベースの設定

第2章で述べた如く、グリッドが延長された村落における電化率は、今後10年以内で約60%に達すると予測される。この予測および以下に述べる事由を勘案し、マスタープラン期間（2003年から2012年の間）におけるPV電化率目標（対象村落世帯の何%をPV電化するか）を40%以上と設定する。その場合の基本料金ベースは、50Wpのシステム需要家に対しP40/mとする。その根拠は以下のとおりである。

- 1) グリッド電化の電化率達成見通しは、第2章2.2.4節で述べているように、今後10年間で60%に達すると予想される。
- 2) 一方PV電化の場合は、
  - a. 本章で後述する如くPV電化によってもたらされるサービスは、グリッド電化に比し使用上の制限を受ける。
  - b. PV電化対象地域は、グリッド電化が困難な、より僻地の貧困地域であることにより対象世帯の支払能力がより低いと想定される。
  - c. 本章、第9章および第13章で後述する如く、PV電化の場合想定する料金体系は、グリッド電化のBPC既存料金体系と比し、実施事業者の持続的運営を可能とすることを主眼として、コスト回収に重点を置いている。このため、需要家の料金負担は、より重いものとなっている。
  - d. SHS料金ベースは、第6章で述べた村落社会経済調査で得られた村落世帯の現状の光熱費および電気機器動力用に支出している月額（P30～50/m）およびBPCの需要家が接続料、電気料金として支払っていると推定される月額約P50/mと同等程度以下の料金に設定することが必要であり、P40/mと設定する。この場合、最大支払可能月払料金額曲線（図6.2-4）よりP40/mの支払額の場合は、電化率は55%となるが、6.5.3節で詳述するように、実証プロジェクトの参加者募集、料金徴収の実績より判断して、楽観的すぎるデータと判断され最も確からしい最大支払可能月払料金額曲線として図6.5-1を適用して40%と推定する。

以上の状況を勘案すれば、PVによる対象村落における電化目標は、グリッド電化より低く設定せざるを得ない。実証プロジェクトの結果を考慮し、PVによる電化目標を40%と設定する。



しかし第3章で述べた PV 地方電化の目標に鑑み、貧しい世帯にも電気を供給する手段として、バッテリーチャージステーション方式 (BCS) を一定規模の村落において採用して、より支払可能な料金設定をすることにより、更なる電化率向上を図ることとする。PV による 40%以上の電化率達成は、2010 年までに 100%電化を目標とする南アフリカや、既に電化の進んだ北アフリカ諸国を除けば、近隣諸国を凌駕するものとなる。

## 7.2 地方電化の最小コスト選択

### 7.2.1 村落世帯の電力消費量

ボツワナの場合、第4章で述べた村落社会経済調査の場合の世帯平均需要容量は 122Wp (14.6kWh/m) であり、実証プロジェクトの参加世帯平均は 68Wp (8.2kWh/m) と、上述の予測と比し低い。

この理由としては、既にグリッド電化が主要村落に及んでおり、大部分は人口 1,000 人以下、即ち世帯数 200 以下の村落であり、その様な村落では世帯の所得レベルも低く、小産業もほとんど無いことによる。従って公共施設用需要を含めても 200Wp (24kWh/m) 以下と想定される。以下のコスト比較を、世帯平均需要容量を最大 200Wp として行う。

### 7.2.2 SHS とグリッド電化のコスト優劣分岐点

世帯当たり平均電力消費レベル 100Wp (12.2kWh/m)、200Wp (24.3kWh/m) および 400Wp (48.7kWh/m) とした場合、各村落規模ごとに PV 電化とグリッド電化のコストを求めて両者のコストが等しくなるグリッド延長距離を計算した。

SHS スキームで 200Wp (24.3kWh/m) の世帯当たり電力消費の場合には、50 世帯の実際の接続がある村では、グリッドからの距離が 13.7km、また 200 世帯の村では 53.5km が両者のコストが分岐する分岐点となる。分岐点より遠い村落においては、SHS が有利となる。

ボツワナの未電化村落、小集落は、大部分が 200 世帯 (人口 1,000 人) 以下であり、更に実際の電気への接続は全世帯数の 60%までと見られる。世帯別平均消費量は 20kWh/m 以下である。従って図 7.2-1 の 200Wp における優劣分岐点曲線より、グリッドまでの距離が優劣分岐点よりも遠い村落、小集落は PV 電化の候補である。

