

第1卷 第7章
財務・經濟評價

1900
1901
1902

第7章 財務・経済評価

- これまでの検討条件*により各電化手法による供給電源は、以下のとおり概定されている(表5.3-8再掲)。

供給電源	村落数	対象数(2010年)
太陽光発電	71	3,213
ディーゼル発電	12	2,136
マイクロ水力発電	18	1,301
既設送電線延長	5	288
計	106	6,938

(*) 検討条件

- 供給費用：総費用対比(固定費+変動費)及び変動費対比によるケース
- プロジェクトライフ：一律20年間
- 割引率：0%、6%、及び12%

- 本章では、以下に示す評価方法により各電化手法別の財務対比を行い、これを基に、本分散化計画の基礎資料となる様、負担金割合別(5段階：0~100%)利用者支払金額(月額)を試算し、これを一覧表にとりまとめ今後の計画に役立たせるものとした。
- 更に、これらの利用者支払い金額(月額支払い金額)をkWh当たりのコストに換算し、現行のモロッコにおける住宅用電力料金と比較し、本事業推進に必要な補助金の割合及び適用割引率から各電化手法別による料金・徴収額(適用料金)の算出を行った。
- 経済評価は、各村落別で概定されている電化方法の費用(コスト)をベースに代替電源の費用(便益)を用い、概定した電化手法について経済性の面から検討を加え、事業実施の為の判断材料とすることとした。

7.1 財務・経済評価の作業の流れ

(1) 電力需要の想定 (5.4節 電力需要の想定)

各需要形態ごとの電気使用機器の容量、使用時間などを調査し、その村落の電力需要を想定する。

(2) 電力供給方法の選定 (5.5節 電力供給計画)

村落の立地条件、利用可能な水資源の有無、既設送電線からの距離、近隣村落の戸数などの諸条件に基づき、各電力供給方法の標準的な経済原単位を用いて、供給コストを試算し、適用すべき供給システムを決定する。

(3) 電力供給システムの設計 (5.5節 電力供給計画)

それぞれの村落の供給システムを個別に設計する(太陽光発電は共通)。

(4) 供給システムの設置費用の算定 (6.2節 概算事業費)

設計に基づき、建設費の見積を行う。

(5) 供給システム運用方法の設定 (5.6節 維持管理計画)

維持管理の体制としては、CDER が全村落を総括する運営の管理機関となり、各村落に電力消費組合を設置し、民間業者がシステムの設置・保守の作業に当たることとする。

また、各村落では、設置されるシステムに適応した運用方法を設定し、定められた費用の徴収とその運用を行う。

(6) 電力供給コストの算出 (以下、本章)

建設費、運営費に基づき電力供給コストの算出を行う。

(7) 財務評価

電力量金徴収可能金額を PERG で計画されている電力料金を参考にしつつアンケート調査結果から想定し、本プロジェクトの収入予想額と支出予想額により財務評価を行う（既設送電線延長を除く）。

(8) 経済評価

各村落ごとに選定した電力供給システムが、同一のサービス（電力供給）を提供する代替システムと、消費する資源（人、物）の経済価値の大きさを比較する（既設送電線延長を除く）。

(9) 社会・経済効果の評価

これまで未電化であった村落に電気を供給することによって起こるであろう社会的・経済的効果を評価する。

7.2 財務評価

7.2.1 計算の方法

(1) 各村落単位に財務評価を行う。

(2) 上記の結果を各電化手法ごとにまとめた財務評価を行う。

(3) プロジェクトの期間はマイクロ水力発電は 30 年、太陽光発電は 20 年、ディーゼル発電は 10 年とする。

(4) 利用者ごとの月間支払額を計算する場合、初期投資の回収割合を 100、75、50、25、0% としたケースを計算する。ここで初期投資回収とは次の 3 つの意味を持つ。

- 1) 一つはプロジェクトの財務評価の立場から、プロジェクト期間が終わったときに、プロジェクトに残る資金がどの程度になるかを求めるものである。初期投資回収率を

100%に設定すれば、プロジェクト期間が終了した後、手元には初期投資金額をそれぞれの割引率と同じ金利で運用した場合と同額が残り、同じ規模で再投資が可能である。一方、回収率が100%よりも小さい場合は再投資の規模が現状よりも小さくなる。

- 2) 次は、投資に対する利用者の負担度を示す指標として利用される場合であり、回収率100%で計算したコストは、初期投資金額が全額利用者のコストに負荷されていることを表し、0%のケースは初期投資に対する利用者の負担がゼロであることを示している。
- 3) 資金調達の立場からは、初期投資に必要な資金の調達割合、すなわち、返済が必要な資金と、返済する必要のない資金の割合と解釈することが可能である。100%回収のケースは初期投資金額の全額をプロジェクトの期間中に返済することを表し、0%は全額供与された場合で返済の必要がないケースとなる。また、この場合割引率は返済が必要な資金の借り入れ金利とも考えられる。

(5) 現在価値(NPV)へ割り引いて計算する場合の割引率(DR)を0、3、6、9%で行う。

割引率も回収率と同様いくつかの意味を持つ。

初期投資金額をプロジェクトに投資して得られる利益の内部利益率(FIRR)又はその資金を運用して得られる利益の利子率、あるいはその資金を借り入れた場合の金利などを見なすことができる。

(6) 公共施設(街灯、学校など)の費用は村落の利用者が負担することとして算定する。

(7) 初期投資に対する金利は計算外とするが、国内調達した機材、工事には税金を含む。また、技術管理費、予備費も算入する。

(8) 運営費としてCDER及び電力消費組合がそれぞれ1 US\$/月・戸を徴収するケースも試算する。

7.2.2 電力供給コストの算出

(1) 戸別月間支払金額の計算

戸別月間支払金額について、初期投資の回収率及び現在価値への割引率の各条件（7.2.1 項、4) 及び 5)）に応じて算出した結果を表7.2-1 に示す。

この計算方法は、各電化手法、各村落ごとにプロジェクト期間の総費用を計算し、各年ごとの割引率による係数を乗じて現在価値の総額を求める。また、それぞれの村落の利用者戸数を年ごとに同様に割り引いて、さらに12ヵ月を掛けて支払戸・月数の現在価値とする。

各村落ごとのプロジェクト期間の総費用は Attachments に示す。

総費用の現在価値を支払戸・月数の現在価値で割ると各戸/月のコスト（長期限界費用）となる（月間の使用可能電気量 $240\text{Wh/day} \times 30 \text{日} = 7.2\text{kWh}$ で割ると kWh 当たりのコストになる）。

（長期限界費用/LRMC: Long Run Marginal Cost：この計算されたコストを徴収することによる収入と、プロジェクトの期間を通じた費用との差額は、最初の投資金額を計算に使用した割引率を金利として、その間運用したことによって得られる利息と等しい。すなわち、その割引率が財務内部利益率(FIRR)となる）。

表7.2-1 戸別月間支払金額（運営費含まず）

(US\$/月/戸)

電化方法		太陽光発電	ディーゼル発電	マイクロ水力発電
対象村落数		71	12	18 (7)
対象戸数(2000年)		3,213	1,890	1,158
プロジェクト期間		20年	10年	30年
初期投資回収率	割引率			
100%	0%	12.1	8.4	12.8
	3%	13.7	9.4	19.4
	6%	16.2	10.4	27.7
	9%	18.9	11.5	37.5
75%	0%	10.2	7.1	9.9
	3%	11.3	7.8	14.8
	6%	13.2	8.6	21.1
	9%	15.1	9.4	28.4
50%	0%	8.3	5.7	7.0
	3%	9.0	6.2	10.3
	6%	10.2	6.7	14.5
	9%	11.4	7.3	19.4
25%	0%	6.4	4.4	4.1
	3%	6.6	4.6	5.8
	6%	7.1	4.9	7.9
	9%	7.7	5.2	10.3
*0%	0%	4.5	3.0	1.2
	3%	4.2	3.0	1.2
	6%	4.1	3.0	1.2
	9%	4.0	3.1	1.3

*: 初期投資回収率ゼロのケースで、太陽光発電の場合のみ割引率が高いケースのほうが戸別支払料金が安くなるのは、太陽光発電の場合対象としている利用者数が最初の年度に設置したまま一定としたのに対し（戸別設置であり、途中の利用者増加は初期投資と同じ費用が必要）、その他の電化方法の場合は年数とともに利用者の数も1.24%/年で増加する（接続費用だけで増設が可能）とした前提の違いによるものである。また、太陽光発電は3年目ごとにバッテリーの取り替え及び10年目にコントローラーの取り替えなど、やや大きい年間支出があるため、差が著しく現れている。

