

## 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、実施事業体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6.2-11）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

SHS によってもたらされるサービスは、グリッドによりもたらされるものより、より制限されている。それは SHS が本質的には照明と、あと二、三の低ロードの使用、例えばカセットプレーヤーや夕方数時間使用される TV 等に制限されることにある。

しかし、需要家密度が極めて高い場合でなければ、その様な低い負荷しか存在しない村落に対して長いグリッド延長を行うことは、経済的にも技術的にも正当化することは困難である。需要密度が低い所にグリッドを延長する場合、電力コストは、その地域で受け入れられる料金で回収できるものをはるかに超えるものとなり、経済的に正当化することができない。同じ議論がディーゼル発電機により供給される孤立グリッドの場合にも当てはまる。

しかし、負荷の実質的な成長が本当に見込みがある場合は、グリッド接続は技術的には電力供給の理想的な方法である。一旦、主供給ラインが設置されると、接続できる需要家の数や、システム負荷に、ほとんど制限がない。従って、家庭、商業、小産業の電力消費の実質的な成長をわずかな追加コストで可能とする。従って経済的に正当化できる場合には、グリッドは第一番の選択肢であり、PV はほとんど競合できない。

このように、二つの選択肢は、お互いに両立できないほど十分に異なっている。

以上より PV 電化対象の選定には、村落がグリッドからどれだけ離れているかの他に、村落の電力消費規模の想定が重要であることが明らかである。

### 7.2.1 村落世帯の電力消費量

世帯の電力消費は、地域によりまた国々よっても大きな差異がある。これは地方のエネルギー消費の特徴に起因している。これらの差異は大部分収入に関連している。高い可処分所得のある世帯はより電力を消費する傾向にある。消費はコスト、気候、文化、供給安定性、他種々の要因に大きく影響を受ける。

表 7.2-1 に種々の電気機器使用による電力消費階層を例示する。

照明が唯一の電力消費であるときには、月々の消費量は 10～20kWh/m の範囲である。ラジオ、カセットプレーヤーや小さな扇風機を毎日 10 時間使用すると、追加の 10～15kWh/m を消費する。小型のカラーテレビを毎日 6 時間使用した場合はさらに 10kWh/m を加える。これらの全てと電気アイロンを使用する家庭は 50～60kWh/m の消費量の範囲である。

表 7.2-1 電力消費階層

電気機器	電力消費量	
Lighting only	10 to 20	kWh/m
Light +Radio and Cassette Player(10h)	20 to 35	kWh/m
Light +Radio and Cassette Player(10h)+ Color TV(6h)	30 to 45	kWh/m
Light +Radio and Cassette Player(10h)+ Color TV(6h)+ Iron	50 to 60	kWh/m
Light +Radio and Cassette Player(10h)+ Color TV(6h)+ Iron+ Fridge	100 to 110	kWh/m
Light +Radio and Cassette Player(10h)+ Color TV(6h)+ Iron+ Fridge+ Freezer	200 to 210	kWh/m

(出典：Reference List No.88)

大きなエネルギーを要する電気機器の使用は消費をかなり増大させる。冷蔵庫は 50kWh/m および冷凍庫は 100kWh/m である。調理法または料理の種類にもよるが、調理では 10kWh/m～50kWh/m を消費する。温水器、とりわけ空調機は更に高い消費レベルとなる。

ESMAP (1992) のフィリピンにおける 2,500 の村落調査によると、一般的に需要家の消費量は所得に従って増大した。冷凍庫、温水器や空調機等の利用は最高所得レベルの世帯に限定されることを示した。

各々の所得レベルの平均消費量は、最下層の 17kWh/m から最上層の 69kWh/m の範囲にあった。<sup>1)</sup>

南アフリカの村落世帯における電力消費の傾向も消費レベルは、ほぼフィリピンの場合と同じ傾向を示している (Appendix 7.1.4 参照)。

ボツワナの場合、第 6 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 (第 6 章、表 6.5-1 参照)。

<sup>1)</sup> 出所：添付資料 Reference List No.88

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分の各世帯シェア一分を含めても村落世帯当たり平均需要容量は 200Wp (24kWh/m) 以下と想定される。PV 電化の場合の村落世帯当たり平均設備容量 (電力消費レベル) を最大 200Wp (24kWh/m) と想定して次節以降のコスト比較を検討する。

## 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を 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。このケーススタディでは 7.2.1 節で検討した村落で想定される最大消費レベルは 24kWh/m であるが、それにも拘わらず、各々の家庭の支払能力を無視して、消費レベルに制限ないと仮定して、種々の電力消費レベルを想定してグリッド延長と SHS との損益分岐点を求めたものである。結果は図 7.2-1 に示す。

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 24kWh/m 以下である。従って同図の 200Wp における優劣分岐点線図により、グリッドまでの距離が優劣分岐点よりも遠い場所に位置する村落、小集落は PV 電化の対象となる。