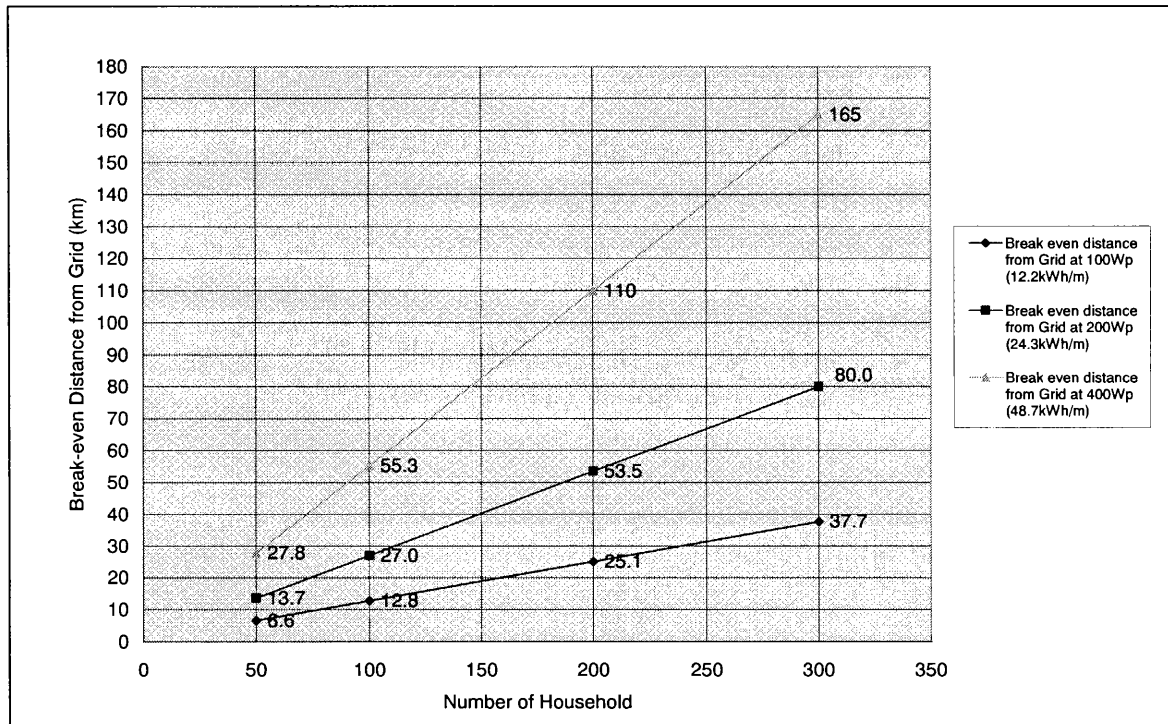


図 7.2-1 グリッド電化と SHS 電化のコスト分岐距離（既設グリッドより）

### 7.2.3 SHS とグリッド電化のコスト回収比較

2001 年に完工した BPC の 72 村落グリッド延長プロジェクトの実績データを用いて、PV 電化の場合とグリッド電化の場合のコスト回収を比較した。

仮説：

- 1) 72 村落（予想人口 109,577）は 21,915 世帯を有し、その 60%である 13,149 世帯がグリッド電化または PV システムにより電化されると仮定する。
- 2) 電力消費量は、SHS の場合 100Wp と 200Wp の場合を想定した。一方グリッド電化の場合は、各世帯の消費量はそれより多いと予想される。そこで 100Wp 相当（12.2kWh/m）、20kWh/m、50kWh/m および 100kWh/m についてケーススタディを行った。
- 3) 投資額および 20 年間の運営保全費が年率 15%で割引かれて正味現在価値（NPV）を求めた。次にグリッド接続の場合の増分コスト（P/kWh）および SHS のコスト（P/kWh）を算出した。

算出された収入割引現在価格（NPV）をもとに上述の全コストの回収率を算出した。これにより次のことが明らかとなる。

- a) グリッド延長および接続の単位電力量あたりコストは、電力消費量に影響を受ける。もしグリッド接続率 60%が達成されたとしても、月平均の電力消費量 12.2kWh~100kWh のコストは P2.2 から P17.2/kWh の範囲であり、BPC の現行料金 P0.2523/kWh に比し 10~70 倍のコストを要する。
- かくして現状の料金体系のもとでは、20kWh/m の世帯当たりの負荷の場合は、電気料金から回収できるコストは、コネクションコストを除いた全コストのわずか 2.7%にすぎない。世帯当たり 100kWh/m の場合でも回収率は 13.3%となる。グリッド接続コスト（配電網設置コスト）は、RCS により全て回収される。従ってコネクションコストを含めた回収率は 18.2 から 27.9%となる。
- b) SHS システムの場合は、kWh 当たりのコストは P14.7 から P15.7/kWh であるが、料金システムとして 50Wp-P40/month が徴収されたとすると、コスト回収率は SHS 100Wp の場合 41.8%、SHS 200Wp の場合で 44.8%である。

上述の分析は、グリッド延長による地方電化は、ほとんど採算性が得られないことを示す。これはボツワナの低い人口密度からくる低い需要、産業の不在、支配的な低所得世帯に起因している。グリッド接続は今後 72 村落より更に悪い条件の未電化村落へ拡張されるのであるから、グリッド延長が政府補助金を受けつつ継続されるのか、または戦略的転換を PV 地方電化に求めるか討議し決断すべき時期である。