上に表示されている数字は、それぞれの電化手法による平均の数字であり、各村落ごとでは少し違った数値となる。例えば初期投資回収を100%とした場合の月間支払金額を村ごとに見ると、太陽光発電で1.5倍、ディーゼル発電で1.2倍、マイクロ水力発電では3倍強の差がある。

(US\$/月/戸)

電化手法		太陽光発電		ディーゼル発電		マイクロ水力発電	
初期投資回収率	割引率	最高	最低	最高	最低	最高	最低
100%	0%	15.7	10.9	9.5	7.6	29.8	9.1
	3%	18.1	12.3	10.5	8.6	45.0	13.9
	6%	21.7	14.4	11.6	9.6	64.1	19.9
	9%	15.5	16.7	12.8	10.6	86.5	27.0

この理由は、各村落の建設費（マイクロ水力）、戸数（ディーゼル）、公共施設数（太陽光）の違いなどによるものである。

(2) 運営可能となる戸別月間支払金額（徴収額）

このプロジェクトが存続可能となる支払料金とは、保守費用や燃料費などの変動費の他に、運営の主体となる CDER、日常の管理を担当する電力消費組合が、それぞれ長期的に維持できる費用を利用者が負担したものでなければならない（外部から補助がない場合）。

表7.2-1 にさらに、CDER と管理組合の費用をそれぞれ 1US\$/月を加算して、月間支払金額（徴収額）を求める。

表7.2-2 戸別月間支払金額（運営費含む）

電化方法		(US\$/月/戸)		
対象村落数		太陽光発電	ディーゼル発電	マイクロ水力発電
対象戸数(2000年)		71	12	18 (7)
プロジェクト期間		3,213	1,890	1,158
		20年	10年	30年
初期投資回収率	割引率			
100%	0%	14.1	10.4	14.8
	3%	15.7	11.4	21.4
	6%	17.2	12.4	29.7
	9%	20.9	13.5	39.5
75%	0%	12.2	9.1	11.9
	3%	13.3	9.8	16.8
	6%	15.2	10.6	23.1
	9%	17.1	11.4	30.4
50%	0%	10.3	7.7	9.0
	3%	11.0	8.2	12.3
	6%	12.2	8.7	16.5
	9%	13.4	9.3	21.4
25%	0%	8.4	6.4	6.1
	3%	8.6	6.6	7.8
	6%	9.1	6.9	9.9
	9%	9.7	7.2	12.3
0%	0%	6.5	5.0	3.2
	3%	6.2	5.0	3.2
	6%	6.1	5.0	3.2
	9%	6.0	5.1	3.3

7.2.3 収支試算

(1) 利用者支払金額の推定

アンケート調査結果によると、現在各世帯が照明用燃料費（ブタンガス、ローソク）として支出している費用は、年間 786DH（約 66DH/月）と推定できる。また、TV、ラジオを主体とする電気製品に対するバッテリーや乾電池の購入費として平均 97DH/月を支出している。これらの支出状況を各世帯の収入階層別、地域別に分析してみると、図7.2-1 に示すように、特殊階層を除いていずれも照明用燃料費として 60~70DH/月、電気製品用電源費用として 70~100DH/月を支出している。この結果によると、収入階層別に支出の差は多少見受けられるが、地域別にみるとタハナアウトの一部階層を除き、大きな支出の差はない。

一方、電化計画は CDER と協議の結果、一般的な農村電化計画に基づいて需要想定を行った。しかし、現状での各世帯の照明及びTV、ラジオの使用状況並びにアンケート調査結果から見て、本計画による電化後においても需要想定で見込んだものより照明灯数の増加やTV、ラジオの使用時間の増加などが予想される。また、太陽光発電における日照時間の不足やマイクロ水力発電における渇水期の流量不足などにより電力の供給が不足することも予想される。このため、現在各世帯が支出している照明用燃料費及びラジオの乾電池費用は、電化後においても幾分かの支出を見込んでおく必要がある。

本計画では、供給される電力に対し、受益者（各世帯）が負担できる電気料金としては、上記の163DH/月（66+97DH/月）が全世帯平均の負担可能額と思われるが、現実には前述したように電化後の補充費用として照明用燃料費（ブタンガス代 20DH/月）及びラジオの乾電池費用（20DH/月）を別途支出費用として見込んでおく必要がある。

したがって、電気料金としての受益者負担可能額は上記の補充費用を差し引いた 100～120DH/月とするのが妥当と思われる。また、電化に対する各世帯平均の支払意志表示額は 50～75DH/月が全体の 80% を占めており、その中で 50DH/月の世帯が最も多い。全平均では 71DH/月となっている。

この支払意志表示額（71DH/月）と負担可能額（100～120DH/月）の差については各世帯の電化に対する希望は大きい、それに応じた経済的負担はできるだけ少なくしたいという一般的な住民意志の現れとして、理解する必要がある。

上記の諸条件を考慮して、本計画で供給される電力に対し、受益者が負担できる電気料金を推定すると次のとおりとなる。

- 1) モロッコで現在計画中の PERG 電化計画において、グリッド延長では 40DH/月、PV 電化では 60DH/月などの徴収が計画されている（バッテリーの交換費用は利用者負担）。
- 2) 本調査において実施した社会経済アンケート調査では、各村落ごとに電気料金としての支払意志表示額の回答が得られており、一般村民の回答平均で 71DH/月 となっている。
- 3) さらに現在村民が支払っているバッテリーの購入や充電費用の平均が 97DH/月、ブタンガス、ローソクなど照明用の費用も加えると 163DH/月となる調査結果が得られている。しかし、電化後の補充費用（20+20DH/月）を差し引いた、123DH/月 が電気料金としての負担可能額となる。

上記のデータから、ミニマムを 40DH/月、マキシマムを 163DH/月と推定し、以下に 1DH を約 0.1US\$ として各戸月当たり 4, 7, 10, 14, 17US\$ を支払金額として徴収した場合の、各電化方法別の収支を試算する。

(2) 収支試算結果

各電化手法における試算結果を表 7.2-3 に示す。

表 7.2-3 総合収支試算表

1) 太陽光発電

(US\$ 1,000)

初期投資 回収率	割引率	一世帯当たりの利用者支払金額				
		4 US\$/月	7 US\$/月	10 US\$/月	14 US\$/月	17 US\$/月
100%	0%	-7,975	-5,662	-3,348	-264	2,050
	3%	-7,235	-5,398	-3,562	-1,113	723
	6%	-6,845	-5,403	-3,960	-2,037	-595
	9%	-6,578	-5,406	-4,235	-2,673	-1,501
75%	0%	-6,523	-4,210	-1,896	1,188	3,501
	3%	-5,783	-3,946	-2,110	339	2,175
	6%	-5,393	-3,951	-2,508	-585	857
	9%	-5,126	-3,955	-2,783	-1,221	-50
50%	0%	5,071	-2,758	-445	2,640	4,953
	3%	-4,331	-2,495	-658	1,790	3,627
	6%	-3,941	-2,499	-1,057	867	2,309
	9%	-3,674	-2,503	-1,331	231	1,402
25%	0%	-3,620	-1,306	1,007	4,092	6,405
	3%	-2,880	-1,043	794	3,242	5,079
	6%	-2,490	-1,047	395	2,318	3,761
	9%	-2,223	-1,051	120	1,682	2,854
0%	0%	-2,168	145	2,459	5,543	7,857
	3%	-1,428	409	2,245	4,694	6,530
	6%	-1,038	404	1,847	3,770	5,212
	9%	-771	401	1,572	3,134	4,306

*注 〇は+ (プラス) の収支を示す。

2) ディーゼル発電

(1,000US\$)

初期投資 回収率	割引率	一世帯当たりの利用者支払金額				
		4 US\$/月	7 US\$/月	10 US\$/月	14 US\$/月	17 US\$/月
100%	0%	-1,566	-837	-107	865	1,594
	3%	-1,529	-909	-289	538	1,159
	6%	-1,500	-966	-432	279	813
	9%	-1,476	-1012	-548	71	-535
75%	0%	-1,237	-508	221	1193	1,922
	3%	-1,201	-580	40	867	1,487
	6%	-1,171	-638	-104	608	1,141
	9%	-1,148	-684	-219	399	863
50%	0%	-909	-180	549	1522	2,251
	3%	-872	-252	368	1195	1,815
	6%	-843	-309	224	936	1,470
	9%	-819	-355	109	728	1,192
25%	0%	-581	149	878	1850	2,579
	3%	-544	76	697	1524	2,144
	6%	-514	19	553	1264	1,798
	9%	-491	-27	437	1056	1,520
0%	0%	-252	477	1,206	2178	2,908
	3%	-215	405	1,025	1852	2,472
	6%	-186	348	881	1593	2,126
	9%	-162	302	766	1384	1,849