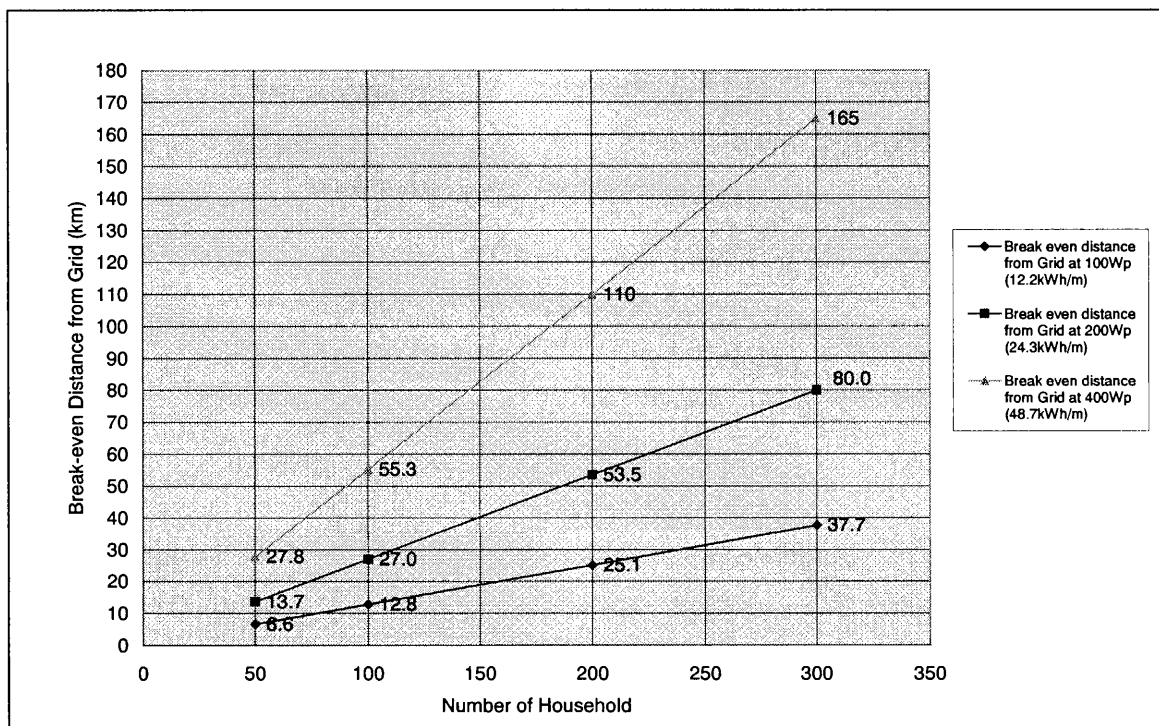


図 7.2-1 グリッド電化と SHS 電化のコスト分岐距離（既存グリッドより）

### 7.2.3 SHS とグリッド電化のコスト回収比較

上述の分析においては、電化コストが電気料金により回収されるとして（もし全額回収できない場合は、回収率が同じであると仮定して）、優劣分岐点を算出した。

次に 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。

結果は表 7.2-2 参照（詳細は Appendix 表 7.1-4 参照）。

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単位電力量あたりのコスト (P/kWh) および SHS の単位電力量あたりのコスト (P/kWh) を算出した。
- 4) 更にグリッド電化の場合は BPC の現状の料金システムにより、また PV の場合は 50Wp-P40/m の電気料金をもとに収入を求めた。

表 7.2-2 グリッド電化と SHS 電化のコスト回収比較  
(BPC の 72 村落電化実績をもとにしたケーススタディ)

		SHS100Wp	SHS200Wp	Grid Extension	Grid Extension	Grid Extension	Grid Extension
世帯当たり電力消費量	kWh/m	12.2	24.4	12.2	20	50	100
電化世帯数(72村落の 全世帯の60%と想定)	No.	13,149	13,149	13,149	13,149	13,149	13,149
総電力消費量	kWh/y	1,919,754	3,839,508	1,925,014	3,155,760	7,889,400	15,778,800
グリッド延長コストの正味現在価値	kP			149,840	149,840	149,840	149,840
グリッド接続コストの正味現在価値	kP			25,780	25,780	25,780	25,780
20年間の設備投資額の正味 現在価値(15%の割引率)	kP	158,226	316,452	175,620	175,620	175,620	175,620
20年間の運転コストの正味 現在価値(15%の割引率)	kP	29,084	32,996	29,317	29,890	32,090	35,758
接続料を除いた全コストの 正味現在価値	kP			179,157	179,730	181,930	185,598
接続料を含む全コストの 正味現在価値	kP	187,310	349,448	204,937	205,509	207,710	211,378
kWh当たりの総コスト (NPVベース)	P/kWh	15.7	14.7	17.2	11.1	4.4	2.2
全補助金の正味現在価値	kP	108,973	217,948	199,374	199,374	199,374	199,374
(補助金/総コスト) 比率(NPVベース)	%	58.2%	62.4%	97.3%	97.0%	96.0%	94.3%
世帯当たり補助金額 (NPVベース)	P/house	8,288	16,575	15,163	15,163	15,163	15,163
サービス料金	P/m, P/kWh	P80/m	P160/m	P0.2523/kWh	P0.2523/kWh	P0.2523/kWh	P0.2523/kWh
20年間の料金収入の正味 現在価値(15%の割引率)	kP	78,242	156,484	3,010	4,935	12,338	24,676
接続費用の回収額の 正味現在価格	kP			34,303	34,303	34,303	34,303
全費用回収額の正味現在価値	kP	78,242	156,484	37,313	39,238	46,641	58,979
グリッド接続料を除くコスト回収率	%			1.7%	2.7%	6.8%	13.3%
コスト回収率	%	41.8%	44.8%	18.2%	19.1%	22.5%	27.9%

算出された収入 (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。

図 14.1-1 に電化された一世帯当たりの 20 年間の生涯コスト、それに対する全補助金額および料金によるコスト回収額を図示している。

上述の分析は、グリッド延長による地方電化が、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、地域産業の不在、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