#### 7.2.4 SHS と PV ミニグリッド電化のコスト比較

同様のコスト比較が SHS と PV ミニグリッドにつきなされた。この結果 PV ミニグリッドシステムは、高密度の人口と消費レベルが高い場合にのみ実現性があることを示している。コスト以外の要因として、ミニグリッドの隔絶した村落でのメンテナンスの困難性があげられる。同様のことがディーゼルミニグリッドシステムについても当てはまる。

#### 7.2.5 最少コスト選択

上述の検討により、ボツワナの既存グリッドより、図 7.2-1 に示す消費レベル 200Wp におけるコスト分岐距離以上離れた未電化村落の電化には、SHS により電化を行うことが最少コスト選択である。

### 7.3 PV 地方電化の村落選定基準

PV 電化の地域選定基準は次の通りとする。

- 1) 実質的な負荷の増大の見込みが存在しない地域で、平均的世帯の負荷が 24.3kWh/m 以下の地域であり、グリッドから図 7.2-1 で示されるコスト分岐距離以上離れている。
- 2) 住民のサービス料金に対する支払意志が高い（全村落の 40%以上）。
- 3) 設置される PV システムの運営やメンテナンスのために村の自治組織の積極的意欲がある。
- 4) 住民をエンパワー（活性化）する為の、その地域の開発計画が進展している。  
目標とする地域における NDP9、居住政策およびその他の開発計画を注意深く考慮に入れるべきである。大きな負荷の増加が見込まれる地域や居住政策により村落が、近々消滅してしまう様な地域は、PV 電化の対象地域とすることを再検討すべきである。第 5 章で提言した NECC がこれら様々な開発計画を調整する。
- 5) 住民や村の指導者の生活水準を向上させようとする意欲が高い。

### 7.4 PV 電化対象地域の優先順位

#### 7.4.1 PV 電化対象村落の選定

7.3 節の地域選定基準に基づき、具体的に対象村落を選定する。

具体的に PV 電化対象村落・小集落とその優先順位を検討するため次のステップをとる。

#### (1) 第一次選別（グリッド電化と PV 電化の選別および小規模小集落の除外）

未電化村落／小集落でグリッド電化すべき村落／小集落を選別し PV 電化対象から外し、さらに PV 電化が規模が小さすぎて運営が困難と思われる小集落を除外する。

- 1) 現時点でグリッド電化対象の村落・小集落は PV 電化対象としない。  
すでにグリッド電化済み、および 2009 年までの電化計画のある村落／小集落は PV 電化対象から外す。
- 2) 1 世帯あたりの PV 平均電力需要を最大 200Wp、電化率を 40%と仮定し、図 7.2-1 で示されるコスト分岐距離（既存グリッド）より遠い村落・小集落のみを PV 電化対象とする。

### 3) 小集落の選別

人口 200 人以上の小集落を PV 電化の対象とする。

尚、人口 200 人未満の小集落を PV 電化対象としない理由は次の通りである。

- － 6.3 節にて記述したように、200 人以下の小集落では、公共施設等の中心地がなく、単に Cattle Post や Land Farm の機能しか持たず、PV 電化を推進していく自治組織が存在するところが少ないと予想される。
- － 人口 200 人の小集落で公共施設等の中心地があり、PV 電化のニーズがある場合でも平均世帯数は 40（但し、1 世帯あたりの家族数を 5 人とする）であるため、PV 電化率が 40%としても、対象世帯数はわずか 16 世帯となり、本マスタープランで提案している村落内の運営組織の確立と安定した運営が困難と考えられる。
- － 表 6.1-5 に示されるように人口 200 人以下の小集落の人口は、1991 年から 2001 年の 10 年間で 25%減少し、このような傾向は今後も続くものと思われる。人口の小さな小集落の PV 電化は、優先順位が低いいためマスタープラン期間の後半に行われるが、その時点ではさらに人口の減少が予想される。

## (2) 第二次選別（PV 電化対象村落・小集落に対する電化優先順位決定）

7.3 節で述べた PV 電化地域選定基準により優先順位を定めるには、個々の村落／小集落における状況を調査し、最終決定を行うべきであるが、ここでは上述選定基準項目を、対応すると思われる指標に置き換え、数値化することにより、全対象村落／小集落を数値格付することにより、第二次選別を行う。

数値化指標としては、

#### 1) 人口の大小（2001 年の人口をベースとする）

事業運営に重要な PV の需要度・需要規模は人口に比例すると考えられる。またメンテナンス等の運営に重要な自治組織も人口に比例して具備していると考えられる。

#### 2) 人口増加率（1991 年と 2001 年の間の人口増加率）

これは村落／小集落の活性度の指標であり、需要増大の可能性、自治組織の具備、住民意欲に比例するものと考えられる。

#### 3) インフラストラクチャーの数

これは村落／小集落の自治組織、活性度の指標と考えられる。

表 7.4-1 優先順位のパラメータ

	満点スコア	クライテリア	割り当てスコア
人口	60	人口 1000 人以上	60
		人口 700 人～999 人	50
		人口 500 人～699 人	40
		人口 300 人～499 人	30
		人口 200 人～299 人	20
		人口 100 人～199 人	10
		人口 0 人～99 人	5
人口増加率	30	50%以上	30
		30%～49%	20
		10%～29%	10
		0%～9%	0
		-20～0%	-5
		-20%未満	-10
インフラ	10	VDC・学校・クリニック等の存在(村落)	10
		VDC・学校・クリニック等の存在なし(小集落)	0
計	100		