*注 〇は+ (プラス) の収支を示す。

3) マイクロ水力発電

(1,000US\$)

初期投資 回収率	割引率	一世帯当たりの利用者支払金額				
		4 US\$/月	7 US\$/月	10 US\$/月	14 US\$/月	17 US\$/月
100%	0%	-5,372	-3870	-2,368	-365	1,137
	3%	-5,532	-4576	-3,620	-2346	-1,390
	6%	-5,618	-4963	-4,308	-3434	-2,779
	9%	-5,668	-5189	-4,710	-4071	-3,592
75%	0%	-3,924	-2422	-920	1082	-2,584
	3%	-4,084	-3128	-2,173	-898	58
	6%	-4,171	-3515	-2,860	-1986	-1,331
	9%	-4,220	-3741	-3,262	-2623	-2,144
50%	0%	-2,476	-974	528	2530	4,032
	3%	-2,636	-1681	-725	550	1,506
	6%	-2,723	-2068	-1,412	-538	117
	9%	-2,773	-2293	-1,814	-1176	-696
25%	0%	-1,029	473	1,975	3978	5,480
	3%	-1,189	-233	723	1998	2,953
	6%	-1,275	-620	36	909	1,565
	9%	-1,325	-846	-367	272	751
0%	0%	419	1921	3,423	5426	6,928
	3%	259	1215	2,171	3445	4,401
	6%	173	828	1,483	2357	3,012
	9%	123	602	1,081	1720	2,199

*注 部は+ (プラス) の収支を示す。

(3) 収支試算結果の評価の例

1) 4US\$/月を支払金額とした場合

太陽光発電のケース : 回収率、割引率ともいずれのケースでも利益はでない。

ディーゼル発電のケース : 回収率、割引率ともいずれのケースでも利益はでない。

マイクロ水力のケース : 回収率を0%とした場合には利益が出る。変動費と運営費を負担しているため設備の維持は可能となる。

したがって、マイクロ水力を除いてプロジェクトの維持は困難である。

2) 7US\$/月を支払金額とした場合

太陽光発電のケース : 回収率0%であれば利益が発生する。変動費と運営費を負担しているため設備の維持は可能となる。

ディーゼル発電のケース : 回収率25%、割引率6%で利益が発生する。すなわち利用者が25%の初期投資分の負担が可能である。

マイクロ水力のケース : 回収率25%、割引率0%で利益が発生する。すなわち利用者が25%の初期投資分の負担が可能である。

したがって、3つの電化方法が維持可能となり、ディーゼル発電、マイクロ水力の2つの電化方法では初期投資の25%が負担可能となる。

(4) 期待できる支払金額

1) 2.3.2 節のアンケート調査分析結果から、この地域における照明及びラジオ・TVなどの電気利用に対する支出費用は、照明（ローソク、ブタンガスなどへの支出、平均66DH/月）、バッテリーの購入・充電費用（平均97DH/月）である。合計の163DH/月をこのプロジェクトの支払金額に充当することができるならば、163DH/月=17.5US\$/月（9.3DH/US\$）の徴収が可能となる。

17.5US\$を支払金額として、表7.2-3においてその初期投資回収率と割引率（FIRR）を求めると、太陽光発電：回収率100%、FIRR 6%、ディーゼル発電：回収率100%、FIRR 10%以上、マイクロ水力発電：回収率100%、FIRR 1%に相当し、利益率は別として投資の100%回収が可能となる徴収金額である。

2) また、バッテリーの購入、充電費用である97DH/月だけを支払費用に充当した場合はほぼ10US\$/月に相当する。

10US\$/月の支払金額は、1)と同様に表7.2-3で相当する回収率、割引率(FIRR)を求めると、太陽光発電：回収率25%、FIRR約10%、ディーゼル発電：回収率75%、FIRR3%、マイクロ水力発電：回収率25%、FIRR6%のケースに相当し、利用者に初期投資の約25%の負担を要求しているPERGのケースにもほぼ当てはまり、さらにその初期投資負担分については、6%以上の内部利益率(利息とも考えられる)が確保できる月間支払金額となる。

3) なお、1)、2)の中間である14US\$では、太陽光発電：回収率75%、FIRR約4%、ディーゼル発電：回収率100%、FIRR10%、マイクロ水力発電：回収率75%、FIRR1%となる。

(5) 支払金額の徴収と運営管理

これら現在照明や電気の利用に支出している費用の置き換えは、単に支出面で振り替わるだけではなく、清潔性、安全性の向上、バッテリー充電に要していた労力の削減、充電中は使用不可能などの不便の解消に役立つことを考慮すれば、実現不可能ではないと思われる。

もし、この金額が完全に徴収できれば、CDERには約6,000US\$/月が納入されることになり、プロジェクトの管理を含めて、再生可能エネルギーに関する研究や、技術者への教育訓練、利用者に対する教育啓蒙、モロッコ国内への広報活動などの資金に充当できる。

また、先にも触れたようにこれまでの検討は電化方法別に一括して計算しているが、実際には村落ごとに大きいコストの開きがある。

したがって、全利用者から同一又は電化方法ごとに一定の金額を徴収しても、村落によってプラスになるところとマイナスになるところがある。その差を調整し、プラスの村落からマイナスの村落へ必要な資金を補填することにより、プロジェクトの長期安定・存続化を図る必要がある。そのためには、CDERがこのプロジェクトの管理を的確に実行するための要員と、管理のための経費を確保しておく必要がある。

(6) 電気料金として徴収する場合

各電化手法による電力のコストを比較するためにはkWh当たりのコストで比較するほうが

分かり易い。ここでは表7.2-2で求めた月間支払金額を、月間使用電力量の7.2kWhで割ってkWh当たりのコストを求めた。ただし、マイクロ水力発電の場合は発電量が多く15.5kWh/月の利用が可能でありその場合の単価も計算した。

表7.2-4 使用電力量kWh当たりのコスト（運営費含む）

		(US\$/kWh)			
電化手法		太陽光発電	ディーゼル発電	マイクロ水力発電	
対象村落数		71	12	18 (7)	
対象戸数	2000年	3,213	1,890	1,158	
水力電力量				7.2 kWh	15.5 kWh
初期投資回収	割引率	Life 20 Year	Life 10 Year	Life 30 Year	
100%	0%	1.96	1.44	2.06	1.03
	3%	2.18	1.58	2.97	1.48
	6%	2.39	1.72	4.12	2.06
	9%	2.90	1.87	5.49	2.75
75%	0%	1.69	1.26	1.65	0.82
	3%	1.85	1.36	2.33	1.16
	6%	2.11	1.47	3.21	1.61
	9%	2.37	1.58	4.22	2.11
50%	0%	1.43	1.07	1.25	0.62
	3%	1.53	1.14	1.71	0.85
	6%	1.69	1.21	2.29	1.14
	9%	1.86	1.29	2.97	1.48
25%	0%	1.17	0.89	0.85	0.43
	3%	1.19	0.92	1.08	0.54
	6%	1.26	0.96	1.37	0.68
	9%	1.35	1.00	1.71	0.86
0%	0%	0.90	0.69	0.44	0.22
	3%	0.86	0.69	0.44	0.22
	6%	0.85	0.69	0.44	0.22
	9%	0.83	0.71	0.46	0.22

- 1) モロッコにおける住宅用電力の電気料金は約1 DH/kWhと言われており、US\$にすると0.1US\$/kWh程度であるから、この金額を徴収したのでは初期投資額の回収率を0%としてもすべての村落が赤字となり、補助金による補填がなければプロジェクトによる電力の供給を継続できない。
- 2) PERGのERD(分散地方電化)によると、グリッド延長電化対象者は工事負担金として40DH/月、基本料金15DH/月と通常の電力使用金額(最低0.842DH/kWh、高い場合は4DH/kWh程度)を支払うこととなっている。本計画の7.2kWh/月の利用者は、7年間は61DH/月(高い電気料金の場合は84DH/月)、それ以降は21DH/月(同44DH/月)の支払金額になると考えられる。これを20年間の平均金額に換算すると、適用する割引率によって以下のとおりとなる。

割引率3%：40.5DH/月、割引率6%：43.1DH/月、割引率9%：45.5DH/月、高い電気料金の場合は、割引率3%：63.5DH/月、割引率6%：66.1DH/月、割引率9%：68.4DH/月となり、PERG計画の割引率には6%が使用されていると見られるので、本計画にもPERGと同じ月額を徴収するとなれば43DH/月（4.6US\$/月,9.3DH/US\$）又は66DH/月（7.1US\$/月）が適用されることになる。