同様のコスト比較を SHS と PV ミニグリッドについて行った。図 7.2-2 は村の世帯数と平均電力消費レベルをパラメータとしてコスト分岐点を示したものである。100 世帯の場合は 170Wp、200 世帯の場合は 155Wp が分岐点である。すなわち、100 世帯の電化世帯のある村において、一世帯当たりの電力消費レベルが 170Wp 以下の場合は SHS がコスト的に有利であり、170Wp 以上の場合は PV ミニグリッドが有利となる。200 世帯の電化世帯がある場合は、SHS と PV ミニグリッドの優劣を分ける一世帯当たり電力消費レベルは 155Wp と、100 世帯の場合より分岐点は低下する（詳細は Appendix 7.1.4 参照）。



このように 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（Appendix 2.3.2 参照）。

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（Appendix 7.1.5 参照）。

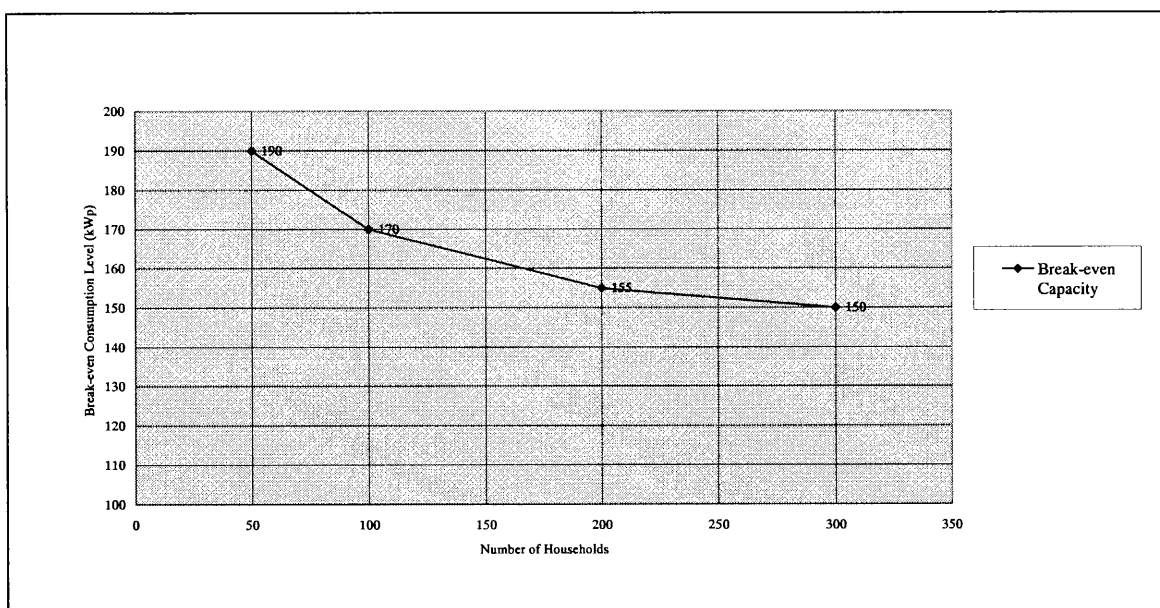


図 7.2-2 SHS と PV ミニグリッド電化の生涯コスト比較  
(コスト分岐世帯当たり需要レベル)

### 7.2.5 最少コスト選択

上述 7.2.1 節から 7.2.4 節までの検討により、最少コスト選択の観点からボツワナの SHS とグリッド電化のコスト優劣分岐点以遠に存在する未電化村落の電化には、SHS により電化を行うことべきである。

## 7.3 PV 地方電化の村落選定基準

世界銀行（1975）は、次の指標が地方グリッド電化プログラムに適した場所を選定する基準であるとした。

すなわち、

- \* インフラストラクチャーの、特に道路の品質が合理的に良い

- \* 農業生産が成長している
- \* 農家および農産物産業における生産的利用が増大している
- \* 地域が多くの大村落を含み、余りに広く分散していない
- \* 所得と生活水準が向上している
- \* その地域を開発するために計画が進展している
- \* その地域がメイングリッドに合理的に近い（もし需要が特に大きければ遠隔地も考慮できる）

「比較的の高い電気料金、例えば 0.12～15 \$/kWh、低いグリッドおよび配電線延長コスト、多数の需要家」、このような条件を満たす場合は、大部分の負荷が 20 kWh/m 以下の地域でもグリッド電化することが可能であり、上述のグリッド電化村落選定基準を満足することができる。そうでない国、特にサブサハラアフリカ諸国では、更にずっと低い電気料金、高い建設費、非常に低い需要家密度が一般的である。こうした条件では、財務的に正当化されるプログラムを見出すことは非常に困難である。<sup>2)</sup>

ボツワナにおいては、政府はこれらの困難を緩和する為に、グリッド延長に対する高いレベルの補助金を配賦している。しかし、グリッド電化を、更に条件が厳しくなる地域に拡大していくことには限界があり、電化から取り残される村落が生ずる。ボツワナの地方における社会平等の改善の為に、また地方の生活水準の向上の為に上述の様な電化基準が満足できない地域に PV 電化を普及すべきである。

PV 電化の地域選定基準は次の通りである。

- 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。

---

<sup>2)</sup> 出所：添付資料 Reference List No.88

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

この選定基準の各項目の重み付けを考慮し、未電化村落／小集落のうち、PV 電化すべき村落／小集落を次節以降において特定する。

## 7.4 PV 電化対象村落の特定

### 7.4.1 村落および小集落の電化状況

ボツワナ村落における PV マーケットを考察するため、ボツワナにおける全村落および人口 200 人以上の主要小集落に対して人口、世帯数、グリッド電化の状況についてまとめた。(Appendix 表 7.2-1 参照)