(3) 結果

上記のクライテリアに従い、数値化した結果を下記に示す。

表 7.4-2 村落／小集落の数（スコア別）

スコア	村落		小集落		合計		PV 電化年度
		累計		累計		累計	
90 点以上	11	11	0	0	11	11	PV 電化対象
80～90	15	26	1	1	16	27	
70～80	29	55	7	8	36	63	
60～70	15	70	22	30	37	100	
50～60	23	93	37	67	60	160	
40～50	19	112	20	87	39	199	
30～40	12	124	24	111	36	235	
20～30	14	138	24	135	38	273	
10～20	7	145	35	170	42	315	
0～10	3	148	102	272	105	420	
0 未満	0	148	77	349	77	497	
合計	148		349		497		

この中でスコア 10 点以上を PV 電化対象とすると、

村落 : 145 (人口 61,767 人)

小集落 : 170 (人口 60,666 人)

合計 : 315 (人口 122,433 人)

が PV 電化対象となる。

## 7.5 10 年間にわたる PV 電化計画

PV 対象村落・小集落を 10 年間に亘って PV 電化するとした場合の計画は次の考えに沿って行うものとする。

- \* ボツワナを下記のとおり 6 ゾーンに分け、それぞれのゾーンで毎年一定の村落・小集落の PV 電化を着手する。これは PV 設置村落が特定のゾーンに集中することを避け、毎年一定の規模の PV 電化がどのゾーンでも行えるようにすること、および、毎年、各ゾーンごとに PV 設置業者に対する入札を行うことを目的とする。
- \* 毎年各ゾーンごとの PV 電化村落・小集落は前述のスコアの高い順に行う。  
下記に各ゾーンおよび年度ごとの PV 電化村落・小集落数を示す。

表 7.5-1 PV 電化区と村落・小集落数

PV 電化年		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合計
Zone 1	Ngwaketse	4	3	2	5	1	1	3	6	3	3	31
	Barolong	2	2	3	1	2	6	2	1	4	4	27
	Ngwaketse West	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	3
	South East	0	0	1	0	2	0	1	0	0	0	4
Zone 2	Kweneng East	0	1	3	2	5	2	3	3	4	3	26
	Kweneng West	5	3	2	2	0	1	2	1	1	1	18
	Kgatleng	0	1	0	1	0	2	0	1	0	1	6
Zone 3	North East	0	1	4	1	2	2	0	0	0	1	11
	Serowe/Palapye	2	3	1	3	2	2	2	4	4	1	24
	Bobonong	3	1	0	1	1	1	3	1	1	3	15
Zone 4	Mahalapye	1	2	3	2	3	0	1	0	1	2	15
	Boteti	0	0	2	0	0	0	1	1	0	2	6
	Tutume	5	4	1	4	3	6	4	5	5	3	40
Zone 5	Ngamiland East	0	3	5	3	3	4	3	1	3	3	28
	Ngamiland West	6	3	2	3	2	3	3	5	4	3	34
	Chobe	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
	Delta	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	4
Zone 6	Ghanzi	1	0	1	0	2	1	2	1	0	1	9
	Kgalagadi South	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	5
	Kgalagadi North	0	2	0	2	0	1	0	0	1	1	7
Total		30	30	31	31	31	32	32	32	32	34	315

(1) PV 電化方式

7.1 節で触れたバッテリーチャージステーション (BCS) については、第 8 章および第 13 章で詳細を示すが、BCS を導入することによりより多くの人々が PV 電化の恩恵を受け、結果として、ボツワナ全体の電化率の向上に貢献するということを図る。そのため 500 人以上の人口を有する村落・小集落には BCS を併用する。それ以下の村落・小集落では BCS 導入の煩雑さ、コスト高というデメリットが大きくなり、SHS の据付のみとする。

人口 500 人以上の村落・小集落については SHS と BCS の併用を行うと、対象村落・小集落は次のようになる。

村落 : 43 ヶ所 人口合計 30,507 人



小集落 : 19ヶ所 人口合計 16,449 人  
 合計 : 62ヶ所 人口合計 46,956 人

SHS の電化率を全世帯の 40%、BCS を設置する村落・小集落の BCS 利用者を全世帯の 20%と仮定すると、10 年間の PV 設置計画は次のようになる。