本計画において計算された戸別月間支払額（PV、ディーゼル、マイクロ水力）の平均は回収率0%、割引率6%では5.3US\$/月であり、最低料金が適用される場合は約0.7US\$/月、運営・管理費が不足することになるが、高額料金が適用されるのであれば7.1US\$/月までの料金徴収が可能であり、運営・管理費が確保できる。

一方、PVによる電化対象者に関しては60DH/月を7年間徴収するとだけしか記述されていないので、本計画では、8年目以降からはバッテリーの交換費用（2.4US\$/月）を支払うこととして費用を試算する。その場合は、割引率3%：43.5DH/月、割引率6%：45.6DH/月、割引率9%：47.5DH/月となり割引率6%の45.6DH/月を適用すれば4.9US\$/月であり、0.4US\$/月の運営・管理費が不足するが、この程度であれば運営の継続が可能であると思われる。

7.2.4 初期投資資金の組み合わせ

表7.2-3より、回収率を初期投資資金の返済が必要な資金と、返済しないでよい資金の割合と見た場合の利用者が負担する月支払金額を試算した（返済資金の金利6%と仮定）。

返済必要資金と返済不要資金との比率による各電化方法での月支払金額（概算）は次のとおりである。

(US\$/月/戸)

返済必要 資金	返済不要 資金	太陽光 発電	ディーゼル 発電	マイクロ水力 発電	全平均 (参考)
100%	0%	17	13	30	18.2
75%	25%	15	11	22	15.1
50%	50%	12	8	16	11.5
25%	75%	10	7	10	9.1
0%	100%	7	6	4	6.1

全平均は2000年の戸数を用いて計算しており、将来の戸数増加を計算に入れていないので参考値である。

100%返済が必要であれば、太陽光発電17US\$、ディーゼル発電13US\$、マイクロ水力発電は30US\$、全電化方法を平均すると参考値ではあるが18.2US\$を徴収する必要があり、25%を返済資金として計画するのであればそれぞれ、10US\$、7US\$、10US\$、9.1US\$を徴収すればよい。

ちなみに、25%を返済必要資金とした場合、資金計画は次のようになる。

(10³US\$)

供給電源	概算事業費	返済必要資金	返済不要資金
太陽光発電	5,811	1,453	4,358
ディーゼル発電	1,313	328	985
マイクロ水力発電	5,766	1,442	4,324
計	12,890	3,223	9,667

7.2.5 各村落経済指標と電化設備初期投資額との検討

第2章社会経済状況の調査結果から、電化の対象となる各村落ごとの収入・支出と負担可能額・支払意志表示額との関係を検討する。また、その結果から村落別に返済不要資金、返済必要資金の対象村落についての検討を行った。

(1) 一般的な経済指標間の相関係数

経済指標A	経済指標B	相関係数
総収入	総支出	0.717
総収入	エネルギー支出	0.431
総収入	電気関連支出	0.286
総収入	支払意志表示額	0.306
総支出	エネルギー支出	0.376
総支出	電気関連支出	0.406
総支出	支払意志表示額	0.407
電気関連支出	支払意志表示額	0.395

上記の結果から、総収入と総支出との間に相関関係はあると推定されるが(0.5以上)、その他の経済指標間に相関関係があるとは言えない(0.5以下)。特に現在電気関係に支出している費用と、将来の電気に対する支払意志表示額の間にも相関が見られない。

すなわち、高収入の村落が必ずしも電気の使用を多くしているとは限らないし、低収入の村落が将来の電気使用に対する支払意志表示額が低いとも言えないことを示している。

したがって、村落の収入にかかわらず一定の支払金額を設定することが可能と考えられる。

(2) 村落別収入と電化設備初期投資額 (Attachment-2C)

Attachment-2Cは、電化の対象となる村落を収入の小さい順に並べ替え、各村落に対する電化のための初期投資額を入れて、その投資額を順次累積したものである。

村落ごとの収入の平均値（村落ごとの単純平均）は約 27,000DH/年/戸であり、平均値以下の村落の数は 62 あり、対象村落の約 2/3（マイクロ水力発電の場合はプロジェクトごとにまとめて 1 件としている）となる。

収入が平均値以下の村落のプロジェクトに返済不要の資金（例えば無償供与）、平均値以上の村落には返済が必要な資金（有償資金）を供給とした場合は、偶然ではあるが同じ 50%ずつが、返済不要資金額、返済必要資金額となった。

一方、村落ごとの戸数を考慮した収入額の加重平均では 29,000DH/年/戸であり、この場合平均以下の村落に対する初期投資額の累積割合は 53%である。

ちなみに 50%を返済が必要な資金とした場合、金利 6%であれば各電化方法による月間支払金額は太陽光発電 12US \$、ディーゼル発電 8US \$、マイクロ水力発電 16US \$、全電化方法を平均すると参考値ではあるが 11.5US\$となる。

(3) 村落別月間支払金額と電化設備初期投資額 (Attachment-2D)

Attachment-2C を、村落ごとの月間支払金額（1 戸当たり）（回収率 100%、割引率 0%）の大きい順番に並べ替え、初期投資額の累積計算を行った。

マイクロ水力発電の支払金額はばらつきが大きいですが、太陽光発電、ディーゼル発電の村落の支払金額はほぼ連続的に分布している。太陽光発電とマイクロ水力発電との村落と、ディーゼル発電の村落（マイクロ水力発電 1 村落を含む）の間にはっきりした段差が見られる。もし、資金供給の条件に差を付けるのであれば、この 2 者の中で分けることも 1 案であろう。

高い月間支払金額が必要となる村落への資金を返済不要の資金、残りを返済が必要な資金とした場合、初期投資額の 77.7%が返済不要の資金、残りの 22.3%を返済が必要な資金として供給されることとなる。このケースは先にも触れた PERG の 25%利用者負担に近いケースとなる。

7.2.6 資金の運用体制

前項のいずれの場合でも、初期投資の資金は一括してカウンターパート機関（本プロジェクトでは CDER）に供与されることとなろう。

CDER は電化設備の建設を行い、各村落から徴収される支払金額を電力消費組合を経て納入させて、各種の FUND として管理し、有償資金の返済については CDER から一括して返済することが考えられる。

予想される資金及び作業の流れを次の図 7.2-1 で示す。

各矢印の作業内容は以下のとおり。

- A. 資金提供者（無償、有償）から CDER に資金の提供
- B. CDER による発電システムの設置（太陽光発電は PV システム設置業者を通じて実施）
- C. 利用者の発電システムからの電力利用
- D. 利用者の利用料金支払い（電力消費組合へ）

- E. 電力消費組合から CDER へ利用料金の納付（消費組合運営費、PV システム設置業者へのメンテナンス料金を差し引いた費用）
- F. 電力消費組合から PV システム設置業者へメンテナンス料金の支払
- G. CDER は電力消費組合からの納付金より返済分を有償資金返済 FUND に預託
- H. CDER は電力消費組合からの納付金より CDER 運営管理費分を CDER 運営管理 FUND に預託
- I. CDER は電力消費組合からの納付金よりバッテリー交換積み立て分をバッテリー交換積み立て FUND に預託
- J. CDER は電力消費組合からの納付金よりコスト調整分をコスト調整 FUND に預託
- K. CDER はコスト差調整が必要な電力消費組合に、コスト差の調整金をコスト調整 FUND から支給
- L. バッテリーの交換が必要となった PV 発電システムに対し、そのシステムを保守している PV システム設置業者にバッテリー交換 FUND からバッテリーを支給
- M. PV システム設置業者はバッテリーの交換を実施
- N. ディーゼル発電、マイクロ水力発電の電力消費組合は、それぞれの発電システムの運転、保守作業を実施する
- O. CDER は期限ごとに有償資金返済 FUND より資金の返済を行う
- P. CDER は PV システム設置業者の技術向上のためのトレーニングを実施する