人口は Central Statistics Office 発行の「1991 年および 2001 年 Population and Housing Census」から求め、グリッド電化の現況については BPC、EAD からの情報により求めたものである。従来からボツワナ政府は NDP8 に基づき、毎年 10 数村落に対してグリッド延長を行ってきている。2003 年以降のグリッド延長計画に関しては、検討段階であるが、2008/2009 年までの電化予定村落が約 90 村落あげられており、これらの情報も組み入れられている。

2001 年度における各村落および主要小集落の一世帯あたりの平均の家族数が 4.48 (表 6.1-5 参照) であると仮定して世帯数を求めている。ボツワナ全村落、小集落は次のとおりである。

#### 全村落 (2001 年)

村落数 : 462

人口 : 1,023,878 人 (平均 2,216 人 / 村落)

世帯数 : 家族数平均 4.48 として (228,544 世帯)

#### 全小集落 (2001 年) :

小集落数 : 5,660

人口 : 281,208 人 (平均 50 人 / 小集落)

世帯数 : 家族数平均 4.48 として (62,770 世帯)

うち人口 200 人以上の小集落 (1991 年もしくは 2001 年の人口)

対象小集落 : 381

人口 : 106,706 人 (平均 280 人 / 小集落)

## 7.4.2 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、および前述の 2009 年までの電化計画のある村落／小集落は表 7.4-1 に示すとおりである。これは PV 電化対象から外す。

（2009 年までのグリッド電化対象村落・小集落に対してコスト分岐距離を求めたが、おおよそグリッド電化が有利という結果がでている。当該村落・小集落が実際予定通り、グリッド電化される保証はないが、これらに対しては PV 電化対象とはしないこととする。）

表 7.4-1 村落・小集落の電化状況

	対象村落又は小集落数	人口
2001 年までのグリッド電化済み村落	195	859,149
2008/2009 年度までのグリッド電化予定村落	93	78,555
2001 年までのグリッド電化済み小集落	0	0
2008/2009 年度までのグリッド電化予定小集落	2	2,017
計	290	939,721

#### 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。

このクライテリアに基づくと、South East District を中心に次の村落・小集落が PV 電化よりもグリッド電化が有利であるという結論が導かれる。これらは 2009 年までのグリッド計画にはないが PV 電化対象外と考える。

表 7.4-2 グリッド接続が有利な村落／小集落

	対象村落又は小集落数	人口
グリッド接続が有利である村落	29	24,206
グリッド接続が有利である小集落	30	25,369
計	59	49,575

### 3) 小集落の選別

次に小集落に関しては、人口が 500 人以上の大きな小集落の中ではいくつかグリッド電化が進んでいるところもあるが、大部分は未電化である。Appendix 表 7.2-1 には人口 200 人以上の小集落が記載されている。第 6 章 6.3 節の小集落の実態調査に基づき次の設定を行う。

- ① 人口 200 人以上の小集落を PV 電化の対象とする。
- ② 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。