表 7.5-2 10 年間の PV 設置計画

PV 電化年		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合計
SHS	2001 年世帯数	5,776	3,423	2,872	2,459	2,268	2,552	2,129	2,219	1,944	1,688	27,330
	人口増加率	1.069	1.093	1.118	1.143	1.169	1.195	1.222	1.25	1.278	1.307	
	PV 設置年の世帯数	6,176	3,743	3,211	2,811	2,651	3,051	2,603	2,774	2,485	2,206	31,711
	PV 設置世帯数	2,470	1,497	1,284	1,124	1,060	1,220	1,041	1,110	994	882	12,682
BCS	対象村落・小集落数	25	15	6	7	0	4	3	2	0	0	62
	2001 年人口	21,404	11,950	3,681	4,152	0	2,508	1,896	1,365	0	0	46,956
	2001 年世帯数	4,778	2,667	822	927	0	560	423	305	0	0	10,482
	人口増加率	1.069	1.093	1.118	1.143	1.169	1.195	1.222	1.25	1.278	1.307	
	PV 設置年の世帯数	5,109	2,916	919	1,060	0	669	517	381	0	0	11,571
	PV 設置世帯数	1,022	583	184	212	0	134	103	76	0	0	2,314

PV サイズに関しては第 6 章で記述されるように、村落社会調査においては 1 世帯あたり平均 122Wp の需要予測がなされ、一方、実証プロジェクトでは平均 68Wp の実需要があった。10 年間のマスタープランではより確実な実証プロジェクトの結果を採用する。

また、公共施設では第 6 章のとおり、村落では 1 村あたり 1650Wp、小集落では 1 小集落あたり 350Wp の需要を設定する。

PV 設置を行う村落、小集落における設置は次のとおり想定する。

1 年目は想定需要家数の : 35%  
 2 年目 : 40%  
 3 年目 : 25%

SHS および BCS の電化率を対象村落／小集落の全世帯数の 40%および 20%とした場合の各年に設置される SHS、公共施設向け PV、BCS の容量を図 7.5-1 に示す。PV 設置全容量は 1,200kWp となる。

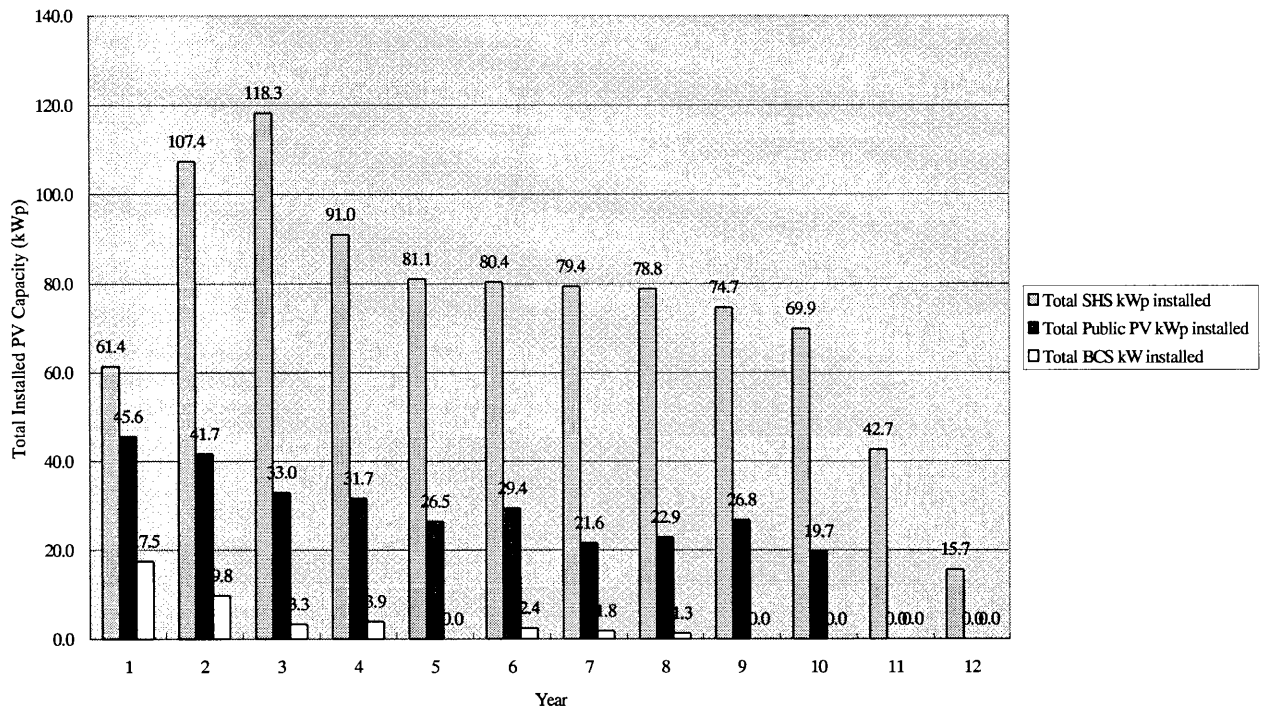


図 7.5-1 設置容量 (SHS, Public, BCS)