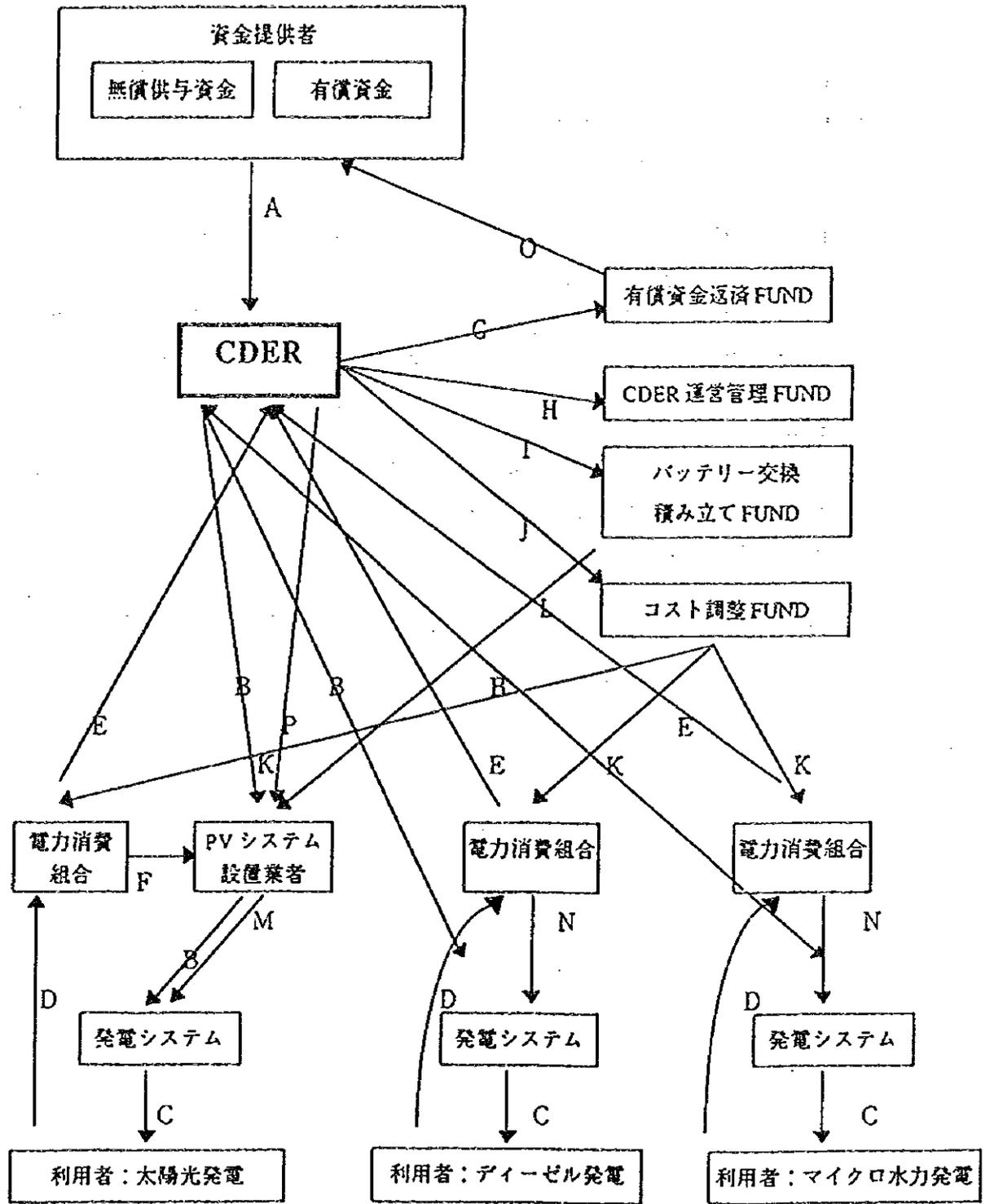


図 7.2-1 資金及び作業の関連図

7.3 経済評価

経済評価は、評価の計算期間における各電化方法の費用（コスト）と代替電源の費用（便益）を経済評価用のコスト（シャドウプライス）を使用して比較する。

シャドウプライスを求めるために、市場価格からの換算係数を仮定した。それには市場価格が資材と人件費から構成されるとし、その比率を推定して資材の換算係数(今回は 0.9)と人件費の換算係数(今回は 0.5)を掛けて算出した（表 7.3-1 参照）。

表 7.3-1 換算係数の設定

項目	資材比率(%)	人件費比率(%)	換算係数
発電機、PVモジュール、バッテリー	100	0	0.90
土木工事	40	60	0.66
送・配電線など	60	40	0.74
燃料費	100	0	0.90
保守作業	0	100	0.50
オーバーホール	50	50	0.70

なお、税金、技術管理費、予備費は経済計算の対象から除外する。

7.3.1 経済性評価結果(B/C)

各電化方法ごとに村落別に計算を行った。代替手段としてディーゼル発電と比較するが、ディーゼル発電の村落に対する比較発電方法は太陽光発電とする（表 7.3-2 参照）。計算は初期投資が第 1 年度に行われるものとし、発電は次の年から開始するものとする。

いずれも 20 年間供給するケースを想定し、各年度ごとの費用をシャドウプライスを使用して計算し、NPV を求めるために設定した割引率に相当する年度ごとの係数を費用に掛けて積算する。

太陽光発電、マイクロ水力発電に対する便益としては、それぞれの村落にディーゼル発電を適用した場合に、同様にして計算される費用を計上する。

一方、ディーゼル発電が適用される村落に対しては、それに対応する便益として太陽光発電を導入する場合の費用を計上する。

表 7.3-2 便益・費用比較表 (各電化手法を採用した村落の合計)

(1000 US\$)

便益/費用	割引率	太陽光発電	ディーゼル 発電	マイクロ 水力発電
便益	0%	5,490	3,381	962
	3%	4,553	2,991	854
	6%	3,929	2,729	782
	9%	3,501	2,549	732
費用	0%	6,679	2,563	3,360
	3%	5,952	2,235	3,243
	6%	5,465	2,016	3,179
	9%	5,129	1,866	3,141
便益/費用	0%	0.82	1.32	0.33
	3%	0.77	1.34	0.3
	6%	0.72	1.35	0.27
	9%	0.68	1.37	0.26

便益/費用の比率が1以上であれば、そのプロジェクトが代替手法に対し経済的に有利である。今回の計算ではPVによる31ヵ村がディーゼル発電よりも有利である結果になった。

便益/費用の比が1以上となった村落では経済内部収益率(EIRR)が計算できるが、PVの31ヵ村は0~100%以上の範囲にある。一方、ディーゼル発電を採用する村落はすべてPVを採用するよりも有利となった。

7.3.2 ディーゼル発電の燃料価格の変動による感度分析

建設費は見積を行った結果であり、大きく変動することは予想できないが、燃料価格の変動はありうる。燃料価格が2倍になったケースの感度分析を行った(表7.3-3参照)。

表 7.3-3 便益・費用比較表 (ディーゼル燃料価格2倍)

(1000 US\$)

便益/費用	割引率	太陽光発電	ディーゼル 発電	マイクロ 水力発電
便益	0%	6,964	3,381	1,357
	3%	5,637	2,991	1,148
	6%	4,756	2,729	1,009
	9%	4,153	2,549	913
費用	0%	6,679	3,313	3,360
	3%	5,952	2,786	3,243
	6%	5,465	2,436	3,179
	9%	5,129	2,197	3,141
便益/費用	0%	1.04	1.02	0.4
	3%	0.95	1.07	0.35
	6%	0.87	1.12	0.32
	9%	0.81	1.16	0.29

ディーゼル発電の燃料単価が高騰し、あるいは燃焼効率が悪くなり、燃料消費が大きくなって、結果として燃料価格が2倍となったような場合、PV電化対象村落についてはPVとディーゼル発電との経済的な差がほとんど無くなる。マイクロ水力発電の村落に対してはその差があまり小さくならない。

また、ディーゼル発電を予定している村落の、対PV有利性は小さくはなるが、有利であることには変わりがない。

7.3.3 現行照明用、TV・ラジオ用エネルギーの転換による経済性評価

現在照明用にはローソク、ガスランプなどが使われ、TV・ラジオ用には乾電池、自動車用バッテリーの充電利用などによっている。これらのエネルギー源が村落電化により、システムからの電力供給に転換されることになる。この経済効果を評価する。

(前提条件)

現行	照明：	ガス、灯油、ローソクの購入	66DH/月 (内訳は村落社会調査より推定)
	TV・ラジオ：	バッテリー購入、チャージ費用	97DH/月 (内訳は村落社会調査より推定)
電化後	照明・TV・ラジオ：	システムから電気供給	
対象世帯		6261軒 (2000年の利用者戸数)	
システムの費用		回収率100%、割引率0%のケースを採用	
換算率		9.3DH/US\$	

表 7.3-4 費用要素の分割と月間シャドウプライス費用の算出

	費目	月間費用 (DH)	換算費用 (US\$)	変換係数	シャドウプライス (US\$)
現行	ガス	30	20,197	0.9	18,177
	灯油	10	6,732	0.9	6,059
	ローソク	26	17,504	0.5	8,752
	バッテリー購入	57	38,374	0.9	34,537
	バッテリーチャージ	40	26,929	0.4	10,772
	合計	163	109,736		78,296
転換後	システム償却費		47,620	1.0	47,620
				0	0
	燃料費 (ディーゼル)		2,835	0.9	2,552
	バッテリー交換費用		9,639	0.9	8,675
	保守費用		10,008	0.5	5,004
	運営・管理費用		12,522	0.5	6,261
	合計 (含む償却費)		82,624		70,112
	合計 (不含償却費)				22,492