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）

前述の第一次選別の結果残された村落／小集落が PV 設置の対象となるが、これら電化対象の電化優先順を定める。

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。

以上、PV 電化地域選定基準と第一次、第 2 次選別指標の関連性および重み付けについて図 7.4-1 に示す。

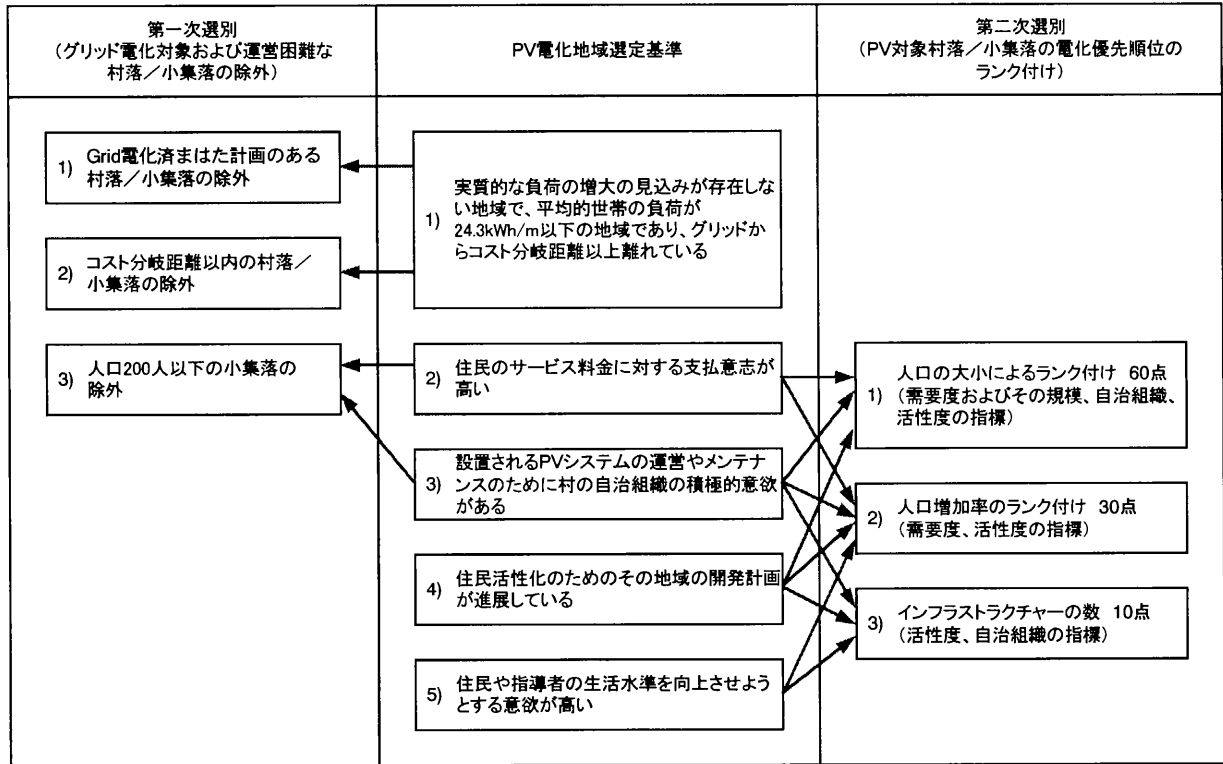


図 7.4-1 PV 電化地域選定基準と第一次選別指標の関連性および重み付け

表 7.4-3 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 7.4-4 村落／小集落の数

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		

表 7.4-5 村落／小集落の人口（2001 年人口センサスによる人口）

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	10,528	10,528	0	0	10,528	10,528	PV 電化対象
80～90	9,051	19,579	732	732	9,783	20,311	
70～80	14,512	34,091	8,560	9,292	23,072	43,383	
60～70	6,511	40,602	9,107	18,399	15,618	59,001	
50～60	7,975	48,577	10,822	29,221	18,797	77,798	
40～50	6,204	54,781	7,384	36,605	13,588	91,386	
30～40	2,521	57,302	7,535	44,140	10,056	101,442	
20～30	3,411	60,713	8,093	52,233	11,504	112,946	
10～20	1,054	61,767	8,433	60,666	9,487	122,433	
0～10	201	61,968	14,959	75,625	15,160	137,593	
0 未満	0	61,968	3,695	79,320	3,695	141,288	
合計	61,968		79,320		141,288		

上表に基づき、スコアごとの村落・小集落数及びその割合を図 7.4-2 及び図 7.4-3 に示す。また、スコアごとの村落・小集落の人口及びその割合を図 7.4-4 及び図 7.4-5 に示す。