## 7.6 総合電化率

グリッド電化およびPV電化を実施した結果、2012年における全村落／小集落世帯(City、Town、Urban Villageを除く)に対する総合電化率は、表 7.6-1 に示すとおり、グリッド電化率 60%、PV電化率 (SHS/BCS ; 40/20%) とした場合、49.6%となる。仮にグリッド電化率が 50%に止まったと仮定した場合は 42.0%となる。

表 7.6-1 グリッド地方電化およびPV地方電化による総合電化率

年	Census 2001	2,012
村落		
数	462	462
人口	1,023,878	1,279,848
世帯数	228,544	285,680
小集落		
数	5,660	5,660
人口	281,208	351,510
世帯数	62,770	78,463
村落人口+小集落人口合計	1,305,086	1,631,358
村落世帯数+小集落世帯数合計	291,314	364,143
2009年までに既グリッド電化又は計画がある村落/小集落		
数	290	290
人口	939,721	1,174,651
世帯数	209,759	262,199
グリッド電化が有利な村落/小集落		
数	59	59
人口	49,575	61,969
世帯数	11,066	13,832
グリッド電化すべき全村落/小集落		
数	349	349
人口	989,296	1,236,620
世帯数	220,825	276,031
SHS/BCSで電化すべき村落/小集落		
数	315	315
人口	122,433	153,041
世帯数	27,328	31,711
総合電化率(グリッド電化率60%の場合)		
グリッド接続全世帯数		165,619
SHS/BCS全電化世帯数:電化率SHS/BCS=40/20%		14,996
全電化世帯数		180,615
総電化率		49.6%
総合電化率(グリッド電化率50%の場合)		
グリッド接続全世帯数		138,016
SHS/BCS全電化世帯数:電化率SHS/BCS=40/20%		14,996
全電化世帯数		153,012
総電化率		42.0%
グリッドまたはPV電化が供される村落/小集落の総世帯比率		
グリッドまたはPV電化が供される村落/小集落の総世帯数		307,742
全国村落/小集落の総世帯に対する比率		84.5%

## 第 8 章 PV システム設計と環境対策

## 第8章 PVシステム設計と環境対策

### 8.1 PV 地方電化計画における適用技術

#### (1) PV 利用形態について

- ① 村落世帯の PV 電化は、第7章の検討結果より戸別ソーラーシステム（SHS）を採用する。
- ② 村落中心部に位置する、自治組織、警察署及び集会場を対象に、集中型 PV システムを採用する。  
無電化の学校、診療所を対象に、同じく集中型 PV システムを採用する。
- ③ バッテリーチャージステーション（BCS）を設置する。  
支払能力が低く、SHS を利用できない需要家に対して、バッテリーを貸与し、リチャージを行う BCS を設置するシステムを採用する。

#### (2) システムの設計

##### 1) サイジング

システム設計の方針は、需要家別の支払い能力と需要の程度（需要家の要望）を反映したシステム設計とする。具体的には以下の通りである。

- ① 戸別ソーラーシステム（SHS）の出力（Wp）は、需要家の要望に応じ標準サイズ 50Wp パネルを増設する方式で対応する。  
150Wp 未満は 12V-DC、150Wp 以上は 240V-AC システムとし、将来のグリッド接続に対し配慮する。
- ② 集中型 PV システムの規模（発電設備の容量）：公共設備に設置する、集中型 PV システム（CPS）の設備容量は同様に需要に応じフレキシブルな設計とする。  
集中型 PV システムには、村落中心部の街路照明、診療所・学校の給水ポンプ施設を付帯できるよう、設計する。
- ③ バッテリーチャージステーション（BCS）の設備容量は、需要の程度（需要家の要望）に応じて設置する。

- 2) メンテナンスに係る作業の簡素化や、需要家の操作ミスによる故障の回避が可能となるような、システム設計上の工夫をする。

戸別ソーラーシステム（SHS）：

- \* バッテリー及びボックス、バッテリーチャージコントローラー及び配電盤（コンセント、スイッチ）が一体化（ワンボックス）したシステムを設計する。

- 3) プリペイドカードシステム

料金徴収を確実に、また容易に行うため、プリペイドカードシステムの採用を推奨する。上述のワンボックス化システムに組み込むことが推奨される。

## 8.2 環境保全および保健衛生

### 8.2.1 SHS の環境上の利点

PV は灯油や乾電池より環境上優れているばかりでなく、他の電力供給の選択肢より優れている。PV モジュールは一般的に地球温暖化ガス、地域的な大気汚染や酸性雨発生ガス、水質汚濁または騒音を排出すること無しに電気を発生する。

PV システムは送配電線を必要としないので、保護森林地域や緩衝地域における PV の利用は特にエコシステムの保護に有効である。

送配電線が森林地域に建設される場合、エコシステム内の種の多様性を変化させ、エコシステムの崩壊を起こさせる。更に送配電線建設とメンテナンス活動は環境破壊の原因となりうる。