経済評価では、プロジェクトによるメリットが55,800US\$/月あり、投資額約12百万US\$(経済価値では7.6百万US\$)に対するEIRRを計算すると6.1%となる。すなわち、マクロ的に見てこの転換は有利である。

同じケースで財務評価を行った場合においても、現在利用者が照明及びTV・ラジオに支払っている金額(109,700US\$/月)に対し、電化後は償却費用を負担しても(82,624US\$/月)負担が少なくなり、しかも良質のサービスが受けられることになり、転換は有利である。

投資額約12百万US\$に対するFIRRを計算すると3.4%となる。

7.3.4 マイクロ水力発電の便益の検討

マイクロ水力の経済評価は他の電源と同様に、便益を代替電源の費用と考えて評価をしたが、この項では便益をkW価値及びkWh価値の合計から求めた場合について評価を行った。

経済評価において使用されるkW価値、kWh価値は、Power-Value(kW-Value)とEnergy-Value(kWh-Value)として使われているが、Power-ValueとはkW当たりの固定費を稼働年数に配分した費用であり、Energy-Valueは毎年の発電に要するkWh当たりの変動費に相当する。

下記の3マイクロ水力地点について、マイクロ水力発電、その代替電源であるディーゼル発電及びPV発電の経済価値に用いたPower-ValueとEnergy-Valueは以下のとおり。

マイクロ水力発電

	単位	Arg	Adardour	Tidsi
対象戸数(2000年)		205	168	110
設置容量	kW	30	26	15
初期投資額	US\$	495,820	461,500	364,900
kW当たり投資額	US\$/kW	16,587	17,750	24,327
割引率	%	6	6	6
稼働年数	年	30	30	30
投資回収係数		0.068	0.068	0.068
固定補修費	US\$/年	1,005	1,279	1,120
Power Value	US\$/kW/年	1,153	1,251	1,731
燃料費	US\$/kWh	0	0	0
変動補修費	US\$/kWh	0.065	0.098	0.143
Energy-Value	US\$/kWh	0.065	0.098	0.143

ディーゼル発電（各村ごとに発電機を設置）

	単位	Arg	Adardour	Tidsi
対象戸数（2000年）		205	168	110
設置容量	kW	20.3	16.7	7.7
初期投資額	US\$	94,347	61,924	57,128
発電機	US\$	10,048	9,001	5,390
送・配電線	US\$	84,299	52,923	51,738
kW当たり投資額	US\$/kW	4,648	3,708	7,439
割引率	%	6	6	6
稼働年数				
発電機	年	10	10	10
送・配電線	年	30	30	30
投資回収係数	発電機	0.136	0.136	0.136
	送・配電線	0.068	0.068	0.068
Power Value	US\$/kW/年	350	289	560
燃料費	US\$/kWh	0.162	0.17	0.18
変動補修費	US\$/kWh	0.079	0.097	0.135
Energy-Value	US\$/kWh	0.241	0.268	0.315

PV発電（各戸ごとにPVシステムを設置）

	単位	Arg	Adardour	Tidsi
対象戸数（2000年）		205	168	110
設置容量	kWp	27.6	21.9	14.1
初期投資額	US\$	231,734	183,135	118,203
kW当たり投資額	US\$/kW	8,396	8,362	8,383
割引率	%	6	6	6
稼働年数	年	20	20	20
投資回収係数		0.087	0.087	0.087
Power Value	US\$/kW/年	730	727	729
燃料費	US\$/kWh	0	0	0
変動補修費	US\$/kWh	0.354	0.358	0.366
Energy-Value	US\$/kWh	0.354	0.358	0.366

PVの場合はkW当たりの投資額（シャドウプライス）はどの村でもほぼ同じである。バッテリーの交換費用や、保守費用は変動補修費に計上している。

本プロジェクトのように、分散電源で独立しており、余剰電力の消費先がなく、使用電力が将来ともほぼ一定のケースでは、kW-Value、kWh-Valueを用いた経済性比較は、シャドウプライスを用いたコストベネフィット分析を行っているのと同じとなる。

マイクロ水力発電の村落に対し、ディーゼル発電を代替電源としてコストベネフィット分析を行った結果は、いずれもB/Cが1以下であり、内部利益率を計算するまでには至らない（第2巻参照）。

PV発電を代替電源とした場合は、マイクロ水力発電の費用をコスト、PV発電の費用を使

益として計算すると今回対象とした3地点は、計算期間30年、割引率6%の場合は下表のとおりとなる。

	単位	Arg	Adarbour	Tidsi
便益/コスト		1.44	1.21	0.98
EIRR	%	2.8	1.4	-0.2

PVの耐用年数は20年としているが、評価の期間を30年として比較する場合、途中で設備を更新することとなり、残存簿価を最終年度の評価に加算している。

割引率6%を適用すればArg、AdardourはPVよりもマイクロ水力発電のほうが経済評価では有利となる。

7.4 村落電化の社会・経済効果に対する評価

1) 電化による電気の利用

本プロジェクトが実施されることによりハウス地方では以下の家庭、施設が電化され、清潔で安全かつ便利な電気の利用が可能になる（社会経済状況調査より）。

	村落数	一般家庭	街灯	学校	モスク	商店など	裨益人口
2000年	106	6,512	1,303	112	132	281	41,380
2010年	106	6,938	1,389	112	132	281	44,663

2) 教育レベルの向上

良質な照明による勉強時間の増加や、テレビ、ビデオなどの情報機器の利用により、教育レベルの向上を図ることが可能となる。

3) 情報手段の確保、娯楽機会の増大

ラジオ・テレビあるいは通信手段の確保により、情報源へのアクセスが容易になり情報入手の範囲が拡大される。また、ラジオ、テレビ、カラオケなどによる家庭・集会所などでの娯楽の機会が増加する。

4) 地球環境改善への貢献

現在モロッコの山間部では照明にブタンガスを使用しているところが多い。この照明用のブタンガスを調理用の燃料に振り向けることにより、調理用燃料であった薪の消費が減少し伐採が減ることが期待できる。

また、特に本調査で重点的に指向しているマイクロ水力発電及び太陽光発電による電化は、発電のための化石燃料の燃焼による硫黄酸化物や窒素酸化物の発生が無く、クリーンで再生可能エネルギーの利用による電化であり、地球環境の改善に対し大きな意義を持つ。

5) 女性の労働負荷の減少

薪の収集、水汲みなどは主として女性の労働に依存している。電力の供給により、薪の収集が減り、水汲みがポンプによる水供給が可能になれば、女性の労働負荷が減少し、教育や生産性のより高い作業への従事が可能となる。

6) 生産性の向上

ディーゼル発電やマイクロ水力発電により電化された地域では、需要が集中しない時間帯において、脱穀、製粉、粉碎（陶石）などの動力に電気を使用することも可能となる。また、照明により夜間作業が容易になり、村落の生産能力が向上する。

7) 地域経済の発展と、都市への人口集中の進行防止

本プロジェクトの実施期間中、設置工事や土木工事などに現地労働力の雇用が増加し、設置後も保守作業や運転用資機材の調達、運送などで現地に資金が投入され、経済活動が活発になることが予想される。地域の経済が発展し、就職の機会が増加すれば、地方の生活レベルが向上し、都会への若者の流出が緩和され、地方の活性化につながる。

第1卷 第8章
結論と提言

第8章 結論と提言

8.1 調査の結論

ハウズ地方は地理的に後進性が強く、1人当たりのGNPや農村電化率の指標から見て全国平均よりもかなり低い。村落の多くは小規模で、アクセスが不便な広い地域に散在している。このような地方に対し、既設の送電線を延長して電化を行う方法は、投資と電力消費量の関係から見て効率が悪い。そのため、分散電化方式による電力の供給が必要となっている。こうした背景から、本調査ではハウズ地方の120ヵ村を対象に分散電化マスタープランを作成し、その中で選定されたマイクロ水力発電計画についてプレ・フィージビリティ調査を行うものである。