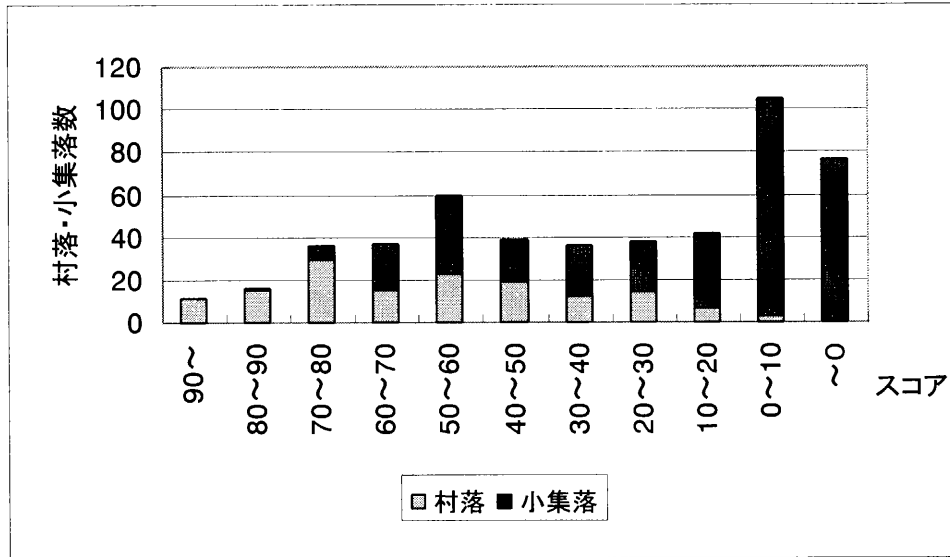


図 7.4-2 スコアごとの村落・小集落数

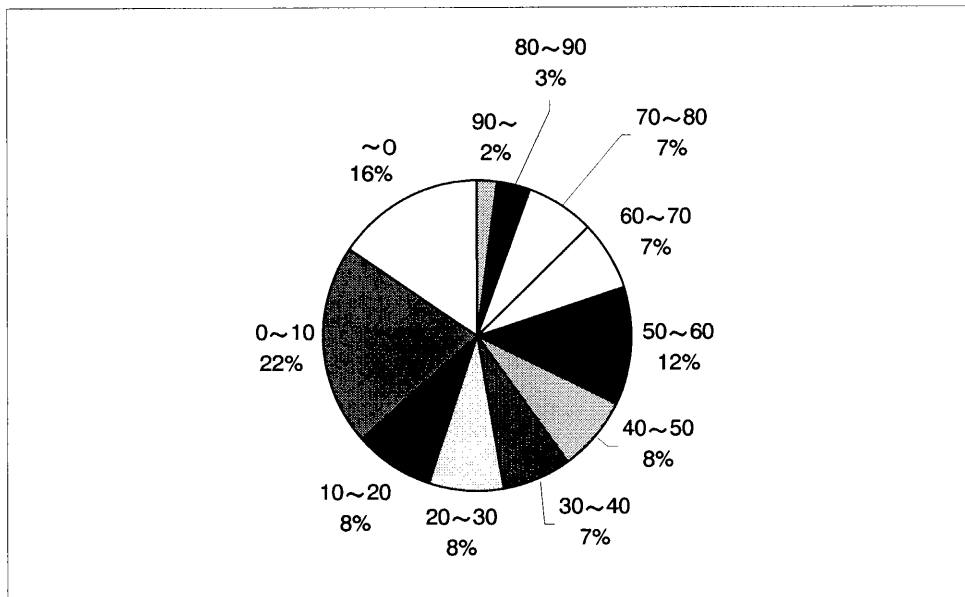


図 7.4-3 スコアごとの村落・小集落数の割合

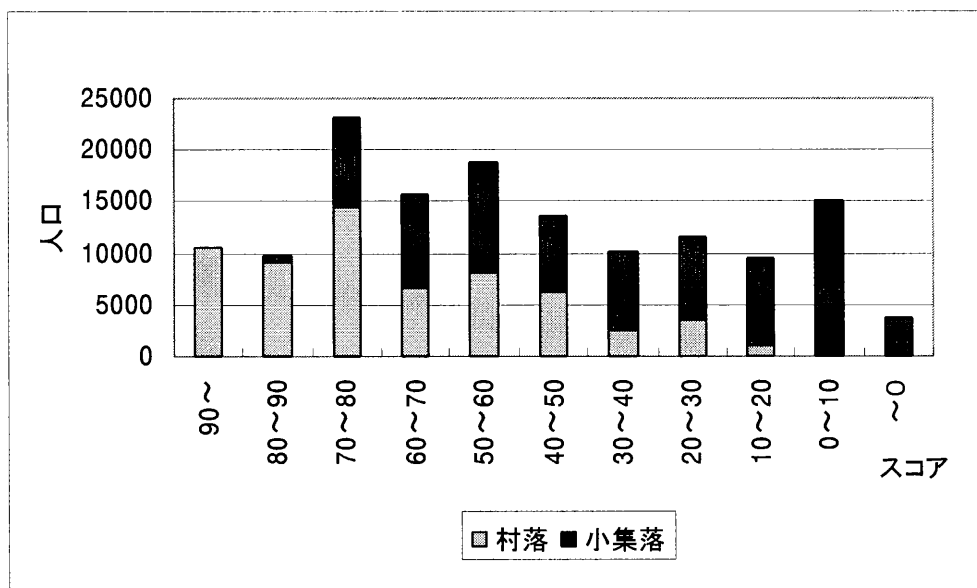


図 7.4-4 スコアごとの村落・小集落の人口

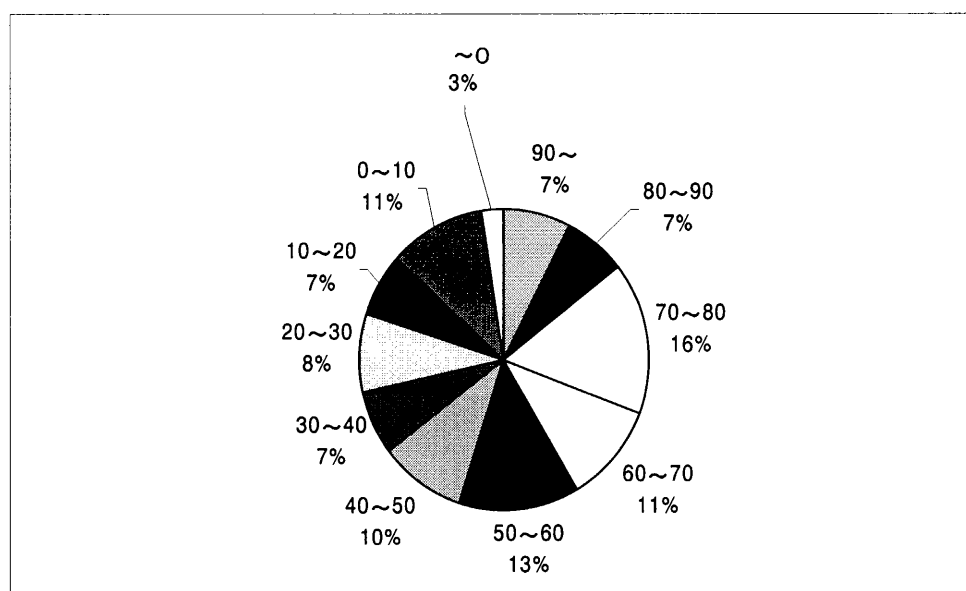


図 7.4-5 スコアごとの村落・小集落人口の割合

エネルギーマスタープランは送電系統または太陽光に代表されるオフグリッドによる電気へのアクセスを、経済・社会的に意味をなす、全ての世帯に拡大していくことを提示している。これを踏まえ Section 7.4.2(1)「第1次選別」に記したように、人口 200 人未満（1991 年または 2001 年人口）の小集落に関しては経済・社会的に意味が薄いとして PV 電化対象外とした。これに加え、上表のスコア 10 点未満の村落・小集落についても経済・社会的に意味が薄いと考え PV 電化対象としないこととする。

その理由は次の通りである。

Appendix 表 7.3-1 に PV 電化の優先順位が提案されている。これによると、スコア 10 点未満の村落・小集落は、1991 年当時は人口 200 人以上であったが、10 年間で人口が減少し、2001 年では人口 200 人を切ったところがほとんどであり、Section 7.4.2(1) 「第 1 次選別」 クライテリアに合致する。