ボツワナの村落におけるエネルギー消費の実態調査報告（“Urban and rural energy in Botswana: needs and requirement”, EAD, July 2001）に基づき、照明用として世帯当たり消費しているパラフィン量を 50Wp の SHS で代替するとして算出すると、50Wp 当たり年間 193kg の CO<sub>2</sub> 排出を削減することができる。第 13 章の事業計画モデルによる PV 全設置容量から年間 4,780 トンの CO<sub>2</sub> の発生を削減できる。

### 8.2.2 負の環境影響

SHS 普及による負の環境影響は、鉛-酸バッテリーの不適切な投棄によってもたらされる。鉛-酸バッテリーのリサイクルがこれを防止する最善の方法である。SHS が広く使用されるようになると、良く管理運営されたバッテリーリサイクルプログラムが重要となる。

鉛は危険物質として分類される物質リストのトップに載せられるべきものであり、係る危険物質の使用、輸送、貯蔵を通して生ずる害から環境を保護することを法律により厳しく規制すべきである。

## 第9章 PV電化の運営管理



## 第9章 PV電化の運営管理

### 9.1 PV電化サービス提供方式

PV電化方式について、次の二つの方式がある。

#### (1) PVシステムの直接販売またはマイクロクレジットアレンジメント

PVディーラーやディベロッパーが直接販売を行い、政府、ドナーおよびNGO等の関与のもとに、PVのマイクロクレジット、リースまたは直接セールsprogramを確立する方式である。

ボツワナでは、NPV-REPにおいて、政府が無担保優遇ローンを提供しているが、頭金15%、4年間均等支払利率14%の条件は、潜在需要家にとって依然として支払困難であり、普及が進んでいない。これを頭金の割合を下げ、支払期間を延長して、最近急激に接続が増加しているグリッド電化に対するRCSの支払条件に近づけることにより、PV電化を促進することも考えられる。しかしこの場合は、需要家は自らがシステムのメンテナンスを行うか、システム提供者またはメンテナンス会社と別途メンテナンス契約を締結し、サービス料を支払う必要がある。需要家のPVシステムに対する意識が高いことが必要であり、さもなければ設備は放置され、支払も滞る結果となる。ボツワナの場合は、人口稀薄な遠隔地に対象村落があるので、メンテナンス会社の採算性は低く、十分なサービスが提供されることを期しがたい状況にあると言える。

#### (2) ESCO方式

公社、民間電力事業者、地方電気組合等の機関が、電気を供給する免許を許与され設備投資を行い、顧客に電気を供給するとともに、メンテナンス等各種のサービスを提供する方式である。

人口稀薄、低い技能レベル、地方コミュニティの遠隔性を克服する為に、最も成功している組織制度アプローチは、個々の需要家にハードウェアの販売を行う方式より、公共事業者によるPVベースの電気をFee-for-serviceベースで供給する方式である。このFee-for-serviceベースのアプローチでは、公共事業者自身が顧客の敷地に

設置された SHS を保有し、維持していく必要がある。この場合 PV システムの耐用年数（20 年）にわたり、投資回収を均すことが可能となるので、需要家の負担を軽減することが可能である。

また、この方式の場合は、SHS は事業体の所有財産であり、需要家の債務不履行の場合、設置された SHS を撤去し他の顧客に流用したり、グリッドが村落に延長され、需要家が電源の切替を希望した場合も、機材のメンテナンスが十分行われ、性能が保証されれば、移設は事業体の責任にて実施可能であるという利点がある。

### (3) 推奨する方式

(1)および(2)により、ボツワナ PV 地方電化方式としては、ESCO 方式を推奨する。

## 9.2 実施事業体の組織体制

### 9.2.1 PV プロジェクト運営システムの確立と責任分掌

PV 地方電化事業の事業運営システムとしては、以下の様な運営システムが推奨される。

#### (1) プロジェクトの基本的な進め方

現行の NPV-REP では、最小限世帯のグループ申込を奨励しているが、そのグループ規模は小さく、全国に少数顧客が散在する形となっており、非効率、技術サービス不足の原因となっている。本 PV マスタープランでは、村落単位で計画的に逐次進めていくことを推奨する。従って設置希望者募集、設置工事、メンテナンス、料金徴収等を村単位でまとめて実施することにより全ての面での効率向上を図る事ができる。

#### (2) 実施事業体の本社の組織と役割

PV 地方電化マスタープランは長期間で実施されるので、永久的組織（仮に PV-RE 部と呼ぶ）を明確な権限と責任を付して設置すべきである。PV システム設置、会計やその他の専門的業務は、実施事業体の関連部により処理される（マトリックス組織体制）。一方 PV-RE 部はコスト管理に責任を持つ。更に PV-RE 部は、料金、プロジェクト管理メンテナンスサービス、地方事務所の指揮、その他直接プロジェクト