(1) 調査の手法

- ① 調査に際し、まず調査対象地域について社会経済状況の実態を把握し、その結果をマスタープランに反映させるため、アンケート調査を行った。
- ② 村落の電化手段を特定するため、供給電源選定用の基準を作成し、これに従って選定作業を行った。
- ③ 村落別に電力需要を想定し、これをベースに電力供給計画を策定した。
- ④ プロジェクト完成後の維持管理計画の検討を行った。
- ⑤ 事業の実施工程と概算事業費を算出した。
- ⑥ 財務・経済評価を行い、プロジェクトの運営方法の検討と社会的経済効果の検討を行った。
- ⑦ 要請のあったマイクロ水力地点の選定を行い、優良と思われる3地点についてプレ・フィージビリティ調査を行った。

(2) 供給電源の選定

選定方法としては、一定規模の村落を電化するのに必要な固定費及び変動費を含めた20年間総費用の大小によって優先順位を決め、さらに電源の特性と地域の現状を考慮し、村落民のニーズに合った補正を行って最終選定した。

電源の種類としては、太陽光発電、ディーゼル発電、マイクロ水力発電及び既設送電線延長の4電源を対象とした。選定の結果、電化対象村落は、ONEの先行プロジェクトの重複分を除き106ヵ村となった。その概要は次のとおりである。

- ① 太陽光発電は、村落規模が小さく、既設送電線から離れるに従って有利となり、71カ村を選定した。
- ② ディーゼル発電は、村落規模が大きく、既設送電線から離れるに従って有利となり、12カ村落を選定した。
- ③ マイクロ水力発電は、固定費が他の電源よりも割高であるため採用しにくい。しかし、変動費が安いので、もし有利なファイナンスが得られれば、固定費が安く（又は不要）、有利となる性格がある。要請の趣旨を考え、変動費のみの比較によって18カ村落を選定した。
- ④ 既設送電線延長は、村落規模が大きく、延長距離が短くなるに従って有利となり、5カ村を選定した。これらの村落は、延長距離が0.2～2.0kmの範囲にあり、ONEの電化計画に無いものである。

(3) 電力供給計画

村落別に電力需要を想定し、必要な予備力を加えて電源別に供給計画を作成した。電源は、1村落に1カ所設置するものであるが、マイクロ水力発電については地点の条件から決まる最適規模があるので、供給力に余裕がある場合には、近隣の複数の村落まで電化を行うものとした。この場合、一部太陽光発電と置き換えた電源構成とした比較検討や、マイクロ水力発電自体の規模の比較検討を行い、最適規模を決定した。したがって、18カ村に対して7計画で電力を供給するものとした。

検討の結果、電源別の供給計画は下表のとおりとなった。

供給電源	村落数	世帯数	設備出力(kW)
太陽光発電	71 ¹⁾	3,213	333.6 ³⁾
ディーゼル発電	12	2,136	156.8
マイクロ水力発電	18 ²⁾	1,301	179.0
既設送電線延長	5	288	23.2 ⁴⁾
計	106	6,938	692.6

(注) 1) システム数は4,094システムとなる。

2) 計画数は7計画となる。Tidsiでは要請リストになかったAfra村を供給対象に追加した。

3) PVモジュールの容量(kWp)を示す。

4) グリッドの負荷を示す。

(4) 実施工程

マスタープランの全体工程は対象村落数が多いので、第1期事業及び第2期事業の2つに分けて実施する計画である。第1期事業では太陽光発電54村落、ディーゼル発電6村落及びマイクロ水力発電3計画（プレ・フィージビリティ調査対象村落）、第2期事業では太陽光発

電17村落、ディーゼル発電6村落及びマイクロ水力発電4計画とした。

既設送電線延長はONEの所管であるので、工程からは除外した。第1期事業の着手は1998年6月、完了は2001年3月、第2期事業はそれぞれ2000年6月及び2003年3月と計画した。

(5) 概算事業費

概算事業費は総額 13,340 (10³US\$) で、既設送電線延長を除くと 12,890 (10³US\$) である。内訳は下表のとおりである。

(単位：10³US\$)

電化方式	第1期	第2期	合計
太陽光発電	3,733	2,078	5,811
ディーゼル発電	654	659	1,313
マイクロ水力発電	2,488	3,278	5,766
計	6,875	6,015	12,890
既設送電線延長	450	-	450
合計	7,325	6,015	13,340

(注) 1US\$ = 9.31DH = 115Y

(6) 財務・経済評価

1) 財務評価

評価結果は、戸別月間支払金額に応じた総合収支試算表(表7.2-3)に基づき、以下のとおり要約される。

① 戸別月間支払金額：4 US\$の場合

＜PERGの適用料金であるグリッド延長40DH/月(7年間)と電力量料金、PV電化60DH/月(バッテリー交換費は利用者負担)に準じた金額＞

太陽光発電及びディーゼル発電いずれの場合も、この料金徴収では初期投資を全額回収することはもちろん、その一部すら回収することはできず、変動費と運営費の支払いさえ困難である。相対的に変動費の安いマイクロ水力発電だけが、初期投資全額を回収する必要がなければ、この料金で設備の維持管理が可能となる。

② 戸別月間支払金額：7 US\$の場合

＜アンケート調査の回答より、一般村民による支払可能金額の平均値(70DH/月)に準じた金額＞

太陽光発電、ディーゼル発電及びマイクロ水力発電のいずれの電化方法とも設備の維持は可能となり、ディーゼルとマイクロ水力は初期投資の25%が回収可能となる。

③ 戸別月間支払金額：10US\$の場合

＜アンケート調査の回答より、現在、村民がバッテリーの購入・充電費用として支出している金額の合計 (97DH/月) に準じた金額＞

3つの電化方法とも設備の維持が可能であり、太陽光とマイクロ水力は初期投資の25%、ディーゼルは初期投資の75%まで回収が可能となる。これは、利用者に初期投資の約25%の負担を要求している PERG のケースにも当てはまり、さらにその初期投資負担分については6%以上の内部利益率が確保できる。

④ 戸別月間支払金額：14US\$の場合

＜アンケート調査の回答より、村長による支払可能金額の平均値 (140DH/月) に準じた金額＞

3つの電化方法とも設備の維持は可能であり、太陽光とマイクロ水力が初期投資の75%、ディーゼルは初期投資の100%まで回収可能となる。

⑤ 戸別月間支払金額：17.5US\$の場合

＜アンケート調査の回答より、現在、村民が照明（ローソク、ブタンガス等）、バッテリーの購入・充電等に支出している金額の合計 (163DH/月) に準じた金額＞

3つの電化方法とも設備の維持が可能であるのみならず、いずれも初期投資の100%の回収が可能となる。

以上のことから、太陽光、ディーゼル、マイクロ水力いずれの発電方法においても初期投資を100%回収するためには、17US\$程度の料金（戸別月間支払額）を徴収する必要がある。もし、利用者からこれ以下の料金を徴収するとすれば初期投資の100%を回収するためには、その差額分に相当する政府からの補助が必要となる。

また、アンケート調査に基づく村民の支払い可能金額である7US\$を徴収するとすれば、初期投資の25%近くまでは回収できることになるが、政府からの補助なしで収支バランスを保っていくためには、それ以外の初期投資資金分を返済不要な資金として調達する必要がある。

2) 経済評価

各電化方式ごとの村落別に計算を行った。代替電源としては太陽光発電及びマイクロ水力発電に対してディーゼル発電を、ディーゼル発電に対しては太陽光発電とした。

太陽光（一部を除き）及びマイクロ水力の便益/費用は1よりも小さく経済的に不利であり、ディーゼル発電のみ1よりも大きく経済的に有利となった。したがって、太陽光及びマイクロ水力は経済評価の面からは採用困難であるが、その特性をディーゼル発電と比較し、さらに財務評価の側面と併せ考慮して採用することとした。

また、現在照明用にローソク、ガスが、TV・ラジオ用にバッテリー、乾電池などが用い

られているが、これらのエネルギー源が村落電化によって電気に転換されるものとした場合の経済効果（便益）について、検討を行った。その結果、回収率100%、割引率0%ではEIRRは6.1%となり、電化によるエネルギーの転換は有利となった。

なお、マイクロ水力発電（3計画）については、便益をkW 価値及びkWh 価値の合計とした場合の検討を行った。割引率6%のケースではEIRRはAdardour1.4%、Arg2.8%及びTidsi-0.2%となった。

(7) 結論

マスタープランの実施により、ハウズ地方の106カ村の分散電化が完了すると、対象世帯数6,938、人口44,663人がテレビ、ラジオ、照明、公共用などによる電化生活を享受することができるようになる。この結果、ハウズ地方の電化率は14%から23%に上昇するものと試算される。既設送電線延長による電化5カ村については、ONEによって早期に電化が実現されることを期待する。