以上によりスコア 10 点以上を PV 電化対象とするが、これは PV 電化の優先順位を提案するものであるため、低スコア村落・小集落に対する PV 電化年度はマスタープラン期間の後半になる。Appendix 表 7.3-1 では点数 10 点～30 点を中心に、1991 年からの人口が大幅に減少している小集落が見られる。今後も人口が減少する状況が変らなければ、当該小集落に PV 電化の順番が回ってきた時には経済・社会的に PV 電化が意味をなさないほど規模の小さい小集落になっている可能性があり、都度、PV 電化に対する社会経済的な妥当性を検討していく必要がある。

#### PV 電化対象

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)

### 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。(詳細は Appendix 7.3 を参照。)

- \* 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 7.5-1-1 PV 電化村落・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

表 7.5-1-2 PV 電化村落／小集落数および人口

		PV 電化年		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合計
Zone1	設置集落数	Vill.	6	5	3	2	2	2	6	3	2	6	2	37
		Local.	0	1	3	4	4	4	1	4	5	1	5	28
		Total	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	65
	人口	Vill.	4150	3196	1462	1084	673	2158	536	706	1483	253	15701	
		Local.	0	621	1219	985	1038	309	1662	1409	238	1217	8698	
		Total	4150	3817	2681	2069	1711	2467	2198	2115	1721	1470	24399	
Zone2	設置集落数	Vill.	4	4	0	1	0	4	2	3	2	0	20	
		Local.	1	1	5	4	5	1	3	2	3	5	30	
		Total	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50	
	人口	Vill.	2590	1637	0	464	0	1246	95	711	489	0	7232	
		Local.	2585	559	2138	1379	1273	355	1113	736	982	1077	12197	
		Total	5175	2196	2138	1843	1273	1601	1208	1447	1471	1077	19429	
Zone3	設置集落数	Vill.	5	5	3	3	5	1	0	0	0	1	23	
		Local.	0	0	2	2	0	4	5	5	5	4	27	
		Total	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50	
	人口	Vill.	3784	2146	1133	949	1363	318	0	0	0	182	9875	
		Local.	0	0	661	641	0	1161	1669	1792	1388	959	8271	
		Total	3784	2146	1794	1590	1363	1479	1669	1792	1388	1141	18146	
Zone4	設置集落数	Vill.	5	6	4	6	1	1	0	0	2	0	25	
		Local.	1	0	2	0	5	5	6	6	4	7	36	
		Total	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	61	
	人口	Vill.	5400	3644	2186	3126	205	424	0	0	336	0	15321	
		Local.	3052	0	1106	0	2562	2145	1497	2354	1372	1633	15721	
		Total	8452	3644	3292	3126	2767	2569	1497	2354	1708	1633	31042	
Zone5	設置集落数	Vill.	5	2	5	2	2	0	2	3	1	2	24	
		Local.	1	4	2	5	5	7	5	4	6	5	44	
		Total	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	68	
	人口	Vill.	2633	839	1512	332	684	0	696	650	194	253	7793	
		Local.	732	1858	687	1398	1697	2425	1694	952	1817	1306	14566	
		Total	3365	2697	2199	1730	2381	2425	2390	1602	2011	1559	22359	
Zone6	設置集落数	Vill.	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	16	
		Local.	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	5	
		Total	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	21	
	人口	Vill.	949	835	762	659	667	890	331	405	175	172	5845	
		Local.	0	0	0	0	0	0	245	224	233	511	1213	
		Total	949	835	762	659	667	890	576	629	408	683	7058	
Total	設置集落数	Vill.	27	24	17	16	12	14	8	9	12	6	145	
		Local.	3	6	14	15	19	18	24	23	20	28	170	
		Total	30	30	31	31	31	32	32	32	32	34	315	
	人口	Vill.	19506	12297	7055	6614	3592	5036	1658	2472	2677	860	61767	
		Local.	6369	3038	5811	4403	6570	6395	7880	7467	6030	6703	60666	
		Total	25875	15335	12866	11017	10162	11431	9538	9939	8707	7563	122433	

## (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、実証プロジェクトでは Lorolwana のみに BCS と設置した。BCS は設備費用および運営管理費用がかかる割に、収入が少なく、純粋にプロジェクト採算性のみをみるならば、推奨できる方式ではない。しかしながら、SHS の料金の支払能力のない比較的可処分所得が少ない人々にも電化の機会を与えるという、いわゆる、貧者救済という社会的な意味合いは SHS に比較してはるかに高いといえよう。また、SHS だけでは電化率がせいぜい 30%~40% 止まりであると想定されるが、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考えなければならない。

以上のことを勘案し、500 人以上の人口を有する村落・小集落には BCS を併用するという案を提唱する。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 ケ所	人口合計 30,507 人
小集落	: 19 ケ所	人口合計 16,449 人
合計	: 62 ケ所	人口合計 46,956 人

1991 年から 2001 年での村落・小集落における人口増加率は 25% であり、年平均 2.3% である。また、2001 年人口センサスでは 1 世帯あたりの平均家族数は 4.48 人という結果が出ている。

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の導入時期について村落社会経済調査の結果（表6.2-9参照）と、実証プロジェクトの実績（表6.4-22参照）に基づく推定値がある。需要者のPVシステム導入時期に関しては、より確実なものとして実証プロジェクトの結果を採用する。

PV設置を行う村落、小集落に対して、

1年目は想定需要家数の : 35%

2年目 : 40%

3年目 : 25%

として計画を立案する。

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、図7.5-2に示す。PV設置全容量は1,200kWpとなる。