関連する事項に責任を持つ。PV 地方電化事業の会計は、厳格に他の事業と区別され管理されなければならない。

### (3) 地方の体制と役割

実施事業体の地方事務所や倉庫は、地方サービス基地として使用され、通常フルタイム勤務者を保有する。PV 地方電化の実施に当たっての基本的な考え方は、できるだけ多くの業務と責任は地方事務所に委譲し、運営コストは最小限とし、顧客との密接な接触を保持し、顧客のニーズに対し速やかな行動をとれる様にするこゝである。

### (4) 村落の組織体制と役割

遠隔地の村落電化を進めるには、高いレベルのコミュニティの参加が必要である。コミュニティの参加は、オーナーシップ（所有者たる意識）を創出し、そのオーナーシップ意識はプロジェクトを成功に導く。

各村落に Village Advisory Committee (VAC) が、村落の有志者により設立されることが推奨される。VAC はプロジェクト参加者募集、顧客との契約締結、前払金の徴収、PV システムの設置等において実施事業体を支援する。

毎月のサービス料金の徴収には、実施事業体は販売代理店にプリペイドカードの販売を請け負わせる。販売代理店の大部分は村の雑貨店で、実施事業体は売上の一定パーセントの手数料を払う。従って、村における顧客拡大のインセンティブが与えられている。PV システムの第一線メンテナンスについては、実施事業体は、設置された PV システムをモニターし、第一線メンテナンスを実施する村人とエージェント契約を締結する。その第一線メンテナンス員は複雑な修理やメンテナンス業務はできないが、顧客の苦情を集め、正しい運転方法を教え、もしトラブルが解決できなければ実施事業体の地方事務所に連絡する。彼は PV システムが悪用されていないかどうか監視する。これらの組織体制と責任分掌は、今後 PV 電化される全ての村落に複製されていくべきである。

### (5) 民間企業の参画とその役割

ボツワナにおいては、政府機関および公社の人員を削減することが必須とされている。この理由により実施事業体の業務を代替できるサービスに対して、民間企業

を起用することは有益である。しかし第5章で述べた如く、ボツワナのPV民間産業は未だ発展途上にあり、企業の信用性も低いレベルにある。従って実施事業体の地方事務所の役割のある部分を、第7章で提案している各ゾーンでPVシステムの調達設置を請け負ったコントラクターに委託することを推奨する。委託できる業務としては、設備のメンテナンス、料金徴収（Sales Agent や System Monitor との契約締結を含む）、予備品管理等である。

### 9.3 実施事業体の顧客に対する提供サービスの内容と料金体系

#### 9.3.1 実施事業体の提供サービスの内容

- (1) PV システム利用権の許与
- (2) 設置されたシステムのモニタリング、メンテナンスの提供
- (3) 料金徴収・契約更改サービス
- (4) 設備の撤去
- (5) 室内配線電気機器機材の周旋

#### 9.3.2 料金システム

##### (1) 月払サービス料金

需要家は、実施事業体に対し、PV システムによる電気使用料および設備のメンテナンス等のサービスに対し、設置 PV パネル容量に応じた定額月払サービス料金を支払う(表 9.3-1 参照)。

##### (2) 預託金

需要家は、需要家自身の債務不履行、自身の責による設備の損傷等に対する保証金として、上述(1)の月払サービス料金の3ヶ月分を実施事業体に預託する。預託金はサービスを中止した時には、無利息で償還される(表 9.3-1 参照)。

表 9.3-1 PV サービス料金

システム種別	容量	月額 (P/月)	預託金 (P)	
一般家庭用				
Solar Home System	Class 50	50Wp	40	120
	Class 100	50Wp×2 sets (100Wp)	80	240
	Class 150	50Wp×3 sets (150Wp)	120	360
	Class 200	50Wp×4 sets (200Wp)	160	480
	Class 250	50Wp×5 sets (250Wp)	200	600
Battery Charge System		Battery 30Ah	定額：P5 充電毎：P1	—
公共施設用				
	Class 500	50Wp×10sets (500Wp)	600	1800
	Class 1000	50Wp×20sets (1000Wp)	1200	3600

注 1) 預託金は3ヶ月分の料金とし、

参加者が毎月の料金を滞納したときに充当

参加者の責による機器の損傷費用に充当

これらの費用を差し引いた残金は解約時に参加者に返済（ただし利息はつけない）

注 2) BCS：SHS に対する支払い能力が無い家庭には、バッテリーが支給される。上表の BCS が村落に設置され、常に充電済みの予備バッテリーが用意される。受益者は月額 P5 を支払う他、バッテリーの電気を使い果たしたときは1回あたり P1 で充電済みのバッテリーと交換することができる。

## 9.4 PV システム販売設置業者との契約

### 9.4.1 契約の範囲、期間

各 District ごとまたは更に大きな地域ごとに、競争入札により業者選定を行い、PV システム機材供給、設置の請負契約を締結すべきである。業者は、契約地域の需要家の教育、メンテナンス、機材供給等を長期間に亘り請け負うことを前提すべきである。そのため現地事務所、サービス体制を備えるために、細分化された地域、短期間の契約は不適である。