また、ハウズ地方の電化は、この遅れた地域の社会・経済に大きなインパクトとなり、直接及び間接の地域開発効果が多く期待できる。

このように、本電化計画は公共性が高く、早期実施が望まれるが、経済性に劣るので公的資金及び国外の有利なファイナンスの供与が望まれる。

8.2 実施に際しての提言

(I) 実施体制

1) 電力消費組合

現在、CDER が農村電化をする際には、まず CDER が中心となって、電力消費組合を電化対象村落に設置することから始まる。電力消費組合は各加入世帯員から構成され、役員はその中から通常、代表、副代表、書記、会計、村落リーダーなど計7人が選出されている。しかし、戸別式太陽光発電の場合は、よりきめ細かい運営を行うことが不可欠であるため、組合は村落単位でなく村落を構成する集落単位で構成することが望ましい。

2) CDER

CDER は電化に関する技術力はあるものの、マネジメント力は強化する必要があると考えられる。これに対してわが国としても、当計画を実施するに際して、CDER の経営・運営能力の強化を支援することは必要である。当計画実施時において直接技術移転を行う場合に必要なのは、わが国からマネジメントに関する専門家を派遣することであると考える。当専門家は CDER に所属し、当プロジェクトを統括するとともに他のプロジェクトについてもアドバイザー的な役割に就き、効率性に立脚したマネジメント方法を指導することが期待される。また、青年海外協力隊を派遣して、特に太陽光発電機器の初歩的な利用法を徹底教育することを手がかりとし、マイクロ水力発電を含めた村落開発に従事することも推奨されると考える。

3) 民間業者

マイクロ水力発電及びディーゼル発電の場合は、村落在住の運転要員が不可欠であり、CDER はその運転と簡単なメンテナンスを行うことができる要員を村落内に育成する必要がある。ただし、マイクロ水力発電、ディーゼル発電、太陽光発電のどの設備に対しても、簡単なメンテナンスを越えた技術レベルを要求される修理の場合、契約を結んだ民間業者がメンテナンスを行わざるを得ない。

特に太陽光発電の場合、太陽光パネルからバッテリーまでが一体となったシステムとして設計されている。その継続した安定的利用のためには、住民が管理方法及びその意味を十分に理解するまで、住民による維持管理は太陽光パネルの拭き掃除程度の管理にとどめ、より専門的な技術者にその定期的な点検をまかせるものとする。本計画では3年程度のアフターケア期間を設け、その期間は頻繁に民間業者が巡回するように契約を行い、その間に運転要員の養成と同様、村落の住民がある程度のレベルのメンテナンス技術を習得できるように CDER は指導する必要がある。

このように民間を利用しようとする計画の場合、民間業者の動向を知っておくことは重要である。近年マラケシュ周辺で、太陽光発電機器の販売と設置、メンテナンスを村落に在住して行う業者を技術的、財政的に支援する動きがある。今後このような形態の太陽光発電

機器普及サービスはモロッコにおいて拡大していく可能性は高く、わが国の協力においてもこのような民間業者を機器の設置及びメンテナンスのレベルで積極的に活用していくようにすべきである。

民間業者の選定に関しては、将来のメンテナンス、改造修理などが実施される場合に十分対応できる業者を選定する。このためには、発注時の業者の資格審査の段階で、継続的なメンテナンスを維持できる体制を持っているかどうかを条件にする程重視すべきである。また、機材設置時に定期的なアフターケアを含めて契約するとともに、対象地区をゾーン化し、遠隔地を比較的メンテナンスで回りやすい地区と組み合わせて契約することで、アフターケアをより確実化することは可能である。

4) 連絡会議

利用者からの様々な意見の集約を行い、また行政と民間相互の連絡を密にさせることによりサービス向上を図るため、連絡会議を設ける。当連絡会議は、各電力消費組合を地域的にはほぼコミューンに対応した範囲でまとめて設立し、構成員は、各電力消費組合から1人、CDER、民間業者に加え、コミューン、電気事業に詳しい ONE の5者とし、CDER が主催する。

(2) 維持管理方法

1) 維持管理費

メンテナンスを請け負う民間業者への維持管理費は、住民からの電力料金で賄うことになるが、当初3年間程度は料金徴収額の蓄積が少ないため、これにより全額賄うのは困難と思われる。これを補完するため、本事業の実施期間中に CDER、消費組合、民間業者及び村落民にメンテナンス技術を含めた維持管理方法を習得させ、各組合及び村落民と民間業者との共同によるメンテナンスを行うことで、民間委託費の節減を図る。これらの技術習得の研修は必要でありこの技術研修は、有利なファイナンスにより行うのが望ましい。このような技術研修は民間業者に対するインセンティブにもつながる。

2) 電力使用料と組合費

①連絡会議時に電力消費組合の代表より CDER が電力使用料（毎月の定額）のみを徴収する、②初めの3年間は本来であれば業者に支払われるべき維持管理費を消費者組合が自ら貯蓄し、組合の原資とする。3年目以降は組合から民間業者に直接維持管理費は支払われる、③組合費とバッテリー費は各電力消費組合が自ら貯蓄し、管理する。

3) 料金徴収の透明化

①電力消費組合に領収書の発行とその記録を義務づけ、②連絡会議時に CDER に提出させ、③それを CDER が管理する方法を採ることが考えられる。支払いが滞る場合、この記録に基づきペナルティーを課すことは必要であろう。

4) 預金口座の管理

電力消費組合の会計は銀行に利子の付く口座を開設し、預金するようにする。電力消費組合が電力使用料と維持管理費（及びバッテリー費）とを一括して徴収するので、口座を2つ作り、それぞれを別々に分けて管理するように指導する。また電力消費組合加入当初に支払われる組合加入費は組合の維持管理の原資とされ、設備拡張口座としても利用可能である。その場合、各電力消費組合に新規の設備設置希望者が出た場合の新設費に当てることとする。

5) 機材

財務分析によれば、太陽光発電の場合、毎月 US 7 ドル程度を各戸から徴収すれば最低維持できるという結果が出ている。また一戸当たり月 US 7 ドルは支払意志表示額内である。ここでは US 7 ドルを各戸の毎月の支払と考えると、電気使用料を定額で 1 ドル、バッテリーを取り替えるための積み立て（以下バッテリー費）を 3 ドル、業者に支払うメンテナンス料を 2 ドル、毎月の組合費を 1 ドルという内訳とする。この合計 7 ドルを毎月消費組合が各戸から徴収し、そこから電気使用料を CDER に支払い、メンテナンス料を業者に支払う。バッテリー費と組合費は利子の付く銀行口座に貯蓄される。

この毎月の支払に加え、電力使用希望者は一定額の電力消費組合加入費を加入時に支払う。これは他のプロジェクトの太陽光発電の組合加入料を見ると一戸当たり 500 DH から 1,000 DH 程度が妥当と考えられる。この費用は毎月の組合費と合わせて貯蓄され、組合の原資とする。

また、機材は CDER の所有とする。維持管理体制が確立する以前に所有権を電気消費組合に委譲してしまうと、利用者による無理な使用など維持管理上の問題が起こった場合、あるいは送電線が延長された場合の機材を取り外す権利を CDER が持つという根拠が薄くなる。したがって、当プロジェクトの想定している 20 年間は所有権を CDER に残すこととする。

(3) 導入機材の開発

特に太陽光発電機器については各社開発に力を入れており、バッテリーについても同様である。現在開発中の太陽光発電用バッテリーの場合、一般に使われる 85~105 Ah の容量のバッテリーでも、一般に市販されている自動車用のバッテリーとほぼ同価格の約 1,000 DH で販売が可能であることがわかった。

モロッコにおいて農村で一般に用いられている家庭用バッテリーは自動車用の転用であるが、これを太陽光発電用に用いた場合、耐用年数を約 3 年と見積もることができる。バッテリーの寿命を延ばすにはその電池の放電深度を制限することが重要であり、放電深度を 50% 以下に保つことができれば 5 年程度の寿命は現在でも可能性がある。毎日充放電が繰り返される戸別設置方式の場合は、従来のように放電したものを充電所に運んで充電するものではないので、設備容量に十分余裕をつけることで過放電が防止できると考えられる。

(4) 電化対象村落と電化手段の選定

本報告書では、電化対象村落 106 ヲ村に対し、それぞれ電化手段についての計画を作成したが、全村落の住民の要望を確認するには至っていない。今後、実施に際して PERG の規程により、地方電化計画管理委員会 (COSPER) において住民の要望が反映されることを期待する。

(5) 今後の調査計画

本調査完了後、次のフェーズを円滑に実施するため、次の調査については、引き続き実施されることが望ましい。

- ① 山間部における日照強度の観測
- ② 新設測水所における水位及び流量の観測