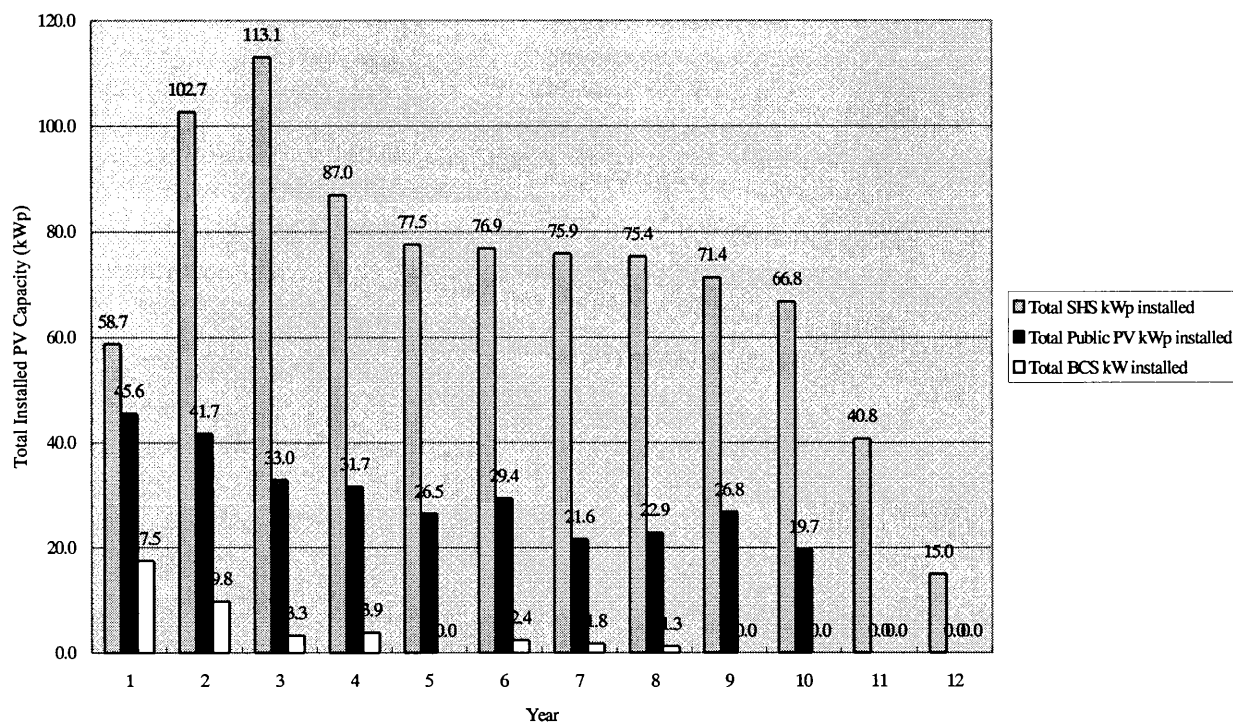


図 7.5-1 PV 設置容量の推移 (内訳毎 SHS、公共施設、BCS)

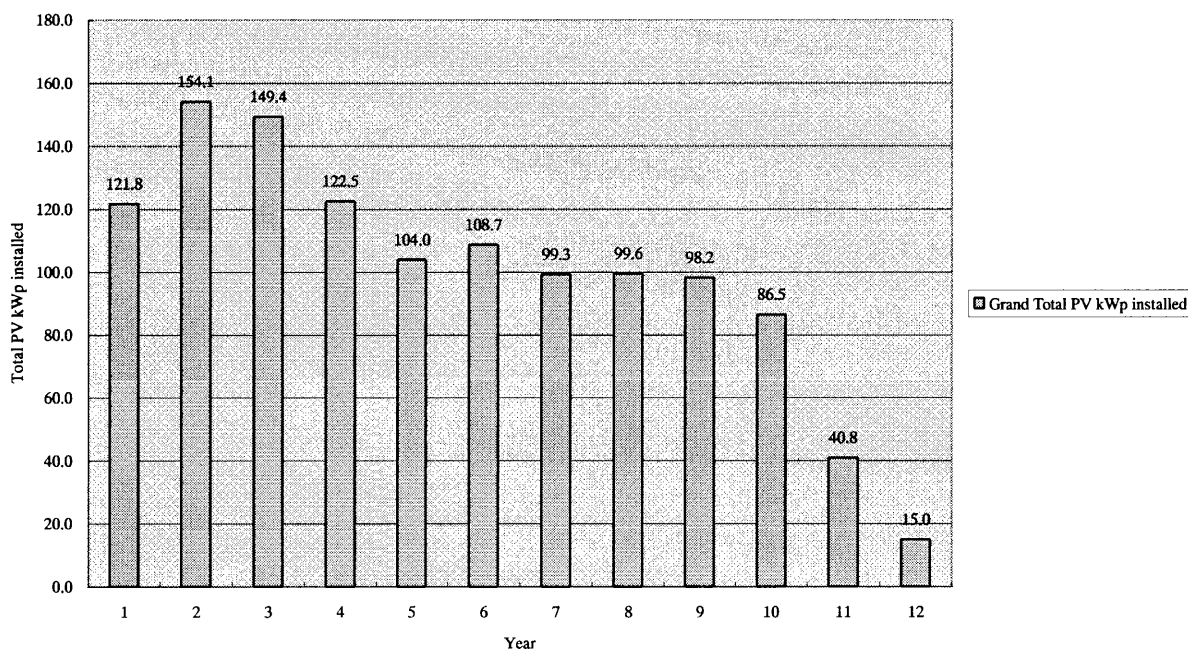


図 7.5.2 PV 設置容量の推移



## 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7章各節に関する詳細検討、調査結果をAppendix 7に補遺として示す。